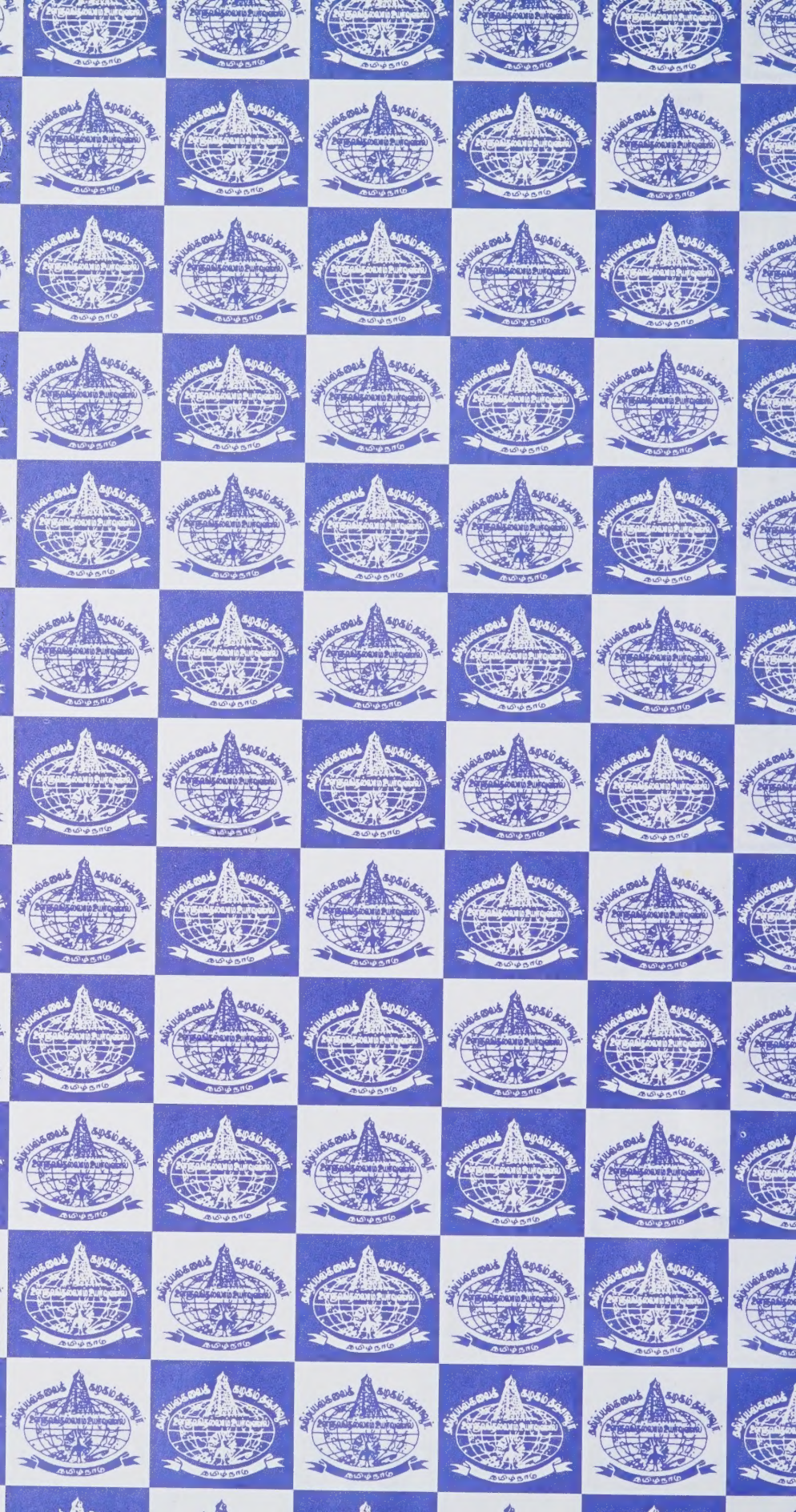


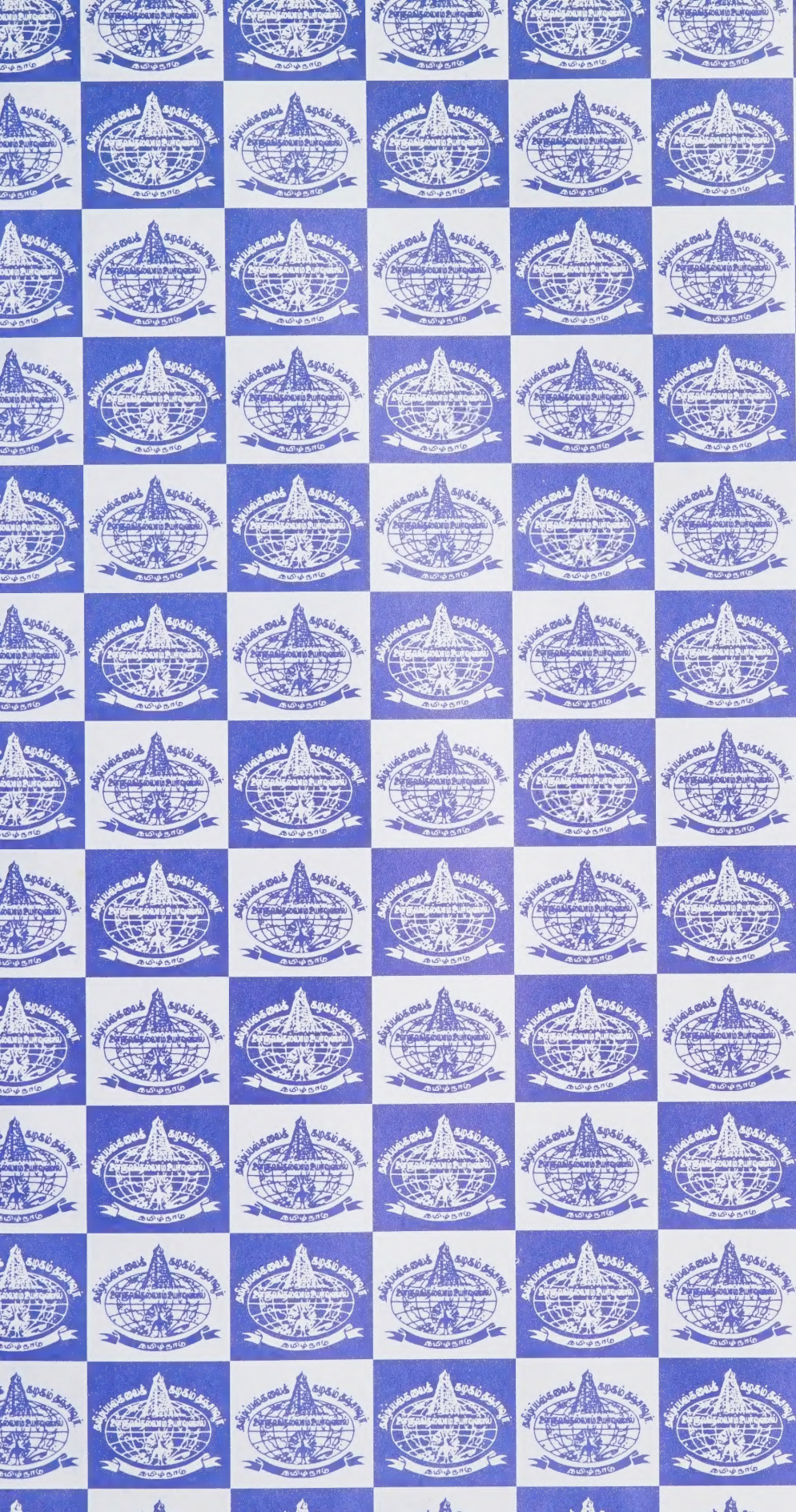
அறிவியல் களஞ்சியம்


தொகுதி பத்தொன்பது



தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்







Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto Scarborough Library

<https://archive.org/details/scienceencyloped19unse>

அறிவியல் களஞ்சியம்

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பத்தொன்பது
(விதை உற்பத்தி – ஹோல்மியம்)



தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் - 613 010

ISBN : 978-81-7090-398-7

தமிழ் வளர்ச்சித்துறை வழங்கிய நல்கை நிதியிலிருந்து இந்நூல் வெளியிடப்படுகிறது.

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 355

திருவள்ளூர்வராண்டு 2041, ஆனி - சூன் - 2010

நூல் : அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 19

முதன்மைப்
பதிப்பாசிரியர் : முனைவர் நே. ஜோசப்

மொழி : தமிழ்

பொருள் : களஞ்சியம்

பதிப்பு : முதற்பதிப்பு 2010

பக்கம் : 1002 + 22

தாள் : 70 ஜிஎஸ்எம் மேப்லித்தோ

அளவு : 1/4 டெம்மி

நூற்கட்டுமானம் : முழுக் காலிகோ

விலை : **உரூ. 800.00**

படிகள் : 1200

அச்சு : ராஜம் டிஜிட்டல் ஆப்செட்
227, பீட்டர்ஸ் சாலை
இராயப்பேட்டை
சென்னை 600 014

அறிவியல் களஞ்சியம்

வேந்தர்
மேதகு சுர்ஜித்சிங் பர்னாலா
ஆளுநர், தமிழ்நாடு

புரவலர்
மாண்புமிகு டாக்டர் கலைஞர் மு.கருணாநிதி
முதலமைச்சர், தமிழ்நாடு

இணைவேந்தர்
மாண்புமிகு முனைவர் க. பொன்முடி
உயர்கல்வி அமைச்சர், தமிழ்நாடு

துணைவேந்தர்
முனைவர் ம. இராசேந்திரன்

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்(பொ)
முனைவர் நே. ஜோசப்

முனைவர் ம. இராசேந்திரன்
துணைவேந்தர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 010
நாள் 03-06-2010

அணிந்துரை

மாண்புமிகு தமிழக முதல்வர் அவர்களின் ஆணைக்கும் மேலான வழிகாட்டுதலுக்குமிணங்க 2010 சூன் 23-27ஆம் நாட்களில் கோவையில் நடைபெறும் வரலாற்றுச் சிறப்புமிக்க உலகத் தமிழ்ச் செம்மொழி மாநாட்டினைத் தமிழுலகம் மகிழ்ச்சியோடு வரவேற்றுப் போற்றுகிறது. உலகமெலாம் தமிழோசை பரவிடவும் தமிழர்தம் தொன்மையும் சிறப்பும் வெளிப்படவும் இம்மாநாடு வழிவகுக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை. இம்மாநாட்டு ஆய்வரங்குகளில் உள்நாட்டு, வெளிநாட்டு அறிஞர்கள் ஓராயிரத்திற்கும் மேற்பட்டோர் கலந்துகொண்டு ஐம்பத்தைந்து வகைப்பாடுகளில் ஆய்வுக் கட்டுரைகளைப் படிக்கவுள்ளனர்.

இம்மாபெரும் ஆய்வரங்க நிகழ்ச்சிகளை அமைத்து, ஒருங்கிணைத்து நடத்தும் பெரும் பொறுப்பினை மாண்புமிகு தமிழக முதல்வர் அவர்கள் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகத்திற்கு அளித்துள்ளார்கள். தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் இப்பொறுப்பினை மனமுவந்து ஏற்று அல்லும் பகலும் அயராது பணியாற்றி வருகிறது. மாநாட்டிற்குப் பெருமை சேர்க்கும் ஆய்வரங்கங்களின் பணிப் பொறுப்பினைத் தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகத்திற்கு அளித்த மாண்புமிகு தமிழக முதல்வர் அவர்களுக்கு நெஞ்சார்ந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

இம்மாநாட்டினையொட்டித் தமிழ்மொழி, இலக்கியம், இலக்கணம், வரலாறு, நாகரிகம், பண்பாடு, கலை, அறிவியல், மொழிபெயர்ப்பு எனப் பல்வேறு துறைகள் சார்ந்த நூல்களைச் சிறப்பு வெளியீடுகளாகத் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் வெளியிடுகிறது. இவ்வேளையில் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக நூல் வெளியீட்டு வரிசையில் ஒன்றாகிய இந்நூலும் வெளிவருகிறது. இதன் ஆக்கப்பணியில் முனைந்து பணியாற்றிய முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொ) முனைவர் நே. ஜோசப், பதிப்புக்குழுவினர், பதிவாளர் முனைவர் சா.பி. சரவணன், பதிப்புத்துறை இயக்குநர் திரு வை.கண்ணபுரக்கண்ணன், அலுவலர்கள், பணியாளர்கள், கணினியச்சு செய்தளித்தோர், அட்டை வடிவாக்குநர், அச்சகத்தார் முதலிய அனைவருக்கும் என் வாழ்த்தும் நன்றியும் உரியதாகும்.

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)

முனைவர் நே. ஜோசப்

ஆய்வு உதவியாளர்கள்

முனைவர் த. தெய்வீகன்
வேதியியல்

முனைவர் அர. கமலதியாகராசன்
மொழிச் செப்பம்

முனைவர் பெ. துரைசாமி
இயற்பியல், கணிதம்

முனைவர் திருமதி இரா. இந்து
எந்திர, மின் மற்றும் மின்னணுப் பொறியியல்

திருமதி க. சித்திராதேவி
பொதுப் பொறியியல், நிலவியல்

ஒவியர்

முனைவர் இரெ. அன்பரசன்

நுன்றியறிவிப்பு

Encyclopaedias

கலைக் களஞ்சியம்

தமிழ் வளர்ச்சிக்கழக வெளியீடு
சென்னை

Encyclopaedia Britannica
Encyclopaedia Britannica Inc.
London

Encyclopaedia Americana
Americana Corporation
Danbury, Connecticut 06816

The New Caxton Encyclopaedia
The Caxton Publishing Company Ltd.
London

The Collier's Encyclopaedia
MacDonald Rain Tree Inc.
Purnell Reference Books Division
Orbis Publishing Limited
London

Grzimek's Animal Life Encyclopaedia
Van Nostrand Reinhold Company
New York

The New Book of Popular Science
Grolier Inc.
Danbury, Connecticut 06816

The International Wild Life Encyclopaedia
Marshall Cavendish Corporation
New York

The New Book of Knowledge
Grolier Inc.
London

The Hamlyn Children's Animal World
Encyclopaedia in Colour
The Hamlyn Publishing Group Ltd.
London

கலைச் சொற்கள்

Scientific and Technical Terms List
Department of Scientific Tamil and
Tamil Development
Tamil University, Thanjavur 613001

பொறியியல் மருத்துவக் கலைச்சொற் பட்டியல்கள்
அறிவியல் தமிழ் மற்றும் தமிழ் வளர்ச்சித்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர் 613 005

ஜி.ஆர்.தாமோதரன்
கலைச்சொல் அகராதி 1,2,3
கலைக்கதிர் வெளியீடு
கோயம்புத்தூர் 641 037

நன்றியுரை

அறிவியல் களஞ்சியம் பத்தொன்பதாம் தொகுதி வெளியிடுவதற்கு எல்லா வகையிலும் ஆக்கமும் ஊக்கமும் நல்கித் துணைபுரிந்த மாண்பமை துணைவேந்தர் **முனைவர் ம. இராசேந்திரன்** அவர்கட்கு என் நன்றியை மகிழ்வுடன் தெரிவித்துக்கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி வெளியிடுவதற்கு உரிய உதவி புரிந்து ஊக்கமளித்த பல்கலைக்கழகப் பதிவாளர் (பொறுப்பு) **முனைவர் ஆ. கார்த்திகேயன்** அவர்கட்கு என் நன்றியைப் புலப்படுத்திக்கொள்கிறேன்.

இத்தொகுதி ஆக்கத்தின்போது கட்டுரைகளை வழங்கித் துணை செய்த கட்டுரையாளர்களுக்கும் அவற்றைச் சீரமைத்த வல்லுநர்கட்கும் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். மேலும் மெய்ப்புத் திருத்தும் பணியில் பல வழிகளில் உதவிய **திரு. வி. தியாகராசன் திரு. நா. காமராசு** ஆகியோருக்கும் என் நன்றி.

இத்தொகுதி நன்முறையில் வெளிவர ஈடுபாட்டுடன் துணைநின்ற பல்கலைக்கழகப் பதிப்புத்துறை இயக்குநர்(பொறுப்பு) **திரு. வை. கண்ணபுரக்கண்ணன்** அவர்கட்கும் பதிப்புத்துறையினருக்கும் என் நன்றியினை உரித்தாக்கிக்கொள்கிறேன்.

இடம் தஞ்சாவூர்
நாள் 01.10.2009

முனைவர் நே. ஜோசப்
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர்(பொறுப்பு)
களஞ்சியமையம்

வல்லுநர் குழு

இயற்பியல்

முனைவர் வி. இராதாகிருஷ்ணன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 005

கணிதவியல் புள்ளியியல் வானியல்

மேஜர் எம். அரவாண்டி
27 புதுக் குடியிருப்பு
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி 620 020

திரு ஏ.வி. சீனிவாசன்
முதல்வர்
ஈ.வெ.ரா.அரசுக் கலைக்கல்லூரி
திருவெறும்பூர்
திருச்சிராப்பள்ளி 620 013.

கால்நடை மருத்துவம்

டாக்டர் வே. புகழேந்திரமன்
பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்
நுண்ணுயிரியல் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி மையம்
நாமக்கல் 637 002

தாவரவியல்

முனைவர் கோ. அர்ச்சுணன்
146, நிஜாம் குடியிருப்பு
புதுக்கோட்டை 622 001

திரு நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ம.இரா.அரசுக் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி 614 001

நிலவியல்

முனைவர் ஞா. வீக்டர் இராசமாணிக்கம்
பேராசிரியர் மற்றும் தலைவர்
நில அறிவியல்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 005

பொறியியல்

திரு கே.ஆர். கோவிந்தன்
உதவிப்பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் 636 011

மருத்துவம்

டாக்டர் ஏசுவடியான்
முதன்மை மருத்துவர்
செவன்த் டே அட்வன்டிஸ்ட் மருத்துவமனை
தஞ்சாவூர் 613 005

டாக்டர் கே. குணசுந்தரி
துணை முதன்மை மருத்துவர்
பெய் மருத்துவமனை
திருச்சி 620 014

வேதிப் பொறியியல்

முனைவர் எஸ். சூலசேகரன்
ஆராய்ச்சியாளர்
மையத் தோல் ஆராய்ச்சிக் கழகம்
அடையாறு
சென்னை 600 020

முனைவர் வி. சுப்பிரமணியன்
துறைத்தலைவர்
நெசவுப் பொறியியல் துறை
அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை 600 025

முனைவர் சுதிர். விசுவலிங்கம்
இணைப் பேராசிரியர்
வேதிப் பொறியியல் துறை
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை 600 025

வேதியியல்

திரு இரா. இலக்குமணன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 005

முனைவர் இரா. தனஞ்செயன்
பேராசிரியர், மருந்தியல் துறை
டாக்டர் ஏ.எல்.எம்.அடிப்படை மருத்துவ அறிவியல்
முதுகலைப் படிப்பு மையம்
தரமணி
சென்னை 600 113

திரு ருத்ரா. துளசிதாஸ்
வேதியியல் பேராசிரியர்
29 பி முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை 623 560

முனைவர் (திருமதி) ஆர். சரஸ்வதி
இணைப்பேராசிரியர், வேதியியல் துறை
குந்தவை நாச்சியார் அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் 613 007

கட்டுரையாளர்கள்

இயற்பியல்

திரு வெ.இராதாகிருஷ்ணன்

இயற்பியல் பேராசிரியர்

அரசு திருமகள் கலைக் கல்லூரி

குடியாத்தம் - 632 602

பேராசிரியர் எம்.எஸ்.கோவிந்தசாமி

1 அண்ணா தெரு

தமிழ்நாடு மின்சார வாரியக் குடியிருப்பு

நாஞ்சிக்கோட்டைச் சாலை

தஞ்சாவூர் -613 006

திரு கொடுமுடி ச.சண்முகம்

செயற் பொறியாளர்

பொதுப்பணித்துறை

சேலம் -636 001

திருமதி க.சித்ராதேவி

ஆய்வு உதவியாளர்

களஞ்சிய மையம்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் -613 005

திரு ஜா.சுதாகர்

13-13, பழைய அஞ்சல் நிலையத் தெரு

வடக்கன்குளம்

திருநெல்வேலி - 627 116

முனைவர் எஸ்.சோமசுந்தரம்

இயற்பியல் பேராசிரியர்

மன்னர் சரபோசி அரசு கலைக்கல்லூரி

தஞ்சாவூர் -613 005

முனைவர் பெ.துரைசாமி

விரிவுரையாளர்

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்

தஞ்சாவூர் -613 010

திரு எ.பி.மகாதேவன்

சென்னை-600 001

திரு கொ.சு.மகாதேவன்

சென்னை -600 001

கணிதம், வானியல்

திரு அமல் ராஜ்

கிருத்துவ மருத்துவக் கல்லூரி

வேலூர் - 632 004

திரு கே.பி. இராமகிருஷ்ணன்

கணிதவியல் பேராசிரியர்

சென்னை - 600 004

திரு என்.இராஜாராம்

கணிதவியல் பேராசிரியர்

பெரியார் ஈ. வெ.ரா. அரசு கலைக்கல்லூரி

திருச்சிராப்பள்ளி -620 023

திரு பி. ஞானசுந்தரம்

கணிதப் பேராசிரியர்

பெரியார் ஈ. வே.ரா. அரசு கலைக் கல்லூரி

திருச்சிராப்பள்ளி -620 020

முனைவர் ப.கந்தசாமி

கணிதப் பேராசிரியர்

பி. எஸ்.ஜி. பொறியியற் கல்லூரி

கோயம்புத்தூர் -641 004

திரு பெ.குமரவேல்

கணிதப் பேராசிரியர்

கோயம்புத்தூர் -641 011

திரு கோ . சண்முக சுந்தரம்

முதல்வர் (ஓய்வு)
ஜி.டி.என்.கலைக் கல்லூரி
திண்டுக்கல் - 624 001

திருமதி பங்கஜம் கணேசன்

கணிதப் பேராசிரியர்
1, யாகப்பா நகர்
தஞ்சாவூர் - 613 007

முனைவர் மெ.மெய்யப்பன்

41, சர்ச் முதல் தெரு
திருவள்ளூர் நகர்
காரைக்குடி - 623 091

திரு பொ. ரகுராஜன்

கணிதப் பேராசிரியர்
சென்னை - 600 002

திரு பெ.வடிவேல்

கணிதப் பேராசிரியர்
ம.இரா.அரசு கலைக் கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614 001

திரு அ. ஜான் வில்லியம் பெலிக்ஸ்

கணிதப் பேராசிரியர்
கிருத்துவ மருத்துவக் கல்லூரி
வேலூர் - 632 004

கால்நடை மருத்துவம்**டாக்டர் ஆர்.கோவிந்தராஜ்**

72, பாண்டியன் வீதி -2,
சென்னிமலை,
ஈரோடு - 638 051

டாக்டர் ஆர். சீனுவாசன்

பேராசிரியர்
சென்னை கால்நடை மருத்துவக்கல்லூரி
சென்னை - 600 007

டாக்டர் வெ.புருஷோத்தமன்

பேராசிரியர்
நுண்ணுயிரியல் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி ஆய்வகம்
நாமக்கல் - 637 002

திரு சா.ஜெயக்குமார்

பார்ம் பிராடக்ட்ஸ் பிரைவேட் லிமிடெட்
மருத்துவக்கல்லூரி சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 007

டாக்டர் த.ஜெயசீலன் செல்லப்பா

ஓட்டுண்ணியல் துறை
கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை - 600 007

தாவரவியல்**முனைவர் கோ.அர்ச்சுணன்**

தாவரவியல் பேராசிரியர்
தேசியப் பயறுவகை ஆராய்ச்சி மையம்
புதுக்கோட்டை - 622 039

முனைவர் என்.ஆர்.இராசேந்திரன்

தாவரவியல் பேராசிரியர்
அறிஞர் அண்ணா அரசினர் கலைக்கல்லூரி
நாமக்கல்
சேலம் - 637 002

திருமதி பி.இராதா

தாவரவியல் பேராசிரியர்
இராணி மேரிக் கல்லூரி
சென்னை - 600 004

திரு இராபின்சன் தாமஸ்

ஆபிரகாம் பண்டிதர் சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு சிவ.கார்த்திகேயன்

தாவரவியல் பேராசிரியர்
வேளாண் கல்லூரி
மதுரை -622 001

திரு இரா.கேசவன்

வேளாண்மை உதவி இயக்குநர்
அண்ணா பண்ணை
வயலோகம் -622 104

திரு மது. சங்கர்

பார்ம் பிராடகல்ஸ் பிரைவேட் லிமிடெட்
மருத்துவக்கல்லூரி சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 007

திரு கா.சிவப்பிரகாசம்

பயிர் நோயியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் -614 003

முனைவர் என். சிவராஜ்

7-ஆம் தெரு
ராஜேந்திரா நகர்
ஹைதராபாத் - 500 030

திரு கே.ஆர்.திருவேங்கடசாமி

தாவரவியல் பேராசிரியர்
87 சி, அழகப்பா சாலை
புரசைவாக்கம்
சென்னை -600 084

திரு சொ.நாராயணசாமி

தாவரவியல் பேராசிரியர்
திரு. வி. க. அரசினர் கலைக்கல்லூரி
திருவாரூர் -610 003

திரு கு.பத்மநாபன்

5, திவ்ய பிரபந்தத் தெரு
வண்ணாரப்பேட்டை
திருநெல்வேலி -627 002

திரு ச.பாலகதிரேசன்

வனச் செயல்திட்ட அலுவலர்
செர்ரி சாலை
சேலம் -636 007

முனைவர் கொ.பாலகிருஷ்ணன்

பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் -641 003

திரு கே.ஆர்.பாலச்சந்திரகணேசன்

ஓய்வு பெற்ற அரசு கல்லூரி முதல்வர்
17, இ.பி.காலனி
காஜாமலை
திருச்சிராப்பள்ளி -620 023

திரு தி.ஸ்ரீகணேசன்

தாவரவியல் பேராசிரியர்
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை -625 001

பொறியியல்**திரு வயி.அண்ணாமலை**

பொறியியல் பேராசிரியர்
மூகாம்பிகை பொறியியல் கல்லூரி
கீரனூர் -622 502

திருமதி வா.அனுசுயா

பொறியாளர்
சென்னை - 600 001

திரு ஜி. கண்ணன்

பொறியாளர்
789, அறிஞர் அண்ணா நகர்
மதுரை-625 020

முனைவர் இரா.இந்து

விரிவுரையாளர்
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 010

திரு கே.ஆர்.கோவிந்தன்

பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
அரசு பொறியியற் கல்லூரி
சேலம் - 636 011

திரு த. சந்தானம்

உதவிப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சாரவாரியம்
சென்னை - 600 002

திரு ஆர். சுகனேஷ்

பேராசிரியர்
மின்னனுவியல் மற்றும் தகவல் தொடர்புத் துறை
தியாகராஜா பொறியியல் கல்லூரி
மதுரை - 625 015

திரு ஜெ. சுப்பிரமணியன்

முன்னாள் செய்திதிருட்டுநர்
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு சி. செந்தமிழன்

3245. விஸ்வகர்மா நகர்
4-ஆம் வீதி. மச்சுவாடி
புதுக்கோட்டை - 622 004

திரு உலோ.செந்தமிழக்கோதை

1. சின்னசாமி சாஸ்திரி தெரு
வெங்கடாபுரம். அம்பத்தூர்
சென்னை-600 001

திரு ப. ஞானசிவம்

24. முதல் தெரு
நெசவாளர் காலனி
தர்மபுரி - 636 701

திரு நெல்லை சு.முத்து

விஞ்ஞானி
திடஉந்து பொறிகள் திட்டக் குழுவகம்
ஷார் விண்வெளி மையம்
புநீஹரிகோட்டா-524124

திரு க. அர. பழனிச்சாமி

பேராசிரியர்
அரசு பொறியியற் கல்லூரி
சேலம் - 636 011

திரு கே.என்.ராமச்சந்திரன்

பேராசிரியர்
2024, அய்யன்குளம் கிழக்குக் கரை
சகாநாயக்கன் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001

திரு இல.வைத்தியலிங்கம்

பேராசிரியர்
தந்தைப் பெரியார் அரசு பொறியியல் கல்லூரி
தொரப்பாடி
வேலூர் - 632 002

திரு வெ.ஸ்ரீதர்

மணப்பாறை சாலை
வைகநல்லூர்
குளித்தலை
திருச்சி ராப்பள்ளி - 639 104

மருத்துவம்**டாக்டர் ரா.அமுதா**

50, 3 ஆம் தெரு
அபிராமபுரம்
சென்னை-600 018

டாக்டர் சு. இராஜலட்சுமி

29, பி, பஸ்லுல்லா சாலை
தி. நகர்
சென்னை - 600 017

டாக்டர் மா.ஜெ. ஃபிரடிக் ஜோசப்
பொன்னகம்
பாம்பாட்டித் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 001

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
24, கோவில் தெரு
அழகப்பா தெரு
சென்னை - 600 010

டாக்டர் மு.ப.கிருஷ்ணன்
39, தணிகாசலம் சாலை
எண். 5, பிருந்தாவன் அடுக்கு
சென்னை - 600 017

டாக்டர் ஜி. குழந்தை வேலு
4 . தெற்கு அலங்கம்
தஞ்சாவூர் - 613 001

டாக்டர் சாரதா கதிரேசன்
24, கோவில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 002

டாக்டர் சுதாசேஷ்யன்
8, சோமசுந்தரம் தெரு
குரோம்பேட்டை
சென்னை - 600 014

டாக்டர் சுவயம் ஜோதி
7 ஆம் கேனல்
3 ஆம் குறுக்குச் சாலை
சென்னை - 600 003

டாக்டர் கோ.திலகவதி
250/சி3 - பூந்தமல்லி நெடுஞ்சாலை
சென்னை - 600 029

டாக்டர் வி.நடராசன்
ஏ.எல்.118
அண்ணா நகர்
சென்னை - 600 040

டாக்டர் டி.எம்.பரமேஸ்வரன்
சி.261 - திருநகர்
மதுரை - 625 001

டாக்டர் மு.கி.பழனியப்பன்
635-27 ஆம் தெரு
கொரட்டுர்
சென்னை - 600 080

டாக்டர் சே.பிரேமா
பேராசிரியர்
சித்த மருத்துவத் துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 010

டாக்டர் மோகன் சம்பத் குமார்
தஞ்சாவூர் - 613 007

டாக்டர் மு.சி.ராஜாசுப்பிரமணியம்
635-27 ஆம் தெரு
கொரட்டுர்
சென்னை - 600 080

டாக்டர் ஆ.வாசுகிநாதன்
141 - நடராஜா காலனி
மருத்துவக்கல்லூரி சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 007

டாக்டர் வி.விஜயசேகரன்
இணை நோய்க்கூறு மருந்தியல் பேராசிரியர்
சென்னை மருத்துவக்கல்லூரி
சென்னை - 600 003

டாக்டர் எம்.எஸ்.வேங்கடராமன்
மருந்தியல் துறை
சென்னை மருத்துவக்கல்லூரி
சென்னை - 600 003

திரு எஸ்.ஜெயக்குமார்
பாரம் பிரிடக்ஸ் பிரைவேட் லிமிடெட்
மருத்துவக்கல்லூரி சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 007

கடலியல், விலங்கியல்

திரு அ. அரங்கநாதன்

முதல்நிலை நூலகர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613 010

திரு அ.வெ.அரங்கராஜன்

பூச்சியியல் பேராசிரியர்
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 003

முனைவர் இரெ.அன்பரசன்

2, திருநகர்
நாஞ்சிக்கோட்டை சாலை
தஞ்சாவூர் - 613 006

திரு பா.ஆனந்தன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001

திரு ஆர்.இராதாகிருஷ்ணன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
புளீ எஸ்.ஆர்.என்.எம்.கல்லூரி
சாத்தூர் - 626 203

திரு கோ.இராமசுவாமி

விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ.வ.அ.கல்லூரி
மன்னம் பந்தல்
மயிலாடுதுறை - 609 305

திரு எம்.கல்யாணசுந்தரம்

விலங்கியல் விரிவுரையாளர்
ம.து.அரசு கலைக்கல்லூரி
சிவகங்கை - 623 560

திருமதி வெ.கிரிஜாபாய்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001

திரு சி.குமாரபிள்ளை

முதல்வர்
குருநானக் கல்லூரி
சென்னை - 600 001

திரு சந்திரசேகரன்

கடல் பொறியியல் பிரிவு
தேசிய கடலியல் கழகம்
கோவா - 403004

திரு பா.சீதாராமன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001

திரு ச.தியாகராசன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோசி அரசினர் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு இரா. துரை

விலங்கியல் முதுநிலை ஆசிரியர்
அரசு மேனிலைப்பள்ளி
நன்னிலம் - 610 001

திரு ப.நடராசன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
தாகூர் கலைக்கல்லூரி
புதுச்சேரி - 605 008

முனைவர் இரா.பக்தவச்சலம்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
அரசினர் ஆடவர் கல்லூரி
கும்பகோணம் - 612 001

திரு க.பாலசுப்பிரமணியன்

21, தெற்கு வாசல்
பூநீரங்கம் அஞ்சல்
திருச்சிராப்பள்ளி-623 091

திரு வி . பிரபாகரன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001

டாக்டர் சோம.பேச்சிமுத்து

பேராசிரியர்
உயிரியல் மற்றும் நுண்ணுயிரியல் துறை
பூநீ பரமகல்யாணி கல்லூரி
ஆழ்வார்குறிச்சி-627 412

திரு கி.மகிபதி

விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் ஈ.வெ.ரா. அரசு கலைக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 023

திரு செ.மரியகுசைநாதன்

முதல்நிலை நூலகர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்-613 010

திரு என். முத்துக்கிருஷ்ணன்

ஆஞ்சநேயர் நகர்
கோவில் பட்டித் தெரு
மணப்பாறை - 621 312

திரு ந. முத்துக்குமாரசாமி

பேராசிரியர்
3/313, மூலை அனுமார் கோயில் தெரு
தஞ்சாவூர் - 613 009

திரு ம . அ . மோகன்

சென்னை - 600 001

திரு க.ரத்னம்

தமிழ்ப் பேராசிரியர் (ஓய்வு)
மன்னர் சரபோசி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613 005

திரு கி.வெங்கடராமானுஜம்

மீன்வளக் கல்லூரி
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்
துத்துக்குடி - 628 008

திரு இரா. ஜெயச்சந்திரன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர்-607 001

முனைவர் ஜெயக்கொடி கௌதமன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
7/255 . மருதம்
புதிய வீட்டு வசதி வாரியம்
தஞ்சாவூர்- 613 005

திரு ஞா.ஸ்ரீதரன்

விலங்கியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோசி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

வேதியியல்**முனைவர் பொ.அனந்தகிருஷ்ணன்**

வேதியியல் பேராசிரியர்
கிண்டி பொறியியல் கல்லூரி
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 025

திரு தி. இராமச்சந்திரமூர்த்தி

வி.இ.நா. செ.நா. கல்லூரி
விருதுநகர்-626 001

திரு பி. இராமமூர்த்தி

வேதியியல் பேராசிரியர்
சி.அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி
மேல் விசாரம் - 632 509

திரு தி. இளம்பூரணன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
அரசு ஆடவர் கலைக்கல்லூரி
கும்பகோணம் - 612 001

திரு கே. ஆர். கங்காதரன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
சேதுபதி அரசு கலைக்கல்லூரி
இராமநாதபுரம்-623 502

திரு மூ. கமலநாதன்

1/52, வடக்குத் தெரு
வெங்கடேசபுரம், துறையூர்
திருச்சிராப்பள்ளி- 621 008

முனைவர் வெ.கிருஷ்ணமூர்த்தி

வேதியியல் பேராசிரியர்
எம்.ஐ.டி. வளாகம்
குரோம்பேட்டை
சென்னை - 600 044

திருமதி சாந்திபாய் மனோகரம்

வேதியியல் பேராசிரியர்
பெரியார் ஈ.வே.ரா.கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 023

திரு க. சிங்கணன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
கோயம்புத்தூர் - 641 003

முனைவர் கே.சீனிவாசன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
அரசு பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்-636 011

திரு சுகுமார்

வேதியியல் பேராசிரியர்
அறிஞர் அண்ணா கலைக்கல்லூரி
நாமக்கல் - 637 002

திரு ப. சூரியநாராயணன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
மாமன்னர் அரசு கலைக்கல்லூரி
புதுக்கோட்டை - 622 001

முனைவர் சி.இ.சூரியமூர்த்தி

வேதியியல் பேராசிரியர்
ஆற்றல் பள்ளி
மதுரை-625 021

திரு செந்தில்குமார்

வேதியியல் பேராசிரியர்
அறிஞர் அண்ணா கலைக்கல்லூரி
நாமக்கல் - 637 002

திரு ஆர்.சென்னசேவன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
சிக்கய்யா நாயக்கர் கல்லூரி
ஈரோடு-638 004

திரு பொ.சொக்கலிங்கம்

வேதியியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோசி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு நெ.சு.ஞானப்பிரகாசம்

வேதியியல் பேராசிரியர்
இலயோலா கல்லூரி (தன்னாட்சி)
சென்னை-600 094

திரு ருத்ர.துளசிதாஸ்

29/பி, முத்துசுவாமிநகர்
சிவகங்கை-623 560

முனைவர் த.தெய்வீகன்

விரிவுரையாளர்
களஞ்சிய மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்-613 010

முனைவர் எஸ்.நாகராஜன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி-620 024

திரு எஸ்.பழனிவேலு

வேதியியல் பேராசிரியர்
ஐமால் முகமது கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 023

திரு வீ.பாண்டியன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
அரசு ஆடவர்கலைக்கல்லூரி
கும்பகோணம்-612 001

திரு கு.பாலசுப்பிரமணியன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
பெரியார் ஈ.வெ.ரா. அரசு கலைக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 023

முனைவர் மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி
திருநெல்வேலி-627 007

திரு இரா.முத்துசாமி

பேராசிரியர்
பெரியார் கலைக்கல்லூரி
கடலூர் - 607 001

திரு பி.ஈ.எம்.லியாகத் அலிகான்

வேதியியல் பேராசிரியர்
சேதுபதி அரசு கல்லூரி
இராமநாதபுரம்-623 502

முனைவர் சு.விவேகானந்தன்

வேதியியல் பேராசிரியர்
பச்சையப்பன் கல்லூரி
சென்னை - 600 030

திரு ச.வெங்கடாசலம்

வேதியியல் துறைத் தலைவர்
அ.வ.அ.கல்லூரி
மன்னம்பந்தல்
மயிலாடுதுறை-609 305

முனைவர் வ.ந.வேதாந்த தேசிகள்

வேதியியல் பேராசிரியர்
3, வால்மீகி தெரு
சோமசுந்தரம் காலனி
மதுரை-625 016

திரு த.ஜெயதாஸ்

வேதியியல் பேராசிரியர்
மதுரை - 623 016

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி பத்தொன்பது

விதை உற்பத்தி

விதைகளே விளைச்சலுக்கு அடிப்படை. புதிது புதிதாக அறிமுகப்படுத்தப்படும் பயிர் ரகங்களில் அதிக மகசூல் பெற்றிட தரமான விதைகளை உழவர்களுக்கு உரிய காலத்தில், அவர்கள் இடத்திலேயே கிடைக்கச் செய்வது விதை உற்பத்தியில் மிகவும் அவசியம். இதைக் கருத்தில் கொண்டுதான் இந்திய அரசும் மாநில அரசுகளும் விதைகளுக்கென தனியாக விதைக்கழகங்களை உருவாக்கியுள்ளன. விதை உற்பத்தியையும் விதை விநியோகத்தையும் கண்காணித்து வருகிறார்கள். 1963இல் தேசிய விதைக்கழகம் ஆரோக்கியமான விதைத் தொழில் மேலோங்கவும், அதற்கான தொழில்நுட்ப ஆலோசனைகளை வழங்கவும், விதைப் பக்குவ எந்திரங்களை அறிமுகப்படுத்தவும் இது நிறுவப்பட்டது. உழவர்களுக்குத் தேவையான ஆதார விதைகளையும் சான்றுரை விதைகளையும் போதிய அளவில் கிடைக்கத் தேசிய விதைக்கழகம் முயன்றுவருகிறது. விதை உற்பத்தியையும், விதை விற்பனையையும், ஒழுங்குபடுத்தவும் தரமான விதைகளை, உழவர்களுக்குக் காலத்தே கிடைக்கச்

செய்யவும் இந்திய அரசு 1966ஆம் ஆண்டு விதைச் சட்டத்தை உருவாக்கியது. 1971ஆம் ஆண்டு தேசிய வேளாண்மைக் குழு அமைக்கப்பட்டதன் மூலம் விதைகளின் முக்கியத்துவத்தை அனைவரும் உணர்ந்தனர்.

விதை உற்பத்தியானது தானிய உற்பத்தியில் இருந்து பெரிதும் மாறுபட்டது. விதை உற்பத்தி பல இடர்பாடுகள் கொண்டதும், அதிக முதலீடு தேவையானதும், அதிகத் தொழில்நுட்பங்கள் (Technical know how) கையாளப்படுவதுமான ஒரு தொழிலாகும். விதை உற்பத்தி வெற்றிகரமாக நடைபெற (Seedic seed) கடைப்பிடிக்கப்படும் அனைத்து நடவடிக்கைகளிலும் கவனம் செலுத்தி, சாகுபடி செய்யப்படவேண்டும். விதை உற்பத்தி நுணுக்கங்கள் (Seed production Technology) எல்லாப் பயிர்களுக்கும் பொதுவானது அல்ல. அது பல்வேறு காரணிகளைப் பொறுத்து அமைகிறது. பயிரின் மகரந்தச் சேர்க்கை வகையைப் (Nature of pollination) பொறுத்தும் பயிர் வகைகளைப் (kinds of seeds) பொறுத்தும், விதை வகையைப் (class of seeds) பொறுத்தும் விதை உற்பத்தி நுட்பங்கள் மாறுபடும்.

2 விதை உற்பத்தி

மகரந்தச் சேர்க்கையில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை (self pollinated), அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை என்ற இரு பிரிவு உண்டு. மற்றும் ஒவ்வொரு பிரிவுக்கும் ஏற்றவாறு விதை உற்பத்தி முறைகளைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும். தன் மகரந்தச் சேர்க்கையுள்ள பயிர்களில் நெல், கோதுமை (Wheat), பருத்தி (cotton), நிலக்கடலை (Ground nut) ஆகியப் பயிர்களும், அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையில் கம்பு (Bajra or pearl mitted), மக்காச்சோளம் (Nize), சூரியகாந்தி (sunflower), படரும் கொடிவகைக் காய்கறிகள் முதலியனவும், பெரும்பாலும் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையில் சோளம் (Jowar or Sorgheton) மிளகாய் (chillies) போன்ற பயிர்களும் அடங்கும். விதை உற்பத்தியில் இனத்தூய்மையை பராமரிக்க வேண்டுமாதலால் ஒவ்வொரு பயிரிலும் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படாவண்ணம் இருக்க போதிய பயிர் விலகு தூரம் விடுவது இன்றியமையாததாகும். அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையுள்ள பயிர்களுக்கு அதிக பயிர் விலகு தூரமும், தன் மகரந்தச் சேர்க்கை உள்ள பயிர்களுக்குக் குறைந்த பயிர் விலகு தூரமும் தேவைப்படுகிறது. எ-டு: கம்பு ஆதார வித்து உற்பத்திக்கு 1000 மீ. பயிர் விலகு தூரம் இருந்தல் அவசியம். சான்றுபெற்ற விதைகளுக்கு 200 மீ. தூரம் இருந்தாலே போதுமானது. நெல் போன்ற தன் மகரந்தச் சேர்க்கை உள்ள பயிர்களுக்கு 3 மீ. பயிர் விலகு தூரம் இருந்தாலே போதும்.

பயிர் விதை வகைக்கேற்பவும் விதை உற்பத்தி முறைகள் மாறுபடுகின்றன. பயிர் ரகத்தை அறிமுகப்படுத்தும் பயிர் வல்லுநர்களால் (Breeder) உற்பத்தி செய்யப்படும் விதைகளை, மூலவிதைகள் (Breeder seed) எனவும், அதிலிருந்து உற்பத்தி செய்யப்படும் விதைகளை ஆதார விதைகள் எனவும், ஆதாரவிதையிலிருந்து பெறப்படும் விதைகள் சான்றுரை விதைகள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. மூலவிதைகள் 100% இனத்தூய்மை கொண்டிருக்குமாறு விதை உற்பத்தி முறைகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். சாதாரணமான விவசாய விதைகள் சான்றுரை விதைகளேயாகும். இவ்விதைகளை மூன்று ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை புதுப்பித்துக் கொள்வதன் மூலம் இனத்தூய்மையையும் முழு அளவு விளைச்சல் திறனையும் பாதுகாக்க முடிகிறது.

விதை உற்பத்தி முறைகள் சாதாரண ரகத்துக்கும் (variety), வீரிய ஓட்டு ரகத்துக்கும் (hybrid) மாறுபடுகின்றன. வீரிய ஓட்டு விதை உற்பத்தியில் ஆண்பயிர் (male parent), பெண் பயிர் (female parent) என இருப்பதால் இவற்றை ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் விதைத்து அதிலிருந்து வீரிய ஓட்டு விதையை உற்பத்தி செய்கின்றனர். வீரிய ஓட்டுச்சோளம், வீரிய ஓட்டுக் கம்பு, வீரிய ஓட்டு மக்காச்சோளம் ஆகிய பயிர்களுக்கு 1:3 அல்லது 1:4 என்ற விகிதத்தில் ஆண் பெண் வரிசைகளை அமைக்க வேண்டும். அறுவடையின்போது ஆண் பயிர்களை அப்புறப்படுத்திய பின்னர் பெண் வரிசைப் பயிர்களை மட்டுமே விதைக்கெனப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். பெண் பயிர்களில் இருந்து பெறப்படும் விதைகளின் ஓட்டு வீரியத்தன்மை (hybrid vigour) ஒரு முறை பயிர் செய்யப்பட்டவுடன் குறைந்து போவதால் ஆண்டுதோறும் வீரிய ஓட்டுவிதைகளையே சாகுபடிக்கு உபயோகிக்க வேண்டும். பருத்தியில் வீரிய ஓட்டு விதை உற்பத்தி செய்வது மிகவும் சிக்கலானதும், அதிக செலவுள்ளதும் ஆகும். பெண் பயிர்களில் உள்ள பூ மலருமுன்பே முதல் நாள் மாலையே மகரந்தக் கேசரங்கள் (anthers) அகற்றப்படுகின்றன. இதை மகரந்தப் பைகளை அகற்றுதல் (emasculatation) என்றழைப்பர். மறுநாள் காலையில் ஆண் பூக்களில் உள்ள மகரந்தப் பொடிகளை பெண் பூக்களின் சூல் முடிகளில் (stigma) தடவி அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையை ஏற்படுத்துகின்றனர். இவ்வாறு கருவுறச் செய்தக் காய்களில் இருந்து பெறப்படும் விதைகளை வீரிய ஓட்டுப்பருத்தி விதைகள் என்கின்றனர்.

எத்தகு விதையானாலும் விதை உற்பத்தியில் முக்கியமாகக் கருதப்படும் காரணங்களாக ரகத்தேர்வு, ஏற்ற பட்டம், ஏற்ற நிலவாகு, தக்க விதை நிர்வாக முறைகள், இனத்தூய்மை பராமரிக்க நிலவும் தட்பவெப்பநிலை பூச்சி நோய் நிர்வாகம், அறுவடைக்கு முன்பு பயிர் பாதுகாப்பு, உரிய காலத்தில் அறுவடை, விதைப்பக்குவம், விதை மருந்து கலத்தல், விதை சேமிப்பு ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

ஒவ்வொரு ரகமும் ஒவ்வொரு இடத்துக்குத் தக்கவாறு மகசூல் தருமாதலால் அப்பகுதிக்கு ஏற்ற ரகங்களைத் தேர்வுசெய்து விதை உற்பத்தி செய்வது

நல்லது. அப்போதுதான் குறைந்த செலவிலேயே நிறைந்த விதை உற்பத்தி செய்ய இயலும். உரிய பட்டத்தில் விதை உற்பத்தி செய்வது அவசியம். தரமான, வீரியமுள்ள நீண்டநாள் சேமிப்புக்கு ஏற்ற விதைகளைப் பெற பட்டமறிந்து பயிர்செய்ய வேண்டும். எ-டு: சூரியகாந்திப் பயிரை விதை உற்பத்திக்காக செப்டம்பர்-அக்டோபர் மற்றும் மார்ச் மாதங்களில் சாகுபடி செய்வது சிறந்தது. வீரிய ஓட்டு விதை உற்பத்தி செய்யும்போது ஆண், பெண் இரு பயிர்களும் ஒரே காலத்தில் பூத்து வரும் பட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இல்லையேல் ஆண், பெண் பூக்கள் முன் பின்னாக மலர்ந்து விதை பிடிக்காமல் இருந்து விடும்.

விதை உற்பத்தியாளர்கள் விதை விதைத்த நாளிலிருந்து விதை அறுவடையாகும் வரை உள்ள அனைத்து நடவடிக்கைகளிலும் கவனம் செலுத்த வேண்டும். விதையுடன் மருந்து கலக்கி விதைப்பது முதல் முழு முதிர்ச்சி பெற்ற விதைகளை அறுவடை செய்வது வரை உள்ளிட்ட நீர் நிர்வாகம், களை நிர்வாகம் உர நிர்வாகம், பூச்சி நிர்வாகம், விதை நிர்வாக முறைகள் போன்றவற்றில் கவனம் செலுத்தி வீரியமுள்ள முளைப்புத்திறனுள்ள விதைகளை உற்பத்தி செய்ய வேண்டும். உரபயன்பாட்டுத்திறனை அதிகரிப்பதன் மூலமும் தரமான விதைகளைப் பெற இயலும். இலைவழி ஊட்டம் அளிப்பதன் மூலம் விதைகள் அனைத்தும் சீரானபருமனாக இருப்பதுடன் விதை எடையையும் அதிகரிக்க இயலும்.

விதை உற்பத்தியில் மிகவும் கவனத்துடன் பாதுகாக்கப்படவேண்டியது இனத்தூய்மையாகும். விதைப் பயிர் மற்ற ரகங்களுடன் இனக்கலப்பு ஏற்படாமல் இருக்க முந்தைய பயிர் விபரம் தெரிந்திருத்தல் அவசியம். அதே வகைப் பயிர் சாகுபடி செய்திருத்தல் கூடாது. விதைச்சான்றுரைத் திட்டத்தில் சேர்ந்து அதே ரகம் பயிர் சாகுபடி செய்யப்பட்டிருப்பின் இதற்கு விதி விலக்கு உண்டு. விதைப்பயிர்களில் தோன்றும் கலவன்களைப் (off types) பயிரின் பல்வேறு வளர்ச்சிக் கட்டங்களில் கலப்பு நீக்கம் செய்ய வேண்டும். வீரிய ஓட்டு விதை உற்பத்தியில் பெண் பயிர்களில் தோன்றும் மகரந்தக் கொட்டிகளையும் கலவன்களையும், ஆண் பயிரில் காணப்படும் கலவன்களையும் அப்புறப்படுத்துவது

மிகவும் இன்றியமையாததாகும். விதைப் பயிர் சான்றுரை பெறுவதன் மூலம் இனத்தூய்மை பராமரிக்கப்படுகிறது.

விதைப் பயிர் அறுவடைக்கு வரும்போது தொடர்ச்சியான மழை இல்லாத காலங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து விதை உற்பத்தி செய்வது நல்லது. இல்லையேல் பூசண நோய்கள் தோன்றி விதைத் தரத்தைக் குறைத்துவிடும். அதிக வெப்பமுள்ள நாட்களில் விதைப் பயிர் பூக்க நேரிட்டால் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுவது பாதிக்கப்படக்கூடும். குறைந்த வெப்பமும் அதிக ஒப்பு ஈரப்பதமும் விதைப்பயிர் பூக்கும் காலத்தில் நிலவினால் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுவது பாதிக்கப்படும். ஈரப்பதம் 70 சதவீதத்திற்கு மேற்பட்டால் வெண்டை போன்ற பயிர்களில் செம்பேன் தாக்குதல் ஏற்பட்டு விதைகள் முழு முதிர்ச்சி பெறாமல் உள்ளூக்குள் வெற்றிடம் ஏற்பட வழிவகுக்கும். இத்தகு விதைகள் தரம் குறைந்து முளைப்புத்திறன்று விளங்கும்.

விதை உற்பத்தியில் மிகவும் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது அறுவடையான விதைகளை உடனுக்குடன் விற்பனைக்குக் கொண்டு வருதலாகும். இதனால் சேமிப்புச் செலவுகள் குறைவதுடன் போட்ட முதலீட்டையும் விரைவில் பெற முடிகிறது. அறுவடையானவுடன் விதைகளின் ஈரப்பதத்தைப் படிப்படியாகக் குறைத்து விதைகளைப் பிரித்தெடுத்து விதைப்பக்குவம் செய்து, விதை நேர்த்தி மருந்து கலக்கி, முளைப்புப் பரிசோதனை செய்து அடைப்பான்களில் அடைத்து விற்பனைக்குத் தயார் செய்தல் வேண்டும். சான்றுரை பெற்ற விதைகளானால் உரிய சான்றட்டைகளைப் பொருத்த வேண்டும்.

விதை உற்பத்தி செய்யும் பயிர் அறிவிக்கப்பட்ட ரகமானால் உண்மைக் குறிப்புச் சீட்டுடன் விற்பனை செய்ய வேண்டுமென்பது விதைச்சட்ட விதிகளாகும். எந்தமுறையில் விதை உற்பத்தி செய்தாலும் விதை உற்பத்தி செய்வது அதிக லாபம் தரும் ஒரு தொழிலாகும். அனைத்து விதை உற்பத்தி முறைகளையும் பின்பற்றினால் விதை உற்பத்தியாளருக்கு நல்ல வருவாய் கிடைப்பதுடன்

4 விதைகளும், கொட்டைகளும், உலர் பழங்களும்

பயிர் உற்பத்திக்குத் தேவையான, தரமான விதைகளை உழவர்களுக்கு உரிய காலத்தில் வழங்குவதன் மூலம் மனநிறைவும் பெற முடிகிறது.

துணைநூல். R.L.Agrawal, *Seed Technology*, Oxford & I.B.H. Publishing Co, New Delhi, 1982.

விதைகளும், கொட்டைகளும், உலர் பழங்களும்

தேங்காயைத் தவிர விதைகளும், கொட்டைகளும் அதிகக் கொழுப்பும், புரதமும் கொண்டுள்ளன. தேங்காயில் புரதம் குறைவாக உள்ளது. கொட்டைகளில் வேர்க்கடலை மற்றும் முந்திரிக்கொட்டை, தேங்காய், பருத்திக் கொட்டை, சூரியகாந்தி விதை, கொடி முந்திரி ஆகியவை அடங்கும். எண்ணெய் விதைகளில் எண்ணெயை அகற்றிய பின், அவற்றை புரதம் செறிந்த உணவாகக் கையாளலாம். வேர்க்கடலை இந்தியாவில் பெருமளவில் பயிரிடப்படுகிறது. கொழுப்பு 40 சதவீதமும், புரதம் 25 சதவீதமும் காணப்படுகின்றன. 'பி' வைட்டமின்களும் நிறையக் காணப்படுகின்றன. வேர்க்கடலை அறுவடையாகும்போது காளான் நோயால் பாதிக்கப்படலாம். அஃப்ளடாக்சின் எனப்படும் நச்சுக் கொண்ட அஸ்பர்கில்லஸ் ஃபிளேவஸ் என்ற காளானால் வேர்க்கடலை பாதிக்கப்படுகிறது. இவ் வேர்க்கடலையை உண்பதால் கல்லீரல் பாதிக்கலாம் எனவும் தெரிகிறது.

முந்திரிக் கொட்டையில் 45% கொழுப்பும், 20% கார்போ ஹைட்ரேட்டும் இருக்கின்றன. வைட்டமின் 'சி' முந்திரிக் கொட்டையில் நிறையக் காணப்படுகிறது. தென்னிந்தியாவில் பல இடங்களில் முந்திரிக்கொட்டை பயிரிடப்படுகிறது.

தேங்காயில் 40% கொழுப்பு இருக்கிறது. இதன் எண்ணெய் சமையலுக்கும், சோப்பு செய்வதற்கும் உபயோகிக்கப்படுகிறது. தேங்காய்த் தண்ணீர், சத்துள்ள பானமாகும். 1 லி. தேங்காய்த்

தண்ணீரில் 3 மி.கி. சோடியமும், 70 மி.கி. பொட்டாசியமும், 160-200 கிலோ கலோரி சத்துமும் இருக்கின்றன.

மனிதனின் சத்துணவிற்கு, பழங்கள் இன்றியமையாததாகும். அவற்றில் நிறைய வைட்டமின்களும், கனிமங்களும் உள்ளன. இதில் சிறப்பு அம்சம் என்னவெனில் பழங்களை அப்படியே உண்ணலாம்.

ஆரஞ்சு, நெல்லிக்காய், எலுமிச்சை போன்ற பழங்களில் அஸ்கார்பிக் அமிலம் (வைட்டமின் 'சி') போதிய அளவு இருக்கிறது. பப்பாளிப்பழமும், மாம்பழமும் கரோடினைக் கொண்டுள்ளன. உலர்ந்த பழங்களான பேரீச்சம்பழம், ரைசின்கள், ஆப்ரிகாட் ஆகியவற்றில் கால்சியமும், அயன்சத்தும் காணப்படுகின்றன. பழங்களில் குறிப்பாக வாழைப்பழத்தில் இரும்புச்சத்து காணப்படுகின்றது. மேலும், வாழைப்பழத்திலும், மாம்பழத்திலும் மாவுப் பொருளும் உள்ளது. கொய்யாப்பழத்தில் உள்ள பெக்டின் எனப்படும் சர்க்கரை பழ ஜெல்லிகள் தயார் செய்ய உதவுகிறது. பழங்களில் காணப்படும் செல்லுலோஸ் பெருங்குடல் இயக்கத்தை ஊக்குவிக்கிறது.

விதைக் காப்பு

விதைகள் பலவிதமான பூச்சிகள், பூசணம், பாக்டீரியா, பூச்சுகிரி, நூற்புழுக்கள் ஸமக்கோபிராய்மா ஆகியவற்றினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் நோய்களால் ஏற்படும் இழப்பு மிகவும் அதிகம். விதைகளின் முளைப்புத்திறன் வெகுவாய்க் குறைகின்றது. அத்துடன் நோய்கள் தோன்றுவதற்கும் பரவுவதற்கும் விதைகள் காரணமாக அமைகின்றன. விதைகளுடன் மருந்துகளைக் கலந்து சேமித்து வைத்து பின் மருந்து கலந்த விதைகளைப் பயன்படுத்துவதால் விதைகளுடன் இணைந்துள்ள நோய்க் காரணிகள் அழிக்கப்படுவதுடன், விதைகள்

முளைத்து வரும்போது மண்ணிலிருந்து இளஞ்செடிகளைத் தாக்கும் நோய்க்கிருமிகளும் பூச்சிகளும் கொல்லப்பட்டு நோய்கள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

விதைகளில் காணப்படும் நோய்க்காரணிகள் விதைகளின் உட்பகுதியில் இணைந்தோ விதைகளின்மேல் ஒட்டியோ பரவுகின்றன. சோளப்பயிரில் காணப்படும் தானிய கரிப்பூட்டை, உதிரிக்கரிப்பூட்டை ஆகிய, விதைமேல் ஒட்டிப்பரவும் நோய்களை, விதையுடன் மருந்து கலந்து கட்டுப்படுத்தலாம். விதையினுள்ளே காணப்படும் நோய்க் காரணிகள் விதையுடனே வளர்ச்சி அடைந்து, வளர்ந்துவரும் பயிரைத் தாக்குகின்றன. நெல்லில் செம்புள்ளி, கோதுமையில் உதிரிக்கரிப்பூட்டை, கரும்பில் கரிப்பூட்டை, சிவப்பழுகல் போன்ற பூசணநோய்கள், நெல்லில் பாக்கீரியா இலைக்கருகல், பருத்தியில் கருங்கிளை, உருளைக்கிழங்கில் பழுப்பழுகல் போன்ற பாக்கீரிய நோய்கள், கரும்பில் புல்தண்டு போன்ற மைக்கோபிளாஸ்மா நோய்கள், கரும்பில் தேமல், சீமை அவரைத்தேமல், ஏலச்செடி தேமல் போன்ற நச்சுயிரி நோய்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தன. இந்நோய்களைக் கட்டுப்படுத்த நோயில்லாத விதைகளையே உபயோகிக்க வேண்டும். வெப்பக் காற்றினை அல்லது வெப்ப நீரைப் பயன்படுத்தியும், மருந்துக்கரைசலைப் பயன்படுத்தியும் இந்நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

விதைநோய்களால் ஏற்படும் இழப்பு. விதை நோய்களால் விதைகளின் முளைப்புத்திறன் குறைந்து விடுகிறது. அதனால் விளைச்சல் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. விதைகள் அழுகிவிடுகின்றன. அவற்றின் தரம் குறைந்து, கன்றுகளின் வீரியம் குறைந்து செடிகளின் வளர்ச்சித்திறனும் குறைந்துவிடுகிறது. நோய்களுக்கு இலக்கான விதைகள் முளைப்பதில்லை எனவே மீண்டும் விதைக்க வேண்டியிருக்கிறது. செடிகள் வளர்ந்த பின்னரும் இளஞ்செடி அழுகலினால் 25 - 75 % விளைச்சல் குறைந்து விடுகிறது. சோளத்தில் கரிப்பூட்டை நோயினால் 5- 40 % கரும்பு தேமலினால் 10 - 12 %, மரவள்ளித்தேமல் நோயினால் 50 - 80 % விளைச்சல் குறைவதாக ஆராய்ச்சி மூலம் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. விதை நோயால் விளைச்சல்

குறைவதோடல்லாமல் விதைகளின் தரம் குறைந்து விற்பனை விலையும் குறைந்துவிடுகிறது. மேலும் சில நோயுற்ற தானியங்கள் உணவுக்குப் பயன்படுத்த முடியாமல் போய்விடுகின்றன. எ-டு: பழுப்பழுகல் நோயுற்ற உருளைக்கிழங்கின் தரம் குறைந்து பழுப்பு நிறமாக மாறிவிடுவதால் அதற்கும் குறைவான விலைதான் கிடைக்கிறது. மேலும் நோயுற்ற கிழங்குகள் உண்பதற்கும் தகுதியில்லாதவை. கருங்கிளை நோயுற்ற பருத்தி பஞ்சின் நிறம் மாறித் தரம்குறைந்து விற்பனைக்குப் பயன்படாத நிலையைடைகிறது. அதுபோலவே தேமல் நோயுற்ற மரவள்ளிக்கிழங்குகள் சிறுத்தும் வெடித்தும் கிழங்கில் மாவுப்பொருள் குறைந்தும், சக்கை அதிகமாகவும் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய கிழங்குகளைத் தொழிற்சாலைகளில் விரும்பி வாங்குவதில்லை.

கட்டுப்படுத்தும் முறைகள். விதை நோய்களை விதைத்தேர்வு, வெப்ப நேர்த்தி, மருந்து நேர்த்தி, தடுப்புச் சட்டங்கள் ஆகிய முறைகளில் கட்டுப்படுத்தலாம்.

விதைத் தேர்வு. நோய்க்கு இலக்கான பயிரிலிருந்து பெறப்பட்ட விதைகளையோ, விதையில்லா இனப்பெருக்கப் பழுதுகளையோ பயிரிடப் பயன்படுத்தலாகாது. நோயுள்ள வயல்களில் விளையும் பயிர்களில் இருந்து பெற்ற விதைகளையும் விதைப்பொருள்களையும் புதிதாக விதைக்கப் பயன்படுத்தக்கூடாது. நோய்த் தாக்காத இரகங்களிலிருந்து தேர்ந்தெடுத்துப் பயிர் செய்வது மிகவும் சிறந்தது. நோயுற்ற விதைகளை, நோய்க்கு இலக்காகாத விதைகளிலிருந்து பொறுக்கி எடுத்து அழித்து விட வேண்டும். கம்புப்பயிரில் காணப்படும் தேன் ஒழுகல் நோயினை விதைத் தேர்வினால் கட்டுப்படுத்தக்கூடும். கம்பு விதைகளை 20 % உப்புக் கரைசலில் அமிழ்த்தும்போது தேன்ஒழுகல் நோயினால் தாக்கப்பட்ட விதைகள் நீரில் மிதந்துவிடும். நோயுற்ற விதைகளை எடுத்து அழித்துவிட்டு, அடியில் தங்கியுள்ள அதிக எடையுள்ள நோயுற்ற விதைகளை எடுத்து விதைக்கப் பயன்படுத்தவேண்டும். நெற்பயிரில் தோன்றும் பாக்கீரிய இலைக்கருகல் நோய், பருத்தியில் காணப்படும் கருங்கிளை நோய் ஆகியவற்றால்

6 விதைக்காப்பு

பாதிக்கப்பட்ட விதைகளை பயிரிடுவதற்குப் பயன்படுத்தக்கூடாது. நச்சயிரி நோயுற்ற மரவள்ளிச்செடி, ஏலச்செடி, கரும்பு முதலியவற்றை அவற்றின் அறிகுறிகள் தோன்றியவுடன் அகற்றி அழித்துவிட வேண்டும். நோயில்லாத விதைகள் விதையில்லா இனப்பெருக்கப் விதைகளையே பயிரிடப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

வெப்பநேர்த்தி. விதைகளில் இணைந்துள்ள நோய்க்காரணிகளை வெப்பநீர், வெப்பக்காற்று நேர்த்திகளைப் பயன்படுத்திக் கட்டுப்படுத்தலாம். நெல்பயிரில் தோன்றும் செம்புள்ளினோய் பாக்டீரிய இலைக்கருகல் நோய் முதலியவற்றைத் தடுக்க விதை நெல், 54 - 55°C வெப்பநீரில் 20 - 30 நிமிட நேரம் அமிழ்த்தி வைத்து பின்னர் எடுத்து விதைக்க வேண்டும். கரும்புக் கரணைகளை 52°C வெப்பநீரில் இரண்டுமணிநேரம் அமிழ்த்தி வைத்துப் பின் விதைப்பதினால் தேமல் (mosaic) வெளிர்கோடமைப்பு, மறுதாம்புப் பயிர் குட்டை போன்ற நோய்கள் பரவுதல் குறைகிறது. உருளைக்கிழங்கில் காணப்படும் இலைச்சருட்டை நோய், விதைக்கிழங்குகளை 37°C வெப்பக் காற்றுள்ள இடத்தில் 15 - 30 நாட்கள் வைத்திருப்பதால் தடுக்கப்படுகிறது. இத்தகைய வெப்ப நேர்த்தி களைக் கையாளும்போது குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மிகாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். வெப்பநிலை அதிகமானால் விதைகளின் முளைப்புத்திறன் பாதிக்கப்படும். வெப்பநிலை குறைவானால் நோய்க்கிருமிகள் அழிக்கப்படுவதில்லை. எனவே குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை மிகாமலோ, குறையாமலோ இருத்தல் வேண்டும்.

மருந்து நேர்த்தி. இம்முறையில் விதைகளுடன், அக்ரசான், செரசான், அக்லால் நனையும் செரசான் போன்ற கரிமப் பாதரச பொருள்களும் மெர்க்குரிக்குளோரைடு, கந்தகம், கேப்டான், திராம், மயில்துத்தம், காப்பர் ஆக்சிசுளோரைடு போன்ற மருந்துகளும் கலக்கப்படுவதால் தாவர நோய்கள் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன. விதையுடன் கலக்கப்படும் மருந்து தூளாக அல்லது கரைசலாக இருக்கும் கந்தகம், அக்ரசான், செரசான் ஆகிய தூள் மருந்துகள் விதை கலக்கும் சாக்குகள் அல்லது உருளைகளில் இடப்பட்டு,

ஏறத்தாழ 15 நிமிடங்கள் விதைகளுடன் கலக்கப்படும். இவ்வித மருந்து நேர்த்தி செய்யப்பட்ட விதைகளில் நச்ச இருப்பதால் அவற்றை உணவாக உண்ணவோ, கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகவோ, பயன்படுத்தக்கூடாது. விதைகளை நனைக்கும் முறையில், விதைநேர்த்தி மருந்துகளை முதலில் சிறிதளவு நீரில் கரைத்துப் பின் தேவையான தண்ணீரை ஊற்றிக் கரைசலைத் தயாரித்து அதில் விதைகளை அமிழ்த்தி எடுத்து நிழலில் விதைகளைக் காய வைத்துப் பின் விதைப்புக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். இம்முறைக்கு நனையும் செரசான், அக்லால், அரிட்டான், எதிரி உயிரிப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. விதையுடன் மருந்து கலந்து வைத்து, பின் சேமிப்பதால் மிகுந்த பயன் ஏற்பட்டுள்ளதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, ஓடஸ், பார்லி போன்ற பயிர்களில் காணப்படும் கரிப்பூட்டை நோய்களைக் கட்டுப்படுத்த மருந்து கலந்தபின் 4 முதல் 8 நாட்கள் சேமித்து வைக்க வேண்டும். கோதுமையில் காணப்படும் கரிப்பூட்டை நோயைக் கட்டுப்படுத்த கரிம பாதரச மருந்துகளுடன் விதைகளைக் கலந்து 4 நாட்கள் சேமித்து வைக்க வேண்டும். மருந்து கலக்கப்பட்ட விதைகளைச் சேமித்து வைக்கவேண்டிய காலம் கடக்கப்பட்ட மருந்துகளுக்கும், ஒவ்வொரு பயிருக்கும், சேகரித்து வைக்கப்படும் காலத்தில் நிலவும் தட்பவெப்ப நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு மாறுபடும்.

தடுப்புச் சட்டங்கள். பெரும்பாலான நோய்கள் பிற நாடுகளில் இருந்துதான் இந்தியாவிற்குப் பரவின எனக் கண்டறியப்பட்டது. விதைகளையும் இனப்பெருக்கப் பாகங்களையும் வெளிநாடுகளில் இருந்து பெறும்போது கடைப்பிடிக்க வேண்டிய முறையான சோதனைகள் செய்யப்படாததால் தாவர நோய்கள் எளிதாகப் பரவியுள்ளன. எ-டு: வாழையின் முடிக்கொத்து நோய் ஸ்ரீலங்காவிலிருந்து கேரள மாநிலத்திற்கும், உருளைக்கிழங்கின் பின் கருகல் நோய், ஐரோப்பாவிலிருந்து இந்தியாவிற்கும் எளிதாகப் பரவியுள்ளது. தாவர நோய் தடுப்புச் சட்டங்களைப் பின்பற்றித் துறைமுகங்களிலும் விமான நிலையங்களிலும் சோதனைகள் மேற்கொண்டு, முறையாகச் சோதித்தபின் நோயுற்ற விதைகள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்குப் பரவாமல்

சட்டங்கள் மூலம் தடுக்கப்படுகிறது. விதைவழிப் பரவும் நோய்களைத் தடுக்க, மாநில அரசுகளும், மைய அரசும் பல சட்டங்கள் இயற்றிச் செயல்படுகின்றன. எ-டு: ஆஸ்திரேலியாவிலிருந்து கரும்புக்கரணைகளும், ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து கோக்கோவையும் பெறுவது தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. தமிழ்நாட்டில் 1919ஆம் ஆண்டு கொண்டுவரப்பட்ட தடுப்புச் சட்டத்தினால் கோவைப் பகுதியில் உள்ள ஆனை மலையிலிருந்து நெல்லியம்பட்டிப் பகுதிக்கு ஏலச்செடி கொண்டுபோவது தடுக்கப்பட்டது. இதனால் ஏலச்செடியில் தோன்றும் தேமல் நோய் கட்டுப்படுத்தப்பட்டது.

இராபின்சன் தாமஸ்

துணைநூல்கள். மகா.அர்சுணன், வளரும் வேளாண்மை, தமிழ்நாடு வேளாண்மை பல்கலைக் கழகம் கோவை 1976; கோ.அரங்கசாமி, பயிர்களின் பேக்கிரிய நோய்கள், தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம் கோவை, 1975.

விதைச்சட்டமும் விதிமுறைகளும்

உணவு உற்பத்தியில் மிகவும் இன்றியமையாத இடுபொருளான விதைகள் தரமானதாகவும் நல்லமுளைப்புத் திறன் கொண்டும், இனத்தூய்மை புறத்தூய்மை மற்றும் குறைந்த ஈரத்தன்மையுடன் பூச்சித் தாக்காதவைகளாகவும் இருக்க வேண்டும் என்றே அனைத்து விவசாயிகளும் விரும்புகின்றனர். இவ்விதைகளை உழவர்களுக்கு அளிக்கும் நோக்கத்துடன் பல்வேறு நாடுகளிலும் விதைச்சட்டங்கள் உருவாயின.

ஐரோப்பாவில் விற்பனைக்கு வரும் அனைத்து விதைகளும் தரமானதாக இருக்க தரமற்ற அல்லது குறைந்த தரமுள்ள விதைகளை அங்காடிக்கு வராமலே செய்துவிடுகின்றனர். இங்குள்ள சட்டம், விதை ரகம் வெளியிடப்பட்டதிலிருந்து, ரகங்கள் பரிசோதனைக்கு உட்பட்ட காலத்திலும்

விற்பனையாகும் விதைகளின் தரத்தை நிர்ணயிக்கும் வரையிலும் தரமான விதைகள் உழவர்க்கு கிடைக்க வழிவகை செய்கிறது.

வட அமெரிக்காவில் உள்ள நடைமுறை, உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு மூலம் விதைத்தரத்தை நிர்ணயிப்பதாகும். விற்பனையாகும் அனைத்து விதைகளும் குறிப்பிட்ட விதைத் தரத்தை உயர்த்தும் விதத்தில் ஒவ்வொரு கொள்கலத்துடனும் உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு சேர்க்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். இச்சட்டத்தின் கீழ் நிர்ணயிக்கப்பட்ட தரம் மிகவும் தாராளமாக இருப்பதோடல்லாமல் புறத்தூய்மை மற்றும் முளைப்புத்திறன் ஆகிய இரு தரங்களுக்கு மட்டுமே உத்தரவாதம் அளிக்கவல்லதாய் உள்ளது.

விதைச்சட்டங்கள் இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு தரமேம்பாட்டு சட்டதிட்டங்கள் எனவும், தரக்கட்டுப்பாட்டு சட்டதிட்டங்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. முன்னது, ஆலோசனைக் குழுக்கள், விதைச்சான்று நிறுவனங்கள், விதைப் பகுப்பாய்வு கூடங்கள், ஆதார மற்றும் சான்றுரை விதை உற்பத்தித்திட்டங்கள், பிறநாட்டு விதைச்சான்று நிறுவனங்களை அங்கீகரித்தல் மற்றும் மேல்முறையீட்டு அதிகார அமைப்பு நியமிப்பது போன்ற பணிகளில் ஈடுபடும். இரண்டாவது, அங்காடிகளில் விதைப்பதற்காக விற்பனை செய்யப்படும் விதைத்தரங்களைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் அமைப்புகளை உருவாக்குகிறது.

இந்தியாவில் ஜம்மு காஷ்மீர் மாநிலத்தில் காய்கறி விதைகளின் தரத்தை நிர்ணயம் செய்யும் சட்டத்தைத் தவிர வேறு எந்த மாநிலத்திலும் 1966ஆம் ஆண்டுவரை முறையான விதைச்சட்டம் எதுவும் இருந்ததில்லை. எனவே, உழவர்களுக்குத் தரமான விதைகளை கிடைக்கச்செய்ய வேண்டும் என்ற எண்ணத்துடன் இந்தியப் பாராளுமன்றத்தில் 1966ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் 29ஆம் தேதி இந்தியன் விதைச்சட்டம் இந்தியத் துணைக் கண்டத்தில் விற்பனையாகும் விதைகளின் தரத்தைக் கட்டுப்படுத்த நிறைவேற்றப்பட்டது. இச்சட்டம் நாடு முழுவதும் 1969ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் முதல் தேதியில் இருந்து அமலுக்கு வந்தது. இது விற்பனையாகும் அனைத்து விதைகளுக்கும்,

8 விதைச்சட்டமும் விதிமுறைகளும்

விதைக்காக உபயோகிக்கப்படும் விதைக் கரணைகளுக்கும் பொருந்தும். உணவுப் பயிர்கள் எண்ணெய்வித்துக்கள், பழவகைகள், காய்கறிகள், பயறுவகைகள், சர்க்கரை மற்றும் மாவுச்சத்து பயிர்கள் மற்றும் தீவனப் பயிர்கள் அனைத்துக்கும் இச்சட்டம் பொருந்தும். இருந்தபோதிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைப் பயிர்களை மட்டுமே இச்சட்டம் கட்டுப்படுத்தும். அவ்வாறான பயிர்களை அறிவிக்கப்பட்ட பயிர் மற்றும் ரகங்கள் என்றழைக்கிறோம். விதைச் சட்டத்தில் பகுதி 5இன் படி இவை அறிவிக்கப்படும். இச்சட்டத்தில் தற்சமயம் நார்ப்பயிர்களான சணல், மலைத்தோட்டப் பயிர்களான ரப்பர், கோக்கோ, காப்பி மற்றும் தேயிலை யூகலிப்டஸ் அலங்காரப் பூக்கள் மற்றும் லாகிரிப் பயிர்களான புகையிலை போன்றவைகளின் விதைத் தரத்தைக் கட்டுப்படுத்த இடமில்லை.

இச்சட்டமானது விற்பனையாகும் விதைகளின் தரத்தைக் கட்டுப்படுத்த கட்டாய உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு (compulsory labelling) பொருத்துதலையும் தானாக முன்வந்து செய்யும் சான்றுரையையும் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது. முதலாவதில் யாரொருவர் அறிவிக்கப்பட்ட வகையையோ தரத்தையோ விற்பனை செய்ய வேண்டியிருப்பின் அத்தகு விதைகள் ஒரு நிர்ணயிக்கப்பட்ட குறைந்த அளவு முளைப்புத் திறனையும், தூய்மையையும் கொண்டிருக்க வேண்டும். நிர்ணயிக்கப்பட்ட முறையில் அட்டைகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும். இரண்டாவதில் எவரும் தானாக முன்வந்து விதைசான்றுரைத் திட்டத்தில் சேர்ந்து விதை சான்றுரை நிறுவனத்தின் விதிமுறைகளுக்குட்பட்டு விதைச் சான்று பெற்றுக்கொள்ளலாம். விதைச்சான்றுபெற்ற விதைகளுக்கு குறிப்பிட்ட முறையில் அட்டையிடும் முறைகளும் இச்சட்டத்தில் இடம்பெற்றுள்ளன. ஆக அனைத்து சான்று பெற்ற விதைகளும் அட்டையிடப்பட வேண்டும். ஆனால் உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு இடப்பட்ட விதைகள் சான்றுபெற வேண்டும் என்ற அவசியமில்லை.

விதைச்சட்டம் 1966இன்படி சில இன்றியமையாத (statutory) குழுக்களும் நிறுவனங்களும் அமைக்க அதிகாரம்

வழங்கப்பட்டுள்ளது. அதில் முதன்மையான மத்திய விதைக்குழு சட்டத்தை அமல்படுத்துவதில் உள்ள நிர்வாகம் பொறுப்பேற்று அரசுக்கு அவ்வப்போது ஆலோசனைகளை வழங்கியும் மற்றும் விதைகள் சம்பந்தமான அனைத்துப் பிரச்சனைகளையும் ஆராய்ந்தறியும். இக்குழுவின் செயலகம் மத்திய வேளாண்மை அமைச்சகத்தால் நிறுவப்படும். இதற்கு உதவும் பொருட்டு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட துணைக் குழுக்களை நியமித்துக்கொள்ளவும் அங்கீகாரம் உண்டு. ஒவ்வொரு துணைக் குழுவுக்கும் பணிகள் பகிர்ந்தளிக்கப்படுகிறது. இக்குழுவின் முக்கிய பணிகளில், மத்திய, மாநில அரசுகளுக்கு விதைகள் சம்பந்தமான ஆலோசனைகளை வழங்குதல், அறிவிக்கப்பட்ட வகைகளுக்கும் ரகங்களுக்கும் தர நிர்ணயம் செய்தல், விதைச்சான்றுரைக்கான தர நிர்ணயம், விதைப்பகுப்பாய்வு முறைகளை வகுத்தல் போன்றவை அடங்கும். இது தவிர அவ்வப்போது, சட்டம் மற்றும் விதிகளின் படி ஏற்படும் கூடுதல் மற்றும் நடைமுறைப் பணிகளைக் கவனித்தலும் அடங்கும்.

மத்திய விதைச் சான்றுரை வாரியம் மைய அரசால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது விதைச்சான்றுரை சம்பந்தமான அனைத்துப் பிரச்சனைகளுக்கும் தீர்வு காணவும், பல்வேறு மாநிலங்களில் உள்ள விதைச்சான்றுரை நிறுவனங்களில் பணிகளை ஒருங்கிணைக்கவும் இதே மாதிரியான விதைச்சான்றுரைத் தரங்களை அமல்படுத்தவும் வழிவகை செய்கிறது. இவ்வாரியத்தின் பரிந்துரைப்படி மைய அரசு, மாநில விதைச் சான்றுரை நிறுவனங்களுக்கு நிதி உதவி அளிக்கிறது.

மாநில விதைச்சான்றுரை நிறுவனங்களை அமைக்கவும் இச்சட்டம் வழிவகைப் புகுகிறது. இவ்வாறு அமைக்கப்படும் நிறுவனம் மைய/மாநில அரசுகளின் அரசாங்கம் கெஜட்டில் (official gazette) அறிவிக்கப்படுகிறது. இந்நிறுவனத்தின் தலைவராக அந்தந்த மாநிலத்தின் வேளாண்மை உற்பத்தி ஆணையரோ, வேளாண்மைத் துறைத் செயலரோ செயல்படுவர். இதன் நிர்வாகக் குழுவில், மாநில அரசு அலுவலர்கள், விதை உற்பத்தி நிறுவனங்கள்,

உழவர்கள் மற்றும் விதைச் சட்டத்தை அமல்படுத்தும் நிறுவனங்கள் உறுப்பினர்களாக நியமிக்கப்படுவர். இந்நிறுவனம் முக்கியமான பணிகளாக அறிவிக்கப்பட்ட வகை மற்றும் ரகங்களுக்கு சான்றளித்தல், விதைச்சட்டத்தின்படி சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளுக்கு விண்ணப்பித்தல், உற்பத்தி செய்தல், அறுவடை செய்தல், விதைப்பக்குவம் செய்தல், சேமிப்பு அட்டைக் கட்டுதல் போன்றவைகளை மேற்கொண்டு அவ்வாறு சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள் ரகத்தூய்மை உள்ளவைகளாக இருந்து நிர்ணயிக்கப்பட்ட தரங்களைக் கொண்டுள்ளனவா என்றும் நிச்சயப்படுத்திக்கொள்கிறது. மேலும் அங்கீகரிக்கப்பட்ட விதை விற்பன்னர்களின் பட்டியலையும் பராமரிக்கிறது. விதை மூலம் (Seed source) அறிதல், விதை மாதிரி எடுத்தல், விதைப் பக்குவ நிலையங்களை ஆய்வுசெய்தல், வயலின் தரங்களைப் (field standards) பேணுதல், விதை உற்பத்தியாளர்களுக்கு பயிற்சியளித்தல், விதை உற்பத்தியாளர் விபரம் மற்றும் சான்றுரை விதைகள் கிடைக்குமிடம், சான்றிதழ் வழங்குதல், தேவையான பதிவேடுகள் பராமரித்தல் போன்ற இன்ன பிற வேலைகளையும் மேற்கொள்கிறது.

விதைச்சட்டத்தின்படி அமைக்கப்பட்ட மற்றோர் அமைப்பு மத்திய விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடமாகும். புதுடெல்லி இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் அமைந்துள்ள கூடத்தையே மத்திய விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடமாக மைய அரசு அறிவித்துள்ளது. மற்ற மாநிலங்களில் உள்ள விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடங்களுடன் தொடர்புகொண்டு துணைக்கண்டம் முழுவதுக்கும் ஒரே மாதிரியான ஆய்வு முறைகளைக் கடைப்பிடிக்கவும் அங்காடிகளில் விற்பனையாகும் விதைகளின் தரத்தை அறிந்து விதைக்குழுவுக்கு அறிக்கை அனுப்பவும், நடுவர் பகுப்பாய்வுக் கூடமாகச் செயல்படவும், மைய அரசால் அவ்வப்போது இடப்படும் இன்ன பிற பணிகளை மேற்கொள்ளவும் இக்கூடத்திற்கு அங்கீகாரம் உண்டு.

மாநில விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடங்கள் ஒவ்வொரு மாநிலத்திலும் ஒன்றாவது அமைத்து அதனையே அறிவிக்கப்பட்ட கூடமாகச்

செயல்படுத்தவும் இச்சட்டம் வழிவகை செய்கிறது.

மேல்முறையீட்டு அதிகார அமைப்பு அமைத்து விதைச்சான்று நிறுவனத்தின் மேல் சான்றுவிதை உற்பத்தியாளர்களால் எழுப்பப்படும் முறையீடுகளும், விதை ஆய்வு அலுவலர்களின் மேல் விதை விற்பனையாளர்கள் எழுப்பும் முறையீடுகளையும் விசாரிக்க இச்சட்டத்தில் இடமிருக்கிறது.

மேல் நாடுகளில் உள்ள விதைச்சான்றுரை அமைப்புகளை இந்திய விதைச் சட்டத்தின்கீழ் அங்கீகரித்து அவற்றை அறிவிக்க மைய அரசுக்கு அதிகாரம் உண்டு.

விதைச்சட்டம் 1966இல் மொத்தம் 25 பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளது. விதைகள், கிழங்குகள், நாற்றுகள் மற்றும் விதைக்கென உபயோகப்படும் குச்சிகள் பற்றிய விளக்கங்கள் பிரிவு P 2(1)இல் உள்ளது. விதைப்பகுப்பாய்வு பற்றிய விளக்கம் பிரிவு 4 -இல் கூறப்பட்டுள்ளது. தரமான விதைகளை வழங்குவதில் உள்ள தரக்கட்டுப்பாட்டையும், பயிர் ரகங்களை அறிவிப்பதற்கும் மைய அரசுக்குள்ள அதிகாரம் பிரிவு 5இல் உள்ளது. விதைகளுக்கு அட்டையிடும் வழிமுறைகள் பிரிவு 6,7 மற்றும் 17 ஆகியவற்றிலும், விதைப் பகுப்பாய்வாளர் (Seed analyst) பற்றி பிரிவு 12 மற்றும் 16 (1) ஆகியவற்றிலும், விதை ஆய்வாளர் (Seed Inspector) பற்றி பிரிவு 13, 14 மற்றும் 15 ஆகியவற்றிலும், தண்டனை (Penalty) பற்றி பிரிவு 24லும் கூறப்பட்டுள்ளது. விதை சான்றுரை பற்றிய விளக்கங்கள் பிரிவு 8, 9, 10, 18 ஆகியவற்றிலும் மேல்முறையீடு பற்றி பிரிவு 11 லும் கூறப்பட்டுள்ளது.

விதை விதிகள் 1968ல் மொத்தம் 39 விதிகளை கொண்டுள்ளதாகும். மத்திய விதைக்குழு பற்றி பகுதி II விதிகள் 3, 4 இன்படியும் விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடம் பற்றி பகுதி III விதி 5 மற்றும் பகுதி X விதி 36 இன் படியும், அட்டையிடும் வழிமுறைகள் பகுதி V விதிகள் 7, 8, 9, 10, 11 மற்றும் 12 இன் படியும், பகுதி VI விதி 13 இன்படியும், விதை ஆய்வாளர் பற்றி பகுதி XI மற்றும் பகுதி X இன்படியும் கூறப்பட்டுள்ளது. விதை சான்றுரைப் பற்றிய விபரங்கள் பகுதி VI விதி

14 மற்றும் பகுதி VII விதி 15,16,17 ஆகியவற்றிலும் மேல் முறையீடு பற்றி பகுதி VIII விதிகள் 18,19 ஆகியவற்றிலும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

அறிவிக்கப்பட்ட விதை ரகங்களுக்கு உண்மைக் குறிப்புச் சீட்டு இடுவது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். அவ்வாறின்றி விற்பனை செய்யப்படுவது சட்டப்படி குற்றமாகும். அதுபோலவே விதைகள் குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவு தரங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். குறைந்த முளைப்புத்திறன், குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல் கல், மண், தூசி போன்றவற்றைக் கொண்டுள்ள விதைகளை விற்பனை செய்வதும் குற்றமாகும். உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டில் விதையின் பெயர், ரகத்தின்பெயர், குவியல் எண், சோதித்த நாள், கல், மண், தூசியின் சதவீதம், விதைகளின் சதவீதம், முளைப்புத்திறன் சதவீதம், எடை, விற்பனையாளர் பெயர் மற்றும் முகவரி போன்ற விபரங்கள் குறிப்பிடப்படவேண்டும். விதைகளுடன் மருந்து கலக்கப்பட்டிருப்பின் அதுபற்றிய எச்சரிக்கையும் தரப்பட வேண்டும்.

காலக்கெடு (validity period). முடிந்த விதைகளை விற்பதும் சட்டப்படி குற்றமாகும். விற்பனை செய்யப்படும் விதைகள் பற்றிய பதிவேடுகள் பராமரித்தலும் அவசியமாகும்.

விதைகளை விற்பனை செய்வதில் முறைகேடுகளும், விதை ஆய்வாளர் மாதிரி எடுக்கவிடாமல் தடுத்தலும் குற்றமெனக் கருதப்படும். இம்மாதிரி குற்றம் முதல்முறையாக இருப்பின் அபராதமாக ரூபாய் ஐநூறும், குற்றம் புரிந்து தண்டனை பெற்றவராய் இருப்பின் இரண்டாவது முறை குற்றத்திற்கு சிறைதண்டனையாக ஆறுமாதமோ அபராதமாக ரூபாய் ஆயிரமோ இரண்டும் சேர்ந்தோ தண்டனை விதிக்கப்படும். அவ்வாறு தண்டனை விதிக்கப்பட்டவரிடமிருந்து சம்பந்தப்பட்ட விதை இருப்பும் பறிமுதல் செய்யப்பட்டு அரசு கணக்கில் சேர்க்கப்படும்.

நிவர்த்தி செய்யக்கூடிய சட்ட மீறல்களாக (rectifiable violation) இருப்பின் விதை விற்பனையாளர்களுக்கு விற்பனைத்தடை உத்தரவு வழங்கப்பட்டு, அவ்வாறான குறைகள் நிவர்த்தி

செய்யப்பட்டவுடன் விற்பனைத்தடை உத்தரவு திரும்பப் பெறப்படும்.

விதை விற்பனையாளர்கள் தங்களுக்கு வழங்கப்பட்ட தண்டனை பற்றி மேல் முறையீடு செய்யவும் இச்சட்டத்தில் வழிவகுக்கப்பட்டுள்ளது.

விதை விற்பனையாளர்கள் நல்ல தரமான விதைகளை உழவர்களுக்கு வழங்கவும் போதிய விளக்கங்களும், பயிற்சி அளிக்கவும் இச்சட்டம் இடமளிக்கிறது. இச்சட்டத்தை நடைமுறைப்படுத்தும் அலுவலர்களின் பங்கு தரமான விதைகளை உழவர்களுக்குக் கிடைக்கச் செய்வதாகும். விதை உற்பத்தியாளர் மற்றும் விதை விற்பனையாளர்களும் இச்சட்டத்தின் நோக்கத்தைப் புரிந்து செயல்படுவது விரும்பத்தக்கதாகும்.

இரா. கேசவன்

துணை நூல். R.L.Agrawal, *Seed Technology*, Oxford & IBH Publishing co., New Delhi, 1982.

விதைச் சேமிப்பு

உயிர்த் தன்மையும் (viability) வீரியமும் (vigour) கொண்ட விதைகளை அறுவடை செய்யப்பட்ட காலத்தில் இருந்து விதைக்காக உபயோகிக்கும் வரை எவ்வித பாதிப்பும் இன்றி வைத்திருக்கும் முறையே விதைச் சேமிப்பு என்றழைக்கப்படுகிறது.

விதைகள் பல்வேறு கால கட்டங்களில் சேமிப்புக்கு உட்படுகிறது. விதைச் செடியில் விதைகள் முழுவதுமாக முற்றியவுடன் (physiological maturity) சேமிப்பு ஆரம்பித்துவிடுகிறது. பின்னர் அறுவடை செய்யப்பட்டு விதைகள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு சேமிக்கும் காலம் வரையிலும், கிடங்குகளில் சேமிக்கும் காலத்திலும், விதைகளை ரயில், லாரி மூலம் அனுப்பும்போதும், அங்கு இருப்பு வைக்கப்பட்ட காலத்திலும், விற்பனை நிலையங்களிலும், விதை வாங்கியவர் விதைப்பதற்கு

முன்பு சேமிக்கும் காலத்திலும் விதைகள் சேமிப்புக்கு ஆளாகிறது. சேமிப்புக்கு முன்பு உள்ள முளைப்புத் திறனும் வீரியமும் சேமிப்புக் காலத்தில் கூடுவதில்லை. இவை குறையாமல் பாதுகாப்பதே சேமிப்பின் நோக்கமாகும்.

விதைச் சேமிப்பைப் பாதிக்கக்கூடிய காரணிகளில் மிகவும் முக்கியமாக விதை வகை; இரகம், சேமிப்புக்கு முன் உள்ள ஆரம்ப விதைத்தரம் (initial seed quality), விதைகளின் ஈரப்பதம் (seed moisture content) காற்றின் ஒப்பு ஈரப்பதமும் வெப்ப நிலையும் (Relative humidity and temperature), விதை உற்பத்தி இடங்கள், மாறுபடும் சுற்றுப்புற சூழ்நிலை ஆக்ஸிஜன் அழுத்தம் பூச்சி நோய் பாதிப்பு (insects and diseases), விதை நேர்த்தி முறைகள் (seed treatment) ஆகியன கருதப்படுகின்றன.

விதை வகை/இரகம். சில விதை வகைகள் சேமிப்புக் காலத்தில் விரைவிலேயே முளைப்புத் திறனையும் வீரியத்தையும் இழந்து வருகின்றன. எ-டு: வெங்காயம், சோயாமொச்சை, நிலக்கடலை போன்றவை. சில ரக சோளம், கம்பு விதைகளில் மாவுச்சத்து அதிகமாக இயற்கையிலேயே இருப்பதால் நீண்டநாள் சேமிப்பில் வைக்க முடிவதில்லை. விதைக் கெட்டியாக இருப்பவைகளை நீண்ட நாளும், மாவுச்சத்து உள்ளவைகளை குறைந்த நாளும் சேமிப்பில் பாதிப்பு இல்லாமல் வைக்க முடிகிறது.

சேமிப்பு முன் விதைத்தரம். அதிக முளைப்புத் திறனும் வீரியமும் உள்ள விதைகளை, குறைந்த முளைப்புத் திறனுள்ள பழுதடைந்த விதைகளைவிட நீண்ட நாட்கள் சேமிக்க இயலும். மிகக் குறைந்த முளைப்புத் திறனுள்ள விதைகளைச் சேமிக்கக் கூடாது. அதிக முளைப்புத்திறனுள்ள தரமான விதைகளைச் சேமிக்கவும், குறைந்த முளைப்புத் திறன் உள்ளவைகளை உடனுக்குடன் விற்பனை செய்யவும், உபயோகித்தலும் மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

ஈரப்பதம். சேமிப்புக் காலத்தில் ஏற்படும் தரக் குறைவுக்கு முதன்மைக் காரணமாக ஈரப்பதத்தைக் கொள்ளலாம். சேமிப்புக்கு ஏற்ற ஈரப்பதம் 8 - 13 % வரை என ஆராய்ச்சி முடிவுகள் அறிவிக்கின்றன. அதிக ஈரப்பதம் உள்ள விதைகள் பூச்சி, பூசணங்களால்

தாக்கப்பட்டும், விதைகள் சுவாசிப்பதால் ஏற்படும் வெப்பத்திலும் பாதிக்கப்பட்டு சேமிப்புக் காலத்தில் முளைப்புத் திறனற்றதாகிவிடுகின்றன. பொதுவாக ஒவ்வொரு சதவீத ஈரப்பதக் குறைவுக்கும் விதைகளின் சேமிப்புக் காலம் இரட்டிப்பாகிறது. சான்றாக 10 % ஈரப்பதம் உள்ள விதைகளை ஓராண்டுக்குச் சேமிப்பில் பாதிப்பில்லாமல் வைத்திருக்க இயலுமாயின் 9 % ஈரப்பதமுள்ள விதைகளை ஈராண்டுக்கு வைக்க இயலும். எண்ணெய்ச் சத்துள்ள விதைகளுக்கு மற்ற விதைகளைவிட 2-3% ஈரப்பதம் குறைவாக இருத்தல் அவசியம். கொள்கலன்களின் தன்மைக்கேற்பவும் ஈரப்பதம் அமைய வேண்டும். ஈரப்பதம் கொள்கலன்களில் விதைகளை சேமித்தால் ஈரப்பதத்தை 8 சதவீதத்துக்கு கீழ் குறைக்க வேண்டும். எக்காரணம் கொண்டும் 4 சதவீதத்துக்குக் கீழ் ஈரப்பதத்தை குறைத்தல் கூடாது.

காற்றின் ஒப்பு ஈரப்பத நிலை. விதைகளின் ஈரப்பதத்துக்கு அடுத்தபடியாக விதைகளின் தரத்தைச் சேமிப்பின்போது குறைக்க வல்லது காற்றின் ஒப்பு ஈரப்பதமும், வெப்பமும் ஆகும். ஈரப்பதம் அதிகமானால் விதைகள் ஈரத்தை உறிஞ்சும் தன்மைக் கொண்டிருப்பதால் அதை உறிஞ்சி அதனால் வெப்பம் அதிகரித்து விதைத்தரம் கெடுகிறது. ஹாரிங்டன் (1960) கூற்றுப்படி பொதுவான விதி என்னவெனில் ஒவ்வொரு பத்து டிகிரி ஃபாரன்ஹீட் வெப்பக் குறைவுக்கும் சேமிப்புக் காலம் இரட்டிப்பாகிறது. அதேபோல் ஒவ்வொரு சதவீத ஈரப்பதக் குறைவுக்கும் சேமிப்புக் காலம் இரட்டிப்பாகிறது. சேமிப்புக் கிடங்கில் உள்ள ஒப்பு ஈரப்பதத்தையும் வெப்பநிலையையும் (ஃபாரன்ஹீட்) கூட்டினால் 100°F-க்கு மிகக் கூடாது. 10% ஒப்பு ஈரப்பதமும் 90°F வெப்பமும் இருப்பின் சேமிப்புக்கு மிக ஏற்ற சூழ்நிலையாகும். இது போன்றே 60 % ஒப்பு ஈரப்பதமும் 40°F ஃபாரன்ஹீட் வெப்பமும் அமைகிறது.

விதை உற்பத்தி இடங்கள். சில இடங்கள் விதை உற்பத்திக்கும் விதைச் சேமிப்புக்கும் மிகவும் உகந்ததாக இருப்பதற்கு அங்குள்ள காற்றின் ஈரப்பதமும் வெப்பநிலையும் முக்கியமாகக் கருதப்படுகிறது. வெப்பம் அதிகமுள்ள இடங்களும்,

ஈரப்பதம் அதிகமுள்ள இடங்களும் விதைச் சேமிப்புக்கு ஏற்றதல்ல. உகந்த இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அங்கு விதைகளைச் சேமிப்பதே சிறந்த வழியாகும். மாறுபடும் சுற்றுப்புற சூழ்நிலை உள்ள இடங்கள் விதை சேமிப்புக்கு ஏற்றனவல்ல. காற்றின் அழுத்தம் அதிகமாக இருப்பின் விதைகள் விரைவிலேயே கெட்டுவிட வாய்ப்புண்டு. விதைகள் பூச்சிகளாலும் நோய்களாலும் பாதிக்கப்பட்டிருப்பின் அவற்றை நீண்ட நாள் சேமிப்பில் வைத்திருக்க இயலாது. பூச்சிநோய் தாக்காத விதைகளையே சேமிக்க வேண்டும். சேமிப்புக்கு முன்பு விதைகளை உரிய விதை மருந்துடன் கலந்து சேமிக்க வேண்டும்.

விதை வகைகளின் தன்மைக்கேற்ப சேமிப்பு முறைகளையும் அமைப்பது நல்லது. உடனுக்குடன் விற்பனைக்கு உள்ள வகையான சான்றுரை விதைகளைச் சாக்குப் பைகள் துணிப்பை போன்ற அடைப்பான்களில் அடைத்து சாதாரணமான தட்பவெப்ப சூழ்நிலையில் சேமித்து வைக்கலாம். அவ்வாறு சேமிக்கும்போது தரமான பூச்சி நோய் தாக்கப்படாத ஈரப்பதம் குறைந்த வீரியமும் முளைப்புத்திறனும் கெடாத விதைகளை நல்ல சுத்தமான கிடங்குகளில் பூச்சி, எலி, பறவை முதலியவைகளால் பாதிப்பு ஏற்படாத வண்ணம் சேமிக்க வேண்டும்.

நீண்ட நாட்கள் சேமிப்பில் இருக்கக்கூடிய விதைகளை (carry over seeds) பிரத்தியேகமான சேமிப்புக் கிடங்குகளில் சேமிக்க வேண்டும். சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள ஈரக்காற்றும் வெப்பமும் உட்புக முடியாதவாறு சேமிப்புக் கிடங்குகளை அமைப்பது அவசியம். விதைகள் சுற்றுப்புறத்தில் இருந்து ஈரத்தை உறிஞ்சக்கூடிய தன்மையுடையனவாக இருப்பதால் விதைகளை ஈரம் தாக்காதபடி சேமிப்பது இன்றியமையாததாகும்.

விலை மிகுந்த ஆதார விதைகளையும், இனச் சேர்க்கைக்குப் பயன்படும் விதைகளையும் மிக நீண்ட நாட்கள் சேமிக்க வேண்டி இருப்பதால் இவற்றின் இனத்தாய்மை மாறுபடாமல் (genetic shift) சேமிப்பது முக்கியமாகும். இவ்வகை விதைகளை மிகவும் குறைந்த தட்பவெப்ப நிலையில் விதைகளின் ஈரப்பதம் சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள ஒப்பு ஈரப்பதத்துடன்

சமநிலை அடையுமாறு சேமிக்க குளிர்பதன முறைகளைக் கடைப்பிடிக்கலாம். இவ்வகைக் கிடங்குகளில் வெப்பம் 5 - 10°C வரையிலும் ஒப்பு ஈரப்பதம் 30 % இருக்குமாறும் செய்ய தனிப்பட்ட கருவிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

சேமிப்புக்குட்பட்ட விதைகளை அவ்வப்போது மாதிரி எடுத்து ஈரப்பதத்தையும் முளைப்புத் திறனையும் சோதித்து அறிந்துகொள்ள வேண்டும். ஈரப்பதம் அதிகரித்திருப்பின் விதைகளை காயவைத்துப் பின் சேமிக்க வேண்டும். முளைப்புத் திறன் குறைந்துள்ள விதைகளுக்கு இடைக்கால சேமிப்பு நிவாரணம் அளித்து முளைப்புத் திறனைப் பாதுகாக்கலாம். பூச்சி நோய் தாக்குதல் இருந்தாலும் தடுப்பு நடவடிக்கைகள் மேற்கொள்ள இது உதவும்.

விதைகளின் தரம் கெடாமலிருக்க நல்ல சேமிப்பு முறைகளைக் கையாள்வது மிக இன்றியமையாதது. சேமிப்புக்கேற்ற வகையில் ஈரப்பதத்தைக் குறைத்துப் பூச்சி நோய் தாக்கா வண்ணம் விதைகளுடன் மருந்து கலக்கி புதிய அடைப்பான்களான சாக்கு, துணி அல்லது காற்று உட்புகா பாலித்தீன் பைகளில் அடைத்து ஏற்ற சேமிப்புச் சூழ்நிலையில் சேமிப்பது நல்லது.

துணைநூல். R.L.Agarwal, *Seed Technology*, Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, 1980.

விதைச் சோதித்தல்

அறிவியல் முறைப்படி விதைச் சோதனை செய்வது 1916ஆம் ஆண்டில் சவிட்ஸர்லாந்து நாட்டில் முதன் முதலில் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. 1869ஆம் ஆண்டில் ஜெர்மனி நாட்டின் விதைச் சோதனை ஆலோசகராகிய நோபல் என்பவர், விதைச் சோதனை முறையில் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்து, தாம் கண்ட கருத்துகளை 'விதை அறிவியல் நூல்' (The hand book of Seed science) என்னும் நூலின் மூலமாக வெளியிட்டார். இஃது உலகிலேயே விதை அறிவியலைப் பற்றி எழுதப்பட்ட முதல் நூலாகும்.

விதையின் தன்மையினை நிர்ணயிப்பதற்காக விதைகள் ஆய்வு செய்யப்படுவது விதைச் சோதனையாகும். விதை வகையின் தூய்மை, ஈரஅளவு, முளைக்கும் வீதம், அதில் கலந்துள்ள களைச்செடி விதைகள், விதை நோய்கள் முதலியவற்றின் அடிப்படையில் ஆராயப்பட்டு விதையின் தன்மையினை நிர்ணயம் செய்வதே விதைச்சோதனை எனப்படும். விதைச் சோதனையில், விதையின் தரத்தைத் தீர்மானம் செய்ய தூய்மை, முளைத்தல், ஈரஅளவு, விதையிடை நோய்கள் முதலிய பண்புகளுக்காகச் சோதனைகள் செய்யப்படுகின்றன. அனைத்து நாடுகளின் விதைச் சோதனைக் கழகத்தினரின் முயற்சியினால் எல்லா நாடுகளிலும் ஒரே மாதிரியான விதைச் சோதனைகள் செய்யப்படுகின்றன. விதைச் சோதனைக்கான முறைகளும், கருவிகளும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. சோதனை செய்பவர்கள் ஒரே மாதிரியான முறையில் சோதனை செய்வதற்கான பயிற்சியினைப் பெறுகின்றனர். இதனால், ஒரு நாட்டில் ஒரு சோதனைக் கூடத்தில் கண்ட ஆய்வு முடிவுகளை மற்றொரு நாட்டில் ஆய்வுகள் செய்து அதே முடிவுகளைப் பெறலாம். நாடுகளுக்கிடையே திருந்திய விதைகளைப் பரிமாறிக் கொள்ளும் நல்ல சந்தர்ப்பமும் கிடைக்கிறது. சோதனைக்காகப் பல இடங்களிலிருந்தும் விதைகள் சேகாரம் செய்யப்படுகின்றன.

குவியல். விதைகள் குவியல்களாகக் காணப்பட்டால், அக்குவியல்களில் சமதூரத்தில் ஏழு இடங்களிலிருந்து மாதிரி விதைகளைப் பொறுக்கி எடுக்க வேண்டும். இவற்றை ஒன்று சேர்த்து மாதிரி விதைகள் என வைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

பைகள். விதைகள் ஐந்தும், ஐந்திற்குக் குறைவான மூட்டைகளாக இருந்தால், அவற்றிலிருந்து சோதனை ஊசி (trier) மூலம் விதைகளை எடுக்க வேண்டும். விதைகள் அடங்கிய மூட்டைகள் ஐந்திற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் இருந்தால் ஒவ்வொரு 5-வது மூட்டையிலிருந்தும் விதைகளை எடுத்து அவற்றை ஒன்று சேர்த்து வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். விதைகள் பீப்பாய்களில் சேமித்து வைக்கப் பட்டிருந்தால் பீப்பாயிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

சோதனைக்கு மாதிரி விதைகளைத் தயார் செய்தல். இவ்வாறு சேகரம் செய்யப்படும் விதைகள் கையினால் தேர்ந்தெடுத்த மாதிரி விதைகள் எனப்படும். இவற்றை நன்றாக கலக்க வேண்டும். இவற்றை 4 அல்லது 5 பகுதிகளாக பிரித்துக்கொள்ள வேண்டும். ஒவ்வொரு பகுதி விதையும் ஆய்வுமாதிரி (analytic sample) விதைகள் எனப்படும். விதைகளைப் பகுதிகளாக பிரிப்பதற்கு 'புனர் பகுப்பான்' (Boener divider) அல்லது கேமெட் நுண்ணிய பகுப்பாய்வுக்கு (Gamet precision divide) பயன்படுத்தலாம். கையின் மூலம் தெரிந்தெடுக்கும் மாதிரிகளைவிடப் பகுப்பானைப் பயன்படுத்தித் தேர்ந்தெடுப்பது சிறந்தது. ஆய்வு மாதிரி விதைகளில் தான் செய்ய வேண்டிய சோதனைகள் யாவும் செய்யப்பட வேண்டும்.

தூய்மைச் சோதனை. மாதிரி விதைகளில் உள்ள விரும்பத்தகாத பொருள்களின் அளவினைக் கண்டுபிடிப்பது தூய்மைச் சோதனையின் நோக்கமாகும். இரண்டு ஆய்வு மாதிரி விதைத் தொகுதிகளைத் தூய்மைச் சோதனை செய்து, அவற்றின் முடிவுகளைச் சராசரி எடுத்து அதுவே தூய்மைச் சதவீதம் (purity percentage) எனக் கொள்ளப்படும். தூய்மையினைக் கண்டு பிடிக்கும் பல்வேறு கருவிகளை ஆய்வாளர்கள் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

தூய்மை மேஜை. சுத்தமாக வசதியாக பணி செய்வதற்குரிய இடம் இதனால் கிடைக்கிறது. இடுக்கி மூலம் விதைகளைப் பிரிக்கவும், பொறுக்கவும் உதவுகிறது. உருப்பெருக்கி சிறிய விதைகளை ஆய்வதற்கும், களைச்செடி விதைகளைக் களைவதற்கும் பயன்படும். விதைகளை மற்ற பயன்படாப் பொருள்களிலிருந்து பிரிக்க சல்லடை பயன்படுகிறது. மெல்லிய தூசு துரும்புகளை விதை ஊதிகளைக் கொண்டு பிரித்து அகற்ற முடியும். மாதிரி விதைகளை எடை போட பல்வேறு வகை தராசுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விதைகள், அவற்றில் கலந்த மற்றப் பொருள்கள் ஆகியவற்றை எடுக்கச் சிறிய அலுமினியத் தட்டுகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. மாதிரி விதைகளை வைத்துக்கொள்ள சிறிய தட்டுகள் பயன்படுகின்றன. மாதிரி ஆய்வு வகைகளை எடை போட்ட பிறகு, ஒரு கண்ணாடித்

தட்டு அல்லது மேடு பள்ளமற்ற மேஜையின் மேல் பரப்பிக் கொள்ள வேண்டும். விதைகளையும் மற்ற பொருள்களையும் உருப்பெருக்கியினை வைத்துக் கொண்டு ஆராய வேண்டும். சிலசமயம் புற ஊதாக்கதிர்களின் (ultraviolet rays) மூலம் விதைகள் ஆராயப்பட்டுத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் நல்ல விதைகளை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டு, தள்ள வேண்டிய பொருள்களைத் தள்ள வேண்டும். விதைத் தவிர வேண்டாத பொருள்களான மணல், வைக்கோல், கற்கள், குப்பை, விரும்பி பொறுக்கும் விதைகளைத் தவிர, மற்ற களைச் செடி விதைகள், உடைந்த சுருங்கிய பூச்சி அரித்த நோயுற்ற விதைகளை ஒதுக்கிடவேண்டும். வேண்டாதவற்றைப் பிரித்தெடுத்தபின், ஒவ்வொன்றும் எடை போடப்பட்டு, தூய்மைச்சதவீதம் (purity percentage) கணக்கிடப்படுகிறது. இது மாதிரி விதைகளை எடுத்து மீண்டும் சோதனை செய்யவேண்டும்.

முளைத்தல் சோதனை.

குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள விதைகளுள் எவ்வளவு விதைகள் முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை என்பதைத் தீர்மானம் செய்வது முளைத்தல் சோதனையின் நோக்கமாகும். விதைப் பண்ணைகளில் செய்யப்படும் முளைத்தல் சோதனை எல்லாவிதப் பண்ணைகளுக்கும் பொருந்தும் என்று கூற முடியாது. முளைத்தல் சோதனையினை ஆய்வுக்கூடத்தில், குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையினை நிலையாக வைத்துக்கொண்டு செய்வதுதான் முறையாகும். முளைத்தல் சோதனைக்கு முளைக்கும் பெட்டிகள் அல்லது வெப்பநிலை கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அறைகள் தேவைப்படுகின்றது. விதைகளின் வளர்வடங்கிய காலத்தை நீக்கி (dorman period) அவற்றை விரைவில் முளைக்கும்படிச் செய்ய அவற்றைக் குளிர்சாதனப்பெட்டியில் சில காலம் வைத்தபின் முளைக்கப் போடுதல் ஒரு வழியாகும். முளைக்கும் பெட்டிகள் பெரும்பாலும் மணல் நிரப்புவதற்கும், உயிரி நீக்கம் செய்யவும் வேண்டும்.

பெட்டிகளை அடுப்பின் மேல் வைத்தோ நீராவிக்குழாய்களுடன் இணைத்தோ உயிரி நீக்கம் செய்யலாம். சிறு கத்திகளால் விதைகள் பிளக்கப்பட்டுச் சோதனைச் செய்யப்படுகின்றன.

இரண்டாக வெட்டப்பட்ட விதைகளில் டெட்ராசோலியம் குளோரைடு புரோமைடு ஆகிய வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி, அவ்விதைகள் எவ்வாறு சாயம் ஏற்கின்றன என்பதைப் பொறுத்து அவற்றின் முளைக்கும் திறன் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. ஒரே இடத்திலிருந்து பெற்ற நான்கு ஆய்வு மாதிரி விதைகளில் நான்கு தொகுதிகளை எடுத்து அவற்றுள் ஒவ்வொன்றையும் முளைக்க விட்டு எவ்வளவு விதைகள் முளைக்கின்றன என்று அறிந்து ஒவ்வொன்றிலும் 100 விதைகளைப் பொறுக்கிக் கொள்ள வேண்டும். அவற்றுள் ஒவ்வொன்றையும் முளைக்க விட்டு எவ்வளவு விதைகள் முளைக்கின்றன என்று அறிந்து நான்கு தொகுதிகளையும் சேர்த்து சராசரி முளைத்தல் சதவீதம் கணக்கிடப்படவேண்டும். விதைகளை அவற்றுக்குரிய சூழ்நிலையில் அவற்றுக்குரிய ஊடகத்தில் வளர்க்க வேண்டும். சோதனை நடத்தும் காலம் முழுவதும் தேவையான வெப்பநிலையும், காற்றிரப்பசையும் இருத்தல் நலம். பெரும்பாலான விதைகள் நேரடிச் சூரிய ஒளியில் இல்லாமல் ஒளிக்கசிவு நிலையில் அல்லது இருளில் நன்றாக முளைக்கின்றன. விதைகளுக்கேற்றவாறு முளைத்தல் சோதனை செய்ய 7 - 28 நாள் ஆகும். நல்ல வேர்த்தூவிகளோடு கூடிய வேரும் முளைக்குருத்தும் உள்ளடக்கிய விதைகள் முளைத்தவையாகக் கணக்கிடப்படும். முளைத்தல் சோதனை மூலம் கிடைக்கும் தகவல் மிகவும் துல்லியமானது. ஆயுள் சோதனை செய்ய நீண்டநாள் ஆகும்.

டெட்ராசோலியம் முறை. இம்முறையில் 2, 3 டிரைஃபீனைல் டெட்ராசோலியம் குளோரைடு (2, 3, 5) என்னும் வேதிப் பொருள் விதையின் முளைக்கும் ஆற்றலைத் தீர்மானம் செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறையின் மூலம் முளைக்கும் விதைகளை முளைக்கும் பரிசோதனைக்கு உட்படுத்தாமலே அறிந்து கொள்ளலாம். நன்கு ஊறிய விதைகளை நீள் போக்கில் வெட்ட வேண்டும். நிறமற்ற 1 % டெட்ராசோலியம் கரைசலை விதைகள் முழுகும் வரை தட்டில் ஊற்ற வேண்டும். இவ்வாறு 4 மணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். உயிர்ப்புத் தன்மையுடைய செல்கள் டெட்ராசோலியம் குளோரைடைக் குறைப்பதனால் சிவப்பு நிறம் பெறுகின்றன. சிவப்பு நிறம் பெற்றவிதைகள்

முளைக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. மிகச் சிறிய விதைகளில் இம்முறையைக் கையாள முடியாது. மற்றொரு மாதிரி விதையுடன் ஒப்பிட்டு, விதையில் மதிப்பீட்டினைத் தெரிந்துகொள்ளுவதற்கு விதையின் உண்மை மதிப்பீடு என்று பெயர். தூய்மையான விதைகளின் முளைத்தல் சதவீதமே உண்மையான விதை மதிப்பு எனப்படும்.

கதிர்முறை சோதனை. இம்முறையினை சுவீடன் நாட்டு அறிஞர்களான டாக்டர் சிமக், டாக்டர் கஸ்டாஃப்சன் என்போர் உருவாக்கினர். விதையுறை எண்டோஸ்பெர்ம் கரு ஆகிய விதையின் பாகங்கள் மாறுபட்ட முறையில் X கதிர்களை உறிஞ்சுகின்றன. சிறிய அளவிலான X கதிர்கள் விதைகளின் முளைக்கும் ஆற்றலைப் பாதிப்பதில்லை. விதைகளில் ஈரம் அதிகமாக இருந்தால் அவற்றில் தரக்குறைவு ஏற்பட்டுச் சீக்கிரம் அழிந்துவிடும். ஈர அளவு, தூய்மைச் சோதனை செய்யும் போதோ, அதற்கு பிறகோ செய்யலாம். மூன்று முறையில் ஈர அளவு சோதனை செய்யப்படுகிறது.

அடுப்பு முறை. இம்முறையில் விதைக் குவியல்கள் ஆரம்ப எடை போட்ட பின்பு 130°C அடுப்பில் 90 நிமிடங்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். ஆறிய பின்பு மீண்டும் எடை போட வேண்டும். ஈர அளவு முதல் அளவிற்கும், இரண்டாவது அளவிற்கும் உள்ள வித்தியாசமாகும்.

மின்சார முறை. இம்முறையில் மின்சார சோதனைக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விதைகளின் மூலம் மின்சார எதிர்ப்பு நிகழ்வதைக் கணக்கிடுகிறார்கள். இச்சோதனைக் கருவிகளைத் தேசிய விதை வாரியத்தினர் பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றின் உதவியால் மிக விரைவில் (சுமார் 2 நிமிடத்தில்) விதைகளின் ஈர அளவினைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

எண்ணெய் வடிகட்டும் முறை. இம்முறையில் அதிகக் காலதாமதம் ஆகும். ஆனால் செலவு குறைவு. இவ்வாறு பல்வேறு வகை சோதனை மூலம் விதைத் தரம் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

சிவ. கார்த்திகேயன்

விதைத் தகுதிச் சான்று

பயிர்ச்சிறப்பில் முக்கியக் குறிக்கோள் பயனுள்ள திருந்திய வகைப் பயிர்களை உருவாக்குவதே. திருந்திய விதைகளிலிருந்து நன்மைகள் அடைய வேண்டுமென்றால், எல்லாப் பரப்பளவிலும் விதைப்பதற்குப் போதிய விதைகள் அவசியம். மேலும் இவ்விதைகள், வகைத் தூய்மையை நிலைநாட்டும்படியாக விதைப் பெருக்கத்தின்போது கவனம் செலுத்தித் தயாரிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

அதிக விளைச்சலைத் தருவனவாயும் அனுகூலமான பண்புகளைக் கொண்டனவாயும், இருக்கும். புதிய விதைகளைச் சீராகவும் ஒழுங்காகவும் எவ்வித வகைக்கலப்பும் இல்லாதவையாகவும் பார்த்து, உழவர்களுக்கு அளிப்பதற்கு ஏற்பட்ட பணியில் விளைந்ததே. 'விதைத் தகுதிச் சான்று' வகைக்கலப்பற்றனவும், மிகுதியான முளைக்கும் தன்மையுடையனவும், களைவிதைகள் இல்லாதனவும், விதையிலிருந்து நோய்கள் பிறக்காததன்மை ஆகியவை தகுதிச்சான்றில் தலையாயப் பங்கேற்கின்றன.

அமெரிக்கா, கனடா முதலிய மேலை நாடுகளில் அகில உலகப் பயிர் நலம் காக்கும் கழகத்தால், விதைத் தகுதிச்சான்று முறை நடைமுறையில் வந்திருக்கிறது. நான்கு வகையான விதைகளை, இவ்வறிவியற் கழகத்தினர் அங்கீகரித்துள்ளனர்.

பயிர்ச்சேய்ப் பெருக்காளின் விதை (breeders seed). இவ்விதைகள் பயிர்ச்சேய்ப் பெருக்காளராலோ (கலப்புச் செய்பவர்), ஆய்வுப் பண்ணைகளிலோ உருவாக்கப்பட்ட முதல் விதையாகும். இவ்விதைகள் பயிர் நலன் நாடும் புதிய வழி முறையில் முதற் கலனாகும்.

அடிப்படை விதைகள் (foundation seeds). வேளாண்மை ஆராய்ச்சிக் கூடங்களால் பெருக்கப்படும் விதைகளுக்கு அடிப்படை விதைகள் என்று பெயர். விதைகளில் மரபுகொடாத தன்மையும், அதன் தூய்மையும் காக்கப்படும். அடிப்படை விதைகள் உருவாக்கும்போது எச்சரிக்கையாக

அவற்றைக் கண்காணிக்க வேண்டும். ஏனெனில், இவைதாம் பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகளுக்கும் (registered seed) சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளுக்கும் (certified seeds) பிறப்பிடமாகும்.

பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள் (registered seeds). வட்டார வேளாண்மைப் பண்ணைகளில் தகுந்த பொறுப்புடனும், கண்காணிப்புடனும் உண்டாக்கப்படும் விதைகளுக்குப் பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள் என்று பெயர். குறிப்பிட்ட வகைப் பண்புகளையும், அதன் தூய்மையான தன்மையையும் சரியாகப் பாதுகாப்பது அவசியம். பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகள் அடிப்படை விதைகளிலிருந்து உருவாகின்றன. இவை சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளுக்கு மூலப்பொருளாக இருக்கின்றன. சில சமயம் சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளுக்கு மூலமாக அடிப்படை விதைகள் நேரடியாகப் பயன்படுத்தப்படுவதுமுண்டு.

சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகள் (certified seeds). இவ்விதைகள் வேளாண் துறையில் மேலாளர்களின் பொதுவான கண்காணிப்பில் பெருமளவில் சான்றளிக்கப்பட்ட விதைப் பெருக்காளர்களால் உண்டுபண்ணப்படும். மரபியலில் தனித் தன்மையும், தூய்மையையும் பாதுகாப்பது அவசியம். இவ்விதைகள் பின்னர் உழவர்களுக்குப் பகிர்ந்து அளிக்கப்படும்.

விதையைச் சான்றளிக்கும் அரசு உறுப்பினர்கள், ஒரு சில சட்ட திட்டங்களை வைத்து, விதைகளின் தரத்தையும் தூய்மையையும் நிலைநாட்டி வருகின்றனர். அவை. 1. முன் பட்டத்தில் தேர்ந்தெடுத்து விதைக்கப்படும் குறிப்பிட்ட வகைகள், பயிரிடாத நிலங்களைப் பார்த்துத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். 2. குறிப்பிட்ட பயிரின் ஒரு வகை மட்டுமே, பண்ணையில் விதைப் பெருக்கத்திற்கு எடுத்துக்கொள்ள அனுமதிக்கப்படும். 3. விதைப் பெருக்கத்திற்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நிலம், குறிப்பிட்ட பயிரின் அடுத்த வகையின் தொடர்பைத் தவிர்த்துத் தள்ளி ஒதுங்கியிருத்தல் அவசியம். 4. தேர்ந்தெடுத்த நிலத்தில் தீய களைகள் இல்லாமல் இருப்பது அவசியம். 5. விதை தேர்ந்துவதற்கு முன்னால், பிறழ்ந்த வகைச்

செடிகளைப் பிடுங்கி எறிந்துவிடுவது நல்லது. 6. அறுவடையாவதற்கு முன்னால் ஒரு முறையாவது சான்றளிக்கும் முகவமைப்பில் (agency) விதைமுகவர்கள் (representative) விதைப் பண்ணையைச் சோதனைசெய்வது அவசியம்.

ஒப்புதல் அல்லது சான்று வேண்டி விண்ணப்பித்துள்ள ஒவ்வொரு வயலும், தகுந்த கண்காணிப்பில் உள்ளதென்பதும், தரம் குறைந்த வகைகள் கலவாத நிலையிலும், வேண்டாத களைகள் விதை மூலம் பரவும் நோய் முதலியவற்றிலிருந்து விடுபடத் தகுந்த முன்னெச்சரிக்கையான நிலையில் இருப்பதென்பதையும், தெளிவாகக் காட்டுவது அவசியமாகும்.

விதை அறுவடை செய்யும்போதும், சுத்தம்செய்யும்போதும், சேமிக்கும்போதும், வேளாண் துறையினரால் சோதனைக்கு உட்படுத்துவது நல்லது. விற்பனைக்குரிய விதைகளில் மாதிரி விதைகளைச் சேர்த்து எடுத்து சான்றளிக்கும் அலுவலர்கள் முளைப்புத்தன்மை, தூய்மை முதலிய பண்புகளைச் சோதனை செய்வது அவசியம்.

முத்திரை வைக்கப்பட்ட சாக்குகளில் சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளைச் சேமிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு சாக்கிலும் அரசு முத்திரை பதித்த அடையாளச் சீட்டு இருக்கும். அடிப்படை விதைகளுக்கும், பயிர்ச்சேய்ப் பெருக்காளரின் விதைகளுக்கும் வெள்ளை நிற அடையாளச் சீட்டும், பதிவு செய்யப்பட்ட விதைகளுக்கு ஊதாநிற அடையாளச் சீட்டும், சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளுக்கு நீல நிற அடையாளச் சீட்டும் இடப்படும்.

தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு பயிர்வகை பல இடங்களில் மூன்று ஆண்டுகளாகச் சோதிக்கப்பட்டு, நடைமுறையிலிருக்கும் பயிர்வகைகளைவிட உயர்ந்த பண்புகளைக் கொண்டிருந்தால், அவ்வகையை ஆய்வு வகையாக வெளியிடலாம். பயிர்ச்சிறப்பிப்பாளர்கள் ஆய்வு விதைகளைக் குறுகிய காலத்தில் வேண்டிய அளவு பெருக்கிப் பரிந்துரை செய்யப்படும் இடங்களில் பயிரிட வழிசெய்வது வழக்கம். பெருக்கப்படும் விதைகளின் அளவு,

திருந்திய வகை விதைகள் பயிரிட இருக்கும் மொத்தப் பரப்பளவைப் பொறுத்தும், ஒரு ஹெக்டாருக்குத் தேவையான சராசரி விதை அளவைப் பொறுத்தும், ஒரு ஹெக்டரில் அறுவடையாகும் விதைகளின் அளவைப் பொறுத்தும் அமையும்.

விதைப் பெருக்கத்திற்காகப் பயிர்ச்சேய்ப் பெருக்காளரின் விதை ஆய்வுப் பண்ணைகளிலோ விதை முன்னேற்ற நிறுவனத்திடமோ ஒப்படைக்கப் படும். பின்பு அடிப்படை விதைகள் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட உழவர்களிடம் பகிர்ந்தளிக்கப்படும். வணிக வழியில் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்ட விதைகள் உச்ச அளவில் அமைந்து, உழவர்களின் தாராளமான பெருக்கத்திற்கும், தரம் குறையாதத் தன்மையை நிலை நாட்டும் வகையிலும் இருப்பது அவசியம். உழவர்களுக்கு மிகக் குறைந்த அளவில் விதைகள் பகிர்ந்தளிக்கப்படுமென்றால், மற்ற விதைகளுடன் கலக்காத நிலையையும், அதிக அளவு புழக்கத்தையும் சமாளிக்க இடர்பாடுகள் ஏற்படும். மூலப் பண்புகளின் தனித்தன்மையை இழக்கும் நிலையும் உருவாகும். சான்றளிக்கப்பட்ட விதைப் பெருக்காளர்களின் விதையை, எவ்விதக் கட்டுப்பாடுகளுமின்றி எல்லா உழவர்களுக்கும் கொடுக்கலாம்.

சிவ. கார்த்திகேயன்

துணை நூல். கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன், புதுமைப் பயிர் பெருக்க முறைகள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை.

விதைத் தரக் கட்டுப்பாடு

விதை என்பது விதையுறையால் மூடப்பட்ட கரு அடங்கியதாகும். விதையுறையினுள் உணவுப் பொருட்கள் அடங்கிய திசுக்கள் உள்ளன. இது விதை முளைக்கும்போது உணவு அளிக்கிறது.

நல்ல விதைக்குரிய தன்மைகள். தரமுள்ள விதை அதிக உற்பத்திக்கு வழிகோலும் வீரியமான செடியைத் தோற்றுவிக்கும்.

1) நன்றாக முற்றிய பயிரிலிருந்து கிடைக்கும் நல்ல விதையாக இருக்கும்.

2) விதையானது தொண்ணூறு சதவீதத் திற்கும் அதிகமான முளைப்புத்திறன் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும்.

3) விதையானது நன்கு முதிர்ந்ததாகவும், உறுதியானதாகவும் ஒன்றுபோல் விளைந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும்.

4) பூச்சி அல்லது நோய் தாக்காத விதையாக இருக்க வேண்டும்.

5) விதை முளைப்பு நன்கு இருப்பதுடன் ஒன்று போல் வளர்ச்சியடைவதாக இருக்க வேண்டும்.

விதைகளின் தன்மையை பொறுத்தே விளைச்சலானது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. எதிர்பாராத இயற்கை சூழ்நிலைகளாலும், தவறுகளினாலும் விளைச்சல், பாதிக்கப்படலாமேயன்றி விதைகளினால் பாதிப்பு ஏற்படக் கூடாது. ஆகவே, விதை தரக்கட்டுப்பாடு (seed quality control) என்பது முக்கியமான ஒன்றாக விளங்குகிறது.

நல்ல வடிவமும் பருமனும். நல்ல வடிவமும், பருமனும் உடைய தேர்ச்சியடைந்த விதைகள்தான் நல்ல மகசூலைத் தரமுடியும். பதர் போன்ற திறன் குன்றிய விதைகள் நல்ல மகசூலை அளிக்க முடியாது.

மண்ணுக்கும் பருவத்திற்கும் ஏற்றவற்றை தேர்ந்தெடுத்தல். சில தாவரங்களின் விதைகள் நல்ல பருவ. சூழ்நிலைகளிலும், அதாவது மழைக் காலத்திலோ பனி காலத்திலோ நல்ல மகசூலை அளிக்க கூடியன. சில விதைகள் அந்தந்த மண்ணின் தன்மையைப் பொறுத்து மகசூலைத் தருகின்றன. சில விதைகள் உவர் நிலத்திலும், சில விதைகள் கரிசல் நிலத்திலும் நல்ல பயன் அளிக்கும். நாம் அந்தந்த சூழ்நிலைக்கேற்ப விதைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தால் தான் சிறந்த மகசூலை அடைய முடியும்.

நடுத்தர தாவரங்களின் விதைகள். நாம் சேகரிக்கும் விதையானது நன்கு வளர்ந்த செடிகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட விதைகளாக இருக்க வேண்டும். நன்கு முதிர்ந்த செடிகளிலிருந்தும், இளஞ்செடிகளிலிருந்தும் எடுக்கும் விதைகள் சிறந்த மகசூலைக் கொடுக்காது.

விதைகள் - தேர்ச்சிக்குரிய பழங்கள்.

விதைகளை இளங்காய்களிலிருந்தும், அழுகிய பழங்களிலிருந்தும் எடுக்கக்கூடாது. அது சிறந்த மகசூலை அளிக்காது. விதையை, காயை பறித்துப் பழுக்க வைத்து, அந்தக் கனிகளிலிருந்து பெறக்கூடாது. பழங்கள் நன்றாக தாவரங்களிலிருந்து பறிக்கப்படாமல் அதிலேயே நன்றாக பழுக்கவிடப்பட்டு அதிலிருந்து பெறப்பட வேண்டும். ௭-டு: வெண்டைக்காய் தாவரத்திலிருந்து விதை எடுப்பதற்கு, வெண்டைக்காயை செடியிலேயே நன்றாக முற்றவிட வேண்டும்.

சேமிப்பு முறைகளில் விதைகளின் தரம்.

விதைத் தரக்கட்டுப்பாட்டில் விதை சேமிப்பு என்பது பங்கு வகிக்கிறது. கடந்த ஆண்டில் விளைந்த விதையை பத்திரமாக சேகரித்து, பக்குவமாக சேமித்து அவற்றையே பயிரிடும் முறை தற்பொழுது பழக்கத்தில் பெரும்பான்மையாக உள்ளது. விதையை, ஈரம், வெப்பம், காற்றுபுகாதபடி பத்திரமாக சேமித்து வைக்க வேண்டும். மேற்கூறிய காரணிகளால், விதைகள் பாதிக்கப்படும்போது இதனுடைய முளைப்புத்திறன் பாதிக்கக்கூடும். சில விதைகள், பூச்சிக் கொல்லிகள் கலந்து சேமிக்கப்படுவதும் உண்டு. அதனால் பூச்சித் தாக்குதலிலிருந்து அந்த விதைகள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. விதைகள், சாம்பல் அல்லது கந்தகத்தூள் கலந்து சேமிக்கப்படுவதும் உண்டு. விதைகளை காற்றுப்புகாத டிள்களில் அடைத்தும், வெப்பம் தாக்காத இடத்தில் சேமிப்பதும் நடைமுறையில் உள்ளது.

விதை சுத்தம். ஒரு பயிர் விதையுடன் வேறு பயிர் விதை சேர்ந்திருந்தால் அதைக் கலப்பு விதையென்று விதைப்பதில்லை. எனினும் சுத்தமான விதைகள் வழக்கமாக விதைக்கப்படுகிறது என்று சொல்ல முடியாது. பெரும்பாலான விதைகளில் அதே பயிரைச் சேர்ந்த பல ரக விதைகள் சாதாரணமாகக் கலந்து விடுகின்றன. விதைக் கலப்பு இல்லாமல் இருந்தால் பயிர் முன் பின் பூக்காமல் ஒரே காலத்தில் பூத்து விதை முதிர்ந்து ஒன்றுபோல் அறுவடைக்கு வரும். ஒரே ரக சுத்தமான விதை இதனால் கிடைக்கும். இப்படிப்பட்ட விதையைச் சுத்தமான விதை எனலாம்.

1) நாற்றங்காலில் பல ரகங்களை ஒரே

நேரத்தில் விதைப்பதன் மூலம்

2) பல ரகங்களை ஒரே சமயத்தில் பிடுங்கி நடுவதன் மூலம்

3) இயற்கையாக கலப்புச் சேர்க்கை ஏற்பட்டு இரு பயிர்கள் உண்டாவதன் மூலம்

4) பல ரக பயிர்களை அறுத்து ஒரே நிலத்தில் போர் அடித்து சேமித்து வைப்பதன் மூலம்

5) ஒரே ஒரு சேமிக்கும் பையை வெவ்வேறு சமயங்களில் பல ரக விதைகளை சேமித்து வைத்து பயன்படுத்துவதன் மூலம் விதைக் கலப்பு ஏற்படும்.

பொறுக்கு விதைகள் (improved seeds).

பயிர்கள் சாதாரண நாட்டு ரக விதைகளைக் காட்டிலும், அதிக மகசூல் கொடுக்கக்கூடிய அந்தந்தப் பகுதிகளுக்கு ஏற்ற பொறுக்கு ரக விதைகளை வேளாண்மைத் துறை விநியோகித்து வருகிறது. இவற்றை வம்சங்கள் (strain) என்று சொல்வர். எந்த விதை ஆராய்ச்சிப் பண்ணையில் விதை ஆதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதோ, அந்த இடத்தின் சுருக்கப் பெயரையும், விதைத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட முறையையும், காரணத்தையும் அந்த வம்சங்களுக்கு பெயர்களாகக் கொடுக்கின்றனர்.

பொறுக்கு விதைகளின் சிறப்புத் தன்மைகள்.

1) சில குறைந்த பருவத்திலேயே முற்றி மகசூலை அளிக்கின்றன (குறைந்த வயதுடையவை), 2) சில விதைகள் நிறைந்த மகசூலை அளிக்கின்றன, 3) சில விதைகளினால் தோற்றுவிக்கப்படும் தாவரங்கள் வறட்சியை தாங்கக்கூடியனவாக இருக்கின்றன, 4) சில வகை விதைகளினால் எந்த வகை மண்ணாக இருந்தாலும், அதாவது உவர் அல்லது களர் நிலமாக இருந்தாலும் உற்பத்தி பாதிக்கப்படுவதில்லை, 5) பொறுக்கப்பட்ட விதைகள் பூச்சி தாக்குதலிலிருந்தும், நோய் தாக்குதலிலிருந்தும் எதிர்த்து வளர்ந்து நிறைந்த மகசூலை கொடுக்கக்கூடியவையாக உள்ளன.

விதை முளைப்பு (seed germination). விதை

தூய்மையாக மட்டுமன்றி நன்கு முளைத்து வீரியமான செடியை தோற்றுவிக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். ஒன்றாக முற்றிய பயிரிலிருந்து பிரித்து எடுக்கும் விதையை நன்கு தூற்றி காயப்போட்டு பூச்சிகள் தாக்கா வண்ணம் சேமித்து வைக்க வேண்டும். விதைக்கும் காலத்தில் விதைகளின்

முளைப்புத் திறனைச் சோதித்துப் பார்த்து, பின்பு விதைக்க வேண்டும். திருப்திகரமான விதையானது தொண்ணூறு சதவீதத்திற்கும் அதிகமான முளைப்புத்திறன் கொண்டு இருக்க வேண்டும். 70 சதவீதத்திற்கு குறைந்த முளைப்புள்ள விதைகள் மட்டமான விதைகள் எனப்படும்.

1) ஒற்றைச் செடி தேர்வு (single plant selection)

2) இயற்கை கலப்பு பிறவி (natural crosses)

3) செயற்கை முறை கலப்பு பிறவி (hybridization)

1) ஒற்றைச் செடி தேர்வு. வயலில் எண்ணிலடங்கா பயிர் செடிகள் உள்ளன. சிலவற்றில் கதிர்கள் பெரியனவாயும், தானியங்கள் அதிகமாகவும் இருக்கும். அவற்றைத் தனித்தனியாக அறுவடை செய்து தானியத்தைக் காயவைத்து, மகசூலை ஒப்பிட்டு பார்த்தால் அபூர்வமாக சில செடிகள் மற்றவற்றைவிட மிகவும் மேலாக இருக்கும். அவற்றைத் தனித்தனியாக வைத்திருந்து, அடுத்த வருடத்தில் தனித்தனியாக விதைத்து தனிப்பாத்தியில் நடவு செய்ய வேண்டும். அவை எப்படி உண்டாகின்றன என்பதை கவனித்து வர வேண்டும். ஒவ்வொரு சோதனைப் பாத்தியிலும் அதே எண்ணிக்கையிலுள்ள செடிகள் இருக்க வேண்டும். இந்தப் பயிர்களை அறுவடை செய்தால் பல நூற்றுக்கணக்கானவற்றில் சிலவே முந்தைய தலைமுறையைப் போல மேலாக இருக்கும். இவற்றை வைத்துக்கொண்டு மீதியை அகற்றிட வேண்டும். இச்சோதனையில் மற்றவற்றுடன் ஆதிதினுசையும் நடவுசெய்து, அதன் வளர்ச்சித் தன்மை, மகசூல் ஆகியவற்றை நியமம் (standard) என எடுத்து கொள்ளலாம். அத்துடன் மற்றவற்றை ஒப்பிட்டு எத்தனை சதவீதம் அதிகம் அல்லது குறைவு அல்லது சமம் எனக் கணக்கிட வேண்டும். இவற்றில் நான்கு ஐந்து மாதிரிகளே மிஞ்சும். அவற்றை இரண்டு மூன்று ஆண்டுகள் சோதனை வயலில் நட்பு அதன் விளைவை கணக்கிட்டு விவசாயிகளுக்கு வழங்கலாம்.

2) இயற்கைக் கலப்பு (natural crosses). பக்கங்களில் பயிராகின்ற ரகங்களில் தாமாகவே

இயற்கையில் அயல் மகரந்த சேர்க்கை ஏற்படலாம். இந்த விதையிலிருந்து உண்டாகும் செடியில் விதைகள் இயற்கைக் கலப்பு விதை எனப்படும். இவற்றினுள் சேர்க்கை ரகங்கள் இரண்டின் குணங்களும் தோன்றும். சிறந்தது எதுவாயினும் தோன்றும்போது அதைத் தனிமைப்படுத்தி சில வருடங்கள் சோதித்துப் பார்த்து மேலானவற்றைப் பொறுக்கி நல்ல விதைகளை உண்டாக்குவதும் உண்டு.

3) செயற்கை முறைக் கலப்பு. இரண்டு ரகங்களின் சிறந்த குணங்களை ஒரே வம்சத்தில் சேர்த்தமைத்து, அவற்றுள் செயற்கை முறை மகரந்த சேர்க்கையை ஏற்படுத்தி கலப்பு விதைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இது ஒரு நுணுக்கமான செயலாகும். CO_4 நெல்லானது கொள்ளை நோய்க்கு (blast) உள்ளாகாது. ஆனால் அதிக மகசூலை தராது. ADT-10 சிறந்த மகசூலைத் தரும். ஆனால் கொள்ளை நோயால் தாக்கப்படும்.

இவை இரண்டையும் செயற்கை முறை கலப்பு செய்வதன் மூலம் கிடைத்ததே $CO-25$ நெல்ரகமாகும். இது கொள்ளை நோய் தாக்குதலுக்கு உட்படாமல் அதிக மகசூலைத் தரும்.

விதை உற்பத்தித் திட்டம் - மாநில விதைப் பண்ணைகள் (state seed forms). விவசாய ஆராய்ச்சி பண்ணைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கருமூல விதையை (nucleus seed) மாநில விதைப்பண்ணையில் விதைத்து, விதைக் கலப்பின்றி விதை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறு மாநில விதைப் பண்ணையில் விளைந்த விதைகளை முதல் தர விதை (primary seed) எனலாம். பின்பு இவை விவசாயத் துறை மூலம் விவசாயிகளுக்கு வழங்கப்படுகிறது.

தரமான விதைகளைக் கண்டறியும் முறைகள்

பரிசோதனை முறை. இம்முறையில் நீருள்ள பாத்திரத்தில் விதைகளைக் கொட்டும்போது நல்ல பருமனுள்ள மகசூலைத் தரக்கூடிய விதைகள் நீருக்கடியிலும் சிதைவடைந்த அல்லது வீரியமற்ற விதைகள் அல்லது பதர்கள் மேலேயும் மிதக்கின்றன.

விதைத்தரம் பற்றி அறிய மற்றொரு முறை

கையாளப்படுகிறது. இந்த முறையில் ஒரு பையில் விதைகளைக் கட்டி நீரில் ஊற வைக்க வேண்டும். இரண்டு மூன்று நாட்களில் முளை வந்துவிடும். அப்படி வரவில்லையென்றால் அவை தரம் குன்றிய விதைகளாக ஒதுக்கப்படுகின்றன.

பாரம்பரிய முறை. இந்த முறையில், விதை விதைத்து அதிலிருந்து செடி வளரும் முறை, அவை வளருகின்ற இயல்பு மற்றும் பருவம் வருவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் காலம் மற்றும் அவற்றின் பூக்கும் திறன், கனி, அவற்றின் மகசூல் ஆகியவற்றை கணக்கிட்டு விதையானது தேர்வு செய்யப்படுகிறது.

மற்ற நோக்கங்கள். 1) தானியங்களில் சிறந்த மகசூல், மாட்டுத்தீவனத்தாவரங்கள், நூல் இழை, எண்ணெய் மற்றும் வேறு தாவரப் பொருள்கள் பெறுதல்

2) உணவு தானியங்கள், காய்கறிகள், கனிகள் மற்றும் பூக்கள் ஆகியவற்றின் வடிவம், அளவு, வண்ணம், உயவுச்சத்து, ருசி, மாவுச்சத்து ஆகியவற்றின் தரத்தை உயர்த்துதல். அதிக சர்க்கரை நிரம்பியுள்ள கரும்பு, சிறந்த இழைப்பருத்தி ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்தல்

3) நோய் எதிர்ப்புத்திறன், பூச்சி மற்றும் சூழ்நிலைக் காரணிகளை தாங்கும் திறனை அதிகரித்தல்

4) தேவைக்கேற்ப தாவரத்தின் முதிர்ச்சிக் காலத்தை மாற்றுதல்

5) தேவைக்கேற்ப தாவரங்களின் வளரியல்பை மாற்றுதல்

6) குறிப்பிட்ட தட்பவெப்பநிலை, மண் இவற்றிற்கு ஏற்ற விதைகளை விதைத்தல்

7) புதிய வகைகளை உற்பத்தி செய்தல் தாவரங்களின் செயலை மேம்படுத்த கீழ்க்கண்ட வழிமுறைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- 1) தேர்ந்தெடுத்தல்
- 2) கலப்பினச் சேர்க்கை
- 3) கலப்பின வீரியம் (அ) ஹைட்ரரசிஸ்
- 4) தாவர அறிமுகம்
- 5) தீர் மாற்றப் பெருக்கம்
- 6) பன்மயம்
- 7) உயிர் நுட்பவியல்

விதை நேர்த்தி. சோளம், உளுந்து மற்றும் பாசிப்பயறு ஆகியவற்றிற்கு 1 கி.கி. விதைக்கு 4 மி.லி. குளோர்பைரிபாஸ் அல்லது மோனோ குரோட்டோபாஸ் அல்லது பாசலோன் போன்ற பூச்சிமருந்துகளை சிறிது சேர்த்து அல்லது பிசின் கலந்த நீரில் சேர்த்து பின்னர் விதையுடன் கலந்து விதை நேர்த்தி செய்து நிழலில் உலர்த்தி விதைத்தால் சோளத்தில் முதல் மூன்று வாரங்களில் தாக்கும் குருத்து ஈக்களின் புழுக்களையும் உளுந்து, பாசிப்பயறு ஆகியவற்றில் தோன்றும் வெள்ளை ஈ, சாறு உறிஞ்சும் பூச்சி ஆகியவற்றையும் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

ஆகவே விதைத் தரக்கட்டுப்பாடு என்பது விவசாயத்தில் முக்கிய பங்காற்றுகிறது. இது பொருளாதார அடிப்படையிலும், மற்ற வகைகளிலும் விவசாயிகளுக்கு பேருதவியாக இருக்கிறது. ஆகவே நாம் விதைகளை விதைப்பதற்கு முன்பு அவற்றைத் தரக்கட்டுப்பாட்டிற்கு உட்படுத்தி, அதிலிருந்து தேர்வு செய்து பயன்படுத்துவது சாலச் சிறந்ததாகும்.

மது. சங்கர்

விதை நல்வழித் தேர்வு

இயல்பாக சிறந்த பயிர் வகைகளை இயற்கை அடிக்கடி தேர்ந்தெடுக்கும். மனிதனும் தனக்கு விருப்பமான குணங்களையுடைய பயிர் வகைகளைக் கலப்பான பயிர்க் கூட்டத்திலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கிறான். மரபியல் மாற்றங்கள் (genetic variability) அதிகமாக இருந்தால்தான், நல்விதைத் தேர்வை வெற்றிகரமாக அமைக்க முடியும். மரபியல் மாற்றங்களை நல்விதைத் தேர்வால் உண்டு பண்ண முடியாது. இயல்பாகவோ, செயற்கையாகவோ, நிலையான திடீர் மாற்றங்களினாலோ, பண்பகக் கலப்பினாலோ எழும் மாற்றங்களை நல்விதைத்தேர்வு பயன்படுத்திக் கொள்ளும். புதிய வகைப் பயிர்களை உண்டு பண்ணும் பயிர்ச்சேய்ப்பெருக்கத்தில் மூன்று வகையான நல்விதைத் தேர்வுகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. அவை. 1. கூட்டுத்தேர்வு (mass selection), 2. தூயவழித்தேர்வு (pure line selection),

3. பயிர்ப்பாக வழியில் கண்டுச் செடித் தேர்வு (clonal selection).

கூட்டுத் தேர்வு. தோற்றத்தை வைத்துப் பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றின் விதைகளைச் சேர்த்துப் புதிய வகைப் பயிர்களாகக் கொண்டு வரும் முறையைக் கூட்டுத் தேர்வு எனக் கூறுவர். இவ்வகைத் தேர்வில் பின் பரம்பரைகளை ஆய்ந்து பார்ப்பதில்லை. நடைமுறை வேளாண்மையிலிருந்து வரும் உழவர்களின் பயிர் வகைகளும் பிந்தியோ அதிக நாட்கள் எடுத்தோ காய்ப்புக்கு வரும் பயிர் வகைகளும், நோய் நொடிகளின் தாக்குதலுக்குள்ளாகும் பயிர் வகைகளும் (off types) விரும்பும் குணமற்ற பயிர் வகைகளும் ஒதுக்கப்படும். பொருளாதாரக் கண்ணோட்டத்திலும், வேளாண்மை எல்லைக்குள்ளும் சிறந்த குணங்களையுடைய பயிர்வகைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். சிறந்த பயிர்களிலிருந்து விதைகள் சேகரிக்கப்பட்டுப் பெருக்கப்படும். சிறந்த விதைகளை நீக்கிவிட்டு மற்றுமுள்ள பயிர்களை மொத்தமாக அறுவடை செய்யலாம். கூட்டுத் தேர்வில் ஒரே மாதிரியான உருவ அமைப்பிலுள்ள பயிர்கள் பின் பரம்பரையைப் பார்க்காது தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதால், தேர்ந்தெடுத்த பயிர்வகைகளுக்கும் மற்றவற்றிற்குமுள்ள வேற்றுமைகள் மரபால் ஏற்படுகின்றனவா சூழ்நிலையால் உண்டாகின்றனவா என்று முடிவு செய்ய முடியாது. தன் மகரந்தச் சேர்க்கையைக் கொண்டுள்ள வகைப் பயிரில், கூட்டுத் தேர்வு மூலம் நல்ல பயனை அடையலாம். வளர்ச்சியிலும் மகசூலிலும் சிறந்த வகைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து விரைவாக புதியவகைப் பயிர்களை வெளியிடலாம். தமிழ்நாட்டில் டி.எம்.வி-1 கடலை, வகையிலிருந்து இந்த பயிர்வகைத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. டி.எம்.வி-2 கடலை ஸ்பானிய வகையிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வகை. தன் மகரந்தச் சேர்க்கை பெருமளவில் சீமைக் கொத்தவரைப் பயிரில் அனுசரிக்கப்படும். மாதிரிச் சீமைக் கொத்தவரையில் ஜோகான்சன் என்னும் டச்சு உயிரியல் வல்லுநர் பல வேற்றுமைப் பண்புகளைக் கண்டார். இப்படிக்கிடைத்த மாதிரி சீமைக் கொத்தவரையில் பெரிய சிறிய விதைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து விதைத்தார். இவற்றிலிருந்து தோன்றிய பயிரிலுள்ள பூக்களில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையை நடைபெறச் செய்து

தனித்தனியாக விதைகளை ஒவ்வொரு செடியிலிருந்தும் சேர்த்தார். சிறிய விதையிலிருந்து செடிகள் வளர்ந்து பெரிய விதைகள் தோன்றினாலும் நடுத்தரமான விதைகளின் எடை அளவில் பெருந்த மாறுபாட்டை தோற்றுவித்தன. பத்தொன்பது வகைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றின் பின் பரம்பரை விதைகளைத் தனித்தனியாகப் பயிரிட்டு, பத்தொன்பது தூய வழிவரிசை விதையை உண்டாக்கினார். ஒரே பண்பு வகையைச் சார்ந்து, தன் மகரந்தச் சேர்க்கையைப் பின்பற்றித் தனியாய் இருக்கும் பயிருக்குத் தூயவழிப்பயிர் என்று ஜோகான்சன் பெயரிட்டார். முதல் தூயவழிப் பயிர் பெரிய விதைகளைக்கொடுத்து, பின்னர் பத்தொன்பதாவது தூயவழிப் பயிர் சிறிய விதைகளை அளித்தது. செடிகளின் வளர்ச்சிக் காய்களின் அமைப்பு, எண்ணிக்கை ஆகிய குணங்களுக்குத் தக்கவாறு ஒவ்வொரு செடியிலும் அல்லது தூயவழியைச் சார்ந்த பல செடிகளின் காய்களின் சராசரி எடை அளவு இருந்தது. ஒரு தூய வழியில் அடங்கியிருக்கும் பெரிய விதைகளிலிருந்து பெரிய செடிகள் வளராது. சிறிய விதைகளிலிருந்து சிறிய செடிகள் உருவாகா.

ஆறு பரம்பரைகளைக் கொண்டு நடந்த வேளாண்மையில், தூயவழியில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மிகச்சிறிய விதையிலிருந்து வளர்ந்த செடியில் தூயவழி விதைகளைப் போன்று சராசரி எடையுள்ள விதைகள் கிடைத்தன. ஒவ்வொரு தூயவழியிலுமுள்ள விதைகளின் சராசரி எடை அளவு, பரம்பரைப் பரம்பரையாக மாறாமல் இருப்பதால் இரு தூயவழி விதைகளின் எடையில் ஏற்படும் வேறுபாட்டிற்குக் காரணம் அதன் மரபேயாகும் என ஜோகான்சன் தெரிவித்தார். ஒரு தூயவழியினுள் அடங்கியிருக்கும் தனிப்பட்ட பலப்பயிர்களின் பரம்பரை செடிகளில் தூயவழியின் சராசரி எடையுள்ள விதைகளைப்போல விதைகள் பயிர்களில் ஏற்படும் வித்தியாசம், மரபால் ஏற்பட்டிருக்க முடியாது. மாறாகச் சூழ்நிலையின் வேறுபாட்டால் ஏற்பட்டிருக்கலாம். ஒரே மாதிரியான தூய வழிகளைத் தேர்ந்தெடுத்த பின்னால் அவற்றிற்கிடையே ஏற்படும் மாற்றங்கள் சூழ்நிலையால் ஏற்படுவதால் திரும்பவும் நடத்தப்படும் தேர்வு பலனளிக்காது.

தூயவழிப் பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறைகள். 1. பண்பிலே வேறுபட்ட மூலப் பரம்பரையிலிருந்து ஏராளமான தனிப்பட்ட பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட செடியிலிருந்தும் பின் பரம்பரை வரிசைச் செடிகளை, உண்டுபண்ணி, பொருத்தமற்ற, தேவையற்ற செடிகளைக் கூர்ந்து பார்க்க வேண்டும். எஞ்சியிருக்கும் தேர்ந்த பயிர்களின் விளைவுத்தன்மை மற்றும் சாகுபடிப் பொருத்தம் ஆகிய குணங்களைப் பற்றி அறிய, ஒவ்வொன்றையும் ஒப்பிட்டுச் சோதனைக்குள்ளாக்க வேண்டும். பரம்பரைக் கலப்பின பயிர்க் கூட்டத்திலிருந்து, தூய வழிப்பயிர்கள் தேர்ந்தெடுக்கும் முறையைச் சோளப்பயிரில் காணலாம். கோயம்புத்தூரில் தூய வழி முறையில் நெல் தானியத்தில் கோ 4 ஆணைக்கொம்பன், கோ 5 சின்ன சம்பா, கோ 6 சடைச் சம்பா, கோ 9 திருநெல்வேலி சிவப்புக்கார்ச் சம்பா, கோ 10 கோபிக்கார், கோ 17 சின்னவாடன் சம்பா, கோ 19 செங்கற்பட்டுச் சிறுமணி என்றும் சோளத்தில் கோ 1 பெரிய மஞ்சள் சோளம், கோ 2, 3 தலைவிரிச்சான் சோளம், கோ 4 செஞ்சோளம், கோ 5 சின்ன மஞ்சள் சோளம், கோ 6, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17 வெள்ளைச் சோளம் மற்றும் கோ 10 மாட்டுத்தீவனச் சோளம் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. கலவாப் பெருக்கத்தின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படும் வகையைப் பயிர் பாக வழிக் கன்றுச் செடி (clone) என்று வழங்குவர். தனிப்பட்ட பயிர்பாக வழிக் கன்றும் வேறுபட்டப் பண்புகளின் கூட்டாக அமையும், பயிர்ப்பாக வழிக் கன்றிலிருந்து கிடைக்கும் விதைகளை முளைக்க வைத்தால் அவற்றில் உண்டாகும் இளநாற்றுகளில் ஏராளமான வேறுபாடுகள் காணப்படும். இதனால்தான் சிறந்த வகை மா, ஆப்பிள் முதலிய பழமரங்களில் ஒட்டு கட்டுதல், மொட்டு கட்டுதல் போன்ற விதையில்லாப் பெருக்கம் பின்பற்றப்படுகின்றன. இவற்றில் விதைகளை உபயோகப்படுத்துவதில் தூய வழியில் காணப்படும் வேற்றுமைப் பண்புகளைப் போல் பயிர்பாக வழிக் கன்றுகளிலும் வேற்றுமைப் பண்புகள் மரபால் ஏற்படுகின்றன.

சிவ. கார்த்திகேயன்

துணை நூல். டேனியல் சுந்தர்ராஜ்

துளசிதாஸ், திசுவறை மரபியலும் பயிர் தேய்ப் பெருக்கமும், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை.

விதை நுட்பவியல்

பயிர் உற்பத்திக்குத் தேவையான இடுபொருட்களில் விதை முதன்மை இடம் வகிக்கிறது. அமோக விளைச்சலுக்கு அடிப்படை விதை என்பதை அனைவரும் உணர்வர். இந்த உணர்வு வேளாண்மையில் புதிய வீரிய ஒட்டு விதைகள் புழக்கத்துக்கு வந்தவுடன் அதிகரித்தது. அதி அமோக விளைச்சல் தரக்கூடிய வித்துக்களை விதை விற்பன்னர்கள் (breeders) அறிமுகப்படுத்தியவுடன் விதைகளைப் பரந்த அளவில் உற்பத்தி செய்து வழங்க விதை உற்பத்தி நிறுவனங்கள் தோன்றின. இந்நிறுவனங்கள் விதைகளின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து செயல்பட்டு நல்ல தரமான விதைகளை உழவர்களுக்கு அளித்தன. தானியத்துக்கும், விதைக்குமுள்ள வேறுபாட்டினை உழவர்களுக்கு உணர்த்தின. விதை உற்பத்தியில் நுணுக்கமான யுத்திகளைக் கையாண்டு விதைகளை உழவர்களுக்கு வழங்கின. உணவு உற்பத்தியில் தன்னிறைவு (self sufficiency) ஏற்பட முக்கிய காரணங்களில் தரமான விதை உபயோகமும் ஒன்றாகும். விதையில் இருந்து விதை வரை (seed to seed) செய்யக் கூடிய பணிகள் பற்றியது விதை நுட்பவியல்.

கோவான் (1974) என்பார் விதை நுட்பவியலைப் பற்றிக் கூறுகையில் 'விதை உற்பத்தி' (seed production) அதன், தரத்தைப் பேணிக்காத்தல், சேமிப்பு போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய ஒரு பிரிவாகும் என்கிறார்.

ஃபெய்ஸ்டிரிட்ஜர் (1975) கூறும்போது 'விதை நுட்பவியல் என்பது விதைகளின் பாரம்பரிய மற்றும் இயற்பியல் குணங்களை மேம்படுத்த மேற்கொள்ளப்படும் வழிமுறைகள்' என்கிறார்.

ஆக, விதை நுட்பவியலை பல்வேறு

பிரிவுகளை உள்ளடக்கிய ஒரு பஸ்துறை இயல் எனக் கொள்ளலாம். இதில் பயிர் ரக உருவாக்கம், அவற்றை சீர்தூக்கி ஆராய்ந்து வெளியிடுதல், விதை உற்பத்தி, விதைச் சான்று, அறுவடைக்குபின் செய் தொழில் நுட்பம், விதைக் காயவைத்தல், விதைப் பக்குவம் (seed processing), விதை நேர்த்தி (seed treatment), விதைப்பகுப்பாய்வு, விதைச் சேமிப்பு, விதை விற்பனை, விதைத் தரக்கட்டுப்பாடு (seed quality control) ஆகியன அடங்கும். தாவரவியல் மற்றும் உழவியல் தொடர்பான நவீன தொழில்நுட்பங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு விதைப் பயிர் மரபியல் (seed physiology) ஆகியவற்றில் ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளவும் விதை நுட்பவியல் வகை செய்கிறது.

விதை நுட்பவியலின் பயன்பாட்டைப் பற்றி ஃபெய்ஸ்டிரிட்ஜர் கூறும்போது விதை என்பது புதிய தொழில்நுட்பங்களை உள்ளடக்கியது; போதுமான உணவு உற்பத்திக்கு அடிப்படையான கருவியாக உள்ளது. உற்பத்திக்கு உகந்ததல்லாத (less favourable areas) இடங்களில் கூட மகசூலை நிலைநிறுத்த வல்ல முக்கியமான இடுபொருள், இயற்கையின் சீற்றத்தால் பாதிக்கப்படக்கூடிய சூழ்நிலையிலும் மீண்டும் வேளாண்மை தழைத்தோங்க உதவும் அமைப்பு என்று விளக்குகிறார்.

விதைகள் விளைச்சலுக்கு அடிப்படை என்பதை புதிய அமோக விளைச்சல் தரக்கூடிய இரகங்கள் வெளியிட்டவுடன் புதிய தொழில் நுட்பங்களையும் கடைப்பிடித்தால் விளைச்சல் வெகுவாகக் கூடியதைக் கொண்டு அறியலாம். மத்திய ஐரோப்பாவில் தரமான விதைகளை உபயோகித்தால் தானியங்களில் 112 சதவீதமும், உருளைக் கிழங்கில் 124 சதவீதமும், பீட்ரூட் கிழங்கில் 142 சதவீதமும் மகசூல் கூடியதைக் கண்டறிந்துள்ளனர். விதைகளின் உபயோகத்தால் விளைந்த மகசூல் அமெரிக்காவில் இதைவிட அதிகம். இந்தியாவில் அமோக விளைச்சல் தரக்கூடிய கோதுமை ரகங்களைப் பயிரிட்டதால் பத்தே ஆண்டுகளில் 12 மில்லியன் டன்கள் என்ற அளவில் இருந்த உணவு உற்பத்தி 313 மில்லியன் டன்களாகக் கூடியது. இதனால் விதைகளின் முக்கியத்துவம் நன்கு விளங்கும்.

போதுமான உணவு உற்பத்திக்கு

அடிப்படையாக உள்ளவை விதைகள். அதனால் உணவு உற்பத்தியில் தன்னிறைவு என்ற நிலைக்கு வந்ததோடல்லாமல் உணவு இறக்குமதியை முழுவதுமாக நிறுத்தக்கூடிய நல்ல நிலைக்கு இந்தியா வந்துள்ளதற்குக் காரணமும் தரமான விதைகளே.

விதை உற்பத்திக்கு ஏற்றதல்லாத இடங்களிலும் கூட மகசூல் கிடைக்கும் வாய்ப்பை தரமான விதைகளை உபயோகிப்பதன் மூலம் பெறலாம். விதை நுட்பவியலால் ஏற்பட்ட அனுகூலங்களில் இதுவும் ஒன்று.

பெருமளவு வெள்ளத்தாலும் கடும் வறட்சியாலும் பாதிப்பு ஏற்படுவது அடிக்கடி நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சி என்பதால் விதைகளைப் பாதுகாக்க ஓர் அமைப்பினை ஏற்படுத்துவது தேவையெனக் கருதப்பட்டு தேசிய விதை இருப்பு தொடங்கப்பட்டது. இந்த அமைப்பில் இருந்து விதைகளை மிக அத்தியாவசியமான இடங்களுக்கு அனுப்பி உணவு உற்பத்தியை அதிகரிக்க முடிகிறது. இயற்கையால் பாதிக்கப்பட்ட இடங்களில் விதை இருப்பு ஏதும் இராத்தால் அந்த இடங்களுக்கு விதை இருப்பில் இருந்து விதைகள் அனுப்பப்படும்.

விதை நுட்பவியலின் குறிக்கோள்களில் முக்கியமானது தரமான விதைகளை உற்பத்தி செய்து வழங்குவதாகும். புதிய ரகங்கள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டவுடன் மிகவும் குறைந்த காலத்திலேயே விதைகள் விவசாயிகளுக்கு கிடைக்க விதை நுட்பவியல் வழிவகை செய்கிறது. விதைகளைத் தேவையான காலத்தில் வழங்கவும், விதைப்பதற்கேற்ற தரமான விதைகளை வழங்கவும் விதை நுட்பவியல் துணைபுரிகிறது. அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட புதிய ரகங்களின் முழு மகசூல் திறனும் வெளிப்பட தரமான விதைகளை உபயோகிப்பது அவசியம். போதுமான அளவு விதைகள் கிடைக்க விதை நுட்பவியல் ஏற்பாடு செய்கிறது. சாதாரண விவசாயி வாங்கிப் பயன்படுத்தும் வகையில் விதைகளின் விலை நிர்ணயம் செய்யப்படுகிறது. விதைத் தொழில் மையங்கள் நன்கு செயல்படவும் விதை நுட்பவியல் உறுதுணை புரிகிறது.

விதை நுட்பவியலின் மற்ற பணிகளில் குறிப்பாக விதை உற்பத்திக்கேற்ற காலம், ஆண், பெண் விகிதம் (planting ratio), பயிர் விலகுதூரம் கணித்தல் (isolation distance), தர நிர்ணயம் செய்தல், முழு முதிர்ச்சி நிலை நிர்ணயித்தல், ஒவ்வொரு பயிர் விதைக்கும் ஏற்ற சல்லடை அளவு நிர்ணயித்தல், இடைக்கால சேமிப்பு நிவாரண முறைகள் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

துணை நூல். R.L.Agrawal, *Seed Technology*, Oxford, IBH publishing Co., New Delhi - 1980.

விதை நேர்த்தி

உணவு உற்பத்தியில் நல் விதைகளின் பங்கு மிகவும் அடிப்படையானதும் இன்றியமையாததும் ஆகும். எனவே, விதைகள் தரமானதாகவும் பூச்சி நோய்த் தாக்குதலில் இருந்து பாதுகாக்கப்படும் விநியோகம் செய்ய வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். எந்தவொரு விதையும் விதைப்பதற்கு ஏற்றதாக இருப்பின் அவ்விதைகள் விதை நேர்த்தி செய்வதற்கும் ஏற்றவையே. விதைகள் சிறிது அளவு சேதப்பட்டிருப்பின் பயிர் மகசூலும் பாதிக்கப்படுகிறது. விதைகள் முற்றிலும் சேதப்பட்டு இருப்பின் பயிர் மகசூல் முழுமையாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. ஆதலால் விதைகள் விற்பனை செய்யப்படுவதற்கு முன்பாகவே விதைநேர்த்தி செய்யப்படுகின்றன. விதைப் பக்குவம் செய்யும்போது விதை நேர்த்தி செய்வதும் ஒரு தொடர்ச்சியான பணியாகக் கருதப்பட்டு நடைபெற்று வருகிறது.

விதை நேர்த்தி என்பது விதைகளுடன் அல்லது விதைக்காகப் பயன்படும் பொருட்களுடன் (planting materials) தக்க இரசாயன மருந்துகளை உரிய முறையில் கலப்பதாகும். விதைச் சான்றளிப்பில் விதை நேர்த்தி செய்ய வேண்டியது இன்றியமையாத தேவைகளுள் ஒன்றாகும்.

விதை மூலம் பல்வகையான நோய்கள் பரவுகின்றன. இதில் பூசண நோய் (fungal disease)

பாக்டீரிய நோய், நச்சுயிரிநோய் (viral disease) மற்றும் நூற்புழு (nematode) ஆகியவை அடங்கும். நோய்க் கிருமிகள் தாக்கப்பட்ட விதைகளை விதைப்பதால் பயிர் வளர்ச்சியில் பல்வேறு கால கட்டங்களில் நோய்களால் பாதிக்கப்பட்டு இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்நோய்கள் பயிரில் பல்வேறு அறிகுறிகளைத் தோற்றுவித்து நேரடியாகவும் மறைமுகமாகவும் மகசூல் இழப்பு ஏற்படக் காரணமாகின்றன. பயிர் எண்ணிக்கை (plant population) பராமரிக்கப்படாததற்கு முக்கிய காரணம் விதைகளுடன் பரவும் நோய்க் கிருமிகளேயாகும். விதைகளுடன் மருந்து கலக்காத விதைகளை உபயோகிக்க நேரிடின், நல்ல முளைப்புத் திறன் (germination) கொண்டவையாக இருந்தபோதிலும், நிலத்தில் உள்ள நோய்க் கிருமிகளாலும் பூச்சிகளாலும் பாதிக்கப்பட்டு போதிய பயிர் எண்ணிக்கை நிலை நிறுத்தப்படுவதில்லை. இதற்காகும் செலவைக் கருத்தில் கொண்டு வரவைக் கணக்கிட்டால் 10-45% வரை பயன் இருப்பது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. விதை நேர்த்தி செய்வது இலாபகரமான முதலீடு என்பதை வேறு எந்தவொரு தொழில்நுட்பமும் இந்த அளவு பயனைத் தருவதில்லை என்பதிலிருந்தே தெளிவாகிறது.

விதையுடன் பரவும் காரணிகளில் நோய்க் கிருமிகள் முதலிடம் வகிக்கின்றன. சில பூச்சிகளும் விதைகளுடன் பரவுகின்றன. விதைகளுடன் புறக் கலப்புகளாகவும் (physical admixture) விதைகளின் மேல் ஓட்டிக் கொண்டிருப்பவையாகவும் (externally carried) விதைகளுக்குள் அடங்கியிருக்கும் (internally carried) நோய்க் கிருமிகள் என மூவகைப் படுத்தப்படுகிறது. புறக் கலப்புகளாக கம்பு விதைகளுடன் பரவும் தேனொழுகல் நோய் (Ergot disease), காரணி (sclerotia), கோதுமைக் கொப்புள நோய் (galls of car cockle) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இவை விதைகளை பிரித்தெடுக்கும்போது (threshing) கலந்துவிடுகின்றன. விதைகளின் மேல் ஓட்டிக் கொண்டிருக்கும் நோய்களில் முக்கியமானதாக கோதுமை கொடிக்கரிப்பூட்டை (flag smut), சோளக் கரிப்பூட்டை (sorghum smut) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். விதைகளுக்குள் இருந்து நோய் உண்டாக்கக் கூடியவற்றில் கோதுமை, பார்லியைத் தாக்கும், தளர் கரிப்பூட்டை (loose smut), நெல்லில்

தோன்றும் பாக்டீரியாக் கருகல், பருத்தியில் தோன்றும் கருங்கிளை நோய் (black arm) முதலியவை அடங்கும். விதைபுடன் சில நச்சுயிரி நோய்களும் பரவுகின்றன. பருத்தியைத் தாக்கும் இளஞ்சிவப்புக் காய் புழு (pink bollworm) விதைகளுடன் பரவக்கூடிய பூச்சி (insect) ஆகும்.

விதைகளுடன் கலக்கப்படும் இரசாயனங்களை அழிக்கக்கூடிய மருந்து எனவும், பாதுகாப்பு மருந்து எனவும் பிரிக்கலாம். முன்னது விதைகளின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் நோய்க் கிருமிகளையும், விதைகளுக்குள் ஊடுருவி இருக்கும் நோய்க் கிருமிகளையும் அழிக்கவல்லது. பின்னது நோய்க் கிருமிகள் விதைகளைத் தாக்காவண்ணம் பாதுகாக்கின்றன.

விதைகளுடன் மருந்து கலக்க ஏற்ற தருணம் விதைகளில் உள்ள ஈரத்தன்மை சேமிப்புக்கு ஏற்ற வகையில் குறைக்கப்பட்டு விதைகளைப் பக்குவம் செய்தவுடன் ஆகும். விதைகளைச் சுத்தம் செய்து தரம் பிரிக்கும் (grading) முன்பு செய்தல் கூடாது. விதைகளைச் சுத்தம் செய்து அடைப்பான்களில் அடைத்து அட்டை கட்டும் முன்பே விதை நேர்த்திச் செய்யப்பட வேண்டும். அங்கீகரிக்கப்பட்ட விதைப் பக்குவ நிலையங்களில் இப்பணி மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

விதைகளுடன் கலக்கப்படும் மருந்துகளில் பூசணக் கொல்லியும், பூச்சிக் கொல்லியும் அடங்கும். இம்மருந்துகளைக் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலந்து உபயோகிக்க வேண்டும். பூசணக் கொல்லிகளில் கரிமப் பூசணக் கொல்லி (organic fungicide) மற்றும் கரிமப் பூசணக் கொல்லி (inorganic fungicide) என இருவகை உண்டு. இவ்விரு வகைகளையும் மேலும் பாதரசப் பூசணக் கொல்லிகள் (mercurial fungicides), உலோகப் பூசணக் கொல்லிகள் என்று மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றில் விதை நேர்த்தி மருந்துகளாக, கரிம பாதரச (organo mercurials) கரிம உலோக மற்றும் கரிம உலோகமல்லாத பூசணக் கொல்லிகள் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கரிம உலோகமல்லாத பூசணக் கொல்லிகளில் கேப்டான் மற்றும் தைரம் போன்றவை விதை நேர்த்தி மருந்துகளாக பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விதை நேர்த்தி செய்யும் முறைகளில் உலர் விதை நேர்த்தியும் (dry seed dressing) கூழ்மருந்து விதை நேர்த்தியும் (slurry seed dressing) முக்கியமானவை. உலர் விதை நேர்த்திக்குத் தேவைப்படும் மருந்துகள் தூள் வடிவத்தில் இருக்கும். இம்மருந்து விதைகளுடன் விதை மருந்து கலக்கும் கருவி மூலம் நன்கு கலக்கப்படுகிறது. விதை மருந்து கலக்கும் கருவியில் விதைகளைப் போட்டு தேவையான அளவு விதை நேர்த்தி மருந்தினை இட்டு மூடிய பின் ஐந்து நிமிடங்களுக்கு விதைகளுடன் மருந்து நன்கு ஒட்டும் வண்ணம் சுற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு மருந்து கலக்கப்பட்ட விதைகளைக் குறைந்தது 24 மணி நேரம் கழித்துத்தான் பயன்படுத்த வேண்டும்.

விதை நேர்த்தி செய்யக் கூழ்மருந்து நேர்த்திக் கருவி (slurry treater) பயன்படுகிறது. இம்முறையில் விதை நேர்த்தி செய்ய நனையும் தூள் அல்லது நீரில் பரவக்கூடிய தூள் தேவைப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட அளவு நீரில் நிர்ணயிக்கப்பட்ட அளவு விதை மருந்து கலக்கப்பட்டு மருந்துத் தொட்டியில் ஊற்றப்பட்டு, சிறுசிறு குவளைகளில் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு குறிப்பிட்ட அளவு விதைகளுடன் சேர்க்கப்பட்டு சுழலும் பாகம் (agitator) மூலம் ஒரே சீராகக் கலக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்யும்போது ஈரப்பதம் அரை சதவீதத்தில் இருந்து ஒரு சதவீதம் மட்டுமே கூடுவதால் மருந்து கலக்கிய பின்னர் காயவைக்க வேண்டிய தேவையில்லை. விதைப் பக்குவ நிலையங்களில் விதைகளைத் தரம் பிரித்தவுடன் இக்கருவி மூலம் விதை நேர்த்தியும் செய்யப்படுகிறது. பூசணக் கொல்லி மருந்துடன் சிறிதளவு பூச்சிக் கொல்லி மருந்தும் சேர்க்கப்பட்டு கூழாக்கப்பட்டு விதை நேர்த்தி செய்யப்படுகிறது. இக்கருவி மூலம் விதை நேர்த்தி செய்வது எளிதானதாகவும் சிக்கனமானதாகவும் இருக்கிறது.

விதைகளுடன் கலக்கப்படும் மருந்தின் அளவு, விதை வகை, மருந்தின் தன்மை சேமிப்பில் இருக்கும் காலம் (length of storage) முதலியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடும். மருந்தின் அளவு பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பின்னர் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. எனவே, மருந்தின் அளவைக் கூட்டியோ குறைத்தோ உபயோகித்தல் கூடாது. குறிப்பிட்ட அளவுக்கு மேல்

மருந்து உபயோகித்தால் விதைகளின் முளைப்புத் திறன் பாதிக்கப்படக்கூடும்.

விதைகளுடன் மருந்து கலப்பது மிகவும் சிக்கனமான தொழில்நுட்பமாகும். ஏக்கருக்குத் தேவையான விதைகளுக்கு விதை நேர்த்தி செய்ய சுமார் ரூ. 1 , ரூ. 2 மட்டுமே செலவாகிறது. செலவைக் கணக்கிடும்போது இதனால் விளையும் பயன் மிகவும் அதிகம். அதிகச் செலவில்லாத பாதுகாப்பாக விதை நேர்த்தி அமைகிறது.

விதை நேர்த்தி செய்யப்படும்போது மிகுந்த கவனத்துடனும் எச்சரிக்கையுடனும் செய்ய வேண்டும். உடம்பில் படா வண்ணமும், சுவாசிக்கும்போது உட செல்லாமலும் இருக்கக்கூடாது பாதுகாப்புக் கவசங்களை அணிதல் அவசியம். வெறுங்கையால் (bare hand) விதை நேர்த்தி மருந்துகளையோ, விதை நேர்த்தி செய்யப்பட்ட விதைகளையோ தொடுதல் கூடாது. விதை நேர்த்தி முடிவுற்ற பின்னர் கைகளை சோப்புக் கொண்டு நன்கு கழுவ வேண்டும். நல்ல காற்றோட்டமுள்ள இடங்களில் மட்டும் விதை நேர்த்தி செய்தல் வேண்டும்.

காற்றோட்டமில்லாத மூடப்பட்டுள்ள இடங்களில் தொடர்ந்து நீண்ட நேரம் விதை நேர்த்திச் செய்தலைத் தவிர்க்க வேண்டும். உணவுப் பொருள்கள் வைக்கப் பயன்படும் பாத்திரங்களை விதை நேர்த்திச் செய்ய உபயோகிக்கக் கூடாது. விதை நேர்த்திச் செய்யும் போது புகை பிடிப்பதோ நீர்க் குடித்தலோ, உணவு உட்கொள்ளுவதோ கூடாது. விதை நேர்த்திச் செய்யப்பட்ட விதை எக்காரணம் கொண்டும் தீவனமாகக் கால் நடைகளுக்கோ, கோழிகளுக்கோ, மனித உணவாகவோ பயன்படுத்தல் கூடாது.

இரா.கேசவன்

துணை நூல். R.L.Agarwal, *Seed Technology*, Oxford & IBH publishing Co., New Delhi, 1982.

விதைப் பகுப்பாய்வு

வேளாண்மை உற்பத்தியில் விதையின் பங்கு மிகவும் அவசியமாக கருதப்பட்டாலும் விதைகளின் தரத்தை நிர்ணயிக்கவும் அவை விற்பனை செய்யப்படுவதை ஒழுங்குபடுத்தவும் எவ்விதக் கட்டுப்பாடும் இருந்ததில்லை. சுமார் 120 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்தான் விதைப் பகுப்பாய்வு பற்றிய உணர்வு மேலை நாடுகளில் தோன்ற ஆரம்பித்தது. விதைப் பகுப்பாய்வு செய்வதில் முன்னோடியாக மேற்கு ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த ஃபிரடரிக் நோபே என்பாரைக் கூறலாம். பின்னர் அமெரிக்காவிலும் விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையங்கள் தோன்ற ஆரம்பித்தன. இவை விதைத் தரத்தை நிர்ணயிக்கவும், விவசாயிகளுக்கு தரமான விதைகள் கிடைக்க வேண்டும் என்ற நோக்கத்திலும் செயல்படுகின்றன. இந்தியாவிலும் விதைகளின் தரத்தை நிர்ணயித்து விநியோகம் செய்வதை ஒழுங்குபடுத்த சட்ட திட்டங்கள் இந்திய விதைச் சட்டம் 1966 மூலம் உருவாக்கப்பட்டு செயல்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இந்தியாவில் முதல் விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையம் 1961ஆம் ஆண்டு நிறுவப்பட்டது. தற்போது ஒவ்வொரு மாநிலத்திலும் ஓர விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையம் என்று 61 நிலையங்கள் இயங்கி வருகின்றன. தமிழ் நாட்டில் கோயம்புத்தூர், குடுமியான்மலை, மதுரை ஆகிய இடங்களில் விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையங்கள் உள்ளன.

விதைப் பகுப்பாய்வு என்றால் என்ன?

விவசாயிகள் உபயோகிக்கும் விதைகளின் தரத்தை நிர்ணயிக்க உபயோகப்படும் சில ஆய்வுகளே விதைப் பகுப்பாய்வு எனக் கூறப்படுகிறது. இதில் முளைப்புத்திறன் (germination) புறத்தூய்மை ஈரப்பதம் முதலியவை அடங்கும். வேறு பல ஆய்வுகளும் விதைப் பகுப்பாய்வில் மேற்கொள்ளப் படுகின்றன. இதில் களை விதைகள் இதர பயிர் விதைகள், ஆயிரம் விதை எடை, விதை வீரியம் வளர்ப்பு முறை ஆய்வு விதைநலம் போன்றவையும் அடங்கும். ஆனால் இந்த ஆய்வுகள் எல்லா மாதிரிகளுக்கும் செய்யப்படுவதில்லை. தனியே குறிப்பாக இந்த ஆய்வு முடிவுகள் கேட்டால் மட்டுமே பரிந்துரை செய்யப்படுகின்றன.

விதைப் பகுப்பாய்வு செய்வதில் கையாளப்படும் குறிக்கோள்களில் முக்கியமாகக் கருத வேண்டியவைகளாக, விதை மாதிரிகளின் தரத்தை மிகவும் கச்சிதமாகக் கணிக்க கையாளப்படும் வழிமுறைகள்; உலகம் முழுவதும் உள்ள விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையங்களில் உள்ள விதைப் பகுப்பாய்வாளர்கள் ஒரே மாதிரியான முடிவுகள் பெற வழிமுறை வகுத்தல், விதைப்புக்கேற்றத்தகுதி (planting value) கணிக்க ஆய்வு முடிவுகளை ஒப்பிட்டு நோக்குதல், பகுப்பாய்வு முடிவுகளை மிகக் குறுகிய காலத்தில் அறிவித்தல், ஆய்வுகளை மிகவும் சிக்கனமான முறையில் செய்தல் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

இந்த கோட்பாடுகளுக்கு உறுதுணையாக அனைத்துலக விதைப்பகுப்பாய்வு நிலையங்களுக்கும் பொருந்தும் வண்ணம் அனைத்துலக விதைப் பகுப்பாய்வு கூட்டமைப்பு விதை முறைகளை வகுத்தளித்து வருகிறது. இந்த அமைப்பு விதை மாதிரி எடுக்கும் பகுப்பாய்வு செய்யும் முறை ஆகியவற்றைத் தேர்வு செய்து அமல்படுத்தவும் அம்முறைகளை வெளியிடவும் பணியாற்றி வருகிறது. அத்துடன் விதைநுட்பவியல் சம்பந்தமான ஆராய்ச்சிகளையும் மேற்கொண்டு வருகிறது. இந்த அமைப்பு வெளியிடும் அகில உலக விதைப் பகுப்பாய்வு விதிமுறைகள் அனைத்து விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையங்களாலும் பின்பற்றப்பட்டு வருகின்றன.

விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையத்தை மையமாக வைத்தே விதைத்தரத்தை நிர்ணயிக்கும் மற்ற பணிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. விதைச் சட்டத்தால் நிர்ணயிக்கப்பட்ட சில சட்டம் சம்பந்தப்பட்ட பிரச்சினைகளையும் விதைப் பகுப்பாய்வு தீர்த்து வைக்கிறது. விதைப் பகுப்பாய்வுக்கு விகித மாதிரிகள் விதை ஆய்வாளர்களாலும் விதைச் சான்று அலுவலர்களாலும் தனிப்பட்டவர்களாலும் அனுப்பப்பட்டு வருகின்றன. விதை ஆய்வாளர்களால் அனுப்பப்படும் மாதிரிகள் அலுவலக மாதிரிகள் (official sample) என்றும், விதைச் சான்றுரை அலுவலர்களால் அனுப்பப்படுவது சான்றுரை மாதிரிகள் (certified sample) என்றும், விதை விற்பனையாளர்கள் விதை உற்பத்தியாளர்கள் மற்றும் தனிப்பட்டோரால் அனுப்பப்படுவது பணி மாதிரிகள் (service sample)

என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

இவ்வாறாக அனுப்பப்படும் மாதிரிகள் விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையங்களில் பெறப்பட்டு இதற்கெனப் பராமரிக்கப்படும் பதிவேடுகளில் தனித்தனியாக சங்கேத எண்களுடன் (code numbers) பதியப்படுகின்றன. இத்தகு மாதிரிகளை அனுப்பப்பட்ட மாதிரிகள் என்றும், இதிலிருந்து ஆய்வுக்காகப் பிரித்தெடுக்கப்படும் மாதிரிகளை ஆய்வு மாதிரிகள் எனவும் குறிப்பிடப் படுகின்றன. ஆய்வு மாதிரிகளில் குறைந்தது 2500 விதைகளாவது இருத்தல் அவசியம். அனுப்பப்பட்ட மாதிரியின் எடை பயிர் வகைகளுக்குத் தகுந்த மாதிரி ஈரப்பதம் ஆய்வு முடிவுகள் தேவைப்பட்டால் இதற்கென தனியே காற்று ஈரம் உட்புகா பாலித்தீன் பைகளில் மாதிரிகளை அனுப்ப வேண்டும்.

ஆய்வு மாதிரியில் இருந்து புறத்தூய்மை, இதர பயிர் விதைகள், களை விதைகள், கல், தூசி முதலியன (inert matter) கண்டறியப்பட்டு முடிவுகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இவையனைத்துமே சதவீதத்தில் குறிக்கப்படுகின்றன. மீதமுள்ள விதைகளில் முளைப்புத்திறன் பரிசோதிக்கப்படுகிறது. முளைப்புத்திறன் அறிய 200 அல்லது 400 விதைகள் ஒரு தொகுதிக்கு 100 விதைகள் வீதம் பரிசோதனை செய்யப்படுகிறது. இது முளைப்புச் சோதனை அறையில் குறிப்பிடப்பட்ட ஒப்பு ஈரப்பதம் (RH), தட்பவெப்ப நிலை மற்றும் சோதனைக்கு பயன்படும் அடிப்படை ஆகியவற்றில் செய்யப்படுகிறது. அப்போது தான் மீண்டும் பரிசோதிக்கும்போது அதே திரும்பப் பெறத்தக்க முடிவுகள் கிடைக்கும். ஒவ்வொரு விதை வகைக்கும் சோதனைக் கூடத்தில் இருக்க வேண்டிய நாட்கள் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளன. எ-டு: நெல்லுக்கு 14 நாட்களும், சோளத்திற்கு 10 நாட்களும், கம்புக்கு 7 நாட்களும் தேவைப்படுகின்றன. வெண்டை விதைகளுக்கு 21 நாட்கள் தேவைப்படுகிறது. எல்லா விதைகளும் முளைத்து இயல்பான நாற்றுக்களாக வெளிப்பட இந்தக் காலம் தேவைப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட நாட்களுக்கு முன்பாகவே சில சமயங்களில் முதல் எண்ணிக்கை முடிந்தவுடன் இறுதி எண்ணிக்கை இல்லாமலேயே கூட பரிசோதனையை முடித்து விடுவதும் உண்டு. இச்சோதனையில் இயல்பான

நாற்றுக்கள், இயல்பற்ற நாற்றுக்கள், முளைக்காத உயிரற்ற விதைகள், உயிருள்ள ஆனால் நீர் உட்புகாததால் முளைக்காத கடின விதை உறை கொண்ட விதைகள் ஆகியன கணக்கெடுக்கப் படுகின்றன. முளைப்புத்திறன் இயல்பான நாற்றுக்களின் சதவீதமாக அறிவிக்கப்படுகிறது. மற்ற விபரங்களும் விதை ஆய்வு முடிவுகள் மூலம் அறிவிக்கப்படுகின்றன.

இந்திய விதைச் சட்டத்தின் கீழ் விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையங்கள் அறிவிக்கப்பட்ட (motified) நிலையங்களாக அங்கீகரிக்கப்பட வேண்டும். இங்கு பணிபுரியும் விதைப் பகுப்பாய்வாளர் அறிவிக்கப்பட்ட விதைப் பகுப்பாய்வாளராகச் செயல்படுகிறார். இவருக்கு உறுதுணையாக வேறு அலுவலர்களும் தேவையான கருவிகளும் வழங்கப்படுகின்றன. விதைப் பகுப்பாய்வு நிலையத்தில் இருந்து வெளியிடப்படும் முடிவுகள் குறைந்தபட்ச விதைத் தரத்திற்கு (minimum seed standards) இருந்தால் மட்டுமே விதைகளாக விற்க முடியும். தரம் குறைந்த விதைகளை விற்பது சட்டப்படி குற்றமாகும். முதல் ஆய்வின்போது விதைத் தரம் குறைந்து காணப்பட்டால் மறு ஆய்வு செய்வதற்கு வழிவகை உண்டு. ஆய்வுக்காக அனுப்பப்படும் ஒவ்வொரு மாதிரிக்கும் விதைப் பகுப்பாய்வுக் கட்டணமாக ஒரு தொகை வசூலிக்கப்படுகிறது.

விதைப் பகுப்பாய்வின் ஓர் அங்கமாக இனத் தூய்மையும் (genetic purity) வளர்ப்பு முறை ஆய்வு மூலம் கண்டறியப்படுகிறது. வீரிய ஓட்டுப் பருத்தி (hybrid cotton) போன்ற விலை மிகுந்த விதைகளுக்கு மட்டுமே தற்போது இந்த ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது. விதை நல ஆய்வும் விதைப் பரிசோதனை நிலையங்களில் செய்ய வழிவகை செய்யப்பட்டு வருகிறது.

விதைகளின் தரத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் விதைக்கும் விதைகள் முளைப்புத் திறன் உள்ளனவாக இருக்கின்றனவா என்றறியவும் இவ்விதைப் பகுப்பாய்வு பெரிதும் பயன்படுகிறது.

துணை நூல்கள். R.L. Agarwal, *Seed Technology*, Oxford & IBH publishing co., New Delhi -

1982; *International Rules for seed testing rules - seed science and technology*, ISTA, 19 : 299-355 - 1985.

விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடங்கள்

விதைகளை விதைப்பதற்கு முன்பாக அவற்றின் முளைப்புத் தகுதியை (planting value) அறிய விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடங்கள் உதவிபுரிகின்றன. குறைந்த தரத்தை உடைய விதைகளை விதைப்பதனால் ஏற்படும் ஏமாற்றங்களைக் குறைக்க இவ்வாய்வு வழிவகை செய்கிறது. விதைகள் விதைப்பதற்கு ஏற்றவையா என்றறியவும், விதைத் தரக் குறைபாடுகளைக் (seed quality problem) கண்டறியவும், விதை ஈரத்தைக் (seed moisture) குறைக்க வேண்டியதன் அவசியத்தையும், விதைப்பக்குவம் (seed processing) செய்ய வேண்டியதன் அவசியத்தையும், விதைச் சட்டத்தின் (seed act) கீழ் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய தரங்களைக் கண்டறியவும், விதைகளின் தரத்தை நிர்ணயிக்கவும் விதைப் பகுப்பாய்வு கூடங்கள் செயல்படுகின்றன.

விதை விற்பனையில் ஏற்படும் தரக் குறைவான முறைகளைக்களையும் பொருட்டு சுமார் நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பாகவே, பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் விதைப் பகுப்பாய்வு செய்யும் பழக்கம் தோன்றியது. இதற்கு முன்னோடியாக 1869-ஆம் ஆண்டில் முதல் கணிதப் பகுப்பாய்வு கூடம் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த ஃபிரடரிக் நோபே என்பவரால் சாக்சனி பகுதியைச் சேர்ந்த சிராண்ட் என்ற ஊரில் அமைக்கப்பட்டது. 'ஃநோபேயால் எழுதப்பட்ட விதைப் பகுப்பாய்வுக் கையேடு 1976ஆம் ஆண்டு பதிப்பிக்கப்பட்டு இத்தகு புத்தகங்களின் வரிசையில் சிறந்ததெனப் போற்றப்படுகிறது. இதற்கு அடுத்தபடியாக 1871ஆம் ஆண்டு டென்மார்க்கில் கோப்பன்ஹேகன் நகரத்தில மோல்லர்ஹோல்ஸ்ட் என்பவரால் இரண்டாவது பகுப்பாய்வுக்கூடம் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இருபதாம் நூற்றாண்டு ஆரம்பத்தில் சுமார் 130 கூடங்கள் ஐரோப்பா முழுவதும் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. முதலாவது

விதைப் பகுப்பாய்வுக்கூடம் இந்தியாவில் 1961ஆம் ஆண்டு புதுடில்லியில் துவங்கப்பட்டது. தற்போது ஒவ்வொரு மாநிலத்திலும் ஒரு விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடமாவது செயல்படுகிறது. இந்தியாவில் தற்சமயம் 61 கூடங்கள் உள்ளன.

உலகில் உள்ள அனைத்துக் கூடங்களிலும் பகுப்பாய்வுப் பணிகள் ஒரே சீராக மேற்கொள்ள வழிமுறைகளை வகுக்க அனைத்துலக விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூட்டமைப்பு (*International Seed Testing Association - I.S.T.A*) 1924ஆம் ஆண்டு நார்வே நகரத்தை நிரந்தர செயலகமாகக் கொண்டு துவக்கப்பட்டுச் செயல்பட்டு வருகிறது. அனைத்துலக விதிமுறைகள் இச்செயலகத்தால் வெளியிடப்பட்டு அனைத்து நாடுகளாலும் கடைப்பிடிக்கப்பட்டு வருகிறது.

இந்தியாவில் 1966ஆம் ஆண்டு முதல் அமலாக்கப்பட்டு வரும் இந்திய விதைச்சட்டத்தின்படி ஒவ்வொரு மாநிலமும் ஒரு விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடத்தை அறிவிக்கப்பட்ட கூடமாகத் தெரிவித்துள்ளது. இந்திய வேளாண்மை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தில் (*Indian Agricultural Research Institute*) அமைந்துள்ள விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடத்தை மைய விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடமாக இந்திய அரசு அறிவித்துள்ளது. அறிவிக்கப்படாத வேறு சில விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடங்களும் விதைத் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டு வருகின்றன.

விதைத் தரத்தை நிர்ணயிப்பதில் விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடங்களின் பங்கு மிகவும் நடுநாயகமாக விளங்குவதாகும். விதைகளில் முளைப்புத் தகுதி, விதைகளின் சதவீதம், விதையின் ஈரத்தன்மை முதலானவற்றைக் கண்டறிவது இப்பகுப்பாய்வுக் கூடங்களின் பணியாகும். இத்தகு பணிகளை மேற்கொள்ளப் போதுமான அலுவலர்களும் தேவைப்படும் கருவிகளும் இருத்தல் அவசியம். அப்போதுதான் பகுப்பாய்வு முடிவுகள் உடனுக்குடன் சம்பந்தப்பட்டவர்களுக்கு கிடைக்கும். இதைக் கருத்தில் கொண்டுதான் காரே குவினர் 1975ஆம் ஆண்டிலேயே சில அத்தியாவசியமான தேவைகளைக் குறிப்பிட்டுள்ளனர்.

முதலாவதாக, இப்பணியில் ஈடுபட்டுள்ள அலுவலர்கள் மிகுந்த பொறுப்புணர்ச்சியுடனும் பாகுபாடின்றி செயலாற்றும் திறன் படைத்தவர்களாகவும் உயர் அலுவலர் இல்லாத போதும் பணி தடைப்படாமல் செயல்புரியும் திறன் படைத்தவர்களாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

பகுப்பாய்வு பணி செய்யத் தேவைப்படும் கருவிகள், செயல்முறைகள், முடிவு களை ஆராய்ந்தறிதல் போன்றவை ஒரே சீரானதாக அமைதல் வேண்டும்.

காலதாமதமின்றி பகுப்பாய்வு செய்தல், ஒத்துழைக்கக்கூடிய மனப்பாங்கு, நல்ல சேவை மனப்பான்மை கொண்ட பணியாளர்களை நியமனம் செய்தல்.

சம்பந்தப்பட்டவர்களுக்கு விஞ்ஞான அடிப்படையில் ஆராய்ச்சி முடிவுகளை அறிவித்தல், ஏற்படும் சந்தேகங்களுக்கு விளக்கம் அளித்தல் போன்ற பணிபுரிய உரிய அறிவியல் படிப்பு கொண்ட அலுவலர்களை நியமித்தல்.

விதை வாணிபம் செழித்தோங்க விதைப் பகுப்பாய்வு நெறிமுறைகளை வகுத்தல், நடைமுறைக்கேற்ற விதைகளை ஆராய்தல் போன்றப் பணிகளில் ஈடுபடுதல்.

பகுப்பாய்வு பணி சிறக்க ஆய்வுக்கூடம் போதிய இடவதியுடன் தேவையான நீர், ஒளி மற்ற சுகாதார வசதிகளுடன் இருத்தல் வேண்டும். வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டுக்கு குளிர்பதன வசதிகள், அலுவலர்கள் களைப்பின்றி வேலை செய்ய போதுமான இருக்கைகள் ஆகியன கொண்டிருத்தல் வேண்டும். 10,000 மாதிரிகள் ஓர் ஆண்டில் ஆய்வு செய்யத் தேவையான கூடம் சுமார் 1500 சதுர அடி பரப்பளவு இருத்தல் வேண்டும். இதில் அலுவலகம், மாதிரிகளைப் பெற்றுக் கொள்ளுமிடம், புறத்தூய்மை கண்டறியுமிடம் (*purity analysis section*), முளைப்புத்திறன் கண்டறியுமிடம் (*germination room*) என பல பகுதிகளாக அமைந்திருக்க வேண்டும். இனத்தூய்மை (*genetic purity*) கண்டறிய சிறிதளவு இடம் இருத்தல் வேண்டும்.

விதைப் பகுப்பாய்வுக் கூடத்தின் தலைமை அலுவலர் விதைப் பகுப்பாய்வு அலுவலர் (Seed Testing officer) என்றழைக்கப்படுவார். இந்திய அரசால் அறிவிக்கப்பட்ட விதைப் பகுப்பாய்வாளராகவும் இவர் செயல்படுவார். இவருக்கு உறுதுணையாக அலுவலகப் பணியாளர்களும், விதைப் பகுப்பாய்வாளர்களும் (seed analysts) வேறு பணியாளர்களும் நியமிக்கப்படுவர்.

விதை மாதிரிகள் பெறப்பட்டவுடன் சம்பந்தப்பட்ட பதிவேட்டில் பதியப்பட்டு பதிவு எண் வழங்கப்படுகிறது. விதை மாதிரி பெறப்பட்ட நாள், அனுப்புபவரின் முகவரி, விதை இனம், இரகம், விதைக் குவியலின் எடை, குவியல் எண் (lot number), அடையாளக்குறி (identification mark), தேவையான ஆய்வுகள் (kind of tests) போன்றவை பதியப்படும். அச்சிட்ட படிவத்தில் இவ்விவரங்கள் பராமரிக்கப்படும்.

பெறப்பட்ட மாதிரியில் (submitted sample) இருந்து பகுப்பாய்வு மாதிரி (working sample) பாரபட்சமின்றி எடுக்கப்பட்டு அனைத்து ஆய்வுகளும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. விதைத் தூய்மை பார்க்கப்பட்ட விதைப் பகுதியில் இருந்து விதைகளை எடுத்து முளைப்புத்திறன் கணக்கிடப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட காலக்கெடு முடிந்த பின்னர் இயல்பான நாற்றுக்கள், இயல்பற்ற நாற்றுக்கள், உயிரற்ற விதைகள் முதலியன கண்டறிந்து விதை ஆய்வு முடிவுகள் (seed test results) அறிவிக்கப்படுகின்றன.

விதைப் பகுப்பாய்வு முடிவுகள் விதைச்சான்றுரை (seed certification) துறையாலும் விதை ஆய்வுத் (seed inspection) துறையாலும் பரிசீலிக்கப்பட்டு நிர்ணயிக்கப்பட்ட தரம் (prescribed standard) இருப்பின் விதைகள் விற்பனைக்கு ஏற்றதெனக் கொள்ளப்படுகின்றன. தரம் குறைவாக இருப்பின் விதைகள் பயனற்றவை எனத் தள்ளுபடி செய்யப்படுகின்றன.

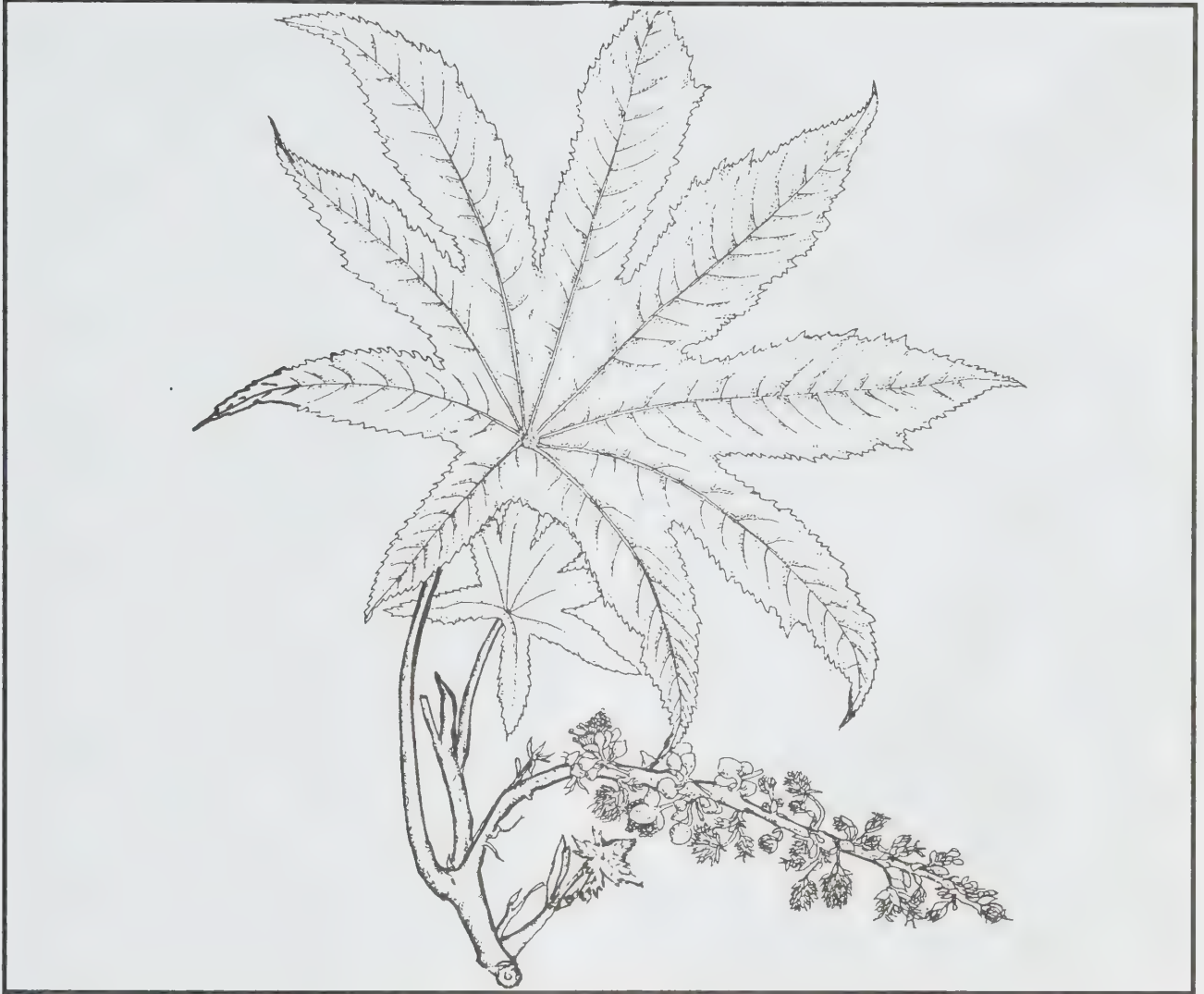
விதைகளுடன் பரவும் நோய்க் கிருமிகளைக் கண்டறியும் விதை நலம் பற்றிய ஆய்வும் தற்போது பரவலாக எல்லா விதைப்பகுப்பாய்வுக் கூடங்களிலும் கடைப்பிடிக்கப்பட்டு வருகிறது.

துணை நூல்கள். R.L. Agarwal, *Seed Technology*, Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, 1982; International Rules for seed Testing Rules - *Seed science and technology*, ISTA 1985, 19-299-355.

விதை பரவுதல்

செடிகளில் விதைகள் அதிகமாக உண்டாகின்றன. எல்லா விதைகளும் முளைத்துச் செடியாவ்தில்லை. ஒரு செடியின் விதைகளெல்லாம் அச்செடியின் அடியிலேயே விழுமானால் அவற்றிலிருந்து முளைக்கும் செடிகள் அனைத்தும் மிக நெருக்கமாக வளர வேண்டி வரும். இந்த நெருக்கடியினால் அச்செடிக்கு போதுமான உணவும், காற்றும் கிடைக்க இயலாது. பல செடிகள் அழிய நேரும். செடிகள் நன்கு வளர வேண்டுமானால் அவை நன்கு அகன்று பரந்திருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் அவை நல்ல பலனைத் தரும். செடிகளில் இயல்பாக விதை பரவலுக்குச் சில கருவிகள் காணப்படுகின்றன. இதனால் செடிகள் ஓரிடத்திலிருந்து மிகத் தொலைவான வேறிடங்களுக்கும் பரவ முடியும். காற்றின் துணைகொண்டு பரவுதல் கணிகள் மூலம் வெடித்து பரவுதல் என விதை பரவல் பல வகைப்படுகிறது.

காற்றினால் விதை பரவுதலுக்கு ஏற்ப விதைகளில் சில அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. மாதவி தாவரத்தின் கனிச்சுவர் சிறகு போல அமைந்து இருப்பதோடல்லாமல் அகன்றும் இருப்பதால் காற்றில் ஊர்ந்து செல்ல இயலும். மர மல்லிகையின் விதையுறை அகன்று மெல்லிய சிறகாக இருக்கிறது. கனி வெடித்தவுடன் விதைகளைக் காற்று எளிதாக எடுத்துச் செல்லும். வேங்கை மரத்தின் கணிகள் மெல்லிய பட்டையாகவும் நீளவாட்டமாகவும் கனிச்சுவர் அற்றும் உள்ளது. இதில் காற்று மூலம் கனி பரவும். சூரியகாந்திக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கணிகளில் நிலைத்துள்ள புல்விதழ்கள் மெல்லிய உரோமம் போன்று வளரிகளாக மாறி இருப்பதால் கணிகள் முதிர்ந்து உதிரும்போது காற்றில் பாரகூட்போல (parachute) பரந்துசென்று



செம்முத்துக் கொட்டை

பரவுகின்றன. ஆடுதின்னாப்பாளையின் கனி முதிர்ந்து வெடித்த பின்னும் விதைகள் உள்ளே ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். காற்றின் வேகத்தால் கனிகள் அலைக்கப்பட்டு விதைகள் உதிர்ந்து பரவுகின்றன. எருக்கு, வேலிப்பருத்தி, ஊத்தாமணி (dalmia), பருத்தி முதலியவற்றின் விதைகளில் பஞ்ச இழைகள் உண்டாவதால் விதைகள் காற்றில் எளிதாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஆர்கிட்டு விதைகள் சிறியதாகவும், இலேசாகவும் இருப்பதால் காற்றினால் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. ஆர்கிட் விதை .004 மி.கி. எடை உடையது. சின்கோனா விதைகள் சிறியது;

இருபுறமும் சிறகுபோன்ற அமைப்புடையது. பைசாலிஸ் மலரின் புல்லியானது கனியைச் சுற்றி சூழ்ந்து பெரிய காற்றுப்பை போன்று ஓர் அமைப்பை உருவாக்குகிறது. இதைப்போன்று பலூன் வடிவில் புல்லியானது கார்டியோ ஸ்பெர்மம் கனியில் காணப்படுகின்றது. மொரிங்கா டெரிகோஸ் பெர்மா, லார்கயர் ஸ்டோர்மியா மற்றும் சின்கோனா விதையுறைகள் இறகுகளை உண்டாக்கி அவற்றைக் கொண்டு பரவுகின்றன. ஏசேர் (acer), பிராக்கினஸ் கனியின் புற உறை சிறகுகளாக மாற்றமடைந்து விதைகள் பரவுகின்றன. அர்ஜீமோன் தாவரக்கனியில்



குண்டுமணி

உள்ள விதைகள் கனியின் மேல் அமைந்துள்ள துளைகள் மூலம் வெளியேறுகின்றன.

நீரினால் கனி பரவுதல் முறையில் தென்னை, யானைப்புளி இவற்றின் கனிகள் நீரில் மிதந்து

நெடுந்தொலைவிற்குச் செல்லும். ஒரு தீவில் இருந்து மற்றத் தீவுகளுக்குத் தேங்காய், கடல் நீரில் மிதந்து செல்வது ஃபிஜீ தீவுகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது. யானைப்புளி மலேசியா தீவுகளில் இவ்வாறே பரவியுள்ளன. இக்கனிகள் கடல்நீரினால் பாதிக்கப்படாமல் பல நாட்கள் மிதக்கக்கூடும். அல்லிக்கொடிகளின் விதைகள் மிகச் சிறியவை. இவற்றில் இருக்கும் பத்திரி அவை நீரில் மூழ்கா வண்ணம் மிதந்து செல்லப் பயன்படுகிறது. பனை வகைகளில் நிப்பாப்ருடிக்கன்ஸ், செரிபிரா ஓடோலம், பாண்டனஸ், நீரில் மிதந்து சென்று பரவுகின்றன. நன்னீரில் வாழும் அலிஸ்மா சாஜீட்டேரியா போன்ற தாவரங்களின் விதைகள் மிதக்கக்கூடியதாகவும், விதையுறையானது நீரினால் அழியாத தன்மையும் பெற்றுள்ளது. விலங்குகளால் பரவுதல் முறையால் கனிகளும் விதைகளும் விலங்குகளின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டு வேறிட்டு சேர்கின்றன. நாயுருவியில் பூவடிச் செதிலும் பூவுறை விளிம்புகளும் கூரிய முள் போன்றுள்ளன. இவை விலங்குகளின் மேலும் மக்கள் ஆடையிலும் ஒட்டிக் கொண்டு வேறிடங்களில் பரவுகின்றன. தேள் கொட்டுக்குக்காய் வளர்ச்சி நிலையில் ஒரு சதையுள்ள உள்ளோட்டுக் கனியாக இருக்கும். முதிர்ந்ததும் சதையுள்ள வெளிப்பாகம் அழிந்து விட கனியின் முளையில் இரண்டு வளைந்த முட்கள் காணப்படுகின்றன. இவை கொக்கிகள் போல விலங்குகளின் மேல் ஒட்டிக் கொண்டு பரவுகின்றன. வேம்பு, ஆல் முதலானவற்றின் கனிகளைப்பறவைகள் விதையுடன் உண்ணும். அவை எச்சமிடும்போது விதைகள் வெளிவருகின்றன. மா, பலாக் கனிகளை மக்கள் உண்ட பின் வேறிடங்களில் விதைகளை எறிந்து விடுகின்றனர். வெளவால் இலுப்பைக் கனிகளை வெகுதூரம் கொண்டு சென்று விதைகளைப் பரவச் செய்கின்றன. குண்டுமணி, ஆமணக்கு விதைகள் கண் கவர் பழம் போலவும், சிறுபூச்சிகள் போலவும் இருப்பதால் இவற்றைச் சில பறவைகள் விரும்பி எடுத்துச்செல்கின்றன. வேறிடஞ் சென்று பார்க்கும்போது தாம் ஏமாறிப் போனதை உணர்ந்து விதைகளை விட்டெறிவதால் விதைகள் பரவுகின்றன. போயர்கேவியா கிளியோம் கனிகளில் ஒட்டும் பசை நீர்மம் காணப்படுவதால் அவை மேய்ச்சலில் வரும் விலங்குகளின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டு வேறிடஞ் செல்லுகின்றன. எறும்புகள் விதைகளை

ஓரிடத்திலிருந்து வேறிடத்திற்கு எடுத்து செல்கின்றன. சாகுபடியில் உற்பத்தியை அதிகரிக்க மனிதன் விதைகளை நல்ல வளம் வாய்ந்த பிரதேசத்திற்கு எடுத்துச் செல்கிறான். பல நன்மை பயக்கும் தாவர விதைகள், மருத்துவத் தாவர விதைகள், பலதரப்பட்ட சோதனைக்குப் பின்பு பிறநாடுகளிலிருந்து தருவிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு தாவரங்களின் விதைகள் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் ஒரு நாட்டிலிருந்து வேறு நாட்டுக்குச் சென்று வளர்கின்றன.

தாமாகவே கணிகள் வெடித்து விதைகளை தாய் தாவரத்திலிருந்து வெகு தொலைவிற்கு வீசியெறிகின்றன. பால்சம் தாவர கனி, ஜெரானியம் கனி உலர்ந்தபின் நீர்த்திவலைகள் படும்போது கனி வேகமாக வெடித்து வெகு தூரத்திற்கு விதைகளை எறிகிறது. என்ட்டா தாவர கனி வெடித்துச் சிதறுவது பட்டாசு வெடிக்கும் அளவில் ஒலி உண்டாக்குகிறது. பாகினியா தாவர கனியும் வெடித்து சிதறுகிறது. பால்சம், ஆக்சாலிஸ் கனிகளை தொட்டவுடன் அவை வெடித்து விதைகளை சிதறச் செய்கின்றன. குண்டுமணி, கிளைட்டோரியா கனிகளின் உறைகள் உலரத் தொடங்கியதும் பின்புறமாகத் திரும்பி விதைகளை வெளியேற்றுகின்றன. இதனால் விதைகள் பரவுகின்றன. ஆண்ட்ரிகிராபிஸ் பானிகுலேட்டா போன்ற தாவர கனிகளின் உள் புறத்தில் ஒவ்வொரு விதைக்கும் கீழே சிறிய கொக்கி போன்ற தள்ளும் உறுப்புகளான ஜாக்குலேட்டர்ஜிகள் (juculators) காணப்படுகின்றன. இரு வரிசைகளில் மாறி மாறி அமைந்துள்ள விதைகள் கனி வெடித்தவுடன் நான்கு திசைகளிலும் ஜாக்குலேட்டர் மூலம் வெளியேற்றப்படுகிறது.

மத்தியத் தரைக் கடல் நாடுகளில் காணப்படும் எக்பேலியம் (ecballium) வகை பூசணிகளின் கனியின் உட்பகுதியில் விதைகள் திசுக் கருடன் கலந்து அதிக அழுத்தத்துடன் காணப்படுகிறது. கனிமுதிர்ந்து காம்பிலிருந்து விடும்போது விடுபட்ட பகுதி கனியின் திறப்பு பகுதி போன்று செயல்படுகிறது. இத்திறப்பின் மூலம் விதைகள் கனியின் அதிக உள் அழுத்தத்தால் சுமார் 20 அடி தூரம் வரை சென்றுவிடுகிறது. இவ்வாறு விதைகள் தலை முறையை வளர்க்கவும், வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் வெற்றி பெறவும் தாய்த் தாவரத்திலிருந்து விலகிச்

செல்லுவதற்காகவே பல விதமான விதைகள் பரவுதல் முறைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன.

சிவ. கார்த்திகேயன்

துணை நூல். தாவரம் - வாழ்வும் வரலாறும் - 1, டாக்டர் ரு. சீனிவாசன், தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்.

விதைப் பிரித்தெடுக்கும் நுணுக்கம்

வயலில் இருந்து அறுவடை செய்யப்படும் கதிர்கள், பழங்கள், நெற்றுக்கள் போன்றவைகளில் இருந்து விதைகளைப் பிரித்து எடுக்கும் முறை ஒவ்வொன்றுக்கும் வேறுபட்டதாகும். பழங்கள் போன்ற சதைப்பற்றுள்ளவைகளில் இருந்து விதைகளைப் பிரித்தெடுப்பதற்கும், கதிர்கள், நெற்றுக்கள் போன்ற உலர்ந்த நிலையில் உள்ளவைகளில் இருந்து விதைகளைப் பிரித்தெடுப்பதற்கும் நுணுக்கங்களில் நிறைய வேறுபாடு உண்டு. எவ்வகைப்பட்ட முறையாயினும் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கும்போது எவ்வித சேதம் இன்றியும், கழிவு அதிகம் போகாமலும் புறக் கலப்பு (physical admixture) இன்றியும், சேமிப்புக்கு ஏற்றவகையில் ஈரப்பதம் குறைந்த நல்விதைகளைப் பெறுவதுதான் சிறந்த நுணுக்கமாகும்.

நெல் சிறுதானியங்கள் போன்றவை அறுவடையின் போது ஈரப்பதம் அதிகமாக 18% முதல் 25% வரை இருக்குமாதலால் அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு ஏற்ற வகையில் காயவைத்துப் பின் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இவற்றின் கதிர்களைக் காய வைப்பதிலும் மிகுந்த கவனம் தேவை. பிரித்தெடுப்பதற்கு ஏற்ற 14% - 16% வரை, சூரிய வெப்பத்திலோ செயற்கையான முறையிலோ படிப்படியாக கதிர்களின் ஈரப்பதத்தைக் குறைக்க வேண்டும். எக்காரணம் கொண்டும் வெப்பத்தின் அளவு 42°C மேற்படக்கூடாது. அவ்வாறு இருப்பின் விதைகளின் முளைப்புத்திறன் (germination) பாதிக்கப்படக்கூடும். மேலும் உச்சி வெயிலில் கதிர்களைக் காய வைப்பதும் உகந்ததல்ல.

வழவழப்பான மொசைக் தரைகளிலும் விதைக் கதிர்களை உலர்த்துதல் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

நன்கு காய்ந்த கதிர்களை கதிரடிக்கும் கருவி (*thresher*) கொண்டோ டிராக்டர் மூலமாகவோ வளையக்கூடிய நீளக்குச்சி கொண்டோ அடித்து விதைகளைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது விதைகளுக்கு எந்திரங்களால் சேதம் இன்றிக் கவனமாகச் செய்ய வேண்டும். சேதப்பட்ட விதைகள் முளைப்புத்திறன் குறைவதுடன் இயல்பற்ற நூற்றுக்களை (*abnormal seedlings*) உண்டுபண்ணவும் கூடும். கதிரடிக்கும் கருவி உபயோகிக்கும்போது விதைவகைக்கேற்றவாறு உருளையின் வேகம், காற்றாடி வேகம் மற்றும் உருளைக்கும் வளைந்த தகட்டுக்குமிடையே உள்ள இடைவெளி போதுமானதாக இருக்க வேண்டும். இவை அதிகமானாலும் குறைந்தாலும் விதைகள் பிரித்தெடுக்கப்படுவது சரிவர இராது. காற்றாடியின் வேகம் அதிகப்பட்டால் நல்ல விதைகளும் பொக்கு விதைகளுடன் (*immature seed*) சேர்ந்து விதை மீட்பு சதவீதம் (*seed recovery percentage*) குறைந்துவிடும். காற்றாடி வேகம் குறைந்தால் பொக்கு விதைகள் நல்ல விதைகளுடன் கலந்து விதைத் தரத்தைக் (*seed quality*) குறைத்துவிடும். கதிரடிக்கும் கருவி தயாரிப்பாளர்கள் அட்டவணையில் குறிப்பிட்டுள்ளபடி உருளையின் வேகம், காற்றின் வேகம், மற்றும் உருளைக்கும் வளைந்த தகட்டுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி முதலியவற்றை விதை வகைக்கேற்றவாறு மாற்றி அமைத்து விதையைப் பிரித்தெடுத்தல் வேண்டும். கதிரடிக்கும் கருவி மூலம் நெல், சோளம், கம்பு, ராகி, கோதுமை போன்ற பயிர்களின் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். மக்காச்சோளக் கதிர்களில் இருந்து விதைகளைப் பிரித்தெடுக்க மக்காச்சோள விதை பிரித்தெடுப்புக் கருவி (*maize sheller*) உபயோகிக்கப்படுகிறது.

பயறு வகைப் பயிர்களில் இருந்து விதைப் பிரித்தெடுக்க பூசா விதைப் பிரித்தெடுக்கும் கருவி (*bhusa thresher*) பயன்படுத்தப்படுகிறது. நன்கு காய்ந்த நெற்றுக்களை குச்சியில் அடித்தும் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். சோயாமொச்சையின் விதை அமைப்புச் சற்று மாறுபட்டதாக மேல் தோல் (*seed coat*) மிகவும் மெல்லியதாக இருப்பதால் விதை

பிரித்தெடுப்பதில் மிகுந்த கவனம் தேவை. அதிகமான அளவில் எந்திரத்தால் ஏற்படும் சேதங்கள் விளைகின்றன. எனவே, கதிரடிக்கும் கருவியால் விதை பிரித்தெடுக்கும்போது உருளையின் வேகத்தை மட்டுப்படுத்தி சேதத்தைத் தவிர்க்க வேண்டும். செடி கொஞ்சமாக இருப்பின் மரப்பலகையின் மீது அடித்தும் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். விதை பிரித்தெடுக்கும்போது கல், மண் போன்ற பொருள்கள் சேராமல் இருக்க தார்ப்பாய்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

எண்ணெய்வித்துப் பயிர்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் வெவ்வேறு விதை பிரிப்பு உத்திகளை கடைப்பிடிக்க வேண்டியுள்ளது. நிலக்கடலை விதைக்காய்களை கடலை உடைக்கும் கருவியால் உடைத்துப் பின்னர் விதைகளையும் பொக்குகளையும் பிரித்தெடுக்கலாம். கையால் உடைத்தும் கடலை விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். எள் பயிர் நன்கு முற்றி காய்கள் பழுப்பு நிறமடைந்தவுடன் செடிகள் வெட்டப்பட்டு களத்தில் காய்ப்பாகம் உள்ளேயும் வேர்ப்பாகம் வெளியே தெரியும்படியும் வட்ட வடிவமாக அடுக்கப்படுகிறது. இக்குவியலை மூன்று நான்கு நாட்களுக்கு அப்படியே வைத்திருந்த பின்னர் தினமும் செடிகள் எடுக்கப்பட்டு பரவலாக களத்தில் காயவிடப்படுகின்றன. எள் காய்களில் (*capsules*) இருந்து சிதறிய எள் விதைகள் சேகரிக்கப்படு கின்றன. திரும்பவும் செடிகள் குவிக்கப்பட்டு மூடிவைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு காய்களில் உள்ள அனைத்து விதைகளும் பிரித்தெடுக்கப்படும்வரை தினமும் குவியல் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு, காயவைத்து விதைகள் சேகரிக்கப்பட்ட பின்னர் திரும்பவும் குவிக்கப்படுகின்றன. நன்கு காய்ந்த செடிகளை குச்சியால் அடித்தும் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

ஆமணக்கு பயிரில் உள்ள காய்க் கொத்துக்கள் அனைத்தும் அறுவடைக்கு ஒரே சமயத்தில் வராததால், முதிர்ச்சியடைந்த காய்கள் மட்டும் அறுவடை செய்யப்பட்டு வெயிலில் காயவைக்கப்பட்டு குச்சியால் அடித்து விதைகள் பிரித்தெடுக்கப்படு கின்றன. பிரித்தெடுக்கும்போது சேதமின்றி விதைகளைப் பெற கவனம் கொள்ள வேண்டும்.

சூரியகாந்திப் பயிரின் பூக்கள் (*capitulum*)

மஞ்சள் நிறமடைந்தவுடன் அறுவடை செய்யப்பட்டு வெயிலில் காய வைக்கப்பட்டு விதைகளைக் கையால் தேய்த்துப் பிரித்தெடுக்கலாம் அல்லது குச்சியால் அடித்தும் விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். விதைகளை நன்கு காயவைத்த பின்னர் சேமித்தல் வேண்டும்.

நார்ப்பயிரான பருத்தி விதைகளைப் பிரித்தெடுப்பது சற்று வித்தியாசமானது. பருத்தி விதைகளுடன் பஞ்சு (kapas) ஒட்டிக்கொண்டிருக்கு மாதலால், பருத்தி அரவை இயந்திரம் (cotton gin) மூலம் அரைக்கப்பட்டு விதைகளும் பஞ்சம் (lint) தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. அவை எந்திரம் சுத்தமானதாகவும் ஒரே இரகம் அரைக்கும் எந்திரமாகவும் இருத்தல் அவசியம். அரவையின்போது எந்திரத்தால் ஏற்படும் சேதத்தைக் குறைக்க முன்னேற்பாடுகள் செய்ய வேண்டும். பருத்தியின் ஈரப்பதம் சரியாக இருந்தால்தான் விதைப் பிரித்தெடுப்பது சுலபமாகவும் சேதங்களின்றியும் இருக்கும். பிரித்தெடுத்த விதைகளை மேலும் சுத்தம் செய்ய சல்லடைக் கட்டில்கள் பயன்படுகின்றன. உடைந்த விதைகள் கல், மண், தூசி ஆகியன இம்முறையால் நீக்கம் செய்யப்படுகின்றன. விதை ரகத்திற்கேற்றவாறு சல்லடைக் கட்டிலில் உள்ள துளை அளவுகளும் மாறுபடும். பிரித்தெடுக்கப்பட்ட விதைகள் நன்கு காயவைக்கப்பட்டு சேமிக்கப்படுகின்றன.

காய்கறிப்பயிர்களில் வெண்டை கொத்தவரை (cluster bean) ஆகியவற்றின் முதிர்ந்த காய்கள் அறுவடை செய்யப்பட்டு காயவைக்கப்பட்டு குச்சியால் அடித்தோ டிராக்டர் மூலமாகவோ விதைகள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. மிளகாய்ப் பயிரில் பழங்கள் பறிக்கப்பட்டவுடன் ஈரமுறையிலோ (wet method) அல்லது பழங்கள் காயவைக்கப்பட்டு வத்தல்களில் (dry chillies) இருந்து உலர் முறையிலோ விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

தக்காளி, கத்தரி போன்றவை முற்றிலும் மாறுபட்டது. தக்காளி விதை பிரித்தெடுக்கும் முறை மூன்று வழிகளில் செய்யப்படுகிறது. நொதிக்கவைக்கும்முறை (fermentation process), காரபிரித்தெடுக்கும் முறை (alkali separation) மற்றும்

அமிலப் பிரித்தெடுக்கும் முறை (acid separation) ஆகும். நொதிக்க வைக்கும் முறையில், தக்காளிப் பழங்கள் கூழாக்கப்பட்டு ஒரு தொட்டியில் நீர் கலவாமல் விடப்பட்டு நொதிக்க வைக்கப்படுகின்றன. விதைகளின் மேல் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் வழுவழப்பான பாகம் முற்றிலும் சிதைந்து விதைகள் தனித்தனியே பிரியும் வரை நொதிக்கவிடப்படுகிறது. இடையிடையே கிளறிவிடுதல் மூலம் சதைப்பற்றுடன் உள்ள பாகத்தில் இருந்து விதைகள் பிரிந்து செல்ல வழி வகுக்கிறது. அடிக்கடி கிளறி விடுவதால் பூசணத் தாக்குதல் தவிர்க்கப்படுகிறது. பூசணத்தாக்குதல் ஏற்படின் விதைகள் நிறம் மங்குவதுடன் முளைப்புத்திறனும் பாதிக்கப்படக்கூடும். நொதிப்பு விரைவில் ஏற்பட வெப்பம் 24 - 27°C இருத்தல் நலம். 24 மணி நேரம் நொதிக்கவிட வேண்டும். நீண்ட நேரம் நொதிக்கவிட்டால் விதைகளின் தரம் குறைந்துவிடும். நொதிக்க வைப்பதன் மூலம் பயிரில் தோன்றும் பாக்டீரியச் சொறிநோயை (bacterial canker) கட்டுப்படுத்தலாம். குறிப்பிட்ட நேரம் வந்தவுடன் மிதக்கும் பிஞ்சு விதைகளையும் தெளிந்த நீருடன் கூழையும் வடித்த பின்னர் விதைகள் சேகரிக்கப்பட்டு நன்கு கழுவப்பட்டு காயவைக்கப்படுகின்றன. இம்முறையினால் 1% விதை மீட்பு இருக்கிறது. முளைப்புத்திறன் 72% வரை கிடைக்கிறது.

காரபிரித்தெடு முறையில் பழச்சாறு கூழுடன் ஏதேனும் ஒரு காரம் குறிப்பிட்ட அளவில் சேர்க்கப்பட்டு ஒருநாள் வைத்திருந்து விதை பிரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் இருந்து 0.9 சதவீதம் வரை விதைமீட்பு இருக்கிறது. முளைப்புத்திறன் 71% இருக்கின்றது. விதைகளில் பூசணக் கிருமிகளின் தாக்குதல் அதிகமாக இருக்கும்.

அமிலப் பிரித்தெடுப்பு முறையில், தக்காளிப் பழச்சாறு மற்றும் கூழுடன் அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் ஒருடன் கூழுக்கு பத்து லிட்டர் என்ற அளவில் சேர்த்து நன்கு கலக்கப்பட்டு அடிக்கடி கிளறிவிடப்படுகிறது. இம்முறையில் விதைகளைப் பிரித்தெடுப்பது விரைவில் சுமார் 15-30 நிமிடங்களில் நிறைவுற்றுவிடுகிறது. பிறகு விதைகளை மட்டும் பிரித்தெடுத்து அமிலம் நீங்கும்வரை நீரில் நன்கு கழுவி காயவைக்கப்படுகிறது. விதைகளை உலர்த்த சல்லடைத் தட்டுகள் (screen bottom trays)

பயன்படுத்துதல் நல்லது. விதைகளை 8 சத ஈரப்பதத்துக்கு உலர்த்தியபின் சேமிக்கலாம். அமில பிரித்தெடுப்பு செய்யப்பட்ட விதைகள் பார்வைக்கு கவர்ச்சியாகவும் விதைகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொண்டிராமல் தனித்தனியாகவும் இருக்கும். இம்முறையில் இருந்து சுமார் 1.1% வரை விதை மீட்பு இருக்கும். முளைப்புத்திறனும் கூடுதலாக 85% வரை இருக்கும். அமில சிகிச்சை செய்யப்பட்ட விதைகள் நெடுநாள் சேமிப்புக்கு உகந்ததல்ல. சிட்ரிக் அமிலத்தையும் விதை பிரித்தெடுக்க உடனுக்குடன் உபயோகிக்க வேண்டும். சேமிப்பில் வைத்திருந்தால் முளைப்புத்திறன் பாதிக்கப்படக்கூடும்.

கத்தரி விதைகளை ஈர முறையில் பிரித்தெடுக்க, நன்கு பழுத்த பழங்கள் நீளவாக்கில் வெட்டப்பட்டு, 1 கி. வெட்டப்பட்ட துண்டுகளுடன்^{1/2} லி. நீர் கலக்கப்பட்டு கூழாக்கும் கருவி (pulper) மூலம் கூழாக்கப்படுகிறது. பின்பு 1 கி. கூழுக்கு 25 மி.லி. அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் என்ற விகிதத்தில் ஒரு பிளாஸ்டிக் வானியில் சேர்க்கப்பட்டு 25 - 30 நிமிடங்களுக்கு நன்கு கிளறிவிடப்படுகிறது. பிறகு மேலாக மிதக்கும் நீரை வடிகட்டிய பின்னர் விதைகள் நீரில் அமிலத்தன்மை நீங்கும்வரை பலமுறை அலசப்பட்டு காயவைக்கப்படுகிறது. இம்முறையினால் 5% வரை விதை மீட்பு கிடைக்கிறது.

பெரும்பாலும் தக்காளி, கத்தரி, பறங்கி பூசணி (ashgourd), புடல் (snake gourd), பாகல் (bittergourd) மிளகாய் ஆகியவை ஈர முறையிலும், பீர்க்கு (ribbed gourd), சுரை (bottle gourd), மிளகாய் போன்றவை உலர் முறையிலும் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

பயிர்களில் இருந்து விதை பிரித்தெடுக்க கிடைக்கும் வசதிகளுக்கு ஏற்ப விதை பிரித்தெடுக்கும் முறைகளைத் தீர்மானித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

இரா. கேசவன்

துணைநூல். R.L. Agarwal, *Seed Technology*, Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi 1982.

விதை நோயியல்

விதை நோயியல் (seed pathology) விதையுடன் இணைந்திருக்கும் நோய்க் காரணிகளைப் பற்றிய அறிவியல் ஆகும்.

கரிப்பூட்டை நோய் (smut disease) விதைகளின் மூலம் பரவக்கூடும் என்ற கருத்தினை முதன் முதலாக 1637 ஆம் ஆண்டு ரெம்னண்ட் வெளியிட்டார். டில்லெட், 1755 ஆம் ஆண்டில் கரிப்பூட்டை நோய்க்குக் காரணமான பூசண வித்துக்களை கோதுமையுடன் கலந்து விதைத்து கரிப்பூட்டை நோயினைச் செயற்கை முறையில் தோற்றுவித்தார். நீடம் 1743 ஆம் ஆண்டில் அங்குய்னா டிரிட்டிசை (*Angunina tritici*) என்னும் நூற்புழு (nematode) கோதுமை விதைகளுடன் பரவுதலைக் கண்டறிந்தார். ஹால்ஸ்டெட் 1893ஆம் ஆண்டில் சேந்தோமோனஸ் பேசியோலை என்னும் பாக்டீரியம் அவரை விதைகளுடன் இணைந்து பரவுவதை வெளிப்படுத்தினார். நாளடைவில் விதை நோயியல் பற்றிய ஆய்வுகள் பெருகிவருகின்றன.

இந்தியாவில் விதைகளின் மூலம் பரவும் முக்கியமான நோய்க் காரணிகள்.

நெல். அ) டிரெஸ்லெரா ஒரைசே, ஆ) டிரைகோகோனியெல்லா பேடுவிக்கி, இ) டில்லெடியா கோரிடா, ஈ) சேந்தோஅதானஸ் கேம்பெஸ்டிரிஸ் வகை ஒரைசே.

கோதுமை. அ) யுஸ்டிலேகோ நூடா டிரிட்டிசை, ஆ) நிவோசியா இண்டிகா, இ) அங்குய்னா டிரிட்டிசை.

சோளம். அ) புசேரியம், ஆ) டிரெஸ்லெரா, இ) கர்வுலேரியா, ஈ) கிளேடோஸ்போரியம், உ) போமா, ஊ) ஸ்கிளிரோஸ்போரா சொர்க்கை.

கம்பு. அ) ஸ்கிளிரோஸ்போரா கிராமினிகோலா, ஆ) கிளாவி செப்ச்பியூசிபார்மிஸ்.

மக்காச்சோளம். அ) டிரெஸ்லெரா மெய்டிஸ், ஆ) செபலோஸ்போரியம்.

பருத்தி. அ) கொல்லிடோ டிகைம் டெமேடியம், ஆ) சேந்தோமோனஸ் கேம்பெஸ்டிரிஸ் வகை மால்வேசியாரம்.

எள். அ) ஆல்டெர்நேரியா செசாமி (*Alternaria sesami*), ஆ) மேக்ரோபோமினா பேசியோலினா.

நிலக்கடலை. அ) பக்சீனியா அராக்கிடீஸ், ஆ) மேக்ரோபோமினா பசியோலினா, இ) செர்கோஸ்போரா.

மிளகாய். அ) கொல்லிடோ டிகைம் டெமேடியம், ஆ) கொல்லிடிகைம் கேப்சிசி

விதைமூலம் பரவும் நோய்க் காரணிகளால் பயிர்களுக்கும் விதைகளுக்கும் பேரிழப்பு ஏற்படுகின்றது. பூசணம் (*fungus*), பாக்டீரியா (*bacteria*), நச்சுயிரி (*virus*) போன்றவை விதைகளுடன் இணைந்து நோய்களைப் பரப்புகின்றன. பெரும் பாலான நச்சுயிரி நோய்கள் விதைகள் முளைத்து வெளிவரும்போதே அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. பூச்சிகள் இச்செடிகளிலிருந்து பிற செடி களுக்கு நோய்களைப் பரப்புகின்றன. விதைகளுடன் இணைந்துள்ள பூசணங்கள் நீண்ட காலம் அழியாமல் இருந்து நோய்களைப் பரப்பும் திறன் பெற்றவைகளாக இருக்கின்றன. விதைகளின் மூலம் பரவும் நோய்க் காரணிகளால் விதை முளைப்புத் திறன் குறைதல், நாற்றுக்கள் அழுகுதல் போன்ற விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட விதைகளை ஓரிடத்திலிருந்து பிற பகுதிகளுக்குக் கொண்டு சென்று பயிரிடப் பயன்படுத்தும்போது அப்பகுதிகளிலும் நோய்ப்புதிதாகத் தோன்றுகின்றது.

விதைமூலம் பரவும் நோய்களால் ஏற்படும் இழப்பு.

நோய் விளைவுத்திறன் குறைவு (விழுக்காடு)

கோதுமை உதிரக்கரிப்பூட்டை 40

கோதுமை பன்ட் 30-40

நெல் குலை நோய் 60

நெல் செம்புள்ளி நோய் 20-40

சோளம் கரிப்பூட்டை 50-60

நிலக்கடலை இலைப்புள்ளி 15-50

பரவும் முறைகள். நோய்க் காரணிகள் விதைகளின் மூலம் பல வழிகளில் பரவுகின்றன. சோளத்தில் கரிப்பூட்டை, நெல்லில் தூரமுகல் போன்ற நோய்களை ஏற்படுத்தும் பூசணங்கள் தானியங்களின் வெளிப்புறத்தில் ஒட்டிப் பரவும் இயல்புடையவை. கோதுமையில் தோன்றும் உதிரிக் கரிப்பூட்டை (*loose smut*) தானியங்களின் உட்புறத்தில் இணைந்து பரவும் நோயாகும். நெல்லின் செம்புள்ளி நோய் தானியத்தின் வெளிப்புறத்திலும் தானியத்தின் உட்புறத்திலும் இணைந்து பரவும் இயல்புடையது.

கட்டுப்பாடு. விதை மூலம் பரவும் நோய்க் காரணிகளை அகற்றுவதற்கு விதை நேர்த்தியினைக் (*seed treatment*) கடைப்பிடிக்கலாம். விதை நேர்த்தி பல வழிகளில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றது. வட இந்தியாவில் கோதுமை கரிப்பூட்டை நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காக சூரிய ஒளி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறையில் மே, ஜூன் மாதங்களில் விதைகளை நான்கு மணி நேரம் நீரில் ஊறவைத்தப் பின் ஒரு மணி நேரம் சூரிய ஒளியில் காயவைக்க வேண்டும். இதன் மூலம் விதைகளிலுள்ள பூசண இழைகள் அழிக்கப்படுவதால் நோய் பரவுதல் தவிர்க்கப்படுகின்றது. கம்புத் தானியங்களுடன் சர்கட் என்னும் பூசண உறுப்புக்கள் கலந்திருந்தால் அவற்றை அகற்றுவதற்கு உப்புக் கரைசல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவற்றை 10% உப்புக் கரைசலில் அமிழ்த்தினால் சர்கட் என்னும் பூசண உறுப்புக்கள் மேலே மிதக்கும். அவற்றை எளிதில் அகற்றிவிடலாம்.

வேதி முறையிலும் விதை நேர்த்தி செய்யப்படுகின்றது. இம்முறையில் திராம் கேப்டான் போன்ற பூசணக் கொல்லி (*fungicide*) 1 கி. விதைக்கு 4 கிராம் வீதம் 5 - 10 நிமிடங்கள் விதை நேர்த்தி செய்யும் கருவியில் (*seed dressing drum*) போட்டு குலுக்க வேண்டும். அவ்வாறு நேர்த்தி செய்த விதைகளை 24 மணி நேரம் வைத்திருந்தபின் விதைக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

நச்சுயிரி நோய்களில் பல நோய்கள் விதைகளின் மூலம் பரவுகின்றன. நச்சுயிரி

நோய்களில் 600 தாவர நச்சுயிரி நோய்கள் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் 80 வகைகள் விதைகளின் மூலம் பரவும் இயல்புடையவை.

அவரைச் செடிகளை 16.5° C வெப்ப நிலையில் வளர்த்தால் அவரைத் தேமல் நச்சுயிரி (*bean common mosaic virus*) விதைகளில் தொற்றுவதில்லை. ஆனால் அவரைச் செடிகளை 20° C வெப்பநிலையில் வளர்த்தால் 25% வரை விதைகளில் இந்நச்சுயிரி தொற்றும்.

கா.சிவப்பிரகாசம்

துணை நூல்கள். J.C.Walker, *Plant Pathology*, McGrawHill Book Co., Inc., New york 1956.
கா. சிவப்பிரகாசம், தாவரநச்சுயிரி நோய்கள், உழவர் பயிற்சி நிலையம், கோவில்பட்டி, 1973.

விதை முளைத்தல்

நிலத்தில் இட்ட விதை வளர்ந்து நாற்று (*seedling*) ஆகும் வரை நிகழும் மாறுதல்களுக்கு விதை முளைத்தல் (*germination*) என்று பெயர். வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள விதையின் கரு, முளைத்தலின்போது, புதிய தாவரத்தை உண்டாக்குகிறது. விதையாக இருக்கும்போது அதன் இயக்கங்கள் மிகவும் மெதுவாக நடந்து விதை முளைக்க ஆரம்பிக்கும்போது வேகமாக நடைபெற்று பலமாறுதல்களையடைந்து தற்சார்பு பெற்ற சிறு நாற்று ஆகிறது. விதை முளைப்பதற்குப் பல காரணங்கள் உள்ளன.

காரணிகள்

ஈரம். விதைக்கு நீர் கிடைத்தவுடன் பல இயக்கங்கள் சுறுசுறுப்பாக நடைபெறுகின்றன. விதையுறை நீரை உறிஞ்சி விதைக்குள்ளிருக்கும் மற்ற உறுப்புகளுக்குக் கொடுக்கிறது. அவ்வுறுப்புகளில் விதை முளைத்தலுக்குத் தேவையான மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

ஆக்சிஜன். நீரை உறிஞ்சிய விதையின் முதல் வேலை சுவாசித்தல் ஆகும். இதற்குத் தேவையான ஆக்சிஜன் கிடைத்தால்தான் மற்ற இயக்கங்கள் தொடங்கி விதை முளைக்க வேண்டிய செயற்பாடுகள் தொடர்ந்து நடைபெறும்.

வெப்பநிலை. விதை முளைத் தலின்போது பல வேதி மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இம்மாற்றங்கள் குறிப்பிட்ட நடுத்தர வெப்ப நிலையில்தான் நடைபெறும். எனவே, விதைகள் குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் அதிக வெப்பநிலையிலும் முளைப்பதில்லை. விதைகள் முளைக்கத் தக்க சிறந்த வெப்பநிலை 25-30°C ஆகும்.

ஒளி. முன்பு விதை முளைப்பதற்கு ஒளி தேவையில்லை எனக் கருதப்பட்டாலும் சமீபத்தில் ஜெர்மானிய நாட்டு வல்லுநர் கின்ஸெல் முடிவின்படி பெரும்பாலான விதைகள் ஒளியில் நன்றாக முளைக்கின்றன. 70% விதைகள் ஒளியில் முளைக்கின்றன. 26% விதைகள் வெளிச்சத்தில் நன்றாக முளைப்பதில்லை. மீதமுள்ள 4% விதைகள் ஒளியிலும் இருட்டிலும் முளைக்கின்றன.

மேற்கூறிய வெளிக்காரணிகள் தவிர சில உட்காரணிகள் விதை முளைத்தலுக்கு அவசியம். விதையினுள் உணவுப் பொருள்களும் ஆக்சிஜனும் தேவை. விதையின் வளர்வடங்கிய நிலை நீங்கி, விதை முளைக்கத் தயாராக இருக்க வேண்டும். விதைகளில் முளைத்தெழு வேண்டிய உயிர் ஆற்றல் அல்லது முளைக்கும் தன்மை இருத்தல் வேண்டும்.

விதை முளைத்தலின் மாறுதல்கள். எல்லா விதைகளும் தக்க சூழ்நிலைகள் கிடைத்தவுடன் முளைக்க ஆரம்பிக்கின்றன. விதையின் விதையுறை நீரை உறிஞ்சி, விதையின் இயக்கங்கள் தொடங்குகின்றன. விதையின் உள் இருக்கும் செல்கள் வேகமாகச் சுவாசித்துச் செரித்தலுக்குரிய நொதிகளை உண்டாக்குகின்றன. விதையின் உணவு வித்திலையில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தச் சேமிப்பு உணவை நொதி கள் எளிய பொருள்களாக மாற்றி வளரும் கருவிற்கு கொடுக்கின்றன. கருவின் உறுப்புகள் வளர்ந்து முதலில் விதைத் துளை வழியாக முளைவோர் வெளியே வருகிறது. இது முதன்மை

வேராகி (primary root) விதையைத் தரையினுள் ஊன்றச் செய்கிறது. விதையில் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வளர்ந்தால் அதற்கு மேலுள்ள பகுதிகளாக வித்திலை, முளைக்குருத்து முதலிய பகுதிகள் தரைக்கு மேல் கொண்டு வரப்படுகின்றன: இவ்விதம் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டின் வளர்ச்சியினால் நாற்றில் வித்திலைகள், தரைக்கு மேலே கொண்டு வரப்படுவதற்கு தரைமேல் முளைத்தல் என்று பெயர். கருவின் முக்கிய தண்டின் வித்திலை மேல் தண்டு வளர்ச்சியடைந்தால், அதற்குக் கீழ் உள்ள வித்திலைகள், வித்திலைக் கணு, முதலியவை தரைக்குக் கீழேயே நின்றுவிடும். வித்திலை மேல் தண்டுக்கு மேலுள்ள முளைக்குருத்து மாத்திரம் தரைக்கு மேலே வளர்ந்து வரும். வித்திலைகள் தரைக்குக் கீழே அமையும்படி, விதை முளைத்தல் தரைக்கீழ் முளைத்தல் (hypogeal germination) எனப்படும். ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில் இம்முறைகளை வித்திலைகளின் வளர்ச்சி முடிவு செய்கிறது.

இருவித்திலைத் தாவரங்களில் விதை முளைத்தல்.

தரைமேல் முளைத்தல். விதைத்துளை வழியாக நீர் விதையினுள் சென்று, விதை பருமனாகி விதையுறை வெடிக்கிறது. விதைத்துளை வழியாக முளை வேர் முதலில் விதையிலிருந்து வெளிவந்து முதல் நிலை வேராகித் தரையில் ஊன்றிக் கொள்கிறது. கருவின் மைய அச்சில் உள்ள வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வளர்வதால் அது ஒரு கொக்கிபோல் ஆகி (hypocotyl loop) தரையைப் பிளந்துக் கொண்டு வளருகிறது. இதனால் இக்கொக்கியுடன் இணைந்துள்ள வித்திலைகளும் அதனுள்ளே அமைந்த முளைக்குருத்தும் சேதமாகாமல் தரைக்கு வெளியே கொண்டு வரப்படுகின்றன. பிறகு வித்திலைக் கீழ்த்தண்டுக் கொக்கி நிமிர்ந்து நேராக வளர்கிறது. வித்திலைகள் இரண்டும் பிரிந்து நாற்றின் முதல் இலைகளாகின்றன. இச்சிறு நாற்று இவற்றிலிருந்து உணவை எடுத்துக்கொள்கிறது. முதல் நிலை வேர் பக்கவாட்டு வேர்களை உண்டாக்கி நன்றாக உறிஞ்சவும் ஊன்றிக் கொள்ளவும் உதவுகின்றது. முளைத்தண்டு பசுமை நிறத்தோடு கூடிய உணவைத் தயாரிக்கும் இலைகளை உண்டாக்குவதால் தற்சார்புள்ள நாற்று ஆகின்றன.

தரைக்கீழ் முளைத்தல். விதை முளைத்தலில் நிகழும் மாறுதல்கள் அவரை விதை முளைத்தலில் உள்ளதைப் போலவே இருக்கும். முளைவேர் விதைத்துளை வழியாக முதலில் வெளிவந்து நிலத்தில் விதையை ஊன்றுகிறது. வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு ஓர் ஆப்பு போன்று வளர்ந்து, வளைந்து விதையுறையின் கீழ்ப்பகுதியைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கும். இதனால் விதையுறையிலிருந்து வித்திலைகள் வெளியே வர வசதியாக இருக்கிறது. ஆப்பிற்கு மேல் உள்ள வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வளர்ந்து, வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு கொக்கியாகிறது. இதனால், விதையுறை பகுதிகளாகப் பிரிந்து வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு கொக்கி நேராக நிமிர்வதால் வித்திலைகளும் முளைக்குருத்தும் நிமிர்ந்து நிற்கின்றன. முளைக்குருத்திலிருந்து உணவு தயாரிக்கும் இலைகளை உண்டாக்கி நாற்று வளரத் தொடங்குகிறது. இது தரைக்கீழ் முளைத்தல் வகையைச் சேர்ந்தது.

இருவித்திலைத் தாவரம்.

கருவூண் இல்லாத விதை தலை கீழ் முளைத்தல். மற்ற விதைகளைப் போலவே இவ்விதையிலும் முளைவேர் விதைத்துளை வழியாக முதலில் வெளியே வந்து நிலத்தில் ஊன்றிக் கொள்கிறது. வித்திலைகளின் சிறுகாம்பு நீள்வதால் வித்திலைகள் தனியாகப் பிரிகின்றன. மைய அச்சின் வித்திலை மேல், தண்டு கொக்கிபோல் நீண்டு வளர்கிறது. பிறகு கொக்கி நிமிர்கிறது. அப்பொழுது மைய அச்சம் அதனுடன் இணைந்த முளைக்குருத்தும் தரைக்குமேல் கொண்டு வரப்படுகின்றன. வித்திலைகள் தரைக்குக் கீழேயே உள்ளன. இவ்விதமான விதை முளைத்தலுக்குத் தரைக்கீழ் முளைத்தல் என்று பெயர். முளைக்குருத்து முதலில் வித்திலைகளின் உணவை உட்கொண்டு முதலில் செதில் இலைகளையும் பின் பசுமையான இலைகளையும் உண்டாக்குகிறது.

கருவூண் உடைய விதைத் தரை மேல் முளைத்தல். விதை முண்டு நிலத்தில் உள்ள நீரை உறிஞ்சி விதைத்துளை வழியாக விதையினுள் செல்கிறது. இதனால் விதைப் பருமனாகி விதையுறை வெடிக்கிறது. வித்திலைகள் கருவூணை உறிஞ்சி, வளரும் கருவிற்குக் கொடுக்கிறது. முளை வேர்,

விதைத்துளை வழியாக வெளியே வந்து நிலத்தில் பதிந்து முதல் நிலை வேர் ஆகிறது. வித்திலைக் கீழ்த் தண்டு விதையிலிருந்து வெளியாகி ஒரு கொக்கி போல் வளைகிறது. இதில் வித்திலை முளைக்குருத்தும் இணைந்துள்ளது. பின்னர் வித்திலைக் கீழ்த் தண்டு கொக்கி மேல் நோக்கி வளர்ந்து அதனுடன் இணைந்த உறுப்புகளையும் தரைக்குமேல் கொண்டு வருகிறது. பிறகு இக்கொக்கி நிமிர்ந்து வளர்கிறது. இதனால், வித்திலைகள் பிரிந்து முளைக்குருத்து முதல் இலைகளை உண்டாக்கி, நீரையும் ஊட்டப் பொருள்களையும் உறிஞ்சுகின்றது. முதல் இலைகள் பசுமையாகி உணவு தயாரிக்கின்றன. வித்திலைகள் வாடி விழுந்துவிடும்.

ஒருவித்திலைத் தாவரம். கருவூண் உடைய விதைத் தரைக்கீழ் முளைத்தல், ஸ்கூட்டல்லம் (scutellum) உறிஞ்சிக் கருவிற்குக் கொடுக்கிறது. முளைவேர், முளைவேர் உறையையும், சளித்தோலையும் கிழித்துக்கொண்டு கீழ்நோக்கி வெளிவருகிறது. முளைக்குருத்து, குருத்துளையைக் கிழித்துக் கொண்டு தரைக்குமேல் வருகிறது. அது முதல் உணவு தயாரிக்கும் இலையை உண்டாக்குகிறது. முளைவேரின் ஆரம்பப் பகுதியில் ஒன்று முதல் பத்து வரையில் செமினல் வேர்கள் (seminal roots) உண்டாகின்றன. இவை வளர்ந்த தாவரத்திலும் நிலைத்திருக்கும் தண்டின் முதற் கணுவிலிருந்து வேற்றிட வேர்களை (adventitious roots) உண்டாக்குகின்றது.

கருவூண் உடைய விதைத் தரை மேல் முளைத்தல். விதையின் கண்கள் மேல் நோக்கியிருக்கும் படி விதை முழுவதையும் நிலத்தில் புதைக்க வேண்டும். விதையின் மூன்று கண்களில் ஒன்று மெல்லிய வளர்துளை எனப்படும். இதன் கீழே சிறிய உருளைப் போன்ற கரு உள்ளது. கருவில் அமைந்த ஒரு வித்திலையின் கீழ்ப்பகுதி வேகமாக வளர்ந்து கருவூணின் உள்ளிடத்தை அடைத்துக் கொள்கிறது. இது மிருதுவான வெண்மையான பஞ்சு போன்ற பகுதியாக உள்ளது. இது கருவூணின் உணவை, உண்டு பெரிதாகிறது. வித்திலையின் மேல் பகுதி விதைத்துளை வழியாக மைய அச்சுடன் விதையை விட்டு மேல் நோக்கி வளர்கிறது. மைய அச்சு குமிழ் போன்ற பகுதியாக உள்ளது. இதிலிருந்து

இணைவேர் பெரிதாகி முளைவேர், உறையை துளைத்து வெளிவருகிறது. முளைவேரின் வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுவதில்லை. முளைக்குருத்தின் அடிப்பகுதியிலிருந்து பல வேற்றிடத்து .வேர்கள் தோன்றிக் கனியை விட்டு வெளிவந்து நாற்றை நிலத்தில் ஊன்றும்படி செய்கின்றன. முளைக்குருத்து கனியின்று முளைக்குருத்துளையைக் கிழித்துக் கொண்டு தரைக்கு மேல் வளர்ந்து வருகிறது. இது முதல் உணவு தயாரிக்கும் இலையைக் கொடுக்கிறது. நாற்றின் முதல் இலை தனி இலையாய் உள்ளது. பிறகு மெதுவாகக் கூட்டிலைகள் உண்டாகிச் செடி வளர்கின்றது.

விவிபெரி. தாய்ச் செடியில் விதைகளினுள் இருக்கும்போதே முளைக்க ஆரம்பிப்பதற்கு விவிபெரி என்று பெயர். இம்முறையில் விதை முளைத்தல் பல தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது. எ-டு: செச்சியம் எடுப், தேங்காய், பலா, ஆரஞ்சு, பப்பாளி முதலியவற்றில் விவிபெரி நடைபெறுகிறது. கற்றாழையின் பல்பில்கள் தாய்த் தாவரத்துடன் இணைந்திருக்கும் போதே முளைக்க ஆரம்பித்துவிடுகின்றன. உவர் நிலத் தாவரங்களில் (mongroove vegetation) ஒரு தனிப்பட்ட விவிபெரி முறை காணப்படுகிறது. இத்தாவரங்களின் வாழ்விடம் நீர் மிகுதியாக அமைந்திருப்பதால் சதுப்பாக இருக்கும். கழிமுகங்களிலும் இத்தகைய தாவரங்கள் காணப்படும். இச்சூழ்நிலைகளில் தாவரங்களின் விதைகள் உண்டாகிக் கீழே விழுந்தால் அவை உவர் நீரில் விழுந்து அமிழ்ந்துவிடுவதால் முளைக்காமல் போய்விடும். இத்தகைய தாவரங்கள் அழியாமல் காப்பாற்றப்பட இயற்கையிலேயே ஒரு தக அமைப்பு (adaptation) ஏற்பட்டுள்ளது.

விதைகள் கனியினுள் இருக்கும்போதே முளைக்கத் தொடங்கிவிடும். விதையிலிருந்து முதலில் முளை வேர் வெளி வந்த பிறகு வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு வெளிப்படுகிறது. இது 5 - 45 செ.மீ. வரை நீளமாக வளர்கிறது. இதனுடன் விதையின் முளைக் குருத்தும் வளருகிறது. விதையின் வித்திலைகள் மட்டும் விதைக்குள்ளிருந்து வளரும் கருவுக்கு உணவு கொடுத்து உதவும் உறிஞ்சு உறுப்பாக (haustorium) உள்ளது. வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு நன்றாக வளர்ந்தபின் தாவரத்திலிருந்து தனியாகப் பிரிந்து நேராக நீருக்குள்

பாய்ந்து நிலத்தில் ஊன்றிக் கொள்கிறது. இது வேர்த் தொகுப்பை உண்டாக்கி நிலத்தில் நன்றாக ஊன்றிக் கொள்ள உதவுகிறது. முளைக்குருத்தின் பகுதி நீருக்கு வெளியே இருக்கும். இதிலிருந்து இலைகள் உண்டாகிப்புதிய தாவரத்தைத் தோற்றுவிக்கும். நீரின் ஆழம் மிகுதியாக இருந்தால் குறை வளர்ச்சியோடு கூடிய கனி நீரில் மிதந்து சென்று ஆழம் குறைந்த இடத்தில் புதிய தாவரத்தை உண்டாக்கும். எ-டு: ரைசோபோரா முக்ரோனேடா.

இராபின்சன் தாமஸ்

துணைநூல். கே.ஆர். பாலசந்திர கணேசன், தாவர புற அமைப்பியல், தமிழ்நாட்டு பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1976.

விதை முளைப்புத் திறன்

வேளாண்மையில் நல்ல விதை உயர் விளைச்சலுக்கு வழிவகுக்கின்றது. பூவில் உள்ள சூலகம் கருவுறுதல் நடந்தபின்பு வளர்ச்சி அடைந்து விதையாகிறது. விதை உற்பத்தி மற்ற உணவுக்காக விளைவிக்கப்படும் உற்பத்தி முறையில் மாறுபடுகிறது. நல்ல தரமான விதையை அதிக காலத்திற்குத் தரம் கெடாமல் பாதுகாக்க முடியும். விதைகளை அறுவடை செய்தபின் சேமித்து வைத்து தேவைப்படும்போது விதைக்க வேண்டும். சேமிக்கும் காலத்தைப் பொறுத்துச் சில பயிர் விதைகள் முளைக்கும் சக்தியை இழந்துவிடுகின்றன.

மேலும், விதைகளைப் பதனம் செய்யும்போது அவற்றின் ஈரப்பதம் மற்றும் பல வேதிப் பண்புகளும் விதை முளைக்கும் திறனை நிர்ணயம் செய்கின்றன. பல்வேறு காரணங்களால் விதையின் உயிருள்ள பாகம், அதாவது விதைக்கரு உயிரற்றுப் போகிறது. இறந்த கரு முளைப்பதில்லை. இவ்வாறு விதை முளைக்காததற்குப் பல காரணங்கள் உள்ளன.

விதைக்கரு இறப்பதற்குக் காரணங்கள்.

(அ) சரியான பயிர்வினை முதிர்ச்சிப் (physi-

ological maturity) பருவத்தில் அறுவடை செய்யாவிடில், விதையின் கருபாகம் பாதிக்கப்பட்டு விதை இறந்துவிடுகிறது.

(ஆ) விதையைச் சரியான ஈரப்பதத்திற்கு காயவைக்க வேண்டும். நெல் விதையை 12% ஈரப்பதத்திற்குக் காய வைக்க வேண்டும்.

(இ) எந்திரம் கொண்டு கதிரடிப்பது, டிராக்டர் மூலமாகவோ, கதிரடிக்கும் கருவிமூலமாகவோ கதிரடிக்கும்போது விதையின் கருப்பாகத்தில் காய மேற்பட வாய்ப்பு இருக்கிறது. காயமுற்ற விதைகள் உயிரற்று முளைப்பதில்லை. எனவே கையால் கதிரடிக்கும் முறையே அதிக முளைப்புத்திறன் பெறச் சிறந்த முறையாகும்.

(ஈ) நடுப்பகலில் சிமெண்ட் தளங்களில் காயவைத்தால் பகல் 12 மணி முதல் பிற்பகல் 2 மணிவரை அதிக சூரிய வெப்பம் இருப்பதால் சிமெண்ட் தரை சூடாகிக் கீழிருந்துக் கிளம்பும் வெப்பம் கருவைப் பாதிப்பதால் (embryo) கரு இறந்துவிடுகிறது.

விதை முளைப்புத்திறனைக் குறைக்கும் பண்புகள். விதையின் முளைப்புத்திறனை பல பண்புகள் பாதிக்கின்றன. அவையாவன.

- (அ) தாது உப்புகள் பற்றாக்குறை
- (ஆ) விதையில் நச்சுப் பொருள்கள்
- (இ) விதையில் தோன்றும் நோய்கள்
- (ஈ) பலத்த மழை, காற்று இவற்றினால் விதைகள் பழுதடைதல்

விதை முளைப்புத் திறனைப் பரிசோதித்தல்.

விதைக்கும் முன்பு விதைகளின் முளைப்புத்திறனை பரிசோதனை செய்வது அவசியமாகிறது. இவ்வாறு செய்வதால் முளைப்புத்திறனைப் பொறுத்து விதையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

விதைகள் உயிருடன் இருக்கின்றனவா, இல்லையா, முளைக்கும் திறன் உடையதா, இல்லையா என்பதைக் கண்டறியப் பல பரிசோதனைகள் இருக்கின்றன.

சோதனை-டெட்ரீசோலியம் சோதனை

கரைசல். (அ) இக்கரைசலைத் தயாரிப்பதற்கு 9.078 கிராம் பொட்டாசியம் டை ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட்டை 1 லி. நீரில் கரைக்க வேண்டும்.

கரைசல். (ஆ) 11.876 கிராம் டை சோடியம் ஹைட்ரஜன் பாஸ்பேட்டை 1 லி. நீரில் கரைக்க வேண்டும்.

கரைசல். (இ) இக்கரைசல்களைத் தனித் தனியே தயாரிக்க வேண்டும். பின்பு (அ)400 மி. கரைசலையும் (ஆ) 600 மி. கரைசலையும் சேர்த்து (இ) 1000 மி. கரைசல் தயாரிக்க வேண்டும்.

டெட்ரீசோலியம் கரைசல். 1 லி. (இ) கரைசலில் 10 கிராம் 2,3.5 வரை பினைல் டெட்ரீசோலியம் குளோரைடு கரைக்க வேண்டும். இதற்குப் பெயர் 1% டெட்ரீசோலியம் கரைசலாகும். இக்கரைசல் அமில கார நிலையற்ற நடுநிலைக் கரைசலாகும் இக்கரைசலைச் சிவப்பு நிறக்கண்ணாடி புட்டிகளில் சேமித்து வைக்க வேண்டும்.

விதைகளைப் பரிசோதனைக்குத் தயார் செய்தல். சுமார் 100 விதைகளைப் பல்வேறு இடங்களிலிருந்து எடுக்க வேண்டும். பின்பு 3 அல்லது 4 மணி நேரம் விதை நன்றாக நீரில் முழுகுமாறு ஊறவைக்க வேண்டும். நீரை வடிகட்டிய பின்பு ஊறிய விதைகளை டெட்ரீசோலியம் கரைசலில் போடவேண்டும். கடினமான விதை உறையுள்ள விதைகளை உறையின் மேல் ஊசியால் சிறிய துளையிட்டுப் பின்பு கரைசலில் போடவேண்டும். பயிர்கட்கு ஏற்ப 1 முதல் 8 மணி நேரம் வரை டெட்ரீசோலியம் கரைசலில் ஊறவைக்க வேண்டும். ஊறிய பின்பு விதைகளைக் கழுவிவிட்டு விதைக் கருவை நன்றாகக் கவனிக்க வேண்டும். கரு கருஞ்சிவப்பு நிறமாக இருந்தால் விதைகள் உயிருள்ளவை என்று தெரிந்துகொள்ளலாம். உயிருள்ள விதைகள் சுவாசிக்கின்றன. மேலும் நீரில் ஊறவைப்பதால் வினையியல் பண்புகள் அதிக வேகத்தில் வினைபுரிகின்றன. அப்போது ஹைட்ரசனேஸ் என்ற நொதி அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்நிலையில் டெட்ரீசோலியம்

கரைசலை விதைகளுடன் வினைபுரியச் செய்வதால் ரைபினையில் பார்சோன் என்ற புதிய வேதிப்பொருள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது.

டெட்ரீசோலியம் + 2 ஹைட்ரஜன் -- ரைபினையல் பார்மசோன் குளோரைடு

இப்புதிய பொருள் கருஞ்சிவப்பாக இருக்கும். உயிரற்ற விதைகளில் ஹைட்ரஜனேஸ் என்ற நொதி உற்பத்தி ஆகாது. எனவே உயிரற்ற விதைகள் நிறம் மாறா. எனவே, இப்பரிசோதனையிலிருந்து கருஞ்சிவப்பாக மாறிய கரு உடைய விதைகள் உயிருள்ளவை என்றும் மேலும் அவை முளைக்கும் திறன் (viability) கொண்டவை என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சோதனை 2 பழுதடைந்த விதைகளைப் பரிசோதனை செய்தல். சில விதைகள் பதனம் செய்யும் போது உட்கரு பாதிக்கப்படலாம். ஆனால் வெளித்தோற்றத்தில் எந்த ஒரு மாற்றமும் தெரியாது. இவ்விதைகள் உயிரற்றவை. இவ்வாறு உள்ள விதைகளின் கருப்பகுதியில் சேதாரம் உள்ளது என்பதைப் பரிசோதனை மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். இப்பரிசோதனைக்குப் பெரிக்குளோரைடு பரிசோதனை என்று பெயர்.

(அ) சுமார் 20 கிராம் பெரிக்குளோரைடு வேதி பொருளை எடைபோட்டு 100 மி. நீரில் கரைத்து 20% கரைசலைத் தயார் செய்ய வேண்டும்.

(ஆ) சுமார் 400 விதைகளைப் பொறுக்கி எடுக்காமல் ஏதேச்சையாகத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

(இ) விதைகள் நன்றாக முழுகுமாறு கரைசலை விதைகளின் மேல் ஊற்ற வேண்டும்.

(ஈ) விதைகளின் மேல் கரைசலை ஊற்றிய பின்பு 5 நிமிடங்களுக்குள் கறுப்பு நிறமான விதைகளைத் தனியே ஒதுக்க வேண்டும். சுமார் 15 நிமிடங்களுக்குள் தனியே பிரித்துவிட வேண்டும்.

(உ) இவ்வாறு கறுப்பு நிறமான விதைகள்

பழுதடைந்த விதைகள் எனத் தெரிந்துகொள்ளலாம். 100 விதைகளுக்கு எவ்வளவு பழுதடைந்து உள்ளது என்ற விகிதாச்சாரத்தில் குறிப்பிடவேண்டும்.

மேற்கூறிய பரிசோதனைகளின் மூலம் விதைகள் உயிருடன் உள்ளனவா, இல்லையா என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். உயிருடன் உள்ள விதைகள் முளைக்கும் திறன் கொண்டவை என்பதை அறியலாம். இவ்வாறு செய்வதனால் விதைக்கும் முன் விதைகளைப் பற்றி நன்கு தெரிந்துகொள்ளலாம். விதை முளைக்கும் திறனுக்கு ஏற்றவாறு விதையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

துணைநூல். R.L. Agarwal, *Seed Technology*, Oxford and IBH, New Delhi, P-669, 1982.

விதையிலாப் பெருக்கம்

தாவரங்கள் கனிகளையும், விதைகளையும் உண்டாக்கிப் பின்னர் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்குவதற்குப் பால் இனப்பெருக்கம் (*sexual reproduction*) என்று பெயர். இம் முறையைத் தவிரத் தாவரங்களில் மற்ற முறைகளில் பாலிலா இனப்பெருக்கம் (*asexual reproduction*) விதைகளின் பங்கு இல்லாமல் நடைபெறுகிறது. இதை விதையிலாப் பெருக்கம் என்பர். விதையிலாப் பெருக்கத்தில் இனப்பெருக்க உறுப்புகளான பூக்கள், மகரந்தத் தாள்கள், சூலகம் முதலியன பங்கு கொள்ளாமல் தாவரங்களின் மற்ற உறுப்புகள் பங்கு கொள்கின்றன. விதையிலாப் பெருக்கம் தாவரங்களில் பலவிதங்களில் நடைபெறுகிறது.

பதியமிடுதல். சில தாவரங்களின் தண்டுப் பகுதிகளை வெட்டி, நிலத்தில் ஊன்றினால் அவை வேரூன்றிப் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கும். இவ்வகையில் வெட்டுப்பதியம், அடுக்குப் பதியம் என இரண்டு வகைப் பதியங்கள் உண்டு. முருங்கை, வாதநாராயணன், பூவரசு முதலிய தாவரங்களில் நன்றாக வளர்ந்த தண்டின் பகுதிகளை வெட்டித்

தரையில் ஊன்றினால் புதிய தாவரம் வளரும். சர்க்கரை வள்ளிக் கிழங்கில் சில கணுக்கள் உள்ள தண்டுப் பகுதியை முளைக்கப்போட்டால் புதிய தாவரம் உண்டாகும். கரும்பில் கணுவும் கணுவில் காணப்படும் கோண மொட்டுகளும் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கும். இதற்கு வெட்டுப்பதியம் என்று பெயர்.

மேலும் ரோஜா, மல்லிகை, செவ்வரளி, காகிதப் பூச்செடி போன்ற தாவரங்களில் கிளைக்கு அருகே தாழ்வாக வளர்ந்து வரும் ஒரு கிளையை வளைத்து அதன் ஒரு பகுதியை மண்ணுக்குள் இருக்குமாறு பதித்தால் அப்பகுதியிலிருந்து புதிய வேர்கள் உண்டாகும். புதிய பல கிளைகளைத் தோற்றுவிக்கும். இதைத் தாய்த் தாவரத்திலிருந்து வெட்டி எடுத்துத் தனியாகப் பிரித்து நடட்டாலும் தற்சார்புள்ள புதிய செடியாக வளரும். இதனை அடுக்குப்பதியம் எனக்கூறுவர்.

தரைக் கீழ்த் தண்டுகள். எல்லாவிதத் தரைக் கீழ்த்தண்டுகளிலும் நிறைந்த அளவு உணவு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இத்தண்டுகளில் காணப்படும் மொட்டுள்ள ஒரு சிறிய பகுதிக்கு புதிய தாவரத்தை உண்டுபண்ணும் ஆற்றல் உண்டு. எனவே தரைக் கீழ்த் தண்டிலிருந்து விதையிலாப் பெருக்க முறையில் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கலாம். எ-டு: இஞ்சி, மஞ்சள், உருளைக்கிழங்கு, சேப்பங்கிழங்கு, வெங்காயம் முதலியன. தரைக்கீழ்த்தண்டுகள் நிறைய உணவு சேமிக்கவும், விரைவில் பெருக்கம் நிகழ்த்தவும் ஏற்பட்ட ஒரு தக அமைவாகும்.

தரை மேல் படரும் தண்டுகள். வலுவற்ற நலிந்த தரைமேல் படரும் தண்டுகளிலும் விதையிலாப் பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. இத்தண்டுகள் தரையின் மீது படர்ந்து வளரும்போது பல வேற்றிட வேர்களும் மொட்டுகளும் தங்கள் கணுக்களில் தோற்றுவித்துப் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்குகின்றன. எ-டு: வால்பாரை, ஆகாயத்தாமரை, செவந்தி முதலியன.

வேற்றிட மொட்டுகள். தண்டுகளின் உச்சியிலும், இலைக் கோணத்திலும், தாவரத்தின் மற்றப் பகுதிகளிலும் காணும் மொட்டுகளுக்கு வேற்றிட மொட்டுகள் எனப் பெயர். இவற்றில் இலை

மொட்டுகள், வேர் மொட்டுகள், பல்பில்கள் எனப்பல வகைகள் உள்ளன.

இலைமொட்டுகள். பிரையோஃபில்லம், பிகோனியா போன்ற செடிகளின் இலைகள் தாவரங்களிலிருந்து பிரிந்து நிலத்தில் விழுந்தால் அவற்றின் இலைகளிலிருந்து மொட்டுகள் உண்டாகிப் புதிய செடிகளை உண்டாக்கும். சில்வா செடியின் இலை நுனியில் உள்ள மொட்டு இலை நுனி நிலத்தை அடைந்தவுடன் புதிய செடியை உண்டாக்கும்.

வேர் மொட்டுகள். வேற்றிட மொட்டுகள் வேர்களிலும் தோன்றி விதையிலாப் பெருக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. எ-டு: புளி, வேம்பு முதலிய மரங்களின் நிலத்திற்கு மேலுள்ள பகுதியை வெட்டிவிட்டால் அவற்றின் வேர்களில் இருந்து மொட்டுகள் தோன்றிப் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்கும்.

பல்பில்கள். சில தாவரங்களில் தண்டு, மஞ்சரி முதலிய உறுப்பு கூறிலிருந்து சில சிறப்பு வகை மொட்டுகள் தோன்றுகின்றன. இவற்றுக்குப் பல்பில்கள் என்று பெயர். இவை நிலத்தில் விழுந்தால் புதிய தாவரங்களைத் தோற்றுவிக்கும். கற்றாழையில் சில பூ மொட்டுகளுக்குப் பதிலாகப் பல்பில்கள் தோன்றும். டயாய் கோரியாவில் கோண மொட்டுகளுக்குப் பதிலாகப் பல்பில்கள் தோன்றும்.

ஒட்டுதல் (grafting). தாவரங்களின் தரத்தை உயர்த்தவும் அவற்றின் விளைச்சலை மேம்படுத்தவும் இம்முறை பயன்படும். இம்முறையில் ஒரு தாவரத்தின் கிளையோடு மற்றொரு தாவரத்தின் கிளையை ஒட்ட வைத்து அந்த ஒட்டப்பட்ட பகுதியிலிருந்து புதிய தாவரம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இம்முறையினால் புதிய பல தாவரங்களை விதையிலாப் பெருக்கத்தின் மூலம் விரைவில் அடையலாம். இம்முறை பெரும்பாலும் தோட்டவியலில் பயன்படுகிறது. ஒட்டுதலில், அருகு ஒட்டுதல், தண்டு ஒட்டுதல், மொட்டு ஒட்டுதல் என மூன்று வகைகள் உண்டு.

A) **அருகு ஒட்டுதல் (approach grafting).** இதில் ஒட்டுவதற்காக எடுத்துக்கொண்ட தாவரம் (stoch) என்றும் அதைவிட உயர்ந்த இனத்தைச் சேர்ந்த தாவரத்தை சியாள் (scion) என்றும் அழைப்பர்.

கொய்யா, சப்போட்டா, மா போன்ற தாவரங்களில் இம்முறை மூலம் புதிய அதிக பலன் தரும் மரங்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் ஸ்டாக் தாவரத்தைத் தொட்டியில் வளர்த்து விரல் பருமன் வந்தவுடன், ஒட்டுதல் செய்ய வேண்டிய தாவரத்தின் அதே பருமன் உள்ள தண்டுப் பகுதியைத் தெரிந்தெடுத்து இரண்டு தண்டுகளின் பட்டைப் பகுதியைப் பக்கவாட்டில் எதிர் எதிரான நிலையில் வெட்டி எடுத்துவிட வேண்டும். பட்டை நீக்கப்பட்ட இடத்தில் இரு தண்டுகளும் நெருக்கமாக வைக்கப்பட்டுக் கட்டப்படுகின்றன. பட்டை நீக்கப்பட்ட இடம் காய்ந்துவிடாமல் இருக்க மெழுகு (grafting wax) பூசப்படுகிறது. இரு தண்டுகளுக்கும் இடையே புதிய திசுக்கள் தோன்றி அவை இரண்டும் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. பின்னர் ஸ்டாக் தாவரத்தை வெட்டிவிடலாம். வெட்டும்போது ஸ்டாக் தாவரத்தின் மேல் பகுதியையும் சியான் தாவரத்தின் கீழ்ப் பகுதியையும் நீக்க வேண்டும். புதிய தாவரம் நல்ல பலன் தரும் சியான் வகையைப் போல் இருக்கும். பொதுவாக நெருங்கிய உறவுடைய இரு தாவரங்களுக்கிடையே ஒட்டுதல் நன்கு வெற்றிகரமாக நடைபெறும்.

தண்டு ஒட்டுதல் (stem grafting). இதில் ஒரே பருமனான ஸ்டாக் தண்டும் சியான் தண்டும், அவற்றின் முனைகள் இரண்டும் பொருந்தும் படியாகச் சாய்வாக வெட்டிக்கொள்ள வேண்டும். இரு பகுதிகளையும் மூங்கில் வைத்து நன்றாக கட்டிவிட வேண்டும். கட்டிய பகுதியில் துணியும் மெழுகும் வைத்துக் கட்டி வாடிவிடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும். சில காலங்கழித்து புதிய தாவரம் சியான் வகையைச் சேர்ந்ததாக இருந்து நல்ல பலனைக் கொடுக்கும். இம்முறையில் சாட்டை ஒட்டுதல் (whip grafting), சாட்டை ஒட்டுதல் (whip and fongue grafting) என இரு வகை உண்டு.

மொட்டு ஒட்டுதல் (bud grafting). இம்முறையில் ஸ்டாக் தாவரத்தின் தண்டில் ஒரு வடிவத்தில் பட்டை நீக்கம் செய்ய வேண்டும். பின்னர் நல்ல பலன் தரும் சியான் தாவரத்திலிருந்து ஒரு கோண மொட்டை, அதைச் சுற்றியுள்ள பகுதியோடு வெட்டி எடுத்து, ஸ்டாக் பாகத்தில் ஏற்கெனவே எடுத்துள்ள வடிவப் பள்ளத்திற்குள் வைத்து மேலும்

கீழும் நன்றாகக் கட்டிவிட வேண்டும். இம்மொட்டு முதலில் ஸ்டாக் பாகத்திலிருந்து ஊட்டப் பொருள்களை உறிஞ்சிப் புதிய சியான் வகைத் தாவரத்தை உண்டு பண்ணுகிறது.

விதையிலாப் பெருக்கம், விதைகளின் மூலம் நடைபெறும் இனப்பெருக்கத்தைவிட எளிதானது. மேலும் குறைந்த நேரத்தில் பல தாவரங்களை உண்டாக்க முடியும். இம்முறையில் தாய்த்தாவரத்தின் பண்புகள் யாவும் செய்த்தாவரத்தில் காணப்படும். ஆனால் இம்முறையில் சந்ததிகளிடம் புதிய பண்புகள் தோன்றுவதற்கு வாய்ப்பு இல்லாமல் போய்விடுகிறது.

இராபின்சன் தாமஸ்

துணைநூல். V. Venkataswaralu, *Morphology*, Maruthi book Depot, Guntur, 1969.

விதையுறை உள்ளவை

தாவரங்கள் பொதுவாக இரு வகைப்படும். 1. மலர்களைப் பெற்றிராத தாவரங்களைக் கீழ்நிலைத் தாவரங்கள் எனவும், 2. மலர்களைக் கொண்ட தாவரங்களை உயர்நிலைத் தாவரங்கள் என்றும் அழைக்கலாம்.

உயர்நிலைத் தாவரங்களில் மலர்கள் மகரந்த சேர்க்கை, கருவுறுதல் நடைபெற்று கனிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. கனிகளுக்குள் விதைகள் காணப்படும்.

விதைகளைக் கொண்டு தாவரங்கள் இரு வகைப்படும். 1. விதை மூடாத தாவரங்கள் ஜிம்னோஸ்பெர்மே, 2. விதை உறை உடைய தாவரங்கள் ஆஞ்சியோஸ்பெர்மே.

விதை மூடாத தாவரங்களுக்கும், விதையுறை உடைய தாவரங்களுக்கிடையே வாழ்க்கைச் சூழலிலும் வளர்ச்சியுறுவதிலும் பல வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் ஒரு கிரேக்க மொழி சொல்லாகும். ஆஞ்சியான் (angion) என்பது குடுவை போன்ற அமைப்பாகும். ஸ்பெர்மா என்பது விதையாகும். இந்த சொல் 1960ஆம் ஆண்டு பால் கெர்மன் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது.

தாவர வர்க்கத்தில் விதையுறையுடைய தாவரங்களான ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தான் பூமியில் காணப்படும் தாவரங்களிலேயே பெரும்பான்மையான தாவரங்களாகும். இதில் கிட்டத்தட்ட 350 குடும்பங்களும் 12,500 பேரினங்களும், 2,50,000 சிற்றினங்களும் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்களில் பல உணவு, உடை, இருப்பிடம் முதலியவைகளை அளிக்கும் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்கள் பல உண்டு. பூமியில் உள்ள நிலப்பரப்பிலும் நன்னீர் தேங்கியுள்ள குளம், குட்டை, ஏரி மற்றும் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் ஆறு கடலை ஒட்டி அமைந்துள்ள சதுப்பு நிலங்களிலும் தாவரங்கள் வளர்ந்து காணப்படுகின்றன. பாலைவனங்கள் போன்ற இடங்களிலும் வருடத்திற்கு சில செ.மீ. மழை பெய்யக்கூடிய இடங் களிலும் கள்ளி போன்ற தாவரங்கள் வளர்ந்து காணப்படுகின்றன. விதையுறை உடைய தாவரங்களான ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களிலேயே மிக உயரமான யூகலிப்டஸ் போன்ற நீலகிரி தைலமரமும் அதிக மழையைக் கொண்ட காடுகளில் வளரக்கூடிய மிக நீண்ட கொடி தாவரமான பிரம்பு (calamus) போன்ற தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன. விதையுறை உடைய தாவரங்களில் மிக நுண்ணியது உல்ப்பிளா என்ற தாவரமாகும்.

விதையுறை உடைய ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்கள் விதையுறை அற்ற ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களிலிருந்து உடல் அமைப்பு, இனப் பெருக்கம் முதலியவைகளில் மாறுபட்டு காணப்படுகிறது.

உடல் அமைப்பு வேறுபாடுகள்: வேர்கள், தண்டு, இலைகள் முதலியன ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரத்திலிருந்து ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்கள் வேறுபடுகின்றன.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் இலைகளில் சிறகு வடிவ (pinnae) மற்றும் இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு (parallel venation) காணப்படும். இந்த அமைப்பு ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவர இலைகளில் கிடையாது.

ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் ஆணியேர்த் தொகுப்புக் (tap root system) காணப்படும். ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் ஆணியேர்த் தொகுப்பு அல்லது சல்லியேர்த் தொகுப்பு (fibrous root system) அமைந்துள்ளது.

குறுஞ்செடி (shrub), மரம் ஜிம்னோஸ்பெர்ம் வளர் இயல்பு ஆகும். ஆனால் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் செடி (herb), குறுஞ்செடி, மரம் போன்ற வளர் இயல்புகள் காணப்படுகின்றன.

இனப்பெருக்க பண்புகள்.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரத்தில் இனப்பெருக்க உறுப்பு மலராகும். ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரத்தில் கூம்பு (cone) அல்லது ஸ்ட்ரோபைலஸ் என அழைக்கப்படுகிறது.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவர மலரில் ஒரு மத்திய அச்சு காணப்படும். இந்த அச்சின் அடிப்பகுதியில் ஒரு மேடை போன்ற பகுதி பூத்தளம் என அழைக்கப்படும். பூத்தளத்தின் வெளிப்பகுதியில் புல்லி இதழ்களும் அதையடுத்து அல்லி இதழ்களும் மூன்றாவது வட்டத்தில் மகரந்த தாள்களும் நான்காவது வட்டத்தில் சூலக வட்டமும் அமைந்து காணப்படுகின்றன.

ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரத்தில் இனப்பெருக்க உறுப்பாகிய கூம்பில் மத்திய அச்சை சுற்றி மெகாஸ்போரோபில்களோ மைக்ரோஸ்போரோபில்களோ அமைந்துள்ளது.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் மலர்களில் சூல்கள் சூலக அறையில் சூல் ஒட்டுத்தசையுடன் இணைந்திருக்கும்.

சூலகத்தின் மேல் பகுதி சூல்தண்டு என அழைக்கப்படும். சூல்தண்டின் நுனிப் பகுதி சூல் முடி என அழைக்கப்படும்.

ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரத்தில் இனப்பெருக்க உறுப்பாகிய கூம்பில் மெகாஸ்போரோபில்தட்டையாகக் காணப்படும். இதில் பல சூல்கள் எந்தவித உறையுமில்லாமல் அமைந்திருக்கும்.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் மகரந்ததாளில் மகரந்தப் பைகள் முதிர்வதற்கு முன் மூடியிருக்கும். முதிர்ச்சி அடைந்ததும் திறந்திருக்கும்.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் கேமிட்கள் நுண்ணியது. அவை அண்ட நியூக்ளியஸ் (egg nucleus) ஸ்பெர்ம் நியூக்ளியஸ். பெண் கேமிட்டோபைட்டான சூலகம் குற்பையினுள் மூடியிருக்கும். சூல் முதிர்ச்சி அடைந்த உடன் சூலகத்தின் சூல் துளை திறந்திருக்கும். சூலின் பெரும்பகுதியில் சூல் திசு உள்ளது. இதைப் பாதுகாக்க வெளிச் சூலுறை (outer integument) ஒன்றும் உள் சூலுறை (inner integument) ஒன்றுமாக இரு சூலறைகள் அமைந்துள்ளன.

சூலின் மத்திய பகுதியில் காணும் கருப்பையில் 8 செல்கள் உள்ளன. இவற்றில் 4 செல்கள் சூல் துளை நுனியிலும் மீதி 4 செல்கள் சூலடி முனையிலும் இருக்கும். இரு எதிர் முனைகளிலும் இருந்து இரு செல்கள் கருப்பையின் மையத்தை நோக்கி நகர்ந்து வந்து இணைகின்றன. இதற்கு இரண்டாம் நியூக்ளியஸ் என்று பெயர். சூல் துளை முனையில் உள்ள மூன்று செல்களின் நடுவில் இருப்பதற்கு அண்டம் (egg) என்று பெயர். அதற்கு இருபுறமும் உள்ள செல்கள் சைனர்ஜிட்கள் எனப்படும். இம்மூன்றையும் சேர்த்து அண்ட உறுப்பு (egg apparatus) என்று கூறுவர். கருப்பையின் மறுமுனையில் மூன்று செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவை எதிர்த் துருவசெல்கள் (antipodal cells) எனப்படுகின்றன.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்மில் ஜிம்னோஸ்பெர்மில் உள்ளதுபோல ஆர்க்கிகோணியம் கிடையாது.

ஆண் கேமிட்டோபைட்டான மகரந்தத் தாளில் ஆக்கத் திசுக்கள் தோன்றி பின்னர் மகரந்த செல்லில் ஏற்படும் குன்றல் பிரிவுக்குப் (reduction division) பின்னர் மறைமுகப் (mitosis) பகுப்பைப்

பெற்று பல மகரந்தப்பை வெடித்து மகரந்தத்தூளை வெளியேற்றுவதற்கு உதவி புரிகிறது.

மகரந்தச் சேர்க்கை காற்று, பூச்சியினம், விலங்கினம் மற்றும் நீர் மூலமாக நடைபெறுகிறது.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் தோன்றுவதுபோல் கசையிழையுள்ள ஆண் கேமிட்கள் (*flagellated male gametes*) தோன்றுவதில்லை.

மகரந்தச் சேர்க்கையை அடுத்து கருவுறுதல் (*fertilization*) நிகழ்கிறது. கருவுறுதலுக்குப் பின்னர் கனி தோன்றுகிறது. கருவுறுதலின் தூண்டுதலினால் சூல்கள் விதைகளாகின்றன. சூலில் இதையடுத்து பல மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. விதைகளின் பாதுகாவுகளுக்குக் கனி உண்டாகிறது. விதையுறை உடைய தாவரங்களின் தனிச் சிறப்பு இவ்விதைப் பாதுகாவுலே. விதை உறைகள் ஜிம்னோஸ்பெர்ம்தாவரங்களில் தோன்றுவதில்லை.

சொ. நாராயணசாமி

விதை வளம் சோதித்தல்

பண்டைய மக்கள் விதையின் தரம், வளம், வீரியம், முளைக்கும் திறன், முளைக்கும் ஆற்றல், நோய் நீங்கிய தன்மை முதலியவற்றை ஆராயாமல் விதைத்துப் பயிர் வளர்த்து, அறுவடை செய்து வந்தனர். இதற்குக் காரணம் அன்றைய நாட்களில் அதிகப் பரப்பளவு உள்ள நிலம் குறைந்த மக்கள் தொகை முதலியவை இருந்தன. ஆனால் இன்று வேளாண் நிலம் பரப்பில் குன்றியுள்ளது. நிலம் வளம் இழந்து காணப்படுகிறது. முறையான மழை இன்றி ஆறு, குளம் குட்டைகளில் நீரின்றி காணப்படுகிறது. இத்தகைய இடர்ப்பாட்டினை நீக்க விதை நுட்பவியல் அறிஞர்கள் கண்டுபிடித்தது விதை வளம் சோதிக்கும் முறை ஆகும்.

விதை முளைக்கும் சோதனைகள் செய்தும் விதை வளத்தைக் கணக்கிடலாம். ஆனால் இந்த

விதமான முளைக்கும் சோதனைகள் செய்ய நீண்ட காலம் தேவைப்படுகிறது. எனவே குறுகிய காலக்கெடுவில் விதையின் முளைக்கும் திறனை அளவிட விதை வளம் சோதித்தல் முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

வரலாற்றுக் கால வேளாண் குடிமக்களிடமிருந்து தற்கால வேளாண் குடிமகன் வரை அனைவரும் ஒரு வகையில் விதை வளத்தைக் கண்டறிய காலந்தோறும் ஆர்வம் உடையவர்களாக இருந்து வருகின்றனர். எனினும் அவர்கள் கையாண்ட முறைகள் எதுவும் அறிவியல் அடிப்படையில் அமைந்திருக்கவில்லை. இதனால் மற்றவர்கள் அந்த முறையை அறிந்து அதைப் பின்பற்றிப் பலன் பெற இயலவில்லை. எனவே விதை நுட்பவியல் என்ற தனி அறிவியல் தோன்றிய இந்த நூற்றாண்டில் விதை வளம் சோதனைகளுக்கு அறிவியல் அடிப்படையில் மிகவும் முக்கியத்துவம் கொடுத்தனர். இதன் விளைவாக இரு பெரும் சோதனைகள் இப்பொழுது அறிவியல் அறிஞர்களினால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

அ. பகுதி விவர டெட்ராஸோலியம் ஆய்வு.

ஆ. கரு நறுக்கு முறை.

பகுதி விவர டெட்ராஸோலியம் ஆய்வு.

இதனைச் சுருக்கமாக டி இஸட் சோதனை என்று கூறுவர். இந்தச் சோதனை மூலம் விதை முளைத் திறனையும் விதை உள்ளாற்றலையும் விரைவாகவும் எளிதாகவும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

கரு நறுக்கு முறை.

இது ஓர் உயிரி வேதியியல் சோதனை முறை ஆகும். இந்த முறையில் உயிருள்ள செல்களைச் சுட்டிக்காட்டும் சாயத்தினால் தெளிவாக அறியப்படும். இதற்கு டெட்ராஸோலியம் என்ற நிறமற்ற கரைசல் பயன்படுகிறது. பலவிதமான டெட்ராஸோலியச் சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டாலும், 2,3,5-டிசுரோஃபீனில் டெட்ராஸோலியம் குளோரைடு என்னும் கரைசலைப் பலர் பயன்படுத்துகின்றனர். விதைத் திசுக்களுள் உயிருள்ள நிகழும் குறைக்கும் செயலில் குறுக்கிட்டு ஹைட்ரோஜினேஸஸ் என்ற நொதிகளில் அடங்கி உள்ள ஹைட்ரஜனை ஏற்றுக் கொள்கிறது. இதனால் ஒரு நிலைத்தன்மை உடைய சிவந்த, பரவும் தன்மை

அற்ற டிரைஃபீனில் ஃபார்மோஸான் என்னும் வேதிப் பொருள் விதைச் செல்களில் உண்டாகிறது. விதையின் உயிருள்ள செல்கள் யாவும் சிவப்பு நிறமாகவும், உயிரற்ற இறந்த செல்கள் நிறமற்றும் காணப்படுகின்றன. விதைத் திசுக்களுள் நல்ல சிவப்பு நிறம் பெற்ற திசுக்களும், நிறமற்ற திசுக்களும், பகுதி சாயம் ஏறிய திசுக்களும் காணப்படும். இத்தகைய பகுதி சாயம் ஏறிய திசுக்களுள் இறந்த திசுக்கள் பல பகுதிகளாக பரவி இருக்கும். கரு அல்லது எண்டோஸ்பெர்மில் இத்தகைய உயிரற்ற செல்களின் அளவு, இடம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து விதையின் வளம் தீர்மானிக்கப்படும். விதைத் திசுக்கள் சாயம் ஏற்கும் திறனைப் பொறுத்து, அவை திடமான முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை, சாயம் ஏற்காதவை முளைக்கும் ஆற்றல் அற்ற உயிரற்ற திசுக்கள் எனக் கண்டறியப்படும். இதனால் இந்த ஆய்வு 'பகுதி விவர டெட்ராஸோலியம் ஆய்வு' என்று அழைக்கப்படும். இந்தச் ஆய்வு முன்பே முளைத்த விதைகளுக்கும் வறண்ட முளைத்த விதைகளுக்கும் பொருந்தா.

டெட்ராஸோலிய ஆய்வு முறை.

அ) ஆய்வு மாதிரி விதைகள். 1960ஆம் ஆண்டில் மூர் என்பவரின் கண்டுப்பிடிப்பின்படி மாதிரி விதைகள் 50 அல்லது 100 இருக்கலாம் என்று கண்டறிந்தார். கிராப் (1970) டெலௌஷி (1962) போன்றோர் ஆராய்ச்சியின்படி 100,100 விதைகள் என 200 விதைகளை ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளலாம் என்றனர்.

கருவிகள். இந்த ஆய்வுக்குச் சாயக் கிண்ணங்கள், நறுக்கும் கத்திகள், இடுக்கிகள், உருப்பெருக்கிவில்லை அல்லது நுண்ணோக்கி, கொட்டு, விடு குடுவை, ஊசிகள், அடுப்பு, வெப்பம் காப்பான் முதலிய கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன.

கரைசல் தயாரிக்கும் விதம்.

டெட்ராஸோலியம் கரைசல்கள் பல செறிவுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முழு விதைகளில் 1 சதவீதக் கரைசலும் விதையினின்று தனியே எடுத்த கருவிற்கு 1% கரைசலும், சில சமயங்களில் 2 முதல் 5 சதவீதக் கரைசல்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆய்வுகள் நல்ல பலனைத் தர 6 - 8 H மதிப்பு உள்ள

கரைசல் பயன்படுத்தப்படும்.

விதைகளில் சாயம் ஏற்றும் முறை

முறை 1. இந்த முறை சோளம், கம்பு, ராகி, தினை, பெரிய விதையுள்ள புற்களின் விதைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும். விதைகளை மடித்த, நனைத்த மை உறிஞ்சும் தாள்களிடையே இரவு முழுவதும் வைக்க வேண்டும் அல்லது 30°C வெப்பம் உள்ள வெதுவெதுப்பான நீரில் விதைகளை மூன்று அல்லது நான்கு மணி நேரம் ஊற வைக்க வேண்டும். மை உறிஞ்சும் காகிதத்தின் ஊடே இருக்கும்போதே விதைகளை நீள் போக்கில் கருப்பகுதி தெளிவாகத் தெரியும்விதமாக ஒரே வெட்டாகக் கூர்மையான கத்தியில் வெட்ட வேண்டும். வெட்டிய இரு பகுதிகளுள் ஒரு பகுதியைச் ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தவும் விதைகளை வெட்டிய உடன் வறண்டு விடாமல் டெட்ராஸோலியம் கரைசலில் போட்டுவிடலாம்.

முறை 2. சிறிய விதைகளுடைய புற்களின் விதைகளை மடித்த வடிதாள் அல்லது மை உறிஞ்சும் தாள்களிடையே ஓர் இரவு முழுவதும் வைத்த பிறகு, கூர்மையான வெட்டுக் கத்தியினால் பக்கவாட்டில் கருவிற்கு மேலே வெட்டி எடுத்து டெட்ராஸோலியம் கரைசலில் போடலாம்.

முறை 3. சிறிய விதைகள் உள்ள புற்களின் விதைகளை இரவு முழுவதும் வடிதாள் அல்லது மை உறிஞ்சும் தாளில் வைத்திருந்து கூர்மையான ஊசி மூலம் கருவிற்கு அருகில் எண்டோஸ்பெர்ப் பகுதியில் துளையிட்டு டெட்ராஸோலியம் கரைசலில் இடப்படும்.

முறை 4. டெட்ராஸோலியம் புக முடியாத விதை உறை உள்ள இருவித்திலை விதைகளில் இந்த முறை பயன்படுத்தப்படும். முதலில் விதையின் விதை உறையினைப் பிரித்து எடுக்க வேண்டும். பருத்தி விதை உறை நீக்கிய பிறகும் ஒரு மெல்லிய சவ்வுப் பகுதி வித்திலைகளை மூடியிருக்கும். இந்த விதமான விதைகளைச் சிறிது அதிக நேரம் ஊற வைக்கும்போது அந்த சவ்வுப் பகுதியும் தனியே பிரிந்துவிடும்.

முறை 5. பெரிய விதைகள் உள்ள பயிறு

வகைகளில் இந்த முறை கையாளப்படும். சோயா, மொச்சை போன்ற பெரிய விதைகளை நீரில் ஊற வைத்தால் அவை உருவத்தில் மிகவும் பருத்து விதை உறைகள் கிழிந்து, வித்திலைகள் பிரிந்து, கீழ்த் தண்டுகள் உடைந்து போக வாய்ப்பு உண்டு. எனவே, இவற்றை நனைந்த காகிதத் துண்டுகளில் ஓர் இரவு முழுவதும் ஊற வைத்தால், விதைகள் மெதுவாக நீரை உறிஞ்சும். விதையில் துளை இட்டு அல்லது விதை உறைகளை வெட்டியும் சாயம் ஏற்கும் கால இடைவெளியினைக் குறைக்கலாம்.

முறை 6. சிறிய விதைகள் உள்ள பயிறு வகைகளில் இந்த முறை பயன்படுகிறது. இந்த விதைகளின் விதைத் தோல்களில் டெட்ராஸோலியம் எளிதில் ஊடுவுகிறது.

சாயமிடல். மேற்கூறிய விதங்களில் தயாரித்த விதைகளை சிறிய கண்ணாடிக் குடுவை, ஆழமில்லாத தட்டு அல்லது குழிக் குடுவைகளில் இட்டு அவற்றில் டெட்ராஸோலியக் கரைசலை ஊற்ற வேண்டும். இவை 40°C வெப்ப நிலையில் இருட்டான, வெது வெதுப்பான இடத்தில் வைக்க வேண்டும். விதைகளின் தரத்திற்கு ஏற்றவாறு ஒரு 8 மணி வரை சாயம் ஏற்க கால இடைவெளி தேவைப்படுகிறது. விதைத் திசுக்கள் டெட்ராஸோலியம் சாயத்தினை நன்றாக ஏற்றுக்கொண்ட பிறகு, விதைகளை கரைசலினின்று வெளியே எடுத்து நீரில் ஊற வைக்கவும். ஒரு சில மணிகளில் ஆய்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படாத விதைகளைக் குளிர்சாதனப் பெட்டிகளில் வைக்க வேண்டும். மூன்று நாட்களில் 10°C வெப்பநிலையில் விதைகளுக்கு சாயம் ஏற்றும் விதத்தை அறியும் வண்ணம் சோதனைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

மாதிரி விதைகளை மதிப்பிடும் விதம். விதைத் திசுக்கள் நன்றாக சாயம் பெற்ற பிறகு அவை மதிப்பீடு செய்யப்படும். மதிப்பீடு செய்யும் பகுத்தாய்வாளருக்கு விதை, நாற்று, வளர்ச்சி முறை, செல்பகுப்பு நடைபெறும் ஆக்குத் திசுக்கள் ஆகியவை பற்றி தெளிந்த அறிவு தேவை. பலவிதமான விதைகளை மதிப்பீடு செய்யும் முறைகள் விவரிக்கப்படுகின்றன. தொகுதி (அ) மக்காச் சோளம், சோளம், சிறுதானியங்களை இந்த முறையில் மதிப்பீடு

செய்யலாம். விதைகள் 5 முதல் 7 மடங்கு பெரிதாகக் காட்டக்கூடிய உருப்பெருக்கியில் அமைக்கப்படும். பெரிய விதைகள் ஆதலால் கருப்பகுதியில் தெளிவாகத் தெரிந்து அதில் சாயம் பெற்ற பகுதிகளும் நன்றாகப் புலப்படும். டெட்ராஸோலியச் சாயம் ஏற்ற விதைத் திசுக்கள் நம் கண்களுக்குக் கருஞ்சிவப்பு நிறத்தில் தெரியும்.

உருப்பெருக்கியில் காணும்போது முளைக் குருத்து உறை இளம் சிவப்புத் திசுப் பின்னணியில் பல கருஞ்சிவப்புப் புள்ளிகளாத் தெரியும். குறிப்பிட்ட காலக்கெடுவுக்கு மேல் சாயம் இடப்பட்ட விதைகளின் வெட்டிய கருப்பகுதிகளில் வெள்ளைப்படிவுகள் காணப்படும். அழகிய கெட்டுப்போன விதைகளின் கருப்பகுதிகளிலும் இத்தகைய வெள்ளைப் படிவுகள் காணப்படும். இது சாயம் பெற்ற பகுதிகளை மறைக்கும். ஆதலால் இவற்றை நீக்கிய பிறகே விதைத் திசுக்கள் மதிப்பீடு செய்யப்படும். முளைக்குருத்துப் பகுதியில் சரியாக வெட்டப்படாத கருக்களில் முளைக்குருத்து உறைத் திசுக்களில் சாயம் ஏறாமல் அவை தவறாக இறந்த திசுக்கள் என்ற மதிப்பீடு செய்யப்பட்டுவிடும். சோளம், கீரைப் போன்ற விதைகளின் முளைவேர் பகுதி காயப்பட்டிருந்தால் சாயம் ஏற்கும் தன்மை மாறுபடும். சாயம் ஏற்ற விதைகள் மதிப்பீடு செய்யும் முன் முளைக்காமல் இருக்கும்படி கவனித்துக்கொள்ள வேண்டும். சாயம் ஏற்ற தன்மையுடன் விதை வளம் பற்றிய அமைப்பினையும் ஆராய வேண்டும். உயிருள்ள நீண்ட வளைந்த முளைவேர், முளைக்குருத்து ஆகியவை விதை முளைப்பதைக் காட்டும். இறந்த விதைகளில் இத்தகைய வளர்ச்சி காணப்படாது.

முளைக்கும் விதைக்கு உரிய பண்புகள்.

1) விதையின் கருப்பகுதிகள் உடையாமல் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்து, கருஞ்சிவப்புச் சாயம் ஏற்று இருக்கும். காற்றுக் குழாய்த் திசுக்களும் சாயம் பெற்று இருக்கும். இளம் சிவப்புப் பின்னணியில் முளைக்குருத்து உறை கருஞ்சிவப்பு நிறமாகக் காணப்படும். வேர்-தண்டு அச்சப் பருத்திருக்கும். முளைக்குருத்து அதன் உறையிலிருந்து சுருண்டு வெளியே நீண்டிருக்கும். 2) கருவில் கீழே குறிப்பிட்ட சீரழிவுகள் காணப்படும். அ) முளைக்குருத்து உறையின் மேல் கீழ் முனையில் திசுக்கள் இறந்து

அதனால் அப்பகுதிகள் சாயம் ஏற்காமல் தோன்றும். (ஆ) சோளத்தைத் தவிர ஏனைய தானியங்களில் முளைவேர்ப்பகுதி சாயம் ஏற்பதில்லை. (இ) கருவின் வெட்டுப்பகுதியில் வெளிறிய, மங்கலான திசு காணப்படும். (ஈ) பூச்சிகள், எலிகள் போன்றவை விதைகளைக் காயப்படுத்தாமல் இருக்க வேண்டும்.

முளைக்காத விதைகளில் கீழ்க்காணும் சிதைவு அறிகுறிகள் காணப்படும். 1. விதைகளின் பகுதிகள் முற்றிலும் சாயம் ஏற்காமல் இருக்கும், 2. முளைக்குருத்துப் பகுதியில் சாயம் ஏற்பதில்லை, 3. முளைக்குருத்துக் கணுப்பகுதியும் சாயம் ஏற்பதில்லை, 4. முளைக்குருத்து உறைப்பகுதியும் சாயம் ஏற்பதில்லை, 5. விதைகள் காயப்பட்டதினால் முளைக்கும் திறனை இழந்துவிடுகின்றன, 6. வெட்டிய பகுதியில் வெளிறிய சுருங்கிய திசுக்கள் இருக்கும்,

அ. கரு மங்கலான கருஞ்சிவப்பு நிறமாக இருந்தாலும், திசுக்கள் சுருங்கி இருந்தாலும் வித்திலைகளும், காற்றுக்குழாய்த் திசுக்களும் சரியாக அமையாவிடினும், வேர்-தண்டு அச்சு பருத்து இராமலும், வளையாமல் இருந்தாலும் விதை முளைக்காது என்று அறியலாம் மற்றும் முளைவேர், முளைக்குருத்துப் பகுதிகளும் கரு முழுவதும் அல்லது பகுதியோ சாயம் ஏற்காமல் இருந்தாலும் விதை முளைக்காது.

தொகுதி 2. பெரிய விதைகள் உள்ள புற்களில் இந்த முறை கையாளப்படும். விதைகளை 7 - 10 வரை உருப்பெருக்கியினால் பெரிதாக்கி ஆராயலாம். சோளம், மக்காச் சோளம் போன்றவற்றைப் போலவே மதிப்பீடு செய்யலாம். ஆனால் இவற்றில் கருப்பகுதிகள் தெளிவாக வேறுபாடு அடைவதில்லை. சோளத்தைப் போல முளைப் பக்கவேர்கள் இருப்பதில்லை. இவற்றுள் பல நிலைகளிலான விதை வளர்வடங்கிய நிலைகள் காணப்படுகின்றன. பூஞ்சைப் பாதிப்பினால் கருவூண் பகுதியில் கருஞ்சிவப்பு நிறம் காணப்படும். முளைக்கும் வளம் பெற்ற விதைகளானால் அவற்றில் காணப்படும் பண்புகள் (அ) கருப்பகுதி உடையாமல் நன்கு வளர்ச்சி பெற்று இயல்பான சிவப்பு சாயம் ஏற்று இருக்கும். (ஆ) முளைக்குருத்தின் இரு முனைகளிலும் மூன்றில் ஒரு பகுதி சாயம் ஏற்காமலும்

முளைவேர் சாயம் ஏற்காமலும் அமைந்திருக்கும். (இ) கருவில் சாயம் ஏற்காத வேர் ஆக்குத் திசு அல்லது முளைக்குருத்துப் பகுதிக் காணப்படும். (ஈ) கருப்பகுதி பழுப்புக் கலந்த சிவப்பு நிறமாகவும், மிருதுவான திசுக்களுடனும் தெளிவான எல்லைக்கோடு அற்றதாகவும் இருக்கும் மற்றும் கரு முதிர்ச்சி அடையாமலோ இல்லாமலோ இருக்கும்.

தொகுதி 3. சிறிய விதைகளுடைய புற்கள் இந்த முறையில் மதிப்பீடு செய்யப்படும். விதைகளை 10 - 15 மடங்கு வரை உருப்பெருக்கியில் பெரிதாக்கி அறியலாம். பெரிய விதைகளுடைய புற்களைப்போல விதை அமைப்பும் நாற்று வளர்ச்சியும் அமைந்து இருந்தாலும், சிறிய விதைகளாக இருப்பதால் இவற்றுள் சிலவற்றை வெட்டி எடுக்கும்போது சரியாக வெட்டுப்படாமல் முழு விதைகளாகவே இருப்பதால் சாயம் ஏற்காமல் இருந்து விடும். உயிருள்ள சாயம் ஏற்காத விதைகளுக்கும், இறந்த விதைகளுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டினை உணர வேண்டும். இறந்த விதைத் திசுக்கள் பொதுவாக மிருதுவாக இருக்கும். புதிதாக அறுவடை செய்யப்பட்ட, வீரியம் உள்ள விதைகளின் எண்டோஸ்பெர்ம் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் சாயம் ஏற்கும். மெலிந்த விதைகள் இவ்விதச் சாயம் ஏற்பதில்லை. எந்திரத்தில் அரைத்த தானியங்களில் கரு சிதைந்து விடும்.

முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்ற விதைகளில் உள்ள பண்புகள். (அ) கருப்பகுதிகள் உடையாமல் நன்கு வளர்ச்சி பெற்று இயல்பான சிவப்பு நிறம் பெற்று இருக்கும். (ஆ) கருப்பகுதியின் திசுக்கள் தெளிவாக இல்லாமலும் சாயம் சரியாக ஏற்காமல் இருந்தாலும், முளைவேரும், முளைக்குருத்தும் உறையும் சாயம் ஏற்காமல் இருந்தாலும், கரு அச்சு சாயம் ஏற்காமல் முளைக்குருத்து உறை மட்டும் சாயம் ஏற்று இருந்தாலும், கருவின் மேல் அல்லது கீழ்ப்பகுதி மட்டும் சாயம் ஏற்று இருந்தாலும், கரு, கருப்பு, மங்கலான சிவப்பு நிறமாகவும் எண்டோஸ்பெர்ம் மஞ்சள் அல்லது பச்சை நிறமாக இருந்தாலும், கரு தெளிவற்ற எல்லைக்கோடுகளோடு இருந்தாலும் முளைக்கா.

தொகுதி 4. பயிறு வகைகள் இந்த முறையில் மதிப்பீடு செய்யப்படும் விதைகளை 7 மடங்கு

பெரிதாக்கி மதிப்பீடு செய்யலாம். மதிப்பீட்டிற்கு முன் விதையுறையை நீக்கிவிடவும் அல்லது லாக்டோஃபீனாலில் ஊற வைக்கவும், இறந்த விதைகளைச் சாயத்தில் இடும்போது அவை சாயம் ஏற்காமல் வெள்ளை, பச்சை நிறங்களுடனும், மிருதுவான தொய்ந்த திசுக்களுடனும் காணப்படும். புதிதாக அறுவடை செய்யப்பட்ட பெரிய பயிறு விதைகளின் வித்திலைகளிலும் அவற்றின் உட்பகுதிகளிலும் சாயம் சரியாக ஏற்பதில்லை. சிதைந்த விதைகளில் சாயம் எளிதாக உட்புகுந்து உட்பகுதி முழுவதும் சாயம் ஏற்று இருக்கும். வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு, வித்திலைப் பகுதிகளில் பூச்சிகள் முதலியவற்றால் சேதம் அடைந்துள்ளனவா என்று கவனிக்க வேண்டும். முளைக்கும் விதைகளின் கருக்கள் நன்றாக வளர்ந்து, உடையாமலும் சேதம் அடையாமலும், இயல்பான சிவப்பு சாயம் ஏற்றம் இருக்கும்.

கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள சில பண்புகளுடைய விதைகள் முளைக்கா. 1) ஒரு வித்திலை அல்லது இரு வித்திலைகளும் இல்லாமல் இருத்தல், 2) வித்திலைகள் இணைந்துள்ள இரு அச்சப்பகுதியில் சாயம் ஏற்காத பகுதிகள் இருத்தல், 3) சாயம் ஏற்காத வித்திலைக் கீழ்த்தண்டும், 4) நிலக் கடலையில் முளைவேரின் முக்கால்பகுதி வெள்ளை அல்லது கருஞ்சிவப்பாக இருத்தல், 5) வித்திலைக் கீழ்த்தண்டின் வெளிப்பகுதியில் கருப்பான, நீர்வடியும் சிவப்பு பகுதி இருத்தல், 6) வித்திலையின் ஒரு பாதி சாயம் ஏற்காமல் இருத்தல், 7) சிதைந்த வித்தின் கீழ்த்தண்டு உடைய கரு, 8) முளைவேர் சிதைந்த கரு, 9) சிதைந்த முளைக்குடுத்து உடைய கரு, 10) இறந்த முளைக்குடுத்துத் திசுக்களைப் பெற்ற கரு.

தொகுதி 5. பயிறு வகைகளைத் தவிர ஏனைய இருவித்திலைத் தாவர விதைகளை இந்த முறையில் மதிப்பீடு செய்யலாம். சாயம் இடும் முன் விதையுறையை நீக்கி விடவும். இவற்றின் கருநன்றாக வளர்ந்து இயல்பான சிவப்பு சாயம் ஏற்றிருந்தாலும் விதைகள் முளைக்கும். கரு அச்சு, வித்திலைப் பகுதி, முளைவேர் நுனி ஆகியவைகளில் இறந்த திசுக்கள் இருந்தாலும், கருவின் ஒரு பகுதி அல்லது முழுவதும் முளைவேர் நுனி சாயம் ஏற்காமல் இருந்தாலும், உடைந்த முளைவேர் இருந்தாலும் முதிர்ச்சி அடையாத வளர்ச்சி முற்றுப் பெறாத விதைகளாக இருந்தாலும் வளம் பெற்ற முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்ற

விதைகளாகக் கருதப்படமாட்டா.

ஆ. கரு நீங்கும் முறை. மெதுவாக முளைக்கும் விதைகளையும், வளர்வடங்கிய நிலை உள்ள விதைகளையும் இந்த முறையில் முளைக்கும் ஆற்றலைச் சோதனையின் மூலம் கண்டறியலாம். முன்பே முளைத்த விதைகளுக்கும், முளைத்த வறண்ட விதைகளுக்கும் இந்தச் சோதனைப் பொருந்தாது.

முறை. தூய்மைச் சோதனை செய்த விதை நொதியில் தனித்தனியாக நூறு, நூறாக நான்கு வகை விதைகள் பொறுக்கி எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டன. விதைகள் ஓடும் நீரில் ஒன்று முதல் நான்கு நாட்கள் ஊற வைக்கப்பட்டன. ஓடும் நீரில் 15°C-க்குக் கீழேயும், நிலையான நீர் என்றால் அறை வெப்பநிலையிலும் ஊற வைக்க வேண்டும். விதையுறைகளுக்கு மேலே சில விதைகளில் வெளியே கெட்டியானப் பகுதிகள் காணப்பட்டன, அவற்றை ஊற வைக்கும் முன் நீக்கி விட வேண்டும். கெட்டியான விதையுறை உடைய விதைகள் ஊற வைக்கும் முன் உடைந்துவிடுகின்றன. விதைகளில் நுண்கிருமிகள் அற்ற நிலையில் கருவினை நீக்க வேண்டும். இதற்காக கரு நீக்கும் இடம், மேஜை கருவிகள் முதலியவற்றை 50 சதவீத எத்தனாலும் நீரும் கலந்து நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்ய வேண்டும். விதையுறைகளை வெட்டும் கத்தி, பிளேடு முதலியவற்றால் நீக்க வேண்டும். அப்போது கருக்களில் மேற்கூறிய கருவிகள் பட்டுவிடாமல் முன்னெச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும். விதையினின்று வெட்டி எடுத்த கருக்கள் வடிதாளின் இடையே வைத்து அறையின் இயல்பான ஒளி, ஈரம் முதலியவற்றில் நிலையான 20°C வெப்பநிலையில் 14 நாட்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். இதற்கு வெப்பச் சமன் காக்கும் கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

மதிப்பீடு. நாள்தோறும் முளைத்த முளைக்காத கருக்களை 14 நாட்கள் வரை கவனித்து வர வேண்டும். வெட்டும்போது காயம் ஏற்பட்ட கரு 24 மணி நேரத்திற்குப் பிறகு நிறமற்றுக் காணப்படும் முளைக்கும் தன்மையுடைய கருக்களில் காணும் பண்புகள்: 1) முளைவிட்ட கருக்கள் கருவின் ஒன்று அல்லது இரு வித்திலைகளிலும் வளர்ச்சி அல்லது பசுமை நிறமாகக் காணப்படும். 2) கரு விறைப்பாக சிறிது பெரிதாக வெள்ளை அல்லது மஞ்சள் நிறத்துடன் இருக்கும் முளைக்காத கருக்களில்

காணப்படும் பண்புகள்: அ) பூஞ்சை தாக்கிய கரு விரைவில் அழுகி விடும், ஆ) சிதைந்த கரு, இ) பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறம் அடைந்த கரு, ஈ) கரு சாம்பல் அல்லது நீள் ஒழுக்கும் வெண்மை நிறம் அடைந்திருத்தல், உ) இறந்த கருவுடைய அல்லது உருச்சிதைவுற்ற கருவுடைய விதைகள்.

சோதனை முடிவு. நான்கு தனித் தனி விதைத் தொகுதிகளிலும் எத்தனை விதைகள் முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை என்றும் வளம் பெற்ற விதைகள் என்றும் கணக்கிடப்படும். இவற்றுடன் சராசரியைக் கணக்கிட்டு விதைவளச் சதவீதம் கூறப்படும்.

விதைக் காயங்களுக்கான ஆய்வு. காயங்கள் உடைய பயறுவகை விதைகளை ஃபெர்ரிக் குளோரைடு கரைசலில் இட்டால் விதைகள் கறுப்பு நிறம் பெறும். எனவே முளைக்கும் ஆய்வு செய்யும் முன் காயங்களுடைய விதைகளை இந்த ஆய்வு செய்து பிரித்து எடுக்க வேண்டும். இந்தச் சோதனை செய்யும் முன் கவனிக்க வேண்டியவை.

1. ஒரு பகுதி ஃபெர்ரிக் குளோரைடுடன் நான்கு பகுதி நீர் சேர்த்து 20% கரைசல் தயாரிக்க வேண்டும். 2. கரைசலில் இடும் முன் விதைகளை 100, 100 கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். 3. கரைசலை ஆழமில்லாக் கண்ணாடிக் குடுவைகளில் விதைகள் மறையும் வரை ஊற்ற வேண்டும். 4. கரைசல் ஊற்றிய 15 நிமிடத்திற்குள் கருப்பு நிறம் அமைந்த விதைகளைத் தனியே எடுத்து, அவை காயம் பெற்ற விதைகளாகக் கருதப்பட்டு அவற்றை நீக்கிவிட வேண்டும். 5. கருப்பு நிறம் பெற்ற விதைகளை எண்ணிக் கணக்கிட வேண்டும். 6. கரைசலை வடித்து எடுத்து மறு சோதனைக்குப் பயன்படுத்தலாம். 7. நூறு விதைகளுள் எவ்வளவு விதைகள் கறுப்பாக உள்ளனவோ, அவை மோசமான சேதம் அடைந்த விதைகள் எனக் கருதப்படும். இது சேதச் சதவீதம் எனப்படும்.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

விதை வளர்வடக்கம்

பல உயிரினங்களாலும் குறிப்பாக பயிர் வகைகள்,

விலங்குகளாலும் தங்களுடைய வாழ்நாளில் பாதகமான சூழ்நிலைகள் நிலவும்போது ஒருவிதை உறக்க நிலைக்கு உட்படுகின்றன. சாதகமான சூழ்நிலை நிலவும்போது இந்நிலை மாற்றப்பட்டு இயல்பான நிலைக்குத் திரும்புகின்றன. இந்நிலையில் மிகவும் குறைவான அளவில் வாழ்வியல் நடவடிக்கைகளும், உள் வேதி செயல்பாடுகளும் நடைபெறுவது இதன் பண்புகளாகும். இந்நிலை பல்வேறு கால கட்டங்களுக்கு உட்பட்டாலும் மீளும் நிலை கொண்டிருக்கின்றன. இந்நிலையையே உயிருள்ள உயிரற்ற நிலை என்று கெய்லின் என்பார் கூறினார். இந்நிலை விதைகளில் தோன்றும்போது இது 'உறங்கு நிலை அல்லது வளர்வடக்கம்' (dormancy) எனப்படுகிறது. நிக்கோலேவா என்பார் விதை உறக்கத்தை உட்காரணிகளால் (internal factors) விதையினுள் ஏற்படும் தடைப்பட்ட வளர்ச்சி (inhibited growth) என்கிறார். இதை PIM (Physiological Inhibiting Mechanism) என்பார்.

விதைகள் முளைப்பதற்குத் தேவையான சூழ்நிலைகளான ஈரப்பதம், ஆக்சிஜன், சூரிய ஒளி ஆகியன இருந்தும், முளைக்காமலும் அதே சமயத்தில் உயிருள்ளவையாக கெட்டுப்போகாமல் இருந்தாலும் அவ்விதைகள் உறக்கத்தில் அல்லது வளர்வடக்கத்தில் உள்ளது எனக் கொள்ளலாம். விதை வளர்வடக்க நிலை முடிவுற்றதும் மீண்டும் உயிர் பெற்று முளைக்கும் தன்மையைப் பெறுகின்றன. இந்நிலை எல்லாப் பயிர் விதைகளிலும் காணப்படுவதில்லை. சில பயிர் விதைகளே இத்தன்மைக் கொண்டதாக இருக்கின்றன. ஒரே பயிர் இனத்திலும் எல்லா ரகங்களும் விதை வளர்வடக்கத்திற்கு உள்ளாவதில்லை.

விதை வளர்வடக்கம் மூன்று வழிகளில் ஏற்படுகிறது. விதைகளுக்கு வெளியே ஏற்படும் மாற்றங்களாலும், விதைகளுக்குள்ளே ஏற்படும் மாற்றங்களாலும், இவையிரண்டும் இணைந்த (combined) காரணங்களாலும் விதை வளர்வடக்கம் ஏற்படுகிறது.

விதை வளர்வடக்கத்திற்கு மூன்று காரணிகளாக விதை உறை (seed coat), விதைக்கரு (embryo), வளர்ச்சியைத் தடை செய்யும் பொருள்கள்

(inhibitors) என்பவை கருதப்படுகின்றன. விதை உறைக் காரணியில், நீர் உட்புக முடியாத விதை உறைக்கொண்ட விதைகள், ஆக்சிஜன் உட்புக முடியாத விதைகள், எந்திரத்தால் சேதப்படாத விதை உறை உள்ள விதைகள் என்பனவற்றைக் கூறலாம். விதை முளைக் காரணியில் உறங்கு நிலை கொண்ட முளைக்கரு (*dormant embryo*), வளர்ச்சியடையாத முளைக்கரு (*redimentary embryo*) ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடலாம். வளர்ச்சியைத் தடை செய்யும் காரணியில் முளைப்பைப் பாதிக்கும் (*germination inhibitor*) பொருள்கள் அடங்கும்.

போலக் மற்றும் டீல் என்ற அறிஞர்கள் விதைகளும், அரும்புகளும் (*buds*) முளைக்காமல் இருப்பதற்கு இரு காரணங்களைக் கூறுகின்றனர். ஒன்று, பாதகமான சுற்றுப்புற சூழ்நிலை, இரண்டாவது விதையினுள் ஏற்படும் தடை என்கின்றனர். ஆப்பிள் விதைகளைப் பழத்திலிருந்து பிரித்தெடுத்தது விதைத்தால் விதைகள் முளைப்பதில்லை. அவை ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின்னர் பின் முதிர்ச்சி அடைந்த பிறகே முளைக்கும் தகுதிப் பெறுகின்றன. பின் முதிர்ச்சி காலத்தில் விதையினுள் ஏற்படும் தடைகள் நீக்கப்படுகின்றன. இத்தடை நீக்கப்படுவதால் ஆப்பிள் விதைகள் முளைக்கின்றன. பியோனி மரவிதைகள் குளிர்காலத்தில் முதிர்ச்சியடைந்த போதிலும் அதிகக் குளிரில் போதிய வெப்பமின்மையால் முளைப்பதில்லை. வசந்த காலத்தில் விதைகள் முளைக்கின்றன. ஆனால் வேர்கள் மட்டுமே உருவாகின்றன. செடி வளர்ச்சிக்குத் தேவையான குளிர் இல்லாமையால் தண்டுப்பகுதி வளர்வதில்லை. அடுத்தக் குளிர் காலம் வரைக்கும் வேர்ப்பகுதி மட்டும் வளர்ந்திருந்து, குளிர் காலத்தில் தண்டுப்பகுதி வளர ஆரம்பிக்கின்றன. இது சுற்றுப்புறச் சூழலால் ஏற்படும் பாதிப்பு ஆகும்.

வேஜிஸ் என்ற அறிஞர் வளர்வடக்க நிலை பற்றிக் கூறுகையில், முன் வளர்வடக்கம் (*pre dormancy*), உண்மையான வளர்வடக்கம் (*true dormancy*) மற்றும் பின் வளர்வடக்கம் (*post dormancy*) என மூன்று வகை உண்டு எனக் குறிப்பிடுகிறார்.

இம்மூன்று வகையான வளர்வடக்கங்களும் விதைகளைவிட முளைக்குந்துகளிலும், கிழங்கு

களிலும் (*tuber*) அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் காலம் பயிர் வகைகளுக்கு ஏற்றவாறும், இயற்கையான சூழலுக்கு ஏற்றவாறும் மாறுபடும்.

வளர்வடக்கத்தின் முக்கியத்துவமாகக் குறிப்பிடப்பட வேண்டியவை. பாதிப்பான சுற்றுப்புற சூழலுக்கு ஏற்றவாறு பயிர்கள் தங்களை அமைத்துக் கொள்ள வளர்வடக்கம் உதவுகிறது. இடம், காலம் முதலியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த ரகங்களுக்குள் எதிர்பாராத இனக்கலப்பு (*chance crossing*) ஏற்பட வாய்ப்பாகிறது. வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகளில் சடுதி மாற்றம் (*mutations*) ஏற்படும் என்றறியப்பட்டுள்ளது. இதனால் பயிர்களின் இனம் பாதுகாக்கப்படுவதுடன் புதிய இனங்கள் உருவாகவும் வகைச் செய்கிறது. வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகள் நீண்ட நாட்கள் முளைப்புத்திறன் கெடாமல் இருக்க வாய்ப்புள்ளது. வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகள் அறுவடைக்கு முன்பு எதிர்பாராத காரணங்களினால் மழையில் நனைந்தாலோ, சுற்றுப்புறச்சூழலால் பாதிக்கப் பட்டாலோ முளைப்பதில்லை.

வளர்வடக்கத்தினால் சில தீமைகள் உண்டு. வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகள் அறுவடையானதும் விதைப்பதற்கு ஏற்றதாக இருப்பதில்லை. வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகளை விதைக்க நேரிடின் சீராக முளைக்காமல் பல்வேறு கால கட்டங்களில் முளைத்து பயிர் எண்ணிக்கை சீராகப் பராமரிக்கப்படாமல் மகசூலில் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. களை விதைகளுக்கு இத்தன்மை இருப்பின் நீண்ட நாட்கள் நிலத்தில் இருந்து கெடுதல் விளைவிக்கின்றன. இத்தகு விதைகளை விதைப்பிற்கு முன்பாக முன் நேர்த்தி (*pre treatment*) செய்த பின்னரே விற்க முடிகிறது. விதைப் பகுப்பாய்வு முடிவுகளைச் சரியாகக் கணிக்க முடிவதில்லை. ஆனால் எல்லாப் பயிர்களிலும் எல்லா ரகங்களிலும் வளர்வடக்கம் எனபது காணப்படுவது இல்லை.

வளர்வடக்கத்தின் தன்மைகளைக் கொண்டு அவற்றைக் கடுமையான வளர்வடக்கம், மிதமான வளர்வடக்கம் மற்றும் எளிமையான வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகள் என்று வகைப்படுத்துகின்றனர். எத்தகு வளர்வடக்கம் கொண்ட விதையானாலும்

விதைப்பதற்கு முன்பு வளர்வடக்கம் நீங்கிய விதைகளை மட்டுமே விதைப்புக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். நெல் விதைகளில் உள்ள கடுமையான வளர்வடக்கத்தை 0.1% எத்திலின் குளோர் ஹைட்ரின் அல்லது 0.25% சோடியம் ஹைப்போ குளோரைடு கரைசலில் விதைகளை 24 - 72 மணி நேரம் வரை வைத்திருப்பதன் மூலம் கோர்க்கலாம். எளிமையான வளர்வடக்கம் கொண்ட விதைகளை 40°C வெப்ப நீரில் 24 மணி நேரம் ஊற வைப்பதன் மூலம் நீக்கலாம். பொதுவாக 0.2% பொட்டாசியம் நைட்ரேட் கரைசல் பரிந்துரைக்கப்படுகிறது.

சோள விதைகளுக்கு வளர்வடக்கத்தைப் போக்க 0.1-1.0% பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலில் 24 மணி நேரம் விதைகளை ஊறவைத்தல் வேண்டும். நிலக்கடலையில் தோன்றும் வளர்வடக்கத்தைப் போக்க எத்திரல் 100 பிபிஎம் உபயோகிக்கப்படுகிறது. பயறு வகைகளில் கடின விதையால் ஏற்படும் வளர்வடக்கத்தை அடர் கந்தக அமிலத்தில் விதைகளை 2,3 நிமிடங்கள் வைத்துக் கலக்கி பின்பு நீரில் கழுவுவதன் மூலம் போக்க முடிகிறது.

சில சமயங்களில் வளர்வடக்கம் பயிர் விதை உற்பத்தியில் தேவைப்படவும் செய்கிறது. விதைகள் முற்றியதும் மழை பெய்தால் கதிர்களிலேயே முளைத்துவிடும் தன்மை வளர்வடக்கம் இல்லாத விதைகளுக்கு இருக்கிறது. இதனைப் போக்க செயற்கை முறையில் வளர்வடக்கத்தை உண்டாக்கலாம். மலியிக் ஹைட்ரலைட் நெல் பயிர் பூத்த 15-20 நாட்களுக்குள் தெளிப்பதன் மூலம் 20-25 நாட்களுக்கு வளர்வடக்கத்தை உண்டு பண்ண முடிகிறது. இதனால் விதைகளின் தரம் அல்லது முளைப்புத் திறன் பாதிக்கப்படுவதில்லை. கொத்துவகை நிலக்கடலை யிலும் இம்முறையைக் கடைப்பிடிப்பதன் மூலம் கடலை விதைகள் வயலிலேயே முளைப்பதைத் தவிர்க்க முடிகிறது.

வளர்வடக்கம் என்பது விதைகளில் ஏற்படும் ஓர் இடைக்காலத் தடையே தவிர எப்போதுமே இருப்பதில்லை. இதைக் கட்டுப்படுத்தியும் செயற்கையில் உண்டு பண்ணியும் விதை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. வளர்வடக்கம் நீங்கிய விதைகளை

விதைப்பதன் மூலம் விதைகள் நன்கு முளைத்து செடி எண்ணிக்கை சீராகப் பராமரிக்கப்பட்டு மகசூல் சிறப்பாக அமைகிறது.

துணைநூல். R.L. Agarwal, *Seed Technology*, Oxford & I.B.H. Publishing Co., New Delhi, 1982.

விதை வீரியம்

விதைகளின் முளைக்கும் ஆற்றலைக் கண்டுபிடிப்பதன் நோக்கம் என்னவென்றால், குறிப்பிட்ட விதைத் தொகுதியினுள் எத்தனை விதைகள் முளைத்து அவை நிலத்தில் பயிராக நிலைத்துப் பயன் தரும் என்பதைக் கண்டறிவதாகும். விதை வளச் சோதனைகள் செய்த பிறகும் நாற்றுக்கள் பல விதங்களின் முளைத்து வேறுபாடான பலனைத் தந்தன. இதற்குக் காரணம் விதை வளச் சோதனைகள் யாவும் ஆய்வுக்கூடங்களில் குறிப்பிட்ட சாதகமான செயற்கையான சூழ்நிலைகளில் செய்யப்படுகின்றன. ஆனால் இத்தகைய சாதகமான சூழ்நிலைகள் பயிர்களுக்கு நிலத்தில் கிடைப்பதில்லை. எனவே முளைக்கும் சோதனைகள் செய்யப்பட்ட விதைகளுள் எவை நிலத்தில் நிலையாக நின்று பலன் தருகின்றன என்பதைக் கண்டுபிடித்து அறிவதற்கே விதை வீரியச் சோதனைத் தேவைப்படுகிறது.

பயிரின் வளர்ச்சி வேகமும், அளவும் வீரியம் என்று கூறப்படும்; சாதகமற்ற சூழ்நிலைகளுள் நன்றாக வளர்ந்தாலும் வீரியம் பெற்றவை என்று கூறலாம். விதை நாற்றுக்கள் அடிப்படையில் பலவிதமான சூழ்நிலைகளிலும் நன்றாக வளர்ந்து பலனளிக்க வேண்டும். வீரியம் பெறாத விதை நாற்றுக்கள் நிலத்தின் மாறுபாடான சூழல்களில் தாக்குப்பிடிக்காமல் மடிந்துவிடும். எனவே விதை வளச் சோதனை செய்த பிறகு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட குறிப்பிட்ட விதை நாற்றுக்களிலும் வீரியம் இல்லாத விதைநாற்றுக்கள் பலன் தராமல் போக வாய்ப்பு உண்டு. எனவே விதை வளச்சோதனை செய்த விதை நாற்றுக்களும் வீரியத்தின்

அடிப்படையில் பிரித்து அறியப்படும். நிலத்தில் உள்ள பலவிதமான மாறுபாடான சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்குப் பயிர்கள் எவ்வாறு ஈடுகொடுக்கின்றன என்று கண்டறிவது வீரியச் சோதனையின் நோக்கம் அல்ல. குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக் காரணிகளிடையே விதைவளச் சோதனை செய்த நாற்றுக்களில் எவ்வாறு வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன என்பதைக் கண்டறிவதே வீரிய ஆய்வு ஆகும். நிலத்தில் நிலவும் சூழ்நிலைக் காரணிகளை முன்னதாகவே அறிவிக்கும் ஒரு முன்னெச்சரிக்கையே வீரியச் சோதனை ஆகும். வீரியச் சோதனை அதிக அளவில் பலன் தராவிடினும், குறைந்த அளவில் பலனைத் தருகிறது.

வீரியச் சோதனையின் வகைகள்

நேரடி ஆய்வுகள் ஆய்வுக் கூடத்திலேயே நிலத்தில் எத்தகைய மாறுபாடான, சாதகமற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகள் நிலவும் என்பதை ஒருவாறு ஊகித்து, அந்தச் சூழ்நிலைக் காரணிகளிடையே விதை வளச் சோதனை செய்த நாற்றுக்களை நட்டு வளர்த்து அவற்றில் சோதனைகள் செய்கிறார்கள். இவ்வித எல்லாச் சூழ்நிலைக் காரணிகளிலும் விதை வீரியம் கண்டறிய ஒரே சமயத்தில் பல ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. ஆய்வுகளை ஒருநிலைப்படுத்துதல் எல்லாவிதமான சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கும் பொருந்துவதில்லை என்பது இந்த விதமான ஆய்வுகளில் உள்ள குறை ஆகும். பலவிதமான சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கும் பல வகையிலான படியளவு ஏற்பட்டுச் சோதனைகள் செய்வது சிரமமாக உள்ளது. மற்றும் பயிர்கள் வளர்ந்துள்ள நிலத்தின் பரப்பளவில் பலவிதமான மண், மட்கு, மண் நுண்ணுயிரிகள் மண்ணின் தரம் முதலியன உள்ளதால் சோதனைகளின் முடிவும் மாறுபடுகின்றன. நிலத்தின் ஒரு பகுதியில் நாற்று நட்டும் போது சாதகமான சூழ்நிலை இருக்கலாம். மற்றொரு பகுதியில் நாற்றுக்களை நட்டும்போது சாதகமற்று வறட்சியாக இருக்கலாம். இதைப் போலவே வெப்பநிலை, மழை, காற்றின் வேகம், காற்று ஈரப்பசை முதலிய சூழ்நிலைக் காரணிகளும் பயிரின் மாறுபாடான வளர்ச்சி வீரியத்திற்கு காரணங்களாக இருக்கலாம். விதை வீரியம் கண்டுபிடிக்க நேரடி ஆய்வுகள் பல விதங்களில் செய்யப்படும்.

செங்கல் சரளைக்கல் ஆய்வு. இந்த ஆய்வு வீரிய ஆய்வுகளுள் எல்லாவற்றிலும் முதன் முதலில் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டதாகும். இதில் 2-3 மி.மீ. அளவுள்ள நீர் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய செங்கல், சரளைக்கல் கலவை பயன்படுத்தப்படும். மெலிந்த, நோயுற்ற வளைந்த நாற்றுக்களையும், காயம் பட்ட முளைக்குருத்து உறை நுனியுடைய நாற்றுக்களையும் இந்தக் கலவை முளைக்க இயலாமல் செய்து விடுகிறது. நன்கு வளரும் நாற்றுக்களிடையே செங்கல்-சரளைக்கல் கலவை ஒரு நெருக்கடியை உண்டு பண்ணுகிறது. பல ஆய்வுக் கூடங்களிலும் சில சிறிய மாறுதல்களுடன் இந்த ஆய்வு செய்யப்பட்டு வருகிறது. இந்தக் கலவையினின்று வெளியே வெற்றிகரமாக வளர்ந்து வரும் நாற்றுக்கள் வீரியம் பெற்ற நாற்றுக்கள் என்றுக் கருதப்படும்.

காகிதம் ஊடுருவிச் செல் ஆய்வு. செங்கல்-சரளைக்கல் ஆய்வைச் செய்ய ஆரம்பித்தனர். மணலிடையேயும் இதற்காகவே தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட தனித் தன்மை வாய்ந்த காகித வட்டத்தின் இடையேயும் நாற்றுக்கள் வளர்க்கப்பட்டன. இவற்றினூடே வெற்றிகரமாக வளர்ந்த நாற்றுக்கள் வீரியம் பெற்றவைகளாகக் கருதப்பட்டன. இதற்குப் பயன்படுத்தும் காகிதத்தின் அடிப்படை எடை மில்லி மீட்டர் சதுரத்திற்கு 90 கிராம் எடையாகவும் 0.4 மி.மீ. தடிப்புள்ளதாகவும், வறண்ட உடையும் தன்மை ஒரு செ.மீ. சதுரத்திற்கு 0.3 கிலோ கிராம் ஆகவும், உடையும் தூரம் 1000 - 500 மி.மீ. உள்ளதாகவும், வடிக்கும் விரைவு நிமிடத்திற்கு 500 மி.வி. ஆகவும் 0.1% நார் உள்ளதாகவும் அமைந்து இருக்க வேண்டும். இந்த ஆய்வு பெரும் தானியங்களில் செய்யப்படுகிறது. 1.25 செ.மீ. ஈரமான மணலின் மேல் விதைகளை முளைக்க விட்ட பிறகு, அவற்றின் மேல் தனிச் சிறப்பாகத் தேர்வு செய்யப்பட்ட வறண்ட வடிதாளால் மூடப்பட்டு, அதன்மேல் $1\frac{1}{4}$ அங்குல உயரத்திற்கு ஈரமணல் போடப்பட்டது. இவ்விதமான தடைகளை வெற்றிகரமாகத் தாண்டி விதைகள் முளைத்து நாற்றுக்களாக வெளியே வருகின்றனவா என்று 20°C வெப்பநிலையில் எட்டு நாட்கள் சோதனை செய்யப்பட்டது. 2. துரிதப்படுத்தப்பட்ட முதுமையுறல் தரநிர்ணயம் செய்யப்பட்ட முளைக்கும் ஆய்வு செய்வதற்கு முன்பு இந்த ஆய்வு

செய்யப்படுகிறது. இதில் விதைகள் 40°C - 45°C வரை உயர் வெப்ப நிலையிலும், 100% காற்றீர்ப் பதத்திலும் ஏழு நாட்களுக்கு முதுமை ஆக்கப்படுகின்றன. இயல்பான தர நிர்ணயம் செய்யப்பட்ட முளைக்கும் ஆய்வுகளுக்கும் துரிதப்படுத்தப்பட்ட முதுமையுற்ற ஆய்வுக்கும் உள்ள வேற்றுமை விதைகளின் உண்மையான செயலியல் தன்மையினைக் காட்டுகிறது. சிதைந்த, கெட்டுப் போன விதைகளில் நல்ல விதைத் தொகுதிகளில் காணப்படுவதைவிட அதிக அளவு வேற்றுமை காணப்படும்.

மக்காச் சோளக் குளிர்ச்சி ஆய்வு. சாதகமற்ற விளைநிலத்தில் தானிய விதைகளை உயிருடன் இருந்து முளைத்து வளர்வதை இந்தக் குளிர் ஆய்வு விவரிக்கிறது. தர நிர்ணயம் செய்யப்பட்ட முளைக்கும் ஆய்வில் கிடைத்திராத கவல்கள் இந்த ஆய்வின் மூலம் கிடைக்க வாய்ப்பு உண்டு. தர நிர்ணயம் செய்த முளைக்கும் ஆய்வுக்கு ௩௫ கொடுக்கும் தன்மையும், குளிர்ச்சி ஆய்வுக்கு ௩௫ கொடுக்கும் தன்மையும், வேளாண் மக்களுக்கு விதையின் வீரியத் தன்மையினைத் தெரிந்து கொள்ள வாய்ப்பு அளிக்கிறது. இதில் விதைகள் 60-80% ஈரம் நிறை கரைசலாக உள்ள மண்ணில் முளைக்க வைக்கப்படுகிறது. 6.2-10°C வெப்பநிலை 5-10 நாட்களுக்கு விதைகள் வைக்கப்படும்.

இவ்விதக் குளிர்ச்சியான சூழ்நிலையில் வைத்த பிறகு விதைகள் 27°-30°C வெப்பம் உள்ள சூழ்நிலைக்கு மாற்றி வைக்கப்படுகின்றன. இந்த சூழ்நிலையில் இருந்த முளைத்த நாற்றுக்களின் சதவீதம் விதைகளின் வீரிய சதவீதம் என்று கணக்கிடப்படும். பொதுவாக விதைகளை நடும்போது நிலத்தில் ஈரம் அதிகமாக இருக்கும். இதனால் போதுமான ஆக்சிஜன் விதைகளுக்குக் கிடைக்காமல் முளைப்பது தாமதம் ஆகும். ஈரம் அதிகம் உள்ள மண்ணில் பதியம் போன்ற பூஞ்சைகள் கலந்திருந்து, அவை நாற்றுக்களைத் தாக்கி வேர் அழுகல் நோயினை உண்டாக்கி, அதனால் நாற்றுக்களுக்குச் சேதம் உண்டாக்கலாம். இதைப் போன்றதொரு சூழலை ஆய்வுக் கூடத்தில் ஏற்படுத்தி, சாக்கட்டி பெட்டி, நெகிழ் பெட்டி, காகிதத் துண்டு ஆகியவற்றில் விதைகளை முளைக்க வைத்து மேற்கூறிய சாதகமற்ற சூழலை உண்டாக்கி, அவற்றில் எத்தனை நாற்றுக்கள்

வெற்றிகரமாக முளைக்கின்றன என்பதைக் கண்டறிந்து அது விதை வீரியத்தைக் குறிக்கும் என்று அறியலாம்.

மறைமுகமான வீரியச் சோதனைகள்

நாற்றுக்களின் வளர்ச்சி விதத்தை அளவிடுவது. இதற்கு மூன்று விதமான முறைகள் உள்ளன. அ) வறன் பொருள் உற்பத்தியை நிர்ணயம் செய்தல், ஆ) முளைக்கும் வேகம், இ) நாற்றுக்களின் நீளத்தை அளவிடுவது ஆகியன. ஒவ்வொரு பயிருக்கும் ஏற்றவாறு பல மாறுபாடுகளுடன் ஒவ்வொரு ஆய்வும் செய்யப்படுகிறது. ஆயினும் இந்த மூன்று முறைகளிலும் விதைகளின் செயலியல் தன்மைகள் நிர்ணயம் செய்யப்படுவதால் ஒவ்வொரு முறையும் மற்ற முறைகளுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது.

நாற்றுக்களின் உலர் எடையைக் கணக்கிடுவது. புற்களின் விதைகளில் இந்த முறை பயன்படுகிறது. செயற்கையான கண்ணாடி வீடுகளில் தட்டையான விதைத் தளத்தில் விதைகள் 5-6 வாரங்கள் முளைக்கவிடப்படுகின்றன. தரை மட்டத்தில் நாற்றுக்கள் வளர் அலகினால் வெட்டப்பட்டு அவை 100°C வெப்பநிலையில் 24 மணி நேரம் காயவைக்கப்பட்ட பிறகு எடை போடப்படுகின்றன. நூறு நூறு விதைகளாக இரண்டு அல்லது மூன்று முறை இவ்வாறு நாற்றுக்களை எடை போட வேண்டும். எந்த நாற்றுத் தொகுதி எடை குறைவாக உள்ளதோ அது வீரியக் குறைவானது என்று அறிந்துகொள்ளலாம்.

முளைக்கும் வேகம். குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான விதைத் தொகுதிகளைத் தனித் தனிப் பாத்திகளில் முளைக்கப் போட வேண்டும். எந்த விதைத் தொகுதியில் அதிக அளவு நாற்றுக்கள் முளைத்துள்ளனவோ அந்த விதைகள் அதிக வீரியம் பெற்றவை என அறியலாம். ஒவ்வொரு விதைத் தொகுதியிலும் முளைக்கும் நாற்றுக்களை எண்ணியும் அந்தத் தொகுதிகளின் வீரியத்தைக் கணக்கிடலாம். இந்த முறையைவிடச் சிறிது அறிவியல் பூர்வமான மற்றொரு முறையினையும் கையாளலாம். விதையிலிருந்து நாற்று ஆகும் வரை ஒவ்வொரு

நாளும் முளைத்த நாற்றுக்களின் எண்ணிக்கையையும், அவை எத்தனை நாட்களில் முளைத்தன என்பதால் வகுத்து, அவற்றின் கூட்டுத் தொகையினைக் கணக்கிட்டால் முளைத்தல் வேகத்தில் குறியீடு கிடைத்து விடும். மேலே கூறிய தொகுதிகளுள் தொகுதி (ஆ) வில் உள்ள விதைகள் அதிகக் குறியீடுகள் காட்டுவதால் அவை வீரியம் அதிகம் உள்ளவை என்றுக் கருதப்படும். இவ்விதச் சோதனையில் ஒவ்வொரு விதைத் தொகுதியிலும் 50 விதைகள் எடுத்துக் கொண்டு அவற்றின் முளைக்கும் வேகம் குறிக்கப்பட்டு, அவற்றின் வீரியம் கண்டுப்பிடிக்கப்படும்.

நாற்று நீள அளவுகள். மடித்த துண்டுகள், வடிதாள்கள், பெட்டிகள் ஆகியவைகளில் விதைகள் ஒரே வரிசையில் முளைக்க வைக்கப்பட்டன, அல்லது முளைப்பான் கலங்களில் 45° கோணத்தில் முளைக்கும்படி வைக்கப்பட்டன. 5-6 நாட்கள் 20°-25°C வெப்பநிலையில் இவை வைக்கப்பட்ட பிறகு, நாற்றுக்களில் உள்ள வேரின் நீளம், தண்டின் நீளம் ஆகியவை கவனமாகக் கணக்கெடுக்கப்பட்டன. ஆய்வுக் காலம் முழுவதும் விதைகளும் நாற்றுக்களும் 45°C சாய்ந்த நிலையிலேயே இருக்க வேண்டும். இந்தச் சாய்ந்த நிலையில் வேர்கள் நேராகக் கீழே இறங்கும் ஆதலால் அவற்றின் நீளத்தை அளவிடுவது எளிதாகிறது. தட்டையான விதைத் தளமாக இருந்தால் வேர்கள் நாற்புறங்களிலும் சிதறிப் பரவ, நீள அளவெடுப்பது முடியாத செயலாகி விடுகிறது. நாற்றுக்களின் வேர், தண்டின் நீளம் மற்றும் அவற்றின் வளர்ச்சி வேகத்தையும், விதை வீரியத்தையும் குறிக்கின்றன.

சோர்வு ஆய்வு. விதைகள் முற்றிலும் இருட்டான சூழலில் குறிப்பிட்ட அளவு குறைந்த நீர் விட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன. ஈரமான காகிதத்தில் விதைகளை வைத்து அந்த காகிதத்தைச் சுருட்டி ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் வைத்து குடுவையினை மூடிவிட வேண்டும். இதனால் ஈரமான காகிதத்தில் உள்ள ஈரம் உலராமல் இருக்கிறது. இவை இவ்விதம் 10 நாட்கள் 10°C வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. 3.75 செ.மீட்டருக்கு மேல் வளர்ந்த தண்டுகளைப் பெற்ற நாற்றுக்களும், 5 செ.மீ நீளத்திற்கு மேல் வேர்கள் உள்ள நாற்றுக்களின்

விதைகளும் வீரியம் பெற்றவை என்று கருதப்படும். தானிய விதைகளுக்கு 30 செ.செ. நீர்த் தேவைப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட அளவு நீர் விடுவதால் நீரும் முளைக்கும் விதைகளை நாற்று விடுவதற்கு ஒரு வரம்பிடுகாரணி ஆகிறது. எனவே இந்த ஆய்வில் நன்றாக முளைத்த விதைகள் உண்மையில் நல்ல வீரியம் பெற்ற விதைகள் என்று உணரலாம்.

நீரில் ஊற வைத்தல். யுகோஸ்லோவேகியா நாட்டில் 400°C வெப்ப நிலையில் மக்காச்சோள விதைகள் நான்கு நாட்களுக்கு நீரில் ஊற வைக்கப்படுகின்றன. வறண்ட விதைகள் அறுவடைக்குப் பிறகு அதிக நாட்கள் முளைக்க வைக்காமல் வைத்திருந்து விதைகள் ஆகியவைகளுக்கும், வீரியம் பெற்ற பளப்பளப்பான விதைகளுக்கும் உள்ள வேற்றுமையினை இந்த ஆய்வின் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்.

டெட்ராஸோலிய ஆய்வு. விதைவளச் சோதனையில் முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்ற அல்லது முளைக்காத என்ற இரு வகை விதைகளே டெட்ராஸோலிய ஆய்வின் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஆனால் விதை வீரிய ஆய்வின் போது முளைக்கும் விதைகளும் 1-5 விதங்களும், முளைக்காத விதைகளுள் 6-8 விதங்களும் உள்ளன.

முளைக்கும் விதைகளிடையே காணும் பண்புகள். 1. கருவில் கருஞ்சிவப்புச் சாயம் நன்றாக ஏறி இருக்கும்; அங்குள்ள திசுக்கள் விறைப்பாக இருக்கும். நிறக்குருடு எதுவும் இல்லை. 2. நல்ல விறைப்பான திசுக்கள், கருஞ்சிவப்புச் சாயம், வித்திலையின் ஒரு பகுதியில் சாயம் ஏற்று இருப்பதில்லை. 3. நல்ல விறைப்பான திசுக்கள், கருஞ்சிவப்புச் சாயம், வித்திலையின் ஒரு சிறு பகுதியும், வேர் நுனியும் சாயம் ஏற்று இருப்பதில்லை. 4. வித்திலையின் பெரும்பகுதி சாயம் ஏற்காமலும் திசுக்கள் சுமாரான சாயம் ஏற்ற நிலையும் சிதைந்த வேர் நுனியும் உள்ளன. 5. கருத்திசுக்கள் விறைப்பு நிலைக்கும் தளர்ச்சி நிலைக்கும் இடையே உள்ளன. திசுக்களில் மங்கலான சாயம், வேர்நுனி விதைப் பகுதிகள் சாயம் ஏற்காமலும், சிறிது சேதம் அடைந்தும் காணப்படும்.

முளைக்காத விதைகளில் காணப்படும் பண்புகள். 1. தளர் நிலையில் உள்ள திசுக்கள் முக்கியமான கருப்பகுதிகள் சாயம் ஏற்று இருப்பதில்லை; அல்லது ஒரு பகுதியில் மட்டும் சாயம் ஏற்று மறுபகுதியில் சாயம் பட்டிருக்கும். 2. விதையின் முக்கியமான பகுதிகள் சாயம் ஏற்காமல் இருக்கும். 3. முழு விதைத் திசுக்களுமே சாயம் ஏற்காமல் இருக்கும்.

சலித்தல் ஆய்வு. ஊறவைத்த விதைகளை முறத்தினால் சலிக்கும்போது, முறத்தை விட்டு வெளியேறிய விதைகள் வீரியம் அற்றவை என அறியலாம்.

நொதி ஆய்வு. இந்த ஆய்வின்போது ஜிப்பரெல்லிக் அமிலம் என்ற நொதியின் செயலைப் பொறுத்து விதை வீரியம் அளவிடப்படுகிறது. நொதிச் செயல் அதிகமாக உள்ள விதைகள் அதிக வீரியம் பெற்றவை என்றும் அறியப்படும்.

சுவாசித்தல் ஆய்வு. விதைகளை நீரில் ஊற வைக்கும்போது அவை நீரினை உள்ளிழுக்கின்றன. முதல் ஒரு சில மணி நேரத்தில் உள்ளிழுத்தல் நடைபெறும்பொழுது விதைகளில் காணும் சுவாசித்தல் வீதத்திற்கும், பின்னர் அவற்றின் வளர்ச்சியின் வேகத்திற்கும் ஓர் ஒற்றுமை உள்ளது எனக் கண்டறிந்துள்ளனர்.

மற்ற வீரிய ஆய்வுகள். அம்மோனியம் குளோரைடு, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, ஹைட்ரஜன் ஃபெராக்சைடு கரைசல்களில் விதைகளை ஊறவைத்தும், அதிக வெப்பநிலையில் வைத்தும், வளர்ச்சி வேகத்தைக் கணக்கிடும் விதை வீரியத்தைக் கண்டறியலாம். விதை வளர்ச்சோதனை செய்தப் பிறகு விதை வீரிய சோதனை செய்தப் பிறகு நல்ல விளைச்சல் கிடைக்கும்.

கே.ஆர்.பாலச்சந்திரகணேசன்

விந்தகப் பையும் அதன் வெப்பக் கட்டுப்பாடும்

ஆண் விந்தகப்பை, விந்தகங்களை

தன்னகத்தே கொண்டு பாதுகாக்கும் உறை ஆகும். பொதுவாக ஆண் விந்தகப்பை இரு தொடைகளுக்கு இடையில் அமைந்து உள்ளது. ஆனால் பன்றிகளிலும், பூனைகளிலும் இவை தொடைகளுக்குப் பின்புறமாக அமைந்து உள்ளன. ஆடு, வெள்ளாடு, பூனை போன்றவற்றின் விந்தகப்பைகளில் வெளிப்புறத்தில் உரோமம் காணப்படும். மற்ற கால்நடைகளில் உரோமம் இன்றியும் காணப்படும். விந்தகப்பையின் புறத்தோலுக்குள் அதிக மடிப்புகளால் ஆன சுருங்கி விரியக்கூடிய வரியிலாத் தசைகள் காணப்படுகின்றன. இவை விந்தகப்பை, தசை நார்களுடன் (scrotal ligament) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. விந்தகப்பையுள் செல்லும் இடைச்சுவர் விந்தகப்பையை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. விந்தகப்பையின் உள்தோல் பஞ்சு போன்ற திசுவினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த உள்தோலின் மறுபகுதியில் டியுனிகா ஜினாலிஸ் கம்மூனிஸ் என்னும் மெல்லிய நார்களால் ஆன பகுதி அமைந்துள்ளது.

இவ்விந்தகப்பை வெளிப்புற புடென்டல் தமனியின் மூலமாகச் சுத்த இரத்தத்தைப் பெறுகிறது. பன்றி, பூனை போன்றவற்றிற்கு உட்புற புடென்டல் தமனி இரத்தத்தைக் கொடுக்கிறது. ஜெனிட்டேடா பிமோரல் நரம்பின் ஒரு பகுதி இந்த விந்தகப்பைக்கு நரம்புத் தொடர்பை ஏற்படுத்துகிறது.

திமிங்கலம், யானை, காண்டாமிருகம், சீல் போன்ற விலங்குகளுக்கு விந்தகப்பை இல்லை. இவற்றின் விந்தகங்கள் உடலின் உட்பகுதியிலேயே வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

விந்தகப்பையும் வெப்பக் கட்டுப்பாடும். விந்தகப்பையின் சிரிமேஸ்டர் தசைகளும் பாம்பினைபார்ம் குழாய் தொகுப்புகள் போன்ற உறுப்புகளும் விந்தகத்தின் வெப்பநிலையை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன.

விந்தகப்பையின் உட்புறத்தசையான டார்டஸ் என்பவை அனேக மடிப்புகளால் ஆனவை. இவை குளிரக் காலத்தில் சுருங்கியும் கோடைக் காலத்தில் விரிந்தும் செயல்பட்டு வெப்பத்தை ஒழுங்கு செய்கின்றன. மேலும் வெளிப்புற கிரிமேஸ்டர் தசை

சற்று மேலே உயர்வதால் ஆண் விந்தகமும் (*testis*) சற்று மேலே உயருகிறது. இதுவும் வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்த ஒரு கீறந்தக் காரணியாக அமைகிறது. பொதுவாக உடல் வெப்பம் மலக்குடல் பகுதியில் 93.2f 100.4f, 100.4f- 102.2f ஆக உள்ளது. கால்நடைகளில் விந்தகப்பை வெப்பநிலை 93.2f - 100.4.f to 102.2.f (38.9f) ஆகக் குறைந்து காணப்படுகிறது.

ஸ்பெர்மேட்டித் தமனிகள் பேம்பினபார்ம் எனப்படும் மென் சிரைக் குழாய்த் தொகுப்புகளைச் சுற்றிச் செல்லும்போது தான் சுமார் 9.4 வரை வெப்பத்தை இட மாற்றம் மூலமாகக் குறைக்கிறது. இந்த வெப்ப மாற்றத்திற்கு ஸ்பெர்மாட்டித் தமனிகளும், சிரைகளின் பாம்பிணிபார்ம் சிரை குழாய்த் தொகுப்புகளுமே மூலக் காரணமாய் அமைகின்றன. பொலிக் காளைகளில் டியூனிகா அல்புசீனியா என்ற விந்தக உறையில் அமைந்துள்ள மிகவும் சிக்கலான நுண்ணிய இரத்தச் சிரைக் குழாய்கள்தான் வெப்பத்தைக் குறைக்க முக்கியக் காரணமாக அமைந்துள்ளன.

மனிதர்களில் ஆண் விந்தகப்பையின் தோல் பகுதியில் அதிகமான வேர்வைச் சுரப்பிகள் உள்ளன. இச்சுரப்பிகளின் நீர்மம் கோடைக் காலங்களில் விந்தகப்பையுள் உண்டாகும் வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு விந்தகங்களை எப்பொழுதும் வெப்பம் தாக்காதவாறு வைத்துக்கொள்ளும்.

விந்தகம்

ஆண் விந்தகங்கள் பொதுவாக அனைத்து கால்நடைகளிலும் ஆண்விந்தகப்பையினுள் டியூனிகா வெஜைனாவில் பிராப்சுரியா என்ற மெல்லிய உறையினாலும், டியூனிகா அல்புசீனியா என்ற சற்றுத் தடிப்பான இணைத்திசுவினாலும் பாதுகாப்பான முறையில் அமைந்துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் கெட்டியான அமைப்பை உடையவை.

விந்தகங்கள் உடல் வெப்பநிலையைக்

காட்டிலும் சற்று குறைவான தட்ப வெப்பநிலையில்கூட வெப்பநிலை மாறாதபடி சிறப்பாக அமைந்த விந்தகப்பையினால் (*scortum*) பாதுகாக்கப்பட்டு வருகின்றன. டியூனிகா அல்புசீனியாவிலுள்ள மெல்லிய சவ்வு விந்தகத்தைச் சிறு சிறு கோள வடிவப் பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. இக்கோளங்களுக்குள்தான் விந்தணுச் சிறு குழாய்கள் (*seminiferous tubules*) உள்ளன. இவை விந்தணு உற்பத்தியாகும் செல்களினால் சூழப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் இருந்துதான் விந்து உயிரணுக்கள் உற்பத்தியாகின்றன.

பொதுவாக இவ்விந்தணுச் சிறு குழாய்கள் பன்றியில் ஏறத்தாழ 6000⁰ நீளமும், காளையில் ஏறத்தாழ 5000 மீ. நீளமும், நாயில் ஏறத்தாழ 150 நீளமும் உள்ளன. இவ்விந்தணுச் சிறு குழாய்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதிகளில் லேடிக் செல்கள் அமைந்துள்ளன. இவைகளிலிருந்துதான் டெஸ்டோஸ்டீராணிகள் சுரக்கின்றன.

விந்தணுச் சிறு குழாய்கள் ஒன்று சேர்ந்து ரெட்டி டெஸ்டிஸ் என்ற பகுதியை உண்டாக்குகின்றன. இவை மீடியாஸ் டைனம் டெஸ்டிஸ் என்ற பகுதியில் இணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. ரெட்டி டெஸ்டிசை அடைந்து விந்தணுக்கள் அடுத்த எப்பிடிடெமிஸ் என்ற பகுதியை அடைகின்றன. இப்பகுதி எப்பிடிடெமிஸ் விந்தகத்தோடு இறுக்கமான முறையில் நார்ப் போன்ற தசையால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எப்பிடிடெமிசை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். முதல் பகுதி தட்டையான 'ஃ' வடிவ அமைப்பைக் கொண்டது. இதைத் தலைப் பகுதி எனவும், தொடர்ந்து சன்னமான நீண்ட பகுதி உடல்பகுதி எனவும் வழங்கப்படும். இந்த வால் பகுதியிலேயே விந்து உயிரணு நீண்ட நேரம் தங்குகிறது. தலைப்பகுதி விந்தகத்தின் மேல்பகுதியிலும் வால்பகுதி கீழ்ப்பகுதியிலும் அமைந்துள்ளன. எப்பிடிடெமிஸ் விந்தணுவை விந்தகத்திலிருந்து நகரச் செய்யவும் விந்தணுக்குத் தேவையான வித்துப் பொருளைக் கொடுத்து நன்றாக வளர்ச்சியடையச் செய்யவும் பயன்படுகிறது. இதில் அமைந்துள்ள மென்தசைகள் (*smooth muscles*) விந்தணுவை பெரிஸ்டால்சிஸ் முறையில் விந்தணுப் பொதுக் குழாய் வந்தடையச் செய்கிறது. மேலும்

எப்பிடிடெமிஸ் விந்தணுவை உட்கிரகிக்கவும் அதற்குத் தேவையான பொருட்களைச் சுரக்கவும் மிகவும் பயன்படுகிறது.

பொலிக்காளையில் விந்தகம் முட்டை வடிவத்தில் ஏறத்தாழ 200 -500 கி. எடையுள்ளதாக இருக்கும். குதிரையில் முட்டை வடிவத்தில் ஆனால் இரு பக்கங்களிலும் சற்று தட்டையான தோற்றமுடன் 200-300 கி. எடை உள்ளதாக இருக்கும். ஆடுகளில் முட்டைவடிவில் 200-400 கி. எடையில் இருக்கும்.

விந்து உருவாக்கம்

மனிதர்களின் உடலில் உள்ள செல்களில் நாற்பத்தி ஆறு குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவை இணைகளாக உள்ளன. இவற்றினை டிப்ளாய்டு வகை எனக் கூறுவர். அப்ளாய்டு வகை ஒரே எண்ணிக்கையில் உள்ள விந்துப்பையில் உள்ள எபிதீலியம் திசுக்களில் விந்தணு உற்பத்தி ஆகிறது. இவை ஸ்பெர்மடோசோனியல் செல்கள் அல்லது ஸ்பெர்மடோ கோனியா என்று கூறுவர். இவை நாற்பத்தி ஆறு எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்களை கொண்டிருக்கும். இவ்வகைச் செல்களில் விந்துபையின் சிறு குழாய்களின் மேல்பகுதியை நோக்கி வருகின்றன. இவ்வகைச் செல்களில் விரிவடைந்து முதல் நிலை ஸ்பெர்மடோசைட்டுகள் எனும் நிலையினை அடைகின்றன. இவ்வகைச் செல்கள் மியாஸிஸ் எனப்படும் முறையில் இரண்டாகின்றன. இந்த நிலையில் ஒவ்வொரு இணை குரோமோசோம்களும் ஐதை ஐதையாக தோன்றுகின்றன. இந்நிலையில் ஒன்றையொன்று பின்னிப் பிணைந்து காணப்படும். ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இரட்டை நிலையை அடைகின்றது. ஆனால் குரோமோசோமின் சென்ட்ரோமியர் எனப்படும் நடுப்பகுதி இரண்டாவதில்லை. இதனால் ஒவ்வொரு ஜோடி குரோமோசோம்களிலும் நான்கு குரோமோட்டிகளும் இரண்டு சென்ட்ரோமியர்களும் காணப்படும். இந்நிலையில் இவற்றினை டெட்ராய்டுகள் என்று கூறுவர். குரோமோட்டிகள் மெட்டாபேறு வகை

நிலைக்குச் செல்கின்றன. இவ்வாறு சென்ட்ரோமியர்கள் செல்களின் முனைக்கு செல்கின்றன. இவ்வாறு செல்லும் போது ஜோடி குரோமோசோம்கள் பிரிந்து ஜோடியில் ஒன்று செல்லின் ஒரு முனையிலும் மற்றொன்று மற்றொரு முனையிலும் காணப்படும். இதனால் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை ஜோடி நிலையிலிருந்து ஒற்றைநிலைக்கு மாறுகின்றன. இதன் பின்பு மற்றொரு பிரிவு ஏற்படும் குரோமோட்டிகள் பிரிவடைகின்றன. இவ்வாறு முதல் நிலை ஸ்பெர்மடோசைட் செல்கள் பிளவுபடும்போது இரண்டாம் நிலை ஸ்பெர்மடோசைட் நிலையினை அடைகின்றன. இந்நிலையில் இவற்றினை 'டையட்' எனக் கூறுவர். பின்பு குரோமோசோம்கள் செல்லின் நடுப்பகுதிக்கு வருகின்றன. சென்ட்ரோமியர்கள் இரண்டாகப் பிளவடைகின்றன. இதனால் குரோமோட்டிகள் பிரிவடைந்து செல்லின் வெவ்வேறு பகுதிக்கு செல்கின்றன. பின்பு செல் பிரிவு ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு ஏற்படும் செல்கள் ஸ்பெர்மாட்டிகள் எனப்படும். ஒவ்வொரு ஸ்பெர்மாட்டிகளும் இருபத்தி மூன்று குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன.

மியாஸிஸின் முதல் பிரிவில் ஜீன்கள் இரண்டாகப் பெருக்கமடைகின்றன. பின்பு இவை குரோமோசோம்கள் நிலையை அடைகின்றன. மியாஸிஸின் இரண்டாம் பிரிவில் குரோமோசோம்கள் இரண்டாகப் பிரிகின்றன. ஆனால் இந்நிலையில் ஜீன்கள் இரண்டாகப் பிரிவதில்லை. முடிவாக மியாஸிஸின் முடிவில் நான்கு ஸ்பெர்மாட்டிகளாகப் பிரிந்து ஒவ்வொரு ஸ்பெர்மாட்டிடும் முடிவாக ஒரு விந்தணுவாக மாறுகின்றது. இவ்வாறு விந்தணுவாக மாறும்போது செல்லின் கருப்பகுதி சுருங்கி தலையாகவும் பின்பு உணவுபொருள்களைக் கொண்டிருக்கும் ஒரு நடுப்பகுதியாகவும் அசைந்து செல்வதற்கு ஒரு வால்பகுதியும் உருவாகிறது. இவ்வகை விந்து உண்டாக்கம் மனித இனத்தில் மட்டுமின்றி மற்ற பல செல்களுடைய விலங்கினங்களிலும் இவ்வாறு தான் ஏற்படுகின்றன.

மியாஸிஸின் முதல் பிரிவில் இவ்வாறு இரு பகுதிகளாகப் பிரிவிற்குக் காரணம் உண்டு. மியாஸிஸிஸ் பிரிவின் முதல் பகுதியான ப்ரோபேஸ்

எனப்படும் பகுதியில் நான்கு குரோமோட்டோம்களும் ஒன்றையொன்று பிணைந்து காணப்படும். இவ்வாறு பிணைந்து உள்ள நிலையினால் குறுக்கே பகுதிகளை கொள்ளும் நிலை மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றது. இயற்கையினாலேயே காடுகளிலோ விலங்கினங்களும் தாவரங்களும் தொடர்ந்து இயற்கையாகவே தேர்ந்தெடுக்கப்படும்போது பயன்தரும் ஜீன்கள் குறைவு அடைகின்றன. மியாஸிஸின், முதல் பிரிவில் ப்ரோபஸ் எனப்படும் பகுதியின் முதல்நிலையில் குரோமோ சோம்கள் ஜோடி நிலையினை அடைகின்றன. பின்பு ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இரட்டை குரோமோட்டோம்களாகப் பிரிகின்றன. பின்பு இக்குரோமோசோம்கள் ஒன்றையொன்று பிணைந்து வெவ்வேறு நிலையில் உடைந்து ஒன்றாகின்றன. ப்ரோபேஸின் பின் பகுதியில் குரோ மோட்டோம்கள் குறுக்கு வடிவில் காணப்படும். இதனை கியாஸ்மா எனக் கூறுவர். இவ்வாறு குறுக்கு வடிவில் காணப்படும் இடங்களில் ஜீன் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன எனத் தெரிய வருகின்றது. மியாஸிஸின் இரண்டாம் பிரிவில் நான்கு செல்களில் இரண்டு செல்கள் ஒன்றை ஒன்று ஜீன் பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளப்பட்ட குரோமோட்டோம்களாகக் காணப்படும். இவ்வாறு ஏற்படும் ஜீன் மாற்றங்களினால் பல்வேறு புதிய தொடர்புடைய ஜீன்கள் உள்ள நிலை ஏற்படுகின்றன.

மியாஸிஸின் முதல் பிரிவில் இவ்வாறு இரு பகுதிகளாகப் பிரிவதற்கு காரணம் உண்டு. மியாஸிஸிஸ் பிரிவில் முதல் பகுதியான ப்ரோபேஸ் எனப்படும் பகுதியில் நான்கு குரோமோட்டோம்களும் ஒன்றை யொன்று பிணைந்து காணப்படும். இவ்வாறு பிணைந்து உள்ள நிலையினால் குறுக்கே பகுதிகளை மாற்றிக் கொள்ளும் நிலை மிக முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றது. விலங்கினங்களும் தாவரங்களும் தொடர்ந்து இயற்கையாகவே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு உயிர் வாழ்வதற்கு இவ்வகை மியாஸிஸில் ஏற்படும் மாற்றிக்கொள்ளும் நிலை உதவுகின்றது. இவ்வாறு இயற்கையாகவே தேர்ந்தெடுக்கப்படும்போது பயன்தரும் ஜீன்கள் தெரிந்தெடுக்கப்பட்டு பராமரிக்கப்படுகின்றன. அதே சமயம் தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்களும் தெரிந்தெடுக்கப்பட்டு பராமரிக்கப்படுகின்றன. அதே சமயம் தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்கள் குறைவு அடைகின்றன.

மியாஸிஸின், முதல் பிரிவில் ப்ரோபஸ் எனப்படும் பகுதியின் முதல்நிலையில் குரோமோசோம்கள் இரட்டை குரோமோட்டோம்களாகப் பிரிகின்றன. பின்பு இக்குரோமோட்டோம்கள் ஒன்றையொன்று பிணைந்து வெவ்வேறு நிலையில் உடைந்து ஒன்றாகின்றன. ப்ரோபேஸின் பின் பகுதியில் குரோமோட்டோம்கள் குறுக்கு வடிவில் காணப்படும். இதனை கியாஸ்மா எனக் கூறுவர். இவ்வாறு குறுக்கு வடிவில் காணப்படும் இடங்களில் ஜீன் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன எனத் தெரிய வருகின்றது. மியாஸிஸின் இரண்டாவது பிரிவில் நான்கு செல்களில் இரண்டு செல்கள் ஒன்றை ஒன்று ஜீன் பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளப்பட்டு இவ்வாறு ஏற்படும் ஜீன் மாற்றங்களினால் பல்வேறு புதிய தொடர்புடைய ஜீன்கள் உள்ள நிலை ஏற்படுகின்றன.

இவ்வாறு ஏற்படும் ஜீன் பரிமாற்றங்களின் போது ஒன்றோடொன்று அருகே அமைந்துள்ள ஜீன்கள் ஒன்றாகவே செல்களைச் சென்றடையும். ஆனால் தொலைவில் அமைந்துள்ள ஜீன்கள் பிரிந்து செல்ல வாய்ப்புண்டு. இதனால் சில பண்புகள் சான்றாக மனித இன குருதியில் ஹீமோகுளோபின் 'பி' மற்றும் 'எஸ்' வகையினை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்கள் மிக நெருக்கமாக அமைந் துள்ளதால் பண்புகள் எப்போதும் ஒன்றாகவே உள்ளன.

வே.புருஷோத்தமன்

விந்து உற்பத்தி

ஆண் விந்தணு ஸ்பெர்மடோஸோவா ஸெமென்பிரஸ் குழாய்கள் எனப்படும் பகுதிகளில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இக்குழாய்கள் ஆண் விந்துக்காய்களில் உள்ளன. இக்குழாய்களின் சுவர்களில் பல்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளில் விந்தணுக்கள் காணப்படுகின்றன. விந்தணுவின் தலைப்பகுதி இரட்டைச்சுவர்களையுடைய மெல்லியச் சவ்வினால் மூடப்பட்டு இருக்கும். இதனை அக்ரோசோம் (acrosome) அல்லது அக்ரோசோம் தொப்பி என அழைப்பர். ஒரு குறுகிய கழுத்துப்பகுதி

விந்தணுவின் தலையினையும் அதன் வால் பகுதியினையும் தொடர்பு செய்கிறது. அதன் வால்பகுதி மேற்பகுதி, நடுப்பகுதி, கடைசிபகுதி என மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு அழைக்கப்பட்ட விந்தணு மற்றைய ஆணின் உறுப்புகள் உற்பத்தி செய்யும் நீர்மங்களுடன் கலந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வகை மொத்தக் கலவைதான் விந்து எனக் கூறுகின்றோம்.

ஸெமினிபெரஸ் குழாய்களின் சுவர்களை யொட்டி காணப்படும் ஸெமினிபெரஸ் எபிதீலியம் எனப்படும் செல்கள் இருவகைச் செல்களால் ஆக்கப்பட்டது. ஒன்று ஸெர்டீர்லி செல் எனப்படும் வகையும் மற்றொன்று உயிரணு வகையைச் சார்ந்ததும் ஆகும். இவ்வகை உயிரணு பல்வேறு பிரிவுகளை மேற்கொண்டு விந்தணு வடிவினை முடிவாக மேற்கொள்கின்றது. இவ்வாறு ஏற்படும் மாற்றங்கள் ஒரு சக்கரம் போல் நிகழ்கிறது. இதற்கு காளையில் ஏறத்தாழ பதிமூன்று நாட்களும், பன்றியில் ஏறத்தாழ ஒன்பது நாட்களும், ஆட்டில் பத்து நாட்களும், குதிரையில் பன்னிரண்டு நாட்களும் எடுத்துக்கொள்கின்றன.

இச்சக்கரத்தின் பல்வேறு பகுதிகளை குழாயின் வெவ்வேறு பகுதியில் தொடர்ச்சியாக நாம் காணலாம். இதனை விந்தணு அலை என்பர்.

இவ்வகை விந்தணு உற்பத்தியினை செயல்படுத்துவதில் பெரிதும் உதவும் நாளமில்லாச் சுரப்பி ஆண்ட்ரோஜன் எனப்படும் சுரப்பியாகும். ஸெமினிபிரஸ் குழாய்களைச் சுற்றிக் காணப்படும். லேடிக் மத்தியக் குழாய்கள் எனப்படும் பகுதியில்தான் இச்சுரப்பி சுரக்கப்படுகிறது. இவ்வகைச் சுரப்பி நாளமில்லாச் சுரப்பியின் தலைமையகமான பிட்யூட்டரி சுரப்பின் ஹைகோதேர்மல் பகுதியிலிருந்து வெளிப்படும் சுரப்பிகளின் மூலம் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றது. இந்த ஆண்ட்ரோஜென் சுரப்பி ஸெமினிபெரஸ் குழாய்களில் விந்தணு உற்பத்தியை நன்கு செயல்பட உதவுகிறது.

ஸெமினிபெரஸ் குழாய்களிடையே குருதிக் குழாய்களோ நீர்க்குழாய்களோ ஊடுருவுவதில்லை. இவ்வகைப் பிரிவில் மிக முக்கிய சிறப்பு அம்சமானது,

இவ்வணுக்கள் குருதி கலக்காமல் தடுக்கின்றன. இதனால் குருதியில் எதிர்ப்பு அணுக்கள் உண்டாவதில்லை.

இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்பட்ட விந்தணுக்கள் இச்சக்கரத்தின் கடைசி நிலையில் ஸெமினிபெரஸ் குழாயின் நடுப்பகுதிக்கு தள்ளப்படுகின்றன. இவை முதலில் அசைய முடியாத நிலையிலேயே உள்ளன. இவ்வாறு அசைய முடியாத நிலையில் உள்ள விந்தணுக்கள் எபிடிஸ்மிஸ் எனப்படும் விந்துக் காயின் மேல் பகுதிக்கு குழாய்களின் சுருங்கி விரியும் தன்மை மூலமாகவும் நீர்மச்சுரப்பு மூலமாகவும் குழாய்களிலே காணப்படும் மெல்லிய "சீலியா" எனப்படும் மயிரிழை போன்ற உறுப்புகள் மூலமாகவும் தள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறு விந்தணுக்கள் விந்துக்குழாயின் நடுப்பகுதிக்குத் தள்ளப்படும் முறையானது ஸ்பெர்மியேஷன் எனப்படும்.

இவ்வாறு குழாயின் நடுப்பகுதிக்குத் தள்ளப்பட்ட விந்தணுக்கள் குழாய்களில் உற்பத்தி செய்யப்படும் நீர்மங்கள் மூலம் மேல் நோக்கித் தள்ளப்படுகின்றன. கிடா ஆட்டில் ஒரு நாளைக்கு நாற்பது மில்லி அளவு நீர்மம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. எபிடிஸ்மி வழியாக விந்தணுக்கள் கொண்டு செல்லப்படும்போது விந்தணுக்கருவில் பல்வேறு மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. குரோமோட்டின் எனப்படும் கருப்பொருளில் பெருத்த மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. அதன் அசையும் திறனும் இத்துடன் அதிகரிக்கிறது. அந்த ஈரப்பதத்தின் சதவீதம் குறைகிறது. அதே சமயம் அதனுடைய புவி ஈர்ப்புத் திறனும் அதிகரிக்கின்றது. இத்துடன் அதன் மேல் பகுதி சவ்வுகளிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு ஏற்படும் மாற்றங்களில் செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள ஒரு கசிவுப்புள்ளி மறைய வேண்டும். இப்புள்ளி மறையாமல் காணப்பட்டால் விந்தணு நன்கு வளர்ச்சி அடைய வில்லை என அறியலாம். அதேபோல் அக்ரோசோம் பகுதியிலும் பெருத்த மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்பட்ட விந்தணுக்கள் ஓரிடத்தில் சேமிக்கப்பட்டு வைக்கப்படுகின்றன. எபிடிஸ்மிசின்

வால்பகுதியிலேயே பெரும்பான்மை யான விலங்கினங்களில் இச்சேமிப்பு நடக்கின்றது. இவை நெடுங்காலம் இங்கு சேமிக்கப்பட்டு வைக்கப்படுவதில்லை. இவை தொடர்ச்சியாக முதிர்ச்சி நிலையை அடைகின்றன. எனவே இவ்வகை முதிர்ந்த விந்தணுக்களைக் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் வெளியேற்றாவிடில் விந்துவின் தரம் குறைய வாய்ப்புண்டு. எனவே இனவிருத்திக்கான பண்ணை விலங்குகளில் தொடர்ந்து பாலின ஓய்வு இருந்தால் பயனற்ற விந்தணுக்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் விந்துவில் காணப்பட வாய்ப்புண்டு.

இவ்வாறு உண்டாகும் விந்தணுக்கள் கருவுறும் திறன் பெற சில மாற்றங்களை அடைய வேண்டும். விந்தணுக்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட உடன் அதனுடைய அசையும் நிலை ஒரு சுற்றும் தன்மையாகவேதான் உள்ளன. இது மிகச் சக்தியுடன் ஒரே தசை நோக்கி செல்லும் நிலையினை அடைய வேண்டும். இந்த அசையும் நிலை ஒரே சீராக இருக்க வேண்டும். வால் பகுதியில் வளர்சிதை மாற்றங்கள் ஏற்படும் நிலை கருப்பகுதி குரோமோட்டின் நிலை மாற்றங்கள், விந்தணுவின் பிளாஸ்மா சவ்வுப்பகுதி மாற்றம், புரோட்டோப்ளாஸ்மிக் நீர்த்துளி மறைவு சில விலங்கினங்களில் அக்ரோசோம் பகுதியில் மாற்றம் முதலியன ஏற்படுகின்றன.

இவ்வகை மாற்றங்கள் முன்பு கூறியபடி ஆண்ட்ரோஜன் நாளமில்லா சுரப்பி மூலம் பெரும்பாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

மேலும் எபிடிமிஸ் பகுதி அதிக உடல் வெப்ப நிலைக்கு உட்படுத்தப்படும்போது விந்தணுக்கள் கருவுறச் செய்யும் திறனை இழக்கின்றன. உற்பத்தி செய்யப்படும்போது விந்தணுக் காய்களில் விந்தணு நீர்மத்துடன் காணப்படுகிறது. இந்த விந்து நீர்மம் விந்துக்காய்கள் மட்டுமின்றி மற்றைய உடலின் உறுப்புகளினாலும் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. பறவைகளிலும், ஊர்வனவற்றிலும், எபிடிமிஸில் தவிர மற்றைய உடல் உறுப்புகள் எதுவும் கிடையாது புரோஸ்டேட் எனப்படும் உறுப்பு அனைத்து வகை விலங்கினங்களிலும் உள்ளன. செமினல் வெனஸக்கிள் ஆம்புள்ளே மற்றும் கௌபர் சுரப்பி போன்ற உடல் உறுப்புகள் அனைத்து

பாலுண்ணிகளிலும் காணப்படுகின்றன. நாய்களிலும் பூனைகளிலும் செமினல் வெனஸக்கிள் எனப்படும் உறுப்பு கிடையாது.

இவ்வறுப்புகளில் சுரப்பி ஆண்ட்ரோஜன் எனப்படும் நாளமில்லா சுரப்பி மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

விந்துவிற்கும் குருதிக்கும் பல்வேறு வித்தியாசங்கள் உள்ளன. இனோசிடால் எனப்படும் சர்க்கரைப்பொருள் குருதியில் இருப்பதைவிட ஏறத்தாழ 100 மடங்கு குருதி பிளாஸ்மாவில் உள்ளது. இதேபோல் குளுடோமிக் அமிலம், அலனின், கிளைசின், லைசின், ஸ்பரடிக் அமிலம் செரின் போன்ற அமினோ அமிலங்கள் குருதியில் இருப்பதைவிட அதிக அளவு உள்ளது.

பல்வேறு உடல் உறுப்புக்கள் விந்துவிற்கு நீர்மப் பொருளினைச் சேர்க்கின்றன. அவற்றில் முக்கியமானவை பற்றியும் அவை உற்பத்தி செய்யும் நீர்மப் பொருள்களும் வருமாறு: காண்போம்.

ப்ராஸ்டேட் உறுப்பும் அதன் உற்பத்தி பொருட்களும். இவை உற்பத்தி செய்யும் நீர்மத்தில் நொதிப் பொருட்கள் அதிகம். அமிலக்காரத்தன்மை அளவு 6.5 அளவு உள்ளது. மேலும் சிட்ரிக் அமிலம் பாஸ்பேட்ஸ் அமிலமும் கொண்டுள்ளது. மற்ற உடல் உறுப்புகளை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது இதன் நீர்ம உற்பத்தி மிகச் சிறிதளவேயாகும்.

செமினல் வெனஸக்கிள். பல விலங்கினங்களிலும் இது இணையாகக் காணப்படுகின்றது. நாய்களிலும் பூனைகளிலும் இந்த உடல் உறுப்பு கிடையா. பன்றிகளில் இவ்வறுப்பு ஒரு பெரிய பை வடிவில் காணப்படும். இவ்வறுப்பு உற்பத்தி செய்யும் நீர்மம் காரநிலையைக் கொண்டுள்ளது. இந்நீர்மம் அதிக அளவு சர்க்கரையினையும், அஸ்கார்பிக் அமிலம் உயிர்ச்சத்தினையும் கொண்டுள்ளது. விந்துவிற்கு நிறத்தினை அளிப்பது இந்நீர்மமேயாகும். காளையினங்களில் வெளிர் மஞ்சள் நிறத்தினையும் சில விலங்கினங்களில் அடர்ந்த நிறத்தினையும் அளிக்கின்றது. இவ்வகை நிறத்திற்கு முக்கிய காரணம்

“ரிபோபிளேவின்” எனப்படும் ‘பி’ காம்ப்ளெக்ஸ் பொருளேயாகும்.

ஃபிரக்டோஸ் எனப்படும் சர்க்கரைப் பொருள் செமினல் வெனஸக்கிள் நீர்மத்தில் அதிக அளவில் காணப்படுகிறது. பன்றிகளில் இந்நீர்மத்தில் “இனேஸிடால்” எனப்படும் சர்க்கரைப் பொருள் அதிகம் காணப்படுகிறது.

புராஸ்டாகிளாண்டின் எனப்படும் நாளமில்லாச் சுரப்பி பெயரளவில் புராஸ்டேட் எனப்படும் உறுப்புடன் தொடர்புக் கொண்டிருந்தாலும் அவை பெரும்பாலும் செமினல் வெனஸக்கிள் உறுப்பு மூலமாகவே உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

கௌபர் உறுப்பு மற்றும் ஆம்புள்ளே. கௌபர் உறுப்பு எனப்படும் பாலின உடல் உறுப்பு உருண்டை வடிவிலும் வட்ட வடிவிலும் சிறிய வடிவிலும் காணப்படும். பன்றிகளில் உருளை வடிவில் காணப்படும். இவற்றில் இரப்பர் போன்ற பிசுபிசு தன்மை ஜெல்லி நிலையில் (நீர்மம்) காணப்படும். இதுவே விந்துவிற்கு ஜெல்லி நிலையினை அளிக்கின்றது. இவற்றின் முக்கிய பங்கு பெண் பாலின உறுப்பில் சிறுநீரினை அகற்றி விந்துவிற்கு வழியினை ஏற்படுத்தி தருவதேயாகும். இவை நாயில் கிடையாது.

குதிரைகளில் ஆம்புள்ளே எனப்படும் உறுப்பு மிகவும் வளர்ச்சியுற்று காணப்படும். இவையும் விந்துவிற்கு நீர்மத்தினை அளிக்கின்றன.

விந்து உற்பத்தியின்போது இவ்வகையாக பல்வேறு உடல் உறுப்புகள் ஒரு சங்கிலி போல் தொடர்ந்து உற்பத்தி செய்கின்றன.

கிடா ஆட்டிலும், காளையிலும் விந்து வெளியேற்றம் வேகமாக நடைபெறுகிறது. விந்துப் பொருட்கள் முழுமையாகக் கலக்கப்படுகின்றன. குதிரைகளில் ஒரு நிமிடத்திற்கும் குறைவாகவே நடைபெறுகிறது. பன்றிகளில் இரண்டிலிருந்து பத்து நிமிடத்திற்குள்ளாகவும், நாய்கள் ஐந்திலிருந்து பத்து நிமிடத்திற்குள்ளாகவும் இது நடைபெறுகின்றது.

விந்தின் அளவு ஆடுகளிலும், நாய்களிலும் ஒன்றிலிருந்து பத்து மில்லி அளவு வரையும், குதிரைகளிலும், பன்றிகளிலும் நூறு மில்லி அளவும் அதற்கு மேலும் காணப்படும். இவ்வாறு உற்பத்தி செய்யப்படும் விந்தணு ஏறத்தாழ 20 மணி நேரத்திலிருந்து 18 மணி நேரங்கள்தான் உறுப்புகளில் உயிருடன் உள்ளன. இதற்குள்ள்தான் கருவுறும் நிலை ஏற்பட வேண்டும்.

வே.புருசோத்தமன்

விந்து மதிப்பீடு

விந்து மதிப்பீடு துரிதமாகவும் அதே சமயம் திறம்படவும் செயல்படுத்தப்பட வேண்டும். தரம் குறைந்த விந்து உடனுக்குடன் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். விந்து மதிப்பீடு திறம்பட செய்ய பல்வேறு பரிசோதனைகள் செய்யப்படுகின்றன.

தோற்றமும் அளவும். விந்துவினை சேகரித்தப் பின்பு உடல் வெப்பநிலைக்கு சிறிதளவு குறைந்த வெப்ப நிலையில் குளிர் அதிர்ச்சி இல்லாமல் ஆய்வகத்திற்கு கொண்டு வர வேண்டும். ஆய்வுக் குழாயில் பெயரினை ஒட்டியும் மற்ற முக்கிய தகவல்கள் குறிப்பிட்டிருக்க வேண்டும்.

இவ்வாறு சேகரிக்கப்பட்ட விந்து ஒரே மாதிரி நீர்ம நிலையில் இருக்க வேண்டும். ஒளி ஊடுருவா நிலையில் இருத்தல் அதிக எண்ணிக்கையில் விந்தணுக்கள் இருப்பதைக் குறிப்பிடுகிறது.

விந்து, முடி, அழுக்கு போன்றப் பொருள்கள் இல்லாத நிலையில் இருக்க வேண்டும். தயிர் நிலையினை அடையும் விந்துவினைப் ஆய்வுக்கு ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடாது. இது காளையின் இனப்பெருக்க உறுப்பில் நோய் இருப்பதைக் குறிப்பிடுகிறது. சில காளையின் மஞ்சள் நிற விந்துவினையே அதிகம் உற்பத்தி செய்யும். இது “ரிபோபிளேபின்” எனப்படும் உயிர்ச்சத்தினால் ஆகும். இது சிறுநீருடன் சேர்ந்தாலும் ஏற்படும். ஆனால் அப்போது சிறுநீரில் தூர்நாற்றம் இருக்கும்.

முதலில் விந்துவின் அளவினைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். இந்த அளவு சராசரி அளவாக இருத்தல் வேண்டும். தொடர்ந்து இரு முறை விந்துவினை சேகரித்தால் இரண்டாம் முறையில் விந்துவின் அளவு குறைவாகக் காணப்படும். குறைந்த அளவினால் தீங்கு ஏதுமில்லை. ஆனால் விந்துவினால் எண்ணிக்கைக் குறையக்கூடாது.

விந்தணுவின் அசைவும் உயிர் எண்ணிக்கையும். விந்தணுவின் அசைவு 37° - 40°C வெப்பநிலையில் ஏறத்தாழ நானூறு தடவை உருப்பெருக்கம் செய்யப்பட்ட நிலையில் கணிக்க வேண்டும். அசைவுத் தன்மை ஏறத்தாழ 10% முன்னரோ பின்னரோ கணிக்கலாம். 0-10 அலகு எண்ணிக்கையில் தரம் பிரிக்கலாம். பெரும்பாலும் விந்து 80% முன்னேறும் விந்தணுக்களை கொண்டிருக்கும்.

சுற்றி சுற்றி வரும் விந்தணு அல்லது பின்னோக்கி செல்லும் விந்தணு. விந்தணுக்களுக்கு குளிர் அதிர்ச்சி ஏற்பட்டு உள்ளது என்றும் விந்து கலக்கப்பட்ட நீர்மம் அத்துடன் அடர்த்தி ரீதியாக ஒத்தவை அல்ல என்பதையும் நிரூபிக்கிறது.

தள்ளாடும் வகையில் அசைவு இருந்தால் வயது முதிர்ந்த அல்லது இறக்கும் தருவாயில் உள்ள விந்தணுவைக் குறிக்கின்றது.

இறந்த மற்றும் உயிருடன் உள்ள விந்தணுக்களைக் கணிக்க உயிர்ச்சாய முறையைக் கொண்டு அளவிடலாம். இதற்கு நைக்ரோசின், இயோசின் எனப்படும் சாயம் மிகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உயிருடன் உள்ள விந்தணு மிக்க வேகத்துடன் சாயத்தினை வெளியேற்றும். இவை தவிர போடோ மின்சார கருவி மூலம் விந்தணுவின் அடர்த்தி கணிக்கப்படுகின்றது.

விந்தணுவின் அடர்த்தி. ஒரு மில்லி லிட்டர் அளவில் எவ்வளவு விந்தணு உள்ளது என்பதனைக் கணிப்பது மிக முக்கியம். இது விந்தணுவின் அளவுடன் ஒப்பிடும்போது எத்தனைப் பசுக்களுக்கு செயற்கை முறையில் இனவிருத்தி செய்யலாம் எனக் கணக்கிடப்படுகின்றது.

ஒளி ஊடுருவும் அடர்த்தியினையும் கொண்டு விந்தணுக்கள் எவ்வளவு உள்ளது எனக் கணக்கிடலாம்.

விந்தணுவின் வடிவமைப்பு. விந்தணுவின் வடிவமைப்பு சரிவர இல்லாவிடில் கருத்தரிப்பு சதவீதம் குறைய வாய்ப்புண்டு. விந்தணுவின் வடிவில் கோளாறு இருபது சதவீதத்திற்கும் அதிகமாக இருந்தாலும் மிகவும் குறைவாக இருந்தாலும் முக்கியமாகக் கருத்தில் கொண்டு செயல்பட வேண்டும். 'இந்தியன் இங்க்' கொண்டு சாயமேற்றுவதன் மூலம் இவ்வகைக் கோளாறுகளைக் கண்டறியலாம்.

முதன்மையாக, விந்தணுவின் அக்ரோசோம் பகுதி சரிவர உள்ளதா எனக் கவனிக்க வேண்டும். சரிவர உறைய வைக்காவிடில் அக்ரோசோம் மற்றும் செல் சவ்வுகளில் பாதிப்பு ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. அக்ரோசோம் பகுதி முக்கியமாக விந்தணுக் கருத்தரிப்பு செய்யப் பெரிதும் உதவுகிறது.

விந்துவினை உறையச் செய்த பின்பு மறுபடியும் 37°C வெப்பநிலைக்கு கொண்டு வரும்போது எந்த அளவு விந்தணு உயிருடன் உள்ளது என்பதனைப் பொறுத்து விந்தணு பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பில் எந்த அளவு உயிர் வாழும் என்பதனைக் குறிக்கிறது.

இவற்றினைத் தவிர பல்வேறு வகை உயிர் வேதியியல் அளவு கவனிப்பு முறைகள் விந்துவின் தரத்தினைக் கண்டறியப் பெரிதும் உதவுகிறது.

வளர்சிதை மாற்ற ஆய்வு முறைகளாக ஆக்சிஜனை உட்கொள்ளும் அளவு, ஃபிரக்டோஸ் எனப்படும் சர்க்கரை உடைக்கப்படும் அளவு, லாக்டிக் அமிலம் உற்பத்தி அளவு, மெதிலீன் நீலம் அல்லது ரிஸாஸூரின் விந்துவின் மதிப்பீடு செய்யப்படுகிறது.

ஃபிரக்டோஸ் எனப்படும் சர்க்கரை அதிக அளவில் விந்துகளில் காணப்படுகிறது. இந்தச் சர்க்கரை அளவு ஏறத்தாழ 100 - 500 மி.கி அளவு 100 மி.கி விந்துவில் காணப்படுகிறது.

மனிதர்களிலும், ஆடுகளிலும், காளைகளிலும் ஃபிரக்டோஸ் அளவு மிக அதிக அளவு உள்ளது. இந்த சர்க்கரை அளவு விந்துவிற்கு சத்துப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலும் குட்டிபோட்டு பால் பெருக்கெடுக்கும் விலங்குகளில் புரத அளவு 3-7% அளவு விலங்கினத்தைப் பொறுத்து மாறுபட்டுக் காணப்படும்.

இவைத்தவிர் பல்வேறு நொதிப்பொருள்களின் அளவும் விந்தின் தன்மையினை நிர்ணயம் செய்யப் பெரிதும் உதவுகிறது. இவற்றில் முக்கியமானது குளுடாமிக் ஆக்ஸலோ அசிடிக் டிரான்ஸ் அமினேஸ் மற்றும் குளுடாமிக் பைருவிக் டிரான்ஸ் அமினேஸ் ஆகும்.

இவ்வகையாக பல்வேறு பரிசோதனைகள் மூலம் விந்துவினை மதிப்பீடு செய்யலாம்.

வே. புருஷோத்தமன்

விந்தைத் துகள்கள்

ஹேட்ரான்கள் எனப்படும் துகள்கள் குவார்க்குகளால் ஆனவை எனக் கருதப்படுகின்றன. குவார்க்குகளில் பல வகை உண்டு. அவற்றில் ஒன்றுக்கு விந்தைத் தளம் என்ற குவாண்டம் எண் விதிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அந்தக் குவாண்டம் எண்ணுள்ள துகள்கள் விந்தைத் துகள்கள் எனப்படுகின்றன. விந்தைத் துகள்களின் உற்பத்தி வீதங்கள் 10^{23} விநாடி என்ற வலுமிக்க இடைவினை நேரங்களுக்குப் பொருத்தமான வகையில் அமைந்திருந்தாலும் அவற்றின் 10^8 முதல் 10^{10} விநாடி அளவிலான நெடிய வாழ்நேரங்களுடன் ஒத்து வரவில்லை. இதன் காரணமாகவே அந்தத் துகள்களுக்கு விந்தைத் துகள்கள் என்று பெயரிடப்பட்டது. விந்தைத் துகள்கள் எப்போதும் இரண்டு இரண்டாகத்தான் உருவாகின்றன. அந்த இரண்டு துகள்களின் விந்தைத் தளங்கள் சமமாகவும் எதிர்எதிரான குறியுள்ளவையாகவும் இருக்கும் விந்தைத் தளக் குவாண்டம் எண் மாற்றம் அடைகிற

வழிகளில் மட்டுமே அவை சிதைவு அடைகின்றன. இவ்வாறு விந்தைத் தளக் குவாண்டம் எண்ணில் மாறாமையிலாமல் இருப்பதன் காரணமாக உற்பத்தி வீதங்களைச் சார்ந்த சிதைவு வீதங்கள் வெகுவாக ஒடுக்கிவிடப்படுகின்றன.

சுழியான பாரியான் எண்ணுள்ள விந்தைத் துகள்கள் கே. மெசான்கள் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. ஒன்று என்ற பாரியான் எண்ணுள்ளவை ஹைபரான்கள் எனப்படுகின்றன. அவற்றுக்கு மிகு மின் (hyper charge) எனப்படுகிற ஒரு புதிய குவாண்டம் எண்ணை விதிக்கும்போது விந்தைத் துகள்கள் பண்மைக் கணங்களில் (multiplets) உறுப்பினர்களாக ஆகிவிடுகின்றன. இந்தப் பண்மைக் கணங்களில் மெசான்கள், நூக்ளியான்கள் போன்ற விந்தைத் தளமற்ற சிறிய துகள் பண்மைக் கணங்களும் அடங்கும். மிகு மின் என்ற புதிய குவாண்டம் எண், விந்தைத் தளம், பாரியான் எண் ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகை ஆகும். சார்ம் அழகு என்ற பெயர்களிடப்பட்டிருக்கிற வேறு குவாண்டம் எண்களும் 1974 ஆம் ஆண்டுக்குப் பிறகு கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வேறு பண்மைக் கணக் கூட்டமைப்பு மேலும் விரிவு படுத்தப்படலாம் என்று எதிர்பார்க்கிறார்கள். விந்தைத் தினமும் இந்தப் புதிய குவாண்டம் எண்களில் ஏதாவது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்டவையும் சேர்ந்து இருக்கிற துகள் குடும்பங்கள் இருப்பதாகவும் ஊகங்கள் வெளியிடப்பட்டிருக்கின்றன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

விப்பிள் நோய்

விப்பிள் நோய் உள்ளவர்களுக்கு வயிற்றுப் போக்கு, வயிற்று வலி, எடை இழப்பு, காய்ச்சல், மூட்டு வலி, சரிவர செரிமானம் ஆகாமை, தோலின் கருப்பு நிறம் மிகுதல் ஆகியவை இருக்கும்.

மூட்டு சம்பந்தமான அறிகுறிகள் முதன் முதலில் வெளிப்படலாம். மற்றவை சில மாதங்களோ வருடங்களோ கழித்து ஏற்படலாம்.

சிறுகுடல் கூராய்வின் போது பி. ஏ. எஸ். பாசிடிவ் மாக்ரோபேஜஸ் இருப்பது, விப்பிள் நோய் இருப்பதை முடிவு செய்கிறது.

மருத்துவம். டெட்ராசைக்கிளின் நாளொன்றுக்கு 1 கிராம் வீதம் ஒரு வருடத்திற்கு கொடுக்க வேண்டும். மூட்டு சம்பந்தமான தொல்லைகள் சிகிச்சை ஆரம்பித்த சில காலத்திற்குள் சரியாகிவிடும். தீராத வியாதி என்று கருதப்பட்ட இந்த நோய், தற்காலத்திய புதிய கண்டுப்பிடிப்புகளால், எளிதில் குணமடைகிறது.

சுவயம்ஜோதி

விம்மல்

நாம் ஒரு பொருளை ஒலிக்கச் செய்தால் அது அதன் தன்மைக்கேற்றாற்போல் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில் ஒலியை எழுப்புகிறது. ஒரு வினாடிக்கு எத்தனை தடவை அதிர்கிறதோ அதற்கு அதிர்வெண் (n) என்று பெயர். சாதாரணமாக ஆய்வுகூடங்களில் ஒலியை உண்டாக்க இசைக்கவையைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

சிறிதளவு வேறுபாடு கொண்ட அதிர்வெண்களை உடைய ஈர் இசைக்கவைகளை அதிரச் செய்தால் அவற்றின் கூட்டு ஒலி. தனி ஒலியாக மாறி, அதன் ஒலிச்செறிவு மாறிமாறி பெருமமாகவும், சிறுமமாகவும் இருக்கும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளி நேரத்தில் ஏற்படும். இவ்வாறு ஒலியின் செறிவு அடுத்தடுத்து அதிகமாகவும், குறைவாகவும் மாறும் தன்மைக்கு விம்மல் (beat) என்று பெயர்.

விம்மலை நாம் பின்வரும் முறையில் உண்டாக்கிக் காட்டலாம். இரண்டு ஒலிகளின் அதிர்வெண்கள் சிறிதளவே வேறுபாடு பெற்றிருக்க வேண்டும். அவ்வொலியலைகளின் வீச்சு அதிகமாக வேறுபடாமல் கிட்டத்தட்ட சமமாக இருக்க வேண்டும். அவ்விரண்டு ஒலியலைகளின் வீச்சுகள் சமமாக இருந்தால் அவற்றினால் உண்டாகும் துடிப்புகள்

தெளிவாக இருக்கும். அந்த இரண்டு ஒலியலைகளின் அலை வடிவங்களும் ஒரே மாதிரியாக இருக்க வேண்டும். இந்த நிபந்தனைகளை நிறைவு செய்யக் கூடிய இரண்டு பொருள்களை ஒரே சமயத்தில் அதிரச் செய்தால் தெளிவான துடிப்புகளை நாம் கேட்கலாம்.

n_1, n_2 அதிர்வெண்களைக் கொண்ட ஒலியின் அலைநீளங்கள் முறையே t_1, t_2 எனக் கொண்டால் $n_1 > n_2$ ஆனால் $t_1 < t_2$ இவ்விரு அலைகளும் ஒரே திசையில் பயணம் செய்து p என்ற புள்ளியை அடைவதாகக் கொள்வோம். பின் d தூரத்தில் உள்ள q என்றப் புள்ளியை மீண்டும் ஒரே கட்டத்தில் வந்தடையும் தூரத்தில் k எண்ணிக்கை கொண்ட t_2 அலைகள் இருப்பதாகக் கொண்டால்

$$d = kt_2 = (k+1)t_1$$

$$t_2/t_1 = \frac{k+1}{k}$$

$$k = t_1/t_2 - 1$$

ஒலிபரவும் ஊடகத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் ஒரு வினாடியில் கடந்து செல்லும் பெரும (அல்லது) சிறும ஒலிச் செறிவுகள் V/D ஆகும். V என்பது ஒலியின் திசைவேகம்.

$$v/kt_2 = \frac{v(t_2 - t_1)}{t_1 t_2} = v/t_1 - v/t_2 = n_1 - n_2$$

எனவே ஒரு வினாடியில் ஒலிக்கும் துடிப்புகளின் எண்ணிக்கை அவ்விரு ஒலியலைகளின் அதிர்வெண்ணின் வேறுபாட்டுக்குச் சமம். எ-டு: ஓர் இசைக் கவையின் அதிர்வெண் $n_1=256$ எனில் மற்ற இசைக்கவையின் அதிர்வெண் $n_2=258$ எனில் ஒரு வினாடியில் கேட்கும் துடிப்புகள் $=258-256=2$ க்கும் சமம்.

விம்மலின் கணிதக் கோட்பாடு. ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில், ஒரே வீச்சைக் கொண்ட இரண்டு ஒலியலைகள் பயணம் செய்வதாகக் கொள்ள அவற்றின் இடப்பெயர்ச்சிகளை

$$y_1 = a \sin 2 \pi n_1 t. \text{-----(1)}$$

$$y_2 = a \sin 2\pi n_2 t. \quad \text{-----}(2)$$

என எழுதலாம். தொகு இடப்பெயர்ச்சி

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ &= a \sin 2\pi n_1 t + a \sin 2\pi n_2 t \\ &= 2a \cos 2\pi \frac{(n_1 - n_2)t}{2} \sin 2\pi \frac{(n_1 + n_2)t}{2} \end{aligned} \quad \text{-----}(3)$$

தொகு அலைகளின் வீச்சு.

$$A = 2a \cos 2\pi \frac{(n_1 - n_2)t}{2} \text{ ஆகும். } \quad \text{-----}(4)$$

அதன் அதிர்வெண் $1/2 (n_1 + n_2)$ க்குச் சமம்.

சமன்பாடு (4) இல் A இன் மதிப்பு + ஐ பொருத்துள்ளது.

$$t = 0, 1/n_1 - n_2, 2/n_1 - n_2, 3/n_1 - n_2 \text{ etc}$$

ஆனால் A = ± 2a ஆகிறது.

$$t = 1/2(n_1 - n_2), 3/2(n_1 - n_2), 5/2(n_1 - n_2) \text{ ஆனால் } A = 0$$

எனவே, ஒலிச்செறிவு = 0

தொகு அலையின் செறிவு + ஐ பொறுத்த பெருமமாகவும், சிறுமமாகவும் மாறும் என்பது தெளிவாகிறது.

பயன்கள். விம்மல் முறையில் தெரிந்த ஓர் ஒலியின் அதிர்வெண்ணைக் கொண்டு தெரியாத ஒலியின் அதிர்வெண்ணைக் காணலாம். சுருதிமானியைப் பயன்படுத்தி ஓர் இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இசைக் கவையை அதிரச்செய்து சுருதிமானியைக் கம்பிக்கு அருகில் வைத்து இசைக்கவையோடு ஒருங்கியைவு செய்யும் கம்பியின் நீளத்தைக் கண்டுபிடித்து இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணைக் காணலாம். அதிர்வெண் தெரியாத இசைக்கவையுடன் அதிரச் செய்து ஏற்படும் அடிப்பைக் கணக்கிட்டு அதிர்வெண்ணைக் காணலாம். n என்பது படித்தர இசைக்கவையின் அதிர்வெண் என்றால் N என்பது

ஒரு வினாடியில் கேட்கும் அடிப்புகள் எனில் தெரியாத இசைக்கவையின் அதிர்வெண் $n+N$ ஆகும்.

நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் குறைக்காற்றழுத்த தாழ்வு மண்டலங்களைக் காண அடிப்புமுறையை பயன்படுத்துகிறார்கள். இரண்டு ஆர்கள் (organ) குழாயை எடுத்துக்கொண்டு, ஒன்றில் தூயகாற்றையும் மற்றதில் சுரங்கத்தில் உள்ள காற்றையும் நிரப்பி அவற்றை ஒரே சமயத்தில் இசைவித்தால், ஒலிகளின் பண்பு ஒன்றாகவும் ஒரே அதிர்வெண்ணிலும் இருந்தால் சுரங்கத்தில் உள்ள காற்றும் சுத்தமானது எனலாம். அவ்வாறின்றி சுரங்கக் காற்று தூய்மையில்லாமல் இருந்தால் அந்த ஆர்கள் குழாய் இசையின் அதிர்வெண் சிறிது மாறுபட்டு துடிப்பு உண்டாக்கும்.

விமானதளத் தரையறி கருவி

விமானதளத்தில் ஓடும் விமானம், பிற ஊர்திகள் இவற்றின் நிலையைக் கண்டு பதிவு செய்யும் கருவி விமான தளத் தரையறி கருவி (airport surface detection equipment) எனப்படுகிறது. இக்கருவி விமான தளப் போக்குவரத்து சுட்டி என்றும் வழங்கப்படுகிறது.

உலகின் பெரும்பாலான விமானதளங்களில் போக்குவரத்து மிகுதியாகிக்கொண்டே வருவதால், விமான தளத்தில் விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாடு இன்றியமையாததாகிறது. விமான தளத்தை நோக்கி வரும் ஒவ்வொரு விமானமும் பாதுகாப்பாகவும் மிகச் சரியாகவும் பாதையை வந்தடைய வேண்டும்.

இதற்கு மிகு செயல்திறன் வாய்ந்த ராடார்கள் மட்டுமே பயன்படுகின்றன. இவை விமான தளத்திலுள்ள அனைத்து ஊர்திகளையும் கண்டுணரும். இந்த ராடார்களின் வாயிலாக ஓடு பாதைகள் (runways), மோட்டார் வண்டிகள் நிற்குமிடங்கள் (taxiways) ஆகியவற்றின் எல்லைக்கோட்டு வரையைத் (outline) துல்லியமாக



ரேடார் பார்வையில் விமானம்

அறியலாம். 2.4 கி.மீ. தொலைவில் இருக்கும் சிறு ஊர்திகளைக்கூட இவை கண்டுணரும்.

மேலும் பனிமூட்டங்களால் இவ்வகை ராடார்களில் சிக்கல்கள் உண்டாகும். சுழல் முனைவாக்கத்தாலும் (circular polarization), நகரும்-இலக்கு சுட்டியைப் (moving target indicator - M.T.I) பயன்படுத்தியும் இச்சிக்கலை நீக்கலாம். (காண்க: ராடார், மின்னணுவியல் பயண அமைப்பு முறைகள், நகரும்-இலக்கு சுட்டி.)

இரா. இந்து

விமான திசைக் காட்டும் அமைப்பு

திசை காட்டும் அமைப்புகள், பூமியிலிருந்து எந்த சமிக்ஞைகளையும் பயன்படுத்தாமல், வானூர்தியைப் பறக்கச் செய்ய உதவுகின்றன. திசை காட்டும் அமைப்புகள் மூன்று வகையாக பிரிக்கப்படுகின்றன. அவையாவன. 1. காந்தத் திசைக் காட்டி, 2.

விண்ணுலக அமைப்பு, 3. சடத்துவம் சார்ந்த அமைப்பு என்பன. காந்த திசைகாட்டிகள் புவியின் காந்தப்புலத்தை குறிப்பாக வைத்து செயல்படுகின்றன. விண்ணுலக அமைப்பு, விண்மீன்களையும், சூரியனையும் குறிப்பாகவும், சடத்துவம் சார்ந்த அமைப்பு, நிலைகளின் மற்றும் காலத்தின் மாறுபாடு இவற்றை குறிப்பாகவும் வைத்துக்கொண்டு செயல்படுகின்றன.

காந்த வகை. பொதுவாக காந்த ஊசி திசைகாட்டி, அனைத்து வானூர்திகளிலும் இருப்பதைப் போலவே சற்று முன்னேற்றமடைந்த நிலையிலுள்ளது. இரட்டை காந்தங்கள் விமானிக்கு வானூர்தி எத்திசையை நோக்கி செல்கின்றதென்பதை அறிய திசைகாட்டியின் மிதப்பானுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வானூர்தியில் இணைப்புகள் அல்லது மற்ற கருவிகள் இவற்றில் குறைபாடுகள் இருப்பின், காந்தப்புலத் தொல்லைகள் அல்லது சாதாரண காந்தப் பாதையை விலக்குவதற்கும், அதே சமயம் அதிகப்படுத்தப்பட்டு சரிசெய்யத்தக்க ஒரு சார்பு காந்தங்களுக்கு பதிலாக செயற்படும் விதமாய் அமைந்துள்ளன. விமானத்தின் உயரதிசை வேறுபாடுகள் திசைகாட்டியின் நுட்பமாக செயற்படும் விதமாய் அமைந்துள்ளன. விமானத்தின் உயர, திசை வேறுபாடுகள் திசைகாட்டியின் நுட்பமான செயற்புறையைச் சார்ந்துள்ளது. மேலும் வானூர்தியை சரியான நிலைக்கு பறக்க வைக்கும் வரை துணை அமைப்புகள் உதவிபுரிகின்றன.

காந்தப்புல வாயில் திசைகாட்டி அமைப்பு, பல வானூர்திகளிலும் பயன்படுகிறது. இதனால் பலவிதமான பிரச்சினைகளும் தீர்க்கப்படுகின்றன. புவியின் காந்தப்புலத்தால் ஏற்படும் சிறு தொந்தரவுகளையும், கண்டறிய வானூர்திகளிலேயே தொலைதூர உணர்த்திகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வானூர்தி உணர்த்தி, செங்குத்தாக அமைந்த சுழலியைக் (gyro) கொண்டு காந்த உணர்த்தி கிடைமட்ட நிலைக்கு எந்த உயரத்தில் இருந்தாலும் கொண்டு வர உதவுகிறது. உணர்த்தி சரிபடுத்தப்பட்ட அதிக அதிர்வெண் கொண்ட மாற்று மின் அழுத்தம் மற்றும் 400 அல்லது அதைவிட அதிகமாகவும் கொண்டு இயங்குகின்றது. வெளிப்பாடு இரட்டை

சமிக்ஞை, வானூர்தியின் திசைக்கும் காந்தப்புலத்திற்கும் உள்ள கோண அளவை அதற்கு ஒப்பநிலை மாற்றம் செய்துவிடுகிறது.

விண்ணுலக அமைப்பு. இவ்வமைப்பு விண்மீன்களையும், சூரியனையும் கண்காணிக்கத்தக்க ஒளியியல் சார்ந்த ஒளிப்பதிவு காட்டி அமைப்பை உள்ளடக்கியதாக அமைந்துள்ளது. விமானத்தின் குறிப்பிட்ட இலக்கிலிருந்து திசையையும், கோண அளவையும், உயரத்தையும் தொடர்ந்து அறிவித்துக் கொண்டிருக்கும்.

வான திசைக் காட்டி அமைப்பு தனித்தன்மை வாய்ந்ததாய் காந்தப்புல அமைப்பு பயன்படாததாகி ஆர்ட்டிக் பகுதிக்காக உதவுகிறது. இது ஒளியியல் சார்ந்து சுட்டி காட்டும் கருவியாக துருவ வழிகாட்டிகளாக விண்மீன்களையும் சூரியனையும் கொண்டதாய்ச் செங்குத்து தளத்தைக் கணக்கிட உதவுகின்றன. இவ்வமைப்பைக் கொண்டு விமானத்தின் துல்லியமான கால அளவுடன் வானூர்தியின் நிலையை 0.5 பாகை துல்லியத்தில் கணக்கிட மிகவும் உதவுகிறது.

சடத்துவம் சார்ந்த அமைப்பு. இவ்வமைப்பு செங்குத்து சுழலியின் உதவியால் மிகத் துல்லியமான சமிக்ஞைகளின் வேறுபாட்டால் கணக்கீடு செய்யவல்ல முடுக்குப் பொறி இவற்றின் ஒருங்கிணைப்பில் கால அளவையும் கணக்கில் கொண்டு வானூர்தியின் நிலைகளைக் கணக்கிட உதவுகிறது. வானூர்தியின் திசை வேகத்திலும், உயரத்திலும் ஏற்படும் நுண்ணிய வேறுபாடுகள், சமிக்ஞைகளை ஊருவாக்குகின்றன. மிகக் குறைந்த எடையுள்ள வானூர்தி கணிப்பொறி இவ்வேலைகளைச் செவ்வனே செய்ய வல்லது.

விமானந் தாங்கி

இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் போர்க்காலங்களில் வானூர்தியியல் இன்றியமையாதப் பிரிவாகக் கருதப்பட்டது. உலக

நாடுகளில் சில கடல் வழியே சென்று இலக்குகளைத் தாக்கும்பொருட்டு வானூர்திகளைக் கொண்டு செல்லவும், மீண்டும் இறங்கவும் போர்க் கப்பல்களைச் சில மாற்றங்கள் செய்து விமானம் தாங்கிகளாக உருவாக்கினர். இதனால் கடல் வழி வானூர்தித் தாக்குதலில் நல்ல முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது.

விமானம் தாங்கி என்பது அதன் மேல் தளத்தில் இராணுவ விமான தளத்தைக் கொண்டுள்ள மிகப் பெரிய கப்பலாகும். திரை அரங்கு, அஞ்சலகம், மருத்துவமனை இவற்றைக் கொண்டுள்ள அது ஓர் மிதக்கும் நகரமாக அமைகிறது.

விமானங்களைப் பழுதுபார்க்கும் பெரிய பணிமனைகள், தோட்டா, ஏவுகணை (rocket), நீருக்குள் செல்லும் வெடிகுண்டுகள் (torpedo), வெடி மருந்து, வெடிகுண்டுகள், எரிபொருள் ஆகியவற்றை வைக்கும் கிடங்குகள் (storehouse) மற்றும் ஓர் இராணுவ விமான தளத்தில் காணப்படும் அனைத்து வசதிகளும் மாலுமிகளும், விமானிகளும் தங்கி ஓய்வெடுக்கும் விடுதிகளும், உணவு விடுதியும் நிறைந்து காணப்படுகிறது.

வரலாறு. 1910 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் திங்கள் தொடக்கத்தில் அமெரிக்க உள்நாட்டு விமானியான யூஜினெலி என்பர் 'பிரிங்ஹாம்' என்னும் போர்க்கப்பலின் தளத்தில் பிரத்யேகமாக அமைக்கப்பட்ட மேடையிலிருந்து விமானத்தைச் செலுத்திக் காட்டினார்.

பின்னர் 1911 ஆம் ஆண்டு சனவரித் திங்கள் பதினெட்டாம் நாள் அவர் சான்ஃபிரான்சிஸ்கோ விரிகுடாக் கடலில் பென்சில்வேனியா என்னும் போர்க்கப்பலின் மேல் தளத்தில் (deck) அமைக்கப்பட்ட மேடையில் விமானத்தைத் தரையிறக்கிக் காட்டினார். விமானம் தரையிறங்கும்போது, விமானத்தைக் கட்டுப்படுத்தி நிலைநிறுத்தக் கம்பிகளால் இணைக்கப்பட்ட மணல் மூட்டைகள் தடுக்கும் தளவாடமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

முதல் அமெரிக்க விமானத்தாங்கி சில

மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டு யு.எஸ்.எஸ். லாங்க்வி என மறு பெயரிடப்பட்டு 1922ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்களில் கப்பற்படையுடன் இணைக்கப்பட்டது.

இதற்கிடையில் பிரிட்டிஷ் கப்பற்படை உலகப்போரின்போது சோதனை நோக்குடன் சில விமானம் தாங்கிகளை முதலில் உருவாக்கி 1918ஆம் ஆண்டு அரசு கப்பற்படையுடன் இணைத்தது. அதற்கு எச்.எம்.எஸ். ஆர்கஸ் எனப் பெயரிடப்பட்டது. அது 14,000 டன் எடையுள்ளது, ஏறத்தாழ 560 அடி நீளம், 64 அடி அகலம் கொண்டதாகவும், பறக்க உதவும் தளத்துடன் (flight deck) அமைக்கப்பட்டது.

பின்னர், சிலி கப்பற்படைக்காக இரண்டாவது விமானம் தாங்கி உருவாக்கப்பட்டது. அதற்கு கழுகு எனப் பெயரிடப்பட்டது. மூன்றாவதாக எச்.எம்.எஸ். ஹெர்மிஸ் என்னும் விமானம் தாங்கி உருவாக்கப்பட்டது. பின்பு படிப்படியாகப் பல நவீன மின்னணுவியல் கருவிகள், ராடார் இவை அமைக்கப்பட்ட விமானம் தாங்கிகள் உருவாக்கப்பட்டன.

இவ்வாறு பிரிட்டனின் அரசு கப்பற்படை ஐரோப்பாவில் மிகவும் புகழ் பெற்றது. 1985 ஆம் ஆண்டு ஆர்க் ராயல் என்னும் விமானம் தாங்கியே அரசு கப்பற்படைக்காகக் கட்டப்பட்டக் கடைசி விமானம் தாங்கியாகும்.

அமெரிக்கா, பிரிட்டன், இந்நாடுகளைத் தொடர்ந்து ஜப்பானும், ஃபிரான்சும் விமானம் தாங்கிகளை உருவாக்கின. 1922ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் திங்களில் ஹோஸியோ (Hosyo) என்று அழைக்கப்படும் விமானம் தாங்கி ஜப்பானில் உருவாக்கப்பட்டது. ஃபிரான்சும், நார்மண்டி என்னும் போர்க்கப்பலை விமானம் தாங்கியாக மாற்றம் செய்து பியார்ன் என்று பெயரிட்டது. காலப்போக்கில் விமானம் தாங்கிகளின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து இந்தியா, கனடா, ஆஸ்திரேலியா, பிரேசில், அர்ஜெண்டைனா, நெதர்லாண்டு போன்ற நாடுகள் விமானம் தாங்கிகளைப் பயன்படுத்தத் தொடங்கின.

பிரிட்டன், ஃபிரான்ஸ், ஜப்பான் ஆகிய நாடுகளின் விமானம் தாங்கிகள், அமெரிக்கக்

கப்பற்படையின் விமானம் தாங்கியிலிருந்து, அதன் அமைப்பு, பொருத்தப்பட்டிருக்கும் நவீன கருவிகள், இவற்றால் வேறுபடுகின்றன. 20,000-27,000 டன் வரை எடையுள்ள விமானம் தாங்கிகள் உருவாகின.

அதன்பின் 1945 ஆம் ஆண்டு எடை அதிகரிக்கப்பட்ட (37,000-60,000 டன் வரை) விமானம் தாங்கிகள் உருவாக்கப்பட்டன. இவற்றின் நீளம் ஏறத்தாழ 1000 அடிகளாகும். 1950 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்கா 'வேல்லி ஃபோர்ஜ்', பிரிட்டன் வெற்றி என்னும் பெயர்களைக் கொண்ட போர்க்கப்பல்களை உருவாக்கின.

1960ஆம் ஆண்டுவாக்கில் விமானம் தாங்கியின் சிறப்பு மேலும் உயர்த்தப்பட்டது. இவ்வாண்டு செப்டம்பர் திங்கள் 24ஆம் நாள் என்டர்பிரைசஸ் எனும் அணுசக்தியால் இயங்கும் முதல் விமானம் தாங்கி உருவாக்கப்பட்டது. இதன் எடை 83350 டன்னாகும்; நீளம் 1101 அடிகளாகும். இதில் 4000 மாலுமிகள் இருந்தனர். இது 70க்கும் மேற்பட்ட விமானங்களைக் கொண்டு செல்லும் திறன் கொண்டது.

விமானம் தாங்கியில் பறக்க உதவும் தளம் முக்கிய இடத்தை வகிக்கிறது. விமானங்கள் பறந்து செல்வதற்கும், தளத்தில் வந்து இறங்குவதற்கும் ஏற்ப, தளங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

தரையில் அமைந்துள்ள விமான தளத்தில் விமானங்கள் மேல் எழும்பிப் பறக்கவும், தரையிறங்கவும், நீண்ட ஓடு பாதை அமைந்திருக்கும். ஆனால் விமானம் தாங்கியில் அதுபோன்ற நீண்ட ஓடு பாதை அமைத்தல் இயலாததாகும். எனவே, விமானங்கள் உடன் மேல் எழும்பவும், தரையிறங்கி உடன் நிற்கவும் பாதுகாப்பான தகவமைப்புகள் தனிப்பட்ட முறையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

அவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கது விமானங்கள் மேல் எழும்புவதற்குக் கவண்கள் (catapults) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றிலிருந்து விமானங்கள் விரைவாகக் கழற்றிக் கொண்டு மேல் எழும்பிப் பறக்க முடிகின்றது. அதே போல் தரையிறங்கும் விமானத்தின் வேகத்தை

கட்டுப்படுத்தி பறக்கும் தளத்தில் நிலைநிறுத்த ஏதுவாகக் கம்பி வடங்கள் (cables) கிடைமட்டமாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. விமானம், தளத்தில் இறங்கும்போது இக்கம்பி வடங்கள் மேலே தூக்கப்படுகின்றன. இதனால் கீழே தளத்தில் இறங்கும் விமானங்களின் கீழ்ப்பகுதி இக்கம்பி வடங்களில் சிக்குண்டு உடனடியாக நிறுத்தப்பட்டு நிலை நிறுத்தப்படுகின்றன.

மேலும் இரவு மற்றும் மோசமான கால நிலைகளில் மின்னணுக் கட்டுப்பாட்டு முறையில் விமானங்கள் இயக்கப்படுகின்றன. நீரால் இயக்கப்படும் (hydraulic) பெரிய உயர்த்திகள் (elevators) பறக்கும் தளத்தின் முனைகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் விமானங்களை பறக்கும் தளத்திலிருந்து பழுதுபார்க்கும் பணிமனைகள் உள்ள விமான கூடத்துக்குக் கொண்டு செல்ல முடிகிறது.

எரிபொருளை வெளியேற்றும் வழிகளும், ரப்பர் சக்கரங்களுக்குக் காற்றடைக்கவும் (inflating tyres), பொறிகளை இயக்கிப் பார்க்கவும் போதிய பறக்கும் தளம், விமானக் கூடத் தளம் இவற்றில் வசதிகள் செய்யப்பட்டுள்ளன.

விமானம் தாங்கியில் மேலும் சில சிறப்பு வசதிகளும் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. விமானிகளின் சிறு ஓய்வறைகள், போர் நுணுக்க மையங்கள், புகைப்பட ஆய்வுக் கூடங்கள், விமானத்திலிருந்து குதிக்கும் படை மிதவைகள் வைக்கப்படும் அறைகள், வானொலித் தொடர்பு போன்ற தனிப்பட்ட வசதிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இதனால் உலகளாவிய கடல்களில் பயணம் செய்து ஏறத்தாழ உலகின் மூன்றில் இரு பகுதியைச் சுற்றி வர இயலும். போரை முழுமையாக அடக்கக்கூடிய வல்லமை இதற்கு உண்டு. விமானம் தாங்கிகள் போரிட மட்டுமின்றி சில சமயங்களில் சண்டை அல்லது முரண்பாடுகளைத் தவிர்க்கவும் உதவுகின்றது.

வகைகள். நவீன உலகின் கப்பற்படைகளில் இரண்டு முக்கிய விமானந்தாங்கிகள் நடைமுறையில்

உள்ளன. அவை அமெரிக்கக் கப்பற்படையில் உள்ளபடி, தாக்கு தாங்கி என்றும், நீர் மூழ்கிக் கப்பலை எதிர்க்கும் தாங்கி என்றும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

தாக்கும் தாங்கிகளில் பகைவர்களின் போர் விமானங்களைத் தாக்கி அழிக்கும் திறனுள்ள போர் விமானங்கள் உள்ளன. இதனால் பகைவர்களின் (enemy) தாக்குதலிலிருந்து தப்பித்துக் கொள்ள முடிகிறது.

பகைவர்களின் நீர் மூழ்கிக் கப்பலைத் தாக்கும் பொருட்டு நீர் மூழ்கிக் கப்பலை எதிர்க்கும் தாங்கிகள் பயன்படுகின்றன. மின்னணுவியல் மூலம் இறக்கைகள் அமைத்துக்கொள்ளும் விமானங்களையும், ஹெலிகாப்டர்களையும் இதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதனால் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களை வீழ்த்த முடிகின்றது.

ஜெயசந்திரன்

விமான நிலையப் பொறியியல்

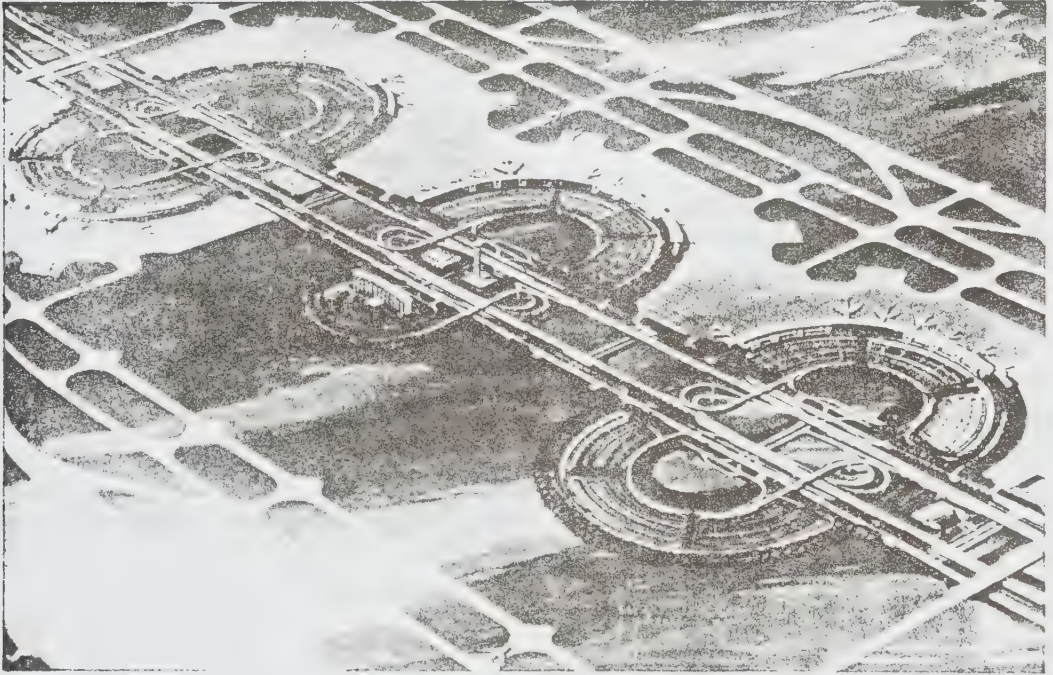
விமான தளம் திட்டமிடுதல், வடிவமைத்தல், கட்டமைத்தல் மற்றும் போக்குவரத்துச் செயல்பாடுகளும் அவற்றைப் பராமரித்தல் குறித்த பொறியியலையே விமான நிலையப் பொறியியல் என்று குறிப்பிடுகிறோம்.

விமான நிலையம் திட்டமிடல். சாதாரணப் போக்குவரத்து விமான சேவைக்கும் வர்த்தகப் பயணச் சமைகளுக்கும் பயன்படும் விமான நிலையங்கள் தேவைக்கேற்ப விரிவானதாகத் திட்டமிடப்படல் வேண்டும். இவை 20-100 ஹெக்டேர் வரையிலான பரப்பளவில் நிர்மாணிக்கப்படும்.

விமான நிலைய வடிவமைப்பு. விமான நிலையத்திற்குரிய கட்டடங்கள், கருவிக்கூடங்கள், வானொலி, பலவித வசதிகளுக்கு ஏற்ப விமான நிலையம் வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். அதிலும் குறிப்பாக விமான ஓடுதளங்கள்



கன்சாஸ் நகர உலகளாவிய விமான நிலையம்



டல்லாஸ்-ஃபோர்ட் வொர்த் விமான நிலையம்

உறுதியுடையவையாக இருக்க வேண்டும். சுமார் 45000 கி.கி. எடை விமானங்கள் வந்திறங்கவும் மேலெழும்பவும் உரிய வலுவுடன் பாவிய தரைப் பாதைகளே இன்று ஒடுதளங்களாக நிர்மாணிக்கப்

பட்டுள்ளன. தொடர்ந்து 2,86,000 கி.கி. எடை வந்திறங்கவும், 4,50,000 கி.கி. எடை தரையிறங்கவும் உதவும் உறுதிமிக்க விமானத் தளங்கள் பொறியியல் துறையிலே சவாலாக இருந்து வருகின்றது.

காற்று வெளிப் பயண அமைப்பு குறித்த பொறியியல் துறையினைப் (aeronautical engineering) போலவே விமான நிலையப் பொறியியல் துறை அதன் வெவ்வேறு உள்ளமைப்புகள் பற்றிய தொழில்நுட்பத்தினை குறிக்கும்.

(அ) காற்றுவெளிப் பயண அமைப்பு நடைமுறை. விமானத்தின் காற்றுவெளிப் பயணத்திற்கு முன்னதாக விமானி அறையின் (cockpit) கடிகாரங்கள், வானொலிக் கருவிகள், திசைக்காட்டிகள் (compasses) மற்றும் பயண அமைப்பு கருவிகள் (air-navigation) ஆகியவற்றின் இயக்கம் முன்பரிசோதனை செய்து பார்க்கப்படும்.

விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டு அதிகாரியிடமிருந்து குறிப்பிட்ட பயணத்திற்கான முன் அனுமதி பெறப்பட வேண்டும். அவ்வாறே தரைக் கட்டுப்பாட்டு அலுவலகம் வழங்கிய திட்ட வரைபடம், தகவல்களுக்கேற்ப விமானம் குறித்த நேரத்தில் கிளம்பி பறந்து சென்று பின்னர் குறித்த நேரத்தில் அடைய வேண்டிய மறு நிலையத்தில் தரையிறங்கும். இந்நிலையமே ஒரு விமானத்தின் முதல் நிலைப்பு (fix) ஆகும்.

கிளம்பும்போதும் வந்திறங்கும்போதும் விமானங்களின் ஓசை குறைப்பு முன் நடவடிக்கைகளும் மேற்கொள்ளப்படும்.

விமானி தரை அடையாளங்களைக் கண்காணித்து விமானத்தினைக் குறித்த வழியில் ஓட்டிச் செல்லுதல் வலவு (pilotage) எனப்படும்.

கடலில் மாலுமிகள் காந்தத்திசை அளவிகளின் உதவியால் கப்பலின் இருப்பிடத்தைக் கணிப்பது போலவே விமானியர் தனது விமானத்தின் வேகம், இலக்கு வைத்த "நிலைப்பு" இடம், மறு நிலையம் சென்றடைய வேண்டிய நேரம் ஆகியவற்றின் உதவியால் நிலையத்தின் விமானம் இருக்கும் தூரத்தினை கணக்கிட்டு கொள்வர். இம்முறையினை நிலைத்த கணக்கீடு என்று குறிப்பிடுவதுண்டு. தலை அடையாளங்கள் மற்றும் வானொலித் தொடர்புகள் வழி விமான நிலையத்திலிருந்து அவ்வப்போது பெறப்படுகிற தகவல்கள் மூலம் விமானம் பறந்து

கொண்டிருக்கிற இடத்தினை கணக்கிட்டு உய்த்தறிய முடியும்.

அதி உயரத் தாரை விமானங்கள் (jet planes). இறங்க வேண்டிய தளத்தினின்று வெகு தொலைவி லிருந்தே கீழிறங்க முற்படும். எ.டு: 39,000 அடிகள் (11900 மைல்கள்) உயரப் பறக்கின்ற ஜெட் விமானங்கள் விமானநிலையத்திலிருந்து சுமார் 100 கடல் மைல்கள் (nautical miles) அதாவது 185 கி. மீ. தூரத்திலிருந்தே மெல்லத் தரையிறங்க நேரும். அதாவது நிலத்தைத் தொடுவதற்கு 10 அல்லது 20 நிமிடங்கள் முன்னதாகவே கீழ்நோக்கி இறங்க வேண்டிவரும்.

வான்வழிக் கட்டுப்பாட்டு நடவடிக்கைகள். ஒவ்வொரு விமானநிலையத்திற்கும் ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட பரப்பளவினுள் பறந்து செல்லும் விமானங்களின் இயக்கத்தினை வழிநடத்தவோ வானொலி, ரேடார் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படும்.

உலகளாவிய இருப்பிடம் சுட்டு அமைப்பில் (global position system) நாவிஸ்டார் ஜி.பி.எஸ். (navstar GPS) என்கிற செயற்கைக் கோள் திட்டமும் அதற்கு உதவுகிறது.

க. முத்து

விமான நிலையம்

விமானங்கள் வந்திறங்கவும், தங்கவும், கிளம்பிப் பறக்கவும் நிறுத்தி வைப்பதற்கு பயன்படும் நிலையங்களே விமான நிலையங்கள் ஆகும்.

விமானக் கட்டுப்பாட்டு அறை, விமான ஓடுதளம், வானூர்தி எரிபொருள் கிடங்கு மற்றும் பயணியர், பார்வையாளர் கூடங்கள் பலவும் ஒவ்வொரு விமான நிலையத்திலும் உள்ளன.

விமான நிலையக் கோபுரக் கட்டடத்தில் நிலைய ரேடார் அணுகு மேற்கூண்டு (terminal radar

approach cab) ஒன்றுண்டு. விமானம் காற்றூர்தி மற்றும் செயற்கைக் கோள்களுடன் தகவல் தொடர்பு கொள்ளும் நவீன வசதிகள் பெரிய நிலையங்களில் இடம்பெறும். அதன் கீழ் அறையில் இத்தகைய முனைய ரேடார் அணுகுக் கட்டுப்பாட்டு வசதி (terminal radar approach control) உள்ளது. விமானம் ஓடு தளத்திலிருந்து விரைந்து பறந்து மேலெழும்புவதனையும், மெல்லத் தணிந்து தரையிறங்குவதையும் ரேடார் திரையில் காணமுடியும்.

ஒரு விமானம் வானில் கிளம்பிப் பறப்பதனைவிடவும் தரையிறங்குவதில் கையாளப்படவேண்டிய செயல்முறைகள் மிகச் சிக்கலானவை. இவற்றைச் செந்தர முனைய வருகை வழி என்பர்.

தரையிறங்கு அமைப்புகள்.

(1) கருவித்துணை தரையிறங்கு அமைப்பு.

ஒவ்வொரு விமான நிலையத்திலும் குறுகிய தொலை பயண அமைப்புக்கு உதவுகிற கருவித்துணைத் தரையிறங்கு அமைப்பு (instrument landing system) முதன்மையானதாகும்.

விமானத் தளத்தினை அணுகும் முன்பாக பறந்து வரும் ஒவ்வொரு விமானத்திற்கும் நெறிவழிநடத்துத் தகவல்கள் (guidance signals) வழங்கப்பட்டாக வேண்டும். ஒரு குறித்த புள்ளியிலிருந்து இடது அல்லது வலது பக்கவாட்டில் திரும்பு கோணம் (azimuth) தரைமட்டத்திலிருந்து மேலெழும் சாய்கோணம் (elevation) மற்றும் ஒரு தளத்திலிருந்து விமானம் பறந்துவரும் தொலைவு ஆகிய தகவல்கள் வழங்க விமான நிலையத்தில் கீழ்க்கண்ட மூன்று அலைப்பரப்புகள் உள்ளன.

- (அ) தளப்படுத்தி (localiser)
- (ஆ) சறுக்குப்பாதை (glide path)
- (இ) குறிப்படுத்து விளக்கங்கள் (marker beacons)

தளப்படுத்தி. இது ஓர் அலைபரப்பியாகும். இது விமான நிலையத்தில் ஓடுதளத்தின் இரண்டு முனைகளிலும் தளநடுக்கோட்டுக்கு நேரே

அமைந்திருக்கும். தளநடுக் கோட்டின் இடது பக்கம் 40 பாகையும், வலது பக்கம் 40 பாகையும் ஆக 80 பாகைக் கோண அளவுகளுக்குள் வந்துவிட்ட விமானத்தினைத் தளநடுக்கோட்டில் இறக்கிவிட வழி காட்டும் இந்தக் கருவி பரப்புகிற அலைகளின் அதிர்வெண் 108-112 மெகா ஹெர்ட்ஸ் வரையிலானதாகும்.

ஆயின் தளநடுக்கோட்டின் இடது பக்கத்தில் 90 ஹெர்ட்ஸ் சமிக்கை ஒன்றினை அந்த அலைபரப்பில் ஏற்றி அனுப்புவதற்கும் தள நடுக்கோட்டு வலது பக்கத்தில் 150 ஹெர்ட்ஸ் சமிக்கையினை கலந்து விடுவதும் இந்தத் தளப்படுத்தியின் பணியாகும்.

விமானத்தில் இந்த இரண்டு சமிக்கைகளையும் பதிவு செய்ய கருவிகள் உள்ளன. எனவே இடதுபக்கமாகப் பறந்துவரும் விமானம் 90 ஹெர்ட்ஸ் மட்டுமே அழுத்தமாகக் கேட்கும். அதன் மூலம் விமானி தன் தளநடுக்கோட்டிலிருந்து அதிகம் இடதுபக்கமாக இயங்குவதனை உணர்ந்து விமானத்தை வலது பக்கமாகத் திருப்புவார்.

தளநடுக்கோட்டின் நேர் மேலாகப் பறந்துவரும் போது 90 ஹெர்ட்ஸ் மற்றும் 150 ஹெர்ட்ஸ் ஒலிகள் சமஅளவில் கேட்கும். இதன் வழி விமானத்தினை ஓடு தளத்தில் பாதுகாப்பாகக் கொண்டு வர ஒரு விமானியினால் இயலும்.

சறுக்குப்பாதை. தளநடுக்கோட்டின் மேலாக வந்தால் மட்டும் போதாது. விமானம் தரையிறங்கிட எவ்வளவு சாய்வாக கீழிறங்கி வரவேண்டும் என்றொரு வினா எழுகிறது. இவ்வகையில் விமானத்தின் சறுக்குப்பாதை அல்லது சறுக்குச் சாய்மானம் (glide slope) பற்றிய விவரங்களை விமானிக்கு வழங்கிட 15 பாகை எழுகோணத்தில் சுமார் 20 கடல் மைல்கள் (37கி.மீ.) தொலைவில் வைத்தே விமானத்திற்குத் தகவல் ஊட்ட 'சறுக்குப் பாதை அலைப்பரப்பி' உதவுகிறது. இந்த வகை அலைபரப்பி 329-325 மெகாஹெர்ட்ஸ் அலைவரிசையில் தகவல் பரப்பும். (இந்தத் தலப்படுத்தி மற்றும் சறுக்குப்பாதை அலைவரிசைகள்) பன்னாட்டு செந்தரங்களாக அங்கீகரிக்கப் பெற்றவை.

76 விமானப் போக்குவரத்து

இந்தச் சறுக்குச் சாய்மான அலைபரப்பியும் தரைமட்டத்திலிருந்து 2.5 - 3 பாகை எழு கோணத்திற்குப் கீழ்ப்பகுதியில் 150 ஹெர்ட்ஸ் சமிக்ஞையும், அதன் மேற்பட்ட எழுகோணங்களில் 90 ஹெர்ட்ஸ் சமிக்ஞையும் கொண்டத் தகவல்களை அலைப்பரப்பும்.

எ-டு: 10 பாகை எழுகோண உயரத்திலிருந்து தரையிறங்கும் விமானம் 90 ஹெர்ட்ஸ் சமிக்ஞைகளை மட்டுமே பதிவு செய்வதனால் தனது பறப்புச் சாய்மானத்தினை உணர்ந்து கொள்ள முடியும்.

குறிப்படுத்து விளக்கங்கள். விமானி ஓடுதளத் தரைமட்டத்திலிருந்து தன் சறுக்குச் சாய்மானத்தை அறிந்து வைத்திருந்தாலும் எவ்வளவு தொலைவில் ஓடு தளத்தினைத் தொட முடியும் என்கிற முன் கவனம் தேவை. இதற்கென வழியெங்கும் குறிப்படுத்தும் விளக்கங்கள் உள்ளன.

ஒவ்வொரு குறிப்படுத்தும் விளக்கமும், கலங்கரை விளக்கம் மாதிரி 75 மெகா ஹெர்ட்ஸ் அலைகளை செங்குத்தாய் பரப்பிய வண்ணமிருக்கும். இதன் வழி விமானி தனது குத்துயரத்தினையும் அறிந்துகொள்வதால் விமானம் தரையிலிருந்து எவ்வளவு உயரத்தில் சறுக்கி வருகின்றதென்பதையும் அளந்துணர்ந்து கொள்ள முடியும்.

முதலாம் உலகப் போருக்கு முந்தைய கால கட்டங்களில் ரைட் சகோதரர்கள் கண்டுபிடித்த விமானங்கள் இடைவெட்டி ஒளி வீசும் கலங்கரை விளக்கங்களை நம்பியே தரையிறங்கின. ஆயின் முதல் இரண்டு உலகப் போர்களுக்கு இடைப்பட்ட கால கட்டத்தில் 'லாக்ஹிட்' நிறுவன வேகா விமானங்களை குறியீடு கொண்ட வானொலி அலைபரப்பு விளக்கங்களின் உதவியுடன் தரையில் பாதுகாப்பாக வந்திறங்க முடிந்தது.

கி.பி. 1945 - 1965ஆம் ஆண்டுகளுக்கிடையே திசையெங்கும் நெடுக்க அலைவீச விளக்கங்கள் தலையெடுத்தன. அவ்வாறே 'கருவித்துணைத் தரையிறங்கு அமைப்புகளும்' இதே கால கட்டத்தில் பிரபலமடைந்தன.

அதிவேக காண்கார்டு முதலான தரை விமானங்களின் பலவும் ஏவூர்தித் தொழில் நுட்பத்தினை ஏற்றுத் செயல்படத் தொடங்கியது. கி.பி. 1965 முதல் பதினைந்தாண்டுகளில் நிகழ்ந்தது. முடுக்கிகள் (accelerometer) மற்றும் நிலைச்சுற்றுக்கள் (gyroscopes) உதவியினால் விமானத்தில் பல தகவல்களைப் பறக்கும் போதே உடனுக்குடன் விமானியால் கண்டறிய முடிந்தது. இதுவே சடத்துவப் பயண அமைப்பு (inertial navigation system) எனப்படும்.

ஆயின் வான் பேருந்து (air bus) முதலானவை வளைந்த பாதையில் பறந்தவாறே அணுகி ஓடுதளத்தினை வந்தடைய இன்று இந்த 'நுண்ணலைத் தரையிறங்கு அமைப்புகள்' கையாளப்படுகின்றன.

விமானப் போக்குவரத்து

ஆகாய விமானம், திருகூர்தி (helicopter) முதலான காற்றுர்திகளின் மூலம் பயணியர் மற்றும் சரக்குகள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரிடத்துக்குக் கொண்டு செல்லும் இயக்கச் சலனமே விமானப் போக்குவரத்து எனப்படும். தவிர தகவல் தொடர்பு மற்றும் மருத்துவத் தொடர்புகளுக்கும் இந்த விமானப் போக்குவரத்து இன்றியமையாதது.

ஒரு காலத்தில் போர்த் தளவாடமாகவும் வேற்றுர்தியினை வானில் பறந்தபடி ஒற்றறியும் கருவியாகவும் செயல்பட்டு வந்த காற்றுர்திகள் பயணப் போக்குவரத்துக்குத் தக்கபடி திருத்தி வடிவமைக்கப்பட்டதும் பெரும்பாலும் வணிகர்கள், பணக்கார வியாபாரிகள் போன்றோர் மட்டுமே இந்த விமானச் சேவையைப் பயன்படுத்தினர்.

எனினும் தனியார் விமானங்கள் அன்றி அரசுக்குச் சொந்தமான விமானங்களாகப் பரிணமித்ததும் இன்று பல துறை அதிகாரிகளுக்கும், சுற்றுலாப் பயணியர்க்கும் ஒரு பொழுது போக்கு

வசதியாகவும் இன்று இது பயன் நல்கி வருகின்றது.

(1) விமானப் போக்குவரத்து அமைப்பின் கூறுகள். விமானப் போக்குவரத்திற்கு அதனை உருவாக்குபவர், செயல்படுத்துபவர், விமானத்தளம், விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு எனப் பல்வேறு உட்கூறுகளும் உள்ளன.

(அ) காற்றூர்தித் தயாரிப்பு. இதில் காற்றூர்தியின் கட்டமைப்புச் சட்டங்கள், தயாரிப்பு மற்றும் அதன் இயக்க நாடியான பொறிவகைகள் தயாரிப்பு ஆகியன அடங்கும். காற்றூர்தியின் உறுப்புகள் வடிவமைக்கப்படுவதும், கட்டமைப்பதும் மட்டுமின்றி அதன் உதிரிபாகங் களைப் பழுது பார்க்கவோ, திருத்தி அமைக்கவோ, மறுவடிவமைக்கவோ உதவும் ஆக்கப் பணிகளும் காற்றூர்தித் தயாரிப்பு நிறுவனங்களின் கடமைகளாகும்.

அமெரிக்காவில் இதற்கென காற்று விண்வெளித் தொழில்துறைகள் சங்கம் இயங்கி வருகிறது. அதிலும் பொதுவான வானூர்தியியல் தொழில்துறைக்கென பொது வானூர்தி தயாரிப்பாளர் சங்கமும் செயல்பட்டு வருகின்றன.

நம் நாட்டிலும் உள்துறை வானூர்தியியல் துறை விமானப் போக்குவரத்தினை நடத்தி வருகிறது.

உலகெங்கும் போயிங், மக்டன்னல் - டக்லர் பிராட் அண்ட் விட்னி, ப்ராட் அண்ட் விட்னி ஜெனரல் எலக்ட்ரிக், இண்டர்நேஷனல் ஏரோ எஞ்ஜின்ஸ் ரோல்ஸ் - ராய்ஸ், புரோகரஸ், டியுபொலெவ், இல்யூஷின் யாகொவ்வெல், ஆண்டொனால், ஹிந்துஸ்தான் ஏரோ - நாட்டிகல் விமிடெட் என்றெல்லாம் எத்தனையோ தொழிற்சாலைகளும் ஆய்வுக்கூடங்களும் பலவகை விமானங்களை நுட்பமாக வடிவமைத்துத் தயாரித்து வருகின்றன.

(ஆ) காற்றூர்திச் செயல்படுத்துநர். விமானப் போக்குவரத்தின்போது வாடிக்கையாளர்களுக்கு உரிய அடிப்படை பயண வசதிகள் வழங்குதலும், விமானத்தினை அவ்வப்போது பழுதுபார்த்தலும் காற்றூர்திச் செலுத்துநரின் பொறுப்பாகும். இவர் தனி

நபராகவோ குழுத் தலைவராகவோ, இயக்குநராகவோ இருக்கலாம்.

பன்னாட்டு உள்துறை வானூர்வியல் நிறுவனத்தின் (Internatoinal civil aviatio organisation) கீழ் பல்வேறு நாடுகளிலும் இயங்கிவரும் பன்னாட்டு விமானப் போக்குவரத்துச் சங்கங்கள் அடங்கும். ஒவ்வொரு விமானப் போக்குவரத்துச் சங்கமும் ஒரு குறிப்பிட்ட பயணப்பாதைகளில் செயல்பட்டு வரும் விமானப் போக்குவரத்து வழிகளைக் கட்டுப்படுத்தும்.

உள் நாட்டுப் பயணப் போக்குவரத்துகளை இண்டியன் ஏர்லைன்ஸ் அமைப்பும், வெளிநாட்டுப் பயண மார்க்கங்களை ஏர் இண்டியா நிறுவனமும் நிர்வகித்து வருகின்றன.

(இ) விமான நிலைய முனையம். விமான நிலையத்தில் முதன்மையானது அதன் ஓடுதளம் (runway). மேலும் சரக்கு அல்லது பயணி யர்க்குரிய சேவை வசதிகள் கொண்டது. அதாவது விமானம் மேலெழும்பவும், தரையிறங்கவும், பயணியர் தம் பயணம் தொடங்கவும் வந்து சேரவும் தேவையான தள வசதிகள் இந்த நிலையத்தில் இன்றியமையாதது.

விமானம் கிளம்பவும், கீழிறங்கவும் உதவுகிற தளம் மட்டும் அன்றி அதன் நிலைய இருப்பிடத்திலிருந்து ஓடும் பாதைகளும் (taxiways) விமானத்தளத்தினுள் அடங்கும்.

சுமார் 2500 மீட்டர்களுக்கும் அதிகமான நீளமுடைய சில விமானத்தளங்களும் உலகில் உண்டு.

ஈ) விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு. பெரும்பாலும் விமானத் தள முனையங்களில் இடம்பெறும் ஒரு சிறப்பான அமைப்பு - விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு ஆகும்.

இதில் வானொலிகள், ரேடார்கள், ஒளி சமிக்கை விளக்குக் கம்பங்கள், இதர மின்னணுக் கருவிகள் எனப் பல்வேறு கருவிகள் அடங்கும்.

இதன் வழி காற்றூர்திகளில் பறந்து செல்கின்ற

விமானிகளோடு நேரடி பேச்சுத் தொடர்புக் கொள்ளவும், பயண அமைப்புக்கு உதவிடவும், வானிலைத் தகவல்களுடன் இதர சேவைகள் ஆற்றவும் முடிகிறது.

(2) தோற்றமும் வளர்ச்சியும். 1926ஆம் ஆண்டின் வான் வர்த்தகச் சட்டத்தின் (Air commerce Act) கீழ் அமெரிக்காவில் முதன் முதலாகப் பயணியர் விமானப் போக்குவரத்துச் சேவை ஆரம்பமானது. தொடக்கத்தில் வியாபாரிகளுக்கும் வர்த்தக நிபுணர்களுக்கும்ே பயன்பட்டு வந்த விமானச்சேவை பின்னர் சுற்றுலாப் பயணியர்க்கும் பிறருக்குமாகப் பணி புரியலானது.

'ஏர் இந்தியா இண்டர்நேஷனல்' கி.பி.1850ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு 'ஏர் இந்தியா' என்கிற பெயர் சூட்டப்பெற்றது. நான்கு முன் சூழல் விசிறிகளுடன் 'டக்ளஸ் டிசி4 வானிற் பறந்தது.

கி.பி.1986ஆம் ஆண்டு ஏர்பஸ் 310-300 விமானச் சேவையும், 1998ஆம் ஆண்டு 747-300 விமானச் சேவையும் நடைமுறைக்கு வந்தன.

தற்போது ஏர் இந்திய வரலாற்றில் 13வது வகை விமானமாக கோனார்க் 747-400 சேவை புரிந்து வருகிறது.

அமெரிக்கா வானூர்தியில் பேரவை நிர்வாகம் 1958ஆம் ஆண்டு விமானப் போக்குவரத்தில் பாதுகாப்பு ஒழுங்குமுறைகளை வரையறுத்தது. விமான விபத்துக்களை ஆராய அங்குத் தேசியப் போக்குவரத்துப் பாதுகாப்பு வாரியம் நிறுவப்பட்டுள்ளது.

(ஊ) விமானப் பாய்ச்சல். குறைவொலிவேக தாரைக் காற்றூர்திகள் (subsonic jet aircrafts) கி.பி. 1958ம் ஆண்டு அமெரிக்காவில் அறிமுகமானது. அதன்பின், பத்தாண்டுகள் கழித்து முன் சுழலிகளால் உந்தி முன்னேறும் விமானங்கள் நடை முறைக்கு வந்தன.

தாரை விமானங்கள் சிக்கனமானவை- அதிவேகமும், நெடுந்தொலைவுப் பயண ஆற்றலும்

கொண்டவை. வசதியானவையும் பாதுகாப்பானவையும் ஆகும். இருப்பினும் முன் சுழலிகளால் இயங்கும் காற்றூர்திகள் பல விமான மார்க்கங்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதுவும் குறுகிய தூரப் பயணத்திற்கும், குறைந்த அளவு பயணிகளைச் சுமந்து செல்வதற்கும், தாழ்வான உயரங்களில் பறப்பதற்கும் ஏற்றவை. போயிங் 767/757/747/737/727, எம் டி-80 வரிசை போன்ற விமானங்கள் மணிக்கு 870 கி.மீ. வேகம் பறக்கும் இயல்புடையன.

(எ) வருங்கால விமானப் போக்குவரத்து. விமானத்தின் வேகத்தை அதிகரிக்கவும், அளவைப் பெரிதாக்கவும், தொலைதூரப் பயணத்திற்குமாக வெவ்வேறு ஆய்வுகள் இன்று உலகெங்கும் நடைபெற்று வருகின்றன.

1970க்கும் பிந்திய ஆண்டுகளில் கன்கார்டு எனும் மிகையொலி வேகக் காற்றூர்த்தி (supersonic aircraft) நடைமுறைக்கு வந்தது. ஆயின் போக்குவரத்துச் செலவு அதிகம்; பயணத் தொலைவும், கொண்டு செல்லும் சுமையும் குறைவே.

தனியார் வணிக, பொழுதுபோக்கு, வேளாண்மை, விமானியர் பயிற்சிக்கென பலவகை விமானங்கள் இன்று பயன்பட்டு வருகின்றன. கட்டடப்பணி, சுரங்கப்பணி, நடுகடல் எண்ணெய் துரப்பணப் பணிகள் போன்றவற்றில் திருகூர்திகளும் கையாளப்படுகின்றன. இராணுவ போக்குவரத்துக் குரிய விமானங்கள், விண்குற்றித் திரும்பும் ஆய்வில் விண்வெளி ஓடங்கள் (space shuttles) தவிர அதிவேக விண்வெளி விமானங்கள் (space planes) போன்ற அதி நவீன விமானங்களும் முன்னேற்றமடைந்த நாடுகளின் திட்டக் கருவறையில் உள்ளன.

1. காற்று விண்வெளி. விமானப் போக்குவரத்துச் சேவை கட்டுப்பாட்டுடன் நடைபெறும் காற்று விண்வெளியே இங்கு கவனத்தில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இதனைக் கட்டுப்பாட்ட காற்று விண்வெளி என்பர்.

இவ்வகையில் தரைக்கட்டுப்பாட்டு நிலையத் திற்கும் விமானத்திற்கும் இடையே தகவல் தொடர்பும்,

பயண அமைப்பு உதவிகளும் இடம் பெறும். இவற்றில் குறிப்பாக நேர்க் கட்டுப்பாட்டுப் பரப்பு 'முனையக் கட்டுப்பாட்டுப் பரப்பு' என இரண்டினைச் சூட்டுவதுண்டு. எ-டு: அமெரிக்காவைப் பொறுத்தமட்டில் அலாஸ்கா உட்பட 48 மாநிலங்கள் வரையுள்ள நிலப்பரப்பில் 18000-60000 அடி (5490-18290 மீ.) உயரங்கள் வரை 'நேர்க் கட்டுப்பாட்டுப் பரப்பு' காற்று விண்வெளியாகும். இம்மண்டலத்தினுள் இயங்கும் விமான சேவை கருவிப்பறப்பு நியமங்களின் கட்டுப்பாட்டில் அடங்கும். அதாவது இவற்றில் குறிப்பிட்ட கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் இடம்பெறும்.

2 நியமங்கள். விமான போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டு எல்லைகளைத் தொடர்ந்து அதற்கான விதிமுறைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. 'வானூர்தி' இயல் பேரவை ஒழுங்கு முறைகள்' (federal aviation regulations) வரையறுத்துள்ள நியமங்களை இருவகைப்படுத்தலாம்.

முதலாவதாக - 'கட்புலப் பறப்பு நியமங்கள்' தாழ்வான மேகக் கூட்டம் வரையில் நேரடியாகக் கண்ணுக்குப் புலப்படுகிற வெவ்வேறு காற்று விண்வெளி உயரங்களுக்கேற்ப இந்தக் 'கட்புலப் பறப்பு நியமனங்கள் மாறுபடும்.

கட்டுப்பாட்டுக்குட்பட்ட காற்று விண்வெளியில் விமானத்திலிருந்து குறைந்தது 3 விதிக்கப்பட்ட மைல்கள் தொலைவு அதாவது 4830 தூரம் வரை காட்சி தடையின்றித் தெளிவாக வெறுங் கண்ணுக்கு தெரிய வேண்டும். மேகமூட்டத்திற்கு 500 அடிகள் (150 மீ.) தாழ்வாகவும் 1000 அடிகள் (305 மீட்டர்கள்) உயரத்திலும் 2000 அடிகள் (610 மீ.) தூரம் கிடைமட்டத்திலும் இயங்குகிற விமானங்களை நேரடியாகக் கட்டுப்பாட்டுடன் செலுத்த முடியும். அன்றி வானிலை காரணமாகக் காட்சி மங்கலாகத் தோன்றுமானால் விமானங்கள் மேகத்திற்குக் கீழே குறைந்தது 1000 அடிகள் (305 மீ.) தாழ்ந்து பறக்க வேண்டும் என்றால் மட்டுமே 'கட்புலப்பறப்பு' நியமங்களுக்குக் கட்டுப்பாட்டு இயங்கிட முடியும்.

கருவிப் புலப்பறப்பு நியமங்கள் பொதுவாக வானிலைக் காரணமாகத் தெளிவாகத் தெரியாமலும்,

மேகமூட்டங்களிலிருந்து வரையறுத்த தொலைவு களுக்கு உள்ளாகவும் இயங்கும்போது விமானங்களைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் நியமங்கள் எனப்படுகின்றன.

3. காற்றுப் பயண வசதிகளும் கருவிகளும்.

கட்புலப் பறப்பு நியமங்களுக்கு உட்பட்டு இயங்கும் விமான சேவைக்கென எந்தவித பறப்புத் திட்டமும் தேவையில்லை. தெளிவான வானில் குழப்பமின்றித் தங்கு தடையின்றிப் பறக்கலாம். ஆயினும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைக் கருதி அதற்குரிய நியமங்களைச் செயலாக்க வேண்டுவதும் அவசியம்.

ஆயின் கட்புல வானிலை அமைப்புகள் (visual meteorological conditions) உகந்ததாக இல்லாத சூழ்நிலையில் கருவிப் புலப்பறப்பு நியமங்கள் முதன்மைப் பெறுகின்றன.

கட்புலப் பறப்பு நியமங்களின் கீழ் இயங்குகிற காற்று விமானங்கள் ஒன்றையொன்று நேரடியாகவே வெறுங்கண்ணினாலேயே காணமுடிவதனால் மோதாமல் பாதுகாப்புடன் பறக்க இயலும் எனில், வானிலைத் தெளிவற்று இருந்தும் மேற்கொண்டால் கருவிகளின் வழியே காண வேண்டும் விமானங்கள் ஒன்றொடொன்று முட்டிக்கொள்ளாமலும் பனி மூட்டத்தினால் மறைந்துள்ள விமானத் தளத்தினில் பாதுகாப்பாகத் தரையிறங்கவும் .

அ. கருவிகள். விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டின் முக்கிய உறுப்புகளான கருவிகளை இருவகைப்படுத்தலாம். விமானத்திற்கும் நிலையத் திற்கும் இடையே இருவழித்தகவல் தொடர்புக்கு பயன்படுகிற கருவிகளை முதல் வகைக் கருவிகள் எனலாம்.

அமெரிக்காவில் மட்டும் சுமார் 27,000 விமானத் தகவல் தொடர்பு மையங்கள் உள்ளன. விமானப் போக்குவரத்து முனையங்களுக்கும் அவற்றிற்கு இடையிலுமான விமானப் பயணங்கள் மற்றும் பறப்புச் சேவை நிலையங்களுக்குமாக இவை செயல்பட்டு வருகின்றன.

இவையன்றி வானொலியில் பயண

அமைப்புகள் (radio navigations) திசையறுவானொலி விளக்கங்கள் (non-directional beacons) அதியர் அதிர்வெண் அலைவழி திசையெலாம் பரவுவானொலி நெடுக்கம் உடைய நிலையங்கள் விமானப் போக்குவரத்துக் கட்டுப்பாட்டில் முதன்மைக் கூறுகளாக இன்று இயங்கி வருகின்றன.

ஆ. வசதிகள். பறப்புப் பணி நிலையங்கள் பயணத்தின் முன்னதாக விமானிக்குரிய தகவல்களைத் தொகுத்துரைக்கவும் பறப்புத் திட்டத்தினை அங்கீகரிக்கவும் வானூர்தலுக்கு உகந்த வானிலைச் செய்திகளை ஒலிபரப்பவும், விபத்துக்குள்ளான அல்லது வழிதவறித் தொலைந்து போன விமானங்களை மீட்பதில் உதவுவதுமே இந்த பறப்புப் பணி நிலையங்களின் கடமையாகும்.

அமெரிக்காவில் இத்தகைய 242 நிலையங்கள் செயல்பட்டு வருகின்றன.

வான்வழிக் கட்டுப்பாட்டு மையங்கள். ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டுப்பாட்டு மையமானது சுமார் 1,00,000 சதுர மைல்கள் (2,50,000 சதுர கி.மீ.) பரப்பளவில் தன் ஆதிக்கத்தினைச் செலுத்தவல்லது. இவ்விரிந்த பரப்பளவுக்குட்பட்ட விமான வழிகள் அனைத்தும் ஒரே மையத்தினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எனினும் இதனை 30 உட்பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஆளுவது ஒரு நிர்வாக வசதிக்காகவேயாகும்.

அமெரிக்காவில் இத்தகைய 20 தலைமை மையங்கள் உள்ளன. (ii) முனைய வசதி. ஒவ்வொரு விமான நிலையத்தின் கோபுரத்திலும் உள்ள முனைய ரேடார் அணுகுக்கட்டுப்பாட்டு (terminal radar approach control -TRACON) அறை மேற்கூண்டின் கீழே முனைய வசதி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. போக்குவரத்து நெருக்கடி அதிகமில்லாத நிலையங்களில் விமானங்களின் வருகையும் புறப்பாடும் ரேடார் திரைகளில் காட்டப்பெறும். இதனை முனைய ரேடார் அணுகுக்கூண்டு (terminal radar approach cal-TRACAB) என்பர். அமெரிக்காவில் 5800 விமான நிலையங்கள் உள்ளன.

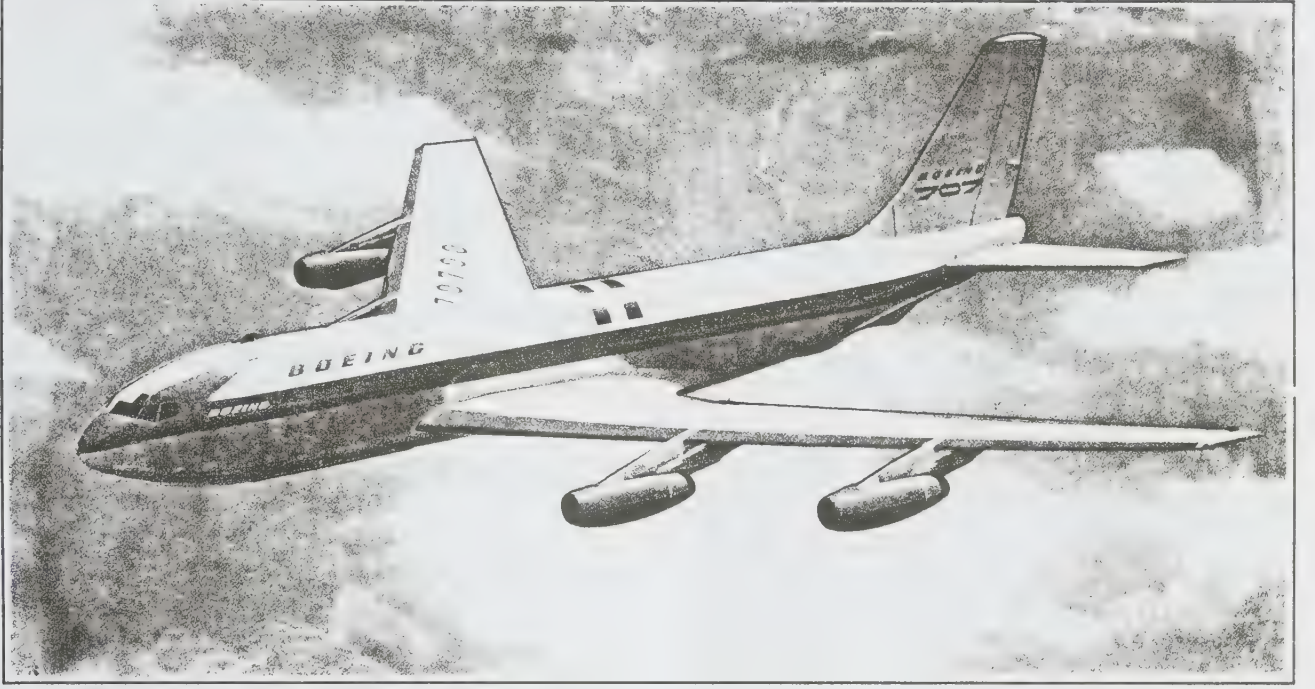
ஈ.முத்து

விமானம்

காற்றினூடே தன்னுடைய அசைவினால் உருவாக்கப்படும் அழுத்தத்தைக் கொண்டு பயனுள்ள பொருள்களை இடமாற்றம் செய்யும் பொருட்டு தன்னைத்தானே மேலெழும்பச் செய்யும், அமைப்பே விமானம் எனப்படும். விமானம் பல்வேறு வழிகளில் பயன்பட்டாலும் அவை அனைத்தும் காற்றின் இயக்க விசைக்குத் தக்கவாறு காற்றின் வழியே முன்னோக்கு திசையிலேயே பறக்கும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. புதுவிதமான வடிவமைக்கப்பட்ட இயற்கைப் பரப்புகளில் பாயும் காற்று, இறக்கையின் வடிவத்தைப் பொறுத்தும் காற்று மோதும் கோணத்தைப் பொறுத்தும் காற்றின் இயல்பியல் பண்புகளைப் பொறுத்தும், திசை வேகத்தைப் பொறுத்தும், அழுத்த வேறுபாடுகளை உருவாக்குகிறது. இம்மாதிரியான அழுத்த வேறுபாடு, இறக்கையின் பரப்பின் மீது செயற்பட்டு பறப்பதற்கு தேவையான மேலெழும்பு விசையை உருவாக்குகிறது. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட பரப்பைச் செயல்படுத்த விமானம் உந்துவிசைக்குத் தேவையான வழியையும் மேலெழும்புவதற்குத் தக்கவாறு வடிவியல் அமைப்பையும், வரையறைக்குட்பட்ட கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளையும் பெற்றிருத்தல் இன்றியமையாதது. மேலும் நிலையான தன்மைகளைக் கொண்ட விமானத்தில் அத்துண்டைய சமநிலையிலிருந்து மாறுபட்ட தடங்கல் ஏற்படின், அதனால் உருவாகும் விசைகளும் முடுக்கங்களும் விமானியின் தலையீடு இல்லாமல் தாமாகவே அவற்றின் முந்தைய நிலையை அடையும் வண்ணம் அமைவது அவசியம். சிறந்த வடிவமைப்பு காற்றியியக்க இழப்பைக் குறைத்து, அதனால் உருவாகும் குறைந்த உந்து விசையால் மேலெழும்பும் தன்மையை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

குறிப்புப் புத்தகம்.

காற்று உந்து அமைப்பு. விமானம், காற்றைப் பாய்ப் பொருளாகக் கொண்டுள்ளதால் அதன் உந்தமைப்பு முடுக்கத்தில் மாறுபாட்டை உருவாக்கி காற்று விசைக்குத் தக்கவாறு, மேலெழும்பச் செய்ய உதவும் இயங்கு விசையை அடைகிறது. இரு திக்கியங்கும் சுழலுந்துப் பொறிகள் (turboprop)



வேதியியல் சக்தியை சுழல் விசையாக மாற்றம் அடையச் செய்கின்றன. சுழியின் முனையில் பொருத்தப்பட்ட சுழற்சக்கரம் அதன் வழியாகச் செல்லும் காற்றை செயற்படுத்தி அதனால், பயனுள்ள உந்து விசையாக பொறியின் சக்தியை மாற்றமடையச் செய்கிறது.

சுழலித் தாரை மற்றும் காற்றழுத்த தாரை.

பொறிகள், பொறி வழியாகச் செல்லும் காற்றுடன் நேரடியாக வெப்பத்தை சேர்த்து வெப்பமடைந்த வளிமங்களை மிக அதிக திசை வேகத்தில் வெளியேற்றம் அடையச் செய்து உந்து விசையை உருவாக்குகின்றன. இம்மாதிரியான, பொறிகள் சுற்றுப்புற காற்றை முதன்மையான பயன்படும் பொருளாகவும் பொறியில் எரிபொருள் எரிவதற்கு துணைபுரியும் ஆக்சிஜனேற்றியாகவும் பயன்படுத்துகின்றன.

ராக்கெட் பொறி சுற்றுப்புறக் காற்றின் தன்மையினையொட்டி இருக்காது. முழுமையான உந்த மாறுபாடு, எரிந்த வளிமங்களை கனற்சி

கலனிலிருந்து வெளியேற்றம் செய்வதன் மூலமும், சுற்றுப்புறச் சுகாதாரம் கிடைக்கிறது. ராக்கெட் பொறியில் எரிபொருள் எரிவதற்குத் தேவையான காற்றும் உடன் எடுத்துச் செல்லப்படும் எரிபொருளும் ஆக்சிஜனேற்றியும் வெவ்வேறு விதமான நீர்ம நிலையில் கனற்சிப் பகுதிக்கு செலுத்தும் வண்ணம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

காற்றியக்கத் தடை.

காற்றியக்கத் தடை 4 பாகங்களை கொண்டது. 1. மேலடுக்கு உராய்வு (காற்றின் பிசுப்புமையால் உருவாகும் உராய்வு), 2. அழுத்த இழப்பு (பொருளின் சுற்றுப்புறத்தில் உருவாகும் அழுத்தத்தால் ஏற்படும் இழப்பு), 3. அலை இழப்பு (இவ்வகை இழப்பு, பரப்பின் வேகம் ஒலியின் வேகத்தைவிட அதிகரிக்கும் போதும், காற்றின் அழுக்கத் தன்மையாலும் ஏற்படுகிறது, 4. தூண்டப்பட்ட இழப்பு (மேலெழுப்புச் செய்யும் விசை உருவாகும் போது ஏற்படும் தடையால் உண்டாகும் இழப்பு).

வியட்மான் - ஃபிரான்சு விதி

இது ஒரு அனுபவ விதி ஆகும். அதன்படி ஓர் உலோகத்தின் வெப்பக் கடத்து எண், மின் கடத்து எண் ஆகியவற்றின் தகவு, தனி வெப்ப நிலை, ஒரு மாறிலி ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குக் சமம் ஆகும். அதைப் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் குறிப்பிடலாம். $k = l = t$. இதில் k என்பது கடத்தல் எலக்ட்ரான்களால் தோன்றும் வெப்பக் கடத்து எண். t என்பது மின் கடத்து எண். l என்பது தனி வெப்ப நிலை என்பது வாரன்ட்ஸ் எண் எனப்படும் மாறிலி. ஒரு சிதைநிலை எலக்ட்ரான் வளிக்கு வாரன்ட்ஸ் எண் l என்ற சமன்பாட்டினால் தரப்படுகிறது. இதில் k என்பது போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி. e என்பது எலக்ட்ரானின் மின் அளவு. வியட்மான் - ஃபிரான்சு விதி, வெப்பக் கடத்தல், மின் கடத்தல் ஆகிய நிகழ்வுகளைப் பற்றிய கொள்கை களைச் சரிபார்க்கும் ஒரு முக்கியமான உரைக்கல்லாக விளங்குகிறது. உலோகங்களில் சுதந்திரமாகத் திரியும் எலக்ட்ரான்களால் வெப்பக்கடத்தலும், மின் கடத்தலும் ஏற்படுகின்றன. அந்த எலக்ட்ரான்கள் உலோகத்தின் எல்லைப் பரப்புக்கு உட்பட்ட பகுதியில் திரிகின்றன. ஒவ்வொரு எலக்ட்ரானின் இயக்கமும் மற்ற எலக்ட்ரான்களால் பாதிப்பு அடைவது இல்லை. அந்த எலக்ட்ரான் அணுக்கோவையில் உள்ள உலோக அயனிகள் மற்றும் ஏனைய எலக்ட்ரான்கள் உண்டாக்கும் சராசரி மின்னழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகையான ஒரு மின்னழுத்தத்தில் இயங்குகிறது. உலோகத்தின் உட்பகுதியில் இந்த மின்னழுத்தம் சீராக இருப்பதாகக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. இந்தச் சுதந்திரமான எலக்ட்ரான்கள் தனியான உலோக அணுக்களின் இணைதிறன் எலக்ட்ரான்களை முற்றிலும் ஒத்தவை. இவ்வாறு கார உலோகங்களில் ஓரணுவுக்கு ஒன்று வீதமும் அலுமினிய உலோகத்தில் ஓரணுவுக்கு மூன்று வீதமும் சுதந்திர எலக்ட்ரான்கள் காணப்படுகின்றன.

இந்தச் சுதந்திர எலக்ட்ரான்களின் இயக்கத்தில் அடிப்படையில் வெப்பக் கடத்தல், மின் கடத்தல் ஆகிய நிகழ்வுகளை விளக்க முடிகிறது. உலோகங்களின் வெப்பக் கடத்து திறன் அல்லது மின் கடத்து திறனைப் பற்றிச் செய்யப்பட்ட பெரும்பாலான ஆய்வுகளின் நோக்கமே வியட்மான் - ஃபிரான்சு விதியைச் சரிபார்ப்பதே ஆகும். தொடக்கத்தில்

இந்தவிதி ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் எல்லா உலோகங்களுக்கும் வெப்பக் கடத்து திறன், மின் கடத்து திறன் ஆகியவற்றின் தகவு சமமாயிருக்கும் என்று கூறியது. அந்தக் தகவு தனி வெப்பநிலைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் என்பதை வாரன்ட்ஸ் சேர்த்து அந்த விதியை விரிவுபடுத்தினார். ஜீகர் டீசல் ஹார்ஸ்ட் ஆகியோர் செம்பு, வெள்ளி, தங்கம், துத்தநாகம், காட்மியம், அலுமினியம், வெள்ளீயம், காரீயம், ப்லேடியம், பிளாட்டினம், நிக்கல், இரும்பு ஆகிய பன்னிரண்டு உலோகங்களுக்கு வெப்பக் கடத்து திறன், மின் கடத்து திறன் ஆகியவற்றுக்கு இடையிலான தகவுகளைக் கண்டுபிடித்து அவை 1.8 சென்டிகிரேடு பாகை வெப்ப நிலையில் 7.9×10^{-11} நிலை மின் அலகு (E.S.U.) அளவில் இருப்பதாகக் கண்டனர். கொள்கைப்படியான கணக்கீடுகள் மூலம் இந்தக் தகவின் மதிப்பு 7.89×10^{-11} நிலை மின் அலகாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. சாதாரண வெப்பநிலைகளில் வியட்மான் - ஃபிரான்சு விதி கணிசமான துல்லியத்துடன் பின்பற்றப்படுகிறது. எனவே வெப்பக் கடத்தலுக்கும் மின் கடத்தலுக்கும் எலக்ட்ரான்களே காரணம் என்பதை ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.K. Roberts, and A.R. Miller - *Heat and Thermodynamics*, Blackie and Sons Ltd., London, 1962.

வியர்வை - சுரப்பி நோய்கள்

வியர்வைச் சுரப்பிகள் என்பவை நமது தோலினுள் உள்ளவையாகும். வியர்வையை சுரப்பதால் இந்தப் பெயர் பெற்றன. தோலின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் இரண்டு முக்கியமான பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மேற்புறம் இருப்பது எபிடெர்மிஸ் என்றும், உட்புறம் இருப்பது டெர்மிஸ் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. வியர்வை சுரப்பிகள் தோலின் உட்புறமான டெர்மிஸ் என்ற பகுதியில் காணப்படுகின்றன.

வியர்வைச் சுரப்பிகள் எக்ரைஸ் என்றும், அபோக்ரைஸ் என்றும் ஈர் உட்பிரிவுகள் உள்ளன.

எக்ரைஸ் என்பவை அளவில் சிறியவை. இவை நகக்கணுக்கள், உதடுகளின் ஓரம், ஆண் பிறப்பு உறுப்பின் நுனிப்பாகம் ஆகிய இடங்கள் நீங்கலாக உடலின் மீதி இடங்களில் உள்ள தோல் முழுவதிலும் காணப்படுகின்றன. இந்த எக்ரைஸ் சுரப்பி, வியர்வையைச் சுரந்து வெளியில் அனுப்புகிறது. மயோ எபிதிலியல் செல் என்ற பெயர்க் கொண்ட ஒரு சிறப்புத் திசு இங்கெல்லாம் குறைவாகக் காணப்படுகிறது. சுரந்த வியர்வை வெளியே தள்ள, இந்தத் திசுக்கள் உதவுகின்றன.

அபோக்ரைஸ் என்பவை அக்குளிலும் மார்பகத்தின் நடுவே உள்ள கருமைப் பகுதியிலும், மார்பகக் காம்பிலும், தொப்புள், பிறப்பு உறுப்பைச் சுற்றியும் குதப் பகுதியிலும் விரவிக் கிடக்கின்றன. இங்கு மயோ எபிதிலியல் செல் திசு அதிக அளவில் ஏராளமாகக் காணப்படுகின்றன. அவை நல்ல வளர்ச்சியும் பெற்றிருக்கின்றன. இவை நான்கு வகைப்படும். செயல் வேறுபாடு: வியர்வை, சுரப்பிகளின் பணியில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளினால் விளைபவை.

அதிக வியர்வைச் சுரப்பு (hyperhidrosis). இந்த சுரப்பு உடல் முழுதும் காணப்படலாம் அல்லது குறிப்பிட்ட இடத்தில் மட்டும் காணப்படலாம். இயற்கையாகவும் நேரலாம் அல்லது நோயினாலும் நேரலாம். தற்காலிகமாகவும் இருக்கலாம் அல்லது நிரந்தரமாகவும் இருக்கலாம்.

இத்தகைய அதிகப்படியான வியர்வைச் சுரப்பு என்பது அன்றாட வேலைகளைச் செய்வதற்கு இடை யூறாக உள்ளது. பொது வாழ்விலும் பல சங்கடங்களை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் இந்த கூடுதல் வியர்வைச் சுரப்பினால் தோலில் சிறு கீறல்களை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் படைகள் வருவதற்கும் தோல் அழற்சி வருவதற்கும், சொறி சிரங்கு ஏற்படுவதற்கும் இந்த அதி வியர்வை காரணமாகிறது.

ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள். பொதுவாக உடல் முழுதும் காணப்படுபவை இயற்கையை

ஒட்டியவை; கடின உழைப்பு, உணர்ச்சி வசப்படும் மனநிலை, சுற்றுப்புற வெப்ப அதிகரிப்பும், அழுத்த அதிகரிப்பும், பைலோகாபின் போன்ற மருந்துகளுமாகும். **நோயினால் வருபவை:-** மலேரியா போன்ற காய்ச்சல், அதிர்ச்சி நாளமில்லா சுரப்பிகளின் நோய்கள், தைராய்டு பிட்யூட்டரி, அழற்சியும் அசதியும் அதிகம் கொடுக்க வல்ல நோய்கள். (எ-டு): நீரிழிவு

குறிப்பாகக் காணப்படும் இடங்கள். உள்ளங்கைகள், கால் பாதங்கள் (உள்ளங்கால்) அக்குள்கள், தொடை இடுக்குகள், நெற்றி.

இவற்றுக்குக் காரணங்கள். பரம்பரை, உணர்ச்சி வசப்படும் மனத்துயரம், நரம்புத் தளர்ச்சி, குறிப்பிட்ட உடல் ஊனம். உள்ளங்கைகளிலும், உள்ளங்காளிலும் ஏற்படும் அதி வியர்வைச் சுரப்பு மிகுந்த துன்பத்தை விளைவிக்கவல்லது. மேலும் நுண்கிருமிகள் ஊடுருவலினால் சீழ்ப்பிடிக்கவும் நேரிடுகிறது.

இந்த நிலை தானாகவே குணமாவது என்பது அவ்வளவு சாத்தியமானது அல்ல. இது ஏற்படுவதற்கு மூலமான காரணத்தை நீக்குவது ஒன்றுதான் குணமடைய சிறந்த வழி.

இதற்கு சிகிச்சை. சுத்தமாயிருத்தல், மேல் பூச்சாக சில களிம்புகளைப் பூசுதல் மனத்தளவில் அமைதியாயிருத்தல் ஆகியவையாகும்.

துர்நாற்றமுடைய வியர்வைச் சுரத்தல். வியர்வையே இல்லாத நிலை என்பதைவிடக் குறைவான வியர்வைச் சுரக்கும் நிலை என்பது சற்று அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இது இரண்டு விதக் காரணங்களால் தொந்தரவாகக் கருதப்படுகிறது.

1. பாதிக்கப்பட்டவருக்கு தோலில் ஒரு விதப் ஈரப்பசையற்ற காய்ந்த வறண்டு போன உணர்வு ஏற்படுகிறது.

2. இவர்களால் வெப்பத்தை அவ்வளவாகத் தாங்க முடியாததால் அதிகக் காய்ச்சலுக்கும் வெப்பத் தாக்குதலுக்கும் (heat stroke) ஆளாவதற்கான ஆபத்து

இவர்களுக்கு எப்போதுமே உண்டு. இந்த நிலை பெரும்பாலும் மரபு வழியாலும் பிறவிக்குறையாலுமே ஏற்படுகிறது. உடலில், குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் மட்டுமே காணப்படும். வியர்வைக் குறைவு நிலை சில குறிப்பிட்ட நரம்பு பாதிப்பு நோய்களில் ஏற்படுகிறது.

எ-டு: தொழுநோய், நரம்பு நோய்கள் ஹார்னர் நோயியம் தோலின் மீது கதிர் வீச்சால் வியர்வை சுரப்பிகள் அழிவதாலும் சில தோல் அழற்சி நோய்களில் வியர்வைச் சுரப்பி நாளங்கள் அடைபடுவதாலும் இந்நிலை உண்டாகிறது.

மருத்துவம். வெப்பநீரில் தோலை நனைத்தல், சில ஊசிகள், சூரிய வெப்பத்தில் மிதமாக தோலைக் காண்பிப்பது,

நிறமுள்ள வியர்வை சுரத்தல் நிறமூட்டும் சில உலோகங்களை உடலில் ஊசி மூலம் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படுகிறது. பெரும்பாலும் ஏமாற்றுக்காரர்கள் இந்த வழியைப் பின்பற்றுகிறார்கள்.

மிலியாரியா. சுரந்த வியர்வைத் தோலின் மேற்புறத்திற்கு வர முடியாமல் தோலினுள்ளேயே பொழிந்துவிடுவதால் ஏற்படக்கூடிய நோய்கள் மிலியாரியா என்று ஆங்கிலத்தில் அழைக்கப்படுகிறது. கோடைக்காலத்தில் ஏற்படக்கூடிய “வேர்க்குரு” என்பதும் இந்த வகைகளில் ஒன்று. சுற்றுப்புறத்தில் அதிகப்படியான வெப்பத்தால் ஏற்படுகிறது. எனவே வெப்பத்தை குறைப்பது, காற்றோட்டமுள்ளதாக இருக்கும் இடத்தை மாற்றுவது, ஆடைகளை இறுக்கமாக அணியாமல், தளர்த்திவிடுவது, இலேசாக, தோலில் எண்ணெய்ப் பூசிக்கொள்வது போன்றவை. இந்த நிலைக்குத் தேவையான சிகிச்சையாகும்.

காக்ஸ் பார்டிஸிஸ் நோய். இது மிகவும் அரிதாகக் காணப்படும் நோய். பெரும்பாலும் இளம் பெண்களின் அக்குள்களிலும், பெண் உறுப்புக்கு மேலும், சிறிய கொப்புளங்களாகக் காணப்படும். வியர்வை சுரப்பிகளின் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையான அபோக்கரைன் என்னும் சுரப்பி அடைபடுவதால் இந்தக் கொப்புளங்கள் ஏற்படுகின்றன என்று சில ஆசிரியர்கள் எண்ணுகின்றனர்.

டிஸ்ஹிட்ரியோஸிஸ் எக்சிபோலியேடிவா.

இது கோடைக்காலத்தில் தோலில் இலேசான செதில்கள் உதிரும் வகையில் ஏற்படும் நோயாகும்.

கட்டிகள். நீராவியால் சில சலவைத் தொழிலாளர்களுக்கு முகத்தில் கட்டிகள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. கட்டிகள் வெடித்து, உள்ளிருக்கும் வியர்வை வெளியே வரும். புற்று நோயில்லாத கட்டிகளும், வியர்வைச் சுரப்பிகளில் ஏற்படும்.

சு. ராஜலெட்சுமி

விரவல்

ஒரு கரைசலில் உள்ள கரைபொருளின் மூலக்கூறுகள் அடர்வு மிகுந்த பகுதிகளிலிருந்து அடர்வு குறைந்த பகுதிகளுக்கும், ஒரு கனமான வளியின் மூலக்கூறுகள் மேலெழும்பி ஒரு லேசான வளியின் மூலக்கூறுகளுடன் கலப்பதும் விரவல் எனப்படும். இது புவியீர்ப்பு விசையை மீறி எதிர்த்திசையில் கூட நிகழும்.

ஓர் உயரமான ஜாடியின் அடியில் செறிவுமிக்க மயில்துத்தக் கரைசலையோ, மயில் துத்தம், பொட்டாட்சியம் பெர்மாங்கனேட், பொட்டாட்சியம் டைக்குரோமேட் போன்ற நிறமுள்ள படிகங்களையோ வைத்து ஓர் பாஸ்பெட்டின் உதவியுடன் நீரைச் சொட்டு சொட்டாக விட்டு ஜாடி முழுவதையும் தூய நீரால் நிரப்பிவிட்டால் முதலில் கரைசலுக்கும் நீருக்கும் இடையிலான பிரிதளம் தெளிவாகத் தெரியும். ஜாடியை அதிர்வுகள் ஏற்படா வண்ணம் வைத்திருந்து பார்த்தால் கரைசலின் தன்னியல்பான நிறம் மெல்ல மெல்ல மேல் நோக்கி நகர்ந்து இறுதியில் ஜாடி முழுவதும் ஒரு சீராகப் பரவிவிடுவதைக் காணலாம். இதற்குப் பல வாரங்கள் கூடப் பிடிக்கும். அதன் பிறகு ஜாடி முழுவதிலும் சீரான அடர்வுள்ள கரைசல் அமைந்திருக்கும். இத்தகைய விரவல் வளிகளிலும் ஏற்படும்.

ஒரு நீண்ட ஜாடியில் லேசான ஹைட்ரஜனை நிரப்பி, வேறு ஒரு நீண்ட ஜாடியில் கனமான கரியமில

நிரப்பி அதன் மேல் ஹைட்ரஜன் ஜாடியைக் கவிழ்த்து வைத்தால் சில நிமிஷங்களுக்குப் பிறகு இரண்டு ஜாடிகளிலுமே இரண்டு வளிகளின் சீரான ஒரு கலவைப் பரவியிருக்கும். நிறைமிசுந்த CO_2 கூட புவியில் கவர்ச்சியையும் மீறி மேலெழும்பி ஹைட்ரஜனுடன் கலந்துவிடுகிறது. ஏதோ ஒரு விசை தன் மேல் செயல்பட்டு மேலே தள்ளுவதை போலக் கரைபொருள், கரைசலின் அடர்த்தியும் அடர்வுமும் ஒரு சீராக ஆகிச் சமநிலை ஏற்படும் வரை கரைப்பானுக்குப் பரவுகிறது. திண்மப் பொருள்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட படிவியல் கட்டமைப்பு இருந்த போதிலும் அவற்றிலும் விரவல் ஏற்படும். இரண்டு திண்மங்களை ஒன்றோடொன்று நெருக்கமாக ஒட்டி வைத்தால் நெடுங்காலத்திற்குப் பின்னர் அவை ஒன்றுக்குள் ஒன்று விரவியிருப்பதைக் காணலாம். இரண்டு திண்மங்களும் ஒரே பொருளால் ஆனவையாக இருக்கும்போது நிகழ்வதைவிட அவை வெவ்வேறு பொருள்களால் ஆனவையாக இருக்கும்போது அதிக அளவில் விரவல் நிகழ்வதாகக் காணப்பட்டிருக்கிறது.

ராபர்ட் ஆண்டன் என்பார் ஒரு தங்கத் தகட்டுக்குள் ஒரு மெல்லிய காரீய உருளையைச் சொருகி உயர்ந்த அழுத்தத்திலும் மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் வைத்திருந்து தங்க அணுக்கள் காரீயத்துக்குள் விரவியதை மெய்ப்பித்துக் காட்டினார். அண்மையில் குரோஹெவிசி ஆகியோர் கதிரியக்கக் காரீயத்தைக் சாதாரணக் காரீயத்துடன் ஒட்டி வைத்து ஓராண்டுக்கு மேற்பட்ட காலத்திற்குப் பிறகு கதிரியக்கக் காரீயம் சாதாரணக் காரீயத்துக்குள் விரவியிருந்ததைக் கண்டனர். இது தன்னினை விரவல் (*self diffusion*) எனப்படும்.

விரவல் நிகழ்வை 1851ஆம் ஆண்டில் கிரஹாம் முதன் முதலாக விரிவாக ஆராய்ந்தார். ஒரே அடர்வுள்ள வெவ்வேறு உப்புக்களில் கரைசல்கள் வெவ்வேறு வீதங்களில் விரவும் என்பதை அவர் கண்டார். அதாவது விரவல் வீதம் கரைபொருளின் தன்மையைப் பொறுத்தது. ஒரே உப்பில் வெவ்வேறு அடர்வுள்ள கரைசல்கள் அவற்றின் அடர்வுக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ள வீதங்களில் விரவுகின்றன. பொதுவாக விரவலினால் இரு கரைசல்களின் கலவையிலுள்ள உப்புகளின் விகிதாசாரம் மாறிவிடுகிறது. வெப்ப நிலை உயர்ந்தால் விரவல்

வீதமும் அதிகரிக்கிறது. கரைசல்களைப் படிக்கக் கரைசல்கள் எனவும் கூழ்கள் எனவும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். உப்புகள், சர்க்கரை போன்றவற்றின் கரைசல்கள், கனிம அமிலங்கள் போன்றவை படிக்கக் கரைசல்கள். அவை தீவிரமாக விரவல் செய்யும். அல்புமின், ஜெலாட்டின், ஜெல்லி போன்றவை கூழ்ப்பொருள் கரைசல்கள்; அவை மிகவும் மெதுவாகவே விரவும். இவை கிரஹாமின் ஆய்வுகளிலிருந்து கிடைத்த முடிவுகள் ஆகும். ஆனால் அவரால் ஓர் உறுதியான விரவல் விதியை உருவாக்க முடியவில்லை.

பாய்மங்களில் ஏற்படும் விரவலை மூலக் கூறுகளில் இயக்கக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். அதன்படி கரைசல் மூலக்கூறுகள் ஒய்வின்றி பிரெளனியன் இயக்கம் எனப்படும் இயக்கத்தில் ஈடுபட்டு அங்குமிங்குமாகத் திரிந்து கொண்டிருக்கிற இயல்புள்ளவை. மூலக்கூறுகளின் இந்த இடப்பெயர்ச்சி இயக்க ஆற்றல் அவற்றின் தனி வெப்ப நிலைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். இந்த ஆற்றலை அவை கரைபொருளின் மூலக்கூறுகளுடன் பங்கிட்டுக்கொள்ளும்போது அவை கரைசலுக்குள் அங்குமிங்கும் ஓடுகின்றன. இவ்வாறு அவை புவியீர்ப்பு விசைக்கு எதிராகக் கூட இயங்கி மேல் நோக்கிப் பரவிவிடுகின்றன.

1855ஆம் ஆண்டின் ஃபிக் என்பார் ஒரு வெப்பக் கடத்தியின் ஊடாக வெப்பம் பாய்வதற்கும் ஒரு கரைசலின் வழியாகக் கரைபொருள் விரவுவதற்கும் இடையிலுள்ள நெருங்கிய ஒற்றுமையைக் கவனித்து வெப்பக் கடத்தலுக்கான ஃபூரியர் விதியின் அடிப்படையில் விரவலுக்கான ஒரு விதியை உருவாக்கினார். அதன்படி ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் ஏற்படும் விரவல் வீதம் அடர்வுச் சரிவுக்கு (*concentration gradient*) நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். இது விரவலுக்கான பிக்ஸ் விதி எனப்படும். ஒரு கரைசலுக்குள் ஓர் உருளை வடிவப் பகுதியை எடுத்துக்கொண்டு அதன் முனைகளில் உள்ள அடர்த்தி C_1, C_2 , எனவும் உருளையின் நீளம் எனவும் வைத்துக்கொண்டால் உருளையின் அச்சத் திசையில் அடர்த்திச் சரிவு (C_1, C_2) x ஆகும். dx என்று ஒரு சிறிய தொலைவுக்குள் அடர்த்திகளில் dc என்ற மாற்றம் ஏற்பட்டால் அடர்த்திச் சரிவை dc/dx என எழுதலாம்.

உருளையில் அலகு குறுக்களவுள்ள பரப்பின் வழியாக ஒரு விநாடியில் கடந்துசெல்லும் கரைபொருளின் நிறை Q எனில் $q=kdc/dx$. இதில் உள்ள K என்பது ஒரு மாறிலி. அது கரைபொருளின் விரவல் எண் (diffusivity) எனப்படும். அது குறிப்பிட்ட ஒரு கரைப்பானில் உள்ள கரைப்பொருளின் தன்மையையும், கரைசலின் அடர்வையும் பொறுத்தது. அது அலகு அடர்வுச் சரிவுள்ள திசையில் அதற்கு செங்குத்தாக உள்ள அலகுப் பரப்பளவின் வழியாக ஒரு விநாடியில் விரவிக் கடக்கும் கரைபொருளின் நிறைக்குச் சமம் ஆகும்.

வளிகள் நீர்மங்களைவிட விரைவாகவும் அதிக அளவிலும் விரவுகின்றன. அவற்றின் மூலக்கூறுகள் நீர்ம மூலக்கூறுகளைவிட அதிகமான திசைவேகத்துடன் இயங்குவதே இதற்குக் காரணம். இரண்டு வளிகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று விரவிக் கொள்கிற வீதம் அவற்றின் அடர்த்திகளின் இருமடி மூலத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் இருக்கும் என்ற விதியை கிரஹாம் கண்டுபிடித்தார். d_1, d_2 என்ற அடர்த்திகள் உள்ள இரண்டு வளிகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று முறையே r_1, r_2 என்ற வீகிதங்களில் விரவினால் $r_1/r_2 = (d_2/d_1)^{1/2}$

கிரஹாம் இந்த இயல்பைப் பயன்படுத்தி வளிக்கலவைகளிலிருந்து வளிகளைத் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறையை உருவாக்கினார். அது விரவலிற் பிரிகை (atomolysis) எனப்படும். வேறெந்த முறையினாலும் பிரித்தெடுக்க முடியாத ஐசோடோப்புகளை இந்த முறையால் பிரிக்க முடியும். உலகப் போரின்போது அமெரிக்கர் அணு குண்டு செய்யப் பயன்படும் யுரேனிய ஐசோடோப்புகளைப் பிரித்தெடுக்க இந்த முறையைப் பயன்படுத்தினார்கள்.

வளிகளில் விரவல் எண் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவில் (near free path) இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் மாறுகிறது. படிக உருவுள்ள திண்மப் பொருள்களில் அணுக்கள் அணுக்கோவை மாறிலியைப் (lattice constant) பொறுத்து ஒரு குறிப்பிட்ட நீளங்களைத் தாண்டுவதன் மூலம் பரவுகின்றன. இதற்குத் தன்னிச்சைநடை (random walk) என்று பெயர். அதன்படி விரவல் எண் $D=1/6 \lambda^2 v$ என வருகிறது. இதில் λ என்பது ஒரு தாண்டலின் நீளம் v என்பது ஒரு விநாடியில் நிகழும் தாண்டல்களின் எண்ணிக்கை. நீர்மங்களிலும் படிக உருவற்ற பொருள்களிலும்,

வளிகளுக்கும் படிகப் பொருள்களுக்கும் இடைப்பட்ட ஒரு விரவல் நிலைநிலவுகிறது. அதைப் பற்றி ஒரு தகுந்த சித்திரத்தை உருவாக்குவது கடினமாயிருக்கிறது. ஆனால் அந்த விரவல் பொருளின் ஒட்டு மொத்த பருமத் தன்மையை வலுவாகப் பொறுத்திருக்கிறது. உறைந்த நிலையிலுள்ள பொருள்களில் விரவல் தாண்டல் எப்போதும் ஒரு காலியிடம் அல்லது இடையில் சிக்கிய பொருள் போன்ற ஒரு கட்டுமானப் பிழையின் காரணமாகவே ஏற்படும். இந்தப் பிழைகள் காரணமாகத் தாண்டல்கள் முழுமையான தன்னிச்சைத் தன்மையில் இரா.

திண்மங்களில் ஏற்படும் விரவலைப் பற்றிய ஆய்வுகள் தொழில்நுட்பத்துறையிலும், அறிவியல் துறையிலும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. பகுப்பொருள் அறிவியல் விரவல் என்பதும் அணுக்களின் இயக்கம் என்பதும் ஒரே பொருளைத் தருகின்றவையாக ஆகிவிட்டன. ஒருபடித்தாக்குதல் (homogenization), முதிர்வைத்தல் (ageing), குறுணை முரடாக்கல் (grain coarsening), சூடாக்கிக் குளிர்வைத்து உறுதிப்படுத்தல் (annealing), வீழ்படிவாக்கல் (precipitation), உருக விடாமல் சூடாக்கல் (sintering), பிரிவினைப்படுத்தல் (segregation), சூடாக்கி உறுதிப்படுத்துதல் (tempering) போன்ற எல்லாவிதமான சூட்டுப் பக்குவ முறைகளிலும் விரவல் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. விரவலை ஆய்வு செய்வதன் மூலம் உருவாக்கல் ஆற்றல் (energy of formation) அணுக்கோவைப் பிழைகளின் இயக்கம் போன்ற வற்றைப் பற்றிய அடிப்படையான தகவல்கள் கிடைக்கின்றன. விரவல் தகவல்கள் வெப்பநிலையைப் பொறுத்தவை. இதிலிருந்து வெப்பநிலை உயரும் போது அணு இறுக்கங்களில் ஓர் அதிகரிப்பு ஏற்படுவதாகத் தெரிகிறது. விரவல் எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கப் பொருள்களின் வெவ்வேறு பண்புகளைப் பயன்படுத்தும் பல்வேறு உத்திகள் உள்ளன. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளை விரவ விட்டுப் பகுதி பகுதியாக அவை விரவியிருக்கிற அளவைக் கண்டுபிடித்து விரவல் எண்ணைக் கணக்கிடுவது ஒரு நேரடியான, துல்லியமான, நம்பகமான முறை. உள்ளிட உராய்வு, அணுக்கரு காந்த ஒத்ததிர்வு, மாஸ்பார் விளைவு ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலான

உத்திகள் அணுக்கள் தாண்டுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் விரவல் எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கின்றன. அணுக்கள் கடந்த மொத்த தொலைவு கணக்கில் வராது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

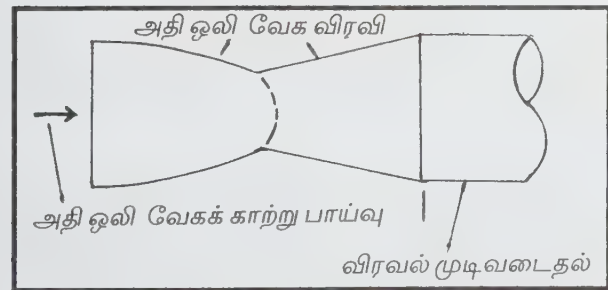
துணைநூல். கே.என். ராமச்சந்திரன், பொருட்பண்பியல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1971.

விராலி

மிகு திசைவேகக் குறை - அழுத்தப் பாய்ம ஓட்டத்தைக் குறை - திசைவேக மிகு - அழுத்தப் பாய்வாக மாற்றும் கருவி, விராலி (diffuser) எனப்படுகிறது. இச்செயலின்போது, விராலி திசைவேக அல்லது இயக்க ஆற்றலை அழுத்த ஆற்றல் அல்லது நிலை ஆற்றலாக மாற்றுகிறது.

விராலியின் வடிவம் அதனுள் செலுத்தப்படும் நீர்மத்தின் மாக் எண்ணைப் பொறுத்து அமையும். அதி ஒலிவேகப் பாய்வைக் குறைக்க வேண்டுமெனில், விராலியின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டே வந்துப் பின்னர் தேவையான திசை வேகத்தை அடையும் வரை குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு அதிகரிக்கும்.

பாய்விற்குத் தேவையான படிப்படியான பரப்பளவு மாற்றத்தைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



விராலி

$$dA/A = (du/u) (M^2-1)$$

இதில் m - மாக்

A - விராலியின் பரப்பளவு

dA - மாக் எண் M இல் பரப்பளவில்

உள்ள மிகச்சிறிய மாற்றம்

u - பாய்ம ஓட்டத் திசைவேகம்

du - பாய்ம ஓட்டத் திசைவேகம் u-வின்

மிகச் சிறிய மாற்றம்

விராலிகள் தரை வானூர்திகளில் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. வானூர்தியின் பொறிக்குக் (aircraft engine) காற்றை வழங்கும் விராலிகளின் உள்ளீடுகள் வானூர்தியின் மூக்கு, இறகு அடிப்பகுதி, வானூர்தியின் கட்டகம் (aircraft fuselage), வால்பகுதி ஆகியவற்றில் காணப்படும்.

பொதுவாக விரவலுக்குப் பின் உள்ள முழு அழுத்தத்திற்கும், விரவலுக்கு முன் உள்ள முழு அழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதம் விராலியின் திறன் எனப்படும். விராலியின் இயக்க ஆற்றல் திறன் என்பது விரவலுக்கு முன், பின் உள்ள இயக்க ஆற்றல்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடாகும்.

$$\mu_{KE} = 1 + 2/(v-1) Mo^2 \{ 1 + (H_0/H_1)(v-1)/v \}$$

இதில் ke - இயக்க ஆற்றல்

M₀ - மாக் எண்

H₀ - பாய்வுத் திசைவேகம்

H₁ - ஒலியின் திசைவேகம்

v - தன் வெப்பங்களின் விகிதம்

μ - திறன்

இரா. இந்து

விராலி

விராலிக்கு விலாரி, விராலி என்ற பெயர்களும் உண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் டொடோனியா விஸ்கோசா என்பதாகும். இது சேப்பன்டேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது கூட்டமாக உலர்ந்த இடங்களிலும் காடுகளிலும் இந்தியா நெடுகிலும் வளர்கின்றது. 2400 மீ. உயரம் வரையிலும் இதனைக்

காணலாம். இது தென்னாப்பிரிக்கா, மடகாஸ்கார், ஈரான், ஈராக், அராபியா, மேற்கிந்தியத்தீவு, ஆஸ்திரேலியா, இலங்கை, சீனா, இந்தோசீனா, ஜப்பான், மலேசியா ஆகிய நாடுகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது.

செடி. ஏறக்குறைய 3 மீ. உயரம் வளரும் சிறிய மரம் போன்ற விராலியின் இலைகள் நீண்ட ஈட்டி வடிவில் தனியிலைகளாகவும் பளபளப்பாகவும் இருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. சிறு கிளைகளில் சுரப்பிகள் இருக்கும். இலைகள் மெலிந்தும் தோல் போன்று சுரப்பிகள் நிறைந்தும் 5.5 x 23 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும். இலை வார்னிஷ் பூசியது போன்ற தோற்றமிருக்கும்.

ஓரம் முழுமையானது. இலை நுனி மழுங்கியோ, கூராகவோ இருக்கும். மஞ்சரி இலைக் கோணத்திலோ கிளை நுனியிலோ ரெசீம் அல்லது பாலிக்கிள்களாக 2-6 செ.மீ. நீளத்தில் தோன்றி யிருக்கும். மஞ்சரித்தண்டின் நீளம் 1 செ.மீ. மலர்கள் சிறியவை. ஆண் பூக்கள் 6 மி.மீ. குறுக்களவுள்ளவை. புல்லி இதழ்கள் 4 அல்லது ஐந்து நீள்சதுரமானது, 2 மி.மீ. நீளமானது. சீலியோ மயிருள்ளது. அல்லிகள் திருகு அல்லது தொடு இதழ் அமைவில் உண்டாகியிருக்கும்.

ஆண் மலரில் வட்டத்தட்டு இருப்பதில்லை. மகரந்தத் தாள்கள் 4 முதல் 10; மகரந்தக் கம்பி வழவழப்பானது. மகரந்தப் பைகள் 2.5 - 3.0 மி.மீ. அளவானது. மலட்டுச் சூலகம் 1 மி.மீ. அளவானது. பெண் பூ ஒவ்வொன்றும் 3 மி.மீ. குறுக்களவுள்ளது. புல்லி இதழ்கள் 4 அல்லது ஐந்து, முட்டை வடிவில் 1 மி.மீ. அளவானவை. அல்லி இதழ்கள் இல்லை. சூற்பை 2 மி.மீ. குறுக்களவானது. சூலகத்தண்டின் நீளம் 5 மி.மீ. சூலகமுடி 2 அல்லது 3 ஆகப் பிரிந்திருக்கும். இருபால் பூக்கள் 4 மி.மீ. குறுக்களவானது.

இலைகளை ஒன்றிரண்டாக இடித்து மண்சட்டியிலிட்டு 1 லி. நீர் விட்டு 24 மணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். அந்நீரை கூர்ந்து கவனிக்க அது சிவப்பு நிறமாகியிருப்பதை தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்த சிவந்த நீரை வடித்து அதில் 20 மில்லி எடுத்து பால் 100 மி.லி. கற்கண்டு இவற்றைச்

சேர்த்து காலை, மாலை குடித்து வர நுரையீரல் நோய்கள், இருமல், கனச்சூடு, கப நோய்கள் தீரும்.

கோ. அர்ச்சுணன்

விரியருக்க நாளங்கள்

சிரைகள் நீண்டு பருத்து சுருண்டு காணப்படும்போது விரியருக்க நாளங்கள் அல்லது சுருட்டுச் சிரைகள் என அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக கால்களில் உள்ள சிரைகளில் காணப்படும். இம்மாற்றம் விந்து நாளத்துடன் காணப்படும் சிரைகள், உணவுக் குழல் மற்றும் குதவாய் சிரைகளில் மூலங்களாகவும் காணப்படும்.

நோய்க் காரணங்கள். நாலு கால் பிராணிகளில் காணப்படா இந்நோய் மனிதரில் மட்டும் காணப்படுவதற்கு அவன் இரு கால்களில் நிற்பதால் தானோ என எண்ணப்படுகிறது. காலிலிருந்து இதயத்திற்கு இரத்தத்தை சிரைகள் மூலம் மேலேற்ற தசைகள் அழுத்தும் கருவியாகவும், வால்வு உள்ள சிரைகள் இரத்தம் பின்னிடாமல் மேல் நோக்கி செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வால்வுகளில் காணப்படும் பிறவிக் குறைபாடு தசை நலிவு, உட்சிசு உறை, நீட்சி முதலியன விரியருக்க நாளமுண்டாக ஏதுவாகிறது. முதலில் நலிவுரும் வால்வு, சபீனோபெமோரல் சந்திப்பிலும், இரண்டாவதாக சபீனோபாப்ளிட்டியல் சந்திப்பிலும், உட்சிரை மற்றும் புறச்சிரைகளுக்கிடையே உள்ள இணைப்புச் சிரைகளில் உள்ள வால்வு மூன்றா வதாகவும் நலிவடைந்து இரத்தம் எதிர்புறம் செல்ல உதவுகிறது. இதனால் சிரைகளில் இரத்தம் தேங்கி, வீர்த்து, பருத்து, நீண்டு சுருங்குகிறது.

நாளத்தடை உண்டாக்கும் புற்றுக்கட்டிகள், கர்ப்பம், உட்சிரை உறைபடிமம் சில சமயங்களில் நாளமில்லாச் சுரப்பாகிய புரோஜஸ்டிரான் பாதிப்பினால் பெண்களிடம் அதிகம் காணப்படும்.

இளம் பிராயத்தில் தோன்றும் விரியருக்க நாளம், பிறவித்தமனிநாளப்புரையுடன் காணப்படும்.

நோய்க் குறிகள். கால்களில் வேதனை, தளர்ச்சி முக்கியமாகக் கெண்டைக்கால் பகுதியில் மாலை நேரத்தில் காணப்படும் மிகை வேதனை, தொடையில் மிக பெருத்த நாளத்தில் காணப்படும். கணுக்காலில் மாலை நேர வீக்கம், அரிப்புத் தோன்றும். சிலரிடையே கெண்டைக் கால்களில் தசையிழுப்பு வேதனை படுக்கையில் படுக்கும்போது இரவில் உண்டாகும்.

ஆய்வு. டென்டலன்பர்க் ஆய்வு மூன்று கூட்டு ஆய்வு, நாள அதிர்வு ஆய்வு மற்றும் இருமும் போது ஏற்படும் அதிர்வுகளைக் கொண்டு நிச்சயிக்கலாம்.

மருத்துவம். 1. தற்காலிக மருத்துவமாக இலாஸ்டிக் துணி கொண்டு இருக்கக்கட்டுவது. 2. நாளத்தில் நார்தல் உண்டாக்கும் மருந்துகளை நாளத்தினுள் செலுத்திக் கட்டு இடுதல். 3. அறுவை மருத்துவமாக டென்டலன்பர்க் அறுவை சிகிச்சை மேயரின் சிரை உருவிக் கம்பி கொண்டு சிரையை உருவி எடுத்தல். காக்கெட் அறுவை சிகிச்சையின் மூலம் வெளி உட்சிரை இணைப்பை கட்டி வெட்டுதல் ஆகியவையாகும்.

விரியருக்க நாளங்களால் வரும் சிக்கல்கள். 1. சிரையில் உறைபடிமத்துடன்கூடிய அந்தாலி, 2. நாட்பட்ட தோலழற்சி எக்ஸிமா போன்ற நோய், 3. சிரைப்புண்கள். இதனால் உண்டாகும் குதிங்கால் ஊன்ற முடியா குதிரைப் பாதக் குறைபாடு ஆகியவை, 4. குருதிவாரி, 5. கால்சியம் சிரைகளில் படிதல் மற்றும் 6. எலும்பு அழற்சி ஆகியவையாகும்.

விரியல் சமன்பாடு

வெப்ப இயக்கவியலில் ஓர் அனுபவ நிலைச் சமன்பாடு விரியல் சமன்பாடு எனப்படுகிறது. அதில் ஓர் இலட்சிய வளிக்கு உரியவற்றுடன் கூடுதலான பதங்களும் சேர்ந்திருக்கும். இந்தக் கூடுதல் பதங்கள் உண்மையான வளிக்களுக்கும் லட்சிய வளிகளுக்கும்

இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளுக்கு விளக்கம் அளிக்கும். ஒரு லட்சியவளிக்கு v அல்லது P இதில் P என்பது வளியின் அழுத்தம். V/N என்பது அதன் மொத்தப்பருமம் v_N என்பது V/N என்னும் மோவார்பருமம். N என்பது மோல்களின் எண்ணிக்கை. r என்பது அனைத்து வளிம மாறிலி, t என்பது வளியின் தனி வெப்ப நிலை. லட்சிய வளியின் நடத்தைகளுக்கும் உண்மையான வளியின் நடத்தைகளுக்கும் இடையிலுள்ள முரண்பாடுகளை விளக்க மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப் பின்வரும் வடிவில் எழுதலாம்.

$$\frac{Pv_N}{RT} = \frac{B_0 + B_1(T)}{v_N} + \frac{B_2(T)}{(v_N)^2} + \frac{B_3(T)}{(v_N)^3}$$

இதிலுள்ள B -க்கள் வெப்ப நிலையின் கார்பென்கள். அவற்றுக்கு விரியல் குணகங்கள் என்று பெயர்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

விருச்சகம்

கோடைகாலத்தில் தென்படும் விண்மீன் குழு விருச்சகம் எனப்படும். இந்த ராசியின் கேட்டை, அனுடம், மூலம் என்பவை குறிப்பிடத்தக்க விண்மீன்களாகும். α -ஸ்கார்ப்பி என்ற விண்மீன் கேட்டை எனப்படும். இது ஒற்றை பொலிவு பரிமாணம் பெற்ற மிகப்பெரிய சிவப்பு அரக்க விண்மீனாகும். δ -ஸ்கார்ப்பி என்ற விண்மீன் அனுடம் எனப்படும் λ -ஸ்கார்ப்பி என்ற விண்மீன் மூலம் எனப்படுகிறது.

பெ. துரைசாமி

விரை

ஆணின் முதன்மை இனப்பெருக்க உறுப்பாகும். ஓர்

ஆண் ஈடாளில் (adult) இரு விரைகளும் விரைப்பையில் காணப்படுகின்றன. விரைப்பைத் திசுக்களாலும், விந்தகக் கொடித் திசுக்களாலும் விரைப்பையினுள் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் விரைகளில், இடது பக்க விரை வலது பக்க விரையைவிட சற்று கீழ்நிலையில் உள்ளது. ஒவ்வொரு விரையின் சராசரி பரிமாணங்களும் 4 அல்லது 5 செ.மீ. நீளம், 2¹/₂ செ. மீ. அகலம், 3 செ.மீ. முன்பின் வட்டம் (anteroposterior diameter) என்னும் அளவுகளில் உள்ளன. ஏறத்தாழ முட்டை வடிவத்திலும், பக்கவாட்டில் சற்றே தட்டையாகவும் இருக்கும். ஒவ்வொரு விரையும் விரைப்பையினுள் கோணலாகப் பொருத்தியிருக்கும். மேல் முனை முன்புறமாகவும் நடுவிலகியும் அமையும். அதே நேரத்தில், கீழ்முனை பின்புறமாகவும், நடு நோக்கியும் இருக்கும்.

விரையின் விவரணை. விவரிப்புக்காக, கீழ்க்கண்டவாறு விரையின் பகுதிகளைப் பிரிக்கலாம்.

- | | | |
|------------------|---|--------------------|
| அ. இரு கரைகள் | - | முன்கரை |
| | - | பின்கரை |
| ஆ. இரு பரப்புகள் | - | நடு நோக்கிய பரப்பு |
| | - | நடு விலகிய பரப்பு |
| இ. இரு முனைகள் | - | மேல் துருவம் |
| | - | கீழ் துருவம் |

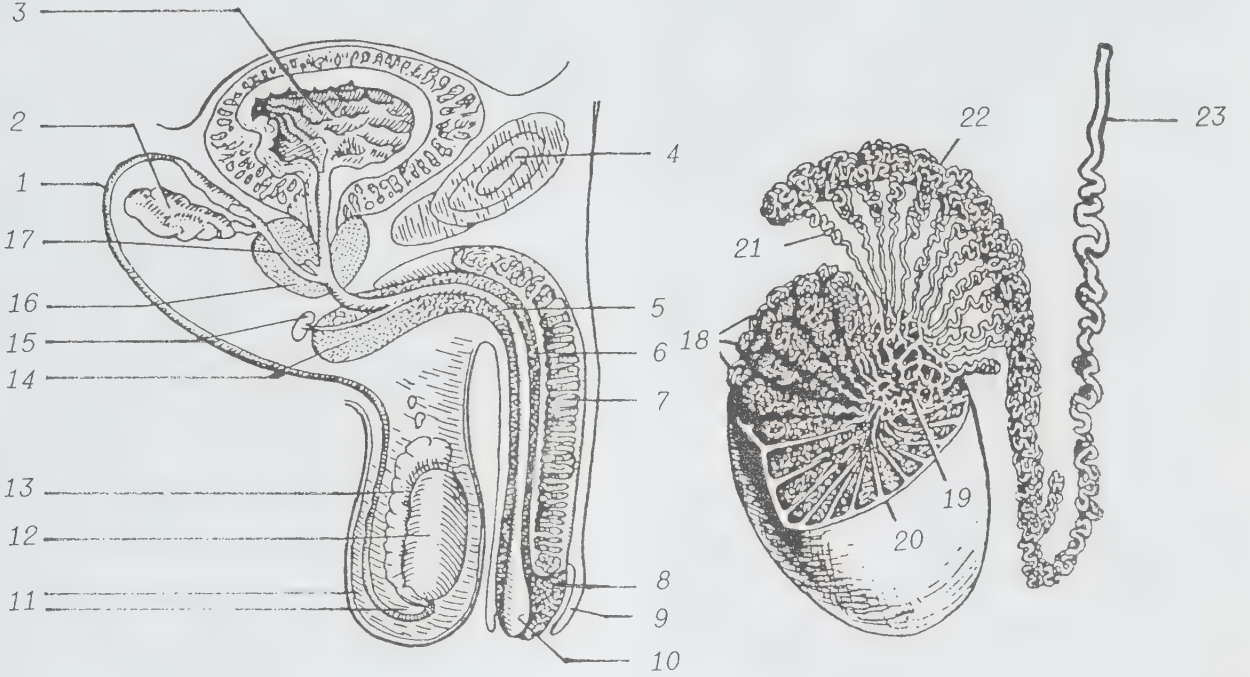
முன் கரை. இரு பரப்புகள் மற்றும் இரு முனைகள் ஆகிய யாவும் சற்றே குவிந்தாற்போல் இருப்பதோடு, படலியவுறையின் (tunica vaginalis) உறுப்படுக்கினால் (visceral layer) மூடப்பட்டு உள்ளன. இந்த உறுப்படுக்கு, படலியவுறையின் சூழக்கிளி என்றும் அதற்கும் வெளிப்புறமாக உள்ள பிற விரைப்பைத் திசுக்களிலின்றும் விரையைப் பிரிக்கின்றன. பின்கரையினை (posterior border) இந்த படலியவுறை மூடுவதில்லை. ஆயின் விரையின் இப்பகுதியில்தான் விந்தணியம் (epididymis) காணப்படுகிறது. விந்தணியம் (epididymis) என்பது நெளிந்து வளைந்து சுருண்டிருக்கும் ஒரு குழல்தான். விரையிலிருந்து விந்து வெளியேறும் பாதையில் இருக்கக்கூடிய முதல் உறுப்பு இது. மிக நீளமான இக்குழல் தனக்குதானே சுருண்டு பின்னிப் பிணைந்து, இணைத் திசுவினால் சூழப்பட்டு, ஒரு நீண்டு மெலிந்த தட்டை உறுப்பைப் போல் விரையின் பின் நடுவிலகிய பகுதியில் (poste-

rolateral aspect) அமைந்துள்ளது.

விந்தணியத்தின் நடுபாகத்தை அதன் 'உடலி' (body) என்றும் சற்றே பருத்திருக்கும் மேல் பகுதியை அதன் 'தலை' என்றும் கூரான கீழ்ப்பகுதியை 'வால்' (tail) என்றும் வழங்குவது வழக்கம். விந்தணியத்தின் தலைப்பகுதி, விரையின் மேல் முனையோடு புறமுக நுண் நாளங்களால் (efferent ductules) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. விந்தணியத்தின் வால் பகுதி, விரையின் கீழ்முனையோடு நேரடியாக இணைக்கப்படவில்லை. இரண்டிற்கும் இடையில் சிறிதளவு இணைத்திசு உள்ளது. விந்தணியத்தின் தலை, வால், முன்பகுதி மற்றும் அதன் இரு பரப்புகள் ஆகிய யாவற்றையும் படலியவுறை மூடியிருக்கும். பின்பகுதியில் இவ்வுறையில்லை. மேலும், விந்தணியத்திற்கும் விரைக்கும் இடையே படலியவுறை ஒரு பை போன்ற அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். படலியவுறையினின்று தொங்கும் ஒரு பை போல் தோற்றமளிக்கும். இதற்கு 'விந்தணியப் பரிகை' என்று பெயர்.

ஒட்டுகள். விரையின் மேல் முனையில், சின்னஞ்சிறு வடிவ அமைப்பொன்று காணப்படுகிறது. நாளத்தின் மேற்பகுதியில் எச்சமான இதனையே 'விரை ஒட்டு (appendix of Testis) என அழைக்கிறோம். அஃதே போன்று விந்தணியத்தின் தலைப்பகுதியிலும் ஒரு சிறிய பந்து போன்ற அமைப்புள்ளது. 'விந்தணிய ஒட்டு' (appendix of Epididymis) எனப்படும் இதனை நாளத்தின் எச்சம் எனக் கருதுகிறோம்.

விரையின் உறைகள். விரையைச் சுற்றி படலியவுறை (tunica vaginalis), வெள்ளுறை (tunica albuginea) விரைப் பொதியறை என்று மூன்று உறைகள் உள்ளன. **படலியவுறை.** படலியவுறை என்பது அகட்டுறையினின்று கிளம்பும் டெலியக் குழாயின் கீழ்ப் பகுதியாகும். கருவளர்க் காலத்தில், வயிற்று உள்ளிடத்திலிருந்து விரைப்பைக்கு, விரை இறங்குகின்றது. இந்த விரை இறக்கத்தின்போது விரைக்கு முன்னதாக இறங்குவது படலியக் குழாய்தான். விரை, விரைப்பையை அடைந்தவுடன், படலியக் குழாயின் விரைக்கு அருகாமை வரை சுருங்கி மூடிக் கொள்கிறது. அதன் சேய்மைப் பகுதி



ஆணின் பிறப்பு உறுப்புக்களின் பக்கவாட்டுத் தோற்றம்

1. விரை வெளிநாளம்
2. விந்துப்பை
3. சிறுநீர்ப்பை குழிவு
4. ப்யூபிஸ் எலும்பு இணைப்பு
5. சிறுநீர்ப் புறவழி
6. கார்பஸ் கவர்ணோஸத்தில் சிறுநீர் புறவழி
7. விங்கத்தின் கார்பஸ் கவர்ணோஸம்
8. விங்கத்தின் தலை
9. முன்தோல்
10. சிறுநீர் புறவழி
- 11 விரைப்பை
- 12 விரை

விரை (விரை உறை ஓரளவு திறக்கப்பட்டிருக்கிறது)

13. எபிடிடி மிஸ் அல்லது விரை மேல்பாகம்
14. கார்பஸ் கவர்ணோஸக் கோளம்
15. கெளப்பர் சுரப்பி
16. புராஸ்டேட் சுரப்பி
17. பீச்சுநாளம்
18. விரையின் துண்மடல்கள்
19. விரைப்பந்தகம்
20. ப்யூனிகா அல்புஜினியா
21. விரை உள்நாளம்
22. எபிடிடி மிஸ் நாளம்
23. விரை வெளி நாளம்

விரை

மட்டும் ஒரு மூடிய மையாக இருக்க, அதனில் விரை உட்குழியும் (invaginates) இந்த உட்குழிதலினால், பை போன்று இருந்தது. இரண்டு அடுக்குள் கொண்ட வடிவத்தைப் பெற, அதன் ஈர் அடுக்குகளும்,

உறுப்படுக்கு (visceral layer) சூழடுக்கு என்று பெயர் பெறுகின்றன.

உறுப்படுக்கு, விரையின் நடுநோக்கு மற்றும்

நடுவிலகிய பரப்புகளையும், முன் கரையையும் மூடுகின்றதேயன்றி, பின்கரையை மூடுவதில்லை. நண்ணோக்குப் பக்கத்திலிருந்து மீண்டும் முன் பக்கம் திரும்பி, சூழடுக்கோடு சேர்கிறது. நடுநோக்குப் பக்கத்திலிருந்து விந்தணியத்தின் நண்ணோக்குப் பரப்பின் மீது பாய்கிறது. இதன் மூலம் விந்தணிப் பரிசைகளை உருவாக்கிவிட்டு, விந்தணிலத்தின் முன் கரையைச் சுற்றி அதன் நண்ணீர்க்குப் பரப்பின் மீது படர்கின்றது. அங்கிருந்து முன்பக்கம் பாய்ந்து சூழடுக்கோடு சேர்கிறது. இஃதேப் போன்று, அதாவது நண்ணீர்க்குப் பக்கத்திலும், நண்ணோக்குப் பக்கத்திலும் உறுப்படுக்கும் சூழடுக்கும் சேருவதைப் போல, மேல் மற்றும் கீழ்த் துருவங்களிலும் ஈர் அடுக்குகளும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொள்கின்றன.

படலியவுறையின் சூழடுக்கு விரைப்பைத் திசுக்களுக்கு உள்ளாக அமைந்துள்ளது. உறுப்படுக்கினுக்கும் சூழடுக்கினுக்கும் இடையேயுள்ள இடம் படலிய உள்ளிடம் (tunica cavity) எனப்படும். (tunica albuginea) வெள்ளுறை, விரைக்கு ஒருநார் உறையாகின்றது. வெண்ணிறத்தில் நார்த்திசுக் கற்றைகளினால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த பருத்த வெள்ளுறை படலியவுறைக்கு உள்ளார்ந்து உள்ளது. விரையின் பின்புறத்தில் இவ்வுறை அகன்று, விரையினுக்குள் ஒரு நெடுக்குச் சுவர் போல் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இதுவே, விரை மத்திகை (mediastinum testis), விரையின் மேல் துருவம் முதல் கீழ் துருவம் வரை நீண்டிருக்கும் மத்திகையினின்று, பல பிரி சுவர்கள் புறப்பட்டு, விரையைச் சுற்றியுள்ள வெள்ளுறையின் உட்பரப்பைச் சென்றடைகின்றன. இப்பிரி சுவர் களினால் கம்பு வடிவ மடல்கள் பல உருவாகின்றன. மடல்களின் அகன்ற அடிவாரங்கள் (bases) விரை வெளிப் பரப்பிலும், மடல்களின் கம்பிய உச்சிகள் (apices) மத்திகையிலும் உள்ளவாறு இவ்வமைப்பு வழி கோலுகின்றது.

விரையின் நுண்ணமைப்பு (microstructure of testicles). விரையின் நுண்ணமைப்பு, அதன் மடல்களை வைத்தேயுள்ளது. இதைப் போன்ற மடல்கள் ஒவ்வொரு மனித விரையிலும், ஏறத்தாழ 200-300 வரை இருக்கும். விரையின் நடுபாகத்தில் உள்ள மடல்கள் பெரியனவாகவும், வெளிப்புறமாக உள்ளவை சிறியனவாகவும் உள்ளன. ஒவ்வொரு

மடலிலும் மூன்று அல்லது நான்கு விந்தகக் குழல்கள் உள்ளன. விந்தகக் குழல் ஒவ்வொன்றும் சுருண்டு நெளிந்திருக்கும். இந்தக் குழல்களுக்கு நடுவே விரவிக்கிடக்கும் இணைத் திசுவில் உள்ள இடையணுக்களில் (interstitial cells) மஞ்சள் நிறமிக் குருணைகள் (yellow pigment granules) உள்ளன.

ஒவ்வொரு விந்தகக் குழலும் சராசரியாக 70-80 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இந்தக் குழல் ஒவ்வொன்றின் வெளிப்புறத்திலும் அடிநிலைப் படலம் (basement membranes) ஒன்றுமுண்டு. அடிநிலைப்படலம் நெகிழ்மிய நாரர்கள் (elastic fibres) நிறைய கொண்ட இணைத்திசு அடுக்குகளாலும் (connective tissue layers) அவ்வடுக்குகளுக்கு நடுவேயிருக்கும் தட்டையணுக் களாலும் ஆனது. இந்த அடுக்குகளுக்கு வெளிப் புறத்தில் ஒரேயொரு அடுக்கில் படுகையணுக்களும் (epithelial cells) உள்ளன.

அடிநிலைப்படலத்தின் உட்புறத்தில் விந்தகக் குழலின் படுகையம் (epithelium of seminiferous tube) உள்ளது. இப்படுகையத்தில் இருவகை அணுக்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றை விந்தோற்பல இருவகை அணுக்கள் (spermatogenic cells) என்றும் பக்க அணுக்கள் (supportive cells) என்றும் பகுக்கலாம். விரை வளரியல் மற்றும் நோயியல் குறிப்புகள். கரு வளர் காலத்தின் தொடக்க காலங்களில் விரைகள், வயிற்று உள்வுடத்திலேயே உள்ளன. பின்னரே, அவை விரைப்பை நோக்கி குறுக்கமுறுகின்றன. இந்த விரை இறக்கம், பல கிளர்மங்களின் இயக்கங்களைப் பொறுத்தமைகின்றது. 'விரை இறக்கம்' பல நிலைகளில் தடைபடுத்தப்படலாம். வயிற்றினுள் அது தங்கி விடலாம். அகக் கவட்டு வளையத்தினில் நின்று விடலாம். கவட்டுக் கால்வாயில் தடைப்படலாம். இல்லையெனில் புறக்கவட்டு வளையம் (superficial ligament) வரை வந்து பின் கீழிறங்காது போகலாம். இவ்வாறு தடைப்பட்ட அல்லது இறக்கமுறாத விரை இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன் தருவதில்லை. இரண்டு விரைகளும் இறக்கமுறாத ஒரு மனிதனில் மலட்டுத்தன்மை காணப்படும். இரு விரைகளும் விரைப்பைக்குள் இறக்கமுறாத நிலையை 'மறை விரைமை' (cryptorchidism) என அழைக்கிறோம்.

விரைப்பையில் அவை காணப்படாதபோது வெளிப் பார்வைக்குத் தெரிவதில்லையாதல் அவ்விரமை (anochism) எனவும் இதற்கொரு பெயர் வழங்கப்படுகிறது. ஒரு விரை மட்டுமே இறங்காது இருப்பின், அதனை ஓர் விரைமை (monorchism) எனலாம்.

சில நேரங்களில் விரைப்பைக்குள் இறங்காது வேற்றிடங்களுக்கு எங்கேனும் விரை சென்று விடலாம். இதுவே மாற்றிட அல்லது வேற்றிட விரை (ectopia testis) என்பதாகும்.

விரையைச் சுற்றியுள்ள படலியவுறையின் உறுப்பு மற்றும் சூழடுக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள உள்ளிடத்தில் நீர்மக்கோப்பு உண்டாகலாம். எத்தகு நீர்மம் தேக்கமுறுகிறது என்பதைத் கொண்டு இது நீர்விதையம், குருவிதையம், கொழு விதையம் என்று வெவ்வேறு விதமாக அமையும். படலியக் குழாய் மூடப்பட்டிருக்கும் அளவுகளை வைத்து நீர் விதையம், படலிய நீர் விதையம் (vaginal hydrocele), பிள்ளைமை நீர் விதையம் (infantile hydrocele) எனப் பல வகைப்படும்.

விரைப் பொதியுறை (testicular capsule).

விரைப்பையினுள் இருக்கும் விரை ஒவ்வொன்றிலும் பல உறைகள் உள்ளன. இவற்றை வெளிப் பரப்பினின்று உள்ளாக தோல் தசை (skin dartos) வெளி விடப் பட்டிகை (superficial perineal fascia) இவற்றுக்கு இடைப்பட்ட (cremasteric fascia) படலியவுறை, வெள்ளுறை என நிறுவிடலாம். இறுதியாகக் கூறப்பட்ட மூன்றையும் சேர்த்து, இப்போது "விரைப் பொதியுறை" என வழங்குகிறோம்.

விரை வெப்பச் சீர்மை. பாலூட்டிகளில் விரைப் பையினுள் இருக்கும் விரையை, புறவிட விரை' (external testis), என்றழைக்கலாம். மீன்கள் ஈரியல்பிகள் (amphibia), ஊர்வன (reptilia), புள்ளினம் (arians) போன்ற பல உயிரினங்களில், விரையானது, அகவிட விரையாக (internal testis) உள்ளது. பாலூட்டிகளிலும் யானைகளிலும் வயிற்று விரையேயுள்ளது. சில உயிரினங்களில் கவட்டுப் பகுதியிலும் (inguinal region) இது இருக்கலாம். இன்னும் சில பாலூட்டிகளில்,

இனப்பெருக்க காலத்தில் மட்டுமே விரைப்பைக்குள் இருக்கும் அல்லது இறங்கும் விரை, பிற காலங்களில் வயிற்றுக்குள் அல்லது கவட்டுப் பகுதியில் உள்ளது.

பெரும்பான்மையான பாலூட்டிகளில் விரைப்பை எனவும், அதனுள் இருக்கும் விரை எனவும் ஓர் அமைப்பு இருப்பதன் காரணமே, இவ்வகை உயிரினங்களின் நிலை வெப்பச் சிறப்பியல்புதான் (homeothermic specialization) என எண்ணத் தோன்றுகிறது. சீர் வெப்ப உயிரிகளில், உடல் உள் வெப்பத்தை ஒரே நிலையில் வைத்திருக்கக்கூடிய முறைமை, விந்தனுபவத்திற்கு (spermatogenesis) மிகை வெப்பச் சூழலைக் கொடுத்துவிடுகிறது போலும். விரைப்பையின் வெப்பம் வயிற்று வெப்பத்தைக் காட்டிலும் குறைவாகவே இருக்கும். இருப்பினும், விந்தனுப் பலத்திற்கு ஏதுவாக வெப்ப அளவை நிலைப்படுத்த பல்வேறு முறைமைகள் செயல்படுகின்றன. விரை வெப்பச் சீர்மைக்கானக் (testicular thermoregulation) காரணிகள் இவை தான்.

அ. விரைப்பைத் தோலில் மயிர் மிகைத்திருத்தல்.

ஆ. அத்தோலில் உள்ள அதிகமான வியர்வை சுரப்பிகள் தேவைப்பட்ட காலத்தில் வெப்பத்தை உள்ளடக்குவதில் முன்னதும், வேண்டாதபோது வெப்பத்தை வெளியேற்ற பின்னதும் உதவுகின்றன.

இ. விரைப்பைத் தோலில் காணப்படும் இன்னுமொரு சிறப்பம்சம் அதனில் உள்ள அதிகமான குருதி நாளங்கள்.

ஈ. விரைப்பையின் தோலடிச் திசுவில் காணப்படும் டார்டாஸ்தசை (dartos muscle) அதிகமான இரத்தவோட்டம் இருப்பின், அதன் மூலம், வெப்பம் வெளியேறும் வெயில் காலங்களில், விரைப்பையின் வெப்பத்தைத் தணிக்க, அதிகக் குருதியோட்டம் உதவுகிறது. ஆயின், குளிர் காலங்களில் இதுவே இடைஞ்சலாகலாம். ஆகவே குளிர் நாட்களில் தசைச் சுருக்கத்தின் மூலம் விரைப்பைத் தோல் சுருக்கமுறுகின்றது. இதனால், குருதி நாளங்களும் சுருங்கி குருதியோட்டம்

குறைந்து, வெப்பம் வெளியேறக்கூடிய தோல் பரப்பும் குறைகின்றது. இவ்வழியில், வெப்பம் சேகரிக்கப்படுகின்றது. இவை தவிர,

உ. வெப்ப மாற்றங்களுக்குத் தக்கவாறு உடனடியாகவும் சரியான வகையிலும் செயல்படக்கூடிய நரம்புகள்.

ஊ. விரைகளை விடபத்திற்கும் வயிற்றுக்கும் அருகில் கொணரக்கூடிய மற்றும் எ. விந்துக் கொடியின் தமனிகளிலும், சிரைகளிலும் காணப்படக்கூடிய “முரவோட்ட வெப்பப் பரிமாற்றம்” (countercurrent heat exchange) ஆகிய முறைமைகளும் விரைச் சீர்மையில் பெரும்பங்காற்று கின்றன.

சுதா சேஷ்யன்

துணைநூல்கள். William F. Ganong (1979) *Review of Medical Physiology*, 9th Edn. Lange Medical Publicaiton; Harding Rains A.J. (1979) *Bailey & Love's Short Practise of Surgery*, 17th Edn. ELBS London.

விரை அழற்சி

நுண்ணுயிர்களின் தாக்குதல் காரணமாகவோ எதிர்பாராமல் ஏற்படும் வெளிப்புறக் காயங்களினாலோ விரைகளுக்கு ஏற்படும் வீக்கம் விரை அழற்சி எனப்படுகிறது.

நோய்க் காரணிகள். புருசெல்லா அபார்ட்டன் என்னும் நுண்ணுயிரிகளையும், புருசெல்லா சூயிசு எனும் நுண்ணுயிரி ஆண் பன்றிகளையும், கொரினிபேக்டீரியம் வகைகள் கிடாக்களையும் தாக்குகின்றன.

கால்நடைகளுக்கு விரைப்பையின் வெளிப்புறத்தில் எளிதில் காயங்கள் ஏற்படுவதில்லை. எதிர்பாராமல் ஏற்படும் புறக்காயங்கள் வழியே திசு

பாதிப்பு ஊடுருவி விரையைத் தாக்குவதுமுண்டு.

நோயின் தன்மை. இந்நோய் நாட்பட்ட தாக்குதல், தீவிரத் தாக்குதல் என இரு வகையாகக் காணப்படும். தீவிர வகையில் பாதிக்கப்பட்ட விரை பெருந்தும் குருதிப் பாய்ச்சல் மிகுந்தும், அதிகமாக சிவந்தும் காணப்படும். விரைக்கும் விரை மேலுறைக்கும் இடையே அதிக அளவில் ஊனீர் வெளிப்பாடு ஏற்பட்டு, வெளிப்புறத் தோற்றத்தில் விரை வீக்கம் தென்படும். இதன் தொடர்ச்சியாய்த் தசைநார் இறுக்கம் மற்றும் திசுத்திறன் இழப்பு ஏற்படும். இருவகைத் தாக்குதலிலுமே விரையும் விரை மேலுறையும் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டி இழைந்து போதல் மிகுந்து காணப்படும்.

நுண்கிருமிகளால் பாதிக்கப்பட்ட காளைகளில் ஒரு விரையோ இரு விரைகளுமோ தீவிரமாகத் தாக்கப்படும். பாதிக்கப்பட்ட விரை மிகுந்த வலியுடன் இயல்புநிலையைவிட இரு மடங்கு வீங்கிக் காணப்படும். இவ்வீக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட காலம் நிலைத்திருந்து, பின் விரையின் திடத்தன்மை குறைந்து நீர்க்கத்துவங்கும். பாதிக்கப்பட்ட காளை ஆண்மையிழந்து போகும். ஒரு விரை மட்டுமே பாதிக்கப்பட்ட காளைகள் சிறிது கால இடைவெளியில் இயல்பான ஆண்மையை மீளப் பெற்றுவிடும். எனினும் இத்தகைய காளைகள் நுண்ணுயிரி நோயை பசுக்களுக்கு பரப்பிவிடுமென்பதால் இனவிருத்திக்கு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. பசுக்களில் கரு அழிவை (abortion) ஏற்படுத்தும் இந்நோய் முறையாக பராமரிக்கப்படும் கால்நடைபன்றிகளில்தான் அதிகம் இருப்பதாக ஓர் ஆய்வு தெரிவிக்கிறது.

நோயின் அறிகுறிகள். அ. தீவிரத்தாக்குதல். இவ்வகைத் தாக்குதலில் அதிக காய்ச்சல், பசியின்மை போன்ற அறிகுறிகள் தென்படும். பாதிக்கப்பட்ட விரைப்பகுதியில் வீக்கம் இருக்கும். கையால் அழுத்திப் பார்த்தால் சூடாகவும், மிகுந்த வலியுடனும் இருப்பது தெரியும். இரு விரையும் பாதிக்கப்பட்டிருப்பின் இரண்டு புறமும் இவ்வறிகுறிகள் இருக்கும். ஓரிரு வாரங்களில் இவ்வீக்கம் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக குறைந்து போகக்கூடும். எனவே விரைகள் அளவில் மிகச்

சிறுத்து ஒழுங்கற்ற வடிவத்துடன் கடினமாகக் காணப்படும். ஒருபுற விரை அழற்சியில் பாதிக்கப்படாத விரைப்பகுதியில் எவ்வித மாறுதலும் தெரிவதில்லை.

ஆ. நாட்பட்ட தாக்குதல். இவ்வகைத் தாக்குதலில் பாதிக்கப்பட்ட இனச்சேர்க்கை குணங்கள் மிகவும் இயல்பாகவே காணப்படும்.

விந்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள். தீவிரத் தாக்குதலுக்கு இரண்டொரு தினங்களுக்குபின் விந்தில் மாற்றங்கள் தெரியத் துவங்கும். நாட்பட்ட தாக்குதலில் இம்மாற்றங்கள் தொடர்ந்து இருந்துகொண்டே இருக்கும்.

பொதுவாக விந்தணுக்களின் எண்ணிக்கையும், இயக்கமும் குறைந்து போகும். விந்தின் அடர்த்தி குறைந்து நீர்த்து தெளிவாகக் காணப்படும். விந்தணுக்களின் உருவமைப்பிலும் மாற்றங்கள் உண்டாகி குறைபாடுகளுடன் தோற்றமளிக்கும். சில காளையளில் பெரிய உருவமைப்பைக் கொண்ட விந்தணுக்களும், குருதி மற்றும் சீழ் அணுக்களும் கலந்து காணப்படும். ஆயினும் விந்தின் அளவு குறையாமலேயே இருக்கும்.

இரு விரை அழற்சியில் இந்த விந்து மாற்றங்கள் நிலைத்து நீடித்துக் காணப்படும். ஒரு விரை அழற்சியில், இரண்டு மூன்று மாதங்களுக்குப் பின் பாதிக்கப்பட்ட விரையில் திசுக்களின் மறு சீரமைப்பு நிகழ்ந்து செம்மைப்படுமாயின், விந்தின் தரத்தில் படிப்படியாக நல்ல மாற்றங்கள் விளைய வாய்ப்புண்டு. எனினும் விந்தணுக்களின் எண்ணிக்கை இயல்பு நிலையை அடைவதற்கு சாத்தியமில்லை.

நோயறியும் முறை. இந்நோய் விரை மற்றும் விந்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களை கொண்டே அறியப்படுகிறது. நோய்க்கான மூல நுண்ணுயிரியை, விந்து விரைப்பையிலிருந்து ஊசி மூலம் எடுக்கப்பட்ட நீர்மம் மற்றும் குருதியை ஆய்வுக்கு உட்படுத்திக் கண்டறியலாம்.

மருத்துவம். நோய்க்கான நுண்ணுயிரி கண்டறியப்பட்டவுடன் அதற்குரிய மருந்துகள்

கொடுக்கப்படுகின்றன. சில வேளைகளில் வெளித் தெரியும் அறிகுறிகளுக்கு ஒப்ப சிகிச்சை அளிக்கப்படுவதுண்டு. ஒரு புற விரை அழற்சியில் பாதிக்கப்பட்ட விரையை அறுவை சிகிச்சை செய்து விடுவதின் மூலம் மற்றொரு விரையைப் பாதிக்காமல் காப்பாற்ற முடியும்.

ஆர். கோவிந்தராஜ்

விரை ஒழுங்கின்மை

உடலின் தசைகளின் உறுதிப்பாடு ஆங்கிலத்தில் tone என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த உறுதிப்பாடு என்பது தசைகளுக்கு உரிய ஒரு தனித்தன்மை. இந்த உறுதிப்பாடு இருப்பதால்தான், தசைகள் நன்கு இயங்கும்தன்மை பெற்றுள்ளன. இந்தத் தசைகள், சுருங்கியும், விரிந்தும், செயல்படுவதானால்தான், மனிதனால் உட்காரவும், நிற்கவும், நடக்கவும் ஓடவும், பல வேலைகளைச் செய்யவும் முடிகிறது.

இந்த உறுதிப்பாட்டை குறிப்பிட்ட சொல்லினால் தெளிவாக்கப்பட வேண்டியிருப்பதால் விரைப்பு என்ற சொல் இங்கு எடுத்தாளப்பட்டிருக்கிறது. இந்த விரைப்பு தசைகளினுள் இருப்பதனால், தசைகளை விருப்பப்பட்ட முறையில் இயக்க முடிகிறது.

இந்த விரைப்பு ஒழுங்கான முறையில் தசைகளில் காணப்படாதபோது, தசைகளால் உறுதியாக செயல்பட இயலவில்லை. தசைகளின் இயக்கத்தை ஒரு கட்டுப்பாட்டுக்குள் கொண்டு வர முடியாத நிலையில், அவை தானாகவே ஒருவித இயக்கத்திற்கு ஆளாகிவிடுகின்றன. அதுவும் மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள விரைப்பொழுங்கின்மை என்பதன் சரியான விளக்கம் கீழே வருமாறு. தலை கழுத்து நீங்கலாக, உடல் தசைகளும், கைகள் கால்களின் தசைகளும் பாதிக்கப்பட்ட நிலையில், உடலில் ஒழுங்கற்ற முறையில் அசைவுகளும் (move-

ment) ஒழுங்கற்ற முறையில் உடல் நிலை கொள்வதுமான (posture) ஒரு நோய்க்கு விரைப்பொழுங்கின்மை என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கைவிரல்கள், கால்விரல்கள், நாக்கு போன்ற சிறிய தசைகளின் ஒழுங்கற்ற தொடர்ச்சியான அசைவுகளுக்கு அதிடோஸிஸ் (athetosis) என்று பெயர்.

இதே நிலை பெரிய தசைகளில் (உடல் தசைகள் - மார்பு-வயிற்றுப் பகுதி - இடுப்புப் பகுதி - கால்கள், கைகள்) ஏற்படும்போது அதற்கு விரைப் பொழுங்கின்மை என்று பெயர். இதே பெயர், வேறு சில நோய்களின் (மூளையிலிருந்து செய்தி கொண்டு வரும் நரம்புகளின் நோய்கள்) (motor system) இறுதிக் கட்டமாக ஏற்படக்கூடிய நிலை நிறுத்தப்பட்ட உடலின் நிலைக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எ-டு: ஒரு புறத்து பக்கவாதத்தில் விழுந்தவர்களிடையே ஏற்படும் தசை பாதிப்பு "பக்கவாத விரைப்பொழுங்கின்மை" என்றும், பார்கின்லோனிசம் என்ற நோயில் ஏற்படும் தசைப் பாதிப்பு "மடக்கு விரைப்பொழுங்கின்மை" என்றும் (flexion dystonia) முறையே அழைக்கப்படுகிறது.

முதலில் கூறிய விரைப் பொழுங்கின்மை என்ற நிலையில் சில நேரங்களில் ஒரு கையை அசைக்க முயற்சித்தாலோ, அன்றி பேச முற்பட்டாலோ உடல் முழுதும் ஒருவித தசைப் பிடிப்புக்கு (spasm) ஆளாகிவிடுகிறது.

விரைப்பொழுங்கின்மை அதிக தீவிரமடையாமல் மிக மிக இலேசாக ஒருவரை பாதிக்குமாயின், அவரது கழுத்துப்புறத்து தசைகளோ, இடுப்பு பகுதி தசைகளோ, ஒரு கை அல்லது ஒரு கால் மட்டுமோ விரைப்பு ஒழுங்கின்மை நிலையை அடையும். மேலும், அவன் ஓய்வு எடுத்தால், அசைவு தானாகவே நின்று போய்விடும். இந்த விரைப் பொழுங்கின்மை காணப்படுவதற்கு காரணமான நோய்கள் வருமாறு. 1. ஆக்சிஜன் மிகக் குறைந்த அளவில் மூளைக்குச் செல்வதால் ஏற்படும் மூளைப் பாதிப்பு. 2. கொர்னிக்டரஸ் என்ற நிலை. உடன் சேரா பிலிருபின் (unconjugated bilirubin) என்ற நிறமியின் (pigment) அளவு இரத்தத்தில் மிக அதிகமாகும்போது, அது மூளைக்குள்ளும் அதிகமாகச் சென்று, அங்கே

மூளையின் முக்கிய பாகங்களில் படர்ந்து, கலந்துவிடுவதால் ஏற்படும் பாதிப்பு, இந்த நிலை, பெரும்பாலும் புதிதாய்ப் பிறந்த குழந்தைக்கும் பிறவிக்குறையுள்ள குழந்தைக்கும் ஏற்படுவதுண்டு. 3. அரிதாகி இந்த விரைப் பொழுங்கின்மை வில்சின்ஸ் ஈரல் மூளை பாதிப்பு (Wilson's hepato lenticular degeneration) என்ற நோயிலும் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இந்த நோயின் எந்தக் கட்டத்தில் இந்த விரைப் பொழுங்கின்மை ஏற்படுகிறதோ அந்த நிலைக்கு ஒரு சிறப்புப் பெயரும் உண்டு. விரைப் பொழுங்கில்லா தசைகளால் வரும் குறைபாடு (dystonia musculorum deformans) என்பதுதான் அது. வில்சன் நோய் என்பது, செம்பு அதிக அளவில் உடலில் சேர்ந்து கொள்வதால் ஏற்படும் நோய்.

விரைப்பொழுங்கின்மையினால் உடலில் காணப்படும் அசைவுகள், மூளையின் கார்டெக்ஸ் என்ற பகுதி பத்திரமாக இருப்பதைச் சார்ந்திருக்கின்றன.

மூளை தண்டுவடப் பாதைகளில் (cortico spinal tract) ஏதேனும் பழுது ஏற்பட்டால் மேற்கூறிய தன்னிச்சையில்லா அசைவுகளின் (involuntary movements) அனைத்தும் நின்றுவிடும். எனவே விரைப்பு ஒழுங்கின்மை என்பது தன்னிச்சைச் செயல்கள் உடலில் காணப்படுவதைக் குறிப்பிடுகிறது.

ச.ராஜலட்சுமி

விரை சுத்தி

தசை விரைப்புத் தன்மையில் ஏற்படும் கோளாறுகளில் ஒருவகை விரை சுத்தித் தன்மையாகும். நீட்டியிருக்கும் சுத்தியை மடக்கும் போது, முதலில் பாதிப்பகுதி மடங்கியவுடன் தடை ஏற்பட்டு, பின்னர் சுத்தி முழுமையாக மடக்கப்படுகிறது. இத்தகைய நிலை தசைகளுக்கு ஏற்படுவதை விரை சுத்தித் தன்மை என்பர். தசைகள் அனைத்துமே ஓரளவான விரைப்புத் தன்மையுடன் இருக்கின்றன. இதனால்தான்

தசைகளுக்கு ஒரு திண்மையும், அழகும் இருக்கின்றன.

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் கோபுரத் தட (pyramial tract) நைவுகளின்போது, பாதிக்கப்பட்ட தசைகளின் விறைப்புத் தன்மை மிகையாக இருக்கிறது. இதையே விறைத்த நிலை (spasticity) என்கிறோம். ௭-௮: நரம்பு மண்டலத்தின் மூளையின் இடதுபுற நைவுகளால் (குருதிக்கட்டி அடைப்பு, குருதிப் பெருக்கு) மனிதனுக்கு வலது பக்கவாதம் ஏற்படுகிறது. அப்போது வலது கை, கால்கள் விறைத்த நிலையையடைகின்றன. இந்நிலையில் வலது கையை மடக்க முயன்றால் முதலில் ஓரளவு மடங்குகிறது. சிறிது நேர தடைக்குப் பின் முழங்கை முழுமையாக விரை சுத்தி போன்று மடங்குகிறது. இதன் மூலம் தெரிவது என்னவெனில் பெருமூளை தண்டு வடப்பாதை (கோபுரத்தடம்) பாதிக்கப்பட்ட தண்டுவடப்பகுதிகளை விடுவிக்கிறது.

இந்த விரை சுத்தி நிலையுடன், மிகையான நாண் அணிச்சைகளும், நீடித்த ஊசலாட்டமும் (clonus) நேர்மறையான பபின்ஸ்கியின் அறிகுறியும் காணப்படுகின்றன.

மு.ப.கிருஷ்ணன்

துணைநூல். Yahr M.D. et al, *Scientific Foundation of Neurology*, Philadelphia Davis 1972.

விரைக் கழலையங்கள்

விரைகளில் பலவகைக் கழலையங்கள் தோன்றுவதற்கான வாய்ப்புகளுண்டு. பெரும்பான்மையான விரைக் கழலையங்கள், தீய புற்றுக் கழலையங்களாகும். இளம் வயது ஆடவரில் வரக்கூடிய புற்றுநோய் வகையில், விரைக் கழலையங்களே முதலிடம் வகிக்கின்றன.

விரைகளில் புற்று நோய் வருவதற்கான குறிப்பிட்ட காரணங்கள் சரியாகத் தெரியவில்லை. ஆயினும் கீழ்க்கண்ட நிலைகள் புற்றுக்கு வழி

கோலலாம் எனக் கருதப்படுகின்றன.

அ.மறைவிரைமை (cryptorchidism), ஆ. மரபுக் காரணிகள் (genetic factors), இ. விரைத்தோற்றம் (testicular dysgenesis)

வகை. விரைக் கழலையங்களைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1. விந்தேரம் (seminoma), 2. கூனேரம் (teratoma), 3. விந்தேரமும், கூனேரமும் இணைபுற்று, 4. இடையீட்டுக் கழலைகள் (interstitial tumours), 5. நிணவேரம் (lymphoma), 6. பிற கழலைகள்.

இவையாவற்றிலும், முதலிரண்டு வகைகளின் நிகழ்வளவுகள்தாம் அதிகமானவை. கூனேரத்தின் நிகழ்வளவு இருபது முதல் முப்பத்தைந்து வயதினரில் அதிகமாகவும், விந்தேரத்தின் நிகழ்வளவு முப்பத்தைந்து முதல் நாற்பத்தைந்து வயதினரில் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

விந்தேரம். இதுவொரு கேதக் கழலையாகும். விந்தேரம் விரை மத்திகையில் தொடங்கும். சிறிது சிறிதாக அது வளர்ந்து அளவில் பெரியதாகையில், சுற்றியிலுள்ள விரைத் திசுக்களை அழுத்துகிறது. வெளிப் பார்வைக்குப் பருத்து காணப்படும் விரை கெட்டியாகவும் வழுவழுப்பாகவும் இருக்கும். வெட்டிப் பார்த்தால் வெளிர் சிவப்பு நிறத்தில் ஒரே சீராக அதன் உட்சிசுக்கள் உள்ளன. சாதாரணமாக வெட்டு முகத்தில் குருவகுப்பு அல்லது திசுச் சிதைவு காணப்படுவதில்லை. ஆயின், விந்தேரமே, சற்றே வேகமாய் வளரும் வகையைச் சார்ந்திருந்தால் திசுச் சிதைவுப் பகுதிகள் ஆங்காங்கே இருக்கலாம். அவ்வாறு இருக்கையில், கழலையின் நெடுக்கிதம் (consistency) மாறுபடக்கூடும். பொதுவாக, புற்றுத் திசுக்கள் வெள்ளுறையைத் துளைப்பதில்லை.

திசுக்கூறுகளை எடுத்து ஆராயுங்கால், விந்தேரத்தில் தெளிவான அணுவூன்மத்துடனும், பெரிய உருட்டையான அணுக்கருக்களுடனும் உள்ள முட்டை வடிவ அணுக்கள் இருப்பது தெரிகிறது. இவ்வணுக்கள் தகடுகள்போல அமைக்கப் பெற்றுள்ளன. அணுத் தகடுகளுக்கிடையே நுண்ணிய

நார் உட்பாழி உள்ளது. (fibrous stroma) விந்தேரத்தின் அணுக்கள், விந்தகக் குழல்களின்து உருவானவை.

விந்தேரத்தின் அணுக்களுக்கிடையில் நிணவணுக்கள் காணப்பட்டால், அது நோய் தீர்ப்பில் உதவலாம் என எண்ணப்படுகின்றது. நிண நாளங்கள் வாயிலாய் நிணக் கணுக்களுக்கு விந்தேரம் ஊடு பரவும். குருதியோட்டம் வழியாகப் பிறவிடங்களுக்கு ஊடு பரவுதல் இதில் மிக மிக அசாதாரணம்.

கூனேரம் (teratoma). கூனேரம் விரைவலையத்தில் (rete Testis) உருவாகும் இவ்வகைப்புற்று நிறைவலிவணுக்களினின்று தோற்றமுற வேண்டும். எனவே, புறவுரியம், தடைவுரியம், அகவுரியம் ஆகிய மூன்று கருவுரிய அடுக்குகளின் வருவிப்புகளும் இதில் காணப்படலாம். பொதுவாக, இவற்றுள் ஒன்று மற்றவற்றைக் காட்டிலும் அதிக வளர்ச்சியுற்று புற்று நிலையை அல்லது கேதநிலையை அடைகின்றது.

கூனேரத்தின் அளவு மிகச் சிறிய வேர்க்கடலையின் அளவினின்று ஒரு தேங்காயின் அளவு வரை இருக்கலாம். பெரியதாக இருந்தால் கூட விரையின் படலியவுறை கட்டுப்படுத்துவதால், விரையின் வடிவமைப்பு ஏறத்தாழ அப்படியே இருக்கின்றது.

சற்றே மஞ்சள் நிறத்தில், வேறுபடும் நெருக்கிதத்தில் இக்கழலை அமைவது வழக்கம். வெட்டு முகம், பல்வகைப்பட்டு, நிறமாறுபாடுகளும் நெருக்கித பேதங்களும் (consistency changes) கொண்டிருக்கும். ஆங்காங்கே பதலிய பகுதிகளும் (cystic areas) கடினப்பகுதிகளும் (hard areas) காணப்படலாம்.

திசுவியல் ஆய்வுகள், கூனேரத்தைக் கீழ்க்கண்ட வகைகளாகப் பகுத்துள்ளன.

1. வேற்றுப்படத்திய கூனேரம் அல்லது பகுப்புக்கூனேரம். திசு ஆய்வில், கேதத்திசுக்கள் என்று பிரிக்கவோ அடையாளம் காணவோ முடியாதபடி இருப்பின், அத்தகு கூனேரத்தைப் பகுப்புக் கூனேரம் எனக் கூறலாம். இதனை முழுதுமாக அகேதக்

கூனேரம் என்றும் ஒதுக்கிவிட இயலாது. காரணம், இதனின்று அயலிடப்பரவல் நிகழலாம். குருத்தெலும்பு, தசை எலும்பு சுரப்பிக் கூறுகள் எனப் பலவகைத் திசுக்கள் காணப்பட்டனும் இதன் வழக்கமான துணைவகை ஒரு தோலியப்பதல் (dermoid cyst) ஆகும்.

2. இடையீட்டுக் கேதக் கூனேரம் (intermediate malignant teratoma) அல்லது கூளிப் கூனேரம். இதில் கேதத் திசுக்களும், தெளிவாகப் பகுப்புறாத திசுக்களும் உள்ளன.

3. இழப்பமைவுக்கேதக் கூனேரம் (anaplastic malignant teratoma) அல்லது கருவகைக் கூனேரம் (embryonal carcinoma). இவ்வகையில் பகுப்புறாத கருவகை அணுக்களும், ஊட்டளப்பையினின்று (yolksac) உண்டான அணுக்களும் அமைந்திருக்கும்.

4. ஊணுரியக் கேதக் கூனேரம். இதில் பிறத்திசுக்களோடு ஓர் ஊன்ம அணுத் தொகுப்பும் கேதமடைந்த அணு ஊணுரியத் திசுக்களும் உள்ளன. ஏறத்தாழ கருவுறைகளில் தோன்றும் புற்றினை யொத்திருக்கும். இதனில் செளிப்பூட்டக் கிளர்மங்கள் (gonadotrophic hormones) சுரக்கப் பெறும். குருதி மற்றும் நிண நாளங்கள் வழியாக இது பிறவிடங்களுக்குப் பரவும். விரைக் கழலைகளிலேயே மிக மிகக் கேதமானது இதுவே.

இது போன்றே இடையீட்டுக் கழலைகளும், நிணவேரங்களும் பிற கழலைகளும் உண்டு.

விரைக் கழலைகளின் வெளிப்பாடுகள்

1. வகைமய வெளிப்பாடுகள். இதன் முதல் நோய்க் குறியீடு விரை வீக்கமாகும். விரை சாதாரண அளவினைக் காட்டிலும் இரண்டு மூன்று மடங்கு பெரிதாக வீங்கியவுடன், ஒரு கனமான, சுமையான உணர்விருப்பதாக நோயாளி புகாருரைப்பார். ஏதோ சிலரில் மட்டுமே வலி இருக்கும். 10% பேரில் பாதிக்கப்பட்ட பக்கம் அடிப்பட்டிருக்கலாம். காயத்தினால் புற்று ஏற்பட்டது என்பதைவிட, காயத்தினால் விரைவீக்கம் கவனிக்கப்பட்டது என்பதே உண்மை.

சோதனையில், விரை பெரிதாகி கெட்டிப்பட்டிருப்பது தெரிய வரும். நடுநடுவே சிற்சில இடங்களில் சற்றே கொள கொளத்திருப்பது தட்டுப்படலாம். விரை உணர்வு (testicular sensation) மிக மிக விரைவில் இழக்கப்பட்டுவிடும். துணை நீர் விதையம் (secondary hydrocele) சிலரில் காணப்படலாம். விந்தணியம் (epididymis) முதலில் சாதாரணமாக இருக்கும். பிற்பாடு புற்றுத் திசுவினால் அழுத்தப்பட்டுத் தட்டையாகவோ, அன்றியும் புற்றினால் துளைக்கப்பட்டு உடன் சேர்ந்தோ இருப்பின் தொடு சோதனையில் அது தனியாகத் தெரிவதில்லை. விந்துக் கொடியும் முதல் நிலைகளில் சாதாரணமாயிருப்பினும், பின்னர் தடிப்படையும். விரை நாளங்கள் பெரிதாகலும், தசை பெரிதாகலும் நாளத்தடிப்பிற்குக் காரணமேயின்றி விரைவெளி நாளம் (vas deferens) எக்காலத்தும் தடிப்படுவதில்லை. மலக்குடல் சோதனை வாயிலாய் பராகமும் (prostate) விந்தயக் கண்டிகைகளும் (seminal residues) எவ்வித அசாதாரணத் தன்மையும் காட்டுவதில்லை என அறியலாம்.

எங்கெங்கு அயலிடப் பரவல் நிகழ்ந்திருக்கக் கூடுமோ அங்கங்கு அடுத்து சோதிக்க வேண்டும். துணைப்பின்னகடியப் படிவுகள் (secondary retroperitoneal deposits) உள்ளனவா என்றும், கல்லீரல் பெரிதாகியுள்ளதா எனவும் வயிற்றினை சோதிக்கலாம். நிணக்கணு வீக்கம் உள்ளதா என்று இடது மீக்காலை பகுதியைப் (left supraclavicular region) பார்க்க வேண்டும். நுரையீரலில் பரவுபு புற்றினை ஊடுகதிர் மூலமாய் அறியலாம்.

2. பிரதான அறிகுறிகள். அயலிடப் பரவல் காரணமாய் இருக்கும்போது. அ. விந்தேரத்தில், வயிற்றில் துணைப் புற்றுக்கட்டி காணப்படுகையில், வயிற்று வலியோ, இடுப்பு வலியோ முக்கிய குறியீடாகலாம். ஆ. கூனேரத்தில் நுரையீரலில் துணைப் புற்று ஏற்படுமானால் நெஞ்சுவலி, மூச்சிரைப்பு போன்றவையே வெளிப்படுக் குறியீடுகள் (presenting symptoms) ஆகலாம். இவைஇரண்டிலுமே விரை வீக்கம் நோயாளியினால் கவனிக்கப்படாது போகலாம். அது மட்டுமின்றி, மருத்துவர் மிக நுணுகிப் பரிசோதித்தாலன்றியும் இத்தகு குறியீடுகள் விரைக் கழலையங்களால் தோற்றுவிக்கப்படலாம் என்பதே

உணரப்படாமல் போகலாம். சில சமயங்களில் விரையில் உள்ள முதற் புற்று (primary cancer) மிக மிகச் சிறியதாய் இருக்கும். அப்போதெல்லாம் அறுவை சிகிச்சையில் மட்டுந்தான் அதைக் கண்டுபிடிப்பது சாத்தியம்.

3. அவ்வகை மய வெளிப்பாடுகள். இதிலே பல வகை உண்டு. அ. சில வகைகள் விந்தணிய - விரையழற்சியை ஒத்திருக்கும். சிறுநீரில் நுண்ணுயிரிகள் கூடக் காணப்படலாம். ஆயின், எதிர் உயிரி மருந்துகளுக்கு எவ்வித பயனும் இருக்காது. மிகச் சில வேளைகளில், குருவுகுப்பு இருந்தால், தாங்கொணா வலியினால் நோயாளி துடிக்கலாம். அண் பெருநகிலும் வெளிப்படுக் குறியீடாகலாம். ஆ. சூறாவளி வகை (hurricane type) அத்தீத கேதமான கழலையினால் உண்டான அயலிடப் பரவல், சூறாவளித் தாக்குதலைப்போல் உடற்திசுக்களை நிலை குலைத்து சில வாரங்களில் மரணமெய்த வைக்கலாம். இ. மெதுவளர்ச்சி வகை - மிக மெதுவாய், மூன்றுநாள்கு ஆண்டுகளில் விரை வீக்கம் அதிகமாகலாம். வேறு எவ்விதக் குறியீடும் இருக்காது.

விரைக்கழலை நிலைப்பாடு - சிகிச்சை முறைமை. விரைக் கழலையை நிர்ணயம் செய்வதற்கும், அதன் நிலைப்பாடு நடத்தப்படுவதற்கும், சிகிச்சை முறைமையைத் தீர்மானிப்பதற்கும் பின்வருவனவற்றை செய்தல் அவசியம். 1. நோயாளியின் குருதியில் ஆல்ஃபா கருப்புரதம் (alphafoets protein) போன்றவற்றிற்காகச் சோதித்தல், 2. துணைப்புற்று உள்ளதா என அறிய நெஞ்சு ஊடுகதிர் படம், 3. விரை நீக்கம் (orchietomy), 4. நோயியல் தீர்மானம், 5. கதிர் வரைவு (radiography).

அ. வீரை நீக்கம். இது உடனடியாகச் செய்யப்பட வேண்டியது. கவட்டுப்பகுதி (inguinal region) வழியாக, கவட்டுக் கால்வாயை அடைந்து அங்கு விந்துக் கொடி (spermatic cord) அகக்கவட்டு வளையத்தின் அருகில் வெட்டப்படுகிறது. பின்னர் அங்கிருந்து விரை வரை சுற்றியுள்ளத் திசுக்களினின்று அவற்றை சிறிது சிறிதாகப் பிரித்து, மேலிருந்து மொத்தமாக விந்துக் கொடியும் விரையும் உடலிலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன. விரைப்பை

வழியாக விரையை அடைவது, விரைக் கழலைகளில் செய்யப்படக்கூடாத ஒன்றாகும். விரை நீக்கத்தின் பின், இந்நோயாளிகளுக்குக் கதிர் மருத்துவம் (radiotherapy) கொடுப்பது வழக்கம். மாதமனிய மற்றும் புற நிதம்பிய (external iliac) நிணக் கணுக்களைக் கதிர்வீச்சினுள் கொணரும் முகமாக இக்கதிர்ப்பண்டுவம் ஒரு வடிவில் அமையும்.

வேதி மருத்துவ முறைகள் மேன்மேலும் தெளிவடைந்த பின்னர், இப்போதெல்லாம் அவற்றை பயன்கொள்ளுவது பெருகிவிட்டது. நோய் நிர்ணயம் சற்றே சந்தேகத்துக்கிடமான நிலையில் அது கேதக் கழலையா இல்லையா என்ற ஐயப்பாடான பொழுதில், முன் சொன்ன வகையில் விரையை அறுவை மூலம் வெளிப்படுத்தி வைத்துக்கொண்டு, அதிலிருந்து திகவெடுத்து 'உறைவு வெட்டுச் சோதனைக்கு (frozen section test) அனுப்ப வேண்டும். அதன் முடிவுக் கேற்ப விரை நீக்கத்தேவையை தீர்மானிக்கலாம்.

ஆ. நோயியல் குறிப்பு. பிணிக் கூராய்வு (biopsy) செய்யப்பட்டு, திசுக்களின் வகைப்பாடும், அமைப்பும் தெரியப்பட வேண்டும்.

இ. கதிர்வரைவு. விரைக் கழலைகளின் நிர்ணயத்திலும் தீர்ப்பிலும் கதிர் வரைவின் முக்கியத்துவம் மிகத் தெளிவானதாகும். 1. துணைப்புற்று உள்ளவா எனச் சோதிக்க நெஞ்சு ஊடுகதிர்ப்படம், 2. கழிவு நீரக வரைவு (excretory) இதைச் செய்வதற்கு இரு காரணங்கள் உண்டு. விரைக் கழலையத்திற்காகக் கதிர் மருத்துவம் செய்ய வேண்டிய காலங்களில் சிறு நீரகங்களின் சரியான இருப்பிடம் தெரிந்தால், அவற்றுக்குக் கதிர்களினின்று தக்க பாதுகாப்பு அளிக்கவியலும். இல்லையெனில் சிறுநீரகம் கதிர்வீச்சால் பாதிக்கப்பட்டு அழற்சியடைந்து, குருதி மிகையழுத்தம் வரக்கூடிய வாய்ப்புண்டு. பிறிதொரு காரணம் பின்னகடியப் படிவுகள் (retroperitoneal deposits) ஏதேனும் இருப்பின் அவை சிறுநீரகக் கூபகத்தையும், சிறுநீர் நாளத்தையும் அழுத்தி அதனால் உண்டாகக்கூடிய மாறுதல்களைக் கதிர் வரைவின் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம். 3. நிணநாள வரைவு (lymphangiography), மாதமனிய நிணக் கணுக்களில் (aortic lymphnodes) துணைப்புற்று இருப்பின் அது நிணநாள வரைவில் தெரிந்துவிடும். அதேபோன்று, வீக்கமுற்று

கணுக்கள் கதிர் மருத்துவத்திற்குப் பிறகு அளவிலும் பருமனிலும் குறைகின்றனவா எனக் கணிக்கவும் இது உதவும். 4. கணிய முறை குறுக்குப் படல வரைவு (computerized axial tomography) மூலம் உடல் உறுப்புகள் அனைத்தையும் சோதித்தல். 5. வயிற்று நிணக் கணுக்களையும், கல்லீரல் மற்றும் பிற உறுப்புக்களையும் துணைப்புற்றுப் படிவுகளுக்காகக் கடவொலி வரைவு மூலம் சோதித்தல்.

மருத்துவம். விந்தேரங்கள் கதிர்வீச்சிற்குக் கட்டுப்படக்கூடியவை. முதல் மற்றும் இரண்டாம் நிலை விந்தேரங்களை கதிர் மருத்துவத்திற்கு உட்படுத்துவது நற்பயனளிக்கும். சிஸ்ப்ளேட்டினம் (cisplatin) அதாவது ஒரு வேதி மருந்து (chemotherapeutic drug) மிகச் சிறந்த பலனளிப்பது இப்போது தெரிய வந்துள்ளது.

கூனேரங்கள். இவை அவ்வளவாகக் கதிர் வீச்சிற்குக் கட்டுப்படுவதில்லை. வேதி மருத்துவமே (chemotherapy). இதில் முதன்மை மருத்துவமாகும். சிஸ்ப்ளேட்டினம் (cisplatin) தோட்ரெக்ஸேட் (methotrexate) பிளியோமைசின் (bleomycin) வின்கிரிஸ்டின் ஆகியவை பலவேறு தொகுப்புகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அ. கதிர்சென்

துணைநூல்கள். A.J.Harding Rains Bailey & Love's Short Practise of Surgery, Seventeenth Edn. ELBS, 1979. George L Nardi Surgery - Essentials of Clinic Practice, Little Brown Co. Boston, 1982.

விரைப்புற அழற்சி

ஆண் பாலினக் கால்நடைகளின் விரைகளில், விரைத்திசு, விந்தணுவை உற்பத்தி செய்யும் திசுக்கள், விந்துக் குழல்கள் போன்றவற்றில் திசு அழிவு ஏற்படுவதையே விரைப்புற அழற்சி (testicular degeneration) என்கிறோம். இத்தகைய அழிவினால்

இத்திசுக்களில் திரவிழப்பு ஏற்பட்டு நார்த்திசுக்களாக ஒன்றிப் போவதோடு, நாட்பட்ட நிலைகளில் சுண்ணாம்புத் தாது படிவம் ஏற்பட்டு வருகிறது.

பொதுவாக விரைப்புற அழற்சி இரண்டு விரைகளிலும்தான் ஏற்படும். எப்போதாவது ஒருபுற விரை அழற்சி ஏற்படுவதுண்டு. விரைத் திசுக்களின் அழிவு ஒரு சில மணி நேரங்களில் இருந்து ஒரு சில நாட்களுக்குள் மிக வேகமாக ஏற்பட்டு வருகிறது. ஆனால் விரைத்திசுக்களின் மறு சீரமைப்பு (regeneration) மிக மெதுவாக சில வாரங்களில் இருந்து சில மாதங்கள் வரை நிகழும்.

விரைப்புற அழற்சிசிக்கான காரணங்கள்

வெப்ப மாறுபாடுகள். அனைத்துக் கால்நடைகளுக்கும், விரைகள் உடலுக்கு வெளியே விரைப்பையினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் பாதுகாப்பா அமைந்துள்ளது. இந்த வெப்பநிலை உயரும்போது விரைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. குளிர் பிரதேச நாடுகளில் இருந்து வெப்ப நாடுகளுக்கு கொண்டு வரப்பட்ட காளைகள் கோடைக் காலங்களில் தொடர்ந்து, அதிக வெப்பநிலை இருப்பதால் பாதிக்கப்படுகின்றன. மேலும் விரைகள் அடி வயிற்றில் கீழிறங்காமல் தங்கி விடுதல், அடிவயிற்று உறுப்பு இறக்கம், விரைப்பை சொரி, விரைப்பையில் இரத்த கட்டு மற்றும் சீழ்கட்டி (abscess) ஏற்படுதல் போன்ற காரணங்களாலும் விரைப்பையின் வெப்பநிலை உயரக்கூடும். விரைப்பையில் கீழ்கட்டிகள் எளிதில் ஏற்படுவதில்லை. எனினும் வேறு நோய்த் தாக்கத்தினால் இரத்த அல்லது நிணநீர் வழிகளில் உள்சீழ்கட்டிகள் ஏற்படுவதுண்டு. அயல் பொருட்கள் இருப்பதாலும் சீழ்க்கட்டிகள் ஏற்படலாம்.

விரை இரத்தக் குழாய்க் கோளாறுகள்.

குதிரைகளின் விரை இரத்த உள் ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களால் சேதமடைதல். அடி வயிற்று உறுப்பு இறக்கத்தால் நாய்களின் விரைகளில் முறுக்கு ஏற்படுதல், செம்மறி கிடாக்களின் இரத்தச் சிரைகள் சுருண்டு போகுதல், காளைகளின் விரைவில் உயர்த்திசு ஆய்வு செய்தல், குதிரைகளுக்கு கடுமையான உடற்பயிற்சி கொடுத்தல் போன்ற காரணங்களால் விரை இரத்தக் குழாய்களில் கோளாறுகள் உருவாகின்றன.

நாளமில்லாச் சுரப்பி நீர்க் கோளாறுகள்.

காளைகளில் தைராப்டு சுரப்பி பாதிக்கப்படுவதால் விரைத் திசுக்களில் மோசமான விளைவுகள் ஏற்பட்டு. அதன் கருத்தரிப்புத் திறன் குறைந்தோ, இல்லாமலோ போகிறது. நாய்களின் பிட்யூட்டரி சுரப்பி பாதிக்கப்படுவதால், இனப்பெருக்க அணு உற்பத்தியைத் தூண்டும் சுரப்பு நீர்க் குறைபாடு ஏற்படுகிறது.

வயது அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் விளைவுகள்.

பத்து வயதிற்கு மேற்பட்ட நாய்களுக்கும், 12 வயதிற்கு மேற்பட்ட பூனைகளுக்கும் விரைகளில் திசுத்திறன் இழப்பு இயற்கையாகவே நிகழ்வதுண்டு. காளைகளுக்கு பத்து வயதிற்கு பிறகு எந்த நேரத்திலும் விரைத்திசு அழிவு அதிக அளவிலும், வேகமாகவும் ஏற்படலாம். இத்தகைய திசு அழிவு விந்துக் குழல்களைச் சேதப்படுத்துவதோடு, விரையில் உள்ள இணைப்புத் திசுக்களை முரட்டு நார்த்திசுக்களாகவும் மாற்றிவிடுகிறது.

தொற்று நோய்கள்.

பல்வேறு தொற்று நோய்களின் விளைவாகவும் கால் நடைகளின் விரைகள் பாதிக்கப்படுவதுண்டு. இதில் கிடாக்களைத் தாக்கும் ஆட்டம்மை, குதிரைகளைத் தாக்கும் கிளாண்டர்ஸ் கட்டி நோய், அனைத்துக் கால்நடைகளையும் தாக்கும் புருசெல்லாகருச்சிதைவு நோய் போன்றவை முக்கியமான நோய்களாகும்.

நச்சுப் பொருட்கள்.

காளைகள் குளோரின் மிகுந்த இரசக் கற்பூரத்தால் (naphthalene) பாதிக்கப்படுதல், கிடாக்களை ஆர்செனிக் (arsenic) கலந்த நீரில் முழுகச் செய்தல், நாய்களுக்கு இதய ஒட்டுண்ணி சிகிச்சைக்காக கன உலோக மருந்துகள் (antimony compounds) செலுத்துதல் போன்ற காரணங்களால் விரைப்புற்று அழற்சி ஏற்படுவதுண்டு.

விரைப் புற்றுக் கட்டிகள்.

அனைத்து கால்நடைகளுக்கும் விரைகளில் ஏற்படும் புற்றுநோய்க் கட்டிகள், விரைப்புற்று அழற்சியை உருவாக்கிவிடுகின்றன. ஆண்மை நீக்கம் செய்யப்பட்டவுடன் இந்தப் புற்றுக் கட்டிகள் அதிகமாக உருவாகின்றன. விரைகளில் தானாகவே கட்டி தோன்றுவதில், இனவிருத்தியைத் தூண்டும்

நாளமில்லாச் சுரப்புநீர் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றது. இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்திருக்கும் இச்சுரப்புநீர் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றது. இரத்த ஓட்டத்தில் கலந்திருக்கும் இச்சுரப்புநீர், ஆண்மை நீக்கத்திற்கு பிறகு விரைகளில் குருதிப் பாய்ச்சல் மிகுந்திருப்பதால் அதிக அளவில் வந்து சேர்ந்து கட்டிகளைத் தோன்ற வைக்கின்றன.

தீவனக் குறைபாடுகள். உடல் வளர்ச்சி மற்றும் கருத்தரிக்கும் திறனைப் பாதுகாக்கத் தேவையான சத்துப் பொருள்கள் அடங்கிய தீவனம் கொடுக்காததாலும், உள், வெளி ஓட்டுண்ணிகள் போன்ற பல்வேறு நாட்பட்ட நோய்களால் அவதியுறும் கால்நடைகள் சரிவரத் தீவனத்தை உட்கொள்ளாததாலும் விரைகள் பாதிக்கப்படும்.

அழற்சி, காயங்கள், நோய்கள் போன்ற பிற காரணிகள். கால்நடைகளை அதிக வெப்பம் மற்றும் அதிகக் குளிர் போன்ற மாறுபட்ட தட்பவெப்ப நிலைகளில் கப்பல் பிரயாணத்திற்கு உட்படுத்துதல், அளவிற்கு அதிகமான உடல் உழைப்பு, காளைச் சண்டையின் விளைவாக விலா எலும்புகளில் முறிவு மற்றும் வலி ஏற்படுதல், பிற கால்நடைகளால் உதைக்கப்படுவதால் ஏற்படும் காயம் மற்றும் இரத்தக் கட்டு ஏற்படுதல், பந்தயக் குதிரைகளுக்கு கால்வலி ஏற்படுவதால் பன்னிரண்டு கால்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியைக் குறைத்து நடத்தல் போன்ற பல்வேறு காரணங்களாலும் விரைப்புற அழற்சி ஏற்படுகிறது.

விரைப்புற அழற்சியின் அறிகுறிகள்

1. கருத்தரிக்கும் திறன் குறைந்தோ முற்றிலும் இல்லாமலோ போதல்.
2. விரைகளின் பருமன் பாதி அளவிற்கோ அல்லது மூன்றில் ஒரு பங்கு அளவிற்கோ சுருங்கிப் போகுதல்.
3. விரைகளின் அடர்த்தி தீவிரமான அழற்சியில் மிருதுவாகவும் தளர்வாகவும் காணப்படும். சுமாரான அழற்சியில் சற்றே திண்மையாகவும், நெகிழ்க்கூடியதாகவும் இருக்கும்.

4. இனச்சேர்க்கை ஈடுபாடு பொதுவாக பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனினும் விரைகளில் அதிகமான வலி இருப்பதாலும், ஊட்டச் சத்துக் குறைவாலும் குறைந்து போகலாம்.

விந்தணுக்களில் தோன்றும் மாறுபாடுகள்

அ. விந்தணுக்களின் அடர்த்திக் குறைந்து போவதால் விந்து நீர்த்துக் காணப்படும்.

ஆ. விந்தணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து இருப்பதால் விந்தணுவின் இயக்கக் காலமும் குறைந்து போயிருக்கும்.

இ. விந்தணுக்களில் உருவ மாறுபாடுகள் மிகுந்து போகும். சுமாரான அழற்சியில் 20-30% வரையும், தீவிரமான அழற்சியில் 35-60% வரையும் உருவ மாறுபாடுள்ள விந்தணுக்கள் மிகுந்திருக்கும்.

நோய்ச் சிகிச்சை. முதலில் விரைப்புற்று அழற்சிக்கான மூலக் காரணியைக் கண்டறிந்து அதை நீக்க வேண்டும்.

நல்ல தரமான புரதமும், அதிக உயிர்ச்சத்து - 'ஏ' வும் கொண்ட சரிவிகிதக் கலப்புணவு கொடுக்க வேண்டும். போதுமான பசுந்தீவனமும் உலர்த்தீவனமும் கொடுக்க வேண்டும். குளிர்ப் பிரதேசத்திலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட காளைகளை வெப்ப நாட்களில் குளிர்ச்சியாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். நோயின் ஆரம்பத்தில் எதிர் நுண்ணுயிரி மருந்துகளும் இயக்குநீர் வகை மருந்துகளும் கொடுப்பதால் ஓரளவிற்கு பலன் கிடைக்கும்.

விரைப்பையைச் சுற்றிலும் பனிக்கட்டிகள் படுமாறு ஒரு பையில் போட்டு இரு கால்களுக்கு இடையே பொருத்தமாகக் கட்டிவிடலாம்.

ஒரு புற விரை அழற்சியெனில் பாதிக்கப்பட்ட விரையை அறுவை சிகிச்சை மூலம் நீக்கிவிடுவதால், மற்றொரு விரையின் கருத்தரிப்புத் திறனை பாதுகாக்க முடியும். விரைகளில் புற்று நோய்க் கட்டிகள் இருக்குமானால், ஆண்மை நீக்கம் செய்து இரு

விரைகளையும் அறுவை சிகிச்சை மூலம் நீக்கி விட வேண்டும்.

ஆர். கோவிந்தராஜ்

விரைவு அளவி

ஓர் ஊர்தி எவ்வளவு விரைவாகக் செல்கின்றது என் அளப்பதற்குப் பயன்படும் கருவி விரைவு அளவி (speedometer) எனப்படும். மோட்டார் ஊர்தியிலுள்ள விரைவு அளவியில் 0 முதல் 100 வரை எண்கள் குறிக்கப்பட்ட ஊர்தியின் சக்கரத்துடன் சுற்றும் ஒரு சுழல் காந்தமும் சக்கரத்திலிருந்து காந்தத்துக்குக் கடத்தும் வளையக்கூடிய ஓர் எந்திரத் துண்டும் (flexible shaft) உள்ளன. உள்ளகம் ஒன்று வட்டம் பொருத்தப்பட்டுக் காந்தம் சுழலாத போது முகத்தை 0 காட்டச் செய்யும். ஊர்தி செல்லும் போது சக்கரங்கள் சுழலும்; அதன் தொடர்பாகக் காந்தமும் சுழலும். அப்பொழுது முகத்திலுள்ள ஆர்மச்சூர் காந்தத்துடன் சுழல முயலும். ஆனால் வில்லானது அதைத் தடுக்கும்.

ஊர்தியின் சக்கரங்கள் விரைவாகச் சுழலும் போது ஒரு நொடியில் அதிகமான துடிப்புக்கள் (impulser) முகத்திலுள்ள ஆர்மச்சூருக்கு ஏற்படுகின்றன. அதனால் முகமானது மிகுதியாகச் சுற்றுகிறது. இவ்விதமாக ஊர்தியின் விரைவு மிதமாக எண்கள் மிகுந்து காட்டும்.

உருளை வடிவான முகத்திற்கு மாறாக ஆர்மச்சூரைச் சுழலாது நிலையாயுள்ள ஒரு வட்டமான கடிகார முகத்திலுள்ள முள்ளுடன் இணைப்பதுண்டு. அதிலுள்ள எண்கள் ஊர்தி செல்லும் விரைவைக் காட்டும்.

வட்ட முகத்தில் காணும் எண்கள் ஊர்தி மணிக்கு இத்தனை கி.மீ. செல்லுகிறது என்பதைக் காட்டும் நடு இரண்டு எண்கள் தெரியும். மேலே காண்பது ஊர்தி இயக்கத் தொடங்கியதிலிருந்து சென்ற மொத்த கி.மீ. களைக் காட்டும். கீழே காண்பதில் ஊர்தி புறப்படும் முன் 0 எனத் திருப்பிவைத்தால் ஊர்தி

சென்று வந்த தொலைவைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

விரைவு செயல் இழப்பு

சிறுமூளை நைவுகளின்போது, தன்னிச்சை அசைவுகளில் ஏற்படும் கோளாறுகளில் இதுவும் ஒன்றாகும். துரிதமாகவும், ஒரே சீராகவும் மாற்றி மாற்றி ஒரு குறிப்பிட்ட செய்கையைச் செய்ய இயலாத நிலையையே விரைவு செயல் இழப்பு என்கிறோம். அதாவது விரைந்து செயல்பட இயலாமை. ஒருவனது உள்ளங்கையை கீழ்நோக்கியும் மேல் நோக்கியும் மாற்றி மாற்றி அசைக்கச் சொன்னால் அவனால் இயலாது. கைவிரல்களை துரிதமாக மடக்கி நீட்டப் பணித்தால் அவனால் இயலாது. சிறுமூளையின் ஒரு பக்கம் மட்டும் பாதிக்கப்பட்டால், மேற்கூறிய அசைவுகளை மிகவும் மெதுவாகவும், அசிங்கமாகவும், தயங்கி தயங்கியும் செய்ய முடியும். இது, சிறுமூளையின் நைவுகளில் (சீழ்க்கட்டி, புற்று நோய் இரத்த நாள நசிவு நோய்) காணப்படுகிறது.

அ.கதிரேசன்

வில்ம்ஸ் கழலை

வில்ம்ஸ் கழலையென்பது வழக்கமாக சிறு வயதினரில் காணப்படக்கூடியவொரு சிறுநீரகக் கழலையமாகும்.

நிகழ்வும், அமைவும். ஒரு வயது முதல் ஏழாண்டு வரையிலான குழந்தைகளில் காணப்படும் மிக முக்கிய வகை நீரகக் கழலையம், வில்ம்ஸ் கழலையேயாகும்; அவ்வயதினரில் வரக்கூடிய நீரகக் கழலைய நோய் இது ஒன்று மட்டுமே எனக் கூறலாம்.

வில்ம்ஸ் கழலை சிறுநீரகத்தின் ஒரு துருவத்திலோ இரு துருவங்களிலுமோ காணப்படும். ஒரு வயதுக்குட்பட்ட சிசுவில் இக்கழலை இரு

சிறுநீரகங்களிலும் இருப்பதுண்டு. அதற்கு மேற்பட்ட அகவையினரில் இது ஒரு பக்கத்தில் மட்டுமே கண்ணுறப்படுகின்றது. நான்கு வயதுக்குட்பட்ட குழந்தைகளில்தான் இதன் நிகழ்வு அதிகம்.

நோயியற் குறிப்பு. வில்ம்ஸ் கழலை ஒரு கலப்புக் கழலையாகும் (*mixed tumour*). இதில் படுகைய (*epithelial*) மற்றும் இணைத் திசுக் கூறுகள் உள்ளன. நீரகச் சினைத் திசுவினின்று (*embryonic nephrogenic tissue*) அதாவது வளரும் சிறுநீரகத்தின் ஏதேனும் ஒரு துருவத்தில், கரு வளர் காலத்தில் தங்கிவிடக்கூடிய திசுவினின்று இக்கழலை உருவாகின்றது.

(அ) பெருநோக்குத் தோற்றம் (macroscopic appearance). சிறுநீரகத்தின் ஏதேனும் ஒரு துருவத்தில் (சில சமயங்களில், இரு துருவங்களிலும், நீரகத்தைக் காட்டிலும் பெரியதாய், வெளிர் சிவப்பு அல்லது வெளிர் கபில நிறத்தில் இக்கழலை இருக்கும். அதனுடைய அடர்த்தியும், செறிவும் அதன் வளர்ச்சி வீதத்தோடு தொடர்புக் கொண்டவை; வெகு வேகமாக வளரக் கூடியதனால், அக்கழலையைச் சற்றே மென்மையாய்த், தொட்டால் அழுந்தக்கூடியதாயும் இருப்பது வழக்கம்.

மொத்தத்தில், வெளிப்பார்வைக்கு ஒரு சார்கோமா போன்று தெரியும் வில்ம்ஸ் கழலை அந்த நீரகத்தின் பொதியுறையினால் சூழப்பட்டிருப்பினுங் கூட, அதன் வளர்ச்சி வீதம் கூடுகையில் அருகிலுள்ள குருதி நாளங்களைத் துளைத்துவிடும். இதன் மூலம் குருதியில் கேதவணுக்கள் (*malignant cells*) கலந்து, அதன் மூலம் நுரையீரல் போன்ற பகுதிகளில் இக்கழலையின் துணைப்புற்று (*secondary cancer*) அதாவது அயலிடப்புற்று (*metastatic cancer*) உண்டாகும் வாய்ப்புண்டு.

ஆ. நுண்ணோக்குத் தோற்றம் (microscopic appearance). வில்ம்ஸ் கழலையின் இரு விதமான அணுக்களும், திசுக்களும் உள்ளன. படுகைய மற்றும் இணைத்திசுக் கூறுகளே இவை. இந்த இருவகைக் கூறுகளும் அருகருகே காணப்பட்டனும், ஒன்று அதிகமாயும் பிறிதொன்று குறைவாயும் இருத்தலே பொதுத் தோற்றமாகும். சில சமயங்களில், வெறும்

படுகைய அல்லது இணைத்திசு அணுக்கள் மட்டுமல்லாமல் குருத்தெலும்பு, எலும்பு, வழக்குத் தசை, வரித்தசை போன்றவற்றின் கூறுகளும் விரவிடக் காணலாம்.

வில்ம்ஸ் கழலையில், நுண்ணோக்குத் தோற்றம் பின்வருமாறு அமையும். நாரணுக்களை ஒத்த நீள் வடிவ அணுக்கள் பலவும் பரவலாய்க் கிடக்க, அவற்றுக்கிடையே ஆங்காங்கே சுரப்புத் திசுக்களைப் போன்று தோற்றத்தைத் தரும் குழல் வடிவ மற்றும் குலை அமைப்புகள் உள்ளன. இந்தக் குழல் மற்றும் குலை அமைப்புகளில் படுகையத்திசுவைச் சார்ந்த சுரப்பணுக்கள் இருக்கும். இணைத்திசு வருவிப்பான நீள்வடிவ அணுக்களும், படுகையத்திசு வருவிப்பான சுரப்பணுக்களும் ஒன்றினுக்கொன்று உருமாற்றம் அடையவும்கூடும் எனக் கருதப்படுகின்றது. இவற்றிக்கிடையில், சிறுநீரகத் திரணை, நீருறு குழல், நீர் நுண்ணகம் போன்றவற்றை நினைவூட்டும் அரைகுறை அமைப்புகள் சிலவும் இருக்கலாம்.

வயிற்றுக்கழலை. வயிற்று வீக்கம் அதிகமாகிக்கொண்டே வரவர, நோயாளியின் பொதுவான உடல்நலம் குறைபடும். வயிற்றை தொடுசோதனை மூலம் ஆய்கையில், மிகப் பெரிய கழலையொன்று, வயிற்றின் ஒரு பக்கதிலிருந்து பெருகிக் கிடப்பது புலனாகும். இந்தக் கழலை சாதாரணமாக சிறுநீரகம் இருக்கவேண்டிய இடத்திலிருந்து விரிவதும், சிறுநீரகத்தோடு தொடர்ச்சியாக இருப்பதும் இதில் தெரிய வரும்.

காய்ச்சல். காய்ச்சலும் அதனோடு தொடர்புடைய குளிர், நடுக்கம், களைப்பு, தலைவலி போன்றவையும் இருக்கலாம். வில்ம்ஸ் கழலை கொண்டிருப்போரில் அக்கழலையை அறுவை மூலம் நீக்கும் வரை தொடர்ந்து காய்ச்சலிருப்பது வழக்கம்.

குருதி நீரியம் (haematuria). வில்ம்ஸ் கழலை நோயாளிகளில் இக்குறியீடு காணப்படுவது ஒரு துர் சகுனமாகும். பொதியுறையால் சூழப்பட்டிருந்த கழலை, இப்போது பொதியுறையைப் பிளந்து கொண்டு நீரக கூப்பகத்திற்குள் (*renal pelvis*) வெடித்து விட்டது என்பதே இதன் பொருள். நோயாளிகளில் இத்தடயம் தோன்றிவிட்டால் அதன் பின்னர் ஒன்பது

மாதங்களுக்குள் மரணம் ஏற்பட்டுவிடும் என எண்ணப்படுகின்றது.

வேற்றிடப் பதியம். மிக விரைவில் வேற்றிடப் பதியம் அடையக்கூடியது வில்ம்ஸ் கழலை: குருதியோட்டம் வழியாக, முக்கியமாக நுரையீரல்களுக்கும் மற்றும் கல்லீரல், எலும்புகள் போன்ற பலவேறு உறுப்புகளுக்கும், பரவி பற்றிக் கொள்ளும் திறன் படைத்தது. நிணவழிப் பரவல் அவ்வளவாக இந்நோயில் இருப்பதில்லை.

சிகிச்சை முறைமை. நோய் நிர்ணயிக்கப் பட்டவுடன், உடனடி நீரக நீக்கம் (nephrectomy) செய்வதே சரியான சிகிச்சையாகும். எவ்வளவு விரைவில் இவ்வாறு நீரக நீக்க அறுவை செய்யப்படுகிறதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு நல்லது. அறுவைப் பிறகு, கதிர் மருத்துவம் (radio therapy) கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

நோய் நிலை கணிப்பு. ஓராண்டுக்குள்ளாக நோய் நிர்ணயிக்கப்பட்டு, சிறுநீரக நீக்கம் செய்யப்படுமேயானால், ஏறத்தாழ 80% நோயாளிகளில் ஐந்தாண்டுகளுக்கு நல்வாழ்வு கிடைக்கப் பெறுகின்றது. ஓராண்டுக்கும் மேற்பட்டவர்களில் நோய்த் தீர்வு அவ்வளவாக திருப்தி தருவதில்லை.

அ. கதிர்சேன்

துணைநூல்கள். T.R. Harrison *Principles of Internal Medicine*, Fourth Edn., McGraw-Hill Book Co. New York, 1962; George L. Naradi, *Surgery: Essentials of Clinical Practise*, Fourth Edition, Little Brown & Co., Boston, 1982.

வில்முறை பற்றவைப்பு

அழுத்தம் ஏதும் இன்றி, மின்வில்லினால் உருவான வெப்பத்தால் மட்டுமே பிணைப்பு ஏற்படுத்தும் பற்றவைப்பு வில்முறை பற்றவைப்பு (arc welding) எனப்படும். வில்முறை பற்றவைப்பில் நிரப்பு

உலோகம் (filler metal) பயன்படுத்தப்படுவதும் உண்டு.

அயனியான வளிமத்தின் ஊடே தக்கவைத்துக் கொள்ளப்பட்ட மின்னூட்டமே பற்றவைப்பு வில் எனப்படும். இந்த மின்னூட்டம் எதிர் மின்வாய் (cathode) வெளியிடுகின்ற மின்னணுக்களால் துவக்கப்பட்டு, வெப்பத்தால் அயனியாகிய வளிமங்களால் தொடர்ந்து தக்கவைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

வில் தொடக்கம். மின் வாய்க்கும் (electrode) உலோகத்தகட்டிற்கும் இடையே மின்கடத்தும் பாதை ஒன்றை உருவாக்குவதன் மூலம் அல்லது அவை இரண்டிற்குமிடைப்பட்ட இடைவெளியை அயனியாக்குவதன் மூலம் மின்வில் தொடங்கப்படலாம். வில் தொடக்க முறைகள் சிலவற்றைப் படத்தில் காண்க.

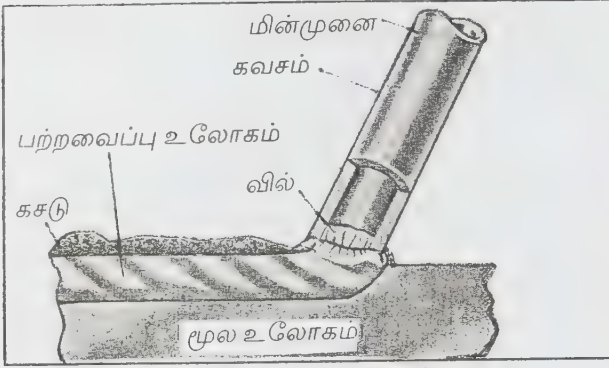
அ. ஒரு கணநேரத்தில் மின்வாயால் தகட்டினைத் தொட்டு உடனே விலக்கி எடுத்தல் மூலம் வில் தொடங்கப்படுகிறது.

ஆ. மின்வாயைத் தகட்டின் வெகு அருகே கொண்டு வந்து ஒரு வளைவுப் பாதையில் ஊசல் போல அசைக்கும்போது சரியான இடைத்தூரத்தில் வில் தானே தொடங்குகிறது.

வில் விலக்கம். வகுக்கப்பட்ட பாதையில் இருந்து பல காரணங்களால் வில் தேவையற்ற முறையில் விலகுவதும் அலைவதும் வில் விலக்கம் எனப்படும். மின்வாய், மின்வில், உலோகத்தகடு ஆகிய இவற்றுக்கு இடையே உருவான தன்னூட்ட காந்தப்புலத்தின் சமநிலை புறகாந்த விளைவுகளால் தாக்குறும்போது மின் வில்லின் சமநிலை மாறி விலக்கம் ஏற்படுகிறது.

வில் விலக்கம் முன் விலக்கம், பின் விலக்கம், பக்க விலக்கம் என்று மூன்று வகைப்படும். இவற்றைப் படத்தில் காண்க.

இதற்கு நேர்மாறாக நேர்திசை மின்னூட்டத்தில் தன்னூட்ட காந்தப் புலம் உருவாகி குறிப்பிட்ட திசையில் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துவிடுவதால்



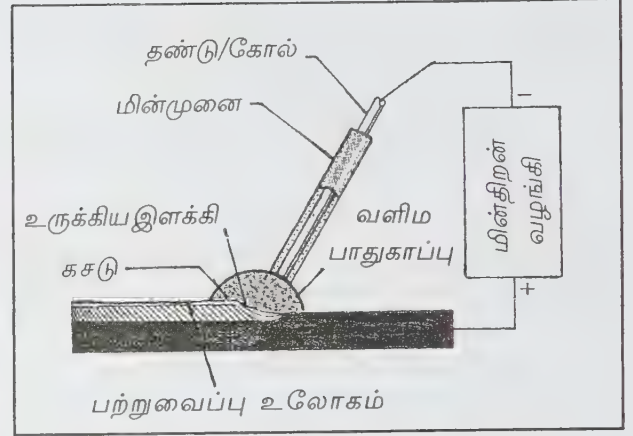
வில்முறை பற்றவைப்பு

இம்முறையில் வில் விலக்கம் ஏற்பட அதிக வாய்ப்புகள் உள்ளன.

உலோகத் தகட்டின் தொடக்கத்திலும் காந்த விசைக் கோடுகள் அதிக அளவில் குவிந்து கிடக்கின்றன. ஏனெனில், இந்த இரு முனைகளிலும் காற்றைக் காட்டிலும் உலோகத்தில் எளிதில் காந்த விசைக்கோடுகள் நகர முடியும். இந்நிலையில் மின்வில் இந்த முனைகளின் அருகே வரும்பொழுது குறைந்த மின்தடை உள்ள பாதையையே தேர்ந்தெடுத்து நகரும். காந்த விசைக்கோடுகள் மின்தடையை அதிகரிப்பதால் தொடக்க முனையில் வில் முன்னோக்கி (குழுமிய காந்தப் புலத்தின் எல்லைக்கு அப்பால்) நகர முற்படுகிறது. இதுவே முன்விலக்கம் ஆகும். இதே காரணங்களால் இறுதி முனையில் வில் பின்னோக்கி நகர்கிறது. இது பின் விலக்கம் ஆகும்.

புவிப்பிடிப்பு (earth lamp) வழியாக மின்னோட்டம் பாய்வதால் அப்பிடிப்பைச் சுற்றி தன்னூட்ட காந்த விசைக்கோடுகள் உருவாகும். இதன் அருகே பற்றவைப்பு வில் வரும்போது மேற்கூறிய காரணங்களால் இந்த விசைக்கோடுகளிலிருந்து விடுபட தன்பாதையில் இருந்து பக்கவாட்டில் விலகும். இதுவே பக்க விலக்கம் ஆகும்.

இளக்கிகள். வில் முறை பற்றவைப்பின்போது உருவாகும் வெப்பத்தில் உலோகம் ஆக்சைடுகளாக மாறி வீணாவதற்கு வாய்ப்பு உள்ளது. இளக்கியைப் பயன்படுத்தி இதைத் தடுக்கலாம். இந்த இளக்கிகள்

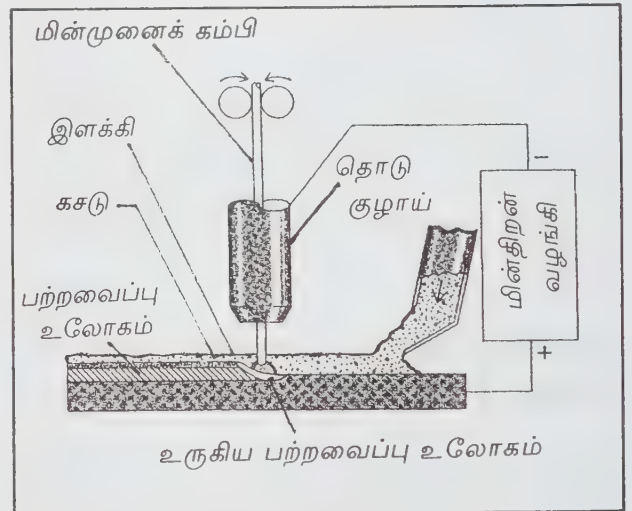


இளக்கி மூடிய உலோக வில் பற்றவைப்பு

ஆக்சைடுகளோடு வேதியியல் மாற்றம் பெற்று கசடுகளை (slag) உருவாக்கி, வெப்பத்தால் நெகிழ்ந்திருக்கும் உலோகத்தின் மேல் கனத்த போர்வை போல் படிந்து மேற்கொண்டு உலோகம் ஆக்சைடு ஆகாமல் தடுக்கிறது.

வில்முறை பற்றவைப்பின் வகைகள்.

வில்முறைப் பற்றவைப்பு பல வகைப்படும். அவற்றுள் சில. கரிம வில் பற்றவைப்பு உலோகத் தகட்டிற்கும் ஒரு கரிம மின்வாய்க்கும் இடையே தொடங்கப்பட்ட



மூழ்கிய மின் வில் பற்றவைப்பு

வில்லின் திறத்தால் பற்றவைத்தல், இளக்கி மூடிய உலோக வில் பற்றவைப்பு- இளக்கி பூசப்பட்ட மின்வாய்க்கும் உலோகத் தகட்டிற்கும் இடையே தொடங்கப்பட்ட வில்லின் திறத்தால் பற்ற வைத்தல். பூசப்பட்ட இளக்கி உருகி உலோகத்தைப் பாதுகாக்கும், முழுகிய வில் முறை பற்ற வைப்பு (submerged arc welding). இம்முறையில் வில், மின்வாய் நுனி உலோகத்தின் இளகிய குழம்பு (molten pool) ஆகியவை இளக்கியின் அடியில் வளிமம் மறைவாக இருக்கும், டங்ஸ்டன் மந்த வளிம வில்முறை பற்றவைப்பு. இம்முறையில் டங்ஸ்டன் மின்வாயும் உலோகப் பாதுகாப்புக்காக ஆர்கான், ஹீலியம், நைட்ரஜன் போன்ற மந்த வளிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

1. வில்முறை பற்றவைப்புக் கருவிகள். இவை அதிக மின் அழுத்தமும் குறைந்த ஆம்பியரும் உள்ள மின் சக்தியை குறைந்த மின் அழுத்தமும் அதிக ஆம்பியரும் உள்ள சக்திவாய்ந்த மின்னூட்டமாய் மின்வில் தோற்றுவிக்கக்கூடியதாய் மாற்றித் தருகின்றன. இவை நேர்திசை மின்னூட்டமாகவோ எதிர்்திசை மின்னூட்டமாகவோ இருக்கலாம்.

நேர் மின்னூட்டப் பெட்டிகள் மின் அழுத்தம், மின்னோட்ட அளவு மற்றும் துருவ மாற்றம் ஆகிய அனைத்தையும் கட்டுப்படுத்த உதவும்.

மாறு திசை மின்னூட்டப் பெட்டிகளின் இயக்கம், பராமரித்தல் (maintenance) ஆகியவற்றிற்கு மிகக் குறைந்த செலவே ஆகும்.

2. பற்றவைப்புக் கம்பிகள். இவை பொதுவாகக் காப்புறை இடப்பட்ட தாமிரம் அல்லது அலுமினியத்தால் ஆனவை; மடங்கும் தன்மை உடையவை. மின்வாய்தாங்கியை (electrode holder) மின்னூட்டப் பெட்டியுடன் இணைக்கும் கம்பி மின் வாய் முனை (electrode lead) எனப்படும். உலோகத் தகட்டை மின்னூட்டப் பெட்டியுடன் இணைக்கும் கம்பி புவிமுனை (earth lead) எனப்படும்.

3. மின்வாய் தாங்கி. மின்வாயைப் பற்றுதற்கும் அதனூடே மின்னோட்டம் செலுத்துவதற்கும் உதவும் மின்வாய் தாங்கியின் உதடுகள் பற்கள் போல் கூரிய

முனைகள் பெற்றிருப்பதால் மின்வாயை நேராகவோ ஏதேனும் ஒரு சாய்வுக் கோணத்திலோ பற்ற இயலும். இதன் செயல்பாட்டைப் படத்தில் காண்க.

இத்தாங்கிகள் பற்றவைப்பவரின் கரங்களால் பிடிக்கப்படுவதால் மின்சாரத்தால் அவருக்கு ஏதும் ஊறு விளையா வண்ணம் நன்றாகக் காப்புறையிடப்பட்டிருத்தல் அவசியம்.

4. மின்வாய். இது ஏதேனும் ஓர் உலோகத்தினாலோ உலோகக் கலவையினாலோ ஆன ஒரு சிறிய கம்பியாகும். இவற்றில் இளக்கி பூசப்பட்ட, பூசப்படாத என இரண்டு வகை உண்டு. இதன் ஒரு முனை மின்வாய்த் தாங்கியில் இருக்கும். மறுமுனையில் பற்றவைப்பிற்குரிய மின்வில் உருவாக்கப்படும்.

மின்வாயில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் இருந்தால் வெப்பம் மின் வாயிலும் உலோகத் தகட்டிலும் சமமாகப் பரவும். பற்றவைப்பின் ஊடுருவல் (penetration) சாதாரணமாக இருக்கும்.

மின்வாய் நேர்திசை மின்னோட்டத்தின் எதிர்மின் வாயாக (cathode) இருந்தால் நேர்திசை நேர்துருவத்தன்மை எனப்படும். (D.C. straight polarity) இதில் 1/3 பங்கு வெப்பம் மின்வாயில் பரவும். நேர்திசை மின்னோட்டத்தில் மின்வாய் நேர்மின் வாயாக இருந்தால் வெப்பத்தில் 2/3 பங்கு மின்வாயில் பரவும். இது நேர்திசை மாறுபட்ட துருவ அமைப்பு எனப்படும்.

5. தலைக்கவசம் மற்றும் கைக்கவசம். பற்றவைப்பின்போது வெளியேற்றப்படுகிற அகச்சிவப்பு மற்றும் புற ஊதாக் கதிர்களிலிருந்து கண்களைப் பாதுகாக்க தனிப்பட்ட கண்ணாடிகள் கொண்ட கவசங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

6. பாதுகாப்பு கவசங்கள். சூடான உலோகத் துளிகள் தெறித்தால் அவற்றிலிருந்து உடலைப் பாதுகாக்கத் தோலினால் ஆன முன் ஆடை (apron), கைக்கவசம் (sleeve), கையுறை (glove), முழங்கால்வரை மூடும் பாதணிகள் (shoes) ஆகியவை

உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. காண்க: பற்றவைப்பு.

வயி. அண்ணாமலை

நினைவாக இக்கனிமத்திற்கு பெயரிடப்பட்டது. இது துத்தநாகத் தாதுவாகும்.

க. சித்திரா தேவி

வில்லிமைட்

இது வேதி உட்கூறினை உடைய நியோ சிலிக்கேட் கனிமமாகும். இது அறுகோணத் தொகுதியில் படிமமாக்கப்பட்டது. பொதுவாகத் திண்ணியதாய் அல்லது துகள் அமைப்பில் பளிங்கு மிளிர்வுடன் காணப்படும். இது அரியதாய்க் கிடைக்கிறது. இது அடிப்பக்கப் பிளவுடையதாய் பெரும்பாலும் பச்சை, சிவப்பு அல்லது பழுப்புப் போன்ற பல்வேறு நிறங்களில் காணப்படும். மோவின் அளவீட்டில் கடினத்தன்மை 5 ஆகும். ஒப்பிடர்த்தி 3, 9-42; நொறுங்கும் தன்மையுடையது.

இது துத்தநாகத்தின் விலைமதிப்புள்ள தாதுவாக ஃபிராங்கிளின் நியூஜெர்சியில் கிடைக்கிறது. இப்புக்ழ்பெற்ற துத்தநாகப் படிவில் வில்லிமைட் (willemite) மஞ்சள் நிறப் பச்சையில் ஒளிர்கிறது. தூய்மையான நிலையில் வெண்மை அல்லது பச்சை நிறங்களில், மாசு கலந்த நிலையில் இருண்ட பழுப்பு நிறங்களிலும் காணப்படுகிறது. சில வகைகள் புற ஊதாக் கதிர்களினால் பச்சை, மஞ்சள் போன்ற நிறங்களில் பொலிவுடன் ஒளிர்கின்றன. செயற்கை வில்லிமைட்டில் சிறிதளவு மாங்கனீசு கலந்திருந்தால் தான் ஒளிரும். இது நேர்முறை குறியுடைய ஒளிப் பண்பினைப் பெற்றது. இதன் ஒளி விலகல் எண் மாங்கனீஸ் அளவினைப் பொறுத்து மாறுபடக்கூடியது. தூய துத்தநாக சிலிக்கேட்டின் $w=1.691 e1.719$.

துத்தநாக ஆர்த்தோ சிலிக்கேட் சிலிக்கா 27.0 துத்தநாக ஆக்சைடு 73.0 - 100 மாங்கனீஸ், துத்தநாகத்தின் பெருமளவில் இடப்பெயர்ச்சிச் செய்கிறது. இதில் சிறிது இரும்புக் கலந்துள்ளது. படிமமாக்கப்பட்ட சுண்ணாம்புக் கல்லில் ஃபிராங்கிளினைட் சிங்சைட் மற்றும் பிற அரிய கனிமங்களுடன் காணப்படுகிறது.

இது வில்லியம்-I எனும் நெதர்லாந்து அரசரின்

வில்வம்

வில்வம் இருவிதையிலைத் தாவர இனத்தைச் சேர்ந்த ரூடேசியே (rutaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. சூலகம் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேலுமான பிரிந்த சூலிலைகள் கொண்ட இணைந்த அல்லிகளைக் கொண்ட 'அபோகர்பே' வகையைச் சேர்ந்தது. மரத்தின் இலைகள் மாற்றுக்கு 3 கூட்டிலைகளாக இருக்கும். மஞ்சரி பாணிக்கிள்களாகும். மலர்கள் இருபால்; பெரியவை வெண்ணிறமானவை. புல்லிகள் சிறியவை. 4-5 மடல்களாக இருக்கும். முதிர்ந்தவுடன் உதிர்ந்துவிடும். வட்டத்தட்டு தெளிவற்றிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணற்ற வட்டத் தட்டினைச் சுற்றிக் செருகப்பட்டிருக்கும். சூற்பை முட்டை வடிவமாயும், சூல்தண்டு குட்டையாகவும் இருக்கும். சூல்கள் 2 அடுக்குகளில் எண்ணற்றவை. கனி உருண்டையானது. ஓடு வழவழப்பாக எண்ணற்ற விதைகளுடன் இருக்கும். விதைகள் நீள் சதுரமானவை. முளை சூழ்த்தசை இல்லை. மரத்தில் சிறிய முட்கள் காணப்படும். சாம்பல் நிற உரோமங்கள் இலைகளில் காணப்படும்.

வில்வமரம் இமய மலையைச் சார்ந்த வட இந்திய பகுதியில் தோன்றியது. வறண்ட காடுகளில் வளரும் மரங்களாக பெருமளவில் காணப்படுகிறது. இமயமலையில் அடிவாரங்களிலும், உத்திரப் பிரதேசம், தக்காண பீடபூமி, கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலை ஓரங்கள் மற்றும் தமிழ்நாட்டில் பல இடங்களில் மரத்திற்காகவும், பழங்களுக்காகவும் வளர்க்கப்படுகிறது.

வில்வ மரம் மித வெப்ப நிலையில் வளரும் மரமாகும். 40°-46°C தட்பவெப்ப நிலையிலிருந்து 1°-7°C வரையிலுமுள்ள இடங்களில் வளர்கின்றது. இம்மரம் நன்கு செழித்து வளர ஈரமும் வடிகால்



வில்வமும் அதன் பாகங்களும்

வசதியும் மிக்க வண்டல் மண் அவசியம். மண் ஆழமற்ற பகுதிகளிலும், நீர் தேங்கும் நிலங்களிலும், மரத்தின் வளர்ச்சிப் பாதிக்கப்படுகிறது.

மரங்களின் முதிர்ந்த இலைகள் ஏப்ரல்-மே மாதங்களில் உதிர்ந்து, ஜூன், ஜூலை மாதங்களில் இலைகளின் இளந்தளிர்கள் தோன்றுகின்றன. பூக்கள் மணத்துடன் மார்ச், மே மாதங்களில் தோன்றுகின்றன. டிசம்பர் இறுதியில் பழங்கள் முழு வளர்ச்சியடைகின்றன. பழங்கள் மஞ்சள் கலந்த பசுமையுடன் 70-80 கிராம் எடையுடன் காணப்படும். விதைகள் வளர்வடக்கமின்றி (dormancy) முளைக்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. நாற்றுகள் தடிப்பாகவும் நீண்ட முனை வேரையும் கொண்டு சற்றுக் குறைந்த வளர்ச்சியுடன் இருக்கும். இரண்டாம் பருவத்திலிருந்து நாற்றுகள் துரித வளர்ச்சியுடன் கிளைகளை உண்டாக்கி சுமார் 40 வருட காலத்தில் நன்கு வளர்ந்த மரமாக வளர்கின்றது.

வில்வமரம், வறட்சியைத் தாங்கி வளரவல்லது. வளர்ந்த மரங்கள் உறைபனியையும் தாங்கும். வேர்ப்பாகம், ஆழமின்றி, மண்ணிற்கும் மேற்பரப்பில் பரவி வேர்த்தண்டுகள் (root suckers) மூலமும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றது.

வேர்த்தண்டுகள் துரித வளர்ச்சியுடன் 11 வருடங்களில் 3 மீ. உயரத்திற்கு வளர்ந்துவிடுகின்றன. மே-ஜூன் மாதங்களில் முதிர்ந்த பழங்களைச் சேகரித்து, விதைகளை நீரில் கழுவி, நிலத்தின் மேற்பரப்பில், நிழலில் உலர்த்தி சேகரித்து வைக்கலாம். நாற்றங்கால் மே-ஜூன் மாதங்களில் தயாரிக்கப் படுகிறது. பாத்திகளில் 20 செ.மீ. இடைவெளி கொண்டு விதைகள் சுமார் 1.5 செ.மீ. ஆழத்தில் விதைக்கப் படுகின்றன. இரண்டு வாரங்களில் விதைகள் முளைத்து நாற்றுக்களாக (seedling) வளர்கின்றன. இரண்டு வயது நாற்றுக்கள் தனியே நடுவதற்கு ஏற்றவை.

நாற்றுக்களை 30 செ.மீ. x 30 செ.மீ. x 30 செ.மீ. அளவுள்ள குழிகளில் நட வேண்டும். குழிகளை மணல், செம்மண், வண்டல் மற்றும் எரு கலந்த கலவையால் நிரப்பி நாற்றுக்கள் நன்கு வேர் பிடிக்கும் வரை நீர் அளிக்க வேண்டும். மழைக்காலங்கள்,

நாற்றுக்களை நடுவதற்கு ஏற்றவை. இளம் நாற்றுக்களுக்கு தகுந்த நிழல் அளிக்கப்பட வேண்டும். இவை தவிர, நாற்றுக்கள், கால்நடைகளால் அழிவு இன்றி பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்.

வில்வமரத்தின் இலைகள் சத்துக்கள் மிகுந்த பசுந்தழை உரமாகவும் தீவனப் பயிராகவும் (leaf fooder) பயன்படுகிறது. இலைகளில் 15% புரதச்சத்து உள்ளது. வில்வமரத்தின் பழம், இலைகள் மற்றும் வேர் முதலானவை மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. பழம் பெர்ரி (berry) வகையைச் சார்ந்தது.

பழத்தின் சதைப்பகுதி மியூசிலேஜ் (muscilage) போன்ற நீர்மத்துடன் விதைகளோடு காணப்படும். இலைகளில் மஞ்சள் கலந்த பசுமையான வாசனை கலந்த எண்ணெய்க் காணப்படும். இது கசப்புத்தன்மை கொண்டது. இலைகளின் சாறு, ஈரல் நோய்களைக் குணப்படுத்தவும்; குடல் இளக்கியாகவும் பயன்படும். சாறு ஆஸ்த்மா நோயையும் கட்டுப்படுத்த வல்லது. இலைகளில் சாற்றுடன் மிளகு கலந்த சாறு வயிற்றுக் கோளாறுகளையும், மஞ்சட் காமாலையையும் குணப்படுத்தும். பழுக்காத காய்கள் வயிற்றுப் போக்கு, இரத்த பேதி போன்றவற்றிற்கு சிறிது சர்க்கரையுடன் சேர்த்து கொடுக்கப்படுகின்றது. பழத்தை சாப்பிடவும், சட்னியாகவும், சர்பத்தாகவும் பயன்படுத்தலாம். மரத்திலிருந்து வடியும் பால் வெள்ளையாகவும், ஒளி புகுமளவிற்கும் இருக்கும். இதைச் சாதாரண பசைக்கு பதில் பயன்படுத்தலாம். பழம் கண் இருளையும், பூ மந்தத்தையும், தளிர் நீர் மேகத்தையும் நீக்கும் ஆற்றல் உள்ளவை. வில்வ மரம் கடினமாக இருப்பதால் வீடு கட்டவும், வண்டிச் சக்கரங்கள் செய்யவும் பயன்படும்.

கு. பத்மனாபன்

துணைநூல்கள். கே.கே.ராமமூர்த்தி, தமிழ் நாட்டுத் தாவரங்கள், பாகம்.1, 1978. தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் சென்னை, M.Sanyal, *Vegetable drugs of India*, Sinsh Mahendra pal Singh., Dehradun 1984.

வில்லிஸ் எச். காரியர் (1870-1950)

எந்திர சகாப்தம் தொடங்கிய நாள் முதற்கொண்டு பலவிதமான எந்திரங்கள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்பட்டதன் காரணமாகப் பல தொழிலாளர்கள் வேலை இழந்திருக்கின்றனர். ஆயினும் முற்றிலும் புதியவையான பல தொழில்கள் தோன்றி, அவர்களில் பலருக்கு திரும்பவும் வேலை தந்திருக்கின்றன அத்தகைய புதுத் தொழில்களைத் தோற்றுவித்தவர்களில் வில்லிஸ் காரியர் குறிப்பிடத்தகுந்தவர்.

நியூயார்க் மாநிலத்தைச் சேர்ந்த அங்கோலாவுக்கு அருகில் அமைந்த பண்ணை யொன்றில் 1876 ஆம் ஆண்டு காரியர் பிறந்தார். குடும்பத்திற்கு ஒரே குழந்தையான இவர் தம் இளவயதிலேயே தாயாரையும் இழந்துவிட்டார். ஆயினும் ஆரம்ப காலத்தில் அந்தச் சிறு கிராமத்தில் தன் ஆரம்பக் கல்வியைத் தொடங்கிய அவருக்கு அவருடைய தாயாரே உறுதுணையாக இருந்து உற்சாகப்படுத்தினார்.

அந்தப் பள்ளியில் எந்திர இயலும் கணிதமுமே அவருக்கு மிகவும் பிடித்தமான பாடங்கள். அங்குப் படித்துத் தேறி சான்றிதழ் பெற்றதும் கல்லூரியிலும் அவற்றைத் தொடரலாம் என்றே அவர் நம்பியிருந்தார். ஆனால் பொருளாதார மந்தம் பரவியிருந்த 1893 ஆம் ஆண்டு எந்தத் தருணத்திலும் வங்கிகள் கவிழலாம் என்றும் பயம் நிலவியது. மேலும் அடமானம் வைக்கப்பட்டிருந்த அவரது தந்தையின் பண்ணை ஜப்தி செய்யப்படும் அபாயமும் இருந்தது. ஆகவே பதினேழு வயதான காரியர் கிராமப்புற ஆசிரியராகி, பண்ணையைக் காப்பாற்றுவதில் தந்தைக்கு உதவ நேர்ந்தது. பின்னர், தனது சகோதரனுடன் வசிக்க பஃபலோவுக்குச் சென்றார். அங்கே கல்லூரியில் சேர ஒராண்டு காலம் பயிலும் பொருட்டு, மத்திய உயர்தரப் பள்ளியில் சேர்ந்தார். அப்போது நடந்த போட்டிப் பரீட்சையில் தேறியதன் பயனாக அவருக்கு அரசாங்க உபகாரச் சம்பளம் கிடைத்தது. கார்னெல் பல்கலைக்கழகத்தில் நான்கு வருடங்கள் படிப்பதற்கான கட்டணத்தொகை முழுவதையும் அதன் மூலம் பெற்றார். படித்து முடித்து இலையுதிர் பருவத்தில் இத்தர்க்கா நகரத்துக்குப்

புறப்பட்ட போது, அவருக்கு இருபத்தோரு வயதுதான்.

மின்சாரப் பொறியியலில் எந்திரத்துறை பொறிஞர் (Engineer) எனும் பட்டத்தைப் பெற்றதும், தமது கல்வியையும், திறமையையும் பயன்படுத்தக் கூடிய இடமாக இருக்க வேண்டும் என்று தேடினார். எனவே விசிறிகள், இறவைக் கருவிகள், அக்காலத்தில் புழங்கி வந்த எளிய வெப்ப சமன எந்திரங்கள் போன்றவற்றைத் தயாரித்து வந்த பஃபலோஃபோர்ஜ் கம்பெனியில் வாரம் பத்து டாலர் கிடைக்கும் வேலையில் அமர்ந்தார்.

லித்தோகிராஃபி என்னும் கல்லச்சு முறை மூலம் பல வண்ணங்களில் பொறித்து வந்தப் ப்ருக்ளின் பிரசுராலயம் வறண்ட காற்று வீசிய நாள்களில் மாத்திரமே அதனால் கச்சிதமாக அச்சிட இயன்றது. மற்ற நாட்களில் அவ்வாறு சீராகச் செய்ய முடியவில்லை. குறிப்பாக, காற்றில் ஈரம் மிக்க கோடைக் காலத்தில் காகிதத்தின் அளவும் மேற்பரப்பும் பாதிக்கப்பட்டதால் வண்ணங்களெல்லாம் அவற்றிற்குரிய இடங்களில் மட்டும் அச்சாகாமல் ஓரங்களில் ஒன்றின் மீது மற்றொன்றாகப் பதிந்தன. இக்குறைபாட்டை நீக்க காரியர் 1902இல் ப்ருக்ளின் பிரசுராலயத்தில் அறிவியல் ரீதியான முதலாவது வெப்ப சமன ஏற்பாட்டை நிறுவினார். அவ்வமைப்பு சரிவர அமைந்ததோடு சீராகவும் இயங்கவே, வாரம் பத்து டாலர்களே வருமானம் தந்த வேலையிலிருந்து பிறந்த அந்த வாய்ப்பை விரைவில் அவர் பற்றிக் கொண்டதோடு வாழ்வு முழுவதையும் ஈடுபடுத்தத் தாம் விரும்பிய பொறியியல் துறை அதுவே என்பதையும் அறிந்து கொண்டார். அதன் பயனாக வெப்ப சமனம் என்னும் புதியதொரு பொறியியல் பிரிவு காரியர் தலைமையில் துவங்க வழி பிறந்தது.

1915க்குள் காரியரின் கண்டுபிடிப்புகள் மிகவும் முன்னேறிவிட்டன. எனவே தம்முடன் பணியாற்றி வந்த ஜே.ஜே. லை அவர்களையும் இன்னும் சில பொறியியல் வல்லுநர்களையும் சேர்த்துக் கொண்டு காரியர் பொறியியல் கார்ப்பொரேஷன் எனும் நிறுவனத்தை அமைத்தார். அப்போது அதன் மொத்த மூலதனம் 35,000 டாலர்கள்

தாம். ஆனால் சில ஆண்டுகளுக்குப் பின் அது பதினைந்து லட்சம் டாலர்களுக்கு மேல் போய்விட்டது. இந்நிறுவனத்தின் வெற்றிக்கும் இதன் நீடித்த வளர்ச்சிக்கும் ஆய்வில் மிக்க ஆர்வத்துடன் வர்த்தக வல்லமையும் மிகுந்த அளவில் காரியரிடம் கலந்திருந்ததே காரணமாகும்.

தட்ப வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது எப்படி என்பதைக் கற்றறிந்து, அதன் மூலம் பல தொழில்களைப் புரட்சிகரமான முறையில் மாற்றமடையச் செய்த காரியர் 1950 இல் இயற்கை எய்தினார்.

ஜா. சுதாகர்

புறணியைவிட திட்பமடைகிறது. புறணி படிப்படியாகக் குறைந்து, முழு வில்லையும் பாதிக்கப்பட்டு கண்புறை உண்டாகிறது. கண்புறை பல வகைப்படும்.

வளர்ச்சிப் புறை, நலிவுப் புறை காயம்பட்ட புறை, கதிர் வீச்சுப் புறை, சிக்கலுடை புறை, உடலின் மற்ற நோய்களுடன் இணைந்த புறை ஆகியவையாகும். புறை நோய்க்கு சிகிச்சை அறுவை முறை மூலம் வில்லையை அகற்றி விடுதலேயாகும்.

சில போது வில்லை பிசகிவிடுகிறது. அதனால் ஓரளவாகவோ முழுமையாகவோ இடம் பெயர்ந்து பார்வைக் குறைவு, தக அமைவு பாதிப்பு, இரட்டைப் பார்வை, கருவிழிப் படலத்தில் நடுக்கம் ஆகியவை உண்டாகின்றன.

அ. கதிரேசன்

வில்லை

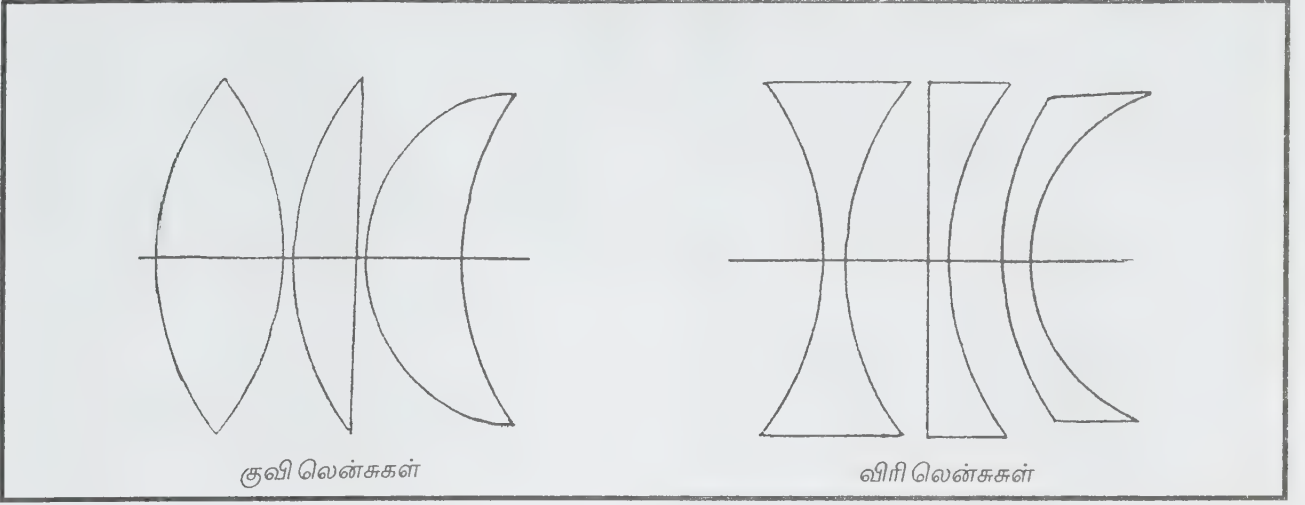
வில்லையில் அனேக அடுக்குகள் உள்ளன. அதைச் சுற்றியுள்ள உறை, மெல்லியதாகவும், ஊடுருவும் தன்மை கொண்டும் பிரகாசமாகவும் இருக்கும். மனிதன் பார்க்கும் பொருள்கள் அனைத்தும் ஒளிக்கதிர்கள் மூலம் வில்லையை ஊடுருவி விழித்திரையில் விழும்போதுதான் மனிதன், அந்தப் பொருளைப் பார்க்க முடிகிறது.

வில்லையின் முதல் அடுக்கை புறணி என்கிறோம். அதற்குள் முதிர்ந்த உட்கரு இருக்கிறது. அடுத்த அடுக்கு முதிரா (குழந்தை) உட்கரு எனப்படுகிறது. அதை அடுத்து உள்ளது சிசு உட்கரு (foetal nucleus) எனப்படுகிறது. இதனுள் மட்டத் தளமான நிலையிலும் குவிந்த நிலையிலும் (plano convex) இரண்டு அங்கங்கள் காணப்படுகின்றன. இறுதியாக வில்லையின் மத்தியில் கருஉட்கரு (embryonic nucleus) காணப்படுகிறது. இதுதான் வில்லையின் மிகப் பழம் பெரும் பகுதி.

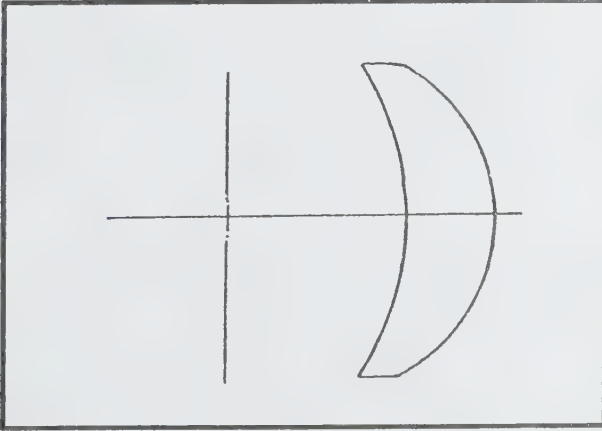
வயது முதிர்ம்போது, வில்லையைச் சுற்றியுள்ள இழைகள், வில்லையின் மத்தியப்பகுதியை அழுக்குகிறது. இத்துடன் நீரும் இழக்கப்படுவதால் அது கடினமடைகிறது. இதனால் மத்திய உட்கரு,

வில்லைகள்

வளைந்த அல்லது கோள வடிவமான எல்லைப் பரப்புகளைக் கொண்ட ஓர் ஒளிப் புகும் ஊடகம் வில்லை எனப்படும். அது கண்ணாடி, குவார்ட்ஸ், இந்துப்பு போன்ற ஒரு தெளிவான ஒளிப் புகும் பொருளால் செய்யப்பட்டிருக்கும். சாதாரண ஒளியியல் கருவிகளில் உள்ள வில்லைகள் கண்ணாடியால் ஆனவை. கண்ணாடிப்பாளங்களைத் தேய்த்து மெருகேற்றுவதன் மூலமாகவும், அச்சுகளில் அழுத்தி வடிவம் கொடுப்பதன் மூலமாகவும் லென்சுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வில்லைகள் இரண்டு பரப்புகளுக்கும் அச்ச ஒன்றாயிருக்கும். வழக்கமாக இரண்டு பரப்புகளுக்கும் பொதுவான சுழற்சிச் சமச்சீர்மை அச்சாக அது இருக்கும். சிறப்புப் பணிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் வில்லைகளின் ஒரு பரப்பு அல்லது இரண்டு பரப்புகளும் உருளை வளைய வடிவமாகவோ, உருளை வடிவமாகவோ, இரட்டைச் சமச்சீர்மையுள்ள பரப்பாகவோ இருக்கலாம். சமச்சீர்மை அச்ச வில்லைகள் இரு பரப்புகளையும் சந்திக்கிற புள்ளிகள் முன் முனை



படம் 1



படம் 2

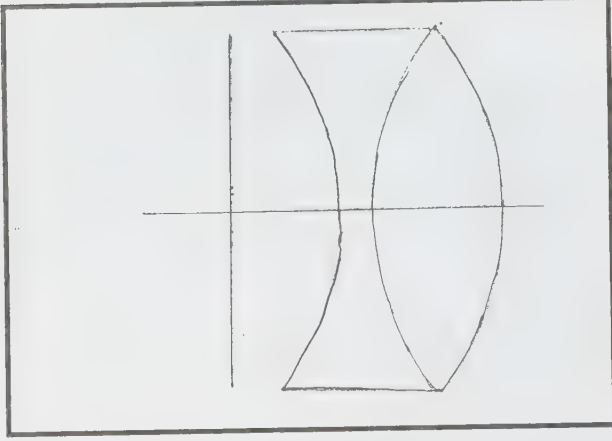
எனவும் பின் முனை எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. அவற்றுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவு வில்லைகளின் தடிமன் ஆகும்.

வில்லைகளில் கூட்டு வகை (compound), ஒற்றை வகை (single), ஒட்டிய வகை (cemented) என மூன்று வகைகள் உள்ளன. கூட்டு வகை அமைப்பில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் வில்லைகள் ஒன்றாகச் சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதில் முதல் வென்சின் இரண்டாவது பரப்பும், அடுத்த வென்சின் முதல் பரப்பும் ஒரே வளைவு ஆரம்

கொண்டதாக இருக்கும். சில இடங்களில் ஒன்றையொன்று தொடாத வகையில் பொருத்தப்பட்ட ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வென்சுகளைக் கொண்ட அமைப்புகள் கூடக் கூட்டு வகை என்று அழைக்கப்படுகின்றன. கூட்டு வென்சுகள் நிறத்திருத்தம் செய்வதற்கும், அச்சக் கதிர்களிலோ, விளிம்புக் கதிர்களிலோ தேவையான மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒற்றை வென்சுகளைச் சேர்த்து வைத்திருப்பது வில்லை அமைப்பு எனப்படும். சமச்சீர்மையான ஒரு வென்சு அமைப்பில் இரண்டு பகுதிகள் இருக்கும். ஒரு பகுதி மற்றதன் ஆடிப்பிம்ப வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். இதற்கு மாறாக ஒரு பகுதி மற்ற பகுதியின் m மடங்கு உருப்பெருக்கப்பட்ட ஆடிப்பிம்ப வடிவத்தில் இருந்தால், அத்தகைய அமைப்பு அரைச் சமச்சீர்மை உள்ளதாகச் (hemisymmetric) சொல்லப்படும். $m=1$ எனில் அத்தகைய அமைப்பு ஹோலோ சமச்சீர்மையுள்ளதாக (holosymmetric) வர்ணிக்கப்படும்.

ஒற்றை வில்லையில் அதன் விட்டம் நேர் போக்குத் துளை (linear aperture) எனப்படும். நேர் போக்குத் துளைக்கும் வென்சின் குவியத் தொலைவுக்கும் இடையிலான தகவு சார்பியல் துளை (relative aperture) எனப்படுகிறது. இதன் தலைகீழ் மதிப்பு f எண் என்பதாகும். இவ்வாறு 25மி.மீ.

விட்டமும் 50மி.மீ. குவியத் தொலைவும் கொண்ட ஒரு வில்லைக்கு சார்பியல் துளை 0.5 ஆகவும் f - எண் $f/2$ எனவும் இருக்கும்.



படம் 3

குவியத்தொலைவு (focal length). ஒரு வில்லை அல்லது ஒளியியல் அமைப்பின் ஒளி குவிப்புத் திறன் அல்லது ஒளி விரிப்புத் திறன் அதன் குவியத் தொலைவால் அளக்கப்படும். ஒரு குவிக்கும் வில்லையின் மேல் ஓர் இணையான ஒளிக்கற்றை பட்டால் அது ஒளி விலக்கம் அடைந்த பிறகு வில்லை அச்சில் உள்ள ஒரு புள்ளியில் குவிகிறது. அந்தப்புள்ளி குவியம் எனப்படும். வில்லை குழிந்ததாக இருந்தால் அதன் மேல்படும் ஓர் இணைக்கற்றை விலக்கம் அடைந்த பின்னர் அதன் அச்சில் உள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிந்து வருவது போலத் தோன்றும். அந்தப்புள்ளி குழி வில்லையின் குவியம் ஆகும். ஒரு வில்லையின் ஒளி மையத்துக்கும் அதன் குவியத்துக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு குவியத் தொலைவு எனப்படும். பிம்பம் உருவாகும் ஊடகத்தின் ஒளி விலகல் எண்ணுக்கும் குவியத் தொலைவுக்கும் இடையிலான தகவு வில்லையின் திறன் (power) எனப்படுகிறது. வழக்கமாகப் பிம்ப வெளியின் ஒளி விலகல் எண் ஒன்றுக்குச் சமமாக இருக்கும். சுழிக்குச் சமமான திறனுள்ள வில்லை அமைப்பு குவியமற்றது (a focal) எனப்படும். தொலை நோக்கிகள் குவியமற்ற அமைப்புகள்.

பல ஒளியியல் சமன்பாடுகளில் வில்லையின்

தடிமன் புறக்கணிக்கப்பட்டு விடுகிறது. ஆனால் இரண்டு வில்லைகளுக்கு இடையிலுள்ள இடைத் தொலைவைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டே ஆக வேண்டும். ஒரு வில்லை முன் பரப்பு, பின் பரப்பு ஆகியவற்றின் வளைவு ஆரங்கள் P_1, P_2 வில்லை பொருளின் ஒளி விலகல் எண் n . வில்லையின் தடிமன் d எனில் அதன் திறன் பின்வருமாறு அமையும்.

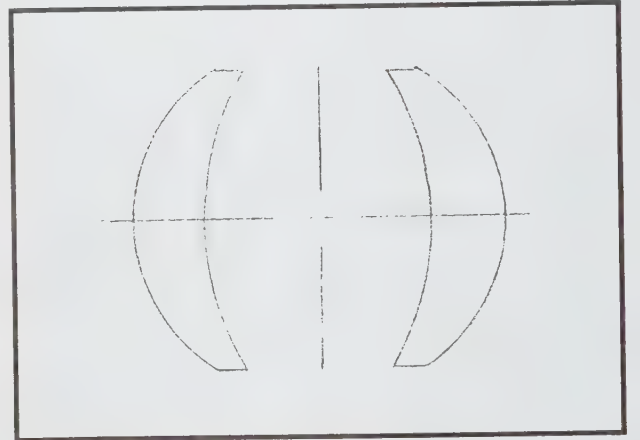
$$\phi = (n-1) (P_1 - P_2) + \frac{d(n-1)^2}{n} P_1 P_2 \quad \text{----(1)}$$

வில்லையின் பின் முனைக்கும் பின் நோடல் புள்ளிக்கும் (nodal point) இடைப்பட்ட தொலைவு

$$S_N \phi = \left(\frac{d}{n} \right) (n-1)^2 P_1 \quad \text{----(2)}$$

வில்லையின் பின் முனைக்கும் பின் குவியப்புள்ளிக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு

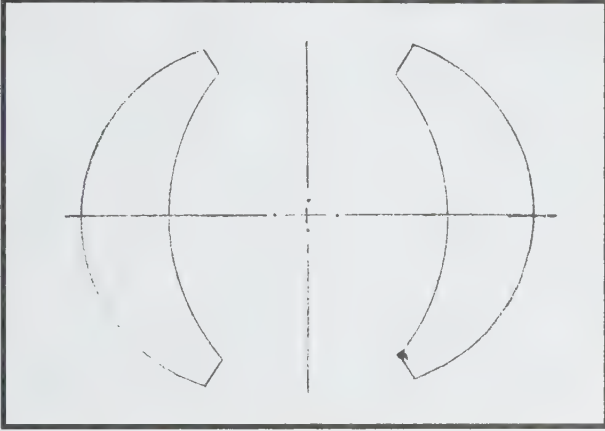
$$S_F \phi = 1 + S_N \quad \text{----(3)}$$



படம் 4

இந்தத் தொலைவு ஒளிப்படவியலில் பின் குவியத் தொலைவு (back focus) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

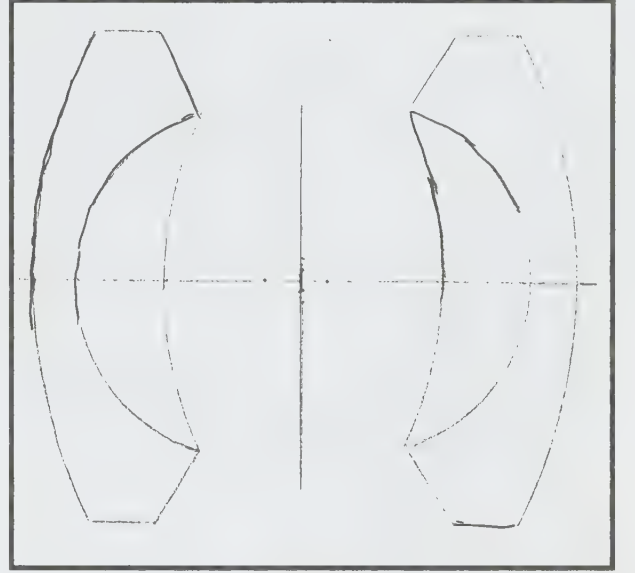
ஒரு வில்லையை வளைப்பது என்பது இரண்டு பரப்புகளின் வளைவு அளவுகளையும் ஒரே அளவில் மாற்றுவதாகும். அதன் காரணமாக ஒரு மெல்லிய வில்லையின் திறனான $(n-1)(P_1-P_2)$ மாறாது. வில்லையை வளைப்பது வில்லை வடிவமைப்பாளரின் முக்கியமான உத்தி ஆகும். அதன் மூலம் காஸ் ஒளியியலின் அளவீடுகளை மாற்றாமல் ஒரு வில்லைக்குப் பதிலாக வேறு ஒரு வில்லையைப் பொருத்த முடிகிறது.



படம் 5

தடிமன் அதிகமான வில்லைகளை எடுத்துக் கொண்டால், தடித்த வில்லைகளின் இரண்டு திறன்களும், முதல் வில்லையின் பின் நோடல் புள்ளிக்கும் இரண்டாவது வில்லையின் முன் நோடல் புள்ளிக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவும் மாறாமல் இருந்தால்தான் காஸ் ஒளியியல் கணக்கீடுகள் மாறாமல் இருக்கும். எனவே ஒரு தடித்த வில்லை வளைக்கப்படும்போது இத்தகைய சரிப்படுத்தலும் கூடவே செய்யப்பட வேண்டும். ஒரு தடித்த வில்லைக்குள் நோடல் புள்ளியின் பிம்பம் உருவாகும் புள்ளி, தடித்த வில்லையின் ஒளியியல் மையம் (optical centre) எனப்படுகிறது.

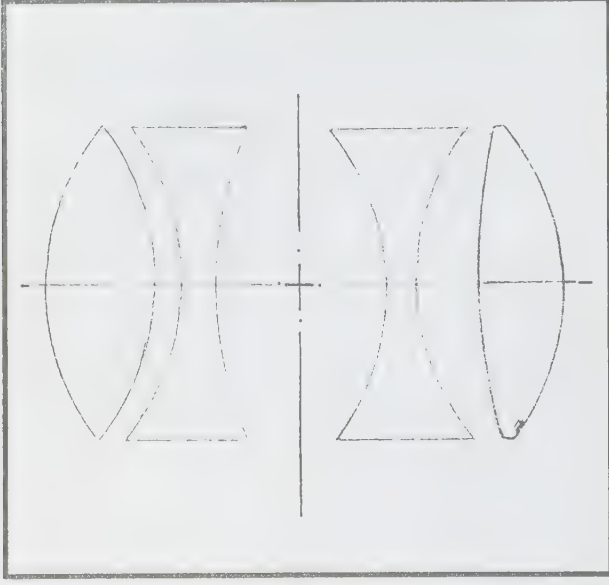
ஒளியியல் மையத்தின் வழியாகச் செல்லும் எல்லா ஒளிக்கதிர்களும் வில்லையை விட்டு வெளிப்படும் போது அவற்றின் படுதிசைக்கு இணையான திசையிலேயே பயணம் செய்யும், ஓர் அரைச் சமச்சீர்மை அமைப்பிலும் ஓர் ஒளியியல் மையம் இருக்கும். அது அதன் இரு பகுதிகளின்



படம் 6

இடைத் தொலைவை $1/m$ என்கிற விகிதத்தில் பிரிக்கிற சமச்சீர்மைப் புள்ளியாகும். m -க்கு எதிரின மதிப்புகள் அனுமதிக்கப்படுமாயின் எல்லா ஒற்றை வில்லைகளும் அரைச் சமச்சீர்மை அமைப்புகள் ஆகிவிடும். அப்போது வில்லையின் தடிமனை, இரண்டு வளைவு ஆரங்களுக்கும் இடையிலான தகவுக்குச் சமமான விகிதத்தில் பிரிக்கிற புள்ளி, ஒளியியல் மையம் ஆகும். ஒரு வில்லையின் ϕ மதிப்பு சுழியைவிடப் பெரியதாக இருக்குமானால் அந்த வில்லை குவி வில்லையாக இருக்கும். ϕ சுழியைவிடச் சிறியதானால் அந்த வில்லை விரிக்கும் வில்லை ஆகும்.

ϕ சுழிக்குச் சமமாக இருந்தால் அத்தகைய வில்லை குவியமற்றது. 1ம் படத்தில் பல வகையான குவிப்பு வில்லைகளும் விரிப்பு வில்லைகளும் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. பெரும்பாலான வில்லைகளின் மேற்பரப்புகள் கோள வடிவில் அல்லது தள வடிவில் இருக்கும். வில்லைகளின் திறனை மாற்றாமல் திருத்தங்களை மேம்படுத்தக் கோள வடிவத்தைத் தவிர வேறு வடிவங்களில் மேற்பரப்புள்ள வில்லைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு வில்லையின் இரண்டு பரப்புகளுக்கும் ஒரே வளைவு மையம்



படம் 7

அமைந்துவிட்டால் அது ஒரு மைய (concentric) வில்லை எனப்படும். பிம்பமுண்டாக்கப்பட வேண்டிய பொருளும் அதே மையத்தில் அமைந்தால், அந்த வில்லை அச்சுப்புள்ளியின் பிம்பம் அச்சுப்புள்ளியிலேயே கூர்மையாக விழும்.

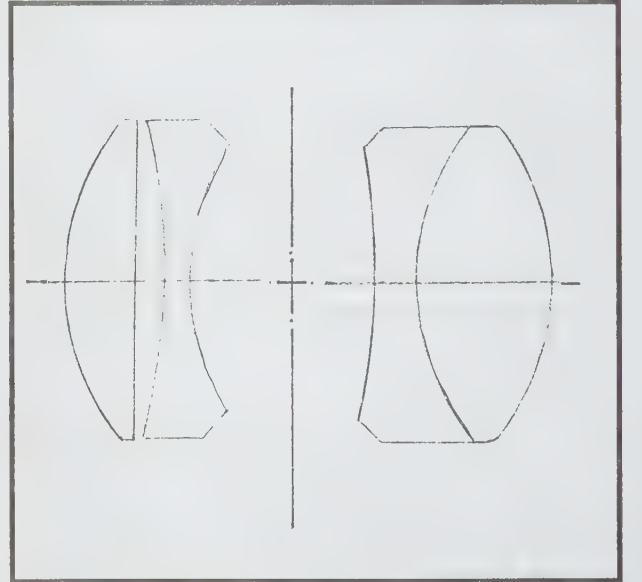
சைன் நிபந்தனை நிறைவு செய்யப்படுவதால் பிம்பம் சமச்சீர்மையுடன் இருக்கும். இத்தகைய லென்சுகளை நடுக்கோட்டுப் பிழைகளை நீக்க ஒரு கூடுதலான சாதனமாகப் பயன்படுத்த முடியும். வேறு ஒரு வகை லென்சில் ஒரு அப்ளநாட்டிக் பரப்பை (aplanatic surface) அடுத்து ஓர் ஒரு மையப்பரப்பு அல்லது ஓர் ஒரு மையப் பரப்பை அடுத்து ஓர் அப்ளநாட்டிக் பரப்பு இருக்கும். அத்தகைய லென்சு அதனுடன் இணைந்த லென்சின் குவியத் தொலைவை n^2 ஆல் வகுத்து f எண்ணை n^2 மடங்காகப் பெருக்குகிறது. அதே சமயத்தில் அதற்கு முன்னுள்ள அமைப்பின் அச்சுத்திருத்தத்தை அது அழிப்பதில்லை. இத்தகைய அமைப்பு புலத்தில் ஒரு வளைவை ஏற்படுத்துகிறது. அதன் காரணமாக முழு அமைப்பையும் மீண்டும் சமன் செய்ய வேண்டியதாகிறது.

ஒட்டப்பட்ட வில்லைகளில் இரண்டு அல்லது

அதற்கு மேற்பட்ட மெல்லிய ஒற்றை லென்சுகள் ஒன்றாகச் சேர்த்து ஒட்டப்பட்டிருக்கும். அதில் K லென்சின் திறன் ϕ_k எனவும் அதன் அப்பே (abbey) மதிப்பு ν_k எனவும் இருக்கட்டும். C, F என்ற இரண்டு அலை நீளங்களுக்குக் கூட்டமைப்பின் திறன்கள்

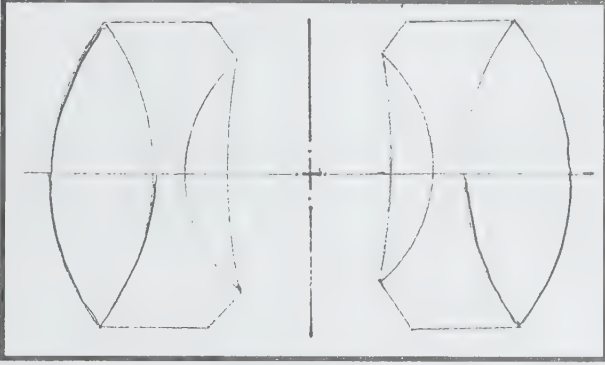
$$\phi_F, \phi_C \text{ எனில் } \phi_F - \phi_C = \phi_N = \epsilon \phi_k / \nu_k \text{ -----(3)}$$

இதில் N என்பதைக் கூட்டமைப்பின் ν விளைவுறு மதிப்பாகக் கருதலாம். ஒளியியல் கண்ணாடிகளின் ν மதிப்புகள் 25 முதல் 70 வரை இருக்கும். புளோரைட்டின் (florite) ν மதிப்பு 95.1, கூட்டமைப்பு லென்சுகளைப் பயன்படுத்தி இந்த நெடுக்கத்திற்கு வெளியில் N ன் விளைவுறு மதிப்புகள் அமையுமாறு செய்யலாம். N மதிப்பு வரம்பிலியாகும் போது நிறத்திருத்தம் கிடைக்கிறது. N மதிப்பு வரம்பிலி எனில் $\phi_F - \phi_C = 0$. இவ்வாறு திருத்தப்பட்ட ஒரு வில்லை நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கியது (achromat) எனப்படும். ஒளியியல் கருவிகளை வடிவமைப்புச் செய்யும்போது சில வேளைகளில் குவி வில்லைகள் அடங்கிய ஓர் அமைப்பில் மற்றப் பகுதிகளில் நேரின N மதிப்புகளைச் சமன் செய்வதற்காக எதிரின N மதிப்புள்ள வில்லையைப் புகுத்துவது விரும்பத்தக்கதாக இருக்கும். இத்தகைய எதிரின N



படம் 8

மதிப்புள்ளதாகப் புகுத்தப்படும் வில்லை ஹைப்பர்க்ரோமாட்டிக் (hyperchromatic) எனப்படும். இரண்டுக்கு மேற்பட்ட நிறங்களுக்குத் திருத்தம் செய்யப்பட்ட ஒட்டப்பட்ட வில்லை அபோக்ரோமாட்டிக் (apochromatic) எனப்படுகிறது. ஒரு கணிசமான அலைநீள நெடுக்கத்தில் உள்ள எல்லா நிறங்களுக்கும் திருத்தம் செய்யப்பட்ட ஒரு வில்லை சூப்பர் குரோமாட்டிக் (super chromatic) எனப்படும்.



படம் 9

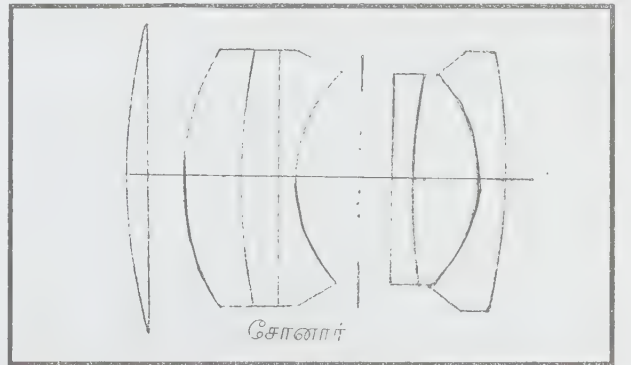
வில்லை அமைப்புகள். ஒளியியல் அமைப்புகளைத் தொலை நோக்கிகள், கண்ணருகு கருவிகள், ஒளிப்படப் பொருளருகு கருவிகள், உருப்பெருக்கு வில்லைகள் என்ற நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். தொலை நோக்கி அமைப்பில் இரண்டு அமைப்புகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். முதலாவதான பொருளருகு கருவியின் பின் குவியப்புள்ளி இரண்டாவதான கண்ணருகு கருவியின் முன் குவியப்புள்ளியுடன் பொருந்தி இருக்கும். அதில் இணையாகக் கற்றைகள் நுழைந்தால் அவை இணையாகவே வெளிவரும்.

இந்த அமைப்பின் உருப்பெருக்கம் முதல் அமைப்பின் குவியத் தொலைவுக்கும் இரண்டாவது அமைப்பின் குவியத் தொலைவுக்கும் இடையிலான தகவுக்குச் சமமாக இருக்கும். இரண்டாவது வில்லை நேரினத் திறனுள்ளதாக இருந்தால், அத்தகைய தொலைநோக்கி புவியியல் (terrestrial) அல்லது கெப்ளர் தொலை நோக்கி எனப்படும். அதன் கண்ணருகு கருவிக்கும் பொருளருகு கருவிக்கும், இடையில் உள்ள தொலைவு அவற்றின் குவியத்

தொலைவுகளின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கும். இரண்டாவது வில்லை எதிரினமானதாக இருந்தால் அத்தகைய தொலை நோக்கி கலீலியோவின் தொலை நோக்கி ஆகும். அதில் கண்ணருகு கருவிக்கும் பொருளருகு கருவிக்கும் இடையில் உள்ள தொலைவு அவற்றின் குவியத் தொலைவுகளின் வேறுபாட்டுக்குச் சமமாக இருக்கும்.

கலீலியோ தொலைநோக்கி கெப்ளரினுடையதைவிடக் குறைந்த நீளம் கொண்டதாயிருக்கும். அதன் காரணமாக அதிக அளவிலான புலத்தைத் திருத்த முடிகிறது. கெப்ளரின் தொலைநோக்கியின் நடுவில் ஒரு மெய்ப்பிம்பம் உண்டாகிறது. அந்த இடத்தில் ஒரு குறுக்கிழையையோ அளவுகோலையோ வைக்கலாம். பொருளருகு கருவியும் கண்ணருகு கருவியும் சில குறிப்பிட்ட பிறழ்ச்சிகளுக்காகத் திருத்தப்பட வேண்டும். மற்ற பிறழ்ச்சிகள் இரண்டு அமைப்புகளிலும் எதிர் எதிரான தன்மைகளில் அமைந்து சமன் செய்யப்பட்டுவிடுகின்றன.

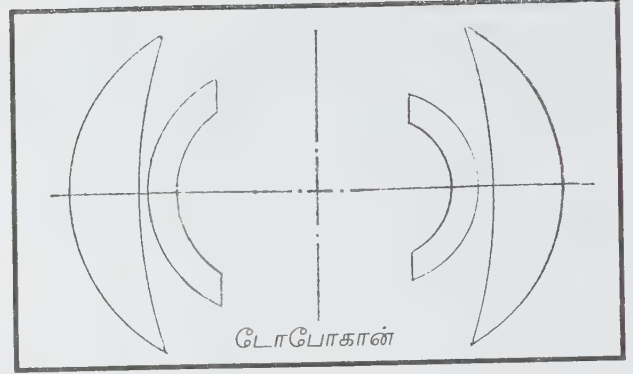
ஓர் ஒளிப்படப் பொருளருகு கருவி தொலைவில் உள்ள ஒரு பொருளின் பிம்பத்தை ஓர் ஒளிப்படப் படலத்தின் மேல் குவிக்கிறது. அந்தப் படலத்தை வந்தடையும் ஒளியின் அளவு ஒளியியல் அமைப்பின் துளையைப் பொறுத்தது. வென்சின் விட்டத்திற்கும் அதன் குவியத் தொலைவுக்கும் இடையிலான தகவு துளை அளவுக்குச் சமம். அதன் தலைகீழ் மதிப்பு f என எனப்படும். f எண் சிறியதாக இருந்தால் படலத்தின் மேல் அதிகமான ஒளி விழும். துளை அளவு, சமச்சீர்மையின்மை ஆகிய



படம் 10

பிழைகளுக்காகத் திருத்தப்பட்ட ஒரு லென்சின் f எண், 0.5ஐ விடச் சிறியதாக இருக்க முடியாது.

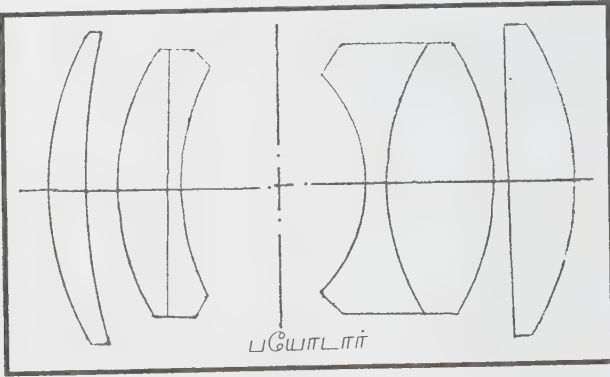
f எண் பெரியதாயும் துளை அளவு சிறியதாயும் இருக்கும் போது படலத்தில் படத்தைப் பதிவு செய்யத் தேவையான ஒளிப் பொலிவு குறைவாக இருக்கலாம். எனவே மங்கலான பொலிவுள்ள பொருள்களைப் படமெடுக்க விரும்பினால் f எண்ணைச் சிறியதாக அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இதற்கு மாறாக ஒரு குறிப்பிட்ட குவியத் தொலைவுள்ள வில்லைக்குப் பிம்பப் புலத்தின் ஆழம் துளை அளவுக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் அமைந்திருக்கும். பிம்பப் புலத்தின் மையப்பகுதிக்கும் நடுப்பகுதிக்கும் ஒளி படுநேரம் (exposure time) சமமாகவே இருக்குமாதலால், பிம்பத்தின் மையப்பகுதியிலும் நடுப்பகுதியிலும் ஒரே அளவான ஒளி படும்படி செய்வது விரும்பத்தக்கது.



படம் 12

ஒளிப்படக் கருவி வில்லைகளில் நுழைவுத் துளையும், வெளி வரு துளையும் அவற்றின் நோடல் புள்ளிகளுக்கு நெருக்கமாக இருக்கும். இத்தகைய லென்சுகளுக்குப் பொருள் புலக் கோணமும், பிம்பப்புலக் கோணமும் சமம்.

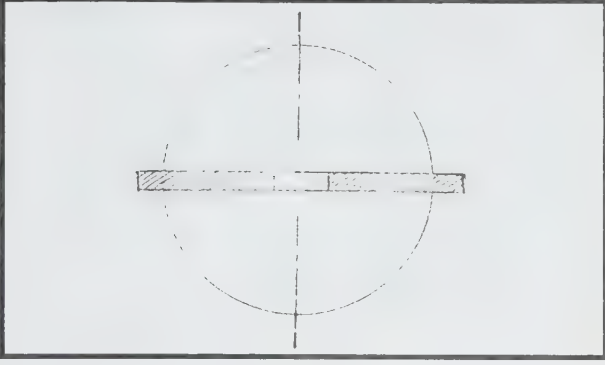
பொதுவாகப் பெரிய புலங்கள் கொண்ட ஒளிப்படப் பொருளருகு கருவிகளின் துளைகள் சிறியதாயிருக்கும். பெரிய துளைகள் உள்ளவற்றின் புலங்கள் சிறியதாக இருக்கும். இந்த இரண்டு வகைக் கருவிகளையும் உருவாக்கும் முறைகள் வெவ்வேறானவை. பொதுவாகத் துளை அளவு பெரிதாகப் பெரிதாக வில்லை அமைப்பின் சிக்கலான தன்மையும் அதிகமாகிறது. ஊசித் துளை ஒளிப்படப் பெட்டி கருவிகளில் வில்லைகள் கிடையாது. பிம்பம் ஒளி வீழ்த்தல் மூலம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இவற்றில் துளை அளவு $f/22$ -க்குக் குறைவாக இருக்கும்.



படம் 11

ஒளிப்பட வில்லையை ஒரு கண்ணுக்கு ஒப்பிடலாம். அதன் படப்படலம் விழித்திரையை ஒத்தது. ஒளிப்படக் கருவியின் துளை, கண்ணின் விழித்துளைக்கு (pupil) நிகரானது. பொருள் வெளியில் (object space) ஏற்படும் துளையின் காஸ் பிம்பம் நுழை துளை (entrance pupil) எனப்படும். நுழை துளையிலிருந்து பொருள் பார்க்கப்படும் கோணம் பொருள் புலக் கோணம் (object field angle) ஆகும். பிம்ப வெளியில் (image space) ஏற்படும் துளையின் காஸ் பிம்பம் வெளிவரு துளை (exit pupil) எனப்படும். வெளி வரு துளையிலிருந்து பிம்பம் பார்க்கப்படுகிற கோணம் பிம்பப் புலக் கோணம் (image field angle) எனப்படும். பெரும்பாலான

மற்ற வகை வில்லைகள். குழிந்த பரப்பு பொருளை நோக்கியும், அதன் தடுப்பு (stop) முன்பக்கத்தில் அதன் ஒளி மையத்தில் அமைந்தும் இருக்கிற ஓர் ஒற்றையான பிறைத்தல வில்லை (meniscus lens) $f/16$ தொலைவில் 50 பாகை அளவான மொத்தப் புலத்தில் தெளிவான பிம்பத்தை உண்டாக்கும் (படம் 2). நிறப்பிறழ்ச்சிகளை நீக்குவதற்காக இரண்டு லென்சுகளை ஒட்டிப் பயன்படுத்தலாம் (படம் 3). படப்படலத்தை நோக்கி அமைந்த துளை கொண்ட ஒரு திருப்பி வைக்கப்பட்ட பிறைத் தல வில்லையும் பல சமயங்களில் தேவைக்கேற்றபடி பயன்படுத்தப் படுவதுண்டு.



படம் 13

இரண்டு பிறைத்தல வில்லைகளைச் சேர்த்து வைத்து அவற்றுக்கு இடையில் துளையை அமைத்தால் சிறியதுளை அளவுகளுக்கும், பெரிய புலக் கோணங்களுக்கும் அஸ்டிக்மாட்டிக் மற்றும் உருக்குலைவுப் (*distortion*) பிழைகளை நீக்க முடிகிறது. (படம் 4).

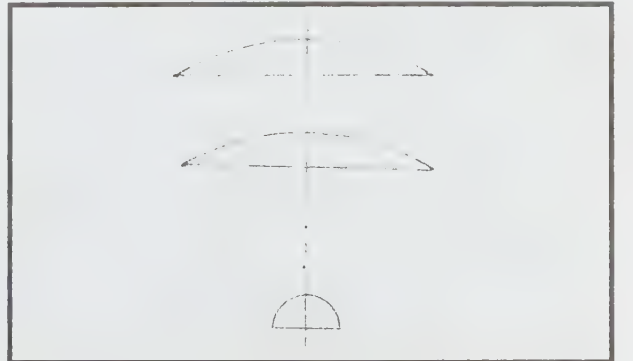
ஹைப்பர்கான் (*hypergon*) என்பது விரிந்தகோணப் பொருளருகு கருவியின் அடிப்படையான வகை ஆகும். அதில் இரண்டு பிறைத்தல லென்சுகள் உள்ளன. அவை துளையைப் பொறுத்துப் பொதுமையம் கொண்டவை. (படம் 5) இந்த வகையைச் சேர்ந்த அமைப்பில் 180 பாகை மொத்தப் புலக் கோணத்தில் அஸ்டிக் மாட்டிசம், புல வளைவு ஆகியவற்றைத் திருத்த முடியும். ஆனால் அதன் துளைப் பிழைகளைத் திருத்த முடியாது. எனவே அதை $f/12$ போன்ற சிறிய துளை அளவுகளுடனேயே பயன்படுத்த முடியும். பிறைத்தல லென்சுகளின் தடிமனை அதிகரித்து நிறப்பிறழ்ச்சி நீக்கம் (*achromatic*) செய்து, ஆதார உறுப்புகளுக்கு நடுவில் அல்லது வெளிப்புறத்தில் சமச்சீர்மையான உறுப்புகளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் துளை அளவை $f/4$ ஆக உயர்த்தலாம். ஆனால் புலக் கோணம் குறைந்துவிடும்.

இரண்டு நேரினமான, நிறப் பிறழ்ச்சி நீக்கப்பட்ட பிறைத்தல வில்லைகளைத் துளையைச் சுற்றிச் சமச்சீர்மையாக அமைத்தால் அப்ளநாட்டிக் வில்லை வகை கிடைக்கிறது. (படம் 6) இந்த வகை கோளப் பிறழ்ச்சிக்காகவும், நிறப் பிறழ்ச்சிக்காகவும் திருத்தம் செய்யப்பட்டிருக்கும். புலத்தைத் திருத்த

முடியாததாகையால் செங்குத்துத் தள வளைவையும், கிடைத்தள வளைவையும் சமன் செய்து ஒரு பிம்பப் பரப்புப்படப்படலத்துக்கு முன்னாலும் மற்றது பிம்பப் பரப்புக்குப் பின்னாலும் அமையும்படி ஒரு சமரச ஏற்பாடு செய்து கொள்ளப்படுகிறது.

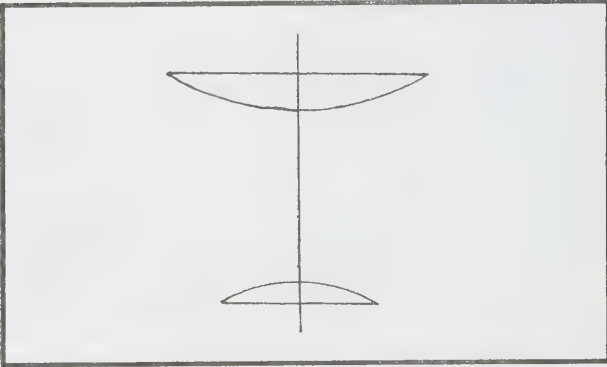
அஸ்டிக்மாட்டிக்கற்ற லென்சுகள். இவற்றில் அஸ்டிக்மாட்டிசம், புல வளைவு ஆகிய பிழைகள் பெட்ஸ்வால் (*petzval*) நிபந்தனையின்படி நீக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் எதிரின உறுப்புகள் பொருத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

செலார் (*celor*) வகையில் இரண்டு நிறப் பிறழ்ச்சியற்ற இரட்டை வில்லைகள் ஒருதுளையின் இரு புறங்களிலும் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இரட்டை அமைப்பில் இரண்டு லென்சுகளுக்கும் இடையில் காற்று இடைவெளி உள்ளது. (படம் 7) குக்கின் மும்மை அமைப்பில் துளையின் இடத்தில் ஓர் எதிரின வில்லையும் முன்பக்கத்தில் ஒரு நேரின வில்லையும் பின் பக்கத்தில் ஒரு நேரின வில்லையும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 8). பின்னாலுள்ள நேரின வில்லை ஓர் ஒட்டப்பட்ட இரட்டையாக இருந்தால் இந்த அமைப்பு டெஸ்ஸார் (*tessar*) எனப்படும். இரண்டு நேரின வில்லைகளுமே ஒட்டப்பட்ட வகையாக இருந்தால் அது ஹீலியர் (*heliar*) எனப்படுகிறது. டாகோர் (*dagor*) வகையில் இரண்டு வில்லை அமைப்புகள் துளையைப் பொறுத்துக் கிட்டத்தட்டச் சமச்சீர்மையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு அமைப்பிலும் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வில்லைகள் ஒட்டி வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 9).



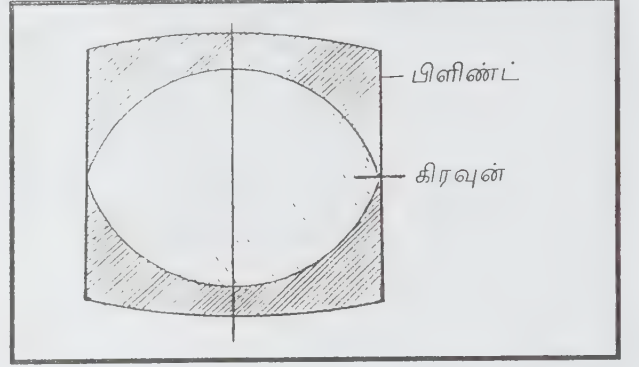
படம் 14

நவீன லென்சுகள். துளை அளவையோ, புலத்தையோ, இரண்டையுமோ அதிகப்படுத்துவதற்கு ஒரு வில்லைக்குப் பதிலாக இரண்டு தனித்தனியான லென்சுகளைப் பயன்படுத்துவது பல வேளைகளில் நன்மையானதாக இருக்கிறது. அதே அளவு திறனை அதிகரித்த வளைவு ஆரத்துடன் பெற முடிவதே இதற்குக் காரணம். துளை அளவு சிறியதாக இருக்கும் போது ஒற்றை வில்லைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒற்றை வில்லைக்குப் பதிலாக ஒட்டப்பட்ட வில்லையை வைத்தால் நிறச் சமநிலை மாறும். இதன் மூலம் வில்லை வடிவமைப்பாளர் மேலும் வசதியான சூழ்நிலைகளை உருவாக்க முடியும். பேரியம் அல்லது அருமண் (rare earth) தனிமங்கள் கலந்த கண்ணாடிகளாலான லென்சுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட திறனுக்குக் குறைவான வளைவு ஆரம் கொண்டவை. எனவே அவற்றில் பிழைகளும் குறைவாயிருக்கும். நவீன ஒளிப்படக் கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படும் லென்சு வகைகள் 10, 11, 12 ஆகிய படங்களில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 15

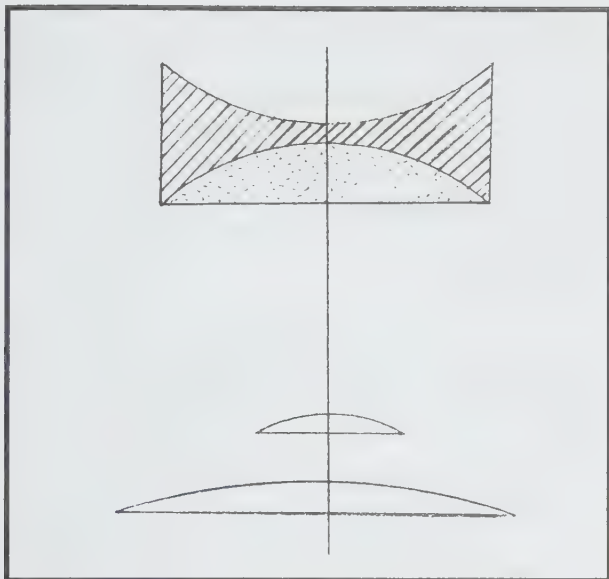
சிறப்பு வகையான பொருளருகு கருவிகள். சில வேளைகளில் ஒரு பொருளருகு கருவியின் குவியத்தை மாற்றாமல் குவியத் தொலைவை மாற்ற வேண்டிய தேவை ஏற்படலாம். துளைக்குப் பின்னால் ஒரு நிலையான வில்லை உறுப்பையும் துளைக்கு முன்னால் மாற்றியமைக்கக்கூடிய உறுப்புகளையும் வைத்து இதைச் செய்ய முடியும். முன்பக்கத்தில் எந்த உறுப்பை வைத்தாலும், இரண்டு பகுதிகளின் பிழைகளும் ஒன்றையொன்று சமன் செய்து கொள்ளும்படி வடிவமைப்புச் செய்ய வேண்டும். தொலை நோக்கிப் பொருளருகு கருவி என்பதில்



படம் 16

பின்புற நோடல் புள்ளி வில்லைக்கு முன்பக்கத்தில் இருக்கும். இதன் மூலம் நீண்ட குவியத் தொலைவையும், சிறிய பின் குவியத்தையும் ஒரே சமயத்தில் பெற முடிகிறது. பெட்ஸ்வால் பொருளருகு கருவி 1840ஆம் ஆண்டில் உருவாக்கப்பட்டது. அதில் இரண்டு இரட்டை லென்ஸ் அமைப்புகள் கணிசமான இடைவெளியில் அமைந்திருக்கும். முதல் இரட்டையில் லென்சுகள் ஒட்டப்படும் மற்ற இரட்டையில் லென்சுகளுக்கு இடையில் சிறிய காற்று இடைவெளி இருக்கும். துளை பெரியதாயிருக்கும்போது துளைப் பிழைகளும், சமச்சீர்மைப் பிழைகளும் நிறப்பிறழ்ச்சி, உருக்குலைவு ஆகிய பிழைகளும் நீக்கப்படுகின்றன. அதனால் உண்டாக்கப்படும் பிம்பங்களின் மையப் பகுதிகள் தெளிவாக அமையும், எனவே, உருவப் படங்களை எடுப்பதற்கும், பட வீழ்த்தி விளக்குகளிலும் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் அஸ்டிக்மாட்டி சத்தைச் சமன் செய்யலாம். ஆனால் நீக்க முடியாது.

உருப்பெருக்கக் கருவிகள். இத்தகைய கருவிகளில் இரண்டு லென்சு அமைப்புகளைக் கொண்ட ஒரு ஹொலோ சமச்சீர்மை அமைப்பு உள்ளது. பொருள் முதல் அமைப்பின் குவியத்தில் அமைந்திருக்கும் போது, இந்தக் கூட்டிணைப்பில் பக்க வாட்டுப் பிழைகள் இராது. ஒரு பொருளைப் போலப் பன் மடங்கு பெரியதான பிம்பத்தைக் காட்டுகிற கருவிகள் உருப் பெருக்கிகள் எனப்படுகின்றன. வழக்கமாகப் பிம்பத்தின் பரிமாணத்தைப் பொருளின் பரிமாணத்தால் வகுத்தால் கிடைப்பது உருப்பெருக்கம் (magnifica-



படம் 17

tion) எனப்படும். டயாப்டர்களில் குறிப்பிடப்படுகிற வில்லையின் திறனில் கால் பங்கு உருப் பெருக்கத் திறன் (*magnifying power*) எனப்படுகிறது. குறைந்த திறனுள்ள உருப் பெருக்க வில்லைகள் படிக்கும் எனப்படும். கண்ணிலிருந்து 25செ.மீ. தொலைவில் இருக்கும்போது அஸ்டிக்மாட்டிசம் இல்லாத வகையில் முதன்மைக் கதிர்களை வெளிப்படுத்துகிற ஒரு தளக் குவி வில்லை இதற்கு உகந்தது ஆகும். மலிவான இரட்டைக் குவி வில்லைகளும் படிக்கும் வெண்ககளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதிக அளவிலான உருப்பெருக்கத்தை உண்டாக்கப் பயன்படும் பலவிதமான அமைப்புகள் படங்களில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. 13ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதில் மையத்தில் ஒரு திரையுடன்கூடிய கோளம் உள்ளது. அது திடமான கண்ணாடியாலானதாக இருக்கலாம் அல்லது ஒரு திரவம் நிரப்பப்பட்ட கோள வடிவக் கலமாகவும் இருக்கலாம். மிதமான திறன்களுக்கு மெல்லிய ஒரு தளக்குவி வில்லைக் கூட்டுகள் பயன்படுகின்றன (படம் 14,15) ஸ்டீலன் உறீல் மாதிரியில் கிரவுன் கண்ணாடியாலான ஓர் இரட்டைக் குவி வென்சின் இருபுறமும் பிளிண்ட் கண்ணாடியாலான குழி வில்லைகள் ஒட்டப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 16). செவாலியர் (*chevalier*) மாதிரியில் பொருள்

தொலைவை அதிகரிக்க முடிகிறது (படம் 17). அதில் நிறப்பிறழ்ச்சியற்ற எதிரின வென்சும் தள்ளி அமைந்த குவி வில்லையும் உள்ளன. 3 அங்குலத்தொலைவில் உள்ள ஒரு பொருளின் பத்து மடங்கு உருப்பெருக்கப்பட்ட பிம்பத்தை அது உண்டாக்கும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணை நூல். F. A. Jenkins and M.E. White, *Fundamentals of Optics*, McGraw-Hill, New York, 1957.

வில்லைப் பின் நார்ப்பெருக்கம்

கண், கருப்பையின் சிசுவில் உருவாகும்போது பார்வைத் தகட்டிலிருந்து, விழித் திரையின் விளிம்பு வரை முதிர்ந்த தந்துகிகள், நுண் தமணிகள், நுண் சிரைகள் உருவாகின்றன. 38 முதல் 44 வாரத்திற்குள் நிறைவு பெறுகிறது. முதிர்ச்சியடையாத விழித்திரையின் வளர்ச்சியடையும் இரத்த மண்டலத்தில் எதிர்பாராத மாற்றங்கள், குறைபாடுகள் ஏற்படலாம். இதையே வில்லைப் பின் நார்ப்பெருக்கம் என்கிறோம். முதிர்ச்சியின்மையும், விழித்திரையின் மிகையான உயிர் வளியும், இத்தகைய கோளாறுக்குக் காரணமாகக் கருதப்படுகிறது. முதிர்க்குழந்தைகளும், மிகவும் நோயுற்ற சிறார்களும், உயிர் வளி தேவைப்படும் புதுப் பிறப்புகளும் இந்த நோய்க்கு உள்ளாகின்றனர். பாதிக்கப்பட்ட புதுப் பிறப்பு, மூச்சுத் திணறலுடனும், மூச்சுத் தடையுடனும் குறைந்த நாடித் துடிப்புடனும் சோகையுடனும், சீழ்த்தொற்றும் நிலையுடனும் காணப்படுகின்றது.

வில்லைப் பின் நார்ப்பெருக்கம் ஏற்படுவதில் இரண்டு அம்சங்கள் ரத்த நாள அடைப்பு. இரத்த நாளப் பெருக்கம் பங்கு பெறுகின்றன. மிகை உயிர் வளிக் கட்டங்களில் எண்டோதீலிய மாற்றங்களும், விழித்திரை தந்துகிகள் மூடப்படுவதும் நிகழ்கின்றன. விழித்திரை நசிவைத் தொடர்ந்து புதிய நாளங்கள் உருவாவதும், இரத்த நாளப் பெருக்கமும் ஏற்படுகின்றன.

பிறந்து 6 மாதங்கள் இவை நடைபெறலாம். பெரும்பாலான நோயாளிகளில் தானாகவே நோய் சீரடைகிறது. சில நோயாளிகளில் விழித்திரை விலக்கம் ஏற்பட்டு உட்கண் அழுத்தம் அதிகரிக்கின்றது இத்துடன் கிட்டப் பார்வையும் உண்டாகிறது.

இந்நோயைத் தடுப்பது ஒரு பிரச்சனையாகும். முதிராக் குழந்தைகளுக்கு டோகோஃபெரால் (வைட்டமின் E) கொடுப்பதால் இந்நோயை ஓரளவு தடை செய்யலாம். எனினும் 36 வாரங்களுக்கு முன்பு பிறந்த குழந்தைகளும், 2000 கிராம் எடைக்குக் குறைந்த புதுப் பிறப்புகளும் கவனமாகப் பேணப்பட்டு அடிக்கடி மருத்துவரைக் கலந்தாலோசிக்க வேண்டும்.

அ.கதிர்சன்

குணநூல். R.D.Harley, Paediatric Ophthalmology, W.B. Saunders, Philadelphia, 1974.

வில்லையின்மை

கண்ணிலுள்ள வில்லையின்மையை ஆங்கிலத்தில் அபேக்கியா (Abhakila) என்று கூறுவார்கள். பிறவியிலேயே வில்லையின்மை காயங்களினால் வில்லைச் சரிவும் இடமகலல் அறுவையால் நீக்கம் முதலிய காரணங்களால் வில்லையின்மை ஏற்படுகிறது.

கண்ணில் ஒளி முறிவு பெரும்பாலும் வில்லையைச் சார்ந்திருக்கிறது. மற்ற பாகங்கள் அதாவது விழி வெண்படலம், முன் கண்ணீர், பின் கண்ணீர் ஏதோ ஓர் அளவுக்கு இந்தப் பணியைச் செய்தாலும் இதில் வில்லையின் பங்கு மிக அதிகமாகும். பொதுவாக சாதாரண பார்வை உள்ளவர்களின் வில்லையை எடுத்துவிட்டால் வெளி உருவங்களிலிருந்து வரும் இணைக்கதிர்கள் விழித்திரையின் பின்புறம் குவிகின்றன. ஆகையால்

கண்ணில் தூரப்பார்வை ஊனமடைகிறது. வில்லை எடுக்கப்பட்ட கண்ணில் ஒளிக்கதிர்கள் 7 மி.மீ. பின்னால் குவிகின்றன. ஆகையால் இக்கதிர்கள் விழித்திரையில் குவி மையமாவதற்குச் சுமார் 10 அடி அளவுள்ள குவிவில்லைக் கண்ணாடி தேவைப்படுகிறது. மேலும், வில்லை எடுத்த எண்ணில் ஒளி முறிவில் வேறு சில மாறுதல்களும் உண்டாகின்றன.

சாராரண நிலையில் கண்ணின் முன் குவிமையம் 17.05 மி.மி. தூரத்திலுள்ளது. ஆனால் வில்லை எடுக்கப்பட்ட கண்ணில் இது 23.22 மி.மி ஆக அதிகரிக்கிறது. இதனால் மூக்குக் கண்ணாடி அணிந்தால் உண்டாகும் உருவம் (நிழல்) சுமார் 1/4 மடங்கு பெரிதாக இருக்கிறது. இதனால் உருவங்களின் சரியான அளவுகளில் அல்லாமல் பெரிதாகத் தெரிவதால் பொருள்களை எடுப்பதற்கும், மாடிப்படிகள் ஏறி இறங்குவதற்கும் இவர்கள் கஷ்டப்படுவார்கள். மேலும், மற்ற கண் நன்றாக இருந்தால் இரண்டு கண்ணினால் தெரியும் உருவங்கள் ஒன்றுக் கொன்று அளவு வேறுபாடுகளினால் பல தொந்தரவுகள் ஏற்படுகின்றன. எனவே, கண் புரைக்கு அறுவை சிகிச்சை செய்தாலும் மற்ற கண்ணின் பார்வை நன்றாக இருக்கும் வரை அறுவை செய்த கண்ணுக்குப் பார்வையை சரி செய்யக் கண்ணாடி கொடுப்பதில்லை.

கண் வில்லையை எடுப்பதால் வில்லையின் மற்றொரு பணியான ஏற்பமைவும் அறவே போய் விடுகிறது. இதனால் கண்ணிலிருந்து பொருள்கள் இருக்கும் தூரத்தின் அளவிற்கு ஏற்ப வேறு வேறு மூக்குக் கண்ணாடி அணியத் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் நடைமுறையில் இது சாத்தியமில்லை. தூரத்திலுள்ள பொருள்களை பார்ப்பதற்கும், புத்தகங்களை படிப்பதற்குமே மூக்குக் கண்ணாடி கொடுக்க முடியும். இரண்டிற்கு இடையிலுள்ள பொருள்களை நன்றாகத் தெளிவாகப் பார்க்க முடியாது.

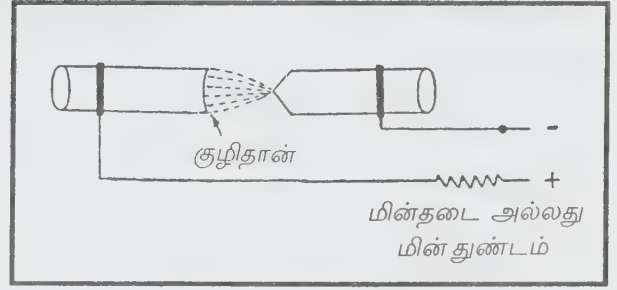
மேலும் அறுவை சிகிச்சையின் மூலம் உருட்சி பிழை ஊனம் ஏற்படுகிறது. இவர்களுக்கு பார்வைப்புலம் குறைகிறது. ஏனெனில் கண் அசைவிற்குச் சரியாக மூக்குக் கண்ணாடி அசைவதில்லை. இந்தக் காரணங்களால் கண் வில்லை

எடுத்தவர் மூக்குக் கண்ணாடி அணியும் போது சிறிது அவதியுறுகிறார்.

வில் விளக்கு

மின் முனைகளுக்குிடையே உள்ள ஒரு வளிமம் அல்லது ஆவியின் வாயிலாக மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஒளிர்மையை உண்டாக்கும் ஒரு வகை மின்னிறக்க விளக்கே வில் விளக்கு (arc lamp) எனப்படும். வில்லின் நிறம் மின்முனையின் பொருள், சுற்றுப்புற வளிமண்டலம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும். இவ்விளக்குகள் திரைப்பட வீழ்த்திகள், இரவு நேரங்களில் விமானம் போன்றவற்றைத் தேடப் பயன்படும் கூம்பொளி விளக்குகள் (search light), நிறழ்படக்கலை (photography), நோய் நீக்கற்கலை (therapeutics), நுண்ணோக்கி ஒளியிடுதல் போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன. காண்க: ஆவி விளக்கு; பாதரச ஆவி விளக்கு. இவை கார்பன் வில் விளக்கு, சுடர் வில் விளக்கு, உலோக மின்முனை வில் விளக்கு, செனான் சிறு வில் விளக்கு எனப்பட வகைப்படும்.

கார்பன் வில் விளக்கு. இதுவே முதல் செயல்முறை வில் விளக்கு ஆகும். இவ்விளக்கை 1812 ஆம் ஆண்டில் சர்.ஹம்ப்ரி டேவி என்பார் உருவாக்கினார். இதன் மின்முனைகள் கார்பனால் செய்யப்பட்டிருக்கும். இவ்விளக்குகள் திறந்த வகை அல்லது மூடிய வகை, செறிவுபடுத்தப்பட்ட வகை என இரு வகைப்படும். கார்பன் வில் விளக்கின் திறந்த வகை தற்போது வழக்கில் இல்லை. மின்முனைகள் 3/16" 1/4" இடைவெளியுடன் காணப்படும். இவை 40-45 V உள்ள நேர் மின்னோட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். முதலில் இரு மின்முனைகளும் தொடர்பு கொண்டிருக்குமாறு வைக்கப்படும். வில் உண்டானவுடன் மின்முனைகள் பிரிக்கப்படும். ஒரு தடை மாற்றி மூலம் மின்னோட்டம் சீர் செய்யப்படும்.



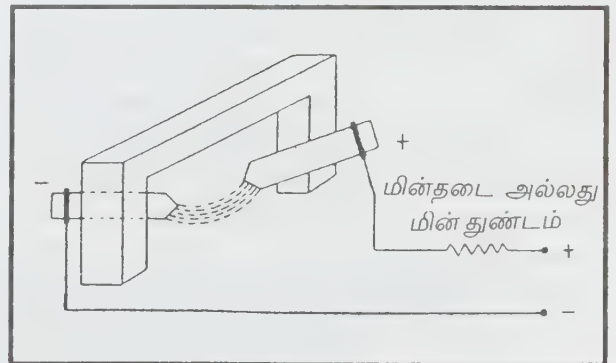
கார்பன் வில் விளக்கு

குழிதான் மின் தடை

(அ) மின்துண்டம் இவ்வில், மின்முனைகளுக்கு இடையே ஒரு கடத்தும் வழியை உண்டாக்கும். நேர் மின்னோட்டத்தை பயன்படுத்தினால், நேர் மின்முனையில் குழிதானும் (crater) எதிர் மின்முனையில் கூம்பும் காணப்படும். (படம் 1). நேர் மின்முனையால் 85% ஒளிர்ச்சியும், எதிர் மின்முனையால் 15% ஒளிர்ச்சியும் உண்டாகும். மிகுதியான ஒளி நேர் மின்முனையால் உண்டாவதால், நேர் மின்முனைத் தண்டு கிடைமட்ட நிலையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

வில் எதிர் மின்னழுத்த மின்னோட்ட சிறப்பியல்பைக் கொண்டிருக்கும். எனவே, நேர் மின்முனை எதிர்மின்முனையைவிட இரு மடங்கு தடிமனுடையதாக இருக்கும். இவ்விளக்கின் வில் மெழுகுவர்த்தித் திறன் (candle power) 1,000. மேலும் ஒரு வாட்டிற்கு 1.25 மெழுகுவர்த்திச் செயல்திறனைக் கொண்டிருக்கும்.

வில்லினைப் பேணத் தேவையான



சுடர் வில்விளக்கு

மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கணக்கிட ஆர்டான் (Ayrton) என்பார்

$$E=A+B/I+L(C+D/I)$$

வோல்ட்கள்

எனும் சமன்பாட்டினை உருவாக்கினார்.

இதில் A,B,C,D - மாறிலிகள்

L - வில்லின் நீளம் (மி.மீட்டரில்)

I - மின்னோட்டத்தின் வலிமை (ஆம்பியரில்)

இவ்விளக்குகள் மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களிலும் இயங்கும். அவ்வாறு இயங்கும் போது இரு மின்முனைகளும் ஒரே தடிமனுடையவையாகவும் கூராகவும் இருக்கும். இவ்வகை விளக்குகள் 30V களில் இயங்கும். மேலும் ஒரு வாட்டிற்கு 1.12 மெமுருவர்த்திச் செயல்திறனைக் கொண்டிருக்கும்.

சுடர் வில் விளக்கு. இது கார்பன் வில் விளக்குப் போலவே செயல்படும். இதன் மின்முனைகள் 5-15% ஃபுளரைட் சுடர்ப் பொருளையும் 85-95% கார்பனையும் கொண்டிருக்கும். பொதுவாக உள்ளக வகைக் (core type) கார்பன் மின்முனைகள் பயன்படுத்தப்படும். இதன் குழிவுகள் ஃபுளரைடால் நிரப்பப்படும். பின் ஃபுளரைட் கார்பனுடன் சேர்ந்து ஆவியாக மாறும். பின் ஃபுளரைட் ஆவிகள் ஒரு மீவுயர் ஒளிர் செறிவுகளை உண்டாக்கும். ஒவ்வொரு சுடர் பொருளும் ஒவ்வொரு நிறத்தைக் கொடுக்கும்.

செனான் சிறு வில் விளக்கு. வளிமண்டல அழுத்தங்களில் உள்ள செனான் வளிமம் ஓர் உருக்கப்பட்ட (fused) குவார்ட்ஸ் குமிழில் நிரப்பப்படும். இவ்விளக்குகள் 30-30,000 வாட் வரை கிடைக்கின்றன. இவை மிகு அளவு புற ஊதாக் கதிர்வீச்சை உண்டாக்கும். எனவே இக்கதிர் வீச்சினால் உண்டாகும் விளைவுகளைத் தவிர்க்க, காப்புத் தேவைப்படுகிறது. இதன் செயல்திறன் ஒரு வாட்டிற்கு 50 லூமன்கள் போல மிகுதியாக இருக்கும். இவ்விளக்குகளில் 10 atm மேல் உள் இயங்கு வளிம அழுத்தங்கள் உள்ளமையால், இவற்றை ஏதேனும் ஒரு

காப்பு அடைப்பானுள் வைக்க வேண்டும்.

உலோக மின்முனை வில் விளக்கு.

இவ்வகையில் எதிர் மின் முனையிலிருந்து வரும் கடத்தல் மூலம் வில்லில் ஒளிரும் ஆவி உண்டாக்கப்படும். இதன் மூலம் ஒளி உண்டாக்கப்படும். நேர் மின்முனை திண்மத் தாமிரத்தாலும் எதிர் மின் முனை காந்த இரும்பு ஆக்சைடாலும் செய்யப்பட்டிருக்கும்.

இரா. இந்து

விலகு காந்த அளவி

காந்தவியல் பரிசோதனைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிற எளிய கருவிகளில் விலகு காந்த அளவி (deflection magnetometer) என்பதும் ஒன்று. இதில் காந்த ஊசி ஒரு கிடைத்தளத்தில் மட்டுமே சுழலக்கூடியதாக அமைந்திருக்கும். எனவே அது பூமியின் காந்தப் புலத்தின் கிடை ஆக்கக் கூறினால் மட்டுமே பாதிக்கப்படக்கூடியது ஆகும். பெட்டி வகை விலகு காந்த அளவி காந்த ஊசிப்பெட்டி (compass box) எனவும் சொல்லப்படும். அதில் ஒரு சிறிய காந்த ஊசி செங்குத்தான ஊசி முனையில் கிடையாகச் சுழலும்படி வைக்கப்பட்டிருக்கும். அந்த ஊசி ஒரு வட்ட அளவு கோலின் மையத்தில் அமைகிறது. காந்த ஊசியில் அதன் நீளத்திற்கு செங்குத்தாக ஒரு மெல்லிய லேசான அலுமினியக் காட்டி இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் முனைகள் ஒரு வட்ட அளவு கோலின் மேல் நகரும். அந்த அளவுகோல் நான்கு கால் வட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு சுழி முதல் 90 பாகை வரை அளவு குறிக்கப்பட்டிருக்கும். அளவீடுகள் எடுக்கும்போது அலுமினியக் காட்டியின் முனைக்கு நேராக உள்ள அளவீடுகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இடமாறு தோற்றப்பிழை இல்லாமல் அளவீடுகளை எடுப்பதற்கு உதவியாக அளவுகோலுக்கு அடியில் ஒரு சமதள ஆடி வைக்கப்பட்டிருக்கும். அளவீடுகளை எடுக்கும் போது அலுமினியக் காட்டியும் அதன் பிம்பமும் ஒன்றாகப் பொருந்தித் தெரியும்படி கண்ணை வைத்துக் கொண்டு அளவீடுகளைக் குறிக்க

வேண்டும். இந்த அமைப்பு பித்தளை அல்லது மரத்தாலான பெட்டிக்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

F,H என்ற வலுக்கள் கொண்ட இரண்டு காந்தப் புலங்கள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான திசைகளில் செயல்படுவதாகக் கொள்வோம். காந்த ஊசியின் சுழல் தானம் அந்த இரண்டு காந்தப்புலங்களும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக்கொள்கிற புள்ளியில் அமைந்திருந்தால் காந்த ஊசி அந்தப் புலங்களின் தொகுப்பின் புலத்தின் திசையில் திரும்பி நிற்கும். அது H என்ற புலத்தின் திசைக்கு Q கோணத்தில் திரும்பி நின்றால் $F=H \tan Q$ வழக்கமாக H என்பது பூமியின் காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளக் கூறாக இருக்கும்படி விலகு காந்தஅளவி அமைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. F என்பது விலக்கும் புலம் (deflecting field) எனப்படும். விலக்கும் புலம் எதுவும் செயல்படாத காந்த ஊசி பூமியின் காந்தப் புலத்தில் கிடைத்தள ஆக்கக் கூறுக்கு இணையாகத் திரும்பி நிற்கும். காந்த ஊசிப் பெட்டியைச் சுழற்றி 0-0 என்ற அளவீடுகள் அலுமினியக் காட்டியின் முனை களுக்கு நேர் கீழாக வரும்படி செய்யப்படும். விலக்கும் புலம் ஒரு காந்தக் கட்டையால் அல்லது மின்னோட்டம் பாயும் சுருளினால் தோற்றுவிக்கப்படும். அது கிடைத் திசையில் காந்த ஊசியின் சுழல் தானத்தின் வழியாகப் பூமியின் காந்தப் புலத்தின் கிடை ஆக்கக்கூறுக்கு செங்குத்தாகச் செயல்படும்படி அமைக்கப்படும். அப்போது ஊசி விலக்கம் அடைந்து, பூமியின் காந்தப் புலத்தின் கிடை ஆக்கக்கூறின் திசையிலிருந்து கோணத்தில் திரும்பி நிற்கும். அதை அளவிட்டு மேலே கூறப்பட்ட சமன்பாட்டிலிருந்து விலக்கும் புலத்தின் வலுவைக் கணக்கிடலாம்.

பூமியின் காந்தப்புலம் தெற்கு வடக்காக அமைந்திருக்கும். விலக்கும் புலத்தை உண்டாக்கும் காந்தக் கட்டையைக் கிழக்கு மேற்காக வைத்தால் அதன் புலம் பூமியின் காந்தப் புலத்திற்கு செங்குத்தாக அமையும். காந்தக் கட்டையின் அச்சுக்கோடு காந்தஅளவியின் சுழல் தானத்தின் வழியாகச் செல்லும் வகையில், காந்தக் கட்டையைக் கிழக்கு மேற்காக, அதாவது பூமியின் காந்த ரேகைக்கு செங்குத்தாக வைத்தால் அந்த அமைப்பு tan A நிலை எனப்படும். இந்த நிலையில் காந்தஅளவிப் பெட்டி விலக்கும் காந்தத்திற்கு கிழக்கிலோ, மேற்கிலோ இருக்கும்.

காந்தக் கட்டையின் நீளம் 2-L, அதன் மையத்திற்கும் காந்தமானி ஊசியின் சுழல் தானத்திற்கும் இடையில் உள்ள தொலைவு d எனில் காந்தஅளவியின் மையத்தில் உண்டாக்கப்படும் விலக்கும் புலம் $2md/4\pi\mu_0/(d^2+L^2)^2$.

tan A, tan B, ஆகிய இரண்டு நிலைகளிலும் காந்தக் கட்டையின் அச்சு கிழக்கு மேற்காகவே இருக்கும். அப்போதுதான் விலக்கும் காந்தப்புலம் பூமியின் காந்தப்புலத்திற்கு செங்குத்தாக அமையும்.

காந்தஅளவிப் பெட்டியை வைத்துச் சோதனைகளைச் செய்யும்போது அளவு கோல் பொருத்தப்பட்ட ஒரு மரப் புயம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காந்தஅளவிப் பெட்டி அதன் மையத்தில் வைக்கப்படும். மரப் புயத்தில் உள்ள அளவுகோல்களில் சுழிகள் காந்தஅளவி ஊசியின் சுழல்தானத்தில் பொருத்தியிருக்கும். tan A நிலையில் மரப்புயம் பூமியின் காந்த ரேகைக்கு இணையாக இருக்கும். இதிலும் காந்தக் கட்டை கிழக்கு மேற்காகவே வைக்கப்படும். காந்தஅளவியை வைத்துச் சோதனைகள் செய்யும்போது பின்வரும் பிழைகள் தோன்றும். அவற்றுக்கான திருத்தங்களைச் சேர்க்க வேண்டும்.

1. வட்ட அளவுகோலின் மையம் காந்த ஊசியின் சுழல் தானத்துடன் பொருந்தாமல் இருக்கலாம். இதனால் ஏற்படும் பிழையைத் தவிர்க்க அலுமினியக் காட்டியின் இரு முனைகளுக்கும் நேராக உள்ள இரண்டு அளவீடுகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

2. விலக்கும் காந்தக் கட்டையில் சமச் சீர்மையாகக் காந்தம் ஏற்றப்படாமல் இருக்கலாம். அதாவது காந்தக் கட்டையின் வடிவ அச்சம் அதன் காந்தவியல் அச்சம் ஒன்றாக இல்லாமல் இருக்கலாம். இதனால் ஏற்படும் பிழையைத் தவிர்க்கக் காந்தக் கட்டை அதனிடத்திலேயே திருப்பி வைக்கப்படுகிறது. பின்னர் மேலும் இரண்டு அளவீடுகள் எடுக்கப்படும்.

3. காந்தஅளவிப் பெட்டியின் மையம் மரப் புயத்தின் அளவுகோல்களின் சுழிகளுடன் பொருத்தியிராமல் இருக்கலாம். இதனால் ஏற்படக்கூடிய பிழையைத் தவிர்க்கக் காந்தக் கட்டையைக்

காந்தஅளவியின் மறுபக்கத்தில் அதே தொலைவில் வைத்து மேலே சொன்னபடி நான்கு அளவீடுகள் எடுக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு எடுக்கப்பட்ட எட்டு அளவீடுகளின் சராசரி மதிப்பு 0 எனக் கணக்கிடப்படுகிறது.

விலகு காந்தஅளவி காந்தக் கட்டைகளின் திருப்பு திறன்களை ஒப்பிடவும், இரண்டு வெவ்வேறு இடங்களில் பூமியின் கிடைப்புலச் செறிவுகளை ஒப்பிடவும், தலை கீழ் இருமடி விதியைச் (inverse squared law) சரிபார்க்கவும் உதவுகிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். S.Ramamoorthi, *Electricity and Magnetism*, The National Publishing Co., Madras, 1972.

விலங்கியல்

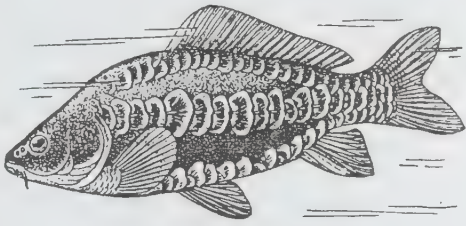
விலங்குகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி விலங்கியலாகும். விலங்குகளைப் பாகுபாடு செய்தலே விலங்கியலில் முதன்முதலாக உண்டான பிரிவாகும். சுமார் 15000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர்தான் சிந்திக்கும் திறன்மிக்க ஆற்றிவு படைத்த மனிதன் தோன்றினான். அந்த காலத்தை பிலிஸ்டோசீன் காலம் (pleistocene period) என்பர். ஆனால் ஊர்ந்து செல்லக்கூடிய பல விலங்கினங்கள் (reptiles) 180 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே (pennsylvanian period) தோன்றிவிட்டன. அன்றாடம் நாம் ருசித்து உண்ணும் பலவகை மீன் இனங்கள் 370 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் (ordavician period) தோன்றிவிட்டன. முதன் முதலில் தோன்றியவை நுண்ணிய ஒரு செல் பிராணிகளே. (அமீபா, பரமேசியம் போன்றவை). தோன்றிய காலம் 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்னராகும்.

விலங்கியல் விஞ்ஞானிகள். இவ்வாறு விலங்கினங்கள் தோன்றிய காலங்களை, தற்கால மனிதன் பழங்காலப் படிவங்களை (fossils) ஆராய்ந்து ஒரு கால அட்டவணையைத் (geological time scale)

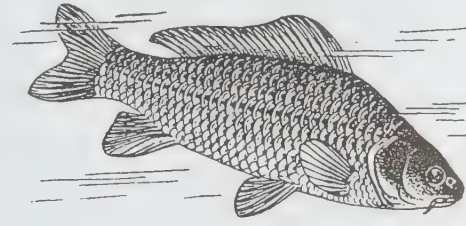
தயாரித்தான். அந்தக் கால அட்டவணையை தயாரிப்பதற்கு பல விஞ்ஞானிகள் காரணகர்த்தாவாக இருந்தார்கள். கார்ல் லின்னேயியஸ் (1707-1778) என்ற ஸ்வீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த உயிரியல் வல்லுநர் விலங்குகளைப் பாகுபாடு செய்வதற்கும், இனத்தைக் கண்டறியவும் இருபெயர் சூட்டு முறையை உருவாக்கினார்.

பள்ளிக்குச் செல்ல விரும்பாத டார்வின் மீன் பிடிப்பதையும், பூச்சிகள், கனிப்பொருள்கள் சேகரிப்பதிலும் ஆர்வமாக இருந்தார். சாதாரண மாணவனாக இருந்த டார்வின் கேம்பிரிட்ஜில் தன் பட்டப்படிப்பை முடித்தார். தன்னுடைய 32 ஆவது வயதிலேயே அவருக்கு இயற்கையின் மேல் இருக்கும் நாட்டத்தை அறிந்து அரசு அவருக்கு 5 ஆண்டுகள் (1831-1836) கடற்பயணம் செய்ய வாய்ப்பளித்தது. அந்த வாய்ப்பை நழுவவிடாமல் எச்.எம்.எஸ்.பீகில் என்ற கப்பலில் அமெரிக்காவின் தென் பாகத்திலிருக்கும் கலாபோகஸ் தீவுகளுக்கு சென்று இனவேறுபாடு (species variation), பூகோளப் பரவுமுறை (geographic distribution), புதைப் படிவங்கள் (fossils) ஆகியவை பற்றிய உண்மைகள் பல அறிந்து இனங்களின் தோற்றம் (origin of species) என்னும் நூலை வெளியிட்டு இனப் பாகுபாட்டிற்கு (animal classification) அடிகோள் நாட்டினார். ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த தனியுயிர்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று பற்பல பண்புகளில் மாறுபட்டிருக்கின்றன. இம்மாறுதல்களை (variation) டார்வின் மிகவும் ஆராய்ந்து தன் கருத்துக்களை இந்நூலில் வெளியிட்டுள்ளார்.

டார்வினுக்குப் பின்னர் வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்கள் அவரவர் நோக்கத்திற்கும், அவரவர் கண்ட உண்மைகளுக்கும் தக்கவாறு டார்வின் கொள்கையில் சில சில மாறுதல்களை உண்டாக்கினார். அவர்களில் முக்கியமானவர்கள் லமார்க்கின் கொள்கையினர் (lamarckians), வைஸ்மன் கொள்கையினர் (weismannians), திடீர் மாற்றக் கொள்கையினர் (mutationists) ஆகியோர் ஆவர். இந்தக் துறைகளிலே அறிவு முன்னுக்குப் பெருகப்பெருக, ஆராய்ச்சியாளர்கள், ஒரு புதிய டார்வின் கொள்கை முறையினை உண்டாக்கினார். அதன்பின்னர் கிரிகோரி மெண்டல் (1822-1884)



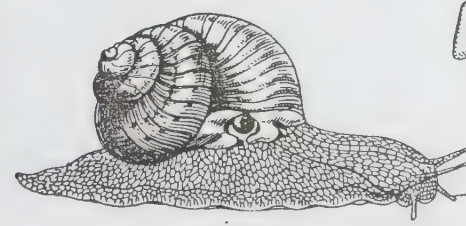
கண்ணாடிக் கெண்டை



கெண்டை



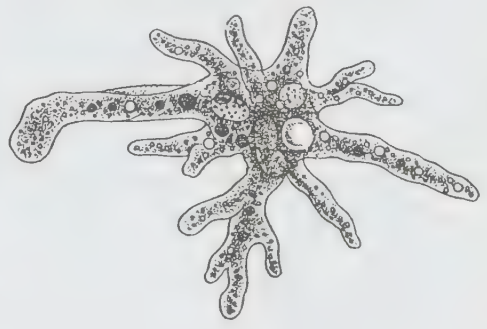
தேரை



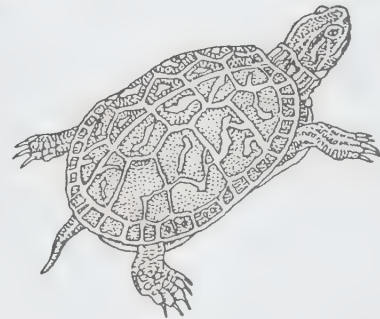
நந்தை



செம்பவளம்



அம்பா



ஆமை



சொறி மீன்



தவளை



நண்டு

என்ற ஆஸ்திரிய நாட்டு விஞ்ஞானி, டார்வின் கூறிய இனவேறுபாடுகள் எவ்வாறு அடுத்த சந்ததிப் பிரிவுகளுக்கு நியதி ஏற்படுகிறது என்பதை விளக்கினார். ஆகஸ்ட் வீஸ்மான் என்ற விஞ்ஞானி,

எந்த வகையான வேறுபாடுகள் ஒரு பரம்பரையிலிருந்து அடுத்த பரம்பரைக்குச் செல்கிறது என்பதை விளக்கினார். மெண்டலினுடைய ஆராய்ச்சியின் விடைகளைக் காரென்ஸ், டி. விரிஸ்,

வான் செர்மாக் போன்ற விஞ்ஞானிகள் 1900 இல் மேலும் ஆராய்ந்தார்கள். அதோடு பாரம்பரியவியல் (genetics - மரபியல்) என்னும் புதிய விஞ்ஞானம் பிறந்தது. 1902 இல் டி.வி.ரிஸ்தான் வளர்த்த ஈனோதீரா என்னும் மாலைப் பிரிம்ரோஸ் (evening primrose) செடியில் ஏற்பட்ட திடீர் மாற்றத்தைக் கண்டு, திடீர் மாற்றக் கொள்கையினை வகுத்தார்.

தற்கால விலங்கியல் பரிணாமக் கொள்கை (modern synthetic theory). தற்காலத்தில் பரிணாமக் கொள்கை பற்றிய ஆராய்ச்சியில் மிகவும் கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. டாப்சான்ஸ்க்கி என்பவர். பாரம்பரியவியலும் இனத் தோற்றமும் (genetics and the origin of species) என்ற நூலை எழுதியுள்ளார். ஸ்பிஷர், ஹால்டேன், ரைட் ஆகியோர். உயிர்த் தொகைப் பாரம்பரியவியலைக் (population genetics) கொள்கையளவில் உருவாக்கியிருப்பதன் மூலம், பரிணாமப் பிரச்சினைகளுக்குப் பாரம்பரியவியலின் அறிவை நேரடியாகப் பயன்படுத்தல் சாத்தியமாக்கப் பட்டது. இதன் பயனாக, சேர்க்கை உயிர்த் தொகைகளிலுள்ள ஜீன்களின் விரைவெண்களில் அநேக சக்திகள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதினாலேயே பரிணாம மாற்றம் ஏற்படுகின்றதென்று ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. இந்தச் சக்திகளில் ஒன்று இயற்கைத் தேர்வு. அது பரிணாமச் செயல்முறை என்னும் விரிவாக்கப்பட்ட, வலுப்பெற்ற கொள்கைக்கு ஒரு மூலைக் கல்லாக அமைகிறது. புதிய டார்வினிலம் என்றழைக்கப் படுகின்ற இந்தத் தற்காலச் சேர்க்கை பரிணாமப் பிரச்சினைகளில் புதிதாக ஏற்பட்டுள்ள உற்சாகத்திற்கு முக்கிய காரணமாயிருந்திருக்கிறது. இவ்வகையான ஆராய்ச்சி அடிப்படையாக இருந்த டார்வின் பரிணாமத் தந்தை என அழைக்கப்படுகிறார். நுண்ணோக்கி (microscope) கண்டுபிடிக்கப்படாத அந்தக் காலத்தில் டார்வின் கொள்கைகளினால் உயிரியல் விஞ்ஞானத்தில் ஏற்பட்ட விளைவுகள் பல. இனங்களிடையே உள்ள தொடர்பை ஆராய்ந்து அவற்றை வகைப்படுத்துதல் முக்கியமாகக் கருதப்பட்டது.

விலங்கினங்கள் தோன்றிய விந்தை. கடல் நீர் தான் எல்லா உயிரினங்களும் உருவான கருவீறையாகும். முதன் முதலில் ஒரு செல் உயிரி

தோன்றிய விதத்தை ஒபெரின், ஹேல்டேன் ஆகியோர் கீழ்க்கண்டவாறு விவரித்தனர். சூரியனிடமிருந்து 5000 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் உடைந்து ஒரு துண்டாக வந்த பூமி ஒரே தீக்குழம்பாகக் காணப்பட்டிருக்கலாம். ஆகவே அதிக வெப்பநிலை காரணமாக உயிர்கள் தோன்றுவதற்கு சாத்தியமில்லை. 2000 கோடி ஆண்டுகளுக்குப் பின் பூமியிலுள்ள வெப்பம் சற்று குறைய ஆரம்பித்திருக்கலாம். உயிரி தோன்றுவதற்கு மூல காரணமாக புரோட்டோபிளாசத்தின் அமைப்பினை உருவாக்குவதில் சம்பந்தப்பட்டுள்ள எல்லாத் தனிமங்களும் கரியற்ற பொருள்களாக இருந்திருக்கலாமென்பது சாத்தியமே. ஏனென்றால் அவை தனித்தனி தனிமங்களாக சூரியனில் உள்ளன. பூமியினுடைய வரலாற்றின் ஆரம்பக் காலத்தில் காணப்பட்ட கூடுதலான வெப்பநிலைகளில் பூமியின் ஈர்ப்பு சக்தியானது இந்தப் பழுவற்ற எளிதான தனிமங்களைக் கட்டுப்படுத்தி வைத்துக்கொள்ளக் கூடிய அளவிற்கு அதிகமாயிருந்தல் சாத்தியமில்லாதிருந்தால் இத்தனிமங்கள் விண்வெளியில் வெளிப்புறத்தினை அடைந்திருக்கக் கூடும். இந்தத் தனிமங்கள் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகும். இவற்றில் ஹைட்ரஜன் மிகவும் வீரியமானதால் மற்ற தனிமங்களோடு கீழ்க்கண்டவாறு சேருகிறது.



நீண்ட காலமாக இந்தத் தனிமங்கள் மிகச் சூடாக்கப்பட்ட நீராவியாகவே இருந்திருக்கக்கூடும். மிகச் சூடான நீராவியானது வெளி மண்டலத்தின் குளிர்ச்சியான வெளிப்புற அடுக்குகள் வரை சென்று மின்னல் மற்றும் கதிரியக்கம் மூலம் நீராகி மழையாகக் கீழே வந்தது. ஆனால் பூமியில் வந்து விழுவதற்குள் அது மறுபடியும் நீராவியாக மாற்றப்பட்டது. காலப்போக்கில் மழையானது பூமியில் வந்து விழுவதற்கு ஏற்றவாறு பூமியானது படிப்படியாக போதுமான அளவிற்கு குளிர்ந்தது. இதை அடுத்து நீர் தேங்கி நிற்கின்ற சிறு குட்டைகள் உருவாகின. பின்பு ஆறுகளாகி கடலில் கலந்தன. இப்போது உயிர்களின் மூலகாரணமான புரோட்டோபிளாசம் உண்டாவதற்கு



அணில்



லாய்க்கா நாய்



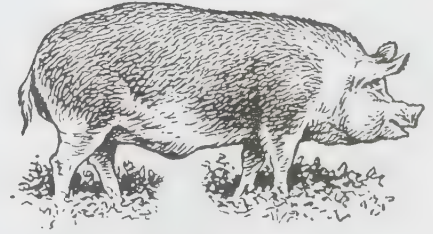
டாஷ்ஹவுண்ட் நாய்



நீலச் சுறா மீன்



குள்ளநரி



உக்ரேனியப்பன்றி



கடியால் முதலை



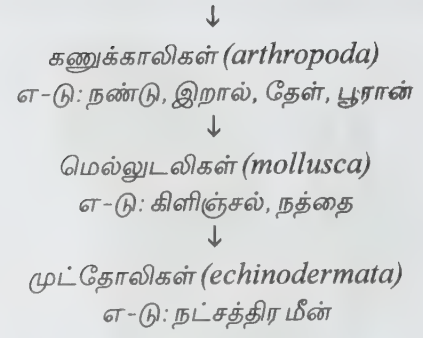
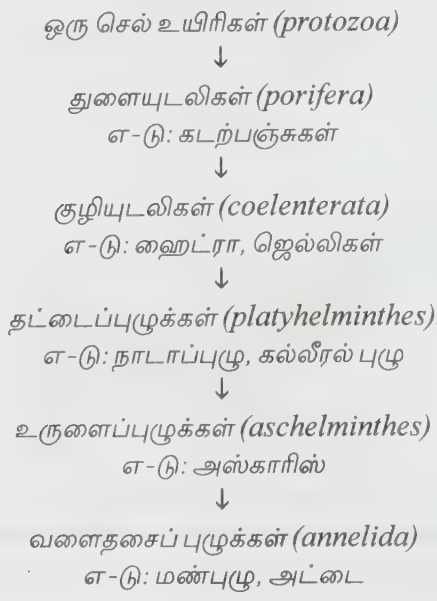
பசு

தேவையான மூலப்பொருள்களாகிய மெத்தேனும், அம்மோனியாவும் கிடைத்துவிட்டதால், கடல் நீரில் கரைந்துள்ள மற்ற தனிமங்களோடு சேர்ந்து ஒரு செல் பிராணி உருவாகியது.

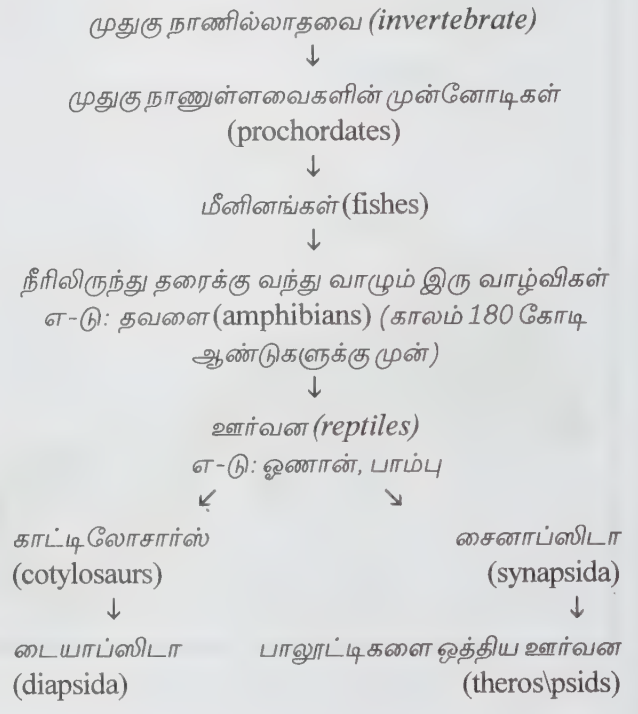
இவர்கள் கூற்றை, ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில், 1953 இல் யுரே, மில்லர் என்ற விஞ்ஞானிகள் சோதனை மூலம் நிரூபித்தனர். இவ்வாறு ஒரு செல் உயிரிகள் சுமார் 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் தோன்றி ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அவற்றிலிருந்து முதுகு நாணில்லாத பிராணிகள் (invertebrates), முதுகு நாணுள்ள மீன் இனங்கள் (vertebrata fishes), நில-நீர் வாழ்வன (amphibians), ஊர்வன (reptiles), பறப்பன (aves), பாலூட்டிகள் (mammals) முதலியன தோன்றின.

விலங்கியல் பாகுபாடு. இக்காலத்தில் விலங்கியலானது மிகப் பரந்ததோர் அறிவுத்துறையாக வளர்ந்துவிட்டது. மேற்கண்ட பல விலங்கினங்களையும் ஆராய்ந்து அவற்றில் காணப்படும் வேறுபாடுகளுக்குத் தகுந்தாற்போல் விலங்குகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு பாகுபாடு செய்துள்ளார்கள்.

விலங்குகலகத்தின் முக்கியமான பல தொகுதிகள் பரிணாமம் மற்றும் அவை உருவான கால வரிசைப்படி கீழே தரப்பட்டுள்ளன.



மேற்கண்ட அனைத்தும் முதுகு நாணில்லாதவை (invertebrata). இவை அனைத்தும் தோன்றிய காலம் 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் அதன்பின் பூலோக அமைப்பும், சுற்றுப்புற சூழலும் மாற மாற அவற்றிற்கேற்ப வாழ வேண்டிய கட்டாயத்தின் பேரில், உருவ அமைப்புக்களில் பரிணாம வளர்ச்சி ஏற்பட்டு, முதுகு நாணில்லாதவற்றிலிருந்து, முதுகு நாணுள்ளவைக்கு முன்னோடிகளாக (prochordata) தலையற்ற ஆம்பியாக்ஸஸ் (amphioxus) போன்ற உயிரினங்கள் தோன்றின. அவற்றிலிருந்து தலையோடுகூடிய பல வகையான முதுகெலும் புள்ளவை (vertebrates) கீழ்க்கண்டவாறு தோன்ற ஆரம்பித்தன.





காட்டுப்பன்றி



பழுப்பு முயல்

வெண் முயல்



பெருங் கங்காரு

குரங்கு



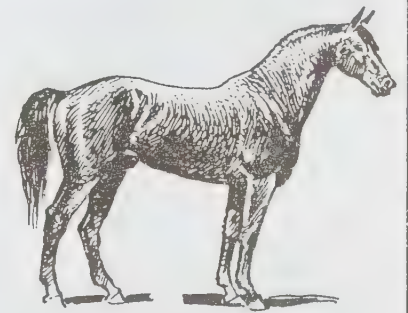
கழுதைப் புலி



புலி



கராக்கில் செம்மறியாடு



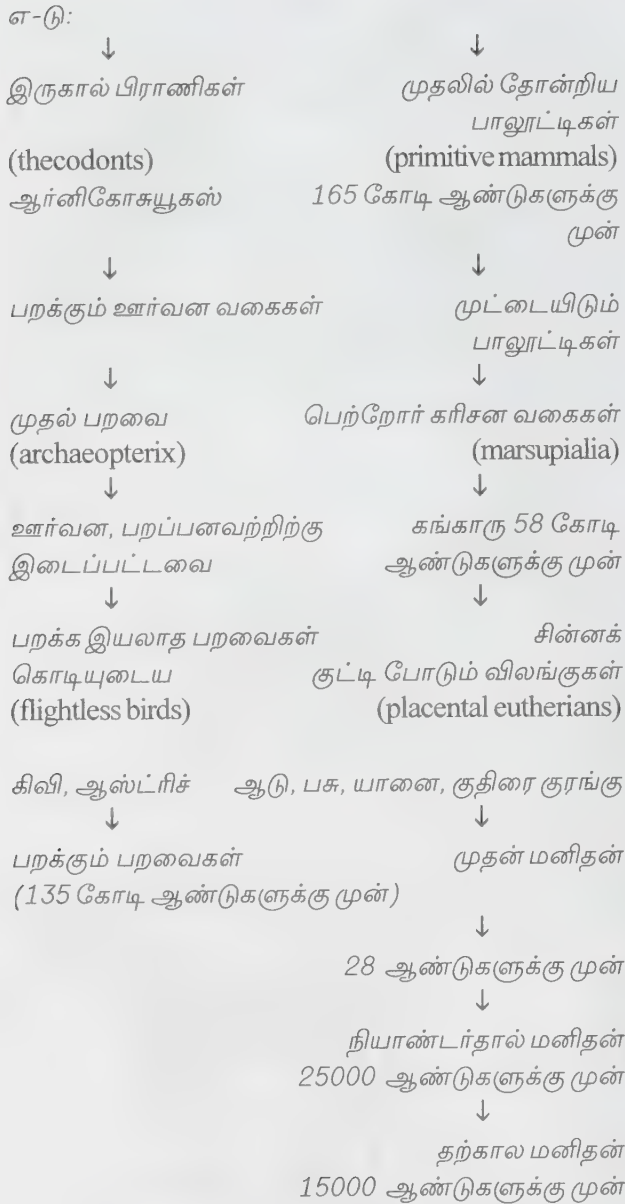
புத்யோன்னியக் குதிரை



கீரிப் பிள்ளை



சிவிங்கி அல்லது வேட்டைச் சிறுத்தை



விலங்கியலில் ஆராய்ச்சிகள். தற்கால மனிதனின் அறிவு வளர வளர மேற்கூறப்பட்ட விலங்கியல் தொகுதிகளில், சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப அடையும் மாறுதல்களை கவனித்து ஆராய்ந்தால் மேலும் பல உண்மைகள் வெளிப்பட்டு தற்போது இனம் (species) வரை உள்ள விலங்கியல் துறையில், துணையினம் (sub species) மற்றும் வேறுபாட்டு துணையினம் (species variety) வரை வகைப்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. மேலும் ஒவ்வொரு

பிரிவுகளும் தனித்தனித் துறைகளாக ஆக்கப்பட்டு ஆராய்ச்சிகள் பல நடைபெற்று கொண்டிருக்கின்றன. (எ-டு): பூச்சிகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி பூச்சியியல் (entomology) என்றும், நுண்ணுயிர்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி நுண்ணுயிரியல் (microbiology) என்றும், பறவைகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி பறவையியல் (ornithology) என்றும், ஊர்வன பற்றியது ஊர்வனவியல் என்றும் மீன்களைப் பற்றியது மீனியல் (ichthyology) என்றும், பாகுபடுத்துவது பாகுபாட்டியல் (taxonomy) என்றும், விலங்குகளின் உருவமைப்பைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி இயற்கை உருவவியல் (morphology) என்றும், உறுப்பு மண்டலங்களின் செயல்களைப் பற்றியது உடலியல் (animal physiology) என்றும், சுற்றுப்புறச் சூழலுக்கு தகுந்து வாழும் விலங்குகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி விலங்கு சூழ்நிலையியல் (animal Ecology) என்றும் பற்பல ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று கொண்டிருக்கின்றன.

விலங்கியல் ஓர் அதிசய உலகம். பெரிய விலங்குகளில், அன்றாடம் நடைபெறும் இன்றியமையா செயல்களாகிய உணவு உட்கொள்ளுதல், ஜீரணித்தல், சுவாசித்தல், கழிவுப் பொருளை வெளியேற்றுதல், குஞ்சுகளைப் பேணுதல், தற்காப்பு, இனப்பெருக்கம் போன்றவற்றை செயல்படுத்துவதற்கு, பல திசுக்களான தனித்தனி மண்டலங்கள் உள்ளன. ஆனால், இந்தச் செயல்கள் அனைத்தையும் ஒரே செல்லைக் கொண்ட நுண்ணுயிர்கள் செயல்படுத்துகின்றன. சிலவகை மீன் இனங்கள் (petromyzon) தன் உயிரையே பணயம் வைத்து முட்டையிடுவதற்காக கடல் பகுதியிலிருந்து, ஆற்றுப் பகுதிக்கு நீந்திச் சென்று ஆற்றங்கரையிலே கற்களால் கூடுகட்டி முட்டைகள் இட்டபின், ஆற்று நீர்த்தன்மை தன் புரோட்டோபிளாசுத் தன்மைக்கு (osmoregulation) ஒவ்வாததால், தன் உயிரையேவிடக் கூடிய சூழ்நிலை ஏற்படுகிறது. சிலவகை இருவாழ் வினங்களின் (salamandra) லார்வாக்கள் (axoloty), நீரில் அயோடின் சத்து குறைவு காரணமாக இறுதிவரை வளர்ச்சி அடையாமல் குஞ்சுகளாகவே இருந்து காலத்தை தள்ளுவதோடல்லாமல், இனப்பெருக்கமும் செய்கிறது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு நியோடெனி (neotony) என்று பெயர். தட்டைப் புழுக்களின் (liver fluke) லார்வாக்கள் (miracidium) வளர்வதற்கு, ஒரு குறிப்பிட்ட நத்தை வகை (limnaea truncatula)



நெருப்புக் கோழிகள்



காட்டுத்தாரா



சாம்பல் கவுதாரிகள்



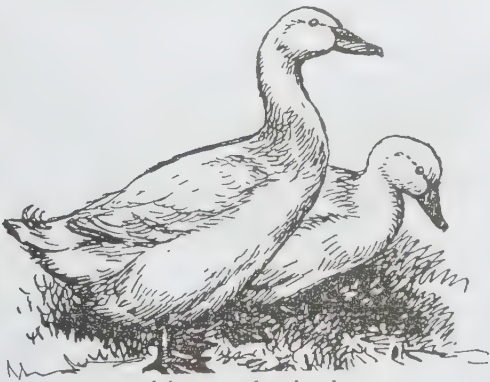
மலை மொங்கான் அல்லது
இருவாய்க்குருவி



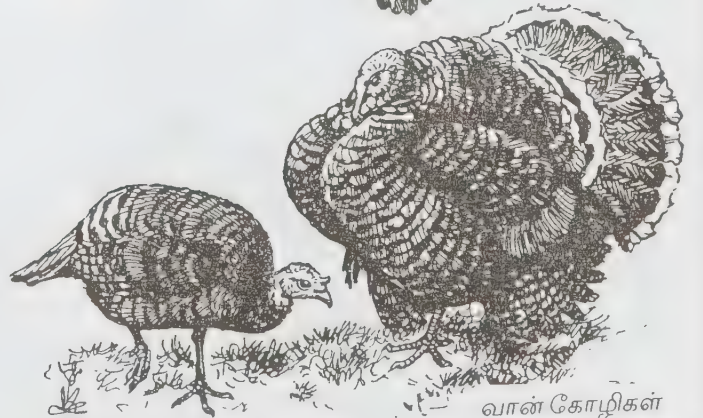
வண்ணத்துப் பூச்சி



ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ்



வளர்ப்பு வாத்துக்கள்



வான் கோழிகள்



நல்ல பாம்பு



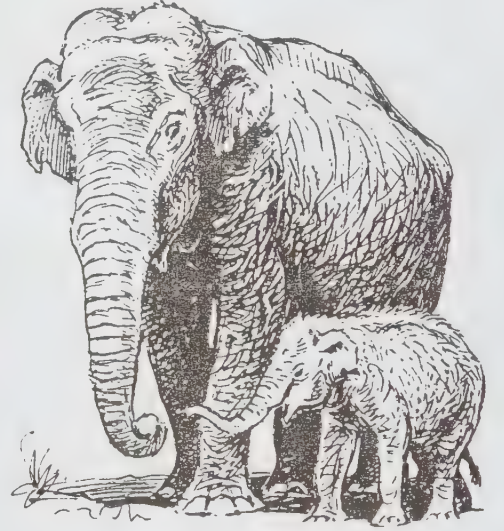
மலைப் பாம்பு



தேள்



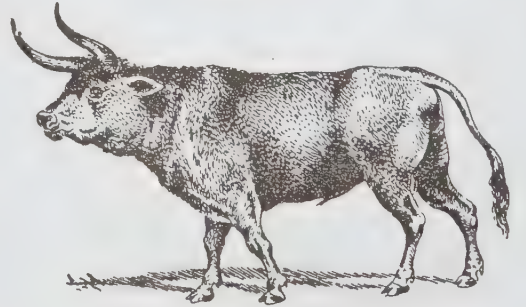
வீட்டு எருமை



இந்திய யானை



காண்டா மிருகம்



ஐரோப்பியக் காட்டெருது

தேவைப்படுகிறது. அது கிடைக்காவிட்டால் தன் உயிரையே இழக்க நேரிடுகிறது.

மனிதனும் விலங்கியலும். வாழ்க்கை முறைகளை (culture) ஆற்றிவு படைத்த மனிதன் விலங்குகளிடமிருந்து கற்றுக்கொள்ளும் வண்ணம் பல நியதிகளை வகுத்து வாழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது. எ.டு: பரமேசியம் (paramecium) என்ற ஒரு செல் உயிர்களின் ஒரு ஜோடியில் உருவான சந்ததியினர் சகோதரப் பாசத்துடன் வாழ்வதுடன் மட்டும் அல்லாமல், அவை பருவம் அடைந்தவுடன் மற்றொரு ஜோடியினால் உருவாக்கப்பட்ட சந்ததி யினருடன் தான் சேர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

மற்ற விலங்குகள் எந்தப் பரிணாம நியதிகளுக்கு உட்பட்டிருக்கின்றதோ, அதே நியதிகளுக்கு உட்பட்டுதான் மனிதனும் இருக்கின்றான். மனிதனின் பௌதீகத் தன்மைகள் (physical evolution) வலிமையிழந்து, அவனுடைய எதிர்காலப்பரிணாமம் மனநிலை சம்பந்தப்பட்ட (mental) முறையிலேயே நடைபெறக்கூடும். மூளையின் ஆற்றலும், அமைப்பும் மேம்பட்டு தற்போதுள்ள மனிதனைவிட வீரிய மனிதர்கள் (superman) உண்டாகலாம்.

ஆர். இராதாகிருஷ்ணன்

துணைநூல்கள். Julian Huxley, *Evolution in action*, 1953; Robert D. Barnes, *Invertebrate Zoology*, Philadelphia, 1974.

விலங்கினச் செல்லில் சென்ட்ரியோல்

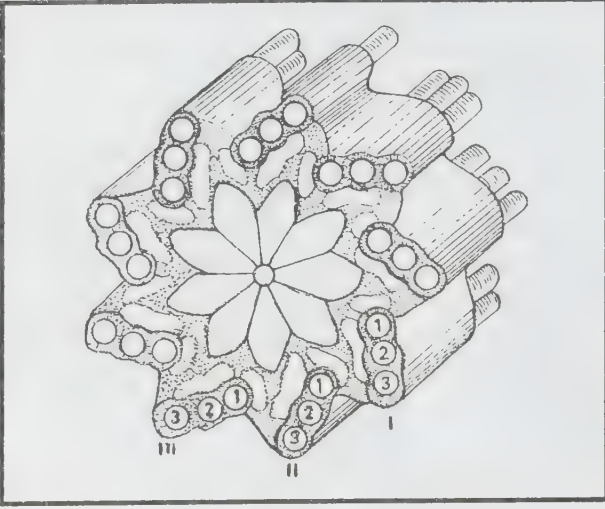
சென்ட்ரியோல் என்பது ஒரு நுண்ணிய, துகள்போன்ற, நிறமேற்றக்கூடிய செல் உறுப்பு ஆகும். இது விலங்கின செல்களில் காணப்படும்; உயர் தாவர செல்களில் இவை இல்லை. எளிய அமைப்புள்ள கீழ்த்தாவர செல்களில் இவை உள்ளன. பெரும்பாலும் சென்ட்ரியோல்கள் இரண்டு இருக்கும். சில வகை சென்ட்ரோசோம் எனப்படும் தெளிவான வட்ட

சைட்டோபிளாச அமைப்பினால் சூழப்பட்டிருக்கும். இவை உட்கருவின் அருகாமையில் ஒரு துருவத்தில் அமைந்திருக்கும்.

செல்பகுப்பு அடையும் செல்களில் இவை அந்தச் செல்களின் எதிரெதிர் துருவங்களில் சிறு நட்சத்திரங்கள் போலக் (அவற்றைச்சுற்றி மெல்லிய கதிரிழைகள் அமைந்திருக்க) காணப்படும். இவற்றை ஒளி நுண்ணோக்கியில் ஆராயும்போது சிறு புள்ளிபோல் கோள வடிவத்தில் தெரியும். எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிதான் ஆராயும் போது சிறு புள்ளிபோல இவற்றின் அமைப்பைத் தெளிவாக்கியது.

பகுத்தல் அடையும் செல்களில் உள்ள சென்ட்ரியோலுக்கும், இழைகள் உள்ள செல்கள், சவுக்கு இழைகள் உள்ள செல்கள் இவற்றின் இழைகளின் அடிப்பகுதியில் உள்ள சிறு புள்ளி போன்ற உறுப்புகளுக்கும் உள்ள ஒற்றுமையிக்கத் தக்கது. இவ்வொற்றுமை எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவியால் மிகவும் தெளிவாக நிறுவப்பட்டுள்ளது.

ஒளி நுண்ணோக்கியில் காணும்போது சென்ட்ரியோல் ஒரு சிறு புள்ளிபோல இருப்பது கூறப்பட்டுள்ளது. சில செல்களில் அவை பெரிதாகவும் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்துடனும் இருப்பதைக் காணலாம். கிளிவ்லாண்ட் என்ற அறிஞர் கசை இழை புரோட்டோசோவா பலவற்றில் சென்ட்ரியோல்களை ஆராய்ந்து இவற்றில் இவ்வறுப்புகளை மிக நன்றாகப் பார்க்க முடியும் என்பதையும், அவற்றின் அளவு, அமைப்பு முதலியவற்றோடு, செல்லின் இனவிருத்திக்கு இவை ஆற்றும் பங்குப் பற்றியும் தெளிவான விபரங்கள் தந்துள்ளார். எ.டு: பார்புலநிம்ஃபாவின் சென்ட்ரியோல்கள். பகுத்தலடையாத நிலையில் இந்த உயிரியின் செல்லில் இரண்டு சென்ட்ரியோல்கள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் 30 மைக்ரான்கள் நீளமும், 4 முதல் 5 மைக்ரான்கள் அகலமும் உடையவை. ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோலின் சேய்மை நுனியையும் 5 மைக்ரான்கள் விட்டமுள்ள ஒரு சென்ட்ரோசோம் சூழ்ந்திருக்கும். சேய்மை நுனியைப் பின்பகுதி என்றும், அண்மைப் பகுதியை முன்பகுதி என்றும் குறிப்பிடுகிறார். செல்லானது பகுத்தலில்



**விலங்கினச் செல்லின் சென்ட்ரியோல்
குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்**

ஈடுபடாதபோது சேய்மைப்பகுதிகள் சுமார் 30 மைக்ரான்கள் இடைவெளியில் தள்ளி இருக்கும். ஆனால் அண்மைப்பகுதிகள் ஒன்றோடொன்று அருகில் இருப்பதுடன் ஓர் இடைத் தொடர்பால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகை அமைப்பைப் படத்தில் காண்க.

படம் 1. மைட்டாசின் ஆரம்ப முதல் நிலையில் ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோலின் சேய்மைப் பகுதியிலிருந்தும் நட்சத்திரக் கதிர்கள் கிளம்பி சென்ட்ரோசோமின் வழியாக அதற்கு வெளியிலும் நீள்கின்றன. இக்கதிர்கள் சந்திக்கின்றன. அவை இணைந்து ஓடவடிவத்தில் மத்திய கதிர் உண்டாகின்றது. இதற்கிடையில், சென்ட்ரியோல் களின் முன்பகுதிகள் மேலும் பிரிந்து ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோலின் முன்பக்கத்திலும் ஒரு சிறிய புதிய சென்ட்ரியோல் உண்டாகிறது. மத்திய கதிர் தனது நீளத்தில் அதிகரிக்கையில் ஒவ்வொரு புதிய சென்ட்ரியோலும் வளர்கிறது. அதன் நீளம் அதிகரிக்கிறது. தன்னை உண்டாக்கிய பழைய சென்ட்ரியோலின் அருகே தனது பின்புறத்தை நீளச் செய்கிறது. இப்புதிய சென்ட்ரியோலின் சேய்மைப் பகுதியில் ஒரு சிறிய புதிய சென்ட்ரோசோம் உண்டாகும் வரை புதிய சென்ட்ரியோல்கள் மிகவும் நீளமாக ஆவதில்லை. இறுதியில், உட்கரு இரண்டானதும், மத்திய கதிர் இரண்டாகப் பிரிகிறது.

இவ்வேளையில் இரண்டு பழைய சென்ட்ரியோல்களும் சரி, புதியவையும் சரி வெகு தொலைவில் இருக்கும். பழைய சென்ட்ரியோல்களில் பாதியளவு நீளம் உடையனவாகப் புதியவை காணப்படும். சிறிது நேரத்தில் சைட்டோபிளாசம் இரண்டாகப் பிரிகிறது. ஒவ்வொரு செல்லின் புதிய சென்ட்ரியோலும் அதன்பின் ஒரு மணி நேரத்தில் பழையவற்றின் நீளத்தை அடைந்துவிடும் இவற்றைப் படம் 2 விளக்குகிறது.

படம் 2. பொதுவாக, சென்ட்ரியோல்களை நெடுக்கு, குறுக்குவாட்டில் வெட்டி அவற்றை எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியால் பல விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்துள்ளனர். இந்த நுண்ணோக்கியில் ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோலும் 0.2 மைக்ரான் குறுக்களவும், 0.5-2 மைக்ரான் வரை நீளமும் உடைய உருளைகளாகத் தெரிகின்றன.

இவ்வுருளையின் இருபுறமும் திறந்துள்ளன. ஒவ்வொன்றும் மூன்று நுண்குழாய்கள் கொண்ட ஒன்பது தொகுதிகள் வட்ட வடிவில் அமைந்துள்ளதாக சென்ட்ரியோலின் சுவர் இருக்கின்றது. ஒரு தொகுதியில் உள்ள மூன்று நுண்குழாய்களும் மிக நெருக்கமாக ஒன்றோடொன்று தொட்டுக்கொண்டு இருப்பதால் அவற்றுக்குப் பொதுவான சுவர்களை அவை பகிர்ந்துகொள்வது போலத் தோன்றும். சென்ட்ரியோல் உருளையின் பரிதிக்கு வரையப்படும் தொடுகோட்டிற்கு மூன்று நுண்குழாய்களும் 20° முதல் 30°-70° வரையுள்ள கோணத்தில் உள்ளன. ஒவ்வொரு நுண்குழாயும் 20 நா.மீ குறுக்களவு உடையது.

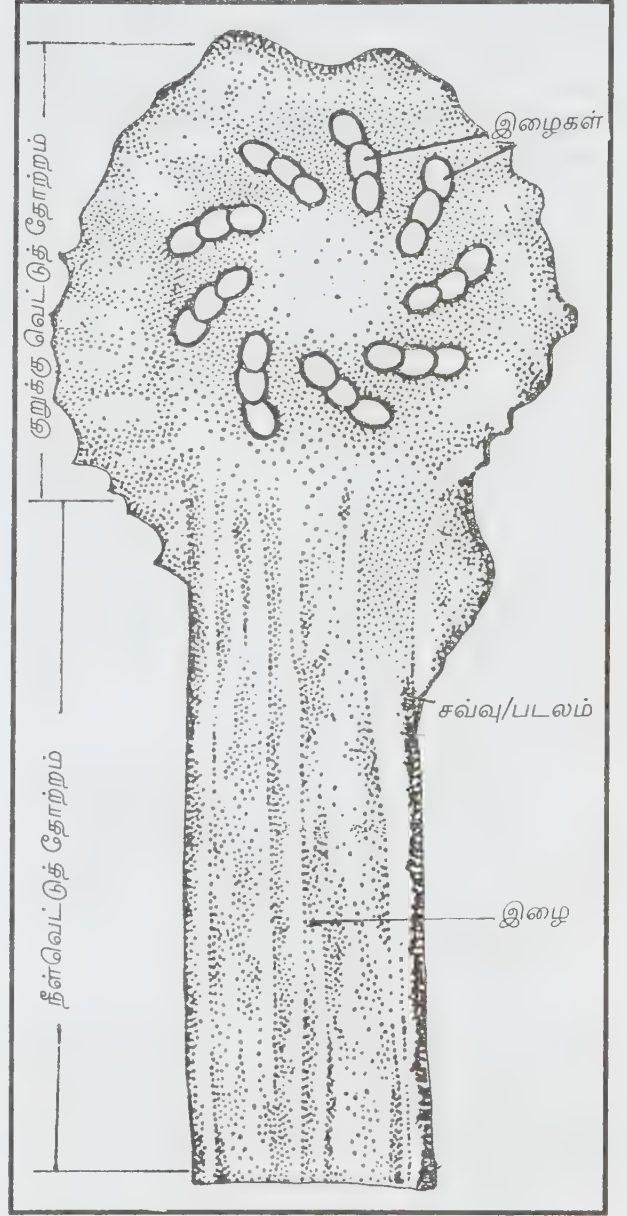
படங்கள் 3, 4. நுண்குழாய்கள் அனைத்தும் கொண்ட சென்ட்ரியோல் மிக நுண்ணிய இழைகள், துகள்கள் அல்லது வடிவற்ற ஓர் அடிப்படைப் பொருள் இவற்றால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. அதாவது அத்தகைய அடிப்படைப் பொருளில் நுண்குழாய்த் தொகுதி புதைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. சென்ட்ரியோலைச் சுற்றிக் கோளவடிவில் அமைந்த சைட்டோபிளாசத்தில் ரைபோசோம்கள், மைட்டோகாண்டிரியன்கள், கோல்ஜி உறுப்பு போன்ற எதுவுமே இருப்பதில்லை - ஆழ்ந்திருக்கும். இதனையே ஒளி நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும்போது சென்ட்ரோசோம் என்கின்றனர்.

சென்ட்ரோசோமுக்கு வெளியேதான் கதிர் இழைகள் உண்டாகின்றன. சென்ட்ரோசோம்கள் போதுமான அளவு தனிப்படுத்தப்பட்டு உயிர் வேதியியல் முறைப்படி ஆராயப்படாததால் இவற்றின் மூலக்கூறு அமைப்பு என்னவெனத் தெரியவில்லை.

சென்ட்ரியோலின் அண்மைப் பகுதி எனப்படும் அடிப்பாகத்தில் வண்டிச்சக்கரம் போன்ற ஓர் அமைப்பு சென்ட்ரியோலின் உள்ளே அமைந்துள்ளது. இதில் குடக்கட்டை போன்ற ஒன்றும், அதனின்று புறப்படும் ஆரக்கால் போல ஒன்பதும் இருக்கும். இவற்றை நுணுகி ஆராய்ந்ததில், அதன் உள்ளே டி என் ஏ சுருள் இருப்பது தெரியவந்துள்ளது. இதுவே ஒரு சென்ட்ரியோல் தன்னைப்போல மற்றொன்றை உண்டாக்குவதற்குக் காரணமாகிறது எனக் கருதப்படுகிறது.

சென்ட்ரியோல்கள் எப்போதும் இரண்டு இருக்கும். இதனைக் குறித்தே இவற்றை இரட்டை உறுப்பு அல்லது பொருள் என்று அழைத்தனர். இவ்விரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும்.

சென்ட்ரியோலுக்கு ஆரம்பப்பகுதி, முடிவுப்பகுதி (அல்லது அண்மைப் பகுதி, சேய்மைப்பகுதி) இருப்பதனால் அதற்கென்று துருவ அமைப்பு இருப்பது புலனாகும். எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் உதவியுடன் ஆராய்கின்றபோது, ஒரு சென்ட்ரியோல் தன் சேய் சென்ட்ரியோலை உண்டாக்குவதற்குத்தானே இரண்டாகப் பகுப்பு அடையாமல், புதிதாக ஒரு சிறிய சேய் சென்ட்ரியோலை உருவாக்குவது புலப்படுகின்றது. சென்ட்ரியோலின் அண்மைப்பகுதிக்குச் சற்று தொலைவில், செங்குத்தாகப் புதிய, சேய்ச் சென்ட்ரியோல் ஒரு சிறிய உருளையாக, புரோசென்ட்ரியோல் என்ற அமைப்பாக உருவெடுக்கிறது. இது தாய் சென்ட்ரியோலிலிருந்து சுமார் 70 நா.மீ. தூரத்தில் இருக்கும். இதன் நீளமும் சுமார் 70 நா.மீ. தான் இருக்கும். விட்டம் 150 நா.மீ. ஆக இருக்கும். சேய் சென்ட்ரியோலுக்கும் அதன் அடிப்பகுதியில் வண்டிச்சக்கர அமைப்பு உண்டு. இந்த சென்ட்ரியோலின் மறுமுனை வளர்ந்து நீண்டு முழுமையான ஒரு சென்ட்ரியோலை உண்டாக்கும்.



விலங்கினச் செல்லின் சென்ட்ரியோல்

அப்போதுதான் அதன் நுண்குழாய்கள், அவற்றின் ஒழுங்கான அமைப்பு தெளிவாகத் தெரியும்.

சென்ட்ரியோல்களும், மயிரிழையின் அடியில் உள்ள சிறுமணியும், அமைப்பால் மட்டுமன்றி அவற்றின் செயல்பாட்டாலும் தொடர்புடையவை. விந்து செல்லின் கசையிழையின் 'அடிச்சிறுமணி'

அந்த விந்து செல்லானது முட்டையுடன் சேர்க்கையுறும்போது கருவுற்ற முட்டையில் அதுவே சென்ட்ரியோலாக மாறி செல்பகுத்தலுக்கு உதவுகிறது. எனவே, 'அடிச்சிறுமணியும்' 'சென்டிரியோலும்' ஒன்றே என அறியலாம்.

சென்ட்ரியோலின் வேலைகள்.

சென்ட்ரியோல்கள் செல் பகுத்தலின் போது நுண்குழாய்களைக் கொண்டு ஓடம்போன்ற கதிர் உண்டாவதற்குக் காரணமாவதை எல்லோரும் அறிவர். ஆனால், சென்ட்ரியோல்கள் இல்லாது செயல்படுத்தம் அடைவதைத் தாவர செல்களில் காண்கிறோம். எனவே சென்ட்ரியோல்கள் தாம் கதிர் உண்டாக்குகின்றன என்பதில் ஒருமித்த கருத்து இல்லை. எனவே இரண்டு கோட்பாடுகள் உள்ளன. முதலாவதன் படி, சென்ட்ரியோலில் டி என் ஏ இருப்பதாலும், தவிர ஆர் என் ஏ இருப்பதாலும், சென்ட்ரியோலானது புரத்தாலான நுண்குழாய்களை உண்டாக்கி அவற்றைக் கொண்டு கதிரை உருவாக்குகிறது என்பது கருத்து.

இரண்டாவது கொள்கைப்படி நுண்குழாய்கள் உருவாவதற்கும், சென்ட்ரியோலுக்கும் தொடர்பில்லை. ஏனெனில் நுண்குழாய்கள் நேரடியாக சென்ட்ரியோலைத் தொடுப்பது கூட இல்லை. மேலும், நுண்குழாய்களைப் பாதிக்கின்ற கால்கிசின் சென்ட்ரியோல்களைப் பாதிப்பதில்லை.

எனவே சென்ட்ரியோல்கள், கதிரைச் சார்ந்த நுண்குழாய்களோடு சேர்வதால், அவை இரண்டு சேய் செல்களுக்கும் ஒழுங்காகப் பங்கிடப்படுகின்றன. இந்த சென்ட்ரியோல்கள் அவசியம் ஏற்பட்டால் மயிரிழைகள் தோன்றுவதற்கு மூலகாரணமாக அடிச்சிறுமணியாக செயல்படுவதற்காக உள்ளன என்பது இக்கொள்கையின் கருத்து ஆகும். உண்மையில் சென்ட்ரியோல் பிரிவதும், தன்னைப் போல், மற்றொன்றை உண்டாக்குவதும் என்னவெனில் அடிச்சிறு பணிகளின் பிரிதலும் விநியோகமும், தம்மைப்போல் மற்றவற்றை உண்டாக்குவதும் ஆகும்.

இவை நுண்குழாய்களை உருவாக்கும் மையங்களாகச் செயல்படுகின்றன. சென்ட்ரியோலைப் போலவே அமைப்புள்ள

அடிச்சிறுமணிகளின் மேற்புறத்திலிருந்து வளர்ந்து நீண்டு மயிரிழைகள், கசையிழைகள் ஆகியன உருவாகின்றன.

தவிர விழித்திரையில் உள்ள ராடு செல்களின் வெளிப்புறப் பகுதி தொடங்கும் அடிப்பகுதியில் சென்ட்ரியோல்கள் இரண்டு இருக்கின்றன. ஒரு மயிரிழையாக சென்ட்ரியோலிலிருந்து வளரத் தொடங்கிய மேலே கூறிய வெளிப்புறப்பகுதி நன்கு வளர்ந்ததும் அதற்கே உரிய அமைப்பில் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட வட்டவடிவொத்த தட்டுகள் போன்ற அமைப்புகள் உண்டாகுகின்றன. பார்புல நிம்ஃபாவில் ஒவ்வொரு சென்ட்ரியோலும் பல அடிச்சிறுமணிகளை உண்டாக்கி அவற்றிலிருந்து கசையிழைகள் தோன்றக்காரணமாகின்றன.

எவ்விதம் சென்ட்ரியோலிலிருந்து அல்லது புத்தம் புதிதாக அடிச் சிறுமணிகள் உண்டாகின்றன என்பது பற்றிய இரு வேறு கருத்துகள் உள்ளன.

விலங்கினச் செல்லில் சென்ட்ரோசோம்

செல்லானது மைட்டாஸிஸ் அல்லது மையோஸிஸ் பகுத்தல் (division) அடைகிறபோது இருதுருவங்களில் சென்ட்ரியோல்களின்றும் கதிர் இழைகளை (spindle fibres) உண்டாக்கி அவற்றின்மூலம் குரோமோசோம்கள் சமமாக இருசெல்களுக்கும் பிரிக்கப்பட உதவுகின்றன. சென்ட்ரியோல்களைச் சுற்றி ஒரு தெளிவான வட்டப்பகுதி காணப்படும்.

இதில் கதிர் இழைகள் ஊடுருவுவதில்லை. இப்பகுதியை சென்ட்ரோசோம் என அழைக்கின்றனர். ஆயினும், சென்ட்ரோசோம் என்பது ஒரு செல் அவசியம் (cell organelle) எனக் கொள்வதற்கில்லை. சென்ட்ரியோலின் அமைப்பும், பணியும்தான் நன்கு புலனாகின்றன. எனவே, அதனையே செல் - அவயவமாகக் கொள்ள வேண்டும்.

சென்ட்ரோசோமை நவீன செல்லியலில் ஒரு முக்கியமான உறுப்பாகக் கருதுவதில்லை.

சோம. பேச்சிமுத்து

விலங்கு உறவுகள்

சுற்றுப்புறப்பகுதி ஒன்றில் ஓர் உயிரி மட்டும் இருப்பதில்லை. மாறாக, அங்குப் பல்வேறு இனம் சார்ந்த உயிரிகள்-நுண்ணுயிரிகள், தாவரங்கள் ஆகிய இவை தாம் வசிக்கும் இடத்தின் சூழ்நிலைகளுடன் தொடர்பு கொண்டிருப்பது போன்று, தங்களுக்குள்ளும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டுள்ளன. விலங்குகளுக்குள் காணப்படும் இத்தகு தொடர்புகள் விலங்கு உறவுகள் எனப்படும். உண்ணல்-உண்ணப்படுதல் என்னும் கோட்பாடு விலங்குகளுக்குள் காணப்படுதல் இவ்வுறவுகளுக்கு ஆதாரமாகும். விலங்கு உறவுகள் இரு வகைப்படும். இன உள் உறவுகள் (intraspecific relationships) ஓரினம் சார்ந்த விலங்குகளுக்குள் காணப்படும் உறவுகள் முன் வகையின. பல்வேறு இனம் சார்ந்த விலங்குகள் தாம் வாழும் பகுதியில் காணப்படும். அவை பிற இன விலங்குகளுடன் எவ்விதத் தொடர்புமின்றி வாழ்கின்றன. இவ்விலங்குகளுக்குரிய இப்பண்பு நடுவுநிலைமை எனப்படும். மரவாழ் பறவை, அணில் ஆகியவற்றிற்கிடையே இத்தகு உறவு நிலவுகின்றது.

இன உள் உறவுகள். ஓரினம் சார்ந்த விலங்குகள் தாம் ஒரே இடத்தில் வாழ்ந்தாலும் தங்களுக்குள் உறவு எதுவுமின்றி வாழ்கின்றன. இவ்வினத்தில் பால் வேறுபாடு இருப்பின் இனப்பெருக்கத்திற்காக அவ்வப்போது ஒன்றுடன் ஒன்று (ஆண் பெண்ணுடன்) சேர்ந்து காணப்படும். இவ்வினத்தில் பால் வேறுபாடு இல்லாவிடின் இத்தொடர்பு இன்றியும் அவை வாழக்கூடும். இத்தகு விலங்குகள் தனிமை (solitary) விலங்குகள் எனப்படும். இத்தனிமைப் பண்பு சில இனம் சார்ந்த விலங்குகளில் காணப்படுகின்றது. பிற இனம் சார்ந்த விலங்குகளிடம் இத்தனிமைப் பண்பு காணப்படுவதில்லை. இவ்வின விலங்குகளில், ஓரினம் சார்ந்த விலங்குகள், தற்காலிகமாகவோ

நிரந்தரமாகவோ ஒன்றுடன் ஒன்று நெருக்கமாக இனப்பெருக்கக் காலத்தில் மட்டும் அன்றிப் பிற காலங்களிலும் ஒரு சும்பலாகவே காணப்படும். இவை மந்தை (gregarious) விலங்குகள் எனப்படும். சூழ்நிலையியலின்படி, சும்பல்தன்மை விலங்கு எண்ணிக்கையை ஓரிடத்தில் அதிகரிப்பதால் அவ்விலங்குகளுக்குத் தீமையையே விளைவிக்கும். ஏனெனில் அவைகளுக்குள் அவ்விடத்தில் உள்ள வரையறுக்கப்பட்ட உணவு, உறைவிடம் ஆகியவற்றிற்குப் போட்டி ஏற்பட, பல அழிந்துவிடும்.

சூழ்நிலையியல் காட்டும் இவ்வெதிர்ப்பார்ப்பு மந்தை விலங்குகளில் காணப்படுவதில்லை. மந்தையாக இருத்தல் இவைகளுக்கு வாழ்வு நீட்டிப்பை (survival value) அளிக்கின்றது. தற்காலிக மந்தைகளாகக் காணப்படும் பின்வரும் விலங்குகளில் வாழ்வு நீட்டிப்பைக் காணலாம். மான் கூட்டம் தனி மானைக் காட்டிலும் எளிதில் விலங்குண்ணியிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்கின்றன. பூச்சிக் கூட்டம் தனியான பூச்சியைக்காட்டிலும் வறண்ட சூழ்நிலையில் தொடர்ந்து உயிர்வாழ்கின்றன. இவைகள் மந்தையாக அவ்வப்போது காணப்படுதல் அவைகளுக்கிடையே உள்ள 'நினைவற்ற ஒற்றுமை' (unconscious co-operation) என்னும் பண்பினால் என்று சூழ்நிலையியலார் (ecologists) கருதுகின்றனர். ஈசல், எறும்பு, குளவி ஆகிய பூச்சிகள் நிரந்தர மந்தை விலங்குகளாகும். ஒரே மந்தையில் ஆயிரக்கணக்கில் விலங்குகள் காணப்படும். மந்தையில் உள்ள விலங்குகள் பலபிரிவுகளாகக் காணப்படும். இப்பிரிவுகள் சாதிகள் (castes) எனப்படும். ஒவ்வொரு சாதியும் ஒரு பணியைச் செய்யும். ஆதலின் மந்தையில் பணிப்பகுப்பு (division of labour) என்னும் பண்பு காணப்படும். இப்பண்பினால் மந்தை விலங்குகள் சமுதாய (social) விலங்குகள் என அழைக்கப்படும். ஈசல் மந்தையில் இனவிருத்திப் பணிக்காக அரசன், அரசி என இரு சாதிகளும், உணவு ஈட்டலுக்காக வேலைக்காரன் (worker) என்னும் சாதியும், பாதுகாப்பிற்காகப் பாதுகாவலன் (soldier) என்னும் சாதியும் உள்ளன. மனிதனும் ஒரு சமுதாய விலங்கே.

இனங்களுக்குள் உறவுகள். வெவ்வேறு இனம் சார்ந்த விலங்குகள் அவைகளுக்கிடையே

உள்ள உறவு மூலம் அடையும் பயன்களுக்கேற்ப இவ்வுறவுகள் இருவகைப்படும். அவை நேர் (positive) உறவுகள், எதிர் (negative) உறவுகள் எனப்படும். நேர் உறவில் பங்கேற்கும் இரு விலங்குகளுள் ஒன்றுமட்டுமோ இரண்டுமோ பயன்பெறும். இவ்வுறவு மூன்று வகைப்படும். உடல் உண்ணல் (commensalism), துவக்க ஒற்றுமை (proto co-operation), எதிர் ஆதாயம் (symbiosis) என்பன. எதிர் உறவில் பங்கேற்கும் இரு விலங்குகளுள் ஒன்று தீமையற மற்றது நன்மையையோ பாதிப்பையோ அடையாமல் இருக்கும். இவ்வுறவு நான்கு வகைப்படும். போட்டி (competition), உடனுறைதீமை (amensalism), ஒட்டி உண்ணல் (parasitism), கொன்றுண்ணல் (predation) என்பன.

உடன் உண்ணல். இதில் பங்குபெறும் இரு விலங்குகளுள் ஒன்று பயன்பெற, மற்றது பயன் எதுவும் அடையாது. இவ்வுறவு கடல் வாழ் விலங்குகளில் பெரிதும் காணப்படுகின்றது. சில நண்டுகளின் செவுள்களில் காணப்படும் தட்டைப்புழுக்கள் ஈரிதழ்களில் போர்வைக் குழியில் வாழும் நண்டுகள். பறவைக் கூடுகளில் வாழும் பல்வேறு பூச்சிகள் ஆகியன இவ்வுறவிற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். பயனும் விலங்கு உடன் உண்ணி (host) எனப்படும். உடன் உண்ணி, ஒம்புயிரி மீதோ தன் உறைவிடத்திலோ வாழ்ந்தால் வெளி உடன் உண்ணி (ectocommensal) என்றும், ஒம்புயிரியின் உடலினுள் வாழ்ந்தால் உள் உடன் உண்ணி (endo commensal) என்றும் குறிக்கப்படும். உடன் உண்ணி இவ்வுறவின்மேல் ஒம்புயிரியிடமிருந்து உணவு, பாதுகாப்பு, இருப்பிடம் இடமாற்றம் (ஒம்புயிரி இடம்விட்டு இடம் சென்றால்) ஆகியவற்றைப் பெறுகின்றது.

துவக்க ஒற்றுமை. இதில் பங்குபெறும் இருவிலங்குகளும் தனித்தனியே ஒன்று மற்றொன்றின் உதவியின்றி வாழமுடியாமெனினும், இவ்வுறவை தேவைக்கேற்ப இரண்டும் பயன்பெறுகின்றன. நண்டுகளும் அவற்றின் மீது காணப்படும் ஹைட்ராவை ஒத்த குழியுடலிகளும் இவ்வுறவைக் காட்டுகின்றன. குழியுடலிகள் நண்டுகள் விட்டுவிடும் உணவை ஏற்றும், அவை மூலம் இடப் பெயர்ச்சியைப் பெற்றும் பயனடைகின்றன. நண்டுகள்,

குழியுடலிகளின் கொட்டும் கலங்களால் (stinging cells) இரை பிடித்தன்மையையும், விலங்குண்ணிகளிடமிருந்து பாதுகாப்பையும் பெறுகின்றன.

எதிர் ஆதாயம். இதில் பங்குபெறும் இருவிலங்குகளும் பயன்பெறுவதுடன் தனித்தனியே இவ்வுறவின்றி வாழும் ஆற்றல் பெற்றும், இவ்வுறவின் மூலமே இவை வாழமுடியும் என்பதால் ஒன்றுடன் ஒன்று மிகவும் சார்ந்தும் காணப்படும். இவ்வுறவில் பங்கு பெறும் உயிரிகள் எதிர் ஆதாய உயிரிகள் எனப்படும். ஈசல்களும் அவற்றின் உணவுக்குழாயில் வாழும் கசை விலங்குகளும் (flagellates) இவ்வுறவை நன்கு காட்டுகின்றன. ஈசல்கள் தமது உணவான மரத்தைச் சீரணிக்க இயலாது. ஏனெனில், அதற்குரிய சீரணநொதி அதன் உணவுப்பாதையில் இல்லை. கசை விலங்குகள் மரத்தைச் சீரணித்து ஈசல்களுக்கு உதவுகின்றன. கசை விலங்குகள் ஈசல்களிடமிருந்து உறைவிடம், பாதுகாப்பு ஆகியவற்றைப் பெறுகின்றன. ஈசல்களை விடுத்துக் கசைவிலங்குகளோ, கசை விலங்குகளைத் தவிர்த்து ஈசல்களோ வாழ இயலாது. சிலவகைப் பாக்கிரியாக்கள், நிலக்கடலை போன்ற தாவரங்கள் ஆகியவற்றிற் கிடையே காணப்படும் இவ்வுறவு நிலத்தில் ஹைட்ரஜன் சத்தைச் சேமித்து நிலவளத்தைப் பெருக்குகின்றன.

போட்டி. ஓரிடத்தில் வாழும் ஒரே இனம் சார்ந்த விலங்குகளுக்குள் உணவிற்காகவும் உறைவிடத்துக் காகவும் காணப்படும் பந்தய உணர்வே போட்டி எனப்படும். இதன் இறுதியில் வலிமை அல்லது திறமை வாய்ந்தன வாழ்க்கைப் போராட்டத்தில் வெற்றிபெற்று உயிர்வாழ, பிற மாய்ந்துவிடுகின்றன. ஒரே இனம் சார்ந்த ஆண்களுக்குள் பெட்டையை அடையவும் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் போட்டி காணப்படும்.

ஓரிடத்தில் வாழும் வெவ்வேறு இனம் சார்ந்த விலங்கினங்களுக்குள்ளும் உணவு, உறைவிடம் ஆகியவற்றிற்காகப் போட்டி ஏற்படும். தக அமைவுகளை அதிகம் பெற்ற விலங்கினம் தொடர்ந்து வாழ மற்றது மறைந்துவிடும்.

உடனுறை தீமை. ஓரிடத்தில் வாழும் வெவ்வேறு இனம் சார்ந்த ஈர் உயிரிகள் வாழும்போது,

ஒன்று தான் வெளியிடும் நச்சுப்பொருள்களால் பிறிதொன்றை அழித்துத் தான்மட்டுமே உயிர்வாழும். அழியும் உயிரி, தன்னை அழிக்கும் உயிரிக்கு எவ்விதப் பாதிப்பையும் செய்வதில்லை. விலங்குகளுக்குள் இவ்வுறவு இல்லை என்றே கூறலாம். சில பூஞ்சைகளுக்கும் சில பாக்கீரியாக்களுக்கும் இவ்வுறவு காணப்படுகின்றது. இவ்வுறவில் காணப்படும் அடிப்படைப் பண்பைக் கொண்டு, மருத்துவ வல்லுநர்கள் மனிதனுக்கு நோய் விளைவிக்கும் நுண்ணுயிர்களை (*microbes*) அழித்து நோய்களை ஒழிக்கும் முயற்சியில் பெரும் முன்னேற்றம் கண்டுள்ளனர்.

ஒட்டி உண்ணல். இவ்வுறவில் பங்குபெறும் வெவ்வேறு இனம் சார்ந்த இருவிலங்குகள், ஒன்று மட்டும் பயனடைய மற்றது தீமையை அடைகின்றது. பயனடையும் விலங்கு ஒட்டுண்ணி என்றும், தீமையுறும் விலங்கு ஒம்புயிரி என்றும் அழைக்கப்பெறும். ஒட்டுண்ணி ஒம்புயிரியை விடுத்து வாழ இயலாது. ஆனால், ஒம்புயிரி தனித்து, தீமையைத் தவிர்த்து வாழ இயலும். குழியுடலிகள், முள்தோலிகள் ஆகிய தொகுதிகள் தவிரப் பிற தொகுதிகளில் இவ்வுறவு பல நிலைகளில் காணப்படுகின்றது. நெமடோமார்பா, அகாந்தோசெபலா போன்ற விலங்குத் தொகுதிகளில் எல்லா விலங்குகளும் ஒட்டுண்ணிகளே. ஆரம்ப விலங்குகள் (*protozoa*) போன்ற தொகுதிகளில் ஒரு வகுப்பு (*class*) முழுதும் ஒட்டுண்ணிகளைக் கொண்டிருக்கும்.

ஒட்டுண்ணிகள். 1. வெளி ஒட்டுண்ணி 2. உள் ஒட்டுண்ணி என இருவகைப்படும். வெளி ஒட்டுண்ணி ஒம்புயிரியின் உடல் மேலும், உள் ஒட்டுண்ணி ஒம்புயிரியின் உடலுக்குள்ளும் காணப்படும். வெளி ஒட்டுண்ணிகளில் கொசு போன்றன ஒம்புயிரியின் மீது உணவு கொள்ளும்போதும், பேன் போன்று ஒம்புயிரியின் உடல்மேல் எப்பொழுதும் காணப்படும். பறவைகள், பாலூட்டிகள், ஆகியவற்றின் வெளி ஒட்டுண்ணிகளான பேன்கள் இறந்த திசுக்களால் ஆன உரோமம், இறகு ஆகியவற்றை உண்கின்றன. அட்டை போன்ற வெளி உண்ணிகள் ஒம்புயிரியின் தோலைக் குடைந்து குருதியை உண்கின்றன. இதற்கேற்ப அவற்றின் வாயுறுப்புகள் தக அமைவுடன்

காணப்படுகின்றன. தட்டைப் புழுக்கள், உருளைப்புழுக்கள் போன்ற உள் ஒட்டுண்ணிகள் ஒம்புயிரியின் உணவுப் பாதையிலும், பிளாஸ்மோடியம் போன்ற உள் ஒட்டுண்ணிகள் ஒம்புயிரியின் குருதியிலும் வாழ்கின்றன.

ஒட்டுண்ணிகள் பின்வரும் தக அமைவுகளைக் கொண்டுள்ளன. ஒம்புநரின் உடல் அல்லது உடலினுள் நிலைத்து இருக்க, முள், உறிஞ்சுகிண்ணம் போன்ற உறுப்புகளைக் அவை கொண்டிருக்கும். ஒம்புயிரின நொதிகள் தங்களை அழிக்காவண்ணம் உடலைச் சுற்றி கியுடிகள் என்னும் உறையைக் கொண்டிருக்கும். உணவு, உறைவிடம், பாதுகாப்பு ஆகியவற்றை ஒம்புயிரியிடமிருந்து அவை பெறுதலால், இயக்க உறுப்புகள், தசைகள், புலனுறுப்புகள், நரம்பு மண்டலம், உணவு மண்டலம் ஆகியவை குறைவுற, அவற்றின் உடல் சிதைவு (*degeneration*) அல்லது எளிமை (*simplification*) அமைப்பைக் காட்டுகின்றது.

ஒட்டுண்ணி ஒன்று தனக்குரிய ஒம்புயிரியை அடையும்போது ஏற்படும் இடர்பாடுகளால் பெரும் உயிரிழப்பை அடைகின்றன. இதனை ஈடுகட்ட, அவை முட்டைகளைப் பல ஆயிரக்கணக்கில் உற்பத்தி செய்கின்றன. இதற்கேதுவாக, இனவிருத்தி மண்டலம் மிகச் சிறப்பாக அமைந்து தனிச்செறிவைக் (*specialisation*) காட்டும். ஒட்டுண்ணிகள் உணவுப்பொருள் மூலமோ பூச்சிகள் போன்ற பிற விலங்குகள் மூலமோ ஒம்புயிரிகளுக்கிடையே காணப்படும் தொடர்புகளாலோ தங்கள் ஒம்புயிர்களை அடைகின்றன.

கொன்றுண்ணல். இவ்வுறவுகாட்டும் இரு விலங்குகளுள் ஒன்று மற்றதைக் கொன்று அதனை உணவாக ஏற்கும். புலி, மான், சிலந்தி-பூச்சி ஆகியவை இவ்வுறவிற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். உணவாகும், விலங்கு இரை என்றும், இரையை உணவாகக் கொள்ளும் விலங்கு இரையுண்ணி என்றும் அழைக்கப்படும்.

இவ்வுறவு ஓரினம் சார்ந்த விலங்குகளுக்குள்ளும் காணப்படும். எ-டு: மீன் தனது குஞ்சுகளை உணவாகக் கொள்ளுதல்.

ஒட்டி உண்ணலில், ஒட்டுண்ணியின் இனத் தொகை அதிகப்படி ஒம்புயிரியின் இனத்தொகை குறைவுபடும்; ஒட்டுண்ணியின் இனத்தொகை குறைவுப்படி ஒம்புயிரியின் இனத்தொகை அதிகரிக்கும். இதேபோன்று, கொன்றுண்ணலில், இரையுண்ணியின் இனத்தொகை குறைவுறின் இரையின் இனத்தொகை அதிகரிக்கும். அதாவது இவ்வறுவுகளில் ஒர் இனத்தின் இனத்தொகை மற்றதன் இனத்தொகையைக் கட்டுப்படுத்தும் சக்தியைக் கொண்டுள்ளது. இப்பண்பைக் கைக்கொண்டு விலங்கியல் வித்தகர்கள் பயிர்களுக்கு நோய் கொடுக்கும் பூச்சிகளையும், மனிதர்களுக்கு நோய் பரப்பும் பூச்சிகளையும் அழிப்பதில் பெருமளவு வெற்றி கண்டுள்ளனர். விலங்குகளை அல்லது உயிரிகளை இம்முறையில் அழித்தல் அல்லது அவற்றின் இனத்தொகையைக் குறைவுபடுத்தல் உயிரியல் கட்டுப்பாடு (biological control) எனப்படும்.

ப. நடராசன்

விலங்குக் காட்சிசாலை

அடர்ந்த காடுகளிலும், வனங்களிலும் காணப்படும் விலங்குகள் விலங்குக் காட்சியகங்களில் மக்களின் பார்வைக்கு வைக்கப்படுகின்றன. காட்சிக்கு வைக்கப்படும் விலங்குகள் உலகெங்கிலுமுள்ள வெவ்வேறு இடங்களிலிருந்து திரட்டப்படுகின்றன.

பெரும்பாலான மக்கள் வனவிலங்குகளைப் பார்வையிடுவதில் மகிழ்ச்சியடைகின்றனர். மனிதன் தானும் சிறிதுமாறுபட்ட விலங்கினமே என்று உணர்ந்திருப்பதே இதற்குரிய காரணம். மனிதனுக்குப் பகுத்தறிவு இருக்கிறது. ஆனால் ஒரு யானையினுடையதைப் போன்றோ கொரில்லாவுடையதைப் போன்றோ உடல் வலிவு இல்லை. துருவப்பிரதேசத்தில் பென்குவின் பறவையைப் போன்றோ துருவக் கரடியைப் போன்றோ உடை இல்லாமல் வாழமுடியாது. மனிதன் அவனுடைய இயற்கைச் சூழ்நிலையில் வாழ்வதற்கேற்பத்

தகவமைப்புப் பெற்றுள்ளான். எனவே மனிதர்கள் தங்களுக்கும் விலங்கினங்களுக்குமுள்ள தொடர்புகளைக் கூர்ந்தறிவதற்காக முக்கியமாக விலங்குக்காட்சி சாலைகளைப் பார்வையிடுகின்றனர். நகரங்களில் வாழும் மக்கள் இயற்கையுடன் தொடர்பிழந்துவிட்டதினால் விலங்குகளை இயற்கைச் சூழ்நிலையில் கண்டுளிக்க விரும்பி விலங்குக் காட்சிசாலைகளை அடிக்கடி பார்வையிடுகின்றனர். விலங்குக் காட்சிசாலைகளில் அழிந்துவரும் அரிய விலங்கினங்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் இனப்பெருக்கத்துக்கு ஆதரவு கொடுக்கப்பட்டு அழிந்துவிடாமல் நன்முறையில் பேணப்படுகின்றன.

விலங்குக் காட்சியகங்களின் தோற்ற வரலாறு.

ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாக மனிதன் விலங்குகளை வளர்த்துவருகிறான். முதன்முதலில் காடுகளில் வாழ்ந்த நாய்கள் கிராமப் புறங்களில் மக்களால் ஒதுக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள்களை நாடி ஊர்ப்புறங்களுக்குள் வர ஆரம்பித்தன. பின் கிராமத்து மக்களிடம் பயமின்றிப் பழக ஆரம்பித்தன. மனிதன் அவற்றைப் பழக்கி வேட்டைக்குப் பயன்படுத்தினான். பின்பு ஆடுகளும் மாடுகளும் பழக்கி வளர்க்கப்பட்டன. அவை மனிதர்களின் உணவுக்கும் உடைக்கும் பயன்பட்டன.

பிற்காலத்தில் தனிமனிதர்கள் தங்கள் பொருட்செல்வத்தின் அளவையும் ஆற்றலையும் குறிக்கும் அடையாளமாக வனவிலங்குகளைத் திரட்ட ஆரம்பித்தனர். தொலைதூரத்திலிருந்து பிடித்து வரப்பட்ட விலங்குகளை மக்கள் முதலில் வியப்புடன் பார்க்கத் தொடங்கினர்.

முதன்முதலில் உண்மையான மிருகக்காட்சி சாலையொன்று கி.மு.12 ஆம் நூற்றாண்டில் அமைக்கப்பட்டு அறிவிற் சிறந்தவர்கள் பார்வைக்கு வைக்கப்பட்டது. இடைக்காலத்தில் தொலைவி லிருந்து விலங்குகளை வரவழைத்து பொதுமக்களின் பார்வைக்குவைத்து அதிகப் பொருள் ஈட்டமுடியும் என்று உணர்ந்தனர். விலங்குகளிலும் மனிதர்களிலும் இயற்கையிலிருந்து மாறுபட்ட இராட்சத உருவங்களையும் குள்ளப்பிறவிகளையும் காட்சிப் பொருளாக்கினர்.

பின்பு உண்மை உருவங்கள் மக்களைக் கவராததினால் பல தந்திரங்களைக் கையாண்டனர். மனிதர்களுக்குக் கொரில்லாக்களைப் போன்று வேடமிட்டனர். கழுதைகளுக்கு வரிக்குதிரைகளைப் போன்று வண்ணமிட்டனர். யானைகளுக்கு வெண்ணிறப் பொடியைத் தூவினர்.

விலங்குகளைக் காட்சிக்கு வைத்தவர்கள் அவையும் மனிதர்களைப் போன்றே தூய்மையான சுற்றுப்புறத்தை விரும்புவதை உணராமல் சிறுசிறு துப்புரவற்ற கூண்டுகளில் அவற்றை அடைத்து வைத்தனர். ஆகையால் அவை நோயுற்றும் வேற்றிடங்களுக்குச் செல்ல முடியாமலும் அழிந்தன.

நவீன விலங்குக் காட்சியகங்கள். நவீன விலங்குக் காட்சியகங்கள் பெரிதும் வேறுபட்டவை. பார்வையாளர்களுக்குக் கேடு விளைவிக்கும் ஆபத்தான விலங்குகள்கூட கூண்டுகளில் அடைத்துவைக்கப்படுவதில்லை. மாறாக மக்கள் எளிதில் பார்ப்பதற்கு ஏதுவாகவும் அவை தப்பித்துச் செல்ல இயலாத வகையிலும் அவற்றின் வாழ்விடங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. உயர்ந்த மதிர்சுவரும் அடர்ந்த கூண்டுகளும் பார்வையாளர்கள் பார்வையிடுவதைத் தடை செய்வதால் மேற்கூரையற்ற திறந்த இடங்களில் விலங்குகள் விட்டுவைக்கப்பட்டு அவை வெளியேறா வண்ணம் சுற்றிலும் அகழிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய இடங்கள் விலங்குகளின் இயற்கைச் சூழ்நிலையையொத்து அமைக்கப்படுகின்றன.

யானைகளுக்குக் குளிப்பதற்குக் குளம் இன்றியமையாதது. மலைவாழ் விலங்குகளுக்கு மலைப்பகுதிகளிலுள்ளது போல் ஏற்ற இறக்கங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதுபோன்ற திறந்தவெளி பாலூட்டிகளுக்கு ஏற்றவை. ஆனால் சிறு விலங்குகளைக் குளிரிலிருந்து காக்க ஒரு வகைக் கண்ணாடிக் கூண்டுகளுக்குள் வளர்க்கின்றனர். இக்கண்ணாடி வழியாகப் பார்வையாளர்கள் விலங்குகளைப் பார்க்க இயலும். ஆனால் விலங்குகள் பார்வையாளர்களைப் பார்க்க முடியாதாகையால் அவை மிரளுவதில்லை. இரவில் இயங்கும் விலங்குகளின் கூண்டில் ஒளியமைப்பை மாற்றியமைத்து பகலில் இயங்கச் செய்து, அவற்றின்

இயக்கத்தை மக்கள் பார்வையிட தனியிடங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. விலங்குக் காட்சியகங்களில் பொதுவாகக் காற்றோட்டத்தை உண்டாக்கவும் வெப்பப்படுத்தவும் இயந்திரங்களைப் பயன்படுத்துவதில்லை. இவ்வியந்திரங்களைக்கண்டு விலங்குகள் மிரண்டு போகலாம். கடல் வாழ்வினங்கள் நன்னீரில் உப்பைக் கலந்து செயற்கையாக உண்டாக்கப்பட்ட உப்புநீரில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

குழந்தைகளுக்கான விலங்குக் காட்சியகங்கள். சில நவீன விலங்குக் காட்சியகங்களில் குழந்தைகளுக்கான தனிப்பகுதியொன்று உள்ளது.

ஒரு புதிய வகை விலங்குக் காட்சியகத்தில் வேட்டை விலங்குகள் முற்றிலும் திறந்தவெளியில் விடப்படுகின்றன. இதனால் அவை தடையின்றி எங்கும் சுற்றித்திரிகின்றன. பார்வையாளர்கள் தங்கள் ஊர்திகளில் சென்று பார்வையிடலாம். விலங்குக் காட்சியகங்களில் கூண்டிலடைத்து வைக்கப்படும் விலங்குகள் அவ்வப்போது இனப்பெருக்கத்துக்காக இவ்வகை திறந்தவெளிக்காட்சியகங்களுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

எலிகள். விலங்குகளுக்கு நோய்களைப் பரப்பியும் உணவுச்சேமிப்பை சேதப்படுத்தியும் கேடு செய்வதால் அவை விலங்குக் காட்சியகங்களில் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. எலிகளை ஒழிக்க நச்சுப் பொருட்களைப் பயன்படுத்தும்போது அவற்றால் மற்ற விலங்குகளுக்குத் தீங்கு விளையலாம். ஆகையால் எலிகளைப் பிடிக்க எலிப்பொறிகளே மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விலங்குக் காட்சியகங்களுக்கான விலங்குகளைப் பெறுதல். விலங்குகள் விற்பனையாளர்களிடமிருந்து வாங்கப்படுகின்றன. அவர்கள் உலகின் பல்வேறு நாடுகளுக்குச் சென்று விலங்குகளை வாங்கிவந்து காட்சியகங்களுக்கு விற்பனை செய்கின்றனர்.

விலங்குகள் பெரும்பாலும் விலங்குக் காட்சியகங்களின் ஆணையின்பேரில் ஆகாய விமானங்களில் அனுப்பப்படுகின்றன. யானை

போன்ற பெரிய விலங்குகளைக் கொண்டு செல்வதில் தொந்தரவு அதிகம். ஆகையால் அத்தகு விலங்குகளின் குட்டிகள் அனுப்பப்படுகின்றன. எனினும் 2 1/2 வயதான ஒரு யானைக்குட்டியின் எடைகூட சுமார் ஒரு டன் இருக்கும். அதன் அளவைவிட சற்றுப் பெரிதான கூண்டில் ஏற்றப்பட்டு ஆகாயத்தில் விமானம் பறக்கும்போது அது தடுமாறி விழாவண்ணம் பாதுக்காப்பாகக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது.

சில நேரங்களில் விநோதமான விலங்குகளை செல்லப்பிராணிகளாக வளர்ப்பவர்கள் அவற்றை வீட்டில் வளர்க்க இயலாமல் போகும்போது அவற்றை விலங்குக் காட்சியகங்களுக்குக் கொடுத்துவிடுவதுண்டு. வேற்று நாட்டு அரசுகள் விலங்குகளை மற்ற நாடுகளுக்குப் பரிசளிப்பதுண்டு, மாற்று விலங்குகளை வாங்கிக் கொள்வதுமுண்டு.

மிக அரிய விலங்கினங்களைக் காட்சியகங்களில் வைக்கவேண்டி காட்சி சாலை சில சமயங்களில் ஒரு குழுவையே அவ்விலங்கினத்தைத் தேடி அதன் இயற்கை வாழிடத்துக்கு அனுப்புவதுண்டு. இதற்கு ஆகும் பொருட்செலவு அதிகம். பொதுவாக விலங்குகள் அவற்றின் இயற்கையிருப்பிடங்களிலிருப்பதைப் போல் காட்சியகங்களில் இனப் பெருக்கம் செய்வதில்லை.

காட்சியகங்களில் விலங்குகளுக்கு

உணவளித்தல். ஒவ்வொரு இன விலங்குகளும் தனிவகை உணவையுண்ணுகின்றன. அவற்றை சுகாதாரத்துடன் வைக்க உதவும் உணவுப் பொருட்களே அவற்றுக்குக் காட்சியகங்களில் அளிக்கப்பட்டாலும் அவை பார்வையாளர்கள் கொடுப்பவற்றையுண்டு உடல்நலமிழந்து விடுகின்றன. பார்வையாளர்கள் விலங்குகளுக்கு எவ்விதமான உணவுப்பொருளையும் கொடுக்க வேண்டாம் என்று விலங்குக் காட்சியகங்களில் காணப்படும் வாசகங்களுக்கு இதுவே காரணம்.

காட்சியகங்களில் விலங்குகளுக்கு அவற்றின் இயற்கையுணவையொத்த உணவு அவை உண்ணும் முறையையொட்டி அளிக்கப்படுகின்றன. எனினும் சிங்கம் போன்ற விலங்குகளுக்கு அவை வனங்களில்

இருந்தால் உண்ணுவது போன்று உயிருள்ள மான்களையோ வரிக்குதிரைகளையோ உணவாகத் தர இயலுவதில்லை. ஆகையால் அவற்றுக்கு ஈடான பன்றியிறைச்சியோ, குதிரையிறைச்சியோ அளிக்கப்படுகிறது. சிங்கம் இவ்விறைச்சித் துண்டங்களை பற்களாலும், நகங்களாலும் கிழித்து உண்ணுவதால் நகங்கள், பற்கள், தசைகள் ஆகியவை ஆரோக்கியமான நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

பொதுவாக உண்ணும் விலங்குகளுக்கு புதிய இறைச்சித் துண்டங்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. கழுதைப்புலிகள் போன்ற விலங்கினங்கள் மற்ற ஊனுண்ணிகள் உண்டு எஞ்சிய ஊனையே இயற்கையில் உண்ணுவதால் அவற்றுக்கு சிறிது அழுகிய இறைச்சியே அளிக்கப்படுகின்றன.

இரத்தம் குடிக்கும் வெளவால்களுக்கு புதிய இரத்தம் உணவாகத் தேவைப்படுகிறது. அரசநாகமும் சில பறவைகளும் சிறு பாம்புகளை உண்ணுவதால் அவற்றுக்காக பாம்புகள் உறைநிலையில் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. கோலாக்கரடிகள் யூகலிப்டஸ் இலைகளைத் தவிர வேறெந்த உணவையும் உட்கொள்வதில்லை. ஆகையால் அவை யூகலிப்டஸ் மரங்கள் அதிகமாகக் காணப்படும் காட்சிசாலைகளில் மட்டுமே வளர்க்கப்படுகின்றன.

விலங்குக் காட்சியகங்களில் பொதுவாக வைக்கோல், தானியங்கள், இறைச்சி, பால், முட்டைகள், காய்கறிகள் ஆகியவை உணவுக்காகப் சேமித்துவைக்கப்படுகின்றன.

விலங்குகளில் உணவுப் பின்னல்

இயற்கை அமைப்பில் பல விந்தைகளை நாம் காண்கிறோம். உயிரினங்கள் யாவும் ஒன்றுக்கொன்று உணவு எனும் பொதுக்காரணியோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளன. உணவுப் பொருள்களை அடைவதற்காக உயிரினங்களின் அங்க அமைப்பிலும், பழக்க வழக்கங்களிலும் பல

மாறுபாடுகளைக் கொண்டுள்ளன. உணவானது உயிர்களுக்குத் தேவையான ஆற்றலையும் வளர்ச்சிக்குரிய பொருள்களையும் கொடுக்கிறது. தாவரங்கள், ஒளிச்சேர்கையின் மூலம் உணவை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை தாவர உண்ணிகளுக்கு உணவாக அமைகின்றன. இவ்வாறு சூழ்நிலை மண்டலத்தில் ஆற்றலானது ஓர் உணவு நிலையிலிருந்து மற்றொரு உணவு நிலைக்குச் செல்வதே உணவுச் சங்கிலி (Food chain) எனப்படுகிறது. இவை மேய்தல் நிலை உணவுச் சங்கிலி (Grazing food chain), சிதைத்து வாழும் உணவுச் சங்கிலி (Detritus food chain) என இரு வகைப்படும். மேய்தல் நிலை உணவுச் சங்கிலியில் தாவரங்களிலிருந்து துவங்கி தாவர உண்ணிகள் வழியாக ஊண் உண்ணிகளில் சென்று முடிவடைகின்றது. (எ-டு: புல், ஊணான், வல்லூறு).

இந்த உணவுச் சங்கிலி இரு வகைப்படும். அவை. 1) ஊனுண்ணி உணவுச் சங்கிலி (Predator food chain) 2) ஒட்டுண்ணி உணவுச் சங்கிலி (Parasitic food chain). கொண்டு உணவுச் சங்கிலியில் ஒரு விலங்கு மற்றொரு விலங்கினைப் பிடித்து விழுங்குகிறது. உண்ணப்படும் விலங்கு இரையெனவும் (prey), இதனை உண்ணும் உயிரி ஊனுண்ணி (predator) விலங்கு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. ஒட்டுண்ணி உணவுச் சங்கிலியில் தாவரங்களும் விலங்குகளும் ஒட்டுண்ணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஒட்டுண்ணிகள் இவற்றின் விருந்தோம்பிகளிடமிருந்து ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. சிதைத்து வாழும் உணவுச் சங்கிலியில் இறந்துபட்ட கரிமப் பொருட்களில் துவங்கி கனிமப் பொருட்களில் முடிவடைகிறது. ஆல்கஹாக்கள், பாக்டீரியா, பூஞ்சை, புரோட்டோசோவன்கள், பூச்சிகள், மரவட்டைகள், மட்டிகள், உருளைப்புழுக்கள், வாத்து போன்ற உயிரிகள் தாவர விலங்கினத்தின் சிதைந்த பகுதியை உண்டு வாழ்கின்றன.

ஒரு சூழ்நிலை மண்டலத்தில் எளிதான உணவுச் சங்கிலியை பார்ப்பது அரிது. உணவுச் சங்கிலிகள் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொண்டு அமைந்துள்ளன. இதற்கு உணவுப் பின்னல் அல்லது உணவு வலை (food web) எனப்படும். ஒவ்வொரு

உயிரினமும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஊட்ட நிலைகளிலிருந்து உணவினைப் பெறுகின்றன.

எ-டு: புல்வெளி சூழ்நிலை மண்டலத்திலுள்ள (grass land ecosystem) புற்களை ஆடு, மாடு, மான், வெட்டுக்கிளி, முயல், குதிரை, வெள்ளெலி மற்றும் பல்வேறு பூச்சிகளும் அவற்றின் லார்வாக்களும் உண்ணும். இவை ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு உயிரினங்களால் தாக்கப்படலாம். வெட்டுக்கிளியை உண்பது ஊணான் மட்டுமல்ல. மைனாவே அதைப் பிடிக்கலாம். காடை, கொக்கு முதலிய பறவைகளும் உணவாகக் கொள்கின்றன. ஊணானை பல பறவைகள் உண்கின்றன. புல்லை உண்ணும் முயல், வெள்ளெலி போன்றவை வல்லூரினால் உண்ணப்படுகின்றன. வெள்ளெலியை பாம்பு உணவாக உட்கொள்கின்றது. இப்பாம்புகள் வல்லூரினால் உண்ணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பறவைக்கும் இயற்கையில் பல விரோதிகள் உண்டு. இவ்வாறு உயிரினங்கள் ஒன்றையொன்று உணவின் அடிப்படையில் பின்னிப் பிணைந்து பெரும் வலையாகத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

ஹார்டி என்பவர் வெளியிட்ட ஆய்வுக் கட்டுரையிலிருந்து (ஹெரிங் மீனின் (herring), உணவுப் பழக்கம்) கடல் வாழ் உயிரிகளின் உணவுப் பின்னலுக்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகத் திகழ்கின்றது.

உணவுப் பின்னலின் ஓரிடத்தில் தாவரங்களினால் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்ற உணவானது, தொலை தூரத்திலுள்ள எண்ணற்ற நுண்ணிய சமுதாயங்களுக்கு (micro communities) பயன்பட்டு ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ளதாகவும் அமைகின்றது. மேலும் உணவு எனும் காரணியால் நுண்ணிய சமுதாயங்கள் பெரிய சமுதாயங்களோடு (major communities) தொடர்பு கொண்டுள்ளன. எ-டு: கடல் தாவர மிதவிகள் பவளப்பாறை சமுதாயம் (coral reef community), ஆளிச் சமுதாயம் (oyster bed community) மற்றும் பல பெந்திக் சமுதாயங்களையும் (benthic communities) தொடர்பு கொண்டுள்ளதாகக் கூறுகிறது. வலசை போகும் விலங்குகள் (migratory animals) இனப்பெருக்கம், உணவு மற்றும் தட்பவெப்ப நிலை மாறுபாடு போன்ற

காரணத்திற்காக எல்லை வளையைக் (ecotone) கடந்து வெகுதூரம் செல்கின்றன. இவ்வாறு செல்வதால் வெகுதூரத்திலுள்ள பெரிய சமுதாயங்கள் இணைந்து சிக்கலான உணவுப் பின்னலை ஏற்படுத்துகின்றன. கண்டம்விட்டு கண்டம் தேடிவரும் பறவைகளாலும், கடற்பிர தேசங்களைவிட்டு வேறு கடற்பிரதேசங்களுக்கு வரும் மீன்களாலும் இரு வேறுபட்ட உணவுப் பின்னல்கள் இணைக்கப்படுகின்றன.

ஊனுண்ணி தம் வாழ்நாளில் உணவுப் பழக்கத்தை மாற்றுவதனால் உணவுத் தொடர்கள் மாற்றமடைந்து உணவுப் பின்னலின் அமைப்பை மாற்றமடையச் செய்கிறது. எ-டு: நாடாமீன் (ஓலைமீன்) (ribbon fish) எனும் கொன்று உண்ணும் மீன் இன உயிரி நிலையில் (12-25 செ.மீ. நீளம்) ஓட்டுடை கணுக்காலிகளின் லார்வாக்கள், கராங்கிட் (carangid), குளுப்பீடு (clupeid), சார்டைன் (rainbon sardine) முதலிய மீன்களின் லார்வாக்களையும் உணவாகக் கொள்கிறது. இம்மீன் வளர்ச்சியடைந்த பிறகு (45 செ.மீ. நீளம்) ஆங்கோவிஸ் (Adult anchovies), அசிடஸ் (Acetes), இளம் இறால் (Young prawns) மற்றும் மீன்களின் லார்வாக்கள் முதலியவற்றை உணவாக உட்கொள்கின்றன. 45 செ.மீ. நீளத்திற்கு மேலாக வளர்ந்த பிறகு, இவற்றின் உணவுப் பழக்கம் மாறி, எல்லா வகை உணவுகளையும் உண்கின்றன. இவை தன் இன இள உயிரிகளையும், சார்டைன்ஸ், அரைதாடைமீன் (Hemiramphus), இறால் (adult prawns) மற்றும் ஸ்கூட்டுகள் (squids) ஆகியவற்றை இரையாகக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு இந்த மீனின் உணவுப்பழக்கம் மாறுவதால் ஒவ்வொரு உணவும் ஒவ்வொரு உணவுச் சங்கிலியை தோற்றுவித்து சிக்கலான உணவுப் பின்னலாகின்றன.

உணவுப் பின்னலை கண்டறியும் முறைகள்.

உணவுச் சங்கிலியையும் உணவுப் பின்னலையும் கண்டறிய பல முறைகள் நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை.

1. நேரடி ஆய்வு (Straight forward observation).

இம்முறையில் நேரடிப் பார்வை மூலமாக உணவுச் சங்கிலி மற்றும் உணவுப் பின்னலை அறிய முடியும். எ-டு: ஒரு குறிப்பிட்ட தாவரத்தில் காணப்படும் சில

சிறுநினை அசுவினி (Aphids) பூச்சிகள் வண்டுகளின் (lady bird beetle) லார்வாக்களை இரையாகக் கொள்கின்றன. அசுவினி பூச்சிகளை சிறிய பறவைகள் உணவாக உட்கொள்கின்றன. நேரடியாக இந்த உணவுத் தொடரை கண்டறிய முடிகிறது. இம்முறையில் உணவுப் பின்னலில் உள்ள எல்லாத் தொடரையும் காண இயலுமா என்பது சந்தேகமே, எனவே இம்முறை திருப்தியற்றதாக உள்ளது.

2. குடல் அடங்கு பொருள் ஆய்வு (Analysis of gut contents). இம்முறையில் உணவுப் பின்னலை கண்டறிய அதிக எண்ணிக்கையில் உயிரிகள் ஒவ்வொரு இனத்திலும் தேவைப்படும். குடலில் எஞ்சியுள்ள உணவுப் பொருளை ஆய்வதன் மூலம் எதை எதை உணவாக உட்கொண்டன என்பதை அறியலாம். ஆனால் உயிரியின் குடலில், கடினமான சட்டகமில்லாத விலங்கினப் பகுதி மற்றும் செரித்த விலங்கின அல்லது தாவர பகுதிகள் காணப்பட்டால் அதைக் கண்டறிய இயலாது.

3. வீழ்படிவு முறை (Precipitation test).

டேம்ப்ஸ்டெர் (Dempster, 1960) என்பவர் இம்முறைப்படி பைடோடெக்டா ஆலிவாசியா எனும் வண்டை உண்ணக்கூடிய ஊன் உண்ணிகளைக் கண்டறிந்தார். இவ்வண்டின் எதிர்சீரத்தை (antiserum) எலியிலிருந்து எடுத்து, ஊன் உண்ணிகளின் இரத்த பூச்சிகளை ஆய்வதன் மூலமாக இதன் உணவுத் தொடரைக் கண்டறிந்தார். ரெனால்டுசன் மற்றும் யெங் (Reynoldson and Young, 1963), மோரிசன் மற்றும் ரெனால்டுசன் (Morrison and Reynoldson, 1964) ஆகியோர் டென்ட்ரோசீலம் (Dendrocoelum lacteum) எனும் தட்டைப்புழுவின் உணவுப் பழக்கத்தை கண்டறிந்துள்ளார்கள்.

4. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் முறை (Radioactive isotopes).

இம்முறைப்படி விலங்கினங்களின் உணவுப் பழக்கத்தை எளிதில் கண்டறியலாம். ஓடம் மற்றும் குயின்ஸ்லெர் (Odum and Kuenzler 1963) பாஸ்பரஸ்-32 எனும் ஐசோடோப்பை ஒரு தாவர இனத்தில் செலுத்தி, அந்தத் தாவரத்தை உண்ணக்கூடிய தாவர உண்ணிகளை கண்டறிந்தவர். அந்தத் தாவரத்தைச் சுற்றிலுமுள்ள விலங்கினங்களை தொடர்ந்து பரிசோதித்து அதில் ஐசோடோப்

காணப்பட்டால், அந்த விலங்கினம் நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ அந்தத் தாவரத்தை உணவாகக் கொண்டன என்பதை விவரித்துள்ளனர். இதன் மூலம் உணவுத் தொடரின் ஆரம்ப நிலையிலிருந்து தொடர்ச்சியாக ஆற்றல் எவ்வாறு மாறுகிறது என்பதை அறியலாம்.

உணவுப் பின்னலின் முக்கியத்துவம். ஒரு சூழ்நிலை மண்டலத்தின் நிலைப்புத் தன்மையை ஏற்படுத்துவதற்கு உணவுப் பின்னல் அவசியமாகின்றது. எ.டு: கட்டுப்பாடற்ற நிலையில் வளர்கின்ற புற்கள் தாவர உண்ணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. தாவர உண்ணிகளில் ஏதேனும் ஓர் இனம் அழியும்போது மற்றோர் இனம் அதிகரித்து புற்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இதே போன்று ஓர் இனத் தாவர உண்ணி அழியும்போது அங்கு வாழும் ஊண் உண்ணிகள் பிறிதொரு வகை தாவர உண்ணிகளை உண்டு வாழ்கின்றன.

இயற்கை விதியில் குறுக்கிடும்போது மனிதன் மிகவும் கவனமாக இருத்தல் வேண்டும். உணவுத் தொடரில் ஏதாவது ஒரு பகுதியில் தொந்தரவு செய்யப்பட்டால் (தாவர உண்ணிகள் அல்லது ஊண் உண்ணிகள் அழிக்கப்பட்டால்) கடினமான விளைவுகள் ஏற்படும். உயிரற்ற காரணிகளில் (physical factors) ஏதாவதொரு காரணியில் மாற்றமடைவதன் விளைவு தாமதம் ஏற்பட்டாலோ தவறினாலோ உணவுச் சமநிலை மாறி சூழ்நிலை மண்டலத்தில் பாதிப்பு ஏற்படும்.

எம். கல்யாணசுந்தரம்

துணை நூல்கள். Eugene P. Odum, *Fundamentals of Ecology*, Saundes International student Edition, Tokyo, Japan, 1971; C.P. Gnanamuthu, *Introduction to animal Ecology*, Madras, 1963.

விலங்குகளில் சேய்ப் பராமரிப்பு

உலகில் பலவகையான விலங்கினங்கள் வாழ்கின்றன.

இவையெல்லாம் முட்டை நிலையிலோ, குஞ்சு அல்லது குட்டி நிலையிலோ அவற்றின் வாழ்க்கையைத் தொடங்குகின்றன. முட்டைகளும், குஞ்சுகளும் அவற்றின் சுற்றுப்புறங்களில் காணப்படும் பல இயற்கையான அல்லது செயற்கையான தொல்லை களுக்கு ஆளாகின்றன. எ.டு: ஒரு மீன் ஆயிரக்கணக்கில் முட்டைகளை இடலாம். அவை அனைத்தும் பொரிந்து குஞ்சுகள் வெளிவருவது இல்லை. இவற்றில் பெரும்பாலான முட்டைகள் மற்ற விலங்கினங்களால் உண்ணப்படுகின்றன. எஞ்சி யுள்ள முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகளும் தம்மைத்தாமே காப்பாற்றிக்கொள்ளும் நிலையில் இருப்பதில்லை. எனவே, பல விலங்குகள் அவற்றின் முட்டைகளும், குஞ்சுகளும் வளர்ந்து தன்னிச்சையாக வாழும் நிலையை அடையும் வரை அவை பெற்றோர்களால் பாதுகாத்து வளர்க்கப்படுகின்றன. இதனையே பெற்றோர் ஆதரவு அல்லது சேய்ப்பராமரிப்பு எனக் கூறுகிறோம்.

பொதுவாக, முதுகெலும்பை உடைய விலங்குகளான மீன்கள், நிலநீர் வாழ்வன, ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றின் பெற்றோர் ஆதரவு மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. முதுகெலும்பில்லாத விலங்குகளில் பெற்றோர் ஆதரவு காணப்படுவதில்லை. ஆனாலும் சில குளவிகள் கூடுகட்டி அதனுள் முட்டைகளை இடுகின்றன. இந்த முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் லார்வாக்கள் உண்பதற்காகக் கூட்டினுள்ளே போதுமான அளவு உணவையும் வைக்கின்றன.

அமெரிக்காவில் காணப்படும் ஒருவகை கெளுத்தி மீன் ஒரு தடவையில் சுமார் 50 முட்டைகள் இடுகிறது. இந்த முட்டைகள் கருவுற்றபின்பு அவற்றை ஆண்மீன் தன்னுடைய வாயில் வைத்துப் பாதுகாக்கிறது. இந்த முட்டைகள் பொரித்து குஞ்சுகள் வெளிவரும் வரையில் தந்தைமீன் உணவு உட்கொள்வதில்லை. ஜிலெபிகெண்டை எனப்படும் திலேப்பியா மீனினத்தில் பெண் மீன் அது இடும் முட்டைகளை இருபது நாட்கள் வரை அதன் வாய்க்குள்ளேயே வைத்து காப்பாற்றுகிறது. கடற்குதிரை எனப்படும் மீன் வகைகளில் ஆண் மீனானது அதன் வயிற்றுப்பகுதியில் காணப்படும் ஒரு



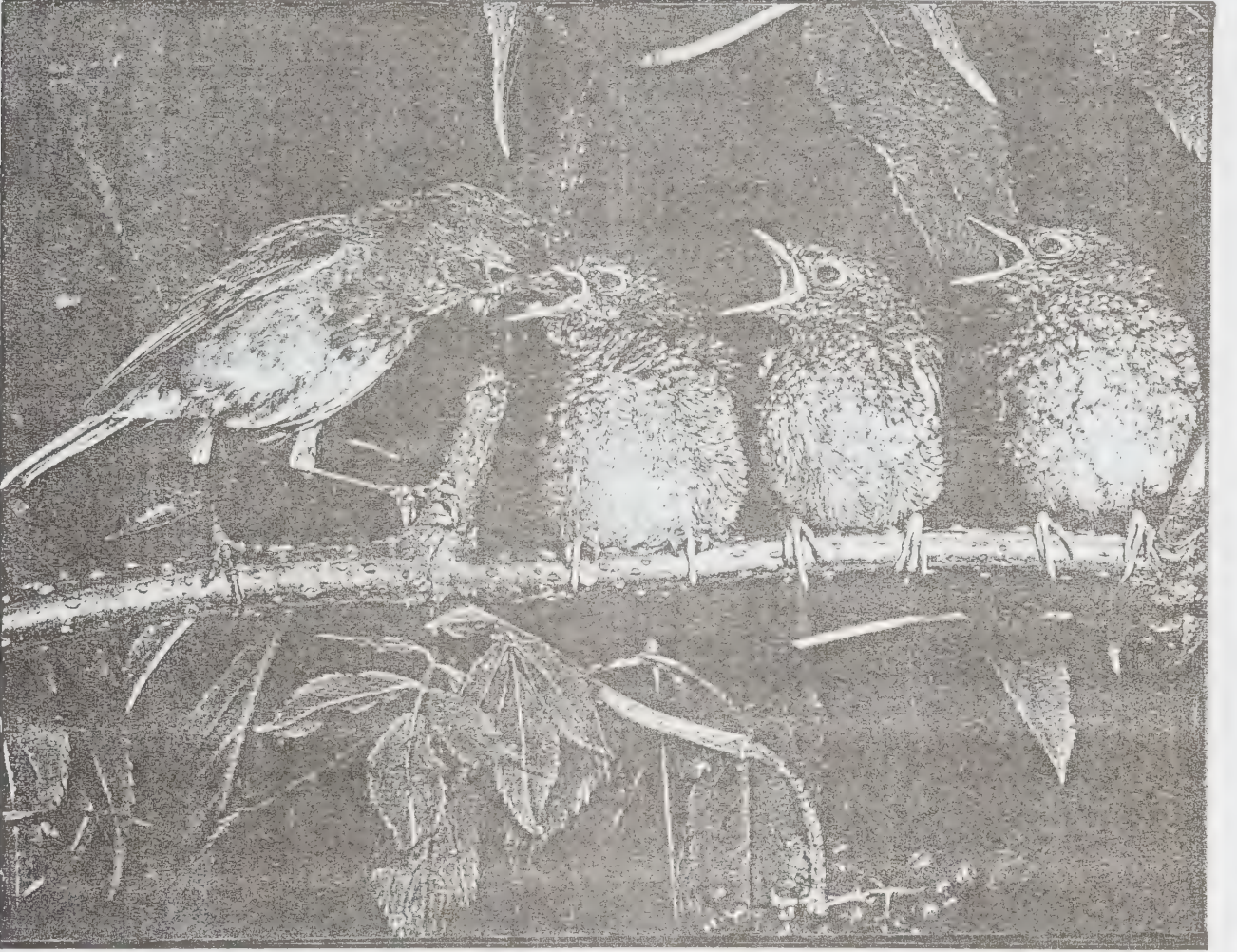
தாய்ப் பன்றியின் சேய்ப் பராமரிப்பு

பையினுள் முட்டைகளை வைத்துப் பாதுகாக்கிறது. முட்டைகளிலிருந்து குஞ்சுகள் வெளிவந்த பிறகும் சிலகாலம் வரை குஞ்சுகள் இந்தப் பையில் தங்குகின்றன. பையைவிட்டு வெளியேவரும் குஞ்சுகள் ஆபத்துக் காலங்களில் திரும்பவும் தந்தை மீனின் வயிற்றுப்பகுதியில் சென்றுவிடுகின்றன.

ஐரோப்பியக் குளங்களில் காணப்படும் முள்முதுகி என்னும் எலும்புமீன் விந்தையான சேய்ப்பராமரிப்பு வழக்கமுடையது. இதில் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆண்மீன் ஆழமில்லாத மிதமான வெப்பநிலை உடைய ஒரு இடத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து குஞ்சியையும், புற்களையும் ஒன்றுசேர்த்து ஒரு கூட்டை அமைக்கிறது. இந்தக் கூட்டில் உட்செல்லும் வழி, அதற்கு நேர் எதிரில் அமைந்துள்ள வெளிச் செல்லும் வழி ஆகிய இரண்டு வழிகள் உள்ளன. கூட்டைக்கட்டிய பின்பு ஆண்மீன்

பெண்மீன்களைக் கவர்ந்து கூட்டுக்குள் அழைத்து வந்து முட்டையிடச் செய்கிறது. கருவுற்ற முட்டைகளை ஆண்மீன் காவல் காக்கிறது. அச்சமயத்தில் கூட்டை அடிக்கடிப்பழுது பார்ப்பதுடன் தோள் துடுப்புகளின் உதவியால் ஆக்சிஜன் நிரம்பிய புதிய நீரைக் கூட்டுக்குள் பாய்ச்சுகிறது.

பிரான்சு நாட்டில் காணப்படும் செவிலித்தேரை என்னும் தேரையினத்தில் பெண் தேரைமுட்டையிட்ட உடனேயே ஆண்தேரையானது அந்த முட்டைகளை எடுத்து, தன் தொடைகளிலும் உடலின் பின்பகுதியிலும் சுற்றிக்கொள்கிறது. முட்டைகள் பொரித்து லார்வாக்கள் வெளிவரும்வரை ஆண்தேரை இவ்வாறு முட்டைகளைச் சுமந்து செல்கிறது. தென்னாப்பிரிக்காவில் காணப்படும் ரைனோடெர்மாடார்வினி என்னும் தவளை வகையில்



தூக்கணாங்குருவியின் சேய்ப் பராமரிப்பு

ஆண்தவளைகளில் இரண்டு குரல் பைகள் உள்ளன. பெண்தவளை இடும் முட்டைகள் பொரியும்வரை ஆண்தவளை அவற்றை இந்த குரல் பைகளில் பாதுகாக்கிறது. பைப்பா அமெரிக்கானா எனப்படும் அமெரிக்கத் தேரையினத்தில் பெண்தேரையின் முதுகில் காணப்படும் தோல் மடிப்புகளில் முட்டைகள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

தூக்கணாங்குருவி, நார்களைக் கொண்டு இரண்டு அறைகளைக்கொண்ட ஓர் அழகான கூட்டைக்கட்டி அதன்மேல் அறையில் முட்டைகளையிட்டு அடைகாத்து குஞ்சுகளைப் பராமரிக்கிறது. இருவாய்க்குருவி அல்லது மலைமொங்கான் என்னும்

பறவையினத்தில் பெண்பறவை ஒரு மரப்பொந்தில் முட்டையிட்டு அடைகாக்கிறது. குஞ்சுகள் பொரித்தவுடன் குஞ்சுகளும், தாய்ப் பறவையும் கூட்டுக்குள்ளேயே இருக்க ஆண்பறவை கூட்டின் வாயிலை ஒரு சிறு இடைவெளிவிட்டு அடைத்து விடுகிறது. பின்பு ஆண்பறவை இரைதேடிக் கொண்டு வந்து இந்த இடைவெளி வழியாகத் தாய்ப்பறவையிடம் கொடுக்கிறது. தாய்ப்பறவை அதை வாங்கிக் குஞ்சுகளுக்கு ஊட்டுகிறது. குஞ்சுகள் போதிய வளர்ச்சியடைந்தபிறகு தாய்ப்பறவையும், தந்தைப் பறவையும் சேர்ந்து கூட்டின் அடைப்பை உடைத்து குஞ்சுகளை வெளியில் கொண்டு வருகின்றன.

பாலூட்டிகள் குட்டிபோட்டு அவற்றுக்குப் பாலூட்டி வளர்க்கின்றன. கருவானது தாயின் உடலுக்குள்ளேயே பாதுகாப்பாக வளர்கிறது. இவற்றில் கருவின் திசுவும் தாயின் கருப்பைத் திசுவும் இணைந்து நச்சுக்கொடி உண்டாகிறது. இந்த நச்சுக்கொடியின் வழியாக உணவூட்டம், சுவாசித்தல், கழிவு நீக்கம் ஆகிய உயிர்ச்செயல்கள் நடைபெறுகின்றன. கங்காரு போன்ற பைப்பாலூட்டிகள் அவற்றின் வயிற்றுப்பகுதியில் உள்ள மதலைப் பையில் குட்டிகளை வைத்துப் பாதுகாக்கின்றன. ஆஸ்திரேலியாவில் வாழும் எக்கிட்னா என்னும் பாலூட்டி முட்டையிடும் வழக்கம் உடையது. அது முட்டையை வயிற்றில் உள்ள பை போன்ற தோல்மடிப்பில் வைத்துப் பாதுகாக்கிறது. முட்டையில் இருந்து குட்டி வெளிவந்ததும் அதனைப் பாலூட்டி வளர்க்கிறது.

பெற்றோர் ஆதரவு இல்லாத விலங்கினங்களில் முட்டைகள், குட்டிகள், குஞ்சுகள் ஆகியவை முழுமையான வளர்ச்சியடைந்து இனப்பெருக்கம் செய்யும் நிலையை அடைவது கடினமான செயல். ஆனால் பெற்றோர் ஆதரவு பெறும் முட்டைகளும், குஞ்சுகளும், குட்டிகளும் முழுவளர்ச்சியடைந்து இனப்பெருக்கம் செய்யும் நிலையை அடைகின்றன.

விலங்குகளில் செய்தித் தொடர்பு

நாகரீகம் பெற்ற மனிதன் பல மொழிகளையும் பேசும் திறம் பெற்றவனாகத் திகழுகிறான். ஆனால் இத்தகைய பேச்சுத் திறன் விலங்குகளில் இல்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட விலங்கினம் சைகையினாலோ, ஒலி மூலமோ தெரிவிக்கும் செய்தியினை அதே இனத்தைச் சேர்ந்த, அத்துடன் சேர்ந்து வாழும், தொடர்புடைய விலங்கினம் புரிந்து கொண்டு, அதற்கு ஈடான மாற்றுச் சைகை (signal) மூலம் தனது உணர்ச்சிகளை அந்த விலங்கினத்திற்கு உணர்த்துகிறது. இத்தகைய செய்தித் தொடர்பு விலங்குகளின் இயக்கத்தின் மூலமும் அறிந்து கொள்ளப்படுகிறது. வண்டியில் பூட்டிய காளைமாடு வெளியிடங்களுக்குச் சென்றுவிட்டு வீடு

திரும்பும்போது, துரித நடையுடன் வீட்டிற்குத் திரும்புவதை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

உணவளிப்பவனுக்குத் தன் நன்றியையும், மகிழ்ச்சியையும் தன் வாலை ஆட்டித் தெரிவிக்கும் நாயின் செயலையும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். ஒரு விலங்கினம் தனது செய்கைக் குறிப்பினால் அறிவிக்கும் செய்திக்கு மற்றொரு விலங்கினம் அதற்கு இசைந்த முறையிலான சைகைச் செய்தியை அல்லது எந்தவிதமான பதில் சைகைக் குறிப்பையும் காட்டாமலும் இருக்கலாம். நம் குட்டிகளைக் கொஞ்சி மகிழ்வதற்கும், அவற்றைப் பாலூட்ட அல்லது இரை கொடுக்க அழைப்பதற்கும், குஞ்சுகளுக்கு எதிரிகள் வருவதை அறிவிப்பதற்கும், புதிய இடங்களைத் தேர்ந்து எடுப்பதற்குத் தனித்தனியான சைகைக் குறிப்பு அல்லது ஒலிக்குறிப்புகளின் மூலம் விலங்குகள் செய்தியைத் தெரிவிக்கின்றன. எ.டு: தாய்க் கோழி சிறு குஞ்சுகளை மேய்ச்சலுக்கு இரைதேட அழைக்கும்போது 'கொக் கொக்' என்ற ஒரே சீரான சிறிய ஒலிக்குறிப்பினால் அழைக்கிறது. அதே தாய்க்கோழி குஞ்சுகளை உண்ணவரும் பருந்து மேலே பறப்பதும் நீண்ட பெரிய கொக்கொக்கரக் என்ற ஒலியினால் தெரிவிக்க, குஞ்சுகள் ஓடிவந்து தாய்க்கோழியின் இறகுகளுக்குள் அடைக்கலம் புகுகின்றன. எல்லா விலங்குகளும் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் தன் துணையை அழைக்க, தேர்ந்தெடுத்த சில வகையான செய்தித் தொடர்புகளைத் தெரிவிக்கின்றன. மயிலின் அகவுதல், குயிலின் கூவல் முதலியன இவ்வகையைச் சேர்ந்தவையே.

விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பு தனிச் செயல் அல்ல. அது விலங்குகளின் நரம்புச் செயலியல், உணர்திறன் செயலியல், நடத்தைச் சூழ்நிலையியல், சமுதாயவியல், அறிதிறன், உணர்திறன், ஒலிக் குறியீடுகள், ஒலி மாறுபாடுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நடைபெறுகிறது. விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பில் குறிப்புக்காண் அணுகு முறையும், பரிசோதனை அணுகு முறைகளும் உள்ளன. எனவே அவை விளக்க முறையிலும், அளவு முறையிலுமாக விளங்குகின்றன. விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்புகளுக்கான நடத்தைகள் உண்மையாக நிகழக் கூடியவை. எனவே அவற்றை

விளக்க புள்ளிவிவரங்கள் பயன்படுகின்றன. 1960 ம் ஆண்டு முதல் விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்புகளுக்கான சைகைகள், ஒலிகள், நடத்தைகள் ஆகியவற்றைப் பதிவு செய்யப் பல கருவிகளும், அவற்றை அறிவியல் முறையில் ஒழுங்குபடுத்தி ஆராயக் கணினிக் கணிப்பு முறைகளும் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

விலங்குகளின் மொழியான ஒலிக் குறிப்புகள் சைகைகள், செய்தி, அவற்றின் பொருள் ஆகியவற்றிற்கு அமைந்துள்ள புள்ளி விவரங்களை எவ்வாறு விளக்கப் பொருள் கூறுவது என்பதில் அறிஞர்களிடையே கருத்து வேறுபாடு உள்ளது. முதுகெலும்பு இல்லாதவை, முதுகெலும்பு உள்ள கீழ்நிலை விலங்குகள், மேல்நிலை விலங்குகள், ஊர்வன, பறப்பன, பூச்சிகள், பாலூட்டிகள் போன்ற பலவிதமான விலங்குகளின் மொழிக் குறிப்புகளையும், அவற்றுக்கான செய்தித் தொடர்பு விளக்கமும் அளிக்கும் கடினமான முயற்சியில் கருத்து வேறுபாடுகள் தோன்றுவது இயற்கையே. கணக்குப் போடும் குதிரைகள், பன்றிகள், பந்து விளையாடும் டால்ஃபின்கள், 'பேசும் மனிதக் குரங்குகள்' போன்ற அடை மொழிகள் மனிதனால் விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பு முன்னேற்றத்திற்காக பெயர்கள் அளிக்கப்பட்டன.

விலங்குகளின் திறமையைவிட அதற்கு மனிதன் அளிக்கும் விளக்கமே மேலோங்கி நிற்கிறது என்பதை உணர்த்துகிறது. விலங்குகளின் சைகைகளை ஒரு முகப்படுத்துவதிலும், அவை உண்டாவதற்குரிய காரிய, காரணங்களை ஆராய்வதற்கும் ஏற்பட்ட குழப்பத்தினால், அவற்றைச் சரிவர விளக்க இயலாமற் போகிறது. இரண்டு மாறும் இயல்புடையவைகளை ஒரு முகப்படுத்தும்போது, அவைகளுக்கிடையே தற்செயலான உறவு முறை உள்ளது என்பதை அவை எடுத்துக்காட்டுவதில்லை. தேனீயின் நாட்டிய மொழிச் செய்தித் தொடர்பிற்கான கருத்து வேறுபாடு இன்னும் நிலவி வருகிறது. உணவு இருக்கும் இடத்திலிருந்து தேனீ அதன் கூட்டை அடைந்தவுடன் வட்டமாகச் சுழன்று நாட்டியமாகுகிறது.

தேனீக்கள் பக்கவாட்டில் எத்தனை முறை எத்தகைய நாட்டியத்தை ஆடுகின்றன என்பதைப்

பொறுத்து எந்தத் திக்கில், எத்தனை தூரத்தில் தேன் மலர்கள் உள்ளன என்பதைக் கணக்கிட்டு அறியலாம். தேனீ வட்டவடிவமாக ஆடினால் மலர்கள் அருகில் உள்ளன என்றும், பக்கவாட்டில் அசைந்து ஆடினால் மலர்கள் வெகு தூரத்தில் உள்ளன என்றும் அறியலாம். தேனீக்களின் உணவு உள்ள தூரத்தையும், திசையையும் அறிய அடையாளங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனவா? இத்தகைய அடையாளங்களை ஒருமுகப்படுத்தித் தேனீக்கள் செய்தித்தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றனவா அல்லது அவை வெறும் அடையாளங்கள் மட்டுமா என்பது சரிவரத் தெரியவில்லை. மலர்களிலே தேனை உண்டு வரும் வண்டின் மணத்திலிருந்து, எங்கு மலர்கள் உள்ளன என்ற செய்தியை மற்ற தேனீக்கள் அறிந்து கொள்ளுகின்றன.

தேனீக்கள் அவற்றின் நாட்டிய முறையினால் செய்தித் தொடர்பு கொள்ளுகின்றனவா மணத்தின் மூலம் செய்தித் தொடர்பு கொள்ளுகின்றனவா என்ற கருத்து வேறுபாடு மற்றும் சில பரிசோதனைகள் செய்த பிறகு, நாட்டியத்தினால் செய்தித் தொடர்பு கொள்ளுகின்றன என்பது உறுதி செய்யப்பட்டது. இப்படியாக, நடைமுறைக்கு ஒவ்வாத இரு விலங்கினங்களுக்கு இடையே பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் போது ஏற்படும் அளவுச் செய்தி, ஒரு மொழியின் பண்பாக வரையறை செய்யப்படுகிறது.

1940ஆம் ஆண்டிலிருந்து தேனீக்களின் நாட்டிய மொழிக் கோட்பாட்டிற்குக் கருத்து வேறுபாடுகள் இருப்பதிலிருந்து, இன்னும் துல்லியமான, அறிவியல் சார்ந்த முறைகளின் மூலம் விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பு ஏனைய போட்டிக் கோட்பாடுகளுடன் ஒப்பிட்டு, ஆராய்ந்து முடிவு செய்யப்பட வேண்டும் என்பதைக் காட்டுகிறது. உயர் பாலூட்டிகள், புறாக்கள் போன்ற விலங்குகளின் சைகைகளை விளக்குவதிலும் மற்றுமொரு கருத்து வேறுபாடு நிலவுகிறது.

செய்தித் தொடர்பு முறைகள். கண்பார்வை, குரல், வேதிப் பொருள், மின்சாரம் ஆகிய வகைகளில் சைகைகளைக் கொடுப்பதும், வாங்குவதும் விலங்குகளின் செய்தித்தொடர்பில் சிறப்பாக அமைந்து உள்ளன. சில விலங்குகளின் மேற்கூறிய

முறைகளுள் ஒன்றை மட்டும் பயன்படுத்துகின்றன. மற்றும் சில விலங்குகள் தம் செய்தித் தொடர்பிற்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஒவ்வொரு முறையிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட சைகையும், சூழ்நிலை நன்மைகளும், தீமைகளும் உள்ளன. எனவே, அவை ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியான கருவிகளைக் கொண்டு பரிசோதிக்கப்படுகின்றன. சுருங்கச் சொல்லி விளங்கவைப்பதற்காக, ஒவ்வொரு முறையும் தனித் தனியாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

பார்வைச் செய்தித் தொடர்பு. இதில் சூரியன் ஒளிப் பிரதிபலிப்பு, நிறமாலை, அகச்சிவப்பு, புறஊதாக் கதிர்வீச்சும் அல்லது உயிரி உமிழ் ஒளி ஆகியன அடங்கும். இவற்றைப் பற்றிய ஆய்வுகளுக்கு ஒளிப்படக் கருவி, படம் காட்டும் கருவி (Projector) தூண்டப்பட்ட ஒளி மூலங்கள், ஒளிப்பெருக்கிகள், இரு பருமன் மாதிரிகள் ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த விதமான கருவிகளினால் விரைவான பலன், குறிப்பிட்ட இலக்கு, நிலையற்ற இடத்திற்குரிய வடிவம், வண்ணம் ஆகிய நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட ஒளிக்கற்றைகளை விலங்குகளின் உரோமம், சிறகுகள் ஆகியவற்றின் மேல் பாய்ச்சினால், வளர்சிதை மாற்றச் சேதங்கள் இல்லாத, நிலையான எதிர் சைகைகள் உண்டாகின்றன. உயிரி ஒளிர்வினைத் (bioluminescence) தவிர ஏனைய பார்வை அல்லது தோற்றச் சைகைகள் பகலில் மட்டுமே செய்திகளைத் தெரிவிக்க விலங்குகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. இந்தச் சைகைகளுக்கு இரண்டு விலங்குகளின் கண் பார்வைகள் சந்திக்கக்கூடிய ஒரே இடத்தில் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

காடுகளில் தாவரங்கள் செறிந்த வனங்களில் இவ்வித செய்தித் தொடர்பிற்கு வழியில்லாமல் போகிறது. இவ்விதமான பார்வைச் செய்தித் தொடர்பு மிகச் சிறிய கால அளவிலேயே நடைபெறுகிறது. விலங்குகளின் தன்மை, உணர்ச்சிகள் ஆகிய அளவுச் செய்திகளைப் பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளவே பார்வைச் சைகை முறை பயன்படுகிறது. ஓர் ஆண் விலங்கு பெண் விலங்கைத் தன்னருகே அழைக்கவும், மீன் கூட்ட இயக்கத்திற்கும், பெற்றோர் குழந்தைகளைக் கொஞ்சி மகிழவும் பார்வைச் சைகை பயன்படுகிறது. மின்மினிப் பூச்சியின் செய்தித்

தொடர்பில் தந்தியில் உள்ள மோர்ஸ் சங்கேத ஒலிகளைப் போன்ற குறிப்பிட்ட ஒளியினை ஆண் பூச்சி உமிழ, அதற்கேற்ற வகையிலான ஒளி விடையைப் பெண் பூச்சி வெளியிடுகிறது. ஒவ்வொரு இனத்திற்கும் எனத் தனி ஒளி வீச்சு அமைப்பு உண்டு. அதே போல ஒளி வீச்சு அமைப்பு, காலம், அதற்கு விடையாக அளிக்கும் ஒளி இடைவெளி ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அவற்றின் பாலினங்கள் தீர்மானம் செய்யப்படுகின்றன. திடீரெனப் பாய்ச்சும் ஒரு சில மில்லி விநாடிகளே பாய்ச்சப்படும் ஒளியும் பல வேற்றுமைகளுடன் கூடி இருக்கும். ஆனால் இத்தகைய ஒளிர்வுகள் நூற்றுக்கணக்கான முறைகளில் திரும்பத் திரும்ப உண்டாகும்.

எல்லாவிதமான விலங்குச் செய்தித் தொடர்பு முறைகளிலும் பாலினச் சேர்க்கைச் சைகைகள் ஒரே விதமானதாகவும், மிகக் குறுகிய காலமே தோன்றும்படியாகவும் இருக்கும். வேறு விதமான செய்தித் தொடர்புகளையும் எளிதில் பிரித்து உணரலாம். எ.டு: சண்டைக் கோழி தன் விவரத்தைக் காட்ட தலையைத் தூக்கி, சிறகுகளைச் சிலிர்த்து, அலகுகளைத் திறந்து, வால் சிறகுகளைச் சிலிர்த்துத் தன் போர்த்திறமையினை வெளிப்படுத்துகிறது. இது விதமான சைகைகளை கொக்குகளும் காட்டுகின்றன.

ஒலிச் செய்தித் தொடர்பு. ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பு அமைப்பு அசைவதால் உண்டாகும் ஒலி அழுத்த அலைகளைக் காற்றிலும், நீரிலும் பயன்படுத்தி சுவர்க் கோழி, பல்லி, ஆந்தை போன்ற விலங்குகள் செய்தித் தொடர்பினை ஏற்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன. இத்தகைய ஒலிகளை ஒலி நாடாக் கருவியில் பதிவு செய்து, பின்னர் ஒலி நிரல் கருவியின் மூலம் (sound spectrograph) ஒலியின் நிகழ் விரைவு, செறிவு, நிலைத்த, நிலையற்ற தன்மைகள் ஆகிய பண்புகளுக்காக ஆய்வு செய்யலாம். ஒலியை செயற்கை முறையில் உண்டாக்கி, அதை ஒலி பெருக்கியின் மூலம் தெரிவித்து, அதற்குக் குறிப்பிட்ட விலங்குகள் எவ்வாறு ஒலியின் மூலம் விடையளிக்கின்றன என்று அறிந்துக்கொள்ளலாம். ஒலிச் செய்தித் தொடர்பு ஒளியைவிட வேகம் குறைவானது. ஆயினும் காற்று நீர் ஊடகத்தில் விரைவில் செய்திகளைத் தெரிவிக்க உதவுகிறது. ஒளிச் சைகைகளைப் போல் ஒலிச் சைகைகளையும்

எளிதில் தெரிவிக்கவோ, நிறுத்தவோ முடியும். ஒலிச் செய்தி எங்கிருந்து வருகிறது என்பதை எளிதில் அறியலாம். ஒலியின் அமைப்பு, அளவு, எடுப்பு, நயம் ஆகிய தன்மைகளைப் பொறுத்து ஒலிச் செய்தித் தொடர்பு ஏற்படுகிறது. ஒலியின் அளவினைப் பொறுத்துத் தடைகளைத் தாண்டித் தொலை தூரத்திற்கும், இரவிலும் ஒலிச் செய்தித் தொடர்பு உண்டாகிறது. சூழ்நிலையினாலும் தூரத்தினாலும் ஒலியில் மாறுபாடுகள் உண்டாகலாம்.

இத்தகைய குறைபாடுகளைத் தவிர, ஒலிப் பெரும் அளவில் பல விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பிற்குப் பயன்படுகிறது. சுவர்க்கோழியைப் போன்ற பூச்சிகள் குறிப்பிட்ட உயிரியல் தேவைகளுக்காக, குறிப்பிட்ட ஒரேமாதிரியான குரல் ஒலியை எழுப்புகின்றன. தூரத்தில் இருக்கும் தன் இனப் பூச்சிகளுக்குத் தன் இருப்பிடத்தை உணர்த்தும் விளம்பரப் பாட்டு, தன் துணையினைக் காதல் ஊடாட்டத்திற்கு அழைக்கும் பாட்டு என்ற பலவிதமான பாட்டுக்களைச் சுவர்க்கோழிப் பூச்சிகள் பாடுகின்றன. மற்றொரு ஆண் பூச்சி தன் இருப்பிடத்தை அடைந்தால் அதைத் தெரிவிக்க, கோபத்துடன்கூடிய பாட்டையும் பாடுகிறது. இவற்றைத் தவிர இனப்பெருக்கப் பருவத்தில் பல சிக்கலான ஒலிகளோடுகூடிய பாட்டுக்களைப் பாடுகின்றன. மேலும் சில இலக்குகள் அற்ற சிறிய பாட்டுக்களையும் அவை பாடுகின்றன.

சில இனங்களுக்குச் சில வகைப் பாட்டுக்கள் என்று நெறிப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பாட்டுகளில் உள்ள ஒலிக் குறிப்புகள் இடத்திற்கு ஏற்றவாறு மாறி அமையும். விலங்குகளின் உணர்வுகளுக்கு ஏற்ற விதமாக அவை பாடும் ஒலி அளவு, அழகு, நயம் ஆகியவை வேறுபடுகின்றன. தொடு உணர்ச்சியின் மூலம் செய்தித் தொடர்புகொள்ளுவதும், ஒலிச் செய்தித் தொடர்புடன் உறவு முறை உடையது. ஆண் சிலந்தி தன் வலையினைக் கிழித்துப் பெண் சிலந்தியைத் தன் வலைக்குள் வீழ்த்திக் காதல் ஊடாட்டத்திற்கு வழி வகுக்கிறது. இதே சிலந்தி இரையைத் தன் வலைக்குள் இழுக்க வேறு விதமான வலை அலைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. நீர்ச் சிலந்தி நீரில் தனியான அலைகளை உண்டாக்கித் தன் துணையை அழைக்கின்றது.

வேதிச் செய்தித் தொடர்பு. விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பு படிமலர்ச்சியில் வேதிச் செய்தித் தொடர்பு மிகவும் பழமையானது. அது மிகவும் சிக்கல் நிறைந்தது. சர்க்கரைப் பெட்டகத்தை அடைந்த ஓர் எறும்பு மற்ற எறும்புகளுக்கு வேதிப் பொருள்கள் மூலம் செய்தியைத் தெரிவிக்கின்றன. வேதிச் செய்தித் தொடர்பில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மூலக்கூறுகள் வளி மண்டலத்தில் சுரக்கப்படுகின்றன. இந்த வேதிப் பொருள்கள் ஃபெரோமோன்கள் (pheromons) எனப்படும்.

ஒரு விலங்கு சுரக்கும் இந்த வேதிப் பொருள்கள் மற்றொரு விலங்கின் செயலியல் தன்மையினை மாற்றி அமைக்கின்றன. மற்றொரு இடத்தைச் சேர்ந்த ஆண் எலியின் சிறுநீர் நாற்றத்தினால், ஒரு கருவுற்ற பெண் எலியின் கருசிதைந்துவிடுகிறது. இத்தகைய ஒருமுகப்படுத்தும் தன்மைக்கு புருஸ் விளைவு (Bruce effect) என்று பெயர்.

ஒரு விலங்குதாக்கும் வேதிப் பொருள் மற்றொரு விலங்கின் நடத்தை உடனே மாற்றி அமைக்கிறது. பெண் அந்துப் பூச்சி சுரக்கும் வேதிப் பொருளினால் ஆண் அந்துப் பூச்சி காற்றிற்கு எதிர்த்திசையில் தாறுமாறாகப் பெண் அந்துப் பூச்சியை நோக்கிப் பறக்க ஆரம்பிக்கிறது. வேதிச் செய்தித் தொடர்பு உடனே மறைந்துவிடுவதில்லை. நீண்ட நேரம் நிலைத்து நிற்கிறது. அது இருட்டிலும் செய்திகளைத் தெரிவிக்க உதவுகிறது மற்றும் தடைகளைத் தாண்டியும் செய்திகள் தெரிவிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய செய்தித் தொடர்பிற்கான வேதிப் பொருள்களைக் காற்றிலோ, நீரிலோ கலக்கும்போது அவை காற்று, நீர், செல்லும் திக்கிலேயே செல்ல வேண்டியுள்ளது. இதுவே வேதிச் செய்தித் தொடர்பில் உள்ள குறையாகும். வேதிச் செய்தித் தொடர்பு உடனே ஏற்பட்டுவிடுவதில்லை. ஃபெரோமோன் மூலக்கூற்றின் அளவிற்கு ஏற்றவாறு செய்தித் தொடர்பின் விரைவு தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பெரிய மூலக்கூறுகள் சிறிய மூலக்கூறுகளை விட மிக மெதுவாகப் பரவுகின்றன. முகர் கருவி, ஃபெரோமோன்களின் வேதிப் பொருள் பகுப்பாய்வு, அவற்றின் செயற்கை முறைச் சேர்க்கை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வேதிச் செய்தித் தொடர்பு

ஆராயப்படுகிறது. உயிருள்ள விலங்குகளின் நரம்புச் செயலியல் பதிவுகளினால் உயிருள்ள விலங்குகளின் ஃபெரோமோன் பகுப்பு ஆய்வு செய்யப்படும்.

மின்சார செய்தித் தொடர்பு. சில நன்னீர், கடல்நீர் வாழ் டிலியோஸ்ட் (teleost) மீன்களில் இத்தகைய மின்சாரச் செய்தித் தொடர்பு காணப்படுகிறது. இத்தகைய சிறப்பு வாய்ந்த செய்தித் தொடர்பில் ஒரு மீன் மின்சாரத்தைத் தன் தசைகளினால் ஆகிய மின் உறுப்பின் மூலம் வெளியிடுகிறது. இந்த மின்புலத்தை, மின் உணர்திறம் பெற்ற செல்கள் அமைந்த மற்றொரு மீன் உணர்கிறது. மீனின் மின்சார உணர்திறனை அறிய நரம்புச் செயலியல், பெரிய எலக்ட்ரோடு, ஆஸில்லோஸ்கோப், பெருக்கிகள் போன்ற கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்விதச்செய்தித் தொடர்பு இரவிலும், தடைகளைத் தாண்டியும் செல்லுவதால் சேறுகலந்த பாறைப் பொந்துகளில் வாழும் மீன்களுக்குப் பெரிதும் உதவுகிறது. இந்தச் செய்தித் தொடர்பு கால தாமதமின்றி உடனுக்குடன் தெரிவிக்கப்படுகிறது. மின்சாரச் செய்தித் தொடர்பு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்கு மட்டுமே பயன்படும். மேலும் மின்னல், காந்தப்புயல் போன்றவற்றால் மாறும் இயல்பு உடையது. இந்தச் செய்தித் தொடர்பினால் மீன்களின் உணர்ச்சி, சண்டையிடும் போக்கு, துணையினை அழைப்பது போன்றவற்றிற்கு எனத் தனித்தனியான ஒளிக் குறிப்புகள் உள்ளன.

விலங்குச் செய்தித் தொடர்பின் ஆய்வு. விலங்குகளின் சைகைகளையும், ஒலி, ஒளிக் குறிப்புகளையும் அவை வாழும் சூழ்நிலையிலும், ஆய்வுக்கூடச் சூழலிலும் ஆராய வேண்டும். குறிப்பிட்ட இனங்களை ஒரே இடத்தில் கூடி இருக்கச் செய்து, அவை உணர்த்தும் குறிப்புகளைத் துல்லியமான கருவிகளைக் கொண்டு அளவிட்டு, மதிப்பீடு செய்து, அவற்றைத் திரும்பச் செயற்கை முறையில் செய்யும்போது, அந்த விலங்குகள் எவ்வாறு ஈடு கொடுக்கின்றன என்பதை ஆராய வேண்டும். இத்தகைய ஆய்வுகளின் மூலம் ஓரளவிற்கு விலங்குகளின் செய்தித் தொடர்பினை நாம் அறிந்து, அவற்றின் மொழியினைக் கற்றுக்கொள்ளலாம்.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

துணைநூல். Mc-Graw Hill Encyclopedia of Science and Technology, Sixth Edition. McGraw-Hill Book Company, New York 1987.

விலங்குகளில் தகவல் தொடர்பு முறைகள்

ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகள் தங்களுக்கிடையே தகவல் தொடர்புகள் கொள்கின்றன என்பது எல்லோருக்கும் தெரிந்த உண்மையாகும். பொதுவாக விலங்குகள் தகவல் தொடர்பு கொள்வதை இணைகூடும் காலங்களில் காணலாம். ஆனால் சமுதாய வாழ்க்கை வாழும் விலங்குகளுக்கிடையில் இதனை அவற்றின் தினசரி வாழ்வில் காண முடியும்.

ஒரு விலங்கின் செயலால் அல்லது தொடர்ச்சியான செயல்களால் மற்றொரு விலங்கின் நடத்தையில் குறிப்பிடத்தக்க மாறுதல் ஏற்பட்டால், அவ்விரண்டு விலங்குகளுக்கும்மிடையில் தகவல் தொடர்பு ஏற்பட்டதாகச் சொல்லாம்.

தகவல் தொடர்பு ஏற்படுத்தும் முறையை நான்கு பகுதிகளாகப் பிரிக்கமுடியும்.

1) தகவல் அனுப்பும் விலங்கு - தகவல் தொடர்பினைத் தொடங்கும் விலங்கு, குறியீடு செய்யும் விலங்கு.

2) தகவல் பெறும் விலங்கு - மேலே கூறப்பட்ட சமிக் கைகளுக்கு விலங்கில் ஏற்படும் நடத்தை மாற்றம்.

3) குறியீடு அல்லது தகவல்தொடர்புச் செயல் - குறியீடு காட்டும் விலங்கில் ஏற்படும் நடத்தை மாற்றம்.

குறியீடுகளில் பல வகைகள் உள்ளன. வலியச் சென்று தாக்குவதற்குத் தயாராகுதல், ஓடுவதற்கு முற்படுதல், நேரடியாகத் தாக்குவதற்கு முற்படுதல் போன்ற செயல்களை நிற்கும் நிலை, உடல் நிறமாற்றம், ஒலி எழுப்புதல், உடலிலிருந்து நாற்றப்

பொருள்களை வெளிப்படுத்துதல் போன்ற பல வழிகளில் தாம் இத்தகைய தொடர்புகள் ஏற்படுகின்றன. இச்செயல்கள் எல்லாம், முகத்தைச் சுருக்குவது அல்லது கண்ணிமைகளை உயர்த்தி உற்றுப்பார்ப்பது போன்ற மனிதர்களின் செயல்களைப் போன்றவையே.

4) குறியீடு செல்லும் முறை - ஓசைகள், ஒலி உணர் உறுப்பாகிய காதின் வழியாகவும், நாற்றம் நாசி வழியாகவும், நிற்கும் நிலை மற்றும் உடல் அசைவுகள் கண்கள் வழியாகவும் குறியீடுகளைப் பெறும் (ஏற்கும்) விலங்குகளைச் சென்று அடைகின்றன.

சமிக்கையுடன் தொடர்பில்லாத ஒலிகளை உண்டாக்கிக் சமிக்கையை எளிதாக உணர உதவிசெய்தல், குறியீடுகளை விரைவாக உணர்வதற்கேற்ற சூழ்நிலையை உருவாக்குதல், குறியீடுகளுடன் தொடர்புடைய தனிக் குறிப்புகளை வெளிப்படுத்துதல் போன்ற செயல்களையும் தகவல் தொடர்பு ஏற்படும் காலங்களில் காண முடிகிறது.

தகவல் தொடர்பு முறைகள். 1. வேதிக் குறியீட்டு முறை. நாற்றப் பொருள்களை உண்டாக்கும் இம்முறையானது முதன் முதலில் தோன்றிய முறையாகக் கருதப்படுகிறது. அவை உணரும் நாக்கு வழியாகவோ நாற்றம் உணரும் நாசி வழியாகவோ, ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளுக்கிடையே தகவல் தொடர்புகளை ஏற்படுத்தும் பொருள்களுக்கு பெரோமோன்கள் என்று பெயர். காற்றிலோ, நீரிலோ, தரையின்மேலோ சந்தர்ப்பச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப விலங்குகள் பெரோமோன்களை வெளியிடுகின்றன. பெரோமோன்களைச் சுவைத்தோ நுகர்ந்தோ உணர்ந்த அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ற விலங்குகள், அந்தப் பெரோமோன்கள் எந்த நோக்கத்துடன் வெளியிடப்பட்டனவோ அந்த நோக்கத்திற்கு ஏற்ப நடந்துகொள்கின்றன.

ஹார்மோன்கள் எப்படி உடலில் உறுப்புக்களுக்கிடையே விரைவாகத் தொடர்பு ஏற்படுத்தி அவற்றைச் செயலில் ஈடுபட வைக்கின்றனவோ அதேபோலப் பெரோமோன்கள் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளுக்கிடையே தகவல் தொடர்புகளை ஏற்படுத்தி அவ்விலங்குகளின்

நடத்தைகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

பெரோமோன்களில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. 1. பெரோமோன்களை உணர்ந்த உடனே விலங்கின் நடத்தையில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் குறியீட்டுப் பெரோமோன்கள். 2. விலங்கின் உடலிலுள்ள ஹார்மோன்களைத் தூண்டிவிட்டு, அதன் காரணமாக அந்த விலங்கின் நடத்தைகளில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்த தூண்டும் பெரோமோன்கள் என்பன. மலம், சிறுநீர் போன்ற பொருள்களின் மூலமாகக்கூட வெளிப்படுத்தக்கூடிய அளவிற்குப் பெரோமோன்கள் உடலின் பல பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. தன் எல்லையைக் குறிப்பிடவும், தான் எந்த இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்கு என்பதை அறிவிக்கவும், ஒரு விலங்கு பெரோமோன்களைத் தரையில் இடலாம் அல்லது பிற விலங்குகளை அடைவதற்காகக் காற்றிலும் வெளியிடலாம்.

ஆணா, பெண்ணா எனப் பால் வேறுபாடு கண்டுகொள்ளுதல், இணைசேரும் காலம், தனி விலங்குகளை அடையாளம் காணுதல், விலங்குகளின் வயது மற்றும் மனநிலை அறிதல் போன்ற பல வகைத் தகவல்தொடர்புகளைப் பெரோமோன்களின் உதவியால்தான் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த அல்லது ஒரே மரபுவழியைச் சேர்ந்த விலங்குகள் தெரிந்து கொள்கின்றன. இணை சேரும் நடவடிக்கை, தாய்மை உணர்வு போன்ற இனப்பெருக்க உணர்வுகளும், பின் வாங்குதல், பணிந்துபோகுதல், வலியத் தாக்குதல் நாற்றப்பொருள்களை வெளிப்படுத்துதல் போன்ற சமுதாய உணர்வுகளும் பெரோமோன்கள் வழியாகத்தான் உணர்த்தப்படுகின்றன.

தனி விலங்குகள் தாங்கள் வாழுமிடத்தின் எல்லையை வேதிப்பொருள்களால் வரையறை செய்து கொள்ளுதல் பெரோமோன்களால் தகவல் கூறும் முறைக்கு ஒரு நல்ல எடுத்துக்காட்டாகும். மலப்புழைச்சுரப்பிகள், வாய்புறச் சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படும் அடையாளம் காட்டக்கூடிய நறுமனப் பொருள்களை, விலங்குகள் தங்கள் உடலால் மரங்களிலும் கற்பாறைகளிலும் உரசிப்பூசும். டிக்-டிக் என்னும் இனத்தைச் சேர்ந்த ஆண் மான் அதன் கண்கரப்பியிலிருந்து வெளிவரும் திரவத்தைச் செடிகளின் நுனிக்கிளைகளில் தடவித் தன்

வாழிடத்தின் எல்லையை மற்ற மான்களுக்கு அறிவுறுத்துகிறது. பூனைகளும், நாய்களும் தங்கள் வாழிடத்தின் எல்லையைச் சிறுநீர் கழித்து வரையறுக்கின்றன. தன் இனத்தைச் சேர்ந்த பிற விலங்குகள் அதன் எல்லையைத் தெரிந்து கொள்வதற்காகவும், பிற விலங்குகளைத் தன் எல்லையிலிருந்து துரத்துவதற்காகவும் வேட்டை நாய் கடுமையான நெடியுள்ள ஒரு பொருளைச் சுரக்கிறது.

நாய், பூனை போன்ற பாலூட்டிகளின் பெண்கள் இனப்பெருக்க காலங்களில் தங்களுக்கே உரித்தான பெரோமோன்களை வெளிப்படுத்தி ஆண்களைக் கவர்கின்றன. பட்டுப்பூச்சி போன்ற அந்துப்பூச்சிகளின் பெண்கள் ஆண்களின் கவனத்தை இழுத்து வசப்படுத்துவதற்காகவே பால் கவர்ச்சிப் பெரோமோன்களை உண்டாக்குகின்றன. பெண் பூச்சிகளின் வயிற்றிலுள்ள சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படும் இந்தப் பெரோமோன்கள் காற்றில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. மிகு தொலைவிலுள்ள ஆண்பூச்சியும் தன் உணர்க் கொம்பினால் அதனை நுகர்ந்து உணர்கிறது. காற்று எதிர்த்திசையில் அடித்தாலும், பல கிலோ மீட்டர் தொலைவில் இருந்தாலும் ஆண்பூச்சி பெண் பூச்சியை அடைகிறது. பாப்பிகேர்ல் எனப்படும் இந்த பெரோமோன் மிகச் சிறிய அளவில் இருந்தால் கூடப் பல கிலோமீட்டர் தொலைவு அடைந்துவிடுகிறது.

கறையான், எறும்பு, தேனீ, குளவி போன்ற சமுதாய வாழ்க்கை வாழும் பூச்சிகளிடையே வேதிப்பொருள்கள் மூலம் தகவல்தொடர்பு கொள்ளும் முறை திறமையாகச் செயல்படுத்தப்படுகிறது. தேனடையிலுள்ள மற்ற தேனீக்களை அல்லது எறும்பு வளையினுள்ள மற்ற எறும்புகளை ஊக்கி அவற்றின் நடத்தையில் பல மாற்றங்களை ஏற்படுத்தக்கூடிய பல பொருள்கள் தேனீக்களாலும் எறும்புகளாலும் சுரக்கப்படுகின்றன. ஒரு தேனீ ஒரு மனிதனைக் கொட்டிவிட்டால் மற்ற தேனீக்களும் கொட்டுவதற்கு முற்படுகின்றன என்பது தேனீ வளர்ப்பவர்களுக்குத் தெரிந்த உண்மையாகும். அய்சோ அயைல் அசெட்டேட் என்னும் அபாய எச்சரிக்கைப் பெரோமோன் கொட்டுவாயில் விடப்படுகிறது. அது காற்றில் கலந்து மற்ற தேனீக்களை அடைந்ததும் அவை ஒன்று கூடுகின்றன.

எதிர்ப்படும் மனிதனைக் கொட்டுகின்றன. எறும்புகளின் கூடுகள் கலைக்கப்பட்டால், எறும்புகள் சில பெரோமோன் களைச் சுரக்கின்றன. இப்பெரோமோன்கள் காற்றுடன் கலந்து எல்லா எறும்புகளையும் அடைந்ததும், அக்கூட்டினுள்ள எறும்புகளும் மற்ற விலங்குகளை வலியத்தாக்குவதற்கும், தங்களைக் காத்துக் கொள்வதற்கும் அங்குமிங்கும் ஓடத் தயாராகின்றன. காயமடைந்த ஒரு மீனின் உடலிலிருந்து வெளிப்படும் ஒரு பொருள் நீரை அடைந்ததும், அப்பொருள் நீருடன் கலந்து மற்ற மீன்களை அடைகிறது. அதனால் மற்ற மீன்கள் அந்த பக்கம் வாராமல் வெகு தொலைவுக்குச் சென்று மறைகின்றன.

நல்ல உணவுப்பொருள்கள் நிறைய உள்ள ஓர் இடத்திற்குச் சென்று வரும் ஓர் எறும்பு இரண்டு மூன்று அடிகளுக்கு ஒருமுறை தன் உணர்கொம்புகளால் தரையைத் தொட்டுக்கொண்டே செல்கிறது. மற்ற எறும்புகள் இதனை உணர்ந்தறிந்து அதே பாதையில் செல்கின்றன. அதனால் எறும்பு வளையிலிருந்து உணவுள்ள இடம் வரையிலும் (நுகர்ந்து அறியக்கூடிய) ஒரு வழித்தடமே உண்டாக்கி விடுகிறது. ஒலியிக் அமிலம் என்னும் வேதிப்பொருள் இறந்த எறும்புகளின் உடலிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. இப்பொருளை நுகர்ந்து உணர்ந்த மற்ற எறும்புகள் இறந்த எறும்பின் உடலைத் தூக்கிச் சென்று கூட்டிற்கு வெளியில் போடுகின்றன. சமுதாய வாழ்க்கை வாழும் பூச்சிகள் ஒன்றை ஒன்று நக்கிக்கொள்வதாலும் ஒன்றின் உணவுக் குழாயிலிருந்து உமிழப்பட்ட பொருள்களைப் பரிமாறிக் கொண்டு உண்ணுவதாலுமே அவை நெருங்கி ஒன்றி ஒரு சமுதாயமாக வாழ்கின்றன.

தொட்டுத் தகவல் உணர்த்துதல். சில ஆறுகால் பூச்சிகளும் பல பாலூட்டிகளும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொள்ளுதல், மூக்குடன் மூக்கை உரசுதல், உணர்க்கொம்புகளைத் தடவுதல் போன்ற வழிகளில் தங்களுக்கிடையே தகவல் தொடர்புகள் கொள்கின்றன.

கண்வழித் தகவல் தெரிவித்தல். பூச்சிகள், மீன்கள், ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகள் போன்ற பலவகைப்பட்ட விலங்குகள் கண்ணினால் பார்த்து

அறிந்துக் கொள்ளக்கூடிய முறைகளில் தகவல் தொடர்பு கொள்கின்றன. உடல் நிறம், உடல் பாவம், உடல் அசைவுகள், நடக்கும் முறை, நடைவேகம் போன்ற செயல்களைப் பார்த்து விலங்குகள் தகவல்களைத் தெரிந்து கொள்கின்றன. ஒட்டுக்கணவாய், எட்டுக்கால் கணவாய் ஆகிய கடல்வாழ் உயிரிகள் இணைவிழைச்சுக் காலத்தில் தங்கள் உடல்நிறத்தை அடிக்கடி மாற்றிக்காட்டிப் பெண்பால் உயிரிகளின் கவனத்தைத் தம்பால் ஈர்க்கின்றன. அழகிய அமைப்பும், நிறங்களுமுள்ள ஆண் மயிலின் தோகை பெண் மயிலைத் தன்வசம் ஈர்ப்பதற்குத்தான் பயன்படுகிறது. கண் அல்லது அலகைச் சுற்றி வட்டமான பளிச்சிடும் கோடுகள் பல பறவைகளில் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் மூலம் பறவை தன் இனத்தைப் பறை சாற்றி வண்ணமிகு இறக்கைகளை மேலும் கீழும் அசைத்துக் குறிப்பிட்ட வகையில் பறந்துக் காட்டித் தம் இனப்பெண்பூச்சிகளை வசப்படுத்துகின்றன.

மின்மினிப் பூச்சிகளில் ஒவ்வொரு சிறப்பினமும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் விட்டுவிட்டு மின்னுகிறது. அடுத்தடுத்த இரண்டு பளிச்சிடுதலுக்கு இடையேயுள்ள காலத்தைக் கண்டு மற்ற பூச்சிகள் தங்கள் இனத்தைத் தெரிந்துகொள்கின்றன.

சிலவகை எட்டுக்கால் பூச்சிகளில் ஆண்கள் தங்கள் நீளமான கால்களை அசைத்துக் குறியீடு செய்கின்றன. அதனை, தெரிந்துகொள்ளும் பெண் ஆண் பூச்சியை அழித்துவிடாமல் அதனுடன் இணை கூடுகிறது.

யானையின் துதிக்கை, காது, தலை ஆகியவற்றில் ஒவ்வொன்றின் நிலை கொள்ளும் பாங்கும் ஒவ்வொரு தகவலை வெளிப்படுத்தும். முன்பக்கம் நீட்டப்பட்ட துதிக்கை அச்சுறுத்தும் நிலையையும், பின்பக்கம் வளைக்கப்பட்ட நிலை பயந்து ஒதுங்குவதையும் அல்லது எதிர்த்தாக்குதலுக்கு ஆயத்தம் ஆவதையும் குறிப்பிடுகின்றன. தலையையும் காதுகளையும் உயர்த்துத் தலையை அச்சுறுத்தலைக் காட்டுகிறது. குரங்குகள் தம் கோரைப் பற்களைக் காட்டிக் கோபத்தை வெளிப்படுத்துகின்றன. கோபம், பயம், மகிழ்ச்சி போன்ற மனநிலைகளைப் பொதுவாக விலங்குகள் தம்

உடல்பாங்கினால் வெளிப்படுத்துகின்றன.

கூட்டங்களாக வாழும் பறவைகள் தங்கள் பளிச்சிடும் நிறமுள்ள வாலிறகு இறகுகளையும், சிறகுகளையும் விரித்து அசைத்து வரவிருக்கும் அபாயங்களைத் தெரிவிக்கின்றன. சில மாண்களின் வாலின் அடிப்பகுதியில் ஒரு வெள்ளைத் திட்டு இருக்கும். அபாயக் காலங்களில் மாண்கள் வாலைத்தூக்கி அந்த வெள்ளைத் திட்டைக் காட்டி மற்ற மாண்களுக்கு எச்சரிக்கை செய்யும். அதனைக்கண்ட மாண்கள் அங்கிருந்து வேகமாக ஓடிவிடுகின்றன.

4) ஒலிகள் உண்டாக்கிக் காது வழியாகத் தகவல் தொடர்பு ஏற்படுத்துதல். குரல் எழுப்பித் தகவல் தொடர்பு ஏற்படுத்துதல் அனைவருக்கும் தெரிந்த ஒன்றாகும். சுவர்க்கோழி, தத்துப்பாச்சை, சிள்வண்டு போன்ற ஆறுகால் பூச்சிகள் இறக்கை விளிம்பு, கால் ஆகிய உடல் உறுப்புகளை ஒன்றோடொன்று தேய்த்து அல்லது நரம்பு வாத்தியங்களை, வில்கால் மீட்டுவது போல மீட்டி அசைத்து ஒலி உண்டாக்குகின்றன.

மீன்கள், காற்றுப்பைகளினால் ஒலி உண்டாக்குகின்றன. தசைகள் சுருங்கி விரிவதனால் காற்றுப்பை ஒலியை உண்டாக்குகிறது. சங்கிலிக் கருப்பன் என்னும் அமெரிக்கக் கிலுகிலுப்பைப் பாம்புகள் தங்கள் உடற்செதில்களைக் குலுக்கிக் கிலுகிலுப்பையைப் போல ஒலி ஏற்படுத்துகிறது. சில பாலூட்டிகள் விரல்களைச் சொடுக்கியும் கால்களால் தலையைத் தட்டியும் ஒலி உண்டாக்குகின்றன. தவளைகள், பறவைகள், பாலூட்டிகளின் தொண்டையில் நன்றாக வளர்ச்சியுற்ற குரல்வளையுள்ளது.

இனப்பெருக்கம், உணவுசேகரித்தல், தற்காப்புப் போன்ற செயல்களைத் தூண்டுவதற்கு ஒலி எழுப்பப்படுகிறது. ஆறுகால் பூச்சிகள், தவளைகள், பறவைகள் போன்றவை இணைசேர்வதற்காகப் பெண் விலங்குகளின் கவனத்தைத் தங்கள் பக்கம் திருப்பி இழுப்பதற்காகக் குரல் கொடுக்கின்றன. குரல் எப்போதும் குறிப்பிட்ட வடிவத்தில் தான் இருக்கும். பல இனங்களைச் சேர்ந்த விலங்குகள் ஒரேயிடத்தில்

வாழும்போது, ஒவ்வொன்றும் தன் இனத்தை அடையாளம் காட்டும் ஒலியைத்தான் உண்டாக்குகின்றன.

கடல் காகங்கள் என்னும் கடற்பறவைகளும் ரிப்பன் குரங்குகளும் உணவுள்ள இடங்களைக் கண்டவுடன் தம் இனத்தில் மற்ற விலங்குகள் அவ்விடங்களைத் தெரிந்து கொள்வதற்காக உணவு காணும் ஒலி எழுப்புகின்றன. பருந்துகள் இறந்த விலங்குகள் கிடக்கும் இடத்திற்கு மேலே வட்டமிட்டுப் பறந்து உணவு கிடைக்கும் இடத்தை மற்ற பருந்துகளுக்கு உணர்த்துகின்றன.

பறவைகளிடையே எச்சரிக்கை ஒலி இயல்பாகக் காணப்படுகிறது. வானத்தில் பருந்து போன்ற பறவைகள் பறக்கும்போது ஒருவகையாகவும், தரையில் காணப்படும் விரோதிகளைக் கண்டு வேறொரு வகையாகவும், சில குருவிகள் குரல் எழுப்பித் தம் இனத்தையும், குஞ்சுகளையும் எச்சரிக்கின்றன. பூனை, ஆந்தை போன்ற எதிரிகள் வரும்போது காகம் போன்ற சில பறவைகள் தம் இனத்தை ஒன்றாகக்கூட்டுவதற்கு ஏற்ற குரல் கொடுக்கின்றன. ஒன்றாகக் கூடிய பின்னர் அவை கூட்டமாக எதிரியைத் தாக்குகின்றன. அபாயம் ஏதுமில்லாதபோது குரல் கொடுத்துவிட்டுக் கூட்டத்திலிருந்து பறந்து செல்வதும், அபாயமுள்ள காலங்களில் ஓசையின்றிப் பறந்து செல்வதும் சில பறவைக் கூட்டங்களில் காணப்படுகின்றன.

தேனீக்களில் தகவல் தொடர்பு முறை. முகர்ந்து உணருதல், தொட்டு உணருதல், கேட்டு உணருதல் ஆகிய பல உணரும் தன்மைகளின் அடிப்படையில் தேனீக்கள் தங்களுக்குள் தகவல் தொடர்பு கொள்கின்றன. கார்ல் வான்ஃபிரிஷ் என்னும் ஜெர்மானிய அறிஞரும் அவருடைய இணை ஆய்வாளர்களும் தேனீக்களின் தகவல் தொடர்பு முறைகள் பற்றி விரிவாக ஆய்வு செய்துள்ளனர். ஒற்றுத் தேனீக்கள் கூட்டைவிட்டுத் தொலைதூரம் சென்று உணவு தேடுகின்றன. அவை கூட்டிற்குத் திரும்பியவுடன் மற்ற தேனீக்கள் உணவு கிடைக்கும் இடத்தைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வதற்காக அந்த ஒற்றுத் தேனீக்களைச் சூழ்ந்து கொள்கின்றன. ஒற்றுத் தேனீக்கள் தேனடையில் வட்டமாகச் சுற்றிச் சுற்றி

வந்து உணவு அருகில் கிடைப்பதையும், வயிற்றை அசைத்து ஆடிக்காட்டி உணவு அதிக தூரத்தில் கிடைப்பதையும் உணர்த்துகின்றன. வயிற்றின் அசைவிலிருந்து உணவு எந்தத் திசையில் கிடைக்கும் என்பதையும் மற்ற தேனீக்கள் தெரிந்துகொள்கின்றன. அதிக வெளிச்சமில்லாத தேனடையில் இந்த நடனம் நடைபெறுவதால், கூட்டிலுள்ள தேனீக்கள் ஆடுகின்ற தேனீக்களின் உடலிலுள்ள மகரந்தம், பூத்தேன் ஆகியவற்றை உணர்கொம்புகளினால் தொட்டு, அப்பொருள்களை முகர்ந்து உணவு இருக்கும் இடம், உணவின் வகை, எவ்வளவு உணவு கிடைக்கும் போன்ற பலதகவல்களைத் தெரிந்துகொள்கின்றன. இந்த ஆட்டத்துடன் மெல் ஒலியும் உண்டாக்கப்படுகிறது. இவ்வொலியும் உணவுள்ள தொலைவைக் குறிப்பிடுகிறது.

விலங்குகளில் மின் அதிர்வு மருத்துவம்

விலங்கினங்களில் நோய் தீர்க்க, தொடர்மின் அதிர்வு தூண்டப்பட்ட மின் அதிர்வு, அதிக எண்ணிக்கை மின் அதிர்வு, பாரடிக் மின் அதிர்வு போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின் அதிர்வு முக்கியமாக வாதங்களிலும், தசைச் சிதைவுகளிலும், பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிகிச்சைக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின் அதிர்வு கேல்வானிக் மின் அதிர்வு எனப்படும். இவ்வகை மின் அதிர்வு, உலோகப் பொருள்களும், அமிலங்களும் ஒன்று சேர்ந்து, வேதிவினை புரியும்போது உண்டாகிறது. இவ்வகை மின் அதிர்வு சிறிய மின்கலங்களில் உற்பத்திச் செய்யப்படுகின்றன. ஒன்று மிக எளிதில் வேதிவினைப் புரிவன, மற்றொன்று மெதுவாக வேதிவினை புரிபவை. இவ்வகை உலோகங்களில் முக்கியமாகப் பயன்படுத்தக்கூடியன துத்தநாகமும், கார்பன் எனப்படும் உலோகமுமேயாகும். இவை சல்ஃபூரிக் அமிலத்தில் மூழ்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகை வேதிவினையில் உண்டாகும் மின் அதிர்வு, தீர்க்கமுடியாத புற்றுநோய்க் கட்டிகள், பிறப்பிலிருந்து காணப்படும் குறிகள், வேண்டத்தகாத மயிர்க்கால்கள் ஆகியவற்றை அழிக்க உதவுகின்றன.

இதே முறையில் மற்றொரு வகையில் உற்பத்திச் செய்யப்படும், மின் அதிர்வை பாரரே மின் அதிர்வு எனக்கூறுவர். இது எக்ஸ்ரே ஒலிக்கதிராகவும் தசைநார் நரம்பு இணைப்பினை ஊக்குவிக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குதிரைகளில் நொண்டும் நோய் ஏற்படும்போது இச்சிகிச்சைப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் நாய்கள் தளர்ச்சியுடன் காணப்படும் போதும், தசைமற்றும் நரம்புகள் தளர்ச்சியுறும் போதும் இச்சிகிச்சைப் பயனளிக்கக்கூடும்.

மற்றொரு வகை மின் அதிர்வானது, மிக அதிக அதிர்வலையில் உண்டாக்கப்படுபவை. இவ்வகை மின் அதிர்வுகள், மிகவேகமாக ஏற்படுவதால், வலியையோ, சேதத்தையோ ஏற்படுத்துவதில்லை. இவை தசைசுருக்கத்தையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. இவ்வகை மின் அதிர்வு சிகிச்சைமுறை கால்நடை மருத்துவத்தில் மிக அதிகமாகப் பழக்கத்தில் உள்ளது. ஏனெனில், இவை அதிக வலியினை ஏற்படுத்துவதில்லை. இவ்வகை அதிர்வுகள் சுமார் 5 நிமிடங்களிலிருந்து 20 நிமிடங்கள் வரை ஒரு நாளைக்கு ஒரு தடவையோ ஐந்து நிமிடங்களுக்கும் குறைவாக ஒரு நாளைக்கு இருமுறையோ அளிக்கப்படுகின்றது.

இவ்வகை மின் அதிர்வுகள். குதிரைகளிலும், நாய்களிலும், பல்வேறுவகை வாதங்களையும், தசை சுருக்க நோய்களையும் தீர்க்க உதவுகின்றன. மேலும் ஒட்டுண்ணிகளால் ஏற்படாத இதர வகைத் தோல் நோய்களையும் தீர்க்கப் பெரிதும் உதவுகின்றன. விலங்குகளில் தசைநார்கள் விபத்து மூலமாக சேதமடைந்தால் இவ்வகைச் சிகிச்சைப் பெரிதும் உதவும்.

மூட்டு வீக்கம், ஈமாட்டிக் நோய் மற்றும் தோலின் மேற்பகுதிகளில் காணப்படும் நரம்புமுடிவுகள் பாதிப்பினால் ஏற்படும் வீக்கங்களைத் தீர்க்கவும் இச்சிகிச்சைப் பெரிதும் உதவுகின்றது.

இவ்வகை அதிர்வு சிகிச்சையின் ஒருவித மாற்றமே டயாடெர்மி எனப்படும் சிகிச்சைமுறை. இச்சிகிச்சை முறையில் மின் அதிர்வுகள் தோலுக்கடியில் ஆழமாகத் திசுக்களில் ஊடுருவி

சிகிச்சை அளிக்கின்றது. மேலும் இவை திசுக்களில் உட்புற கதகதப்பை ஏற்படுத்தி நோய்த் தீர ஏதுவாகின்றது. இச்சிகிச்சை முறை வலியின்றியும், இரத்தப் போக்கின்றியும் புற்று நோய்க்கட்டிகளை அகற்றப் பெரிதும் உதவுகின்றன. குதிரைகளில் இம்முறை தசை, தசைநார் போன்றவற்றில் ஏற்படும் பாதிப்புகளைத் தீர்க்கப்பெரிதும் உதவுகின்றன. எ-டு: குதிரைகளின் பின்னங்கால்களில் ஏற்படும் கால்களை மடக்க முடியாத நிலையான முடக்குவாத நோய்க்கு ஒருவாரகாலம் தினந்தோறும் சுமார் 20 நிமிடங்கள் இச்சிகிச்சை அளிப்பதன் மூலம் நோய்த் தீர உதவுகின்றது.

மின்னணு சிகிச்சை முறை. இம்முறையில் தோல்வழியாகவும், தோலின் அடிப்புறத்தில் உள்ள திசுக்களுக்கும் வெவ்வேறு வேதி அணுக்களை மின் அதிர்வு மூலமாக செலுத்தி சிகிச்சை அளிக்கப்படுகின்றது. இவ்வகையில் பயன்படுத்தப்படும் வேதி பொருட்கள் நீரில் கரைவனவாக இருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படும் காப்பர் சல்ஃபேட், கொக்கைன் ஹைட்ரோகுளோரைடு, குவினின் சல்ஃபேட் மற்றும் அட்ரினலின் எனப்படும் நாளமில்லா சுரப்புப்பொருள் ஆகியன. இவ்வகைப் பொருட்கள் கரைசலாக மாற்றப் பட்டு ஊறும் துணிகளில் ஒற்றி எடுத்து, பாதிக்கப்பட்ட இடத்தின் மேல் வைக்கப்படுகின்றன, இவ்வகையாக வைக்கப்பட்ட துணியின் மேல் ஒரு மின்முனையையும் மற்றொரு மின்முனையை விலங்கின் உடலின் மற்றுமொரு பகுதியிலும் வைத்து மின் அதிர்வு செலுத்தப்படுகின்றது. வெகுநாட்களாக ஆறாதப் புண்களையும் ஆறிய புண்மீது ஏற்படும் வடுக்களை மிருதுப்படுத்தவும், தோலின்மீது தடவப்படும் நோய் எதிர்ப்பு மருந்துகளின் தீவிரத்தை அதிகரிக்கவும், அதே சமயம் வீக்கங்களில் விரிவடைந்து காணப்படும் இரத்த நாளங்களைச் சுருங்கச் செய்யவும் இச்சிகிச்சை முறை உதவுகிறது.

உயர் மின் அதிர்வு சிகிச்சை. இவ்வகை மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறையில் உயர் மின் அதிர்வு செலுத்துவதன் மூலம் சிகிச்சை அளிக்கப் படுகிறது. இம்முறை மூலம் CO₂ விலங்கின் உடலிலிருந்து அதிக அளவில் வெளித்தள்ளப்படுகிறது. சிறுநீர் வெளியேற்றம் அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. நைட்ரஜன்

மற்றும் பாஸ்பேட் உப்புக்கள் அதிக அளவில் வெளித்தள்ளப்படுகின்றன. இம்முறையில் அணுகுலமானது இதனால் வலியேதும் கிடையாது. இம்முறை நாய்களின் வாதங்களையும், குதிரைகளின் தசைச் சிதைவுகளையும் தீர்க்க உதவுகிறது. மேலும் குதிரைகளின் கால்களில் ஏற்படும் வலியுடன்கூடிய வாதங்களையும் தீர்க்க உதவுகிறது. உடலின் வெளிப்புறத்தில் உள்ள நரம்புகளில் ஏற்படும் வீக்கங்களையும், மூட்டு வீக்கங்களையும் அடிப்பட்ட பின்பு ஏற்படும் திசு ஒட்டுத்தன்மையையும் தீர்க்க இம்முறை உதவுகின்றது.

பாரடே மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறை. பாரடே மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறை தசைகளில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் சுருக்கங்களை ஏற்படுத்தி சிகிச்சை அளிக்கின்றது. இம்முறை குதிரைகளில் ஏற்படும் தசை மற்றும் தசைநார், மூட்டுகளில் ஏற்படும் அடிப்பட்ட நிலையினையும் தீர்க்க உதவுகிறது.

கேல்வனிக் மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறை. கேல்வனிக் மின் அதிர்வு மற்றும் மின் அணு சிகிச்சை முறை நாய்களில் ஏற்படும் எலும்பு முறிவினைத் தீர்க்க உதவுகிறது. இச்சிகிச்சை முறையினை எலும்பு முறிவு ஏற்பட்ட ஐந்திலிருந்து ஆறுநாட்களுக்குள் துவக்கவேண்டும். கால்சியம் மற்றும் பாஸ்பேட் உப்பு இரத்தத் தமனி மூலமாகச் செலுத்தப்பட வேண்டும். இம்முறையில் முறிந்த எலும்புப் பகுதியில் திசுவளர்ந்து எலும்பு ஒன்று சேர உதவுகிறது.

குறைவலை மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறை. இவ்வகை மின் அதிர்வினைப் பயன்படுத்தும்போது விலங்கினங்கள் வலியற்றுக் காணப்படும். ஆனால் மின் அதிர்வின் அளவு அதிகரிக்கும்போது, விலங்கினங்கள் அமைதியற்றுக் காணப்படும். இவ்வகைச் சிகிச்சையில் மின்முனைகளுக்கும், உடலின் மேற்பகுதிகளுக்கும் இடையே உறிஞ்சும் காகிதத்தை வைக்கவேண்டும். இதில் தோல்ப் பகுதி தீய்ந்து விடுவதைத் தவிர்க்க உதவும். இவ்வகைச் சிகிச்சையில் விலங்கினங்கள் சிகிச்சைக்கு ஒத்துழைப்பு அளிப்பது மிக முக்கியம். ஆனால் சரியான முறையில் சிகிச்சையளித்தால், இம்முறையில் ஏற்படும் உடல் சுகத்திற்காக இவைப் பெரும்பாலும் ஒத்துழைப்பு அளிக்கும்.

நுண்ணலை மின்னதிர்வு சிகிச்சை (micro-wave electrotherapy). இவ்வகை மின் அதிர்வு திசுக்களில் உட்கிரகிக்கப்பட்டு உடலின் வெப்பத்தை அதிகரித்து சிகிச்சை அளிக்கிறது. ஆனால் இவ்வகை மின் அதிர்வினைப் பயன்படுத்தும்போது, நாம் மிகவும் கவனமாக இருத்தல் வேண்டும். இவ்வகை மின் அதிர்வு நாய்களில் ஏற்படும் ஆஸ்துமா, நரம்பு வீக்கங்கள், நரம்பு வலி மற்றும் சில வகைக் கண் நோய்களையும் தீர்க்க உதவுகிறது. இவ்வகைச் சிகிச்சையினைப் பயன்படுத்தும் போது, நாம் நாயினது உடல் வெப்பநிலையினை உடல் வெப்ப அளவியைக் கொண்டு அறுதியிட வேண்டும். நாயின் உடல் வெப்பநிலை 105°F யினை அடையும்போது சிகிச்சையினை நிறுத்த வேண்டும். நாய்க்கு போதிய அளவு நீர் அளித்தல், தமனி மூலமாக நீர்மங்களை அளித்தல், உடல் வெப்பத்தைக் குறைக்க உதவும்.

விலங்கினங்களின் நோய் தீர்க்க மேற்கூறிய மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறையினைத் தவிர, தொடர் மின் அதிர்வு, தூண்டப்பட்ட மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறைகளும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இவ்வகை மின் அதிர்வு சிகிச்சை முறைகள் விலங்கினங்களில் குறிப்பாக குதிரைகளிலும், நாய்களிலும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விலங்குகளின் ஒளிர்வு

சில தாவரங்களும், விலங்குகளும் ஒளி விடும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. இத்தகைய ஒளி உமிழும் தன்மை உயிரி ஒளிர்வு (bioluminescence) எனப்படும். இத்தகைய ஒளிவிடும் தன்மைக்கு லூசிஃபெரின், லூசிஃபெரேஸ் என்ற செயலூக்கி நொதியுடன் இணைந்து ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து உண்டாக்கிய வேதி வினையின் காரணமாக உயிரினங்களில் ஒளி உண்டாகிறது. இந்த ஒளி தூண்டப்பட்ட உயர் ஆற்றலாக வெளியிடப்படுகிறது. இவ்வாறாக, வேதி ஆற்றல் நேரிடையாக ஒளி ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. ஒளிர்வு உடைய உயிரினங்கள் பலவற்றிலும் வேதிச்சேர்க்கையில்

வேறுபட்ட, பலவிதமான லூசிஃபெரின்களும், லூசிஃபெரேஸ் நொதிகளும் காணப்படுகின்றன. மின்மினிப் பூச்சியின் மின் ஒளிர்வும், பெருங்கடலில் பற்றி எரியும் நெருப்புப் பெருங்காடுகளில் உள்ள காளான்களில் இரவில் காணும் ஒளி உமிழ்த் தன்மையும் உயிரினங்களின் ஒளிர்வுத் தன்மைக்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகும். இவற்றைத் தவிர இன்னும் பல உயிரினங்களும், புல வழிகளிலும், பல காரணங்களுக்காக ஒளி விடுதல் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளன. இவ்வாறாக ஒளிவிடும் உயிரினங்களுள் பல, கடலில் வாழ்பவை, சில தரையில் வாழும், அரிதாக ஓர் உயிரினம் நன்னீரில் வாழும். பெரும்பாலான ஒளிவிடும் உயிரினங்கள் கடலில் வாழ்பவையாக இருப்பதற்கு உரிய காரணங்கள் சரிவரத் தெரியவில்லை. ஆனால் கடலில் உள்ள உயிரினங்களில் ஒளிர்வு குறிப்பிட்டு சொல்லும்படியாக உள்ளது. முற்றிலும் இருள் சூழ்ந்த இரவில் கப்பல், படகு, நீந்துவோர் ஆகியவற்றால் பெருங்கடலில் அமைதி குலைக்கப்பட்டபோது, பெருங்கடல் பரப்பிலிருந்து பளிச்சென ஒளிக் கிளம்புவதைக் காணலாம். டைனோஃபிளேஜெல்லேட்டுகள் (dinoflagellates) என்ற சிறு உயிரினங்களே இந்த ஒளி வீச்சிற்குக் காரணங்களாக உள்ளன. இந்த உயிரினங்களைக் காட்டிலும் சிறிய பாக்டீரியாக்கள், பெரிய உயிரினங்களாக மீன்கள், ஆக்டோபஸ்கள், புழுக்கள், சிப்பிமீன் (shrimps), கூனிறால் (squids) போன்ற கடல் வாழ் உயிரினங்களிலும் ஒளிவிடும் தன்மையைக் காண்கிறோம்.

இத்தகைய ஒளி உமிழ் உயிரினங்கள் கடல் பரப்பில் மட்டுமின்றி, கதிரவன் புக இயலாத ஆழ்கடலிலும் உள்ளன. இந்த நூற்றாண்டில் இத்தகைய பல உயிரினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, விளக்கப்பட்டுள்ளன.

இயற்பியல் அடிப்படை. உயிரினங்களினால் உறிஞ்சப்பட்ட அந்த ஒளியினைப் பொறுத்தே ஒளிவிடும் தன்மையமைவதில்லை. அது வேதியாற்றல் ஒளியாற்றலாக மாற்றும் வேதி ஒளிர்வு (chemiluminescent) முறுவினையாகும். இத்தகைய வினை மாற்றங்கள் இயல்பிற்கு மாறான வேதியியல் செயலாகும். ஆனால் உயிரினங்களில் தனித்தன்மை வாய்ந்துள்ளவைகளாகக் கருதயியலாது. உயிரி

ஒளிர்வு என்பது ஒரு சிறப்பான வேதி ஒளிர்வாகும். ஏனெனில் இதில் ஈடுபடும் வேதிபொருள்களும் அதற்குச் செயலூக்கியாகப் பயன்படும் சிறப்பான உயிரி செயலூக்கியான நொதியும் உயிரினங்களின் செல்களின் உள்ளேயே சேர்க்கை முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

பொதுமுறையிலான ஒளிர்வில் வேதி ஒளிர்வு என்பது சிறப்பான ஒன்றாகும். இதில் தோன்றும் ஒளியிலிருந்து வெப்பம் உண்டாவதில்லை. இதில் தோன்றும் ஒளியிலிருந்து மூலக்கூற்றின் வெப்பநிலை உயராது. அதிலிருந்து ஒளிவிடும் தன்மை மட்டும் உண்டாகும்படி ஆற்றல் நெறிப்படுத்தப்படுகிறது. ஒளி உமிழ்ப்பண்பிற்கு ஏற்றவாறு அதன் நிறம் அமைகிறது. இந்த நிறம், ஆற்றல் அல்லது அவை ஏற்படுத்தும் முறைகளை மாற்றியமைத்தபொழுதும் மாறாமல் இருக்கிறது. உயிரினங்கள் முன்பு உறிஞ்சப்பட்ட ஒளி தூண்டப்படுவதனால், ஒளிர்ந்தல் (fluorescence), நின்று ஒளிருத்தல் (phosphorescence) போன்ற ஒளிவிடும் தன்மைகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறான ஒளி உண்டாக்கும் தூண்டப்பட்ட நிலை படிக்கங்களை மின்னாற்றலினால் உடைக்கும்போதும், மூலக்கூறுகளை எலெக்ட்ரான்களினால் தாக்கப்படும் போது உண்டாகிறது. குறிப்பிட்ட மூலக்கூற்றில் எலெக்ட்ரான் தாக்கி ஒளி உண்டாக்குவதைத் தொலைக்காட்சிப்படைப்பிற்கு பயன்படுத்துகிறோம். இயல்பான வெப்பத்தின் மூலம் உண்டாகும் ஒளி 'வெண்மை ஒளிர்வு' (incandescent light) எனப்படும். எ-டு: ஒரு வெற்றிடத்தில் உள்ள உலோக இழை வெப்பத்தினால் ஒளி ஏற்படுத்துவதை மின்சாரக் குமிழியில் காண்கிறோம். இதிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளியின் நிறம் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு அமைகிறது. உயர் வெப்பநிலைகளில் உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்களின் அளவு அதிகமாக உள்ளது.

இப்படியாக வெள்ளை வெப்பத்தைவிட (white hot), சிவப்பு வெப்பம் (red hot) தாழ் வெப்பநிலையாக உள்ளது. ஒரு ஃபோட்டானின் (photon) ஆற்றல் நிலையானது அல்ல. அது ஒளியலையின் அல்லது நிறத்தின் அலைவு எண்ணிற்கு ஏற்றவாறு மாறுபடுகிறது. வேறுபட்ட பல உயிரினங்களில் காணப்படும் உயிரி ஒளிர்வு பல

வண்ணங்களில் உள்ளன. பல உயிரினங்கள் நீலம் அல்லது பச்சையாகவும் மற்றும் சில உயிரினங்கள் மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு நிறத்திலும் ஒளியினை உமிழ்கின்றன. இந்த வய்யங்களின் ஆற்றல் ஒரு ஐன்ஸ்டைனுக்கு 6×10^{23} ஃபோட்டோன்களாகவும் நீல நிறத்தில் 70 கிலோ கலோரி ஃபோட்டோன்களாகவும் வெளியிடப்படுகின்றன. ஏனைய உயிரி வேதியியல் செயல்களில் வெளியிடப்படும் ஆற்றலைவிட இந்த உயிரி ஒளிர்வின் ஆற்றலில் வெளியாகும் ஆற்றலின் அளவு அதிகமானது. எனவே இதில் தனிச் சிறப்பானதொரு செயல்முறை அடங்கியிருக்கும் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. உயிரினங்களில் காணப்படும் ஒளிர்வு வேதி விளைவாக இருப்பதால், ஒளி வெளியிட அவை உயிருள்ளவைகளாக இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. ஒளி வெளியிடுவதற்குத் தேவையான வேதிப் பொருள்களைப் பாதுகாத்து வைத்திருந்தாலே போதும். மென்மையான சூழலில் உயிரினங்களைக் காயவைத்தாலே அவை ஒளி வெளிவிடுகின்றன.

மின்மினிப் பூச்சிகள். மின்மினிப் பூச்சிகளின் வறண்ட வால்களைத் நீருடன் சேர்த்து அசைத்தால் ஒளி வெளிப்படும். ஆனால் இந்த ஒளி சிறிது நேரத்தில் மறைந்துவிடும். செல்களின் வளர்சிதை மாற்ற ஆற்றலின் சிறப்பாக உள்ள இணைநொதியினைச் சேர்த்தால் மீண்டும் இந்த ஒளி வெளிப்படும். மின்மினிப் பூச்சியில் உள்ள லூசிஃபெரின் என்ற வேதிப் பொருள் என்று அறிஞர்கள் கண்டுபிடித்து, அதைச் செயற்கை முறையில் உண்டாக்கலாம் என்றும் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

லூசிஃபெரின் அடினிலேட்டும், ஆக்சிஜனும் இணைந்து ஆல்ஃபா அடினோசீன் மோனோ பாஸ்ஃபேட் உண்டாகிறது. இதிலிருந்து ஒளி வெளியிடும் தூண்டப்பட்ட மூலக்கூறும் கார்பன் டை ஆக்சைடும் உண்டாகிறது. நிறமாலையின் மஞ்சள் பகுதியிலிருந்து இந்த மூலக்கூற்றில் உள்ள ஃபோட்டான் ஆற்றலை இழக்கிறது. கிரஸ்டேஸியா (crustacea), மின்மினிப் பூச்சியின் ஒளிர்வு அதன் நரம்பு அமைப்பினால் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய மிகச்சிறியக் கால இடைவெளியிலே பளிச்சென மிளிரும். ஐப்பானியக் கடற்கரையிலே காணப்படும் ஸ்பிரிடனா (cypridina) என்ற நத்தையின் உயிரினத்தில்

லூசிஃபெரின், லூசிஃபெரேஸ் என்பவை தனித்தனியான சுரப்பிகளில் சுரக்கப்படுகின்றன. இந்த விலங்கு லூசிஃபெரின், லூசிஃபெரேஸ் என்னும் இரு பொருள்களையும் நீரில் பீச்சி, அங்கு அவையிரண்டும் கலந்து ஒளி உண்டாகிறது. ஒளி இதை உண்ணவரும் விலங்குகளினின்றும் தப்பிக்க இவ்வித நத்தை இந்த ஒளியைப் பயன்படுத்துகிறது. இதில் உள்ள லூசிஃபெரின் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து ஆல்ஃபா பெராக்கில் ஆஸிடோன் உண்டாகிறது. இது பிறகு தூண்டப்பட்ட ஒளி மூலக்கூற்றை நிறமாலையின் நீலப் பகுதியில் கார்பன் டை ஆக்சைடுடன் வெளிப்படுத்துகிறது. வறண்ட லிப்பிடனாவை வெந்நீரில் அரைத்தால் லூசிஃபெரின் உண்டாகிறது. இதைக் குளிரவைத்து, அதன் சாரத்துடன் கலந்தால் ஒளி உண்டாகிறது. இது தான் வழக்கமாகச் செயல்படும் லூசிஃபெரின் - லூசிஃபெரேஸ் ஒளிர்வுக்கு அடிப்படையாக உள்ளது.

ஒளிர்வு உயிரினங்கள். ஒளிவிடும் பாக்கீரியாக்கள் தொடர்ச்சியான நீலப்பசும் ஒளியை வெளியிடுகிறது. இத்தகைய பாக்கீரியாக்களைக் கடல் நீரிலிருந்து தனித்துப் பிரித்தெடுக்கலாம் அல்லது மின்சாரத்தின் மேல் கடல் நீலம் கலந்திருந்தால் ஒளிவிடும் பாக்கீரியாக்களைச் செயற்கை முறையில் பெறலாம்.

சில வகை மீன்களிலும் கடல்வாழ் விலங்குகளிலும் சில சிறப்பு உறுப்புகளில் ஒளிவிடும் பாக்கீரியாக்கள் கூட்டுயிரியாக வாழ்கின்றன. இதன் ஒளிவிடும் தன்மையைக் குறைக்கப்பட்ட ரிபோஃபிளேவினும் (riboflavin) நீளக்கோவை பெற்ற ஆல்டிஹைடும் ஆதாரமாக உள்ளது. இவற்றுடன் லூசிஃபெரேஸ், ஆக்சிஜன் சேர்ந்து, ஒரு தூண்டப்பட்ட கூட்டுப்பொருள் உண்டாகிறது. அது சிறு சிறுப் பகுதிகளாக உடைக்கப்பட்டு ஃபோட்டான் என்ற ஒளியும், ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்த ரிபோஃபிளேவின் ஃபாஸ்பேட், அமிலம், நீர் ஆகியவையும் உண்டாகின்றன. உப்பினால் பதப்படுத்தப்பட்ட பன்றி மாமிசத்தில் ஒளிவிடும் பாக்கீரியாக்கள் வளர்வதைக் காண்கிறோம். மங்களான வெளிச்சம் உடைய அறைகளில் பாக்கீரியா ஒளிர்வினைத் தெளிவாகக் காணலாம்.

இத்தகைய ஒளிவிடும் பாக்டீரியாக்கள் மனிதனுக்கு எவ்வித நோயினையும் விளைவிப்பதில்லை. ஸிபரிடினாவில் உள்ளதைப் போன்ற லூசிஃபெரின் ஹைட்ரா, ஜெல்லிமீன் போன்ற குழியுடலிகளின் (coelentrates) விலங்குகளில் காணப்படுகிறது. இத்தகைய விலங்குகளில் உள்ள கால்சியம் ஒளியைத் தூண்டவும், கட்டுப்படுத்தவும் செய்கிறது. ஓர் உயிரினத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு தூண்டப்பட்ட நிலையில் ஆற்றல் மாற்றப்படுகிறது. டைனோபிலோஜெல்லேட்டுகள், சில வகை மண்புழுக்கள், நத்தை வகைகளிலும் ஒளிவிடும் தன்மைக் காணப்படுகிறது.

இத்தகைய விலங்குகளில் உள்ள கால்சியம் ஒளியைத் தூண்டவும், கட்டுப்படுத்தவும் செய்கிறது. ஓர் உயிரினத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு தூண்டப்பட்ட நிலையில் ஆற்றல் மாற்றப்படுகின்றது. டைனோபிலோஜெல்லேட்டுகள், சிலவகை மண்புழுக்கள், நத்தை வகைகளிலும் ஒளிவிடும் தன்மைக் காணப்படுகிறது. இத்தகைய பல வேறுபட்ட உயிரினங்களில் பலவிதமான வழிகளில் ஒளிர்வு ஏற்படுகிறது. தாவர உலகில் சிலவகை பாக்டீரியாக்களும், கடல்வாழ் பாசிகளும், காளான்களும், ஒளிவிடும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. முன்னுயிரிகளில் இருந்து (protozoans) மீன்கள் வரையிலான பல விலங்குகளிலும் ஒளிவிடும் தன்மை உள்ளது. நிலம், நீர் வாழ்பவை, ஊர்வன, பறப்பன, பாலூட்டிகள் போன்ற உயிர் முதுகெலும்புடைய விலங்குகளில் ஒளிவிடும் தன்மை காணப்படுவதில்லை. மொத்தம் உள்ள 80 வித விலங்குத் தொகுதிகளும் ஏறக்குறைய 30 வித விலங்குத் தொகுதிகளில் ஒளிவிடும் உயிரினங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை கடல் வாழ்பவை. அவை. ஜெல்லிமீன், சிப்பி மீன், கூஸிறால், கடற்பஞ்சுகள், ஒளிவிடும் மண்புழு வகைகளுள் கடல்வாழ் பாலிகீட்டுகள், சில தரைவாழ் மண்புழுக்களும் தங்களது உடல் குழைவில் ஒளிவிடும் செல்களைக் கொண்டுள்ளன. சிப்பிகள், நத்தைகள், ஆக்டோபஸ் போன்றவைகளிலும் ஒளிர்வு உள்ளது. இணைக்காலி விலங்குகள் சில வகை நண்டுகளிலும், பூரான், மின்மினி, லாம்பிரிடு, விட்டில் போன்றப் பூச்சிகளிலும் ஒளிவிடும் தன்மை உள்ளது.

ஒளிர்வின் பயன். கொண்டு தின்று

உதவுவதற்கும், கொண்டு திண்ணிகளின்றும் தப்பிப்பதற்கும், தகவல் தொடர்பிற்கும், ஆக உயிரினங்களில் காணப்படும் ஒளிர்வுகளை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். சுறா போன்றவைகளிலும், எலும்புமீன்களிலும் காணப்படும் ஒளிர்வு அவைகளுக்குப் பயன்படும் விதத்தில் அமைந்துள்ளன. செங்கடல், இந்தியப் பசிஃபிக் பெருங்கடல்களில் காணப்படும் ஃபோடோபிலிஃபாரன் என்ற மீனில் (photoblepheran) காணும் ஒளிவிடும் தன்மை மேற்கூறிய மூன்று வழிகளிலும் பயன்தருகின்றது. இதன் கண்ணுக்குக் கீழே உள்ள ஒளி உறுப்பில் கூட்டுயிரி ஒளிவிடு பாக்டீரியாக்கள் அமைந்துள்ளன. இதன் ஒளிவிடும் தன்மை ஒரு மூடியினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

ஆண் - பெண் மீன்களுக்கிடையே உள்ள தொடர்பிற்கு அவற்றின் ஒளிர்வு காரணமாக உள்ளது. இத்தகைய மீன்கள் கூட்டங்களாக வாழும் இடத்தில் தொடர்ச்சியான ஒளி வீசுவதனால் சிறிய உயிரினங்கள் அந்த ஒளியினால் கவரப்பட்டு, அத்தகைய உயிரினங்களை அந்த மீன்கள் உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. இத்தகைய ஒளிர்வு இருட்டிலும், நிலா இல்லாத வான் பெற்ற நாட்களிலும் இரைத் தேடப் பயன்படுகிறது. இத்தகைய மீன் கூட்டங்களின் ஒளிர்வு அங்கும் இங்குமாக அலைந்து வெளிப்படுவதால், அவற்றை உண்ணவரும் கொண்டு திண்ணிகளிடமிருந்து மீன்கள் தப்பிக்க உதவுகின்றது. இந்திய, பசிபிக் பெருங்கடல்களில் காணப்படும் போனி மீனில் அடிவயிற்று உறுப்பில் ஒளிதரும் பாக்டீரியாக்கள் வளர்க்கப்பட்டு, அதனால் மீனின் வயிற்றுப் பகுதியிலிருந்து பரவலான ஒளி வெளிப்படுகிறது. இந்த மீன் தான் வாழும் கடல் நீர் பரப்பின் ஒளியை பரப்பின் நிலைக்கு ஏற்றவாறு ஒளிவிடும் தன்மையினைப் பெற்றுள்ளது. நீரின் அடிப்பகுதியிலிருந்து மீனினைக் காணமுடியாத அளவிற்கு வான்வெளியிலிருந்து வரும் ஒளிக்கு ஈடான ஒளியினை இந்த மீன் தருகிறது. பாதுகாப்பு ஒளிர்வினால் மறைந்து கொள்ளுவதற்கு இது தக்கதொரு எடுத்துக்காட்டாக விளங்குகிறது. இந்த ஒளிர்வு பாதுகாப்பு திறத்தினின்று மாறுபட்டது. பல வழிகளில் கொண்டு திண்ணிகளை ஏமாற்றிக் குழப்பமடையச் செய்யவும் அச்சுறுத்தி திக்கு மாறச்

செய்யவும் மேற்கூறிய விலங்குகளின் ஒளிர்வுப் பயன்படுகிறது. கொன்று திண்ணி விலங்குகள் ஒட்டுடைக் கணுக்காலிகளை (*crustaceans*) உண்ண அணுகும்போது, அவை ஒளியைப் பீச்சிக் கொன்றுதிண்ணிகளை அச்சுறுத்தி, வேறு திக்கில் செல்லும்படி செய்கின்றன.

ஆழ்கடலில் வாழும் ஆக்டோபஸ் இயல்பாகக் கறுப்பு மையினை உமிழ்ந்து, எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளும். ஆழ்கடலின் பகுதி முற்றிலும் இருட்டாக இருப்பதனால் கருப்பு மையினை உமிழ்வது பயனற்றதாகிறது. எனவே ஆக்டோபஸ் ஒளியினைப் பீச்சி அவற்றை உண்ணவரும் கொன்று திண்ணிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்கின்றன. டார்லெடான்வீனியா கிரனுலாரின் (*tarletonbeania crenularis*) என்ற லாந்தர் மீன் (*lantern fish*) இனத்தில் ஆண் மீனில் மட்டும் காவல் துறை வாகனங்களில் உள்ளதைப் போல நெற்றிப்பகுதியில் விளக்கு உள்ளது. மீன் பல திக்குகளிலும் பிரிந்து செல்லுவதால், அவற்றை உண்ணவரும் கொன்றுதிண்ணிகள் அவற்றைத் துரத்திச் செல்லும்படி தூண்டுகின்றன. இதனால் கொன்று திண்ணிகளுக்கு இரையாக, ஒளிர்வுடைய ஒரு சில ஆண்மீன்களே அகப்பட்டுக் கொள்கின்றன. பெண் மீன்கள் அனைத்தும் தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன. சிலவகை மீன்கள் இரைதேடி அவற்றை உண்ண ஒளிர்வு பயன்படுகிறது. தூண்டில் மீன் (*angler fish*) என்ற ஒரு வகை மீனில் வாயிற்கு முன்னால் தலையில் ஒளி உமிழக்கூடிய உருண்டையான அமைப்பு உள்ளது. நியூஸோஃபீலஸ் (*neosopelus*) என்னும் மீனின் நாக்கில் ஒளிர்வுக் காம்புகள் உள்ளதால், அதனால் கவரப்பட்ட உயிரினங்கள் அந்த மீனுக்கு இரையாகின்றன. மின்மினிப் பூச்சிகள் சேர்க்கையில் ஈடுபடுவதற்கும், தகவல் தொடர்பிற்கும் ஒளிர்வுப் பயன்படுகிறது. மின்மினிப் பூச்சிகளும் தமக்குள் ஒளியினால் சைகை மூலம் சேர்க்கையில் ஈடுபட விரும்புகின்றன என்பதைத் தெரிவிக்கின்றன. சேர்க்கையில் ஈடுபடவிரும்பும் ஆணின் ஒளிர்வினுக்கு குறிப்பிட்ட மிகச்சிறிய கால இடைவெளிக்குப் பிறகு ஆண்மீன் தனது ஆயத்த நிலையைத் தன் ஒளிர்வு மூலம் பெண் மீனுக்குத் தெரிவிக்கிறது என்று ஜே. பக் (J. Buck) என்பவர் செய்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து பெர்முடா அறிகிரோம். ஓடன்டோசில்லிஸ் (*odonto - sils*) என்ற நெருப்புப் பழுவில் ஆண்பழு தனது விந்துகளையும், பெண்பழு

முட்டைகளையும் ஒரு வட்ட வடிவ ஒளிர்வில் வெளியிட்டு அங்கு அவை கருவுறுதல் அடைகின்றன.

தோற்றமும் பரிணாமமும். உயிரினங்களுள் சிறப்பானதாகவும் வேதித் தன்மையில் இயல்பிற்கு மாறானதாகவும் உள்ள இத்தகைய ஒளிர்வின் தோற்றமும் பரிணாமமும் நம்மை வியக்கச் செய்கின்றன. சைடோகுரோம்கள், ஹிஸ்டோன்கள், நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் உயிரி வேதி மூலக்கூறுகளைப் போல் அல்லாமல், ஒளிர்வு அமைப்புகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விதங்களில் தன்னிச்சையாகப் பரிணமித்துள்ளன. அமைப்பில் வேறுபாடு, காட்சியில் வேறுபாடு போன்ற பல வேறுபாடான தன்மைகளில் ஒளிர்வின் அழகு மிளிர்கிறது. பல்வேறு வகையான உயிரினங்களில் உள்ள ஒளிர்வும், அவற்றின் பல பயன்களும் பரிணாமச் செயல் நிகழ்ந்தது என்பதற்குச் சான்றாக விளங்குகிறது. உயிரி ஒளிர்வு ஒதுக்கிவிடக்கூடிய வேண்டாத பண்பு ஆக உள்ளது. மிகை ஒளிர்வுடைய இயற்கை வாழ் பாக்கீரிய இனங்களிலிருந்து ஆய்வுக்கூடச் சூழலில் ஒளிர்வுடைய சடுதிமாற்றிகளைப் பெறலாம். இயற்கையில், ஒரே இனத்தில் அல்லது ஒரே மரபுக் கூற்றில் ஒளிர்வுடை இல்லாத உயிரினங்கள் உள்ளன. பானஸ் ஸ்டிப்டிகஸ் (*panus stipticus*) என்ற ஐரோப்பிய மரபுக்கூறில் ஒளிர்வு இன்றியும், அமெரிக்காவில் வாழும் மரபுக்கூற்றில் ஒளிர்வு பெற்றும் காணப்படுகின்றன. கடல் பரப்புயிரியாக வாழும் டைனோஃபிளேஜெல்லேட்டுகள் அனைத்திலும் ஒளிவிடும் தன்மை இருப்பதில்லை. ஆனால் கடல் பரப்பின் நீர் அலைவினால் தோன்றும் ஒளிமினுக்கத்திற்கு வேறு சில மேற்கூறிய உயிரினங்கள் ஏதுவாக உள்ளன. ஒரு சில உயிரினங்களின் ஒளி மினுக்கம் மற்றவைகளுக்கும் பயன்படுவதால், அந்த உயிரினங்களில் ஒளிர்வு உண்டாக வேண்டும் என்ற தேர்வு நெருக்கம், பரிணாமப் பாதையில் ஏற்படவில்லை. இத்தகைய வேறுபாடு தன்மை தன்னிலைத் தேட்டத்திற்குரியது. இதுவீண் ஆரவாரமிக்க வண்ணப்பகட்டான நிகழ்ச்சி எனவும் கருதப்படுகிறது. உயிரினங்களுள் தங்களுக்கு என்று தனித்ததொரு முறையில், தனித்ததொரு செயலாற்ற வழி உண்டு என்பது

தெரிகிறது. குறிப்பிட்ட ஆயத்த நிலையில் உள்ள இனம் கண்டுகொள்ளக் கூடிய மரபியல், உயிரி வேதியியல், செயலியல் நிலையளவுரு பண்பாகிய உயிரி ஒளிர்வு அமைப்பு பரிணாமத் தக அமைவுச் செயல்முறைகளைப் பற்றி ஆராய்வதற்கும் அறிவதற்கும் பொருத்தமான செயலாக உள்ளது.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

விலங்குகளின் நடத்தை

ஓர் உயிரியின் நடத்தை என்பது அவ்வுயிரின் உடம்பின் அசைவுகளாகும். பொதுவாக அவ்வுயிரியின் குறிப்பிடத்தக்க நிலையில் வெளிப்படுத்தப்படும் செயல்கள் எனக்கொள்ளலாம். வேதி வினைகள், வளர்ச்சி, அசைவுகள் போன்றவற்றின் ஒட்டு மொத்தமான கூட்டு அமைப்பே ஓர் உயிரியாகும். இவ்வியக்கங்களெல்லாம் தடையின்றியும், முறைப்படியும், தமக்குள் தொடர்புடையனவாகவும், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையுடன் தொடர்புடையனவாகவும் காணப்படுகின்றன. இந்த இயக்கங்களின்போது சக்தி வெளிப்பட்டுச் செயலாற்றலைக் கொடுக்கிறது. இவ்வித முறையான போக்கில் எங்கேனும் தடை ஏற்படும்போது, சக்தி வேறு திசையில் திரும்ப இயக்கம் தடைப்படுகிறது. இந்தத்தடை, இயக்கப் போக்கில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த மாற்றங்கள் மேற்கூறிய இயக்கங்களுக்குள்ளே அமைந்த தொடர்பினையும் அவ்வியக்கங்களுக்கும் சுற்றுப்புறச்சூழ்நிலைக்குமுள்ள தொடர்பினையும் பாதிக்கின்றன. இந்தக் குறுக்கீடு இயக்கங்களுக்கு ஓய்வினை ஏற்படுத்துகிறது. மறுபடியும், தகுந்த சூழ்நிலையில் இயக்கங்கள் தோன்றித் தொடர ஓய்வுநிலை ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு மாறா நிலையில் நடத்தை ஒரே நிலையில் நடைபெறுகிறது. இதுவே அவ்வுயிரிக்குக் காலப்போக்கில் கூர்மதியாகவும் அல்லது அறிவுத்திறனாகவும் வளர்ச்சியடைகிறது. நடத்தைகளெல்லாம் எதிர்பாராவிதமாக நடைபெறும் செயல்களல்ல. நடத்தை வாழ்வதற்குரிய தகுதியை அறுதியிடுவதால் பரிணாமப்போக்கில் முக்கியத்துவம்

அடைந்துள்ளது. மற்றொரு சிறப்பு நிலை மரபுவழித்தன்மையாகும். இந்தத் தன்மை அந்த உயிரியின் இனத்தைப் போற்றிக் காக்கிறது. இனப் பெருக்கத்துக்குச் சிறப்பான முறையில் உதவுவதிலிருந்து இதனைத் தெளிவாக உணரலாம். எனவே, நடத்தை, மரபுவழி முறையில் தனித்தன்மை பெற்றது. மரபுவழி முறைகளைப் பாதுகாப்பதாகவும் அமைகிறது. நடத்தை மாற்றங்கள் காலப்போக்கில் அழிவைத் தருகின்றன. இதனால்தான் மத்திய நரம்பு மண்டலம் நடத்தைத் தன்மையைப் போற்றிப் பாதுகாக்கிறது.

மூலக் கோட்பாடுகள். சில விலங்குகள், அவற்றின் அமைதிக் குலைக்கப்படும்போது சுருக்கம் அடைவதைத் தவிர வேறொரு அசைவுகளையும் வெளிப்படுத்துவதில்லை. மற்றவை பலவகைப்பட்ட நடத்தைப் பாங்குகள் உடையனவாகக் காணப்படுகின்றன. எல்லா எதிர் உணர்ச்சிக் குறிப்புகளும் புறத் தூண்டுதல்களால் வரவழைக்கப்படுகின்றன என்று விலங்கியல் வல்லுநர்கள் முன்னர் கருதியிருந்தனர். சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் உண்டாகும் சில தூண்டுதல்களுக்குத் தகுந்தவாறு விலங்குகள் உயிர்ப்பற்ற, மந்தமான நிலையில் செயலியக்கங்களில் புகுத்தப்படுகின்றன என்று நம்பினர். கடல்மலர் என்ற விலங்குகள், ஆய்வு முறையில், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலையில் நடக்கை முறைகளைக் கண்டறிய பயன்படுத்தப்பட்டன. இம்முறையில், அசைவுகள் தாமாகவே நிலையான தன்மையுடன் நடப்பனவாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். எனவே, சில செயல்திறமுடைய உள்ளீடான செயலியல் ஒழுங்கியல்பு இருக்க வேண்டுமென்ற மறுக்கமுடியாத ஒரு கருத்து நிலைபெறலாயிற்று. வெளிப்புற ஒளி, இருள், இவற்றின் இயக்கங்கள் ஒவ்வொருநாளும் நடக்கின்றன. சோதனை முறையில், இருளில் பலநாள் வாழும் நிலையினை ஏற்படுத்தியபோது, கடல்மலர் என்ற விலங்கின் செயலியல் குழல்கள் ஒழுங்குத்தன்மை, தவறாது நடந்து கொண்டேயிருந்தன. இவ்வாறே கடல் ஓதங்களின் மாற்றங்களும் நடத்தைப் போக்கைத் தாக்கவில்லை என்று சோதனைகளின் பயனாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். ஆக, ஒரு விலங்கு வெளிப்புறத்தூண்டுதலுக்கு, உயிர்ப்பற்ற, மந்தமான நிலையில் உள்ளுணர்ச்சியை வெளிக் காட்டுவதில்லை என்பது

நிரூப்பிக்கப்பட்டுவிட்டது. ஆய்வுக்காக, வெளிப்புறத் தூண்டுதல்கள், செயற்கை முறையில் மாற்றியமைக்கப்படும்போது, சில கால அளவுக்குப்பின், இத்தூண்டுதல்கள் அதே முறையில் அமைந்திருப்பின் அவ்வுயிரிச் செயலியல் முறைகளைத் தகுந்தவாறு ஒத்துப்போகச் செய்துகொண்டு நடத்தையைச் சீராக வைத்துக்கொள்கிறது. இந்த முறையில், உயிரி வெளிப்புற மாற்றத்துக்குக் காலப்போக்கில் தன்னைப்புகுத்திக் கொண்டு, சீராக வாழ்கின்றது. எனவே, ஒரு விலங்கின் நடத்தை, வெளிப்புறச் சூழ்நிலைக்கு எதிர் உணர்ச்சிக் குறிப்புக் காட்டும் தன்மை, உள்ளீடான மாற்றங்கள் ஆகிய இவ்விரண்டினையும் சார்ந்தது என்பதுத் தெளிவாகிறது. நடத்தைகளைப் பிரதிபலிக்கும் அசைவுகள் தொடர்ச்சியாக நடக்கும் சங்கிலித்தொடர்போன்ற கருதாத்தன்னியல்புச் செயல்களாக நடக்கின்றன. இவற்றில் ஒவ்வொன்றும் தொடர்ந்து வரும் அடுத்த செயலுக்குத் தூண்டுதலாக அமைகிறது.

எ-டு: ஒரு கடல்மலரின் பற்றிழையில் உணவுப்பொருள்கள் படிந்தநிலை, வாயின் அசைவை வெளிக்கொணரவல்லதாகிறது. உணவுப்பொருள் வாயில் வரும்போது, விழுங்கும் செயல் விசையில் இயக்க முறையில் தொடக்கம் பெறுகிறது. உணவுப்பொருள்களிலிருந்துப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட காற்றின் பகுதிக்கூட இந்தத் தொடர் அசைவுகளுக்குத் தொடக்கம் ஏற்படுத்தவல்லது. இது போன்ற தூண்டுதல் கொடுக்கப்பட்டு, பின்னர் நீக்கப்படினும், இம்முறையிலான நடத்தைச் செயல்கள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. இதிலிருந்து, உணவு உட்கொள்ளும்போது நடைபெறும் நடத்தைக்கு, வெளிப்புறத்தூண்டுதல் தொடர்ச்சியாகத் தேவைப்படுவதில்லை என்பது விளங்குகின்றது. வெளிப்புறத்தூண்டுதல், துப்பாக்கி விசையில் செயல்படுவதுபோல, இயக்கத் தொடக்கத்துக்கு ஏதுவாகிறது.

உணவுப்பொருள்கள், உணவு உட்கொள்ளும் எதிர் உணர்ச்சிக் குறிப்புகள் உண்டுபண்ணுமா என்பது அந்த உயிரியின் அப்பொழுதுள்ள நிலையினைப் பொறுத்தது. பற்றிழைகள் உணவுத்துக்களுக்கு எதிர் உணர்ச்சிக் குறிப்புகளைக்காட்டும் தன்மையுடைய

யனவாக இருப்பினும், அவை சுருக்கம் அடைந்த நிலையில், இந்தவிதக் குறிப்புகளை வெளிக்கொணர்வதில்லை. பற்றிழைகள் விரிந்த நிலையிலும் கூட, இந்தக் குறிப்புகள் பலதரப்பட்ட வகையில் உண்டுபண்ணப்படுகின்றன. உணவில்லாது பட்டினியாகக் கிடக்கும் நிலை மேற்கூறிய உணர்ச்சிக் குறிப்புகளின் தொடங்கு நிலையினைக் குறைக்கிறது. இந்த வகையில் மன நிறைவூட்டும் நிலை இதனை உயர்த்துகிறது. ஓரளவு மனநிறைவு அடைந்த விலங்கு உள்ளுணர்வை வெளிக்காட்டுவதற்குமுன் ஓரளவு காத்திருக்கிறது.

இந்த நிலையில், அதிக அளவு உணவுத்துக்கள் தேவைப்படுகின்றன. நிறைவு கொண்டவை (உணவு வகையில்) உணவுப் பொருள்களுக்கு ஒருவித வெளிப்பாடும் காட்டுவதில்லை, மாறாக, வெறுத்தொதுக்குகிறது. பட்டினியால் வாடுகிற விலங்கு, மணல்துகள்கள் போன்ற பொருத்தமில்லாப் பொருள்களுக்கும் உணர்ச்சிக் குறிப்புகளைக் காட்டுகிறது. ஆக, உணவு உட்கொள்ளும் நடத்தை பல்வேறு காரணங்களால் ஏற்படும் ஒட்டுமொத்தமான ஒரு செயல், இது வெளியுலக மற்றும் உள்ளீடான காரணிகளால் ஏற்படுவதாகும்.

இது போன்ற தூண்டுதல்கள் ஒளியாலும், தொட்டுணர்வாலும் ஏற்படலாம். சிலத்தூண்டுதல்கள் தனித்தன்மையுடையனவாக இல்லாதும் இருக்கலாம். சில விலங்குகள் தப்பிச் செல்லும் உணர்வைப் பகை விலங்குகளிலிருந்து வரும் ஒருவித வேதி திரவத்தின் தூண்டுதலால் வரவழைக்கிறது. இதுவே மணஉணர்வையும் ஏற்படுத்தவல்லது. பூச்சியினங்களில், குறிப்பாகச் சமூக வாழ்க்கை வாழ்பவைகளில் பெரோமோன்கள் நடத்தையை ஒழுங்குப்படுத்தி வாழ்வு முறையை சீரமைக்கின்றன.

பகல் இரவு சார்ந்த ஒழுங்கியல்வு. வலிந்து செயல்படும் நடத்தை ஒரு விரிந்த சுழல் போன்றது. சுழலுக்குள் குறுகிய சுழல்களைக் கொண்டதாகும். பெரிய சுழல், வாழ்க்கை முழுதும் ஏற்படுவது. குறுகிய சுழல், குறுகிய காலக்கட்டத்தில் ஏற்படுவது. இனப்பெருக்க சுழல், வெளிப்புறத் தூண்டுதலால், காலநிர்ணயப்படுத்தப்படுகின்றது என்று சிலரும்,

உள்ளீடான தூண்டுதல்களால் ஆக்கம் பெறுகிறது என்று சிலரும் கருகின்றனர். இவை நாள்தோறும் ஏற்படுகிற பகல், இரவு இவற்றாலும், சந்திரனாலும் கடல் ஓதங்களாலும் நடைபெறுகின்றன.

சில விலங்குகளின் நடத்தை, பகல் இரவு இவற்றின் சுழற்சியினைப் பிரதிப்பலிப்பதாக உள்ளது. இவ்வகைச் சுழற்சியால் பாதிக்கப்பட்ட நடத்தை, இவ்வுயிரிகளை உயிர்க் கடிக்காரங்களைப் போன்று ஆக்குகிறது. வெளிப்புறத்தூண்டுதல்களைச் சோதனை முறையில் செயற்கையாக மாற்றம் செய்தாலும்கூட மரபுவழி முறைப்படி நிலைபெற்றுள்ள இந்த உயிரிய கடிக்காரங்கள் பாதிப்படைவதில்லை.

புறத்தூண்டுதல்களும், எதிர் உணர்ச்சிக் குறிப்பும். ஒரே தூண்டுதல் ஒரு நடத்தையை அதிகப்படுத்தவோ குறைக்கவோ செய்யலாம். இது போன்றே ஊக்குவிக்கவோ மந்தப்படுத்தவோ செய்யலாம். தூங்குவது, விழித்துக்கொள்வது இவை இதற்கு உதாரணங்களாகும். இவ்வித புறத்தூண்டுதல்கள் மூன்று வகையில் செய்யப்படலாம். குறிப்பிட்ட சில செயல்களைத் தூண்டுதல் மற்ற தூண்டுதல்களுக்கு உணர்வு நிலையை ஏற்படுத்தல், தூண்டுதல்களின் இருப்பிடத்தை நோக்கி நடத்தையைத் திசைத்தொடர்பு கொள்ளச் செய்தல் என்ற வகைகளில் செயல்படுவனவாகும். ஆக்கிரமிப்பு நடத்தை தனிப்பட்டவர்க்குரிய இடப்பரப்பைப் பொறுத்தாகக் காணப்படுகிறது. இதற்குரிய தூண்டுதல்கள் எல்லை மீறிப்புக்குவராலோ பழக்கமற்றவர்களாலோ ஏற்படுகிறது. மேலும் ஓர் உயிரியின் பயமுறுத்தும் நடத்தை நோவு உண்டாக்கும் தூண்டுதல் இவை ஆக்கிரமிப்பு நடத்தைக்கு ஆக்கம் கொடுக்கின்றன.

இடப்பெயர்ச்சி போன்ற செயல்களுக்குரிய நடத்தைகள் மரபியல் நியதிப்படி அமைந்த மத்திய நரம்பு மண்டலத்தில் காணப்படும் இணைப்புக்களால் ஒழுங்குப்படுத்தப்படுகின்றன. முழுச்செயலும் குறியீட்டு அமைப்பில் காணப்படுகிறது. இது செயலாக்கம் பெற, வெளியுலக அல்லது உள்ளீடான தூண்டுதல், விசைவில் செய்யும் செயலைப்போன்ற செய்வதை எதிர்நோக்கிக் காத்திருப்பது போன்று நிலையில் உள்ளது.

திசைத்தொடர்பு நடத்தை. சிரஸ்டேசியா என்ற வகையில் உள்ள விலங்குகளில் காணப்படும் சமநிலை உணர்வுறுப்பு இயல்பு ஆற்றல் விசைக்கு ஈடுகொடுத்துத் திசைத் தொடர்பு நடத்தையை சீர்செய்கிறது. இதுபோன்று, முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளின், உட்காதில் காணப்படும் உள்செவிச் சமநிலை உணர்வுறுப்புக்கள் ஈடுகொடுக்கின்றன. சில நீர்ப்பூச்சிகள் இதற்காக காற்றுக் குமிழிகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன. பறவைகளுடைய நடக்கையில் குறிப்பிடத்தகுந்த நடத்தையான கூடுதிரும்பும் நடத்தை சூரிய ஒளியால் இயக்கப்படுகிறது. புறாக்கள் இதற்கான குறிகளை சூரிய ஒளியிலிருந்து பெறுகின்றன. இங்கே, இருளில் வெளவால் தடைகளில் மோதிக் கொள்ளாதவாறு செல்லும் நடத்தை குறிப்பிடத்தக்க நமது காதுகளுக்குப் புலனாகாத நுண்ணிய ஒலி அலைகள் வாய்ப்பகுதியில் ஏற்படுத்தப்பட்டு எதிர் அதிர்வுகளின் குறி உணரப்படுகிறது. இதற்கு எதிர் அதிர்வால் உணர்தல் என்று பெயர். இது ஒருவித ஒலி திசைத் தொடர்பாகும். இந்த நடத்தையின் வளர்நிலை கண்ணின் பார்வைக்குறைவால் காலப்போக்கில் ஏற்பட்டதாகக் கருதுகின்றனர். எனவே, அவை இரவில் நடமாட்டத்தை மேற்கொள்கின்றன. இதற்குரிய ஒலிஅலைகள் நாக்கினால் மூடிய வாயின் முனைப்பகுதிலிருந்து வருகின்றன. இதனால் ஏற்படும் எதிர் அதிர்வு டாப்லர் இயல்மாற்றம் என்ற முறைப்படி அதிகரிக்கிறது. வெளிப்படுத்திய ஒலி, எதிர் அதிர்வு இவற்றின் உள்செயற்பாடு திசைத்தொடர்பு நடத்தையை நிர்ணயிக்கிறது. இதனுடைய அலை அதிர்வு எண் வெளவாலினுடைய குறியிடம் இயக்கவேகம் மற்றும் அதனுடைய குறியிடம் இவையெல்லாம் திசைத் தொடர்பு நடத்தையைக் கூட்டாக ஏற்படுத்துகின்றன.

இது போன்று கடலில் வாழும் கடல்பன்றி போன்ற விலங்குகள் நீருக்கடியில் ஏற்படுத்தும் ஒலி அலைகளால் அவற்றின் திசைத் தொடர்பு நடத்தை அமைகிறது. ஒலி அலைகள் காற்றில் செல்வதைவிட நீரில் நன்றாகச் செல்கின்றன. ஆழமான பகுதியிலும் ஒளிப்புக்காத நிலையிலும் இவ்வித நடத்தைகளைக் கொண்ட விலங்கினங்களைக் காண இயலும் கடல்பன்றிக்கு ஒலி எழுப்பக்குரல் வளையில்லை. இருப்பினும், நாசித்துளை மூலம் ஒலி எழுப்புகின்றது.

கலங்கலான நீர் நிறைந்த ஆப்பிரிக்கநதிகளில் வாழும் சிம்னார்க்கல் என்ற மீனினம் வால் பகுதியிலிருந்து மெல்லிய மின் அலைகளை உண்டாக்குகிறது. இந்த மீனின் இடப்பெயர்ச்சி நடத்தையில் காணப்படும் சிறப்பு அம்சம், இம்மீன் முன்னோக்கியும், பின்னோக்கியும் ஒரே நிலையில் செல்லவல்லது என்பதாகும். ஒடுக்கமான பகுதியில் செல்லும்போது வால்பாகம் முன்னால் செல்கிறது. இந்த இடப்பெயர்ச்சி நடத்தையை நிர்ணயிப்பது மேற்கூறிய எதிர் அதிர்வால் உணர்தல் என்ற முறையில் செயல்படும் பண்பாகும்.

எழுச்சி உணர்வு, இடையறா விழிப்பு, தூக்கம்.

மனிதனும் ஏனைய விலங்குகளும் எப்பொழுதும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையுடன் தொடர்புக்கொண்ட நிலையில் விழிப்பு நிலையில் செயல்படுவதில்லை. இந்த நிலையில் அதிகரிப்பும், குறைவும் நடைபெறுகின்றன. ஓய்வு, தூக்கம் இவற்றின் மூலம் வெளியுலகைப் புறத் தூண்டல்களில் இருந்து விலங்குகள் விடுபடுகின்றன. 'இந்நிலை வெளியுலக மாற்றங்களாலோ உள்ளீடான மாற்றங்களாலோ, நரம்பு மண்டலத்தில் நடுமூளையின் பகுதியில் மாற்ற இயக்கம் ஏற்படுகிறது. இந்தப் பகுதியில் சேதம் ஏற்படுமானால் ஆழ்ந்த தூக்கம் ஏற்படும். உணர்வுடன் இருத்தல், எழுச்சி உணர்வு இவற்றிக்கு இந்தப் பகுதி இயக்கத்தைக் கொடுக்கின்றது.

கற்றுக்கொள்ளல். கற்றுக்கொள்ளல் என்ற நடத்தைக் கட்டுப்பாடு (முதுகெலும்புள்ளவைகளில்) மத்திய நரம்புமண்டலத்தால் ஒழுங்குப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த நடத்தை அனுபவத்தால் மாற்றம் பெறுவதாகும். குறிப்பிட்ட சில சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையால் ஏற்படும் புறத்தூண்டுதல்கள் இதனை ஏற்படுத்துகின்றன. இது நீடித்து நிற்கும் ஒரு நடத்தையாகும். இது வளர்ச்சி பெற, காலம், இடப்பரப்பு, இவற்றின் தொடர்புக்கொண்ட தொடர்ச்சியான தூண்டுதல்கள் முதலியன தேவைப்படுகின்றன. வெகுமதி அல்லது தண்டனை இவை ஏற்படும்போது கற்றுக்கொள்ளல் சிறக்கிறது. இத்துடன் குறுக்கீடும் தேவைப்படுகிறது. இது ஒரு தடைக்கூட்டாகச் செயல்படுகிறது. நினைவாற்றலை இது பூட்டி வைக்கிறது. இவையெல்லாம் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தில் தடங்கல்கள், நாசங்கள் போன்றவற்றை

ஏற்படுத்தல், மருத்துவப் பொருள்களைச் செலுத்தல், வேதி இயக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தல், மின்தூண்டுதலை ஏற்படுத்தல், வலிப்புகளை உண்டுபண்ணுதல் போன்ற சோதனைகளின் மூலம் கண்டறியப்பட்டன.

மரபிய அடிப்படை.

சில உணர்விகள் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கு உயிரியைத் தொடர்பு கொள்ளச் செய்வதாலும், சிலவகைத் தூண்டுதல்கள் உயிரிகளின் வம்சாவழி நடத்தையைப் பாதிப்பதாலும், உணர்விகளின் இயக்கங்களும் அவை ஏற்படுத்தும் உள்ளுணர்ச்சிக் குறிப்புகளும் மரபுவழியில் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. வாழ்வின் வெற்றிக்கும் அவ்வுயிரியின் நடத்தைக்கும் நேரடித் தொடர்பு இருப்பதால் இயற்கை நடத்தையை மரபிய அடிப்படையில் பாதுகாக்கிறது. எ-டு: நாயின் முகர்வு உணர்விகள் அவை ஏற்கும் தூண்டுதல்கள் இவற்றால் நிர்ணயிக்கப்படும் நாயின் நடவடிக்கை இவ்வகையில் மரபியல் முறைப்படி போற்றிக் காக்கப்படுவதைக் குறிப்பிடலாம்.

குமரபிள்ளை

விலங்குகளின் நிறம்

விலங்குகளின் உடல் பலநிறங்களில் காணப்படும். கடல்வாழ் முதுகெலும்பிகளில், ஜெல்லி மீன் போன்ற சிலவும், மேல்மட்ட நீர்வாழ் மிதவை உயிரிகளும் முதுகெலும்பிகளில் சில மீன்களும் நிறமற்றுக் காணப்படும். பொதுவாக, விலங்கினங்களில் உடல் முழுதும் ஒரே நிறமாக இராமல், ஒவ்வொரு இனத்திலும் பல நிறங்கள் குறிப்பிட்ட முறையில் உடலில் பரவியிருக்கும். விலங்குகள் உடல்நிறத்தால் பல நன்மைகளைப் பெறுகின்றன. ஆதலின், உடல் நிறம் ஒரு தக அமைவாகக் கருதப்படுகின்றது. நிறம் அல்லது நிறங்கள் விலங்கின் உடலில் விரவியுள்ள முறை நிற அமைவு அல்லது நிறமை எனப்படும். நிறமை இனத்திற்கு இனம் மாறுபடும். உடல்நிறம் விலங்கின் திசுக்களைச் சூரிய ஒளிக் கதிர்வீச்சுகளிலிருந்து பாதுகாக்கின்றது.

விலங்குகள் உடல் நிறத்தைப் பின்வரும் காரணங்களால் பெறும். 1. ஹைட்ரா, கன்வலுடா போன்றன தாம் வாழும் நுண்பகந்தாவரங்களால் பசுமை அல்லது காவி நிறத்தைப் பெறுகின்றன. 2. சில விலங்குகள் தாம் உட்கொண்ட உணவுப்பொருள்களாலோ, சேமிப்புப் பொருள்களாலோ, கழிவுப் பொருள்களாலோ நிறத்தைப் பெறுகின்றன. 3. கைரோனோமன் இளமி போன்றவற்றில் உடல் குருதிக்கேற்றநிறத்தைப் பெறுகின்றன. பூன் போன்ற சில பாலூட்டிகளில், மார்புத் தடிப்புகள் போன்ற உடற்பகுதிகளில் சிவந்து காணப்படும். இப்பகுதிகளின் செம்மைநிறம் அங்கு அமைந்துள்ள நுண்குருதிக்குழாய்களிலுள்ள குருதியால் ஏற்படுகின்றது. 4. பொதுவாக, விலங்குகள் தமது தோலில் உள்ள ஒளிரும் படிகங்களாலும் நிறத்துக்களான நிறமிகளாலும் உடல் நிறத்தைப் பெறுகின்றன. அடித்தோலில் உள்ள குருதிக்குழாய்களும் உடல் நிறத்திற்கு ஒரளவு காரணமாகின்றன.

விலங்குகளின் உடல் நிறங்கள் இரு வகைப்படும். வேதிநிறங்கள், இயல்நிறங்கள் என்பன. வேதிநிறங்கள் நிறமிகளால் ஏற்படுகின்றன. ஒணானின் உடல்நிறம் இவ்வகைப்பட்டது. இயல் நிறங்கள் ஒளிவரும் படிகங்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. பொன்வண்டின் மினுமினுப்பு, மீனின் பளபளப்பு ஆகியன இவ்வகைப்படும். பறவைகளின் உடல் நிறம் இவ்விருவகையாலும் ஏற்படுகின்றனது.

விலங்குகளுக்கு நிறத்தை அளிப்பது அவற்றின் தோலே ஆகும். இது மேல்தோல், அடித்தோல் என இருவகைப்படும். பறவைகள், பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றில் மேல்தோல் உடலுக்கு நிறத்தைத் தருகின்றது. மேல்தோலின் கலங்களிலோ அவைகட்கு இடையிலோ நிறமிகள் காணப்படும். இவ்விலங்குகளின் மேல்தோலில் உள்ள உரோமம் அல்லது இறகு அவை வளரும்போது மேல்தோலிலிருந்து நிறமிகளைப் பெற்றுக்குறிப்பிட்ட நிறங்களைப் பெறும். எனவே, இவற்றின் உடல் நிறம் அவற்றின் உரோமம் அல்லது இறகைப் பொறுத்தது. ஏனைய விலங்குகளில் மேல்தோலில் நிறமிகள் காணப்படாமல் அடித்தோலே உடலுக்கு நிறத்தைக் கொடுக்கின்றது. நிறமிகளை உள்ளடக்கிய சிறப்புக் கலங்கள் அடித்தோலில் உள்ளன. இவை

நிறமிக்கலங்கள் எனப்படும். ஒளிரும் படிகங்களை உள்ளடக்கிய சிறப்புக் கலங்களான ஒளிரும் கலங்களும் அடித்தோலில் உள்ளன.

விலங்குகளில் ஐந்துவகை நிறமிகள் உள்ளன. அவை கருமை நிறமிகள், காவி அல்லது பழுப்பு நிறமிகள், செம்மை நிறமிகள், மஞ்சள் நிறமிகள், வெண்மை நிறமிகள் என்பன. நிறமிக்கலம் பல வெளிநீட்சிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு நீட்சியும் சிறு கிளைப்பிரிவுகளைக் கொண்டிருக்கும். இது இடம் விட்டு இடம் பெயரும் தன்மையது. ஒரு நிறமிக்கலம் ஏதேனும் ஒருவகை நிறமியை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். ஆதலின், நிறமிக்கலங்கள் நான்கு வகைப்படும். மெலனின் நிறமிக்கலம். இது கருமை அல்லது காவி நிறமிகளைக் கொண்டிருக்கும். செம்மை நிறமிக்கலம் இது செம்மை நிறமிகளைக் கொண்டிருக்கும். வெண்மை நிறமிக்கலம் இது வெண்மை நிறமிகளைக் கொண்டிருக்கும். மஞ்சள் நிறமிக்கலம் இது மஞ்சள் நிறமிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒளிவரும் கலங்கள் குவானின் படிகங்களையோ ஹைபோசாந்தைன் படிகங்களையோ கொண்டிருக்கும். இப்படிகங்கள் நிறமற்றும், ஒளி ஊடுருவும் தன்மையுடனும் உள்ளன. ஒளிரும் கலங்கள் இயல் நிறங்களையும், பிற கலங்கள் வேதி நிறங்களையும் கொடுக்கின்றன. ஒளிரும் கலங்களும், பல்வேறு நிறமிக்கலங்களும் எந்த ஒருவிலங்கின் அடித்தோலிலும் காணப்படும். இக்கலங்கள் தவளை போன்ற சில விலங்குகளில் மட்டும் ஒழுங்கான வரிசைகளிலும், மீன் போன்ற பிறவற்றில் ஒழுங்கற்றும் அமைந்திருக்கும். பசுமை நிறமிகள் அல்லது நிறமிக்கலங்கள் விலங்குகளில் இல்லை. ஆயினும் தவளை, வண்ணத்துப்பூச்சியின் இளம் தத்துக்கிளிகள், கிளிகள் ஆகியன பசுமை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் கருமை நிறமிகளும், மஞ்சள் நிறமிகளும் இணைந்து பசுமையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வாறே, பல்வேறு நிறமிக்கலங்களும் ஒளிரும் கலங்களும் பல்வேறு நிலைகளில் இணைந்து பல்வேறு நிறங்களைப் பல விலங்குகளில் தோற்றுவிக்கின்றன.

விலங்குகளில் நிறமை பின்வரும் வகைப்படும். ஒன்றும் நிறமை, எச்சரிக்கும் நிறமை, போலிமை ஆகும்.

ஒன்றும் நிறமை. விலங்கு தான் வாழும் சுற்றுப்புறத்தின் நிறத்தை ஒத்து, அதனுடன் ஒன்றிக் காணப்படும். ஓய்வு பெறும் விலங்கைச் சுற்றுப்புறத்தினின்று பிரித்துப்பார்க்க இயலாது. மரப்பட்டைகளின் மீது காணப்படும் அந்துப்பூச்சிகள், புள்ளிமுறையில் உடல்நிறங்களைக் கொண்டு காடுகளில் வாழும் புலிகள், வரிக்குதிரைகள் வரிமுறையில் உடல்நிறங்களுடன் புல்வெளிகளில் வாழும். இந்நிறமைக்கு இவை எடுத்துக்காட்டுகளாகும். பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் உடலின் அடிப்புறம் வெளிர் நிறமாகவும், மேற்புறம் ஆழ்நிறமாகவும் இருக்கும். இதற்கு எதிர் மறைப்பு என்று பெயர். மேற்புறம் சூரிய ஒளியை அதிக அளவில் பெறுதலே இதற்குக் காரணமாகும். இது நீர்வாழ் விலங்குகளில் மிகச் சிறப்பாக காணப்படும். எதிர்மறைப்பினால் ஒரு நீர் வாழ் விலங்கை அதற்கு மேல் மட்ட நீரில் வாழும் விலங்கினாலும், அதற்குக் கீழ்மட்ட நீரில் வாழும் விலங்கினாலும் எளிதில் பார்க்க இயலாது. ஏனெனில் வெளியே அடிப்புறம் சுற்றுப்புற நீரின் நிறத்துடனும், ஆழ் நிறமுடைய மேற்புறம் நீர் நிலையின் தலையில் கருமை நிறத்துடனும் ஒன்றிவிடுகின்றன. ஒன்றும் நிறமை இரைகளை இரையுண்ணிகளிடமிருந்து பாதுகாக்கின்றது. மேலும் இந்நிறமை கொண்ட இரையுண்ணிகள் எளிதில் இரைகளைப் பிடிக்கவும் இந்நிறமை ஏதுவாகின்றது.

நிற மாறுதல்கள். விலங்குகளில் உடல்நிறம் அவற்றின் பருவத்திற்கு ஏற்பமாறுதல்களை ஏற்கும். வண்ணத்துப்பூச்சியின் இளம் பருவமான இளமி பசுமை அல்லது காவிநிறமாகவும், முதிர்ந்த பருவமான பூச்சி பல வண்ணமாகவும் காணப்படும். மீன்கள், பறவைகள் ஆகியன இனப்பெருக்கம் செய்யும் காலங்களில் பார்வையை ஈர்க்கும் வகையில் பலவண்ணங்களை ஏற்கும். சில விலங்குகளில் உடல் நிறம் பருவத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடும். துருவங்களில் வாழும் நரிகளின் உடல் குளிர்க்காலத்தில் வெண்மையாகவும், பிற பருவங்களில் பழுப்பு நிறமாகவும் காணப்படும்.

நிறமாற்றம். சில நண்டுகள், மீன்கள், நீர்வாழ்வன, ஊர்வன ஆகியவற்றின் உடல் நிறம் அவை தாம் அவ்வப்போது காணப்படும்

சுற்றுப்புறத்தின் நிறத்திற்கேற்ப உடல் நிறத்தை மாற்றிச் சுற்றுப்புறத்துடன் ஒன்றி காணப்படும். இதற்கு நிறமாற்றம் என்று பெயர். மீன்களுள் நாக்குமீன்களும், நீர்நில வாழ்வனவற்றுள் மரத்தவளையும், ஊர்வனவற்றுள் பச்சோந்தியும் நிறமாற்றத்திற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். சுற்றுப்புறத்தில் ஏற்படும் நிறமாற்றம் தவிர அதனில் ஏற்படும் வெப்பமாற்றம், ஒளிமாற்றம் ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்று சில விலங்குகளில் நிறமாற்றத்தை ஏற்படுத்தக்கூடும். நிறமாற்றத்தை உண்டாக்கும் சுற்றுப்புறமாற்றம் விலங்கிற்கு விலங்கு மாறுபடும். நாக்குமீன்களில் நிறமாற்றம் சுற்றுப்புற நிறமாற்றத்திற்கு ஏற்ப நிகழ்கின்றது. மலை அருவிகளில் வாழும் டிரவுட் மீனில் சுற்றுப்புற ஒளிமாற்றத்திற்கு ஏற்ப நிகழ்கின்றது. ஊர்வன, ஒளி அல்லது வெப்பம் குறைவாக உள்ள சுற்றுப்புறத்தில் ஆழ்ந்த நிறத்திலும், மிகுதியாக உள்ள சுற்றுப்புறத்தில் வெளிறிய நிறத்திலும் நிறமாற்றமுற்றுக் காணப்படுகின்றன. இவைகள் அச்சுறுத்தலுக் காளாகும்போது, உடல்நிறம் வெளிறியோ ஆழ்ந்தோ இவ்விருநிலைகளிலோ மாற்றமுறுகின்றது.

நிறமாற்றம் நிறமிக்கலங்களாலும் ஒளிரும் கலங்களாலும் நிகழ்கின்றது. நிறமிகள் நிறமிக்கலங்களில் எல்லாப் பகுதிகளில் விரவியும், ஒளிரும் கலங்களில் சுருங்கியும் இருப்பின் உடல் ஆழ்நிறமாகவும், நிறமிகள் நிறமிக்கலங்களின் நடுப்பகுதிகளில் குவிந்தும் ஒளிரும் கலங்களில் விரிந்தும் இருப்பின் உடல் வெளிர் நிறமாகவும் காணப்படும். எனவே, நிறமாற்றம் நிறமிகளின் விரவலாலும், ஒளிர்க் கலங்களின் அளவினாலும் நிகழ்கின்றது. நிறமிக்கலங்கள் இடம் பெயர்வதாலும், நிறமாற்றம் நிகழக்கூடும். தலைக்காலிகளில் நிறமிக்கலங்களில் நிறமிகளின் விரவல், நிறமிக்கலங்களுடன் காணப்படும் தசைக் கலங்களால் நிகழ்கின்றது.

நிறமிக்கலங்களும், ஒளிரும் கலங்களும் நரம்புகள் அல்லது நாளமில்லா சுரப்பிகள் அல்லது இவை இரண்டினால் இயக்கப்பட்டு நிறமாற்றம் நிகழ்கின்றது. பெரும்பாலான மீன்களிலும், சில ஊர்வனவற்றிலும், இக்கலங்கள் உடனதிர்வு நரம்புகளுடனும் இணை உடனதிர்வு நரம்புகள்

தூண்டப்படும்போது, இக்கலங்களுக்கருகே உள்ள இந்நரம்பு நுனிகள் அசெட்டைல்கோலின் என்னும் நரம்பியாக்க நீரை வெளிவிடுகின்றன. இந்நீர் நிறமிகளை நிறமிக்கலத்தின் நடுவில் குவியவும், ஒளிரும் கலத்தைச் சுருங்கவும் செய்கிறது. இணை உடனதிர்வு நரம்புகள் தூண்டப்பட்டால், அவற்றின் நுனிகள் சிம்பத்தின் என்னும் நரம்பியாக்க நீரை வெளிவிடுகின்றன. இந்நீர் நிறமிகளை நிறமிக்கலத்தின் பல பகுதிகளுக்கும் விரவச்செய்வதுடன், ஒளிரும் கலத்தை விரியவும் செய்கிறது. சில மீன்களிலும் பெரும்பாலான நீர் நில வாழ்வனவற்றிலும் நிறமாற்றம் நாளமில்லா சுரப்பிகள் சுரக்கும் உள் இயக்க நீர்களால் நடைபெறுகின்றது. அட்ரினல் சுரக்கும் அட்ரினலின், அசெட்டைல்கோலின் செயலையும், பிட்யூட்டரி சுரக்கும் இண்டர்மிடின் சிம்பத்தின் செயலையும் செய்து நிறமாற்றத்தை உண்டாக்குகின்றன. சில நீர்நிலவாழ்வன, ஊர்வன ஆகியவற்றில் நரம்புகளும், நாளமில்லா சுரப்பிகளும் இணைந்து செயல்பட்டு நிறமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. நண்டுகள், இறால்கள் ஆகியவற்றில் கண்தண்டின் உள் இயக்க நீர் நிறமாற்றத்தை நிகழ்த்துகின்றது. நிற மாற்றத்திற்குத் தேவையான தூண்டுதல்களை நரம்புகள் அல்லது நாளமில்லா சுரப்பிகள் ஆகியன நிறமாற்றத்தைக் கோரும் சூழ்நிலை மாறுதல்களைக் கண்போன்ற புலனுறுப்புகள் மூலம் பெறுகின்றன.

நிறமாற்றம் இரைகளை அவற்றின் இரையுண்ணிகளினின்று தப்பிக்க உதவுகின்றது. இரையுண்ணிகளுக்கு அவற்றின் இரைகளை எளிதில் பிடிக்க உதவுகின்றது. நிறமாற்றம் ஊர்வனவற்றில் அவற்றின் உடல் வெப்பத்தைத் தேவைக்கேற்ப அதிகரிக்கவோ, குறைக்கவோ வழிசெய்கின்றது. ஏனெனில், உடல்நிறம் இவற்றில் தோல் சூரிய ஒளியை உள்ளேற்கும் அல்லது வெளிவிடும் அளவினை அதிகரிக்கவோ, குறைக்கவோ செய்கின்றது.

எச்சரிக்கும் நிறமை. உண்ணத்தகாத வண்ணத்துப்பூச்சிகள், கொட்டும் குளவிகள், நச்சுச் சிலந்திகள், பாம்புகள் ஆகியவை தங்களின் இக்குணங்களைத் தங்களது இரையுண்ணிகளுக்கு உணர்த்துவதுபோன்று, அவற்றின் பார்வையை ஈர்த்து, தாங்கள் உண்பதற்கு ஏற்றன அல்ல என்று அவைகட்கு

அறிவுறுத்தல் போன்று உடலின் நிறங்களைக் கொண்டிருக்கும். இதுவே எச்சரிக்கும் நிறமையாகும். முதன்முறையாக இவற்றை உண்ணமுற்படும் இரையுண்ணிகள் இவற்றின் குணங்களால் உண்ண முடியாமல் விட்டுவிடுகின்றன. அப்போது இவற்றின் நிறங்களை மனத்தில் இருத்தி, மீண்டும் இவற்றை உணவாக ஏற்க முற்படா. இவ்வாறாக இவற்றில் உடல்நிறம் இரையுண்ணிகளுக்கு எச்சரிக்கை விடுப்பதுபோன்று அமைந்துள்ளது.

ஒன்றும் நிறமை கொண்ட சில அந்துப்பூச்சிகள், வண்ணத்துப்பூச்சிகள் ஆகியன, இரையுண்ணிகளால் தாக்கப்படும்போது, அவை அசாதாரண உடல் அசைவுகளுடன், இறக்கைகளில் கண்போன்ற குறிகளை வெளிப்படுத்தி, இரையுண்ணிகளை அச்சுறுத்தி அவைகளிடமிருந்து தப்பிக்கின்றன. வேறு சில பூச்சிகள் இடம்பெயரும்போது விரைவாகச் செல்வதுடன் சுற்றுப்புற நிறத்துடன் ஒவ்வாத பளபளப்பில் பல நிறங்களைத் திடீரென்று வெளிப்படுத்துகின்றன. பிறிதோர் இடத்தில் அமரும்போது, இந்நிறங்களை மறைத்துச் சுற்றுப்புறத்துடன் ஒன்றும் நிறத்தை மீண்டும் வெளிப்படுத்துகின்றன. இதனால் இரையுண்ணி தனது இரையான பூச்சியை அது இடம்பெயரும்போது காணநேரிடினும் அது எங்கிருந்து எழுந்து எங்கு அமருகின்றது என்பதை அறிய முடியாமல் திகைக்க, பூச்சி தப்பிக்கின்றது.

நிறமையை அல்லது கண்புள்ளிகளை இப்பூச்சிகள் வெளிப்படுத்துவதற்கு ஏதுவாக இவற்றின் இறக்கைகளின் இருப்புறங்களும் வெவ்வேறு நிறமைகளைப் பெற்றுள்ளன. இப்பூச்சிகள் ஓய்வெடுக்கும்போது இறக்கைகள் குத்திட்டமுறையில் உடலின் மீது அமைந்தும், பறக்கும்போது இறக்கைகள் கிடையான முறையில் உடலின் பக்கங்களில் அமைந்தும் இருக்கின்றன. சில மாள்களின் பிட்டங்களில் பக்கத்திற் கொன்றாக இரு மயிர்த்திட்டிகள் உள்ளன. இம்மயிர்கள் வெண்மையானவை. இவை அச்சுறுத்தப்பட நேரிடின், இத்திட்டிகளின் குத்திட்ட மயிர்கள் நிற்கும். அவற்றின் வெண்மைநிறம் திடீரொளியாக மிகு தொலைவிற்கு தெரியும். இவ்வொளிமூலம், இவை தங்களுக்குள் சூழ்நிலையின் அபாயம் குறித்து

எச்சரிக்கையான தகவல்களைப் பரிமாறிக் கொள்கின்றன. இத்தகு நிறமை எச்சரிக்கைத் தகவல் நிறமை எனப்படும்.

பால்சார்பு நிறமை. பால்வேறுபாடு உள்ள சில மீன்கள், பறவைகள் ஆகியவற்றில் ஆண் பெண்ணினின்று நிறத்தால் வேறுபட்டுக் காணப்படல் பால்சார்பு நிறமை ஆகும். சிலவற்றில், இனப்பெருக்கக்காலங்களில் மட்டுமே இந்நிறமை வெளிப்படுகின்றது. ஒரு பால் பிறிதொரு பாலை அறியவும், அதனை இனவிருத்திப் பணிக்குத் தூண்டி ஈர்க்கவும் இந்நிறமை உதவுகின்றது.

போலினம். ஒரு விலங்கு பிறிதொரு உயிரியை (விலங்கு அல்லது தாவரம்) அல்லது உயிரிலியை (கல், குச்சி போன்றன) உருவிலும், நிறத்திலும் ஒத்துக் காணப்படல் போலினம் அல்லது போலித்தனம் எனப்படும். கூழாங்கற்களை ஒத்த சில நண்டுகள், கடற்களைகளை ஒத்த சில மீன்கள், குச்சிகளை ஒத்த குச்சுப்பூச்சிகள், இலைகளை ஒத்த இலைப்பூச்சிகள், சில மீன்கள் ஆகியன போலினமைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவ்விலங்குகள் போலியைச் செய்ய அவற்றின் நிறமை பெரிதும் உதவுகின்றது. போலினமை இரைகளை இரையுண்ணிகளினுறு காக்கின்றது. இரையுண்ணிகள் இரைகளை எளிதில் பெறத்துணை செய்கின்றது.

நிறமை விலங்குகளுக்கு ஏதாவதொரு வழியில் உதவுவதால் அது ஒரு தக அமைவாக உயிரியலார் பலரால் கருதப்படுகின்றது. இவர்கள், ஒவ்வொரு விலங்கினமும் அதற்குரிய நிறமையை இயற்கைத் தேர்வினால் பெறுகின்றது என்பர். எனினும் பின்வரும் காரணங்களால் ஒரு சில உயிரியலார், நிறமையைத் தக அமைவாகக் கருதுவதில்லை. காகம், கொக்கு போன்றன சுற்றுப் புறத்தை ஒட்டிய நிறமையைக் கொண்டிருக்கவில்லை. இரையுண்ணிகள், தக அமைவான உடல் நிறமுடைய பூச்சிகளையும், தக அமைவற்ற உடல்நிறமுடைய பூச்சிகளையும் உண்கின்றன என்பதைச் சில சோதனைகள் காட்டுகின்றன. தக அமைவான எதிர்மறைப்பு மிதவை உயிரிகள் உள்ளிட்ட பல்வேறு உயிரிகளிடம் காணப்படுவதில்லை. தக அமைவு நிறமைகள் மனிதப் பார்வையால் அவ்வாறு

கருதப்படுகின்றன. பிற விலங்குகளின் பார்வை மனிதனின் பார்வையினின்று மாறுபடுதல் இதனைக் காட்டுகின்றது. இக்காரணங்களாலும், பின்வரும் கருத்துக்களாலும், விலங்குகளில் நிறமை அவை வாழும் சூழ்நிலையைப் பொறுத்தது என்றும் இயற்கைத் தேர்வினால் இல்லை என்றும் சில உயிரியலார் கருதுகின்றனர். வெப்ப மண்டலம், நடு வெப்ப மண்டலம் ஆகியவற்றில் வாழும் விலங்குகள் ஆழ்ந்த பல நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. பவளப்பாறைகளில் வாழும் விலங்குகள் பல நிறங்களைக் கொண்டுள்ளன. துருவ விலங்குகள் வெண்மை நிறத்தைக் கொண்டுள்ளன. சூழ்நிலையின் ஒளிர்மாற்றம், வெப்பமாற்றம் ஆகியன சில விலங்குகளின் நிறமாற்றத்திற்குக் காரணமாகும். வறண்ட பகுதிகளில் வாழும் பறவைகள் வெளிர் நிறங்களிலும், குளிரான பகுதிகளில் வாழும் பறவைகள் சூழ்நிறங்களிலும் காணப்படும். கடலடியில் இருளில் வாழும் மீன்கள் கருநிறமானவை.

எல்லா விலங்கினங்களிலும் உடல் பல்வேறு நிறங்களில் காணப்படுகின்றது. நரிபோன்ற சில விலங்கினங்களில் உடல் இரு நிறங்களில் மட்டுமே காணப்படுகின்றது. இதற்கு இரு நிறமை என்று பெயர். எல்லா விலங்கினங்களிலும், ஒரு சில மட்டும் நிறமற்றுக் காணப்படும். இத்தன்மை நிறமின்மை எனப்படும். மாறாக ஒரு சில மட்டும் ஆழ்நிறமை கொண்டிருக்கும். இதற்குக் கருநிறமை என்று பெயர். இவற்றில் கரு நிறமிக்கலங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படும். மாறாக, நிறமின்மை விலங்குகளில் நிறமிக்கலங்கள் இரா.

விலங்குகளில் பொதுவான நிறமை பல பண்பிழைகளில் உள்ள பல்வேறு பண்பணுக்களால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. சூழ்நிலைத் தன்மைகள் ஒரளவு நிறமையை மாற்றக்கூடும். சேய்கள் பெற்றோர்களிடமிருந்து பிற குணங்களைப் பெறுதல் போன்று, நிறமையையும் பெறுகின்றன.

விலங்குகளின் படிமலர்ச்சி

இவ்வுலகில் எண்ணிறந்த பல வகையான

உயிரினங்களை நாம் காண்கிறோம். அவற்றுள் சில பெரியவை, சில மிகவும் சிறியவை. சிலநீரில் வாழும், சில நிலத்தில் வாழும் மற்றும் சில காற்றிலே கலந்திருக்கும். விலங்குகளுள் கண்ணுக்குப் புலனாகாத செல்கள் அடங்கிய மிகப் பெரிய திமிங்கலம், யானை போன்றவைகளையும் ஒரு சேரக் காண்கிறோம். இந்த உயிரினங்கள் எவ்வாறு தோன்றின, எவ்வாறு பலவாகப் பிரிந்தன என்றெல்லாம் மனிதன் தன் நினைவு தோன்றிய நாள் முதல் எண்ணி வந்துள்ளான். இதன் விளைவாகக் காலந்தோறும், நாடுதோறும் பல படிமலர்ச்சிக்கொள்கைகள் தோன்றின.

உலகில் உயிர் எவ்வாறு தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதற்கு ரஷிய நாட்டு அறிஞர் ஏ.ஐ. ஒபாரின் (A.I. Oparin) கூறும் கருத்து கவனிக்கத்தக்கது. இவரது கருத்துப்படி உலகம் உண்டாகிய பொழுது எந்தவிதமான உயிர்ப் பொருளும், உயிரினமும் கிடையாது. அன்றைய சூழலில் காணப்பட்ட எளிய தனிமங்களின் (elements) சேர்க்கையினால் பல புதிய பொருள்கள் ஏற்பட்டன. இவற்றின் சேர்க்கையினால் ஒரு கட்டத்தில் தோன்றிய சிக்கலான புரதமே உலகில் தோன்றிய முதல் உயிர்ப்பொருள். எனவே, குறிப்பிட்ட வரிசையான மாறுதல்களின் தவிர்க்க முடியாத விளைவின் ஒரு கட்டத்தில் உயிர்ப் பொருள் தோன்றியது என்று ஒபாரின் கருதுகிறார். 20ஆம் நூற்றாண்டில் உயிரின் சாரம் எனப்படும் DNA என்ற டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளியிக் அமிலமும், RNA என்ற ரிபோ நியூக்ளியிக் அமிலமும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. உலகம் தோன்றிய பொழுது கார்பன், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்கள் இருந்தன. இவற்றின் சேர்க்கையினால் நீர், அம்மோனியா, கால்சியம், கார்பைடு போன்ற எளிய மூலக்கூறுகள் உண்டாயின. இத்தகைய மூலக்கூறுகளின் சேர்க்கையினால் அமினோ அமிலங்கள் உண்டாகிப் பின்னர் உயிர்ப் பொருளுக்கு ஆதாரமான DNA , RNA போன்ற நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் தோன்றி இருக்க வேண்டும் என்று வேதிப் படிமலர்ச்சிக் கொள்கை விளக்குகிறது.

இவ்விதம் முதலில் உண்டாகிய உயிரினம் எளிய அமைப்புடைய காற்றிலிச் சுவாசியாக,

தன்னைச் சுற்றிலும் உள்ள கரிமப் பொருள்களிலிருந்து ஆற்றலைப் பெற்றுக் கொண்டு மட்டுண்ணியாக (saprophyte) வாழ்ந்து வந்தது. இது மிகச் சிறிய அளவில் வளர்சிதை மாற்றங்களை நிகழ்த்திப் பிறகு தன்னை ஒத்த மற்றொரு உயிரினத்தை உண்டாக்கியது. காலப்போக்கில் நிறமிகளைப் பெற்று தன் ஊட்டியாக (autotroph) உணவு தயாரிக்கும் ஒளிச்சேர்க்கைத் தன்மையைப் பெற்று, ஆக்சிஜனை வெளியிடுகிறது. பின்னர் காற்றுச் சுவாசியாக மாறுகிறது. இதன் பிறகே பல எளிய ஒரு செல் உள்ள விலங்குகள் தோன்றின. இத்தகைய எளிய உயிரினங்களில் காலப்போக்கில் பல வகையான வேறுபாடுகள் தோன்றி, அவை குவிந்தும், மிகுந்தும், சிக்கலான அமைப்புடைய பல விலங்குகள் தோன்றின என்பதை விளக்குவதே கரிமப் படிமலர்ச்சிக் கொள்கை (theory of organic evolution) எனப்படும். இன்று நாம் காணும் பல செல்களுடைய சிக்கலான அமைப்புகள் பெற்ற விலங்குகள் முன்னர் வாழ்ந்திருந்த எளிய அமைப்புடைய விலங்குகளிலிருந்து தோன்றின.

இதற்கு முன்பு வாழ்ந்து மடிந்த உயிரினங்களின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களை (fossils) ஆதாரமாகக் கொள்ளலாம். கெட்டியான எலும்புக் கூடுகளுடன் வாழ்ந்த விலங்குகளின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களும் முழுமைப் பெறாதவைகளாக உள்ளன. மற்றும் முன்பு வாழ்ந்த பல உயிரினங்களில் இருந்தே விலங்குகளின் படிமலர்ச்சித் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பல உயிரி வேதிச் சான்றுகள் கிடைத்த போதிலும், விலங்குகளின் கரு, கரு வளர் முறை, கூட்டுப்புழு வளர்முறை ஆகியவற்றுடன் வளர்ச்சி அடைந்த விலங்குகளின் அமைப்பு ஒற்றுமைகளே பெரிதும் சான்றுகளாகக் கருதப்படுகின்றன. ஒரு காலத்தில் கரு வளர் முறை விலங்கினத்தின் படிமலர்ச்சியைக் குறிக்கும் என்று நம்பப்பட்டது. விலங்குகளின் வளர்முறை அமைப்பு ஒப்புமைகள் படிமலர்ச்சியை விளக்கப் பயன்படுகிறது. பலவிதச் சான்றுகளின் அடிப்படையில் விலங்குகளின் படிமலர்ச்சி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படிமலர்ச்சி கீழ் நிலையான விலங்குகள்.

இவை ஒரு செல் விலங்கிலிருந்து, கூட்டமைவு (colony) விலங்குகளாகிப்பின் பல செல் விலங்குகளாகப் படிமலர்ச்சி அடைந்தன. ஒரு செல்

முன்னுயிரிகளிலிருந்து பவளங்கள் (protozoa) மூலமாகப் பல செல் நிலையை (metazoa) அடைந்தன. இவை யாவும் கசையிழைகளுடைய ஒரு செல் தாவரங்களிலிருந்து படிமலர்ச்சி அடைந்தன என்பது மறுக்க முடியாத உண்மை. முன்னுயிரிகளில் கசையிழை உடையவை, சாட்டைக்கசையிழை உடையவை (mastigophora), சார்கோடானா (rhizopoda), ஒட்டுண்ணி ஸ்போரோ லோவா ஆகியவை அடங்கும். முன் மாதிரியான முன்னுயிரிகளில் இருந்து, தொடர்பில்லாத கழுத்துப் பட்டை உடைய கசையிழை விலங்குகளில் இருந்து கடற்பஞ்சுகள் உண்டாயின. கடற்பஞ்சு அல்லது மற்ற முன்னுயிரியினுடன், உயர் விலங்குகளுக்கு உறவு முறை எதுவும் இல்லை.

உயர் விலங்குகளின் வரலாறு. திசு வேறுபாடு உடைய பல செல் உயர் விலங்குகள் ஒரே மரபு வழி அலகாக விளங்குகிறது. இந்த மரபு வழிப் பாதையின் ஆரம்பமாகக் குழியுடலிகள் (coelenterates) உள்ளன. குழியுடலிகள் காம்பற்ற பவளப்பூச்சிகளும், தனித்து மிதக்கும் மெடூசா ஜெல்லி மீன் (jelly fish) ஆகியவைகளும் அடங்கும். இவற்றில் உடல்களின் புறத்தே அமைந்த புறத்தோல் படையும் (ectoderm) அகத்தே செரிமானத்திற்கு உதவும் உள் திசுப்படையும் (endoderm) இவை இரண்டிற்கும் இடையே ஒரு திறப்பு உடைய அன்னக் குழலும் இருக்கும். பல செல் விலங்குகளின் முன்னோர்கள் சிறிய விலங்குகளையும் அல்லது கரிம அழுக்குகளையும் உண்டு வாழ்ந்திருந்தனர். ஆனால் குழியுடலி விலங்குகள் நச்சுச் செல்கள் அமைந்த கொட்டும் சாட்டைகளினால் பெரிய விலங்குகளையும் இரையாக உண்ண வாய்ப்பு உள்ளது. இவற்றிலிருந்து பல பாதைகளில், படிமலர்ச்சியினால் பல விலங்குகள் தோன்றின. அவற்றுள் சில சிதைவடைந்து ஒட்டுண்ணிகளாக மாறின. இது பின்னோக்கிய படி மலர்ச்சி (retrogressive evolution) எனப்படும்.

அன்னக் குழலில் மற்றுமொரு திறப்பு ஏற்பட்டு வாய் எனவும், குதம் (anus) எனவும் இரண்டு திறப்புகள் உண்டாயின. பெரும்பாலானவற்றில் புறப்படை, அகப்படையைத் தவிர்த்து இடைப்படை (mesoderm) உண்டாயிற்று. இது உள்ளூடலில் ஸீலம் என்ற குழி ஆகிறது. இத்துடன் உடலின் உருவமும்

வாழ்க்கை முறையும் வெகுவாக மாறுபடுகிறது. பல விலங்குத் தொகுதிகளில் விலங்குகள் நிலையாக ஒட்டிக் கொண்டு, கசையிழை அல்லது உணர்ச்சிக் கொடுக்கிகள் (tentacles) புழுப் போன்ற உருவத்தை அடைகின்றன. பெரிய விலங்குத் தொகுதிகளுக்கிடையே உள்ள உறவுமுறை தெளிவற்றதாக உள்ளது.

இணைக்காலிகள் (arthropods) மெல்லுடலிகளாகிய நத்தைகள் (molluscs) போன்ற புழு வகை ஒரு படிமலர்ச்சிப் பாதையில் உள்ளன. இவற்றில் முன்பே அமைந்து இருந்த குடல் திறப்பு வாய் ஆக ஆயிற்று, பின்னர் ஏற்பட்ட குடல் திறப்பு குதம் ஆயிற்று. இடைப்படை கெட்டியான செல்களினால் ஆக்கப் பட்டுள்ளது. இவற்றில் டிரோக்கோ ஃபோர் என்ற முட்டைப் புழு வாயைச் சுற்றிலும் வட்டவடிவத்தில் கசையிழைகளுடன் கூடிக் காணப்படும். இயக்கம் எதுவுமின்றி, நிலைத்துப் பொருள்களின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டு, கசையிழைகளின் உதவியினால் இரை தேடும் விலங்குகளுள் படிமலர்ச்சிக் கீழ் நிலையான முட்டோலிகள் (echinodermate) சிறப்பானவை. அவை எண்டிரோஸிலியா (enterocoelia) அல்லது டியூடிரோ ஸ்டோமியா (deuterostomia) தொகுதிக்கு முன் மாதிரியாக அமைந்துள்ளன. இவற்றில் புதியதாக உண்டாகிய குடல் திறப்பு வாய் ஆகவும், குடல் பைகளிலிருந்து இடைப்படையும் உண்டாகிறது. இதன் வாய் சிக்கலான நீள் பட்டை கசையிழைகளுடன் கூடியது.

புழுப் பெரும் தொகுதி (worm phyla). புழு வகைகளுள் படிமலர்ச்சிக் கீழ்நிலையில் உள்ளவை புரோடோஸ்டோமியா (protostomia) என்ற கூட்டத்தில் உள்ள தட்டைப் புழுக்கள் ஆகும். பிளாடிஹெல்மிந்திஸ் (platyhelminthes) என்ற இந்தத் தட்டைப் புழுவுடன் தனியாகத் திரியும் பிளனாரியன் (planarian) என்ற புழுவும், நாடாப்புழு, உருண்டைப்புழு போன்ற ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. சில ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களில் செரிப்புப் பாதையே இருப்பதில்லை. குடலில் ஒரு திறப்பு மட்டுமே உள்ளது. இடைப் படை மிகவும் குறைவான வளர்ச்சியைக் கொண்டுள்ளது. நெமர்டியா (nemertea) என்ற உறிஞ்சுகுழல் புழுவில் குதத் திறப்பு உள்ளது. முன்னால் நீட்டி இரையை

எடுத்துக்கொள்ளும் தலை அமைப்பு உள்ளது. ஆஸ்கிஹெல்மிந்தஸ் (aschehelminthes) என்ற தொகுப்பில் உருண்டைப்புழுக்கள், கொக்கிப்புழு போன்ற ஒட்டுண்ணிகளும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. சிறிய மீஸோஸோவா (mesozoa), சிபன்குவிடா (sipunculida), எகினாய்டியா (echinaidea), பிரியாபுரிடா (priapurida) போன்ற சிறு தொகுதிகள் புழுக்களுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

புழுக்கள் (annelida) இணைக்காலிகள், மெல்லுடலிகள். இவை மாறுபட்ட அமைப்பு, வாழ்க்கை முறைகளுடன் இருந்தாலும், இவையாவும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு உடையன. புழுக்களில் பல உடல் பிரிவுகள் உள்ளன. இவற்றுள் கடல் வாழ் அட்டைகளும் அடங்கும். இணைக்காலிகளுள் மேலோடு உள்ளவை (crustaceans) சிலந்திகள், பூரான்கள், பூச்சிகள் முதலியன அடங்கும். இவை புழுக்களிலிருந்து இணைக்காலிகளையும், தடித்த மேல் தோலையும் பெற்றுப் பூச்சிகளையும் படிமலர்ச்சியில் உண்டாயின. புழுக்களிலும், மெல்லுடலிகளிலும் உள்ள முட்டைப் புழு ஒற்றுமைகளிலிருந்து அவை இரண்டு ஒற்றுமை உடையன என்பது நியோபிலினா (neoplina) என்ற பசிபிக் ஆழ் கடல் மெல்லுடலியின் உடலில் புழுக்களைப் போன்ற பிரிவுகள் இருந்ததிலிருந்து உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. வட்டக் கசையிழைகளின் மூலம் இரைதேடும் சிக்கலற்ற சிறிய உடல் அமைப்புடன் கூடிய தொகுதி பொரானிடாவில் (phylum phorannida) சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. இவை முட்டை தொலிகளுடன் உறவுடையவை.

முதுகெலும்புடையவைகளின் படிமலர்ச்சி.

இவற்றில் முதுகெலும்புடைய விலங்குகளும், கீழான லான்ஸ்லெட் (lancelet), உறையுடையவை (tunicates), அகோர்ன் புழுக்கள் (acorn worms), டெரோபிரான்குகள் (pterobranchs) முதலிய சிறு விலங்குகளும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கடைசி இரு விலங்குகளும் ஹெமிகார்டேட்டா (hemichordata) என்ற தனித் தொகுதியில் அமைந்து எண்ணப்படும். முதுகெலும்புள்ளவைகளின் தோற்றம் பற்றி ஆராயும்போது, அவை முட்டை தொலிகளில் இருந்து தோன்றி இருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. இரண்டிலும் உள்ள இடைப்படை ஒரே விதமாக உண்டாகிறது.

அகோர்ன் புழுக்களின் முட்டைப்புழு முட்டை தொலிகளை ஒத்துள்ளது. மற்றும் இரு தொகுதிகளுள்ளும் உயிரிவேதி ஒற்றுமைகள் உள்ளன. நன்றாக இங்கும் அங்கும் ஓடியாடும் முதுகெலும்புள்ள விலங்குகள் எவ்வாறு குறைந்த இயக்கமே உடைய முட்டை தொலிகளிலிருந்து உண்டாகி இருக்க இயலும் என்று ஐயம் உண்டாகலாம். ஆனால் படிமலர்ச்சிக் கீழான டெரோயிரான்குகள் முட்டை தொலிகளைப்போல கசையிழைகள் மூலம் இரைதேடி உண்ணுகின்றன. தலைப்பிரட்டை (tadpole) உடல் அமைப்பை முதிர்ச்சி அடைந்த உடலாகக் கொண்டுள்ள நீந்தும் விலங்குகளிலிருந்து உயர் முதுகெலும்புள்ள விலங்குகள் படிமலர்ச்சி அடைந்திருக்க வேண்டும்.

மீனின் படிமலர்ச்சி. தொல்லுயிரிப் படிம

மீன்களை ஆராயும்போது, மிகப் பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த அக்னாதா என்ற வகுப்பைச் சேர்ந்த மீன்கள் டீனிகேட் அல்லது லான்ஸ்லெட் ஆகியவற்றில் உள்ளதை நீரலைகளால் கொண்டு வரப்படும் இரைகள் வாயில் நுழைந்து, இரைகள் மட்டும் குடலுக்குள் சென்று, நீர் மட்டும் சிக்கலான செதில்களின் வழியாக வெளியேறுகிறது. லாம்பிரே (lamprey) ஹாக் மீன்கள் (hagfishes) எலும்புக் கூடுகளில் எலும்புகளின்றி உள்ளன. பழமை உயிரிக் காலத்தில் வாழ்ந்த பிளாகோடெர்மி (placodermi) என்ற மீன்களில் தாடைகளும் பிளவுப்பட்ட துடுப்புகளும் இருந்தன. இத்தகைய மூலத்திலிருந்து ஒரு படிமலர்ச்சிப் பாதையில் சுறாமீன் (chondrichthyes) போன்ற எலும்பு இல்லாத குருத்தெலும்புடன் கூடிய மீன்கள் தோன்றின. மற்றொரு படிமலர்ச்சிப் பாதையில் இன்றுள்ள நீர் நிலைகளில் சிறப்பாகக் காணப்படும் எலும்பு மீன்கள் உண்டாயின.

நிலத்தின் ஆக்கிரமிப்பு (conquest of land) நில முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளின் மீன் மூதாதையருள் லாடீமீரியா (latimeria) என்ற எலும்பு மீன்தான் இன்றும் வாழ்கிறது. பின் தெவோனியன் காலத்தில் வாழ்ந்து மடிந்த லாபிரித்தோடோண்டியா (labyruithodontia) என்ற மீன்களுக்கும் ஊர்வன விலங்குகளுக்கும் இணைக்கும் பாலமாக விளங்கின. இன்று காணப்படும் நீர்நில வாழ்பவை (amphibians) எவ்வாறு படிமலர்ச்சி அடைந்தது என்பது புதிதாக உள்ளது. பின் பழமை உயிரிக் காலத்தில் ஏற்பட்ட வறட்சியின் காரணமாக

நான்கு கால்களுடைய நீர் நில வாழ்வன தோன்றி இருக்கக்கூடும்.

ஊர்வன படிமலர்ச்சி (reptile evolution).

கார்பானிபெரஸ் காலம் முடிவடையும்போது 12 துறைகளான ஊர்வன விலங்குகள் பல்கிப் பெருகின. ஆனால் அவற்றுள் இன்று 4 துறை ஊர்வன மட்டும் உயிர் வாழ்கின்றன. பிளியோசார்ஸ் (pleiosaurs), இக்தியோசார்ஸ் (ichthyosaurs) என்ற கடல் வாழ் ஊர்வன விலங்குகளும் ஆர்கோசாரியா (archosauria) என்ற துணை வகுப்பினைச் சேர்ந்த நிலம் வாழ் டைனோசார் ஊர்வன விலங்குகளும் பின்னர் படிமலர்ச்சியினால் தோன்றின. ஆர்கோசாரிய ஊர்வன விலங்குகளிலிருந்து ஆர்கியோப்டெரிக்ஸ் என்ற பறவை படிமலர்ந்தது.

பாலூட்டிகளின் படிமலர்ச்சி.

ஊர்வன விலங்குகளின் ஆரம்பக் காலத்திலேயே பாலூட்டிகளின் மூதாதையர் தோன்றலாயினர். பின் கார்பானிபெரஸ் காலத்திலிருந்து டிரையாஸ்ஸிக் காலம் வரை பெலிகோசாரியா (pelicosauria) என்ற பாலூட்டியைப் போன்ற ஊர்வன விலங்கும், அதற்குப் பின் தெராப்சிடா (therapsida) என்ற பாலூட்டியைப் போன்றவைகளும் தோன்றின. டிரையாஸ்ஸிக் காலம் முடிவதற்குள் டைனோசார்களின் வரவினால் தெராப்சிஸ்டிக்ஸ் மறைந்தன. புரோடோதீரியாவில் (prototheria) அடங்கிய முட்டையிடும் மானோடிரிம்கள் (monotremes) பாலூட்டிகள் தோன்றும்போதே உண்டாகி இருக்க வேண்டும். ஜூராசிலிக், கிரேஷியஸ் காலத்தில் கங்காரு போன்ற மதலைப்பையுடையவைகளும் (marsupials), தொப்புள் கொடியுடன்கூடிய பாலூட்டிகளும் படிமலர்ச்சி அடைந்தன. டைனோசார்களின் மறைவுக்குப் பிறகு பாலூட்டிகளே நிலம் முழுவதையும் ஆக்கிரமைப்புச் செய்தன. மதலைப்பையுடையவை மெடாதீரியா (metatheria) என்ற தொகுதியிலும், தொப்புள் கொடிப் பாலூட்டிகள் யூதீரியா (eutheria) என்ற தொகுதியினுள்ளும் வைத்து எண்ணப்படும்.

பிரைமேட்களும் மனிதனும்.

யூதீரியாத் தொகுதியில் பிரைமேட் என்ற துறையிலிருந்து குரங்கு, மனிதக்குரங்கு, லெமூர்குரங்கு ஆகியவற்றுடன் மனிதனும் படிமலர்ச்சி அடைந்தான்.

சுறுசுறுப்புடன்கூடிய ஓடியாடித் திரிவதற்கான உடலுறுப்புகள், பயன்படும் விதத்திலான கைகள், கூரிய பார்வை, பெரிய மூளை இவை முதலில் உண்டாகிய குரங்கு, மனிதக் குரங்குகளின் மரவாழ்விற்குப் பெரிதும் உதவின. பழைய வெப்ப மண்டல உலக லெமூரி குரங்குகள் எவ்விதப் பெரிய மாற்றங்களும் இல்லாமல் இன்றும் இருக்கின்றன. தென் அமெரிக்காவிலிருந்தும், பழைய உலகத்திலிருந்தும், இரு பாதைகளில் குரங்குகளிலிருந்து படிமலர்ச்சி உண்டாகியது. பழைய உலகக் குரங்கிலிருந்து மனிதக் குரங்கு உண்டாகியது. மியோஸின் (miocene) காலத்தில் ஐரோப்பா, ஆசியா, ஆப்பிரிக்கா கண்டங்களில் இத்தகைய மனிதக் குரங்குகள் வாழ்ந்தன. அவற்றிலிருந்து கிப்பன், உராக்டான், சிம்பயான்ஸி, கொரில்லா போன்ற குரங்கு வகைகளும், மனிதனும் படிமலர்ச்சி அடைந்தான். மத்திய பிளியஸ்டோஸின் (pleistocene), காலத்தில் பிதா கேந்திரோபஸ் (pithocanthropus), சைனாங்குத் ரோபஸ் (sainanthropus) என்ற கிழக்கு நாடுகளிலிருந்தும், சமீப காலத்தில் கிடைத்த நியாந்தர்தால் (neandertal) என்பவைகளிலிருந்தும் மனிதன் படிமலர்ச்சி அடைந்திருக்கக்கூடும்.

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

துணைநூல். McGraw-Hill Encyclopaedia of Science and Technology, Sixth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.

விலங்குகளின் மணங்கள்

உயிர்கள் தம் உடலில் சில மணம் வீசும் பொருள்களைச் சுரக்கின்றன. இம்மணம் நறுமணமாகவோ துர்நாற்றமாகவோ இருக்கலாம். இது விலங்குகள் தம் இனத்தைக் கூட்டமாகச் சேர்ப்பதற்கோ எதிர்பாலைக் கவரவோ எதிரிகளிடமிருந்து தம்மைக் காத்துக் கொள்ளவோ இம்மணம் பயன்படுகிறது. மணம் வீசும் பொருள்களைச் சுரத்தல் ஒருவகை வேதிச் செயல் ஆகும். நரம்புத்தூண்டலுணர்வினாலோ நாளமில்லாச்

சுரப்பிகளிலிருந்து வரும் ஹார்மோன்களாலோ இது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. பார்வை உணர்வினாலேயே இச்சுரப்பி தூண்டப்படுதலும் உண்டு. ஒவ்வொரு கூட்டத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளின் இருப்பிடங்களை அவ்வினத்தைச் சேர்ந்த மற்ற விலங்குகள் இம் மணத்தைக் கொண்டே கண்டறிகின்றன. இச்சுரப்பு பொதுவாகத் தோலில் உள்ள சிறப்புச் செல்கள் அல்லது சுரப்பிகளிலிருந்தோ உடலினுள் உள்ள சில உறுப்புகளிலிருந்தோ தோன்றுகிறது. எரிச்சலூட்டும் துர்நாற்றத்தைக் கொண்ட சுரப்பிகளால் எதிரிகளை விரட்டியடிப்பதால், அவ்விலங்குகள் தமது சூழ்நிலையில் பஸ்கிப் பெருக இயலுகிறது. இதனால் மணம் வீசுதலைப் பரிணாம முக்கியத்துவமுள்ள ஒரு பண்பாகக் கருதலாம். இதன் மூலம் அவ்விலங்குகள் தம் அழிவினின்றும் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளன. தாக்கும் உறுப்புகளோ தற்காப்பு உறுப்புகளோ இல்லாத விலங்குகள் இப்பண்பைப் பெற்றுள்ளன.

ஒரு வேதிச் செயலாக இது இருப்பதால் விலங்குகளுக்குள் தொடர்பை உண்டாக்க உதவும் வேதிச் சைகையாகவும் இதனைக் கருதலாம். இத்தொடர்புக்கென உண்டாக்கப்படும் வேதிப் பொருள்களைப் பெராமோன்கள் என்றழைக்கின்றனர். கடற்பஞ்சுகள், தட்டைப் புழுக்கள், கணுக்காலிகள், கடற்சாமந்திகள் முட்தோலிகள் முதல்நிலை முதுகுநாணிகள், மீன்கள், இருசூழல் வாழ்வன, ஊர்வன, பறவைகள், பாலூட்டிகள் ஆகியவற்றில் சில இது போன்ற மணம் வீசும் விலங்குகளாகும்.

மணங்களின் வகைகள். விலங்குகளில் இருந்து வீசும் மணங்களை பின் வருமாறு ஏழு வகைப்படுத்தியுள்ளனர். 1) கற்பூரமணம், 2) கஸ்தூரிமணம், 3) மலர் மணம், 4) மிட்டாய் மணம், 5) மயக்க வாயுமணம், 6) எரிச்சலூட்டும் மணம், 7) அழுகிய மணம் இவற்றைத்தவிர வேறு எண்ணற்ற வகை மணங்களும் உண்டு.

ஃபெரோமோன்கள். விலங்குகளுக்குள் தொடர்பை உண்டாக்கப் பயன்படும் மணத்திற்குக் காரணம் ஃபெரோமோன்கள் என்னும் வேதிப் பொருள்கள் ஆகும். அவை உடலில் உள்ள தனிச் சிறப்பான செல்கள் அல்லது சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்டு சூழ்நிலையில் விடப்படுகின்றன.

இவை அதே இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளின் ஒழுக்கத்தைப் பாதிக்கும். இதற்குக் காரணம் இவை அவற்றின் நடு நரம்பு மண்டலத்தின் மீது சில வினைகளைத் தூண்டுவதேயாகும். இந்தப் ஃபெரோமோன்களில் மூன்று முக்கிய வகைகள் உண்டு. 1) பால்கவர்ச்சிப் பெரோமோன்கள், 2) பாதைகாட்டும் ஃபெரோமோன்கள், 3) எச்சரிக்கைப் பொருள்கள்.

பால்கவர்ச்சிப் ஃபெரோமோன்கள்.

பாம்பிக்ஸ்மோரை எனப்படும் பட்டுபுழு விட்டில் பூச்சியின் வளர்ச்சியில் புதிதாகத் தோன்றும் இமாகோ என்னும் இளம் நிலை 16-கரிய அணுக்களையுடைய காராயாத்தை உண்டாக்குகிறது. இதற்குப் பாம்பிகல் எனப்படும் ஒரு பெண் விட்டில் பூச்சி 0.1 கிராம் அளவில் இந்தப் ஃபெரோமோனை உண்டாக்குகிறது. இப்பொருள் பல சதுரமைல் வரை பரவி அதன் மூலம் ஒரு பில்லியனுக்கு மேற்பட்ட ஆண்களைக் கவர்ந்திழுக்கிறது. பெண் ஜிப்ஸிலிட்டில் பூச்சியான லைமான்டிரியாவில் உண்டாகும் இத்தகைய ஹார்மோனை ஜிப்லியூர் என்கிறோம்.

பாதைகாட்டும் ஃபெரோமோன்கள்.

சமுதாய வாழ்க்கையைக் கொண்ட பூச்சிகளான எறும்புகள், தேனீக்கள் ஆகியவை பாதை காட்டும் பெரோமோன்களை உண்டாக்குகின்றன. செலினாப்ஸிஸ், லேசியஸ் ஆகிய எறும்புகளின் வேலைக்கார வகைகள் உணவு உள்ள இடத்தைக் கண்டுபிடித்துத் தமது சுரங்கப் புற்றுக்குத் திரும்பும்போது ஓர் உயர்ந்த வகையான ஆவியாகும் தன்மையுள்ள பாதை காட்டும் ஃபெரோமோனை உண்டாக்குகின்றன. இந்தப் ஃபெரோமோன் சில நறுமணப்புள்ளிகளாக உணவு இருக்கும் இடத்தை நோக்கிப் பாதை போன்று நீளுவதால், சுரங்கப்புற்றில் உள்ள மற்ற எறும்புகள் அப்பாதையைப் பின்பற்றி உணவு உள்ள இடத்தை அடைகின்றன. இந்த நறுமணப்பொருள் நச்சுச்சுரப்பியான டூஃபோரின் சுரப்பியிலிருந்தோ பாவன் சுரப்பியிலிருந்தோ பிள்குடலிலிருந்தோ உண்டாக்கப்படுகிறது. இது போன்றே வேலைக்காரத் தேனீக்களும் உணவு இருக்குமிடத்தைக் கண்டுபிடித்த பின்னர் தமது தேன்கூட்டை நோக்கி வருகையில் ஒரு பாதை காட்டும் ஃபெரோமோனை உண்டாக்குகின்றன. அந்தப் ஃபெரோமோன் ஒரு 10-கரிய அணுக்களைக்

கொண்ட சாராயம் ஆகும். அதற்கு ஜெராணியல் எனப்பெயர். மற்ற வேலைக்காரத் தேனீக்களை உணவு இருக்கு மிடத்திற்கு அது வழிகாட்டி அழைத்துச் செல்ல உதவுகிறது.

எச்சரிக்கைப் பொருள்கள். எறும்புகளில் பல இனங்கள் தமது காலனிக்குத் தொல்லை உண்டாகும்போது சில எச்சரிக்கைப் பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன. காலனியில் உள்ள ஏதேனும் ஒரு வேலைக்கார எறும்புக்குத் தொல்லை ஏற்பட்டால்கூட அதனுடைய அரைவைத் தாடைச் சுரப்பிகளோ, மலப்புழைச்சுரப்பிகளோ இப்பொருளை உண்டாக்கும். இப்பொருள் அருகில் உள்ள மற்ற எறும்புகளுக்கு உணர்வூட்டி, அதன் மூலம் அவை அனைத்தும், தொல்லைப்படுத்தப்பட்ட புற்றின் பகுதிக்கு விரைந்து சென்று தாக்கும் நிலையில் தயாராக நின்று அங்கு நுழையும் எதிரியை அச்சுறுத்தித்தாக்குகின்றன.

ஃபெரோமோன்களின் இதரப் பணிகள். இராணித்தேனீயால் உண்டாக்கப்படும் ஒரு ஃபெரோமோனை வேலைக்காரத் தேனீக்கள் உட்கொண்டால், அவற்றின் அண்டச்சுரப்பிகளின் வளர்ச்சித் தடைப்பட்டுவிடும். ஆனால் அதே ஃபெரோமான் காலனி விலங்குகளில் உள்ள மணம் வீசும் உடற்பகுதிகள் கடற்பஞ்சுகள் இவற்றினால் வெளியிடப்படும் சில நச்சுப்பொருள்கள் மிகுதியான ஆக்சிஜனேற்றச் செயல்திறனைக் கொண்டுள்ளன. இவை தூர்நாற்றத்தைக்கொண்டு தமது உடலை எதிரிகளின் வாய்க்குச் சுவையற்றதாக ஆக்குகின்றன. இதன் மூலம் அவை தப்பிப் பிழைக்கின்றன. ஸ்பாஞ்ஜில்லா என்னும் நன்னீர்ப்புழையுடலியின் காலனிக்குத் தனி மணம் உண்டு. மிகவும் தூர்நாற்றத்தை இது வீசுவதால் எதிரிகள் இதனை நெருங்குவதில்லை.

கடல் சாமந்திகள். குழியுடலிகளுள் இவற்றில் மட்டுமே ஒரு விதமான எரிச்சலூட்டும் மணம் உண்டாக்கப்படுவதால், மீன்கள் இவற்றை உண்ணுவதில்லை.

பிளனேரியா கட்டைப்புழு. நன்னீர்க்குளம் குட்டைகளின் அடியில் சேர்ந்த உயிர்களின் இயக்கத்தடங்களையும் உணர்வதினால் உணர்பவை

எனக் கண்டுள்ளனர்.

கணுக்காலிகள். கணுக்காலிகளில் சில கடின ஒட்டுக்கணுக்காலிகள், பலகாலிகள், அறுகாலிகள் (அ) பூச்சிகள் ஆகியவை மணம் வீசுவனவாகும்.

கடின ஒட்டுக் கணுக்காலிகள். பர்னாக் கிள்கள் எனப்படும் ஒட்டிவாழும் விலங்குகள் கப்பல்களின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டு ஒருவித நாற்றம் வீசுகின்றன. இவை ஒட்டுவதால், அதற்குமுன் சென்ற வேகத்தில் பாதியே கப்பல் செல்ல இயலும். இதனால் எரிபொருளும் மிகுதியாகச் செலவழியும். இவற்றைச் சுரண்டி நீக்க ஒவ்வொரு ஆண்டும் பல மில்லியன் ரூபாய் செலவிடப்படுகின்றது.

பலகாலிகள். இந்த நிலவாழ்கணுக் காலிகளில், டிப்ளோபோடா வகையைச் சேர்ந்த மரவட்டையின் உடற்பக்கங்களில் உள்ள தூர்நாற்றச் சுரப்பித்துளைகள் ஒரு கண்டத்துக்கு ஓர் இணை வீதம் உள்ளன. இச்சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாகும் தூர்நாற்றமான திரவம் ஹைட்ரோசயனிக் அமிலம், அயோடின், குளினோன் ஆகிய நச்சுத் தன்மையுடைய வேதிப்பொருள்களைக் கொண்டுள்ளதால் இத்திரவம் அதன் உடலின் மேல் பரவியுள்ள நிலையில் மரவட்டை மற்ற விலங்குகளுக்குச் சுவை தருவதில்லை. அதனால் எதிரிகள் அதை உண்ணுவதில்லை.

பூச்சிகள் (அ) அறுகாலிகள். விலங்குகளிலேயே இக்கூட்டத்தில்தான் மிகுதியான மணம் வீசும் பண்பு உள்ளது. பெரும்பாலும் இப்பண்பு இவ்விலங்குகளிடையே ஒரு சிறந்த தொடர்புச் சாதனமாக உள்ளது. தேனீக்களுள் ஒரு காலனியில் உள்ள இராணித்தேனீ இறந்து விட்டால், அக்கூட்டில் உள்ள 60000 க்கும் மேற்பட்ட எல்லாத் தேனீக்களுக்கும் உடனே அச்செய்தித் தெரிகிறது. இதற்குக்காரணம், ஒரு நல்ல, ஆரோக்கியமான, வலுவுடைய இராணி சுரக்கும் நறுமணப் பொருளைக் காலனியின் எல்லா உயிர்களுமே நக்குகின்றன. அப்பொருளுக்கு இராணிப் பொருள் எனப்பெயர். ஆகவே அப்பொருளின் மணம் இல்லாவிடில், இராணித்தேனீ இறந்ததை உணர்ந்து, அவை அனைத்தும் அச்செய்தியை சிறந்த வாய்த் தொடர்பு

மூலம் ஒன்றுக்கொன்று தெரிவித்துக்கொண்டு, ஒரு புதிய இராணியை வளர்க்கத் தொடங்கி விடுகின்றன. ஒரு வேலைக்காரரத் தேனீ உணவு இருக்குமிடத்தைக் கண்டதும் அங்குள்ள உணவைத் தான் உண்டு பிறகு தனது கூட்டுக்குச் சென்று அங்குள்ள மற்ற வேலைக்காரரத் தேனீக்களின் எதிரில் நடனமாடி உணவு உள்ள இடத்தை சைகை மூலம் தெரிவிக்கும்போது அதனது உடலிலும், உணர்கொம்புகளிலுமிருந்து வீசும் மணத்தை மற்ற வேலைக்காரரத் தேனீக்கள் உணர்ந்து, அதனைப் பின்பற்றி உணவு இருக்கும் இடத்தை அடையும்.

எறும்புகளில் பெண்கள் மணம் வீசும் ஃபெரோமோன்களை உண்டாக்கி ஆண்களைக் கவருகின்றன. மேலும் அவற்றின் உடலிலிருந்து உண்டாகி, இயக்கத்தடத்தின் மேல் தெளிக்கப்படும் மணமுள்ள பொருள்கள் இதர எறும்புகளுக்கு வழிகாட்டியாக அமைகின்றன. எறும்புத் தடங்கள் பல மீட்டர் நீளம்வரை உள்ளன. பரிசோதனைகளில் பல எறும்புகளை அழுத்தித் தேய்த்து அவற்றிலிருந்து ஒரு திரவத்தை எடுத்து ஊசி மூலம் ஒரு காகிதத்தின் மீதுள்ள கோட்டின் வழியே துளித்துளியாகச் செலுத்தி, பின்னர் வேறு எறும்புகளை அக்காகிதத்தின்மீது விட்டால், அவை திரவம் தெளிக்கப்பட்ட கோட்டின் வழியே ஒழுங்காக நகருகின்றன. வேலைக்காரரத் தேனீக்களில், நறுமணப் பொருளை உண்டாக்கும் சுரப்பியான நேஸ்ஸநாஃப் சுரப்பியில் தோன்றும் சுரப்பு ஒவ்வொரு இனத்துக்கும் தனிச்சிறப்புடையது. ஆனால் அவை வாழும் ஒவ்வொரு காலனிக்கும் ஒரு தனிமணம் உண்டு.

ஐகர் அகிமுஷ்கின் என்னும் ரஷ்ய இயற்கை அறிவியலாளர் எறும்புகள் தமது மணத்தை ஒரு சூரியத்திசைகாட்டி போலப் பயன்படுத்தித் தடத்தை அறிவதாகக் கூறுகிறார். மெக்கிரிகர் என்போரின் பரிசோதனைப்படி ஏறத்தாழ எல்லா எறும்புகளுமே தமது கூட்டிற்குத் திரும்புகையில், எப்படியும், இந்த மணத்தினாலேயே கண்டு பிடித்துக்கொண்டு வருவதாகக் கண்டுள்ளனர். குருட்டு எறும்புகள்கூட இது போல் தமது கூட்டுக்கு வருவதே காரணம் ஆகும். இறந்து போன எறும்பின் உடலிலிருந்து வெளிப்படுகின்ற பொருளின் மணம் காலனியின் மற்ற எறும்புகளைத் தூண்டுவதால், அந்த இறந்த உடல்

உடனே அவ்விடத்திலிருந்து மற்ற எறும்புகளால் நீக்கப்படுகிறது.

கறையான்களில் ஒரு காலனியிலுள்ள எல்லா உறுப்பினர்களுமே தமது தோலிலுள்ள சுரப்பிகளிலிருந்து மணம் வீசும் பொருளை உண்டாக்குவதால், மற்றவை இப்பொருளை நக்கிக்கொண்டு அவைகளுக்குள் தொடர்புக் கொள்கின்றன. இந்த மணப்பொருள் புற்றிற்குத் திரும்பும் உறுப்பினர்களுக்கு வழிகாட்டுகிறது.

மூட்டைப்பூச்சிகளின் மூன்றாம் ஜோடி கால்களுக்கருகில் உள்ள ஒரு ஜோடி தூர்நாற்றச் சுரப்பிகள் ஒரு விதமான தூர்நாற்றமுடைய திரவத்தை உண்டாக்குகின்றன. அது எதிரிகளிடமிருந்து தற்காப்புக்குப் பயன்படுகிறது.

பூத நீர்ப்பூச்சி எனப்படும் பெலோஸ் டோமாவில் உடலின் பக்கங்களில் உள்ள நறுமணச் சுரப்பிகளிலிருந்து தோன்றும் மிட்டாய் போன்ற மணமுள்ள நீர்மம் எதிர்பாலைக்கவருகிறது. எபிட் என்னும் பூச்சியிலிருந்து உண்டாகும் தேன் போன்ற மணமுள்ள நீர்மம் இலைகள், பழங்களின் மேல் தெளிக்கப்பட்டவுடன் அவற்றின் மேல் பூஞ்சைகள் வளர்ந்து அவற்றை அழிக்கும். கேந்தரிஸ் என்னும் கொப்புளவண்டில் இருந்து தோன்றும் கேந்தரிடின் என்னும் நறுமணப்பொருள் நறுமண எண்ணெய்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஃபார்மிகா எறும்புகளில் தோன்றும் நாற்றதிரவமான ஃபார்மிக் அமிலம் ஓர் எறும்பு தாக்கப்படும்போது, தாக்கிய எதிரியை மற்ற எறும்புகள் திருப்பித்தாக்குவதற்கு ஒரு முன்னெச்சரிக்கை ஒழுக்கத்தை அவற்றுக்கு அளிக்கிறது. பாம்பஸ்டெர்ஸ்டிசில், சதிதிரஸ், ஆந்தோபோரா, லெபிடாப்ரரா ஆகிய பூச்சிகளில் தோன்றும் நறுமணப்பொருள் கலவியைத் தூண்டப் பயன்படுகிறது. சில ஆண்கரப்பான் பூச்சிகளின் வயிறு அல்லது மார்புப்பகுதியில் முதுகுப்புறம் உள்ள ஒரு சுரப்பியிலிருந்து உண்டாக்கப்படும் ஒரு மணப்பொருளைப் பெண் உண்டால் கலவி தூண்டப்படுகிறது. சிஸ்டோசெர்கா என்னும் பூச்சிகளில், பெண்கள் மட்டும் கூட்டமாகக் கூடி

முட்டையிடுவதற்கு உணர்வூட்ட அவற்றில் ஒரு மணப்பொருள் பயன்படுகிறது. அட்டாசெக்ஸ்டென் என்னும் இலைவெட்டும் எறும்புகளில் உள்ள போர்வீரர்கள் சிட்ரல் எனப்படும் மணம் வீசும் பொருளை உண்டாக்குவதால் எதிரிகளை அச்சுறுத்தி, தம் இனத்துக்கும் முன்னெச்சரிக்கையூட்ட முடிகிறது.

மெலசோமா, பில்லோடெக்டா ஆகிய வண்டுகளின் லார்வாக்களில் சலிசிலாட்டிஹைடு என்னும் நாற்றப்பொருள் உண்டாக்கப்படுகிறது. அராமியா மொஸ்சாட்டாவில் சலிசிலிக் எஸ்டர் எனப்படும் நறுமணப்பொருள் உண்டாகிறது. குடோபோனஸ் பூச்சியில் ஃபார்மிக் அமிலம், சில்பியேபூச்சியில் அம்மோனியா, டைடிஸ்களில் பென்சோயிக் அமிலம், சில்பியே பூச்சியில் அம்மோனியா, டைடிஸ்களில் பென்சோயிக் அமிலம் ஆகிய மணப்பொருள்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

முட்டோலிகள். இவற்றில் கடல் வெள்ளரி என்னும் மெல்லியக்கவிலங்கில், அதற்கு ஏதேனும் மற்ற விலங்குகளால் தொல்லை நேரிடும்போது, உடலினுள்ளே உள்ள கியூவியரியன் உறுப்பு பொதுப்புழை மூலம் வெளியேற்றப்பட்டுத் தூர்நாற்றம் வீசுகிறது. சில கடல் அர்ச்சின்களிலும் நாற்றமான பொருள்கள் சுரந்து உடலின்மேல் பரவிப் பாதுகாப்புக்கு உதவுகின்றன.

முதல்நிலை முதுகு நாணிகள். இவற்றுள் அரை முதுகுநாணுடையன என்னும் கூட்டத்தைச் சேர்ந்த பெலனோகிளாசஸில், தமது உடலின் மேல் உள்ள கோழைச் சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாகும் அயோடோஃபார்ம் என்னும் நாற்றப் பொருளால் எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாப்பைப் பெறுகின்றன. இவ்விலங்குகள் வளைதோண்டி உள்ள கடல் பகுதியைப் பெலனோகிளாசஸ் படுக்கை என்கிறோம். அவ்விடத்தில் அயோடோஃபார்ம் நாற்றம் வீசுகிறது.

மீன்கள். பொதுவாக மீன்களிலிருந்து வீசும் நாற்றம் அவற்றின் கழிவுப்பொருளான டிரைமெதில் அமைன் ஆக்சைடு என்னும் வேதிப் பொருளாலேயே வருகிறது. பெரும்பாலும் மீன்கள் கூட்டம் கூடுவதற்கு அவற்றின் மணமே காரணமாகும். ஒவ்வோர் இனமீன்களும் தமது இனத்தை உணர ஒரு குறிப்பிட்ட

மணம் காரணம் எனக் கூறலாம்.

இருகுழல் வாழ்விகள். சில இருகுழல் வாழ்விகளின் தோலில் உள்ள கோழைச் செல்களிலிருந்து உண்டாகும் தனிச்சிறப்பான மணமுடைய சுரப்பிகள் எதிர்ப்பாலைக் கவரப் பயன்படுகின்றன. சில தேரைகளின் தோலில் சுரக்கும் எரிச்சலூட்டும் நாற்றச்சுரப்பு, அவற்றை எதிரிகள் தொடாமல் காக்க உதவுகிறது.

ஊர்வன. முதலைகளின் கழுத்துப்பகுதியில் ஓர் இணை, பொதுப்புழையின் அருகில் ஒரு இணையுமாக ஈர் இணையான நறுமணச் சுரப்பிகள் உள்ளன. ஆண்களில் இனப் பெருக்கப் பருவத்தில் இச்சுரப்பிகள் விரைந்து செயல்பட்டு ஒரு நறுமணப்பொருளை உண்டாக்கி அதன் மணத்தினால் பெண்களைக் கவரும். அல்லிகேட்டர் என்னும் அமெரிக்க முதலையில் இந்த 2 இணைகளைத்தவிர, வாயில் மற்றுமோர் இணையும் ஆக மொத்தம் 3 இணையான கஸ்தூரிச்சுரப்பிகள் உள்ளன. கடல் ஆமைகளின் இடுப்புப்பகுதியில் உள்ள நறுமணச் சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாகும் நறுமணப்பொருள் பாலினக் கவர்ச்சிக்குப் பயன்படுகிறது.

சில பாம்புகளின் வாலில் பை போன்றுள்ள சுரப்பிகளிலிருந்து சுரக்கும் நீர்மம் மலப்புழை மூலம் வெளிப்பட்டு அது தூர்நாற்றம் வீசும். சில பாம்புகளின் தோலின்மேல் இதுபோன்ற நீர்மம் சுரத்தல் உண்டு. இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள் மேற்கிந்திய மரப்பாம்புகள் ஆகும். அவற்றை கையில் எடுத்தால் தூர்நாற்றத்தை உண்டாக்குவதோடு, அவை சுருண்டு கொண்டு அந்தச் சுருளால் ஏற்பட்ட அழுத்தத்தினால் அவற்றின் வாயிலிருந்து நுரையுடன் இரத்தமும் வெளிவரும். இது ஒரு தற்காப்புக்கான தக அமைவு ஆகும்.

பறவைகள். ஒபிஸ்தோகோமிஃபார்மிஸ் என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பறவைகள் தூர்நாற்றப் பறவைகள் எனப்படுகின்றன. இவை இறந்தால் மிகு தூர்நாற்றம் வீசுவதால் இவற்றின் இறைச்சியை எந்த விலங்கும் உண்ணாது. இதனைத் தவிர பறவைகளில் மணங்கள் வேறில்லை.

பாலூட்டிகள். பூச்சிதிண்ணிப் பாலூட்டியான சங்கல் சிருவியஸ் என்னும் மூஞ்சூறு தனது உடலின் பின்பகுதியிலிருந்து ஓர் இணைக் கஸ்தூரிச் சுரப்பிகளில் மணத்தை உண்டாக்குகின்றது. இம்மணம் தனது இன விலங்குகளுடன் தொடர்பு கொள்ள உதவுகிறது.

கைராப்டீரா வகைப் பாலூட்டிகளான வெளவால்கள் இருண்ட குகைகளிலும், ஆலயங்களின் இருண்ட மண்டபங்களிலும் வசிக்கின்றன. அவை நிலையான இருளில் உறைவதால் அவற்றின் சீரணக்கழிவுகள் அதே இடத்திலேயே சேருவதால் ஒருவகையான தூர்நாற்றம் வீசுகிறது. விலங்குண்ணிப் பாலூட்டிகளைச் சேர்ந்த புணுகுப்பூனைகளின் வாலின் அடியில் உள்ள நறுமணச் சுரப்பிகளிலிருந்து புணுகு என்னும் நறுமணப்பொருள் உண்டாகிறது. இதுவும் அவ்விலங்குகள் தம் இனத்தைத் தெரிந்து கொள்ள உதவுவதாகும். ஸ்கங்க் எனப்படும் மெபிட்டிஸ் வளைதோண்டி வாழும் அதனது மலப்புழைச்சுரப்பிகளிலிருந்து அது ஒரு தூர்நாற்றமுள்ள நீர்மத்தை வெளியிட்டுத் தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது. இது போன்றே மஸ்டெலினே என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த வீசல், டோட், பொலிகாட் ஆகியவையும் தமது மலப்புழையின் மேற்பகுதியில் உள்ள சுரப்பிப் பள்ளத்தில் ஒட்டும் தன்மையுள்ள ஒரு சுரப்பு உண்டாகிறது. தேன் பேட்ஜரில் மலப்புழைச் சுரப்பிகள் மிகப் பெரியவையாக உள்ளன. அவை எரிச்சலூட்டும் மணமுள்ள சுரப்பையும் உண்டாக்குகின்றன. இது பாதுகாப்புக்குப் பயன்படுகிறது.

ரோடன்ஷியா வரிசையைச் சேர்ந்த சில அணில்களில் பின்கால் விரல்களிடையே நறுமணச் சுரப்பிகள் உள்ளன. முயல்கள், பீவர்கள், கஸ்தூரி எலிகள் ஆகியவற்றில் நாற்றச் சுரப்பிகள் மலப்புழைக்கருகில் உள்ளன. இவை தமது இனத்தை ஒன்று திரட்டவும், எதிரிகளை அச்சுறுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

போலிடோட்டா வரிசையைச் சேர்ந்த அதனுடைய எறும்புத்திண்ணியான மேனிஸ் ஒரு தூர்நாற்றத்தை வீசுவதற்குக் காரணம் அதனது மலப்புழைக்கருகில் உள்ள ஓர் இணை

நாற்றச்சுரப்பிகளே ஆகும். ஆர்மடில்லோ என்னும் பாலூட்டி தனது எதிரிவிலங்குகளான கோசிட் பமா ஆகிய விலங்குகளைப் போன்றே மணத்தை வீசி, எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிப்பது மிகவும் விந்தையான செயல் ஆகும்.

தேவாங்கு என்னும் பிரைமேட் வகைப் பாலூட்டி சிறுநீரைத் தனது கைகால்களின் மேலேயே விட்டுக் கொண்டு அந்நாற்றத்தினால் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிப் பிழைக்கிறது. விந்துத் திமிங்கிலம் என்னும் திமிங்கிலத்தின் குடலில் சுரக்கும் திரவம் இறுகி அம்பர்கிரில் என்னும் நறுமணப்பொருள் ஆகிறது. அதை நறுமணப் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்துகிறோம்.

தாவர உண்ணிப் பாலூட்டிகளான பெக்காரக்கள் தமது முதுகில் உள்ள ஒரு கஸ்தூரிச் சுரப்பியினால் தமது இன விலங்குகளைத் தெரிந்துகொள்கின்றன. ஒட்டகக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த லாமாக்களின் குடலில் ஒருவித மணமுள்ள கல்போன்ற பொருள் உண்டாகிறது. அதை நஞ்சுக்கு எதிர்ப்பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். மோஸ்கஸ்மோஸ்கிஃபெரஸ் என்னும் கஸ்தூரிமானின் ஆண்களில் உள்ள கஸ்தூரிச்சுரப்பிகள் பெண்களைக் கவரும் நறுமணப்பொருளை உண்டாக்குகின்றன. கறுப்புக்கலைமானின் முகத்திலும், பாதங்களிலும் உள்ள சுரப்பிகளில் தோன்றும் நாற்றமான பொருள் அவற்றின் இனத்தை அறிந்துக் கொள்ள உதவும். வெள்ளாடுகளில் ஆண்களின் தோலிலிருந்து உண்டாகும் மணமுள்ள சுரப்பு பெண்களைக் கவரும். சில செம்மறியாடுகளில் கால்விரல்களிடையிலுள்ள நாற்றச் சுரப்பிகளிலிருந்து உண்டாகும் சுரப்பு தமது இனத்தை அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது. இவற்றைத் தவிர வேறு எந்தப் பாலூட்டியிலும் எதுவும் குறிப்பிடத்தக்க மணங்கள் இல்லை.

பா. சீதாராமன்

விலங்குகளில் மருந்தாய்வு

மனிதனை தவிர உயிர் உள்ள, இடம்பெயரக்கூடிய

உயிரினங்கள் அனைத்தும் விலங்கினங்கள் எனப்படுகின்றன. மனித உடலமைப்பும், விலங்குகளின் பல உடல் அமைப்பும், உடல் உள்உறுப்புகளும் ஒன்றை ஒன்று ஒத்திருக்கின்றன. இவற்றை அடிப்படையாக கொண்டே பல மருந்து ஆராய்ச்சிகள் விலங்குகளில் நடைபெற்று வருகின்றன; பல வெற்றிகரமாக முடிவடைந்துள்ளன. பொதுவாக இவ்வகை மருந்து ஆராய்ச்சிகளுக்கு சோதனை கூடங்களில் சுண்டெலி, எலி, தவளை, முயல்கள், வெள்ளை வகை பன்றி, நாய், பூனை, குரங்கு போன்றவை பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது.

தவளை. இவை நீரிலும், நிலத்திலும் வாழக்கூடிய (amphibian) வகுப்பினங்களைச் சார்ந்தது. இவற்றில் பெரும்பாலும் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தை (central nervous system) சார்ந்த பரிசோதனைகள் மேற் கொள்ளப்படுகின்றன. இவற்றின் உடல்பாகத்தில் செய்யப்படும் பரிசோதனைகள் சாதாரண தட்பவெப்பநிலைகளில் மேற்கொள்ளப்படுகின்றது. இதற்கென 37° வெப்பத்தில் இவற்றைப் பார்த்து கொள்ள வேண்டிய அவசியம் இல்லை. அட்ரினலின் என்ற நீர்மம் பிரிவு நரம்பு மண்டலத்தில் உணர்வை கடத்துகின்றன.

வெள்ளை எலிகள் (albino rats). இவற்றின் உருவம் சிறியதாக அமைந்துள்ளதால் இவை மருந்துகளினால் எளிதில் அதிகமாக தூண்டப்படுகின்றன (sensitive). இவைகளுக்கு வாந்தியெடுக்கும் தன்மை கிடையாது. அதற்குக் காரணம் வாந்தியெடுக்கும் உணர்வை தூண்டும் நரம்புகள் எதுவும் இல்லை. இவற்றின் உடல்அமைப்பில் பித்தநீர்பைகள் (gall bladder) இல்லை. இவை பல ஹார்மோன்களை பரிசோதனை செய்யவும், பாலூட்டும் தன்மையில் சோதனை செய்யவும் பயன்படுகின்றது. இவை உடல்வலியை நீக்கும் மருந்துகளின் பரிசோதனையிலும், காஞ்சர் நோய்க்கு பயன்படும் மருந்துகளை பரிசோதனை செய்யவும் பயன்படுகின்றன.

வெள்ளை சுண்டெலி. இவை பரிசோதனை கூட விலங்குகள் அனைத்திலும் உருவத்தில் சிறியது மற்றும் எளிதில் எங்கும் கிடைக்கக்கூடியது. இவற்றில் பரிசோதனை மேற்கொள்வது மிகவும் எளிதாகும்.

இவை இன்சலின் மற்றும் உடல்வலி அகற்றும் மருந்துகளை (analgesic) பரிசோதிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

முயல். இவை பைரோஜன் என்பதை பரிசோதனை செய்யப் பயன்படுகின்றது. (பைரோஜன் என்பதை உடலின் வெப்பநிலையை உயரச்செய்து காய்ச்சலை ஏற்படுத்துபவை). இவற்றின் உடலில் இன்சலின் மற்றும் பால் உணர்வை தூண்டும் ஹார்மோன்களின் பரிசோதனைகளும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றது.

பூனை மற்றும் நாய். பூனைகளின் உடலில் இரத்தக்குழாய்-சம்பந்தப்பட்ட சோதனைகளும், மூளை சம்பந்தப்பட்ட சோதனைகளும் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. நாய்களை பயிற்றுவிப்பது எளிது. எனவே இவை வயிற்றில் சுரக்கும் காஸ்டிக் அமிலம், செரிமானம் சம்பந்தமடைந்த நாய் உடலில் இரத்த அழுத்தம் சம்பந்தமுடைய சோதனைகள் கையாளப்படுகின்றது.

மருந்து சோதனைக்கு பயன்படும் கருவிகள்

1. வீனஸ் கானூலா (venous cannula)
2. சைம்ஸ் கானூலா (Symes cannula).

ஆர்டிரியல் கானூலா (arterial cannula). இரத்த நாடியில் பயன்படுத்தப்படும் கருவி சைம்ஸ் கானூலா (Symes cannula).

மருந்து செல்லும் வழி. இக்கருவி தவளையின் இதயத்தில் செய்யப்படும் சோதனையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இதில் பெரிய விரிவான பாகு பஞ்சினால் மூடப்படும். மற்றொரு முனையின் வழியே செலுத்தப்படும். கீழ்க்கருவி தவளையின் இதயத்தோடு இணைக்கப்படும்.

மூச்சுக்குழலில் பயன்படும் கருவி (tracheal cannula) குழாய். இது மூச்சுக்குழாயில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சியை (movements respiratory) பதிவு செய்யப் பயன்படுகிறது.

தசை சுருங்கி விரிதலை பதிவு செய்ய

பயன்படும் கருவிகள். சாதாரண முள் (frontal lever) தசையில் ஏற்படும் சுருங்கிவிரியும் தன்மை புகைபடியசெய்த (smoked) சிலிண்டர் வடிவம் கொண்ட ஒரு பீப்பாய் மேல்பதிவு செய்யப்படும். அது சமமான வேகத்தில் சுற்றும் தன்மையுடையது. இதற்கு கைமோகிராப் (kymograph) என்று பெயர். இவற்றை உறுதியான பிடிப்பு (clutch) ஒன்று ஒழுங்காக செயல்பட காக்கிறது. இந்த பிடிப்பைத் தளர்த்தியோ, இறுக்கியோ வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

ஸ்டெரிலிங்கின் இதயத்தின் வேலை பதிவு செய்யும் கருவி. இதை ஸ்டெரிலிங் என்பவர் கண்டறிந்தார். உடலியலில் ஏற்படும் உணர்ச்சிகளில் சுருக்கமும், விரிவடைதலும் பதிவு செய்யப்படும். இவை உருவப்பெருக்கம் (magnifying) செய்யப்பட்டு பின் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

மயக்கமடையச் செய்யும் மருந்தை தவளைகளில் பரிசோதித்தல். மயக்கமடைய செய்யும் மருந்துகள் மீண்டும் நினைவுகளை உட்படுபவைகள். வெற்றிலை பல கடினமான அறுவை சிகிச்சைகளை எளிதில் செய்யமுடியும். ஒவ்வொரு மயக்கமூட்டிகளும் குறிப்பிட்ட நேரம் மட்டுமே செயல்திறன் கொண்டதாக அமைந்துள்ளது. இவற்றினால் ஏற்படும் மயக்கநேர அளவுகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று மாறுபடும். மயக்கமடைய செய்ய குளோரோஃபார்ம், ஈதர் பயன்படுகின்றன.

தேவையானவை. தவளைகள், மூடியுள்ள கண்ணாடி பாத்திரம், மயக்கமூட்டி. கண்ணாடி பாத்திரத்தில் முதலில் தவளையை வைக்கவும். பிறகு சிறிது பஞ்சில் மயக்கமூட்டும் மருந்தை நனைத்து பாத்திரத்தில் போட்டு மூடியை முடிவிடவேண்டும். இப்போது நேரத்தைப் பதிவு செய்ய வேண்டும். முதலில் தவளை ஓய்வின்றி திரியும். பிறகு நினைவை இழந்துவிடும். அப்போது நேரத்தைப் பதிவு செய்ய வேண்டும். உடனடியாக தவளையை வெளியே எடுத்துவிட வேண்டும். மீண்டும் நினைவு திரும்பும் நேரத்தைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். இதனை பின்வரும் அட்டவணையில் பதிவு செய்யவும்.

கண்பார்வையை விரிவடைய செய்யும், சுருங்கசெய்யும், கண்ணை மயக்கமடைய செய்யும்

மருந்துகளை முயல் கண்களில் பரிசோதித்தல். கண்பார்வை இருவகை நரம்புகளால் ஆனது. 1) ரேடியல் நரம்பு (radial nerve), 2) வட்ட அமைப்பு நரம்புகள். இவற்றில் முதலில் கூறப்பட்டவை எதிர் பரிவு நரம்பு தொகுதியாலும் (parasympathetic), வட்டவடிவ அமைப்புகள் பரிவு நரம்பு தொகுதியால் அமைக்கப்பட்டவை. இவற்றில் எதிர் பரிவு நரம்புகளில் தூண்டப்பட்டால் கண்பார்வை சுருங்கும். இது மியாஸில் எனப்படும். பரிவு நரம்பு தூண்டுதலில் கண்பார்வை விரிவடைகின்றது. இதற்கு மிட்ரியாஸிஸ் (mydriasis) என்று பெயர். சில மருந்துகள் செலுத்தப்பட்டால் கண்ணில் தொடு உணர்ச்சி, ஒளி உணர்ச்சி போன்றவைகள் குறைகின்றது. இவை அப்பகுதியில் மட்டும் (கண்ணில்) மயக்கமடைய செய்யும் மருந்து (local anesthetic) எனப்படுபவையாகும்.

எதிர் பரிவு நரம்பினால் ஆன வட்ட அமைப்பு நரம்புகள்

பரிவு நரம்புகள்

தேவையானவை. முயல்கள், சொட்டு மருந்து மூடி, (dropper) ஒளியூட்டி (torch), அட்ரோபின் (1%), பைஸோஸ்டிக்மின், லிக்னோக்கேன்.

முதலில் முயலின் ஒருபக்க பார்வையை கட்டுபாடாகக் (control standard) கொண்டு மற்றொரு கண்ணில் பரிசோதிக்க உள்ள மருந்தை 2 சொட்டு இடவேண்டும். இடும் முன் பரிசோதிக்கும் கண்ணின் பார்வை நீளம், தொடுஉணர்ச்சி, ஒளி உணர்ச்சி போன்றவற்றைக் கண்டறிய வேண்டும். பின் மருந்து செலுத்தப்பட்ட உடன் அந்தக் கண்பார்வையைப் பரிசோதித்து பதிவுசெய்யப்படவேண்டும். மேலே குறிப்பிட்ட மருந்துகளின் செயல் கீழே அட்டவணையில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

தவளையில் உணவுக்குழாய் சிலியரித் தசையில் நடைபெறும் இடப்பெயர்ச்சியில் மருந்தின் விளைவைப் பரிசோதித்தல். ஒரு தவளையின் உணவுக்குழாயை ஒரு சமதளமான பலகையில் முதலில் வைக்க வேண்டும். அதனை (ரிங்கர் திரவத்தில் நனைக்கப்பட்ட) பஞ்சின் உதவியால் சுத்தமாகத் துடைக்கவேண்டும். ஒரு சிறிய கடுகை ஒரு

முனையில் வைக்கவேண்டும். அது 2-3 செ.மீ. தூரம் வரை செல்ல எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தைப் பதிவு செய்யவேண்டும். இதிலிருந்து கடுகு 1 செ.மீ. நகர எடுத்துக்கொண்ட நேரத்தைக் கணக்கிடலாம். பிறகு சோதனை செய்யும் மருந்தை சிலியரித்தசையில் இடவேண்டும். மீண்டும் மேற்குறிப்பிட்டபடி கடுகு 1 செ.மீ. தூரம் நகர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

மேற்குறிப்பிட்ட சோதனையின் முடிவுகள்.

அசெட்டைல் கோலின் (acetyl choline) எனும் நீர்மம் உணவுக்குழாயில் இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவுகிறது. இது நம் உணவுப்பாதையில் உள்ள செல்களால் (cells) தேவைப்படும்போது தயாரித்து வெளிவிடப்படுகின்றது. எனவே அவை உள்ளுக்குள் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள் (local hormones) அல்லது ஆட்டோக்கியடுகள் (autocoids) எனப்படுகின்றன. இவை செயல் வடிவ அல்லது வேதித் தூண்டுதலால் சுரக்கப்படுகின்றன.

ஊசி மருந்துகளில் பைரோஜனை பரிசோதித்தல். ஊசி மருந்துகள் மனித உடலில் செலுத்தப்படும்போது அத்தகைய மருந்துகள் நேரிடையாகச் சென்று இரத்தஓட்டத்துடன் கலக்கின்றன. எனவே, அவை நச்சுபொருள்கள் அனைத்தும் நீக்கியதாக இருக்கவேண்டும். ஊசி மருந்து தயாரிக்கப்படும் நீர் பைரோஜன் நீக்கப்பட்டதாக இருந்தல் மிக அவசியம். பைரோஜன் என்பது நீரில் கரையக்கூடிய உடலின் வெப்பநிலையை உயரச்செய்து காய்ச்சலை உண்டுபண்ணும் தன்மை உடையன. எனவே, இவை நீக்கப்பட்டுள்ளதா எனப் பரிசோதனை செய்யப்பட்ட பின்பே இவை மனித உடலில் செலுத்தப்படுகின்றது. இதைப் பரிசோதனை செய்ய முயல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பரிசோதனைக்குட்பட்ட மருந்தானது முயல்களில் செலுத்தப்படும் முன் அவற்றின் மலப்புழையில் வெப்பமானி (thermometer) மூலம் உடல் வெப்பநிலை கணக்கிடப்பட்டுப் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. மீண்டும் மருந்தை செலுத்திய பின் உடலில் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாறுபாடுகள் பதிவு செய்யப்படும். இவ்வாறு செய்யும்போது உடலில் வெப்பநிலை மாறுபாடு ஏற்படாத மருந்துகள் பைரோஜன் இல்லாதவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

புதியதாகக் கண்டறியப்படும் மருந்தின் தன்மையை பரிசோதித்தல். புதியதாகக் கண்டறியப்படும் மருந்தை மிகமிகக் குறைந்த அளவே சிறிய விலங்குகளில் செலுத்தி உடலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. பிறகு அதைவிட சற்று அதிகமாக செலுத்தியும் பிறகு படிப்படியாக அளவை அதிகரித்தும் மாறுபாடுகள் குறிக்கப்படுகின்றன. பிறகு படிப்படியாகப் பெரிய விலங்குகளிலும் பரிசோதனை செய்யப்பட்டப் பின்னரே இவை மனித உடலில் செலுத்தப்படுகின்றன. மிகக்குறைந்த அளவுள்ள ஆனால் குறிப்பிட்ட மாற்றத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய அளவு M.E.C எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது (minimum effective concentration). குறிப்பிட்ட அளவு மருந்து சோதனைக்குட் படுத்தப்பட்ட குழலில் 50% விலங்குகளில் மாறுதலை ஏற்படுத்துபவை ED₅₀ (effective dose 50%) எனவும், 50 சதவிகிதம் இறப்பினை ஏற்படுத்தும் அளவு LD₅₀ (lethal dose 50%) எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

எலிகளில் மயக்கமருந்தை பரிசோதித்தல்.

(எ.டு.) ஃபினோபார்பிடோன். எலிகளின் எடையை கணக்கிட்டு 20 மி.கி/கிலோ என்ற விதத்தில் மலப்புழைவாயில் வழியே செலுத்தப்படுகின்றது. மயக்கம் ஏற்படும் நேரத்திற்கும் செலுத்தப்பட்ட இடைப்பட்ட நேரமும், மீண்டும் மயக்கம் தெளிவதற்கு எடுத்துக்கொண்ட நேரமும் பதிவு செய்யப்படுகின்றது. இதன் மூலம் இது தூக்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றதா எனக் கண்டறியலாம்.

ஜெயக்குமார்

விலங்குத் துன்பம் தடுப்புச் சங்கம்

மனிதனின் வாழ்க்கைச் சூழலில் விலங்குகள் பன்னெடுங்காலமாக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. அறிவியல் வளர்ச்சி குறைவாக இருந்த காலங்களில் மனிதன் தன் தேவைகளுக்காகவும், பொழுதுபோக்கு வதற்காகவும் விலங்குகளைப் பழக்கப்படுத்த தொடங்கினான். இன்றும் வண்டியிழுப்பதற்காகவும் பயிர்த்தொழில் செய்யவதற்கும் மாடுகள் பயன்பட்டு

வருகின்றன. பசுவும் எருமையும் பாலைத் தருகின்றன. சாணம் பயிர்களுக்கு உரமாகப் பயன்படுகின்றன. ஆராய்ச்சிகளுக்காகப் பல அரிய விலங்கினங்கள் நாள்தோறும் அழிக்கப்பட்டு வருகின்றன. இவ்விலங்குகளின் உறுப்புகள் அன்னியச் செலாவணியை ஈட்டுவதற்காக ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

பொழுதுபோக்குக்காக வனவிலங்குகள் அதன் சூழ்நிலையிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டு விலங்குகளில் வித்தைக் காட்சியில் (circus) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு விலங்கினங்களை இயற்கைக்கு முரண்பாடாக மனிதன் பழக்கப்படுத்தி துன்புறுத்தி வருகின்றான். விலங்குகளைத் துன்புறுத்துவதை உலக அளவில் மக்கள் உணரத் தொடங்கிய பின்பே விலங்குகளை பாதுகாக்கவும், அவற்றிற்கு இழைக்கப்படும் தீமைகளைத் தடுக்கவும் விலங்கு வதைத் தடுப்புச் சங்கங்கள் தோன்ற ஆரம்பித்தன. இச்சங்கங்கள் மூலம் துன்பப்படுத்தப்படும் விலங்குகள் கண்டறிந்து, அவற்றை அவற்றினுடைய இயற்கைச் சூழலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. அழிந்துவரும் விலங்கினங்களை நவீன ஆராய்ச்சி மூலமாக அதிக அளவு இனவிருத்தி செய்யப்படுகிறது. வனவிலங்குகளின் அழிவைத் தடுக்கக் காடுகள் அழியாவண்ணம் தடைசெய்யப்பட்டு பாதுகாக்கப் படுகின்றன. நாட்டுச்சூழலில் துன்புறுத்தப்படும் விலங்குகளும், பூங்காக்கள் மற்றும் கோவில்களில் சரிவர நிர்வகிக்கப்படாத விலங்குகளைத் திரும்ப அழைத்துச் சென்று சரணாலயங்களில் விடப்படுகின்றன.

மேற்கூறிய குறிக்கோள்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு விலங்கு வதைத் தடுப்புச் சங்கம் 18-ஆம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் இங்கிலாந்தில் தோன்றியது. பின்பு 1866 இல் ஹென்ஸ்பெர்க் என்ற அமெரிக்கரால், நியூயார்க் மாநிலத்தில், அமெரிக்கச் சமுதாயத்தின் விலங்குகள் வதைத் தடுப்புச் சங்கம் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. இந்தச் சங்கத்தின் குறிக்கோள்களும், கட்டுப்பாடுகளும் அந்த மாநிலத்தைப் பொறுத்தவரையே அமைந்திருந்தது. இதைப் போன்று 600-க்கும் மேற்பட்ட சங்கங்கள் அமெரிக்கா முழுவதும் இருந்தன.

தேசிய அளவில் அவை ஒரே சங்கமாக அமையவில்லை. இச்சங்கத்தின் அலுவலர்கள் தொடர்ச்சியாகக் கண்காணிப்பதன் மூலம் விலங்குகள் துன்புறுத்தப்படுவதைக் கண்டறிந்து அவற்றை தடைசெய்தனர். விலங்குகளைத் துன்புறுத்தியவர்களுக்கு தண்டனையும், அபராதத் தொகையும் சட்டப்படி வழங்கினர். விலங்குகளுக்கு மருத்துவமனையும், பாதுகாப்பு இருப்பிடங்களும் அமைத்துக் கொடுப்பது இச்சங்கங்களின் முக்கியப் பணியாக அமைந்தது. அமெரிக்க மக்கள் கல்விச் சங்கமானது ஆண்டுதோறும் 'விலங்கின வார விழா'க்களை நடத்தினர். 1822-இல் ரிச்சர்டு மார்ட்டின் என்ற ஐரிஸ் பாராளுமன்ற உறுப்பினர் கால்நடைகளுக்கு இழைக்கப் படும் தீமைகளையும் பளுவான வேலைகளில் ஈடுபடுத்துவதையும் கண்டித்து பாராளுமன்றத்தில் வாதிட்டு சட்டம் இயற்ற வைத்தார். இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின் மார்ட்டின் இயற்றிய சட்டமானது; விலங்கு வதைத் தடுப்புச் சங்கங்களின் மூலமாக, எல்லா விலங்குகளையும் துன்புறுத்துதலில் இருந்து பாதுகாப்பதற்காக உதவியது. 1835-ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு விக்டோரியா மகாராணி இச்சங்கத்தின் கௌரவ தலைவராக நியமிக்கப்பட்ட பின்பு இச்சங்கத்தின் பல கிளைகள் உலகளவில் தோன்றின.

உரோமத்திற்காக வளர்க்கப்படும் விலங்குகளுக்கு போடப்படும் உலோக வளையத்தை (steel trap) நீக்கி, அதற்குப் பதிலாக மிக எளிமையான முறைகளை நடைமுறையில் கொண்டுவர 1946-இல் வாஷிங்டன் டி.சி. மாநிலத்தில் சட்டம் கொண்டுவரப்பட்டது. இச்சட்டம் வீட்டு வளர்ப்பு விலங்குகளுக்கும் பொருந்தும் வகையில் திருத்தியமைக்கப்பட்டது.

1960-இல் இந்திய அரசு, விலங்கு வதைத் தடுப்புச் சட்டம் கொண்டு வந்தது. இச்சட்டம் பரிசோதனைக்கு உட்படுத்தப்படும் விலங்குகளுக்கு முழுமையான விலக்கு அளிக்கிறது. குரங்குகள் அறிவியல் ஆராய்ச்சிக்காகவும், யுத்தப் பரிசோதனைக்காகவும் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றன. இத்தகைய சோதனைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் ரீசல் இனக் குரங்குகள் இந்தியாவி

விருந்து ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டன. இந்தக் குரங்குகள் எதற்காக, எப்படி பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்பதை அறிந்த இந்திய அரசு 1977-இல் ரீசல் குரங்கு ஏற்றுமதி செய்வதைத் தடை செய்தது. மிருகங்களின் வித்தைக் காட்சியில் பயன்படுத்தப்படும் கரடி, யானை, குரங்கு போன்ற விலங்குகள் வித்தைகள் செய்யப் பழக்கப்படுவது ஒரு துன்புறுத்தல் ஆகும். இதை இந்திய அரசு 1990-ஆம் ஆண்டு தடை செய்தது ஒரு முற்போக்கான நடவடிக்கையாகும்.

பூச்சிக்கொல்லி மருந்தை அதிகமாக உபயோகிப்பதனாலும்; தவளையின் கால்களை ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டதாலும் தவளையின் எண்ணிக்கைக் குறைந்துவிட்டது. தவளையின் வேற்றிளவுயிரிகளான தலைப்பிரட்டை குட்டைகளில் இருக்கும் கொசு முட்டைகள், அதன் வேற்றிளவுயிரிகளைத்தின்றே வாழ்கின்றன. எனவே, இது நன்மைச் செய்கிறது. இதனால் தவளைக் கால்களை ஏற்றுமதி செய்வதை இந்திய அரசு தடை செய்தது.

மயில், சிங்கம், யானை, மீன், நாய், ஒட்டகம், குதிரை, புலி, புறா, குருவி, மான், ஆடு போன்ற விலங்குகள் தேர்தல் சின்னங்களாக இதுவரை பயன்படுத்தப்பட்டன. இதுபோன்ற விலங்குகளைச் சின்னங்களாகப் பயன்படுத்தும்போது தங்கள் சின்னம் என்று மக்களிடம் அடையாளம் காட்டுவதற்கு கட்சியினர் விலங்குகளை ஊர்வலத்திலும் மேடையிலும் கொண்டு வந்து துன்பப் படுத்துகின்றனர். தேர்தல் ஆணையம் 1991-இலிருந்து தேர்தலில் விலங்கு தேர்தல் சின்னமாகப் பயன்படுத்தக்கூடாது என்ற முடிவை எடுத்திருக்கிறது.

இந்தியாவிலுள்ள விலங்கு வதைத் தடுப்புச் சங்கம் பொதுமக்களுக்கு பல எளிய நடைமுறைப் படுத்தக்கூடிய வேண்டுகோள்களைப் பின்வருமாறு விடுத்திருக்கின்றது.

சத்தியற்ற குதிரைகளையும், மாடுகளையும் வண்டியில் பூட்டி வேலை செய்யக்கூடாது. அம்மாடுகளைத் தார்க் கம்பினால் குத்தி கொடுமைப் படுத்தக்கூடாது. உடலில் புண், கழுத்துக்கட்டி, வீக்கம் போன்ற நோயுள்ள மாடுகளையும், குதிரைகளையும்

வண்டியிலும், செக்கிலும் பூட்டி வேலை செய்யக்கூடாது. அளவுக்கு மீறி அதிகமான பாரத்தை ஏற்றி மாடு, குதிரைகளை வேகமாக ஓட்டக் கூடாது. பெரியதும் சிறியதுமான மாடுகளை வண்டியில் பூட்டக்கூடாது. மாடுகளின் கண்களில் பொடி, மிளகாய்த்தூள் போட்டு கொடுமை புரியாமலும், கொடூரமாய் அடிக்காமலும் இருக்கவேண்டும். வண்டியின் மீது சரியான அளவு பாரம் ஏற்ற வேண்டும். கழுதையின் முட்டிக்கால்கள் தட்டும்படி பாரம் ஏற்றக்கூடாது. வண்டி மாடுகளையும், குதிரைகளையும் இளைப்பாற நேரம் இல்லாமல் தொடர்ந்து வேலை வாங்கக்கூடாது. கால்நடைகளை வெய்யிலிலும், மழையிலும் அலையவிடாமல் அதற்குரிய இருப்பிடத்தில் கட்டவேண்டும். கடுமையான வெய்யில் காலத்தில் கால்நடைகளை வண்டியில் பூட்டக்கூடாது. வண்டியில் பூட்டப்படும் மாடுகளுக்குக் கண்டிப்பாக குளம்புகளில் லாடம் இருக்கவேண்டும். மாட்டின் கழுத்தையும் அதன் ஒற்றைக் காலையும் சேர்த்துக் கட்டக்கூடாது.

ஆடுகளையும் பன்றிகளையும் வாய், கால்களை கட்டித்தலைகீழாய்த் தொங்கவிட்டு துன்பம் செய்யக் கூடாது. ஒரே இடத்தில் இவற்றை எப்பொழுதும் கட்டிப்போட்டு வைத்திருக்கக்கூடாது.

நெருக்கமான கூண்டுகளில் கோழிகளையும், வாத்துகளையும் அடைத்து வைக்கக்கூடாது. இவற்றை கழுத்தைப் பிடித்து தூக்கிச் செல்லக்கூடாது. பறவைகளின் கண்ணைத் தைத்து துன்பம் செய்யக் கூடாது. இம்மிருகங்கள் சண்டைகள் ஏற்பாடு செய்யாதவண்ணம் தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. நோயுள்ள கால்நடைகளை, கால்நடை மருந்தகத்திற்கு அனுப்பவேண்டும்.

மிருக நலச் சங்கத்தின் செயல்பாடுகள் பின்வருமாறு. விலங்குகளை வதைப்படுத்துவோருக்கு தண்டனையும், அபாரதத்தொகையும் வழங்குதல், விபத்துகளில் அடிபட்ட விலங்குகளை அழைத்துச் சென்று மருத்துவ சிகிச்சை அளித்தல்; கால்நடைகளுக்கு இலவச உணவு, தடுப்பு ஊசி போடுதல்; பல்வேறு இடங்களில் விலங்கு வதைத் தடுப்பு நடவடிக்கை பற்றிய சொற்பொழிவு நடத்துதல்; பல இடங்களில் முகாம்கள் அமைத்து சாதாரண

மக்களுக்கு விலங்குகளினால் உண்டாகும் நன்மைகளைக் கூறுதல்; விலங்குக் கண்காட்சி அமைத்து விலங்குகளின் மீது அன்பைக் காட்டும் வகையில் செய்து, அதன் மூலம் விலங்கு வதையைத் தடுத்தல்; விலங்குகளின் அஞ்சல் தலைகளை வெளியிடுதல்; தொலைக்காட்சியில் வனவிலங்குகளின் இயற்கைச் சூழலைக் காட்டுதல்; விலங்கு நலம் பற்றிய படக்காட்சிகள் அமைத்து அதைப் பல்வேறு கல்வி நிலையங்களில் காண்பித்தல்; நாட்டியம் மற்றும் நாடகம் வாயிலாக விலங்குவதைத் தடுப்பு நடவடிக்கைகளை பள்ளி குழந்தைகளுக்கும், மாணவ, மாணவியர்களுக்கும் விளக்குதல், படம் வரைதல், வண்ணம் பூசுதல், கட்டுரைகள் மற்றும் பேச்சு போட்டிகளை விலங்கு வதைத் தடுப்பு தலைப்புகளில் நடத்துதல், தேசிய பூங்கா அமைத்தல் போன்ற பல்வேறு செயல்பாடுகளினால் மக்களிடையே விலங்குகளின் மீது அன்பைப் பெருக்கி அதற்கு தீமை செய்வதைக் குறைத்துக் கொண்டு வருகின்றன.

இந்திய விலங்கு நல வாரியத் தலைவர் பர்னாலால் முந்தரா முட்டையானது ஊட்டம் தரும் என்பது வெறும் கற்பனை என்றும், முட்டை உண்பதால் அவற்றில் உள்ள கொலஸ்ட்ரால் பக்கவாதம், மாரடைப்பு, இதயநோய் போன்றவற்றை உண்டாக்கக்கூடும் என்றும் கூறுகிறார். இது பின்லாந்து, கிரீஸ், இத்தாலி, அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் 12,000 பேரை பரிசோதித்து நடத்திய ஆய்வில் அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு முட்டை சாப்பிடும் எண்ணம் பொதுமக்களிடம் தவிர்க்கப்படுவதால் கோழி, வாத்து போன்ற இனங்களானது வருங்கால பேரழிவிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுகிறது.

எம்.கல்யாணசுந்தரம்

துணைநூல். *The World Book Encyclopaedia, Field Enterprises Educational Corporation Merchandise, Mart Plaza, Chicago.*

விலங்கு நாட்டப் பூக்கள்

பூவின் மகரந்தம் மகரந்தப் பையிலிருந்து சூலக முடியை அடையும் நிகழ்ச்சி மகரந்தச் சேர்க்கை எனப்படும். மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதற்கு பல காரணிகள் உள்ளன. அவை.

1. காற்று
2. நீர்
3. உயிரினங்கள் இவற்றில் குறிப்பாக பூச்சிகள்

காற்று, நீர் இவற்றைவிட விலங்குகளினால் மகரந்தச் சேர்க்கை அதிக அளவில் நடைபெறுகின்றன. குறிப்பாகப் பூச்சிகளினாலும், மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகின்றன. பூக்களின் தெளிவு நிறம், மணம், உணவு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் விலங்குகள் பூக்களிடம் நாட்டம் கொள்வதினால் விலங்கு நாட்டப் பூக்கள் எனப்படுகின்றன.

பூக்களில் விலங்குகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை.

பொதுவாக விலங்குகளில் வெளவால்கள், பறவைகள் நத்தைகள் மற்றும் பூச்சிகளினால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

1. வெளவால்களால் மகரந்தச் சேர்க்கை (chiropteriphily). வெப்ப மண்டல நாடுகளில் வெளவால்களினால் பெருமளவு மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. எ-டு: பாஹீனியா மெகலாண்ட்ரா (*Bauhinia megalandra*), ஏன்தோ ஸெஃபலஸ் கடாம்பா (*Anthocephalus cadamba*), ஓரோஸைலம் இண்டிகம் (*Oroxylum Indicum*) ஆகிய தாவரங்களில் வெளவால்களால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகின்றது.

2. பறவைகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை (ornithophily). ஹம்மிங் பறவைகள் (humming birds), தேன் திரஷஸ் (honey thrushes) இனத்தைச் சார்ந்த பறவைகள் மகரந்தச் சேர்க்கையில் பெரிதும் ஈடுபடுகின்றன. இப்பறவைகள் பூச்சிகளில் உள்ள பூந்தேனையும் பூக்களை நாடிவரும் பூச்சிகளையும் உணவாக உட்கொள்கின்றன. பூந்தேனையும் பூச்சிகளையும் உண்ணுவதற்கேற்ற தகவமைப்பை இப்பறவைகள் பெற்றுள்ளன.



விலங்கு நாட்டப்பூக்கள் (ஊசிமல்லிகை)

3. நத்தைகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை. சிறு பூச்சிகளிலும், தரையை ஒட்டி வாழும் தாவரங்களிலும் நத்தைகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. எ-டு: கிரைசாந்திமம் லூகாந்திமம் (*Chrysanthemum lucan themum*) தாவரத்தில் நத்தைகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகின்றது. நீர் நத்தைகள் லெம்னாச் செடியில் உள்ள பூக்களின் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவுகின்றது.

4. பூச்சிகளினால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் பூக்கள். விலங்கினங்களில் வெளவால்கள், பறவைகள், நத்தைகள் மட்டுமின்றி பூச்சிகளும் மகரந்தச் சேர்க்கையில் பங்கு கொள்கின்றன. பூச்சிகளைக் கவருவதற்காகவே பூக்கள் இயற்கையாகவே சில அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. அவை 1. தெளிவு 2. நிறம் 3. மணம் 4. உணவு.

1. தெளிவு (conspicuousness). சில தாவரங்களில் பூக்கள் தெளிவாகவும், பூச்சிகளைக் கவரும் வண்ணங்களுடனும் காணப்படுகிறது. சில தாவரங்களில் பூக்கள் சிறியனவாகக் காணப்படும். இருப்பினும், அச்சிறிய பூக்கள் ஒன்று சேர்ந்து மஞ்சரியில் இணைக்கப்பட்டு தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன மற்றும் சில தாவரங்களில் மஞ்சரியில் உள்ள விளிம்பு பூக்கள் பெரியதாகவும், உள்ளே உள்ள பூக்கள் சிறிய பூக்களாகவும் காணப்படுகின்றன. எனவே, பூக்களின் தெளிவு மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பெரிதும் உதவுகின்றது.

2. நிறம். பூக்களில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற நிறம் பயன்படுகிறது. எ-டு: தேனீக்கள் (honey bees) நீல நிறப் பூக்களையும், வண்ணத்துப் பூச்சிகள் (*butterflies*) சிவப்பு நிறப் பூக்களையும், கேரியான் பூச்சிகள் (*carrian flies*) கடுஞ்சிவப்பு நிறப் பூக்களையும் நாடுகின்றன மற்றும் சிவப்பு நிறப்பூக்களில் பறவைகளாலும் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகின்றது. ஆனால் தேனீக்களால் நடைபெறுவதில்லை. எனவே குறிப்பிட்ட சில பூச்சிகள் குறிப்பிட்ட பூக்களில் மட்டும் மகரந்தச் சேர்க்கையை நடத்துகின்றன.

3. மகரந்தச் சேர்க்கையில் பூவுறுப்புகளின்

பங்கு. பூச்சிகளின் அல்லி வட்டத்துடன் மற்றப் பூவுறுப்புகளும் நிறத்துடன் அமைந்து மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவுகின்றன.

அ. ஸால்வியா ஸ்பிளெண்டன்ஸ் (*salvia splendens*) தாவரப் பூக்களில் புல்லி வட்டம் நிறத்துடன் அமைந்து பூச்சிகளைக் கவர்ந்து மகரந்தச் சேர்க்கையை நடத்துகின்றன.

ஆ. முஸாண்டா (*musanda*). தாவரப் பூவில் உள்ள ஓர் புல்லி வட்டம் பெரிதாக நிறத்துடன் காணப்பட்டு பூச்சிகளைக் கவருகின்றன.

இ. வாகை (*albizza lebbeck*). தாவரப் பூவில் மகரந்தத்தாள் நிறத்துடன் காணப்படுகிறது.

ஈ. டைக்ரோடேக்கிஸ் ஸினேரியா (*Dichrostachys cinerea*). மஞ்சரியில் உள்ள பூக்களின் மேற்பகுதியில் உள்ள பூக்கள் இருவாலிப் பூக்கள், கீழ்ப் பகுதியிலுள்ள பூக்கள் பாலிலாப் பூக்கள் இவற்றுடன் வளமில்லா மகரந்தத்தாள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடன் காணப்படுகிறது. இந்த மகரந்தத் தாள்கள் பூக்களின் தெளிவிற்கும், பூச்சிகளின் கவர்ச்சிக்கும் பயன்பட்டு மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு ஏதுவாகிறது.

உ. கல்வாழைப் பூ. இதில் மகரந்தத்தாளும், சூலகத் தண்டும் அல்லி இதழ்போல் காணப்படுகிறது.

ஊ. குரோகஸ் ஸடைவஸ் (*Chrocus sativus*). தாவரத்தின் பூக்களில் சூலகமுடி நீண்டு வளர்ந்து மூன்று புனல்களைப் போல் இருந்து பூச்சிகளைக் கவருகின்றது.

எ. கொகைன்வில்லியா, யுஃபோரியியா (*euphorbiaceae*). தாவரப் பூக்களில் பூவடிச் செதில்கள் வண்ணத்துடன் காணப்பட்டு பூச்சிகளைக் கவர்கின்றது.

ஏ. இரவில் பூக்கும் மலர்கள். பெரும்பாலும் இரவில் பூக்கும் மலர்கள் வெண்மை நிறமுடையது. இந்நிறம் பூச்சிகளைக் கவர்வதற்கு உதவுகிறது.

3. மணம் (Odour). பூக்களின் நிறம்

மட்டுமின்றி மணத்துடன்கூடிய மலர்களையும் பூச்சிகள் நாடுகின்றன. நாம் விரும்பும் மணமுடைய பூக்களையே பூச்சிகள் நாடவேண்டும் என்பதில்லை. நாம் வெறுக்கத் தக்கக்கூடிய மணத்தையும் பூச்சிகள் விரும்புகின்றன. இரவு நேரங்களில் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு மணம் பயன்படுகின்றது.

4. உணவு. பூச்சிகள் உணவுக்காகவும் பூக்களை நாடுகின்றது. பூக்களில் உணவு மகரந்தம், பூத்தேன், பூச்சாறு ஆகியவை உணவாகப் பயன்படுகிறது.

அ. மகரந்தம் (pollen). பூச்சிகளுக்கு மகரந்தத்தை உணவாகக் கொடுக்கும் பூக்கள் மகரந்தப் பூக்கள் (pollen flowers) எனப்படும். மகரந்தத்தில் 7 - 23 % வரை புரதம் உள்ளதால் பூச்சிகளுக்கு நல்ல உணவாகிறது. எ.டு: தாலிக்ட்ரம் (thalictrum), அனிமோன் (anemone) வெர்பாஸ்கம் (verbascum).

ஆ. பூத்தேன் (honey). பூச்சிகளுக்கு தேனை உணவாகக் கொடுக்கும் பூச்சிகளுக்கு தேன் பூக்கள் (honey flowers) என்று பெயர். பூத்தேனில் சர்க்கரை அதிக அளவு இருப்பதால் பூச்சிகளுக்கு சிறந்த உணவாகிறது. சாக்ஸிபிராகா (saxifraga), யூஃபோர்பியா (euphorbia), தாவரப் பூவில் தேன் சுரப்பி பூவின் வெளியே தெரியும் படி அமைந்துள்ளது. ரனன்சுலஸ் (ranunculus) தாவரப் பூவில் தேன் சுரப்பியின் ஒரு பகுதி மட்டும் மறைந்திருக்கும். ஆக்ஸாலிஸ் (oxalis) தாவரப்பூவில் தேன் சுரப்பி முழுவதும் மறைந்திருக்கும்.

இ. பூச்சாறு (flower sap). ஆர்க்கிஸ் (orchis) பூக்களில் மகரந்தங்கள் இணைந்து மகரந்தத்திரளாக (pollinia) இருப்பதால் பூச்சிகளுக்கு உணவாகப் பயன்படுவதில்லை. பூவில் உள்ள ஸ்பர் (spur) சுவர்களில் சதைப் பற்றுள்ள செல்கள் உள்ளன. இவற்றில் உள்ள சாற்றைப் பூச்சிகள் உணவாக உட்கொள்கின்றது. பிங்குய்குலா ஆல்பினா (Pinguicula alpina) தாவரப்பூவில் இனிப்பு சாறுடன் கூடிய உரோமங்கள் உள்ளன. இவற்றைப் பூச்சிகள் உணவாக உட்கொள்கின்றன.

பூக்களை நாடும் பூச்சிகள். பூக்களை நாடும்

பூச்சிகள் பலவகைப்படும். இப்பூச்சிகள் பூக்களின் பூத்தேனையும், மகரந்தத்தையும் சேகரித்து உண்ணுகின்றன. பூச்சிகளின் கண்கள், கால்கள், உடற்புற உறைகள், வாயுறுப்புகள், வயிறு, இறக்கை ஆகியவை உருமாற்றமடைந்து பூக்களை நாடுவதற்கான தகுந்த தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

வண்டுகளினால் ஏற்படும் மகரந்தச் சேர்க்கைக் காந்தோஃபில்லி (canthrophily) எனப்படும். வண்டுகள் பூக்களின் மீது ஊர்ந்து மகரந்தத்தை சேகரித்து உண்ணுகின்றன. பாப்பி (poppy), காக்டஸ் (cactus) கம்பாஸிட் டே (compositae) போன்ற தாவரங்களில் வண்டுகள் மகரந்தத்தைச் சேகரிக்கின்றன. வண்டுகள் மட்டுமின்றி சிலவகை ஈக்களும் பூக்களை நாடுகின்றன.

லெபிடோப்டிரா (lepidoptera) வகையைச் சார்ந்த வண்ணத்துப்பூச்சிகளும் (butterflies) அந்திப் பூச்சிகளும் பூத்தேனை விரும்பி உண்ணுகின்றன. இப்பூச்சிகளுக்கு பூத்தேனை உறுஞ்சும் குழல்கள் மெலிந்தும், நீண்டும் காணப்படுகிறது. எனவே இவ்வகைப் பூச்சிகள் அதிக அளவுள்ள பூத்தேனையுடைய பூக்களையே நாடுகின்றன.

அந்திப் பூச்சிகள் இரவு நேரங்களில் உணவு சேகரிக்கத் தொடங்குகின்றன. இப்பூச்சிகள் இரவு நேரங்களில் நறுமணம் வீசும் வெண்மை நிறப் பூக்களையே நாடுகின்றன. எ-டு: கார்டீனியா (gardenia), பவளமல்லி (nyctanthus), மல்லிகை (jasminum), பல அந்திப் பூச்சிகள் பூவின் மேல் அமர்வதற்கு எந்த ஓர் அமைப்பும் இல்லாத செங்குத்தாக மலரும் பூக்களின் மேல் பறந்தவாறே பூத்தேனை உறுஞ்சுகின்றன. ஆனால் வண்ணத்துப் பூச்சிகள் கிடைமட்டத்திலுள்ள பூக்களின் மேல் அமர விழுகின்றன.

ஹைமெனாப்டிரோவைச் (hymenoptera) சார்ந்த பூச்சி இனங்களில் குறிப்பாகத் தேனீக்களால் மட்டுமே பூத்தேனையும், மகரந்தத்தையும் சேகரிப்பதில் மிகுந்த ஆர்வம் கொண்டுள்ளது. இவை பிறப் பூச்சிகளைப் போல் அல்லாமல் பல வகை சிற்றினப் பூக்களிலும் மகரந்தச் சேர்க்கை

நடத்துகின்றது. எ-டு: பாப்பிலியோனேஸி (pappilionaceae), ஸ்கிராப்புளோரியா (scorophularia), லேபியேட் (labiatae) போன்ற தாவரங்களில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. பூக்களில் உள்ள பூத்தேனையும், மகரந்தத்தையும் சேகரிக்கும் பலமும், நாவின் நீளத்தையும் தேனீக்கள் கொண்டுள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

சிறப்பு இயங்கு முறையில் (special mechanism) அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையில் பூச்சிகளின் பங்கு.

1. பூக்கா தாவரத்தில் மகரந்தச் சேர்க்கை (pollination in ruca plant). பூக்கா தாவரம் லிலியேசியே (liliaceae) குடும்ப வகையைச் சார்ந்தது. இத்தாவரத்தில் புரோனூபா பூக்காஸெல்லா (pronuba ruca sella) வகையைச் சார்ந்த மாத் (moth) பூச்சிகளினால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகின்றது. இத்தாவரத்தின் மகரந்தச் சேர்க்கை தனிச் சிறப்பு கொண்டுள்ளது.

புரோனூபா பூக்காஸெல்லா பூச்சிகள் இரவில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற உதவுகின்றது. பூக்கா தாவரப் பூக்கள் மணத்துடன் மலரக்கூடியவை. மலர்கள் பேனிக்கள் மஞ்சரி வகையைச் சார்ந்தது. பூக்கா தாவரத்தில் பெண் மாத் பூச்சிகள் பூவினுள் ஒன்று மகரந்தத் தாள்களில் உள்ள மகரந்தத்தை சேகரித்து ஓர் உருண்டையாக்கிக் கொள்கின்றன. பூச்சி மற்றொரு பூவிற்கு சென்று அப்பூவில் உள்ள சூல் பையைத் துளைத்து முட்டைகளை இடுகின்றன. பிறகு சூலகத்தின் நுனியில் உள்ள சூலக முடிக்கு தவழ்ந்து சென்று தன்னிடமுள்ள மகரந்த உருண்டையை சூலக முடியில் சேர்த்துவிடுகின்றன. இச்சமயம் பூச்சி சூல்பையில் இட்டு வந்த முட்டைகள் முதிர்ந்து கூட்டுப் புழுக்களாக வெளிவருகின்றன. சூல் பையில் ஏராளமான விதைகள் உள்ளதால் பூவினுள்ள கூட்டுப் புழுக்கள் உண்டது போக மீதமுள்ள விதைகள் இனப் பெருக்கத்திற்கு பயன்படுகிறது.

2. அரிஸ்ட்லோகியா கிளிமேடிடிஸ் தாவரத்தில் மகரந்தச் சேர்க்கை. அரிஸ்ட்லோகியா கிளிமேடிடிஸ் தாவரப் பூக்களில் டிப்டேரா ஈக்கள் (diptera) பொறி இயங்கு முறையில் (tramp mechanism) மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகின்றது. பூவில் உள்ள இதழின் அடிப்பகுதி குழாய்ப் போன்றும் மேல் பகுதி அகன்றும்

காணப்படுகிறது. இந்த உரோமங்கள் பூ முதிர்ச்சியடையும் முன்பு நேராக நிற்கின்றன. அப்பொழுது டிப்டேரா ஈக்கள் இதனுள் நுழைந்து விடுகின்றது. ஈக்களில் முதலிலேயே வேறு ஓர் பூவின் மகரந்தம் ஒட்டியிருந்தால் அது சூலக முடியில் சேர்க்கப்படுகிறது. பூவின் உள்ளே நுழைந்து பூச்சிகள் வெளியேற முயற்சிக்கின்றன. அப்பொழுது உள்நோக்கி அமைந்துள்ள உரோமங்கள் ஈக்களை வெளியேறும் வண்ணம் தடுக்கிறது. இதனால் பொறியில் சிக்கிய ஈக்கள் தவிக்கின்றன. இரண்டு நாட்களுக்கு பின்பு மகரந்த தாள்கள் முதிர்ச்சியடையும் பொழுது ஈக்களின் மேல் மகரந்தம் ஒட்டிக்கொள்கிறது. இப்பொழுது கீழ்நோக்கி அமைந்துள்ள உரோமங்கள் வாடிவிடுவதினால் மகரந்தத்தைச் சுமந்தப் பூச்சிகள் பூக்களை விட்டு வெளியேறி வேறு பூக்களில் நுழைந்து மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற உதவுகின்றது.

3. ஏரம் மேகுலேடம் தாவரத்தில் மகரந்தச் சேர்க்கை. ஏராய்டேக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த இத்தாவரத்தில் குழி-விழு இயங்கு முறையில் (pit fall mechanism) மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. இத்தாவரத்தின் பூக்கள் ஸ்பேடிக்ஸ் (spadix) வகை மஞ்சரியைக் கொண்டது. பூவின் மகரந்தத் தண்டின் அடிப்பகுதியில் பெண் பூக்களும், அவற்றின் மேல் வளமில்லாத உரோமங்கள் (sterile hairs) அதை அடுத்து வளமில்லாத ஆண்பூக்களும் உள்ளன. மஞ்சரி அகன்ற மடலால் (spathe) மூடப்பட்டுள்ளது. மடலின் கீழ்ப் பகுதி குழாய்ப் போன்று சுருண்டும் மேல் பகுதி அகன்றும் காணப்படுகிறது. மஞ்சரியின் நிறத்தாலும், மணத்தாலும் பூச்சிகள் கவரப்பட்டு பூக்களுக்குச் செல்கின்றன. இவை வெளிவர முடியாமல் அகப்பட்டுக்கொள்கின்றன. மஞ்சரியின் உட்பகுதி வெளியில் உள்ளதைவிட வெதுவெதுப்பாக உள்ளது. எனவே பூச்சிகள் அங்கேயே தங்கிவிடுகின்றன. மஞ்சரியின் அடிப்பகுதியை அடைந்த பூச்சிகளில் மகரந்தம் இருந்தால் பெண் பூக்களின் சூலக முடியில் சேர்த்து மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவுகின்றது. அதன் பின் பெண் பூக்களுக்கு மேலே உள்ள வளமில்லாத உரோமங்கள் வாடிவிடுவதனால் ஆண்பூக்கள் இருக்கும் இடத்திற்கு வருகின்றன. அப்பொழுது ஆண்பூக்கள் பக்குவமடைந்துள்ளது. ஆண்பூக்களுக்கு மேலே உள்ள வளமில்லாத ஆண்பூக்கள் பூச்சிகளை

வெளிவர அனுமதிப்பதில்லை. மகரந்தத் தாள்களின் மகரந்தம் பூச்சிகளின் மேல் தூவப்படுகிறது. பிறகு வளமில்லாத ஆண்பூக்கள் வாடிவிடுவதால் பூச்சிகள் பூக்களைவிட்டு வெளியேறுகின்றன.

இரா. துரை

துணைநூல்கள். இரா. துரைசாமி, மகரந்தச் சேர்க்கை, தமிழ்நாடு பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை 1975; கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன், தாவர புற அமைப்பியல், தமிழ்நாட்டு பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1976.

விலங்கு மிதவை நுண்ணுயிரிகள்

விலங்கு மிதவிகள் (zooplankton) என்பது நீரோட்டத்தை நீந்த இயலாத விலங்குகளாகும். இவை நீரின் மேற்பரப்பில் மிதந்து வாழ்கின்றன. இவ்வுயிரிகள் அலை, காற்று மற்றும் நீரோட்டத்தால் இடம் விட்டு இடம் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவற்றுள் சில எளிய உறுப்புகளை இடப் பெயர்ச்சிக்காகக் கொண்டுள்ளது. இவ்வுறுப்புகள் நீரில் மிதப்பதற்கும், உணவுப் பொருள்களையும், ஆக்சிஜனையும் ஈர்ப்பதற்கும், சுழற்சியை நீரில் ஏற்படுத்துவதற்கும் பயன்படுகின்றன. அலைகளை எதிர்த்து நகருவதற்கு உதவுவன அல்ல. இதில் பல்வேறு தொகுப்பு, வகுப்பு, குடும்பம் முதலியவற்றைச் சார்ந்த இன விலங்குகள் அடங்கியுள்ளன. பொதுவாக இவ்வுயிரிகள் சிறிய வடிவின. 0.5 - 3.0 மி.மீ வரை அளவுடையன. பெரும் மிதவிகளில் பைசாலியா (Physalia) உருவில் பெரியது.

மிதவிகளாக வாழும் தன்மையைப் பொறுத்து இவ்வுயிரிகள் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை 1) நிரந்தர மிதவிகள் (holoplankton), 2) தற்காலிக மிதவிகள் (meroplankton).

நிரந்தர மிதவிகள். இவை தம் வாழ்நாள் முழுவதும் நிரந்தரமாக மிதவிகளாகவே வாழ்கின்றன.

எ-டு: நாக்டிலூக்கா, டைனோபிள ஜெல்லேட்டுகள் (dinoflagellates).

தற்காலிக மிதவிகள். இவை தம் வாழ்நாளில் தற்காலிகமாக, சிறிது காலம் மட்டுமே மிதவிகளாக வாழ்கின்றன. இந்த வகையில் பெரும்பாலும் முதுகெலும்பில்லாதவைகளின் லார்வாக்களும் அடங்குகின்றன. இவை அதிக எண்ணிக்கையில் கடலோரம் மற்றும் கழிமுக நீர்ப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. லார்வாக்களும் உருமாற்றமடைந்து முதிர்ச்சியடையா இன உயிரியாகி அடிப்பரப்பில் ஒட்டிக்கொண்டோ தன்னிச்சையாக நீந்தியோ வாழ்கிறது.

மிதவிகளை சேகரிக்கும் முறை. இவ்வுயிரிகளை சேகரிப்பதற்கு பல முறைகள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. ஓர் குறிப்பிட்ட கன அளவு நீரிலுள்ள மிதவிகளின் அல்லது உயிர்ப் பொருள் திரை (biomass) போன்றவற்றில் இடத்துக்கு இடம் தோன்றும் வேறுபாடும், கால மாற்றத்தினால் தோன்றும் வேறுபாடும் கண்டறிய முடிகிறது.

1) நீர் குடுவை முறை (The Water Bottle Technique). 1 - 100 லி. வரையான நீரைக் குறிப்பிட்ட இடம் அல்லது ஆழத்தில் குடுவையின் மூலமாக எடுத்து 25-30 துளையுள்ள மிதவி வலை கொண்டு வடிகட்ட வேண்டும். வடிகட்டிய பின் அதிலுள்ள மிதவிகளைக் கணக்கிட வேண்டும். இம்முறையில் துல்லியமாக மிதவிகளின் அளவைக் (quantity) கணக்கிடலாம். எடுக்கப்படும் நீரின் கன அளவு குறைவாக இருப்பதால் அரிதான சில இனங்கள் விடுபட்டு விடுகின்றன. இம்முறையில் கணக்கிடப்படுகின்ற எண்ணிக்கை குறிப்பிட்ட இடத்தை மட்டுமே சார்ந்ததாகும்.

2) நீரேறு முறை (the water pump technique). ஆய்வுக்கு பயன்படுத்தக்கூடிய உயிரிகளின் அளவுக்கு (size) ஏற்ப துளைகொண்ட வலையைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். தேவைப்பட்ட ஆழத்தில் நீரைப் பம்பு மூலம் வெளியேற்றி அதை மிதவி வலையால் வடிகட்ட வேண்டும். வலை வாளியின் நீரில் சற்று மூழ்கியிருக்குமாறு இருந்தால், நீரோட்டம் வேகமாக வரும் பொழுது மிதவிகளில் ஏற்படும் சேதத்தைத் தவிர்க்கலாம். இம்முறை துல்லியமாக குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் உள்ள மிதவிகளை

ஆய்வதற்கு ஏற்றமுறையாக உள்ளது. வேகமாக செல்லக்கூடிய உயிரிகள் இம்முறையில் தப்பிவிடக்கூடும். பம்பு மூலம் நீர் வேகமாக வெளியேறும்பொழுது மிதவிகள் சேதம் அடைகின்றன. இதன் மூலம் 100 மீ. ஆழம் வரையான நீரின் மிதவிகளை ஆய்வு செய்ய முடியும்.

3) மிதவி வரை (plankton net). பொதுவாக இம்முறையில் மாதிரி மிதவிகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு அளவிலான துளைகளைக் கொண்ட பல வலைகள் உள்ளன (மென்பட்டு வலை (bolting silk)), நைலான் துணி வலை (nylon net) மிதவி வலையின் முன்பக்க வாய்ப்பகுதி வட்ட வடிவ வளையத்திலும், பின்பக்கத்தில் சிறிய வாளியின் முனைப் பகுதியோடும் நைலான் துணி வலையானது பொருத்தப்பட்டு கம்பு வடிவில் காணப்படுகிறது. இது செங்குத்தாகவும், கிடைமட்டமாகவும் மாதிரி மிதவிகள் எடுப்பதற்கேற்றவாறும் அமையப் பெற்றுள்ளன. ஆய்வுக்குப் பயன்படக்கூடிய உயிரிகளின் உருவத்தைப் பொறுத்து மிதவி வலைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. வட்ட வடிவ வளையமானது, பித்தளை அல்லது எவர்சில்வர் (stainless steel) என்ற உலோகத்தினால் ஆனது. வளையம் 0.3 - 3 மீ. வரையிலான விட்டத்தைக் கொண்டது. பொதுவாக 2 மீ. இருக்கும். மிதவி வலையின் துளையின் அளவைப் பொறுத்தும், நீளத்தைப் பொறுத்தும் திரட்டும் வேகம் (hanting speed) அமைகின்றது. பொதுவாக இவை 0.3 மீ./செகண்டிலிருந்து 1 மீ./செகண்ட் இருக்கும்.

விலங்கு மிதவிகள். வெப்ப மண்டலப் பகுதியில் அமைந்த இந்தியக் கடலோரப் பகுதி மிதவிகளில் அதிக சிற்றினங்கள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சிற்றினமும் அதிக எண்ணிக்கையில் அமைந்துள்ளன. பல்வேறு வகுப்பைச் சார்ந்த கடல் விலங்குகளின் லார்வாக்களும் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. இவ்வுயிரிகள் பெரும்பாலும் எல்லாக் காலங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

முதுகெலும்பில்லாதவைகளின் லார்வாக்களில் அதிக எண்ணிக்கையில் காணப்படக்கூடிய ஓட்டுடைக் கணுக்காலிகளின்

லார்வாக்களாகும். நாப்ளியஸ் (nauplius), சைப்ரஸ் (cypress larva), மெட்டாநாம்பிலியஸ் (matananplius), புரோட்டோசோயீயா (protozoa), சோயியா (zoa), அலிமா (alima larva of squilla), மெகாலோப்பா (megalopa), மைசிஸ் (mysis) மற்றும் பில்லோசோமா (phyllosoma) அல்லது கண்ணாடி நண்டு (glass crab) ஆகியவை ஓட்டுடை கணுக்காலிகளின் லார்வாக்களாகும். வளைதசைப் புழுக்களின் (trochophore) லார்வா, மெல்லுடலிகளின் வெலிசர் (veliger), லார்வா முட்தோலிகளின் பைபின்னேரியா (bipinnaria larva), டார்னேரியா (tornaria larva), ஓபியோபுளுட்டியஸ் (oohiopluteus), எக்கினோபுளுட்டியஸ் லார்வா (echinopluteus larva), ஆரிகுலேரியா லார்வா (auricularia larva) மற்றும் டோலியோலேரியா (doliolarva) போன்ற பல்வேறு லார்வாக்களும் மிதந்து வாழ்கின்றன. லார்வாக்களைத் தவிர பல விலங்குகளின் முதிர்பருவங்களும் மிதவிகளாக வாழ்ந்து வருகின்றன.

ஒரு செல் உயிரிகளின் தாவர இழையுடிகளான (phytoflagellates), வால்வாக்ஸ் (volvox), யூக்ளினா (euglena), பெரநிமா (peranema) போன்ற நன்னீர் வாழ்விகள் தாவரங்களைப் போன்று ஒளிச் சேர்க்கையின் மூலம் உணவை உற்பத்தி செய்யவல்லன.

சட்டங்களுடைய பொராமினிபெரா (poraminefera) எ-டு: எல்பீடியம் (eiphidium), குளோபிஜெரினா (clobigerina), ரேடியோலேரியா (radiolaria) அகாந்தோமெட்ரா (acanthometra), ஸ்பேரோசோலம் (shaerouzoum), சிலியேட்டுகள் (ciliates) முதலிய இனங்களும் ஒரு செல் உயிரி நிரந்தர மிதவிகளாகும். ரோட்டிபெர்க்கள் (rotifers) எ-டு: கேராடெல்லா (keratella), மற்றும் டிரைகோசீரா (trichocera) ஆகியவையும் நிரந்தரமான மிதவிகளாகும்.

விலங்கு மிதவிகள் பெரும்பாலும் தாவர மிதவிகளை உட்கொண்டு வாழ்கின்றன. விலங்கு மிதவிகள் அதைவிடப் பெரிய ஊன் உண்ணிகளுக்கு இரையாகின்றன. மிதவிகள் உணவுத் தொடருக்கு ஆரம்ப நிலையாக அமைகின்றன. மிதவிகள், பொருளாதார முக்கியத்துவ உயிரிகளுக்கு (இறால்,

நண்டு, மீன்கள் போன்ற) உணவாகி, கடலிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய பொருளாதாரத்துக்கு முக்கிய அடிப்படையாக விளங்குகிறது.

மிதவிகள் இல்லையேல் கடலில் விலங்கினமே இருக்கவியலாது. கடலோரத்தை அடுத்த மிதவைப்பகுதியில், சூரிய ஒளி அதிகமாக இருப்பதால், மிதவிகளின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவ்வயிரிகள் ஒளி அதிகமுள்ள காலத்தில் எண்ணிக்கையில் பல்கிப் பெருகுகின்றன. ஒளி குறைவாக உள்ள காலத்தில் எண்ணிக்கையில் குறைந்து காணப்படுகின்றன. ஆகையால் பல பருவங்களிலும் பல்வேறு எண்ணிக்கையில் காணப்படுகின்றன. மிதவிகள் அதிக எண்ணிக்கையில் பெருகும்போது அவற்றை உணவாகக்கொள்ளும் ஊன் உண்ணிகளும் எண்ணிக்கையில் பெருகிறது. எனவே இவற்றை உண்ணக்கூடிய பெரிய ஊன் உண்ணிகளும் எண்ணிக்கையில் அதிகரிக்கின்றன. ஆகவே மிதவிகளை ஆய்வதன் மூலம் கடல் விலங்குகளின் சமூகத்தை ஓரளவு கணிக்க இயலுகிறது. இச்செயல்பாடு மீன் வளர்ச்சி, மீன் பிடிப்பு இவற்றின் அளவைக் கண்டறிய உதவுகின்றது.

மிதவி வாழ்க்கைக்கேற்ற தகவமைப்பு.

மிதவியிரி ஒவ்வொன்றையும் ஓர் உயிர்ப்படகு (living boat) எனலாம். இவ்வயிரிகளின் வடிவம் நீரில் மிதப்பதற்கேற்றவாறும், நீந்துவதற்கு ஏற்றவாறும் அமைந்துள்ளன. இவை மெல்லிய, எடையற்ற அகன்ற உடல் சட்டகங்களைக் கொண்டுள்ளன. உடலமைப்பு மயிரிழை, ஊசி, நாடா போன்ற வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. இவ்வயிரிகளின் ஒப்படர்த்தியைக் குறைப்பதற்கு இவற்றின் உடலில் கொழுப்பு பொருள்கள் மிகுந்துள்ளன. இது மிதக்கும் சக்தியைக் கூட்டுகின்றன. நாக்டிலூகா (noctiluca) எனும் ஒரு செல் உயிரியின் உடல் குண்டூசியின் தலைப் பருமன் கொண்டு கோணமாக அமைந்து ஒளி ஊடுருவும் வகையில் காணப்படுகிறது. இவ்வுடல் அமைப்பும், அவ்விலங்கின் சைட்டோபிளாசத்தின் அடங்கிய கொழுப்பு திவலைகளும் மிதக்கும் தன்மையை அளிக்கின்றன. காற்றின் போக்குப்படி இவ்வின உயிரி கடல்பரப்பின்மேல் அங்குமிங்கும் அலைந்து மிதக்கும். பொராமினிபெரஸ்கள் தனது ஓட்டில் பல

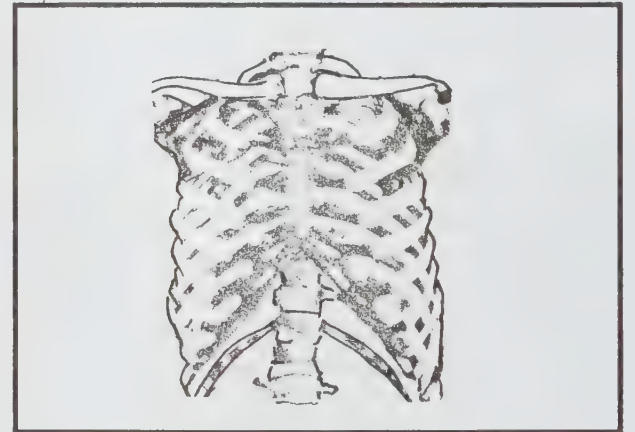
நுண்துளைகளைக் கொண்டுள்ளதால் உடல் எடை குறைந்து காணப்படுகின்றன. மெல்லுடலி மிதவிகளின் ஓடுகள் மெல்லியதாகவும், கால்சியம் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. பில்லோசோமா போன்ற லார்வாவின் நீண்ட கணுக்களுடைய பக்க உறுப்புகள் கொண்டு காணப்படுவதால் நீரின் மேற்பரப்பில் மிதந்து வாழ்கின்றன. குற்றிழைகள் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்பாக வெலிசர் (veliger larva) லார்வாக்களில் பயன்படுகின்றன.

எம். கல்யாணசுந்தரம்

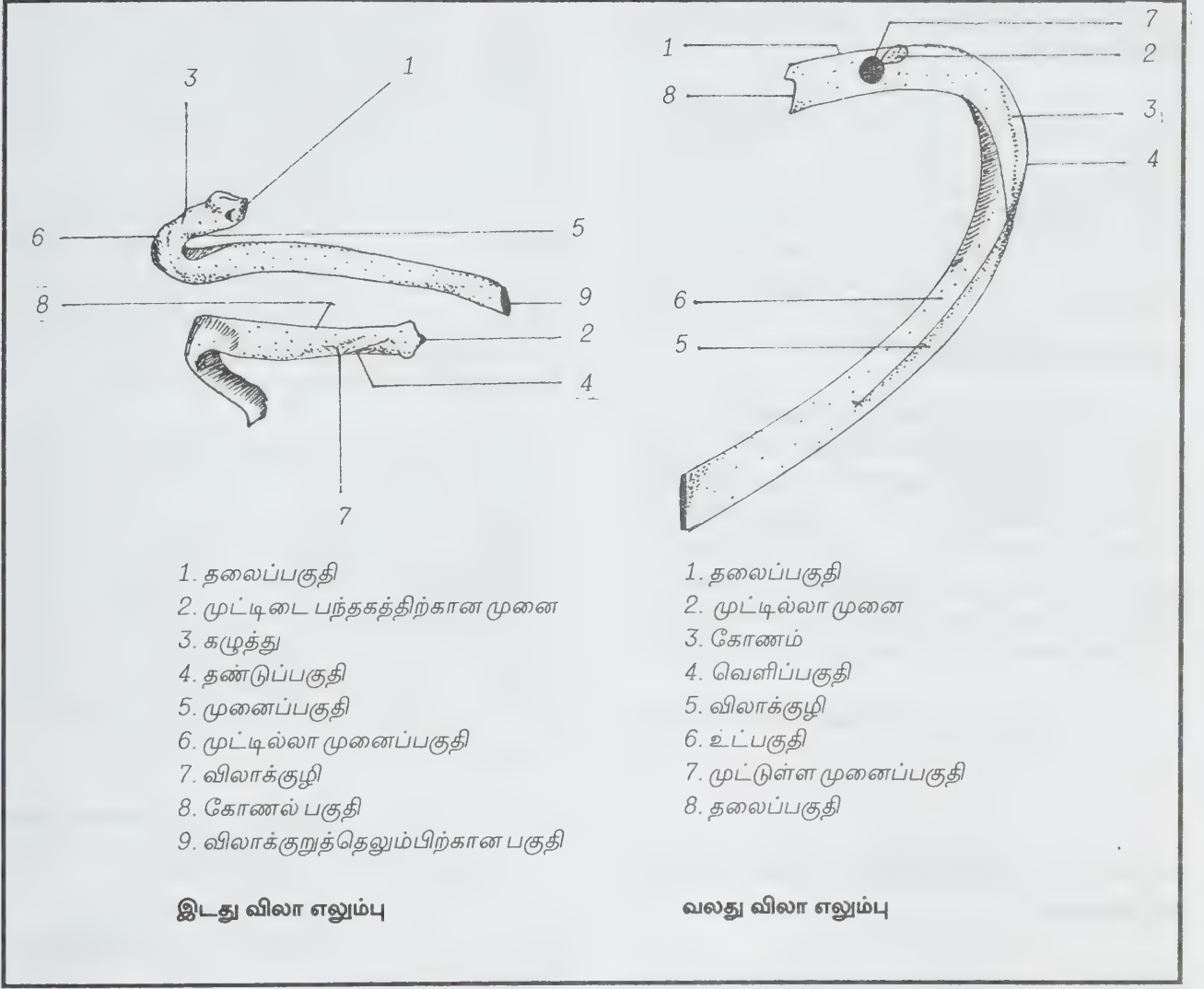
விலா எலும்புகள்

விலா எலும்புகள் முதுகு முள் எலும்பிலிருந்து மார்பு எலும்புவரை பக்கவாட்டில் வளைந்து நீட்சி தன்மையுடன் மார்புப் பகுதிக்கு ஒரு கூடு போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கிறது. இவற்றால் 12 இணைகள் காணப்படும். அரிதான 7 வது கழுத்து முள் எலும்பிலிருந்து ஓரிணைக் கூடுதலாகவும் மாறாகக் கடைசி 12 ஆவது இணையாகிய மிதக்கும் விலா எலும்பு உண்டாகாமலும் இருக்கலாம்.

முதல் 7 இணைகள் மார்பு எலும்புடன் நேரடியாக அசைவாடுவதால் இவை உண்மையான



விலா எலும்புகள்



விலா எலும்புகள்

விலா எலும்புகள் என்றும், 8 முதல் 10 வரை உள்ளவை 7ஆவது எலும்பு வழியே அசைவாடுவதால் போலியான விலா எலும்புகள் எனவும், கடைசி இரண்டு இணைகள் முள் எலும்பில் மட்டும் தொடர்புள்ளதாலும் மார்பு எலும்புடன் இணையாமல் இருப்பதால் விலா எலும்புகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

மூன்றாம் விலா எலும்பு முதல் 9 ஆவது எலும்புவரை ஒரே மாதிரி இருப்பதால் சான்றாக

எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. விலா எலும்புகளுக்கு முன், பின் என இரு முனைகளும் ஒரு தண்டுப்பகுதியும் உண்டு. பின் முனையை முள் எலும்பு முனை என்றும் வழங்குவர். இதில் தலைப்பகுதி, கழுத்துப்பகுதி மற்றும் முனைப்பகுதி என மூன்று பகுதிகள் உண்டு. இது இரு முள் எலும்புகளுடன் அசைவாடுகிறது. கழுத்துப் பகுதியில் இரு விளிம்புகளும் இரு பக்கங்களும் உண்டு. அவை மேல் விளிம்பு, கீழ் விளிம்பு, முன்பக்கம், பின்பக்கம் எனப்படும். முனைப் பகுதியில் உள்ள ஒரு

மூட்டுப்பகுதி முன் எலும்பின் குறுக்கு பகுதியுடன் அசைவாடுகிறது.

தண்டுப்பகுதியில் வெளிப்பக்கத்தில் பல்வேறு தசைகள் ஆரம்பிக்கின்றன. உட்பக்கம் வழவழப்பாகவும் கீழ்விளிம்பில் விலா எலும்பிடை புன்கலன் மற்றும் நரம்பு செல்ல ஒரு குழிந்த பகுதியும் காணப்படும். மேல், கீழ் விளிம்புகளில் விலா எலும்பிடை தசை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முன் முனையில் உள்ள குழிந்த மூட்டுப்பகுதி குறுத்தெலும்பினால் அசைவாடுகிறது.

5 சதவீத மக்களிடையே கழுத்து விலா எலும்பு 7ஆவது கழுத்து முள் எலும்பிலிருந்து வளர்கிறது. இது கழுத்து புய நரம்பு மற்றும் புன்கலன்களை மார்பு வாயிலில் அழுத்தலாம். விலா எலும்பு முறிவிற்கு சிகிச்சைத் தேவையில்லை. மாறாக, ஒரே எலும்பில் இரண்டு மூன்று இடத்தில் முறிந்தால், சுவாசத்தடை உண்டாகும். காசநோய் பாதிப்பில் விலா மற்றும் முள் எலும்பின் குறுக்குப் பகுதி வெட்டிக் காணப்படும்.

மா.ஜெ.ஃபிரடிக் ஜோசப்

விவியனைட்

இது $Fe_3(P_{04})_2 \cdot 8H_2O$ வேதி உட்கூறினை உடைய நீர்த்த இரும்பு பாஸ்பேட் கனிமமாகும். இதில் பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு 28.3, இரும்பு புரோட்டாக்சைடு (protoxide) 43.0, நீர் 28.7 காணப்படும். இது ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதியில் படிமமாக்கப்பட்டுப் பொதுவாகப்பட்டக அமைப்பில் அல்லது தாள்படலம் போன்று ஆனால் திண்ணிய வடிவில் காணப்படும். விவியனைட்டில் சீரான பிளவு ஒன்று காணப்படுகிறது. கடினத்தன்மை மோவின் அளவீட்டில் 1.5-2 ஆகும். ஒப்படர்த்தி 2.58-2.68 முறிவுற்ற முகங்களில் (faces) முத்து மிளிர்வுடன் பிறவற்றில் பளிங்கு மிளிர்வுடன் காணப்படும். யாதொரு மாற்றமில்லாத நிலையில் நிறமற்றதாய்க் காணப்படும் இக்கனிமம் காற்றுப் படும்படி வைத்தால்

பெரஸ் பெரிக் இரும்பாக மாற்றம் அடைவதால் நீலம் அல்லது பழுப்பு நிறங்களில் மாற்றம் அடைகிறது. ஒளிபுகும் தன்மையிலிருந்து - ஒளிகசியும் தன்மை வரையிலான இது காற்றில் பட்டால் ஒளிபுகாத தன்மையை அடைகிறது. சிறப்பான பலநிற அதிர்மாற்றத்தைக் கொண்டது.

இக்கனிமம் மென்மையானதாய்ச் சிறப்பாக நீலம் அல்லது பச்சை நிறங்களில் மாற்றம் அடையக்கூடியது. நெளியக்கூடிய பிளவுறும் தாள் படலங்கள் (lamellae) தனித்துக் காணப்படும். சூடுபடுத்தினால் நீரினைக் கொடுக்கிறது. அமிலங்களில் எளிதில் கரையக் கூடியதாகும்.

இது தாமிரம் மற்றும் வெள்ளீய நரம்புகளில் பிரீஹோடைட் மற்றும் பைசைட்டும் கலந்து கிடைக்கிறது. கனிமண் படுகைகளிலும் காணப்படுகிறது. விவியனைட் ருமேனியா, பவரியா, இங்கிலாந்தில் கார்னவேல், ஐரோப்பாவில் சில இடங்களிலும், ஆஸ்திரேலியா, பொலிவியா மற்றும் கிரீன்லாந்து ஆகிய இடங்களிலும் காணப்படுகிறது. இதனைக் கண்டறிந்த ஜெ.ஜி. விவியன் எனும் ஆங்கிலத் கனிமவியலாரினால் இக்கனிமம் இப்பெயர் பெற்றது.

க. சித்திரா தேவி

விழி ஒட்டு ஆடி

இந்த செயற்கை வில்லை; கண்ணுடன் பொருத்தப்படுகிறது. இவற்றில் சில பார்வைப் பரப்புகளும் அல்லது உறைகளாகவும் இருக்கின்றன. இந்தச் செயற்கை விழி ஒட்டு ஆடி, பளிங்குப் படலத்தின் மத்திய பகுதியை மட்டுமோ, இமை இணைச் சவ்வு உள்ளிட்டு கண் முழுதுமோ ஒட்டும்படி இணைக்கப்படுகிறது.

வில்லைகள் மூன்று வகைப்படும். லிம்பசுக்கு இடையேயுள்ள வில்லைகள் பளிங்குப்படல வகை எனவும், லிம்பசுக்கு வெளியே உள்ளவை நடுவகை எனவும், கண்ணின் முன் பகுதி முழுவதையும் மறைப்பதை ஹேம்டிக் எனவும் அழைக்கின்றன.

இந்த வில்லை, பாலி மெத்தில் மெதாகிரை லேட்டால் ஆனது. இது தீங்கற்றது. ஒளிபுகும் தன்மைக் கொண்டது. வெப்பம் மூலம் அதன் வடிவத்தை மாற்ற முடியும். கண்ணாடியையும் உபயோகித்துள்ளனர். ஆனால் அவ்வளவு திருப்திகரமாக இல்லை. பிளாஸ்டிக் பொருள்களும், சிலிகா ரப்பரும் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

பார்வையின் கோளாறுகளைச் சீர் செய்ய, குறிப்பாகக் கிட்டப் பார்வையில், இது பயன்படுகிறது. வில்லையே இல்லாத நிலையில் விழி ஒட்டு ஆடியைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை கண் போன்றே உருவாக்கப்படுகின்றன. ரோமங்கள் பளிங்குப் படலத்தைக் குத்தி சேதம் உண்டாக்காமலிருக்கவும் இதைப் பயன்படுத்தலாம். நோய் வாய்ப்பட்ட அல்லது காயமடைந்த பளிங்குப் படலத்தைப் பாதுகாக்கவும் விழி ஒட்டு ஆடியைப் பயன்படுத்தலாம். இமைகளைத் தைப்பதைவிட இது நல்ல முறையாகும். பளிங்குப்படல ஒட்டுச் சிகிச்சையில் சிக்கல்கள்

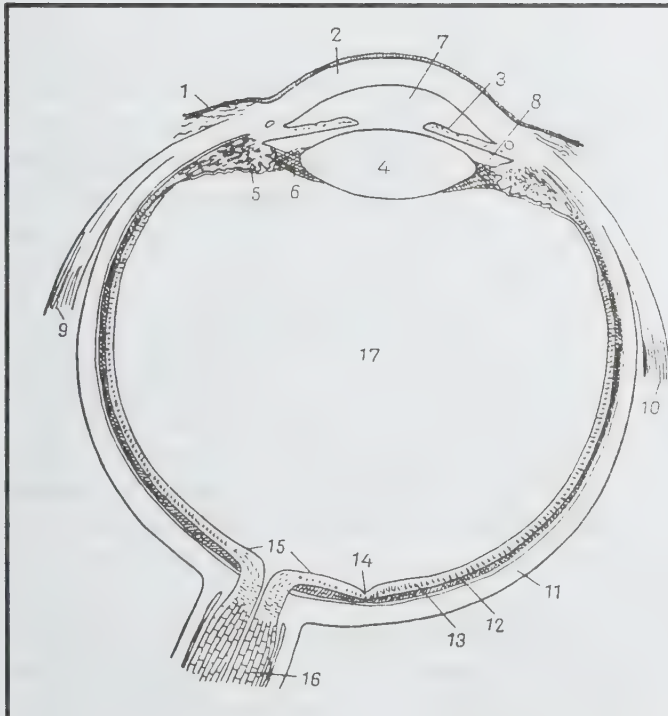
உண்டானாலும் இதைப் பயன்படுத்தலாம். இமை இணைச் சவ்வின் தீப்பட்ட புண்ணின் போதும், பளிங்குப் படல ஒட்டு சிகிச்சையின் போதும் விழி ஒட்டு ஆடியைப் பயன்படுத்தலாம்.

நோய் நிர்ணயத்தில் கோனியோஸ் கோப்புகள், மின் விழித் திரை வரைவு விழி ஒட்டு ஆடிகள், கண் கோளப் பின் வில்லைகள் போன்ற வில்லைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மு. கி. ராஜாகுப்பிரமணியம்

விழிக்கோளம்

விழிக்கோளம், எலும்புகளால் ஆன கண் குழிவினுள் பொதிந்து கிடக்கிறது. சிலருக்கு விழிக்கோளம்



1. இணை இணைப்படலம்
2. விழி வெண்படலம்
3. கிருஷ்ண படலம்
4. பளிங்கு லென்ஸ்
5. சிலியரி அங்கம்
6. லென்லை சிலியரி அங்கத்துடன் இணைக்கும் பந்தகம்
7. கண் முன் அறை
8. கண் பின் அறை
- 9 & 10. விழிக்கோளத் தசைகள்
11. விழி வெளிப்படலம்
12. கண்ணின் இரத்த நாள உறை
13. விழித்திரை
14. மேகுலா லூடியா
15. பார்வைத் தகடு (பார்வைக் கழலை)
16. பார்வை நரம்பு
17. விட்டரியஸ் அங்கம்

கண்ணின் கிடைமட்ட குறுக்குத் தோற்றம்

புடைத்து, துருத்திக் கொண்டிருக்கும். (எ.டு: தைராய்டு மிகையாகப் பணிபுரியும் போது) சிலருக்கு விழிக் கோளம் உள்ளே பொதிந்திருக்கும். விழிக்கோளத்தின் முன்பகுதியை இமைஇணைச் சவ்வு என்கிறோம். இது மெல்லியதாகவும், ஒளிபுகும் தன்மையுடனும் இருக்கும். கண் இமையின் பின்புறத்தில் உள்ள இமை இணைச் சவ்வு கடினமாகவும், ஒளி புகாத தன்மையுடனும் இருக்கும். கண் நரம்பின் கிளைகள் இதற்கு நரம்பூட்டம் அளிக்கின்றன.

ஒளிபுகும் தன்மையான கண் கோளத்தின் முன்பகுதி, பளிங்குப் படலம் (cornea) எனப்படுகிறது. இதில் டெஸ்மெண்ட் படலம், பைளமின் படலம் போன்ற ஐந்து அடுக்குகள் உள்ளன. கண் நரம்பின் கிளைகளே இதற்கும் நரம்பூட்டம் அளிக்கின்றன.

விழிக் கோளத்தின் வட்டமான நிறமி கொண்ட உறையான கருவிழிப் படலத்தின் (iris) மத்தியில் ஒரு துவாரம் உண்டு. அதை கண்மணி என்றோ, பாவை என்றோ அழைக்கிறோம். பளிங்குப் படலத்தின் பின்புறமாகவும், வென்சின் முன்பாகவும் காணப்படுகிறது. இதில் இரண்டு அறைகள் காணப்படுகின்றன. அவை: முன்னறை, பின்னறை.

முன்னறை பளிங்குப் படலத்திற்கும் கருவிழிப் படலத்திற்கும் இடையே உள்ள இது பெரிதானது.

பின்னறையில் முன்புறமாக கருவிழிப் படலமும், வில்லை பின்புறமாகவும் அமைந்துள்ளது. இது மிகவும் சிறிதானது. சிலியரித்தமனிகள் இரத்த வினியோகம் செய்கின்றன.

கடுமையான நோய் பாதிப்பின்போது விழிக்கோளம் முழுவதும் சீர்கெட்டு, முழுமையாகக் கண்ணை அகற்ற நேரிடுகிறது.

மு.கி. ராஜாசுப்பிரமணியம்

விழித்தசை வாதம்

3ஆவது, 4ஆவது, 6ஆவது கபால நரம்புகள்

கண்களின் அனைத்து தசைகளுக்கும் நரம்பு ஊட்டம் அளிக்கின்றன. இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றோ, அனைத்துமோ பாதிக்கப்பட்டால் நரம்பூட்டம் அளிக்கும் தசைகள் செயலிழக்கின்றன.

3ஆவது கபால நரம்பான கண் தசை இயக்க நரம்பு செயல் இழந்தால், இமை தொங்கல், வெளிநோக்கிய மாறு கண், நிலையான விரிவடைந்த பாவை, தக அமைவு ஆகியவை உண்டாகின்றன. மூளைத் தண்டு நைவுகளால் இந்த நிலை ஏற்படுகிறது. 3ஆவது நரம்பு பாதிப்புடன் சிவப்பு நியூக்ளியசும் பாதிக்கப்பட்டால், கண் தசை பாதிப்புடன் எதிர் பக்கத்தில் கை நடுக்கமும் ஏற்படுகிறது. இதையே பெனிடிக் நோயியம் என்கின்றனர்.

3ஆவது நரம்பு பாதிப்புடன் மறு பக்கத்தில் பக்க வாதமும் ஏற்பட்டால் அதை வீபரின் நோயியம் என்கிறோம். உள் கரோடிட் தமனி விரிவு நிலையிலும், கிருமி பாதிப்புகளாலும், புற்றுக் கட்டிகளாலும் இந்த நிலை ஏற்படலாம். மேக நோய், ஆகியவற்றில் 3ஆவது கபால நரம்பு பாதிக்கப்படுகிறது.

4ஆவது கபால நரம்பான டிராக்ளியர் நரம்பு பாதிக்கப்பட்டால், கீழ் குறுக்கு கண் தசை பாதிக்கப்படுவதால், இரட்டைப் பார்வை உண்டாகிறது. இந்த நரம்பூட்டம் அளிக்கும் தசை செயலிழக்கிறது. இந்நிலைக்கும் காரணங்கள் முன் கூறியது போன்றே 6ஆவது கபால நரம்பான அப்டூயண்ட் நரம்பு பாதிக்கப்பட்டால் அது நரம்பூட்டம் அளிக்கும் வெளிப்புற ரெக்டஸ் தசை, பாதிக்கப்படுவதால் உள் நோக்கிய மாறுகண் உண்டாகிறது. கண்ணை வெளி நோக்கி அசைக்க முடியாது. இத்தகைய நரம்பு பாதிப்புகள் சில, பிறவியிலேயே நிகழலாம். மேற்கூறிய மூன்று நரம்புகளும் பாதிக்கப்பட்டால், கண்ணின் தசைகள் அனைத்தும் முழுமையாகச் செயலிழக்கின்றன.

வெளிப்புற விழித்தசை செயலிழப்பு. இது எந்த வயதிலும் நேரலாம். பரம்பரைப் பரம்பரையாக வருவதுண்டு. இரண்டு பக்கத்திலும் இமை தொங்குதல், முகம் மற்றும் கழுத்துத் தசைகளும பலவீனமடை கின்றன. விழுங்குவதில் சிரமம்,

சிறுமூளை பாதிப்பின் போது ஏற்படுவதுபோல் தள்ளாடும் நடை, ஆகியவையும் தோன்றலாம். இந்நிலை ஏன் ஏற்படுகிறது என்று தெரியாததால், சிகிச்சையும் சிறப்பாக அமைவதில்லை.

உள்ளார்ந்த கண் தசை செயலிழப்பு.

வெளிப்புறக் கண் தசைகளுடன் கருவிழிப்படலம், சிலியரித் தசைகள் ஆகியவையும் பாதிக்கப்படலாம். பரிவு நரம்பு மண்டல, துணைப் பரிவு நரம்பு மண்டல பாதிப்பு, கபால உள் குருதிப் பெருக்கு போன்றவைக் காரணங்களாக இருக்கலாம். இங்குதான் ஆர்கைல் ராபர்ட்சன் பாவை, ஹார்னரின் நோயியம் (இமை தொங்கல், பாவைச் சுருக்கம், வியர்வை சுரப்பின்மை, கண் குழி விழுந்து உட் செல்லல்) ஏடியின் பாவை போன்றவை தோன்றுகின்றன. இவற்றைப் பற்றி ஏற்கனவே மற்றொரு பிரிவில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. நோயின் காரணங்களைத் தெரிந்து அதன் அறிகுறிகளையும் தெரிந்து சிகிச்சை அளிக்க வேண்டும். சிகிச்சை பூரண குணம் அளிப்பதில்லை. சில நோயாளிகள் இந்த நோய்களின் அறிகுறிகளுடன் வாழப் பழகிக்கொள்கிறார்கள்.

அ. கதிர்சன்

துணைநூல். Curran P.V., *The Eye & Its Disorders*, Second Edn. Balacwell Scientific Publications, Oxford, 1984.

விழித்திரை

கண்ணிலேயே மிகவும் சிறப்பாக வளர்ச்சியடைந்துள்ள பகுதி விழித்திரையாகும். விழித்திரை நாளங்களின் நுனிகள்தான், அதன் உள்ளடுக்குகளுக்கு இரத்த வினியோகம் செய்கிறது. விழித் திரையில் வெளிப்புற அடுக்கில் காணப்படும் கம்புகளுக்கும் கூம்புகளுக்கும் கோரியோ தந்துகிகள் இரத்தம் வழங்குகின்றன. மேற்கூறிய இரத்த நாளங்களுக்குச் சேதம் ஏற்பட்டால் கண் பார்வை பாதிக்கப்படும்.

கண் உள்நோக்கி மூலம் விழித் திரையைப்

பார்க்க முடிந்த போதிலும், அது வண்ணமற்று ஒளி புகும் தன்மையுடன் காணப்படுவதால் அதன் அடியிலுள்ள இரத்தநாளங்களையே பார்க்க முடிகிறது. எனினும் அதன் நரம்புத் திசுக்களை சிவப்பற்ற ஒளியின் மூலம் பார்க்க முடிகிறது. மறைமுக கண் உள்நோக்கி மூலம், ஒளிபுகாத துகள்கள் இருந்தாலும், விழித்திரையைப் பார்க்க முடியும். பார்வைப் புள்ளிப் பணியை, பார்வைக் கூர்மை மற்றும் நிறப்பார்வை, மின் உடலியங்கியல் சோதனைகள் மூலம் அளவிட முடியும்.

கோராய்டில் நிரம்பியிருக்கும் இரத்த நாளங்களால் கண்ணின் ஃபண்டஸ் சிகப்பாக இருக்கிறது. இதன் வழியாக விழித்திரையின் நான்கு பகுதிகளிலுள்ள நுண்ணிய விழித்திரை நாளங்களைக் காண முடிகிறது. விழித்திரையின் நிறமி கொண்ட அடுக்கும், கோராய்டில் காணப்படும் நிறமியின் அளவும் விழித்திரையின் தோற்றத்தை மாற்றுகிறது. நிறமி எபிதீலியம் அடர்த்தியாக இருந்தால் இளஞ்சிவப்பு அல்லது கபில நிறம் காணப்படும். விழித்திரை நிறமி அடுக்கு மெல்லியதாக இருந்தால் கோராய்டின் பிரதான இரத்த நாளங்கள் தெளிவாகத் தெரியும். பெரிதும் விரிவடைந்த மிகையான கிட்டப் பார்வை கொண்ட கண் கோளத்தில், கோராய்ட் மிகவும் மெலிந்து இருக்கிறது. இதனால் ஃபண்டசும் வெளிறிக் காணப்படுகிறது. அங்குமிங்குமாகச் சும்பிப் போன நிலையும் காணப்படுகிறது. அதன் மூலமாக விழி வெண் படலத்தைக் காணலாம்.

அ. கதிர்சன்

துணைநூல். P.D.Trevor Roper, *The Eye & Its Disorders*, Second Edn., Blackwell & Scientific Publications, Oxford, 1984.

விழித்திரை விலகல்

முதல் தர பார்வைக் குமிழின் இரண்டு சுவர்களின் பிரிவால் விழித் திரை விலகல் ஏற்படுகிறது. கருப்

பருவத்தில் இந்த இரண்டும் ஒட்டியிருந்தன. இவையே முறையே கூருணர்வு கொண்ட விழித் திரையையும் நிறமி எபிதீலியத்தையும் உண்டாக்குகின்றன. விழித் திரையில் ஏற்படும் பிளவால் விலகல் ஏற்படுகிறது. விழித் திரையில் எந்தத் தவறும் இன்றி ஏதோ ஒரு கண் நோயால் விலகல் ஏற்படுகிறது.

20,000 பேரில் ஒருவருக்கு விலகல் ஏற்படுகிறது. அடிபட்ட காயங்கள் மற்றும் கிட்டப்பார்வை (ஆகவே யூதர்களில் அதிகமாகவும் இரண்டு பக்கங்களிலும் வழி வழியாகக் காணப்படுகிறது.) வெளிப்புற விழித்திரை நசிவுகள், இதன் காரணங்களாக உள்ளன. அறுவை மூலம் புரை அகற்றப்பட்ட லென்சில்லாத கண்களில் 4 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு விழித் திரை விலகல் ஏற்படுகிறது (2%).

மருத்துவ அறிகுறிகள். வடிவ கிழிசல்களில் 30% சில மணி நேரங்களிலோ, ஆறு வாரங்களிலோ, விழித்திரை விலகல் ஏற்படுகிறது. கிட்டப் பார்வையுள்ளவர்களிடம் மிகவும் அதிகமாகவும், தூரப் பார்வையுள்ளவர்களிடம் மிகவும் குறைவாகவும் காணப்படுகிறது. விட்ரியஸ் இரத்தப் பெருக்கு இருந்தால் விழித்திரை விலகலாம். கூருணர்வு கொண்ட அடுக்குக்கும், நிறமி எபிதீலியத்திற்கும் இடையே நீர்மம் தேக்கமடைந்தால் விலகல் ஏற்படுகிறது.

மறைமுக கண் உள் நோக்கியின் மூலம் பரிசோதிப்பது எளிதாகும். அடியில் காணப்படும் கோராய்டு இரத்த நாள் அமைப்பு கலங்கலாகத் தெரிகிறது. நுண்ணிய, கருமையான சுருள் சுருளான விழித்திரை நாள்ங்களும் காணப்படுகின்றன. விழித் திரையும், விட்ரியஸ் குழிவினுள் துருத்திக் கிடக்கிறது. கண் அசைவின் போது, அது மிதக்கிறது. சில காலம் சென்று, கபில நிறமடைகிறது. விழித்திரைப் பிளவு ஒளிமயமான சிகப்பாகத் தெரிகிறது. சில போது, விலகலின்போது எந்த அறிகுறியும் இராது. விழித்திரை விலகலில் முக்கியமான அறிகுறி, அதன் தன்மையைப் பொறுத்து, ஒரு திரை கண்ணின் மேல், மேலிருந்து கீழிறங்குவது போல் அல்லது கீழேயிருந்து மேலே ஏறுவது போல் தோன்றும்.

நிர்ணயம். பாவையை நன்கு விரிவடையச் செய்த பின் கண் உள்நோக்கி கொண்டு பரிசோதித்து வியாதியைக் கண்டறியலாம். இதில் சிரமம் இருந்தால் கடஓலி முறையைக் கையாளலாம்.

சிகிச்சை. விலகிய விழித் திரையை ஒட்ட வைப்பதே சிகிச்சையின் குறிக்கோளாகும். லேசர் கொண்டு அல்லது ஒளி உறைவி கொண்டு விலகிய விழித் திரையை ஒட்ட வைக்கலாம். குளிர் உறைவி மூலம் வெற்றிகரமாக, குறிப்பாக பார்வைப் புள்ளி பாதிக்கப்படாமல் இருந்தால், விலகலைச் சரிசெய்யலாம். சிலபோது ஒரு கண்ணில் விலகலைச் சரி செய்த சில மாதங்களில் மற்ற கண்ணில் விழித் திரை விலகல் ஏற்படுகிறது. மழுங்கலான துருவி கொண்டு, மின்னூட்டம் அளித்து, சுட்டுப் பொசுக்கி சரி செய்கின்றனர். சமீப காலமாக லேசர் முறையும் பெரிதும் கையாளப்படுகிறது. குளிர் அறுவையும், பக்ளிங் முறையும் கையாளப்படுகிறது.

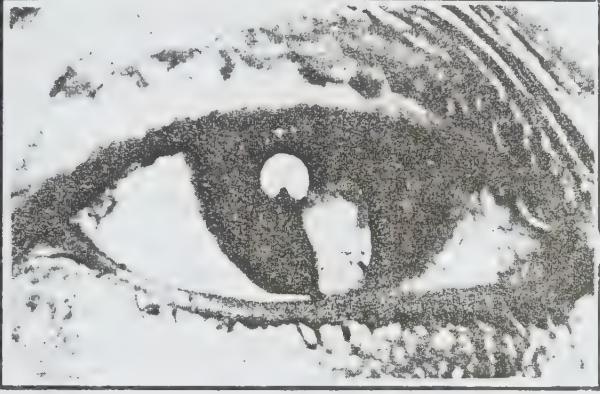
அ. கதிர்சன்

துணைநூல். P.V.Curran. *The Eye & Its Disorders* Second Edn. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1984.

விழித்திரை கோராய்டு பிளவு

கொலபோமா என்றால் கிரேக்க மொழியில் குறைபாடு அல்லது பிளவு என்று பொருள். பிறவி ஊனம் காரணமாகக் கண்ணின் எந்தப் பகுதியிலும் பிளவோ, ஓட்டையோ இருந்தால் அதைக் கொலபாமா என்கிறோம். சில போது இவைக் காயங்களாலும், அறுவை முறைகளாலும் உண்டாகலாம்.

கண் கோளத்தின் பின்புறம் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் குறிப்பாகக் கீழ், உள் பகுதியில் கோராய்டு, விழித்திரையும் சரியாக வளர்ச்சியடையாமல் பிறவி ஊனமாக இருந்தால் அதை விழித்திரை கோராய்டு பிளவு என்கிறோம். சிசுவளர்ச்சியின்போது ஏற்படும் பிளவு சரியாக இணையாததால் இந்தக் கொலபாமா



விழித்திரை கருவிழிப்படல (கோராய்டு) பிளவு

ஏற்படுகிறது. இதைக் கண் உள் நோக்கி மூலம் பார்க்கும் போது, விழி வெண் படலத்தின் வெள்ளைப் பகுதி தெரிகிறது. இதற்கு சிகிச்சை எதுவும் இல்லை.

அ. கதிர்சென்

துணைநூல். Alexander G Cross, *Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth Edn., CBS Publishers, New Delhi, 1985.

விழித்திரை மின்னலை வரைபடம்

போதிய ஒளித் தூண்டலின் விளைவாக, விழித்திரையில் உண்டாகும் மின்னழுத்த நிலையைக் காட்டும் வரைபடமே, விழித்திரை மின்னலை வரைபடமாகும்.

ஹோலுங்ரென் என்பவர், 1865இல் இதுபற்றி விவரித்தார். டேவரால் என்பவர் 1877இல், மனிதனில் செயல்படுத்திக் காட்டினார்.

இதற்குத் தேவையானவை:

1. ஒளி கொண்டு விழித்திரையைத் தூண்டக் கூடிய ஒரு தகுதியான கருவி
2. விழித்திரையில் தோன்றும் மின்னழுத்த

நிலைகளால் உருவாக்கப்படும் மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் மின் முனைகள். முனைப்பான பளிங்குப் படல மின்வாயில்; முனைப்பற்ற நெற்றி அல்லது மூக்கில் உள்ள மின் முனை; காதில் செருகப்படும் அடித்தள மின்வாயில்கள்.

3. சிறிய மின்னோட்டத்தை பெரிதுபடுத்திக் காட்டுவதற்காகப் பயன்படுகிறது.

4. பெரிதுப்படுத்திக் காட்டப்பட்ட பிரதிவினையை பதிவு செய்யும் கருவி.

இயல்பான விழித்திரை மின்னலை வரைபடம்.

சிறந்த, சரியான முறையில் உருவாக்கப்பட்ட வரைபடத்தில் கீழ்க்கண்டவை காணப்படும்.

1. துவக்ககால ஏற்பி மின்னழுத்த நிலை - ஒளித்தூண்டலுக்குப் பின்னான மிகுத் துரிதப் பிரதிவினை. துவக்கத்தில் நேர்மறை அலையும், பின்னர் எதிர்மறை உச்சியும் காணப்படும். விழித்திரையின் ஒளி ஏற்பி வெளிப்பகுதியில் உருவாகிறது. ஒளி நிறமி சிதறலைக் காண்பிக்கிறது. a (ஏ), b (பி)

2. 'ஏ', அலை. ஒரு எதிர்மறை திருப்பம்; விழித்திரையின் ஒளி ஏற்பிகளில் இருந்து உருவாகிறது.

3. 'பி' அலை. ஒரு நேர்மறை திருப்பம், இது, இரு முனை செல்லடுக்கையும், விழித்திரை இரத்த ஓட்டத்தையும் பொறுத்துள்ளது. இதில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன.

- குறைந்த செறிவுள்ள ஒளி, நீண்டநேரம் நீடிக்கும் நேர்மறைத் திருப்பத்தை உண்டாக்குகிறது. இதை (d-c) மின்னழுத்த நிலை என்கிறோம்.

- பிரகாசமான ஒளி, துரிதமான நீண்ட நேரம் நீடிக்கும் நேர்மறை திருப்பத்தை உருவாக்குகிறது.

4. 'சி' அலை. - நேர்மறையான திருப்பம் - நிறமி எபிதீலியத்தில் துவங்குகிறது.

5. 'டி' அலை. நேர்மறையாக அல்லது எதிர்மறையாக இருக்கலாம். ஒளிக் கற்றையை

விலக்கியவுடன் உண்டாகிறது. இதை 'பிரதிவினைக்கு அப்பாற்பட்டது' எனக் கூறலாம். விழித்திரை மின்னலை வரைபடத்தைக் கொண்டு, விழித்திரையின் நோய் நிலைகளை நிர்ணயம் செய்யலாம். விழித்திரை நசிவு நோய்கள், விழித்திரை சுழற்சி நிறமி மாற்றங்கள், இளங்குழந்தைகளின் கண்பார்வைக் கோளாறு, நச்சு மருந்து விளைவுகள் ஆகியவற்றில் விழித்திரை மின் அலைவரைபடம் உதவுகிறது.

மு.ப.கிருஷ்ணன்

விழி நடுத்தமனி தடுக்கை

விழித்திரை பாதிக்கப்படும்போது, பார்வை பாதிக்கப்படுகிறது. குறிப்பாக இதன் இரத்த நாளங்கள் அடைபடும்போது விளைவுகள் விபரீதமாக இருக்கும். (தடுக்கை, சுருக்கம், இரத்த உறைக்கட்டி).

விழித்திரையின் மத்திய தமனி பாதிக்கப் பட்டால் பார்வை முழுமையாக இழக்கப்படுகிறது. கண் உள்நோக்கியின் மூலம் பார்க்கும்போது தமனிகள் மிகவும் குறுகலடைந்து காணப்படுகிறது. கண்கோள் உட்பகுதி வெளிறிக் காணப்படுகிறது. பார்வைப் புள்ளியின் (macula) பகுதி மிகவும் வெளிறிக் காணப்படுகிறது. இதன் மத்தியில் ஒரு சிவப்பு நிறப்புள்ளி தெரிகிறது. (செர்ரி நிறம்) இரத்தத் தடுக்கை, மத்திய விழித்திரை தமனியின் முக்கிய பகுதி இல்லாமல், கிளைகள் மட்டும் அடைபட்டால், சோகையான அறிகுறிகளும், இரத்த நாள அடைப்புகளும் தெரிகின்றன. பார்வை ஓரளவு பாதிக்கப்படுகிறது. பார்வைத் தளம் ஓரளவு மங்கலடைகிறது. இதய நோய் பாதிப்பின்போது, பாதிக்கப்பட்ட இதய வால்விலிருந்து தடுக்கை வெளிப்பட்டு, விழித்திரை நாளத்தை அடைக்கிறது. தமனி கடின நிலையுடன் இணைந்த தமனி அழற்சியிலிருந்து, தமனி அடைப்புகிறது.

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் செயல் சார்ந்த வெளிப்பாடாக இளம் வயதினரில் விழித்திரை இரத்த நாளச் சுருக்கம் உண்டாகிறது. இதன் வெளிப்பாடுகள்

தடுக்கை போன்றே இருக்கும். ஆனால் இங்கு இதய நோய் காணப்படாது. பார்வை இழப்பு தற்காலிகமாவே இருக்கும்.

மத்திய விழித்திரையின் சிரை அடைபடும் போது, திடீரென்று பார்வை குறைகிறது. இது வயது முதிர்ந்த மக்களிடம், அதுவும் இரத்தமிகு அழுத்தம் அல்லது தமனி கடினமடைந்த நிலை இருந்தால் இந்நிலை ஏற்படுகிறது. கண் கோள ஃபண்டசின் சிரைகள் புடைத்து இருக்கின்றன. இரத்தப் பெருக்குப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன.

சிகிச்சை. நோயின் காரணத்தைப் பொறுத்து சிகிச்சை அமைகிறது. சிரைகளின் பாதிப்புக்கு பைலோ கார்பன் பலனளித்தாலும், கண் உள் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. தடுக்கை அடைப்பின் போது, கண்கோளப் பின் புறமாக 0.1% அட்ரோபின் கரையத்தை 0.5-1 மி.லி. அலகில் ஊசி மருந்தாகச் செலுத்தலாம். நிகோடினிக் அமிலத்தை மாத்திரையாகவோ, சிரை விழியாகவோ கொடுக்கலாம். உறை எதிர் மருந்துகளையும் கொடுக்கலாம். இதன் இரத்த நாளம் விரிவடைகிறது. சிகிச்சை துரிதமாகத் துவங்கப்பட வேண்டும். இல்லையெனில் பலன் இராது.

இரத்த மிகு அழுத்தத்தின்போது, நோயாளியின் பொது உடல் நிலையைப் பொறுத்து விழித்திரை நாளங்களில் மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன. துவக்க நிலையில் விழித்திரை குறுகியோ, விரிந்தோ இருக்கலாம். நுண் சிரைகள் நெளிந்து காணப்படுகின்றன. நோய் முற்றிய நிலையில் இரத்த நாளங்கள் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. சிலபோது வெற்றிடம் போன்று காணப்படுகிறது. கடினத் தன்மையினால், சிரைகள், தமனிகளைத் தாண்டும் இடத்தில் குழிவுகள் ஏற்படுகின்றன. குருதிப் பெருக்கு, பார்வைப் புள்ளியின் நசிவு, பல வடிவ வெண்ணிறப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. இது போன்றே சிறுநீரக அழற்சியிலும் மிகையான இரத்த அழுத்தத்துடன் மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. கண் உள் நோக்கி கொண்டு பார்த்தால் இரத்த மிகை அழுத்தத்தின் மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. விழித் திரை சிரைகளைச் சுற்றி அழற்சி, விட்டியஸ் குருதிப் பெருக்கு, விழித்திரைக் கிழிபடுதல் ஆகியவையும்

ஏற்படலாம். நீரிழிவு வியாதி, ல்யூகிமியா, கொடுமையான சோகை ஆகியவற்றிலும் விழித்திரை இரத்த நாளங்களில் மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன.

விழிநலம் பேணல் (கண் சுகாதாரம்)

கண் மனிதனுடைய விலை மதிப்பற்ற செல்வமாகும். ஒரு மனிதன் காலை இழந்தால் செயற்கைக் கால்களைப் பொருத்திக் கொண்டு நடக்க முடியும். ஆனால் விழியை இழந்தால் மீண்டும் பார்வை வரக்கூடிய சாத்தியக்கூறு இல்லை. எனவே, நாம் நோய்களிலிருந்தும் விபத்துகளிலிருந்தும் நம்முடைய கண்களைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

கண் பார்வை இழப்பு பின்காணும் காரணங்களால் ஏற்படுகிறது. கண் விழிப்புறை, வைரஸ் தொற்று நோய், பிற நோய்த் தொற்றுகள், ஊட்டச்சத்துக் குறைவு, விபத்து, கண் உள் மிகு அழுத்த நோய்.

மேற்கூறியவற்றுள் ஊட்டச்சத்துக் குறைவு, டிராகோமா, விபத்துக்கள் மற்றும் சில நோய்த் தொற்றுகளால் ஏற்படும் பார்வை இழப்பைத் தக்க சுகாதார நடவடிக்கை மூலம் தடுக்க இயலும்.

ஊட்டச்சத்து குறைவு. வைட்டமின் 'ஏ' ஊட்டச்சத்து குறைவானது அநேக நாடுகளில் பார்வை இழப்பு ஏற்பட ஒரு முக்கிய காரணமாக உள்ளது. குறிப்பாக குழந்தைகளிடத்தில் இந்த ஊட்டச்சத்து குறைவினால் ஏற்படும் பார்வை இழப்பு அதிகமாக ஏற்படுகிறது. எனவேதான் இந்தியாவில் குழந்தைகளுக்கு ஐந்து வயது வரை ஆறு மாதங்களுக்கு ஒரு முறை வைட்டமின் 'ஏ' சொட்டு மருந்து செலுத்தும் திட்டம் நடைமுறையில் இருந்து வருகிறது. இதன் மூலம் குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும் பார்வையிழப்பு பெரும்பங்குத் தடுக்கப்படுகிறது. கண் சுகாதாரத்தை பேணுவதன் மூலம் கண் நோய்களிலிருந்தும் விபத்துகளிலிருந்தும் பார்வை இழப்பைத் தடுக்கலாம்.

முறைகளாவன.

1. முகத்தை சோப்பு மற்றும் சுத்தமான தண்ணீரைக் கொண்டு கழுவினால் கண்ணை சுத்தமாக வைத்திருக்க முடியும். உறங்கப் போவதற்கு முன் இவ்விதம் செய்வது நாள் முழுவதும் கண்ணில் படியும் அழுக்கு, தூசுகளை நீக்க உதவும்.

2. ஒரு போதும் பிறர் பயன்படுத்திய துண்டு, கைக்குட்டை ஆகியவற்றை பயன்படுத்தி கண்ணைத் துடைக்கக்கூடாது.

3. அசுத்தமான அல்லது கடினமான பொருள்களைக் கொண்டு கண்ணை ஒரு போதும் தொடக்கூடாது.

4. கண்ணுக்கு தன் மருத்துவம் செய்வதை தவிர்க்க வேண்டும்.

5. கண்ணில் ஏதேனும் தொந்தரவு தோன்றினால் தகுதி வாய்ந்த கண் மருத்துவரை நாட வேண்டும்.

6. மிக ஒளியிலோ, தூசு மிகுந்த இடத்திலோ அதிக நேரம் இல்லாமல் பார்த்துக் கொண்டால் கண் பார்வைக் கெடுவதைத் தவிர்க்கலாம்.

7. பட்டாசு வெடிக்கும்பொழுது குழந்தைகள் விலகி இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும். குழந்தைகள் மத்தியில் பெரும்பாலான கண் விபத்துக்கள் ஏற்பட இந்த பட்டாசுதான் காரணமாகிறது.

8. அம்பு விடுவது, கிட்டிப்புஷ் போன்ற விளையாட்டுகளை சிறுவர் ஆடாமல் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். கண்ணில் விபத்துக்கள் தோன்ற இவையும் முக்கிய காரணமாகும்.

9. கண்ணில் ஏதேனும் தூசு விழுந்தால் அழுத்தி தேய்க்கக் கூடாது. பெரும்பாலும் கண்ணில் சுரக்கும் கண்ணீரானது இந்தத் தூசுகளை வெளியே கொண்டு வந்து விடும். அவ்வாறு வராவிடில் மருத்துவரை நாட வேண்டும்.

10. இடது புறமாகவும், பின்பக்கத்திலிருந்தும் வரும் வெளிச்சத்தில் தான் படிக்க வேண்டும்.

11. சூரிய வெளிச்சத்தை நேராகப் பார்ப்பதை தவிர்க்க வேண்டும்.

12. தொலைக்காட்சி, சினிமா போன்றவற்றை உற்று நோக்கும்பொழுது குறைந்தபட்சம் 3 மீட்டர் தூரத்தில் இருந்து பார்ப்பது நல்லது.

13. கண் சிவந்திருத்தல், கண்ணில் நீர் வடிதல், தலைவலி ஆகியவை தொடர்ந்து இருந்தால் கண் மருத்துவரை நாட வேண்டும்.

14. கண்ணாடி அணிபவராக இருப்பாராயின் கண்ணாடியை சுத்தமாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். மேலும் அக்கண்ணாடியில் கீறல்கள் இல்லாமலும் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

கண் நலம் பற்றி கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய வேறு சில கூறுகள். மேலே கூறியவாறு வைட்டமின் 'ஏ' ஊட்டச்சத்து பார்வை இழப்பை ஏற்படுத்துகிறது என்றாலும் இதற்கு வைட்டமின் 'ஏ' யைத்தான் உட்கொள்ள வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை. பச்சைக் காய்கறிகள் மற்றும் கேரட், மாம்பழம், பூசணி, பப்பாளி ஆகிய பழங்கள், வைட்டமின் 'ஏ' சத்தை அதிக அளவில் கொண்டுள்ள விலை குறைவான பொருள்களாகும். எனவே இவற்றை உட்கொள்வதன் மூலம் வைட்டமின் 'ஏ' சத்து குறைவினால் ஏற்படும் பார்வை இழப்பைத் தடுக்க முடியும்.

நீரிழிவு நோய், மிகை இரத்த அழுத்த நோய் போன்ற நோய் நிலைகளாலும் கண்பார்வையை இழக்க நேரிடும். இந்நோய்களுக்கு தக்க மருத்துவம் அளிப்பதன் மூலம் இந்நோய்களால் ஏற்படும் பார்வை இழப்பைத் தடுக்க முடியும்.

துணைநூல். Text Book of Preventive and Social Medicine, J.E.Park & K. Park Tenth Edn., Banarsidas Bhavat, Jabalpur, 1985

விழிப்படல அழற்சி

கருவிழிப் படல அழற்சியில் (*iritis*) வலிதான் முதல் அறிகுறியாக இருக்கும். அந்த வலி இடைவிடாது தொடர்ந்து இருக்கலாம். நெற்றிக்கும், பொட்டெலும் புக்கும், மேந்தாடைக்கும் வலி பரவலாம். ஒளியால் வலி அதிகரிக்கும். முன் கண்ணறையில் அழற்சி வெளிப்பாடுகள் தோன்றுவதால் கண் பார்வையும் பாதிக்கப்படும். ஒளிக் கூச்சமும் உண்டாகும். கண்ணிலிருந்து கண்ணீர் சொறிந்து கொண்டேயிருக்கும்.

ஒளிபுகும் தன்மை கொண்ட முன் அறையில் ஒரு மங்கலான படலம் தோன்றுவதுதான் முக்கியமான அறிகுறியாகும். முன் கண் திரவத்தில் இப்புரதம் நிறையக் காணப்படுவதால் இந்த நிலை உண்டாகிறது. அழற்சி செல்களும் காணப்படுகின்றன. இந்தக் கீற்று ஒளி விளக்காலும், பளிங்குப்படல உருப்பெருக்கியாலும் காணலாம். வீக்கத்தாலும், டெஸ்மண்டப் படல மடிப்பாலும் படிக்களாலும் பளிங்குப் படலப் பின்புறத்தில் கீற்றுகள் காணப்படுகின்றன. பளிங்குப் படல எண்டோதீலியமும், எபிதீலியமும் வீங்கிக் காணப்படுகின்றன. கருவிழிப்படலம் பச்சையான கலங்கலுடன் காணப்படுகிறது. வீக்கத்துடனும், பளபளப்பின்றியும் காணப்படுகிறது. அழற்சியாலும், முன் கண் நீர்மக் கலங்கலாலும் இந்த நிலை உண்டாகிறது. விரிவடைந்த இரத்த நாளங்களும் காணப்படுகின்றன. பாவை, சுருங்கிக் காணப்படுகிறது. வடிவமும் ஒரே சீராக இருப்பதில்லை.

சீழ்த் தோன்றலால் சில போது இரத்தத் தேக்கம் காணப்படுகிறது. ஒட்டும் பொருள்கள் தோன்றி வில்லையும் பாதிக்கப்படுகிறது. கண் கோளத்தின் உள் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. சிலியரி அங்கமும் பாதிக்கப்பட்டால், விழிக் கோளத்தில் தொடு வலி காணப்படுகிறது.

இந்நோயின் சிக்கல்களாக இரண்டாந்தர உட்கண் மிகை அழுத்தம், பளிங்குப்படல பாதிப்புகள், சிக்கலான கண் புரை, சிலியரி அங்க பாதிப்பு, விழித் திரை விலகல் ஆகியவை தோன்றலாம்.

வகைகள். ரெய்டரின் அழற்சி, ஸ்டீல்லின் நோய், சார்காய்டு பாதிப்பு, வெட்டை நோய், மேக நோய், தொழு நோய், அக்கி, காச நோய், போன்றவையாகும்.

மருத்துவம். காரணத்தைக் கண்டுபிடிப்பதில் அமைகிறது. எதிர் உயிர் மருந்துகளும், எதிர் அழற்சி மருந்துகளும் பலனளிக்கும்.

மு.கி. ராஜாசுப்பிரமணியம்

துணைநூல். Alexander G Cross, *May & Worth manual of diseases of the Eye*, Thirteenth Edn, Bailliere, Tindall & Cassell London, 1968.

விழிப்படல கருங்கட்டி

இந்த கருங்கட்டி, கண்ணின் எந்தப் பகுதியைப் பாதித்தாலும் பெருமளவில் கருவிழிப் படலத்தையும் குவியப் பாதையையும் பாதிக்கிறது.

இந்தக் கட்டியில் எபிதீலியாய்டு செல்களோ உருளை வடிவ செல்களோ நிறமிகளுடனோ நிறமிகள் இன்றியோ காணப்படும். கோராய்டின் ஷ்வானின் செல்களிலிருந்து இவை உருவாகின்றன. கட்டியினுள்ளேயே இரத்த ஓட்டம் நடைபெறுகிறது. சில போது இரத்த நாளங்கள் இல்லாமல், எண்டோதீலியம் மட்டும் காணப்படும். செல்களைச் சுற்றி ரெடிகுலம் காணப்படுகிறது. செல்கள் அதிகமாக இருந்தால் வேற்றிடப் பதியங்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தீங்கான கருங்கட்டி கோராய்டில் துவங்கித் துரிதமாகப் பரவுகிறது. இங்கிருந்து விழித் திரைக்குப் பரவி, காளான் குடை போன்று காணப்படுகிறது.

இக்கட்டிகளின் வளர்ச்சியில் நான்கு கட்டங்கள் உள்ளன.

1. அறிகுறியில்லா வளர்ச்சிக் கட்டம். கட்டி மெதுவாகவே வளர்கிறது. பார்வையைப் பாதிக்கும் வரை எந்த அறிகுறியும் இராது.

2. உட்கண் மிகை அழுத்தக் கட்டம்: அழுத்தம் ஏன் அதிகரிக்கிறது என்பது விளங்கவில்லை. ஒருவேளை இரண்டாந்தர கட்ட கண் மிகை அழுத்தமாக இருக்கலாம்.

3. விழிக் கோளத்திற்கு வெளியே பரவும் கட்டம்: இக்கட்டி விழி வெண் படலத்தை ஊடுருவி, விழிக் கோளத்தில் பரவுகிறது.

4. பெருமளவில் பரவும் கட்டம்: புற்றுச் செல்கள் இரத்தத்தில் கலந்து வேற்றிடப் புற்றுப் பதியங்களை உண்டாக்குகின்றன. மேற்கூறிய கட்டங்கள் வரிசையாகத் தோன்ற வேண்டும் என்றில்லை.

இக்கட்டியின் காரணம் தெரியவில்லை. பொதுவாக 40வயது முதல் 60 வயது நபர்களைத்தான் பாதிக்கிறது. இது ஒரு கண்ணைத்தான் பாதிக்கிறது.

மருத்துவம். உடனடியாக கண் முழுவதையும் அகற்றுவதே நல்லது. தொடக்கத்திலேயே கண்டுபிடித்தால் கதிர் வீச்சு சிகிச்சை அளிக்கலாம். கண்ணையும் பாதித்து கண் குழிவு எலும்பும் பாதிக்கப்பட்டால் எலும்பையும் அகற்ற நேரிடும். ரேடியமோ, ஆழ்ந்த எக்ஸ்கதிர் சிகிச்சையோ பலனளிப்பதில்லை.

30% நோயாளிகளுக்கு 3 ஆண்டுகளில் மரணம் உண்டாகிறது, 50% நோயாளிகளுக்கு 5 ஆண்டுகளில் மரணம் ஏற்படுகிறது. அறுவை சிகிச்சை செய்யப்பட்ட இரண்டாவது ஆண்டில் மரணம் அதிகமாகவே நிகழ்கின்றன. வேற்றிடப் புற்றுப் பதியங்கள் நுரையீரல்கள், முலை, இரைப்பை ஆகியவற்றில் தோன்றலாம்.

மு.கி. ராஜாசுப்பிரமணியம்

துணைநூல். Charles A.G. Cook, *Manual of Diseases of the Eye*, 13th Edn. Bailliere London, 1968.

விழிப்படலம்

விழி வெண்படலத்திற்கும், விழித் திரைக்கும்

இடையேயுள்ள இருண்ட கபில நிற படலத்தையே கோராய்டு என்கிறோம். இது பார்வை நரம்பு வரை செல்லுகிறது. பல நிறமி செல்கள் கொண்ட மெல்லிய இணைப்புத் திசுவால் இணைக்கப்பட்டு, பல இரத்த நாளங்களுடன் காணப்படுகிறது. இரத்த நாளங்கள், தங்கள் விட்டத்திற்கு ஏற்ப பல அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன. நாள அமைப்பின் இரு புறத்திலும் இரத்த நாளமில்லாப் படலம் ஒன்று காணப்படுகிறது. இதைப் பொறுத்து கோராய்டை 5 அடுக்குகளாகப் பிரிக்கின்றனர்.

- விழி வெண் படலத்துடன், தளர்ந்த இணைப்புத் திசுவால் இணைக்கப்பட்ட அடுக்கு

- பெரிய நாளங்கள் கொண்ட அடுக்கு; சிறிய சிலியரி நாளங்களுடன் இணைந்து காணப்படுகிறது. விழிக் கோளத்தின் பின்னால் அமைந்துள்ள இவை கண் சிரைகளுக்குள் செல்கின்றன. இந்த அடுக்கிலும் தளர்ந்த இணைப்புத் திசு காணப்படுகிறது.

- நடுத்தர வடிவம் கொண்ட இரத்த நாளங்களின் அடுக்கு

- கோரியோ தந்துகிகள் எனப்படும் மற்றுமொரு தந்துகிகளின் அடுக்கு; லேமினா விட்ரியா அல்லது புரூச்சின் படலம் எனப்படும் அமைப்பற்ற ஒளிபுகும் தன்மையுடைய படலம். இது விழித் திரையின் நிறமி அடுக்கை அடுத்து அமைந்துள்ளது. இதை நெகிழ்வுத் தன்மையுடையதென்றும், கடினமானதென்றும் பிரித்தறியலாம்.

கோராய்டின் பணி, ரெடினா மற்றும் விட்ரியசுக்கு ஊட்டமளிப்பதேயாகும். கண் கோளத்தின் உட்புறத்தில் ஒரு கடுமையான படலமாக அமைந்திருக்கும் கோராய்டு, பார்வைத் திறனை அதிகரிக்கிறது. கருவிழிப்படலம், குவியப்பாதை, நோய் வாய்ப்படும்போது, கோராய்டு பாதிக்கப்படுகிறது.

அ. கதிரேசன்

துணைநூல். T.Keith Lyle., May & Worth's Manual of Diseases of the Eye Thirteenth Edn. Bailliere, London, 1968.

விழிப்பளிங்குப்படல உருகல்

பளிங்குப் படலம். உலர்ந்து சிதைவடைகிறது. வைட்டமின் 'ஏ' பற்றாக் குறையால் இந்நோய் உண்டாகிறது. போஷாக்கில்லாத குழந்தைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. மற்றும் பல நோய்களால் வைட்டமின் 'ஏ' உட்கவரப்படுவதில்லை. முதலில் இமை இணைச் சவ்வில் நுரை கொண்ட வெள்ளி போன்ற வண்ணம் கொண்ட படிவுகள் காணப்படுகின்றன (பைடாட் புள்ளிகள்). அப்போது பளிங்குப் படலம் உலர்ந்து, உணர்ச்சியற்றதாகிறது; இறுதியாக உருகி விடுகிறது. குழந்தை பிழைத்திருந்தால் அடர்த்தியான பளிங்குப் படலத் தழும்புகள் காணப்படுகின்றன. வைட்டமின் 'ஏ' பற்றாக் குறைவால் இரவில் பார்வைத் தெரியாது. வைட்டமின் 'ஏ' 250,00 அலகுகள் தசை ஊசியாகக் கொடுக்கப்பட வேண்டும். முழுமையாக பலன் கிடைக்கும். ஆனாலும் தொடர்ந்து வைட்டமின் 'ஏ' கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

அ. கதிரேசன்

துணைநூல். P.V.Curran, *The Eye & Its Diseases*, Second Edn., Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1984.

விழிப் பளிங்குப்படல ஒளிப்புகாத் திட்டு - மருத்துவம்

அழற்சி மற்றும் புண்கள், காயம் போன்றவற்றால் நிகழும் பளிங்குப் படலத்தின் ஒளிப்புகாத் தன்மையே ஒளிப் புகாத் திட்டு எனப்படுகிறது. பளிங்குப் படலத்தின் இந்த இருள் நிலையைப் பொறுத்து அதன் அடர்த்தி பிரிக்கப்படுகிறது. பளிங்குப்படல தழும்பு, மேகம் போன்று மங்கலாக இருந்தால் அதை நெபுலா என்கின்றனர். நெபுலா என்றால் லத்தீன் மொழியில் மூடுபனி என்று பொருள். குறுக்குவாட்டு ஒளிக்கற்றை மூலம் பளிங்குப் படலத்தைப் பார்த்தால்தான் நெபுலா தெரிய வரும். இதைவிட அதிகமாகவும், நன்கு

வரையறுக்கப்பட்டும், பகல் ஒளியில் சாம்பல் நிறப் புள்ளியாகக் காணப்பட்டால் அதை மேகுலா என்கிறோம். இதைவிட அடர்த்தியான ஒளிப் புகாப் பகுதி வெண்மையாக பளிங்குப் படலத்தில் காணப்பட்டால் அது லுயூகோமா எனப்படுகிறது. கிரேக்க மொழியில் லுயூகோ என்றால் வெள்ளை என்று பொருள். இத்துடன் கருவிழிப்படலமான ஐரிசும் ஒட்டியிருந்தால் அது ஒட்டிய லுயூகோமா எனப்படுகிறது. தழும்புகளின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து பாவைப் பகுதியும் பாதிக்கப்பட்டால், பார்வை இழக்கப்படுகிறது. ஒளி பரவலால், சிறிய ஒளிப் புகாத் தழும்பு கூட பார்வையைப் பாதிக்கிறது. மிகவும் அடர்த்தியான தழும்புகள், பெருந்த விகாரத்தை உண்டாக்குகின்றன.

லுயூகோமா முழுமையாகப் பாவைப் பகுதியை அடைத்தால் ஐரிசை அகற்றிவிடுவது நல்லது. கொலபோமா எனப்படும் ஓட்டை, பளிங்குப் பகுதியின் தெளிவான இடத்தில் இடப்படுகிறது. இத்தகைய ஓட்டையை, செயற்கைப் பாவை என்கிறோம். குழந்தைகளில் இந்த அறுவை பொறுத்திருந்து செய்யப்பட வேண்டும். லுயூகோமாவின் விகாரத்தை அகற்ற, பளிங்குப் படலத்தில் வண்ணம் பூசப்படுகிறது. நோயாளி உணர்வகற்றப்பட்டு, அவனது மேலாந்த எபிதீலியம் சுரண்டப்படுகிறது. நடுநிலையான 4% தங்க குளோரைடு கரையம் அல்லது 2% பிளாட்டினம் குளோரைடு கரையம் பஞ்சு மேல் பூசப்பட்டு, ஒரு கண்ணாடிக் குழலில் செருகப்படுகிறது. இந்தக் கரையம் 4 நிமிடங்கள் வரை இருக்கிறது. அதன் பின்னர் அது கழுவப்பட்டு உலர்த்தப்படுகிறது. பின்னர் 2% ஹைட்ரசின் ஹைட்ரேட் பூசப்பட்டால், அடர்ந்த கருப்பு வண்ணம் உண்டாகிறது. மாநிற நிறம் வேண்டுமானால், 1% டானிக் அமில கரையம் இடப்படுகிறது. இந்த முறை சிகிச்சையில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன.

பளிங்குப்படல மாற்றம். பளிங்குப் படலத்தின் ஒளிப்புகாத் தன்மையை மாற்ற பளிங்குமாற்ற சிகிச்சை அளிக்கப்படுகிறது. இறந்த ஒருவரின் பளிங்குப் படலத்தை 5 மி.மீ. அளவில் பாதிக்கப்பட்ட பளிங்குப் படலம் மீது பொருத்தப்படுகிறது. நுண்ணிய சில தையல்கள் போடப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் நல்ல

முடிவே கிடைக்கிறது. சில போது, சில வாரங்கள் அல்லது மாதங்கள் கழித்து, ஒளி புகு தன்மைக் கெட்டுப் போகிறது.

சரியான பளிங்குப் படலத்தைத் தெரிவு செய்து தேர்ந்தெடுத்து, மாற்று சிகிச்சைக்கான சரியான நோயாளியையும் தெரிந்து எடுத்து, சரியான முறையில் அறுவை முறை கையாளப்பட்டால், பளிங்குப்படல மாற்றம் வெற்றியடைகிறது. ஒட்டு மறுதலிக்கப்படுவதைத் தவிர்க்க அதன் எபிதீலியத்தை முதலில் அகற்றிவிட வேண்டும். திசு வகைப்படுத்தல் தேவையில்லை.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். P.V.Curran, *The Eye and Its Disorders*, Second Edn., Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1985.

விழிப் பளிங்குப்படல கூம்பு

இது ஓர் அழற்சியற்ற நோயாகும். இங்குப் பளிங்குப்படலம் ஒரு கூம்பு போன்று துருத்திக் கொண்டு இருக்கிறது. பளிங்குப் படலத்தின் நடுப்பகுதி படிப்படியாக சும்பிப் போய் மெலிந்து விடுகிறது. இதனால் கண் உள் அழுத்தத்தைத் தாக்க முடியாமல் பளிங்குப்படலம் துருத்துகிறது. இது ஓர் அசாதாரண நிலை. அதிகமாகப் பெண்களில் காணப்படுகிறது. சில போது கண் உள் நோக்கி மூலமே பார்க்க முடியும். பிளாசிடோவின் தட்டு கொண்டும் நோய் நிர்ணயம் செய்யலாம். பல ஆண்டுகளாக வளர்ந்து வரும் இது, நாளடைவில் நிரந்தரமாகிவிடுகிறது. நாளடைவில் பருமனின் படலம் கிழிந்துபடுவதால், பளிங்குப்படல உச்சியில் வடுக்கள் உண்டாகின்றன. கூம்பின் அடித்தளத்தில் காணப்படும் ஹீமோசிடரின் பிளஷர்சின் வளையம் (Fleisher's Ring) எனப்படுகிறது. கிட்டப்பார்வையும், ஒரு தளப் பார்வையும் உண்டாகிறது. பார்வையின் 10-20 டையாப்டராகிறது.

மருத்துவத்தில் பார்வைக் குறைவை சீர்

208 விழிப்பளிங்குப்படல நலிவு

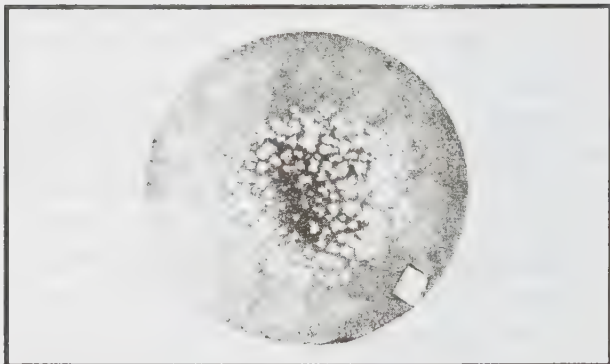
செய்ய வேண்டும். ஒளிச் சிதறலைச் சரி செய்ய கண்ணாடிகள் அணிய வேண்டும். அது பலன் அளிக்காவிடில் ஒட்டு வில்லைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதன் மூலம் ஒரு செயற்கை பளிங்குப் படலம் உருவாக்கப்படுகிறது. மிகவும் பருமனான பளிங்குப்படல மாற்று (ஒட்டு) சிகிச்சையும் பலனளிக்கும்.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Charles C Cook, *May & Worth's Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth Edn., CBS Publishers, Delhi, 1985.

விழிப் பளிங்குப்படல நலிவு

விழிப் பளிங்குப் படல நலிவு (வளப்பக் கேடு) பல வகைப்படும். எண்டோதீலிய நலிவு: (ப்யூக்சின் நலிவு). இரண்டு கண்களையும் பாதிக்கும் இந்த நலிவுக்கான மாற்றங்கள் எண்டோதீலியத்தில் தொடங்குகின்றன. இதைக் கீற்று ஒளி விளக்கு மூலம் காணலாம். வெண்கல வண்ணத்தில், கறுப்புநிற சிறு வெற்றிடங்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய மாற்றங்களால் முன் கண் ரசம், பளிங்குப் படலத்தினுள் நுழைகிறது. உட்பிளம்பிலும், எபிதீலியத்திலும் வீக்கம் உண்டாகிறது. வீங்கிய குமிழ்கள் ஒன்று சேர்ந்து சிறிய



விழிப் பளிங்குப்படல நலிவு

கொப்புளம் போன்ற அமைப்பை உண்டாக்குகிறது. அது நாளடைவில் உடைபடுகிறது. இறுதியில் பளிங்குப்படலம் முழுவதும் ஒளிபுகாத் தன்மையை, கலங்கிய நிலையை அடைகின்றது. இந்த நிலையை எந்தச் சிகிச்சையும் தடை செய்ய முடிவதில்லை. அறுவை முறையால் எந்தப் பலனும் இல்லை. பளிங்குப்படல ஒட்டு சிகிச்சை பலனளிக்கலாம்.

பளிங்குப்படலம் முழுவதையும் பாதிக்கும் வளப்பக் கேடுகள். எல்லாமே பரம்பரை பரம்பரையாகத் தோன்றுகிறது. துகள் வகையும், கிராதி வகையும் ஒங்கியதாகவும், மேகுலா வகை மங்கியதாகவும் இருக்கிறது. இது இரண்டு கண்களையும் பாதிக்கிறது. இளம் வயதிலேயே இந்நோய் தோன்றுகிறது. இரத்தவோட்டமே இருப்பதில்லை. மேலார்ந்த உட்பிளம்பின் மத்திய பகுதி, வெளிப் பகுதியைவிட முதலில் தாக்கப்படுகிறது. பளிங்குப்படல ஒட்டு பலனளிக்கிறது.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Alexander G. Cros., *May & Worth's Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth CBS Publishers, Delhi, 1984.

விழிப் பளிங்குப் படல நோய்கள்

பளிங்குப்படல அழற்சி இரு வகைப்படும். (1) மேலார்ந்த அழற்சி பளிங்குப் படலத்தில் எபிதீலியமும், மேலார்ந்த வரிசை அடுக்கும் பாதிக்கப்பட்டு புண்களும் தோன்றுகின்றன. (2) ஆழமான அழற்சி, பளிங்குப்படல, ஆழ்ந்த அடுக்குகள் அழற்சியடைகின்றன.

ஒளிக்கூச்சம், விழி இமைச் சுருக்கம், வலி, கண்ணீர் சொறிவு, பார்வைக் குறைவு ஆகியவை காணப்படும். வயது முதிர்ந்தவர்களில், பளிங்குப்படல உணர்வு குறைவாக இருப்பதால், அறிகுறிகள் அதிகமாகத் தோன்றுவதில்லை. இரத்தத் தேக்கமும்,

ஊடுருவலும் ஏற்படுவதால் சாம்பல் நிறமாக தோன்றுகிறது. இதனால் ஏற்படும் புண்ணில் ஃபுளோரோசீன் பட்டால், பச்சை நிறம் உண்டாகிறது. முன் கண் அறையில் தோன்றும் சீழ் படிவை ஹைபோயின் என்பர். சீழ் பளிங்குப் படலத்திலிருந்து வரவில்லை. ஆனால், அழற்சியடைந்துள்ள ஐரிஸ், சிலியரி அங்கம் ஆகியவற்றிலிருந்து சீழ் வருகிறது. கண் முன் அறை முழுவதும் சீழ் நிறைந்து இருக்கலாம். பளிங்குப் படலத்தில் துளை ஏற்படாதவரை, சீழில் கிருமிகள் காணப்படாது. அது மறைந்து மீண்டும் தோன்றலாம். பொதுவாக அது நீர்மமாகவே இருக்கும். ஆனால் ஃபைப்ரினுடன் கலந்தால், ஓரளவு கடினமான உருண்டைக் கட்டியாக மாறுகிறது. ஹைப்போபியன் சீரடையும் போது, ஒரு தளும்பு, பளிங்குப் படலத்தில் உண்டாகிறது. சில போது, அது முற்றிப் பளிங்குப் படலம் துளைக்கப்பட்டு பார்வை குறைகிறது.

எப்போதுமே ஐரிசும், சிலியரி அங்கமும் அழற்சியடைந்தே காணப்படுகிறது. இரண்டாந்தர கிளாக்கோமாவும் ஏற்படலாம். பளிங்குப் படல அழற்சியில் துளை விழுந்துவிடலாம். துளையின் மூலமாக சப்ஸ்டான்சியா புரோப்ரியா வெளியே துருத்துகிறது. தளும்புடன் சீரடையலாம். பளிங்குப்படல வீக்கமும் உண்டாகிறது. பளிங்குப்படல அழற்சிக்குக் காரணங்களாவன: ஹெர்பீஸ் சாஸ்டர், இமை இணைச் சவ்வின் அழற்சி, பளிங்குப் படலத்தைப் பாதிக்கலாம். சிலபோது, ஒவ்வாமையாலும் இந்த நோய் உண்டாகலாம். சத்துக் குறைவு, ஒருவேளை மூரன்சீன் புண்ணுக்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

மருத்துவம். நல்ல உணவு, காற்றோட்டமான இடம், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை கூறுகள் வியாதி விரைவில் குணமடைய உதவும். இந்நோய்க்குக் காரணமான பொதுப்படையான கூறுகளுக்குச் சிகிச்சை அளிக்க வேண்டும். பிறவி அல்லது பெறப்பட்ட கிரந்தி நோய்க்குச் சிகிச்சை அளிக்க வேண்டும். சிரை வழியாக டைபாய்டு தடுப்பு ஊசி அல்லது புரத அதிர்ச்சி வைத்தியம் அல்லது பால் போன்றவற்றை ஊசி மூலம் செலுத்தலாம்.

ஏற்கனவே உள்ள கண்ணின் மற்ற

நோய்களுக்கும் உரிய சிகிச்சை அளிக்கப்பட வேண்டும். 1% அட்ரோபின் சொட்டு மருந்துகள் இதமளிக்கின்றன. 5% சோடியம் பைகார்பனேட் கொண்டு கண்ணைக் கழுவலாம். வெப்ப ஒத்தம் கொடுக்கலாம். பென்சிலின், சோப்ராமைசீன், பாலிமிக்கின் போன்ற உயிர் எதிர் மருந்துகள் தரப்பட வேண்டும். பளிங்குப் படலப்புண் இருந்தால் அறுவை சிகிச்சை உதவும்.

சாரதா கதிரேசன்

துணைநூல். Alexander G. Cros., *May & Worth's Manual of Diseases of the Eye*, Thirteenth CBS Publishers, Delhi, 1984.

விழிப் பளிங்குப் படலம்

பளிங்குப் படலம் என்பது தெளிவான, ஒளி புகக்கூடிய, கண் கோளத்தின் வெளி உறையின் முன் பகுதியாகும். வட்டமாக இருக்கும் இது 11 மி.மீ. விட்டம் கொண்டது. இதன் வளைவின் அரை விட்டம், விழி வெண் படலத்தைவிடக் குறைந்தே உள்ளது. இரண்டும் சந்திக்கும் இடத்தை லிம்பஸ் என்கிறோம். அதன் திசுக்கள் நன்கு இணைந்துள்ளன. பளிங்குப் படலத்தில் 5 அடுக்குகள் உள்ளன. அவை வெளியேயிருந்து உள்ளோக்கி, (1) எபிதீலியல் செல்கள் அடுக்கு, (2) பெளமனின் படலம், (3) சப்ஸ்டான்ஷியா புரோப்ரியா, (4) டெஸ்மெட்டின் படலம், (5) எண்டோதீலிய அடுக்கு.

எபிதீலிய செல்கள் தட்டையாக, வரிகள் கொண்டு பல வடிவத்துடன் உள்ளன. ஆழமாக தூண் வகை செல்கள் உள்ளன.

பெளமண் படலம் என்பது மெல்லிய ஒரே சீரானது. இது பளிங்குப் படல எபிதீலியத்தை சப்ஸ்டான்ஷியா புரோப்ரியாவிலிருந்து பிரிக்கிறது. இதில் நுண்ணிய இழைகள் காணப்படுகின்றன. மிகவும் பருமனான அடுக்கான சப்ஸ்டான்ஷியா புரோப்ரியா இணைப்புத் திசுக்களால் ஆனது. அடுக்கடுக்காக நேர் கோணத்தில் இருக்கின்றன.

இடைவெளிகளில் காணப்படும் குழிவுகளில் கிளைகள் கொண்ட செல்கள் காணப்படுகின்றன. இதைப் பளிங்குப்படல செல்கள் என அழைக்கிறோம். நிணநீரும், செல்களும் இதில் காணப்படுகின்றன. பளிங்குப் படலத்தின் சப்ஸ்டான்ஷியா புரோப்பிரியா தங்கு தடையின்றி விழி வெண்படலத்தினுள் செல்கிறது.

விளையாட்டுக் கோட்பாடுகள்

போட்டிகள் நிறைந்த சூழ்நிலையில் பல சிக்கல்களுக்கு முடிவுகளைத் தீர்மானிக்கும்படி நேர்கின்றது. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணிகள் ஒருவருக்கொருவர் முரணான விருப்பங்களுடன் (conflicting interests) ஒரு போட்டியில் பங்கேற்கும்போது ஒருவரின் செயல் அவருக்கு எதிராக போட்டியில் பங்கேற்பவர்களின் செயலைப் பொறுத்து அமைகிறது. எ-டு: தேர்தலில் நிறுத்தப்பட்டிருக்கும் வேட்பாளர், பல்வேறு நிறுவனங்களால் தயாரிக்கப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளை விளம்பரம் செய்வோர்கள் மற்றும் விற்பனை செய்வோர், மேலும் போரில் ஈடுபட்டிருக்கும் நாடுகள் ஒருவருக்கொருவர் முரணான மற்றும் எதிரான விருப்பங்களைக் கொண்டிருப்பர். ஒரு போட்டிச் சூழ்நிலையில் போட்டியில் பங்கேற்பவர்கள் ஒவ்வொருவரின் செயல்களும் எண்ணிக்கையில் அடங்கியதாகவும் அல்லது எண்ணிலடங்காததாகவும் இருக்கலாம். எண்ணிக்கையிலடங்கிய போட்டியாளர்களை கொண்ட ஒரு போட்டிச் சூழ்நிலையை ஒரு விளையாட்டுப் போட்டி (competitive game) என்கிறோம்.

செஸ் (chess), போக்கர் (Poker), செக்கர் (checker) போன்ற விளையாட்டுகளில் நிறைய போட்டிச் செயல்கள் (competitive action) உள்ளன. இந்தப் போட்டிச் செயல்களையே வழக்கமாக யுத்திகள் (strategies) என்கிறோம். இதுபோன்ற போட்டி யுத்திகளின் விளையாட்டையே யுக்தியின் விளையாட்டுகள் (games of strategy) என்கிறோம்.

யுக்தியின் விளையாட்டில் எப்பொழுதும் இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட நபர்கள் கலந்துக்கொள்வர். இவர்கள் ஒவ்வொருவரும் ஒருவருக்கொருவர் முரணான விருப்பங்களை கொண்டிருப்பர். விளையாட்டின் வெளிப்பாடுகள் (outcomes of the games) விளையாடுபவர்களால் மேற்கொள்ளப்படும் பல்வேறுபட்ட யுக்திகளால் மாறிமாறி அமையும். விளையாட்டில் விளையாடுபவர்களுக்கு ஏற்படும் லாப நட்டங்களையே (gains and losses) விளையாட்டின் வெளிப்பாடுகள் (outcomes) என்கிறோம்.

இருவரின் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டு (Two person zero - sum games). விளையாட்டில் விளையாடுபவர்கள் அனைவரின் லாப நட்டங்களின் கூடுதல் பூச்சியமாயிருப்பின் அவ்விளையாட்டைப் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டு (zero sum game) என்கிறோம். இந்தப் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டில் விளையாடுபவரின் நலனுக்காக பணம் சேர்க்கப்படமாட்டாது. அதாவது இந்த விளையாட்டின் இறுதியில் ஆட்டம் துவங்கும் பொழுது விளையாட்டில் பங்கேற்பவர்கள் கொண்டிருக்கும் பணம் மட்டுமே அவர்களின் லாப நட்டங்களுக்கேற்ப பகிர்ந்தளிக்கப்படுகிறது. இருவர் மட்டுமே பங்கேற்கும் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டை இருவரின் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டு அல்லது செவ்வக விளையாட்டு (rectangular game) என்கிறோம். இவ்வகையான விளையாட்டில் ஒருவரின் லாபம் அல்லது நட்டமானது அவருடன் விளையாடும் மற்றொருவரின் நட்டம் அல்லது லாபத்திற்கு சரிசமமாகும்.

இருவரின் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டின் அடிப்படைப்பண்புகள்.

1. விளையாட்டில் இருவர் மட்டுமே பங்கேற்க வேண்டும். இவ்விருவரும் ஒருவருக்கொருவர் எதிரான விருப்பங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

2. விளையாட்டில் விளையாடும் ஒவ்வொருவரின் யுக்திகளும் (strategies) எண்ணிக்கைக்கு உட்பட்டதாக (finite) இருக்க வேண்டும். ஆனால்

இந்த யுக்திகள் ஒருவருக்கொருவர் வேறுபட்டு இருக்கலாம்.

3. விளையாட்டில் விளையாடுபவரால் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் ஒவ்வொரு யுக்திகளும் லாபமோ நட்டமோ கண்டிப்பாக இருக்க வேண்டும்.

4. விளையாட்டில் விளையாடுபவர் இருவரில் ஒருவரால் வெற்றிக் கொள்ளப்படும் தொகையானது அவருக்கு எதிராக விளையாடும் நட்டத்திற்கு சமமாகும்.

இப்பொழுது பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டில் விளையாடுபவர் இருவரை A, B என எடுத்துக்கொள்வோம். A என்பவர் m யுக்திகளும் B என்பவர் n யுக்திகளும் கொண்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். இவ்விருவரின் லாப நட்டத்தை mxn அணியில் (mxn matrix) சுருக்கமாக எழுதலாம். இந்த அணியையே நாம் விளையாட்டின் லாப-நட்ட அணி (Payoff matrix) என்கிறோம். இருவர் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டை அறிய இப்பொழுது நாம் இருவர் விளையாடும் நாணயம் சுண்டுதல் விளையாட்டை (coin tossing game) எடுத்துக்கொள்வோம். அப்படி சுண்டும்பொழுது இரண்டு சீரான நாணயம் ஆளுக்கொன்று வீதம் A, B இருவரால் ஒரேசமயத்தில் சுண்டுவதாக எடுத்துக்கொள்வோம். அப்படி சுண்டும்பொழுது இரண்டு நாணயங்களிலும் தலை விழுந்தால் B என்ற நபர் A என்பவருக்கு ரூ.7/- ம் இரண்டிலும் பூவிழுந்தால் ரூ.4/-ம் கொடுக்க வேண்டும். அப்படி இல்லாமல் ஒன்றில் தலையும் மற்றொன்றில் பூவும் விழுந்தால் A என்ற நபர் B -க்கு ரூ.3/- கொடுக்க வேண்டும். இது இருவர் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டு ஆகும். ஏனெனில் இங்கு ஒருவரின் வெற்றி மற்றொருவருக்கு தோல்வியாக அமைகிறது. மேற்கண்ட நாணயம் சுண்டுதல் விளையாட்டில் பெறப்படும் லாப நட்டத்தை லாப நட்ட அணியில் (Payoff matrix) சுருக்கமாக பின்வருமாறு எழுதலாம்.

இந்த அணி A இன் லாப நட்டத்தைக் காட்டும் வண்ணம் அமைந்துள்ளது. இதையே A யின் லாப நட்ட அணி என்கிறோம். A யின் லாப நட்ட அணியில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் எண்களின் எதிரெண்ணை

(numbers with opposite sign) கொண்ட அணியையே B -யின் லாப நட்ட அணி என்கிறோம். எனவே A யின் லாப-நட்ட அணியையும் B யின் லாப-நட்ட அணியையும் கூட்டும்பொழுது நமக்கு ஒரு பூச்சிய அணி (null matrix) கிடைக்கிறது. ஒருவர் தனக்கு எதிராக விளையாடுபவர் எந்த யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடினாலும் தான் இந்தக் குறிப்பிட்ட யுக்தியைப் பயன்படுத்தித்தான் விளையாட வேண்டும் என முன்னதாகவே தெரிந்திருக்கும் பட்சத்தில் அந்தக் குறிப்பிட்ட யுக்தியைத் தூய யுக்தி (Pure strategy) என்கிறோம்.

விளையாட்டுக் கோட்பாட்டின் முக்கியக் குறிகோள் விளையாட்டின் சிறந்த யுக்திகளை (Optimum strategies) நிர்ணயிப்பது தான். சிறந்த யுக்திகள் என்பதை பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம். ஒருவர் தனக்கு எதிராக விளையாடுபவர் எந்த யுக்திகளைத் தேர்ந்தெடுத்து விளையாடினாலும் தான் தேர்ந்தெடுத்து விளையாடும் யுக்திகளால் கிடைக்கும் லாபமானது எவ்வகையிலும் மோசமானதாக இராது. இவ்வகையான லாபம்தரவல்ல யுக்திகளையே சிறந்த யுக்திகள் என்கிறோம். வேறுவழியில் சொல்லப் போனால், சிறந்த யுக்தி என்பது எல்லாச் சூழ்நிலையிலும் ஒருவரின் லாபத்தை முடிந்த அளவு அதிகப்படுத்துவதாகவும் அல்லது மற்றவரின் நட்டத்தை முடிந்தளவு குறைப்பதாகவும் உள்ள யுக்தியாகும்.

உச்ச-அதம அதம-உச்ச கொள்கை. இருவரின் பூச்சியக் கூட்டல் விளையாட்டை எடுத்துக் கொள்வோம். (A) என்ற நபர் (A₁), (A₂), (A₃) என்ற தூய யுக்திகளையும் (pure strategies) நபர் (B), (B₁), (B₂) என்ற தூய யுக்திகளையும் கொண்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். இவற்றைப் பின்வருமாறு கண குறியீட்டில் எழுதலாம். (A)இன் யுக்திகளை = (A₁, A₂, A₃) எனவும் (B)இன் யுக்திகளை (B=B₁, B₂) எனவும் குறிக்கவும் இப்பொழுது பின்வரும் (A) இன் லாப நட்ட அணியை எடுத்துக் கொள்வோம்.

நபர்	(B(PLAYER B))	
	(B ₁)	(B ₂)
(A ₁)	9	2)

நபர்	(A	A ₁	B	6)
	(Player A	A ₃	6	4)

நபர் (A) எந்த யுக்திகளைக் கையாண்டு விளையாடினாலும் (B) என்பவர் தான் எந்தக் குறிப்பிட்ட யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடினால் (A)க்கு கொடுக்கவேண்டிய தொகை பெருமளவு குறைக்கப்படுமோ அந்தக் குறிப்பிட்ட யுக்தியைப் பயன்படுத்தித்தான் விளையாடுவார் என்பது நபர் (A)க்கு தெரிந்திருப்பதாக கொள்வோம். இப்பொழுது முதலில் (A) என்பவர் (A₁) என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்தி ஆட்டத்தைத் துவக்கினால் (B) என்பவர் (A)க்கு கொடுக்க வேண்டிய தொகைக் குறைவாக உள்ள (B₂) என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடுவார். அதே போல் நபர் (A, A₂) என்ற யுக்தியை எடுத்து விளையாடும் பொழுது, (B) பயன்படுத்தி விளையாடும் யுக்தியைப் பொறுத்து அவர் 8 அல்லது 6 பெறுவார். எப்படியாயினும் இவர் (A) குறைந்தபட்சத் தொகையாக (Min (8,6)=6) பெறுவார். அதாவது நபர் (A) எந்த யுக்தியை எடுத்து விளையாடினாலும் அவர் அந்த யுக்திக்கு தொடர்பாகவுள்ள படுக்கை வரிசையில் (row) இருக்கும் தொகைகளில் குறைந்த தொகையைக் (குறைந்த பட்சம்) கண்டிப்பாக பெறுவார். இப்பொழுது A₁ & α-க்கு தொடர்பாக ஒவ்வொரு நிறையிலிருக்கும் row குறைந்த தொகைகளை ஒன்று சேர்த்து r=(2, 6, 4) என்ற நிரல் வெக்டாரை (column vector) அமைக்கலாம். நிரல் வெக்டார் r- இல் இருக்கும் தொகைகள் தான் நபர் A பயன்படுத்தும் ஒவ்வொரு யுக்தி A₁ க்கும் கிடைக்கும் குறைந்தபட்ச லாபங்களாகும். எனவே A என்பவர் தனக்குக் கிடைக்கும் குறைந்தளவு லாபங்களில் எது அதிகமோ அதைப் பெறவே விரும்புவார். இந்தத் தொகை வெக்டார் r-இலிருக்கும் தொகைகளின் பெரிய மதிப்பாகும். அதாவது max. (2, 6, 4)=6 அதாவது நபர் A, A₂ என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்தும்பொழுது கிடைக்கும் லாபம் (தொகை 6) A₁ அல்லது A₃ ஐ பயன்படுத்தும்பொழுது கிடைக்கும் அதம லாபங்களைவிட (2 அல்லது 4) அதிகமாகும். இந்த லாபத்தொகை 6-ஐ விளையாட்டின் உச்ச - அதம மதிப்பு (max min value) என்றும் யுக்தி A₂-ஐ உச்ச-அதம யுக்தி (max min strategy) என்றும் அழைக்கிறோம்.

இப்பொழுது நபர் B- ஐ மனதில் கொண்டு அவருக்கு ஏற்படும் நட்டங்களைப் பற்றி ஆராய்வோம். நபர் B எப்பொழுதும் தனக்கு ஏற்படும் நட்டத்தை முடிந்த அளவு குறைக்கவே நினைப்பார். யுக்தி B₂-ஐ பயன்படுத்தி விளையாடும்பொழுது, A எந்த யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடினாலும், உயர்ந்த அளவு (max(9, 8, 6)=9) அவர் அடையும் நட்டம் 9 ஆகும். அதேபோல் B₂-ஐ பயன்படுத்தி விளையாடும் பொழுது அவர் அடையும் உயர்ந்த அளவு நட்டம் max (2, 6, 4)=6 ஆகும். இப்பொழுது B_jβ (j=1,2) - க்கு தொடர்பாக ஒவ்வொரு நிரலிலிருக்கும் (column) அதிக தொகைகளை ஒன்று சேர்த்து c=(9, 6) என்ற நிறை வெக்டாரை (row vector) அமைக்கலாம். அதாவது B, B₁- ஐ பயன்படுத்தும்பொழுது உயர்ந்த அளவு நட்டமாக 9-ம், B₂-ஐ பயன்படுத்தும்பொழுது 6-ம் அடைகிறார். வெக்டார் (c-)ன் சிறிய உறுப்பு 6 ஆகும். அதாவது (B) எந்த யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடினாலும் அவர் அடையக்கூடிய குறைந்த அளவு நட்டம் 6 ஆகும். இந்த மதிப்பையே அதம-உச்ச மதிப்பு (minmax value) என்கிறோம். இதன் தொடர்புடைய யுக்தி (B₂)- அதம-உச்ச யுக்தி எனப்படும். மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டில் உச்ச-அதம மதிப்பும் அதம-உச்ச-அதம, அதம-உச்ச யுக்திகளைத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் முறையையே உச்ச-அதம, அதம-உச்ச தத்துவம் என்கிறோம்.

ஆசனப்புள்ளி (Saddle Point). லாப நட்ட அணியின் ஆசனப்புள்ளி என்பது அணியிலுள்ள நிறைகளின் அதம மதிப்புகளின் உச்ச மதிப்பும் (maximum of row minimum), நிரல்களின் உச்ச மதிப்புகளின் அதம மதிப்பும் (minimum of column maximum) ஒத்திருக்கும் இடமாகும். இந்த ஆசனப்புள்ளியின் இடத்திலிருக்கும் மதிப்பை (payoff at the saddle point) அந்த 'விளையாட்டின் மதிப்பு' (Value of the game) என்கிறோம். இந்த மதிப்பானது விளையாட்டின் உச்ச-அதம, அதம-உச்ச மதிப்புகளுக்குச் சமமாகும்.

அதாவது விளையாட்டு மதிப்பு = உச்ச-அதம மதிப்பு = அதம - உச்ச மதிப்பு. மேற்கூறப்பட்ட எடுத்துக்காட்டில் விளையாட்டு மதிப்பு = உச்ச-அதம மதிப்பு =

அதம-உச்ச மதிப்பு = 6. பொதுவாக விளையாட்டு மதிப்பை (v) எனக் குறிக்கிறோம்.

அதாவது லாப-நட்ட அணியை (aij) எனக் இவ்வணியில்

$$(1_{kr} = \max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij})$$

என இருப்பின், அணியில் (k, r)-இன் இடத்தை ஆசனப்புள்ளி என்கிறோம்.

ஒரு விளையாட்டில் ஆசனப்புள்ளியும், அந்த விளையாட்டின் மதிப்பும் ஒன்றாக இருக்க வேண்டுமென்று அவசியமில்லை. ஆசனப்புள்ளியைப் பெற்றிருக்கும் விளையாட்டை எளிதில் தீர்வு காணலாம். விளையாட்டைத் தீர்வு காண்பது என்பது விளையாட்டுவர்களின் சிறந்த யுக்திகளை நிர்ணயிப்பதும் அந்த விளையாட்டின் மதிப்பை காண்பதுமாகும். துரதிஷ்டவசமாக பெரும்பாலான விளையாட்டின் லாப-நட்ட அணியில் ஆசனப்புள்ளி இருப்பதில்லை.

பொதுவாக விளையாட்டு மதிப்பு V பின்வருமாறு அமையப் பெற்றிருக்கும்.

உச்ச - அதம மதிப்பு $\leq V \leq$ அதம - உச்ச மதிப்பு

உச்ச அதம மதிப்பை \underline{V} எனவும், அதம உச்ச மதிப்பை \bar{V} எனவும் குறிக்கலாம். இந்த மதிப்புகளை விளையாட்டின் குறைமதிப்பு (lower value) மிகைமதிப்பு (upper value) என்கிறோம். $\underline{v} = 0 = \bar{v}$ என இருக்கும் விளையாட்டை நியாய விளையாட்டு (Fair game) என்கிறோம். (ஆசனப்புள்ளி சில சமயங்களில் சமநிலைப்புள்ளி (equilibrium point) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.)

ஆசனப்புள்ளியை நிர்ணயிக்கக் கீழ்க்கண்ட விதிகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

1. லாப நட்ட அணியின் ஒவ்வொரு நிறையிலும் (row) உள்ள மிகச் சிறிய உறுப்புக்களைத் தேர்ந்தெடுத்து (*) குறியிட்டுக் கொள்க

2. அடுத்து ஒவ்வொரு நிரலிலும் (column) உள்ள மிகப் பெரிய உறுப்புக்களைத் தேர்ந்தெடுத்து (+) குறியிட்டுக் கொள்க.

3. இப்பொழுது இவ்வணியில் எந்த உறுப்பு (element) (*), (+) என்ற இரண்டு குறிகளையும் கொண்டுள்ளதோ அந்த உறுப்பின் இடத்தையே ஆசனப்புள்ளி என்கிறோம்.

ஆசனப்புள்ளிகளற்ற விளையாட்டு - கலப்பு யுக்திகள் (game without saddle point - mixed strategies). நிரல்களின் உச்ச மதிப்புகளின் அதமத்தையும் (minimum of column maxima), நிறைகளின் அதம மதிப்புகளின் உச்சத்தையும் நிர்ணயிப்பது இருவேறுபட்ட தனித்தனியான செயல்களாகும். எனவே இவ்விரை மதிப்புகளும் சமமாகத்தான் இருக்கும் என்று எதிர்பார்க்க இயலாது. அதாவது சில விளையாட்டுகளில் ஆசனப்புள்ளி அமையும் என்று கூற இயலாது. இது போன்ற சூழ்நிலைகளில் உச்ச-அதம, அதம-உச்ச கொள்கைப்பயனற்றுப் போகிறது. இங்கு நிகழ்தகவுக் கொள்கையின் அடிப்படையில் யுக்திகளும் விளையாட்டு மதிப்புகளும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

ஒரு விளையாட்டு பல முறை தொடர்ந்து விளையாடும் பொழுது விளையாட்டின் இறுதியில் கிடைக்கும் நிகர லாபத்தைப் பெருக்க யுக்திகள் எவ்வாறு கலந்து பயன்படுத்தப்படவேண்டும் என்பதை அறிய பின்வரும் எடுத்துக்காட்டை எடுத்துக்கொள்வோம்.

	நபர் B	
	B ₁	B ₂
A ₁	2	-1
நபர் A		
A ₂	-1	0

நபர் A, A₁ என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடும்பொழுது குறைந்தபட்சம் கண்டிப்பாக -1 லாபத்தை அடைவார். அதேபோல் B, B₁ என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடும்பொழுது அதிகபட்ச நட்டமாக 2 அடைவார்.

விளையாட்டு தொடங்கி சில ஆட்டங்கள் ஆடிய பின் A என்பவர், B, B₁ -ஐ பயன்படுத்தி விளையாடப் போகிறார் என எதிர்பார்த்து இவர் (A) A₁ -ஐ பயன்படுத்தி விளையாடப் போகிறார் என B-க்கு கொடுக்கப்பட வேண்டிய தொகையைக் குறைக்கும் பொருட்டு B₂ என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாட நினைப்பார். மாறாக, அதேபோல் சில ஆட்டங்கள் நடந்த பின் A, A₁ -ஐ பயன்படுத்துவார் என நினைத்து B, B₂ என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்துவதிலேயே குறியாக இருப்பது A-க்கு தெரியவரும் பொழுது A தான் பெறும் தொகையை அதிகப்படுத்தும் பொருட்டு A₂ என்ற யுக்தியைப் பயன்படுத்த விரும்புவார்.

இப்படியே இருவரும் மாறி மாறி ஒவ்வொரு முறையும் விளையாடும்பொழுது எவருக்கும் லாபம் ஏற்படாமல் ஆட்டம் தொடர்ந்து கொண்டிருக்கும் என்பது தெளிவாகிறது. இந்தச் சூழ்நிலையை முன்னேற்ற இருவரும் ஒவ்வொரு முறையும் வெவ்வேறு யுக்திகளைப் பயன்படுத்தி விளையாட வேண்டும். இது போன்ற சூழ்நிலையில் எப்பொழுது எந்த யுக்தியைப் பயன்படுத்துவது என்பதை அறிய ஒவ்வொருவரும் விரும்புவார். இவ்வாறான சூழ்நிலையில் யுக்திகளைத் தேர்வு செய்ய பின்வருமாறு தொடரலாம்.

முதலில் A இன் யுக்திகளை எடுத்துக்கொள்க. A₁-இன் நிகழ்தகவு P₁ எனவும், A₂ இன் நிகழ்தகவு P₂ எனவும் கொள்க.

$$\therefore P_1 + P_2 = 1$$

இப்பொழுது A-இன் சிறந்த கலப்பு யுக்தியைப் (optimum mixed strategy) பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$S_A = \begin{matrix} A_1 & A_2 \\ P_1 & P_2 \end{matrix}, P_1 + P_2 = 1$$

இதேபோல் B-இன் சிறந்த கலப்பு யுக்தியை

$$S_B = \begin{matrix} B_1 & B_2 \\ q_1 & q_2 \end{matrix}, q_1 + q_2 = 1$$

என எழுதலாம்.

இப்பொழுது நாம் காண வேண்டியது P₁, P₂, q₁, q₂ நிகழ்தகவுகளாகும்.

நபர் A, S_A என்ற கலப்பு யுக்தியை B இன் B₁ என்ற யுக்திக்கு எதிராகப் பயன்படுத்தி விளையாடும் பொழுது இருவருக்கு கிடைக்கும் நிகரலாபம் 2P₁ - P₂, B இன் B₂ என்ற யுக்திக்கு எதிராக பயன்படுத்தி விளையாடும்பொழுது கிடைக்கும் நிகரலாபம் -P₁, B எந்த யுக்தியைப் பயன்படுத்தி விளையாடினாலும் A பயன்படுத்தக்கூடிய கலப்பு யுக்தி சிறந்ததாக அமையும் வகையில் P₁, P₂ -இன் மதிப்புகள் இருக்க வேண்டும். எனவே 2P₁ - P₂ = -P, P₁+P₂ = 1 என இருக்க வேண்டும். இதைத் தீர்வு காணும்போது

$$P_1 = 1/4, P_2 = 3/4 \text{ எனக் கிடைக்கிறது.}$$

இம்முறையில் A₁, A₂-இன் நிகழ்தகவுகள் 1/4, 3/4 முறையே எனக் கிடைக்கிறது. இப்பொழுது யுக்திகள் A₁-ம், A₂-ம் பின்வருமாறு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. இப்பொழுது நான்கு காகிதத் தாள்களை எடுத்து அதில் ஒன்றில் A₁ என எழுதியும் மற்ற மூன்றில் A₂ என எழுதி ஒரு சிறிய பெட்டியில் போட்டு அதை ஒவ்வொரு ஆட்டம் ஆரம்பிக்கும்பொழுதும் நன்றாக குலுக்கி நான்கு தாள்களில் ஏதாவது ஒன்றை அதற்கு தொடர்பான யுக்தியை பயன்படுத்தி நபர் A விளையாட வேண்டும். இம்முறையில்தான் A-இன் கலப்பு யுக்திகள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன.

இதேபோல் B-இன் கலப்பு யுக்திகளையும் நிர்ணயிக்கலாம்.

பின்வரும் தேற்றம் மேற்கூறிய கருத்துக்களைக் கொண்டு கலப்பு யுக்திகளை நிர்ணயிக்கின்றது.

தேற்றம் : எந்த ஒரு 2x2 இருவர் பூச்சியகூட்டல் விளையாட்டில் ஆசனப்புள்ளியற்ற லாபநட்ட அணி

	நபர் B	
	B1	B2
நபர் A	A ₁	a ₁₁ a ₁₂
	A ₂	a ₂₁ a ₂₂

இருக்கும்பொழுது, சிறந்த யுக்திகள்

$$SA = \frac{A_1 A_2}{P_1 P_2}, SB = \frac{B_1 B_2}{q_1 q_2} \quad -\text{ஐ}$$

$$P_1 = a_{22} - a_{21}, q_1 = a_{22} - a_{12}, p_1 + p_2 = 1$$

$$P_2 = a_{11} - a_{12}, q_2 = a_{11} - a_{21}, q_1 + q_2 = 1$$

என்பன நிர்ணயிக்கின்றன. விளையாட்டு மதிப்பு V,

$$v = \frac{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}}{(a_{11} + a_{12}) - a_{12} + a_{21}} \quad \text{ஆகும்.}$$

மெய்ப்பிப்பு:

$$SA = \frac{A_1 A_2}{P_1 P_2} \quad -\text{ஐ A இன் கலப்பு யுக்தி எனக் கொள்க.}$$

B, யுக்தி B₁-ஐ எடுத்து விளையாடும்பொழுது A-இன் நிகர லாபம்

$$E_1(p) = a_{11} p_1 + a_{21} p_2 \quad \text{ஆகும்.}$$

B, யுக்தி B₂-ஐ எடுத்து விளையாடும்பொழுது A-இன் நிகர லாபம்

$$E_2(p) = a_{12} p_1 + a_{22} p_2 \quad \text{ஆகும்.}$$

இதேபோல்

$$SB = \frac{B_1 B_2}{q_1 q_2} \quad -\text{ஐ இன் கலப்பு யுக்தி என்க.}$$

A, யுக்தி A₁-ஐ எடுத்து விளையாடும்பொழுது B-க்கு ஏற்படும் நிகர நட்டம்

$$E_1(q) = a_{11} q_1 + a_{12} q_2 \quad \text{ஆகும்.}$$

இதேபோல்,

A, யுக்தி A₂-ஐ எடுத்து விளையாடும்பொழுது B-க்கு ஏற்படும் நிகர நட்டம்

$$E_2(q) = a_{21} q_1 + a_{22} q_2 \quad \text{ஆகும்.}$$

இப்பொழுது V என்பது விளையாட்டு மதிப்பு எனக்கொண்டால்.

$$E_1(p) \geq v, E_2(p) \geq v; E_1(q) \leq v, E_2(q) \leq v \quad \text{என ஆகும்.}$$

S_A, S_B இரண்டும் சிறந்த யுக்திகளாக அமையும் பொழுது மேற்கூறப்பட்ட சமனிலிகள் அனைத்தும் சமன்பாடுகளாக இருக்கும். இச்சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி P₁, P₂, q₁, q₂-ஐ காணலாம்.

$$E_1(p) = v = E_2(p) \quad -\text{ஐ தீர்வு காணும்பொழுது}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} - a_{12}} \quad \text{எனக் கிடைக்கிறது.}$$

$$E_1(q) = v = E_2(q) \quad -\text{ஐ தீர்வு காணும்பொழுது}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} - a_{12}} \quad \text{எனக் கிடைக்கிறது.}$$

சமன்பாடு (I)-ஐயும், P₁ + P₂ = 1 -ஐயும் தீர்வு காணும்பொழுது

$$P_1 = \frac{a_{22} - a_{21}}{(a_{11} + a_{22}) - (a_{12} + a_{21})}$$

$$P_2 = \frac{a_{11} - a_{12}}{(a_{11} + a_{12}) - (a_{12} + a_{21})}$$

எனக் கிடைக்கிறது.

அதேபோல் சமன்பாடு II-ஐயும் $q_1 + q_2 = 1$ -ஐயும் தீர்வு காணும்போது

$$q_1 = \frac{a_{22} - a_{12}}{(a_{11} + a_{22}) - (a_{12} + a_2)}$$

எனக் கிடைக்கிறது.

இப்பொழுது P_1, P_2, q_1, q_2 -இன் மதிப்புகளை ஏதாவதொரு மேற்கூறப்பட்ட சமன்பாட்டில் பிரதியிட

$$v = \frac{a_{11} a_{22} - a_{21} a_{12}}{(a_{11} + a_{22}) - (a_{12} + a_{21})}$$

எனக் கிடைக்கிறது.

இந்தச் சூத்திரங்கள் (p_1, p_2, q_1, q_2, v) ஆசனப்புள்ளிகளற்ற விளையாட்டிற்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

என். இராஜாராம்

விற்பனை மேலாண்மை

விற்பனை ஒரு நாட்டின் பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்கு பெரிதும் உதவுகிறது. மக்களுடைய வாங்கும் சக்தியைக் கூட்டுவதுடன், அவர்களுடைய தேவைகளையும் அதிகரிக்கச் செய்கிறது. கற்கால மனிதர்கள் தங்களின் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய இடம்விட்டு இடம் நகர்ந்து சென்றனர். இன்றைய நவீன மனிதர்கள், வீட்டில் இருந்தபடியே தங்களின் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்தும், உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்தியும் வருகிறார்கள் என்றால் அது விற்பனை என்பதால்தான். ஜப்பானிய கணக்கு எந்திரம் இந்தியாவில் கிடைக்கிறது. அதேபோல், இந்தியாவின் தேயிலை அமெரிக்கா போன்ற அயல்

நாடுகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு தரமான பொருள்கள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு விற்பனை நடவடிக்கையினால் எடுத்துச் செல்லுவதால், மக்களின் தேவை பூர்த்தி செய்யப்படுவதுடன், இரு நாடுகளுக்கிடையே உள்ள உறவு வலுப்பெறுகிறது. இவ்வாறு விற்பனை என்ற சொல் மக்களின் அன்றாட நடவடிக்கைகளில் முக்கிய இடம் வகிக்கிறது. இதேபோல் தொழிற்சாலை, வியாபார நிறுவனம், கூட்டுறவு அமைப்பு ஆகிய எந்தவொரு ஒழுங்கமைப்பாக இருந்தாலும் விற்பனை ஒரு முக்கிய நடவடிக்கையாகக் கருதப்படுகிறது.

விற்பனையின் அடிப்படையில்தான் ஏனைய அமைப்புக்கள் செயல்படுகின்றன. இவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்த விற்பனை, விஞ்ஞானம், பொருளாதாரம், சமூக மாற்றத்தினால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. நேரிடையாகப் பண்டங்களைப் பரிமாற்றம் செய்து கொண்ட முறை மாறி இன்று, விற்பனை ஸ்தாபனங்கள், அங்காடி நிறுவனங்கள், வியாபாரிகள், தரகர்கள் ஆகிய பல பகுதியினரும் விற்பனையில் கலந்துக்கொள்கிறார்கள். இதனால் உறவுகள் கூடுவதோடு பிரச்சனைகளும் பெருகிவருகின்றன. அப்பிரச்சனைகளை அணுகி சிறந்த முடிவெடுத்து விற்பனையின் பயனை அதிகரிக்கச் செய்வதில் இன்றைய தொழிலக மேலாளர்கள் முயற்சித்து வருகிறார்கள். இந்த அணுகு முறையே விற்பனை மேலாண்மை எனப்படும்.

ஊகங்கள். விற்பனை மேலாண்மைக் குறித்து ஆராய்வதற்கு முன்பு சில ஊகங்கள் எடுத்துக்கொண்டால் கருத்துக்களைத் தெளிவாக அறியமுடியும்.

அ. விற்பனை வேறு ; அங்காடி செய்தல் வேறு

ஆ. விற்பனைக்குப் பின்பே அங்காடி செய்தல் என்ற சொல் நடைமுறையில் கையாளப்பட்டது.

இ. விற்பனை என்பது ஒரு செயலாகும். விற்பனை என்பது விற்பனை தொகையையோ, விற்பனை பொருளையோ குறிக்கும்.

ஈ. விற்பனை என்பது நேரிடையாகவும், நடுவர்கள் மூலமாகவும் செயல்பட்டு வந்தாலும், இங்கு விற்பனை என்பது நேரிடையாக விற்கும் செயலைக் குறிக்கும்.

விறற்றல் என்றால் என்ன? சாதாரணமாக விறற்றல் என்றால், ஒரு பொருளை மற்றவருக்கு விற்ப்புவிடுதல் எனப் பொருள்படும். அதை ஒரு பெரிய வேலையாகவே செய்ய நேரிடுகிறது. அந்த வேலையை முடித்தவுடன் நிம்மதியாகவும், ஆறுதலாகவும் இருக்க முடிகிறது. இப்படிப்பட்ட கீழ் நிலையில், ஒரு பொருள் ஒருவரிடமிருந்து, மற்றொருவருக்கு மாற்றப்படும் செயலை விறற்றல் என்கிறோம்.

அ. ஒரு வியாபாரியோ அல்லது வியாபார நிறுவனமோ ஒரு பொருளை வேறொருவருக்கு மாற்ற முற்படுகிறார்கள்.

ஆ. வாங்குபவர் அப்பொருளை வாங்குவதில் நிதானம் காட்டலாம்.

இ. வியாபாரியோ வியாபார நிறுவனமோ விற்பனை உத்தியினால் அவர்களை வாங்கும்படி செய்தல் வேண்டும்.

மேலே கூறப்பட்ட குணங்களடிப்படையில் விறற்றல் என்பது விறற்றல் உத்தியினால் பெரிதும் மாறக்கூடியது ஆகும். எ-டு: ஆயுள் காப்பீட்டுக்கழகம் தன்னைடைய ஏஜன்டுகள் மூலம் பாலிசியை விட வண்டி இருக்கிறது. அதன் நன்மையைத் தெரிந்து மக்கள் தாமாக வாங்குவதாகக் கூறியலாது. சில சமயம், சில பொருள்களைத் தேவைப்படும்பொழுது தேடிச்சென்று வாங்குகிறார்கள். எ-டு: மருந்து. அதுவும் ஒரு வகையில் விறற்றலே. எனவே, திருப்தி அல்லது விருப்பம் இல்லாத ஒருவருக்கு ஒரு பொருளை மாற்றும் செயலை விறற்றல் எனவும், அவ்வாறு மாற்ற முற்படும் முயற்சியினை விறற்றல் உத்தி எனவும் கூறுகிறோம். இவ்வுத்தியினால் விற்கப்படும் பொருளுக்கு அல்லது விற்பனை முதுகுக்கு விற்பனை என்றும் அழைக்கிறோம். இனி விறற்றலுக்கும் அங்காடி செய்தலுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டினைப் பார்க்கலாம்.

விறற்றலுக்கும் அங்காடி செய்தலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு. அன்றாட வழக்கத்தில் விறற்றலையும், அங்காடி செய்தலையும் வேறுபடுத்திக் கூறுவதில்லை. மேலும் இரண்டிற்கும் வேறுபாடு இருப்பதாகவே பலருக்குத் தெரியாது. தெரிந்தாலும் வேறுபடுத்திப் பார்க்கத் தவறிவிடுகின்றனர். இரண்டிற்கும் உள்ள

வேறுபாட்டினைப் பார்ப்பதற்கு முன்பு அங்காடி செய்தல் என்றால் என்ன என்பதைப் பார்க்க வேண்டும். அங்காடி என்றால் சந்தை எனப் பொருள்படும். அங்காடி செய்தல் என்றால் நுகர்வோரின் விருப்பத்திற்கு ஏற்ப பொருளைத் தயாரித்து அவர்களின் தேவையைப் பூர்த்திச் செய்யும் ஒரு செயல்பாடாகும். அங்காடி செய்தல் பற்றி பல அறிஞர்கள் பலவிதமாகக் கூறியுள்ளார்கள்.

அங்காடி செய்தல் பற்றிய சில உண்மைகள் கீழ்வருமாறு:

அ) அங்காடி செய்தல் என்பது நுகர்வோரின் விருப்பங்களையும், தேவைகளையும் முன்கூட்டியே அறியும் ஒரு செயலாகும்.

ஆ) நுகர்வோரின் விருப்பத்திற்கும், தேவைக்கும் ஏற்ப பண்டங்களை உற்பத்தி செய்யும் ஒரு நடவடிக்கையாகும்.

இ) நுகர்வோரை திருப்தி செய்வதில் போட்டி மனப்பான்மையை உண்டாக்கும் தன்மையுடைய நுட்பமாகும்.

மேலும் அங்காடி செய்தல் என்பது மேலாண்மை தழுவிய முக்கிய பணியாகும்.

அங்காடி செய்தல் என்பது கீழ்க்கண்டுள்ள ஊகங்களைக் கொண்டதாகும்.

அ) நுகர்வோரை அவர்களுடைய தேவை, விருப்பம் கொண்டு வெவ்வேறு அங்காடியாகப் பிரிக்க முடியும்.

ஆ) நுகர்வோரை அவர்களுடைய தேவைகளையும், விருப்பங்களையும் பூர்த்தி செய்ய முன்வரும் ஓர் ஒழுங்கமைப்பின் நடவடிக்கையை ஆதரிப்பார்கள்.

இ) அங்காடி செய்தல் என்பது ஆராய்ச்சியின் மூலம் தொடர்ந்து நுகர்வோரின் தேவைகளையும், விருப்பங்களையும் அறிய முற்படும் ஓர் அறிவியலாகும்.

இனி அங்காடி செய்தலுக்கும், விறற்றலுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டினைப் பார்க்கலாம்.

அ) அங்காடி செய்தல் என்பது நுகர்வோரின் விருப்பத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. விறற்றல் என்பது வியாபாரியின் குறிக்கோளாகிய இலாபத்தை மட்டுமே அடிப்படையாகக் கொண்டது. விறற்றலில் குவியம்பண்டங்களாகும். நுகர்வோரின் விருப்பமும், தேவையும் அங்காடி செய்தலின் குவியமாக இயங்குகின்றன.

ஆ) நுகர்வோரின் விருப்பங்களைப் பூர்த்தி செய்வதன்மூலம் நிர்வாகத்தின் குறிக்கோளை அடைய முற்படுவதே அங்காடி செய்தலாகும். அதிக விற்பனை மூலம் வியாபாரியின் குறிக்கோளாகிய இலாபத்தை அடைய முற்படுவதே விறற்றலாகும்.

இ) அங்காடி செய்தலில் விற்போரின் தூண்டுதலுக்கு அவசியம் இல்லை. நுகர்வோர் தாமாகவே வந்து பொருளை வாங்குவார்கள். விறற்றலில் விற்பனையாளரின் தூண்டுதல் அதிகமாக இருக்கும்.

ஈ) அங்காடி செய்தலில் நுகர்வோரின் தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதன் மூலமே விற்பனையைப் பெருக்கமுடியும். விறற்றலில் விளம்பரம், விற்பனை உத்திகள் மூலமே விற்பனையைப் பெருக்கமுடியும்.

உ) அங்காடி செய்தலில் ஆராய்ச்சிக்கு முக்கியப்பங்கு உண்டு. விறற்றலில் ஆராய்ச்சிக்கு முக்கியத்துவம் தரப்படுவதில்லை.

ஊ) அங்காடி செய்தல் நுகர்வோரின் தேவைக்குரிய பொருள்களைத் தயாரிப்பதால் வாங்குவோரின் தயக்கத்திற்கு இடம் இல்லை. விறற்றலில் நுகர்வோர் பொருளை வாங்குவதில் தயக்கம் காட்டலாம்.

எ) அங்காடி செய்தலில் ஒரு சமூகத்தின் நலன் முக்கியமாகக் கருதப்படுகிறது. விறற்றலில் சமூகத்தின் நலம் பிரதிபலிப்பது இல்லை. ஆகவே, அங்காடி செய்தல் என்பதை சேவை மனப்பான்மை உடைய நிறுவனங்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம். விறற்றல் என்பது

இலாபத்தைக் குறிக்கோளாகக் கொண்ட நிறுவனங்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

ஏ) அங்காடி செய்தல் என்பது மேலாண்மை தழுவிய ஓர் ஒழுங்கமைப்பின் கூட்டு முயற்சியாகும்; பெரிய நிறுவனங்களுக்கே பொருந்தும். விறற்றல் என்பது சிறிய நிறுவனங்களுக்கும் பொருந்தும்.

இவ்வாறு விறற்றலும், அங்காடி செய்தலும் பலவிதங்களில் மாறுபட்டு இருந்தாலும் நடைமுறையில் இரண்டும் ஒரே அமைப்பிற்குள் நடைபெற்று வருகின்றன. இரண்டும் ஏதாவது ஒரு பொருளை மாற்றும் பணியில் ஈடுபட்டுள்ளன. இலாபம் பெறுவதில் இரண்டு நியதிகளும் ஒற்றுமை காட்டுகின்றன. ஆனால், செய்யும் விதத்தில் அல்லது அணுகு முறையில் வேறுபாடு காட்டுகின்றன. எனவே விறற்றல், அங்காடி செய்தல் என்பன மாறுபட்ட கொள்கைகளைக் கொண்ட அதே சமயம் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய இரண்டு செயல்களே ஆகும். இன்னும் சில நிறுவனங்களில் விற்பனை மேலாளர், அங்காடி மேலாளர் ஆகிய இருவரும் ஒருங்கேப் பணிபுரிவதைப் பார்க்க முடிகிறது. நிதி வசதிக்கேற்பவும், நிர்வாக வசதிக்கேற்பவும் இரண்டும் தனித்தனியே பிரிக்கப்பட்டு செயல்படுகின்றன.

விற்பனை மேலாண்மை என்ற சொல் தொழிற்புரட்சி நடந்து முடிந்த பின்பே பயன்படுத்தப்பட்ட ஒன்றாகும். விறற்றலை நெடுங்காலமாகச் சாதாரண முறையில் செய்து வந்தனர். ஒருவரே இச்செயலைச் செய்து வந்தார். வியாபாரிக்கும், வாங்குவோருக்கும் இடைவெளி சிறியதாக இருந்தது. இருவரும் நேரடியாக தொடர்பு கொள்ள முடிந்தது. மக்களுடைய வாழ்க்கைத் தரம் மேம்பட ஆரம்பித்தது. தேவைகள் அதிகரிக்கத் தொடங்கின. மக்களின் தேவைகள் அனைத்தும் தனிப்பட்ட வியாபாரியினால் பூர்த்தி செய்ய முடியவில்லை. எனவே, பொருள்கள் இடம்விட்டு இடம் நகரத் தொடங்கின.

வியாபாரிகள் தங்களுக்கு உதவி செய்ய இடைநிலையாளர்களையும், தரகர்களையும் நியமித்தனர். இது விற்பனை மேலாண்மையின் முக்கிய திருப்பமாக அமைந்தது. பொருள்களை வாங்குவோரும், வியாபாரியும், நடுவர்கள் மூலம்

கருத்துப்பரிமாற்றம் செய்து கொண்டார்கள். விற்பனையில், நடுவர்களின் பங்கு முக்கிய அங்கம் வகித்தது. விலை நிர்ணயம் பொருள்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு கொண்டு செல்லுதல், விற்பனையாளருக்கு கூலி நிர்ணயம் செய்தல் ஆகிய பல நடவடிக்கைகளில் நடுவர்களும், தரகர்களும் ஈடுபடத் தொடங்கினர். பல பிரச்சனைகளும் எழத் தொடங்கின. தனிப்பட்ட வியாபாரி என்ற நிலை மாறி வியாபாரஸ்தாபனம் என்ற ஓர் ஒழுங்கமைப்பாக மாறி பொருள்களை உற்பத்தி செய்தும், விற்பனையும் வரத் தொடங்கினர்.

வியாபார அமைப்பின் அளவு கூடும்பொழுது ஒருங்கிணைத்தல் என்பது பிரச்சனைக்குரியதாகிறது. விற்பனை மேலாண்மை வர இதுவும் ஒரு முக்கிய காரணமாக இருந்தது. அடுத்து, விற்பனையாளர்களை நியமித்து விற்பனையை ஒரு தனிப்பிரிவாக மாற்றத் தொடங்கினர். அவர்களுடைய ஊதிய நிர்ணயம், வேலையைப் பகிர்ந்து கொடுத்தல், கட்டுப்படுத்துதல் போன்ற பணிகளும் நிறைவேற்றப்பட வேண்டி இருந்தது. இதைத் தவிர சமூகத்தின் விழிப்புணர்ச்சி, அரசாங்கத்தின் சட்டதிட்டங்கள் விற்பனைப் பிரிவினை நோக்கி வரத் தொடங்கின. இவை தவிர வியாபார நிறுவனங்களுக்கிடையே பலத்த போட்டிகள் ஏற்படத் தொடங்கின. தங்களுடைய பொருள்களை விற்பதில் பல உத்திகளைக் கையாண்டு வந்தனர். விற்பனையாளர்களைத் தவிர விளம்பரம், விற்பனை உத்திகள் ஆகியவற்றை செய்யத் தொடங்கினர். விளம்பர முறையை தெரிந்தெடுத்தல், விற்பனை உத்திகள் பற்றி முடிவு எடுத்தல் ஆகியவற்றிலும் பல பிரச்சனைகள் எழுந்தன. இப்பிரச்சனைகளை அணுகி சரியான தீர்வுகளை எடுக்க நிர்வாகத்தினர் முற்பட்டனர். அம்முயற்சிகள் திட்டமிட்ட செயலாகவும், நிர்வாகத்தின் குறிக்கோளை அடைய உதவும் ஒரு கூட்டு முயற்சியாகவும் இருக்க விரும்பினர். இதன் விளைவே விற்பனை மேலாண்மையாகும்.

விற்பனை மேலாண்மை. பொதுவாக மேலாண்மை என்றால், ஒரு நிறுவனத்தின் பணியாளர்களையும், ஏனைய வளங்களையும் கொண்டு தகுந்த திட்டங்கள் மூலமாகவும், ஒழுங்கமைப்பு மூலமாகவும், உரிய ஊக்குவிப்பு

மூலமாகவும், தகுந்த கட்டுப்பாட்டு முறை கொண்டும் அந்நிறுவனத்தின் நோக்கங்களை அறுதியிட்டு அவற்றை அடைய விழையும் ஒரு தலையாய பணி அல்லது செயல்பாட்டு என்று கூறலாம். அம்மேலாண்மையை உற்பத்தி மேலாண்மை, நிதி மேலாண்மை, பணியாளர் மேலாண்மை, விற்பனை மேலாண்மை எனப் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஆட்சி செய்கிறார்கள். அந்த வழியில் விற்பனை மேலாண்மை என்பது பொது மேலாண்மையின் ஒரு பிரிவு என்றும் கூறலாம்.

பண்டங்களை உற்பத்தி செய்து அவற்றை விற்கும் நிறுவனங்களுக்கும் இக்கருத்து பொருந்தும். அதேசமயம் பண்டங்களை வாங்கி விற்கும் வியாபார நிறுவனங்களுக்கு, விற்பனை மேலாண்மை ஒரு தனித்தப் பணியாகும். ஆகவே, விற்பனை மேலாண்மை என்பது ஓர் ஒழுங்கமைப்பின் பணியாகும். பணி என்று கூறும்பொழுதே அது செயல் அல்லது தொழிலிலிருந்து மாறுபட்டது என்பது விளங்கும். ஒரு விற்பனை மேலாளர், தனக்குக் கீழ் பணிபுரியும் விற்பனையாளர்களை உரிய வழியில் நடத்திச் சென்றும் அவர்களுடைய வேலையை மேற்பார்வை செய்தும் நிர்வாகத்தின் குறிக்கோளை அடையும்படி செய்வதே பணி என்கிறோம்.

விற்பனை மேலாண்மை என்பது முக்கியமாக விற்பனையாளர்களைப் பற்றியதாகும். விற்பனைப் பகுதியில், பண்டங்களும், விற்பனையாளர்களும் தான் முக்கிய வளங்களாகும். ஏனைய வளங்களாகிய எந்திரம், தளவாடங்கள் குறைவே. மேலும், விற்பனையாளர்கள் மேலாண்மை செய்வது என்பதும் ஏனைய வளங்களையும் மேலாண்மை செய்வதாகவே பொருள்படும். இக்கருத்தினைத் தெளிவுப்படுத்துவதாக அமெரிக்கன் அங்காடி செய்தல் கழகம் கூறிய இலக்கணம் அமைந்துள்ளது. அக்கழகம் கூறும்பொழுது விற்பனை மேலாண்மை என்பது நேரிடை விற்பனைப் பற்றி திட்டமிடுதல், இயக்குதல், கட்டுப்படுத்தல் ஆகியவற்றுடன் வழிகாட்டுதல், மேற்பார்வை செய்தல், ஊதியம் வழங்குதல், ஊக்குவித்தல் ஆகிய பணிகளையும் ஒருங்கே கொண்டதாகும் என்று கூறியுள்ளது. இவ்விலக்கணத்தின்படி பார்த்தால், விற்பனை மேலாண்மை என்பது விற்பனையாளர்களைப் பற்றிய

காரியம் எனக் கூறமுடிகிறது. ஆனால், இன்றைய சூழ்நிலையில் விற்பனையாளர்களை மேற்பார்வை செய்வது மட்டும் ஒரு விற்பனை மேலாளரின் கடமை எனக் கொண்டால் அது தவறான கருத்தாகும்.

விற்பனையாளர்களை மேற்பார்வை செய்வதோடு, விளம்பரம், விற்பனைப் பெருக்கு, விலை நிர்ணயம், பொருள்களின் தரம் நிர்ணயித்தல் ஆகிய பல முக்கிய செயல்கள் பற்றி முடிவு எடுக்கவும், அவற்றை மேற்பார்வை செய்யவும் ஒரு விற்பனை மேலாளர் தன்னைத்தயார் செய்து கொள்ள வேண்டும். எனவே, விற்பனையாளர்களை மேற்பார்வை செய்வதும், அவர்களைப் பற்றிய ஏனைய நடவடிக்கைகள் எடுப்பதும் ஒரு விற்பனை மேலாளரின் முதன்மையான பணி என்று கூறலாமே தவிர, அது மட்டும் அவருடைய கடமையாகவோ பணியாகவோ கருதமுடியாது.

விற்பனை மேலாண்மை வளர்ந்துவரும் அறிவியலாகும். விற்பனைப் பெருக்கு, விளம்பரம் ஆகிய பல நுணுக்கங்களைப் பயன்படுத்துவதிலும், அவை மூலம் விற்பனையை அதிகரிப்பதும் விற்பனை மேலாளர் ஆராய்ச்சி செய்ய வேண்டி இருக்கிறார். பண்டங்கள் பற்றிய மக்களின் தேவைகளையும் முன் ஊகம் செய்கிறார். விற்பனை குறித்த பிரச்சனைகள் அனைத்திற்கும் தீர்வும் காணும்பொருட்டு, புள்ளிவிபரங்கள் சேகரிப்பதும், அவற்றை வகைப்படுத்தி ஆராய்ந்து, முடிவு எடுப்பதிலும் விஞ்ஞான முறையைக் கையாளுகிறார்.

விற்பனையாளர்களுக்கு ஆணையைப் பிறப்பித்து வேலை வாங்குவதென்றாலும், விற்பனை மேலாளர் சட்டத்திட்டங்களைவிட தன்னுடைய அறிவுத்திறன், அனுபவம், சொல் ஆற்றல், பழகும்முறை ஆகியவற்றையே நம்பி இருக்கவேண்டி இருக்கிறது. விற்பனையாளர்கள் என்ன நினைக்கிறார்கள், எவ்வாறு நடப்பார்கள் என ஊகம் செய்து, வேலை வாங்குவது என்பன ஒரு விற்பனை மேலாளரின் தலைமை ஏற்று நடத்தும் சிறந்த குணத்திற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

விற்பனை மேலாண்மையின் நோக்கங்கள்.
விற்பனை மேலாண்மையின் குறிக்கோள்களை மூன்று

பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை: விற்பனையைக் கூட்டுதல், பங்கு இலாபத்தைப் பெருக்குதல், வளர்ச்சிக்கு வழி வகுத்தல் என்பன.

விற்பனையைக் கூட்டுவது என்பது ஒரு விற்பனை மேலாளரின் குறிக்கோளாக இருத்தல் வேண்டும். விளம்பரம், விற்பனைப் பெருக்கு, விற்பனையாளர்களை ஊக்குவித்தல் ஆகிய நுட்பங்களை கையாளுவதால் இக்குறிக்கோளை அடைய முடியும். மேலும் தலைமை நிர்வாகத்தினரின் ஒத்துழைப்பு கிடைத்திட வேண்டும்.

நிர்வாகத்தினை நிகர இலாபத்தைப் பெருக்குவதில் விற்பனை மேலாளருக்குப் பங்கு இருப்பினும் அதை ஒரு தனித்த குறிக்கோளாகக் கொள்ளுதல் கூடாது. நிர்வாகத்தின் நிகர இலாபத்தைப் பெருக்கிட ஏனைய பிரிவுகளும் ஒத்துழைக்க வேண்டும். ஆனால், விற்பனை மேலாண்மையின் பங்கு இலாபத்தைப் பெருக்கிட விற்பனை மேலாளர் முற்பட வேண்டும். இதற்கு அவரே முழுப் பொறுப்பு ஏற்கிறார். பங்கு இலாபத்தைப் பெருக்கிட விற்பனைச் செலவுகளைக் கட்டுப்படுத்துவது அவசியம்.

விற்பனையைக் கூட்டுவது, பங்கு இலாபத்தைப் பெருக்குவது மூலம் மூன்றாவது குறிக்கோளாகிய வளர்ச்சிக்கு வழி வகுத்தல் என்பது நிறைவேற முடியும். விற்பனை அதிகரிக்கும் பொழுது, உற்பத்தியையும் பெருக்க வேண்டியுள்ளது. உற்பத்தியை பெருக்குவதற்கு ஆட்கள் அதிகம் தேவை. ஏனைய எந்திரங்கள், தளவாடங்கள் அதிகம் தேவைப்படும். நிதி அதிகமாகத் தேவைப்படும். இவ்வாறு பல பிரிவுகளும் வளர்ச்சி அடைய விற்பனை ஒரு கருவியாக அமைகிறது. விளம்பரம் செய்தல், விற்பனைப் பெருக்கு, தரமான பொருள்களை விற்றல் ஆகியவற்றால் இக்குறிக்கோளை அடைய முடியும். எ-டு: சென்னையில் உள்ள ஸ்பென்சர் நிறுவனம் நாடெங்கிலும் சுமார் 42 கிளைகளை நிறுவி விற்பனையில் ஒரு மகத்தான சாதனையை உருவாக்கி உள்ளது.

மேலே கூறிய முக்கிய குறிக்கோள்களைத் தவிர ஏனைய குறிக்கோள்களும் உள்ளன. அவை

பின்வருமாறு.

1. விற்பனையாளர்களின் நோக்கங்களை அடையச் செய்தல்
2. சிறந்த பண்டங்களை உற்பத்தி செய்வதில் மேலாண்மைக்கு உதவுதல்.
3. விற்பனைச் செலவுகளைக் கட்டுப்படுத்துதல்
4. நுகர்வோரின் எதிர்காலத் தேவைப்பற்றி முன் ஊகம் செய்தல்

விற்பனை மேலாண்மையின் பணிகள். ஒரு விற்பனை மேலாண்மையின் பணிகளை ஐந்து முக்கிய பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

- அ. திட்டமிடுதல்
- ஆ. ஒழுங்கமைத்தல்
- இ. கட்டுப்படுத்தல்
- ஈ. ஒருங்கிணைத்தல்
- உ. உந்துதல்

திட்டமிடுதல். பொதுவாகத் திட்டமிடுதல் என்றால், ஒரு செயலைப்பற்றி முன் கூட்டி நினைத்தல் எனப் பொருள்படும். திட்டமிடுதல் என்பது ஓர் ஒழுங்கமைப்பின் பணியாகும். இதில் தவறு ஏற்பட்டால், ஏனைய பணிகளிலும் தவறு நேரலாம். விற்பனை மேலாண்மையில் திட்டமிடுதல் என்பது கீழ்க்கண்ட பொருள்கள் பற்றி முன்கூட்டி நினைத்தல் வேண்டும். அவை

1. விற்பனையின் குறிக்கோளை நிர்ணயம் செய்தல்.
2. விற்பனைத் திட்ட நடவடிக்கைகளைத் தீர்மானித்தல்.
3. விற்பனைத் திட்டக் கொள்கைகளைத் தயாரித்தல்.

1. விற்பனையின் குறிக்கோளை நிர்ணயம் செய்தல். விற்பனைக் குறிக்கோளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று அளவிடக்கூடியது, மற்றொன்று விற்பனையின் தன்மையைப் பற்றியது.

குறிப்பிட்ட விற்பனை இலக்கினை அடைதல்,

விற்பனைச் செலவினை குறிப்பிட்ட அளவில் வைத்திருத்தல், அங்காடியில் விற்பனைப் பங்கினை அதிகரித்தல் போன்றவை அளவிடக்கூடிய குறிக்கோள்களாகும். வாடிக்கையாளர்களுக்குச் சிறந்த முறையில் சேவை செய்தல், புதிய வாடிக்கையாளர்களைக் கவர்தல், வாடிக்கையாளர்களின் ஒத்துழைப்பினை நாடுதல், வாடிக்கையாளருக்குப் பண்டங்கள் பற்றிய விபரங்களைத் தருவித்தல் ஆகியவை தம்மையைப் பற்றிய குறிக்கோள்களாகும். இவ்விரு குறிக்கோள்களை நிறைவேற்றுவதற்கு விற்பனை மேலாளர் சில விவரங்கள் சேகரித்தல் வேண்டும். முக்கியமானவை அங்காடியின் விற்பனை அளவு என்பது பல நிறுவனங்கள் ஒன்று சேர்ந்து விற்கக்கூடிய அளவினைப் பொறுத்ததாகும். குழுமத்தின் விற்பனை அளவு என்பது ஒரு தனிப்பட்ட நிறுவனத்தின் விற்பனையைப் பொறுத்ததாகும். ஒரு நிறுவனத்தின் எதிர்கால விற்பனை அளவு குறித்து முன் ஊகம் செய்வது நலம். இதற்கு கீழ்க்கண்ட முறைகள் கையாளப்பட்டு வருகின்றன.

அ. வாடிக்கையாளர்களை நேரில் அணுகி வாங்கும் சக்தியை அறிதல்.

ஆ. விற்பனையாளர்களின் ஆலோசனையின் பேரில் எதிர்கால விற்பனை அளவினை முன் ஊகம் செய்தல்.

இ. விற்பனைத் துறையில் உள்ள நிபுணர்கள் குழுவின் முடிவிற்கு விட்டுவிடுதல்.

ஈ. தொடர்புடைய பண்டங்களின் விற்பனை அளவுகொண்டு, குறிப்பிட்ட பண்டத்தின் விற்பனை அளவினை கணக்கிடுதல். எ-கா: கார், மோட்டார் சைக்கிள் போன்ற டயர்களின் விற்பனை அளவினை ஓரளவு அறிய முடியும்.

உ. புள்ளியல் முறைப்படி எதிர்கால விற்பனையை அளவிட்டுக் காட்டுதல்.

ஊ. அங்காடியின் விற்பனை அளவினைக் கொண்டு ஒரு தனிப்பட்ட நிறுவனத்தின் விற்பனையைக் கணக்கிட முடியும்.

விற்பனைத் திட்ட நடவடிக்கைகளைத் தீர்மானித்தல். விற்பனைத் திட்ட நடவடிக்கைகள் ஒரு நிறுவனத்தின் வெற்றிக்குச் சாளரம் எனலாம். விற்பனைத் திட்ட நடவடிக்கை என்பது மூன்று முக்கிய பகுதிகளைக் கொண்டதாகும். அவை

1. என்ன விற்கவேண்டும் என்பது பற்றி திட்டமிடுதல். இதில் பகிர்ந்தளிக்கும் முறைகளைப் பற்றி நினைக்க வேண்டும். மத்தியஸ்தர்கள், தரகர்கள், வாகனங்கள் ஆகியவை குறித்து திட்ட நடவடிக்கைகளைத் தீர்மானிக்க வேண்டும்.

2. பண்டங்களின் விலைப் பற்றிய திட்ட நடவடிக்கையைத் தீர்மானித்தல். இங்குப் போட்டியாளர்களின் விலை, அங்காடியின் விலை, அரசாங்கத்தின் விலைக் கொள்கை ஆகியவற்றைச் சிந்தனைக்கு எடுத்துக்கொள்ளுதல் அவசியம்.

விற்பனைத் திட்டக் கொள்கைகளைத் தயாரித்தல். பொதுவாக ஒழுங்கமைத்தல் என்பது ஒரு நிர்வாக அமைப்பில் உள்ள பணியாளர், பணம், எந்திரம் ஏனைய வளங்களையும் ஒன்று சேர்த்து திட்டமிட்டு ஒரு மித்த பலப் பிரிவுகளாகப் பிரித்து, அப்பிரிவுகளில் ஆட்களை அமர்த்தி, நிர்வாகத்தின் குறிக்கோளை அடையும் வண்ணம் பொறுப்புகளை ஒப்படைப்பதே ஆகும். விற்பனை மேலாளரும், தம் கீழ் பணிபுரியும் விற்பனையாளர்களை ஒழுங்கமைத்து, அவருக்கு பொறுப்புக்களை ஒப்படைத்து விற்பனை மேலாண்மையின் நோக்கங்களை அடையவழி செய்து கொடுக்க வேண்டும். இப்பணியைச் செய்யும்பொழுது விற்பனை மேலாளர் கீழ்க்கண்ட குறிக்கோள்களை மனதில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

1. வேலைப் பகிர்வு செய்வதன் மூலம் தனித் தன்மையை வளர்த்தல் வேண்டும்.
2. நிர்வாகத்தின் முக்கிய பணிகள் நிறைவேறும் வண்ணம் ஒழுங்கமைத்தல் நல்லது.
3. எல்லாப் பிரிவினரையும் ஒருங்கிணைக்கும் படி செய்தல் வேண்டும்.
4. தெளிவான அதிகார அமைப்புகளை நிர்ணயிக்க வேண்டும்.
5. சிக்கனமான ஒழுங்கமைப்பு முறையாக இருத்தல் வேண்டும். ஒழுங்கமைத்தலைக் கீழ்க்கண்ட வரிசையில் செய்திடல் வேண்டும்.

அ. ஒழுங்கமைப்பின் குறிக்கோள்களைத் தீர்மானிக்க வேண்டும்.
ஆ. செயல்கள் யாவும் தொடர்புடைய

பிரிவுகளாகப் பிரித்தல் வேண்டும்.

இ. விற்பனையாளர்களின் தகுதிக்கு ஏற்ப பொறுப்புக்களை ஒப்படைத்தல் வேண்டும்.

ஈ. விற்பனையாளர்களையும், ஏனைய தொழிலாளிகளையும் ஒருங்கிணைத்து நடத்திச் செல்வ வசதிகள் செய்து தரப்படுதல் வேண்டும்.

விற்பனை ஒழுங்கமைப்பினை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று நேரிடை உறவுமுறை ஒழுங்கமைப்பு. மற்றொன்று மறைமுக உறவுமுறை ஒழுங்கமைப்பு.

நேரிடை உறவு முறை என்பதில் ஒவ்வொருவரின் அதிகாரமும், பொறுப்பும் தெளிவாக நிர்ணயம் செய்யப்படுகிறது. அதிகாரம் கீழ் நோக்கியும், பொறுப்பு மேல் நோக்கியும் ஒப்படைக்கப்படுகின்றன. எ-டு: நிர்வாகத்தினர் விற்பனை மேலாளர்க்கும், விற்பனை மேலாளர், விற்பனை மேற்பார்வையாளர்க்கும் அதிகாரத்தை ஒப்படைக்கின்றனர். விற்பனை மேலாளர் நிர்வாகத்தினருக்கு, விற்பனை மேற்பார்வையாளர் விற்பனை மேலாளருக்கும் பொறுப்புகளை நிறைவேற்ற கடமைப்பட்டுள்ளார்கள். மறைமுக உறவுமுறை என்பதில் நிர்வாகம் யாருக்கும் அதிகாரத்தையும், பொறுப்புகளையும் ஒப்படைப்பது இல்லை. இது நிர்வாக அமைப்பிற்கு வெளியே ஏற்படும் உறவு முறையாகும். பெரும்பாலும், ஒரு விற்பனையாளர் தன் மனதில் பட்ட கருத்தினைப்பற்றி மற்றொருவரிடம் பேசிக் கொள்வது போன்ற உரைநடையைக் குறிக்கும். இதில் அதிகாரி, பணியாளர் என்ற உறவு இல்லை. இது நிர்வாகத்திற்கு நேரிடையாக உதவாவிட்டாலும், முடிவுகள் எடுப்பதற்கு மிகவும் உதவியாக இருக்கும். எனவே, நடைமுறையில் நேரிடை உறவு முறையே நிர்வாகத்திற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும். நேரிடை உறவுமுறையில் ஒரு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கின்றனர்.

1. நேர்வரிசை விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு அல்லது செயலாற்றநர் விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு
2. செயல்பாங்கு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு அல்லது அலுவலர் விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு

3. நேர்வரிசை செயல்பாங்கு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு

நேர்வரிசை ஒழுங்கமைப்பு அல்லது செயலாற்றுநர் விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு. இது எளிய பழமையான முறையாகும். முழுக்க முழுக்க செயலாற்றுநர்களைக் கொண்டு இயங்கக்கூடிய அமைப்பாகும். இவ்வொழுங்கமைப்பில் அதிகாரம் மேலிருந்து நேர்கீழாக வரும். அதிகாரம் வழங்கும்பொழுது பொறுப்பும் ஒப்படைக்கப்படுகிறது. எ-டு: ஒரு நிர்வாகம் விற்பனை மேலாளர்க்கு குறிப்பிட்ட விற்பனையை அடையும்படி கட்டளைப்பிறப்பிக்கும் அதே வேளையில், விற்பனை மேலாளரின் கீழ் பணிபுரியும் விற்பனையாளர்களுக்கு ஊக்குவிப்பு ஊதியம் அதிகாரத்தையும் வழங்குகிறது. அவர்கள் மீது ஒழுங்கு நடவடிக்கை எடுக்கவும் போதிய அதிகாரம் ஒப்படைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு அதிகாரமும் பொறுப்பும் ஒன்றோடொன்று இணைந்து படிப்படியாக இறங்கிவரும் தன்மையை உடையது.

நேர்வரிசை விற்பனை ஒழுங்கமைப்பில் ஆலோசனை வழங்க பயிற்சி பெற்ற நிபுணர்கள் கிடையாது. செயலாற்றுநர் ஒவ்வொருவருக்கும் நிறைய பொறுப்புகள் இருப்பதால் பணியாற்றுவதில் சற்று சிரமப்படுவார்கள். பொதுவாக, சிறிய நிறுவனங்களுக்கு இது ஏற்றதாக இருக்கும்.

செயல்பாங்கு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு அல்லது அலுவலர் விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு. இவ்வொழுங்கமைப்பினைத் தனித்தன்மை வாய்ந்த பிரிவுகளாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு பிரிவிற்கும் பயிற்சிபெற்ற, அனுபவம் வாய்ந்த நிபுணர்களை நியமனம் செய்கின்றனர். இவ்வொழுங்கமைப்பினை பிரடிக்ட் டெய்லர் என்பார் பரிந்துரை செய்தார். வேலைகள் யாவும் பகிர்வு செய்யப்பட்டு தனித்தன்மைப் போற்றப்படுகிறது. ஒவ்வொரு விற்பனையாளரும், பல விற்பனை மேலாளர்களின் கட்டளைக்குப் பணிபுரிய வேண்டியுள்ளார்.

செயல்பாங்கு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பின் முக்கிய அம்சம் செயல்கள் யாவும் பணிகள் வாரியாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பணிக்கும் ஒரு பயிற்சி பெற்ற அறிஞரை நியமனம் செய்வதே ஆகும். ஒரு

விற்பனையாளர் பல ஆலோசகர்களின் கட்டளைக்கு ஆளாக நேரிடுவதால், சில வேலைகளில் குழப்பங்கள் எழ வாய்ப்புண்டு. வேலைகளின் தன்மை பாதிக்கப்படலாம். பொதுவாகத் தனித்தன்மை காட்ட விரும்பும் நிறுவனங்களுக்கே இது பொருந்தும்.

நேர்வரிசை செயல்பாங்கு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு. மேலே கூறிய ஈர் ஒழுங்கமைப்புகளும் பல குறைகளுக்கு ஆளாக நேரிடுகின்றன. செயலாற்றுநர்கள் மட்டுமோ, நிபுணர்கள் மட்டுமோ தனித்தே செயல்படுவதால் விற்பனை மேலாண்மையின் நோக்கத்தை அடைவது சிரமம். தற்காலத்திற்கு உகந்ததும் அல்ல. எனவே, செயலாற்றுநரும், ஆலோசகர்களும் இணைந்தே பணிபுரியும். நேர்வரிசை செயல்பாங்கு விற்பனை ஒழுங்கமைப்பு பரிந்துரை செய்யப்படுகிறது. இவ்வொழுங்கமைப்பில் மேல்நிலைப் பணிகள் வாரியாகவும், கீழே வரவர செயல்முறைப்படியும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. செயலாற்றுநர், ஓர் ஒழுங்கமைப்பின் குறிக்கோளை அடைவதில் நேரடியாகத் தொடர்பு கொள்ளவும், அவர்களுக்கு ஆலோசனை வழங்க ஆங்காங்கே பயிற்சி பெற்ற நிபுணர்களும் நியமனம் செய்யப்படுகின்றனர். எ-டு: விற்பனை மேலாளர் விற்பனை மேலாண்மையின் நோக்கத்தை அடைய முற்படும்பொழுது அவருக்கு ஆலோசனை வழங்க மேலாளர் நியமிக்கப்படுகிறார்.

இவ்வொழுங்கமைப்பில் நிறைய நன்மைகள் இருந்தாலும், தீமைகளும் இல்லாமல் இல்லை. எ-டு: செயலாற்றுநர்களுக்கும், அலுவலர்களுக்கும் இடையே அடிக்கடி பூசல்கள் ஏற்பட்டு முடிவுகள் எடுப்பதில் தாமதம் ஏற்படுகின்றன. இம்முறையில் செலவும் அதிகமாகிறது.

கட்டுப்படுத்தல். எந்தவொரு தொழில் அமைப்பிற்கும் விற்பனைத் துறைதான் இலாபத்தை நிர்ணயம் செய்கிறது எனலாம். விற்பனையின் மூலம் இலாபத்தை அதிகரிக்கும் வேளையில் விற்பனைச் செலவுகள் கூடாமல் பார்த்துக்கொள்ளுதல் அவசியம். இப்பணியினை இரண்டு கட்டமாகப் பிரித்து செயல்படுத்தல் நன்று.

1. விற்பனையாளர்களைக் கட்டுப்படுத்தல்

2. விற்பனைச் செலவினைக் கட்டுப்படுத்தல்.

விற்பனையாளர்களைக் கட்டுப்படுத்தல்.

விற்பனையாளர்களைக் கட்டுப்படுத்துவது என்பது விற்பனை மேலாளரின் திறமை, அறிவு, அனுபவம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததாகும். மேலும், விற்பனையாளர்களைக் கட்டுப்படுத்த சிறந்த திட்டங்கள் தீட்டல் வேண்டும். அவற்றில் முக்கியமானவை (1) விற்பனைத் திட்டம், (2) விற்பனைக் குறியீடு.

விற்பனைத்திட்டம் என்பது விற்பனைக்கு ஆகும் வரவு செலவுகளைப் பற்றி முன் கூட்டியே தயாரிக்கப்படும் பட்டியலாகும். இதைக்கொண்டு உண்மையான வரவு-செலவு கூடியுள்ளதா அல்லது குறைந்து உள்ளதா என்பதை அறியமுடியும். அத்துடன் உண்மையான செலவு, திட்டமிட்ட செலவினைவிட கூடியிருந்தால், கூடுதலுக்கான காரணங்களைக் கண்டறிந்து தக்க நடவடிக்கை எடுக்க இயலும்.

விற்பனைக் குறியீட்டின் மூலம் ஒரு விற்பனையாளரின் விற்பனைத்திறனை அறிய முடியும். இதனால், திறமை உள்ளவர்களை ஊக்குவிக்கவும், திறமையில்லாதவர்கள் விஷயத்தில் சரிகட்டும் நடவடிக்கை எடுக்கவும் முடிகிறது. விற்பனைக் குறியீடு தயாரிக்கும் பொழுது விற்பனையாளரின் திறமை, விற்பனை செய்யும் பண்டம், உள்ளூர் அங்காடியின் நிலவரம் ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த, விற்பனைக் கணக்காய்வு, செலவு கணக்காய்வு ஆகியவற்றை மேற்கொள்ளுதல் அவசியம். விற்பனைக் கணக்காய்வு மூலம், விற்பனைத் திட்டக் கொள்கைகள் யாவும் சரியாக நடைமுறைப்படுத்தப் பட்டுள்ளனவா இல்லையா என்பதை அறியலாம். செலவு கணக்காய்வு மூலம், விற்பனைச் செலவுகள் யாவும் திட்டமிட்டபடி செலவிடப்பட்டுள்ளதா இல்லையா என்பதை அறியமுடியும்.

விற்பனைப் பணிகளை ஒருங்கிணைத்தல்.

ஒருங்கிணைத்தல் என்பது ஒரு விற்பனை மேலாளரின் திறமைக்கு இடப்பட்ட சவாலாகும். விற்பனையாளர்கள், வாடிக்கையாளர்கள், விளம்பரத்துறையினர், உற்பத்திப் பிரிவினர், வியாபாரிகள், தரகர்கள் ஆகிய அனைத்துப்

பிரிவினர்களையும் ஒருங்கிணைத்து விற்பனை மேலாண்மையில் குறிக்கோளை அடைய முற்படுதல் வேண்டும். சுமுகமான மனித உறவுக்கொள்கைகள் மேற்கொள்ளப்படுதல் வேண்டும். இத்துடன் கூட்டமைப்பு, கலந்துரையாடல் ஆகியவற்றுக்கு ஏற்பாடு செய்தல் வேண்டும். திறனாய்வுக்குழு, தர நிர்ணயக் குழு ஆகிய குழுக்களில் ஒவ்வொருப் பிரிவினருக்கும் சமவாய்ப்புக் கொடுத்து அவர்களைப் பங்கு பெறச் செய்ய வேண்டும்.

உந்துதல். உந்துதல் என்பது

விற்பனையாளர்களை உற்சாகப்படுத்துதல் அல்லது தூண்டுதல் என்று பொருள்படும். விற்பனையாளர்களை தூண்டுதல் என்பது ஒரு பெரிய கலையாகும். இக்கலையை ஒரு விற்பனையாளர் தன்னுடைய அனுபவத்தில் வளர்த்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும். விற்பனையாளர்களைத் தூண்டி வேலை வாங்க சரியான ஊக்குவிப்புக் கொள்கைகளைக் கடைபிடிக்க வேண்டும். ஊக்குவிப்புக் கொள்கைகளை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. நிதி ஊக்குவிப்புத் திட்டம்
2. பிற ஊக்குவிப்புத் திட்டம்

நிதி ஊக்குவிப்புத் திட்டம் என்பது விற்பனையாளர்களுக்கு அதிக ஊதியம் வழங்குதல், இலாபத்தில் பங்குக் கொடுத்தல், விற்பனையில் தரகு கொடுத்தல் ஆகியவற்றைப் பற்றியதாகும். விற்பனையாளர்களுக்கு பதவி உயர்வு வழங்குதல், பாராட்டிப் பேசுதல், தட்டிக் கொடுத்தல், பயிற்சிக்கு அனுப்பி வைத்தல், விற்பனை மாநாட்டில் கலந்து கொள்ளச் செய்தல் ஆகியவை பிற நிதி அல்லாத ஊக்குவிப்புத் திட்டத்தில் அடங்கும். எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக விற்பனை மேலாளர் விற்பனையாளர்களிடம் அன்பாகப் பேசி வேலை வாங்க கற்றுக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

விற்பனையை பாதிக்கும் காரணிகள். ஒரு

நிறுவனத்தின் விற்பனை பல காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது. அவற்றில் முக்கியமானவை.

1. அங்காடிப் போட்டி

2. விளம்பரம்
3. விற்பனைப் பெருக்கு
4. இடைநிலை வணிகர்கள்
5. அரசின் சட்டத்திட்டங்கள்
6. சமூகக் கோட்பாடுகள்

அங்காடிப் போட்டி. அங்காடியில் நிலவிவரும் போட்டி ஒரு நிறுவனத்தின் விற்பனையை மிகவும் பாதிக்கிறது. வியாபாரிகளின் அல்லது வியாபார நிறுவனங்களின் எண்ணிக்கை குறித்து அங்காடி போட்டியினைக் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கின்றனர்.

1. முழுமையான போட்டி
2. ஏக உரிமை போட்டி
3. நிறைந்த போட்டி
- 4 குறைந்த போட்டி
5. இருவர் போட்டி

முழுமையான போட்டியில் வியாபாரிகள் அல்லது வியாபார நிறுவனங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக இருக்கும். சில சமயங்களில் எண்ணிக்கையில் அடங்காது. எனவே, ஒரு தனிப்பட்ட ஒழுங்கமைப்பின் விற்பனையைக் கூட்டுவது என்பது கடினமான பணியாகிறது. மேலும் பண்டங்களின் விலை, அங்காடியில் நிர்ணயம் செய்யப்படுவதால், தனிப்பட்ட நிறுவனத்திற்கு விற்பனையில் ஊக்கம் இருப்பதில்லை. தானிய வகைகள், பருத்தி, சர்க்கரைப் போன்ற பண்டங்கள் இப்போட்டியில் விற்கப்படுகின்றன. அடுத்து, ஏக உரிமைப் போட்டி என்பது முழுமை போட்டிக்கு நேர் மாறானது. இதில் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்டத்திற்கு ஒரு வியாபார நிறுவனம் மட்டுமே இருக்கக்கூடும். விளம்பரம், விற்பனைப் பெருக்கு ஆகியவை அதிகம் இல்லாமலேயே விற்பனையைக் கூட்ட முடியும். திருச்சியில் அமைந்துள்ள பாரத அதி மின் அழுத்த உலை தயாரிக்கும் தொழிற்சாலையை இதற்கு உதாரணமாகக் கூறலாம்.

இந்தியாவில் மின்சாரம், ரயில்வே, தபால்தந்தி ஆகிய துறைகள் அரசின் உரிமைக்கு உட்பட்டவைகளாகும். பெரும்பாலான பண்டங்கள் மூன்றாவது போட்டியான நிறைந்த போட்டியில் வருகின்றன. இதில் வியாபாரிகள் அல்லது வியாபார

நிறுவனங்களின் எண்ணிக்கை அதிகம் என்றாலும், முழுமைப் போட்டியில் இருப்பதைவிட சற்று குறைவே. பலத்த போட்டி இருப்பதால், விளம்பரம், விற்பனைப் பெருக்கு ஆகியவற்றைக் கொண்டுதான் விற்பனையைப் பெருக்க முடியும். சோப்பு, சீப்பு, கண்ணாடி, பிளாஸ்டிக் சாமான்கள் ஆகிய பண்டங்கள் இப்போட்டியின் கீழ் வருவன. குறைந்த போட்டியில் ஒரு சில நிறுவனங்களும், இருவர் போட்டியில் இரண்டிற்கும் மேற்படாத வியாபார நிறுவனங்களும் இருக்கின்றன. போட்டிகள் குறைவாக இருந்தாலும், விற்பனையைக் கூட்டுவதில் ஏனைய போட்டி நிறுவனங்களின் விலை நிர்ணயக் கொள்கை, விளம்பரக் கொள்கை ஆகியவற்றை குறைந்த போட்டிக்கும், இந்திய விமான பணியினை இருவர் போட்டிக்கும் உதாரணமாகக் கூறலாம்.

விளம்பரம். விளம்பரம், விற்பனையில் முக்கிய அங்கம் வகிக்கிறது. விளம்பரம் என்பது பண்டங்களைப்பற்றிய விபரங்களை மக்கள் மத்தியில் எடுத்துக்கூறும் ஒரு மறைமுக தகவல் தொடர்பு கருவியாகும். விளம்பரம் என்பது ஒரு பண்டத்திற்கு மதிப்பையும், மரியாதையையும் கூட்டுகிறது. இதனால் ஒரு தனிப்பட்ட நிறுவனம் பயன் அடைவதோடு ஒவ்வொரு அரசாங்கமும் கணிசமான வருவாயைப் பெறுகிறது. பொதுவாக விளம்பரம் இல்லாமலேயே ஓரளவு விற்பனை நடைபெறும். விளம்பரம் செய்வதால் விற்பனை அதிகரிக்கும். விளம்பரச் செலவின்கும் விற்பனைக்கும் நேரடி தொடர்பு உண்டு.

விற்பனைப் பெருக்கு.

இது விளம்பரத்திலிருந்து மாறுபட்டதாகும். விளம்பரம் என்பது மறைமுகமாக செய்தியினை எடுத்துச்செல்லும் கருவி. விற்பனைப் பெருக்கு என்பது பண்டங்களைப் பற்றி வாடிக்கையாளர்களிடம் நேரடியாக எடுத்துச்செல்லும் கருவியாகும். விற்கப்படும் பண்டங்களில் சிலவற்றைப் பார்வைக்கு வைத்தல், விற்பனையாளர்கள் கடைமுன் நின்று பண்டங்களைப் பற்றி கூறுவது ஆகியவை இவற்றில் அடங்கும். இந்நுணுக்கம் பெரும்பாலும், பொம்மை, துணி, வானொலிப் பெட்டி, தொலைகாட்சிப் பெட்டி ஆகிய பண்டங்களை விற்பதற்கு கையாளப்பட்டு வருகிறது. இம்முறையினால் விற்பனைக் கூடுவதுடன், வாடிக்கையாளர்களின் உணர்வுகளையும்,

எண்ணங்களையும் உடனுக்குடன் அறிய முடிகிறது.

இடைநிலை வணிகர்கள். நேரிடை விற்பனையில் இடைநிலை வணிகர்களின் பங்கு குறைவு என்றாலும், ஒரு சில பண்டங்களின் விற்பனையில் அவர்களும் கலந்து கொள்கிறார்கள். எ-டு: ஒரு சில நிறுவனங்கள் தங்களின் பங்குத் தொகைகளை விற்பதற்காக தரகர்களை நாட வேண்டி உள்ளது. தரகர்களின் நடவடிக்கை பங்குத் தொகையின் விற்பனையை அதிகமாகப் பாதிக்கிறது. இதைத் தவிர தரகர் சிலர் வாடிக்கையாளர்களை அழைத்து வந்து நேரிடை விற்பனையைப் பெருக்குவதும் உண்டு.

அரசின் சட்ட திட்டங்கள். அரசாங்கத்தின் சட்ட திட்டங்கள் ஒரு நிறுவனத்தின் விற்பனையை மிகவும் பாதிக்கின்றன. விற்பனை வரி, பண்டங்களின் விலைக் கட்டுப்பாடு, தரக் கட்டுப்பாடு, ஏற்றுமதி இறக்குமதிக் கொள்கைகள் ஆகியவை குறித்த அரசின் சட்ட திட்டங்கள் விற்பனையைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. விற்பனை வரியைக் குறைக்கும் பொழுதும், ஏற்றுமதிக் கொள்கையைத் தளர்த்தும் பொழுதும் விற்பனைக் கூடுவதை நாம் பார்க்கிறோம். அதே சமயத்தில் ஓர் அரசின் சட்டம் விற்பனைக்கு முட்டுக்கட்டையாகவும் இருக்கிறது. எ-டு: 1983 ஆம் ஆண்டு தெற்கு அரேபியா நாட்டிற்கும், இந்தியாவிற்கும் உள்ள ஏற்றுமதிக் கொள்கையில் கருத்து வேறுபாடு இருந்தது. இதனால், இந்திய மாமிசப் பண்டங்களை இறக்குமதி செய்யக்கூடாது எனத் தெற்கு அரேபியா சட்டம் இயற்றியது. இதனால், இந்தியாவின் மாமிசப் பண்டங்களின் விற்பனைக் கணிசமாகக் குறைந்தது. சமீபத்தில் சில மாநிலங்களில், வாகனச் சட்டத்தின் மூலம் தலையணி (Helmet) அணிய வேண்டும் என்று கூறினர். இதனால், தலையணியின் விற்பனைப் பெரும் அளவு கூடியதுடன், தலையணிகள் கிடைக்காமலும் போயின. இவ்வாறு அரசின் சட்ட திட்டங்கள் விற்பனையைப் பாதிக்கின்றன.

சமூக மதக் கோட்பாடுகள். ஒரு சமூகத்தினரின் பழக்க வழக்கங்களும், மதக் கோட்பாடுகளும் விற்பனையைப் பாதிக்கக்கூடும். எ-டு: இந்தியாவில் சீக்கியர்கள் வாகனங்களில் செல்லும்பொழுது தலையணி அணிவதிலிருந்து விலக்கு

அளிக்கப்பட்டுள்ளார்கள். இதனால், சீக்கியர்கள் அதிகம் வாழும் பகுதியில் தலையணியின் விற்பனை பாதிக்கப்படுகிறது. அடுத்து இஸ்லாமிய இனத்தவர்கள் ஆடை அணிவதில் ஏனைய மதத்தவரிடமிருந்து வேறுபாடு காட்டுகிறார்கள். இதனால், குறிப்பிட்ட ஆடைகளின் விற்பனைக் கூடுகிறது. இவை போன்ற சமூக, மதக் கோட்பாடுகள் விற்பனையை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன.

மக்கள் பெருக்கம். மக்கள் தொகை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அவர்களின் தேவைகளும் அதிகரிக்கின்றன. இதனால் விற்பனையும் கூடுகின்றன. இந்தியா போன்ற மக்கள் தொகை அதிகமாக உள்ள நாடுகளில் பண்டங்களின் தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதே அரசின் பெரும் பிரச்சனையாக உள்ளது.

மக்களின் கூட்டுத்தன்மை. ஓரிடத்தில் குடியிருக்கும் மக்களில் பெரும்பாலானோர் வசதி உடையவர்கள் எனில், அந்தப் பகுதியில் விலை உயர்ந்த பண்டங்களின் விற்பனை அதிகரிக்கும். அதே சமயத்தில் ஏழை, எளிய மக்கள் குடியிருக்கும் பகுதியில், சாதாரண விலை குறைந்த பண்டங்களின் விற்பனைக் கூடுதலாக இருக்கும். குழந்தைகள் அதிகமாக உள்ள இடங்களில் பொம்மைகள், ஏனைய விளையாட்டுச் சாமான்கள் அதிகமாக விற்கும். இவ்வாறு மக்களின் கூட்டுத் தன்மை விற்பனையைப் பாதிக்கிறது.

விற்பனை மேலாண்மையின் பிரச்சனைகள். விற்பனையில், விற்பனையாளர், வாடிக்கையாளர், தரகர், இடைநிலை வியாபாரிகள் எனப் பல மனித இனத்தவர்கள் பங்குக் கொள்வதால் பெரும்பாலான பிரச்சனைகள் மித உறவு பற்றியதாகும். அரசு, சமூக சட்ட திட்டங்களும் விற்பனைக்கு பெரும் பிரச்சனையாக இருக்கின்றன. பொதுவாக விற்பனை மேலாண்மையின் பிரச்சனைகளை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. உட்பிரச்சனைகள்
2. வெளிப் பிரச்சனைகள்

உட்பிரச்சனைகள். இது விற்பனை நிர்வாகத்தின் உள் அமைப்புகளிலிருந்து வரும்

பிரச்சனைகளைக் குறிக்கும். அவற்றில் சில முக்கியமான பிரச்சனைகள் இங்கே தரப்பட்டுள்ளன.

1. இன்றைய நிர்வாகத்தினர் விற்பனைக்கு முக்கியத்துவம் கொடுப்பது இல்லை. இதை ஒரு இரண்டாந்தர காரியமாகவே கருதுகின்றனர்.

2. விற்பனையாளர்கள், பண்டங்கள் பற்றி முழு விபரங்கள் விற்பனை மேலாளருக்குத் தெரிந்திருந்தாலும், முடிவு எடுப்பது நிர்வாகத்தினரே. விற்பனை மேலாளரின் ஆலோசனையை ஏற்பது என்பது அவசியம் இல்லை. இதனால் விற்பனை மேலாளர்கள் உற்சாகம் இழக்கின்றனர்.

3. உற்பத்தி, பணியாளர், அங்காடி, நிதி ஆகிய தொடர்புடைய பிரிவுகளின் மேலாளர்கள், விற்பனை மேலாளருக்குப் போதிய ஒத்துழைப்பு அளிப்பது கிடையாது. பண்டங்களின் தர நிர்ணயம், விற்பனையாளர்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல், விற்பனைத் திட்டம் தயாரித்தல் ஆகியவற்றில் விற்பனை மேலாளரின் கருத்துக்களை சரியாக எடுத்துக் கொள்வது கிடையாது.

வெளிப் பிரச்சனைகள். விற்பனை மேலாண்மையுடன் தொடர்புடைய வெளி அமைப்புகளிலிருந்து வரும் பிரச்சனைகளைக் குறிக்கும். வெளிப் பிரச்சனைகளை நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை.

1. அரசு சார்புடைய பிரச்சனைகள்.
2. சமுதாய அமைப்புக்களைச் சார்ந்த பிரச்சனைகள்.
3. போட்டி நிறுவனங்களைச் சார்ந்த பிரச்சனைகள்.
4. பிற பிரச்சனைகள்.

அரசு சார்புடைய பிரச்சனைகள். இன்று விற்பனையில் அரசு அதிகமாகத் தலையிட்டு வருகிறது எனலாம். அரசின் சலுகைகளை விட சட்டங்கள் அதிகம் என்று கூறலாம். விலை நிர்ணயம், தரக்கட்டுப்பாடு, ஏற்றுமதி, இறக்குமதி, வளர்ச்சி ஆகிய பல நடவடிக்கைகளில் அரசு சட்டங்களைத் திணித்து வருகின்றது.

சமூக அமைப்புக்களைச் சார்ந்த பிரச்சனைகள்.

ஆங்காங்கே சமூக அமைப்புக்கள் நிறுவப்பட்டு பண்டங்களின் தரம், விலை, பகிர்ந்தளிக்கும் முறை ஆகியவற்றில் பிரச்சனைகளைக் கொண்டுவருகின்றன. நுகர்வோர் சங்கங்களும் அமைக்கப்பட்டு போராட்டங்கள் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன.

போட்டி நிறுவனங்களைச் சார்ந்த

பிரச்சனைகள். அங்காடியில் போட்டி நிறுவனங்களின் நடவடிக்கை ஒரு விற்பனை மேலாளருக்குப் பெரிய பிரச்சனையாகத் தோன்றுகிறது. பண்டங்களைப் பதுக்கி வைத்தல், கலப்படம் போன்ற முறைகேடான நடவடிக்கைகள் மக்களிடையே விற்பனையைப் பற்றி தவறான கருத்துக்கள் நிலவி வருகின்றன.

பிற பிரச்சனைகள். மேலே கூறிய

பிரச்சனைகளைத் தவிர ஏனைய பிரச்சனைகளும் உள்ளன. எ-டு: இந்தியா போன்ற வளர்ந்துவரும் நாடுகளின் பொருளாதாரம், விற்பனைக்குப் போதிய உற்சாகம் அளிப்பதாக இல்லை. குறைந்த விலை, அதிக இலாபம் என்ற அடிப்படையில் நுகர்வோர் அங்காடிக்கு வருவதால், தரமுள்ள பண்டங்களுக்கு வாய்ப்பு குறைவே. இந்திய வியாபாரிகள் விற்பனையில் முற்போக்கு நடவடிக்கை எடுக்க தயக்கம் காட்டுகின்றனர்.

உணவு தானிய பண்டங்களின் விற்பனை மழை போன்ற இயற்கை வளங்களை நம்பி உள்ளன. இயற்கையும் அவ்வப்போது பாதகமாக அமைந்துவிடுகிறது. எ-டு: அதிக மழை பெய்வதால், கோதுமை, பருத்தி போன்ற பயிர்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால், அப்பண்டங்களின் விற்பனையும், அப்பண்டங்களை மூலப்பொருளாகக் கொண்ட பிஸ்கட், துணி போன்ற பண்டங்களின் விற்பனையும் பாதிக்கின்றன. தரகர், இடைநிலை வியாபாரிகள் அதிக இலாபம் வைத்துவிற்பதால் விற்பனை மேலாளர் மேலும் சில பிரச்சனைகளைச் சந்திக்க வேண்டி உள்ளது.

விறகு

மனித வாழ்க்கையின் அவசியத் தேவைகளுள் எரிபொருளும் ஒன்றாகும். வெப்பந்தரும் காரணியாக வீடுகளிலோ தொழிற்சாலைகளிலோ எரிபொருளின் பயன்பாடு தவிர்க்க இயலாத ஒன்றாகும். காற்றுடன் இணைந்து எரியும் எப்பொருளும் எரிபொருளாகவோ வளி பொருளாகவோ கிடைக்கின்றன.

திண்மப் பொருளான எரிபொருள் பலவகைப்படும். நிலக்கரி (coal), எரிமண் (peat) மற்றும் விறகு (wood) என்பன. நீண்ட நெடுங்காலமாக மனிதனால் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருவது விறகே ஆகும். உலகில் உள்ள மரங்களில் 37% தடி மரங்களாகவும் (timber), 15% மரக்கூழ்க்காகவும் (wood pulp) மீதமுள்ள 42% விறகுக்காகவும் (fuel wood) பயனாகிறது எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

பயன்கள். சமைப்பதற்கு எரி பொருளாகிறது. குளிர்ப் பிரதேசங்களில், வீடுகளை வெப்பமாக்கிக் கொள்ளப் பயன்படுகிறது. காற்றுடன் இணையாமல் சுடப்படும் மரக்கரியாக (char coal) மாற்றப்பட்டு பலவகையில் பயனாகிறது. கொதிகலன்களுள் வைத்து எரிக்கப்பட்டு, அதனின்றும் மரத்தார் (wood tar), மர எண்ணெய் (wood oil) போன்ற நீர்ப் பொருட்களும், மெத்தில் ஆல்கஹால், எத்தில் ஆல்கஹால் போன்ற வளிமப் பொருட்களும் திரட்டப்பெற்று, தானியங்கிக் (automotives) கருவிகளில் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப் பெறுகிறது. தற்போது மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யவும் பயனாகிறது.

பயனுறு விறகின் நற்கூறுகள். விறகு எரிக்கப் பெறும் பொழுது புகை இலாத தன்மை உடையதாய் இருத்தல் நல்லது. வெடிக்கவோ அல்லது தீப்பொறிகள் தெளிப்பதோ கூடாது. எளிதில் தீப்பற்றிக்கொள்ளவும் முழுமையும் எரிந்து போகுந்தன்மையும் கொண்டதாய் இருத்தல் வேண்டும். விரைந்து எரிதல் வேண்டும். துர்நாற்றம் தரக்கூடாது, கண்களுக்கோ தோலுக்கோ எரிச்சல் உண்டாக்கக்கூடாது, கனலும் சக்தி (heating power) மிகுந்திருத்தல் வேண்டும்.

மேற்குறித்த நற்கூறுகளை உடையதாகத் திகழ்வதற்குத் தேவையான அடிப்படை இயல்புகள் கீழ்க்கண்டவாறு தொகுக்கப் பெறுகின்றன.

விறகு எரியும்பொழுது விறகில் உள்ள கரிப்பொருளும் (carbon) நீர்ப்பொருளும் (hydrogen) ஆக்சிஜனுடன் (oxygen) இணைந்து CO₂ ஆகவும், நீராகவும் மாற்றம் பெறுவதுடன் விறகின் மற்றைய பகுதிகள் சாம்பலாக மீந்து நிற்கின்றன. விறகு எரியுங்கால் மூன்று நிலைகளைக் கடக்கின்றது.

முதலிலை. விறகில் உள்ள ஈரம் ஆவியாக மாறுகிறது. இதற்கு ஓரளவு வெப்பம் வீணாகிறது.

இரண்டாம் நிலை. விறகினுள் உள்ளார்ந்து இருக்கும் ஆவியாகும் பொருள்கள் (volatile materials) வெளியேறுகின்றன. அவை வெளியேறும்போதுதான் நெருப்பு சுடர் விட்டு எரிவதைக் காண்கிறோம். ரெசின் உள்ள விறகு எரியும்பொழுது ரெசின் ஆவி படிவதால் பாத்திரங்களில் கறைபடிவதைக் காணலாம்.

மூன்றாம் நிலை. அடிப்படையான செல்சுவர்கள் (cellulose) பிறகு சுடரில்லாமல் கனன்று தணலாகின்றன. இச்சமயத்தில்தான் விறகின் முழுமையான வெப்பமும் வெளியாகின்றது. அப்போது அளவான காற்றும் உள் சேருமாயின் எரிதல் முழுமையடைகிறது. விறகின் எரிதன்மையும் (combustibility) கனலுந்தன்மையும் (heating power) எரிக்கப்பெறும் சுட்டைகளின் வேதியியற் கூறுகளான உயிர் (organic) மற்றும் கரிம (inorganic) பொருட்களின் அளவு நீர்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டன.

உலர்மை (dryness). ஈரப்பசை மிகுந்த விறகு பற்றுவதற்குக் காலந்தாழ்த்தும். ஏனெனில், ஈரப்பசை ஆவியான பின்னரே வெப்பம் வெளிப்படத் துவங்கும். ஈரப்பசையைப் போக்கிட ஓரளவு வெப்பமும் வீணாகும். ஆகவே ஈரப்பசை குறைந்த உலர்மை முதல் தேவை ஆகும்.

கட்டையின் உட்கூறு நிலை (anatomical structure). துளை மிகுந்த (porous), குறையடர்த்தி (light) கொண்ட கட்டைகள் எளிதில் தீப்பற்றி விரைவில்

எரிந்து போவதால் அவை தரும் வெப்ப அளவு குறைவு.

அடர்த்தி மிகு (density) கட்டைகள் வெகு நேரம் எரிந்து மிகு வெப்பத்தை அளிக்க வல்லன.

வைரம் பாய்ந்த (heart wood) பகுதிகள் மிகு வெப்பத்தினையும், சோற்றுப் பகுதி (sapwood) புகையையும் தரும்.

குறையிலாமை (soundness). திசுக்கள் (tissues) அழியாது நன்முறையில் அமைந்துள்ள கட்டைகள் நன்குநின்று நிலைத்து எரிவன. அழுகிய திசுக்கள் (decayed tissues) உள்ள கட்டைகள் விரைந்து எரிந்து வெப்பம் தராது.

மிகைப் பொருள் அமைவு (extraneous substances). ரெசின், எண்ணெய் மற்றும் மரப்பால் (latex) போன்ற மிகைப் பொருள்கள் கொண்ட கட்டைகள் விரைவில் தீப்பற்றி எரிவதுடன் மிகு வெப்பத்தையும் தரவல்லன. இதனாலேயே, ரெசின் உள்ள ஊசியிலை மரங்களின் பசங்கிளைகள் கூட எளிதில் தீ பற்றிக் கொள்கின்றன. ஆனால் புகைக்கறை படியும் வாய்ப்பு மிகுதி.

கட்டைத்துண்டுகளின் அளவும் தன்மையும். உருட்டுக் கட்டைகள் காலநதாழ்த்தியும் பிளந்த துண்டுகள் விரைவிலும் தீ பற்றி எரிவதை நாம் காணலாம்.

மரத்தூள், அணைந்தும் புகையைக் கக்கியும் எரியும் தன்மை உடையது.

வன்மரங்கள் (hard wood) ஒரே சீரான வெப்பத்தை வெளிப்படுத்துவதால் வீட்டுச் சமையல் வேலைகட்கும், சலவைத் தொழில், கொதிகலன்கள் மற்றும் சோப்புத் தொழிற்சாலைகள் ஆகியவற்றிற்கும் விரும்பப்படுகின்றன. மென்மரங்கள் (soft wood) விரைந்து மிகு வெப்பத்தை நல்குவதால் அடுமனைகளிலும் (bakeries), சூளைகளிலும் (kilns) மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விறகுக்கு ஆகும் மர வகைகள். அவசியத்

தேவையினைப் பொறுத்து கிடைக்கக்கூடிய எந்த மரவகையும் எரிக்கப் பயன்படுத்தப் பெற்றாலும், முன்குறித்த நல்லியல்புகள் கொண்ட மரவகைகளே எப்பொழுதும் விரும்பப் பெறுவதுடன் அவற்றிற்கு நல்ல விலையும் கொடுக்கப்படுகிறது.

விரும்பப்பெறும் விறகு மர வகைகளில் முதன்மையானவை. கருவேல மரம், புளிய மரம், மஞ்சட்கடம்பு, உடைவேல், வெள்வேல், பிறவேல மரவகைகள், வாகை, புரசு, வெள்ளைத் துவரை, மருத மர வகைகள், கோங்கு, இருள்.

தேவையும் உற்பத்தியும். ஆண்டு தோறும் இந்தியாவில் 85 மில்லியன் கனமீட்டர் விறகு பயனாகிறது. அவற்றில் ஏறத்தாழ 14 மில்லியன் கனமீட்டர் விறகு காடுகளிலிருந்தும் மீதம் 71 மில்லியன் கனமீட்டர் விறகு பிற பகுதிகளிலிருந்தும் கிடைக்கிறது. இது இந்தியாவின் மொத்தத் தேவையில் 91.4 சதவீதமே.

காடுகளின் அளவு குறைந்து விட்டதாலும், பிற இடங்களிலும் மரங்கள் வெட்டப்பட்டு ஊர்களுக்கும் நகரங்களுமாகப் பெருகிவிட்டதாலும் உயர்ந்து வரும் விறகு தேவையினை ஈடு செய்ய பல்வேறு முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன. விறகு பற்றாக்குறையினால் மரத்தூள் மற்றும் மர ஆலைக்கழிவுகள், பயிர்த் தட்டைகள், நிலக்கரி, எரிவளிமம் போன்ற பல்வேறு வகை எரிபொருள்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் வயல்களில் வலுமிகுந்த உரமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு, வீணாவதுடன், வேளாண்மைக் கான செயற்கை உரச் செலவும் பெருமளவு உயர்ந்துவிட்டது. ஆண்டுதோறும் ஏறத்தாழ 60 மில்லியன் டன் கால்நடை சாணம் எரிபொருளாக வீணடிக்கப்படுகிறது எனக் கணக்கிடப்படுகிறது. இது ஏறத்தாழ 22.5 மில்லியன் டன் விறகுக்குச் சமமான அளவாகும்.

மாற்றுப் பொருள்களும் சிக்கனமும். தற்போதுள்ள காடுகளின் அளவு மிக குறைந்திருப்பதோடு அவற்றின் உற்பத்தித்திறனை எவ்வளவுதான் விஞ்ஞான முறையில் உயர்த்திட முயன்றாலும், பெருகிவரும் மக்கள் தொகையின் முழு தேவையினை நிறைவு செய்திட இயலாத நிலை

உள்ளது. ஆகவே, பல மாற்றுப் பொருட்களும் சிக்கன முறைகளும் தேவைப்படுகின்றன.

மாற்றுப் பொருள்கள். நிலக்கரி, இதுவும் தற்போதைய நிலையில் உற்பத்தி குறைந்து வருகிறது. இந்தியாவின் நிலக்கரி சுரங்கங்கள் இன்னும் 30 ஆண்டுகளில் தீர்ந்து போய்விடக்கூடிய சூழ்நிலை உள்ளதெனத் தெரிகிறது.

நிலக்கரி குறையக் குறைய அனல் மின்சார உற்பத்தியும் குறையும் வாய்ப்பு பெருகி வருகிறது. புனல் மின்சாரத்தின் (hydro electricity) உற்பத்தி கால நிலைகளால் அடிக்கடி பாதிக்கப்பட்டு வருகின்றது. அணுமின் உற்பத்தி மிகுந்த செலவினம் தரக்கூடியது.

சூரிய வெப்ப சக்தி. வெப்பம் மிகுந்த நிலைப் பகுதிகளில் மட்டுமே குறிப்பிட்ட பருவ காலத்தில் குறிப்பிட்ட கால அளவிற்கு மட்டுமே பயனாகக்கூடியது.

சாண எரி எண்ணெய். சாணத்தினை கார்பன் மோனாக்சைடுடன் 380°C வெப்பத்தில் குறித்த கால அளவையில் வெப்பப்படுத்தி சாண எரி எண்ணெய் தயாரிக்கலாம். ஏறத்தாழ 1 டின் சாணத்திலிருந்து 570 லிட்டர் எரி எண்ணெய் கிடைக்குமென்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

சாண எரி வளி. எங்கெங்கு குறிப்பிட்ட அளவு சாணம் கிடைக்கிறதோ அங்கெல்லாம் சாண எரிவளி உற்பத்தி செய்து பயன்படுத்தலாம்.

சிக்கன நடவடிக்கைகள். அடுப்புகளில் விறகைப் பயன்படுத்தாது, மரத்தூள் கழிவுகளைப் பயன்படுத்தும் நவீன அடுப்புகள், புகை எழுப்பா அடுப்புகள், சமுதாய அடுப்புகள் (community cooking) போன்ற பல முறைகளைப் பின்பற்றி சிக்கனத்தைக் கையாண்டு விறகுப் பற்றாக்குறையைச் சமாளிக்கலாம்.

குஜராத் மாநிலத்தில் வனத்துறையால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட புதுவகை இரும்பு அடுப்பைப் பயன்படுத்தி, இடுகாட்டில் பிண எரிப்புக்குத் தேவையான எரிபொருள் அளவினை மூன்றில் ஒரு

பங்காகக் குறைக்கலாம் எனக் கணிக்கப்பட்டு அத்தகைய அடுப்புகள், புழக்கத்துக்கு வந்துள்ளது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

ச. பாலகதிரேசன்

விறை பொருள்

விசைகள் தாக்கும்போது தனது வடிவத்தையோ, பருமத்தையோ மாற்றிக்கொள்ளாமல், வரையறுக்கப்பட்ட நீளம், அகலம், தடிமன் உள்ளதான லட்சியத் தன்மையிலான ஒரு பொருள் விறை பொருள் எனப்படுகிறது. நியூட்டனின் இயக்க விதிகளின் அடிப்படையில் ஒரு விறை பொருளின் இயக்கத்தைக் கணக்கிடும்போது உண்மையான பொருள்களின் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம், சுழற்சி இயக்கம் ஆகியவற்றின் சில முக்கியமான அம்சங்களைப் புரிந்துகொள்ள முடிகிறது. பொருள்களின் பரிமாணங்களிலும் வடிவங்களிலும் ஏற்படக்கூடிய மாற்றங்களினால் தோன்றுகிற சிக்கல்களைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டிய தேவை இல்லாமல் போகிறது. விறைபொருள்களின் இயக்கங்களைக் கணக்கிடப் பயன்படுகிற பல தத்துவங்கள், உண்மையில் காணப்படுகிற நெகிழ் தன்மையுள்ள பொருள்களுக்கும் அதிக மாறுபாடு இன்றிப் பொருத்தமாக இருப்பதாகவே கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. வளிமங்களின் இயக்கக் கோட்பாட்டில் மூலக்கூறுகள் விறைப்புத் தன்மையுள்ள உறுதியான கோளங்களாகவே கற்பனை செய்து கொள்ளப்படுகின்றன.

விறை பொருள் என்பது நிறைத் துகள்கள் அடங்கிய ஒரு குழு அல்லது அமைப்பு. அவை மற்றவற்றைப் பொறுத்து மாறாத நிலைகளில் பொருந்தியிருக்கும். எனவே, அவற்றுக்கு இடையில் சார்பு இயக்கம் எதுவும் தோன்ற முடியாது. விறை பொருள் நகரும்போது அதில் உள்ள துகள்கள் எல்லாம் இணையான நேர்க்கோடுகளில் சமமான தொலைவுகள் நகரும் அல்லது துகள்களும் சமமான கோணத்திசை வேகத்துடன் ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சைச் சுற்றிச் சுழலும்.

ஒரே சமயத்தில் இந்த இரண்டு வகையான இயக்கங்களும் நடைபெறவும் முடியும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். K.R.Resnickand D.Halliday, Physics, Wiley International, New York. 1977.

விறை பொருள் இயங்கியல்

விறை பொருள் என்பது நிறைத் துகள்கள் கொண்ட ஒரு தொகுப்பு அல்லது அமைப்பு. அவை ஒவ்வொன்றும் மற்ற துகள்களைப் பொறுத்து உறுதியான மாறாத இருப்பிடங்களைக் கொண்டிருக்கும். அவற்றுக்கு இடையில் சார்பியக்கம் எதுவும் இராது. ஒரு விறை பொருள் நேர்க்கோட்டில் இடப்பெயர்ச்சி அடையுமானால் அதிலுள்ள நிறைத் துகள்கள் எல்லாம் ஒரு நேர்க்கோட்டில் நகர்ந்து ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் சமமான தொலைவுகளைக்

கடக்கும். ஒரு விறை பொருள் சுழற்சி இயக்கம் செய்யும்போது அதிலுள்ள நிறைத் துகள்கள் எல்லாம் ஒரே கோணத் திசைவேகத்துடன் ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சைச் சுற்றிய வட்டமான பாதைகளில் நகரும். ஒரே சமயத்தில் இந்த இரண்டு வகையான இயக்கங்களும் ஒரு விறை பொருளில் ஏற்பட முடியும்.

நிறை மையம் (Centre of Mass). நிறை மையம் என்பது விறை பொருளுக்குள் அமைந்த ஒரு புள்ளி. ஒரு வெளி விசையின் செயல்படுகோடு அந்தப் புள்ளியின் வழியாகச் செல்லுமானால் பொருளில் விசையின் திசையிலான நேர்க்கோட்டு இயக்கம் மட்டுமே ஏற்படும். அதில் சுழற்சி இயக்கம் தோன்றாது. நிறை மையத்தின் இருப்பிடத்தைக் கணக்கிட, விறை பொருளைப் பல கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளுவதாகக் கற்பனை செய்துகொள்ள வேண்டும். ஒவ்வொரு கூறும் $d v$ என்ற பருமம் உள்ளது என்போம். இந்த ஒவ்வொரு கூறும் O என்ற நிலையான புள்ளியிலிருந்து உள்ள தொலைவு \vec{r} என்ற இருப்பிடத் திசையனி (position vector) உதவியால் கணக்கிடப்படும். கூறுகளின் நிறை அடர்த்தி ρ என்க. விறை பொருளின் மொத்த நிறை m எனில்

$$m = \int_V \rho \, dv \quad \text{-----}(1)$$

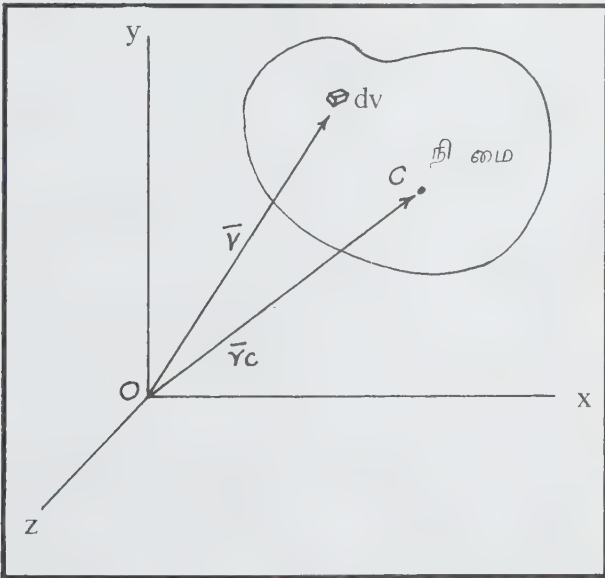
விறை பொருளின் நிறை மையம் இப்போது பொருளுக்குள் \vec{r} என்ற இருப்பிடத்திசையன் உள்ள புள்ளியாக வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\vec{r} = 1/m \int_V \vec{r} \rho \, dv \quad \text{-----}(2)$$

dv என்ற பருமக் கூறின் ஆயங்கள் x, y, z எனில், நிறை மையத்தின் ஆயங்கள் பின்வருமாறு அமையும்.

$$\begin{aligned} x &= 1/m \int_V x \rho \, dv, \\ y &= 1/m \int_V y \rho \, dv \\ z &= 1/m \int_V z \rho \, dv \quad \text{-----}(3) \end{aligned}$$

இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம். பல விசைகள் அடங்கிய ஒரு தொகுப்பு ஒரு விறை பொருளின் மேல் செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது அந்த



படம் 1

விசைகளின் செயல் திசைக்கோடு அப்பொருளின் நிறை மையத்தின் வழியாகச் செல்லுமானால் அந்தப் பொருளில் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம் மட்டுமே தோன்றும். விசைத் தொகுப்பின் செயல் திசைக்கோடு விறை பொருளின் நிறை மையத்தின் வழியாகச் செல்லாவிட்டால் பொருளில் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கமும் சுழற்சி இயக்கமும் சேர்ந்தாற்போலத் தோன்றும். இயக்கம் எப்படி இருந்தாலும் நிறை மையத்தின் இயக்கம் பின்வரும் சமன்பாட்டின்படி அமையும்.

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a} = m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad \dots (4)$$

விறை பொருளின் ஒவ்வொரு துகளுக்கும் நியூட்டனின் இரண்டாவது விதியைப் பயன்படுத்தி எல்லாத் துகள்களுக்கும் கூட்டியதன் மூலம் இந்தச் சமன்பாடு உருவாக்கப்பட்டது. இங்கு \vec{a} என்பது நிறை மையத்தின் முடுக்கத் திசையன் ($\vec{a} = d^2 \vec{r} / dt^2$, $\Sigma \vec{F}$) என்பது விறை பொருளின் மேல் செயல்படும் உள் விசைகளின் கூட்டுத் தொகை சுழி. ஏனெனில் நியூட்டனின் மூன்றாவது விதிப்படி விறை பொருளின் துகள்களுக்கு இடையில் செயல்படும் எல்லா உள் விசைகளும் இரட்டைகளாகவே அமைகின்றன. ஒவ்வொரு இரட்டையிலும் உள்ள விசைகள் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவும் நேர் எதிரான திசைகளிலும் இருக்கும். எனவே அவற்றின் கூட்டுத் தொகை சுழியாகிவிடுகிறது.

விறை பொருளின் நிறை முழுவதும் அதன் நிறை மையத்தில் கூடி விட்டதைப் போலவும், எல்லா வெளி விசைகளும் நிறை மையத்திலேயே செயல்படுவதைப் போலவே நிறைமையத்தின் இயக்கம் அமைந்திருப்பதாக 4 ஆம் சமன்பாடு காட்டுகிறது. எனவே ஒரு விறை புள்ளித் துகளின் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்க, ஒரு புள்ளித் துகளின் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் வழி முறைகளே கையாளப்படுகின்றன. ஆனால் விறைபொருள் இயங்கியலுக்கும், துகள் இயங்கியலுக்கும் இடையில் ஒரு முக்கியமான வேறுபாடு உண்டு. ஓர் உண்மையான விறை பொருளில் செயல்படும் விசைகள் பல வேளைகளில் பொருளின் வடிவத்தையும், புற

வெளியில் அதன் திசைப்பாட்டையும், சில வேளைகளில் இந்தப்புற வெளித் திசைப்பாடு நேரத்தோடு மாறுகிற வீதத்தையும் பொறுத்து அமையும். ஆகாய விமானம் அல்லது ஏவுகணைகள் காற்றில் பாய்வதையும், நீர்மூழ்கிக் கப்பல் நீருக்குள் இயங்குவதையும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். இடப்பெயர்ச்சியில் உள்ள இயக்கத்தை நேர்க்கோட்டு உந்தம் (linear momentum) என்ற திசையன் அளவின் பதங்களிலும் குறிப்பிட முடியும். விறை பொருளின் நிறை மையத்தின் திசைவேகம் பின்வருமாறு.

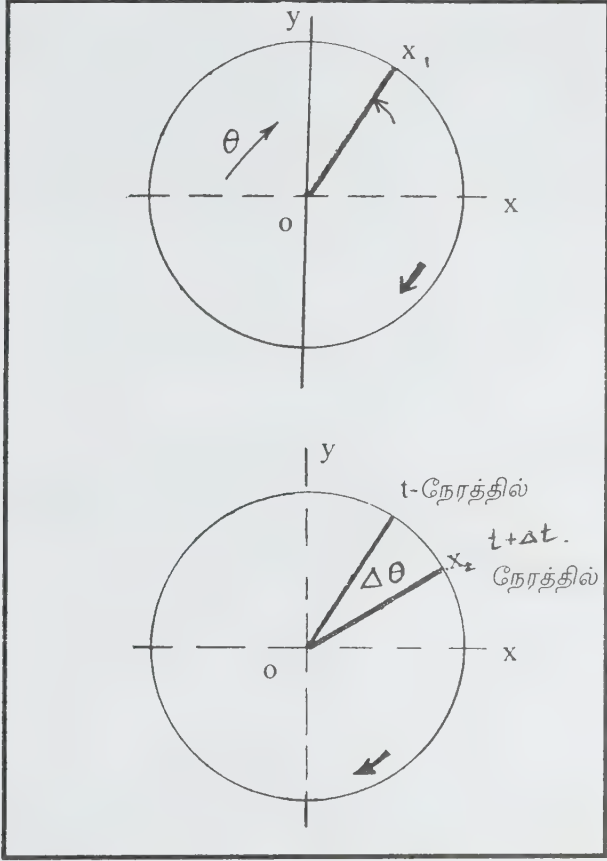
$$\vec{p} = m \vec{v} = m \frac{d \vec{r}}{dt}$$

எனவே 4 ஆம் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\Sigma \vec{F} = m \frac{d \vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt} (m \vec{v}) = \frac{d \vec{p}}{dt} \quad \dots (6)$$

இதில் $\vec{p} = m \vec{v}$ என்பது விறை பொருளின் நேர்க்கோட்டு உந்தம். இவ்வாறு ஒரு விறை பொருளின் மேல் செயல்படுகிற தொகுபயன் வெளி விசை (\vec{F}) பொருளின் நேர்க்கோட்டு உந்தம் நேரத்துடன் மாறுகிற வீதத்துக்குச் சமம். வெளி விசைகள் ஏதும் விறை பொருளின் மேல் செயல்படாதபோது, அதன் நேர்க்கோட்டு உந்தம் மாறிலியாக இருக்கும் என 6ஆம் சமன்பாடு காட்டுகிறது. இது நேர்க்கோட்டு உந்தத்தின் மாறாமை என்ற கோட்பாடு ஆகும்.

சுழற்சி இயக்கம். ஓர் அச்சத் தண்டில் பொருத்தப்பட்ட சக்கரம் சுழலுவதைப் போலப் புற வெளியில் அசையாமல் பொருத்தப்பட்ட ஓர் அச்சைச்சுற்றி ஒரு விறை பொருள் சுழன்று கொண்டிருந்தால், அந்த அச்சில் உள்ள எல்லாப் புள்ளிகளும் அச்சைப் பொது மையமாகக் கொண்ட வட்டமான பாதைகளில் நகரும். அவை நகரும் தளங்கள் அந்த அச்சுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். பொருளில் உள்ள ஏதாவது ஓர் அச்சின் Q என்ற கோண நிலையை நேரத்தின் சார்பெண்ணாகக் குறிப்பிட முடியுமானால், பொருளில் உள்ள எல்லாப் புள்ளிகளின் இருப்பிடங்களையும் திசை வேகங்களையும், முடுக்கங்களையும் கணக்கிட்டு விட முடியும்.



படம் 2

எ-டு: OX என்ற ஆரத் திசையனின் இரண்டு அடுத்தடுத்த நிலைகளைக் கவனிப்போம். அவை Δt என்ற சிறிய இடைநேர வெளியில் அமைகிறவை என்க. t என்ற கணத்தில் அதன் உடனடிக் கோணத் திசைவேகம் ω எனில்

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \text{ ன் கோண இடப்பெயர்ச்சி/ நேர இடைவெளி}$$

$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt} \text{ ----- (7)}$$

அதே போல t என்ற கணத்தில் உடனடிக் கோண முடுக்கம் α எனில் கோணத் திசை வேகத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றம்/நேர இடைவெளி.

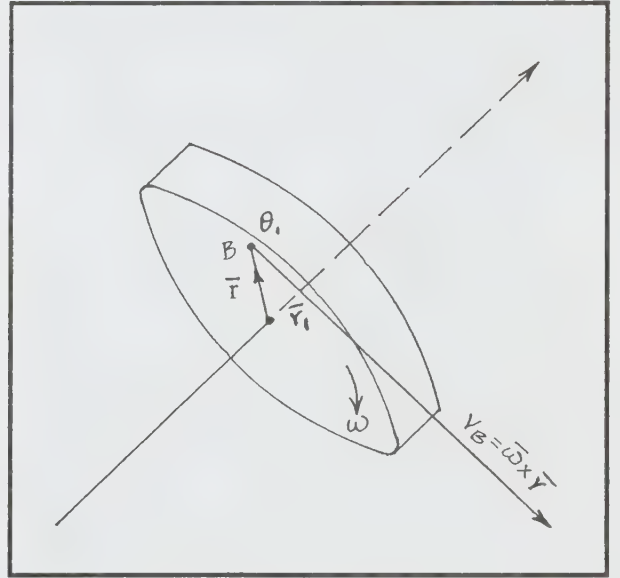
$$= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \text{ ----- (8)}$$

நேர்க்கோட்டுத் திசை வேகத்தையும் முடுக்கத்தையும் போலவே கோணத் திசைவேகமும்

முடுக்கமும் திசையன்களே. இந்த அளவுகளைக் குறிப்பிடும் திசையன்கள் சுழற்சி அச்சுக்கு இணையாக வரையப்படுகின்றன. ஒரு வலது கைத்திருகை அதே திசைவேகத்துடனும் அதே முடுக்கத்துடனும் திருகினால் அது முன்னேறும் திசையில் அந்தத் திசை வேகத்தின் திசையனும், முடுக்கத்தின் திசையனும் அமையும்.

தட்டு அல்லது சக்கரம் போன்ற ஓர் ஒற்றைத் தளப் பொருள் ஒரு குறிப்பிட்ட அச்சைச் சுற்றிச் சுழலுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அந்தப் பொருளில் உள்ள B என்ற ஏதாவது ஒரு புள்ளியின் தொடுகோட்டுத் திசைவேகம் \vec{v} , பொருளின் கோணத் திசைவேகம், சுழற்சி அச்சுக்கும் புள்ளிக்கும் இடையிலான தொலைவுத் திசை \vec{r} ன் ஆகியவற்றின் திசையன் பெருக்கத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கும் (படம்.3) அதாவது

$$\vec{v}_B = \vec{\omega} \times \vec{r} = \frac{d\vec{r}}{dt} \text{ ----- (9)}$$



படம் 3

$$= \omega r \theta_1 \text{ ----- (10)}$$

இங்கு \vec{v}_B என்பது B என்ற புள்ளியின் \vec{r} என்ற ஆரத்துக்கும் $\vec{\omega}$ என்ற கோணத் திசை வேகத் திசையனுக்கும் செங்குத்தான திசையில் உள்ள திசைவேகத் திசையன் ஆகும். இந்தத் திசையை θ_1

என்ற புள்ளியின் முடுக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்க 9ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள \vec{V}_B ன் வகைக்கெழுவைக் கண்டுபிடிக்கலாம் அல்லது 3 ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிற தளப்பொருளின் விஷயத்தில் பின்வரும் சமன்பாட்டின்மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$\vec{a}_B = \frac{d\vec{V}_B}{dt} = -(\vec{\omega} \times \vec{r}) \quad \text{-----(11)}$$

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{d\vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} \right) + (\vec{\omega} \times \frac{d\vec{r}}{dt}) \\ &= (\vec{\alpha} \times \vec{r}) + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) \quad \dots\dots (11a) \end{aligned}$$

$$\vec{a}_B = \alpha r \vec{\theta}_1 - \omega^2 r \vec{r}_1$$

எனவே B இன் முடுக்கத்தில் இரண்டு பகுதிகள் αr என்ற தொடு கோட்டு முடுக்கப்பகுதியும் $\omega^2 r$ என்ற ஆரத்திசை முடுக்கப்பகுதியும் உள்ளன. இந்த ஆரத்திசை முடுக்கம் அச்சை நோக்கிய திசையில் இருக்கும்.

முப்பரிமாணமுள்ள ஒரு விறைபொருளுக்கு \vec{r} என்ற திசையனைச் சுழற்சி அச்சில் உள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து B என்ற புள்ளிக்கு வரையப்படும் ஆரத் திசையனாகக் குறிப்பிட்டால், 9, 11a ஆகிய இரண்டு சமன்பாடுகளும் சம அளவில் பொருத்தமாக இருக்கும். நகர்ந்து கொண்டேயிருக்கும் ஓர் அச்சைச் சுற்றி ஒரு பொருள் சுற்றுமானால் அதிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியின் திசைவேகமும், சுழல் அச்சின் இடப்பெயர்ச்சித் திசைவேகம், சுழற்சியினால் புள்ளிக்கு ஏற்படும் திசைவேகம் ஆகியவற்றின் திசையன் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கும். ஒரு மோட்டார் காரின் சுழலும் சக்கரம், சுழன்றவாறு முன்னேறிச் செல்லும் துப்பாக்கிக் குண்டு ஆகியவை இத்தகைய இயக்கத்திற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

ஒரு விறைபொருளின் சுழற்சி அல்லது கோண் இயக்கங்களை விவரிக்கிற சமன்பாடுகளை நியூட்டனின் இரண்டாவது விதியிலிருந்து வருவிக்கலாம். 1ஆம் படத்தில் ஒரு தன்னிச்சையாக

எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட வடிவமுள்ள ஒரு விறை பொருள் ஒரு சடத்துவ அமைப்புக்குள் இயங்குவது காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்த விறை பொருளை dV என்ற பருமமும் m_i என்ற நிறையும் உள்ள பல கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொண்டு, ஒவ்வொரு கூறுக்கும் நியூட்டனின் விதியைப் பயன்படுத்தினால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$m_i = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = F \quad \text{-----(12)}$$

இந்தச் சமன்பாட்டின் இரண்டு பக்கங்களையும் \vec{r} என்னும் இருப்பிடத் திசையனால் வகுத்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$m_i (\vec{r} \times \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}) = (\vec{r} \times \vec{F}) \quad \text{-----(13)}$$

இதில் $(\vec{r}, \vec{\omega}, m_i)$ ஆகியவை முறையே (dV) இன் இருப்பிடத் திசையன், திசை வேகம், நிறை ஆகும். 14ஆம் சமன்பாடு விறை பொருளின் எல்லாக் கூறுகளுக்கும் பொருந்தும். விறை பொருளின் எல்லாக் கூறுகளுக்குமான அளவுகளைக் கூட்டினால் கோண இயக்கத்துக்கான சமன்பாடு பின்வருமாறு கிடைக்கும்.

$$\Sigma M_o = (M_o)_{ext} = d/dt \int_V (\vec{r} \times \vec{v}) \rho dv = dH_o/dt \quad \text{---(15a)}$$

இதில் முன்போலவே m_i க்குப் பதிலாக ρdv பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. பின்வரும் சமன்பாடு விறை பொருளில் உள்ள O என்ற பொருளைச் சுற்றி நோர்க்கோட்டு உந்தத்தின் திருப்புத் திறன் அல்லது கோண உந்தத்தைக் குறிப்பிடுகிறது.

$$\int_V (\vec{r} \times m_i \vec{v}) = \int_V (\vec{r} \times \vec{v}) \rho dv = H_o \quad \text{---- (15b)}$$

இதன் இடது கைப்பக்கத்தில் கூட்டல் செய்தால் துகள்களுக்கு இடையிலுள்ள உள்ளிட விசைகளான, சமமான, எதிர்த் திசைகளில் ஒரே நோர்க்கோட்டில் அமைந்த எல்லா விசைகளின் கூட்டுத்

தொகையும் சுழியாகிவிடுகிறது. வெளி விசைகளின் திருப்புத் திறனான M_0 மட்டும் மிஞ்சுகிறது. 15(a) என்னும் சமன்பாடு கோண உந்தத்தின் தத்துவத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. ஒரு சடத்துவ அமைப்பில் பொருத்தப்பட்ட O என்ற புள்ளியைச் சுற்றி ஒரு விறை பொருளின் கோண உந்தத்தில் ஒரு விநாடியில் ஏற்படும் மாற்றம் இருக்கும். விறை பொருளின் மேல் வெளி திருப்புத் திறன் எதுவும் செயல்படாதபோது கோண உந்தம் மாறிலியாக இருக்கும். இது கோண உந்தத்தின் மாறாமை என்ற தத்துவம் ஆகும்.

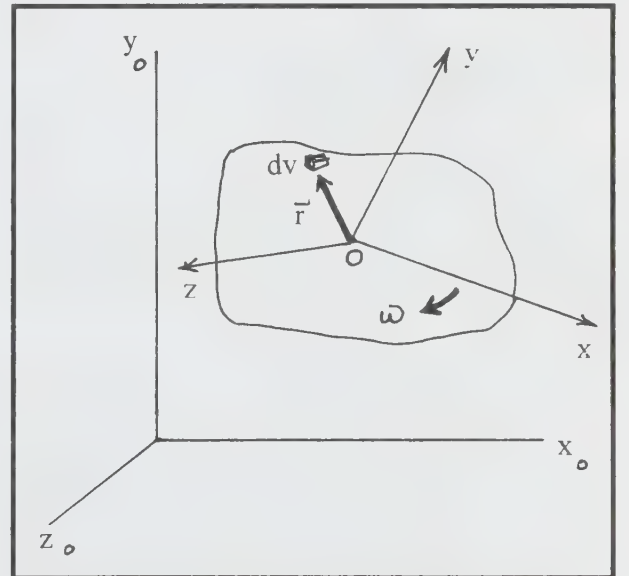
ஒரு சடத்துவ அமைப்பில் நிறை மையம் ஓய்வு நிலையில் இல்லாவிட்டாலும் கோண உந்தங்களும் வெளி விசைகளின் திருப்புத் திறன்களும் விறை பொருளின் நிறை மையத்தைச் சுற்றிக் கணக்கிடப்படுகிற போதெல்லாம் (15-a) என்ற சமன்பாடு துல்லியமாகப் பொருந்துகிறது. இந்த நிலையில் கோண உந்தச் சமன்பாடு பின்வருமாறு அமையும்.

$$M_0 = dHc/dt \text{ -----(16)}$$

இதில் c என்பது நிறை மையத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. முடுக்க விசைகளின் ஆளுகையில் காற்றின் வழியாகப் பயணம் செய்து கொண்டிருக்கிற ஏவுகணைகள் போன்ற பொருள்களின் இயக்கத்தை ஊகித்துணருவதில் 16ஆம் சமன்பாடு பெரிதும் உதவி செய்யும். ஏவுகணையின் கோண நிலை அதன் மேல் செயல்படும் காற்றியக்கவியல் விசைகளைப் பாதிக்கின்றது. இந்தப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண 16ஆம் சமன்பாடு அவசியம். கோண உந்தச் சமன்பாட்டை ஏவுகணைக்கு வெளியில் அமைந்த ஒரு நிலையான புள்ளியைச் சுற்றி உருவாக்க வேண்டியதற்குப் பதிலாக ஏவுகணைக்கு உள்ளேயே அமைந்துவிடுகிற ஒரு நகரும் நிறை மையத்தைச் சுற்றி எழுத முடிகிறதால் ஏவுகணையின் இயக்கத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்வது மிகவும் எளிமையானதாகிவிடுகிறது.

ஒரு விறைபொருளின் சுழற்சியைப் பரிசீலிக்க 15a அல்லது 16ஆம் சமன்பாடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இங்குத் தொகுபயன் திருப்புத் திறனும் கோண உந்தமும் ஒரு சடத்துவ அமைப்பில் உள்ள ஒரு

நிலையான புள்ளியைச் சுற்றியோ விறைபொருளின் நிறை மையத்தைச் சுற்றியோ கணக்கிடப்படுகின்றன. ஆனால் இந்தச் சமன்பாடுகளை எளிதாகக் கையாளுவதற்காகத் திருப்புத் திறன்களும் கோண உந்தங்களும் கணக்கிடப்படுகிற ஆதாரப்புள்ளி பொருளுக்குள்ளேயே அமைந்து இருப்பது சில வேளைகளில் தேவையாக உள்ளது. எனவே ஒரு சடத்துவ அமைப்பில் நிலையாக உள்ள ஒரு புள்ளி விறை பொருளுக்குள்ளேயும் இருக்குமானால் அந்தப் புள்ளியை ஓர் ஆய அமைப்பின் தொடக்கப் புள்ளியாக எடுத்துக்கொண்டு அந்தப் புள்ளியை விடுவது வசதியானது. பொருளுக்குள் எந்தப் புள்ளியும் நிலையானதாக இல்லாதபோது அதன் நிறை மையம் ஆய அமைப்பின் தொடக்கப் புள்ளியாக எடுத்துக்கொள்ளப்படும். இவற்றில் எதனையும் 15a அல்லது 16ஆம் சமன்பாடு விவரிக்குமாதலால் அவற்றைச் சேர்ந்தாற்போலப் பரிசீலிக்கலாம். ஒரு விறைபொருளில் xyz என்ற ஆய அச்சுகள் பொருத்தப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். அதன் தொடக்கப் புள்ளி O , ஒரு நிலையான புள்ளியாகவோ, விறைபொருளின் நிறை மையமாகவோ இருக்கலாம் (படம் 4). இந்த அச்சுகளைப் பொறுத்து விறை பொருளின் கூறுகள் நிலையாக இருக்கும். இதன் காரணமாக dv என்ற ஏதாவது ஒரு கூறின், O ஐப் பொறுத்த திசைவேகம் பின்வருமாறு.



படம் 4

$$\vec{v} = d\vec{r}/dt = \omega \times \vec{r} \text{ ---- (17)}$$

o ஐப் பொறுத்த திசைவேகம் பின்வருமாறு.

$$\vec{H}_o = \int (\vec{r} \times \vec{v}) \rho dv = \int \vec{r} (\omega \times \vec{r}) \rho dv \text{ --- (18)}$$

\vec{r} , $\vec{\omega}$ ஆகியவை திசையன்கள். அவற்றைப் பின்வருமாறு X, Y, Z அச்சுகளின் திசைகளில் உள்ள அவற்றின் ஆக்கக் கூறுகளின் பதங்களில் குறிப்பிடலாம்.

$$\vec{r} = i x + j y + k z$$

$$\vec{\omega} = i \omega_x + j \omega_y + k \omega_z \text{ ---- (19)}$$

இந்தச் சமன்பாடுகளை 18ஆம் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்தால்.

$$H_o = i \int [\omega_x (y^2 + z^2) - \omega_y xy - \omega_z xz] \rho dv$$

$$+ j \int [-\omega_x xy + \omega_y (x^2 + z^2) - \omega_z yz] \rho dv$$

$$+ k \int [-\omega_x xz - \omega_y yz + \omega_z (x^2 + y^2)] \rho dv \text{ --- (20)}$$

விறைபொருளில் உள்ள எல்லாக் கூறுகளுக்கும் w_x, w_y, w_z ஆகியவற்றில் மதிப்புகள் ஒன்றாகவே இருக்கும். 20ஆம் சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு ஒரு பயனுறு வகையில் மாற்றி எழுதலாம்.

$$H_o = i (I_x \omega_x - I_{xy} \omega_y - I_{xy} \omega_z)$$

$$+ j (-I_{yx} \omega_x + I_y \omega_y - I_{yz} \omega_z)$$

$$+ k (-I_{zx} \omega_x - I_{zy} \omega_y + I_z \omega_z) \text{ ---- (21)}$$

இதில் உள்ள I-கள் விறை பொருளின் அச்சுகளைச் சுற்றிய சடத்துவத் திருப்புத் திறன்கள் (Momentas of Inertia) எனப்படும்.

$$I_x = \int (y^2 + z^2) \rho dv$$

$$I_y = \int (z^2 + x^2) \rho dv$$

$$I_z = \int (x^2 + y^2) \rho dv \text{ ---- (22)}$$

பின்வரும் சமன்பாடுகளில் உள்ள பதங்கள் சடத்துவப் பெருக்குத் தொகைகள் எனப்படும்.

$$I_{zy} = I_{yz} = \int yz \rho dv$$

$$I_{xz} = I_{zx} = \int xz \rho dv$$

$$I_{yx} = I_{xy} = \int xy \rho dv \text{ ---- (23)}$$

இந்த ஆறு அளவுகளும் பொருளுடன் சேர்ந்து வரும் வடிவியல் மாறிலிகள். அவை அதன் இயக்கத்துடன் அல்லது நேரத்துடன் மாறுவதில்லை. 21ஆம். சமன்பாட்டை 15a அல்லது 16ஆம் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்து i, j, k ஆகிய இயங்கும் அலகுத் திசையன்களின் நேர வகைக் கெழுக்களைக் கணக்கிட்டால் இறுதியான சமன்பாடு பின்வருமாறு அமையும்.

$$M_o = i (H_x + \omega_y H_z - \omega_z H_y)$$

$$+ j (H_y + \omega_z H_x - \omega_x H_z)$$

$$+ k (H_z + \omega_x H_y - \omega_y H_x) \text{ ---- (24)}$$

இவற்றில் H_x, H_y, H_z ஆகியவை 21ஆம் சமன்பாட்டின் H_o இன் முறையே x, y, z ஆகிய திசைகளிலுள்ள ஆக்கக் கூறுகளாகும்.

முதன்மை அச்சுகள். ஒரு விறைபொருளின் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் சடத்துவப் பெருக்குத் தொகைகள் சுழியாகி விடுகிற வகையிலும், மூன்று சடத்துவத் திருப்புத் திறன்கள் மட்டுமே இருக்கிற வகையிலும் செவ்வக ஆய அச்சுகளைக் கண்டுபிடித்து அமைக்க முடியும். இதற்கு முதன்மை அச்சத் தேற்றம் என்று பெயர். இந்த ஆயங்கள் முதன்மை அச்சுகள் எனப்படுகின்றன. குறிப்பாக இரண்டு ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான சமசீர்மைத் தளங்களைக் கொண்டிருக்கிற எந்த ஒரு விறைபொருளிலும் முதன்மை அச்சுகளின் ஆயத் தளங்கள் சமச் சீர்மைத் தளங்களுடன் பொருந்தி அமைந்திருக்கின்றன. x, y, z ஆய அமைப்புக்கு முதன்மை அச்சுகளைத் தேர்ந்தெடுத்தால் 24ஆம் சமன்பாடு பின்வருமாறு எளிமையாக்கப்படுகிறது.

$$M_o = i (I_x \dot{\omega}_x + (I_z - I_y) \omega_y \omega_z)$$

$$+ j (I_y \dot{\omega}_y + (I_x - I_z) \omega_x \omega_z)$$

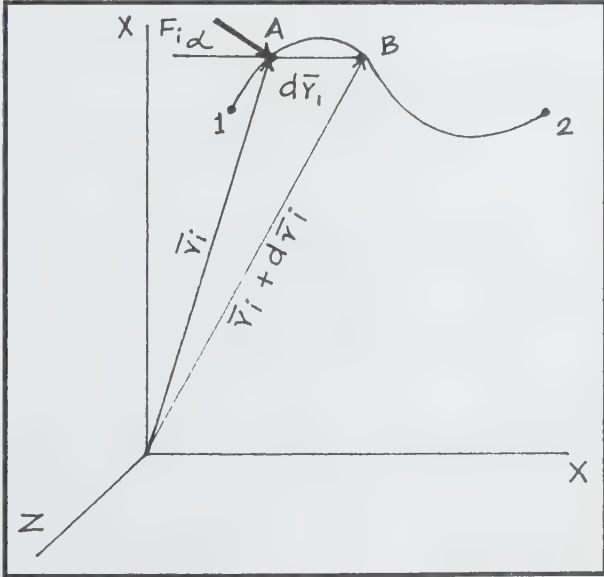
$$+ k (I_z \dot{\omega}_z + (I_y - I_x) \omega_x \omega_y) \text{ ---- (25)}$$

இந்தச் சமன்பாடு ஆய்லரின் (Euler) சமன்பாடு எனப்படும். பெரும்பாலான விறை பொருள் இயக்கவியல் பிரச்சினைகளுக்கு இதன் உதவியால் தீர்வு காணலாம்.

செயல் மற்றும் ஆற்றல் தொடர்புகள். i என்ற குறியிடப்பட்ட ஓர் ஒற்றையான நிறைத் துகள் 1 என்ற இடத்திலிருந்து 2 என்ற இடத்திற்குப் புற வெளியில் நகரும் போது அதன் மேல் செயல்படும் விசைகள் செய்த வேலை பின்வரும் திசையன் சமன்பாட்டினால் வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$W_i = \int_1^2 \vec{F}_i \cdot d\vec{r}_i \dots (26)$$

இதில் F_i என்பது துகளின் மேல் செயல்படும் தொகுபயன் திசையன் விசை $d\vec{r}_i$ என்பது A என்ற புள்ளியிலிருந்து B என்ற புள்ளிக்கு dt என்ற நேரத்தில் பயணம் செய்யும்போது துகளுக்கு ஏற்படும் திசையன் இடப்பெயர்ச்சி (படம் 5).



படம் 5

இத்தகைய அடிப்படையான துகள்கள் அடங்கிய ஓர் அமைப்பாக விறைபொருளைக் கருதினால் 26, 12 ஆகிய சமன்பாடுகளிலிருந்து விறைபொருளின் மேல் செயல்படுகிற எல்லா வெளி விசைகளினாலும் செய்யப்பட்ட வேலை பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படுகிறது. ஒரு விறை பொருளில்

உள்ள உள்ளிட விசைகள் வேலை ஏதும் செய்வதில்லை.

$$\begin{aligned} W_{1,2} &= \int_1^2 \sum (\vec{F}_i \cdot d\vec{r}_i) = \int_1^2 \sum (m_i d^2\vec{r}_i/dt^2) \cdot d\vec{r}_i \\ &= \int_1^2 \sum m_i \cdot d/dt (d\vec{r}_i/dt) \cdot d\vec{r}_i/dt \cdot dt \\ &= \int_1^2 d/dt \sum m_i v_i^2 / 2 \cdot dt \\ &= \int_1^2 \dot{d}(T) = T_2 - T_1 \end{aligned}$$

இவ்வாறு ஒரு விறைபொருள் 1 என்ற இடத்திலிருந்து 2 என்ற இடத்திற்குச் செல்லும்போது அதன் இயக்க ஆற்றலான T யில் ஏற்படும் மாற்றம் இந்த நேரத்தில் அதன் மேல் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமம் அல்லது பொருளின் இயக்க ஆற்றலில் ஒரு விநாடியில் ஏற்படும் மாற்றம் அதன் மேல் செயல்படும் எல்லா விசைகளும் ஒரு விநாடியில் செய்கிற வேலைக்குச் சமம் ஆகும். அந்த விசைகள் எல்லாம் ஆயங்களின் சார்பெண்களாக மட்டுமே இருந்து அதன் காரணமாக அவற்றால் செய்யப்பட்ட வேலை விறை பொருள் பயணம் செய்த பாதையைப் பொறுத்ததாகச் சொல்லப் படுகிறது. அதில் உராய்வுகளும் ஆற்றல் இழப்புகளும் இராது. அந்த நிலையில் விறைபொருள் ஒரு மாறாத் தன்மையுள்ள விசைப்புலத்தில் 1 என்ற இடத்திலிருந்து 2 என்ற இடத்துக்குப் போகும்போது அதன் மேல் செயல்படும் விசைகள் செய்த வேலைக்கு விறைபொருளின் நிலை ஆற்றல் என்று பெயர். அப்போது பின்வரும் சமன்பாடு சரியானதாக இருக்கும்.

$$W_{1,2} = -\Delta V_{1,2} \dots (28)$$

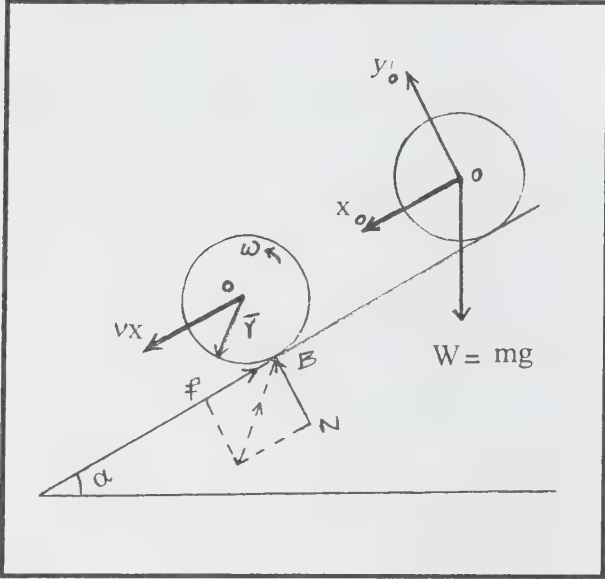
இதில் $\Delta V_{1,2}$ என்பது பொருளின் நிலை ஆற்றலில் ஏற்பட்ட மாற்றம் 27, 28 ஆகிய சமன்பாடுகளிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாட்டை வருவிக்கலாம்.

$$T_1 + V_1 = T_2 + V_2 \dots (29)$$

இந்தச் சமன்பாடு ஒரு மாறாமைத் தன்மையுள்ள அமைப்புக்கான ஆற்றல் மாறாமைச் சமன்பாடு எனப்படும். இதில் இயக்கம் முழுவதிலும் நிலை ஆற்றல் இயக்க ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூட்டுத்தொகை மாறிலியாக இருக்கும்.

உருள் இயக்கம். ஓர் உருளை ஒரு பரப்பின் மேல் வழக்காமல் உருண்டு ஓடுகிற இயக்கத்தை 4, 25

ஆகிய சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி விவரிக்கலாம். அந்த உருளையின் நிறை மையத்தில் ஒரு நகரும் ஆய அமைப்பு பொருந்தியிருந்தால் $\omega_x = \omega_y = 0$, $\omega_z = \omega$ (படம் 6). நேர்க்கோட்டு இயக்கத்திற்கும், கோணச் சுழற்சி இயக்கத்திற்கும் பின்வரும் சமன்பாடுகள் அமைகின்றன.



படம் 6

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= ma_x = m dv_x/dt = m_1 d^2x_0/dt^2 \\ \Sigma F_y &= 0 \\ Mo &= I_0 d\omega/dt \end{aligned} \quad \text{----- (30)}$$

இத்தகைய ஒரு மாறாமைத் தத்துவம் உள்ள அமைப்பின் ஆற்றல் சமன்பாடு பின்வருமாறு.

$$\begin{aligned} \Delta T &= -\Delta v \quad \text{----- (31)} \\ \text{இதில் } T &= \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}I_0 \omega^2 \quad \text{----- (32)} \end{aligned}$$

v என்பது உருளையின் நிலை ஆற்றல்

வழுக்கல் இல்லை என்று வைத்துக் கொண்டிருப்பதால் உருளையின் மையம் O, உருளையின் பரிதிக்குச் சமமான தொலைவு நகரும்போது உருளை ஒரு முழுச் சுற்று சுற்றியிருக்கும். அப்போது,

$$r\theta = x, r(d\theta/dt) = r\omega = dx/dt = v_x \quad \text{---- (33)}$$

அடுத்து உருளை பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இடத்தில் f என்ற ஓர் உராய்வு விசை 30ஆம் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்கிற வகையில் M_0 என்ற உந்தத்தை உருவாக்குகிறது. 6ஆம் படத்தில் உள்ள உருளை ஓய்வு நிலையிலிருந்து தொடங்கி வழுக்காமல் உருண்டு புவியீர்ப்பு விசையின் கீழே இறங்கும்போது அதன் இயக்கத்தை 30ஆம் சமன்பாடுகளின் மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்த உருளைக்குப் பின்வரும் சமன்பாடுகள் அமையும்.

$$W \sin \alpha - f = m d^2x_0/dt = m dv_x/dt \quad \text{---- (34)}$$

$$W \cos \alpha - N = 0 \quad \text{---- (35)}$$

$$rf = I_0 d\omega/dt = (mk^2) d\omega/dt \quad \text{---- (36)}$$

இதில் N என்பது செங்குத்து விசை. k என்பது சுழல் ஆரம் (Radius of gyration) $mk^2 = I_0$

36ஆம் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$mg \sin \alpha - mk^2/r \cdot d\omega/dt = m dv_x/dt \quad \text{---- (37)}$$

33ஆம் சமன்பாட்டை 37ஆம் சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$dv_x/dt = g \sin \alpha / 1 + (K^2/r^2) = a_x \quad \text{---- (38)}$$

இதில் g என்பது புவியீர்ப்பு முடுக்கம். உருளை a_x என்ற ஒரு மாறாத முடுக்கத்துடன் கீழ் நோக்கி உருளுகிறது. 31 என்னும் ஆற்றல் மாறாமைச் சமன்பாட்டின் உதவியாலும் உருளையின் இயக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். உராய்வு விசை f சுழியானால் W-ம் சுழியாகும். $g \sin \alpha$ என்ற முடுக்கத்துடன் இடப் பெயர்ச்சி இயக்கம் மட்டுமே நிகழும். அதாவது உருளை உருளாமல் சறுக்கிக் கொண்டே கீழே வரும். எனவே உராய்வு இருக்கும்போது முடுக்கம் எப்போதும் குறைவாகவே இருக்கிறது. k உருளையின் ஆரத்தை அணுகும் வகையில் உருளை ஒரு மெலிந்த சுவருள்ள குழலாக இருந்தால் பின்வரும் சமன்பாடு பொருத்தமாக இருக்கும்.

$$dv_x / dt = \frac{1}{2} g \sin \alpha \quad \text{----- (39)}$$

உருளை திண்மமாகவும் சீரானதாகவும் இருந்தால் $K^2 = r^2/2$. இதற்குப் பின்வரும் சமன்பாடு சரியாக இருக்கும்.

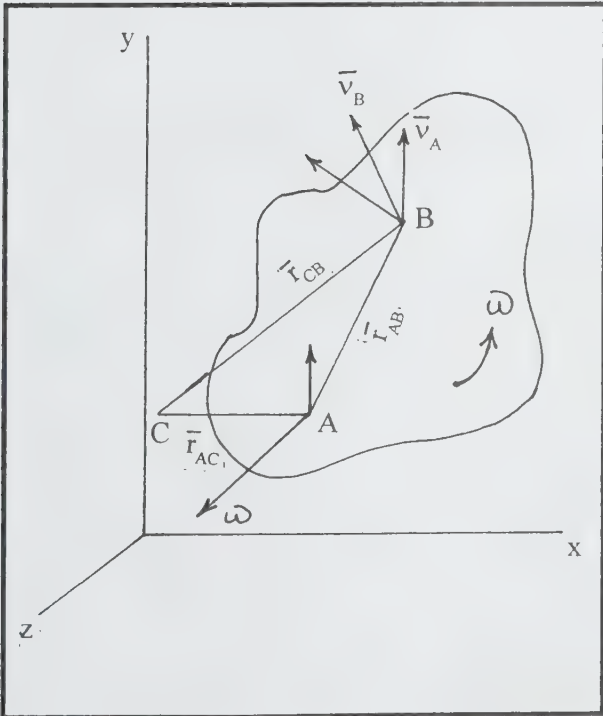
$$dv_x/dt = \frac{2}{3} g \sin \alpha \quad \text{----- (40)}$$

சறுக்கலைத் தவிர்க்கத் தேவையான உராய்வு விசையைப் பின்வரும் சமன்பாடு அளிக்கிறது.

$$f = \frac{m g K^2 \sin \alpha}{r^2 + K^2} \quad \text{----- (41)}$$

35ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து செங்குத்து விசை பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$N = m g \cos \alpha \quad \text{----- (42)}$$



படம் 7

நிலை உராய்வுக்குணகம் μ எனில் $f = \mu N$ ஆதலால் 41, 42 ஆகிய சமன்பாடுகளிலிருந்து பொருள் சறுக்காமல் உருள வேண்டுமானால் உராய்வுக் குணகம் பின்வருமாறு அமைய வேண்டும்.

$$\mu \geq K^2 \tan \alpha / K^2 + r^2 \quad \text{----- (43)}$$

உடனடி அச்சு (instantaneous axis). ஒரு விறை பொருள் பொதுவான முறையில் இயங்குவதாக வைத்துக்கொள்வோம் (படம் 7).

விறை பொருளுக்குள் A என்ற வேறு ஒரு தன்னிச்சையான புள்ளியை ஆதாரப்புள்ளியாக எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் திசைவேகம் v_A அதே போல B என்ற வேறு ஒரு புள்ளியின் திசைவேகம் v_B எனில்

$$v_B = v_A + (\bar{\omega} \times \bar{r}_{AB}) \quad \text{----- (44)}$$

இதில் \bar{r}_{AB} என்பது A, B ஆகிய புள்ளிகளுக்கு இடையிலுள்ள B-ஐ நோக்கிய திசையன் தொலைவு. A க்குப் பதிலாக வேறு ஆதாரப்புள்ளியாக (base point) எடுத்துக்கொண்டால் \bar{v}_A என்ற இடப் பெயர்ச்சித் திசைவேகம் மாறிவிடும். ஆனால் $\bar{\omega}$ அப்படியே தானிருக்கும். $\bar{\omega}$ என்பது முழுப்பொருளுக்குமான கோணத் திசைவேகம் ஆகும். அது ஆதாரப்புள்ளி எதையும் சார்ந்ததாக இல்லாததால் அதை ஒரு சுதந்திரமான திசையனாகக் கருத வேண்டும். இப்போது பொருளுக்குள்ளோ, அதற்கு வெளியிலோ C என்ற ஒரு புள்ளியையும், ல க்கு இணையாக C-யின் வழியே செல்லுகிற ஓர் அச்சையும் அமைத்தால், B என்ற புள்ளியின் திசை வேகம் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படுவதாகக் கொள்வோம்.

$$\bar{v}_B = \bar{\omega} \times \bar{r}_{CB} \quad \text{----- (45)}$$

எனவே 44ம் சமன்பாட்டிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாடு சரியாக அமையும்.

$$\bar{v}_A = \bar{\omega} \times \bar{r}_{CA} \quad \text{----- (46)}$$

இவ்வாறான C என்ற புள்ளி உடனடி மையம் எனப்படுகிறது. அதன் உடனடித் திசைவேகம் சுழி. C

வழியாகச் செல்கிற அச்ச உடனடி அச்ச எனப்படும். ஒரு விறைபொருளின் இயக்கத்தை உடனடி அச்சைச் சுற்றி நிகழ்கிற அடுத்தடுத்த வட்ட இயக்கங்களின் ஒரு தொடராகக் கருதலாம். உடனடி அச்சை எப்போதும் பின்வருமாறு கண்டுபிடிக்க முடியும். A என்ற ஆதாரப் புள்ளியின் தெரிந்த திசைவேகம் \vec{v}_A என்க. சுழற்சி அச்சை A யிலிருந்து \vec{r}_{AC} என்ற திசையன் தொலைவில் அமைந்துள்ள C என்ற புள்ளியின் வழியாகச் செல்லும்படி இடம் மாற்றுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். அப்போது,

$$-\vec{v}_A = \vec{\omega} \times \vec{r}_{AC} \quad \text{----- (47)}$$

6ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள உருளும் உருளைக்கு 47ம் சமன்பாட்டால் தரப்படும் உடனடி மையம் உருளைக்கும் பரப்புக்கும் இடையிலான தொடுகைப்புள்ளி B ஆகும். ஏனெனில் $v \times = \vec{r}_{Bx}$

சறுக்கல் இயக்கம். சறுக்கிச் செல்லும் ஒரு

விறை பொருளின் இயக்கத்தைக் கண்டுபிடிக்க நியூட்டனின் இரண்டாவது விதி, உராய்வுத் தத்துவங்கள், μ ன் ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கட்டி சாய்தளத்தில் சறுக்கிக் கொண்டு கீழே வருகிற நிகழ்வை எடுத்துக் கொள்வோம் (படம் 8) இந்த இயக்கத்தின் வெக்டார் சமன்பாடு பின்வருமாறு.

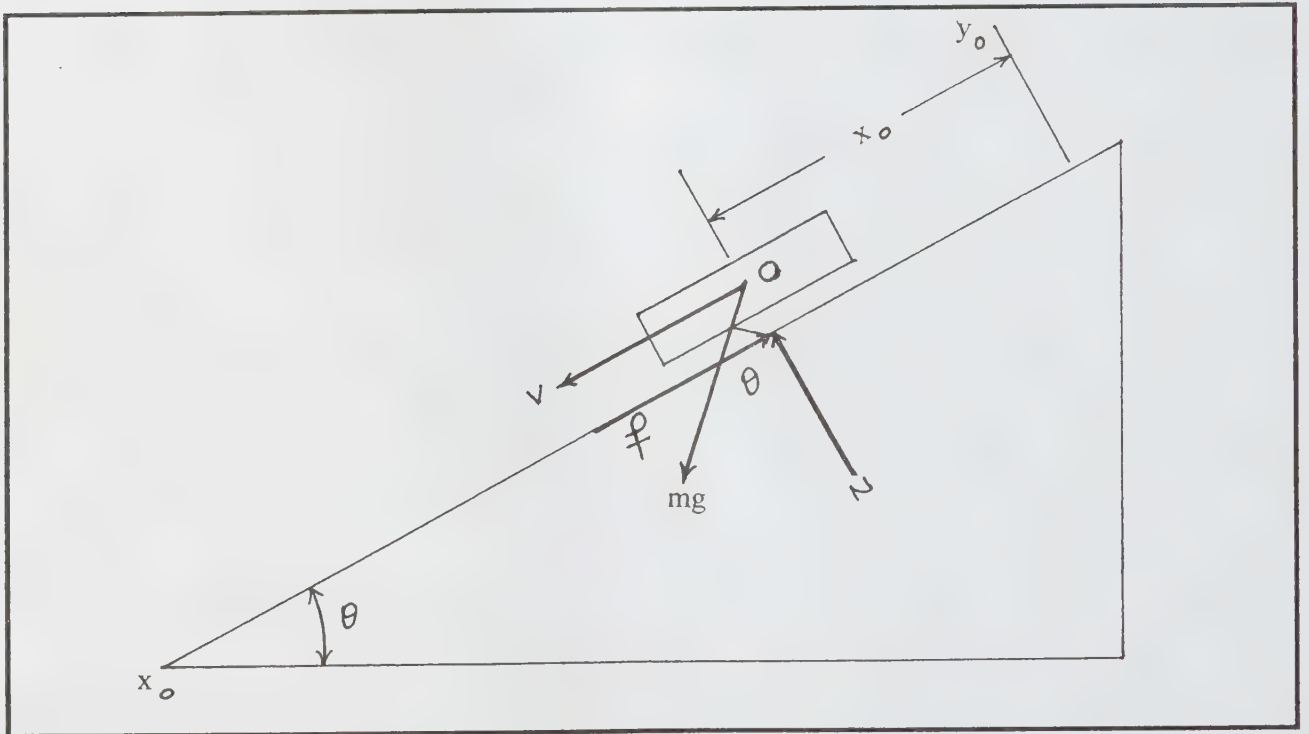
$$\Sigma \vec{F} = m d\vec{v}c / dt \quad \text{----- (48)}$$

இந்த இயக்கத்தின் திசையிலி (scalar) சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு.

$$mg \sin \theta - f = dv/dt = m d^2x / dt^2 \quad \text{----- (49)}$$

$$mg \cos \theta - N = 0 \quad \text{----- (50)}$$

இங்கு f/n என்பது சறுக்கல் அல்லது இயக்க உராய்வுக் குணகம் μ^1 ஆகும். அது பொருளின் தன்மையையும், பரப்பின் வழவழப்பையும் பொறுத்திருக்கும். 49, 50 ஆகிய சமன்பாடுகளைத்



தீர்வு செய்து பின்வரும் மதிப்புகளைப்பெறலாம்.

$$\begin{aligned} v &= g(\sin \theta - \cos \theta) t + v_0 \\ x &= g(\sin \theta - \cos \theta) t^2/2 + v_0 t \\ f &= \mu^1 (mg \cos \theta)^2 \end{aligned} \quad \text{----- (51)}$$

உருளலும் சறுக்கலும் சேர்ந்த இயக்கம்.

உருளையின் சடத்துவத் திருப்புத்திறன் சாய்தளத்தின் சரிவு ஆகியவை பெரியவையாகவும் அல்லது உருளையின் ஆரம் மிகச் சிறியதாகவும் இருந்தால் பின்வரும் சமன்பாடு சரியாக இருக்கும்.

$$f/N = \mu^1 < K^2 \tan \alpha / K^2 + r^2 \quad \text{----- (52)}$$

இந்த நிலையில் உருளை சறுக்கிக்கொண்டே உருளும். அது இயக்க உராய்வுத் தத்துவத்தின் ஆளுகைக்கு உட்பட்டிருக்கும். μ^1 மதிப்பைப் பரிசோதனை மூலம் கண்டுபிடித்துக் கொள்ள முடிகிறபோது 34, 35, 36, 52 ஆகிய சமன்பாடுகளை ஒரே சமயத்தில் தீர்வு செய்தால் உருளையின் இயக்கச் சமன்பாடுகள் கிடைக்கும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Halliday and Resnick, *Physics*, Wiley International, New York, 1977.

வினை

துகள்கள் அல்லது புலன்கள் அல்லது இரண்டும் கொண்ட ஓர் அமைப்பின் எல்லாச் சாத்தியமான இயக்கங்களுடனும் தொடர்பு கொண்ட ஒரு தொகையீட்டு அளவு வினை ஆகும். துகள்களைக் கொண்ட ஓர் அமைப்புக்கு வினை

$$\Sigma = \int_{j=1}^N \Sigma P_j (t) q_j (t) dt$$

இதில் q_j என்பவை பொதுவாக்கப்பட்ட

ஆயங்கள், P_j என்பவை அவற்றின் பரிமாற்று உந்தங்கள் (conjugate momenta) q_j என்ற தொடக்க மதிப்புகளிலிருந்து இறுதி மதிப்புகளுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் மதிப்புடன் நிகழக்கூடிய இயக்கங்கள் எல்லாவற்றிலும் இயக்கவியல் இயக்கத்திற்கு மட்டுமே வினை நிலையானதாக இருக்கிறது. இந்தத் தத்துவத்திற்கு சிறும வினைத் தத்துவம் (principle of least action) என்று பெயரிடப்பட்டிருந்தாலும், இந்த நிலையான வினை சிறும அளவினதாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்கிற கட்டாயம் இல்லை. ஹாமில்டன் தத்துவமும் சில வேளைகளில் ஒரு வினைத் தத்துவமாகக் குறிப்பிடப்படுவது உண்டு. முக்கியமாகப் பழங் கொள்கைப்படியான புலக் கொள்கை, குவாண்டம் புலக் கொள்கை ஆகியவற்றின் புலச் சமன்பாடுகளை உருவாக்கும் போது ஹாமில்டன் தத்துவத்திற்கு இந்தப் பெயர் வழங்கப்படுகிறது. q, p, q, p என்ற உரிமைப் படிகள் கொண்ட இயக்கம் காலாந்தரத் தன்மை கொண்டதாக இருக்கும் போது $\int p_j dq_j - \int q_j dp_j = \int f dt$ என்ற தனியான தொகையீடு சரியானதாக இருக்கும். இயக்கத்தின் ஒரு கால கட்டம் முழுவதற்குமாக அதைக் கணக்கிடும் போது அது $\int J dt$ என்ற வினை மாறி என அழைக்கப்படுகிறது.

வினை மாறிகளை வெப்ப மாற்றீடற்ற மாறிலிகளாகப் பயன்படுத்த முடியும். அமைப்பின் வெளித் துணை அலகுகளில் ஏற்படும் மெதுவான மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படாத தன்மையுள்ள அளவுகள் வெப்பமாற்றீடற்ற மாறிலிகள் (adiabatic invariants) எனப்படுகின்றன. இந்தப் பண்பு தொடக்கக் காலக் குவாண்டம் கொள்கைகளில் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்பட்டது. வினை மாறிகளுக்கு நிலையான குவாண்டமாக்கப்பட்ட மதிப்புகள் விதிக்கப்பட்டன. அந்த மதிப்புகள் பிளாங் மாறிலியின் முழு எண் மடங்குகளாக இருந்தன.

ஒரு துகள் முடுக்கியில் அல்லது ஒரு பிளாஸ்மாவில் உள்ளதைப் போன்று ஒரு மின் துகள் ஒரு காந்தப்புலத்தில் நடந்துகொள்ளும் முறைகளை விவரிப்பதிலும் வினை மாறிகள் வசதியானவை. பிளாஸ்மாவின் மின் துகள் பயணம் செய்யும்போது காந்தப்புலக் கோடுகளைச் சுற்றி ஏற்படும் குறுக்கத் திசை இயக்கத்துடன் இணைந்த J மதிப்பு, புலத்திற்கு

எதிராக கிட்டத்தட்ட மாறிலியாக அமைந்த ஒரு காந்தத் திருப்புத் திறனுக்கு நேரானது ஆகும். இதன் காரணமாகத் துகள்கள் வலுவான காந்தப்புலப் பகுதிகளிலிருந்து விலக்கித் தள்ளப்பட்டு வலுக்குறைந்த காந்தப்புலப் பகுதிகளில் சிக்கிக் கொள்கின்றன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

வினைத்தடுப்பான்

இது ஒரு வேதி வினையை நிறுத்தக்கூடிய அல்லது வேகத்தளர்ச்சி செய்யக்கூடிய (retard) பொருளாகும். ஒரு பொருள் வினைத் தடுப்பானாகப் பயன்பட 1%க்கும் குறைந்த செறிவிலேயே செயல்திறன் உள்ளதாக இருக்க வேண்டும். தனி உறுப்பு சங்கிலி வினையே (free radical chain reaction) மிக எளிதில் வினைத் தடுப்புக்கு உட்படுகிறது. ஒரு வினை தனி உறுப்பு சங்கிலித் தன்மையைப் பெற்றுள்ளதா எனக் கண்டறிய வினைத் தடுப்பு பற்றிய ஆய்வு பயன்படுகிறது. இவ்வகையைச் சார்ந்தவற்றுக்கு வினைப் பல்லுறுப்பாக்கம் மற்றும் தன் ஆக்சிஜனேற்றம் (auto oxidation) ஆகியவை சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். வினைத் தடுப்பான்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ள மற்றுமொரு வினை அரிமானம் (corrosion) ஆகும். அரிமானத்தடுப்பு பொருளாதார வகையில் மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும்.

வினைப் பல்லுறுப்பாக்கம் வினைத் தடுப்பு.

பல்லுறுப்பாக்கத்தில் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட வினை வழிமுறையின் அடிப்படையில் இவ்வகை வினைத் தடுப்பை நோக்க வேண்டும். இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு தொகுத்து எழுதலாம்.



சமவிகிதச் சிதைவு மூலம் முடிவுறுதல் நிலை (termination)

இதில் P என்பது வினைவேகமாற்றி (பெரும்பாலும் பெராக்சைடு) ஆகும். R^0 என்பது வினைவேக மாற்றியிலிருந்து பெறப்பட்ட ஒரு தனி உறுப்பு ஆகும். M என்பது ஓர் ஒற்றைப்படி (monomer) ஆகும். $\sim M^0$ என்பது வளரும் பல்லுறுப்புச் சங்கிலி ஆகும். வினைத் தடுப்பான் முழுவதுமாக வினையில் பயன்படுத்தப்படும் வரை ஒவ்வொரு வினைச் சங்கிலியும் தடுக்கப்படுகிறது. நாம் சேர்த்துள்ள பொருளின் வினைபுரியும் தன்மை குறைவாக இருந்தால் தொடங்கக் காரணமான தனி உறுப்புகளுடன் (initiating radicals) வினைபுரிவதில் ஒற்றைப்படிகள் வெற்றிகரமாகப் போட்டியிடுகின்றன. எனவே, இந்நிலையில் முழு தடுப்புக்குப் (total inhibition) பதிலாக வேகத் தளர்ச்சி (retardation) மட்டுமே ஏற்படுகிறது.

ஃபீனால் சேர்மங்களும் குய்னோன்களும்.

ஃபீனாக்கி தனி உறுப்புகள் உடனிகைவினால் நிலைப்புத் தன்மையைப் பெறுகின்றன. பிறிதொரு ஒற்றைப்படி மூலக்கூறின் வினைப் பிணைப்புடன் கூடுவதற்கு போதுமான வினைபுரியும் தன்மையை அவை பெற்றிருக்கவில்லை. இவ்வறுப்புகள் இரண்டாவது பல்லுறுப்பு உறுப்புடன் ஹைட்ரஜன் அணு இழத்தல் வினைக்கு உட்படுகின்றன அல்லது மற்றொரு ஃபீனாக்கி உறுப்புடன் சம விகிதச் சிதைவு (disproportionation) வினைக்கு உட்பட்டு குய்னோன் மற்றும் ஹைட்ராக்கி குய்னோனைக் கொடுக்கிறது. இவ்வாறு கிடைத்த குய்னோன் மற்றும் ஹைட்ரோ குயினோன் ஆகியவை தொடர்ந்து வினைத் தடுப்பான்களாகச் செயல்புரிகின்றன. பல்லுறுப்பாதல் வினையைத் தடுப்பதில் ஃபீனால்கள் மற்றும் குய்னோன்களின் திறன் அம்மூலக் கூறுகளின் அமைப்பின் அடிப்படையில் பெருமளவில் வேறுபட்டாலும் அவற்றை வினைத்தடுப்பான்கள் என வகைப்படுத்தலாம். அரோமாட்டிக் அமின்களும் இதையொத்த வகையில் வினைபுரிகின்றன.

நைட்ரோ

அரோமாட்டிக்குகள்.

பெரும்பாலான பலபடியாதல் வினைகளில் நைட்ரோ அரோமாட்டிக்குகள் வினைத் தடுப்பான்களாக

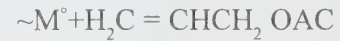
இருப்பதைவிட, வேகத் தளர்விப்பான்களாக (retarders) அதிகம் செயல்படுகின்றன. நைட்ரோ பென்சீன் ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இருப்பினும், ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட வினையையும் தனித்தனியே பார்த்தல் அவசியமாகும். பாலி நைட்ரோ அரோமாட்டிக்குகள் வினைல் அசெட்டேட்டின் பல்லுறுப்பாதல் வினையைத் தடுக்கின்றன. ஸ்டைரீனின் பல்லுறுப்பாதல் வினையை வேகத் தளர்வுக்கு உட்படுத்துகின்றன. மேலும் மெத்தில் மெத்தாக்கிரிலேட்டின் பல்லுறுப்பாதல் வினையில் எந்தவித வினையையும் ஏற்படுத்துவதில்லை.

ஒற்றைப்படிகள். ஒற்றைப்படிகளும் அவற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட தனி உறுப்புகளும் அவற்றின் வினைபுரியும் தன்மைகளில் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. எனவே சில ஒற்றைப்படிகள் ஒன்று மற்றொன்றுடன் சக பல்லுறுப்பாதலுக்கு உட்பட்டாலும், பிற வினைத்தடுப்பான்களாகச் செயல்படுகின்றன. எ-டு: ஸ்டைரீனும், வினைல் அசெட்டேட்டும் தனித்தனியே இருப்பின் நன்கு பல்லுறுப்பாகின்றன. இருப்பினும் வினைல் அசெட்டேட்டின் பல்லுறுப்பாதலை ஸ்டைரீன் தடுக்கிறது. இது நேர்வதற்கு காரணம் வினைல் அசெட்டேட் தனி உறுப்பும் ஸ்டைரீன் ஒற்றைப்படியும் மிகவும் வினைபுரியும் தன்மை வாய்ந்தனவையாகும். ஆனால் ஸ்டைரீன் தனி உறுப்பும் வினைல் அசெட்டேட் ஒற்றைப்படியும் அவ்வாறு அல்ல, வினைல் அசெட்டேட்டுடன் மிகச் சிறிதளவு ஸ்டைரீன் சேர்க்கப்பட்டால், பல்லுறுப்பாதல் வினை தொடங்கப்பட்ட நிலையில் வினைல் அசெட்டேட் தனி உறுப்புகள் ஏதேனும் இருப்பின் அவற்றுடன் ஸ்டைரீன் வேகமாக வினைபுரிந்துவிடுகிறது. இவ்வாறு கிடைத்த ஸ்டைரீன் சார்ந்த தனி உறுப்பு (styrene-like radical) வினைல் அசெட்டேட் ஒற்றைப்படியுடன் மிக மெதுவாக வினைபுரிகிறது. மொத்தத்தில் சங்கிலிப் பிணையை உண்டுபண்ணும் தனி உறுப்பு, வினைபுரியும் தன்மையை மிகவும் இழந்துள்ள மற்றொரு தனி உறுப்பாக மாற்றப்படுகிறது.

தானே தடுத்தல் (autoinhibition). இச்செயல் சில சமயங்களில் அல்லைலிக் முடிவுறுதல் (allylic termination) என்றும் குறிக்கப்படுகிறது. அதிக செயல்திறன்

கொண்ட அல்லைலிக் C-H பிணைப்பைக் கொண்ட ஒற்றைப்படிகள் இச்செயலைக் காட்டுகின்றன. உடனிருக்கும் (copresent) மூலக்கூறுகளிலிருந்து தனி உறுப்புகள் ஹைட்ரஜன் அணுவை பறிக்கும் திறன் கொண்டவை. அத்துடன் நிறைவுறா பிணைப்புடன் கூடவும் செய்யும். ஒரு தனி உறுப்பானது எவ்வளவு எளிதாக ஹைட்ரஜன் பறித்தல் வினையைச் செய்கிறது என்பது தாக்கத்துக்கு உள்ளாகிற C-H பிணைப்பில் வினைபுரியும் தன்மையைச் சார்ந்துள்ளது. இவ்வகையிலான C-H பிணைப்பைக் கொண்டுள்ள தனி உறுப்புகளின் செயல்திறன் கீழ்க்காணும் ஏறுவரிசையில் உள்ளது. அரைல் ஒரிணைய அல்லைல் (primary alkyl), ஈரிணைய அல்லைல் (secondary alkyl), மூவிணைய அல்லைல் (tertiary alkyl), அல்லைல், பென்சைல் (benzyl), அல்லைலிக் C-H கொண்ட ஒற்றைப்படியின் கூடுதலான செயல்திறனால் அது தனக்குத்தானே வேகத் தளர்விப்பானாகச் செயல்படுகிறது.

எ-டு: அல்லைல் அசெட்டேட்



உடனிசைவினால் நிலைப்புத் தன்மைபெற அல்லைலிக் தனி உறுப்பு ஒற்றைப்படியுடன் மிக மெதுவாக மட்டுமே வினைபுரியும். அதிக அளவில் மேலும் நடைபெறக்கூடியது இரட்டைப்படியாதல் வினையேயாகும்.

பலதரப்பட்ட வினைத் தடுப்பான்கள் (miscellaneous inhibitors). ஆக்சிஜன், அயோடின் மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்சைடு ஆகியவை தனி உறுப்புகளுடன் விரைவில் இடையீடு கொண்டு நிலையான விளை பொருள்களைத் தருகின்றன. பல்லுறுப்பாகும் பொருள்களில் இவை கலந்திருந்தால் வினைத் தடுப்புக்கு வழிகோலுகின்றன.

அரிமானத் தடுப்பு (inhibition of corrosion). மின்கடத்து ஊடகத்தில் ஏற்படும் உலோக அரிமானம் மின்வேதித் தன்மை வாய்ந்ததாகும். மாசுகள் அல்லது படிக கூடு அமைப்பில் உள்ள குறைபாடுகள் (crystal lattice imperfections) இருப்பதால் உள் மின்பகுபொருள்

மின் கலங்கள் (local electrolytic cells) ஏற்படுகின்றன. இதன் விளைவாக நேர்மின் முனைப்பகுதியில் உலோகம் கரைதலுக்கு (dissolution) ஆளாகிறது. தற்போது அரிமானத் தடுப்பான்களாகப் பயன்படுபவை நேர்மின் முனைகள் அல்லது எதிர் மின் முனைகள் ஆகியவற்றில் செயல்படுகின்றன; அல்லது புறப்பரப்பு முழுமைக்கும் பாதுகாப்பு கொடுக்கின்றன.

நேர்மின் முனை அரிமானத் தடுப்பான்கள் (anodic inhibitors). இவை மிதமான ஆக்சிஜனேற்றிகள். இவை உள் நேர்மின்முனைகள் மற்றும் எதிர்மின் முனைகள் (local anodes and cathodes) ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள திறந்த சுற்று மின் அழுத்த (open circuit potential) வேறுபாட்டைக் குறைக்கின்றன. சோடியம் குரோமேட் மற்றும் சோடியம் நைட்ரைட் ஆகியவை பொதுவாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. காற்று கட்டுப்படுத்திகள் (air conditioners), குளிர்சாதன அமைப்புகள் (refrigeration systems), தானியங்கி கதிர்வீசுவான்கள் (automobile radiators), மின் திட்ட மின் தேக்கிகள் (power-plant condensers) மற்றும் இவை போன்ற கருவிகளில் சோடியம் குரோமேட் பயன்படுகிறது.

பெட்ரோலிய குழாய்களை பாதுகாப்பதில் சோடியம் நைட்ரைட் சிறப்பான பங்கு வகிக்கிறது. வளிமநிலை தடுப்பான்களாக (vapour phase inhibitors) ஈரிணைய அமின்களின் நைட்ரைட் உப்புகள் பயன்படுகின்றன. டைசைக்ளோஹெக்சைல் அம்மோனியம் நைட்ரைட் (dicyclohexylammonium nitrite) அரிமானத்துக்கு எதிரான சிறந்த பாதுகாப்பைத் தருகிறது.

எதிர் மின்முனை அரிமானத் தடுப்பான்கள் (cathodic inhibitors). நீர் ஊடகத்தில் கால்சியம் பைகார்பனேட் மற்றும் சோடியம் பால்ஃபேட் போன்ற சேர்மங்கள் உலோக பரப்புகளின் மீது மெல்லிய ஏடுகளைப் (films) படி வைக்கின்றன. இதன் மூலம் அரிமானத் தாக்கத்திலிருந்து பாதுகாப்பு அளிக்கின்றன.

கரிம அரிமானத் தடுப்பான்கள் (organic inhibitors). இவை பொதுவாக நீளச் சங்கிலி அலிஃபாட்டிக் அமிலங்களும் அவற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட

சோப்புகளும் ஆகும். உலோக பரப்புகள் மீது இப்பொருள்கள் உறிஞ்சப்படும் நீர் வெறுக்கும் மெல்லிய ஏடு பலதரப்பட்ட காரணிகளால் ஏற்படும் அரிமானத்திலிருந்து உலோகத்தைப் பாதுகாக்கிறது. மிதமான எஃகினை (mild steel) நைட்ரிக் அமிலத் தாக்குதலிலிருந்து பாதுகாக்க 0.1% பால்மிடிக் அமிலமே போதுமானதாக உள்ளது.

பொ. சொக்கலிங்கம்

வினையூக்கம்

ஒரு வேதிவினையில் வினைப் பொருள்களுடன், வினைப் பொருள் அல்லாத மற்றொரு பொருள் கலக்கப்படும்போது, அப்புதிய பொருள் அவ்வேதிவினையின் வேகத்தை மாற்றக் கூடுமெனில் அப்பொருள் ஒரு வினைவேகமாற்றி என்று குறிக்கப்படும். இந்நிகழ்ச்சி வினையூக்கம் எனப்படும். எ-டு: பொட்டாசியம் குளோரேட்டை குடு செய்து ஆக்சிஜனைப் பெறலாம். எனினும் இத்துடன் சிறிதளவு மாங்கனீஸ் டை ஆக்சைடு சேர்க்கப்படும்போது சிதைத்தல் வினை விரைந்து நடைபெற்று அதிக அளவு ஆக்சிஜன் விரைவாகக் கிடைக்கிறது. இங்கு மாங்கனீஸ் டை ஆக்சைடு ஒரு வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுகிறது.

வினைவேக மாற்றம் இரு வகைப்படும். 1. வினைவேகத்தை அதிகரித்தல், இது நேர் வினைவேக மாற்றம் (positive catalysis) எனப்படும். 2. மற்றொன்று வினையின் வேகத்தைக் குறைத்தல் அல்லது எதிர் வினை வேக மாற்றம் (negative catalysis) எனப்படும்.

வினை வேக மாற்றி செயல்படும் விதம்பற்றி பல கோட்பாடுகள் உள்ளன. குறிப்பாக வினைவேக மாற்றியைப் பயன்படுத்தும்போது அது வினையினை வேறுபாதை வழியாக நடத்திச் செல்வதாகக் கொள்ளலாம். A என்ற வினைப்பொருள் வினைவேக மாற்றி Cat உடன் சேர்ந்து A.Cat என்ற அணைவுச் சேர்மத்தைத் தருகிறது. இது B_p என்ற மற்றொரு வினைப்பொருளுடன் வினைபட்டு D- என்ற

வினைபொருளைத் தருகிறது. இப்போது Cat என்ற வினைவேக மாற்றி மீண்டும் துணை வினை பொருளாகக் கிடைக்கிறது.



இவ்வினை வழிமுறையினை உற்று நோக்கினால் வினையூக்கம் ஒரு சங்கிலித் தொடர் (chain reaction) வினை என அறியலாம்.

மீளும் அமைப்பில் வினையூக்கியின் செயல்பாடு கவனிக்கத்தக்கது. வினையூக்கி ஒன்று ஒரு மீளும் வினையின் முன்னோக்கிய வினை, பின்னோக்கிய வினை ஆகிய இரண்டையும் சம அளவில் வேகமடையச் செய்யும். இதனால் அமைப்பு விரைந்து சமநிலையை அடையும். சமநிலையில் இருக்கும் வினைப்பொருள், விளைபொருள் ஆகியவற்றின் செறிவில் எவ்வித மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தாது.

ஒரு படித்தான வினையூக்கத்தில் வினைபடு பொருள், விளை பொருள், வினையூக்கி ஆகிய மூன்றும் ஒரே இயற்பியல் நிலையில் இருக்கும். எ-டு: எஸ்ட்டரை நீராற்பகுக்கும் வினை.



இவ்வினையில் வினைபொருளான எஸ்ட்டர், வினையூக்கியான அமிலம், விளைபொருளான அசெட்டிக் அமிலம், மெத்தில் ஆல்கஹால் ஆகிய அனைத்தும் நீர்ம நிலையில் உள்ளன. எனவே இது ஒருபடித்தான வினையூக்கம் ஆகும். எனினும் மற்றவற்றோடு ஒப்பிடும்போது இவ்வகை வினையூக்கத்திற்கு குறைவான எடுத்துக்காட்டுகளே உள்ளன.

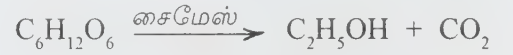
தொழிந்துறையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பல வினைகள் பலபடித்தான வினையூக்கத்தைச் சார்ந்ததே ஆகும். வினைபடு பொருள்கள், வினையூக்கி மற்றும் விளை பொருள் ஆகியவை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இயற்பியல் நிலையில் இருக்கும். எண்ணெயை

ஹைட்ரஜன் வளிமம் கொண்டு நிக்கல் வினையூக்கி முன்னிலையில் வனஸ்பதியாக ஒடுக்கும் வினை இவ்வகைக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஆகும். மேலும் ஹேபர் முறையில் அம்மோனியா தயாரித்தல், பர்க்லாண்டு மற்றும் ஐடு முறையில் நைட்ரிக் அமிலம் தயாரித்தல் போன்றவை பலபடித்தான வினையூக்கத்திற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.



இதில் வினைபடு பொருளும், விளை பொருளும் வளிமங்களாகவும், வினையூக்கி திண்மமாகவும் இருப்பதைக் காணலாம்.

நொதி வினையூக்கம் உயிரியல் நிகழ்ச்சிகளில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. உடலில் நடைபெறும் வினைகளில் பல நொதிகள் பங்குபெற்று வினைகளை ஊக்குவிக்கிறது. குளுக்கோசை எத்தில் ஆல்கஹாலாகவும் CO₂ ஆகவும் மாற்றும் வினை சைமேஸ் என்ற நொதியால் நடைபெறும் வினையாகும்.

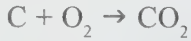


நொதிகள் தேர்ந்தெடுக்கும் (selective) முறையில் செயல்படுபவை. சுமார் 30°C வெப்ப நிலையிலேயே செயல்படுவன. வெப்ப மாற்றம் அதிகமாக இருக்குமானால் நொதிகள் அழிந்து வினை நடைபெறுவது தடைபடும்.

வினை வெப்பம்

பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று கூடி வினைபுரிவதால் நிகழும் வேதி நிகழ்ச்சியின் உடன் விளைவாக அமையும் வெப்பமே வினை வெப்பம் (heat of reaction) எனப்படுகிறது. இவ்வெப்பம் உமிழ் வினையாகவோ உறிஞ்சு வினையாகவோ இருக்கலாம். வினை வெப்பத்தை அளவிட வினைபடு

பொருள்களின் அளவை வரையறைப்படுத்த வேண்டியது அவசியமாகும். கிராம் மூலக்கூறு அளவான வினைபடு பொருள்கள் வினையுற்று உண்டாகும் வினை பொருள்களும் கிராம் மூலக்கூற்று அளவீடு கொண்டனவாகவே இருக்கும். இந்நிலையில் வெளிப்படும் அல்லது உட்கொள்ளப்படும் வெப்பமே வினை வெப்ப அளவீடாக அமையும். வினையைக் குறிக்கும் சமன்பாடு மூலமாகவே இதை வரையறுக்கலாம். எ-டு: பின்வரும் வேதியியல் வினையைக் குறிப்பிடலாம்.



மேற்சொன்ன சமன்பாட்டில் ஒரு கார்பன் அணு ஒர் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுடன் கூடி ஒரு மூலக்கூறு கார்பன் டை ஆக்சைடை உண்டாக்குகிறது. நிறை அளவீடு மூலம் இதனை பின்வருமாறு கூறலாம். ஒரு கிராம் அணு நிறையான 12 கி. கார்பன் ஒரு கிராம். மூலக்கூறு நிறையான 32 கி. ஆக்சிஜனுடன் கூடினால் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு நிறையான 44 கி. கார்பன் டை ஆக்சைடு கிடைக்கிறது. எனவே 44 கி. கார்பன் டை ஆக்சைடு இவ்வினையின் மூலம் உருவாகிறது. அதே சமயத்தில் உடன் விளைவாக உண்டாகும் வெப்ப அளவே இவ்வினைக்கான வினை வெப்பம் எனப்படும். ஒவ்வொரு கிராம் மூலக்கூறு எடை அளவான கார்பன் டை ஆக்சைடும் தனிமங்களிலிருந்து உருவாக்கப்படும் போது 94.3 கி. கலோரி வெப்பம் உண்டாகிறது. இவ்வெப்ப ஆற்றலையும் விளைபொருளில் ஒன்றாக குறிப்பிட்டு சமன்பாட்டால் குறிப்பது வழக்கம். சமன்பாட்டின் (+) குறியிட்டால் குறிக்கப்படும் வினை வெப்பம் வெப்பம் உமிழ்தலையும், (-) குறியிட்டு குறிக்கப்படும் வினை வெப்பம் வெப்பம் உட்கவர்தலையும் குறிக்கிறது.

சேர்மங்கள் உருவாக்கத்தின்போது உடன் விளையும் வெப்பம் உருவாக்க வினை வெப்பம் எனப்படும். எடை அளவீட்டு முறையில் இதனை பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம். உருவாக்க வினை வெப்பம் என்பது ஒரு கிராம் மூலக்கூற்று எடை அளவான சேர்மம் உருவாக்கப்படும்போது வெளிப்படும் அல்லது உட்கொள்ளப்படும் வெப்ப அளவே ஆகும். இவ்வாறே எரிதல்வினை வெப்பம் என்பது ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடை அளவான ஒரு

பொருளை முழுவதுமாக ஆக்சிஜனேற்றப் படுத்துவதனால் வெளிப்படும் வெப்பமே எரிதல் வினை வெப்பமாகும். காட்டாக, மெத்தேன் வளிமத்தை எரிதலுக்குட்படுத்தினால் கார்பன் டை ஆக்சைடும், நீரும் கிடைக்கிறது. இதில் எரிதல் வினை வெப்பம் 21 கி.கி. ஆகும்.



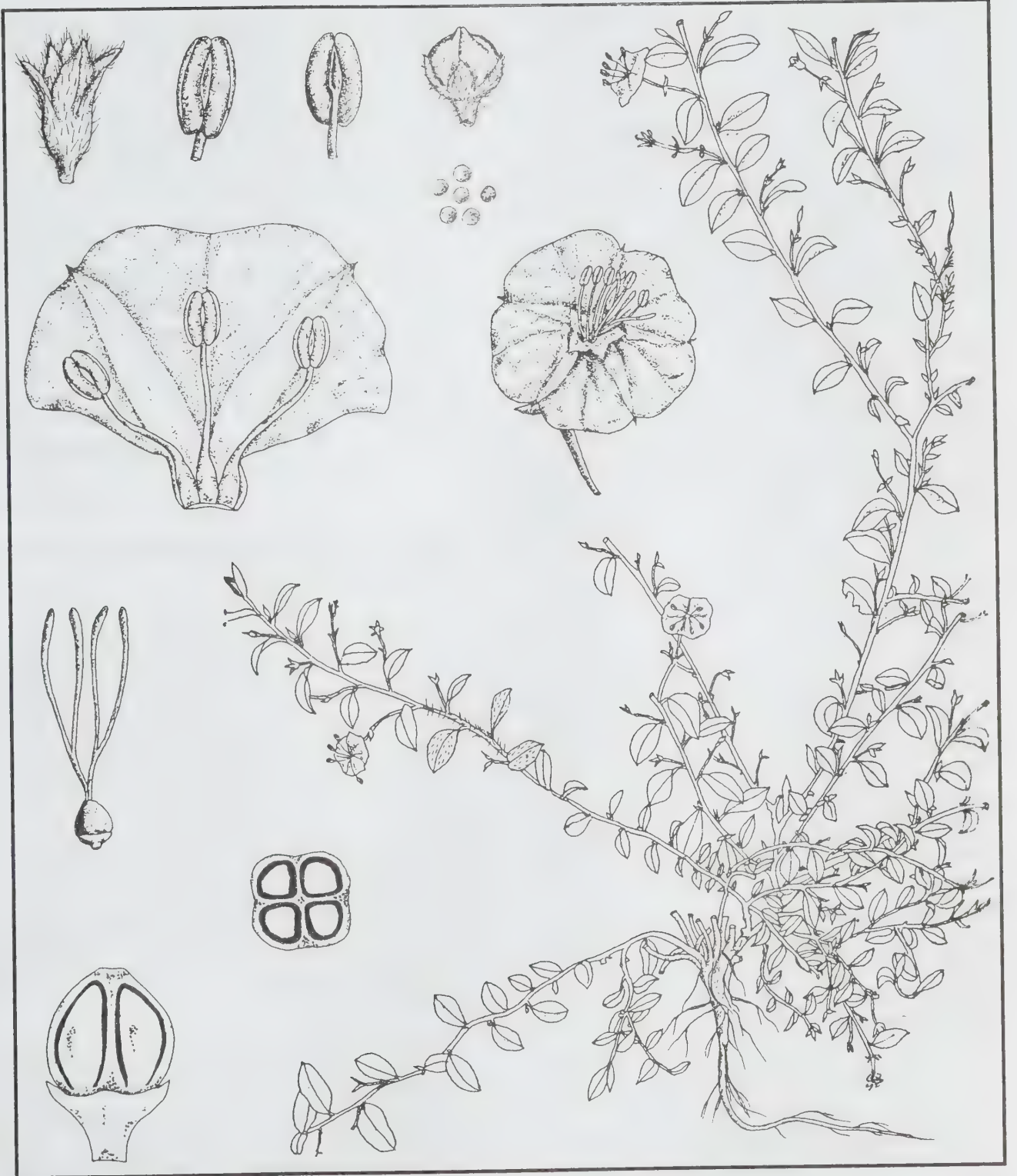
வினைவெப்பத்தை அளவிடும்போது சில பின்புலத் தகவல்கள் தேவைப்படுகின்றன. அத்தகவல்களை வினையைக் குறிப்பிடும் சமன்பாட்டால் சுட்டிக் காட்ட வேண்டும். அவற்றுள் மிக முக்கியமானது பொருள்களின் அமைப்பு நிலையாகும். திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் எவற்றைப் பொருள் கொண்டிருக்கிறதோ அதற்கேற்ப வினை வெப்பம் மாறுபடும்.

இவ்வாறே புறவேற்றுமை உருக்களைக் கொண்ட கார்பனின் பல வகைகளை எரிதலுக்குட்படுத்தும்போது வினை வெப்பம் வெவ்வேறு அளவுகளை கொண்டமைகிறது.

பங்கு பெறும் பொருள்கள் வளிமங்களாக அமைந்தால் அவற்றிடையேயான வினைகள் மாறா அழுத்த நிலையில் நடைபெறுகின்றனவா அல்லது மாறா பருமனளவு நிலையில் நடைபெறுகின்றனவா என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டும். இரண்டு நிலையான அளவீடுகளுக்கும் வினை வெப்பத்தில் வேறுபாடு காணப்படுகிறது.

விஷ்ணுகிரந்தி

விஷ்ணுகிரந்திக்கு பராசிகம், அபராசி, விட்டுணுகிரந்தி என்ற பெயர்கள் உண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் இவால்வுலஸ் அல்வினாய்டஸ் என்பதாகும். இது இந்தியா, இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் வளரும் களைச் செடியாகும். வறட்சி நிலங்களில் சாதாரண செடி விதை மூலமாகவும் பரவுகிறது.



விஷ்ணுகிரந்தியும் அதன் பாகங்களும்

செடி. இது பல்லாண்டு உயிர் வாழும் சிறு செடி. கிளைகள் பலவற்றை உண்டாக்கி தரையில் படர்ந்திருக்கும். கிளைகள் கம்பி போன்று 60 செ.மீ நீளம் வரையிலும் வளர்ந்திருக்கும். இதன் ஆணிவேர் மரக்கட்டை போன்று உறுதியாக இருக்கும். செடித் தண்டிலிருந்து பல திசைகளிலும் கிளைகள் உண்டாகி படர்ந்திருப்பது அழகான தோற்றத்தைத் தரும். தண்டு வட்ட வடிவமானது. இதன் மீது அடர்த்தியான வெள்ளை நிற மயிர்கள் சற்று நீளமாகக் காணப்படும். இலைகள் தனியாக மாற்றடுக்கத்தில் சிறிய காம்பின் உதவியால் தண்டில் அமைந்திருக்கும். இலைகள் நீள்சதுர வடிவிலும் முனை முழங்கியும் இருக்கும். இலையின் மேல், கீழ்ப்பரப்புகளில் மயிர்கள் காணப்படும். மழைக்காலத்திற்கு பிறகு செடியில் பூக்கள் ஏராளமாக உண்டாகின்றன. ஆனால் இச்செடியில் பூக்கள் மிகமிகக் குறைவாகவே காணப்படுகின்றன. பூக்கள் தனித்தனியாக இலை கக்கத்தில் உண்டாகின்றன. பூவடிச் சிதல்கள் சிறியவை. ஈட்டி வடிவானவை. புல்லிகள் ஐந்தும் ஈட்டிவடிவானவை. அல்லிவட்டம் நீல நிறமாக இருக்கும். சில செடிகளில் வெள்ளை நிறப் பூக்களையும் காணலாம்.

இது சக்கர வடிவானது. சிறிய அல்லிக் குழலும் உண்டு. மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்தும் அல்லிவட்டத்தில் இணைந்திருக்கும். மேல்மட்ட சூல்பையில் இரண்டு திசுவறைகள் இருக்கும். நான்கு கீல்கள் உண்டு. சூலகத்தண்டு இரண்டு. இது அடிப்பாகத்தில் இணைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு சூலகத்தண்டும் இரண்டிரண்டாகப் பிளந்திருக்கும். கனி மெல்லிய உருண்டை வடிவ நான்கு வால்வுகள் கொண்ட கேப்சியூல்கள் ஆகும். விதைகள் அடர்பழுப்பாகவும் வழுவழப்பான மேல் தோலையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஒரு செடியிலிருந்து 5,000 முதல் 10,000 விதைகள் உண்டாகின்றன. காலை, மாலை 50 மில்லி வீதம் தரவும், 40° செ.கி. காய்ச்சலுக்கு ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒரு மேசைக்கரண்டி வீதம் தரலாம். பிறகு தினம் இரண்டு மூன்று வேளையாகத் தர 3 நாட்களில் குணமாகும்.

சயரோக காய்ச்சலுக்கு (தாகம் இராது) பற்படாகத்திற்குப் பதிலாக ஆடாதொடை இலையைச் சேர்த்து குடிநீராக்கி பயன்படுத்தவும். குண்மக்

காய்ச்சலுக்கு விஷ்ணு கிரந்தியை வேருடன் பிடுங்கி சுத்தம் செய்து அம்மியிலிட்டு மைபோல் அரைத்து காலை, மாலை கொட்டைப் பாக்களவு எருமைத் தயிரில் கலக்கி அருந்த குருதி சீதபேதி, நாள் பட்ட சீதபேதி குணமாகும். கண்டமாலை கழுத்தைச் சுற்றி வரும் கட்டிக்குத்தினமும் விஷ்ணுகிரந்தியை அரைத்து காலை, மாலை என நெல்லிக்காயளவு பசும்பாலில் கலக்கி சாப்பிட 40-90 நாளில் கட்டி கரைந்துவிடும். விஷ்ணுகிரந்தி, ஓரிதழ் தாமரை, கீழாநெல்லி ஆகியவற்றை சமஅளவு எடுத்து மை போல் அரைத்து காலை, மாலை இரவு சாப்பாட்டுக்கு 1/2 மணி நேரம் முன் சாப்பிட்டு பால் அருந்த நரம்புத்தளர்ச்சி, பலவீனம், விந்து இழப்பு, ஞாபகமறதி, உடல்குடு குறையும்.

கோ. அர்ச்சுணன்

விஷக்கடியும் கொட்டும்

மிருகங்கள் மற்றும் வீட்டில் வளர்க்கும் செல்ல பிராணிகளின் சீழ் உண்டாக்கும் தன்மையுடைய தாலும், வளி தேவையில்லா தொற்று (Anaerobic Infection) போன்ற உயிருக்கு ஆபத்து உண்டுபண்ணும் தொற்றுகளை உண்டாக்குவதாலும் விஷக்கடி என அழைக்கப்படுகிறது. இதில் முக்கியமானது நாய். காட்டு விலங்குகளின் கடிகளினால் உண்டாகும் ரேபிஸ் என்னும் நோயாகும். இது ஒரு வைரஸ் உயிரணுக்களால் மூளை பாதிக்கப்பட்டு மரணத்தில் முடிவடைகிறது. நீர் என்ற வார்த்தையே அவர்களுக்கு சுவாசக் குழாய்களில் சுருக்கத்தை ஏற்படுத்தி மூச்சை முட்ட வைக்கிறது. மனிதக்கடியும், உமிழ்நீரில் நுண்ணுயிர்கள் அதிகம் காணப்படுவதால் தொற்று ஏற்படுகிறது.

கடிபட்ட பகுதியில் உள்ள கிழிந்த பகுதிகளை வெட்டிகளைந்து 'போவிடோ-ஐயோடின்' (povidone iodine) மருந்திட்டு கழுவி தையலிடாது மருந்திட்டு கட்ட வேண்டும். உள்ளுக்குள்ளும், ஊசி வழியாகவோ வாய்வழியே ஆண்டிபயாடிக் கொடுத்து புண்களை ஆற்ற வேண்டும். தேவைப்பட்டால்

இரண்டாம் நிலை தையலிடலாம்.

கொட்டுகள். சிலந்தி, எட்டுக்கால் பூச்சி, பூரான் போன்ற பூச்சிக்கடிகளில் அரிப்பும், உடலெங்கும் தடிப்பும் உண்டாகும். இதற்கு மருத்துவமாக ஆண்டி ஹிஸ்டமின், வலி மாத்திரை மட்டும் போதுமானது. குழந்தைகளில் கார்டிசோன் மருந்து ஊசிமூலம் செலுத்த வேண்டி வரும்.

தேள்கடி. பாம்புக்கடியைவிட விஷத்தன்மை கூடியது. நரம்பு மண்டல பாதிப்பும் அதிகம். அளவில் குறைவாதலால் பெரியவர்களை அதிகம் பாதிப்பதில்லை. குழந்தைகளில் இதயத்தையும் தாக்க வல்லது. கடிவாயிலிருந்து விஷம் மேல் நோக்கி பரவ நிலை கொள்ளாமை, தொண்டை வறட்சி, தசை தடிப்பு, வயிற்று வலி, இசிவு அல்லது ஜன்னி, அறியாது சிறுநீர் கழிப்பது, முடிவில் சுவாசத் தடை, இதய தடையும் உண்டாகலாம்.

பெரியவர்கள் அதிகம் பாதிப்பில்லாதோர் வலி நிவாரண மாத்திரை அல்லது கடிவாயில் மரப்பு ஊசியாகிய 'சைலோகெய்ன்' போட வலி தற்காலிகமாக மாறும். 24 - 48 மணி நேரம் வலி இருக்கும். குழந்தைகளில் உடனடியாகச் சிரையினுள், குளுகோஸ் மருந்து, கார்டிசோன், கால்சியம் குளுகோனேட் மற்றும் தூக்க மருந்து கொடுத்து குழந்தையை வலியில்லாது செய்து இதய பாதிப்பைத் தடுக்கலாம்.

பாம்புக்கடி. நல்லபாம்பின் விஷம் நரம்பு மண்டலத்தையும் விரியன்பாம்பு இரத்த ஓட்டத்தையும் பாதிக்கும். உடனடியாகக் கடிவாயின் மேல் கட்டு போட்டு விஷம் மேல் நோக்கி செல்வதை தடுப்பதுடன், கடிவாயை கீறி விஷத்தை உறிஞ்சி எடுக்க வேண்டும். உடனடியாகச் சிரையில் குளுகோஸ் ஏற்றி இதய பாதிப்பைத் தடுப்பதுடன் விஷ முறிவு மருந்துகளாகிய சீரம் கொடுத்து விஷத்தை சமனப்படுத்த வேண்டும். நரம்பு மண்டலம் பாதிப்பில் நியோஸ்டிக்மின் ஊசியும் பயன்படுத்தப்படலாம்.

கட்டுவிரியன் கடிவாயில் சீழுடன்கூடிய அழற்சி காணப்படும். இதனை மருந்திட்டுக் கழுவி, அழுகிய பகுதியை வெட்டி களைந்து சீழை

வெளியேற்றி உள் மருத்துவமாக ஆண்டிபயாடிக் கொடுத்து புண்களை ஆற்ற வேண்டும்.

சிறுகுழந்தைகளில் வலிப்பும் ஜன்னியும் தோன்றினால் எப்சிலான் (epsilone) டையசிபம் அல்லது பரால்டிஹைட் போன்ற மருந்துகளை கொடுத்து வலிப்பை நிறுத்த வேண்டும்.

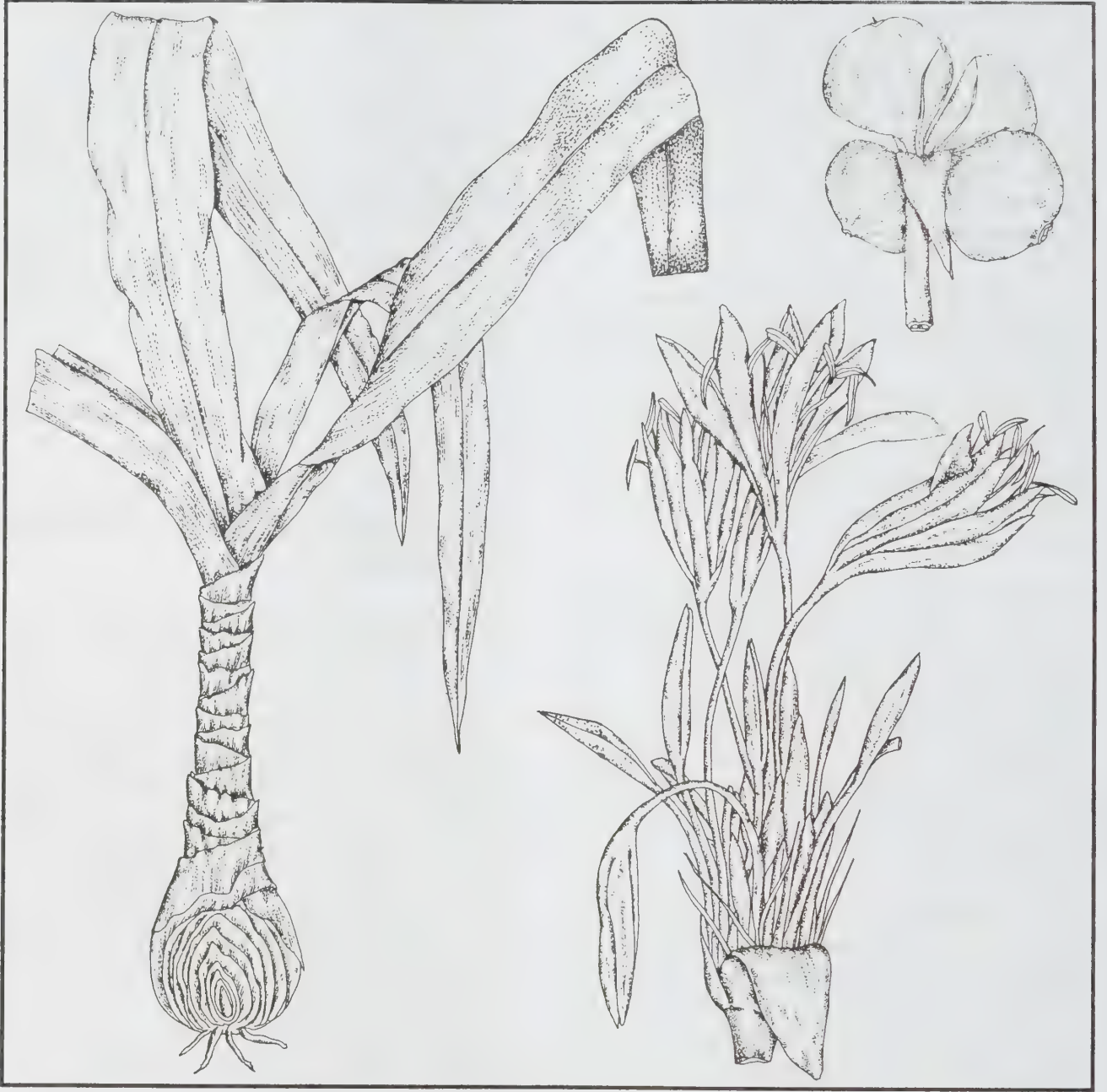
எல்லாக் கடிகளிலும், கொட்டுகளிலும் டெட்டனஸ் தடுப்பு ஊசி கொடுத்தல் அவசியம். 250 யூனிட் மனித தடுப்பு குளோபுலின் (human immunglobulin) கொடுக்க வேண்டும்.

மா. ஜெ. ஃபிரடரிக் ஜோசப்

விஷ மூங்கில்

விஷ மூங்கில் என்று அழைக்கப்படும் இதன் தாவரப் பெயர் சிரைனம் ஏசியாட்டிகம் (*crinum asiaticum*) ஆகும். சிரைனம் டாக்சிகேரியம் (*crinum toxicarium*) என்பது இதன் இணைப்பெயர். இச்செடி அமாரில்லிடேசி (*amaryllidaceae*) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இச்செடி காட்டு அமாரில்லிடேசி செடியாக மலைப் பகுதிகளிலும் (500 மீ. வரை) சமவெளிகளிலும், ஆற்றங்கரைகளிலும் காணப்படுகிறது. மலைகளில் குறிப்பாகச் சரிவுப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. நீளமான இலைகளின் அழகுத் தன்மையால் இது இந்தியா முழுவதும் பூங்காக்களில் விரும்பி வளர்க்கப்படுகிறது. இச்செடியின் அனைத்து பகுதிகளும் நச்சுத்தன்மை கொண்டவை. எனவே இவற்றை உட்கொள்ளக் கூடாது. இதன் வேரில் நார்சின், லிக்கோரின் என்னும் அல்காலாய்டுகள் உள்ளது. சிரினாமின் என்னும் அல்காலாய்டு சிரைனம் ஏசியாட்டிகம் வார் ஜப்பானிகம் (*Crinum asiaticum var Japonicum*) என்னும் செடியில் சிறிதளவு அடங்கியுள்ளது.

செடி. இச்செடியின் குமிழ்த் தண்டுகள் உருண்டையாகவும், 12 - 10 செ.மீ. அளவிலும் உள்ளன. இதன் கழுத்துப் பகுதி 10 - 20 செ.மீ.



விஷ முங்கிலும் அதன் பாகங்களும்

அளவுடையது. இலைகள் நீள்சதுர வடிவில் தட்டையாகவும் தோல் போன்றும் பளபளப்பாகவும் குறுகிய காம்பருகு பகுதியைக் கொண்டும் இருக்கின்றன. இலைகள் 70 - 100 செ.மீ. நீளத்திலும் 1.5 - 8.5 செ.மீ. அகலத்தையும் கொண்டவை.

இலையோரம் முழுமையானது. நுனி கொஞ்சம் கொஞ்சமாக குறுகிக்கொண்டே வருவதைக் காணலாம். நிமிர் வளர் மஞ்சரியச்சு 30 செ.மீ. நீளமானது. இதன் குறுக்களவு 1.2 செ.மீ. குடைமஞ்சரி 10-17 செ.மீ. அளவுடையவை. இதில் சாதாரணமாக

30 பூக்கள் இருக்கும். இச்சிற்றினத்தில் ஒரு மஞ்சரியில் 50 பூக்கள் வரை இருக்கும். பூவடிச் சிதல் முட்டை ஈட்டி வடிவில் 7.00 - 8.5, 4.5 - 5.00 செ.மீ அளவுடையவை. பூக்காம்புச் சிதல் 5 செ.மீ அளவுடையவை. பூக்கள் 16.5 செ.மீ. நீளமானவை. 10 செ.மீ. குறுக்களவை கொண்டவை.

பூவின் குறுக்களவு 14 செ.மீ வரை இருக்கும். இதழ்கள் தாம்பாள வடிவானவை. குழல் 10 செ.மீ. நீளமுடையது. இதழ் கதுப்புகள் வெள்ளை நிறமானவை. நீள் சதுரமானவை. 7x1.0 - 2.0 செ.மீ. அளவில் பளபளப்பானவை. 18-20 நரம்புகள் கொண்டவை. ஓரளவு கூரிய நுனியுடையவை. மகரந்தக் கம்பிகள் 4.5 செ.மீ. நீளமுடையவை. மகரந்தப்பைகள் 2x0.2 செ.மீ. அளவானவை. சூற்பை மூன்று திசுவறைகளைக் கொண்டது. சூல் ஒன்றோ இரண்டோ காணப்படும். சூலகத்தண்டு 15 செ.மீ. நீளமானது. இச்செடியில் பூக்கள் ஜூன் மாதம் முதல் ஆகஸ்டு மாதம் வரை அதிக எண்ணிக்கையில் உண்டாகின்றன. சாதாரணமாகக் காய்கள் ஆகஸ்டு மாத தொடக்கத்திலிருந்தே உண்டாகின்றன. கனியினுள் இருக்கும்பொழுதே விதைகள் முளைத்துவிடுகின்றன. கனி வெடிகனி.

பொருளாதாரப் பயன்கள். விஷ மூங்கில் செடியை பூங்காக்களில் அழகுக்காக வளர்ப்பதுண்டு. இதன் இலைகளும் குமிழ் தண்டுகளும் மருந்துக்குதவுகின்றன. இவை சளியைப் போக்கும் தன்மை கொண்டவை. உடலிலுள்ள வீக்கங்களை கரைக்கும். இலைகளை நிழலில் உலர்த்தி பொடித்து நெருப்பில் இட்டு புகை உண்டாக்கி கொசுக்களை மயக்கி அழிக்கலாம். இலைகளை சுத்தம் செய்து சாறு பிழிந்து அத்துடன் சமஅளவு நல்லெண்ணெயை சேர்த்துக் காய்ச்சி காது நோய்களுக்கு இடலாம். இலைகளை சிறு சிறு துண்டுகளாக நறுக்கிக் கொண்டு பின் அவற்றை வதக்கி சாறுபிழிந்து அத்துடன் சிறிதளவு உப்பையும் சேர்த்து காது வலிக்கு விடலாம். குமிழ்கள் கசக்குந் தன்மையுடையது. மலத்தை இளக்கும் குணம் கொண்டது. சிறுநீர்ச் சார்ந்த நோய்களைப் போக்கும். புதிய குமிழ் வாந்தியை உண்டாக்கும்; பித்த மயக்கத்தை போக்க உதவும்.

இந்தியாவில் காணப்படும் கிரைனம்

டெஃபிக்சம் (*Crinum defixum*) என்னும் செடியையும் விஷமூங்கில் என்பர். இதனை இந்தியா முதல் போர்னியோ வரை காணலாம். காவிரி ஆற்றங்கரையில் இச்செடியை ஏராளமாகக் காணலாம். இச்செடி சிரைனம் ஏசியாட்டிகம் என்னும் சிற்றினத்தைவிட சிறிது. இதனை ஆற்றங்கரைகளிலும் நீர்தேங்கும் பகுதிகளிலும் காணலாம். இதன் குமிழ் முட்டை வடிவில் 8x6 செ.மீ அளவுடையது. கழுத்துப் பகுதி 15 செ.மீ. அளவானது. இலைகள் 70 செ.மீ நீளத்தில் நீள் சதுரமாக இருக்கும். இதன் அகலம் 1-4 செ.மீ. தோல் போன்றது. நிமிர் வளர் மஞ்சரியச்சு 60 செ.மீ. நீளமுடையது. 1.2 செ.மீ. குறுக்களவானது. குடை மஞ்சரி 14-20 செ.மீ. அளவானது. பூக்காம்புச் சிதல்கள் 5-8 செ.மீ. அளவுடையவை. பூக்கள் 17-20 செ.மீ. நீளமானது. பூ ஒவ்வொன்றும் 10 செ.மீ. குறுக்களவுடையது. பூவிதழ்கள் தாம்பாள வடிவானவை. இதன் குழல் 10x0.7 செ.மீ. அளவானது. இதன் கதுப்புகள் வெள்ளை நிறமுடையவை. நீள் சதுர வடிவில் 5x0.6 செ.மீ. அளவைக் கொண்டிருக்கும். இலை பளபளப்பாகவும் 10 நரம்புகளைக் கொண்டும் முனை மழுங்கியும் இருக்கும். மகரந்தக் கம்பி 5.5 செ.மீ. நீளமுடையது. மகரந்தப்பை 2 செ.மீ. அளவானது. சூற்பை மூன்று திசுவறைகளுடையது. நீள் சதுரமானது. 1x0.8 செ.மீ. அளவுடையது. சூலகத்தண்டு 16 செ.மீ. நீளமுள்ளது. கனி 2.4 x 1.2 செ.மீ. அளவுள்ளவை. இதில் பூக்களை அதிகமாக நவம்பர் - ஜனவரி மாதங்களில் காணலாம்.

இதன் குமிழ்களும் நச்சுத்தன்மை கொண்டது. இச்செடியை உண்ட கால்நடைகளின் இதயம் பாதிக்கப்படுகிறது. இதன் நச்சு சிறிது சிறிதாக உடலில் தேங்கியிருந்தும் நச்சாகி கேடுகளை உண்டாக்கும். கிரைனம் லேட்டிஃபோலியம் (*Crinum latifolium*) என்னும் செடியை சில பகுதிகளில் விஷமூங்கில் என்று கூறுவர். இதன் பூக்கள் வெண்மை நிறமானவை. கோடையில் பூக்களை உற்பத்தி செய்கின்றது. இச்செடி இந்தியா முழுவதும் காணப்படுகிறது. இதன் குமிழ்கள் மிகுந்த கசப்பானவை. வாத நோயைப் போக்குவதற்கு இதன் குமிழ்களை அறுத்து வதக்கி மேற்பூச்சு மருந்தாக பயன்படுத்தலாம். கிரைனம் பல்பிஸ் பெர்மம் (*Crinum bulbispermum*) என்னும் செடியை பூங்காக்களில் கொத்தான மலர்களுக்கும் பட்டையான இலைகளுக்கும் விரும்பி வளர்க்கப்படுகிறது. இதற்கு

சிரைனம் லாஞ்சிஃபோலியம் (*Crinum longifolium*) என்ற பெயரும் உண்டு. இதன் தாயகம் தெற்கு ஆப்பிரிக்கா, இச்செடியின் பூக்கள் பெரியவை. புனல் வடிவானவை. வெள்ளையான பூக்கள் 8-12 எனக் கொத்தாக உண்டாகியிருக்கும். சமவெளியில் பூக்கள் மழைக் காலத்திலும் மலைப் பகுதியில் கோடை காலத்திலும் உண்டாகின்றன. தொட்டி மற்றும் நீர் நிலைகளின் ஓரங்களில் இதனை நட்டு பயிரிடலாம். நிழலிலும் வளருகிறது. இதன் குமிழ்கள் சமவெளிப் பகுதியில் பிப்ரவரி-மார்ச் மாதங்களில் நடப்படுகிறது. செடிகளை பூண்டுகளுடன் பிரித்து நட்டும் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். ஒரே தொட்டியில் தொடர்ந்து 4 அல்லது 5 ஆண்டுகளுக்கு வைத்திருக்கலாம். சிரைனம் மூரி (*Crinum moorei*) அழகான இளஞ்சிவப்பு நிற பூக்களை உண்டாக்குகிறது.

துணைநூல்கள். K.M. Mathew, *Flora of the Tamil nadu karnatic the rapinate Herbarium*, St. Joseph's College. Tiruchirapalli, 1981,1982; *Anonymus*, The wealth of India - Raw materials, CSIR, New Delhi, 1950.

விஸ்கர்கள்

விஸ்கர் என்பதை மீசை என்றும் சொல்லலாம். ஒரு திண்மப் பொருளில் இழை வடிவ வளர்ச்சிகளுக்கு மீசை எனப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. இத்தகைய வளர்ச்சிகள் படிக வளர்ச்சியின் நுண்ணியல் கொள்கைகளை உருவாக்குவதற்காக குறிப்பாக திருகுத்தன்மை இட மாற்றங்கள் (dislocations) சம்பந்தப்பட்ட கொள்கைகளை உருவாக்குவதற்காக விரிவான அளவில் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன. படிக வளர்ச்சி ஓர் இடமாற்றப்படியின் (step) இயக்கத்தின் மூலம் நடைபெறுவதாகவும், படி உருவாகும் வீதம், படிகள் திண்ம மாற்றத் தோற்றவாயிலிருந்து விலகிச் செல்லும் இயக்கங்களை மேலாளுமை செய்கிற தன்மையில் உள்ளதாயும் இருந்தால் ஒரு மீசையுள்ள

பக்கவாட்டு அமைப்பு தோன்றுகிறது. ஒற்றைப் படிகங்களில் மீசை வளருவது இம்முறையில் எளிமையாகவும் அழகாகவும் விவரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் ஆக்சிஜனேற்றம், திண்ம நிலை விரவல், தகைவு, மறு படிகமாதல் போன்ற விளைவுகள் சம்பந்தப்படுகிற வகையில் இந்த விளக்கத்திற்குத் திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன அல்லது மாற்று விளக்கங்கள் வெளியிடப்பட்டிருக்கின்றன.

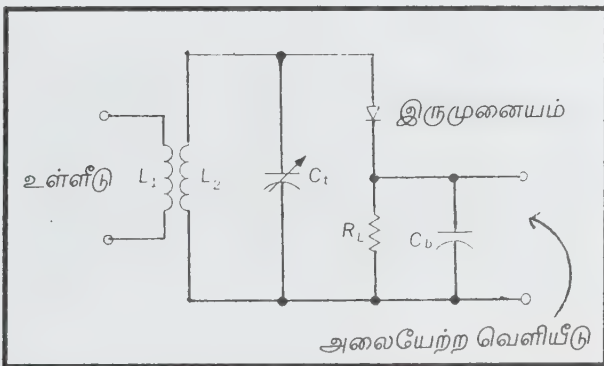
படிகங்களில் இருக்கக்கூடிய மாசுகளும் மீசைகள் வளருவதில் கணிசமான பங்கு வகிப்பதாக இருக்கலாம். ஆவியைப் படிய வைத்தல், வேதி வினைகள், மின்னாற் பகுப்பு மூலம் படிய வைத்தல், புறப் பரப்புகளை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தல் போன்ற முறைகளிலும் ஆவி, நீர்ம, திண்ம முகவிடைப் பரப்புகளிலும் மீசையுள்ள படிகங்களை உருவாக்கலாம். வெள்ளீய மீசைகள் பிரபலமானவை. அவை வெள்ளீயம் பூசப்பட்ட உலோகப் பரப்புகளில் முளைக்கின்றன. அழுத்தத்தைச் செலுத்தினால் மீசை வளரும் வேகம் அதிகமாகிறது. இதன் காரணமாக பிழிதல் மீசை (squeeze whisker) என்ற பெயர் உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. துத்தநாகம், காட்மியம், மக்னீசியம், பாதரசம், பொட்டாசியம் போன்ற குறைந்த உருகுநிலைக் கொண்ட உலோகங்களில் ஆவி நிலையிலிருந்து இழை வடிவமான மீசைப் படிகங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல், செம்பு, தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம், சிலிகான், ஜெர்மேனியம் போன்ற உயர் உருகு நிலை கொண்ட உலோகங்களிலும் அரைக் கடத்திகளிலும், உலோக உப்புகளை ஹைட்ரஜனிறக்கம் செய்வதன் மூலம் இழை வடிவங்கள் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆக்சைடுகள், கார்பைடுகள், நைட்ரைடுகள், உலோக உப்புகள், கிராஃபைட், பல்லுறுப்புகள், கரிமப் பொருள்கள், உலோகக் கலவைகள் ஆகியவற்றிலும் மீசைகள் வளர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த இழைகளுக்குத் தகைவு - திரிபு வரைபடங்களை வரைந்து பார்க்கும்போது 4 - 5% வரையான மீள் திறன் திரிபுப்பகுதியும், ஒரு லட்சியப் படிகத்திற்குச் சமமான இளகு நிலைத் தகைவும் (yield stress) அவற்றுக்கு இருப்பதாகத் தெரிய வருகிறது. இந்த மீசைகளின் பரப்புப் பண்புகளும், பருமப் பண்புகளும் உயர்ந்த லட்சியத் தன்மையில் உள்ளதால் அவற்றைத்

திண்மங்களில் நிகழும் நெகிழ் தன்மைப் பாய்வுச் செயல் முறைகளைப் பற்றி ஆராய்வதற்கும் திண்மங்களின் பல விதமான மின் மற்றும் காந்தத் தன்மைகளைப் பரிசீலனை செய்வதற்கும் பயன்படுத்த முடிகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

வீச்சு அலையேற்றம் உணர்த்துக் கருவி

இது வீச்சு அலையேற்றம் செய்யப்பட்ட ஊர்தி அலையில் இருந்து அலை ஏற்றச் சைகையை திரும்பப் பெற உதவும் ஓர் அமைப்பு ஆகும். அலையேற்றியைப் போன்றே இந்த அமைப்பும் ஒரு முகப்பில்லா கருவிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஆகவே, இவ்வமைப்பு இருமுனையம் (diode) அல்லது ஒரு முகப்பில்லா பெருக்கிகளை கொண்டிருக்கும். உணர்த்து கருவிகள் சில சமயங்களில் அலை இறக்கி (demodulator) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.



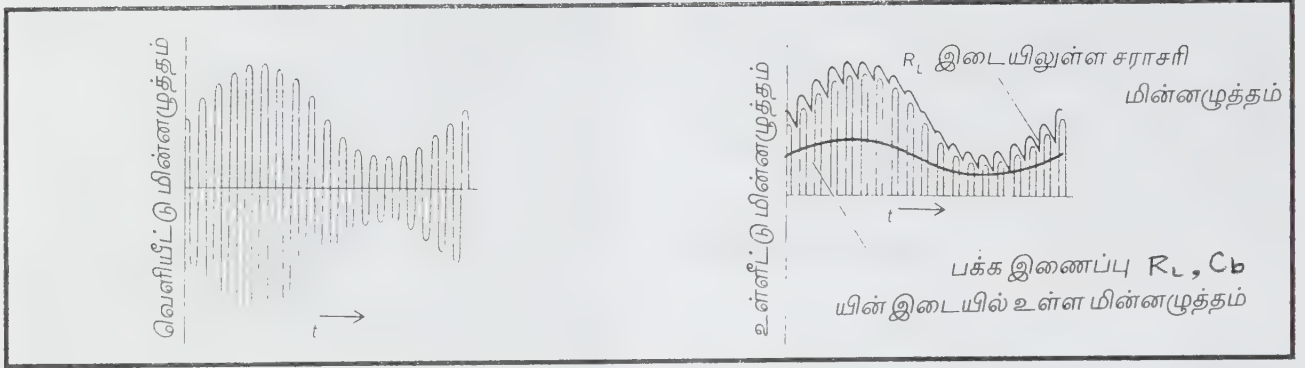
படம் 1 இருமுனைய உணர்த்துக் கருவி

இருமுனைய உணர்த்துக் கருவிகள் (diode detectors). ஒரு சாதாரண டையோடு உணர்த்துக்கருவி படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது முன்னதாக, ரேடியோக்களில் இவ்வமைப்பே முழு அலைஏற்பியாக உபயோகப்படுத்தப்பட்டது. இது படிக்க அமைப்பு (crystal set) என்றும்

அழைக்கப்படுகிறது. உணர்கொம்பு (antenna) அமைப்பு மற்றும் உள்ளீடு முகப்புகளை (input terminal) தரை நிலை படுத்துவதன் (earth) மூலம், இதன் ரேடியோ அதிர்வெண் உள்ளீடு சைகையை அடையலாம். இந்தச் சைகைகள், காந்தத்தூண்டல் (magnetic induction) மூலமாக துணைச்சுருளில் (secondary winding) L_2 மின் அழுத்தத்தை தூண்டுகிறது. வரையறுக்கப்பட்ட அதிர்வெண்ணில், மின்தேக்கி (capacitor) மாறுமின் தூண்டுதலை (impedance) L_2 ஐப் பொறுத்து ஒத்ததிர்வு செய்யப்படுகிறது. அதிர் விளைவாக்கப்பட்ட (tuned) மின் சுற்றின், அதிக ஒத்ததிர்வு மின் தூண்டு தடை காரணத்தால், மின் அழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட மின் அழுத்தம், குறுகிய பட்டை (narrow band) மின் அதிர்வுகளில் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்களை ஒத்து, டையோடை (diode) செயல்படுத்த தேவையான அளவுடையதாய் இருக்கும். இவ்வாறாக, தேவையான வானொலி நிலையம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.

தற்காலத்திய இருமுனைய உணர்த்துக் கருவிகளும், இதைப்போன்றே செயல்படுகிறது. அலையேற்றம் செய்யப்பட்ட உள்ளீடு மின் அழுத்தத்தின் சராசரி மதிப்பு பூஜ்யமாக இருக்கும். இதற்குக் காரணம், நேர் அலை சுழற்சியின் (positive half cycle) வீச்சும், எதிர் அலை சுழற்சியின் (negative half cycle) வீச்சும் இணையாக இருப்பதேயாகும். ஊர்தி அலையையும் (Carrier) பக்கப்பட்டை (side band) அதிர்வெண்களையும் கொண்ட, ரேடியோ அல்லது மிகு அதிர்வெண்கள் மட்டும் உள்ளீடு சைகையில் காணப்படும். அலையேற்ற அதிர்வெண்ணானது, அலையேற்ற உறையை (modulation envelope) போல தோன்றும் டையோடு அல்லது அலைதிருத்தி, மின்னோட்டத்தை, ஒரே திசையில் மட்டும் பாய அனுமதிக்கிறது. அதன்மூலம் நேர் அல்லது எதிர் அரை சுழற்சிகளில் ஒன்றினை நீக்குகிறது.

இவ்வாறு அலையேற்ற உறையின் இயல்பான நிலையினை திரும்பப் பெறுகிறது. இருமுனையத்தில் பாயும் சராசரி மின்னோட்டம் பூஜ்யமாக இருக்காது. ஆனால் அதன் ஒரு கூறு, உள்ளீடு சைகையின் வீச்சை அடுத்து மாறுபடுவதினால் உண்மையான அலையேற்ற



படம் 2 உள்ளீட்டு மற்றும் வெளியீட்டு அலை வடிவங்கள்

அதிர்வெண்களைக் கொண்டிருக்கும். அடிப்படை தத்துவம் அல்லது அறிமுறைப்படி நேர்ப்பாங்கற்றத் தன்மை, ஒத்ததிர்வுகள் மற்றும் உள்ளீடு அதிர்வெண்களின், மொத்த அதிர்வெண் மற்றும் அவற்றின் வேறுபாடுகளை உருவாக்கும். ஊர்தி அலை அதிர்வெண்ணுக்கும் பக்கப்பட்டை அதிர்வெண்ணுக்கும் ஒரு முக்கிய வேறுபாடு உள்ளது. அதாவது அலையேற்ற அதிர்வெண்ணை, அலையேற்ற செயலின்போது, பக்கப்பட்டை அதிர்வெண்களை உருவாக்குகிறது. ஆகவே, அடிப்படையில் வீச்சு அலையேற்றமும், உணர்த்துக் கருவியும் ஒரே செயலை உடையதாகும்.

இருமுனைய மின்னோட்டமானது, உண்மையான அலையேற்ற அதிர்வெண்கள் மற்றும் திருத்தப்பட்ட நேர்மின்னோட்ட பகுதியையும் கொண்டிருக்கும். அதைப் போலவே, ஊர்தி அலை அதிர்வெண் மற்றும் ஒத்ததிர்வுகளை கொண்டிருக்கும்.

மிகு செயல்திறன் பெறுவதற்கான வரையறைகள். வெளியீடு மின் அழுத்தத்தைப் பெறுவதற்கு, பளு மின்தடை R_L , இருமுனையத்தின் தொடர் இணைப்பாக (series) அமைக்கப்படுகிறது. மின் தேக்கி C_b இணைக்கப்படாத, பளு மின் தடையின் குறுக்கிலுள்ள அலை வடிவம், இருமுனையத்தின் வழியாக பாயும் மின்னோட்டத்தினை ஒத்து இருக்கும். ஆனாலும், மின் சுற்றின் பகுதிகள் தகுந்த தொடர்பு கொண்டிருந்தால், மின் தேக்கி மிகு அதிர்வெண் பகுதிகளின் அளவுகளைக் குறைக்கும். மேலும், நமக்குத் தேவையான அலையேற்ற அதிர்வெண்

பகுதிகளின் அளவை அதிகமாக்கும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வழிமுறைகளின்படி செயல்படுவதன் மூலம், அதிக ஆற்றலைப் பெறலாம்.

1. பளு மின் தடையின் அளவை, இருமுனையத்தின் முன்னோக்கு மின் தடையுடன் (forward resistance) ஒப்பிடும்போது மிக அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அதனால் பளுவின் குறுக்கில் உள்ள உச்ச மின் அழுத்தமும், பிணைப்புச் சுருளின் (coupling winding) துணைச் சுருளில் (secondary winding) இருந்து அனுப்பப்படும் உச்ச மின் அழுத்தமும் (peak voltage) ஏறக்குறைய சமமாக இருக்கும்.

2. ஊர்தி அலை அதிர்வெண்ணில், துணை வழி (bypass) மின் தேக்கி C_b இன் மாறுமின் எதிர்ப்பை பளு மின் தடையுடன் ஒப்பிடும்போதும் குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் அதிகபட்ச அலையேற்ற அதிர்வெண்ணில், மின்தேக்கியின் மாறுமின் எதிர்ப்பு (reactance), பளு மின் தடையைவிட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

3. இருமுனையத்தின் செயல், தேவையான அளவு வேகமாக இருத்தல் அவசியம். ஆகவே, இதன் மின்னூட்ட தேக்கக் காலமானது, உள்ளீடு ஊர்தி அலை அதிர்வெண்ணின் நேரத்தைவிட குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

மேற்கண்ட வரையறைகளின்படி, துணைவழி மின்தேக்கி C_b குறைந்த முன்னோக்கு மின் தடையை உடைய இருமுனைய வழியாக, விரைவில்

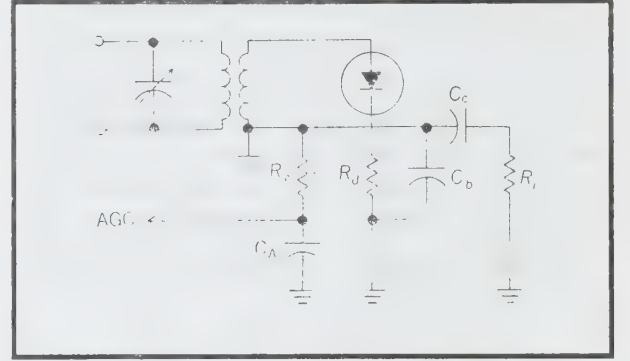
மின்னூட்டம் செய்துகொள்ளும். மேலும், இருமுனையம் கடத்தும்போது, மின் தேக்கியின் மின் அழுத்தமானது, உள்ளீடு மின் அழுத்தத்தை ஒட்டிச் செல்லும். ஆயினும், மின்தேக்கி, இருமுனையத்தின் வழியாக மின்னிறக்கம் (discharge) செய்யாது. இதற்குக் காரணம் மின்தேக்கியின் நேரியல் (linearity) பண்புகளாகும். ஆகவே, இது பளு மின் தடை வழியாகவே மின்னிறக்கம் செய்யும்.

மேலும், மேற்கண்ட காரணத்தினால், காலமாறிலி (time constant) $R_L C_p$ ஆனது ஊர்தி அலையின் காலத்தை ஒப்பிடுகையில் நீண்டு இருக்கும். மின் தேக்கியின் மின் அழுத்தம், உள்ளீடு மின் அழுத்தி உச்சத்தை, தொடர்வதைக் காணலாம். ஊர்தி அலை மற்றும் அலையேற்றி அதிர்வெண்களுக்கு இடையிலுள்ள விகிதங்கள், படம் 2இல் விளக்கப்பட்டதைவிட மிக அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். ஆகையினால், வெளியீடு மின் அழுத்தத்தில் காணப்படும், இரம்பப்பல் (sawtooth) மிகு அதிர்வெண் மாறுபாடுகள் (variations) படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளதைவிட மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

ஏற்பியில் (receiver) பயன்படும் பளு மின் தடை மற்றும் துணைவழி மின் தேக்கியின் மாதிரி அளவுகளை கீழே காணலாம். குறைக்கடத்தி (semiconductor) இருமுனையத்திற்கு $R_L = 2000 - 10000$ ஓம் மற்றும் வெற்றிடக்குழாய் இருமுனையங்களுக்கு $0.1 - 0.5$ மெகா ஓம் மைக்ரோ பேரட் (micro Farad) மற்றும் வெற்றிடக்குழாய் இருமுனையத்திற்கு $100 - 500$ பைகோபேரட் (pico Farad) அளவிலும் இருக்கும்.

முக்கிய தனிச் சிறப்புகள். தற்காலத்திய ரேடியோ அலை ஏற்பியில் உள்ள டையோடு உணர்த்துக் கருவிகள் பல நுட்பங்கள் மற்றும் கூடுதல் சிறப்புக்களையும் உள்ளடக்கியுள்ளது. இதை படம் 3 இல் காணலாம். டிரான்சிஸ்டர் வகை அலை ஏற்பிகளில் அதிர்விளைவாக்கப்பட்ட (tuned) மின்தேக்கிகள், சாதாரணமாக பிணைப்புச்சுருள் அமைப்பின், முதன்மைச்சுருளில் (primary coil) காணப்படும். இருமுனையம் மற்றும் பளு மின்தடை R_d இன் குறுக்கில் உள்ள மின் அழுத்தத்தின், நேர்திசை

மின்னோட்டப் பகுதி, மாறு திசை மின்னோட்ட (அல்லது நேர்மின்னோட்ட பிணைப்பு) மின்தேக்கி C_c மூலமாகத் தடுக்கப்படுகிறது. ஏனெனில், இந்த நேர்மின்னோட்டப் பகுதி தடுக்கப்படவில்லையெனில், உணர்த்துவானை (Detector) தொடரும், பெருக்கியின் நேர் மின்னோட்டத்தை நிலை குலைத்துவிடும். இந்தப் பெருக்கியின் உள்ளீடு மின் தடையை, R_i எனச் சுட்டிக்காட்டப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட வெளியீடு அதிர்வெண்ணின், வெளியீடு மின்னழுத்த அமிழ்வை தவிர்க்க, மின்தேக்கி C_c இன் மாறுமின் எதிர்ப்பு, மின்தடை R_i உடன் ஒப்பிடுகையில் குறைவாக இருத்தல் அவசியம்.



படம் 3

R_d இன் குறுக்கில் காணப்படும் மின் அழுத்தத்தின், நேர்மின்னோட்டப் பகுதியானது, பெருக்கிகளின் பலனை கட்டுப்படுத்த அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது ரேடியோ அலை வாங்கியில், உணர்த்துவானின் முக்கியத்துவத்தை மேம்படுத்துகிறது. ஆகவே, வெளியீடு மின் அழுத்தத்தை, உள்ளீடு சைகைக்கும், அலை ஏற்பிக்கும் உள்ள ஆற்றலிலிருந்து தொடர்பில்லாது ஆக்குகிறது.

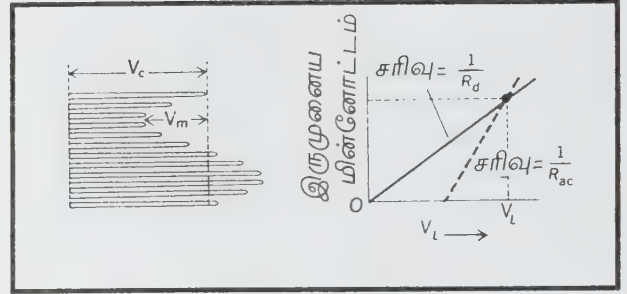
தானியங்கி பலன் கட்டுப்பாட்டு (AGC) மின் அழுத்தம், உணர்த்துவானின் ஊர்தி அலை மின் அழுத்தத்தின் நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். இது கட்டுப்பாட்டு பெருக்கிகளின் மின்னழுத்த பெருக்க எண்ணை (gain) குறைக்க தகுந்த துருவ முனைகளை கொண்டிருக்க வேண்டும். இருமுனையத்தின் நிலையை தலைகீழாக மாற்றும்போது, துருவ முனையும் அதற்கு எதிராக மாறும். இதன் காரணத்தால்

தகுந்த துருவமுனையை எளிதில் அடையலாம். தானியங்கியின் கட்டுப்பாட்டு மின் அழுத்தத்தில் உள்ள அலையேற்ற அதிர்வெண்கள் மற்றும் ஊர்தி அலை (carrier) அதிர்வெண்களை, மின்தேக்கி C_A மற்றும் மின் தடை R_A இன் இணைப்பு மூலம் வடிகட்டலாம்.

ஒருமுகப்படுத்துதலின் தேவைகள்.

இருமுனையை உணர்த்தி மேலே விளக்கப்பட்டபடி ஒருமுகப்பு கருவியாகும். இதன் வெளியீடு மின் அழுத்தமானது, அலையேற்ற உறையுடன் ஒருமுகப்பாக தொடர்புபட்டிருக்கும். பளு மின்தடை மதிப்பை, இருமுனையைத்தின் முன்னோக்கு மின் தடையுடன் ஒப்பிடும்போது மிகுதியாக இருக்க வேண்டும். இதன் தேவையை முன்னிட்டு ஒருமுகப்படுத்தல் செய்யப்படுகிறது. நேர்மின்னோட்ட பளு மின்தடை, மாறுமின்னோட்ட பளு மின்தடை போன்றே மிகுதியாக இருத்தல் வேண்டும். இதற்கு ஒருமுகப்படுத்தலின் தேவை மிக அவசியமாகும். தானியங்கு பலன் கட்டுப்பாட்டு (AGC) மின்தடை R_A வழியாக, மாறு மின்னூட்டம் பாயாததாக கொள்வோம். இப்போது படம் 3 இல் உள்ளபடி R_d மட்டுமே மாறு மின்னோட்ட பளு மின் தடையாக செயல்படும்.

ஆயினும், மாறு திசை மின்னோட்டம் அல்லது சைகை மின்னோட்டங்கள் R_A , R_i மற்றும் R_d வழியாக பாயும். ஆகவே, இந்த மூன்று மின் தடைகளின் பக்க இணைப்பு, இருமுனையைத்தின் பளு மின் தடை R_L ஐ உருவாக்கும். மிகு அதிர்வெண் துணைவழி மின்தேக்கி C_b மற்றும் R_L இன் பக்க இணைப்பு, மிகு அலையேற்ற அதிர்வெண்களில், மாறு மின்னோட்ட சுமையின் மாறு மின்தூண்டு தடை Z_L ஐக் குறைக்கிறது. ஆகையினால், மின் தடைகள் R_i மற்றும் R_o இரண்டும் R_d உடன் ஒப்பிடுகையில் அதிகமாக இருக்கும்போதும், மாற்று வழி (bypass) மின்தேக்கி C_b இன் மாறு மின் எதிர்ப்பு, R_d ஐவிட அதிகமாக இருக்கும்போதும் மட்டும், மாறு மின்னோட்ட சுமையின் மாறுமின் தூண்டு தடை, நேர்மின்னோட்ட பளு மின்தடை போன்று மிகுதியாக இருக்கும்.



படம் 4

மாறு திசை மின்னோட்ட பளு மின்தடை, நேர்திசை மின்னோட்ட பளு மின்தடையைவிட மிகக்குறைவாக இருக்கும்போது, திரிபுகள் (distortion) உண்டாவதை படம் 4 இல் காணலாம். இந்தக் குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சி எதிர் நறுக்குதல் (negative clipping) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இருமுனையைத்தின் செயல் சில ஊர்தி அலை சுழற்சிகளில் தடுக்கப்படும்போது எதிர் நறுக்குதல் உண்டாகிறது. பிறகு பளுவின் அழுத்தம் அலையேற்ற மின் அழுத்தத்தைத் தொடராதது. ஆனால் I_d ஆனது சராசரி இருமுனைய மின்னோட்டமாகும். பளு மின்தடை R_d வழியாக செல்லும் மின்னோட்டத்தின் சராசரியாகும். துணை வழி மின்தேக்கி C_b பளுவின் குறுக்கில் உள்ள மின் அழுத்தம் V_L ஐ ஊர்தி அலை உள்ளீட்டின் உச்சத்தை தொடரச் செய்கிறது. மேலும் இருமுனைய முன்னோக்கு மின்னழுத்த தேக்கத்தைத் தவிர்க்கிறது. சுமையின் குறுக்கிலுள்ள சராசரி அல்லது நேர்மின்னோட்ட மின் அழுத்தம் V_L சமன்பாடு 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$V_L = I_D R_L \text{ ----- (1)}$$

மேலே குறிப்பிட்ட அளவீடுகளின் மூலம், இந்த மின் அழுத்தத்தை உச்ச ஊர்தி அலை மின்னோட்டம் (v_c)க்கு சமன்படுத்தலாம். ஊர்தி அலையானது உச்ச மின் அழுத்த மாறுபாடு (v_m) உடன் சைன்வளைகோடு (sinusoidal) போன்று அலையேற்றம் செய்யப்படுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். பிறகு இந்த மாறுபடும் பகுதிகள், பிணைப்பு மின்தேக்கி மூலமாகப் பிணைக்கப்பட்டு மாறு மின்னோட்ட பளு மின்தடையில் (r_{ac}) வெளிப்படுத்துகிறது. இது

சமன்பாடு 2 இல் காட்டியுள்ளபடி, உச்ச மின்னோட்ட மாறுபாடுகளைத் தடுக்கிறது.

$$I_p = \frac{V_m}{r_{ac}} \quad \text{or} \quad V_m = I_p r_{ac} \quad \text{----(2)}$$

ஆனால், சராசரி மதிப்பின் அதிகபட்ச இருமுனைய மின்னோட்டம் (I_p) ஆகும். அதன்பிறகு அதிகபட்ச அனுமதிக்கக்கூடிய மின்அழுத்த மாறுபாடுகள் சமன்பாடு 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$V_{m(max)} = I_D r_{ac} \quad \text{----(3)}$$

சமன்பாடு 2 இல் கொடுக்கப்பட்ட உச்ச மாறுபாடுகள், சமன்பாடு 3 இல் கொடுக்கப்பட்டதை விட மிகுதியாகக் கொள்வோம். இப்போது அலையேற்ற சுழற்சியின் பகுதியில், இருமுனைய மின்னோட்டம் பூஜ்யமாக இருக்கும். மேலும், சுமையின் குறுக்கில் உள்ள மின் அழுத்தம் அலையேற்ற மின்னழுத்தத்தைத் தொடராது.

இது மேலே குறிப்பிட்ட, எதிர் நறுக்குதல் நிகழ்ச்சி ஆகும். சராசரி பளு மின்னழுத்தம் (V_D) மற்றும் சராசரி இருமுனைய மின்னோட்டம் (I_D) மொத்த கோட்டினை கொண்ட $1/R_d$ சாய்வு (slope) மூலம் படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்தச் சாய்வுக்கோடு, நேர்மின்னோட்ட மின் சுமைக்கோடு எனப்படும். இதைப்போலவே, அலையேற்ற மின்னழுத்தம் V_M மற்றும் பளு மின்னோட்ட மாறுதலின் தொடர்புகள், விட்டுவிட்டு போடப்பட்ட சாய்வு நேர்க்கோடு $1/r_{ac}$ மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது மாறுமின்னோட்ட மின் சுமைக்கோடு எனப்படும். $I_D=0$ என்ற ஊடச்சில் (zero axis) மாறுமின்னோட்ட மின் சுமைக்கோடு தொடருமிடத்தில் நறுக்குதல் செயல் தொடங்குகிறது.

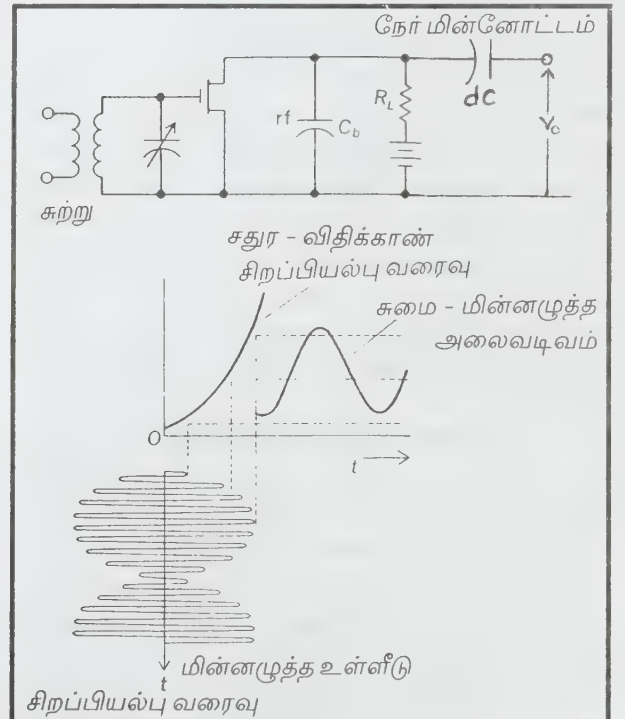
நறுக்குதலை உண்டாக்காத, மிகு அலையேற்ற குறியீடு மற்றும் மாறு மின்னோட்ட, நேர்மின்னோட்ட மின்சுமைக் கோடுகளின் விகிதத்திற்கும், இடையே ஓர் எளிய தொடர்பு காணப்படும். அலையேற்ற குறியீட்டை $M=V_m/V_c$ என வரையறுப்பதே இதன் காரணமாகும். சமன்பாடு 2 ஐ சமன்பாடு 3ஐக் கொண்டு

வகுப்பதினால், சமன்பாடு 4ஐ அடையலாம்.

$$M_{(max)} = \frac{V_{m(max)}}{V_c} = \frac{I_D r_{ac}}{I_D r_d} = \frac{r_{ac}}{R_d}$$

அலையேற்ற குறியீடு, 90% எனக் கொள்வோம். ஆகவே, திரிபுகளில்லாத அலை இறக்கத்தை, $r_{ac} \geq 0.9 R_d$ எனக் கொள்வதன் மூலம் அடையலாம்.

வர்க்க விதி உணர்த்துக் கருவிகள் (square law detector). வர்க்க விதி உணர்த்துக்கருவி, மற்றுமொரு முக்கிய உணர்த்துக்கருவி ஆகும். இந்த உணர்த்துக்கருவியின் வெளியீடு, மின்னோட்டம், உள்ளீடு மின் அழுத்தத்தின் வர்க்கத்திற்கு, நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். இதன் அமைப்பை படம் 5இல் காணலாம். பெரும்பாலான இருமுனையங்கள் மற்றும் மின் அணுபெருக்கி கருவிகள், இந்த வகை பண்புகளை கொண்டிருக்கும். அடிப்படையில் செயற்புள்ளியின் (operating point) இணைப்பு, சைகை



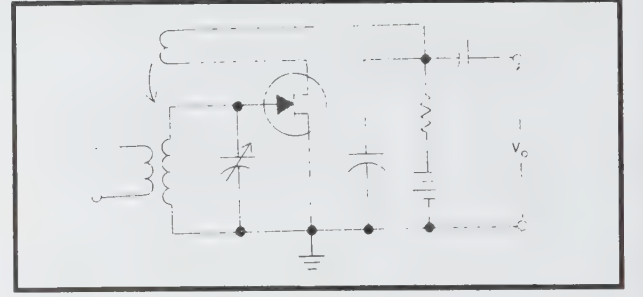
சதுர - விதிக்காணி மற்றும் அதன் செயல்பாடு

அளவு, தோற்றுவாய் இயக்கியின் (emitter driver) மின் தடை, மொத்த மின் தடைகள் முதலியனவற்றை கவனமுடன் தேர்வு செய்வதன் மூலம், ஒரு முகப்புச் செயலை அடையலாம். எ-டு: முதலில் குறிப்பிட்டபடி, பளு மின் தடையை, இருமுனையத்தின் நேர்முக மின் தடையுடன் ஒப்பிடுகையில், பளு, மின் தடை அதிகமாக இருந்தால் மட்டுமே, இருமுனையமானது ஒருமுக உணர்த்துதலை அளிக்கிறது. அதே சமயம், பளு மின் தடை, இருமுனையம் மின் தடையுடன் ஒப்பிடுகையில் குறைவாக இருந்தால் அந்த டையோடு வர்க்க விதி உணர்த்துக் கருவியாக செயல்படும். செயற்புள்ளி, பூஜ்ய மின்னோட்டத்தின் அருகில் இருப்பது போன்ற சார்புகளுடன், டிரான்ஸிஸ்டர் அல்லது வெற்றிடக் குழாய் போன்ற பெருக்கிகளைப் பயன்படுத்தும்போது வர்க்க விதி உணர்தல் மற்றும் உருப்பெருக்கத்தையும் அடையலாம்.

வர்க்க விதி உணர்த்துக் கருவி, அலையேற்றியின் உறையின் அலை வடிவத்தை சிதைக்கிறது அல்லது மாற்றியமைக்கிறது. ஒற்றை பக்கப்பட்டையை அனுப்புகையில், இத்தகைய உருச்சிதைவுகள் ஏற்படையது. இங்கு ஒரு பக்கப் பட்டை நீக்கப்படுகிறது. பிறகு ஒற்றை அதிர்வெண் அலையேற்றம் சைன் வளைகோடு போன்ற அலையேற்ற உறையை உருவாக்குகிறது. ஆனால் வர்க்கவிதி உணர்த்து கருவி சைன் வளைகோடு அல்லது ஒற்றை அதிர்வெண் வெளியீட்டை உருவாக்குகிறது. வர்க்கவிதி உணர்த்து கருவியானது, சிதைவில்லாத ஒற்றை பக்கப்பட்டை அனுப்புகைக்கு அவசியமானது. அலையேற்ற உறை அலை வடிவத்தை, காப்பீடு செய்வது அவசியமில்லாதபோது வர்க்கவிதி உணர்த்துக் கருவி புயன்படுத்தப்படுகிறது.

புதுப்பிக்கப்பட்ட உணர்த்துக் கருவிகள்.

உருப்பெருக்கம் உணர்த்துக் கருவியின் உள்ளீட்டில், பின்னூட்டல் முறையில் அதன் வெளியீட்டை அளிப்பதன் மூலம் அல்லது நேர்மின்னை உள்ளீட்டில் செலுத்துவதன் மூலம் அதிக பலன் கொண்ட குறும்பட்டை ரேடியோ அலை ஏற்பிக்களை பெறலாம். இதன் அமைப்பை படம் 6 இல் காணலாம். இந்த அமைப்பு புதுப்பித்த அல்லது சிறப்பிக்கப்பட்ட உணர்த்துக்கருவி என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த பின்னூட்டல் முறை, சிதைவுகள் நிறைந்த



படம் 6

இடர்முறையாகும். இதற்குக் காரணம், பின்னூட்டல் செயலை, அலைவுகளின் விளிம்பில் நிலைப்படுத்துவதே ஆகும்.

அலை இயற்றியின் (oscillator) சைகையை உணர்த்தும் கருவியில் செலுத்தி அதன் அலைவுகளை மெதுவாக தரைமட்ட அமைப்பு (squelch) செய்வதாகக் கொண்டால், பின்னூட்டல் முறையே, குறைந்த இடர் உடையதாகவும், பலன் (AGC) அதிகமுடையதாகவும், ஆக்க முடியும். இந்த வகை உணர்த்துக்கருவிகள் மிகு மறு உருவாக்கு (super regenerative) உணர்த்துக்கருவி எனக் கருதப்படுகிறது. அலை இயற்றியின் அதிர்வெண், கேள்திறன் (audible limit) எல்லைக்குமேல் இருக்க வேண்டும். ஆனால் ஊர்தி அலை அதிர்வெண்ணைவிட குறைவானதாக இருக்க வேண்டும்.

ப. ஞானசிவம்

துணைநூல்கள். C. Alley and K. Atwood, *Electronic Engineering*, Second Edn, 1966; W.I.Orr, *Radio Hand book*, Seventeenth Edn, 1967.

வீச்சு அலையேற்றி

இது ஊர்தி அலை (carrier) சைகையினை (signal) வீச்சு அலையேற்றம் செய்ய பயன்படும் கருவியாகும். வழக்கமாகத் தொடர்புறையில் (communication system) ஊர்தி அலை என்பது ரேடியோ அதிர்வெண்

ஆகும். ஆனால் தொடர்புத்துறை, தொலை அளவைத்துறை (telemetry system) கட்டுப்பாட்டுத்துறை (control system) அல்லது ஆதாரக்கூறுகள் சேமிப்புத்துறை (data collecting system) முதலியவற்றிலும் ஊர்தி அலைகள் பயன்படுகின்றன. சாதாரணமாக வெற்றிடக்குழாய் அல்லது குறை கடத்தியே அலையேற்றியாக செயல்படுகிறது. இவற்றின் வெளியீடு திறன், மற்றொரு ஊர்தி அலையினை அலையேற்றும் பெருக்கியின் (amplifier) வெளியீடு அளவை கட்டுப்படுத்துதல்.

அடிப்படைத் தேவைகள். ஊர்தி அலையின் வீச்சை, அலையேற்ற மின் அழுத்தத்திற்கு, நேர் விகிதமாக்குவதே அலையேற்றியின் முக்கிய குறிக்கோளாகும். இந்த ஒருமுக (linearity) தொடர்பினால் அலையேற்றத் திரிபு உண்டாகிறது. அலையேற்றம், ஊர்தி அலை ரேடியோ அலைப்பரப்பியின் கடைசி பகுதியில் உள்ள ரேடியோ அதிர்வெண்ணைப் போன்று அதிக திறனுள்ளதாக இருக்குமானால், ஊர்தி அலைப்பெருக்கி மற்றும் அலையேற்றியின் ஆற்றல் முக்கியமாகும்.

வீச்சு அலையேற்ற செயலினால், பக்க அதிர்வெண்கள் (side frequencies) அல்லது பக்கப்பட்டை அதிர்வெண்கள் என்று அழைக்கப்படும், புதிய அதிர்வெண்கள் தோன்றுகின்றன. அவை, ஊர்தி அலை, அதிர்வெண்களின் மொத்தம் மற்றும் வேறுபாடுகள் ஆகும். ஒரு முகப்பு செயல் (linearity) அல்லாத கருவியில் மட்டும் புதிய அதிர்வெண்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகிற காரணத்தால், ஊர்தி அலை பெருக்கியும் கண்டிப்பாக ஒரு முகப்பு அல்லாததாக இருத்தல் வேண்டும். ஆகவே, B வகை அல்லது C வகையைச் சார்ந்த பெருக்கியினை மட்டும் பயன்படுத்தலாம்.

அலை ஏற்ற மின் அழுத்தத்தால், ஊர்தி அலையின் அதிர்வெண் மாறாது இருந்தால், இவ்வகை அலை ஏற்றம், அதிர்வெண் அலையேற்றம் (frequency modulation) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஊர்தி அலை அதிர்வெண்ணை உற்பத்தி செய்யும், அலை இயற்றியுடன் (oscillator) அலையேற்ற மின் அழுத்தத்தை இணைக்கும்போது அதிர்வெண் அலை

ஏற்றம் நிகழ்கிறது. 'பஃபர்' (buffer) எனப்படும் பெருக்கியை (amplifier) அலை இயற்றி மற்றும், அலையேற்ற பெருக்கியின் இடையில் பொருத்துவதினால் அதிர்வெண் அலை ஏற்றம், சக்தி வாய்ந்த அலைபரப்பியிலும் தவிர்க்கப்படுகிறது. ஆயினும், மிகு அதிர்வெண் அலைபரப்பிகளில் உருப்பெருக்கம் கடினமாதலால், அலை இயற்றியில் அலை ஏற்றம் தடைபடுகிறது.

மிகு பரப்பு அலை ஏற்றம். ரேடியோ தொடர்புத் துறையில், நேர்மின்வாய் (plate) அலையேற்றமே வீச்சு அலையேற்றத்திற்கு அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அதன் காரணப்பெயர் போலவே, அலையேற்றியானது, நேர்மின்வாய் அல்லது ஏற்புவாய் (Collector) மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதன் மூலம் அலை ஏற்றச் செயலைப் புரிகிறது.

வெற்றிடக்குழாய் சுற்றானது, அலையேற்றி மற்றும் அலையேற்ற பெருக்கியின் வரையறுக்கப்பட்ட இயக்கத்தை விளக்குகிறது. பெருக்கியின் பஃபர் வழியாக, அலை இயற்றியின் மூலமாகப் பெறப்படும் ஊர்தி அலை, இடை பரப்பு சைகை (medium level signal) எனப்படுகிறது. ஒத்ததிர்வு (harmonics) செய்யப்பட்ட உள்ளீட்டு பிணைப்புச் சுருளானது நேர் மின்னோட்டம் மற்றும் எதிர்பாராத ஒத்ததிர்வுகளையும், ஊர்தி அலையில் இருந்து விலக்குகிறது. மேலும் முந்தைய பகுதிக்கு, மின் தூண்டுதலை (impedance) உருமாற்றத்தை அளிக்கிறது.

மின் தேக்கி C_1 மற்றும் மின் தடை R உம் இணைந்து சுய சார்பு அழுத்தமாகச் செயல்படுகிறது. C வகை பெருக்கி இணைப்புத்தொகுதியாக செயல்படுகிறது (grid) ஊர்தி அலையின் நேர்மின் உச்ச நேரத்தில், உள்ளீடு சைகைகள், இணைப்புத்தொகுதியை, எதிர்மின்முனையைப் (cathode) பொறுத்து நேர்மின் ஆக்குகிறது.

இணைப்புத்தொகுதியின் அருகில் உள்ள மின்தேக்கியை எதிர்மறையாக மின்னேற்றுகிறது. உள்ளீடு சுழற்சியின் மறுபாதியில் இணைப்புத் தொகுதி, எதிர்மின் முனையைப் பொறுத்து, எதிர்மின் அழுத்தத்தைக் கொண்டிருக்கும். இப்போது, மின்

தேக்கியில் C_1 இல் உள்ள மின்னூட்டம், மின் தடை R வழியாகக் கசியும். ஆனால் கால மாறிலி (time constant) RC_1 , உள்ளீடு சுழற்சியின் காலத்தைவிட நீண்டும், R அதிக அளவுள்ளதாகவும் இருக்கும். ஆகவே, மின் தேக்கியில் உள்ள மின்னூட்டம் மாறாது இருக்கும். இணைப்புத் தொகுதி முன்னோக்குச் சார்பழுத்தத்தில் இருக்கும்போது, இணைப்புத் தொகுதியாகும், எதிர்மின்முனைக்கும் இடையில் மின் தடை உண்டாகும். இந்த மின் தடையை ஒப்பிடுகையில், மின்தடை R இன் மதிப்பு அதிகமாகும்.

சார்பு மின் அழுத்தத்தின் பரிமாணத்தை $I_p R$, என்று கொள்ளலாம். இங்கு I_p என்பது இணைப்புத்தொகுதியின், சராசரி மின்னோட்டமாகும். இதன் மதிப்பை, மின் தடை R ஐப் பொறுத்து கட்டுப்படுத்தலாம். ஊர்தி அலை அதிர்வெண்ணில், ரேடியோ அதிர்வெண் சோக் (choke) L அதிக மாறு மின் எதிர்ப்பைக் கொண்டிருக்கும். இதனால் மின் தடை R இன் வழியாக, சைகை மின்னோட்டத்தைக் குறைத்து, அதன் பயனாக சைகையின் திறன் இழப்பைக் குறைக்கலாம்.

நேர்மின்முனை மின்னோட்டம், ஊர்தி அலை உள்ளீடு சுழற்சியின் மூன்றில் ஒரு பங்கு நிலையில் மட்டும் பாயும். இதற்குக் காரணம், மின்தேக்கி C இன் சார்பழுத்தம் ஆகும். ஒவ்வொரு பாதி சுழற்சியிலும் ஏற்படும், நேர்மின்முனை மின்னோட்டத்தின் உச்ச வீச்சானது, அந்தக் கணத்தில் செலுத்தப்படும் நேர்மின்முனை மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்து இருக்கும் மின் அழுத்தமானது, நேர்மின்முனைக்குச் செலுத்தப்படும் மின் அழுத்தம் $+V_{pp}$ மற்றும், அலையேற்றி மின் மாற்றியின், துணைச் சுருளில் உருவாகும் மின் அழுத்தத்தின் மொத்தம் ஆகும்.

அலையேற்ற சைகையை சைன் வளைகோடாகக் (sinusoidal) கொண்டால், அதனால் விளையும் நேர்மின்வாய் மின்னோட்டம் (i_p) காணப்படுவது போல் இருக்கும். நேர்மின் வாய் மின் அழுத்தம் (V_p) சைன்வளைகோட்டை (sinusoidal) ஒத்து இடையறாது மாறும். ஏனெனில் நேர்மின்வாய் சுற்றானது சைன் வளைகோடு அல்லாத (non-sinusoidal) நேர்மின்வாய் மின்னோட்ட துடிப்புகளிலிருந்து,

ஒத்ததிர்வுகளை, வடிகட்டும். மின் அழுத்தம் குறைவாக உள்ள சுழற்சியின் ஒரு பகுதியில் மட்டும், நேர்மின்வாயின் மின்னோட்டம் பாயும். ஏனெனில் நேர்மின்வாயினை ஆற்றல் சிதறல் அல்லது திறன் இழப்பு, இதன் மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்தத்தின் பெருக்குத் தொகைக்கு, எந்தக் கணத்திலும் இணையாக இருக்கும். நேர்மின்வாயின் ஆற்றல் சிதறலை, வெளியீடு திறனுடன் ஒப்பிடுகையில், குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே, நேர்மின்வாய் சுற்றின் ஆற்றல் எப்போதும் ஏறக்குறைய 85 சதவிகிதமாக இருக்கும். நேர்மின்வாய் மின் அழுத்தம், அலையேற்ற நேர்மின்வாய் மின்னழுத்தம் (V_p) ஐப் பொறுத்து, சைன்வளைகோட்டைப் போன்று மாறுபடும்.

அதிர்விளைவாக்கப்பட்ட (tuned) பிணைப்பு சுற்றுகள் (coupling coil) ஊர்தி அலை மற்றும் பக்க அதிர்வெண்களை (side frequencies) கொண்டுள்ள அலையேற்ற ரேடியோ அதிர்வெண்களை வெளியீடாக மாற்றும். ஆனால் நேர்திசை மின்னோட்டம் மற்றும் அலையேற்றும் அதிர்வெண்களை நீக்கும். ஆகவே, வெளியீடு மின் அழுத்தம் (V_o) பூஜ்ய ஊடச்சினைப் பொறுத்து, பெரும்பாலும் சைன் வளைகோடு போன்று மாறுபடும். ரேடியோ அதிர்வெண் சுழற்சிகள், கண்டிப்பாக சைன் வளைகோடு (sinusoidal) போன்று மாறுபடும். வீச்சு அலையேற்றம் காரணத்தினால் ஊர்தி அதிர்வெண்ணின் அனைத்து ஒத்ததிர்வுகளும் நீக்கப்படுகின்றன. ஆனால், ஊர்தி அலையும், முதல் வரிசை பக்கப்பட்டை (first order side band) அதிர்வெண்களும் இருக்கும்.

ஊர்தி அலையின் ஒத்ததிர்வுகள், அதிக Q மதிப்புள்ள (Q என்பது, சுற்று மின்னோட்டத்திற்கும், உள்ளீடு மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதமாகும்) பிணைப்புச் சுற்றுகளால் முற்றிலுமாக நீக்கப்படுகிறது. வெளியீடு திறனுக்கும், நேர்மின் முனை சுற்றின் திறனுக்கும் உள்ள விகிதம் பிணைப்புத்திறன் எனப்படுகிறது. கம்பிச்சுருளின் Q மதிப்பு, சுற்றின் Q மதிப்பைவிட அதிகமாக இருந்தால் மட்டுமே பிணைப்புத்திறன் மதிப்பு அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே, சிலவகை பிணைப்புச் சுற்றுகளின் Q மதிப்பு 12 - 15 வரை இருக்கும்படி திட்டமிடப்படுகிறது. அதே

சமயம் கம்பிச் சுருளின் (Q)மதிப்பு 100 - 200 என்றவாறு இருக்கலாம். இதன் மூலம் ஒத்ததிர்வு குறைந்த அளவு ஆற்றலைப் பெறலாம். குறைசிதறல் அலையேற்றத்தை, நேர்மின்முனை அலையேற்றம் மூலம் எளிதில் அடையலாம். அதிக ஆற்றலை அலையேற்றப் பெருக்கி மூலம் பெறலாம். அலையேற்றியின் வெளியீடு திறன் அதிகமாகவும், 100% சைன்வளைகோடு அலையேற்றமாக இருந்தாலும், மின் அமைப்பின் ஒரு பாதி திறன், ரேடியோ அதிர்வெண் அல்லது ஊர்தி அலை திறன் பெருக்கிக்குச் செல்கிறது. அலையேற்றும் மின் மாற்றியின் துணைச் சுருளில், தூண்டப்படும் மின் அழுத்தம், மின் அமைப்பின் மின் அழுத்தம் V_{pp} க்கு சமன்படுத்த வேண்டும்.

மின் அமைப்பில் இருந்து மின்னோட்டம் (I_p) அலையேற்றும் மின்மாற்றியின் துணைச்சுருள் வழியாக பெருக்கிக்குப் பாய்கிறது. இந்த மின்னோட்டம், பூஜ்யம் மற்றும் 100% அலையேற்ற மதிப்பின் சராசரி இருமடங்கு இவற்றிற்கு இடையே மட்டும் மாறுபட வேண்டும். ஆகையினால் அலையேற்றியில் பயன்படும் மின் மாற்றி துணைச்சுருளின், அலையேற்றும் திறன் ($P=V_{pp}I_p/2$) ஆகும். இங்குக் காரண எண்.2, உச்ச மதிப்புகளை, சராசரி வர்க்கமூலம் (root mean square) ஆக்குவதற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெருக்குத் தொகை ($V_{pp}I_p$) ஆனது, மின் அமைப்பில் இருந்து ரேடியோ அதிர்வெண் அல்லது அலைதிறன் பெருக்கிக்கு அனுப்பப்பட்ட திறனாகும்.

பளு மின்தடை (R_L) ஐ, உச்ச மின் அழுத்தத்திற்கும், உச்ச மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள வீதத்தொடர்பு மூலம் அறியலாம். அதாவது ($R_L=V_{pp}I_p$) இங்கு (R_L) எனப்படுவது, அலையேற்றத்தில் பயன்படும் மின்மாற்றி துணைச் சுருளுக்கு, ரேடியோ அதிர்வெண் பெருக்கியினால் வழங்கப்படும் மின் தடை ஆகும்.

நேர்மின்வாய் அலையேற்றத்தை, கீழ்க்காணும் எடுத்துக்காட்டு மூலம் விளக்கலாம். ஓர் அலை பரப்பி 1000 மின் ஆற்றல் அலகு கொண்ட ஓர் ஊர்தி அலை திறனை அலை பரப்புவதாகக்

கொள்வோம். ரேடியோ அதிர்வெண் பெருக்கி மற்றும் பிணைப்புச் சுற்றின், மொத்த ஆற்றல் 80% என்றும், ரேடியோ அதிர்வெண்ணின், நேர்மின்முனை உள்ளீடு 1250 ஆற்றல் அலகு எனவும் கொண்டால், 100% அலையேற்றத்தில் அலையேற்றியின் திறன் வெளியீடு 625 மின் ஆற்றல் அலகாக இருக்கும். மற்ற திறன்கள் பக்கப்பட்டைகளுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. இதனால் அலைபரப்பு திறன் அதிகமாகும். $V_p = 1250$ மின் அலகு மற்றும் $I_p = 1$. மின்னோட்ட அலகு என்றும் வைத்துக் கொண்டால், அலையேற்றியின் பளு மின் தடை 1250 ஓம் மின் தடை அலகாக இருக்கும். தள்ளு-இழு B வகைப் (push pull class B) பெருக்கியே பெரும்பாலும் மிகுதிறன் அலையேற்றியாகப் பயன்படுகிறது.

நேர்மின் வாய் அலையேற்றமும், திரிதடையம் பெருக்கி பயன்படுத்தும் ஏற்புவாய் அலையேற்றமும், ஏறக்குறைய ஒத்ததாகும். குறைந்த மின் அழுத்தம், அதிக மின்னோட்டத்தினால் திரிதடையம் சுற்றுகளில் குறைந்த மாறுமின்தூண்டு தடை உருவாகும். இதுவே ஏற்புமுனை அலையேற்றத்திற்கும், நேர்மின்முனை அலையேற்றத்திற்கும் உள்ள முக்கிய வித்தியாசமாகும். வெட்டு நிலைக்குப் பின்னால் (cut-off) பூஜ்ய சார்பில் திரிதடையம் மின் சார்பு அடைகிறது. இதனால் B வகை மற்றும் C வகை மின் சார்புகளை இது எளிதில் அடைகிறது. ஆகவே, C வகை செயலுக்குக் கூடுதல் மின் சார்பு தேவைப்படுவதில்லை. ஆனால் B வகை செயலுக்கு, பத்து மடங்காக மின்னழுத்த முன்னோக்கு சார்பழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. இருமுனையம் (diode) அலையேற்றிக்கு, இவ்வகை மின் சார்பை அளிக்கிறது. இது இல்லாவிடில் குறுக்குச் சிதறல்கள் ஏற்படும்.

குறைபரப்பு அலையேற்றம் (low level modulation). அலையேற்றும் மின் அழுத்தத்தை, வெற்றிடக் குழாயின் இணைப்புத் தொகுதிகளின் ஒன்றில் அல்லது திரிதடையம் அடிவாயில் செலுத்துவதன் மூலம், வீச்சு அலையேற்றத்தை உருவாக்க முடியும். படம் 3 இல் இதைக் காணலாம். படம் 4 இல் உள்ளபடி அடிவாய் (base) அல்லது இணைப்புத் தொகுதியை மாறுபாடு செய்வதன் மூலம் அலையேற்றத்தை அடையலாம்.

நேர்மின்முனை அலையேற்றப் பெருக்கியினைப் போன்றே, வெற்றிடக் குழாய் அல்லது டிரான்சிஸ்டர், B வகை அல்லது C வகையில் செயலாற்ற வேண்டும். அலை ஏற்றம் இல்லாத, மின்சார்பினை கொண்ட, இணைப்புத் தொகுதி வெற்றிடக் குழாய் பெருக்கி வகை C அல்லது இரட்டை வெட்டு நிலையானதாக இருக்கும். C வகையில் பயன்படுவதைப் போன்று, சைகை உச்சங்கள் (signal peaks) அதிகபட்ச மின்னழுத்தத்தில் அரை நிலைப்படும் வரையிலும், ரேடியோ அதிர்வெண் அல்லது ஊர்திகளை சைகை வீச்சுக்கள் சரி செய்யப்படுகிறது. அலை ஏற்ற மின் மாற்றியின் துணைச்சுருளில் உண்டாகும் அலையேற்ற மின் அழுத்தம், சார்பு மின் அழுத்தத்துடன் மாறிமாறி கூட்டப்படுகிறது மற்றும் கழிக்கப்படுகிறது. இச்செயல் ஊர்தி அலை சைகையின் உச்சத்தை, V_A மற்றும் V_C வெட்டு நிலை உச்ச மதிப்புகளின் இடையில் மாற்றுகிறது. ஆகையினால், உச்ச அலையேற்ற மின்னழுத்தம், $(V_A - V_C)$ ஆகும்.

இணைப்புத் தொகுதி அலையேற்றத்திற்குத் தேவைப்படும் மின் திறனை நேர்மின்முனை அலையேற்றத்தின் மின் திறனுடன் ஒப்பிடுகையில் குறைவே ஆகும். ஆயினும் இணைப்புத் தொகுதி அலையேற்ற பெருக்கியின் திறன் வெளியீடு, அதே வகையைச் சார்ந்த நேர்மின்முனை அலையேற்றப் பெருக்கியின் திறனில், ஏறக்குறைய நான்கில் ஒரு பங்கே ஆகும். ஏனெனில், பெருக்கி அலையேற்ற சுழற்சியின் உச்சத்தில் மட்டும் முழு மின் அழுத்தத் திறனை பெறுகிறது. சராசரி திறன் வெளியீடு என்பது இதன் நான்கில் ஒரு பங்கு அளவே ஆகும். மேலும், இணைப்புத் தொகுதியில் மின்னோட்டம் பாயாத பொழுது, அப்பகுதியின் அலையேற்ற சுழற்சியின் மிக அதிக மாறுமின் தூண்டு தடையை இணைப்புத் தொகுதி சுற்று அளிக்கிறது. இக் காரணத்தால், ஒரு முகப்பு அலையேற்ற செயல் சுலபமானது அல்ல. ஆனால் நேர் உச்ச அலையேற்ற சுழற்சியின்போது, இணைப்புத் தொகுதியில் மின்னோட்டம் பாயும். ஆகவே, மாறுமின் தூண்டுதலை கணிசமாகக் குறையும். குறைந்த எதிர் மின்தூண்டு தடையை கொடுக்கும் பெருக்கியைவிட, வெளியீட்டில் குறைந்த மின்தூண்டுதலை உடைய அலையேற்றியை பயன்படுத்துவதன் மூலம் சிதறல்களின் அளவை

குறைக்கலாம். இணைப்புத் தொகுதி அலையேற்ற பெருக்கியும், நேர்மின்முனை அலையேற்ற பெருக்கியைவிட மிகக் குறைந்த ஆற்றல் உடையது. இது வெற்றிடக் குழாயின், இணைப்புத் தொகுதி அலையேற்றப் பெருக்கியினைப் போன்றே செயல்படுகிறது.

அலையேற்ற சுழற்சியின் உச்சத்தில் வெளிப்படும் திறனின் அளவை, உச்ச சைகை மூலமாகவோ திரிதடையத்தின் சராசரி திறன் சிதறல் ஆற்றல் மூலமாகவோ கட்டுப்படுத்தலாம். இச்செயல் (1) உபயோகப்படுத்தும் திரிதடையம், (2) செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் மற்றும் (3) வெப்ப உறிஞ்சியின் (heat sink) செயல் திட்டத்தைப் பொறுத்து இருக்கும். இயக்கியின் (driver) மாறுமின்தூண்டுதலை மற்றும் அலையேற்றியின் மூலம் ஒருமுகப்பு அலை இயற்றியை பெருமளவில் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

அலையேற்றியையும், அலையேற்ற பெருக்கியையும் பிணைப்பதற்கு மின் மாற்றி தேவைப்படுவதில்லை. மின்தடை பிணைப்பே இதற்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. மற்ற பிணைப்பு அமைப்புகளையும் உருவாக்கலாம்.

கல்லடை இணைப்புத்தொகுதி, மட்டுப்படுத்தி இணைப்புத்தொகுதி அல்லது எதிர்மின்முனை வெற்றிடக் குழாய் ஆகியவை திரிதடையத்தில் உள்ள உமிழ்வான் போன்று அலையேற்ற முடியும். ஆனால் இவற்றிற்கு இணைப்புத் தொகுதி மற்றும் அடிவாய் அலையேற்றிக்குத் தேவைப்படும் மின் திறனைவிட அதிகம் தேவை. பல வகைப்பட்ட சுற்றுகளும், இவற்றின் அலையேற்றத்திற்கு பயன்படுகின்றன. மும்முனையம் (triode) குழாய் அலையேற்றம் செய்வது போன்றே, புலன் விளைவு திரிதடையம் (field effect transistor) அலையேற்றம் செய்யும்.

A வகை பெருக்கியை அலையேற்றம் செய்ய முடியாது. இவ்வகை பெருக்கிகளில், நேர்மின்முனை அல்லது ஏற்புமுனை மின்னோட்டம் எந்நேரமும் பாய்ந்து கொண்டிருக்க வேண்டும். அதனால் ஊர்தி அலையின் வீச்சில் மாறுபாடு இருக்காது. அலையேற்றம் செய்யப்படவேண்டிய சைகை, ஊர்தி அலை சைகையுடன் கலப்பது மட்டும் நிகழும்.

ஆகவே, வெளியீட்டின் அதிர்விளைவு சுற்றானது, அலையேற்றம் செய்யப்படாத ஊர்தி அலையை வரையறுக்கமுடியாத அலையேற்ற விளைவுகளை ரேடியோ அலைஏற்பி தவிர்க்க முடியும். அலையேற்றம் அல்லது உணர்த்துதல் தேவையில்லாத இடங்களில் ஒரு முகப்பு குறைந்த சிதறல் பெருக்கிகளை பலகட்டங்களில் உபயோகப்படுத்துவதன் மூலம் தவிர்க்கலாம்.

துணைநூல்கள். C. Alley and K. Atwood, *Electronic Engineering*, Second Edn, 1966. W.R. Orr, *Radio Hand-Book*, Seventeenth Edn, 1967.

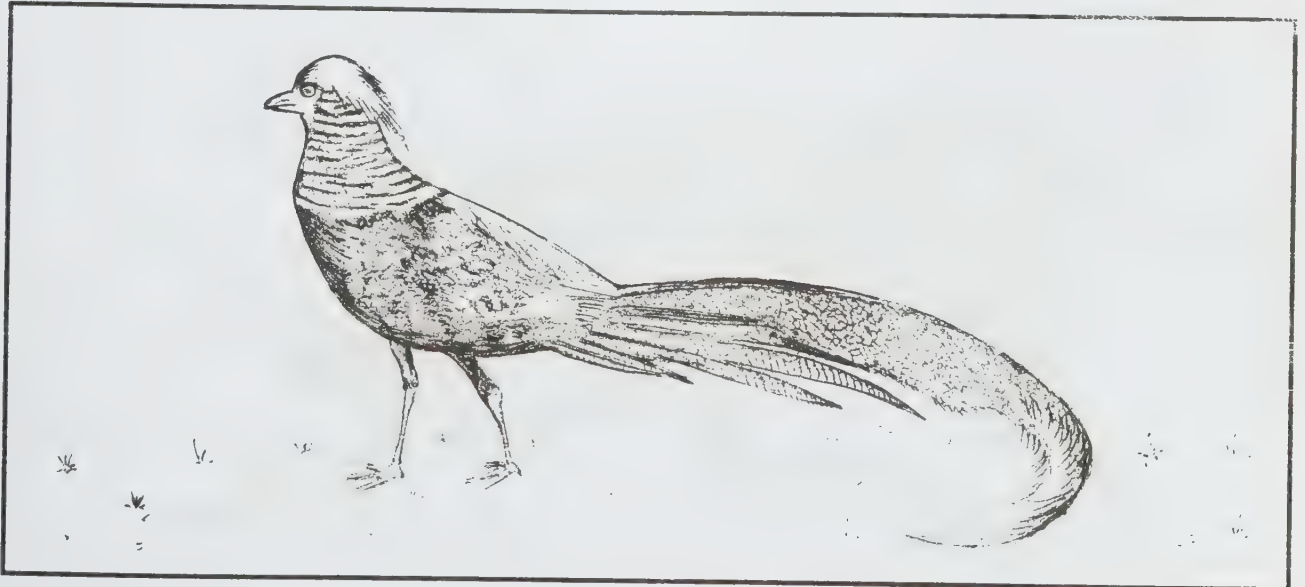
வீசனம்

காடை, கௌதாரி, கோழி ஆகியவை சேர்ந்துள்ள பாசியனிடே (*Phasianidae*) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த வீசனம் உருவில் பெரிய வண்ண நிறங்கள் வாய்க்கப்பெற்ற நீண்ட வாலிறகுகளை உடையது. இந்தியாவில் இமயமலை சார்ந்த காடுகளில் மட்டுமே இவற்றைக் காணலாம். பெண், ஆணைப்போல கவர்ச்சியான வண்ணங்கள் பெற்றிராது. கால்

விரல்களாலும் அலகாலும் தரையினைக் கிளறி கிழங்குகளை தேடித் தின்னும். இது குளிர் காலத்தில் உயரமான மலைப் பகுதிகளிலிருந்து தாழ்வான அடிவாரங்களுக்கு இடம் பெயரும். வேட்டைக்காரர்கள் இவற்றை வேட்டையில் வீழ்த்துவதை தங்கள் திறமையினை வெளிப்படுத்துவதாகக் கொள்வர். வீசன வேட்டை நேபாளத்தில் வெளிநாட்டுப் பயணிகளின் பொழுது போக்காகி அதன் மூலம் பெருந்தொழில் ஆகியுள்ளது. இமயமலையினைச் சார்ந்த பகுதிகளில் காணப்படும் வீசனங்களுள் குறிப்பிடத்தக்கவை வருமாறு.

கலீஜ் (*Gennaeus Hamiltoni*). வீட்டுக் கோழி அளவினதான இது கறுப்பும், பளபளக்கும் நீலமும் வாய்க்கப்பெற்ற உடலினைக் கொண்டது. மார்பும், வயிறும், பழுப்புத் தோய்ந்த சாம்பல் நிறமானவை. அரிவாள் போன்ற அமைப்புடைய கறுப்புநிற வாலிறகும், பழுப்பு நிற வண்ணக் கொண்டையும் கொண்டது. சிறு குழுவாகக் காடுகளிடையே திரியும்.

கொக்லா (*Cerionis Macrolophus*). சாம்பல் நிற உடலும் கபில நிற மார்பும் வயிறுங் கொண்ட இதன் தலைக் கொண்டை பளபளக்கும் பச்சை நிறமாகவும் நீண்ட வால் செம்பழுப்பாகவும் இருக்கும்.



வீசனம்

சீரன் (Catreus Wallichis). வெள்ளையும் பழுப்புமான உடலில் கறுப்பு நிறத்தில் மெல்லிய கோடுகளைக் கொண்ட இதன் மார்பும் வயிறும் கறுப்புப் புள்ளிகளைக் கொண்டது. கறுப்பும் பழுப்புமான பட்டைகளைக் கொண்ட நீண்ட வாலுடையது. பெண் ஆணை ஒத்தது எனினும் உருவில் சிறியது.

இம்பெயன் (Lophophorus Impejanus). மேற்கூறிய வீசனங்கள் அனைத்திலும் உருவில் பெரியதெனினும் அவற்றைப் போன்ற நீண்ட வாலினைப் பெற்றிராது. பளபளக்கும் பச்சை நிறத் தலையும் மயில் கொண்டை போன்ற கொண்டையும் பெற்றது. பளபளக்கும் ஊதா நிற உடலைக் கொண்ட இதன் மார்பு கறுப்பாக இருக்கும்.

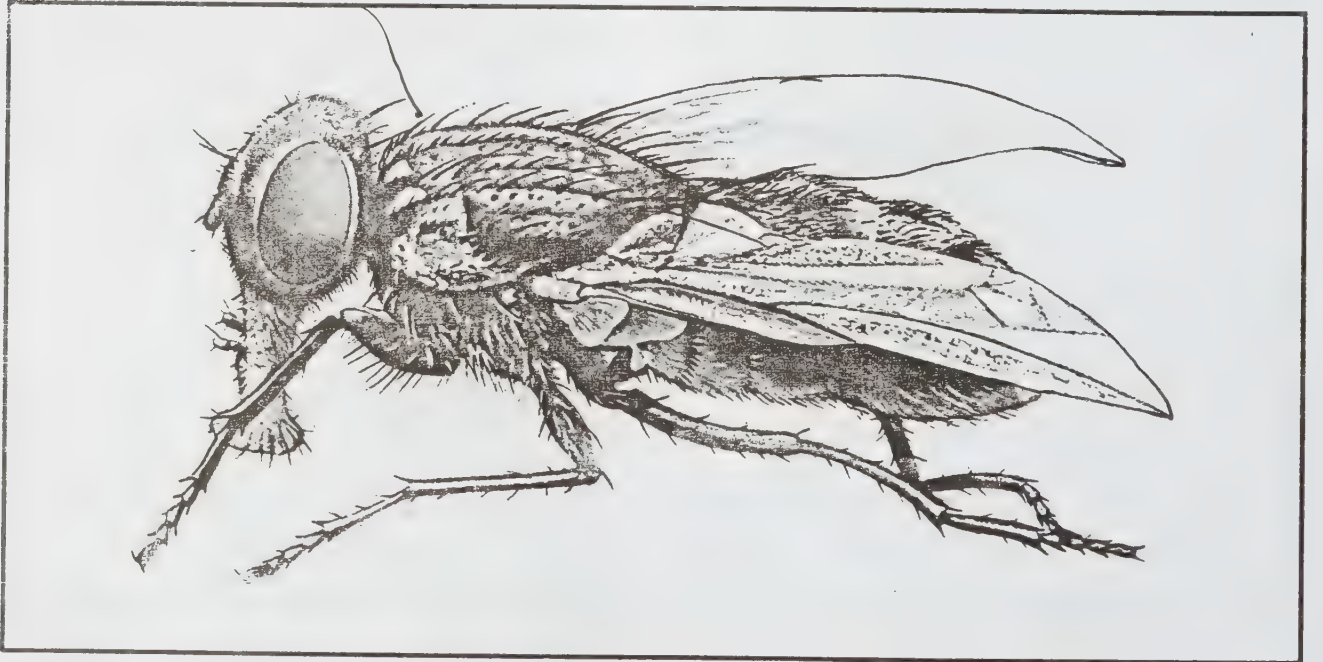
துணைநூல். Salim Ali, *Indian Hill Birds*, Oxford Press, 1949.

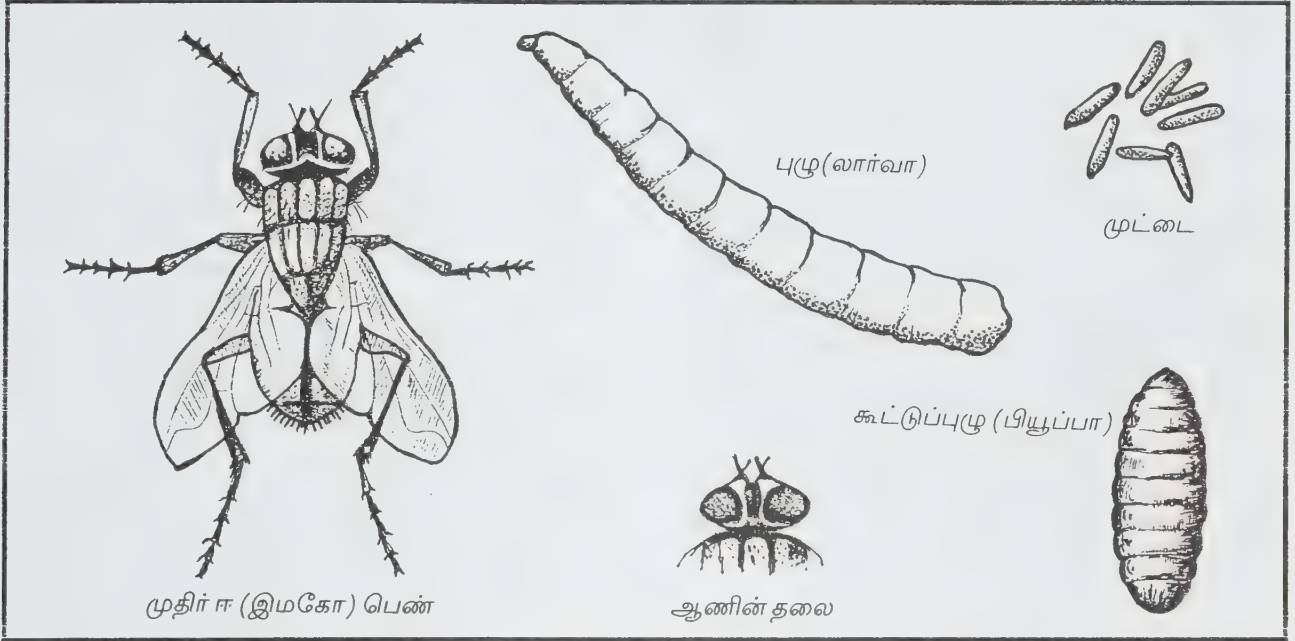
பிரிவில் டிபடர வரிசையில் உள்ள மியூசிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்த மஸ்கா டொமஸ்டிகா எனப்படும் உயிரிகளே வீட்டு ஈக்கள் எனப்படுகின்றன. இவை உலகம் முழுவதும் பரவிக் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக இவை மனித வாழிடங்களைச் சுற்றியுள்ள அசுத்தமான இடங்களில் வாழ்கின்றன. மிகச் சுறுசுறுப்பான தன்னிச்சையாகப் பறக்கும் இவை மனித எச்சப் பொருள்களையும் அழுகிய பொருள்களையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. இவை கடிக்க, கொட்ட வில்லையெனினும் மனிதர்களிடையே பல நோய்களைப் பரப்பும் தீங்குயிரியாக உள்ளவை. அசுத்தமான இடத்தில் அமர்ந்தப் பின்னர் நாம் உண்ணும் உணவின் மேல் அமர்ந்து அதை வீணாக்குகின்றன. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் எண்ணிக்கையில் அதிகம் இருந்த இவ்வீட்டு ஈக்கள் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்டுப் பின்னர் கட்டுப்படுத்தப் பட்டன.

புறத்தோற்றம். நல்ல உடலமைப்புக் கொண்ட ஈயானது சுமார் 0.6 மி.மீ. நீளமுடையது. அடர்பழுப்பு நிற உடலுடன் காணப்படும் இவற்றின் உடலானது தலை, மார்பு, வயிறு என்ற மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. வீட்டு ஈக்களில் மஸ்கா டொமஸ்டிகா, மஸ்கா விசினா, மஸ்கா நெபுலா என

வீட்டு ஈ

முதுகெலும்பற்ற விலங்கினத்தில் உள்ள கணுக்காலிகள் தொகுதியின் பீச்சிகள் வகுப்பில் புறஇறக்கையுடையன





வீட்டு ஈ

மூன்று இனங்கள் இருப்பினும் மஸ்கா டொமஸ்டிகாவே அதிகம் காணப்படுகிறது. 4 பழுப்பு நிற நீள்வாட்டு கோடுகளை மார்பிலும், ஒரு கறுப்பு நிற பட்டையை வயிற்றிலும் பெற்ற மஸ்கா டொமஸ்டிகா மற்ற ஈக்களிலிருந்து வேறுபடுகிறது.

தலை. தலையானது ஓரிணை மிகப்பெரிய கூட்டுக்கண்களையும், 3 இணை ஓரிணை செல்களையும், ஓரிணை உணர்கொம்புகளையும், வாயறுப்புகளையும் பெற்றதாயுள்ளது.

உணர்கொம்பு. இவை குட்டையானதாக, நன்கு அசையும் தன்மையதாய், நல் உணர்ச்சி பெறும் உறுப்பாக தலையின் முன்புறத்திலிருந்து தோன்றியுள்ளது. ஒவ்வொரு உணர்கொம்பும் 3 கணுக்களால் ஆனது. இதில் கடைசி கணு மிகப்பெரியதாய், அரிஸ்டா என்ற மயிரிழை போன்ற உறுப்பு கொண்டு உள்ளது.

வாயறுப்புகள். ஒத்தி உண்ணும் வகை வாயறுப்பு காணப்படுகிறது. நீர்மப்பொருள்களை உண்ணும் தன்மையனவேயன்றி திசுக்களை துளைக்கும் தன்மையை பெற்றிருக்கவில்லை.

வாயறுப்பில் தசையாலான சுரக்கும் தன்மை கொண்ட கீழுதடு துதிக்கைப் பகுதியாகி உள்ளது. இப்பகுதி ரோஸ்ட்ரம் என்ற அடிப்பகுதி, ஹாஸ்ட்டெல்லம் என்ற மத்தியபகுதி, லேபெல்லம் அல்லது ஓரல் தட்டு என்ற நுனிப்பகுதி என்ற 3 பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. ரோஸ்ட்ரம், ஹாஸ்ட்டெல்லம் இரண்டும் அசையும் பகுதியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆதலால் சாதாரண நிலையில் ஹாஸ்ட்டெல்லமானது பெரிய நீள்வடிவ இரு தசையாலான வாய் உறுப்புகளைப் பெற்றுள்ளது. இதில் பல சிறிய கால்வாய் போன்ற பகுதிகள் உள்ளன. இக்கால்வாய்கள் டிராக்கியாக்களை ஒத்திருப்பதால் சூடோடிராக்கியா என அழைக்கப்படுகின்றன. இவை எல்லாம் வாய் துவாரத்தை அடைகின்றன. அங்கு தொண்டையானது ஈரமாக இருந்த தன் இழுக்கும் தன்மையால் நீர்ம உணவுப்பொருள்களை கவர்கிறது. வாய்க்குத்துப்புகளின் பின்புறத்தில் மிகச் சிறிய பற்கள் போன்ற உறுப்புகள் உள்ளன. இவை சுவை, மணம் அறியும் உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. ஹாஸ்ட்டெல்லத்தின் தலைப் பகுதியில் லேப்ரம் எபிபாரிங்ஸ் கத்தி வடிவ ஹைபோபாரிங்ஸ் என்ற இரு நீட்சங்கள் உள்ளன. இவை உணவுப்பாதையை உண்டாக்குகின்றன. அரைத் தாடைகள் ஈக்களுக்கு காணப்படவில்லை. ஓரின முதல் துருவத்

தாடையானது கணுக்களற்று காணப்படுகிறது. ரோஸ்ட்ரத்தின் முனையில் துருவத்தாடை பாலுறுப்புகள் உணர் உறுப்புகளாக உள்ளன.

உணவுட்டம். உணவு உண்ணும்பொழுது துதிக்கைப் பகுதி நீண்டு பள்ளத்தின் இரு வாய்க்குத்துப்புகளும் நீர்மப் பொருளில் அமிழ்கின்றன. உணவுப்பொருள் சர்க்கரை, மாவு போன்ற திண்மப்பொருளாயிருப்பின் முதலில் அதன் மீது உமிழ்நீரினை உமிழ்ந்து கரைத்து பின்னர் எடுத்துக்கொள்கின்றன. நீர்மப் பொருள்கள் சூடோடிர்க்கியாக்களில் தந்துகியின் கவர்ச்சி முறை மூலம் இழுக்கப்பட்டு வாய்ப்பகுதிக்குச் செல்கிறது. அங்குத் தொண்டையின் இழுக்கும் சக்தியினால் இவ்வுணவுப் பொருள்கள் கால்வாயிலிருந்து உணவுக்குழலை அடைகிறது.

மார்பு. மார்பில் தெளிவான கண்ட அமைப்பு காணப்படுகிறது. முதுகுப்புறத்தில் ஓரிணை சவ்விறக்கைகள் உள்ளது. 3 இணை இணைப்புக்கால்கள் வயிற்றுப்பகுதியில் உள்ளன. பெரிய ஒளி ஊடுருவும் தன்மை கொண்ட இறக்கைகள் சிறிய ரோமங்களால் சூழப்பட்டுள்ளன. இறக்கைகளில் சிறகமைப்பு நன்கு காணப்படுகிறது. பின் இணை இறக்கைகள் சிறியதாகி முருங்கைக்காய் வடிவமாகி ஹால்டர்களாக மாறியுள்ளன. இதில் உள்ள உணர் உறுப்புகள் பறக்கும்பொழுது உடலை சமநிலைப்படுத்த உதவுகின்றது. கால்களும் அடர்த்தியான ரோமங்களால் சூழப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு காலிலும் காக்கா, டிரோகாண்டர், பியூமர், டிபியா, 3 இணை பார்சன் என்ற 5 பகுதிகள் உள்ளன. டார்சனின் முனையில் வளைந்த நகங்களும், ஓரின சுரப்புப் பகுதிகளான புல்விலைகளும் உள்ளது. புல்விலைகளின் ஓர் ஓட்டு நீர்மத்தைச் சுரக்கும் தடித்த, சிறிய உள்ளீடுள்ள ரோமங்களைப் பெற்றுள்ளன. இதன் உதவியால் ஈக்கள் வெகு சலபமாக ஒரு பொருளில் நடக்க, அமர, தலைகீழாக இருக்க முடிகிறது.

வயிறு. வயிற்றுப்புறமும், சிறிய ரோமங்களால் சூழப்பட்டுள்ளது. ஆண் ஈக்களில் வயிறு 8 கண்டங்களையும், பெண் ஈக்களில் 9 கண்டங்களையும் கொண்டுள்ளது. இதில் கடைசி 4 கண்டங்களில் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் உள்ளன. ஆணில்

இனப்பெருக்க உறுப்பு பள்ளமாயும், பெண்ணில் இனப்பெருக்க உறுப்பு சூழல் வடிவ சிறப்பு வாய்ந்த உள்ளிழுக்கும் தன்மையுடைய முட்டையிடும் உறுப்பாகவும் உள்ளது.

வாழ்க்கைச் சூழல். ஈக்கள் அனைத்தும் ஒருபால் உயிரிகளே. ஆண் ஈக்களைவிட பெண் ஈக்கள் உருவத்தில் சற்றுப் பெரியவை.

புணர்தல். ஜூன் முதல் அக்டோபர் மாதம் வரையில் இவை அதிக அளவில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இக்காலங்களில் அவை மிகச் சுறுசுறுப்பாக இருக்கும். ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் மாதங்கள், குறிப்பாக இனப்பெருக்கத்திற்கு உகந்தது. பூமியில் ஆணும் பெண்ணும் ஓரிரு நிமிடங்கள் புணர்கின்றன. அப்போது ஆண்கள் பெண்களின் முதுகில் அமர்ந்துகொள்ளும். பின்னர் பெண் பூச்சிகள் முட்டையிடும் உறுப்பை ஆணின் இனப்பெருக்கப் பள்ளத்தில் நுழைத்து விந்துக்களை வாங்கிக் கொள்ளும்.

முட்டையிடுதல். புணர்ந்த 6-8 நாட்களுக்குப் பின் பெண் ஈக்கள், குதிரை சாணம், மாட்டுச் சாணம், கோழி எச்சம், அழுகிய பழம், காய்கறி, விதைகள், புற்கள், மனித எச்சப் பொருள்கள் ஆகியவற்றில் முட்டையிட ஆரம்பிக்கும். ஒவ்வொரு ஈயும் 5,6 தொகுப்புகளாக சுமார் 500-600 முட்டைகளையிடும்.

முட்டை. முட்டைகள் மிகச் சிறியதாய், வெண்மை நிறத்தில், நீள் வடிவில் ஒரு முனை சற்று அகன்று காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு முட்டையும் 1 மி.மீ நீளமுடையது. முதுகுப்புறத்தில் வளைந்த எலும்பு போன்ற இரண்டு பகுதியை கொண்டுள்ளது. முட்டைகளிலிருந்து முதுகுப்புற எலும்புப் பகுதியை உடைத்துக்கொண்டு சுமார் 12 - 24 மணி நேரத்தில் வேற்றிள உயிரிகள் வெளிவரும்.

வேற்றிள உயிரி (லார்வா). தலையற்ற, கால்களற்ற வேற்றிள உயிரிகளான 3 இடைநிலை வேற்றிள உயிரிகளாக மாறுகிறது. முதல்நிலை வேற்றிள உயிரியானது மிருதுவான உடலுடன் வெண்மை நிறத்தில், உருளை வடிவமாக நீண்டு, புழுக்கள் போன்று, கால்களற்று, முன் முனை குறுகிக்

காணப்படுகிறது. இது 2 மி.மீ. நீளமும், 13 கண்டங்களையும் கொண்டதாயுள்ளது. முதல் கண்டமானது இரண்டாவது கண்டத்துடன் சேர்ந்திருக்கும். இது சூடோசெபலான் எனப்படுகிறது. வயிற்றுப்புறத்தில் வாய் காணப்படுகிறது. வாயில் இரு வாய்க் கதுப்புகளும், கைட்டினினாலான கொக்கிப் போன்ற அரைத்தாடை பகுதி உணவுப்பொருளை உடைக்கவும், இடம்பெயரவும் உதவிபுரிகிறது. வயிற்றுப்புறத்தில் வாய்க் கதுப்புகள் சில நுண்ணிய உணவுக்குழலோடு உணர் உறுப்புகளையும் கொண்டதாயுள்ளது. கடைசி மார்பு கண்டம் வடிவ பின் ஸ்பைரேக்கிள் துளையினைப் பெற்றுள்ளது. மலவாயானது உடலின் கடைசி கண்டத்தில் மலவாய் கதுப்புகளுக்கு இடையே உள்ளது. 6ஆவது, 12 ஆவது கண்டங்களிடையே வயிற்றுப்புறத்தில் முன்பகுதி ஒளி வாங்கும் பட்டைகள் கொம்புகள் போன்ற முட்களைப் பெற்றுள்ளது. இவை முன், பின் இடம் பெயர உதவுகின்றன.

முதல்நிலை வேற்றின உயிரி மிகச் சுறுசுறுப்பாக செயல்பட்டு அதிகமாக உண்ணும் தன்மை பெற்றுள்ளது. இது மட்கிய நீர்மப் பொருள்களை உண்ணுகிறது. ஒரிரகு நாட்களில் முதல் தோலுரிப்பு நடந்து 2 மீ.நில வேற்றின உயிரியாகிறது. இது ஒரிணை விசிறிவடிவ ஸ்பைரேக்கிள் 3 ஆவது கண்டத்தின் முதுகுப்பகுதியில் கொண்டுள்ளது. இரு நாட்களுக்குப் பின்னர் 2 ஆம் முறை தோலுரித்து 3 ஆம் நிலை வேற்றின உயிரியாகிறது. இது 3 - 5 நாட்கள் வாழ்கிறது.

நன்கு வளர்ச்சியடைந்த வேற்றின உயிரி 8 - 12 மி.மீ நீளமும், மங்கிய வெண்மை நிறத்திலும் உள்ளது. இவை சூரிய வெளிச்சத்தை விரும்பாததுடன் ஈரப்பதம், வெப்பம், உணவு உண்ணல் ஆகியவற்றையும் விரும்பாது. இது பின்னர் உருவமற்ற கூட்டுப்புழுவாகிறது.

கூட்டுப்புழு. வேற்றின உயிரியானது முன்கண்டங்களை உள்ளிழுத்துக் கொண்டு உடலைச் சுருக்கி நீள்வட்ட வடிவ கூட்டுப்புழுவாகிறது. இருமுனையும் வட்ட வடிவில் உள்ளது. தோல் அடர் கருநிறமாகி பெட்டகமான பியூபேரியமாகிறது. இதற்கு வாய், மலவாய் காணப்படவில்லை. இது

ஒரிணை முன், ஒரிணை பின் ஸ்பைரேக்கிள்களின் உதவியால் சுவாசிக்கிறது.

வளர் உருமாற்றம். புறத்தோற்றத்தில் வேற்றின உயிரி எந்தச் சலனமுமின்றி இருப்பினும் உட்புறத்தில் பல திசுவாக்கங்கள் நடைபெறுகிறது. சில கற்பனை முகப்பு செல்கள் இதர பாகங்களை உண்டு முழு உயிரியின் உறுப்புகளை உண்டாக்குகிறது. இது 4,5 நாட்கள் நடைபெற்ற பின் தக்க சூழ்நிலையில் முழு உயிரியாகிறது. குளிர்க்காலங்களில் இந்நிலை மேலும் பல மாதங்கள்கூட நீடிக்கலாம்.

முழு உயிரி. வளர் உருமாற்ற நிலைகள் முடிவுறும் நிலையில் கூட்டுப்புழு நன்கு வளர்ச்சியடைந்த உயிரியாக கூட்டுப்புழு பெட்டகத்தின் தலைப்புறத்திலுள்ள டிலினம் என்ற பகுதியை துளைத்துக் கொண்டு வெளிவருகிறது. புதிதாகத் தோன்றிய முழு உயிரி நிறமற்றதாய் சிறிய பளபளப்பான இறக்கைகளுடன் காணப்படுகிறது. உடன் டிலினம் தலையினுள் இழுத்துக்கொள்ளப்பட்டு உண்மையான நிறம் தோன்றுகிறது. இறக்கைகள் பின்னர் நன்கு விரிக்கப்பட்டு காற்று பட்டவுடன் கடினமாகி நல்ல வளர்ச்சியடைந்த பறக்கும் தன்மையான முழு உயிரி உண்டாகிறது.

பொருளாதார முக்கியத்துவம். வீட்டு ஈக்கள் அநேகமாக எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும் வாழும் தன்மையன. முன்காலத்தில் ஈக்கள் மனித எச்சங்கள், சாக்கடைகள் ஆகியவற்றில் அமர்ந்து அதை உண்பதால் சுத்தம் செய்பவை என நம்பி விடப்பட்டது. ஆனால் தற்கால அறிவியல் வளர்ச்சியால் ஈக்கள் மிகுந்த தொல்லை தரும் தீங்குயிரிகள் என்பதை கண்டறிந்தனர்.

ஈக்களாவது ஒரு சிறந்த நோய்க் கடத்தி உயிரியாகும். ஈக்கள் மனிதனின் தலைசிறந்த எதிரியாகத் திகழ்கிறது. இவை அசுத்தமான இடங்களில் அமர்வதால் அதிலுள்ள நோய்க்கிருமிகளை கால்களில் சுமந்து கொண்டு வந்து நாம் உண்ணும் உணவுப் பொருள்களில் அமர்ந்து அதனை பரப்பி விடுகிறது. கால்களில் அடர் ரோமங்கள் இருப்பதால் பாக்டீரிய போன்ற உயிரிகள் நன்கு ஒட்டிக் கொள்கின்றன. ஈக்கள் டைஃபாய்டு,

காய்ச்சல், வயிற்றுப்போக்கு, காலரா, மலேரியா காய்ச்சல், என்புருக்கி நோய், தொழுநோய், டிரக்கோமா, கோனோரோகியா, ஆன்த்ராக்ஸ் ஆகிய நோய்களை உண்டாக்கும் உயிரிகளை சுலபமாகப் பரப்புகிறது. பாட்டன் என்பவர் ஒரு ஈயானது 8 லட்சம் முதல் 50 கோடி பாக்டீரியாக்களை சுமந்து செல்வதாகக் கண்டறிந்துள்ளார். சில ஒட்டுண்ணிப் புழுக்களின் முட்டைகள், வேற்றின உயிரிகள் ஆகியனவும் கடத்தப்படுகின்றன. ஈக்கள், கோழி நாடாப்புமுவிற்ரு இடைநிலை விருந்தோம்பியாகவும் உள்ளன. உருளைப்புழுவை குதிரைகளில் கண், உதடு மற்றும் மூக்கு வழியாகக் கடத்துகிறது.

மனிதன் ஈக்களால் மொய்த்த பழம், காய்கறிகளை உண்பதால் அதிலுள்ள ஈக்களின் முட்டைகள் உணவுக்குழலில் வேற்றின உயிரியாகி உணவுக் குழல் சுவரைத் துளைப்பதால் வயிற்று வலியினை உண்டாக்குவதுடன் வயிற்றுப்போக்கு, இரத்த ஒழுக்கு ஆகியவற்றையும் உண்டாக்குகிறது. சில சமயங்களில் அசுத்தமாக உள்ள சூழ்நிலையில் உறங்கும் மனிதர்களின் மூக்கிலும், இனப்பெருக்கத் துளைகளிலும் முட்டைகள் இட்டு பெரும் சேதம் உண்டாக்குகின்றன. ஈக்கள் மேற்கூறியவாறு புறத்தாலும் அசுத்தாலும் கிருமிகளைப் பரப்புகின்றன.

கட்டுப்பாடு. சுகாதார கேடு உள்ள இடங்களில் ஈக்கள் அதிகம் உள்ளன. இவை மனிதன், கால்நடைகள், விலங்கினங்கள் ஆகியவற்றில் பலவித நோய்களை உண்டாக்குகிறது. இதனைக் கட்டுப்படுத்த அவை முட்டையிடும் இடமறிந்து அவ்விடங்களை அழித்தல் வேண்டும். சுற்றுப்புறங்கள் தூய்மையாகவும் உணவுப்பண்டங்கள் மூடப்பட்டும் இருத்தல் வேண்டும். நீர் தேங்கியிருத்தலை தவிர்க்க வேண்டும்.

துத்தநாக சல்ஃபேட், ஃபார்மால்டிஹைடு, சோடா உப்பு, குருடு எண்ணெய் ஆகியவற்றை இனப்பெருக்க இடங்களில் தெளித்தல் வேண்டும். மின்சாரத் தடை கருவிகளைப் பயன்படுத்தியும், எதிர்வினைப்பொருள்கள், டீட்டி மாலத்தியான், மெதாக்க்சிகுளோர், லின்டேன், டாக்ஸபேன், குளோநிடேன் ஆகிய வேதிப் பொருள்களைப்

பயன்படுத்தியும் கட்டுப்படுத்தலாம்.

ஞா. ஸ்ரீதான்

வீழ்படிதலும் மைய விலகுதலும்

ஒரு பொருளை வேறு ஒரு பொருளிலிருந்து பிரித்தெடுப்பதற்கு வீழ்படிதல் முறை பண்டைய காலம் தொட்டே பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. ஒரு வளிமத்திலிருந்தோ, நீர்மத்திலிருந்தோ திண்மப் பொருள் துகள்களைப் பிரித்தெடுக்கவும், ஒன்றோடொன்று கலக்காத இரண்டு நீர்மங்களைப் பிரிக்கவும், நீர்மங்களிலிருந்து வளிமக் குமிழிகளை நீக்கவும் இந்த முறை பயன்படுகிறது. இவை எல்லாவற்றிலும் இயற்பியல் செயல் முறைகள் ஒன்றே. ஒரு துகள் ஓர் ஊடகத்தில் நிலை கொள்ளும்போது அதன் மேல் $\frac{4}{3}\pi r^3 d_m g$ என்ற புவியீர்ப்பு விசையும் $\frac{4}{3}\pi r^3 (d_p - d_m) g$ என்ற ஊடகத்தின் மிதப்பு விசையும் சேர்ந்து செயல்படுகின்றன. செயல்படும் நிகர விசை ஆகும். இதில் γ என்பது துகளின் ஆரம் d என்பது துகளின் அடர்த்தி. m என்பது ஊடகத்தின் அடர்த்தி ρ என்பது புவியீர்ப்பு முடுக்கம். துகள்கள் ஊடகத்தின் வழியாக நகரும்போது அவற்றின் இயக்கத்திற்கு ஒரு தடை உருவாகிறது. துகள்களின் திசைவேகத்தையும், ஊடகத்தின் இயற்பியல் தன்மைகளையும் பொறுத்து இந்தத்தடை அமையும். 60 மைக்ரோ மீட்டருக்கும் குறைவான விட்டமுள்ள சிறிய துகள்கள் நீரில் நிலை கொள்ளும்போது ஸ்டோக்ஸ் (Stokes) விதி செயல்படுகிறது. துகள்கள் நீரின் வழியாக இறங்கும்போது அவற்றைச் சுற்றி அருவிக்கோட்டியக்கப் படலங்கள் தோன்றுகின்றன. துகள்களின் இயக்கத்திற்குப் பாய்மம் ஏற்படுத்தும் தடை $R = 6\pi\eta r v$ இதில் R என்பது கிராம் சென்டி மீட்டர்/விநாடி² என்ற அலகுகளில் அளவிடப்படும் தடை ஆகும். N என்பது பாய்மத்தின் பாகியல் எண் ν என்பது துகளின் திசை வேகம். இந்தத் தடையும் நிகர விசையும் சமமாகிவிடும் போது துகள் ஒரு மாறிலியான திசை வேகத்துடன் நகரத் தொடங்குகிறது. இதற்கு முற்றுத் திசை வேகம் (terminal velocity) என்று பெயர் அல்லது இதற்கு ஸ்டோக்ஸ் விதி என்று பெயர்.

பாய்மத்தில் உள்ள துகள்களின் பரிமாணம் பெரிதாக இருந்தாலும், பாய்மத்தின் அடர்த்தி அதிகமானதாக இருந்தாலும், பாய்மத்தின் பண்புகள் வேறுபட்டவையாக இருந்தாலும் துகளின் இயக்கம் படலத்தன்மைப் பாய்வுக் கோடுகளை உண்டாக்காது. அப்போது தடைப் பதம் வேறாக இருக்கும். அருவிக் கோட்டியக்கம் இல்லாத வகையில் துகள்கள் ஊடகத்தில் இறங்கும்போது அவற்றின் மேல் செயல்படும் இழப்பு விசை நியூட்டனின் விதியின் அடிப்படையில் தோன்றும்.

ஓர் அமைப்பில் உள்ள சடத்துவ விசைகளுக்கும் பாகியல் விசைகளுக்கும் இடையிலான தகவு ரெனால்ட்ஸ் எண் எனப்படுகிறது.

சிறிய துகள்கள் மிக மிக மெதுவாகவே வீழ்ப்படிவாகும். எனவே அதைப் பயன்படுத்தும் செயல் முறைகள் முடிவு பெற மிகுந்த நேரம் பிடிக்கிறது. வீழ்ப்படிவு வேகத்தை அதிகப்படுத்தப்பல வழி முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றில் மையவிலக்கு முறையும் ஒன்று. மைய விலக்கு விசையைச் செலுத்தி மேலே கண்ட சமன்பாடுகளில் உள்ள நிறையீர்ப்புப் பதத்தின் அளவை அதிகமாக்கலாம்.

மைய விலக்கு விசையை 9.8 -ஆல் வகுத்தால் நிறையீர்ப்பு விசை எவ்வளவு மடங்கு அதிகரிக்கப்பட்டது என்பதைக் கணக்கிட்டு விடலாம். இவ்வாறான உருவத்தில் மைய விலக்கு விசையைக் குறிப்பிடுவது அதிகப் பயன்தரும். துகள்கள் மைய விலக்குச் சுழலியின் குழாய்களில் நகரும் போது அவற்றின் சுழல் ஓடுபாதையின் ஆரம் அதிகமாகிறது. இந்த முறை மருத்துவப்பரிசோதனைத் துறையில் இரத்தத்தின் ஆக்கக் கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கவும், சிறு நீரில் இருந்து துகள்களைப் பிரித்தெடுக்கவும் பயன்படுகிறது. பால் உற்பத்தி துறையில் பாலிலிருந்து வெண்ணெய் ஐசோடோப் பிரிகைகளிலும் இந்தத் தத்துவம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

வீரிய ஒட்டுத் தென்னை

தமிழகத்தில் தொன்றுதொட்டு கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை என்ற நெட்டை இனத் தென்னை பயிர் செய்யப்பட்டு வருகிறது. கேரளா, கர்நாடக மாநிலங்களுக்கு அடுத்தப்படியாக தென்னைப் பரப்பளவில் இந்தியாவில் தமிழகம் மூன்றாவது இடத்தைப் பெறுகிறது. மொத்த உற்பத்தியில் 110 கோடி தேங்காய்களுடன் தமிழகம் கேரளாவிற்கு அடுத்தப்படியாக இரண்டாவது இடத்தைப் பெறுகிறது. ஒரு ஹெக்டேரில் கிடைக்கும் தேங்காய் விளைச்சலைப் பொறுத்த வரையில் 9760 தேங்காய்களுடன் தமிழகம் இந்தியாவில் முதலிடத்தைப் பெறுகிறது. காய்ப்புத் திறனை (bearing) மேலும் உயர்த்துவதற்கு தமிழகத்தில், தஞ்சாவூர் மாவட்டத்தில் வேப்பங்குளம் தென்னை ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இதன் விளைவாக நெட்டை இரகத்தைப் பெண் இனமாகவும், குட்டை இரகத்தை ஆண் இனமாகவும் கொண்ட பல இனச் சேர்க்கை வீரிய ஒட்டு இரகங்களை உற்பத்தி செய்து இவற்றின் ஆறு ஆண்டுகள் கணிக்கப்பட்டது. அவற்றில் கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை, குட்டை பச்சை என்ற ஒட்டு இரகம் இதற்கு முன் வழங்கப்பட்ட கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை குட்டை மஞ்சள் என்ற ஒட்டு இரகத்தையும், கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை இரகத்தையும்விட அதிக விளைச்சல் கொடுத்தது.

முழுத்தேங்காய், நார் நீக்கப்பட்ட தேங்காய் எடை, பருப்பு எடை, எண்ணெய் விழுக்காடு, மேலும் ஒரு ஹெக்டேரில் கிடைக்கும் எண்ணெய் எடை போன்ற குணங்களில், கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை குட்டைப் பச்சை, வீரிய ஒட்டு இரகம் மற்ற இரகங்களைவிட மிகச் சிறந்ததாக விளங்கியதால் இதை VHC (வேப்பங்குளம் ஒட்டுத் தென்னை இரகம் . 1. (Vepponkulam Hybrid Coconut) என்ற பெயரில் தென்னை சாகுபடியாளர்களுக்குத் தமிழ்நாடு வேளாண்மை பல்கலைக்கழகம் அறிமுகம் செய்துள்ளது. சில குறிப்பிட்ட தாய் மரங்களில் ஒட்டுச் சேர்ப்பதால் மட்டும் தரமான வீரிய ஒட்டு இரகக் கன்றுகள் கிடைப்பதால் இந்த VHC.1 ஒட்டு இரகம் குறைந்த அளவு உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

சிறப்புக் குணங்கள். இவற்றில் வருடம்

முழுவதும் காய்கள் காய்ப்பதும், இவை வளைந்து ஒடியாமல் இருப்பதும் VHC.1 வீரிய ஒட்டு இரகத்தின் சிறப்புத் தன்மைகள் ஆகும். மேலும் எலி, அணில்கள் போன்றவை காய்களை அதிகம் பாதிப்பதில்லை.

இரு மடங்கு எண்ணெய் விளைச்சல். கிழக்குக் கடற்கரை நெட்டை இரகத்தில் ஒரு டன்னுக்குச் சற்றுக் கூடுதலாக எண்ணெய் விளைச்சல் கிடைக்கிறது. ஆனால் VHC 1 இரகத்தில் இரண்டு டன்களுக்கு கூடுதலான எண்ணெய் விளைச்சல் கிடைப்பது இதன் சிறப்பாகும்.

கட்டுக்கோப்பு சாகுபடி முறைகள். தென்னை சாகுபடிக்கு மணற்பாங்கான செம்மண், குறுமண், ஆற்றுப்படுகை மண், மேலும் நல்ல வடிகால் வசதியுள்ள மண்ணாக இருக்க வேண்டும். வடிகால் வசதியற்ற கெட்டியான களிமண் ஏற்றதன்று. ஆடிப் பட்டம் அல்லது தைப் பட்டம் நடவு செய்வதற்கு ஏற்றக் காலமாகும். தென்னை நடவின் போது 25 க்கு 25 அடி இடைவெளி விட்டு நடுதல் சிறந்தது. சதுர முறையில் ஏக்கருக்கு 90 கன்றுகளும் முக்கோண முறையில் 80 கன்றுகளும் நடவு செய்யலாம்.

நடவு முறை. ஓராண்டு காலத்திற்கு மேலுள்ள சீரானக் கன்றுகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். நடவுக்கு ஒரு மாதத்திற்கு முன் 3 x 3 அடி என்ற அளவில் 25 அடி 25 அடி என்ற முறையில் குழிகள் தோண்ட வேண்டும். நடவுக்கு முன் குழிகளில் பி.எச்.சி 10% தூள் தூவுவதால் கரையான்தாக்குதலை தடுக்கலாம். நன்கு மக்கிய தொழு உரம், செம்மண், ஆற்றுமணல், ஆகியவற்றைச் சம அளவில் கலந்து குழிகளில் கீழ் மட்டத்திலிருந்து ஏறத்தாழ ஓர் அடி உயரம் நிரப்ப வேண்டும். பிற தென்னை நெற்றுகளின் வேர்களை வெட்டிவிட்டு, 1% போர்டோ கலவையில் தேங்காய்ப்பகுதியை அமிழ்த்தி எடுத்து, குழியின் ஒரு மையத்தில் தேங்காய்ப்பகுதி அமரும் கொட்டிய மண் கலவையை அகற்றி கன்றை வைத்துச் சுற்றிலும் நன்றாக கெட்டிப்படுத்த வேண்டும். குழிகளில் காலால் மிதித்து சீராக அமையுமாறு கெட்டிப்படுத்த வேண்டும். கன்றுகளைக் குழிகளில் நடட்பின் மேலும் 2 அடி உயரம் காலியாக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு தரை மட்டத்திலிருந்து 2 அடி ஆழத்தில் கன்றுகள் நடப்படுவதால் நன்றாக வேர்கள் ஊன்றி மரம்

காற்றினால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும். குழிகளில் தென்னங்கீற்று வைத்து சுற்றிக் கட்டி கன்றுகளுக்கு முறையான நிழல் கிடைக்குமாறு செய்ய வேண்டும்.

உரமிடுதல். கன்றுகள் நட்ட முதல் ஆண்டு தொடங்கி உரமிட வேண்டியது அவசியம்.

மேலே கூறிய உர அளவுகளை ஆண்டுக்கு ஒரு முறை ஆடி மாதத்தில் அல்லது அந்த அளவினை இரு சம அளவாகப் பிரித்து ஒரு பகுதியை ஆடி மாதத்திலும் மறுபகுதியை மார்சு மாதத்திலும் வைக்கலாம். உரமிடும்போது போதிய ஈரம் இருக்க வேண்டும். உரம் வைத்தப்பின் நீர்ப்பாசனம் செய்ய வேண்டும். தென்னையின் இடைவெளிகளில், சணப்பு, அவரி, தக்கைப் பூண்டு, களப்பக்கோனியம் இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றை விதைத்து, பூக்க ஆரம்பிக்கும் சமயம் அதனை மடக்கி உழுது பசுந்தாள் உரமாகச் செய்யலாம்.

நீர்ப்பாய்ச்சுதல். தென்னை மரங்களுக்கு முதல் இரண்டு வருடங்கள் வாரம் இரு முறை நீர் ஊற்ற வேண்டும். மூன்றாம் நான்காம் ஆண்டு வரை வாரம் ஒரு முறையும், பின்னர் ஐந்தாம் ஆண்டிலிருந்து மணற்பாங்கான நிலங்களுக்கு 10 நாட்களுக்கு ஒரு முறையும் சற்று களியான இடங்களுக்கு 15 நாட்களுக்கு ஒரு முறையும், மாதத்திற்கு ஏறத்தாழ 200 லி. அளவிற்கு குறையமால் நீர் ஊற்ற வேண்டும்.

ஊடுழவு. தென்னை மரங்களின் இடைவெளியில் ஆண்டுக்கு இருமுறை ஊடுழவு செய்ய வேண்டும். முதல் உழவு ஆடி பட்டத்திலும் இரண்டாவது உழவு மார்சு-தைப் பட்டத்திலும் உரமிடுவதற்கு முன் உழவு செய்தல் வேண்டும். இவ்வாறு ஊடுழவு செய்வதால், களைகள் நீக்கப்பட்டு, நில மண் பொலப்பொலப்பாகி, வேர்களுக்கு காற்றோட்டம் கிடைப்பதுடன் உரச் சத்துக்கள் வீணாகாமல் மரங்களுக்குக் கிடைக்கும்.

ஊடு பயிர். தென்னை நட்டு ஐந்து வருடங்கள் வரை மரங்களுக்கிடையே நிலக்கடலை, எள், சூரிய காந்தி, பாசிப்பயறு, உளுந்து, மக்காச் சோளம் போன்ற பயிர்களை சாகுபடி செய்யலாம். ஐந்து ஆண்டுகளுக்கு பின் தென்னை மரங்களில் நிழலுக்கடியில் கோகோ,

அன்னாசி, வாழை, மஞ்சள் போன்ற பயிர்களை ஊடுபயிருக்கு பயிரிடுவது இலாபகரமாகும்.

பயிர்ப் பாதுகாப்பு

காண்டாமிருக வண்டு. இவ்வண்டுகள் தென்னைக் குருத்துகளில் துளைகள் உண்டாக்கி அதனுள் வாழ்கின்றன. இது துளைத்துள்ள துவாரங்களில் கூர்மையான இரும்புக்கம்பிக் கொண்டு வண்டுகளைக் குத்தியெடுத்து அத்துவாரங்களை பி.எச்.சி.10%, மணல் ஆகியவற்றை சம அளவில் கலந்து நிரப்ப வேண்டும். தென்னைப்பட்டை இடுக்குகளில் பி.எச்.சி 10% துளைத்து தூவ வேண்டும். இவ்வண்டுகள் எருக்குழிகளில் உற்பத்தி ஆவதால், எருக்குழிகளில் பி.எச்.சி 50% நனையும் மருந்தை நீரில் கரைத்து தெளிப்பான் மூலம் நன்கு தெளித்து இவ்வண்டின் புழுக்களை அழிக்க வேண்டும். அதற்கு முன்னதாக எருக்குழிகளை மண்வெட்டியால் வெட்டித் திருப்ப வேண்டும்.

சிவப்பு கூன் வண்டு. இவ்வண்டுகளின் புழுக்கள், குருத்திலும், அடி மரத்திலும் துளைச் செய்து திசுக்களை உண்ணுகின்றன. இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தப் புழுக்கள் தாக்கிய இடத்திற்குச் சற்று மேல்புறம் மரத்தில் 3 அங்குலம் துளைப் போட்டு 2 செல்வாஸ் மாத்திரைகளைப் போடலாம் அல்லது 10 மில்லி நீருடன் கலந்து ஊசி மூலம் இத்துவாரத்தில் செலுத்தி துவாரத்தைக் களிமண்ணினால் மூடவேண்டும். இவ்வாறு செய்வதற்கு முன் வண்டு துளைத்த எல்லாத் துவாரங்களையும் அடைத்துவிட வேண்டும். மேலும் மரத்தில் வெட்டுக் காயங்கள் படாமல் பாதுகாக்க வேண்டும்.

கருத்தலைப் புழு. இப்புழுக்கள் இலைகளின் பச்சையத்தைச் சுரண்டி உண்கின்றன. புழு பருவத்தில் தாக்கும் பெத்திலிட் ஒட்டுண்ணி இவற்றைச் சிறப்பாக கட்டுப்படுத்தும். இவற்றின் அடிப்பாகத்தில் ஒட்டுண்ணிகளை விட்டால் புழுக்களைக் கொன்றுவிடும். மேலும் பூச்சிக் கொல்லி மருந்துகளாலும் இப்புழுக்களை அழிக்கலாம். அடிமரத்தில் 2 அடி உயரத்தில் 3 அங்குலம் ஆழம் வரை போட்டு 5 மில்லி மோனோகுரோட்டாபாஸ் மருந்தை 15 மில்லி நீரில் கலந்து ஊசிமூலம் செலுத்தித்

துவாரங்களை களிமண்ணால் மூடவேண்டும். இத்தகைய ஊடுருவிச் செல்லும் மருந்துகளைப் பயன்படுத்துமுன் தேங்காய்களைப் பறித்துவிட வேண்டும். மேலும் மருந்து செலுத்திய 45 நாட்கள் வரை மரத்தின் தேங்காய், இளநீர் முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. ஏனெனில் ஊடுருவும் தன்மையுள்ள மருந்தின் நச்சுத் தன்மை குறைந்த அளவு இளநீரிலும் தேங்காய்ப் பருப்பிலும் 45 நாட்கள் வரை இருக்கும்.

நோய்கள்

தஞ்சாவூர் வாடல் நோய். இந்நோய் வேர்ப்பகுதியில் தொடங்கி மேல் நோக்கித் தண்டுப் பகுதியைத் தாக்குகிறது. அடிமரத்தில் கருஞ்சிவப்புத் நீர்மம் வடிதல், மரத்தின் மட்டைகள் பழுப்பு நிறமாக மாறி உலர்ந்து போதல், குரும்பைகள் உதிருதல், ஒரு சில காய்கள் மட்டும் முற்றிப் பக்குவம் அடைதல் போன்றவை இந்நோயின் அறிகுறிகள். பாதிக்கப்பட்ட மரத்தின் வேர் உட்புறம் பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். மாறாக ஆரோக்கியமான மரங்களின் வேர்களின் உட்புறம் வெண்மையாக இருக்கும். இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த, பரிந்துரை செய்யப்பட்ட உர அளவோடு 5 கி. வேப்பம் பிண்ணாக்கு ஆண்டுதோறும் இட வேண்டும். மேலும் மரத்தைச் சுற்றிலும் 5 அடி அளவிற்கு மேல் மண்ணை எடுத்துவிட்டு வேர்ப்பகுதியில் 1% போர்டோ கலவை 40 லிட்டர் ஊற்ற வேண்டும். பிறகு மண்ணை மூடி அடுத்த நாள் நீர்விட வேண்டும். மேலும் அடி மரத்தில் 3 அடி உயரத்தில் 3 அங்குல ஆழத்திற்கு துளை செய்து அதில் ஆரியோ பஞ்சின் 2 கிராம், மயில் துத்தம் 1 கிராம் இவற்றை 100 மில்லி நீரில் கரைத்து, இக்கரைசலை ஊசி மூலம் துவாரத்தில் செலுத்தி துவாரத்தை மூட வேண்டும். இவ்வாறு 3 மாதத்திற்கு ஒரு முறை மூன்று முறை செய்ய வேண்டும். ஒரே துவாரத்தில் ஒவ்வொரு முறையும் ஓர் அங்குல ஆழம் கூடுதலாகத் துளை போட்டு மருந்தைச் செலுத்த வேண்டும். போர்டோக் கலவையும் மூன்று மாதத்திற்கு ஒரு முறையாக மொத்தம் மூன்று முறை ஊற்ற வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் நோய் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுத் தென்னை உயர் விளைச்சல் தரும்.

சாறுவடிதல் நோய். இந்நோய்க் கண்டால்

தண்டுப் பகுதியில் செந்நீர் அல்லது சாறு வடியும். இதனைக் கட்டுப்படுத்த தண்டுப் பகுதியில் மேம்பட்டையை உளியால் செதுக்கிய பிறகு போர்டோக் களிம்பைப் பூசவேண்டும்.

இராபின்சன் தாமஸ்

துணைநூல். டி.ஐ.இராமனாதன், ஹென்றி லூயி, கெ. நவக்கொடி, வி.எச்.சி.1 வீரிய ஓட்டுத் தென்னை வளரும் வேளாண்மை, தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகம், 1983;

வீரிய கோழிக் குஞ்சு

கோழிப்பண்ணைத் தொழில் உலகளவிலும், குறிப்பாக இந்தியாவிலும் வெகு வேகமான வளர்ச்சிக் கண்டுள்ளது. வீட்டுக் கொல்லைப் பகுதிகளில் பொழுது போக்கிற்காக கோழிகளை வளர்த்து வந்த நிலை மாறி, கோழிகள் ஒரு பெரும் தொழிலின் அடிப்படை மூலப் பொருளாக உருவெடுத்துவிட்டன. இதன் காரணமாக, அவற்றின் உற்பத்தித் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டு முட்டைக் கோழிகள் எனவும், இறைச்சிக் கோழிகள் எனவும் பிரத்யேகமாக வளர்க்கப்படுகின்றன.

இன்று உலகமெங்கும் அமைக்கப்பட்டுள்ள வர்த்தக ரீதியிலான கோழிப்பண்ணைகளில் வாங்கி வளர்க்கப்படும் கோழிகள் அனைத்துமே கலப்பினக் கோழிகள்தான். சிறந்த உற்பத்தி வீரியம் பெற்று விளங்குவதால் வீரிய இரகக் கோழிகள் என்றும் அவை அழைக்கப்படுகின்றன. அவை உருவாக்கப்படும் விதம் குறித்து அறிய, கோழிகளின் அடிப்படைப் பிரிவுகள் குறித்த விளக்கம் தேவை.

கோழிகள் அவற்றின் உற்பத்தித் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டு பரவலாக சில வகைகள் எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. முட்டை வகை, இறைச்சி வகை, இருவிதத் திறன் வகை மற்றும் நாட்டுக்கோழிகள் என்ற நான்கு வகைகள் உண்டு.

ஒவ்வொரு வகையிலும், கோழிகள் அவற்றின் உடல் அமைப்பு, எடை, தோற்றம் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட பல்வேறு இனங்களாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, மத்திய தரைக்கடல் நாடுகள், ஆசியா என ஒவ்வொரு பகுதியிலும் குறிப்பிட்ட சில இனங்கள் உருவாக்கப்பட்டன. ஆனாலும், இந்தியா மற்றும் இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் காணப்பட்ட காட்டுக் கோழிகள்தான் அனைத்து இனங்களுக்கும் அடிப்படைக் கருவாக அமைந்தன.

கோழி இனப்பெருக்க ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒவ்வொரு வகைக் கோழிகளிலும் சில இனங்களைத் தெரிந்தெடுத்து, சில குறிப்பிட்ட முக்கியத்துவம் உடைய குணாதிசயங்களில் சிறந்து விளங்கும் தனித்தனி இரகக் கோழிகளை உருவாக்குகின்றனர். இதற்கென சில பிரத்யேகத் தெரிவு முறைகளை அவர்கள் கையாள்கின்றனர்.

முட்டை வகைக் கோழிகளில் முட்டை எண்ணிக்கை, முட்டை எடை, முட்டை ஓட்டுத்திறன், தீனி மாற்றுத்திறன், குஞ்சு பொரிப்புத் திறன் ஆகிய பல அம்சங்களில் சிறந்து விளங்கும் வெவ்வேறு இரகங்கள் தனித்தனியே உருவாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட இரகங்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று தலைமுறைகளில் கலப்பினச் சேர்க்கை மூலம் இணைக்கப்பட்டு அனைத்து குணாதிசயங்களும் இணைந்த வீரியக் கோழிக் குஞ்சு இரகம் உருவாக்கப்பட்டு பண்ணையாளர்களுக்கு விநியோகிக்கப்படுகின்றது. இந்த வீரிய இரகம் உருவாக, மூன்று அல்லது நான்கு அடிப்படை இரகங்களைக் கொண்டு கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யப்படுகிறது. வெள்ளை முட்டை இடும் வீரிய இரகக் கோழிகளை உருவாக்கப்படும் இரகங்கள் அனைத்துமே மத்திய தரைக் கடல் பகுதி கோழி இனமான வெள்ளை லெக்காரன் இனத்திலிருந்தே உருவாக்கப்படுகின்றன. உருவாக்கிய குஞ்சு உற்பத்தியாளரின் விருப்பப்படி பெயரிடப்பட்டு, பல்வேறு பெயர்களில் வீரிய இரக முட்டைக் கோழிக் குஞ்சுகள் வெளிச்சந்தையில் விற்பனை செய்யப்படுகின்றன.

இறைச்சிக் கோழிக் குஞ்சு இரக உற்பத்தியில் பல்வேறு இனங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிறந்த வளர்ச்சி வேகம், உடல் எடை, அமைப்பு போன்ற அம்சங்களுக்காக இங்கிலாந்து நாட்டு கார்னிஷ் போன்ற இனங்களும், அதிக எண்ணிக்கையில் குஞ்சுகளை உற்பத்தி செய்ய வளர்ச்சித் திறனுடன் ஓரளவு அதிக எண்ணிக்கையில் முட்டையிடும் பிளிமவுகைத் தாக் போன்ற அமெரிக்க நாட்டு இருவகைத் திறன் பெற்ற இனங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகை இனங்களிலிருந்து, வெவ்வேறு குணாதிசயங்களுக்காக தனிப்பட்ட இரகக் கோழிகள் உருவாக்கப்பட்டு, அவை முறையாகக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யப்பட்டு வீரிய இரகக் குஞ்சுகளாக பண்ணையாளர்களுக்கு விற்பனை செய்யப்படுகின்றன. இறைச்சிக் கோழிக் குஞ்சுகள் பெரும்பாலும் இருவகை அல்லது மூவகைக் கலப்பில் உருவாக்கப்படுகின்றன.

எனவே வர்த்தக ரீதியில் இலாப நோக்கை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்படும் கோழிப் பண்ணைகளில் வளர்க்கப்படும் அனைத்துக் கோழிகளுமே கலப்பின முறையில் உருவாக்கப்பட்ட வீரிய இரகக் குஞ்சுகளேயாகும். இவற்றின் முழு உற்பத்தித் திறனையும் வெளிக்கொணர தரமாக திட்டமிட்டு தயாரிக்கப்பட்ட தீனியும், அறிவியல் ரீதியான பராமரிப்பு மற்றும் நோய்த் தடுப்பு முறைகளும் மிகவும் அவசியம்.

வெக்டர் நீள்வெளி

தூய கணிதத்தின் இன்றியமையாப் பெரும் பகுதிகளில் ஒன்றாக உள்ளது.

தோற்றம். இயற்பியலில் இரண்டு அடிப்படையான படைப்புகள் உள்ளன. ஒன்று அளவி (scalar), மற்றொன்று வெக்டர் (vector.)

அளவுகளுக்கு அளவுண்டு, திசையில்லை. வெக்டர்களுக்கோ அளவும் திசையும் உண்டு. அளவிகளின் தொகுதியில் (set) இரு வகையான

தளைகள் (binary operation) உண்டு. அவ்வாறே வெக்டர் உலகத்திலும் மேற்கூறப்பட்ட தளைகளுக்குத் தளை இலக்கணங்கள் உண்டு.

கணித மேதைகள் தளைகளின் இலக்கணங்களை மட்டும் வடிகட்டி எடுத்துக் கொண்டு, அளவிகளையும் வெக்டர்களையும் இரண்டாம் பட்சமாகக் கருதி, அவ்விலக்கணங்களுக்கு மட்டும் முதலிடம் கொடுத்து, அவற்றைத் தருக்கம் வழுவாமல் அவசிய ஆராய்ந்து, அவற்றால் விளையும் பயன்களையும் முடிவுகளையும் படிப்படியாக அடுக்கி ஒரு மாபெரும் படைப்பையே உருவாக்கிவிட்டார்கள்.

தமிழில் வெக்டர்களைக் கடத்திகள் என்றும் இவற்றை வடிவப்படுத்தும்போது அம்புக் குறிகளால் குறிப்பதால் இவற்றைக் கணைகள் என்றும் குறிக்கலாம். ஆனால் நாம் இவற்றை வெக்டர்கள் என்றே தற்சமமாகக் குறிப்போம்.

வரலாற்றுச் சுருக்கம். கி.பி.1586இல் சைமன் ஸ்டீடெவின் என்பார் பெயர்ச்சிகளைக் கூட்டும் இணைகர விதியை வகுக்க அதன் அடிப்படையில் வெக்டர்களைக் கூட்டும் முறையும் வரையறுக்கப்பட்டது. கி.பி.1843 இல் அயர்லாந்து கணித மேதை ஹாமில்ட்டனும் கி.பி. 1844இல் ஜெர்மானிய கணித கிராஸ்மானும் வெக்டர்களின் இலக்கணங்களைத் திறம்பட வகுத்துத் தனித்தனியாக வெளியிட்டனர். அக்காலத்தில் அவற்றிற்கு பக்க பலமாக நின்ற முன்னோடிகளில் ஆலிவர் எவிஸைட், விலார்ட் கிப்ஸ் என்ற அறிவியல் மேதைகள் குறிப்பிடத்தக்கோர்.

அளவி இலக்கணம். இப்பகுதியில் அளவி என்றால் இயற்பியல் அளவி. அளவிகளின் தொகுதியை F என்றும் அளவிகளை B, r என்ற கிரேக்க எழுத்துக்களாலும் குறிப்பது மரபு.

F இல் இரு வகையான வெவ்வேறு தளைகள் உள்ளன. ஒன்று கூட்டல் தளை (+); மற்றொன்று பெருக்கல் தளை (x). $\alpha + \beta$ என்பது கூட்டுத் தொகை. $\alpha \times \beta$ என்பது பெருக்குத் தொகை.

கூட்டல் தளை இலக்கணங்கள் ஐந்து. அவை.

F I : $\alpha + \beta \in F$ ($\alpha, \beta \in F$) அதாவது அளவியும் அளவியும் கூடினால் கிடைப்பதும் அளவியே. இவ்விலக்கணத்திற்கு பெயர் உள்ளடக்கம் (closure).

F II: $\alpha + \beta = \beta + \alpha$ ($\alpha, \beta, \epsilon, F$) அதாவது அளவிகளை மாற்றிக் கூட்டினாலும் தொகை மாறாது. இவ்விலக்கணத்திற்குப் பெயர் பரிமாற்றம் (commutativity).

F III: $(\alpha + \beta) + \gamma = \alpha + (\beta + \gamma)$ ($\alpha, \beta, \gamma \in F$)

அதாவது மூன்று அளவிகளைக் கூட்டும் போது முதலில் முதல் இரண்டையோ கடை இரண்டையோ கூட்டிக் கொள்ளலாம். தொகை மாறாது. இவ்விலக்கணத்தின் பெயர் தொகு முறை (associativity). F IV O என்று ஓர் அளவி F- இல் உண்டு. அதற்கு இன்மை (zero) என்று பெயர். மேலும் $\alpha + 0 = \alpha$ ($\alpha \in F$) அதாவது இன்மையுடன் கூடும் எந்த அளவியும் மாறாது. இவ்விலக்கணத்தின் பெயர் இன்மை இலக்கணம் (additive identity). F V எந்த அளவிக்கும் F இலேயே ஓர் எதிர் அளவி உண்டு. இவை இரண்டும் கூட இன்மை வரும்.

குறிப்பு. $a + (-b)$ என்பதை $\alpha - \beta$, $\alpha - \alpha = 0$ என்று எழுதுவது மரபு. ஆக மேற்கூறப்பட்ட விதியை என்ற எழுதலாம்.

பெருக்கல் தளை இலக்கணங்கள் ஐந்து. அவையாவன.

F VI $\alpha \beta \in F$ ($\alpha, \beta \in F$) உள்ளடக்கம்

F VIII $\alpha \beta = \beta \alpha$ ($\alpha, \beta \in F$) பரிமாற்றம்

F VIII $(\alpha \beta) \gamma = \alpha(\beta \gamma)$ ($\alpha, \beta, \gamma \in F$) தொகுதிமுனை.

F IX 1 என்று ஓர் அளவியுண்டு. அதன் பெயர் ஒருமை (unity). ஒருமையுடன் பெருகும் எந்த அளவியும் மாறாது. அதாவது ஒருமையென்று அழைக்கப்படும் 1 என்ற அளவி F இல் உண்டு. அதைக் கொண்டு எந்த அளவியைப் பெருக்கினாலும் அந்த அளவி மாறாது. அதாவது $1\alpha = \alpha$ ($\alpha \in F$) இதுவே ஒருமை இலக்கணம் (multiplicative identity).

FX இன்மையைத் தவிர மற்ற எந்த அளவிக்கும் F இல் ஒரு மறுதலை உண்டு.

அளவியோடு மறுதலை பெருக்கினால் வருவது ஒருமை. $\alpha \neq 0$ என்றால், அதற்கு α^{-1} என்ற மறுதலை ஒன்று உண்டு. மேலும் $\alpha^{-1} \epsilon F$. இது தவிர $\alpha \alpha^{-1} = 1$. இதுவே மறுதலை இலக்கணம்.

இறுதியாகக் கூட்டல் தளையையும் பெருக்கல் தளையையும் ஒருங்கே இணைக்கும் ஒன்று உண்டு.

F XI: $\alpha(\beta + \gamma) = \alpha\beta + \alpha\gamma$ ($\alpha, \beta, \gamma \in F$)

அதாவது அடைப்புகளைத் திறக்கும்போது வெளியில் உள்ள காரணி அளவி உள்ளிருக்கும் கூட்டல் உறுப்புகளுக்குப் பங்கிடப்படும். இவ்விலக்கணத்திற்குப் பெயர் பகிர்ச்சி (distributivity). அளவி இலக்கணங்கள் மொத்தம் பதினொன்று.

வெக்டர் இலக்கணங்கள். இப்பகுதியில் வெக்டர் எனும் சொல் இயற்பிய வெக்டரைக் குறிக்கும். வெக்டர்களின் தொகுதியை V என்றும் வெக்டர்களை u, v, w, -- என்பன போன்ற ரோமானிய எழுத்துக்களாலும் குறிப்பது மரபு. V- இல் கூட்டல் பெருக்கல் என்று இரண்டு தளைகள் இருந்தாலும் கூட்டல் தளை ஒன்றே நமக்குப் போதுமானது. இதன் இலக்கணங்கள் ஐந்து. அவை,

V I $u+v \in V$ ($u, v, \epsilon V$) (உள்ளடக்கம்)

V II $u+v=v+u$ ($u, v, \epsilon V$) (பரிமாற்றம்)

V III $(u+v) +w=u+(v+w)$ ($u, v, w \epsilon V$) (தொகுமுறை)

V IV $u+0=u$ ($u, 0, \epsilon V$) (இன்மை)

V V $u-u=0$ ($u, -u \epsilon V$) (எதிர்முறை)

இவை அனைத்தும் அளவிகளின் கூட்டல் தளை இலக்கணங்களே என்பது F I - F V என்பனவற்றை மீண்டும் ஒருமுறை பார்த்தால் தெரியும். ஆனால் இலக்கணங்கள் ஒன்றினாலும் படைப்புகள் வேறு என்பதைத் தவறக்கூடாது. அளவிகளைக் கூட்டும் (+) குறியும் வெக்டர்களைக் கூட்டும் (+) குறியும் ஒன்றானாலும், அவ்விரண்டு தலைகளின் இலக்கணங்கள் ஒன்றே ஆனாலும், அவை இயங்கும் உலகங்கள் தனித்தனியானவை. அவ்வாறே $O \epsilon F$ என்ற இன்மை அளவியும் $0 \epsilon V$ என்ற இன்மை வெக்டரும் உருவத்தில் ஒன்றே தவிர முற்றிலும்

வெவ்வேறு இனத்தைச் சார்ந்தவை.

அளவிகளையும் வெக்டர்களையும் இணைக்கும் கலப்புத் தளையின் இலக்கணங்களாவன:

$$MI \quad u \vee \epsilon U (a \epsilon F, u \epsilon V)$$

அதாவது அளபெடுத்த வெக்டரும் ஒரு வெக்டரே அதாவது வெக்டர் u முதலில் B அளபெடுத்து தொடர்ந்து α அளபெடுத்தால் ஒரே முறை αB அளபெடுத்ததற்குச் சமமாகும். இது தொடரளபெடை இலக்கணம்.

$$MII \quad \alpha (\beta u) = (\alpha \beta) u \quad (\alpha \beta \epsilon F, u \epsilon V)$$

$$MIV \quad \alpha (u + v) = \alpha u + \alpha v \quad (\alpha \epsilon F, u, v \epsilon V)$$

அதாவது அடைப்புகள் அவிழும்போது வெளியில் இருக்கும் வெக்டர் உள்ளிருக்கும் அளவிகளுக்குப் பங்கிடப்படும். இது வெக்டர் பகிர்ச்சி

$$MII \quad \alpha (\beta u) = (\alpha \beta) u \quad (\alpha \beta \epsilon F, u \epsilon V)$$

இது அளவிப் பகிர்ச்சி என்பது தெளிவு

$$MIV \quad \alpha (u + v) = \alpha u + \alpha v \quad (\alpha \epsilon F, u, v \epsilon V)$$

இது ஒற்றளபெடை.

வெக்டர் நீள்வெளி. உறுப்புகளின் தொகுப்பு தொகுதி (set) ஆகும். தொகுதிகளின் தொகுப்பு வகுப்பு (class) ஆகும். உறுப்புகளை இணைப்பது தளை. தொகுதிகளை இணைப்பது கலப்புத் தளை (mixed operation).

ஒரு தொகுதியில் தளை இலக்கணம் கற்பிக்கப்பட்டால் அதுவே இயங்கும் தொகுதி (operative set) ஆகிறது. ஒரு வகுப்பில் கலப்புத் தளை இலக்கணம் கற்பிக்கப்பட்டால் அதுவே வெளி (space) ஆகிறது.

வெளிகளில் நீள்வெளி (linear space) என்றும், நீளா வெளி (non-linear space) என்றும் இருவகை வெளிகள் உள்ளன.

F - I இலிருந்து F - IX வரையுள்ள பதினொரு அளவி இலக்கணங்களை மட்டும் எடுத்துக் கொள்வோம். இப்பதினொரு இலக்கணங்களைக் கொண்ட தொகுதிக்குக் களம் (field) என்று பெயர்.

இவ்வாறே இயற்பிய வெக்டர்களை மறந்து விட்டு VI - இலிருந்து V - V வரை உள்ள வெக்டர் இலக்கணங்களை மட்டும் எடுத்துக்கொள்வோம். இவ்வைந்து இலக்கணங்களையும் கொண்ட தொகுதிக்குச் சிறப்பினம் (Abelian group) என்று பெயர்.

F என்ற களத்தையும் V என்ற சிறப்பினத்தையும் இணைக்கும் கலப்புத் தளை இலக்கணங்கள் M I - இலிருந்து M-V வரை உள்ள ஐந்தும்.

F என்ற களமும் V என்ற சிறப்பினமும் MI இலிருந்து M-V வரை உள்ள அளபெடை இலக்கணங்களும் ஒருங்கே சேர்ந்தால் உருவாகும் படைப்பே வெக்டர் நீள்வெளி.

F என்ற களத்தின் உறுப்புகளுக்கு அளவிகள் என்றே பெயரிடுவோம். V என்ற சிறப்பினத்தின் உறுப்புகளுக்கு வெக்டர்கள் என்றே பெயரிடுவோம். ஆனால் அவை முறையே இயற்பிய அளவிகளும் அல்ல; இயற்பிய வெக்டர்களும் அல்ல.

அளவி, வெக்டர்கள் என்பவை தூய கணிதச் சிறப்புச் சொற்கள். அளவிகள் உறுப்பு; வெக்டர் சிறப்பின உறுப்பு. கணிதக் கண்ணோட்டத்தின்படி இயற்பிய அளவிகளும் கணித அளவிகளே. இயற்பிய வெக்டர்களும் கணித வெக்டர்களே. ஒரு சில அறுதிகள்

அறுதி(1): $0 u = 0 (u \in V)$
 மெய்ப்பு: $u + 0u = 1u + (1+0)u = 1u = u \quad 0u = 0$
 அறுதி(2): $0 + 0 (F, 0 \in V)$
 மெய்ப்பு: $u + 0 (u+0) = u \quad 0=0$
 அறுதி(3): $(-)u = - (u) (F, u \in V)$
 மெய்ப்பு: $u + (-)u = (+(-)) u = 0u = 0 \quad (-) u = - (u)$
 அறுதி(4): $(u-) = (u)$
 மெய்ப்பு: $(-u) = ((-1)u) = (-1) u = (-) u = - (u)$

வெக்டர் வெளியின் உள்ளமைப்பிற்கு அடிப்படையான சில படைப்புகள் உள்ளன. அவை: தொகுப்பு (linear combination), ஒட்டுறவு (linear dependence), ஒட்டின்மை (linear independence), அளாவுதல் (spanning), வீச்சு (span), அடித்தளம் (Basis) முதலியன. அவற்றைச் சுருக்கமாகக் கூறுவோம்.

தொகுப்பு. வெக்டர்கள் அளபெடுத்துக் கூடினால் வருவது அவ்வெக்டர்களின் தொகுப்பு ஆகும். எ-டு: $\alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \dots + \alpha_n u_n$ என்பது (u_1, u_2, \dots, u_n) என்ற வெக்டர்களின் தொகுப்பு. இதில் வரும் காரணி அளவிகள் தடையற்று இருப்பதால் ஒரே வெக்டர் தொகுதிக்கு எண்ணிறந்த தொகுப்புகள் இருக்கும் என்பதை கட்டாயம் கவனிக்க வேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வெக்டர்களின் தொகுப்பு மாய்ந்தால் அதாவது இன்மை ஆகி விட்டால் அதற்கு இன்மைத் தொகுப்பு (null linear combination) என்று பெயர்.

தொகுப்புகளில் இரு வகைகள் உள்ளன. அவை அற்பத் தொகுப்பு (trivial), அனற்பத் தொகுப்பு (non-trivial) என்பன.

அற்பத் தொகுப்பில் வரும் அளவிகள் யாவும் இன்மைகள். எ-டு :

$$0 u_1 + 0 u_2 + 0 u_3 \dots + 0 u_n$$

என்பது அற்பத் தொகுப்பு. அற்பத் தொகுப்பெல்லாம் இன்மைத் தொகுப்பு ஆகும்.

அனற்பத் தொகுப்பில் வரும் அளவிகளில் யாவும் இன்மையாக இருக்கக்கூடாது. அவற்றில் ஒன்றாவது இன்மை ஆகாமல் இருக்க வேண்டும். அனற்பத் தொகுதியும் இன்மையாக வாய்ப்புண்டு. ஆனால் கட்டாயமில்லை.

ஒட்டுறவும் ஒட்டாமையும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெக்டர் தொகுதியின் அனற்பத் தொகுப்பு ஒன்று மாய்ந்தால் அத்தொகுதியில் ஒட்டுறவு இருப்பதாகக் கூறப்படும். அவ்வாறு ஒட்டுறவு உள்ள வெக்டர்கள் ஒட்டிய வெக்டர்கள் என்றும் கூறப்படும்.

அதாவது (u_1, u_2, u_3, \dots) என்ற வெக்டர் தொகுதி ஒட்டியதென்றால்

$$\alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \alpha_3 u_3 + \dots = 0$$

என்ற நிகர்ப்பாடு நிறைவுறும் வகையில் ஒன்றாவது வகையில் இன்மையிலிருந்து மாறுபட்ட $\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots\}$ என்ற அளவித் தொகுதி இருக்க வேண்டும்.

ஒட்டாமை என்பது ஒட்டுறவற்ற நிலை. ஒட்டுறவற்ற வெக்டர்களை ஒட்டாத வெக்டர்கள் குறிப்பிடுவோம். ஒட்டாமையின் இலக்கணம் பின்வருமாறு: ஒட்டாத வெக்டர்களின் தொகுப்பு மாய்ந்தால் அது இன்மைத் தொகுப்பாகத்தான் இருக்க வேண்டும்.

அதாவது $\{u_1, u_2, u_3, \dots\}$ என்ற வெக்டர் தொகுதி ஒட்டாததென்றால்

$$\alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \alpha_3 u_3 + \dots = 0$$

என்ற நிகர்ப்பாட்டிற்கு

$$\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0$$

என்ற அளவிகள்தான் தீர்வெனத் துணிந்து கூறலாம்.

இனி ஒருசில அறுதிகளை மெய்ப்பாடு இல்லாமல் எடுத்துரைக்க முற்படுவோம். அறுதி (1) தனித்த ஒரு வெக்டர் இன்மையானால் ஒட்டியதாகும். மேலும் இன்மையானால்தான் ஒட்டியதாகும்.

அறுதி (1). தனித்த ஒரு வெக்டர் இன்மையானால் ஒட்டியதாகும்.

அறுதி (2). ஒட்டாத வெக்டர் தொகுதியின் பகுதியும் (subset) ஒட்டாததே.

அறுதி (3). ஒட்டிய வெக்டர் தொகுதியின் மிகுதியும் (superset) ஒட்டியதே.

அறுதி (4). இன்மை இடம்பெறும் எந்த வெக்டர் தொகுதியும் ஒட்டியதே.

அறுதி (5). ஒட்டிய வெக்டர் தொகுதியில் ஏதோ ஒரு வெக்டர் அதற்கு முந்திய வெக்டர்களின் தொகுப்பாக இருக்கும்.

அளவுதல், வீச்சு. ஒரு வெக்டர்வெளியின் எந்த வெக்டரும் அவ்வெளியின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியின் தொகுப்பாக அமைந்தால் அந்த வெக்டர்வெளியை அப்பகுதி அளவுகிறது அல்லது அளாவி நிற்கிறது என்று கூறப்படும். அவ்வெக்டர்வெளியும் அப்பகுதியின் வீச்சு எனப்படும்.

அதாவது $B = \{u_1, u_2, u_3 \dots\}$ என்ற வெக்டர் தொகுதி V என்ற வெக்டர் வெளியை அளவுகிறது என்றால் இதுதான் பொருள்: V யில் v என்ற எந்த வெக்டரை எடுத்துக் கொண்டாலும்

$$v = \alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \alpha_3 u_3 + \dots$$

என்ற நிகர்ப்பாடு நிறைவுறும் வகையில் $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \dots$ என்ற அளவிகள் இருக்க வேண்டும். V ஐ B அளவுகிறது என்பதும் V, B யின் வீச்சு என்பதும் ஒரே பொருளைத்தான் குறிக்கும்.

ஒரு வெக்டர் வெளியை எண்ணற்ற (infinite) வெக்டர்களின் தொகுதி ஒன்று அளாவி நின்றால் அவ்வெளி முற்றாபரிமாண வெளி (infinite dimensional space) எனப்படும். அவ்வாறின்றி எண்ணிலடங்கும் (finite) வெக்டர் தொகுதியால் அளாவப்பட்டால் முற்றிய பரிமாண வெளி (finite dimensional space) எனப்படும்.

கணிதத்தில் இருவகையான வெளிகளும் இயல்பாகத் தோன்றி இயல்பாக இயங்குகின்றன. இரண்டும் முக்கியமானவை.

ஆதாரம், தளம். ஒரு வெக்டர் வெளியை அளவும் எந்த ஒட்டாப்பகுதியும் ஆதாரம் ஆகும். அதாவது V என்ற வெக்டர் வெளிக்கு B என்ற பகுதி ஆதாரம் என்றால் இரண்டு நிபந்தனைகள் நிறைவேற வேண்டும்.

1. B, V -ஐ அளாவ வேண்டும்.

2. B ஒட்டாத தொகுதியாக இருக்க வேண்டும்.

ஒரே வெக்டர் வெளிக்கும் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட ஆதாரங்கள் இருக்கலாம். எ-டு: இயற்பிய வெக்டர் வெளிக்கு (i, j, k) என்பது ஒரு தளம். $(i, i, +j, i+j+k), (-i+j+K, i+j-k)$ என்பன போன்ற இவைகளும் தளங்கள்தான்.

அறுதி (1). வெக்டர் வெளியில் எந்த வெக்டரைக் குறிக்கும் ஆதார நெடுந்தொகுப்பும் ஒப்பற்றது (unique).

அறுதி (2). எந்த முற்றிய பரிமாண வெக்டர் வெளிக்கும் முற்றிய ஆதாரம் உண்டு.

அறுதி (3). ஒரு குறிப்பிட்ட வெக்டர் வெளியின் எந்த ஈர் ஆதாரங்களும் ஒரே அளவுடையதாக (order) இருக்கும்.

அறுதி (4). ஒரு வெக்டர் வெளியின் ஒட்டாப் பகுதியொன்றை தேவைப்படின விரித்து ஆதாரமாகச் சமைக்கலாம்.

இனிப் பகுதி வெளியின் (subspace) இலக்கணச் சுருக்கம்.

பகுதிவெளி, வெளிப்பகுதி. ஒரு வெக்டர் வெளியின் பகுதியொன்று அதே கூட்டல் தளையின் இலக்கணங்களுக்கு உட்பட்டு அதே தளத்தையும் சார்ந்து தானே ஒரு வெக்டர் வெளியாகத் திகழ்ந்தால் அது அவ்வெக்டர் வெளியின் பகுதிவெளி (அல்லது வெளிப்பகுதி) என்று கூறப்படும். பகுதி வெளிக்கும் பகுதி வெளி இருக்கலாம்.

பரிமாணம். ஒரு வெக்டர் வெளியின் ஆதாரத்தின் அளவு அவ்வெக்டர் வெளியின் பரிமாணம் என்று கூறப்படும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வெக்டர் வெளியின் எந்த ஈர் ஆதாரங்களின் அளவு ஒன்றுதான் என்று சற்று முன்புதான் குறிப்பிட்டோம் (அறுதி (3)). ஆகவே ஒரு வெக்டர் வெளியின் பரிமாணம் அதன் ஆதாரத்தின் அளவு என்றாலும் ஒரே ஒப்பற்ற எண்ணாகத்தான் இருக்க வேண்டும்.

ஒரு வெளியின் ஆதாரம் முற்றாமல் இருந்தால் (infinite) அவ்வெளி முற்றா பரிமாண வெளியாகும். அவ்வாறு அல்லாமல் அதன் ஆதாரம் ஏதாவது ஒன்று முற்றியதனால் (finite) அது முற்றிய பரிமாண வெளியாகும். ஆதாரத்தின் அளவு n என்றால் அது n -பரிமாணவெளி.

உட்பெருக்கம் (inner product). வெக்டரை வெக்டரால் பெருக்க வெக்டர் வருவது இயற்கை. இது இயற்பிய வெக்டர்களில் காணப்படும் ஒரு பெருக்கல் முறை. ஆனால் நாம் வெக்டர் வெளியில் கையாளப்போகும் உட்பெருக்கல் முறை (inner multiplication) சற்று வியக்கத்தக்கது. ஏனென்றால் வெக்டரையும் வெக்டரையும் இம்முறையில் பெருக்கினால் வருவது வெக்டர் அல்ல. அளவிதான் வரும். மேலும் இத்தகைய உட்பெருக்கல் முறைக்கு நாம் களமாக ஏற்றுக் கொள்ளப்போவது நனவும் (real number), கனவும் (imaginary number) ஒருங்கே இயங்கும் இருபடைகளின் (complex numbers) களம்.

u, v என்ற இரு வெக்டர்களின் உட்பெருக்கம் $u \cdot v$ என்று குறிக்கப்படும். இதையே (u, v) என்றும் பல நூல்கள் குறிக்கின்றன. ஆனால் u, v என்பதே இயற்கையாக இருப்பது மட்டும் அல்லாமல் இயற்பியலிலும் இதுவே மரபு. இனி உட்பெருக்க இலக்கணங்கள் கூறப்படும்.

- P I $u \cdot v \in F$ ($u, v \in V, F$ இருபடைக்களம்)
 P II $(v \cdot u) = (u \cdot v)$ ($u, v \in V$) $\equiv V$
 P III $u \cdot v \geq 0$ ($u \in V$)

அதாவது ஒரு வெக்டர் தன்னையேதான் பெருக்கிக் கொண்டால் வருவது நனவாகும் (real). அதுவும் எதிர்மறை (negative) ஆகாத நனவாகும்.

- P IV $(v, u) = 0 \iff v = 0$ ($v \in V$)
 P V $(\alpha \psi + \beta \nu + \omega) = \alpha(v, \omega) + \beta(v, \omega)$
 $(\alpha, \beta \in F, v, \nu, \omega \in V)$

இவ்வகை இலக்கணங்களிலிருந்து கீழ்க்கண்ட உட்பெருக்கப் பண்புகளை மெய்பிப்பது எளிது.

1. $(u, o) = (o, u) = 0$
2. $(u, v) = 0 \implies v = \phi$
3. $(u, \alpha v) = (\alpha u, v)$

உட்பெருக்கம் கற்பிக்கப்பட்ட வெக்டர் வெளியில் நீளம், கோணம் என்ற கருத்துக்கள் இயல்பாகவே உருவாகின்றன.

நீளம், கோணம். ஒரு வெக்டரின் தன் பெருக்கத்தின் நேர்மறை சதுர மூலம் அதன் நீளம் (norm) என்று கூறப்படும். வெக்டர் u -வின் நீளத்தை $\|u\|$ என்று குறிப்பது மரபு. வரையறைப்படி

சதுர உறுப்புகளின் இலக்கணங்களைக் கொண்டு கீழ்க்காணும் சுவார்ட்சு சமநிலை (Schwartz inequality) எளிதாக மெய்ப்பிக்கப்படக்கூடியது. அதாவது இதிலிருந்து

$$|(u, v)| \leq \|u\| \|v\|$$

என்ற சமநிலை கிடைக்க

$$0 \leq \frac{|(u, v)|^2}{\|u\|^2 \|v\|^2} \leq 1$$

என்ற நிகர்ப்பாடு நிறைவுறும் வகையில் குறி ϕ என்ற கோணம் ஒன்று கிடைக்கிறது. இதுவே u, v என்ற வெக்டர்களுக்கிடையே நிலவும் கோணம் என்று கூறப்படும். உடனடியாக மற்றொரு கருத்தும் இயல்பாகவே எழுகிறது. அதாவது செங்குத்து நிலை என்பது $u \perp v$ என்ற குறி u வும் v யும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தானவை என்பதைக் குறிக்கும். $u \perp v$ என்ற நிலையில் 90° ஆகிறது. அதனால் $(u, v) = 0$ என்பதும் தெளிவாகிறது. ஆக ஒரு வாய்பாடும் கிடைக்கிறது.

$$u \perp v \iff (u, v) = 0$$

செங்குத்து நிலையை நேர் குறுக்கு நிலை (orthogonality) என்றும் கூறலாம். சுருக்கமாகக் குறுக்கு நிலை என்று, செல்கிறவாக்கில் இன்மை வெக்டர் எவ்வெக்டருக்கும் குறுக்காக நிற்பதைக் காணலாம்.

குறுக்கொருமை ஆதாரம். ஒரு வெக்டர் வெளியின் ஆதாரத்தில் இடம்பெறும் வெக்டர்கள்

1. யாவும் ஓர் அலகு நீளம் படைத்தவையாவும் (unit norm vectors),

2. அவற்றில் எவையிரண்டும் நேர்குறுக்காக இருப்பவையாகவும் இருந்தால் அவ்வாதாரம் குறுக்கொருமை ஆதாரம் (orthonormal basis) எனப்படும்.

ஏதாகிலும் ஓர் ஆதாரம் கிடைத்தால் போதும். அதிலிருந்து ஒரு குறுக்கொருமை ஆதாரத்தைப் படிப்படியாகச் சமைத்துவிடலாம். இதற்கு, அம்முறையைக் கண்டுப்பிடித்த மேதைகளின் பெயர்களை முன்னிட்டு, கிராம்-ஸ்கிமிட் (Gram-Schmidt) முறை என்று பெயர். இதை வெக்டர் வெளி நூல்களில் கண்டுக்கொள்ளலாம். இதன் வாய்பாடு,

$$\begin{aligned} \text{தொடக்க ஆதாரம் } \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_k, \dots\} \\ \text{இறுதி ஆதாரம் } \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_k, \dots\} \end{aligned}$$

இதுவே கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டுக்குட்பட்டு கணிக்கப்பட்டு

$$\begin{aligned} u_k &= v_k & \sum_{j=1}^k (v_k, w_j) w_j \\ w_k &= v_k \end{aligned}$$

குறுக்கொருமை ஆதாரமாகப் பரிணமிக்கிறது.

குறுக்கொருமை நிலையானது தூய கணிதத்திலும் சரி, காரிய கணிதத்திலும் சரி விலைமதிக்க முடியாத ஒரு படைப்பு.

ஒருசில எடுத்துக்காட்டுகள். எடுத்துக் காட்டுகளில் சிறப்பினம் V எதுவென்றும், வெக்டர் கூட்டல் தளை (+) எதுவென்றும், களம் F எதுவென்றும் திட்டவட்டமாகக் கூறப்பட வேண்டும். கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகள் எல்லாம் வெக்டர் வெளியே என்பதை நேயர்கள் மெய்ப்பித்துக் கொள்ளலாம். இதற்கு வெக்டர் வெளியினில் இலக்கணங்கள் யாவும் நிறைவுறுகின்றனவா என்று சரி பார்த்தால் போதும்.

எ-டு: (1)

$V \equiv$ பெளதிக வெக்டர் தொகுதி
(+) \equiv பெளதிக வெக்டர்களைக் கூட்டும் தளை
 $F \equiv$ நனவுக்களம் (real field)

எ-டு: (2)

$\equiv F$
 V எனவும் எந்தக் களமும் எடுத்துக் கொள்ளப்படலாம்.
(+) களத்தின் கூட்டல் தளை
 F மேற்கூறப்பட்ட களம்

எ-டு: (3)

$V \equiv m \times n$ சீரணிகளின் (matrices) தொகுதி
(+) \equiv சீரணிகளின் கூட்டல் முறை
 F மேற்கூறப்பட்ட சீரணிகளில் காணப்படும் உறுப்புகளின் களம்

எ-டு: (4)

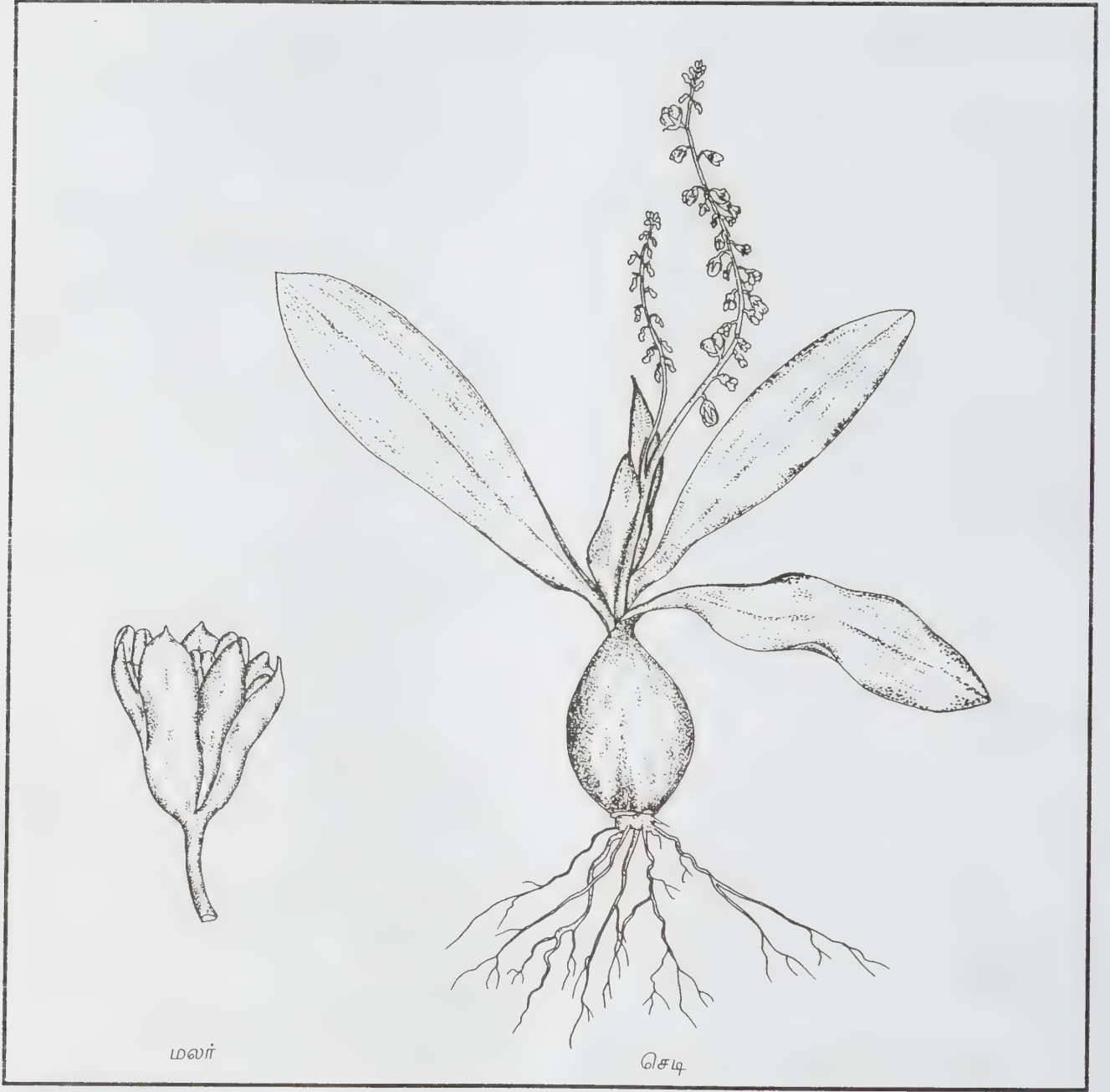
$V \equiv n$ அல்லது n -க்கும் குறைபட்ட படிமானம் (degree) உள்ள பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் தொகுதி
(+) $\equiv 1$ சாதாக் கூட்டல்
 $F \equiv$ அக்கோவைகளின் காரணி எண்களின் களம்

பயன்பாடுகள். தூய கணிதத்திலும் காரிய கணிதத்திலும் வெக்டர் வெளி என்ற படைப்பு மிகவும் பயன்படக்கூடியது. தூய கணிதத்தில் நெடும் நிகர்ப்பாட்டுத் தீர்விகளின் (linear equations) விசாரத்திலும், நெடும் திரிபுகளின் (linear transformations) இலக்கண விசாரத்திலும் வெக்டர் வெளி பயன்படுகிறது. கலன் இயக்கத் துறையிலும், மின்கலனியில் துறையிலும், தொகுப்பியல் துறையிலும், பொதுப் பணித் துறையிலும் வெக்டர் வெளியின் பயன்பாடு குறிப்பிடத்தக்கது.

கே. பி. இராமகிருஷ்ணன்

வெங்காயக் குடும்பம்

பெந்தாம்-ஹூக்கர் என்பவர்கள் வகுத்த



நரி வெங்காயம்

வகைப்பாட்டியல் தொகுப்பின்படி லிலியேசீக் குடும்பம் (liliaceae) ஒருவித்திலைத் தாவர வகுப்பினுள் கரோனனேரீ என்ற வரிசையில் வைக்கப்பட்டு உள்ளது. இந்தக் குடும்பத்தில் 240 பேரினங்களும், 4000 சிற்றினங்களும் உள்ளதாக லாரன்ஸ் (1951)

என்பவர் கருதுகிறார். இக்குடும்பத் தாவரங்கள் வெப்ப மண்டலங்களிலும் வெதுவெதுப்பான சீதள மண்டலங்களிலும் காணப்படுகின்றன. பல தாவரங்கள் தோட்டங்களில் அழகுத் தாவரங்களுக்காவும் மற்றும் பல மருந்து

தாவரங்களாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தக் குடும்பத்தில் உள்ள தாவரங்களின் எண்ணிக்கை பல அறிஞர்களால் பலவிதமாகக் கூறப்படுகிறது. பெய்லி (1947) என்பார் இக்குடும்பத்தில் 175 பேரினங்களும், 1200 இனங்களும் உள்ளன என்று கூறுகிறார். வில்லிஸ் என்பார் (1966) 250 பேரினங்களும், 3700 இனங்களும் இந்தக் குடும்பத்தில் உள்ளதெனக் கருதுகிறார். டிலிட் (1968) என்பவர் 220 பேரினங்களும், 3500 இனங்களும் உள்ளன என்றும், கிரான்குயிஸ்ட் (1968) என்பார் 4200 இனங்கள் உள்ளன என்றும் கருதுகிறார். இந்தக் குடும்பத்தில் பல பெரிய பேரினங்கள் அடங்கி உள்ளன. எ-டு: ஆஸ்பராகஸ் பேரினத்தில் 300 இனங்களும், அல்லியம் பேரினத்தில் 280 இனங்களும், அலோ என்ற பேரினத்தில் 180 இனங்களும், வில்லாவில் 90 சான்ஸ்வீரியாவில் 60 இனங்களும், டூலிபாவில் 50 இனங்களும், ஃபிரிட்டில்லேரியாவில் 50 இனங்களும் டிரில்லியத்தில் 30 இனங்களும் உள்ளன. அல்லியம், அலோ, ஆஸ்பராகஸ், குளோரோஃபைடம், கால்சிகம், கார்டிலின், டிராஸ்னா, ஃபிரிட்டில்லேரியா விலியம், ஸான்ஸ்வீரியா, ஸ்மைலாக்ஸ், அர்ஜீனியா யூக்கா போன்ற முக்கியமான பேரினங்களின் பல இனங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

வளர் உருவம். பெரும்பாலானவை சிறு செடிகள்; இவை குமிழங்கள் மூலமாக (டூலிபா, விலியம், அல்லியம்) அல்லது மட்ட நிலத் தண்டுகள் மூலமாகப் (பாலிகோனேடம், அலோ) பல்லாண்டு வாழ்தன்மையைப் பெறுகின்றன. அலோ அரிஸ்டாடா என்பது 6 அங்குலமே உயரம் கொண்ட சிறிய செடி; ஆனால் இதே பேரினத்தில் உள்ள அலோ டைகாடமா போன்ற இனங்கள் 35 - 50 அடி உயரம் வளரும் மிகப் பெரிய மரங்களாக உள்ளன. இவை தவிர டிராஸ்னா, யூக்கா, கார்டிலின், கிங்கியா, ஸாந்தோரியா போன்றவை மரங்களாக உள்ளன. ரஸ்கஸ், ஆஸ்பராகஸ் என்பவை இலைத்தொழில் தண்டுகளையும், செதில் இலைகளையும் கொண்டு சிறு செடிகளாகவும், புதர்ச் செடிகளாகவும் வளருகின்றன. ஆஸ்பராஸில் சிறு முட்கள் காணப்படுகின்றன. ஸ்மைலாக்ஸ் பேரினத்தின் பல இனங்கள் பற்றுக்கம்பிக் கொடிகளாக உள்ளன. இப்பற்றுக் கம்பிகள் இலையடிச் செதில்கள் என்றும், இலை உறையின் வளரிகள் (சக்கரவர்த்தி, மித்ரா), என்றும் பல கருத்துக்கள்

கூறப்படுகின்றன. குளோரியோலாவில் இலை நுனி பற்றுக்கம்பியாக மாறி உள்ளது. மலேசியாவில் உள்ள புரோடோலிரியான் என்பது வேர் ஒட்டுண்ணி ஆக உள்ளது. அலோ, யூக்கா போன்றவை வறள் நிலத் தாவரங்களாக அவற்றின் தக அமைவுகளுடன் காணப்படுகின்றன. கார்டிலின், யூக்கா, அலோ, கிங்கியா, டிராஸ்னா போன்ற மரங்களில் தண்டுகளில் இயல்பாக உள்ள சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளுக்கு வெளிப்புறத்தில் புதிய கேம்பிய வளையம் உண்டாகி, அவற்றின் செயலினால் பல புதிய சாற்றுக்குழாய் கற்றைகள் பல வரிசைகளில் உண்டாகி, இயல்புக்குப் புறம்பான குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்டுத் தண்டு தடிப்பு அடைகிறது. இலைகள் அலோ, அல்லியம், விலியம் போன்றவற்றில் வேர் அண்மை இலை அடுக்கமும், ஸ்மைலாக்ஸ் குளோரியோலா போன்றவற்றில் காம்பிலி இலைகளும் உள்ளன. இலையின் அடிப்பகுதியில் இலை உறை உண்டு; அலோவில் (கற்றாளை) உள்ள இலைகள் மிகவும் பெரியவை, தடித்தவை; நுனியில் பல முட்கள் உண்டு; இதில் வழக்கையும் நீரும் சேமிக்கப்பட்டு வறட்சிக் காலத்தில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆஸ்பராகஸ், ரஸ்கஸில் செதில் இலைகள்; பொதுவாக மாற்று இலை அடுக்கம்; ஸ்கோலியோபஸில் எதிர்இலை அடுக்கம்; டிரில்லியத்தில் வட்ட இலை அடுக்கம்; தனி இலை, போவியாவில் இலைகளே இல்லை. பொதுவாக இணைப்போக்கு நரம்பு அமைப்பு மஞ்சரி: டூலிபா, உவுலேரியாவில் தனிப் பூக்கள், அஸ்ஃபோடிலஸ், அலோ இனங்களில் நுனி வளர் மஞ்சரி; யூக்கா, டிராஸ்னாவில் நுனி வளர் கிளை மஞ்சரி; வெங்காயத்தில் நுனிவளர் சமமட்ட மஞ்சரி. பூக்கள்: ஆஸ்பராகஸ், ரஸ்கஸ் போன்றவற்றில் பூவடிச் செதில்கள் உள்ளன. ஹைலோனியாவில் பூவடிச் செதில்கள் இல்லை; காம்புகள் உண்டு; நிறை அல்லது குறை பூ; பொதுவாக ஆரச் சமச்சீர் உடையவை; ஹாவொர்த்தியா போன்ற ஒரு சில இனங்களே இருபக்கச் சமச்சீர் கொண்டவை; சூலகக் கீழ்ப் பூ; ஓஃபியோபோகன், அலிடிரிஸில் பகுதிச் சூலகக் கீழ்ப் பூ அமைந்து உள்ளது. பொதுவாக மூவங்கப்பூ; வட்ட அடுக்குக் கொண்டவை; அஸ்ஃபோடிலனில் சூலகம் முன் முதிர்ச்சியும், அல்லியத்தில் மகரந்தத்தூள் முன் முதிர்ச்சியும் காணப்படும்.



தண்ணீர் முட்டாள் செடி

இதழ்கள். ஆறு இதழ்கள் ஈர் அடுக்குகளில் மூன்று, மூன்றாகக் காணப்படும். லிலியம், டீலிபா போன்றவற்றில் இணைந்தவை; இதழ் குழல் உருளை போன்றது. ௭-௮: அலோ, டாலிகொனேடம்; புனல் அல்லது மணி வடிவம் ௭-௮: கியோனோடோக்ஸா; அஸ்பிடிஸ்ட்ராவில் கோப்பை வடிவம்; அந்தெரிகத்தில் சக்கர வடிவம்; மண்காரியில் சட்டி வடிவம்; டிரிக்கியத்தில் புல்லி, அல்லி இதழ்கள் என்ற வேறுபாடு காணப்படுகிறது. மையாந்திமத்தில் இரு வரிசைகளில் இரண்டு இரண்டாக இணைந்த நான்கு இதழ்கள் உள்ளன. மகரந்தத்தாள் வட்டம் ஆறு

மகரந்தத்தாள்கள் வரிசைக்கு மூன்று ஆக இரண்டு வரிசைகளில் அமைந்து இருக்கும். மியாந்திமத்தில் நான்கு மகரந்தத்தாள்கள்; ரஸ்களின் ஆண் பூவில் மூன்று; டொஃபீல்டியாவில் 9 முதல் 12 மகரந்தத்தாள்கள் தனியானவை; இதழ் எதிரானவை; இதழ் ஒட்டியவை; அல்லியம், ஆஸ்பராகஸ், ஸில்லிவில் மகரந்தக் கம்பிகளில் தூவிகள் உண்டு; ஆஸ்போடலஸ் ஆர்னிதோகாலம் ஆகியவற்றில் மகரந்தக் கம்பிகள் தட்டையாய்ச் சவ்வுபோல் காணப்படும்; ஈர் அறைகள் கொண்ட மகரந்தப்பை; டீலிபா, அல்லியம் போன்றவற்றில் அடி ஒட்டியவை;



கலப்பைக் கிழங்கு

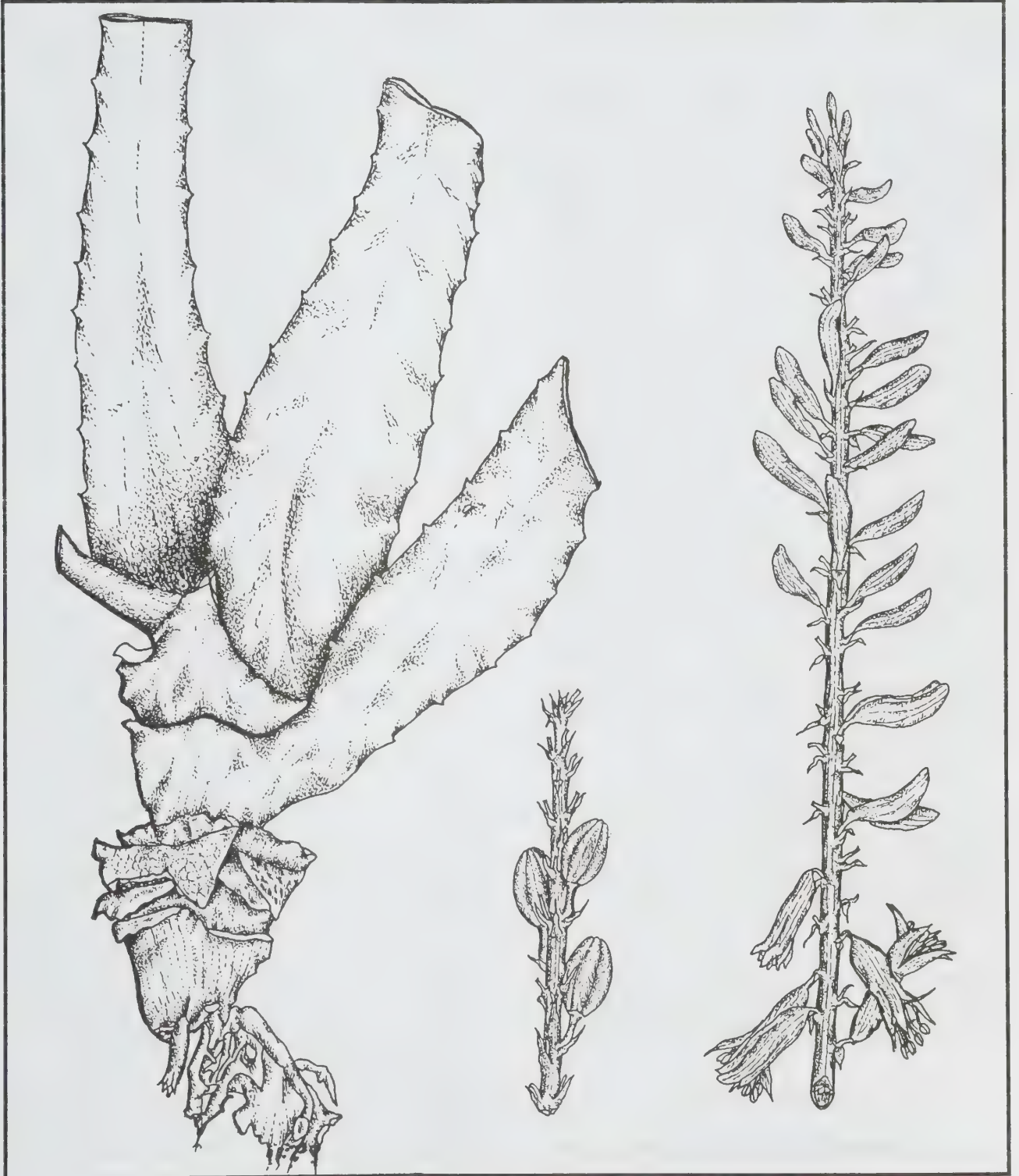
வில்லாவில் பின்புறம் ஒட்டியவை; விலியம், ஆஸ்பராகஸில் சூழல் மகரந்தப்பைகள்; அல்லியம், ஆஸ்பராகஸில் உள்ளோக்கி வெடிப்பவை; ஸ்ரோபில்லத்தில் வெளிநோக்கி வெடித்து மகரந்தத்தைச் சிந்தும்; ரஸ்கஸில் உள்ள மூன்று மகரந்தக் கம்பிகளும் இணைந்து குட்டையான குழல் போன்ற அடிப்பகுதியையும், நுனிப் பகுதியில் மகரந்தப் பைகளையும் கொண்டிருக்கும்.

சூலகம். மூன்று சூலக இலைகள் இணைந்து உண்டாகிய மேல் மட்டச் சூல்பை ஒஃபியோபோகஸில் பகுதிக் கீழ்மட்டச் சூல்கள் அச்சுச் சூழ் அமைவில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அஃபோடலஸ்; அல்லியத்தில் சூலகத்தண்டு கிளையற்றது; குளோரியஸா (காந்தள்) சூலகத் தண்டு மூன்று கிளைகளாகப் பிரிந்துள்ளது; வெராட்ரத்தில் உள்ள மூன்று சூலகத் தண்டுகள் கனியிலும் நிலைத்திருக்கும்; இதில் உள்ள சூலக இலைகள் முற்றிலும் இணைக்கப்படாமல் நுனியில் தனித்திருக்கும்; அஃபில்லாந்தனில் உள்ள சூலகத்தண்டுகள் கனியிலும் நிலைத்திருக்கும்; இதில் உள்ள சூலக இலைகள் முற்றிலும் இணைக்கப்படாமல் நுனியில் தனித்திருக்கும்; அஃபில்லாந்தனில் உள்ள சூலகத்தில் ஒரு சூல் அறையில் ஒரே சூல் மைய விளிம்பு அமைவிடத்தில் இணைந்திருக்கும். கனி உவுலேரியா, காந்தள் போன்றவற்றில் நீள் போக்கு வெடி கனி; வெராட்ரம் டிரைலிர்ஸ் போன்றவற்றின் குறுக்குச்சுவர் வெடிகனி; ஸ்மைலாக்ஸ், ஆஸ்பராகஸில் சதைக்கனி. விதை எண்டோஸ்பெம் உடையது. ஆஃபோடலஸ் போன்றவற்றில் ஹிலோபியல் வகை காந்தள், விலியம் போன்றவைகளில் நூக்ளியார் வகை மகரந்தச் சேர்க்கை.

பூச்சிகளினால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. ரிலி என்பவர் (1898) பூக்கா என்னும் மிகவும் சிறப்பு அமைப்பினைக் கொண்ட பூவில் புரோனூபா பூக்கலெல்லா என்ற அந்துப் பூச்சியினால் மட்டும் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழுமாறு, தனிச் சிறப்பினை எய்தி உள்ளது. இந்தச் செடியில் நுனி வளர் கிளை மஞ்சரியில் பல பூக்கள் அமைந்து உள்ளன. அவை இரவில் மலருபவை. பூக்களின் மணத்தினால் கவரப்பட்டு, பெண் பூச்சி பூவினுள் சென்று மகரந்தத் தாள்களில் உள்ள மகரந்தத்தைச் சேகரித்து ஓர்

உருண்டை ஆக்கிக்கொள்கிறது. அதே பூச்சி மற்றொரு பூவிற்குச் சென்று, அதில் உள்ள சூல்பையைத் துளைத்து முட்டைகளை இடுகிறது. பிறகு பூவின் சூலக முடியின் நுனியில் முன்பு சேகரம் செய்த மகரந்த உருண்மையைச் சேர்க்கிறது. இதனால் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்ந்து, சூல்பையில் உள்ள சூல்கள் கருவுறுதலுக்குப் பிறகு விதைகளாக மாறுகின்றன. இப்பொழுது பூச்சி சூல்பையினுள் இட்டிருந்து முட்டைகள் முதிர்ந்து, கூட்டுப்புழுக்களாக வெளியே வந்து சூல்பையில் உள்ள விதைகளை உண்டு வாழுகின்றன. சூல்பையில் ஏராளமான எண்ணிக்கையில் விதைகள் உள்ளதால் பூச்சியின் கூட்டுப்புழுக்கள் உண்டது போகமீதி உள்ள விதைகள் இனப்பெருக்கத்திற்கு உதவுகின்றன. கூட்டுப்புழுக்கள் முழு வளர்ச்சி அடைந்து பூச்சிகளாக மாறிய பிறகு பூக்களைவிட்டு வெளியே வருகின்றன. இவ்விதம் பூவின் வாழ்வும், பூச்சியின் வாழ்வும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து ஒன்று இல்லையேல் மற்றொன்று இல்லை என இயைந்து வாழ்ந்து வருகின்றன.

உறவுமுறை. பெந்தாம் - ஹூக்கர் வகைப்பாட்டியல் தொகுப்பில் விலியேசீக் குடும்பம் ஏனைய ஏழு குடும்பத்துடன் குரோனோர் என்ற வரிசையில் வைக்கப்பட்டு உள்ளது. எங்ளர்-பிராண்டில் என்போர் ஃபாரினோசீ என்ற துறையின் கீழ் சில குடும்பங்களையும், விலிஃபுளோரே என்ற துறையின் கீழ் விலியேசீக் குடும்பத்தையும் சேர்க்கிறார்கள். ரோலிஃபெரே என்ற பகுப்பினுள் விலியேல்ஸ் என்ற துறையின் கீழ் விலியேசீக் குடும்பத்தை ஹட்கிச்சன் தனது வகைப்பாட்டியல் தொகுப்பில் அமைக்கிறார். லைமேன் - பென்சன் ஆகியோர் விலியேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த 8 குடும்பங்களையும் ஏனைய 11 குடும்பங்களையும் விலியேல்ஸ் என்ற துறையின் கீழ் வைத்து எண்ணுகிறார். விலியேசீக் குடும்பமும் வேற்றுமை சூலக மட்டத்தில்தான் உள்ளது. மேல் மட்டச் சூல்பை ஆனால் விலியேசி ஆகவும், கீழ் மட்டச் சூல்பை ஆனால் அமரிலியேசீக் குடும்பம் ஆகவும் கருதப்படுகிறது. இதனால் கிரான்குயிஸ்ட் என்பார் இந்த இரு குடும்பங்களையும் ஒன்றாகக் கருகிறார். ஹட்சின்கன் போன்ற தற்கால வகைப்பாட்டியல் அறிஞர்கள் விலியேசீக் குடும்பத்தைப் பல குடும்பங்களாகப் பிரிக்கின்றனர்.



கற்றாழை

எங்ளர்-கிராஸ் என்போர் விலியேசீக் குடும்பத்தை 12 துணைக் குடும்பங்களாகப் பிரிக்கின்றனர்.

பொருளாதார மருத்துவப் பயன்கள்.

விலியேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பல தாவரங்கள் தங்களது அழகிய உருவத்தினாலும், பூக்களினாலும் பலராலும் விரும்பித் தோட்டங்களில் அழகு தரும் தாவரங்களாகப் பயிரிடப்படுகின்றன. எ-டு: அல்லியம் ஸ்ரூலியம், அல்லியம் நார்ஸ்ஸிஃபோலியம், அல்லியம் ஜைகேன்டியம், ஆஸ்பராகஸ் அஃபிஷினாலிஸ், ஆஸ்பராகஸ் ரெஸிமோஸஸ், ஆஸ்பராகஸ் புளுமோஸஸ், கால்சிகம் பல்பியோடியம், கால்சிகம் ஸ்பிஷியோஸம், கார்டிலின் ஃபுரூடிகோஸா, டிராஸீனா ஃபிராக்ரன்ஸ், டிராஸீனா கோல்டியானா, டிராஸீனா சான்டெரியானா, ஃபிரிட்டில்லேரியா இம்பீரியாலிஸ், எரிமுர்ஸ் ரோபஸ்டல், எரிமுர்ஸ் ஸ்பெக்டடாபிலிஸ், விலியம் ஜைகாண்டிம், விலியம் வல்விச்சியானம், விலியம் பல்பிஃபெரம், விலியம் மார்ட்கன், விலியம் ரீகேல், டூலிபா பிரிகாக்ஸ், டூலிபாசிஸ்வெஸ்டிரிஸ், டூலிபா ஜெஸ்னெரியானா, டூலிபா பிரிஸ்டன்ஸ், சான்ஸ்வீரியா ஸிலிண்டிரிகா, வில்லா ஹஸ்பனிகா, வில்லா சில்பிரிகா, ஸ்மைலாக்ஸ் ஹெர்பேசியா, ஸ்மைலாக்ஸ் ரோண்டிஃபோலியா, ரஸ்கஸ் அகுலிலேடஸ், ஆஸ்பிடிஸ்ட்ரா எலேடியோர், ஆஸ்பிடிஸ்ட்ராலூரிடா, ஓஃபியோபோகன் ஜபானிகம், ஓஃபியோபோகன் ஜாபாரான் முதலியன.

நார். சான்ஸ்வீரியா ராக்ஸ்பர்ஜியானாலின் இலை நார் வில்லில் நாண் கட்ட உதவுகிறது. ஃபார்மியம் டெனாக்ஸின் இலை நார் நீண்டது. இதிலிருந்த கயிறு, பாய்படகுப்பாய், சாக்குகள் செய்ய உதவுகிறது. கால்சிகம் லூடியம் என்ற செடியிலிருந்து கால்சிக்ஸின் என்ற நஞ்சுடைய அல்கலாய்டு எடுத்து அதைத் தாவரங்களில் பன்மயம் உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது. இதன் மூலம் மரபியல் சோதனைகளில் புதிய கலப்புயிரிகளைத் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

மருத்துவப் பயன்கள்

வெங்காயம். இது சிவப்பு நிறமானது. சிறிய வெங்காயம் எனப்படும். இதில் எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெயும், கரிமச் சல்ஃபைடுகளும் உள்ளன. மேல்

தோலில் குவர்செட்டின் என்ற மஞ்சள் நிறப்பொருள் அடங்கி உள்ளது. வெங்காயத்தில் 85.60% ஈரமும், 2.17% ஈதர் சாரமும், 11.62% ஆல்புமினாய்டுகளும், கரையும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் 78.55% மும், கெட்டியானநார் 4.02% மும், சாம்பல் 3.66% மும் உள்ளன. தமிழ்நாட்டுச் சமையலில் வெங்காயம் சேர்க்காத குழம்போ, காய்கறியோ, சமையல் வகையோ கிடையாது எனலாம். இது காய்ச்சல், சோர்வு, தொண்டை அழற்சி, மூக்கடைப்பு, சளி, கடுமையான வயிற்று வலி, வயிற்றுப்போக்கு, கொப்புளங்கள், சிராய்ப்புகள், தலைவலி, வலிப்பு, காதுவலி, பார்வைக் குறைவு, பூச்சி, தேள்கடி, புகையிலை நஞ்சு முதலியவைகளுக்கு மருந்தாகிறது. வெங்காயமும், கடுகு எண்ணெயும் கலந்து வாதவலி வீக்கங்களுக்கும் தோல் தொடர்பான நோய்களுக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. வெங்காயமும் வினீகரும் கலந்து காமாலை, செரியாமை, கல்லீரல் வீக்கம் முதலிய நோய்களுக்கு மருந்தாகிறது.

வெள்ளைப் பூண்டு. இதில் காரம் உள்ள எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெயும் அதில் தரசம், வழக்கை, அல்புமின், சர்க்கரை ஆகியவைகளும் அடங்கி உள்ளன. குமிழத்தில் அல்லில் புரோப்பில் டைசல்ஃபைடும் மற்ற கரிமச் சல்ஃபைடுகளும், கந்தகச் சேர்க்கைகளும் உள்ளன. செரியாமை, ஈரல் சளி, ஆஸ்துமா, தொண்டைக் கமறல், டைஃபாய்டு, டிஃப்தீரியா முதலிய நோயைப் பூண்டு நீக்குகிறது. பாக்கீரியா, வைரஸ் நோய் எதிர்ப்புத் திறனை மனித உடலில் பூண்டு ஏற்படுத்துகிறது. இது சமையலில் சட்னி, ஊறுகாய் முதலியன செய்ய பயன்படுத்தப்படுகிறது. தலைவலி, வலிப்பு நோய், பிதற்றல், இருமல், மயக்கம், வாத நோய்கள் தசைப்பிடிப்பு, குஷ்டம், தோல் வியாதிகளுக்கும் பூண்டு மருந்தாகிறது. பூண்டை தேங்காய் எண்ணெயில் வறுத்து எடுத்து அதைச் சொறி, குடற்புண், புண் ஆகியவைகளுக்கு மேற்பூச்சு மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். பூண்டும் உப்புச் சேர்த்து காயங்கள், சுளுக்கு, காதுவலிக்குப் போட குணம் தெரியும். வண்டுக்கடிக்குப் பூண்டினைத் தேய்த்துக் குணம் பெறலாம். நல்லெண்ணெயுடன் பூண்டு சேர்த்துக் காய்ச்சிக் காதில் சில சொட்டுக்கள் விடக் காதுவலி நீங்கும்.

கற்றாழை. இது குழந்தைகளின் குடல் புழுக்களை நீக்க உதவுகிறது. பன்னீர், போராக்ஸ், ஓபியத்துடன் கலந்து கண் நோய்களுக்கு மருந்தாகிறது. சாராயத்துடன் கலந்து தேய்க்க முடிவளரும். இலைக் குழைவு மூல நோய்க்கு மருந்தாகிறது. பொதுவான பலவீனம், இருமல், ஆஸ்துமா, மூலநோய், வலிப்பு, அடிவயிற்று வலி முதலியவைகளுக்குக் கற்றாழையினால் செய்த மருந்துகள் பயன்படுகின்றன.

சிறு கற்றாழை. இதன் வேர்க் கஷாயம் புழு நீக்கி ஆகிறது. கர்நாடக மாநிலத்தில் பேதி மருந்தாகவும், மாதவிடாய்ச் சீராக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. தளிர் இலைகள் சீரகம், கருப்பட்டி ஆகியவற்றைக் கலந்து வயிற்றுப் போக்கிற்குக் கொடுக்கக் குணம் ஆகும். இலைச்சாறு சிறிது ஓபியத்துடன் கலந்து தலைக்குத் தேய்க்கத் தலைவலி போய்விடும். கண் நோய், குடல் புண், கல்லீரல் நோய்களுக்கும் சிறு கற்றாழை மருந்தாகிறது.

ஆஸ்பராகஸ் அட்லென்டேன்ஸ் வளர்ச்சி ஊக்கி, திசுச் சீராக்கி, வயிற்றுப்போக்கு நீக்கி ஆகவும் பயன்படுகிறது. ஆஸ்பராகஸ் கோனோகிளாடஸ்ன் வேர்கள் தோல் நோயாளிகளுக்கு மருந்தாகிறது. ஆஸ்பராகஸ் அஃபிஷினாலிஸ் செரிமானம், மலமிளக்கி, இதயச் சீராக்கி, வழக்கைச் சவ்வுகளைக் காப்பவை ஆகவும் பயன்படுகின்றன. ஆஸ்போடலஸ் டெனூஃபோலியல் சிறு நீர்ப்பெருக்கு ஆகவும், குடற்புண், புண்களுக்குப் பூச்சு மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. கார்டிலின் ஃபுரூடில்கோஸா; வெற்றிலையுடன் உண்ண வயிற்றுப்போக்கு நீங்குகிறது. ஃபிரிடில்லேரியா லிர்ரோஸா; ஆஸ்துமா, தொண்டைக் கமறலுக்குப் பயன்படுகிறது. லிலியம் ஜைகாண்டியம் காயங்கள், சிராய்ப்புகளுக்குப் பூச்சு மருந்தாகிறது. பாலிகோனேடம் மல்டிஃபுளோரம்; வேர் மேக நோய்க்கும் வளர்ச்சி ஊக்கி ஆகவும் உதவுகிறது. லில்லா இண்டிகாவின் குமிழம் சிறுநீர்ப் பெருக்கி ஆகவும், இதயச் சீராக்கி ஆகவும் பயன்படுகிறது. ஸ்மைலாக்ஸ் ஆஸ்பெராவின் வேர் இரத்தத்தைச் சுத்தம் செய்கிறது. ஸ்மைலாக்ஸ் சைனாவின் வேர் கடுமையான வாதம், மேகப்புண், தோல் வியாதிகளுக்கும் மருந்தாகிறது. அர்ஜீஸியா இண்டிகா தொண்டைக் கமறல், நீர்க்கடுப்பு

ஆகியவைகளுக்கு மருந்தாகிறது.

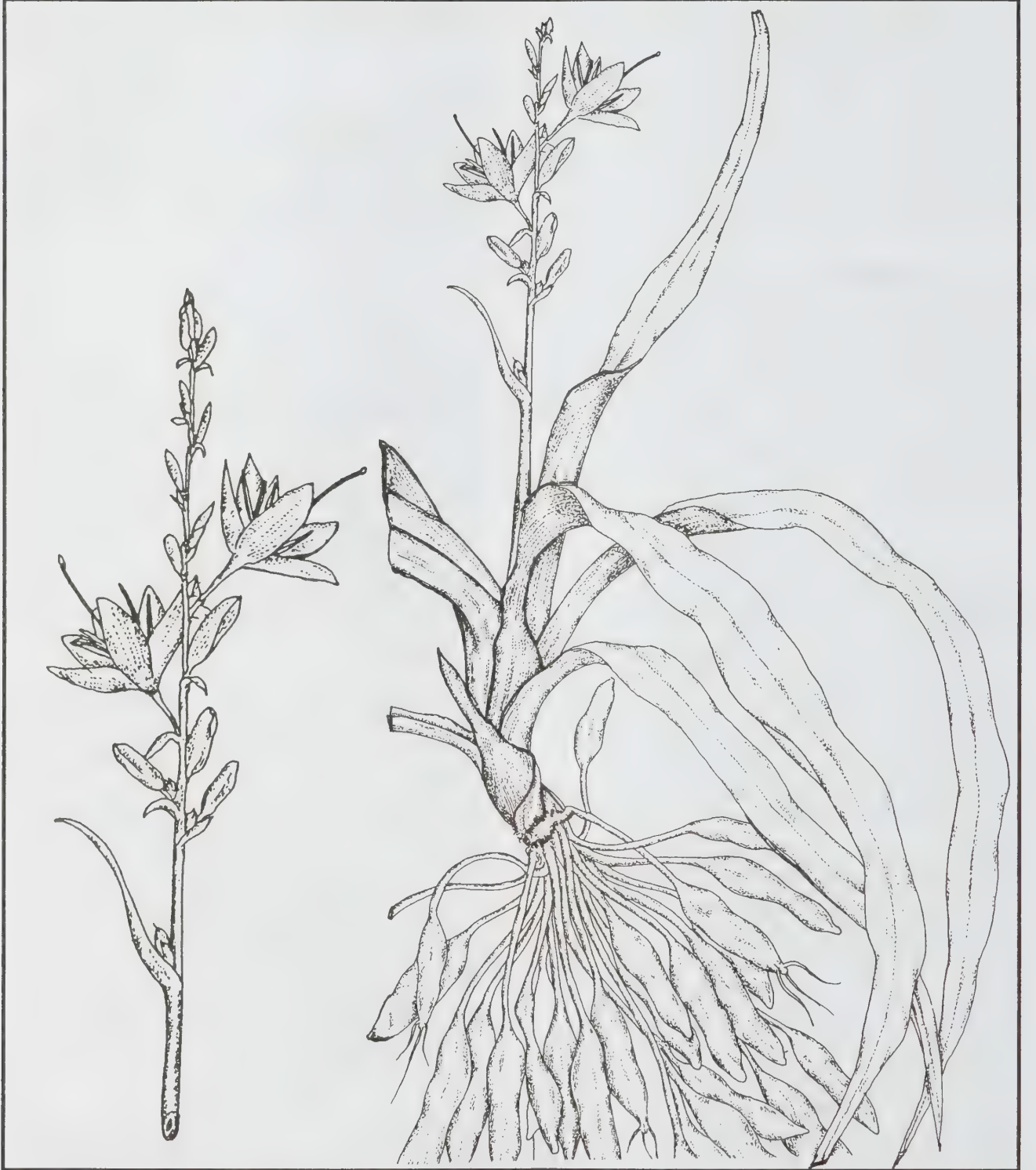
கே. ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

துணைநூல்கள். தாவரப்புற அமைப்பியல், கே.ஆர். பாலசந்திரகணேசன், தமிழ்நாட்டுப் பாட நூல் நிறுவனம், சென்னை 31, 1976; P.G.Vasishtha *Taxonomy of Angiosperms* R.Chand & Co New Delhi, 1982.

லிலியேசி ஒரு வித்திலை தாவரங்களில் கொரனேரியே என்ற தொகுப்பில் வரும் ஒரு குடும்பமாகும். இக்குடும்பத் தாவரங்களில் பெரும்பாலானவை மட்டநிலத் தண்டைக் கொண்டு பல பருவ செடிகளாக உள்ளன. எ-டு: கலப்பைக் கிழங்கு (*Gloriosa*). சில குமிழ்த் தண்டுடைய தாவரங்கள்; எ-டு: வெங்காயம் (*Allium cepa*) சில தண்டடிக் கிழங்கு; எ-டு: கால்சிகம் (*Colchicum*) சில ஏறு கொடிகளாக வளர்கின்றன; எ-டு: டிரசீனா (*Dra-caena*) சில வறண்ட நிலங்களில் இலைத் தொழில் தண்டுடையவையாக வாழ்கின்றன எ-டு: அஸ்பராகஸ் (*Asparagus*).

இலை. தரை மட்டத் தண்டிலிருந்தே தோன்றுகின்றன. மாற்றடுக்கம் அல்லது வட்டடுக்கத்தில் அமைந்துள்ளன. அரிதாக எதிர் இலை அடுக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. எ-டு: ஸ்கோலியோபஸ் (*Scolyopus*) வறண்ட நிலங்களில் வாழ்கின்ற செடிகளில் இலைகள் செதில்களாக மாற்றமடைந்துள்ளன. எ-டு: ரஸ்கஸ் (*Ruscus*). சிலவற்றில் இலைகள் தடிப்பாகவும் சதைப்பற்று உடையதாகவும் உள்ளன. எ-டு: கற்றாழை (*Aloe*) இலை ஒருபோக்கு நரம்புடையன. அரிதாக வலைப் பின்னலுடைய நரம்பமைப்பு சிலவற்றுள் காணப்படுகின்றன. எ-டு: ஸ்மைலாக்ஸ் (*smilax*). இத்தாவரத்தில் இலையடிச் செதில்கள் பற்றுக் கம்பியாக மாற்றமடைந்துள்ளன.

மலர்கள். இக்குடும்பத் தாவரங்களில் மஞ்சரிகள் ஸ்பைக் (*spike*), ரெசீம் (*raceme*), பானிக்கின் (*Panicle*), அம்பெல் (*umbal*) அல்லது தனி மலர்களாக காணப்படுகின்றன. ரஸ்கஸ், ஸ்மைலாக்ஸ் (*smilax*)



திரலந்திசம்

தாவரங்களில் ஒருபால் மலர்களாகக் காணப்படுகின்றன.

மலர்கள் ஆரச் சமச்சீருடையவை (actinomorphic). ஒழுங்குடையவை (regular); மூன்றங்க மலர் (trimerous) ஹைபோகைனஸ் மலர் (hypogynous); மேல்மட்ட சூலகம் (superior ovary) பூவடிச் செதிலுடையன.

இதழ் வட்டம். பூவிதழ்கள் (perianth) இரு வட்டங்களில் வட்டத்திற்கு மூன்றாக அமைந்துள்ளன. அல்லி இதழ் போன்றவை இதழ்கள் சமமானவை. வெளி வட்ட இதழ்கள் தொடு இதழ் அமைவிலும் (valvate aestivation) உள் வட்டம் திருகிதழ் அமைவிலும் (twisted aestivation) உள்ளன.

மகரந்தத்தாள் வட்டம். மகரந்தத்தாள் 6 வட்டத்திற்கு மூன்று வீதம் இரு வட்டங்களில் பூவிதழ்களின் மீது இணைந்து காணப்படும். ரஸ்கள் என்ற தாவரத்தில் மூன்று மகரந்தத்தாள்கள் மட்டுமே அமைந்திருக்கும். மகரந்தப் பைகள் ஈர் அறைகளைக் கொண்டு காணப்படும். மகரந்தப்பைகள் நீள்போக்கில் வெடிப்பவை. மகரந்தப்பைகள் உள்நோக்கி அமைந்திருக்கும்.

சூலக வட்டம். மூன்று சூலக இலைகளினால் ஆனது. மேல்மட்டச் சூற்பை கொண்டது. மூன்று சூல் அறைகளில் சூல்கள் அச்ச சூல் ஒட்டுமுறையில் (axial placentation) பல சூல் அமைந்துள்ளன.

கனி. பெர்ரி (berry) அல்லது காப்சூல் (capsule) மலர் சூத்திரம்.

விலியேசி குடும்பத் தாவரங்களில் சில

ஆஸ்பராகஸ் ரெசிமோசஸ் (Asparagus Racemosus, Wild). இந்தத் தாவரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து 4,500 அடி உயரமுள்ள எல்லா இடங்களிலும் வளர்ந்துக் காணப்படும். இலைத் தொழில் தண்டுடையவை (Clatiods). இந்தத் தாவரம் அழகுக்காக வளர்க்கப்படுபவை.

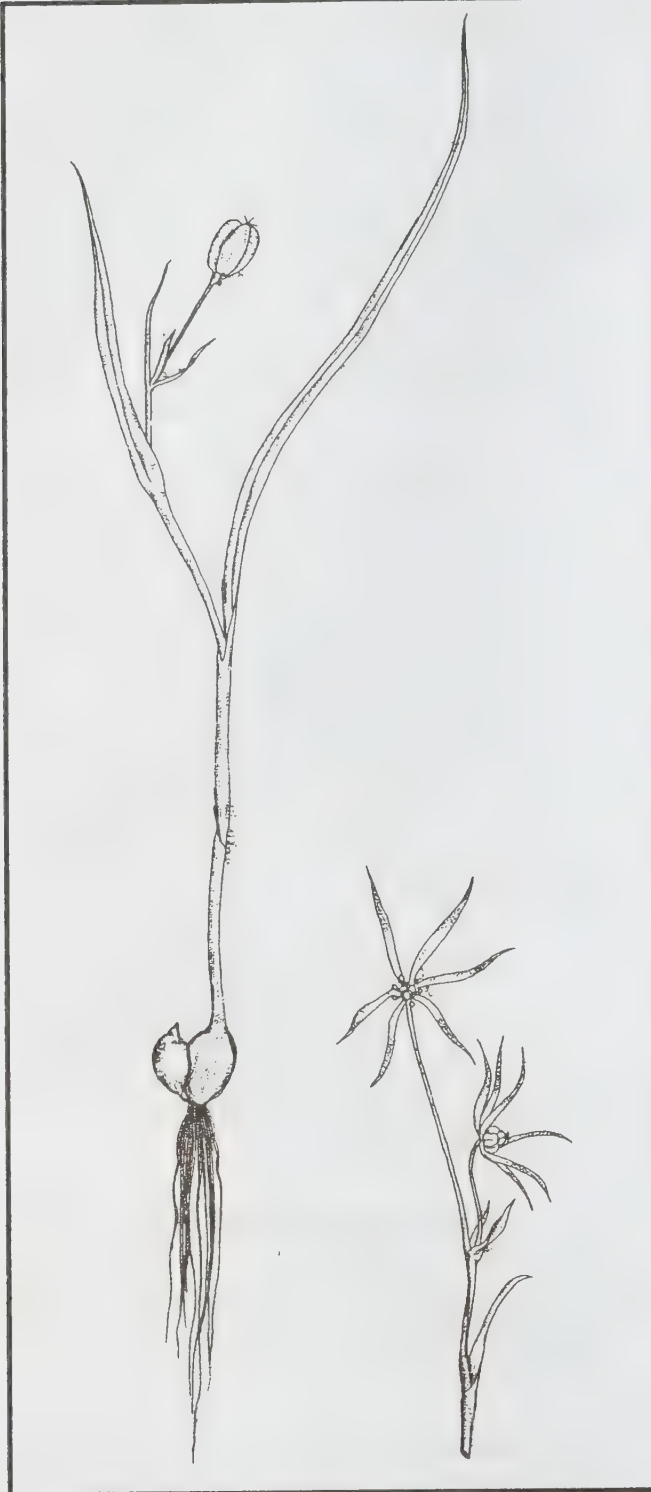
ஸ்மைலாக்ஸ் (smilax). பொதுவாக மலைப் பிரதேசங்களில் வளர்ந்து காணப்படும் தாவரம். மலர்கள் ஒரு பால் மலராக அமைந்து காணப்படும். டையேஷியா (dioecious) அம்பெல் (Umbal) மஞ்சரியில் மலர்கள் அமைந்திருக்கும். ஆண் மலரில் 6 பூவிதழ்களும், மகரந்தத்தாள்கள் 6 பூவிதழ்களுடன் இணைந்திருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் இருவேறுபட்ட மட்டத்தில் (didynamous) அமைந்திருக்கும். பெண்மலரில் மலட்டு மகரந்தத்தாள்களும் (staminodes)- சூலகம் மூன்று சூல் இலைகளால் ஆனது. சூல்முடி மூன்றாகக் கிளைத்து காணப்படும். இந்தத் தாவரம் அழகுக்காக வளர்க்கப்படுபவை.

குளோரியோசா (Gloriosa). கலப்பைக் கிழங்கு என அழைக்கப்படும் இந்தத் தாவரத்தின் கிழங்கு கலப்பை போன்ற வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். இத்தாவரத்தின் இலை நுனி வளைந்து ஒருபற்றுக் கம்பியை (tendri) போல செயல்படுகிறது. இந்தத் தாவரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து 7,000 அடிவரை உள்ள இடங்களில் வளர்ந்து காணப்படுகிறது. இதனுடைய மலர் மொட்டு பருவத்தில் பச்சை நிறத்துடனும், பின்னர் மஞ்சள் நிறத்துடனும் மலரும் தருணத்தில் ஆரஞ்சு நிறத்திலிருந்து சிவப்பு நிறமாகவும் காணப்படும். இத்தாவரமும் அழகுக்காக வளர்க்கப்படுகிறது.

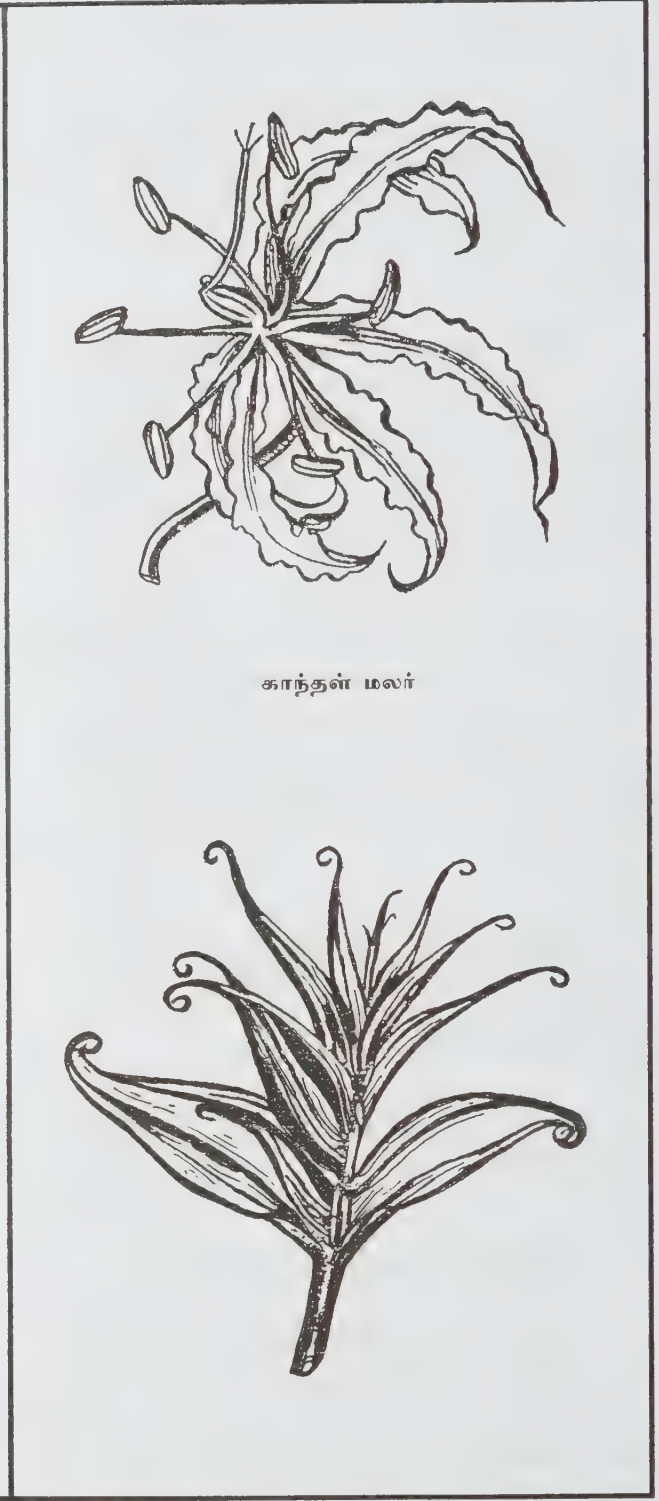
சான்சீனீரியா (Sanseneria). இந்தத் தாவரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து 3,500 அடி உயரமுள்ள இடங்களில் காணப்படும். தண்டு இல்லாத தாவரம். இதன் இலை 2 அடி நீளம் வரை வளர்ந்து காணப்படும். இதன் இலையிலிருந்து நார் எடுக்கப்பட்டு கயிறாக உபயோகிக்கிறார்கள்.

அலோ(சோற்று கற்றாழை) (Aloe). இந்தத் தாவரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து 2,500 அடிக்குள் உள்ள இடங்களில் பொதுவாக வறண்ட பகுதியில் வளர்ந்து காணப்படுகிறது. இந்தத் தாவரத்தின் இலை நடுவில் உள்ள பகுதி மிகுந்த மருத்துவப் பயன் உடையது.

அல்லியம் சீபா (Allium Cepa). வெங்காயம் என அழைக்கப்படும் இத்தாவரத்தின் குமிழ்த் தண்டு (பூண்டு) (Allium sativam) மருந்தாகவும், உணவு



நீர்ப் பனை



காந்தள் மலர்

காந்தள்

வகைகளில் ருசிக்காகவும் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

கால்சிகம் ஆட்டம்னேல் (Colchicum Autumnale). இந்தத் தாவர வேரிலிருந்து கால்சிகின் என்ற பொருள் எடுக்கப்பட்டு இது செல்லியல் ஆராய்ச்சிக்குப் (cytological research) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சொ. நாராயணசாமி

துணைநூல்கள். J.S. Gamble, *Flora of the presidency of Madras*, Vol. III 1980; B.P. Pandey, *A Text Book of Botany, Angiosperms*, First Edn. 1981.

இக்குடும்பம் சுமார் 240 பேரினங்களையும், 4000 சிற்றினங்களையும் கொண்டது. இதன் தாவரங்கள் உலகம் முழுவதும் பரவியிருந்தாலும், மிக வெப்ப மற்றும் குளிர்ப் பிரதேசங்களில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவை குறுஞ்செடிகளாகவும் மென்மையான மரத்தினையுடைய புதர்ச் செடிகளாகவும் காணப்படலாம்.

வேர்கள். வெங்காயம் போன்றோ தரையடி தண்டு கிழங்கிலிருந்தோ தோன்றக்கூடிய நார் வேர்களாகும். தரையடித்தண்டில், தண்டுத்தொகுதி இறந்துவிடும்போது அவற்றின் தடங்களைவிட்டுச் சென்றிருப்பதைக் காணலாம்.

இலை. பசுமையானது, தண்டிலிருந்து நேரடியாகத் தோன்றியதாகவோ நன்கு வளர்ந்த உறை போன்றோ சருகு இலையாகவோ காணப்படும். மேலும் சதைப்பற்று நிறைந்ததாகவும் (கற்றழை போன்றவை) அல்லது செதில் இலைகளாகவும் (அஸ்பராகஸ் - தண்ணீர்விட்டான் கிழங்கு) காணப்படும். சிலவற்றில் வளைந்த முட்கள் போன்று, பற்றிக்கொள்ள ஏதுவாக உள்ளது.

தரைவழி இனப்பெருக்கம். இலைக் கோணத்தில் காணப்படும் மொக்குகள் மூலம் நடைபெறுகிறது. கால்சிகம் சிற்றினங்களில் தரை கீழ் தோன்றியுள்ள தண்டு கிழங்கு பல வருடங்களாக

அப்படியே ஏதும் மாறாமல் இருக்கும். கற்றழைச் சிற்றினங்கள் (வறண்ட நிலத்தாவரம்) போன்று புதர்ச்செடிகளாகவும் அல்லது குறு மரங்களாகவும் அதிக அடர்த்தியுடன் காணப்படும். இவற்றில் இலைகள் தடிப்பாகவும் சதைப்பற்றுடன் காணப்பட்டாலும் ரோசா வடிவ பூவடிப் போன்று அமைந்து இருப்பது மிக நேர்த்தி. கிளைகளில் நீரைச் சேமிக்கும் திசு உள்ளது. இக்குடும்பத்தின் பல சிற்றினங்கள் இமயமலையின் வறண்ட பள்ளத்தாக்கு முதல் கன்னியாகுமரி வரை பரவியுள்ளது. தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு (அஸ்பராகஸ்) கலப்பைக்கிழங்கு (குளோரியோஸா) போன்றவை ஏறுகொடிகளாகும். இவற்றின் இலையின் நுனி தளிர் இலைப்போன்று இருக்கும்.

பூமஞ்சரி. கொடிமுந்திரி பழக்குலை போன்று தனித்தோ கிளைத்தோ காணப்படலாம். சிலவற்றில் தனியாகவும் (வில்லியம்) நுனியிலும் அல்லது அச்சோடு ஒத்தும் (குளோரியோசா) காணப்படலாம்.

பூக்கள். மலர்களில் பொதுவாக பூவடிச்சிதல் மற்றும் பூவடிச்சிதலிலை கிடையாது. மேலும் இருபால் பூக்களாகவே இருக்கும். மற்றவற்றில் ஒருபால் பூக்களும் உண்டு. ஆர்ச்சமச்சீர் அல்லது ஒருபக்க சமச்சீராக அமைந்திருக்கும். சில நேரங்களில் பெரியதாக தோற்றமளிக்கும். பொதுவாக மூவங்கம் அல்லது நான்கு அங்க பூக்களும் உண்டு. சூலகம் கீழுள்ளது. மலரின் புறவட்டம் குழலுடனோ, குழல் இன்றியோ பெரிதாக உள்ளது. 6 இதழ்கள் இருவட்டங்களில் இணைந்தோ இணையாமலோ காணப்படலாம்.

ஆண் உறுப்பு. 6 மகரந்தத்தாள்கள் இருவட்டங்களாக பிறவட்டத்தில் காணப்படும். இவை புறவட்ட இதழ்களுக்கு நேர் எதிரில் இணைந்தோ, இணையாமலோ அமைந்திருக்கும். புறவட்டத்தில் உள் அல்லது வெளிவட்டம் மலட்டுத்தாள்களாலோ இல்லாமலோ இருக்கலாம். மேலும் மகரந்தத்தாளின் காம்புகள் ஒருங்கே இணைந்தோ, தனித்தோ இருக்கும். ஈர் அறைகளையுடைய மகரந்தப் பைகள் உண்டு.

பெண் உறுப்பு. இணைந்த 3 சூல் இலைகளால்



திருநாமப்பாளை

ஆனது. மேல் மட்டச் சூலகம் உடையது. சிலவற்றில் புறவட்டக்குழாயின் அடியில் இணைந்து காணப்படும். சூலகம் 3 அறைகளையும், அச்சச்சூல் அமைப்பினையும் உடையது. சூல் தண்டு தனித்தோ, பிளவுற்றோ காணப்படும். சூல்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் உண்டு இவை யாவும் சூலக அறையில் 2 வரிசைகளில் இணைந்தோ தனித்தோ அமைந்திருக்கும்.

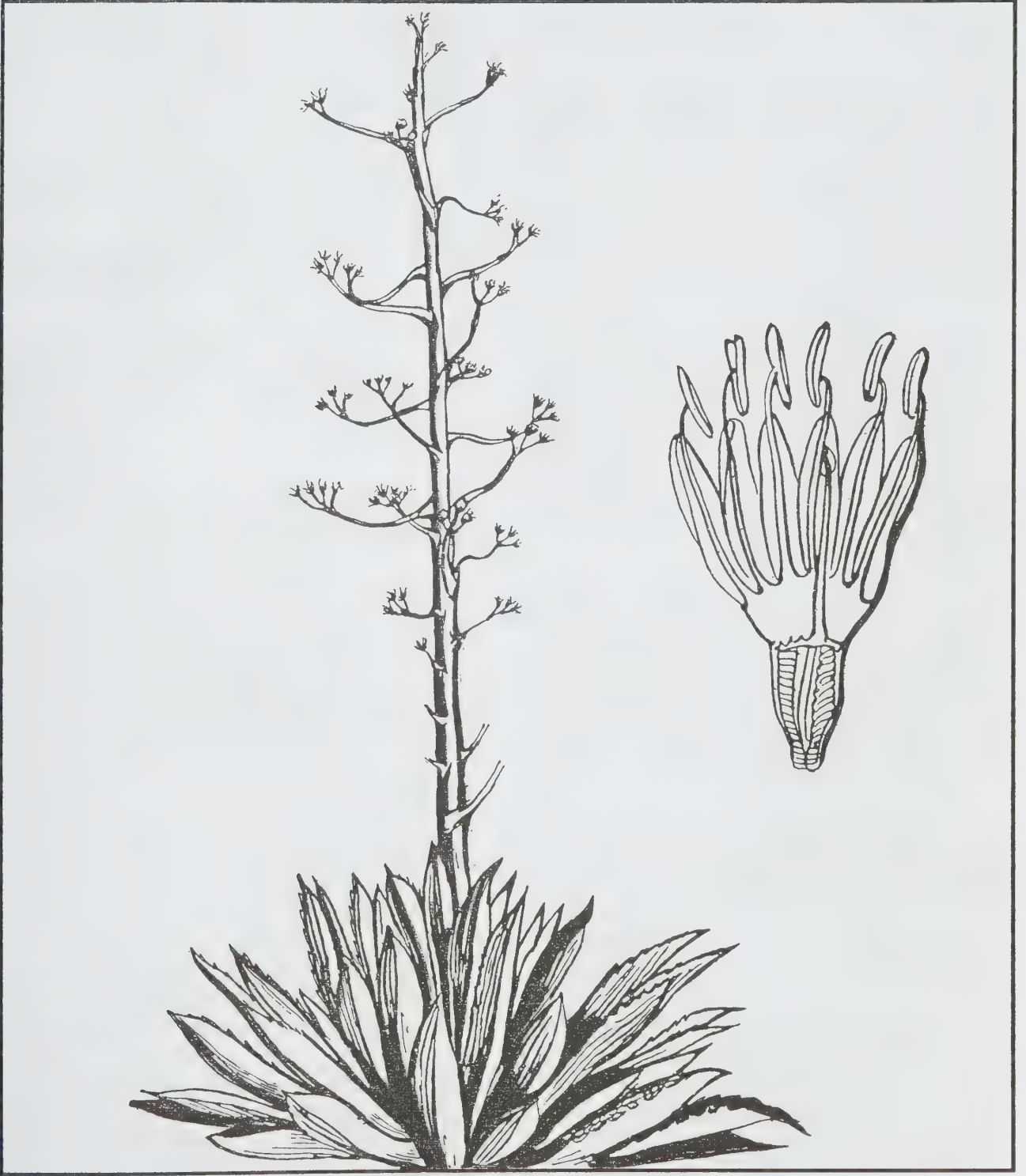
கனி. உலர் வெடிக் கனி வகையைச் சார்ந்தது. அறைவழி அல்லது ஆர வடிவ வெடித்தல்

ஏற்படுவதுண்டு. சிலவற்றில் சதைப்பற்றுடன் காணப்படும்.

விதை. ஊட்டச்சத்து நிறைந்தது. நேரான அல்லது வளைந்த கருவினைக் கொண்டது.

மகரந்தச் சேர்க்கை. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை பூச்சிகள் மூலமும் அது இல்லாவிடில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையும் ஏற்படுவதுண்டு.

பொருளாதார முக்கியத்துவம். சில தோட்டச்



நார்க் கற்றாழை

செடிகளாகவும் மற்றும் சில மருத்துவப் பயன்களுக்கும் உகந்தது.

1. அஸ்பராகஸ் (Asparagus). தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு - இதன் கிழங்கு, வேர்கள் மற்றும் இளந்தண்டுகளை ஆங்கிலேயர்கள் தாவர வகை உணவாகக் கொள்கிறார்கள். வேர்கள் வயிற்றுப் போக்கினையும், வயிற்றுக்கடுப்பினையும் கட்டுப் படுத்தக்கூடியது. பொதுவாக தளர்ச்சியைத் தணிக்கக்கூடியது.

2. ரயில் கற்றாழை (Aloe). இது சிறந்த மலமிளக்கியாகவும், வயிற்றில் உள்ள பூச்சிகளைக் கொல்லவும் மேலும் வெளிமூலம் வெடிப்புகளை குணமாக்கவும் உதவுகிறது. இதன் சாறு மலக்கட்டினை முறிக்கப் பயன்படுகிறது. சுரம் தணிக்கவும் உதவுகின்றது. இலையில் உள்ள சதைத்திரட்சி மகளிரின் மாதவிடாய் நிற்பதற்கு உதவுகிறது. வேர் வயிற்று வலியைப் போக்குகிறது.

3. கால்சிகம் (Colchicum). இதன் தரையடிக்கிழங்கு சிறந்த மலமிளக்கியாகவும், உணர்ச்சியைத் தூண்டவும் பயன்படுகிறது. புடைப்பு, கீல்வாதம் மற்றும் ஈரல், கணையம் போன்றவற்றில் ஏற்படும் வியாதிகளைப் போக்கவும், வீக்கத்தையும் வலியையும் குறைக்க வல்லது. தாவரங்களின் வளர் ஆராய்ச்சியில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது.

4. நரி வெங்காயம் (Urginea). இதய துடிப்பினை அதிகரிக்கவும் கபம் கட்டுதல் மற்றும் சளியை நீக்கவும் பயன்படுகிறது.

5. வில்லி (Lily). அலங்காரத்துக்கென வளர்க்கப்படுகிறது.

6. கலப்பைக்கிழங்கு (Gloriosa). வயிற்றுப் போக்கினை உண்டு பண்ணுகிறது. பெருவியாதியான குஷ்டரோகம், மூலம், தேள்கடி, பாம்பின் விடத்திற்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. வேரில் காணப்படும் மாவுபொருள் பெண்பால்வினை நோயான "கோனேரியா" விற்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

7. பிரிட்டிலேரியா (Frittilaria). இதன் பூ,

மொக்குகள் மாவாக அரைக்கப்பட்டு ஆரஞ்சு பழத்தோலுடன் கொடுத்தால் கூடியரோகம் (டி.பி) மற்றும் ஆஸ்துமா நோய்களைக் கட்டுப் படுத்தக்கூடியது.

8. டுலிப் (Tulip). அழகான பெரிய மலர்களைக் கொண்டது. எனவே அலங்காரத்துக்காக மலர் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றது.

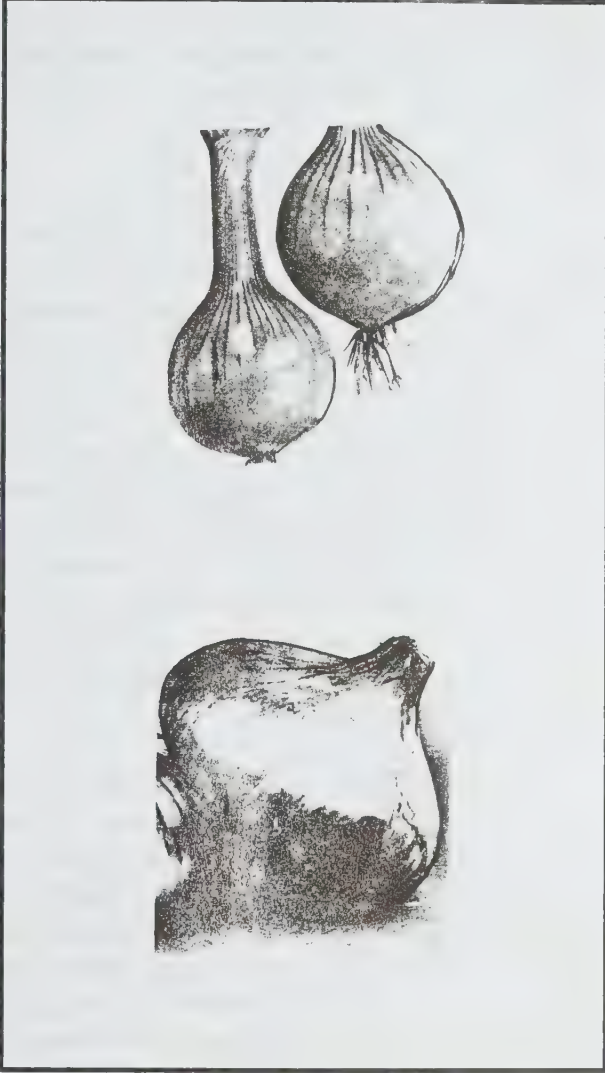
என். ஆர். இராசேந்திரன்

துணைநூல்கள். J.S. Gamble, *Flora of the presidency of Madras*, Vol. III 1980. B.P. Pandey, *A Text Book of Botany Angiosperms* First Edn. 1981.

வெங்காயம்

வெங்காயத்திற்கு தமிழில் ஈருள்ளி, ஈர வெங்காயம், பலாண்டு, நிச்சயம், சிரநாம் என்ற பெயர்கள் உண்டு. ஆங்கிலத்தில் வெங்காயத்தை ஆனியன் (Onion) என்பர். வெங்காயத்தில் சிறிய வெங்காயம் (small onion) பெரிய அல்லது பெல்லாரி வெங்காயம் (Bellary onion) என்று இரு வகை உண்டு. சிறிய வெங்காயத்தில் பல குமிழ்கள் கொத்தாக உண்டாவதால் அக்ரிகேட்டம் ஆனியன் (Aggregatum onion) என்ற மற்றொரு பெயரை இதற்குத் தந்துள்ளது. பெரிய வெங்காயம் ஒற்றைக் குமிழ் உள்ளதாக உண்டாவது குறிப்பிடத்தக்கது. சிறிய வெங்காயத்தின் செடி, இலை, குமிழின் அளவு பெரிய வெங்காயத்தினைவிட சிறியவை. இதன் காரம், மணம், குணம், சுவை, மருத்துவக் குணம் மிகுந்திருப்பதால் மக்கள் இதனை மிகவும் விரும்பி பயன்படுத்துகின்றனர். சிறிய வெங்காயத்தை நாட்டு வெங்காயம் என்றும் கூறுவர்.

சிறிய வெங்காயத்திற்கு அல்லியம் சீபா வகை அக்ரிகேட்டம் (Allium cepa var. Aggregatum) என்ற தாவரப் பெயரும் பெல்லாரி வெங்காயத்திற்கு அல்லியம் சீபா வகை. சீபா (Allium cepa var. cepa) என்ற பெயரும் உண்டு. இது லிலியேசி (Liliaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. வெங்காயம் ஐக்கிய



அமெரிக்க நாடுகள், ஜப்பான், ஸ்பெயின், எகிப்து, துருக்கி, இத்தாலி, நெதர்லாந்து, இந்தியா, நியூசிலாந்து, சிலி ஆகிய நாடுகளில் பெருமளவில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. வெப்ப மண்டலங்களில் பயிராகும் சம்பாரப் பயிரான வெங்காயம் சமவெளிகளிலும் மலைப்பகுதிகளில் 1,800 மீ. உயரம் வரையிலும் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. சிறிய வெங்காயத்தை உற்பத்தி செய்வதற்கு குமிழ்களும் பெல்லாரி வெங்காயத்தை உற்பத்தி செய்வதற்கு நாற்றங்காலில் விதைகளை விதைத்து பெற்ற நாற்றுகளும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உலகின் சராசரி

ஹெக்டர் விளைச்சல் 11டன். ஆனால் பெல்ஜியம், ஹாலந்து போன்ற நாடுகளில் ஹெக்டருக்கு 36.5 டன் விளைச்சல் கிடைக்கிறது. ஆனால் இந்தியாவில் இதன் விளைச்சல் குறைவாகவே உள்ளது. இதற்கு உயர் விளைச்சல் தரும் இரகங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து பயிரிடாமலிருப்பதும் திருந்திய சாகுபடி முறைகளைக் கையாளாமல் இருப்பதும் முக்கிய காரணங்களாகும்.

இந்தியாவில் தமிழ்நாடு, ஆந்திரப்பிரதேசம், மஹாராஷ்டிரம், பீகார், பஞ்சாப் முதலிய மாநிலங்களில் அதிகமாக உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு ஆண்டும் இந்தியாவிலிருந்து ஜப்பான், பர்மா, இலங்கை, மலேயா, ஹாங்காங், ஆப்பிரிக்கா, ஈரான் போன்ற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது.

வெங்காயத்தைத் தனிப் பயிராகவோ ஊடுபயிராகவோ சாகுபடி செய்வதுண்டு. வெங்காயத்திற்கு பின் சோளம், மிளகாய், நிலக்கடலை சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. சில பகுதிகளில் நெல் பயிரிட்ட பின் வெங்காயத்தைப் பயிரிடுகின்றனர். பெரும்பாலும் இது இறைவைப் பயிராக விளைவிக்கப்படுகிறது. மானாவாரிப் பருத்தியில் கரிசல் பகுதிகளில் வெங்காயம் ஊடுபயிராக சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. கரும்பு, பழத்தோட்டங்களில் காணப்படும் இடைவெளிகளிலும் வெங்காயம் ஊடுபயிராக வளர்க்கப்படுகிறது.

செடி. வெங்காயம் மண்ணுக்கடியில் குமிழ்களாக உண்டாகும் ஒரு பருவச் சிறுசெடி. இதன் இலைகள் செதில்களாக மாறுபாடடைந்து குமிழ்களாகியுள்ளன. குமிழின் அடியில் தகடு போன்றிருப்பது மாறுபட்ட தண்டாகும். தகட்டின் அடிப்பகுதியில் சிறுசிறு வேர்கள் உண்டாகின்றன. தண்டின் மேலுள்ள கனமான இலைகள் ஒன்றையொன்று சுற்றிப் பொதிந்து கிழங்கு போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கின்றன. இவற்றின் நடுவிலுள்ள குருத்து வளர்ந்து குழாய் போன்ற பசுமைநிறமான நீண்ட இலையாகிறது. இலைகளில் நீர் மிகுந்திருக்கும். பூங்கொத்து கடைசியாக நடுவில் தோன்றும். பூங்கொத்தில் பூக்கள் சிறியவையாக வெள்ளை நிறத்திலிருக்கும். பூக்கள் கருவுற்று மூன்று திசுவறைகளைக் கொண்ட காய்களாக மாறும்.

காய்களில் விதைகள் சிறியவையாகவும் கறுப்பாகவும் இருக்கும்.

வெங்காயம் (காய்கறி) சாகுபடி முறை.

வெங்காயம் எல்லா வகை மண்ணிலும் பயிரிடப்படுகிறது. ஆனால் களர், உவர் நிலங்கள், இறுக்கமான களிமண், மிகத் தாழ்வான பகுதி, சதுப்பு நிலங்கள் முதலியவற்றில் இதனைப் பயிர் செய்ய இயலாது. மணற்பாங்கான நிலம், மணல் கலந்த செம்மண் நிலம் வெங்காயம் உற்பத்தி செய்ய மிகச் சிறந்தவை. நல்ல வடிகால் வசதியும் கரிமப் பொருட்கள் மிகுந்த நிலமும் உயர்விளைச்சலைத் தர உதவுகின்றன. வெங்காய வளர்ச்சிக்கு அமிலக் காரத்தன்மை 5.8 - 6.5 இருக்க வேண்டும்.

மணற்பாங்கான நிலத்தில் பயிரிடும் வெங்காயம் ஆழமிக்க களிமண் நிலங்களில் பயிராகும் வெங்காயத்தைவிட விரைவில் முதிர்ச்சியடைகின்றன. மேலும் இவை கெட்டியாகவும் அதிக நிறையுள்ளதாயும் அதிக நாட்கள் சேமித்து வைக்கக்கூடியதாகவும் உள்ளன. மிகுந்த வேறுபாடுகள் கொண்ட பல்வேறான தட்பவெப்ப பகுதிகளிலும் வெங்காயத்தைச் சாகுபடி செய்கின்றனர். மிகுபனி இல்லாத பருவங்களில் வெங்காயம் நன்கு விளையும். வெங்காயம் ஆண்டு முழுவதும் பயிரிடக்கூடியதாக உள்ள போதிலும் குமிழ்கள் உருவாவதற்கு முன்பு மிதமான வெப்ப நிலையும் போதுமான அளவு ஈரமும் உடைய தட்ப வெப்பமும் பின்னர் அது முதிர்ச்சியடையும்பொழுது பிரகாசமான சூரியஒளி கொண்ட தட்பவெப்பமும், நிறைந்த மகசூலைத் தரும். கடைசி உழவுக்கு முன் நிலத்தை நான்கு அல்லது ஐந்து முறை உழவேண்டும். நன்கு மக்கிய தொழுஉரத்தை ஹெக்டருக்கு 25 டன் இடவேண்டும். வெங்காயத்தின் வேர்கள் பெரும்பாலும் 5 செ.மீ. - 8 செ.மீ. ஆழமே செல்வதால் உழவு மேலாக இருந்தாலே போதுமானது. வெங்காயப்பயிர் மூன்று முறைகளில் பயிர் செய்யப்படுகிறது. சிறிய வெங்காய உற்பத்திக்குக் குமிழ்கள் (bulbs) வயலில் நடப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் பெரிய வெங்காய உற்பத்திக்கு நாற்றுக்கள் தயாரிக்கப்பட்டு நடப்படுகின்றன. சில பகுதிகளில் பெரிய வெங்காயத்தின் விதைகளை நேரடியாக நிலத்தில் தெளிப்பதுண்டு அல்லது

விதைக்கும் கருவி மூலமாக விதைப்பதுண்டு. ஆனால் நேரடியாக விதைகளை நிலத்தில் விதைத்தால் வெங்காயத்தின் அளவும் மகசூலும் குறைந்துவிடுகிறது.

சிறிய வெங்காயம் தமிழகத்தில் அக்டோபர், நவம்பர், ஏப்ரல் - மே, ஜூன் - ஜூலை ஆகிய மூன்று பருவங்களில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. பாத்திகளிலோ 45 செ.மீ. இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்ட பயிர்களின் இருபுறங்களின் சரிவுகளிலோ வெங்காயம் ஊன்றப்படுகிறது. பாத்திகளில் 15 x 10 செ.மீ. இடைவெளியிலும் பார்முறையில் 45 x 10 செ.மீ. இடைவெளியிலும் நடப்படுகின்றன. அளவில் சிறுத்த வெங்காயங்களை ஊன்றினால் விளைச்சல் குறையும். பயிரின் வயது கூடும். வெங்காயம் ஏப்ரல் - மே, அக்டோபர் - நவம்பர் மாதங்களில் ஊன்றப்படுகின்றன. குமிழ்களை ஊன்றிய 10 நாட்களில் முளை வெளிவருகிறது. வெங்காயம் முளைத்த பின் வாரம் ஒருமுறை நீர்பாய்ச்ச வேண்டும்.

ஹெக்டருக்கு 30 கி. தழைச்சத்து, 30 கி. சாம்பல்சத்து உரங்களை கடைசி உழவிற்கு முன் அடியுரமாகவும் 30 கி. தழைச்சத்தை நட்ட 30ஆவது நாள் மேலுரமாகவும் இடவேண்டும். உரத்தை 5 செ.மீ. ஆழத்திலும் செடிக்கு 25 செ.மீ. அப்பாலும் வைத்தல் சிறந்த பலனைத் தரும். வெங்காயத்திற்கு கந்தகச் சத்து அடங்கிய உரமும் இடுதல் விளைச்சலைக் கூட்ட உதவும். இளம் பயிரில் நட்ட 20ஆவது நாள் ஒருமுறை களை எடுக்க வேண்டும். ஆழமாக களைக் கொத்துதல் வெங்காய வேர்களைப் பாதிக்கும். வெங்காயம் ஊன்றிய 45ஆவது நாள் செடிகளைச் சுற்றிலும் கொத்தி மண் அணைக்க வேண்டும். இதனால் செடிகள் காயாமலும் வெங்காயம் பெருக்கவும் இயலும். வெப்பம் மற்றும் பகலில் சூரிய ஒளியின் அளவைப் பொறுத்து வெங்காயம் உற்பத்தியாகிறது. குமிழ்கள் அதற்குரிய அளவில் உண்டாவதற்கு வெப்பம் 20 - 25°C இருத்தல் நல்லது. வெங்காயப் பயிரில் பெரும்பாலான தழைகள் பழுத்து மஞ்சளாகி மடியும் பொழுது குமிழ்களை அறுவடை செய்யலாம். அறுவடைக்கு 10 நாட்களுக்கு முன்பே நீர்ப்பாசனத்தை நிறுத்த வேண்டும். குமிழ்கள் தழையுடன் களைக்கொத்தின் உதவியால் கிளறி

எடுக்கப்படுகின்றன. பின்பு தழைகளை அரிவாள் மனையைப் பயன்படுத்தி அறுத்தெடுத்த பின் வெங்காயங்களை நான்கு நாட்கள் உலர்த்த வேண்டும்.

அறுவடைக்கு 15 நாட்களுக்கு மன் மேலிக் ஹைடிரைசைடு (malic hydrazide) என்னும் வளர்ச்சி சீர்படுத்தியை 2,500 ppm அளவில் நீரில் கரைத்து பயிரின் மீது தெளித்து வெங்காயம் கெடாமல் நீண்ட நாட்கள் சேமித்து வைக்கலாம். ஒரு ஹெக்டாரிலிருந்து 12,000 - 16,000 கி. குமிழ்கள் கிடைக்கும். நன்கு உலர்ந்த வெங்காயத்தைக் குவித்து சேமித்து வைக்கலாம். கோயமுத்தூர் போன்ற பகுதிகளில் சோளத்தட்டை படப்புகளில் வெங்காயத்தைக் கெடாமல் இரண்டு மாதங்களுக்குச் சேமித்து வைத்திருக்கின்றனர். சேமிப்பின்போது வெளி செதில் இலைகள் (scales) ஒன்றன்பின் ஒன்றாக காய்ந்து சருகுவதால் குமிழ்களின் எடை சிறிதுசிறியதாக குறையும்.

பெல்லாரி வெங்காயம் என்னும் பெரிய வெங்காயம் சிறிய வெங்காயத்தைப் போன்றே இறைவையில் சாகுபடி செய்கின்றனர். வடிகால் வசதியுள்ள 3 மீ. நீளம், 1 மீ. அகலம், 8 செ.மீ. உயரமுள்ள பாத்திகள் அமைக்க வேண்டும். பாத்திகளுக்கிடையில் 30 செ.மீ. இடைவெளி விடுதல், களையெடுத்தல், நீர் ஊற்றுதல், நாற்றுப் பிடுங்குதல் போன்ற செயல்கள் நன்கு நடைபெற உதவியாக இருக்கும். வெங்காய விதைகள் சீக்கிரம் முளைப்புத் தன்மையை இழந்துவிடுவதால் புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட விதைகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். பாத்திகளில் விதைகளை விதைப்பதற்கு முன் மக்கிய தொழுஉரம் 500 சதுர மீட்டருக்கு 2.5 டன் என்ற விகிதத்திலிட்டு மண்ணைக் கொத்திவிட்டு சமப்படுத்த வேண்டும். ஒரு ஹெக்டார் நடவுக்கு உரிய நாற்றுக்களைப் பெற 500 சதுர மீட்டரில் விதைகளை சீராகத் தூவி மணலால் மூடிவிட வேண்டும். பின்பு பூவாளி மூலமாகவோ வாய்க்கால் பாசனத்தின் மூலமாகவோ நீரை 3-4 நாட்களுக்கு பாய்ச்ச வேண்டும். செடிகள் நன்றாக வேர்விட்டு வளரும் வரை மூன்று அல்லது நான்கு நாட்களுக்கு ஒருமுறை நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். பின்பு தேவைக்கேற்ப பாய்ச்சினால் போதும். 17-25 செ.மீ. உயரமுள்ள 15 நாள்கள் வயதான நாற்றுக்களை 45x10 செ.மீ.

இடைவெளியில் நடவேண்டும்.

நாற்றங்காலில் விதைகளை விதைப்பதும் நிலத்தில் நாற்றுகளை நடவதும் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகிறது. தமிழ்நாட்டிலும், ஆந்திரப் பிரதேசத்திலும் பொதுவாக ஆண்டில் இரண்டு பருவங்களில் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன. சில பகுதிகளில் குளிர்காலம் (அக்டோபர்-ஜனவரி), கோடைக்காலம் (ஜனவரி-ஜூன்) மற்றும் தென்மேற்கு பருவமழை காலம் (ஜூன்-அக்டோபர்) ஆகிய மூன்று பருவங்களில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. மலைப்பகுதியில் கோடைக்காலத்தில் பிப்ரவரி-மே மாதம் விதைக்கப்படுகிறது. வட இந்தியாவில் அக்டோபர் - டிசம்பர் மாதங்களில் விதைத்து ஜனவரி மாத கடைசி வாரத்தில் நடவதுண்டு. இம்முறையில் ஒரு ஹெக்டேரிலிருந்து 15,000 -18,000 கி. வெங்காயம் கிடைக்கிறது. பெரிய வெங்காயத்திற்கு ஹெக்டருக்கு அடியுரமாக 75 கி. தழைச்சத்து, 150 கி. மணிச்சத்து, 75 கி. சாம்பல்சத்து இடப்படுகிறது. 75 கி. சாம்பல்சத்தை நாற்றுநட்ட 30ஆவது நாள் இடவேண்டும். இதற்கு கந்தகச் சத்து, மாலிப்டினம், தாமிரம், போரான் ஆகியவையும் தேவைப்படுகிறது.

பின்செய் நேர்த்தி மற்றும் நீர்ப்பாசனம் முதலியவை சிறிய வெங்காயத்திற்கு உள்ளது போன்றேயாகும். வட இந்தியாவில் விதைகளை ஹெக்டருக்கு 15-30 கி. வீதம் விதைக் கருவிகள் மூலம் நேரடியாக விதைப்பதுண்டு. இம்முறையில் 30 செ.மீ. இடைவெளி தரப்படுகிறது. சமவெளிப் பகுதிகளில் ஆகஸ்டு முதல் நவம்பர் வரையிலும் மலைப்பகுதிகளில் பிப்ரவரி முதல் ஜூன் வரையிலும் விதைக்கப்படுகின்றன. விதைத்தப்பின் நீர்ப்பாசனம் செய்ய 5-10 நாட்களில் விதைகள் முளைக்கின்றன. செடியின் வயது 6-8 வாரங்கள் இருக்கும்பொழுது இளஞ்செடிகளைக் கலைந்து செடியில்லாத இடங்களில் நடவதுண்டு. விளைந்த பூண்டுகள் மேலே தெரியும். அவற்றை மண் போட்டு மூட நன்கு பெருக்கும்.

இரகங்கள். வெங்காயத்தின் அளவு, நிறம், வடிவம் சேமிப்பில் கெடாமல் இருக்கும் காலம், காரத்தன்மை, வயது ஆகியவற்றைப் பொறுத்து பல இரகங்கள் உள்ளன. பெரிய வெங்காயம் 5-10 செ.மீ. குறுக்களவையும் சிறிய வெங்காயம் 1.25-2.5 செ.மீ.

குறுக்களவையும் கொண்டிருக்கின்றன. பெரிய வெங்காயத்தில் சிவப்பு தோல். வெள்ளைத்தோல், மஞ்சள் தோல் உள்ளவை என மூன்று வகைகள் சாகுபடியிலுள்ளன. இவற்றுள் மஞ்சள் நிறத் தோலுள்ளவை அரிதாகப் பயிரிடப்படுகின்றன. சிறிய வெங்காயத்தில் கோ.1, கோ.2, கோ.3, கோ.4 மற்றும் எம்டியூ 1 போன்ற உயர் விளைச்சல் இரகங்கள் உள்ளன. கோ.1 இரகம் 85 நாட்களில் விளைந்து ஹெக்டருக்கு 9 - 10 டன் விளைச்சலைத் தரும். அடர்சிவப்பு நிறமுடைய இதனை இரு பருவங்களில் சாகுபடி செய்யலாம். கோ.2 இரகத்தினை ஆண்டில் எல்லாப் பருவங்களிலும் பயிரிடலாம். இது 60-65 நாட்களில் விளைந்து ஹெக்டருக்கு 12 டன் மகசூலைத் தரும். நீண்ட நாட்கள் சேமித்து வைக்க ஏற்ற இரகங்களுள் குறிப்பிடத்தக்கது கோ.3. இது 60-65 நாட்களில் ஏறக்குறைய ஹெக்டருக்கு 16 டன் மகசூலைத் தருகிறது. தமிழகத்திலுள்ள தென் மாநிலங்களுக்கு ஏற்ற சிவப்பு நிற எம்டியூ.1 இரகம் 65-76 நாட்களில் 15 டன் வெங்காயம் மகசூல் தருவதுடன் நீண்ட நாட்களுக்கு கெடாமல் சேமிப்பில் இருக்கும் தன்மையையும் கொண்டுள்ளது.

பெரிய வெங்காயத்தில் பெல்லாரி சிவப்பு, நாசிக் சிவப்பு, உதைப்பூர் 101, பூசா சிவப்பு, பாட்னா சிவப்பு, சிவப்பு உருண்டை, வெள்ளை உருண்டை, பாட்னா வெள்ளை, பெரிய சிவப்பு, உதைப்பூர் 102, எண் 53, விஎல் 67, பஞ்சாப் தேர்வு முதலிய இரகங்கள் இந்தியாவில் பயிரிடப்படுகின்றன. பூசா சிவப்பு நீண்ட நாட்களுக்குக் கெடாமல் சேமித்து வைத்திருக்க ஏற்றது. இவற்றுள் முதல் மூன்று இரகங்கள் அதிக பரப்பில் சாகுபடியாகின்றன. பெல்லாரி சிவப்பு சிவப்பான, தட்டையான, உருண்டை வடிவம் கொண்டது. நட்டு 140 நாட்களில் அறுவடை செய்ய ஏற்ற இந்த இரகத்தில் ஹெக்டருக்கு 20,800 கி. வெங்காய மகசூல் கிட்டுகிறது. இதில் ஒரு வெங்காயத்தின் நிறை உதைப்பூர் 101 என்னும் சிவப்பு நிற உருண்டை வெங்காயம் நட்ட 140 நாட்களில் ஹெக்டருக்கு 20,500 கி. விளைச்சலை தருகிறது. இதில் ஒவ்வொரு வெங்காயமும் 70 கிராம் எடையைக் கொண்டிருக்கும். உயர் விளைச்சல் தரும் ஒட்டு இரகங்கள் சாகுபடிக்கு விதைகளைப் பெறுவதில் ஆண்மலட்டுச் செடிகளை (male sterile lines) கம்புப் பயிரில் பயன்படுத்துவது போன்றே வெங்காயத்திலும்

பயன்படுத்தப்பட்டு வருவது குறிப்பிடத்தக்கது.

சேமிப்புமுறை. வெங்காயத்தை அறுவடை செய்த உடன் விற்கலாம். ஒரே சமயத்தில் சந்தைக்கு விற்பனைக்கு வருவதால் விலை குறைவாகக் கிடைக்கும். இதனால் வெங்காயத்தைச் சேமித்து வைத்திருந்து அதிக விலை கிடைக்கும்பொழுது விற்பதுண்டு. சேமித்து வைக்கப்பட வேண்டிய வெங்காயம் நன்கு முற்றியவையாகவும், சீராகப் பாடஞ்செய்து உலர வைத்தவையாகவும் இருக்க வேண்டும். இவற்றைத் தவிர நீண்ட நாள் சேமிப்பிற்கு காற்றோட்டம், ஓரளவுக்கு மிதமான ஆனால் சீரான வெப்ப அளவு, குறைவான ஈரப்பதமுள்ள சூழ்நிலையும், நோய் தொற்றாத வெங்காயங்களும் வேண்டும். சேமிப்புக்குச் சிறந்த வெப்பநிலை 31-32°F ஆகும். நன்கு பாடஞ்செய்த வெங்காயத்தை மண், தூசி போக்கி சுத்தம் செய்த பின் தரம் பிரிக்கிறார்கள். இந்தியாவில் மூன்று தரங்களை நிர்ணயம் செய்துள்ளார்கள்.

விதைப்பயிர் சாகுபடி முறை. விதை வெங்காய உற்பத்திக்கு சமவெளிகளில் அக்டோபர்-இரண்டாவது வாரம் முதல் நவம்பர்-இரண்டாவது வாரம் வரை விதைகள் விதைக்கப்படுகின்றன. மலைப் பகுதிகளில் ஏப்ரல் முதல் ஜூன் மாதம் வரை விதைப்பு செய்யப்படுகிறது. ஒரு ஹெக்டர் நடவுக்கு 8-10 கிலோ வரை விதைகளை 0.05 ஹெக்டர் நிலப்பரப்பு நாற்றங்காலில் விதைத்து 6-8 வார நாற்றுக்களை தயார் செய்ய வேண்டும். வடமாநில சமவெளிப் பகுதிகளில் டிசம்பர்-இறுதி வாரத்திலிருந்து ஜனவரி முதல் வாரம் வரை நாற்று நடவுதற்கு ஏற்ற பருவமாகும். ஹெக்டருக்கு 70 - 110 கி. தழைச்சத்தும் மணிச்சத்தும் இடவேண்டும். தேவை ஏற்படும் பொழுது சாம்பல் சத்தையும் இடுதல் அவசியம். நாற்று நடவு செய்த இரண்டு அல்லது மூன்று வாரங்களுக்குள் களைகளைக் கட்டுப்படுத்த 2 கி. டெனோராம் (tenoram) அல்லது ஆக்சடைசோன் (oxadizone) ஒரு கிலோ வீரியமருந்து என நீரில் கரைத்து மண்ணின் மீது தெளிக்க வேண்டும். கலவன் செடிகளை அறுவடைக்கு முன் அகற்ற வேண்டும்.

அறுவடைக்கு பின் 1.25 செ.மீ. கழுத்துப் பகுதியை விட்டு வெங்காயத்தின் தலைப் பகுதியை

நீக்க வேண்டும். பின்னர் குமிழ்களை இரண்டு அல்லது மூன்று வாரங்கள் உலர்த்தி சுத்தம் செய்து சேமிக்க வேண்டும். வெங்காயத்தைக் காற்றோட்டமுள்ள அறைகளில் சேமித்து வைத்தல் அவசியம். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட வெங்காயக் குமிழ்களிலிருந்து விதைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. வெங்காயக் குமிழ்கள் அக்டோபர் முதல் இருவாரங்களில் ஊன்றப்படுகின்றன. 2.5 - 3.0 செ.மீ. விட்டமுள்ள குமிழ்கள் ஹெக்டருக்கு 1,500 கி. தேவைப்படுகிறது. இடைவெளியை அதிகரிக்கும் பொழுது விதைகள் பெரியவையாகவும் அதிக அளவிலும் உற்பத்தியாகின்றன. ஆனால் குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பிலிருந்து கிடைக்கும் விதை விளைச்சல் குறைந்துவிடுகிறது.

பொதுவாக 45 செ.மீ. இடைவெளி உள்ள வரிசைகளில் 30 செ.மீ. இடைவெளியில் குமிழ்கள் ஊன்றப்படுகின்றன. இயர்லி கிரானோ (early grano) போன்ற அதிக தழைவளர்ச்சிக் கொண்ட இரகங்களுக்கு இடையே சற்று அதிக இடைவெளி தர வேண்டும். இப்பயிருக்கு ஹெக்டருக்கு 125 கி. தழைச்சத்து, 62 கி. மணிச்சத்து, 50 கி. சாம்பல் சத்து இடவேண்டும். மணிச்சத்து மற்றும் சாம்பல் சத்தை கடைசி உழவின் போதும் தழைச்சத்தை நட்ட 15 மற்றும் 45-50ஆவது நாளிலும் இரு சமபங்காக நிலத்தில் இடவேண்டும். மண்ணின் தன்மைக்கேற்ப 7-10 நாள்களுக்கு ஒரு முறை நீர் பாய்ச்சலாம். நட்ட 45 வது நாள் நிலத்தைக் கொத்திவிட்டு மண் அணைக்க வேண்டும். நட்ட இரண்டு மாதங்களுக்குப் பின் பூக்கள் உண்டாகின்றன.

வெங்காயத்தில் 93% வரை தேனீக்கள் மற்றும் இதர ஈக்கள் மூலம் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. அடிப்படை விதை (foundation seed) உற்பத்திக்கு 100 மீ. மற்றும் சான்றிதழ் பெற்ற விதை உற்பத்திக்கு 400 மீ. தூரமும் தனிப்படுத்தும் தூரமாக (isolation distance) இருக்குமாறு நிலத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். கனிகள் நன்கு காய்ந்து கருமை நிற விதைகள் வெளியே தெரியும்போது பயிர் அறுவடையைத் தொடங்கலாம். எல்லா மஞ்சரிகளிலும் விதைகள் ஒரே நேரத்தில் முதிர்ச்சியடைவதில்லை. எனவே முதிர்ச்சியடைந்த கனிகளை மட்டுமே அறுவடை செய்ய வேண்டும்.

இவ்வாறு இரண்டு அல்லது மூன்று முறை காம்புடன் கனிக் கொத்துகளை அறுவடை செய்தபின் அவற்றை அடித்து பிரிக்க வேண்டும். நடவு செய்யப்பட்ட வெங்காயக் குமிழ்களின் அளவு, பயிரிடும் நிலம், இடைவெளி மற்றும் இரகம் ஆகியவற்றை பொறுத்து சராசரியாக ஹெக்டருக்கு 800-1000 கி. மகசூல் பெறலாம்.

பூச்சிகளும் நோய்களும். வெங்காயத்தில் தோன்றும் பூச்சியான இலைப்பேனுக்கு திரிப்டஸ் டபாசை (Thrips tabaci) என்று பெயர். இது வெங்காயம் தவிர பருத்தி, முட்டைகோஸ், வெள்ளைப் பூண்டையும் பாதிக்கிறது. வெங்காயத்தில் தோன்றும் பூச்சிகளில் இது மிகவும் முக்கியமானதாகும். இதனால் 25 - 50% வரை விளைச்சல் இழப்பு ஏற்படலாம். இளம் மஞ்சள் நிறமுடைய இளம் பூச்சிகளும், முதிர்ந்த பூச்சிகளும் வெங்காயத்தின் அடியிலும், தூர்கள் பிரியும் இடங்களிலும் காணப்படும். இவை கூட்டமாக இருந்து சுரண்டி சாற்றை உறிஞ்சி வாழும். இப்பூச்சியினால் பாதிக்கப்பட்ட தாள்களில் மென்மையான சுரண்டினாற் போன்ற பகுதிகள் தென்படும். தாள்கள் நுனியிலிருந்து கீழ்நோக்கி காய்ந்துகொண்டே வரும். பூச்சியின் தாக்குதல் அதிகமாக இருந்தால் தாள்கள் காய்ந்து கருகிவிடுகின்றன. இதனால் வெங்காயம், வெள்ளைப் பூண்டு ஆகியவற்றின் கிழங்கு வளர்ச்சி மிகுந்த அளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. இலைப்பேனில் ஆண் பூச்சிகள் அரிதாகக் காணப்படுகின்றன. இளந்தூர்களில் முட்டைகள் செலுத்தப்படுகின்றன.

ஒரு தாய்ப்பூச்சி 43-50 முட்டைகளை இடுகின்றது. முட்டையிலிருந்து இளம் பூச்சி 4 - 9 நாட்களில் வெளிவருகின்றது. இப்பூச்சியின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி 11 - 21 நாட்களாகும். இந்தப் பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஒரு லிட்டர் நீருக்கு 2 மில்லி டைமெதோயேட் அல்லது மெத்தில் டெமெட்டான் அல்லது பாஸ்ஃபோமிடான் மருந்தைக் கலந்து தெளிக்க வேண்டும். வெங்காயத்தில் தோன்றும் நோய்களுள் இலைக்கருகல் (leaf blight) இலைப்புள்ளி நோய்கள், வேரழுகல்கள், பாக்டீரியா மென்மையழுகல் (bacterial soft rot) மற்றும் கரிப்பூட்டை (smut) நோய்கள் முக்கியமானவை.

ஆல்டெர்நேரியா இலைக்கருகல். இது ஆல்டெர்நேரியா பொரி அல்லது ஆல்டெர்நேரியா பாலண்டுவை என்னும் பூசணத்தினால் உண்டா கின்றது. இது பெரும்பாலும் வெங்காயத்தாளின் மேற்பகுதியில் காணப்படுகிறது. நோயின் முதல் அறிகுறியாக ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய வெண்மையான சிறிய புள்ளிகள் தாளின் நுனிப்பகுதியில் தோன்றும். இவ்வாறான வெளுத்த பகுதியில் வட்டமான அல்லது நீள் வட்டமான ஒருமைப் போக்குடைய கருமைநிற வளையங்கள் தோன்றும். இப்புள்ளிகள் தாளின் அடிப்பகுதியில் நீண்டு கொண்டே செல்லும். பல புள்ளிகள் பெரிதாகி ஒன்று சேர்ந்து தாளின் பெரும் பகுதியையும் அழிக்கின்றது. சில சமயங்களில் ஒவ்வொரு புள்ளியைச் சுற்றிலும் மஞ்சள் நிற ஒளிவளையம் தோன்றும். பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் நுனியிலிருந்து கீழ்நோக்கி காய்ந்துகொண்டே வருகின்றன.

நோயுற்றதாளில் பாதிக்கப்பட்ட இடத்திலுள்ள திசுக்கள் அழிந்துவிடுவதால் ஒடிந்து தொங்குகின்றது. நோய் குமிழின் (bulb) வெளிச்செதிள்களிலும் காணப்படுகின்றது. இச்செதிள்களில் கருமையான வட்டவடிவ ஒருமையப் போக்குடைய வளையங்கள் தோன்றுவதால் காய்ந்து விடுகின்றன. இந்நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் இலைகள் முதிருவதற்கு முன்பாகவே பழுத்து உதிர்ந்துவிடுகின்றன. இதனால் குமிழ்கள் வளர்ச்சிக் குறைகின்றது. எனவே இச்செடிகளிலிருந்து கிடைக்கும் மகசூலும் குறைந்து காணப்படுகிறது. முதலில் ஒரு பகுதியில் தோன்றும் இந்நோய் மெதுவாக உண்டாகிறது.

இப்பூசணத்தின் வித்துக்கள் காற்றின் மூலம் பரவுகிறது. மேலும் நோயுற்ற விதை குமிழ்கள் (seed bulbs) மூலமாகவும் இந்நோய் பரவுகிறது. மிதமான வெப்பம், தகுந்த ஈரப்பதம் உள்ள காலத்தில் இது அதிக அளவில் பரவி நோயினை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்த நோயில்லாத குமிழ்களை தேர்ந்தெடுத்து விதைக்க வேண்டும். நோயுற்ற செடிகளில் பாதிக்கப்பட்ட தாளின் நுனியை சிறிதளவு நலமான தாள்பகுதியுடன் சேர்த்து அறுத்து விடவேண்டும். இதனால் நோய் பரவும் அளவைக் குறைக்க முடிகிறது. மேலும் இந்நோயை முழுமையாகக் கட்டுப்படுத்த மேன்கோசெப் அல்லது

சினெப் மருந்தை ஹெக்டருக்கு 1000 கிராம் அல்லது தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு 1250 கிராம் அல்லது டைஃபோலடான் மருந்தை 1500 கிராம் என்ற அளவில் தெளிக்க வேண்டும். மேற்குறிப்பிட்ட பூசணக்கொல்லியுடன் ஒட்டும் மருந்தை லிட்டருக்கு 1 மி.லி வீதம் கலந்து தெளிப்பதினால் வெங்காயத் தாளுடன் பூசணக் கொல்லிமருந்து நன்கு ஒட்டுவதற்கு வழிவகுக்க இயலும்.

ஃபியூசேரியம் வேரழுகல். பியூசேரியம் ஆக்சிஸ்போரம் என்னும் பூசணத்தினால் இந்நோய் வெங்காயத்தில் தோன்றுகிறது. இந்நோய் 30 நாள் பயிரில் காணப்படுகிறது. இது பெரும்பாலும் திட்டுதிட்டாகத் தோன்றுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட பயிரில் இலைகள் மஞ்சளாகி கொஞ்சம் கொஞ்சமாக காய்ந்துவிடுகின்றது. வெங்காயத்தின் அடிப்பகுதி மென்மையாகி அழுகிவிடுகின்றது. செதில்களில் பூசணத்தின் வெண்மையான வளர்ச்சியைக் காணலாம். இந்த நோய் ஜூலை, ஆகஸ்ட் மாதங்களில் அதிக அளவில் தோன்றுகிறது. நிலத்தின் வெப்பநிலை அதிகமாக இருக்கும் பகுதிகளில் இந்நோய் அதிக அளவில் உண்டாகிறது. தமிழகத்தில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் உடுமலைப்பேட்டை, பல்லடம் பகுதிகளில் இந்நோய் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. இப்பூசணத் தினால் குமிழ்கள் சேமிப்பின்போது சிதைந்து அழுகி விடுகின்றன. இந்நோயின் காரணியான ஃபியூசேரியம் மண்ணில் காணப்படும் பூசணமாகும். நீர் தேங்கும் இடங்களில் இந்நோயினால் ஏற்படும் நோயின் அளவும் சேதமும் அதிகமாகி இருக்கும். குமிழ் அல்லது வேர்களில் காயங்கள் ஏற்பட்டிருந்தால் அதனால் நோய் ஏற்படும் அளவு அதிகமாக இருக்கும். இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்த நோயுற்ற செடிகளை களைந்தழித்த பின்பு நோயில்லாத செடிகளைச் சுற்றிலும் தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு மருந்துக் (250 கி./100 லி. நீர்) கரைசல் ஊற்ற வேண்டும். நோய்த் தோன்றாமலிருப்பதற்காக நல்ல வடிகால் வசதியுள்ள இடங்களில் வெங்காயத்தைப் பயிரிட வேண்டும்.

பித்தியம் வேரழுகல். பித்தியம் அஃபானி டெர்மெட்டம், பித்தியம் டிபாரியானம், பித்தியம் அல்டிமம் ஆகிய பூசணங்களினால் இந்த வேரழுகல் தோன்றுகிறது. இந்தப் பூசணங்களின் தாக்குதலினால்

விதையழுகல், விதை முளைப்பிற்கு முன்பு அழுகல் மற்றும் விதை முளைத்த பின்பு அழுகல் போன்ற அறிகுறிகள் ஏற்படுகின்றன. இந்த நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் ஆங்காங்கே வட்ட வட்டமாகக் காய்ந்து விடுவதைக் காணலாம். நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட செடிகள் நாளடைவில் இறந்து விடுகின்றன. விதை முளைப்பதற்கு முன்பு நோய் தோன்றினால் வெற்றிடங்கள் ஏற்படுகின்றன.

விதை அல்லது விதையாக பயன்படும் குமிழ்கள் இதனால் பாதிக்கப்பட்டு அழுகி முளைக்காது. இந்த நோயை வெங்காயம் விதைத்த அல்லது நட்ட 15 - 30 நாட்களிலும் காணலாம். இதற்கு விதை முளைத்தபின் ஏற்படும் அழுகல் என்று பெயர். இங்குப் பாதிக்கப்பட்ட வெங்காயச் செடிகள் இறந்துவிடுவதால் அவ்விடங்களில் வெற்றிடங்கள் உண்டாகின்றன. இப்பூசணங்கள் பயிரின் எந்த வயதிலும் தோன்றலாம். இந்த நோய்பயிரின் பிந்திய பருவத்தில் தோன்றினால் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் வளர்ச்சி மிகவும் குன்றிவிடுகின்றது. மேலும் வேர்கள் அழுகிவிடுகின்றன. நீர் தேங்கி நிற்கும் வடிகால் வசதியில்லாத இடங்களில் இந்நோயின் தீவிரம் அதிகமாகிறது. தொடர்ந்தாற்போல் பெய்யும் மழையும், மிகுந்த மண் ஈரமும் இந்நோய் அதிக அளவில் தோன்றுவதற்கு ஏதுவாகின்றன. நோய்க்காரணிகளான பித்தியம் சிற்றினங்கள் அனைத்தும் மண்ணில் உயிர்வாழும் தன்மை பெற்றவை. எனவே இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்த மண்ணுடன் மருந்து சேர்த்தல் அவசியம் ஆகிறது.

விதைகளை இனவிருத்திக்குப் பயன்படுத்தும் பொழுது அவற்றை கேப்டான் பூசணக்கொல்லியுடன் கிலோவிற்கு 4 கிராம் வீதம் கலந்து விதைக்க வேண்டும். விதைக்குமிழ்கள் நடுவதற்குப் பயன்படுத்தும்பொழுது திராம் (கிராம் 1 லிட்டர் நீர்) மருந்துக்கரைசலில் அமிழ்த்தி எடுக்க வேண்டும். விதைக்குமிழ்கள் அல்லது விதைகள் முளைத்த பின்பு வேர்ப்பகுதியிலுள்ள மண்ணை வரிசையில் தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு மருந்துக் (2.5 கிராம்/1லிட்டர் நீர்) கரைசலை ஊற்றி நனைக்க வேண்டும். இந்நோய் ஏற்படுவதைத் தவிர்ப்பதற்கு நீர் தேங்காத பகுதிகளில் வெங்காயத்தை சாகுபடி செய்தல் வேண்டும்.

கொல்லிடோட்ரைகம் இலைப்புள்ளி. இது வெங்காயத்தில் கொல்லிடோட்ரைகம் விண்டிமுத்தியானம் என்னும் பூசணத்தினால் உண்டாகிறது. இது தமிழகத்தில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் உடுமலைப் பேட்டைப் பகுதிகளில் வெங்காயத்தில் மிகப் பெரும் அளவில் காணப்படுகின்றது. இதனால் ஏற்படும் சேதத்தை இலையின் மேற்பகுதியிலே காணலாம். முதலில் நோயுற்ற இலைகளில் முட்டை வடிவ இளம் பச்சை நிறப் புள்ளிகளைக் காணலாம். இப்புள்ளிகள் பெரிதாகி கதிர்வடிவமாகின்றன. இப்புள்ளிகளின் மையம் சாம்பல் நிறமாகவும், பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். ஒவ்வொரு புள்ளியின் நடுவிலும் கறுப்புநிற வித்துத்திரர்கள் ஒரு மையப்போக்குடைய வளையங்களில் காணப்படும். பூசணப் புள்ளிகள் பின்பு கருமை நிறமாகிவிடுகின்றன. இவை ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து செடியின் மற்றப் பகுதிகளையும் அழிக்கின்றன. இதனால் நோயுற்ற இலைகள் முழுவதும் வாடிவிடுகின்றன. நோய்க் காணப்பட்ட செடியின் குமிழ்களின் வளர்ச்சிக் குன்றி மகசூல் குறைந்துவிடுகின்றது. இப்பூசணம் மொச்சையையும் (field beans) தாக்குகிறது. நோய்க் காரணி செதிள் இலையின் மூலமாகவும், காற்றின் மூலமாகவும் பரவுகிறது. நோய்த் தோன்றிய உடனேயே இச்செடிகளைக் களைந்தழித்துவிட வேண்டும். மேன்கோசெப் அல்லது சினப் மருந்தை (2கிராம்/1லிட்டர் நீர்) செடிகளின் மீது தெளித்து இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

செர்க்கோஸ்போரா

இலைப்புள்ளி.

செர்க்கோஸ்போரா டுட்டியாஸ் என்னும் பூசணம் இந்த இலைப்புள்ளி நோயை ஏற்படுத்துகிறது. தமிழ்நாட்டில் திருச்சி, கோயம்புத்தூர் மாவட்டங்களில் இது அதிக அளவில் தோன்றுகின்றது. நோயுற்ற இலைகளில் வட்ட வடிவமான மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறப் புள்ளிகளை இலையின் நுனிப்பகுதியில் காணலாம். இவ்வாறான புள்ளிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறமாகி இலை நுனி காய்ந்துவிடுவதற்கு வழி வகுக்கிறது. பாதிக்கப்பட்ட இலைகளில் கரும்பழுப்பு நிற வெல்வெட் போன்ற பூசண வளர்ச்சிதை அதாவது இப்பூசணத்தின் வித்துத்திரர்களைக் காணலாம். நோயுற்ற இலைகள் நுனியிலிருந்து அடிநோக்கி காய்ந்துவிடுகின்றன.

இப்பூசண வித்துக்கள் காற்றின் மூலம் பரவி நோயை ஏற்படுத்துகின்றது. இந்நோயை மேன்கோசெப் (2 கிராம்/லிட்டர் நீர்) அல்லது தாமிர ஆக்சிக்குளோரைடு (2.5 கிராம்/லிட்டர் நீர்) மருந்துக் கரைசல் செடிகளின் மீது தெளிக்கப்படுவதன் மூலம் நன்கு கட்டுப்படுத்தலாம்.

பாக்டீரிய மென்மையமுகல். வெங்காயத்தில் மென்மையமுகல் நோய் எர்வினியா கேரோட்டோவோரா என்னும் பாக்டீரியத்தினால் உண்டாகின்றது. இந்த நோயைப்பெரும்பாலும் வெங்காயம் முதிர்ச்சியடையும் தருவாயில் காணலாம். தரைக்கருகிலுள்ள கழுத்துப் பகுதியில் ஏற்படும் காயங்கள் வழியாக இப்பாக்டீரியம் உட்புகுந்து நோயினை ஏற்படுத்துகின்றது. பின்பு சிறுகுமிழ்களைப் பாதிக்கிறது. குமிழில் மேற்பகுதியிலுள்ள செதிகள் இலைகள் முழுவதும் அழுகிவிடுகின்றன. நோயுற்ற குமிழை லேசாக அழுத்தினாலும் அதிலிருந்து பாக்டீரியா கலந்துள்ள நீர் போன்ற நீர்மம் ஒழுகுவதைக் காணலாம். மேலும் பாதிக்கப்பட்ட குமிழ்களின் மீது பசை போன்ற பாக்டீரிய நீர்மம் ஒழுகிக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். தகுந்த வெப்பமுள்ள சூழ்நிலையில் அறுவடை மற்றும் சேமிப்பு கிடங்கிற்கு எடுத்துச் செல்லும் பொழுதும் ஏற்படும் காயங்கள் வழியாக பாக்டீரியம் உட்சென்று குமிழ்களில் மென்மையமுகலை ஏற்படுத்தும். இந்தப் பாக்டீரியம் மண்ணில் இறந்த திசுவாழ் உயிரியாக வாழும் திறன் பெற்றுள்ளது.

நோய் காணப்பட்ட குமிழ்களைத்தனியே பிரித்தெடுக்க வேண்டும். அவற்றை விதைக்கவோ மற்ற வெங்காயத்துடனோ சேர்த்து வைத்து சேமித்தல் கூடாது. அறுவடை மற்றும் சாக்கில் வைத்து அடைக்கும் பொழுதும் மிகக் கவனமாக நோயுற்ற வெங்காயத்தை நீக்குதல் மிகவும் அவசியமாகிறது. அறுவடை செய்யும் பொழுதும், அறுவடை செய்த வெங்காயத்தை எடுத்துச்செல்லும் பொழுதும், சேமித்து வைக்கும்பொழுதும், வெங்காயத்தைக் கையாளும்பொழுதும் அவற்றிற்குக் காயங்கள் ஏற்படாதவாறு இருத்தல் வேண்டும். வெங்காயத்தை நல்ல காற்றோட்டமான அறைகளில் சேமித்து வைக்க வேண்டும். சேமிப்பு அறையில் நீர்த்தேங்காமல்

பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். நோயில்லாத வெங்காயத்தை விதைப்பதற்கு பயன்படுத்துதல் மிகவும் இன்றியமையாததொன்றாகிறது.

கரிப்பூட்டை. இது வெங்காயத்தில் தோன்றும் நோய்களில் மிகவும் முக்கியமானது. இது யுரோசிஸ்டிஸ் என்னும் கரிப்பூட்டை பூசணத்தினால் உண்டாகிறது. இப் பூசணத்தினால் மிகுந்த இழப்பு ஏற்படுகிறது. வெங்காயம் முளைத்து வரும்பொழுது முதல் இலைகளில் இப்பூசணம் மண்ணிலிருந்து தாக்கி உட்புகுகிறது. நோயுற்ற பகுதியில் 1 மி.மீ. அல்லது அதற்கு அதிகமான விட்ட முள்ள கருமை நிறப் புள்ளிகளைக் காணலாம். சிவசமயம் ஒரு புள்ளி ஓர் இலை முழுவதையும் ஆக்கிரமித்துக்கொள்ளும். இதனால் நோயுற்ற இலைகள் கீழ்நோக்கி வளைந்துவிடுகின்றன. முதிர்ந்த செடிகளில் குமிழுக்கு அருகிலுள்ள இலைகளில் பல புள்ளிகளைக் காணலாம். பயிரின் எந்தப் பருவத்திலும் இந்நோயினைக் காணலாம்.

நோயுற்ற இலைகளில் உள்ள இந்தப் புள்ளிகள் வெடித்து அவற்றிலிருந்து ஆயிரக்கணக்கான கருமைநிற பூசண வித்துக்களை வெளிப்படுத்தும். இந்தப் பூசணம் உள்ளூக்குள்ளேயே செடியின் அடிப்பகுதியில் ஓர் இலையிலிருந்து மற்ற இலைகளுக்கும் பரவுகிறது. நோயுற்ற செடி முளைத்து வந்த 3 - 4 வாரங்களில் இறந்துவிடுகிறது. சில சமயங்களில் நோயுற்றச் செடிகள் மிகவும் வளர்ச்சி குன்றி இளைத்துக் காணப்படும். இவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் குமிழ்களிலுள்ள செதிகள் இலைகளில் கரிப்பூட்டை புள்ளிகளைக் காணலாம். நோயுற்றக் குமிழ்கள் மற்ற நோய்க் காரணிகளின் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகின்றன. நோயுற்ற குமிழ்கள் முளைத்த பின்பு வெளிவரும் இலைகளில் அரிதாக நோய்ப் புள்ளிகளைக் காணலாம். நோய்ப்பூசணம் நோயுற்ற செடிகள் இருந்த நிலத்தில் நீண்ட வருடங்களுக்கு உயிருடன் இருக்கும் தன்மை கொண்டுள்ளது. இது மண்ணில் இறந்தத் திசுவாழ் உயிரியாக (saprophyte) தங்கியிருக்கிறது. நோய் காணப்பட்ட நாற்று அல்லது விதை வெங்காயங்களை நடவிற்குப் பயன்படுத்தும் பொழுது நோய் எளிதாகத் தோன்றுகிறது. வெங்காயம் இளம் வயதில் அதிக அளவில் பாதிக்கப்படுகிறது. பூசணத்தினால் நோய் தொற்றுதல் சாதாரணமாக

விதையிலைப் பருவத்திலேயே உண்டாகிறது. நோயுற்ற இளஞ்செடிகள் 3 - 5 வாரத்திற்குள்ளாக இறந்துவிடுகின்றன.

இந்நோயைக்கட்டுப்படுத்த விதைகளுடன் திராம் கிலோவிற்கு 3 கிராம் வீதம் கலந்து விதைக்க வேண்டும். நீண்ட பயிர்ச்சுழற்சியைக்கடைப்பிடித்தல் இந்நோய் தோன்றுதலை குறைக்க வழிவகுக்கும். நோயில்லாத விதை மற்றும் விதை வெங்காயங்களை சாகுபடி செய்வதற்கு பயன்படுத்த வேண்டும்.

சத்துகள். 100 கிராம் சிறிய வெங்காயத்தில் உள்ள சத்துக்கள் புரதம் 1.8 கிராம், கொழுப்பு 0.1 கிராம், நார்ப்பொருள் 0.6 கிராம், மாவுப் பொருள்கள் 12.6 கிராம், கால்சியம் 40 கிராம், பாஸ்பரஸ் 60.0 கிராம், இரும்பு 1.2 கிராம், தயமின் 0.08 கிராம், ரைபோஃபிளேவின் 0.02 கிராம், நியாசின் 0.5 கிராம், ஆக்சாலிக் அமிலம் 1 கிராம், கரோட்டின் 15 கிராம், சக்தி 59 கிலோ கலோரிகள் உள்ளன.

100 கிராம் பெரிய வெங்காயத்தில் புரதம் 1.2 கிராம், கொழுப்பு 0.1 கிராம், நார்ப்பொருள் 0.6 கிராம், மாவுப்பொருள்கள் 11.1 கிராம், கால்சியம் 46.9 கிராம், பாஸ்பரஸ் 50.0 கிராம், இரும்பு 0.7 கிராம், தயமின் 0.08 கிராம், ரைபோஃபிளேவின் 0.01 கிராம், நியாசின் 0.4 கிராம், வைட்டமின் சி 11.0 கிராம், ஆக்சாலிக் அமிலம் 1 கிராம், ஃபோலிக் அமிலம் 6 கிராம், சக்தி 50 கிலோ கலோரிகள் உள்ளன.

பெரிய வெங்காயத்தில் 100 கிராமில் 0.19 கிராம் நைட்ரஜன் உள்ளது. ஒவ்வொரு கிராம் நைட்ரஜனிலும் ஆர்ஜினைன் 0.17 கிராம், ஹிஸ்டிடின் 0.07 கிராம், லைசின் 0.27 கிராம், ட்ரிப்டோஃபேன் 0.09 கிராம், ஃபீனைல் அலனின் 0.18 கிராம், மீதியோனைன் 0.07 கிராம், தியோனைன் 0.09 கிராம், லியூசின் 0.17 கிராம், ஐசோலியூசின் 0.09 கிராம், வேலைன் 0.14 கிராம் உள்ளன.

பயன்கள். வெங்காயம் காய்கறியாகவும் வாசனைப் பொருளாகவும் பயன்படுகின்றது. வெங்காயத்தை மேல்தோலை உரித்த பின்னர் அப்படியே சாம்பாரில் பயன்படுத்தலாம். அவற்றை துண்டுகளாக்கியும் பயன்படுத்தலாம். இதனைக்

கொண்டு பச்சடிகள் செய்யலாம். இது காய்கறி, கூட்டு, மற்றும் பொரியல்களுடன் சேர்த்தும் உண்ணப்படுகிறது. வெங்காயம், பூண்டு, மிளகாய் சேர்த்து சட்டினி செய்து இட்லி, தோசை முதலியவற்றுடன் சிறிதளவில் சேர்த்து உண்ணப்படுகிறது. வெங்காயத்தை ஊறுகாய் போன்றவை தயாரிப்பதற்கும், வடகம் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுத்துவதுண்டு. வெங்காயத் தாள்களையும், பூக்களையும் இதர காய்கறிகளுடன் சேர்த்து சமைத்து உண்ணலாம்.

வெங்காயத்திற்கு உரிய காரத்தன்மைக்கு அதிலுள்ள அல்லைல் புரோப்பில் டை சல்ஃபைடு என்னும் ஆவியாகும் எண்ணெயே காரணமாகும். இக்காரப் பொருளின் அளவு இரகங்கள், குமிழ்களின் முதிர்ச்சி நிலை, பயிரிடும் பருவத்தில் நிலவும் வெப்பநிலை மற்றும் வெங்காயம் சேமிக்கப்படும் காலம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. இக்காரப் பொருள் சாதாரணமாக 0.05% உள்ளது. குமிழ்களில் மட்டுமில்லாமல் தாளிலும் இப்பொருள் காணப்படுகிறது. வெங்காயக் குமிழ்களில் கண்ணீரை உண்டாக்கும் தயோபுரபியோன் ஆல்டிஹைடு என்னும் வேதிப் பொருளும் உள்ளது. இப்பொருள் வெள்ளைப் பூண்டில் இல்லை. வெங்காயத்திற்கு மிகுந்த மருத்துவப் பண்புகள் உண்டு. இது காம இச்சையை அதிகரிக்கும். ஆஸ்துமாவையும், சளியையும் போக்கும்; சிறுநீரைப் பெருக்கும்; பழைய சோற்றுடன் ஒரு வெங்காயத்தையும் ஒரு துண்டு பச்சை மஞ்சளையும் நசுக்கி சேர்த்து நசுக்கற்றில் வைத்து துணிவைத்து மூன்று நாட்கள் கட்டி வர நசுக்கற்று குணமாகும்.

சின்ன வெள்ளை வெங்காயத்தை பொடியாக நறுக்கிக்கொண்டு ஒருபிடி பாசிப்பருப்புடன் சேர்த்து சாப்பிட்டுவர இரத்தஅழுத்தம் குறையும். இரண்டு சின்ன வெங்காயம், கால் தேக்கரண்டி கடுகு ஆகிய இரண்டையும் நன்கு அரைத்து நெற்றியில் பற்றுப்போட்டு 10 நிமிடங்கள் ஊறவைத்து கழுவி விட தலைவலி, சளி நீங்கும். நல்லெண்ணெயில் சின்ன வெங்காயம் மூன்று, இஞ்சி ஒரு துண்டு, பச்சை மஞ்சள் ஒரு துண்டு, மிளகு மூன்று சிட்டிகை, சீரகம் சேர்த்து நன்கு வாசனை வருமாறு காய்ச்சி இறக்கி குளிரவைத்து பின்பு அதிலுள்ள வெங்காயத்தையும்

இஞ்சியையும் கடித்து சாப்பிட்டு எண்ணெயை தேய்த்துக்குளிக்க உடல் சூடு தணியும். இரண்டு வெங்காயம், ஒரு துண்டு பச்சை மஞ்சள் அரைத் தேக்கரண்டி மஞ்சள் பொடி ஆகியவற்றை நன்கு அரைத்து சிறிதளவு நல்லெண்ணெய் அல்லது ஆமணக்கெண்ணெயில் கலந்து சொறி, சிரங்கு மற்றும் கட்டிகளில் தடவ குணம் உண்டாகும்.

வேப்பங் கொழுந்து ஒரு கைப்பிடியுடன் இரண்டு வெங்காயத்தையும், இரண்டு மிளகையும் சேர்த்து நன்கு அரைத்து காலை உணவுக்கு முன் சாப்பிட குடற்புழுக்கள், வயிற்றை சுருட்டி வலிக்கும் வயிற்று வலி ஆகியவை நீங்கும். தலைப்பொடுகு நீங்க 5 வெங்காயம், மிளகு ஒரு தேக்கரண்டி, கசகசா ஒரு தேக்கரண்டி, பால் 50 மில்லி ஆகிய சாமான்களை அரைத்து தலையில் தேய்த்து 15 நிமிடங்கள் ஊறியபின்பு வெந்நீரில் குளிக்க தலைப்பொடுகு நீங்கும். உடல் சூடு தணியும். கண்களுக்குக் குளிர்ச்சி உண்டாகும். பச்சை வேப்பிலையை உலரவைத்து வெங்காயத் தோலையும் அத்துடன் சேர்த்து வீட்டில் புகை போட கொசுக்கள் ஒழியும்.

இரத்தவிருத்தி உண்டாகவும், இரத்தம் சுத்தி பெறவும் வெங்காயச்சாறு ஒரு தேக்கரண்டியுடன் ஒரு தேக்கரண்டி தேனைக் கலந்து தினசரிக்குடித்து வருதல் வேண்டும். கண்வலிக்கு வெங்காயம் உதவும். வெங்காயச்சாறு ஒரு தேக்கரண்டி, பன்னீர் ஒரு தேக்கரண்டி இவை இரண்டையும் நன்கு கலந்து ஒரு சிறு சுத்தமான வெள்ளை துணியை இதில் நனைத்து கண்களை மூடிக் கொண்டு கண்ணின் மீது இத்துணியை போடவும். ஐந்து நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை இதை எடுத்து மறுபடியும் கலவையில் நனைத்து 5 அல்லது 6 முறை போட்டு எடுக்கவும். இவ்வாறு செய்ய கண் எரிச்சல், கண்வலி நீங்கும்; கண் குளிர்ச்சிப் பெறும்.

குடற்புண்ணுக்கு நான்கு நறுக்கிய சின்ன வெங்காயம், ஒரு தக்காளிப்பழம், இஞ்சி ஒரு துண்டு தேவைப்படுகின்றன. இஞ்சியை கழுவிப்பின் மேல் தோல் போக்கி சிறுசிறு துண்டுகளாக நறுக்கிக் கொள்ளவும். இவற்றைத் தயிருடன் சேர்த்து உணவில் கலந்து தினசரி உண்டு வர உடல் சூடு தணியும். சீரணம் அதிகரிக்கும். குடல்புண் குணமாகும். இடுப்பு வலிக்கு

வெங்காயம் 10, சீரகம் இரண்டு தேக்கரண்டி, கசகசா இரண்டு தேக்கரண்டி, திராட்சை 10, இஞ்சி ஒரு துண்டு, கருப்பட்டி வெல்லம் 100 கிராம், நெய் நான்கு தேக்கரண்டி தேவைப்படுகின்றன. வெங்காயத்துடன் மற்ற மருந்துப் பொருள்களையும் சேர்த்து நன்கு அரைக்கவும். கருப்பட்டியை பாசுபத்தில் காய்ச்சி அரைத்து விழுதைக் கலந்து நெய்யையும் அதில் ஊற்றி கிளறி லேகிய பதத்தில் எடுத்து சேமித்து வைத்துக் கொண்டு தினசரி காலையில் ஓர் அருநெல்லிக்காயளவு உண்டு வர இடுப்பு வலி நீங்கும். மூலநோய்க் குணமாகும்.

தேள்கொட்டிய இடத்தில் சுண்ணாம்பை வைத்து வெங்காயத்தை இரண்டாக அரிந்து வைக்க வலி குறையும். வதக்கிய வெங்காயத்தை விட பச்சை வெங்காயத்திற்கு மருத்துவசக்தி அதிகமுண்டு. வெங்காயம் ஒரு கிருமிநாசினியாகும். இங்கிலாந்தில் மிகப் பயங்கரமான பிளேக் நோய் பரவியிருந்த காலத்தில் வெங்காயம், வெள்ளைப் பூண்டு வைத்திருந்த கடைகள் மட்டுமே இந்நோய்க்கிருமிகள் தொற்றாமல் இருந்தனவாம். புதிய வெங்காயச்சாறு சில பேக்ஷியாவின் இனப்பெருக்கத்தைத் தடுக்கிறது. தினந்தோறும் தோலுரித்த வெங்காயத்தைச் சாப்பிட்டால் காசநோய், மூத்திரத் தாரை எரிச்சல், சொட்டு மூத்திரம் அகலும். பச்சை வெங்காயத்துடன் உப்பு சேர்த்து சாப்பிட்டால் இரத்த வாந்தி, வயிற்று வலி, குன்ம அழற்சி, மலச்சிக்கல் விலகும். இத்துடன் மோர் சேர்த்து குடித்துவர வயிற்றுக் கடுப்பு நீங்கும். தோலுரித்த வெங்காயத்துடன் வெல்லத்தை சேர்த்து உண்ண பித்தம் போகும். முகப்பரு நீங்குவதற்கு அறுத்த வெங்காயத்தை அவ்விடத்தில் தேய்க்கவும். தினந்தோறும் தவறாமல் ஏறக்குறைய 100 கிராம் வெங்காயச்சாற்றை அருந்திவர காக்கை வலிப்பு நீங்கும்.

நெருப்பனலில் வெங்காயத்தை சுட்டோ எண்ணெய் விட்டு வதக்கியோ சாப்பிட்டுவர இருமல், சயக்கட்டு நீங்கும். கொப்புளம், காயம் முதலியவற்றிற்கு வதக்கிய வெங்காயத்தை அரைத்துப்பூசலாம். இதனால் வெப்பம் தணிந்து குணம் தெரியும். வெங்காயச்சாற்றை முகர தலைவலி, மயக்கம்போகும். புகைப்பிடிப்பவர்களுக்கு கபம் கட்டி இருமல், அடிக்கடி சுரம் உண்டாகும். இதற்குத்

தினந்தோறும் நான்கு வேளை 15 மில்லி வீதம் வெங்காயச்சாற்றை பிழிந்து அருந்துதல் வேண்டும். காடியுடன் வெங்காயத்தைச் சேர்த்து சாப்பிட தொண்டை கரகரப்பு நீங்கும். காமாலை, மண்ணீரல் வீக்கம், வயிற்றுமந்தம் நீங்கும்.

மூலநோய்க்கு வதக்கிய வெங்காயத்துடன் சீரகம், பசுவின் நெய், கற்கண்டு கலந்து சாப்பிட வேண்டும். பச்சை வெங்காயத்தை உணவுடன் சேர்த்து உண்டுவர விந்து உற்பத்தியும் காம இச்சையும் அதிகரிக்கும். இரத்தம் சுத்தமாகும். குரல் இனிமை அதிகரிக்கும். கீல்வாதம், மூட்டுவலி ஆகியவற்றிற்கு பாதிக்கப்பட்ட பகுதியின் மீது வெங்காயச்சாற்றுடன் சம அளவு கடுகு எண்ணெயையும் கலந்து தடவ வேண்டும். வெங்காயம், மிளகு, சீரகம் ஆகியவற்றை இடித்து நீர் சேர்த்து பாதியாகச் சுண்டக்காய்ச்சி அருந்திவர வறட்டிநுமல், சளி, சுரம் நீங்கும். வெங்காயத்தை நெய்யில் வதக்கி உண்ண மூலநோய், குருதி சீதபேதி, வயிற்றுபோக்கு, உடல்குடு போகும். நெய்யில் வதக்கப்பட்ட வெங்காயத்தை நசுக்கி வெளிமூலத்திற்கு வைத்துக்கட்டலாம்.

வெங்காயப் பூக்களை உலரவைத்து இடித்து அரைத்தேக்கரண்டி அருந்த தாமதித்த மாதவிடாய் நீங்கும். வெங்காயத்தானை மற்றக் காய்கறிகளுடன் சேர்த்து சமைத்து வாரம் ஒருமுறை சாப்பிட வெப்பத்தால் உண்டான நோய்கள் ஒழியும். வெங்காயப் பூக்களை மட்டும் எடுத்து நன்கு கசக்கி இரு கண்களிலும் ஒரு துளிவிட கண்படலம், புகை போன்று கண்ணுக்கு தெரிதல் போன்ற கண்நோய்கள் விலகும். விதையை உலர்த்திப் பொடித்து சர்க்கரை கலந்து வேளைக்கு 3-4 கிராம் வீதம் 2-3 முறை சாப்பிட குன்மம் போகும். ஆண்மை பெருகும். வெங்காயத்தாள் மூலச்சூடு, உடல் வெப்பத்தைப் போக்கும். வெங்காய விதையை பொடியாக்கி தேனுடன் கலந்தோ பாலுடன் கலந்தோ அருந்திவர தாதுவிருத்தியை பெருக்கிக் கொள்ளலாம்.

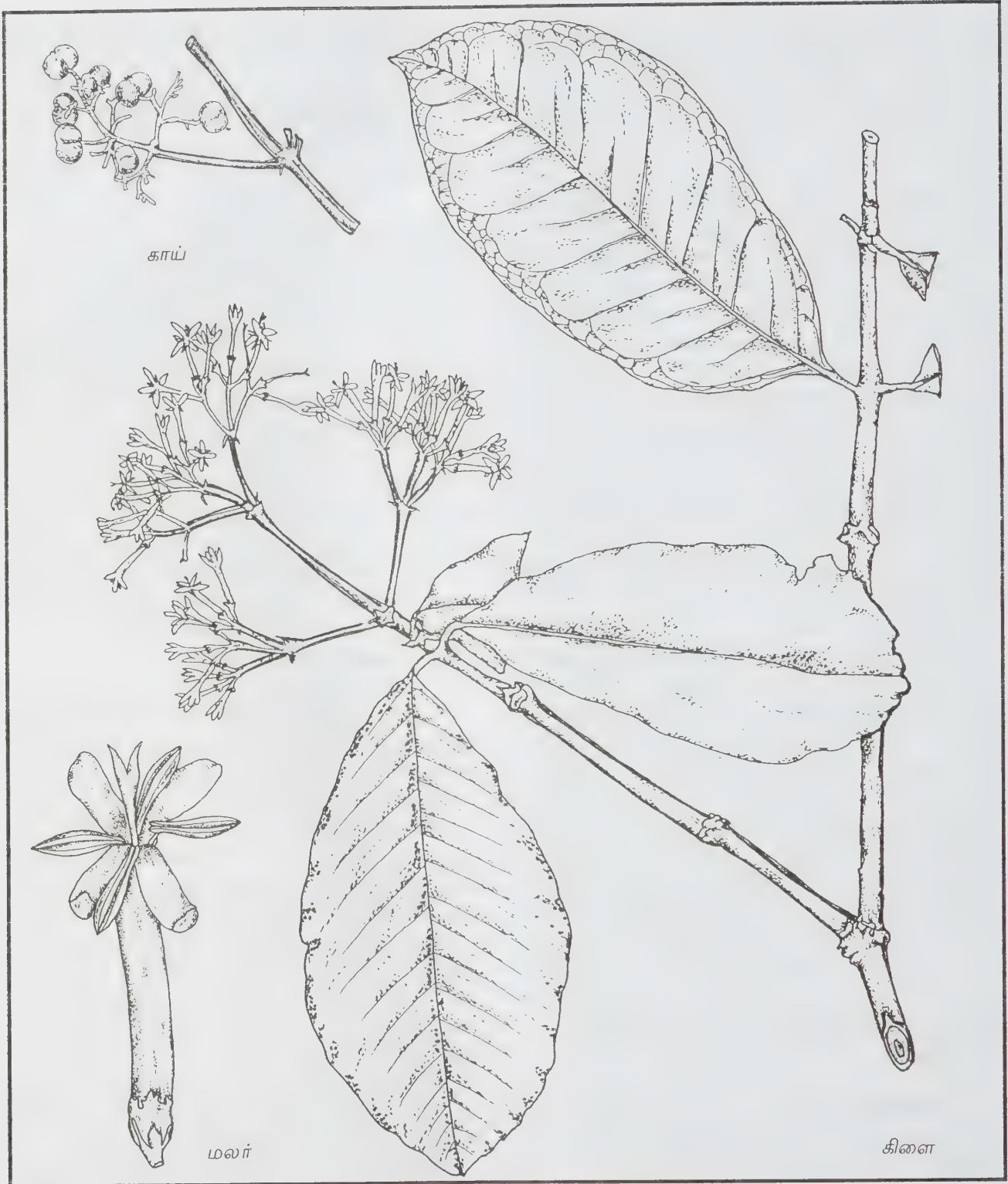
துணைநூல்கள். கோ. அர்ச்சுணன், அ.வெங்கடராவ், து.சி. கந்தசாமி. வெங்காயத்தில்தோன்றும் நோய்களைக் கட்டுப்படுத்துவது எப்படி? ஏர் உழவன். இ. இரா. சுதந்திர பாண்டியன், சி.இரா.முத்துகிருஷ்ணன், வெங்காயம், தமிழ்நாடு

வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம், கோயம்புத்தூர் 1981.

வெட்சி

இதனை கொரன்பூ, குல்லை, சிந்தூரம், தெட்டி, தச்சி, செவ்வெட்சி, செச்சை, சேதாரம், இட்லிப்பூ, கொரல்பூ, டெல்லிபூ என்றும் கூறுவர். இதன் ஆங்கிலப் பெயர் ஃபிளேம் ட்ரி ஆஃப் உட் (flame tree of wood) என்பதாகும். இக்சோரா ஆர்போரியா (xora arborea) என்பது இதன் தாவரப் பெயராகும். இக்சோரா காக்கினியா (coccinea), இ.சிராண்டி ஃபுளோரம் என்பன இதன் இணைத்தாவரப் பெயராகும். ரூபயேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. அழகுதரும் குத்துச் செடியான இதன் பூக்கள் ஒண்சிவப்பு (scarlet) நிறமாக இருக்கும். இது இந்தியாவில் கிழக்குக் கடற்கரையோரத்தில் காணப்படுகிறது. இதன் பூ, வேர் முதலியவை மருந்தாகின்றன. இம்மரத்தின் பூக்களை ஆண்டுதோறும் காணலாம். இதன் தாயகம் தென்னிந்தியா ஆகும். இம்மரத்தை வெப்ப மண்டல நாடுகள் அனைத்திலும் காணலாம்.

செடி. இது 4 மீ. உயரம் வளரும் சிறுமரம். இலைகள் நீள் முட்டை அல்லது நீள் சதுரமானது. 6-9 x 3-4 செ.மீ. அளவில் தோல் போன்றிருக்கும். பக்கக் கிளை நரம்புகள் 6-8 இருக்கும். கம்பருகுப்பகுதி இதயவடிவிலும் நுனி கூராகவும் தடிப்பாகவுமிருக்கும். இலையடிச்செதில்கள் காம்பிடையே அமைந்தவை. மஞ்சரி கோரிம்போஸ் வகை சைம். 8 செ.மீ. குறுக்களவுள்ளவை. மலர்கள் வழக்கமாக நான்கங்குமுடையவை. பூவடிச்செதில்கள் இலைகள் போன்றிருக்கும். தோல் போன்றவை. பூவடிச்சிறு செதில்கள் இரண்டு. புல்லிக்குழல் முட்டை வடிவானது. மடல்கள் நான்கு குறுகியவை. முக்கோணம் போன்றது. அல்லி இதழ்கள் குழலானவை. குழல் 3.5 செ.மீ. நீளமானது. இவை அடர் சிவப்பு நிறமானவை. 1x0.5 அளவானது; மென்மையானது; மடல்கள் நான்கு மொட்டில் முறுக்கியும் மலரில் விரிந்தும் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் நான்கு மகரந்தக் கம்பியின் நீளம் 1 மி.மீ.. இவை அல்லிக்குழலின் வாயினருகே



காய்

மலர்

கிளை

வெட்சி

சொருகப்பட்டிருக்கும். மகரந்தப்பைகள் மென்மையாகவும், அடிப்புறம் இரு பிளவுகளுடனும் 3.5 மி.மீ. அளவிலும் இருக்கும். குற்பை 1.8x1.5 அளவானது. குற்பை இரண்டு அறைகளைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு அறையிலும் ஒவ்வொரு குல்கேடயம் போன்ற தடுப்புச்சுவருடன் ஒட்டியிருக்கும். குலகத்தண்டு நூல்போன்றது. குலகமுடி கதிர்வடிவானது; மென்மையானது. இரண்டு கிளைகளாயிருக்கும். கிளைகள் அரிதாக இணைந்திருக்கும். கனி பைரீன்; விதைகள் கேடயம் போன்றது. புற உறை சவ்வு போன்றது. முளை சூழ்த்தசை கொம்பு போன்றது. கரு வளைவானது; வித்திலைகள் மெல்லியவை. முளைவேர் தடிப்பானதும் நீளமானதும் கீழ்மட்டமானதும் ஆகும்.

பயன்கள். இதன் பூவை அரைத்து வெள்ளாட்டுப்பாலிலோ, மோரிலோ கலக்கித் தர வெள்ளை நோய்த்தீரும். பூவின் குடிநீர் 30-60 மில்லி தினம் 2-3 முறை அருந்த சரம் தணியும். பூக்களை நெய்விட்டு வதக்கி 25 கிராம் எடுத்து சீரகம், சிறுநாகப்பூ வகைக்கு 520 மி.கி. சேர்த்து அரைத்து வெண்ணெய், கற்கண்டு சேர்த்துத் தர சீதக்கழிச்சல் நீர்வேட்கை, இளைப்பு, சூடு தணியும்.

வேர்ப்பட்டையுடன் சிறிது திப்பிலி சேர்த்து அரைத்து 1-3 கிராம் வீதம் தர கழிச்சல் நீங்கும். சரம், வெட்டை ஆகியவற்றையும் நீக்கும். வேர்ப்பட்டையை உலர்த்திப் பொடித்து நீர் விட்டுக்குழப்பி ஒரு மெல்லிய துணியில் தடவி புண்கள், நாட்பட்ட புண்கள் மீதுபோட அவை எளிதில் குணமாகும். இம்மரத்தை அழகிய பூக்களுக்காக விரும்பி வளர்ப்பதுண்டு.

சிலர் இக்கோரா ஆக்குமினேட்டா என்னும் சிறு மரத்தை வெட்சி எனக் கூறுகின்றனர். இதன் இலைகள் நீள்சதுரமானது. பூக்கள் 2.5 - 3.5 செ.மீ. நீளத்தில் சிறு சிறுமயிர்களைப் பெற்று குழாய் வடிவில் சைம் மஞ்சரியில் உண்டாயிருக்கும். காம்பிலை. மலர்கள் அடர்த்தியாய் இருக்கும். மஞ்சரியின் குறுக்களவு 5.0 - 10 செ.மீ. அல்லிஇதழ்கள் மழுங்கியும் குறுகியும் காணப்படும். கனி உருண்டையாய் செங்கறுப்பாயிருக்கும். இதன் வேரை அரைத்து சிரங்குகளுக்குப் பற்று போடலாம். வேர்க்

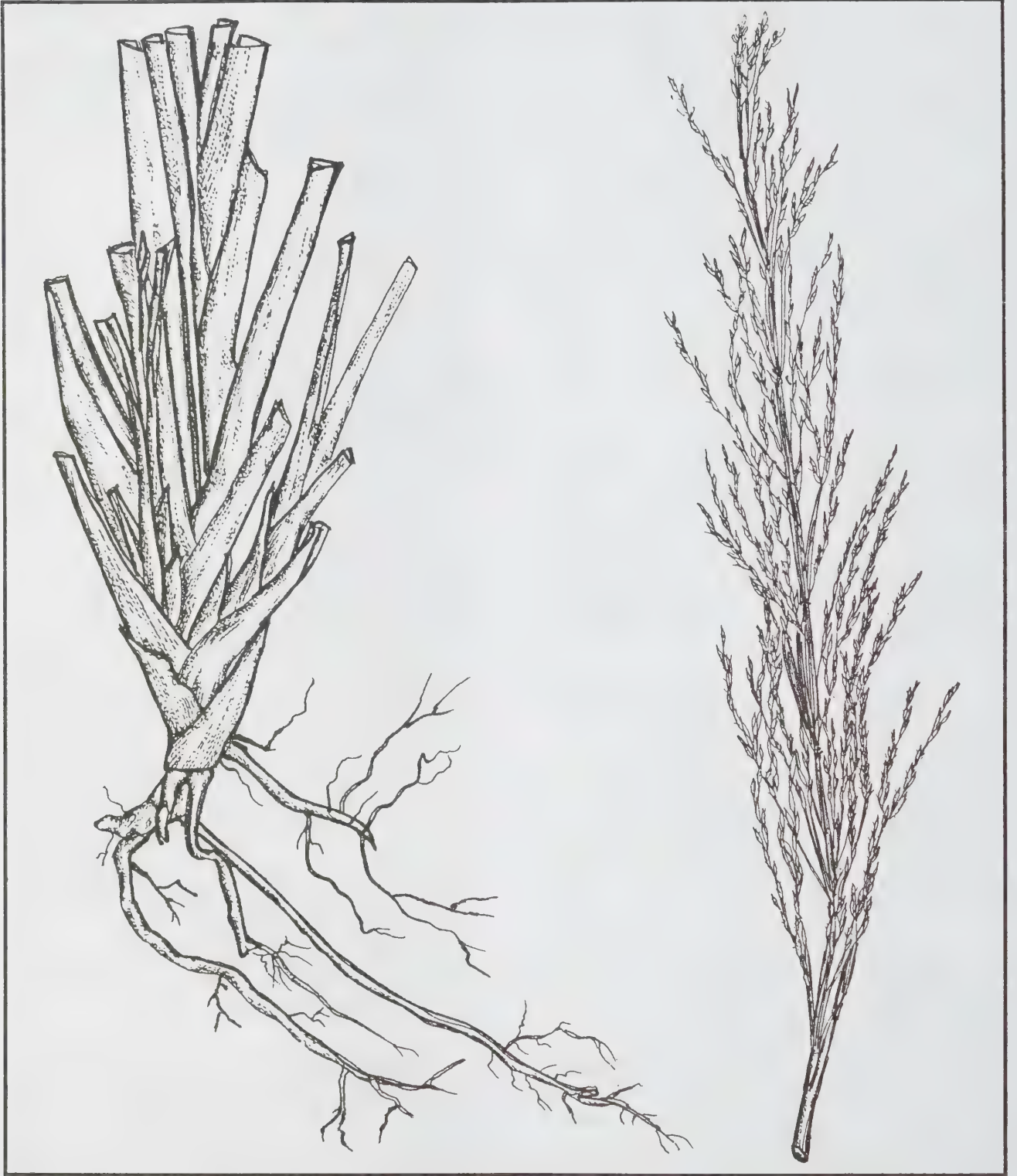
கஷாயத்தை தினம் ஒரிரு வேளை தர கேலக்டோகாக்காக வேலை செய்கிறது.

கோ. அர்சுணன்

வெட்டிவேர்

வெட்டிவேருக்கு அழல்வேர், இலாமிச்சவேர், விலாமிச்சவேர், வீரணம் என்ற தமிழ்ப் பெயர்களும் உண்டு. இதற்கு ஆங்கிலத்தில் குஸ்குஸ் (khus khus or cus cus) என்று பெயர். இதன் தாவரப் பெயர் வெட்டிவேரியாசிசனாய்டெஸ் (Vetiveria zizanoides) என்பதாகும். ஆண்ட்ரோபோகான் மியரிக்கேட்டஸ் (Andropogon muricatus), ஆஸ்கவரோசஸ் (a.squarrosus), பலாரியா சிசனாய்டெஸ் (Phalaris zizanoides) என்பவை இதன் இணைத் தாவரப் பெயர்களாகும். இது போயேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடி. வெட்டி வேர்பல வருடங்கள் வளரும் ஒரு வகை புல் ஆகும். இது கிளைகளுடன் மணமுள்ள வேரை தரவல்லது. இது இந்தியா, பர்மா, இலங்கை, தென்கிழக்கு ஆசிய பகுதிகள் மற்றும் ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் அதிகமாகப் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் உத்திரப்பிரதேசம், பஞ்சாப், ஹரியானா, அஸ்ஸாம் மற்றும் ராஜஸ்தானில் பாரத்பூர் என்னும் பகுதியிலும் ஜம்முவில் ஒரு சில பகுதியிலும் காணப்படுகிறது. ராஜஸ்தானில் பரத்பூரில் அதிகப்பரப்பில் பயிராகிறது. மேற்கு உத்திரப் பிரதேசத்தின் முசாநகர், பிஸ்வான் நவாப்கஞ்ச்பகுதிகளில் இது பயிராகிறது. கேரளாவில் திருச்சூர், பாலக்காடு, கோழிக்கோடு, வயநாடு, திருவனந்தபுரம் ஆகிய மாவட்டங்களில் பயிராகின்றது. தமிழ்நாட்டில் திருநெல்வேலி, மதுரை, கோயம்புத்தூர், தஞ்சாவூர் மாவட்டங்களில் விளைகிறது. வட இந்தியாவில் வளரும் வெட்டிவேர், பூக்கும் வகையைச் சேர்ந்தது. மேலும் இங்கு இது காட்டுச் செடியாக வளருகிறது.

செடி. இது பலபருவச்செடி. 2 மீ. உயரம் வளரக்கூடியது. தடிப்பான மட்ட நிலத்தண்டுகள் கொண்டது. வேர்க்கட்டை கடற்பஞ்சு போன்ற வேர்களைக் கொண்டது. வேர் மணமுடையது. தண்டுகள் ஏறக்குறைய அடிப்பகுதியில் அமுங்கியிருக்கும். வெட்டிவேர்க் குத்து 2 - 8 மீ.



வெட்டி வேர்

பரப்பளவில் கூட காணப்படுகிறது. இலைகள் குறுகலானவை; பின் வளைந்தவை. 20 செ.மீ. நீளத்திலும் 2 - 5 மி.மீ. அகலத்திலும் இருக்கின்றன. இலையுறை 10 செ.மீ. நீளமானது. மஞ்சரி பானிக்கிள், நீள் சதுரமானது. நேரானது பலகதிர் சுற்றுகள் கொண்டது. மஞ்சரிக்காம்பு 3 - பல இணைப்புகளைக் கொண்ட மலர்கள் மென்மையான காம்புடையவை. சிறுகதிர்கள் இரண்டு வரிசையாக யிருக்கும் ஒன்று காம்புடனும் மற்றொன்று காம்பற்றும் இருக்கும். காம்பற்ற சிறு கதிர்கள் சற்றே இடப்பக்கம் அமுங்கியிருக்கும் உமிகள் சமமானவை. கீழுள்ள உமி 4 மி.மீ அளவானது. மேல் உமி மேல்பக்கம் படகு வடிவாயிருக்கும். லெம்மா கண்ணாடி போன்றவை. மகரந்தத்தாள்கள் மூன்று 2 மி.மீ. நீளமானது. சூலகத்தண்டு இரண்டு காணப்படும். தானியம் நீள்சதுரமாகவும் முனையில் சற்று சாய்வாகவும் இருக்கும்.

சாகுபடி முறை. தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் வெட்டிவேர் மானாவாரிப் பயிராக சாகுபடியாகிறது. இங்கு ஆண்டிற்கு 100-200 செ.மீ. மழைப் பெய்யவுள்ள இடங்களில் பயிராகிறது. வெட்டிவேர் எல்லாவகை மண்ணிலும் வளர்ந்தபோதிலும் வடிகால் வசதியுள்ள மண்டல் கலந்த களிச்சேற்று வண்டல் நிலம் மிகுந்த வளர்ச்சிக்கு ஏற்றது. மிதமான குளிருள்ள பகுதியில் வளரும் இயல்புடையது. வடஇந்தியாவில் பரத்பூர் பகுதியில் வளமான நீர் தேங்கும் நிலங்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. வெட்டிவேர் பயிரிடும் நிலத்தை நன்கு உழுது ஏக்கருக்கு 5-10 டன் தொழு உரமிட்டு பார்கள் அமைத்து தேவைக்கேற்றவாறு பிரித்துக் கொள்ளவும். வெட்டிவேரை விதைகள் மூலம் இனவிருத்தி செய்யலாம். இருந்தபோதிலும் தூர்களிலிருந்து சிம்புகளை வேருடன் தனித்தெடுத்து நட்டு இனவிருத்தி செய்வதுதான் சிறந்த முறையாகும். மழைக்காலம் தொடங்கியதும் 45 செ.மீ. இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்டுள்ள பார்களின் இரு பக்கங்களிலும் இவற்றை நடுதல் வேண்டும். செடிகளுக்கு இடையே 30 செ.மீ. இடைவெளிவிட்டு நடவேண்டும். இறைவைப் பயிராகச் சாகுபடி செய்யும் பொழுது நடவுடன் நீர்ப்பாய்ச்சப்படுகிறது. மேலும் இறைவையாக வசந்த பருவத்தில் மண் வெட்டியால் குழி வெட்டி குழியில் 2-3 தூர்கள் நடப்படுகின்றன. நடவுடனும் பின்பு வேர்கள்

பிழைத்து செடி நிலையாக இருக்கும் வரை 3-5 நாட்களுக்கு ஒரு முறை நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். மழைபெய்யும் காலங்களில் நீர்ப்பாய்ச்சுவதை தவிர்க்க வேண்டும். நடவு ஒரு மாதத்திற்கு பின்பு சாம்பல், கடலைப் பிண்ணாக்கு அல்லது அம்மோனியம் சல்ஃபேட் உரத்தை இட்டு செடியின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்க வேண்டும். சில இடங்களில் நட்டும் பொழுதும் பின்பு 6 மாதத்திலும் இரு சமபங்காக ஹெக்டருக்கு சூப்பர் பாஸ்ஃபேட் 150 கிலோவும், முர்யேட் ஆஃப் பொட்டாஷ் 40 கிலோவும் இடப்படுகின்றன. களைகள் இருப்பின் அவற்றை களைதல் விளைச்சலை அதிகரிக்க உதவும்.

வெட்டிவேர் 12 - 18 மாதப் பயிராகும். வேர்கள் முற்றியதும் செடிகள் அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. அறுவடையை வறட்சியான மாதங்களில் இலையுதிர்ப் பருவத்திற்கு முன்பே செய்திட வேண்டும். அறுவடையில் முதலில் செடிகள் தரை மட்டத்திலிருந்து 15 - 20 செ.மீ. உயரத்தில் அறுக்கப்படுகின்றன. பின்பு வெட்டிவேர் குத்துவேருடன் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது. பின்பு 1 மீ. ஆழம் வரை தோண்டி மீதமுள்ள வேர்கள் சிறு வேர்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. வேர்களிலிருந்து மண் நீக்கப்பட்டு சுத்தம் செய்யப்படுகிறது. வேர்கள் இளம் பழுப்பு முதல் மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். வேரில் அடர் பழுப்பு நிறக் குழுகுழப்பான வாசனை எண்ணெய் அடங்கியுள்ளது. ஒரு ஹெக்டரிலிருந்து அறுவடை செய்த புதிய வேர்கள் 3 - 5 டன்களிலிருந்து 20 கிலோ எண்ணெய் எடுக்கலாம்.

பயன்கள். வெட்டிவேர் எண்ணெயில் 29 வகைக் கூட்டுப் பொருட்கள் அடங்கியுள்ளன. ஒரு கிலோ வெட்டிவேர் எண்ணெய் ரூ.800 - 900 என விற்கப்படுகிறது. வெட்டிவேர்ச் செடியில் நூறு கிராம் வேரில் 0.2 - 0.3 கிராம் அளவில் மணமான எண்ணெய் உள்ளது. செம்மண் நிலத்தில் விளைந்த வேரில் 0.76 - 0.94% எண்ணெய் உள்ளது. இம்மண்ணில் மணலின் பங்கு குறைவாயிருந்தால் 0.76 - 1.02. அளவில் எண்ணெய் இருக்கும். நடவு 15-18 மாதங்களில் அறுவடை செய்தால் 0.87% எண்ணெய் இருக்கும். அதாவது முதிர்ந்த வேர்களில் எண்ணெய் மிகுந்திருக்கும். வேர்கள் இளமஞ்சள் நிறமாகவோ மஞ்சள் நிறமாகவோ மஞ்சள் கலந்த சிவப்பு

நிறமாகவோ இருக்கும். கிட்டத்தட்ட வெள்ளை நிறமாக இருக்கும் வேரில் குறைந்த அளவு எண்ணெய்தான் இருக்கும். நல்ல தரமுள்ள வேர் கீழ்க்கண்ட குணங்களை கொண்டிருக்க வேண்டும்.

1. மேல் தோலை உரித்தால் நன்றாகக் கடினமானதாக இருக்க வேண்டும்.
2. வேர்களை வளைத்தால் ஒடியக் கூடாது.
3. வேர்கள் நீளமாகவும், தடிப்பாகவும், சதைப்பற்றுள்ளதாகவும் இருக்க வேண்டும்.
4. வேரை சுவைத்தால் சற்று கசப்பாக இருத்தல் வேண்டும். அதிக கசப்புள்ள வேரில் அதிக எண்ணெய் சத்து உள்ளது.

வெட்டிவேரைப் பயன்படுத்தி பாய், தட்டி, கூடைகள் செய்து பயன்படுத்தலாம். தமிழ்நாட்டில் கோடைக் காலங்களில் வெட்டிவேரில் விசிறி செய்து பயன்படுத்துவது வழக்கம். இந்த வேர்களை துணிகளின் இடையில் வைத்திருப்பதால் நல்ல மணத்தை அளிக்கும்; பூச்சிகளை அண்டவிடாமலும் செய்கிறது.

வெட்டிவேரிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய்க்கு நல்ல விலை உள்ளது. இதிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய் மற்றைய வாசனைத் திரவியங்கள் தயாரிப்பதற்கும், சோப்பு தயாரிப்பதற்கும் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் சற்று குழகுழப்பாக இருப்பதனால், நன்றாகக் கலந்து நீண்ட நாட்களுக்கு நல்ல மணம் அளிக்க வல்லதாக உள்ளது. இதை வெட்டிவேர் எண்ணெய் சந்தனத் தைலத்துடன் பர்சோலி எண்ணெயுடன் ஒருவித மணம் வீசுவதால் எலி, பெருச்சாலி போன்றவற்றால் செடி நட்டுள்ள பகுதியிலுள்ள மண்ணில் வளைகள் ஏற்படுவதில்லை. செடிகளுக்கும் எந்தவித பாதிப்பும் உண்டாவதில்லை. செடி நட்டதிலிருந்து 2 அல்லது 3 பருவங்களில் அடர்த்தியான அரண் போன்ற வளர்ச்சிக்கிட்டும். அடைமழை பெய்தால் அணைகூட உடைத்து கொள்ளும். இவ்வரணில் எவ்வித பாதிப்பும் உண்டாவதில்லை. அரண் நன்கு அமைவதற்கு செடி பிழைக்காத இடங்களில் வீரியமான செடிகளை ஊன்றி வளர்க்க வேண்டும். இவ்வாறான செயலை முதலிரண்டு பருவங்களில் செய்தல் அவசியம். பின்பு

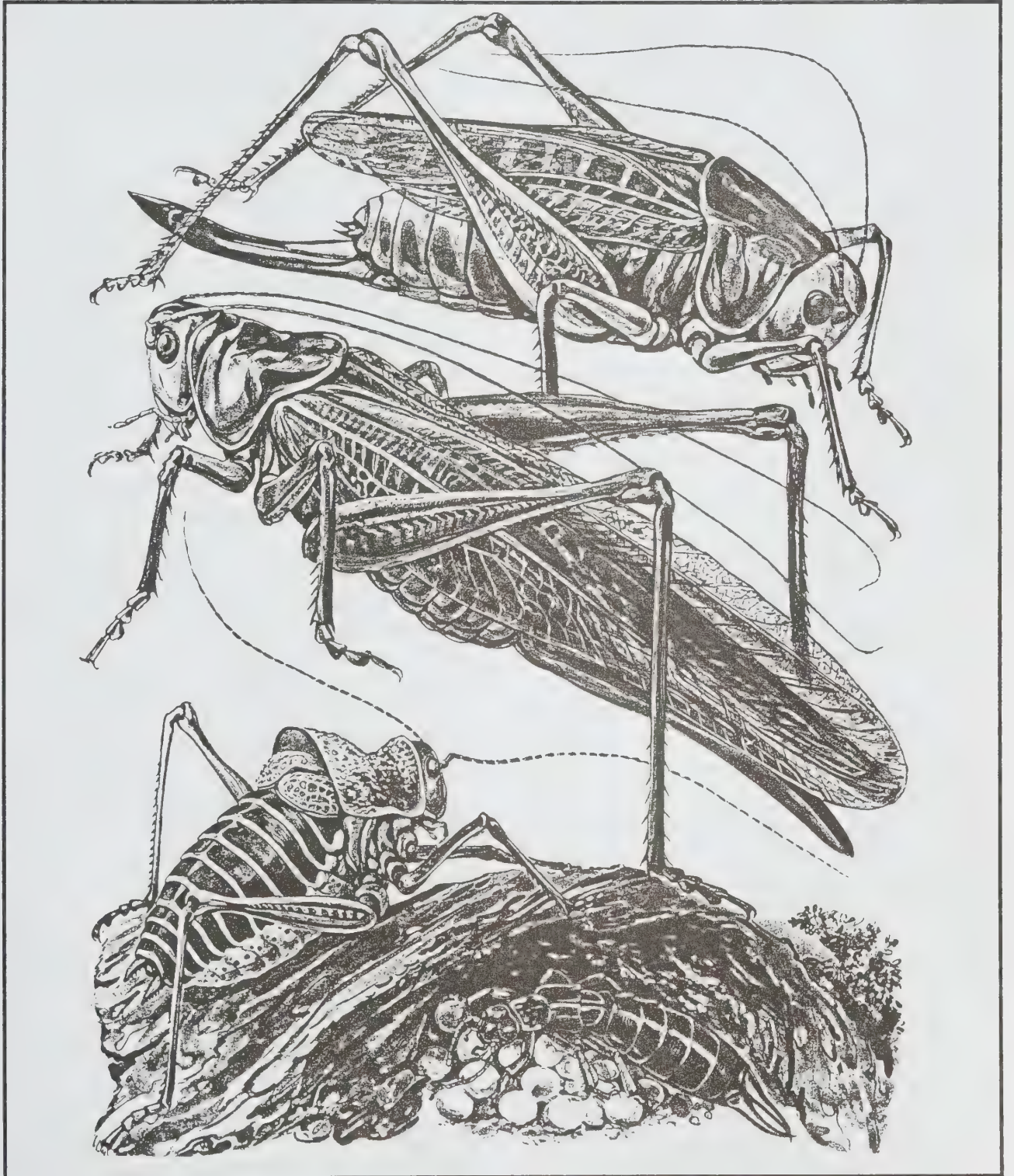
எந்தவித கண்காணிப்பும் இல்லாமல் வளரும். வறட்சியை தாங்கி வளரும் வெட்டிவேரில் கடுமையான பூச்சி, நோய்கள் எதுவும் இல்லை.

மருத்துவக் குணங்கள். வேருக்குக் குளிர்ச்சியை தரும் தன்மை உண்டு. இதனால்தான் வேரைதட்டி விசிறி செய்து கோடைக்காலத்தில் அவற்றைப் பயன்படுத்தி வருவதுண்டு. வியர்வை, தாகம் ஆகியவற்றைப் போக்கும். இரத்த நோய்களுக்கு உதவும். தலை வலியைப் போக்கி உற்சாகத்தைத் தரும். காய்ச்சலுக்கு நல்ல வேரைநன்கு மைபோல் அரைத்து உடல்மீது பூசி தடவ சுரம் இறங்கும். உடல் எரிச்சலைப் போக்கும். வேர்வை, தூர்நாற்றத்தைப் போக்கும். சுத்தம் செய்த வெட்டிவேர், பெருஞ்சீரகம் ஆகியவற்றை சமஅளவு எடுத்து பொடித்து காய்ச்சி குளிரவைத்து நீருடன் கலந்து பருக உடல் சூடு, நீர்ச்சுருக்கு, உடல் எரிச்சல், வயிற்றுக் கடுப்பு நீங்கும். சுத்தம் செய்த வெட்டிவேர், திருநீற்றுப் பச்சிலையின் விதை (சப்ஜா விதை) ஆகியவற்றை மண்பாண்டத்தில் காய்ச்சி குளிரவைத்துள்ள நீரில் போட்டு சில மணி நேரத்திற்கு பின்பு அருந்தவும். இதனை அருந்த நீர்ச்சுருக்கு, உடல் எரிச்சல், தாதுநட்டம், வெப்பத்தினால் உண்டாகும் இரத்தக்கட்டி, தாகம் முதலியன தணியும்.

கோ. அர்சுணன்

வெட்டுக்கிளி

உயிரினங்களுக்குள் பெரும்பான்மைத் தொகுப்பாகவும், பயிர்த் தொழிலுக்குப் பெரும் பாதிப்பளிப்பவைகளாகவும் கருதப்படும் பூச்சிகள் (insects) என்னும் பிரிவினுள் அடங்கும் வெட்டுக்கிளிகள் 4,00,000 மனிதர்களுக்குத் தேவையான தானியங்களை விளைவிக்கும் பயிர்களை ஒரேநாளில் அழித்துவிடும் இயல்பு கொண்டவைகளாகும். உடலை ஒட்டியபடி நீண்டு படிந்துள்ள இறக்கைகளைக் கொண்டவை எனப் பொருள்தரும் ஆர்த்தாப்ட்டிரா (orthoptera) என்னும் பூச்சிகள் வரிசையில் அகரிடி (acrididae) என்னும் குடும்பத்தில் இவை தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. கணுக்களாகப் பிரிவுபட்டு,



வெட்டுக்கிளி

பக்கத்திற்கு மூன்று வீதம் அமைந்துள்ள இவற்றின் கால்களுள், உடலின் பின்பாகத்தில் மூன்றாவதாக அமைந்தவை இரண்டும் மற்றவைகளைவிட நீண்டும். வலிமையாகவும் அமையப்பெற்றுள்ளதால் அவற்றின் மூலம் தரையிலிருந்து எம்பி, அதிகத் தூரத்தைத் தாண்டிச் செல்ல வெட்டுக்கிளிகளால் இயலுகிறது. குறுகிய சிறகு மூடிகளுக்குள் விசிறிபோல் மடித்துவைக்கப் பட்டுள்ள அகன்ற இறகுகளின் துணையால் ஒரு வாரத்தில் 1000 கி.மீ. வேகத்தில் நீண்டதூர வலசையையும் இவை மேற்கொள்ளுகின்றன. இறக்கையில் உள்ள நரம்பில் கால் எலும்பால் உரசும்போது தோன்றும் அதிர்வுகள் பெரும் இரைச்சலாக வெளிப்படுகின்றன. வயிற்றின் இருபுறங்களிலும் வெளிப்பிதுங்கி அமைந்துள்ள கடினமான செவிப்பறைகள் (tympanic membrane) வெட்டுக்கிளிகளின் சிறப்பான செவிப் புலனுக்கு இன்றியமையாதவை. தத்துக்கிளிகளைப் (grass hopper) போன்றே தோற்றம் கொண்ட வெட்டுக்கிளிகளின் தலையில் அமைந்துள்ள உணர் கொம்புகள் (antenna) தத்துக்கிளிகளுடையதைவிட குட்டையானவை. கடினமான எப்பொருளையும் கடித்து எளிதில் சிதைக்கத்தக்க வலிமையோடு அமைந்த மிகப்பெரிய தாடைகள் வெட்டுக்கிளிகளின் பெரும்பசியைத் தணித்துக் கொள்ள துணைபுரிகின்றன.

உலகம் முழுதும் காணப்படும் வெட்டுக்கிளிகள் பத்து இனங்களைச் சார்ந்தவை. அவற்றுள் ஆஸ்திரேலிய நாட்டு வெட்டுக் கிளி, மத்தியதரைக் கடற்கரைப் பகுதி, மத்திய ஆசிய பகுதிகளில் காணப்படும் மொராக்கோ வெட்டுக்கிளி தென் ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படும் பழுப்பு வெட்டுக்கிளி ஆகிய இனங்கள் உருவத்தில் சிறியவை. இவற்றால் நேரும் சேதம் குறைவாகக் காணப்படுவதோடு, புதிய பகுதிகளை நோக்கி ஏறத்தாழ 150 கி.மீ. தூரம் மட்டுமே இவை பறந்து செல்லக்கூடும். இவற்றிலிருந்து மாறுபட்டு, பெருஞ்சேதம் விளைவிக்கத் தக்கவற்றுள் ஒன்றான லோகஸ்ட்டா மைக்ரட்டோரியா (locusta migratoria) எனப்படும் இனம் கருங்கடல் மற்றும் கிழக்கு ஐரோப்பியப் பகுதிகளிலிருந்தும் புறப்பட்டு தூரப் பகுதிகளைச் சென்றடைகின்றன. கப்பலில் ஏற்றிச் செல்லப்படும் காய்கறிகள் உட்பட்ட பொருள்களோடு தூரப்பகுதிகளையும் இவை சென்றடைவதுண்டு. இது

தவிர, பாலைவனத்தில் வாழும் சிஸ்டோ செரா க்ரிகாரியா (Scistocera gregaria) என்னும் மற்றோர் இனமே வடக்கு ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து மத்திய கிழக்கு நாடுகள், பாகிஸ்தான், இந்தியா ஆகிய நாடுகளை நோக்கிப் பெருங்கூட்டமாகப் பயணம் செய்கின்றன.

கட்டை விரலைவிடச் சற்று பெரியதான பாலைவன வெட்டுக்கிளிகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரே நாளில் அதன் உடல் எடைக்குச் சமமான 2 அல்லது 3 கிராம் அளவுள்ள தாவரங்களை இரையாக்கிக் கொள்கின்றன. இவ்வாறே பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் 2.5 சதுர கி.மீ. பரப்பை அடைத்தபடி பறந்து சென்ற 100 மில்லியன் எண்ணிக்கையிலான வெட்டுக்கிளிகள் ஒன்றுகூடி ஒரே நாளில் 300 டன் எடையுள்ள உணவுப் பொருள்களை அழித்துள்ளன. வெட்டுக்கிளிகள் ஒரே நாளில் 15 - 320 கி.மீ. தூரம் பறக்கும். அவை, 17 - 18 மணி நேரம் வரையும் தொடர்ச்சியாகப் பறந்து செல்லக்கூடும் என்பதைச் செயற்கைச் சூழலில் மேற்கொண்ட பல ஆய்வுகள் அறிவிக்கின்றன. பாதகமான சூழலிலிருந்து தப்பித்துக்கொள்ளும் முயற்சியின்போது தரையை ஒட்டிப் பறந்து செல்லும். வெட்டுக்கிளிகள் அதிக தூரமோ, அதிக நேரமோ பறந்து செல்வதில்லை. மாறாக, தரையிலிருந்து 10,000 - 20,000 அடி உயரத்தில் பறந்து செல்லும்போது, சாதகமான காற்றும் வீசிக்கொண்டிருக்குமாயின், அடிக்கடி மழை பெய்யத்தக்கதாகக் குறைந்த காற்றழுத்த மண்டலம் தோன்றியுள்ள தூரப்பகுதிகளை நோக்கி மணிக்கு 15கி.மீ. வேகத்தில் பயணம் செய்யத் தொடங்கி விடுகின்றன. இவ்வாறே, பெர்சிய வளைகுடாப்பகுதி, மொராக்கோவின் வடக்கிலிருந்த சகாராவின் தென்பகுதி வரையான இடங்கள் ஆகியவற்றை நோக்கிச் செல்லும் வெட்டுக்கிளிகளுக்கு அங்குள்ள ஈரப்பசைமிருந்த காற்று இனப்பெருக்கத்திற்கான உந்துதலை அளிக்கிறது. மேலும், முட்டையிலிருந்து வெளிப்படும் இளம் பருவ வெட்டுக்கிளிகளின் பெரும்பசியை ஈடுகட்டப் போதுமான தாவர வளர்ச்சியும் அங்கே மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

வெட்டுக்கிளிகளின் வாழ்நாள் 7 அல்லது 8 மாதங்கள் வரையேயாகும். ஆனாலும் கூட இனப்பெருக்க முதிர்ச்சியடைந்த மஞ்சள் நிற வெட்டுக்கிளி ஒவ்வொன்றின் மூலமும் 100

எண்ணிக்கைக்கும் அதிகமான இளம்பருவப் பூச்சிகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. மிக வறண்ட பருவகாலத்தை அடுத்து பாலைவனப் பகுதிகளின் அருகாமைச் சமவெளிகளில் மழை விழுந்துவிடுமாயின், சூலுற்ற வெட்டுக்கிளிகள் ஈரப்பதமான மண்ணையோ, மக்கிப்போன மரத்தையோ குடைந்து குழிதோண்டப் பயன்படுத்தும். நீண்ட வயிற்றின் முனைப்பகுதியையே இரண்டு அல்லது மூன்று முறைகள் குழிக்குள் நுழைத்து ஒவ்வொரு முறையும் புதைத்துவைக்கும் உறைக் கிண்ணிகள் (pod) ஒவ்வொன்றிலும் அரிசிவடிவத்தில் அமைந்த 60 முதல் 80 முட்டைகள் இடும். சளிபோன்ற சுரப்பும் மண்ணும் கலந்து அமையப் பெற்ற உறைக் கிண்ணிகள் மட்டுமீறிய ஈரத்தாலோ, வறட்சியாலோ முட்டைகள் பாதிப்படையாமல் பாதுகாக்கின்றன. வெட்டுக்கிளிகள் மிகுந்த பகுதிகளில் ஒரு சதுர அடி பரப்புக்குள்ளேயே 40 உறைக் கிண்ணிகள் காணப்படும். சூரிய வெப்பத்தால் கருவளர்ச்சியடைந்து இரண்டு வாரங்களுக்குப்பின் இத்தகைய பகுதிகளிலிருந்து மட்டுமே ஒரு சதுர அடிப்பரப்பிலிருந்து 3200 எண்ணிக்கையிலான தத்தும் வெட்டுக்கிளிகள் வெளிவருவதுண்டு. ஒரே நேரத்தில் வெளிப்படும் தத்தும் வெட்டுக்கிளிகள் 30 - 45 நாட்களில், வளர்ச்சிக்குரிய இயல்பாகப் பலமுறை உடலின் மேற்கோலை உரித்துக் கொண்ட பின் கூட்டுப் புழுநிலையை மேற்கொள்ளாமல் நேரடியாகவே வெட்டுக் கிளியாக முதிர்ச்சியடைந்து விடுகின்றன. நம் நாட்டிலும், சூடானிலும் வெட்டுக் கிளிகள் வேளிர்காலத்திலும், பருவமழைக் காலத்திலும் மட்டுமே இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. 1949 ஆம் ஆண்டில் நிகழ்ந்தது போன்று பருவமழை தொடர்ந்து பெய்து கொண்டிருக்கும் சாதகமான சுற்றுப்புறச் சூழலில் செம்டம்பர் முதல் நவம்பர் வரையான இடைவெளியில் இரண்டு தலைமுறைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

நம் நாட்டில் ராஜஸ்தான், குஜராத், ஹரியானா ஆகிய மாநிலங்களில் வெட்டுக்கிளிகள் பரவுதலைக் கண்காணித்து பிறப் பகுதிகளை எச்சரிக்கும் அமைப்பு செயல்பட்டு வருகிறது. இருந்தபோதிலும், சகாராவின் மேற்குப் பகுதியிலிருந்து நம் நாட்டுப் பாலைவனப் பகுதி வரையான சற்றேறத்தாழ 125 மில்லியன் சதுர மைல் பரப்புக்குள் வெட்டுக்கிளிகள்

புறப்படவிருக்கும் பகுதியைக் குறிப்பாகக் கண்டுகொள்ளுதல் எளிதன்று. ஏனெனில், உலக நாடுகளில் குறைந்த காற்றழுத்த மண்டலம் தோன்றும் பகுதிகளைக் கண்காணித்து வருவதோடு செயற்கை கோள்களில் (satellites) அகச்சிவப்புக் கதிர்களைப் (infrared rays) பயன்படுத்தி உலகப் பரப்பில் புதிதாகத் தாவர வளர்ச்சி தோன்றியுள்ள பகுதிகளைக் கண்டறிந்து அவ்விடங்களில் வெட்டுக்கிளிகளை அழிக்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளுதல் பலனளிக்கும்.

உண் உண்ணும் விலங்குகளும், வெட்டுக் கிளிகளின் எண்ணிக்கைப் பெருக்கத்தைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இளவுயிரி (larva) பருவத்தை ஒட்டுண்ணி (parasite) யாகக் கழிக்கும் இயல்புள்ள சில பூச்சி இனங்கள் வெட்டுக்கிளிகளின் முட்டைகளை அழிக்கின்றன. எறும்புகள் பெரும் எண்ணிக்கையான தத்தும் வெட்டுக்கிளிகளை இரையாக்கிக் கொள்கின்றன. இவை தவிர தென்னிந்தியாவில் அரிதாகக் காணப்படும் வெள்ளைலகுடு (lagger falcon) கேரள மாநில மலைப் பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்துவிட்டு இலங்கைக்கு வலசை செல்லும் இயல்புள்ள சிறிய கருங்கொண்டை வல்லூறு ஆகிய பறவைகளும் வெட்டுக்கிளிகளை ஓரளவுக்கு இரையாக்கிக் கொள்வதுண்டு. இவை தவிர கிழக்கு ஐரோப்பா, மத்திய ஆசியா ஆகிய பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்துவிட்டு நம் நாட்டிற்கு வலசை வந்து செப்டம்பர் முதல் ஏப்ரல் மாதம் வரை சுற்றித்திரியும் சூறைக்குருவிகள் வெட்டுக்கிளிகள் இனப்பெருக்கம் செய்யும் பகுதிகளிலேயே பரவிக் காணப்படுகின்றன. ஏனெனில் முட்டையிலிருந்து வெளிப்பட்டுள்ள தத்தும் வெட்டுக்கிளிகளே அவற்றின் முதன்மையான இரையாகும். வெட்டுக்கிளிகள் பெருங்கூட்டமாகக் காணப்படும் பருவத்தில் (gregareous phase) நரி, குள்ளநரி, கழுதைப்பூலி ஆகிய விலங்குகளுக்கும் இரையாவதுண்டு. மேலும், புரதச்சத்து மிகுந்த முட்டைத் தொகுப்பை மண்ணுக்குள் புதைக்கும் முன்பருத்த வயிற்றோடு காணப்படும் பெண் வெட்டுக்கிளிகளை உலகின் சில பகுதிகளிலுள்ள மனிதர்களும் விரும்பி உண்கின்றனர். இது போன்ற முறைகளினால் வெட்டுக்கிளிகள் முழுமையாக

அழிந்து விடுவதில்லை. எனவே அவை பறந்து செல்லும் திசையில் பூச்சி மருந்து கலக்கப்பட்ட தவிடு அல்லது உமியைப் பரப்பி வைத்துவிடுவதால் பெருமளவில் வெட்டுக்கிளிகள் கொல்லப்படுகின்றன. மேகக் கூட்டம்போல் பறந்து செல்லும் வெட்டுக்கிளிகளை நேரடியாகத் தாக்கிக் கொல்லத்தக்கதாக விமானத்தின் மூலம் மருந்து தெளிக்கும் முறை சோமாலியாவில் மேற்கொள்ளப்பட்ட 40 நிமிடங்களுக்குள் 400 டன் எடைக்குட்பட்ட வெட்டுக்கிளிகள் செத்துவிழுந்தன. பெரும் பொருட் செலவை உண்டாக்கும் இம்முறையும் உலக நாடுகள் அனைத்தின் ஒத்துழைப்போடு மட்டுமே நடை முறைப்படுத்த இயலும். அதே சமயத்தில், வெட்டுக் கிளிகளை இரையாக்கிக்கொள்ளும் ஊன் உண்ணும் பறவைகளும், விலங்குகளும் நேரடியாகவோ மறைமுகமாகவோ நச்சுட்டப்படுவதன் மூலம் இயற்கையின் சமனப்படுத்தும் இயல்பில் (balance of nature) நேரவிருக்கும் பெரும் பாதிப்புக்களையும் கருத்திற்கொள்ளுதல் இன்றியமையாதது.

வெடல் கடல்

வெடல் கடல் என்பது தெற்கு அட்லாண்டிக் கடலிலிருந்து தெற்காக 73 பாகை விரிவகலத்திலும் (latitude 73°s) மேற்காக 45 பாகை நிரைகோட்டிலும் (longitude 45°w) நீண்டுள்ள ஒரு கடற்கூம்பு (arm of the sea) ஆகும். அது அண்டார்ட்டிக் கரையோரத்தில் கரையோரப் பரப்புக்கும் பால்மர் தீபகற்பத்திற்கும் இடையே அமைந்துள்ள பெரிய கரையோர உள்வளைவு (indentation) ஆகிறது. இக்கடலுக்கு இதனைக் கண்டுபிடித்தவரான ஜேம்ஸ் வெடல் என்பவரின் நினைவாக வெடல் கடல் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

வெடல்கடலின் கண்டுபிடிப்பு (weddel sea).

ஸ்காட்லாந்து நாட்டிலிருந்து லண்டனில் குடியேறி ஒரு பஞ்சனை தயாரிப்பாளரின் மகனாகிய ஜேம்ஸ் வெடல் என்பவர் தமது இளம் வயதிலேயே கப்பற்பணியில்

சேர்ந்தார். அப்பணியின் நிமித்தமாக அவர் ஓர் ஆங்கிலேயே வர்த்தகக் கப்பலில் 1805 ஆம் ஆண்டு புறப்பட்டு மேற்கிந்திய தீவுகளுக்குச் (west indies) சென்றார். அவர் கைது செய்யப்பட்டார். எனினும் தமது கடற்பயணத்திறமையினால் அவர் நாளடைவில் கப்பலின் நடுவராக உயர் பதவி அடைந்தார். 1810 இல் அவர் கப்பலின் தீயணைப்புப் பகுதிக்குத் தலைவரானார். அதனையடுத்த இரண்டாண்டுகளில் அவர் கப்பல் தலைவர் என்னும் உச்ச நிலைப் பதவியை அடைந்தார்.

ஜேம்ஸ் வெடல் 1819 - 1823 வரை அண்டார்ட்டிக் கடலில் சீல் வேட்டைக்குத் தலைமைப் பொறுப்பேற்றார். இதனால் அப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தெற்கு ஷெட்லாந்து கப்பற்படையெடுப்பு செய்து வந்தார். பின்னர், நெப்போலியனின் போருக்குப் பிறகு, கப்பற்படையின் எண்ணிக்கைக் குறைவுற்றதால் அவரது கப்பற்படைப் பணிக்குத் தடையேற்பட்டது. ஆகவே 1829 இல் அவர் கடல் வாணிகக் கப்பல்களில் பணிமேற்கொண்டார். அதனால் அவர் 160 டன் எடையுடைய பிரிக்ஜேன் என்னும் கப்பலின் தலைமைப் பொறுப்பேற்று அண்டார்ட்டிக் கடலில் கப்பற்பயணம் செய்தார். 1823 ஆம் ஆண்டு தெற்கு அட்லாண்டிக் கடலிலிருந்து தென்மேற்காக ஒரு நீண்ட கடற்கூம்பு போன்ற கடற்பகுதியை கண்டுபிடித்தார். பின்னர் அதனது எல்லைகளை ஆராய்ந்தறிந்தார்.

வெடல் கடலின் பகுதிகளும் பண்புகளும்.

இதன் வடக்குப் பகுதியில் அடித்தளத்தில் தென் அமெரிக்காவின் ஸ்கோஷியா முகடு (scotia ridge) என்னும் வளையம் போன்ற (loop like) மேட்டினால் அடைக்கப்பட்டு ஓரளவுக்கு மூழ்கியுள்ளது. அதுவே பால்மர் தீபகற்பமாக அண்டார்ட்டிக் கடலின் மேற்பரப்பில் வெளியே நீண்டுள்ளது. அந்த முகடு அக்கடற்பரப்பை தெற்கு ஷெட்லாந்து, தெற்கு ஆர்குப் தீவு மற்றும் தெற்கு சாண்ட்விச் தீவு என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கிறது. வெடல் கடலின் வடக்குப் பகுதி சராசரியாக 16000 அடி ஆழமுடையதாகவும், தெற்கு சாண்ட்விச் அகழ் வெட்டு (south sandwich trench) என்னும் பெரும் பள்ளம் (trench) உள்ள பகுதியில் 27108 அடி ஆழ முடையதாகவும் உள்ளது. பால்மர் தீபகற்பம் மற்றும் கண்டங்களின் வாக்கில்

அடித்தள ஆழம் படிப்படியாகக் குறைகிறது. இதனால் கண்ட அடுக்கானது (continental shelf) இயல்பாக உள்ளதை விட ஆழமும் உயரமும் மிகுந்துள்ளது.

உறைபனி அடுக்குகள் (ice shelves).

இக்கடலின் தென்பகுதி ஃபில்ஷ்னர் உறைபனி அடுக்கு அல்லது லேஸ்ஸிட்டர் உறைபனி அடுக்கு என்னும் போர்வைபோல் மூடிய உறைபனி அடுக்கினால் சூழப்பட்டுள்ளது. இவ்வடுக்கு 1,60,000 சதுர மைல் பரப்பும் 750 - 1600 அடி பருமனும் (thickness) உடையது. அதன் நடுப்பகுதியில் உறைபனி சூழ்ந்துள்ள பெர்க்னு தீவு என்னும் உறுதியாக நிலைநாட்டப்பட்ட நிலப்பரப்பு உள்ளது. இவ்வடுக்கிற்கு வரும் உறைபனி அருகிலுள்ள கண்டங்களில் உறைபனிப் பெருங்கட்டிகளிலிருந்தும் (glaciers) மற்றும் அதே இடத்தில் ஏற்படும் திடீர் உறைவினாலும் (precipitation) வந்து சேருகின்றது. ஏறத்தாழ இக்கடலின் முழுப்பகுதியும் பெரும் பனிக்கட்டிகளால் மூடப்பட்டுள்ளது.

கண்ட அடுக்காவது குறுக்குவாட்டில் ஃபில்ஷ்னர் உறைபனி அடுக்குக்கு அடியில் கிரே தொட்டி (cray trough) என்னும் ஆழப்பகுதியால் 3500 அடி ஆழத்தில் பிரிக்கப்பட்டு இருத்தல் இன்றைக்கு ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்த உறைபனி பருவத்தில் (glacial epoch) கடல் மட்டம் தாழ்வாக இருந்தபோது நடைபெற்றிருக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது.

நீரோட்டங்கள் (water currents). வெடல் கடலின் கிழக்குக் கரையின் வாக்கில், மேற்கு நோக்கிச் செல்லும் ஒரு நீரோட்டம் கோடையில் இதிலுள்ள உறைபனி உறையைத் தள்ளி நீக்குவதால், அந்தக் கடற்கரையில் கப்பல்கள் தங்க இயலுகிறது. இந்நீரோட்டம் கண்ட அடுக்கின் வழியே பாயும்போது குளிர்ச்சியடைகிறது. பின்னர் அது அடித்தளச் சரிவாகப் பாய்ந்து அண்டார்ட்டிக் கடலின் அடித்தளத்தில் இந்து வெடல் கடலில் புகுந்து முக்கியமான ஆழம் மிகுந்த குளிர்ச்சியுடைய நீரோட்டமாகிறது.

திடீர் உறைவு (precipitation). திடீர் உறைவினால் நீர்ப்பரப்பின் உறைபனிப் போர்வை

என்னும் ஓர் அடுக்கில் உள்ள 7.6 அங்குல நார்வேஜியா முனையில் (cape Norwegia) உள்ள 14 அங்குலம் வரை வேறுபடுகிறது. இவ்வித வேறுபாடுகளுக்குக் காரணம் ஃபில்ஷ்னர் பரப்பு உள்நாட்டிலுள்ள உயர் அழுத்த மண்டலத்திற்கான சிதைக்கும் நிலையாக இருந்து கொண்டு, அது கிழக்கே நகரும் ஈரமான குறாவளிக் காற்றுகளை கடல் நோக்கித் திருப்பி அவற்றை நார்வேஜியா முனையில் தாக்கச் செய்வதாகும். அதனால் ஓராண்டில் உள்ள சராசரி வெப்ப அளவு - 26°C (degree centigrade) அல்லது 14.8°F (degree fahrenheit) வரை உள்ளது.

வெடல் கடலின் உயிரினங்கள்.

அண்டார்ட்டிக் கடலின் உயிரினங்களில் பெரும்பாலானவையே இக்கடலில் உறைவனவாகும். மிதவைகளில் (plankton) விலங்கு மிதவைகள் (zooplankton) ஆகிய கடின ஒட்டுக்கணுக்காலிகள் (crustaceans) மிகுதியாகும். இதன் வெப்ப நீரோட்டங்கள் உயரமாக எழும்புவதால் அவை அண்டார்ட்டிக் நீருக்கு வெப்பமளிக்கும் முக்கியமான மூலக் காரணிகளாகும். கண்டங்களைச் சுற்றிலும் கடல்மேற்பரப்பு நீரை மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கி இயக்கும் வலிய மேற்குக் காற்றுகள் இக்கடலில் மிகுதியான கொந்தளிப்பு ஏற்படக் காரணமாக உள்ளன. இக்கடலில் நீரின் நிறம் வெப்ப மண்டலக் கடல்களில் உள்ளது போன்ற நீலநிறத்திலிருந்து கருமை தோய்ந்த மற்றும் பசுஞ்சாம்பல் நிறம் வரை பலவிதமாகக் காணப்படுகிறது. பெரும்பாலும் நீரின் இந்நிறமாற்றம் நுண்ணுயிர்களின் தொகைப் பெருக்கத்தினால் இதன் நீர், ஊட்டம் மிக்க நீராக ஆவதால், கணுக்காலிகள், சிப்பிகள், சங்குகள், முட்டோலிகள் மற்றும் மீன்களின் தொகை நன்கு பெருகியுள்ளது.

வெடல்கடல் பற்றிய இதர ஆய்வுகள்.

ஜேம்ஸ் டெல் 1823 இக்கடற்பகுதியைக் கண்டுபிடித்த பின்னர் பவர் இதனை ஆராய்ந்தார். புவியியல், புவியமைப்பியல், கடலியல், கடல் உயிரியல் சூழ்நிலையியல், வேதியியல் மற்றும் இயற்பியல் ரீதியில் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. அவ்வாராய்ச்சிகளில் சிறப்பாகக் குறிப்பிடத்தக்கவை நிலஸ், ஒட்டோசுட்டாஃப் நார்டன்ஸ் ஜோல்ட் என்னும் ஸ்வீடன் நாட்டு கடற்படையாளர்கள் 1901 -

316 வெடித்தல் மற்றும் வெடிமருந்து

1903 வரையும், வில்லியம் எஸ். ப்ரூஸ் என்னும் ஸ்காட்லாந்துக்காரர் 1902 - 1904 வரையும், ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த வில்ஹெல்ம் ஃபில்ஷ்னர் 1911 - 1912 வரையும், ஏர்னஸ்ட் ஹென்றி ஷாக்கிஸ்டன் என்னும் ஆங்கிலேயர் 1914 - 1918 வரையும் செய்த சிறப்பான ஆராய்ச்சிகளாகும். ஓஹியோ பல்கலைக் கழகத்தின் துருவ ஆய்வு நிலையத்தின் அறிவியலாளரான வில்லியம், டபிள்யூ. விக்னர் என்பவர் இவ்வாராய்ச்சிகளைப் பற்றி விரிவாக எழுதியுள்ளார். தற்போது பல நாட்டினராலும் அண்டார்ட்டிக்காவில் மேற்கொள்ளப்படும் ஆய்வுகளால், இக்கடற்பகுதியைப் பற்றிய மேலும் பல ஆர்வமூட்டும் கண்டுபிடிப்புகள் ஏற்பட வாய்ப்புகள் உண்டென நம்பலாம்.

பா.சீதாராமன்

வெடித்தல் மற்றும் வெடிமருந்து

பருப்பொருள்களின் திடீர் விரிவாக்கம் வெடித்தல் என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் இதன் கனஅளவு முன்பு இருந்ததைவிட அதிக அளவு அதிகரிக்கிறது. வெடிமருந்து என்பது அதிக அளவு ஆற்றலை சேமித்து வைத்துள்ள ஒரு பொருள். இந்த ஆற்றலானது திடீரென வெளியிடப்படக்கூடிய ஒன்றாகும். வெடித்தலினால் வெடிபொருள் அழுத்தப்பட்ட வளிமம் கூட்டமான துணுக்குகளாகவோ, அதிக விசையுடனோ, அதிக திசைவேகத்துடனோ விரிவடைகின்றது.

வெடித்தல்கள்.

வெடித்தல்களின் எடுத்துக்காட்டுகள் கொள்கலனில் அதிக அழுத்தத்தில் அடைக்கப்பட்ட வளிமத்தின் விரிவாக்கம். உள்வெப்பாலையில் எரிபொருள் மற்றும் காற்று கலவையின் எரிதல், துப்பாக்கி முனையிலிருந்து வெளிப்படும் வளிமம் சடசடவென்று எரிதல், கறுப்பு துகள்களின் எரிதல், டி.என்.டி போன்ற வேதி வெடிபொருள்களின் வெடித்தல், திடீர் ஆவியாக்கலின் போது யுரேனியம்-235 போன்ற வெடிமருந்திலிருந்து அதிக வேகத்துடன்

வெளிப்படும் அணு ஆற்றல், எரிமலை வெடிப்பு ஆகியவை ஆகும்.

வெடிப்புக்குரிய அழிவுக் காற்றலை மற்றும் அதிர்வுகள். வெடித்தலின்போது வெளிப்படும் வன்காற்றானது அதிக வீச்சு உடைய அழுத்த அலைகளாக காற்று, நீர், பாறை போன்றவற்றில் பரவுகின்றது. வன்காற்று பரவுதலின் திசைவேகம் ஒலியின் திசைவேகத்துடன் அதிக அளவு இல்லை. இங்கு ஊடகத்தின் திசைவேகம் குறைவு. சில பகுதிகளில் வன்காற்றின் அழுத்தம் மிக அதிகம். ஆதலால் பொருள்களின் வெப்பநிலை, ஒலி, வேகம் ஆகியவை அதிகரிக்கின்றது. துகளின் திசைவேகம் மற்றும் ஒலியின் திசைவேகம் அலையின் வெளிநோக்கி திசைவேகமாகும். ஆற்றலை எடுத்துக்கொண்டு அலைகள் வெளிநோக்கி நகருகின்றது. இதனால் அலையின் அதிக அழுத்தப் பகுதிகளில் அலையின் வடிவம் மாற்றமடைகின்றது. இதனால் இவ்வலைகளின் அலைவீச்சு அதிகரித்து இவை அதிர்வலைகளின் பண்புகளைப் பெறுகின்றது.

அதிர்வலை முகப்பின் தடிமன் சுமாராக 3×10^{-7} ft (10^{-7} m) இது அதிக திசைவேகத்தில் செல்கின்றது. இதனால் அழுத்தமானது வான் அழுத்தத்தைவிட அதிகமாகின்றது. விரைவாக அலை முகப்பிற்கு முன்னால் ஊடகமானது ஓய்வு நிலையில் உள்ளது. இயக்க ஆற்றலானது ஓரலகு பருமனுள்ள ஊடகத்தில் இயக்க அழுத்தம் எனப்படுகிறது. இந்த அதிக அழுத்தமானது குறைந்து கொண்டே இருக்கின்றது. இது தொலைவினை பொறுத்து குறைகின்றது மற்றும் பரப்பளவு அதிகரிக்கும்போதும் அழுத்தம் குறைகின்றது. வெப்பம் குறைந்து கொண்டே செல்வதால் அலை முகப்பின் அழுத்தமானது தொடர்பில்லாமல் வேறுபடுகின்றது. அழுத்தமானது பூஜ்ய நிலையை அடையும்போது அலைவீச்சின் திசைவேகமானது ஒலியின் திசைவேகத்தை அடைகின்றது. அதாவது 320m/s; 1050 ft/s வேகமான காற்றினால் உணரப்படுகின்றது. எனவே இவ்வலைகள் பிளாஸ்ட் அலை (Blast wave) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இருப்பினும் இது ஓர் அதிர்வலையாகும்.

வெடிப்பலையின் குறிப்பிட்ட பண்பானது

மறைக்கப்படுகின்றது. ஏனெனில் பல்வேறு வடிவுடைய அலைகள் ஒரே வடிவுடைய அலைகளாக மாற்றமடைகிறது. ஒரே பாதையில் வெளிப்படும் அலைகள் ஒரே அளவிலும் தொலைவிலும் ஏற்படுகின்றது. இவ்வடிவிலான அலைகள் வெடித்தலினால் மட்டும் ஏற்படுவதில்லை. மேலும் உட்கவருதல், கதிர்சிதைவு எதிரொளித்தல், அதிர்தல் ஆகியன மூலமும் உண்டாகின்றது. பாறையிலிருந்து வெளிப்படும் சேமித்த ஆற்றலானது அலை வடிவில் வெளிப்படுகின்றது. அலையின் அழுத்தமானது நீருக்கும் காற்றுக்கும் வேறுபடுகின்றது. இந்த வேறுபாடு சுமார் 100-1000 ஆகும். ஆனால் துகளின் திசைவேகம் மற்றும் அதிர்வலையின் திசைவேகத்திற்கும் ஒலி திசைவேகத்திற்கும் உள்ள விகிதம் காற்றில் அதிகமாகும்.

நேர் அளவு அதிக அழுத்த பகுதிகளினால் இந்த அலைமுகப்பு வெளி நோக்கி நகர்ந்து நடுநிலை அடைகின்றது. இந்த எதிர்மை பகுதியை தொடர்ந்து ஏற்படுகின்றது. மேலும் அலையின் உள்நோக்கி நகரும் பயணத்தாலும் ஏற்படுகின்றது. இதனை நீர்க்குமிழி வெளிநோக்கி விரிவடைந்து சமநிலை பருமனை அடைகின்றது. பின்னர் குறுகி மேலும் விரிவடைந்து சமநிலை பருமனை அடைகின்றது. இந்நிகழ்வு தொடர்ந்துகொண்டே இருக்கும். ஆனால் பாறைகளில் இது ஒருமுறை மட்டுமே நடைபெறுகின்றது. மேலும் விரிவடைவதில்லை.

வெடித்தலின் நிலையை அடைவதற்கு சிறிய அளவிலான பருமன் சிறிய நேரத்தில் குறைந்த ஆற்றல் வெளிப்படும்போது ஏற்படுகின்றது. மாறாக, வெடித்தலின் ஆற்றல் அதிகரிக்கும்போது பருமனும் அதிகரிக்கின்றது. வெளிப்படும் ஆற்றலானது அழுத்த அலைகளை உருவாக்கும் இவை அதிர்வலைகளை உண்டாக்குவதில்லை. ஏனெனில் அழுத்தம் மற்றும் அதிர்வு நேரம் குறைவு. மேலும் ஆற்றலுக்கும் வெடித்தலுக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை பின்வருமாறு விளக்கலாம். நேரத்தைக் கணக்கில் கொள்ளாமல் $tw^{-1/3}$ அல்லது தொலைவினைக் கொண்டு $Dw^{-1/3}$ இங்கு

- t - வெடித்தல் பின்பு நேரம்
- D - வெடித்தலின் தொலைவு

W - வைத்தலின் ஆற்றல்

W என்பது TNT வெடிக்கும்போது வெளிப்படும் ஆற்றலுக்குச் சமமாகும். புவியீர்ப்பு தொடர்பில்லா மாறிகள் உயர்அழுத்தம், இயக்க அழுத்தம், கால அளவு, ஆரம், துகளின் திசைவேகம், உயர் ஆற்றலுக்கும் ஆரம்ப அழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதம். புவியீர்ப்பு விளைவுகளை கருதும்போது அளவிடப்பட்ட நேரம் DW-1/3. மேலும் tg மற்றும் Dg மதிப்புகள் சமமாக வைக்கப்படுகின்றன. g என்பது வெடித்தல் நிகழும் பகுதியின் புவியீர்ப்பு முடுக்கமாகும்.

அமைப்புகளுக்கு ஏற்படும் சேதம்.

வெடித்தலினால் பொருள்கள் சேதமடைகின்றன. ஏனெனில் அழுத்தம் அமைப்பிற்கு உள்ளேயே வெளியிலோ உணரப்படுகிறது. காற்றில் உள்ள அதிர்வலைகள் திண்மப்பொருள்களை தாக்கும்போது பகுதி அளவு பிரதிபலிக்கப்படுகின்றது. உயர் அழுத்தத்தினால் காற்றின் மேற்பரப்பில் உணரப்படும் உந்துவிசையின் அளவு தாக்கும் அலையின் மதிப்பைவிட இருமடங்காகும். நேர் அளவை பகுதியின் காலஅளவு இயற்கையான நேரத்தைவிட மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது வெடித்தலானது உயர் அழுத்தம் அல்லது எதிரொலிப்பு அலையின் அழுத்தம் ஆகியவை அலையின் கோண அளவை பொறுத்தது. இது சாதாரணமாக எல்லா வெடித்தலுக்கும் பொருந்தும். அதிர்வின் நேரமானது அலையின் நேரஅளவின் நேரமானது பாசிட்டிவ் அலையின் உயர் அழுத்தத்தைப் பொறுத்ததாகும். இது பின்வரும் தொடர்பினால் விளக்கப்படுகிறது.

$$I_p = \int_0^t p(t) dt$$

இங்கு P- உயர் அழுத்தம்

t - நேரம்

tp- நேர் அளவு உயர் அழுத்தத்தின் நேரம் இந்த வகை, அடுக்குமாடிகளை வெடிப்பொருள்களை கொண்டு அழிக்கப்படும்போது வெளிப்படுகின்றது.

அழுத்த அலை என்பது வளைவலைகளின் கூடுதலாகும். வெளிப்படும் அலையானது ஒரே ஒரு துடிப்பல்ல. ஆனால் அது ஒரு தொடர். எனவே

தொடர்ந்து வெடித்தல்கள் அலைகள் ஊடுறுவும் பொருளில் நடைபெறுகின்றது. இந்த ஆற்றலைக் கடத்தும் அலைகளின் அதிர்வெண்ணைக் கொண்டு வரைபடம் வரைந்தால் அதில் ஏற்றம் மற்றும் இறக்கம் உள்ளதைக் காணலாம். ஒரு சில இடத்தில் அதிர்வெண்கள் உச்ச நிலையில் உள்ளன. இது அந்த அமைப்பின் இயற்கை அதிர்வெண்ணிற்குச் சமமாக உள்ளது. ஆனால் இந்நிலைக்குக் குறைவாக உள்ள கட்டடங்கள் வெடித்தலிலிருந்து விடுபடுகின்றன. மேலும் உயர் அடுக்கு மாடிகளை இடிப்பதற்கு இந்த அதிர்வெண்ணிற்கு மேலே இருக்கும்படி வைத்து இடிக்கிறார்கள். பாறைகளை உடைப்பதற்கு பல்வேறு முறை வெடித்தல்கள் குறைந்த கால இடைவெளியில் வெடிக்கப்படுகின்றன. பல வகை கட்டடங்கள் உள் அழுத்தத்தால் இடிபடுகின்றன.

எரிதல் மற்றும் வெடிக்கச் செய்தல். அதிக அளவு வெப்ப வளிமத்தை வேதி வெடிமருந்தில் உள்ள கலவைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று வினையுரிவதால் வெளிப்படுகின்றன. இந்த வினையானது வெப்பத்தினாலோ வெடிபொருள்களின் எந்திர தேய்மானத்தினால் உண்டாகும் வெப்பத்தினாலோ துவக்கப்படுகின்றது. இவ்வாறு துவக்கப்பட்ட வினையானது வெடிபொருள்களின் மூலம் மெதுவாகப் பரவினால் அது எரிதல் எனப்படுகின்றது. இந்த எரிதல் வேகமாக நடைபெற்றால் அது வெடிக்கச் செய்தலாகும். எரிதலில் வினை முகப்பானது வெப்பத்தைப் பொறுத்தே அமைகின்றது. இந்த வெப்பமானது வெப்பக் கடத்துதல் முறைகளின் மூலம் வினை நடைபெறா பகுதிக்குப் பரவி எரிதலை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால் வெடித்தலில் இந்த வினையானது அதிக அழுத்தத்தினால் வேகமாகப் பரவி வெடித்தலை ஏற்படுத்துகிறது. இதன் திசைவேகமானது வெளிப்படும் ஆற்றல், எடை, உந்துவிசை ஆகியவற்றின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது.

எரிதலை வேகப்படுத்தினால் அது வெடித்தலாகவே மாற்றப்படுகிறது. மேலும் இதன் மறுதலையும் நடைபெறும். அதிக அழிவுகள் வெடித்தலினால் ஏற்படுகிறது. மேலும் வெடித்தலே அதிக அலைவீச்சு மற்றும் அழுத்தத்தைக் கொண்ட அலைகளை உண்டாக்குகிறது.

துப்பாக்கி மூலம் வெடிக்கப்படும் வெடித்தல் கட்டுப்பாட்டுக்குரியது. மேலும் இதனை வெடித்தலாக (detonation) மாற்ற முடியும். அன்றாட வாழ்வில் பயன்படுத்தப்படும் வெடிபொருள்கள் குறை வெடிபொருள்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. மேலும் உயர் வெடிபொருள்களும் காணப்படுகின்றன. கொடுக்கப்பட்ட சூழ்நிலையில் குறை வெடிபொருள்கள் வெடிக்கச் செய்யப்பட வேண்டும் மற்றும் உயர் வெடிபொருட்கள் எரிக்கப்பட வேண்டும். இவை நடைமுறையில் காணப்படவில்லை.

பரவுதலின் திசைவேகம். பொருள்களின் வழியே எரிதல், 3×10^2 to 3×10^2 ft/3 என்ற வேகத்திலும் மற்றும் வெடித்தலானது 3×10^3 to 3×10^4 ft/3 என்ற திசைவேகத்திலும் பரவுகிறது. வெடித்தலின் ஆற்றல் அதிகரிக்கப்படும்போது பரவுதலின் திசைவேகம் அதிகரிக்கிறது. மேலும் வெடிபொருளின் விட்டமானது அலைபரவும் திசைக்கு நேரியலாக இருக்கும். வெடிபொருளின் பரப்பளவு அதிகரிக்கும்போது எரிதலின் திசைவேகம் அதிகரிக்கிறது. வெடித்தலுக்கு வெடிபொருளின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும்போது வெடித்தலின் திசைவேகம் அதிகரிக்கிறது.

எரிதலின் முகப்பு திசைவேகத்திற்கும் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பானது பின்வருமாறு $S=AP^n$. இங்கு S என்பது திசைவேகமாகும்; P என்பது, வளிம அழுத்தமாகும். மேலும் A மற்றும் n மாறிலிகளாகும். பொதுவாக வெடிபொருள்களின் அழுத்தம் குறியீடு 1-க்கு குறைவாக உள்ளபடி வடிவமைக்கப்படுகின்றது. வெடித்தல் கட்டுப்பாட்டுக்குள் இருக்க வெடித்தல் நிகழும் பரப்பளவானது மாறாமல் வைக்கப்பட வேண்டும்.

வெடிக்கச் செய்தலின் முறைகள். வேதிவினை நடைபெறும் முகப்பின் முன்னால் தடிமனானது வெடிபொருளின் விட்டத்தைவிட குறைவாக இருந்தால் வெடிக்கச் செய்தல் சுலபமான ஒன்று. மேலும் இது வரையறுக்கப்பட்ட ஒன்றாகும். வெடித்தலின் முகப்பானது இடதுபக்கத்திலிருந்து வலது பக்கத்தை நோக்கி நகர்ந்து சில குறிப்பிட்ட தொலைவில் நிலையான ஒன்றை அடைவதை

காட்டும். கோடிடப்படாத இடது பக்கமானது எரிதலின் முகப்பு பரவக்கூடிய ஒன்று மேலும் கோடிடப்பட்ட வலது பக்கத்தில் எரிதல் நடைபெறுகிறது. இது வெடித்தலுக்கு துணைப்புகிறது. வினைபுரியா எரிபொருள் ஆற்றல் E_1 பருமன் V_1 மற்றும் P_1 அழுத்தம் உடன் இடது பக்கத்திலிருந்து எரிதலை நோக்கி திசைவேகம் U_1 உடன் நகருகிறது. வேதி வினையானது வெளியிடும் பொருள்கள் ஆற்றல் E_2 , பருமன் V_2 , அழுத்தம் P_2 உடன் வெளிநோக்கி வலது பக்கத்திலிருந்து திசைவேகம் U_2 உடன் நகருகின்றது. வெடித்தலின் முகப்பு எடையும் வினைபுரியும் இடத்தின் எடையும் சமபடுத்தும்போது அது பாதுகாக்கப்பட்ட எடையாகும். வெடித்தலில் செய்யப்பட்ட வேலை மற்றும் உள்ளீடு ஆற்றல் மற்றும் இயக்க ஆற்றலுக்கும் உள்ள வேறுபாடானது பாதுகாக்கப்பட்ட ஆற்றலாகும். மேலும் வெடித்தலின் உந்துவிசையையும் வெடிப்பு பகுதியிலிருந்து வெளிப்படும் உந்துவிசையையும் சமநிலை படுத்தப்படும்போது அது பாதுகாக்கப்பட்ட உந்துவிசையாகும். வினைபுரியும் வினை பொருளை விளக்குவதற்கு E_2, P_2 மற்றும் V_2 ஆகியவை நிலையின் சமன்பாட்டிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றது.

ஹக்ஆணியட் (hugoniot). இந்த நான்கு சமன்பாடுகளும் கொண்ட ஐந்து மாறக் (மாறிலிகளான) கூடியவைகளான u_1, p_2, v_2, e_2 மற்றும் u_2 ஆகியவை p_2 மற்றும் v_2 விற்கும் உள்ள தொடர்பினை வருவிக்கப் பயன்படுகிறது. மேல் மற்றும் நடு வளையானது பகுதி வினையினையும், நடுநிலை யினையும் குறிக்கிறது. கீழ் வளைவானது வேதிவினை நடைபெறாமையை காட்டுகிறது. ஒரே ஒரு புள்ளியில் மட்டும் அதாவது (-) யில் நிலையான வெடித்தலை குறிக்கிறது. இப்புள்ளியில் வரையப்படும் நேர்க்கோடு புள்ளிக்கு (p_1, v_1) தொடுகோடாகும். இந்த நேர்க்கோட்டின் சமன்பாடானது பாதுகாக்கப்பட்ட எடை மற்றும் உந்துவிசை மூலம் பெறப்படுகிறது. வெடித்தலின் திசைவேகம் d ஆனது இந்த நேர்க்கோட்டின் சாய்வின் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது. இந்தச் சாய்வானது D^2/V_1^2 ஆகும்.

புள்ளி S ஆனது வான் நீயுமான் புள்ளி என அழைக்கப்படுகிறது. இங்கு ராலே கோடானது ஹக்யாண்ட்டை கடக்கிறதால் வேதிவினை நடை

பெறுவதில்லை. இது p மற்றும் v ஆகியவையால் குறிக்கப்படுகிறது. அதிர்வு நிலையை அடையும் போது அழுத்தம் மற்றும் பருமனானது புள்ளி O லிருந்து புள்ளி 3 க்கு மாறுகிறது. வேதிவினை நடைபெறுவதால் இந்நிலையானது ராலே கோட்டின் வழியே நகருகிறது. இதனால் அழுத்தமானது புள்ளி S இல் இருப்பதைவிட S லிருந்து c-j க்கு நகரும்போது பாதியாகக் குறைக்கப்படுகிறது. பின்னர் விரிவாக்கம் புள்ளி c-j வழியே கடக்கும்போது நடைபெறுகிறது. வளிமமானது சுற்றியுள்ள பொருள்களின் மீது செயல்படும்போது வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தம் குறைவதினால் விரிவடைதல் நடைபெறுகிறது. மேலும் எண்ட்ரோபி மாறிலியாகும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்படும்போது, வெடித்தல் மெதுவாக நடைபெறுவதால் நிறைய வேதிவினைகள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. எனவே வேதிச் சமநிலை பாதுகாக்கப்படுகிறது.

சாப்மேன் - ஜாக்வேட் சமதளம் (chapman - jouquet plan). வெடிமுகப்பின் சமதளம் (-)யை அடையும்போது அது சாப்மேன் - ஜாக்வேட் சமதளம் எனப்படுகிறது. (-) சமதளத்தின் முன் வெடித்தலின் முகப்பானது கூடுதலான துகளின் திசைவேகம் மற்றும் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகியவற்றைவிட அதிகமாகவோ சமமாகவோ குறைவாகவோ இருக்கும். வெடித்தலின் திசைவேகத்தைப் பாதுகாக்க (-) சமதளத்தின் மேற்பகுதியில் நடைபெறும் வேதிவினையிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. இந்த ஆற்றலானது அலை முகப்பை தொடருவதில்லை. எனவே இந்த வளிமமானது (-) சமதளத்தின் மூலம் கடக்கும்போது வெடித்தல் நிறைவுறுகிறது. மேலும் இது விரிவடைதல் பகுதியை அடைகின்றது.

நிலைச் சமன்பாடு. தேற்றங்களின் மூலம் கணக்கிடப்படும் நிலைச் சமன்பாட்டின் மூலம் வெடித்தலுக்குத் தகுந்த வெப்பநிலை, அடர்த்தி, அழுத்தம் மற்றும் கலவை பொருள்களை அறியலாம். எ.டு: ஒரு வெடிபொருள் C, H, N மற்றும் O ஐ கொண்டுள்ளது. இதன் அடர்த்தியானது 1 g/cm^3 $p_j = 15.58 \phi v^{-2}$ மற்றும் $D^2 = 1.02\phi [1 + 1.30 v_1^{-1}]^2 f$. இங்கு p_j என்பது சாப்மேன் ஜாக்வேட் அழுத்தம் (kbar), v_1 என்பது பருமன் (Cm^3/g) மற்றும் D என்பது நிலையான

வெடித்தலின் திசைவேகம் (m/s). மேலும் $\phi = NM^{1/2} Q^{1/2}$, N என்பது ஒரு கிராமில் வளிம எரி பொருள்களின் மோல் அளவு ஆகும். M என்பது வளிமத்தின் சராசரி எடை (g/mol) மற்றும் Q என்பது வேதியாற்றல் (kcal/kg) ஆனது முன்பு கூறப்பட்ட சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடப்படுகின்றது. 15.58 kbm (Cm³/g)² 75,85,99 மற்றும் 103 போன்றவை TNT டெட்ரைல், PETN மற்றும் RDX போன்றவற்றிற்கு அடர்த்தி மேல் உள்ளவற்றிற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

ANFO 6% எரிபொருள் எண்ணெய் அடங்கியது. இதன் அடர்த்தி 0.85 g/cm³ மற்றும் Pj=48 kbm மற்றும் D = 4800 m/s

ஆராய்கிற விட்டம் (Critical diameter). குறுக்கு விரிவடைதல் சுற்றியுள்ள ஊடகத்திற்கு எதிராக உள்ளோக்கு வெடித்தலின் முகப்பு பரவுகிறது. இது பருமன் மற்றும் (-) சமதளத்தின் அளவினை குறைக்கிறது. வெடிபொருளின் விட்டம் குறையும்போது வெடித்தலின் திசைவேகமானது $D = Di(1 - \alpha/d)$ க்கு தகுந்தாற்போல் குறைகிறது. இங்கு Di வெடித்தலின் திசைவேகம், d என்பது வெடிபொருளின் விட்டம், α என்பது வினை நடைபெறும் பகுதியின் நீளமாகும்.

α விட பொருளின் விட்டம் அதிகமாக இருக்கும்போது வேதிவினையாது வெடித்தல் நடைபெறுவதற்கு துணையாக உள்ளது. இது அதிக நிலை வெடித்தலை உண்டாக்குகிறது. விட்டமானது குறையும்போது குறைந்த நிலை வெடித்தல் அல்லது தோல்வி ஏற்படுகிறது.

ஒரு சில வெடிபொருள்களில் துகளின் அளவு குறையும்போது ஆராய்கிற விட்டமும் குறைகிறது.

குறைந்த நிலை வெடித்தலின் திசைவேகம் சுமார் 5000 - 8000 ft/s வரை ஆகும். இங்கு ஒரு சில பகுதிகள் மட்டுமே ஆற்றலால் துணைசெய்யப்படுகிறது. இது போன்ற வெடித்தல்கள் குறைந்த விட்டம் கொண்ட அதிக அளவு உணர்வுள்ள வெடிபொருள்களில் மட்டுமே நடைபெறுகிறது.

எ.டு: டைணமைட், நைட்ராகிளிசைரின் TNT,

டெட்ரைல் மற்றும் RDX.

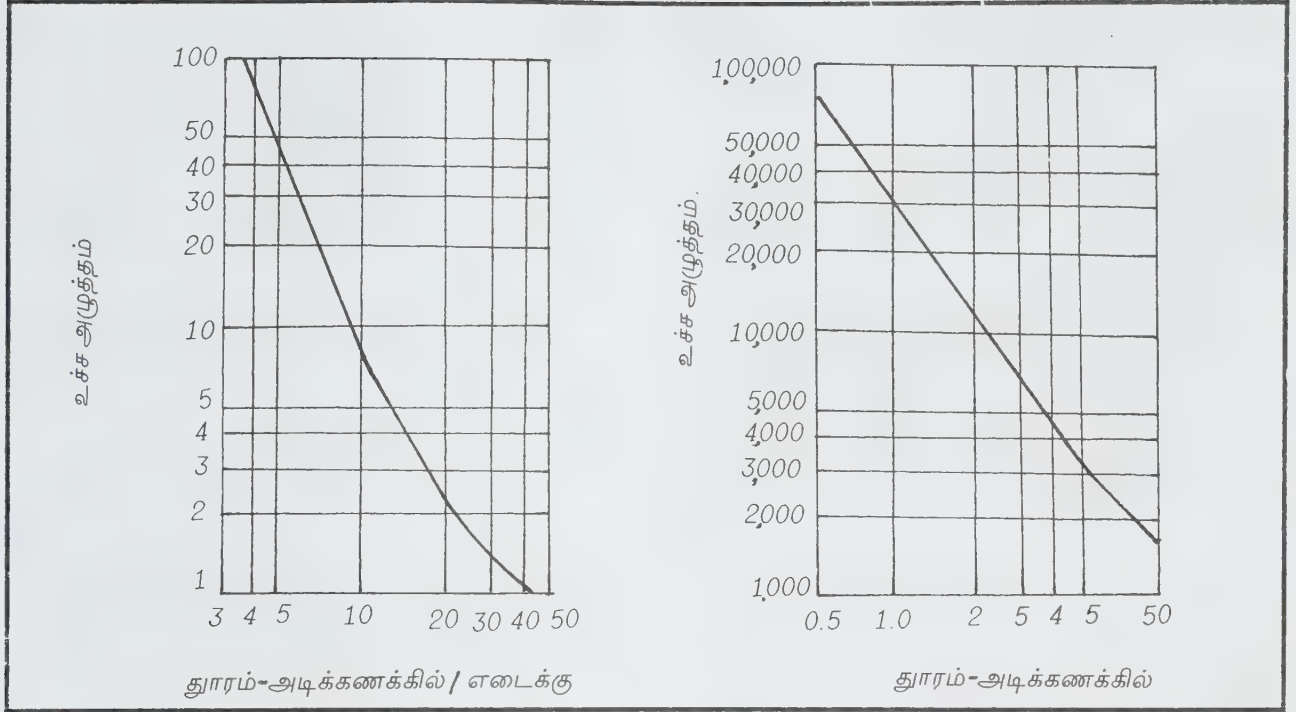
வேதிவினை. திடீர் அழுத்தம் கொண்ட வெடிபொருளின் அலைமுகப்பினால் கொண்ட அழுத்தம் தாவி பரவுகிறது. எந்திர ஆற்றல் வேதி ஆற்றலான வெப்பப் பகுதிகளான வினைநடைபெறும் மையங்களில் மாற்றமடைகிறது. இது விரிசல், பள்ளம், பட்டைகள் மற்றும் சிலிப் சமதளம் (slip plane) போன்றவற்றில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. தொடங்கப்பட்ட வேதிவினையானது வெப்பநிலை அதிகரிப்பதால் தொடர்ந்து நடந்து கொண்டே இருக்கும்.

மூ.கமலநாதன்

வெடித்தலும், வெடிப்புப்பொருளும்

வெடிப்புப் பொருள்கள் (explosives) என்பன வெடித்துச் சிதறி சப்தத்தைத் தோற்றுவிக்கும் தூள்களாகும். வெடிப்புப் பொருள்களில் நன்முறையில் பயன்படுவனவும் இருக்கின்றன. இவற்றை ஒரு குறிப்பிட்ட கலன்களில் இட்டு எரிப்பதன் (burning) மூலமும் அல்லது எரித்து தீப்பிழம்புகளாகவும் சாதகமான நிகழ்வுகளைப் பெற முடிகின்றன. பொதுவாக வெடிப்புப் பொருள்கள் உள்ளே மிகு அழுத்தத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இந்த மிகு நிலையிலுள்ள அழுத்தம் சப்தத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. வெடிப்புப் பொருள்கள் திடீரென்று வெடிப்பதற்கு மட்டுமல்லாமல், தொடர்ந்து எரிந்து (continuous combustion) பலன் பெறும் வகைகளிலும் உள்ளன. எ-டு: ராக்கெட் பொறியினால் எரிக்கப்பட்ட வளிமங்களின் தொடர் வெளியேற்றத்தைக் கூறலாம்.

வெடித்தல் முற்றிலும் வெடிப்புப் பொருள்களின் மூலக்கூறுகளிடையே நடைபெறும் வேதிவினைகள் ஆகும். வேதிவினையின்போது வெப்ப உமிழ்வு (heat evaluation), வளிமங்கள் போன்றவை வெளிப்படுகின்றன. வெடிப்புப் பொருள்கள் ஒரே மாதிரியான தனிமங்களின் கூட்டாகவும் வெவ்வேறு தனிமங்கள் சேர்ந்து சேர்மங்களின் கூட்டாகவும் இருக்கும். ஒற்றைச்



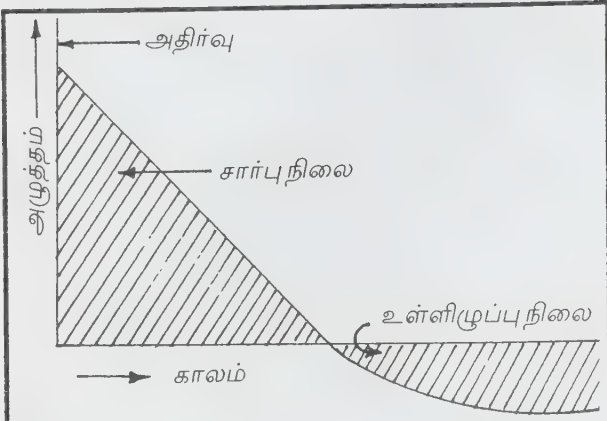
இறக்கு எடைக்கு ஒப்ப அதிர்வின் உச்ச அழுத்தம்

சேர்மங்களால் ஆன வெடிபொருளுக்கு எடுத்துக்காட்டு டிரைநைட்ரோடொலுயீன் (trinitro toluene) என்றழைக்கப்படும் பொருளாகும். சுருக்கமாக TNT என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சேர்மங்களால் ஆன பொருளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக துப்பாக்கி வெடிமருந்து தூள் (gun powder) எனக் கூறலாம். இது பொட்டாசியம் நைட்ரேட், கல்கரி, சல்பர் ஆகியவற்றின் கலவைகள் ஆகும். அனைத்து வெடிப்பொருள்களும், வெடித்தலுக்குப் பிறகு சில வினைமுற்றுப் விளைப்பொருள்களை (end products) உண்டாக்குகின்றன. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு (carbon-di-oxide), கார்பன் மேனாக்சைடு, நீர் மூலக்கூறுகள் மற்றும் நைட்ரஜன் ஆகியவை எஞ்சிய பொருள்களாகின்றன. மேற்குறிப்பிட்ட அனைத்தும் அணு இணைவுப்பொருள்களும் ஆக்சிஜன் அல்லாத வெடிப்பொருள்களும் வெடித்தலுக்குப் பிறகு ஹைட்ரஜன், கார்பன் போன்றவற்றை விட்டுச் செல்கின்றன.

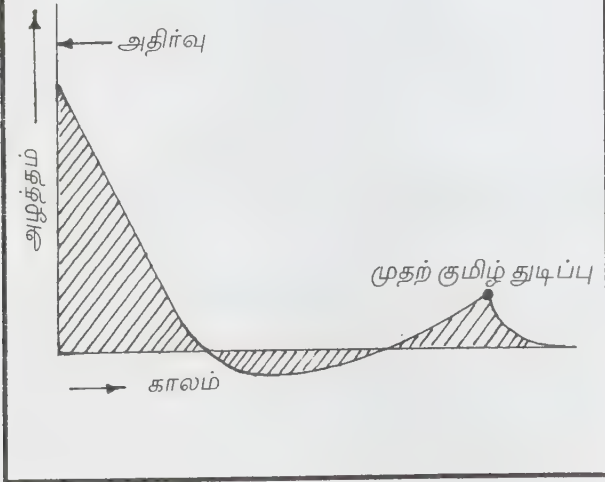
மேலும் ஹைட்ராக்சில் (OH), ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் போன்றவற்றின் மூலக்கூறுகளும்

வெளிப்படுகின்றன. இம்மூலக்கூறுகள் வெடித்தலில் பங்கு கொள்வதில்லை. இம்மூலக்கூறுகள் மிகு வெப்பத்தை வெடிப்பு விளைகளின்போது வெளிப்படுத்துகின்றன. அதே சமயம் குளிர்விக்கும் போது இம்மூலக்கூறுகள் இணைந்து உறுதியான சேர்மங்களைத் தருகின்றன.

மேலும், வெடி பொருள்களிலும் நடைபெறும் வேதிவினைகளின் செயலுக்கும் அவ்வினை வெளிப்படுதலால் உண்டாகும் வெளிவினைகளுக்கும் சில முதன்மை வேற்றுமைகள் உள்ளன. வெவ்வேறு வகையான வினை நிகழ்வுகளுக்கும் ஒரே மாதிரியான விளைவுகளும் அதே சமயம் ஒன்றையொன்று பிரித்துப் பார்க்க இயலாததுமான (indistinguishable) விளைவுகளும் ஏற்படுகின்றன. எ-டு: அழுத்தம் மிகுந்த கலனின் வெடிப்பு, வளிமக் கலவைகளின் வெடிப்பு, வெடிகுண்டுகளின் வெடிப்பு போன்ற கிட்டத்தட்ட ஒரே மாதிரியான விளைவுகளை ஏற்படுத்தக்கூடியன ஆகும். வெடித்தல் நிகழ்வுகளைக் கண்களால் பார்ப்பதன் மூலம் அதன் தன்மையை



காற்றில் அழுத்த அலைகள் அல்லது துடிப்புகள்



நீரில் அழுத்த அலைகள்

அறிய இயலாது. அறிவியல் ஆய்வுகளைக் கொண்டே கண்டறியலாம்.

வெடிப்பு அலை. மிகு அழுத்தத்திற்குட்பட்ட வளிமத்தை மற்றொரு வளிமம் அல்லது நீர் வழியே செலுத்தும்போது அழுத்தத் துடிப்புகளாக (pressure pulses) மாறி பொருளின் வழியே ஊடுருவிச் செல்கிறது. அழுத்தத் துடிப்புகளின் வேகம் ஒலியின் திசைவேகத்தின் நெருக்கமானதாக இருக்கும். மேலும் மிக அதிக அழுத்த நிலையிலுள்ள வளிமத்தை நீர்மப்பொருள் வழியே செலுத்தும்போது இவை அதிர்வு அலைகளாகப் பரவுகின்றன. இவ்வாறு

அதிர்வுறும் அலைக்கு வெடிப்பு அலை அல்லது அதிர்வுறு அலை என்று பெயர். அதிர்வலையின் திசைவேகம் வளிமத்தின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்ததாகும். அதிர்வலையின் திசைவேகம் எப்போதும் ஒலியின் வேகத்தைவிடக் கூடுதலாகவே இருக்கும். அதே சமயம் அதிர்வு வலிமை குறையத் தொடங்கும்போது அதன் திசைவேகமும் குறையத் தொடங்குகிறது.

வளிமப்பொருளின் அழுத்தத்திற்கும் அதன் திசைவேகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\frac{P_s}{P_o} = 7/6 \quad \frac{D^2}{C_o} = 1/6$$

- P_s - அலைமுகப்பு அழுத்தம் (wavefront pressure)
- P_o - வளிமண்டல அழுத்தம் (atmospheric pressure)
- C_o - ஒலி திசை வேகம் (sound speed)
- D_o - அலையின் திசைவேகம் (wave velocity)

நீரின் அதிர்வு அழுத்தம், வளிமப் பொருள்களின் அதிர்வு அழுத்தங்களைவிட, 100-1000 மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். இதற்கு காரணம் நீர், குறை அழுத்தமுடைய பாய்மப் பொருளாகும். அதே சமயம் நீரின் வழியே செல்லும் அதிர்வலைகளின் திசைவேகம் ஒலி வேகத்திலிருந்து சிறிது வேறுபடுகிறது. வெடிப்பு ஆற்றல் வெடிப்பு அலையின் முகப்பில் நிலைகொண்டுள்ளது. அதிர்வலையின் ஆற்றலின் ஒரு பகுதி வளிமம் வழியே செல்லும்போது வெப்ப ஆற்றலாகவும் எஞ்சிய ஆற்றல் இயக்க ஆற்றலாகவும் மாற்றம் அடைகிறது. அழுத்தம், வெப்பநிலை, காற்றின் திசைவேகம் வெடித்த இடத்திலிருந்து அலை முகப்பின் தூரம் ஆகியன ஆற்றலின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாகும்.

அதிர்வலைகளின் (shock wave) சிறப்புப் பண்புகளை மின்னணு மற்றும் ஒளியியல் சார்ந்த (optical) கருவிகளைக் கொண்டு கண்டறியலாம். அலைமுகப்பின் அழுத்தச் செறிவு அழுத்த நுட்பக் கருவிகளைக் (pressure sensing devices) கொண்டு பதிவு செய்யப்படுகிறது. அதிர்வலை காற்றினுள்

நுழையும்போது வலிமை வாய்ந்த முன்னோக்கு இயக்கத்தைப் பெறுகிறது. மேலும் வளிமத்தின் அடர்வும் மிகுதியாகிறது. காற்றின் திசைவேகமும், அதிர்வழுத்தமும் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிய தொடர்புகளைக் கொண்டுள்ளன. வெடித்தலினால் உண்டாகும் அதிர்வலையின் அழுத்தச் செறிவு ஆயிரத்தில் ஒரு விநாடி நேரமே நிலைத்திருக்கும். அதே சமயம் அணுக்கரு வெடிப்பு (nuclear blast) போன்றவற்றில் உண்டாகும் அதிர்வலையின் அழுத்தம் ஒரு விநாடி நேரம் வரை நிலைத்திருக்கும்.

நீரடி வெடித்தல்களும் (underwater explosions) மேற்சொன்னது போன்ற விளைவுகளையே உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் அதிர்வழுத்தம், அலை நுகர்வு ஆகியன மிகுதியாக இருக்கும். நீரடி வெடித்தல்களினால் இரண்டாம் நிலை அலை ஒன்றும் உண்டாகிறது. இவை குறைவான அதிர்வழுத்தம் கொண்டவைகளாக இருக்கும். வளிமக் குமிழ்கள் உடைவதால் இரண்டாம் நிலைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

வெடிப்பு சேதம். காற்று வெடிப்பு அலை (air blast wave) செங்குத்தான சுவர் ஒன்றின் மீது மோதும்போது, சுவரின்மீது காற்று குவியத் தொடங்குகிறது. சுவரின்மீது அதிர்வலையால் தோற்றுவிக்கப்படும் உடனடி அழுத்தம் மிகுதியாக இருக்கும் அதிர்வலையின் வீச்சு மறைந்த பிறகு ஏற்படும் அழுத்தம் முன்பைவிட இருமடங்காக இருக்கும். அதே போல் வலிமையான அதிர்வுகளில் பிரதிபலிக்கப்பட்ட அலைகளின் அழுத்தமும் மிகுதியாக இருக்கும்.

எனவே வெடிப்பு அலையின் (blast wave) தாக்குதலால் தன் நிலையிலிருந்து நகரத் தொடங்குகிறது. சுவரானது வளையும் தன்மை (flexibility) கொண்ட பொருளால் ஆக்கப்பட்டிருப்பின் சுவர் சேதமடைதல் தடுக்கப்படுகிறது. மாறாக, எடை குறைவானதும், உடையும் தன்மை கொண்ட பொருளாக இருப்பின் சுவற்றின் மீது வெடிப்புகள் (Cracks) ஏற்படுகின்றன. எ-டு: கண்ணாடி சன்னல்களில் வெடிப்புப் பொருள்களினால் ஏற்படும் விளைவுகள் பல காரணிகளைக் கொண்டுள்ளன.

அவற்றுள் பொருளின் தன்மையும் வெடிப்பு அலை போன்றவையும் முதன்மையானக் காரணிகளாகும்.

வெடிகுண்டுகள், தொழிற்சாலை வெடி விபத்துக்கள் ஆகியவை பெரிய அளவிலான சேதங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. அலையின் மொத்தத் தாக்குதலைப் பொறுத்து சேதத்தின் அளவு மிகுதியாகவோ, குறைவாகவோ இருக்கும்.

வெடிமருந்துக்கான அழுத்தம் - காலம் ஆகியவற்றிற்கிடையே தொடர்பு உண்டு. அணுக்கரு பிளவினால் ஏற்படும் விளைவுகள் அலைமுகப்பின் (wavefront) அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. இதன் அலைமுகப்பு அழுத்தம் மற்றவற்றைவிட மிகுதியாக இருக்கும்.

ஆற்றல் வெளியேற்று வீதம். அனைத்து வெடித்தல் நிகழ்வுகளின்போதும் அதிர்வலை உற்பத்தியாவது இல்லை. கட்டுப்படுத்தப்படாத (unconfined) வளிமப்பொருள்களின் வெடித்தலினால் குறைவான அழுத்தம் கொண்டவைகளே தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. அதனால் ஆற்றல் சிதறல் (energy dissipation) அடைகிறது. இது வினையின் வேகத்தையும் சிதறும் துகள்களையும் பொறுத்தது. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் வெடித்தலால் வெளிப்படும் ஆற்றலின் அளவு மிக அதிகமாக இருக்கும்.

தீச்சுடர் மற்றும் வெடியோசை. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெடித்தல் நிகழ்வுகளினாலும், அலைமுகப்பு அழுத்தத்தினாலும் தீப்பிழம்புகள் ஏற்படுகின்றன. இதன் முதன்மைக் காரணி எரிதல் வீதமாகும். எரிதல் திசைவேகம் கலவையின் பண்புகளையும், அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றையும் பொறுத்தது. குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட வளிமப்பொருள்களின் சுடர் வேகம் மிகுதியாக இருக்கும். எ.டு: ஹைட்ரஜன்; இதன் சுடர் வேகம் மிகுதியாக இருப்பது மட்டுமின்றி வினையின் வெப்பநிலையும் (reaction temperature) மிகுதியாக இருக்கும்.

வெடியோசை அலை. வெடியோசை அலைகளின் வேகம், சில தனிப்பட்டக் கருவிகளைக்

கொண்டு அளவிடப்படுகிறது. எரிதலின் வேகத்திற்கும் அலையின் திசைவேகத்திற்கும் பெரிய அளவில் வேறுபாடுகள் இருக்கும். எ.டு: எத்திலின் - காற்றுக்கலவை எரியும்போது 63 மீ/விநாடி ஆகவும், அலைதிசைவேகம் 1734 மீ/விநாடி ஆகவும் இருக்கும். வெடியோசைகளின் மாறாத திசைவேகத்தைக் கொண்டுள்ளன. மாறாத திசைவேகமே இதன் சிறப்பம்சமாகும். இப்பண்பு அழுத்தத்தக்க வளிமங்களில் மட்டுமே நிகழ்கிறது.

உயர்வெடிப்புப் பொருள்கள். எளிய துப்பாக்கி மருந்துகளில் (gun powder) எரிபொருளும், அதன் இணைவுப் பொருளும் (oxidizer) தனித்தனியாக ஆனவை. ஆனால் உயர் வெடிப்புப்பொருள்களில் எரிபொருள் மற்றும் இணைவுப் பொருள்கள் ஆகிய இரண்டின் அணுக்களும் இணைந்து ஒரே மூலக்கூறுகளாக இருக்கும். நைட்ரஜன் தொகுதியைச் சேர்ந்த மூலக்கூறுகளே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

TNT வெடிமருந்துகளில் நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களுடன் காப்பன் நைட்ரமின் போன்ற பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் இணைந்திருக்கும். எ.கு: சைக்னோடிரை மெதிலின் டிரை நைட்ரமின் பெண்ட்டா எரித்திட்டால் டெட்ராநைட்ரேட் (PETN), நைட்ரோகிளிசரின், அம்மோனியம் நைட்ரேட் போன்ற வெடிமருந்துகள் பொதுத் துறையின் தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. TNT, PETN, RDX ஆகியவை இராணுவத் தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வணிக வெடிமருந்துகள். பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டும், கல்கரியும் சேர்ந்த கலவைக்குக் கருப்புத்தாள் என்று பெயர். மேலும் இதனோடு கந்தகமும் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றுடன் பொட்டாசியம் நைட்ரேட் இணைவுப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அம்மோனியம் நைட்ரேட். அம்மோனியம் நைட்ரேட் இணைவுப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

டைனமைட். டைனமைட்டுடன் நைட்ரோகிளிசரின் அல்லது TNT சிறிதளவு

சேர்ப்பதால் துப்பாக்கி வெடிமருந்தினைவிட திறன் மிக்கதாக இருக்கும்.

வளிமம் மற்றும் துகள் வெடித்தல்.

தொழிற்சாலைகள், சுரங்கம் ஆகிய இடங்களில் இவற்றால் விபத்துகள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகை வெடிகளில் எரிதல் வீதம் குறைந்த வேகத்தில் நடைபெறுகிறது. எனவே, அழுத்த உயர்வு ஏற்படுகிறது. வளிமங்கள் வெளியேறாமல் மூடிய கலன்களில் உண்டாகும். எரிதல் நிகழ்வுகளிலும் அழுத்த உயர்வு அதிக அளவில் இருக்கும் எ.டு: மெக்னீசியம், சிர்கோனியம்.

கே. ஆர். கோவிந்தன்

வெடிப்பு முறை வடித்தல்

உலோக உருவாக்க முறைகளில் வடித்தல் முறையும் ஒன்றாகும். இதையே வெடிப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கினால், அது வெடிப்பு முறை வடித்தல் (explosive forming) எனப்படுகிறது. வெடிப்பொருள்கள் மிகுந்த ஆற்றலை உள்ளடக்கியவை. வெடிப்பொருள்கள் வெடிக்கும் போது இந்த ஆற்றலை வெளிப்படுத்துகிறது.

வெடிப்பு முறை வடித்தல் மூலம் உலோகங்களின் வடிவாக்கமும் (shaping), உருமாற்றமும் (modifying) செய்யப்படுகின்றன. பல வெடிப்பு முறை வடித்தல் முறைகளில் உரு அச்ச (mold) பயன்படுகிறது. இதனுள் தட்டையான உலோகப் படலம் வெடித்தல் மூலம் சீராக அமுக்கப்படுகிறது.

வெடிப்புப் பொருள்களுக்கு (explosive impact) இடையே இரு வெவ்வேறு உலோகங்களைச் செலுத்தி இம்முறையில் வடித்தல் செய்யலாம். வெடிப்பு முறை வடித்தலில் திண்மப் பாளங்களினுள் பொடிகளை அமுக்கியும் செய்வர்.

பெரிய உலோகப் பாளங்களை வெட்டவும், அதே சமயம் மெல்லிய உலோகத் தகடுகளைச்

சரிபாதிமாக வெட்டவும், மிகு வெடிதிறன் உள்ள வெடிபொருள்கள் பயன்படுகின்றன.

வெடிப்பு முறை வடித்தல் மூலம் பெறப்படும் உலோக வடிவங்கள் துல்லியமாக இருப்பதுடன் அவற்றில் நுண்ணிய விரிசல்கள் கூடக் காணப்படா.

இரா. இந்து

வெடி மருந்துகள்

விரைவாகவும், கட்டுக்கடங்காமலும் ஒரு வெப்ப உமிழ்வினை நிகழ்ந்து, அதன் விளைவாக வெளிவரும் வளிமங் மிகுந்த அழுத்தத்திற் குட்படுத்தப்படும்போது, வெடித்தல் (explosion) நிகழ்கிறது. வினையின் உடன் விளைவான மிகையான வெப்பத்தினால் சூழ்ந்துள்ள காற்று அழுத்தத்திற்குள்ளாகி, அதன் விளைவாக அதிர்வலைகள் மிகுந்த விளைவுடன் பாய்கின்றன.

வெப்பத்தினாலோ, இயக்கத்தினாலோ அதிர்வுக்கு உட்படுகையில் விரைவாக வெப்ப உமிழ்வினை புரிந்து மிகையளவில் வளிமங்களை வெளிவிடும் பொருள்கள் வெடிமருந்துகள் என வழங்கப்படுகின்றன. இச்சூழ்நிலையில் வினைவினை பொருள்கள் உயர் வெப்பநிலைகளை அடைந்து சுற்றுப்புறத்தில் உயர் அழுத்தத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. அடர்த்தி மிகுந்த வெடிபொருளிலிருந்து வெடித்தல் நிகழ்ச்சியின்போது 5000° C. வெப்பநிலையும் 2,00,000 கி.கிராம்/செ.மீ² அழுத்தம் தோன்றக்கூடும்.

போர்த் துறையிலும், மலைகளைக் குடைந்து குகைப் பாதை அமைக்கவும் அணைக்கட்டுவதற்கு மண்ணைத் தோண்டுவதற்கும் சுரங்கங்கள் வெட்டுவதற்கும், பாறைகளை உடைப்பதற்கும் பயன்படுத்தலாம். செயற்கை நிலநடுக்கம் ஏற்படுத்தி நீரூற்றுகள், பெட்ரோலியக் கிணறுகள் ஆகியவற்றை கண்டறியும் முயற்சியில் இவை ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன.

வெடிபொருள்கள் நைட்ரோடொலுயினைப் போன்று திண்மமாகவோ, நைட்ரோகிளிசரினைப்

போல் வளிமமாகவோ இருக்கலாம். வெடிமருந்து தனி வெடிபொருளாகவோ, வெடிபொருள் கலவையாகவோ (T.N.T. + அமோனியம் நைட்ரேட்) வெடிபொருள்-வெடிக்கும் தன்மையற்ற பொருள் கலவையாகவோ பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பீரங்கிகளில் மருந்து அல்லது கருந்துள் எனும் வெடிபொருள் இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பே சீனர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. கடந்த நூற்றாண்டின் துவக்கம் வரை வெடி மருந்து என்றாலே கந்தகம், கரி, பொட்டாசியம் நைட்ரேட் ஆகியவற்றின் கலவையே என்ற கருத்து நிலவிவந்தது.

1864இல் சூல்ட்ஸ் என்பார் செல்லுலோஸ் நைட்ரேட்டை பீரங்கிகளில் பயன்படுத்தலாம் என்று கண்டுபிடித்தாலும், நோபல் பரிசுகளை நிறுவிய ஆல்பர்ட் நோபல் நைட்ரோகிளிசரின் நீர்மத்தை கிசலிகர் என்ற சிலிகேட் வகை மண்ணில் உறிஞ்சி சேமித்துவைத்தால் தவறுதலாகக் கையாளும்போது வெடிக்கும் அபாயம் பெரிதும் குறைகிறது என்று அறிந்து கூறியதாலும், வெடிமருந்து தயாரிப்பில் புதிய சகாப்தம் தொடங்கியது.

கரிம வகை, கனிம வகை இரண்டிலும் வெடிக்கும் பொருள்கள் உள்ளன. பொதுவாக, நைட்ரேட்டுகள், குளோரேட்டுகள், பெர்குளோரேட்டுகள், பெராக்கசைடுகள் ஆகிய கனிம உறுப்புகளும், நைட்ரோ, நைட்ரேசோ, ஃபுல்மினேட், அசைடு ஆகிய கரிம வினையுறு தொகுதிகளும் வெடிக்கும் இயல்பைப் புகுத்தவல்லன.

வெடிபொருளாகப் பயனுறுவதற்கு ஒரு சேர்மத்தில் கீழ்க்கண்ட பண்புகள் இருத்தல் தேவை.

1. N - N, N - O, N - C1, O - C1 போன்ற எளிதில் சிதைவுறக்கூடிய பிணைப்புகள் இடம்பெறுதல்.

2. கணப்பொழுதில் வினையுற்று தன் கொள்ளளவைப் போன்று 10 முதல் 15 மடங்கு கொள்ளவு கொண்ட வளிமங்களை உமிழ்தல்.

3. சேர்மத்தில் இடம்பெற்றுள்ள கார்பனையும், ஹைட்ரஜனையும் முழுமையாக எரிக்கத் தேவைப்படும் ஆக்சிஜனைவிட கூடுதலான அளவு ஆக்சிஜன் சேர்மம் மூலக்கூறில் இருத்தல்.

$C_x H_y O_z$ என்ற வாய்பாடுள்ள சேர்மத்தில் $Z - (x + y/2)$ ஆக்சிஜன் அணுக்கள் மிகையளவில் இருக்கும். இதற்கு ஆக்சிஜன் இருப்பு என்று பெயர். நைட்ரஜன் அணுக்கள் இடம்பெறும் மூலக்கூறில் நைட்ரஜனைப் புறக்கணித்துவிடலாம். ஏனெனில் வெடித்தலின்போது நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிவதில்லை.

$$Z - (x + y/2) \times 16$$

$$\text{ஆக்சிஜன் இருப்பு} = \frac{\text{சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடை}}{\text{ஆக்சிஜன் இருப்பு}} \times 100$$

அமோனியம் நைட்ரேட்டின் ஆக்சிஜன் இருப்பு +20 பென்சிலின் ஆக்சிஜன் இருப்பு -11.3. காரிய ஆக்சைடுக்கு ஆக்சிஜன் இருப்பு இல்லை. எனினும், வெடிக்க வல்லது. பொதுவாக, ஆக்சிஜன் குறை கொண்ட பொருள்களுடன் ஆக்சிஜன் இருப்பு மிகையாகக் கொண்ட பொருள்களைக் கலந்து பயன்படுத்துதல் வழக்கமாகும்.

வெடிபொருள்கள் பொதுவாக மூன்று வகைகளாகவுள்ளன.

1. குறைதிறன் வெடிபொருள்கள் இவை பெரும்பாலும் உந்துபொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

2. முதனிலை அல்லது துவக்கவகை (initiating or primary) வெடிபொருள்கள்.

3. உயர்திறன் வெடிபொருள்கள் (high explosives) இவை எளிதில் தூண்டுகோலின்றி வெடிப்பதில்லை.

பீரங்கி மருந்து பழங்கால வெடிபொருளாகும். இதில் 75% KNO_3 அல்லது $NaNO_3$, 15% கரி மற்றும் 10% கந்தகம் உள்ளன. இக்கலவை எரியும்போது

விநாடிக்கு 0.25 மீ. பாயும் விரைவு கொண்டது. இது சிகரெட் எரிவதையொத்த வினையாகும்.

மிகுதியான கார்பனும், கந்தகமும் மெல்ல நிகழும் குறைப்பு வினைகளில் பங்கேற்று புகைமலிந்த மூட்டம் போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கின்றன.

காரிய ஆக்சைடு போன்றன வெப்பத்திற்கும் அதிர்வுக்கும் பணிந்து வெடிக்கக்கூடியன. TNT போன்ற உயர்திறன் வெடிபொருள்களில் வெடித்தல் வினையைத் தூண்டுவதற்கு காரிய அசைடு பயன்படுகிறது. டி.என்.டி - ஐ உருக்கி வார்க்கலாம்; நீரை உறிஞ்சாது.

ஆக்சிஜன் இருப்பு மிகுந்த அம்மோனியம் நைட்ரேட்டுடன் ஆக்சிஜன் இருப்பு குறைந்து அமையப் பெற்ற TNT ஐ கலந்து அமெடால் என்ற வெடிமருந்தும், அலுமினியம், அமோனியம் நைட்ரேட் மற்றும் டி.என்.டி சேர்த்த கலவை அமோனால் என்ற பெயரிலும், ANFO (அமோனியம் நைட்ரேட் + என்ற எண்ணை), P.E.T.N. (பென் ாரித்ரிடால் டெட்ரா நைட்ரேட்) என்ற பொருளும் இன்று இத்துறையில் குறிப்பிடத்தக்க வெடிமருந்துகள்.

வெடிமருந்துகளை மதிப்பீடு செய்தல்.

வெடிமருந்தின் மதிப்பு அதன் தகர்க்கும் திறனைப் பொறுத்தது. ட்ராசல் (Trauzl) காரியக் குழாய் ஆய்வு என்ற ஆய்வின் வாயிலாகத் தகர்க்கும் திறனை மதிப்பிடலாம். குறிப்பிட்ட எடை கொண்ட வெடிபொருளை உள்ளடக்கிய ஒரு காரியக் குழாய் வெடித்தல் நிகழ்ச்சியால் எவ்வளவு விழுக்காடு கொள்ளளவும் பெருக்கமும் காண்கிறது என்பதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு இத்திறனை அளக்கலாம்.

மற்றொரு முறையில் 30 வலை (30 mesh) என்ற அளவில் துணைப்பரப்பு கொண்ட சல்லடைக்கண்ணில் நுழையா மணலை ஒரு குறிப்பிட்ட எடையில் ஓர் எஃகுக் கலனில் வெடிபொருளுடன் கலந்து அடைத்து, வெடித்தல் நிகழ்த்தி, அதன் பின்பு தூளாக்கியுள்ள மணலில் 30 வலையளவு கொண்ட சல்லடையில் ஊடுருவிச்

செல்லத்தக்க மணல் தூளின் எடையை அறிந்து, இவ்விழுக்காட்டை வெடிமருந்தின் சிதறவைக்கும் திறனுக்கு அளவையாகக் கொள்வதுண்டு.

மோதல் அதிர்ச்சியை அளக்க 2 கி.கிராம் வெடிபொருளை எந்தச் சிறும உயரத்திலிருந்து தரைமீது போட்டால் வெடித்தல் நிகழும் என்றறிதல் தேவை. பாதரச ஃபல்மினேட், காரிய அசைடு இரண்டும் மிகக் குறைந்த உயரத்திலிருந்து நழுவுவிட்டாலே வெடிக்கும் இயல்புடையவை.

வெடித்தலின் விரைவை (velocity of detonation) அறிய மின்னணுவியல் கருவிகளைக் கொண்டு குறிப்பிட்ட இடைவெளி கொண்ட இரு கம்பிகளுக்கு இடையே பாய்வதற்கு வெடித்தலால் தோன்றும் ஒலி அலை எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தை அளக்க வேண்டும்.

துணைநூல்கள். Kirk-Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology, 1965, Second Edition, Vol.8 Wiley-Interscience, New York, pp.581; Chemistry in Engineering and Technology, 1984, Vol.2 J.C. Kuriakose, J. Rajaram, Tata-McGraw-Hill Co., New Delhi, pp.455.

வெண் கடம்பு

இதனை நாயக்கடம்பு, நீர்க்கடம்பு, நெய்க்கடம்பு, கொத்தமரம் என்றும் கூறுவர். ஆங்கிலத்தில் இம்மரத்திற்கு பாஸ்டர்ட் சிடார் ஆஃப் பால்காட் (Bastard cidar of palghat) என்றும், பரிடல் கவுச் பிளான்ட் (Bridal couch plant) என்றும் பெயர்களுண்டு.

இதன் தாவரப்பெயர் ஹைமெனோடிக்டியாஸ் ஒரிசெல்லி (Hymonodictyon orixense) என்பதாகும். ஹச். எக் செல்சம் (H.excelsum), சின்கோனா ஒரிசென்சிஸ் (Cinchona orixensis), சி. எக் செல்சா (C,

excelsa) என்பவை இம்மரத்திற்கு வழங்கப்படும் இணைத் தாவரப் பெயர்கள். இது ரூபியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இம்மரத்தை இந்தியா, பர்மா, இந்தோசீனா, மலேசியா ஆகிய நாடுகளில் 800-1400 மீ. உயரம் வரை மலைப்பகுதிகளில் காணலாம்.

இது மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் காணப்படுகிறது. இம்மரத்தில் இலைகள் டிசம்பர் மாதத்தில் உதிருகின்றன. பூக்கள் செப்டம்பர் மாதத்தில் தோன்றுகின்றன. பூக்கள் வாசனையானவை. மரத்தின் கிளை நுளிகளில் கொத்தாகக் காய்களைக் காணலாம். இவை மரத்தில் நீண்ட காலம் நிலைத்திருக்கும் தன்மையவை. வடிகால் வசதியுள்ள நிலங்களில் நன்கு வளரும். மணற்பாங்கான நிலம், சரளை நிலப்பகுதி ஆற்றங்கரையோரங்களில் இம்மரம் வளர்ந்திருக்கும்.

சூரிய ஒளியை விரும்பும் மரங்களுள் ஒன்று. மரத்திலிருந்து விதைகள் ஏப்ரல், மே மாதங்களில் உதிர்ந்து அடுத்து பெய்யும் பருவமழையின்போது முளைக்கின்றன. கிளைகளை வெட்டி நட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். மரத்தை வெட்டிவிட நன்கு தழைக்கும். ஆண்டு ஒன்றுக்குச் சராசரியாக ஏறக்குறைய 3 செ.மீ. தடிக்கும் தன்மையது.

மரம். இலையுதிர்க்கும் இம்மரம் 15 மீ. உயரம் வளரும்; தடித்த கிளையுடையது; பட்டை கசப்பானது; சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறமாயிருக்கும் இலைகள் குறுக்குமறுக்காக நீள்முட்டை - முட்டை-தலை கீழ் குத்துவாள் வடிவில் 10-15, 8-14 செ.மீ. அளவிலிருக்கும்; நுனி கூரியது; இலைக்காம்பின் நீளம் 10 செ.மீ.; இலைகள் முதிர்ந்தவுடன் உதிர்ந்துவிடும். இலையடிச் செதில்கள் காம்பிடையே காணப்படும். இலை மெல்லியவை; உதிருந் தன்மையவை; மஞ்சரி ரெசீம், 15 செ.மீ. நீளமானது.

உச்சியிலோ இலைக் கக்கங்களிலோ உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச் செதில்கள் இரண்டு, இலை போன்றவை. நிலைத்திருக்கும் தன்மை கொண்டவை. பூக்காம்புச் செதில்கள் மெலிந்தவை; பூக்கள் ஐந்தங்கமுடையவை. புல்லிவட்டம் முனை மழுங்கியோ உருண்டை வடிவிலோ 1 மி.மீ.



வெண்கடம்பு

அளவிலிருக்கும். மடல்கள் ஐந்து, தொடு இதழ் அமைவில் உள்ளன.

முக்கோண வடிவில் 0.7 மி.மீ. அளவிலும் கூரிய நுனியுடையாயிருக்கும்; உதிருப்பவை. அல்லி வட்டம் பச்சை நிறத்திலும் 3 மி.மீ. குறுக்களவிலும் இருக்கும்; தாம்பாள வடிவிலிருக்கும்; மடல்கள் ஐந்தும் தொடு இதழ் அமைவிலிருக்கும். குழிவானவை; நீள் சதுரமானவை; தடித்தவை; கூரிய நுனியுடையவை; மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்து, அல்லி மடல்களின் மீது அமைந்திருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் குறுகியவை. மகரந்தப் பைகள் நீள்சதுரமாய் 7 மி.மீ. அளவிலிருக்கும். கூரிய நுனியுடையது. குற்பை 0.1 மி.மீ. அளவிலும் அறைகளைப் பெற்றுமிருக்கும்.

எண்ணற்ற சூல்கள் தடுப்புச்சுவர் ஒட்டிய சூலொட்டில் அமைந்திருக்கும். சூலகத்தண்டின் நீளம் 1.5 மி.மீ. கனி லாக்குலிசைடல் கேப்ச்யூல் ஊசல் போன்றது. இரண்டு வால்வு கொண்டு கீழ்முட்டை வடிவிலும் 2 1 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும். முழுநீளத்திற்கும் சூலொட்டுத்தளம் பிரிந்திருக்கும். விதைகள் பல உண்டு. வட்டமாகவும் 1 0.5 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும். புறஉறை வலைபோன்று வலை இறகுகளுடனும் இறகு கீழ்ப்புறம் இருபிளவுகளுடனும் காணப்படும். இறகுகள் 1.2 செ.மீ. அளவானது. முளை சூழ்தசைசதைப்பற்றாகவும் வித்திலைகள் முட்டை வடிவாகவும் முளைவேர் உருளைபோன்றும் இருக்கும்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். ஒரு கனஅடி மரக்கட்டையின் எடை 14.5 கி. ஆகும். இம்மரம் சணல் ஆலையில் கம்பியிழை உருளை (bobbin) மற்றும் உருளைகள் செய்ய உதவுகிறது. ஸ்லேட், படச்சட்டங்கள், கணக்குக் கருவிகள், பென்சில்கள், பொம்மைகள், பீப்பாய்கள் செய்யவும் உதவுகிறது. செலவு குறைந்த மேஜை, நாற்காலி, பெட்டிகள் முதலியவையும் இம்மரத்தைக் கொண்டு செய்யலாம். பட்டைதோல் பதனிட உதவும். கசப்பான பட்டை காய்ச்சலைப் போக்கும். பட்டையில் ஹைமேனோ டிக்டியோனின் (hymenodictyonin) என்னும் அல்கலாய்டும் ஏஸ்குலின் (aesculin) ஸ்கோபோலெட்டின் (scopoletin) என்னும்

பொருள்களும் உள்ளன. இலைகள் சாயமேற்றவும் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகவும் உதவும். இலையில் தழைச்சத்து 2.36% உள்ளது.

இதற்கு சமுத்திரக்கடம்பு, சமுத்திரசோகி, வெண்கடம்பு, கடல்பாலை என்ற பெயர்களும் உண்டு. இதன் விதையை வட்டத்திருப்பவிதை என்பர். இதன் பழத்தை சமுத்திராப்பழம் என அழைப்பதுண்டு. இதற்கு 'எலிஃபண்ட் கிரிப்பர்' (elephant creeper), ஓயிட்டிண்டின் (white Indian Oak) என்ற ஆங்கிலப் பெயர்கள் உண்டு. இக்கொடியின் தாவரப்பெயர் ஆர்ஜிரியா ஸ்பீசியோசா (Argyrea speciosa) என்பதாகும். கன்வல்வுலேசிகுடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்கொடி இந்தியா முழுவதும் வளர்ந்து காணப்படுகிறது. மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளிலும் தமிழ்நாட்டின் உட்பகுதிகளிலும் வளருகிறது. இது 300 மீ. உயரம் வரையிலும் வளரும் தன்மையது.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இக்கொடியின் விதைகள் கோழை, அரோசிகம், உதிரவாதம், அதிமத்திரம் ஆகியவற்றை அகற்றும். வயிற்று வலியைப் போக்கும். சில சமயங்களில் விதைகள் கருச்சிதைவை உண்டாக்கலாம். விதைகளைப் பொடித்து குழந்தைகட்கு தர கோழை வெளிப்படும். விதையைப் பொடித்து சவ்வரிசி மற்றும் வெண்ணெயுடன் கலந்து தர வயிற்றுப் போக்குக் குணமாகும். விதைக் கண்ணோய்களைப் போக்கவும் உதவுகிறது.

இதன் பழம் அதிசாரபேதி, குதகக்கட்டு, இடுப்பு வலி, வெட்டை, வயிற்று வலி, தலைவலி, இருமல், சுரம் ஆகியவற்றைப் போக்கும். பழம் ஒற்றைத் தலைவலி, நீர்ப்பீனிச நோய்கள் நீங்க உதவுகிறது. பழத்தின் சூரணம் தொண்டைப் புண்ணையும், தோல் நோய்களையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.

இலைக்கஷாயம் வயிற்றுப் போக்கைக் குணமாக்கும். இதன் இலைகளை கட்டிகள் மீது அடிப்புறமாக வைத்துக்கட்ட கட்டிகள் பழுத்து உடையும். இலையின் மேற்புரத்தை வைத்துக்கட்ட கட்டிகளையும். இதன்வேர் உடலுக்கு உரத்தைத் தரும்.

நரம்பு நோய்கள் மற்றும் கீல்வாதத்தை நீக்கவும் வேர் உதவுகிறது.

ஆர்ஜிரியாமலபரிக்கா (*Argyrea malabarica*) என்னும் சிற்றினம் பேதி மருந்துத் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும்.

கொடி. இது ஒரு ஏறுகொடி. இலைகள் அகன்ற முட்டை வடிவமானவை; இலைகள் 25 செ.மீ. விட்டமுடையவை. வழக்கமாக இலையின் அடிப்பகுதியில் உரோமங்களைக் கொண்டிருக்கும். இலைகளின் மேற்பரப்பில் உரோமங்கள் இருக்காது. மஞ்சரி சைம்கள். பல மலர்கள் இலைக் கோணங்களில் உண்டாகியிருக்கும். பூவடிச் செதில்கள் உண்டு. புல்லி இதழ்கள் தளிர் போன்று ஐந்து உள்ளது. தோல் போன்று சற்று பெரிதானவை. இவை சிவப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறமானவை. மடல்கள் நீளவாக்கில் மடிக்கப்பட்டிருக்கும்.

மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்து உள்ளடங்கியவை. மகரந்தக்கம்பிகள் பெரும்பாலும் விரிந்தும் உரோமங்களுடனும் உள்ளவை. மகரந்தப் பைகள் நேரானவை. நீள்சதுரமானவை. மகரந்தத் தூள்கள் முட்களுடையவை. வட்டதகட்டு வளையம் போன்றது. குற்பை நான்கு அறைகளுடன் நான்கு சூல்களுடன் இருக்கிறது. சூலகத் தண்டு நூல் போன்றது. சூலகமுடி இரண்டு. உருண்டையாயிருக்கும். ஒவ்வொரு கனியிலும் நான்கு அல்லது அதற்கு குறைவான விதைகளைக் காணலாம்.

கோ . அர்ச்சுணன்

வெண்கடல்

ஐரோப்பாவின் உப்புநீர் மண்டலத்தின் பல கிளைகளில் மிக முக்கியமானவை வெண்கடல், வடகடல், பால்டிக்கடல், போதீனியா வளைகுடா, ஆங்கிலேயக் கால்வாய் (English channel), மத்திய தரைக்கடல் (Mediterranean sea) மற்றும் அதன் துணைப்பகுதிகள்

ஆகும். இதில் வெண்கடல், பேரன்ட்ஸ் கடல் என்னும் முக்கிய நீர் பரப்புடையது. அதன் பெரும்பகுதி ரஷ்யக் கரையிலுள்ளது. அதில் சேரும் முக்கிய ஆறு ட்வைனா(Dvina) எனப்படும்.

வெண்கடலின் எல்லைகளும் பகுதிகளும்.

சோவியத் ரஷ்யாவின் வடகிழக்குப் பகுதியில் இருக்கும் இக்கடல் பாரன்ஸ் கடலின் (Barents sea) தென்மேற்கில் 365 மைல்களுக்குப் பரவியுள்ளது. இதன் மேற்குப்புறம் கோலா தீபகற்பமும் (Kola peninsula), கிழக்குப்புறம் கேனின் தீபகற்பமும் (Kanin peninsula) உள்ளன. கிழக்குப்பக்கத்தின் முகத்துவாரத்தில் மெஸன் வளைகுடா (Mezen bay) உள்ளது. இதற்கு மெசன் ஆற்றிலிருந்து நீர் வருகிறது.

இக்கடலின் உட்புறத்தில் மூன்று வளைகுடாக்கள் உள்ளன. அவை வடகிழக்குப் பகுதியில் இருக்கும், கண்டலக்ஷா வளைகுடா (Kandalaksha bay) தென்கிழக்குப் பகுதியிலுள்ள ஒனேகா வளைகுடா (Onega bay) மற்றும் டிவைனா வளைகுடா (Dvina bay) ஆகியவை. டிவைனா வளைகுடா என்பது முன்பு, ஆர்க் ஏஞ்சல் வளைகுடா (Archangel bay) என்று அழைக்கப்பட்டது. ஆர்க் கேஞ்சல் அதன் முக்கிய துறைமுகமாகும்.

ஒனேகா வளைகுடாவிற்கு ஒனேகா ஆற்றிலிருந்தும் டிவைனா வளைகுடாவிற்கு டிவைனா ஆற்றிலிருந்தும் நீர் வருகிறது.

சோலோவஸ்கி தீவு (Solovetski).

இக்கடலிலுள்ள மிகப்பெரிய தீவாகும். இது 110 சதுரமைல் பரப்புடையதாகும். இது ஒனேகா வளைகுடாவின் நுழைவுப் பகுதியில் உள்ளது.

வெண்கடலின் பண்புகள்.

ஏறத்தாழ வெண்கடல் 36,000 சதுரமைல் பரப்பும் சராசரியாக ஆழமற்ற பகுதிகளில் 325 அடி ஆழமும் உடையது. இக்கடல் நவம்பரிலிருந்து மே மாதம் வரை உறைந்து காணப்படும். இருப்பினும் உறைபனிச் சிதைப்பான்கள் (Ice breakers) ஆர்க் ஏஞ்சல், பகுதியை உறையவிடாமல் வைத்திருக்கின்றன.

வெண்கடலில் நடைபெறும் தொழில்கள்.

கோடைக் காலத்தில் இக்கடலில் மீன்பிடித்தல், கப்பலோட்டுதல் ஆகிய முக்கியத் தொழில்கள் தீவரமாக நடைபெறுகின்றன. ஹெர்ரிங், காட் ஆகிய மீன்கள் முக்கியமாகப் பிடிக்கப்படும் மீன்களாகும். இக்கடலில் உள்ள துறைமுகங்கள் பெலோமாஸ்க் கண்டலக்ஷா, கெம், மெசன், ஒனேகா ஆகியவைகளாகும்.

வெண்கடல்-பால்டிக் கால்வாய். உள்நாட்டு நீர்வழிகள் ரஷ்யப் பொருளாதாரத்தில் மிகப்பெரிய பங்கு வகிக்கின்றன. சில முக்கியமான ஆறுகளை இணைப்பதன் மூலம் பல நீர்வழிகள் ஏதுவாகின்றன. இந்நீர்வழிகளில் வெண்கடல்-பால்டிக் கால்வாய் முக்கியமானதாகும். வெண்கடல்-பால்டிக் கால்வாய் சோவியத் ரஷ்யாவின் உள்நாட்டு நீர்வழியாக விளங்குகிறது. இது பெலோமாஸ்க் துறைமுகத்திலிருந்து போவனெட்ஸ் துறைமுகம் வரை நீண்டுள்ளது.

இது வெண்கடலையும், ஒனேகா ஏரியையும், பால்டிக் கடலையும் வோல்கா கடலையும் இணைக்கும் நீர்வழியாகும். இதன் நீளம் 227 கி.மீ. இதில் 37 கி.மீ. செயற்கையானது. இதில் 19 ஏரிகள் உள்ளன. 1915-16 இல் பெரிய நில அளவீட்டாளரான பீட்டர் என்பவரால் திட்டமிடப்பட்டு, 1930-33க்குள் மக்களை வற்புறுத்தி வேலை வாங்கி கட்டிமுடிக்கப்பட்டது.

வடமேற்கு ஐரோப்பா மற்றும் ரஷ்யாவின் அருகிலுள்ள பேரன்ட்ஸ் கடலுடன் வெண்கடல் தொடர்புடையது. இது 365 மைல் நீளம் மற்றும் 36,680 சதுர மைல் பரப்புடையது. அதன் வடக்குப்பகுதி கோலா, கானின் தீபகற்பங்களுக்கிடையில் பாரன்ட்ஸ் கடலில் திறக்கிறது. இதன் தெற்குப் பகுதியில் ஒரு குறுகிய வளைகுடா உள்ளது. அது 100 மைல் நீளமும், 30 - 35 மைல் அகலமும் உடையது.

இதன் தென்பகுதியில் உள்ள கண்டலக்ஷா வளைகுடாதான் மிகவும் ஆழமானது. அது 1115 அடி ஆழமுடையது. மெசன், வடக்கு டிவைனா மற்றும் ஒனேகா ஆறுகள் வெண்கடலின் பெரிய வளைகுடாக்களில் திறக்கின்றன. பெலோமாஸ்க் பகுதியில் உள்ள ஒரு கால்வாய் மண்டலம் வெண்கடலை பால்டிக் கடலுடன் லெனின்

கிரேடுக்கருகில் இணைக்கிறது.

பால்டிக் கால்வாய் மூலமாக வெண்கடல் ஒனேகா ஏரியுடன் இணைக்கப்பட்டு பின்பு இதன் மூலமாக கடலுடன் இணைக்கப்படுகிறது.

வோல்கா-பால்டிக் நீர்வழியின் மூலமாக வெண்கடல், கருங்கடல் மற்றும் காஸ்பியன் கடலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

உறைபனி உறைகள். பால்டிக் உறைபனி ஏரி என்பது ஓர் உருகும் நீர் ஏரியாக இருந்தது. அதிலிருந்து பெரும் பனிப்படலம் மத்திய ஸ்வீடன் நாட்டின் வடக்குப்புறம் மெதுவாகக் கரைந்ததும் அது போல்டியா கடல் ஆயிற்று. பின்னர் அப்போது பெரிய ஏரிப்பகுதியில் ஏரி நீர் வடிந்ததும் அதில் கடலிலிருந்து உப்புநீர் புகுந்தது. பின்னர் அது வெண்கடலுடன் இணைந்தது.

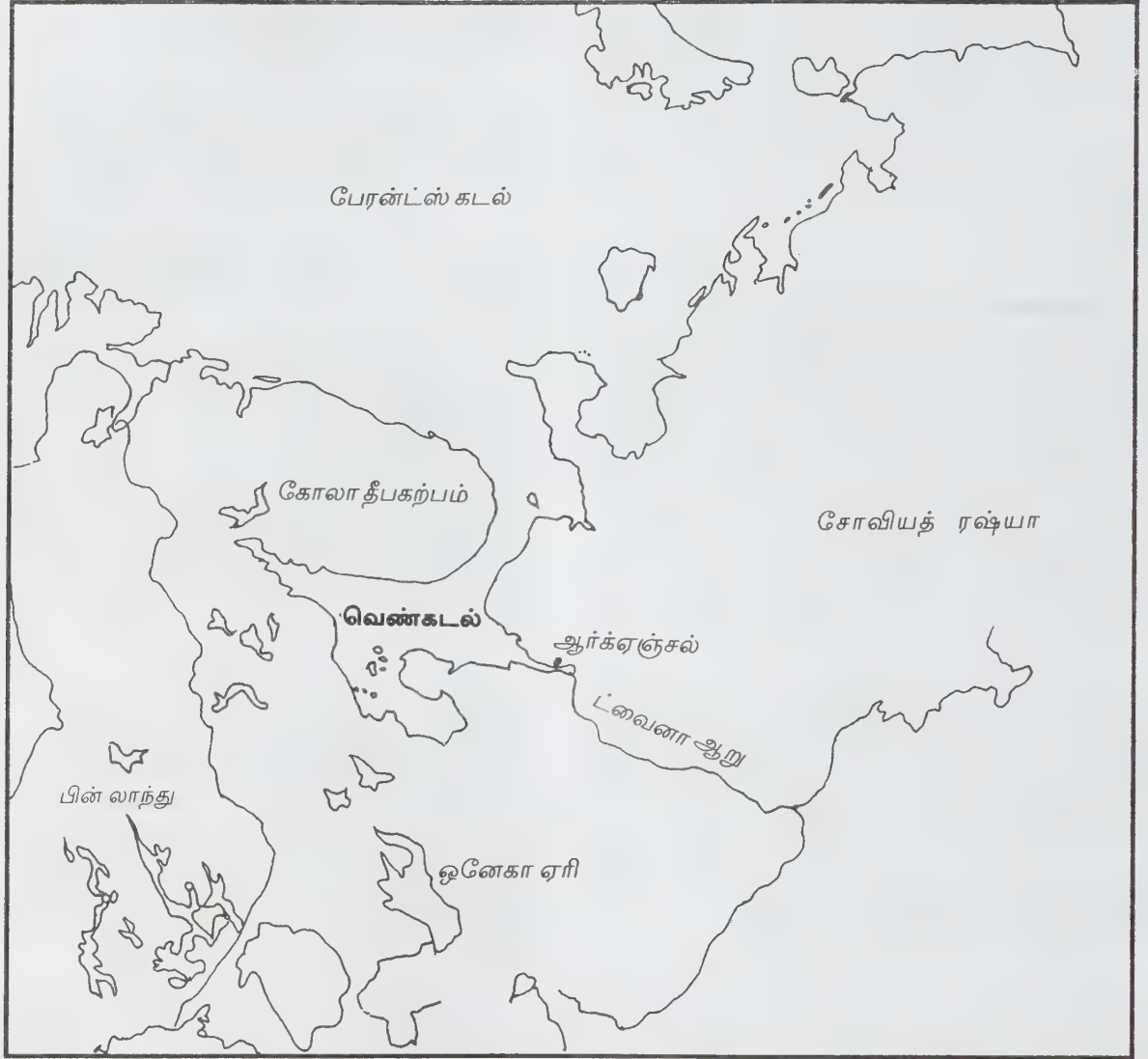
ஆர்க்ஏஞ்சல் கடல் நவம்பர் முதல் மே மாதம் வரை பெரும்பாலும் பனிக்கட்டியால் மூடப்பட்டுள்ளது. அது வெண்கடலுடனும் பால்டிக் கடலுடன், வோல்கா-பால்டிக் நீர்த்திட்டத்தின் மூலம் கருங்கடல் மற்றும் காஸ்பியன் கடலுடனும் இணைந்துள்ளது. அதன் பரப்பு 90,000 ச.கி.மீ., சராசரி ஆழம் 60 மீ., உச்ச ஆழம் 330 மீ. இதில் கிழக்குப் பகுதி ஆழம் குறைவானது.

வெண்கடலின் வாணிபப் பொருள்கள்.

வெண்கடல்-பால்டிக் கால்வாயின் மூலமாக நடக்கும் வாணிபத்தில், மரம், உரம் தயாரிப்பதற்கான அபாடைட் என்னும் பொருள், மற்றும் கட்டடக்கல் ஆகிய பொருள்களை முக்கியமாக வணிகம் செய்கின்றனர்.

இவையாவும் லெனின்கிரேடுக்கு தெற்குப் பக்கமாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. மரம், கரி, எண்ணெய் ஆகியவை வெண்கடலின் வடக்குப் பக்கமாக எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவை மேற்கு ஐரோப்பாவின் கப்பலுக்கு எடுத்துச் செல்வதற்காக வெண்கடல் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

வெண்கடலை நொவகராட் பகுதி வாழ்மக்கள்



வெண் கடல் அமைவிடம்

1-ஆம் நூற்றாண்டிலேயே அறிந்திருந்தனர். 16-ஆம் நூற்றாண்டில் அது ஒன்று தான் மாஸ்கோவாசிகள் வளிநாட்டுடன் வாணிபத் தொடர்பு கொள்ளப் பண்பட்ட வழியாகும்.

வெண்கடலின் உயிரினங்கள். இக்கடலில் ரணப்படும் வாணிப முக்கியத்துவம் வாய்ந்த யிரினங்கள் யாழ்சீல் எனப்படும் போக்கா

கிரீன்லாண்டிகா, பிடரிசீல் எனப்படும் சிஸ்டோஃபோரா க்ரிஸ்டேட்டா துறைமுக சீல் எனப்படும். போக்கா விட்டுலினா கேஸ்பியன் சீல் எனப்படும் போக்கா காஸ்பிகா ஆகியவையாகும். இவ்வகை சீல்கள் உணவு, உடை ஆகியவற்றுக்காகப் பிடிக்கப்படுகின்றன.

சீல்கள் போசிடே என்னும் குடும்பத்தில் ஊனுண்ணி வரிசையைச் சேர்ந்த நீர்வாழ்

பாலூட்டிகளாகும். இவற்றின் முன்கால்களின் விரல்கள் ஒன்றாக இணைந்து துடுப்பு உறுப்பு (Flipper) என்னும் ஒரு நீந்தும் உறுப்பாக மாறியுள்ளது. பின்னங்கால்களில் உள்ள விரல்கள் விரலிணைச் சவ்வால் (Web) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ரோம சீல்கள் (Hair seals) என்னும் பாலூட்டிகள் வெண்கடலிலும், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள கிரீன்லாந்து, நியூபுண்ட்லாந்து, லேப்ராடர், லாரன்ஸ் வளைகுடா, ஜான் மேயன் தீவு, (Jan Mayan Islands) நொவாயா ஸெம்லியா தீவு (Novaya Zemlya island) போன்ற இடங்களிலும் அதிகமாக உள்ளன. நொவாயா ஸெம்லியா, வெண்கடல் மற்றும் காஸ்பியன் கடலிலும் ரோமச் சீல்களை அதிகமாகப் பிடிக்கின்றனர்.

வெண்கடல் ஆய்வுகள். மஸ்கோவி (Muscovy) கம்பெனியின் வணிகர்கள் கிழக்குப் பகுதிகளுக்குச் செல்ல துருவப்பாதை ஒன்றைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியின்போது செபாஸ்டியன் கபாட் (Sebastian cabot) என்பவரின் ஆலோசனை கிடைத்தது. சர்ஹீக் வில்லோபி (Sir Hugh Willoughby) ரிச்சர்ட் சான்சலர் (Richard Chancellor) ஆகியோருடைய தலைமையில் 3 கப்பல்கள் 1553இல் லண்டனிலிருந்து புறப்பட்டன. அதில் வில்லோபியினுடைய கப்பல், கடற்பயணத்தின்போது சிதைந்து (Ship Wreck) விட்டாலும், சான்சலர் கப்பல் வெண்கடலை அடைய முடிந்தது. அங்கிருந்து மாஸ்கோவிற்கு அவர் சென்றார். இதனை அடுத்த 50 ஆண்டுகளுக்கு வடகிழக்குப் பாதையில் கப்பல்களை இயக்குவதில் தேவையான அளவு வெற்றி கண்டனர். அதில் நொவாயா ஸெம்பியா பகுதியைக் கண்டுபிடித்தனர். வில்லியம் பாரன்ட்ஸ் என்பவர் ஸ்பிட்ஸ்பெர்ஜென் (Spitsbergen) தீவு, மற்றும் கரடித் தீவுகளைக் (Bear island) கண்டுபிடித்தார்.

வெ. கிரிஜாபாய்

வெண்கலம்

வெண்கலம் என்பது தாமிரமும், வெள்ளீயமும் கலந்த உலோகக் கலவையாகும். வெண்கலத்தில் பலவகை

உண்டு. சில சிறப்பு வகை வெண்கலத்திற்கு ஈயம், துத்தநாகம், வெள்ளி மற்றும் வேறு சில உலோகங்களும் கலப்பதுண்டு.

1. வெள்ளீய வெண்கலம். இதனைச் சிலை வெண்கலம் என்றும் கூறுவர். இவ்வுலோகக் கலவையில் 2 முதல் 20 சதவிகிதம் கலந்திருக்கும். 2. மணி வெண்கலம். இவை பெரும்பாலும் கோவில் மணிகள் செய்யவும், பொருத்துக் குழாய்களின் உள்ளுறைகள் செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் 15 முதல் 25 சதவீதம் வரை வெள்ளீயம் கலந்திருக்கும். 3. பீரங்கி வெண்கலம். இவ்வுலோகக் கலவையில் தாமிரத்தோடு 8 முதல் 10 சதம் வரை வெள்ளீயமும் இரண்டு முதல் 4 சதம் வரை துத்தநாகமும் கலந்திருக்கும். இவை பெரும்பாலும் துப்பாக்கிக் குழாய்கள் செய்யவே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 4. ஸ்பெகல வெண்கலம். தாமிரத்தோடு சுமார் 33% வெள்ளீயம் கலந்த உலோகக்கலவையையே நாம் ஸ்பெகல வெண்கலம் என்கிறோம். 5. ஈய வெண்கலம். இவ்வுலோகக் கலவையில் தாமிரத்தோடு சராசரியாக ஈயம் 30% கலக்கப்படுகிறது. இவ்வகை வெண்கலம் குறைந்த அழுத்த அடைப்பிதழ்கள் செய்யவும், பொருத்திகள் செய்யவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. 6. மாங்கனீஸ் வெண்கலம். இவ்வகை வெண்கலத்தில் வெள்ளீய உலோகம் முழுமையும் இன்றி, வேறு சில உலோகங்கள் கலந்திருக்கும். குறிப்பாக, மாங்கனீசு 0.5 முதல் 5 சதம் வரை கலக்கப்பட்டாலும், இவ்வகை வெண்கலம் உறுதித்திறன் வாய்ந்தது. 7. அலுமினிய வெண்கலம். வெள்ளீய வெண்கலத்தைவிடச் சிறந்த பண்புகளைக் கொண்ட இவ்வகை வெண்கலத்தில் அலுமினியம் 5 முதல் 20% வரை பிற உலோகங்களோடு கலந்து ஆக்கப்பட்டிருக்கும். எனினும் இவ்வகை வெண்கலத்தை வார்க்க இயலாது. இவ்வகை வெண்கலத்திலும் வெள்ளீயம் கலக்கப்படுவதில்லை.

சிலிகான் வெண்கலம். இவ்வகையில் மூன்று சதம் வரை சிலிக்கான் கலந்து ஆக்கப்படுவதால் சிறந்த வார்ப்புத் தன்மை ஏற்று விளங்குகிறது. மேலும் இவ்வகை வெண்கலத்தை அனைத்து எந்திரன வினைகளுக்கும் உட்படுத்தி நமக்கேற்ற வடிவத்தைப் பெறலாம்.

பெர்ரீலிய வெண்கலம். பெர்ரீலிய வெண்கலம் எனப்படும் இவ்வகை வெண்கலத்தைப் பெர்ரீலியத் தாமிரம் என்றும் கூறுவர். காரணம் ஏனைய வெண்கலங்களைப் போல் இதில் வெண்கலம் இல்லை. சுமார் 2 சதம் வரை பெர்ரீலியம் கலந்திருக்கும்.

வெண்கலம் நல்ல கடினமான மற்றும் உறுதியான உலோகக் கலவை ஆகும். இதன் கடினத் தன்மையையும், உறுதியையும் மேலும் கடினப்படுத்தும் முறையின் மூலம் அதிகரிக்கலாம். தாமிர உலோகக் கலவைகளில் வெண்கலம் மட்டுமே வெப்பப் பதப்பாடு முறைகளுக்கு மிக ஏற்றதாக அமைந்து அதன் உறுதித் தன்மை எஃகைக்காட்டிலும் மூன்று மடங்கு உயர்ந்து நிற்கிறது.

வெள்ளீயத்துடன் கலந்த வெண்கலம் மிகக் கடினமானதும் அழுத்தத்தில் மிக உறுதியாகவும், அரிப்புத் தன்மையற்றதாகவும் இருக்கிறது. சுற்றுச் சூழல் காலநிலைகள் வெண்கலத்தைப் பெரிதும் பாதிக்கிறது. இதனைத் தடுக்க (ஆக்சிஜன்) பிராணவாயு சூழலில் 100°C வரை சூடுபடுத்தினால் சூழ்நிலையினால் ஏற்படும் அரிப்பைத் தவிர்க்கலாம். வெண்கலத்தின் புறப்பகுதி திறந்திருக்கும் போது ஒரு மெல்லிய இழை வடிவில் உலோகம் ஆவியாகி, மெல்லிழை, உலோகம் மேலும் ஆவியானதைத் தடுக்கிறது. சில கலைப்பொருட்களின் மீதும், இம் மெல்லிய இழைப்படர்வதைக் காணலாம். இதைத் தடுக்க முதலில் உலோகத்தை அமிலப் புகையில் உட்படுத்தி காய வைக்கலாம். மேலும் சிறிது சூடேற்றி மேலே மெழுகு பூச்சு பூசியும் தடுக்கலாம்.

சுழல் தாங்கிகள் செய்வதற்கு, வெளிப்புறத்தில் கடினப்படுத்தப்பட்ட வெண்கலம் பயன்படுகிறது. இதில் பெரும்பாலும் தாமிரமும், சுமார் 10% சதவீதம் வெள்ளீயம், சுமார் 2%, வரை கிராஃபைட்டு கலந்திருக்கும். மேற்கண்ட உலோகங்கள் அனைத்தும் உருகு நிலைக்குக் கீழே சூடாக்கப்பட்டு, அழுத்தத்தோடு வடிவமைக்கப்படுவதால், அதில் ஆவியாதல் குறைக்கப்படுகிறது. உருவாக்கி முடிந்ததும் சுழல் தாங்கிகள் மீண்டும் அழுத்தப்பட்டு அல்லது வடிவாக்கப்பட்டபின் மசகு எண்ணெயில் மூழ்கடிக்கப்படுகிறது. இதனால் சுழல் தாங்கிகள் கண்ணுக்குப் புலனாகாத நுண் துகள்களில்

தேவைப்படும் அளவிற்கு எண்ணெய் சென்று தங்கி உராய்வைக் குறைக்கிறது. சில நேரங்களில் தாமிரத்திற்குப் பதில் ஆல்பா தூளும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சிலவற்றில் துத்தநாகம், வெள்ளீயத்திற்குப் பதிலாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. வெண்கலத்தினை உருவாக்கும்போது சுமார் 700°C வரை அதன் பண்புகள் சூழ்நிலை அழுத்தத்தைப் பொறுத்தே அமைகிறது. அதில் மாற்றம் இருப்பதில்லை.

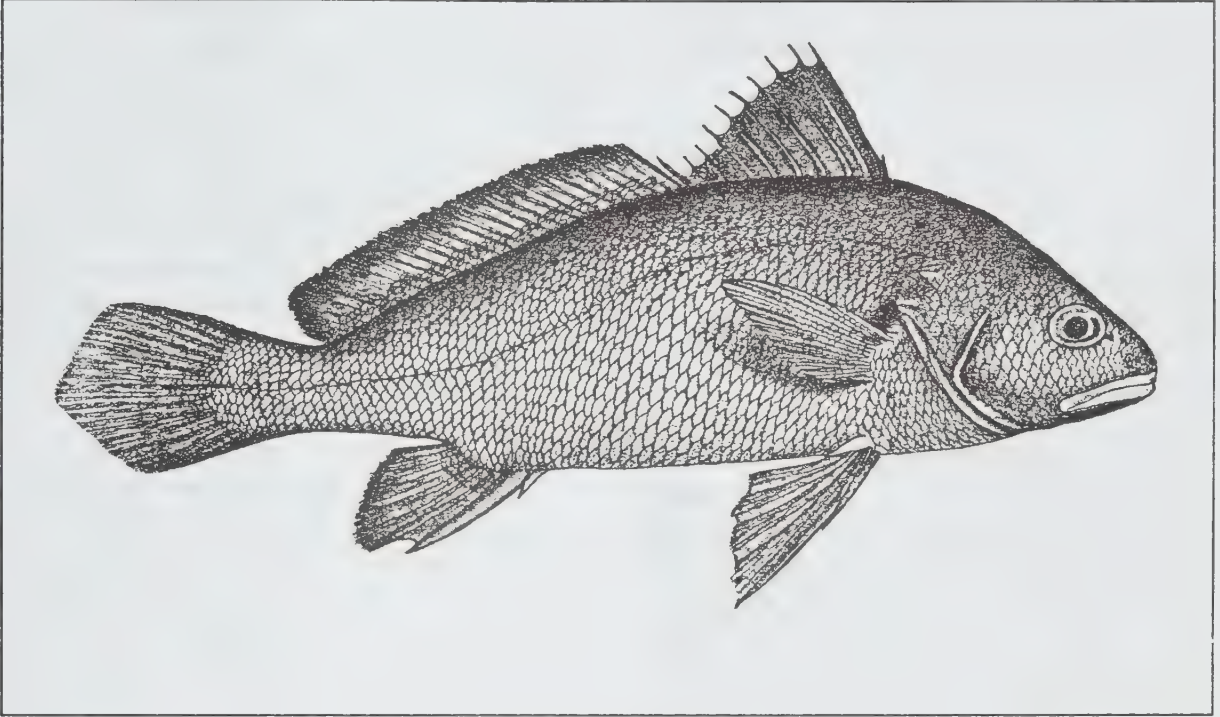
வெ. ஸ்ரீதர்

வெண் கற்றாழை மீன்

சயானிட் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த வெண் கற்றாழை மீன்கள் (*Scialma miles*) அரபிக்கடல் மேற்கு பகுதி, பெரிசியன் வளைகுடா, இந்தியப் பெருங்கடல் கிழக்குப் பகுதி இலங்கை, அந்தமான், இந்தோனேசியா கடற் பகுதிகள், ஆஸ்திரேலியாவின் வடக்கு, மேற்கு கடற்கரைப் பகுதிகளில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

சுமார் 60 செ.மீ. நீளம். வளரக்கூடிய இவற்றின் முதுகுப்பகுதி சாம்பல் கலந்த பச்சை நிறத்திலும் வயிற்றுப்பகுதி வெளிறிய நிறத்திலும் காணப்படுகிறது. உடல்பரப்பு நேராகவும், பின்பகுதி நன்கு குவிந்தும் வயிற்றுப் பகுதி நேராகவும் காணப்படுகிறது. முகட்டுப்பகுதி குவிந்துள்ளது. உடலின் இருபுறமும் தெளிவான இரு புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன.

மார்புத்துடுப்பு ஓரளவு வட்ட வடிவிலானது என்றாலும் வால் துடுப்பு ஆப்பு வடிவில் காணப்படுகிறது. இரு முதுகுத்துடுப்புகள் கொண்டிருக்கின்றன. முன்முனை துடுப்பில் உள்ளது 9 முதல் 12 முட்கள் கொண்டிருக்கின்றன. இரண்டாவது துடுப்பு முதல் துடுப்புடன் அடிப்பகுதியில் இணைந்துள்ளது. ஓரளவு நீண்ட அமைப்புக் கொண்டது. 23 முதல் 32 ஆரைகள் கொண்டிருக்கின்றனது. வால் துடுப்பு 17 முட்களாகவும், மலவாய்த் துடுப்பு 1 அல்லது 2 முட்களைக் கொண்டிருக்கிறது. சில நேரங்களில்



வெண் சுற்றாழை மீன்

முதுகுப் புற ஆரை ஒவ்வொன்றின் முன்னரும் ஒரு பழுப்புநிற புள்ளி காணப்படுகிறது. ஆனால் வயிற்றுப்பகுதி வெண்ணிறத்திலேயே உள்ளது. முதுகுப்புற முட்கள் வலுவற்றவை. ஆரைகளைவிட இருமடங்கு நீளமுடையது. முத்து நீங்கலாகத் தலையின் நீளம் எவ்வளவோ அதே நீளத்தில் மார்புத் துடுப்புகள் காணப்படுகின்றன.

வாய் உடலின் முன்முனையில் சற்று சாய்வான நிலையில் காணப்படுகிறது. கண்கள் ஓரளவு சிறியன. பற்கள் கூம்பு வடிவில் உள்ளோக்கி வளைந்து காணப்படுகின்றன. ஆனால் உள் வரிசை மட்டும் அளவில் சற்று பெரிதாகக் காணப்படுகிறது. கிழிக்கும் பற்கள் இருதாடைகளிலுமே காணப்படுவதில்லை. தலை மற்றும் மார்புபகுதிகள் வட்டச் செதில்களாலும், குற்றிழைகளாலும் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. உடலின் பிற்பகுதிகள் டீனாய்டு செதில்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. இப்பைகளைக் கொண்டு கூட்டமாக ஒலியை எழுப்புகின்றன. சில இனங்கள்

குறைந்த ஒலி அலைகளையும் சில பெரிய ஒலி அலைகளையும் எழுப்புகின்றன. இதன் முக்கியத்துவம் அறியப்படவில்லை.

இனப்பெருக்கக் காலத்தின்போது இடப்படும் முட்டைகள் கடல் மேற்பரப்பில் குவியலாகக் காணப்படுகின்றன. பொரிக்கப்பட்ட இளம் உயிரிகள் மிக விரைவாக வளர்ந்து விடுகின்றன. கரைப்பகுதியிலேயே தங்கி பின் வளர்ந்ததும் ஆழ் பகுதிக்கு சென்று விடுகின்றன. பெரும்பாலும் சிறுமீன்களைத் துரத்திப் பிடித்துண்ணும் பழக்கம் கொண்டவை.

முழுமையான பக்கக்கோட்டு உறுப்பு வால்வரை நீண்டுள்ளது. இம்மீன்கள் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகிறது. இவை பம்பாய் கடற்கரைப் பகுதியில் 'மாஸ்' எனும் வணிகப் பொருளாக விற்கப்படுகிறது. ஒயின் தூய்மை செய்வதற்காக வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி

செய்யப்படுகின்றன. இம்மீன்களின் காற்றுப்பை பெரிய அளவினதாக இருப்பதால் மீன்பசைக் கூழ் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

ச. தியாகராசன்

வெண் கெண்டை

வெண் கெண்டை (*Chauos chauos*) எனும் குளுபிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. இந்தியப் பெருங்கடல், பசிபிக்கடல், செங்கடல் மற்றும் மலேயா தீவுக் கூட்டங்களிடையே வெப்பப்பகுதிகளில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. கடலின் ஆழ்நீர்ப் பகுதிகளில் வாழ்பவை என்றாலும், கழிமுகப் பகுதிகளையும், கடற்கரையோரங்களையும் அவ்வப்போது சென்றடைகின்றன. சுமார் 100 செ.மீ. வரை வளரக்கூடிய இவற்றின் உடல் உருளை வடிவில் உள்ளது. மென்மையானது. இவை கூர்மையான துடுப்புகள் கொண்டவை. துடுப்புகள் சாம்பல் நிற புள்ளிகள் கொண்ட சவ்வினால் போர்த்தப்பட்டுள்ளன. இதில் கரும்பழுப்பு நிறப் புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. தலை மற்றும் முதுகுப்பகுதி பளபளக்கும் நீல நிறத்திலும், முகடு மற்றும் வயிற்றுப்பகுதி வெளிறிய பழுப்பு நிறத்திலும் அடிவயிற்றுப்பகுதி வெள்ளி நிறத்திலும் காணப்படுகின்றன. வாலின் அடிப்பகுதி வெண்ணிறத்தில் கருநிற புள்ளிகள் கொண்டுள்ளது.

முதுகுத்துடுப்பு கண் விளிம்பிற்கும் வால் துடுப்பின் அடிப்பகுதிக்கும் இடையே காணப்படுகிறது. துடுப்பின் முன்பகுதி சற்று உயர்ந்தும் மேல் விளிம்பு உட்குழிவுடையதாகவும் காணப்படுகிறது. மலவாய்த் துடுப்பு சிறிய அளவில் காணப்படுகிறது. முதுகுத்துடுப்பும், வால் துடுப்பும், ஆரைகள் கொண்டிருக்கின்றன. உடலைப் போர்த்தியுள்ள செதில்கள் சிறியவை என்றாலும் கழுத்து பின்பகுதியில் மட்டும் சில வரிகளில் பெரிய செதில்கள் காணப்படுகின்றன. செவுள் வடிகட்டு அமைப்புகள் (gill rakers) குட்டையானவை. செவுள் சவ்வு முழுமையாகக் கீழே இணைந்துள்ளது.

பக்கக்கோட்டு உணர் உறுப்பு வால் துடுப்பில் அடிப்பகுதி வரை நீண்டிருக்கிறது. தலைப்பகுதியில் சிறிது வளைந்தோ அல்லது நேராகவோ காணப்படுகிறது. வால் உடலின் முன்முனையில் காணப்படுகிறது. பற்கள் இல்லை. வட்டவடிவச் செதில்கள் நடுத்தர அளவில் மென்மையான பின் விளிம்புடன் காணப்படுகின்றன.

கண்கள் தோலுக்கடியில் புதைந்து காணப்படுவதால் இம்மீன்கள் கண்ணாடி அணிந்தவை என குறிப்பிடப்படுகின்றன. விழித்திரைப்படலம் (firis) வெள்ளி நிறத்திலும் அதன் விளிம்புப் பகுதி பழுப்பு நிறத்திலும் உள்ளன.

பால்மீன் (milk fish) அல்லது வெள்ளை முல்லட் (Whilte mullet) என ஐரோப்பியர்களால் அழைக்கப்படும் இம்மீன்களை ஹைதல் அலி தென்



வெண் கெண்டை

கனடாவிலுள்ள நன்னீர் குளங்களில், உப்பங்கழிப் பகுதிகளில் விடுவித்ததாகவும், இவ்வினமே தற்போது தொடர்ந்து வாழ்ந்து வருவதாகவும் குறிப்பிடுகிறது.

வளர்ப்பு நீரின் உப்புத்தன்மை வெப்பம் ஆகியன அதிக அளவில் மாறுபட்டால் கூட இவை அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. நோய் தாங்குதிறன் கொண்டவை. எனவே இவை அதிகம் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே இவை உப்பங்கரிப் பகுதிகளிலும், நன்னீரி் பகுதிகளிலும் வளர்ப்பதற்கு ஏற்றவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. ஆழமான திறந்த நீர்ப்பகுதிகளில் வாழ்பவை என்றாலும் கரையோரங்களில் சென்று முட்டையிடுகின்றன. பருவ காலங்களில் ஏப்ரல் முதல் ஜூலை வரையிலுள்ள மாதங்களில் முட்டையிடுகின்றன. புவியியல் அமைப்பிற்கும், தட்ப வெப்பத்திற்கேற்ப சற்று மாறுபடுகின்றது.

நன்கு வளர்ச்சியுள்ள கெண்டை மீன்கள் சுமார் 1.9. மில்லியன் முதல் 5.7 மில்லியன் முட்டைகள் வரை இடுகின்றன. (டம்பி 1959) தென்கிழக்குக் கரை கடலோரப்பகுதிகளில் பிப்ரவரி முதல் ஏப்ரல் மாதம் முடிய முட்டைகள் இடுகின்றன. மீண்டும் அக்டோபரில் மிகக்குறைந்த காலத்திற்கு முட்டைகளிடுகின்றன. முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த இளம் உயிரிகள் (குஞ்சுகள்) சில காலம் கரைக்கு அண்மையிலேயே வாழ்கின்றன. ஓரிரு மாதங்களில் 5 முதல் 10 செ.மீ. நீளம் வரை வளர்ந்து விடுகின்றன. வளர்ச்சி அடைந்த இவை ஆழமான பகுதிகளுக்கு நகர்ந்துவிடுகின்றன. நீல பச்சைப்பாசிகள், டயாட்டம்கள், கோபிபாடுகள், பொராமெனிபெர்ன்கள், ஆஸ்ட்ரகோடுகள், சிதைவுறும் நீளிழைப்பாசிகள் போன்றவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன. மிதவை உயிரிகளை உண்டு வாழும் மீன்களைப் போன்றே இம்மீன்களிலும் வடிகட்டுவதற்கான செவுள் உறுப்பு காணப்படுகின்றன. பெருமளவில் தாவரங்களை உணவாகக் கொள்வதால் இவற்றின் உணவுப்பாதை நீண்டு காணப்படுகிறது. மேல் செவுள் சார்ந்த உறுப்பு (Supra branchial organ) தாவரம் உண்ணும் முறைகேற்ப அமைந்திருக்கக்கூடும் என நம்பப்படுகிறது. இவ்வுறுப்பின் செவுள் குழியில் இணைப்பைகள் காணப்படுகின்றன. தாவரங்கள் உண்ணும் சில சால்மென் மீன்களில் இவ்வுறுப்பு காணப்படுகிறது. எனவே இவ்வுறுப்பின் பயன்

தெளிவாக அறியப்படவில்லை. நுண்துகள்களை வடிகட்டும் உறுப்பிற்கு பதிலாக இது இருக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது. மிக விரைவில் வளர்ச்சியடைகிறது. ஆண்டிற்கு 400 மி.மீ. வரை வளர்கின்றன. (ஹாரா மற்றும் பிள்ளை 1962) கடல் நீர் பண்ணை பராமரிப்பு முறையில் 80 மி.மீ. நீள மீன் குஞ்சு ஓர் ஆண்டில் 300 மி.மீ. நீளமும் 300 முதல் 600 கிராம் எடையையும் அடைகின்றது. 30 முதல் 40 செ.மீ. அளவினையடையும் போது சந்தைக்கு கொண்டுவரப்படுகிறது. தென்கிழக்கு ஆசியாவில் இப்பால்கெண்டை குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு வணிக முக்கியத்துவம் பெற்றள்ளன. இவை தாவரப்பொருட்களை உண்பதால் உணவுச்சங்கிலியை திறன் படைத்ததாகவும், சுருக்கமாகவும் செய்துவிடுகிறது. அழுத்தமான சதைப்பற்று கொண்டவை பெரிய மீன்கள் எலும்புகள் அதிகம் கொண்டவை என்றாலும் ஒரு ஹெக்டேரில் ஒரு ஆண்டிற்கு சுமார் 500 கிலோ மீன்கள் கிடைக்கின்றன. தொடர்ந்த சில ஆண்டுகளில் இவை 1 மீட்டர் நீளம் வரை வளர்கின்றன. தென் மாநிலங்களில் பொதுவாக இம்மீன் குஞ்சுகள் கடற்கரைப் பகுதிகளில் பிடிக்கப்பட்டு நாற்றங்கால்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. நன்னீரில் வாழும் தன்மைக்கு பழக்கப்படுத்தி தகுந்த கொள்கலன்கள் மூலம் பண்ணைப் பகுதிகளுக்கு கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இந்தியாவில் பெரம்பாலும் நன்னீர் வாரிடங்களிலேயே வளர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் இந்தோனேசியா ஃபிலிப்பைன்ஸ் நாடுகளில் உப்பங்கழிப் பகுதிகளில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

மீன் உற்பத்தியில் பாதிப்பினை ஏற்படுத்தும் மற்றும் நீரினை மாசுபடுத்தும் களைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் இவை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

ச. தியாகராஜன்

வெண்கடர்

ஒரு குடான பொருள் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியை வெளியிடுவது சுடரிடுதல் எனப்படும். கொள்கைத் தன்மையில் லட்சிய நிலையில் உள்ள கதிர் வீசும் பொருள் கரும் பொருள் (Black body) எனப்படும்.

அது எந்த ஒரு வெப்ப நிலையிலும் பிளாங்கின் கதிர்வீசல் விதியின்படி கதிர் வீச ஆற்றலை வெளியிடும். கண்ணுக்குத் தெரியும் பொலிவை மதிப்பிட வேண்டுமானால், கண்ணின் உணர்வுத் திறனையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். கரும் பொருளின் வெப்பநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட சிறும அளவுக்கு மேற்பட்டதாக இருந்தால் தான் அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதாக இருக்கும்.

இருளுக்குப் பழக்கமான கண்ணுக்குச் சுமார் 390°C வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்ட சூட்டில் உள்ள ஒரு கரும் பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளி மட்டுமே புலனாகும். இத்தகைய லட்சியத் தன்மையான கண்ணுறு சூழ்நிலைகளில் சுடர் ஒரு நிறமற்ற ஒளியாகத் தெரியும். ஒரு வெளிச்சம் நிறைந்த அறையில் சில ஒளிரும் பொருள்களில் தென்படும் மங்கலான சிவப்பு நிற ஒளி தோன்றச் சுமார் 500°C வெப்பநிலை தேவைப்படும். எல்லா ஒளித் தோற்றுவாய்களும் சுடர்விடுபவை அல்ல.

மின்னாற்றலால் கிளர்வூட்டப்பட்ட ஒரு குளிர்ந்த வளிம ஒளியை உமிழ முடியும். நியான் விளக்குகள், குறைந்த அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்குகள் ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். பாதரச ஆவியிலிருந்து வெளிப்படும் புற ஊதாக் கதிர்கள் ஒரு குளிர்ந்த திண்மத்தில் படும்போது அதிலிருந்து கண்ணுக்குத் தெரியும் கதிர்கள் வெளிப்படலாம். உயர் வெப்ப நிலையைத் தவிர வேறு காரணங்களால் ஒளி உமிழப்படுவது தண்ணொளிர் தல் (Luminescence) எனப்படும். இதில் வெப்ப ஒளிர்வு (Thermoluminescence) என்ற நிகழ்வும் அடங்கும்.

இந்த நிகழ்வில் பொருள்கள் மிதமான அளவில் சூடாக்கப்படுகிறபோது முன் கூட்டியே சிக்கியிருக்கிற ஆற்றல் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியாக வெளிப்படுகிறது. விளக்குச் சுவலைகளின் ஒளி, கார்பன் துகள்கள் சுடர் விடுநிலைக்கு ஆளாக்கப்படுவதால் உண்டாகிறது. சிறிதளவு சீரியம்

ஆக்சைடு கலந்த தோரியம் ஆக்சைடினால் ஆன வலைக் கூண்டைப் (Mantle) பொருத்தி வாயுச் சுவலைகளின் உதவியால் செறிவு மிக்க ஒளியை உண்டாக்குவதைப் பெட்ரோமாக்ஸ் விளக்குகளில் பார்த்திருக்கலாம். இந்த வலைக் கூண்டு நிறைந்த அளவில் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியினை வெளியிடும். ஆனால் அதிலிருந்து கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்கள் குறைந்த அளவிலேயே வெளிப்படும்.

இவ்வாறு அதிக அலைநீளப் பகுதியில் இழக்கப்படும் வெப்பம் குறைவாக இருப்பதால் இந்த வலைக் கூடு ஒரு லட்சியக் கரும் பொருளை விட அதிகமான வெப்ப நிலையில் செயல்படும். எனவே அது லட்சியக் கரும்பொருளைவிடவும் அதிகச் செறிவுள்ள கண்ணுறு ஒளியை வெளியிடும்.

சுடர் விடு தோற்றுவாயின் தன்மையை மதிப்பிட நிற வெப்பநிலை (color Temperature) என்பது ஒரு நல்ல அளவு கோல். தோற்றுவாயை ஒத்த நிறத்தில் உள்ள ஒரு லட்சியக் கரும் பொருளின் வெப்பநிலை நிற வெப்ப நிலை எனப்படும். தோற்றுவாயின் அளவுக்குக் கரும் பொருள் பொலிவுடன் இருக்க வேண்டிய தேவை இல்லை. சாதாரணமான ஒளித் தோற்றுவாய்களின் நிற வெப்பநிலைகள் அவை இயங்கும் சூழ்நிலைகளைப் பொறுத்தவை. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மெழுகுவத்தியின் நிற வெப்பநிலை சுமார் 1925 K ; மண்ணெண்ணெய் விளக்கின் நிற வெப்பநிலை சுமார் 2000 K நூறு வாட் திறனுள்ள டங்ஸ்டன் இழை மின் விளக்கின் நிற வெப்பநிலை சுமார் 2800 K . கரி வில் விளக்கின் நிற வெப்பநிலை சுமார் 4000 K அளவிலும், சூரியனின் நிற வெப்பநிலை சுமார் 6000 K அளவிலும் உள்ளன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

வெண்டை

வெண்டைக்கு வெண்டி என்ற பெயரும் வழக்கில்

உண்டு. இதன் ஆங்கிலப் பெயர்கள் லேடீஸ்ஃபிங்கர் (lady's finger) யின் ஒக்ரா (Okra) கும்போ (Gumbo) என்பனவாகும். வெண்டை செடியின் தாவரப்பெயர் அபெல்மோஸ்கெஸ் எஸ்குலண்டஸ் (Abelmoschus Esculentus). இதன் பழைய பெயர் ஹைபிஸ்கஸ் எஸ்குலெண்டஸ் (Hibiscus Esculentus). பருத்தி குடும்பமான மால்வேசி (Malvaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இந்தச் செடியை அதனுடைய காய்களுக்காகப் பயிரிடுவதுண்டு. இதன் தாயகம் ஆப்பிரிக்கா என நம்பப்படுகிறது. ஆனால் தற்பொழுது இதன் சாகுபடி உலகம் முழுவதும் பரவியுள்ளது. வெப்பமண்டலத்தில் வளர்க்கப் படுகிறது. சமவெளியில் அதிகப் பரப்பளவிலும், மலைப்பகுதியில் சிறிதளவு பரப்பிலும் இதனைச் சாகுபடி செய்கின்றனர். காயில் பெக்டிலும் குழுமுழப்பான பசைப்பொருளும் (Mucilage) உள்ளன. முதிர்ந்த காய்களைவிட இளங்காய்களில் அஸ்கார்பிக் அமிலம் அதிகமாக உள்ளது.

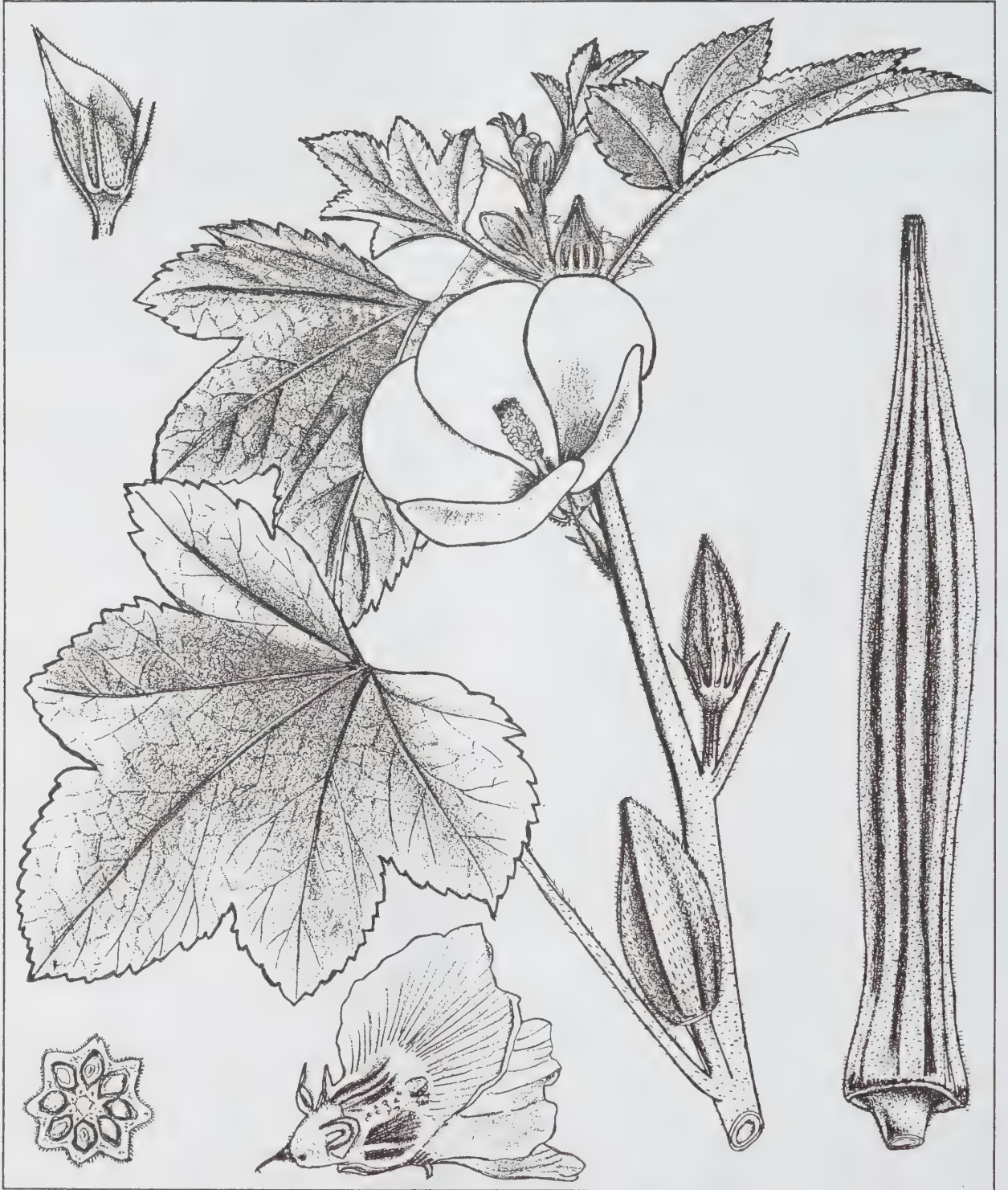
செடி. வெண்டை நேராக 1-2 மீட்டர் உயரம் வளரும் ஒரு பருவச் இரகங்களுக்கேற்ப சுணையின் நீளம் மாறுபடும். இதன் தண்டு பச்சையாகவோ, சிவப்பு சாயலாகவோ இருக்கும். இலைகள் தனித்தனியாக மாற்றடுக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கும். இலையடி: சிதல்கள் குறுகலாகவும் தொடக்கத்தில் உதிருபவையாகவும் இருக்கின்றன. இலைக்காம்பு சிவப்பு நிறங்கலந்தும் 15-35 செ.மீ. நீளத்திலும் உள்ளது. இலைப்பரப்பு விரிவான இதய வடிவில் 10-25x10-35 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். உள்ளங்கையின் விரல்கள் பிரிந்திருப்பதுபோல் கதுப்புகள் இருக்கும். இலை மற்றும் இலைக்காம்புகளில் சுணைகள் காணப்படும். இலை ஓரம் பல் போன்றும் அடிப் பரப்பு இளம் பச்சை நிறமாகவும் இருக்கும். இலை நரம்புகள் நன்றாக புடைப்பாகத் தோன்றும். பூக்கள் தனித்தனியாக இலை அடுக்கில் 2.0 செ.மீ. நீள பூக்காம்பில் உண்டாகின்றன. புறப்புல்லி வட்டம் 10 குறுகிய மயிர் போன்ற பூக்காம்புச் சிதல்களினாலானது. இது வட்டமானது. இதன் நீளம் 1.5 செ.மீ. பெரும்பாலும் இது காய்கள் முற்றுவதற்கு முன் உதிர்ந்து விடுகின்றன. புல்லிவட்டம் மொட்டு மலராகும் பொழுது இணைந்தும் மலர் விரிந்தும் நீள்வாக்கில் இரண்டாகப் பிரிந்தும் காணப்படுகிறது. அல்லிகள் ஐந்தும் 5-7 செ.மீ. நீளத்தில் தலைகீழ் முட்டை வடிவில் மஞ்சள் நிறமாகவும் கிரிம்சன்

நிறப்புள்ளியை பெற்றும் காணப்படுகின்றன. மகரந்தத்தாள் கற்றை அல்லிகளின் அடிப்பகுதியில் குழாய் போல இணைந்து 2-3 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். மகரந்தத்தாள் எண்ணற்றவை. சூல்பை மேல்மட்ட சூல்பை. சூலகமுடிகள் 5-9, சிறியவை, அடர் சிவப்பானவை. கனி பைரமிடு போன்ற நீள் சதுரமான கேப்சியூல் ஆகும். நுனி அலகு போன்றது. காய்கள் 10-30 x 2-3 செ.மீ. அளவில் நீளவாக்கில் 5-9 வரப்புகளுடன் (ridges) மொசுமொசுப்புடனோ அல்லது இல்லாமலோ இருக்கின்றன. காய்கள் முற்றி நெற்றானதும் நீளவாக்கில் வெடித்து விதைகள் சிதற்றுக்கின்றன. விதைகள் கரும்பச்சை - கரும்பழுப்பு நிறமாக உருண்டையாக 5மி.மீ. குறுக்களவில் உள்ளன.

காய்கறி சாகுபடி முறை. இது சமவெளியிலும் 1200 மீட்டல் உயரமான மலைப் பகுதியிலும் நன்கு வளர்கிறது. இதன் சாகுபடிக்கு வெப்பமான பருவகாலம் சிறந்தது. 20° செக்கு கீழே வெண்டை விதை முளைப்பதில்லை. உறைபனியை தாங்காத வெண்டை காலநிலை குளிர்ச்சியாக இருந்தாலும் நன்கு வளருவதில்லை. பலதரப்பட்ட நிலங்களிலும் இப்பயிர் வளரக்கூடியது. ஆனால் பொலபொலப்பான நன்கு எருவிடப்பட்ட நிலத்தில் செழித்து வளர்ந்து மிகுந்த மகசூலைத் தரும். அமிலத்தன்மையை ஓரளவுக்குத் தாங்கக் கூடியது.

இதன் வளர்ச்சிக்கு உகந்த கார-அமில நிலை 6.0-6.8 ஆகும். வடஇந்திய சமவெளிப்பகுதிகளில் ஆண்டிற்கு இரண்டு தடவை வெண்டையை விதைப்பது வழக்கம். கோடைக்காலப் பயிருக்கு இளவேனிற்கால ஆரம்பத்திலும் மழைக்காலப் பயிருக்கு ஜூன்- ஜூலையிலும் விதைக்கிறார்கள். மத்திய மற்றும் தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் வெண்டையை ஆண்டு முழுவதும் விதைத்து சாகுபடி செய்வது குறிப்பிடத்தக்கது.

உறைப்பனிப் பயன் இல்லாத அசாம், வங்காளம், ஒரிஸ்ஸா, பீஹார் போன்ற மாநிலங்களில் கோடைக் காலப்பயிலை ஜனவரி வாரத்திலிருந்து பிப்ரவரி முதல் வாரம் வரை விதைக்கிறார்கள். மேற்கு உத்திரப்பிரதேசம், பஞ்சாப், ராஜஸ்தான் போன்ற மாநிலங்களில் பிப்ரவரியிலிருந்து மார்ச்சுக்குள் விதைக்கிறார்கள். மலைப்பகுதியில் ஏப்ரல், மே



வெண்டையும் அதன் பாகங்களும்

மாதங்களில் விதை விதைக்கப்படுகிறது. விதைகள் 45 செ.மீ. இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்ட பயிர்களில் 30-35 செ.மீ. இடைவெளியில் குத்துக்கு மூன்று விதைகள் வீதம் ஊன்றப்படுகின்றன. கோடைக்காலப் பயிருக்கு 18-20 கிலோ விதையும் மழைக்காலப் பயிருக்கு 10-12 கிலோ விதையும் தேவைப்படுகிறது. விதைப்பதற்கு 2 அல்லது 3 வாரங்களுக்கு முன்பு உறக்கருக்கு 30 டன் தொழு உரத்தை இட்டு உழுது மண்ணோடு கலந்து விடவேண்டும். உறக்கருக்கு 29 கி. தழைச்சத்தையும் 30 கி. மணிச்சத்தையும் 30 கி. சாம்பல் சத்தையும் இட்டால் மகசூல் சிறப்பாக இருக்கும். விதைத்த 30 வது நாள் 20 கி. தழையுரத்தை மேலுரமாக இடவேண்டும். விதைத்த 20வது நாளிலிருந்து ஒருவார இடைவெளியில் 2% யூரியாவை ஆறுமுறை இலைமீது தெளிக்கவும். நிலத்தில் போதுமான ஈரம் இல்லாவிட்டால் விதைப்பதற்கு முன் ஒருமுறை நிலத்திற்கு தண்ணீர் பாய்ச்ச வேண்டும். பின்பு வெண்டைப் பயிருக்கு 5-6 நாட்கள் இடைவெளியில் தவறாமல் தண்ணீர் பாய்ச்ச வேண்டும். விதைத்த பத்தாவது நாளில் குத்துக்கு இரண்டு செடிகளை விட்டுவிட்டு மற்றவற்றைக் களைந்தழிக்க வேண்டும். இப்பயிரில் மூன்று முறை களைகளை அகற்றுதல் மகசூல் கூடுவதற்கு வழிவகுக்கிறது.

விதைத்த 10வது நாள் ஒரு முறையும் மேலுரம் போட்டு மண் அணைக்கும்பொழுது மறுமுறையும் தேவைக்கேற்ப மூன்றாவது முறையும் களை எடுக்க வேண்டும். அறுவடைக்குத்தயாரான காய்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்களுக்கு ஒருமுறை கையினால் கிள்ளி எடுக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான இரகங்களில் விதைத்த 40-45 நாட்களில் முதல் அறுவடையைத் தொடங்கலாம். முற்றாத காய்கள் மட்டுமே அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. பூக்கள் மலர்ந்து 6-7 நாட்கள் சென்ற பின் பறிக்கப்படும் காய்களே சரியான அறுவடைப் பருவத்தில் உள்ளவையாகும். ஆனால் இது பருவகாலத்தையும் பயிரிடப்பட்டுள்ள இரகத்தைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகிறது. காய்கள் இளசாக இருக்கும் பொழுதே அறுவடை செய்யாவிட்டால் செடியின் வளர்ச்சியும் காய் பிடிக்கும் திறனும் பாதிக்கப்படுகின்றன. பயிரிடும் காலத்தைப் பொறுத்து மகசூல் மாறுபடும். வெண்டையின் வயது இரகங்களுக்கு ஏற்ப 90-100

நாட்கள் ஆகும். ஒரு உறக்கடரிலிருந்து உறக்கடருக்கு 15,000 கி. காய்கள் கிடைக்கும். வெண்டையில் செடிவளர்ச்சி, காயின் நீளம், தண்டு மற்றும் காயின் நீளம், காயின் பரப்பு, அமைப்பு, காயிலுள்ள விலா எலும்பு போன்ற அமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பல இரகங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் குறுகிய கால இரகங்களும் நீண்ட கால இரகங்களும் குட்டையான, நெட்டையான காய்களும் காணப்படுகின்றன. தற்பொழுது இந்தியாவில் சாகுபடியிலுள்ள வீரிய இரகங்களுள் பூசா சவானி, கோ.1, எம்டயா-1, பூசாமக்காலி, லாங்ஓயிட் தர்பங்கா போன்றவை குறிப்பிடத் தக்கவை. இவற்றுள் பூசா சவானி இரகம் மஞ்சள் நரம்புத் தேமலுக்கு எதிர்ப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளன. பியூர்ட்டோரைகோ நாட்டில் ஓயிட் வெல்வெட் (White velvet), என்னும் இரகம் சாகுபடியில் உள்ளது. வெண்டையைத் தனிப்பயிராக சாகுபடி செய்வதே வழக்கம். ஆனால் வெங்காயம், வாழை, கரும்பு, மிளகாய் மற்றும் நிலக்கடலைப் பயிர் செய்துள்ள நிலங்களின் வாய்க்கால் ஓரங்களில் விதைகளை ஊன்றி வளர்ப்பதும் உண்டு. வீட்டு காய்கறித் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படும் காய்கறிகளுள் வெண்டை முக்கிய இடத்தை வசிக்கிறது.

விதைச் சாகுபடி முறை. வெண்டையில் விதைப்பயிர் உற்பத்திக்கு மார்ச் முதல் ஜூன் வரையிலான காலமே மிகவும் ஏற்றது. குளிர்காலத்தில் இக்காய்கறிப் பயிர் நன்கு வளருவதில்லை. வெண்டை பருத்தியைப் போல ஓரளவு அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் செடி. முன்பருவத்தில் வெண்டை பயிர் சாகுபடி செய்யப்பட்ட நிலத்தில் விதைப்பயிரை சாகுபடி செய்ய தேர்ந்தெடுக்கக்கூடாது. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நிலத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 200 மீட்டர் வரை வேறு வெண்டை இரகங்களைச் சாகுபடி செய்திருக்கக்கூடாது. விதைகளுடன் கிலோவிற்கு 4 கிராம் வீதம் திராம் அல்லது கேப்டான்மருந்து கலந்து 24 மணி நேரம் வைத்திருந்து விதைக்கவும். விதைப்பயிருக்கு அடியுரமாக 25 டன் தொழுஉரம், 20 கி. தழைச்சத்து, 50 கி. மணிச்சத்து, 30 கி. சாம்பல் சத்து இடவேண்டும். பின்பு செடிகள் பூவிட ஆரம்பிக்கும் பொழுது உறக்கருக்கு 20 கி. தழைச்சத்தை இடவேண்டும். விதைப்பயிரை மூன்று முறை விதைச் சான்றிதழ் அதிகாரிகள் பார்வையிடுகின்றனர்.

முதல் முறை செடிகள் பூப்பதற்கு முன்பும், இரண்டாம் முறை பூத்து காய்கள் பிடித்து முதிர்ச்சியடைந்து வரும் பருவத்திலும் மூன்றாம் முறை காய்கள் முற்றும் பருவத்திலும் செய்யப்படுகிறது. விதைநிலப்பரப்பில் மாற்றுச் செடிகள் 0.2 சதவீதத்திற்கு மிகாமல் இருத்தல் வேண்டும். காய்ப்பழு, தத்துப்பூச்சி, சாம்பல்நோய் மற்றும் மஞ்சள் நரம்புத்தோல் நோய் முதலியவற்றிலிருந்து தகுந்த பயிர்ப்பாதுகாப்பு முறைகளைக் கையாண்டு பயிரைக் காப்பாற்றி வளர்க்க வேண்டும். விதைத்த 40-45வது நாள் பயிரில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. இரண்டு மூன்று நாட்களுக்கு ஒரு பூ எனப் பூக்கள் செடியில் உற்பத்தியாகி வளருகின்றன. பூக்களிலிருந்து நெற்றுக்கள் முதிர்ச்சியடைய 28-30 நாட்களாகின்றன.

முதல் எட்டு பறிப்புகளிலிருந்து கிடைக்கும் விதைகளை மட்டும் விதைக்காகப் பயன்படுத்தவும். முதிர்ச்சியுற்ற காய்கள் பழுப்பு நிறமடைகின்றன. இவ்வாறான காய்களின் வெளிப்புறமுள்ள திண்டுகளில் மயிரிழை போன்ற வெடிப்புகள் உண்டாகும். இச்சமயத்தில் இவற்றை விதைக்காக பறித்துவிட வேண்டும். இல்லையேல் பனி, மழை ஆகியவற்றாலோ, பூச்சிகளாலோ வெடித்து விதைகள் சிதறுவதாலோ சேதமுண்டாகும். இவ்வாறு பறித்த முற்றிய நெற்றுக்களை இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்களுக்கு வெயிலில் உலர்த்த வேண்டும். உலர்ந்த நெற்றுக்களைக் குச்சிகளைக் கொண்டு தட்டி விதைகளைப் பிரித்தெடுக்கலாம். நெற்றுக்கள் மிக அதிகமாக இருப்பின் கதிரடிக்கும் இயந்திரத்திலிட் டோ டிராக்டரைப் பயன்படுத்தியோ விதைகளைத் தனித்தெடுக்கலாம். விதைகளில் ஈரப்பசை 18-20 % இருக்கும்பொழுது விதைகளைப் பிரித்தெடுத்தால் விதைக்குண்டாகும் சேதம் குறையும். இவ்வாறு செய்தால் காயிலிருந்து 50-60 % விதைகள் கிட்டும். பின்பு விதைகளை கல், மண், தூசு நீக்கி 4 மி.மீ. விட்டமுள்ள சல்லடையைப் பயன்படுத்தி பிஞ்சு, உடைந்த, முற்றாத விதைகளைப் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இவ்விதம் கிடைக்கப்பெற்ற தரமான விதைகளை 7-8 % ஈரப்பசை இருக்கும்மளவிற்கு விதைகளை வெயிலில் உலர்த்த வேண்டும்.

செயற்கை முறையில் வெப்பக் காற்றைப் பயன்படுத்தியும் விதைகளை உலர்த்தலாம். உலர்த்திய

விதைகளை ஒரு டன்னுக்கு 2 கிலோ திராம் மருந்துடன் 5 விட்டர் தண்ணீர் கலந்து கிடைத்த பசை மருந்துடன் கலந்து உலர்த்தி காகிதப் பைகளிலோ துணிப்பைகளிலோ சேமித்து வைக்கலாம். இவ்வாறு சேமிக்கப்பட்ட விதைகள் ஏறக்குறைய 2 1/2 ஆண்டுகள் வரை நல்ல முளைப்புத் திறனுடன் இருக்கின்றன. ஒரு உறக்டர் விதைப் பயிரிலிருந்து 1100-1300 கி. விதைத் தயாரிக்கலாம். இந்திய விதைக்கமிட்டி வெண்டை விதைக்கு நிர்ணயித்த விதைத் தரங்கள் கலப்பற்ற விதை 99.0%, அதிகபட்ச தூசு, கல், மண் 1.0%, மற்ற பயிர்களின் விதைகள் (அதிகபட்சம்) 0.5%, குறைந்த அளவு முளைப்புத்திறன் 70%, அதிகபட்ச ஈரப்பதம் 8.0%.

நோய்களும், பூச்சிகளும். சாம்பல்நோயை எரிசி.பேசிக்கோரசியாரம் (*Erysiphe cichorace arum*) என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்துகின்றது. வெண்டைப் பயிராகும் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இந்த நோயைக் காணலாம். இந்த நோயின் அறிகுறியாக பாதிக்கப்பட்ட இலைகளின் மேற்பரப்பில் வெண்மை நிறத்தூள் போன்ற பூசண வளர்ச்சி மற்றும் பூசண வித்துக்களைக் காணலாம். நாளடைவில் இவ்வளர்ச்சி சாம்பல் நிறமாக மாறுகிறது. முதலில் செடியின் அடிப்பாகத்திலுள்ள இலைகளில் நோய் பரவுகிறது. பின்பு மேலேயுள்ள இலைகளுக்கும் நோய் பரவுகிறது. தீவிரமான அளவில் நோய் தோன்றிய செடிகளில் இலைகள் வாடிக் காய்ந்துவிடுகின்றன. சாம்பல் நோய் குளிர்காலங்களில் அதிக அளவில் காணப்படுகிறது. இந்த நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட செடியில் உண்டாகும் காய்களின் எண்ணிக்கை குறைவதுடன் காய்களின் எடையும் குறைகிறது. இந்த நோயின் பூசண வித்துக்கள் காற்றின் மூலமாகப் பரவுகிறது. சாம்பல் நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு கந்தகத்தூள் மருந்தை உறக்டருக்கு 20 முதல் 25 கிலோ அளவில் இலைகளின் மீது தூவ வேண்டும். நனையும் கந்தக மருந்தை (2 கிராம்/விட்டர் நீர்) தெளித்தும் இந்த நோயினைக் கட்டுப்படுத்தலாம். விதைத்த 40வது நாள்முதல் மருந்திடுதல் 10 நாட்கள் இடைவெளியில் 4 முறையும் செய்திட வேண்டும்.

வெண்டையில் இலைப்புள்ளி செர்கோஸ்போரா மலேயென்சிஸ் (*Cercospora mylayensis*) என்னும் பூசணத்தினால் உண்டாகின்றது.

இந்நோய் பாதிக்கப்பட்ட இலைகளில் வட்டவடிவமான அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய பழுப்புநிறப்புள்ளிகளைக் காணலாம். பின்புள்ளிகள் பெருத்து இலையின் பெரும்பரப்பை அழிக்கும். நோயால் தீவிர அளவில் காதிக்கப்பட்ட இலைகள் காய்ந்து உதிர்ந்து விடுகின்றன. இலைப்புள்ளி நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு போர்டோகலவை 1% (1:1:100) மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும்.

வேரழகல் (root rot) ஒரு பூசண நோயாகும். இது ஃபைட்டோஃப்தோரா நிக்கோட்டியனே வகை பாரசிட்டிகா (*Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*) என்னும் பூசணத்தினால் உண்டாகின்றது. பாதிக்கப்பட்ட செடியின் இலைகள் செடியின் அடிப்பகுதியிலிருந்து உதிர்ந்து கொண்டேவரும். தரைமட்டத்திலுள்ள தண்டுப் பகுதியை பூசணம் தாக்கி அழுகச் செய்கின்றது. இப்பகுதி சிவப்பு நிறமாக இருக்கும். பாதிக்கப்பட்ட செடித்தண்டைப் பிளந்து பார்த்தால் அழுகிய உள்பகுதியைக் காணலாம். வேர்கள் அழுகியிருக்கும். பப்பாளி, அன்னாசி செடி ஆகியவற்றையும் இப்பூசணம் தாக்குகின்றது. இந்த நோயைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு வடிகால் வசதியுள்ள இடங்களில் விதைகளை ஊன்ற வேண்டும். மேலும் இந்நோயிற்குரிய பூசணம் தாக்கும் பயிர்கள் சாகுபடி செய்யப்பட்ட நிலத்தில் வெண்டையைப் பயிரிடுவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். நோயுற்ற செடிகளைக் களைந்தழித்துவிட வேண்டும்.

வெண்டையைத் தாக்கும் முக்கியமான நச்சுயிரி நோய் மஞ்சள் நரம்புத் தேமல் (Yellow vein mosaic) நோயாகும். இது வெண்டையில் தோன்றும் முக்கியமான நோய் ஆகும். முதன் முதலில் இதனை குல்கர்னி என்பவர் கண்டுபிடித்தார். செடி 35 நாள் வயதிற்குள்ளேயே தாக்கப்பட்டால் வளர்ச்சிக் குறைந்து குட்டையாக இருக்கும். ஒருசில இலைகளே காணப்படும். காய்கள் குறைவாக உற்பத்தியாகின்றன. இந்த நச்சுயிரி நோயினால் மகசூல் 94 % வரை குறைவாக கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. செடியின் இளவயதிலேயே நோய் ஏற்பட்டால் மகசூல் இழப்பு அதிகமாகவும் செடியின் பின்பருவத்தில் நோய் ஏற்பட்டால் மகசூல் இழப்பு குறைவாகவும் இருக்கும். வெண்டை பயிராகும் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இந்த நோயினைக் காணலாம். நோயுற்ற இலையின்

நரம்புகள் கிளை நரம்புகள் அனைத்தும் மஞ்சளாக மாறிவிடுகின்றன. நரம்புகளுக்கு இடைபட்ட பகுதி பச்சையாக இருக்கும். நோயின் தீவிரம் அதிகமாகும் பொழுது நரம்புகளுக்கிடைப்பட்ட பகுதியும் மஞ்சள் நிறமாகிவிடும். அல்லது பாதிக்கப்பட்ட இலை முழுவதும் வெள்ளையாக மாறிவிடும். இலையின் அடிப்பாகத்தில் நரம்புகள் பெருத்துக் காணப்படும். நோய் காணப்பட்ட செடியிலுள்ள காய்கள் வெளுத்தும் மஞ்சளாகவும் ஒழுங்கற்ற வடிவத்துடனும் இருக்கும். காய்களில் நார் மிகுதியாக இருக்கும். மேலும் இந்தக் காய்கள் சுவை குறைந்தும் இருக்கும். நோயுற்ற செடியில் உண்டாகும் காய்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைந்திருக்கும். இந்த நோயிற்குரிய நச்சுயிரி சாறு மூலம் பரவுவதில்லை. ஆனால் ஒட்டு மூலமாகப் பரவுகிறது. வயலில் ஒரு செடியிலிருந்து மற்ற செடிகளுக்கு பெமிசியா டபாசை (*Bemisia tabaci*) என்னும் வெள்ளை பூச்சி மூலமாகப் பரவுகிறது. பல களைச் செடிகளையும் இந்த நச்சுயிரி தாக்குகிறது.

கட்டுப்பாட்டு முறைகள். நோய் தோன்றும் களைச் செடிகளைக் களைந்தழித்தல் வேண்டும். நோயுற்றச் செடிகளை அவ்வப்பொழுது நீக்கி அழிக்க வேண்டும். செடியின் 20 நாள் வயதிலிருந்து ஊடுருவிச் செல்லும் பூச்சிக் கொல்லியான மெத்தில் டெமெட்டான் 0.025 % அல்லது டைமீதோயேட் 0.03 % மருந்தை 6 முறை தெளித்து நோய்பரப்பும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். திமெட் அல்லது டைசில்டான் குறுணைகளை ஓரிருமுறை இட்டும் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். மோனோகுரோட்டோஃபாஸ் 0.1 % மருந்தை 3 முறை அதாவது விதைத்த 25, 35, 45வது நாட்களில் தெளித்து வெள்ளைப் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம். நோய் எதிர்ப்புத் திறன் கொண்ட இரகங்களைப் பயிரிட்டும் இந்த நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம். பூசா சவானி என்றும் ரகத்தில் இந்தநோய் மிகக் குறைவாகத் தோன்றுகிறது.

பருத்திப் புள்ளி காய்ப்புழுக்களில் ஈரியாஸ் விட்டெல்லா (*Earias vitella*) இரண்டு இராப்பூச்சியின் புழுக்கள் வெண்டையில் பெருத்த இழப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இப்புழுக்கள் செடி காய்க்கத் துவங்குவதற்குமுன்பாகச் செடியின் குருத்துக்களில் தோன்றுகின்றன. இவைபின்புழு, காய் முதலியவற்றை

உண்டு வளருகின்றன. தாக்கப்பட்ட காய்கள் தரம் குன்றி விடுகின்றன. தாய் இராப்பூச்சிகள் நூற்றுக்கணக்கான முட்டைகளை இடுகின்றன. முட்டைகள் 4 முதல் 5 நாட்களில் பொரித்து புழுக்களாகி 10 முதல் 15 நாட்களுக்குப் பிஞ்சு, காய் நுனிக்கிளை ஆகியவற்றில் சேதத்தை விளைவிக்கின்றன.

கட்டுப்பாடு. வெண்டைச் செடி பூக்க ஆரம்பித்த உடனேயே மருந்து தெளித்து இப்புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்துவது மிகவும் அவசியம். கார்பரில் 50% நனையும் தூள் மருந்து 0.05%, மோனோகுரோட்டோஃபாஸ் 0.05%, பென்வலேரேட் 0.01% பெர்மெதீன் ஆகிய மருந்துகளில் ஏதாவது ஒரு மருந்தை பூ பிடிக்கும் பருவத்திலிருந்து 3 முறை தெளித்து இதனைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

தண்டுக் கள்வண்டின் (stem weevil) பெயர் அல்கிடோடெஸ் அஃபாபெர் (Alcidodes affaber) என்பதாகும். இதன் புழுக்கள் இளந்தண்டுகளைத் துளைத்து குருத்துகளை வாடச் செய்கின்றது. இதன் தாக்குதல் சில சமயங்களில் அதிகம் தோன்றுகின்றது. கள்வண்டுகளில் மில்லாசீரஸ் விரிடானஸ் (Myloccerus viridanus) என்னும் பச்சைக் கூன்வண்டும் மில்லாசீரஸ் டிஸ்கலர் (M. discolor) என்னும் பழுப்புக் கூன்வண்டும் வெண்டை இலைகளின் ஓரங்களைத் தின்று செடிகளுக்குச் சேதம் விளைவிக்கின்றன. இந்தக் கூன்வண்டுகளின் தாக்குதல் அதிகமாக இருந்தால் செடிகளின் வளர்ச்சிக் குன்றி மகசூல் பாதிக்கப்படும். மெலன் அக்ரோமைசா ஒப்டியூசா (Melanagromyza obtusa) என்னும் தண்டு ஈயின் (stem fly) புழுக்கள் இளம் தண்டுகளையும், வளர்ச்சியுற்ற பயிரின் இலைக் காம்புகளையும் துளைத்துத் தின்று அவற்றை காய்ந்து விடச் செய்கின்றன. சைலெப்டா டெரோகேட்டா (Sylepta derogata) என்னும் இலைப்புழுக்கள் இலைகளைச் சுருட்டி அவற்றினுள்ளிருந்து கொண்டு இலைகளைத் தின்று சேதமேற்படுத்துகின்றன.

ஏஃபிஸ் காசிபியை என்னும் அசுவுணி எல்லாப் பருவங்களிலும் வெண்டையை தாக்குகின்றது. இளம் இலைகள் இதனால் மிகுந்த சேதத்திற்குள்ளாகின்றன. பச்சை அல்லது மஞ்சள் நிறமுடைய இந்த அசுவுணிகள் இலைகளின் அடிப்பாகத்தில் கூட்டமாகக் காணப்படும். இவை இலைகளின் சாற்றை உறிஞ்சி அவற்றின்

வளர்ச்சியைக் குறைக்கின்றது. இதனால் இலைகள் சிறுத்தும், சுருண்டும் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட செடிகளின் மகசூல் மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. இலைத்தத்துப்புச்சி (Leaf hopper) யான ஆம்ராஸ்கா பைட்டுலா பைகட்டுலா (Amrasca biguttula biguttula) பச்சை நிற இலைத்தத்துப் பூச்சிகள். இவை வெண்டை இலையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து கொண்டு சாற்றை உறிஞ்சி செடி வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றனது. இதனால் சில சமயங்களில் பாதிக்கப்பட்டச் செடிகளின் இலைகள் கிண்ணம் போல் சுருண்டு விடுகின்றது. இலை ஓரங்கள் காய்ந்து தீய்ந்தது போன்ற தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். செடிகளும் காய்ந்து விடுகின்றன. பெமிசியா டபாசை என்னும் வெள்ளை ஈ, வெண்டையின் மஞ்சள் நரம்புத் தேமல் நோயினைப் பரப்புகின்றது. மேலும் இந்த வெள்ளை ஈக்கள் இலைகளின் அடிப்பரப்பிலிருந்து கொண்டு சாற்றை உறிஞ்சி வாழ்கின்றன. இதனால் இலைகள் வாடியும் காய்ந்தும் விடுகின்றன. அசுவுணி, இலைத்தத்துப்புச்சி, வெள்ளை ஈ ஆகியவற்றைக் கட்டுப்படுத்த 0.04% மோனோகுரோட்டோஃபாஸ் அல்லது 0.03% டைம்தோயேட் மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும்.

டெட்ராநிக்ஸ் டெலாரியஸ் என்னும் சிவப்புச் சிலந்திகள் இலையின் அடியிலிருந்து கொண்டு சாற்றை உறிஞ்சுகின்றன. இதனால் இலைகள் வெளுத்து மேல் பாகத்தில் சிறிய வெள்ளை நிறப்புள்ளிகள் ஏற்படும். வெள்ளை நிற சிலந்தி வலைகள் இலைகளில் பின்னப்பட்டிருக்கும். மிகுதியான அளவு பாதிக்கப்பட்ட இலைகள் விரைவி காய்ந்து விடுகின்றன. தாய்சிலந்தி இலைகளின் மீது 100 முட்டைகளை இடுகின்றன. இளம் சிலந்திகள் மங்கலான வெள்ளை நிறத்தில் இருக்கும். இதன் வாழ்க்கைச் சுழற்சி 7 முதல் 10 நாட்கள் ஆகும். இது ஓர் ஆண்டில் ஏறக்குறைய 30 தலைமுறைகளை அடைகின்றன. இச்சிலந்தி சணல், தேயிலை, புளிச்சை, பருத்தி, தக்காளி, ரோசா, மல்லிகை, பச்சைப்பயறு, சீமைஅவரை, பரங்கி, சுரை, கத்தரி, வெள்ளரி, பாகல், திராட்சை, குசம்பா, டாலியா, துளுக்கமல்லிகை, ஆகியவற்றைத் தாக்குகிறது.

கட்டுப்பாடு. நனையும் கந்தகம் 0.5 %, மொரஸ்டான் 0.05 %, டிரைதியான் 0.05 % மருந்தைத்

தெளித்து இதனைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

மெலாய்டோகைன் என்னும் பேரினத்திலுள்ள மெலாய்டோகைன் இனகாக்கின்டா (*Meloidogyne incognita*), மெ. ஜவானிக்கா (*M. Javanica*), மெ. அரினேரியா (*M. arenaria*), மெ. ஹெப்லா (*M. hapla*) என்னும் நூற்புழுக்கள் (*Nematodes*) வெண்டையின் வேர்களில் முடிச்சுகளை ஏற்படுத்தி வேரின் செயலைக் குறைக்கின்றன. இதனால் பாதிக்கப்பட்ட செடியின் மகசூல் குறைகின்றது. செடி குட்டையாகிவிடும். சில சமயங்களில் வேர்முடிச்சுகள் அதிகமாகும் பொழுதும் தாக்குதல் தீவிரமாகும் பொழுதும் செடிகள் காய்ந்து விடுகின்றன. வேர்முடிச்சு நூற்புழுக்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஹெர்ட்ருக்கு ஆல்பிகார்ப் (டெமிக்) குறுணையை 10 கிலோ அளவில் வேர்ப்பகுதி மண்ணிலிட்டு நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். இந்த நூற்புழு தாக்காத சிறு தானியங்களைப் பயிர்ச்சுழற்சியில் சேர்க்க வேண்டும்.

சத்துக்கள். நூறுகிராம் வெண்டைக்காயில் புரதம் 1.9 கிராம், கொழுப்பு 0.2 கிராம், நார்ப்பொருள் 1.2 கிராம், மாவுப்பொருட்கள் 6.4 கிராம், கால்சியம் 66 மி.கிராம், பாஸ்பரஸ் 56 மி.கிராம், இரும்பு 1.5 மி.கிராம், தயமின் 0.07 மி.கிராம், ரைஃபோபிளேவின் 0.10 மி.கிராம், நியாசின் 0.6 மி. கிராம், வைட்டமின் 'சி' 13 மி.கிராம், மெக்னீஷியம் 43 மி.கிராம், சோடியம் 6.9 மி. கிராம், பொட்டாசியம் 103 மி.கிராம், தாமிரம் 0.19 மி. கிராம், கந்தகம் 30 மி.கிராம், குளோரின் 41 மி.கிராம், ஆக்சாலிக் அமிலம் 8 மி. கிராம், ஃபோலிக் அமிலம் 105.1 மி.கிராம், கரோட்டின் 52 மைக்ரோகிராம், சக்தி 35 கிலோ கலோரி உள்ளன.

நூறுகிராம் வெண்டைக்காயில் 0.30 கிராம் நைட்ரஜன் உள்ளது. ஒவ்வொரு கிராம் நைட்ரஜனிலும் கீழே குறிப்பிட்டுள்ள அளவில் அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. ஆர்ஜினைன் 0.23 கிராம், ஹிஸ்டிடின் 0.11 கிராம், லைசின் 0.21 கிராம், டிரிப்டோஃபேன் 0.04 கிராம், ஃபீனைல் அலனின் 0.14 கிராம், டைரோசின் 0.27 கிராம், மீதியோனைன் 0.08 கிராம், சிஸ்டீன் 0.06 கிராம், திரியோனைன் 0.14 கிராம், லியூசின் 0.24 கிராம், ஐசோலியூசின் 0.15 கிராம் வேலைன் 0.19 கிராம் உள்ளன. சமைக்கப்பட்டபின் நூறுகிராம் வெண்டைக்காயில் வைட்டமின் ஏ 740 இண்டர்

நேஷனல் யூனிட்டுகளும், தயமின் 0.06 மி.கிராம், ரைபோஃபிளேவின் 0.06 மி. கிராம், அஸ்கார்பிக் அமிலம் 20 மி.கி. நியாசின் 0.8 மி.கிராமும் உள்ளன. அழுத்தக் கலனைப் (*Pressure cooker*) பயன்படுத்தி சமைத்தால் காயின் அஸ்கார்பிக் அமிலம் சிதைவது குறையும்.

பயன்கள். வெண்டை ஒரு வெப்ப மண்டலக் காய்கறி. முற்றாத காய்களைப் பறித்து குழம்பு, பொரியல், கூட்டு, சூப்பு, மசியல் முதலியவை செய்து உண்ணலாம். மலைத் தோட்டக் காய்கறிகளைப் போலல்லாமல் குறைவான விலைக்கே கிடைக்கும் இது ஏழைகளின் காய்கறி என்று கூறாமலாவிற்கு மலிவானது. முற்றியக் காய்களில் நார் மிகுந்திருக்கும். அவற்றை உண்ண இயலாது. பயிரிடப்படும் இரகங்களுக்கு ஏற்ப காய்கள் குட்டையாகவோ, நீளமாகவோ இருக்கலாம். நிறம் பச்சை, இளமஞ்சள், இளஞ்சிவப்பு நிறங்களாகவும் மென்மயிர்கள் போர்த்தப்பட்டோ, இல்லாமலோ இருக்கலாம். செடி கூட இரகத்திற்கேற்ப குட்டையாகவோ, நெட்டையாகவோ வளருகின்றது. வெண்டைப்பிஞ்சியை பச்சையாகக் கூட உண்ணுவதுண்டு.

நிறைந்த மகசூல் கிடைத்த நல்ல விலை கிடைக்காத போது காய்களை சிறுசிறு துண்டுகளாக உலர்த்தி வற்றல் செய்து சேமித்து வைத்துக் கொள்ளலாம். துருக்கியில் வெண்டை வற்றல் ஏராளமான அளவில் தயாரிக்கப்படுகிறது. இக்காய்கள் கிடைக்காத போது வற்றல் குழம்பு செய்து உண்ணுவது வழக்கம். வெண்டைக்காய்களைப் பெரும்பாலும் தனியாகவே சமைப்பதுண்டு. இக்காயிலுள்ள வழுவழப்புப் பொருளால் குதும்பு நன்கு தடிக்கும். கரும்பிலிருந்து வெல்லம் தயாரிப்பதற்கு இந்தியாவில் பச்சை வெண்டைத் தண்டைப் பயன்படுத்தி சாறு எடுத்து சேர்ப்பதுண்டு. அடித்தண்டையும் வேரையும் அரைத்து கிடைத்த சாற்றைத் துணியால் வடிகட்டி கரும்புச்சாறு கொதிக்கும்பொழுது ஊற்ற வேண்டும். இதனால் கரும்புச் சாற்றிலுள்ள ஆல்பிமின்கள் (*albumins*) உறைந்து கசடுகளுடன் ஒன்று சேர்ந்து மிதக்கும்.

இந்த கசடுகள் அகப்பையினால் அரித்து அகற்றப்படுகின்றன. இதன் மூலம் தயாரிக்கப்பட்ட வெல்லம் படிக்க போன்றும், உறுதியாகவும் தங்க

மஞ்சளாகவும் இருக்கின்றன. விதைகளை அரைத்து காப்பித்தூளுடன் கலந்தோ காப்பித்தூளுக்கு பதிலாகவோ பயன்படுத்துவர். விதைகளைக் கொண்டு சட்டினியும் கறியும் செய்கின்றனர். விதைகளை அரைத்து மாவாக்கி எகிப்து நாட்டினர் மக்காச் சோள மாவுடன் கலந்து பயன்படுத்துகின்றனர். விதையில் புரதம் 19.38%, கொழுப்பு 16.78%, குளுடுநாறு 21.02%, மணிச்சத்து 0.79%, கால்சியம் 0.24% உள்ளன. விதைகளில் 14.27% பெண்டசான்கள், 8.92% ஸ்டார்ச், மொத்த பெக்டின் 2.15% உள்ளன. நன்கு விளைந்த விதையில் 16.22% சமையல் எண்ணெய் உள்ளது. ஆனால் இந்த எண்ணெய் வணிக அளவில் தயாரிக்கப்படவில்லை.

விதை மேல்தோல் கடினமானதாகையால் பருப்பை தனித்தெடுக்க முடிவதில்லை. கரைப்பானைத் பயன்படுத்தி தயாரிக்கப்பட்ட விதை எண்ணெய் மஞ்சள் நிறத்தில் சிறிதளவு பச்சைநிறம் கலந்தும் வாசனையுடனும் இருக்கும். இதிலுள்ள பச்சை நிறம் விதைத் தோலிலுள்ள ஃபீயோஃபைட்டின் - ஏ (Pheophytin-A) என்னும் பொருளினால் உண்டாகிறது. இந்த எண்ணெயில் மிரிஸ்டிக் அமிலம் 0.7%, பாமிட்டிக் 21.2%, ஸ்டீரிக் அமிலம் 4.6%, லினேலிக் அமிலம் 20.36%, ஒலிக் அமிலம் 45.54% மற்றும் 9 - ஹெக்சடெசினரீய்க் அமிலம் (9-hexadecenoic acid) முதலியவை உள்ளன. எண்ணெய் எடுத்தபின் உள்ள பிண்ணாக்கு புரதம் நிறைந்தது. இதில் நார்ச்சத்து மிகுதியாக இருந்த போதிலும் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகத் தரலாம்.

கரைப்பான் மூலம் தயாரிக்கப்பட்ட பிண்ணாக்கில் ஈரம் 9.1-9.4%, புரதம் 23.87-31.88%, குளுடுநார் 17.77-24.24% கொழுப்பு 1.3-1.89%, உள்ளன. நாட்டுச் செக்கின் உதவியால் தயாரிக்கப்பட்ட பிண்ணாக்கில் ஈரம் 10.49%, புரதம் 22.56%, குளுடுநார் 28.21%, கொழுப்பு 5.5%, சாம்பல் சத்து 5.45% முதலியவை உள்ளன. இதில் காசிபெட்டின் (Gossypetin) மற்றும் குவர்செட்டின் (Quercetin) உள்ளன. மேற்கு ஆப்பிரிக்காவில் இளம் இலைகளை வேகவைத்து கீரையாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். வெண்டையின் தண்டிலிருந்து நார் எடுக்கலாம். இதற்கு முதிராமலுள்ள பச்சைத் தண்டுகள் பயனாகின்றன. தயாரிக்கப்பட்ட நாரை தண்ணீரில்

கழுவி வழவழப்பான பொருளை நீக்க வேண்டும். இல்லையெனில் நார் விறைப்பாகவும் ஓடியுந்தன்மையுடனும் இருக்கும். ஒரு உறக்டரிலிருந்து 250 கிலோ நார் எடுக்கலாம். இந்த நார் வெள்ளை பாலாடை நிறம் அல்லது மஞ்சள் நிறத்திலும் பட்டுபோன்றும் உறுதியாகவும் இருக்கும். உறுதியானது. இந்த நாரைக் கொண்டு கயிறு, சாக்குகள் தயாரிக்கலாம்.

சணலுடன் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலந்து சாக்கு தயாரிப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. தண்டைக் கொண்டு காகிதம், காகித அட்டை முதலியவை தயாரிக்கலாம். கனித் தோலில் இருந்தும் காகிதம் தயாரிக்கலாம். வேரிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் குழகுழப்பான பசையைப் பேப்பர் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துகின்றனர். இலைப்பசையை சோப்பிற்கு பதிலாகப் பயன்படுத்தி எண்ணெயால் ஏற்பட்ட அழுக்கைப் போக்கலாம் என கூறப்படுகிறது. வெண்டைச் செடியிலிருந்து கிராம்பு போன்ற மணம் வீசும் இலையில் ஒருவித ஆவியாகும் எண்ணெய் உள்ளது. வெண்டையின் பச்சையான பகுதிகளில் அயோடின் அதிகம் உள்ளது. வேரைவிட இலை மற்றும் தண்டுகளில் அயோடின் சத்து மிகுந்துள்ளது. வெண்டை பிஞ்சுகளை மைபோல் அரைத்துத் தலையில் தேய்த்துக் குளிக்க தலையிலுள்ள பொடுகு நீங்கும். இதனைக் கட்டிகள் மற்றும் புண்கள் மீது தடவவும், நகச்சுற்று மீது தடவவும் பயன்படுத்தலாம். விதை முற்றாத வெண்டை பிஞ்சுகளுடன் கற்கண்டை சேர்த்து நாள்தோறும் காலை, நண்பகல், இரவு என மூன்று முறை உண்டுவர பெண்களின் வெண்கசிவுக் கோளாறு, விந்து தானாகக் கழிதல், ஆண்மைக்குறைவு, கண்ணெரிச்சல் ஆகிய நோய்கள் குணமாகும்.

பிஞ்சுகளை நறுக்கிப் போட்டுக் கஷாயம் செய்து அருந்தினால் மேகவெட்டைக் குணமாகும். மூத்திரத்தாரை நோய்களுக்கு வெண்டைக்காய்கள் உதவுகின்றன. இதற்கு வெண்டைக் காய்களைச் சுத்தம் செய்து நறுக்கி சிறிதளவு நீர் சேர்த்து நன்கு வேகவைத்து சூடுதணிந்த பின்பு எடுத்து நன்கு கசக்கி துணியில் பிழிந்து பிசின் போன்ற பகுதியை எடுத்து ஓர் தேக்கரண்டி தேன் மற்றும் தேவைக்கேற்ற அளவு உப்பைக் கலந்து சாப்பிட வேண்டும். சுத்தம் செய்த வெண்டைக்காய்களைத் துண்டு செய்து பாலில்

போட்டுக் காய்ச்சி சாப்பிட்டுவர இருமல் அகலும். வெண்டைக்காய் உடலை வளர்க்க உதவுகிறது. இது சத்துமிக்குந்த காய்கறி, இரத்தம், தசை ஆகியவற்றின் விருத்திக்கும் உதவும். மூளைக்குப் பலந்தரும் தன்மையையும், பசியைத் தூண்டும் தன்மையையும் கொண்டது. மனிதர்கட்கு உணவாகவும், மருந்தாகவும் அமைந்துள்ள வெண்டைக்காய் கால்நடைகட்கும் மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. முதல் கன்று ஈன்ற பசுமாடுகளுக்கு நாளுக்கு 1 கி. வீதம் வெண்டைக்காய்களை இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்களுக்குத் தீனியாகக் கொடுத்தால் வயிற்றிலுள்ள நஞ்சு முழுவதும் வெளிவந்து மாடு ஆரோக்கியமாக இருக்கும். வெண்டைக்காயைத் தினந்தோறும் உணவில் சேர்த்து உண்டுவர ஞாபகசக்தி அதிகரிக்கும் என்றும் நம்பிக்கை தற்பொழுது மக்களிடையே நிலவி வருகிறது.

காட்டு வெண்டை எனக் கூறப்படுவதன் தாவரப்பெயர் ஹைபிஸ்கஸ் ஃபைகுல்லியஸ் (Hibiscus ficulnius) ஆகும். இதற்கு அபெல்மோஸ்கஸ் ஃபைகுல்லியஸ் (Abelmoschus ficulneus) என்னும் இணைப்பெயரும் உண்டு. வெண்டையைப் போல இதன் காய்களை சமைக்க முடியாது. ஒரு பருவச் செடி. இந்தியாவில் பஞ்சாபிலிருந்து வங்காளம் மற்றும் தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகிறது. இதன் இலைகள் வட்டமாகவோ காம்பருகு பகுதியில் இதய வடிவமாகவோ இருக்கும். செடியின் மேல் பகுதியிலுள்ள இலைகள் கைவடிவில் 3-5 கதுப்புகளைக் கொண்டிருக்கும். பூக்கள் வெள்ளையாகவும், இளஞ்சிவப்பு நிற மையத்தையும் கொண்டிருக்கும். கனி ஒரு கேப்சூல். 2.8-3.5 செ.மீ நீளத்திலும் முட்டை வடிவிலும் இருக்கும். விதைகள் உருண்டையாக இருக்கும். இதன் பூக்கள் அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களில் தோன்றுகின்றன. கனிகள் டிசம்பர்-ஜனவரி மாதங்களில் உற்பத்தியாகின்றன. இச்செடியின் பச்சைத் தண்டில் 2.87% நார் உள்ளது. நார்பளபளப்பாகவும், வெள்ளையாகவும் இருக்கும். இதனைக் கொண்டு முறுக்கு நூல் தயாரிக்கலாம். இந்நார் புளிச்சை நாரைவிடச் சிறந்தது. கரும்புச்சாற்றிலுள்ள அழுக்கை நீக்க வெண்டையின் தண்டைப் போலவே இதன் தண்டும் (3.7 டன் சாறுக்கு 1.7 கி. சாறு) பயனாகிறது. தண்டுச்சாற்றில் பண்படா குருடு புரதம், உண்மைப்புரதம், கரையும்

சிலிகான் டை ஆக்சைடு, மணிச்சத்து, கால்சியம் ஆக்சைடு முதலியவை உள்ளன. இதன் நூறு கிராம் காயில் 38 மி.சி. வைட்டமின் 'சி' உள்ளது. விதைகள் காப்பியின் மணத்தைக் கூட்டுவதற்கு அரேபியரால் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கோ. அர்ச்சுனன்

துணைநூல்கள். *Handbook of Agriculture*, Indian Council of Agricultural research, New Delhi, 1980; *The wealth of India - Raw Materials*, CSIR, New Delhi, 1948.

வெண்புலாஞ்சி

இதனை வெள்ளைப்புலாஞ்சி, மதுப்புலாந்தி, கரை ஓரி என்றும் கூறுவர். செஞ்சுரிநோகா லியூகோபைரஸ், ஃபுளுஜியா லியூகோபைரஸ் என்பது இதன் இணை தாவரப் பெயராகும். யூஃபோர்பியேசி குடும்பத்தை சேர்ந்தது. இதனை ராஜஸ்தான், பஞ்சாப் முதற்கொண்டு உத்தரப் பிரதேசம் வரை காணலாம். தென்னிந்தியாவிலும் கூடக் காணலாம். 750 மீ. உயரம் உள்ள பகுதியில் காணலாம். இதனை வேலியோரங்களில் வளர்க்கலாம்.

மரம். முள்ளுள்ள புதர்ச்செடி அல்லது குறுமரம். சிறு கிளைகள் வெள்ளை நிறமானவை. இவை கூரிய முள்ளுள்ள முனையில் முடிவுறும். சட்டை கடினமாயிருக்கும். இலைகள் மாற்றடுக்கில் அமைந்தவை. முழுமையானவை. 1.25-2.5 செ.மீ. நீளமானது. இலை சீராக அமைந்திருக்கும். தலைகீழ்க்கோண, நீள் வட்டம் அல்லது தலைகீழ் இதய வடிவானது. மஞ்சரி கொத்தானது. ஒரு பால் மலர்கள் நுணுக்கமாயிருக்கும். காம்புடையவை. இலைக் கோணங்களில் அமைந்திருக்கும். ஆண் மலர்கள் கொத்தாகவும் பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும். பெண் மலர்கள் தனியாகவும் சிவப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். பூவிதழ்கள் ஐந்து அல்லி இதழ்கள் இல்லை. வட்டத்தட்டு ஆண் மலரில் 5 சுரப்பிகளாகவும் பெண் மலரில் வளையமாகவும் தட்டையாகவும் பற்களுடனுமிருக்கும். மகரந்தத்



வெண்புலாஞ்சி

தாள்கள் ஐந்து, மகரந்தத்தாள் பிரிந்தவை. வெளியேறியிருக்கும். மகரந்தப்பைகள் நேரானவை. அறைகள் நீளவாக்கில் வெடிக்கக்கூடியவை. குற்றவை 1-3 அறைகள் கொண்டது. சூலகத்தண்டுகள் பிரிந்தவை. பின் வளைந்திருக்கும். வழக்கமாக 2 பிரிவுகளாயிருக்கும். கனி சிறிய உருண்டை வடிவாகவும், வெள்ளையாகவும், வழவழப்பாகவும் வெளிப்புறம் சதைப்பற்றான 2 வால்வுகளைக் கொண்டு வெடிக்கக்கூடியது. விதைகள் முப்பட்டையாயிருக்கும். புற உறை நொறுங்கக்கூடியது. கரு வளைந்திருக்கும் வித்திலைகள் தட்டையானவை. பாதுகாப்பற்றவை.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இதன் இலைகளை கீரையாக சமைத்து உண்ணலாம். இலையை சிதைத்தோ இலையிலிருந்து சாறு எடுத்தோ புகையிலையுடன் சேர்த்து பயன்படுத்த புண்களிலுள்ள புழுக்கள் ஒழியும். கனியை உண்ணலாம். இனிப்பாயிருக்கும். கிளைகளைக் கொண்டு கூடைகள் செய்யலாம். கூரை வேயலாம். மரம் விறகாகும். தண்டுப்பட்டையில் 10% டேனின் உள்ளது. இது மீன்களைக் கொல்லும்.

கோ. அர்ச்சுனன்

வெப்ப அணுக்கரு வினை

மீ உயர் வெப்பநிலைகளில் இலேசான தனிமங்கள் வளிமம் ஒன்றின் அமை பொருளாக உள்ளபோது அவற்றின் கருக்களிடையே நிகழும் பினைவு எதிர்வினைகளே அனல் அணுக்கரு எதிர் வினைகளாகும். பினைவு எதிர்வினைகள் ஆற்றலைத் தோற்றுவிப்பதில் பிளவு எதிர் வினைகளுக்கு மாற்றாக அமையக்கூடியவை. குறைவான அணு எண் கொண்ட தனிமங்கள் ஒன்றாக இணைக்கப்படும் பொழுது ஓர் அணுக்கருத் துகளுக்கான பினைப்பு ஆற்றல் அதிகரித்து ஆற்றல் வெளியாகிறது. இதுவே அனைத்துப் பினைவு எதிர் வினைகளின் அடிப்படையாகும். கதிர்வன் மற்றும் நிலையான விண்மீன்களின் ஆற்றலின் தோற்றுவாய் அனல் அணுக்கரு எதிர் வினைகளேயாகும். விண்மீன்களில் பினைவு நிகழ்வுகள் அவற்றின் உட்பகுதியிலுள்ள மிக

அதிக வெப்பநிலையின் காரணமாகவே நிகழ்கின்றன. அண்டம் தோன்றியபொழுது மிக அதிகமாக இருந்த ஹைட்ரஜன் வளிமம் ஒரு விண்மீன் போலக் கூட்டமாக நெருங்கி ஈர்ப்பு விசையால் நெருக்கப்பட்டு உயர் வெப்பநிலையை அடைந்து ஹைட்ரஜன் வளிமம் புரோட்டான்களும் எலக்ட்ரான்களுமான அயனி நிலையை அடைகிறது. இவ்வெப்பநிலையில் இரு புரோட்டான்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கி இணைந்து ஓர் அணுக்கருவாகப் பினைந்து அதன் காரணமாக ஆற்றல் வெளியாகிறது. பினைவு வெடிகுண்டிலும் வெப்ப அணுக்கரு எதிர்வினைகளே பயனாகின்றன.

வெப்ப அணுக்கரு எதிர் வினைகள் ஹைட்ரஜன் ஓரிடத் தனிமங்களிடையே (டிரியூமியம் மற்றும் டிரிடீயம்) மிக விரைவாகவும் வேறு சில அணு எண் அதிகமான தனிமங்களின் கருக்களிடையே மந்தமாகவும் நிகழ்கின்றன. வெப்ப அணுக்கரு எதிர்வினைகளை எந்த வீதத்தில் தோற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான வெப்பநிலைகளிலும் அடர்த்திகளிலும் அனைத்துப் பருப்பொருள்களும் முழுமையாக அயனியாக்கம் அடைகின்றன. அதாவது பருப்பொருள் பிளாஸ்மா நிலையில் உள்ளது. இவ்விதம் பிளாஸ்மா நிலையில் உள்ள வளிமத்தில் அமைந்துள்ள ஈர் அணுக்கருக்கள் ஒன்றாக இணைய அவை தமக்கிடையேயான நிலை மின்னெதிர்வு விசையை மீறி ஒன்றையொன்று நெருங்க வேண்டும். இவ்வாறு மோதலுறத் தேவையான கிளர்ச்சி ஆற்றலை 10^7 வெப்பநிலையில் அமைந்த சூழலிலேயே அணுக்கருக்கள் பெறுகின்றன. வெப்ப அணுக்கரு எதிர்வினைகள் நிகழ்வதற்கு ஏற்ற தாழ் வெப்பநிலை விளிம்புகளில் எதிர்வினை நிகழும் வீதம் வெப்பநிலை மாற்றங்களைப் பொறுத்து மிக விரைவாக மாறுபடுகிறது. எதிர்வினை நிகழும் வீதத்தைப் பின் வருமாறு கணக்கிடலாம்.

டிரைடான், டிரூட்ரான் போன்ற ஈர் ஆற்றல் மிகு கருக்களடங்கிய உயர் வெப்ப நிலையில் உள்ள வளிமம் ஒன்றில் எதிர்வினை நிகழும் வீதம் அக்கருக்களுக்கு இடையேயான மோதல்களின் வீதத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். இம்மோதல் வீதம் அக்கருக்களில் தனித்தனி அடர்த்திகளின் பெருக்குத்தொகை, அவற்றின் பரிமாற்ற எதிர்வினை வாய்ப்பு அவற்றின் ஒப்புமைத் திசைவேகம்

ஆகியவற்றுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். எனவே 12 எதிர்வினைகள் (மீ³) (நொடி) எனும் சமன்பாடு எதிர்வினை நிகழும் வீதத்தைக் குறிக்கும். இங்கு அளவு அணுக்கருக்கள் ஆகியவற்றுக்கான பல்வேறு மதிப்புகளை மாக்ஸ்வெல்லின் திசைவேகப் பங்கீட்டினடிப்படையில் தொகுத்துக் கிடைத்த சராசரி மதிப்புகளாகும். மொத்தக் கருத்துகள் அடர்த்தி ஆகியவற்றின் ஒப்புமை விகிதங்கள் மாறாமல் அமையுமானால் எதிர்வினை வீதம் மொத்தக் கருத்துகளடர்த்தியின் இருமடிக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். அலகுபருமனுக்கு வெளியாகும் அனல் அணுக்கரு ஆற்றல் எதிர்வினை நிகழும் வீதத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். வெளியிடப்படும் இந்த ஆற்றலின் சராசரி அளவு அவ்வமைப்பு இழக்கும் ஆற்றலின் அளவைவிட மிகுமானால் எதிர்வினைகள் புற உதவியின்றித் தம்மைத்தாமே நிலைநிறுத்திக் கொள்ளும் தன்மை உடையனவாக அமையும்.

வெப்ப அணுக்கரு எதிர்வினையுடன் தொடர்புடைய விவரமான தகவல்களை அணுக்கருப் பிணைவு ஹைட்ரஜன் வெடிகுண்டு, விண்மீன்களின் தோற்றமும், மலர்ச்சியும், கதிரவன், கார்பன்-நைட்ரஜன் சுற்று, பருப்பொருளின் இயக்கவியற் கொள்கை, காந்த நீர்ம இயக்கவியல், அணுக்கரு எதிர்வினை, புரோட்டான்-புரோட்டான் தொடர்ச்சுற்று ஆகிய தலைப்புகளில் காணலாம்.

இரா. முத்துசாமி

வெப்ப அதிர்ச்சி

இது அதிவெப்பச் சுற்றுப்புற சூழ்நிலையில் அதிகமான நேரம் இருப்பதால் ஏற்படுகிறது. நேர் வெயிலில் இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. அதிக தட்ப வெப்பத்திற்குப் பழக்கப்பட்ட உள்ளூர்வாசிகளுக்கும் இது ஏற்படலாம். மலேரியா காய்ச்சலைத் தொடர்ந்து ஏற்படலாம். வெப்ப அயற்சி நீடித்தால், வெப்ப அதிர்ச்சியில் முடியலாம்.

அறிகுறிகள். வியர்வை நின்று போதல் இதன்

முக்கிய அறிகுறியாகும். குதத்தில் வெப்பமானி 42°-45° சென்டிகிரேட் அளவை காட்டும். நிலை தடுமாற்றம் ஏற்பட்டு முடிவில் உணர்வுநிலை தவறி விடும். மேலும் இரத்த ஓட்டம் நின்று போதல், சிறுநீரகம், கல்லீரல் ஆகியவை வேலை செய்யாமை, இரத்தக்கசிவு ஆகிய சிக்கல்கள் ஏற்படலாம்.

இந்நிலை ஏற்படத் துணைபுரியும் காரணங்கள்.

- தட்பவெப்ப நிலைக்குப் பொருந்தாத உடையணிதல்
- சரியான காற்றோட்டம் இல்லாத, வெப்பமான புழுக்கமான சூழ்நிலையில் கடுமையான வேலை
- முதிர்ந்த வயது
- வியர்வைச் சுரப்பிகள் பணிபுரியா நிலைமை

காரணம். மூளையிலுள்ள வெப்பத்தை சமநிலைப்படுத்தும் மையம் சரிவர வேலை செய்யத் தவறி விடுவதால் இந்நிலை ஏற்படுகிறது.

நோய்க்குறி இயல்பு. மூளை வீங்கி காணப்படும். மூளை தண்டுவட நீர்மத்தின் (cerebrospinal fluid) அழுத்தம் அதிகரித்திருக்கும். நுண்ணோக்கியின் வழியே பார்க்கும்போது ஹைபோதலாமஸ் என்ற இடத்திலும், மூளையின் அடிப்பாகத்திலும் நரம்பு திசுக்களின் அழிவு காணப்படும்.

மருத்துவம். உடனடியாக வெப்பத்தைக் குறைத்து மூளையின் முக்கியமான மையங்களைக் காக்க வேண்டும். நிழலுக்கு அழைத்துச் சென்று ஆடைகளைக் களைந்து உடல் முழுவதும் நீர் தெளித்து ஈரமான துணியில் சுற்றி, விசிறி நீர் ஆவியாக உதவவேண்டும்.

வெப்ப நிலை 39° சென்டிகிரேடிற்கு கீழே குறைந்தவுடன் நீர் தெளிப்பதை நிறுத்திவிடலாம்.

மூச்சுக் குழல் வழியாக ஆக்சிஜன் கொடுக்க வேண்டும்.

உணர்வு திரும்பாவிட்டால் முள்ளெலும்பு இடையில் ஊசியால் குத்தி, மிகை அழுத்தத்தில் இருக்கும் மூளை தண்டுவட நீர்மத்தை வெளிப்படுத்த வேண்டும்.

இரத்தக் கசிவு இருந்தால் சிரை வழி இரத்தம் கொடுக்க வேண்டும்.

இரத்த ஓட்டத்தைச் சீர் செய்ய வேண்டும்.

மலேரியா காய்ச்சல் ஏற்பட்டிருந்தால் அதற்கான மருந்துகளைக் கொடுக்க வேண்டும்.

உடல் நிலை சரியாகி வரும்போது உடலின் வெப்ப நிலை ஒரே சீராக இராது. கவனித்து சிகிச்சை செய்தால் 90 சதவிகிதத்தினருக்கு நலம் ஏற்படுகிறது. சிகிச்சை செய்யத் தவறினால் இறப்பு நிச்சயம்.

தடுப்பு முறைகள். அதிக வெப்பநிலையில் வேலை செய்யத் தகுதி வாய்ந்தவர்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

காய்ச்சல், கொழுத்த உடல், மது அருந்துதல், தூக்கமின்மை ஆகியவை இந்நிலை ஏற்பட துணைப்படுவதால், அவற்றைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

தட்பவெப்பநிலை அதிகமாக இருக்கும் போது 15 லி. நீரும், 30 கிராம் உப்பும் உட்கொள்ள வேண்டும். (உப்பை உணவுடனும், பானங்களுடனும், சர்க்கரை போர்த்திய குளிகைகள் மூலமாகவும் உட்கொள்ளலாம்).

வேலைச் செய்யுமிடம் குளிர் சாதன வசதி உள்ளதாக இருத்தல் நல்லது.

மெல்லிய ஆடைகளை இறுக்கமின்றி அணிதல் வேண்டும்.

நீண்ட கடுமையான உடலுழைப்பை அதிக தட்பவெப்ப நிலை இருக்கும்போது குறைத்துக் கொள்ளுதல், வேலைக்கு நடுவே விடுமுறை அளித்தல் ஆகியவை நன்மைப்பயக்கும்.

சுவயம் ஜோதி

துணைநூல். John Macleodd, Davidson's *Principles and Practice of Medicine*, 14th Edn., ELBS, Churchill Livingstone, 1984.

வெப்ப அயற்சி

வெப்ப அயற்சி (Heat Exaustion) உப்பு சத்து குறைவாலும், நீர் குறைவாலும் கோடைக் காலத்தில் ஏற்படலாம்.

தோற்றுவாய். அதிக வெப்பம், வெப்பமான சூழ்நிலையில் அதிகமான உழைப்பு, வியர்வைக்கு ஏற்றவாறு நீரும், உப்பும் உட்கொள்ளாமை, வாந்தி பேதி கொண்டவர்கள் அதிக வெப்பமான சூழ்நிலையில் பணிபுரிதல்.

அறிகுறிகள். தலைவலி, தலைச் சுற்றல், பசியின்மை, குமட்டல், தசைப்பிடிப்பு (cramp), சிடுசிடுப்பு ஆகியவை ஏற்படுகின்றன. தாகமின்மை, வெப்ப அயற்சியின் முற்றிய நிலையை மறைக்கும். அதனால் இதைத் தொடர்ந்து படப்படும், குறைந்த இரத்த அழுத்த நிலையும், ஏற்பட்டு, ஈரமான நிலை ஏற்படும்.

மருத்துவம். தூய்மையான சுற்றுப்புறமும், குளிர்ந்த பானங்களும் அவசியம். வெப்ப அயற்சியின் ஆரம்பநிலையில் சமையலுக்கு சேர்க்கும் உப்பை (sodium chloride) ஒரு லிட்டருக்கு 10 கிராம் வீதம் சேர்க்க வேண்டும். முற்றிய நிலையில் சோடியம் குளோரைடை சிரை வழி செலுத்தி சரிசெய்ய வேண்டும். இல்லையேல் இந்நிலைக் கடந்து மீள முடியாத வெப்ப அதிர்ச்சியில் கொண்டுவிடும்.

சுவயம் ஜோதி

துணைநூல். Houston, *A Short TextBook of Medicine*, Joiner, Trousce Eighth Edns ELBS, 1985.

வெப்ப அயனி உமிழ்வு

ஒரு திண்மப்பொருளை வெற்றிடத்தில் வைத்துச் சூடாக்கும் போது அதிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களோ அயனிகளோ இரண்டும் வெளிப்படுவது வெப்ப அயனி உமிழ்வு (Thermionic Emission) எனப்படுகிறது. வெப்ப அயனி உமிழ்வை ஓர் ஆவியாதல் நிகழ்வாகச் குறிக்கலாம். வெகுகாலத்திற்கு முன்பே சூட்டால் ஒளிரும் திண்மப்பொருள்களை நெருங்கியுள்ள காற்று மின்கடத்தும் திறன் பெற்றிருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. 1873 ஆம் ஆண்டில் கத்ரீ (Guthrie) என்பவர் ஒரு சிவக்கப் பழுத்த சூடானப் பொருளில் எதிரின மின் மட்டுமே தங்கியிருப்பதையும் நேரின மின் இல்லாததையும் கண்டுபிடித்தார். பெரும் வெப்பநிலைகளில் இருவிதக் குறிகளை உடைய மின்களும் வெளியிடப்பட்டன.

எல்ஸ்டர் (Elster), கெய்ட்டல் (Geital) ஆகியோர் 1882 - 1889 வரை இந்த நிகழ்வை பல சோதனைகள் மூலம் ஆராய்ந்தனர். ஒரு கண்ணாடிக் குமிழுக்குள் ஓர் உலோக இழையையும் ஒரு உலோக தகட்டையும் பொருத்தி கண்ணாடிக் குமிழை ஒரு வெற்றிடப் எக்கியுடன் இணைத்தனர். உலோக இழையில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி அதைச் சூடாக்கினர். அப்போது உலோகத் தகட்டில் சேர்ந்த மின்னைக் கணக்கிட்டனர். உலோக இழையின் வெப்பநிலை அதிகரித்தபோது தகட்டில் சேர்ந்த மின்னின் அளவு அதிகரித்தது. இழை வெண்சூடாக ஆன பிறகு தகட்டில் சேரும் மின்னின் அளவு நிலையாக ஆகிவிட்டது. அந்த நிலையில் குமிழில் இருந்த அழுத்தம் குறைக்கப்பட்டது. அப்போது தகட்டில் இருந்த மின் எதிரினமாகிவிட்டது. மேலும் அழுத்தத்தைக் குறைக்கும்போது தகட்டில் சேர்ந்த எதிர் மின்னின் அளவு அதிகமாயிற்று. தகட்டில் சேரும் எதிர் மின்னின் அளவு உலோக இழையின் வேதி நிலையையும் அதைச் சுற்றியுள்ள வளிமத்தின் தன்மையையும் பொறுத்திருந்ததாக கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1885 ஆம் ஆண்டில் எடிசன் ஒரு கண்ணாடிக் குமிழுக்குள் ஓர் உலோக இழையையும் ஓர் உலோகத் தகட்டையும் பொருத்தி ஆய்வு செய்தார். தகடு நேர் மின்னழுத்தத்திலும் இழை எதிர் மின்னழுத்தத்திலும் வைக்கப்பட்டன. அவருடைய ஆய்வுகள் சாதாரண மின் குமிழ் விளக்குகளில் காணப்படுகிற குறைந்த

அழுத்தத்திலும் உயர்ந்த வெப்பநிலையிலும் உள்ள உலோக இழைகளிலிருந்து எதிரின மின்கள் வெளிப்பட்டதை மெய்ப்பித்தன. தகட்டுக்கும் இழைக்கும் இடையில் ஒரு கால்வனா மீட்டரை இணைத்துப் பார்த்தபோது தகடு நேர் மின்னழுத்தத்தில் இருந்தால் மட்டுமே கால்வனா மீட்டரில் ஒரு விலக்கம் தோன்றியது. தகடு எதிர் மின்னழுத்தத்தில் இருந்தபோது விலக்கம் ஏற்படவில்லை. சூட்டால் ஒளிரும் இழையிலிருந்து எதிரின மின்கள் வெளிப்பட்டு அவை தகட்டிலிருக்கும் நேர் மின்னழுத்தத்தால் கவரப்படும் போதுதான் ஒரு மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது என்பதை இந்தச் சோதனைகள் விளக்கின. தகடு எதிர் மின்னழுத்தத்தில் இருந்த போது இழையிலிருந்து வெளிப்பட்ட எதிரின மின்கள் விலக்கி வெட்டப்படுகின்றன. இந்த விளைவு சில காலத்திற்கு எடிசன் விளைவு என்றழைக்கப்பட்டது.

இந்த நிகழ்வைப் பற்றிய துல்லியமான ஆய்வுகள் 1902 ஆம் ஆண்டில்தான் ரிச்சர்ட்சன் என்பவரால் செய்யப்பட்டன. அவர் உயர் வெற்றிடத்தில், வேதித்தன்மையில் மிகத்தூய்மையான உமிழிகளை வைத்துச் சோதனைச் செய்தார். அவர் உமிழிகளிலிருந்து வெளிப்படுகிறவை எலக்ட்ரான்களும் அயனிகளுமே என்று கண்டுபிடித்தார். அவற்றுக்கு வெப்ப அயனிகள் (thermions) எனவும் அவற்றால் தோன்றிய மின்னோட்டத்திற்கு வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் (thermionic - current) எனவும் பெயரிட்டார்.

அவரும் மற்றவர்களும் செய்த ஆய்வுகளிலிருந்து வெப்ப அயனிகளின் தன்மை, வெப்ப அயனி உமிழ்வு, உமிழியின் வெப்பநிலை, தன்மை, பரப்பளவு, அதன் மேற்பரப்புத் தன்மை, அதைச் சுற்றியுள்ள வளிமத்தின் தன்மை, அதன் அழுத்தம், உமிழிக்கும் தகட்டுக்கும் இடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாடு போன்ற பல காரணிகளைப் பொறுத்திருக்கிறது என்பது தெரிய வந்தது. அதில் i என்ற பிளாட்டினம் அல்லது டங்ஸ்டன் போன்ற உயர் வெப்பநிலையைத் தாங்கக்கூடிய உலோகத்தாலான ஒரு கம்பி, c என்ற உள்ளீடற்ற உலோகக் குழாயின் அச்சில் பொருந்தியிருக்குமாறு வைக்கப்பட்டது. கம்பியும், குழாயும் உயர் வெற்றிடத்தை உண்டாக்கக்கூடிய a என்ற கலத்தில்

வைக்கப்பட்டிருந்தன. வேறு வளிக்களையும் தேவையான அழுத்தத்தில் அதில் நிரப்பிக் கொள்ளலாம்.

கம்பியை மின்சாரத்தின் மூலம் சூடாக்கிக்கொள்ள முடியும். அதன் மின்தடையைக் கண்டுபிடிக்க உதவியாக ஒரு அம்மீட்டரும், ஒரு வோல்ட் மீட்டரும் மின் சுற்றில் இணைக்கப்பட்டிருந்தன. மின்தடை, வெப்ப நிலையின் சார்பெண் ஆதலால் எந்த ஒரு கட்டத்திலும் கம்பியின் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடித்துவிட முடியும். இவ்வாறு கம்பி ஒரு வெப்பநிலை மானியாகவும் செயல்பட்டது. குழாய்க்கும் கம்பிக்கும் இடையில் விருப்பமான மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்கிக்கொள்ள முடியும். உருளையுடன் ஓர் உயர்வு நுட்பமுள்ள கால்வனா மீட்டர் இணைக்கப்பட்டிருந்தது. தொடக்க கால ஆய்வுகளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலைகளில் கம்பியிலிருந்து நேரின அயனிகள் பெருமளவில் வெளிப்பட்டதாகத் தெரிந்தது. சற்றே உயர்ந்த வெப்ப நிலைகளில் எதிரின அயனிகளும் நேரின அயனிகளும் கலந்து வெளிவந்தன. உயர்ந்த வெற்றிடத்திலும் வெப்ப நிலையிலும் எதிரின அயனிகள் மட்டுமே கம்பியிலிருந்து வெளிப்பட்டன. உருளை நேர்மின்னழுத்தத்தில் இருந்தபோது கம்பிக்கும் உருளைக்கும் இடையில் ஒரு வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் தோன்றுவதை கால்வனா மீட்டரில் ஏற்பட்ட விலக்கம் காட்டியது.

உருளையை எதிரின மின்னழுத்தத்தில் வைத்தால் இந்த மின்னோட்டம் நின்று போயிற்று. சூடான இழையிலிருந்து வெளிப்படும் எதிரின மின் துகள்கள் எலக்ட்ரான்களே என்பது அவற்றின் e/m மதிப்பிலிருந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வெப்ப அயனி மின்னோட்டத்திற்கும் வெப்பநிலைக்கும் இடையிலான தொடர்பைக் கண்டுபிடிக்க உருளையின் மின்னழுத்தத்தை மாறாமல் வைக்க வேண்டும். இதைச் செய்ய முதலில் இழையின் வெப்பநிலையை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் வைத்துக் கொண்டு உருளை மின்னழுத்தத்தை மாற்றி அதன் வெவ்வேறு மதிப்புகளில் தோன்றும் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உருளை மின்னழுத்தத்திற்கும் வெப்ப அயனி மின்னோட்டத்திற்கும் இடையில் ஒரு வரைபடம் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் ஓமின்

விதியைப் பின்பற்றுவதில்லை என்று தெரிகிறது. அது முதலில் மெல்லவும் பின்னர் விரைவாகவும் அதிகரித்து ஒரு குறிப்பிட்ட உருளை மின்னழுத்தத்திற்கு மேல் ஒரு நிலையான மதிப்பை அடைந்துவிடுகிறது. இந்த மதிப்பு தெவிட்டல் நிலை மின்னோட்டம் எனப்படும். இந்தத் தெவிட்டல் நிலையில் தோன்றுகிற மின்னழுத்தம் தெவிட்டல் மின்னழுத்தம் ஆகும். வெப்பநிலையை வெவ்வேறு மாறாத அளவுகளில் வைத்து இதே போன்ற பல கோடுகள் வரையப்பட்டன. வெப்பநிலை அதிகமாகியபோது தெவிட்டல் மின்னழுத்தம் அதிகமாயிற்று.

வெப்ப அயனி மின்னோட்டத்துக்கும், வெப்ப நிலைக்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பைக் கண்டுபிடிப்பதற்காகப் பல்வேறு நிலைகளில் தெவிட்டல் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகிற மின்னழுத்தங்கள் செலுத்தப்பட்டன. வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் கிடைத்த தெவிட்டல் மின்னோட்டத்திற்கும், வெப்பநிலைக்கும் இடையில் ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் கோடு கிடைக்கிறது. குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் காணப்படுவதில்லை. கம்பி சுமார் 1000 செல்சியஸ் பாகை வெப்பநிலையை எட்டும்போதுதான் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது. அதன் பிறகு வெப்ப நிலை உயர் உயர் மின்னோட்டம் வேகமாக உயர்ந்து கொண்டே போகிறது.

உமிழியின் பரப்பு அதிகமாகும்போது அதிலிருந்து அதிகமான எண்ணிக்கையில் எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்படும். அதனால் வெப்ப அயனி மின்னோட்டத்தின் வலுவும் அதிகமாகிறது. வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் உமிழியின் பரப்புக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாகப் பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. தூய உலோகங்களுக்கு 1000 செல்சியஸ் பாகைக்கு மேற்பட்ட உயர்வெப்ப நிலைகளில்தான் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் தொடங்குகிறது. கார உலோகங்களிலிருந்து மற்றவைவிட அதிக அளவில் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. கம்பியில் மாசுகள் கலந்திருந்தால் வெப்ப அயனி உமிழ்வு பாதிக்கப்படுகிறது. இதன் மூலம் மிகத் தூய்மையானது என்று கருதப்பட்ட பிளாட்டினத்தில் கூட இம்மியளவில்

சோடியம், பொட்டாசியம் கலந்திருப்பது காணப்பட்டிருக்கிறது. பிளாட்டனத்திலிருந்து வெப்ப அயனி உமிழ்வை ஏற்படுத்தத் சோடியம், பொட்டாசியம் ஆகியவற்றின் அயனிகள் வெளிப்பட்டுவிடுகின்றன. புதிதாகப் பொருத்தப்பட்ட ஒரு கம்பியிலிருந்து முதலில் சிறிது நேரத்துக்கு இத்தகைய மாசு அயனிகள் வெளிப்படுகின்றன. ஆனால் வெற்றிடத்தில் வைத்து நீண்ட நேரத்துக்குக் கம்பியைச் சூடாக்கினால் இந்த மாசு அயனிகள் வெளிப்படுவது குறைந்துவிடுகிறது.

1908 ஆம் ஆண்டில் வெனல்ட் (Wehnelt) என்பாரின் கண்டுபிடிப்பு வெப்ப அயனி வால்வுகளையும் அலைவு வரைவிகளையும் அமைப்பதில் பெரும் செயல்முறைப் பயன்பாடு கொண்டது. ஓர் உலோகப் பரப்பின் மேல் கார மண் தனிமங்களின் ஆக்சைடுகளைப் பூசினால், அதிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலைகளில் குறைந்த மின்னழுத்தங்களில் ஏராளமான வெப்ப அயனிகள் வெளிப்படுகின்றன என்று வெனல்ட் கண்டுபிடித்தார். கால்சியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம், பேரியம் ஆகியவற்றின் ஆக்சைடுகள் மேலான விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

மக்னீசியம், துத்தநாகம், காட்மியம் ஆகியவற்றின் ஆக்சைடுகளைப் பூசினால் சுமாரான விளைவே ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு ஆக்சைடு பூசப்பட்ட இழைகள் வெனல்ட் எதிர் மின்வாய்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. இழைகள் முதலில் கால்சியம், ஸ்ட்ரான்ஷியம் அல்லது பேரியத்தின் நைட்ரேட் அடங்கிய கரைசலில் முக்கி எடுக்கப்படுகின்றன. பின்னர் அவற்றைச் சூடாக்கினால் அவற்றின் மேல் ஓர் ஆக்சைடுப் படலம் உருவாகிவிடுகிறது. அதன் பிறகு இம்மியளவு கார்பனை நைட்ரேட் படலத்தில் சேர்த்துச் சூடாக்கினால் சிறிதளவு நைட்ரேட் தூய உலோகமாக மாறிவிடுகிறது. அதை ஆக்சைடு படலம் உட்கவர்ந்து கொள்கிறது. வெனல்ட் எதிர் மின்வாயிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்ப அயனி உமிழ்வு தூய உலோகத்திலிருந்து வெளிப்படுவதைவிட வலுமிக்கதாயும் நீடித்திருப்பதாயும் இருக்கிறது. கார்பனால் உண்டாக்கப்பட்டு ஆக்சைடு படலத்தில் உட்கவரப்பட்ட இம்மியளவு உலோகம் வெப்பத்தால் அயனியாக்கப்படுவதுதான் இந்த அதிகரித்த வெப்ப

அயனி உமிழ்வுக்குக் காரணம் என்று தெரிய வருகிறது. அது 100 வோல்ட் மின்னழுத்தவேறுபாட்டிலும், 200 செல்சியஸ் பாகை வெப்ப நிலையிலும் கூடத் தோன்றிவிடுகிறது. பல வெப்ப அயனி வால்வுகளில் தோரிய ஆக்சைடு பூசப்பட்ட டங்ஸ்டன் இழை பயன்படுத்தப்படுகிறது. அது தூய டங்ஸ்டனைவிடக் குறைந்த சூட்டிலும் குறைந்த மின்னழுத்தத்திலும் வெப்ப அயனிகளை உமிழ்கிறது. எனவே அதற்குத் தர வேண்டிய ஆற்றலும் குறைவாகவே உள்ளது.

இழையைச் சுற்றிச் சிறிதளவு வளிக்கக் இருந்தாலும் வெப்ப அயனி உமிழ்வு பன்மடங்கு அதிகரிக்கிறது. 'எ-டு: குமிழுக்குள் இம்மியளவு ஹைட்ரஜனைப் புகுத்திவிட்டால் கூட வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் லட்சம் மடங்கு அதிகரித்து விடுகிறது.

உயர் வெப்ப நிலைகளில் இழையிலிருந்து வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்கள் கனிசமான இயக்க ஆற்றலுடன் வந்து வளி மூலக்கூறுகளுடன் மோதி அவற்றை அயனிகளாக்கிவிடுகின்றன. இந்த அயனிகளும் மற்ற மூலக்கூறுகளுடன் மோதி மேலும் அதிகமான அயனிகளை உண்டாக்குகின்றன. இந்த அயனிகளால் ஏற்படும் மின்னோட்டம் எலக்ட்ரான்களால் ஏற்படும் மின்னோட்டத்துடன் சேர்ந்து கொள்வதால் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் பன்மடங்காகப் பெருகிவிடுகிறது. அடுத்து இழையின் மேற்பரப்பில் வளிம மூலக்கூறுகளும் அணுக்களும் பரப்பு ஒட்டுகைக்கு (adsorption) ஆளாவதாலும் வெப்ப அயனி உமிழ்வு அதிகமாகிறது. இவ்வாறு பரப்பொட்டுகை அடைகிற அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் உலோக இழைப்பரப்பின் மேல் ஒரு மின் இரட்டைப் படலமாக அமைகின்றன. அது தனது தன்மைக்கேற்ப எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்படுவதைத் தடுக்கவோ, ஊக்குவிக்கவோ செய்கிறது. பரப்பொட்டிய அணுக்கள் நேர் மின்னுள்ளவையாக இருந்தால் இரட்டைப் படலத்தின் நேர்மின் பகுதி வெளிப்புறத்தில் அமைந்திருக்கும். எனவே, அது உமிழியின் உட்புறத்திலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளிப்புறத்துக்கு வருவதற்கு உதவும். இதற்கு மாறாகப் பரப்பொட்டிய அணுக்கள் எதிர் மின்னுள்ளவையாக இருந்தால், இரட்டைப் படலத்தின் எதிரின மின் பகுதி வெளிப்புறமாக அமைந்துவிடும். அதனால் எலக்ட்ரான்கள் வெளியே வருவது தடை

செய்யப்படும். ஓர் உலோக இழையை உயர்ந்த வெற்றிடத்தில் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் பல மணி நேரத்துக்கு வறுத்தெடுத்தால் தான் இந்த பரப்பொட்டிய அணுக்களையும் மூலக்கூறுகளையும் வெளியேற்ற முடியும். இந்த முறை வளிம நீக்கம் (out gassing) எனப்படும்.

உருளை நேர் மின்னழுத்தத்திலும் கம்பி எதிர் மின்னழுத்தத்திலும் இருக்கும்போதுதான் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் ஏற்படும் வெப்ப எலக்ட்ரான்கள் நேர் மின் அழுத்த உருளையை நோக்கி முடுக்கப்படுவதாலேயே வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது. உருளைக்கும் இழைக்கும் இடையில் சிறிய மின்னழுத்த வேறுபாடு இருந்தாலே தெவிட்டல் மின்னோட்டம் தோன்ற முடியும் என்று மேலோட்டமாகப் பார்க்கும்போது தோன்றலாம். ஆனால் உண்மை அதுவல்ல. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் தெவிட்டல் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க மிகப் பெரிய மின்னழுத்தங்கள் தேவைப்படுகின்றன. உமிழியிலிருந்து வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்கள் அதைச் சூழ்ந்து நின்று கொண்டு ஓர் இடைவெளி மின்னை (space charge) உண்டாக்குவதால் இந்த நிலை ஏற்படுகிறது. அவை தமக்குப் பின்னால் வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்களை விலக்கி திரும்ப உமிழிக்குள்ளேயே தள்ளிவிடுவதால் வெப்ப அயனி மின்னோட்டத்தின் வலு குறைந்து போகிறது. தகுந்த அளவில் பெரியதொரு மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்துவதன் மூலம் இந்த இடைவெளி மின்னை நீக்கலாம்.

ரிச்சர்ட்சன் விளக்கம்.

ஆற்றல் அளிக்கப்படும்போது ஒரு நீர்மத்திலிருந்து மூலக்கூறுகள் ஆவியாக வெளிப்படுவதைப் போலவே உமிழி சூடாக்கப்படும்போது அதிலிருந்து எலக்ட்ரான்கள் வெளியேறுகின்றன. ஓர் உலோகத்தில் லட்சிய வளிம மூலக்கூறுகளைப் போல நடந்து கொள்கிற சுதந்திரமான எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன. சாதாரணமான வெப்பநிலைகளில் கூட அவற்றுக்குக் கனிசமான திசைவேகம் இருக்கும். இவை உலோகத்தைவிட்டு வெளியேற முயற்சி செய்கையில், அதன் மேற்பரப்பில் ஒரு மின்னழுத்தத்தில் அவற்றைத் தடுக்கிறது. அது உலோகப் பரப்புக்கு வெளியிலுள்ள ஒரு புள்ளியைப் பொறுத்து நேரினமாக உள்ளது. அது

உலோகத்திலிருந்து வெளியேற முயலுகின்ற எதிரின மின்னினால் தூண்டப்பட்ட ஒரு மின் பிம்பப் விசையினால் ஏற்பட்டதாக இருக்கலாம்.

இந்த மின்னழுத்த மதிலைத் தாண்டுவதற்கு போதுமான ஆற்றல் எலக்ட்ரானுக்கு இருந்தால்தான் அது உலோகத்திலிருந்து வெளியேற முடியும். பரப்புக்கு செங்குத்தான திசையில் $v \sqrt{2eV/m}$ என்ற அளவுக்கு மேற்பட்ட திசைவேகமுள்ள எலக்ட்ரான்கள் மட்டுமே வெளிவர முடிகிறது. இதில் m என்பது எலக்ட்ரானின் நிறை. V என்பது அதன் திசை வேகம். e என்பது அதன் மின், v என்பது மின்னழுத்த மதிலின் உயரம் மற்ற எலக்ட்ரான்கள் எல்லாம் உலோகத்திற்குள்ளேயே அடங்கிவிடும். ஓரளவு அதிகமான வெப்பநிலைகளில் கூட அதை விட அதிகமான திசைவேகமுள்ள எலக்ட்ரான்களின் விகிதம் குறைவாகத் தான் இருக்கும். மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் தான் நிறைய எலக்ட்ரான்களுக்கு உலோகப் பரப்பிலிருந்து வெளியேறப்போதுமான ஆற்றல் கிடைக்கிறது. அப்போதும் அவை உலோகப் பரப்புக்கு அருகிலேயே ஒரு மேகம் போல் பரவி நிற்கும். உலோகத்திலிருந்து வெளிவரும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும், மேகத்திலிருந்து உலோகத்திற்குள் திரும்பிச் சென்று விடுகிறவற்றின் எண்ணிக்கையும் சமமாகும்போது ஒரு சமநிலை ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இந்த எலக்ட்ரான் மேகம்தான் இடைவெளி மின் விளைவை ஏற்படுத்துகிறது.

ஒரு மின்புலத்தின் உதவியுடன் இந்த மேகத்தை நீக்கிவிட்டால் இந்த இடைவெளி மின் குறையும். அதன் காரணமாக அதிக எண்ணிக்கையிலான எலக்ட்ரான்கள் உலோகத்திலிருந்து வெளியேற முடியும். உருளைக்கும் உமிழிக்கும் இடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அதிகரித்தால் இடைவெளி மின் குறைந்து வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது. மின்னழுத்த வேறுபாடு மிக அதிகமாக இருக்கும்போது எலக்ட்ரான்கள் உமிழியின் அருகில் தயங்கி நிற்காமல் உடனடியாக நேர் மின்வாய்க்கு ஓடிவிடுகின்றன. இந்த நிலையில் வெளிப்படும் எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வெப்ப நிலையைப் பொறுத்திருக்கிறதே தவிர செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை அல்ல.

எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மின்னோட்டம் தெவிட்டிய நிலையை அடைந்துவிடுகிறது. எனினும் மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கப்பட்டால் மின்னோட்டம் லேசாக அதிகரிக்கவே செய்கிறது. சுதந்திரமான எலக்ட்ரான்கள் ஒரு லட்சிய வளிமத்திற்கான மாக்ஸ்வெல்லின் விதியின் படியே பரவீடு உள்ள திசைவேகங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன என வைத்துக்கொண்டு, வளிக்களின் இயக்கவியல் கொள்கையின் உதவியுடன் வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் உமிழியிலிருந்து வெளிப்படுகிற எலக்ட்ரான்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடலாம். எனவே உலோகத்தில் லட்சிய வளிமத்தைப்போல நடந்து கொள்ளும் சுதந்திரமான எலக்ட்ரான்கள் உள்ளன என்று கற்பிதம் செய்து கொண்டது சரியே என்று தெரிகிறது. இரண்டாவதாக மேற்சொல்லப்பட்ட கொள்கைகள் சரியானவை எனில் நீர்மங்கள் ஆவியாகும்போது அவை குளிர்ச்சி அடைவதைப் போலவே எலக்ட்ரான்கள் உமிழப்படும்போது உமிழி குளிர்ச்சி அடைய வேண்டும். அவ்வாறு நிகழ்வதாகவே கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.B. Rajan, *Atomic Physics*, Chand and W, New Delhi-1985.

வெப்ப அயனித் திறனாக்கி

தற்காலத்தில் மின் சாதனங்களின் பயன்பாடு மனித வாழ்வில் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றது. நாளுக்கு நாள் கருவிகள் உற்பத்தியும், பயன்பாடும் அதிகரித்து வருவதே இதற்குக் காரணமாகும். வீடுகள், தொழிற்கூடங்கள் மற்றும் அனைத்து இடங்களிலும் மின் கருவிகளின் பயன்பாடு பெருகிக்கொண்டே வருகிறது. மின்கருவிகளின் உதவியின்றி பல செயல்களைச் செய்து முடிக்கவே இயலாது என்றொரு இக்கட்டான சூழ்நிலையும் ஏற்பட்டு உள்ளது. இன்று மக்களின் வாழ்க்கைத் தரம் உயர்ந்து செல்வதோடு அவர்களின் தேவைகள் அதிகரிப்பதும் இதற்குரிய பல

முதன்மையான காரணங்களில் ஒன்றாகும். அத்துடன் வேலைகளை விரைவாகவும் முழுமையாகவும் செய்து முடிப்பதில் மின்கருவிகள் பெரும் உதவிபுரிகின்றன.

மனிதனின் ஆரம்பக் கண்டுபிடிப்பான சாதாரண ஒளி விளக்குகளில் இருந்து தற்போதைய அரிய கண்டுபிடிப்புகளான கணிப்பொறிகள் (Computers) வரை மின்கருவிகள் அனைத்தையும் உயிருட்டி இயக்கக் செய்வது மின்சக்தி ஆகும். இதனை மின்சாரம் என்றும் மின்னாற்றல் என்றும் கூறுவர். முதலில் மின்சாரம் என்ற சொல்லுக்கு மின்னணுக்களின் (எலெக்ட்ரான்கள்) ஓட்டம் என்னும் பொருளாகும். இந்த மின்னணுக்கள் மின்திறன் கொண்ட துகள்களாகும். இங்கு ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட கருவிகளும் மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்தும் திறன் மற்றும் அளவு போன்றவற்றில் மாறுபட்டாலும், அடிப்படையில் அனைத்தும் ஒரே சக்தியினால் மட்டுமே இயங்கிவருகின்றன. இந்த மின்னாற்றலின் உற்பத்திச்செலவும் கனிசமான அளவில் குறைவு என்பதுடன் அவற்றின் செயல்திறன் நிறைவாகவும் இருக்கிறது. இத்தகைய முதன்மைப் பெற்ற மின்னாற்றலைத் தயாரிப்பதற்குப் பல்வேறு ஆற்றல் மூலங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இங்கே இயற்பியலின் ஒரு கோட்பாட்டை நினைவுபடுத்துவது பொருத்தமானதாக இருக்கும். அதாவது ஓர் ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது; ஒரு வகை ஆற்றலை வேறுவகையான ஆற்றலாக மாற்றிக்கொள்ளவே இயலும். இதனை 'ஆற்றல், அழிவின்மை விதி' என்று கூறுவர்.

இதுபோல் மின்சாரம் வேறொரு வகை ஆற்றலில் இருந்து பெறப்படுகிறது. தற்காலத்தில் பல்வேறு ஆற்றல் வகைகள் மின்சாரத்தைத் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் முதல் நிலையாக நீரியல் சக்திகளில் இருந்தும், நெருப்புச் சக்திகளிலிருந்தும் ஆற்றல் மாற்றம் செய்து மின்சக்தி பெறப்படுகிறது. இவற்றைத் தவிர தற்காலத்தில் வேறு சில ஆற்றல் வகைகளும் உள்ளன. எந்த ஒரு ஆற்றலையும் நேரிடையாக மின் ஆற்றலாக மாற்றிவிட இயலாது. ஆற்றல் மாற்றத்தை உண்டு பண்ணுவதற்கு பல்வேறு கருவிகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றுள் முதன்மையானது மின்னாக்கிகள் (generators) எனப்படும் கருவிகள் ஆகும். ஆனால்

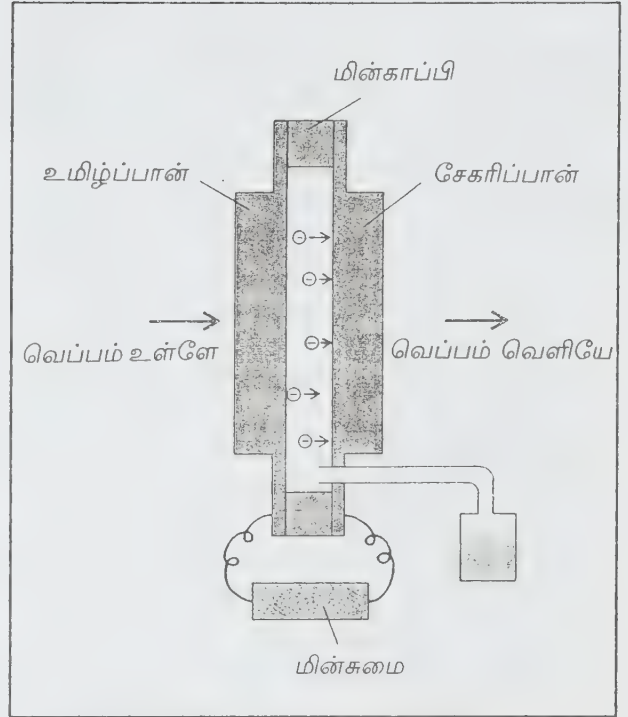
மின்னாக்கிகளின் பருமன் அளவு அவற்றின் மின்னாக்கும் திறன் அமைப்பு, வடிவம், இருப்பிடம் போன்றவை வேறுபட்டாலும் அடிப்படைத் தத்துவம் ஒன்றே ஆகும். எ-டு: நீர் மின்சக்தி (hydroelectricity) தயாரிக்கப்படுவதைக் கூறலாம். இதில் குறிப்பிட்ட அளவுகளில் சுழலிகள் (turbines) உள்ளன. இவற்றில் தகடுகளினால் ஆன அமைப்புகள் இருக்கும். இவை அனைத்தும் சுழல்தண்டு (rotor) என்ற பகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். உலோகத் தகடுகளின் எண்ணிக்கை பல்வேறு வகை சுழலிகளுக்கேற்ப அமைந்திருக்கும். பிறகு நீரை உயரமான இடத்திலிருந்து தகடுகளின் மீது விசையுடன் விழச்செய்யும்போது சுழல் தண்டுப்பாகமும் அதனுடன் இணைந்த உருளியும் சுழலும் இந்த உருளி மின்னாக்கியின் உருளியுடன் பிணைக்கப்பட்டிருப்பதனால் சுழலியின் வேகத்திற்கு ஏற்ப மின்னாக்கி தன் உருளியின் வேகமும் மாறுபடும். இதனால் மின்னாக்கி இயக்கப்பட்டு மின்சாரம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

இதன் அடிப்படை, 'ஃபிளெமிங்' வலது கை நியதி (Flemings Right Hand Rule) எனப்படும் இயற்பியல் விதியாகும்.

படத்தில் காட்டியபடி வலது பெருவிரலைச் செங்குத்தாக நிமிர்த்தியும் சுட்டுவிரலைக் கிடைமட்டமாக முன்னுக்கு நீட்டியும், நடுவிரலை இடதுபக்கமாக மடக்கியும் பிடித்துக் கொள்ளுங்கள்.

ஆட்காட்டி விரல் சுட்டும் அச்சத்திசையில் இயங்கும் காந்தப்புலத்தின் குறுக்காக மேல்நோக்கி ஒரு மின்கம்பியை நகர்த்திட அல்லது சுழற்றிட கம்பியினுள் நடுவிரல் காட்டும் மூன்றாவது அச்சத்திசையில் மின்னோட்டம் பாயும். இதுவே ஃபிளெமிங் வலது கை மின்னாக்கி விதி.

நீராவி விசையாழி மற்றும் காற்றாலைகள் (wind turbines) போன்றவற்றிலும், விசையாழிகளின் சுழற்சியினாலேயே மின்னாக்கிகள் இயக்கப்படுகின்றன, இங்கே ஒவ்வொரு முறையிலேயும் பயன்படுத்தப்படும் சுழலிகளின் வடிவமைப்பு மாறுபட்டிருக்கும். ஆனால் அவற்றின் செயல்பாடுகள் ஒரே தத்துவத்தையே அடிப்படையாகக்



வெப்ப அயனித் திறனாக்கி

கொண்டுள்ளன. அதே போன்று சுழலிகளின் அமைப்பு முறையிலும் மாற்றங்கள் இருக்கலாம். மின்சாரத்தின் தேவையைப் பொறுத்து, அவற்றின் தயாரிப்பு முறைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. எ-டு: நீரியல் விசைகளினால் தயாரிக்கப்படும் மின்சாரத்தின் அளவு, காற்றாலைகளினால் உற்பத்திச் செய்யப்படும் மின்சாரத்தைவிட மிக அதிகமாகவே இருக்கும். இங்கே குறிப்பாகக் கவனிக்க வேண்டியது என்னவென்றால் ஏன் இத்தனை வழிகளில் மின்சாரம் தயாரிக்க முற்படுகிறோம் என்பதுதான். இதற்கு முதன்மையான காரணம் இன்று மின்சாரத்தின் தேவை அதிகரித்துக் வருவதே ஆகும். எனவே தேவையின் அளவை நிறைவு செய்வதற்கு பல மாற்று வழிகளும் அதற்கான தொழில்நுட்ப அறிவையும் கண்டுபிடித்தல் அவசியமானதாகிறது. இங்கே சிறப்பாக ஒன்றைக் கூறினால் அணுக்கருவினைப் பிளந்து அதனால் கிடைக்கும் ஆற்றலை மின்சக்தியாக மாற்றுவதைக் கூறலாம். அந்த அளவுக்கு மின்சாரத்தின் தேவையும், அவற்றிற்கான ஆராய்ச்சிகளும் பெருகிவருகின்றன என்பதே உண்மை.

எனவே மின்சாரம் தயாரிக்கப்படுவதற்கான மாற்று வழிகளை கண்டுபிடிப்பது தற்காலத்துக்கும், எதிர்காலத்துக்கும் மிகவும் அவசியமானது ஆகும். அத்தகைய மாற்று வழிகளில் வெப்பச் சக்தியைப் பயன்படுத்தி மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதும் ஒன்றாகும். இங்கு, மீண்டும் மின்னாக்கிகளைக் நினைவிற்கொள்ள வேண்டும். அதாவது வெப்பச்சக்தியிலிருந்து மின்சாரத்தைப் பெறுவதற்கும் மின்னாக்கிகள் இன்றியமையாதவைகளாகும். இதனால் மின்னாக்கிகள் அவை பயன்படுத்தும் மின்சார தயாரிப்பு முறைகளைக் கொண்டு பெயரிடப்படுகின்றன. எ-டு: வெப்ப அயனித் திறனாக்கிகள் வெப்பச் சக்தியை நேரிடையாக மின்னாற்றலாக மாற்றக்கூடிய கருவியே வெப்ப அயனி மின்னாக்கி ஆகும். இதற்கு வெப்ப அயனிமாற்றி (thermionic convertor) என்ற பெயரும் உண்டு. இங்கு மாற்றி என்ற பெயர்க்காரணம் மின்னாக்கியின் கடத்திகள் வழியே வெப்ப ஆற்றல் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு மின்னாற்றலாக மாற்றி எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இந்தக் கடத்திகளின் (conductors) அணுக்கட்டமைப்பு, அவற்றின் மின் கடத்து திறனுக்குக் காரணமாக அமைகின்றன. அணுக்களின் கட்டமைப்பின் உள்ள கட்டற்ற மின்னணுக்கள் (எலக்ட்ரான்கள்) கடத்துத்திறனை துரிதப்படுத்துகின்றன.

பொதுவாக, கடத்திகள் இயல்பான வெப்பநிலைகளில் உள்ளபோது, அவற்றிலிருந்து மின்னணுக்கள் வெளிப்படுவதைக் கண்டறிவது கடினமானதாகும். இதற்குக் காரணம் குறை வெப்பநிலைகளில் கடத்திகளிலிருந்து வெளிப்படும் மின் அணுக்களும் குறைவான அளவிலேயே இருக்கும். ஆனால், கடத்திகளை மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலைகளுக்குச் சூடேற்றும்போது வெளிப்படும் மின்னணுக்களின் அளவும் மிகுதியாக இருக்கும். குறிப்பாக 1000 - 2500°C வரையிலான வெப்பநிலைகளில் உமிழப்படும் மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கை மிக உயர்ந்ததாக இருக்கும். குறைவான வெப்பநிலையின் போது, குறைவான எண்ணிக்கையிலான மின்னணுக்களும், உயர் வெப்பநிலையின்போது அதிக எண்ணிக்கையிலான மின்னணுக்களும் உமிழப்படுவதற்கும் காரணங்கள் உள்ளன. இவற்றிற்கு கடத்திகளின் உள்

அணுகட்டமைப்புகளே காரணமாகும். பொதுவான அணு அமைப்பில் உள்ள மின்னணுக்கள், தன் நிலையில் இருந்தவாறே அதிர்வுகளை ஏற்படுத்திய வண்ணம் இருக்கும். இத்தகைய அதிர்வுகளினால் அவை அணுக்களிலிருந்து வெளிச்செல்ல துடித்துக் கொண்டிருக்கின்றன எனக் கொள்ளலாம். வெப்பம் குறைவாக இருக்கும்போது, அதிர்வுறும் வேகம் குறைவாக இருக்கும். இதனால், அணு அமைப்பில் உள்ள மின்னணுக்களால் எளிதில் விடுபட இயலாது. மாறாக வெப்ப நிலை உயரும்போது, அவற்றின் அதிர்வு வேகம் பன்மடங்கு கூடுதலாக அமையும். இதனால் அதிர்வு விசை அதிகமாகி, அணுக்கள் எளிதில் விடுவிக்கப்பட்டு வெளியேற்றப்படும். இவ்வாறு, கடத்திகளை வெப்பப்படுத்துவதால் மின்னணுக்கள் வெளியேற்றும் நிகழ்ச்சிக்கு வெப்ப அயனி உமிழ்வு (thermionic mission of electrons) என்று பெயர்.

ஒரு வெப்ப அயனி மாற்றியின் அமைப்பில் இரண்டு முக்கிய உறுப்புகள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்றை உமிழ்ப்பான் (emitter) என்றும் மற்றொன்று சேகரிப்பான் (collector) என்றும் கூறுவர். உமிழ்ப்பான் முனையானது வெப்ப அயனி மின்னணுக்களை வெளிப்படுத்துவதால் (உமிழ்தல்) அவ்வாறு அழைக்கப்படுகின்றன. இதற்கு மாறாக உமிழ்ப்பான்களிலிருந்து வெளிவிடும் மின்னணுக்களை உறிஞ்சுபவை சேகரிப்பான்கள் ஆகின்றன. மேலும் இவ்விரு முனைகளுக்கு இடையே வெப்பநிலை வேறுபாடு அவசியமானதாகும். சேகரிப்பானின் வெப்பநிலை உமிழ்ப்பானின் வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். ஏனெனில் உயர் வெப்பநிலைகளில் சேகரிப்பான்கள் மின்னணுக்களை உமிழத் தொடங்கி விடும். இவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகவே, சேகரிப்பான்கள் குறைந்த வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. மேற்கூறிய இரண்டும் சேர்ந்த அமைப்பை பொதுவாக இருமுனையம் (diode) என்பர். இது வெப்பத்தை முக்கியக் காரணியாகக் கொண்டிருப்பதால் வெப்ப அயனி இருமுனையம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.

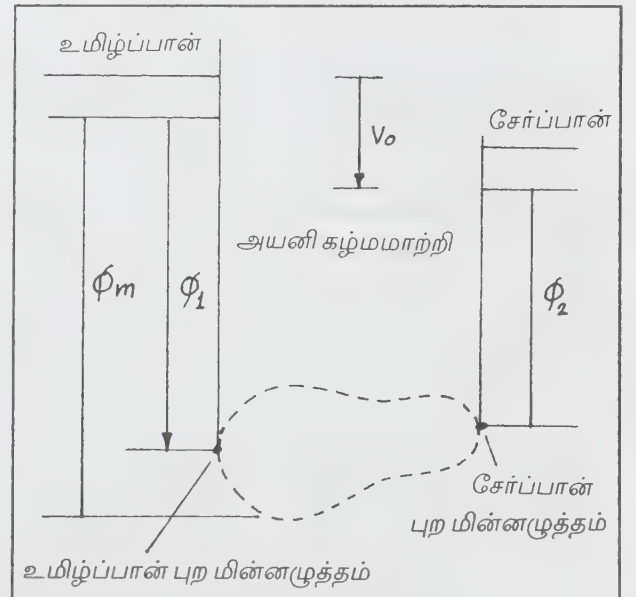
வகைப்பாடு. இருமுனைய அமைப்பில் உமிழ்ப்பானும், சேகரிப்பானும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இடைவெளியைப் பெற்றிருக்கும். இந்த

இடைவெளி போதுமான அளவுக்கு வெற்றிடமாகவே இருக்கும். இதனால், இந்த இடைவெளியில் ஏதேனும் வளிமம் தங்கியிருந்தால்கூட, இருமுனையச் செயல்பாதிக்கப்படுவதில்லை. குறிப்பாக மின்னணுக்கள் உமிழ்ப்பானிலிருந்து, சேகரிப்பானை நோக்கி செல்வதில் குறுக்கீடு எதுவும் ஏற்படுவதில்லை. இவ்வாறு வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கட்டமைப்புக்கு வெற்றிட வெப்ப அயனி மாற்றி (vacuum thermionic converter) என்று பெயர். மின்னணுக்கள் எதிர் மின் விசை கொண்ட துகள்கள் என்பதால் அவற்றிடையே விலகல் விசை ஏற்படும். அதாவது மின்னணுக்கள் ஒன்றையொன்று விலகிக்கொள்ளும். மின்னணுக்கள், இவ்வாறு தங்களுக்குள்ளேயே விலகல் விசையை ஏற்படுத்திக்கொள்வதால், கூடுதலான இணைப்புகள் வெளியிலிருந்து இருமுனையத்தினுள் அனுமதிக்கப்படுவதில் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. குறிப்பாக மின்சாரத்தின் அடர்வு மற்றும் இருமுனையத்தின் பயனுறுதிறன் (efficiency) போன்றவற்றில் மாறுபாடுகள் நிகழும். இதற்கு இடைவெளி மின்னேற்றக் குறைபாடு (space charge limitation) என்று பெயர்.

இக்குறைபாட்டை நீக்குவதற்கு பல வழிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. அவற்றுள் இரண்டு முறைகள் குறிப்பிடத்தக்கவை ஆகும். ஒன்று இருமுனையத்தின் கட்டமைப்பை பொறுத்து அமைகிறது. இம்முறையில் இருமுனைகளின் இடைவெளி மிகவும் குறுகலானதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இடைவெளியின் அளவு சராசரியாக 5 மைக்ரான்கள் (அதாவது 0.0002 அங்குலம்) வரை இருக்கும். இரண்டாவது முறையில் அயனியாக்கப்பட்ட ஒரு வளிமம் பயன்படுத்தப்படும். இந்த வளிமம் உமிழ்ப்பானுக்கும், சேர்ப்பானுக்கும் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். வளிமத்தில் உள்ள அயனிகளின் எண்ணிக்கை இடைவெளியினுள் இருக்கும் மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகவோ அல்லது கூடுதலாகவோ வேண்டும். இதனால் இருமுனையத்தின் இடைவெளிப் பகுதிகளில் எதிர் மின் செறிவு ஏற்படாமல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. நேர்மின்னேற்றம் (positive charge) கொண்டிருப்பதால் இடைவெளி நடுநிலையில் இருக்கும். மின்மம் அல்லது பிளாஸ்மா (plasma) என்றும் அழைப்பர். இதன் மிக மின்னேற்றம் பூஜ்ஜியமாகும். பெரும்பாலான வெப்ப அயனி மின்னாக்கிகளில் மின்ம வளிமங்கள்

பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அதாவது மாற்றியின் டையோடு அமைப்பில் உமிழ்ப்பானுக்கும், சேகரிப்பானுக்கும் இடையே மின்ம வளிமங்கள் கொண்டிருக்கும். இவ்வகை மின்னாக்கிகளை மின்மவெப்ப அயனி மாற்றிகள் (plasma - thermionic convertor) என்கிறோம். இவ்வகை மாற்றிகள் குறிப்பாக சாதாரண வெப்ப அயனி மாற்றிகளைவிட மேம்பட்ட செயல்பாடுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன.

உமிழ்ப்பான் மற்றும் சேகரிப்பான் ஆகியவற்றின் பண்புகள். முன்னரே விளக்கியது போல உமிழ்ப்பான்கள் மின்னணுக்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. இந்த மின்னணுக்கள் முன்னரே விளக்கியது போல உமிழ்ப்பான்களின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்ததாகும். மேலும், டையோடு ஒன்றின் வழியே பாயும் மின்னோட்டத்தின் செறிவும், உமிழ்ப்பான் வேலை செய்யும் திறனையும் பின்வருமாறு கண்டறியலாம். அதாவது உமிழ்ப்பானிலிருந்து ஒரு மின்னணுத் துகளை வெளியேற்றுவதற்கு எவ்வளவு ஆற்றல் தேவைபடுகிறது என்பதை அளவிட்டு அறிதல் வேண்டும். பொதுவாக, கடத்தி ஒன்றின் வழியே



பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவானது. அக்கடத்தியின் இரு முனைகளுக்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைச் சார்ந்து இருக்கும்.

இந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் மதிப்பு, கடத்தியின் இருமுனைகளிலும் இடப்பெயர்வு மின்னழுத்திற்குச் சமமாக இருக்கும், வெப்ப அயனி மாற்றியில் மின்னாற்றல் டையோடிலிருந்து, வெளிப்புறத்தில் உள்ள ஒரு சுற்றுக்கு கடக்கும்போது சேகரிப்பான் எதிர்மின்னேற்றம் கொண்டதாகவும், உமிழ்ப்பான் நேரிமின்னேற்றம் கொண்டதாகவும் இருக்கும். மேலும் இங்கு மற்றொரு செய்தியையும் கருத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும். இது சேர்ப்பானின் செயல்திறன் பற்றியது. அதாவது சேகரிப்பானின் செயல்திறன் எப்போதும் சற்றே குறைவாகவே இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதனால் இருமுனையத்தின் மின்னழுத்த மதிப்பு குறைந்துவிடாமல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கு செயல் நோக்க வரைபடம் (motive diagram) என்று பெயர். படத்திலிருந்து இரண்டு வகையான ஆற்றல் நிலைகளையும் அவற்றிற்கான தொடர்புகளையும் அறியலாம். இவை வெற்றிட மாற்றியினால் உண்டாகும் ஆற்றல் மற்றும் வெப்ப அயனி மாற்றியினால் உண்டாகும் ஆற்றல் என்பவை ஆகும்.

படத்தில் செங்குத்தான நிலையில் வரையப்பட்டிருக்கும் அம்புக்குறியீடுகள், உமிழ்ப்பானின் வெளிப்பரப்பிற்கும், அதன் உட்பகுதிக்கும் இடையே உள்ள ஆற்றல் மட்டங்களைக் காட்டுகின்றன. இதனை 'Q' என்று குறிப்பர். 'Q₁' இன் மதிப்பு உமிழ்ப்பானின் செயல்திறனுக்கு சமமாகும். அதேபோன்று சேகரிப்பானின் செயல்திறன் படத்தில் 'Q₂' என்று குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. உமிழ்ப்பானின் புற மின்னழுத்தமும், சேகரிப்பானின் புற மின்னழுத்தமும் சமமாக இருக்கும். Q₂ வின் மதிப்பு 'Q₁' இன் மதிப்பை விட குறைவாக இருப்பினும் அவற்றின் புற மின்னழுத்தங்கள் சமமாகவே இருக்கும். அதோடு மாற்றியிலிருந்து வெளியேறும் மின்னழுத்தம் 'V₀' மாற்றியின் மின்முனைகளில் செறிவுற்றிருக்கும். இம்மின்னழுத்தம் 'V₀' மாற்றியின் வெளிப் பளுவை இயக்குவதற்கான மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும், மின்னழுத்தம் 'V₀' இன் மதிப்பு உமிழ்ப்பானின் செயல்திறனுக்கும், சேகரிப்பானின் செயல்திறனுக்கும்

உள்ள வேறுபாடாகும்.

வரைபடத்தில் மாற்றியின் செயல்பாடு இரு நிபந்தனைகளில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அதாவது ஒன்று வெற்றிட நிலை; மற்றொன்று மின்ம வளிமம் நிரப்பப்பட்ட நிலை என்பனவாகும். இவ்விரண்டு நிபந்தனைகளின் அடிப்படையில் மின்னாக்கியை வெற்றிடமாற்றி என்றும், மின்ம மாற்றி என்றும் குறிப்பிடுகிறோம். மின்ம மாற்றிகளில் டையோடு இடைவெளியில் உமிழ்ப்பானுக்கும் சேகரிப்பானுக்கும் இடையே கடத்தப்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவு உமிழ்ப்பானின் உயர்ந்த பட்ச மின்னோட்ட செறிவுக்கு சமமாக இருத்தல் வேண்டும். உயர்ந்தபட்ச மின்னேற்றத்தின் அளவினை பின்வரும் வாய்பாடு மூலம் கணக்கிடலாம். $J=120T_1^2 e^{-(Q_1/kT_1)}$ ஆம்பியர்/சதுர சென்டி மீட்டர் -- (1) இங்கு 'T₁' என்பது உமிழ்ப்பானின் வெப்பநிலையைக் குறிக்கும். இதன் அலகு கெல்வின் Q₁, என்பது உமிழ்ப்பானின் செயல் திறனாகும். இது மின்னணுவின் மின்னேற்ற அளவைச் சுட்டுகிறது. K - போல்ட்ஸ்மேன் மாறிலி (Boltzmann's constant).

சில சமயங்களில் இருமுனைய இடைவெளியில் மின்செறிவு ஏற்படும்போது, உமிழ்ப்பானின் ஆற்றல் வேறுபாட்டை Q_m என்று குறிப்பர். அப்போது உயர்ந்தபட்ச மின்னேற்ற அளவானது, வாய்ப்பாடு (1) இல் 'Q₁' க்கு பதிலாக 'Q_m' மதிப்பை இட வேண்டும். அயனி உமிழ்வு மாற்றிகளில் மின்னோட்டப் பாய்வுக்குத் தடை ஏற்படுவதில்லை. இதனால் உமிழ்ப்பானின் முழு மின்னேற்றமும் டையோடில் இருக்கும். இம்மின்னேற்றம் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். ஏனெனில் இதன் அளவை, மின்னழுத்த மதிப்புடன் பெருக்கி, மாற்றியினால் தோற்றுவிக்கப்படும் திறனுக்கு சமமாகும் வாய்ப்பாடு (1) இல், Q_m மதிப்பு குறைவாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனால் உயர் மின்னோட்ட செறிவு பெறப்படுகிறது. அதோடு மாற்றியின் வெளியேற்ற மின்னழுத்தம் குறைந்துவிடாமலும் காக்கப்படுகிறது. இந்நிகழ்ச்சி களுக்கு உயர் வெப்பநிலையும் துணைபுரிகிறது. எ-டு: டங்ஸ்டன், மாலிப்டினம் மற்றும் டாண்டலம் போன்ற உலோகங்கள் உயர் வெப்பநிலைகளைத் தரவல்லனவாகும். சில சமயம், உமிழ்ப்பானின்

பரப்பில் பாதியளவிற்கு சீசியம் பூசி மறைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் அயனி உமிழ்வு செயல்திறன் மிக்கதாக இருக்கும்.

உமிழ்ப்பானைப் போன்று அல்லாமல் சேகரிப்பானின் வெப்பநிலை கூடுமானவரை குறைவாக இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இதனால் சேகரிப்பானிலிருந்து மீள் உமிழ்வு (back emission) ஏற்படுவது தடுக்கப்படுகிறது. மீள்உமிழ்வு ஏற்படுமானால் இருமுனையத்தின் மின்னோட்டப் பாய்வின் செறிவு குறைந்துவிடும். சேகரிப்பானின் வெப்பநிலை எவ்வாறு இருக்க வேண்டும் என்பதை சமன்பாடு (2) மூலம் அறியலாம்.

$$T_2 = T_1 \frac{Q_2}{Q_1 + (2.6 \times 10^{-42}) T_1}$$

வெப்ப அயனி மின்னாக்கியை மேம்படுத்துதல்.

உயர் வெப்பநிலை அயனி உமிழ்வு மாற்றிகள் உயர்ந்த அளவிலான திறனைக் கொடுக்க வல்லன. பொதுவாக இவ்வகை மாற்றிகள் உமிழ்ப்பானின் மின்னோட்ட செறிவு 10 வாட்/சதுர செ.மீ. அளவிற்கு குறையாமலும், 40 வாட்/சதுர செ.மீ. அளவிற்கு மிகாமலும் இருக்கும். அதோடு அவற்றின் இயக்குதிறன் 20% ஆகவும் இருக்கும்.

கே.ஆர். கோவிந்தன்

வெப்ப இயக்கச் சுழற்சி

ஒரு வளிமம் தொடர்ச்சியான அழுத்தம் மற்றும் பரும மாற்றங்களுக்கு ஆட்பட்டு இறுதியில் மீண்டும் தனது தொடக்க அழுத்த மற்றும் பரும நிலைகளுக்குத் திரும்பி வருவது வெப்ப இயக்கச் சுழற்சி எனப்படும். 1 ஆம்படத்தில் A என்ற புள்ளியால் குறிப்பிடப்படுகிற அழுத்தத்திலும் பருமத்திலும் இருக்கிற ஒரு வளிமம் ACB என்ற கோட்டினால் காட்டப்படும் மாற்றத்துக்கு ஆளாகி B என்ற புள்ளியால் காட்டப்படுகிற அழுத்தத்தையும் பருமத்தையும் அடைகிறது. அதன் பிறகு அது BDA என்ற கோட்டினால் காட்டப்படுகிற

மாற்றங்களுக்கு ஆளாகித் திரும்பவும் A என்ற புள்ளியால் காட்டப்படும் அழுத்தத்தையும் பருமத்தையும் பெறுகிறது.

இப்போது வளிமம் ஒரு வெப்ப இயக்கச் செயற்கழலில் ஈடுபட்டதாகச் சொல்லப்படும். இத்தகைய மாற்றங்களின்போது வாயுவின் உள்ளிட ஆற்றலில் $du_1 - du_2$ ஆகிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டதாக வைத்துக்கொள்வோம். வளிமச் செயற்கழலில் பங்கு கொண்டு முடித்த பிறகு தனது தொடக்க நிலைக்கு மீண்டுவிட்டதால் உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்பட்ட இந்த மாற்றங்கள் ஒன்றையொன்று ஈடு கட்டிவிடும். அதாவது $dv_1 - dv_2$ உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்பட்ட நிகர மாற்றம் சுழியாகும். ஆனால் வளிமம் செய்த வெளி வேலைகள் இவ்வாறு சமன் செய்யப்படமாட்டா. ACB என்ற மாற்றத்தின்போது வளிமம் செய்த வெளி வேலை dw_1 எனவும் BDA என்ற மாற்றத்தின்போது வளிமம் செய்த வெளிவேலை dw_2 எனவும் கொள்வோம். dw_1 என்பது ACBFEA, $-dw_2$ BDAEFB என்ற பரப்பினாலும் தரப்படும். உண்மையில் அவற்றின் இயல் கூட்டுத்தொகை ACBDA என்ற பரப்பளவுக்குச் சமமாக இருக்கும். எனவே அந்தப் பரப்பளவு வளிமம் செய்த நிகரமான வெளி வேலையை அளிக்கிறது.

வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின்படி செயற்கழலின் ACB என்ற பகுதிக்கு $dQ_1 = du_1 + dw_1$, BDA என்ற பகுதிக்கு $dQ_2 = du_2 + dw_2$. இங்கு dQ_1, dQ_2 ஆகியவை வளிமத்தினால் உட்கவரப்பட்ட அல்லது கழிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல்களின் அளவுகள் ஆகும். மேற்கண்ட சமன்பாடுகளைக் கூட்டினால் முழுச் சுழலுக்கான சமன்பாடு கிடைக்கும். அதாவது $dQ_1 + dQ_2 = du_1 + du_2 + dw_1 + dw_2$. இங்கு 2 என்ற கீழ் ஒட்டு உள்ள அளவுகள் எதிரினக் குறி கொண்டவை. $dQ_1 + dQ_2 = dQ$ என்பது வளிமத்தினால் உட்கவரப்பட்ட நிகர வெப்பத்தின் அளவு. $dw_1 + dw_2 = dw$ என்பது வளிமத்தினால் செய்யப்பட்ட நிகரமான வெளி வேலை. $du_1 + du_2 = 0$. எனவே $dQ = dw = ACBDA$ பரப்பளவு.

அதாவது உட்கவரப்பட்ட வெப்பத்தின் நிகர அளவு = வளிமத்தினால் செய்யப்பட்ட வேலையின் நிகர அளவு = செயற்கழலைக் காட்டும் வரைபடக்

கண்ணிக்குள் அடங்கிய சுழலின் மேல்பகுதி இடமிருந்து வலப்புறமாகச் சென்றதால் வரைபடக் கண்ணியின் பரப்பளவை நேரினமாக எடுத்துக்கொள்ளும் அது வலப்புறமிருந்து இடப்புறமாகச் சென்றால் கண்ணியின் பரப்பளவை எதிரினமாக எடுத்துக்கொள்வதும் மரபாக இருக்கிறது. கண்ணியின் கோடு இடத்திலிருந்து வலப்புறமாகச் செல்வது வளிம விரிவு அடைவதையும் வலப்புறத்திலிருந்து இடப்புறமாகச் செல்வது வளிமம் சுருக்கம் அடைவதையும் குறிப்பிடும். A என்னும் புள்ளியில் உள்ள V_1 என்ற பருமத்திற்கும் B என்னும் புள்ளியில் உள்ள V_2 என்ற பருமத்திற்கும் இடைப்பட்டதான V என்ற ஒரு பருமத்தில் BDA என்ற சுருக்கத்தின்போது உள்ள அழுத்தம் ACB என்ற விரிவின்போது உள்ளதைவிடக் குறைவாக இருக்கும். அதேபோல BDA என்ற மாற்றத்தின்போது உள்ள வெப்பநிலை ACB என்ற மாற்றத்தின்போது உள்ளதை விடக் குறைவாக இருக்கும். அதாவது வளிமத்தின் வெப்பநிலை விரிவின்போது இருப்பதை விடச் சுருக்கத்தின் போது குறைவாக இருக்கிறது. ACB என்ற விரிவின்போது வளிமம் dQ_1 என்ற அளவு வெப்பத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட சராசரி வெப்பநிலையில் உட்கவர்ந்து அதே சமயத்தில் dw_1 என்ற அளவில் வேலையைச் செய்கிறது. அதனை அடுத்து வளிமம் ஒரு குறைந்த வெப்பநிலையில் BDA என்ற சுருக்கத்திற்கு ஆளாக்கப்படுகிறது. அதன் மேல் dw_2 என்ற வேலை செய்யப்படுகிறது. அப்போது dQ_2 என்ற அளவில் வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு $dQ_1 - dQ_2 = dQ$ என்ற அளவிலான நிகர வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது. $dw_1 - dw_2 = dw$ என்ற அளவில் நிகராக எந்திர வேலை செய்யப்படுகிறது. உட்கவரப்பட்ட வெப்பம், வளிமம் செய்த வெளிவேலை ஆகிய இரண்டின் ஆற்றல் மதிப்புகளும் ACBDA என்ற கண்ணிக்குள் அடங்கிய பரப்பினால் தரப்படுகின்றன. இங்கு வளிமம் dQ என்ற அளவிலான வெப்பத்தை dw என்ற அளவிலான எந்திரவியல் வேலையாக மாற்ற உதவுகிற ஓர் ஊடகமா செயல்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் அதில் நிரந்தரமான மாற்றங்கள் ஏதும் ஏற்படவில்லை. சுழலின் தொடக்கத்தில் அதற்கு இருந்த அழுத்தமும் பருமனும் சுழலின் இறுதியிலும் அப்படியே இருக்கின்றன. வெப்ப இயக்கவியலில் இத்தகைய சம்பவத்தை ஏற்படுத்தும் கருவி வெப்ப எஞ்சின் (heat engine) எனப்படும்.

வளிமம் அதன் செயல்படு பொருள் (working substance) ஆகும். இதற்கு மாறாக வளிமம் ADB என்ற கோட்டின் வழியாக விரிவடைவதாயும் அதன் பின்னர் BCA என்ற கோட்டின் வழியாகச் சுருக்கப்படுகிறதாயும் வைத்துக்கொண்டால், சுருக்கத்தின்போது இருக்கிறதைவிடக் குறைவான சராசரி அழுத்தத்திலும் வெப்பநிலையிலும் விரிவுநிகழ்வதைக் காண்கிறோம். எனவே வளிமம் விரியும் போது செய்த வெளி வேலை $dw_1 + ADBFEA$ என்ற பரப்பினால் தரப்படுகிறது. அது சுருக்கத்தின்போது வளிமத்தின் மேல் செய்யப்பட்ட வெளி வேலையான dw_2 -வை விடக் குறைவாக இருப்பதைக் காண்கிறோம். வளிமத்தின் மேல் செய்யப்பட்ட வேலை $dw_2 - BCAEFB$ என்ற பரப்பினால் தரப்படுகிறது. எனவே வளிமம் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் சுருங்கும் போது வெளிவிடுகிற வெப்ப ஆற்றல் dQ_2 . அது குறைந்த வெப்பநிலையில் விரிவடையும் போது உட்கவருகிற வெப்ப ஆற்றல் dQ_1 ஐவிட அதிகமாக இருக்கிறது. ஆகவே இங்கு dw என்ற நிகரமான வேலை வளிமத்தின் மேல் செய்யப்படுகிறது. அது ADBCA என்ற பரப்பினாலேயே தரப்படும். இந்த நிலையில் வெப்ப எஞ்சின் தலைகீழாக வேலை செய்கிறதாகக் கருதலாம். இத்தகைய எஞ்சினில் dw என்கிற வெளி வேலை dQ என்ற வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. மேலே சொன்ன கருத்துகள் எல்லாம் சுழற்சித் தன்மையுள்ள வெப்ப இயக்கவியல் செயல்பாடுகளுக்கே பொருந்தும். இவ்வாறு ஒரு வளிமம் ஒரு செயற் சுழலில் ஈடுபடுத்தப்படும் போது P-V கூட்டு வரைபடத்தில் அந்தச் சுழலைக் குறிப்பிடுகிற வகையில் வரையப்படும் கண்ணியின் பரப்பு, செயற் சுழலின் போது வளிமத்தினால் அல்லது வளிமத்தின் மேல் செய்யப்பட்ட நிகரான வெளி வேலையின் அளவுக்கும், அந்த வளிமத்தினால் உட்கவரப்பட்ட நிகரான வெப்ப ஆற்றலுக்கும் சமமாக இருக்கும்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

வெப்ப இயக்கச் செயல்முறைகள்

ஒரு பொருள் அல்லது ஆற்றலின் அமைப்பில்

ஏதேனும் மாறுபாடு நடைபெறுமானால், அது அவ்வமைப்பின் வெப்பப் பரிமாற்றங்களை ஏற்படுத்தும். அவ்வாறுள்ள அமைப்பை ஆராயும்போது முதலில் அதில் பங்கேற்கும் பொருள்களைக் கண்டறிதல் வேண்டும். ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் ஒருபொருள் 'அமைப்பு' என்று வழங்கப்படும். இவ்வமைப்பைச் சுற்றியுள்ள பகுதி 'சுற்றுப்புறம்' எனப்படும். சுற்றுப்புறத்தையும், அமைப்பையும் பிரிக்கும் பரப்பே அமைப்பின் எல்லையாகும். இவ்வாறு ஓர் அமைப்பைப் பற்றிய விவரத்தை அறிந்த பின்னரே அவ்வமைப்பு செயல்படும் பாதையை முற்றிலுமாக அறிய இயலும். இவ்வாறு அமைப்பு அல்லது செயல்முறையை ஆராயும்போது அனைத்துமே வெப்ப இயக்கவியலில் முதல் இரண்டு விதிகளையும் தன்னுள் அடக்கியதாகவே அமையும். 'ஆற்றலை ஆக்கவும் முடியாது, அழிக்கவும் முடியாது' என்ற வெப்ப இயக்கவியலில் முதலாவது விதியும், 'ஓர் அமைப்பும் அதனுடைய சுற்றுப்புறமும் பெற்றுள்ள எண்ட்ரோபியின் அளவும் எப்போதும் அதிகரித்துக் கொண்டேயிருக்கும்' என்ற இரண்டாவது விதியும் இங்கு நினைவு கூறத்தக்கது.

அமைப்பும் அதன் எல்லையும். ஒரு செயல்முறையின் விளைவுகளை அறிய வேண்டுமானால் ஓர் அமைப்பைப் பற்றி தெளிவாக அறிந்திருத்தல் அவசியம். அதில் பங்கேற்கும் பொருள்கள், அவற்றின் பொருண்மை, ஆற்றல் ஆகியவற்றை அறிதல் அவசியம். ஆகவே முறையானதொரு ஆய்வைத் துவக்கும் முன் சரியான அமைப்பு, அதன் நிறை, ஆற்றல் ஆகியவற்றை தெரிந்திருத்தல் வேண்டும். இவ்வமைப்பிற்கு சுற்றுப்புறத்திலிருந்து, பொருண்மை, ஆற்றல் வரலாம் அல்லது அமைப்பிலிருந்து சுற்றுப்புறத்திற்குச் செல்லலாம்.

எ-டு: குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் உள்ள அமைப்பை எடுத்துக்கொள்ளலாம். அதாவது வெடிக்கும் பலூன் ஒன்றை எடுத்துக்கொள்வோம். பலூன் உடையும்போது அதில் உள்ள காற்றும் அதன் ஆற்றலும் சுற்றுப்புறத்திற்கு மாற்றப்படுகின்றன. இது போல அணுக்கரு உலையினுள்ளே சென்று வெளி வரும் வளிமங்கள் பெருமளவு வெப்ப ஆற்றலைத்

தன்னோடு எடுத்துக்கொண்டு வெளிவருகின்றன. இவ்வாறு பொருண்மை மற்றும் ஆற்றல் மாற்றப்படும் அமைப்பிற்கு எல்லையை துல்லியமாக வரையறை செய்ய வேண்டும்.

ஓர் அமைப்பின் எல்லையை வரையறை செய்யும்போது சில பிரச்சினைகள் வருவதுண்டு. எ-டு: ஒரு தொட்டியில் அழுத்தப்பட்ட காற்று உள்ளது. இவ்வமைப்பில் உலோகத்தலான தொட்டியின் சுவற்றை அமைப்புடன் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டுமா வேண்டாமா என்பது பிரச்சினைக்குரியது. இதற்கான விடை, எந்த நோக்கத்திற்காக நாம் அமைப்பை எடுத்துக் கொள்கிறோமோ அதனைச் சார்ந்து அமையும். எ-டு: நம் சோதனையின் ஆய்வு, மாறா வெப்பநிலை, அமைப்பின் இயற்பியல் பண்புகளில், அழுத்தத்தின் விளைவை ஆராய்வதாக இருந்தால், கொள்கலத்தில் அவற்றின் பருமனை நாம் அமைப்புடன் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டியது இல்லை. அவ்வளிமத்தின் வெப்பநிலை எவ்வளவு உயர்வடைகிறது என்பது கேள்வியாக இருக்கும்போது கொள்கலத்தின் சுவரினை நாம் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் சுற்றுப்புறத்திலிருந்து வெப்பம் செலுத்தப்படும் போது, கொள்கலத்தின் உலகச் சுவர்கள் தங்களுடைய சுயவெப்பத்தின் அளவிற்கேற்ப வெப்பத்தை உறிஞ்சிக்கொள்ளும். இவ்வாறு உறிஞ்சிய வெப்பம் நம் ஆய்வின் முடிவைப் பாதிக்கும் என்பதால் இங்கு அமைப்பின் சுவரின் பருமனை சேர்த்து எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறாக சோதனைச் சாலையில் நாம் ஆய்வு செய்யும்போது ஒவ்வொன்றிலும், கொள்கலத்தின் சுவர் முக்கியத்துவம் பெறுவதால் அதனையும் சேர்த்து அமைப்பாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

ஓர் அமைப்பின் நிலை (State of a system). ஓர் அமைப்பு எவ்வழிமுறையில் செயல்படுகிறது என்பதை நிர்ணயம் செய்ய அவ்வமைப்பின் ஆரம்பநிலை (initial stage) தெளிவாக அறியப்பட வேண்டும். அதாவது அவ்வமைப்பின் வெப்பநிலை, அழுத்தம், பருமன் பயன்படுத்தப்படும் பொருளின் அளவு போன்ற மாறிலிகளின் அளவை அறிதல் வேண்டும். ஓர் அமைப்பில் பல வேதிப்பொருள்கள் பங்கேற்குமானால் அவற்றை விளக்க

ஒவ்வொன்றிற்கும் தனித்தனி மாறிகள் (variables) தேவையில்லை. மாறாக குறைந்தபட்சம் தேவைப்படும். மாறிலிகளின் எண்ணிக்கையோடு வெப்பநிலை அழுத்தம் போன்ற இரு மாறிலிகளையும் சேர்த்துக்கொண்டால் போதுமானது. எனினும் காந்தப்புலம், பின்புலம் போன்றவை இதில் அடங்கா.

வெப்பநிலை, அழுத்தம் அல்லது அடர்த்தி போன்ற ஏதேனும் உள்ளார்ந்த பண்புகள் (intensive property) சீர்மையற்ற நிலையில் தோன்றுமானால் அந்நிலையே அமைப்பில் ஒரு மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். எ-டு: வேறுபட்டச் சேர்மங்களை பல வளிமங்கள் அடங்கிய ஓர் அமைப்பை எடுத்துக் கொள்க. அமைப்பிற்கும், சுற்றுப்புறத்திற்கும் வெப்ப வேறுபாடு உள்ளது எனக் கொள்க. இதுபோல அமைப்பிற்கும், சுற்றுப்புறத்திற்கும் அழுத்த வேறுபாடு உள்ளதாகக் கொள்க அல்லது மின்னழுத்த வேறுபாடு உள்ளதாகக் கொள்க. இவ்வேறுபாடுகள் அமைப்பை ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்குப் பிறழச் செய்யும். இவ்வாறு பிறழச் செய்யும் இந்தத் திறன், பணியின் வேறுபாட்டின் அளவு குறையும்போது குறைவடையும்.

சமநிலை. இவ்வாறு உந்து விசையின் வேகம் படிப்படியாகக் குறைவடைந்து இறுதியில் எவ்வித நிகர விசையும் இல்லாத நிலை ஏற்படும். இப்போது அமைப்பு ஒரு புதிய நிலைக்கு வந்திருக்கும். இங்கு அமைப்பு சமநிலையில் உள்ளதாகக் கருதப்படும். இதுவோர் எந்திரவியல் சமநிலை (mechanical equilibrium) ஆகும். எயந்திரவியல் சமநிலையில் இருக்கும் ஓர் அமைப்பு. எ-டு: ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் கொண்ட கலவை சில குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் வேதிவினை மாற்றத்திற்கு உட்படும். இவ்வினை மாற்றம் நடந்த பின்பும் அமைப்பில் வேதிப் பொருள்களின் செறிவில் நிகர மாற்றம் ஏற்படவில்லையெனில் அவ்வமைப்பு வேதியியல் சமநிலையில் (chemical equilibrium) உள்ளதாகக் கருதப்படும்.

இவ்வமைப்பு வேதி மற்றும் எந்திரவியல் சமநிலையில் இருக்கும்போது ஒரு சீர்மையான வெப்பநிலை இருக்குமானால் அது வெப்ப சமநிலையில் (thermal equilibrium) இருப்பதாகக் கருதப்படும். வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும்போது

அமைப்பு முழுவதும் வெப்பக்கடத்தா எல்லையைக் கொண்டிருக்கும்போது சீரான வெப்பநிலையை பெற்றிருத்தல் வேண்டும் அல்லது எல்லை வெப்பம் கடத்து பொருளாக இருந்தால், அமைப்பின் வெளிப்புறமும் சம வெப்பநிலையை கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

ஓர் அமைப்பு எந்திரவியல், வேதியியல், வெப்ப சமநிலைகளில் இருக்குமானால் அங்கு எந்திர வேலை மாற்றங்கள், வேதிமாற்றங்கள், வெப்ப மாற்றங்கள் முதலியன எளிதில் நடைபெறும். இப்போது அமைப்பு வெப்ப இயக்க சமநிலையில் (thermodynamic processes) இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. சமநிலை என்பது அமைப்பின் நிலையில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க புள்ளி. அப்புள்ளியில் அமைப்பு இருக்கும்போது குறைந்த அளவு ஆற்றலை பெற்றிருக்கும். இங்குதான் அதிக அளவு ஒழுங்கற்ற தன்மை காணப்படும். வெப்ப இயக்க இயலில் அமைப்பு சமநிலையில் இருக்கும்போதுதான் அது வரையறை செய்யப்படும்.

வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை என்பது ஒரு அமைப்பின் முன்னோக்கிய செயலின் வேகமும், பின்னோக்கிய செயலின் வேகமும் சமநிலையல் இருக்கும்நிலையே ஆகும். பொதுவாக வெப்பஇயக்க இயலில் பல வேதிப்பொருள்கள் கலந்த அமைப்பை மட்டும் எடுத்துக்கொண்டாலும், பலவகை ஆற்றலும் இணைந்த அமைப்பாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும். எ-டு: மின்னேற்றமுள்ள துகள் உள்ள ஒரு வாயு அமைப்பை எடுத்துக்கொண்டால் அவற்றின் துகள்களோடு அவற்றால் வெளிவிடப்படும் மின்காந்த அலைகளையும் அவற்றையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

செயல்முறைகளின் வழிகள். ஓர் அமைப்பு அதன் சமன்படாத உள்ளார்ந்த பண்பின் காரணமாக ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறுமானால், அம்மாற்றத்தை விளக்க அதன் ஆரம்ப நிலையும், இறுதி நிலையும் வரையறை செய்யப்படுதல் வேண்டும். ஓர் அமைப்பு ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு எவ்வழியாகச் செல்கின்றதோ அதுவே அவ்வமைப்பின் பாதை ஆகும். எ-டு: ஒரு வளிமம் தன்னுடைய ஆரம்ப பருமனிலிருந்து இருமடங்காக உயர்ந்திருப்பதாகக் கொள்க. வெப்ப

நிலையில் எவ்வித மாற்றமும் இல்லை. இவ்வமைப்பில் ஆரம்ப நிலையையும் இறுதி நிலையையும் அறிய பல வழிகள் உள்ளன.

1. வெப்பம் மாறா விரிவடைதல் முறை (iso - thermol expansion). இங்கு செயல் முறையின்போது எவ்வொரு நிலையிலும் வெப்ப நிலையில் எவ்வித மாற்றமும் இருக்காது.

2. வெப்பப் பரிமாற விரிவடைதல் முறை (adiabatic expansion). இங்கே செயல் முறையின் போது வெப்பப் அமைப்பிலிருந்து சுற்றுப்புறத்திற்கோ அல்லது சுற்றுப்புறத்திலிருந்து அமைப்பிற்கோ பரிமாற்றம் நடைபெறாது.

ஒவ்வொரு வழியிலும் பிஸ்டனை வெவ்வேறு அளவிற்கு நகர்த்துவதன் மூலம் மாறுபட்ட அளவு வேலை நடைபெறச் செய்யலாம். இதனால் ஓர் எளிய அமைப்பிற்குக்கூட பல வழிகள் கிடைக்கும். ஆகவே ஒவ்வொரு பாதையிலும் மாற்றமடைந்த வெப்பத்தின் அளவு அல்லது வேலையின் அளவு தெரிதல் வேண்டும். எனினும் வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளில் மாற்றங்கள் அமைப்பின் ஆரம்ப நிலையையும், இறுதி நிலையையும் மட்டுமே சார்ந்து உள்ளது.

1. வெப்ப இயக்கவியலின் அமைப்பு, அமைப்பின் எல்லைகள், அமைப்பின் நிலைகள், செயல் முறைகள் முதலியவற்றில் பல ஒழுங்கு முறைகள் இருப்பதைக் காணலாம். முதலில் ஈர் அமைப்புகள் ஒரே இயக்கவியல் பண்புகள் பெற்றிருக்குமானால் அவை ஒரே நிலையில் இருத்தல் வேண்டும்.

2. வெப்ப இயக்கவியலின் பண்புகள் ஆரம்ப நிலையையும், இறுதி நிலையையும் மட்டுமே சார்ந்துள்ளது; ஆரம்ப நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்கு எவ்வாறு மாறுகின்றது என்ற வழிமுறையைச் சார்ந்து இருக்காது.

3. அமைப்பில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் பொருண்மை இறுதிநிலையைச் சார்ந்தே அமைகிறது.

அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை வரைபடம். (Pressure - Volume - temperature diagram) ஓர் அமைப்பு ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு

மாறுவது பாதையைச் சார்ந்த பண்பாகும் (path function) பல்வேறு செயல்முறைகள் மூலமாக ஒரு நிலையிலிருந்து அமைப்பை மற்றொரு நிலைக்கு மாற்றுவது தொடர்பாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகள் மிக எளிதல் அளக்கக்கூடியதும் வசதியாக அளக்கக்கூடியதும் அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை ஆகியவை ஆகும். இம்மூன்று மாறிலிகளில் ஏதேனும் இரண்டை நிலையாக வைத்துக்கொண்டால் மூன்றாவது அவை இரண்டையும் சார்ந்ததாக அமைந்துவிடும். ஒரு அமைப்பில் செயல்படும் பொருளின் பல்வேறு இயற்பியல் பண்புகளுக்கு இடைப்பட்டதை அறிய மேற்கண்ட மூன்று அச்சுகளையும் பயன்படுத்தி முப்பரிமாண வரைபடத்தைப் பெறலாம். இதனால் கிடைக்கும் வரைபடம் வாயுக்களின் பண்பை விளக்கும் P-V-T வரைபடமும் ஆகும். இவ்வரைபடத்தின் பரப்பை மேலும் நீட்டி நீர்ம, திண்ம வளிம நிலைகளுக்கு இதனைப் பெறலாம்.

வரைபடம் ஓர் அமைப்பில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் எல்லா சமநிலைச் சூழ்நிலைகளையும் விளக்குகிறது அல்லது அடுத்தடுத்துள்ள மீளும் செயல்முறைகளை விளக்குகிறது.

உருகுநிலை பொருளின் பருமன் குறைவது முதலியன இதன் சிறப்பு அம்சம் ஆகும். நீர்மப் பரப்பிலிருந்து நீர்மத் திண்மப் பரப்பு பருமனிலும், வெப்பநிலையிலும் குறைவாகத் தோன்றும். நீர்ப் போன்ற சில பொருள்கள் இதற்கு விதிவிலக்காக அமையும், ஏனெனில் உறைநிலையில் நீரின் பருமன் அதிகரிக்கிறது. இதன் காரணமாக P-V-T இல் சிறிது மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

கிப்ஸின் நிலைமை விதியாவது (Gibbs phase rule), $F = C - P + 2$ இங்கு F என்பது கட்டிண்மை எண் (degrees of freedom) ஆகும். இது ஒரு முழு எண். இவ்வெண் உள்ளார்ந்த பண்புகளில் (வெப்பம், அழுத்தம், மோல் பின்னம், வேதி மின்னழுத்தம் போன்றவை) எவை சார்பற்ற மாறிலியாக உள்ளனவோ, அவ்வெண்ணிக்கையைக் குறிக்கும். P என்பது அமைப்பில் பங்குபெறும் பொருள்களின் இயற்பியல் நிலைமையைக் குறிக்கும். அதாவது

திண்மம் நீர்மம் அல்லது வளிமம் என்பதைக் குறிக்கும். C என்பது அமைப்பில் அடங்கியுள்ள கூறுகளைக் (component) குறிக்கும். எ-டு: ஒரு குறு அமைப்பை எடுத்துக் கொண்டால் இவ்வமைப்பு திண்ம, நீர்ம அல்லது வளிம நிலையிலேயே இருக்கும். சமநிலையில் இவ்வமைப்பின் கட்டிண்மை எண் இரண்டு. அதாவது ஒவ்வொரு கூறு அமைப்பைத் துல்லியமாக வரையறையும் செய்ய இரண்டு சார்பிலா மாறிலிகள் தேவை. வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளில் துல்லியமாகவும், எளிதாகவும் அளிக்கக்கூடிய அழுத்தம், வெப்பநிலை, உள்ளாற்றல், வெப்ப உள்ளூறை எண்ட்ரோபி போன்றவற்றுள் ஏதேனும் இரண்டைத் தேர்ந்தெடுத்தால் போதுமானது. இப்பண்புகளில் சார்பிலா மாறிலியான ஏதேனும் இரண்டைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன் அளவை நிர்ணயம் செய்தால் அவ்வமைப்பின் மற்றப் பண்புகள் நிர்ணயிக்கப்பட்டுவிடும். ஒரு கூறு அமைப்பில் நீர்மம் ஆவி போன்ற இரு நிலைகள் சமநிலையில் இருக்கும்போது அதன் கட்டிண்மை எண் ஒன்று ஆகும். அதாவது மேலே குறிப்பிட்ட வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளில் ஏதேனும் ஒன்றை மட்டும் துல்லியமாக நிர்ணயம் செய்தால் போதும். அதே ஒரு கூறு அமைப்பிற்கு நீர்மம், திண்மம், வளிமம் என்ற மூன்று நிலையில் இருக்கும்போது அதன் கட்டிண்மை எண் பூஜ்ஜியமாகும்.

திண்மம், நீர்மம், திண்மம்-ஆவி, நீர்மம்-ஆவி, ஆகிய மூன்று பரப்புகளில் இருந்து தோன்றும் கோடுகள் பருமன் அச்சுக்கு இணையாக இருக்கும். அமைப்பை அக்கோட்டிலேயே நகர்த்திச் செல்லும்போது (மாறா அழுத்தத்தில், மாறா வெப்பநிலையில்) வெப்ப பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது. இப்பரிமாற்றத்தால் கூறு ஒரு நிலையில் இருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறுகிறது. இம்மாற்றத்தில் எண்ட்ரோபி மாறுவதைக் காணலாம். முப்பரிமாண வரைபடத்தை அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ள இரு பரிமாண வரைபடமாகவும் பெறலாம். மாறாத பருமனில் அமைப்பு உள்ளதாகக் கருதப்படும். இவ்வரைபடத்தில் மும்மைப் புள்ளி ஒன்று உள்ளது. இப்புள்ளியில் திண்மம், நீர்மம், வளிமம் ஆகிய மூன்றும் சமநிலையில் உள்ளது. அமைப்பின் வெப்பநிலை நிலைமாறு வெப்பநிலையைவிட

அதிகமாகும்போது அமைப்பில் வளிமநிலை மட்டுமே காணப்படும். இவ்வளிமம் திண்மத்துடனோ நீர்மத்துடனோ சமநிலையில் இருக்கும்போதுதான் ஆவி என்று அழைக்கப்படும். P-T வரைபடத்தில் திண்மம் - நீர்வரைகோடு மும்மைப் புள்ளியில் இருந்து Y- அச்சை நோக்கி சாய்ந்தவாறு செல்வதைக் காணலாம். இது சாதாரண அமைப்பிலிருந்து மாறுபட்ட பண்பாகும். ஏனெனில் பனிக்கட்டியின் பருமன் நீர்மத்தின் பருமனைவிட அதிகமாகும். மற்ற பொருள்களில் நீர்மத்தின் பருமனைவிட திண்மத்தின் பருமன் குறைவானதாகவே காணப்படுகிறது. இவ்வரைபடத்தில் இருந்து அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதன் மூலம் பனிக்கட்டியை உருகச் செய்யலாம் என்பது தெளிவாகிறது.

ஓர் அமைப்பின் வேலை. முதலில் உள்ள முப்பரிமாண வரைபடத்தில் வெப்பநிலையை மாறாத அளவாகக் கொண்டு P-V வரைபடமான இருபரிமாண வரைபடம் பெறப்பட்டது. இவ்வரைபடத்தில் ஒரு முக்கியத்துவம் உள்ளது. இதில் உள்ள மீளும் பாதையில் குறிப்பிட்ட எந்த ஒரு நிலையையும் பெறப்படும் பரப்பளவும் அவ்வமைப்பில் அதுவரை நடந்த வேலையின் அளவைக் குறிக்கும். மேலும் வரைபடத்திலுள்ள பரப்பளவு, அமைப்பில் நடைபெற்றுள்ள பயனுள்ள வேலையைக் குறிக்கின்றது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டின் மூலம் விளக்கலாம்.

ஓர் உருளையில் வளிமம் ஒன்று எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதில் உராய்வு விசை ஏதும் செயல்படாத தண்டு ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இப்போது அமைப்பு நுண்ணளவு விரிவடைவதாகக் கொள்க. இதனால் தண்டு மேல்நோக்கி நகர்கிறது. ஆகவே சுற்றுப்புறத்தின் மீது அமைப்பு வேலை செய்கிறது. இங்கு செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவைப் பெற செயல்பட்ட விசையை தண்டு நகர்ந்த நுண் தூரத்தால் பெருக்க வேண்டும். எனவே செய்யப்பட்ட நுண்ணளவு வேலை $dw = F \cdot dl$.

இங்கு F என்பது உந்து தண்டின் மீது செயல்பட்ட விசையாகும். இவ்விசையினாலேயே தண்டு dl தூரம் நகர்ந்துள்ளது.

இங்கு செயல்பட்ட விசை F அழுத்தம் P க்குச் சமம். இது தண்டின் பரப்பு A யின் மீது செயல்பட்டது. எனவே செயல்பட்ட விசை PA ஆகும்.

விரிவடைந்த வளிமத்தின் பருமனைப் பெற தண்டின் பரப்பை நகர்ந்த தூரம் dl ஆல் பெருக்க வேண்டும்.

$$Adl = dv$$

இங்கு dv என்பது விரிவடைந்த வளியின் பருமனாகும். இங்கு செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவைப் பெற இச்சமன்பாட்டை தொகையீடு செய்ய வேண்டும்.

$$dw = PAdl = Pdv$$

$$w_e = \int_1^2 Pdv$$

செயல்முறைக்கு முன்னுள்ள ஆரம்பநிலையும், பின் இறுதி நிலையும் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் P - V வரைபடத்தில் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து அமைப்பு செய்த வேலையை அறிந்து கொள்ளலாம்.

வெப்பநிலை இயல்பாற்றல் வரைபடம். ஒரு அமைப்பில் ஆற்றலை இரு காரணிகளின் பெருக்குத் தொகையாகக் குறிப்பிடலாம். 1. உள்ளார்ந்த பண்பு (intensive property), 2. வெளிசார்ந்த பண்பு (extensive Property). அழுத்தம், வெப்பநிலை, காந்தபுலம் போன்ற பண்புகள் உள்ளார்ந்த பண்புகளாகும். பருமன் காந்தமாக்குதல், பொருண்மை போன்றவை வெளிச்சார்ந்த பண்புகளாகும். இங்கு உள்ளார்ந்த பண்பான அழுத்தத்தையும், வெளிச்சார்ந்த பண்பான பருமனையும் பெருக்கியே செய்யப்பட்ட வேலை பெறப்படுகிறது.

$$dw = Pdv$$

வளிமம் விரிவடையும்போது சுற்றுப்புறத்தின் மீது வளிமம் வேலை செய்கிறது. வேலை பல வகைப்படும். எ-டு: மின்னோடு, புகு ஊடகப் பண்பினால் (dielectric property) மூலக்கூறுகள் முனைவு பெறும் வேலை நடைபெறுகிறது (polarisation). காந்தமாக்கல், ஒரு கம்பியை நீட்டுதல், புதிய பரப்பை தோற்றுவித்தல் போன்றவைகளும் வேலையின் பல வகைகளாகும். அனைத்து வகையிலும் செய்யப்படும் வேலை, dw

$$dw = dx \cdot dx$$

இங்கு x என்பது வேலை செய்வதற்கு

பயன்பட்ட விசையாகும். dx என்பது இவ்விசையால் அமைப்பில் ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி ஆகும். காந்த மாக்கலும், மூலக்கூறுகள் முனைவு பெறுவதும், கம்பி நீட்டப்பட்ட அளவும் அல்லது பரப்பு அதிகரித்தலும் dx அளவையே குறிப்பதாகும்.

இக்கருத்தையே இன்னும் சிறிது பரந்த நோக்கில் காணும்போது வெப்பநிலை உள்ளார்ந்த பண்பாகவும், அதன் விளைவாக பெறப்படும் எண்ட்ரோபி S வெளிச் சார்ந்த பண்பாகவும் கொள்ளலாம். நுன் வெப்ப அளவான dQ ஒரு மீளும் முறையில் மாற்றம் பெறுமானால் இதற்கான கணிதக் கோவையானது

$$dQ = Tds.$$

இங்கு T என்பது அமைப்பின் தனி வெப்பநிலை ஆகும். ds என்பது மிக நுண்ணிய அளவில் ஏற்பட்ட இயல்பாற்றல் மாற்றமாகும்.

இயல்பாற்றலை x -அச்சிலும், வெப்ப நிலையை y -அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் வரைந்தால் இருபரிமாண வரைபடம் தோன்றும். இங்கு கட்டமிடாத பகுதியில் குறிக்கப்பட்ட இயல்பாற்றலின் அளவே ds ஆகும்.

மீளும் செயல் முறைகள். ஓர் அமைப்பில் உள்ள ஆற்றல் முழுவதும் வேலையாக மாற்ற இயலாது. நல்லியல்பு சூழ்நிலையில் மொத்த ஆற்றலில் ஒரு சிறு பகுதியே வேலையாக மாற்றப்படுகிறது. மீளும் செயல்முறைகளில் அமைப்பில் உள்ள ஆற்றலை பெருமளவில் வேலையாக மாற்றும் தன்மையுடையது.

ஒரு மீளும் முறைக் கீழ்க்கண்ட பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். 1. அமைப்பில் வேலைக்கு பயன்படும் பொருள் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் இருக்க வேண்டும். 2. இச்செயல் முறையில் உள்ள உராய்வு விசை, பாகுத்தன்மை, மின்தடை, முதலிய பண்புகளின் விளைவு ஏதும் இல்லாதிருத்தல் வேண்டும்.

அமைப்பில் மேற்கண்ட விளைவுகள் ஏதேனும் இல்லாமல் வேலை ஒரு திசையில் நடக்குமானால் அதனை எதிர் திசையிலும் இயங்கச் செய்யலாம். இவ்வாறு அமைப்பை மீள்ச் செய்யும்போது அது

ஆரம்ப நிலையை அடைதல் வேண்டும். ஆரம்ப நிலையை அடைந்த அமைப்பு சுற்றுப்புறத்தில் எவ்வித நிகர விளைவையும் ஏற்படுத்தாத கூடாது என்பதே வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதிக்கு பொருத்தமாக அமையும். ஆற்றல் மாற்றச் செயல் முறைகளின் அமைப்பில் ஓரளவு ஆற்றல் வெப்பமாக வெளிவரும். இவ்வெப்பம் குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பகுதியை மாற்றுவதற்கும் பயன்படும். இவ்வாறு குறைந்த வெப்பநிலைப் பகுதிக்கு வெப்பநிலை உயர்த்திக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பத்தைத் திரும்பப் பெற இயலாது. இதனால் அமைப்பு மீண்டும் ஆரம்ப நிலையை அடைய அதிக அளவு வேலை செய்ய வேண்டும். ஆனால் மீளும் செயல்முறை வெப்ப விளைவு எதையும் ஏற்படுத்தாத பொருள் இயந்திரவியல் மீளும் முறையாக இருக்குமானால் எளிதில் ஆரம்ப நிலையை அடைந்துவிடலாம். இவ்வகை அமைப்புகள் இலட்சிய வகை அமைப்புகளாகும். ஏனெனில், ஓர் அமைப்பில் செயல்முறைகள் நடைபெறும்போது பாகுத் தன்மை, உராய்வு விசை போன்ற காரணங்களால் வெப்பமாற்றம் ஏற்படும். ஒரு நல்லியல்பு மீளும் செயல்பாடுள்ள இயந்திரம் உயர் வெப்ப நிலையான T_1 க்கும் குறைந்த வெப்ப நிலையான T_2 க்கும் இடையே செயல்படும்போது $(T_1 - T_2/T_1)$ அளவுக்கு சமமான ஆற்றலை பயனுள்ள வேலையாக மாற்றப்படுகிறது. நான்கு வகை மீளும் அமைப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு அமைப்பிலும் ஏதேனும் ஓர் காரணி மாறிலியாக கொள்ளப்படும்.

மீளாச் செயல் முறைகள். பாகுத் தன்மை, செயல்முறைகள் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. இம்மாற்றத்தின் அளவே மீளாச் செயல்முறையின் அளவாகக் கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு வாயு உண்மையாக விரிவடைந்து வேலை செய்யும்போது நுண்ணளவாக எதுவும் நடைபெறுவது இல்லை. மாறாகக் குறிப்பிட்ட பரும அளவே மாற்றமடைகிறது. இம்மாற்றத்தின் போது உந்துத் தண்டு உராய்வு விசையை பெறுகிறது. அமைப்பினுள் பயன்படும் திரவம் அவை அலையாக உருளையையும் தண்டையும் மாறி மாறித் தாக்குகிறது. இதனால் மிகக் நுண்ணிய வெப்ப வேறுபாடே ஏற்படும். இதன் காரணமாக அமைப்பு மீளாச் செயல்முறையை அடைகிறது. மீளும் செயல்முறையில் இயல்பாற்றல் மாற்றம் $ds = dQ/T$

ஆனால் மீளாச் செயல்முறையில் இதன் அளவு அதிகமாக இருக்கும்.

$$ds > dQ/T$$

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்கள்

ஒரு வடிவத்திலுள்ள ஆற்றலை வேறு வடிவத்தில் மாற்றுவதை ஆளுகிற விதிகள் வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்கள் எனப்படும். இத்தகைய விதிகளின் மூலமாகப் பொருள்களின் பண்புகளுக்கும், அழுத்தம், வெப்பநிலை, மின்புலம், காந்தப்புலம் கட்டமைப்பு ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றங் களினால் தோன்றும் விளைவுகளுக்கும் இடையில் பல உறவுகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பொதுவான அனுபவங்களில் கண்டறியப்படும் விவரங்களின் அடிப்படையில் வெப்ப இயக்க விதிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவ்வாறான விதிகளை வெப்ப இயக்கவியல் ஆதாரமாகக் கொண்டிருக்கிறது. வெப்ப இயக்கவியலின் விதிகளிலிருந்து அறிவியலின் மற்ற எல்லா விதிகளையும் காரண காரிய வாதங்களின் மூலமாகவே வருவித்துவிட முடியும். T என்ற தனி வெப்பநிலை, U என்ற உள்ளிட ஆற்றல், S என்ற எண்ட்ரோபி ஆகிய மூன்று நிலைச் சார்பெண்களை வரையறுத்த உடனே வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்களின் வளர்ச்சி முழுமை பெற்று விட்டதெனக் கூறலாம்.

வெப்ப இயக்கவியலின் சுழியாவது விதி வெப்பநிலை பற்றிய கருத்தை ஒழுங்குபடுத்துகிறது. முதல் விதி உள்ளிட ஆற்றலை வரையறுக்கிறது. இரண்டாவது விதி இயல்பாற்றல் என்ற கருத்தையும், வெப்பநிலையில் சார்பிலா அளவு முறையையும் அறிமுகப்படுத்துகிறது. சார்பிலா தன் வெப்பநிலை சுழியை அணுகும்போது எண்ட்ரோபி, உள்ளிட ஆற்றல் ஆகியவை நடந்துகொள்ளும் விதத்தை மூன்றாவது விதி விவரிக்கிறது. வெப்ப இயக்கவியல் ஆய்வுக்காக எடுத்துக்கொள்ளப்படும் பகுதி அமைப்பு (system) எனப்படும். அதற்கு வெளியில் உள்ளவை எல்லாம் சுற்றுப்புறங்கள் எனப்படும் சுற்றுப்புறங்களுடன் நிறை,

ஆற்றல், செயல் ஆகியவற்றை பரிமாறிக் கொள்கிற அமைப்பு திறந்த அமைப்பு ஆகும். ஒரு மூடிய அமைப்பு சுற்றுப்புறத்துடன் ஆற்றலையும் செயலையும் பரிமாறிக் கொள்ளலாம். ஆனால் அது நிறையைப் பரிமாறிக் கொள்ளாது. சுற்றுப்புறத்துடன் எதையுமே பரிமாறிக் கொள்ளாத அமைப்பு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பு (isolated) எனப்படும்.

மூடிய அமைப்பும், தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பும் சில வேளைகளில் பொருள் எனப்படுவதுண்டு. ஓர் அமைப்பில் இடம் சார்ந்த தன்மையில் சீராகவும் ஒருபடித்தானவையாகவும் இருக்கிறபகுதிகள் கட்டங்கள் எனப்படும். எ-டு: தனது ஆவியுடன் சேர்ந்திருக்கிற நீர்மத்தை ஓர் இருகட்ட அமைப்பாக விவரிக்கலாம். தேவைப்படும்போது அமைப்புகளை விரிவானவையாக ஆக்கிக் கொள்ளலாம். ஆனால் வெப்பப் பண்புகளில் மட்டுமே கவனம் செலுத்தப்படுவதால், மின்புலங்களோ, காந்தப்புலங்களோ தாக்காத ஒற்றைக் கட்ட, திசையொத்த பண்புள்ள அமைப்புகளே ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும். அவற்றில் ஒரு சீரான செங்குத்து அழுத்தத்தினால் தோற்றுவிக்கப்படும் விசை மட்டுமே செயல்படுவதாக இருக்கும். இவ்வாறு கட்டுப்பாடு விதிப்பதால் வெப்ப இயக்கவியலின் பொதுத் தன்மையில் அடிப்படையான வரம்பு எதுவும் ஏற்பட்டு விடுவதில்லை. இந்தக் கட்டுப்பாடு ஆய்வுக்கு வசதி செய்து தரும் ஒரு சாதனமே.

வெப்ப இயக்கவியலில் வெப்பநிலை, அழுத்தம், பருமன், செறிவு, பரப்பு இழுவிசை, பாகியல் போன்ற பேரளவுப் பண்புகள் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. அணுக்களுக்கு இடையிலான தொலைவுகள் போன்ற நுண்ணளவுப் பண்புகள் கவனிக்கப்படுவதில்லை. ஓர் அமைப்பின் நிலை அதன் எல்லாப் பேரளவுப் பண்புகளாலும் அவற்றின் இடம் சார்ந்த மாற்றங்களாலும் விவரிக்கப்படுகிறது. ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பு அதன் பண்புகள் மாறிலியாகவும் இடம் சார்ந்த தன்மையில் சீராகவும் இருக்கிற ஓர் எளிய இறுதி நிலையை அடைந்துவிடும் என்பது அனுபவத்தில் காணும் உண்மையாகும். இந்த எளிய இறுதி நிலை சமநிலை எனப்படுகிறது. ஓர் ஒற்றைக் கட்ட அமைப்பின் ஓர் அளவை மட்டும்

கவனிக்கும் போது, ஒரு சமநிலையை அதன் $r+1$ எண்ணிக்கையிலான பண்புகளால் முழுமையாகக் குறிப்பிட்டுவிட முடியும். இங்கு r என்பது அந்த அமைப்பில் இருக்கிற உறுப்புகளின் எண்ணிக்கை. காந்தப்புலத்தாலோ, மின்புலத்தாலோ பாதிக்கப்படாத, ஓர் ஒற்றை உறுப்புள்ள, ஒற்றைக் கட்டமைப்புக்கு, அழுத்தம், பருமன் போன்ற இரண்டு பண்புகளை நியமிக்கலாம். பாகியல், பரப்பு இழுவிசை போன்ற மற்ற எல்லா மீதமுள்ள பண்புகளும் நிலையான மதிப்புகள் கொண்டவையாகிவிடும். அமைப்பின் எந்த ஒரு பேரளவுப் பண்பையும் அழுத்தம், பருமன் ஆகியவற்றின் சார்பெண்ணாகக் குறிப்பிடலாம்.

வெப்பநிலை. சூடாயிருப்பது, குளிர்ந்திருப்பது என்ற நேர்த்தியற்ற கருத்துக்களை மாற்றி ஒரு செயலுறு திறனும் துல்லியத் தன்மையும் கொண்ட வெப்பநிலை என்ற கருத்தை உருவாக்குவது வெப்ப இயக்கவியலின் செயல் வரம்புக்கு உட்பட்டதே ஆகும். ஓர் ஒற்றை உறுப்புள்ள, ஒற்றைக் கட்டப் பாய்மத்தின் சமநிலைகள் இதற்கு ஒரு தொடங்கு புள்ளியைத் தர முடியும். இத்தகைய ஒரு பாய்மத்தின் சமநிலையை அதன் இரண்டு புள்ளியைத் தர முடியும். இத்தகைய ஒரு பாய்மத்தின் சமநிலையை அதன் இரண்டு பண்புகளை உறுதி செய்வதற்கு மூலம் வரையறுக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக அழுத்தம் மாறாமலிருக்கிற ஒரு கண்ணாடிக் குழுவில் பாதரசம் வைக்கப்பட்ட ஒரு வெப்பநிலை மானியை அமைக்கலாம். அதில் வேறு ஒரு பண்பை மட்டுமே சுதந்திரமாக மாற்ற முடியும். பாதரச இழையின் உயரத்திற்கு நேர் விகிதமான பருமத்தை ஏதாவது ஒரு சமநிலையில் அளவிடும் போது, அதற்கும், அழுத்தத்தைத் தவிர மற்ற பண்புகளுக்கும் இடையில் 1:1 என்ற விகிதாசார ஒத்தநிலை தோன்றுகிறது. சூட்டுத் தன்மையில் அளவு இத்தகைய பண்புகளில் ஒன்று.

வெவ்வேறு அமைப்புகளுக்கு இடையில் வெப்பச்சமநிலை இருக்க முடியும். எடுத்துக் காட்டாகப் பாதரச வெப்பநிலை மானியை ஒரு நீர் நிரம்பிள குவளைக்குள் வைத்தால் பாதரசம் சுருங்கவோ, விரிவடையவோ செய்யும். சிறிது நேரம் கழித்து அதில் ஏற்பட்ட பரும மாற்றம் நின்றுவிடும். அதன் பிறகு பாதரசத்தின் பண்புகள் மாறாது. அது ஒரு சமநிலையைக் குறிப்பிடுகிறது. மேலும் குவளையில்

உள்ள தண்ணீரும் ஒரு சமநிலையின் மாறாக பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். வெப்பச் சமநிலையில் உள்ள பொருள்கள் ஒரே வெப்பநிலையில் உள்ளதாகச் சொல்லப்படும். இவ்வாறு ஒரு குவளையிலுள்ள தண்ணீரின் வெப்பநிலையை அளவிடும் முறை ஒன்று உருவாக்கப்படுகிறது. ஒரு பெரிய தேக்கித் தொட்டியில் நிறையத் தண்ணீரும் ஆல்கஹாலும் ஒரு வெப்பம் கடத்தும் சுவரினால் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். அவை இரண்டும் சமநிலையில் இருக்க வேண்டும். ஒரு பாதரச வெப்பநிலைமானியைத் தண்ணீரிலும் ஆல்கஹாலிலும் வைத்துப் பார்த்தால் அது ஒரே வெப்பநிலை அளவீட்டைத்தான் காட்டும். அதாவது இரண்டு நீர்மங்களிலும் வைக்கும்போது வெப்பநிலை மானியில் உள்ள பாதரசத்தின் பருமன் சமமாக இருக்கும். வெப்பநிலைக்குப் பொருள் படைத்ததான எண் மதிப்புகளைக் குறிப்பிட விரும்பும்போது இந்த உண்மை பயன்படுவதாக இருக்கும். அனுபவத்தின் மூலம் கண்டறியப்பட்ட இந்த உண்மை வெப்ப இயக்கவியலின் சுழியியல் விதியாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. A, B என்ற இரண்டு பொருள்கள் C என்ற ஒரு மூன்றாவது பொருளுடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருந்தால் A, B ஆகியவை ஒன்றோடு ஒன்று வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும் என்பதே அந்த விதி ஆகும். இவ்வாறு மாறாத அழுத்தத்தில் உள்ள பாதரசத்தில் பருமத்தைப் பொறுத்த ஒரு பயனுள்ள அனுபவ அடிப்படையிலான வெப்பநிலை அளவீட்டு முறை உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் இத்தகைய அனுபவ அடிப்படையிலான வெப்பநிலை அளவு முறை வெப்பநிலை மானியிலுள்ள திரவத்தின் தன்மையைப் பொறுத்ததாக இருக்கிறது. கண்ணாடியில் பாதரசம் உள்ள வெப்பநிலை மானிகள் அளவு குறிக்கப்படும்போது அவை பனிக்கட்டி கலந்து தண்ணீருடன் வெப்பச் சமநிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. அப்போது வெப்பநிலை மானியும் தண்ணீரும் ஒரு ஒளி அழுத்தத்தில் இருக்கும். அதே போல மேல் திட்ட வரையைக் கண்டுபிடிக்க வெப்ப அளவி கொதிக்கும் நீருடன் வெப்பச் சமநிலையில் வைக்கப்படுகிறது. கொதி நீரும் ஓர் வளிம அழுத்தத்திலேயே இருக்கும். வெப்பநிலை மானி பனிக்கட்டி கலந்த நீரில் வளிம அழுத்தத்திலேயே இருக்கும். வெப்பநிலை மானி பனிக்கட்டி கலந்த நீரில் இருக்கும்போது அதன் பாதரச

மட்டம் சுழி பாகை எனவும் கொதி நீரில் இருக்கும் போது அதன் பாதரச மட்டம் நூறு பாகை எனவும் குறியிடப்படுகின்றன. இரண்டுக்கும் இடையிலான தொலைவு நூறு சமக் கூறுகளைக் பிரிக்கப்பட்டு சுழி முதல் நூறு வரையான எண் குறிகள் இடப்படுகின்றன. வேறு ஒரு நீர்மத்தை வைத்தால் இந்த எண் குறிகள் ஒரே மாதிரியாக அமைந்திருக்காது. தண்ணீரை வெப்பநிலை மானித் திரவமாகப் பயன்படுத்தவே முடியாது. 4 செல்சியஸ் பாகையில் அதன் பருமம் சிறும நிலையை அடைந்துவிடுவதும் அந்த வெப்பநிலைப் பகுதியில் அதன் விரிவுத் தன்மை முரண்பாடுகள் கொண்டதாக இருப்பதுமே இதற்குக் காரணம். ஏதாவது ஒரு பாய்மத்தைப் படித்தரமாக எடுத்துக் கொண்டு மற்ற எல்லா வெப்பநிலை மானிகளையும் படித்தரப் பாய்மம் கொண்ட வெப்பநிலை மானியுடன் ஒப்பிட்டு அளவு குறிக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது. வெப்பநிலைமானிப் பாய்மரத்தில் பண்புகளைப் பொறுத்திராத வகையில் ஒருசார்பிலா வகையில் ஒரு சார்பிலா வெப்பநிலை அளவிட்டு முறையை வரையறுப்பதன் மூலம் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதி ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளைச் சார்ந்திருக்க வேண்டிய தேவையைப் போக்கி விடுகிறது. சாதாரண நடைமுறைக் காரியங்களுக்கு அனுபவ அடிப்படையிலான வெப்பநிலை அளவீடுகளை போதுமானவையாக இருக்கின்றன. குறைந்த அழுத்தத்திலுள்ள ஒரு வளிமத்தை வெப்பநிலை மானிப் பாய்மமாகப் பயன்படுத்த முடியும். அதன் பருமத்தை வசதியான அளவில் மாறிலியாக வைத்துக்கொள்ளலாம். அதன் அழுத்தம் வெப்பநிலையுடன் 1:1 என்ற ஒத்த நிலையில் இருக்கும். குறைந்த அழுத்தத்தில் உள்ள எல்லா வளிமங்களும் ஒரே மாதிரியான வெப்பநிலை அளவீட்டு முறையை அளிக்கின்றன. இந்த லட்சியத் தன்மையான வாயு வெப்பநிலை அளவீட்டு முறை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியின் படி அமைந்த சார்பிலா வெப்பநிலை அளவீட்டு முறையுடன் பொருந்தி இருப்பதைக் காணலாம். இவ்வாறு வெப்பச் சமநிலை பற்றிய கருத்து சமநிலையிலுள்ள பண்புகளுக்கு இடையிலான தொடர்புகள், சுழியாவது விதி ஆகியவை வெப்பநிலையின் பண்பை நிறுவப்பயன்படுகின்றன. வெப்பநிலை என்பது ஒரு நிலையின் பண்பு. ஓர் ஒற்றைக் கட்டத்திலுள்ள, ஒற்றை உறுப்புள்ள

பாய்மத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறைக்கு வெப்பநிலை, அழுத்தம், பருமம் ஆகியவற்றின் சார்பெண்ணாகப் பின்வருமாறு அமையும்.

$$p = p(t, v) \text{-----}(1)$$

$$\text{அதே போல அழுத்தம் } p = p(t, v) \text{-----}(2) \text{ பருமம் } v = v(p, t)$$

உள்ளிட ஆற்றல். ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் நிலை ஆற்றலாகவும் இயக்க ஆற்றலாகவும் இந்த ஆற்றல் குடியிருக்கும். இவ்வாறான தனிமைப்படுத்தப்பட்ட ஓர் அமைப்பு தனது சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து ஆற்றலை வாங்கவோ, அவற்றுக்கு ஆற்றலைக் கொடுக்கவோ முடியாது. எனவே அந்த அமைப்புக்குள் சிக்கியிருக்கிற ஆற்றல் ஒரு நிச்சயமான அளவுள்ளதாக இருக்கும். ஆற்றல் மாறாமலே கோட்பாட்டின் காரணமாக, ஒரு மூடிய அமைப்பின் உள்ளிட ஆற்றலை, அதன் சுற்றுப்புறங்களுடன் ஆற்றலைப் பரிமாறிக் கொள்வதன் மூலமே மாற்ற முடியும். இத்தகைய ஆற்றல் பரிமாற்றம் மூன்று வழிகளில் மட்டுமே நடைபெற முடியும். நிறைப் பரிமாற்றம், வெப்பப் பரிமாற்றம், வேலைப் பரிமாற்றம் ஆகியவையே அந்த மூன்று வழிகள். ஒரு மூடிய அமைப்பில் நிறைப் பரிமாற்றம் ஏற்பட முடியாது. ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற அமைப்பில் வெப்ப பரிமாற்றம் நிகழ முடியாது. ஒரு மூடிய, வெப்ப மாற்றீடற்ற அமைப்பில் உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்படுகிற ΔU என்ற மாற்றம் சுற்றுப்புறங்களால் அமைப்பின் மேல் செய்யப்பட்ட வேலைக்குச் சமமாக இருக்கும். அதாவது.

$$\Delta U = W_a \text{-----}(3)$$

ஓர் அமைப்பின் மேல் செய்யப்பட்ட வேலை நேரினமாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுவது மரபாக இருக்கிறது. வெப்ப மாற்றீடற்ற சுவர்களுக்குள் அடைபட்டிருக்கிற ஒரு மூடிய அமைப்பின் மேல் செய்யப்படுகிற வேலையைப் பற்றி ஏராளமான பரிசோதனைத் தகவல்கள் திரட்டப்பட்டிருக்கின்றன. நூறாண்டுகளுக்கு முன் ஜூல் (J, Joule) பல வெப்ப இயக்கவியல் சோதனைகளைச் செய்திருக்கிறார். அவருடைய சோதனைகளில் வெப்ப மாற்றீடற்ற

முறையில் அடைக்கப்பட்டிருந்த நீரின் மேல்பல வகையான முறைகளில் வேலைகள் செய்யப்பட்டன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வேலையைச் செலுத்தித் தண்ணீரில் வைக்கப்பட்டிருந்த கலக்கி இயக்கப்பட்டது. ஓர் குறிப்பிட்ட அளவிலான மின்னோட்டம் நீரில் வைக்கப்பட்டிருந்த மின் கம்பிச் சுருளின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு அதனால் தோன்றும் வெப்பம் கணக்கிடப்பட்டது. நீருக்குள் வைக்கப்பட்டிருந்த ஓர் உருளையிலிருந்த வளிமம் அழுத்தப்பட்டது. நீரில் வைக்கப்பட்டிருந்த இரண்டு உலோகப் பாளங்கள் ஒன்றோடொன்று உராயும் வகையில் தேய்க்கப்பட்டன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வேலை செய்யப்பட்டபோது இந்த எல்லா நிகழ்வுகளிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வேலை செய்யப்பட்ட போது இந்த எல்லா நிகழ்வுகளிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை உயர்வுத் தோன்றியதை ஜூல் கண்டுபிடித்தார். வேலை எந்தவிதமாகச் செய்யப்பட்டாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வேலை செய்யப்படும் போது தோன்றும் நிறை மாற்றம் ஒரே அளவினதாக இருப்பதை ஜூலின் சோதனைகள் காட்டின. செய்யப்பட்ட வேலையும், உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்பட்ட மாற்றமும் நிகழ்வு மேற்கொண்ட பாதையைப் பொறுத்து அமையவில்லை. எனவே U என்பது ஒரு நிலைச்சார்பெண் என முடிவு செய்யலாம். எனவே ஓர் ஒற்றைக் கட்டம் உள்ள, ஒற்றை உறுப்பு கொண்ட அமைப்புக்குப் பின்வரும் சமன்பாட்டை எழுதலாம்.

$$W_a = U_2 - U_1 = \Delta U$$

இங்கு U_2, U_1 ஆகியவை முறையே இறுதி நிலையையும் தொடக்க நிலையையும் மட்டுமே பொறுத்துள்ளன. இந்த நிகழ்வுகளுக்குப் பின்வரும் சமன்பாடுகளையும் எழுதலாம்.

$$U = U(P, V), U = (t, p) \text{-----}(5)$$

ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற கட்டுக்குள் உள்ள அமைப்புக்குச் செயலை வழங்குவதன் மூலமோ, அந்த அமைப்புக்கு அதை விட உயர்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள அமைப்புடன் வெப்பம் கடத்தும் சுவர் வழியாக ஒரு தொடர்பை ஏற்படுத்துவதன் மூலமோ, அமைப்பில் ஒரே அளவான நிலை மாற்றத்தை ஏற்படுத்த முடியும் என்பது அனுபவ வாயிலாகக்

கண்டறிந்து உண்மை. உயர்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஓர் அமைப்புடன் தொடர்பு ஏற்படுத்தும்போது வேலையை விட ஆற்றலே மாற்றப்படுகிறது. அந்த ஆற்றலுக்கு வெப்பம் என்று பெயர். அது Q என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலான நிலை மாற்றத்தை உண்டாக்கத் தேவையான வேலையில் அதே அளவு மாற்றத்தை உண்டாக்கத் தேவைப்படும் வெப்பத்தின் அளவாக அளவிடும் போது, வெப்ப அளவுகளை வேலை அளவுகளின் பதங்களில் குறிப்பிட முடிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கலோரி (calorie) என்பது 15 செல்சியஸ் பாகை வெப்பநிலையில் ஒரு வளிம அழுத்தத்தில் உள்ள ஒரு கிராம் நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவாக வரையறுக்கப்படுகிறது. அதே அளவான நிலைமாற்றத்தை உண்டாக்க 4.186 ஜூல்கள் வேலை தேவைப்படும். எனவே ஒரு கலோரி என்பது 4.186 ஜூல்களுக்குச் சமம்.

கூட்டமைப்பு ஒன்றின் உதவியுடன் வெப்ப இயக்கவியலில் முதல் விதியை இப்போது வருவிக்கலாம். ஏராளமான அளவில் நீர் அடங்கிய ஓர் அமைப்பை எடுத்துக் கொள்வோம். அது சுற்றுப்புறங்களுக்கு வெப்பத்தையோ வேலையையோ அளிப்பதில்லை என்க. இந்தப்பெரிய அமைப்புக்குள் உள்ள ஒரு சிறிய உருளைக் கலத்திற்குள் ஒரு வாயு வைக்கப்பட்டிருக்கட்டும். வாயு உருளைக்கு வெளியில் உள்ள நீருடன் வெப்பத்த தொடர்பு கொண்டிருக்கும். அந்த உருளையில் வெளியிலிருந்து இயக்கக் கூடிய ஒரு பிஸ்டன் உள்ளது. உருளையின் மேல் வேலை செய்ய முடியும். அது நீருடன் வெப்பத்தைப் பரிமாறிக் கொள்ள முடியும். நீர் அமைப்புக்குத் தேக்கி (Reservoir) என்று பெயரிடலாம். உருளை சம்பந்தப்பட்ட அளவுகளுக்கு r என்ற ஓட்டும், தேக்கி சம்பந்தப்பட்ட அளவுக்கு R என்ற ஓட்டும் இடப்படுகின்றன. அவ்வாறு இந்த அமைப்பில் நிகழ்ந்த வேலையைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$W_s = \Delta U_s + \Delta U_r \text{-----(6)} \quad \text{ஆனால்}$$

$$\Delta U_r = Q_r = -Q_s \quad \text{எனவே தனது சுற்றுப்புறத்துடன்}$$

வெப்பம், வேலை ஆகிய இரண்டையுமே பரிமாறிக் கொள்கிற சிறிய அமைப்புக்கு

$$\Delta U_s = Q_s + W_s$$

இது வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி ஆகும். ஒரு நிகழ்வின் போது தோன்றும் வெப்பம், வேலை ஆகியவற்றின் இயல்கூட்டுத்தொகை U என்ற நிலைச்சார் பெண்ணில் ஏற்படும் மாற்றத்திற்குச் சமம் என அது கூறுகிறது. (Q+W) என்ற பதம் ஒரு நிலையிலிருந்து மற்ற நிலைக்குச் சென்ற பாதையைப் பொறுத்து அமையாது. ஒரு கிராம் நீரை ஒரு கலோரி வெப்பத்தை மட்டுமே அளிப்பதன் மூலமோ, 4.186 ஜூல் வேலையை மட்டுமே செய்வதன் மூலமோ ஒரே அளவான நிலை மாற்றத்தை உண்டாக்கலாம். அல்லது ஏராளமான வேலையைச் செய்து விட்டுத் நீரில் தோன்றும் வெப்பத்தை வெளியேற்றி ஒரு கலோரி வெப்பம் மட்டுமே அதில் தங்கியிருக்கும் படியும் செய்யலாம். இவ்வாறு பல விதமான பாதைகளில் இந்த நிலைமாற்றத்தை உண்டாக்க முடியும் Q+W என்ற கூட்டுத் தொகை நிலைமாற்றத்தின் பாதையைப் பொறுத்து இல்லாவிட்டாலும் O, W ஆகியவை நிலைமாற்றத்தின் பாதையைப் பொறுத்தே அமையும். U என்பது ஒரு நிலைச்சார்பெண் என்பதை நினைவில் இருத்திக் கொள்ளவேண்டும். அது அமைப்பின் பண்பு. W, Q ஆகியவை அவ்வாறு அல்ல. வேலையும் வெப்பமும் இடம் மாறிக்கொண்டிருக்கிற ஆற்றல்களின் இரண்டு வடிவங்கள்தான். அமைப்புக்குள் ஆற்றல் புகுந்துவிட்ட பிறகு அது வெப்பமாக வந்ததா, அல்லது வேலையாக வந்ததா என்று பிரித்துக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. ஒட்டு மொத்தமாக அது உள்ளிட ஆற்றல் என்ற பெயரைப் பெற்று விடுகிறது. வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின் வகையீட்டு வடிவம் பின்வருமாறு இருக்கும்.

$$du = q + w \text{-----(7)}$$

இதில் q, w ஆகியவை மிகச் சிறிய அளவுகள். பொதுவாக q, w ஆகியவற்றை da, dw ஆகிய மேலான வகைக்கெழுக்களாக எடுத்துக் கொள்ளாமல் இருக்கலாம். ஆனால் q, w தொடக்க நிலையையும் இறுதி நிலையையும் மட்டுமே பொறுத்தவையாகவும், நிலை மாற்றத்தின் பாதையைச் சார்ந்திராதவையுமாக இருந்தால் மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு

எழுதலாம்.

$$du=dQ+dW\text{-----}(8)$$

இவற்றில் இரண்டு பதங்கள் நிலை மாற்றத்தின் பாதையைப் பொறுத்தவையாக இல்லாவிட்டால் மூன்றாவதும் நிலை மாற்றத்தின் பாதையைப் பொறுத்திராது. q, w ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று சுழியாக இருக்குமானால் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$du+dw, du=dQ\text{-----}(9)$$

q, w ஆகியவற்றில் இரண்டுமே சுழிக்குச் சமமாக இல்லாத போதிலும் $du=dQ+dW$ என்று எழுதுவது சரியாகவே இருக்கக் கூடிய ஒரு மூன்றாவது வகை மாற்றமும் உண்டு.

நேர்மாறாக்கத்தக்க மாற்றங்களும் நேர் மாறாக்க முடியாத மாற்றங்களும். இயற்கையில் நடைபெறும் எல்லா நிகழ்வுகளும் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின்படியே நடைபெறுகின்றன. ஆனால் அந்த முதல் விதி அனுமதிக்கிற பல நிகழ்வுகள் நடைபெறுவதே இல்லை. அமைப்புகளை அவற்றின் போக்கில் விட்டு விட்டால் அவை சமநிலையை நோக்கிச் செல்லுகின்றன என முன்னர் கூறினோம். இத்தகைய நிலையில் நிகழ்வுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் செல்ல அதிக நாட்டம் காட்டுகின்றன. ஜூலின் பரிசோதனையை எடுத்துக் கொள்வோம். அதில் கீழே விழும் ஓர் எடை ஒரு துடுப்பைச் சுழல வைத்து, வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் மூடப்பட்டிருந்த நீரில் வேலை செய்ய வைத்தது. பரிசோதனையின் மொத்த விளைவாக எடை கீழே இறங்கியதும் நீரின் உள்ளிட ஆற்றல் அதிகரித்தும் நிகழ்ந்தன. சுற்றுப்புறங்களில் மாற்றம் எதுவும் ஏற்படவில்லை. நீரின் வெப்பநிலை அதிகமாயிற்று. அதன் பருமன் சிறிதளவு அதிகரித்தது. இந்தச் செயல் முறையை யாராலும் நேர்மாறக்க முடியாது. எடையை மேலே உயர்த்தினால் நீரின் வெப்பநிலை குறையாது. அதாவது நீரின் வெப்ப நிலையை அதன் பழைய அளவுக்குக் கொண்டு வரவும் எடையை அதன் பழைய நிலைக்கு ஏற்றவும் கூடுதலாக வேலை செய்தால் தான் முடியும். சுற்றுப்புறங்களில் மாற்றம் ஏற்படுத்தாமல் இதைச் செய்ய முடியாது. இத்தகைய மாற்றம் நேர் மாறாக்க முடியாத நிகழ்வு எனப்படும். ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற

வகையில் உள்ள ஒரு கட்டுக்குள் நிகழ்கிற மாற்றத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். அதில் தொடக்க நிலையையும் இறுதி நிலையையும் மட்டுமே பரிசீலனை செய்வோம். இரண்டு செப்புக் கட்டிகள் தொடக்கத்தில் வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளிலும் இறுதியில் ஒரே வெப்ப நிலையிலும் இருக்கலாம். இந்த இறுதி வெப்பநிலை கட்டிகளின் தொடக்க வெப்ப நிலைகளுக்கு இடைப்பட்டதாக இருக்கும். ஒரு வாயு தொடக்கத்தில் ஓர் உருளையின் பாதிப்பருமத்தை அடைத்துக் கொண்டும், இறுதியில் முழுப் பருமத்தில் பரவிவிட்டதாயும் இருக்கலாம். இந்த நிகழ்வுகளும் நேர் மாறாக்க முடியாதவையே. அதாவது சுற்றுப்புறங்களில் நிரந்தரமான மாற்றம் எதையும் ஏற்படுத்தாமல் இந்த விளைவுகளை நேர் மாறாக்க முடியாது. இந்த நிகழ்வுகளின் நேர்மாறான நிகழ்வுகளும் முதல் விதிக்கு முரணானவை அல்ல. எனவே ஆற்றல் மாறாமையே தத்துவத்தைத் தவிர வேறு ஏதோ ஒரு நிபந்தனையையும், இந்த உண்மையாக நிகழ்கிற நிகழ்வுகள் ஏற்று நடப்பதாக இருக்க வேண்டும். இத்தகைய ஒரு நேர்மாறாக்க முடியாத நிகழ்வின் தொடக்க நிலையையும் இறுதி நிலையையும் பற்றிய விவரங்கள் மட்டுமே தெரிந்தால் கூட அந்த விவரங்களிலிருந்து எது தொடக்க நிலை, எது இறுதி நிலை என்பதைச் சரியாகக் கண்டுபிடித்துவிட முடியும். நிலைகளின் தன்மையைப் பொறுத்தே நிகழ்வின் திசை அமைகிறது. எனவே இந்த நிலை தொடக்க நிலையாகவும் எந்த நிலை இறுதி நிலையாகவும் அமைய வேண்டும் என்று நிர்ணயிக்கிற ஏதோ ஒரு நிலைச்சார்பெண் இருக்கவேண்டும் என்று எதிர் பார்க்கலாம். ஒரு நிகழ்வு நடைபெற முடியுமா, முடியாதா என்பதைத் தெரிவிக்கிற சார்பெண் இயல்பாற்றல் ஆகும். சில வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்வுகள் நடைபெற முடியாது என்ற தகவல்களிலிருந்து இயல்பாற்றல் வருவிக்கப்படுகிறது.

நேர் மாறாக்கக் கூடிய நிகழ்வு என்ற ஒரு லட்சியத் தன்மையான கருத்தை வெப்ப இயக்கவியல் பயன்படுத்துகிறது. அது இயல்பான அல்லது நேர் மாறாக்க முடியாத நிகழ்வின் வரம்பு நிலை ஆகும். சுற்றுப்புறங்களில் மிக நுண்ணிய, புறக்கணிக்கத் தக்க அளவில் அற்பமான மாற்றங்களை மட்டுமே ஏற்படுத்துகிற வகையில் முழுமையாக நேர் மாறாக்கக் கூடிய நிகழ்வை லட்சியத் தன்மையான நேர்மாறாக்க

கூடிய நிகழ்வாக வரையறுக்கலாம். ஒரு நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வு வரிசையான சமநிலைக் கட்டங்களின் வழியாக முன்னேறுகிறது. வெளிச் சுற்றுப்புறங்களில் மிக நுண்ணிய மாற்றங்களை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் அதை நேர் மாறாக்க முடியும். ஒரு வாயு நிரம்பிய உருளையில் ஓர் உராய்வற்ற பிஸ்டன் பொருத்தப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். அழுத்தச் சரிவுகள் ஏற்படாத வகையில் பிஸ்டன் மிக மெதுவாக நகர்த்தப்பட்டால் வாயு எல்லா நேரங்களிலும் சமநிலையில் இருக்கும். உராய்வற்ற பிஸ்டனை நகர்த்த உருளைக்குள் உள்ள அழுத்தத்திற்கும் வெளி அழுத்தத்திற்கும் இடையில் மிக நுண்ணிய வேறுபாடு இருந்தால் போதுமானது. ஒரு நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வின் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலைகளில் பின்வரும் சமன்பாடு சரியானதாகவே இருக்கும்.

$$dw = -pdv \text{-----}(10)$$

இதில் p என்பது வளிமத்தின் அழுத்தம், v என்பது அதன் பருமம். இப்போது வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$dQ = du + pdv \text{-----}(11)$$

இயல்பாற்றல். நேர் மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகளைப் பற்றிய கருத்துரைகள் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதிக்கு இட்டுச் செல்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நிகழ்வு ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நடைபெறுவதில் அதிக நாட்டம் காட்டுகிறது என்ற கருத்தின் பொதுவான கூற்றே இந்த இரண்டாவது விதி ஆகும். இரண்டாவது விதியைப் பல வகையான கூற்றுகளாக அமைக்கலாம். அவை எல்லாமே சமானமானவை. அவற்றின் மூலம் ஒரே கணிதவியல் கூற்று தான் கிடைக்கிறது. கிளாசியல் கூறிய வடிவத்தில் அது பின்வருமாறு அமையும். 'ஒரு மாற்றச் செயல்களின் சூழலின் இறுதியில் வெப்பமானது ஒரு குறைந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ள பொருளுக்கு வெளி உதவியின்றி அல்லது வேறு ஏதாவது விளைவுகளை ஏற்படுத்தாத வகையில் சென்றிருக்கவே முடியாது'. கெல்வின் பிரபுவின் கூற்று பின்வருமாறு: 'ஒரு மாற்றச் சூழலின் முடிவில் வேறு எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்தாமல் ஒரு தேக்கியிலிருந்து வெப்பம்

வெளிப்படுத்தப்பட்டு அதற்குச் சமமான வேலையும் உண்டாகியிருக்க முடியாது'. 'கெல்வின் பிரபுவின் கூற்றைப் பின்வருமாறும் அமைக்கலாம்' ஒரு பொருளை அதைச் சுற்றியிலுள்ள மற்ற பொருள்களை விடக் குறைவான வெப்ப நிலையில் வைத்துக் கொண்டு அதிலிருந்து தொடர்ச்சியாக ஆற்றலை அல்லது வேலையை வெளிப்படுத்த முடியாது.' கெல்வின் கூற்றைப் பின்வரும் எடுத்துக்காட்டிலும் மூலம் விளக்கலாம். வேலையைத் தொடர்ச்சியாகவும் முழுமையாகவும் வெப்பமாக மாற்ற முடியும். எ-டு: ஏராளமான ஓட்டித் தேய்ப்பதன் மூலம் வேலையைச் செலவழிக்கலாம். அந்தப் பானங்கள் நீரை விட மிக நுண்ணிய அளவு அதிக வெப்ப நிலையை அடையும் அப்போது வெப்பப் பாய்வின் மூலம் ஆற்றல் பானங்களிலிருந்து நீருக்குப்போகும். இந்த நிகழ்வை முடிவிலாது, இடையறாது நடைபெறச் செய்யலாம். முழு வேலையும் வெப்பமாக மாற்றப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் நீரிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்து அதை முழுமையாக வேலையாக மாற்றினால் கூடவே வேறு ஏதாவது ஒரு விளைவும் தோன்றுகிறது. எ-டு: ஒரு உருளைக்குள் இருக்கிற வளிமத்தை நேர் மாறாக்கத் தக்க வகையில் விரியச் செய்யத் நீரிலிருந்து வாயுவுக்கு வெப்பத்தை அனுப்பலாம். நீரிலிருந்து பெறப்பட்ட வெப்பம் முழுவதும் வேலையாக மாற்றப்படும். ஆனால் வளிமத்தின் பருமம் அதிகரித்துவிட்டபடியால் அதன் நிலைமாறிவிடுகிறது. அந்த வளிமத்தை அதன் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு போக வேண்டுமானால் வேலையாக மாற்றப்பட்ட வெப்பத்தை மறுபடியும் வெப்பமாக மாற்றாமல் முடியாது. காரதியோடரி (caratheodory) என்பவர் வெப்ப இயக்கவியலின் ஒரு முக்கியமான கருத்தை வெளியிட்டிருக்கிறார். 'ஓர் அமைப்பின் சமநிலை நிலையின் அன்மையில், ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்வால் எட்ட முடியாத நிலைகள் உள்ளன என்பதே அந்தக் கருத்து. அதை வெப்ப இயக்கவியலின் வேறு ஒரு சொல் வடிவமாகவோ, கெல்வின் அல்லது கிளாசியல் கூற்றுகளிலிருந்து வருவிக்கப்பட்ட ஒரு கருத்தாகவோ எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதிலிருந்து தொடங்கி வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியின் கணிதப்பின் விளைவுகளை உருவாக்குவது ஒரு திறன் மிக்க செயல்முறை ஆகும். காரதியோடரி தனது கருத்தைத் தான் உருவாக்கிய ஒரு கணிதத் தேற்றத்துடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்தினார். $dQ_{irr} = \tau ds$

என்ற சமன்பாடு ஒரு நேர்மாறாகத் தக்க மாற்றத்துக்குப் பொருத்தமாக இருக்கிற வகையில் S என்ற ஒரு நிலைச் சார்பெண்ணும் T என்ற ஒரு தொகையீட்டுக் காரணியும் உள்ளதை உய்த்துணரவ தற்காக அவர் அந்தக் கணிதத் தேற்றத்தை உருவாக்கினார். S என்ற நிலைச் சார்பெண் இயல்பாற்றல் எனப்படுகிறது. τ என்பது தனி வெப்ப நிலை. ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற அமைப்பில் உள்ள இயல்பாற்றல், ஒரு நேர் மாறாகக் முடியாத மாற்றத்தின்போது அதிகரிக்கிறது எனவும் நேர் மாறாகக் கூடிய மாற்றத்தில் மாறிலியாக இருக்கிறது எனவும் மெய்ப்பிக்கலாம். சமநிலை எட்டப்படும் வரை ஓர் இயற்கையான மாற்றத்தில் இயல்பாற்றல் அதிகரித்து சமநிலை எட்டப்பட்டவுடன் தனது பெரும மதிப்பில் மாறிலியாக இருந்து விடுகிறது.

இரண்டாவது விதியின் கணிதவியல் கூற்றின் முதல் பகுதியின் மூலம் பின்வரும் மிக முக்கியமான வெப்ப இயக்கவியல் சமன்பாட்டை எழுத முடிகிறது.

$$du = Tds - pdv$$

இந்தச் சமன்பாடு நேர் மாறாகத் தக்க மாற்றங்களுக்காக வருவிக்கப்பட்டதாயிருந்தாலும், இது எல்லா விதமான மாற்றங்களுக்கும் பொருத்தமாக இருக்கிறது. இதில் உள்ள எல்லா அளவுகளும் நிலைச் சார்பெண்கள். எனவே இரண்டு நிலைகளுக்கு இடையிலான மாற்றம் நேர் மாறாகக் முடியாத பாதையில் நிகழ்ந்தாலும் இந்தச் சமன்பாட்டின் தொகையீடு அந்த மாற்றத்துக்குச் செல்லுபடி ஆகும். அதாவது p_1, p_2 என்ற அளவுகள் உள்ள ஒரு நிலையிலிருந்து p_2, t_2 என்ற அளவுகள் கொண்ட வேறு நிலைக்கு மாற்றம் ஏற்படும் போது $\Delta U, \Delta V, \Delta S$ ஆகியவற்றுக்கு நிச்சயமான மதிப்புகள் இருக்கும். அவை அந்த இரண்டு நிலைகளை மட்டுமே பொறுத்ததாகவும், மாற்றம் ஏற்பட்ட பாதையைப் பொறுத்து அமையாதவையாகவும் இருக்கும்.

மேற்சொன்ன கணிதவியல் கூற்றின் இரண்டாவது பகுதி, நிகழ்வுகளின் திசையைப் பற்றிய இயற்பியல் கூற்றுகளின் ஒரு சுருக்கமான பொழிப்புரை ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பொருளுக்கு வெப்பம் மட்டுமே மாற்றப்படுவதாகக் கொள்வோம். இந்த

வெப்ப மாற்றத்தின் காரணமாக $dq = du$ என ஆகும் படியாக ஒரு நிச்சயமான நிலை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இயல்பாற்றலில் ஏற்படுகிற நிச்சயமான மாற்றம் $ds = dq/T$ ஆகும். T_2 என்ற வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து T_1 என்ற வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளுக்கு dq என்ற அளவில் வெப்பம் மாற்றப்பட்டால், எண்ட்ரோபியில் ஏற்பட்ட மாற்றம் பின்வருமாறு

$$ds = ds_1 + ds_2 = dq/T_1 - dq/T_2 = dq(T_2 - T_1) / T_1 T_2$$

ds நேரினமாகவோ சுழியாகவோதான் இருக்க முடியும். எனவே $T_2 > T_1$ எனவே வெப்பம் சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்குத்தான் பாய முடியும்.

இயல்பாற்றல் கூற்றில் இரண்டாம் பகுதியில் சமநிலையைப் பற்றிய முக்கியமாக கருத்தும் இடம் பெற்றுள்ளது. ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற அல்லது தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பின் சமநிலை நிலையில் இயல்பாற்றல் பெரும மதிப்புள்ளதாக இருக்கும். எனவே $ds=0$ என அமைத்துச் சமநிலை நிலைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இயல்பாற்றல் பெருமமாக இருக்கும் போது $d^2s < 0$ கட்டச் சமநிலை பற்றிய ஆய்வில் முக்கியமான நிலைத்தன்மை பற்றிய கருத்துக்கு இது இட்டுச் செல்கிறது. ஓர் அமைப்பு அதன் சுற்றுப்புறங்களுடன் வெப்பத் தொடர்பு கொண்டிருந்தால் அதன் இயல்பாற்றல் குறையலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வளிமத்தை மாறா வெப்ப நிலையில் சுருங்கும் போது அதன் இயல்பாற்றல் குறைகிறது. ஆனால் சுற்றுச் சூழல்களில் அதைவிடப் பெரிய அளவில் எண்ட்தபி அதிகரிக்கிறது. எண்ட்ரோபியில் ஏற்படும் மொத்த மாற்றம் எப்போதும் நேரினமாக இருக்கும். கிளாசியஸ் வெப்ப இயக்கவியலின் முதலாவது விதியையும் இரண்டாவது விதியையும் பின்வருமாறு கூறினார் 'உலகத்தின் ஆற்றல் மாறிலியானது. உலகத்தின் எண்ட்ரோபி ஒரு பெருமத்தை நோக்கிச் சென்று கொண்டிருக்கிறது'.

வெப்ப இயக்கவியலின் முக்கியப் பகுதிகளில் நிலைகளுக்கிடையிலான எண்ட்ரோபி

மாற்றங்களையும், உள்ளிட ஆற்றல் மாற்றங்களையும் பற்றியே கவனம் செலுத்துகிறோம். ஆனால் மூன்றாவது விதி இயல்பாற்றலுக்கான ஒரு சார்பிலா அளவை வரையறுக்கிறது. சார்பிலாச் சுழி வெப்ப நிலையில் லட்சியத்தன்மையான படிக உருக்கொண்ட எல்லாத் திண்மங்களுக்கும் எண்ட்ரோபி மதிப்பு சுழியாக இருக்கும் என்று அது கூறுகிறது. இந்த மூன்றாவது விதி முக்கியமாகப் பழங்கொள்கை வெப்ப இயக்கவியலில் சார்பிலா இயல்பாற்றல்களைக் கணக்கிடப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவற்றுடன் வெப்ப வேதியியல் தரவுகளைப் பயன்படுத்தி வேதியியல் சமநிலையைக் கணக்கிட முடியும். ஆனால் மூன்றாவது விதியின் அடிக்கற்கறை மூலக்கூறுக் கொள்கையில் தான் காண முடியும். அதற்குப் புள்ளி எந்திரவியல் கணக்கீட்டு முறைகள் தேவைப்படும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.B. Rajam, C.L. Arora, *Heat and Thermo dynamics*, S. Chand & Co., New Delhi-1983.

வெப்ப இயக்க நிகழ்ச்சிகள்

பொருளும் ஆற்றலும் சேர்ந்திருக்கிற ஓர் அமைப்பில் வெப்ப விளைவுகள் ஏற்படும்போது அதன் பண்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் வெப்பஇயக்கவியல் நிகழ்வு எனப்படும். ஒரு நிகழ்வில் பங்கு கொள்ளும் பொருள்கள் முதலில் ஆய்வுக்கு உரிய ஓர் அமைப்பாக அடையாளம் காணப்படுகின்றன. அந்த அமைப்பில் எல்லைகள் நிறுவப்படுகின்றன. அமைப்பின் தொடக்க நிலை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. நிலைகள் மாறுகின்ற பாதைகள் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. இறுதியாக வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வை நிறுவுவதற்கான கூடுதல் தகவல்கள் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இந்தச் செயல்படிகள் பின்வரும் பகுதிகளில் விவரிக்கப்படும். எல்லா வேளைகளிலும் வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதிக்கும் இரண்டாம் விதிக்கும் ஒத்து வருகிற செயல் முறைகளே அனுமதிக்கப்படும். ஆற்றல்

அழிக்கப்படுவதோ புதிதாக ஆக்கப் படுவதோ இல்லை. அமைப்பின் எண்ட்ரோபியும், அதன் சுற்றுப்புறங்களின் எண்ட்ரோபியும் எப்போதும் அதிகரிக்கவே செய்யும். ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்வின் விளைவுகளை மதிப்பிட அந்த நிகழ்வில் பங்கு கொள்ளும் பொருள்களையும், அவற்றின் நிறைகளையும், ஆற்றல்களையும் பற்றிய விவரங்களை அறிந்து கொள்ளுதல் வேண்டும். ஆய்வுக்காக ஒரு பகுதி அல்லது அமைப்பு தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு அதிலுள்ள பொருள்கள் கண்டு பிடிக்கப்படுகின்றன. சூழ்நிலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் மாற்றம் அடையும் போது நிறையும் ஆற்றலும் இந்தப் பகுதிக்குள் நுழையவோ, இந்தப் பகுதியிலிருந்து வெளியேறவோ செய்யலாம். இவ்வாறு நிறையிலும் ஆற்றலிலும் ஏற்படுகிற மாற்றங்கள் காரணமாக அமைப்புக்குள்ளும் அதைச்சுற்றியுள்ள பகுதிக்குள்ளும் மாற்றங்கள் உண்டாகலாம். ஒரு பலூனிலிருந்து காற்று வெளியேறுவதால் அது சுருங்குவது, ஓர் அணு உலையில் திரவக் கரைசல் கொதி நிலைக்குச் சூடாக்கப்படுவது போன்ற நிகழ்வுகளில், அமைப்புச் சூழ்நிலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையில் மாற்றம் அடையும் போது மாற்றப்படுகிற நிறை மற்றும் ஆற்றலின் அளவை அமைப்பின் எல்லைகளில் கணக்கிட முடியும். ஓர் இரும்பு உருளையில் அடைக்கப்பட்ட வளிமத்தை எடுத்துக் கொண்டால் அந்த அமைப்பின் எல்லைகள் என்பதில் இரும்பு உருளையின்சுவர்களும் அடங்குமா என்ற கேள்வி எழுவது இயற்கையே. பகுப்பாய்வின் நோக்கத்தைப் பொறுத்தே இந்தக் கேள்விக்கான விடை அமையும். வளிமத்தின் வெப்பநிலை, அழுத்தம், பருமன் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்று மாறிலியாக உள்ள போது மற்ற அளவுகளில் ஒன்றில் ஏற்படும் மாற்றம் மற்றதை எப்படிப் பாதிக்கிறது என்பதை ஆராய்வது போன்ற, ஒரு வளிமத்தின் இயற்பியல் பண்புகளுக்கு இடையிலான உறவை நிர்ணயிப்பது மட்டுமே ஆய்வின் நோக்கமாக இருந்தால், வளிமத்தின் நடத்தைகளை மட்டும் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டால் போதுமானது. இரும்பு உருளையின் சுவர்கள் அமைப்புக்குள் அடங்கினவையாகக் கருதப்படத் தேவை இல்லை. ஆனால் வெளியிலிருந்து தரப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலான வெப்ப ஆற்றல் உருளைக்குள் இருக்கும் வளிமத்தின் வெப்பநிலையை

எந்த அளவுக்கு உயர்த்தும் என்று கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்று வைத்துக் கொள்ளுங்கள் அப்போது உருளையின் உலோகத்தில் வெப்ப எண்ணெயும், வளிமத்தின் வெப்ப எண்ணெயும் சேர்த்தே கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும். இத்தகைய நோக்கங்களில் இரும்பு உருளையும் அமைப்புக்குள் அடங்கியதாகவே கருதப்படல் வேண்டும். வெளியிலிருந்து செலுத்தப்படுகிற வெப்ப ஆற்றல் உருளையின் சுவர்கள் வழியாகவே உள்ளிருக்கும் வளிமத்தை அடைய வேண்டும். எனவே அமைப்பின் எல்லைகளுக்குள் இரும்பு உருளையின் சுவர்களும் அடங்கும். ஓர் ஆய்வகத்தில் சுவர்கள் நிச்சயமாக ஆய்வில் பங்கு கொள்ளும். எனவே அவற்றால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டே ஆக வேண்டும்.

ஒரு மாற்றம் நிகழும் பாதையைச் சரியாகக் கண்டு பிடிக்க அமைப்பின் தொடக்க நிலைகள் தீர்மானிக்கப்பட வேண்டும். வெப்பநிலை, அழுத்தம், பருமன் ஆய்வுப்பொருளின் அளவு ஆகிய மாறிகளின் எண் மதிப்புகள் குறிப்பிடப்பட வேண்டும். அமைப்பில் பல வகையான வேதியியல் பொருள்கள் இருக்குமானால், தேவையான மாறிகளின் எண்ணிக்கை, வெப்பநிலை, அழுத்தம் போன்ற இரண்டு அளவுகள் ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாக இருப்பது வழக்கம். ஆனால் இதற்கு விதி விலக்காக மாறுகிற மின் புலங்கள், மாறுகிற காந்தப்புலங்கள், வேறு சில நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட நிகழ்வுகள் ஆகியவை அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு ஓர் அமைப்பின் நிலையைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லத் தேவையான பண்புகளின் எண்ணிக்கை, அமைப்பின் சிக்கல் தன்மையைப் பொறுத்து அமைந்திருக்கிறது. அமைப்பு ஒரு நிலையிலிருந்து வேறு ஒரு நிலைக்கு மாறும் போது ஒரு நிகழ்வு ஏற்படுவதாகச் சொல்லப்படுகிறது. அமைப்புக்குள்ளேயோ, அமைப்புக்கும் அதன் சுற்றுப் புறத்துக்கும் இடையிலோ, வெப்பநிலை, அழுத்தம், அடர்த்தி போன்ற தீவிரமான ஒரு பண்பில் ஒரு சமநிலைக் குலைவு ஏற்படுகிற போதெல்லாம், அதனால் ஏற்படும் விசை ஒரு நிகழ்வைத் தொடக்கி வைத்து நிலை மாற்றத்தை உண்டாக்கலாம். ஓர் உறுதியான கட்டுக்குள் பல்வேறு வளிமங்கள் கூடியிருக்கும்போது அவற்றின் மூலக்கூறுச் செறிவுகள்

வேறுபட்டவையாக இருப்பது, அமைப்பு எல்லைகளுக்கு இரு புறத்திலும் உள்ள வெப்ப நிலைகள் வேறுபட்டிருப்பது, விறைப்பற்ற ஓர் அமைப்பின் எல்லைகளுக்குச் செங்குத்தாக உள்ள வெப்ப நிலைகள் வேறுபட்டிருத்தல், மின் கடத்தும் தன்மையுள்ள அமைப்பின் எல்லையின் குறுக்கே மின்னழுத்தத்தில் வேறுபாடுகள் இருப்பது ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும். சமன் செய்யப்படாத விசையினால் தோற்றுவிக்கப்படுகிற நிலை மாற்றத்தின் திசை, அந்த மாற்றத்தைத் தூண்டும் காரணியைக் குறைக்கிற விதத்தில் அமையும். இந்தக் காரணி குறையக் குறைய நிலை மாற்றத்தின் கால வீதங்களும் குறையும்.

மாற்றம் ஏற்படும் வீதம் குறைவதிலிருந்து எல்லா நிலைகளும் ஒரு புதிய சமநிலை நிபந்தனைகளை நோக்கிச் செல்லுகின்றன என்பதை உணரலாம். ஓர் அமைப்பின் எல்லைகளுக்குள்ளோ, அமைப்புக்கும் அதன் சூழ்நிலைகளுக்கும் இடையிலோ சமன் செய்யப்படாத விசைகள் எதுவும் செய்யப்படாத நிலை ஏற்படும் போது, எந்த விதமான எந்திரவியல் நிலை மாற்றமும் ஏற்படாது. அப்போது அந்த அமைப்பு ஓர் எந்திரவியல் சமநிலையில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படும். ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகிய வளிமங்களின் கலவையைப் போன்ற ஓர் அமைப்பு எந்திரவியல் சமநிலையில் இருந்தால் சில குறிப்பிட்ட சந்தர்ப்பங்களில் ஒரு வேதியியல் மாற்றத்துக்கு ஆளாகி விடலாம். ஓர் அமைப்புக்குள் இருக்கிற வேதியியல் ஆக்கக் கூறுகளில் எந்தவிதமான நிகர மாற்றமும் ஏற்படாவிட்டால் அந்தக் கலவை வேதியியல் தன்மையிலும், எந்திரவியல் தன்மையிலும் சமநிலையில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படும். இத்தகைய ஒரு சமநிலையில் அதைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளும் ஒரே வெப்ப நிலையிலோ அல்லது ஒரு வெப்பம் கடத்தாத எல்லையால் பிரிக்கப் பட்டதாகவோ இருந்தால் அமைப்பு வெப்பச் சமநிலையிலும் இருப்பதாகச் சொல்லலாம். இவ்வாறு ஓர் அமைப்பு எந்தவிதமான எந்திரவியல் நிலையிலும் வெப்பச் சமநிலையிலும் இருக்குமானால் அந்த அமைப்பு வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படும். அமைப்புக்குத் தனது ஆற்றலைச் சிறும அளவினதாக ஆக்கிக் கொள்ள இருக்கிற நாட்டமும், பெரும அளவிலான

சமவாய்ப்புத் தன்மையை எட்டுவதில் இருக்கிற நாட்டமும் ஒன்றையொன்று சமன் செய்கிற கட்டத்தில் சமநிலையின் நிலை அமைகிறது. வெப்ப இயக்கவியலில் ஓர் அமைப்பு சமநிலையில் உள்ள போது மட்டுமே அதன் நிலையை வரையறுக்க முடியும். ஒரு பேரளவு அமைப்பு மாற்றமில்லாத நிலையில் இருந்தாலும் அதற்குள் விரைவான மூலக்கூறு மாற்றங்கள் நடைபெற்றுக் கொண்டு தான் இருக்கின்றன. வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் பல்வேறு மாற்றங்களின் முன்னோக்கு வீதங்களும் பின்னோக்கு வீதங்களும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கும். பொதுவாக வெப்ப இயக்கவியலில் எடுத்துக் கொள்ளப்படும் அமைப்புகளில் பருப்பொருள்களின் கலவைகள் மட்டுமின்றிப் பொருள், ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கலவைகளும் அடங்கும். எடுத்துக்காட்டாக ஓர் அடுப்புக்குள் அடங்கியிருக்கிற மின் துகள்களாலான வளிமத்திற்கும் மின் காந்தக் கதிர் வீச்சுக்கும் இடையிலான சமநிலையைக் குறிப்பிடலாம்.

ஒரு சமன் செய்யப்படாத தீவிரமான காரணியின் விளைவாக ஓர் அமைப்பின் நிலை மாறுப்படுமாயின், அந்த நிலை மாற்றத்தை இறுதி நிலைகளின் பதங்களிலோ, இறுதிப் பண்புகளுக்கும் தொடக்கப் பண்புகளுக்கும் இடையிலான வேறுபாடுகளின் பதங்களிலோ விவரிக்கலாம். ஒரு நிலை மாற்றத்தின் பாதை எனப்படுவது, அமைப்பு ஒரு தொடக்க நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்குச் செல்லும் போது அது கடந்து செல்கிற பல்வேறு கட்டங்களின் வரிசையான நியமப்பாதை ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வளிமம் தனது வெப்ப நிலையை மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு தனது பருமத்தை இரு மடங்காக அதிகரித்துக் கொள்வதாக வைத்துக் கொள்வோம். இந்த அமைப்பு தனது தொடக்க நிலையிலிருந்து இறுதி நிலைக்குச் செல்லப் பல வழிகளை மேற்கொள்ள முடியும். வெப்ப நிலை மாறாக்க மாற்றத்தில் எப்போதும் வெப்ப நிலை மாறிலியாக இருக்கும். வெப்ப மாற்றீடற்ற மாற்றத்தில் முதலில் வளிமம் விரிவடையும் போது வெப்ப நிலை குறையும். பின்னர் வளிமத்தின் பருமத்தை மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு வளிமத்தைச் சூடாக்கித் தொடக்க வெப்ப நிலையை ஏற்படுத்திக் கொள்ளலாம். வளிம விரிவடையும் போது ஓர் உந்துத் தட்டினைத் தள்ள வைப்பதன் மூலம்

அதை வெவ்வேறு அளவிலான வேலைகளைச் செய்ய வைக்கலாம். இவ்வாறு ஒரு வளிமம் தனது வெப்ப நிலையை மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு தனது பருமத்தை மட்டும் இரு மடங்காக்கிக் கொள்கிற எளிய நிகழ்வில் கூட ஏராளமான வெவ்வேறு பாதைகளை ஏற்படுத்த முடியும். உட்கவரப்படும் வெப்பம் அல்லது வளிமம் செய்த வேலை தெரிந்த அளவில் இருக்க வேண்டுமானால் மாற்றம் ஏற்பட வேண்டிய பாதையைத் தெளிவாகவும் விவரமாகவும் குறிப்பிட்டு விட வேண்டும். எனினும் வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளில் ஏற்படுகிற மாற்றங்கள் அமைப்பின் தொடக்க நிலையையும் இறுதி நிலையையும் மட்டுமே பொறுத்தவை. அவை மாற்றம் ஏற்பட்ட பாதையைப் பொறுத்தவை அல்ல.

அமைப்புகள், எல்லைகள், நிலைகள், நிகழ்வுகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி மேலே தரப்பட்ட விவரிப்புகளுக்குப் பல கிளைத் தேற்றங்கள் உள்ளன. அவற்றுள் முதலாவது ஒரே மாதிரியான நிலைகளுக்கு எல்லா வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் என்பதாகும். அடுத்தது தொடக்க நிலைக்கும், இறுதி நிலைக்கும் இடையில் ஒரு பண்பில் ஏற்படும் மாற்றம், மாற்றத்தின் பாதையையோ நிகழ்வையோ பொறுத்தது அல்ல. மூன்றாவதாக இறுதி நிலைகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிற மாற்றத்தை உடையதாயும் மாற்றத்தின் பாதைச் சார்ந்திராததாயும் இருக்கிற ஓர் அளவு ஒரு புள்ளிச் சார்பெண்ணாகவோ (point function) ஒரு பண்பாகவோ இருக்கும். ஆனாலும் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியின் படி ஒரு குறிப்பிட்ட தொடக்க நிலையிலிருந்து எல்லா வகையான இறுதி நிலைகளுக்கும் போய்விட முடியாது என்பதையும், ஒரு குறிப்பிட்ட இறுதி நிலைக்குப் போகும் போது எல்லா விதமான பாதைகளையும் பயன்படுத்த முடியாது என்பதையும் நினைவில் இருத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

ஓர் அமைப்பின் நிலை ஒரு புள்ளிச் சார்பெண்ணாக இருப்பதைப் போலவே அந்த நிலையில் ஏற்படும் மாற்றம் அல்லது நிகழ்வு ஒரு பாதை சார்பெண்ணாக (path function) இருக்கிறது. ஓர் அமைப்பு ஒரு நிலையிலிருந்து வேறு ஒரு நிலைக்குச் செல்லுகிற பல்வேறு முறைகளை அல்லது

நிகழ்வுகளை, வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளை ஆயங்களாகக் கொண்ட ஒரு வரைப்படத்தில் ஒரு பாதைக்கோடாக, வரைந்து காட்டலாம். அழுத்தம், பருமன், வெப்ப நிலை ஆகியவை அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகிற வசதியான மாறிப் பண்புகள். அவற்றில் ஏதாவது இரண்டை சார்பிலா மாறிகளாக நிலையாக வைத்துக் கொண்டு மூன்றாவது சார்ந்த மாறியாகச் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்படு பொருளின் இந்த இயற்பியல் பண்புகளுக்கு இடையிலான தொடர்பைச் சித்தரித்துக் காட்ட இந்த மூன்று மாறிகளை ஒரு முப்பரிமாணமுள்ள வெளியில் அமைந்த மூன்று ஆயங்களாகப் பயன்படுத்தலாம். அதிலிருந்து விளையும் பரப்பு இந்தச் செயல்படு பொருளின் நிலைச் சமன்பாட்டின் சித்திரமாகும். பொருளின் எல்லாச் சாத்தியமான சமநிலை நிலைகளும் இந்த P.V.T பரப்பின் மேல் அமைந்து விடும். செயல்படுபொருளின் ஆவி, நீர்ம, திண்மநிலைகளைச் சேர்த்துக் கொள்கிற வகையில் இந்த P.V.T பரப்பு விரிவானதாக இருக்கலாம். செயல்படு பொருளின் எல்லாச் சமநிலை நிலைமைகளையும் ஒரு P.V.T பரப்பு குறிப்பிடுகிறபடியால், அப்பரப்பின் மேல் உள்ள எல்லாக் கோடுகளும் சாத்தியமான நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வுகளையோ, சமநிலை நிலைகளின் ஒரு வரிசையையோ குறிப்பது ஆகும். P.V.T பரப்பு பெரும்பாலான மெய்யான பொருள்களுக்கு மாதிரித் தன்மையில் உள்ளதாகும். அதில் சித்தரிக்கப்பட்டிருக்கிற செயல்படு பொருள் உறையும் போது சுருங்குகிறது. நீரம்ப் பரப்பிலிருந்து நீர்ம-திண்மப் பரப்புக்கும் போகிற போது வெப்ப நிலையும் குறைகிறது, பருமனும் குறைகிறது. இந்த நிபந்தனைகளுக்கு விதி விலக்காக உள்ள சில பொருள்களில் நீரும் ஒன்று. அது உறையும் போது அதன் பருமம் அதிகமாகிறது. அதன் பரப்பு திண்மக் கட்டமும் திரவக் கட்டமும் தொட்டுக் கொள்கிற இடத்தில் சற்றே மாறுபட்டதாக இருக்கும்.

$f=c-p+2$ என்பது கிப்சின் (gibbs¹) கட்டவதி, இதில் f என்பது உரிமைப்படி. இந்த முழு எண், ஒன்றையொன்று சாராத வகையில் மாற்றக் கூடிய தீவிரப்பண்புகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிப்பிடுகிறது. வெப்பநிலை, அழுத்தம், மோல் பின்னம், ஆக்கக் கூறுகளின் வேதி அழுத்தம் ஆகியவை இத்தகைய தீவிரப் பண்புகளில் சில அவற்றை மாற்றுவதன் மூலம்

அமைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட சமநிலை நிலையை ஏற்படுத்தலாம். P என்பது வளிமம், நீர்மம் திண்மம் ஆகிய கட்டங்களின் எண்ணிக்கை. C என்பது அமைப்பில் உள்ள ஆக்கக் கூறுப் பொருள்களின் எண்ணிக்கை. ஒரே ஆக்கக் கூறு உள்ள ஓர் அமைப்பை எடுத்துக் கொள்வோம். அது ஆவி, நீர்ம, திண்மக் கட்டங்களில் ஏதாவது ஒன்றில் இருக்கட்டும். சம நிலையில் இந்த அமைப்புக்கு இரண்டு உரிமைப்படிகள் உண்டு. அதாவது அதன் கட்டத்தை குறிப்பிட இரண்டு தன்னிச்சையான வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். அழுத்தம், வெப்ப நிலை, அலகு நிறைப் பருமன், உள்ளிட ஆற்றல், எந்தால்பி, எண்ட்ரோபி போன்றவை ஒரு பொருளில் அளவறுதியில் மதிப்பிடக் கூடிய வெப்ப இயக்கவியல் பண்புகள் ஆகும். இவற்றிலிருந்து ஏதாவது இரண்டைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம். அவற்றின் மதிப்புகள் தீர்மானிக்கப்பட்டு விட்டபின் அவை ஒன்றையொன்று சாராதவையாக இருப்பதாகத் தெரிய வந்தால் அந்த நிலை கண்டுபிடிக்கப்பட்டு மற்ற எல்லாப் பண்புகளின் மதிப்புகளும் நிர்ணயிக்கப் படுகின்றன. இரண்டு கட்டங்கள் சமநிலையில் உள்ள ஓர் ஒற்றை ஆக்கக் கூறு அமைப்பின் உரிமைப்படிகளின் எண்ணிக்கை ஒன்று ஆகும். ஒரு மூடப்பட்ட பாத்திரத்தில் ஒரு நீர்மம் அதன் ஆவியும் சமநிலையில் இருப்பதை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். அதில் ஒரு தீவிரப்பண்பை மட்டுமே தன்னிச்சையாகக் குறிப்பிட முடியும். மூன்று கட்டங்கள் சமநிலையில் இருக்கிற ஓர் ஒற்றை ஆக்கக் கூறு அமைப்பின் உரிமைப் படிகளின் எண்ணிக்கை சுழியாகும். திண்ம -நீர்ம, திண்ம-ஆவி, நீர்ம-ஆவி ஆகிய மூன்று பரப்புகளும் பரும அச்சுக்கு இணையாக உள்ள கோடுகளால் உண்டாக்கப்பட்டவை என்பது விளங்கும். அழுத்தமும் வெப்ப நிலையும் மாறிலியாக உள்ள இத்தகைய கோடுகளின் வழியாக அமைப்பு நகரும் போது ஒரு வெப்பப்பரிமாற்றமும், இரண்டு, கட்டங்களின் சார்பு விகிதத்தில் ஒரு மாற்றமும் ஏற்படுகின்றன. இந்த மாற்றத்தின் போது இயல்பாற்றலையும் அதிகமாகிறது. இந்த முப்பரிமாணப் பரப்பை ஒரு P.T தளத்தில் வீழ்த்தலாம். மூன்று கட்டங்களும் சமநிலையில் உள்ள புள்ளி மும்மைப் புள்ளி (Triple point) எனப்படுகிறது. மும்மைப்புள்ளியில் வெப்பநிலை மாறுதான வெப்ப நிலையை விட அதிகமாக இருந்தால், வளிமக் கட்டம்

மட்டுமே தோன்ற முடியும். மாறுதலான வெப்ப நிலைக்குக் கீழே வளிம வேறு ஒரு கட்டத்துடன் கூடியிருக்க முடியுமானால் அது ஆவி (vapour) எனப்படுகிறது. நீரின் P.T வரைபடத்தில் திண்ம-திரவக் கோடு மும்மைப்புள்ளியிலிருந்து மேல்நோக்கி இடது பக்கமாகச் செல்லும். குறைந்த அழுத்தப் பகுதியிலிருந்து உயர் அழுத்தப் பகுதிக்குத் திண்ம-நீர்மக் கோட்டைக் கடந்து செல்கையில் நீர் தன்மை நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கு மாறுகிறது. அதாவது அழுத்தத்தைச் செலுத்தும்போது பனிக்கட்டி உருகிறது.

இந்தத் தளத்தில் உள்ள நேர்மாறாக்கத் தக்க பாதைகளுக்குக் கீழேயுள்ள பரப்பு. அந்த நிகழ்வின் போது செய்யப்பட்ட வேலையில் அளவைத் தரும் என்பதே அது. ஓர் உராய்வற்ற உந்துத்தண்டு பொருத்தப்பட்ட உருளையில் ஒரு வளிமம் மிகச் சிறிய அளவில் விரிவு அடைவதாகக் கொள்வோம். இந்த விரிவு சற்றுப் புறங்களின் மேல் பயனுள்ள வகையில் ஒரு நுண்ணிய வேலை செய்வதாக வைத்துக் கொள்வோம். அந்த நுண்ணிய வேலையின் அளவு dw எனில் $dw = F \cdot dl$. இதில் F என்பது வளிமம் செலுத்திய விசை. dl என்பது அந்த விசையினால் உந்துத்தண்டு நகர்த்தப்பட்ட மிக நுண்ணிய தொலைவு. F என்கிற விசை PA -க்குச் சமம். இதில் P என்பது அழுத்தம். A என்பது உந்துத்தண்டின் பரப்பளவு. $Adl = dv$ என்ற மிக நுண்ணிய பரும மாற்றம். $dw = PAdl = Pdv$. இந்த விரிவின் போது செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை $w = pdv$ இந்தத் தொகையீடு விரிவைக் காட்டும் வரைகோட்டின் கீழே உள்ள பரப்புக்குச் சமம் என்பதை அறியலாம். இவ்வாறு P-V தளத்தில் உள்ள பரப்புகள் விரிவு நிகழ்வின் போது செய்யப்பட்ட வேலைகளின் அளவுகளைக் கொடுக்கின்றன.

அழுத்தம், வெப்பநிலை, காந்தப்புலம் போன்ற பண்புகள் தீவிரமானவை (intensive) எனப்படும். பருமன், நிறை, காந்தமாக்கல் போன்றவை விரிவான பண்புகள் (extensive) ஆற்றல் அளவுகளை ஒரு தீவிரமான பண்பு, ஒரு விரிவான பண்பு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகையாகக் குறிப்பிடலாம். இவ்வாறு dw என்ற வேலையின் வகையீடு வடிவ அளவு, ஒரு பரப்பின் மேல் செலுத்தப்படுகிற அழுத்தம் P , அந்தப் பரப்பு கடந்து

சென்ற நுண்பருமம் dv ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகையாகச் சித்தரிக்கப்படுகிறது. ஒரு வளிமம் விரிவடையும் போது அது சுற்றுப்புறங்களின் மேல் வேலை செய்கிறது. இத்தகைய வேலைகளில் பல வகைகள் உள்ளன. ஒரு மின்கடவாப் பொருளில் (dielectric) முனைவாக்கத்தை (Polarization) ஏற்படுத்தல், ஒரு பொருளில் காந்தத் தன்மையை ஏற்றுதல், ஒரு கம்பியை இழுத்து நீளத்தை அதிகமாக்கல், புதிதாக ஒரு பரப்பை உண்டாக்குதல் ஆகியவை இவற்றில் சில. இந்த எல்லா நிகழ்வுகளிலும் செய்யப்பட்ட நுண்ணளவு வேலை $dw = xdx$ ஆகும். இதில் x என்பது பொதுவாக்கப்பட்ட விசை. அது காந்தப்புலம், மின்னழுத்தம், பரப்பு இழுவிசை போன்ற தீவிர அளவுகளில் ஏதாவது ஒன்றாக இருக்கலாம். dx என்பது அமைப்பில் ஏற்படும் ஒரு பொது வாக்கப்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி. எனவே அது ஒரு விரிவான அளவு. மின் முனைவாக்கம், காந்தமாக்கல், ஒரு கம்பியின் நீளத்தில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு, புறப்பரப்பளவு மாற்றம் ஆகியவை இத்தகைய இடப்பெயர்ச்சிக்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். இந்த அணுகு முறையை விரிவுபடுத்தி மாற்றப்பட்ட வெப்பத்தை வெப்பநிலை என்ற தீவிரப்பண்பு, இயல்பாற்றல் என்ற பரவலான அல்லது விரிவான பண்பு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகையாகக் குறிப்பிடலாம். dQ என்ற மிக நுண்ணிய வெப்ப அளவு ஒரு நேர்மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வில் மாற்றப்பட்டால், இந்த நிகழ்வைக் கணிதவியல் வடிவில் $dQ = Tds$ என எழுதலாம். இதில் T என்பது தனி வெப்ப நிலை. ds என்பது எண்ட்ரோபியில் ஏற்பட்ட மிக நுண்ணிய மாற்றம். மேலும் இந்த நேர்மாறாக்கத் தக்க வெப்ப மாற்றத்தை அடைகிற அமைப்பில் நிலை மாற்றத்தை ஒரு வரைபடமாக வரைந்து காட்டலாம். தனி வெப்ப நிலையும் இயல்பாற்றலையும் அந்த வரைபடத்தின் ஆயங்களாக இருக்கும். இந்த வரைபடத்திலுள்ள கோட்டுக்கும் கிடை ஆய அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பளவு இந்த நிகழ்வின் போது மாற்றப்பட்ட மொத்த வெப்பத்தின் அளவுக்குச் சமமாக இருக்கும். ஒரு நிறையில் அடங்கியுள்ள அல்லது அதனுடன் சம்பந்தப்பட்ட எல்லா ஆற்றலையும் பயனுறு வேலையாக மாற்றிவிட முடியாது. இலட்சியத் தன்மையான சூழ்நிலைகளில் மட்டுமே கைவசம் இருக்கிற மொத்த ஆற்றலின் ஒரு பின்னத்தை பயனுறு வேலையாக மாற்ற முடியும். நேர்மாறாக்கத் தக்க

நிகழ்வுகளில் பெரும அளவில் கிடைக்கக் கூடிய பயனுறு ஆற்றலைத் தக்க வைத்துக்கொள்கிற லட்சியத் தன்மையான மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. ஒரு நேர்மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வில் செயல்படும் பொருள் எப்போதும் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையில் இருக்கும். பாகியல், உராய்வு, மீள்தன்மையில்லாமை, மின்தடை, காந்தத் தயக்க போன்ற ஆற்றலை வீணாக்கும் விளைவுகள் நேர் மாறாக்கத்தக்க நிகழ்வுகளில் பங்கு கொள்ளாது. இவ்வாறு அமைப்பு உள்ளீடத் தன்மையிலும், அதன் சுற்றுப் புறங்களுடன் ஒரு வரிசையான வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலைக் கட்டங்களைக் கடந்து செல்கிற வகையில் நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வுகள் ஒரு போலி மாறாத் தன்மையில் முன்னேறும். இந்தநிலை வரிசையை ஒரு திசையில் கடப்பதைப் போலவே எதிர்த் திசையிலும் கடந்து வரலாம்.

ஆற்றலை வீணாக்கும் விளைவுகள் இல்லாத போது, ஒரு நிகழ்வின் போது ஒரு திசையில் அமைப்பு செய்த பயனுறு வேலை முழுவதையும், மாறான நிகழ்வின் போது அமைப்புக்குத் திரும்பக் கொடுத்து விடலாம். இத்தகைய ஒரு நிகழ்வு நேர்மாறாக்கப்பட்டு அமைப்பு தனது தொடக்க நிலைக்குத் திரும்பி வரும் போது அது சுற்றுப் புறங்களில் ஒரு விளைவை ஏற்படுத்திவிடும். ஏனெனில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியின் படி ஆற்றல் மாற்ற நிகழ்வுகளில், ஆற்றலின் வடிவம் சிதைவுறவே செய்கிறது. வெப்ப மூலத்தை உள்ளிட்ட அமைப்பின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி உயர் வெப்ப நிலைப் பகுதியிலிருந்து குறைந்த வெப்ப நிலைப் பகுதிக்கு வெப்பமாகக் கடத்தப்பட்டு விடுகிறது. குறைந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள தொட்டியில் (sink) கழிக்கப்பட்ட வெப்பத்தை மீட்க முடியாது. வெப்ப மூலம், தொட்டி ஆகியவற்றை உள்ளடக்கிய அமைப்பை அதன் தொடக்க நிலைக்குத் திரும்பக் கொண்டு வர வேண்டுமானால் அந்த அமைப்பு ஒரு திசையில் செயல்பட்ட போது செய்த பயனுறு வேலையை விட அதிகமான ஆற்றலை அதற்குத் தர வேண்டியிருக்கிறது. நிகழ்வு வெப்ப விளைவுகள் எதுவும் இல்லாத எந்திரவியல் நிகழ்வாக மட்டுமே இருந்தால், அமைப்பு, அதன் சுற்றுப்புறம் ஆகிய இரண்டையுமே அவற்றின் தொடக்க நிலைமைகளுக்குத் திரும்பக் கொண்டு வந்துவிடும்.

முடியும்.

ஆற்றல் வீணாகும் விளைவுகள் இல்லாத ஒரு போலி மாறாத் தன்மையுள்ள நிகழ்வின் நிபந்தனைகளை நிறைவு செய்தல் முடியாத காரியம். நேர்மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வு என்பது நடைமுறையில் காண முடியாத ஒரு லட்சியத் தன்மையான கற்பிதம் ஆகும். ஆனால் கொள்கை அடிப்படையிலான கணக்கீடுகளுக்கு அது பெரும் உதவி செய்கிறது. முறையே T_1 , T_2 என்ற இரண்டு வெப்ப நிலைகளில் உள்ள ஒரு சூடான மூலத்திற்கும் ஒரு குளிர்ந்த தொட்டிக்கும் இடையில் செயல்படுகிற ஒரு லட்சியத் தன்மையான நேர் மாறாக்கத் தக்க வெப்ப எஞ்சின் மூலத்திலிருந்து தொட்டிக்கு இடம் மாற்றப்படுகிற வெப்ப ஆற்றலில் $(T_1, T_2)/T_1$ என்ற பின்னத்தைப் பயனுறு வேலையாக மாற்றும். சாதாரணமான வெப்ப இயக்கவியல் துணை அளவுகளில் ஏதாவது ஒன்று மாறிலியாக அமைகிற நான்கு நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வுகள் உள்ளன. ஒரு மூடப்பட்ட அல்லது பாய்வு அற்ற அமைப்பிற்கான பொதுவான நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வு பன்மை எண்ட்ரோபி நிகழ்வு (polysioptic process) எனப்படும்.

நேர்மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகள். ஆற்றல் வீணாகும் விளைவுகள் அற்ற ஒரு போலி மாறாத் தன்மையுள்ள நிகழ்வின் லட்சியத் தன்மையான சூழ்நிலைகளிலிருந்து ஒரு நடைமுறை அமைப்பில் காணப்படும் உண்மையான மாற்றங்கள் வேறுபட்டதாக இருக்கும். லட்சியத் தன்மையான சூழ்நிலையிலிருந்து வழுவிய அளவு, நிகழ்வின் நேர்மாறாக்க முடியாத தன்மையின் அளவாகும். எடுத்துக்காட்டாக நடைமுறையில் ஏற்படும் விரிவு வரம்பிலியான தன்மையில் மெதுவாக நடைபெறுவதில்லை. அது ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நடந்து முடிந்து விடுகிறது. இத்தகைய விரிவுகளின் போது கருவிகளின் உறுப்புகள் ஒன்றோடொன்று உராய்கின்றன. பாய்மத்தில் குழப்பங்கள் ஏற்படலாம். அழுத்த அலைகள் உருளைக்குள் அங்குமிங்கும் பாயும். வரையறுக்கப்பட்ட வெப்ப நிலைச் சரிவுகள் வெப்ப மாற்றத்தை இயக்கலாம். இவ்வாறான ஆற்றலை வீணாக்கும் விளைவுகள் காரணமாக, மெய்யான நேர் மாறாக்க முடியாத விரிவுகளினால் செய்யப்படும் வேலையின் அளவு அவற்றை ஒத்த நேர்

மாறாக்கக் கூடிய விரிவுகள் செய்வதாகக் கருதப்படுகிற லட்சியத் தன்மையான வேலையின் அளவைவிடக் குறைவாகவே இருக்கின்றது. ஒரு நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வுக்கு முன்னர் கூறிய படி இயல்பாற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் $ds = dq/\mu$ நேர் மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகளில் குழப்பங்களினாலும் இழப்புகளினாலும் இயல்பாற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. அந்த நிலையில் $ds, dq/\mu$ விடப் பெரியதாக இருக்கும்.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல்கள். Rajan, J.B.Arora, C.L. *Heat and Theruodynamics*, S.Chand, New Delhi, 1983; Kittel, C. *Thermal Physics* Wiley, New York, 1969.

வெப்ப இயக்க விதிகள்

இயல்பிய, இயைபிய வழிமுறைகளில் தோன்றக்கூடும் ஆற்றல் மாற்றங்களைப் பற்றிய அறிவியல் துறை வெப்ப இயக்கவியல் (thermodynamics) எனப்படுகிறது. மற்ற அறிவியல் பிரிவுகளைப் போலவே இத்துறையும் ஆய்வு வழியில் அறியப்பட்ட உண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. எனினும், வெப்பவியக்கவியலுடன் தொடர்பு கொண்ட ஆய்வுகள் யாவை என்ற வினாவுக்கு எளிதில் பதில் கூறிவிடலாம். ஆற்றல் மாற்றம் தேவைப்படும் அல்லது உடன் விளைவாகும் எந்த ஆய்வின் முடிவும் வெப்பவியக்கவியலின் கொள்கையை அறுதியிடுவனவாகும். ஆற்றல் மாற்றத்திற்குட்படாத நிகழ்ச்சி ஏதும் பேரண்டத்தில் (universe) எங்கும் இருக்க முடியாதாகையால், அறிவியல் அல்லது பொறியியல் துறையில் நடத்தப்படும் எந்த ஆய்வும் வெப்பவியக்கவியலுக்குச் சான்றாகும். நிகழ்த்தப்பட்ட ஆய்வு முடிவுகளுக்கு விளக்கம் அளிப்பதோடு நில்லாமல், நிகழ்ச்சிகள் அமைவதற்கான வாய்ப்பு, வாய்ப்பின்மை ஆகியவற்றை முன்கூட்டியே அறிந்து கொள்ளவும் வெப்ப வியக்கவியல் பெருந்துணைபுரிகிறது. வெப்பவியக்கவியல் ஒரு செயலை நிகழ்க்கூடியது என்று கட்டியங்கூறினால்

நிகழ்வல்லது. மாறாக, வெப்பவியக்கவியல் ஒரு செயலை நிகழ்த்தக்க எனக் குறிப்பிடின, அச்செயல் தனித்த நிலையில் நிகழாது. துல்லியமாக ஆருடம் கூறக்கூடிய வெப்பவியக்கவியலுக்கம் செயல் வரம்பு உள்ளது. இந்த அறிவியல் பிரிவில் காலம் (time) ஒரு காரணியாகக் கருதப்படுவதில்லை. எனவே, ஒரு வினை அல்லது செயல் எத்துணை விரைவாக நிகழும் என்று வெப்பவியக்கவியலின் துணை கொண்டு அறிய முடியாது. எடுத்துக்காட்டாக, வெப்பவியக்கவியல் அடிப்படையில் ஹைட்ரசனும், ஆக்சிசனும் இணையும் வினை உடனே மிக விரைவாக நிகழ்கின்றது. வெப்பவியக்கவியலின் கற்றுப்படி கண்ணாடி தானாகவே படிக்கநிலையை அடையக் கூடியது. பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே தயாரிக்கப்பட்ட கண்ணாடி லண்டனில் தொல்பொருள் காப்பகத்தில் இன்று வரை படிக்கநிலையை எய்தவில்லை. மனிதனைப் பொருத்தவரை ஆயிரம் ஆண்டுகள் நீண்ட கால அளவாக இருக்கலாம். இயற்கையைப் பொருத்தவரை இக்கால அளவு ஒரு வினாடிப் பொழுதாக இருக்கக் கூடும்.

வெப்ப இயக்கவியலைப் பற்றி படிக்கையில் மறறொரு உண்மையை மனதில் இருத்த வேண்டும். பொருளின் மொத்த திரள்நிலைக்குத் தான் வெப்பவியக்கவியல் விதிகள் பொருந்துவனவேயில்லாது, பொருளில் உள்ளடங்கிய மூலக்கூறுகள் மற்றும் அணுக்களின் பண்புகளுக்கும் இவ்விதிகளுக்கும் தொடர்பு இல்லை. வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள் அணுவியலுடன் தொடர்பற்றது என்ற உண்மையை ஒரு குறையாகக் கருத இடமில்லை. ஏனெனில், புள்ளி இயக்கவியல் (statistical mechanics) என்ற கணிதப் பிரிவின் வாயிலாக இத்தொடர்பு ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

வெப்ப இயக்கவியலின் தனிமொழி

வெப்ப இயக்கவியலுக்கென்றே சில சொற்றொடர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேறு சில பொதுச் சொற்றொடர்களுக்கு இத்துறையில் பயன்படுத்தும் போது தனியாக பொருள் உள்ளது. இங்கு அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும் சொற்களுள் சில வருமாறு:

அமைப்பு: பேரண்டத்தில் (universe)

எப்பகுதியைப் பற்றி அறிய முயற்சிக்கப்படுன்றதோ அப்பகுதியை அமைப்பு (system) என்பர். அறிமுறை ஆராய்ச்சிக்காகவோ, ஆய்வுக்காகவோ தனித்தாக்கப்பட்ட இவ்வமைப்பைத் தவிர்த்து மற்றைய பகுதிகள் யாவும் அத்தருணத்தில் சூழல் (surroundings) எனப்படும். எனினும், அன்றாட ஆய்வுகளில் சூழல் என்பது அமைப்பை அருகாமையில் சூழ்ந்துள்ள பகுதியையே முறிக்கும். ஒரு உருளையில் வளிமத்தை நிரப்பி, அதனை ஒரு வெப்பநிலைக் காப்பானுக்குள் அமிழ்த்தினால், வாயு அமைப்பாகவும், வெப்பநிலைக் காப்பான் சூழலாகவும் கருதப்படும்.

அமைப்புகளில் மூன்று வகை உள்ளன.

1. திறந்த அமைப்பு (open system). இது சூழலுடன் ஆற்றல், பருப்பொருள் இரண்டினையும் பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளும்.

2. மூடிய அமைப்பு (closed system). சூழலுடன் ஆற்றலை மட்டுமே பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளத்தக்கது. அமைப்பின் பொருளடக்கம் மாறாது.

3. தனித்த அமைப்பு (isolated system). ஆற்றல், பொருள் இரண்டில் எதையுமே சூழலுடன் பரிமாற்றம் செய்ய இயலாதது.

ஒர் அமைப்பின் வரையறையில் முழுமை காண்பதற்கு அவ்வமைப்பின் பண்புகள் நன்கறியப்பட வேண்டும். பண்புகள் தெளிவாக்கப்பட்டதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. நிலையை வரையறுக்க உதவும் பண்புகள் "நிலைப்பண்புகள்" (state properties) எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. நிலைப் பண்புகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை, இயைபு ஆகியன. இப்பண்புகளில் எத்துணை பண்புகளை அறிந்தால், அமைப்பை முழுமையாக அறிந்ததாகக் கொள்ளலாம் என்று தீர்மானிக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட எடையில் ஒரு வளிமத்தை எடுத்துக் கொண்டால், அதன் இயைபுகலன் முழுவதும் சீராக இருக்கும். அழுத்தம், பருமன், வெப்பநிலை ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் இரண்டு கூறுகள் தெரிந்தால் மூன்றாம் பண்பை வளிமநிலைச் சமன்பாட்டைப்

பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம். வளிமம், நீர்மம், திண்மம் ஆகியவற்றுக்காண பண்புகளில் பெருத்த வேறுபாடுகள் இருப்பதால், திரள் நிலை (state of aggregation), நிலைமை (phase) ஆகிய சொற்கள் உருவாக்கப்பட்டன. ஒரு அமைப்பின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இயைபு ஒரே சீரான மதிப்பைப் பெற்றிருந்தால் அது ஒரின நிலைமை (single phase) எனப்படும். இரு வேறு திரள் நிலைகள் கூடும் பகுதி இரட்டை நிலைமை கொண்டது. எ-டு. நீரும், அதன் ஆவியும் அடங்கிய அமைப்பு ஈரிய நிலைமை கொண்டது.

ஒர் ஆய்வு முடிவை துல்லியமாக திரும்பத் திரும்ப பெற வேண்டுமென்றால், அமைப்பின் பண்புகளை அளக்கும் கட்டம் வரையறுக்கப்பட வேண்டும். அமைப்பு சமநிலையை எய்திய பின்பு பண்புகளை அளந்தால் தான் இது சாத்தியமாகும். பண்புகள் இனி எக்காலத்திலும் மாறாது என்ற தோற்றம் தரும் கட்டம் சமநிலை எனப்படுகிறது. சமநிலைகள் மூன்று வகையாவன. வெப்பச் சமநிலை (அமைப்பு முழுதும், ஒரே சீரான வெப்பநிலை), இயக்கச் சமநிலை (புலனுக்குட்படும் இயக்கம் இல்லாமை), வேதிச் சமநிலை (இருவகைகள் ஒன்றையொன்று ஈடு செய்து நிகழ்த்தல், அதாவது, முன்னோக்கி வினை, பின்னோக்கி வினை இரண்டுமே நிகழ்ந்தாலும், இரண்டின் வினையும் சமமாக இருத்தல்).

ஒரு சமநிலையிலிருந்து மற்றொரு சமநிலைக்குச் செல்லும் பாதை செயல்முறை (process) எனப்படும். ஒரு செயல் நிகழும் போது ஒவ்வொரு கலத்திலும் அமைப்பின் பண்புகள் ஒரே சீரான மதிப்புகளைப் பெற்றிருந்தால், அச்செயல்முறை மீள்செயல் முறை (reversible process) எனப்படும். உண்மையில், ஒரு நேர் - எதிர் செயலில் ஒவ்வொரு நுண்ணிய கட்டமும் மீள்தன்மைக் கொண்டதாக இருத்தல் தேவை. இதனைச் செயல் வடிவில் காட்டுவதற்கு இச் செயலை மிக, மிக மெதுவாக நிகழ்த்த வேண்டும். ஆனால், நடைமுறையில் இது சாத்திய மற்றதாகிறது. எனினும், ஒரு செயலை மீள்வழியில் நிகழ்த்தினால் தான் அதிலிருந்து முழுமையான பயனைப் பெறமுடியும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் வெப்பநிலையில்

முதன்மை ஐயமற்றது. இருவேறு வெப்பநிலைகளில் உள்ள இரு பொருட்களைக் கலந்தால், இரு பொருட்களும் வெப்பநிலை மாற்றத்திற்குட்பட்டு, இரண்டும் ஒரே வெப்பநிலையை எட்டும் வரை வெப்பமாற்றம் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும். இரு பொருட்களும் ஒரே வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன் அவை வெப்பச் சமநிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ள வேண்டும். மூன்றாவது பொருளொன்றை முதல் பொருளுடன் தொடர்பு அமைக்கும் போது அவ்விரு பொருட்களுக்கும் இடையே வெப்பப் பாய்வு நிகழவில்லை யென்றால், அவையிரண்டும் ஒரே வெப்பநிலையில் உள்ளன என்று பொருளாகும். முதல் இரு பொருட்களும் ஒரே வெப்பநிலைக்கு முன்பே வந்து விட்டமையால், இரண்டாவது பொருளும், மூன்றாவது பொருளும் (ஒன்றையொன்று தொடரவிட்டாலும்) சமவெப்பநிலை கொண்டனவாக இருக்கும். மாற்றிக்கூறியது, இரு அமைப்புக்கள் வெப்பச் சமநிலையில் இருந்து, மூன்றாவது அமைப்பொன்று முதல் அமைப்புடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருப்பின், இரண்டாவது, மூன்றாவது அமைப்புக்களும் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும். இவ்விதி அடிநிலை வெப்ப இயக்கவியல் விதி (zeroth law of thermodynamics) எனப்படும். இவ்விதியின்படி இரு வேறு அமைப்புகள் ஒரே வெப்ப நிலையில் உள்ளனவா என்றறிவதால் அவற்றை ஒன்றொன்று தொடுமாறு அமைக்கத் தேவையில்லை. எளிதில் நகர்த்தக்கூடிய ஒரு சிறிய அமைப்பை ஆய்வுக்குட்பட்டுள்ள இரு அமைப்புக்களுடனும் தனித் தனியே இணைத்தால் இரு பெரும் அமைப்புக்களின் வெப்பநிலைகளை ஒப்பிடுவது எளிது. இதற்குப் பயனாகும் சிறிய அமைப்புக்கு வெப்பநிலைமானி (thermometer) என்று பெயர். வெப்பநிலை அளவிகளில் பாதரசம் பயன்படுத்தப்படுவதால் இவ்வெப்பநிலை அளவிகளில் பாதரசத்தின் பண்புகளுடன் தொடர்புடையதாகிறது. செல்சியஸ் அளவீடு நீரின் உறைநிலை, கொதி நிலை ஆகியவற்றின் மதிப்புக்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது. வெப்ப நிலை நீர்மமாகப் பயன்படுத்தப்படும் எந்தவொரு பொருளின் பண்புகளுக்கும் அளக்கப்படும் வெப்பநிலை மதிப்புக்களுக்கும் தொடர்பற்ற நிலை தனி வெப்பநிலை அல்லது சார்புற வெப்பநிலை எனப்படுகிறது.

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதி. ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது.

ஒரு பந்தை தரையிலிருந்து குறிப்பிட்ட உயரத்தில் பிடித்திருக்கும் போது அது குறிப்பிட்ட உயரத்தில் நிலை ஆற்றல் பெற்றிருக்கிறது. அதனைக் கீழே போட்டால் அதன் நிலை ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே போகிறது. நிலை ஆற்றல் இழப்பு இயக்க ஆற்றல் ஏற்றமாகிறது. மொத்த ஆற்றல் மதிப்பு மாறுவதில்லை. பந்து தரையைத் தொட்டு நிலைத்து நிற்கும் போது அதன் நிலை ஆற்றல் இயக்க ஆற்றல் இரண்டும் வெப்ப வடிவெடுக்கின்றன.

1840ஆம் ஆண்டு ஜீல் என்பார் ஒரு சக்கரத்தை நீருக்குள் சுற்றி, சுற்றுக்களின் அளவுக்கும் நீரின் வெப்பநிலைக்கும் தொடர்பு இருப்பதை அறிந்தார். இதனைத் தொடர்ந்து மேலும் பல ஆய்வுகளை நிகழ்த்தி, ஆய்வு முடிவுகளின் வாயிலாக, பொறியின் இயக்க ஆற்றலுக்கும் விளைவாகும் வெப்ப ஆற்றலுக்கும் உள்ள தொடர்பை வருவித்தார். ஜீல் நிகழ்த்திய ஆய்வுகளின் மொத்த முடிவைக் கீழ்க்கண்ட சமன்பாடாகக் குறிக்கலாம்.

$$W = \Delta E:$$

வெ.மா.

குல்வெளியில் அமைப்பின் மீது வெப்பமாறாநிலையில் நிகழ்த்தப்படும் வேலை

ΔE : அமைப்பின் அக ஆற்றலின் மாற்றம்.

இச்சமன்பாடு செல்லத்தக்கதாக வேண்டுமெனில், கீழ்க்கண்ட கட்டளை விதிகள் நிறுவப்பட வேண்டும்.

1. அமைப்பு மூடிய வகையாக இருக்க வேண்டும். (பொருள் பரிமாற்றம் இருக்கக் கூடாது).

2. அமைப்பு வெப்பமாறாநிலையில் இருத்தல் வேண்டும். (வெப்பப் பரிமாற்றம் இருக்கக் கூடாது).

3. அமைப்பினுள் அடைப்பட்டிருக்கும் பாய்மம் (fluid) ஒரேநிலைமையிலும், ஒரேயொரு கூறு கொண்டதாகவும் இருத்தல் தேவை.

ஒரு நிலைசார்பலன். அதன் மதிப்பு அமைப்பின் அப்போதைய நிலையை மட்டுமே பொருத்தது. அந்நிலை எவ்வாறு அடையப்பட்டது என்ற வரலாற்றுக்கும் ΔE -இன் மதிப்புக்கும் தொடர்பு இல்லை.

ஓர் அமைப்பின் ΔE மதிப்பை உயர்த்துவதற்கு அவ்வமைப்பின் மீது வேலையைச் சுமத்த வேண்டும் என்ற கட்டாயமில்லை. அவ்வமைப்பை வெப்பம் கடத்து திறன் கொண்ட சுவர் வழியே உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள மற்றொர் அமைப்புடன் தொடர்பு கொள்ளச் செய்தால், வேலை வாயிலாக மாற்றம் செய்யக் கூடிய அளவு ஆற்றல் அமைப்பினுள் செல்லும். எனவே, வெப்பமும் வேலையும் ஆற்றலின் இரு வேறு 1 கி.நீரை 1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் 14.5° செ- விருந்து 15.5° செ-க்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் ஒரு கலோரி ஆகும். இதே வெப்பநிலை உயர்வை 4.186 ஜீல்கள் அளவுக்கு வேலை நிகழ்த்தியும் எட்டலாம்.

$$1 \text{ கலோரி} = 4.186 \text{ சூல்கள்}$$

வெப்பவியக்கவியலின் முதல் விதி வேலையையும், வெப்பத்தையும் இணைக்கிறது. இயற்கணிதக் குறியீடுகளுடன் ஓர் அமைப்பின் வேலையையும் வெப்பத்தையும் கூட்டினால் அக்கூட்டுத் தொகை அமைப்பின் அக ஆற்றலில் தோன்றும் மாற்றத்திற்குச் சமமாகும்.

$\Delta E = Q + W$ (கணிசமான அக ஆற்றல் மாற்றத்திற்கு)

$dE = q + w$ (நுண்ணிய அக ஆற்றல் மாற்றத்திற்கு)

இச் சமன்பாட்டை $dE = q - w$ என எழுதினால் அதன் பொருளை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம். $q =$ அமைப்பில் புகுத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு $w =$ அமைப்பு புரியும் பணி. பணிக்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் தவிர மீதம் அமைப்பின் அக ஆற்றலை உயர்த்துகின்றது.

வெப்ப இயக்கவியல் முதல் விதியால்

அனுமதிக்கப்படும் எல்லா செயல்முறைகளும் நிகழ்ந்து விடுவதில்லை. ஒரு செயல்முறை வாயிலாக A என்ற வெப்பவியக்க நிலையை B என்ற நிலையாக மாற்ற முடிந்தால், முதல்விதிப்படி B ஐயும் A ஆக மாற்றமுடிய வேண்டும். ஆனால், நடைமுறையில் பல செயல்முறைகள் திருப்பிச் செலுத்த இயலாதவை. மீள்தன்மையற்ற (irreversible) செயலில் எது துவக்கநிலை, எது இறுதிநிலை என்பதனை எளிதில் கண்டறியலாம். இவ்வகைச் செயலில் துவக்க நிலையையும், இறுதி நிலையையும் கோடிட்டுக் காண்பிக்க ஒரு சார்பலன் உள்ளது. எண்ட்ரோபி (entropy) எனும் இச்சார்பலனின் வாயிலாக சில வெப்பமாறாச் செயல்கள் நடக்க இயலாதன என்பது தெளிவாகியுள்ளது.

மீள் தன்மை படைத்த செயல்முறையில் ஒவ்வொரு நுண்ணிய கட்டமும், முழுமையாக திருப்பக் கூடியவை. இவ்வாறு திருப்புகையில், சுற்றுப்புறத்தில் மிக மிக நுண்ணிய அளவுக்கே மாற்றம் ஏற்படும்.

வெப்பவியக்கவியல் இரண்டாம் விதி. வெப்ப

இயக்கவியல் முதல் விதி சூடான பகுதியிலிருந்து குளிர்ந்த பகுதிக்கு வெப்பம் பாய்வு சாத்தியம் என்ற உண்மையையோ, எதிர்த்திசை வெப்பப் பாய்வு நிகழ இயலாத ஒன்று என்ற உண்மையையோ சுட்டிக் காட்டவில்லை.

ஒரு செயல் முறையின் இரு முனைகளை மட்டுமே கருதுகிறது முதல் விதி. கிளாசியஸ் என்பார் இரண்டாவது விதியைப் பின்வருமாறு அறிவித்தார். 'சுழற்சிப் பாதையில் அமைந்ததொரு செயல் முறையில் குளிர்ந்த பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்குச் சூழ்வெளியில் சிறிதும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தாது வெப்பமாற்றம் செய்ய இயலாது'.

கராதியோட்ரி (Caratheodory) என்பார் இரண்டாவது விதியை வேறு விதமாகக் கூறியுள்ளார். 'ஓர் அமைப்பின் சமநிலைக்கு அருகாமையில் வெப்ப மாறாச் செயல் முறை வாயிலாக எட்ட முடியாத நிலைகள் உள்ளன'. கராதியோட்ரி தான் முதல் முதலாக எண்ட்ரோபி என்ற நிலை சார்பலனைக் கண்டுபிடித்தவர். இயல்பான செயல்முறையில்

இயல்பாற்றல் கூடுதலாகிக் கொண்டே போகும். சமநிலையை எய்திய பின்பு இயல்பாற்றலின் மதிப்பு நிலைத்து நின்று விடும்.

ΔS (வெப்பமாறாச் செயல் முறை) ≥ 0

இந்த முடிவின் அடிப்படையில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதியை கீழ்க்கண்டவாறு கூறலாம். 'அண்டத்தின் மொத்த இயல்பாற்றல் உயர்ந்து கொண்டே போகின்றது.'

ஒரு சுழல் நிகழ்ச்சியில் (cyclic process) ஏதோவொரு கட்டம் திருப்ப இயலாததாக (irreversible) அமைக்கபடி, அந்நிகழ்ச்சியின் மொத்த இயல்பாற்றல் மாற்றம் ஒரு நேர்க்குறியிட்டு எண்ணாகும்.

ΔS (மொத்தம்) > 0 (மீள்தன்மையற்ற வழிமுறை)

ஒரு வளிமத்தை மீட்க இயலாத விரிவுக்குட்படுத்தி, அதனைத் தொடர்ந்து மீள்தன்மையுடைத்த அமுக்கத்திற்குட்படுத்தினால், மொத்த இயல்பாற்றல் மாற்றம் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடப்படுகிறது.

$\Delta S_{(விரிவு)} = \Delta S_{(வளிமம்)} \Delta S_{(குழ்நிலை)} = q \text{ மீள்} / T + (-q) / T$
 q : மீளாத இயல்புள்ள கட்டம்.

ΔS (அமுக்கம்) $= \Delta S$ (வளிமம்) $+ \Delta S$ (குழ்நிலை) $= -q \text{ மீள்} / T + q / T$

ΔS (மொத்தம்) $= \Delta S$ (விரிவு) $+ \Delta S$ (அமுக்கம்),
 (∴ இறுதியில் தொடக்கநிலையை மீண்டும் அடைகிறோம்).

அதாவது ΔS (மொத்தம்) $= q \text{ மீள்} / T + (-q) / T + 0$
 $\Delta S / T > 0 / T$ அமைப்பு மீள் (வளிமம்) (வளிமம்).

இயல்பாற்றல் மூலக்கூறுநிலை விளக்கம். இரு நல்லியல்பு வாயுக்களை ஒரே கலனிவிட்டால், அவை இரண்டறக் கலந்து விடுகின்றன. இதற்குக் காரணம் ஒன்றுக்கொன்று நாட்டம் கொள்வதால் என்றிருக்க முடியாது. ஏனெனில், நல்லியல்பு வளிமங்களில்

மூலக்கூறுக்கிடையே ஈர்ப்பு இல்லை. கலத்தல் நிகழ்வதினால் ஒழுங்குச் சீர்குலைவு (disorder) ஏற்படுவதே இக்கலத்தல் நிகழ்ச்சிக்குக் காரணமாக இருக்கக்கூடும். இவ்வொழுங்குச் சீர்குலைவினால் அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல் குறைகிறது. ஆற்றல் குறைய குறைய நிலைத்தன்மை கூடும். மாறாத இயல்பு வாயுக்களுக்கு (real gases) கலத்தினால் குறையும் ஆற்றலளவு இரு காரணிகளின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

(1) வாயுக்களின் மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஈர்ப்புவிசை

(2) மூலக்கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று மாறு திசையில் அமைந்திருத்தல்

ஓர் அமைப்பில் ஒழுங்குச் சீர்குலைவு அதன் இயல்பாற்றல் மாற்றத்திலிருந்து தெரிய வரும். பேரண்டத்தின் மொத்த இயல்பாற்றல் கூடுதலாக்கிக் கொண்டே போகிறது என்ற வெப்பவியக்கவியலின் இரண்டாவது விதிப்படி, தன்னிச்சையாக நிகழும் எந்தச் செயலிலும் இயல்பாற்றல் நிலை உயரும் என்றாகிறது. எனினும், இயல்பாற்றல் மதிப்பு குறைந்தாலும் ஒரு செயல் தன்னிச்சையாக நிகழலாம் என்பது தனி ஆற்றல் (free energy) என்ற துணையலகு உருவாக்கப்பட்ட பின்பு தெரிய வந்தது.

வெப்பவியக்கவியலின் முதல்விதியின் படி
 $dH = dE + pdv$(1)

இரண்டாவது விதியின் படி,
 $dH = Tds$(2)

எனவே,
 $dE = Tds - pdv$(2a)

முதல் விதியையும் இரண்டாவது விதியையும் இணைக்கிறது.

இயல்பாற்றலும் வெப்பநிலையும்.

வெப்பவியக்கவியல் முதல் விதியின்படி

$dq = dE + pdv$(3)

$ds = dq / T = dE / T + P / T dv$(4)

$dE = nC_v dT$.. (S)

n : மோல் எண்ணிக்கை

C_v : மாறாகன அளவில் வெப்பக்கொள்திறன்

dT : வெப்பநிலைமாற்றம்.

தல்லியல்பு வாயுச் சமன்பாடு:

$$PV = nRT ; P/T = nR/V$$

$$P/T dV = nR dv/V \dots\dots(6)$$

(5)- ஐயும், (6)-ஐயும் (4)-இல் பதிலீடு செய்தால்

$$dS = nC_v dT/T + nR dv/V \dots\dots(7)$$

T_1, V_1 , மற்றும் T_2, V_2 என்ற எல்லைகளுக்குள் தொகையீடு செய்தால்

$$S = S_2 - S_1 = nC_v \ln (T_2/T_1) + nR \ln (V_2/V_1) \dots\dots(8)$$

என்றாகும்.

வெப்பநிலை மாறாநிலையில் (isothermal) விரிவு அல்லது அழுக்கம் கொண்ட வழிமுறைக்கு

$$\Delta s = nR \ln (V_2/V_1) = nR \ln (P_1/P_2) \dots\dots(9)$$

மாறாக அளவு கொண்ட வழிமுறைக்கு

$$\Delta s = nC_v \ln (T_2/T_1) \dots\dots(10)$$

இயல்பாற்றல் மாற்றத்தைக் கணக்கிடல். மீள் தன்மையற்ற வெப்பமாற்றத்திற்கு $DS = q/T$ என்ற சமன்பாடு பொருந்தாது. எனினும் S ஓர் அமைப்பு ஒரு நிலையில் இருக்கும் வரை மாறாத மதிப்பு கொண்டிருப்பதால், மீள்தன்மை படைத்த பலகட்டங்களின் இயல்பாற்றல் மாற்றங்களைக் கூட்டினால் மீள்தன்மையற்ற மொத்த வழிமுறையின் இயல்பாற்றல் மாற்றங்கள் கிடைக்கும். எ-டு: மீக்குளிர்விக்கப்பட்ட (-10°C) நீர் அறை அழுத்தத்தில் பனிக்கட்டியாக உறையும் செயலின் இயல்பாற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

$$H_2O_{(நீ)} (-10^\circ C) \quad H_2O_{(தி)} (-10^\circ C)$$

இவ் இயல்பாற்றலைக் கணக்கிடுவதற்கு தகுந்த மீள் செயல்களை படிப்படியாக அமைக்க வேண்டும். இயல்பாற்றல் ஒரு நிலைசார் பண்பாதலின், ஒரு கூற்றுக்குப் பிறகு துவங்கியநிலைக்கே திரும்பும் நிகழ்ச்சிக்கு

$$\Delta S_i = 0$$

ΔS_i என்பது இந்த சுழற்சியில் ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டத்தின் இயல்பாற்றலாகும்.

$$H_2O_{(நீ)} (-10^\circ C) \Delta S \quad H_2O_{(தி)} (-10^\circ C)$$

$$\Delta S_{(a)} \quad \Delta S_{(c)}$$

$$H_2O_{(நீ)} (0^\circ C) \Delta S(b) \quad H_2O_{(தி)} (0^\circ C)$$

$$\Delta S_i = 0 = \Delta S_{(a)} + \Delta S_{(b)} + \Delta S_{(c)} + (-\Delta s)$$

$$\Delta S = \Delta S_{(a)} + \Delta S_{(b)} + \Delta S_{(c)} \dots\dots(11)$$

(a) $\Delta S_{(a)}$ - ஐக் கணக்கிடல்

இக்கட்டத்தின் இயல்பாற்றல் மாற்றம் சமன்பாடு (10)லிருந்து கிடைக்கிறது.

$$\Delta S_{(a)} = nC_{(நீ)} \ln T_2/T_1 = 1 \times 75.2 \times 2.303$$

$$\log (273/263) 2.805 \text{ சூ./K}$$

(b) $\Delta S_{(b)}$ ஐக் கணக்கிடல்: இது மாறா வெப்ப நிலையில் நிகழ்கிறது.

$$\therefore \Delta S_{(b)} = q \text{ மீள்/T} = 5998/273 = -21.98 \text{ சூ/}^\circ\text{K}$$

இங்கு S எதிர்க்குறியீடு கொண்டிருப்பதற்கு காரணம்: நீரிலிருப்பதை விட பனிக்கட்டியில் ஒழுங்கு கூடுதலாகவுள்ளது.

(c) $\Delta S_{(c)}$ கணக்கிடல்: இங்கு வெப்பநிலை மாற்றம் உண்டு.

$$\Delta S_{(c)} = nC_{(தி)} \ln (T_2/T_1) 1 \times 37.62 \times 2.303 \log (263/273)$$

$$\Delta S = (+2.805 - 1.40 / ^\circ\text{K}) + (21.98) + (-1.40) = -20.575 \text{ சூ/}^\circ\text{K}$$

இயல்பாற்றல் மாற்றம் மீள்தன்மை பெறாத ஒரு செயலுக்கு நேர்க்குறியீடாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் இங்கு எதிர்க்குறியீடாகவுள்ளது. இவ்வமைப்பில் நீர் பனிக்கட்டியாக உறையும்போது வெளியாகும் வெப்பத்தை ஏற்றுக் கொள்ளும் வெப்பத்

தொட்டியையும் கருத்தில் கொண்டால் இயல்பாற்றல் மாற்றம் நேர்க் குறியீட்டைக் கொண்டதாக இருப்பது தெரிய வரும்.

ΔS (வெப்பத் தொட்டி = பனிக்கட்டியின் உருகு வெப்பம்/உருகு நிலை
 $+5614/263 = 21.35$ சூ/°K மொத்த அமைப்பின் இயல்பாற்றல் மாற்றம்

ΔS (மொத்தம்) = ΔS (நீர்) + ΔS (வெப்பத்தொட்டி)
 $-20.575 + (21.35) = +0.77$ சூ/°K

சமநிலைக்கான அறிகுறிகளும் கட்டளை விதிகளும். சமநிலையின் ஓர் அமைப்பு இயல்புகளில் நிலைத்தன்மை பெற்றுவிடும். சமநிலைக்கான கட்டுப்பாடுகளை கீழ்க்கண்டவாறு வருவிக்கலாம்.

$$dE + Pdv - Tds = 0 \text{ (இரண்டு விதிகளில் கலப்பு)} \dots (2)$$

மாறா பருமனிலும் ($dV=0$) மாறா இயல்பாற்றலிலும் ($dE=0$) (dE)_{vs} = 0
 மாறா பருமனிலும் ($dV=0$), மாறா உள்ளாற்றலிலும் ($dE=0$), (ds)_{VE} = 0
 சமநிலையற்ற, மீள்தன்மை பெறாத செயலில்

$$dE + Pdv - Tds < 0 \quad \therefore (dE)_{SV} < 0 \quad (dS)_{EV} > 0$$

எனவே, தன்னிச்சையாக, திருப்ப இயலாத செயல் முறையில் மாறா S- இலும், V- இலும் உள்ளாற்றல் மாற்றம் எதிர்க்குறியீட்டுடனும், மாறா E- இலும், V- இலும் இயல்பாற்றல் மாற்றம் நேர்க்குறியீட்டுடனும் இருக்கும். அதாவது, அக ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே போகும்; இயல்பாற்றல் கூடிக் கொண்டே போகும்.

வேலை சார்பலன் அல்லது ஹெம்ஹோல்ட்ஸ் தனி ஆற்றல். சமநிலைக்கு தற்போது முந்திய பாராவில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள ஆதாரங்கள் வேதியியல் துறையில் பயனாவதில்லை. ஏனெனில், வினைகள் எவையும் மாறா ஆற்றலிலோ மாறா இயல்பாற்றலிலோ நிகழ்த்தப்படுவதில்லை. பொதுவாக, வினைகள் மாறா அழுத்தத்திலோ, மாறா பருமனிலோ தான் நிகழ்த்தப்படும் ஆதலின் அடிப்படை நிலை சார்பலன்களான (state functions) S- ஐயும், E- ஐயும்,

மற்றும் மாறிகளான (variables) P, V, T ஆகியனவற்றையும் கொண்டு புது வெப்பவியக்கவியலில் சார்பலன்களை உருவாக்குதல் பயன்தரும். வருவிக்கப்பட்ட இச்சார்பலன்களாவன: 'A' (ஹெம் ஹோல்ட்ஸ் தனி ஆற்றல் அல்லது வேலை சார்பலன்) மற்றும் 'G' (கிப்சு தனி ஆற்றல்)

$$dE = Tds - dW \dots (12)$$

$$dE - Tds = -dW \dots (13)$$

$$d(E-TS) = dE - Tds - SdT \dots (14)$$

$$d(E-TS)_T = dE - Tds \dots (15)$$

(15) - ஐ (13) - ல் பதிலீடு செய்தால்

$$d(E-TS)_T = -dW \dots (16)$$

(E-TS)- ல் அடங்கியிருப்பவை யாவும் நிலை சார்பலன்களே ஆதலின் (E-TS) ஒரு நிலை சார்பலனாக இருந்ததாக வேண்டும்.

$$A = E - TS \dots (17)$$

A: ஹெம்ஹோல்ட்ஸ் தனி ஆற்றல் அல்லது வேலை சார்பலன் எனப்படும்.

$$(dA)_T = (dE - Tds) = -dW_{மீள்} \dots (18)$$

$$-(dA)_T = dW_{(மீள்)} = dW_{(பெரும)} \dots (19)$$

இச் சமன்பாட்டின் கூற்று: மீள் தன்மையற்ற, மாறா வெப்பநிலையில் நிகழக் கூடிய செயலில் வேலை சார்பலனின் இழப்பு அவ்வமைப்பிலிருந்து பெறக்கூடிய பெரும் வேலைக்குச் சமமாகும்.

செய்யப்படும் வேலை வாயு விரிவாக மட்டும் இருப்பின் (பெரும) = Pdv. மாறா பருமனில் $dv=0$
 $(dA)_{T,V} = 0$ (மாறா பருமனிலும், வெப்பநிலையிலும் ஒரு மீள் செயலுக்கு) திருப்ப இயலாத செயல் முறைக்கு,

$$(dE - Tds)_{T,V} < 0 \text{ என்றாகும்.}$$

தன்னிச்சையான செயல்முறையில், மாறா வெப்பநிலையிலும், பருமனிலும், வேலை சார்பலன் ஒரு சிறுமத்தை எட்ட முயலுகிறது. தற்போது ஆய்வு நிலைத் துணையலகுகளான வெப்பநிலையையும், பருமனையும் தழுவி சமநிலையைக் கண்டறிய ஒரு சோதனை முறை கிட்டியுள்ளது. ஆனால் பெரும்பாலான வினைகள் மாறா வெப்பநிலையிலும், மாறா அழுத்தத்திற்கும் ஒரு நிலைசார்பலன் இருந்தாக வேண்டும்.

$$dE - Tds + Pdv = 0 \text{ (அடிப்படைச் சமன்பாடு).....(2a)}$$

$$d(E-TS+PV) = dE - Tds - Sdr + pdV + Vdp$$

(மொத்த வகைக் கெழு காணல்)

மாறா வெப்பநிலையிலும், அழுத்தத்திலும்,

$$dp=0; dT=0$$

$$d(E-TS + PV)_{T,P} = dE - Tds + pdV = 0 \text{ (அடிப்படைச் சமன்பாடுடன் இணைத்தால்)}$$

$$E+PV=H \text{ (வெப்ப உள்ளூறையின் வரையறை)}$$

$$\text{எனவே, } d(H-TS)_{T,P} = 0$$

$$(H-TS) - \text{ல் நிலை சார்பலன்கள் மட்டுமே இடம் பெறுவதால் } (H-TS) = G$$

$$G: \text{ கிப்ஸ் தனி ஆற்றல்.}$$

மீள் தன்மை பெற்ற செயல் முறைக்கு $(dG)_{T,P} = 0$. அதாவது, மாறா வெப்பநிலையிலும், அழுத்தத்திலும், ஒரு தன்னிச்சையான செயலின் கிப்ஸ் தனி ஆற்றல் குறைந்து கொண்டே போகும். சமநிலையில் நிகழும் செயலுக்கு தனி ஆற்றல் மாற்றம் ஏதுமிராது. இவை யாவற்றையும் விட முதன்மை பெறும் உண்மைகள் (1) மாறா T இலும், V இலும் ஒரு செயலுக்கு A இன் மதிப்பு கூடுதலாக வேண்டியிருப்பின், அச்செயல் நிகழாது.

(2) மாறா T இலும், P இலும், ஒரு செயலின் 'G' மதிப்பு கூடுதலாக வேண்டியிருப்பின், அச்செயல் நிகழாது.

இச்செயல்களையும் (வினைகளையும்) நிகழ்த்தியாக வேண்டும் என்றால், இவற்றை A -யும், G -யும் பெரிய அளவில் சரியாக கூடிய வினைகளுடன் இணைத்தல் தேவை.

கிப்ஸ் - ஹெம் ஹோல்ட்ஸ் சமன்பாடு:

$$G=H-TS$$

T- யும், P -யும் மாறாநிலையில், G, H மற்றும் S -இல் கணிசமான வேறுபாட்டிற்கு,

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \text{ என்று எழுதலாம்.}$$

இச்சமன்பாட்டிற்கு கிப்ஸ்-ஹெம்ஹோல்ட்ஸ் சமன்பாடு என்று பெயர். இதற்கு பல வடிவங்கள் உண்டு. அவற்றுள் இங்கு எழுதப்பட்டுள்ளதே எளிமைமிக்கதாகும். ஒரு வினை தன்னிச்சையாக நிகழக்கூடியதா, இல்லையா என்பதனை அறிவதற்கு இச்சமன்பாடு உதவுகின்றது.

$$\Delta H: \text{ வினையின் அகவெப்பமாற்றம்.}$$

வெப்ப உமிழ் வினைகளுக்கு ΔH இன் குறியீடு (-) ஆகும். வெப்பம் கொள் வினைகளுக்கு ΔH இன் குறியீடு (+) ஆகும். வெப்பம் உமிழ் வினைகள் யாவும் தானாக நிகழ்பவை என்றொரு தவறான கருத்து நிலவியிருந்தது. பின்பு, தன்னிச்சையான வினைக்கு ΔS நேர்க்குறியீட்டுடன் இருத்தல் தேவை என்ற கருத்து வலுப்பட்டது. கிப்ஸ் தனி ஆற்றல் வரையறுக்கப்பட்ட பின்பு, ΔH -ன் குறியீட்டின் மீதோ, ΔS -ஐயும் இணைத்ததொரு சார்பலனின் குறியீட்டின் மீதுதான் ஒரு வினையின் தன்னிச்சை இயல்பு சார்ந்திருக்க முடியும் என்ற உண்மை தெரியவந்தது. இவ்வடிப்படையில் நோக்கினால், வெப்ப உமிழ் வினைகள் யாவும் தானாக நிகழ்வனவல்ல என்று தெரிய வரும். ΔH எதிர்க்குறியீடு கொண்டிருப்பினும், ΔS எதிர்க்குறியீடு கொண்டிருக்கின்ற, ΔH (-) ஆகவும், $-T\Delta S$ (+) ஆகவும் இருக்கும். இந்நிலையில் $\Delta H > T\Delta S$ என்றால் தன்னிச்சை செயல் உண்டு.

$\Delta H < T\Delta S$ என்றால் தன்னிச்சை செயல் இல்லை. இங்கு வெப்பநிலையின் மதிப்பு முதன்மை பெறுகிறது. அதாவது, குறைந்த வெப்பநிலைகளில் தன்னிச்சை செயலும், உயர் வெப்ப நிலைகளில் தன்னிச்சையற்ற செயலும் வாய்ப்பைப் பெறுகின்றன.

$\Delta H, \Delta S$ இரண்டுமே (-) ஆக இருப்பின், தன்னிச்சை செயலுக்கு $\Delta H < T\Delta S$ தன்னிச்சையின்மைக்கு $\Delta H > T\Delta S$ உயர் வெப்ப நிலைகளில் தன்னிச்சைச் செயலும், குறைந்த வெப்ப

நிலைகளில் தன்னிச்சையற்ற செயலும், வாய்ப்பைப் பெறுகின்றன.

$\Delta H (+)$ ஆகவும் $\Delta S (-)$ ஆகவும் இருப்பின், $\Delta H, -T\Delta S$ இரண்டுமே (+) ஆகிவிடும். எனவே, வினை எவ் வெப்பநிலையிலும் தன்னிச்சைப் பெறாது.

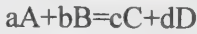
$\Delta H (-)$ ஆகவும், $\Delta H (+)$ ஆகவும் இருப்பின், $\Delta H, -T\Delta S$ இரண்டுமே (-) ஆகிவிடும். எனவே எவ்வெப்ப நிலையிலும் வினை தன்னிச்சையாக நிகழும் வாய்ப்பினைப் பெற்று விடுகிறது.

தனி ஆற்றலும் சமநிலை மாறிலியும்.

சமநிலைக்கான கட்டளை விதிப்படி

$$(\Delta G)_{T,P} = 0$$

வேதியியலாரைப் பொறுத்து வரையில், சமநிலையும், வெப்பநிலை போன்ற துணையலகுகளின் மீது சமநிலையின் சார்பும் முதன்மை பெற்றவை. வேதிப் பொறியியலில் (chemical engineering) வினையின் சமநிலை மாறிலி மையமாகத் திகழ்கிறது.



என்ற சமநிலையை எடுத்துக் கொண்டால், a, b, c, d ஆகியன முறையே A, B, C மற்றும் D- இன் மோல்களின் எண்ணிக்கைகளாகும். ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஒரு 'G' மதிப்பு உண்டு என்றும், G மதிப்பு ஒரு புற இயல்பு (external property) என்று உணர்ந்தால்

$$\Delta G_{(வினை)} = \sum n_i G_i \text{ (வினைவிளைபொருட்கள்)}$$

$$\sum n_j G_j \text{ (வினைபடுபொருட்கள்)}$$

n_i மற்றும் n_j ஆகியன முறையே ஒவ்வொரு வினைவிளைபொருளின் மற்றும் வினைபடுபொருளின் மோல் எண்ணிக்கைகள் ஆகும்.

$$G = H - TS$$

$$dG = dH - Tds - SdT$$

$$H = E + PV; \text{ எனவே } dH = dE + pdV + VdP$$

வெப்பவியக்கவியல் முதல் விதியின் படி

$$dE = dq - pdV$$

$$\therefore dH = dq - pdV + pdV + Vdp$$

$$= dq + VdP$$

$$dq = Tds; \therefore dH = Tds + VdP$$

$$\therefore dG = Tds + VdP - Tds - SdT$$

$$= VdP - SdT$$

மாறா வெப்பநிலையில், $dT = 0$

$$\therefore (dG)_T = VdP$$

$$PV = nRT \quad V = nRT/P$$

$$\text{அதாவது } (dG)_T = nRT \times dP/P$$

தொகை காணல் நிகழ்த்தினால்,

$$G_2$$

$$P_2$$

$$(dG)_{T,P} = nRT \quad dP/P$$

$$G_1$$

$$P_1$$

$$\therefore \Delta G = G_2 - G_1 = nRT \ln P_2/P_1$$

$P_1 = 1$ வளி மண்டல அழுத்தம் எனில்

$$G_1 = G^\circ \text{ (அடித்தர நிலை)}$$

$$G_1 = G^\circ = nRT \ln P_2$$

வளிம நிலையிலுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட வினைபடு - அல்லது வினைவினை - பொருளுக்குத் தனி ஆற்றல்

$$G_i = G^\circ + n_i RT \ln P_i$$

வினையில் பங்கேற்றுள்ள ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் 'G' மதிப்பைக் கணக்கில் கொண்டால்,

$$\Delta G_{(வினை)} = \Delta G^\circ + RT \ln n = P_k^p P_L^1/P_A^a P_B^b$$

என்றாகும். சமநிலையில் $\Delta G_{(வினை)} = 0$

$$\Delta G^\circ = RT \ln P_k^k P_L^1/P_A^a P_B^b$$

சமநிலையில்

$$P_k^k P_L^1/P_A^a P_B^b = K_p \text{ (சமநிலை மாறிலி)}$$

எனவே, $\Delta G^\circ = -RT \ln K_p$

இச்சமன்பாடு

வாண்ட்ஹாஃப்

சமவெப்பநிலைக் கோவை (vant Hoff isotherm expression) எனப்படும். இச் சமன்பாட்டிலிருந்து வகைக்கெழு காணல் முறையைப் பயன்படுத்தி சமநிலை மாறிலியின் வருவித்தல் முறையின் இறுதியில்

$$\log \frac{Kp_1}{Kp_2} = \frac{\Delta H_o}{2 \times 2.303} \left\{ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right\}$$

என்ற வான்ட் ஹாஃப் ஜ்சோகோர் என்ற கோவை கிடைக்கும்.

சமநிலை மாறிலிகளில் வகையீடு உண்டு. வினையில் பங்குக் கொள்ளும் பொருட்களின் செயல்படு பொருண்மையை (active mass) பகுதி அழுத்த அலகில் குறித்தால், சமநிலை மாறிலி Kp என்றும், மோல்பின்னத்தால் பதிலீடு செய்தால் Kx என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. வினையில் ஈடுபட்டுள்ள பொருட்களில் ஏதேனும் ஒன்றாகிலும் வாயு நிலையில் இருந்தாலன்றி, Kp, Kc, Kx ஆகியவற்றுக்கு இடைப்பட்ட வேறுபாடும், தொடர்பும் கருதத்தக்கனவல்ல.

நிலைமைக்கு இடைப்பட்ட சமநிலை.

கிளாபிரான் சமன்பாடும் (Clapeyron equation) கிளாபிரான் - கிளாசியஸ் சமன்பாடு (Clapeyron - Clausius equation)

$$dG = Vdp - SdT$$

என்ற சமன்பாடு ஒரு நீர்மம் ஆவியாகும் செயலுக்கும் பொருந்தும். நீர்மமும் அதன் ஆவியும் சமநிலையில் இருக்கும் போது

$$\frac{dG}{ஆவி} = \frac{dG}{நீர்மம்}$$

G-இன் மீதான கோடு 'G' ஒரு மோல் அளவுக்கு உரித்தானது என்பதனைக் குறிக்கிறது. வெப்பநிலையை நுண்ணளவு மாற்றத்திற்குட்படுத்தினால், தனி ஆற்றலின் மதிப்பில் நுண்ணளவு ஏற்றம் (dG) ஏற்படுகிறது.

$$G_{ஆ} + dG_{ஆ} = G_{நீ} + dG_{நீ}$$

ஆனால்

$$G_{ஆ} = G_{நீ}$$

$$\therefore dG_{ஆ} = dG_{நீ}$$

dG = Vdp - SdT எனும் சமன்பாட்டை நிலைமைச்

சமநிலைக்குப் பயன்படுத்துகையில்

$V_{ஆ} x dp - S_{ஆ} dT = V_{நீ} x dp - S_{நீ} x dt$ என எழுதலாம். அதாவது,

$$(V_{ஆ} - V_{நீ})dP = (S_{ஆ} - S_{நீ})dT$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{(S_{ஆ} - S_{நீ})}{(V_{ஆ} - V_{நீ})} = \frac{\Delta H_{ஆ}}{T(V_{ஆ} - V_{நீ})}$$

$\Delta H_{ஆ}$: மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம்

இச்சமன்பாடு கிளாப்ரான் சமன்பாடு எனப்படுகிறது. இச் சமன்பாடு ஆவியாதலுக்கு மட்டுமின்றி சமநிலையில் எந்நிலைமை மாற்றம் நிகழ்ந்தாலும், அவையாவற்றுக்கும் பொருந்தும்.

ஆவியாதல் $\Delta H_{ஆ}$: மோலார் ஆவியாதல் வெப்பம் (molar heat of vapourisation)

உருகுதலில் ΔH_2 : மோலார் உருகுதல் வெப்பம் (molar heat of fusion)

பதங்கமாதலில் ΔH பத : மோலார் பதங்கமாதல் வெப்பம் (molar heat of sublimation)

புறவேற்றுமை வடிவ மாற்றத்தில் ΔH புற : மோலார் நிலைமாற்ற வெப்ப (molar heat of transitic)

$V_{ஆ}$ உடன் ஒப்பிடுகையில் $V_{நீ}$ புறக்கணிக்கத்தக்கது.

$$\therefore \frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_{ஆ}}{T \times V}$$

ஆவி நல்லியல்புத் தன்மையுடைத்ததாக இருப்பின்,

$$V_{ஆ} = \frac{RT}{P}$$

$$\therefore \frac{dP}{dT} = \frac{H_{ஆ}}{TV} = \frac{\Delta H_{ஆ} \times P}{RT^2}$$

$$\therefore \frac{dP}{P} = \frac{\Delta H_{ஆ}}{RT^2} = xdT$$

தொகை காணல் செயல்படுத்தப்படுகையில்,

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = - \frac{\Delta H_{\text{ஊ}}}{R} \left\{ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right\}$$

$$\log \frac{P_1}{P_2} = - \frac{\Delta H_{\text{ஊ}}}{2.303R} \left\{ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right\}$$

இது கிளாப்ரான் - கிளாசியஸ் சமன்பாடாகும். ஆவியாதல் முறையில், ஒரு வெப்பநிலையை (T_2) கொதிநிலையாகக் கொண்டால், $P_2 = 1$ வளிமண்டல அழுத்தமாகும்.

எனவே,

$$\log P = \frac{\Delta H_{\text{ஊ}}}{2.303RT_0} - \frac{\Delta H_{\text{ஊ}}}{2.303RT}$$

$\log P$ - ஐயும், $1/T$ ஐயும் இணைத்து வரைபடம் கண்டால், ஒரு நேர்கோடு கிடைக்கும். இக்கோட்டின் வாட்டம் (slope) - $\Delta H_{\text{ஊ}}/2.303R$ ஆகும். வெட்டு துண்டு (intercept) - $\Delta H_{\text{ஊ}}/2.303RT_0$ ஆகும். அவையிரண்டிலிருந்தும் $\Delta H_{\text{ஊ}}$ -ன் மதிப்பும், T_0 (கொதிநிலை) -யின் மதிப்பும் துல்லியமாக அறிய வாய்ப்பு உண்டு.

வேதி விசை (chemical potential). வெப்ப நிலையையும், அழுத்தத்தையும் மாற்றுவது போல மோல்களின் எண்ணிக்கையையும் மாற்றினால், தனி ஆற்றலில் தோன்றும் மாற்றத்திற்கான சமன்பாடு,

$$dG = - SdT + VdP + \sum_i E_i dn_i$$

$$\left(\frac{\delta G}{\delta n_j} \right)_{p, T, n_j} = G_j = \mu_j$$

μ_i என்பது பகுதி மோலால் தனி ஆற்றல் ஒரு கலவையில் பலவகைச் சேர்மங்களுள் ஒரு வகை தவிர்த்து மற்றவற்றை நிலையான மோல் எண்ணிக்கை வைத்திருந்து, தனியாக்கப்பட்ட வகையின் மோல் எண்ணிக்கையை மட்டும் சற்றே (நுண்ணிய அளவில்)

கூடுதலாக்குவதால் ஏற்படும் தனி ஆற்றல் மாற்றம் அச்சேர்மத்தின் பகுதி மோலால் தனி ஆற்றல் அல்லது வேதி விசை (chemical potential) எனப்படும்.

$$(dG)_{T,P} = \sum_i \mu_i dn_i$$

"C" என்பது கலவையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளைக் குறிக்கும். மூன்று சேர்மங்கள் கொண்டே கலவைக்கு

$$(dG)_{T,P} = \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2 + \mu_3 dn_3$$

$$(G)_{T,P} = \mu_1 n_1 + \mu_2 n_2 + \mu_3 n_3$$

வேதிவிசை என்பது ஒரு கலவையின் மொத்த தனி ஆற்றலில் ஒரு குறிப்பிட்ட இயைபு உறுப்பின் (constituent) பங்கு ஆகும். 'M' ஓர் இயல்பு ஆகும். பொருளின் மொத்த அளவைப் பொருத்ததாக இல்லாமல், மாறா அழுத்தம் மற்றும் மாறா வெப்ப நிலையில் அதன் இயைபைப் பொறுத்தது. ஒரு தூய்மையான பொருளுக்கு

$$\mu = G/n$$

அதாவது, ஒரு தூய்மையான பொருளின் மோலார் தனி ஆற்றலே அதன் வேதி விசையாகும். ஒரு மாற்றத்திற்கு தூண்டுகோலாக அமைவது வேதி விசையாகும். வேதி விசைக்கும் இணைப்புக்கும் உள்ள தொடர்பை விவரிப்பது வெப்பவியக்கவியலின் கிப்ஸ்-டியூ, உறீம் (Gibbs-Duhem) சமன்பாடாகும். வேதிவிசைக் கருத்திலிருந்து தான் கிப்ஸின் நிலைமை விதி (Gibb's phase rule) என்ற (வேதியியலிலும், உலோகவியலிலும் முதன்மை வாய்ந்த) பொதுக் கொள்கை வருவிக்கப்பட்டது.

வேதிவிசைக்கு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட மற்றொரு கருத்து வினைத்திறன் (activity) ஆகும்.

ஒரு கரைபொருளின் வெளிப்படையான, அளந்தறியப்பட்ட செறிவுக்கும், அதன் வினைபடும் இயல்புக்கும் நேரடித் தொடர்பு இல்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவில் கையாளப்படும் கரைபொருளின் அளவில் ஒரு நிலைத்த விகிதம் மட்டுமே வினை புரிய வல்லது. ஏனெனில், மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே இயங்கும் ஈர்ப்புவிசை வினையும் ஈடுபடும் செறிவைத்

தீர்மானிக்கிறது.

வெப்ப இயக்கவியல் மூன்றாவது விதி.

முதல் விதி : அண்டத்தின் மொத்த ஆற்றல் மாறாது

இரண்டாவது விதி : அண்டத்தின் இயல்பாற்றல் பெருகிக் கொண்டேயிருக்கும்.

மூன்றாவது விதி : தனிச் சுழி வெப்ப நிலையில் எந்தவொரு தூய படிசூழ்நிலைப் பொருளின் இயல்பாற்றலும் சுழி ஆகும்.

மூன்றாவது விதியைப் பயன்படுத்தி எந்தவொரு வெப்பநிலையிலும் ஒரு பொருளின் தனி இயல்பாற்றல் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். மேலும், தனிச் சுழி வெப்பநிலையை எட்ட முடியாது என்ற உண்மையை மூன்றாவது விதி அடிக்கோடிட்டுக் காண்பிக்கிறது. இவ் விதியின் அடிப்படையை ஆராய்வதற்கு புள்ளி விவர வழி இயக்கவியல் (statistical mechanics) என்றொரு தனிப்பிரிவே உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வடிப்படையில் இயல்பாற்றலின் வரையறை $S = K \ln W$ என்றாகும். இங்கு S : தனி இயல்பாற்றல் மதிப்பு

K : விகித மாறிலி

W : நிகழ்ச்சித் தகவு (probability)

வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை

வெப்ப நிலை ஒரு முக்கியமான மாறியாக இருக்கிற சூழ்நிலைகளில் பெரும் பொருள்களின் அழுத்தம், அடர்த்தி போன்ற பேரளவுப் பண்புகளின் மாற்றங்களைப் பற்றி ஆராய்வது வெப்ப இயக்கவியல் ஆகும். சமநிலை நிபந்தனைகளைப் பற்றி ஆராய்வது வெப்ப இயக்கவியல் ஆகும். சமநிலை நிபந்தனைகளில் இந்தப் பண்புகளைப் பற்றிய முழுமையான விவரிப்புகளை வெப்ப இயக்கவியல் அளிக்கிறது. பாய்ம் இயக்கவியல், திண்மங்களின் போக்குவரத்துப் பண்புகள், வேதியியல் வினைகள் போன்ற சமனற்ற நிலை நிகழ்வுகளைப் பற்றிய

ஆய்வுகளுக்குத் தொடங்கு நிலையாகவும் வெப்ப இயக்கவியல் அமைகிறது. தனி அறிவியலிலும் பொறியியலிலும் வெப்ப இயக்கவியல் விரிவான அளவில் பயன்படுகிறது. வெப்ப நிலை பங்கு கொள்ளும் போதெல்லாம் வெப்ப இயக்கவியலின் ஓரிரு தத்துவங்களாவது சம்பந்தப்படுகின்றன. பேரளவு பற்றியதான வெப்ப இயக்கவியலுக்கும் நுண்ணளவு பற்றியதான அணு இயற்பியலுக்கும் இடையில் ஒரு பாலமாக புள்ளி எந்திரவியல் செயல்படும். அணு இயற்பியல் மன நிறைவு தரும் அளவுக்கு வளர்ச்சி பெறுவதற்குப் பல காலத்துக்கு முன்னரே வெப்ப இயக்கவியலின் அடிப்படையான கருத்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பரிசோதனைகள் மூலமாக உறுதி செய்யப்பட்டும் விட்டன. அவை அணு இடைவினைகளைப் பற்றிய விவரங்களைச் சார்ந்து இல்லை. ஆனாலும் புள்ளி எந்திரவியல் வெப்ப இயக்கவியல் தொடர்புகளின் உள்ளூர்த்தங்களை வெளிப்படுத்தியுள்ளது. அத்துடன் ஒரு பொருள் அமைப்பிலுள்ள அணுக்களின் பண்புகளின் பதங்களில் அந்த அமைப்பின் வெப்ப இயக்கவியல் சார்பெண்களைக் கொள்கையளவில் கணக்கிடுவதற்கு உதவும் வாய்பாடுகளையும் அது அளித்திருக்கிறது.

சமநிலையும் அடிப்படையுடைய தொடர்புகளும்.

மின்புலம், காந்தப்புலம், நிறையீர்ப்புப் புலம் என்று எதுவுமே இல்லாத நிலையில் உள்ள ஒரு பாய்மத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். ஒரு மூடிய கலத்தில் ஒரு பாய்மம் குலைவுகள் ஏற்படாத வகையில் வைக்கப்பட்டிருந்தால் இறுதியில் அது வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையை எட்டிவிடும். அதில் பேரளவான இயக்கங்கள் நின்று போகும். வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் சீரானதாகி விடும். இத்தகைய சூழ்நிலைகளில் அதன் பேரளவுப் பண்புகள் ஒரு சில சுதந்திரமான மாறிகளால் நிர்ணயிக்கப்படும். பருமம் V ஆற்றல் U அமைப்பிலுள்ள மோல்களின் எண்ணிக்கை N போன்றவை இத்தகைய மாறிகளில் சில. இவற்றுடன் இயல்பாற்றல் S என்ற ஒரு கூடுதலான பேரளவு மாறியும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு தூய பாய்மத்திற்கு இயல்பாற்றல் U, V, N ஆகியவற்றில் சார்பெண் ஆகும். அதாவது

$$S = S(U, V, N) \text{-----}(1)$$

சமநிலையில் உள்ள ஓர் அமைப்பைப் பற்றிய எல்லா வகையான வெப்ப இயக்கவியல் தகவல்களும் அடங்கியதாயிருக்கிற அடிப்படைச் சமன்பாட்டுக்கு மேற்கண்ட சார்பெண் ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக T என்றதனி வெப்பநிலைபின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$\frac{1}{T} = \left(\frac{\delta S}{\delta U} \right)_{N,V}$$

அழுத்தம், வெப்ப ஏற்புத் திறன் போன்ற மற்ற அளவுகளையும் இதே போன்று இயல்பாற்றல் S, அதன் பகுதி வகைக் கெழுக்கள் ஆகியவற்றின் பதங்களில் குறிப்பிடலாம். ஒரு பாய்மத்துக்கு T எப்போதும் நேரினம். எனவே 1ம் சமன்பாட்டைத் தலைகீழாக்கி S, V, N ஆகியவற்றின் சார்பெண்ணாக U வைப் பெறலாம்.

$$U=U(S, V, N) \text{-----}(3)$$

இதன் பகுதி வகைக்கெழுக்கள் பின்வருமாறு:

$$T = \left[\frac{\delta U}{\delta S} \right]_{N,V} \quad P = \left[\frac{\delta U}{\delta V} \right]_{S,N} \quad \mu = \left[\frac{\delta U}{\delta N} \right]_{S,V} \text{----}(4)$$

இங்கு P என்பது அழுத்தம், m என்பது வேதியியல் அழுத்தம் (chemical potential) S, V, N ஆகியவை T என்ற துணை அளவின் சீரான சார்பெண்களாக இருக்கும் போது 3ம் சமன்பாட்டுக்குத் தொடர் விதியைப் பயன்படுத்தினால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$\frac{dU}{dT} = T \left[\frac{dS}{dT} \right] - P \left[\frac{dV}{dT} \right] + \mu = \left[\frac{dU}{dN} \right] \text{----}(5)$$

dT என்பதை எழுதாமலேயே 5ம் சமன்பாட்டை பின்வருமாறு மாற்றி எழுதலாம்.

$$dU = Tds - pdV + \mu dN \text{-----}(6)$$

விரிவான மாறிகள், தீவிர மாறிகள், அடர்த்திகள், புலங்கள். S, U, V, N ஆகிய மாறிகள்

விரிவானவை என வர்ணிக்கப்படுகின்றன. ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்புக்கு அவற்றின் மதிப்புகள் அந்த அமைப்பின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்து வரும் பங்களிப்புகளின் கூட்டுத் தொகை ஆகும் என்பதே இதற்குக் காரணம். ஒரு பாத்திரத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிற தூய பாய்மத்துக்கான அடிப்படைச் சமன்பாடு (3), பின்வரும் சார்பெண் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்ய வேண்டும் என்பதே இதன் பொருள்.

$$\lambda U(S, V, N) = U(\lambda S, \lambda V, \lambda N) \text{-----}(7)$$

இங்கு λ என்பது ஏதாவது ஒரு நேரிய எண் 7ம் சமன்பாட்டை λ-ஐப் பொறுத்து வகைப்படுத்திப் பின்னர் λ-வுக்கு ஒன்று என்ற மதிப்பைக் கொடுத்தால் பின்வரும் ஆயிலரின் (euler) சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$U = TS - pV + \mu N \text{-----}(8)$$

8ம் சமன்பாட்டை வகைப்படுத்தி 6ம் சமன்பாட்டுடன் இணைப்பதன் மூலம் பின்வரும் கிப்ஸ் - டூஹென் (Gibbs - Duhem) சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$SdT - Vdp + Nd\mu = 0 \text{-----}(9)$$

7ம் சமன்பாட்டில் λ=1/N என வைத்துக் கொண்டால் U(S, V, N) = NU(S/N, V/N, 1) = Nu(s, v)-----(10) இங்கு u=U/N, r=S/N, v=V/N இவ்வாறான விரிவு மாறிகளின் தகவல்கள் அடர்த்திகள் எனப்படும். u- என்ற தகவை வகைப்படுத்தினால்

$$du = Tds - pdu \text{-----}(11)$$

u(r, v), என்ற சார்பெண்ணில் U(S, V, N) என்ற சார்பெண்ணிலுள்ள தகவல்களே அடங்கியிருக்கின்றன. எனவே பல வேலைகளில் வெப்ப இயக்கவியல் கணக்கீடுகளில் விரிவான மாறிகளுக்குப் பதிலாக அடர்த்திகளைப் பயன்படுத்துவது வசதியானதாக இருக்கிறது. 4ம் சமன்பாட்டில் உள்ள T, p, μ, ஆகியவை புல மாறிகளுக்கான உதாரணங்கள். அவை அடர்த்திகளிலிருந்து வேறுபட்டவை. வெப்ப இயக்கவியலில் அவை வெவ்வேறு பணிகளை

ஆற்றுகின்றன. புலங்களும் அடர்த்திகளும் செறிவான வெப்ப இயக்கவியல் மாறிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

சமநிலை நிபந்தனைகள். α, β என்ற இரண்டு கொள்கலன்களில் ஒரு பாய்மம் நிரம்பியிருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அவை தமது சுற்றுப்புறத்துடன் தொடர்பேதும் இல்லாமல் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன என்க. தொடக்கத்தில் அவை இரண்டுக்கும் இடையிலேயே தொடர்பு இல்லாமல் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்க. இரண்டு கொள்கலன்களுக்கான விரிவு மாறிகளை α, β , என்ற மேல் ஒட்டுகளால் குறிப்பிடுவோம். இரண்டு கொள்கலன்களிலும் உள்ள பாய்மங்கள் சமநிலையில் இருக்கும் போது கொள்கலன்களின் கூட்டு ஆற்றல் U, κ , கூட்டு இயல்பாற்றல் S எனில்

$$U_T = U^\alpha + U^\beta \text{ -----(12)}$$

$$S_T = S^\alpha(U^\alpha, V^\alpha, N^\alpha) + S^\beta(U^\beta, V^\beta, N^\beta) \text{ -----(13)}$$

இப்போது கொள்கலன்களுக்கு இடையில் ஒரு வெப்பத் தொடர்பை ஏற்படுத்துவோம். அதன் மூலம் வெப்ப ஆற்றல் மட்டுமே கடந்து செல்லும். பாய்மம் கடந்து செல்ல முடியாது. இரண்டு கொள்கலன்களுக்கும் இடையில் சமநிலை ஏற்பட்டும். 12^m சமன்பாட்டில் உள்ள U_i -இன் மதிப்பு மாறாத வகையில் U^α, U^β ஆகியவற்றின் புதிய மதிப்புகள் இருக்க வேண்டும். இது வெப்ப இயக்கவியலின், முதல் விதியான ஆற்றல் மாறாமல் கோட்பாட்டை நிறைவு செய்யும். வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியின் விளைவாக S_i , பெரும் மதிப்புள்ளதாயும் இருக்க வேண்டும். S^α, S^β ஆகிய சார்பெண்களை வகைப்படுத்த முடியும் என்ற கற்பிதம் செய்து கொண்டால் இந்தப் பெரும்மதிப்பு

$$\frac{\delta S^\alpha}{\delta U^\alpha}, \frac{\delta S^\beta}{\delta U^\beta}$$

ஆகிய இரண்டும் சமமாக இருக்கும்போது தோன்றும். இதிலிருந்து இரண்டு கொள்கலன்களிலும் வெப்ப நிலைகள் சமமாகிவிடுகின்றன என்பது தெரிகிறது. இதே போன்ற கருத்துகளின் அடிப்படையில் இரண்டு கொள்கலன்களுக்கும் இடையில் வெப்ப ஆற்றல்

மட்டுமின்றிப் பாய்மமும் பாயக் கூடுமானால் சமநிலையில் μ, T ஆகிய மதிப்புகளும் சமமாக ஆகிவிடும் என்ற தெரிய வருகிறது. ஒரு கொள்கலத்தில் V^α அளவில் குறைவு ஏற்படும் போது மற்றதில் அதற்குச் சமமான அளவில் V^β அதிகரிக்கும் படியாக ஓர் இணைப்புக் கொடுத்தால் சமநிலையில் அழுத்தங்களும் சமமாகிவிடும். இவ்வாறு சமநிலை நிபந்தனைகள் புல மாறிகளில் சமத்துவத்தை உண்டாக்கி விடுகின்றன. குறிப்பாகச் சமநிலையில் இருக்கிற ஓர் அமைப்புக்கு ஓர் ஒற்றையான கொள்கலத்திற்குள் T, μ, p ஆகியவை சீராக இருக்கும். அமைப்பு திரவமாகவும் ஆவியாகவும் கட்டப்பிரிகை அடைந்தாலும் கூட இது பொருந்தும். ஆனால் அடர்த்தி மாறிகள் சீராக இரா.

வெப்ப இயக்கவியல் நிலைப்பாடு.

சமநிலையில் S_i பெரும்மாகவோ சிறுமமாகவோ இருக்க வேண்டும் என்கிற கருத்திலிருந்து

$$\frac{\delta S^\alpha}{\delta U^\alpha}, \frac{\delta S^\beta}{\delta U^\beta}$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கிறது. உண்மையில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதி S_i பெரும்மாகவே இருக்க வேண்டும் என்ற கடுமையான நிபந்தனையை விதிக்கிறது. இதைப் பயன்படுத்தி 1, 3 ஆகிய அடிப்படைச் சமன்பாடுகளில் மேலான நிலைப்பாட்டு நிபந்தனைகளை வருவிக்க முடிகிறது. சுருக்கமாகச் சொல்லப்போனால் S என்பது U, V, N ஆகியவற்றில் ஒரு குழிந்த (concave) சார்பெண்ணாக அல்லது அதற்குச் சமானமான வகையில் T சுழிக்குச் சமமாக அல்லது சுழியை விடப் பெரிதாக இருக்கும் போது U என்பது S, V, N ஆகியவற்றின் ஒரு குவிந்த (convex) சார்பெண்ணாக இருந்தால் தான் நிலைப்பாடு ஏற்படும். V குவி தன்மையுள்ளதானால் $u(r, v)$ குவி தன்மையுள்ளதாகும். u என்ற அளவை இருமுறை தொடர்ந்து வகைப்படுத்த முடியுமானால், u குவித்தன்மை உள்ளது என்று சொல்வதற்கும் அதன் இரண்டாவது வகைக்கெழுவின ஹெஸ் அணியான (Hessian matrix) பின்வரும் அணி எதிரினமற்ற இருமடி வடிவத்தில் இருக்க வேண்டும்.

$$\begin{aligned} \delta^2 V & \delta^2 u / \delta S \delta V \\ \dots & \dots(14) \\ \delta S^2 & \delta^2 V / \delta V^2 \\ \delta^2 u / \delta V \delta S \end{aligned}$$

அதாவது மெய் எண்களின் ஓர் அணியாகக் கருதப்படுகிற மேற்படி அணியின் ஐகன் மதிப்புகள் (Eigen values) எதிரினமற்றவையாக இருக்க வேண்டும். குறிப்பாகப் பின்வரும் சமநற்ற தொடர்புகள் பொருத்தமாக இருக்க வேண்டும்.

$$\begin{aligned} \delta^2 U & \delta^2 U \\ \dots > 0 & \dots > 0 \\ \delta S^2 & \delta V^2 \end{aligned} \dots(15)$$

$$\begin{aligned} \delta^2 U & \delta^2 U & \delta^2 U \\ \dots & \dots > \dots \\ \delta S^2 & \delta V^2 & \delta S \delta V^2 \end{aligned} \dots(16)$$

14ஆம் சமன்பாட்டின் மூலைவிட்டக் கூறுகளின் மேல் சுமத்தப்படுகிற 16ம் கோவைப்படியான நிபந்தனைகள் குவி தன்மையை உறுதி செய்வதற்குத் தேவையானவையே தவிர போதுமானவை அல்ல என்பதைக் கவனத்தில் கொள் வேண்டும்.

மாறாப் பருமத்திலும் மாறா அழுத்தத்திலும் உள்ள வெப்ப ஏற்புத் திறன்களும், வெப்ப மாற்றீடற்ற இறுக்கு திறன்களும், மாறா வெப்பநிலை இறுக்கு திறன்களும் எங்கும் நேரினமாக அல்லது குறைந்த பட்சமாக எதிரினமற்றவையாக இருந்தால்தான் நிலைப்பாடு ஏற்படும். பாய்மக் கலவைகள் மற்ற அதிகச் சிக்கலான அமைப்புகள் ஆகியவற்றுக்குக் கூடுதலாக வேறு சில நிபந்தனைகளும் உள்ளன.

லெஜண்டர் மாற்றங்களும் வெப்ப இயக்கவியல் அழுத்தங்களும். லெஜண்டர் மாற்றங்களைப் பயன்படுத்தி 1,3 ஆகிய சமன்பாடுகளிலிருந்து பல அடிப்படைத் தொடர்புகளைப் பெற முடியும். 1ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து கிடைக்கிற தொடர்புகள் மாசியூ (Massieu) சார்பெண்கள் எனப்படும். 3ம் சமன்பாட்டிலிருந்து கிடைக்கிறவை வெப்ப

இயக்கவியல் அழுத்தங்கள் எனப்படும். வெப்ப இயக்கவியல் அழுத்தங்களுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகப் பின்வரும் ஹெம்ஹோல்ட்சின் (Helm holtz) தனி ஆற்றல் A என்னும் அளவை எடுத்துக் கொள்வோம்.

$$A=A(T,V,N)=U(S,V,N)-TS-----(17)$$

இங்கு வலது புறத்தில் உள்ள S, T=(δV/δS)_{N,V} என்கிற சமன்பாட்டைத் தலைகீழாக்குவதன் மூலம் T, V, N ஆகியவற்றின் ஒரு சார்பெண்ணாகக் குறிப்பிடப் படவேண்டும். A யை T, V, N ஆகியவற்றின் பதங்களில் குறிப்பிடுகிற 17ம் தொடர்பு 3ம் சமன்பாட்டில் உள்ளதைப்போன்ற விவரங்கள் அடங்கிய ஓர் அடிப்படைத்தொடர்பு ஆகும். மற்ற எல்லா வெப்ப இயக்கவியல் அளவுகளையும் A மற்றும் அதன் பகுதி வகைக்கெழுக்கள் ஆகியவற்றின் பதங்களில் குறிப்பிடலாம். 17ம் தொடர்பின் வகையீட்டுக் கெழுவை 6ம் தொடர்புடன் இணைத்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$dA=-SdT-pdv+\mu dN$$

மற்ற லெஜண்டர் மாற்றங்கள் H(S,P,N) என்ற வெப்ப உள்ளூறையையும், G(T,P,N) என்ற கிப்சின் தனிஆற்றலையும் தரும். ஒரு விரிவான தனிப்பட்ட மாறிக்குப் பதிலாக 6 அல்லது 8ம் சமன்பாடுகளில் அதனுடன் இணைந்திருக்கிற ஒரு பரிமாற்றுப்புலத்தை வைத்துக் கணக்கிடுவதன் மூலம் இவை பெறப்படுகின்றன. இந்த அழுத்தங்களுக்கான நிலைப்பாட்டு நிபந்தனைகளைப் பின்வருமாறு சுருக்கமாகக் கூறலாம். ஒரு அழுத்தத்தின் புல நிரூபணங்கள் மாறாமல் வைக்கப்பட்டிருந்தால் அந்த அழுத்தம் அதன் விரிவு நிரூபணங்களின் குவிந்த சார்பெண்ணாக இருக்கும். அதன் விரிவு நிரூபணங்கள் மாறாமல் வைக்கப்பட்டிருந்தால் அது புல நிரூபணங்களின் குழிந்த சார்பெண்ணாக இருக்கும்.

லெஜண்டர் மாற்றங்கள் புதிய வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்களையோ, தகவல்களையோ தருவதில்லை என்றாலும் அவை சுயேச்சையான மாறிகளின் கணங்களைப் பயன்படுத்த அனுமதிக்கின்றன. அவை நடைமுறையில் S, V, N

ஆகியவற்றை விட அதிக வசதியானவையாக இருக்கக் கூடும்.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல்கள். H. B. Callen, *Thermodynamics*, Wiley, New York, 1963. C. Kittel, *Thermal Physics*, Wiley, New York, 1969.

வெப்ப இயக்கவியல்-சமனற்ற நிலைகள்

நீர்மங்கள், திண்மங்கள் போன்ற ஊடகங்களில் தமக்குள் இடைவினை செய்து கொள்கிற ஏராளமான துகள்கள் அடங்கியுள்ளன. இந்த நுண்ணளவுக் கண்ணோட்டத்தில் அவற்றைச் சிக்கலான எந்திரவியல் அமைப்புகளாகவும், அவற்றில் ஏராளமான உரிமைப்படிக்கள் (degrees of freedom) சம்பந்தப்பட்டிருப்பதாகவும், அவற்றின் பரிணாமச் செயல் முறைகள் இறுதியாக இயக்கவியலின் அடிப்படை விதிகளுக்கு ஒத்துப்போகிறவையாகவும் இருக்க வேண்டும் எனவும் விவரிக்கலாம். ஆனால் ஒரு பேரளவுக் கண்ணோட்டத்தில் பார்க்கும் போது அதே ஊடகங்களைத் தொடர்பங்களாகவும், அவற்றின் பரிணாமப் பண்புகளை நேரடியாக அளவிடக் கூடிய அழுத்தம், வெப்பநிலை, ஊடகத்தின் வெவ்வேறு ஆக்கக் கூறுகளின் செறிவு போன்ற அளவுகளுக்கு இடையிலான நிகழ்வு ரீதியான விதிகளிலிருந்து கண்டுபிடிக்க முடியும் எனவும் கருதிக் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. பேரளவுக் கண்ணோட்டம் எளிமையானது. அத்துடன் பல வேளைகளில் அது மட்டுமே இருக்கிறது. இந்தப்பேரளவு இயற்பியலில் வெப்ப இயக்கவியல் ஒரு பகுதி. அது இரண்டு தத்துவங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தத் தத்துவங்கள் 19ஆம் நூற்றாண்டில் வெப்ப எஞ்சின்களின் செயல்பாடு மற்றும் பயனுறு திறத்தைப் பற்றி உருவாக்கப்பட்ட தொழில் நுட்பக் கருத்துகளிலிருந்து தோன்றின. வெப்ப எஞ்சின் பயனுறு திறன், இயக்கவியலின் அடிப்படையான தத்துவங்களுடன் நேரடியான தொடர்பு கொண்டதல்ல. எனினும் புகுப்பாய்வு இயக்கவியலில் பெரும் வளர்ச்சி

ஏற்பட்ட கால் கட்டத்தில் பயனுறு திறத் தத்துவங்களிலும் ஓர் இணையான வளர்ச்சி நிகழ்ந்தது. 1866ஆம் ஆண்டில் போல்ட்ஸ்மான் (L. Boltzmann) வெப்பத்தின் எந்திரவியல் கொள்கையை வெளியிட்டார். அவருடைய கருத்துகள் வளிமங்களைப் பற்றிய கொள்கைகள் உருவாகவும் கிளாசியஸ் (R. Clausius) வெளியிட்ட இயல்பாற்றல் என்ற கருத்தை விளக்கவும் உதவின. 1824ஆம் ஆண்டில் சாடி கார்னோ (sadi carr) நேர் மாறாக்க முடியாமை (irreversibility) என்ற கருத்தை வெளியிட்டார். 1850ஆம் ஆண்டில் கிளாசியஸ் இயல்பாற்றல் கருத்தைப் பயன்படுத்தி நேர்மாறாக்க முடியாமைத் தத்துவத்திலிருந்து ஒரு கணித வாய்பாடு முறையை உருவாக்கினால். வரிசையான சமநிலைக் கட்டங்களாலான ஒரு நேர் மாறாக்கத் தக்க நிகழ்வில் அமைப்பின் இயல்பாற்றல் பின்வரும் வகையீட்டு வடிவில் வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$dS = dQ/T \text{-----}(1)$$

சமநிலையற்ற, நேர்மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகளில் கார்னோ-கிளாசியஸ் கருத்துகளின் படி

$$dS > dQ/T \text{-----}(2)$$

அல்லது $dS = dQ/T + dQ^1/T$ ($dQ^1 > 0$) இங்கு dQ , dQ^1 , T ஆகியவை முறையே வெளியிலிருந்து அமைப்புக்குத் தரப்பட்ட வெப்பம், அதற்கேற்ற ஈடு செய்யப்படாத வெப்பம், தனி வெப்ப நிலை ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றன. 2ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பு ($dQ = 0$) தன் இயல்பாற்றலை அதிகரித்துக் கொண்டே போய்ச் சமநிலையில் பெரும் இயல்பாற்றலைப் பெற்று விடுகிறது எனத் தெரிகிறது. இயல்பாற்றல் மாற்றத்துக்கு வெளியிலிருந்து வரும் வெப்பமும், ஈடு செய்யப்படாத வெப்பத்துடன் சம்பந்தப்பட்ட உள்ளிட மாற்றங்களுமே காரணம். வெளியிலிருந்து வரும் வெப்பத்தினால் தோன்றும் இயல்பாற்றல் பாய்வு Φ எனில்,

$$\Phi = d_S/dt = T^{-1} dQ/dt \text{-----}(3)$$

நேர்மாறாக்க முடியாத தன்மையின் அளவான

இயல்பாற்றல் உற்பத்தி Q எனில்,

$$P = d_i S / dt = T^{-1} dQ / dt \geq 0 \text{-----}(4)$$

இவற்றிலிருந்து பின்வரும் சமன்செய் சமன்பாட்டை எழுதலாம்.

$$dS = d_e S + d_i S \text{-----}(5)$$

ஆகவே வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது தத்துவம் சமநிலையில் உள்ள ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பின் இயல்பாற்றல் பெருமமாக இருக்கும் என்பதை மட்டுமின்றி, தனிமைப்படுத்தப் பட்டிருந்தாலும் தனிமைப்படுத்தப் படாவிட்டாலும் (P=0) எல்லா சமநிலை அமைப்புகளுக்கும் சிறும் இயல்பாற்றல் உற்பத்திப் பண்பு பொருந்தும் என்பதையும் விளக்குகிறது. ஆனால் இத்தகைய விரிவாக்கம் இன்னமும் முழுமை பெற்றதாக இராது. ஏனெனில் கிளாசியல்-கார்னாட்டின் 2ஆம் தொடர்பு சுற்றுப்புறங்களுடன் பொருள் பரிமாற்றம் செய்து கொள்ளாத மூடிய அமைப்புகளுக்கு மட்டுமே பொருந்துவதாக இருக்கிறது. சுற்றுப்புறங்களுடன் பொருளையும் ஆற்றலையும் பரிமாறிக் கொள்கிற திறந்த அமைப்புகளுக்குப் பொதுவான சமன் செய்தொடர்பு (5) பொருந்தும். ஆனால் அப்போது இயல்பாற்றல் பாய்வில் வெப்பச் சலனத் தாலும் விரவலினாலும் ஏற்படக் கூடிய நிறைப்பரிமாற்றத்தின் காரணமாகவும்மற்ற விளைவுகளின் காரணமாகவும் கூடுதலான பங்களிப்புகள் சேரும். உயிரியல் அமைப்புகள் இத்தகைய சிறந்த தன்மை உள்ளவை. அவற்றின் ஆய்வுகளில் இத்தகைய விரிவாக்கம் பயன்தருவதாக இருக்கும். வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது தத்துவத்தின் பண்புறுதியான தன்மையாலும் $P = d_i S / dt = T^{-1} dQ / dt \geq 0$ என்ற அசமனிக்கும் ஊடகத்தின் பரிணாமத்தின் தன்னியல்பான பண்புறுதி விதிகளுக்கும் இடையில் தொடர்பு ஏதும் இல்லாதிருக்கிற காரணத்தாலும், வெப்ப இயக்கவியலின் வளர்ச்சி சமநிலை வட்டாரத்தோடு நின்றுவிட்டது. நேர்மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகளின் வெப்ப இயக்கவியலைப் பொறுத்த வரை கெல்வின் பிரபுவின் வெப்பமின் விளைவு பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் குறிப்பிடத்தக்கவை. அதே போல ராலே

பிரபு ஒரு பாகியல் தன்மையுள்ள ஊடகத்தில் ஆற்றல் சிதைவதையும் டுஹெம் (Duhem) வேதியல் உராய்வு பற்றியும் குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுகளைச் செய்திருக்கிறார்கள். போல்ட்ஸ்மான் தனது வளிமக் கொள்கையில் இயல்பாற்றல் $S = k \log W$ என்ற நுண்ணளவுக்கான வரையறையை வெளியிட்டார். இங்கு W என்பது அமைப்பின் நிலையின் வெப்ப இயக்கவியல் நிகழ்தகவைக் குறிப்பிடுகிறது. இது ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையை மூலக்கூறு மட்டத்தில் எட்ட அனுமதிக்கிற சாத்தியக் கூறுகளின் எண்ணிக்கையுடன் சம்பந்தப்பட்ட ஓர் அளவு. k என்பது போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி. ஒரு தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்பின் இயல்பாற்றல் அதிகரிப்பது என்ற ஆய்வுக் கருத்து ஒழுங்கிலிருந்து ஒழுங்கற்ற நிலைக்கு மாறுவது அதிகரிப்பது என்ற ஆய்வுக் கருத்து ஒழுங்கிலிருந்து ஒழுங்கற்ற நிலைக்கு மாறுவது என்ற இயற்பியல் முக்கியத்துவத்தைப் பெறுகிறது. அதன் விளைவாகச் சமநிலை என்பது முழுமையான ஒழுங்கின்மை நிலவுகிற நிலைக்கு ஒப்பானதாக ஆகி விடுகிறது. டிடோண்டர் (dedonder) என்பவரால் நிறுவப்பட்ட சமன்பாடு இயற்புவேதியியல் ஆய்வுகளுக்கு வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது தத்துவத்தின் முக்கியமான பங்களிப்பு ஆகும். அதைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$P = T^{-1} A \omega \geq 0 \text{-----}(6)$$

இங்கு A என்பது பற்று (affinity) என்ற அளவு. ω என்பது வேதியியல் வினை வீதம். வேதி வினை வீதத்தை வெப்ப இயக்கவியல் அர்த்தப்படி நிலைச் சார்பெண் (state function) என வையறுக்கலாம். இவ்வாறு பெறப்பட்ட இரட்டை நேர்போக்கு வடிவச் (bilinear form) சமன்பாடு பின்னர் மேலும் பொதுத் தன்மையான நிலைமைகளுக்கு விஸ்தரிக்கப்பட்டது. அவற்றில் பல வகையான நேர்மாறாக்க முடியாத விளைவுகளும் இருந்தன. பல சம கால வேதி வினைகளும், வெப்பக் கடத்தல், விரவல், பாகியல் பாய்வு போன்ற போக்குவரத்து நிகழ்வுகளும் இவற்றில் அடங்கும். ஒருபடித்தான ஊடகங்களுக்கு 6ஆம் சமன்பாட்டின் விரிவாக்கத்தைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$P = \sum_{\alpha} X_{\alpha} J_{\alpha} \geq 0 \text{-----}(7)$$

α

இங்கு X_α என்பது பொதுவாக்கப்பட்ட விசையையும், J_α என்பது ஒரு பாய்வையும் குறிப்பிடுகின்றன. 6ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள $T^{-1}A$ பொதுவாக்கப்பட்ட விசைக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும். அதே சமன்பாட்டில் உள்ள μ பாய்வுக்கு எடுத்துக்காட்டு. பலபடித்தான ஊடகங்களில் இதே தொடர்பு பின்வருமாறு ஒரு பருமத் தொகையீட்டின் வடிவத்தை அடைகிறது.

$$P = \int_V \mathbf{E} X_\alpha J_\alpha dv \geq 0 \text{-----}(8)$$

இதில் X_α என்பது தல அளவிலான பொதுவாக்கப்பட்ட விசைகள். வெப்பக் கடத்தல், விரவல், வெப்பச் சலனம் போன்ற பல்வேறு வகையான போக்குவரத்து நிகழ்வுகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட மாற்ற வீதங்கள் (gradients) தல வேதியியல் பற்றுக்கள் போன்றவை இத்தகைய விசைகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள். இதற்கு எதிரிடையாகச் சமநிலை என்பது j_α என்ற எல்லாப் பாய்வுகளும் மறைந்து போகின்ற நிலைக்கு நேரானதாக அமைகிறது. ஆனால் வெப்ப இயக்க வியலின் இரண்டாவது தத்துவத்திற்கு இவ்வாறு செய்யப்படுகின்றன நேர்த்தியின் காரணமாகத் தலச்சமநிலைக் (local equilibrium) கற்பிதம் என்ற ஒரு கட்டுப்படுத்தும் கருதுகோளை அறிமுகப்படுத்த வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படுகிறது. உண்மையில் மேற்கண்ட இரட்டை நேர்போக்குக் கோவைகளைப் பெறுவதற்கு ஒரு சமநிலையற்ற அமைப்பின் தல நிலையை, சமநிலை உள்ள அமைப்பை விவரிக்கப் பயன்படுகின்ற அளவுகளாலேயே விவரிக்கமுடியும் என்று கற்பிதம் செய்து கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. அந்தத் தல நிலையைச் சமநிலை அமைப்பின் நிலைச்சமன்பாட்டினாலேயே குறிப்பிட முடியும் எனவும் வைத்துக் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. ஏராளமான மூலக்கூறு இடைவினைகளின் காரணமாகத்தலப் பரவீட்டுச் சார்பெண்கள் அவற்றின் சமநிலை மதிப்புகளிலிருந்து சிறிதளவே வேறுபட்டிருக்கும்போது மேற்கண்ட கற்பிதங்கள் நியாயமானவையாகவே இருக்கின்றன. ஆனால் புள்ளியியல் சமநிலையிலிருந்து சிறிய அளவில் ஏற்படும் மாற்றம் கூட முக்கியமான பேரளவுப்பாய்வுகளுக்கு வழிகோலி விட முடியும். எனவே தலச் சமநிலைக்கற்பிதம் நேர்மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகளில் குறிப்பாக, இயற்பியவேதியியலிலும், உயிரி இயற்பியலிலும் உள்ள நிகழ்வுகளின் வெப்ப

இயக்கவியல் தன்மைகளின் ஒரு விரிவான நெடுக்கத்திற்குப் பொருந்துவதாக இருக்கிறது. நடைமுறையில் மிக உயர்ந்த வெற்றிடங்களிலும் மிகக்குறைந்த வெப்ப நிலைகளிலும் இடைவினைகள் குறைந்த எண்ணிக்கையில் இருப்பதால் அவற்றிற்கு இந்தக் கற்பிதங்கள் பொருந்தாது. அதே போலச் சமநிலையற்ற இயற்பியல் அமைப்புகளின் நடத்தைக் காரணமாகக் கூடுதலான மாறிகளையோ, மாற்ற வீதங்களையோ, நிலைச் சமன்பாட்டில் சேர்க்கவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படும்போது இந்தக் கற்பிதங்கள் பொருந்தாது.

இன்றைய வளர்ச்சி நிலையில் நேர்மாறாக்க முடியாத நிகழ்வுகளில் வெப்ப இயக்கவியல் தன்மைகளால் சிக்கலான பிரச்சனைகளில் பயன்படுத்தப்படும் அனுபவ விதிகளை முழுமையாக விளக்க முடியவில்லை. உண்மையில் தலச் சமநிலைக் கற்பிதம் சமநிலையிலுள்ள அமைப்புகளின் கிப்ஸ் விதி ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் செல்லுபடியாகின்றதை குறிப்பிடுகின்றது. இந்த கிப்ஸ் விதி தல அளவிலான இயல்பாற்றலுக்கு ஒரு விரிவாக்கப்பட்ட வரையறையை அளிக்கிறது. இந்த வரையறை ஏராளமான சமநிலையற்ற நிலைக்குச் செல்லுபடியாகிறது.

E என்ற ஆற்றலும் V என்ற பருமனும் m_r நிறையுள்ள r ஆக்கக்கூறுகளும் கொண்ட ஓர் அமைப்பு p என்ற பருமனும், T என்ற வெப்பநிலையிலும் μ_r என்ற வேதி அழுத்தத்திலும் இருக்கின்ற நிலைக்கு இயல்பாற்றலை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$dS = T^{-1}dE + PT^{-1}dv - \sum_r \mu_r T^{-1}dm_r \text{-----}(9)$$

நேர்போக்கு வெப்ப இயக்கவியல். J_α என்ற பாய்வுகள் நிகழ்வியல் (phenomenological) அல்லது இயக்கவிதிகளின் மூலம் X_α என்ற பொதுவாக்கப்பட்ட விசைகளுடன் தொடர்புள்ளவையாக இருக்கின்றன. சமநிலைக்கு அண்மையில் அவை முதல் வரிசைப்பதங்கள் மட்டுமே அடங்கிய ஒரு பகுப்பாய்வு வளர்ச்சியின் நேர்போக்கு வடிவத்தில் அமைகின்றன. சுழி வரிசைப் பதங்கள் முற்றொருமைத் தன்மையில் மறைந்துவிடுகின்றன. இதன் மூலம் பின்வரும் வடிவத்திலுள்ள சமன்பாடுகள்

கிடைக்கும்.

$$J_{\alpha} = \epsilon L_{\alpha\beta} X_{\beta} (J_{\alpha eq} = X_{\alpha eq} = 0) \quad \text{-----}(10)$$

இங்கு $L_{\alpha\beta}$ என்பவை ஊடகத்தின் தன்மையைக் காட்டும் நிகழ்வியல் குணகங்கள். மேற்கண்ட வடிவத்தில் உள்ள சமன்பாட்டுக்குக் குறிப்பாக வெப்பக் கடத்திகளுக்கான ஃபூரியர் விதி, விரவலுக்கான பிக் விதி, பாகியல் பாய்மங்களுக்கான நியூட்டன் விதி ஆகியவை மாதிரித் தன்மையான எடுத்துக்காட்டுகள். இதற்கு மாறாக வினை வீதங்களுக்கும் வேதி பற்றுக்களுக்கும் இடையிலான இத்தகைய நேர்போக்குத் தொடர்புகள் அதிக அளவில் பயன்படுவதில்லை. அவற்றிற்கு நடைமுறை அக்கறையும் கட்டுகிறதில்லை. இந்த நேர்போக்குக் கொள்கையின் கட்டமைப்பில்

$$P = \epsilon X_{\alpha} J_{\alpha} \geq 0$$

என்ற 7ஆம் அசமனியால் வரையறுக்கப்பட்ட இயல்பாற்றல் உற்பத்தி ஒரு நேரினமான உறுதி செய்யப்பட்ட இருமடி வடிவை அடைந்து விடுகிறது. அதை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$P = \epsilon L_{\alpha\beta} X_{\alpha} X_{\beta} \geq 0 \quad \text{-----}(11)$$

அதே போன்ற ஒரு வடிவத்தில் ஒரு படித்தற்ற ஊடகங்களுக்கான 8-ஆம் அசமனியையும் எழுத முடியும். X மாறிகளின் எல்லா மதிப்புகளுக்கும் நேரினக் குறியை நிறைவு செய்ய வேண்டியிருக்கிற காரணத்தால் $L_{\alpha\beta}$ என்ற நிகழ்வியல் குணகங்களின் மேல் குறியீட்டு மரபுகளைச் சமத்த வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படுவதை இயல் கணிதத்தின் இருமடி வடிவத் தத்துவங்கள் சுட்டிக் காட்டுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக $\alpha, \beta = 1, 2$ என்று அமைகிற இரண்டு பாய்வுகளுக்கு

$$L_{11} > 0, L_{22} > 0, (L_{12} + L_{21}) < 4L_{11}L_{22} \quad \text{-----}(12)$$

இதன்மூலம் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதிக்கும் அமைப்பின் பண்புகளுக்கும் இடையில் முதன் முதலாக ஒரு தொடர்பு நிறுவப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக $L_{\alpha\alpha}$ வகையைச் சேர்ந்த வெப்பக் கடத்தல் எண்ணும், விரவல் குணகங்களும் நேரினமாக

இருத்தல் வேண்டும். ஆனால் $L_{\alpha\beta}$ வகையைச் சேர்ந்த வெப்ப விரவல் குணகத்திற்குக் (thermo diffusion coefficient) குறிப்பான குறி எதுவும் கிடையாது. உண்மையில் பின்வரும் முக்கியமான கூடுதல் பங்களிப்புகளின் காரணமாக நேர்போக்கு வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கை கிட்டதட்டத் தனது முழு வளர்ச்சியை எட்டிவிட்டது எனலாம். முதலாவது 1931ம் ஆண்டில் ஆன்சேஜர் (onsager) என்பார் நிறுவிய பரிமாற்றத் தொடர்புகள் (reciprocity relations) ஆகும். அதன்படி காந்தப் புலம் எதுவும் இல்லாத போது

$$L_{\alpha\beta} = L_{\beta\alpha} (\beta = \alpha) \quad \text{-----}(13)$$

நிகழ்வியல் குணகங்களின் அணிக் கோவையை இவ்வாறு சமச்சீர்மைப்படுத்துவதன் மூலம் பொதுவாக்கப்பட்ட விசைகள் பரவியிருக்கிற வெளியின் நேர்போக்கு மண்டலத்தில் சமநிலை நிலையைச் சுற்றி எந்தவிதமான சுழற்சி ஏற்படுவதற்கான வாய்ப்புகள் சாத்தியக் கூறுகளும் தவிர்க்கப்படுகின்றன. இதற்கு எதிரிடையாக வெப்ப மின் விளைவைப் பற்றிய கெல்வின் பிரடிவின் ஆய்வுகளின் சரியான விளக்கத்தைப் பெறுவதில் இந்த ஆன்சேஜர் தொடர்புகளே உதவி செய்தன. குறிப்பாகத் திசையொவ்வாப் பண்புகளைக் கொண்ட ஊடகங்களில் வெப்பக் கடத்தல் டென்சார்களின் சமச்சீர்மை மூலமாகப் பரிசோதனை முறையில் சரிபார்க்கப்பட்ட ஆன்சேஜர் தொடர்புகள், வெப்ப விரவல், செயலுறு போக்குவரத்து, மின் சவ்லுடு பரவுதல் போன்ற பன்மை இணைப்பு விளைவுகளின் சரியான விளக்கங்களைப் பெறுவதில் பெரும் பங்களிப்புச் செய்திருக்கின்றன.

நேர்போக்கு மண்டலத்தின் இரண்டாவது மாதிரித்தனமாக பங்களிப்பு, அசையா நிலையில் சிறும இயல்பாற்றலைத் தேற்றத்தைப் பற்றியதாகும். 4-ஆம் சமன்பாட்டின்படி சமநிலை நிலைக்கு இந்தப் பண்பு இருக்க வேண்டியது தெளிவாகிறது. இவ்வாறு அந்தப் பண்பு அசையா நிலைகளில் அமைந்து இருக்கிறது. ஆனால் இயல்பாற்றலின் சிறும மதிப்பு சுழியாக இருப்பதில்லை, அமைப்பு சமநிலையை எட்டவிடாமல் செய்கிற கட்டுப்பாட்டைப் பொறுத்தே சிறும எண்ட்ரபி மதிப்பு அமைந்திருக்கிறது. இந்தத் தேற்றம் 14ம் சமன்பாட்டு நிபந்தனையின் நேரடியான

விளைவு ஆகும். நேர் போக்கு மண்டலத்தில் வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது. அப்போது அதை வலுவற்ற கட்டுப்பாடுகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்டிருக்கிற அசையா நிலைகளுக்குப் பயன்படுத்த முடியும். எடுத்துக்காட்டாக ஓர் இரட்டை உறுப்புகள் கொண்ட பாய்மத்தொடக்கத்தில் ஒரு நுண் துளைக் குழாயினால் இணைக்கப்பட்ட இரண்டு தேக்கிகளில் சீரான முறையில் பரவியிருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். இரண்டு தேக்கிகளும் சீரான ஆனால் வேறுபட்ட வெப்ப நிலைகளில் இருக்கட்டும். நிறைப்பொருளின் பாய்வு நின்றுபோன உடனே ஒரு அசையா நிலை தோன்றிப் பின்வரும் தொடர்பு கிடைக்கிறது.

$$L_{12}x_1 + L_{22}x_2 = 0 \text{-----}(14)$$

இதில் விதிக்கப்பட்ட கட்டுப்பாடு x_1 என்கிற வெப்ப விசை ஆகும். அப்போது x_2 வைப் பொறுத்த இயல்பாற்றல் உற்பத்தி வகைக்கெழு $(\delta P/\delta x_2)_x = 2J_2$ மறைந்து விட வேண்டும் என்பது குறைந்த பட்ச நிபந்தனை ஆகும். இந்த நிபந்தனை பரிசோதனை மூலம் சரிபார்க்கப்பட்டிருக்கிறது. நேர்போக்கு மண்டலத்தைச் சேர்ந்த எல்லா அசையா நிலைகளுக்கும் பொதுவாக ஒரு பண்பைச் சிறும இயல்பாற்றல் உற்பத்திக் கருத்து வெளிப்படுத்துகிறது. அதன்படி எல்லா அசையா நிலைகளின் நடத்தையும் இயன்ற வரை சமநிலை நடத்தைக்கு நெருக்கமானதாக அமைய முனைகிறது. அப்போது முழுமையான தர இறக்கம் (degradation) ஏற்பட்டிருக்கும். விதிக்கப்பட்டிருக்கிற தடையின் காரணமாகவே அமைப்பினால் சமநிலையை எட்ட முடியாமல் போகிறது. இந்த அசையா நிலைகள் நிலைத் தன்மை உள்ளவை. எந்த விதமான ஏற்ற இறக்கமும், ஒரு வேறுபட்ட, அதிக ஒழுங்கான நடத்தையை ஏற்படுத்தக் கூடிய நிலையற்ற தன்மையை உண்டாக்க முடியாது. எல்லா விதமான சம வாய்ப்புள்ள ஏற்ற இறக்கங்களும் சிதைந்து மறைந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு நேர் போக்கு மண்டலத்தில் உள்ள அசையா நிலைகளின் முழுக் கணமும் வெப்ப இயக்கவியல் கிளை எனப்படுகிற ஒரு ஸ்திரமான கிளையைச் சேர்ந்ததாக ஆகிவிடுகிறது என்பதைக் காணலாம். நேர்போக்கற்ற மண்டலத்தில் இதற்கு எதிரிடையான நிலைமை நிலவுகிறது. அங்கு இந்தக் கிளை ஏதாவது ஒரு விளிம்பு நிலையிலிருந்து தொடங்கி நிலையற்றதாக

ஆகிவிடலாம். அதற்குப் பதிலாக வேறு ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நிலையான கிளைகள் அமைந்துவிடக் கூடும். அந்தக் கிளைகள் முற்றிலும் வேறுபட்ட உள்ளிட ஒழுங்கமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கலாம். சில வேளைகளில் அதைவிட உயர்வான ஒழுங்கமைப்புள்ள கிளைகளும் அமைந்துவிடக்கூடும். இந்தச் சாத்தியக் கூறின் காரணமாக உயிரியல் வரிசை (biological order) என்ற கருத்துடன் ஒரு நெருக்கமான தொடர்பு ஏற்பட முடிகிறது. நேர்போக்கு வெப்ப இயக்கவியலின் வலுவற்ற கட்டுப்பாடுகளின் மண்டலத்தில் இத்தகைய ஒழுங்கமைப்புகளைக் காணவே முடியாது.

நேர்போக்கற்ற வெப்ப இயக்கவியல். இந்தப் பிரிவு நேர்போக்கான வெப்ப இயக்கவியலை விடச் சமநிலையிலிருந்து அதிகமாக விலகியிருக்கிறது. தல அளவிலான சமநிலைக்கான கற்பிதங்கள் செல்லுபடியாகிற அமைப்புகளுக்கு மட்டுமே இந்தப் பிரிவில் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இந்த ஆய்வு முயற்சிகளில் முதலாவது வலுவான, நிரந்தரமான கட்டுப்பாடுகள் விதிக்கப்பட்ட அமைப்புகளுக்கு ஒரு பரிணாமக் கருத்தை (criterion) நிறுவவதைப் பற்றியது ஆகும். 8ஆம் சமன்பாட்டின் இயல்பாற்றல் உற்பத்தியிலுள்ள dp என்ற வகைக்கெழுவை இரண்டு பதங்களாகப் பிரிப்பதன் மூலம் இதன் கணிதக் கோவை வருவிக்கப்படுகிறது. $d_x P$ அல்லது $J dx$, $d_j P$ அல்லது $x dJ$ ஆகியவை அந்த இரண்டு பதங்கள். அதன் பிறகு நிறை மற்றும் ஆற்றல் சமன் செய்யும் சமன்பாடுகளிலிருந்து, $dx P \leq 0$ என்ற பொதுவான கருத்தின்படி நிலையான கட்டுப்பாடுகள் கொண்ட ஒரு ஆற்றல் சிதையும் அமைப்பு பரிணமிக்கிறது என்பது தெரிய வருகிறது. இதில் ஒரு அசையா நிலை இருக்குமானால் அதற்கு $d_x P = 0$, இதற்கு எதிரிடையாக $d_j P$ என்ற பதத்துக்கு நிச்சயமான குறிகிடையாது. உந்தத்தைச் சமன் செய்யும் சமன்பாட்டைக் கூடுதலாகப் பயன்படுத்தி ஆற்றல் சிதைவு-வெப்பச் சலன அமைப்புகளுக்கும் இதே பண்பு விரிவுபடுத்தப்பட்டது. இந்த கருத்து சிறும இயல்பாற்றல் உற்பத்திக் தேற்றத்தின் பொது வாக்கப்பட்ட வடிவமே என்பது உடனடியாகத் தெளிவாகிறது. நேர் போக்கு மண்டலத்தில் இந்தக் கருத்து சிறும இயல்பாற்றல் உற்பத்திக் தேற்றமாகவே சுருங்கிவிடுகிறது. 10-என்ற நிகழ்வியல் விதிகளின்

காரணமாகவும் 14 என்ற பரிமாற்று விதியின் காரணமாகவும் இந்தக் கருத்து இந்தத் தேற்றத்தைப் பின்வரும் வடிவத்தில் உடனடியாகப் புனரமைப்புச் செய்து விடுகிறது.

$$dP=2d_x P=2d_j P \leq 0 \text{-----}(15)$$

அதே முறையில் அந்தத் தேற்றம் நேர்போக்கு மண்டலத்திற்கு மட்டுமே செல்லுபடியாகக் கூடிய வயிலும் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு விடுகிறது. ஆனால் நேர்போக்கற்ற மண்டலத்தில் $d_x P \leq 0$ என்ற பரிணாமத் தத்துவம் விளக்கப்படுவதைப் பொறுத்த வரையில் பொது நிகழ்வுகளில் அது மாறாத் தன்மையுள்ள வாய்பாடாக அமைவது அதன் முக்கியமான அம்சம் ஆகும். $d_x P$ என்பது ஏதோ ஒரு சீரான திசையில் அழுத்தத்தின் சரியான வகையீட்டுக் கெழுவாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயம் இல்லை. நேர்போக்கு வெப்ப இயக்கவியலில் இயல்பாற்றல் உற்பத்திக்கும், சமநிலைக்கோட்பாட்டில் தனி ஆற்றலுக்கும் இதே போன்ற நிலை ஏற்படுகிறது. இப்போது இரண்டு தனித்தனியான தன்மையுள்ள சூழ்நிலைகள் எழக்கூடும்.

முதல் சூழ்நிலையில் பாய்வுகளுக்கும், பொதுவாக்கப்பட்ட விசைகளுக்கும் இடையிலான இயக்க விதிகளின் கணிதவியல் கோவைகள், λ என்ற ஒரு நேரினமான தொகையீட்டுக் காரணியின் உதவியுடன் $d_x P$ - ஐ ϕ என்ற ஒரு இயக்க அழுத்தத்தின் சரியான வகையீட்டுக் குணகமாகச் சுருக்குவதற்கு அனுமதிக்கின்றன. இதன்மூலம் பின்வரும் ஒரு மாறுதன்மையுள்ள பரிணாம விதி கிடைக்கிறது.

$$\lambda d_x P = d\phi \leq 0$$

இது அசையா நிலையில் சிறும இயல்பாற்றல் உற்பத்தித் தேற்றத்தின் நேரடியான பொதுவாக்கம் ஆகும். இதன் விளைவாக நிரந்தரமான கட்டுப்பாடுகளுள்ள எந்த ஒரு பரிணாமமும், அந்த அசையா நிலையை நோக்கியே திசைப்பட்டிருக்கும். மேலும் சமநிலையின் நிலைத் தன்மையைப் பற்றியதான லீசாடலியர் பிரான் (Lechatelier-Braun) தத்துவம் இந்த வகை அசையா நிலைகளையும் ஆளுகிறது.

இரண்டாவது சூழ்நிலையில் $d_x P$ எந்த விதமான முறையிலும் ஒரு சரியான வகையிடு கோவையாக மாற முடியாது. எனவே சீரான திசையில் அழுத்தம் எதுவும் தோன்ற வழியில்லை. ஆனால் அசையா நிலையைச் சுற்றிச் சுழற்சிகள் ஏற்பட முடியும்.

சீரான அழுத்தம் இல்லாத போதிலும் $d_x P \leq 0$ என்ற தத்துவத்தின் உதவியுடன் ஓர் அசையா நிலைக்கான நிலைத் தன்மை நிபந்தனைகளை உருவாக்க முடிகிறது. சமநிலையின் பழங்கொள்கைப் படியான வகைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஒரு முறையிலேயே இதையும் செய்யலாம். இந்த முறை பரிணாமக் கருத்துத் தத்துவத்தின் நிபந்தனைகளின் காரணமாக ஒரு மேற்கோள் நிலையிலிருந்து எந்த ஒரு நிகழ்வும் தொடங்குகிற சாத்தியக் கூறுகள் இல்லை என்று காட்டுவதன் மூலம் அந்த மேற்கோள் நிலையின் நிலைத் தன்மையைக் குறிப்பிடுகிறது. எனவே இப்போது கவனிக்கப்படுகிற நிகழ்வில் $d_x P \leq 0$ என்ற அசமனியைப் பயன்படுத்தி மேற்கோள் நிலையின் அண்மையில் $\delta_x P > 0$ என்ற நிபந்தனை வருவிக்கப்படுகிறது. அத்துடன் குலைவின் தொடக்கப்புள்ளியாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அசையா நிலைக்கே $\delta_x P = 0$ என்ற சமன்பாட்டை நிறுவுவது எளிதாக இருக்கிறது. எனவே ஒரு படித்தான ஆற்றலைச் சிதைக்கும் ஊடகங்கள் உலைவுகளுக்கான நிலைத் தன்மைக் கருத்தான $d_x P \leq 0$ என்பதைப் பின்வரும் இரண்டாம் வரிசை இரட்டை நேர்போக்கு வடிவங்களில் குறிப்பிடலாம்.

$$\epsilon \delta J_\alpha \delta X_\alpha > 0 \text{-----}(17)$$

α

இந்த அளவு உபரி இயல்பாற்றல் உற்பத்தி (excess entropy production) எனப் பல வேளைகளில் அழைக்கப்படுகிறது. நேர்போக்கற்ற நிலைத் தன்மைக் கொள்கையில் இது மிகவும் பயன்பாடு உள்ளதாய் இருக்கிறது. ஒரு படித்தற்றவையும் தொடர்ச்சியானவையுமான ஊடகங்களுக்கான பொதுவாக்கம் 8ஆம் சமன்பாட்டின்படி நேரடியான தன்மையில் அமைகிறது. 19ஆம் அசமனிக் கருத்து வெப்ப இயக்கவியல் கிளையின் நிலைத் தன்மையை மெய்ப்பிக்கிறது. நேர்போக்கு மண்டலத்தில் மாறுதான விளிம்பு நிலை எதுவும் இல்லை என்பதை

உறுதிப்படுத்துகிறது. மேலும் 10ஆம் தொடர்பை 17ஆம் அசமனிக்குள் $\epsilon L_{\alpha\beta} \delta x_{\alpha} \delta x_{\beta}$ என்ற வடிவத்தில் ஓர் உறுதியான இருமடிக் கோவை தோன்றுகிறது. நிலைத் தன்மை இருப்பதை உறுதி செய்கிற நேரினக் குறி இயல்பாற்றல் உற்பத்தி பற்றிய தான (11) என்ற இரண்டாவது விதியின் காரணமாக முற்றொருமைத் தன்மையில் நிறைவு செய்யப்படுகிறது.

இதற்கு மாறாக 17 என்ற அசமனியைச் சில எளிய மாற்றியமைப்புகள் செய்து பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$d_t(\delta^2 S) > 0 \text{-----}(18)$$

இது லியாபுனாபின் (Lyapunoff) மிக நுண் அளவிலான நிலைத் தன்மை நிபந்தனையைக் குறிப்பிட மட்டுமே செய்கிறது. ஏனெனில் $\delta^2 S$ என்பது ஓர் எதிரின நிச்சய இருமடி வடிவம். 18ஆம் தொடர்பு அசையா நிலைக் கட்டுப்பாடுகளின் கீழ் உள்ள ஆற்றல் சிதைப்பு ஊடகங்களை மட்டுமே பற்றியதாகும். ஆயினும் லியாபுனாத் தத்துவத்தை வெப்பச் சலன விளைவுகளுக்கு நீட்டிப்பதில் சிக்கல் எதுவும் இல்லை.

குறிப்பான சந்தர்ப்பங்களுக்கும் பயன்படுத்திப் பார்க்கும்போது சம நிலையை விட்டு விலகி அமைந்த நேர் போக்கற்ற மண்டலத்தில், நிலைத் தன்மை முற்றொருமைத் தன்மையில் நிறைவு செய்யப்படுவதில்லை என்று தெரிகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஓய்வு நிலையில் இருக்கிற ஒரு பாய்மத்தை அடியிலிருந்து சூடாக்கும் போது அதன் ஒரு கிடையான படலத்தில் தோன்றுகிற சுதந்திரமான வெப்பச் சலனம் போன்ற விளைவுகளினால் நிலையற்றதன்மை ஏற்படக் கூடும். அதே போல ஓர் அமைப்புக்குள் நிகழ்கிற இணைக்கப்பட்ட வேதி வினைகளின் ஒரு வரிசையில் தன் வினையூக்கி (autocatalytic) விளைவுகளாலும் இதே போன்ற வேதியியல் நிலையற்ற தன்மைகள் ஏற்படலாம்.

மாறுதான விளிம்பு நிலையில் நிலைத் தன்மை நிறைவு செய்யப்படுவதில்லை. அங்கு 17ஆம் தொடர்பு ஒரு சமன்பாடாக மாறி விடுகிறது. நேர்போக்கற்ற மண்டலத்தில் $\epsilon \delta J_{\alpha} \delta X_{\alpha}$ பல வேளைகளில் எதிர் எதிர்க் குறிகள் கொண்ட

பதங்களில் இரண்டு குழுக்களுக்கு இடையிலான வேறுபாடாகத் தன்னைக் காட்டிக் கொள்வதால் இந்தச் சாத்தியக் கூறு உருவாகிறது. ஆற்றல் சிதைவினால் ஏற்படும் நிலைப்படுத்தும் செயலுக்கும் வெப்பச் சலனத்தினாலோ, வினையூக்கச் செயல்முறைகளினாலோ நிலையற்ற தன்மையை உண்டாக்கும் செயலுக்கும் இடையில் ஒரு போட்டி விளைவு இருக்கக் கூடிய வாய்ப்புகளை இது காட்டுகிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

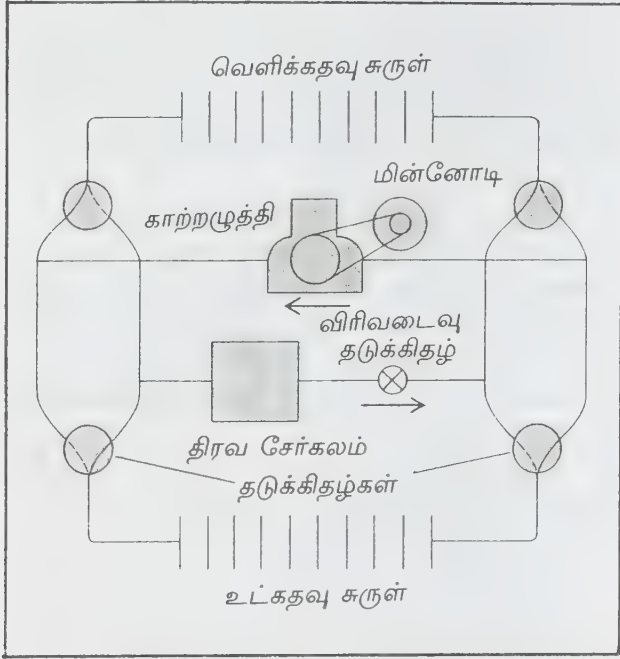
துணைநூல். Cemansky, Heat and Thermo dynamics, McGraw Hill, New York, 1957.

வெப்ப இறைப்பி

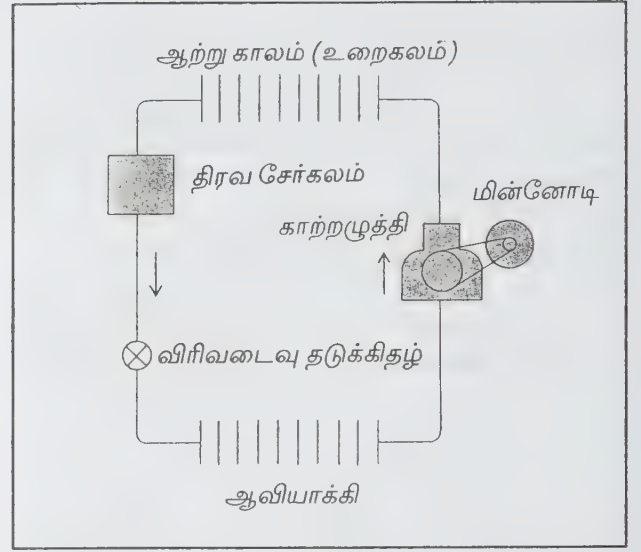
வெப்ப பொறிகளின் வெப்ப இயக்க மறுபகுதியே வெப்ப இறைப்பி ஆகும். ஒரு வெப்ப இறைப்பி வெப்ப அளவின் மட்டத்தை உயர்த்தும். அதன் வழக்கமான அமைப்பில் குறைந்த அழுத்தம், குறைந்த வெப்பநிலை ஆவியாக்கியினின்று ஒரு காற்றழுத்தி குளிர்பதனப்பட்ட ஆவியை எடுக்கும். அதனை உயர் அழுத்தம் மற்றும் வெப்பநிலையில் செலுத்தும்.

ஒரு சிக்கன நிறுவுதலுக்காக, வெயிலில் குளிர்விக்கவும் மற்றும் குளிரில் வெப்பப்படுத்தலும் இரண்டுக்குமான பளுவுக்கான சரியான அளவுடையதாக வெப்ப இறைப்பி இருத்தல் வேண்டும்.

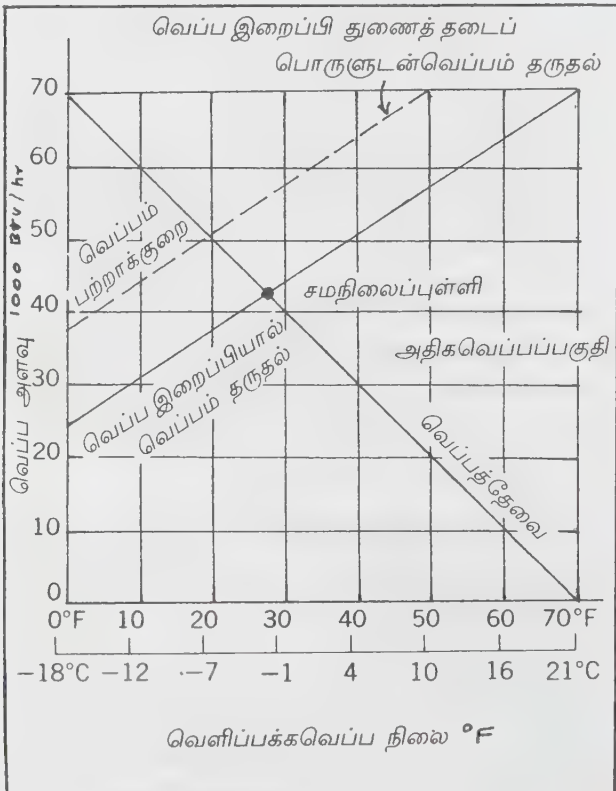
வெப்பக் கூறுகள். வளிமண்டலக் காற்று வெப்பக் கூறாக இருக்கும். அதனைவிட கிணற்று நீர் அல்லது நிலநீர் வெப்பக் கூறாக இருப்பின், சமனற்ற தன்மை மிகவும் குறைவாக இருக்கும். எனினும் அசுத்தம், குணங்கள், அளவுகள் மற்றும் நீர் தீர்வு செய்தல் போன்றவற்றின் விகிதங்களில் இருக்கும்; மேலும் அரிப்புத்தன்மை சிக்கல்கள் இவற்றின் கூறுகளின் பயனால் மட்டுப்படுத்தப்படும்.



படம் 1



படம் 3



படம் 2

முதலீடும் பயன்களும். தனித்த நோக்கில் பயன்படுத்த வெப்ப இறைப்பிகள் சிக்கனமற்றதாகும். கட்டுப்பாடுள்ள இடத்தில் வெயிற் காலத்திலும், குளிர் காலத்திலும் செயல்பட, இறைப்பிகள் மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

சூரிய வெப்ப அமைப்புகளில் இவ்விறைப்புகள் செயல்படத்தக்கதாக எதிர்பார்க்கலாம். குறைந்த வெப்ப நிலையில் இம்முறை பயனுள்ளது. அதிகளவு வெப்ப நிலையில் மின் ஓட்டத்தில் செயல்படும் இறைப்பிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தொழில்கள் மற்றும் செயல்பாடு முறைகளில் வெவ்வேறாக வகைப்படுத்தப்பட்ட வெப்ப இறைப்பிகள் பயன்படுகின்றன.

கோ. இராமசாமி

வெப்ப உணர்வு

தோலின் வழியே மேலெழுந்த வாரியாக ஏற்படும் உணர்வுகள் நான்கு வகைப்படும். அவை தொடு உணர்ச்சி, வலி உணர்ச்சி, வெப்ப உணர்ச்சி, தன்மை

உணர்ச்சி என்பன.

ஆழ்ந்த உணர்வுகள். அழுத்தம், ஆழ்ந்த வலி, அதிர்வு நிலை, மூட்டுகளின் நிலை, அசைவு ஆகியவற்றை அறிதல், அருகருகே அமைந்துள்ள இரு இடங்களைத் தொடும் உணர்ச்சியை வேறுபடுத்தி அறிதல் எனப்பட வகைப்படும்.

எல்லா உணர்வு அலைகளும், உணர்ச்சி வாங்கிகள் (receptors) அல்லது முடிவு உறுப்புகளிலிருந்து (end organs) துவங்குகின்றன. இவை உடல் முழுவதும் பரவியுள்ளன. உணர்ச்சி வாங்கிகள் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு விதமான உணர்வுக்கென்று தனிப்பட்ட முறையில் அமைக்கப்பட்டு உள்ளனவா அல்லது சில வேறுபட்ட உணர்வுகளைத் தெரிந்து கொள்ளும் ஆற்றல் படைத்தவையா என்பது இன்னும் தெளிவாகவில்லை.

வெப்ப உணர்ச்சி, வலி உணர்ச்சி, தொடு உணர்ச்சியின் ஒரு பகுதி இவை மூன்றும் உணர்ச்சி வாங்கிகளிலிருந்து தொடங்கி முதல் வகை நரம்புத்திசு மூலம் மூளைத் தண்டுவடத்தை அடைகிறது. இங்கிருந்து ஆரம்பிக்கும் இரண்டாம் வகை நரம்புத்திசு அதே மட்டத்திலோ, மேலே உள்ள ஒன்று அல்லது இரண்டு அடுக்குகள் அளவிலோ எதிர்பக்கத்திற்கு சென்று தண்டுவட தலாமசுப் பாதை (spinothalamic tract) என்ற பெயரில் மேல் நோக்கிச் சென்று, தலாமசுவின் (thalamus) உணர்ச்சி மையத்தினை அடைகிறது. அங்கிருந்து மூன்றாம் வகை நரம்புத்திசு மூலம், அலைகள் பெருமூளையிலுள்ள உணர்ச்சிப் பகுதிக்கு செல்கின்றன.

தலாமசுப் பகுதியில் உணர்ச்சிகளை அறிய முடிந்தாலும் பெருமூளை உணர்வலைகளில் வேகத்தையும், தூண்டுதலின் தன்மையையும் அறிய மிக அவசியமாகிறது. மேலும் இந்த உணர்வு அலைகள் சிறப்பு உறுப்புகளின் மூலம் கிடைக்கப் பெற்ற உணர்வலைகளோடு ஒப்பிடப்பட்டு உடல் நிழற்படம் மனதில் உருவாகவும் உதவி செய்கிறது.

இந்த தண்டுவட தலாமசுப் பாதைக்கு ஏதேனும் ஊறு நேரும் போது அதன் வழி செல்லும் உணர்ச்சிகள் தடைபடுகின்றன. அதனால் உடலின்

எதிர்பக்கத்தில் பாதிப்பு ஏற்பட்ட இடத்திற்கு கீழே உணர்வு இயலாமல் போகும். ஆனால் தொடு உணர்ச்சிக்கு வேறு (மறு) பாதையும் இருப்பதால் அது வேறுபட்டுத் தெரியும்.

வெப்ப உணர்ச்சியை சோதனை செய்து பார்க்க சோதனைக் குழாய்கள் ஒன்றில் வெந்நீரும், மற்றொன்றில் குளிர்ந்த நீரும் ஊற்றி அவற்றை மாறி மாறி நோயாளியின் மேல் வைத்து அவரால் அதை உணர்வு முடிகிறது என்று பார்க்க வேண்டும்.

உணர்வு நிலைகள், இரத்த நாள் அடைப்பு, மற்றும் மேக நோய், முள்ளெலும்பின் காச நோய், தண்டு வடப் புற்றுநோய் ஆகியவற்றில் பாதிக்கப்படுகின்றன.

சுவயம் ஜோதி

துணைநூல்கள். John Macleod, *Davidson's Principles and Practice of Medicine*, Fourteenth Edn., ELBS, Churchill Livingstone, 1984.

வெப்ப உள்ளூறை

வெப்ப உள்ளூறை என்பது வார்த்தைகளில் எளிதில் விளக்க இயலாத, ஆனால் கணிதக் கோவையினால் எளிதில் விளக்கப்படும் வெப்ப இயக்கவியல் பண்பாகும். இக்கோவையானது $H=E+PV$ இதில் H-என்பது உள்ளூறை வெப்பம் ஆகும். E-அதன் உள்ளாற்றல் (internal energy), P-என்பது அழுத்தத்தையும், V-என்பது அமைப்பில் பங்கேற்கும் வளிமத்தின் பருமனையும் குறிக்கும். உள்ளூறை வெப்பம் என்பது ஓர் அமைப்பின் உள்ளாற்றலுடன், அதன் அழுத்தத்தையும் பருமனையும் பெருக்கிவரும் பலனைக் கட்டிப் பெறப்படும் அளவாகும்.

வெப்ப உள்ளூறை என்பது ஓர் அமைப்பில் உள்ளாற்றலுடனும், வெளி வேளையுடனும் தொடர்பு உடையது. இது ஒரு நிலைசார்ந்தப் பண்பாகும் (State function). அதாவது மற்ற வெப்ப இயக்கவியல்

பண்புகளைப் போல, ஓர் அமைப்பின் ஆரம்ப நிலையையும் இறுதி நிலையையும் மட்டுமே சார்ந்தப் பண்பாகும். அமைப்பு செயல்படும் வழியைச் சார்ந்தப் பண்பு அல்ல.

எந்த வெப்ப இயக்கவியல் அமைப்பிற்கும் முழுமையான உள்ளூறை வெப்ப அளவு (absolute) அறியப்படாத ஒன்றாகும். ஒப்பிட்டு அளவுகளே பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. ஒப்பீட்டு அளவுகளைப் பயன்படுத்துவதால் பெரிய தவறுகள் எதுவும் நேருவதில்லை. 'கீனன்' மற்றும் கெய்ஸ் (Keenan and Keyes) தயாரித்த நீராவிக்கான அட்டவணையில் 32°F (0°C) அந்நிலையில் பெற்றுள்ள அழுத்தத்தில் நீர்ம நீரின் உள்ளூறை வெப்பம் அடிப்படையாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு, அதன் மதிப்பு பூச்சியமாகக் கருதப்படுகிறது. இந்நிலையில் நீரின் உள்ளூற்றல் எதிர்க் குறியீட்டைப் பெறுவதாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

இது அமைப்புச் செய்யும் வெளி வேலைக்கு சமமானதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. எதிர்க் குறியீட்டைக் கொண்டுள்ள உள்ளூற்றலை ஓர் அமைப்பு பெற்றுள்ளதாகக் கருதுவது சிலருக்கு ஒவ்வாத கருத்தாக இருப்பினும் முழுமையான உள்ளூற்றல் பெரிதும் பயன்படுவது இல்லை. அமைப்பில் ஏற்படும் வெப்ப உள்ளூறை மாற்றமே பெரிதும் பயன்படுகிறது. $H=E+P V$ ஆகும்.

இங்கு P- என்பது உள்ளூற்றல் மாற்றம் ஆகும். P-என்பது அமைப்பின் அழுத்தம் எனில் ΔV அமைப்பில் ஏற்பட்ட பரும மாற்றம் ஆகும். வெப்ப உள்ளூறை வெப்ப இயக்கவியலில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

1. ஒரு வேதிவினையில் ஆரம்ப நிலையிலும் இறுதி நிலையிலும் அழுத்தம் மாறாது இருக்குமானால் அவ்வமைப்பில் ஏற்பட்ட வெப்ப உள்ளூறை மாற்றம், உள்ளூற்றல் மாற்றத்திற்குச் சமமாகவே இருக்கும்.

$$\Delta H = \Delta E$$

இதுவே அவ்வினையில் ஏற்பட்ட வெப்ப மாற்றம் (heat of reaction) அல்லது வினையின் வெப்ப

உள்ளூறை (enthalpy change of reaction) எனப்படும்.

2. வெப்ப சமான அமைப்புகள் பொதுவாக வெப்ப உள்ளூறை சமான அமைப்புக்களே ஆகும்.

3. வெப்பம் பரிமாறா (adiabatic change) இயந்திரம் ஒன்றில் பெறப்படும் வேலையானது அதில் பயன்படும் நீர்மத்தின் வெப்ப உள்ளூறை ஆற்றல் மாற்றத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

வெப்ப ஏற்றி

1852ம் ஆண்டில் கெல்வின் குளிரூட்டிக் கருவிகளின் வெப்ப இயக்கவியல் நடத்தைகளை நன்கு ஆராய்ந்த பிறகு வெப்பத்தை மிகப் பெருமமான பயனுறு திறனுடன் உண்டாக்க ஒரு குளிரூட்டி எந்திரத்தை நேர் மாறாக்கிய முறையில் ஓட்டுவதே சிறந்த வழி என்று கண்டுபிடித்தார். அதற்கு அவர் சூடாக்கும் எஞ்சின் என்று பெயர் இட்டார். அக்கருவி இப்போது செயல்பாட்டிற்குரிய எந்திரமாக உருவாக்கப் பட்டிருக்கிறது. அதற்கு வெப்ப ஏற்றி என்ற பெயரை இட்டிருக்கிறார்கள்.

ஒரு குளிரூட்டி எந்திரம் என்பது நேர் மாறாக்கிய முறையில் ஓட்டப்படுகிற ஒரு வெப்ப எஞ்சினே ஆகும். அதன் செயல்படு முறையை வெப்ப இயக்கவியல் கண்ணோட்டத்தில் இப்போது ஆராயலாம். அது ஒரு குறைந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள ஒரு தொட்டியிலிருந்து Q_2 என்ற வெப்பத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. இங்கு தொட்டி என்பது குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருள் தான். அது அறையாகவும் இருக்கலாம். அல்லது குளிர்ப்பதனப் பெட்டியின் உட்புறமாகவும் இருக்கலாம். அல்லது வீட்டுக்கு வெளியில் உள்ள குளிர்ந்த காற்றாகவும் இருக்கலாம். வெப்ப ஏற்றியின் மேல் W என்ற வேலை செய்யப்படுகிறது. இப்போது Q_1+W என்ற அளவுக்கு இணை மாற்றான வெப்பத்தை அது சூடான பொருளுக்கு அளிக்கிறது.

சூடானப் பொருள் ஒரு வெப்ப எஞ்சினின்

தோற்றுவாய்க்கு ஒப்பானது. பல்வேறு வகையான குளிர்நட்டி எஞ்சின்கள் என்பவை ஒரு குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து உயர்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளுக்கு வெப்பத்தை மாற்ற உதவி செய்யும் பொருட்டு W என்ற வேலை ஆற்றலை அளிக்கிற சாதனங்கள் ஆகும். வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியின் படி ஒரு குறைந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள பொருளில் இருந்து ஓர் உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள பொருளுக்கு வெப்பத்தை இடம் மாற்ற வேண்டுமானால் வெளியிலிருந்து ஆற்றல் தரப்பட வேண்டும் என்பது இன்றியமையாத நிபந்தனை ஆகும்.

இவ்வாறு வெளியிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் தரப்படும் போது ஒரு குளிர்நட்டி, ஒரு குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளில் இருந்து எடுத்துக் கொள்கிற வெப்பத்தின் அளவான Q_2 அதிகமாக அதிகமாக அதனுடைய பயனுறு திறன் அல்லது செயலுறு திறன் அதிகமாக இருப்பதாகச் சொல்லப்படும்.

Q_2/W என்கிற தகவு இந்தக் குளிர்நட்டிச் சாதனத்தின் பயனுறு திறனுக்கு ஒரு அளவாகக் கொள்ளப்படுகிறது. அது செயலாற்றல் குணகம் எனப்படும். அதை W என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடலாம். ஆகவே $\omega = Q_2/W$ வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின் படி $Q_2 + W = Q_1$ என நாம் அறிகிறோம். எனவே $W = Q_1 - Q_2$ ஆகும். எனவே செயலாற்றல் குணகம்

$$\omega = Q_2 / (Q_1 - Q_2)$$

மேலும் குளிர்நட்டி எஞ்சின் நேர் மாறக்கத் தக்கது ஆதலால் Q_2 என்ற வெப்பம் உட்கவரப்படுகிற இடத்தில் வெப்ப நிலையான T_2 , Q_1 என்ற வெப்பம் கழிக்கப்படுகிற இடத்தின் வெப்ப நிலையான T_1 , ஆகியவற்றுக்கு இடையிலான உறவு

$$Q_1/Q_2 = T_1/T_2$$

என்ற சமன்பாட்டினால் தரப்படுகிறது. எனவே

$$\omega = Q_2 / (Q_1 - Q_2) = T_2 / (T_1 - T_2)$$

இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து ($Q_1 - Q_2$) என்பதன் மதிப்பு குறையக் குறையக் குளிர்நட்டி எந்திரத்தின் செயலாற்றல் குணகம் அதிகமாகும் என்று தெரிய வருகிறது. அதாவது வெப்பம் நீக்கப்படுகிற குளிர்ந்த பொருளின் வெப்ப நிலையான T_2 வுக்கும் வெப்பம் அளிக்கப்படுகிற சூடான பொருளின் வெப்பநிலையான T_1 க்கும் இடையிலான வேறுபாடு குறைவாக இருக்கும் போது குறைவான அளவில் வெளி வேலையை அல்லது எந்திர ஆற்றலைச் செலவழித்து ஏராளமான வெப்பத்தை ஒரு குளிர்ச்சியான பொருளிலிருந்து சூடான பொருளுக்கு அளிக்க முடிகிறது. இந்தத் தத்துவம் குளிர் காலங்களில் வீடுகளைச் சூடாக்கிக் கதகதப்பாக வைக்கும் கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

செயலாற்றல் குணகத்திற்கான கோவையிலிருந்து ஒரு நேர் மாறக்கத் தக்க வெப்ப எஞ்சினில் காணப்படுகிறதைப் போலவே T_1, T_2 என்ற இரண்டு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலைகளுக்கு இடையில் செயல்படுகிற இரண்டு எல்லா நேர் மாறக்கத் தக்க குளிர்நட்டி சாதனங்களுக்கும் செயலாற்றல் குணகம் சமமாக இருக்கும் என்று தெரிய வருகிறது.

வெப்ப ஏற்றியை, வெப்ப எஞ்சினின் வெப்ப இயக்கவியல் மறு உரு எனலாம். வெப்ப ஏற்றி உள்ளிடு செயலின் உதவியால் வெப்பத்தின் வெப்பநிலை மட்டத்தை உயர்த்துகிறது. வழக்கமான வடிவத்திலுள்ள ஒரு வெப்ப ஏற்றியில் ஒரு இறுக்கி, குறைந்த அழுத்தத்திலும் குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் உள்ள ஓர் ஆவியாக்கியிலிருந்து குளிர்நட்டி ஆவியை எடுத்து அதன் அழுத்தத்தையும் வெப்ப நிலையையும் உயர்த்தி ஒரு திரவமாக்கியில் செலுத்துகிறது. இந்தச் செயற்சூழல் வழக்கமான ஆவி இருக்கும் குளிர்நட்டி அமைப்பின் செயற் சூழலை ஒத்திருக்கிறது.

ஓர் அறையில் இதமான வெப்ப நிலையைப் பராமரிப்பதற்கு ஒரு வெப்ப ஏற்றி அமைப்பே போதுமானது. அது சூடு அதிகமாயிருக்கிற கோடை நாட்களில் வெப்ப நிலையைக் குறைத்தும் குளிர் அதிகமான நாட்களில் வெப்ப நிலையை உயர்த்தியும் வசிப்பவருக்கும் இதமான ஒரு வெப்பநிலையை அறையில் உண்டாக்குகிறது. கோடைக் காலத்தில்

குறை அழுத்த ஆவியாக்கி அறையினுள் வைக்கப்படுகிறது. குளிர்க் காலத்தில் உயர் வெப்பநிலை நீர்மமாக்கி அறையினுள் வைக்கப்படுகிறது.

இதன் மூலம் அறை கோடைக் காலத்தில் குளிர்ச்சியூட்டவும், குளிர்க் காலத்தில் சூடாக்கவும்படும். வெளிப்புற வெப்பநிலை எப்படி இருந்தாலும் வசிப்பறையின் வெப்ப நிலை 70 பாரன்ஹீட் பாகையில் பராமரிக்கப்பட்டால் இதமாக இருக்கும் என நிர்ணயிக்கப்பட்டால் கோடைக்காலத்தில் ஆவியாக்கிக் குழாய்ச் சுருளும், குளிர்க் காலத்தில் திரவமாக்கி குழாய் சுருளும் 70 பாரன்ஹீட் பாகை வெப்ப நிலை உள்ளதாக அமைக்கப்பட வேண்டும். இந்தச் சுருள்குழாய்களின் குளிர்நட்டிப் பகுதியில் வெப்பநிலை கோடைக் காலத்தில் 70 பாரன்ஹீட் பாகைக்குக் குறைவாகவும் குளிர்க் காலத்தில் அதற்கு அதிகமாகவும் இருக்க வேண்டும். அப்போது தான் சுருள் குழாய்ப் பரப்பின் மூலமாக வெப்பப் பரிமாற்றம் தேவையான அளவில் நிகழ முடியும்.

வெளிப்புறத்தின் வெப்பநிலை கோடைக் காலத்தில் சராசரியாக 100 பாரன்ஹீட் பாகை என்ற அளவிலும், குளிர் காலத்தில் 40 பாரன்ஹீட் பாகை என்ற அளவிலும் இருக்குமானால் வெப்ப ஏற்றி வெப்ப நிலையில் முப்பது பாகை வரை குறைவு அல்லது உயர்வை ஏற்படுத்தி அறையினுள் தேவைக்கேற்ற படி வெப்பத்தை அதிகமாக்கும் அல்லது குறைக்கும். வெப்ப எஞ்சின்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் கார்போ செயற் சூழலையே பயன்படுத்தி வெப்ப ஏற்றியின் செயல் திறனை மதிப்பிடலாம். வெப்ப ஏற்றி ஒரு குளிர்நட்டும் சாதனமாகப் பணியாற்றும் போது அதன் செயலாற்றல் குணகம்

$$=T_c/(T_h-T_c).$$

அது ஒரு வெப்பமூட்டு சாதனமாகச் செயல்படும் போது அதன் செயலாற்றல் குணகம் $=T_h/(T_h-T_c)$. இங்கு T_c என்பது தனி வெப்பநிலை அளவு முறையில் குளிர் வெப்ப நிலையையும் T_h என்பது சூடாக்கு வெப்ப நிலையையும் குறிக்கின்றன. இறுக்கிக்கு ஒரு கிலோ வாட் மணி அளவு மின் ஆற்றல்

அளித்தால் மணிக்கு (3413 x செயலாற்றல் குணகம்) ஆங்கில வெப்ப அலகு என்ற அளவுக்கு வெப்பம் ஏற்றப்படும் அல்லது நீக்கப்படும்.

அறைக்கு வெப்பமூட்டப் பயன்படும் சூட்டுச் சுருள் சுருவிகளை விட இது மேலானது. ஒரு மின் சூட்டுச் சுருளில் ஒரு கிலோ வாட் மணி அளவுக்கு மின்சார ஆற்றலைச் செலுத்தினால் மணிக்கு 3413 ஆங்கில வெப்ப அலகு அளவிலான வெப்பம் மட்டுமே வெளியிடப்படுகிறது. இவ்வாறு வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியைப் பயன்படுத்தி மற்ற சாதனங்களை விடக் கணிசமாக அதிக அளவில் வெப்ப ஏற்றி பயனுறு திறனை அளிக்கிறது. இந்த மின் ஆற்றல் முன்பே உள்ள வெப்பத்தை விருப்பமான திசையில் செலுத்தும் பணியைச் செய்கிறது.

கோடைக் காலத்தில் வசிப்பிடங்களைக் குளிர்நட்டுவதற்கு, குளிர்க் காலத்தில் வெப்பத்தை உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிற இறுக்கியையும் சுருள் குழாய்களையுமே பயன்படுத்துவது முற்றிலும் சாத்தியமானதும் பயன்பாடுமிக்கதும் ஆகும்.

எண்ணெய், எரி வளிம, நிலக்கரி, விறகு போன்ற எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துகிற வெப்பமூட்டு சுருவிகளை விட வெப்ப ஏற்றி மேலானது. வெப்பமூட்டு அமைப்பு கோடைக் காலத்துக்குளிர்நட்டல் தேவைகளுக்கும், குளிர்க் காலத்து வெப்பமூட்டல் தேவைகளுக்கும் ஏற்ற அளவுள்ளதாக இருந்தால்தான் சிக்கனமானதாக இருக்கும். சுற்றுப்புற தட்பவெப்ப நிலைகள் கணிசமான பாதிப்பை ஏற்படுத்திக்கருவி அமைப்பில் சமனற்ற நிலையை உண்டாக்கி விடக் கூடும்.

குளிர்நட்டல் தேவையும் வெப்பமூட்டல் தேவையும் சமமான அளவில் இருக்குமானால், வெப்ப ஏற்றியைச் சிறுமமான பொருட் செலவில் அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஆனால் பொதுவாக வெப்பமூட்டல் தேவையும், குளிர்நட்டல் தேவையும் சமமாக இருப்பதில்லை. மித வெப்பப் பிரதேசங்களில் வெப்பமூட்டல் தேவைக் குளிர்நட்டல் தேவையைவிட அதிகமாக இருப்பதே வழக்கம். இதன் காரணமாக ஒரு பெரிய, உயர் குதிரைத் திறனுள்ள இறுக்கியை வெப்பமூட்டும் அமைப்பில் பொருத்த

வேண்டியிருக்கிறது.

அத்துடன் ஒரு வெப்பச் சேமிப்பு அமைப்பும் சூட்டுச் சுருள் சாதனம் போன்ற துணை வெப்ப மூட்டும் சாதனங்களும் கூடத் தேவைப்படுகின்றன. வெளிக்காற்றை விடக் கிணற்று நீர் அல்லது தரையை வெப்ப மூலமாகப் பயன்படுத்துகிற போது, சமனற்ற நிலை குறைந்த அளவிலிருக்கும். ஆனால் தரைக்கும் சுருள் குழாய்களுக்கும் இடையிலேற்படும் வெப்பப்பரிமாற்றம் நிலையாக இருப்பதில்லை. கிணற்று நீரின் தரம், அளவு, அதிலுள்ள மாசுகள் ஆகியவையும் அதை வெளியேற்றும் பிரச்சினையும் கிணற்று நீரைப் பயன்படுத்துவதில் சிக்கல்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

வளி மண்டலக் காற்றை வெப்ப மூலமாகப் பயன்படுத்துவதே மேலானது. குறிப்பாக வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் சிறிய கருவி அமைப்புகளுக்கு அது மிகவும் உகந்தது. தன்னிறைவு பெற்றதும், சிறிய அளவிலானதுமான இத்தகைய கருவி அமைப்பு பெரும் நம்பகத்தன்மையுள்ளதாயும் சிறுமம் பொருட் செலவு பிடிப்புதாயும் இருக்கும்.

ஆனால் வெப்ப நிலை மிகவும் குறைந்து போகும் போது தேவைப்படுவதை விடக் குறைவான அளவிலேயே இத்தகைய அமைப்புகள் வெப்பத்தைத் தரும். இதன் காரணமாக மிகவும் குளிருகின்ற நாட்களில் வசிப்பிடம் போதுமான கதகதப்புப் பெறாமல் போகும். இத்தகைய நிகழ்வைத் தவிர்ப்பதற்காக வெப்ப சேமிப்பு அமைப்புகளும், துணை வெப்பமூட்டு சாதனங்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுடன் தொடரிலும், இணையாகவும் மாறி மாறி இயங்கும் இறுக்கிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மித வெப்பப் பிரதேசங்களில் அமைந்துள்ள வெப்ப ஏற்றி அமைப்புகளில் துணைப் பம்புகள், விசிறிகள், மின் தடைச் சூட்டுச் சுருள்கள், உறை பனி நீக்கிகள், கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள் ஆகியவற்றின் ஆற்றல் தேவைகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்ட பின்னர் மூன்று முதல் முப்பதுக்கு மேற்பட்ட அளவில் செயலாற்றல் குணகம் அமைகிறது. வளிக் காற்றை வெப்ப மூலமாகப் பயன்படுத்தும் போது செயலாக்கம்

சிறப்பாக நிகழ்வதற்குத் தானியங்கி உறை பனி நீக்கிகள் இன்றியமையாதவை ஒரு நாளில் இருமுறை உறை பனி நீக்கச் செயற் சுழல் நடைபெற வேண்டும்.

இதமான அளவில் வெப்பமூட்டுவதற்கு மட்டுமே வெப்ப ஏற்றிகளைப் பயன்படுத்துவது சிக்கனமானது அல்ல. மொத்தச் செலவுக் கணக்கைப் பார்க்கும் போது நேரடியாக எரிபொருளை எரித்து வெப்பமூட்டும் கருவிகள் கவர்ச்சிகரமானவை யாகத் தோன்றும். வெப்ப ஏற்றிக் கருவிகளுக்கான மொத்தப் பண முதலீடு மற்ற வகைக் கருவிகளுக்கு ஆவதைவிட மிகவும் அதிகம். ஆனால் கோடைக் காலத்தில் குளிர்ட்டவும் அதே அமைப்பைப் பயன்படுத்துவோமானால் வெப்ப ஏற்றி அமைப்பு சிக்கனமானதாக இருக்கும்.

வெயில் சூடேற்றி அமைப்புகளுடன் வெப்ப ஏற்றி அமைப்பை இணைத்துப் பயன்படுத்துவது மேலானது. ஒரு வெயில் சேகரிப்பு அமைப்பின் செயலுறு திறன் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் அதிகமாயிருக்கிறது. எனவே மின்சாரத்தால் ஒட்டப்படும் வெப்ப ஏற்றி, வெயில் சேமிப்புச் சாதனத்தை வெப்ப மூலமாகப் பயன்படுத்தி ஒட்டுமொத்தமான செயலாற்றல் குணகத்தை அதிகமாக்கிக் கொள்ளலாம். வெப்ப ஏற்றி வீடுகளுக்குக் கதகதப்பூட்டுவதுடன் தொழிற்சாலைகளில் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் சூடாக்குவது ஆவியாக்குவது, செறிவேற்றுதல், காய்ச்சி வடித்தல் போன்ற நோக்கங்களுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

வெப்ப ஒளிர்வு

ஒரு பொருளைச் சூடாக்கும் போது அதிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிர்வுக்குப் பொதுவாக வெப்ப ஒளிர்வு என்ற பெயர் அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது. எனினும் பல வேளைகளில் பொருள்களின் வெப்ப நிலைப் படிப்படியாக உயர்த்தப்படும் போது

அதிலிருந்து வெளியிடப்படும் ஒளிர்வே வெப்ப ஒளிர்வு எனப்படுகிறது. ஒளிர்வு மையங்கள் அடங்கிய பல திண்மங்களில் பல வேளைகளில் எலெக்ட்ரான்களையோ, துளைகளையோ சிக்க வைக்கக்கூடிய வேறு வகையான மையங்களும் இருக்கக்கூடும். அந்தத் திண்மங்களின் மேல் குறைந்த அலை நீளக் கதிர்களையோ, எக்ஸ் கதிர்களையோ, வேறு வகையான உயர் ஆற்றல் கதிர்க்கற்றைகளையோ பாய்ச்சினால் திண்மங்களில் சுயேச்சையான எலெக்ட்ரான்களும், துளைகளும் தோன்றுகின்றன. இந்த மின் ஊர்திகளில் சில, மையங்களில் சிக்கிக் கொள்ளக்கூடும்.

மிகப் பொதுவான நிகழ்வாகத் துளைகள் ஒளிர்வு மையங்களிலேயே அல்லது அண்மையில் உள்ள வேறு மையங்களில் சிக்கிக் கொள்ளலாம். எலெக்ட்ரான்கள் வேறு இடங்களில் சிக்கிக் கொள்ளும். ஆனால் இதற்கு மாறாக எலெக்ட்ரான்கள் ஒளிர்வு மையங்களில் சிக்குவதும் துளைகள் வேறு இடங்களில் சிக்குவதும் கூட நடைபெறக்கூடும். துளைகள் ஒளிர்வு மையங்களிலும் எலெக்ட்ரான்கள் வேறு இடங்களிலும் சிக்கியிருக்கும் போது எலெக்ட்ரானை அது சிக்கிய இடத்திலிருந்து வெளியேற்றத் தேவைப்படும் ஆற்றல் அதிகமாயும், வெப்ப நிலை குறைவாயும் இருக்குமானால் எலெக்ட்ரான் நீண்ட நேரத்திற்குச் சிக்கிய நிலையிலேயே இருந்துவிடும்.

ஆனால் திண்மத்தின் வெப்ப நிலையைப் படிப்படியாக மெல்ல அதிகரித்துக் கொண்டே போனால் எலெக்ட்ரானுக்குக் கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றலும் அதிகரித்துக் கொண்டே போய், இறுதியில் அது தான் சிக்கியுள்ள இடத்திலிருந்து விடுபட்டுவிடும். இவ்வாறு பொறியிலிருந்து விடுதலைப் பெற்ற எலெக்ட்ரான் ஓர் ஒளிர்வு மையத்திற்குச் சென்று அங்குள்ள துளையுடன் அல்லது அண்மையில் சிக்கியுள்ள துளையுடன் மீண்டும் இணைந்து கொள்ளலாம்.

இவ்வாறு அவை இணையும் போது விடுவிக்கப்படும் ஆற்றல் ஒளிர்வு மையத்தைக் கிளர்வூட்டி அதிலிருந்து ஒளிர்வு தோன்றச் செய்யும். ஓர் ஒற்றை வகையைச் சேர்ந்த பொறிக்கு வெப்ப நிலைக்கும், வெப்ப ஒளிர்வுக்கும் இடையில்

வரையப்படும் ஒளிர்வு வரை கோடு முதலில் மேலே உயர்ந்து ஒரு பெரும நிலையை எட்டி அதன் பிறகு சுழி மதிப்புக்கு இறங்கி விடுகிறது.

எல்லாப் பொறிகளிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களும், துளைகளும் நீக்கப்பட்டு விட்ட நிலையில் ஒளிர் வரை கோடு சுழியளவுக்கு இறங்கியிருக்கும். ஒரு பொறியிலிருந்து எலெக்ட்ரானை வெளியேற்றத் தேவையான ஆற்றல் பொறியின் ஆழம் எனப்படுகிறது. அது எர்க்குளிலோ வேறு ஆற்றல் அலகுகளிலோ அளவிடப்படும். அதன் மதிப்பை நல்ல தோராயத்துடன் பின்வரும் சமன்பாடு அளிக்கிறது.

$$E=1.51kT_1T_2/(T_1-T_2)$$

இதில் k என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. T_1 என்பது ஒளிர் வரை கோட்டின் முகட்டில் திண்மத்தின் கெல்வின் வெப்ப நிலை. T_2 என்பது வரை கோட்டின் குறைந்த வெப்பநிலைப்பகுதியில் ஒளி உமிழ்வு அதன் உச்ச அளவில் பாதியாக இருக்கிற வெப்ப நிலை ஆகும்.

துத்தநாக சல்ஃபைடு போன்ற திண்மங்களில் மாசு அணுக்களாகிய செயலூக்கிகளையும் சகச் செயலூக்கிகளையும் கலப்பது இத்தகைய ஒளிரும் திண்மங்களைத் தயாரிப்பதில் உள்ள முக்கியமான செயல் முறைகளில் ஒன்று ஆகும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகளைச் சேர்ந்த பொறிகள் இருக்குமானால் ஒளிர் வரைகோட்டில் அவற்றுக்கேற்ற எண்ணிக்கையுள்ள முகடுகள் காணப்படும். அவற்றை ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரித்துப் பகுப்பாய்வு செய்யலாம். இவ்வாறு வெப்ப ஒளிர்வு திண்மங்களில் உள்ள பொறிகளின் பண்புகளை அறிய உதவுகிறது.

வெப்ப ஒளிர்வுச் செயல் முறையைப் பின்வரும் எடுத்துக்காட்டால் எளிதாக விளக்கலாம். ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மாசுகளைக் கலந்து உருவாக்கப்படுகிற ஒளிப் புகும் படிகங்களில் பெரும்பான்மையானவற்றுக்கும், சில தூய படிகங்களுக்கும் இது பொருந்தும். இந்தப் படிகங்கள் வளர்க்கப்பட்ட உடனே அவற்றைச் சூடேற்றினால் அவை ஒளிர்வு செய்யாது. அவற்றின் மேல் சில ரேட் (rad) அளவுக்கு அயனியாக்கக் கதிர்களைப் பொழிந்து

விட்டு அதற்குப் பிறகு அவற்றைச் சூடேற்றினால் அவற்றிலிருந்து ஒளி வெளிப்படும். ஆகவே முன்னர் அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சுக்கு ஆளாக்கப்பட்ட காரணத்தால், ஒரு பொருள் சூடாக்கப்படும்போது அதிலிருந்து ஒளி வெளிப்படுவது வெப்ப ஒளிர்வு என விவரிக்கலாம். இயற்கையில் கிடைக்கும் குவார்ட்ஸ், கால்சைட்



கலந்துள்ள மாசுகள் காரணமாக வெப்ப ஒளிர்வு செய்கிறவை. பல கார ஹாலைடுகளில் பிழைகளும், நிற மையங்களும் உள்ள காரணத்தால் அவையும் வெப்ப ஒளிர்வு செய்யும்.

வெப்ப ஒளிர்வில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கிற அடிப்படையான இயற்பியல் செயல்முறைகள் நல்ல முறையில் விளங்கிக் கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன.

எ-டு: ஒரு வெப்ப ஒளிர்வு செய்யும் திண்மத்தில் இரண்டு வெவ்வேறு பிழைகள் இருக்க வேண்டும். ஒரு வகை எலெக்ட்ரானைச் சிக்க வைக்கும் பொறியாகவோ அல்லது துளையைச் சிக்க வைக்கும் பொறியாகவோ செயல்படும். ஒளி வெளிப்படுவதற்குப் பொறுப்பான மையம் இரண்டாவது இன்றியமையாத பிழை அல்லது மாசு ஆகும். முதலில் எலெக்ட்ரான் அல்லது துளையைச் சிக்க வைக்கும் பொறியின் செயல்பாட்டைக் கவனிப்போம். படிக்கத்தின் மேல் அயனியாக்கக் கதிர்களைச் செலுத்தினால் எலெக்ட்ரான்-துளை அயனியாக்க இரட்டைகள் உருவாகின்றன. இவ்வாறு அயனியாக்கத்தினால் உண்டாக்கப்பட்ட இரட்டைகளில் பெரும்பாலானவை மில்லி விநாடிகளுக்குள் மீண்டும் இணைந்து விடுகின்றன.

பல வகையான பிழைகளிலும் மாசுகளிலும் இந்த மறு இணைப்பு நிகழ்கிறது. அந்த இடங்கள் மறு இணைப்பு மையங்கள் எனப்படும். பல வேளைகளில் மறு இணைப்பின் போது ஒளி வெளியாகும். இவை தானொளிர்ந்தல் (fluorescence), பின்னொளிர்ந்தல் (phosphorescence) என்றெல்லாம் வகைப்படுத்தப்படும். இவற்றைப் பொதுவாக கதிர் காரண ஒளிர்வு (radio luminescence) என அழைப்பதுண்டு. மிச்சமுள்ள

எலெக்ட்ரான்களும் துளைகளுமே வெப்ப ஒளிர்விலுக்கு முக்கியமானவை. அவை உடனடியான மறு இணைப்புக்கு ஆளாகா.

அவைப் பிழைகளிலும் மாசுகளிலும் சிக்கிக் கொள்கின்றன. அவை சிக்கிக் கொள்ளும் இடங்கள் பொறிகள் (traps) எனப்படும். அடுத்துப் படிக்கத்தைச் சூடாக்கும் போது ஒளியை அல்லது வெப்ப ஒளியை உமிழ்கின்ற மையங்களை எடுத்துக் கொள்வோம். எளிதாகக் கற்பனை செய்து பார்க்கக் கூடியதும், அதிக அளவில் காணப்படுவதுமான மையம் துளைப் பொறி ஆகும். முன்னர் கதிர் வீசலுக்கு ஆளாக்கப்பட்ட படிக்கங்கள் சூடேற்றப்படும் போது எலெக்ட்ரான்கள் தமது பொறிகளிலிருந்து விடுபட்டு அங்குமிங்கும் திரிகின்றன. அவை ஒரு ஒளி உமிழும் மையத்திலுள்ள பொறியிற் சிக்கிய துளையைச் சந்ததித்தவுடன் அதனுடன் இணைந்து விடும்.

அப்போது மின்கள் நடுநிலையாக்கப் படுகின்றன. அப்போது எலெக்ட்ரான் ஓரிரு ஆற்றல் மாற்றங்களுக்கு ஆளாகி அதன் காரணமாகப் ஃபோட்டான்கள் வெளியாகின்றன. இத்தகைய மையங்கள் மறு இணைப்பு ஒளிர்வு மையம் ஆகும். எலெக்ட்ரான் பொறி இரண்டாவது வகையான ஒளிர்வு மையம் ஆகும். அதில் ஒரு சிறும ஆற்றல் நிலையும் ஓரிரு உயர் ஆற்றல் நிலைகளும் இருக்கக் கூடும். வெப்பத்தினால் விடுதலைப் பெற்ற எலெக்ட்ரான் இத்தகைய ஒரு மையத்தைச் சந்திக்கும் போது முதலில் அது ஏதாவது ஒரு உயர் ஆற்றல் நிலையில் அமரலாம். அங்கு மிகச்சிறிய நேரமே அது இருக்கும். அதன் பிறகு அது சிறும ஆற்றல் நிலைக்கு இறங்கித் தனது உபரி ஆற்றலை ஒளியாக வெளியிட்டு விடும்.

படிக்கத்தின் வெப்பநிலை உயரும்போது, இந்த எலெக்ட்ரான் மீண்டும் விடுதலைப் பெற்று அடுத்ததாக ஒரு எலெக்ட்ரான் பொறிக்குச் சென்று சிக்கி முன்போலவே மீண்டும் ஒளியை உமிழக் கூடும் ஆனால் உயர் வெப்ப நிலைகளில் பொறியிற் சிக்கிய எலெக்ட்ரான், வெப்பத்தால் விடுவிக்கப்பட்ட ஒரு துளையுடன் இணைவதற்கான சாத்தியக் கூறுகள் தான் அதிகம். அப்போது ஒளி வெளிப்படலாம் அல்லது வெளிப்படாமலும் இருக்கலாம். இந்த வகையான பிழை ஒளிர்வு மையமாகச் செயல்படும் போது அதை

நிலை மாற்ற ஒளிர்வு மையம் (transition luminescent centre) என அழைக்கலாம்.

இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சேர்ந்த மாசு அல்லது பிழை எலெக்ட்ரான் பொறியாக அல்லது ஒளிர்வு மையமாக அல்லது ஒரு மறு இணைப்பு மையமாக அல்லது இவற்றின் இணைந்த கட்டமைப்பாக இருக்க முடியும். இங்கு துளைகள் எலெக்ட்ரான்கள் என்ற சொல்லும் போது துளைகளுக்குப் பதிலாக எலெக்ட்ரான்களும், எலெக்ட்ரான்களுக்குப் பதிலாகத் துளைகளும் இருந்தாலும் இயற்பியல் விதிகள் எதுவும் மீறப்படுவதில்லை. இவ்வாறு பொறிகளில் ஒரு இரட்டைத் தன்மை அல்லது பரிமாற்றுத் தன்மை காணப்படுகிறது.

ஒளிர்வுக்கும், வெப்ப ஒளிர்வுக்கும் பொறுப்பாக உள்ள பிழைகளும், மாசுகளும் படிசு அணுக்கோவைகளுக்குள் தல அளவிலான எலெக்ட்ரானிய நிலைகளை உண்டாக்கக் கூடியவையாக இருக்க வேண்டும். பண்பு ரீதியாக இத்தகைய மையங்களை எளிதில் புரிந்துக் கொள்ள முடியும். ஓர் அணுக்கோவையில் இயல்பாக உள்ள அணுவுக்குப் பதிலாக அதைவிட உயர்ந்த அல்லது குறைவான மின் உள்ள அணு வைக்கப்படுமானால் ஒரு தல அளவிலான மின் சமமின்மை தோற்றுவிக்கப் படுகிறது. இவ்வாறு பதிலாக வைக்கப்படும் மாசு அணுக்களில் ஓர் எலெக்ட்ரான் பற்றாக்குறையாக இருக்குமானால் அவை அயனியாக்க எலெக்ட்ரானைப் பிடித்துக் கொள்ள முயலும். எலெக்ட்ரான் உபரியாக உள்ள மாசு அணுக்கள் ஒரு எலெக்ட்ரானை இழந்து ஒரு துளையைப் பிடிக்க முயலும். தல அளவிலான மின் சமமின்மையை உருவாக்குகிற அணுக்கோவைப் பிழைகளும் அதே அளவுக்கு முக்கியமானவை. அவையும் தல மின் நடுநிலைமையை மீட்டுத் தரக் கூடிய அயனியாக்க மின்னைச் சிக்க வைக்க முயலுகின்றன.

எ-டு: NaCl அல்லது KBr போன்ற ஒரு கார ஹாலைடில் பற்றாக்குறையான எதிரின அயனியால் உண்டாக்கப்படுகிற பிழை ஒரு எலெக்ட்ரானைப் பிடிக்க முயற்சி செய்கிறது. ஒரு கார ஹாலைடில் உள்ள ஒரு Cl⁻ காலியிடத்தில் அல்லது மற்ற வகைப்

படிசுங்களில் உள்ள அதேப் போன்ற எதிரின அயனிக் காலியிடங்களில் ஓர் அயனியாக்க எலெக்ட்ரான் சிக்கும்போது நமக்கு நன்கு அறிமுகமான F⁻ மையம் உண்டாகிறது. தகுந்த சந்தர்ப்பங்களில் F⁻ மையங்கள் எலெக்ட்ரான் பொறிகளாகி இரட்டை எலெக்ட்ரான் மையங்களாவோ, F¹⁻ மையங்களாகவோ ஆகலாம். அல்லது மறு இணைப்பு மையங்களாகவும், நிலை மாற்றமும் மறு இணைப்பும் சேர்ந்த ஒளிர்வு மையங்களாகவும் மாறக் கூடும்.

வெப்ப ஒளிர்வுச் செயல் முறைக்கு முக்கியமான வேறு ஒரு வகை மையம், ஒரு அணு அல்லது மூலக்கூறு அயனிக்குப் பதிலாக அமர்கிற அதே இணைதிறன் உள்ள மாசு ஆகும். இத்தகைய நிகழ்வுகளில் அந்த அணு ஒரு எலெக்ட்ரான் பொறியாக அல்லது ஒரு துளைப் பொறியாக அல்லது இரு தன்மையிலும் செயல்பட முடியும். இத்தகைய மையங்களின் பண்புகள் மாசு அணுக்களுக்கும் அடுத்துள்ள அணுக்களுக்கும் இடையில் நிகழும் விவரமான எலெக்ட்ரான் இடைவினைகளைப் பொறுத்து அமைகின்றன.

வெப்ப ஒளிர்வு இயங்கியல். எளிமைக்காக ஒரே ஒரு வகையான மின்ப் பொறி மையமும் ஒரே ஒரு வகையைச் சேர்ந்த ஒளிர்வு மையமும் கொண்ட ஒரு திண்மத்தில் தோன்றும் வெப்ப ஒளிர்வை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் மேல் கதிர்களை வீசினால் அத்தகைய பொறிகளில் பல மின்களைப் பெறும். அந்தத் திண்மத்தைச் சூடாக்கினால், வெப்பத்தினால் விடுதலைப் பெறும் மின்கள் ஒளிர்வு மையத்துடன் இடைவினை செய்து, மின்ப் பிடிப்பு மூலமாகவோ, மறு இணைப்புக் காரணமாகவோ ஒளி வெளியிடப்படும்.

அலகுப் பரப்பில் பொறி மையங்களின் எண்ணிக்கை No எனவும் கதிர் வீசல் நிறுத்தப்பட்ட பின்னர் அலகுப் பரப்பில் சிக்கிக் கொண்ட மின்களின் எண்ணிக்கை no எனவும் கொள்வோம். அடுத்துப் படிசுக் சூடேற்றப்படும் போது விடுவிக்கப்படுகிற எல்லா மின்களும் அல்லது அவற்றில் ஒரு மாறிலியான பின்னம் ஒளிர்வு மையங்களுக்குப் போய்ச் சேர்ந்து விடுகின்றன என்று வைத்துக் கொள்வோம். அத்துடன் ஒரு ஒளி உமிழ்வு மையத்துடன் ஒரு மின் இடைவினை செய்யும்போது ஒரு $\frac{1}{2}$ போட்டான் வெளிப்படுவதாக

வைத்துக் கொள்வோம். அதாவது ஒளி உமிழ்வு மையத்துடன் சம்பந்தப்பட்டு ஒளி உமிழாத நிலை மாற்றங்களே ஏற்படவில்லை

எனவே, புறக்கணிக்கத்தக்க எண்ணிக்கையிலேயே ஏற்படுகின்றன என்று வைத்துக் கொள்ளுவதாகப் பொருளாகிறது. இத்தகைய சூழ்நிலைகள் பல நிகழ்வுகளில் தோன்றுகின்றன. அத்தகைய சூழ்நிலைகளில் உமிழப்படும் ஒளியின் செறிவு ஒரு விநாடியில் பொறியிலிருந்து விடுவிக்கப்படும் மின்களின் எண்ணிக்கைக்கு சமமாக இருக்கும். அதே போல ஒரு விநாடியில் விடுதலைப் பெறும் மின்களின் எண்ணிக்கை, சிக்கியுள்ள மின்களின் எண்ணிக்கை, அவை ஒவ்வொன்றும் விடுதலைப் பெறுவதற்கான நிகழ்தகவு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமமாக இருக்கும். அந்த நிகழ் தகவு $\text{sexp}(-E/RT)$ என்ற பதத்தால் தரப்படும். இதில் r என்பது முன் அடுக்குக் காரணி (preexponential factor) அல்லது ஒரு விநாடியில் செய்யப்படும் தப்பித்தல் முயற்சிகள் என்கிற அளவு. E என்பது வெப்ப மூல விடுதலைக்கான செயலாக்க ஆற்றல். k என்பது போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி.

T என்பது கெல்வின் வெப்பநிலை.

t என்ற நேரத்தில் ஒளிச் செறிவு $I = -dn/dt$
 $=$ மாறிலி $\times n \text{se}^{-E/kT}$ ------(1)

இதில் n என்பது அலகுப் பரப்பில் t என்ற நேரத்தில் சிக்கியுள்ள மின்களின் எண்ணிக்கை.

வழக்கமான வெப்ப ஒளிர்வு அளவீடுகளில் மாதிரிப்பொருள் குறைந்த வெப்பநிலையில் கதிர் வீச்சுக்கு ஆளாக்கப்படுகிறது. அப்போது $\text{exp}(-E/kT)$ அற்பமானதாகவும், ஒளி உமிழ்வு கண்டுபிடிக்கப்பட முடியாததாகவும் இருக்கும். அதன் பிறகு மாதிரிப் பொருளின் வெப்பநிலை ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வகையில் அதிகரிக்கப்பட்டு ஒளி உமிழ்வு பதிவு செய்யப்படுகிறது. வழக்கமாக வெப்பநிலை நேர் போக்குத் தன்மையில் அதிகரிக்கப்படுகிறது. இதற்கு இரண்டு காரணங்கள் உண்டு.

முதலாவதாக ஒரு துல்லியமான, மீண்டும் உண்டாக்கக் கூடிய நேர்போக்கு வெப்ப நிலை உயர்வைச் சோதனைகளில் எட்டுவது மிக எளிதானதாகும்.

இரண்டாவதாக வெப்பநிலை உயர்வை நேர்போக்குள்ளதாக அமைப்பதன் மூலம் 1 ஆம் சமன்பாட்டுக்கு ஒர் எளிய தீர்வைப் பெற முடிகிறது. இந்த நிகழ்வில் வெப்பநிலையும் நேரமும் $T = T_0 + \beta t$ அல்லது $dT = \beta dt$ என்ற எளிய கோவையின் மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன. இதில் β என்பது அலகு நேரத்தில் வெப்ப நிலையில் ஏற்படும் உயர்வு. இந்த உறவைப் பயன்படுத்தி ஒற்றை வகைப் பொறி மையத்ததுக்கு ஒளிர்வு உமிழ்வை நேரம் அல்லது வெப்ப நிலையின் சார்பெண்ணாகத் தரும் பின்வரும் கோவையைப் பெறலாம்.

$$I = n_0 \int_{T_0}^{T_s} \text{se}^{-E/kT} \exp(-\frac{E}{kT}) dT \text{-----}(2)$$

$1, 2$ ஆகிய சமன்பாடுகளுக்கு இட்டுச் செல்லும் இயற்பியல் சூழ் நிலைகள், மின்கள் மறுபடியும் சிக்குதல் அற்பமானதாக இருக்கும் போது தோன்றுகின்றன. அதாவது வெப்பத்தால் விடுவிக்கப்பட்ட மின்களில் பெரும்பாலானவை, ஒரு பொறி மையத்தில் மீண்டும் சிக்காமல் ஒளிர்வு மையங்களுக்குப் போய்ச் சேர்ந்து விடுகின்றன. ஒளிர்வு மையங்களின் அலகுப் பரப்பு எண்ணிக்கை பொறி மையங்களின் அலகுப் பரப்பு எண்ணிக்கையை விட மிகவும் அதிகமாக இருக்கும் போது அல்லது அந்த எண்ணிக்கைகள் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்குமானால் ஒளிர்வு மையம் மின்னைப் பிடிக்கும் நிகழ் வாய்ப்பு பொறி மையம் மின்னைப் பிடிக்கும் நிகழ் வாய்ப்பைவிட மிக அதிகமாக இருக்கும்போது இது பொதுவாக நிகழ்கிறது.

மின்கள் மீண்டும் பொறியில் சிக்குவது புறக்கணிக்க முடியாத அளவிலிருக்கும் போது 1 ம் சமன்பாட்டிற்குப் பதிலாக மீண்டும் சிக்குவதை உள்ளடக்கிய ஒரு சமன்பாட்டை உருவாக்கிக் கொள்ள வேண்டும். இதற்குத் தோராய முறைகளைப்

பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. அதைப் பின்வருமாறு செய்யலாம். ஒரு பொறி மையத்தில் சிக்கியுள்ள ஒவ்வொரு மின்னுக்கும் இணையாக, அதற்கு எதிரான குறியுள்ள ஒரு மின் ஒரு மறு இணைப்பு அல்லது ஒளிர்வு மையத்தில் சிக்கியுள்ளதாக கற்பித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

வெப்பத்தால் விடுவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான் வழியில் ஓரிரு முறைகள் மீண்டும் பொறிகளில் சிக்கி மீண்டு, பொறியிற் சிக்கிய துளைகளை அடையும்போது அல்லது வெப்பத்தால் விடுவிக்கப்பட்ட துளைகள் பொறியிற் சிக்கிய எலெக்ட்ரான்களுடன் இடைவினை செய்யும்போது ஒளி வெளியிடப்படுகிறது.

இந்த வகைகளில் ஒளி உமிழ்வானது வெப்பத்தால் விடுவிக்கப்படும் செயலுக்கும், மீண்டும் பொறியிற் சிக்கிப் பின்னர் மறு இணைப்பு நிகழும் செயலுக்கும் இடையில் ஏற்படும் போட்டியினால் முழுமையாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இந்தத் தோராயத்தின் மூலம் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$I = -dn/dt = \text{மாறிலி} \times n^2 \text{se}^{-E/kT} \text{-----}(3)$$

n க்குப் பதிலாக n_2 இடம் பெறுவதே இந்தச் சமன்பாட்டுக்கும், 1 ம் சமன் பாட்டுக்கும் இடையில் உள்ள வேறுபாடு இந்த வகையில் வழக்கமான முறையில் வெப்பநிலை நேர்போக்காக உயரும்போது வெப்பநிலையை வெப்ப ஒளிர்வுச் செறிவு சார்ந்திருப்பதானது பின்வரும் சமன்பாட்டால் தரப்படுகிறது.

T

$$I = n_2^2 \text{sexp}^{-E/kT} \times N_0 (1 + n_0/N_0) \text{ s}/\beta \text{exp}^{-E/kT} dT \text{----}(4)$$

பயன்கள். வெப்ப ஒளிர்வு கதிரியக்கக் கதிர்களின் செறிவை அளவிட உதவுகிறது. கலைப் பொருள்கள், புராதன அகழ்வுப் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் நம்பகத் தன்மையையும் வயதையும் கண்டுபிடிக்க வெப்ப ஒளிர்வு முறைகள் உதவுகின்றன. பாணைத் துண்டுகளின் வயதைக் கண்டுபிடிப்பது ஒரு நல்ல எடுத்துக்காட்டு. முதன்முதலாகப் பாணையைச்

குளையில் சுடும்போது அதில் உள்ள பொருள்களின் இயற்கையான வெப்ப ஒளிர்வுத் தன்மை நீக்கப்பட்டுவிடுகிறது.

இத்தகைய பொருள்களில் குவார்ட்ஸ் படிகங்கள் முக்கியமானவை. பாணையைச் குளையில் இட்டுச் சுட்ட பிறகு குவார்ட்ஸ் படிகங்களை அவற்றைச் சுற்றியுள்ள பொட்டாசியம், யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவற்றிலிருந்தும் அவற்றின் சந்ததித் தனிமங்களிலிருந்தும் வருகிற கதிர்கள் தாக்கிக் கொண்டேயிருக்கின்றன. சுற்றியுள்ள மண்ணிலிருந்தும் இத்தகைய கதிர்கள் வரும்.

ஒரு பாணைத் துண்டின் வயதைக் கண்டுபிடிக்க ஒன்று முதல் 50 மில்லி கிராம் வரை எடையுள்ள துண்டை எடுத்து அதிலிருந்து வரும் வெப்ப ஒளிர்வு உயர்வு நுட்பம் மிகுந்த கருவிகளால் அளவிடப்படுகிறது. அடுத்து அந்தத் துண்டு ஆய்வகத்தில் பல வகையான கதிர் வீச்சுகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்டுக் கதிர்வீச்சளவுக்கும் வெப்ப ஒளிர்வுச் செறிவுக்கும் இடையில் வரைபடங்கள் வரையப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து அந்த பாணைத் துண்டு கடைசியாகச் சூடாக்கப்பட்டதிலிருந்து இன்று வரை அதன் மீது பட்ட கதிர்வீச்சின் அளவைக் கணக்கிட்டு விடலாம்.

அடுத்து பொருளில் உள்ள இயற்கையான கதிரியக்க மாசுகளின் அளவும், சூழ்ந்திருந்த பகுதியில் உள்ள கதிரியக்கப் பொருள்களின் அளவும் வேதியியல் முறைகளிலோ மற்ற முறைகளிலோ கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. அந்தப் பொருள் புதைந்து கிடந்த இடத்தில் பரவியிருக்கும் பொதுவான கதிர் வீச்சுகளின் அளவையும் கண்டு பிடித்துக் கொள்கிறார்கள்.

இந்த அளவீடுகளிலிருந்து ஓராண்டில் அந்தத் துண்டின் மேல் பட்ட கதிர்வீச்சின் அளவைக் கணக்கிட்டு விடலாம். மாதிரித் துண்டு கடைசியாகச் சுடப்பட்டதிலிருந்து இன்றுவரை அதில் பட்ட கதிர் வீச்சின் மொத்த அளவை இந்த ஓராண்டு அளவினால் வகுத்தால் பாணைத் துண்டின் வயது கிடைக்கும். இன்றைய நிலையில் இத்தகைய வயதுக் கனிப்பு

முறையில் பல செயல்வகைச் சிக்கல்கள் உள்ளன. ஆனாலும் பல வேளைகளில் ஒரு பொருளின் வயதை நம்பகமான அளவுக்குத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடித்து அது உண்மையிலேயே புராதனமான பொருள் தானா என்பதை உறுதி செய்ய முடிகிறது.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். G.F.J.Garlick, *Luminescent Materials*, oxford university press, Oxford, 1949.

வெப்பக் கடத்தல்

ஓர் உயர்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள பகுதியிலிருந்து ஒரு குறைந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள பகுதிக்கு ஒரு பொருளின் ஊடாக வெப்ப ஆற்றல் பரவுவது வெப்பக் கடத்தல் எனப்படுகிறது. அணு அல்லது மூலக்கூறு இடைவினைகளின் மூலமாக வெப்பக் கடத்தல் நிகழுகிறது.

ஒரு பொருளின் எல்லா இடங்களில் வெப்ப நிலை மாறிலியாக இருக்கும் வகையில் அதன் வழியாக வெப்பம் கடத்தப்படும் போது ஒரு சீர் நிலை ஏற்பட்டிருப்பதாகச் சொல்லப்படும். ஒரு சீரான சுவரின் வழியாக வெப்பம் கடத்தப்படும் போது இந்த நிலைத் தோன்றும். உலோகங்களை வெப்பப்பக்குவம் செய்யும்போதும், காற்றை இத வெப்ப தட்ப நிலையாக்கும் போதும், உணவுப் பொருள் தயாரிப்பிலும், பெரிய காங்கிரீட் கட்டுமானங்களை அச்சுகளில் வார்க்கும் போதும் நீரால் பக்குவப்படுத்தும்போதும், தோன்றி மறைகிற அல்லது காலாந்தரமான அல்லது இரண்டும் சேர்ந்த சீர் நிலைகள் தோன்றுவதுண்டு. அத்துடன் பூமியை ஒரு பாதி வரம்பிலியான தடிமனுள்ள திண்மமாகக் கருதி, அதன் பரப்பில் சைன் கோட்டு வடிவிலான வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்படுவதாக வைத்துக் கொண்டு

பூமியின் பரப்புக்கருகில் நாள் தோறும் / ஆண்டு தோறும் வெப்பநிலையில் ஏற்படுகிற மாற்றங்களை ஓரளவுக்குத் துல்லியமாகவே ஊகித்துக் கூற முடியும்.

குறிப்பாகத் தோன்றி மறைகிற வெப்பப் பாய்வின் ஒரு பரவலான முக்கியத்துவத்தின் காரணமாகப் பல கணக்குகளுக்குப் பல வகையான பகுப்பாய்வுத் தீர்வு காணும் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. வரைபடங்கள் மூலம் நிகழ்வுகளை விவரிக்கும் முறைகளின்மூலம் இந்தத் தீர்வு முறைகளுக்கு பெரும் பயன்பாடு ஏற்பட்டிருக்கிறது.

கடத்தல் செயல் முறையை விளக்க நைட்ரஜன் வளிமத்தைக் கவனிப்போம். சாதாரணமாக நைட்ரஜன் வளிமம் இரண்டு அணுக்களாலான மூலக்கூறுகளைக் கொண்டது. எந்த ஓர் இடத்திலும் உள்ள வெப்பநிலை அந்த இடத்தில் உள்ள அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிற சராசரி இயக்க ஆற்றல், நிலை ஆற்றல் ஆகியவற்றின் அளவைக் குறிப்பிடுவதாக கருதலாம்.

மூலக்கூறுகளின் இடப் பெயர்ச்சி மற்றும் சுழற்சி இயக்கத்திசை வேகங்களின் காரணமாக இயக்க ஆற்றலும், உள்ளார்ந்த அதிர்வுகளின் காரணமாக நிலை ஆற்றலும், உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் மூலக்கூறுகள் பிரிவினை அடைவதன் காரணமாக அயனியாக்க ஆற்றலும் மூலக்கூறுகளின் மொத்த ஆற்றல் சேமிப்பில் இடம் பெறும். உயர்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் குறைந்த வெப்ப நிலைப் பகுதிகளுக்கும் குறைந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகள் உயர்ந்த வெப்பநிலைப்பகுதிகளுக்கும் இடப்பெயர்ச்சி அடைவதால் வெப்பக் கடத்தல் நடைபெறுகிறது. உயர்ந்த வெப்ப நிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகள் குறைந்த வெப்பநிலைப் பகுதிகளில் உள்ள மூலக்கூறுகளுடன் மோதும் போது அவற்றுக்குத் தமது ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை அளிக்கின்றன.

குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகள் உயர்ந்த வெப்பநிலைப்பகுதிகளில் உள்ள மூலக்கூறுகளுடன் மோதும் போது அவற்றின்

ஆற்றலில் ஒரு பகுதியைக் கவர்ந்து கொள்கின்றன. மிக நுண்ணியத் தொலைவுகளில் இத்தகைய ஆற்றல் பரிமாற்றங்கள் உடனடியாக நிகழ்கின்றன. இதன் காரணமாக ஆற்றல் பரிமாற்றத்துடன் கூடிய ஒரு பாதிச் சமநிலை நிலைமைத் தோன்றுகிறது. நீர்மங்களிலும், திண்மங்களிலும் வெப்பக் கடத்தலின் தத்துவம் இதே போன்றதுதான். ஆனால் விவரமான செயல்முறைகள் வேறுபட்டவை.

ஃபூரியர் சமன்பாடு. வெப்பக் கடத்தலில் எந்திரவியல் கொள்கையும், செயல்முறைக் கணக்கீடுகளும் பேரளவுத் தன்மையான விளக்கத்தின் அடிப்படையிலானவை.

இயற்பியல் கண்ணோட்டத்தில் t_1 என்ற வெப்ப நிலையில் உள்ள ஒரு பரப்பிலிருந்து t_2 என்ற வெப்பநிலையில் உள்ள இணையான வேறு ஒரு பரப்புக்கு சீர் நிலையான வெப்பப் பாய்வு t_1-t_2 என்ற வேறுபாட்டுக்கும் வெப்பம் பாயும் திசைக்கு செங்குத்தான A என்ற பரப்பளவுக்கும், வெப்பம் பாயும் நேரமான T விநாடிகளுக்கும் நேர் விகிதத்திலும், இரண்டு பரப்புகளுக்கும் இடையிலான L என்ற தொலைவுக்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் இருப்பதாகக் கண்டறியப்படுகிறது. இந்தக் காரணிகளையெல்லாம் இணைத்தால் வெப்பப் பாய்வு

$$Q=KA(t_1-t_2) T/l$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கிறது. இதில் K என்பது வெப்பம் கடத்தும் பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்த ஒரு மாறிலி. அது வெப்பக் கடத்தல் எண் (coefficient of thermal conduction on thermal conductivity) எனப்படுகிறது. வெப்பம் கடத்தும் படலத்தின் தடிமன் dx என்ற மிகச்சிறிய அளவினதாயும் அதன் இரண்டு புறங்களுக்கும் இடையிலான வெப்ப நிலை வேறுபாடு dt என்ற சிறிய அளவில் இருப்பதாயும் வைத்துக் கொண்டால் ஒரு விநாடியில் அதன் மூலமாகப் பாயும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு $1=-KA dt/dx$ எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

x அதிகரிக்கிற திசையில் வெப்பம் பாயும்

போது dt/dx எதிரினமாகி விடுமாதலால், q-வை நேரினமாக வைப்பதற்காக மேற்கண்ட சமன்பாட்டில் ஓர் எதிரினக் குறியைச் சேர்ப்பது வழக்கமாக இருக்கிறது. இந்தச் சமன்பாடு முதன் முதலாக ஜெ.பயட் (J. Biot) என்பவரால் வெளியிடப்பட்டது எனினும், வெப்பக் கடத்தலின் கொள்கையை உருவாக்குவதில் ஃபூரியர் அளித்த விரிவான பங்களிப்பின் நிமித்தமாக இந்தச் சமன்பாட்டுக்கு ஃபூரியர் சமன்பாடு என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டிருக்கிறது.

வெப்பக் கடத்தல் எண். மேலே குறிப்பிடப்பட்ட K என்ற வெப்பக் கடத்தல் எண் பொருளின் ஒரு முக்கியமான பண்பு ஆகும். அது ஒரு பொருளின் வெப்பம் கடத்தும் திறனுக்கு விளக்கம் அளிக்கிறது. அது பொருளையும் அது இருக்கிற நிலைமையையும் பொறுத்திருக்கிறது. ஃபூரியர் சமன்பாடு என்பது வெப்பக் கடத்தல் எண்ணின் வரையறைதான்.

இதன் அடிப்படையில் அலகு இடைவெளியில் உள்ள இரண்டு இணையான அலகுப் பரப்புகளுக்கு இடையில் அலகு வெப்ப நிலை வேறுபாடு அமைந்திருக்கும்போது, ஒரு விநாடியில் அவற்றுக்கு இடையில் அவற்றுக்கு செங்குத்தான திசையில் கடத்தப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவாக வெப்பக் கடத்தல் எண்ணை வரையறுக்கலாம். இதன்படி மேற்கண்ட சமன்பாடுகளை மாற்றி அமைத்து $K=Q l/A(t_2-t_1)T$ அல்லது $K=q/A/(dt/dx)$ என எழுதலாம். K என்ற வெப்பக் கடத்தல் எண்ணுக்கு அலகுப் பரப்புக்கான அலகு வெப்ப நிலைச் சரிவுக்கான வெப்பம் என்ற பரிமாணம் அமைகிறது.

பொருட் பண்பியல் கொள்கைகளின் வாயிலாக வெப்பக்கடத்தல் பண்புகளை விளக்குவதில் கணிசமான முன்னேற்றம் ஏற்பட்டிருக்கிறது. வளிமங்களில் மூலக்கூறு இடைவினைகள் சம்பந்தப்பட்ட கொள்கை மிகவும் துல்லியமான முடிவுகளை அளித்திருக்கிறது. நீர்மங்களில் வெப்பம் கடத்தப்படும் செயல்முறை அவற்றில் ஒளி கடத்தப்படும் செயல்முறையைப் போன்றதே என்று நம்பப்படுகிறது.

மின் கடவாப் பொருள்களில் வெப்ப ஆற்றல் முக்கியமாக அணுக்கோவைகளின் ஊடாகப் பரவும் அலைகளின் மூலமாகக் கடத்தப்படுகிறது.

உலோகங்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஓர் எலெக்ட்ரான் வளியைப் போலச் செயல்பட்டு வெப்ப ஆற்றலையும் மின் ஆற்றலையும் கடத்துவதில் பங்கு கொள்கின்றன. இதுவே வியட்மான்-பிரான்ஸ் விதியின் அடிப்படை ஆகும். அதன்படி K_0/T என்பது ஒரு மாறிலி. இதில் K என்பது வெப்பக் கடத்தல் எண் σ என்பது மின்கடத்து திறன் T என்பது தனி வெப்பநிலை. வளி அழுத்தத்தில் படிக உருவுள்ள மற்றும் படிக உருவற்ற பொருள்களின் மூன்று கட்டங்களிலும் வெப்ப எண் வெப்ப நிலையுடன் மாறுகின்ற விதம் 1ஆம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

படிக உருவுள்ள பொருள்களுக்குத் தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் வெப்ப எண் பெரும எண் மதிப்புள்ளதாக இருக்கிறது. அந்த எண் மதிப்பு கணிசமாக உயர்ந்த அளவில் இருக்கும். எ-டு: 20 கெல்வின் பாகை வெப்பநிலையில் உள்ள செப்புப் படிகத்தின் வெப்பக் கடத்தல் எண் 7050 ஆங்கில வெப்ப அலகு/மணி. அடி. பாகை பாரன்ஹீட் என்ற எண் மதிப்புள்ளதாக இருக்கிறது.

இது அறை வெப்ப நிலையில் உள்ளதை விட 30 மடங்குக்கும் அதிகமானது. வெப்பக் கடத்தலுக்குப் பொறுப்பான செயல் முறைகள் சிக்கலானவை. அவை முழுமையாக இன்னமும் புரிந்து கொள்ளப்படவில்லை. எனவே வெப்பக் கடத்தல் எண் மதிப்புகள் பரிசோதனை முறைகள் மூலமாகவே நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. வாயுக்களின் வெப்பக் கடத்து எண் அழுத்தத்தினால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது.

வெப்பக் கடத்தலின் வகைக்கெழுச் சமன்பாடு.

ஒரு பொருளுக்குள் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் வெவ்வேறு நேரங்களில் வெப்பநிலை வெவ்வேறாக இருப்பதே வெப்பக்கடத்தலின் மூலமாகப் பொருளின் வழியாக ஆற்றல் கடத்தப்படுவதற்குச் சான்றாகும்.

வெப்பநிலையை இடைவெளி ஆயங்கள்,

நேரம் ஆகியவற்றின் சார்பெண்ணாகக் கண்டுபிடிக்க முடியுமானால் எந்த ஓர் இடத்திலும் எந்த ஒரு திசையிலும் வெப்பப்பாய்வை தக்க முறையில் வகைப்படுத்துவதன் மூலம் கண்டுபிடிக்க முடியும். ஓர் ஒருபடித்தான பொருளில் வெப்பநிலைப் பரவீட்டை ஆளுகிற வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டுக்குத் தீர்வு கண்டுபிடித்து, அந்தத் தீர்வு கொடுக்கப்பட்ட தொடக்க நிபந்தனைகள் அல்லது எல்லை நிபந்தனைகளுக்குப் பொருத்தமாக ஆகும்படி செய்வதன் மூலம் ஒரு வெப்பக் கடத்தல் பிரச்சினைக் கையாளப்படுகிறது. இந்த வகைக்கெழுச் சமன்பாடு வெப்பப் பாய்வுக்குப் பொருந்துகிற வகையில் அமைக்கப்பட்ட வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதியின் வெளிப்பாடே ஆகும். ஓர் ஊடகத்தில் ஒரு சிறு பருமக் கூறில் ஒரு வெப்பச் சமநிலையை ஏற்படுத்திப்பார்ப்பதன் மூலம் அந்தச் சமன்பாடு வருவிக்கப்படுகிறது.

முதலில் x திசையை எடுத்துக்கொண்டால் ΔT என்ற நேரத்தில் அந்தப் பருமக் கூறுக்குள் ஒரு பக்கத்திலிருந்து நுழையும் வெப்பத்திற்கும் அதற்கு எதிரான பக்கத்திலிருந்து வெளியேறும் வெப்பத்திற்கும் இடையிலான வேறுபாடு ஆகும். \square பூரியர் சமன்பாட்டிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$\Delta Q_x = -K \Delta y \Delta Z (\delta t / \delta x)_x \Delta T -$$

$$[-K \Delta y \Delta Z (\delta t / \delta x)_{x+\Delta x} \Delta T]$$

----- (1)

வெப்ப நிலையோடு வெப்ப எண் மாறுகிற விதத்தைக் கணக்கிடுவது மிகவும் கடினமானது. ஒரு பிரச்சினைக்கு ஒரு பகுப்பாய்வுத் தீர்வைக் கண்டுப் பிடிப்பதை அது இயலாததாகச் செய்துவிடக்கூடும். இதன் காரணமாக மாறிலியாகக் கருதப்படுகிற ஒரு தகுந்த சராசரி மதிப்பைப் பயன்படுத்துவதே வழக்கமாக இருக்கிறது. மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப்

பின்வருமாறு மாற்றி எழுதலாம்.

$$\Delta Q_x = K \Delta y \Delta Z \Delta X (\delta t / \delta x)_{x+\Delta x} - (\delta t / \delta x)_x \Delta T / \Delta X \quad \text{-----}(2)$$

ΔX சுழியை அணுகும்போது இந்தச் சமன்பாடு பின்வருமாறு அமைகிறது.

$$\Delta Q_x = K \Delta X \Delta y \Delta Z \Delta T \delta^2 t / \delta x^2 \text{-----}(3)$$

இதே போன்ற கோவைகளை y, z திசைகளுக்கும் எழுதலாம். பருமக் கூறுக்குள் அலகுப் பருமத்துக்கு அலகு நேரத்தில் உண்டாக்கப்படும் சீரான வெப்பத்தின் அளவு G எனில் மேற்கண்ட கோவையுடன் $G \Delta x \Delta y \Delta z \Delta t$ என்ற பதத்தைச் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பருமக் கூறுக்குள் நிகரமாகப் பாயும் வெப்பம் அதில் சேமிக்கப்பட்ட ஆற்றலாக வெளிப்படும். அது $\Delta x \Delta y \Delta z \omega C \Delta t$ என்ற எண் குறிப்புக்கு சமம். இதில் ω என்பது அலகுப் பருமத்துக்கான எடை. C என்பது அதனுடைய வெப்ப எண். Δt என்பது ΔT என்ற கால அதிகரிப்பில் ஏற்பட்ட வெப்பநிலை உயர்வு. பருமக் கூறுக்குள் நுழைகிற நிகர வெப்ப ஆற்றலை அதில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஆற்றலுக்குச் சமமாக்கி $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta T$ ஆகியவற்றைச் சுழியை அணுகும்படி செய்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$$K \left[\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta z^2} \right] G = \omega C \frac{\delta t}{\delta T} \quad \text{-----}(4)$$

பருமக் கூறுக்குள் வெப்பத் தேற்றுவாய் எதுவும் இல்லாதபோது பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்

$$[\delta^2 t / \delta x^2 + \delta^2 t / \delta y^2 + \delta^2 t / \delta z^2] = 1/k / \omega c \delta t / \delta T = 1/\alpha \delta t / \delta T \text{-----}(5)$$

இதில் உள்ள $K/\omega c = \alpha$ என்ற தகவு வெப்ப விரவல் எண் (thermal diffusivity) எனப்படும். அது தோன்றி மறையும் வெப்பப் பாய்வுக்கான ஒரு பொருளின் முக்கியமான வெப்பப் பண்பு ஆகும். மேற்கண்ட சமன்பாடு, வெப்பத்தின் பதங்களில் எழுதப்பட்ட ஓர் அழுத்தப்புவத்தை ஆளும் சமன்பாடு ஆகும்.

மின்சாரம், காந்தத் தன்மை, விரவல், லட்சியத் தன்மையான பாய்மப் பாய்வு போன்ற மற்ற அழுத்தப்புவல் சம்பவங்களும் இதே போன்றச் சமன்பாடுகளை நிறைவு செய்கின்றன. இதன் காரணமாக ஒரு புலத்தில் உள்ள கணக்குகளுக்குக் கண்டுப்பிடிக்கப்படும் தீர்வுகள், மற்றப் புலங்களில் உள்ள ஒத்த அமைப்புகளுக்கும் பொருந்துகிறவையாக இருக்கின்றன. அத்துடன் ஒரு புலத்திலுள்ள கணக்குப் பரிசோதனை மூலம் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்டத் தீர்வை, வேறு ஒரு புலத்திலுள்ள அதே போன்ற அமைப்பிலிருந்து பெற முடிகிறது.

சீர் நிலைக் கடத்தல். $\delta t / \delta T$ என்பது சுழிக்குச் சமமாக இருக்கும்போது அதாவது ஒரு பொருளுக்குள் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் வெப்பநிலைகாலத்தோடு மாறாமலிருக்குமானால் சீர் நிலைக் கடத்தல் தோன்றுகிறது. பல முக்கியமான நடைமுறைக் கணக்குகள் இந்த வகையைச் சேர்ந்தவை. ஒரு சுவரின் வழியாகவும் ஓர் உள்ளீடற்ற உருளைக் குழாய் வழியாகவும் நிகழுகிற வெப்பப் பாய்வுகள் இதற்குப் பழக்கமான எடுத்துக்காட்டுகள். சுவருக்குள் வெப்பம் உண்டாக்கப்படவில்லை என வைத்துக் கொண்டால் 5ஆம் சமன்பாடு $\delta^2 t / \delta x^2 = 0$ எனச் சுருங்கிவிடும். t என்பது x உடன் தான் மாறும் என வைத்துக் கொள்வதால் $\delta^2 t / \delta y^2, \delta^2 t / \delta z^2$ ஆகியவை நீக்கப்பட்டு விடும். $\delta^2 t / \delta x^2 = 0$ என்ற சமன்பாட்டை இரண்டு முறை தொகையீடு செய்து $x=0, x=l$ என்ற புள்ளிகளில் உள்ள தெரிந்த வெப்பநிலைகளைப் பதிலீடு செய்து இரண்டு மாறிவிகளின் மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுக் கொள்வதன் மூலம் தேவைப்படும் வெப்பநிலைப் பரவீட்டைப் பெற முடியும். இதிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$t = t_1 - (t_1 - t_2) x/l \quad \text{-----}(6)$$

$q = -KA(dt/dx)$ என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$q = KA(t_1 - t_2)/l \quad \text{-----}(7)$$

ஓர் உருளை வடிவச் சுவரின் வழியாக ஆரத்திசையில் சீர் நிலையில் வெப்பப் பாய்வு ஏற்படும் போது அதில்

ஒரு மெல்லிய உள்ளீடற்ற வளையத்தைக் கற்பனை செய்து கொள்ளலாம். அதற்கு

$$q = -KA \frac{dt}{dr} \quad \text{என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த}$$

முடியும். இதன் மூலம் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$q = -KA \frac{dt}{dr} = K \cdot 2\pi r l \frac{dt}{dr} \quad \text{-----(8)}$$

$t = t_1$ முதல் t வரையும், r_1 முதல் r வரையும் தொகையீடு செய்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கும்.

$t = t_1 - q \ln(r/r_1) / 2\pi K l$ -----(9) இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து வெப்பப் பாய்வுக்கான பரப்பை அதிகரிப்பதனால் வெப்ப நிலையில் ஒரு லாகரிதத் தன்மையான மாற்றம் ஏற்படுகிறது என்பது தெரிய வருகிறது. ஓர் உருளை வடிவச் சுவற்றின் வழியாக நிகழும் வெப்பப் பாய்வு பின்வருமாறு குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$q = KA_m \frac{t_1 - t_2}{r_2 - r_1} \quad \text{-----(10)}$$

A_m என்பது லாகரிதத் தன்மையான சராசரிப் பரப்பு எனப்படும். $A_m = A_2 - A_1$

$$\ln(A_2/A_1)$$

ஆகத்தான் இருக்க முடியும்.

ஒரு சமதளமான சுவர் அல்லது உள்ளீடற்ற உருளையின் உட்புற, வெளிப்புற வெப்ப நிலைகளையும் அதன் ஊடாக ஒரு விநாடியில் பாயும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவையும் சீரான வெப்பக்கடத்தல் நிலையில் அளவிட முடிந்தால் K மதிப்புகளை 7 அல்லது 10ஆம் சமன்பாடுகளிலிருந்து கணக்கிட முடியும். சமன்பாடுகளும் இயற்பியல் அமைப்புகளும் எளிமையானவையாக இருப்பதால், வெப்பக்கடத்தல் எண்களை அளவிடப் பயன்படுகிற கருவிகளில் பெரும்பாலானவை இந்த வகையான வெப்பப் பாய்வைப் பயன்படுத்துகிறவையாகவே அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

பரப்பிடைத் தடை (interface resistance).

வெவ்வேறான அல்லது சீரான வெப்பப் பண்புகளைக் கொண்ட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட படலங்களைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட ஒரு சுவரின் வழியாகச் சீர்நிலை வெப்பப் பாய்வு நிகழுவதை எடுத்துக்கொள்வோம். அந்தப் படலங்களின் பரப்புகள் வழவழப்பானவையாகவும் ஒன்றையொன்று அழுந்தத் தொட்டுக் கொண்டிருப்பவையாகவும் இருந்தால் அந்தச் சுவரில் வெப்பநிலைப் பரவீடு தொடர்ச்சியானதாக இருக்கும். எந்த ஒரு முகவிடைப் பரப்பிலும் q மாறிலியாக இருப்பதனால்

$$K_1 \left[\frac{dt}{dx} \right]_1 = K_2 \left[\frac{dt}{dx} \right]_2 \quad \text{--(11)}$$

வெப்பக் கடத்து எண் மாறுவதால் வெப்பநிலைச் சரிவில் ஒரு தொடர்ச்சியின்மை இருப்பதை 11ஆம் சமன்பாடு காட்டுகிறது.

உண்மையில் இருக்கிற பரப்புகள் எவ்வளவு மெருகேற்றப்பட்டிருந்தாலும் அவை முழுமையான வழவழப்புத் தன்மை பெற்றிருக்க முடியாது. அவற்றில் நுண்ணிய மேடுகளும், பள்ளங்களும் இருக்கவே செய்யும். இதன் காரணமாக அத்தகைய இரண்டு பரப்புகளை நெருக்கமாக ஒட்டி வைத்தால்கூட அவற்றின் மேடுகள் மட்டுமே பெருமளவு தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். இதன் காரணமாக உண்மையில் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிற பரப்பின் அளவு படலங்களின் மொத்தப் பரப்பளவில் ஒரு சிறிய பின்னமாகவே இருக்கும். இரண்டு பரப்புகளை அழுத்தினால் அவற்றில் உள்ள மேடுகளும் பள்ளங்களும் நெகிழ்ந்து உருமாற்றம் அடையும். தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பரப்புகள் வழியாகவும், தொட்டுக் கொண்டிரா பரப்புகளுக்கு நடுவில் நிரம்பி உள்ள வாளி அல்லது நீர்மத்தின் வழியாகவும் வெப்பப் பாய்வு நடைபெறும். இவ்வாறு தொடுகை முழுமையாக இல்லாத காரணத்தால் வெப்பப் பாய்வுக்கு ஏற்படும் இடையூறு பரப்பிடைத் தடை எனப்படுகிறது. ஒவ்வொரு படலத்திலும் உள்ள தெரிந்த வெப்பநிலைப் பரவீட்டை இடைப்பரப்பு இருப்பதாகத் தோன்றும் இடத்திற்கு நீட்டிவிடுவதன்

மூலம் இது கணக்கிடப்படுகிறது. இதனால் கிடைக்கும் வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் ஈவு Δt , வெப்பப் பாய்வு q ஆகியவற்றின் மூலம் பரப்பிடை வெப்பத்தடையை $R = \Delta t/q$ என்ற சமன்பாட்டிலிருந்துக் கணக்கிடலாம். R என்பது பரப்புகளின் சொரசொரப்பையும், இடைவெளிகளில் நிரம்பியுள்ள வானி அல்லது நீர்மத்தையும் தொடுகை அழுத்தத்தையும் பொறுத்தது. பொதுவாக 100 பவுண்டு/சதுர அங்குலம் போன்ற குறைந்த பரப்பிடை அழுத்தங்களில்தான் தொடுகை வெப்பத் தடையின் விளைவு கனிசமானதாக இருக்கிறது.

உள்ளாந்து உருவாகும் வெப்பம். அணு உலைகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படும் உலோகக் கூறுகளின் உள் பகுதிகளில் உருவாகும் வெப்பம் வெப்பக் கடத்தல் மூலம் வெளியே பரவும். இத்தகைய உலோகக் கூறுகள் பொதுவாகத் தட்டையான நீண்ட தகடுகளாக இருக்கும். அவற்றின் மேலாக ஒரு குளிர்விப்பு நீர்மம் அல்லது வளிமம் பாயும். அணுக்கருப் பிளவு அடையும் பொருள் அரிக்கப்பட்டுவிடாமல் தடுப்பதற்காக அதன்மேல் ஒரு பாதுகாப்பு உறை இடவேண்டியத் தேவை ஏற்படுகிறது. இந்த உறை கதிரியக்கத் துகள்கள் குளிர்விப்புப் பொருளுக்குள் நுழைந்துவிடாமலும் தடுக்கிறது. ஆனால் வெப்ப மாற்றம் திறமையுடன் நடைபெறுவதற்கு இந்த உறை இடையூறு செய்யும். இதைத் தவிர்க்க உறைகள் இயன்ற அளவுக்கு மெலிந்தவையாக அமைக்கப்படுகின்றன. மிகப் பெருமமான வெப்பக் கடத்துத் திறன் கொண்ட பொருள்களால் செய்யப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக உறைக்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் உள்ள வெப்பநிலைகளில் அதிக வேறுபாடு இருப்பதில்லை. ஓர் அணு உலை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படும். ஓர் உலோகப்பாளத்தின் உட்பகுதியில் எல்லா இடங்களிலும் நேரங்களிலும் ஒரு சீரான வகையில் வெப்பம் உண்டாவதாகக் கொள்வோம். அதாவது 4ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள G மதிப்பு மாறிலியாக இருக்கும். உலோகப்பாளத்தின் முனைகளிலிருந்தும், குளிர்விப்பாளின் பாய்வுத் திசைக்கு இணையான திசையிலும் ஏற்படுகிற வெப்பப் பாய்வைப் புறக்கணித்து விடலாம். எனவே 4ஆம் சமன்பாடு பின்வருமாறு சுருங்கும்.

$$\left[\frac{d^2t}{dx^2} \right] + \frac{G}{K} = 0 \quad \text{-----}(12)$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டை இரு முறை தொகையீடு செய்து, பாளத்தின் இரு புறங்களிலும் குளிர்வு வீதம் சமமாக இருப்பதாக வைத்துக்கொண்டு $x=0$ எனில் $dt/dx=0$, $x=l$ எனில் $t=t_0$ என்ற எல்லை நிபந்தனைகளைப் பயன்படுத்தி t மதிப்புக்கான ஒரு தீர்வு பெறப்படுகிறது. இதன்மூலம் வெப்பநிலைப் பரவீடு பரவளைய வடிவத்தில் இருப்பதாகத் தெரிகிறது. அதன் சமன்பாடு பின்வருமாறு அமையும்.

$$t. t_0 + G/2k (l^2 - x^2) \text{-----}(13)$$

இந்தச் சமன்பாட்டை x - ஐப் பொறுத்து வகைப்படுத்தி $x=l$ என்ற நிலையில் கணக்கிட்டு $q = -kA dt/dx$ என்ற சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்வதன் மூலம் குளிர்விப்பானுக்கு வெப்பம் பாயும் வீதத்தைக் கண்டு பிடிக்கலாம். பல வேளைகளில் வெப்பம் உண்டாகும் வீதம், வெப்ப நிலையைப் பொறுத்திருக்கிறது. எனவே G மிகவும் சிக்கலானதாக இருக்கும். இதன் காரணமாகப் பகுப்பாய்வுத் தீர்வு ஒன்றை உருவாக்குவது கடினமாக இருக்கலாம். அப்போது எண்ணியல் முறைகளில் தீர்வுகாணும் உத்திகள் கையாளப்படுகின்றன.

காலாந்தரமான மற்றும் தோன்றி மறையும் கடத்தல். இந்த வெப்பக் கடத்தல் வகைகள் சீர் நிலையற்றவை. காலாந்தரமான வெப்பக் கடத்தலில் ஓர் அரைகுறை சீர்நிலை நிலவும். ஒரு பொருளின் எல்லா இடங்களிலும் வெப்பநிலையும், வெப்பப் பாய்வும் நேரத்துடன் தொடர்ந்து மாறிக்கொண்டே இருக்கும். ஆனால் T_0 என்ற ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையிலுள்ள மதிப்புகளைக் கடந்து செல்லும். ஓர் அமைப்பில் எந்த ஓர் இடத்திலும் வெப்பப் பாய்வு சில நொடிகளுக்கோ, நிரந்தரமாகவோ மாறிவிடுமானால் தோன்றி மறையும் நிலை ஏற்பட்டதாகச் சொல்லப்படுகிறது. அந்த அமைப்பு தனது பழைய சீர் நிலைக்கோ புதியதொரு சீர் நிலைக்கோ மீண்டு வர ஆகும் நேரம் தோன்றி மறையும் காலம் எனப்படும்.

ஒரு பொருளுக்குள் வெப்பம் உண்டாக்கப்படவில்லை என வைத்துக்கொண்டால், அதில் காலாந்தரமான வெப்பப் பாய்வுக்கோ, தோன்றி மறையும் வெப்பப் பாய்வுக்கோ 5ஆவது சமன்பாடு நிறைவு செய்யப்பட வேண்டும். 5ஆம் சமன்பாடு பின்வருமாறு சுருங்கிவிடும்

$$\alpha \frac{\delta^2 t}{\delta x^2} = \frac{\delta t}{\delta T} \text{-----(14)}$$

புவிக்கு ஒரு சராசரி வெப்பநிலை உண்டு எனவும் அது ஆழத்துடன் மாறுவதில்லை எனவும் அதன் மேற்பரப்பு வெப்பநிலை ஒரு சீரான காலாந்தரத் தன்மையுடன் மாறிக்கொண்டே இருப்பதன் காரணமாகத் தொடக்கத்தில் மேற்பரப்பு வெப்பநிலையில் ஒரு சூழற்சித் தன்மையான மாற்றம் துவக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்ட தோன்றி மறையும்நிலை ஒரு சீரான காலாந்தர நிலையாக ஆகிவிட்டது எனவும் கற்பிதம் செய்து கொள்ளலாம். மேற்பரப்பு வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றம் பின்வருமாறு அமைகிறதாகக் கருதலாம்.

$$t = t_0 \cos(2\pi T/T_0) \text{-----(15)}$$

அப்போது 14ஆம் சமன்பாட்டுக்குத் தக்கதொரு தீர்வாகப் பின்வரும் சமன்பாடு அமையும்.

$$t = t_0 e^{-\cos[2\pi T/T_0 = \pi/2\alpha x]} \text{-----(16)}$$

இதிலிருந்து வெப்பநிலைப் பரவீடு ஊடகத்திற்குள் பரவும் ஓர் அலையைப் போலத் தோற்றமளிக்கிறது என்று தெரிகிறது. அதன் வீச்சு

$$e^{-\pi/2\alpha x} \text{ க்கு நேர் விகிதத்தில் குறைகிறது.}$$

16ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து

$$\left[\frac{dt}{dx} \right]_{x=0} = 0$$

என்ற மதிப்பைக் கண்டுபிடித்து வெப்பப் பாய்வைக் கணக்கிட்டுப்பார்த்தால், T₀ என்ற காலாந்தர நேரத்தில் ஒரு பாதியில் வெப்பம் உள் நோக்கியும் அடுத்த

பாதியில் வெளி நோக்கியும் பாய்வதாகத் தெரிய வருகிறது. புவியின் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலையில் திடீரென்று t₀ அளவிலான ஒரு மாற்றம் ஏற்படுவதன் காரணமாகத் தோன்றும் வெப்பநிலை மாற்றம் தோன்றி மறையும் நிலைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஆகும். எல்லா இடத்திலும் தொடக்க வெப்பநிலை சீரானதாக இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அதை ஆதார அளவாக எடுத்துக்கொண்டால் 14ஆம் சமன்பாட்டுக்குப் பொருத்தமானத் தீர்வுப் பின்வருமாறு அமையும்.

$$t = \frac{2t_0}{\pi} \int_0^{\alpha T} e^{-\beta^2} d\beta \text{-----(17)}$$

புவிப் பரப்பில் உள்ள ஒரு மண் பகுதி தொடக்கத்தில் 40 F பாகை என்ற சீரான வெப்பநிலையில் இருப்பதாகவும், அதன் வெப்பநிலை திடீரென 20 F பாகையாக வீழ்ச்சி அடைவதாகவும் வைத்துக் கொள்வோம். மேற்கண்ட சமன்பாட்டின் உதவியால் எந்த ஆழத்தில் 12 மணி நேரத்தில் வெப்பநிலை நீர் உறையும் வெப்பநிலையான 32 F பாகைக்குக் குறையும் என்று கணக்கிட்டுவிடலாம். α=0.0065 அடி.2 மணி, t=32 F பாகை எனில் x=2.5 அங்குலம் என்ற ஆழத்தில் 32 F பாகை வெப்பநிலை தோன்றும். வெப்பப் பக்குவம், காற்றுப் பதன், உணவுப் பொருள் உற்பத்தி போன்ற துறைகளில் தோன்றி மறையும் வெப்பநிலை மாற்ற நிகழ்வுகள் முக்கியத்துவம் வகிக்கின்றன. இதன் காரணமாகப் பல வகையான கணக்குகளுக்குத் தீர்வுகாணும் முயற்சிகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. வரைபடங்கள் மூலம் இத்தகைய முயற்சிகள் எளிதாக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

மாறும் வெப்பக் கடத்தல். பெரும்பாலான பொருள்கள் கணிசமான ஒரு படித்தான தன்மைக் கொண்டவை. இதன் காரணமாக அவற்றின் வெப்பப் பண்புகள் இருப்பிடத்தைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. அவை வெப்பநிலையுடன் மட்டுமே மாறுகின்றன என்று வைத்துக்கொண்டு ஒரு பருமக் கூறில் ஏறுபடும் வெப்பச் சமநிலையைக் கவனித்தால் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$\frac{\delta}{\delta x} \left(k \frac{\delta t}{\delta x} \right) + \frac{\delta}{\delta y} \left(k \frac{\delta t}{\delta y} \right) + \frac{\delta}{\delta z} \left(k \frac{\delta t}{\delta z} \right) + G = \omega c \frac{\delta t}{\delta T} \quad \text{-----}(18)$$

இதை வகைப்படுத்தல் முறைகள் மூலம் பின்வருமாறு மாற்றி எழுதலாம்.

$$k \left[\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta z^2} \right] + \frac{\delta k}{\delta T} \left[\left(\frac{\delta t}{\delta x} \right)^2 + \left(\frac{\delta t}{\delta y} \right)^2 + \left(\frac{\delta t}{\delta z} \right)^2 \right] + G = \omega c \frac{\delta t}{\delta T} \quad \text{-----}(19)$$

$$\theta = \frac{T}{K} \frac{dt}{dt}$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\frac{\delta^2 \theta}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 \theta}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 \theta}{\delta z^2} + G = \frac{1}{\alpha} \frac{\delta \theta}{\delta T} \quad \text{-----}(20)$$

இந்த சமன்பாடு 4ஆம் சமன்பாட்டைப் போன்ற வடிவத்திலேயே உள்ளது. பல வேளைகளில் வெப்ப நிலையுடன் α மாறும் வீதம், k மாறும் வீதத்தைவிடக் குறைவாகவே இருக்கிறது. எனவே ஒரு சராசரியான மாறிலி மதிப்பைத் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளலாம். எ-டு: தனிச் சுழி வெப்பநிலைக்கு அருகில் உள்ள உலோகங்களுக்கு இது பொருந்தும். இத்தகைய நிகழ்வுகளில் உள்ளார்ந்த வெப்பத் தோற்றுவாய்கள் இல்லாதபோது அதாவது G என்கிற அளவு t -ன் சார்பெண்ணாக இல்லாத போது, மாறிலியான α மதிப்புகளுக்குத் தீர்வுகள் t -க்குப் பதிலாக θ பொருத்தப்பட்டதாக அமையும். அப்போது எல்லை நிபந்தனைகள் t அல்லது $\delta k(dt/dn)$, ($n=x,y,z$) என்கிற பதங்களில் குறிப்பிடப் பட்டிருக்க வேண்டும்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். V.S.Arpaci, *Conduction Heat Transfer*, Addison Wesley, Massachusetts, 1966.

வெப்பக் கதிர் மானி

இதை முதலில் கண்டுபிடித்தவர் ஸ்வான்பெர்க் (Svanberg). பின்னர் 1887இல் அமெரிக்க இயற்பியலரான லாங்லி (Langley) தன் சொந்த முயற்சியில் இதே கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். இது குறைந்த வெப்ப ஏற்புத் திறன் கொண்ட ஒரு பிளாட்டின வெப்பநிலை அளவியே ஆகும். அது வெப்பக் கதிர் வீச்சுகளையும் துலக்கும் அளவுக்கு உணர்வு நுட்பம் மிகுந்ததாக ஆக்கப்பட்டது. Bole என்ற கிரேக்கச் சொல்லுக்குக் கதிர் என்று பொருள். அதன் மூலம் போலோ மீட்டர் என்ற பெயர் உருவாக்கப்பட்டது. வெப்பநிலை உயரும்போது ஒரு பிளாட்டினப்படலத்தின் மின் தடை ஒரேசீராக உயரும் என்பதே பிளாட்டின வெப்பநிலை அளவியின் தத்துவம். ஒரு மூலத்திலிருந்து அல்லது பரப்பிலிருந்து வெளிப்படுகிற எல்லா அலை நீளங்களையும் உள்ளடக்கிய மொத்தக் கதிர்வீச்சை அளவிடுகிற கருவி மேற்பரப்பு வெப்பக் கதிர் அளவி எனவும், ஒரு குறுகிய அலை நீள நெடுக்கத்தில் உள்ள கதிர்வீச்சை மட்டும் அளவிடுகிற கருவி நேர்கோட்டு வெப்பக் கதிர் அளவி எனவும் அழைக்கப்படும்.

லாங்லியின் வெப்பக் கதிர் அளவியில் ஒரே மாதிரியான ஜன்னல் கிராதி வடிவத்தில் அமைந்த இரண்டு மெல்லிய பிளாட்டினத் தகடுகள் உள்ளன. அவற்றின் தடிமன் 0.02 மில்லி மீட்டருக்கும் குறைவாக இருக்கும். அவற்றின் மேல் பிளாட்டினக் கரி பூசப்பட்டுள்ளது. அவை கடப்பைக் கல்லால் ஆன சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மேற்பரப்பு அளவு அதிகமாயிருந்தாலும் வெப்ப ஏற்புத் திறன் குறைவாக இருக்கும் வகையில் இக்கருவி வடிவமைப்புச் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. இந்த இரண்டு கிராதிகளையும் ஒரு வீட்டோன் வலையமைப்பின் இரண்டு எதிர் எதிரான புயங்களில் பொருத்தி, அதன் மற்றப் புயங்களில் தகுந்த மின் தடைகளைச் சேர்ப்பதன் மூலம், வலையமைப்பு சமன் செய்யப்பட்டுக் கால்வனோ அளவியின் அளவீடு சுழியாகும்படி செய்யப்படும்.

எதிர் எதிரானப் புயங்களில் இரண்டு கிராதிகளை வீட்டோன் வலையமைப்பின்

பொருத்துவதன் மூலம் அறை வெப்பநிலையில் மாற்றங்கள் ஏற்படுவதன் காரணமாக ஏற்படக்கூடிய பிழைகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. வெப்பநிலை மாற்றங்கள் இரண்டு கிராதிகளையும் சம அளவில் பாதிக்கின்றன. இரண்டு கிராதிகளில் ஒன்றின் மேல் கதிர் வீச்சுப்படும்படி செய்யப்படுகிறது மற்றது கதிர்வீச்சுப் படாமல் முற்றிலுமாக மூடப்பட்டிருக்கும். முதல் கிராதியை செப்புத் தகடுகள் உட்புறத்தில் பொருத்தப்பட்ட ஒரு மரப்பெட்டியில் வைத்தால் வெப்பநிலை ஒரே சீராகப் பரவும். அந்த மரப் பெட்டியில் வரிசையாகப் பொருத்தப்பட்ட பல திரைகளைக் கடந்து கதிர்கள் கிராதியை அடையும். கதிர் வீச்சுபடுவதனால் கிராதியின் வெப்பநிலை உயர்ந்து அதன் மின் தடையும் அதிகமாகும். இதன் காரணமாக மின் வலையமைப்பின் சமநிலை பாதிக்கப்படுகிறது. அப்போது கால்வனோ அளவியில் ஒரு சிறிய சீரான விலக்கம் தோன்றும். மின் தடைகளைச் சரி செய்து மின் வலையமைப்பில் மீண்டும் சமநிலையை ஏற்படுத்தலாம். அதிலிருந்து கிராதியின் மின் தடையில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தைக் கண்டுபிடித்து அதில் தோன்றிய வெப்பநிலை உயர்வையும் அதன் மூலமாகப் படுவெப்பக் கதிர் செறிவையும் கணக்கிட்டுவிடலாம். கிராதிகள் வெப்பத்தை உட்கவருவது அல்லது வெளிவிடுவது உடனடியாக நடைபெறுகிறதால் இந்த முறையில் காலத் தாழ்வு தோன்றுவதில்லை. இக்கருவி 10^{-4} செல்சியஸ் பாகை அளவிலான வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கங்களைக் கூடக் கண்டுபிடிக்கிற அளவுக்கு உணர்வு நுட்பம் உடையது. கிராதிகளின் மேல் கதிர்வீச்சுப்படும்போது அதில் பாதியளவே பிளாட்டினப் பகுதியின் மேலும் மீதி அதிலுள்ள இடைவெளிகளிலும் விழுந்து கதிர் வீசலில் கிட்டத்தட்டப் பாதியளவு வீணாகிப் போகிறது. இது இந்தக் கருவியில் உள்ள ஒரு முக்கியமான குறைபாடு ஆகும்.

லம்மர் (Lummer), கர்ப்பாம் (Kurlbaum) ஆகியோர் 1892இல் சீர்திருத்தப்பட்ட வெப்பக் கதிர் அளவியை உருவாக்கினார்கள். அதில் பிளாட்டினக் கிராதி 0.0005 மி.மீ. அளவே தடிமனுள்ளதாக இருந்தது. இதனால் அதன் மறு விளையும், உணர்வு நுட்பமும் பன்மடங்கு அதிகரித்தன. வீட்ஸ்டோன் வலையமைப்பின் நான்கு புயங்களிலும் நான்கு வடிவொத்த கிராதிகள் பொருத்தப்பட்டன.

ஒவ்வொன்றும் சுமார் 60 ஒம் மின் தடை கொண்டதாக இருந்தது. அறையிலோ, கருவியமைப்பிலோ ஏற்படக்கூடிய வெப்பநிலை மாற்றங்கள் முழுமையாகப் பலனுறு வகையில் ஈடு செய்யப் பட்டன. லம்மர், கர்ப்பாம் கருவியமைப்பில் பயன்படுத்தப்பட்ட கால்வனோ அளவி, லாங்லியின் கருவியமைப்பில் இருந்ததைவிட அதிக உணர்வு நுட்பமுள்ளதாக இருந்தது. அந்தக் கருவியமைப்பில் எதிர் எதிரான புயங்களில் இருந்த கிராதிகள் ஒன்றுக்குப்பின் ஒன்றாக முன்னாலிருக்கும் கிராதியின் இடைவெளிகளில் பின்னாலிருக்கும் கிராதியின் உலோகப் பரப்பு அமையுமாறு வைக்கப்பட்டிருந்தது. இது ஒரு முக்கியமான சீர்திருத்தம் ஆகும். இதன் காரணமாக படுகதிர் முழுவதுமே கிராதிகளில் விழுந்து உட்கவரப்படும். இதன் காரணமாகக் கால்வனோ அளவியின் விலக்கம் கிட்டத்தட்ட இரண்டு மடங்காகி விடுகிறது. இதன் காரணமாகக் கருவியின் உணர்வு நுட்பம் அதிகமாகிறது. முதலில் எல்லாக் கிராதிகளையும் கதிர்வீச்சுப் படாமல் மூடி வைத்து வலையமைப்பு சமன் செய்யப்படும்.

அதன் பிறகு அவற்றில் இரு ஜதை (1,3) கதிர் வீச்சுப்படும்படி திறந்து வைக்கப்படுகிறது. இதனால் வலையமைப்பு சமநிலை இழந்து கால்வனோ அளவியில் ஒரு சீரான விலக்கம் தோன்றும். லாங்லியின் கருவியமைப்பில் தோன்றக்கூடிய மின் தடை மாற்றத்தைப்போல இரு மடங்கு மாற்றம் லம்மர்-கர்ப்பாம் கருவியில் தோன்றும். முழுக் கருவியமைப்பும் நன்கு காப்பிடப்பட்ட ஒரு பெட்டியில் வைக்கப்பட்டிருப்பதால் அதன் வெப்பநிலை மாறாமல் வைக்கப்படும். பெட்டியில் உள்ள துளையிட்ட திரைகளின் உதவியுடன் 16 மி.மீ. விட்டமுள்ள ஓர் இணையான கற்றையாகக் கதிர்கள் கிராதியில் படும்படி செய்யப்படுகின்றன. இந்த வகையான வெப்பக் கதிர் அளவி 0.01% துல்லியத்துடனான அளவீடுகளைத்தரும். இது பாயின் ரேடியோ மைக்ரோ மீட்டரைவிட ஐந்து மடங்கு அதிகமான துல்லியம் கொண்டது. அத்துடன் பாயின் ரேடியோ மைக்ரோ மீட்டரைப்போல இக்கருவியை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் அசையாமல் வைத்திருக்க வேண்டிய தேவையில்லை. எல்லாத் திசைகளிலும் அதைத் திருப்பிக் கதிர்வீச்சு படும்படி செய்யலாம். இக்கருவி வெப்பக் கதிர்களைவிட அதிக அலைநீளம்

கொண்ட ஹெர்ட்ஸ் அலைகளைக் கண்டுபிடிக்கவும் உதவும். இதன் மூலம் பொருள்களின் மின் கடவா மாறிலிகளையும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

நேர்கோட்டு வெப்பக் கதிர் அளவியில் ஒரே ஒரு கரி பூசப்பட்ட பிளாட்டினப் பட்டைத் துண்டு உள்ளது. அதன் கூர் விளிம்பின் மேல் கதிர் வீச்சுப்படும்படி செய்யப்படுகிறது. அது ஒரு வீட்ஸ்டோன் வலையமைப்பின் ஒரு புயத்தில் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். ஒரு நிற மாலையில் அதை வைத்து ஒவ்வொரு அலை நீளத்திலும் கதிர்ச் செறிவை அளவிடலாம். கதிர்வீச்சை ஜூல்கள்/விநாடி அல்லது எர்க்குள்/விநாடி என்ற அலகுகளில் அளவிடக்கூடிய வெப்பக் கதிர் அளவிகள் எர்க்குள்/விநாடி என்ற அலகுகளில் அளவிடக்கூடிய வெப்பக் கதிர் அளவிகள் சார்பிலா வெப்பக் கதிர் அளவிகள் எனப்படும். கோப்லன்ட்ஸ் (Coblentz) வகைக் கதிர்-அளவி ஆங்ஸ்ட்ராம் சூரிய வெப்பநிலை அளவியைப் போன்றதே. அதில் இரண்டு கரி பூசப்பட்ட பிளாட்டினப் பட்டைகள் உள்ளன. அவற்றின் பின் பரப்பில் ஒரு வெப்ப மின் இரட்டையின் இரண்டு சந்திகள் பற்ற வைக்கப்பட்டிருக்கும். வெப்ப மின் இரட்டைச் சுற்றில் ஓர் உணர்வுநுட்பமுள்ள கால்வனோ அளவி உள்ளது. இரண்டு பட்டைகளிலும் கதிர்வீச்சு எதுவும் படாதபோது அவை ஒரே வெப்பநிலையில் இருக்குமாதலால் கால்வனோ அளவியில் விலக்கம் ஏதும் தோன்றாது. ஒரு பட்டையை மட்டும் கதிர் வீச்சுப்படும்படி திறந்து வைத்தால் அது சூடாகிக் கால்வனோ அளவியில் ஒரு விலக்கம் தோன்றும். மற்ற பிளாட்டினப் பட்டையின் வழியாக ஒரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி அதையும் சூடாக்கிக் கால்வனோ அளவியின் விலக்கம் மறுபடியும் சுழியாகும்படி செய்யப்படுகிறது. இரண்டு பட்டைகளிலும் வெப்பநிலை சமமாகிவிடுகிற படியால் ஒரு பட்டை கதிர் வீச்சின் மூலம் பெற்ற ஆற்றலும், மற்ற பட்டை மின்னோட்டத்தின் மூலம் அடைந்த ஆற்றலும் சமம் எனத் தெரிகிறது. இந்த மின்னோட்டத்தைப் பட்டையின் முனைகளுக்கு இடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாட்டினால் பெருக்கினால் பிளாட்டினப் பட்டைக்கு வழங்கப்பட்ட ஆற்றலை ஜூல்/விநாடிகளில் கணக்கிட்டுவிடலாம். அது மற்ற பட்டைக்குக் கதிர் வீச்சினால் கிடைத்த

ஆற்றலுக்குச் சமம் ஆகும்.

கே. என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.S.Mathur, *Fundamentals of Heat*, Sultan Chand, Delhi, 1985.

வெப்பக் கதிர்வீச்சல்

வெற்றிடத்தின் மூலமாகவோ, வேறு பருப்பொருள் ஊடகத்தின் மூலமாகவோ அதைச் சூடேற்றாமல் வெப்பம் பரவுகிற செயல்முறை வெப்பக் கதிர்வீச்சல் எனப்படுகிறது. பருப்பொருள் ஊடகம் இந்த வகையில் வெப்பத்தைப் பரப்புவதில் எந்த விதமான பங்கையும் வகிப்பதில்லை. வெப்பம் கதிர்வீச்சலாகப் பரவுவதற்கு ஊடகமே தேவையில்லை. அவ்வாறு கதிர்வீச்சு பயணம் செய்யும்போது வழியில் ஏதாவது ஒரு பருப் பொருளாலான ஊடகம் குறுக்கிட்டால் அது சூடாக வேண்டியத் தேவையுமில்லை. வெப்பக் கதிர்வீச்சல் என்பது ஒளியைப் போன்ற மின்காந்தக் கதிர்களின் வடிவில் வெப்ப ஆற்றல் பரவுவதே ஆகும். எனவே அது வெற்றிடத்தின் வழியாகக் கூடப் பரவும். ஆனால் வெப்பக் கதிர்கள் ஓர் ஊடகத்தின் மேற்படும் போது அது அவற்றை அதிக அளவிலோ சிறிய அளவிலோ உட்கவர்ந்து கொள்ளவே செய்யும். அதனால் அதன் வெப்பநிலை உயரும்.

எ-டு: கண்ணாடி, மரம், உலோகம் போன்றவற்றில் வெப்பக் கதிர்கள் படும்போது அவை மிகுந்த அளவில் அவற்றை உட்கவர்ந்து சூடாகி விடுகின்றன. ஆனால் குவார்ட்ஸ், இந்துப்பு, ஃபுளோர்ஸ்பார் போன்ற பொருள்கள் தம்மூடாக வெப்பக் கதிர்களைக் கடந்து செல்ல விட்டு விடுகின்றன. அவை அதிக அளவில் வெப்பக் கதிர்களை உட்கவர்ந்து சூடாவதில்லை. வெப்பக் கதிர்களைப் பருப்பொருள்கள் உட்கவர்ந்து சூடாகிற நிகழ்வை வெப்பக் கதிர்களைக் கண்டுபிடிக்கவும், அவற்றின் செறிவுகளை அளவிடவும் பயன்படுத்துகிறார்கள். வெப்பக் கதிர்வீச்சலுக்குப் பருப்பொருள் ஊடகமேத் தேவையில்லை என்றும் சொல்ல முடியாது. ஏனெனில் ஒரு பருப்பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் வெப்ப அதிர்வு செய்கின்றவை.

அதன் காரணமாக அவற்றிலிருந்துகூட வெப்பக் கதிர்கள் வெளிப்படும். வெப்பச் சலனத்தின் போதும் வெப்பக் கடத்தலின் போதும் ஊடகம் முதலில் தன் வெப்பநிலையை உயர்த்திக் கொண்டு பின்னரே வெப்பம் பரவுவதற்கு உதவுகிறது. ஆனால் வெப்பக் கதிர்வீச்சு பரவுவதற்கு இவ்வாறான பருப்பொருள் ஊடகத்தின் பங்களிப்புத் தேவையில்லை. வெப்பக் கதிர்வீச்சு வெற்றிடத்தில் கூட நிகழக்கூடிய ஓர் ஆற்றல் இடப்பெயர்ச்சியே ஆகும்.

வெப்பக் கதிர்வீச்சின் உள்ளார்ந்த தன்மையும், ஒளி போன்ற மற்ற மின் காந்தக் கதிர்களுடன் அதற்கு உள்ள ஒற்றுமையும், கதிர்வீசும் தோற்றுவாயின் தன்மை, வெப்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வெப்பக் கதிர்வீச்சின் அளவு, பண்பு ஆகியவை மாறுகின்ற விதமும் விரிவாக ஆய்வு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. எந்த ஒரு சூடான பொருளிலிருந்தும் வெப்பக் கதிர்கள் வெளிப்படும். தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் மட்டுமே பொருள்கள் வெப்பக் கதிர்களை உமிழ்வதை நிறுத்துகின்றன. ஆனால் பரிசோதனை நோக்கங்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் வெப்பக் கதிர்த் தோற்றுவாய்கள் மாறாத வெப்பநிலையில் வைக்கக்கூடியவையாக இருக்க வேண்டும். இதற்காக லெஸ்லி கனசதுரம் (Leslie cube), கரும் பொருள் (black body) என்ற இரண்டு சிறப்பான கருவிகள் உருவாக்கப் பட்டிருக்கின்றன. லெஸ்லி கன சதுரம் என்பது உலோகத்தாலான ஓர் உள்ளீடற்ற கனசதுர வடிவமுள்ள பெட்டியே. அதன் நான்கு செங்குத்து முகங்களிலும் நான்கு வெவ்வேறு வகையான பூச்சுகள் பூசப்பட்டிருக்கும்.

ஒரு முகத்தில் விளக்குக் கரியும், ஒரு முகத்தில் வெள்ளைச் சாயமும், ஒரு முகம் மெருகேற்றப்பட்டும், ஒரு முகம் சொர சொரப்பாயும் இருக்கும். அந்தக் கன சதுரப் பெட்டி ஒரு செங்குத்தான அச்சைச் சுற்றிச் சுழலக்கூடியதாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அந்தப் பெட்டிக்குள் சூடான நீரை ஊற்றி வைத்தால் பெட்டியின் முகங்களிலிருந்து வெப்பக் கதிர்கள் வெளிப்படும். வெவ்வேறு முகங்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் வீசலின் அளவும் திறனும் வெவ்வேறாக இருக்கும். கரும் பொருள் என்பது தன் மீது விழக்கூடிய கதிர் வீச்சு முழுவதையும் முற்றிலுமாக

உட்கவரக்கூடிய தன்மையுள்ள ஒரு பொருள். அதன் மீது விழும் எந்த விதமான கதிர்களையும் அது பிரதிபலிக்கவோ கடத்தவோ செய்யாது. எனவே அது பார்வைக்குக் கருப்பாகத் தோற்றம் அளிக்கும். படுகதிர் எந்தநிறத்தினதாக இருந்தாலும் அந்த ஒளியில் கரும் பொருள் கருப்பாகத்தான் காணப்படும். இத்தகைய ஒரு கரும் பொருளை உயர்ந்த வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்கினால் அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களில் எல்லாவிதமான அலை நீளங்களும் அடங்கியிருக்கும் என்பது இத்தகைய ஒரு பொருளின் சிறப்புப் பண்பு ஆகும். இத்தகைய கதிர்வீச்சு முழுக் கதிர்வீச்சு எனப்படுகிறது. கரும் பொருள் ஒரு லட்சியத் தன்மையான உட்கவரும் பொருளாக இருப்பதைப் போல ஒரு லட்சியத் தன்மையான கதிர் வீசியாகவும் உள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்துக்குச் செறிவு எவ்வளவு பெருமமாக இருக்க முடியுமோ அந்த அளவுக்குப் பெருமமான செறிவுடன் ஒரு கரும்பொருள் அந்த அலை நீளக் கதிர்களை உமிழும்.

விளக்குக் கரி பூசப்பட்ட ஒரு பரப்பை லட்சியத் தன்மையான கரும்பொருளாக நடைமுறையில் கற்பித்துக் கொள்ளலாம். அது நிறமாலையில் கண்ணுக்குப் புலனாகும் பகுதி முழுவதையும் உட்கவர்ந்து கொள்கிறது. அண்மைக் கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்களையும் அது உட்கவரும். ஆனால் அதிக அலை நீளமுள்ள கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்களை அது வலுவாகப் பிரதிபலித்துவிடும். ஒரு லட்சியக் கரும்பொருளைப் போன்று நடந்துகொள்ளும் பல கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. லம்மர் (Lummer), பிரிங்ஷீம் (Pring sheim) ஆகியோர் கார்பனால் ஆன ஒரு குழாயின் முனைகளில் கார்பன் பூசப்பட்ட செப்புத் தகடுகளை வைத்து மூடி ஒரு கரும்பொருளை உருவாக்கியிருக்கிறார்கள். அந்தச் செப்புத் தகடுகள் உருளையைச் சூடாக்குகிற கம்பிச் சுருளின் இணைப்பு முனைகளாகவும் செயல்படும்.

சூடாக்கும் சுருள் கார்பன் மேல் சுற்றப்பட்டிருக்கும். குழாயின் வெளிப்புறத்தில் கல்நார், சூடு தாங்கும் செங்கற்கள் ஆகியவற்றை வைத்துப் பாதுகாப்பு கொடுக்கப் பட்டிருக்கிறது. ஆனால் சூட்டின் காரணமாகக் குழாய் மெல்ல மெல்ல ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்துவிடுவதால் அதன் பயனுறு

திறன் குறைந்துவிடும். ஃபெரி (Fery) என்பார் உருவாக்கிய கரும் பொருள் ஓர் இரட்டைச் சுவருள்ள உலோகக் கோளம்.

சீராகச் சூடாக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கூட்டின் உட்புறத்தில் உள்ள கதிர்வீச்சு லட்சியத் தன்மையில் கருப்பானது என்று கிர்க்காப் நிறுவிய உண்மையின் அடிப்படையில் ஃபெரியின் கோளம் செயல்படுகிறது. அதன் வெளிப்பரப்பு பளபளப்பாக நிக்கல் பூசப்பட்டதாகவும் உட்புறம் விளக்குக் கரி பூசப்பட்டதாகவும் இருக்கும். அதன் சுவர்களுக்கிடையிலுள்ள பகுதி வெற்றிடமாக்கப்பட்டது. அதன் காரணமாக வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு தவிர்க்கப்படும். கோளத்தில் உள்ள ஒரு துளையின் வழியாக உட்புகும் கதிர்வீச்சுகள் வெளியேற முடியாமல் உள்ளாக்குள்ளேயே திரும்பத் திரும்பப் பிரதிபலிக்கப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும். இந்தக் கோளத்தை உருகிய உப்புகளில் வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் வைத்தால் அந்தத் துளையின் வழியாகக் கரும்பொருள் கதிர்வீச்சுகள் வெளிப்படும். இத்தகைய ஒரு கதிர்வீசி புழைக் கதிர்வீசி எனப்படுகிறது. கோளத்தில் உள்ள துளை மட்டுமே கரும்பொருளாகச் செயல்படுகிறது. எனவே அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் மட்டுமே அளவிடும் கருவியில் விழ அனுமதிக்கப்பட வேண்டும். கூட்டின் பிற பகுதிகளிலிருந்து வரக்கூடிய கதிர்கள் அளவிடும் கருவியை எட்டாவண்ணம் தடுக்கப்பட வேண்டும். வியன் (Wien) என்பார் உருவாக்கிய கரும்பொருள் உருளை வடிவானது. அது ஃபெரியின் கோள வடிவக் கரும் பொருளின் தத்துவத்திலேயே செயல்படுகிறது. ஆனால் வியனின் கரும்பொருள் பயன்படுத்த எளிதானது.

கதிர்வீசல்களைக் கண்டுபிடிக்க லெஸ்லியின் பகுபடு காற்று வெப்பநிலை அளவி, குருக்கின் வெப்பக் கதிர்அளவி, வெப்ப மின் அடுக்கு, பாயின் ரேடியோமைக்ரோ மீட்டர், போலோ மீட்டர் ஆகிய கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை எல்லாவற்றிலும் கதிர்கள் ஒரு பரப்பின் மேல் விழும் போது தோன்றும் வெப்ப விளைவே பயன்படுகிறது.

சூரியனிலிருந்து வரும் ஒளியும் வெப்பமும்

ஒரே சமயத்தில் புவியை வந்து அடைகின்றன. முழு சூரிய மறைப்பின் போது ஒளியும் வெப்பமும் ஒரே சமயத்தில் தடை செய்யப்பட்டுவிடுகின்றன. எனவே வெகு காலமாகவே ஒளிக் கதிர்களும், வெப்பக் கதிர்களும் ஒரே தன்மையானவை என்பது உணரப்பட்டு விட்டது. இரு வகைக் கதிர்களும் ஒரே மாதிரியான பொது விதிகளுக்குக் கீழ்ப்படிகின்றன. வெப்பக் கதிர்கள் வெற்றிடத்தின் வழியாக ஒளியின் திசை வேகத்துடன் பயணம் செய்கின்றன. அவை ஒளியைப் போலவே நேர்க்கோடுகளில் பாய்கின்றன; தலைகீழ் இருமடி விதியைப் பின்பற்றுகின்றன; வெள்ளி போன்ற உலோகத்தாலான சமதளப் பரப்புகளிலிருந்து பிரதிபலிக்கப்படும். அப்போது படுகோணம் பிரதிபலிப்புக் கோணத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். படுகதிரும், பிரதிபலித்த கதிரும் படுதானத்தில் உள்ள செங்குத்துத் தளத்திலேயே அமையும். வெப்பக் கதிர்கள் உலோகத்தாலான பரவளைய ஆடிகளால் குவிக்கப்படும்.

வடிவ ஒளியியல் விதிகள் வெப்பக் கதிர்களுக்கும் பொருந்தும். ஹெர்ஷல் ஒரு முப்பட்டகத்தின் மூலம் சூரிய ஒளியை நிறமாலையாகப் பிரித்து அதன் சிவப்பு முனைக்குக் கீழே வெப்பக் கதிர்கள் அமைவதை நிரூபித்தார். வெப்பக் கதிர்களைக் கண்ணாடி ஆடியின் மூலம் குவித்துப் பொருள்களைத் தீப்பற்ற வைக்க முடியும் என்பதை யாவரும் அறிவர். இவ்வாறு ஒளியைப் போலவே வெப்பக் கதிர்களும் முறிவு அடைகின்றன என்பது தெளிவாகிறது. அவற்றை ஒரு முப்பட்டகத்தின் உதவியால் வெவ்வேறு அலை நீளக் கதிர்களாகப் பிரிக்கவும் முடியும். ஒளியைப் போலவே வெப்பக் கதிர்களும் குறுக்கீட்டு விளைவுக்கும், விளிம்பு விலகலுக்கும் ஆளாகின்றன. எனவே அவையும் அலைத் தன்மை படைத்தவையே என்பது தெளிவாகிறது. டீர்மலைன் படிக்கத்தின் வழியாக வெப்பக் கதிர்களைச் செலுத்தி அவை இரட்டை விலக்கம் அடைவதையும், செங்குத்தான தளங்களில் முனைவாக்கம் கொள்வதையும் நிறுவலாம். எனவே வெப்பக் கதிர்கள் குறுக்கலைகளே என்பது தெரிகிறது. இத்தகைய சோதனைகளின் மூலம் வெப்பக் கதிர்கள் என்பவை மின் காந்த அலைவரிசையின் ஒரு பகுதியே என்பது உறுதியாகிறது. அவை அலைநீளத்திலும்

அதிர்வெண்ணிலும் தான் ஒளியிலிருந்து வேறுபட்டிருக்கின்றன.

அவற்றின் அதிர்வெண்கள் 4×10^{14} முதல் 3×10^{11} வரை பரவியுள்ளன. அவை நிறமாலையின் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியில் இடம்பெறுகின்றன. அவற்றைக் கண்ணால் பார்க்க முடியாது. அவற்றின் சூடேற்றும் விளைவின் மூலமாகவே அவற்றைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். கண்ணுக்குப் புலனாகும் கதிர்களும் ஓரளவுக்கு ஊடகங்களைச் சூடேற்றும். ஆனால் வெப்பக் கதிர்களுக்குப் பொருள்களைச் சூடேற்றும் திறன் அதிகமாக உள்ளது. கண்ணுக்குப் புலனாகும் கதிர்களுக்குப் பொலிவு அதிகமாக இருக்கிறது. கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்களைவிட அதிக அலைநீளமுள்ள ரேடியோ அலைகள் புற ஊதாக் கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள், காமாக் கதிர்கள், காஸ்மிக் கதிர்கள் ஆகியவையும் ஒளி, வெப்பக் கதிர் ஆகியவற்றின் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மின்காந்தக் கதிர்களே. அலைநீளத்தையும், அதிர்வெண்ணையும், ஆற்றல் உள்ளடக்கத்தையும் தவிர மற்ற எல்லாப் பண்புகளிலும் அவை ஒரே மாதிரியானவை. எனவே கதிர்வீச்சு ஆற்றல் என்ற சொல்லில் இந்த எல்லாக் கதிர்களுமே அடங்கிவிடும்.

முன்னொரு காலத்தில் இந்தக் கதிர்கள் ஈதர் என்ற ஊடகத்தின் உதவியுடன் பரவுகின்றன என்று கருதப்பட்டது. மாக்ஸ்வெல் ஒளியின் மின்காந்த அலைக் கொள்கையை உருவாக்கிக் கதிர்வீச்சு என்பது ஈதர் துகள்களின் எந்திரவியல் அதிர்வுகளால் உண்டாகிறது எனவும் ஊடகத்தில் உள்ள ஓர் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டத்தின் இணை பிரியாத மின்புலங்கள், காந்தப்புலங்கள் ஆகியவற்றின் அதிர்வுகளினால் உண்டாகிறது எனவும் நிறுவினார். இந்த எல்லா மின்காந்த அலைகளும் தோற்றுவாயின் மூலக்கூறுகளிலும் அணுக்களிலும் அடங்கியுள்ள மின்களின் காலாந்தர இயக்கத்தினால் தோன்றுகின்றன என்பதை நிரூபித்து எல்லா வகையான கதிர்களும் மின்காந்த அலை வகையைச் சேர்ந்தவையே என்று காட்டினார். அவற்றின் அதிர்வெண்களையும் அலைநீளங்களையும் பொறுத்து அவை வெவ்வேறு பெயர்களில் அழைக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு வகை அலைகளின் அதிர்வெண் அல்லது அலைநீள வரம்புகள் ஒன்றன் மேலொன்று படிவதாக உள்ளன.

அவை எல்லாமே ஒரே திசைவேகத்துடன் புறவெளியில் பரவுகின்றன.

அவை எல்லாவற்றிலுமே மாறி மாறி வளர்ந்து தேயும் மின்புலங்களும் காந்தப்புலங்களும் உள்ளன. மாக்ஸ் பிளாங்க் என்பவர் இந்த அலைகள் இடையறாத தொடர்ச்சித் தன்மை கொண்டவையல்ல என்று காட்டினார். அவருடைய தத்துவம் கதிர்வீச்சின் குவாண்டம் கொள்கை எனப் பெயர் பெற்றது. அதன்படி ஓர் அமைப்பிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் ஆற்றல் அல்லது இரண்டு அமைப்புகளுக்கு இடையில் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் கதிர் ஆற்றல் குவாண்டம் எனப்படுகிற தனித் தனியான ஆற்றல் கூறுகளாகவே பரவுகிறது. ஒவ்வொரு ஆற்றல் கூறும் $h\nu$ எனப்படுகிற அளவின் முழு எண் மடங்கான ஆற்றல் உள்ளதாக இருக்கும். இதில் $h\nu$ என்பது பிளாங்கின் மாறிலி எனப்படும். ν என்பது கதிரின் அதிர்வெண். இதிலிருந்து ஆற்றல் கதிர்களும் பருப்பொருளைப் போலவே துகள் தன்மை கொண்டவை என்று தெரிய வருகிறது.

ஒவ்வொரு சூடான பொருளின் பரப்பிலிருந்தும் வெப்பக் கதிர்கள் வெளிப்படுகின்றன. அவை அந்தப் பரப்பின் தன்மை, பரப்பளவு, அதன் சுற்றுச்சூழல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு விநாடியில் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் ஆற்றலின் அளவு கதிர் வீச்சு திறன் (emissive power) எனப்படுகிறது. இவ்வாறு வரையறுக்கப்படும்போது கதிர்வீச்சு திறன் பரப்பின் தன்மையை மட்டுமே பொறுத்ததாக ஆகிவிடுகிறது. இந்தக் கதிர்கள் ஒரு பரப்பின் மேல் விழும்போது அவற்றின் ஒரு பகுதி பிரதிபலிக்கப்பட்டு, ஒரு பகுதி உட்கவரப்பட்டு மீதி கடத்தப்படுகிறது. மொத்தக் கதிர்வீச்சில் பிரதிபலிக்கப்பட்ட பின்னம் பிரதிபலிப்புக் குணகம் எனவும், உட்கவரப்பட்ட பின்னம் உட்கவர்தல் குணகம் எனவும், கடத்தப்பட்ட பின்னம் கடத்தல் குணகம் எனவும் வழங்கப்படுகிறது. இந்த மூன்று குணகங்களின் கூட்டுத்தொகை ஒன்றுக்குச் சமம். பிரதிபலிப்புக் குணகமும், கடத்தல் குணகமும் சுழியாக இருக்கும்போது பொருளின் மேற்படும் கதிர் வீச்சு முழுமையும் உட்கவரப்பட்டுவிடும். அப்போது

உட்கவர்தல் குணகம் ஒன்றுக்குச் சமமாக ஆகும். இத்தகைய பரப்பு வட்சியக் கரும்பொருள் எனப்படுகிறது.

ஒரு பரப்பின் வெப்பநிலை அதன் சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலையைவிட ஒரு பாகை அதிகமாக இருக்கும்போது அதன் அலகுப் பரப்பிலிருந்து ஒரு விநாடியில் வெளிப்படும் கதிர் ஆற்றல் கதிர் வீசு எண் (emissivity) எனப்படுகிறது. ஒரு வட்சியக் கரும்பொருளின் கதிர் வீசு எண் E , ஆய்வுக்குரிய பரப்பின் கதிர் வீசு எண் E^1 எனில் E^1/E என்பது பரப்பின் கதிர்வீசு திறனுக்குச் சமமாக இருக்கும். ஓர் அலகுப் பரப்பு ஒரு விநாடியில் உட்கவரும் கதிர் ஆற்றலின் அளவுக்கும் அதன் மேல்படுகிற மொத்தக் கதிர் ஆற்றலின் அளவுக்கும் இடையிலுள்ள தகவு அந்தப் பரப்பின் உட்கவர் திறன் (absorptive power) எனப்படுகிறது.

1792ஆம் ஆண்டில் பிரிவாஸ்ட் (Prevost) என்பவர் வெப்பக் கதிர் வீசல் என்பது ஓர் ஆற்றல் பரிமாறிக் கொள்ளப்படும் செயல்முறையே என்று நிறுவினார். தனிச் சுழி வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்ட எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் உள்ள எல்லாப் பொருள்களும் இடைவிடாது கதிர்களை வீசிக் கொண்டேயிருக்கின்றன. வெப்பநிலை உயரும் போது கதிர்களின் அளவும் அதிகமாகிறது. ஒரு பொருள் கதிர் வீசுவது அண்மையில் வேறு பொருள்கள் இருப்பதால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஒரு பொருளில் காணப்படும் வெப்பநிலை ஏற்றம் அல்லது இறக்கம், அது சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள பொருள்களுடன் கதிர்களைப் பரிமாறிக் கொள்வதால் ஏற்படுவதேயாகும். இது பிரிவாஸ்டின் பரிமாற்றக் கொள்கை எனப்படுகிறது. ஒரு சூடான பொருள் ஒரு குளிர்ந்த சுற்றுச் சூழலில் இருக்கும்போது பொருளிலிருந்து சுற்றுச்சூழலுக்கு வீசப்படும் கதிர்களின் அளவு அதிகமாகும், சுற்றுச் சூழலிலிருந்து பொருளுக்கு வந்து சேரும் கதிர்களின் அளவு குறைவாகவும் இருக்கும். இதன் காரணமாகப் பொருள் வெப்பத்தை இழந்து குளிர்ச்சி அடைகிறது.

ஒரு கட்டத்தில் பொருளிலிருந்து வெளியேறும் கதிர்களின் அளவும் வந்து சேரும் கதிர்களின் அளவும் சமமாகி ஓர் இயக்கச் சமநிலை ஏற்படும். அப்போது பொருளும் அதன்

சுற்றுப்புறங்களும் ஒரே வெப்பநிலையை எட்டியிருக்கும். ஒரு குளிர்ந்த பொருள் சூடான சுற்றுப்புறங்களில் இருக்கும்போதும் இதே போன்ற பரிமாற்றம் நடைபெற்றுப் பொருளின் வெப்பநிலை உயர்ந்து சுற்றுப் புறங்களின் வெப்பநிலைக்குச் சமமானதாக ஆகி விடுகிறது. தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் தான் பொருள்கள் கதிர்வீசலை நிறுத்துகின்றன. கதிர்வீசல் என்பது மூலக்கூறுகள் அல்லது அணுக்களின் அதிர்வினால் ஏற்படுவது. அந்த அதிர்வுகள் இடையறாது நிகழ்பவை. எனவே கதிர்வீசலும் இடையறாது நடைபெற வேண்டும். தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் மூலக்கூறுகள் மற்றும் அணுக்களின் அதிர்வுகள் நின்றுவிடும். அப்போது கதிர்வீசலும் நின்று போகிறது. பல்வேறு நிறங்களில் உள்ள பொருள்களை ஒரு பழுக்கக் காய்ந்த தட்டில் வைத்துக் சூடாக்கினால் அவை தமது இயல்பான நிறங்களை இழந்து ஒரே மாதிரியான சிவப்பு நிறத்துடன் தெரியும். ஆனால் அவற்றை விரைந்து ஓர் இருட்டறையில் வைத்தால் அவை தமது இயல்பான நிறங்களுடன் ஒளி வீசும்.

இவ்வாறு ஒரே சீரான வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு கூட்டுக்குள் உள்ள எல்லாப் பொருள்களும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் கதிர்வீசும் என்பது தெளிவாகிறது. இத்தகைய ஒரு கூட்டுக்குள் இருக்கிற ஒரு பொருள் தன் மேல் விழுகிற ஒத்த கதிர்களை மட்டுமே வெளியிடும். கூட்டின் சுவர்களின் தன்மையை மாற்றுவதாலோ, அண்மையில் வேறு பொருள்கள் இருப்பதாலோ இந்தக் கதிர்வீச்சின் தன்மை மாறாது. இவ்வாறு ஒரே சீரான வெப்பநிலையில் உள்ள கட்டிற்குள் உள்ள கதிர்வீச்சு அந்த வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்ததாக இருக்கிறது. அதன் சுவர்களின் தன்மையையோ கட்டுக்குள் வேறு பொருள்கள் இருப்பதையோ அது பொறுத்திருப்பதில்லை. ஓர் அலகுப் பருமத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில் வெளியிடப்படும் ஆற்றல், ஆற்றல் அடர்த்தி எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் உள்ள கூட்டில் ஒவ்வொரு அலை நீளத்துடனும் சேர்ந்துள்ள ஆற்றல் அடர்த்தி கூட்டின் வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்தது. ஆனால் ஒரு வட்சியக் கரும் பொருள் கூட்டுக்குள்ளிருந்தாலும் வெளியிலிருந்தாலும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் கதிர்வீசும்.

அது ஒளி புகாததாயும் பிரதிபலிக்காததாயும் இருப்பதால் கூட்டுக்குள் அது இருக்கும்போது வீசுகிற கதிர்கள் எல்லாம் அதற்குச் சொந்தமானவையே. எனவே அது கூட்டுக்கு வெளியில் வந்துவிட்ட போதும் அதே கதிர்களை வெளியிடுகிறது. மேலும் ஒரு லட்சியக் கரும்பொருள் அதன் மேல் விழுகிற எல்லா அலை நீளக் கதிர்களையும் உட்கவர்ந்துவிடுகிற தன்மையுள்ளதாக இருப்பதால் அதைச் சூடாக்கும் போது அதிலிருந்து வெளிப்படுகிற கதிர்களின் தன்மைகள் பொருளைப் பொறுத்து அமையாது அதன் வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்ததாக இருக்கும். அதாவது ஒரு லட்சியக் கரும் பொருளுக்கும் அதன் சுற்றுப் புறங்களுக்கும் இடையில் நிகழும் ஆற்றல் பரிமாற்றத்தின்போது வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்த ஒரு சமநிலை நிறுவப்பட்டு பராமரிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. எனவே ஒரு லட்சியக் கரும்பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்வீச்சுகள் எல்லா கூறுகளிலும் ஒரே சீரான வெப்பநிலையில் உள்ள கூட்டிற்குள் உள்ள கதிர்வீச்சுகளை ஒத்திருக்கின்றன.

இதன் காரணமாக ஒரே சீரான வெப்ப நிலையில் உள்ள கூட்டிற்குள் உள்ள கதிர்வீச்சு பல வேளைகளில் கரும் பொருள் கதிர் வீச்சு என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும் ஒரு லட்சியக் கரும் பொருள் எல்லா அலை நீளங்களையும் பெரும் அளவுக்கு உட்கவர்க்கூடியதாக இருப்பதால் அது எல்லா அலை நீளக் கதிர்களையும் பெரும் அளவுக்கு வெளியிடக்கூடியதாகவும் இருக்கும். எனவே ஒரு லட்சியக் கரும்பொருள் வெளியிடுகிற கதிர் வீச்சுகளும் ஒரே சீரான வெப்ப நிலையில் உள்ள கதிர் வீச்சுகளும் முழுக் கதிர்வீச்சு எனப்படுவதுண்டு. இதை 1858ஆம் ஆண்டில் கிர்க்காப் நிறுவினார். 1859ஆம் ஆண்டில் கிர்க்காப் கதிர்வீச்சு திறனுக்கும் உட்கவர் திறனுக்கும் இடையில் ஒரு தொடர்பை நிறுவினார். அது கிர்க்காபின் விதி எனப்படுகிறது. அதன்படி ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள கதிர்களுக்கும் கதிர்வீச்சு திறனுக்கும் உட்கவர் திறனுக்கும் இடையிலான தகவு எல்லாப் பொருள்களுக்கும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். அது ஒரு லட்சியக் கரும்பொருளின் கதிர் வீச்சு திறனுக்குச் சமமாகவும் இருக்கும். ஒரு பொருளின் கதிர்வீச்சு திறன் அதிகமாக இருந்தால் அதன் உட்கவர் திறனும் அதிகமாக இருக்கும்.

1884ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீபன், போல்ட்ஸ்மான் ஆகியோர் ஒரு கரும்பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் மொத்தக் கதிர்வீச்சு, கரும் பொருளின் வெப்ப நிலையைச் சார்ந்திருப்பதைப் பற்றி ஒரு முக்கியமான விதியைக் கண்டுபிடித்தனர். அது ஸ்டீபன் போல்ட்ஸ்மான் விதி எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட சுற்றுச்சூழலில் இருக்கிற ஒரு பொருளிலிருந்து கதிர்வீச்சப்படுகிற ஆற்றலுக்கும் அதன் வெப்பநிலைக்கும் இடையில் உள்ள தொடர்பைப் பற்றி நியூட்டன் தான் முதன் முதலாக முறையான ஆய்வுகளைச் செய்தார்.

θ_0 என்ற வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு கூட்டில் θ என்ற வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை $d\theta/dt$ என்ற வீதத்தில் குறைந்தால் $-(d\theta/dt)=k(\theta-\theta_0)$ என இருக்கும். இது நியூட்டனின் குளிர்வு விதி எனப்படுகிறது. பொருளுக்கும் சுற்றுச்சூழலுக்கும் இடையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடு சிறியதாக இருக்கும்வரைதான் இந்த விதி சரியாக இருக்கும். டீலாங், பெட்டிட் என்போர் தமது ஆய்வுகளின் மூலம் $v=k(f(\theta)-f(\theta_0))$, என்ற சமன்பாட்டை உருவாக்கினர். இதில் V என்பது சூடான பொருள் ஒரு விநாடியில் இழக்கும் வெப்பநிலை. θ என்பது பொருளின் வெப்பநிலை. θ_0 என்பது சுற்றுச் சூழலின் வெப்பநிலை. இதிலிருந்து அவர்கள் $v=k(a^{\theta}-a^{\theta_0})$ என்ற சமன்பாட்டை உருவாக்கினார். a என்பது ஒரு மாறிலி. 1879ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீபன் $R=\sigma T^4$ என்ற சமன்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தார். இதில் R என்பது ஒரு பொருளிலிருந்து T என்ற தனி வெப்பநிலையில் கதிர் வீச்சப்படும் ஆற்றல். σ என்பது ஸ்டீபான் மாறி. இதை இணைத்து டீலாங்-பெட்டிட் சமன்பாடு $v=k(T^4-T_0^4)$ என மாற்றி எழுதப்பட்டது.

போல்ட்ஸ்மன் 1884ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீபன் விதிக்குத் தத்துவ முறையிலான நிரூபணத்தை அளித்து அது கரும்பொருள் கதிர்வீச்சுக்கு மட்டுமே பொருந்தும் எனக் காட்டினார். இதன் காரணமாக இந்த விதி ஸ்டீபான் போல்ட்ஸ்மான் விதி எனப் பெயர் பெற்றது. ஒரு லட்சியக் கரும்பொருளின் அலகுப் பரப்பிலிருந்து ஒரு விநாடியில் கதிர்வீச்சப்படும் ஆற்றலின் அளவு அதன் தனி வெப்பநிலையில் நான்காம் மடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் என அந்த

விதி கூறுகிறது. σ வின் மதிப்பு சென்டிமீட்டர் கிராம் விநாடி அளவுத்திட்டத்தில் 5.67×10^{-5} எர்சு/சதுர செ.மீ. விநாடி பாகை⁴ எனவும் மீட்டர்-கிலோ கிராம்-விநாடி அளவுத்திட்டத்தில் 5.67×10^{-8} வாட்/மீட்டர்². கெல்வின் எனவும் சொல்லப்படுகிறது. இது ஒரு குளிர்வு விதி அல்ல. ஒரு பொருள் தன் சுற்றுப்புறத்துடன் ஆற்றலைப் பரிமாறிக் கொண்ட பின் அதில் ஏற்பட்ட நிகரமான ஆற்றல் இழப்பை இது குறிப்பிடவில்லை.

ஒரு பொருள் சுற்றுப்புறத்திலிருந்து பெறுகிற வெப்பத்தைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளாமல் பொருளின் வெப்பநிலை காரணமாக அதிலிருந்து கதிர்வீசப்படுகிற வெப்பத்தின் அளவை மட்டுமே அது குறிப்பிடுகிறது. மேலும் இது ஒரு மொத்தக்கதிர் வீச்சுக்கான விதி. எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளக் கதிருக்கு மட்டுமானது அல்ல. ஆயினும் சுற்றுப்புறங்களுடன் பொருள் பரிமாற்றம் செய்து கொள்கிற ஆற்றலையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டு ஸ்டீபன் விதியைப்பின்வருமாறு உரைக்கலாம். T என்ற தனி வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு கரும்பொருளைச் சுற்றி T_0 என்ற தனி வெப்ப நிலையில் உள்ள ஒரு கரும்பொருள் அமைந்திருக்குமானால் முதல் கரும்பொருளின் அலகுப் பரப்பிலிருந்து ஒரு விநாடியில் இழக்கப்படும் வெப்பம் $R = \sigma(T^4 - T_0^4)$. இவ்வாறு குறிப்பிடும் போது பிரிவாஸ்டின் பரிமாற்றக் கொள்கைக்கு ஆதரவாக பொருளில் காணப்படுகிற நிகரமான வெப்ப இழப்பு என்பது பொருளிலிருந்து சுற்றுப்புறத்துக்குக் கதிர்வீசப்பட்ட ஆற்றலுக்கும், சுற்றுப்புறத்திலிருந்து பொருள் உட்கவர்ந்த ஆற்றலுக்கும் இடையிலான வேறுபாடே என்பது கற்பிதம் செய்து கொள்ளப்படுகிறது. பிளாட்டினம், இரும்பு, டங்ஸ்டன், கார்பன் போன்ற பல பொருள்களாலான பரப்புகளிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்வீச்சுகள் பல வேளைகளில் முழுக் கதிர் வீச்சுகளாக இல்லாதபோதிலும், அவையும் பரப்புகளின் தனி வெப்பநிலையின் நான்காம் மடிக்கு நேர் விகிதத்திலேயே இருக்கின்றன. ஆனால் அவற்றில் விகித மாறிலியின் மதிப்பு லட்சியக் கரும் பொருளுக்கு உண்டானதைவிடச் சிறியதாகவே இருக்கும். பரப்பின் கதிர்வீசு எண் e எனில், ஸ்டீபனின் விதியை $R = e \cdot \sigma \cdot T^4$ என எழுதலாம். பரப்பின் தன்மைக்கேற்றபடி e -ன் மதிப்பு சுழியிலிருந்து ஒன்று வரையிலான மதிப்புள்ளதாக இருக்கும். ஒரு லட்சியக்

கரும்பொருளுக்கு $e=1$.

ஒரு கரும்பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் வீச்சுகளின் செறிவு எல்லா அலை நீளங்களிலும் சமமாகப் பங்கிடப்பட்டிருக்கவில்லை. வெப்பநிலை உயர உயர பெருமச் செறிவுள்ள கதிர்களின் அலை நீளம் குறைகிறது. வியன் (Wien) என்பவர் உருவாக்கிய இடப்பெயர்ச்சி விதியின்படி பெரும ஆற்றல் உள்ள கதிரின் அலை நீளம், தனி வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை ஒரு மாறிலி. அதாவது $\lambda_m \cdot T =$ மாறிலி = 0.292 செ.மீ. K. அத்துடன் அவர் பெருமக் கதிர்வீச்சுச் செறிவு T^5 க்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாயும் காட்டினார். அதாவது $E_m T^{-5}$ மாறிலி. வியன் ஆற்றல் பரவீட்டுக்காக $E_\lambda = K_1 \lambda^{-5} e^{-a/\lambda T} d\lambda$ என்ற அலை நீளப் பகுதியில் அடங்கிய ஆற்றல். a , K_1 ஆகியவை மாறிலிகள். T என்பது உமிழியின் தனி வெப்பநிலை. இது வியனின் ஆற்றல் பரவீட்டு விதி எனப்படுகிறது. 1900ஆம் ஆண்டில் ராலே புள்ளி எந்திரவியல் மற்றும் மின்னியக்கவியல் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தி $E_\lambda = 8\pi K T / \lambda^4$ என்ற சமன்பாட்டை உருவாக்கினார். இதில் R என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. இது ராலே-ஜான் ஆற்றல் பங்கீட்டு விதி எனப்படும். இந்த விதி 25×10^{-4} முதல் 30×10^{-4} செ.மீ. வரையிலான அலை நீளங்களுக்குப் பொருத்தமாக உள்ளது என்று ரூபன்ஸ், கர்ப்பாம் ஆகியோர் கண்டுபிடித்தனர். வியன் விதி அவற்றைவிடக் குறைவான அலைநீளக் கதிர்களுக்கு மட்டுமே சரியாக உள்ளது.

1901ஆம் ஆண்டில் மாக்ஸ் பிளாங்க் குவாண்டம் கொள்கைகளைப் பயன்படுத்திப் பின்வரும் விதியை உருவாக்கினார்.

$$E_\lambda d_\lambda = \frac{8\pi h c \lambda^{-5} d\lambda}{e^{hc/k\lambda T_{\lambda-1}}}$$

இது பிளாங்கின் வெப்பக் கதிர்வீசல் விதி எனப்படும். இது எல்லா அலைநீளங்களுக்கும் பொருத்தமானதாக இருக்கிறது.

சூரியனிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சின் அளவை மதிப்பிடச் சூரிய மாறிலி என்ற எண் உதவுகிறது. சராசரி

சூரிய நாளின் நடுப்பகலில், சூரியனின் கதிர்களுக்குச் செங்குத்தாகச் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையிலான சராசரித் தொலைவில், வளிமண்டலத்துக்குச் சற்றே வெளியில் அலகுப் பரப்பளவுள்ள ஒரு லட்சியக் கரும் பரப்பின் மேல் ஒரு நிமிடத்தில் விழும் ஆற்றலின் அளவு சூரிய மாறிலி எனப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு 1.937 கலோரிகள்/சதுர சென்டிமீட்டர் ஆகும். இதன் உதவியால் சூரியனின் மேற்பரப்பு வெப்ப நிலையைக் கணக்கிட முடிகிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். J.B., Rajan and C.L.Arora, *Heat and Thermodynamics*, S. Chand, New Delhi, 1985.

வெப்பக் குளிர் சாவு

மனித பரிணாம வளர்ச்சி, வெப்ப மண்டலச் சூழ்நிலையிலேயே நிகழ்ந்தது. வெப்பமான ஈரமான சூழ்நிலையில் வளர, மனிதன் தகுதி பெற்றுள்ளான். மனித உடலில், மிகக் குறைந்த ரோமமே, காப்புக் கவசமாக உள்ளது. 2 மில்லியன் வியர்வைச் செய்கின்றன. வளர்ச்சிதை மாற்ற நிகழ்வுகளாலும், உடற் உழைப்பாலும் இடைவிடாது வெப்பம் உற்பத்தி ஆகிக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த வெப்பம் தோல் மூலமாகவும் வெளியேறுகிறது. தட்பவெப்ப நிலைக்கு ஏற்ப அவை பணிபுரிகின்றன. அளவுக்கு மீறி மனிதன் வெப்பமடைந்தால் அல்லது குளிரடைந்தால், இந்தக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பால் எதுவும் செய்ய முடிவதில்லை. மரணம் நேரிடுகிறது.

வெப்பத்தாக்கத்தில் (heat stroke) மிகையாக உடல் வெப்பம் ஏறுகிறது. முதலில் வியர்வை வெளிவருவதில்லை. அயர்ச்சி, தலை கிறுகிறப்பு, பசியின்மை ஆகியவற்றுடன் தொடங்குகிறது. பின்னர் திடீரென்று நினைவிழக்கின்றனர். அப்போது உடல் வெப்பம் மிகையாக இருக்கிறது. வியர்வை சுரப்பு நின்று விடுகிறது. இரத்த ஓட்டமும் நின்றுவிடுகிறது. வலிப்புகளும் தோன்றலாம். நோயாளி பிதற்றுகிறான். தோல் வெப்பமாகவும், உலர்ந்தும் வெளிநிப்போயும் இருக்கிறது. உடல் வெப்பம் 41° C. ஐ. எட்டுகிறது.

இரத்தத்தின் வெப்பம் 45°C ஆக இருக்கிறது. இரத்த அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது.

அதிக நேரம் வெப்பமான சூழ்நிலையில் இருந்ததால் இந்த நிலை உண்டாகிறது. எனினும் மிகையான உடல் வெப்பம் காணப்படும் மற்ற நோய்களையும் நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

மருத்துவம். மிக மிக அவசரமாக சிகிச்சை அளிக்க வேண்டும். ஐஸ் கட்டிகளை உடல் முழுவதும் வைக்க வேண்டும். குளிர் சாதன பெட்டிகள் கொண்ட அறைகளில் நோயாளி இருக்க வேண்டும். விசிறிகள் விரைந்து செயல்பட வேண்டும். குளோரபுரமசீன் இரத்த நாள சுருக்கத்தைக் குறைத்து வலிப்புகளையும் தவிர்க்கிறது. உடல் வெப்பம் 43.30Cக்கு மேல் போனால், இறப்பு உறுதி. இவற்றிலிருந்து மீண்டு விட்டால், சில நாட்களுக்கு, அந்த நோயாளியால் வெப்பத்தைத் தாங்கவே முடியாது.

குளிர் தாக்கத்தின் போது (frost bite) உடல் வெப்பம் பெருமளவில் குறைந்துவிடுகிறது. தேக உட்சீர் சமநிலை பாதிப்படையும். உறக்க நிலையைத் தொடர்ந்து, நினைவிழப்பு உண்டாகிறது; மரணம் நேரிடுகிறது. ஆகாயத்தின் குளிர் நிலையும், எவ்வளவு நேரம் நீடிக்கிறது என்பதும் முக்கிய அம்சங்கள்.

உடற் உழைப்பு இன்றி சோம்பி இருத்தல், இடையே தோன்றும் நோய்கள், புகையிலை, மது அருந்துதல் ஆகியவை குளிர் தாக்குதலை ஊக்குவிக்கின்றன. ஆகாய வெப்பம் -50 C க்கும் குறைவாகிவிடுகிறது. செல் உள் திரவம் வெளியேறு கிறது. செல்லினுள் நீரிழப்புண்டாகிறது. சருமம் உறைந்தவுடன் குளிர்ந்து, வெளிநிக் காணப்படுகிறது. முதல் வகையில் மிகை இரத்த ஓட்டமும் வீக்கமும் காணப்படுகிறது. 2வது வகையில் கொப்புளங்கள் தோன்றுகின்றன. 3வது வகையில் தோலும் தோல் அடித்திசவும் சிதைகின்றன. 4வது வகையில் எலும்பு வரையிலுள்ள திசுக்கள் அழிக்கப்படுகின்றன.

மருத்துவம். முழுமையாகக் குளிர்ந்த சூழ்நிலையைத் தவிர்ப்பதே சிறந்த மருத்துவம் ஆகும்.

மேலும் டெக்ஸ்ட்ரான், ஆக்சிபென்பூட்சோன், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் பலனளிக்கின்றன.

அ. கதிரேசன்

வெப்பக் கொள்ளளவு

ஓர் ஒருபடித்தான தன்மையுள்ள, ஓர் அலகு நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை, அப்பொருளில் கட்ட மாற்றமோ, வேதியியல் மாற்றமோ ஏற்படாத வகையில், அலகு பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்ப ஆற்றலின் அளவு வெப்பக் கொள்ளளவு அல்லது வெப்ப ஏற்புத் திறன் என்று சொல்லப்படுகிறது. ஒரு சூடான பொருள் ஒரு குளிர்ச்சியான பொருளைத் தொட்டுக் கொண்டிருந்தால் சூடான பொருளின் வெப்பநிலை குறையும்; குளிர்ந்த பொருளின் வெப்பநிலை உயரும். சூடான பொருளிலிருந்து ஓரளவு வெப்பம் குளிர்ந்த பொருளுக்குச் செல்லும். மின்னோட்டங்கள் உயர்ந்த மின்னழுத்தத்திலிருந்து குறைந்த மின்னழுத்தத்திற்கு பாய்கிறதைப் போல வெப்பமும் உயர்ந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளுக்குப் பாய்கிறது. வெப்பநிலையில் உள்ள வேறுபாடு ஒரு வெப்பப் பாய்வுக்குக் காரணமாக அமைகிறது. அதே போல ஒரு பொருளுக்குள் வெப்பம் பாயும்போது அதன் வெப்பநிலை உயருகிறது. வெப்பமும், வெப்ப நிலையும் முறையே காரணமும், காரியமும் ஆகும். வெப்பநிலை உயர்வை நம்மால் உணரமுடியும். வெப்பப் பாய்வை உணர முடியாது; ஊக்கிகவே முடியும். ஒரு பொருளில் சேருகிற அல்லது அதிலிருந்து இழக்கப்படுகிற வெப்பம் அந்தப் பொருளின் நிறை, தன்மை, அதன் வெப்பநிலையில் ஏற்படுகிற உயர்வு அல்லது குறைவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஒரு குவளை நீரைக் கொதிக்க வைப்பதற்குத் தேவையான வெப்பத்தைவிட அதிகமான வெப்பம் ஒரு வாளி நீரைக் கொதிக்க வைக்கத் தேவைப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை வெவ்வேறு அளவுகளுக்கு உயர்த்த விகித அளவான வெப்பங்கள் தேவைப்படுகின்றன. இதனை $Q=ms\theta$ எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் Q என்பது ஒரு பொருள்

பெற்ற அல்லது இழந்த வெப்பம்; m என்பது அதன் நிறை; θ என்பது வெப்பநிலையில் ஏற்பட்ட மாற்றம். s என்பது பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்த ஒரு மாறிலி. அது வெப்ப எண் (specific heat) எனப்படுகிறது.

ஒரு கிராம் நிறையுள்ள நீரின் வெப்ப நிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு ஒரு கலோரி (calorie) எனப்படுகிறது. இவ்வாறு வரையறுக்கும்போது நீரில் எல்லா வெப்பநிலைகளிலிருந்தும் ஒரு பாகை வெப்ப நிலை உயர்வை ஏற்படுத்த ஒரே அளவு வெப்பம்தான் தேவைப்படும் எனக் கற்பிதம் செய்து கொள்ளப்படுகிறது. ஆனால் துல்லியமான ஆய்வுகள் அது உண்மையல்ல என்று காட்டுகின்றன. எனவே துல்லியமாக வரையறை செய்யும்போது சராசரிக் கலோரி என்ற அளவைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 14.5°C பாகையிலிருந்து 15.5°C பாகைக்கு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பம் 15°C பாகை கலோரி எனப்படுகிறது. இது தனி மற்றும் பயனுறு இயற்பியலுக்கான அனைத்து நாட்டு ஒன்றியத்தால் பரிந்துரை செய்யப்பட்ட அலகு ஆகும். கலோரி என்பது சிறிய அளவாக இருப்பதால் ஆயிரம் கலோரிகளுக்குச் சமமான கிலோ கலோரி என்ற அலகு பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. அது ஒரு கிலோகிராம் நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு இங்கிலாந்தில் ஆங்கில வெப்ப அலகு என்ற அளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. அது ஒரு பவுண்டு நிறையுள்ள நீரின் வெப்பநிலையை 1°F பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு ஆகும். ஓர் ஆங்கில வெப்ப அலகு 252 கலோரிகளுக்குச் சமம். ஒரு பவுண்டு நீரின் வெப்ப நிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பம் பவுண்டு கலோரி எனப்படும். அது 453.6 கலோரிகளுக்குச் சமம். 10^5 பவுண்டு நீரின் வெப்பநிலையை 1°F பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு ஒரு தெர்ம் (therm) எனப்படுகிறது. அது 2.52×10^7 கலோரிகளுக்குச் சமம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்திற்கும் அதே நிறையுள்ள நீரின்

வெப்பநிலையை அதே அளவு உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்திற்கும் இடையில் உள்ள தகவு பொருளின் வெப்பம் எண் எனப்படுகிறது. அதை அலகு நிறையுள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான கலோரிகளின் எண்ணிக்கை எனவும் வரையறுக்கலாம். அது கலோரிகள்/கிராம் என்ற அலகுகளில் குறிப்பிடப்படும். நீரின் வெப்ப எண் ஒன்று. வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெப்ப எண்கள் வேறுபட்டிருக்கும். வெப்ப எண் ஒரு தகவான படியால் அது வெறும் எண் மதிப்பு மட்டுமே உள்ளது. எல்லா விதமான அளவுத் திட்டங்களிலும் அது ஒன்றாகவே இருக்கும்.

நீருக்கு இருப்பதைப் போலவே மற்ற பொருள்களுக்கும் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வெப்ப எண்கள் வெவ்வேறாக இருக்கும். எனவே உண்மையான வெப்ப எண்ணுக்கும், சராசரி வெப்ப எண்ணுக்கும் இடையில் வேறுபடுத்திக் காண வேண்டியிருக்கிறது. m நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் வெப்ப நிலையை θ_1 பாகையிலிருந்து θ_2 பாகைக்கு உயர்த்த Q அளவு வெப்பம் தேவைப்பட்டால் சராசரி வெப்ப எண் $= Q/m (\theta_2 - \theta_1)$ om நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை $d\theta$ அளவு உயர்த்த dQ அளவு வெப்பம் தேவை எனில் உண்மையான வெப்ப எண் $= 1/m dQ/d\theta$. ஆய்வுகளின் மூலம் சராசரி வெப்ப எண்ணை கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. ஒரு பொருளின் வெப்ப நிலையை ஒட்டு மொத்தமாக ஒரு பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பம் அந்தப் பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் எனவும் குறிப்பிடப்படுவதுண்டு. அது வெப்ப எண், பொருளின் நிறை ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமம்.

1819ஆம் ஆண்டில் டூலாங், பெட்டிட் ஆகியோர் பல திண்ம நிலைப் பொருள்களின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடித்துத் திண்ம நிலையிலுள்ள பொருள்களுக்கு வெப்ப எண், அணு எடை ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை ஒரு மாறிலி என்பதைக் கண்டுபிடித்தனர். அந்த மாறிலி அணு வெப்பம் எனப்படும். இதன் மூலம் வெவ்வேறு தனிமங்களின் அணுக்கள் ஒரே அளவான வெப்ப ஏற்பு திறனைக் கொண்டிருக்கின்றன என்பது விளங்கும். ரெனால்ட் தன்னுடைய ஆய்வுகளில் சாதாரண

வெப்பநிலைகளில் பல திண்மங்களின் வெப்ப எண்களைக் கண்டுபிடித்து டூலாங்-பெட்டிட் விதியை மெய்ப்பித்தார்.

போரான், கார்பன், சிலிகான் ஆகிய மூன்றைத் தவிர மற்ற எல்லாத் திண்ம நிலைத் தனிமங்களுக்கும் அணு எடை அதிகரிக்கும்போது வெப்ப எண் குறைவதாகக் காணப்பட்டிருக்கிறது. இதன் காரணமாக அவற்றின் பெருக்குத் தொகை கிட்டத்தட்ட மாறியாக அமைந்துவிடுகிறது. ரெனால்ட்டின் ஆய்வுகளிலிருந்து அந்த மாறிலி 6.8 - 5.8 வரையிலான மதிப்புகளுடன் 6.4 என்ற சராசரி மதிப்புடன் உள்ளது. பொருள்களின் இயக்கக் கொள்கையின் அடிப்படையில் கொள்கையளவில் அந்த மாறிலிக்கு மேலும் துல்லியமான ஒரு மதிப்பைக் கணக்கிட முடியும். மாறாப் பருமத்தில் அதன் மதிப்பு 5.96 எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. மாறா அழுத்தத்திலான வெப்ப எண் மாறாப் பருமத்திற்கானதைவிடச் சற்றே அதிகமானதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. எனவே இந்த மாறிலியின் மதிப்பு 6 என்ற மதிப்பைவிடச் சற்றே அதிகமாக இருக்க வேண்டும். எனவே திண்ம நிலையில் உள்ள எல்லாத் தனிமங்களுக்கும் மாறாப் பருமத்திலான அணு வெப்பம் கிட்டத்தட்ட 6 கலோரி/கிராம். அணு வெப்பம் செல்சியஸ் பாகை என்ற அளவில் இருக்கும் என முடிவு செய்யலாம். இது டூலாங்-பெட்டிட் விதியாகும்.

அரிய தனிமங்களின் அணு எடைகளைக் கணக்கிட இந்த விதி பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஊஸ்டைன் (Woestyn) என்பார் ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வெப்பம் என்பது அதன் ஆக்கக் கூறுகளின் அணு வெப்பங்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமம் எனக் காட்டினார். நியூமன் (Newmann) என்பார் ஊஸ்டைனின் கருத்து ஒரே மாதிரியான கூட்டமைப்புள்ள சேர்மங்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும் எனக் கண்டு, ஒரே மாதிரியான கூட்டமைப்புக் கொண்ட சேர்மங்களின் மூலக்கூறு எடை, வெப்ப எண் ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை கிட்டத்தட்ட மாறிலி எனக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார். நியூமனின் விதி சில குறிப்பிட்ட பொருள்களின் மூலக்கூறு வெப்பங்களைக் கணக்கிட உதவுகிறது. போரான், கார்பன், சிலிகான் ஆகியவற்றின் அணு வெப்ப எண்கள் சாதாரண வெப்பநிலைகளில் 6 என்ற

மதிப்பிலிருந்து வெகுவாக வேறுபட்டிருந்தாலும் 500 செல்சியஸ் பாகை அளவுக்கு மேற்பட்ட வெப்ப நிலைகளில் அவை 6 என்ற மதிப்பை எட்டி விடுகின்றன. எனவே அணு வெப்பங்களைப் பற்றிய ஒரு சரியான விதியை உருவாக்க வேண்டுமானால் வெப்ப நிலையுடன் வெப்ப எண்கள் மாறுகிற விதத்தைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். திண்மங்களின் வெப்பநிலை உயரும்போது அவற்றின் வெப்ப எண்களும் உயரும். அவற்றின் உருகு நிலையிலிருந்து வெகுவாகத் தள்ளியிருக்கிற வெப்பநிலைகளில் இத்தகைய வெப்ப எண் மாற்றம் குறைவாகவே இருக்கும்.

காரீயம், வெள்ளீயம், பிளாட்டினம் போன்றவற்றின் வெப்ப எண்கள் வெப்பநிலையுடன் மிகக் குறைவான அளவிலேயே மாற்றம் அடைகின்றன. கார்பன், போரான், சிலிகான் ஆகியவற்றின் வெப்ப எண்கள் வெப்பநிலையுடன், கணிசமாக மாறுகின்றன. மாற்றுருவங்கள் (allotropic forms) கொண்ட திண்மங்கள் சாதாரண வெப்பநிலைகளிலேயே வெவ்வேறு வெப்ப எண்களை உடையனவாக இருக்கின்றன. கார்பன் வைரமாக இருக்கும் போது 0.1469 என்ற அளவிலும், மரக்கரியாக இருக்கையில் 0.2415 என்ற அளவிலும் கிராஃபைட்டாக அமைந்திருக்கிற போது 0.2148 என்ற அளவிலும் வெப்ப எண்களைப் பெற்றுள்ளது. நெர்ன்ஸ்ட் செய்த ஆய்வுகள் நீர்ம ஹைட்ரஜனின் கொதி நிலைக்கும் குறைவான வெப்பநிலைகளில், ஒவ்வொரு தனிமத்திற்கும் தன்னியல்பான ஒரு வெப்பநிலைக்குக் கீழே, வெப்பநிலை குறையும் போது வெப்ப எண் வேகமாகக் குறைகிறது எனக் காட்டுகின்றன. எல்லாத் தனிமங்களுக்கும் தனிச்சுழி வெப்பநிலையில் வெப்ப எண்கள் சுழியை அணுகுகின்றன.

1906ஆம் ஆண்டில் ஐன்ஸ்டீன் அணு வெப்பத்தைக் குவாண்டம் கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்கினார். திண்மத் தனிமங்களின் அணு வெப்பம் உயர் வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே 6 என்ற பெரும மதிப்பை உடையதாக இருக்கிறது. வெப்பநிலை உயரும்போது அணு வெப்ப எண் ஈற்றணுகு முறையில் உயருகிறது. வெப்பநிலை குறையும்போது அணு வெப்ப எண் குறைந்து தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் சுழியாகிவிடும். பல

பொருள்களுக்கு அறை வெப்ப நிலையிலேயே அணு வெப்ப எண் 6 என்ற பெரும மதிப்பை எட்டிவிடும். ஆனால் போரான், கார்பன், சிலிகான் ஆகியவற்றுக்கு மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே இந்தப் பெருமமதிப்பு எட்டப்படுகிறது. செம்பு, அலுமினியம் போன்றவற்றின் அணு வெப்ப எண்கள் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் ஐன்ஸ்டீனால் ஊகிக்கப்பட்டதைவிட மெதுவாகக் குறைகின்றன. இதை விளக்க ஐன்ஸ்டீன் கொள்கையில் சிறிய மாற்றங்களைச் செய்தார். வெப்ப நிலை அளவீட்டு முறையைத் தகுந்தபடி சரிப்படுத்திக் கொண்டால் எல்லாத் தனிமங்களுக்கும் அணு வெப்ப எண் மாறுகிற வீதம் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். அணு வெப்ப எண்ணுக்கும், தனி வெப்ப நிலைக்கும் இடையில் வரைபடங்கள் வரைந்தால் எல்லாத் தனிமங்களுக்கும் வரை கோடுகள் ஒன்றாகப் பொருந்தி அமையும்.

பகுப்பாய்வு முறையில் அதை $A = f(\theta/T)$ எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் A என்பது T என்ற தனி வெப்பநிலையில் தனிமத்தின் அணு வெப்ப எண்; θ என்பது டிபை வெப்ப நிலை என்ற அளவு. அது ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்துக்கு மாறிலி. ஆனால் வெவ்வேறு தனிமங்களுக்கு அது வெவ்வேறாக இருக்கும். ஆனால் (θ/T) எல்லாத் தனிமங்களுக்கும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். அது தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் சுழி என்ற மதிப்புள்ளதாயும் உயர் வெப்பநிலைகளில் 6 என்ற மதிப்புள்ளதாயும் இருக்கும். குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் ஒரு பொருளின் அணு வெப்பம் தனி வெப்பநிலையின் மும்மடிக்கு நேர் விகிதத்தில் மாறும். இதற்கு டிபையின் T^3 விதி என்று பெயர். பார்ண் (Born), கார்மான் (Karmann) ஆகியோர் அணு வெப்பங்களுக்கான அணுக்கோவைக் கொள்கை ஒன்றை உருவாக்கியிருக்கிறார்கள். அது டிபை கொள்கையைவிட மேலான முறையில் ஆய்வு முடிவுகளுடன் ஒத்து வருகிறது.

நீரின் வெப்ப எண் சுழி செல்சியஸ் பாகை வெப்ப நிலையில் 1.0093 என்ற மதிப்பிலிருந்து, வெப்பநிலை உயரும்போது குறைந்து 35 பாகைக்கும் 40 பாகைக்கும் இடையில் சிறும மதிப்பை அடைகிறது. 15 செல்சியஸ் பாகையில் அதன் மதிப்பு ஒன்றுக்கு சமம்.

ஒரு பொருளின் வெப்ப எண்ணைப் பற்றிக் குறிப்பிடும்போது அது எந்த விதமான சூழ்நிலைகளில் சூடாக்கப்படுகிறது என்பதையும் குறிப்பிட வேண்டும். அலகு நிறையுள்ள பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பமாக மட்டுமே வெப்ப எண்ணை வரையறுத்தால், அதன் மதிப்பு பொருளின் தன்மையை மட்டுமே பொறுத்ததாக இல்லாமல், பொருள் சூடாகும்போது அது விரிவடைவதால் செய்யப்படும் வெளி வேலையின் அளவையும் பொறுத்ததாக அமையும்.

திண்மங்களிலும், நீர்மங்களிலும் பரும விரிவு மிகவும் அற்பமான அளவிலேயே ஏற்படுகிறது. ஆனால் வளிமங்கள் சூடாகும்போது அவற்றின் அழுத்தமும் பருமமும் வெகுவாக அதிகரிக்கின்றன. இதன் காரணமாக ஒரு வளிமத்தின் வெப்ப எண்ணைப் பற்றிப் பேசும்போது அது எந்த விதமான சூழ்நிலையில் சூடாக்கப்படுகிறது என்பதையும் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும். பருமத்தை மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு, ஒரு கிராம் நிறையுள்ள வளிமத்தின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு மாறாப் பரும வெப்ப எண் (c_v) எனப்படும். அழுத்தத்தை மாறாமல் வைத்துக் கொண்டு ஒரு கிராம் நிறையுள்ள வளிமத்தின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு மாறா அழுத்த வெப்ப எண் (c_p) எனப்படுகிறது. பருமம் மாறாத போது வளிமத்திற்கு அளிக்கப்பட்ட வெப்பம் அதன் உள்ளிட ஆற்றலை அதிகரிக்கப் பயன்படுகிறது. அழுத்தம் மாறாதபோது வளிமம் விரிவடைவதால் மொத்த வெப்பத்தில் ஒரு பகுதி அதற்கான வேலையாகச் செலவழிக்கப்படுகிறது. இதன் காரணமாக மாறாத அழுத்த வெப்ப எண், மாறாப் பரும வெப்ப எண்ணைவிடப் பெரியதாக இருக்கும். அவற்றுக்கு இடையிலான வேறுபாடு வளிமம் விரிவடையும்போது செய்த வெளி வேலைக்குச் சமம் ஆகும். மாறாப் பரும வெப்ப எண் மட்டுமே வளிமத்தின் உண்மையான வெப்பக் கொள்ளளவைக் குறிப்பிடுகிறது. ஒரு கிராம் மூலக்கூறு அளவுள்ள வளிமத்தின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பம் மோலார் வெப்ப எண் எனப்படுகிறது. மேயர் (Mayer), $c_p - c_v = R/J$ எனக் காட்டியுள்ளார். இதில் R என்பது வளிம மாறிலி.

c_p, c_v ஆகிய இரண்டு மதிப்புகளும் வளிம மூலக்கூறுகளில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையுடன் உயருகின்றன. சாதாரண வெப்ப நிலைகளில் பல வளிமங்கள் c_v மதிப்பு வெப்ப நிலையைச் சார்ந்து இருப்பதில்லை. ஒற்றை அணுமூலக்கூறு வளிமங்களுக்கு எல்லா வெப்ப நிலைகளிலும் c_v மதிப்பு சமமாக உள்ளது. பல அணு மூலக்கூறு வளிமங்களுக்கு உயர் வெப்பநிலைகளில் c_v வெப்பநிலையுடன் கணிசமாக உயருகிறது. குறைந்த வெப்பநிலைகளில் ஹைட்ரஜனுக்கும் ஆக்சிஜனுக்கும் c_v மதிப்பு சீராகக் குறைந்து சுமார் 40 கெல்வின் வெப்பநிலையில் 2.98 என்ற மதிப்பை அடைகிறது. மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் எல்லா விதமான வளிமங்களுக்கும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். வளிமங்களில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவு அதிகம். அவற்றில் உள்ள இடப்பெயர்ச்சி இயக்கங்கள், சுழற்சி இயக்கங்கள், அதிர்வு இயக்கங்கள் ஆகியவை மற்ற மூலக்கூறுகளைச் சார்ந்திராத வகையில் தோன்றக்கூடும். ஒரு கிராம் மூலக்கூறு வளிமத்தின் ஆற்றல் தனித்தனி மூலக்கூறுகளின் ஆற்றல்களின் கூட்டுத் தொகையாக இருக்கும். அதில் இடப்பெயர்ச்சி ஆற்றல் (c_1), சுழற்சி ஆற்றல் (c_2), அதிர்வு ஆற்றல் (c_3) என மூன்று பகுதிகள் இருக்கும். எனவே மோலார் வெப்பம் என்பது இவற்றின் கூட்டுத்தொகை ஆகும். எல்லா வளிமங்களிலும் இடப்பெயர்ச்சி ஆற்றல் (c_1) இருக்கும். அது பழங்கொள்கைப்படி 2.98 கலோரிகளுக்குச் சமம். இது எல்லா வளிமங்களிலும் காணப்படுகிற மூலக்கூறு வெப்பத்தின் சிறும மதிப்பு ஆகும். வெப்பநிலை உயரும் போது முதலில் சுழற்சி தோன்றி வளர்கிறது. அதனால் வெப்ப எண்ணின் மதிப்பு $c_1 + c_2$ என்ற அளவுக்கு உயருகிறது. அது அங்கு சிறிது நேரம் மாறாமல் இருக்கிறது. அதன் பிறகு வெப்ப நிலை மேலும் உயரும் போது அணுக்களில் அதிர்வுகள் தோன்றத் தொடங்குகின்றன. அப்போது வெப்ப எண் மீண்டும் உயர்ந்து இறுதியாக $c_1 + c_2 + c_3$ என்ற பெரும மதிப்பை எட்டுகிறது.

தெவிட்டிய நிலையில் உள்ள ஓர் ஆவியை மாறா அழுத்தத்திலோ மாறாப் பருமத்திலோ சூடாக்கினால் அது தெவிட்டல் நிலையை இழந்துவிடுகிறது. எனவே ஒரு தெவிட்டிய ஆவிக்கு மாறாப் பரும வெப்ப எண்ணோ, மாறா அழுத்த

வெப்ப எண்ணோ இருக்க முடியாது. அத்தகைய ஆவியின் தெவிட்டிய நிலை மாறாமல் இருக்கும்படி அழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தியும் பருமத்தைக் குறைத்தும் அலகு நிறையின் வெப்பநிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையான வெப்பமே அதன் வெப்ப எண்ணாகும். தெவிட்டிய ஆவியின் அழுத்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்யப்படும் வேலை வெப்பமாக மாறி ஆவியில் சேரும். அது ஆவியின் வெப்ப நிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தப் போதுமானதாக இருந்தால் அதற்கு மேலும் வெப்பம் அளிக்கத் தேவை இல்லை. அப்படிப்பட்ட தெவிட்டிய ஆவியின் வெப்ப எண் சுழி. ஆனால் இத்தகைய தெவிட்டிய ஆவி இதுவரை கண்டுப்பிடிக்கப்படவில்லை. அழுத்தும்போது செய்யப்பட்ட வேலை ஆவியின் வெப்ப நிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தப் போதுமானதாக இல்லாவிட்டால் அதற்கு மேலும் வெப்பத்தை அளிக்க வேண்டும். அப்போது அதன் வெப்ப எண் நேரினமாக இருக்கும். எ-டு: ஈதர் ஆவி. கடைசியாகச் சில தெவிட்டிய ஆவிகளை அழுத்தும் போது செய்யப்படுகிற வேலை ஆவியின் வெப்ப நிலையை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தத் தேவையானதைவிட அதிகமாக இருக்கிறது. அப்போது ஆவியிலிருந்து வெப்பத்தை வெளியேற்றி அதைத் தெவிட்டிய நிலையில் வைக்க வேண்டியிருக்கிறது. இத்தகைய ஆவிகளின் வெப்ப எண்கள் எதிரினமானவை. தெவிட்டிய நீராவி இவற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டு.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Rajam, Arora, *Heat and Thermodynamics*, S. Chand, New Delhi, 1985.

வெப்பச் சமன்

ஆற்றல் அழியாமைக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் அமைகின்ற மொத்த ஆற்றல் சமனிலையின் ஒரு சிறப்பு வடிவம் வெப்பச் சமன் எனப்படும். ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ முடியாது என ஆற்றல் அழியாமைக் கோட்பாடு கூறுகிறது. ஓர் அமைப்பைப் பகுப்பாய்வு செய்யும் போது ஆற்றல் சமனைப் பயன்படுத்த வேண்டுமானால் தொடர்புள்ள எல்லா

ஆற்றல் பதங்களையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். ஓர் அமைப்புக்குள் நுழைகிற வெவ்வேறு ஆற்றல் வகைகள், அதிலிருந்து வெளியேறுகிற வெவ்வேறு ஆற்றல் வகைகளுக்கும், அமைப்புக்குள் சேமிக்கப்பட்டிருக்கிற ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றத்துக்கும் சமமாக்கப்படுகிறது. பெரும்பாலான செயல்முறைகளில் செயல், வெப்ப மாற்றம் ஆகியவை மிகவும் முக்கியமான ஆற்றல் பதங்கள் ஆகும். இந்த வகையைச் சேர்ந்த அமைப்புகளில் ஆற்றல் அழியாமைக் கோட்பாடு, வெப்ப இயக்கவியலின் முதல் விதி என்ற பெயராலும் குறிப்பிடப்படும். இந்த முதல் விதியைப் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

அமைப்புக்கு மாற்றப்பட்ட எல்லா வெப்பம் + அமைப்பின் மேல் செய்யப்பட்ட எல்லாச் செயல்கள் + அமைப்புக்குள் நுழைகிற பொருளில் இணைந்துள்ள எல்லா ஆற்றல்கள் = அமைப்பிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகிற எல்லா வெப்பம் + அமைப்பு செய்கிற எல்லாச் செயல்கள் + அமைப்பின் உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம்.

பல சீரான, இடையறாத செயல்களின் போது அமைப்பின் உள்ளிட ஆற்றலில் ஏற்படும் மாற்றம் அற்பமானது. செயலுறு அமைப்பிற்குள் பொருளைச் செலுத்துவது மற்றும் அதிலிருந்து பொருளை வெளியேற்றுவது ஆகியவற்றுடன் தொடர்புள்ளவையே செயல்பதங்கள் எனப்படும். இத்தகைய சூழ்நிலைகளில் முதல் விதிச் சமன்பாடு என்பது மாற்றப்பட்ட வெப்பம் அமைப்புக்குள் நுழைகிற பொருளின் எந்தால்பிக்கும் அதிலிருந்து வெளியேறுகிற பொருளின் எந்தால்பிக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டுக்குச் சமமாகின்ற ஒன்றாகி விடுகிறது. இந்தச் சமன்பாடு பல வேளைகளில் வெப்பச் சமன்பாடு எனக் குறியிடப்படும். வெப்பச் சமன் என்பது ஆற்றல் சமனின் மிகப் பொதுப்படையான பயன்பாடுகளில் ஒன்றாகும்.

தரை வெப்பச் சமனும், வளி மண்டல வெப்பச் சமனும். சூரியனிலிருந்து பூமிக்கும் வளி மண்டலத்திற்கும் வந்து சேருகிற வெப்பம் செலவழிக்கப்படுதல், பரவீடு செய்யப்படுதல், மாற்றப்படுதல் ஆகியவை பூமிவளி வெப்பச் சமன் எனப்படும். சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையிலான

சராசரித் தொலைவில், சூரியனிலிருந்து வரும் கதிர்களுக்குச் செங்குத்தாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிற ஒரு சதுர சென்டி மீட்டர் பரப்பின் மேல், இடையில் வளி மண்டலத்தின் குறுக்கீடு இல்லாத நிலையில் ஒரு நிமிட நேரத்தில் சுமார் இரண்டு கலோரிகள் ஆற்றல் உள்ள வெய்யில் விழும். இந்த ஆற்றல் அளவு சூரிய மாறிலி எனப்படுகிறது.

ஓர் இணையான காற்று படுகிற ஒரு வட்டத்தை விட, ஒரு கோளம் நான்கு மடங்கு அதிகப் பரப்புள்ளதாக இருக்கும். எனவே பூமியின் வளிமண்டலத்தின் வெளிப்பகுதியின் மேல் சராசரியாக 1/2 கலோரி/சதுர சென்டிமீட்டர். இதில் மூன்றில் ஒரு பகுதி பெரும்பாலும் மேகங்களால் பிரதிபலிக்கப்பட்டு அல்லது சிதறப்பட்டு விண் வெளியில் திருப்பி அனுப்பப்பட்டுவிடுகிறது. மீதமுள்ள மூன்றில் இரண்டு பங்கைப் பூமி, மேகங்கள், வளி மண்டலம் ஆகியவை உட்கவர்கின்றன. அதனால் அவற்றின் வெப்பநிலை உயருகிறது.

மேகங்களிலிருந்தும், கடல்களிலிருந்தும் நீர் ஆவியாகிறது. பூமியிலிருந்தும் வளி மண்டலத்திலிருந்தும் கதிர்வீசல் மூலமாக மட்டுமே வெப்பம் விண்வெளிக்குப் பரவ முடியும். பூமியின் வெப்பநிலையில் நீண்ட கால மாற்றங்கள் மிக அற்பமான அளவிலேயே ஏற்படுவதிலிருந்து பூமியும் வளிமண்டலமும் உட்கவருகிற வெப்பத்தின் ஏறக்குறைய முழு அளவுமே இவ்வாறு கதிர்வீசப்பட்டு விடுகிறது என ஊகிக்கலாம். பூமியிலிருந்து நீர் ஆவியாகி வளி மண்டலத்தில் போய் நீர்மமாகிற செயல் முறையின் மூலமும் பூமியிலிருந்து வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது. சூடான தரைப்பரப்பிலிருந்து வெப்பச் சலனம் ஏற்படுவதன் மூலமும் வெப்பம் வளி மண்டலத்துக்குச் செல்கிறது.

பூமியில் வெப்பப் பிரதேசங்கள் பெறுகிற வெப்பம், அவற்றால் கதிர்வீச்சின் மூலம் இழக்கப்படும். வெப்பத்தைவிட மிகவும் அதிகமாக உள்ளது. துருவப் பிரதேசங்களில் விழுகிற வெப்பத்தைவிட மிக அதிகமான அளவில் வெப்பம் இழக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு அங்கெல்லாம் வெப்பச் சமன் பராமரிக்கப்படுவதில்லை. இதைச் சீர் செய்யக் குறைந்தபட்சப் பகுதிகளிலிருந்து உயர்ந்தபட்சப்

பகுதிகளுக்குக் காற்றோட்டங்களும் கடலோட்டங் களும் ஏற்படுகின்றன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

வெப்பச் சரிவு மண்டலம்

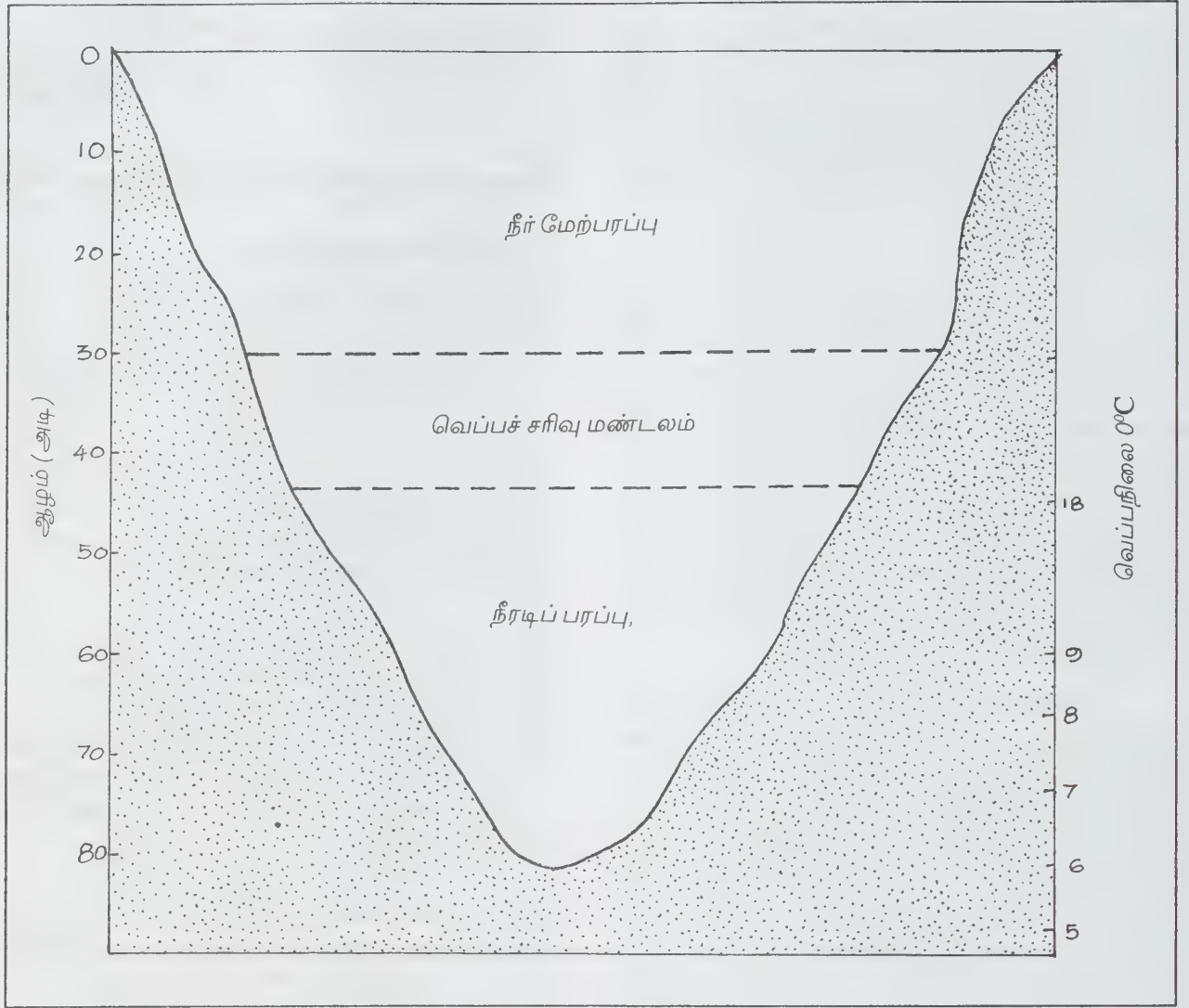
வெப்பம் என்னும் இயற்பியல் கூறு (physical factor) ஒளிக்கதிர் மூலம் சூரியனிடமிருந்து பூமியை அடைகின்றது. பூமியின் மேற்பரப்பில் மூன்றில் ஒரு பகுதியாக இருக்கும் நிலமானது வெப்பத்தினை நேரடியாகப் பெறுகின்றது துரிதமாக வெப்பமடைகிறது. ஏனைய மூன்றில் இரண்டு பகுதியில் விழும் வெப்பத்தினைக் கடலானது பெறுகின்றது. இவ்வாறு விழும் வெப்பமானது நீரின் வெப்பநிலையினை உயர்த்துகிறது.

வெப்பநிலை, சூழ்நிலைக் காரணிகளில் அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஒரு காரணியாகும். இது தாவரம் விலங்குகளின் வளர்ச்சி பரவல் இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு காரணியாக அமைகிறது. மேலும் இது உயிரிகளின் இனப்பெருக்கம், கருவளர்ச்சி, வலசை போதல் இவற்றையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.

நிலம், நன்னீர், கடல் நீர் போன்ற வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் வெப்பநிலையின் அளவுகள் பெரிய அளவில் வேறுபட்டுக் காணப்படும். வெப்பநிலையின் வேறுபாடுகள் நிலச் சூழ்நிலையில் இருப்பதைவிட நீர்ச்சூழ்நிலையில் சற்றுக் குறைவாக இருப்பதை அறிய முடிகிறது.

நீர்ச் சூழ்நிலையைப் பொதுவாக நன்னீர், கடல் நீர் என இரு பெரும் பிரிவுகளாய்ப் பிரிக்கலாம். நீர் மேற்பரப்பு, ஆழம் (அடி), நீரடிப் பரப்பு, வெப்பச் சரிவு மண்டலம், வெப்பநிலை 0°C.

நன்னீர். நன்னீர்ச் சூழ்நிலையை தேங்கிய நீர் என்றும், ஓடும் நீர் என்றும் இருபகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். குளம், ஏரி போன்றவை தேங்கிய நீர் நிலைகளாகவும் ஆறு, ஓடை, நிலத்தடி நீர் போன்றவை ஓடும் நீராகவும் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.



வெப்பச் சரிவு மண்டலம்

தேங்கிய நீர் சூழ்நிலையில் ஏராளமான ஆய்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன. சூளம், ஏரி, இவற்றின் உயிரியல் நிகழ்ச்சிகள் புறச் சூழ்நிலையில் நிலவும் (External climate) முக்கிய இயற்பியல் காரணிகளான வெப்ப நிலை அடுக்கமைப்பு, ஒளி அடுக்கமைப்பு (Light stratification), அலைகள் (waves), நீரோட்டம் (current) ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்படுகின்றது.

சிவப்புக் கதிர்கள் (Infra-red rays) சூரியனிடமிருந்து பூமியை அடைந்து வெப்ப சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றபோது அவை பூமியில் உள்ள பொருட்களால் உட்கவரப்படுகின்றன. இவ்வாறே நீர் நிலையும் வெப்பத்தைப் பெறுகின்றது. வெப்ப நிலை அடுக்கமைப்பானது பெரிய ஆழமான வற்றாத ஏரிகளில் (Perennial Lake) மிகச் சிறப்பாக ஆய்வு செய்யப்படுகின்றது.

அலை நீளம் 70.76 கொண்ட உட்புறச்

ஏரிகளில் உள்ள நீரானது அடுக்கமைப்பினை

உடையதாய் இருக்கிறது. கோடைக் காலத்தில் (summer) மேற்பரப்பு அடுக்குகள் மட்டும் காற்றினால் கலக்கப்படுகின்றன. நடுத்தர ஏரிகளில் இந்த மேற்பரப்பு நீர் அடுக்கில் கிட்டத்தட்ட 10 மீ. ஆழத்தில் வெப்ப நிலை ஒரே சீராக இருக்கிறது (20° செ.கி- 25° செ.கி வரை) இதன் கீழே நீர் மிகவும் குளிர்ச்சியாய் இருக்கிறது; குறைவாக ஆக்சிஜன் உடையதாய் இருக்கிறது; அசைவில்லாது இருக்கிறது.

ஒரே சீரான நிலையினைக் கொண்ட மேற்பரப்பு அடுக்கிற்கும் வெப்பநிலை வெகுவாகக் குறையும் அடுக்கிற்கும் இடையேயுள்ள இந்த மட்டம் வெப்பச் சரிவு மண்டலம் (Thermocline) என்று அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பச் சரிவு மண்டலத்துக்கு மேலேயுள்ள நீர்ப் பகுதி கலக்கப்படுகிறது என்றும், கீழே உள்ள நீர்ப்பகுதி அசைவற்று இருக்கின்றது என்றும் கூறலாம்.

கோடைக் காலத்தின் நடுவில் வெப்பச் சரிவு மண்டலம் ஆழமில்லாததாய் இருக்கிறது. இலையுதிர் காலத்தின் (Autumn) துவக்கத்தில் மிகவும் ஆழமாய் அது அமைகிறது. இலையுதிர் காலத்தின் பின்பகுதியில் மேற்பரப்பு நீர் மிகவும் குளிர்ச்சியாய் இருக்கிறபோது காற்றானது நீரினை மேற்பரப்பிலிருந்து அடிப்பாகத்திற்குக் கலக்குகிறது. இதனால் வெப்பச் சரிவு மண்டலம் மறைகிறது. அப்போது வெப்பநிலை எங்கும் ஏறத்தாழ ஒரே சீராய் இருக்கின்றது. குளிர் காலத்தில் மேற்பரப்பு நீர் உறையலாம் (0° செ.கி). ஆனால் அடிப்பாகத்தில் 4° செ.கி முதல் 5° செ.கி வரை வெப்பம் உள்ளது. இந்த வெப்பநிலையில் நீரானது பனிக் கட்டியைவிடக் (Ice) கனமாய் இருக்கிறது. ஆகவேதான் பனிக்கட்டி மேற்பரப்பில் தங்குகிறது. இளவேனிற் காலத்தில் (spring) மேற்பரப்பு நீர் வெப்பம் ஆவதால் காற்றினால் மறுபடியும் மேலும் கீழுமாக ஒரு மாற்றம் ஏற்படுகிறது. கோடைக் காலத் தொடக்கத்தில் வெப்பச் சரிவு மண்டலம் மறுபடியும் நிலைநாட்டப்படுகிறது.

வெப்பச்சரிவு மண்டலம் சூழ்நிலையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருக்கிறது. ஏனென்றால் அது இரு விலங்கு சமுதாயங்களைப் பிரிக்கிறது. ஏரிகளில் அனேக வாழிடங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் முதலாவதான மண் நிறைந்த அடிப்பாகத்தில் நீர்

ஆழமில்லாது இருக்கின்றது; தாவரங்கள் இல்லை.

அடுத்தப்படியாக வளைவிடம் (COVE). அதில் மிகுதியான தாவரங்கள் மூழ்கியோ வெளியே தெரிந்தோ மிதந்தோ காணப்படும். அடுத்தப்படியாக திறந்த நீர்ப்பரப்பு (open water). அதில் பாசிகள் (Algae) போன்ற மிதக்கும் தாவரங்கள் உள்ளன.

ஒவ்வொரு வாழிடத்திலும் சிறப்பான முறையில் உயிர்கள் வாழ்கின்றன. நத்தைகள், புழுக்கள், ஈசல் (mayfly) குஞ்சுகள் மண் நிறைந்த பகுதியில் காணப்படுகின்றன. வளைவிட வாழிடத்தில் சிறிய கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகளும் (crustaceans) நத்தைகளும் சில பூச்சிகளும் காணப்படுகின்றன. மிதவை உயிர்களும் நீந்தும் உயிரிகளும் திறந்த நீர்ப்பரப்பில் வாழ்கின்றன. ஒளி தேவைப்படாத விலங்குகள் பேராழத்தில் வாழ்கின்றன. வளை தசை புழுக்களும் (Annelidan works) பூச்சிகளின் வேற்றிளவுயிர்களும் அவ்வாறான விலங்குகளாகும்.

வெப்பச்சரிவு மண்டலப் பகுதியில் ஒரு மீட்டருக்கு 1 செ.கி என்ற அளவில் வெப்பச் சரிவு (Thermal Gradient) ஏற்படுவதால் செங்குத்து வெப்ப நிலையில் (Vertical Temperature) விரைவான மாற்றம் ஏற்படுகிறது. வெப்பம் நிறைந்த மேற்பரப்புக்கு நீர் மேற்பரப்பு என்றும் அடித்தளப்பகுதிக்கு நீரடிப்பரப்பு (Hypolimnion) என்றும் பெயர்.

வெப்பச் சரிவு மண்டலமானது நீரடிப் பரப்பினை நீர் மேற்பரப்பிலிருந்து முற்றிலுமாகத் தனிமைப்படுத்துகிறது. இதன் விளைவாக வெப்ப அடுக்கமைப்பின்போது அடித்தளத்தில் உள்ள நீரில் உயிரியல் மற்றும் உயிர் வேதியியல் நிகழ்ச்சிகள் (Biochemical process) சேர்க்கப்பட்டு (cumulative) விடுகின்றன. இது தேங்கிய நீர் சூழ்மண்டலத்தின் (Lentic Ecosystem) செயல் எதிர்ச் செயல்களில் (Inter Actions) முக்கியமானதாக அமைகிறது.

வெப்பச் சரிவு மண்டலம் பொருள்களைப் பரிமாறிக்கொள்ள உதவும் ஒரு தடை போன்று அமைகிறது. இதன் ஆழம், ஏரியின் அளவு, வடிவம் இவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது.

குளிர் அடுக்கமைப்பானது (Winter stratification) ஓர் தலைகீழான அடுக்கமைப்பாக அமைகிறது. ஏனென்றால் வெப்ப நீர் மேற்பரப்பை விட அடித்தளத்தில் அமைந்துவிடுகின்றது.

கடல் நீர். இயற்கையில் காணப்படும் நீர்ப்பரப்பில் 98% கடல் நீர்ப்பரப்பே ஆகும். எஞ்சியுள்ள பரப்பு பனிக்கட்டி, நீராவி நன்னீர் ஆகியவைகளாக உள்ளது. கடல் நீரானது உப்பு நிறைந்த நீர்க் கரைசலாக (Aqueous solution) அமைந்துள்ளது. வெப்பச்சரிவு மண்டலச் சுழற்சியால் வெப்ப நிலையானது செங்குத்து நிலையில் கீழ் மைய வரம்புகளில் பரவுகிறது. இதனால் அடித்தள நீர் மேற்பரப்பைவிடக் குளிர்ச்சியைப் பெறுகிறது. அதே காலத்தில் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை குறையும் போது மேற்பரப்பைப் போலவே அடித்தள நீரும் வெப்பம் அடையும்.

பொதுவாக வெப்பச் சரிவு மண்டலம் இரு பெரும் பிரிவுகளாய்ப் பிரிக்கப்படும். அவை நிரந்தர வெப்பச் சரிவு மண்டலம் (Permanent Thermocline) என்றும், பருவ கால வெப்பச் சரிவு மண்டலம் (Seasonal Thermocline) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இது போன்ற வெப்பநிலை மாற்றங்கள் நிலச் சூழ்நிலையைவிடக் குறைவாகவும் மெதுவாகவும் கடல் சூழ்நிலைகளில் ஏற்படுகின்றன.

நிரந்தர வெப்பச் சரிவு மண்டலம். இது கால நிலைக்கேற்ப மாறாதத்தன்மை கொண்டதால் இப்பெயர் வந்தது எனலாம். ஆர்க்டிக், அண்டார்க்டிக் போன்ற துருவப்பகுதிகளில் (Polar regions) நீரானது மேற்பரப்பிலிருந்து அடித்தளம் வரை குளிர்ச்சியாக இருக்கும். இந்த அடர்த்தி மிகுந்த நீரானது தென்பகுதியிலிருந்து வட பகுதி நோக்கிப் பாய்வதால், நில நடுக்கோட்டுக்கு (Equator) வெளிப்புறத்தில் பாய்கிற வெப்ப நீருடன் கலந்துவிடுகிறது. இதற்கு நிரந்தர வெப்பச் சரிவு மண்டலம் என்று பெயர். நில நடுக்கோட்டின் அருகேயுள்ள வெப்பச் சரிவு மண்டலத்தின் மேற்பரப்பு முற்றிலும் ஆழமற்றதாக அமைந்திருக்கும். இது மைய வரம்புகளில் அதிக அளவுக்கு ஆழம் பெற்று மீண்டும் 50°C வரம்புக்கு ஆழமற்றதாகிவிடுகின்றது. வெப்பச் சரிவு மண்டலம் 55 - 60 °C க்கு இடையில் வடக்கு அல்லது தெற்கில்

மறைந்து விடுகின்றது. பொதுவாக நிரந்தர வெப்பச் சரிவு மண்டலம் ஆழமாக இருப்பதால், அது அடர்வு பெற்று, வெப்பச் சரிவைக் குறைத்துவிடுகிறது.

பருவ கால வெப்பச் சரிவு மண்டலம். இந்த மண்டலம் நிரந்தர வெப்பச் சரிவு மண்டலத்தின் ஆழத்தைவிட மிகுதியான ஆழமுடைய நீரில் காணப்படுகின்றது. இது எப்போதும் பனிக்கட்டிகளின் தொல்லை உடைய பெருங்கடல்களைத்தவிர, உலகின் மற்றப் பெருங்கடல்களின் ஆழமற்ற நீரில் காணப்படுகிறது.

இளவேளிற் காலத்தில் காற்று மண்டல வெப்ப நிலையானது பெருங்கடலின் வெப்ப நிலையைவிட உயரும் போது கதிர் வீச்சு (Radiation), வெப்பப் பரவுதல் (Convection) இவற்றால் ஏற்படும் இழப்பைவிடக் கடலின் மேற்பரப்புநீரானது வெப்பம் பெறுகிறது. அருகில் சில மீட்டர்களிலேயே எதிரிடை வெப்ப அளவு (Negative Temperature) உண்டாகி விடுகிறது. இந்த மேற்பரப்பு நீர் பின்பு, காற்றிலிருந்து விடுபடுகின்ற சக்தி மாற்றத்தால் கலந்து விடுகிறது.

இவ்வாறு ஏற்படும் கலப்பு நிகழ்ச்சியால் மேற்பரப்பின் வெப்பநிலை குறைந்த போதிலும் வெப்பம் கீழ் நோக்கிக் கடத்தப்பட்டு ஒத்த வெப்ப அடுக்காக (Isothermal layer) உருவாவதே இதன் நிகர விளைவாக இருக்கிறது.

இப்பகுதியின் வெப்பநிலை அதன் கீழ் உள்ள நீரின் வெப்ப நிலையைவிட வெப்பம் நிறைந்ததாக இருக்கிறது. இவ்வாறு பருவகால வெப்பச் சரிவு மண்டலமானது ஒத்த வெப்ப மேற்பரப்பு அடுக்கிலும், அடித்தள நீருக்கும் இடையில் காணப்படுகிறது. கோடைக் காலக் காற்றினால் ஒத்த வெப்ப அடுக்கினை ஆழப் பகுதிக்குத் தள்ளப் போதுமான ஆற்றலைக் கொடுக்காத வரை, இந்நிகழ்ச்சி மீண்டும் மீண்டும் ஏற்படுகிறது. இது போன்ற மேற்பரப்பு அடுக்கு ஜுலை - செப்டம்பர் வரை எல்லாப் பெருங்கடல்களிலும் காணப்படுகின்றன.

இலையுதிர் காலத்தில் (Autumn) காற்று மண்டல வெப்பநிலை குறைவதால் வெப்பச் சரிவு, வெப்பக் கதிர் வீச்சு போன்ற நிகழ்ச்சிகளால் நீரின்

வெப்பம் காற்று மண்டலத்துக்குக் கடத்தப்படுகிறது. இதனால் அடித்தள நீரைப் போல் மேற்பரப்பு நீரும் குளிர்ச்சியைப் பெறுகிறது. இளவேனிற் காலம் வரும் போது மீண்டும் இது உருவாகிவிடுகிறது. இவ்வெப்பச் சரிவு மண்டலமானது நடைமுறை ரீதியாகக் காற்றினால் கலக்கப்படுவதால் (Mixing) நீரோட்டம், வெப்பப்பரிமாற்றம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படலாம். கடலில் காணப்படும் அனைத்து இயற்பியல் நிகழ்ச்சிகளும் வெப்பச் சரிவு மண்டலத்தின் மீது சில விளைவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

வெப்பமான மேற்பரப்பிலிருந்து குளிர்ச்சியான அடித்தளம் வரையுள்ள வெப்ப நிலையில் விரைவான வீழ்ச்சி ஏற்படும் ஏரி அல்லது பெருங்கடலில் வெப்பச் சரிவு மண்டலமானது ஓர் மெல்லிய அடுக்காகவே அமைகின்றது. ஒரே பருவகால நிலையில் இது நிலையாக (stable) அமைகிறது. இதன் பருமன், ஆழம் இவை பருவகால நிலை வரம்புகளுக்கு ஏற்ப ஏற்படுகின்றன. துருவ நீர்கள் வந்து பாய்வது பெருங்கடலில் ஆழமான வெப்பச் சரிவு மண்டலம் உருவாகக் காரணமாகின்றன.

இரா. ஜெயச்சந்திரன்

வெப்பச் சலனம்

வெப்பச் சக்தி தேக்கப்பட்டுள்ள பொருளே நேரிடையாக ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு நகர்ந்து வெப்பத்தை மாற்றுதல் (வெளியிடல்) வெப்பச் சலனம் எனப்படும். கதிர்வீச்சற்ற வெப்ப மாற்றமே வெப்பச் சலனமாகும்.

இயற்கை வெப்பச் சலனம். ஒரு செங்குத்தான சுவரின் வெப்பத்தை அதன் வழியே மேலேறும் காற்று ஏற்கும் விதத்தை ஆய்ந்தால் இயற்கை வெப்பச் சலனத்தைப் புரிந்துகொள்ளலாம். சூடான சுவருக்கு அருகாமையில் உள்ள குறை அடர்த்திக் காற்று, சுவரை விட்டு நீங்கித் தொலைவில் இருக்கும் குளிர்ந்த காற்றின் மிதப்பு விசையினால் மேலெழும்பத் துவங்குகிறது.

ஒரு பரப்பிலிருந்து வெப்பச்சக்தி நீங்குவதால் சூழலில் உள்ள காற்று வெப்பமேற்கிறது. வெப்பம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க இன்னும் அதிகமான காற்று இந்த எல்லைப் பரப்புக்குள் கொண்டு வரப்படுகின்றது.

தூண்டப்பட்ட வெப்பச் சலனம். இங்குச் செயற்கையாகக் காற்று தூண்டப்பட்டு தேவையான வெப்பப் பகுதிகளில் நகர்த்தப்படுகிறது. தொடர்ந்து புதிய காற்று செலுத்தப்பட்டுக்கொண்டே இருப்பதால் இவ்வகையில் எல்லைப்பரப்பு மிக மெல்லியதாகவே இருக்கும்.

வெப்ப மாற்றக் குணகம். வெப்பச் சலனத்தில் வெப்ப மாற்றக் குணகம் என வழங்கப்படுகிறது. நியூட்டனின் குளிர்வு விகிதப்படி இதிலிருந்து நிர்ணயிக்கப்படலாம்.

கட்டுப்பாடற்ற பரவல். அடுக்குப்பரவல் முறையைப் போலவே இம்முறையிலும் வெப்பம் பரவுகிறது. ஆனால் குறிப்பிட்ட திசைவேகத்தில் வெப்பப்பரவல் இந்த முறையில் அதிகமாகும். கட்டுப்பாடற்று பரவுப்போது வெப்பமும் அனைத்துத் திசைகளிலும் இழுத்துச் செல்லப்பட்டு புதிய திசைகளிலிருந்து வரும் புதிய துகள்களுடன் எளிதில் பகிர்ந்து கொள்ளப்படுகிறது.

காற்றார்திச் சூடேற்றல். அதிவேக ஆகாயப் பயணம் அல்லது ஒரு பரப்பின் மேல் அதிவேக ஓட்டம் போன்றவற்றால் உண்டாகும் வெப்பச்சலனம் காற்றார்திச் சூடேற்றல் என வழங்கப்படுகிறது. ஒரு பரப்பை நெருங்கும்போது நீர்மத்திற்குள்ள உந்துவிசை பரப்பின் அருகே நீர்மம் நிறுத்தப்படும் பொழுது உள்ளார்ந்த சக்தியாய் மாறிவிடுகிறது.

வெப்பம் நீக்கல் மற்றும் கொதித்தல். வெப்பம் நீக்கல், கொதித்தல் இரண்டு செயல்களும் வெப்ப ஏற்பு அல்லது வெளிப்பாடு இவற்றையே அடிப்படையாகக் கொண்டவை. வளிமம், நீர்மம் ஆகியவற்றின் நகர்வு இருப்பதால் வெப்பமாற்றம் பெரும்பாலும் வெப்பச் சலனத்தாலேயே நிகழ்கிறது.

அதிகச் சூடாக்கப்பட்ட அல்லது தெவிட்டிய ஒரு வளிமம் அதனைவிடக் குறைந்த

வெப்பநிலையில் உள்ள பரப்பின் மேல் படும்போது சூடான வளிமம் தனது உள்ளுறை வெப்பத்தை அந்தப் பரப்பில் இழந்துவிட்டு குளிர்வடைகிறது. பரப்பிலும் வளிமத்திலும் மாசுப் பொருள்கள் ஏதும் இல்லையென்றால் குளிர்வடையும் பொருள் ஒரு தொடர்ச்சியான நீர்மப் பரப்பைத் தரும். மாசுப் பொருள்கள் இருக்குமேயானால் குளிர்வடையும் பொருள் சிறு சிறு துளிகளாக உருவாகும்.

ஒரு சூடான பொருளில் துகள்கள் இடப்பெயர்ச்சி அடைவதன் மூலம் வெப்ப ஆற்றல் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்ற இடங்களுக்கு மாற்றப்படுவது வெப்பச் சலனம் எனப்படுகிறது. எ-டு: சூடான காற்று லேசாக இருப்பதால் மேலே எழும்புவது. அறைகளைச் சூடாக்குவதற்காகச் சூடான காற்றை உள்ளே செலுத்துவது வலிந்த வெப்பச் சலனத்துக்கான ஓர் எடுத்துக்காட்டு. ஒரு பரப்புக்கும் அதன் மேல் பாயும் ஒரு பாய்மத்துக்கும் இடையில் கதிர் வீசாத முறையில் நிகழும் வெப்பப் பரிமாற்றத்தை வெப்பச் சலனம் என விவரிக்கலாம். இந்தச் செயலில் கடத்தல் மூலமாகவும் வெப்பம் பரவும் என்றாலும் பாய்மத்தின் பாய்வுதான் ஆற்றல் இடம் பெயருவதைக் கட்டுப்படுத்துகிற முக்கியமான அம்சம் ஆகும். இதன் காரணமாகவே இந்தச் செயல் முறை வெப்பச் சலனம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. வெப்பம் ஓரிடத்திலிருந்து வேறிடத்திற்குச் செலுத்தப்படும் மூன்று செயல் முறைகளில் வெப்பச் சலனம் ஒன்று. வெப்பக் கடத்தலும், கதிர் வீசலும் மற்ற இரண்டு செயல் முறைகள் ஆகும்.

இயல்பான வெப்பச் சலனம். ஒரு சூடான செங்குத்துப் பரப்பை ஒட்டியுள்ள காற்றில் ஏற்படும் வெப்பச்சலனம் இயல்பான வெப்பச் சலனத்துக்கும் ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஆகும். சுவரை ஒட்டியுள்ள காற்று சூடான குறைந்த அடர்த்தியுள்ளதாகிவிடும். சுவரிலிருந்து தள்ளியுள்ள குளிர்ந்த காற்று சூடான காற்றை மேல் நோக்கித் தள்ளும். சுவரைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் காற்றுப் படலத்தின் மேல் நோக்கிய திசைவேகம் சுழியாக இருக்கும். சுவரை விட்டுத் தள்ளிச் செல்லச் செல்லக் காற்றுப் படலங்களின் திசைவேகம் முதலில் அதிகமாகி ஒரு பெரும மதிப்பை அடைந்து அதன் பிறகு மீண்டும் குறையத் தொடங்கும். சுற்றுச்சூழலின் நிலையை அடைந்ததும் காற்றுப்

படலங்களின் திசைவேகம் மீண்டும் சுழியாகிவிடுகிறது. இதற்கு மாறாகக் காற்றுப் படலங்களின் வெப்பநிலை சுவரை ஒட்டியுள்ள பெரும மதிப்பிலிருந்து படிப்படியாகக் குறைந்துகொண்டே போய்ச் சுற்றுச் சூழலின் வெப்பநிலைக்கு இறங்கிவிடும். இந்தத் திசை வேகப் பரவீடும் வெப்பநிலைப் பரவீடும் ஒன்றுக் கொண்டு தொடர்புள்ளவை. வெப்பநிலை சுற்றுச் சூழலின் வெப்பநிலை மதிப்பை எட்டும் போது, மேல் நோக்கிய பாய்வுக்குக் காரணமான அடர்த்தி வேறுபாடு சுழியாகிவிடுகிறது. இந்தத் திசைவேக வேறுபாடுகளும் வெப்பநிலை வேறுபாடுகளும் அமைந்திருக்கிற பிரதேசம் எல்லைப் படலம் எனப்படுகிறது. அதன் வெளி விளிம்பில் வெப்பநிலைச் சரிவும், திசை வேகச் சரிவும் சுழியாகிவிடுகின்றன. எனவே எல்லைப் படலத்திலிருந்து வெளியே நோக்கிக் கடத்தலினாலோ, வெப்பச் சலனத்தின் மூலமாகவோ வெப்பப் பாய்வு நடைபெறாது. எல்லைப் படலத்தில் ஒரு சிறிய பருமக் கூறை எடுத்துக்கொண்டு சீர் நிலையில் அதற்குள் புகுகிற ஆற்றல் பாய்வுகளையும் அதிலிருந்து வெளியேறுகிற ஆற்றல் பாய்வுகளையும் கணக்கிடும்போது பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$k\left(\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 t}{\delta y^2}\right) = \omega c_p \left(u \frac{\delta t}{\delta x} + v \frac{\delta t}{\delta y}\right) \text{-----(1)}$$

இதில் (k) என்பது வெப்பக் கடத்து எண். (ω) என்பது எடை அடர்த்தி அல்லது அலகுப் பருமத்தின் எடை. (c_p) என்பது மாறா அழுத்தத்தில் காற்றின் வெப்ப எண். (u) என்பது (x) திசையில் திசை வேக ஆக்கக் கூறு. (v) என்பது (y) திசையில் திசைவேகத்தின் ஆக்கக் கூறு. பருமக் கூறுக்குள் கடத்தப்பட்ட நிகர ஆற்றல், அதைவிட்டு வெளியேறும்போது இருக்கிற ஆற்றலுக்கும் அதற்குள் நுழையும் போது இருந்த ஆற்றலுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடு ஆகும் என்று 1-ஆம் சமன்பாடு தெரிவிக்கிறது. சுவரின் பரப்பில்

$$u = v = 0$$

$$\frac{\delta^2 t}{\delta x^2} = \frac{\delta^2 t}{\delta y^2}$$

இவ்வாறு

$$k\left(\frac{\delta^2 t}{\delta^2 y}\right) = 0$$

ஆகவே

$$k\left(\frac{\delta t}{\delta y}\right) = \text{மாறிலி} = \frac{q}{A} \text{ -----(2)}$$

இதில் q என்பது Δx என்ற மிக நுண்ணிய தடிமனுள்ள ஒரு மெல்லிய படலத்தின் வழியாக ஒரு விநாடியில் பாயும் ஆற்றலின் அளவு. (A) என்பது பாய்வுக்குச் செங்குத்தான திசையில் படலத்தின் பரப்பு, சுவரை ஒட்டியுள்ள பிரதேசத்தில் சுவரைப் பொறுத்து அசைவற்றதான ஒரு மெல்லிய காற்றுப் படலத்தின் வழியாக ஏற்படும் வெப்பக் கடத்தலின் மூலமாகவே வெப்பம் பாய்கிறது என்று 2ஆம் சமன்பாடு காட்டுகிறது. சுவரிலிருந்து மிகச் சிறியதொரு தொலைவில் திசைவேகம் குறிப்பிட்ட மதிப்புள்ளதாக இருக்கும். சுவருக்கு செங்குத்தாகக் கடத்தப்படுகிற ஆற்றலில் சிறிதளவு அதற்கு இணையாக வெப்பச் சலனத்துக்கு ஆளாகிறது. இந்தச் செயல்முறையின் காரணமாக வெப்பநிலைச் சரிவு குறைந்து இறுதியாகச் சூழி மதிப்பை எட்டுகிறது. ஒரு கணக்குக்குத் தீர்வு காண்பதற்கு எல்லைப்படலம் முழுவதிலுமான வெப்பநிலைப் பரவீட்டைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இதிலிருந்து சுவரில் உள்ள வெப்பநிலைச் சரிவையும் வெப்பம் பாயும் வீதத்தையும் கணக்கிட்டுவிடலாம்.

ஒரு சுவர்ப் பரப்பை விட்டு ஆற்றல் வெளியேறி எல்லைப் பரப்பில் தங்குவதன் காரணமாக, அந்தப் படலத்தில் உள்ள காற்று மேல் நோக்கி நகரும்போது அதன் வெப்பநிலை படிப்படியாக உயருகிறது. சுவர்ப் பரப்பிலிருந்து சற்றுத் தள்ளி இருக்கிற பகுதியில் ஆற்றல் விரவல் அடைந்து படலத்திற்கும் மேலும் காற்று நுழைந்து எல்லைப் படலத்தின் தடிமன் அதிகமாகிறது.

வலிந்த வெப்பச் சலனம். ஒரு குடான உருளைக்குக் குறுக்காகக் காற்றை வலிந்து செலுத்தும் போது உருளையின் முன்பக்கத்தில் எல்லைப் படலம் மிகவும் மெலிந்ததாக இருக்கும். அதற்குள் இருக்கிற சம வெப்பநிலைக் கோடுகளைப் (isotherms) பகுப்பாய்வு செய்ய முடியாது. இங்கு இயல்பான

வெப்பச்சலன விசைகள் இருக்கும். எனினும் அவை மிக மிக அற்பமானவை. வலிந்து செலுத்தப்பட்ட வெப்பச் சலன விசைகளுடன் ஒப்பிடுகையில் அவை புறக்கணிக்கத்தக்கவை. ஆனால் குடான பரப்பிலிருந்து காற்றுக்கு ஆற்றல் மாற்றப்படும் செயல்முறைகள் இயல்பான வெப்பச் சலனத்தில் காணப்படுகிறதைப் போன்றே இருக்கும். எல்லைப் படலத்தின் வெளி விளிம்பில் பாய்மப் பாய்வின் திசைவேகம் பெருமமாக இருக்கும் என்பதே ஒரு முக்கியமான வேறுபாட்டு அம்சம். திசைவேகம் மாறும் வீதத்தில் இவ்வாறு வேறுபாடு இருப்பதன் காரணமாகவும், திசைவேகங்கள் அதிகமாக இருப்பதன் காரணமாகவும் பரப்புக்கு அருகில் அதிகமான பாய்மம் கூடிப் பரப்புக்குச் செங்குத்தாகக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தினைச் சுமந்து செல்லுகிறது. இதன் விளைவாக எல்லைப் பரப்புகள் மிகவும் மெலிந்துவிடுகின்றன. ஒரு பாய்மத்தின் இயக்கப் பாய்வியல் μ , மாறா அழுத்த வெப்ப எண் C_p , வெப்பக் கடத்து எண் K ஆகிய பண்புகள் அதன் வெப்பச் சலனத் திறமையின் மேல் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றன. $\mu C_p / k$ என்பது பிரான்டல் (Prandtl) எண் எனப்படுகிறது. அலகுகளைத் தகுந்தபடி அமைத்து இந்தத் தகவைப் பரிமாணம் இல்லாத வெறும் எண்ணாக ஆக்கிக்கொள்ளலாம். நீர்மநிலை உலோகங்களைப் போன்ற பாய்மங்களுக்கு இதன் மதிப்பு மிகவும் குறைவாக இருக்கும். இவை வெப்பச் சலனம் மூலமான ஆற்றல் மாற்றத்துக்கு மிகவும் உகந்த கருவிகள். வெப்பச் சலனம் மூலமான வெப்பப் பெயர்ச்சியைக் கணக்கிட வெப்பச் சலனப் பரவல் குணகம் h என்ற வெப்பக் கடத்தல் அலகு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதை சர் ஐசக் நியூட்டன் அறிமுகப்படுத்தினார். வெப்பச் சலனச் செயல்முறை சரியாக விளக்கப்படுவதற்கு முன்பு வரை இது பாய்மத்தின் தன்னியல்பாக மதிக்கப்பட்டு வந்தது. காற்றில் பொருள்கள் குளிர்ச்சி அடைவதை அளவறுதியில் விவரிக்க நியூட்டன் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம் எனக் கூறினார்.

$$q = hA (t_1 - t_2) \text{ ---- (3)}$$

இதில் t_1 என்பது பரப்பின் வெப்பநிலை. t_2 என்பது பாய்மத்தின் வெப்பநிலை. இந்தச் சமன்பாடு நியூட்டனின் குளிர்வு விதி எனப்படுகிறது. இது

உண்மையில் h ஐ வரையறுப்பதே ஆகும். பரப்பின் மேல் உள்ள பாய்ம வெப்பநிலைப் பரவீட்டிலிருந்தும் பாய்மத்தின் வெப்பக் கடத்து எண்ணிலிருந்தும் h என்ற குணகம் கணக்கிடப் படுகிறது. அதன் அலகு ஆங்கில வெப்ப அலகு/மணி. அடி² பாரன் ஹீட் பாகை ஆகும்.

தல மற்றும் சராசரிக் குணகங்கள்.

குளிர்ச்சியான அல்லது சூடான ஓர் எல்லைப் பரப்பில் உள்ள பாய்மம் ஒரு மாறா வெப்பநிலைப் பரப்பின் மேலாகப் பரவும்போது அது மெல்ல மெல்லப் பரப்பின் வெப்பநிலையை அடைகிறது. இதன் காரணமாகப் பரப்பில் உள்ள பாய்மத்தில் வெப்பநிலைச் சரிவும் வெப்ப இடப்பெயர்ச்சி வீதமும் பாய்வின் திசையில் குறைகின்றன. எ-டு: 80 F பாகை வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு காற்றுப் போக்கு 50 அடி/விநாடி என்ற திசைவேகத்துடன் 30 F பாகை வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு தட்டைப் பரப்பின் மேல் பாய்ந்து கொண்டிருப்பதாகக் கொள்வோம். அது ஓர் அடித் தொலைவு நகருவதற்குள் தல வெப்ப இடப்பெயர்ச்சிக் குணகம் பாய்வின் முன் விளிம்புப் பகுதியிலுள்ள மதிப்பில் ஐந்தில் ஒரு பங்காகக் குறைந்துவிடுகிறது. நடைமுறை கணக்கீடுகளில் சராசரி வெப்ப இடப்பெயர்ச்சி குணக மதிப்பு அதிகமான பயனுள்ளதாக இருக்கும். வெப்ப இடப்பெயர்ச்சிப் பரப்பு முழுமைக்குமாகத்தல வெப்பப் பரப்பளவினால் வகுத்தால் சராசரி வெப்ப இடப்பெயர்ச்சிக் குணகம் கிடைக்கும். இந்த அமைப்பில் சராசரி வெப்ப இடப்பெயர்ச்சிக் குணகம் பிராண்டல் எண், வெப்பக் கடத்தல் எண், பரப்பை ஒட்டிய பாய்மத்தின் திசைவேகம், பரப்பிலிருந்து தள்ளியிருக்கிற பாய்மத்தின் திசை வேகம் ஆகியவற்றின் சார்பெண்ணாக இருக்கும். வடிவியல் தன்மையில் ஒத்த வெவ்வேறு பாய்மங்களால் பாய்வு அமைப்புகளை ஒப்பிடும்போது குறிப்பான பண்புகளைப் இணைத்து பரிமாணமற்ற துணை அலகுகளாக மாற்றிக் கொண்டால், தனிப்பட்ட மாறிகளின் எண்ணிக்கைக் குறையும் எனப் பரிமாணப் பகுப்பாய்வு முறைகள் காட்டுகின்றன.

குழம்பிய பாய்வு. குழம்பிய பாய்வுகளில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனம், படலப் பாய்வுகளில் தோன்றும் வெப்பச் சலனத்தைப் போன்றே விவரிக்கப்படுகிறது. ஒரே அளவான திசை

வேகங்களில் படலப் பாய்வுகளில் இருப்பதைவிடக் குழம்பிய பாய்வுகளில் வெப்ப இடப்பெயர்ச்சி வீதம் அதிகமாக இருக்கிறது. குழம்பிய பாய்வு ஒட்டத்தில் உள்ள பாய்மத்தின் ஏற்ற இறக்கமுள்ள திசைவேக ஆக்கக் கூறுகள் ஒரு பெரிய அளவிலான வெப்பப் பரிமாற்றச் செயல் முறையை உண்டாக்குகின்றன. இதன் காரணமாகப் பாய்ம பாய்வுத் திசைக்குச் செங்குத்தாக ஆற்றல் இடப்பெயர்ச்சி அடைவது கணிசமான அளவில் அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. இந்த வகைப் பாய்வுகள் மிகவும் சிக்கலானவை. இதன் காரணமாக இவற்றில் நிகழும் வெப்ப இடப்பெயர்ச்சிகளைப் பற்றிய தகவல்களில் பெரும்பாலானவை ஆய்வுகளின் மூலமாகவே சேகரிக்கப்பட்டவையாக இருக்கின்றன.

காற்றியக்கச் சூடேற்றல். ஒரு பரப்பு ஒரு பாய்மத்தின் ஊடாகப் பெரும் வேகத்துடன் பாய்ந்து செல்லும்போது அல்லது ஒரு பாய்மம் ஒரு பரப்பின் சலன வெப்ப இடப்பெயர்ச்சி காற்றியக்கச் சூடேற்றல் (Aerodynamic heating) எனப்படும். பாய்மம் ஒரு பரப்பை அணுகி, அதனருகில் வந்ததும் திசைவேகத்தை இழக்கும்போது பாய்மத்தின் இயக்க ஆற்றல், உள்ளிட ஆற்றலாக மாற்றப்படுவதால் இந்த வெப்பநிலை உயர்வு தோன்றுகிறது. ஒரு வளிமம் ஒரு பரப்பை நெருங்கும்போது அது ஓர் அதிர்ச்சிப் பகுதியைக் கடந்து தேங்கல் (Stagnation) பகுதியை அணுகும்போது இறுக்கத்துக்கு ஆளாகிறது. அதன் காரணமாக முதலில் அதன் வெப்பநிலை உயரும். அடுத்து பரப்பின் மேலாக உள்ள எல்லைப்படலத்தில் உராய்வு காரணமாக இயக்க ஆற்றல் சிதைவடைவதன் காரணமாகவும் வெப்பநிலை உயர்வு ஏற்படும். வளிமப் படலங்களின் சுயேச்சையான திசைவேகம், ஒரு திடப்பரப்புக்கு அருகில் சுழியாகக் குறையும்போது ஒரு வெப்ப மாற்றீட்டற்ற இறுக்கம் ஏற்பட்டுப் பெருமமான வெப்ப நிலை உயர்வு உண்டாகிறது. இந்தப் பெரும வெப்பநிலை திண்மப் பரப்பின் திசைவேகத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது. எ-டு: 4000 அடி/விநாடி என்ற வேகத்தில் பாயும் ஒரு ஏவுகணையின் பரப்புக்கு அருகில் 1500 F பாகை வரை வெப்பநிலைக்குச் சமமான வெப்பநிலை தோன்றும். தேங்கல் பகுதியிலும் கிட்டத்தட்ட பெரும வெப்பநிலைக்குச் சமமான வெப்பநிலைகள் உண்டாகின்றன. வளிமப் பாய்ச்சலின் பின் பகுதியில்

அழுத்தம் குறைந்து எல்லைப்படலத்தின் வெளி விளிம்பை நோக்கி வெப்பச் சலனம் ஏற்படுவதால் பெரும வெப்பநிலைகள் குறைவாக இருக்கும்.

உறைதலும் கொதித்தலும். வெப்பம் விடுவிக்கப்படுகிற உறைதலும், வெப்பம் உட்கவரப்படுகிற கொதித்தலும் முக்கியமான கட்ட மாற்றுச் செயல் முறைகள். அந்த நிகழ்வுகளில் ஆவிகளும், நீர்மங்களும் இயக்கம் கொண்டிருப்பதால், ஆற்றல் இடப்பெயர்ச்சி முக்கியமாக வெப்பச் சலனத்தின் அடிப்படையிலேயே தல மற்றும் சராசரி வெப்ப இடப்பெயர்ச்சிக் குணகங்கள் கணக்கிடப்பட்டு நியூட்டன் குளிர்வு விதிச் சமன்பாட்டில் பயன்படுத்தப்பட்டு, வெப்ப இடமாற்ற வீதங்கள் கணக்கிடப்படுகின்றன.

இவற்றின் ஆவியாதலின் உள்ளூறை வெப்பத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகளும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. ஒரு பிரதேசத்தின் ஓர் ஒற்றைப் பொருளின் தெவிட்டிய அல்லது மிகு தெவிட்டிய ஆவி பரவி இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். தெவிட்டல் வெப்பநிலையைவிடக் குறைவான வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பரப்பின் மேல் அந்த ஆவி படும்போது அதிலிருந்து வெப்பம் வெளியேறி, ஆவி தனது உள்ளூறை வெப்பத்தை விடுவித்துப் பரப்பின் மேல் நீர்மமாகப் படிகிறது. இவ்வாறான நீர்மமாதல் செயல்முறை இரண்டு வெவ்வேறான வழிகளில் நடைபெறக்கூடும். ஆனால் அவ்வாறு ஆவியிலோ பரப்பிலோ மாசுகள் இருந்தால் ஆவி சிறு சிறு துளிகளாகப் படியும்.

இந்தத் துளிகள் மெல்ல மெல்லப் பெரிதாகி, எடை அதிகரித்துப் பரப்பிலிருந்து கீழே வழிந்து ஓடத் தொடங்கும். அவ்வாறு ஓடும்போது அவை பரப்பில் புதிய துளிகள் உருவாகக்கூடிய காலி இடங்களை உண்டாக்குகின்றன. ஆவிக்கும் பரப்புக்கும் இடையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்கும்போது படல முறை நீர்மமாதலை விடத் துளி முறை நீர்மமாதல் 15 - 20 மடங்கு வரை அதிக அளவில் ஏற்படும். எனவே துளி முறை நீர்மமாதல் விரும்பத்தக்கது. ஆனால் அது எந்த விதமான சூழ்நிலைகளில் நிகழும் என்பதை முன்கூட்டியே ஊகித்துரைக்க முடியாது. அனுபவ

முடிவுகளின் அடிப்படையிலேயே அதற்கேற்ற வடிவமைப்புகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கொதித்தல் நிகழ்வுகளின்போது ஊடகத்தில் பல ஆளுகைப் பகுதிகள் இருப்பதாக ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. சூடான பரப்புக்கும் அதிலிருந்து தள்ளி அமைந்துள்ள பாய்மத்துக்கும் இடையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடு (Δt) ஒரு முக்கியமான சுயேச்சைமாறி ஆகும். இந்த வேறுபாடு 10 பாரன்ஹீட் பாகைக்கும் குறைவாக உள்ளபோது, நீர்மம் இயல்பான வெப்பச் சலனத்தின் மூலம் மிகு சூடாக்கப்படுகிறது. (q/A) என்ற அளவு (Δf) க்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். (Δf) மேலும் அதிகரித்தபோது சூடான பரப்பின் மேல் செயலுறு மையக் கருக்களில் குமிழ்கள் உருவாகின்றன.

இந்தக் குமிழ்கள் தாம் தோன்றிய இடத்திலிருந்து விடுபட்டு நீர்மத்தின் வழியாக மேலே எழும்புகின்றன. அப்போது அவை நீர்மத்தை கலக்கிவிடுகின்றன. இயல்பான வெப்பச் சலனத்தின் காரணமாக ஏற்படும் வெப்ப இடப்பெயர்ச்சியைவிடப் பன்மடங்கு அதிகமான அளவில் இத்தகைய கலக்கல் வெப்ப இடப் பெயர்ச்சி உண்டாகிறது. இந்த நிகழ்வு கரு தோன்றிக் கொதித்தல் (Nucleate) எனப்படும். (q/A) என்ற அளவு (Δt^3) அல்லது (Δt^4) க்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். குமிழ்கள் வெகு விரைவாக உருவாகத் தொடங்கினால் அவை உருவான இடத்திலிருந்து விடுபடுவதற்கு முன்பாக மற்ற குமிழ்களுடன் இணையத் தொடங்கிவிடும். அப்போது நீர்மத்துக்குள் ஓர் ஆவிப்படலம் தோன்றும். வெப்பம் அதன் வழியாகக் கடத்தல் மூலம் பரவ நேரிடும். அப்போது சூடாதல் வீதம் (Δt) யுடன் குறையும். ஆவிப்படலம் முழுமையாக உருவாகிவிட்ட பிறகு வெப்பம் கதிர்வீசல் மூலமாகவும் கடத்தல் மூலமாகவும் ஆவிப்படலத்தின் வழியாக வெளியேறும். கொதித்தலின்போது ஏராளமான வெப்ப ஆற்றல் இடப்பெயர்ச்சி வீதங்களின் காரணமாக தோன்றுகிற உயர்ந்த வெப்ப இடப்பெயர்ச்சி அதை உட்கவருவதற்காக நீர்மங்களின் கொதித்தலைப் பயன்படுத்தப்படுவது இந்த நோக்கத்திலேயே ஆகும். ஆவி அழுத்தம் மூலமாக மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்யும் அமைப்புகள் வெற்றிகரமாக இயங்குவதற்கும் இதுவே காரணம்.

ஒரு வளிமத்தில் உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகளிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையில் இருக்கும் மூலக்கூறுகளுக்கு இயக்க ஆற்றல் மாற்றப்படுவதன் மூலம் வெப்பம் கடத்தப்படுகிறது. இதற்கு மூலக்கூறுகள் இடப்பெயர்ச்சி அடைய வேண்டும். இந்த நிகழ்வு நிறை இடப்பெயர்ச்சி எனப்படுகிறது. மூலக்கூறுகளின் இயல்பான தன்னிச்சைத் திசைவேகங்களுடன் கூடவே அவற்றுக்கு நிச்சயமான ஆனால் வெவ்வேறான பாய்வுத் திசைவேகங்களும் இருக்குமானால் நிறை இடப்பெயர்ச்சியின் கூடவே உந்த இடப்பெயர்ச்சியும் தோன்றும். எனவே நிறை, உந்தம், வெப்பம் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் இட மாற்றங்கள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டவை. இத்தகைய இடைத் தொடர்புகள் கடத்தல், வெப்பச்சலனம் ஆகிய இரு நிகழ்வுகளிலும் காணப்படுகின்றன. நிறை, உந்தம், வெப்பம் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் இட மாற்றங்கள் ஒரே மாதிரியான சமன்பாடுகளால் குறிப்பிடப்படும். நிறைகடத்தல்

$(W/A = D_{ab} \delta u / \delta y)$ என்ற சமன்பாட்டாலும் உந்தக் கடத்தல்

$$\sigma = \frac{W}{A} \Delta U = \mu_{ab} \frac{\delta u}{\delta y}$$

என்ற சமன்பாட்டாலும் வெப்பக் கடத்தல்

$$\frac{q}{A} = -K \frac{\delta t}{\delta y}$$

என்ற சமன்பாட்டாலும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. நிறைக் கடத்தலில் (q/A) என்பது (α) என்ற ஆக்கக்கூறு b என்ற ஆக்கக் கூறின் வழியாக அலகு நேரத்தில் அலகு பரப்பில் கடத்தப்படும் நிறையைக் குறிக்கிறது. (D_{ab}) என்ற விரவல் எண் (a) என்ற ஆக்கக் கூறின் மூலக்கூறுகள் (b) என்ற ஆக்கக்கூறின் வழியாக விரவுகிற தன்மையைக் காட்டுகிற குணகம். (c) என்பது (a) என்ற வளிமத்தின் செறிவு. அது நிறை/பருமம் ஆகும். அதுதான் நிறை மாற்றத்தைத் தூண்டுகிற விசை காரணி. உந்த இடமாற்றத்தை விவரிக்கிற சமன்பாடு, அடிப்படையில் நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்கவிதியை விவரிக்கிற சமன்பாடே ஆகும். (D_{ab}, μ, k) ஆகியவை போக்குவரத்து பண்புகள் எனப்படும். வெப்ப சலனத்தில் நிறை, இடப்பெயர்ச்சி

$w/A(Pv)c$ என்ற சமன்பாட்டாலும் உந்த இடப்பெயர்ச்சி $\sigma_z(Pv)u$ என்ற சமன்பாட்டாலும் வெப்ப இடப்பெயர்ச்சி $w/A=(Pv)cpt$ என்ற சமன்பாட்டினாலும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. Pv என்ற ஒரே நிறைப் பாய்மம் செறிவு (P) , திசைவேகம் (u) எந்தால்பி (p) ஆகியவற்றைச் சமந்து செல்கிறது.

இவ்வாறு அடிப்படைச் சமன்பாடுகளினிடையே காணப்படுகிற ஒற்றுமையிலிருந்து ஒரு நிகழ்வுக்கான தீர்வுகள் மற்ற நிகழ்வுகளுக்கும் பொருத்தமாக இருக்கும் என்று அறியலாம். ஒரு நீர்மப் பரப்பிலிருந்து ஆவி மூலக்கூறுகள் வெளிப்பட்டு அதற்கு மேலாக உள்ள காற்றில் பரவுவது, அதில் நீர்மமாக உறைவது போன்ற நிகழ்வுகளுக்கு இது ஆய்வுகள் மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் ஒரு நிகழ்வு மற்ற நிகழ்வுகளுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்காத வேளைகளில்தான் இத்தகைய ஒத்த தீர்வுகள் பயன்பட முடியும். பரிமாற்ற வீதங்கள் உயர்ந்தவையாகவும் நிகழ்வுகளில் பங்கு கொள்கிற இனங்களின் பண்புகள் வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவற்றுடன் மாறக்கூடியவையாகவும் இருக்கும் போது ஒவ்வொரு போக்குவரத்து நிகழ்வையும் ஆளுகிற வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளைச் சேர்ந்தார்ப் போல தீர்வு செய்யவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படுகிறது.

வளி மண்டல வெப்பச் சலனம். 1898ஆம் ஆண்டில் போர்ட் (Bort) என்பார் வளி மண்டலத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகளைச் செய்தார். அதன் பிறகு வளி மண்டலத்தின் வெவ்வேறு உயரங்களில் உள்ள அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவை பலூன்களிலும் ராக்கெட்டுகளிலும், விண்வெளிக் கலங்களிலும் பொருத்தப்பட்ட கருவிகளின் உதவியால் அளவிடப்பட்டன. இத்தகைய ஆய்வுகளின் மூலம் வளி மண்டலமானது ட்ரோபோஸ்பியர் (Troposphere), ஸ்டிரேடோஸ்பியர் (Stratosphere), அயனிக் கோளம் (Ionosphere) என்ற மூன்று நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட மண்டலங்களைக் கொண்டது என்பது தெரிய வந்தது.

ட்ரோபோஸ்பியர் வெப்பச் சலன மண்டலம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. அது மற்ற மண்டலங்களைவிட அடர்த்தி மிகுந்தது. எனவே அது

கீழாக அமைந்துள்ளது. புவிப்பரப்பிலிருந்து 5-10 மைல் வரையான உயரங்களுக்கு அது பரவியுள்ளது.

வளி மண்டலத்தின் மொத்தப் பருமத்தில் ட்ரோபோஸ்பியரின் பருமன் 300இல் ஒரு பங்கே இருந்தாலும், அதன் எடை, வளிமண்டலத்தின் மொத்த எடையில் 79 சதவீதமாக உள்ளது. ட்ரோபோஸ்பியரில் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட செங்குத்தான வெப்பநிலைச் சரிவு காணப்படுகிறது. இப்பகுதியில் ஒரு மைலுக்கு 6 செல்சியஸ் பாகை வீதம் வெப்பநிலை குறைகிறது. தரையை ஒட்டியிருக்கிற காற்றுப்படலங்கள் அதை நேரடியாகத் தொடுவதாலும், அதிலிருந்து வெளிப்படுகிற வெப்பக் கதிர்களினாலும் சூடாக்கப்படுகின்றன. அதன் காரணமாக அவற்றின் அடர்த்தி குறைகிறது. இதற்கு மாறாக உயரத்தில் உள்ள காற்றுப் படலங்கள் தாம் பெறுகிறதைவிட அதிகமான வெப்பத்தைக் கதிர் வீசல் மூலம் இழந்து குளிர்ச்சியாகி அடர்த்தி மிகுந்தவை ஆகின்றன. இவ்வாறு சூடான காற்றுப் படலங்கள் மேலே ஏறுவதாயும் குளிர்ந்த காற்றுப் படலங்கள் கீழே இறங்குவதாயும் அமைந்த ஒரு வெப்பச்சலன இயக்கம் உண்டாகிறது.

ட்ரோபோஸ்பியர் எப்போதும் நிரந்தரமான ஒரு வெப்பச் சலனச் சமநிலையைப் பெற்றிருக்கிறது. மேலே செல்லச் செல்ல அழுத்தம் குறைவதால் மேலே ஏறுகிற சூடான காற்று வெப்ப மாற்றீடற்ற விரிவு முறையில் குளிர்ச்சி அடைகிறது. மேலேயிருந்து கீழே வந்து கொண்டிருக்கிற குளிர்ந்த காற்று வெப்பச் சலனம் ட்ரோபோஸ்பியரில் ஒரு நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட செங்குத்தான வெப்பநிலைச் சரிவைத் தோற்றுவிக்கிறது. மேலே செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைகிறது. இந்த வெப்பநிலைச் சரிவு நன்கு பராமரிக்கப்படுவதால் ட்ரோபோஸ்பியர் வெப்ப மாற்றீடற்ற சமநிலை மண்டலம் எனவும் விவரிக்கப்படும். இந்தச் செங்குத்தான வெப்பச் சலனம் காரணமாக வளிமண்டலக் காற்று நன்றாகக் கலக்கி விடப்படுகிறது. வெவ்வேறு வளிமங்கள் ஒரே கீராக வளி மண்டலம் முழுவதிலும் மாறா விகிதத்தில் பரவி விடுகின்றன. தரையிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பக் கதிர்கள் எல்லா உயரங்களிலும் உள்ள காற்றுப் படலங்களுக்கு ஒரே அளவில் வெப்ப ஆற்றலைத் தருகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்துக்கு மேலே காற்றுப் படலங்கள் கதிர் வீசல் மூலம் பெறுகின்ற

வெப்பத்தின் அளவும் இழக்கிற வெப்பத்தின் அளவும் சமமாகிவிடும். அந்தப் படலம் முழுவதும் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறாத வெப்பநிலையை உடையதாக ஆகிவிடும். அங்கு வெப்பச்சலனம் நடைபெறாது. இது ட்ரோபோஸ்பியரின் மேல் விளிம்பு ஆகும். அந்தப் பகுதி ட்ரோபோபாஸ் (Tropopause) எனப்படும். அது நில நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் தரையிலிருந்து 10 மைல் உயரத்திலும் துருவப் பகுதியில் 5 மைல் உயரத்திலும் அமைந்திருக்கிறது. கோடைக் காலங்களில் அதன் உயரம் குளிர் காலத்தில் இருப்பதைவிடச் சற்றே அதிகமாக இருக்கும். நில நடுக்கோட்டிற்கு மேலாக உள்ள ட்ரோபோபாசின் வெப்பநிலை 80 செல்சியஸ் பாகையாகவும், துருவங்களுக்கு மேலாக உள்ள ட்ரோபோபாசின் வெப்பநிலை 50 செல்சியஸ் பாகையாகவும் இருக்கிறது. நில நடுக்கோட்டுப் பகுதிக்கு மேலே ட்ரோபோஸ்பியர் அதிக உயரத்தில் இருப்பதும், துருவப் பகுதிகளுக்கு மேலாக உள்ள மண்டலத்தில் ஒசோனின் அளவு அதிக அளவில் இருந்து சூரியக் கதிர்களை அதிக அளவில் உட்கவர்ந்து சூடாகி விடுவதும் இந்த வெப்பநிலை வேறுபாடுகளுக்குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

வெப்பச் சலனத்தின் பயன்கள். இயற்கையில் ஏற்படும் காற்றோட்டங்கள் வெப்பச் சலனத்தின் காரணமாகவே ஏற்படுகின்றன. கடற்கரைகளில் அமைந்துள்ள இடங்களில் தோன்றும் தல அளவிலான வெப்பச் சலனங்களின் காரணமாகக் கடற்காற்று, தரைக் காற்று ஆகியவை உண்டாகும். பகல் நேரங்களில் தரைபரப்பு கடல் பரப்பைவிட அதிக அளவில் சூடாகிறது. தரைப் பரப்பின் வெப்ப எண் குறைவாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம். தரைப் பரப்புக்கு மேலாக உள்ள காற்று அதிகச் சூடாகி மேலே எழும்பிச் செல்லுகிறது. அதனால் ஏற்படும் காலியிடத்தை நிரப்பக் கடலிலிருந்து குளிர்ந்தக் காற்று நிலத்தை நோக்கி வீசுகிறது. இது கடற்கரையோரமாகப் பல மைல்களுக்கு நீண்டுள்ள சமவெளிப் பகுதிகளில் வீசும். கடற்கரையை ஒட்டி உயர்ந்த மலைப் பகுதிகள் இருந்தால், அப்பகுதிகளின் வெப்பநிலை கடல் பரப்புக்கு மேல் உள்ளதைவிடக் குறைவாக அமைந்து நிலத்திலிருந்து கடலை நோக்கிக் காற்று வீசும். சமவெளிகளில் இரவு நேரங்களில் தரைப் பரப்பு கடல் பரப்பைவிட விரைவாகக் குளிர்ச்சி அடையும்.

எனவே கடல் பரப்பை ஒட்டிய காற்று மேல் நோக்கிச் செல்லும். தரையிலிருந்து கடலை நோக்கிக் காற்றும் வீசும். இந்த மாதிரியான கடற் காற்றுகளும் தரைக் காற்றுகளும் வீசுவதால் சிறிய கரையோரப் பிரதேசங்களில் வெப்பநிலை அளவுக்கு மீறி அதிகரித்துவிடாமலும் அல்லது குறைந்துவிடாமலும் தடுக்கப்படுகிறது. அத்தகைய இடங்களில் மிதமான தட்பவெப்பநிலைகள் நிலவ இது உதவியாக இருக்கிறது. ஆனால் பெரும் அளவில் புயல்கள் போன்ற வலுமிக்கக் காற்றோட்டங்கள் தோன்றும் போது தரைக் காற்றும் கடற்காற்றும் மறைக்கப்பட்டு விடுகின்றன.

கோடைக் காலங்களில் வெப்பப் பிரதேசங்கள் அதிக அளவில் சூடாகி அங்குள்ள காற்றும் சூடாகி மேலே எழும்புகிறது. மித வெப்பப் பிரதேசங்களிலிருந்தும் துருவப் பகுதிகளிலிருந்தும் காற்று வெப்பப் பிரதேசங்களை நோக்கி வீசத் தொடங்குகிறது. கடல் காற்று, தரைக்காற்று ஆகியவற்றைப்போல இதுவும் ஒரு வெப்பச் சலன விளைவே எனினும் இது அவற்றைவிட விரிவான அளவில் தோன்றுவது ஆகும். பூமி சுழலாமல் இருந்தால் தெற்கிலிருந்தும் வடக்கிலிருந்தும் இந்தக் காற்று வீசிக்கொண்டிருக்கும். ஆனால் பூமி மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுழலுவதால், பூமியிலிருந்து கொண்டு பார்க்கும்போது வடக்கிலிருந்து வரும் காற்று வடக்கிலிருந்து வருவதைப் போலவும், தெற்கிலிருந்து வரும் காற்று தென்மேற்கிலிருந்தும் வருகிறதைப் போல தோற்றமளிக்கின்றன. புராதான காலங்களில் பாய்மரக் கப்பல்கள் இந்தக் காற்றுகளின் உதவியால் பல நாடுகளுக்கும் சென்று வர்த்தகத்திற்கு பேருதவி செய்தன. இதன் காரணமாக இவற்றுக்கு வர்த்தகக் காற்று எனவும் பெயர் உண்டு.

வீடுகளிலுள்ள அறைகளில் ஜன்னல்கள் தரை மட்டத்துக்கு அருகிலும் காற்றுப்போக்கிகள் கூரைகளுக்கு அருகிலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மூச்சுக் காற்று சூடாக இருக்குமாதலால் அவை மேலே சென்று காற்றுப்போக்கிகள் வழியே வெளியேறும். அதன் காரணமாகக் குளிர்ந்த, புதிய காற்று ஜன்னல்கள் வழியாக உள்ளே வரும். இந்த இயல்பான வெப்பச் சலனத்தை விரைவுபடுத்துவதற்காகக் காற்று போக்கிகளில் மின் விசிறிகளைப் பொருத்தலாம்.

மக்கள் அதிக அளவில் கூடும் அரங்குகளில் இத்தகைய வலிந்த வெப்பச் சலனம் இன்றியமையாததாகிவிடுகிறது. குளிர் நாடுகளில் வெப்பமூட்டுவதற்காகத் திறந்த கணப்புகள் இருக்கும். அவற்றுக்கு மேல் செங்குத்தாக உயர்ந்த புகைப்போக்கிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கணப்பிலிருந்து சூடான காற்று புகைபோக்கி வழியாக மேலே சென்று வெளியேறும்போது ஜன்னல்கள் மூலமாகப் புதிய காற்று உள்ளே வரும். அதனால் கணப்பு நன்றாக எரியும். இவ்வாறு புகை போக்கி அமைப்பு கொண்ட சிறிய அடுப்புகளும் நல்ல முறையில் எரியும். வீட்டில் பயன்படும் சிமினி விளக்கு, ஹரிகேன் விளக்கு ஆகியவற்றிலும் இதே தத்துவம் செயல்படுகிறது. நீரில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனத்தைப் பயன்படுத்திச் சூடான நீரை மேல் நிலைத் தொட்டிகளில் நிரப்பிக் கொள்ளலாம். இந்த நீரை வீட்டுக்குள் செல்லும் குழாய்கள் மூலமாகச் செலுத்திக் குளிர் காலங்களில் வீடு கதகதப்பாக இருக்கும்படி செய்யலாம்.

மின் குமிழ் விளக்குகளில் கம்பி இழை சுருட்டப்பட்ட சுருள் வடிவத்தில் அமைக்கப்படுவதால் அதில் வெப்பச் சலனம் தடுக்கப்படுகிறது.

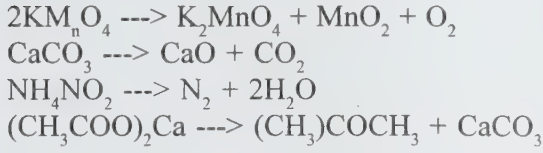
கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.S.Mathur., *Fundamentals of Heat*, Sultan Chand, Delhi, 1985.

வெப்பச் சிதைவு

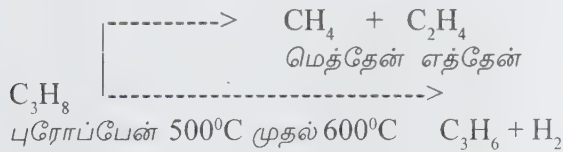
வெப்ப மேலூட்டால் மட்டுமே ஒரு பொருள் வேதிமாற்றம் கண்டால் அந்நிகழ்ச்சி வெப்பச் சிதைவு எனப்படும். வெப்ப ஆற்றலால் சிதைவுறுதல், வெப்பத்தை உட்கொண்டு மூலக்கூறு இடமாற்றம் காணல், வெப்பத்தினால் நிகழும் பல்லுறுப்பாக்கல் ஆகியன வெப்பச் சிதைவில் அடங்கும். ஒளி மற்றும் மின்னாற்றல் போன்ற மற்றவகை ஆற்றல்களினாலோ, வினையூக்கியினாலோ தூண்டப்பட்ட வினைகள்

இவ்வகையில் சேர்க்கப்படமாட்டா. வெப்பச் சிதைவுக்குச் சில எளிய எடுத்துக்காட்டுகள்.



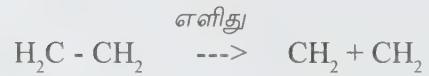
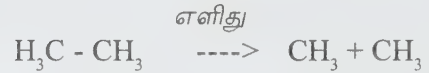
தொழிலக வழிமுறைகளில் பெட்ரோலிய நீர்மங்களின் பிளத்தல் வினை (cracking), மரம், கரி ஆகியவற்றை சிதைத்துவடித்தல் (destructive distillation) மெத்தேனை காற்றுப்புகா கலனில் சூடுபடுத்தி மை கரி (carbon black) தயாரித்தல், எத்தில் பென்சினிலிருந்து ஸ்டைரீனைப் பெறுதல் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்க வெப்பச் சிதைவுகளாகும். பொதுவாக, கரிமச் சேர்மங்களின் வெப்பச் சிதைவே தொழிற்சாலைகளில் முதன்மையானது.

இயக்கம் (mechanism). பெரும்பாலான கரிமவகை வெப்பச் சிதைவு வினைகள் தனித்தியங்கு உறுப்புக்களை (free radicals) இடைநிலைப் பொருட்களாகக் (intermediates) கொண்டுள்ளன. புரோப்பேனும் பியூட்டேனும் வெப்பத்தால் சிதைவுறுதல் இவ்வியங்கு முறையைப் பின்பற்றி நிகழ்கிறது. இவ்விரு மூலக்கூறுகளும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வழிகளில் சிதைவுறுகின்றன. எந்தப் பிணைப்பு முறிவுக்கு உள்ளாகிறது என்பதனைப் பொறுத்து விளைபொருள்கள் தோன்றுகின்றன.



C-H பிணைப்புக்களை மட்டுமே கொண்ட

மெத்தேனின் பிணைப்பாற்றல் (1660 கி.சூ / மோல்) C = C மற்றும் C-H பிணைப்புக்களுடைய எத்திலினின் பிணைப்பாற்றலை விடக் (+ 2250 மோல்) குறைவாக இருப்பினும், மெத்தேனைச் சிதைவுறுத்துவதற்கு மிக உயர் வெப்பநிலை (1000°C) தேவைப்படுகிறது. C-H பிணைப்பு, C-C பிணைப்பைவிட வலுமிக்கதாக இருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.



அறை வெப்பநிலைகளில் வேதிப் பிணைப்பு விரைசுருளைப் போன்று சுருங்கி விரிகிறது. வெப்ப நிலையை உயர்த்தும் போது, இப்பிணைப்புகள் வெப்ப ஆற்றலை ஏற்றுக்கொண்டு, கூடுதலான வீச்சுடன் ஊசலாடுகின்றன. மீவெப்பநிலைகளில் வீச்சு முடிவுறா நிலை (infinite amplitude) எய்தி, இதன் விளைவாகப் பிணைப்பு முறிகிறது.

வெப்பச் சிதைவில் தனித்தியங்கு உறுப்புக்கள் இடைநிலையில் உருவாகின்றன என்ற உண்மையை பாணெத் என்பாரும் ஹோஃபெட்டீஸ் என்பாரும் 1929இல் கண்டறிந்தனர். டெட்ரா மெத்தில் காரியம் (TetraMethyl Lead - TML) எனும் சேர்மத்தை வெப்பச் சிதைவுக்குட்படுத்தி, மெத்தில் உறுப்புக்களைத் தோற்றுவித்தனர். இச்சேர்மத்தின் ஆவியை ஒரு குவார்டீஸ் குழாயின் வழியே 700°-800° C. வெப்பநிலையிலும், குறைந்த அழுத்தத்திலும் செலுத்தி, காரியத்தினாலான கண்ணாடிப் படிவத்தை உருவாக்கினார். இதிலிருந்து வெளியாகும் மெத்தில் உறுப்புக்களை வேறொரு பகுதியில் முன்பே படிந்துள்ள காரியத்துடன் வினைப்பட்டு, அக்கண்ணாடிப் படிவை அகற்றுகின்றது. TML மீண்டும் பெறப்படுகிறது. பாணெத் ஆடி ஆய்வு (paneth mirror technique) என்ற இவ்வழிமுறை வெப்பச் சிதைவுத்துறையில் இன்றியமையாதது. டைஃபீனைல் மெர்குரி என்ற சேர்மத்தை 200° C. வெப்பநிலையிலேயே இந்த ஆய்வுக்குட்படுத்தலாம்.

தனித்தியங்கு உறுப்புக்கள் இடைநிலை அமைப்புக்களாக உருவாக வேண்டுமென்றால், வினை சங்கிலித் தொடர் இயக்கம் (chain mechanism) கொண்டதாக இருத்தல் வேண்டும். இவ்வகை இயங்கு முறையில் சங்கிலித் தொடர் தொடக்கம், பரவல், முடிதல் என்று மூன்று நிலைகள் இருக்கும்.

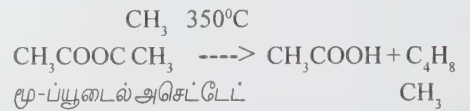
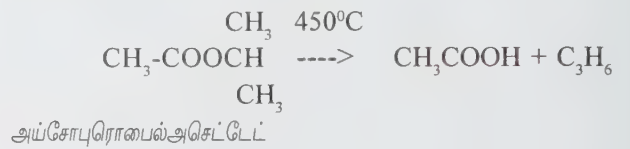
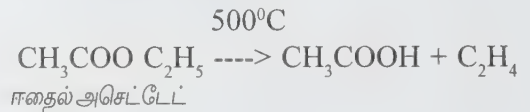
வெடித்தல் வினை, பல்லுறுப்பாக்கல் வினை, எரிதல், இடித்தல் (knocking) போன்ற பலவகை வினைகளுக்கும் அடிப்படை சங்கிலித் தொடர் வினையேயாகும். உட்கனல் பொறிகளில் (internal combustion engines) நீண்ட மூலக்கூறுச் சங்கிலிகளாலான ஹைட்ரோகார்பன்களைக் கொண்ட பெட்ரோல் வகை எரிமங்களைப் பயன்படுத்தும் போது, மெல்லிய வெடித்தல் நிகழ்ந்து பொறியின் திறனைக் குறைப்பதுடன், பொறி உறுப்புக்களின் தேய்மானத்தைக் கூடுதலாக்குகிறது. இடித்தல் என்ற இந்நிகழ்வினைத் தடுப்பதற்கு பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ள வழிமுறைகளுள் டெட்ரா எத்தில் காரியம் (TEL) எனும் சேர்மத்தைப் பெட்ரோலுடன் கலத்தல் ஆகும். TEL பொறியில் வெப்பத்தால் சிதைவுற்று எத்தில் உறுப்புக்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இத்தனித்தியங்கு உறுப்புக்கள் இடித்தல் வினையில் இடைநிலை உறுப்புக்களுடன் இணைந்து, இடித்தலை ஒடுக்குகிறது.

வெப்பத்தால் மட்டுமே சிதைக்கும் முறையும், வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்தி சிதைக்கும் முறையும் வெவ்வேறு இயங்கு முறைகளைக் கொண்டவை.

மரம், நிலக்கரி ஆகியவற்றைக் காற்றுப் புகாத கலனில் சூடேற்றும் முறை சிதைத்து வடித்தல் என்ற பெயரில் வழங்கப்படுகிறது. மரத்தைச் சிதைத்து வடிப்பதால் பைரோலிக்னியஸ் அமிலம் என்ற நீர்மம் கிடைக்கிறது. மெத்தனால், அசெட்டிக் அமிலம், அசெட்டோன் ஆகிய வேதிப் பொருட்கள் இந்நீர்மத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்தலால் கல்கரியும், கரித்தாரும் தோன்றுகின்றன. கல்கரி உலோகப் பிரிப்பிலும், கரித்தார்பல வேதிப் பொருள்களின் மூலப் பொருளாகவும் ஈடுபடுத்தப்படுகின்றன.

பென்சினைப் போன்ற அரோமாடிக் சேர்மங்கள் அல்கேன்களை விட நிலைத்தன்மை

மிக்கவை. பென்சீன் 700-750° C வெப்ப நிலை வரம்பில் சிதைந்து, மீண்டும் இணைந்து, இரு ஃபினைல், மூஃபினைல் ஆகிய சேர்மங்களையும், டொலுவின் 600° C இல் சிதைவுற்று பென்சைல் உறுப்புக்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. 800-800° செ. வரம்பில் நாப்தலின், ஆந்த்ரசின் மற்றும் சிகரெட் புகையில் மலிந்துள்ள புற்று நோய் தோற்றிகளான தார் பொருட்கள் ஆகியன தோன்றுகின்றன. இவ்வினையில் மூமீதைன் (C₃H₃), நாமீதைன் (C₄H₄) எனும் இடைநிலை உறுப்புக்கள் தோன்றுகின்றன. 700° C இல் தானிக் நீரின் சிதைவுற்று பென்சைன் (C₆H₄) எனும் நிலையற்ற மூலக்கூறையும், அசெட்டோன் சிதைவுற்று கீட்டோன், CH₂ = C = O, என்ற பொருளையும் தருகின்றன. தனித்தியங்கு உறுப்புக்கள் இடம்பெறாத வெப்பச் சிதைவுகளும் உள்ளன. சில எஸ்டர்களை சூடுபடுத்தினால் அமிலங்களும், ஹைட்ரோ கார்பன்களும் தோன்றுகின்றன. மெத்தில் எஸ்டர்களுக்கு 600° C வெப்பநிலை தேவை.



எஸ்டரின் வெப்பச் சிதைவு ஒரு வளைய உரு இடைநிலைத் தன்மை மாறுநிலையைக் (cyclic transition state) கொண்டது.

வினைல் எத்தில் ஈதரை 250° C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றினால் அது புயீட்டினி என்ற ஆல்டிஹைடாக மாறுகிறது. ஃபினைல் அல்லைல் ஈதர்களை 250° C வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தும் போது, அல்லைல் ஃபினாலாக மாறுகிறது. இவ்வினை கிளெய்சன் இடமாற்றவினை என்றழைக்கப்படுகிறது.

ஆக்சோனியம் உப்புக்களும், அமோனியம் உப்புக்களும் சல்போனியம் உப்புக்களும் 360° C வெப்பநிலையில் சிதைவுறுகின்றன. இவ்வகை வினைகளிலிருந்து அமோனியம் உறுப்பில் ஒரு பிணைப்பு மூன்று இணைப்புகளைக் காட்டிலும் வலுகுறைந்தது என்பது தெளிவானது.

செஞ்சூடு

அசெட்டிலின் ----- பென்சின்

வெப்பச் சிதைவின் இரு பெரும் பயன்களை முறையே ஆற்றல் துறையிலும், வேதிப்பொருள் தயாரிப்புத் துறையிலும் காணலாம். பெட்ரோலிய எரிமங்களில் பெட்ரோலை விட உயர் கொதிநிலைகளைக் கொண்ட மண்ணெண்ணெய், டீசல் போன்றவற்றிலிருந்து பிளத்தல் வினை வாயிலாக பெட்ரோலைத் தயாரித்தலும், நிலக்கரியை சிதைத்து வடித்து கல்கரியும், கரித்தாரும் தயாரித்தலும் பயனுறு வேதியியலில் (applied chemistry) முதன்மை பெறும் செயல் முறைகளாகும்.

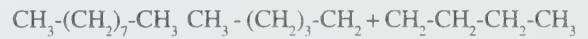
பிளத்தல். வெப்பவழிப் பிளத்தல் (thermal cracking) டீசல், மண்ணெண்ணெய், நாஃப்தா ஆகியவற்றின் மீது நிகழ்த்தப்படுகிறது. குறைந்த அழுத்தமும் (10 கி.கி. செ.மீ²) உயர் வெப்பநிலையும் (500° செ.) பயன்படுத்தினால் குறைந்த மூலக்கூறு எடை கொண்ட எளிதில் ஆவியாகவல்ல ஹைட்ரோகார்பன்கள் கிடைக்கும். உயர் அழுத்தமும் (3 கி.கிராம் செ.மீ²) குறைந்த வெப்பநிலையும் (500° செ.) உயர் மூலக்கூறு எடை கொண்ட எளிதில் ஆவியாகாத ஹைட்ரோ கார்பன்களைத் தோற்றுவிக்கும் உயர் மூலக்கூறு எடை கொண்ட கசடுகள் எளிதில் பிளத்தல் வினைக்கு உள்ளாகின்றன. நீண்ட வினைக்காலம் தேவைப்படும் கசடுகளை மீண்டும் மீண்டும் வினைக்குட்படுத்தி, மாற்றத்தின் விழுக்காட்டைக் கூடுதலாக்கலாம். பிளத்தல் முறையில், முதலினை வாவைவடிவித்தலில் ஆவியாகாது எஞ்சிய எண்ணெயை அதன் கொதிநிலையைக் காட்டிலும் உயர் வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தி C-C பிணைப்பை முறிக்கலாம். உயர் அழுத்தத்தை நிறுவுவதனால் பிளக்கப்பட்ட எஞ்சிய எண்ணெயை ஆவியாகாமல் தடுக்கலாம். விளைபொருள்களுள் குறைந்த கொதிநிலை கொண்ட

நீர்மம், வாயுக்கள் மற்றும் கரி ஆகியன அடங்கும்.

பிளத்தல் நிகழும் போது வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவற்றை தக்கவாறு திருத்தியமைத்தால் பெட்ரோலியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட வேதித் தொழிலில் தேவைப்படும் நிறையுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்களை நிறைந்த அளவில் பெறலாம். ஆனால் பெட்ரோல் தயாரிப்புக்கு நிறையுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்கள் உருவாதல் விரும்பத் தக்கதன்று. ஏனெனில், இவை பெட்ரோலை சேமித்து வைக்கும் போதும், பொறியில் பயன்படுத்தும்போதும் எளிதில் ஆக்சிசனேற்றமும் பலபடியாக்கமும் அடையக் கூடும்.

வெப்பச் சிதைவு முறை பெட்ரோலிய கசட்டு எண்ணெயின் பாகுநிலையைக் குறைப்பதற்குப் பயனாகிறது. மசுகுப் பொருளாகப் பயன்படும் இந்த எண்ணெய் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளிலும் பாய்வு நிலையிலிருக்கும். பிளத்தலின் விளைபொருளை வாவை வடித்தலுக்குட்படுத்தி பெட்ரோல், எரிவாயு மற்றும் பாகுநிலை குறைந்த கசடு ஆகியவற்றைப் பெறலாம். டப் பிளத்தல் அறையிலிருந்து வெளியாகும் கசடை மீண்டும் நீண்ட நேரம் தீவிர பிளத்தல் வினைக்குட்படுத்தினால் பெட்ரோல், நாப்தா, டீசல் எண்ணெய், கல்கரி ஆகியன கிடைக்கும். பாரபின் மெழுகை (18 கார்பன் அணுக்கள் முதல் 56 வரை உடையது) தக்க பிளத்தல் வாயிலாக பெரும்பாலும் ஐந்து கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ஹைட்ரோ கார்பன்களைத் தயாரித்து சோப்பு வகையல்லாத சலவைத் தூளுக்கு மூலப்பொருளாக ஈடுபடுத்தலாம்.

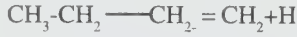
பிளத்தலின் இயங்குமுறை (சங்கிலித் தொடர் இயக்கம்). (i) சங்கிலித் துவக்கம். தனித்தியங்கு உறுப்புக்களின் தோற்றம்.



சங்கிலி பரவல். உறுப்புகளின் சங்கிலி நீளம் குறைதல்.



(ஆ) இருக்கையிலுள்ள பிணைப்பு முறிக்கிறது.
(ஆ) இருக்கையில் பிணைப்பு இல்லையெனில் ஹைட்ரசன் அணு பிரியும்.



(iii) சங்கிலி முடித்தல்



வெப்பவழிப் பிளத்தலில் பல்வேறு ஹைட்ரோகார்பன்களின் பிளத்தல் இயல்பு கீழ்க்கண்டவாறு ஏறு வரிசையில் உள்ளது.

பாரம் பீன்கள் < வளைய ஆல்கேன்கள் (நாப்தீன்கள்) < அரொமாடிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள், வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தி பிளத்தல் (தீவிரமாக நோக்கினால்) வெப்பச் சிதைவிலடங்காது. எனினும், வினையூக்கிகள் பங்கு எவ்வாறாயினும் வெப்பமின்றி சிதைவு நிகழாது. எனவே, இவ்வகைச் சிதைவையும் வெப்பச் சிதைவின் கீழ் கொணரலாம். பிளத்தல் நிகழும் வெப்ப நிலையைக் குறைக்கவும், மீ அழுத்தம் தேவைப்பட்டாத நிலையை உருவாக்கவும் வினையூக்கிகள் பயன்படுகின்றன. இங்கு பயன்படும் வினையூக்கிகளின் முதன்மையானவை இயற்கையில் கிடைக்கும் மாண்ட்மொரில்லொனைட்டுகள் அல்லது தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட சியோலைட்டுகளாகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் சிலிகேட் கனிமங்களாக இருப்பின் அவற்றை அமிலத்தில் அமிழ்த்திப் பயன்படுத்த வேண்டும். செயற்கை சிலிகேட்டுகளில் 87.5% சிலிக்காவும், 12.5% அலுமினாவும் உள்ளன. இப்பிளத்தல் வினையின் இயங்குமுறை வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தாமல் நிகழ்த்தப்படும் வெப்பப்பிளத்தல் முறையைப் போலன்றி கார்மோனியம் அயனிகளை இடைநிலைப் பொருட்களாகக் கொண்டது.

வினையூக்கியைப் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படும் கூடுதல் நன்மைகளாவன. (1) உயர் வெப்ப நிலைகளும் உயர் அழுத்தங்களும் தேவைப்படுவதில்லை. 0.1 கி.கிராம்/செ.மீ² - 500⁰ செ.

மட்டத்தில் வினையை நிகழ்த்தலாம்.

(2) பிளத்தலின் வினைபொருளில் கல்கரியும் வாயுக்களும் குறைவான விழுக்காடுகளிலும், நீர்மப் பொருள் (பெட்ரோல்) உயர் விழுக்காட்டிலும் கிடைக்கிறது.

(3) கிடைக்கும் பெட்ரோலில் ஆல்கன்கள் குறைவாகவும் அரொமாடிக் குகள் மலிந்தும் காணப்படுகின்றன. எனவே, மேலும் செப்பனிடத் தேவையில்லை.

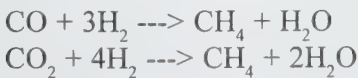
(4) C₁ - C₂ அல்கேன்களின் அளவு குறைந்தும், C₃ - C₄ அல்கேன் களின் அளவு கூடுதலாகவும் உள்ளன. வினையூக்கப் பிளத்தலை இரு வழிமுறைகளில் நிகழ்த்தலாம். (1) நிலைத்த வினையூக்க முறை அல்லது ஹெளட்ரி (Houdry process) முறை (2) பாய்மநிலை வினையூக்கி கொண்ட வழிமுறை. இரண்டாவது வழிமுறையில் பிளத்தலுக்குட்படுத்தப் படும் பெட்ரோலியப் பொருளுக்கும் வினையூக்கித் தூளுக்கும் தொடர்பு கூடுதலாகவுள்ளது. மேலும், வினைக்கலனில் புகுத்தப்படும் எண்ணெயை முன்வெப்ப மூட்டத்திற்குட்படுத்துவதால், கூடுதல் விழுக்காட்டில் பிளத்தல் நிகழ வாய்ப்புள்ளது.

உயர் ஹைட்ரோகார்பன் செறிந்த பெட்ரோலியப் பொருட்களை 112⁰C வெப்பநிலைக்கு (நீராவிபுடன் அதிக அழுத்தத்தில்) சூடாக்கினால், மைக்கரியும் (carbon black), உயர் கலோரி மதிப்புக் கொண்ட வளிமங்களும் கிடைக்கின்றன. மை கரிக்குக் கூடுதல் தேவை ஏற்படும்போது இம்முறை கையாளப்படுகிறது.

நிலக்கரியைக் காற்றுப் புகாமல் சிதைத்து வடித்தல் முறை ஒரு வேதிச் சுரங்கத்திற்கு வழிகாட்டியாகும். இம்முறையில் வெப்பநிலைக்குத் தக்கவாறு பல்வேறு கலவைகள் கிட்டுகின்றன. 260-270⁰ C, வரம்பில் நீர் H₂S மற்றும் மூலக்கூறு எடை குறைவாகக் கொண்ட ஆல்கேன்கள் மற்றும் அல்கீன்கள் வெளியாகின்றன. 310⁰ C-இல் எண்ணை வகைகளும், 350⁰ C-இல் புகைமூட்டம் போன்ற வாயுக்களும், தாரும் வெளியாகி, கரியின் பரப்பு

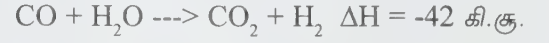
துளைமலிந்ததாகிறது. 400° C-இல் சில நிலக்கரிக்கள் மென்மையும் நெகிழ்ச்சியும் அடைந்துவிடுகின்றன. 450° செ.க்கு குறைவான வெப்பநிலைகளில் வெளிவரும் வாயுக்கள் யாவும் ஹைட்ரோ கார்பன்களாக உள்ளன. 700° Cக்கு மேல் ஹைட்ரஜனும் வெளியாகிறது. வளிம வெளியேற்றம் கரியை பஞ்சு போன்ற நிலைக்கு இட்டுச் செல்கிறது. இவ்வியல்பு மென்மையேற்றம் எனப்படும். எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களை உயர் விழுக்காட்டில் கொண்ட கரி கல்கரி தயாரிப்புக்கு உகந்ததல்ல. 90% கார்பனைக் கொண்ட கரியிலிருந்தே தரமான கல்கரி தயாரிக்க முடியும்.

பொதுவாக, கரியின் வெப்பச் சிதைவு 600° C-இலும் 1000° C-இலும் நிகழ்த்தப்படுகின்றது. 600° C-இல் நிகழ்த்தப்படுவது குறை வெப்பநிலை கரிச் செறிவூட்டல் (low temperature carbonisation) என்றும், 1000° C. வெப்பநிலையில் நிகழ்த்தப்படுவது உயர் வெப்பநிலை கரிச் செறிவூட்டல் (high temperature carbonisation) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. கல்கரி ஒரு வெப்பம் கடத்தாப் பொருள். எனவே கல்கரி பெரும்பாலும் நீண்ட குறுக்களவு குறைந்த அடுப்புக்களிலேயே தயாரிக்கப்பட்டது. கல்கரி தயாரிப்பு உலைகருவியில் பல வகைகள் உண்டு. (1) தேன் கூடு அடுப்பு (beehive oven) (2) உடன்வினை பொருள் தரும் உலை (3) பாய்ம நிலை கரிச் செறிவூட்டல். நிலக்கரியிலிருந்து பயன்மிகு வளிமங்களைப் பெறுவதற்கும் வெப்பச் சிதைவு முறை உதவுகின்றது. லூர்கி வழிமுறையில், ஆக்சிஜனும், மீசுருடுபடுத்தப்பட்ட நீராவியும் 30 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் நிலக்கரியுடனோ (பழுப்பு வகை மரமிகு கரி - peat எதுவாயினும்), கல்கரியுடனோ வினையுறுத்தப் படுகின்றன. முதலில் கார்பன் மோனோக்சைடு உருவாகிறது. பிறகு மீத்தேன் கிடைக்கிறது.



கரிச் செறிவூட்டல் முறையில் வினையும் நிலக்கரி வளிமத்தைத் தூய்மைப்படுத்துவது போலவே இவ்வளிமத்தையும் தூய்மைப்படுத்தினால் 17,000 கி.கூ/மீ³ என்ற அளவு கலோரி மதிப்பைப் பெறலாம்.

தரம் தாழ்ந்த நிலக்கரியிலிருந்து இம்முறையைப் பயன்படுத்தி பெறப்படும் வளிமத்தின் கலோரி மதிப்பைக் கீழ்க்கண்ட வினையைப் பயன்படுத்தி கூடுதலாக்கலாம்.



இவ்வினையில் ஹைட்ரஜன் விளைவதால், இது வினைவிளா வளிமத்தின் கலோரி மதிப்பை உயர்த்துகிறது. நீர் வளிம மாற்றுவினை என்ற இவ்வினை ஒரு வெப்ப உமிழ்வினையாகும். எனவே, தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில் ஹைட்ரஜனின் விளைச்சல் கூடுதலாகும். சமநிலையை விரைவில் எட்டுவதற்கு வினையூக்கிக் கலவைகளைப் (இரும்பு ஆக்சைடு - குரோமியம் ஆக்சைடு கலவை) பயன்படுத்தலாம். இந்நிலையில் பெறப்படும் எரிவளிமத்தின் கலோரி மதிப்பு 14000 கி.கூ/மீ³ ஆகும். இதிலுள்ள அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களை நீக்கினால் அதன் கலோரி மதிப்பு மேலும் கூடுதலாகும்.

நிலத்தடி நிலக்கரி வளிமமாக்கல் என்ற முறை சற்றே எளிய முறையாகும். நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் இரு துளைகளிட்டு, இரு துளைகளையும் இணைக்க வேண்டும். ஒரு துளை வழியே நீராவியும் காற்றும் செலுத்தப்பட்டு, மற்றொரு துளை வழியே நிலக்கரி வளிமம் சேகரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் மிகையான அளவு CO வளிமம் தோன்றாமலும் மற்ற அண்டைச் சுரங்கங்களுக்குப் பரவாமலும் இருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்வது கட்டாயத் தேவையாகும்.

வெப்பத் தகைவு

l நீளமும் a என்ற குறுக்குப் பரப்பளவும் உள்ள ஒரு தண்டின் வெப்பநிலையை t செல்சியஸ் அதன் நீளத்தில் $\delta l = l.\alpha.t$ என்ற அதிகரிப்பு ஏற்படும் என்பதை நாம் அறிவோம். இதில் α என்பது தண்டுப் பொருளின் நீள விரிவு எண் எனப்படுகிற மாறிலி ஆகும். இதன் காரணமாகத் தண்டில் $\delta l/l$ என்ற திரிபு (strain)

தோன்றுகிறது. இதே அளவான ஒரு நீள அதிகரிப்பையும் திரிபையும் F என்ற ஒரு வெளி விசையின் மூலம் உண்டாக்கலாம். அப்போது அதன் மேல் செயல்படும் தகைவு F/a ஆகும். தண்டின் யங்குணகம் q எனில் $F = q \cdot a \cdot \delta l/l$ அல்லது $F \cdot q \cdot a \cdot \delta l$ அந்தத் தண்டில் நீள விரிவு ஏற்பட முடியாமல் தடை செய்து, அதன் வெப்பநிலையை t செல்சியஸ் பாகை உயர்த்தினால் அந்தத் தண்டு இதே அளவுள்ள விசையைச் செலுத்தும். அதே போல அதைச் சுருங்கவிடாமல் தடை செய்து அதன் வெப்பநிலையை t செல்சியஸ் பாகைக் குறைந்தாலும் அது இதே அளவு விசையை உண்டாக்கும். இந்த விசையின் அளவு தண்டின் தொடக்க வெப்பநிலையைப் பொறுத்திருக்கவில்லை என்பது கவனிக்க வேண்டிய உண்மை.

ஓர் ஒருபடித்தான பொருளை அதன் எல்லைகளில் மாற்றம் ஏற்படாத வகையில் கட்டுப்படுத்தி அதன் வெப்பநிலையைச் சீராக அதிகரித்தால் அதன் மீள் திறன் பண்புகள் மாற்றம் அடைந்தாலன்றி அதில் உள்ள தகைவுப் பாங்குகள் மாற்றம் அடையா. பொதுவாக ஒரு பொருள் வெவ்வேறு விரிவு எண்கள் கொண்ட ஆக்கக் கூறுகளால் ஆனதாக இருந்தாலும், எல்லைப் பரிமாணங்கள் மாறாமல் தடை செய்யப்பட்டிருந்தாலும் வெப்பநிலைப் பரவீடு சீராக இல்லாமல் இருந்தாலும் பொருளுக்குள் தகைவுகள் தோன்றும். அலுமினியத் தண்டுகளும் ஒன்றுக் கொன்று இணையாக இரண்டு இரும்புச் சட்டங்களில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிற ஓர் அமைப்பை எடுத்துக் கொண்டால் அதன் வெப்பநிலை உயரும் போது அலுமினியம் இரும்பைவிட அதிக அளவுக்கு விரிவு அடையும். அதன் காரணமாக இரும்புத் தண்டுகளில் ஓர் இழுவிசையும் அலுமினியத் தண்டுகளில் ஓர் இறுக்கு விசையும் தோன்றும். அலுமினியத்தை மட்டும் எடுத்துக்கொண்டால் அதன் விரிவு தடை செய்யப்படுவதன் காரணமாக அதில் தகைவுகள் தோன்றுகின்றன. அலுமினியத் தண்டுகளுக்குப் பதிலாக அதே நீளமுள்ள இரும்புத் தண்டுகளைச் சட்டத்தில் பொருத்தி, ஒரே ஓர் இரும்புத் தண்டை மட்டும் சூடேற்றுவோமானால் அது மட்டும் இறுக்கு விசைக்கும் மற்றவையெல்லாம் இழு விசைகளுக்கும் ஆளாகும். தொடர்ச்சியான பொருள்களில் இதைவிடச்

சிக்கலான தகைவுப் பாங்குகள் தோன்றும். வெவ்வேறு பொருள்களாலான தண்டுகளைப் பக்கவாட்டில் இணைத்துப் பொருத்தி விட்டால் அந்தத் தண்டுகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் விரிவு அல்லது சுருக்கம் அடையும் போது ஒட்டுப் பரப்புகளில் சறுக்கத் தகைவுகள் தோன்றும். இரும்பில் ஒரு செல்சியஸ் பாகை வெப்பநிலை உயர்வினால் தோன்றும் நீள அதிகரிப்பை ஏற்படுத்த 360 பாகை/சதுர அங்குலம் என்ற அளவிலான இழுவிசைத் தகைவு தேவைப்படும். ஒரு பொருளின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெப்பநிலைகள் வேறுபட்டிருப்பதற்கு வெப்பக் கடத்தலுக்குப் பொறுப்பு பகுதிகளில் வெப்ப நிலைச் சரிவு, வெப்பக் கடத்து எண், வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகியவையே காரணம். எனவே வெப்பக்கடத்து திறனும், வெப்ப ஏற்புத் திறனும் பொருளுக்குள் அமைகிற தகைவுப் பாங்குகளை உருவாக்குவதில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கக்கூடும்.

உலோகத் தண்டுகள், தண்டவாளங்கள் போன்றவற்றில் விரிவு அல்லது சுருக்கம் ஏற்படும் போது மகத்தான விசைகள் தோன்றுகின்றன. கோடை காலங்களில் இருப்புப் பாதைத் தண்டவாளங்களில் ஏற்படுகிற நீள அதிகரிப்புக்கு இடம் கொடுப்பதற்காக இருப்புப் பாதைகளில் உள்ள தண்டவாளங்களுக்கு இடையில் சிறிது இடைவெளி விடப்பட்டிருக்கிறது. பாலங்களில் பொருத்தப்படும் உத்தரங்கள் விரிவடைய வசதியாக அவற்றின் முனைகளில் இரும்பு உருளைகள் பொருத்தப்படும். ஓர் இரும்புத் தண்ட வாளத்தின் வெப்பநிலை ஒரு செல்சியஸ் பாகை உயரும் போது அதன் முனைகளில் 360 பவுண்டு / சதுர அங்குலம் என்ற அழுத்த விசை தோன்றும்.

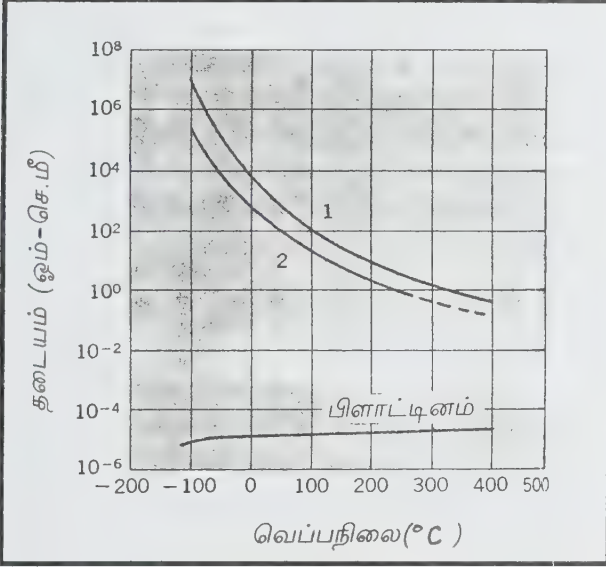
கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Rajam Arora, *Heat and Thermo Dynamics*, S.Chand & Company, New Delhi, 55, 1935.

வெப்பத் தடையம்

வெப்பத்தை உணரும் குறைகடத்தி, வெப்பத்தடையம்

(thermistor) எனப்படும். வெப்பத்தடையம் மின்தடையின் ஓர் உயர் எதிர் வெப்பநிலைக் குணகத்தைக் கொண்டிருக்கும். இதன் வெப்பநிலையும் தடையும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர் விகிதத்தில் மாறும். இவை -100°C -இலிருந்து 350°C வரை பயன்படும்.



வெப்பத்தடையம்

கட்டமைப்பு. மாங்கனீஸ், நிக்கல், கோபால்ட், செம்பு, இரும்பு, யுரேனியம், துத்தநாகம், டைட்டேனியம், மக்னீசியம் போன்ற உலோக ஆக்சைடுகளின் கலவையைச் சிட்டங்கட்டிப் போகச் (sintering) செய்து வெப்பத்தடையங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை முதலில் தேவையான வடிவங்களில் அழுக்கப்பட்டுப் பின் உயர் வெப்பநிலைகளில் காயவைத்துக் கெட்டியாக்கப்படுகின்றன.

இவற்றைத் தேவையான வடிவங்களில் தயாரிக்கும்போது கம்பிகளை நுழைத்தோ சிட்டங்கட்டிப் போதலுக்குப் பிறகு வெள்ளிப் பூச்சுக் கொடுத்தோ மின் இணைப்புகளை உண்டாக்கலாம். இவற்றின் மின்தடை $0.5\text{ r} - 100\text{ Mr}$ வரை மாறுபடும். இவை கோல் (rod), வட்டு (disc), பட்டை வளையம் (washer), சிறு குமிழ் (beads) போன்ற வடிவங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

சிறு குமிழ்கள் $0.15 - 25$ மி.மீ. விட்டம் கொண்டவையாக இருக்கும். இவை திண்மக் கண்ணாடிச் சலாகைகளின் (probes) முனைகளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சிறு குமிழ்களை அரிப்பிலிருந்து (corrosion) காக்க, கண்ணாடிப்பூச்சுக் கொடுக்கப்படும் அல்லது இவை வெற்றிட உறைவிடங்களில் (envelope) வைக்கப்படும். இச்சலாகைகள் நீர்மங்களின் வெப்பநிலையை அளக்கப்பயன்படுகின்றன. பட்டை வளையம் (washer) வெப்பத்தடையங்களை மரையாணியிட்டுத் தொடர் அல்லது இணை இணைப்புகளில் இணைக்கலாம். வெப்பத்தடையம் -20°C இல் 3000 r -உம் 80°C இல் 40r -உம் மின்தடை கொண்டிருக்கும்.

துலங்கல் நேரம். வெப்பத்தடையம் அதன் தடையை மாற்றவும் வெப்பப்படுத்திக் கொள்ளவும் தேவைப்படும் நேரம் துலங்கல் நேரம் (response time) எனப்படும். இது கால மாறிலி (time constant) வாயிலாகக் குறிப்பிடப்படும். வெப்பநிலையின் மொத்த மாற்றத்தில் 63.2%-ஐ அடைய வெப்பத்தடையத்திற்குத் தேவைப்படும் நேரம், கால மாறிலி எனப்படும். வெப்பத்தடையத்தைத் தயாரிக்கப் பயன்படும் உலோக ஆக்சைடுகளைப் பொறுத்துக் கால மாறிலி அறுதியிடப்படும்.

பயன்கள். இவை வெப்பநிலையை அளக்கவும், கட்டுப்படுத்தவும், மின்னணுவியல் கருவிகளில் வெப்பநிலை விளைவை ஈடு செய்யவும் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை மின்னோட்டப் பாய்வு வீதத்தை அளக்கும் கருவியாகவும் பயன்படுகின்றன. தொடர்-இணை அமைப்பில் இணைத்து, உயர் ஆற்றலைப் பெறலாம். பிற வெப்பநிலை அளவிகளைப் புகுத்த இயலாத இடங்களில் வெப்பத்தடையத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

அணுக்கருச் சூழல்களிலும் (nuclear environments) இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இவை மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தைச் சீராக்கப் பயன்படுகின்றன. வரம்பிடும் மற்றும் சீராக்கும் சுற்றுகளில் கால உணர்த்திகளாகவும் (time relays), திறன் துடிப்புகளைத் தொகுக்கவும், நினைவுச் சில்லுகளாகவும் (memory chips) பயன்படுகின்றன. மேலும் இவற்றை வீட்ஸ்டோன் சமனியுடன் இணைத்து வெப்பநிலை,

வெப்பக்கடத்துமை, நீர் மட்டம் ஆகியவற்றை அளக்கலாம்.

இரா. இந்து

துணைநூல். B.L. Theraja, *Basic Electronics Solid State*, Second Edition, S. Chand & Company, New Delhi.

வெப்பத் தயக்கம்

ஒரு பொருளில் உள்ள ஏதாவது ஓர் இயற்பியல் அளவு வெப்பநிலையைப் பொறுத்து இருப்பதோடு மட்டுமின்றி, அது கடந்த காலத்தில் எத்தகைய வெப்பநிலை மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டது என்கிற வரலாற்றையும் பொறுத்து அமைகிற நிகழ்வு வெப்பத் தயக்கம் எனப்படுகிறது. எ-டு: ஒரு படிசுப் பொருளைப் படிப்படியாகச் சூடேற்றி வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் அதன் மின் கடவா மாறிலிகளை அளவிடலாம். இப்போது வெப்பநிலை உயரும் போதும் இறங்கும்போதும் பெற்ற அளவீடுகளைக் கொண்ட வெப்பநிலைக்கும் மின் கடவா மாறிலிக்கும் இடையில் வரைபடம் வரைந்தால், வெப்பநிலை உயரும் போதான வரைகோடுடன் வெப்பநிலைக் குறையும்போதான வரைகோடு பொருந்தியிராமல் பின் தங்கியிருப்பதைக் காணலாம். இதுவே வெப்பத் தயக்கம் எனப்படும்.

பொருள்கள் கட்ட மாற்றம் அடையும்போது இவ்வாறான வெப்பத் தயக்கங்களைப் பரவலாகக் காணலாம். மெழுகைக் குறைந்த வெப்ப நிலையிலிருந்து சூடாக்கிக் கொண்டே போனால் அது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் உருகி நீர்மமாகி விடும். அந்த நீர்மத்தைப் படிப்படியாகக் குளிர வைத்தால் அது உருகுநிலைக்குக் கீழே குளிர்ந்த பின்னரும் கூட உறையத் தயங்குவதைக் காணலாம். இதற்கு மிகு குளிர்வு நிலை என்று பெயர். சில பொருள்களில் இத்தகைய மிகு குளிர்வு வியப்பூட்டும் அளவுக்கு ஏற்படும். மிகுந்த கவனத்துடன் மாசுகள் இன்றித் தயாரிக்கப்பட்ட நீர்மங்களின் வெப்பநிலையைப் படிப்படியாக அசைவுகளோ

அதிர்ச்சிகளோ தோன்றாமல் குறைத்துக் கொண்டே வந்தால் அவற்றின் இயல்பான உறைநிலைக்கும் கீழே 60 - 80°C வரை அவற்றைத் திண்மமாக உறையாத வகையில் குளிர வைத்து விடலாம். ஆனால் இது ஒரு தோன்றி மறையும் நிலையே. மாசுகள் அல்லது அதிர்ச்சிகள் நீர்மத்தை உடனடியாகத் திண்மமாக உறைய வைத்துவிடும். திண்மமாக உறைந்த பொருளை மறுபடி படிப்படியாகச் சூடேற்றினால் அது தனது இயல்பான உருகுநிலையில் உருகும். ஓர் ஆவி நீர்மமாகும் போதோ, நீர்மம் திண்மமாகும் போதோ அந்தச் செயல் முறைக்கு மையக் கருக்கள் தேவைப்படுகின்றன. அவற்றைச் சுற்றி மூலக்கூறுகள் திரண்டு திண்ம நிலையை அல்லது நீர்ம நிலையை ஏற்படுத்தும். ஆனால் திண்மம் நீர்மமாக உருகுவதற்கோ, நீர்மம் ஆவியாவதற்கோ மையக் கருக்கள் தேவையில்லை. பயனுறு தன்மையுள்ள மையக் கரு உருகுநிலை அல்லது உறை நிலைக்குக் கீழ்ப்பட்ட வெப்பநிலைகளில்தான் உருவாகும். பரப்பு ஆற்றல்களும் மற்ற பருமத் தனி ஆற்றல்களும் மையக் கருக்கள் உருவாவதைத் தடை செய்யும். ஆனால் மையக்கரு உருவாகிவிட்டால் மற்ற மூலக்கூறுகள் உடனடியாக அதைச் சுற்றித் திரண்டு திட நிலையையோ நீர்ம நிலையையோ உண்டாக்கி விடும். அப்போது உள்ளூறை வெப்பம் விரைவாக வெளியிடப்படும். திண்ம நிலை தோன்றுதல் பேரழிவு ஏற்படுத்துகிற அளவுக்குத் தீவிரமாகக்கூட இருக்கலாம். இந்தப் பண்புகள் வெப்பம் வாயிலாகத் தூண்டப்படும் கட்ட மாற்றங்களில் அடிப்படையான நேர் மாறாக்க முடியாத தன்மையையும், வெப்பத் தயக்க விளைவையும் சித்தரித்துக் காட்டுகின்றன.

கே. என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Rajam, Arora, *Heat and Thermo Dynamics*, S. Chand company, New Delhi, 1983.

வெப்ப நியூட்ரான்கள்

தாமிருக்கும் பொருளுடன் சமநிலையில் உள்ள நியூட்ரான்கள் வெப்பநியூட்ரான்கள் எனப்படுகின்றன.

பொதுவாக அவற்றின் இயக்க ஆற்றல் 0.0253 எலக்ட்ரான் வோல்ட் என்ற அளவில் இருக்கும். அவற்றின் தொகுபயன் இயக்கங்கள் பொருளுக்குள் இருக்கும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் தன்னிச்சையான இயக்கங்களுக்குச் சமமான அளவில் இருக்கும். என்ரிகோ ஃபெர்மியும் அவருடைய சக ஆய்வாளர்களும் மிகக் குறைந்த வேகங்களுக்கு மெதுவாக்கப்பட்ட நியூட்ரான்கள் சில அணுக்களைச் சிதைக்கும் திறமையைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பதை முதல் முதலாகக் கண்டுபிடித்தனர். ஓர் அணுக்கருவை அணுகுகிற புரோட்டான், டியூட்ரான், ஆல்ஃபா துகள் போன்ற நேர் மின் துகள்களின் மேல் ஒரு விலக்கு விசை செலுத்தப்படுகிறது. ஆனால் நியூட்ரான் அணுக்கருவை அணுகும்போது அதன் மேல் விலக்கு விசை செலுத்தப்படுவதில்லை. எனவே ஓர் அணுக்கருவிற்குள் நியூட்ரான் நுழைந்து அதனால் பிடிக்கப்படுகிற நிகழ்தகவு மிகவும் அதிகமாக இருக்கிறது. இதன் காரணமாகவே மெதுவான மின் துகள்களால் சாதிக்க முடியாத சிதைவுகளை மெதுவான நியூட்ரான்களால் சாதிக்க முடிகிறது. ஹைட்ரஜன் அல்லது டியூட்ரியம் நிறைந்த பாரபின், கனீர் போன்ற பொருளுக்கு நடுவில் விரைவு நியூட்ரான்கள் தோன்றும் மூலத்தை வைப்பதன் மூலம் நியூட்ரான்களின் வேகங்கள் குறைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய பொருள்கள் தணிப்பான்கள் எனப்படுகின்றன. நியூட்ரான்கள் தணிப்பான்களின் ஊடாகப் பரவும்போது அவை ஹைட்ரஜன் அணுக்கருக்களுடன் அடுத்தடுத்து மீள் தன்மையுள்ள மோதல்களில் ஈடுபடுவதால் அவற்றின் திசை வேகங்கள் படிப்படியாகக் குறைந்து விடுகின்றன. மூலத்திலிருந்து பல சென்டிமீட்டர் தொலைவைக் கடந்தவுடன் பெரும்பாலான நியூட்ரான்களின் ஆற்றல் கிட்டத்தட்ட மறைந்துவிடுகிறது. மிச்சமுள்ள சிறிதளவு ஆற்றலும் மற்ற அணுக்களுடன் ஏற்படும் மோதல்களில் இழக்கப்பட்டுவிடுகிறது.

விரைவு நியூட்ரான்கள் கிட்டத்தட்ட ஒளியின் வேகத்துடன் பாய்கின்றன. ஆனால் வெப்ப நியூட்ரான்களின் திசை வேகம் 2200 மீட்டர்/விநாடி என்ற அளவிலேயே இருக்கும். சாதாரணமான அழுத்தத்திலும் வெப்பநிலையிலும் உள்ள ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளுக்கும் கிட்டத்தட்ட இதே அளவிலான திசை வேகம்தான் உள்ளது.

போரான்-10 ஒரு நியூட்ரானை உட்கவர்ந்து ஆல்ஃபா துகளை உமிழ்வது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க மெதுநியூட்ரான் இடைவினை ஆகும். ஆய்வகங்களில் வெப்ப நியூட்ரான்களை உண்டாக்கச் சிறிதளவு ரேடியத்தையும் பெரில்லியத்தையும் பயன்படுத்துகிறார்கள். ரேடியத் துகளைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய பெரில்லியத் தகட்டு உறையும் அதைச் சுற்றி ஒரு காரீய உறையும் அதையும் சுற்றிப் பல அடி தடிமனுள்ள பாரபின் உறையும் அமைக்கப்படுகின்றன. ரேடியத்திலிருந்து ஆல்பா துகள் வெளிப்பட்டுப் பெரில்லியத்திலிருந்து நியூட்ரான்களை வெளியேற்றுகிறது. அவை விரைவான நியூட்ரான்களாக இருக்கும். அவை பாரபினில் உள்ள அணுக்கருக்களுடன் பல முறை மோதித் தமது ஆற்றலையும் வேகத்தையும் இழந்து விடும். ரேடியத்திலிருந்து வெளிப்படும் பீட்டாக்கதிர்களையும் காமாக் கதிர்களையும் காரீய உறை தடுத்து நிறுத்தி விடும். பாரபின் உறையில் பல துகள்கள் இடப்பட்டிருக்கும். மெது நியூட்ரான் இடை வினைகளுக்கு ஆளாக்கப்பட வேண்டிய பொருள்களை அந்தத் துகள்களுக்குள் இறக்கிவிட வேண்டும்.

டி பிராய் தத்துவத்தின் மூலம் $y = h/mv$ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தினால் 2200 மீட்டர்/விநாடி என்ற திசைவேகமுள்ள வெப்ப நியூட்ரான்களின் அலை நீளம் 1.8×10^{-10} மீட்டர் அல்லது 1.8 Å அலகு என வருகிறது. இது திண்மங்களில் அணுக்கரு இடையிலுள்ள சராசரித் தொலைவுக்குக் கிட்டத்தட்ட சமமாக உள்ளது. எனவே படிக்கங்களில் எக்ஸ் கதிர்களைச் செலுத்தி விளிம்பு விலகல் அடையச் செய்து லவே புள்ளி வடிவங்களை உண்டாக்குவதைப் போலவே வெப்ப நியூட்ரான்களையும் திண்மங்களில் விளிம்பு விலகல் அடையச் செய்ய முடியும். ஆனால் நியூட்ரான்கள் ஒளிப்படத் தகடுகளில் கறை உண்டாக்குவதில்லை. எனவே ஒளிப்படத் தகட்டின் மேல் 0.5 மி.மீ. தடிமனுள்ள ஓர் இண்டிய உலோகத் தகடு வைக்கப்படுகிறது. இண்டிய அணுக்கருக்கள் நியூட்ரான்களைப் பிடிக்கும் போது Sn214, Sn216, ஆகிய கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் உண்டாகின்றது. இவை எலக்ட்ரான்களை உமிழ்ந்து சிதையும். இந்த எலக்ட்ரான்கள் ஒளிப்படத் தகட்டில் லவே புள்ளிகளை

ஒத்த கறைகளை உண்டாக்கும். இவ்வாறு வெப்ப எலக்ட்ரான்களைப் பயன்படுத்திப் பகுப் பொருளின் அணுக்கட்டமைப்பைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். H.E.White, *Modern College Physics*, Van Nostrand, New York, 1963.

வெப்பநிலை

ஒரு பொருளிலிருந்து வேறு பொருளுக்கு அல்லது இடைவெளியின் ஒரு பகுதியிலிருந்து வேறு பகுதிக்கு வெப்பம் பாய்வதற்குக் காரணமாக இருப்பதன் ஒரு கருத்து வெப்பநிலை எனப்படுகிறது. ஒரு பொருள் எவ்வளவு சூடாக அல்லது குளிர்ச்சியாக இருக்கிறது என்பதைக் குறிப்பிடவும் இந்தச் சொல் பயன்படுகிறது. வெப்பநிலை மானிகளில் உள்ள அளவுகோல்களில் உள்ள எண்களையும் இந்தப் பதம் குறிப்பிடும். வெப்பநிலைகளை எண்களால் குறிப்பிடும் முறை கடந்த முன்னூறு ஆண்டுகளாகத்தான் புழக்கத்திலிருந்து வருகிறது. 17-ஆம் நூற்றாண்டில் பொருள்களின் பண்புகளை முழுமையாக விவரிக்க வெப்பநிலை வேறுபாடுகளை அளவறுதியான முறையில், எண்களின் மூலம் குறிப்பிட வேண்டிய தேவை உணரப்பட்டது.

1756-ஆம் ஆண்டில் ஸ்காட்லாந்தைச் சேர்ந்த ஜோசப் பிளாக் என்பவர் பனிக்கட்டி உருகும்போது அதன் வெப்பநிலை மாறுவதில்லை என்று கண்டுபிடித்தார். கிட்டத்தட்ட எல்லாப் பொருள்களுக்குமே இந்தப் பண்பு உள்ளது. அத்துடன் ஒரு பொருள் உருகும் வெப்பநிலை அதன் தூய்மை நிலையையும் பொறுத்திருக்கிறது. எனவே பருப்பொருளின் கூட்டமைப்பை ஒரு வெப்பநிலையை அளவிடும் கருவியால் ஆய்வு செய்ய முடியும் என்கிற நம்பிக்கை வெப்பநிலை மானிகளை உருவாக்குவதற்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்தது. வெப்பநிலைகளை அளவிடுவதன் மூலம் பொருளுக்குள் உள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்கத்தை ஆராயலாம். ஆனால் வெப்பநிலை மானிகள் ஒரு

தனியான இயற்பியல் பண்பை அளவிடுவதில்லை. பாதரச வெப்பநிலைமானி, வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் ஒரு பாதரச இழையின் நீளத்தை அளவிடுகிறது. வளிம வெப்ப நிலை மானிகள் வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறையுள்ள வளிமத்தின் அழுத்தம் அல்லது பருமத்தை அளக்கின்றன. வெப்ப மின் இரட்டை வெப்பநிலை மானிகள் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் மின்னழுத்தத்தை அளவிடுகின்றன. இரண்டு வெவ்வேறு பொருள்களில் ஒரு பாதரச வெப்பநிலை மானியை வைத்தால் அதன் பாதரச இழையின் நீளம் மாறவில்லை எனில் அந்த இரண்டு பொருள்களையும் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைத்தால் ஒன்றிலிருந்து மற்றதற்கு வெப்பம் பாயாது என்பது அனுபவம் காட்டுகிற உண்மை. வெப்பநிலை மானி அளவு கோல்களில் குறிக்கப்பட்டுள்ள எண்கள் வரலாற்றுக் கட்டாயங்களின் பேரில் நிர்ணயிக்கப்பட்டவையே. அவை அறிவியல் தன்மையில் அடிப்படையானவை அல்ல. ஃபாரன்ஹீட் மற்றும் செல்சியஸ் அளவை முறைகள் இன்று பரவலாகப் புழக்கத்தில் உள்ளன. சென்டிகிரேடு அளவு முறையில் ஒரு வளிம அழுத்தத்தில் பனிக்கட்டி உருகுகிற வெப்பநிலை சூழி எனவும், நீர் கொதிக்கிற வெப்பநிலை நூறு எனவும் வைத்துக் கொள்ளப்பட்டது. அதன் பிறகு சற்றே வேறுபட்ட முறையில் வரையறுக்கப்பட்ட செல்சியஸ் அளவு முறை புழக்கத்திற்கு வந்தது. ஆனாலும் செல்சியஸ் முறையில் வரையறுக்கப்பட்ட சூழி வெப்பநிலைக்கும் நூறு பாகை வெப்ப நிலைக்கும் சென்டிகிரேடு அளவு முறையில் சூழி, நூறு ஆகிய வெப்பநிலைகளுக்கும் இடையிலான வேறுபாடு ஒரு பாகையின் நூற்றில் சில பங்குகள் என்ற அளவிலேயே உள்ளது. வெவ்வேறு வெப்பநிலை அளவீட்டு முறைகளிலான வெப்பநிலைகளைப் பின்வரும் அட்டவணையில் காணலாம்.

	கெல்வின்	செல்சியஸ்	ரான்கின்	ஃபாரன்ஹீட்
நீராவிப்புள்ளி	373	100	672	212
பனிப்புள்ளி	273	0	422	32
திண்மக்				
காப்பன்டைஆக்சைடு	195	-78	351	-109
ஆக்சிஜன் புள்ளி	90	-183	162	-297
தனிச்சூழி	0	-273.15	0	-459.7

செல்சியஸ் அளவு முறையிலும், ஃபாரன்ஹீட் அளவு முறையிலும் -40 பாகை பொது மதிப்புள்ளது. அதாவது -40 செல்சியஸ் பாகை, -40 பாரன்ஹீட் பாகைக்குச் சமம். இந்த உண்மை ஓர் அளவு முறையிலுள்ள வெப்பநிலையை மற்ற அளவு முறையில் உள்ள வெப்பநிலையாக மாற்ற உதவுகிறது. x செல்சியஸ் பாகையை ஃபாரன்ஹீட் பாகையாக மாற்ற வேண்டுமானால் $(x + 40) \frac{9}{5} - 40$ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும். y ஃபாரன்ஹீட் பாகையை செல்சியஸ் பாகையாக மாற்ற $(y + 40) \frac{5}{9} - 40$ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை செல்சியஸ் அளவு முறையில் C என்ற எண்ணாலும், ஃபாரன்ஹீட் அளவு முறையில் F என்ற எண்ணாலும் கெல்வின் அளவு முறையில் K என்ற எண்ணாலும், ராங்கின் அளவு முறையில் R என்ற எண்ணாலும் குறிக்கப் படுவதாக இருந்தால் அவற்றுக்கு இடையிலான தொடர்பு பின்வருமாறு அமையும்:

C-0	F-32	K-273	R-492
-----	-----	-----	-----
100	180	100	180
K	R		
-----	-----		
100	180		

இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து ஓர் அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வெப்பநிலை எண் மதிப்பை மற்ற அளவுத்திட்டங்களிலுள்ள வெப்பநிலை எண் மதிப்புகளாக மாற்றிக்கொள்ளலாம்.

ரீமர் என்பார் உருவாக்கிய அளவுத்திட்டத்தில் நீரின் உறைநிலை சுழி எனவும் கொதிநிலை 80 எனவும் குறிக்கப்படும். எனவே ரீமர் அளவு கோலில் 4 பிரிவுகள் செல்சியஸ் அளவு கோலின் 5 பிரிவுகளுக்கும் ஃபாரன்ஹீட் அளவு கோலின் 9 பிரிவுகளுக்கும் சமமாக இருக்கும்.

1848-ஆம் ஆண்டில் கெல்வின் பிரடி என்கிற வில்லியம் தாம்சன், சாடி கார்னோ என்பாரின் கருத்துக்களை அடியொற்றி வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு இடையில் பாயும் வெப்பத்தின்

அளவுகளைக் கணக்கிடுவதன் அடிப்படையில் ஒரு சார்பிலா வெப்பநிலை அளவீட்டு முறையை உருவாக்கினார். அந்தத் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் எந்த வகையிலும் வெளியேற்றப்பட முடியாத நிலை ஏற்பட்டால் அந்தப் பொருள் தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் இருப்பதாகக் கொள்ள வேண்டும் என அவர் வகுத்தது மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது ஆகும். பரிசோதனைகள் மூலம் இந்தத் தனிச் சுழி வெப்பநிலை -273.15 செல்சியஸ் பாகைக்கும் -459.7 ஃபாரன்ஹீட் பாகைக்கும் நேரானது என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கிறது. 19-ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் நீராவி எஞ்சின்களின் பயனுறு திறனை அதிகப்படுத்தும் முயற்சிகளின் காரணமாக வெப்பநிலையையும் வெப்பப் பாய்வுகளையும் துல்லியமாக அளவிடுவதில் அக்கறை அதிகமாயிற்று. இந்த முயற்சிகளின் விளைவாகக் கார்னோ செயற்குழல் என்ற தத்துவம் விளைந்தது. கார்னோ செயற்குழலில் அடிப்படையில் செயல்படும் பொறி (engine) ஓர் உராய்வற்ற, லட்சியத் தன்மையான, கற்பனைப் பொறி. அது காரிய சாத்தியமானது அல்ல. ஒரு கார்னோ பொறி Th கெல்வின் என்ற உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு மூலத்திலிருந்து Qh என்ற வெப்பத்தை Tl என்ற குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள தொட்டியில் சுழிக்கிறது. இதன் பயனுறு திறன் $W/Qh = 1 - (Tl/Th)$ ஆகும். எ-டு: நீரின் கொதிநிலைக்கும் (373 கெல்வின்) உறை நிலைக்கும் (273 கெல்வின்) இடையில் செயல்படும் ஒரு கார்னோ பொறியின் பயனுறு திறன் 0.268 ஆகும். ஓர் உண்மையான பொறியின் பயனுறு திறன் இதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆனாலும் இந்தக் கருத்து நடைமுறைப் பொறியியலில் பெரும் முக்கியத்துவம் பெற்றதாக இருக்கிறது. இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்கும் இடையிலான தகவு அவற்றில் உட்கவரப்படுகிற அல்லது சுழிக்கப்படுகிற வெப்பங்களின் தகவுக்குச் சமமாக இருக்கும். அதாவது $Th / Tl = Qh / Ql$.

கெல்வின் இந்த உண்மையின் அடிப்படையில் தனி வெப்பநிலை அளவீட்டு முறையை உருவாக்கினார். ஓர் அமைப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட தனி வெப்பநிலையில் இருப்பதாக, வரையறுத்துக் கொள்வோம். எ-டு: மும்மைப்புள்ளியில் நீர், திட, திரவ, ஆவிநிலைகளில் சமநிலையில் இருக்கும் போது

அதன் தனி வெப்ப நிலை 273.16 கெல்வின் என வரையறுத்துக் கொள்ளலாம். T என்ற ஏதாவது ஒரு தெரியாத வெப்பநிலையை அளவிட வேண்டுமானால், ஒரு கார்ட்னோ பொறி T, 273.16 என்ற இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்கு இடையில் செயல்படுவதாகக் கற்பிதம் செய்து கொள்வோம். அந்த வெப்பநிலைகளில் உட்கவரப்படும் வெப்பங்கள் முறையே Q_1 , Q_2 எனில் $T=273.16 (Q_1/Q_2)$. ஆனால் உண்மையில் தனி வெப்பநிலைகள் இவ்வாறு கணக்கிடப்படுவதில்லை. குறைந்த அழுத்தத்திலுள்ள ஹீலியம் வளிமத்தைக் கொண்ட வளிம வெப்பநிலை மானிகளும், நீர்த்த பாராகாந்தப் படிகங்களும், கார்ட்னோ செயல்முறையால் வரையறுக்கப்படுகிற வெப்ப நிலைகளுடன் முழு அளவில் ஒத்திருக்கிற வெப்பநிலைகளை அளக்க உதவுகின்றன. வளிம அழுத்தங்கள் அல்லது பருமங்கள், காந்தப் புலங்கள், காந்தமாக்கங்கள் ஆகியவற்றை வெப்பப் பாய்வுகளை விட அதிகத் துல்லியமாகவும் வசதியாகவும் அளவிட முடிகிறது.

தனி வெப்பநிலை அளவு முறை அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றின் இயக்கங்களுடன் தொடர்புள்ளதாயிருப்பது ஒரு முக்கியமான அம்சம், திண்மங்களிலும் நீர்மங்களிலும் உள்ள அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் அதிர்வு இயக்கங்களையும் வளிமங்களில் உள்ள அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் நேர்க்கோட்டு இயக்கங்களையும் பொறுத்து தனி வெப்பநிலை அமைகிறது. இந்த இயக்கங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வகையான பரவீடு கொண்டவை. எ-டு: ஒரு வளிமத்தில் அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் ஓர் ஒழுங்கற்ற முறையில் இயங்கிக் கொண்டிருந்தாலும், மோதல்களின் காரணமாக அவற்றின் திசைகள் மாறிக் கொண்டே இருந்தாலும், எந்த ஒரு கணத்திலும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசை வேகமுள்ள மூலக்கூறுகள் அல்லது அணுக்களின் எண்ணிக்கை மாறுவதில்லை. ஒரு வளிமத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகள் இவ்வாறு ஒரு குறிப்பிட்ட திசை வேகப் பரவீட்டைப் பெற்றிருந்தால்தான் வளிம ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் இருப்பதாகச் சொல்ல முடியும். ஆனால் அந்த வளிமத்தின் வெவ்வேறு சிறிய பகுதிகள் வெவ்வேறாக, குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைகளில் இருக்க முடியும். திண்மங்களிலும் நீர்மங்களிலும் உள்ள அதிர்வு இயக்கங்களுக்கும் அதே

கருத்து பொருத்தமாக இருக்கும். அடுத்து ஒரு பொருளுக்கு ஒரு சிறும அளவிலான இயக்க ஆற்றல் உண்டு. 19-ஆம் நூற்றாண்டில் இந்தச் சிறும அளவு சுழி ஆற்றல் என்று கருதப்பட்டது. ஆனால் இன்றைய கொள்கைகளும் பரிசோதனைகளும் இந்தச் சிறும ஆற்றல் சுழியை விட அதிகம் எனக் காட்டுகின்றன. இத்தகைய சிறும ஆற்றல் நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பம் வெளிப்பட முடியாது. எனவே அதைத் தனிச் சுழி வெப்பநிலையில் இருப்பதாக எடுத்துக் கொள்கிறார்கள்.

ஒரு பொருளுக்குப் பல உரிமைப்படிகள் இருக்க முடியும். ஒரு வளிமத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் நேர்க்கோட்டில் இயங்குவதுடன் சுழலவும், அதிர்வு செய்யவும் கூடும். அவற்றில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களில் இருக்கலாம். ஓர் அமைப்பு சமநிலையில் இருக்கும்போது இத்தகைய பல்வேறு உரிமைப்படிகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல்கள் ஒரு பொதுவான தனி வெப்பநிலையுடன் தொடர்பு கொண்டவை. பல வேளைகளில் ஓர் அமைப்பின் ஒரு குறிப்பிட்ட உரிமைப்படியுடன் தொடர்புள்ள ஏதோ ஒன்றை அளவிட முடியும். அந்த அமைப்பு சமநிலையில் இருக்குமானால், அதன் தனி வெப்பநிலையை ஊகித்து விட முடியும். சூரியனின் ஒளி மகுடம் மற்றும் ஆகாய கங்கையின் எட்டாக் கையான பகுதிகளில் உள்ள வெப்ப நிலைகளைக் கண்டுபிடிக்க இந்த முறை கையாளப் படுகிறது. சூரியனின் ஒளி மகுடத்தில் வெப்பநிலை மிகவும் அதிகமாக இருப்பதால் அங்குள்ள அணுக்கள் பல எலெக்ட்ரான்களை இழந்து அயனி நிலையிலிருக்கும்.

இதன் காரணமாக அந்த அணுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களின் அலை நீளங்கள் வெகுவாக மாறிவிடும். அடையாளம் தெரிகிற அலை நீளங்களிலிருந்து ஒளி மகுடத்தின் வெப்பநிலை 2×10^6 கெல்வின் என மதிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் ஒளியுடன் ரேடியோ அலைகளையும் உமிழ்க்கூடும். பூமியில் ரேடியோத் தொலை நோக்கிகள் உள்ள திசையில் அல்லது அதற்கு நேர் எதிரான திசையில் அணுக்கள் நகரும் போது, அவற்றிலிருந்து பெறப்படும் அலைகளில் டாப்ளர் இடப்பெயர்ச்சி உண்டாகிறது. இந்தச் சிவப்பு நோக்கிய

இடப் பெயர்ச்சிகளை அளவிட்டதன் மூலம் ஆகாய கங்கையின் சுருள் முனைகளில் உள்ள பரந்த ஹைட்ரஜன் அணு மேகங்களில் ஒன்று முதல் நூறு கெல்வின் வரையிலான வெப்பநிலைகள் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. OH மூலக்கூறுகளின் சுழற்சிகளின் காரணமாக ஆற்றல் மட்டங்களின் எண்ணிக்கை மாற்றமடைந்து, அவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் ரேடியோ அலைகளின் செறிவுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து விண்வெளியின் ஆழ்ந்த பகுதிகளில் உள்ள தனி வெப்பநிலைகள் ஊகிக்கப்படுகின்றன.

செல்சியஸ் அளவு முறையிலும் ஃபாரன்ஹீட் அளவு முறையிலும் சுழிக்குக் குறைந்த மதிப்புள்ள எதிரின வெப்பநிலைகள் இருப்பதைப்பற்றிந்து கொள்ள முடியும். ஆனால் கொள்கை அளவில் சிறும வெப்பநிலையாக உள்ள தனிச்சுழி வெப்பநிலைக்கும் குறைவான வெப்பநிலைகள், அதாவது எதிரின தனி வெப்பநிலைகள் இருக்க முடியும் என்ற கருத்து 1950-களின் தொடக்கத்தில் வெளியிடப்பட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான ஆற்றல் மட்டங்கள் உள்ள அமைப்புகளுக்கு மட்டுமே இந்தக் கருத்து பொருந்தி வரும். அந்த அமைப்புகள் ஒரு நிச்சயமான அளவு ஆற்றலைச் சேமித்து வைத்துக் கொள்ளக் கூடியவையாக இருக்கும். எனவே ஒரு வளிமத்தின் இடப்பெயர்ச்சி ஆற்றல் அல்லது ஒரு படிக்கத்தின் அதிர்வு ஆற்றல் எதிரினமான தனி வெப்பநிலையில் இருக்க முடியாது. ஆனால் எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல்களுக்கும் ஒரு காந்தப்புலத்தில் உள்ள அணுக்கருக் காந்தத் திருப்புத் திறன்களுக்கும் (தற்சுழற்சி) பெரும வரம்புகள் உண்டு.

சாதாரணமாகக் குறைந்த ஆற்றல் மட்டங்களில் அதிக எண்ணிக்கையிலான தற்சுழற்சிகள் இருக்கும். அப்போது அவை நேரினமான தனி வெப்பநிலையில் உள்ளதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. சிறப்பு வகையான உத்திகளின் உதவியால் ஆற்றல் மட்டங்களில் தற்சுழற்சிகள் சமமான எண்ணிக்கையில் அமையுமாறு செய்ய முடியும். அப்போது வெப்பநிலை வரம்பிலியாகி விடுகிறது. ஆனால் அந்த அமைப்பிலிருந்து வரம்பின்றி வெப்பத்தை வெளிப்படுத்த முடியும் என்று சொல்ல முடியாது. அதே உத்திகள் மூலம் உயர் ஆற்றல் மட்டங்களில்

தற்சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாயும் குறைந்த ஆற்றல் மட்டங்களில் குறைவாகவும் இருக்கும்படி செய்தால் இந்தச் சூழ்நிலை எதிரின தனி வெப்பநிலையில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படுகிறது. தற்சுழற்சி அமைப்பு நேரினதனி வெப்பநிலையிலேயே இருக்கிற படி அணுக்கோவை என்ற அளவில் இருக்கும்போது தற்சுழற்சிகள் அணுக்கோவையுடன் வெப்பத்தைப் பரிமாறிக் கொள்ளப் பல வினாடி அல்லது பல மணி நேரங்கள் பிடிக்கும். எதிரின தனி வெப்பநிலைத் தற்சுழற்சியிலிருந்து நேரின தனி வெப்பநிலையில் உள்ள அணுக்கோவைக்கு வெப்பம் பாய்வதால் இவ்வாறு சொல்லுவது சரியானதே ஆகும். பெரும வரம்பு வெப்பநிலைகளும், சிறும வரம்பு வெப்பநிலைகளும் தூய மற்றும் பயன்பாட்டு அறிவியல் கண்ணோட்டத்தில் முக்கியமானவை. புதிய ஊகிக்கக்கூடிய நிகழ்வுகளும், எதிர்பாராத நிகழ்வுகளும் காணப்படுகின்றன.

இரண்டு கிலோகிராம் நிறையுள்ள செப்புக்கட்டியைச் சுமார் இரண்டு நாட்களுக்குச் சுமார் 50 மைக்ரோ கெல்வின் வெப்பநிலையில் வைப்பதில் ஆய்வாளர்கள் வெற்றி பெற்றிருக்கிறார்கள். அணுக்கருக் காந்தத் தற்சுழற்சி அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி இத்தகைய குறைந்த வெப்பநிலைகளை உண்டாக்கவும் அளவிடவும் முடிகிறது. 50 மைக்ரோ கெல்வின் அணுக்கோவை வெப்பநிலையை உண்டாக்கச் செப்பில் தற்சுழற்சிகள் 50 நானோ கெல்வின்கள் அளவுக்குக் குறைக்கப்பட்டன. தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில் இரும்பு போன்ற அயக்காந்தப் பொருள்களில் எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சிகள் ஒரே நேர்க்கோட்டில் அமைந்து விடுவதைப்போல அணுக்கருத் தற்சுழற்சிகளும் அமைகின்றனவா என்பதைக் கண்டுபிடிப்பது இத்தகைய உயர் வெப்பநிலைகள் எட்டப் பட்டிருக்கின்றன. மிகக் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள வளிமங்களில் சில விநாடிகளுக்கு இத்தகைய உயர் வெப்பநிலைகள் உண்டாக்கப்பட்டன. இந்த அளவுள்ள வெப்பநிலைகளில் ஹைட்ரஜன் அணுக்கருக்கள் சுமார் 1.3×10^6 மீட்டர்/விநாடி அளவிலான திசைவேகங்களைப் பெறும். நேரின மின்னூள்ள துகள்கள் நிலை மின் விலக்கு விசைகளைச் சமாளித்து ஒன்றையொன்று நெருங்க. இந்த அளவு திசைவேகங்கள் தேவைப்படுகின்றன. அணுக்கருக்கள் ஒன்றுக்கொன்று

மிக நெருக்கமான பிறகு அணுக்கரு ஈர்ப்பு விசைகள் அவற்றைப் பிணைய வைக்கின்றன. அப்போது ஏராளமான ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றிப் பயன்படுத்துகிற நோக்கத்துடன் இந்த ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். M.W. Zemansky, *Heat and Thermo dynamics*, Mc Graw Hill, New York, 1957.

வெப்பநிலை அளவிகள்

ஒரு பொருள் சூடாக அல்லது குளிர்ச்சியாக இருப்பதற்குக் காரணமாக இருப்பது அதில் அடங்கியுள்ள வெப்பமாகும். ஒரு பொருள் எவ்வளவு சூடாக அல்லது குளிர்ச்சியாக இருக்கிறது என்பதைக் குறிப்பிட வெப்பநிலை என்ற கருத்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளில் அடங்கியுள்ள அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளின் ஒட்டுமொத்தமான இயக்க ஆற்றல் ஆகும். வெப்பநிலை என்பது ஒரு மூலக்கூறின் புள்ளியியல் சராசரி இயக்க ஆற்றல். 18-ஆம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி வரை வெப்பத்திற்கும் வெப்பநிலைக்கும் இடையில் தெளிவான வேறுபாடு உணரப்படவில்லை. ஜோசப் பிளாக் என்பவர் வெப்பத்தை அறிவியல் அடிப்படையில் அளவிடுவதற்கான வழிமுறைகளை வகுத்தார். அவர் வெப்பத்தின் அளவுக்கும், செறிவுக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டை விளக்கினார். வெப்பத்தின் செறிவு வெப்பநிலை ஆகும்.

வெப்பத்தைக் காரணம் எனவும், வெப்பநிலையை அதன் விளைவு என்றும் குறிப்பிடலாம். ஒரு பொருளின் வெப்பக் கொள்ளளவில் ஏற்படும் மாற்றம் அதன் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றமாக வெளித் தெரிகிறது. ஒரு நீர்மம் உயர் மட்டத்திலிருந்து தாழ்ந்த மட்டத்திற்குப் பாய்வதைப் போலவே உயர்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து குறைந்த

வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளுக்கு வெப்பம் பாய்கிறது. இரண்டு பொருள்களுக்கும் இடையிலான வெப்பநிலையை வெப்ப ஆற்றல் மட்டம் என்று குறிப்பிடலாம். இரண்டு புள்ளிகளில் நீர்ம மட்டம் சமமாகும் போது நீர்மம் பாய்வது நின்று விடுகிறதைப் போலவே இரண்டு பொருள்களின் வெப்பநிலைகள் சமமாகும் போது வெப்பம் பாய்வதும் நின்றுவிடுகிறது. மாக்ஸ்வெல் ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை வரையறுக்கும் போது, மற்ற பொருள்களுக்கு வெப்பத்தை அளிக்க அதற்கு உள்ள திறமையைப் பொறுத்தது வெப்பவியல் தன்மை என்று குறிப்பிடுகிறார். தொடு உணர்ச்சியின் மூலம் ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை மதிப்பிடுவது நம்பகமற்ற, துல்லியமற்ற முறையாகும்.

அறிவியல் தன்மையில் துல்லியமாக வெப்பநிலைகளை அளவிடுவதற்கு வெப்பத்தால் தோன்றும் வேறு ஒரு நம்பகமான, எளிதில் திருப்பித் தோற்றுவிக்கக்கூடிய ஒருவிளைவைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு வெப்பநிலையை அளவிடும் முறை வெப்பநிலை அளவையியல் எனப்படுகிறது. வெப்பநிலையை அளக்க உதவும் விளைவு பொருளின் ஏதாவது ஓர் இயற்பியல் விளைவாகத்தான் இருக்க முடியும். அந்த விளைவு வெப்பநிலையோடு சீராக, தொடர்ச்சியாக, ஒழுங்காகக் கணிசமான அளவில் மாறுவதாக இருக்க வேண்டும். முதன்முதலாக வெப்பநிலை மானியை உருவாக்கியது யார் என்பது நிச்சயமாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் 1593-ஆம் ஆண்டில் கலிலியோ ஒரு வெப்பநிலை மானியை உருவாக்கியதாகத் தெரிகிறது.

1608-ஆம் ஆண்டில் டிரப்பல் (drebbel) என்ற டச்சு இயற்பியல் நிபுணரும் தனிப்பட்ட முயற்சியில் ஒரு வெப்பநிலை மானியை அமைத்ததாகச் சொல்லப்படுகிறது. கலிலியோவின் கருவியில் ஒரு கண்ணாடிக் குமிழில் ஒரு நீண்ட குழாய் பொருத்தப்பட்டிருந்தது. அதன் கீழ்முனை ஒரு நிறமுள்ள நீர்மத்தில் மூழ்கியிருக்கும். குமிழைச் சூடாக்கினால் அதிலிருந்து சிறிதளவு காற்று வெளியேறும். பின்னர்க் குமிழ் குளிர்ந்தவுடன் சிறிது நீர்மம் தண்டுக்குழாயில் ஏறி நிற்கும். அந்த உயரத்திலிருந்து வெப்ப நிலையைக் கணக்கிடலாம். அந்த உயரம் வளி மண்டல அழுத்தத்தையும் பொறுத்ததாகையால் இக்கருவி

நம்பகமானது அல்ல. 1632-ஆம் ஆண்டு ஜீன் ரே (Jean Ray) என்பவர் நீண்ட குழாய் பொருத்தப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குமிழில் நீரை நிரப்பி ஒரு வெப்பநிலைமானியை வடிவமைத்தார். 1655-ஆம் ஆண்டில் அமோன்டோன்ஸ் என்பவர் காற்று வெப்பநிலை மானியை உருவாக்கினார். இறுதியாக 1721-ஆம் ஆண்டில் ஃபாரன்ஹீட் வெப்பநிலைமானியில் பாதரசத்தை அறிமுகப்படுத்தினார். அத்துடன் வெப்பநிலை மானிக்குமிழை கோள வடிவத்துக்குப் பதிலாக உருளை வடிவத்திலிருக்குமாறும் அவர் செய்தார். இதன் மூலம் தொடு பரப்பு அதிகமாவதுடன், தக்கைகளில் உள்ள துளைகளில் சொருகுவதும் எளிதாயிருக்கிறது.

வெப்பநிலை அளவீடு என்பது 17-ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் உருவாயிற்று. அப்போது கிரேக்கர்கள் பயன்படுத்திய வெப்பம் காட்டி என்ற கருவியின் மூலம் அளவறுதியான பதிவுகளை எடுக்கும் முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப் பட்டன. வெப்பநிலைகளுக்கும் பொருள்களின் நீளம், பருமம் அல்லது அழுத்தம், வளிமத்தில் ஒலியின் திசைவேகம், ஒரு கம்பியின் மிள்தடை போன்ற இயற்பியல் அளவுகளுக்கும் இடையிலான தொடர்புகள் முழுமையாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இத்தகைய தொடர்புகளைப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலைகளை அளவிடும் கருவிகள் முதல்நிலை வெப்பநிலை மானிகள் எனப்பட்டன. இத்தகைய கருவிகளின் மூலம் எடுக்கப்பட்ட அளவீடுகள் அனைத்துலகுப் படித்தரங்களைத் தீர்மானிக்க அடிப்படையாக உதவின. ஆனால் அத்தகைய கருவிகள் நடைமுறையில் பரவலாகப் பயன்படுத்த முடியாத அளவுக்குச் சிக்கலானவையாக இருந்தன.

திண்மம் நீர்மமாக மாறுதல், நீர்மம் ஆவியாக மாறுதல் போன்ற தெளிவாக வரையறுக்கப்படக்கூடிய நிகழ்வுகள் நடைபெறும் வெப்பநிலைகளை நிர்ணயிக்க இத்தகைய கருவிகள் முக்கியமாகப் பயன்படுகின்றன. இந்த வெப்பநிலைகள் பின்னர் அனைத்து நாட்டு நடைமுறை வெப்பநிலை அளவீட்டு முறையின் திட்ட வரைகளை நிர்ணயிக்க உதவுகின்றன. இந்தத் திட்ட வரைகளுக்கு இடையிலான அளவீடுகளை இடைச் செருகல் முறைகள் மூலம் கணக்கிட்டுக் கொண்டு, அவற்றின் அடிப்படையில்

இரண்டாம் நிலை வெப்பநிலை மானிகள் அளவு குறிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை எடை மற்றும் அளவைகளுக்கான அனைத்து நாட்டுக் குழு புதிய தரவுகளைப் பரிசீலித்து வெப்பநிலையின் படித்தர அளவுகளைச் சீர்திருத்துகிறது. வளிம வெப்பநிலை மானிகள் ஒரு நிரந்தரமான வளிமத்தின் $Pv/T =$ ஒரு மாறிலி என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்துகின்றன. வெப்பநிலை மாறும்போது மாறாத பருமத்திலுள்ள ஒரு வளிமத்தின் அழுத்தம் மாறுகிற விதத்தைப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலையை அளவிடுகிற கருவிகள் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு நிரந்தரமான வளிமத்தின் பருமம் மாறாத போது அதன் அழுத்தம் அதன் தனி வெப்பநிலைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். ஆனால் நடைமுறையில் சாதாரணமான வளிமங்கள் இந்த விதியைக் கடுமையாகப் பின்பற்றுவதில்லை. எனவே இதற்கான திருத்தங்களை வெப்பநிலை மானி அளவீட்டில் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அளவீடுகள் மிகவும் துல்லியமாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படும் போது வெப்பநிலைமானிக் குமிழின் பருமத்தில் ஏற்படும் விரிவு, வளிமத்தின் பரப்பொட்டுகை விளைவுகள், குமிழியிலிருந்து அழுத்தமானிக்குச் செல்லும் இணைப்புக் குழல்களில் உள்ள வளிமத்தின் நடத்தைகள் போன்ற பலவற்றிற்கான திருத்தங்கள் சேர்க்கப்பட வேண்டும். வளிம வெப்பநிலைமானி உண்மையில் அழுத்தங்களின் தகவை அளவிட்டு அவற்றை வெப்பநிலைகளின் தகவுக்குச் சமமாக்கிக் காட்டுகிறது. அதற்கான மேற்கோள் வெப்பநிலை, நீரின் மும்மைப் புள்ளியின் வெப்பநிலையான 273.16 கெல்வினாக வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. குமிழின் வெப்பநிலை 273.16 கெல்வினாக இருக்கும்போது அதனுள் இருக்கும் வளிமத்தின் அழுத்தம் மேற்கோள் அழுத்தமாகும்.

ஒலியியல் வெப்பநிலைமானிகளில் ஒரு வளிமத்தின் வெப்ப மாற்றீடற்ற இறுக்குத் திறனுக்கும் அதில் ஒலி பரவும் திசைவேகத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்தத் தொடர்பிலிருந்து வெப்பநிலையைக் கணக்கிடலாம். வளிமத்தின் வெப்ப மாற்றீடற்ற இறுக்கு திறன் K , வளிமத்தில் ஒலியின் திசை வேகம் S எனில் $S^2 = k/p = rRT/M$, இதில் P என்பது வளிமத்தின் அடர்த்தி, r

என்பது அதன் வெப்ப எண்களுக்கிடையிலான தகவும் Cp/Cv, R என்பது வளிம மாறிலி. M என்பது மூலக்கூறு எடை. ஒலியியல் வெப்பநிலை மானிகளிலும் லட்சிய நிலையிலிருந்து பிறழ்ச்சிகள் ஏற்படும். அவை அழுத்தம் சுழியாகும் போதுதான் மறையும். சாதாரண அழுத்தங்களில் தேவையான திருத்தங்களைச் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். ஓர் உண்மையான ஒலியியல் வெப்பமானிக் கருவி வழக்கமாக ஓர் ஒத்ததிர்வு வடிவில் அமைக்கப்படுகிறது. அதற்குள் ஒரு நிலை அலைப் பாகத்தை உண்டாக்கித் தெரிந்து அதிர்வெண் (r) கொண்ட ஒலியின் அலை நீளம் (d) கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. இந்த முறையில் அளவீடு எடுக்கும்போது பல காரணிகளால் துல்லியம் குறையும். இத்தகைய கருவிகள் வளிம வெப்பநிலை மானிகளுக்குத் துணையாக 2-30 செல்வின் வரையான வெப்பநிலைகளில் படித்தர அளவீடுகளை நிர்ணயிக்கவே முக்கியமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை குறைந்த வெப்பநிலைகளில் அதிகமான உணர்வு நுட்பமுள்ளவையாக இருக்கின்றன. இவை வெப்பநிலைகளை நேரடியாக அளவிடுகின்றன. R/m என்ற தகவு துல்லியமாகத் தெரிந்திருப்பதைப் பொறுத்து ஒலியியல் வெப்பநிலைமானிகளில் துல்லியம் அமைகிறது. 273.16 K என்ற வெப்பநிலை மற்றும் வரையறையின் அடிப்படையில் அமைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. எனவே அந்த வெப்பநிலையில் ஒளியின் திசைவேகத்தைக் கண்டுபிடிப்பதன் மூலம் r-இன் மதிப்பைக் கணக்கிட உதவும் ஒரு கருவியாகவும் ஒலியியல் வெப்பநிலை மானி பயன்படும்.

x என்ற மின் தடையில் வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கங்கள் ஏற்படுகையில் ஓசை மின்னழுத்தங்கள் (noise voltages) என்ற மின்னழுத்த ஏற்ற இறக்கங்கள் உண்டாகின்றன. dv என்ற ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் இடைவெளியில் அந்த ஏற்ற இறக்கங்களின் சராசரி இருமடி மதிப்பை

$$\langle V \rangle = \frac{2}{f} 4xKTdv$$

சமன்பாட்டிலிருந்து பெறலாம். இதில் k என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. அறை வெப்பநிலையில் அலகுப் பட்டை அகலத்திற்குக் கிடைக்கக் கூடிய

பெரும் ஓசைத் திறன் (noise power) kTdv அல்லது $4x10^{-21}$ வாட்கள் ஆகும். அது மின் தடையின் உண்மையான மதிப்பைப் பொறுத்து அமைகிறதில்லை. இக்கருவியிலிருந்து வெளிப்படும் முதன்மைச் சைகை மிகவும் வலுக் குறைந்தது. எல்லா மின் அளவைக் கருவிகளும் அதனுடன் தமது உள்ளிட ஓசை மின்னழுத்தங்களைக் கலந்துவிடுவதால், இக்கருவிகளின் உதவியால் வெப்பநிலையைத் துல்லியமாக அளவிடுவது பாதிக்கப்படுகிறது. ஓசை மின்னழுத்த வெப்பநிலை மானிகளின் உயர்வெப்பநிலைகளில் உள்ளார்ந்த சைகை பெரும் அளவுள்ளதாக இருக்கிறது. நவீனத் தொழில்நுட்பமுறைகளில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களின் காரணமாக இந்தக் கருவிகள் உயர் வெப்பநிலைகளை அளவிடும் படித்தரக் கருவிகளாக மலர்ச்சி பெறும் வாய்ப்பு அதிகமாயிருக்கிறது.

அளவீட்டு முறைகள். 1615-ஆம் ஆண்டில் சாக்ரடோ (sagredo) என்பவர் கோடைக் காலத்தின் பெரும் வெப்பநிலைக்கும் குளிர் காலத்தின் சிறும வெப்பநிலைக்கும் இடையிலான தன்னிச்சையாக 360 பிரிவுகளாகப் பிரித்தார். 17-ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் ஃபாப்ரி (Fabri), நியூட்டன் ஆகியோர் வெப்பநிலைக்கு ஒரு மேல் திட்ட வரையையும் ஒரு கீழ்த்திட்ட வரையையும் நிர்ணயித்தால்தான் ஒரு சரியான வெப்பநிலை அளவுகோல் கிடைக்கும் என வலியுறுத்தினர். அந்தத் திட்டவரைகள் எளிதாகவும் துல்லியமாகவும் திரும்பத் தோற்றுவிக்கக் கூடிய வெப்பநிலைகளாக இருக்க வேண்டும் எனவும், அந்த இரு வெப்பநிலைகளுக்கு இடையிலுள்ள நெடுக்கத்தை எல்லோரும் ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய வகையில் பல் பிரிவுகளாகப் பிரிக்க வேண்டும் எனவும் அவர்கள் கூறினர். 1664-ஆம் ஆண்டில் பாயிலும் ஹூக்கும் வளிம அழுத்தத்தில் தூய பனிக்கட்டியும் நீரும் சமநிலையில் உள்ள வெப்பநிலையை (உறைநிலை) கீழ்த்திட்ட வரையாக ஏற்றுக் கொள்ளலாம் என்று கூறினர். 1655-ஆம் ஆண்டில் ஹைகனிஸ் வளி அழுத்தத்தில் தூய நீரின் கொதிநிலையை மேல்திட்ட வரையாக ஏற்றுக் கொள்ளலாம் என யோசனை கூறினார். நீரின் உறைநிலைக்கும், கொதிநிலைக்கும் இடையிலான நெடுக்கம் வெப்பநிலைமானியின் அடிப்படை இடைவெளி எனப்படுகிறது. மேல் திட்ட வரையறை

நூறு எனவும் கீழ்த் திட்ட வரையைச் சுழி எனவும் வைத்துக் கொண்டு அடிப்படை இடைவெளியை நூறு சமக் கூறுகளாகப் பிரிக்கும் அளவு குறிப்பு முறை சென்டிகிரேடு அளவை முறை எனப்படுகிறது. 1710-ஆம் ஆண்டில் ஸ்வீடனைச் சேர்ந்த எல்லியஸ் என்பாரும், 1740-ஆம் ஆண்டில் உப்சலாவைச் சேர்ந்த லின்னாயஸ் என்பாரும் இந்த முறையை உருவாக்கினர். ஆனால் 1742-ஆம் ஆண்டில் செல்சியஸ் என்பார் இந்த முறையை அறிமுகப்படுத்தியதாகப் பலர் கூறுகின்றனர். ஆனால் செல்சியஸ் தமது அளவை முறையில் கீழ்த்திட்ட வரையை நூறு எனவும், மேல் திட்ட வரையைச் சுழி எனவும் குறித்தார். இன்றைக்குப் புழக்கத்தில் உள்ள சென்டிகிரேடு அளவை முறையை 1742-ஆம் ஆண்டில் ஸ்ட்ரோமர் என்பவர்தான் உருவாக்கியதாகச் சிலர் வாதிடுகின்றனர். இந்த அளவை முறையில் வெப்ப நிலையை அடுத்து சென்டிகிரேடு என்பதைக் குறிப்பிட எழுதப்படும் C என்ற எழுத்து செல்சியசின் பெயரைக் குறிப்பதாகக் கருத்து பரவி சென்டிகிரேடு அளவை முறையை செல்சியஸ் கண்டுபிடித்ததாக ஒரு தவறான கருத்து ஏற்பட்டிருக்கலாம். சென்டிகிரேடு அளவை முறை உலகம் முழுவதிலும் அறிவியல் நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

1710-14 ஆம் ஆண்டுக் காலத்தில் ஃபாரன்ஹீட் அம்மோனியம் குளோரைடையும் பனிக்கட்டியையும் கலப்பதன் மூலம் எட்டப்படக் கூடிய சிறும வெப்பநிலையைச் சுழி எனவும் ஓர் உடல் நலமுள்ள மனிதரின் வெப்பநிலையை 96 எனவும் வைத்துக் கொண்டு ஒரு வெப்பநிலை அளவு கோலை உருவாக்கினர். இதில் கீழ்த் திட்ட வரை 212 பாகையாகவும் அமைகின்றன. அவற்றுக்கு இடையிலுள்ள நெடுக்கம் 180 சமக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டது. இது ஃபாரன்ஹீட் வெப்பநிலை அளவை முறை எனப்படும். பெரும்பாலான ஆங்கில மொழி பேசும் நாடுகளில் பொறியியலாளர்களும், வானிலையியலாளர்களும் இந்த அளவுகோலைப் பயன்படுத்துகின்றனர். கடும் குளிர் காலங்களில் மட்டுமே ஃபாரன்ஹீட் வெப்பநிலைமானி எதிரின அளவீடுகளைத் தரும். ஃபாரன்ஹீட் பாகை சென்டிகிரேடு பாகையைவிடச் சிறியது. ஆகையால் வெப்பநிலையை அதிகத் துல்லியமாக அளவிட முடிகிறது.

ரீமர் என்பவர் 20% நீரும், 80% ஆல்கஹாலும் கொண்ட கலவையை வெப்பநிலை மானியில் பயன்படுத்தினார். ஒரு வளிம அழுத்தத்தில் நீரின் உறைநிலைக்கும் கொதிநிலைக்கும் இடையில் இந்தக் கலவையின் பருமம் 1000 அலகிலிருந்து 1080 அலகாக உயர்ந்தது. எனவே அவர்தனது வெப்பநிலை மானியில் கீழ்த்திட்ட வரையை 1000 எனவும், மேல் திட்ட வரையை 1080 எனவும் குறித்தார். பிற்பாடு அவற்றை முறையே சுழி, 80 என மாற்றிவிட்டார். இந்த அளவு முறையில் அடிப்படை இடைவெளி 80 சமக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப் பட்டிருக்கிறது. இதற்கு ரீமர் அளவுமுறை என்று பெயர். ஐரோப்பாவிலும், ஸ்காண்டிநேவிய நாடுகளிலும் இது புழக்கத்தில் உள்ளது. 1772-இல் டிலக் என்பவர் ரீமர் அளவுகோலைப் பயன்படுத்தும் பாதரச வெப்பநிலை மானியை அறிமுகப்படுத்தினார்.

அடிப்படை இடைவெளி சென்டிகிரேடு அளவுகோலில் நூறு சமக் கூறுகளாகவும், ஃபாரன்ஹீட் அளவு கோலில் 180 சமக் கூறுகளாகவும், ரீமர் அளவு கோலில் 80 சமக் கூறுகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை சென்டிகிரேடு அளவுகோலில் C எனவும், பாரன்ஹீட் அளவு கோலில் F எனவும், ரீமர் அளவுகோலில் R எனவும் எண் மதிப்புகளைப் பெற்றிருக்குமேயானால் அவற்றில் முறையே C, F-32, R கூறுகள் இருக்கும். அத்துடன் $C/100 = F-32/180 = R/80$

$$\text{எனவே } C/5 = F-32/9 = R/4$$

திண்மங்களின் வெப்ப மூல விரிவைப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலை மானிகளை அமைப்பது மன நிறைவு அளிப்பதாயில்லை. அதற்குத் நீர்மங்களின் பரும விரிவைப் பயன்படுத்துவது வசதியானதாக இருக்கிறது. வெப்பநிலைமானிகள் வழக்கமாகக் கண்ணாடிக் குழல்களால் அமைக்கப்படுவதால் வெப்பநிலை மானி நீர்மம் கண்ணாடியின் மூலமாகத் தெளிவாகக் கண்ணுக்குத் தெரியக்கூடியதாக இருக்க வேண்டும். அதன் வெப்ப மூல விரிவு கணிசமாகவும் சீரானதாகவும் இருத்தல் இன்றியமையாதது. அது வெப்பத்தை விரைந்து உட்கவரக்கூடியதாகவும், மிகுந்த வெப்பக் கடத்து

திறன் கொண்டதாயும் இருக்க வேண்டும். வெப்பநிலை கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டிய பொருளிலிருந்து அது அதிக அளவில் வெப்பத்தை உட்கவர்ந்துவிடக் கூடாது. எனவே அதன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் குறைவாகவும் இருக்க வேண்டும். அது எளிதில் ஆவியாகக் கூடாது. இவ்வாறில் அதன் ஆவி அழுத்தம், கண்ணாடிக் குழலில் நீர்மம் விரிவடைவதைத் தடுத்து விடும். ஒரு வெப்பநிலை மானித் நீர்மம் கணிசமான வெப்பநிலை நெடுக்கத்தில் நீர்ம நிலையில் நீடிக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். அதன் உறை நிலை மிகக் குறைவாகவும், கொதி நிலை மிக அதிகமாயும் இருத்தல் வேண்டும். இறுதியாக வெப்பநிலை மானித் நீர்மம், தூய நிலையில் எளிதாகக் கிடைக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். அவற்றைப் பயன்படுத்தி வெவ்வேறு இடங்களில் உருவாக்கப்படும் வெப்பநிலைமானிகள் ஒரே மாதிரியான அளவீடுகளைக் காட்ட வேண்டும். இத்தகைய பண்புகள் மற்ற எல்லா நீர்மங்களையும் விடப் பாதரசத்துக்கும் ஆல்கஹாலுக்கும் நிறைந்த அளவில் உள்ளன. கண்ணாடிக் குழலில் பாதரசம் கொண்ட வெப்பநிலை மானிகளை அமைக்க நன்கு வெப்பப் பதப்படுத்தப்பட்ட ஜெனா கண்ணாடியாலான, தடித்த சுவருள்ள நுண் துளைக் குழாய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அவற்றின் துளைகள் சீரான விட்டமுள்ளதாக இருக்க வேண்டும். நுண் துளைக் குழாயின் ஒரு முனையில் ஓர் உருளை வடிவக் குமிழும் மற்ற முனையில் ஒரு சிறிய புனலும் உருக்கி ஒட்டப்படுகின்றன. நுண் துளைக் குழாய் குரோமிக் அமிலம், காய்ச்சி வடித்த நீர் ஆகியவற்றால் துப்புரவாகத் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது. அதன் பிறகு அதை நன்கு உலர்த்திப் புனல் உள்ள முனையில் சிறிது பாதரசத்தை வைத்துக் குமிழைச் சூடாக்கினால் குமிழிலிருந்து காற்று முனையில் சிறிது பாதரசத்தை வைத்துக் குமிழைக் குளிர வைத்தால் சிறிது பாதரசம் குமிழுக்குள் இறங்கும். இவ்வாறு பல முறை செய்து குமிழுக்குள்ளும் தண்டுக்குழாய்க்குள்ளும் பாதரசம் முழுமையாக நிரப்பப்படும். பின்னர் குமிழைப் பாதரசத்தின் கொதிநிலைக்குச் சூடாக்கினால் பாதரசம் கொதித்து அதன் ஆவி மிச்சமுள்ள காற்றையும் வெளியேற்றிவிடும். அந்த நிலையில் நுண் துளைக் குழாயின் மேல் முனை காற்றிறுக்கமாக உருக்கி

முடப்பட்டுப் புனல் பகுதி நீக்கப்படுகிறது. பின்னர் வெப்பநிலைமானிக் குழை ஒரு குளிர்ப்பந்த, உலர்ந்த இடத்தில் பல மாதங்களுக்கு வைத்திருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் கண்ணாடிக் குழல் சூடாக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்ட திரிபுகள் நீங்கி அது தொடக்க நிலைக்கு மீண்டு வரும். அதன் பிறகே அதில் அளவு குறிக்க முடியும். வெப்பநிலை மானிக் குமிழைத் தூய பனிக்கட்டித் தூளில் வைத்து அதன் பாதரச மட்டம் இருக்கும் இடத்தைக் கீழ்த்திட்டவரை எனக் குறியிட வேண்டும். அதேபோல குமிழை ஒரு நீராவிப் பெட்டியில் வைத்துத் தூய நீரின் கொதிநிலையில் பாதரச மட்டத்தைக் குறித்து அதை மேல் திட்டவரையாகக் குறியிடலாம். மேல் திட்ட வரைக்கும் கீழ்த்திட்ட வரைக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவு அடிப்படை இடைவெளி ஆகும். அதைத் தேவைக்கு ஏற்றபடி 100 அல்லது 180 அல்லது 80 சமக் கூறுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஊக நீட்சி முறையில் கீழ்த் திட்டவரைக்குக் குறைவான அளவீடுகளையும், மேல் திட்டவரைக்கு மேற்பட்ட அளவீடுகளையும் குறித்துக் கொள்ளலாம். ஆல்கஹால் பயன்படுத்தி வெப்பநிலை மானியை அமைப்பது இன்னும் எளிதானது. ஆனால் அதிலிருந்து காற்றை முற்றிலுமாக நீக்குவது இயலாதது. ஆல்கஹால் 78°C இல் கொதிக்கத் தொடங்கிவிடுவதால் ஆல்கஹால் வெப்பநிலைமானியில் மேல் திட்ட வரையை நேரடியாகக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. அதை ஒரு வளிம வெப்ப நிலைமானியுடன் ஒப்பிட்டுத்தான் அளவு குறிக்க முடியும். ஆல்கஹால் வெப்பநிலை மானிகள் 130°C - 60°C வரை நல்ல முறையில் செயலாற்றும். -200°C பாகை வரை வெப்பநிலைகளை அளவிட திரவ பெண்டேன் கொண்ட வெப்பநிலைமானிகள் உதவும்.

ஒரு வெப்பநிலைமானி தான் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிற பொருளின் வெப்ப நிலையை விரைந்து எட்டுவதாயும், அதன் வெப்பநிலையில் ஏற்படுகிற சிறிய மாற்றங்களைக்கூட உடனடியாகக் காட்டுவதாயும் இருந்தால் அது மிகுந்த உணர்வு நுட்பம் உள்ளதாகச் சொல்லப்படும். முதல் நிபந்தனையை நிறைவு செய்ய வெப்பநிலைமானி நீர்மம் உயர்ந்த வெப்பக் கடத்து திறனும், குறைந்த வெப்ப ஏற்புத் திறனும் உள்ளதாக இருக்க வேண்டும்.

குமிழ் சிறியதாயும் மிகை பரப்புள்ளதாயும் அமைய வேண்டும். குமிழில் உள்ள நீர்மத்தின் பருமன் குறைவாக இருக்க வேண்டும். பாதரசத்தின் அடர்த்தி அதிகமாக இருப்பதால் ஒரு பாதரச வெப்பநிலை மானியில் இந்தத் தேவைகள் எல்லாம் நிறைவு செய்யப்படுகின்றன. இரண்டாவது உணர்வு நுட்ப நிபந்தனையை நிறைவு செய்யக் குமிழ் பெரிதாக இருக்க வேண்டும். குமிழில் நிறைய இருந்தால்தான் அதன் விரிவு அதிகமாக இருக்கும். அத்துடன் துளையின் விட்டம் சிறியதாக இருந்தால் சிறிய வெப்பநிலை மாற்றங்களுக்குக்கூடப் பாதரச இழையின் நீள விரிவு கணிசமாக இருக்கும். இவ்வாறு இந்த இரண்டு நிபந்தனைகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரான தேவைகளை முன்வைக்கின்றன. பணியின் தன்மையைப் பொறுத்து ஒரு சமரசமான முறையில் குமிழ் வடிவமைக்கப்படுகிறது. நுண்துளைக் குமிழின் விட்டத்தை அளவுக்கு மீறிச் சிறியதாக்கிவிட்டால் பாதரச இழை கண்ணுக்கே தெரியாமல் போகக்கூடும். இதைத் தவிர்க்க நுண்துளை வட்டமான குறுக்குத் தோற்றத்துக்குப் பதிலாக நீள்வட்டக் குறுக்குத் தோற்றம் உடையதாக அமைக்கப்படுகிறது. அதன் அகன்ற விட்டம் தெரியுமாறு வெப்பநிலை மானியைத் திருப்பி வைத்துக்கொள்ளலாம். அத்துடன் அந்தத் திசையில் கண்ணாடித் தண்டு ஒரு விரி ஆடி போன்ற குறுக்கமைப்புடன் உருவாக்கப்படும். இதனால் பாதரச இழையின் உருப் பெருக்கப்பட்ட பிம்பம் தெரியும். அதற்கு நேர் பின்னால் வெள்ளை எனாமல் சாயம் பூசப்பட்டு, ஒரு வெள்ளைப் பின்னணியில் கரிய பாதரச இழை தெளிவாகத் தெரியும்படியும் செய்யப்படுகிறது.

கண்ணாடி குடாக்கப்பட்டுத் திரிபுக்கு ஆளாகும் போது தனது தொடக்க நிலைக்குத் திரும்பி வர வெகுநேரம் பிடிக்கும். எனவே ஒரு வெப்பநிலை மானி உருவாக்கப்பட்ட பின்னர் நீண்ட காலத்துக்கு ஆற விடப்பட்ட பிறகே அதில் அளவுக் குறிகளை இட வேண்டும். அவ்வாறு செய்யாவிட்டால் நாட்கள் செல்லச் செல்ல அதன் குமிழ் சுருங்கிக் கொண்டே போய் அதன் கீழ்த்திட்ட வரை அளவு சுழிக் குறிக்கு மேலே போய்விடும். ஜூல் கிட்டத்தட்ட 40 ஆண்டுகளுக்கு இரண்டு வெப்ப நிலை மானிகளில் சுழிகளைக் கண்காணித்து 32 ஆண்டுகளில் சுழி அளவு ஒரு ஃபாரன்ஹீட் பாகைக்கு உயர்ந்ததைக் கண்டார். இதற்குச் சுழியின் நீண்ட கால உயர்வு என்று பெயர். ஒரு

பாதரச வெப்பநிலை மானியை நீண்ட நேரம் தூய, உருகும் பனிக்கட்டியில் வைத்திருந்து அதன் பாதரச மட்டம் இருக்கும் இடத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். எ-டு: அது சுழி பாகைக்குப் பதிலாக 0.4 பாகையில் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அதன் பிறகு அந்த வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவீடுகளிலிருந்து 0.4 சுழித்துக் கொண்டால் உண்மையான வெப்பநிலை கிடைக்கும். வெப்பநிலைமானியைத் தரமான, நன்கு வெப்பப்பதம் செய்யப்பட்ட கண்ணாடியால் செய்வதன் மூலமும், நீண்ட காலம் ஆறவைத்த பின்னர் அளவு குறிப்பதன் மூலமும் இந்தப் பிழையைத் தவிர்க்க முடியும். நாளாக நாளாகக் குமிழில் உட்பரப்பு தேய்ந்துவிடுதல், பாதரசத்தின் எடை காரணமாகக் குமிழ் விரிவு அடைதல் ஆகியவற்றின் காரணமாக இந்தப் பிழை மறைந்து விடுவதுண்டு. ஒரு வெப்பநிலை மானியை ஓர் உயர்ந்த வெப்பநிலையை அளக்கப் பயன்படுத்தி விட்டு, உடனடியாக வேறு குறைந்த வெப்பநிலைகளை அளக்கப் பயன்படுத்தினால், கண்ணாடிக் குமிழின் விரிவு குறைய அவகாசமில்லாமல் போய் அதன் சுழிப்புள்ளி கீழே இறங்கிவிடும். இதற்கும் ஒரு திருத்தத்தை மேலே கூறப்பட்ட முறையிலேயே கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடிக்கும்போது வெப்பநிலைமானியின் குமிழ் மட்டுமே அந்தப் பொருளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. எனவே குமிழிலுள்ள பாதரசத்தின் வெப்பநிலை நுண்துளைக் குழாயிலுள்ள பாதரசத்தின் வெப்பநிலையிலிருந்து வேறுபட்டதாக இருக்கும். வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவீடு t . பாதரச வெப்பநிலை மானியின் தண்டைச் சுற்றியுள்ள சராசரி வெப்பநிலை θ . அப்பகுதியிலுள்ள பாதரச இழையின் நீளத்தில் அடங்கியுள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை N . கண்ணாடியில் பாதரசத்தின் தோற்றப்பரும விரிவு எண் γ எனில், நுண் துளைப் பகுதியிலுள்ள பாதரசத்தின் வெப்பநிலையையும் t அளவுக்கு உயர்த்தினால் பாதரச இழையின் நீளம் $N\gamma(t-\theta)$ அளவுக்கு அதிகரிக்கும். எனவே பொருளின் உண்மையான வெப்பநிலை = $t + N\gamma(t-\theta)$.

ஒரு வெப்பநிலை மானி அளவு குறிக்கப்பட்ட போது எந்த மாதிரி பொருத்தப்பட்டிருந்ததோ அதை

அதே மாதிரி பொருத்திப் பயன்படுத்த வேண்டும். அதைச் செங்குத்தாக நிறுத்தி அளவு குறித்திருந்தால், அதைச் செங்குத்தாகவே பயன்படுத்த வேண்டும். அதற்குப் பதிலாக அதைக் கிடையாக வைத்துப் பயன்படுத்தினால் குமிழில் பாதரசத்தால் செலுத்தப்படும் எடை குறைந்து குமிழ் லேசாகச் சுருங்கும். இதனால் தண்டுக் குழாயில் அதிக அளவில் பாதரசம் செல்லும். இதன் காரணமாக உண்மையான வெப்பநிலையைவிட அதிகமாக அளவீடு காட்டப்படும்.

இதே போல கிடையான நிலையில் வைத்து அளவு குறிக்கப்பட்ட வெப்பநிலைமானியைச் செங்குத்தாக வைத்துப் பயன்படுத்தினால் பாதரசத்தின் எடை காரணமாகக் குமிழ் விரிவடைந்து, வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவீடு உண்மையான வெப்பநிலையைவிடக் குறைவாக இருக்கும். அத்துடன் உயர்ந்த அழுத்தத்தில் உள்ள வளிமத்தில் அல்லது நீர்மத்தில் வெப்பநிலை மானிக் குமிழை வைத்தால் அது அழுத்தப்பட்டு அளவீடுகள் மாறக் கூடும். இவற்றுக்கெல்லாம் தக்க திருத்தங்களைச் சேர்க்க வேண்டும். வெப்பநிலைமானியின் துளை சீரான விட்டம் இல்லாததாக இருப்பினும் அளவீடுகளில் பிழை ஏற்படும். அத்தகைய நிலையில் சமமான வெப்பநிலை மாற்றங்களுக்குப் பாதரச இழையின் விரிவு சம அளவில் இராது. ஒரு படித்தர வளிம வெப்பநிலை மானியுடன் பாதரச வெப்பநிலை மானியை ஒப்பிட்டு வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் அது காட்டும் அளவீடுகளைக் குறித்து ஒரு அளவு குறிப்பு வரைபடம் வரைந்து வைத்துக்கொண்டு, அதன் உதவியால் சரியான வெப்பநிலைகளைக் கண்டுபிடித்துக்கொள்ளலாம்.

இந்தப் பிழையைத் தவிர்க்கச் சில வெப்பநிலைமானிகளில் தண்டுக் குழல் சம நீளக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுவதற்குப் பதிலாகச் சமப் பருமக் கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் இவற்றில் சிறிய வெப்பநிலை மாற்றங்களை அளவிடுவது துல்லியமாயிராது. தண்டுக் குழாயின் விட்டம் சீராக இல்லாதபோது பாதரசத்தின் பரப்பு இழுவிசையாலும் ஒரு பிழை தோன்றும். பாதரசப் பிறைத்தளத்தின் மேலும் கீழும் உள்ள அழுத்தங்களுக்கு இடையில் $2T/r$ என்ற வேறுபாடு

உண்டாகிறது. குழலின் ஆரம் வெவ்வேறாக இருந்தால் இந்த அழுத்த வேறுபாடும் வெவ்வேறாக இருக்கும். இதன் காரணமாக ஒரு பிழை தோன்றுகிறது. குழலின் விட்டம் சீராக இருக்கும் போது இந்தப் பிழையைப் புறக்கணித்துவிடலாம். மேலும் பாதரச இழை மேலே ஏறும்போது அதன் பிறைத்தளத்தின் ஆரம் குறைவாகவும், இறங்கும் போது அதிகமாகவும் இருக்கும். எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஏறி வரும் பாதரச இழை காட்டும் அளவீடு, இறங்கி வரும் பாதரச இழை காட்டும் அளவீட்டைவிடக் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் ஏறிவரும் பாதரச இழை பரப்பு இழுவிசையால் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படாத காரணத்தால் ஏறிவரும் பாதரச இழை காட்டும் அளவீட்டை எடுத்துக் கொள்வதே வழக்கமாக இருக்கிறது.

வெப்பநிலை மானிக் குமிழை ஒரு பொருளைத் தொடுமாறு வைக்கும்போது வெப்பம் கடத்தாத கண்ணாடி வழியாக வெப்பம் பாதரசத்தை அடைய வேண்டியிருக்கிறது. இதன் காரணமாக வெப்பநிலைமானி வெப்பநிலையைக் காட்டுவதற்குச் சிறிது தாமதம் ஆகிறது. நிலையான வெப்பநிலையில் உள்ள பொருள்களின் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடிக்கும் போது இதனால் பாதிப்பு ஏற்படாது என்றாலும் விரைவாக மாறுகிற வெப்பநிலைகளை அளவிடும் போது இதனால் இடையூறு உண்டாகும். உயர்ந்து வரும் வெப்பநிலை, கருவி காட்டும் வெப்பநிலையை விட அதிகமானதாயும், குறைந்து வருகிற வெப்பநிலை கருவி காட்டுவதைவிடக் குறைவானதாயும் இருக்கும். இதற்குப் பின்தங்கல் என்று பெயர். குமிழின் சுவர் தடிமன் அதிகமாயிருத்தல், குமிழில் பாதரசம் அதிகமாயிருத்தல், வெப்பநிலை வேகமாக மாறுதல் ஆகியவற்றின் காரணமாகப் பின்தங்கல் பிழை அதிகமாகும். வெப்பநிலை அளவிடப்படுகிற பொருளின் வெப்பம் கடத்தும் அல்லது வெப்பம் கடத்தாத தன்மையைப் பொறுத்தும் பின்தங்கல் அமையும். இதற்கான திருத்தங்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

வெப்பநிலைமானி, வெப்பநிலை தொடர்ந்து உயரும் ஒரு தொட்டியில் வைக்கப்பட்டு அரை வினாடிக்கு ஒருமுறை அது காட்டும் வெப்பநிலை

குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. நேரத்துக்கும் வெப்பநிலைக்கும் இடையில் AB என்ற வரைகோடு கிடைக்கும். பின்தங்கலின் காரணமாக அக்கோட்டில் காட்டப்பட்ட வெப்பநிலைகள் உண்மையான வெப்பநிலைகளை விடச் சற்றே குறைவாயிருக்கும். பின்தங்கல் வெப்பநிலை மாறுகிற வீதமான $D\theta/dt$ ஐப் பொறுத்தது. எனவே எ-டு: D என்ற புள்ளியில் வரை கோட்டின் சரிவு அக்கணத்திலுள்ள பின்தங்கலின் அளவு ஆகும். B என்ற புள்ளிக்கு நேரான வெப்பநிலையை விடச் சற்றே அதிகமான ஒரு வெப்பநிலையில் ஒரு தொட்டியை மாறாமல் வைத்து, அதில் வெப்பநிலை மானியை வைத்து அரை வினாடிக்கு ஒருமுறை வெப்பநிலை குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

தொட்டியின் வெப்பநிலைக்கும் வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவீடுகளுக்கும் இடையில் உள்ள வேறுபாடுகளுக்கும் நேரத்திற்கும் இடையில் வளைகோடு EF கிடைக்கும். AB கோட்டில் D என்ற புள்ளியின் சரிவுக்குச் சமமான சரிவுள்ள ஒரு புள்ளி P, E F கோட்டில் கண்டுபிடிக்கப்படும். D இல் உள்ள பின்தங்கல் P இல் உள்ள பின்தங்கலுக்குச் சமம். அது PQ ஆகும். AB கோட்டில் D க்கு நேர் மேலே DM=PQ என்ற வகையில் M என்ற ஒரு புள்ளியைக் குறிக்க வேண்டும். இதே போல AB இல் உள்ள நூலைந்து புள்ளிகளுக்குப் பின்தங்கலைக் கணக்கிட்டு KMN என்ற வளைகோடு வரையப்படுகிறது. இதிலிருந்து வெப்பநிலைமானி காட்டும் எந்த ஓர் அளவீட்டுக்குமான சரியான வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடித்துக்கொள்ளலாம்.

கீழ், மேல் திட்ட வரைகளைக் குறியிடுவதிலேயே பிழைகள் ஏற்படக்கூடும். எனவே, சில மாதங்களுக்கு ஒரு முறை அவற்றைச் சரி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். சிறிய வெப்பநிலை மாற்றங்களுக்குப் பாதரச இழை அதிகத் தொலைவுக்கு விரிவடைந்தால், வெப்பநிலை மானியின் உணர்வு நுட்பம் அதிகமாக இருக்கும். பெக்மன் வெப்பநிலை மானியில் இது சாதிக்கப்படுகிறது. இதில் குமிழைச் சூடாக்கினால் அதிலிருந்து சிறிதளவு பாதரசம் R என்ற தொட்டியில் போய் விடும். பிறகு பெக்மன் கருவியைச் செங்குத்தாகப் பிடித்துக் கொண்டு லேசாகத் தட்டினால் பாதரச இழை பிரிந்து குமிழில் மட்டும் தங்கும்.

இப்போது ஒரு சீரான வெப்பநிலையிலுள்ள தொட்டியில் ஒரு சாதாரண வெப்பநிலை மானியையும், பெக்மன் கருவியையும் வைத்து பெக்மன் கருவியில் உள்ள பாதரச இழை சுழிக் குறிக்கு நேராக இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். தொட்டியின் வெப்பநிலை 100 பாகை என்க. எனவே பெக்மன் கருவியில் சுழி என்பது 100 பாகைக்குச் சமம். இப்போது வேறு ஏதாவது ஒரு பொருள் 100, 105 ஆகிய வெப்பநிலைகளுக்கு இடையிலிருந்தால் பெக்மன் கருவியைப் பயன்படுத்தி 0.01 பாகைக்குச் சுத்தமாக அதன் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடித்து விடலாம். இதே போல சுழிக்குக் குறைவான வெப்பநிலைகளையும் பெக்மன் கருவியால் அளவிடலாம். அதற்கு முதலில் சுழி வெப்பநிலையில் பாதரச மட்டம் 5 என்ற குறிக்கு நேராக வரும்படி செய்து கொள்ள வேண்டும். அதன் பிறகு 0 முதல் -5 வரையான எந்த வெப்பநிலையையும் சுத்தமாகக் கண்டுபிடிக்க முடியும். இக்கருவி உருகுநிலை, கொதிநிலை ஆகியவற்றில் ஏற்படும் நுண்ணிய மாற்றங்களைத் துல்லியமாக அளவிட உதவுகிறது.

சிக்கின் பெரும சிறும, வெப்பநிலைமானி வானிலையியல் துறையில் ஒரு நாளின் பெரும வெப்பநிலையையும் சிறும வெப்பநிலையையும் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் A என்ற பெரிய குமிழில் ஆல்கஹால் உள்ளது. BC என்ற நாம வடிவப்பகுதியில் பாதரசமும் D என்ற குமிழில் ஓரளவு ஆல்கஹாலும் அதற்கு மேல் அதன் ஆவியும் உள்ளன. பாதரச மட்டங்களுக்கு மேல் பக்கத்துக்கு ஒன்றாக இரண்டு எஃகுக் காட்டிகள் உள்ளன. பாதரச மட்டம் மேலே ஏறும்போது அவை மேலே தள்ளப்படும். ஆனால் பாதரச மட்டம் கீழே இறங்கும்போது அவை தானாக இறங்க முடியாமல் அவற்றில் உள்ள கம்பி விலகல் தடுத்துவிடும். பகல் நேரத்தில் A குமிழில் உள்ள ஆல்கஹால் விரிந்து B இல் உள்ள பாதரச மட்டத்தைக் கீழே தள்ளும் C இல் பாதரச மட்டம் உயர்ந்து எஃகுக் காட்டியை மேலே தள்ளும். இரவில் A இல் உள்ள ஆல்கஹால் சுருங்கும் போது B இல் உள்ள பாதரச மட்டம் உயர்ந்து அந்தப் பக்கத்திலுள்ள எஃகுக் காட்டியை மேலே தள்ளும். இவ்வாறு C பக்கத்தில் உள்ள எஃகுக் காட்டியின் கீழ் முனை நாளின் பெரும வெப்பநிலையையும், B பக்கத்தில் உள்ள எஃகுக் காட்டியின் கீழ் முனை சிறும வெப்பநிலையையும்

காட்டும். தினமும் காலையில் ஒரு காந்தத்தின் உதவியால் எஃகுக் காட்டிகளைக் கீழே இழுத்துப் பாதரச மட்டங்களைத் தொடும்படிச் செய்வர்.

மருத்துவர்கள் பயன்படுத்தும் வெப்பநிலைமானிகள் ஃபாரன்ஹீட் அளவு கோலின்படி 95 பாகை முதல் 110 பாகை வரை குறியிடப்பட்டிருக்கும் இதில் குமிழுக்குச் சற்று மேலே நுண் துளைக் குழாயில் ஒரு சுருக்கம் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நோயாளியின் உடலில் வெப்பநிலைமானியின் குமிழை வைத்தால் பாதரசம் விரிந்து தண்டுக் குழாயில் ஏறும். வெப்பநிலைமானியை வெளியிலெடுத்த பிறகு பாதரச இழை மீண்டும் தானாகக் குமிழுக்குள் புருந்து விடாமல் இந்தச் சுருக்கம் தடுக்கிறது. எனவே மருத்துவர் நிதானமாக வெப்பநிலைமானி காட்டும் அளவீட்டைப் பார்க்க முடிகிறது. பின்னர் வெப்பநிலைமானியை வேகமாக உதறினால் பாதரச இழை மீண்டும் குமிழுக்குள் புருந்துவிடும். தண்டுக்குழாயின் முன்பகுதி ஆடி போன்ற வடிவத்தில் அமைந்து இழை உருப் பெருக்கப்பட்டுத் தெரியும். மனித உடலின் இயல்பான வெப்ப நிலையான 98.4 ஃபாரன்ஹீட் பாகை சிவப்பு நிற அம்புக் குறியால் காட்டப்பட்டிருக்கும்.

திண்மப்பொருள்கள் வெப்பத்தினால் விரிவு அடைவதைப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலைமானிகளும் வரைவிகளும் அமைக்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு உலோகங்கள் வெப்பநிலை உயரும் போது வெவ்வேறு அளவில் விரியும். ஓர் எஃகுப் பட்டையையும், பித்தளைப் பட்டையையும் அறை வெப்பநிலையில் இறுக்கமாக ஒட்டியிருக்கும் படி பிணைத்துவிட்டால், வெப்பநிலை உயரும் போது பித்தளை அதிக அளவிலும் இரும்பு குறைந்த அளவிலும் விரிவடைவதன் காரணமாக அந்த இரட்டை உலோகப் பட்டை இரும்பின் பக்கமாக வளையும். அது அறை வெப்பநிலையைவிடக் குளிர்ச்சியடையும்படி செய்தால் அது பித்தளைப் பக்கமாக வளையும். இரட்டை உலோகப் பட்டையை ஒரு சுருள் வடிவில் அமைத்து அதன் வளைவை ஒரு குறி முள் உருப்பெருக்கிக் காட்டும்படி செய்யலாம். குறிமுள்ளுக்குப் பதிலாக ஒரு பேனாவைப் பொருத்தி வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கங்களை ஒரு வரைபடத் தாளில் வரைந்து தரும்படியும் செய்யலாம்.

வளிம வெப்பநிலை மானிகள். வளிமங்கள் நீர்மங்களை விட அதிக அளவில் விரிவடையும் நிரந்தர வளிமங்கள் எனப்படும் ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், ஹீலியம் போன்றவற்றைத் தூய நிலையில் பெற முடியும். எல்லா வளிமங்களும் வெப்பநிலை உயரும் போது சீராக விரிவடையும். எல்லா வளிமங்களுக்கும் பரும விரிவுக் குணகமும் அழுத்த விரிவுக் குணகமும் சமமாக உள்ளன. இக்காரணங்களால் வளிம வெப்பநிலை மானிகள் ஆய்வகங்களில் படித்தரக் கருவிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. காலண்டரின் ஈடு செய்யப்பட்ட காற்று அழுத்த வெப்பநிலை மானி ஒரு மாறா அழுத்தக் கருவியாகும். இதில் சிலிகானாலான A என்ற பெரிய உருளைக் குமிழ் உள்ளது. அது M என்ற பாதரசத் தொட்டியுடன் நுண்துளைக் குழாயினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. A ஐ எல்லா விதத்திலும் ஒத்த D என்ற உருளைக் குமிழ் ஈடு செய்யும் உறுப்பாகும். அது பாதரசத் தொட்டியை ஒட்டி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இரண்டு பகுதிகளுக்கும் இடையில் கந்தக அமிலம் நிரப்பிய G என்ற அழுத்தமானி உள்ளது.

அதன் உதவியால் A, D ஆகிய குமிழ்களில் அழுத்தத்தைச் சமன் செய்யலாம். அவற்றில் உலர்ந்த காற்று நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இக்கருவியமைப்பு முழுவதும் முதலில் T_0 என்ற தனி வெப்பநிலையில் உள்ள பனிக்கட்டித் தூளில் வைக்கப்படும். M இல் உள்ள பாதரச அளவைச் சரிபடுத்தி அழுத்தமானியில் அமில மட்டங்கள் சமமாக இருக்கும்படி செய்தால் A, D ஆகியவற்றில் உள்ள காற்றின் அழுத்தங்களும், நிறைகளும் சமமாகிவிடும். இப்போது A ஐ மட்டும் வெப்பநிலை (T) கண்டுபிடிக்க வேண்டிய தொட்டியில் வைத்தால் அதிலுள்ள காற்றின் அழுத்தம் உயரும். M இலிருந்து பாதரசத்தை வெளியேற்றி, A, D ஆகியவற்றில் அழுத்தங்கள் மீண்டும் சமமாகும்படி செய்யப்படும். பனிக்கட்டியின் T_0 என்ற தனி வெப்பநிலையில் A -இன் கொள்ளளவு V என்க. T வெப்பநிலையில் A, D ஆகியவற்றில் அழுத்தத்தைச் சமப்படுத்துவதற்காக விருந்து வெளியேற்றப்பட்ட பாதரசத்தின் பருமம் v என்க. எனவே A இல் உள்ள காற்றின் வெப்பநிலை T_0 இலிருந்து T ஆக உயர்ந்த போது அதன் பருமம் v அளவு உயர்ந்துள்ளது. அதாவது A இல் உள்ள காற்று T_0 தனி வெப்பநிலையில் v-v பருமமும் T என்ற தனி வெப்பநிலையில் V பருமமும்

கொண்டதாயிருக்கிறது. எனவே சார்லசின் விதிப்படி,

$$V/T = V - v/T_0 \text{ அல்லது } T = V/v - vxT_0$$

இவ்வாறு T கணக்கிடப்படுகிறது. இக்கருவியில் M இலிருந்து வெளியேற்றப் பாதரசத்தின் பருமத்தைத் துல்லியமாக அளவிடுவதைப் பொறுத்தே துல்லியமும் அமையும். வெப்பநிலை காண வேண்டிய தொட்டியில் A குமிழை வைக்கும்போது அதில் ஏற்படும் விரிவுக்கு ஒரு திருத்தத்தைச் சேர்க்க வேண்டும். D குமிழில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் மாறுவதேயில்லை. A குமிழில் உள்ள அழுத்தம் எப்போதும் D குமிழில் உள்ளதற்குச் சமமாகவே இருக்கும்படிச் செய்யப்படுகிறது. எனவே A குமிழில் உள்ள அழுத்தம் வளிம அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது அல்ல. இரண்டு குமிழ்களிலும் உள்ள அழுத்தங்களை எளிதாகச் சமன் செய்ய முடியும். குமிழ்களுக்கும் உள்ள அழுத்தங்களை எளிதாகச் சமன் செய்ய முடியும். குமிழ்களுக்கும் இணைப்புக் குழாய்களுக்கும் இடையில் உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாடுகள் இரண்டு இணைப்புக் குழாய்களிலும் சம அளவில் ஏற்படுவதால் அவற்றுக்கான திருத்தங்கள் தாமாகவே ஈடு செய்யப்பட்டு விடுகின்றன. கந்தக அமிலம் அழுத்த வேறுபாடுகளைத் துல்லியமாகக் காட்டக்கூடியது. அத்துடன் அது குமிழ்களிலுள்ள காற்றிலிருந்து ஈரத்தை நீக்கவும் உதவுகிறது. குமிழின் விரிவுக்கான பிழைத்திருத்தத்தை எளிதாகவும், துல்லியமாகவும் கணக்கிட்டுவிடலாம். ஆனால் இக்கருவி 600°C பாகைக்கு மேல் துல்லியமாகச் செயல்படுவதில்லை.

ஹார்க்கர், சாப்புயிஸ் ஆகியோர் 1887-ஆம் ஆண்டில் ஒரு மாறாப் பரும வளிம வெப்பநிலை மானியை உருவாக்கினார்கள். அதில் 80% பிளாட்டினமும் 20% ரேடியமும் கலந்த உலோகக் கலவையாலான A என்ற குமிழ் இருந்தது. அது பிளாட்டினத்தாலான நுண்துளைக் குழாய் மூலமாக MN என்ற பாதரச அழுத்தமானியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அழுத்த மானி ரப்பர்க் குழலின் மூலம் R என்ற பாதரசத் தொட்டியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பாதரசத் தொட்டியை ஏற்றி இறக்கி M -இல் உள்ள பாதரச மட்டத்தை P_2 என்ற குறி முள்ளைத் தொடும்படி செய்யலாம். அதன் இயக்கத்தை அளவிட ஒரு வெர்னியர்

பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் A குமிழில் உள்ள வளிமத்தின் பருமம் மாறாமல் வைக்கப்படுகிறது. அழுத்தமானியுடன் A குமிழை இணைக்கும் பாழ் இடப் பகுதி மிகவும் குறைந்த கொள்ளளவு உள்ளது. எனவே அதிலுள்ள வளிமக் குமிழைவிட வேறுபட்ட வெப்பநிலையில் இருப்பதால் ஏற்படக்கூடிய பிழை மிகவும் குறைவானதாகிவிடுகிறது. R என்ற பாதரசத் தொட்டியை ஏற்றி இறக்கி A குமிழில் உள்ள வளிமத்தின் அழுத்தத்தையும் சரிபடுத்தலாம். அந்த அழுத்தம் DC என்ற அழுத்தமானியால் நேரடியாக அளவிடப்படும். D குமிழ், M குமிழுக்கு நேர் மேலே அமைந்துள்ளது. அதை மேலும் கீழும் நகர்த்தி, அதிலுள்ள பாதரச மட்டம் P_1 என்ற குறிமுள்ளைத் தொடும்படி செய்யப்படும். அதன் இயக்கத்தையும் ஒரு வெர்னியர் மூலம் அளவிடலாம். A குமிழில் உள்ள வளிமத்தின் அழுத்தம் $(H+h)$ ஆகும். இதில் H என்பது அந்த நேரத்தில் உள்ள பாரமானி உயரம். அது P_1 க்கும் R என்ற தொட்டியிலுள்ள பாதரச மட்டத்திற்கும் இடையில் உள்ள தொலைவுக்குச் சமம். h என்பது P_2 -வுக்கும், R தொட்டியில் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையில் உள்ள தொலைவு. ஆகவே $(H+h)$ என்பது P_1, P_2 ஆகிய குறி முள்களுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவு. அதைத் தொலை நோக்கியின் உதவியால் அளவிடலாம்.

A குமிழ் முதலில் உருகும் பனிக்கட்டித் தூளில் வைக்கப்படுகிறது. அப்போது அதன் தனி வெப்பநிலை T_0 ஆகும். R என்ற பாதரசத் தொட்டியையும் D என்ற பாரமானிக் குழாயையும் மேலும் கீழும் நகர்த்தி, M -இல் உள்ள பாதரச மட்டம் P_2 என்ற குறிமுள்ளையும் D -இல் உள்ள பாதரச மட்டம் P_1 என்ற குறி முள்ளையும் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செய்யப்படும். இப்போது P_1, P_2 ஆகிய குறிமுட்களுக்கு இடையிலான தொலைவு A குமிழில் உள்ள வளிமத்தின் அழுத்தமான P_0 -க்குச் சமம். இப்போது A குமிழ் நீராவிப் பெட்டியில் வைக்கப்படும். M -இல் உள்ள பாதரச மட்டம் கீழே இறங்கும். N இல் உள்ள பாதரச மட்டம் மேலே ஏறும். முன்போலவே பாதரசத் தொட்டியையும் D குமிழையும் சரிப்படுத்தி M குமிழிலும் D குமிழிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்கள் முறையே P_2, P_1 ஆகிய குறிமுட்களைத் தொடும்படி செய்யப்படும்.

இப்போது குறிமுட்களுக்கு இடையில் உள்ள தொலைவு A குமிழுக்கு உள்ள வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்குச் சமம். அதை P_{100} என்க. அடுத்து A குமிழ் வெப்பநிலை கண்டுபிடிக்க வேண்டிய பொருளில் அல்லது தொட்டியில் வைக்கப்படுகிறது. முன்போலவே R தொட்டியையும், D குமிழையும் சரிபடுத்தி D குமிழிலும் M குமிழிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்கள் குறிமுட்களைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செய்யப்படுகிறது. அவற்றுக்கிடையிலான தொலைவு A குமிழில் உள்ள அழுத்தத்திற்குச் சமம். அதை P_t என்க. இப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டிய வெப்பநிலை $t = \frac{P_t - P_0}{P_{100} - P_0} \times 100$ குமிழின் விரிவுக்காகவும், இணைப்புக் குழல்களில் உள்ள வளிமம், குமிழின் வெப்பநிலையிலிருந்து வேறுபட்ட வெப்பநிலையில் இருப்பதற்காகவும் திருத்தங்களைச் சேர்க்க வேண்டும். ஆனால் அவை மிகச் சிறியவையே. இந்த வெப்பநிலை மானியின் உதவியால் -200 முதல் 500°C வரை வெப்பநிலைகளை அளக்கலாம். அதன் பிறகு ஹைட்ரஜன், பிளாட்டினத்துக்குள் விரவத் தொடங்கிவிடும். பளபளப்பாக்கப்பட்ட பீங்கான் குமிழைப் பயன்படுத்தினால் 1100°C பாகை வரை அளவிட முடியும்.

ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்தி 1500°C பாகை வரை அளவிடலாம். -200°C பாகைக்குக் குறைவான வெப்பநிலைகளை அளவிட ஹீலியம் உதவும். இக்கருவி சுழி முதல் 100°C வரை 0.005°C சுத்தமாக அளவிடக்கூடியது. 500°C வரை ஒரு பாகை சுத்தமாகவும், 1500°C வரை 2 பாகை சுத்தமாகவும் அளவிடக்கூடியது. இதன் அளவீடுகள் கெல்வின் வெப்ப இயக்கவியல் அளவீட்டு முறையின் அளவீடுகளுடன் முற்றிலுமாக ஒத்து வருகின்றன. இதன் பரிமாணம் பெரியதாக, கையாள வசதியற்றதாக, எளிதில் வெவ்வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்ல முடியாததாக உள்ளது. அத்துடன் இது வெப்பநிலையை நேரடியாகத் தருவதில்லை.

வெப்பநிலை உயரும்போது உலோகங்கள் மற்றும் உலோகக் கலவைகளின் மின் தடைகள் சீராக உயருகின்றன. இதைப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலையை அளவிடும் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் தூய பிளாட்டினக் கம்பிகள் பயன்படுகின்றன. அதன்

உருகு நிலை அதிகமாக இருப்பதும், ஒரு பரந்த வெப்பநிலை நெடுக்கத்தில் அதன் மின் தடை சீராக மாறுவதும் அதன் அணுகூலங்கள் ஆகும். காலண்டர், கிரிபிதஸ் ஆகியோர் சுழி முதல் 500 சென்டிகிரேடு பாகை வரை அதன் மின்தடை $R_t = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$ என்ற சமன்பாட்டின் படி மாறுவதாகக் கண்டுபிடித்தனர். இதில் R_t என்பது $t^\circ\text{C}$ வெப்பநிலையிலும், R_0 என்பது சுழி $^\circ\text{C}$ வெப்பநிலையிலும், ஒரு பிளாட்டினக் கம்பியின் மின்தடைகள். α, β ஆகியவை மாறிலிகள். அத்துடன் ஒரு பிளாட்டினக் கம்பியின் மின்தடை 0°C வெப்பநிலையில் R_0 ஆகவும், 100°C வெப்பநிலையில் R_{100} ஆகவும் இருக்குமானால் $\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{R_0} \times 100$. இதில் α என்பது மின்தடையின் வெப்பநிலை குணகம் எனப்படுகிறது. t என்ற வெப்பநிலையில் அந்தப் பிளாட்டினக் கம்பியின் மின்தடை R_t எனில், $t = \frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100$. இந்த வெப்பநிலை பிளாட்டின வெப்பநிலை எனப்படுகிறது. இது ஒரு பொருளில் பிளாட்டின வெப்பநிலைமானியை வைக்கும்போது பிளாட்டினக் கம்பியில் தோன்றும் வெப்பநிலை ஆகும். 1886-ஆம் ஆண்டில் காலண்டர், பொருளின் உண்மையான வெப்பநிலை θ எனில்

$$\theta - t = S[(\theta/100)^2 - (\theta/100)]$$

என்று காட்டினார். இதில்

$$S = (100)^2 \beta / \alpha + 100\beta.$$

ஒரு குறிப்பிட்ட பிளாட்டின மின்தடை வெப்பநிலைமானியைக் கொதிக்கும் கந்தகத்தில் வைத்து அதன் t மதிப்பைக் கண்டுபிடித்துக்கொண்டு கந்தகத்தின் உண்மையான உருகுநிலையான θ ஐ வளிம வெப்பநிலை மானியின் மூலம் கண்டுபிடித்துக்கொண்டு அவற்றின் உதவியுடன் பிளாட்டின மின்தடை வெப்பநிலைமானியின் S மதிப்பைக் கணக்கிட்டு விடலாம். அதன் பிறகு அதைப் பயன்படுத்தி மற்ற பொருள்களின் வெப்பநிலைகளை அளவிட இந்தக் கருவியைப் பயன்படுத்தலாம்.

வெப்பநிலைக்கும், மின் தடைக்கும் இடையில் ஒரு வரைபடம் வரைந்து அதை அளவு குறிப்பு வளைகோடாகப் பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய வரைபடம் ஒவ்வொரு பிளாட்டின மின்தடை

வெப்பநிலைமானியுடனும் தரப்படுவது வழக்கமாக இருக்கிறது. அதன் உதவியால் வெப்பநிலையை நேரடியாகக் கண்டுபிடித்து விடலாம். 1876-ஆம் ஆண்டில் சர் வில்லியம் சீமன்ஸ் என்பவர் மேற்சொன்ன தத்துவத்தின் அடிப்படையில் ஒரு பிளாட்டின மின்தடை வெப்பநிலைமானியை முதன்முதலாக உருவாக்கினார். காலண்டர், கிரிபித்ஸ் ஆகியோரும் பிளாட்டின மின் தடை வெப்பநிலை மானி உருவாக்கினர்.

தன் தூண்டல் விளைவுகளைத் தவிர்ப்பதற்காக இரண்டாக மடிக்கப்பட்ட இரண்டு தூய பிளாட்டினக் கம்பிகள் சுருள்களாக ஒரு பீங்கான் உருளைக்குள் வைக்கப்பட்டிருகின்றன. ஒரு சுருள் வெப்பநிலையை அளப்பதற்கும் மற்றது சமன் செய்வதற்கும் உதவும். அவை ஒரு வீட்ச்டன் வலையமைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கருவியில் அடிப்படை இடைவெளி ஓர் ஓரமாக அமைக்கப்படுகிறது. வெப்பநிலை கண்டுபிடிக்க வேண்டிய தொட்டியில் வெப்பநிலை மானியை வைத்து வலையமைப்பில் சுழி விலக்கம் ஏற்படுமாறு சரிப்படுத்தினால் $MD = x$, $ND = y$ என வருவதாகக் கொள்வோம். வலையமைப்பில் $P = Q$, MN என்ற கம்பியின் அலகு நீள மின்தடை r எனில் $R + yI = x + xI$ அல்லது $x = R + r(y - x)$ இதிலிருந்து பிளாட்டினக் கம்பியின் மின்தடை மதிப்பு கணக்கிடப்பட்டு அதன் மூலம் தொட்டியின் வெப்பநிலை கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. பிளாட்டின மின் தடை வெப்பநிலை மானிகளை -200 முதல் 1200 °C வரை வெப்பநிலைகளை அளக்கப் பயன்படுத்தலாம். அவை 500 °C வரை 0.01 °C சுத்தமாகவும், 1200 °C வரை 0.1 °C சுத்தமாயும் அளவிடக்கூடியவை. பிளாட்டினக் கம்பியை பெரும் பரப்புகளில் சுருட்டி அமைப்பதன் மூலம் ஒரு பெரிய பருமத்தின் சராசரி வெப்பநிலையை அளவிட முடியும். இவற்றில் சுழிப் பிழைகள் தோன்றுவதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் பிளாட்டினக் கம்பியின் மின்தடை எப்போதும் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பு உள்ளதாகவே இருக்கிறது. பிளாட்டின மின்தடை வெப்பநிலை மானிகள் வளிம வெப்பநிலைமானிகளைப் போலவே படித்தரத் தன்மையுள்ளவை. இவற்றால் 0.001 வளிம வரையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடுகளைக்கூட அளவிட முடியும். இவை கையாள வசதியானவை.

இவற்றின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் அதிகமாயும், பீங்கான் உறையின் வெப்பக்கடத்து திறன் குறைவாயும் இருப்பதால் இவற்றில் பின் தங்கல் அதிகமாயிருக்கிறது. விரைவாக ஏறி இறங்கும் வெப்பநிலைகளை அளவிட இவை பயன்படாது. இவற்றின் பரிமாணம் பெரியதாக இருப்பதால் சிறிய பருமங்களின் வெப்பநிலையை அளவிட அவை உதவாது. பிளாட்டினத்தில் மாசுக்கள் இருந்தால் கருவியின் நம்பகத் தன்மை கெட்டுவிடும்.

வெப்ப மின்னிரட்டைகள். 1821-ஆம்

ஆண்டில் சீபெக் என்பவர் வெவ்வேறு உலோகங்களாலான இரண்டு கம்பிகளை முனைக்கு முனை இணைத்து, அந்த முனைகளை வேறுபட்ட வெப்பநிலைகளில் வைத்தால் அந்தக் கண்ணியில் ஒரு வெப்ப மின்னியங்கு விசை தோன்றுவதைக் கண்டுபிடித்தார். இது சீபெக் விளைவு எனப்படும். அந்த மின்னியக்கு விசை முனைகளின் வெப்பநிலைகளுக்கு இடையிலான வேறுபாட்டுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். 1830-ஆம் ஆண்டில் பெக்கரல் இத்தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி உயர் வெப்பநிலைகளை அளக்கும் கருவி ஒன்றை அமைத்தார்.

வால்டர் ஓயிட் என்பவர் இவற்றுக்குத் தெர்மெல் (thermal) எனப் பெயரிட்டார். செப்பு-கான்ஸ்டன்டன், பிஸ்மத்-ஆன்டிமணி, பிளாட்டினம்-பிளாட்டின இரிடியம், இரும்பு-கான்ஸ்டன்டன், குரோமல்-அலுமல், பிளாட்டினம்-பிளாட்டின ரேடியம் ஆகிய இரட்டைகள் இக்கருவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தேவைக் கேற்றபடி இவை மெல்லிய கம்பிகளாகவோ, தடித்த தண்டுகளாகவோ ஓரச்சான உருளைகளாகவோ எடுத்துக்கொள்ளப்படும். கம்பிகளில் திரிபுகள் ஏற்பட்டால் வெப்ப மின்னியக்கு விசை மாற்றமடையும். எனவே அதைத் தவிர்க்க வேண்டும். சூடான சந்தி, குளிர் சந்தியிலிருந்து தள்ளியிருக்கும் வகையில் இணைப்புக் கம்பிகள் நீளமாக இருக்க வேண்டும். இணைப்புக் கம்பிகள் வெப்ப மின்னிரட்டையில் பயன்படும் உலோகங்களிலாலேயே ஆனவையாக இருக்க வேண்டும். சூடான சந்தி தக்க பாதுகாப்புடன் மாசு அடையாத வகையில் அமைக்கப்பட வேண்டும்

வெப்ப மின்னியங்கு விசையை வோல்ட் மீட்டர்கள் அல்லது மின்னழுத்தமானிகள் மூலமாக அளவிடலாம். வெப்பநிலையை நேரடியாகக் காட்டும் முகப்பு கொண்ட கருவிகளும் புழக்கத்தில் உள்ளன. வெப்பமின்னிரட்டை வெப்பநிலை மானிகள் மலிவானவை; அமைக்க எளிதானவை. அவற்றின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் குறைவு. எனவே பின் தங்கலும் குறைவு. விரைவாக ஏறி இறங்கும் வெப்பநிலைகளை அளவிட இவை பெரிதும் உகந்தவை. அவை சிறிய பரிமாணமுள்ளவை யாதலால் சிறிய பருமங்களின் வெப்பநிலையை அளவிட ஏற்றவை. அவற்றைத் தொலைவிலிருந்து இயக்க முடியும். அவற்றை -200 முதல் 1600 °C வரையிலான வெப்பநிலைகளை அளக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

மற்ற வகை வெப்பநிலை மானிகள். ஒரு எஃசுக் குமிழில் ஒரு நீண்ட தண்டுக் குழாய் பொருத்தப்பட்ட அமைப்பில் பாதரசம் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். தண்டுக் குழாயின் மறு முனையில் ஒரு போர்டான் அளவி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது நீள் வட்டக் குறுக்குத் தோற்றமுள்ள ஒரு வளைந்த குழல். எஃசுக் குமிழ் சூடாக்கப்படும்போது பாதரசம் வளைந்த குழலுக்குள் புகுந்து அதை நிமிர்த்த முயலுகிறது. அந்த இயக்கத்தைக் குறி முள் அல்லது பேனா மூலம் பதிவு செய்யலாம். இக்கருவிகள் பெரிய உலைகளின் வெப்பநிலைகளை அளவிட உதவுகின்றன.

ஆவி அழுத்த வெப்பநிலைமானிகளில் ஒரு தெவிட்டிய ஆவியின் அழுத்தம் வெப்பநிலைக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது என்ற உண்மை பயன்படுத்தப்படுகிறது. தெவிட்டிய ஆவியின் அழுத்தத்தை அளவிட அழுத்தமானிகள் அல்லது போர்டான் அளவிகள் உதவுகின்றன. வெப்ப அளவீட்டு முறைகள், வெப்பநிலையுடன் ஒரு வளிமத்தின் ஒளி விலகு எண் மாறுகிற விதம் ஆகியவையும் வெப்பநிலைகளை அளவிடப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அரைக் கடத்தி ஆக்சைடுகளினால் உருவாக்கப்படுகிற தெர்மிஸ்டர்கள் (thermistors) என்ற கருவிகள் பல வகையான வெப்பநிலை அளவீட்டு நோக்கங்களில் பயன்படுகின்றன. மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளை அளக்க பைராமீட்டர்கள் என்ற கருவிகளும், சூரியன்,

விண்மீன்கள் போன்ற வான் பொருள்களின் வெப்பநிலைகளை அளவிட பைரோ ஹீலியோ மீட்டர்கள் என்ற கருவிகளும் உதவுகின்றன.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.S. Mathur, *Fundamentals of Heat*, Sultan Chand, Delhi, 1985.

வெப்பநிலைக் குறைவு விசிதம்

வளிமண்டலத்தில் நாம் மேல்நோக்கிச் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைவாக இருப்பதை அறிவோம். இவ்வாறு உயரத்திற்கு செல்லும்போது வெப்பநிலை மாறும் விகிதமே வெப்பநிலைக் குறைவு விகிதம் (lapse rate of temperature) எனச் சொல்லப்படுகிறது. மேல் நோக்கிச் செல்லும்போது வெப்பநிலை தாழ்ந்தால் இக்குறைவு விகிதம் நேர் (positive) என்றும், மாறாமல் நிலையாக இருந்தால் சுழி (zero) என்றும், உயர்ந்தால் எதிர் (negative) என்றும் சொல்லப்படுகிறது. உயர்ந்த குறைவு விகிதம், தெவிட்டிய வெப்ப மாறாக் குளிர்வு விகிதம் (dry and saturated adiabatic rate of cooling) என இருவகைக் குறைவு விகிதங்கள் பேசப்படுகின்றன. வளிமண்டலத்தின் நடப்புக் குறைவு விகிதத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைக் கொண்டு செங்குத்து நிலைப்பை (stability) முடிவு செய்யலாம். செங்குத்து நிலைப்பு என்பது காற்றுத் துகள் ஒன்றைச் செங்குத்தாகச் சிறிது இடப்பெயர்ச்சி செய்தபின் திரும்பவும் அத்துகள் தனது முதல் நிலைக்கு வருவது அல்லது வேகம் வளர்ந்து முதல் நிலையை விட்டுச் செல்வது ஆகிய இரண்டில் ஒன்றைக் குறிக்கும். இக்குறைவு விகிதம் மேகங்கள் உருவாதல், மின்னல், மழை, வளிமண்டலக் கொந்தளிப்பின் மிகை (intensity of turbulence) போன்றவற்றை வானிலையினர் முன்னறிந்து கொள்ளுதற்குப் பெரிதும் உதவியாக உள்ளது.

கொ.சு.மகாதேவன்

வெப்பநிலை சூழ்நிலையியல்

தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் மூலக்கூறு அமைப்பு முதல் அவற்றின் சூழ்நிலை மண்டலம் வரையில் பல விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்ற ஒரு முக்கிய தெரியியல் அல்லது இயற்பியல் காரணியாக வெப்பம் விளங்குகிறது. உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கான (metabolism) வேதியியல் மாற்றங்களையும், இயற்பியல் செயல்களையும் வெப்பம் ஒழுங்கமைக்கிறது. மேலும் உயிரிகளின் நடத்தை அல்லது ஒழுக்கலாறு, உணவூட்டம், சுவாசம், வளர்ச்சி, இனப்பெருக்கம், புவியியல் பரவல் போன்ற வற்றையும் இது கட்டுப்படுத்துகிறது.

வெப்பப் பரவு நிலை (distribution of temperature). வெப்பத்தின் ஏற்ற இறக்கம், நன்னீர், கடல், நிலம் போன்ற வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் இடத்திற்கு இடம் அதிக அளவில் வேறுபடுகிறது. வெப்ப ஏற்ற இறக்க வேறுபாடு நீர்ச் சூழ்நிலையைவிட நிலச் சூழ்நிலையிலேயே அதிகம் காணப்படுகிறது. குளங்களில் 0°C க்கு குறைவாகவும், கடலில் -2.5°C க்கு கீழாகவும் வெப்பம் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் வட சைபீரியாவின் உட்பகுதியில் -70°C க்கு கீழே கூட நில வெப்பம் இருந்ததாக 1947-ஆம் ஆண்டு கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அதே நேரத்தில் பாலைவனப் பகுதியின் வெப்ப நிலை 60° - 84°C வரை கூட உயருவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. ஆனால் கடலின் வெப்பநிலை 36°C க்கு மேல் உயருவதில்லை. மாறாக குளம், குட்டை, ஏரிகளின் வெப்பநிலை, கடலின் வெப்பத்தைவிட சற்று அதிகமாக இருப்பதாக கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதேபோல் பகலிலும், இரவிலும் வெப்ப அளவு வேறுபட்டு காணப்படுகிறது. இவ்வேறுபாடும் நிலப் பகுதியிலேயே அதிகம் காணப்படுகிறது. வெப்ப வேறுபாடு சாதாரண நிலப்பரப்பில் 17°C வரையிலும், பாலைவனப் பகுதியில் 40°C வரையிலும் காணப்படுகிறது. இதே போல் வெப்பநிலை பருவத்திற்கு பருவம் வேறுபட்டும் செங்குத்து நிலையில் ஒவ்வொரு 150 மீ. உயரத்திற்கும் 1°C வீதம் வெப்பம் குறைந்தும் காணப்படுகிறது.

வெப்ப அடுக்கமைவு. (thermal stratification). நன்னீர் நிலைகளில் வெப்ப அடுக்கமைவு நன்கு

அமைந்து காணப்படுகிறது. (எ-டு). ஏரி, கோடைக் காலத்தில் மண்டல வெப்பம் 27°C ஆக இருக்கும் போது மேற்பரப்பு நீரின் வெப்பம் 22-23°C ஆகவும், அடித்தள வெப்பம் 5°C ஆகவும் காணப்படுகிறது. இதற்கிடைப்பட்ட (5-22°C) வெப்பநிலை ஹைப்போலிம்னியான் (hypolimnion), மெட்டாலிம்னியான் (metalimnion) அல்லது தெர்மோகிளைன் (thermocline), எப்பிலிம்னியான் (epilimnion) போன்ற மூன்று பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. அதிக அளவில் வெப்ப வேறுபாடுடைய செங்குத்தான இடைப் பகுதிக்கு தெர்மோகிளைன் அல்லது மெட்டாலிம்னியான் என்று பெயர். இப்பகுதியின் வெப்பநிலை 9°C - 21°C வரை இருக்கும். இப்பகுதிக்கு மேலே உள்ள வெப்பம் மிகுந்த நீர் பகுதிக்கு எப்பிலிம்னியான் என்று பெயர். வளி மண்டல காற்றினுடைய தாக்கத்தால் இப்பகுதியின் வெப்பநிலை ஒரே சீராக இருக்கும். தெர்மோகிளைன் பகுதிக்குக் கீழே அமைந்த அசைவற்ற வெப்பம் குறைந்த நீர் பகுதிக்கு ஹைப்போலிம்னியான் என்று பெயர். குளிர் காலத்தில் (winter) ஏரியின் மேற்பரப்பு நீர் 0°C க்கு குறைவதால் மேற்பரப்பு பனிக் கட்டியாக உறைகிறது. இருப்பினும் ஏரியின் வெப்பநிலை அடித்தளத்தில் 4°C ஆகவும், பனிக்கட்டிக்கு கீழே 0°C அதிகமாகவும் காணப்படுகிறது.

வெல்சு என்பவர் வெப்பத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஏரிகளை, துருவ ஏரிகள், வெப்ப ஏரிகள், மித வெப்ப ஏரிகள் என மூன்று வகையாகப் பிரித்துள்ளார். துருவ ஏரியின் மேற்பரப்பு நீர் 0°C க்கு மேல் மிகுவதில்லை. வெப்ப ஏரிகளில் 4°C க்கு மேலும் கீழும் மாறுபடுகிறது. ஆனால் மித வெப்ப ஏரிகளில் வெப்பம் எப்போதும் 4°C ஆகவே காணப்படுகிறது.

வெப்பத் தாங்கு திறன் எல்லை. உயிரினங்களின் வெப்பத் தாங்கு திறன் மிக அதிக அளவில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. பொதுவாக உயிரினங்களின் இயல்பான வாழ்க்கை -10°C -இல் இருந்து +50°C வரையிலான வெப்பநிலையிலேயே நிகழ்கிறது. அதிக அளவு வெப்ப ஏற்ற இறக்கத்தினைத் தாங்கக்கூடிய உயிரினங்களை அதிக வெப்பத்தாங்கு திறனுள்ள உயிரினங்கள் (eurythermal organisms) என்றும், மிகக் குறைந்த அளவே தாங்கக்கூடிய

உயிரினங்கள் குறைந்த வெப்பத் தாங்கு திறனுள்ள உயிரினங்கள் (stenothermal organisms) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. முதல் வகைக்குச் சைக்லாப்ஸ் (cyclops), தேரை (toad), வீட்டு பல்லி, பச்சைப்பாம்பு மற்றும் மனிதனையும் இரண்டாம் வகைக்கு மீன்கள், நத்தைகள், பவளங்கள் போன்றவற்றையும் உதாரணமாகக் கூறலாம். உயிரினங்களின் அனைத்து வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கும் ஒரு குறைந்தபட்ச வெப்பம் (minimum temperature) தேவைப்படுகிறது. இவ்வெப்பம் அதிகரிக்கப்படும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பத்தில் வளர்சிதை மாற்றச் செயல் மிக உச்ச நிலையை அடைகிறது. இவ்வுச்ச நிலைக்கு உத்தம அல்லது அணுசரண வெப்பநிலை (optimum temperature) என்று பெயர். அணுசரண வெப்பநிலைக்கு மேல் வெப்பம் உயரும்போது வளர்சிதை மாற்றச் செயல் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேல் தடை படுகிறது. இவ்வெப்பநிலைக்கு அதிக பட்ச அல்லது உச்ச அளவு வெப்பநிலை (maximum temperature) என்று பெயர். இவ்வுச்ச அளவு வெப்பநிலை, உயிரிகளின் பரவு தன்மையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. எ-டு: ரோட்டிபெர் (rotifer) என்னும் உயிரி, தான் வாழும் குளத்தின் வெப்பநிலை 24°C க்கு கீழே குறையும்போது மிக அதிக எண்ணிக்கையிலும், 24°C க்கு மேலே உயரும்போது முழுவதும் மறைந்தும் காணப்படுகின்றன.

செயல்படும் குறைந்த பட்ச வெப்பநிலை. ஓர் உயிரி, எந்த குறைந்த வெப்பநிலையில் செயல்பாட்டுடன் காணப்படுகிறதோ அதற்கு செயல்படும் குறைந்த பட்ச வெப்பநிலை என்று பெயர். இவ்வெப்ப நிலைக்குக் கீழே மேலும் வெப்பம் குறையும்போது உயிரி இயக்கமற்று குளிர் மயக்க (chill coma) நிலையை அடைகிறது. ஆனால் மீண்டும் இவ்வுயிரிகளை சற்று நேரத்திற்குள் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு மேல் உயர்த்தும்போது மீண்டும் இவ்வுயிரிகள் செயல்படு நிலைக்குத் திரும்புகின்றன. எந்த வெப்பநிலையில் மீண்டும் செயல்பட துவங்குகிறதோ அவ்வெப்ப நிலைக்கு குறைந்த பட்ச உயிர் வாழ் வெப்பநிலை (minimum survival temperature) என்று பெயர். இக்குறைந்தபட்ச உயிர் வாழ் வெப்பநிலை பொதுவாக 0°C க்கு சற்று மேலேதான் இருக்கும். ஆனால் சில உயிரினங்கள் 0°C க்கு கீழேயும் உயிர் வாழ்கின்றன. எ-டு: குளோரல்லா (chlo-

rella) என்னும் பச்சை பாசி ஒரு மணிநேரம் -18°C வெப்பத்தில் இருந்தால்கூட எவ்வித தீங்கும் ஏற்படாத நிலையில் உயிர் வாழ்கின்றன. இதேபோன்று உயர் நிலையிலுள்ள அலாஸ்கான் கருப்பு மீன் 40 நிமிடம் வரை -20°C இல் இருந்தால்கூட எவ்வித தீங்கும் ஏற்படாமல் இயல்பாகவே வாழ்கிறது. மேலும் உருளைப் புழுக்களும், ரோட்டிபெர்களுக்கும் கூட -272°C க்கு கீழேயும் உயிர் வாழ்வதாகத் தெரிகிறது.

செயல்படும் அதிக பட்ச வெப்பநிலை. ஓர் உயிரி, எந்த ஒரு வெப்பத்தில் தொடர்ச்சியாகச் செயல்பட இயலுகிறதோ அவ்வெப்பத்திற்கு செயல்படும் அதிகபட்ச வெப்ப நிலை என்று பெயர். இவ்வெப்ப நிலைக்கு மேலே வெப்பம் உயரும்போது தாவரங்களும், விலங்குகளும் இயக்கமற்று வெப்ப மயக்க (heat coma) நிலையை அடைகின்றன. சற்று நேரத்திற்கு பிறகு வெப்பத்தைக் குறைக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் பழைய இயக்க நிலைக்குத் திரும்புகின்றன. இவ்வெப்ப நிலைக்கு அதிகபட்ச உயிர் வாழ் வெப்பநிலை (maximum survival temperature) என்று பெயர். பொதுவாக 48°C வரையிலான வெப்பத்தினை உயிரினங்கள் தாங்கிக் கொள்கின்றன. ஆனால் ஒரு சில பாலையனத் தாவரங்கள் 70°C க்கும் அதிகமான வெப்ப நிலையை தாங்கிக் கொண்டும் வசிக்கின்றன. இதே போல் கைரோனோமஸ் (chironomous) லார்வாவும், ஒரு சில டிப்டிரா (diptera) பூச்சிகளும் 55°C வெப்பநிலையை கூட தாங்கும் சக்தியைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதேபோல் ஒரு சில பாசிகளும், பாக்டீரியாக்களும் 88°C இல் கூட உயிர் வாழ்கின்றன.

வெப்ப மற்றும் குளிர் இரத்த உயிரினங்கள். உடலின் வெப்பத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு உயிரினங்களை வெப்ப இரத்த (warm blooded) அல்லது உள் வெப்ப (endothermic) அல்லது நிலைவெப்ப உயிரிகள் (homoiothermic organisms) என்றும் குளிர் இரத்த அல்லது வெளிவெப்ப அல்லது நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகள் (poikilothermic organisms) என்றும் இரண்டு பிரிவுகளாக பிரிக்கலாம். இதில் வெப்ப இரத்த உயிரிகள், சூழ்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படாது நிலையான ஒரு வெப்பத்தினை தம் உடலிலும் திகக்களிலும் தக்க வைத்துக்கொள்ளும் திறன் படைத்தவை.

இவ்விலங்குகளின் உடல் வெப்பம், சூழ்நிலை வெப்பத்தைவிடச் சற்று அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருக்கக் கூடும். இவ்வகை உயிரிகளுக்குப் பாலூட்டிகள் (mammals) மற்றும் பறவைகளை உதாரணமாகக் கூறலாம்.

இரத்த உயிரிகள் சூழ்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களுக்கேற்பவும், தாம் வாழும் ஊடகத்தின் வெப்ப நிலைக்கேற்பவும் தனது உடலின் வெப்ப நிலையை மாற்றி அமைத்துக் கொள்கின்றன. இவ்விலங்குகளின் உடல் வெப்பநிலையும் அது வாழும் ஊடகத்தின் வெப்பநிலையும் சமமாகக் காணப்படும். இவ்வகை விலங்குகளுக்கு, எல்லா முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளையும், தலை நாணிகள் (cephalochordates), வால் நாணிகள் (urochordates), அரை நாணிகள் (hemichordates), வட்ட வாய் உயிரிகள் (cyclostomes), மீன்கள், இருவாழ்விகள், ஊர்வன போன்ற விலங்குகளையும் எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

நிலையில்லா நிலை வெப்ப உயிரிகள் (heterothermic organisms). ஒரு சில விலங்கினங்களின் உடல் வெப்பநிலை, சூழ்நிலை வெப்பநிலைக்குத் தகுந்தாற்போல் சற்று மாறுபடும் ஆனால் சீரான உடல் வெப்பநிலையுடன் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை உயிரிகளுக்கு நிலையில்லா நிலை வெப்ப உயிரிகள் என்று பெயர். இவ்விலங்கினங்கள் வெப்பத்தின் கடுமையை கோடை உறக்கம் (aestivation) மற்றும் குளிர் உறக்கத்தின் (hibernation) மூலம் போக்கிக் கொள்கின்றன. எ-டு: ஒரு சில பெரிய ஊர்வன, விரைவாக நீந்தக்கூடிய ஒரு சில மீன்கள், தேனீக்கள், பெரும்பாலான அந்தி மற்றும் பட்டாம் பூச்சிகள், முட்டையிடும் பாலூட்டிகள், பைப் பாலூட்டிகள் போன்றவற்றை இதற்கு உதாரணங்களாக கூறலாம்.

வளர்சிதை மாற்றத்தின் மீது வெப்ப விளைவு. ஒவ்வொரு 10°C வெப்ப அதிகரிப்பின்போதும், உயிரினங்களின் வேதியியல் செயல் விகிதம் இரு மடங்கு அதிகரிக்கச் செய்வதாய் வான் காப் என்பவர்கண்டறிந்துள்ளார். இதற்கு வான் காப் விதி அல்லது Q10 விதி என்றும் பெயர் உண்டு. இவ்விதிப்படி உயிரிகளின் எல்லா செயல்பாடுகளும் 2 முதல் 3 மடங்கு வரை அதன் செயல் விகிதத்தில் அதிகரிக்கச்

செய்வதை காணமுடிகிறது. மேலும் இச்செயல் விகிதம் விலங்கினத்திற்கு விலங்கினம் வேறுபட்டும் காணப்படுகிறது.

உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தை ஊக்குவிக்கக்கூடிய நொதிகளின் செயல்பாடுகள் வெப்பத்தின் விளைவால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. வெப்பம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை உயர்த்தப்படும்போது நொதியின் செயலும் அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவால் வளர்சிதை மாற்ற செயல் விகிதம் அதிகரிக்கச் செய்கிறது. ஆனால் அணுசரண வெப்ப நிலைக்கு மேல் வெப்பம் உயரும் பட்சத்தில் நொதிகள் அதன் தன்மையில் மாற்றமடைந்து பின் செயலிழந்து கடைசியில் மரணத்தை உண்டாக்குகின்றன. எ-டு: 1) அர்ஜினின் எனும் அமினோ அமிலத்தின் மீது செயல்படும் கல்லீரலில் உள்ள அர்ஜினேஸ் எனும் நொதி, 17°C - 48°C வரை உயர்த்தப்படும்போது அந்நொதியின் செயல்படு விகிதம் அதிகரித்தும், அதற்கு மேலும் உயர்த்தும் போது, செயல்படு விகிதம் குறைந்தும் காணப்படுகிறது.

2) கால்நடைகளில் உணவு உட்கொள்ளும் அளவு அதிக வெப்பத்தால் குறைந்து காணப்படுகிறது.

3) வெப்ப நிலை 10°C இல் இருந்து 20°C க்கு உயரும்போது மீன்களின் உணவு உட்கொள்ளும் அளவு, 2 முதல் 3 மடங்கு அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

4) இதயத் துடிப்பு, ஆக்சிஜன் உட்கொள்ளும் அளவு, குற்றிழைகளின் செயல்பாடு (ciliary activity) போன்றவை வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது அதிகரிக்கச் செய்கின்றன.

5) பெரும்பாலான பாசிகள், குறைந்த வெப்ப நிலையில் அதிக அளவில் ஸ்டார்ச்சை உற்பத்தி செய்கின்றன. ஆனால் மேல் நிலையிலுள்ள தாவரங்கள் அதிக வெப்பநிலையில்தான் அதிக அளவில் ஸ்டார்ச்சை உற்பத்தி செய்கின்றன.

வளர்ச்சியின் மீது வெப்ப விளைவு. வெப்பம், தாவரங்கள், விலங்குகள் போன்றவற்றின் வளர்ச்சியையும் பாதிக்கிறது. (எ-டு) 10-இலிருந்து 20°C க்கு வெப்பத்தை அதிகரிக்கும்போது ஆஸ்டிரியா

வெர்சினிகா என்னும் முத்துச்சிப்பியின் உடல் நீளம் 1.4 மி.மீ. முதல் 10.3 மி.மீ. வரை அதிகரிக்கிறது. இதேபோன்று வெப்பத்தின் அளவு 14.1°C இலிருந்து 26.6°Cக்கு உயர்த்தப்படும் போது முளைக்கும் பட்டாணிச் செடியின் வளர்ச்சி 5 - 54 மி.மீ. வரை ஒரே நாளில் வளர்ச்சியடைகின்றன. நீரில் வெப்பம் அதிகரிக்கும்போது கடல் அர்ச்சின் (sea urchin) மிக அதிக அளவில் வளர்ச்சி அடைகின்றன. பவளங்கள் நீரின் வெப்பம் 22°Cக்கு மேல் இருக்கும்போது அதிக வளர்ச்சியுற்றும், அதற்கு கீழே இருக்கும்போது வளர்ச்சியற்றும் காணப்படுகின்றன. வளர்ந்த ட்ரவுட் மீன் (trout fish) 10°Cக்கு கீழே வெப்பம் இருந்தால் உணவு உட்கொள்வதில்லை. இதனால் அதனுடைய வளர்ச்சி பாதிக்கிறது. அதே நேரத்தில் 13-16°C வெப்பநிலையில் இது மிக விரைவாக வளர்ச்சி அடைகிறது.

வளர் மாற்றத்தின் (development) மீது வெப்ப விளைவு. மேக்ரல் (mackerel) மீனின் முட்டை 8°Cக்கு கீழேயும், 25°Cக்கு மேலேயும் வளர் மாற்றம் அடைவதில்லை. 21°C வெப்பநிலையில் இம்முட்டை மிக விரைவில் வளர் மாற்றம் அடைந்து 50 மணி நேரத்திற்குள்ளாகவே பொரித்து விடுகிறது. ஆனால் 10°C வெப்பநிலையில் இதனுடைய முட்டை 207 மணி நேரத்திற்கு பிறகே பொரிக்கிறது. ட்ரவுட் மீனின் முட்டை 5°C வெப்ப நிலையில் ஏற்படும் வளர் மாற்றத்தைப் போன்று 4 மடங்கு இம்முட்டை 15°C வெப்பநிலையில் இருக்கும்போது ஏற்படுகிறது. இதேபோல் கைரோனோமஸ் பூச்சி ஒரு தலைமுறை வளர்ச்சியை 20°C வெப்பநிலையில் 26 நாட்களிலும், 10°C இல் 94 நாட்களிலும், 6.5°Cஇல் 153 நாட்களிலும் பெற்று விடுகின்றன. இதிலிருந்து வளர் மாற்றத்தின்போது வெப்பம் எவ்வளவு பெரிய பங்கு வகிக்கிறது என்பதை உணரலாம்.

இனப்பெருக்கத்தின் மீது வெப்ப விளைவு. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வளர்ச்சியடைதல், இனப்பெருக்கச் செல்கள் உற்பத்தியாதல், இனப்பெருக்கச் செல்கள் விடுபடுதல் போன்றவை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையிலேயே நடைபெறுகின்றன. இச்செயல் இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகிறது. சில இனங்கள் ஆண்டு முழுவதும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. சில கோடைக் காலத்தில் அல்லது குளிர்காலத்தில் அல்லது

இலையுதிர் காலத்தில் மட்டுமே இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. எனவே, இனப்பெருக்கக் காலத்தை நிர்ணயிக்கின்ற முக்கிய காரணியாக வெப்பம் அமைகிறது. விலங்கினங்களின் இனப்பெருக்க வளத்தையும் கூட வெப்பம் பாதிக்கச் செய்கிறது. இத்துடன் இடப்படும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கையும் கூட வெப்பத்திற்கேற்ப மாறுபடுகிறது.

எ-டு: காலிபோரா செரிகேட் (Calliphora sericate) எனும் ஈ 22°C வெப்பநிலையில் முட்டையிட துவங்குகிறது. வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்க இடப்படும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. ஆனால் 32.5°C வெப்ப நிலைக்கு மேல் வெப்பத்தை அதிகரிக்கச் செய்தால் இடப்படும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கை குறையச் செய்கின்றன. இதேபோல் மெலனோபல்லஸ் சங்குலிபஸ் என்னும் வெட்டுகிளி, 22°C வெப்பநிலையில் இடும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கையைவிட 32°C வெப்பநிலையில் இடும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கை 20 - 30 மடங்கு வரை அதிகமாக இருக்கிறது. இதற்கு மாறாக குரோடோகோனஸ் ட்ராக்கிடெர்ரஸ் (Chrotogonus trachypterus) என்னும் பூச்சி, 30°C வெப்ப நிலையில் சுமார் 243 முட்டைகளையும், 35°C வெப்ப நிலையில் 190 முட்டைகளையும் இடுகின்றன.

பால் இன விகிதத்தின் (sex ratio) மீது வெப்ப விளைவு. ஒரு சில விலங்கினங்களின் பால் இன விகிதத்தைச் சுற்றுப்புற வெப்பநிலையே தீர்மானிக்கிறது. உதாரணமாக மேக்ரோசைக்லாபஸ் அல்பிடியூ (macrocyclus albidu) என்னும் கோப்பி போட் (copepod) வெப்ப நிலை அதிகரிக்கும்போது ஆண் இனத்தின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. இதேபோல் சீனோசில்லா சோப்பியஸ் (Xenopsylla cheopas) என்னும் எலி தெள்ளுபூச்சி (rat flea) 21 - 25°C வெப்பநிலையில் பெண் இனத்தைவிட ஆண் இனம் அதிகமாகவும், மிகவும் குளிர்ந்த வெப்ப நிலையில் ஆண் இனத்தைவிட பெண் இனம் அதிகமாகவும் காணப்படுகின்றன. இதேபோல் கிளாடோசர்ரா (cladocera) என்னும் உயிரி மித வெப்பநிலையில் கன்னி இனப்பெருக்க முட்டைகளை (parthenogenetic eggs) இடுவதன் மூலம் பெண் இனத்தையும் குளிர் காலத்தில் இடும் முட்டைகள், ஆண்

இனத்தையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன.

நிறமேற்றத்தில் (cdouration) வெப்பத்தின் தாக்கம். குளோஜர் (gloger) என்பவரின் கருத்துப்படி உயிரினங்களில் காணப்படும் நிறமிகள் (pigments) வெப்பம், ஈரப்பதம் (humidity) மற்றும் ஒளியினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக துருவப் பகுதியில் வாழ்வனவற்றைவிட வெப்பப் பகுதியில் வாழும் பூச்சிகள், பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டிகள் அதிக அளவு நிறமிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஹைலா (hyla) தவளையும், பைரினோசோமா (phrynosoma) எனும் கொம்புத் தேரையும் குறைந்த வெப்பநிலையில் கரு நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. இதேபோல் இராலும் அதிக வெப்பநிலையில் வெளிர் நிறத்துடன் காணப்படுகிறது.

குறுக்கெதிர் அமைவின் (crossing over) மீது வெப்ப விளைவு. பழ பூச்சியில் (drosophila) வெப்பத்தின் விளைவு குறித்து செய்த பல ஆய்வுகள் குரோமோசோம்களின் குறுக்கெதிர் மாற்றத்தை ஏற்படுத்துவதாய் தெரிவிக்கின்றன. பழ பூச்சியின் லார்வா அல்லது பிழ்பாக்களை உச்ச அளவு அல்லது குறைந்த அளவு வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தப்படும்போது இறக்கை பண்புகளில் குறுக்கெதிர் மாற்றம் நடைபெறுகிறது. பொதுவாக வெப்பம் அதிகரிக்கும்போது இறக்கை நீண்டும், வெப்பம் குறையும்போது இறக்கை குட்டையாகவும் காணப்படுகிறது.

பரவு தன்மையின் மீது வெப்ப விளைவு. உயிரினங்கள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பத்தாங்குதிறன் காணப்படுகிறது. இவற்றிற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. இதற்கு மேலாகவோ குறைவாகவோ காணப்படும் வெப்பம் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் ஏதேனும் ஒரு நிலையினைப் பாதிக்கச் செய்கிறது. இதனால் இவ்வினத்தின் பரவு தன்மை பாதிக்கப்படுகிறது. எ-டு: பெரும் தாவரங்கள் நன்கு குளிர் நிலைக்கு வந்த பின்னரே பூக்கவும், காய்க்கவும் செய்கின்றன. விலங்குகளில் பவளப் பாறைகள் 22°C வெப்பத்திற்கு கீழேயுள்ள கடல் பகுதிகளில் காணப்படுவதில்லை. இதேபோல் புருக்ட்ரவுட் (brook trout) என்னும் சால்வெல்லினஸ் பாண்டினாலின்

(salvelinus fontinalis) மீன்கள் 14 - 19°C வெப்பநிலையிலேயே வாழ்கின்றன. 25°Cக்கு மேலாக இவை உயிர் வாழ்வதில்லை. குளிர் பகுதியில் வாழும் விலங்கினங்கள் குளிர் தாங்கு திறனை அதிகமாக பெற்றும், வெப்பப் பகுதியில் வாழும் விலங்கினங்கள் வெப்பத்தாங்கு திறனை அதிகமாகப் பெற்றும் விளங்குகின்றன. எ-கா: குளிர் நிறைந்த நோவா ஸ்காட்டியா (nova scotia) பகுதியில் வாழும் அரிவியாக்கள் (aurelia) 29-30°C வெப்பநிலையில் இறந்துவிடுகின்றன. அதே நேரத்தில் ஃபுளோரிடா (florida) பகுதியில் வாழும் இதே விலங்குகள் 38.5°C வெப்ப நிலையை தாங்கும் சக்தியைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதேபோல் அலையிடைப் பகுதியில் வாழும் பெக்டின் குரோலாண்டிகஸ் (Pecten groenlandicus) எனும் பார்னக்கில் 0°C வெப்பத்திற்கு அதிகமாக உள்ள பகுதியில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் பலானஸ் பலானாய்டஸ் (Balanus balanoides) எனும் பார்னக்கில் 7.2°C இல் கூட வாழ்கிறது.

பொதுவாக வெப்பமானது நிலை வெப்ப உயிரிகளின் பரவுத்தன்மையை அவ்வளவாக பாதிப்பதில்லை. ஆனால் நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகளின் பரவு தன்மை, இதனால் பெரிதும் பாதிக்கச் செய்கிறது. உதாரணமாக இரு வாழ்வினங்களும், ஊர்வனவும் வெப்ப மற்றும் மித வெப்பப் பகுதிகளில் மிக அதிக அளவிலும், துருவப் பகுதியில் மிகக் குறைந்த அளவிலும் காணப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் பறவைகளும், பாலூட்டிகளும் எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும் வாழ்வதற்கு ஏற்றவாறு தங்களையே தகவமைத்துக் கொள்கின்றன.

உடலமைப்பில் (morphology) வெப்பத்தின் தாக்கம். வெப்பம், உயிரிகளின் உடலமைப்பைப் பெரிதும் பாதிக்கச் செய்கிறது. கோல்ட்ஸ்மித் (1939) என்பவர் பழப் பூச்சிகளின் கண் அமைப்பு, கண்ணின் அளவு, கால்களின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றை வெப்பம் பாதிப்பதாகக் கண்டறிந்துள்ளார். மேலும் டாப்னியா (daphnia) உயிரிகளில் காணப்படும் சுழற் உருமாற்ற செயல், பருவத்திற்கேற்ப உயிரிகளின் உடலமைப்பும் மாறுபடுவதை உறுதியாக்குகிறது. இச்சுழற் உருமாற்ற நிகழ்ச்சியை கோக்கர் என்பார் முதல் முதலில் கண்டறிந்தார். டாப்லியாவின் தலைப்பகுதி குளிர் காலத்தில் வட்ட வடிவமாகவும்,

வசந்த காலத்தில் சிறிய கவசம் (helmet) போன்றும் காணப்படுகிறது. இக்கவசம் கோடைக் காலத்தில் மிக அதிக அளவில் வளர்ச்சியுற்றும் அடுத்து வரும் குளிர் காலத்தில் இவை முழுதும் மறைந்து தலை மீண்டும் வட்ட வடிவினைப் பெற்றும் காணப்படுகிறது. இவ்வயிரியின் இச்செயல் வெப்பத்திற்கும் உடலமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பினை எடுத்துக் காட்டுகிறது. மேலே குறிப்பிட்ட சுழற் உருமாற்ற நிகழ்ச்சி குறித்து இரு கருத்துக்கள் நிலவுகின்றன. ஒன்று மிதவை கோட்பாடு (buoyancy hypothesis) மற்றது நிலைத்தன்மை கோட்பாடு (stability hypothesis). முதல் கோட்பாட்டின்படி, கவச அமைப்பு மிதப்பதற்கு உதவியாக அமைகிறது. இரண்டாவது கோட்பாட்டின்படி கவசங்கள் சுக்கானை (rudder) போன்று செயல்படுவதால் நிலைத்தன்மையை இவ்விலங்குகள் பெறுகின்றன.

ஜோர்டானின் விதி (Jordan's rule).

இவ்விதியின்படி வெது வெதுப்பான நீரில் வாழும் மீன்கள், குறைந்த வெப்பநிலையில் வாழும் மீன்களைவிட குறைந்த எண்ணிக்கையிலேயே முள்ளெலும்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. 4 - 8°C வெப்பநிலை வரை காணப்படும் நியூ பவுண்டு லெண்ட் கடல் பகுதியில் பிடிக்கப்பட்ட காட் (cod) மீன்களின் உடலில் 56 முள்ளெலும்புகள் காணப்பட்டன. ஆனால் இதைவிடச் சற்று அதிகமான வெப்பநிலையுள்ள நீரில் (10 - 11°C) நான்டக்கெட் (nantucket) கடற்பகுதியில் பிடிக்கப்பட்ட காட் மீன்களில் வெறும் 54 முள்ளெலும்புகளே காணப்பட்டன. இதிலிருந்து வெப்பம் எந்த அளவு முதுகெலும்பு ஆக்கத்தில் பங்கு வகிக்கிறது என்பதைத் தெரிந்துக் கொள்ளலாம்.

ஆலனுடைய விதி (Allen's rule). இவ்விதியின் படி குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வாழும் வெப்ப இரத்த விலங்குகளின் உடல் முனைப் பகுதிகள் (extremities) குறிப்பிடும் வகையில் குறைந்து காணப்படுகின்றன. வெப்பப் பகுதிகளைவிட குளிர்ப் பகுதிகளில் வாழும் முயல், நரி போன்ற பாலூட்டிகளின் காது, கழுத்து, வால் மற்றும் கால்களின் நீளம் குறைந்து காணப்படுகின்றன.

பெர்க்மென்னின் கோட்பாடு. இக்கோட்பாடு, அடிப்படையில் ஜோர்டானின் விதியை ஒத்து காணப்பட்டனும் சற்று மாறுபட்டது. இக்கோட்பாட்டின்

படி குளிர்ப் பிரதேசங்களில் வாழும் வெப்ப இரத்த விலங்குகள், வெப்பப் பகுதிகளில் வாழும் ஒத்த உயிரினங்களைவிட அளவில் சற்று பெருத்து காணப்படுகின்றன. ஆனால் குளிர் இரத்த விலங்குகளில் இக்கோட்பாட்டிற்கு எதிரிடையான நிலையே காணப்படுகின்றன.

ரென்சியின் விதி. குளிர் பகுதியில் வாழும் பறவைகள் குறுகிய இறக்கைகளை பெற்றும், வெப்பப் பகுதியில் வாழ்பவை அகலமான இறக்கைகளை பெற்றும் காணப்படுவது ரென்சியின் விதியாகும்.

வெப்பத்தின் விளைவால் ஏற்படும் தகவமைப்புகள் (thermal adaptation) குறைந்த மற்றும் உயர்ந்த அசாதாரண வெப்பச் சூழ்நிலையிலிருந்து தங்களை பாதுகாத்துக் கொள்ள விலங்கினங்களும், தாவரங்களும் பல்வேறு தகவமைப்புகளை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. அவற்றில் சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. வலசை போதல் (migration). வெப்பத் தாக்கத்திலிருந்து தப்பித்துக்கொள்ள விலங்கினங்கள் சில செ.மீ.கள் முதல் பல நூறு கிலோ மீட்டர்கள் வரை இடம் விட்டு இடம் செல்கின்றன. இதற்கு வெப்பத்தின் விளைவால் வலசை போதல் (thermal migration) என்று பெயர். எ-டு: 1) பாலைவன விலங்குகள் வெப்பம் மிகுந்த நடுப்பகலில் நிழற் பாங்கான இடத்திற்கு செல்லல், 2) இரு வாழ்விகள் நீரிலிருந்து நிலத்திற்கும், நிலத்திலிருந்து நீருக்கும் முறையே உடலை சூடேற்றுவதற்கும், குளிர்ச்சிப்படுத்துவதற்கும் பயணம் மேற்கொள்ளல், 3) குளிர் காலங்களில் கரடிகளும், மான்களும் மலை உச்சியிலிருந்து சமவெளிப் பகுதிக்கும், வசந்த காலங்களில் மீண்டும் மலை உச்சிக்கும் பயணம் மேற்கொள்ளல். 4) பறவைகளும் மீன்களும் மிக அதிக தூரத்திற்கு ஒரு பகுதியை விட்டு மற்றொரு பகுதிக்கு வெப்பத்தாக்குதலில் இருந்து தம்மை பாதுகாத்துக் கொள்ள வலசை போதல்.

2. வெப்ப எதிர்ப்புள்ள உறை, ஓடு, விதை, முட்டை, பியூபா போன்றவற்றை உருவாக்குதல். தாவரங்களும், விலங்கினங்களும் அதிகப்படியான வெப்பத்தைத் தாங்கக்கூடிய உறை, பை, ஸ்போர்ஸ் (spores), ஓடு, விதை, முட்டை, பியூபா போன்றவற்றை

உருவாக்கி கடுமையான வெப்பத்திலிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்கின்றன.

3. திசுக்களிலிருந்து நீரை வெளியேற்றல் (removal of water from tissues). காய்ந்த விதை, ஸ்போர்ஸ், உறையிடப்பட்ட உயிரிகள் போன்றவற்றில் நீர் இல்லாமல் இருப்பது குளிர் காலங்களில் நீர் உறைவில் (freeze) இருந்து இலைகளை பாதுகாக்கப் பயன்படுகின்றன.

4. உறக்க நிலையை அடைதல் (dormancy). தவளைகள், தேரைகள், ஊர்வன, வெளவால், முட்டையிடும் பாலூட்டிகள், கொறிக்கும் பாலூட்டிகள் போன்றவை குளிர் உறக்க (winter sleep) நிலையில் குளிர் காலங்களைக் கழிக்கின்றன. இதேபோல் நுரையீரல் மீன்கள், நத்தைகள், பாம்புகள், ஓணான்கள், ஆமைகள் போன்றவை கோடை காலங்களில் கோடை உறக்கத்தை மேற்கொண்டு வெப்பத்தாக்குதலில் இருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. பூச்சி இனங்கள் மேற்கொள்ளும் உறக்க நிலைக்கு டையாபாஸ் (diapause) என்று பெயர். இந்த உறக்க நிலை முட்டை பருவத்திலோ கம்பளிப்புழு பருவத்திலோ அல்லது கூட்டுப்புழு பருவத்திலோ ஏற்படலாம். வேர்க் கடலை பயிராகும் நிலங்களில் வாழும் சிவப்பு உரோமம் கம்பளிப்புழுக்கள் தங்களின் கூட்டுப்புழு பருவத்தில் 9 மாதங்கள் வரை நிலத்தின் அடியில் உறக்க நிலையிலேயே வாழ்க்கையை நடத்துகின்றன.

5. நிலை வெப்பத் தன்மையை அடைதல். பறவைகளும், பாலூட்டிகளும் அசாதாரண வெப்பநிலையிலிருந்து தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள தங்களின் உடலில் நிலை வெப்பத் தன்மையை உருவாக்கிக்கொள்கின்றன.

இரா.பக்தவத்சலம்

துணைநூல்கள். P.S. Verma, V.K. Agarwal, *Cell Biology, Genetics, Evolution and Ecology*, S. Chand and company Ltd., New Delhi, Reprinted, 1981.

வெப்பநிலைச் சீராக்கம்

வேறு சில சூழ்நிலைக் காரணிகளைப் போன்றே வெப்பமும் பல்வேறு வழிகளில் உயிரினங்களை பாதிக்கச் செய்கிறது. உயிரினங்களின் இயல்பான வாழ்க்கை பெரும்பாலும் 10°C - +50°C வரையிலான வெப்ப எல்லையிலேயே நிகழ்கிறது. இருப்பினும் ஒரு சில உயிரிகள் குறிப்பாக குளோரெல்லா (Chlorella), உருளைப்புழுக்கள் (round worms), ரோட்டிபெர் (rotifer), கொசுவின் லார்வா போன்றவை -10°C க்கு கீழேயும், கைரோமோனம் லார்வா (chironomous larva), டிப்டிரா (diptera) வகை பூச்சிகள், பாக்டீரியா போன்றவை 50°C க்கு மேலேயும் உயிர் வாழ்கின்றன.

வெப்ப அடிப்படையில் விலங்குகளின் வகைப்பாடு.

வெப்ப நிலை சீராக்கத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு விலங்குகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை 1. குளிர் இரத்த அல்லது வெளி வெப்ப (ectothermic) அல்லது நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகள் (poikilothermic organisms). ௭-டு: முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள், தலை நாணிகள் (cephalochordates), வால்நாணிகள் (urochordates), அரைநாணிகள் (hemichordates), வட்டவாய் உயிரிகள் (cyclostomes), மீன்கள், இருவாழ்விகள், ஊர்வன போன்றவை.

2. வெப்ப இரத்த (warm blooded) அல்லது உள்வெப்ப (endothermic) அல்லது நிலை வெப்ப உயிரிகள் (homoiothermic organisms) ௭-டு: பறவைகள், பாலூட்டிகள்.

3. நிலையில்லா நிலை வெப்ப உயிரிகள் (heterothermic organisms) ௭-டு: முட்டையிடும் பாலூட்டிகள் (egg-laying mammals), பைப்பாலூட்டிகள் (marsupials), ஒரு சில பெரிய ஊர்வன, விரைவாக நீந்தக்கூடிய டூனா (tuna) மீன்கள், தேனீக்கள், அந்நிப் பூச்சிகள், வண்ணத்துப் பூச்சிகள் போன்றவை.

நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகள், சூழ்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களுக்கேற்ப தனது உடலின் வெப்பநிலையை மாற்றிக் கொள்கின்றன. மேலும் உடலுக்குத் தேவையான வெப்பத்தை இவ்விலங்குகள் சூழ்நிலையிலிருந்து மட்டுமே பெற்றுக் கொள்கின்றன.

ஆனால் நிலை வெப்ப உயிரிகள், சூழ்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படாமல் நிலையான ஒரு வெப்பத்தை தம் உடலில் தக்க வைத்துக் கொள்வதுடன் உடலுக்குத் தேவையான வெப்பத்தைத் தம் வளர்சிதை மாற்றத்தின் (metabolism) போது வெளிப்படும் வெப்பத்தின் மூலமே பெற்றுக் கொள்கின்றன. மாறாக, நிலையில்லா நிலை வெப்ப உயிரிகள் சூழ்நிலை வெப்பத்திற்கு தகுந்தாற் போல் ஓரளவு மாறுபட்டும் அதே நேரத்தில் ஓரளவு சீரான உடல் வெப்ப நிலையுடனும் காணப்படுகின்றன. இவ்விலங்குகளின் உடல் வெப்ப நிலை எப்போதும் சூழ்நிலை வெப்பத்தைவிடச் சற்று அதிகமாகவே காணப்படும்.

வான் காப் விதி (van't Hoff's law). ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப எல்லையில் ஒவ்வொரு 10°C வெப்ப அதிகரிப்பின் போதும் உயிரிகளின் வேதியியல் செயல் விகிதம் இரட்டிப்பு அடைவதாக வான் காப் என்பவர் கூறுகின்றார். இவரின் கூற்றுப்படி உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தை ஊக்கிவிக்கக்கூடிய நொதிகளின் செயல்பாடு, வெப்பத்தின் விளைவால் மாற்றமடைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை வெப்பம் உயரும்போது நொதிகளின் செயல்பாடு விகிதம் அதிகரித்து அதன் விளைவால் வளர்சிதை மாற்றமும் அதிகரிக்கிறது. இதற்கு மேலும் வெப்பம் உயரும்போது நொதிகள் திரிந்து (coagulate) கடைசியில் மரணத்தை உண்டாக்குகின்றது.

மாறாக, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குக் கீழே வெப்பம் குறையும்போது உயிரிகளின் உடலியல் செயல்பாடுகள் படிப்படியாகக் குறைந்து கடைசியில் மந்த நிலையை அடைகின்றன. நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகளுக்கு வெப்பச் சீராக்கத்திறன் இல்லாது இருப்பதால் இவை குளிர் காலங்களில் மந்த நிலையிலேயே காணப்படுகின்றன. இருப்பினும் மிகவும் குறைந்த வெப்பநிலையில் இவை உயிர் வாழ முடியாமல் குளிர்ச்சியால் இறந்து (cold death) விடுகின்றன. வெப்பப் பிரதேசங்களில் வசிக்கும் விலங்குகளைவிடக் குளிர் பிரதேசங்களில் வசிக்கும் விலங்குகள் குளிரைத் தாங்கும் திறனை அதிகமாக பெற்றிருக்கின்றன.

இயற்கை தகவமைப்பு (acclimatization). இயற்கை சூழலில் தொடர்ச்சியான வெப்ப அழுத்த (thermal stress) நிலையில் ஒரு உயிரியின் வெப்பத்தாங்கு திறனில் ஏற்படும் முன்னேற்றத்திற்கே இயற்கை தகவமைப்பு என்று பெயர். மாறாக இயற்கை சூழ்நிலையில் ஏற்படும் தகவமைப்பைப் போன்றே சோதனைக் கூடத்திலும் ஏற்படுமாயின் அதற்கு செயற்கை தகவமைப்பு என்று பெயர்.

குளிர் மற்றும் வெப்ப தகவமைப்பு (cold and heat acclimatization). சோதனைக் கூடத்தில் 10°C வெப்ப நிலையில் 24 மணி நேரம் வரை வைக்கப்பட்டிருந்த தவளைகளையும், சாலமாண்டர்களையும் 0°C வெப்பநிலைக்கு உட்படுத்தும்போது பல நாட்கள் வரை உயிருடன் இருப்பதாகவும் அதே நேரத்தில் 30°C வெப்பநிலையில் 24 மணி நேரம் வரை வைக்கப்பட்டிருந்த இதே விலங்குகள் அதே 0°C வெப்ப நிலைக்கு உட்படுத்தும்போது முழுதும் செயலிழந்து விரைவில் இறந்துவிடுவதாகவும் மேலன்பை (mellanby, 1940) என்பவர் தெரிவிக்கின்றார். இதற்கு இவர் பல்வேறு உயிர் வேதியியல் மற்றும் உடற்செயலியல் மாற்றங்களைக் காரணங்களாக கூறுகின்றனர். வெப்பத் தகவமைப்பின்போது உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றம் அதிகரித்தும், குளிர் தகவமைப்பின்போது குறைந்தும் மற்றும் நொதிகளின் செயல்பாடுகளில் மாற்றம் ஏற்படுவதுடன் புது சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு விலங்கினங்களின் நடத்தையிலும் மாற்றம் ஏற்பட்டு காணப்படுகின்றன. மேலும் வெப்பத் தகவமைப்பின் போது நீரின் அளவு உடலில் குறைந்து காணப்படுகிறது.

நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகளில் வெப்பச் சீராக்கம். சூழ்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப மாறுதலுக்கேற்ப தனது உடலின் வெப்பநிலையை இவ்விலங்கினங்கள் மாற்றிக்கொண்டாலும், வெப்பச் சீராக்க நிகழ்ச்சியே நடைபெறவில்லை என்று சொல்ல முடியாது. இவ்வுயிரிகள் சீரான வெப்ப மாறுதலின்போது மட்டுமே தகவமைப்பை ஏற்படுத்திக்கொள்கின்றன. எ-டு: -22°C இல் வசிக்கும் ஒரு சில மட்டிகள் (mussels) 75% நீர் உறைவைக்கத் தாங்கும் சக்தியைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதற்கு அடிப்படை காரணம், இவ்விலங்குகளில் காணப்படும்

அதிகப்படியான சேர்ம நீரேயாகும் (bound water). இதனால் இவ்விலங்குகள் குளிர்காலங்களில் நீர் உறைவிலிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. குறைந்த வெப்பநிலையில் ஏற்படும் பாதகமான விளைவுகளை இவ்வயிரிகள் தம் உறைநிலையை (freezing point) மாற்றிக்கொள்வதன் மூலம் தவிர்ந்துக்கொள்கின்றன.

நரம்பு மண்டல செயல்பாட்டில் ஏற்படும் குறைபாடுகளே இவ்வயிரிகளின் குளிர் மற்றும் வெப்ப இறப்பிற்குக் காரணமாக அமைகின்றன. மேலும் நாளமில்லா சுரப்பிகளும் கூட (endocrine glands) இவ்வயிரிகளின் வெப்ப சீராக்கத்தில் அதிகப் பங்கு வகிப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. பெரும்பாலான நிலையில்லா வெப்ப உயிரிகள் அதன் நடத்தையில் ஏற்படும் மாற்றத்தின் மூலமாக வெப்ப இழப்பை ஈடுசெய்து கொள்கின்றன. பாம்பு, ஓணான் போன்ற ஒரு சில ஊர்வன காலை வேளையில் வெயிலில் காய்வதன் (basking) மூலம் உணர் உறுப்புகளின் (sense organ) உதவியால் தங்களின் உடல் வெப்பத்தைச் சூழ்நிலையின் வெப்பத்தைவிட அதிகப்படுத்திக்கொள்கின்றன. ஆனால் பூச்சியினங்கள் வெப்பம் குறைந்து காணப்படும் குளிர்காலங்களில் தங்களின் இறக்கைகளை வேகமாக அசைப்பதன் மூலமும், பறப்பதற்கு ஏதுவாக அமைந்துள்ள தசைகளை வேகமாகச் சுருக்குவதன் மூலமும் பறப்பதற்கு தேவையான வெப்பத்தை பெறுகின்றன. சமூகப்பூச்சிகள் என்று அழைக்கப்படும் எறும்புகள், கரையான்கள், தேனீக்கள் போன்றவை பல்வேறு வகையான கூடுகளை அமைத்து வெப்பத் தாக்கத்திலிருந்து தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன.

நிலை வெப்ப உயிரிகளில் வெப்பச் சீராக்கம்.

எல்லா நிலை வெப்ப உயிரிகளின் உடல் வெப்பமும் 24 மணி நேர கால சூழற்சியில் வேறுபட்டு சீராக்கப் படுகிறது. இவ்வேறுபாடு அவ்விலங்கினங்களின் செயல்பாட்டுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. உடற்பயிற்சி, செரித்தல், உணவூட்டம், பருவமடைதல், இனப்பெருக்கச் சூழற்சி, வயது போன்ற பல்வேறு உடற்செயலியல் காரணிகளாலும் கூட உடல் வெப்பம் மாறுபடுகிறது. இவ்வேறுபாடுகளை மனிதன் பல்வேறு விதமான உடைகளை அணிவதன் மூலமும், குளிர்சாதன கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும்

போக்கிக் கொள்கிறான். பாலூட்டிகளும், பறவைகளும் வளர்சிதை மாற்றத்தின்போது உண்டாகும் வெப்பத்தைக் கொண்டே உடலினுடைய வெப்பத்தைச் சீராக வைத்துக் கொள்கின்றன. சில நிலை வெப்ப உயிரிகளின் உடல் வெப்ப அளவுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

யானை - 36°C, சுண்டெலி - 36°C, மனிதன் - 37°C, எலி, குதிரை - 38°C, பூனை, பன்றி, நாய் - 39°C, முயல் - 39.5°C, கோழி, வான் கோழி - 41°C சிட்டுக்குருவி - 43°C.

வெப்ப ஆக்கம்.

எல்லா விலங்குகளும் அவற்றின் வாழ்நாளில் தொடர்ந்து வெப்பத்தை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வெப்ப ஆக்கம் உணவுப் பொருள்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தைப் பொறுத்தே அமைந்திருக்கும். ஓர் அலகு நேரத்தில் உடலில் உண்டாகும் மொத்த வெப்ப அளவிற்கு வளர்சிதை மாற்ற விகிதம் (metabolic rate) என்று பெயர். நடுத்தர எடையுள்ள ஒரு மனிதனின் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்ற விகிதம் (basal metabolic rate) ஒரு நாளைக்கு சுமார் 2000 கி. கலோரியாகும். விலங்கினங்களின் அடிப்படை வளர்சிதை மாற்ற விகிதத்தை அது உட்கொள்ளும் ஆக்சிஜன் அளவை வைத்தே கண்டுபிடித்து விடலாம். ஓர் உயிரி உட்கொள்ளும் ஆக்சிஜனின் அளவு 1 லிட்டராக இருக்குமாயின் அது 4.82 கி.க. வெப்பத்தை வெளியிடுவதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

எல்லா உறுப்புகளும் வளர்சிதை மாற்றத்தின் போது வெப்பத்தை உண்டாக்கினாலும், பாலூட்டிகளில் காணப்படும் பழுப்பு கொழுப்பு திசு (brown fat tissue) எனும் சிறப்பு உறுப்பு வெப்ப ஆக்கத்தில் அதிக பங்கு வகிக்கிறது. இத்திசு பாலூட்டிகளின் குழந்தை பருவத்தில் நன்கு வளர்ச்சியுற்று காணப்படுகிறது. மூளை, இதயம் போன்ற மிக முக்கிய உறுப்புகளுக்குத் தேவையான வெப்பத்தை உடனுக்குடன் அளிப்பதற்கு ஏதுவாக இத்திசுக்கள் இரத்தக் குழாய்கள் அதிகம் நிறைந்த கழுத்து மற்றும் மார்புப் பகுதிகளில் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. குளிர்காலங்களில் இத்திசுக்கள் வெப்ப உலைகளாகச் (furnace) செயல்படுகின்றன. நார் அட்ரினலின் (nor adrenaline) என்னும் ஹார்மோன், பழுப்பு கொழுப்பு திசுக்களைத் தூண்டி வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது.

வெப்ப இழப்பு (heat loss). ஒவ்வொரு விலங்கினமும் கதிர் வீச்சு, ஆவியாதல், கடத்தல், சலனம் போன்றவற்றின் மூலமாக வெப்பத்தை இழக்கச் செய்கின்றன. இவ்விழப்பு சூழ்நிலை வெப்பம், ஈரப்பதம், காற்றோட்டம் போன்றவற்றை பொறுத்தும், தோலுக்கு அடியில் அமைந்துள்ள இரத்தக் குழாய்களின் செயல்பாட்டை பொறுத்தும் அமைந்திருக்கும். இரத்தக் குழாய் விரிவடையும் (vaso dilation) போது வெப்ப இழப்பையும், சுருங்கும்போது (vaso constriction) வெப்ப ஏற்றத்தையும் ஏற்படுத்துகிறது. இயல்பான சூழ்நிலையில் மனிதனின் 3000 கிலோ கலோரி மொத்த வெப்ப இழப்பில், 130 கிலோ கலோரி வெப்பம், உட்கொள்ளும் உணவுப் பொருட்கள் சூடேற்றப்படும் போதும், 370 கிலோ கலோரி வெப்பம் நீர் ஆவியாகும் போதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு கிராம் நீர், தோலின் மூலம் வெளியேற்றப்படும்போது 536 கலோரி வெப்பத்தை உடல் இழக்கிறது. மனிதன், சூதிரை போன்ற விலங்குகள் வியர்வை மூலமும், நாய்கள் இரைப்பு மூலமும், பைப்பாலூட்டிகள் தோலில் உமிழ்நீரை தொடர்ந்து தடவுவதன் மூலமும் வெப்பத்தை இழக்கச் செய்கின்றன. பெரும்பாலும் வியர்வை அளவு குறைவாக உள்ள விலங்குகளுக்கு இரைப்பு அளவு அதிகமாக இருக்கும்.

வெப்ப இழப்பைச் சரிசெய்தல். நிலை வெப்ப உயிரிகளின் அடித்தோல் பகுதியில் கொழுப்பு சேகரிப்பு, கொழுப்பு உணவு போன்றவை குளிர் சூழ்நிலைக்குச் சாதகமாக அமைகின்றன. கொழுப்பிற்கு வெப்பக் கடத்துதிறன் குறைவாக இருப்பதால் இது வெப்ப இழப்பைத் தடைசெய்கிறது. திமிங்கிலம், சீல், வால்ரஸ் போன்ற குளிர் நீரில் வாழும் பாலூட்டிகளின் தோலில் பிலப்பர் (blubber) என்னும் கொழுப்பு அடுக்கு இருப்பதால் வெப்ப இழப்பிற்கு உடல் பாதுகாக்கப் படுகிறது. இப்பாலூட்டிகளில் தோல் வெப்பநிலை குறைந்தும், உடல் வெப்பநிலை, மற்றப் பாலூட்டிகளில் காணப்படுவது போன்றே சீராகவும் காணப்படுகின்றன. எ-டு: சீல் விலங்கின் தோல் வெப்பம் 0°C ஆக இருக்கும் போது அதன் உடல் வெப்பம் 36-38°C ஆக ஒரே சீராகக் காணப்படுகிறது.

தோல், இறகு போன்றவைகளும் கூட விலங்குகளில் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பைக்

கட்டுப்படுத்துகின்றன. குளிர்காலங்களில் புறா, நாய், ஆடு, மாடு போன்றவை தங்களின் இறகுகளையும், உரோமங்களையும் பயன்படுத்தி வெப்ப இழப்பைச் சரி செய்து கொள்கின்றன. வெப்ப இழப்பு எதிர்ப்புத்திறன் இவ்விலங்குகளில் காணப்படும் தோல் மற்றும் இறகுகளின் தடித்தத் தன்மையைப் பொறுத்தும் அமைந்திருக்கும். 0°C வெப்பத்திற்கு குறைவான சூழ்நிலையில் வாழ்வதற்கு ஏற்றவாறு துருவக்கரடி மற்றும் துருவ நரியின் அடித்தோலில் காணப்படும் கொழுப்பு அடுக்கும், தடித்த தோலும் அமைந்திருக்கின்றன.

துருவப் பகுதியில் வாழும் விலங்குகளின் உடலில் வெப்ப இழப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஏதுவாக "எதிர் ஓட்ட வெப்பப் பரிமாற்ற மண்டலம்" (counter current heat exchange system) காணப்படுகிறது. இவ்வமைப்பில் தமனிகளும் சிரைகளும் அடுத்தடுத்து அமைந்திருப்பதால் உடலிலிருந்து வெளிப்புறத்திற்கு தமனிகளால் எடுத்துச் செல்லப்படும் சூடேற்றப்பட்ட இரத்தம், வெளிப்புறத்திலிருந்து சிரைகள் கொண்டு வரும் குளிர் இரத்தத்தால் வெப்பம் இழந்து, வெளிப்புற தமனிகளில் குளிர் இரத்தம் பாய்கிறது. அதே நேரத்தில் குளிர் இரத்தத்தைக் கொண்டு வரும் சிரைகளின் இரத்தம் சூடேற்றப்பட்டு வெப்ப இழப்பைத் தடைசெய்கிறது.

குளிர் மற்றும் கோடை உறக்கம். குளிர் காலத்தில் விலங்கினங்கள் மந்த மற்றும் உறக்க நிலையில் காலத்தைக் கழிக்கின்றன. இத்தன்மைக்குக் குளிர் உறக்கம் (hibernation) என்று பெயர். பூச்சியுண்ணிகள், வெளவால், கொரிக்கும் வகையைச் சார்ந்த பாலூட்டிகள், இசைபறவைகள் (humming birds) போன்ற நிலை வெப்ப உயிரிகள் குளிர்காலத்தில் குளிர் உறக்க நிலையை அடைகின்றன. குளிர் உறக்க நிலையில் இவ்வுயிரிகள் மிகக் குறைந்த ஆக்சிஜனை உட்கொண்டும், குறைந்த இதயத்துடிப்புடனும் காணப்படுகின்றன. குளிர் உறக்க நிலையை அடைவதற்கு முன்பு இவ்விலங்குகள் தம் உடலில் அதிக அளவில் கொழுப்பு, அஸ்கார்பிக் அமிலம், இரத்தப்புரதம், மக்னீசியம் போன்றவற்றைச் சேமிக்கச் செய்கின்றன. அதே நேரத்தில் இரத்தச் சர்க்கரை அளவு குறையச் செய்கிறது.

கோடைக் காலத்தில் மேற்கொள்ளும் உறக்க நிலைக்குக் கோடை உறக்கம் (aestivation) என்று பெயர். பாலூட்டிகளிலேயே கொரிக்கும் பாலூட்டிகள், பூச்சியுண்ணிகள், பைப் பாலூட்டிகள் போன்றவற்றில்தான் இது மிகவும் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது. மேலும் ஒரு சில பூச்சிகளை உண்டு வாழும் பறவைகளிலும்கூட இது நிகழ்கிறது.

வலசை போதல் (migration). வெப்பக் கொடுமையிலிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளநிலை வெப்ப உயிரிகள், பருவக் காலங்களில் இடம்விட்டு இடம் செல்கின்றன. இவ்விடப் பெயர்ச்சிக்கு வலசை போதல் என்று பெயர். சைபீரியாவில் வசிக்கும் பறவைகள் குளிர் காலங்களில் இந்தியாவிற்கு வருகை தருகின்றன. இப்பருவத்தில் சைபீரியா பகுதி மிகவும் குளிராக இருப்பதால் உணவு தேடும் பொருட்டும், வெப்ப இழப்பிலிருந்து தற்காத்துக் கொள்ளவும், இனப் பெருக்கம் செய்யும் பொருட்டும் இவை குளிரின் கடுமைக் குறைவாக உள்ள இந்தியாவிற்கு வருகின்றன.

உடல் வெப்பக் கட்டுப்பாடு. மனிதனுடைய உடல் வெப்பத்தை வெளிப்புற (peripheral) மற்றும் மத்திய நரம்பு மண்டலங்கள் (central nervous systems) கட்டுப்படுத்துகின்றன. எல்லா நிலை வெப்ப உயிரிகளிலும் ஹைபோதலாமஸ் (hypothalamus) பகுதியில் இரு நரம்பு வெப்பக் கட்டுப்பாடு மையங்கள் காணப்படுகின்றன. இதற்கு பரிவு மையம் (sympathetic centre) என்றும், பாராபரிவு மையம் (para sympathetic centre) என்றும் பெயர். பரிவு மையம் தூண்டப்படும் போது உடல் வெப்பம் அதிகரித்தும் பாராபரிவு மையம் தூண்டப்படும்போது உடல் வெப்பம் குறைந்தும் காணப்படுகின்றன.

உடல் வெப்பத்தை அதிகரிக்கச் செய்யும்போது ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள். சுற்றுச் சூழல் குளிராக இருக்கும்போது தோலில் காணப்படும் குளிர் உணர்விகள் (cold receptors) தூண்டப்பட்டு இச்செய்தியைப்பரிவு மண்டல வெப்பக் கட்டுப்பாட்டு மையத்திற்கு தெரிவிக்கின்றன. இதன்பின் பரிவு மையத்திலிருந்து உணர்வு அலைகள் இரத்தக் குழாய்களைச் சுருங்கச் செய்யும் பரிவு நரம்புகளுக்கு கடத்தப்பட்டு இரத்தக் குழாய்களைச் சுருங்கச் செய்கின்றன. இதன் விளைவால் தோலுக்குச் செல்லும்

இரத்தத்தின் அளவு குறைந்து, தோல் மூலமாக ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு தடை படுகிறது. இது சமயம் தசைகள் நடுக்கத்துடனும், உடலிலுள்ள மயிர்கள் விரைப்புடனும், வியர்வையின் அளவு குறைந்தும் காணப்படுகின்றன. மேலும் எப்பிநேப்பின், தைராக்ஸ்சின் போன்ற ஹார்மோன்களின் அளவு உடலில் அதிகரித்து, வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டி வெப்பத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறது.

உடல் வெப்பத்தைக் குறைச் செய்யும்போது ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள். சுற்றுச் சூழல், வெப்பமாக இருக்கும்போது தோலிலுள்ள வெப்ப உணர்விகள் (heat receptors) தூண்டப்பட்டு, பாராபரிவு மண்டல மையத்திற்கு தெரிவித்து பரிவு மண்டல நரம்புகளின் செயல்பாட்டை தடைசெய்து, உடல் வெப்பத்தை குறைச் செய்கின்றன. இது சமயம் இரத்தக் குழாய்கள் விரிவடைவதால், தோலுக்கு செல்லும் இரத்தத்தின் அளவு அதிகரித்து உடல் வெப்பம் குறைகிறது. மேலும் வியர்த்தல், இரைத்தல் (panting) போன்றவை அதிகரித்தும், வளர்சிதை மாற்ற விகிதம், தசைகளின் செயல்பாடு, தைராக்சின் அளவு போன்றவை குறைந்தும் காணப்படுகின்றன.

இரா. பக்தவத்சலம்

துணைநூல். A. Maria Kuttikan and N. Arumugam, *General Physiology*, Saras Publication, Nagercoil, First Edition, 1983.

வெப்பப் பகுப்பாய்வு

ஒரு பொருள் சீராகச் சூடாக்கப்படும்போது அல்லது குளிர்விக்கப்படும்போது அதன் ஏதாவது ஒரு பண்பைத் தொடர்ச்சியாக அளவிடும் உத்திகளை விவரிப்பது வெப்பப் பகுப்பாய்வு எனப்படுகிறது. வகையிடு வெப்பப் பகுப்பாய்வு (differential thermal analysis), வகையிடு வரியோட்ட வெப்ப அளவீடு (differential scanning calorimetry), வெப்ப எடை அளவீடு (thermo gravimetry), விளையும் வளிமத் துலக்கம் (evolved gas detection), விளையும் வளிமப்

பகுப்பாய்வு (evolved gas analysis), எக்ஸ்கதிர் விளிம்பு விலகல் செறிவுக் கண்காணிப்பு, மின்தடை மாற்ற ஆய்வு, வெப்ப விரிவு ஆய்வு போன்றவை. இத்தகைய உத்திகளில் சில. ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை நேரத்துடன் குறைவதை ஆய்வு செய்வதை இந்தப் பதம் முன்னாளில் குறிப்பிட்டதும் உண்டு. வகையிடு வெப்பப்பகுப்பாய்வில் ஒரு மாதிரிப் பொருளும் வேறு ஒரு மேற்கோள் பொருளும் ஓர் உலோகப் பளத்தின் தனித் தனியான குழிகளில் அல்லது ஒரு வெப்பமேற்றும் தட்டில் வைக்கப்பட்டு ஒரே சமயத்தில் சூடேற்றப்படுகின்றன. அப்போது அவற்றின் வெப்பநிலைகளுக்கு இடையிலான வேறுபாடு அளவிடப்படுகிறது.

இயற்பிய அல்லது வேதி மாற்றங்கள் ஏற்படாத வரை அவற்றுக்கு இடையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடு குறைவாகவே இருக்கும். அது கிட்டத்தட்ட மாறிலியாகவும் இருக்கும். இந்த மாறிலியை அடிக் கோட்டு நிலை எனலாம். ஆனால் மாதிரிப் பொருள் உருகுதல், சிதைவு அடைதல், ஒரு திண்ம நிலையிலிருந்து வேறு திண்மநிலைக்கு மாறுதல் போன்ற வெப்பம் உட்கவரப்படும் மாற்றங்கள் நிகழக் கூடிய வெப்பநிலையை எட்டிவிடுமானால், அதற்கு அளிக்கப்படும் வெப்ப ஆற்றல் அதைச் சூடாக்குவது மட்டுமின்றி நிலை மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தித்தர வேண்டியதாகிவிடுகிறது. இதன் விளைவாக மேற்கோள் பொருளைவிட மெதுவாகவே மாதிரிப் பொருள் சூடாகும். இதனால் அவற்றுக்கு இடையில் ஒரு வெப்பநிலை வேறுபாடு தோன்றும். மாதிரிப் பொருளின் மாற்றங்கள் நிறைவுபெற்ற பிறகு இந்த வெப்பநிலை வேறுபாடு குறைந்து சுழியை அணுகும். மேற்கோள் பொருளும் மாதிரிப் பொருளும் ஒரே மாதிரியான வெப்பச் சூழ்நிலையில் இருப்பதே இதற்குக் காரணம். இதே போல மாதிரிப் பொருளின் மாற்றம் வெப்பத்தை வெளியிடுவதாக இருந்தால், மாதிரிப் பொருள் மேற்கோள் பொருளைவிட வேகமாகச் சூடாகும்.

நிலை மாற்றம் நிறைவு அடைந்த பிறகு அவற்றுக்கு இடையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடு மறைந்துவிடும். அப்போது வெப்பநிலை அளவீட்டுக் கருவியில் சைகை நிலையான அடிக் கோட்டு நிலைக்குத் திரும்பி வருகிறது. வெப்பநிலை வேறுபாட்டுக்கும்

வெப்பநிலைக்கும் இடையில் வரைகோடு வரைந்தால் அதில் இந்தச் சைகையின் அடிக் கோட்டு நிலை ஒரு தலைகீழான முகடாகத் தெரியும். இவ்வாறு அது திரும்பி வருவதன் மூலம் ஒரு மாதிரிப் பொருளில் ஏற்படக் கூடிய இரண்டாவது, மூன்றாவது நிலை மாற்றங்களைக்கூடத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. சில பொருள்களில் சில மைக்ரோ கிராம்கள் அளவிலான பகுதிகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக்கூடக் கண்டுபிடித்துவிடலாம். வகையிடு வெப்பப் பகுப்பாய்வு முறைகள் ஒவ்வொரு சேர்மத்துக்கும் தனித்தன்மையுள்ளவையாக இருக்கும்.

சூடேற்றும் உலை, மாதிரிப் பொருளை வைக்கும் கொள்கலன் ஆகியவற்றைத் தக்க முறையில் தெரிவு செய்துக் கொண்டு இம்முறைகளை அளவறுதியானவையாகவும் ஆக்கலாம். பெரும்பாலான பொருள்களுக்கு 5 சதவீதத்துக்கும் குறைவான வெப்பநிலை வேறுபாடுகளில் நிகழும் நிலை மாற்றங்களைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். 5 - 100 மி.கி. அளவிலான சில பொருள்களுக்கு 1% அளவு வரை குறைவான வெப்பநிலை வேறுபாடுகளில் நிகழும் நிலை மாற்றங்களைக்கூடக் கண்டுபிடித்து விட முடியும். கொள்கலங்களை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம் வரைபடத்தில் நெருக்கமாக அமைகிற தலைகீழ் முகடுகளைப் பிரித்துக் காண முடியும். இந்தத் தலைகீழ் முகடுகளின் வடிவமும் நேர் மாறாக்கத்தக்க மாற்றங்களில் அளவிடப்படும் வெப்பநிலைக்கும் சமநிலை வெப்பநிலைகளுக்கும் இடையிலான உறவுகளும் பயன்படுத்தப்பட்ட கருவியின் தன்மையைப் பொறுத்தவை. எனினும் அச்சோதனையைத் திரும்பச் செய்கிறபோது அவை ஒரே மாதிரியான வடிவத்தில் மீண்டும் தோன்றக் கூடியவை.

நேர் மாறாக்கத்தக்க சிதைவுகள் வளி மண்டலத்தைப் பொறுத்து அமையும். எனவே வளி மண்டலத்திலோ, மேல் அழுத்தத்திலோ, இரண்டிலுமோ, உண்டாகும் மாற்றங்களிலிருந்தும், அத்தகைய சிதைவு மாற்றங்களை பற்றிய தகவல்களைப் பெற முடியும். பெரிய அளவிலான செயல் நிகழ்வுகளைப் பாவனை முறையில் வளிமண்டலக் கட்டுப்பாட்டு முறையின் மூலம் உண்டாக்கிப் பார்க்க முடியும். இவ்வாறு

உண்மையாகவே வெப்பநிலை உயர்வதற்கு முன்னர், வெப்ப மூல வினைகளை விவரமாகக் கண்டறிய முடிகிறது.

வெப்பக் கொள்ளளவில் (enthalpy) ஏற்படும் மாற்றங்களை எளிதாகக் கண்டுபிடிக்கவும் அளவிடவும் முடியும். இருப்பினும் ஓர் இரண்டாம் வரிசை அல்லது கண்ணாடி நிலை மாற்றத்தில் வெப்பக் கொள்ளளவில் ஏற்படும் மாற்றத்தை, அடித்தளக் கோட்டில் காணப்படும் சரிவு மாற்றம் மூலமாகவோ அடித்தளக் கோட்டில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி மூலமாகவோ கண்டுபிடிக்க முடியும்.

வகையிடு வரியோட்ட வெப்ப அளவை முறை வகையிடு வெப்பப் பகுப்பாய்வுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட முறை ஆகும். இதில் அதே நிகழ்வுகள் ஒரு வேறுபட்ட அளவு முறையில் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. மாதிரிப் பொருளுக்கும் மேற்கோள் பொருளுக்கும் ஒரே மாதிரியாகச் சீரான தன்மையில் அதிகரிக்கிற வெப்பப் பாய்வு வழங்கப்படுகிறது. ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமான புள்ளிகளிலிருந்து வரும் வெப்பநிலை வேறுபாட்டுச் சைகை ஒரு பெருக்கிக்குள் செலுத்தப்படும். அது ஒரு தனியான வெப்ப மூலத்திலிருந்து, வெப்பநிலை வேறுபாட்டைக் கிட்டத்தட்டச் சுழி அளவில் பராமரிக்கத் தேவையான உபரி வெப்பநிலை ஆற்றலை அளிக்கும். இந்தப் பெருக்கியிலிருந்து வெளிப்படும் சைகை, மில்லிகலோரிகள்/விநாடி என்ற அளவில் வெப்ப உள்ளீடாகக் காட்டப்படுகிறது. இந்த வகைக் கருவிகள் துல்லியமான அளவறுதிக் கருவிகளாக இருக்குமாறு வடிவமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

வெப்ப எடை அளவீட்டு முறையில் மாதிரிப் பொருளின் வெப்பநிலை உயரும்போது அல்லது குறையும்போது அதன் எடை அளவிடப்படுகிறது. வழக்கமாக மாதிரிப் பொருள் ஒரு தராசிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். வில் சுருள் எடை அளவுக் கருவிகளும் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. இம்முறையில் வெப்பநிலை அளவிடப்படும் போதே, எடைக்கும் நேரத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு பதிவு செய்யப்படுகிறது. ஆயினும் வெப்பநிலைக்கும் எடைக்கும் இடையிலான தொடர்பையும் நேரடியாகப் பதிவு செய்யலாம்.

நேரத்தைப் பொறுத்த எடை வகையீட்டை மின்னணு முறையில் அளவிட்டு, எடை மாறும் வீதத்தையும் பதிவு செய்யலாம். வெப்ப எடை அளவீட்டு முறையில் மேலே சொன்ன இரண்டு முறைகளைவிட மேலான வகையில் ஒரு பொருளின் அளவை மதிப்பிட முடியும். ஆனால் அந்தப் பொருளின் எடையில் ஆவியாதல், சிதைதல், வேதி வினைகள் ஆகிய காரணங்களால் ஏற்படும் மாற்றங்களை, வேறு வகைகளில் ஏற்படும் எடை மாற்றங்களிலிருந்து முழுமையாகப் பிரித்துக் காண முடிந்தாலே இது சாத்தியமாகும். மிக மெதுவாக நடைபெறும் வினைகளை அளவிடவும் எடையில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பு அல்லது இழப்பிலிருந்து ஒரு வினையில் விளைந்த பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்கவும் இந்த முறையைப் பயன்படுத்தலாம்.

மேலே சொன்ன அளவீட்டு முறைகளைச் சாதாரணமான அறைச் சூழ்நிலையில் அல்லது வெற்றிடத்தில் அல்லது தெரிந்த அழுத்தமுள்ள சூழ்நிலைகளில் நிகழ்த்த முடியும். வெப்ப எடை அளவு முறையும், வகையிடு வெப்பப் பகுப்பாய்வு முறையும் ஒரே சமயத்தில் ஒரு மாதிரிப் பொருளில் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றையும் விளையும் வளிமத் துலக்கம் அல்லது விளையும் வளிமப் பகுப்பாய்வு முறையுடன் இணைத்துச் செயல்படுத்தலாம். இவ்வாறு வெவ்வேறு அளவீட்டு முறைகளை இணைப்பதில் மேன்மை எதுவும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் மாதிரிப் பொருள் குறைந்த அளவில் கிடைப்பதாக இருக்கும்போது இவ்வாறு இணைத்துப் பயன்படுத்துவதில் நடைமுறை அனுகூலங்கள் இருக்கக்கூடும்.

விளையும் வளிமத் துலக்க முறையில் மாதிரிப் பொருளின் ஊடாக அல்லது மேலாக அல்லது அதைச் சுற்றிப் பாயும் ஒரு வளிம அருவியின் கூட்டமைப்பில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் அளவிடப்படுகின்றன. இவற்றில் வெப்பக் கடத்து திறன் அளவிகள், வளிம அடர்த்தி அளவிகள், சுவாலை அயனியாக்கத் துலக்கிகள் போன்ற கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மாதிரிப் பொருள் இருக்கும் கலத்திலிருந்து வளிம துலக்கிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. துலக்கி காட்டும் மறு விளைவில் நேரத்துடன் அல்லது வெப்பநிலையுடன் ஏற்படும்

மாற்றம் பதிவு செய்யப்படும். எந்த ஒரு நேரத்திலும் துலக்கியில் ஒரே ஒரு வளிம விளைபொருள் மட்டும் இருந்து, அதனால் துலக்கியில் ஏற்படக்கூடிய மறுவினையும் தெரிந்திருக்குமானால், நேர அடிப்படையிலான வரைகோட்டைப் பயன்படுத்தி விளை வளிமப் பகுப்பாய்வை நிகழ்த்தலாம். விளை வளிமப் பகுப்பாய்வின் மூலம் வளிம விளை பொருள்களை இனம் காணவும், அளவறுதியான அளவீடுகளை எடுக்கவும் முடிகிறது. ஒன்றுக்குமேற்பட்ட வளிம விளைபொருள்கள் தோன்றும்போது அவற்றை வளிம நிறப்பிரிகை முறை மூலம் பிரித்து அளவிடுதலும், நிறை மாலைக்கருவிகள் மூலம் தேர்ந்தெடுக்க அளவிடுதலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். R.G.Lerner, G.L.Trigg, *Encyclopedia of Physics* Addison-Wesley, Massachusetts, 1981.

வெப்பப் பதப்பாடு (உலோகவியல்)

உலோகங்களை உருகுநிலை அடையாமல் வெப்பப்படுத்தி குளிர்விக்கும் முறை வெப்பப் பதப்பாடு (heat treatment) எனப்படுகிறது. வெப்பப்படுத்தும் நிகழ்வானது வளிமண்டல வெப்பநிலைக்குச் சமமாகவோ, அதிகமாகவோ, குறைவாகவோ செய்யப்படுகிறது. இம்முறையில் உலோகம் தனிப்பட்ட உலோக உலைகளில் வைத்து வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வுலோக உலைகள் அதிக அளவு வெப்பநிலையைத் தாங்கக்கூடியவை. இந்த உலைகளில் உலோகம் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்திய பின்பு குளிர் வைக்கப்படுகிறது.

வெப்பப்பதப்பாட்டின் மூலம் சில உலோகப் பண்புகளை மாற்றி அமைக்க முடியும் வெப்பப் பதப்பாட்டின் முக்கியத்துவம் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. 1. அழுத்த நீக்கம், 2.

மிருதுவாதல், 3. உலோகக் கடினமாதல், 4. துருபிடித்தலை எதிர்க்கும் தன்மை, 5. எந்திர செயல் திறன் அதிகரிப்பு போன்றவை ஆகும்.

வெப்பப்பதப்பாட்டின் வகைகள். பொதுவாக வெப்பப்பதப்பாடு கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுகிறது. 1.இரும்பு கலந்த உலோகங்களின் வெப்பப்பதப்பாடு 2.இரும்பு கலக்கா உலோகங்களின் வெப்பப் பதப்பாடு.

இரும்பு கலந்த உலோகங்களின் வெப்பப் பதப்பாடு இந்த வகையில் இரும்பானது உலோகங்களின் பகுதியாக உள்ளது. இரும்பு கலந்த உலோகங்களின் வெப்பப்பதப்பாட்டில் கீழ்க்கண்ட வகைகள் உள்ளன. 1. சூடாக்கி பதப்படுத்தல், 2. இயல்புநிலை கடினப்படுத்தல், 3. காய்ச்சி குளிர்வித்தல் முதலியன ஆகும்.

எஃகு மற்றும் மற்ற உலோக கலவைகளின் வெப்ப பதப்பாட்டு நிகழ்ச்சி. பொதுவாக வளிமண்டல வெப்பநிலையில் இரும்பானது α இரும்பு என்ற படிக வடிவத்தைப் பெற்று உள்ளது. இது எஃபெர்ரைட் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. நாம் இரும்பை 1670°F வெப்பநிலைக்கு அதிகமாக வெப்பப்படுத்தும் போது இது இரும்பாக மாறுகிறது. இது ஆஸ்டனைட் என்று அழைக்கப்படுகிறது. 2552°F அதிகமாக வெப்பப்படுத்த இரும்பானதுப் எஃபெர்ரைட் வடிவத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது.

கார்பன் சதவீதத்தை அதிகரித்து குறைப்பதன் மூலமாகவும் வெப்பநிலையை அதிகரித்து குறைப்பதன் மூலமாகவும் இரும்பை ஒரு படிக வடிவத்திற்கு எளிதாக மாற்றிவிடலாம்.

இரும்பு-கார்பன் தோற்ற வரைபடம். இரும்பு கார்பன் தோற்ற வரைபடமானது பொதுவாக தூய கார்பன் மற்றும் குறைந்த கலப்பின எஃகுகளின் வெப்பப் பதப்பாட்டை பற்றி கூறுகிறது. இந்த வரைபடம் இரும்பின் படிக அமைப்பை அதன் வெப்பநிலைக்கு ஏற்றவாறு எடுத்தியம்புகிறது. எஃபெர்ரைட் மற்றும் ஆஸ்டனைட் இல்லாமல் மற்றொரு தோற்றமும் இரும்பிற்கு உள்ளது. அது சிமெண்டைட் எனப்படும். இது இரும்பின் அனைத்து

தோற்றங்களிலும் மிகவும் நிலைத் தன்மை வாய்ந்ததாகும். இரும்பின் அனைத்து தோற்றங்களிலும் மிக மிருதுவான தோற்றம் ஃபெர்ரைட்டுக்கு மட்டுமே உண்டு.

இரும்பு கார்பன் தோற்ற வரைபடம் கார்பன் சதவீதத்திற்கும் வெப்பநிலைக்கும் உள்ள ஒற்றுமையை விளக்குகிறது. இவ்வரைபடத்தில் 2% அதாவது இரண்டு சதவீதத்திற்கு மேல் உள்ள இரும்பு வார்ப்பிரும்பு எனப்படும். அதிகமாகக் கார்பனின் பங்கு இரும்பில் 6.67% உள்ளது.

கார்பனின் அளவு அதிகரிக்க, அதிகரிக்க இரும்பின் நொறுங்கும் தன்மை அதிகரிக்கிறது. கார்பன் அளவு குறைவாக உள்ள இரும்பானது எளிதில் வளைந்து கொடுக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. அதாவது கார்பன் அளவு குறைவாக உள்ள இரும்பை கம்பியாக நீட்டலாம் அல்லது தகடாக அடிக்கலாம்.

வெப்பப்படுத்துதலில் 2200°F க்கு குறைவாகவே வெப்பம் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ளப்படுகிறது. ஏனெனில் அதற்கு மேல் வெப்பப்படுத்த உலோகங்கள் உருகிவிடும் அபாயம் உள்ளது. மேலும் சில உலோகப் பண்புகளும் மாறிவிடுகின்றன. குளிர்விக்கும்போது இரும்பின் தோற்றம் வெப்பப்படுத்துதலின் போது மாறும் தோற்றத்தைப் போலவே தலைகீழாக மாறுகிறது.

இரும்பின் தோற்ற மாறுபாடு மற்றும் உலோகங்களின் வலிமை போன்றவை குளிர்விக்கும் வேகத்தைப் பொறுத்தே அமைகின்றன.

குளிர்வித்தல் வேகம், குளிர்விக்கும் ஊடகம் போன்றவற்றை பொறுத்தே உலோக பண்புகளும் அமைகின்றன.

வெப்பப்படுத்துதலின் வகைகள். இரும்பு கலந்த உலோகங்களின் வெப்பப்பதப்படுத்துதல் கீழ்க்கண்ட முறைப்படி வகைப்படுத்தப்பட்டு உள்ளது.

சூடாக்கி பதப்படுத்தல். இம்முறை எஃகை மிருதுவாக்க பயன்படுகிறது. மிருதுவான எஃகின் மூலம் பல்வேறு செயல்களை செய்து விரும்பதக்க

வடிவத்தைப் பெற முடியும். முக்கியமான முறையானது உலோகத்தின் உள்ளே செயல்படும் உள் அழுத்தத்தை நீக்குகிறது.

உலோக உள் அழுத்தம் குறைவதால் உலோகங்களை அதிகமான எந்திர செயல்திறனுக்கு உட்படுத்த முடியும்.

சூடாக்கி பதப்படுத்துதலின் செய்முறைகள்.

இவ்வெப்பப் பதப்படுத்துதலில் கீழ்க்கண்ட செய்முறைகள் கடைபிடிக்கப்படுகின்றன. 1. முதலில் உலோகமானது சுமார் 1200°F வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வளவு அதிகமான வெப்பம் உலோக உலைகளில் மட்டுமே சாத்தியம். எனவே உலோகமானது உலோக உலைகளில் வைக்கப்பட்டு தேவையான வெப்பம் அடைய செய்யப்படுகிறது, 2. பிறகு உலோகம் வளிமண்டல வெப்பநிலைக்குக் கொண்டு வர படிப்படியாக வளிமண்டல வெப்பநிலைக்கு குளிர் வைக்கப்பட்டு பின் பல்வேறு பயன்பாடுகளில் பயன்படுகிறது. 3. குளிர்விக்கும் வீதம் மிகக் குறைவாகவே நடைபெறுகிறது. அதாவது குளிர்விக்கும் நேரமானது 10-15 மணி நேரமாகும்.

மற்றொரு வகையான செய்முறையில் உலோக வெப்பநிலையானது சுழற்சி முறையில் அதிகரிக்கப்படும் அதாவது வெப்பநிலையை அதிகரித்தும், குறைத்தும் சுழற்சி முறையில் வெப்பம் கொடுக்கப்படும். இது உலோகத்தின் பல்வேறு பண்புகளை மாற்ற பயன்படுகிறது. இம்முறையின் முக்கியம் என்னவெனில் இது இரும்புக்கு நிலைத்த படி வடிவமைப்பைத் தருகிறது. எனவே, முறை வெப்பப் பதப்படுத்துதலில் மிக முக்கியமான முறையாகச் செயல்படுகிறது.

இயல்நிலை கடினப்படுத்துதல். இது மற்றொரு வகை வெப்பப் பதப்படுத்துதல் ஆகும். இந்த முறையானது முக்கியமாக ஓர் உலோகத்தின் எந்திர செயல்திறனை அதிகரிக்கிறது. இவ்வதிக எந்திர செயல்திறன் காரணமாக விரும்பும் வடிவங்களை உலோகங்களில் இருந்து எந்திர உதவியுடன் பெற முடியும்.

இம்முறையிலும் சூடாக்கி பதப்படுத்துதல் போலவே உலோகத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தி பின் அது வளிமண்டல வெப்பநிலையில் குளிர்விக்கப்படுகிறது.

இம்முறையில் வெப்பமானது சிறந்த உலோக உலைகளின் மூலமாக கொடுக்கப்படுகிறது. அதாவது இம்முறையில் வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பதால் சிறப்பான உலோக உலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மேலும் இது எஃகு தகடுகள் மற்றும் எஃகு உருளைகள் செய்ய பயன்படுகிறது.

உலோகத்தை கடினமாக்கல். உலோகத்தை கடினமாக்கல் என்பது உலோகத்தைக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தி அதை வேகமாகவோ மெதுவாகவோ அதன் வெப்பநிலையைக் குறைக்கும் முயற்சியாகும். கடினமாக்கல் முறையை நாம் நேர வெப்பநிலை மற்றும் தோற்ற வரைபடம் மூலம் நன்கு விளக்கலாம்.

நேர வெப்பநிலை மற்றும் தோற்ற வரைபடம். இந்த முறையானது உலோகத்தை வெப்பப்படுத்தி பின் குளிர்விக்கும் ஊடகத்தில் வைத்து குளிர் செய்தல் ஆகும். இங்குக் குளிர்விக்கும் ஊடகமாகக் காரியம் மற்றும் உப்பு கரைசல்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தோற்ற வரைபடம் ஒரே வெப்பநிலை வரைபடம் என்றும் அழைக்கப்படும். ஒரே வெப்பநிலை வரைபடம் என்றால் உலோகத்தின் வெப்பநிலை மாறாமல் ஒரே சீராக இருப்பதாகும்.

கடினப்படுத்துதல் காரணமாக மார்டன்சைட் எனப்படும் படிசு கிடைக்கிறது. இதில் 0.8% கார்பன் உள்ளது.

ஆஸ்டனைட்டை கடினப்படுத்துதல் ஒரு வகையான வெப்பப் பதப்படுத்துதல் முறையாகும். இதில் உலோகமானது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்பட்டு பின்பு அது வேகமாகக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. மேற்சொன்ன நிகழ்வுகளின் காரணமாக பெய்னைட் தோற்றம்

கிடைக்கும். இது சிறந்த உள் அழுத்தம் பெற்று வலிமையானதாகக் காணப்படுகிறது.

மார்டன்சைட் கடினப்படுத்துதல். இந்த வகையான வெப்பப் பதப்படுத்துதலில் உலோகமானது வெப்பப்படுத்தப்பட்டு பின் மெதுவாக வளிமண்டல வெப்பநிலையிலேயே குளிர்விக்கப்படுகிறது. இந்த வெப்பப்படுத்துதலில் சில உலோகப் பண்புகளை மாற்றலாம். சிறந்த பண்புள்ள உலோகங்களைப் பெறலாம்.

உலோகப் பரப்பு பதப்பாடு. இது ஒரு வகையான வெப்பப் பதப்பாட்டு முறையே ஆகும். இந்த உலோகப் பரப்புபதப்பாட்டு முறையில் உலோகப் பரப்புகளில் சில மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி அதன் மூலமாக நாம் உலோகங்களின் குறிப்பிடத்தக்கப் பண்புகளைப் பெற முடியும்.

கார்பன் முறைபதப்பாடு. இந்தக் கார்பன் முறை பதப்பாட்டில் உலோகப் பரப்புகளின் மேல் கார்பன் அடுக்கடுக்காகப் படியவைக்கப்படுகிறது. கார்பன் படியவைத்தல் என்பது கார்பனை உலோகத்தின் பரப்புகளில் சிதறடித்தல் முறையில் படியவைத்தல் ஆகும். இந்த முறை குறைந்த கார்பன் சதவீதத்தைக் கொண்ட எஃகு உலோக கலவைகளில் பயன்படுகிறது.

நைட்ரஜனை பயன்படுத்தி பரப்பப் பதப்பாடு. இந்த முறையில் நைட்ரஜன் அடுக்கடுக்காக உலோகப் பரப்புகளின் மீது படிய வைக்கப்படுகிறது. இந்த நைட்ரஜன் பதப்பாடு எஃகு கலவைகளின் மீது செயல்படுகிறது.

எஃகு உலோகக் கலவைகள் கீழ்க்கண்ட உலோகங்களைக் கலவையாகக் கொண்டு இருக்கும்.

1. அலுமினியம், 2. மாலிப்ட்டினம், 3. டைட்டானியம், 4. குரோமியம். இந்த முறையின் காரணமாக உலோகமானது மிகவும் சிறந்த முறையில் கடினமாக்கப்படுகிறது. இந்த முறையானது மிகச்சிறந்த உலோகப் பரப்பு பதப்பாடாகும். இது மிக எளிய மற்றும் மிகச் சிறந்த முறையாகும்.

குரோமிய உலோகப் பரப்பு பதப்பாட்டு முறை. இந்த முறையில் குரோமிய உலோகம் அடுக்கடுக்காக

உலோகப் பரப்புகளில் படியவைக்கப்படுகிறது. இது மிகமெதுவாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாகும். இந்த முறை மிகச் சிறந்த வாணிப முறையாகும். இந்த முறையானது துரு பிடித்தலை எதிர்க்கிறது. எனவே, இது துருபிடிக்கும் இடங்களில் சிறந்த துரு எதிர்ப்பாக செயல்படுகிறது.

இரும்பு கலக்கா உலோகங்களின் வெப்பப் பதப்பாடு. இரும்பு கலக்கா உலோகங்கள் வெப்பப் பதப்படுத்தும்போது அவை இரும்பைப் போல் தோற்ற மாற்றத்திற்கு உட்படாது. இக்கலவைகளை சூடாக்கி குளிர்வித்தல் என்பது சற்று கடினமான நிகழ்ச்சி ஆகும்.

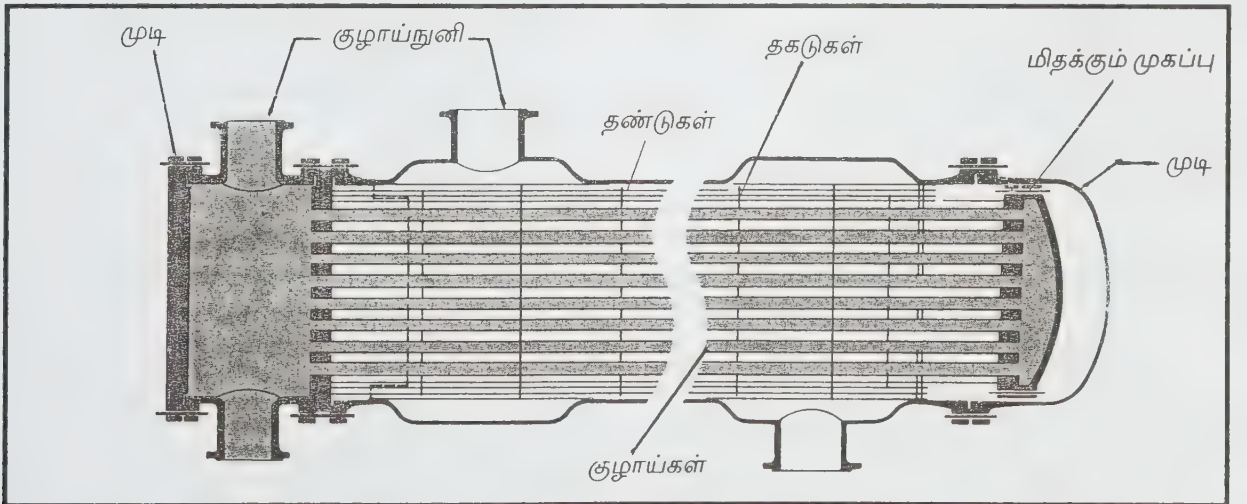
**செந்தில் குமார்
சுகுமார்**

வெப்பப் பரிமாற்றி

தொழிற்சாலைகளில் பல வேளைகளில் ஒரு பாய்மப் போக்கிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்து வேறு ஒரு பாய்மப் போக்குக்கு மாற்ற வேண்டிய தேவை ஏற்படுவது உண்டு. இதற்குப் பயன்படும் கருவிகளில்

இரண்டு பாய்மங்களும் பாய்வதற்குத் தனித்தனியான பாதைகள் இருக்கும். அந்தப் பாதைகள் தகடுகள் அல்லது வெப்பம் கடத்தும் திறனுள்ள உலோகங்களால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய கருவிகள் வெப்பப் பரிமாற்றிகளே ஆகும். சரக்குந்து, பேருந்து, மோட்டார் கார் போன்றவற்றில் பொறியிலிருந்து வெப்பத்தை வெளியேற்றப் பயன்படும் வெப்ப நீக்கிகள், நீரைச் சூடாக்கும் மின் கருவிகள், வீடுகளில் கதகதப்பு கொதி கலன்கள், குளிர் சேமிப்புப் பெட்டி அல்லது இதர வெப்பக் கருவிகள் போன்றவற்றில் உள்ள ஆவியாக்கிகள் மற்றும் நீர்மமாக்கிகள் போன்றவை நமக்குப் பழக்கமான வெப்பப் பரிமாற்றிகள் ஆகும். மின்சார உற்பத்தி நிலையங்களிலும், எண்ணெய்ச் சுத்திகரிப்பு ஆலைகளிலும், வேதித் தொழிற் சாலைகளிலும் இரண்டு வகையான வெப்பப் பரிமாற்றிகள் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று குழலும் உறையும் கொண்டது. மற்றது இரட்டைக் குழல் அமைப்புக் கொண்டது.

குழலும் உறையும் கொண்ட அமைப்பில் ஓர் உருளை வடிவ உறையினுள் பல குழல்கள் கட்டாக அடுக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு பாய்மம் குழாய்களுக்கும் உறைக்கும் நடுவிலுள்ள இடைவெளியிலும் பாயும். இரட்டைக் குழல்



வெப்பப் பரிமாற்றி

அமைப்பில் ஒரு குழாய்க்குள் இன்னொரு குழாய் அமைந்திருக்கும். ஒரு பாய்மம் உள்குழாய் மூலமாகவும் மற்ற பாய்மம் இரு குழாய்களுக்கும் நடுவிலுள்ள பகுதியிலும் பாயும். இந்த இரண்டு வகையான அமைப்புகளிலும் குழாய்ச் சுவர்கள் வெப்பம் கடத்தும் பரப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. சில வகை வெப்பப் பரிமாற்றிகளில் இடைவெளி விட்டுத் தட்டையான தகடுகள் அமைந்திருக்கும்.

குளிர்ந்த பாய்மமும் சூடான பாய்மமும் அடுத்தடுத்த இடைவெளிகளில் மாறி மாறிப் பாயும். இந்தப் பரிமாற்றிகளில் எல்லாம் சுவர்களின் ஊடாக வெப்பக் கடத்தலும், சுவர்களுக்கு இரு புறங்களிலும் உள்ள பாய்மங்களில் வெப்பச் சலனமும் ஏற்படுவதன் காரணமாகவே வெப்பப் பரிமாற்றம் நிகழ்கிறது. வெப்பப் பரிமாற்றம் ஏற்படுத்தக் கதிர்வீசல் முறையையும் பயன்படுத்துவது போன்ற திருத்த அமைப்புகள் கொண்ட வெப்பப் பரிமாற்றிகளும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தப் பரிமாற்றிகளில் பாய்மப் பாய்வுத் திசைகள் ஒரே சமயத்தில் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்திருக்கலாம் அல்லது எதிரெதிரான திசைகளிலும் அமைந்திருக்கலாம்.

பெரும்பாலான கருவிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் வேறு பாய்மப் பாய்வுகளின் வெப்பநிலைகள் மாறிலியாக இருக்கும். இது சீர் நிலைச் செயல்பாடு எனப்படும். வெப்பப் பரிமாற்றிகளின் மூலமாகப் பாய்மங்கள் பாயும் போது, அவற்றின் கட்டங்கள் மாறாத வரை, பாய்மங்களின் வெப்பநிலைகள் தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டேயிருக்கும்.

ஒரு பாய்மத்திலிருந்து மற்ற பாய்மத்தின் திசையிலான வெப்பநிலைச் சரிவும் தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டேயிருக்கவும் கூடும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பப் பரிமாற்றச் செயல்முறைக்குத் தேவையான பரப்பின் அளவை நிர்ணயிக்க குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக்கும் வெப்பப் பரிமாற்றிக்கும் உகந்த விளைவுறு வெப்பநிலைச் சரிவை மதிப்பிட்டுக்கொள்ள வேண்டும். வெப்பநிலைகள் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும்போது அல்லது பாய்மப் பாய்வுகளில் தொங்கல் துகள்கள்

அடங்கியிருக்கும்போது, வழக்கமான முறையிலான வெப்பப் பரிமாற்றி அமைப்புகள் காரிய சாத்தியமானவையாக இரா. அது போன்ற சூழ்நிலைகளில் சூடு தாங்கும் திண்மங்களை மாறி மாறிச் சூடாக்கிக் குளிர் வைப்பது அல்லது கட்டங்களைக் கொண்ட அமைப்புகளில் பாய்மங்களைச் செலுத்துவது போன்ற முறைகளில் பாய்மங்களுக்கு இடையில் வெப்பப் பரிமாற்றத்தை ஏற்படுத்துவது சிக்கனமான முறையாக இருக்கும்.

ஊது உலை அடுப்புகள், கண்ணாடி உலை வெப்பமேற்றி போன்ற கருவிகளில் இத்தகைய அமைப்புகள் பொருத்தப்படுகின்றன. குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் வெப்பப் பரிமாற்றம் நிகழும் அமைப்புகளில் உலோகத் திணிப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெட்ரோலிய தூய்மிப்பு, உலோக உருக்கலைகள் அணு உலைகள் போன்றவற்றில் ஏராளமான வெப்பம் உண்டாகும். இவற்றில் உள்ள வெப்பப் பரிமாற்றிகள் வெப்பநிலைகள் அளவுக்கு மீறி உயர்ந்து சேத மேற்படுத்துவதற்கு முன்பாக வெப்பத்தை வெளியேற்றுவதை முதன்மையான நோக்கமாகக் கொண்டவை. சூடான வளிமம் அல்லது நீர்மம் திண்மப் பொருள்கள் பரப்பப்பட்ட பாத்திகளில் பாயவிடப்படுவதன் மூலம் இத்தகைய கருவிகள் வெப்பத்தை வேகமாகக் கழித்துக்கட்டுகின்றன. சரளைக் கற்களைப் போன்ற பொருள்களைப் பாத்திகளில் பரப்பியிருக்கும்போது அவற்றில் மேல் பரப்புகள் அதிகமாக இருப்பதால், வெப்பப் பரிமாற்றம் அதிகத் திறமையுடன் நடைபெறும்.

பல தொழில் துறைகளில் ஒரு பொருளைச் சூடாக அல்லது குளிர் வைக்க வெப்பப் பரிமாற்றிகள் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் இரண்டாவது பாய்மமாகச் செயல்படும் பொருளின் வெப்பநிலை தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். இந்தச் செயல் முறை சீரற்ற நிலைச் செயல்பாடு எனப்படும். உணவுகளைச் சூடாக்குவது அல்லது ஆற வைப்பது, குளிர் சேமிப்புப் பெட்டிகளில் வெப்பநிலையைக் குறைப்பது, கருவிகளில் நுண்ணுயிர் நீக்கம் செய்வது, உலோக உருக்கு உலைகளில் உலோகப்பாளங்களைச் சூடாக்குவது, சூளைகளில் செங்கற்களைச் சுடுவது, ஜிப்சத்தை எரித்து சுண்ணாம்பாக்குவது போன்ற

பணிகளில் இத்தகைய செயல்முறை நிகழுகிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். M.Jacob, Heat transfer Wiley, New York, 1957.

வெப்பப் பாய்வு

ஒரு திண்மப் பொருளின் வழியாக வெப்பம் பாய்வதைப் பற்றி ஆய்வு செய்தவர்களில் முன்னோடியாகத் திகழ்பவர் ஃபிரான்ஸ் நாட்டுக் கணிதவியல் நிபுணரும் இயற்பியல் நிபுணருமான பாப்டிஸ்டி ஜோசப் ஃபூரியர் ஆவார். 1822ஆம் ஆண்டில் வெப்பம் பாய்வதற்கு ஒரு வலுவான கணித அடிப்படையை அவர் உருவாக்கினார். ஒரு சீரான கோலின் ஒரு முனை மாறாத வெப்பநிலையில் பராமரிக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். அதில் சம இடைவெளிகளில் வெப்பநிலையை அளந்தால், சூடான முனைக்கு அருகிலுள்ள புள்ளியில் முதலில் வெப்பநிலை உயருவதையும் அடுத்து வரும் புள்ளிகளில் அடுத்தடுத்து உயருவதையும் காணலாம். வெப்பம் சூடான முனையிலிருந்து குளிர்ந்த முனை நோக்கிப் பரவுவதையே இது காட்டுகிறது. இந்த வெப்பநிலை உயர்வு கடத்தப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு, திண்மப் பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறன், அதன் அடர்த்தி ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கிறது. தண்டின் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் உள்ள வெப்பநிலை மாறிக் கொண்டே இருக்கையில் தண்டு மாறும் வெப்பநிலைத் தன்மையில் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

தண்டின் ஒரு கூறில் நுழையும் வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி உட்கவரப்பட்டு அந்தத் தண்டின் வெப்பநிலையை உயர்த்துகிறது. மேலும் ஒரு பகுதி அடுத்த கூறுக்குக் கடத்தப்படுகிறது. மீதமுள்ள வெப்பம் கதிர்வீசல் மூலம் திண்மப் பரப்பிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. தண்டின் சூடான முனையிலிருந்து கூறு பகுதியின் தொலைவு

அதிகரிக்கும்போது சூடான முனைக்கும், கூறு பகுதிக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பு கதிர்வீசலின் மூலம் இழக்கும் வெப்பத்தின் விகிதமும் அதிகமாக இருக்கிறது. எனவே அதன் வெப்பநிலை குறைவாக இருக்கும். இறுதியில் நேரம் செல்லச் செல்ல திண்மத் தண்டின் பல்வேறு கூறுகளின் சூடு அதிகரித்து அவற்றினால் உட்கவரப்படும் வெப்பத்தின் விகிதம் ஒரு மாறாத அளவை எட்டுகிறது. அப்போது அவற்றின் வெப்பநிலையும் மாறாமல் நிலையாக இருக்கும்.

அப்போது ஒரு கூறுக்குள் நுழைகிற வெப்பத்தில் உட்கவரப்பட்டது போகக் கதிர்வீசப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அதிகமாகிக்கொண்டே போகிறது. சூடான முனையிலிருந்து கூறின் தொலைவு அதிகமாகும் போது இவ்வாறு கதிர் வீசப்படும் வெப்பத்தின் அளவும் அதிகமாகிறது. இந்தநிலையில் சூடான முனையிலிருந்து கூறுகளின் வெப்பநிலைகள் படிப்படியாகக் குறைகின்ற வகையில் நிலையாக இருக்கின்றன. இந்த நேரத்தில் தண்டு சமச்சீர்நிலையை அடைந்துவிட்டதாகச் சொல்லப்படும். அந்த நிலையில் தண்டின் கூறுகள் மேலும் வெப்பத்தை உட்கவருவதில்லை. எனவே அவற்றின் வெப்பநிலைகள் அதிகரிப்பதில்லை. ஒரு கூறின் வெப்பநிலை அது சூடான முனையிலிருந்து இருக்கும் தொலைவின் சார்பெண்ணாக மட்டுமே இருக்கும். அது நேரத்துடன் மாறாது. வெப்ப நிலைகள் மாறாத போது வெப்பப் பாய்வும், தண்டின் நீள வாக்கில் வெப்பநிலைப்பரவீடும் பொருளின் அடர்த்தி, வெப்ப ஏற்புத் திறன் ஆகியவற்றைச் சார்ந்து இராது.

சமச்சீர் நிலையில் ஒரு கூறின் எதிரெதிரான முகங்களின் ஊடாகக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு Q அந்த முகங்களுக்கு இடையிலான வெப்பநிலை வேறுபாடு $\theta_1 - \theta_2$, அந்த முகங்களின் குறுக்குப் பரப்பளவு A , வெப்பம் பாயும் நேரம் t ஆகியவற்றுக்கு நேர் விகிதத்திலும், அந்த முகங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு l க்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் இருக்கும். ஆகவே அதை $Q = KA(\theta_1 - \theta_2)t/l$ என எழுதலாம். இங்கு K என்பது திண்மத்தின் வெப்பக் கடத்தல் எனப்படும். $(\theta_1 - \theta_2)/l$ என்ற அளவு வெப்பநிலை தொலைவுடன் மாறுகிற வீதத்தைக் குறிக்கிறது. அது வெப்பநிலைச்

தொலைவுடன் மாறுகிற வீதத்தைக் குறிக்கிறது. அது வெப்பநிலைச் சரிவு எனப்படும்.

மிகவும் நெருக்கமாக அமைந்த இரண்டு புள்ளிகளுக்கு இடையிலான தொலைவு dl , அவற்றின் வெப்பநிலைகளுக்கு இடையிலான வேறுபாடு $d\theta$ எனில் சராசரி வெப்பநிலைச் சரிவு $d\theta/dl$ ஆகும். எனவே $Q=KA (d\theta/dt)$. இதிலிருந்து ஒரு பொருளில் வெப்பச் சமச்சீர்நிலை ஏற்பட்டு விட்டபோது அலகு வெப்பநிலைச் சரிவுக்கு அதன் அலகுப் பரப்பின் வழியாக ஒரு விநாடியில் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அப்பொருளின் வெப்பக் கடத்தல் எண்ணுக்குச் சமம் எனத் தெரிகிறது. சமச்சீர் நிலை ஏற்படுவதற்கு முன் தண்டின் ஒவ்வொரு கூறும் சிறிதளவு வெப்பத்தை உட்கவர்ந்து தக்கவைத்துக் கொள்ளும் அந்தநிலையில் தண்டைச் சூடாக்குவதில் பங்குக் கொள்கிறது. பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் குறைவாக இருந்தால் கூறு உட்கவரும் வெப்பத்தின் அளவு குறைவாக இருக்கும். எனவே தண்டின் வழியாக அதிக அளவு வெப்பம் கடத்தப்படும். தண்டுப் பொருளின் வெப்ப ஏற்புத்திறன் r_1 , அடர்த்தி d எனில் அதன் அலகுப் பருமத்திற்கான வெப்ப ஏற்புத்திறன் rd ஆகும். இப்போது வெப்பம் பாயும் வீதம் வெப்பக் கடத்தல் எண்ணுக்கு நேர் விகிதத்திலும் r_1 க்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் அமையும். அதாவது வெப்பப் பாய்வு வீதம், K/r_1 க்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். K/r_1 என்ற தகவு வெப்ப விரவல் எண் அல்லது வெப்பநிலைக் கடத்தல் எனப்படுகிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.SMathur . Fundamentals of Heat, Sultan Chand, New Delhi 1985.

வெப்பப் பொறிகள்

தனக்குள் செலுத்தப்படும் வெப்பத்தைத் தொடர்ந்து செயலாக மாற்றும் கருவிகள் வெப்பப் பொறிகள் எனப்படும். இவற்றில் நீராவி பொறிகள், உள்ளிட எரி

பொறிகள், நீராவி அல்லது வளிம சுழலிகள் என்று மூன்று வகைகள் உள்ளன. நீராவி பொறிகள் போக்குவரத்திலும் தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படுகின்றன. உள்ளிட எரி பொறிகள், உந்துகளிலும், ஆகாய விமானங்களிலும் பயன்படும். சுழலிகள் மின் உற்பத்தி நிலையங்களிலும் பெரிய கப்பல்களிலும் செயல்படுகின்றன. அண்மைக் காலங்களிலும் ராக்கெட் மற்றும் ஜெட் பொறிகள் உருவாக்கப்பட்டு விமானங்களிலும், விண்வெளிக் கலங்களிலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

நீராவி பொறி தொழிற் புரட்சிக்கு வித்திட்டது. 1765-ஆம் ஆண்டில் ஜேம்ஸ் வாட் நீராவி பொறியைக் கண்டுபிடித்தார் என்று ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால் 1698-ம் ஆண்டிலேயே தாமஸ் சாவேரி என்பவர் உயர் அழுத்த நீராவியின் உதவியால் செயல்படும் ஒரு நீரிறைக்கும் எந்திரத்தை உருவாக்கினார். உயர் அழுத்த நீராவி கொதிகலன்களை வெடிக்கச் செய்து விடுவதைத் தடுக்க ஒரு பாதுகாப்பு வால்வை பாபின் என்பவர் உருவாக்கினார். 1705ஆம் ஆண்டில் நியூகாமன் என்பவர் உருளையும் உந்துதண்டையும் கொண்ட ஒரு நீரிறைப்பு பொறியை அமைத்தார். அதில் நீராவி வெற்றிடத்தை உண்டாக்கும் பணியை மட்டுமே செய்தது. வளி மண்டல அழுத்தம் உந்துதண்டை இயக்கியது. எனவே அதற்கு வளிம பொறி எனப் பெயரிடப்பட்டது. இறுதியாக 1765ஆம் ஆண்டில் ஜேம்ஸ் வாட் நீர்மமாக்கி, கவர்னர், திராட்டில் வால்வு, உந்து தண்டு, விசையாட் சுழலி போன்ற உறுப்புகள் கொண்ட ஒரு சிறந்த நீராவி பொறியை உருவாக்கினார். அதில் இரட்டைத் தாக்குச் செயல்முறையும், நீராவியின் விரிவாக்கும் திறனைப் பெரும் அளவுக்குப் பயன்படுத்தும் உத்தியும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. இதன் காரணமாக நீராவி பொறி சிக்கனமானதாயும், பயனுறு திறன் மிக்கதாயும் ஆயிற்று.

நீராவி பொறியின் முக்கியமான பாகங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. அதில் C என்ற உறுதியான உருளையும் P என்ற உந்துதண்டும் உள்ளன. அதனுடன் ஒரு நீராவிப் பெட்டி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அதில் ஒரு வால்வு முன்னும் பின்னும் நகர்ந்து உருளையில் உள்ள இரண்டு

வாயில்களில் ஒன்று மாற்றி ஒன்றின் வழியாக நீராவியை உருளைக்குள் செலுத்துகிறது. உருளையிலிருந்து நீராவியை வெளியேற்ற E என்ற வெளியேற்ற குழாய் அமைந்துள்ளது. உயர் அழுத்தத்திலுள்ள நீராவி முதல் வாயில் வழியாக உருளைக்குள் நுழையும்போது மற்ற வாயில் வெளியேற்ற குழாயுடன் இணைப்புப் பெறும். நீராவி விரைந்து உந்துதண்டினைப் பின்னுக்குத் தள்ளுகிறது. இந்த இயக்கம் சுழல் தண்டுகளின் உதவியால் ஒரு விசையாட் சுழலியைச் சுழற்றுகிறது. நீராவிப் பெட்டியின் வால்வு விசையாட் சுழலியால் இயக்கப்படுகிறது. உந்துதண்டு இடது கோடிக்கு வந்த பிறகு முதல் வாயில் மூடப்பட்டு மற்ற வாயில் திறக்கப்படும். திறந்த வாயில் வழியாக நீராவி உருளையில் நுழைந்து உந்துதண்டை முன்னுக்குத் தள்ளும். இப்போது முதல் வாயில், வெளியேற்று குழாயுடன் இணைப்புப் பெற்று விடுவதால் விரிவால் குளிர்ந்த நீராவி அதன் வழியாக வெளியேற்றப்படும்.

இவ்வாறு பிஸ்டன் முன்னும் பின்னும் மாறி மாறித் தள்ளப்படுகிறது. இந்த இயக்கம் ஒரு சக்கரத்தைச் சுழற்றுகிறது. இத்தகைய ஓர் பொறியில் பயனுறு வேலையாக மாற்றப்பட்ட வெப்ப ஆற்றலுக்கும் பொறிக்கு வழங்கப்பட்ட மொத்த வெப்ப ஆற்றலுக்கும் இடையிலான தகவு அதன் பயனுறு திறன் எனப்படும். சுட்டு வரைபடம் உருளையின் அழுத்தத்திற்கும் பருமத்திற்கும் இடையில் வரையப்படுகிறது. AB என்ற கோடு நீர் P_1 என்ற அழுத்தத்தில் நீராவிாக மாற்றப்படுவதைக் குறிக்கிறது. அதன் வெப்பநிலை T_1 உருளையினுள் நீராவி வெப்ப மாற்றீடற்ற வகையில் விரிவு அடைவதை BC குறிக்கும். CD பகுதி நீராவி நீர்மமாக்கியில் நுழைவதையும் DC பிஸ்டன் பின்னோக்கி நகர்ந்து மிச்சமுள்ள நீராவியை வெளியேற்றுவதையும் குறிப்பிடுகின்றன. அப்போது நீராவியின் அழுத்தம் P_2 ஆகவும் வெப்பநிலை T_2 ஆகவும் இருக்கம். நீர்மமாக்கியிலிருந்து நீர், கொதி கலனுக்கு மாற்றப்படுவதை EA குறிக்கிறது. ABCDEA என்ற நிகழ்வுத் தொடர் ஒரு செயற்கூழல் எனப்படும். ஒவ்வொரு செயற்கூழலின் தொடக்கத்திலும் புதிதாக நீராவி T_1 வெப்பநிலையிலும் P_1 அழுத்தத்திலும் உருளைக்குள் நுழைகிறது. ABCDEA என்ற பகுதியின் பரப்பு பொறியில் செய்யப்பட்ட பயனுறு வேலையைக்

குறிக்கும். இங்கு நீராவியும் நீரும் கலந்த கலவை செயல்படு பொருள் ஆகும்.

நீராவி பொறியின் செயற்கூழல் ரான்கின் செயற்கூழல் எனப்படுகிறது. நீராவி பொறியினுக்குள் நிகழும் மாற்றங்கள் நேர் மாறாக்கத் தக்கவை என வைத்துக்கொண்டு அதன் பயனுறு திறனைக் கணக்கிடலாம். T_1 வெப்பநிலையில் P_1 அழுத்தத்தில் நீர் நீராவிாக மாற்றப்படுகிற வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வை AB குறிப்பிடுகிறது. உருளைக்குள் நீராவி வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் விரிந்து அழுத்தம் P_2 ஆகவும் வெப்பநிலை T_2 ஆகவும் குறைவதை BD காட்டுகிறது. நீராவி மாறா வெப்பநிலையில் நீராகச் சுருங்குவதை DE என்ற கோடும் காட்டுகின்றன. பொறி செய்த வேலை ABCDEA என்ற பரப்பளவினால் தரப்படுகிறது. இந்தச் சுட்டு வரைபடத்தில் மூலைகள் கூர்மையாக இருக்கின்றன. ஆனால் ஓர் உண்மையான ரான்கின் பொறியினில் சுட்டு வரைபடத்தின் மூலைகள் மழுங்கி இருக்கும். ஆகவே வரைபடக் கண்ணியின் பரப்பளவு, அதாவது எஞ்சின் செய்யும் வேலையின் அளவு குறைகிறது. ஒரு கிராம் மூலக்கூறு நீராவி கொதிகலத்தில் உட்கவர்ந்த வெப்பம் Q_1 . அது நீர்மமாக்கியில் கழித்த வெப்பம் Q_2 எனில் பொறி பயனுறு வேலையாக மாற்றிய ஆற்றல் $= Q_1 - Q_2$. எனவே அதன் பயனுறு திறன் $= (Q_1 - Q_2) / Q_1$.

உள்ளெரி எஞ்சின்களில், எரி உந்துதண்டு பொருள் உருளையிலேயே எரிக்கப்படுகிறது. நீராவி பொறிகளில் பயன்படுத்தப்படும் நீராவி தனியான கொதிகலங்களில் உண்டாக்கப்படுவதால் அவற்றை வெளியெரி பொறிகள் எனலாம். உள்ளெரி பொறிகளில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. ஒரு வகையில் எரிபொருள் உருளைக்குள் வளிம வடிவத்திலும் மற்ற வகையில் நீர்ம வடிவத்திலும் செலுத்தப்படுகிறது. அதைவிட அவற்றை மாறாப் பருமத்தில் வெப்பத்தை உட்கவர்வை எனவும், மாறா அழுத்தத்தில் வெப்பத்தை உட்கவருப்பவை எனவும் பிரித்தல் மேலானது.

முதல் வகை ஆட்டோ பொறி எனவும் மற்றது டீசல் பொறி எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஆட்டோ பொறி பெட்ரோலினால் இயங்குவது. இது கார்களிலும் சிறிய ஊர்திகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில்

ஒரு உருளையும், உராய்வின்றி நகரும் உந்துதண்டும் உள்ளன. பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் கொண்ட கலவை உருளைக்குள் நுழைவதற்காக ஒரு அடைப்பிதழும், எரிந்து முடிந்த வளிமக்கலவை வெளியேறுவதற்காக ஒரு அடைப்பிதழும் உள்ளன. காம்ப்களின் (cams) உதவியால் அவை சரியான நேரங்களில் திறந்து மூடிக் கொள்ளும்படி செய்யப்படுகின்றன. இந்த பொறியில் செயல்படு பொருள் காற்றுதான். பெட்ரோல் ஆவி அதைச் சூடாக்க மட்டுமே உதவுகிறது.

1878ஆம் ஆண்டில் ஆட்டோ என்பவர் இதன் நான்கு தாக்குகள் அடங்கிய செயல் சுழலை வகுத்தார். முதல் உறிஞ்சு தாக்கில் பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் கலந்த கலவை உள்ளிழுக்கப்படுகிறது. இரண்டாவதான இறுக்க தாக்கின்போது இந்தக் கலவை சுருக்கப்பட்டு அதன் அழுத்தம் சுமார் 5 வளி அழுத்தங்களுக்கும், வெப்பநிலை சுமார் 600°Cக்கும் உயர்த்தப் படுகின்றன. அப்போது மின் பொறியின் உதவியால் கலவை கொளுத்தப்பட்டு அதன் அழுத்தம் சுமார் 15 வளி அழுத்தங்களாகவும் வெப்பநிலை சுமார் 2000°C ஆகவும் உயர்கின்றன. இதனால் உந்துதண்டு பின்னோக்கித் தள்ளப்பட்டு செயல்தாக்கு நிகழ்கிறது. அதன் பிறகு உந்துதண்டு முன்னோக்கி நகர்ந்து வெளியேற்று தாக்கின்போது கழிவு வளிமங்களை வெளியேற்ற வால்வு வழியாக வெளியேற்றுகிறது. அடுத்து மீண்டும் உறிஞ்சு தாக்கு தொடங்கி புதிய எரிபொருள் கலவை உள்ளிழுக்கப்பட்டு அடுத்த செயற்குழல் தொடங்குகிறது. இங்கு மாறாப் பருமத்தில் வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது. ஆட்டோ பொறியின் பயனுறுதிறன் $1 - (V_2/V_1)^{\gamma} - 1$, இதில் V_1 என்பது எரிபொருள் கலவையின் தொடக்கப் பருமம். V_2 என்பது அதன் இறுக்கப்பட்ட பருமம். V_1/V_2 வெப்ப மாற்றீட்டற்ற விரிவுத் தகவு எனப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு அதிகமானால் பொறியின் பயனுறு திறனும் அதிகமாகும்.

1862-ஆம் ஆண்டில் ரூடால்ப் என்பார் ஆட்டோ பொறியினை விட மேலான ஓர் பொறியை வடிவமைத்தார். இதில் உருளையில் மூன்று வால்வுகள் உள்ளன. ஒன்றின் வழியாகக் காற்றும் இரண்டாவதின் வழியாக எரிபொருளும் உள்ளிழுக்கப்படும்.

மூன்றாவது வெளியேற்ற வால்வு. இதில் வளிமக் கலவை 30 - 35 வளி அழுத்தங்களுக்கு அழுத்தப் பட்டுத் தானாகவே பற்றிக்கொள்ளும். எனவே இதில் மின் பொறிக் கருவி தேவைப்படாது. இதிலும் நான்கு தாக்குகள் கொண்ட செயற் சுழல் உள்ளது. முதலாவதான உறிஞ்சு தாக்கின்போது உருளைக்குள் காற்று இழுக்கப்படும். அடுத்து இறுக்கத் தாக்கின்போது அதன் அழுத்தம் சுமார் 35 வளி அழுத்தங்களுக்கும், வெப்பநிலை சுமார் 1000°Cக்கும் உயர்த்தப்படுகின்றன. இந்த நிலையில் எரி பொருள் இரண்டாவது வால்வின் வழியே உட்கவரப்படுகிறது. அது எரிந்து வெப்பநிலை 2000 °C ஆக உயரும். இதனால் உந்துதண்டு பின்னுக்குத் தள்ளப்பட்டு செயல்தாக்கு நிகழும். அடுத்துப் உந்துதண்டு மீண்டும் முன்னே சென்று கழிவு வளிமங்களை வெளியேற்றும். 1.5ல் பொறியினில் வெப்பம் மாறா அழுத்தத்தில் உட்கவரப்படுகிறது. இதன் பயனுறு திறன் $1 - 1/\gamma(V_2/V_1)^{\gamma} - 1$ ஆகும்.

இது ஆட்டோ பொறியின் பயனுறு திறனைவிட அதிகம். இதற்குப் பெட்ரோலைவிட மலிவான எரி பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம். இது எரிபொருளைக் குறைவாகவும் செலவழிக்கும். இதன் குதிரைத் திறன் மிகவும் அதிகம். ஆனால் 1.5ல் பொறி ஆட்டோ பொறியைவிட உறுதியாக இருக்க வேண்டியிருப்பதால் அதன் நிறை மிகவும் அதிகம். எனவே அதை ஆகாய விமானங்களில் பயன்படுத்த முடியாது.

ஒரு மூக்குக் குழாய் வழியாக விசையுடன் வெளிப்படும் ஒரு பாய்மப் பீச்சலின் திசையை மாற்றுவதன் மூலம் கிடைக்கும் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி இயங்குவது சுழலி (Turbine) எனப்படும். நீரினால் சுழற்றப்படும் சக்கரங்களை உடைய புராதனமான மாவரைக்கும் எந்திரங்களும், காற்றாடி நீரேற்றிகளும் சுழலி வகையைச் சேர்ந்தவையே. நீராவி சுழலி என்பது ஒரு வெளி எரி வகையைச் சேர்ந்த சுழலி பொறியே ஆகும். இவற்றின் பயனுறு திறன் நீராவி சுழலிகளினுடையதை விட அதிகம். நவீனமான சுழலிகளில் நீராவிக்குப் பதிலாக உயர் அழுத்த வளிமங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை நீராவி சுழலிகளை விட இன்னும் மேலானவை. சுழலி களில் நீராவி அல்லது வளிமத்தின் வெப்ப

ஆற்றலையே பயன்படுத்தி அதன் அழுத்தத்தை அதிகரித்து ஒரு மூக்குக் குழாய் வழியாகச் செலுத்தும் போது அது பெரும் உந்தமுள்ள பீச்சலாக மாறுகிறது. இந்தப் பீச்சல் ஒரு சுழலியின் சிறகுகளில் மோதும் போது அவை பின்னுக்குத் தள்ளப்பட்டுச் சுழலி சுழலத் தொடங்குகிறது. இவை மோதல் வகை சுழலிகள் எனப்படும். வேறு வகை சுழலிகளில் மூக்குக் குழாய்கள் சுழலியிலேயே அமைந்து அவற்றின் மூலமாக வாயுப் பீச்சில் வெளிப்படும் போது சுழலி எதிர்த்திசையில் சுழற்றப்படும்.

1887ஆம் ஆண்டில் ஸ்டான் டி லாவல் என்பவர் முதன்முதலான மோதல் சுழலியை உருவாக்கினார். சுழலியின் பொருத்தப்பட்ட சிறகுகளில் நீராவி மோதியதால் சுழலி சுழன்றது. ஆனால் இது குறைந்த திறன் கொண்டது. 1886-ஆம் ஆண்டில் ஸர் சார்லஸ் பார்சன் என்பவர் முதன் முதலான எதிர்வினை சுழலியை உருவாக்கினார். அதில் நடுவில் ஒரு சுற்றகமும் அதைச் சுற்றி ஓர் உருளையான நிலையனும் இருக்கும். அவை இரண்டிலும் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக வட்டமான வரிசைகளில் சிறகுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. நிலையனில் உள்ள சிறகுகள் உட்புறமாகச் சாய்ந்தும், சுற்றகத்தில் உள்ளவை வெளிப்புறமாக எதிர் திசையில் சாய்ந்தும் இருக்கும். நிலையன் சிறகு வரிசை ஒன்றும் சுழலிச் சிறகு வரிசை ஒன்றும் அடுத்தடுத்து அமையுமாறு அவை பொருத்தப் பட்டுள்ளன. நிலையனிலுள்ள சிறகுகளுக்கு இடையிலுள்ள இடைவெளிகள் மூக்குக் குழாய்களைப் போலச் செயல்பட்டு நீராவி அல்லது வளிமத்தைப் பீச்சல்களாகச் செலுத்துகின்றன. அந்தப் பீச்சல்கள் அடுத்துள்ள சுழலிச் சிறகு வரிசைக்குள் நுழைந்து அவற்றைத் தள்ளும். அவ்வாறு ஒவ்வொரு வரிசையையும் தாண்டும்போது பீச்சலின் அழுத்தம் குறைந்து திசை வேகம் அதிகரிக்கும். இதன் காரணமாகச் சுழலியின் சிறகுகளில் ஓர் எதிர் வினை தோன்றி அவற்றைச் சுழலச் செய்கிறது. சுழலிகள் எளிய கட்டமைப்புக் கொண்டவை. அதிர்வுகளோ, ஓசைகளோ அதிகமின்றி இயங்குபவை; சிறிய அளவிலானவை; துவக்குவதற்கு எளிதானவை. ஆனால் அவை நேர் மாறாக்கத்தக்கவை அல்ல. எல்லா மின் உற்பத்தி நிலையங்களுமே சுழலிகளையே பயன்படுத்துகின்றன.

1957ஆம் ஆண்டில் வாங்கல் என்பார் சுழலி பொறி வடிவமைப்பில் ஒரு சிறப்பான முன்னேற்றத்தைச் செய்தார். இதில் ஒரு சுழலும் முக்கோண வடிவ உந்துதண்டு உள்ளது. அது உருளைக்குள் சுழலும்போது உந்துதண்டுக்கும் உருளைக்கும் இடையிலுள்ள பகுதியின் பருமம் மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். இத்தகைய பொறி சிறிய அளவிலும், லேசானதாயும் இருக்கும். அதில் இரண்டே இயங்கும் உறுப்புகள்தான் உள்ளன. மற்ற உந்துதண்டு வகை பொறிகளை விட இது குறைவான ஓசையுடன் இயங்கும்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.S.Mathur, *Fundamentals of Heat*, Sultan Chand, Delhi 1985.

வெப்பம்

புராதன கிரேக்க அறிவியல் அறிஞர்களுக்கு வெப்பத்தின் உண்மையான தன்மையைப் பற்றி ஓரளவு சரியான கருத்து இருந்தது. அது இன்றைக்கிருக்கும் கருத்துடன் ஏறத்தாழ ஒத்திருப்பது வியப்பூட்டுவதாகும். ஆனால் அந்தக் கருத்து புத்திசாலித்தனமான ஊகங்களின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்டதே தவிர அதை நிரூபிக்கப் பரிசோதனைவாயிலான சான்றுகள் எதையும் அவர்கள் கண்டுபிடிக்கவில்லை. வெப்பம் ஏதோ ஒரு வகையான இயக்கம் என்று ஏறத்தாழ ஒரு சரியான கருத்தை சர்ஃபிரான்சிஸ் பேக்கன் வெளியிட்டார். ராபர்ட் பாயிலும் கிட்டத்தட்ட அதே மாதிரியான கருத்தைக் கொண்டிருந்தார். அவர் ஒரு பொருளில் உள்ள துகள்கள் எல்லாத்திசைகளிலும் விசையுடன் ஓடியாடித் திரிவதால் வெப்பம் ஏற்படுவதாகச் சொன்னார். ராபர்ட் ஹூக் அந்தக் கருத்தை முழுமையாக ஆதரித்தார். அவர் 1678ஆம் ஆண்டில் வளிம மூலக்கூறுகளின் இயக்கக் கொள்கையைப் பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துகளை வெளியிட்டார்.

1738ஆம் ஆண்டில் டேனியல் பெர்னவுலி

வளிம மூலக்கூறுகளின் இயக்கக் கொள்கையை முழு வடிவத்தில் வெளியிட்டார். ஒரு பொருளில் கண்டுணர முடியாத துகள்கள் இயங்கும்போது வெப்பமும் அவை இயங்காதபோது குளிர்ச்சியும் தோன்றுவதாக லாக் என்ற அறிஞர் கூறினார். இதுவரையிலும் வெப்பத்தைப் பற்றிய கண்ணோட்டம் சரியான திசையிலேயே சென்று கொண்டிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. ஆனால் பிளாக் என்பவர் வெப்பம் துகள்களின் அசைவினால் தோன்றுகிறது என்ற கருத்தை நிராகரித்துவிட்டார். லாக் உள்ளூறைய வெப்பம் என்ற கருத்தைத் தோற்றுவித்தார். வெப்பத்தை அறிவியல் முறையில் அளவிடுவதற்கான உத்திகளை வகுத்தவர். ஆயினும் அவர் வெப்பத்தின் தன்மையைப் பற்றித் தவறான கருத்துக்களைக் கொண்டிருந்தார். 1607-ஆம் ஆண்டில் வேதியியலில் பிளாஜிஸ்டின் (phlogistin) என்ற கொள்கை அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. அதன்படி ஒரு பொருளுடன் பிளாஜிஸ்டின் என்ற கற்பிதமான தனிமம் சேரும்போது அந்தப் பொருள் எரியும் தன்மை பெற்றுவிடுகிறது. அந்தக் கருத்தின் அடிப்படையில் ஒரு பொருள் சூடாவதற்கும் ஏதாவது ஒரு காரணம் இருக்குமா என்று ஃபிரஞ்சு விஞ்ஞானிகளும் ஜெர்மன் விஞ்ஞானிகளும் தேடத் தொடங்கினர்.

வெப்பம் என்பது ஒரு பொருளில் உள்ள துகள்களின் இயக்கத்தினால் தோன்றுவதில்லை எனவும், ஒரு வெளித் தெரியாத, பெரும் மீள்திறனும், உட்புகு திறனும் கொண்ட பாய்மத்தின் அசைவினால்தான் வெப்பம் தோன்றுகிறது என்றும் அவர்கள் முடிவு செய்தனர். 1787ஆம் ஆண்டில் லவாய்சியரும் மற்ற ஃபிரஞ்சு விஞ்ஞானிகளும் அந்தப் பாய்மத்திற்குக் கலோரிக் (caloric) என்று பெயரிட்டனர்.

அது வெளித் தெரியாத, அளவு காண முடியாத பொருள் எனவும், அது எல்லா வகையான வெளிகளிலும், அடர்த்தி மிகுந்த பொருள் களுக்குள்ளும் கூடப் பரவியிருக்க முடியும் என்பது விவரிக்கப்பட்டது. கிளக் ஹார்ன் என்பவர் ஒரு பொருளில் கலோரிக் உள்ள அளவைப் பொறுத்து அதன் வெப்பநிலை அமையும் என்றார். அதன் துகள்கள் ஒன்றையொன்று தீவிரமாக விலக்கும் தன்மை கொண்டவை என்று சொல்லப்பட்டது. அது

வெவ்வேறு பொருள்களை வெவ்வேறு அளவுகளில் கவரக்கூடியது என்றும் கூறினார். பிளாக் இந்தக் கருத்துக்களை யெல்லாம் ஒப்புக்கொண்டு வெப்பத்தின் 'கலோரிக் கொள்கை' என்ற தத்துவத்தை உருவாக்கினார். பிளாக்கின் காலத்தில் பொருளின் எடைகளில் ஏற்படக் கூடிய மாற்றங்களைத் துல்லியமாக அளவிடக்கூடிய கருவிகள் இல்லை எனவே இந்தக் கலோரிக் பாய்மம் பொருள்களுக்குள் பரவும்போது எடை அதிகரிக்கிறதா என்பதைக் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை.

இந்தச் சிக்கலைச் சமாளிப்பதற்காக பிளாக் கலோரிக்குக்கு எடையே கிடையாது என்று சொல்லிவிட்டார். ஆனால் ஓர் அளவு காண முடியாத பொருள் பாய்மமாக எவ்வாறிருக்க முடியும் என்பதை அவரால் விளக்க முடியவில்லை. ஆனாலும் பல அனுபவ உண்மைகளைக் கலோரிக் கொள்கையினால் விளக்க முடிந்தது. எ-டு: வெவ்வேறு பொருள்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள் வெவ்வேறாக இருப்பதற்கு அவை கலோரிக்கை வெவ்வேறு அளவுகளில் உட்கவருவதே காரணம் என்று சொல்லப்பட்டது. சூடாகும்போது பொருள்கள் விரிவடைவதற்கும் வெப்பம் ஓர் இடத்திலிருந்து வேறு இடத்திற்குக் கடத்தப்படுவதற்கும் கலோரிக்கின் துகள்கள் ஒன்றையொன்று விலக்கிக்கொள்வது காரணமாக விவரிக்கப்பட்டது. பனிக்கட்டி உருகும்போது பனிக்கட்டியுடனும், நீர் கொதிக்கும்போது நீருடனும் கலோரிக் இணைந்து விடுவதால் வெப்பநிலை உயர்வு வெளியே தெரிவதில்லை எனவும் பிளாக் சொன்னார். ஓர் உலோகத்தைச் சம்மட்டியால் அடிக்கும் போது சிறிதளவு கலோரிக் வெளியே சிதறுவதால் வெப்பம் தோன்றுவதாக விளக்க முயன்றனர். உலோகங்களை அறுக்கும்போதும், ராவும் போதும், துளையிடும் போதும் உண்டாகும் துகள்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறன் குறைவாகையால் அவற்றில் உபரியாக இருக்கிற கலோரிக் வெளிப்பட்டு வெப்பத்தை உண்டாக்குவதாகச் கூறினார்.

ரம்போர்டு பிரபு பென்ஜமின் தாம்சன், மியூனிச்சில் பீரங்கிகளில் துளையிடும்போது ஏராளமான வெப்பம் உண்டாவதைக் கண்டார். அவர் உலோகத்திற்கும் உலோகத் துகள்களுக்கும் வெப்ப ஏற்புத் திறன் சமமாக இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார்.

அவர் ஒரு மழுங்கிய துளையிடும் கருவியை உலோகப் பாளத்தில் வைத்துச் சுழற்றி மிகச் சிறிய அளவிலேயே துகள்கள் உண்டான போதிலும் ஏராளமாக வெப்பம் விளைந்ததைக் கண்டார். ஆகவே உலோகப் பாளம் துகளாக மாறும்போது வெப்ப ஏற்புத்திறன் குறைவதாகச் சொல்வது பொருந்தாது என அவர் வாதிட்டார். அவர் பல சோதனைகளைச் செய்து இவ்வாறு வெப்பம் உண்டாவதற்கு உராய்வே காரணம் என மெய்ப்பித்தார். எனவே வெப்பம் அசைவினால் உண்டாவது என்ற கருத்து மீண்டும் உயிர்ப்பிக்கப்பட்டது.

1812-ஆம் ஆண்டில் இரண்டு பனிக்கட்டிகளைத் தேய்க்கும்போது ஏற்படும் உராய்வு அவற்றை உருக்கும் அளவுக்கு வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது என்று ஹம்பிரிடேவி காட்டினார். ஜேம்ஸ் பிரஸ்காட் ஜூல், எந்திர ஆற்றலுக்கும் அதனால் உண்டாக்கப்படும் வெப்ப ஆற்றலுக்கும் இடையில் ஒரு மாறாத உறவு இருப்பதைக் காட்டினார். W என்ற அளவு வேலை H அளவு வெப்பத்தை உண்டாக்கினால் $W/H =$ ஒரு மாறிலி என அவர் மெய்ப்பித்தார். அது ஜூலின் மாறிலி எனப்படுகிறது. மேயர் ஆற்றல் அழியாக் கோட்பாட்டை உருவாக்கி ஜூல் மாறிலிக்கு வெப்பத்தின் எந்திரவியல் இணை மாற்று என்று பெயரிட்டார். அலகு வெப்ப ஆற்றலை உண்டாக்கத் தேவையான எந்திரவியல் செயலின் அளவு வெப்பத்தின் எந்திரவியல் மாற்று எனப்படும். அது எர்க்குள்/கலோரி, அடி பவுண்டுகள்/ஆங்கில வெப்ப அலகு, ஜூல்கள்/கலோரி ஆகிய அலகுகளில் அளவிடப்படுகிறது. இவ்வாறு வெப்பம் என்பது ஓர் ஆற்றல் என்பதும் அதை வேறு வகை ஆற்றல்களாக மாற்றலாம் என்பதும் மற்ற வகை ஆற்றல்களையும் வெப்ப ஆற்றலாக மாற்ற முடியும் என்பதும் மெய்ப்பிக்கப்பட்டன.

வெப்ப இயக்கவியல் விவரிப்புகளில் பருப்பொருளுடன் சேராமல் தனித்து இடப்பெயர்ச்சி அடையும் எல்லா வகையான ஆற்றல்களையுமே வெப்பமாகவோ செயலாகவோ வரையறுப்பதே வழக்கமாக இருக்கிறது. ஆற்றலை வெளியிடும் ஒரு மூலத்திற்கும், அதை ஏற்கும் ஒரு தொடடிக்கும் இடையில் வெப்பநிலை வேறுபாடு உள்ள போது இரண்டுக்கும் இடையில் இடப்பெயர்ச்சி அடையும்

ஆற்றல் வகை வெப்பம் எனப்படுகிறது. அது மூலத்திலிருந்து புறப்படுவதற்கு முன்போ தொடடிக்குப் போய்ச் சேர்ந்த பின்னரோ வெப்பம் என்று அழைக்கப்படுவதில்லை. ஒரு சூடான பொருளில் ஆற்றல் அடங்கியுள்ளது. ஆனால் அந்த ஆற்றல் வெப்பம் எனக் கூறப்படுவதில்லை. மூலத்திற்கும் தொடடிக்கும் இடையில் ஒரு வெப்ப அழுத்த வேறுபாடு தோன்றும்போது வெப்பம் பாயத் தொடங்குகிறது. இதை நாம் வெப்பநிலை வேறுபாடு என்கிறோம். மற்றவகை வேறுபாடுகள் உள்ள போதும் ஆற்றல் இடம் பெயருகிறது. அப்போது செயல் நடைபெறுகிறது.

உயரம், மின்னழுத்தம் போன்றவற்றில் வேறுபாடு ஏற்படும் போது ஆற்றல் இடம் பெயர்வதைச் செயல் என்கிறோம். எடைகளை உயர்த்துவது போன்ற பணிகளில் முழுமையாகப் பயன்படக் கூடிய ஆற்றலைச் செயல் எனலாம். இதன் அடிப்படையில் வெப்பத்தைச் செயல் என்று சொல்ல முடிவதில்லை. அதைச் செயலாக மாற்றுவது வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. T_1 என்ற வெப்பநிலையில் மூலமும் T_2 என்ற வெப்பநிலையில் தொடடியும் உள்ள போது dQ என்ற வெப்பம் அவற்றுக்கு இடையில் பாய்ந்தால் செய்யப்படும் வேலை $dW = dQ(T_1 - T_2)/T_1$ என அந்த விதி வரையறுக்கிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Zemansky, *Heat and Thermo Dynamics*, McGraw-Hill, New York, 1968.

வெப்பமண்டலப் பறவைகள்

ஃபிதொண்டிடே (phaethontidae) எனும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இப்பறவைகள் வெப்பமண்டலஞ்சார்ந்த பகுதிகளிலேயே வாழ்கின்றன. இவை தோற்றத்தில் ஆலாப் பறவைகளைப் போலுள்ளன. இவை வெண்மையாகவும் தலை வால் பகுதிகளில் கருமை நிற

அடையாளங்களுடனும் இருக்கும். தலை பெரியதாகவும், கழுத்து குட்டையாகவும் அலகு உறுதியாகவும் மஞ்சள் நிறத்தோடும் முனையில் வளைந்தும் இருக்கின்றன. வால் பிறை வடிவமாக உள்ளது. முதிர்ச்சியடைந்த பறவைகளின் வாலின் நடுவிலுள்ள இரண்டு இறகுகள் மட்டும் ஒடுங்கி தலையிலணியும் இழைப்பட்டையாகவும், கால்விரல்கள் சவ்வினால் இணைந்தும் உள்ளன. கால்கள் குட்டையாகவும், கால்விரல்கள் சவ்வினால் இணைந்தும் உள்ளன. இவை வல்லூறுகளைப் போல் வேகமாகச் சிறகடித்துப் பறக்கின்றன. இவை தாழ்ந்து பறந்தவாறே கூம்பு வடிவான அலகுகளால் நீரின் மேற்பரப்பிலுள்ள மீனைக் கொத்திச் செல்கின்றன.

ஆண், பெண் இரு பாலினங்களும் ஒரே உருவ அமைப்பை உடையன. பாறையின் பிளவுகளிலோ பாறை முகட்டின் புகலிடத்திலோ இவை கூடுகளை அமைக்கின்றன. இனப்பெருக்கக் காலங்களில் ஒரே ஒரு முட்டை இடுகின்றன. அதிகமாக வேட்டையாடப்பட்டு வந்த இப்பறவைகள் தற்காலத்தில் மனிதர் நெருங்க முடியாத செங்குத்தான மலைப் பகுதிகளில் கூடமைப்பதால் பாதுகாப்பாக இருக்கின்றன. இந்தியாவில் ஃபேதொன் எதிரியல் (phathonalthereus), ஃபேதொன் ரூப்ரிகாடா (phaethon rubricuda), ஃபேதொன் லெப்ட்யுரஸ் (phaethon lepturus) ஆகிய மூன்று இனங்கள் வாழ்கின்றன.

வெப்ப மாற்றம்

ஒரு வெப்பநிலை வேறுபாடு அல்லது வெப்ப நிலைச்சரிவு தோன்றும்போது பரிமாறிக் கொள்ளப்படுகிற ஆற்றல் வெப்பம் எனப்படுகிறது. வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு இடையிலும் ஒரு பொருளின் அல்லது பாய்மத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு இடையிலும் வெப்பம் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுகிற வீதத்தை இயற்பியல் அடிப்படையிலும் கணிதவியல் அடிப்படையிலும் விவரிக்கும் துறை வெப்ப மாற்றம் எனப்படுகிறது.

வெப்பக் கடத்தல், வெப்பக் கதிர்வீச்சல் ஆகிய இரண்டு அடிப்படையான முறைகளில் வெப்பம் இடமாற்றம் அடைகிறது. ஒரு பாய்மம் பேரளவில் இடப்பெயர்ச்சி அடைவதன் மூலம் வெப்ப ஆற்றல் இடமாற்றம் அடைவது வெப்பச் சலனம் எனப்படுகிறது. பெரும்பாலான நிகழ்வுகளில் இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றுதான் செயல்படும். எனினும் இவற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிகழ்வுகள் செயல்படும் சிக்கலான செயல்பாடுகளும் உள்ளன.

பொருள் உருகுதல், உறைதல், கொதித்தல் போன்ற கட்ட மாற்றங்களுக்கும் ஆளாகும்போது நிலைமை மேலும் சிக்கலானதாகிவிடுகிறது. இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது உயர்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து, குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளுக்கு வெப்பம் பாய்வது, ஒரே பொருளின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறான வெப்பநிலைகளில் இருக்கும்போது சூடான பகுதிகளிலிருந்து குளிர்ந்த பகுதிகளுக்கும் வெப்பம் பாய்வது போன்ற நிகழ்வுகளில் மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று மோதிக் கொள்வதன் மூலமாக அவற்றின் இயக்க ஆற்றல் இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது. இது வெப்பக் கடத்தல் எனப்படும். உயர் இயக்க ஆற்றல் உள்ள மூலக்கூறுகளிலிருந்து குறைந்த இயக்க ஆற்றல் உள்ள மூலக்கூறுகளுக்கு ஆற்றல் இடம் பெயர்கிறது. ஒரு வளிமத்தில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான சராசரித் தொலைவு அதிகமாக இருக்கிறது. அத்துடன் அவற்றின் இயக்கமும் தன்னிச்சையாக அமைந்துள்ளது. ஒரு நீர்மத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் ஒரு வாயுவில் இருப்பதைவிட நெருக்கமாக உள்ளன. எனவே நீர்மங்களில் ஆற்றல் இடப்பெயர்ச்சி, வளிமங்களில் உள்ளதைவிட அதிகமாக இருக்கும். அதாவது நீர்மங்கள், வளிமங்களைவிட அதிக அளவில் வெப்பத்தைக் கடத்துகின்றன.

படிக உருவற்ற பொருள்களில் நீர்மத்தைப் போன்ற வெப்பம் கடத்தும் பண்புகளே காணப்படுகின்றன. ஆனால் மின்கடவாப் பொருள்களின் திண்மங்களில் ஒரு படிக அணுக்கோவை அமைப்பு உள்ளதால், அணுக்கோவை அமைப்பின் அதிர்வு இயக்கத்தின் காரணமாக வெப்பக்

கடத்தல் மேம்படுத்தப்படுகிறது. மின் கடத்தும் திறன் கொண்ட திண்மங்களில், அணுக்கோவைக் கட்டமைப்புக்குள் சுயேச்சை எலக்ட்ரான்களின் நகர்வு காரணமாகவும் வெப்பக் கடத்தல் அதிகமாகிறது. பேரளவுக் கண்ணோட்டத்தில் மேற்சொன்ன வெப்பக்கடத்தல் செயல்முறையைப் பின்வரும் ஃபூரியரின் கடத்தல் விதியினால் விவரிக்க முடியும்.

$$q/A = -k \delta T / \delta n \text{-----}(1)$$

இங்கு q என்பது ஒரு விநாடியில் A என்ற பரப்பின் வழியாகக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு. அது A க்கு செங்குத்தான திசையில் உள்ள dT/dn என்ற வெப்பநிலைச் சரிவுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது. k என்பது வெப்பக் கடத்து எண் எனப்படும் மாறிலி. அது ஒரு பருப் பொருளின் இயற்பியல் பண்பு. அது பொருளின் கூட்டமைப்பு, கட்டம், அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றின் சார்பெண் ஆகும். பொதுவாக ஒரு வெப்பக்கடத்தல் பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதில் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவியல் அமைப்பும், தொடக்க வெப்பநிலைப் பரவீடும் கொண்ட ஒரு பொருளில், ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் அடுத்து வரும் கணங்களில் காணப்படும் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடிப்பது அடங்கும். வெப்பக் கடத்தல் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி இதைச் செய்யலாம். வெப்பக் கடத்தல் சமன்பாடு ஃபூரியர் விதியையும் ஆற்றல் அழியாமை விதியையும் இணைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. அது பின்வருமாறு அமையும்.

$$\Delta.(K\Delta F) + q = PCp \delta T / \delta t \text{-----}(2)$$

இங்கு q^* என்பது பொருளின் உள்ளே உற்பத்தியாகக் கூடிய வெப்பத்தைக் குறிக்கிறது. P என்பது பொருளின் அடர்த்தி. Cp என்பது பொருளின் மாறா அழுத்த வெப்ப எண்; t என்பது நேரம்; பொருளின் உள்ளே வெப்பம் ஏதும் உற்பத்தியாகவில்லை எனவும், வெப்பக் கடத்து எண் மாறிலி எனவும் வைத்துக்கொண்டால்,

$$\Delta^2 T = PCp/k. \delta T / \delta t \text{-----}(3)$$

சமச்சீர் நிலை என்பது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்வு ஆகும். அந்த நிலையில் வெப்பநிலைகள்

நேரத்தைச் சார்ந்ததாக இரா. இதைப் போன்ற நிலையில் உள்ளார்ந்த வெப்ப உற்பத்தி ஏற்படாமலும், பொருளின் பண்புகள் மாற்றமில்லாதவையாகவும் இருக்குமானால் வெப்பக் கடத்தல் சமன்பாடு பின்வரும் பரிச்சயமான லாப்லாஸ் சமன்பாடாக மாறிவிடுகிறது.

$$\Delta^2 T = 0 \text{-----}(4)$$

ஒரு வெப்பக் கடத்தல் முழுமையாகத் தீர்வு செய்ய 2 அல்லது 4ஆம் சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காண வேண்டும். இதற்குத் தொடக்க வெப்பநிலைப் பரவீடு பற்றியும் எல்லைச் சூழ்நிலைகளையும் தெரிந்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். மாதிரித் தன்மையில் அடிக்கடி எதிர்வரும் எல்லைச் சூழ்நிலை பொருளின் மேற்பரப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை அமைந்திருப்பது அல்லது மேற்பரப்பின் மேலாகத் தெரிந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பாய்மம் நகரும் போது மேற்பரப்பிலிருந்து பாய்மத்திற்குள் வெப்பச் சலனம் ஏற்படுவது ஆகும். இத்தகைய வெப்பச் சலனச் சூழ்நிலை பின்வரும் நியூட்டனின் குளிர்வு விதியால் காட்டப்படுகிறது.

$$q/A = -k(\delta T / \delta n) = -h(T - T_\infty)$$

இங்கு T என்பது பொருளின் மேற்பரப்பு வெப்பநிலை. n என்பது பரப்புக்கு செங்குத்தான ஆய்க்கோட்டுத்திசை. T_∞ என்பது மேற்பரப்பிலிருந்து பெரும் தொலைவில் உள்ள பாய்மத்தின் வெப்பநிலை. h என்பது மேற்பரப்பின் வெப்ப மாற்றக் குணகம் எனப்படும். வெப்பச் சலனத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்யும்போது இது முக்கியமாகக் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய அளவு ஆகும்.

ஒரு தெரிந்த வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பாய்மம் வேறு ஏதாவது ஒரு வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு திண்மப்பரப்பைக் கடந்து பாயும்போது ஏற்படுகிற வெப்பமாற்றச் செயல் முறையை வெப்பச் சலனம் என்கிறோம். பாய்மத்தில் வெப்பநிலை வேறுபாடுகளும் அடர்த்தி வேறுபாடுகளும் தோன்றுவதன் காரணமாகத் தோன்றும் மிதப்பு விசைகளினால் விளையும் பாய்ம இயக்கம் உண்டாக்கும் வெப்பச் சலனம் சுயேச்சையானதாகவும்,

இயல்பானதாகவும் விவரிக்கப்படுகிறது. திண்மப் பரப்பு நகருவதாலோ செயற்கையாக அழுத்த வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிப்பதாலோ உண்டாக்கப்படும் வெப்பச் சலனம் வலிந்த வெப்பச் சலனம் ஆகும். மேற்பரப்புக்கும் பாய்மத்திற்கும் இடையில் நிகழும் வெப்பப் பாய்வு வழக்கமாக 5ம் சமன்பாட்டில் உள்ள வெப்பமாற்றக் குணகமான h இன் பதங்களில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

வெப்பக் கதிர்கள் மூலமாக ஏற்படும் வெப்ப மாற்றம் வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம் ஆகியவற்றிலிருந்து முற்றிலுமாக வேறுபட்ட ஒரு செயல்முறை ஆகும். வெப்பக் கதிர் வீசலில் 0.1- 100 மைக்ரோமீட்டர் வரை அலைநீளம் உள்ள மின்காந்த அலைகள் பரவுகின்றன. ஒரு சூடான பரப்பிலிருந்து வெளிப்படும் வெப்பக் கதிர் வீச்சு, பரப்பின் வெப்பநிலை, தன்மை, கதிர் வீச்சின் அலைநீளம், கதிர் வீச்சு பரவும் திசை ஆகியவற்றைச் சார்ந்த ஒரு சிக்கலான சார்பெண் ஆகும். ஒரு பொருளிலிருந்து வெப்பக் கதிர்கள் புறப்பட்டு இடையிலுள்ள ஊடகத்தின் தலையீடு இன்றி வேறு ஒரு பொருளைச் சென்று அடைவதன் மூலம் நிகழும் வெப்பமாற்றத்தைக் கதிர் வீசல் என்று விவரிக்கலாம். ஆனால் ஒரு பருப் பொருள் ஊடகம் கதிர் வீசலில் பங்குக் கொள்ளாது என்றோ, கதிர் வீச்சு அதன் ஊடாகச் செல்லும் போது அதில் பாதிப்பு எதுவும் ஏற்படாது என்றோ பொருளல்ல. எல்லாப் பருப் பொருள்களும் தனிச்சுழி வெப்பநிலைக்கு மேல் இருந்தால் வெப்பக் கதிர்களை வெளியிடவே செய்யும். ஒரு வெப்பக் கதிர்க் கற்றையைப் பரவச் செய்வதில் இடையிலுள்ள ஊடகம் உதவி ஏதும் செய்வதில்லை என்பதே சரியான கூற்று. வெப்பக் கதிர்கள் அதன் ஊடாகப் பரவும்போது அவற்றில் சிறிதளவையோ, பெருமளவையோ ஊடகம் உட்கவர்ந்து சூடாக்க முடியும். அதற்கு மேல் வெப்பக் கதிர்களைப் பரவ விடுவதில் அதற்கு எந்தவிதமான பங்குப் பணியும் இல்லை. வெப்பக் கதிர்கள் மற்ற மின் காந்த அலைக்கதிர்களைப் போலவே வெற்றிடத்தின் வழியாகவும் பரவ முடியும்.

தனிச்சுழிக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் உள்ள எல்லாப் பொருள்களும் வெப்பக் கதிர்களை வெளியிடும். அந்தப் பொருளின் வெப்பநிலையைப்

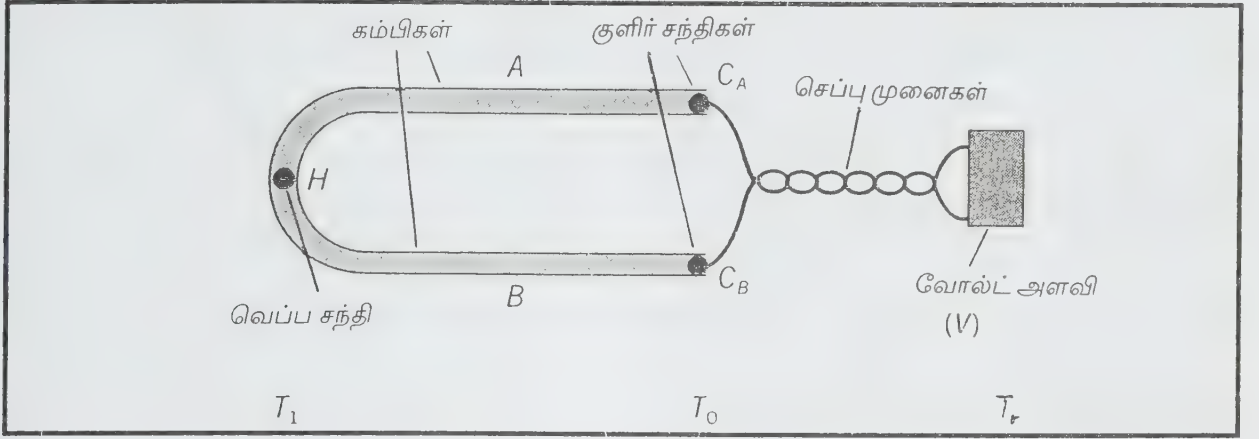
பொறுத்து அந்தக் கதிர்வீச்சின் அலை நீளப் பரவீடு அமையும் கண்ணுக்குத் தெரியும் அலை நீளக் கதிர்களையும் புற ஊதாக் கதிர்களையும், கீழ்ச்சிவப்புக் கதிர்களையும் ஒரு சீரான பரவீட்டுடன் வெளியிடக் கூடிய ஒரு பொருள் லட்சியக் கரும் பொருள் என்று சொல்லப்படுகிறது. ஒரு லட்சியத் தன்மையான கரும் பொருளின் அலகுப் பரப்பிலிருந்து ஒரு விநாடியில் வெளிப்படும் கதிர் வீசல் ஆற்றலின் அளவு கரும் பொருளின் தனி வெப்பநிலையின் நான்காம் மடிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாக ஸ்டீபான் கண்டுபிடித்தார். இது ஸ்டீபானின் நான்காம் மடி விதி எனப்படுகிறது. ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை அதன் சுற்றுச் சுழலை விட ஒரு செல்சியஸ் பாகை கூடுதலாக இருக்கும்போது அதன் அலகுப் பரப்பிலிருந்து ஒரு விநாடியில் கதிர் வீசப்படும் ஆற்றலின் அளவு பரப்புக் கதிர் வீச்சு எண் எனப்படுகிறது. λ , $\lambda+d\lambda$ என்ற அலை நீள் நெடுக்கத்தில் ஒரு பொருளின் அலகுப் பரப்பிலிருந்து ஒரு விநாடியில் வெளிப்படும் மொத்த ஆற்றலை $d\lambda$ ஆல் வகுத்தால் கிடைப்பது அந்தப் பரப்பின் கதிர் வீச்சு திறன் எனப்படும். 1 , $1+d1$ என்ற அலை நீள் நெடுக்கத்தில் ஒரு பரப்பு உட்கவரும் கதிர்வீச்சின் அளவுக்கும், அதே அலை நீள் நெடுக்கத்தில் அதன்மேல் விழும் மொத்தக் கதிர்வீச்சின் அளவுக்கும் உள்ள தகவு அப்பரப்பின் உட்கவர் திறன் எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்திற்கு ஒரு பரப்பின் கதிர் வீச்சு திறனுக்கும் உட்கவர் திறனுக்கும் இடையிலான தகவு ஒரு மாறிலி. அது அந்த வெப்பநிலையில், அந்த அலை நீளத்திற்கு ஒரு லட்சியக் கரும் பொருளின் கதிர் வீச்சு திறனுக்குச் சமம் என்று கிரீக்காப் ஒரு விதியை உருவாக்கியிருக்கிறார்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.S.Mathur, *Fundamentals of Heat Sultan Chand*, New Delhi, 1985.

வெப்ப மின் இரட்டை

1821ஆம் ஆண்டில் சீபக் என்பார் இரண்டு



வெப்ப மின் இரட்டை

வெவ்வேறு உலோகக் கம்பிகளால் ஆன சுற்றில் ஒரு சந்தியைச் சூடாகவும், மற்றச் சந்தியைக் குளிர்ச்சியாகவும் வைத்திருந்தால் மின் சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது என்று கண்டுபிடித்தார். இந்த அமைப்பு வெப்பமின்னரட்டை எனப்படுகிறது. இதில் மின் கலம் ஏதும் பயன்படுத்தப்படவில்லை என்பதனால் இது முக்கியமான விளைவாகக் கருதப்படுகிறது. அவர் ஒரு பிஸ்மத்தகட்டின் இரண்டு முனைகளிலும் செப்புக் கம்பிகளை இணைத்து ஒரு முனையை நீரில் வைத்து மற்ற முனையைச் சூடாக்கினார். செப்புக் கம்பிகளில் இணைக்கப்பட்டிருந்த ஒரு கால்வனாமீட்டரில் மின்னோட்டம் பதிவாயிற்று. அவர் இரும்புக் கம்பிகளையும் செப்புக் கம்பிகளையும் பயன்படுத்தி இதே விளைவு ஏற்படுவதைக் கண்டார்.

இரண்டு சந்திகளும் சுழி செல்சியஸ் வெப்ப நிலையில் இருந்தால் மின்சுற்றில் மின்னோட்டம் ஏதும் ஏற்படவில்லை. ஒரு சந்தியைச் சுழி செல்சியஸ் வெப்பநிலையில் வைத்து மற்ற சந்தியைப் படிப்படியாகச் சூடாக்கிக் கொண்டே போனால், மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது. வெப்பச் சந்தியில் செப்பிலிருந்து இரும்புக்கும், குளிர் சந்தியில் இரும்பிலிருந்து செப்புக்கும் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலை 270°C-க்கு உயரும் வரை மின்னோட்டத்தின் வலு அதிகரித்துக்கொண்டே போகிறது. அதற்கு மேலுடி வெப்பச் சந்தியைச் சூடாக்கிக்கொண்டே போனால்

மின்னோட்டம் குறைந்து 540°C-க்கு மேலும் வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலையை உயர்த்தினால் மின்னோட்டத்தின் திசைமாறிவிடுகிறதாக 1823ஆம் ஆண்டில் கம்மிங் என்பார் கண்டுபிடித்தார்.

சூடான சந்தியில் இரும்பிலிருந்து செப்புக்கும் குளிர் சந்தியில் செப்பிலிருந்து இரும்புக்கும் மின்னோட்டம் பாயத் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு மின் கலத்தின் உதவியின்றி மின்னோட்டம் தோன்றுவது வெப்ப மின்னோட்ட விளைவு (thermoelectric effect) எனப்படுகிறது. இதைச் சீபெக் விளைவு எனவும் கூறுவர். அதில் தோன்றும் மின்னோட்டம் வெப்ப மின்னோட்டம் (thermo current) எனப்படுகிறது. வெப்ப மின் இரட்டைச் சுற்றில் பெரும மின்னோட்டம் பாயும் போதுள்ள வெப்பச்சந்தியின் வெப்பநிலை, அந்த வெப்பமின் இரட்டைக்கான நடுநிலை போதுள்ள வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலை, அந்த வெப்ப மின் இரட்டைக்கான நடுநிலை வெப்பநிலை (neutral temperature) எனப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப மின் இரட்டைக்கான நடுநிலை வெப்பநிலை மாறிலியானது. அது குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது அல்ல. இவ்வாறு உண்டாக்கப்படும் மின்னியக்கு விசை வெப்ப மின்னியக்கு விசை எனப்படுகிறது.

குளிர் சந்தியை சுழி செல்சியஸ் பாகை வெப்பநிலையில் வைத்து வெப்ப மின் இரட்டையின் வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலைக்கும் வெப்ப மின்னியக்கு விசைக்கும் இடையில் ஒரு வரைபடம்

வரைந்தால் அது 2ம் படத்தில் காட்டியுள்ளதைப்போல இருக்கும். அது ஒரு பரவளைய வடிவக் கோடாகும். E என்ற வெப்பமின் இயக்கு விசை $E = at + bt^2$ என்ற சமன்பாட்டின்படி மாறும். இதில் a, b ஆகியவை மாறிலிகள். A என்கிற புள்ளி நடுநிலை வெப்பநிலையைக் குறிக்கிறது. B என்கிற புள்ளி வெப்ப மின்னோட்டம் திசை மாறுகிற வெப்ப நிலையைக் குறிக்கும். அந்த வெப்பநிலை புரட்டு வெப்பநிலை (temperature of inversion) எனப்படும். புரட்டு வெப்ப நிலை மாறிலியானது அல்ல. குளிர் சந்தி வெப்பநிலைக்கும் நடுநிலை வெப்ப நிலைக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடு, நடுநிலை வெப்ப நிலைக்கும் புரட்டு வெப்ப நிலைக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாட்டுக்குச் சமமாக இருக்கும் வகையில் புரட்டு வெப்பநிலை அமைகிறது. நடுநிலை வெப்பநிலை, குளிர் சந்தி வெப்ப நிலை, புரட்டு வெப்ப நிலை ஆகிய இரண்டின் சராசரி மதிப்புக்குச் சமம்.

செப்பு-இரும்பு வெப்ப மின் இரட்டையில் குளிர் சந்தி 100°C வெப்பநிலையில் இருந்தால் புரட்டு வெப்பநிலை 440°C ஆக இருக்கும். செலினியம், ஆண்டிமனி, இரும்புகாட்மியம், துத்தநாகம், வெள்ளி, தங்கம், காரீயம், பாதரசம், செப்பு, பிளாட்டினம், நிக்கல், பிஸ்மத் என்று வெப்ப மின் இரட்டைகளில் பயன்படக்கூடிய உலோகங்கள் வரிசைப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த வரிசையில் ஏதாவது இரண்டு உலோகங்களை எடுத்துக்கொண்டு ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையை அமைத்தால் குளிர் சந்தியில், முன்னதாக உள்ள உலோகத்திலிருந்து பின்னதாக உள்ள உலோகத்திற்கு மின்னோட்டம் பாயும். இந்த வரிசையில் காரீயத்துக்கு முன்னால் உள்ள உலோகங்கள் வெப்ப மின் விளைவுத் தன்மையில் எதிரினமாகவும் காரீயத்துக்குப் பின்னாலுள்ளவை நேரினமாகவும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இந்த வரிசையில் இரண்டு உலோகங்களுக்கு இடையிலான தொலைவு அதிகமானால், அவற்றை வைத்துச் செய்யப்படும் வெப்ப மின் இரட்டையில் வெப்பச் சந்திகளுக்கு இடையிலான ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை வேறுபாட்டுக்கு வெப்ப மின்விசைக்க விசையும் அதிகமாக இருக்கும். எ-டு: ஆன்டிமண்-பிஸ்மத் வெப்ப மின் இரட்டையில் உண்டாகும் மின்னியக்கு விசை மிகவும் அதிகமாக

இருக்கும். குளிர் சந்தியில் ஆன்டிமணியிலிருந்து பிஸ்மத்துக்கு மின்னோட்டம் பாயும்.

பெல்டியர் விளைவு. ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையில் ஒரு மின்கலத்தை இணைத்து ஒரு மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சினால் ஒரு சந்தி சூடாகிறது எனவும், மற்றச் சந்தி குளிர்ச்சி அடைகிறது எனவும் 1834ஆம் ஆண்டில் பெல்டியர் கண்டுபிடித்தார். இந்த விளைவு பெல்டியர் விளைவு எனப்படும். ஆன்டிமணி பிஸ்மத் வெப்ப மின்னிரட்டையில் B என்ற சந்தியைச் சூடாக்கி, A என்ற சந்தியைக் குளிர்ச்சியாக வைத்திருந்தால், A இல் ஆன்டிமணியிலிருந்து பிஸ்மத்துக்கும் B இல் பிஸ்மத்திலிருந்து ஆன்டிமணிக்கும் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இரண்டு சந்திகளும் ஒரே வெப்பநிலையில் இருக்கும்போது வெப்பமின் சுற்றில் ஒரு மின் கலத்தை இணைத்து A இல் ஆன்டிமணியிலிருந்து பிஸ்மத்துக்கும், B இல் பிஸ்மத்திலிருந்து ஆன்டிமணிக்கும் மின்னோட்டம் பாயும்படி செய்தால் A சூடாகிறது. B குளிர்ச்சி அடைகிறது. மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றினால் B சூடாகிறது; A குளிர்ச்சி அடைகிறது. எனவே பெல்டியர் விளைவு ஒரு நேர்மாறாகக்கத்தக்க விளைவு என்பது புலனாகும். ஒரு சந்தியின் வழியாக ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாயும் போது வெளிப்படும் அல்லது உட்கவரப்படும் வெப்பத்தின் அளவு பெல்டியர் குணகம் எனப்படுகிறது. பெல்டியர் குணகம் மாறிலியல்ல. அது வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறும்.

வெப்ப மின்சார விளைவு பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. பாய்சின் ரேடியோ மைக்ரோமீட்டர் என்ற கருவி ஒரு வெப்ப மின் இரட்டையும் இயங்கு சுருள் கால்வனா மீட்டரும் இணைந்த அமைப்பாகும். அதில் A என்ற வெள்ளி அல்லது செப்புக்கம்பியால் ஆன ஒற்றைச் சுற்று வளையம் ஒன்று காந்த முனைகளுக்கு இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் கீழ் முனையில் ஒரு ஆன்டிமணி-பிஸ்மத் வெப்ப மின் இரட்டை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதன் ஒரு சந்தியில் விளக்குக் கரி பூசப்பட்டுள்ள ஒரு செப்புத் தகடு பதிக்கப்பட்டுள்ளது. வெப்பக் கதிர் வீச்சுகள் அதன் மேல் விழுந்தால் அது சூடாகி, வெப்பமின் இரட்டையில் ஒரு மின்னோட்டம் உண்டாகும். அது A என்ற கம்பிச் சுருளில் பாயும் போது ஒரு விலக்கம்

ஏற்படுகிறது. அந்த விலக்கத்தை விளக்கு-அளவு கோல் அமைப்பின் உதவியால் அளவிடலாம். வெப்பக் கதிர் வீச்சுகளை அளவிடுவதில் இது மிகுந்த உணர்வு நுட்பமுள்ள கருவி.

ரேடியோ மைக்ரோமீட்டரைப் போலவே உள்ள வெப்ப மின் கால்வனா மீட்டர் டட்டில் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதில் வெப்ப மின் இரட்டையின் அருகில் ஒரு சூட்டுச் சுருள் இருக்கும். இது சிறிய திசைமாறு மின்னோட்டங்களை அளக்க உதவும். தொலைபேசிச் சுற்றுகளிலும், வானொலிப் பெட்டி ஏரியல்களிலும் தோன்றுகிற, விரைவாக மாறும் மின்னோட்டங்களை இதன்மூலம் அளவிடலாம். அளக்கப்படவேண்டிய மின்னோட்டத்தைச் சூட்டுச் சுருளின் வழியாகச் செலுத்தினால் அது சூடாகும். அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் வெப்பமின் இரட்டையின் வெப்பச் சந்தியில் பட்டு ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தோற்றுவிக்கும். அதனால் கம்பிச் சுருள் விலக்கம் அடையும். அதை ஒரு விளக்கு அளவு கோல் அமைப்பினால் அளவிடலாம்.

மின்னோட்டங்களை நேரடியாகத் தரும் வகையில் அளவுகோலில் அளவு குறித்துவிடலாம். அதிலிருந்து சூட்டுச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். குறைந்த மின் தடையுள்ள சூட்டுச் சுருள்கள் காண்ஸ்டன்டன் கம்பியாலும் உயர்ந்த மின் தடையுள்ள சூட்டுச் சுருள்கள் குவார்ட்சினாலும் ஆனவை. இந்தக் கருவி முக்கியமாகச் சில மைக்ரோ ஆம்பியர் வலு உள்ள உயர் அதிர்வெண் திசைமாறு மின்னோட்டங்களை அளவிடவே முக்கியமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வெப்ப மின்சாரம்

வெப்ப ஆற்றலை மின்சார ஆற்றலாக மாற்றினால் அந்த மின்சார ஓட்டத்திற்கு வெப்ப மின்சாரம் என்று பெயர். வெப்ப மின்சாரம் உற்பத்தி செய்ய முதலாவது வழிகாட்டியவர் டி.ஜே.சீபெக் என்பவர். இவர்

1821இல் இரும்பு, செப்பு போன்ற இரண்டு வேறுபட்ட உலோகக் கம்பிகளை மின்சாரமணி வழியாக இணைத்து இரண்டு சந்திப்புகளை உண்டாக்கினார்.

ஒரு சந்திப்பைக் குளிர்ந்த நீருக்குள்ளும் மற்றச் சந்திப்பைச் சுடுநீருக்குள்ளும் மூழ்கும்படி செய்தார். இப்போது கம்பிச் சுற்றுக்குள் மின்சாரம் ஓடுகிறது. இதை மின்சாரமணி காட்டுகிறது. வெப்பநீரின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்க அதிகரிக்க மின்சாரத்தின் அளவு கூடுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு சீபெக் விளைவு என்று பெயர். இதுபோன்ற இரண்டு வேறுபட்ட உலோகங்களை இணைத்து இரண்டு சந்திப்புகளை உண்டாக்கினால் அதற்கு வெப்ப இணை என்று பெயர். மின்ஓட்டத்திற்குக் காரணமான விசைக்கு, வெப்ப மின் உந்து விசை என்று பெயர். இந்த வெப்ப மின்சாரம் எப்படித் தோன்றுகிறது என்பதைக் கீழ்க்கண்ட விளக்கத்தினால் தெரிந்துக் கொள்ளலாம்.

ஒவ்வொரு உலோகத்தினுள்ளும் எலெக்ட்ரான்கள் தடையின்றி அலைந்து கொண்டிருக்கும். இதனால் ஓர் அழுத்தம் உண்டாகிறது. இந்த அழுத்தம் உலோகத்திற்கு உலோகம் மாறுபடும். இரண்டு வேறு உலோகக் கம்பிகளை இரண்டு சந்திப்பில் இணைத்தால் சந்திப்புகளில் மின் அழுத்த மாறுபாடு தோன்றும். இதற்கு தொடர்பு விசை என்று பெயர். இரண்டு சந்திப்பிலும் இது சம அளவிலும் எதிர் நோக்கியும் உள்ளதால் எலெக்ட்ரான்கள் சந்திப்பை தாண்டிச் செல்லமுடியாது. அதனால் கம்பிச் சுற்றில் மின்சார ஓட்டம் இராது. ஓர் இணைப்பைச் சூடுபடுத்தினால் அதில் இருக்கும் தொடர்விசை இணைப்பு விசைக்கு மாறுபடும். இந்த விசை வேறுபாடே வெப்பமின் உந்து விசையை தோற்றுவிக்கிறது. எலெக்ட்ரான்கள் இப்போது இணைப்பில் ஓடுவதினால் மின்சாரம் தோன்றுகிறது. இதுவே வெப்ப மின்சாரம் உண்டாகக் காரணமாகிறது.

அறிவியலார் சீபெக் பல உலோகங்களை ஆராய்ந்து அதில் வெப்ப மின்சாரம் தோன்றும் தன்மைகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார். அவர் ஆராய்ந்து உலோகங்களைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் கொடுத்துள்ளார். அதற்கு சீபெக் தொடர் என்று பெயர். அதாவது இந்தத் தொடரில் உள்ள ஏதாவது இரண்டு உலோகங்களின் கம்பிகளினால் ஒரு வெப்ப இணையை அமைத்தால் மின்சாரம் முதலில் தொடரில்

வரும் உலோகத்திலிருந்து பின்னால் வரும் உலோகத்திற்கு குளிர்ந்த இணைப்பு வழியாகப் பாயும். மேலும் இணையிலுள்ள உலோகங்கள் மேற்படி தொடரில் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு தள்ளி உள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு மின் இயக்கு விசையும் அதிகமாகத் தோன்றும். இதன்படி ஆன்டிமணி பிஸ்மத் கம்பிகளுக்கிடையில்தான் அதிகமாக மின்சாரம் உற்பத்தி ஆகும். இதுவே இந்த சீபெக் தொடரின் பயனாகும்.

வெப்ப இணையத்தில் உண்டாகும் மின் அழுத்தம் இரண்டு இணைப்புகளுக்கிடையே உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டைப் பொறுத்ததாகும்.

குடான இணைப்பின் வெப்பநிலையைக் கட்டிக் கொண்டேபோனால் ஓர் அதிக வெப்பநிலையில் வெப்ப மின் உந்துவிசை ஓர் உச்ச நிலையை அடைகிறது. அதற்கும் மேல் வெப்பப்படுத்தினால் மின் இயக்க விசை குறைய ஆரம்பிக்கிறது. இந்த வெப்பநிலைக்கு நடுநிலை வெப்பநிலை என்று பெயர். மேலும் வெப்பநிலையைக் கூட்டினால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் மின் இயக்க விசை மறைந்து விடுகிறது. இதற்கு திரும்பு வெப்பநிலை என்று பெயர். இதற்கும் மேல் வெப்பநிலையை உயர்த்தினால் மின்சாரம்பாயும் திசைமாறி அதன் அளவு மறுபடியும் உயர ஆரம்பிக்கிறது. மற்றதின் பெயர் இடைநிலை வெப்பநிலை விதியாகும். இடைநிலை உலோக விதியாவது ஒரு வெப்ப இணையத்தில் மூன்றாவது ஓர் உலோகத்தைப் புகுத்தி அதனால் உண்டாகும் இணைப்புகளை வெப்பநிலைமாறாமல் சமமான நிலையில் வைத்தால் இணையத்தின் மின் உந்து விசை மாறாது என்பதாகும். இந்த விதியினால் பல நடைமுறைப் பயன்கள் உள்ளன. இரண்டாவது விதியின்படி இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்கிடையில் தோன்றும் மின் உந்துவிசையானது இதற்கிடையில் இருக்கும் பலபடி முறை வெப்பநிலைகளில் ஏற்படும் மின் இயக்க விசையின் கூடுதலாகும்.

பெல்டியர் விளைவு. வெப்ப மின்சார இயலில் உள்ள இரண்டாவது முக்கியமான விளைவு பெல்டியர் விளைவாகும். இது சீபெக் விளைவுக்கு எதிர்வினையாகும். ஒரு மின்சாரமணி சுற்றில்

அமைந்த வெப்ப இணையத்தை முன்பு பார்த்தோம். இரண்டு இணைப்புகள் மாறான வெப்பநிலையில் இருந்தால் வெப்ப மின்சாரம் தோன்றுகிறது. மின்சாரமானியை எடுத்துவிட்டு அதில் ஒரு மின்கலத்தை இணைப்போம். மேலும் இரண்டு இணைப்புகளையும் சம வெப்பநிலைக்கு அமைப்போம். இப்போது மின்கலம் இணையச் சுற்றுக்குள் மின்சாரத்தை ஓடச் செய்கிறது. இதன் விளைவு ஓர் இணைப்பு குடாகும்; மற்றது குளிரும். இதுவே பெல்டியர் விளைவு ஆகும். இது 1834இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆக சீபெக் விளைவு வெப்ப இணையத்தில் வெப்பநிலை மாற்றம் தோற்றுவித்தால் மின்சாரம் உற்பத்தியாகிறது.

பெல்டியர் விளைவில் மின்சாரம் வெப்ப இணையத்தில் ஓடச் செய்தால் இணைப்பில் வெப்பநிலைமாறுதல் உண்டாகிறது. ஆக இந்த இரு விளைவுகளும் ஒன்றிற்கொன்று மாறுதல் ஆகும். சீபெக் விளைவினால் தோன்றும் மின்சாரத் திசையிலேயே மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சினால், முன்னையத்திலுள்ள குளிர் இணைப்பு குளிரும். மின்சாரத்தில் திசையை மாற்றினால் விளைவும் மாறும். பெல்டியர் விளைவின் காரணத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம். முன்பு குறிப்பிட்டதுபோல் வெப்ப இணையத்தில் இணைப்புகளில் தொடுமின் அழுத்தம் உள்ளது. இது ஓர் இணைப்பில் மின் ஓட்டத்திற்கு உதவுவதாகவும் உள்ளது. மின்சாரம் சுற்றில் ஓடும்பொழுது சாதகமான இணைப்பில் வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது. பாதகமான இணைப்பில் தொடுமின் அழுத்தத்தை எதிர்த்துப்போக வெப்பத்தை வெளியிலிருந்து உறிஞ்சுகிறது. அதனால் அந்த இணைப்பு குளிர்கிறது. பெல்டியர் எண் என்ற மாறிலி ஒரு விநாடியில் ஓர் ஆம்பியர் மின்சாரம் பாயும்போது தோன்றும் வெப்ப அளவுக்குச் சமம்.

தாம்சன் விளைவு. நீளவாட்டில் படிப்படியாக மாறிக்கொண்டிருக்கும் வெப்பநிலை உள்ள ஒரு உலோகக் கம்பியில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால், அந்தக் கம்பி வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தவோ உட்கவரவோ செய்யும். இதற்கே தாம்சன் விளைவு என்று பெயர். 1860 வாக்கில் தாம்சன் என்பவர் இதைக் கண்டுபிடித்தார். கீழ்க்கண்ட பரிசோதனை மூலம் தாம்சன் விளைவைக் கண்டறியலாம்.

ஒரு நீண்ட செம்புக்கம்பியின் ஒருமுனையைச் சூடேற்றினால் சிறிது நேரத்தில் மறுமுனைவரை வெப்பநிலை படிப்படியே குறைந்துவிடும். கம்பியின் ஓரிடத்தில் ஒரு வெப்பமானியைப் பொருத்தினால் அது ஒரு நிலையான அளவைக்காட்டும். இப்போது ஒரு குறைவான பகுதியிலிருந்து அதிகமானப் பகுதிக்கு மின்சாரம் பாயும்படி செய்தால் வெப்பமானியின் அளவு குறைய ஆரம்பிக்கும். இது கம்பி வெப்பத்தை உட்கவர்வதை காட்டுகிறது. மின்சாரத்தின் திசையை மாற்றினால் வெப்பம் வெளிப்படும். செம்பிற்கு பதிலாக இரும்பை பயன்படுத்தினால் முதல் அமைப்பில் மின்சாரம் வெப்பம் படும் திசையை நோக்கிப் பாய்ந்தால் வெப்பம் வெளிப்படுத்தப்படும்.

இது செம்புக் கம்பியில் நிகழ்ந்ததற்கு எதிர் நிகழ்ச்சியாகும். இதனால் செம்பைப்போன்று உலோகங்களில் நிகழ்வது நேர் தாம்சன் விளைவு என்றும், இரும்பைப் போன்று நடந்துகொள்ளும் உலோகங்களில் நிகழ்வது எதிர் தாம்சன் விளைவு என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஈயத்திற்குத் தாம்சன் விளைவே கிடையாது. ஒரு டிகிரி வித்தியாசத்திற்கு கிடையில் ஒரு ஆம்பியர் மின்சாரம் ஒரு விநாடி சென்றால் வெளிப்படும் அல்லது உட்கவரப்படும் வெப்பமே தாம்சன் எண் ஆகும். வெப்ப மின்சார விளைவு என்பது சீபெக் பெல்டியர் தாம்சன் விளைவுகளின் கூட்டு நிகழ்ச்சியேயாகும். இதில் ஏற்படும் மின் அழுத்தம் எல்லாம் மில்லிவோல்ட் அளவில்தான் இருக்கும்.

முன்பு குறிப்பிட்டதுபோல் வெப்ப மின்சாரத்தின் அளவு மிகக் குறைந்ததாகும். ஒரு வெப்ப இணையத்தில் சில மில்லிவோல்டே உண்டாகும். இந்த மின்சாரம் எந்த பெரிய மின்கருவிகளையும் இயக்காது. ஆனால் வெப்ப மின்சாரம் சில நுட்ப அளவைகளுக்குப் பயன்படுகிறது.

வெப்ப நிலை அளவில் சீபெக் விளைவு அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. பல வெப்ப இணையங்களைத் தொடராக அமைத்தால் சீபெக் விளைவு அதிகமாகும். மாறி மாறி வரும் இணைப்புகள் ஒருபக்கமாகவும் மற்றவை மறுபக்கமாகவும்

அமைத்து ஒரு பக்கம் வெப்பம் விழவைத்தால் வோல்ட் உண்டாகும். அதை ஒரு மின்சாரமானியுடன் இணைத்தால் அதிலுள்ள மின்சாரம் அளவிற்கு ஏற்றார்போல் நகரும். அதிலேயே வெப்பநிலையைக் குறித்துவிட்டால் அது ஒரு வெப்பமானி ஆகிவிடும். பெரிய இரும்பு உலைகளின் வெப்பநிலையை அதிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சை இணையத் தொடர்களின் மேல் விழவைத்து வெப்பநிலையை அளக்கலாம். இதற்கு வெப்ப அடுக்கு என்று பெயர். இதனால் உலைக்கு அருகில் செல்லாமல் தொலைவில் இருந்தே அளக்க முடிகிறது. சாதாரண வெப்பநிலையையும் அளக்க இதுபோன்ற கருவி உள்ளது. வெப்பஇணையத்தின் ஓர் இணைப்புமட்டும் அளக்க வேண்டிய பொருளுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். மின்மானி வெப்பநிலையைக் காட்டும்.

வெப்ப மின்சாரம் கொடுக்கக்கூடிய சிறிய மின்கலங்களை அமைந்திருக்கிறார்கள் புளுட்டோனியம்-238 கதிர் வீச்சுக்கொண்டது. அதனால் அதிலிருந்து தொடர்ந்து வெப்பம் வரும். இந்த வெப்பத்தை ஒரு சிறந்த வெப்ப இணையத்தின் ஓர் இணைப்பில் படும்படி வைப்பார்கள். இதனால் வெப்ப மின்சாரம் தொடர்ந்து ஓடிக்கொண்டிருக்கும். இந்த மின்கலங்கள் குறைந்த அளவு மின்சாரத்தைப் பல ஆண்டுகள் வரை கொடுக்கும். 10 ஆண்டுகாலம் இயங்கக்கூடிய இதுபோன்ற மிகச் சிறிய மின்கலங்கள் செய்யப்படுகின்றன. இதயத் துடிப்பை நிலைப்படுத்தும் கருவிகளுக்கு இந்த மின்கலங்கள் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கருவியும் மின்கலமும் அறுவை சிகிச்சை மூலம் உடம்பின் உள் பொருத்தப்படும். பின் மின்கல உதவியால் கருவி இயங்கி இதயத்துடிப்பை நிலைப்படுத்தும். வெப்பமின் கலங்கள் மருத்துவத்துறைக்கு ஒரு பெரிய உதவியாகும்.

பெல்டியர் விளைவில், மின்சாரத்தை ஒரு வெப்ப இணையத்தில் ஓட வைத்தால் ஓர் இணைப்பு குளிரும். இந்த விளைவைப் பயன்படுத்தி குளிர்பதனப்பெட்டி செய்யப்படுகிறது. மிகச் சிறிய அடக்கமான குளிர் பெட்டிகள் அமைக்கலாம். பெரும்பாலும் இது போன்றவை மின்கலத்தில் இயங்குவதால் பெல்டியர்-குளிர்பதனப்பெட்டிகளை

உல்லாசப் பயனம் செய்யும்போது கையில் எடுத்துச்செல்லலாம். நகரும் மருத்துவக் கூடங்களிலும் இது போன்ற குளிர் பெட்டிகள் பயன்படுகின்றன.

சூரியமூர்த்தி

வெப்ப மின்துகள் குழாய்

வெப்ப மின்துகள் குழாய் மின்னோட்டத்திற்கு ஒரு வெப்பப்படுத்தப்பட்ட எதிர் மின்முனையிலிருந்து வெப்பவியலாக உமிழப்படும் எலெக்ட்ரான்களைப் பயன்படுத்தும் ஓர் எலெக்ட்ரான் குழாயே வெப்ப மின்துகள் குழாய் (thermionic tube) எனப்படும். வெப்பத்தால் எலெக்ட்ரான்கள் உமிழப்பட்டால் அது வெப்ப மின்துகள் உமிழ்வு (thermionic emission) எனப்படும்.

பொதுவாக, குழாயின் எதிர் மின்முனை எலெக்ட்ரான்களை உமிழும் வரை வெப்பமூட்டப்படும். எதிர்மின்முனை நேரியலாக வெப்பமூட்டப்படும் மின்னிலையாகவோ மறைமுகமாக வெப்பமூட்டப்படும் பரப்பாகவோ இருக்கும். கம்பியின் வழியே வெப்பமூட்டும் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும். எனவே எலெக்ட்ரான்கள் நேரடியாக உமிழப்படும் அல்லது தடையின்றி எலெக்ட்ரான்களை உமிழும் ஒரு பொருளால் கம்பி சுற்றப்படும்.

மின்னிலைக் கட்டமைப்புகளின் வகை மாதிரிகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. உயர்-திறன் செலுத்தும் குழாய்களில் மென்மையற்றத் தன்மையையும், உயர் மின்னழுத்தங்களைத் தாங்கும் திறனையும் கொண்ட டங்ஸ்டன் மின்னிலையோ தோரியமேற்றிய டங்ஸ்டன் மின்னிலையோ பயன்படும். ஆக்சைடினால் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்ட மின்னிலைகள் சில சிறு உயர்-மின்னழுத்தத் திருத்தக் குழாய்களில் பயன்படும்.

மறைமுகமாக வெப்பமூட்டப்படும் எதிர் மின் முனைகளில் காணப்படும் மின்னிலை, வெப்பமூட்டி

(heater) எனப்படும். இது எதிர் மின்முனையினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இது எதிர் மின்முனையின் பரப்பை உமிழும் வெப்பநிலைக்குக் கொணரப் பயன்படும்.

வெப்பந் தாங்கி ஆக்சைடால் காப்பிடப்பட்ட அ, ஆ, மடக்கிய வெப்பமூட்டி, மின் இணைப்பிற்கான எதிர் மின்முனை, எதிர் மின்முனை உறை, வலப்புறம் ஆக்சைடு பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்ட உமிழும் குமிழ் (button).

எதிர் முன்முனைகள் (அ) வாங்கும் - குழாய் எதிர் மின்முனை, (ஆ) கைனாஸ்கோப் எதிர் மின்முனை மேலும் அவை வாங்கும் குழாய்களின் புற எல்லையிலும் (periphery) கைனாஸ்கோப்புகளின் (kinoscopes) முனையிலும் காணப்படும் அவை பேரியம்-ஸ்ட்ரான்சிய ஆக்சைடால் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

உமிழும் பரப்பு எவ்வித வெப்பமூட்டும் மின்னோட்டத்தையும் எடுத்துச் செல்லாமையால், பரப்பில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி காணப்படாது. எனவே, இவ்வகை எதிர் மின்முனை, சம மின்னழுத்த எதிர் மின்முனைகள் எனப்படும் வெற்றிடக் குழாய்களில், பெரும்பான்மையானவை வெப்ப மின்துகள் குழல்களே. காண்க: எலெக்ட்ரான் குழாய், வளிமக் குழாய், வெப்ப மின்துகள் உமிழ்வு, வெற்றிடக் குழாய்.

இரா. இந்து

வெப்ப மின் விளைவுகள்

சீபெக் விளைவு, பெல்டியர் விளைவு, தாம்சன் விளைவு ஆகிய ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ள மூன்று நிகழ்வுகள், அவற்றில் காந்தப்புலங்களால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஆகியவற்றின் மூலமாகத் திண்ம நிலை மற்றும் நீர்ம நிலைகளில் உள்ள மின் கடத்திகளில் மின் ஆற்றலை நேரடியாக வெப்ப ஆற்றலாகவும், வெப்ப ஆற்றலை மின் ஆற்றலாகவும் மாற்றுகிற விளைவுகள்

வெப்ப மின் விளைவுகள் எனப்படுகின்றன. இரண்டு வெவ்வேறு மின் கடத்திகளை முனைக்கு முனை இணைத்து அந்த முனைகளை வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் வைக்கும்போது அந்தச் சுற்றில் மின்னியக்கு விசை தோன்றுவது சீபெக் விளைவு எனப்படும். அத்தகைய ஒரு மின் சுற்றில் ஒரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்போது அதன் முனைகளில் வெப்பம் வெளியிடப்படுவது அல்லது உட்கவரப்படுவது பெல்டியர் விளைவு ஆகும்.

பெல்டியர் விளைவு சீபெக் விளைவின் மறுதலை ஆகும். ஒரு மின் கடத்து தண்டின் நீளத்தில் ஒரு வெப்பநிலைச் சரிவு அமைந்திருக்கும் போது அதன் மூலம் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் அதில் வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகிற நேர் மாறாக்கத்தக்க நிகழ்வு தாம்சன் விளைவு எனப்படுகிறது. ஜூலின் வெப்ப விளைவும் வெப்ப அயனி உமிழ்வும் வெப்ப மின் விளைவுகளில் சேர்க்கப்படுவதில்லை. இந்த மூன்று விளைவுகளும் வெப்ப மின் திறன் S_1 , பெல்டியர் குணகம் π , தாம்சன் குணகம் μ ஆகிய மூன்று குணகங்களின் பதங்களில் விவரிக்கப்படுகின்றன. இந்தக் குணகங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஒரு படித்தான, மாறாத வெப்பநிலையில் உள்ள மின் கடத்திகளுக்கு வரையறுக்கப்படும். இந்த மூன்று குணகங்களும் கெல்வின் சமன்பாடுகளினால் இணைக்கப்படுகின்றன. அவை ஒரு குணகத்தைப் பற்றிய முழு விவரங்களையும், மூன்றையும் பற்றிய முழு விவரங்களாக மாற்றுகின்றன. எனவே மூன்று குணகங்களில் ஏதாவது ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தால் போதுமானது. வழக்கமாக வெப்ப மின் திறன் S -இன் மதிப்பு கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.

மின்தடை, வெப்பக் கடத்தல் எண், வெப்ப மின் திறன் ஆகியவற்றின் கூட்டமைப்பு, கடத்தும் பொருள்களில் எலக்ட்ரான் போக்குவரத்துப் பண்புகளை முழுமையாக விவரிக்கப் போதுமானதாக இருக்கிறது. இவற்றில் மின்னோட்டமும், வெப்ப ஓட்டமும் முறையே செலுத்தப்படும் மின்புலம், வெப்ப நிலைச் சரிவு ஆகியவற்றின் நேர் போக்குச் சார்பெண்களாக அமைந்திருக்கின்றன. வெப்ப மின் விளைவுகள் அறிவியலிலும், தொழில்நுட்பத் துறையிலும் பல வகைகளில் முக்கியமான பயன்பாடு உள்ளவையாக இருக்கின்றன. எதிர்காலத்தில்

அவற்றுக்கு மேலும் முக்கியத்துவம் ஏற்படும் வாய்ப்புகள் தெரிகின்றன. உலோகங்களிலும் அரைக் கடத்திகளிலும் வெப்ப மின் விளைவைப் பற்றி ஆராய்வதன் மூலம் அவற்றின் எலக்ட்ரான் கட்டமைப்புப் பற்றியும், எலக்ட்ரான்களுக்கும், அணுக்கோவை அதிர்வுகள், மாசுகள் ஆகியவற்றுக்கும் இடையில் நிகழும் இடை வினைகளைப் பற்றியும் மதிப்பு மிக்கத் தகவல்களைப் பெற முடிகிறது. வெப்பநிலையை அளவிடுதல், மின்சார உற்பத்தி, குளிர்வூட்டல், சூடாக்குதல் போன்ற நடைமுறைப் பணிகளிலும் வெப்ப மின் விளைவுகளைப் பயன்படுத்த முடிகிறது. அணுக்கரு உலைகளில் உற்பத்தியாகும் வெப்பத்தை நேரடியாக மின்னாற்றலாக மாற்றக் கூடிய வெப்ப மின் கருவிகளை உருவாக்குவதற்கான முயற்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. வெப்பநிலைகளைத் துல்லியமாகவும், உணர்வு நுட்பத்துடனும் வெப்ப மின்னிரைட்டைக் கருவிகள் அளவிடுகின்றன. வீட்டுக் குளிர்பதனப் பெட்டிகளை இயக்கும் அளவுக்குக் குளிர்ச்சியூட்ட பெல்டியர் விளைவைப் பயன்படுத்தும் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வெப்பமின் விளைவின் மூலம் அறைகளுக்குக் கதகதப்பூட்டும் கருவிகளும் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

1821-ஆம் ஆண்டில் சீபெக் விளைவு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இரண்டு வெவ்வேறு உலோகத் தண்டுகளை முனைக்கு முனை இணைத்து அந்த முனைகளை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வைத்தால் அந்தக் கண்ணியில் ஒரு மின்னியக்கு விசை தோன்றுகிறது. இதற்கு வெப்பமின்னியக்கு விசை என்று பெயர். இந்த அமைப்பு வெப்ப மின்னிரட்டை எனப்படும். அதன் முனைகள் சந்திகள் எனப்படும். வெப்ப மின்னியக்கு விசையை மின்னழுத்த மானியால் அளவிடலாம். A, B என்ற இரண்டு மின் கடத்திகளால் அமைந்த ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையில் தோன்றும் மின்னியக்கு விசை சந்திகளுக்கு இடையிலுள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டை மட்டுமே பொறுத்தது என்று மாக்னஸ் விதி காட்டுகிறது. அது மின் கடத்திகளின் வடிவத்தையோ, அவற்றின் நீளவாக்கில் உள்ள வெப்பநிலைப் பரவீட்டையோ அந்த வெப்ப மின்னியக்குவிசை சார்ந்திருப்பதில்லை. சந்திகள் T_0 , T_1 ஆகிய வெப்பநிலைகளில் இருந்தால் இந்த மின்னியக்கு விசையை $E_{AB}(T_0, T_1)$ எனக்

குறிப்பிடலாம். இந்த இரண்டு உலோகங்களில் B என்பது மிகு மின் கடத்து நிலையில் இருக்குமானால் அது EAB -க்கு எவ்விதமான பங்களிப்பும் செய்யாது. அப்போது வெப்ப மின்னியக்கு விசை A -யால் மட்டுமே உண்டாக்கப்படுவதாக இருக்கும். அதை $E_A(T_0, T_1)$ எனக் குறிப்பிடலாம். ஒரே ஒரு வெப்ப நிலையை மட்டுமே சார்ந்திருக்கக்கூடிய ஒரு பண்பின் பதங்களில் இந்த மின்னியக்கு விசையைக் குறிப்பிடுவது வசதியானது. தனி வெப்ப மின் திறன் இத்தகைய ஒரு பண்பு. அதை $S_A(T)$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

$$S_A(T) = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} E_A(T, T + \Delta T) / \Delta T \text{-----(1)}$$

$$E_A(T_0, T_1) = \int_{T_0}^{T_1} S_A(T) dt \text{-----(2)}$$

2ஆம் சமன்பாடு எல்லா ஒருபடித்தான கடத்திகளுக்கும் சரியானதாக இருந்தால் அது வெப்ப மின்னிரட்டையின் இரு பக்கங்களுக்கும் பொருத்தமானதாக இருக்க வேண்டும். $E_{AB}(T_0, T_1)$ என்னும் மின்னியக்கு விசை வெப்ப மின்னிரட்டையின் இரு புயங்களும் தோற்றுவிக்கும் மின்னியக்கு விசைகளுக்கு இடையிலான வேறுபாடே என்று கணக்கீடுகள் மூலமும் பரிசோதனைகள் மூலமும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதாவது,

$$E_{AB}(T_0, T_1) = E_A(T_0, T_1) - E_B(T_0, T_1) \text{-----(3)}$$

$$S_{AB}(T) = S_A(T) - S_B(T) \text{-----(4)}$$

மேற்கண்ட சமன்பாடுகளிலிருந்து கிடைத்த பின்வரும் முடிவுகள் கணக்கீடுகள் மூலமும் பரிசோதனை மூலமும் சரிபார்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு வெப்ப மின் சுற்றில் பல மின்கடத்திகள் இருந்த போதிலும் அவையாவும் ஒரே சீரான வெப்ப நிலையில் இருந்தால் $E=0$. ஒரே ஒரு, ஒருபடித்தான கடத்தி அடங்கிய சுற்றில் வெப்ப மின்னியக்கு விசை உண்டாக்க முடியாது. அந்தக் கடத்தியில் வேதிக் கூட்டமைப்பு காரணமாகவோ திரிபுகள் காரணமாகவோ ஒருபடித்தான தன்மை மாறியிருந்தால் அதில் வெப்ப மின்னியக்கு விசை உண்டாகும். ஒற்றைப் படிக்கக் கடத்திகளை வெவ்வேறு திசைகளில் வெட்டி இணைக்கப்பட்ட தண்டு பெரும் ஒருபடித்தான

தன்மை பெற்றிருந்த போதிலும் அதில் வெப்ப மின்னியக்கு விசை ஏற்படக்கூடும். ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையில் உண்டாகும் மின்னியக்கு விசை அதிலுள்ள இரண்டு கடத்திகளில்தான் உருவாகிறதே தவிர அதிலுள்ள சந்திகளில் அல்ல. எனவே வெப்ப மின்னியக்கு விசை, சந்திகளில் உள்ள தொடுகை மின்னழுத்தங்களுடனோ, வோல்ட்டா விளைவுடனோ தொடர்பு கொண்டதல்ல என்பது விளங்கும். உலோகங்களின் ஃபெர்மி ஆற்றல்கள் வேறுபட்டிருப்பதன் காரணமாக அவற்றின் சந்திகளுக்குக் குறுக்காக ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றுவது வோல்ட்டா விளைவு எனப்படுகிறது. வெப்பநிலைச்சரிவோ, மின்னோட்டங்களோ இல்லாத போதுகூட இந்த விளைவு ஏற்படும்.

1834ஆம் ஆண்டில் பெல்டியர் விளைவு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. முனைக்கு முனை இணைக்கப்பட்ட இரண்டு வெவ்வேறு மின்கடத்திகளாலான ஒரு கண்ணியில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் ஒரு சந்தியில் குளிர்ச்சியும் மற்றதில் வெப்பமும் தோன்றுகின்றன. மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றினால் இந்த விளைவுகளும் நேர் மாறாக்கப்படுகின்றன. 1853-ஆம் ஆண்டில் குயின்டஸ் இசிலியஸ் என்பார் ஒவ்வொரு சந்தியிலும் வெப்பம் வெளியாகிற அல்லது உட்கவரப்படுகிற வீதம் மின்னோட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதாகக் கண்டுபிடித்தார். A, B ஆகிய இரு மின் கடத்திகளின் சந்தி வழியாக அலகு மின்னோட்டம் பாய்கிறபோது ஒரு விநாடியில் வெளியிடப்படும் அல்லது உட்கவரப்படும் வெப்ப ஆற்றல் பெல்டியர் குணகம் எனப்படும். அதை π_{AB} எனக் குறிப்பிடலாம். A இலிருந்து B க்கு மின்னோட்டம் பாயும்போது அவற்றின் சந்தியில் குளிர்ச்சி ஏற்பட்டால் π_{AB} நேரினமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பெல்டியர் குணகம் மின்னோட்டத்தின் எண்மதிப்பைப் பொறுத்தது அல்ல. அது கடத்திகளின் வடிவியல் அமைப்பையும் சார்ந்திருக்கவில்லை. அது இரண்டு மின் கடத்திகளையும் சந்தியின் வெப்பநிலையையும் மட்டுமே பொறுத்திருக்கிறது. பெல்டியர் விளைவின் போது ஏற்படும் வெப்ப இடமாற்றம் குறைந்த அளவிலானதாக இருப்பதாலும், ஜூலின் வெப்ப விளைவும், தாம்சன் விளைவும் குறுக்கீடு செய்வதாலும்

பெட்டியர் குணகத்தைத் துல்லியமாக அளவிடுவது கடினமாக இருக்கிறது. எனவே அதைக் கெல்வின் சமன்பாடுகளிலிருந்து கணக்கிடுகின்றனர்.

மாறாத வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு மின் கடத்தியின் வழியாக ஒரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் மின்னோட்டத்தின் இருமடிக்கு நேர் விகிதத்தில் வெப்பம் விளைகிறது. இதற்கு ஜூல் விளைவு என்று பெயர். மின்கடத்தியின் மின் தடையைப் பொறுத்து ஜூல் வெப்பத்தின் அளவு அமையும். 1854-ஆம் ஆண்டில் வில்லியம் தாம்சன் (கெல்வின் பிரபு) ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையை வெப்ப இயக்கவியல் பகுப்பாய்வு செய்து π_{AB} , S_{AB} ஆகியவற்றுக்கு இடையில் ஓர் உறவைக் கண்டுபிடித்தார். ஆனால் அவருடைய கணக்கீடுகள் மூலம் பெற்ற முடிவுகளுக்கும் இடையில் முரண்பாடுகள் இருந்தன. இந்தச் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்காக அவர் ஒரு மின்னோட்டம் பாயும் கடத்தியில், வெப்பநிலைச் சரிவு இருந்தால் ஒரு கூடுதலான, நேர் மாறாக்கத்தக்க வெப்ப உற்பத்தி ஏற்படுவதாக ஒரு கருத்தை வெளியிட்டார். இது தாம்சன் விளைவு எனப்படுகிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் வெப்பம் மின்னோட்டம், வெப்பநிலைச் சரிவு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். மின்னோட்டம், வெப்பநிலைச் சரிவு ஆகிய இரண்டில் ஏதாவது ஒன்றின் திசையை நேர் மாறாக்கினால் மட்டுமே தாம்சன் வெப்பத்தை வெளியிடுகிற மின்கடத்தி வெப்பத்தை உட்கவருகிறதாக ஆகிவிடுகிறது. இதற்கு எதிர்மாறாக ஜூல் விளைவு நேர் மாறாக்க முடியாதது. அதில் மின்னோட்டத்தை எந்தத் திசையில் செலுத்தினாலும் கடத்தி சூடாகவே ஆகும். தாம்சன் விளைவினால் உண்டாகும் அல்லது உட்கவரப்படும் வெப்பத்தின் எண் மதிப்பு μ என்ற தாம்சன் குணகத்தினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. தாம்சன் சமநிலை வெப்ப இயக்கவியலின் அடிப்படையில் பின்வரும் கெல்வின்-ஆன்சேஜர் சமன்பாடுகளை உருவாக்கினார்.

$$\pi_A/T = S_A, \mu_A/T = dS_A/dT \text{-----}(5)$$

இங்கு m_A என்னும் தாம்சன் குணகம் A என்ற மின் கடத்தியில் அலகு வெப்பநிலைச் சரிவு அமைகையில்

அலகு மின்னோட்டம் பாயுமானால் ஒரு விநாடியில் வெளிப்படும் வெப்பத்தின் அளவாக வரையறுக்கப்படுகிறது. 5ஆம் சமன்பாட்டை வகைப்படுத்திப் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$S_A(T) = \int_0^T \mu_A(T^1)/T^1 dT^1 \text{-----}(6)$$

இங்கு $S_A(0) = 0$ என வைத்துக்கொள்ளப்பட்டது. 6ஆம் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி ஒரு மின் கடத்திக்கான $S_A(T)$ மதிப்புகளைக் கணக்கிடலாம். கெல்வின் சமன்பாடுகளின் உதவியுடன் S, π, μ ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றின் மதிப்பிலிருந்து மற்ற இரண்டின் மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுவிட முடியும். வெப்ப மின் திறனைத் துல்லியமாகவும் எளிதாகவும் கண்டுபிடிக்க முடிகிறபடியால் S மதிப்பை அளவிட்டுக் கொண்டு பெட்டியர் குணகத்தையும் தாம்சன் குணகத்தையும் அதிலிருந்து கணக்கிடுவதே வழக்கமாக இருக்கிறது. ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டையின் உதவியுடன், இரண்டு மின் கடத்திகளின் வெப்பமின் திறன்களுக்கு இடையிலான வேறுபாடு $SA-SB$ கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. இவற்றில் ஏதாவது ஒரு உலோகம் மிகு மின்கடத்தி நிலையில் இருந்தால் மற்றதன் வெப்ப மின் திறனைத் தனியாகக் கண்டுபிடித்து விடலாம். 18 கெல்வின் வெப்பநிலை வரை Nb_3Sn என்ற மிகு மின் கடத்து உலோகக் கலவையைப் பயன்படுத்தி இந்த முறையில் மற்ற உலோகங்களின் வெப்ப மின் திறன்களைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். அதைவிட உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் மிகு மின் கடத்து திறன் கொண்ட கடத்தி எதுவும் கிடையாது. எனவே 293 கெல்வின் வரையான வெப்பநிலைகளில் காரீயம் மேற்கோள் மின் கடத்தியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. 6ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து காரீயத்தின் வெப்பமின் திறன் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். Brijlal, Subrahmanyam, *Electricity and Magnetism*, Ratan Prakashan, NewDelhi, 1985.

வெப்ப வேதியியல்

வேதிவினைகளின் உடன்விளைவாக நிகழும் வெப்பமாற்றங்களைப் பற்றிய அறிவியல் வெப்பவேதியியல் எனப்படும். வெப்பவியக்கவியலின் முதலாம் விதியை வேதியியலில் பயன்படுத்துவதே இத்துறையின் அடிப்படை நோக்கமாகும்.

வெப்ப உள்ளூறை (enthalpy). எவ் வேதிவினையிலும் வினைபடு பொருள்களின் மொத்த ஆற்றலுக்கும் வினைவினை பொருட்களின் மொத்த ஆற்றலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு ΔE^E என்ற குறியீட்டினால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு வினையை மாறா அழுத்தத்தில் நிகழ்த்தும்போது ஒன்றாகவும் மாறா பருமனில் நிகழ்த்தும்போது வேறொன்றாகவும் உள்ளது. வினைபடுபொருள்கள் மற்றும் வினை விளைபொருள்கள் யாவும் வளிம நிலையில் இல்லாது நீர்மமாகவோ, திண்மமாகவோ இருப்பின், இவ்விரு ஆற்றல் மதிப்புக்களும் சமமாகவே இருக்கும். வினைபடுபொருட்களில் அல்லது வினைவினை பொருள்களில் ஏதேனும் ஒன்று வளிமமாக இருப்பின் மாறா பருமனில் நிகழும் ஆற்றல் மாற்றம் ΔE என்றும் மாறா அழுத்தத்தில் நிகழும் ஆற்றல் மாற்றம் ΔH என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்நிலையில்,

$$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$$

ΔH என்பது வெப்ப உள்ளூறை மாற்றம் என அழைக்கப்படுகிறது. நல்லியல்பு வளிமத் தன்மையைக் கருத்தில் கொண்டால் இச்சமன்பாடு,

$$\Delta H = \Delta E + \Delta n \times RT$$

என்றாகும். இங்கு $\Delta n'$ வளிமநிலையிலுள்ள வினை விளைபொருள்களின் மொத்த மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை (-) வளிமநிலையிலுள்ள விளைபொருள்களின் மொத்த மூலக்கூறு எண்ணிக்கை.

ΔH , ΔE ஆகிய ஆற்றல் மதிப்புக்கள் ஒரு மோல் எடையிலான பொருளுக்குத் தொடர்புடையவை பொதுவாக, ஆய்வகத்தில்

வினைகளை யாவும் திறந்த கலங்களில் நிகழ்த்தப்படுவதால் ΔE ஐவிட, ΔH (வெப்ப உள்ளூறை மாற்றம்) முதன்மை பெற்றதாகும்.

வெப்ப உமிழ்தலும் வெப்பம் கொள்தலும்.

பொருள் எரிதல் போன்ற பலவினைகளில் பெரிய அளவில் வெப்பம் வெளிவருகிறது. கார்பன் எரிதலும், சோடியம் உலோகம் நீருடன் வினைபுரிதலும் வெப்ப உமிழ் வினைகளுக்கு (exothermic reactions) எடுத்துக்காட்டுகளாகும். தணல்மீது நீரைத் தெளித்து தீயை அணைத்தல் போன்ற வினைகளுக்கு வெப்பம் சூழ்வெளியிலிருந்து உறிஞ்சப்படுகிறது. இவை வெப்பம் கொள்வினைகளாகும் (endothermic reactions). வெப்ப வேதியியல் நோக்கில் வேதிச் சமன்பாடுகள் எழுதப்படும்போது, வினையில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் திரள்நிலை (state of aggregation) குறிப்பிடப்பட வேண்டும். ஏனெனில், ஒரு பொருள் திண்மநிலையில் வினையுறுகையில் தோன்றும் வெப்பமாற்றமும் அதே பொருள் அதே எடையில் நீர்மநிலையில் அதே வினைக்குட்படுகையில் தோன்றும் வெப்ப மாற்றத்திற்கும் வேறுபட்டு இருப்பது கண்கூடாகும்.



வினைபடுபொருளின் திரள்நிலையை மட்டும் குறிப்பிட்டால் போதுமானதாகாது. கந்தகம் இரு புறவேற்றுமை வடிவங்களில் கிடைக்கிறது. சாய்சதுரப் படிசு மற்றும் ஒற்றைச் சாய்வு வடிவம். இவ்விரு புறவேற்றுமை வடிவங்களையும் எரிதல் வினைக்குட்படுத்தி SO_2 (வளிம) ஐத் தயாரித்தால், இரு எரிதல் வினைகளின் வெப்ப உள்ளூறை மாற்றங்களும் வெவ்வேறாக இருக்கும்.

S சாய்சதுரம் + $O_2(வா) \rightarrow SO_2(வா) \Delta H = -296.8$ கி.சூ. S (ஒற்றைச்சாய்வு) + $O_2(வா) \rightarrow SO_2(வா) \Delta H = -297.1$ கி.சூ. பலவினைகளின் வெப்ப உள்ளூறை மாற்றங்களை ஒப்பிடுகையில் ஒரு படித்தர மதிப்பை (standard value) அடிப்படையாகக் கொள்ள வேண்டிய தேவை எழுகிறது. பொதுவாக, ஒரு தனிமம் அறை வெப்பநிலையிலும் (298_K), வளிமழுத்தத்திலும் இயல்பாக எந்நிலையிலுள்ளதோ, அதுவே

அத்தனிமத்தின் படித்தர நிலையாகும். வாயுமூழ் வெப்பநிலையில் (ambient temperature) ஒரு தனிமம் வளிமமாக இருப்பின் அதன் படித்தர நிலை ஒரு மோல் வளிமமாகும். புறவேற்றுமை வேடிவங்களில் தோன்றக்கூடிய தனிமங்களைப் பொருத்தவரை, ஏதாவதொரு புறவேற்றுமை வேடிவம் மட்டுமே படித்தர நிலையாகக் கருதப்படும். எ-டு: கந்தகத்தின் சாய் சதுர வேடிவமும், கார்பனின் கிராஃபைட்டும் அத்தனிமங்களின் படித்தர நிலைகளாகும்.

ஒரு பரிசீலனை நிகழ்கையில் வினைபடு பொருள்கள், வினைவிளைபொருள்கள் யாவுமே படித்தர நிலையில் இருத்தல் அரிதாகும். மேலும், சமன்செய்யப்பட்ட உரு சமன்பாட்டில் பொருள்கள் யாவுமே ஒவ்வொரு மோல் உள்ளிராது. வேதிவினையுடன் தோன்றும் வினைவெப்பம் சமன்பாட்டில் இடம்பெறும் ஏதாவதொரு பொருளின் ஒரு மோல் அளவுக்கே சார்புடையதாக இருக்க முடியும். இதன்விளைவாக, வினையில் பங்கேற்கும் ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் சார்பாக வெப்ப உள்ளூறை மாற்றத்தின் மதிப்பு வேறுபடும். இதனால் தோன்றக்கூடிய குழப்பத்தைத் தவிர்க்கும் வகையில் வினைகள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. உருவாதல், எரிதல், நடுநிலையாக்கல், ஆவியாதல் என்பன இவற்றுள் சிலவாகும். ஒரு மோல் அளவு ஒரு பொருளை இயல்பான நிலையிலுள்ள அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாக்குகையில் தோன்றும் வெப்பமாற்றம் அப்பொருளின் உருவாதல் வெப்பம் என்ப்படுகிறது. நடுநிலையாக்கல் வெப்பம் என்பது 1 கி. சமமான எடை அமிலத்தை நடுநிலையாக்கும்போது தோன்றும் வெப்பமாற்றமாகும். எரிதல் என்போதும் ஒரு வெப்ப உமிழ்வினையேயாகும். இவ்வேறுபாடுகளைத் தவிர்த்தால், எல்லா வகை வெப்பங்களின் இலக்கணங்களும் ஏறக்குறைய ஒன்றேயாகும்.

இயல்பான நிலையில் உள்ள எந்தவொரு தனிமத்தின் உருவாதல் வெப்பமும் ஆய்வகத்தில் அறியப்பட வாய்ப்பு இல்லையாதலால், இம் மதிப்பு எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் சமீபத்தில் எனக் கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வினையில் வினைபடு பொருள்கள் மற்றும் வினைவிளை பொருள்கள் உருவாதல் வெப்ப மதிப்புகள்

தெரிந்திருந்தால், அவ்வினையின் வெப்பமாற்றத்தை எளிதில் கணக்கிடலாம். இக் கணக்கீட்டிற்கு அடிப்படையாக ஹெஸின் வெப்பமாற்றக் கூட்டல் விதி என்ற விதி (Hess' law of constant heat summation) பயனாகிறது. இவ்விதியின்படி ஒரு வினை ஒரு கட்டத்தில் நிகழ்ந்தாலும், பல கட்டங்களில் நிகழ்ந்தாலும், ஒரு பாதையில் நிகழ்ந்தாலும், வேறொரு பாதையில் நிகழ்ந்தாலும், தொடக்க மற்றும் இறுதி நிலைகள் மாறாதிருப்பின் வினையின் மொத்த வெப்ப உள்ளூறை மாற்றம் ஒரு மாறாத மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். எ-டு: கார்பனிலிருந்து CO₂-ஐத் தயாரிக்கும் முறையைக் கொள்ளலாம்.

- 1) (கிராஃபைட்) + O₂(வ) CO₂(வ) ΔH₁ = -393.7 கி.கூல்
- 2) (கிராஃபைட்) + 1/2 O₂(வ) CO(வ) ΔH₂ = -110.4 கி.கூல்
- 3) CO(வ) + 1/2 O₂(வ) CO₂(வ) ΔH₃ = -283.3 கி.கூல்

ஹெஸின் விதிப்படி ΔH₁ = ΔH₂ + ΔH₃, ஆய்வு முடிவும் இதனையே சுட்டுகிறது. சமன்பாடுகள் (2) மற்றும் (3)ல் 1/2 O₂(வ) என்று பின்னமாக மூலக்கூறு எண்ணிக்கை குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக, வேதிச் சமன்பாடுகளில் பின்ன எண்ணிக்கையில் மூலக்கூறுகள் இடம்பெறா.

இங்கு இவ்வினைகளை உருவாதல் வினை அல்லது, எரிதல் வினை என்ற வகையீட்டில் கொண்டு வர வேண்டியிருப்பதால் CO-ம், CO₂-ம் ஒரு மூலக்கூறு என்றிருந்தாக வேண்டும். எனவே, ஆக்சிஜன் 1/2 மூலக்கூறு என்றாகிறது.

வெப்பம் உமிழ்வதும் கொள்வதும் வேதிவினைகளுக்கு மட்டுமே உரித்தானது என்று கருதக்கூடாது. (இயற்பியல் வழி மாற்றங்களாக உருகுதல், ஆவியாதல், பதங்கமாதல், கரைதல், நீர்த்தல் ஆகிய நிகழ்ச்சிகளுக்கும் வெப்பமாற்றம் இன்றியமையாதது. பொதுவாக, ஒரு மோதல் அளவு பொருள் இம்மாற்றங்களுக்குட்படுகையில் தோன்றும் பொதுச் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்படுகிறது. கரைசல் வெப்பம் நல்லியல்பு பொதுச் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்படுகிறது. கரைசல் வெப்பம் நல்லியல்பு நிலைக் கரைசல்களுக்குச் சூழியாகவோ, புறக்கணிக்கத்

தக்கதாகவோ இருக்கும். எ-டு: சீட்டைல் ஆல்கஹாலை அதே இயல்பு கொண்ட n- ஹெப்டைல் ஆல்கஹாலில் கரைத்தல். மற்றைய வகைக் கரைசல்களில் தொகையீட்டு கரைசல் வெப்பம் (integral heat of solution) என்றும், வகைக்கெழு கரைசல் வெப்பம் (differential heat of solution) என்றும் இரு வகைகள் உள்ளன.

வெப்பமாற்றங்களைத் துல்லியமாக அளப்பதற்கு வெப்பவியல் முறைகளுடன், மின்வேதியியல் முறைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்வேதி முறைகளில் ஒரு °C வெப்பநிலை உயர்வினால் விளையும் மின்னழுத்த விசை மாற்றத்தை அறிந்து அதிலிருந்து, கிப்ஸ்-ஹெம்ஹோல்டு விதியைப்பயன்படுத்தி வெப்ப உள்ளூறை கணக்கிடப்படுகிறது.

வினை வெப்பம் வெப்பநிலையையும், அழுத்தத்தையும் பொருத்து மாறுபடுகிறது, வினைவெப்பத்திற்கும் வெப்பநிலைக்கும் உள்ள தொடர்பு கிர்சாப் சமன்பாடு எனப்படும். ஏதாவொரு வெப்பநிலையில் ஒரு வினையின் வெப்ப உள்ளூறை மாற்றம் தெரிந்திருந்தால், வேறொரு வெப்பநிலையில் அவ்வினையின் உள்ளூறை வெப்பத்தைக் கணக்கிடுவதற்கு இச்சமன்பாடு உதவுகிறது.

குறைந்த வெப்பநிலையான $T_1=0_K$ யிலுள்ள வினை படுபொருள்களை உயர் வெப்பநிலையான $T_2=O_K$ -வில் வினைவிளைபொருள்களாக மாற்றுவதற்கு இரு வழி முறைகள் உள்ளன. (1) வினையை T_{1K} -இல் நிகழ்த்தி வினைவிளைபொருள்களை T_{2K} -க்கு உயர்த்துவது. (2) வினைபடுபொருள்களை T_{1K} -இலிருந்து T_{2K} -க்கு உயர்த்தி, வினையை T_{20K} -இல் நிகழ்த்துவது, முதல் வழி முறையின் மொத்த வெப்பமாற்றம். $\Delta H_1 + C_p^P (T_2 - T_1)$ இங்கு ΔH_1 , என்பது T_1 -இல் வினைவெப்பம், C_p^P என்பது மாறா அழுத்தத்தில் வினைவிளை பொருள்களின் சராசரி மோலார் வெப்பக் கொள்திறன்.

இரண்டாவது வழிமுறையின் மொத்த வெப்பமாற்றம் $C_p^R(T_2 - T_1) + \Delta H_2 C_p^R$ மாறா அழுத்தத்தில் வினைபடுபொருள்களில் சராசரி மோலார் வெப்பக் கொள்திறன். ΔH_2 ; T_2 -இல் வினை

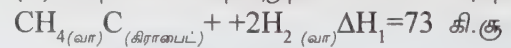
வெப்பம். இரு வழிமுறைகளும் ஒரே தொடக்கநிலையும் ஒரே இறுதிநிலையும் கொண்டவையாக இருப்பதால், மொத்த வினைவெப்பம் மாறாத மதிப்பினைக் கொண்டது. ஆதலின்,

$$\begin{aligned} \Delta H_1 + C_p^P(T_2 - T_1) &= \Delta H_2 + C_p^R(T_2 - T_1) \\ \Delta H_2 - \Delta H_1 &= (C_p^P - C_p^R) \times (T_2 - T_1) \\ &= \Delta C_p (T_2 - T_1) \end{aligned}$$

ΔC_p = வினைவிளைபொருள்களுக்கும், வினைபடு பொருள்களுக்கும் சராசரி வெப்பக் கொள்திறனிலுள்ள வேறுபாடு.

பிணைப்பாற்றல். ஒவ்வொரு வகை சகபிணைப்பும் நிலைத் தன்மையில் மற்றவகை சகபிணைப்புகளின்றும் வேறுபடுகின்றன. எ-டு: H-M பிணைப்பு C-C பிணைப்பை விட வலுமிக்கது. ஒவ்வொரு பிணைப்பும் அதன் ஆற்றல் நிலையால் வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு வேதிப் பிணைப்பின் பிணைப்பாற்றல் (bond energy) என்பது ஒரு மோல் எண்ணிக்கையிலான அதாவது அவோகாட்ரோ எண் எண்ணிக்கையிலான (6.023×10^{23}) அவ்வகைப் பிணைப்பை உடைப்பதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலாகும். இங்குப் பிணைப்பை முழுமையாக உடைத்தலே கருத்தில் கொள்ளப்படுகிறது. பிணைப்பாற்றல்களை அறிவதற்கு தக்கதொரு சேர்மத்தை அதன் வளிமநிலையில் சிதைவுறுத்தி, சேர்மத்தில் இடம்பெற்றுள்ள தனிமங்களை வளிமங்களாக மட்டுமன்றி அணுக்களாகவும் பிரிக்க வேண்டும். எ-டு: C-H பிணைப்பின் பிணைப்பாற்றலைக் கணக்கிடுவதற்கு பின்வரும் வழிமுறை பயனாகிறது.

(1) மெத்தின் சிதைவுறுதல் வெப்பம் அறிதல்



(2) கிராஃபைட்டின் பதங்கமாதல் வெப்பம் அறிதல்



(3) ஹைட்ரஜனின் சிதைவு வெப்பம் அறிதல்



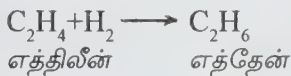
மூன்றாவது சமன்பாட்டை இரண்டால் பெருக்கி

(4) $2H_{2(வ)} + 4H_{(வ)} \Delta H_4 = 872$ கி.சூ. என எழுதலாம்.
சமன்பாடுகள் (1), (2), (4) ஆகியவற்றைக் கூட்டினால்,

(5) $CH_{4(வ)} + C_{(வ)} + 4H_{(வ)} \Delta H_5 = 1660$ கி.சூ. என்றாகும்.
சமன்பாடு (5) மெத்தேனின் மொத்த
பிணைப்பாற்றலுக்கானது
 $\Delta H_5/4 = 1660/4 + 415$ கி.சூ மோல் C-H பிணைப்பின்
பிணைப்பாற்றலாகும்.

இங்கு மெத்தேனிலுள்ள நான்கு C-H பிணைப்புக்களும் ஒரே கட்டத்தில் முடிவதில்லை; ஒவ்வொன்றாக அகற்றப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பிணைப்புக்கும் வெவ்வேறு பிணைப்பாற்றல் மதிப்புக்கள் உள்ளன. எனவே, C-H பிணைப்பின் ஆற்றல் நான்கு C-H பிணைப்புக்களில் ஆற்றல் மதிப்புக்களின் சராசரியாகும்.

ஹெஸின் விதிப்படி எந்தவொரு வினைக்கும் வினைவெப்பம் = (வினைவிளைபொருள்களின் மொத்த உருவாதல் வெப்பம்) - (வினைபடுபொருள்களின் மொத்த உருவாதல் வெப்பம்) வினைபடுபொருள் அல்லது வினைவிளைபொருளின் உருவாதல் வெப்பம் தெரிந்திராத நிலையிலும், ஒரு வினையின் வெப்பத்தை வினையில் பங்கேற்றுள்ள பொருள்களின் பிணைப்பாற்றல்களிலிருந்து கணக்கிடலாம். எ-டு:



எனும் வினையின் வெப்பமாற்றத்தைக் கணக்கிடுவதற்கு இம்மூன்று சேர்மங்களின் மூலக்கூறுகளிலுள்ள பிணைப்பு வகைகளும், அவை ஒவ்வொன்றின் எண்ணிக்கையும் தெரிய வேண்டும்.



உடையும் பிணைப்புக்களும் அவற்றின் ஆற்றல்களும்.
கி.சூ/மோல்
ஒரு C=C இரட்டைப்பிணைப்பு +
610
நான்கு C-H பிணைப்புக்கள் +1664

ஒரு H-H பிணைப்பு - + 436
மொத்த ஆற்றல் - +2710
உருவாகும் பிணைப்புக்களின் ஆற்றல்கள்.
ஒரு C-C ஒற்றைப் பிணைப்பு - - 345
ஆறு C-H பிணைப்புக்கள் - -2496
மொத்த ஆற்றல் - -2841

உடையும் பிணைப்பின் ஆற்றல்களை (+) குறியீடு கொண்டும், உருவாகும் பிணைப்புக்களின் ஆற்றல்களை (-) குறியீடு கொண்டும் குறிப்பிடுவது வெப்ப-இயக்கவியலில் வழக்கமாகும். பொதுவாக, ஓர் அமைப்பு ஆற்றலை ஏற்றால் (+) குறியீடு, இழந்தால் (-) குறியீடும் பயன்படுத்துவர்.

உடையும் - உருவாகும் பிணைப்பாற்றல்களுக்கிடையேயான வேறுபாடு ஹெஸின் வெப்பமாறாக் கூட்டல் விதியின்படி வினையின் வெப்பமாகும். எனவே, 25°C வெப்பநிலையில் எத்திலீனை ஹைட்ரஜனேற்ற வினையின் வெப்பம் கி.சூ./மோல் ஆகும். இவ்வினையின் வெப்பம் ஆய்வுவழியில் கண்டறியப்பட்டபோது 136 எனத் தெரிந்தது. இரு வெப்பமதிப்புக்களும் நன்கு வேறுபட்டிருப்பதால் பிணைப்பாற்றல்கள் மூலம் கணக்கிடும் முறை ஆய்வுகள் நடத்த இயலாத சூழ்நிலைகளில் மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

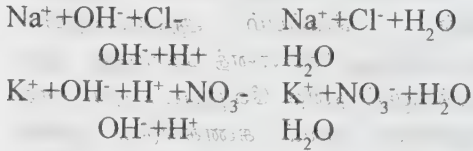
ஆய்வு வாயிலாக பிணைப்பாற்றல்களை அறிதல் ஈரணு மூலக்கூறுகளுக்கு மட்டுமே சாத்தியமாகும். ஒரு பல்லணு மூலக்கூறின் எரிதல் வெப்பம், அவ்வெரிதல் வினையின் விளைபொருள்களின் உருவாதல் வெப்பங்கள், சேர்மத்திலுள்ள தனிமங்களின் பதங்கமாதல் வெப்பம், சிதைவு வெப்பம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது.

வினைவெப்பங்களுள் எரிதல் வெப்பங்களும், நடுநிலையாக்கல் வெப்பங்களும் ஆய்வுகள் வாயிலாக முறையே பல எரிமங்களும், அமிலங்களுக்கும் துல்லியமாக அறியப்பட்டுள்ளன. இவையிரண்டும் இருவேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு சேர்மத்தின் எரிதல் வெப்பத்திலிருந்து அதன் கலோரி மதிப்பைக்

கணக்கிடலாம். எரிதல் வெப்பம் ஒரு மோல் அளவு எரிமம் எரிகையில் வெளியாகும் வெப்பம் என்றால், அதே எரிமம் ஒரு கிராம் (அல்லது வேறு ஒரு குறிப்பிட்ட எடையில்) எரிகையில் வெளியாகும் வெப்பம் கலோரி மதிப்பாகும். (H-1)

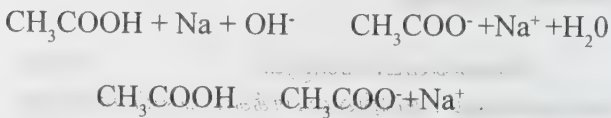
சமன்பாடுகள்

நடுநிலையாக்கல் வெப்பங்களில் பட்டியல் அரேனியசின் அயனிக் கொள்கைக்குச் சான்றாக அமைந்துள்ளது. வலுவானதொரு வலுமிக்க அமிலத்தையும் ஒரு வலுமிக்க காரத்துடன் நடுநிலையாக்குகையில் தோன்றும் வெப்பமாற்றம் ஒரு மாறிலி ஆகும். இது எவ்வாறெனில், வலுமிக்க அமிலங்களும், வலுமிக்க காரங்களும் முழுமையாக அயனியாக வல்லன. எனவே, இவ்வினைகள் யாவையும் அமில உறுப்பான ஹைட்ரஜன் அயனியும், கார உறுப்பான ஹைட்ராக்சைடு அயனியும் இணைந்து நீரைத் தரும் வினையேயாகும். நிகர ஆற்றல் மாற்றங்களும் சமமாகவுள்ளன.



இவ்வினையின் ஆற்றல் -57.32 கி.கூ./மோல் ஆகும்.

அமிலங்களும், காரங்களும் அயனியாகின்றன என்ற அரேனியசின் தற்கோளைப் பயன்படுத்தி மட்டுமே இம்மாறிலிக்கு விளக்கம் தர இயலும். வலுக்குறைந்த அமிலமோ, காரமோ நடுநிலையாக்கப்படும்போது, அதன் நடுநிலையாக்கல் வெப்பத்துடன் அயனியாதல் வெப்பத்தையும் கணக்கில் கொண்டால் 57.32 கி.கூ./மோல் என்ற மதிப்பு கிட்டும்.



வெப்ப வேதியியலில் பல சொற்றொடர்கள் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுவதால் அவற்றின் வரையறைகளை கவனமாகப் படிக்க வேண்டிய கட்டாயம் எழுகிறது. அவ்வாறான வரையறைக்குள்

சில (இவ்வரையறைகள் 8-1 யாவும் நியம நிலையையொட்டியவை) (4), (5), (1) நகர்ப்பய

அ. உருவாதல் வெப்பம். ஒரு சேர்மத்தின் உருவாதல் வெப்பம் ஒரு மோல் சேர்மத்தை இயல்பான நிலையிலுள்ள அதன் தனிமங்களிலிருந்து உருவாக்குகையில் தோன்றும் வெப்பமாற்றமாகும். (H-1)

சமன்பாடுகள்

ஆ. சிதைவு வெப்பம். ஒரு மோல் சேர்மம் இயல்பான நிலையிலுள்ள அதன் தனிமங்களாகச் சிதைவுறுவதற்குத் தேவைப்படும் அல்லது சிதைவுறுகையில் வெளியாகும் வெப்பத்தின் அளவு.

சமன்பாடுகள் முழுமையாக வகுப்பாணியை

ஒரு சேர்மத்தின் சிதைவு வெப்பமும், உருவாதல் வெப்பமும் சமமாகும். இரண்டின் குறியீடுகள் மட்டும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரானவை. லாப்லாஸ் லவாய்சியர் விதி எனப்படும் இந்த அறிக்கை வெப்ப இயக்கவியல் முதலாம் விதியை ஒட்டியது.

இ. நடுநிலையாக்கல் வெப்பம். ஒரு கிராம் சமரள எடை அமிலத்தை ஒரு கிராம் சமரள எடை காரத்தினால் முழுமையாக நடுநிலையாக்குகையில் தோன்றும் வெப்பமாற்றம்.

ஈ. எரிதல் வெப்பம். ஒரு மோல் தனிமம் அல்லது சேர்மம் மிகையளவு ஆக்சிஜனில் எரியும் போது வெளியாகும் வெப்பம். எரிதல் எப்பொழுதுமே ஒரு வெப்ப உமிழ்வினையாதலால், எரிதல் வெப்பத்தின் குறியீடு எப்போதும் (-) ஆகவே இருக்கும்.

உ. தொகையிட்டுக் கரைசல் வெப்பம். ஒரு மோல் கரைபொருளை ஒரு குறிப்பிட்ட கரைப்பானில் கரைத்து குறிப்பிட்ட செறிவுடைய கரைசலைத் தயாரிக்கையில் நிகழும் வெப்பமாற்றத்தின் அளவு அக்கரைபொருளின் தொகையிட்டுக் கரைசல் வெப்பம்.

சமன்பாடுகள்

ஊ. வகைக்கெழு கரைசல் வெப்பம். ஒரு மோல் கரைபொருளை அதே கரைபொருளின் நிறைந்த அளவிலான கரைசலில் கரைக்கும்போது தோன்றும் வெப்பமாற்றம்.

சமன்பாடுகள் (H-1)

இவ்விருக் கரைசல் வெப்பங்களுக்கும் இடையே ஈறிவாநீர்த்த கரைசல்களில் வேறுபாடில்லை. எனினும் 0.5% மோலால் கந்தக அமிலத்தில் இரண்டுக்கும் வேறுபாடு 8.4 கி.கு. உள்ளது.

எ. நீர்த்தல் வெப்பம்.

ஒரு மோல் கரைபொருளைக் கொண்ட கரைசலுடன் மிகுந்த நீரைச் சேர்த்து கரைசலை ஒரு செறிவிடமிருந்து மற்றொரு செறிவிற்கு மாற்றும்போது தோன்றும் வெப்பமாற்றம் அக்கரைசலின் நீர்த்தல் வெப்பமாகும்.

ஏ. பதங்கமாதல் வெப்பம்.

ஒரு மோல் திண்மம் உருகாமல் நேரடியாக வளிமமாக மாறுவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம்.

ஐ. உருகுதல் வெப்பம்.

ஒரு மோல் திண்மம் உருகி திண்மமாவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம்.

ஓ. பிணைப்பாற்றல்.

ஒரு மோல் வளிம நிலையிலுள்ள சேர்மத்தில் இடம்பெற்றுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட பிணைப்பை முறிக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவு, சில முதன்மையான, எளிய சகபிணைப்புகளின் பிணைப்பாற்றல்கள் அட்டவணை 2-இல் தரப்பட்டுள்ளன.

ஒரு சேர்மத்தின் எரிதல் வெப்பத்திற்கும், அதில் இடம்பெற்றுள்ள பிணைப்புக்களின் பிணைப்பாற்றல்களுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளது. எனவே இரேவின்னியைத் தொகுதியைக் கொண்டவடிவ வரிசைச் சேர்மங்களில் அடுத்தடுத்த சேர்மங்களின் எரிதல் வெப்பங்களுக்கு இடையேயான வேறுபாடு ஒரு மாறிலி ஆகும். படிவரிசையில் அடுத்தடுத்த சேர்மங்களின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் ஒரு $-CH_2-$ (மெத்திலின்) தொகுதியால் மட்டுமே வேறுபடுவதால் இம்மாறிலி CH_2 -மெத்திலீன் என்ற தொகுதியில் பிணைப்பாற்றலேயாகும்.

(குறை) டிபமெல்

பிணைப்பாற்றல் பிணைப்பின் சூழலில் அமைப்பைப் பொருத்தும் மாறுபடும். $C=O$ தொகுதி மூலக்கூறு சேர்மங்களில் இடம்பெறுகிறது. ஆல்டிகைட்டு, கிட்டோன், அமிலம், எஸ்டர், அமில குளோரைடு, அமில அமைடு, அமில் நீரிலி என

வெவ்வேறாக உள்ளது. எனவே பிணைப்பாற்றல் ஒரு அமைப்புப்பண்பாகும்.

ஓ. உணவு அல்லது எரிமத்தின் வெப்ப ஆற்றல் அளவு அல்லது கலோரி மதிப்பீடு.

எடையுள்ள உணவுப் பொருளை அல்லது எரிபொருளை மிகையான ஆக்சிஜனில் முழுதும் எரிக்கையில் வெளியாகும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு கலோரி மதிப்பீடு ஆகும்.

1-அமைப்பு

விலங்கினம் உறங்கும்போதும் விழித்திருந்து வேலை செய்யும்போதும் இதயம், நுரையீரல் முதல் பல உறுப்புக்கள் சீராக இயங்குவதற்கு ஆற்றல் தேவை, உயிரை உடலுடன் இணைத்து வைப்பதற்குத் தேவைப்படும் சிறும் ஆற்றலின் அளவு மனித இனத்திற்கு நாளொன்றுக்கு சராசரி 6700 கி.கு. ஆகும். உணவுப் பொருளை காற்றில் எரிப்பதால் கிடைக்கும் ஆற்றலின் அளவே நாம் அதே அளவு அதே வகை உணவை உட்கொள்வதாலும் கிடைக்கும். எனினும், இரு வழிமுறைகளுக்கும் ஒரு பெருத்த வேறுபாடு உள்ளது. காற்றில் எரிக்கையில் இவ்வெப்ப ஆற்றல் விரைவில் உமிழப்பட்டு வீணாகிறது. நாம் உடலில் செரிக்கப்படும்போது இவ்வினை உடல்வேறு கட்டங்களாக மெல்ல நிகழ்ந்து, ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் சிறிது சிறிதாக ஆற்றலை வெளியிடுகிறது. இதனால் நமக்குத் தேவைப்படும் போது ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் வாய்ப்பு உண்டாகிறது. உணவுப் பொருள்களின் வெப்ப ஆற்றல்களை அறிவதற்கு எடைதெரிந்த உணவுப் பொருளை மிகையான அளவு ஆக்சிஜனில் எரித்து, வெளிவரும் வெப்பத்தைத் தெரிந்த எடையில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட நீரில் உறிஞ்சி, நீரின் வெப்பநிலை உயர்வை அளத்தல் வேண்டும். சிலவகை உணவுப் பொருள்களின் வெப்ப ஆற்றல் அளவுகள் அட்டவணை 3-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

எரிமங்களின் கலோரி மதிப்பீடு.

எரிமங்களுள் திண்மம், நீர்மம், வளிம என மூன்று வகைகள் உள்ளன. திண்ம எரிபொருள்கள் புகையையும், சாம்பலையும் மிகுதியாக விளைவிப்பவை இவற்றை இடம் விட்டு இடம் எடுத்துச் செல்வது எளிதல்ல. வளிம எரிபொருள்கள் வீடு, ஆய்வகம் ஆகியனவற்றிலும், நீர்ம எரிபொருள் தானுந்திகளிலும் (automobiles)

பயனாகின்றன. எரிபொருளின் கலோரி மதிப்பீடு பண்டைய காலத்தில் BTU, மற்றும் கலோரி/கிராம் என்ற அலகுகளில் குறிப்பிடப்பட்டன. தற்போது கி.சூ./கி.கிராம் என்ற அலகில் குறிப்பிடப்படுகிறது. தூய ஹைட்ரஜனை அடுத்து கலோரி மதிப்பு கூடுதலாகப் பெற்ற வளிம நிலை எரிமம் திரவநிலை பெட்ரோலிய வளிமங்கள் (L.P.G.) ஆகும். ஹைட்ரஜன் 1,42,000 கி.சூ./கி.கிராம். (L.P.G.) 49400 கி.சூ./கி.கிராம்.

அட்டவணை-1

(திரள் நிலை குறிப்பிடப்படாதவை வளிமங்கள்)

சேர்மம் உருவாதல் வெப்பம்
கி.சூ./மோல்

H ₂ O (நீ)	- 286
CO ₂	- 394
CO	- 110.4
CH ₄	- 73
C ₂ H ₄	+ 52
C ₂ H ₂	+ 232
C ₆ H ₆ (நீ)	+ 51
C ₆ H ₁₂ O ₆ (நீ)	-1265
CS ₂ (நீ)	+ 88
SO ₂	- 287
C ₂ H ₆ (நீ)	- 84
NH ₃	- 46

அட்டவணை-2

பிணைப்பு பிணைப்பு ஆற்றல்
கி.சூ./மோல்

C-C	345
C=C	610
C≡C	835
C-H	416
C-N	304
C≡N	889
C-O	358
C=O	749
C-F	450

C-C1	339
C-Br	284
C-I	213
N-H	391
O-H	490
N-N	163
O-O	146

அட்டவணை-3

உணவு 1.கி.கிராம்
செரிக்கப்படும் உணவிலிருந்து
கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றல்
(கி.சூ.)

ஆப்பிள்	1800
இறைச்சி	13050
ரொட்டி	11090
வெண்ணெய்	33180
முட்டை	6570
சர்க்கரை	15900
பால்	2695
உருளைக்கிழங்கு	3138

துணைநூல்கள். Paul ander and Anthony J. Sonnessa, *Principles of Chemistry*, The Macmillan company, New york.1965; Gilbert W. Castllan, *Physical chemistry*, Addison-Wesley, Massachussets, 1964; sybil B. Parker (Ed.), *McGraw hill Encyclopaedia of Chemistry*, New York, 1983.

வெபர் (அலகு)

வெபர் (weber) என்பது மீட்டர்-கிலோகிராம்-நொடி முறையில் காந்தப்பெருக்கின் (magnetic flux) அலகும் காந்தத்துருவ (magnetic pole) வலிமையின் அலகுமாகும்.

B என்ற காந்தத்தூண்டல் (magnetic induction) B க்குச் செங்குத்துத் திசையில் ஒற்றைப் பரப்பில் (unit area) Bக்கு இணை திசையில் அமையும் காந்தக்கோடுகளின் எண்ணிக்கையால் குறிப்பிடப் படுகிறது. காந்தத்தூண்டல் B நியூட்டன்கள்/ஆம்பியர் மீட்டரிலும், பரப்பு சதுர மீட்டரிலும் அளக்கப்படும்போது காந்தத்தூண்டலின் பெருக்கு வெபர் என்ற அலகில் குறிக்கப்படும். இங்கு வெபர் என்பது காந்தத்தூண்டலின் ஒற்றைக்கோட்டைக் குறிக்கும். அப்போது காந்தப்பெருக்கு அடர்த்தி (flux density) அல்லது காந்தத்தூண்டல், ஒற்றைச் சதுர மீட்டரில் அமையும் வெபர்களால் அளக்கப்படும். ஒற்றைச்சதுர மீட்டரில் அமையும் வெபரும் நியூட்டன்/ஆம்பியர்-மீட்டரும் ஒன்றுக்கொன்றுச் சமமானவை. வெபரை நியூட்டன்-மீட்டர்/ஆம்பியர் அலகிலும் குறிப்பிடலாம். காண்க: அலகுகளும் செந்தரங்களும், மின்னியல், காந்தத்தூண்டல், காந்தப்புலம், காந்தப்பெருக்கு நிலைக்காந்தவியல் (magnetostatics).

உலோ.செந்தமிழ்கோதை

துணைநூல். McGraw-Hill Encyclopaedia of science and Technology, Fourth edition vol.14, McGraw-Hill book company, New york, 1977.

வெர்னர், ஆல்ஃபிரட்

இவர் சுவீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியலார் ஆவார். அணைவுச் சேர்மங்களின் மூலக்கூறு கட்டமைப்புக் குறித்த இவர்தம் ஆய்வுகளுக்காக 1913ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

ஆல்ஃபிரட் வெர்னர் (Alfred werner) 1866 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் திங்கள் 12ஆம் நாள் பிறந்தார். சூரிச் பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் பட்டத்தைப் ஆர்தூர் ஹேன்ட்ல்க் என்பாருடன் இணைந்து ஆக்சிம்கள் குறித்து நடத்திய ஆய்வுகளுக்காகப் பெற்றார். ஆக்சிம்களின் மூலக்கூறு அமைப்பை விளக்க இவர் உருவாக்கிய முப்பரிமாண விளக்கம் புறவெளி வேதியியல் (stereochemistry) பிரிவின

வளர்ச்சிக்குத் துணையாக அமைந்தது. இதனைத் தொடர்ந்து பாரிஸில் மார்செலின் பெர்தலாட் என்பாருடன் சேர்ந்து சில காலம் பணியாற்றிவிட்டு 1891இல் மீண்டும் சூரிச் நகர் திரும்பினார். 1893 முதல் அவர் இறக்கும் வரை ஆசிரியர் என்று பலராலும் பாராட்டப்பெற்றார்.

1891இல் வெர்னர் தனது புகழ்பெற்ற அணைவுச் சேர்மக் கோட்பாட்டை வெளியிட்டார். அவரும் அவரது மாணவர்களும் பல அணைவுச் சேர்மங்களைத் தயாரித்து வகைப்படுத்தினர். அவர்தம் கோட்பாட்டில் சில மாற்றங்கள் செய்யப்பட்ட போதிலும் அது நவீன கனிம வேதியியலுக்கும், பிணைப்புக் கோட்பாடுகளுக்கும் சிறந்த அடித்தளமாக அமைந்தது. வெர்னர் சூரிச் நகரில் 1919 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 15 ஆம் நாள் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

வெர்னியர்

ஓர் எளிய அளவுகோலைக் கொண்டு பொருளின் நீளத்தை மில்லிமீட்டர் அளவுக்குத்தான் திருத்தமாக அளக்க முடியும். மேலும் குறைவான நீளத்தை நுண்மையாக அளவிட ஓர் ஆணை அளவுகோலும் பயன்படுத்தப்பட வேண்டியுள்ளது. இத்தகையதொரு அமைப்பினை முதன் முதலில் பியர் வெர்னியர் என்பவர் கண்டதால் அது வெர்னியர் அளவுகோல் என வழங்கப்பட்டது. வெர்னியர் அளவுகோல் தனித்துச் செயல்படாது. ஓர் எளிய அளவுகோலுடன் இணைந்தே பயன்படும். வெர்னியர் அளவை முதன்மை அளவை மீது நகரும் வகையில் அமைந்துள்ளது. வெர்னியர் அளவுகோல் இரு வகைப்படும். வெர்னியரில் உள்ள பகுதிகள் முதன்மை அளவையின்-1 அல்லது 1 பகுதிகளுக்குச் சமமாக இருக்கும். முன்னது முன்னோக்கி அளவிடுவது, பின்னது பின்னோக்கி அளவிடுவது. பெரும்பாலும் நடைமுறையில் முன்னதே வழக்கில் உள்ளது.

முதன்மை அளவையிலுள்ள 9 பகுதிகள் வெர்னியர் அளவையில் 10 பகுதிகளாகின்றன. இதனால் ஒவ்வொரு வெர்னியர் அளவைப் பகுதியும் ஒரு முதன்மை அளவுப் பகுதியில் 9/10 ஆகிறது.

வெர்னியரின் துணைகொண்டு அளக்கக்கூடிய மீச்சுற்றளவு முதன்மை அளவைப் பகுதி-1 வெர்னியர் அளவைப் பகுதி எனவே, மில்லிமீட்டரைப் பகுதியாகக் கொண்டுள்ள முதன்மை அளவைக் கோலின் துணைக்கொண்டு பொருளின் நீளத்தை அளக்க வேண்டுமானால் 9/10 மில்லிமீட்டரைப் பகுதியாகக் கொண்ட ஒரு வெர்னியர் அளவை தேவைப்படும். வெர்னியரில் 9 மில்லிமீட்டரை 10 பகுதிகளாகப் பகுத்திருக்க வேண்டும்.

வெர்னியர் அளவையின் 0 கோடு முதன்மை அளவின் 10 ஆம் கோட்டுடன் பொருந்தினால் வெர்னியர் அளவையின் 10-ஆம் கோடு முதன்மை அளவையின் 19-ஆம் கோட்டுடன் பொருந்திக் காணும் வெர்னியர் அளவையின் 1-ஆம் கோடு முதன்மை அளவையின் 11-ஆம் கோட்டுடன் பொருந்துமாறு வெர்னியர் அளவை நகர்த்தப்பட்டால் வெர்னியர் அளவை 1/10 மி.மி நகர்த்தப்பட்டுள்ளது என அறியலாம். வெர்னியர் அளவையின் 2 ஆம் கோடு பொருந்தினால் 2/10 மி. மீ. நகர்த்தப்பட்டுள்ளது என்பது தெளிவு. வெர்னியர் அளவைக்குறிப்புடன் வெர்னியர் அளவையின் 0 கோட்டுக்கு முன்னர் உள்ள முதன்மைக்கோல் அளவைக் குறைப்பையும் சேர்த்து மொத்த அளவீட்டைத் திருத்தமாகக் காணலாம்.

வெள்ளணு மிகைப்பு

வெள்ளை அணுக்களை உருவாக்கும் திசுக்கள் அளவிற்கதிகமாக பெருகுவதுதான் இந்நோயின் அடிப்படைத் தன்மையாகும். இந்நோய் வெள்ளை அணுக்களின் புற்றுநோய் ஆகும். இது வளர்ந்து கொண்டே வரும் கொடிய நோய்.

வெள்ளணு மிகைப்பு

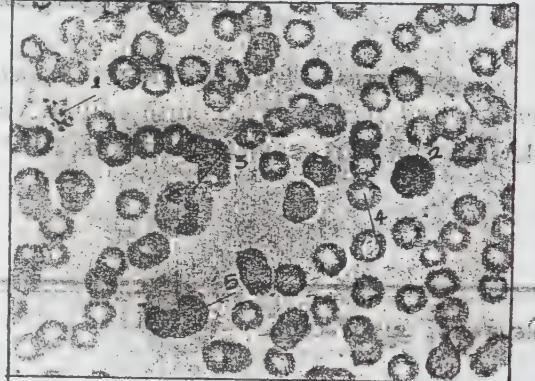
தீவிரமான வகை மெல்லப் பரவும் வகை

மைலாய்டு லிம்போசைடிக் மைலாய்டு லிம்போசைடிக் (myeloid) (lymphocytic)

இந்நோய் ஆரம்பித்து நோயாளி உடல் வெகுசில நாட்களுக்குள் நலிவுற்ற நிலையில் நோயாளியின் உயிருக்கு சில ஆண்டுகாலம் ஊறு விளைகிறது இருக்க முடியும்.

வெள்ளை அணுக்களின் வெள்ளணு முன்னோடிகள் மிகைப்பு இருக்குமே இரத்தத்தில் காணப்படும் தவிர அவை முற்றிய நிலையில் காணப்படும்.

மேற்கண்ட நான்கு வகைகளையும் தனித்தனியே நோக்குவோம்.



1. தட்டணுக்கள்
2. லிம்போசைட்
3. கிரானுலோசைட்
4. எரிதரோசைட்
5. மோனோசைட்

இரத்திலுள்ள வெள்ளணு மிகைப்புகள்

தீவிரமான மைலாய்டு வெள்ளணு மிகைப்பு.

ஆரம்ப காலத்திலேயே தீவிரமாக இருக்கும். அத்துடன் சுரமும் அசதியும் இருக்கலாம். அதிகமாக பெருகிய வெள்ளணுக்களால் எலும்புச் சோறு சரிவர வேலை செய்ய முடியாமல் அழுத்தப்படுவதால், இரத்த சோகையும், இரத்தக் கசிவும் ஏற்படுகின்றன. மண்ணீர் வீங்கி காணப்படும்.

நோய் முதல் நாடி ஆரம்பகட்டத்தில் எலும்புச் சோறில் மட்டும் தான் மைலோ பிளாஸ்ட் (myelo blast) அணுக்கள் காணப்படும். நாளடைவில் அவை இரத்த ஓட்டத்திலும் கலந்துவிடுவதால் இரத்தப் பரிசோதனையிலும் தெரியும். உயர்வெண்ணெய் நோயின் காலத்தில் இரத்தப் பரிசோதனை மூலம் கண்டறியப்படும்.

சிகிச்சை. பல வகை மருந்துகளை ஒன்று சேர்த்து கொடுத்தாலும்கூட 70 சதவிகிதத்தினருக்கே நோயின் தீவிரத்தைக் குறைக்க முடியும். பானோருபிசின் சைட்டராபின் தயோகுவானின் பிரிமீனிலொலோன் ஆகிய மருந்துகளை இடைவெளி விட்டுத் திரும்ப திரும்ப கொடுக்க வேண்டும். நோயின் அறிகுறிகள் 10-18 மாத காலம் வரை கட்டுக்குள் அடங்கி இருக்கும். நோய் மீண்டும் தோன்றும்போது அதே மருந்துகளை திரும்பக் கொடுத்தாலும் அதே அளவு பலனிருப்பதில்லை. இரத்தத்தட்டணுக்கள் (platelets) இரத்தம் முதலியவை நோயாளிக்கு செலுத்துதல் அவசியமாகும். எலும்புச் சோறை மாற்றியமைக்கும் முறை நல்ல பயனளிக்கிறது.

தீவிரமான லம்போபிளாஸ்டிக் வெள்ளணு மிகைப்பு. இது பெரும்பாலும் சிறு குழந்தைகளையே பாதிக்கிறது. உடவுண் நோயியம் உள்ளவர்களை அதிகமாக பாதிக்கிறது. 0.0 நோயாளிகளில் 1.0 க்கு மேல் 75.0 நம்பலி அடங்கி 0.5.0 க்கு மேல்

எலும்புச் சோறு தூக்கப்படுவதால் அது சரியாக வேலை செய்ய முடியாமல் போகிறது. மண்ணீரலும், கல்லீரலும் வீங்கி காணப்படும். நோய் முதல் நாடி இரத்தப் பரிசோதனை மூலம் எலும்புச் சோறு பரிசோதனை மூலமும் இந்நோயினைக் கண்டறியலாம்.

பிரிட்னிசொலோன் 40 மில்லி கிராமும், வின்கிரிஸ்டின் 2 மில்லி கிராமும் வாரந்தோறும் வாய் வழியாக கொடுத்துத் தர வந்தால் 80-90 சதவிகிதத்தினருக்கு நோயின் தீவிரம் குறைகிறது. 50 சதவிகிதத்தினருக்கு மத்திய உறும்பு மண்டலமும் தூக்கப்படுவதால் மூளை தண்டு விட்ட நீர்மத்தின் வழியாக ஊடுருவி சென்று பயனளிக்கும், மருந்துகளை உபயோகப்படுத்த வேண்டும். உட்கொடுப்பதற்கு கதிர்வீச்சும் மெத்தோடி ரெக்சேட் என்ற மருந்தும் அவசியம்.

40 சதவிகிதத்தினர் நோய் குணமடைந்து நல்ல நிலையை அடைகின்றனர்.

மெல்லப் பரவும் மைலாய்டு வெள்ளணு மிகைப்பு. இது பெரும்பாலும் 35-60 வயதுள்ள ஆண்களைத் தாக்குகிறது. ஆண்குறி விறைத்தல் இந்நோயின் முதல் அறிகுறியாகும். எடையிழப்பு, இரத்த சோகை, தோல் பாதிப்பு ஆகியவையும் காணப்படும். மண்ணீரல் பெரிதும் வீங்கி காணப்படும்.

பரிசோதனை. இரத்தத்தில் வெள்ளணு மிகைப்பும் வெள்ளணுக்களின் முன்னோடிகளும் இருக்கும். 90 சதவிகிதத்தினரிடம் பிலடெல்ஃபியா குரோமோசோம் (philadelphia chromosome) காணப்படும்.

சிகிச்சை. பூசல்பான் மெர்கேப்டோப்யூரின் ஆகியவை கொடுக்கப்படுகின்றன.

மண்ணீரலுக்கு பாதிப்பு எக்ஸ்ரேய்களில் வீச்சு பலனளிக்கிறது. இரத்தப் பரிசோதனை மூலம்

நோயாளியின் குறைகளைத் தீர்க்க அதற்கேற்றபடி மருந்துகளை கொடுக்கலாம்.

நோயாளி 3/4 ஆண்டுக்காலம் வாழக்கூடும்.

மெல்லப்பரவும் லிம்போசைடிக் வெள்ளணு மிகைப்பு. இது தான் பொதுவாக அதிகமாகக் காணப்படும் வகையாகும். இது பெண்களைவிட 45 வயது ஆன ஆண்களைத்தான் அதிகம் பாதிக்கிறது. ப்ணர்ச்சி தாண்டி இயலாது மலைய போவதுதான் பெரும்பாலான குறையாகும். மேலும் மிகவும் சோர்வடைதல் உடல் நலம் குன்றிய நிலையில் இருத்தல், தோல் பாதிப்பு ஆகியவை இருக்கும். கல்லீரல், மண்ணீரல், நிணநீர் கணுக்கள் ஆகியவை வீங்கி காணப்படும்.

பரிசோதனை. இரத்தம் வெள்ளணு மிகைப்பும், மிகைம குறிப்பாக ஹாமி மிகையாக லிம்போசைட்டுகளும் காணப்படும்.

சிகிச்சை. வாருளோரம்புசில் 2x4 மி.கி.

பிரட்னிஸொலோன் 40.மி.கி. ஆகியவை தினமும் கொடுக்க வேண்டும். சிரை வழி இரத்தம் கொடுக்கலாம். பொதுவாக 4 வருடம் அல்லது அதற்கு மேலும் உயிர் வாழ்வார்கள். சிகிச்சை அவர்களைக் குறையற்று வைத்திருக்க உதவுகிறதே தவிர குணப்படுத்துவதில்லை.

துணைநூல்கள். John Macleod, *Principles and Practice of Medicine*, Fourteenth Edn. ELBS Churchill livingstone 1984.

வெள்ளரி

இதனைக் கக்கரி என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரவியல் பெயர் குக்குமிஸ் சட்டைவஸ் ஆகும். இது ஒரு பருவச்செடியாகும். இது இந்தியா முழுவதும் கோடைக் காலங்களில் சாகுபடியாகின்றன. இப்பயிர் ஜூன், செப்டம்பர் மற்றும் ஜனவரி, ஏப்ரல் மாதங்களில் ஹெக்டேருக்கு 1-3 கிலோ விதையளவில் ஊன்றப்படுகிறது. 0.6 மீ. இடைவெளியில் குழிகள் தோண்டி அதில் விதைகள் ஊன்றப்படுகின்றன.

தாவர சிறப்புப் பண்புகள். இது வேர்விட்டு படரும் செடி. பற்றுக்கம்பிகள் எளிமையானவை. இலைகள் முழுமையாகவோ, கைவடிவமாகவோ இருக்கும். 3-7 மடலானவை அல்லது 5 கோணமுடையவை. பற்களுடனோ கூற்றுனிப் பற்களுடனோ காணப்படும். மஞ்சரி கற்றையானது. மலர்கள் ஒரு பாலானவை. மஞ்சள் நிறமாயிருக்கும். குறுகிய நரம்புகளுடையவை ஆண்மலர்கள் கொத்தாக இலைக்கோணங்களில் இருக்கும். பெண் மலர்கள் தனியாக அமைந்தவை புல்லி குழல் பம்பர வடிவமாகவோ, மணி வடிவமாகவோ இருக்கும். மடல் 5 அல்லிகள் மணி வடிவானவை. மடல்கள் 5 நீள் சதுரமாகவோ முட்டை வடிவமாகவோ இருக்கும்; கூர்மையானவை; மகரந்தத்தாள்கள் மூன்று பிரிந்தவை. ஒன்று ஓர் அறை கொண்டு இரண்டு ஈர் அறைகள் கொண்டும் இருக்கும். அறைகள் சுருண்டு

மடங்கியிருக்கும். பல சூல்கள் கிடைமட்டத்தில் மூன்று உட்சுவர்ச் சூலொட்டு முறையில் அமைந்திருக்கும். சூல்தண்டு குறுகிறது. சூல்மூடி மூன்று மழுங்கியவை. வெடியாக்கனி விதைகள் பல. நீள் சதுரமாகவோ முட்டை வடிவமாகவோ இருக்கும். கனி வழவப்பாக உரோமங்களுடன் இருக்கும். இது விதையோடு படரும் கொடி.

வெள்ளரியின் பிஞ்சு தின்பதற்கு ருசியாகவும் மணத்துடனும் இருக்கும். பிஞ்சும் பச்சையாக இருக்கும். காய் பழுத்தபின் தோல் பழுப்பு மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும்.

சத்துக்கள். நூறுகிராம் உண்ணும் பகுதியில், புரதம் 0.4 கிராம், கொழுப்பு 0.1 கிராம், நார்ப்பொருள் 0.4 கிராம், மாவுப் பொருள் 2.5 கிராம் உள்ளன. மேலும் கால்சியம் 10 கிராம், பாஸ்பரஸ் 25மி.கி., இரும்புச் சத்து 1.5மி.கி., தயமின் 0.3மி.கி, யாசின் 0.2 மி.கி., வைட்டமின் சி சத்து 7 மி.கி., மக்னீஷியம் 11.மி.கி. சோடியம் 10.2மி.கி., பொட்டாசியம் 50மி.கி., தாமிரம் 0.1 மி.கி., கந்தகம் 17 மி.கி., குளோரின் 15 மி.கி, நைட்ரஜன் 0.6 மி.கி. உள்ளன. நைட்ரஜன் ஒரு கிராமில் அமினோ அமிலங்களான அர்ஜினைன் 0.06 கிராம், மெத்தியோனைன் 0.6 கி., ஹிஸ்டிடின் 0.47 கி., லியூசின் 0.26 கி., டிர்ப்டோ 1பேன் 0.27 கி., ஐசோலூசின் 0.19 கி., பினைல் அலனின் 0.05கி., வேலைன் 0.21 கி., டைரோசின் 0.14 கி. முதலியன உள்ளன. மேலும் 100 கிராம் உண்ணும் வெள்ளரியில் 13 கிலோ காலோரி சக்தி கிடைக்கிறது.

மருத்துவப் பண்புகள். வெள்ளரிப்பிஞ்சு தாகத்தை அடக்கும். குளிர்ச்சியைத்தரும் பசியைத்தூண்டும். உணவை எளிதில் சீரணிக்கச் செய்யும் மேலும் மூத்திரத் தாரைத் தினைவு, நீர்ச்சுருக்கு குணமாக உதவிபுரியும். காய்ப்பசையை முகத்தில் தடவி வர முகப்பரு நீங்கும். உடலில் தேய்க்க உடற் பகுதிகளில் உண்டாகும் எரிச்சல் நீங்கும். வெள்ளரிப் பழத்தில் இருக்கும் சதைப்பகுதியைப் பிரித்தெடுத்து அதை நசுக்கி சாறு எடுத்து உப்பு அல்லது சர்க்கரையைச் சேர்த்து அருந்த, வெயிலின் கொடுமையினால் ஏற்படும் தாகம் தணிந்து புத்துணர்ச்சி உண்டாகும்.



வெள்ளரி

வெள்ளரிப்பழத்தின் விதைகளைப் பிரித்தெடுத்து வெயிலில் காய வைத்து மேல்பகுதியை நீக்கி பின் உள்ளிருக்கும் பருப்பை மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். இவ்விதை இனிப்பாக இருக்கும். இது குளிர்ச்சியைத் தரும். இரத்தத்தைச் சுத்தப்படுத்தும்; வறட்சியைப்போக்கும். தசை வெடிப்பு மூத்திரத்தாரை, எரிச்சலைப்போக்கும் ஈரல்நோய்கள், இரைப்பை நோய்கள், வளிமம் ஆகியவற்றைப் போக்கும். உடல்பலவீனத்திற்கு வெள்ளரிவிதைப் பருப்புடன், வாதுமைய்பருப்பு சேர்த்து சூடான பாலில் ஊறவைத்து அத்துடன் தேன் சேர்த்து இளஞ்சூடான பதத்தில் அருந்த இது உடல் நலம் தரும். இவ்வாறான மருத்துவப் பண்புகளினால், வெள்ளரி விதைகளைத் தாம்பூளத்துடன் உண்ணுவது வழக்கம். மேலும் வெள்ளரி இலைகளைச் சீரகத்துடன் கலந்து வறுத்து பொடி செய்து உட்கொள்ள தொண்டையில் உண்டாகும் நோய்கள் போகும். இதனுடன் சர்க்கரையைச் சேர்த்து உணை சிறுநீர் பெருகும்.

இராதா

துணைநூல். கே.கே.ராமுர்த்தி, தமிழ்நாட்டுத் தாவரங்கள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1978.

வெள்ளி

இவ்வேதித் தனிமத்தின் குறியீடு Ag. அணு எண் 47; அணுநிறை எண், 107.868; பளபளப்பான வெண்மை நிறமுடையது. கனமானதோர் உயர்வகைத் தனிமமாகும். வணிக முறையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. தாமிரம், வெள்ளி மற்றும் தங்கம் இணைந்து தனிம வரிசை அட்டவணையில் IB தொகுதியாக இடம்பெறுகிறது. பண்டைக் காலம் முதலாகவே அறியப்பட்ட ஓர் உலோகம். கி.மு.360ஆம் ஆண்டிலே வாழ்ந்த எகிப்திய அரசர் மிளேஸ் என்பவரைப் பற்றிய புத்தகத்தில் வெள்ளியைப் பற்றிய செய்தி காணப்படுகிறது.

அர்ஜெண்டம் (argentum) என்ற லத்தீன் மொழிப் பெயரிலிருந்து இத்தனிமத்தின் பெயர் வரப் பெற்றது. 25 ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டது. இவற்றில் 9 அணுக்கரு மாற்றிய ஐசோடோப்புகளாக (nuclear isotopes) உள்ளன. இவ்வகை ஐசோடோப்புகளின் நிறை 102 - 117 வரை உள்ளன. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளில் Ag-114 என்ற ஐசோடோப் மிக குறைந்த அரை ஆயுள் காலமான ஐந்து விநாடிகளைப் பெற்றுள்ளது. Ag-108 ஐசோடோப்பு நீண்ட அரை ஆயுள் காலமான 500 வருடங்களைக் கொண்டது சாதாரணமாக நாம் பயன்படுத்தும் வெள்ளி 52% Ag107p48/Ag109p உள்ளன.

பயன்கள். தூய வெள்ளியைவிட உலோகக் கலவையே பயன் மிக்கது. பண்டைக் காலம் முதற்கொண்டே வெள்ளி, தங்கம் மற்றும் தாமிரம் நாணயங்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன. எனவே இவை நாணய உலோகங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. உலோகங்களில் மிக அதிவெப்பக் கடத்துத் திறனும், மின்கடத்துத் திறனும் பெற்றிருக்கிறது. இதன் மின்தடை 20°C-இல் 1.59 மைக்ரோ ஒம்/ செ.மீ. ஆகும். எனவேதான் மின் கருவிகளில் தொடு புள்ளிகள் (electrical contact points) அமைப்பில் பயன்படுகிறது.

ஆபரணத் தயாரிப்பில் வெள்ளி பெரிதும் பயன்படுகிறது. வெள்ளிப் பாத்திரங்கள் வாழ்வில் தினமும் பயன்படக்கூடியவை. மருத்துவத் துறையில் பயன்படும் சில கருவிகள் வெள்ளியினால் செய்யப்பட்டவையே ஆகும். வெள்ளி - ரசக் கட்டு பற்குழிகளை அடைக்கப் பயன்படுகிறது. சில எந்திரங்களின் உந்துத் தண்டுகள் வெள்ளியினால் ஆனது. நுண்ணுயிர்களை அழிக்கும் இயல்பு இவ்வுலோகத்திற்கு உண்டு என்பதால்தான் மருத்துவத் துறையில் அறுவைச் சிகிச்சைக்காக கருவிகளைப் பாதுகாக்கும் பெட்டியின் உப்புறம் இவ்வுலோகத்தினால் பூசப்படுகிறது.

கிடைக்கும் இடம். இது கிடைப்பதற்கு அரியதோர் உலோகம். மற்றத் தனிமங்களுடன் கிடைக்கும் அளவை ஒப்பிடும்போது இது 63-வது இடத்தையே வகிக்கிறது. புவிப் பரப்பில் 0.000001 முதல் 0.00001% வரை உள்ளது. மற்ற சில

உலோகத்துடன் சேர்ந்து இணைந்துள்ள உலோகக் கலவையாகவும், பசிலை இடங்களில் தனியாகவும் கிடைக்கிறது. நார்வே நாட்டில் தான் தனித்த நிலையில் வெள்ளி கிடைக்கும் பெரிய சுரங்கம் உள்ளது. சுமார் 680 கிலோ எடையுள்ள பெரிய வெள்ளிக் கட்டிகள் இச்சுரங்கத்தில் தான் காணப்பட்டன. எனினும், வெள்ளித் தாதுக்களாக கிடைக்கிறது. அர்ஜெண்டைட் (argentite Ag_2S) ஒரு முக்கியத் தாது. செராற்கிரைட் (cerargyrite) அல்லது ஹார்ன்சில்வர் மற்றொரு முக்கியத் தாது ஆகும். சல்ஃபைடுத் தாதுக்கள் பலவாறு காணப்படுகின்றன. ஸ்டீபனைட் (stephanite) $5Ag_2S \cdot Sb_2S_5$, பர்லிபசைட் (poly basite) $(Ag_2S) \cdot (As_2S_3)$, புருசைட் (prusite) $3Ag_2S \cdot As_2S_3$, பைராட்கிரைட் (pyrargyrite) $3Ag_2S \cdot Sb_2S_3$.

நாம் பயன்படுத்தும் வெள்ளியில் முக்கால் பகுதி மற்ற உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பதில் உப்பொருளாகவே பெறப்படுகிறது. குறிப்பாக தாமிரம் மற்றும் காரீயத் தயாரிப்பின் போது உப உலோகமாக வெள்ளி கிடைக்கிறது. பழைய நாணயங்களை உருக்கி குறிப்பிட்ட தக்க அளவில் வெள்ளி பெறப்படுகிறது. மேலும் நிறழ்படத் தொழிலில் சோடியம் தயோசல்ஃபேட்டால் கழுவி பெறப்படும் வேண்டாக் கரைசலில் இருந்து வெள்ளி பெறப்படுகிறது.

உலோகம். குழாய் வெள்ளி ஒருளவு மென்மையானது. கூடந் தங்கத்தை விட சிறிது கடினமானது. தேய்ந்தால் மிகப் பளபளப்பாக இருக்கும். ஏனெனில், இவ்வுலோகம் தன் மீது விழும் ஒலியை 95% பிரதிபலிக்கிறது. தகடாக அடிப்பதிலும், கம்பியாக நீட்டுவதிலும் தங்கத்திற்கு அடுத்த படியானது. வெள்ளியாகும் நீரைவிட 10.5 மடங்கு அடர்த்தியானது. ஒரு கன அடி வெள்ளி 655 பவுண்டு எடையுள்ளது. இதன் உருகுநிலை $960^\circ C$, கொதிநிலை $2220^\circ C$. தங்கமும் வெள்ளியும் எல்லா விகிதத்திலும் நன்றாகக் கலந்து உண்மைக் கரைசலைத் தரும். ஆயிரம் பகுதிக்கு எத்தனைப் பகுதி என்ற வழக்கில், வெள்ளியில் தூய்மை அல்லது தரம் நிர்ணயம் செய்யப்படுகிறது. வணிகத்தில் கிடைக்கும் வெள்ளி 99.9% பங்கு அளவிற்கு தூய்மையானது.

புல்கை கருப்பொருள் அல்லாத பிளவென மென்மையானது. வெள்ளியில் 7.5% தாமிரம்

உள்ளது. இரும்பு கட்டிகளாகவும், உத்தகடுகளாகவும், கம்பிகளாகவும், குழாய்களாகவும், பொடியாகவும் வெள்ளி கிடைக்கிறது.

வேதிப் பண்புகள். உயர்நிலை உலோகங்களில் வெள்ளியே வினை வலிமை மிக்கது. எனினும் மற்ற உலோகங்களுடன் ஒப்பிடும் போது இதன் வினைத்திறன் குறைவு. இது எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை. மாறாக கந்தகத்துடனும் அல்லது உறட்டரஜன் சல்ஃபைடு உடனும் வினைந்து வினைபட்டு இதன் பரப்பு கருமையடைகிறது. ரேடியம் கொண்டு இதன் மீது மின்முலாம் பூசலாம். இதனால் வெள்ளி கருமை நிறம் அடைவது தடுக்கப்படுகிறது. கருமை நிறம் அடைந்த பகுதியை பளபளப்பாக்க வெள்ளி கிரீமை (silver cream) பயன்படுத்தலாம். இங்கு பரப்பின் மேல் உள்ள சல்ஃபைடு அடுக்கை நீக்க சோடியம் குளோரைடு அல்லது சோடியம் பைகார்பனேட்டைக் கொண்டு தேய்க்கலாம். அல்லது வினை வலிமை மிக்க மற்ற உலோகங்களை இதனுடன் தொடர்பு கொண்ட நிலையில் வைக்கலாம். இப்போது சல்ஃபைடு வினை வலிமை மிக்க அலுமினியம் போன்ற உலோகத் தகட்டால் கவரப்பட்டு வெள்ளியை பளபளப்பு உடையதாக இருக்கச் செய்கிறது. பருக்கி வரலாகிய ஆக்சைடு பரலிந்நால் நாமிகொடும் உடைய நீர்த்த உறட்டரோ குளோரிக் அமிலம் அல்லது நீர்த்த கந்தக அமிலம் அல்லது வலுவான காரம் இவற்றுடன் வெள்ளிச் சாதாரண நிலையில் வினைபுரிவதில்லை. ஆனால் அடர்நைட்ரிக் அமிலம் அல்லது அடர் கந்தக அமிலத்துடன் வினைபட்டு வெள்ளி அணைவுச் சேர்மத்தைத் தருகிறது. இவ்வெள்ளி அயனி மூலமாகக் கிடைக்கும். உப்பு எளிதில் நீரில் கரையக் கூடியதாய் உள்ளது. இச்சேர்மத்திலுள்ள வெள்ளியை எளிதாக அணுவாக படியச் செய்வலாம். இத்தன்மையைப் பயன்படுத்தி தான் கரிமப் பொருள்களால் வெள்ளி ஆடியாகக் கிடைக்கவில்லை. வெள்ளி ஆடிப்படிய வைக்கப்படுகிறது. வெள்ளி மூலம் பூசப்படும் துறையில் வினைகளில் வெள்ளி ஆடியை வைக்கப்படுகிறது. வெள்ளி மூலம் பூசப்படும் துறையில் வெள்ளியின் அணைவுச் சேர்மம் ஒடுக்கப்பட்டு வெள்ளியாக வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது. Ag^+ அயனி நிறமற்றது. எனினும் வெள்ளியின் பல

உப்புக்கள் குறிப்பிடத்தக்க நிறத்தைப் பெற்றுள்ளன. உப்பிலுள்ள எதிர் அயனி இதற்கு காரணமாகும்.

உருகிய வெள்ளியில் கரையும் ஆக்சிஜன் அளவு ஆச்சரியத்தை தரக் கூடியது. ஒரு கிராம் வெள்ளியில் அதன் உருகுநிலையில் 20 பருமன் அளவு ஆக்சிஜன் கரையும். குளிர்விக்கப்பட்டவுடன் கரைந்த ஆக்சிஜன் வெளி உமிழப்படும். எனினும் குளிர்விக்கப்பட்ட பின்பு 0.75 பரும பகுதி ஆக்சிஜன் வெள்ளியிலேயே தங்கியிருக்கும்.

சேர்மங்கள். வெள்ளி பொதுவாக ஒற்றை இணைதிறனை சேர்மங்களில் பெற்றுள்ளது. ஆனால் இரட்டை இணைதிறனை பெற்றுள்ள ஆக்சைடு, ஃபுளுரைடு, சல்ஃபைடு ஆகியவை அறியப்பட்டுள்ளது. வெள்ளியின் அணைவுச் சேர்மங்களில் சிலவற்றில் இத்தனிமம் இரண்டு மற்றும் மூன்று இணைதிறன்களை பெற்று இருப்பதைக் காணலாம்.

சேர்மங்கள். வெப்பப்படுத்தும்போது வெள்ளி ஆக்சிஜனேற்றம் பெறுவதில்லை. எனினும், வேதிமுறையிலோ அல்லது மின்பகுப்பு முறையிலோ, வெள்ளி ஆக்சைடாகவோ, அல்லது வெள்ளி பெராக்சைடாகவோ, வெள்ளியை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யலாம். இவ்வினையின் அடப்படையில் தான் கரிம வேதியியலில் வெள்ளி ஒரு ஆக்சிஜனேற்றி வினையூக்கியாக செயல்படுகிறது. வெள்ளி ஆக்சைடு அல்லது பெராக்சைடுவை நேர்மின் முனையாகவும் துத்தநாகத்தை எதிர்மின் முனையாகவும் கொண்டு காரநிலை மின்பகுதிகளை பயன்படுத்தி மின்கலங்களை உற்பத்தி செய்யலாம்.

இம்மின்கலங்களின் எடை, மின்திறன் விகிதம் அல்லது பரும மின்திறன் விகிதம் மிக அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே, இவ்வகை மின்கலங்கள் இராணுவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. இம்மின்கலங்களை மீண்டும் மின்னாற்றலைப் பெறச் செய்யலாம். எனவே இது ஒரு சேமிப்பு மின்கலமாக பயன்படுகிறது. எனினும், இழந்த மின் திறனை சில முறைகளைப் பயன்படுத்தி மீண்டும் பெறச் செய்யலாம். இதன் காரணமாகவும், அதிக விலையின் காரணமாகவும், இம் மின்கலம் குறைவாகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒற்றை இணைதிறனை பெற்றுள்ள நிலையில், வெள்ளி பெருமளவில் அணைவுச் சேர்மங்களை தருகிறது. இங்கு வெள்ளியின் அணைவு எண் இரண்டாகவே இருக்கும். இரண்டு நடுநிலை மூலக் கூறுகளோ எதிர் அயனிகளோ (ligand) லிகாண்டுகளாக அமையும். $[Ag(NH_3)_2]^+$ $[Ag(en)_2]^-$ எனினும் அணைவு எண் மூன்று உள்ள $[Agel_3]^{2-}$ அணைவு அயனிகளும் அறியப்பட்டுள்ளன. $[Agel_4]^{3-}$ மற்றும் $[Ag(en)_4]^{3-}$ போன்ற அணைவு எண் நான்கைக் கொண்ட சேர்மங்களும் கரைசல் நிலையில் அறியப்பட்டுள்ளன. வெள்ளி சயனைடு ஒரு நீண்ட சங்கிலித் தொடர் போன்ற அணைவுச் சேர்மம் ஆகும். இதில் வெள்ளி அயனி, சயனைடு அயனி மாறி மாறி அமைந்துள்ளது.

இரு இணை திறனை உடைய Ag^{2+} அயனியை சிதைவதிலிருந்து காக்க, அணைவு காரணிகளை (complexing agents) பயன்படுத்தலாம். ஆர்த்தோ-பினாந்தரோலின் பிரிடீன் மற்றும் α, α' டை பிரிடீல் போன்றவை சிறந்த அணைவு காரணிகளாகும். மூவிணை திறனுடைய அயனியை நிலைநிறுத்த எத்திலீன் டை பை குவானைடு என்கிற அணைவு காரணியைப் பயன்படுத்தலாம். தங்கம், வெள்ளி, தாமிரம் ஆகிய நாணய உலோகங்கள் அனைத்துமே எளிதில் நைட்ரஜன் கந்தகம் அல்லது ஹேலசன் அணுக்களைத் தரும் லிகாண்டுகள் உடன் அணைவுச் சேர்மத்தை விரைந்து தரும். ஆனால் ஆக்சிஜனைத் தரும் லிகாண்டுகளுடன் இவ்வளவு விரைவாக வினைபுரிவதில்லை. எ-டு: வெள்ளியில் ஹைட்ராக்சைடு அணைவுச் சேர்மங்கள் துத்தநாக ஹைட்ராக்சைடு சேர்மங்களைவிட நிலைப்புத் தன்மை குறைந்தவை. இதனால் வெள்ளி ஆக்சைடு வலுவான சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் மெதுவாகவும், குறைவாகவும் கரையும். ஆனால் துத்தநாக ஹைட்ராக்சைடு விரைந்து, ஹைட்ராக்சைடு தொகுதியில் ஈதல் பிணைப்பை ஏற்படுத்துவதன் மூலம் அதிகமாகக் கரையும்.

பாகுப்பாய்வு முறைகள். வெள்ளி குளோரைடு உப்பு வெண்மையான தயிர் போன்ற வீழ்படிவு. அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரையாது. ஏனெனில் வெள்ளி அயனி இருப்பதைக் கண்டறிய கரைசல் உடன் அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக்

அமிலத்தைச் சேர்க்கலாம். இவ்வெண்மையான வீழ்படிவை காரிய குளோரைடு வீழ்படிவிலிருந்தும், பாதரச குளோரைடு வீழ்படிவிலிருந்தும் வேறுபடுத்தி அறிய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் இதன் கரைதிறனைக் காணலாம். வெள்ளி குளோரைடு வீழ்படிவு மட்டுமே அதிக அளவு அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரையும். நைட்ரிக் அமிலம் சேர்ந்தவுடன் இவ்வீழ்படிவு மீண்டும் தோன்றும். வெள்ளி அயனி கரைசலில் இருந்து வெள்ளி குளோரைடு, வெள்ளி புரோமைடு, வெள்ளி அயோடைடு ஆகியவற்றை துல்லியமாக வீழ்படிவாக்கலாம்; வடிகட்டி பிரிக்கலாம்; பிரித்து உலர்த்தலாம்; உலர்த்தி எடையறியலாம். பின்பகுப்பின் மூலமாக வெள்ளி அயனியை வெள்ளியாக ஒடுக்கி வீழ்படிவாக்கி அதன் எடையை துல்லியமாக அறியலாம். திட்ட பொட்டாசியம் தயோசயனேட் கரைசலைப் பயன்படுத்தி வெள்ளி அயனிக் கரைசலை பருமனறி பகுப்பாய்வு முறையில் தரம் பார்க்கலாம்.

எத்திலீன் டை அமீன் டெட்ரா அசெட்டிக் அமிலம் கொண்டு தரம் பார்த்தலின் மூலமாக ஒரு கரைசலில் உள்ள வெள்ளி அயனியை அளந்தறியலாம். 0.1 மோலார் பொட்டாசியம் நைட்ரேட் கரைசலை மின்பகுளியாக பயன்படுத்தி போலோரோகிராபி முறையில் (polarography method) அயனியை தரம் பார்த்து அறியலாம். மேலும் நுண்ணிய அளவு வெள்ளி அயனியைக்கண்டறிய பல உயர் நிறமாலை முறைகள் உள்ளன.

நச்சுத் தன்மை. வெள்ளியின் உப்புக்கள் குறிப்பாக வெள்ளி நைட்ரேட், மிக்க நச்சுத்தன்மை உடையது. சுமார் 2 கிராம் உப்பே அழிவை ஏற்படுத்த போதுமானது. எனினும் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த ஒரு மனிதனுக்கு 10 கிராம் அல்லது அதற்கு மேலான அளவு உப்பு மரணத்தை விளைவிக்கும். இது நேரடியாக குடற் திசுக்களைத் தாக்கி நச்சுத்தன்மையை உடம்பிற்குள் செலுத்துகின்றது. இதற்கு நிவாரணி சோடியம் குளோரைடு கரைசலாகும். இதனை உட்கொண்டவுடன் சோடியம் குளோரைடு கரைசலை உட்கொண்டால் வெள்ளி குளோரைடு வீழ்படிவாகி குடற் திசுக்களால் உறிஞ்சுவது தடுக்கப்படும். இதன்

நச்சுத்தன்மையால் தோல் நீலம் அல்லது கருமை நிறம் அடையும்.

வெள்ளி

வெள்ளி ஓர் உலோகத் தனிமம். வெள்ளி விலையுயர்ந்த உலோகங்களில் ஒன்றாகும். இது இயற்கையிலேயே உலோகமாகக் கிடைக்கிறது. இயற்கையாகக் கிடைக்கும் வெள்ளியுடன் 10% பொன்னும், செம்பு பிளாட்டினம், ஆண்டிமனி, பிஸ்மத், பாதரசம் முதலியனவும் கலந்திருக்கின்றன. வெள்ளி பரு சதுரத் தொகுதியின் நிறைவடிவ வகுப்பைச் (அறு எண்முக வடிவ வகுப்பை) சேர்ந்தது. இது முகமைய அணுக்கோப்பினை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் நான்கு அணுக்கள் இருக்கின்றன. இதனுடைய அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 4.085 ஆகும். வெள்ளி-படிகங்கள் கனசதுரம் (100), எண்முகவடிவு (111) அல்லது பன்னிரு முகவடிவு (110) ஆகிய தோற்றமுடையது.

இதன் படிகங்கள் பெரும்பாலும் தெளிவற்ற நிறைவுபெறாத உருவங்களுடன் இருக்கின்றன. இப்படிகங்கள் அநேகமாக இணை-வளர்ச்சி பெற்றும், நீண்டும் இருக்கின்றன. வெள்ளி கம்பிகளாகவும் ஏடுகளாகவும், தட்டையான வடிவத்திலும் காணப்படுகிறது. சில சமயங்களில் திண்மங்களாகவும், ஊசிகளைப் போன்றும் மரக்கிளை வடிவத்திலும் காணப்படுகின்றது. வெள்ளி-படிகங்களில் (111) படிக இரட்டுறல் காணப்படுகிறது. இந்த இரட்டுறல் பெரும்பாலும் பன்முறை இரட்டுறலாகவே இருக்கும். வெள்ளி பொதுவாக உலோக-வெள்ளை நிறமுடையது. சில சமயங்களில் சாம்பல் நிறத்துடனும், கறுமை நிறத்துடனும் காணப்படும். காற்றில் மாற்றமடைவதால் இந்த மங்கலான நிறங்கள் உண்டாகின்றன. இதன் தூள் நிறம் வெண்மை, வெள்ளியைக் கம்பியாக இழுக்க முடியும். தகடுகளாகத் தட்டவும், வெட்டவும் முடியும்.

வெள்ளி உலோகமில்லிர்வு உடையது. இதன் கடுமை 2.5-3; இதன் ஒப்படர்த்தி 10.50. இதன் உருகுநிலை 960.6°C. இதில் கனிமப்பிளவு இல்லை. இது திசைக்குண மாற்றம் இல்லாதது. ஒளிபுகாத்தன்மை உடையது. திரும்பும் ஒளியில் பளப்பளப்பான உலோக (வெள்ளி) வெண்மை நிறத்துடன் காணப்படுகிறது. மிக அதிகமான அளவில் ஒளி திரும்பும் ஆற்றல் உடையது. இதன் ஒளி திரும்பும் ஆற்றல் பசுமையான ஒளியில் 95.5 ஆகவும், ஆரஞ்சு ஒளியில் 94 ஆகவும், சிகப்பு ஒளியில் 93 ஆகவும் உள்ளது. வெள்ளி நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரையும். இதனுடன் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்தால் வெண்மையான தயிர் போன்ற வீழ்ப்படிவு உண்டாவதைக் காணலாம்.

வெள்ளி உலோகம் அணிகலன்களைத் தயாரிப்பதற்கும், பாத்திரங்களைத் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றது. வெள்ளியினால் பாத்திரம், அணிகலன்களைத் தயாரிப்பவர்கள் அதனுடன் ஜெர்மனி-வெள்ளி எனப்படும் உலோகத்தினைக் கொண்டு கலப்படம் செய்கின்றனர். இரண்டொரு துளி (நைட்ரிக்) அமிலத்தை வைத்தால் பசுமையான நிறமுடைய படிவு தோன்றும். இப்பசுமைநிறம் அதிகமாக இருந்தால் கலப்படம் அதிகம் என்பதை அறியலாம். வெள்ளி உலோகம் சில தமிழ் மருந்துகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில மின்கருவிகளிலும் பல்வேள்ளிக் காண்புகம்பிகள் பயன்படுகின்றன. முலாம்-பூசுவதற்கும் வெள்ளி பயன்படுகிறது.

வெள்ளி உலோகமாக சிறிய அளவில் ஆனால் பல இடங்களில் காணப்படுகிறது. கனிமப் படிவுகளின் ஆக்கசெடுத்தாரைகளில் இது பெரிதும் காணப்படுகிறது. வெப்ப நீர்க் கரைசல்களிலிருந்து தோன்றி உலோக வெள்ளிப்படிவுகளே அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இவை மூலப்படிவுகளாகும். வெள்ளி பல வெள்ளிக் கனிமங்களுடனும் சல்ஃபைடுகள், சைனாக்சைட், ஃபுளரைட், பேரைட், பளிங்கு முதலான கனிமங்களுடனும் சேர்ந்து இருக்கக் காணலாம். மேலும் நிக்கல், கோபால்ட் ஆகியனவற்றின் சல்ஃபைட்டு கனிமங்களுடனும், யுரானினைட் கனிமத்துடனும் கிடைக்கிறது. வெள்ளி இரண்டாம் கனிமமாகவும் காணப்படுகிறது. இந்த வகை வெள்ளிப்

படிவுகள் வெள்ளி சல்ஃபைடுகள் பிற உலோக சல்ஃபைடுகள், ஆக்சினைடுகள், ஆகியனவற்றுடன் வெப்ப நீரிலிருந்து தோன்றிய ஆவியின் கலப்பினால் அல்லது சேர்க்கையினால் உண்டாகின்றன. வெள்ளி நரம்புகளாக 'நைஸ்' முதலிய மாறுருப் பாறைகளில் காணப்படுகின்றது. இது பெரிமலைப் பாறைகளிலிருந்தும் படிவுப் பாறைகளிலிருந்தும் சில சமயங்களில் கிடைக்கின்றது. உலோக வெள்ளி

வெள்ளி நாரவேயிலுள்ள கோங்ஸ்பெர்க் (kongsburg) சுரங்கங்களிலிருந்து மிகப் பெரிய திண்மங்களாகக் கிடைக்கிறது. இது சேக்கோனி ஃபொஹிமியால் ஆகிய பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றது. செக்கஸ்லோவாக்கியாவிலுள்ள ஆண்டர்ஸ் பெர்ஃக் விட்டிக்கன், ஸ்கீம்னிட்ஸ் ஆகிய இடங்களிலும், புதிய தெற்கு வேல்ஸ் பகுதிகளிலுள்ள உடைந்த மலை பகுதியிலும், மெக்சிகோவிலும், அமெரிக்காவிலுள்ள மெக்சிகன், இடாஹோ, கொலராடோ, அரிசோனா ஆகிய இடங்களிலும் வெள்ளி காணப்படுகிறது. கனடாவிலுள்ள கோபால்ட் என்னும் இடத்திலும், உலோகம்ன்-புன்ஷிப் பகுதியிலும், லேக் சுப்பீரியர் முதலான இடங்களிலும் காணப்படுகிறது. இன்னும் பெர்லீவியால், பிரான்ஸ், ஜெர்மனி, சோவியத் ரஷ்யா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் வெள்ளி கிடைக்கின்றது. காயிரகுபர்

வெள்ளி (venus) எனப்படும் கோளினைப் போன்று மிகவும் வெண்மையாக இருப்பதால் தமிழில் 'வெள்ளி' எனும் பெயர் வழங்குவதாக சிலர் கருதுகின்றனர். Silver என்னும் ஆங்கிலப் பெயர் எப்படி உண்டானது என்பது தெரியவில்லை.

இல. வைத்தியலிங்கம்

வெள்ளி உலோகவியல்

பழங்காலத்திலிருந்தே மக்களால் பயன்படுத்தப்பட்ட உலோகங்களில் வெள்ளியும் ஒன்றாகும். இது முற்காலத்தில் நாணயங்கள் செய்யப் பயன்பட்டது.

இயற்கையில் கிடைக்கும் வெள்ளி அலுவியல் மணலில் (alluvial sand) தங்கம் மற்றும் தாமிரத்துடன் கலந்து கிடைக்கிறது. 1. ஆர்கென்டைட் (Aggentite - Ag₂S). இது தனியாகவோ அல்லது கலினா என்ற காரிய தாதுவுடனோ தாமிர தாதுவுடனோ கலந்து சிறிதளவு கிடைக்கிறது, 2. பைராகிரைட் அல்லது ரூபி வெள்ளித்தாது Ag₃sbS₃, 3. குளோராகிரைட் அல்லது வெள்ளிப் பாசகை (Horn-silver) (Agcl) போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

வெள்ளி போன்றவை இதன் முதன்மைத் தாதுக்கள் மிகுதியாகத் தனித்த நிலையில் மெக்சிகோ, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள், கனடா மற்றும் பெரு போன்ற நாடுகளில் கிடைக்கிறது. தாமிரம் மின்பகுப்பாற்றல் செய்யப்படும் போதும், காரீயம் தூய்மையாக்கப்படும்போதும், அதிலிருந்து அதில் கலந்திருக்கும் ஆர்ஜினைட் போன்றவற்றிலிருந்தும் பெறப்படுகிறது. இந்தியாவில் கோலார் மற்றும் உறிட்டி போன்ற இடங்களில் தங்கத்தை தூய்மையாக்கும் போது வெள்ளியை பிரித்தெடுக்கின்றனர். மற்றும் ஜாவார் (zawar), தண்டு (tundoo) போன்ற இடங்களிலிருந்தும் வெள்ளி பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

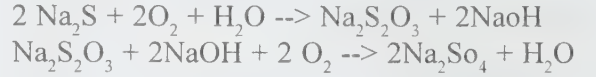
வெள்ளியைப் பிரித்தெடுத்தல். வெள்ளி அதனுடைய தாதுக்களில் இருந்து சயனைடு முறையில் தற்காலத்தில் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இதனை மெக் ஆர்தர்-போரஸ்ட் முறை என்றும் கூறலாம். இந்த முறையில் வெள்ளி தாதுக்களை கார சயனைடுகளின் வழியாக செலுத்தும்போது வெள்ளி வீழ்படிவாக துத்தநாக உலோக இரும்பு சீவலுமன் (scrap) கிடைக்கிறது. இந்த முறையில் பல படிகள்கையாளப்படுகின்றன. அவை:

1. நறுக்கலும் அடர்த்தியாக்கலும். தாதுவானது நன்றாக நறுக்கப்பட்டு, கடைசியில் பந்து வடிவ அரைக்கும் (ball-mills) எந்திரங்களின் மூலம் தூளாக்கப்படுகிறது. இது பின்பு நுரைமித்தல் முறையில் அடர்த்தியாக்கப்படுகிறது.

2. சோடியம் சயனைடுடன் வினைபுரியச் செய்தல். நன்கு அடர்த்தியாக்கப்பட்ட தாதுவானது காற்றோட்டத்தினால் கலக்கப்படுகின்ற 0.4-0.7% சோடியம் சயனைடு கரைசலுடன் (leach)

செய்யப்படுகிறது. வெள்ளி கரையும் தன்மையுள்ள சோடியம் அர்ஜெண்டோ சயனைட் (Na(Ag9CN)₂) என்ற கலப்பு சயனைடாக மாறி கரைசலில் கரைகிறது. $Ag_2S + 4NaCN - 2 Na (Ag(CN)_2) + Na_2S$ (அர்ஜினைடைட்) (சோடியம் அர்ஜெண்டோ சயனைட்)

கரைசலில் செலுத்தப்படும் காற்றானது கரைசலில் உருவான சல்ஃபைடை, தயோசல்ஃபேட், சல்ஃபேட் என்று மாற்றி வினையை முழுமை அடையச் செய்கிறது.



3. வெள்ளியை வீழ்படிவாக்குதல். மேலே கிடைத்த கரைசலை வடிகட்டி, துத்தநாக உலோக இம்பு சீவலுடன் வினைபுரியச் செய்யும்போது வெள்ளி வீழ்படிவாக கிடைக்கிறது. இது துத்தநாக உலோகமானது வெள்ளியைவிட அதிக நேர் மின் தன்மை (electro positive) கொண்டதாக இருப்பதால் சாத்தியமாகிறது.



4. உருக்கியிளக்குதல். வீழ்படிவாக்கப்பட்ட வெள்ளியை வடிகட்டி அதனை உருக்கியிளக்கும் கலவையின் முன்னிலையில் உருக்கியிளக்கச் செய்யப்படுகிறது.

5. மின்னாற்பகுப்பு முறையில் தூய்மையாக்கல். மேலே பிரித்தெடுக்கப்பட்ட வெள்ளியில் சிறிது அளவு துத்தநாகம், தாமிரம் மற்றும் தங்கம் கலந்து காணப்படும். இதனால் இதை மின்னாற்பகுப்பு முறையில் தூய்மையாக்க வேண்டும். 1% நைட்ரிக் அமிலத்தினால் அமிலத் தன்மையாக்கப்பட்ட வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலில் தூய்மையாக்கப்படாத வெள்ளியை நேர்மின் முனையாகவும், தூய்மையான வெள்ளியை எதிர்மின் முனையாகவும் வைத்து மின்னோட்டத்தை செலுத்தினால் தூய்மையான வெள்ளி எதிர்மின் முனையில் படையும். தங்கம், தாமிரம் மற்றும் துத்தநாகம் போன்றவை கரைசலில் கரைந்துவிடும்.

மின்னாற்பகுப்பு முறையிலும் வெள்ளி

பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் அர்ஜெண்டிஃபெரஸ் ஈயமானது ஃபுளூரோசிலிசிலிக் அமிலம் (H_2SiF_6), ஈயஃபுளூரோ சிலிகேட் ($Pb Si F_6$) மற்றும் ஜெலாடின் கலந்த கலவையின் உதவியால் மின்னாற்பகுப்பு முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. தூய ஈயத்தகடு எதிர்மின் முனையாகவும், ஆர்ஜினோஃபெரஸ் ஈயத்தை நேர்மின்முனையாகவும் வைத்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்போது, வெள்ளி மற்றும் விலையுயர்வு உலோகங்கள் கரைசலில் சென்றுவிடுகின்றன. இது நேர்மின் முனை சேறு (anode mud) எனப்படும். இதிலிருந்து வெள்ளி பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

மேற்குறிப்பிட்ட முறைகளைத் தவிர ஜெர்வோகல் முறை (zair vogal's process), நாணயங்களிலிருந்து வெள்ளியைப் பிரித்தெடுத்தல், பார்க் முறை (Park's process) மற்றும் பாட்டின்சன் முறை (Paltison's process) போன்றவையும் நடைமுறையில் உள்ள வெள்ளியைப் பிரித்தெடுக்கும் முறைகளாகும்.

பண்புகள். இது கனமான வெண்மை நிறம் கொண்ட உலோகம். இது கடினமானதாகவும், கட்டிகள் மற்றும் தகடுகளாக மாற்றக்கூடிய தன்மை உடையதாகவும் இருக்கிறது. வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்தை எளிதில் கடத்தும் தன்மை கொண்டது. காற்றினாலோ நீரினாலோ தூய வெள்ளி பாதிக்கப்படுவதில்லை. காரங்களினாலும், தாவர அமிலங்களினாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் மற்றும் கந்தக அமிலம் இதன் மீது வினைபுரிவதில்லை. ஆனால் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம் இதனுடன் வினைபுரியும். அடர் அமிலங்கள் அனைத்தும் இதனுடன் வினைபுரிகின்றன.

பயன்கள். இது நாணயங்கள், ஆபரணங்கள் மற்றும் அலங்காரப் பொருள்கள் செய்ய பயன்படுகிறது. தாமிரத்துடன் சேர்ந்த இதன் உலோகக் கலவையானது நாணயங்கள் செய்ய பயன்படுகிறது. வெள்ளி முலாம் பூசவும் பயன்படுகிறது. நவீன கண்ணாடிகள் எல்லாம் வெள்ளி முலாம் பூசப்படுகின்றன. மேலும் புகைப்படத் தொழில் மற்றும் மருத்துவத் துறையிலும் இது பயன்படுகிறது. வெள்ளி ரசக்கலவை பற்களில் உள்ள குழிகளை நிரப்பப்

பயன்படுகிறது. தூய்மையான, மெல்லிய இழைகளாகச் செய்யப்பட்ட வெள்ளியானது ஆயுர்வேத மற்றும் சித்த மருத்துவத் துறையில் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

ஆர். சீனுவாசன்

வெள்ளி குளோரைடு மின்முனை

வெள்ளியாலான இதன் மீது எப்போதும் வெள்ளிக் குளோரைடு திண்மம் பூசப்பட்டிருக்கும். இதனைப் பல முறைகளில் தயாரிக்கலாம்.

1. முதல் முறையில் வெள்ளி கம்பியை அல்லது வெள்ளி முலாம் பூசப்பட்ட உலோகத்தை எதிர்மின் முனையாகப் பயன்படுத்தி, ஒரு குளோரைடு மின் பகுதியில், மின் பகுப்புச் செய்வதின் மூலமாக இதனைத் தயாரிக்கலாம்.

2. இரண்டாவது முறை மூன்று நிலைகளில் நடைபெறுகிறது. (அ) பிளாட்டினம் தகட்டில் வெள்ளி ஆக்சைடு அல்லது ஆக்சலேட் பூச்சை ஏற்படுத்த வேண்டும். (ஆ) பின்பு $500^\circ C$ குடு செய்து இதனை வெள்ளியாக ஒடுக்க வேண்டும். (இ) இறுதியில் வெள்ளியை அதன் குளோரைடு உப்பாக மாற்ற வேண்டும்.

மேலே தயாரிக்கப்பட்ட அமைப்பு, ஓர் வெள்ளி குளோரைடு கரைசலில் வைக்கப்படும் போதுதான், ஒரு மின்முனையாகச் செயல்படுகிறது. $25^\circ C$ இல், நியம மின் அழுத்தத்தோடு (standard Electrode Potential) ஒப்பிடும்போது, மின்முனையின் நியம மின் அழுத்தம் -0.2224 வோல்ட். கலோமல் மின்முனையை (calomel electrodes) பயன்படுத்தும் இடத்தில், இம் மின் முனையை பயன்படுத்தலாம்.

வெள்ளிய உலோகக் கலவை

வெள்ளியம் மற்றும் வேறு சில உலோகங்களின் திண்மக் கரைசல் (solid solution) வெள்ளிய கலவை (tin alloy) எனப்படும். பொதுவாக வெள்ளிய உலோகக் கலவை அனைத்து உலோகங்களையும் உள்ளடக்கியதாகும்.

மென் சூட்டிணைப்பியாகப் (soft solder) பயன்படுபவற்றில் வெள்ளியம் கலந்துள்ள உலோகக் கலவைகளே மிகுதியாகும். பொதுவாகப் பயன்படும் சூட்டிணைப்பி, 20-70% வெள்ளியத்தையும் மீதி காரீயத்தையும் கொண்டுள்ளது. இது, இவ்விரு உலோகத்தையும் உருக்கிப் பெறப்படுகிறது. 63% வெள்ளியத்தைக் கொண்ட, எளிதில் உருகும் உலோகக் கலவை (உருகுநிலை 361°F), மின் தொழிலகங்களில் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. அனைத்துத் தேவைகளுக்கும் பயன்படும் சூட்டிணைப்பி, சமமான அளவில் வெள்ளியத்தையும், காரீயத்தையும் கொண்டது. இதன் உருகுநிலை 461°F ஆகும். உலோகக் கலவையில் காரீயத்தின் அளவு குறையும்போது, அக்கலவையின் உருகுநிலை மிகுதியாகிறது. இத்தகைய கலவைகள் ஈயம் பூசுபவர்களால் இணைப்புகளை ஏற்படுத்தப் பயன்படுகிறது. ஈயமற்ற சூட்டிணைப்பிகள் சிறப்பான இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எ-டு: காரீயமும் 5% வெள்ளி அல்லது ஆன்டிமணி கலந்துள்ள சூட்டிணைப்பி, மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் பயன்படுகிறது. துத்தநாகமும், காரீயமும் கலந்த சூட்டிணைப்பி, அலுமினியத்தை இணைக்கப் பயன்படுகிறது.

வெண்கலம் பழங்காலத்திலிருந்தே பயன்படுத்தப்படும் உலோகக் கலவையாகும். தற்காலத்திலும், கட்டமைப்பில் (structure) மிகவும் இன்றியமையா இடம் வகிக்கிறது. செம்பும், காரீயமும் கலந்த வெண்கலத்தில், 10% காரீயம் கலந்திருந்தால் அது, செயற்படும் பாஸ்பர் வெண்கலமாகவும் (wrought phosphor bronze) 5-10% காரீயம் கலந்திருப்பின் அது வார்ப்பு வகை வெண் கலமாகவும் (cast bronze) பயன்படுகிறது. செம்பும் துத்தநாகமும் கலந்த பித்தளையிலும், அரிப்பைத் தடுப்பதற்காக 0.75-1.0% வெள்ளியம் சேர்க்கப்படுகிறது. இத்தகைய செயற்படும் உலோகக் கலவை (wrought alloy) கப்பல்

துறையில் பயன்படும் உலோகமாகவும், கப்பலுக்குரிய பித்தளையாகவும் உள்ளது. மேலும் 4% வெள்ளியம் வார்ப்பு ஈயப் பித்தளையில் உள்ளது. 20-24% வெள்ளியம் கலந்த, சிறந்த ஒலிநுட்பப் பண்பு கொண்ட மணி உலோகம் (bell metal) 33% வெள்ளியம் கலந்த வெண்மையான வெண்கலம் உலோகப் பளிங்கு ஆகியவை வார்ப்பு ஈயப் பித்தளைக்கு சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவ்வுலோகப் பளிங்கு, மிகுந்த எதிரொளிப்புத் திறன் (reflectivity) கொண்டதால், கண்ணாடியாலான ஆடிகள் (glass mirrors) கண்டுபிடிக்கப்படும் முன் மிகவும் பிரபலமாக இருந்தன. பாபிட் (babbitt) என்ற தாங்கி உலோகம் மிகப் பயன் வாய்ந்த வெள்ளிய உலோகக் கலவையாகும். இதில் வெள்ளியமும், செம்பு, ஆன்டிமணி ஆகியவை 4-8%-உம் உள்ளன. செம்பும், ஆன்டிமணியும் கட்டமைப்புகள் சிறந்த தாங்கிப் பண்புகளைப் பெறுவதற்கும், அழுக்கு விசையை அளிப்பதற்காகவும் சேர்க்கப்படுகின்றன. பாபிட் உலோகக் கலவையைவிட அலுமினியமும் காரீயமும் கலந்த உலோகக் கலவை மிகுச் சுகமகளைத் தாங்கக்கூடியதாக இருப்பதால் இவை தாங்கிகளில் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஈயம் கலந்த பியூட்டர் (pewter) எனும் உலோகக் கலவை, நச்சுத் தன்மையுடையதாக மாறக்கூடியதாகையால் அவை தற்போது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. தற்காலத்தில் பியூட்டர் உலோகக் கலவையில் காரீயம் (lead) கலக்கப்படுவதில்லை. பிரிட்டானியா உலோகம், வெள்ளியம், 7% ஆன்டிமணி, 2% செம்பு ஆகியவற்றின் கலவையாகும். இதற்கு தேவையான அளவு கடினத்தன்மையும், நிலைத்த ஒளிர்வும் (lustre retention) இருப்பதால், இவை வார்ப்பதற்கும் (cast), நீட்டி விடுவதற்கும், சம்மட்டியால் அடிப்பதற்கும் எளிதாக உள்ளன.

டைப் உலோகங்கள் (type metals) காரீயம் கலந்த உலோகக் கலவையாகும். இதில் 3-15% வெள்ளியமும், மிகுதியான அளவில் ஆன்டிமணியும் உள்ளன. ஏனைய வெள்ளியத் தாங்கி உலோகக் கலவையைப் போன்று இவை மீண்டும் உருக்கும் போது குறைந்த அளவிலேயே கலவை உட்பொருள்கள் பயனற்றதாகின்றன; பாய்மத்திறனை (fluidity) உயர்த்துகிறது; உடையும் தன்மையைக் குறைக்கிறது; மிகவும் நுட்பமான கட்டமைப்பைத்

தருகிறது. உருண்டை வடிவ, சாம்பல் நிற இரும்பு வார்ப்புகளில் 0.1% காரீயத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் அவற்றின் கடினத்தன்மை, வெப்பநிலைப்புத் தன்மை, வலிமை, எந்திரப் பொறி வினைமை ஆகியவை மிகுதியாக்கப்படுகின்றன.

பொதுவாக அணிகலன்கள் செய்வதற்கு வெள்ளீயம் பிற உலோகங்களுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. மற்றும், பியூட்டர் போன்ற உலோகக் கலவைகளிலும், தாங்கி உலோகக் கலவைகளிலும் குறைந்த உருகு நிலையை உடைய உலோகக் கலவைகளிலும் வெள்ளீயம் கலக்கப்படுகிறது. பற்குழிகளை அடைக்க 12% வெள்ளீயம் கலந்த பாதரச கலவை (amalgam) பயன்படுகிறது.

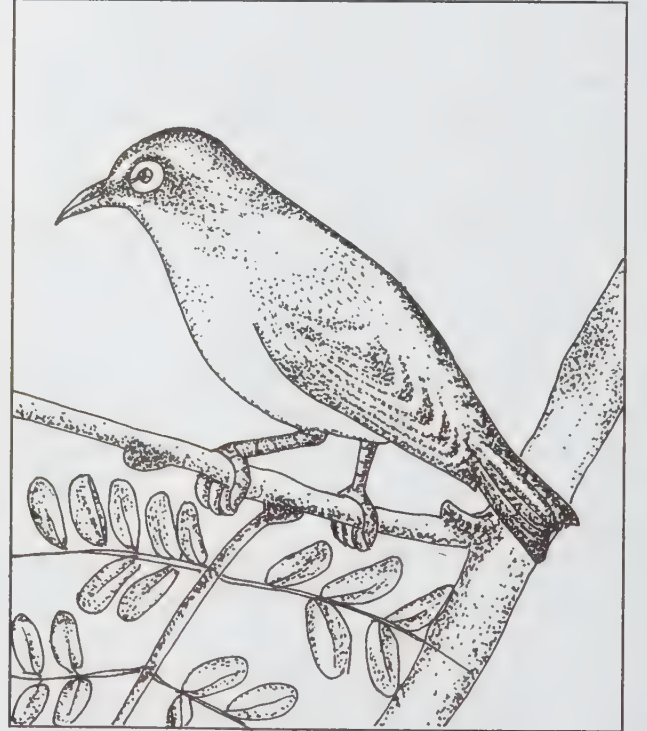
வா.அனுக்யா

கிளைகளில் இரைதேடித் திரியக் காணலாம். இலைக் கொத்துக்களில் தலைகீழாகவும், தொங்கியப்படி புழுப்பூச்சிகளைச் சுறுசுறுப்பாகத் தேடித் தின்னும் இது அவ்வப்போது குரல் கொடுக்கவும் கேட்கலாம். இவ்வாறு தொங்க ஏற்றவாறு இதன் கால்கள் ஓரளவு நீண்டும் உறுதியாகவும் அமைந்துள்ளது. மலர்களுள் உள்ள தேனை விரும்பி உண்ணும் இந்தியப் பறவைகளுள் இதுவும் ஒன்று. மலர்களுள் அலகை நுழைத்து ஆழ உள்ள தேனை குடிக்க ஏற்றவகையில் விரைப்பான தூரிகையை ஒத்த நீளம் அமைப்புடைய இரண்டு தூரிகள் இதன் நாவில் அமைந்துள்ளன. இலவம், முள்முருங்கை, இலுப்பை, லோரன்தஸ் முதலிய மரங்களின் மலர்களில் இது தேன் குடிப்பதோடு அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படவும் துணை செய்கின்றன. மா, கொய்யா முதலான மரங்களில் பழம் பழுக்கும் தருணத்தில் பழச்சாறு பருகப் பழங்களை அலகால் துளைத்துப் பாழ்படுத்தும் பழக்கமும் இதனிடம் உண்டு.

வெள்ளைக் கண்ணி

பேஸ்சாரிபார்மீசு (passeriformes) வரிசையில் சோஸ்டிரோப்பிடே (zosteropidae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. வெள்ளைக் கண்ணி (zosterops palpebrasa). சிட்டுக் குருவியினைவிட உருவில் சிறியது. இதன் கண்களைச் சுற்றி பளிச்செனத் தெரியும் வெள்ளை வளையம் இருப்பதால் இதனை வெள்ளைக் கண்ணி என்கின்றனர். இதனால் இதற்குக் கண்ணாடிக் குருவி என்ற பெயரும் வழங்குகிறது. இதன் முதுகு மஞ்சள் தோய்ந்த ஆலிவ் நிறமாகவும் தொண்டையும் வாலடியும் நல்ல மஞ்சளாகவும் மார்பு சாம்பல் வண்ணம் தோய்ந்த வெள்ளையாகவும் வயிறு வெள்ளையாகவும் இருக்கும். இந்தியா முழுவதும் காணப்படும் இது தமிழ்நாட்டில் காவிரிக்குத் தென்பால் உள்ள கிழக்குக் கடற்கரை சார்ந்த மாவட்டங்களில் காணப்படுவதில்லை.

கோடைகாலத்தில் மலைசார்ந்த காடுகளில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது குளிர் பருவத்தில் சமவெளிகளைச் சார்ந்து திரிகிறது. தோப்புகள் வீட்டுத் தோட்டங்கள், பழத்தோட்டங்கள் ஆகியவற்றில் இணையாகவும் சிறு குழுக்களாகவும் மரங்களில் உயர்



ஏப்ரல் முதல் செப்டம்பர் முடிய உள்ள பருவத்தில் புல், வேர், பாசி, சிலந்தி நூல் ஆகியன கொண்டு கோப்பை வடிவான கூட்டினைக் கட்டுகிறது. தலையிலிருந்து 1-6 மீ. உயரத்தில் இலைக் கொத்துக்களிடையே ஒரு கவட்டில் கூடு தொட்டிலைப்போல தொங்கியபடி இருக்கும். இரண்டு முதல் நான்கு வரையான கறைகள் அற்ற வெளிர் நீலநிற முட்டைகள் இடுகிறது. கூடு கட்டும் பணியைப் பெண் பறவையே மேற்கொண்டாலும் அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் ஆணும் பெண்ணும் பங்கு கொள்கின்றன. அடைகாக்கும் காலம் பத்து நாட்கள்.

வட தமிழ்நாட்டிலும் ஆந்திராவிலும் காணப்படும் வெள்ளைக் கண்ணிகளின் வயிற்றின் நடுவே லேசான மஞ்சள் கோடு செல்லும். அதன் உடலின் மேற்பகுதியின் மஞ்சள் நிறம் மங்கிக் காணப்படும். இந்தியப் பறவையியலுக்குப் பெருந்தொண்டாற்றியவரான சலீம் அலியினைச் சிறப்பிக்க இந்த உட்சிறப்பினத்தைப் பாசுபடுத்தியவர் அவரது பெயரை இதற்கு உட்சிறப்பினப் பெயராகச் சூட்டியுள்ளார்.

க.ரத்தம்

துணைநூல். Salim Ali, and S.Dillon Riply, *Handbook of the Birds of India and Pakistan*, Vol.X Oxford Press, 1974.

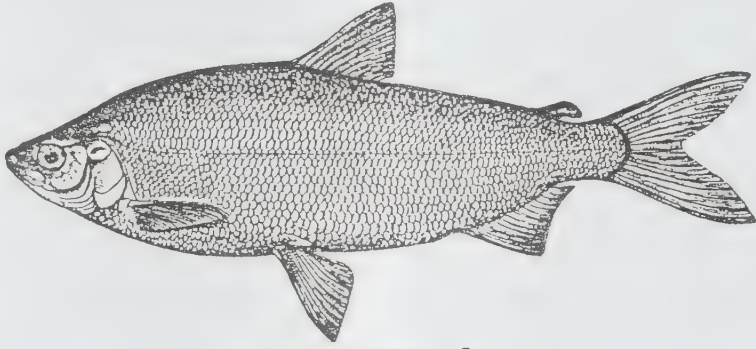
வெள்ளை மீன்

வெள்ளை மீன்கள், வகுப்பு மீன்கள் (class piscas) வகுப்பு நியோப்டெரிஜி (sub-class : Neopterygii) வரிசை ஐசோப்பாண்டைலியில் (order : isopondylii) யில் உள்ள கோரிகோனிடே (family : coregonidae) என்னும் குடும்பத்தில் அடங்கும். இம்மீன்கள் பெரிய செதில்களையும் மண்டையோட்டில் வஞ்சினங்களிலிருந்து சற்று மாறுபட்ட அமைப்பையும் பெற்றிருப்பதால் கோரிகோனிடே என்னும் தனி

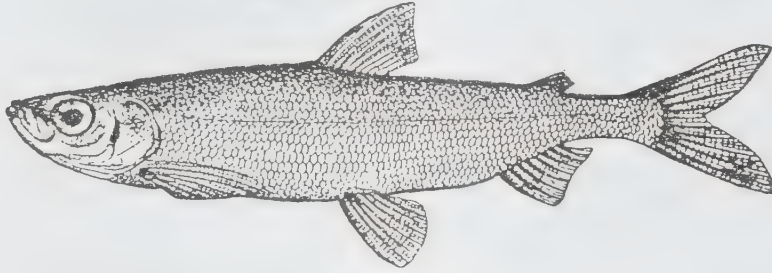
குடும்பத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. சிறிய வாயையும், பலவீனமுடைய பற்களையும் வெள்ளை நிறத்தையும் கொண்டுள்ளன. பொதுவாக வெள்ளை மீன்களின் உடல் பக்கவாட்டில் வெள்ளையாகவும், முதுகுப்புறம் அடர்நிறமாகவும் (dark) இருக்கும். இவை பெரும்பாலும் நன்னீரில், அதுவும் ஏரிகளில் வசிக்கின்றன. பெரும்பாலும் ஏரிகளில் வசிப்பதால் இவை ஏரி மீன்கள் (lake fishes) என்றழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகை மீன்கள் சில நன்னீர், வட ஆர்க்க்டிக் கடலில் கலக்கும் இடத்திலும் இவைகளுள் சில காணப்படுகின்றன. வெள்ளை மீன்கள் பொதுவாக உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. அடிக்கடி இவை மற்ற மீன்களோடு சேராமல் தனித்த கூட்டமாகவும் வசிக்கின்றன. பொதுவாக வெள்ளை மீன்கள் ஆழ்குளிர் ஏரிகளிலும் (deep cold lakes) கடலிலும் (sea) காணப்படும். முட்டையிடுவதற்காக நன்னீரில் வாழும் வெள்ளை மீன்கள் கடலை நோக்கியும், கடலில் வாழ்வன நன்னீர் நிலைகள் நோக்கியும் செல்வது வழக்கம்.

வெள்ளை மீன்கள் மனிதர்களுக்கு நல்ல உணவாகும். இவற்றின் எடை பொதுவாக 20 பவுண்ட் வரை இருக்கும். உருண்டையான வெள்ளை மீன்கள் (prosopium) முக்கியமாக ஆறுகளில் வசிக்கின்றன. ஏரி ஹெர்ரிங்குகள் சிறிய வெள்ளை மீன்களாகும். இவை கூட்டமாகக் காணப்படும். மேலெழுந்த வாரியான (superficial structure) அமைப்பிலும் பழக்கங்களிலும் ஹெர்ரிங் (herring) என்ற மீனை ஒத்துக் காணப்படும். இம்மீன்களில், ஈட்டி போன்ற (pike like) பெரிய கோரிகோனிடிகள் (coregonids) வட அமெரிக்காவின் வடமேற்கு ஆறுகளில் காணப்படுகின்றன. இன்கொன்னு (inconnu) என்னும் 15 பவுண்டு மீன் பலவீனமுடைய முள்ரோமம் (bristle) போன்ற பற்களைக் கொண்டிருக்கும்.

கோரிகோனிடே என்னும் குடும்பம் பல வெள்ளை மீன்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றுள் முக்கியமானவை கோரிகோனஸ் பெலிடு (coregnus peled), கோரிகோனஸ் நாஸஸ் (coregnus nausus), கோரிகோனஸ் ஆல்புலா (c. albula) கோரிகோனஸ் லாரட்டஸ், மாரேனாயிட்ஸ், கோரிகோனஸ் குளுப்பிஃபாமிஸ் (c. clupeiformis) மற்றும் கோரிகோனஸ் டுல்லிபீ ஆர் (c. tullibee (R)) ஆகும்.



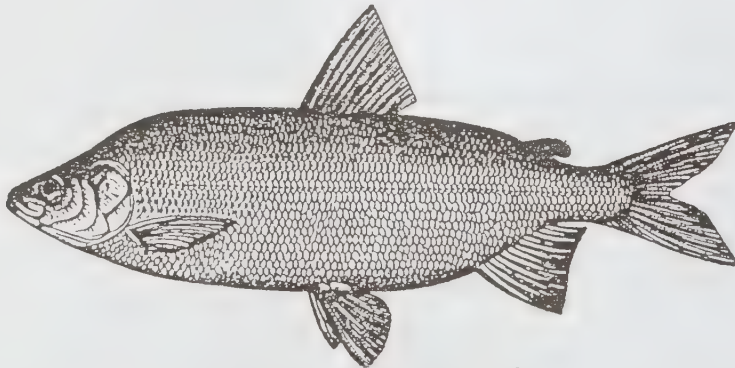
அகன்ற வெள்ளை மீன்



வெண்டேஸ்



ரிபஸ்



கடஸ்கோ ஏரி வெள்ளைமீன்

வெள்ளை மீன்கள்

பெலிடு மீனை (*coregonus peled*) மீன்துறையினர் ஒரு முக்கிய, மேன்மையான உணவாகக் கருதி குட்டைகளிலும், ஏரிகளிலும் கெண்டை மீன்களோடு (*carps*) சேர்த்து வளர்ப்பர். இம்மீன்கள் மிதவை உயிரிகளையே (*planktons*) உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. எனவே இவற்றை மிதவை உயிரி உண்ணிகள் (*planktophagous*) என்பர். பெலிடின் உணவுண்ணும் பழக்கம் தினசரி மாறுபடும். சிசுவாவின் (*sychava 1955*) கருத்துப்படி பெலிடு என்னும் வெள்ளை மீன்கள் பொழுது புலருவதற்குச் சில மணிகளுக்கு முந்தான் கடைசியாக உண்ணும். ஒரு நாளின் இரண்டாம் அரைப் பொழுதில் மாலை ஆறு மணி வரை மிகுதியாக உண்ணும். அதன் பிறகு நீரின் வெப்பநிலை ஏறும்போது மிகுதியாக உண்ணும் திறன் ஆரம்பிக்கும்.

பெலிடு குளிரை விரும்பி (*cold loving*) வாழும் உயிரி. இதனை வளர்க்க சகதியுடைய ஓங்கி வளர்ந்த நீர்வாழ்ந்த தாவரங்களற்ற நன்கு பராமரிக்கப்பட்ட குட்டைகளே சாலச் சிறந்தவை. இக்குட்டையின் நீரின் வெப்பம் 26°C உயிர்வாயு அளவு 45 - 50 % க்குக் குறையாமலும், ஹைட்ரஜன் அயனி அடர்த்தி 6 - 9.2-க்குள்ளும் இருக்க வேண்டும். பெலிடின் சேமிப்பு மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கும், உயிர்வளிம அளவு 30 %க்கும் குறைவாகவும் இருந்தால், அவை இறக்கும். ஒட்டுண்ணிகள் (*parasites*) மூலம் இவற்றிற்கு நோய்கள் எளிதில் பரவும். இவற்றின் சிறுமீன் குஞ்சுகள் (*fry*) மீன்பேன்களினால் (*fish lice*) தாக்கப்பட்டு குறிப்பிடத்தக்க இழப்பைக் கொடுக்கின்றன.

குட்டைகளில் வளர்க்கப்படும் பெலிடுகள் டிப்போஸ்டோமேட்டாஸிஸினால் (*diplo-stomatosis*) பாதிக்கப்படுகின்றன. சிறு மீன்குஞ்சுகள் எளிதில் ஒட்டுண்ணி நோயினால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால் அவற்றின் கண்களிலிருந்து நீர்வடியும், பெலிடுகளை ஓராண்டு நிரம்பிய கெண்டை மீன்களோடு வளர்த்தால் அவற்றின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும் விலங்கு மிதவை உயிரிகள் (*zoo plankton*) இருப்பதைப் பொருத்தும் எடை 120 - 170 கி. வரை அடையும். இவ்வெடையுள்ள மீன்களே வர்த்தகத்திற்குப் போதுமானதாகும். ஓராண்டு வரை வளர்ந்த மீன்கள் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 100 -200 வரை கி.கி. எடை வரை இருக்கும்.

அகன்ற வெள்ளை மீன்கள். அகன்ற வெள்ளை மீன் (*broad white*) உணவிற்காக மிகவும் விரும்பப் படுகிறது. இதனை கோரிகோனஸ் நாசஸ் என்பர். கோரிகோனஸ் நாசஸில் 9 - 13 % கொழுப்பு உள்ளது. இதுவும் பெலிடு போன்று ஒரு குளிர் விரும்பி. இவற்றில் மிகவும் பெரியது எனக் கருதப்படுவது 14 - 16 கி.கி. எடையுள்ளது. ஆண்டு முழுவதும் உண்ணுவதிலும் வளர்வதிலும் அகன்ற வெள்ளை மீன்கள் சிறப்புடையன. இனப்பெருக்கக் காலங்களில் மட்டும் இந்நிகழ்ச்சி குறைந்து காணப்படும். பியாசினா (*pyasina river*) ஆற்றில் வாழும் அகன்ற வெள்ளை மீன்கள் சைபீரியா நீரில் வாழும் அகன்ற வெள்ளை மீன்களைவிட நன்கு வளரும். எனவே இம்மீன்கள் வளர்ப்பதற்கு ஏற்றவை. பியாசினா வெள்ளை மீன்கள் அக்டோபர் மாத ஆரம்பம் முதல் 20 - 23 வரை முட்டையிடும். அவை அக்டோபர் 8-15 வரை கூட்டமாக முட்டையிடும்.

அகன்ற வெள்ளை மீன் வேற்றின உயிரிகள் சாதாரண இயற்கைச் சூழ்நிலையில் உண்ணுதலை இன்னும் ஆராய்ந்தறியப்படவில்லை. செயற்கைச் சூழ்நிலையில் வளரும் 5.3 கி. எடையுள்ள இளம் வெள்ளை மீன் ஜூனின் முதல் பாதியில் கைரோனோமிடு வேற்றின உயிரிகளை (*chironomid larva*) உண்ணுகின்றன. இவற்றின் உணவுப்பாதையில் கைரோனோமிடுகள் காணப்பட்டாலும், சைக்ளோபய்டு (*cyclopid*) வகை கோபிபாடுகளே (*copepods*) வெள்ளை மீன்களின் முக்கிய உணவாகும். ஏழு மில்லி கிராம் எடையுள்ள அகன்ற வெள்ளை மீனின் சிறு மீன் குஞ்சுகளுக்கு (*fry*) ரோட்டிஃபெர்களும் (*rotifers*) சைக்ளோபாய்டு கோபிபாய்டுகளும் ஏப்ரல் மாத மத்தியில் முக்கிய உணவாக அமைகின்றன. மே மாத மத்தியில் 31 கிராம் எடையுள்ள இளம் குஞ்சுகள் சைக்ளோபாய்டு கோபிபாடுகளையும், மே மாத மத்தியில் 31 கிராம் எடையுள்ள இளம் குஞ்சுகள் சைக்ளோபாய்டு கோபிபாடுகளையும், ஓரளவிற்கு டேப்னிடுகளையும் (*daphnids*), டியாப்டோமிடுகளையும், அபூர்வமாக கைரோனோமிடுகளையும் (*chironomids*) உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன.

அகன்ற வெள்ளை மீன்கள் சிறிய மென்தோலிகளாகிய ஸ்பேஃரியம் (*sphaerium*), வால்வாட்டா (*valvata*), பிசிடியம் (*pisidium*)

போன்றவற்றை விரும்பி உண்ணும். விரும்பிய உணவு கிடைக்காதபோதும் மிதவை விலங்கு உயிரிகளை (zooplankton) உண்ணும் கட்டாயம் ஏற்படும்போதும் அகன்ற வெள்ளை மீன்களின் வளர்ச்சி குன்றுகிறது. புறச் சூழ்நிலையையே குறிப்பாக ஆக்சிஜன் கலந்த நீரையே வெள்ளை மீன்கள் விரும்புகின்றன. நீரில் ஆக்சிஜன் 6.6 மி.கி/லி ஆக இருக்கும்போது ஏழு நாட்களே நிரம்பிய இளம் குஞ்சுகள் நீரின் வெப்பம் 25°C இருக்கும்போது பாதிக்கப்படுவது போன்று நன்கு புலனாகும்படி பாதிக்கப்படும். ஒரு நாள் நிரம்பிய இளம் உயிரிகள் விட்டருக்கு 0.9 மி.கி. ஆக்சிஜன் நிரம்பிய நிலையில் 4°C மட்டும் தேவையான வெப்பநிலை என்று நிலை நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. விட்டருக்கு 1.9 மி.கி. ஆக்சிஜன் நிறைந்த நீரில் 12°C வெப்பநிலையில் அவை இறந்துவிடும். வேண்டிய வெப்பநிலையும் இளம் உயிரிகளின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ப மாறுபடும்.

இளம் உயிரிகள் CO₂ஐ எதிர்க்கும் சக்தியுடையன. வயதிற்கேற்ப CO₂ஐ எதிர்க்கும் சக்தி அதிகரிக்கிறது. ஒரு சோதனையில் 13 - 15 °C வெப்பநிலையில் 400 மி.கி/லி CO₂ நிறைந்த நீரில் இளம் உயிரிகள் வைக்கப்பட்டன. 125- 216 நாட்கள் நிரம்பிய உயிரிகள் 11 - 13 °C வெப்பநிலையில் சலனமின்றிக் காணப்பட்டன. இந்த வெப்ப நீரில் கரியமில வாயுவின் அளவு 144 - 147 மி.கி/லி ஆகும்.

வெண்டேஸ் மற்றும் ரிபஸ். வெண்டேஸ் எனப்படும் கோரிகோலஸ் ஆல்புலா விரைவாக வளர்ச்சியுறும் மீனாகும். வெண்டேசம் (vendace), ரிபஸ் (ripus) எனும் ஸ்வீடன் சிஸ்கோவும் குளிர் விரும்பிகளாகும். ஸ்வீடன் நாட்டு மத்தியப் பகுதிகளில் மட்டுமின்றி தெற்குப் பகுதிகளிலும் இவற்றை கூடுதல் சேமிப்பு மீன்களாக வளர்க்கின்றனர். வெண்டேஸ் கடின ஓடுடைய விலங்குயிரிகளை உணவாக விரும்பி உண்ணுகின்றன. மேலும் ரோட்டிஃபர் பறக்கும் பூச்சிகள் மற்றும் பாசிகளையும் (algae) குறைந்த அளவு உண்ணும். ரிபஸ் என்னும் கோரிகோலஸ் ஆல்புலா மார்ஃபா விம்பா (coregonus albula morphavimba), டேப்னியா (daphnia) பொஸ்மினா (bosmina) மற்ற கடின ஓடுடையனவற்றின் மிதவை விலங்குயிரிகளை முக்கியமாக உண்ணுகின்றன. முட்டையிடும் காலத்தைத் தவிர

மற்றெல்லாக் காலங்களிலும் ஆண்டு முழுவதும் வெண்டேஸ் என்னும் வெள்ளை மீன்கள் உணவு உண்ணும். ஊரல் ஏரிகளிலுள்ள (ural lakes) வெள்ளை மீன்களும் தங்கள் உணவுப் பழக்கத்தைச் சற்று மாற்றி கைரோனோமிடு வேற்றிளவுயிரிகளை (chironomid larval) உணவாக உண்ணும். நீரின் வெப்பம் 10- 7°C ஆக குறையும்போது ரிபஸ் கடுமையாக உண்ணும்.

நன்கு பராமரிக்கப்பட்ட கெண்டை மீன் குட்டைகளே வெண்டேஸ் மற்றும் ரிபஸ் கூடுதல் வளர்ப்பிற்கு சாலச் சிறந்ததாகும். முழுதும் வடிகட்டப்பட்ட, ஓங்கி வளர்ந்த நீர்த்தாவரங்கள் அற்ற, வண்டல் படியாத, O₂ நிறைந்த வினாடிக்கு 1.5 - 3.00 கன அடி வீதம் நீர் வரவுள்ள குட்டைகளே இம்மீன் வளர்ப்பிற்குச் சிறந்த ஒன்றாகும். நீரில் O₂ திரட்சி 30 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவாக இருந்தால் மீன்கள் இறக்க நேரிடும். சோவியத் ரஷ்யாவில் வடக்கு மற்றும் வடமேற்குப் பகுதியிலுள்ள 3 மீ. ஆழமுள்ள குட்டைகளில் சராசரி 1 - 1.2 மீ. ஆழத்தில் ரிபஸை வளர்க்கலாம். சோவியத் ரஷ்யாவின் தெற்கு பகுதியில் இவற்றைவிட மேலும் ஆழமான குட்டைகளில் ரிபஸ் மீன்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன. சிறுமீன் குஞ்சுகளையும் இளம் மீன்களையும் ஓராண்டு மீன்களையும் (year lings) கொண்டு கெண்டை மீன் குட்டைகளில் வெண்டேஸ்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. மீன் குஞ்சுகள் ஹெக்டேருக்கு 3000 - 6000 வீதம் விடப்படுகின்றன. வெண்டேஸ் மழைக் காலத்தில் உண்டு தன் எடையை 16 கிராம் கூடுதலாக்கிக் கொள்ளும். போலந்து நாட்டில் வெண்டேஸ் இளம் மீன்குஞ்சுகள் ஆழமான குட்டைகளில் ஹெக்டேருக்கு 500 - 1500 மீன்கள் வீதம் அடைக்கப்படுகின்றன.

புரியாட்டின் ஏரி வசந்த காலத்தில் முட்டையிடும் பெளன்ஷியன் வெண்டேஸ் கூடுதல் சேமிப்பிற்குப் புதிய ஒன்றாகப் பரிந்துரை செய்யப்பட்டுள்ளது.

நீர் வடிகாலுக்குத் தொலைவிலுள்ள நீர்த்தாவரங்கள் அற்ற நீர்நிலைகளில் ரிபஸ் மற்றும் வெண்டேஸ் சிறு மீன்குஞ்சுகள் இடப்படுகின்றன. குட்டைகளிலிருந்து இளம்மீன் குஞ்சுகள் வெளியேறாமல் தடுக்க அனைத்து வடிகால்களும் ஒரு மாதத்திற்கு முழுமையாக மூடப்படுகின்றன.

நீரோட்டத்தின் வாயிலாக முன்னோக்கி மீன்குஞ்சுகள் சென்றுவிடாமலிருக்க தடுப்புகள் கட்டப்படுகின்றன. குட்டை நீரின் வெப்பநிலை 4°C இருக்கும்போது மீன் பிடிப்பு நடக்கிறது. வடிகாலுக்குப் பின்னால் மீன் பிடிப்புப் பொறி அமைக்கப்பட்டு மீன்கள் பிடிக்கப்படுகின்றன. மீன் பொறியில் கெண்டை மீன்களுக்கு முன் ரிபஸும், வெண்டேஸும் சென்றடைகின்றன.

சுடஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீன். ருஷ்யாவிலும் வேறு பல வெளிநாடுகளிலும் சுடஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீனைப் பரவலாகக் கெண்டை மீன்களுடன் வளர்க்கின்றனர். இதுவும் குளிர் விரும்பியாகும். இம்மீனிற்கு தெளிவான, மாசற்ற நீர் உள்ள குட்டைகள் தேவைப்படுகின்றன. மேலும் இக்குட்டைகளில் நீர் வருவதும் வெளியேறுவதும் தொடர்ச்சியாக நடைபெறுவதோடு ஆழம் 1.5 - 2 மீ. இருக்க வேண்டும். மிருதுவான, சுவையுள்ள, கொழுப்புடைய மாமிசத்தைப் பெற்றுள்ள சுடஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீன் உணவிற்குச் சிறப்புடையதாகிறது. இம்மீன்கள் 7 மி.லி/லி O₂ நிறைந்த ஆழமான குட்டைகளில் நன்கு வளரும். இவை ஒவ்வொன்றும் 60 செ.மீ. நீளமும் 2.0 - 3.5 கி. கிராம் எடையும் கொண்டிருக்கும். வர்த்தகத்திற்கு ஏற்ற நிலையிலுள்ள இரண்டாண்டுகள் நிறைந்த மீனின் சராசரி எடை 200-250 கிராமாகும். இரண்டாண்டுகள் நிறைந்த வடமேற்கு பகுதியிலுள்ள மீனின் எடை 400 கிராம். அதே ஆண்டுகள் நிறைந்த உக்ரெயினின் மற்றும் மால்டாவியின் தென்பகுதியுள்ள சுடஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீன்கள் அவற்றின் சொந்த நீர்நிலைக்கு முன்பாக பால் முதிர்வு (sexual maturation) அடைகின்றன. பால் முதிர்வு மீன்களின் இரண்டாம் ஆண்டிலோ ஓர் ஆண்டிலோ மீன்களைப் பொருத்து நிகழ்கிறது.

சுடஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீன் உணவுண்ணுவது அவற்றின் பல்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளிலும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. மோல்டாவியா குட்டைகளில் வேற்றின உயிரிகள் இரண்டாம் நாளே உண்ணத் தொடங்குகின்றன. இவ்வேற்றினம் உயிரிகள் நாபஸியஸ்களையும் (nauplii) கோபிபாடுகளின் கோபிபோடைட் நிலைகளிலும் உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. வளர்ச்சிக் காலத்தில் சைக்ளோபஸ் (cyclops), டேப்னியா (daphnia)

பொஸ்மினா முதலியனவற்றை மீன் குஞ்சுகளும் முதிர் உயிரிகளும் (adults) முதன்மையாக (primarily) உண்ணுகின்றன.

ஒட்டுமொத்தமாக முட்டையிடும் காலங்களில் குறிப்பாக நவம்பர் மாதத்தில் சைக்ளோபஸ், விசினஸ் (vicinus) அக்கந்தோ சைக்ளோபஸ் வெர்னாலிஸ் (acanthocyclops varnali), பொஸ்மினா லாங்கிரோஸ்ட்ரிஸ் (bosmina longirostris) கைரோவோமிடுகளின் வேற்றினவுயிர் களையும் மற்றும் தங்களின் முட்டைகளையுமே உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. இம்மீன்களின் குடலில் அடிக்கடி உயிர்நீர் வாழ்த்தாவரங்களின் துண்டுகளும் மிதவைத் தாவர உயிரிகளில் மைக்ரோஸிஸ்டிஸ் எயிறுஜினோசா உலோகப் பொருள்களுடன் கரிசல் மண் வடிவிலோ அல்லது மணல் வடிவிலோ காணப்படுகின்றன.

உக்ரெயினியன் குட்டைகளிலுள்ள இளம் உயிரிகள் தீவிரமாக அவற்றின் ஏழாவது எட்டாவது நாளிலேயே உண்ணத் தொடங்கி குளிர் காலம் வரைத் தொடர்கின்றன. குளிர் காலத்தில் அவற்றின் முக்கிய உணவாக கைரோனோமிடுகளும் ஆலிகோகீட்டுகளும் உள்ளன. இதனால் சுடஸ்கோ வெள்ளை மீன்களை சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஆழ்நிலை உண்ணிகள் (benthophagous) என்று கருதுகின்றனர். தினசரி உண்ணும் விதமும் ஒவ்வொரு வயது தொகுப்பிலும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. குட்டைகளில் வளர்க்கப்படும் மீன் குஞ்சுகள் பகல் நேரத்திலும் பெரும் மீன் குஞ்சுகள் மாலை நேரங்களிலும், முதிர் உயிரிகள் இரவிலும் உணவுண்ணுகின்றன.

சுடஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீன்களை ஒரு குட்டையிலிருந்து பிடித்து அடுத்த குட்டைக்கு மாற்றும் போது சிறிது இழப்பு நேரிடலாம். மீன்களை இலையுதிர் காலக் குட்டைகளுக்கு மாற்றுவதற்கு முன் அக்குட்டைகள் சுத்தம் செய்யப்பட வேண்டும். அதிகம் வளர்க்க தாவரங்கள் நீக்கப்பட்டு அக்குட்டைகளில் சுண்ணம் (lime) இட வேண்டும். உயிர் உணவோடு இயற்கை உணவு இரும்பு அதிகரிக்கும். மணற் பரப்புடையன. நீர்த்தாவரங்கள் அற்ற 0.5 மீ. ஆழமுடைய குட்டைகளில் வெள்ளை

மீன்கள் மாற்றப்படுகின்றன. மீன்கள் குட்டைகளிலிருந்து வெளியேறாமல் தடுக்க நீரோட்டத்தில் நீர் வடிகால் அருகில் தடை உண்டாக்கப்படுகிறது.

ஒற்றை வகை மீன் வளர்ப்பு (mono culture) செயற்கை வகையில் வடமேற்குப் பகுதியில் சுட்ஸ்கோ ஏரி வெள்ளை மீனின் உற்பத்தி ஹெக்டேருக்கு 150 - 160 கி.கிராம் வரை கிடைக்கும். அதே முறை வளர்ப்பில் மத்திய பகுதியில் ஹெக்டேருக்கு 150 - 200 கி.கி. வரை கிடைக்கும். வெள்ளை மீன்களை ஒரு குட்டையிலிருந்து மற்றொரு குட்டையில் மாற்றி வளர்ப்பதற்கு சரிப்பட்டு வருவதில்லை. இதனைக் கருத்தில் கொண்டு மோல்டாவினில் ஒரு வயதுடைய மீன்களை வடி கட்டக்கூடிய குட்டைகளிலும், இரண்டு அல்லது மூன்று வயதுடைய மீன்களை வடிக்கட்ட இயலா குட்டைகளிலும் வளர்க்கலாம் எனப் பரிந்துரை செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஏரி வெள்ளை மீன் (lake white fish) எனப்படும் கோரிகோனஸ் குளுப்பிஃபாமிஸ் (coregonus clupeiformis) சிஸ்கோ (cisco) ஏரி ஹெரிங் (lake herring) எனப்படும் கோரிகோனஸ் ஆர்ட்டெடி (coregonus artedii) பொதுவாக ஏரிகளின் ஆழ்நிலைகளில் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் இவை மிதவை உயிரிகளையே (plankton) உணவாக உட்கொள்ளுகின்றன. வலசை செல்வதில் (migration) இம்மீன்கள் சிறிது விருப்பமுடையவை. எனவே இவை முட்டையிடுவதற்கு பாரைகள் நிறைந்த அடிப்பரப்புடைய ஆழமற்ற நீர்நிலைகளுக்குச் செல்லும். பெரிய ஏரிகளில் (great lakes) வருடாந்திர மீன் பிடிப்பு 4,500,000 பவுண்டாகும். ஆனால் தற்போது ஒட்டுண்ணியாலும், நீரில் மாசு படிவதாலும் வெள்ளை மீன்களின் எண்ணிக்கை குறைந்த மீன் பிடிப்பிற்கு ஆபத்து நேர்ந்துள்ளது.

இந்திய வெள்ளை மீன்கள். லாக்டரியஸ் லாக்டரியஸ் என்ற இந்திய வெள்ளை மீன் (lactaris lactarius) லாக்டரியிடே (lactaridae) என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். வியாபாரத்திற்காக அவற்றை பிடிக்கும்போது அவற்றின் நீளம் 13 முதல் 25 செ.மீ வரை காணப்படும். இந்தியாவின் மேற்குக்

கடற்கரைகளைக் காட்டிலும் கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதியில் அவை முக்கியமாக ஒதுங்குமிடங்கள் முக்கூர், பாம்பன், சிப்பிக்குளம், இடிந்தக் கரை, தரங்கம்பாடி மற்றும் சென்னையாகும். ஆந்திராவில் உப்படாவிலும், ஒரிசாவிலும் கோபல்பூரிலும், இம்மீன்கள் ஒதுங்குகின்றன. கேரளாவில் கோழிக்கோடு, தானூர், பொன்னணி போன்ற இடங்களிலும் இவை காணப்படுகின்றன. கட்ச் பகுதியில் மீன்பிடி படகு அல்லது மீன் பிடி கப்பல்களுக்கு வெள்ளை மீன்கள் வேண்டிய அளவு பிடிப்புகின்றன.

மன்னார் வளைகுடாவில் வெள்ளை மீன்கள், சில்வர் பெல்லிக்ஸ் மற்றும் சில குளுப்பியாய்டுகளுடன் (clupeoids) காணப்படுகின்றன. வெள்ளை மீன் பிடிப்பதற்கு பாக் நீர்ச்சந்தி ஒரு சிறந்த இடமாகும். சார்டின்களும் (sardines) சில்வர் பெல்லிகளும் கூட இங்கு கிடைக்கின்றன.

வெப்ப மண்டல வெள்ளை மீன்கள். லியூசிஸ் கெலின் (leucis klein) என்ற வெள்ளை மீன்கள் வெப்ப மண்டலங்களில் உலகின் ஈர் அரைக் கோளப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இங்கிலாந்தில் காணப்படும் சிறப்பினங்கள் சமாரான குட்டை வால் துடுப்பை (anal fin) பெற்றுள்ளன. வால் துடுப்பில் 8-11 கிளைத்த கதிர்கள் (branched rays) காணப்படுகின்றன. தொண்டைப் பற்கள் (pharyngeal) ஒன்று அல்லது இரண்டு வரிசைகளில் காணப்படுகின்றன.

பா.ஆதித்தன்

துணைநூல்கள். *The Life of Vertebrates*, ELBS, Third Edition, Clavendon Press, Oxford.

வெளிக் கணிப்பு

சில சமயங்களில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் தொடர் மதிப்புகளில் (series of values) இல்லாத மதிப்புகளை

கணிக்கவும் அல்லது அதன் எதிர்கால மதிப்புகளை (future values) கணிக்கவும் கூடிய சூழ்நிலையை சந்திக்க நேரிடுகிறது. எ-டு: நம் நாட்டில் ஒவ்வொரு பத்தாண்டுகளுக்கொருமுறை மக்கட் தொகை கணக்கெடுக்கப்படுகிறது. 1931, 1941, 1951, 1961, 1971, 1981 ஆண்டுகளில் மக்கள்தொகை கணக்கெடுக்கப்பட்டுள்ளது. மேற்கூறப்பட்ட ஆண்டுகளில் உள்ள மக்கட்தொகை கணக்கைக் கொண்டு இவ்வாண்டுகளின் இடைப்பட்ட காலத்தில் (எ-டு: 1955, 1964, 1975, 1980 ஆண்டுகளில்) உள்ள மக்கள் தொகையையும் அல்லது எதிர்காலத்தில் அல்லது முந்தைய ஆண்டுகளில் (எ-டு: 1925, 1930) இருக்கும் மக்கள் தொகையையும் கணிக்கலாம். இதுபோன்ற சூழ்நிலைகளில் உள்கணிப்பு முறையும் (interpolation) வெளிக்கணிப்பு முறையும் (extrapolation) மிகவும் பயன்படுகிறது. கொடுக்கப்பட்ட மதிப்புகளின் இடைப்பட்ட மதிப்புகளைக் காண்பதை உள்கணிப்பு என்றும், அம்மதிப்புகளின் எதிர்கால மதிப்புகளைக் காண்பதை வெளிக் கணிப்பு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

வரையறை. ஹார்பர் என்பவர் உள்கணிப்பு என்பதை இரண்டு எல்லைப் புள்ளிகளுக்கு (two extreme points) இடையிலுள்ள மதிப்பை காண்பது என்றும் வெளிக்கணிப்பு என்பது அவ்விரு எல்லைப் புள்ளிகளுக்கு வெளியிலுள்ள மதிப்புகளை காண்பது என்றும் வரையறுக்கிறார்.

உள்கணிப்பு மற்றும் வெளிக்கணிப்பின் முக்கியத்துவம். (significance of interpolation and extrapolation) உள்கணிப்பும் வெளிக்கணிப்பும் நம் அன்றாட வாழ்க்கையில் பெரிதும் பயன்படும் மிக முக்கியக் கருவியாக விளங்குகின்றன.

இக்கணிப்பு முறைகள் மக்கள்தொகை கணக்கெடுப்பு போன்ற ஒரு குறிப்பிட்ட விவரம் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் தொடர்ந்து சேகரிக்கப்படும்பொழுது பெரிதும் பயன்படுகின்றன. எ-டு: நாம் 1952-இல் அல்லது 1985-இல் இருக்கும் மக்கள் தொகையை காண அச்சமயத்தில் மக்கள் தொகை கணக்கெடுப்பு நடத்த இயலாது. ஆகவே இவ்வாண்டுகளின் மக்கள் தொகையை காண நாம்

பயன்படுத்தும் ஒரே முறை உள்கணிப்பு, வெளிக்கணிப்பு முறைகளாகும்.

மேலும் விவரங்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி அழிந்துவிட்டாலோ காணாமல் போய்விட்டாலோ அவற்றைக் கணிக்க உள்கணிப்பு, வெளிக்கணிப்பு முறைகள் பெரிதும் பயன்படுகிறது. எ-டு: ஒரு பெரிய நிறுவனத்தின் விற்பனைப் புள்ளி விவரங்கள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் பொழுது அதில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆண்டின் விற்பனை விவரம் இல்லாதிருப்பின் நமக்கு கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் விவரங்களைக் கொண்டு அவற்றைத் தோராயமாக மதிப்பிடலாம்.

உள்கணிப்பு, வெளிக்கணிப்பு மூலம் நமக்கு கிடைக்கும் மதிப்புகள் யாவும் தோராய மதிப்புகளாகும். அவற்றை உண்மையான மதிப்புகளுக்கு (actual value) 100% சரியாக இருக்கும் என்று எண்ணுதல் கூடாது. எ-டு: 1931 - 1981 வரையுள்ள மக்கள்தொகை கணக்கைக் கொண்டு 1991 ஆண்டின் மக்கள்தொகையை 800 மில்லியன் என வெளிக்கணிப்பு மூலமாக மதிப்பிடலாம். ஆனால் உண்மையில் அவ்வாண்டின் மக்கள்தொகை 825 மில்லியனாக இருக்கலாம். ஆகவே உள்கணிப்பு, வெளிக்கணிப்பு முறைகள் மூலம் கிடைக்கும் மதிப்புகளை தோராய மதிப்புகளாகவே கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு கணிக்கப்படும் மதிப்பின் பிழையின்மை (accuracy) பின்வரும் காரணங்களை பொறுத்துள்ளது.

1. சேகரிக்கப்பட்ட விவரங்களின் மாறுபாடு பற்றிய அறிவு
2. சேகரிக்கப்பட்ட விவரங்களுக்கு தொடர்பாக நிகழும் நிகழ்ச்சிகள் பற்றிய அறிவு.

உள்கணிப்பு, வெளிக்கணிப்பு முறைகளில் பின்வரும் கூறுகள் அனுமானிக்கப்படுகின்றன.

1. கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் தொடர் விவரங்களில் ஒரு பருவத்திலிருந்து மற்றொரு பருவத்திற்கு திடீர் மாற்றங்கள் இருக்கக்கூடாது.
2. கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் தொடர்

விவரங்களின் மாற்ற விகிதம் ஒரே மாதிரியாக (uniform) இருத்தல் நலம்.

மேற்கூறப்பட்ட அனுமானங்கள் நமக்கு கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் விவரங்களுக்கு பொருந்துமாயின் உள்கணிப்பு அல்லது வெளிக்கணிப்பு முறைகள் மூலம் நாம் பெறப்படும் மதிப்பானது உண்மையான மதிப்பிற்கு ஓரளவு சமமாக அமையும்.

உள்கணிப்பு செய்ய பின்வரும் பல்வேறு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

1. வரைப்பட முறை (graphic method)
2. ஈருறுப்பு விரிவு முறை (binomial expansion method)
3. நியூட்டன் முறை
4. லக்ரேன்ஜ் முறை
5. வளைக்கோடு முறை (parabolic curve method)

இம்முறைகளைப் பயன்படுத்தியே வெளிக் கணிப்பும் செய்யப்படுகிறது. மேற்கூறப்பட்டிருக்கும் ஒவ்வொரு முறையும் வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் சிறந்ததாக அமைகின்றன.

என். இராஜாராம்

வெளி மின்னூட்டம்

இருமுனையத்தின் நேர் மின்முனை, எதிர் மின்முனை ஆகியவற்றிற்கு இடைப்பட்ட வெளியில் உண்டாகும் எலெக்ட்ரான்களின் மேகத்தின் எதிர் மின்னூட்டமே வெளி ஊட்டம் (space charge) அல்லது வெளி மின்னூட்டம் எனப்படுகிறது. எதிர் மின்முனையால் உமிழப்படும் எலெக்ட்ரான்களை நேர் மின்முனையை நோக்கிச் செல்லாமல் எதிர் மின்முனையை மேகம் போல் சூழ்ந்துக் கொள்ளும். எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்முனையைச் சூழ்ந்துள்ளமையால் வெளிஊட்டம் சூழ்மின்னோட்டம் என்றும் வழங்கப்படுகிறது. இம்மின்னூட்டம் எதிர் மின்முனை உமிழும் எலெக்ட்ரான்களுக்கு ஓர் எதிர் விசையைக் கொடுக்கும்.

எலெக்ட்ரான் மேகத்திலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரான் வெளியேறினால் மட்டுமே பிறிதோர் எலெக்ட்ரான் உள் நுழையும். எதிர் மின்முனையால் உமிழப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள், வெளி ஊட்டத்தால் மீண்டும் எதிர் மின்முனைக்கே திரும்பி அனுப்பப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் இவை இரண்டிற்கும் இடையே ஒரு சமநிலை (equilibrium) உண்டாகும்.

வெளி ஊட்டம் நேர் மின்முனையிலிருக்கும் மின் புலத்தோடு இணைந்து செயல்படும். இவ்வகைச் சமநிலை, உமிழ்வு தெவிட்டம் (emission saturation) அல்லது எதிர் மின்முனைத் தெவிட்டல் (cathode saturation) எனப்படும். குறைந்த நேர் மின்முனை மின்னழுத்தங்களில் நேர் மின்முனைக்கு அருகில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் மட்டுமே நேர் மின்முனையை நோக்கி ஈர்க்கப்படும். நேர் மின்முனை மின்னழுத்தத்தை மிகுதியாக்கினால் மிகு அளவு எலெக்ட்ரான்கள் நேர் மின்முனையை நோக்கியும், சிறிதளவு எலெக்ட்ரான்கள் எதிர் மின்முனையை நோக்கியும் ஈர்க்கப்படும்.

நேர் மின்முனை மின்னழுத்தத்தை மேலும் உயர்த்தினால் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில் எதிர் மின்முனையால் உமிழப்பட்ட அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் நேர் மின்முனையை நோக்கி ஈர்க்கப்படும். இந்நிலையில் வெளி ஊட்ட விளைவு முற்றிலும் முறியடிக்கப்படும். நேர் மின்முனை மின்னழுத்தத்தை மேலும் உயர்த்தினால் நேர் மின்முனை மின்னோட்டம் மிகுதியாகாது. நேர் மின்முனை மின்னோட்டத்தின் அதிகபட்ச மதிப்பை எதிர் மின்முனை உமிழ்வு கட்டுப்படுத்தும்.

இரா. இந்து

வெளிவீச்சு

வளிமண்டல மின் வெளியீடுகள் மூலமாகத்தான் மின்காந்த கதிர்கள் தோன்றுகிறது. இடிமுழக்கம்தான் இவ்வெளியீட்டின் முதன்மை மூலமாகும்.

இக்கதிர்களை 'வளிமண்டல வெளிவீச்சு' எனவும் அழைப்பர். ஆனால் பொதுவாக இதன் சுருங்கிய வடிவம் 'வெளிவீச்சு' என்பர். பூமிக்கு புறத்தே உள்ள வளிமண்டலத்திலிருந்து பூமிக்குள் வரக்கூடிய கதிர்களையே 'வெளிவீச்சு' என்று கூறுவர். ஆனால் இதைப் பொதுவாகப் பயன்படுத்துவதில்லை.

அலைவீச்சு பண்பேற்றமுள்ள வானொலி வாங்கியில் கேட்கப்படும் நிலையான இரைச்சலுக்குப் பெருங்காரணம் வெளிவீச்சே ஆகும். இருப்பினும் இதே இரைச்சல் பல நல்ல தகவல்களை கண்டறிய பயன்படுகிறது. எ-டு: புவிக்காந்தம் புலக் கோடுகளிலிருந்து எதிர் அரைக் கோளத்தின் எதிர்புள்ளி வரை வெளிவீச்சு எவ்வாறு பரவுகிறது என்பதன் மூலம் புவியின் வளிமண்டலத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான் அடர்த்தியைக் கணக்கிடலாம். இம்முறையில் பரவும் வெளிவீச்சு ஒலி அதிர்வெண் வீச்சுக்குள் இருக்கும். இதனை விசில்கள் என்றும் கூறுவர்.

புயலின் இயல்பைப் பற்றிய தகவலை வெளிவீச்சின் மூலம் பெறலாம். மேகத்தின் வெளியே ஏற்படும் வெளியீடுகளால் பல்வேறு வெளிவீச்சுப் பண்புகள் பெறப்படுகின்றன. குறைப்புயல் செயல்களும் இதைப் போல் விளையக்கூடியதே.

மின்னலின் மூலமாக வெளியேற்றப்பட்ட கதிர்களின் அதிர்வெண் சில ஹெர்ட்ஸ்களிலிருந்து (H_2) சில ஆயிரம் மெகா ஹெர்ட்ஸ் (MH_2) வரை வேறுபடுகின்றன. இதன் உச்ச அதிர்வெண் பரவல் சுமாராக 10 கிலோ ஹெர்ட்ஸ் (KH_2). சில சமயங்களில் 3000 மைல்களுக்கு (4800 கி.மீ) அப்பால் ஏற்படும் மின்புயலை இந்த உச்ச அதிர்வெண்ணில் கண்டறியலாம்.

பொதுவாக இரு கண்ணிகளுள் ஒன்று வடக்கு - தெற்கு மற்றொன்று கிழக்கு மேற்கு நோக்கியும் உள்ளவை. திசையைக் கண்டறியப் பயன்படும் ஆண்டனாக்கள் மூலம் வெளிவீச்சைக் கண்டறியலாம். இந்தக் கண்ணிகளிலிருந்து பெறப்படும் சைகை (தகவல்) அலைகளை தனித்தனிப் பெருக்கிகளில் உள்வாங்கப்பட்டபின், நேர் மின்வாய் (cathode) கதிர் குழாயின் விலக்கத் தகடுகளில் படும்படி

செய்யப்படுகின்றன. குழாயின் முகப்பில் நேர்க்கோட்டுத் தடம் ஒன்று ஏற்படுத்தப்படுகிறது. அந்தக் கோட்டின் கோணம் வெளிவீச்சு வந்தடையும் திசையைக் குறிக்கிறது. இதைப்போல் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட திசையை அறியும் நிலையத்தைக் கொண்டு கதிர் மூலத்தின் இருப்பிடத்தைத் துல்லியமாகக் கண்டறியலாம்.

ஒரே தோற்றமுள்ள வெளிவீச்சு இரு நிலையங்களில் கண்டறியப்பட்டு அதன் வேறுபாடு 'வந்தடையும் நேரத் தொழில் நுட்பம்' மூலம் நுண்ணொடித் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம்.

சி. செந்தமிழன்

வெள்ளெழுத்து

இது ஒரு நோய் அல்ல. இது 40 வயதிற்கு மேற்பட்ட ஆண், பெண் இரு பாலருக்கும் வரக்கூடிய ஒரு பார்வைக் குறைபாடு. இதை ஆங்கிலத்தில் பிரிண்மையோப்பியா எனக் கூறுவர். இவர்களுக்குக் கிட்டத்திலுள்ள பொருள்கள், புத்தக எழுத்துக்கள் நன்றாகத் தெளிவாகத் தெரியாது. புத்தகத்தைப் படிப்பதற்கும், ஊசியில் நூல் கோர்ப்பதற்கும், அரிசியில் கல் பொறுக்குவதற்கும் மிகவும் அல்லலுறுவர். இவர்கள் புத்தகங்களை எட்டி வைத்தே படிக்க முயல்வர். இவர்களுக்குத்தொலைப் பார்வை பொதுவாக நன்றாக இருக்கும்.

இது உண்டாவதற்கு முக்கிய காரணம் கண் வில்லையின் ஏற்பமைவு குறைவதுதான். வயது அதிகமாகக் கண் வில்லை முதிர்ச்சி அடைந்து, கெட்டியாகி அதன் விரிந்து சுருங்கும் தன்மை குறைந்து விடுகிறது. இதனால் இடையூறு ஏற்படுகிறது. கண்ணின் எதிரிலுள்ள பொருள்கள் கண்ணின் எட்டத்தில் அல்லது பக்கத்தில் இருக்கும் தன்மைக்குத் தகுந்தாற்போல் அதனின்று வரும் இணைக்கதிர் அல்லது விரிகதிர் அளவுக்கு ஏற்றாற் போல் அதன் பிம்பம் விழித்திரையில் குவிவதற்கு ஒப்பக்

கண்வில்லை விரிந்து சுருங்கி அதன் ஒளி முறையை மாற்றிக்கொள்கிறது. இந்த அடிப்படையில் கண்ணுக்கு வெகு அருகில் உள்ள பொருள்களைப் பார்க்கக் கண் வில்லையின் ஒளி முறிவின் அளவு அதிகமாக மாற வேண்டியுள்ளது. இதற்கு விழியின் ஏற்பமைவு எனப் பெயர். முன் கூறிய காரணங்களால் இந்த அளவு குறைவதால் அருகில் உள்ளவற்றைப் பார்க்க முடிவதில்லை. சிறுவராக இருக்கும்போது அதாவது 10 வயதின் போது புத்தகத்தை 7 செ.மீ தூரத்தில் வைத்துப் படிக்க முடிகிறது. அப்பொழுது ஏற்பமைவில் அளவு 14 டி ஆகும் (டி = Diopre என்னும் அளவு). இவர்களின் வயது அதிகமாக அதிகமாகப் புத்தகத்தைத் தள்ளி வைத்தே படிக்க முடியும். அதாவது இவர் 36 வயது ஆகும் போது 14 செ.மீ. தூரத்தில் வைத்துப் படிக்க முடிகிறது. அப்போது ஏற்பமைவின் அளவு 7 டி. அதே போல் இவர் 40 வயது ஆகும்போது 20 செ.மீ. தூரத்திலும் 45 வயது ஆகும் போது 25 செ.மீ. தூரத்திலும் வைத்தால்தான் படிக்க முடியும். அதாவது அப்போது இந்த அளவு முறையே 5டி, 4டி ஆகிறது. இன்னும் வயது ஏற ஏற இந்த அளவு குறைந்து கொண்டே போய் புத்தகத்தை இன்னும் தள்ளியே வைத்துக்கொள்ள வேண்டியதாகிறது.

எனவே ஒருவர் 40 வயது ஆகும்போது சாதாரணமாகப் புத்தகத்தை வைத்துப் படிக்கும் தூரத்தில் (அதாவது 20 செ.மீ) வைத்துப் படிக்கக் கண்ணின் முழு ஏற்பமைவும் ஏற்பட வேண்டி உள்ளது. ஆனால் இறுகிய விழிவில்லையால் இது இயலாமல் போய்விடுகிறது. அப்போது எழுத்துக்கள் நன்றாகத் தெரிவதில்லை. இது சாதாரண பார்வை உள்ளவர்களுக்கு ஏற்படும். அதிநீளப்பார்வை உள்ளவர்களுக்கு 35 வயதிலேயே இந்தத் துன்பம் ஏற்படுகிறது. அண்மைப் பார்வை உள்ளவர்களுக்கு இந்தத் தொந்தரவு ஏற்படுவதில்லை. அப்படியே வந்தாலும், சில ஆண்டுகள் கழித்தே ஏற்படும்.

விளைவுகள். முன் கூறியபடி இவர்கள் புத்தகத்தைக் கண்ணிலிருந்து தள்ளி வைத்துப் படிக்க வேண்டியிருக்கிறது. அப்படிப் படித்தாலும், எழுத்துக்கள் மங்கலாகத் தெரிகின்றன. கண் தசைநார்களுக்குப் போதிய ஓய்வு கிடைக்காததாலும், மிகை இயக்கம் செய்வதாலும் கண்ணில் எரிச்சல், தலைவலி முதலியன உண்டாகின்றன.

மருத்துவம். இவர்களுக்கு உகந்த குவி வில்லை மூக்குக் கண்ணாடி அணிந்து பார்வையைச் சரி செய்யலாம். பொதுப்படை விதியாக 40 வயதிற்கு 1டி, 45 வயதிற்கு 1.5 டி, 50 வயதிற்கு 2டி வீதம் குவி வில்லை கண்ணாடி அணிந்து சரி செய்யலாம். இருந்தாலும், இது சரியான முறையல்ல. அவரவர் வேலைக்குத் தகுந்தபடி, அதாவது கண்ணிலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் வைத்துப் படிக்க வேண்டியுள்ளதோ, அதற்குத் தகுந்தாற்போல் வில்லையின் அளவு கூடியோ குறைத்தோ கொடுக்க வேண்டும். இதற்குக் கண்ணாடி போடுவதற்கு முன், தூரப்பார்வையும் சரிபார்த்துத் தேவைப்பட்டால் அதற்கும் கண்ணாடி கொடுத்துச் சரி செய்து, பிறகு படிப்பதற்கும் தேவையான அளவு சேர்த்துக் கொடுக்க வேண்டும். மேலும், இரு கண்களின் பார்வையைத் தனித்தனியே சரி பார்த்து அதற்கு ஏற்ற அளவு கண்ணாடி கொடுக்க வேண்டும்.

வெளுக்கும் பொருள்

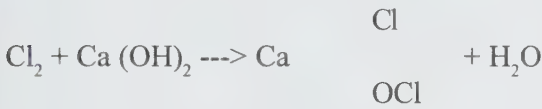
துணி மற்றும் மற்ற பொருள்களின் இயற்கையான நிறத்தை நீக்கி வெண்மையைச் (whiteness) சேர்க்கும் பொருள் வெளுக்கும் பொருள் எனப்படுகிறது. இது சலவை செய்யும்போது துணிகளை வெளுப்பதற்கு பயன்படுகிறது. கதர், கம்பளி, பட்டு மற்றும் செயற்கை இழைகளை வெளுப்பதற்கு பயன்படுகிறது. மரக்கூழ் (paper pulp), மெழுகுகள், எண்ணெய்கள், கோதுமை மற்றும் சர்க்கரையில் இருக்கும் மாசுகளை நீக்கி வெளுப்பதற்கு பயன்படுகிறது.

மெக்னீசியம் ஆக்சைடின் (MgO) ஒளிமீட்சித் தன்மையை (reflection) 100 எனக்கொண்டு, ஒரு பொருளின் மீட்சித் தன்மையை ஒப்பிட்டு அப்பொருளின் வெண்மைகணக்கிடப்படுகிறது. நாம் உடுத்தும் வெள்ளைத் துணிகளின் வெண்மை 80-90 வரையிலிருக்கும்.

சலவைத்தூள் (bleaching powder),

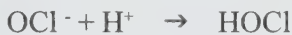
ஹைப்போகுளோரைட், சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட் (NaOCl), சோடியம் குளோரைட் (NaClO₂), ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு (H₂O₂) மற்றும் குளோரின் டை ஆக்சைடு (ClO₂) ஆகியவை வெளுக்கும் பொருள்களாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சலவைத்தூள் துணிகளை வெளுக்கப் பயன்படுகிறது. இது குளோரினின் மணத்தைக் கொண்ட வெள்ளை நிறத்திண்மப்பொருளாகும். இது குளோரினை நீர்த்த சுண்ணாம்புடன் வினைபுரியச் செய்வதன் மூலம் பெறப்படுகிறது.



இது CaCl (OCl) என்ற வாய்ப்பாட்டின் மூலம் குறிக்கப்படுகிறது. உண்மையில் இது ஒரு தூய பொருளில்லை. இதன் தோராய வாய்ப்பாடு CaCl (OCl).Ca(OH)₂. இது ஹைப்போ குளோரைட்டாக Ca(OCl)₂ஐயும் காரகுளோரைடையும் CaCl₂.Ca(OH)₂.H₂O என்ற விகிதத்தில் கொண்டுள்ளது. சலவைத்தூளின் திறன் அதிலிருந்து கிடைக்கும் குளோரின் வளிமத்தின் (available chlorine) சதவிகிதத்தில் சொல்லப்படுகிறது. இதிலிருந்து மிக அதிகமாகக் கிடைக்கும் குளோரினின் அளவு 40 சதவிகிதமாகும். 100 பவுண்டு எடையுள்ள இச்சலவைத் தூளின் ஆக்சிஜனேற்றம் அல்லது வெளுக்கும் திறன் 40 பவுண்டு எடையுள்ள தூய்மையான குளோரினின் திறனுக்குச் சமமானதாகும்.

சலவைத்தூளின் வெளுக்கும் தன்மைக்கு அதன் அமிலக் கரைசலில் உண்டாகும் ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம்தான் (HOCl) காரணமாகும். எந்த ஹைப்போகுளோரைட்டும் கீழ்க்கண்ட ஒரே மாதிரியான வினைக்குட்பட்டு வெளுக்கும் தன்மையைப் பெறுகிறது.



குளோரின் வளிம நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலத்தை தருகிறது. இதனால்

குளோரின் வளிமத்தின் வெளுக்கும் பொருளாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.



ஹைப்போகுளோரைட்டை துணிகளை வெளுப்பதற்கு பயன்படுத்தும்போது, குளிர்ந்த 0.1-0.3% குளோரினைக் கொண்ட கார கரைசலாக (pH = 9.5 - 11.0) பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெளுக்கும் நேரம் 30 நிமிடங்களிலிருந்து சில மணி நேரமாகும். வெளுப்பிற்கு பின் துணிகளில் எஞ்சியுள்ள ஹைப்போகுளோரைட்டை நீக்குவதற்காக அவை நன்றாகக் கழுவப்படுகின்றன. ஏனென்றால் மீதமுள்ள ஹைப்போக் குளோரைட் துணி இழைகளுக்குச் சேதத்தை விளைவிக்கும்.

கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட் (Ca(OCl)₂.2H₂O) வெளுக்கும் பொருளாக பயன்படுகின்றது. இதிலிருந்து 70 % குளோரின் கிடைக்கிறது. இது சலவைத்தூளைவிட அதிக ஆக்சிஜனேற்றத் தன்மையும் நிலைப்புத் தன்மையும் கொண்டது.

சோடியம் குளோரைட் (NaClO₂) துணி மற்றும் காகித இழைகளை வெளுக்க பயன்படுகிறது. இதன் அமிலக் கரைசல் குளோரின் டை ஆக்சைடைக் (ClO₂) கொடுக்கிறது. இது ஒரு சிறந்த வெளுக்கும் பொருளாகும். சோடியம் குளோரைட், ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலத்தைவிட துணி மற்றும் காகித இழைகளுக்குக் குறைவான சேதத்தைக் கொடுக்கிறது.

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடும் வெளுக்கும் பொருளாக பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது 35 % ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடைக் கொண்ட 0.5-1.0 % கரைசலாக 10.3-10.6 pH-இல், 180-190°F வெப்பநிலையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில நேரங்களில் pHz நிலை நிறுத்துவதற்கு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு பயன்படுகிறது. நிறமுள்ள இழைகளை வெளுப்பதற்கு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

எண்ணெய், கொழுப்பு, மெழுகுகளை

வெளுக்க சோடியம் டைகுரோமேட், பெர்மாங்கனேட்டு, ஹைப்போகுளோரைட்டு, உலோக பெர் உப்பு மற்றும் பெராக்சைடு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை உணவு எண்ணெய்களை (edible oils) வெளுக்கப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. கிளர்வுற்ற கரி மற்றும் களிமண் (activated charcoal and clay) பரப்புக் கவர்ச்சியினால் (adsorption) சூடேற்றப்பட்ட எண்ணெய்களை வெளுப்பதையச் செய்கின்றன. எண்ணெய்களின் இயற்கையான நிறத்தைக் கொடுக்கும் குளோரோஃபில் மற்றும் கரோடினாய்டு போன்ற மாசுகள் பரப்புக் கவர்ச்சி மூலமும் வடித்தலின் மூலமும் நீக்கப்படுகின்றன.

வெற்றிட உலோகவியல்

உலோகங்கள் மற்றும் உலோகச் சேர்மங்கள் ஆகியவை, குறைந்த அழுத்த நிலைகளில் எளிதாக உற்பத்திச் செய்யப்படுகின்றன. அதாவது வளிமண்டல மாசுக்கள் மற்றும் வளிமப் பொருள்கள் போன்றவற்றை எளிதாகப் பிரித்து எடுக்கலாம்.

உயர்தர எஃகுகள் மற்றும் உயர் வெப்ப நிலைகளைக் கொண்ட உலோகக் கலவைகள் போன்றவை வெற்றிட முறையில் உருக்கப்படுகின்றன. காற்று ஆக்சிஜனேற்றம், கார்பனுடன் சேர்ந்து ஆக்சிஜன் குறைப்பு வினைகள் ஏற்படுதல் மற்றும் உலோகத்தில் கலந்துள்ள ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன் போன்ற வளிமப் பொருள்களை நீக்குவதற்கும் வெற்றிட முறை எளிதானதாகும். டைட்டேனியம், சிர்கோனியம் மற்றும் ஹாலியம் போன்ற வினைதிறன் மிகுந்த உலோகங்களும் இம்முறையில் தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றிலும் ஆக்சிஜன் மற்றும் நைட்ரஜன் போன்ற வளிமப்பொருள்கள் கலந்திருக்கும் பல இரும்பு அல்லாத உலோகங்களில் கலந்துள்ள வளிமப் பொருள்களை நீக்குவதற்கு வெற்றிட உலோகவியல் முறையே பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெற்றிட முறையில்

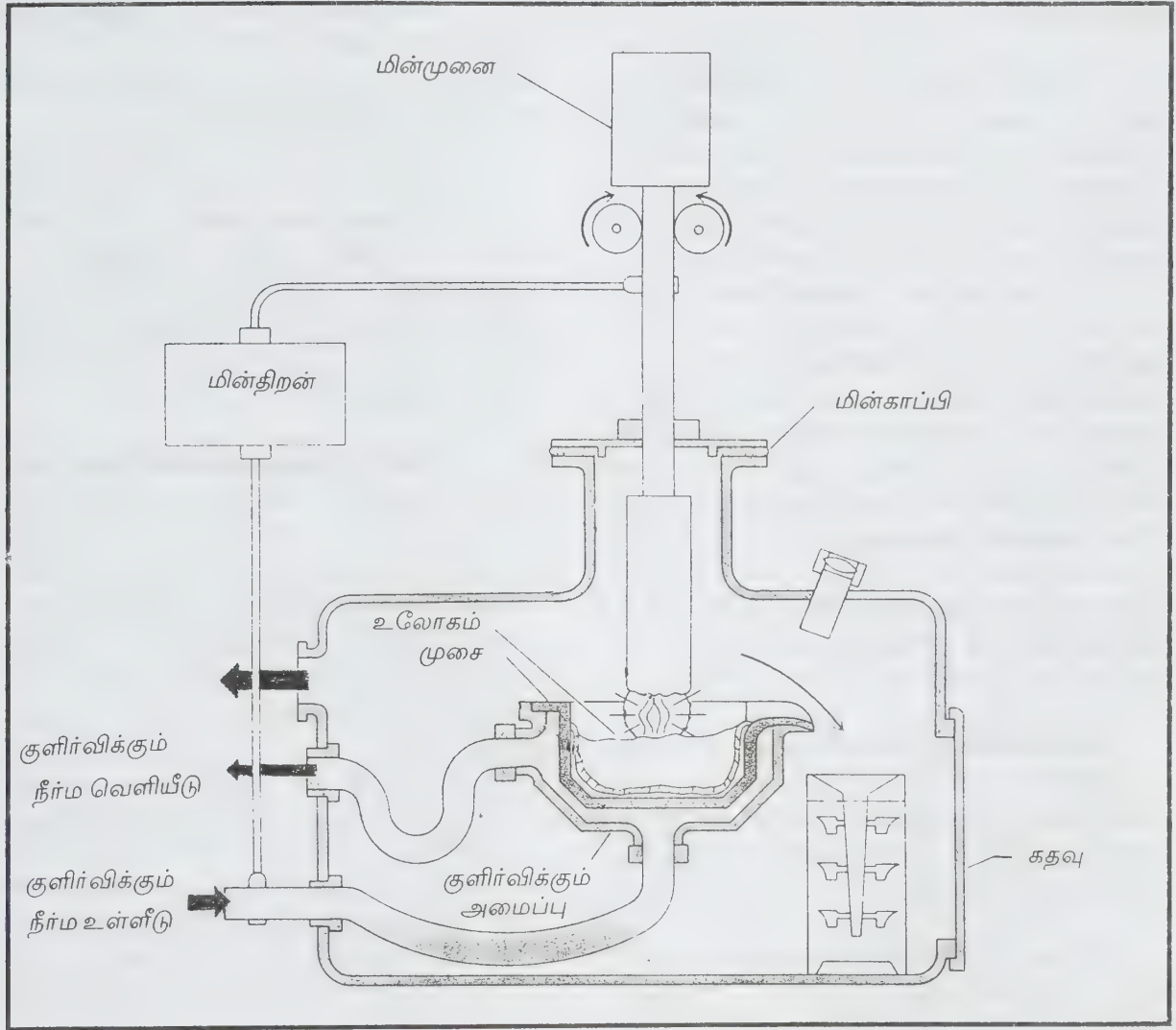
உலோகங்களை வார்ப்பது ஒரு தொகுப்பு செயற்பாடு ஆகும். மின்பாய்வு முறையில் உலோகங்களை உருக்குதல் மற்றும் மின் உலை போன்றவற்றிலும் வெற்றிட முறையிலேயே உலோகங்கள் உருக்கப்படுகின்றன.

உயர் வெப்ப உலைகளில், வினைதிறன் மிக்க உலோகங்களை உருக்கும்போது, இவ்விரண்டுக்கும் இடையில் தேவையற்ற வினைகள் ஏற்படும். எனவே, அதற்கு பின்வரும் மாற்றங்களை செய்து உருக்குதல் வேண்டும். இளகும் மின்முனைடன்கூடிய வெற்றிட அமைப்பு இருக்கும். உருக்கப்பட வேண்டிய உலோகம் ஒரு முனையில் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். முனையைச் சுற்றி நீரினால் குளிர்விக்கும் அமைப்பு இருக்கும். பிறகு மின்முனைக்கும், உலோகத்துக்கும் இடையில் மின் வில் ஏற்படுத்தப்பட்டு, உலோகம் வெப்பமடைந்து உருகுநிலையை அடையும். இதைத் தவிர மின்னணு சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்தியும் உலோகங்களை உருக்கலாம். இம்முறையில் மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலை தோற்றுவிக்கப்படும்.

உலோகங்களில் கலந்துள்ள வளிமங்களை மட்டும் வெளியேற்றுவது உருக்கும் முறைகளைத் தவிர வேறு முறைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக உருகிய நிலையில் உள்ள எஃகு வெற்றிட கலன்களில் உள்ள துளை வழியாக செலுத்தப்படும் போது, வளிமங்கள் பிரிந்து வெளியேறி விடுகின்றன.

வெற்றிட முறை, பல வெப்ப முறை செயல்களைக் கொண்டு நடைபெறுகின்றன. காய்ச்சி வடிக்கும் உலைகளிலும் வெற்றிட முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. பற்றாசு மற்றும் இடையிணைப்பு போன்றவையும் வெற்றிட முறையில் செய்யப்படுகின்றன. மின்னணு தொழிற்சாலைகளில் மின்தேக்கிகள் மின்னணுக் குழாய்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கவும் வெற்றிட முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வெற்றிட முறை ஆக்சிஜன் குறைப்பு வினைகளில் நேரடி பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எ-டு: மக்னீசியம் மற்றும் நையோபியம் ஆக்சைடுகளின் ஆக்சிஜன் குறைப்பு ஆகியவற்றைக் கூறலாம். மேலும் குறைந்த கார்பன் சதவீதத்தைக்



கொண்ட பெர்ரோகுரோம் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு வெற்றிட உலோகவியல் பயன்படுகிறது.

டைட்டேனியம், சிர்கோனியம் மற்றும் உலோகங்கள் குறைந்த அழுத்த நிலைகளிலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன. வெற்றிட வாலை வடிப்பு முறையைச் சேர்ந்து வெற்றிட மின் பூச்சு போன்றவையும் குறைந்த அழுத்தங்களில் நடைபெறுகின்றன. மின்பூச்சு என்பது, ஆவியாகும் சில

உலோகங்களை மற்ற உலோகங்களின் மீது படியச் செய்தல் ஆகும். அலுமினிய மின்பூச்சு பிரபலமான ஒன்றாகும். அதோடு, துத்தநாகத்தை காரியத்திலிருந்து பிரித்தெடுப்பதற்கும் வெற்றிட உலோகவியல் பயன்படுகிறது.

ஜி. கண்ணன்

வெற்றிட எக்கி

வெற்றிட எக்கி என்பது பிற எக்கிகளிலிருந்து மாறுபட்ட ஒன்றாகும். வெற்றிட எக்கிகளில் வளிமத்தால் ஏற்படும் அழுத்தம் வளிமண்டல அழுத்தத்தைவிட குறைவானதாகும். அதிக வெற்றிடம் ஏற்படும்போது அழுத்தம் மிக மிகக் குறைவாக இருக்கும். வெற்றிட எக்கியைக் கொண்டு சுமார் 10^{-9} - 10^{-6} மி.மீபாதரசம் அளவுள்ள அழுத்த வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்த முடியும். இவ்வாறு மிக அதிக வேறுபாடுகளை வெற்றிட எக்கிகளை இரண்டு அல்லது மூன்று நிலைகளாக அமைத்து பெறப்படுகிறது. அவ்வாறு வெவ்வேறு நிலைகளாக அமைக்கும்போது, ஒவ்வொரு நிலைக்கும் தகுந்த பெயர்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. அதாவது முதல் நிலைக்கு பின்னோக்கு எக்கி (backing pump) என்று பெயர். கடைசியாக உள்ள நிலைக்கு உயர் வெற்றிட எக்கி அல்லது நுனி எக்கி (fine pump) என்று பெயர். மேற்கூறிய இரண்டு நிலைக்கும் கடைசியில் உள்ள நிலைக்கு விடுபடும் எக்கிகள் எனப்படுகின்றன.

பின்னோக்கி எக்கி. இதில் இரண்டு முக்கிய வகை உண்டு. 1. இயல்நிலை பின்னோக்கி எக்கி, 2.நீராவி வெளியேற்றும் பின்னோக்கு எக்கி. ஒருநிலை அல்லது இருநிலை சுழல் இயக்க எக்கிகள் நடைமுறையில் அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இதில் சுழலி சுழலும்போது, எக்கியினுள் உள்ள காற்று வெளியேற்று துளை வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு தொடர்ந்து நிகழ்வதால், காற்றின் அழுத்தம் குறைந்து கொண்டே போகும்.

நீராவி வெளியேற்றம் பின்னோக்கு எக்கி. நிலையியல் எக்கி ஆகும். இவ்வகை எக்கிகளில் 'உயர் திசைவேகம்' கொண்ட நீராவி பீற்று வழி (high velocity steam jet) மூலம் காற்று வெளியேற்றப்பட்டு வெற்றிடமாக்கப்படுகிறது.

விடுபடு எக்கி. இத்தகைய எக்கிகள் வெற்றிட உருக்குதல் மற்றும் உலோகத் தாள்களின் மீது தொடர் பூச்சு ஏற்படுத்துதல் போன்றவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

உயர்வெற்றிட எக்கிகள் (அ) நுண் எக்கிகள்.

இதன் எளிய அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. இது தலைகீழ் நீராவி கூப்பு எக்கி (inverted vapour stack pump) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இதில் உள்ளே இழுக்கப்படும் காற்று கம்பியின் வெவ்வேறு நிலைகளை அடையும்போது கூப்பின் மீதுள்ள ஆவி பீற்று வழிகளில் காற்று வெளியேற்றப்பட்டு வெற்றிடமாக்கப்படுகிறது. கலத்தின் அடிப்பகுதியில் நிறைந்துள்ள எண்ணெயை ஒரு மின் சூடாக்கியால், வெப்பமூட்டி ஆவியாக்கப்படுகிறது.

எக்கியின் வேகத்தை கணக்கிடுதல். வெற்றிட எக்கிகள் இயங்கும்போது, அவற்றின் வேகத்தைத் தெரிந்துகொள்வது முக்கியமாகும். இதற்கு வெற்றிட அளவிகள் என்ற கருவிகள் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை எக்கியின் உள்ளே அழுத்தத்துக்கும் வெளியில் உள்ள வளிமண்டல அழுத்தத்திற்கும் உள்ள அழுத்த வேறுபாட்டை கண்டறிந்து கணக்கிடலாம்.

அதாவது ஓர் அளவிடப்பட்ட குழாயை எண்ணெய்த் தொட்டியில் செங்குத்தாக நிறுத்த வேண்டும். எண்ணெய்த் தொட்டியுடன், சுழலும் எக்கியின் உள் வழிப்பாதையை இணைக்க வேண்டும். இப்போது, குழாயினுள் எண்ணெய் உயர்ந்து நிற்கும் அளவை குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பிறகு பின்வரும் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தி அளவிட வேண்டும்.

$$S = LP / 1000P$$

இங்கு S = எக்கியின் வேகம் (லிட்டர்/வினாடி)

L = காற்று தகிவு வீதம் (கனசென்டி மீட்டர் / வினாடி)

P = காற்று தகிவின் அழுத்தம்

P = நுண் எக்கியின் அழுத்த அளவு

இவ்வாறு எக்கியின் வேகம் கணக்கிடப்படுகிறது.

வெற்றிடக் குழல்

ஓர் எலெக்ட்ரான் குழலானது, குழலின் மீதமுள்ள வளிமம் அல்லது ஆவியால் அதன் மின்னோட்டப் பண்புகள் பாதிப்படையாத வண்ணம் வெற்றிடமாக்கப் பட்டுள்ளது.

வகைப்பாடு. வெற்றிடக் குழல்கள் செயல்பாட்டின் அடிப்படையில் ஏற்புக் குழல், அனுப்பும் குழல், ஃபோட்டோ குழல், கேதோடு கதிர் குழல், மைக்ரோ அலைக் குழல் மற்றும் சேமிக்கும் குழல் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. மேலும் அமைப்பின் அடிப்படையில் டையோடு, டிரையோடு, டெட்ரோடு, பென்டோடு என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

குறைக்கடத்திக் கருவிகளின் வருகைக்குப் பின், வெற்றிடக் குழல்கள் குறைக்கடத்திக் கருவிகளால் பரிமாற்றம் செய்யப்படினும், மின்னணுவியல் துறையில் உள்ள பாகுபாட்டின் காரணமாகவும் அடிப்படைத் தத்துவத்தின் காரணமாகவும் கேதோடு கதிர் குழல்கள், மைக்ரோ அலைக் குழல்கள் மற்றும் உயர்திறன் எதிரொளிப்பு குழல்கள் இன்றளவும் பயன்பாட்டில் உள்ளன.

ஏற்பான் குழல்கள் குறைந்த மின்னழுத்தம் மற்றும் திறன் கொண்டவையாக ரேடியோ ஏற்பான்கள், கணிப்பொறி மற்றும் உணர்திறன் அளவீடு மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் ஆகியவற்றில் பயன்படுகின்றன.

ஃபோட்டோ குழல்களில் மின்னோட்டம் இரு மின் தகடுகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் படும் ஒளிக்கதிரின் அளவைப் பொறுத்து கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவை ஒளியால் கட்டுப்படுத்தப்படும் மின்விசை மாற்றிகளாகப் (switch) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் இவை தொழில் மற்றும் அறிவியல் துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கேதோடு கதிர் குழல்களில், மின்னோட்ட சைகைகளால் கட்டுப்படுத்தப்படும் எலெக்ட்ரான் கற்றை ஒளித்திரையின் மீது செலுத்தப்படுகிறது. இவை பல் அதிர்வுமானிக் குழல்கள் (oscilloscope tubes) தொலைக்காட்சிப்படக் குழல்கள், கேமரா குழல்களில் பயன்படுகின்றன.

பல் அதிர்வுமானிக் குழல்கள் மின்னோட்ட சைகைகளைக் காட்சியுறும் வண்ணம் உருவாக்குகின்றன. படக்குழல்கள் தொலைக்காட்சி சைகைகளைப் படங்களாக ஒளிரும் திரையில் உருவாக்குகின்றன. மாறாக, கேமரா குழல்களில் ஒளிச் சாயல்கள் (images) மின்னோட்ட சைகைகளாகவோ அல்லது படும் அகச்சிவப்புக்கதிர்கள் அல்லது X-கதிர்களுக்கு ஏற்ப காட்சியுறு படங்களாக மாற்றுகின்றன.

மைக்ரோ அலைக் குழல்கள் 3GHz₂ மற்றும் அதற்கும் மேற்பட்ட உயர் அதிர்வெண் நிலைகளில் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இவை ராடார் மற்றும் வான்வெளித் தொடர்புகளிலும், கட்டுப்பாடு மற்றும் ரேடியோ-அதிர்வெண் கருவிகளிலும், அறிவியல் ஆய்வுகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சேமிப்புக் குழல்களில், எலெக்ட்ரான் குழல்கள் செய்திகளை அறிமுகப்படுத்தவும் குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்குப் பிறகு வெளிக்கொணரவும் கூடியன. இவை கணிப்பொறி கருவிகளில் பெரும் பங்காற்றுகின்றன.

அடிப்படை செயல்பாடு. வெற்றிடக் குழல்களின் செயல்பாடு இருவகை இயற்புக் காரணிகளால் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. முதலாவதாக, உயர் ஆற்றல் பெறும் அணுக்களின் மேற்பரப்பிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான் உமிழ்வு. இவ்வகை உமிழ்வு வெப்ப அயனி உமிழ்வாகவோ, ஒளிமின் விளைவாகவோ, அதிர்வுறும் இயக்க ஆற்றல் பெற்ற துகள்களால் உண்டாகும் இரண்டாம் நிலை உமிழ்வாகவோ அல்லது மின்னழுத்தப் புல உமிழ்வாகவோ அமையலாம்.

இரண்டாவதாக மின் மற்றும் காந்தப் புலங்களால் எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் கட்டுப்படுத்தப்படுவதால் ஏற்படுகிறது.

வெற்றிடக் குழல்கள் எலக்ட்ரான்களை உமிழும் தன்மை வாய்ந்த மின்தகடுகளையும், எலெக்ட்ரான்களை ஏற்கவும், மின்தகடுகளுக்கிடையே ஏற்படும் மின்புலத்தைக் கட்டுப்படுத்தவும் ஏற்ற மின்தகடுகளையும் பெற்றுள்ளன. காந்தப் புலமானது

வெற்றிடக்குழலின் வெளியே நிலைக் காந்தத்தால் அல்லது மின்காந்தத்தால் செறிவூட்டப்படுகிறது.

வெப்ப அயனி வெற்றிடக்குழல்களில் எலெக்ட்ரான்களின் முக்கிய மூலம் வெப்ப அயனி வெளியீடு இங்கு இவ்வெளியீடு மின்புலத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும் மின்தகடு எதிர்முனை அல்லது சுருள் வடிவிலும், ஏற்கும் மின்தகடுகள் நேர்முனை அல்லது தட்டுகள் ஆகும். கட்டுப்படுத்தும் மின்தகடுகள் கம்பிவலைகள் ஆகும்.

வெப்ப அயனி உமிழ்வில், எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்முனைத்தகட்டிலிருந்து நேர்முனைப்பகுதிக்கு உமிழ்ப்படுகின்றன. எனவே, மரபு மின்னோட்டமானது எப்போதும் நேர்முனையிலிருந்து எதிர்முனைக்குச் செல்லுமாறு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

அமைப்பு மற்றும் உருவாக்கம். வெற்றிடக் குழல்களின் இயந்திர அமைப்பினைக் படத்தில் காட்டிய கண்ணாடி பென்டோடு ஏற்பான் குழலைக் கொண்டு விளக்கலாம். இது மின்தகடுகளின் ஒன்றிப்பையும், நிக்கலால் ஆன குறை திறன் குழல்களையும் கொண்டு அடிப்பகுதியில் மின்னோட்டப் பண்புகள் கடத்தப்படுமாறு பொருத்தப்பட்டும், வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடி (அல்லது) உலோகச் சுற்றமைப்பைக் கொண்டுள்ளது.

மின்தகடுகள் பொருத்தப்பட்டபின் எந்திர பம்புகளால் வெற்றிடக்குழலின் அழுத்தம் 10^{-3}mm பாதரசம் அளவிற்குக் குறைக்கப்படுகிறது. காற்று சுவாலைகளாலும், உயர் அதிர்வெண் மின்னோட்டம் மின்காந்தப்புலத்தினால் உலோகப் பரப்பில் செலுத்தப்படுகிறது. இதன்மூலம் உறிஞ்சப்பட்ட மற்றும் மேற்பரவிய வளிமங்கள் நீக்கப்படுகின்றன. பிறகு, வெற்றிடக்குழலானது பிற வளிமங்கள் நுழையாதவாறு மூடப்படுகிறது.

இந்நிலையில் வெற்றிடக்குழலின் அழுத்தத்தை மேலும் குறைக்க 'கெட்டர்' எனப்படும் பொருளானது தன் ஆவியை குழலின் சுற்றுப்புறத்தில் படிய வைக்கிறது. வளிம மூலக்கூறுகள்

இப்படிவுகளின் மீது வேதிவினை புரிந்து நிலைபெற்ற பொருள்களை உருவாக்குகின்றன. இது மிகக்குறைந்த வளிமண்டல அழுத்த நிலை வரை கொணரப்படுகிறது.

எதிர்முனைத்தகடுகளால் வெளியிடப்படும் வளிமங்கள் இவ்வகை 'கெட்டர்' பொருள்களால் உறிஞ்சப்படுகின்றன. மக்னீசியம், கால்சியம் சோடியம், பாஸ்பரஸ் ஆகியவை 'கெட்டர்' பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டாலும், பேரியம் மிகச்சிறந்த பொருளாக உள்ளது.

எதிர்முனைப் பொருள்கள்.

அறை வெப்பநிலையில் வெப்ப அயனி வெளியீடு புறக்கணிக்கத்தக்கது. எனவே எதிர்முனையானது மின்னோட்டத்தாலோ மின்வெப்பக் கருவிகளாலோ வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு தன்னிறைவு பெற்ற எதிரொளிப்பானானது மிகக்குறைந்த வெப்பத்தில் எலெக்ட்ரானை உமிழ்வதாகவும் அதிக ஆயுட்காலம் மற்றும் சேமிப்புத்திறன் கொண்டதாகவும், குழலுக்குள் உள்ள சிறிதளவு வளிமங்களால் பாதிப்படையாததாகவும், எந்திரத் தடைகளை எதிர்ப்பதாகவும் விளங்க வேண்டும். மேலும், அது விலை குறைந்ததாகவும், எளிதாக உருவாக்கம் அடையும்படியாகவும் இருக்க வேண்டும். ஒரு உமிழ்ப்பான் மேற்பரப்பிலிருந்து வெளியேறும் வெப்ப அயனி மின்னோட்ட அடர்த்தியின் சமன்பாடு கீழ்க்கண்டவாறு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. $J=AT^2\text{e}^{-\frac{W}{kT}}$

A மற்றும் K இயற்பியல் மாறிலிகள், T-தனிவெப்பநிலை q^2 - எலெக்ட்ரான் மின்னூட்ட அளவு $W=(\text{work function})$. வேலைசெயல்பாடு w ஆனது, ஓர் உமிழ்ப்பானின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை நீக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவு ஆகும். w ஆனது உமிழ்ப்பானையும் அதன் மேற்பரப்பையும் சார்ந்தது. உமிழ்ப்பானின் ஆவியாதல் வெப்பநிலை மற்றும் வெளிவிடப்பட்ட மின்னோட்டத்திற்கும், வெப்பஆற்றலுக்கும் இடைப்பட்ட உயர்விகிதம் ஆகியவற்றைவிட குறைந்த அளவு வேலை செயல்பாடு (w) உள்ளபோது அதிக எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றுகிறது.

உமிழ்ப்பான்கள் மூன்று வகைப்படும். 1) தூய உலோகங்கள், 2) மற்றொரு உலோகத்தின் மெல்லிய

நூலிழை, மேற்பரப்பில் பொருத்தப்பட்ட உலோகம், 3) அரியமண் ஆக்ஸைடுகள் மேற்பரப்பில் பூசப்பட்ட உலோகங்கள்.

எதிர்மின்முனை. தூய உலோகக் எதிர்மின்முனை ஆனது பொதுவாக டங்ஸ்டன் அல்லது டாண்டலம் ஆகியவை செய்யப்பட்டவை மற்றும் இவைகள் நூலிழை வடிவத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மெல்லிய மேற்பரப்பு கொண்ட, மற்றும் ஆக்ஸைடு உமிழ்ப்பான்களைவிட டங்ஸ்டன் மற்றும் டாண்டலம் வேலைச்செயல்பாடு (W) அதிகமாகப் பெற்றிருப்பிலும், மற்றும் உயர் வெப்பநிலைகளில் செயல்படும்போதும், இந்த உலோகங்கள், மிதமிஞ்சிய வளிமங்களால் ஏற்படும் கடுமையான பாதிப்புகளுக்கு மிகுந்த எதிர்ப்புத்திறன் கொண்டுள்ளன. மேற்கண்ட அம்சமானது, உயர்ந்த மின்புலத்தில் முடுக்குவிக்கப்பட்ட அயனியாக்கப்பட்ட வளிமமூலக்கூறுகள் எதிர்முனை பரப்பின் மீது மோதல் நடைபெறும் உயர் மின்னழுத்தக் குழாய்களில் மிகவும் முக்கியமானது. உயர் மின்புலத்தில் மேற்கண்ட மோதலினால் எதிர்முனைப் பரப்பு மிகவும் சேதமடையும். எனவே தூய உலோக எதிர்மின்முனை உயர்மின்னழுத்தக் குழாய்களின் பயன்படுகின்றன. டாண்டலம் ஆனது டங்ஸ்டனைவிட சிறிது குறைவான (W) வேலைச்செயல்பாடு கொண்டுள்ளது. இது டங்ஸ்டனைவிட எதிர்மின்முனை உருவாக்கத்தில் மிகவும் பயன்படுகின்றது.

அணுவின் அளவு அடர்த்தி கொண்ட தோரியம் படலம் டங்ஸ்டன் மேற்பரப்பில் பொருத்தப்படும்போது டங்ஸ்டனின் வேலை செயல்பாடு குறைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறாக மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையில் டங்ஸ்டன் செயல்பட வைக்கப்படுகிறது. தோரியம் கொண்ட டங்ஸ்டன் எலெக்ட்ரான் உமிழ்ப்பான்கள் தீவிர குறைபாட்டை கொண்டுள்ளன. எவ்வாறியினும், தோரியம் ஆனது உயர்வெப்பநிலைகளில் செயல்படும்போதோ அயனியாக்கப்பட்ட மிதமிஞ்சிய வளிம மூலக்கூறுகளின் மோதனாலோ, பகுதியளவாகவோ (or) முழுமையாகவோ உமிழ்ப்பானின் மேற்பரப்பில் இருந்து நீக்கப்படுகிறது. இத்தோரியப் படலம் உருவாக்கம் அதிக படிமுறைகளைக் கொண்டுள்ளன. எனவே, இந்த தோரியப்படல கொண்ட குழாய்கள்

உருவாக்குவது கடினமானதாக உள்ளது.

பொதுவாக ஆக்ஸைடு பூசப்பட்ட உமிழ்ப்பான்கள், நிக்கல் அடிப்படையின் (base) மீது பேரியம் மற்றும் ஸ்ட்ரான்சியம் ஆக்ஸைடுகளின் கலவையைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றின் உருவாக்கமும் அதிக படிமுறைகளைப் பெற்றிருப்பினும், இவை கவனமாக கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவற்றின் வேலைச் செயல்பாடு ஆனது தோரியம் கொண்ட டங்ஸ்டன் உமிழ்ப்பான்களைவிட பாதிளவு குறைவாக உள்ளது. ஆவியாதல் மிகுந்த சேதத்தை ஏற்படுத்தும் குறைந்த வெப்பநிலை மற்றும் குறைந்த வெப்ப ஆற்றல் ஆகிய நிலைகளில் அதிக எலெக்ட்ரான் உமிழ்திறனைப் பெற்றுள்ளன. இவை சிறந்த சரியான முறையில் பராமரிக்கப்பட்டால் நீண்ட ஆயுளைப் பெறும். இவை தோரியம் கொண்ட உமிழ்ப்பான்களை போல உயர்வெப்பநிலை மற்றும் அயனியாக்கப்பட்ட வாயு மூலக்கூறுகளின் மோதல் ஆகியவைகளினால் சேதம் அடைகிறது. எனவே இவை உயர்மின்னழுத்த பரிமாற்றக் குழாய்களில் பயன்படுவது இல்லை.

மின்வாய் கட்டமைப்பு. வெற்றிடக் குழாய்களின் பண்புகள் மற்றும் செயல்பாடுகள் ஆனது அவற்றில் உள்ள மின்முனைகளின் எண்ணிக்கை மற்றும் கட்டமைப்பு ஆகியவைகளினால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. எனவே, வெற்றிடக்குழாய்களின் மின்வாய்களின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து செய்யப்படும் வகைபாடானது மிகவும் பயனுள்ளதாம்.

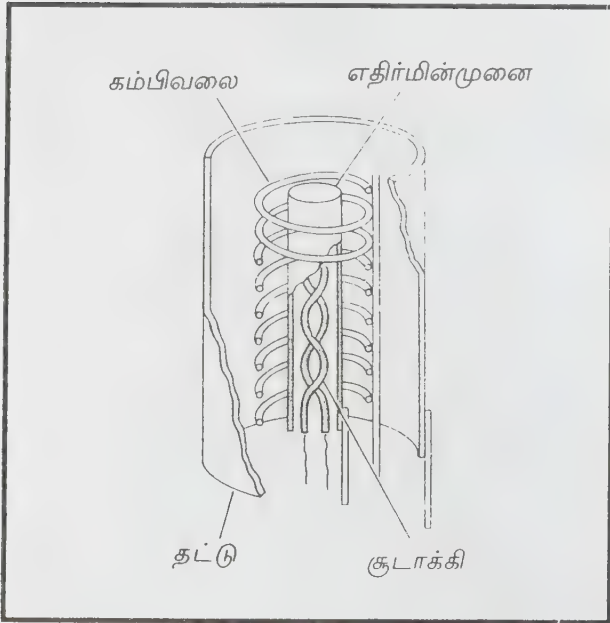
எளிமையான குழாய். இவை இரண்டு மின்முனைகள் மட்டுமே கொண்டுள்ளன. ஒன்று எதிர்மின்வாய். இவை எலெக்ட்ரான்களை உமிழ்கின்ற மற்றும் நேர்மின்முனை அல்லது இவை எலெக்ட்ரான்களை ஏற்கின்றன. பெரும்பாலான இருமுனையங்களில் மின்முனைகள் பொது மைய உருளை வடிவத்தைப் பெறுகின்றன. நேர்மின்முனை பயன்பாடானது கீழ்க்கண்ட உண்மையைச் சார்ந்தது. அதாவது நேர்மின்முனைக்கும் எதிர்மின்முனைக்கும் மின்கடத்தல் இருக்கும், எப்போதெனில் நேர்மின்முனையானது, எதிர்மின்முனையுடன் ஒப்பிடும்போது நேர்மின்னாக இருக்க வேண்டும். மறைமுகமாக சூடேற்றப்பட்ட ஒரே திசையிலான

மின்னழுத்த பரப்பைக் கொண்ட எதிர்மின் முனையை உடைய வெற்றிட டையோடின் மின்னோட்ட-மின்னழுத்த இயல்பானது கொடுக்கப்பட்டுள்ள சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது.

$$i = Av^{3/2}$$

i- மின்னோட்டம்

A- மாநிலி இது எலெக்ட்ரோடின் அளவு மற்றும் அதன் அமைப்பு மற்றும் அதன் உமிழும் திறனையும் சார்ந்தது. V- எதிர்மின்முனையைச் சார்ந்த தட்டின் மின்னழுத்தம். இழைகளாலான எதிர்மின்முனையைக் கொண்ட எதிர்மின்முனைகளைக் கொண்ட டையோடுகளில் மின்னோட்டமானது நேரடியாக எதிர்மின்முனையை நோக்கிப் பாய்கிறது. மேலும், எதிர்மின் முனையின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தமானது மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த இயல்பை 5/2 திறன் விதியை பின்பற்றச் செய்கிறது. ஒரு திசையிலான இந்தக் கடத்தும் பண்பானது மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை நேர்திசை மின்னோட்டமாக மாற்ற உதவுகிறது. மேலும் இந்தப் பண்பு பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட மின்னழுத்தத்தை கண்டறிய உதவும் அமைப்புகளிலும் பயன்படுகிறது.



உருளை வடிவ மும்முனையம்

மும்முனையம்.

இருமுனையத்தின் எதிர்மின்முனை மற்றும் தட்டின் இடையே கம்பி வலை என்ற மற்றொரு மின்முனையைச் சேர்ப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் மூன்று மின்முனைகளைக் கொண்ட குழாயே ட்ரையோடு என அழைக்கப்படுகிறது.

எதிர்மின்முனையிலிருந்து தட்டிற்குச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் கம்பி வலையின் வழியே செல்கின்றன. இந்த மூன்றாவது எலெக்ட்ரோடானது, கீழ்க்கண்டவற்றில் உதவுகிறது. அதிக அளவிலான தட்டின் மின்னோட்டம் மற்றும் சிறிய மாறுபாடைக் கொண்ட கம்பி வலையின் மின்னழுத்தத்தினால் தட்டின் திறனானது கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாகப் பயன்படுத்தப் படும் மும்முனையத்தின் அமைப்பானது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பரப்பின் அருகே உள்ள மின்புலத்தில் உள்ள மாற்றத்தினால் கம்பிவலை செயல்படுகிறது. அதனால், எதிர்மின்முனையிலிருந்து விடுபடும் எலெக்ட்ரான்கள். தட்டை அடைகின்றன. எதிர்மின் முனையைச் சார்ந்த கம்பிவலையின் மின்னழுத்தமானது பூஜ்யமாக இருந்தால், தட்டின் மின்னழுத்தத்தினால் உள்ள மின்புலமானது, எதிர்மின்வாயின் பரப்பில் முடிவடைகிறது. மேலும் உமிழப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை முடுக்குகிறது. சில எலெக்ட்ரான்கள் கம்பி வலையை அடைகின்றன. மேலும் சிறிய அளவிலான மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறது. ஆனால், பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான்கள் தட்டை அடைகின்றன. கம்பி வலையானது நேர் மின்னழுத்தம் உடையதாக இருந்தால், முடுக்குவிக்கப்பட்ட மின்புலமானது எதிர்மின்முனையின் பரப்பில் அதிகரிக்கிறது. இதனால், தட்டை அடைகின்ற எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை உயர்கிறது. ஆனாலும், கம்பிவலையின் நேர்மின்னழுத்தமானது அதிக எண்ணிக்கையில் எலெக்ட்ரான்கள் கம்பி வலையை அடையச் செய்கிறது. பல பயன்பாடுகளில் கம்பி வலையின் மின்னோட்ட உயர்வானது விரும்பத்தக்கதல்ல. ஏனெனில், இது கம்பி வலை மின்னழுத்தத்திலிருந்து திறனைப் பெறச் செய்கிறது.

கம்பிவலை மின்னழுத்தமானது வெட்டு மின்னழுத்தத்தைவிட (cut off grid voltage) அதிக

எதிர்மின்தன்மைக் கொண்டதாக இருந்தால், எதிர்மின்வாயை விட்டு செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் உட்பட அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் எதிர்மின் முனையை திரும்ப வந்தடைகின்றன. எனவே தட்டு மின்னோட்டம் (plate current) பூஜ்ஜியம் ஆகும்.

மாறாத கம்பி வலை மின்னழுத்தத்தில் தட்டு மின்னோட்டம் (i_p), தட்டு மின்னழுத்தம் (V_p) இவற்றை இணைத்து வரையும் வளைவரைகள் தட்டு (plate) பண்பளவைகள் எனப்படும். மாறாத கிரிட் மின்னழுத்தில் புள்ளியிடப்பட்ட வளைவரைகள் கம்பி வலை மின்னோட்டம் எனப்படும். இந்த மின்னோட்ட வளைவரைகள் மாறாத கம்பி வலை மின்னழுத்தத்தின் போது உள்ள மின்னழுத்தத்தால் குறிக்கப்படுகின்றன. இந்த வரைகோடு தட்டு கம்பி வலை பரிமாற்று வரைகோடுகள் (plate grid transfer characteristics) எனப்படும். மாறாத தட்டு மின்னழுத்தத்தில் கம்பி வலை மின்னோட்டம் கிரிட் மின்னழுத்தம் கொண்டு வரையப்படும் வரைகோடுகள் கம்பி வலை மின்னழுத்தம் கொண்டு வரையப்படும் வரைகோடுகள் கம்பி வலை வரைகோடுகள் (grid characteristics) எனப்படும். கம்பி வலை மின்னழுத்தம் குறை எண்ணாக (negative value) இருந்தால் தட்டு மின்னோட்டம் அதிக அளவு மாற்றம் அடையலாம். இது அனைத்து குறைந்த ஆற்றல் மின்னழுத்த, மின்னோட்ட பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நேர் கம்பி வலை மின்னழுத்தம் (positive grid voltage) சில ஆற்றல் பெருக்கிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நான்முனையம். உயர்ந்த அதிர்வெண் பெருக்கிகளில் வெற்றிட ட்ரையோடுகளை பயன்படுத்தும் போது தட்டடுக்கில் (plate circuit) இருந்து கம்பி வலைக்கும், இவை இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள மின்னூட்டத்தால் (feedback) வேண்டப்படாத அலைவுகள் (undesirable oscillation) உருவாகும். இந்த மின்சுற்றை மாற்றி அமைப்பதன் மூலம் தவிர்க்க முடியும். இருப்பினும் கம்பி வலை தட்டு மின்தேக்குத்திறனை அவை இரண்டிற்கும் இடையில் ஸ்கிரின் grid எனப்படும் மற்றொரு மின்முனையை பயன்படுத்துவதன் மூலம் குறைக்கமுடியும். தட்டு மின்னோட்டத்தை கட்டுப்படுத்தும், முதலாவது கம்பி வலை கட்டுப்படுத்தும் கிரிட் (control grid) எனப்படும். இதுவே

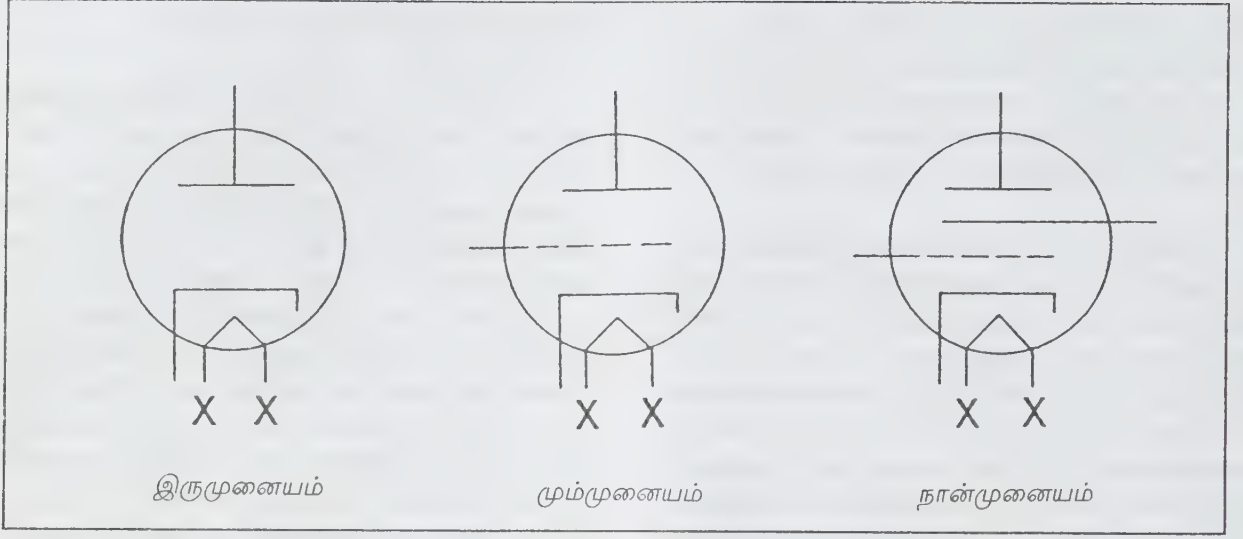
நான்முனையம் என்றழைக்கப்படுகிறது.

கம்பி வலை நேர்மின்னழுத்தத்தில் செயல்படுத்தப்படும் போது அதிக அளவு எலெக்ட்ரான்கள் தட்டின் வழியாக செல்லும். தட்டு மின்னழுத்தமானது ஸ்கிரின் கிரிட் மின்னழுத்தத்தை விட குறையும் போது தட்டின் மேற்பரப்பில் இருந்து வெளியேற்றப்படும் எலக்ட்ரான்கள் ஸ்கிரின் கம்பி வலையினால் கவரப்படுகின்றன. படத்தில் 90V க்கு வரையப்பட்டுள்ள செங்குத்து கோடு ஸ்கிரின் கிரிட் மின்னழுத்தத்தைக் குறிக்கிறது. தட்டு மின்னழுத்தம் 70Vஐ விட குறையும் போது முடுக்கிவிக்கும் மின்னழுத்தம் (accelerating voltage) முதல்நிலை எலெக்ட்ரான்கள் தட்டில் மோதும் வேகத்தைக் குறைப்பதால் தட்டுமின்னோட்டம் அதிகரிக்கின்றது.

ஐம்முனையம். நான்முனையம் வரைகோடு உள்ள கம்பி வலைக்கும், தட்டுக்கும் இடையில் வைப்பதால் தவிர்க்க முடியும். இந்த கிரிட் சப்பிரஸ்ட் கம்பி வலை என்றழைக்கப்படுகிறது. கம்பி வலையின் அழுத்தமானது எதிர்மின்முனையில் பூஜ்ஜியம் அல்லது குறை எண்ணாக இருக்கும்.

கிரிட்டினால் (grid) எலெக்ட்ரான்கள் குறுக்கிடுவதைத் தடுக்க மூன்று கிரிட்டில் உள்ள மின்கம்பிகள் வரிசைப்படுத்தப்படுகின்றன. அழுத்தத்தை உண்டாக்கும் கிரிட் தட்டிற்கும் கட்டுப்படுத்தும் கிரிட்டிற்கும் இடையே உள்ள மின்தேக்குத்திறனை டெட்ரோடின் (tetrode) மதிப்பைவிட குறைக்கிறது. குறைதிறன் மின்னழுத்த பெருக்கியில் (pentode) உள்ள தட்டின் பண்புகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. படத்திலிருந்து எதிர்சரிவு இல்லாததைத் தெரிந்துக் கொள்ளலாம்.

கற்றை நான்முனையம். அழுத்தத்தை உண்டாக்கும் கிரிட் இருப்பதனால் மட்டும் இரண்டாம் நிலை கதிர்வீச்சினால் ஏற்படும் தேவையற்ற விளைவுகளைத் தடுக்கமுடியாது. மேலும் எதிர்மின் முனையிலிருந்து அனுப்பப்படும் எலெக்ட்ரான்கற்றைகள் கற்றைத்திறன் மும்முனையத்தில் (tetrode) உள்ள தட்டில் செலுத்தப்படுகிறது. உயர்ந்த அடர்த்தியுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு கட்டுப்படுத்தும் விசையை உருவாக்குவதால் தட்டிலிருந்து வரும்



வெற்றிடக் குழல்

இரண்டாம் நிலை எலெக்ட்ரான்கள் மீண்டும் தட்டிற்கே அனுப்பப் படுகின்றன. இம்மாதிரியான 2ஆம் நிலை எலெக்ட்ரான்களைக் கட்டுப்படுத்தும் முறையில் உபயோகப்படுத்தப்படும் குழாயில் எலெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி குறைவாகவே உள்ளதால் குறைந்த அளவே உபயோகப்படுகின்றன. கற்றைத்திறன் நான்முனையத்தின் (tetrode) மின்முனைகளின் அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது மற்றும் அதன் குழாயின் தட்டின் பண்புகளும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஐந்து அல்லது 6 கிரிட்டுகள் உள்ள குழாய்கள் சிறப்பு தேவைகளுக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த அதிகப்படியான கம்பி வலை கட்டுப்படுத்தப்பட்டு மின்னழுத்தத்தின் மீது ஒரு தாக்கத்தை ஏற்படுத்தவோ, மின்வாய்களின் கவசமாகவோ பயன்படுகிறது. வேறுபட்ட ஈர் அதிர்வெண்ணில் வேறுபட்ட இரு மின்னழுத்தங்கள் வேறுபட்ட கம்பி வலையினால் கட்டுப்படுத்தும் பொழுது குழாயின் வேறுபட்ட தன்மையானது புதிய அதிர்வெண்ணைத் தோற்றுவிக்கிறது. இப்புதிய அதிர்வெண் மதிப்பானது அவ்விரை அதிர்வெண்ணின் கூடுதலாகவோ வேறுபாடாகவோ இருக்கலாம்.

இவ்வதிர்வெண் மாற்றமுறையானது சில

வகையான ரேடியோ, ஏற்பிகள் இயங்கப் பயன்படுகிறது. இதில் பயன்படும் குழாய்கள் கலப்பு குழாய்கள் அல்லது கலப்பி என அழைக்கப்படுகிறது. மற்றொரு வகையான அதிர்வெண் மாற்றி எனப்படும் பல் கம்பி வலையில் (multigrid) உயர் அதிர்வெண் மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை உருவாக்க ஒரு மின்முனையானது அலையியற்றியுடன் சேர்த்து பயன்படுகிறது. மற்ற மின்முனைகள் கலப்பியாகவோ கவசமாகவோ உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. அந்தக் குழாயின் வேறுபட்ட தன்மையானது புதிய அதிர்வெண் கொண்ட அலையை உருவாக்குகிறது. அந்த அதிர்வெண்ணானது அலையின்ற அதிர்வெண் மற்றும் பாதிக்கும் அலையின் அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடாகவோ, கூடுதலாகவோ இருக்கலாம்.

வெற்றிடக் குழாயின் மற்றொரு பிரிவில், இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட மின்முனைகள் சேர்ந்து ஒரு பகுதிக்குள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. சில சமயங்கள் எதிர்மின்வாயும் சேர்த்து அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இருமுனையங்கள் ஈர் இருமுனையம், ஓர் இருமுனையம் மற்றும் ஓர் மும்முனையத்தோடு அல்லது ஐம்முனையம், மற்றும் ஒரு மும்முனையம் மற்றும் ஒரு ஐம்முனையத்தோடும் சேர்ந்தவை. பயனுள்ளவை ஆகும். அதிகம்

பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் வெற்றிடக் குழாய்களின் குறிகள் படம் 12இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

குழாய்க் காரணிகள். வெற்றிடக் குழாயின் மின்னியல் பண்புகள் மின்சுற்றுக் காரணிகளைப் பொறுத்து அமைகிறது. அவை உள்மின்முனை மின்தேக்குத்திறன் மேலும் பல குழாய்க் காரணிகள், பெருக்குக் காரணி, தகட்டின் மின்தடை, கடத்துதிறன் பெருக்ககாரணி μ ஆனது வெற்றிடக்குழாயின் மின்னழுத்த பெருக்கத்தின் அளவு ஆகும். தகட்டின் மின்னழுத்தத்திற்கும், கம்பி வலையின் மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதம் எதிர்விகிதமாகும். அதைக் கட்டுப்படுத்த தகட்டின் மின்னோட்டம் மாறிலியாக வைக்கப்படுகிறது. பெருக்கக் காரணியானது.

$$\mu = \frac{\delta V_p}{\delta V_G} \Big|_{I_p} = \text{மாறிலி}$$

என வரையறுக்கப்படுகிறது.

மின்வாய் மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்னோட்டம் மூலமாகத் தரப்படும் μ ஆனது தகட்டின் மின்னழுத்த வரைபடங்களின் சாய்வின் சார்பாக அமைகிறது. இந்தக் காரணியானது கட்டுப்படுத்தும் கம்பிவலை, மின்தட்டு மற்றும் தகட்டின் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைக் காணப் பயன்படுகிறது.

μ ஆனது மின்வாய்களின் மின்னழுத்தத்தைச் சார்ந்து அமைவதில்லை. ஆனால் மிகக் குறைந்த மின்னோட்டத்திற்கு (cut off) குறைகிறது. அதன் மதிப்பு மின்வாய்களின் அமைப்பு மற்றும் கட்டுப்படுத்தும் கிரிட்டின் விட்டத்தைப் பொறுத்தும், தகடுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியைப் பொறுத்தும் அதிகரிக்கிறது. வடிவியலின்படி ஒரே மாதிரியான வெவ்வேறு அளவிலான வெற்றிடக் குழாய்களின் μ சமமாக இருக்கும். பென்டோடின் மின்னழுத்தப்பெருக்கம் மிக அதிகமாக இருக்கும். டிரையோடுகளுக்கு அவை 10 லிருந்து 100 வரை இருக்கும். கட்டுப்படுத்தும் கம்பி வலையும் மற்றும் மின்முனைகளும் மாறிலியாக இருக்கும்பொழுது மாறுதிசை தகட்டின் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. தகட்டின் மின்னழுத்தமானது தகட்டின் மின்னோட்டத்தைப் பொறுத்து மாறுகிறது. ஆகையால் மாறுதிசை தகட்டின் மின்தடை என்பது தகட்டின்

மின்னழுத்தமாகும். ஏனெனில் நிலையான தகட்டிற்கு மின்தடை கிடையாது. $r_p = \frac{\delta V_p}{\delta I_p} \Big|_{V_G} = \text{மாறிலி}$. தகட்டின் மின்தடை என்பது தகட்டின் வளைவரைப்பண்பில் மின்வாய் மின்னழுத்தப் பகுதியின் சாய்வாகும். கடத்துதிறன் மின்வாய்களின் மின்னோட்டத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பை அறிய பயன்படுகிறது.

கிரிட்டி-தகடு கடத்துதிறன், பெருக்க காரணியை தகடு மின்தடையால் வகுத்ததற்குச் சமம். ஏனென்றால் பெருக்கக்காரணி மின்முனை மின்னழுத்தம் மாறுவதற்கு ஏற்றாற்போல் சிறிது மாறுகிறது. தகடு மின்தடை பெருமளவு மின்முனை மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்துள்ளது. கிரிட்டி தகடு கடத்துதிறன் பெருமளவு மின்வாய் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்துள்ளது.

மின்னழுத்தப் பெருக்கம் அல்லது மும்முனைய பெருக்கியானது, பெருக்கக் காரணி மற்றும் வெளித்தகடு சுற்றின் மின்தடைக்கும், தகட்டின் மின்தடைக்கும் உள்ள விகிதத்தைப் பொறுத்து அதிகரிக்கிறது. நான்மின்முனை கடத்துதிறனின் பெருக்கத்திற்கும் (transconductance product) மற்றும் வெளித் தகடு சுற்றின் மின்தடைக்கும் சமமாகும்.

கடத்துதிறன் என்பது பல முக்கிய வெற்றிடக்குழாய், அலையியற்றி ஆகியவற்றின் பயன்பாடுகளில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

உள்மின்வாய் மின்தேக்கி. வெற்றிடக் குழாயின் செயல்கள் பெருமளவு மின்தேக்கியைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. இவை மின்முனைகளுக்கிடையே மாறாமல் உள்ளது. சில முக்கிய மின்தேக்குத் திறன்களைக் கட்டுப்படுத்தும் கிரிட்டிக்கும், கேதோடுக்கும் இடையே உள்ள மின்தேக்கி Cgk, தகட்டிற்கும் எதிர்மின்முனை இடையே உள்ள மின்தேக்கி Cpk, கட்டுப்படுத்தும் கிரிட்டிக்கும் தகட்டிற்கும் இடையே உள்ள மின்தேக்கி Cgp, வெற்றிடக் குழாயின் உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு மின்தேக்குத் திறன் Ci மற்றும் Co ஆகியவை ஒரு பெருக்கியில் பயனாகின்றன. ஆனால் அவை Cgk மற்றும் Cpk அல்ல. உள்ளீடு மின்தேக்கி என்பது ACgp. இங்கு A என்பது ஒரு குழாயின் மின்னழுத்த

பெருக்கியாகும். இந்த அளவானது பெருக்கியின் பரிமாணம் அதிகமான இருக்கும்பொழுது மட்டுமே இருக்கும். இந்தக் காரணத்திற்காக சிறிய தகடு மின்தேக்குத்திறன் பல பயன்பாடுகளில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. பென்டோடின் கம்பிவலைக்கும், கட்டுப்படுத்தும் கம்பிவலைக்கும் தகடுக்கும் இடையே உள்ள மின்தேக்குத்திறனைக் குறைக்கிறது. இதிலிருந்து இந்த உள்ளீடு மின்தேக்குத்திறனின் குறைந்த அளவால் ஐம்மின்முனையின் மின்னழுத்த பெருக்கம் அதிகமாகிறது.

அதிர்வெண் மற்றும் பெருக்கக் குறைபாடுகள்.

மிக உயர்ந்த அதிர்வெண்ணில் வெற்றிடக் குழாயானது பெருக்கியாகவும், அலையியற்றி யாகவும் பயன்படுகிறது. இது உள் மின்முனை மின்தேக்குத்திறனாலும், வெளிச்சுற்றில் மின்முனைகளுக்கிடையே எலெக்ட்ரான்களை மாற்றுவதாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

உயர்ந்த அதிர்வெண்ணில் உள்ளீடு மின்தேக்குத்திறனின் மின்தடை கட்டுப்படுத்தும் கம்பிவலைக்கும் எதிர்மின்முனைக்குமிடையே மிகக் குறைவாக இருக்கும். இது மாறுபட்ட கம்பிவலைக்கும் எதிர்மின்முனைக்கும் உள்ள மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது. அதன் விளைவாக மாறுபட்ட வெளியீட்டு மின்னழுத்தம் கிடைக்கிறது. ஒத்தியைவு என்பது குழாய் மின்தேக்குத் திறனிற்கும் சுற்று மின்நிலையத்திற்கும் இடையே நடைபெறுகிறது. மின்னழுத்த பெருக்கியை அதிகரிக்க சுற்றில் மாறுபாடு செய்யலாம். இது பட்டை அகலத்தைக் (band width) குறைக்கிறது. இந்த குறைபாடு பெருக்கி மாறிலியாக இருக்கும்போது நடைபெறுகிறது வெற்றிடக் குழாயின் பெருக்கி பட்டை அகலம் (band width) நுட்பத்திறன் (figure of merit) விகிதமானது $Im/(Ci+Co)$. இது கடத்துதிறனுக்கும், வெளியீடு, உள்ளீடு மின்தேக்குத்திறனின் கூட்டலுக்கும் உள்ள விகிதமாகும். பென்டோடுகள், குறைந்த உள்ளீடு, வெளியீடு மின்தேக்குத் திறனுக்கும் அதிகமான கடத்துதிறனும் கொண்டிருக்கும். இவை அதிக பெருக்கி மற்றும் அதிர்வெண்ணில் பயனாகிறது. பெருக்கி-(bandwidth) (figure of merit) என்பது $Im/(Ci+Co)$, அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணாகும். இது குழாயானது இருநிலைச் சுற்றாகவும்

அலையியற்றியாகவும் பயன்படுத்தும்போது உதவுகிறது.

மின்நிலையம் மின்முனைகளுக்கும், வெளிச்சுற்றுக்கும் இடையே மிகப்பெரும் விளைவை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த விளைவு முன்வளிமங்களின் மாறுபட்ட மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது மற்றும் மின்வாய்களின் மின்னழுத்தத்தின் கோணத்தை மாற்றுகிறது. உள்ளீடு, வெளியீடு சுற்றில் எதிர்மின்முனை மின்னூட்டத்தைக் கொடுக்கிறது. இதனால் சுற்று மின்தேக்குத்திறன் மற்றும் குழாயில் பெருக்கியைக் குறைக்கிறது. இதனால் அலையியற்றி ஏற்படுகிறது. குறைந்த அதிர்வெண்ணில் கடத்துதிறன் Im ஆனது கடத்துதிறன் (admittance) Ym ஆல் மாற்றப்படுகிறது. Ym இன் அளவைக் குறைப்பது இது குறைந்த அதிர்வெண்ணின் Im அளவிற்கு குறைவாக உள்ளது. இந்தக் குறைவு எலெக்ட்ரான்களை மாறுபடுத்தும் நேரத்தில் வேறுபாட்டை ஏற்படுத்துகிறது. இவை மின்புலத்தில் கம்பிவலை எதிர்மின்முனையின் முடுக்கம் (acceleration) மற்றும் எதிர்முடுக்க (deceleration) மாற்றத்தால் ஏற்படுகிறது. Ym பரிமாணக் குறைப்பானது பெருக்கியின் பெருக்கியைக் குறைக்கிறது; அதிர்வெண்ணை அதிகரிக்கிறது. இதனால் உயர்ந்த அலையியற்றியின் அதிர்வெண் கிடைக்கிறது.

இதன் காரணமாக பெருக்கியின் பெருக்கி அதிகமாகிறது. வெற்றிடக் குழாயில் தேவையற்ற சைகை (noise) சேர்ப்பதால் அதிக எலக்ட்ரான்களை எதிர்மின்முனையிலிருந்து உமிழ்கிறது. பெருக்கியின் பெருக்கம் செயல்மிகு கருவிகள் மற்றும் அதன் மின் சுற்றுகளால் ஏற்படும் தேவையற்ற சைகைகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. வெற்றிடக் குழல்களில் தேவையற்ற சைகைகள் எதிர்மின்முனையிலிருந்து தாறுமாறாக வெளியேறும் எலக்ட்ரான்களாலும் நான்முனையம், ஐம்முனையம் போன்ற கருவிகளில் உள்ள மின்முனைகளில் தாறுமாறாக எலெக்ட்ரான்கள் பாய்வதாலும் உண்டாகின்றன. மின்சுற்றில் இத்தேவையற்ற சைகைகள் கடத்து பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் வெப்பத்தால் முடுக்கப்படுவதால் உண்டாகின்றன. இத்தேவையற்ற சைகையின் பரிமாணம் மின்தடை, வெப்பநிலை, அதிர்வெண், பட்டை அகலம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனின்

இருபடி மூலத்திற்கு நேர்த்தகவிலிருக்கும். மேலும் இச்சைகை மின்னழுத்தம் வெற்றிடக் குழல்களில் மாறுமின் கடத்துதிறனின் இருபடி மூலத்திற்கு நேர்த்தகவிலிருக்கும்.

கலங்கரை விளக்கக் குழாய்கள். மைக்ரோ அலை அதிர்வெண்ணில் திறந்த கம்பிகள், மின்தேக்கிகள், மின்நிலைமங்கள், மின்தடைகள் ஆகியவை மூடப்பட்ட கடத்துகம்பிகள் செய்யப் படுகிறது. இத்தகைய மின்சுற்றுக்களில் மின்தகட்டு மின்தேக்கிகள் மற்றும் மின்கம்பிகளின் மின்நிலைமங்கள் ஆகியவை கடத்து மேற்பரப்புகளில் பாதைகள் மற்றும் ஒத்ததிர்வுகளை உண்டாக்கும் மின்வாய் மற்றும் மின்கம்பிகளின் அமைப்புகளால் குறைக்கப்படுகின்றன.

இத்தகைய குழாய்களில் கம்பிவலையின் கம்பிகள் மற்றும் மற்ற மின்வாய் கம்பிகள் ஆகியவை தட்டு வடிவில் உள்ளன.

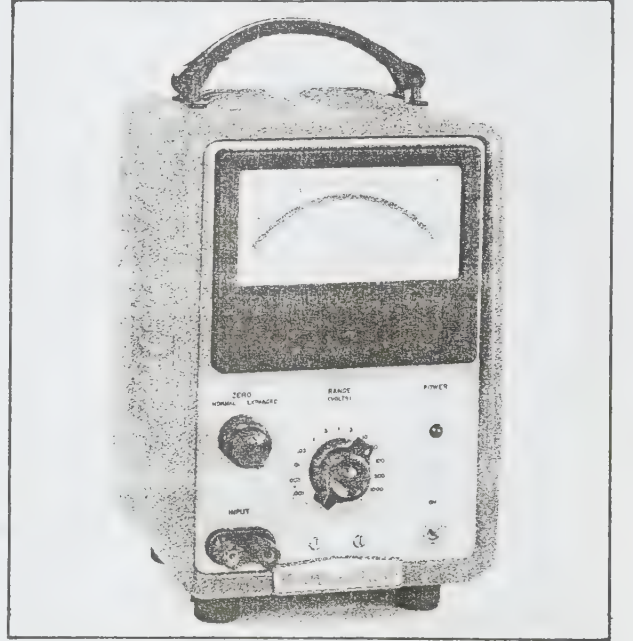
தட்டு-அச்ச (disk-seal) அமைப்பானது மின்வாய்களுக்கிடையே மிகக் குறைந்த இடைவெளியையும், அதிக அதிர்வெண்ணையும் பெருக்கி மற்றும் அலையியற்றிகளின் செயல்பாடுகளைக் கட்டுப்படுத்தும் அதிர்வெண்ணை உருவாக்கும். மிகக் குறைந்த அதிர்வெண்ணில் தட்டு-அச்ச அமைப்பானது மரபுபின் வாய்களின் அமைப்பைவிட அதிக பயனுறு வகையில் அமையாது. ஏனெனில் உட்குழிவு ஒத்ததிர்வுகளுக்கு தேவைப்படும் அளவானது அலைநீளத்தின் குறைவிற்கு எதிர்மறையாக உயர்கிறது. மேலும் இது சில நூறு மெகா அதிர்வெண்களுக்குத் தடுப்பானாக அமைகிறது.

ஆர்.ககனேஷ்

வெற்றிடக்குழல் வோல்ட் அளவி

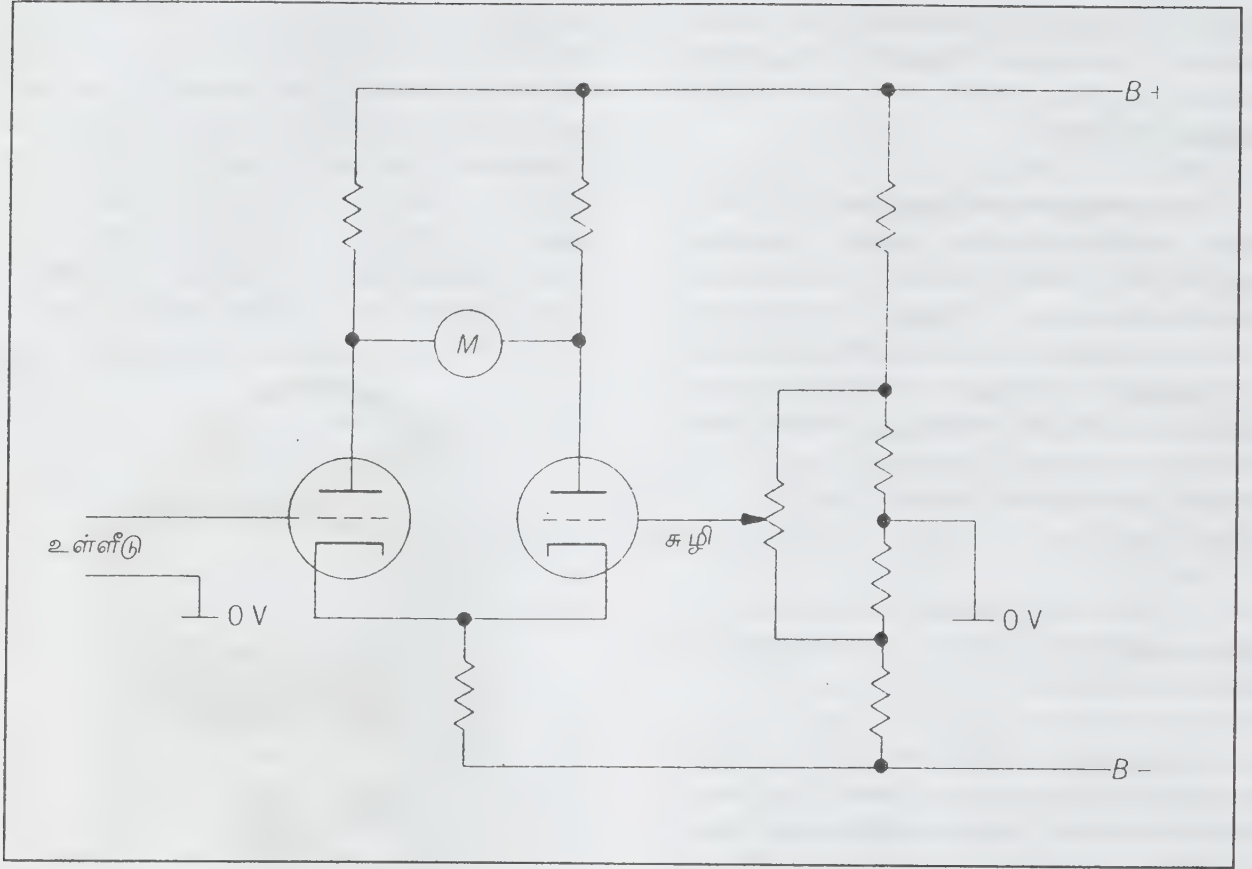
மிக அதிகமான மின் தடைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தங்களை, உள் தடை குறைவாக உள்ள ஓர் எளிய வோல்ட் அளவியைக் கொண்டு அளக்கலாம்.

அவ்வாறு அளக்கையில் வோல்ட் அளவி குறிப்பிடத்தக்க மின்னோட்டத்தை எடுத்துக் கொள்ளும். எனவே அளக்க வேண்டிய மின்னழுத்தம் குறைந்துவிடுவதால் வெற்றிடக்குழல் வோல்ட் அளவியைக் கொண்டு மின்னழுத்தங்களைத் துல்லியமாக அளக்கலாம். இதன் உள் தடை மெக் ஒம்களில் இருக்கும். இது நேர் மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களையும் மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னழுத்தங்களையும் அளக்கப் பயன்படுகிறது.



நேர்மின்னோட்ட வெற்றிடக்குழல் வோல்ட் அளவி

அளக்க வேண்டிய மின்னழுத்தத்தை ஒரு சுமை தடை வழியாக இருமுனையம் கொடுக்கவேண்டும். இம்மின்னழுத்தம் திருத்தப்படும். பின் மின்னழுத்தம் இரு மும்முனையங்கள் உள்ள ஒரு மின்சுற்றுக்கு உள்ளீடாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. இது திரிதடையத்தில் பெருக்கப்படும். எனவே, தகட்டு மின்னழுத்தம் குறையும். எனினும் திரிதடையத்திற்கு எவ்வித உள்ளீடும் கொடுக்கப்படாமையால், அதன் தகட்டு மின்னழுத்தம் மாறாமல் இருக்கும். இவ்வாறு இவற்றின் தகட்டு மின்னழுத்தங்களில் வேறுபாடு காணப்படுவதால் கால்வனோ அளவியில் மின்னோட்டம் பாய்ந்து அதில் ஒரு விலக்கம்



நேர் மின்னோட்ட வெற்றிடக்குழல் வோல்ட் அளவி

காணப்படும். தெரிந்த உள்ளீட்டு மின்னழுத்தங்களைக் கொண்டு கால்வனோ அளவி அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்கும்.

இரா. இந்து

செய்ய முடியாத கம்பளம், ரெக்சின், தோல் ஆகியவற்றாலான பகுதிகளைத் தூய்மை செய்யப் பயன்படுகிறது. பெரிய அளவிலான தொழிற்கூடத் தூய்மிப்பிகளும் வழக்கத்தில் உள்ளன. மரம் அறுப்பதினால் ஏற்படும் துகள்களைக் குவிக்கும் பணியில் இது தலையாயப் பணி ஆற்றுகிறது.

வெற்றிடத் தூய்மிப்பி

இது மின்விசை கொண்டு இயங்கும் ஓர் எந்திரம் ஆகும். இது ஈரமற்ற தூசி மற்றும் உதிரி துகள்களை அகற்ற உதவும். இந்த எந்திரம் கம்பளி மற்றும் துணி விரித்துள்ள தரையையும் தூய்மைப்படுத்துகிறது. இது கையில் எடுத்துச்செல்லும் வகையில் சிறிய அளவில் செய்யப்படுகிறது. இந்தச் சிறிய அளவு எந்திரம் வீட்டிலும் தொழிற்கூடத்திலும் துடைப்பானால் சுத்தம்

பள்ளிகள் மற்றும் அலுவலகங்களின் மையத்தில் வைத்துள்ள வெற்றிடத் தூய்மிப்பி காற்றாடி மற்றும் குழாய் அமைப்புகளைக் கொண்டு சிறப்பாகப் பணிபுரிகிறது.

அறுவை சிகிச்சை செய்யும் நிலையத்தில் தூய்மையானக் காற்றை உள்ளே அனுப்பும் பணியில் வெற்றிடத் தூய்மிப்பி சிறந்த பணி ஆற்றுகிறது. இதில் துகளுடன் கலந்த அசுத்தக் காற்றை வடிகட்டி, பின்னர் மின்விசையால் இயங்கும் காற்றாடியைக் கொண்டு

சுத்தமான காற்றை அளிக்கிறது. இப்படிப்பட்ட எந்திரம் வடிவமைக்க சுலபமாக இயங்கும் தன்மை, பயன்படும் இடம், இடத்தின் சமநிலை கருவிகள் மற்றும் உதிரி பாகங்களின் இயங்கும் தன்மை ஆகியவற்றைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். இதில் குறிப்பிடத்தகுந்த பகுதி துணியினால் ஆன வடிகட்டி அல்லது காகிதத்தினால் ஆன வடிகட்டி ஆகும். துணி வடிகட்டி மீண்டும் மீண்டும் பயன்படும் வகையில் அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும். ஆனால் காகித வடிகட்டி ஒருமுறை மட்டுமே பயன்படும்.

இந்த வெற்றிடத் தூய்மிப்பியின் சிறந்த பயன் குப்பைகளைத் தங்காது வைத்துக்கொள்வதே. ஆனாலும் தக்க வைத்துக்கொள்ளும் தன்மை அல்லது தூய்மையானக் காற்றை வெளியிடும் தன்மை வளிமண்டல அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. இதன் காரணமாகத் தொழிற்கூடங்களில் தூய்மைப்படுத்தும் பணி அழுத்தமானக் காற்றைக் கொண்டுச் செயல்படுகிறது.

வெற்றிடமும் வெற்றிடத் தொழில்நுட்பமும்

இன்றைய அறிவியலின் மலைப்பூட்டும் வளர்ச்சியில் உயர் வெற்றிடங்களை உண்டாக்கும் உத்திகள் முதன்மையான முக்கியத்துவத்தைப் பெற்றுள்ளன. ரேடியோ மற்றும் எக்ஸ் கதிர்க் கருவிகளில் உயர் வெற்றிடம் இன்றியமையாதது. நவீன அணு இயற்பியல் துறையில், குறைந்த அழுத்தங்களில் அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றின் நடத்தைகளை ஆராய்வதில் உயர் வெற்றிடமுண்டாக்கும் கருவிகள் பேருதவி புரிந்து வருகின்றன. இத்தகைய ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக உயர் வெற்றிடங்களை உண்டாக்கும் கருவிகளிலும் பெருந்த முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன.

தற்போது 10^{-9} பாதரச மி.மீ. வரையான குறைந்த அழுத்தங்களை உண்டாக்க முடிகிறது. ஒரு பாதரச மி.மீ. அழுத்தம் டார் (torr) என அழைக்கப்படும். உயர் வெற்றிடத்தை உண்டாக்கும்

கருவிகள் முன்னேற்றமடைந்தபோது, குறைந்த அழுத்தங்களை அளவிடும் கருவிகளும் முன்னேற்றப்பட்டன. ஒரு வெற்றிட எக்கியில் வெளியேற்று அழுத்தம், வெற்றிடமாக்கக்கூடிய அளவு, எக்கியின் செயல் வேகம் ஆகியவை முக்கியமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டிய பண்புகள், எல்லா வெற்றிடப் எக்கிகளிலும் ஒரு நுழைவாயிலும் ஒரு வெளியேறு வாயிலும் இருக்கும். வெற்றிடமாக்கப்பட வேண்டிய கலத்திலிருந்து காற்று அல்லது ஆவி அல்லது வளிமம் நுழைவாயில் வழியாக வெற்றிட எக்கிற்குள் இழுக்கப்பட்டு வெளியேற்று வாயில் வழியாக வெளித்தள்ளப்படும்.

வெளியேற்று வாயிலில் உள்ள அழுத்தம், வெளியேற்று அழுத்தம் எனப்படும். அது வெவ்வேறு எக்கிகளில் வளி அழுத்தத்திற்குச் சமமாகவோ, அதைவிடக் குறைவாகவோ இருக்கலாம். வெளியேற்று அழுத்தம் குறைவாக இருந்தால்தான் கலத்தில் அதிக அளவு வெற்றிடத்தை உண்டாக்க முடியும். இதற்காக நவீன வெற்றிடமாக்கும் கருவிகளில் ஒரு சாதாரண வெற்றிடப் எக்கி முன்னோடியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அத்துடன் ஓர் உயர் வெற்றிட எக்கி தொடரில் இணைக்கப்படும். முன்னோடி எக்கி கலத்தினுள் அழுத்தத்தை 0.1 டார் அளவுக்குக் குறைக்கும். அதன் பிறகு உயர் வெற்றிட எக்கி அழுத்தத்தை 10^{-4} முதல் 10^{-7} டார் வரை குறைத்து விடும். ஒரு கலத்திற்குள் ஏற்படுத்தக்கூடிய வெற்றிடத்தின் அளவு எக்கியின் வெளியேற்று அழுத்தத்தைப் பெருமளவு பொறுத்திருக்கிறது. கலத்திற்குள் உள்ள அழுத்தம் வெளியேற்று அழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தால், வளிமம் எக்கியிலிருந்து கலத்திற்குள் பாய்ந்து விடும். எக்கியின் செயல்வேகம் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட பருமத்தில் அழுத்தம் குறையும் வீதமாகும். அதை $S=V \cdot \log_e(P_1/P_2)/(t_2-t_1)$ என்று காட்டலாம். இது கடேயின் (gaede) சமன்பாடு எனப்படுகிறது. இதில் P_1 , P_2 ஆகியவை t_1 , t_2 ஆகிய கணங்களில் கலத்திற்குள் உள்ள அழுத்தங்கள். V என்பது கலத்தின் கொள்ளளவு.

சாதாரண காற்று நீக்க எக்கியில் ஒரு உந்துத் தண்டு உள்ள உருளை இருக்கிறது. உந்துத் தண்டிலும் உருளையின் நுழை வாயிலிலும் மேல் நோக்கி

மட்டுமே திறக்கக்கூடிய வால்வுகள் உள்ளன. வெற்றிடமாக்க வேண்டிய கலம் ஒரு குழல் மூலம் நுழைவாயிலுடன் காற்றிறுக்கமாக இணைக்கப் பட்டிருக்கும் உந்துத்தண்டு உருளையின் கீழ் முனையிலிருந்து மேலே உயர்த்தினால் உருளையிலுள்ள வால்வு திறந்து, உந்துத் தண்டில் உள்ள வால்வு மூடிக்கொள்ளும். உருளையில் அழுத்தம் குறைந்து கலத்திலிருந்து வளிமம் உருளைக்குள் விரிந்து பரவும். உந்துத் தண்டைக் கீழ் நோக்கி அழுத்தும்போது உந்துத் தண்டு வால்வு திறந்து, உருளையின் வால்வு மூடிக் கொள்ளும். இதனால் உருளையில் உள்ள வளிமம் உந்துத் தண்டுக்கு மேலே சென்றுவிடும். உந்துத் தண்டு மீண்டும் மேலே ஏறும் போது இந்த வளிமம் உருளையிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டுவிடும்.

அதே வேளையில் கலத்திலிருந்து மேலும் சிறிது வளிமம் உருளைக்குள் விரிந்து பரவும். இவ்வாறு பல முறை செய்த பிறகு கலத்திற்குள் அழுத்தம் கணிசமாகக் குறைந்துவிடும். இக்கருவியினால் உயர் வெற்றிடத்தை உண்டாக்க முடியாது. கலத்திற்குள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அழுத்தம் குறைந்ததும் அதில் மிச்சமிருக்கிற வளிமத்திற்கு உருளையின் வால்வைத் திறந்து உருளைக்குள் புகுமளவுக்கு வலுவிருக்காது. கலத்தின் கொள்ளளவு V , உருளையின் கொள்ளளவு v எனில் n முறைகள் உந்துத் தண்டு மேல்நோக்கி இழுக்கப்பட்டப் பிறகு கலத்தில் மிஞ்சியுள்ள வளிமத்தின் பருமம் $(V/v + v)^n$ ஆகும். இது எப்போதும் சுழி ஆகவே முடியாது. இக்கருவியில் 10 டாருக்குக் கீழே அழுத்தத்தைக் குறைக்க முடியாது.

கடே என்பார் சுழல் வெற்றிட எக்கிகளைக் கண்டுபிடித்தார். இவற்றில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. ஒன்றில் சுழலும் இலைகள் உள்ளன. மற்றதில் இலைகள் நிலையாக இருக்கும். ஆயினும் இரண்டு வகைகளும் ஒரே தத்துவத்தில்தான் செயல்படுகின்றன. நிலையான ஓர் உறுதியான உருளைக்குள், நிறை மிக்க சுழல் உறழ் மையமாகச் சுழன்று உருளைக்குள் நுழையும் வளிமத்தை இறுக்கி வெளியேற்றுகிறது.

உருளை எண்ணெயில் முழுக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த எண்ணெய் உயவுப்

பொருளாகவும், வெப்ப நீக்கியாகவும், வளிமக் கசிவைத் தடுப்பதாகவும், திறமையுடனும் பணியாற்றுகிறது. சுழலும் இலை எண்ணெய் எக்கியில் C என்ற நிலையனில் S என்ற சுழலி உள்ளது. அது உறழ் மையமாகச் சுழலும்போது எப்போதும் நிலையனின் சுவரை ஒரு புள்ளியில் தொட்டுக்கொண்டேயிருக்கும். சுழலியின் ஒரு விட்டமாக ஒருதுளை உள்ளது. அதில் இரண்டு இலைத் தகடுகள் உள்ளன. அவை துளைக்குள் எளிதாக நகரும். வில் சுருள்கள் அவற்றைப் பிரித்து வைப்பதுடன் நிலையனின் சுவரை அழுத்தித்தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் படியும் செய்கின்றன. இதனால் உருளையின் உட்புறம் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. உருளையும் நிலையனும் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் புள்ளியின் ஒரு புறத்தில் நுழைவாயிலும் மறு பக்கத்தில் வெளியேறுவாயிலும் அமைந்திருக்கும். வெளியேறுவாயிலில் வெளிப்புறமாக மட்டுமே திறக்கக்கூடிய ஒரு வால்வு உள்ளது. சுழலி சுழலும்போது நுழைவாயிலின் பக்கமாக உள்ள உருளைப் பகுதியின் கொள்ளளவு அதிகரித்து வெளியேறுவாயிலின் பக்கமாக உள்ள பகுதியின் கொள்ளளவு குறைந்துகொண்டே வரும். இதனால் வெற்றிடமாக்க வேண்டிய கலத்திலிருந்து வளிமம் உள்ளிழுக்கப்பட்டு, உருளையில் உள்ள வளிமம் வெளியேற்றப்படும். இவ்வாறு தொடர்ந்து நிகழ்வதால் கலத்திலிருந்து வளிமம் தொடர்ந்து வெளியேற்றப்பட்டு 10^{-3} டார் வரையான குறைந்த அழுத்தங்கள் உண்டாகும்.

ஹைவாக் எனப்படும் உயர் வெற்றிடச் சுழலி எக்கியில் C என்ற உருளையும் R என்ற சுழலியும் உள்ளன. உருளைக்குள் உருளவது போலச் சுழலி சுற்றி வரும். ஒரு வில் சுருள் பொருத்தப்பட்ட தகடு அதைத் தொட்டுக் கொண்டேயிருக்கும். அந்தத் தகடு நுழைவாயில் பகுதியையும் வெளியேற்று பகுதியையும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கிறது. சுழலி மிகுந்த வேகத்துடன் சுழலும்போது நுழைவாயில் பகுதி விரிந்து வெளியேறு பகுதி சுருங்குவதால் கலத்திலிருந்து வளிமம் உருளைக்குள் இழுக்கப்பட்டு, உருளையிலிருக்கும் வளிமம் வெளியேற்றப்படுகிறது. இக்கருவிகளின் மூலம் நிமிடத்திற்கு ஆறு விட்டர் வரை வளிமத்தை வெளியேற்றி 10^{-3} டார் வரையான உயர் வெற்றிடத்தைப் பெற முடியும்.

கடே, லாங்மூர் ஆகியோரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மூலக்கூறு எக்கிகள் 10^{-6} டார் வரை அழுத்தங்களைக் குறைக்கின்றன. இவற்றில் ஒரு நிலையனில் ஒரு சுழலி நிமிடத்திற்கு 10,000 முறை போன்ற பெரும் வேகத்துடன் சுழலுகின்றது. நிலையனின் சுவர்களுக்கும் சுழலியின் பரப்புக்கும் இடையில் 0.03 மி.மீ. அளவேயான இடைவெளி இருக்கும். நுழைவாயிலின் வழியாக உருளைக்குள் வரும் வளிமம் மூலக்கூறுகள் சுழலியின் பரப்புடன் மோதி இழுத்துச் செல்லப்பட்டு வெளியேறு வாயில் வழியாக வெளித் தள்ளப்படுகின்றன. கலத்தில் உள்ள அழுத்தத்தை முன்னோடி எக்கிகளின் மூலம் 10^{-6} டார் அளவுக்குக் குறைத்துக்கொண்ட பிறகே மூலக்கூறு எக்கிகளை இணைக்க வேண்டும்.

1815ஆம் ஆண்டில் கடே விரவல் நீர்மமாதல் எக்கிகளை உருவாக்கினார். பல வளிமங்கள் அடங்கிய ஒரு கலவையில் உள்ள ஒரு வளிமம் தனது பகுதி அழுத்தம் அதிகமாக உள்ள பகுதியிலிருந்து தனது பகுதி அழுத்தம் குறைவாக இருக்கிற பகுதிக்கு விரவுகிறது. இந்த விரவல் இரண்டு பகுதிகளிலும் உள்ள மொத்த அழுத்தத்தைப் பொறுத்திருப்பதில்லை. இதன் அடிப்படையில் விரவல் நீர்மமாதல் எக்கி உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. AB என்ற அகன்ற குழாய் வழியாகக் காற்று நீக்கப்பட்ட ஒரு நீர்மத்தின் ஆவி சீராகப் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும். அத்துடன் வெற்றிடமாக்கப்பட வேண்டிய கலம் F இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அந்த இணைப்புக் குழாயைச் சுற்றிக் குளிர்ந்த நீர் சுற்றி வரும். நீர்ம ஆவியில் காற்று இல்லாத காரணத்தால் கலத்திலிருந்து காற்று திரவ ஆவிக்குள் விரவும். அது நீர்ம ஆவியால் அடித்துச் செல்லப்பட்டு மேலும் மேலும் காற்று AB குழாய்க்குள் விரவும். இவ்வாறு கலத்தில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் குறைந்து கொண்டே போகிறது. நீர்ம ஆவி கலத்துக்குள் விரவ முயற்சித்தால் அது குளிர்ந்த இணைப்புக் குழாயில் நீர்மமாக மாறிவிடும். அத்துடன் இணைப்புக் குழாய் AB குழாயைச் சந்திக்கும் இடத்தில் விட்டம் மிகக் குறைவாக இருக்கும்படி செய்து, அது நீர்ம ஆவி மூலக்கூறுகளின் சராசரி மோதலிடைத் தூரத்தைவிடச் சிறியதாக இருக்கும்படி செய்யப்பட்டுவிடுகிறது. இதன் மூலம் நீர்ம ஆவி மூலக்கூறுகளின் எதிர்த் திசையிலான விரவல் வேகம் காற்று மூலக்கூறுகளின் வெளிப்புற

விரவல் வேகத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

இவ்வாறு நீர்ம ஆவி கலத்திற்குள் புகாமல் தடுக்கப்படுவதுடன் கலத்தில் உள்ள ஆவி அழுத்தம் 10^{-3} டாருக்கும் குறைவாக ஆக்கப்படுகிறது. இந்த வகை வெற்றிடப் எக்கியைப் பயன்படுத்தும்போது ஒரு முன்னோடி எக்கியின் உதவியால் கலத்திலுள்ள அழுத்தத்தை 10 டார் அளவுக்குக் குறைத்துக் கொள்ள வேண்டும். பல விரவல் எக்கிகளைத் தொடரில் இணைத்து 10^{-6} டார் அளவுக்கு அழுத்தத்தைக் குறைக்க முடியும். இவை எக்ஸ் கதிர் குழல்களிலும் ரேடியோ வால்வுகளிலும் வெற்றிடத்தை உண்டாக்கப் பயன்பட்டு வருகின்றன. ஆனால் இவற்றின் செயல் வேகம் குறைவு. வெங்கடேஸ்வரன் என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட எக்கியில் பாதரச ஆவி ஒரு மூக்குக் குழாய் வழியாக ஓர் அகன்ற குழாயினுள் பீச்சப்படுகிறது. அகன்ற குழாயின் மேல் முனை வெற்றிடமாக்க வேண்டிய கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பாதரச ஆவிப் பீச்சல் அகன்ற குழாயின் மேல் பகுதியிலுள்ள காற்று மூலக்கூறுகளைச் சேர்த்து இழுத்துக்கொண்டு கீழே வருகிறது. அங்கு பாதரச ஆவி நீர்மமாகிவிடுவதுடன் காற்று வெளியேற்று குழாய் மூலம் வெளியேற்றப்படும். இக்கருவி மூலம் 10^{-5} வரையான குறைந்த அழுத்தங்களை உண்டாக்கலாம். தற்காலத்தில் பாதரச ஆவிக்குப் பதிலாக ஆப்பீசன் எண்ணெய், பியூடைல் ப்தலேட், பியூடைல் ப்தலேட்டுடன் 10% பாரபின் எண்ணெய் கலந்த கலவை ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எக்கிகளின் உதவியால் 10^{-6} டார் வரைதான் அழுத்தங்களைக் குறைக்க முடிகிறது. அதற்கும் கீழே அழுத்தத்தைக் குறைக்க வேறு பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. வெற்றிடமாக்கப்பட வேண்டிய கலத்திற்குள் இயன்ற வரை அழுத்தத்தைக் குறைத்த பிறகு குறைந்த அழுத்தத்தில் வைத்துச் சூடாக்கிய தேங்காய் ஓட்டுக் கரியைக் கலத்திற்குள் வைத்து நீர்ம நிலைக் காற்றால் குளிர்வைத்தால் கலத்திலுள்ள கரியமில வளிமம், நைட்ரஜன், அம்மோனியா போன்ற எஞ்சிய வளிமங்களை அது உட்கவர்ந்து விடும். ஹைட்ரஜனை நீக்க பவேடியம் கரி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்முறைகளில் 10^{-7} டார் வரை அழுத்தத்தைக் குறைக்க முடியும்.

வெற்றிடமாக்க வேண்டிய கலத்துடன் ஒரு டங்ஸ்டன் இழைப்பொருத்தப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குமிழ் இணைக்கப்படுகிறது. டங்ஸ்டன் இழையில் மக்னீசியம், கால்சியம் போன்ற உலோகங்களைத் தடவி வைத்து அதன் மூலமாக ஒரு வலுவான மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் உலோகத்தின் பெரும் பகுதி ஆவியாகிக் குமிழின் சுவர்களில் உறைந்து படிந்துவிடும். மிச்சமுள்ள ஆவி, கலத்திலுள்ள வளிமங்களுடன் இணைந்து மிகக் குறைந்த ஆவி அழுத்தமுள்ள ஒரு சேர்மமாக மாறிவிடும். இதனால் கலத்திற்குள் அழுத்தம் மேலும் குறைகிறது. இம்முறை ரேடியோ வால்வுகளில் வெற்றிடத்தை உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நைட்ரஜன் போன்ற வளிமங்கள் ஒரு சூடான டங்ஸ்டன் இழையால் மெல்ல மெல்ல உட்கவரப்பட்டுவிடும். இம்முறையில் உயர் வெற்றிடத்தை உண்டாக்கலாம் என்பதை லாங்மூர் கண்டு பிடித்தார். ஒரு கலத்திலிருந்து நீக்க வேண்டிய மூலக்கூறுகளையும் அணுக்களையும் ஒளிர் மின்னிறக்கத்தின் மூலம் அல்லது வெப்ப எலக்ட்ரான்களின் மூலம் அயனியாக்கிவிடலாம். இந்த அயனிகள் வெற்றிடமாக்க வேண்டிய கலத்தின் குளிர்ச்சியாக்கப்பட்ட சுவர்களில் ஒட்டிக் கொண்டுவிடும். மின் குமிழ் விளக்குகளிலும், ரேடியோ வால்வுகளிலும் உயர் வெற்றிடத்தை உண்டாக்க இந்த முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இந்த எல்லா முறைகளுமே வெற்றிடமாக்குவதில் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. வெற்றிடத்தை உண்டாக்குவதுடன் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கலங்களில் வளிமம் கசிந்து உட்புகாமலும் நடவடிக்கைகள் எடுக்க வேண்டும். அவை முழுமையாகக் கண்ணாடியால் அல்லது உலோகத்தினால் ஆனவையாக இருத்தல் அவசியம். இணைப்புகள் இருக்க வேண்டிய தேவை இருந்தால் அவை காற்றிறுக்கமாக அமைக்கப்பட வேண்டும்.

குறைந்த அழுத்தங்களை உண்டாக்குவதைப் போலவே அவற்றைத் துல்லியமாக அளவிடுதலும் இன்றியமையாதது ஆகும். இவற்றை அழுத்த அளவிகள் (manometers) எனவும், அளவிகள் (gauges) எனவும் பிரிக்கலாம். சாதாரண அழுத்த அளவிகளில் திறந்த வகை, மூடிய வகை என இரண்டு வகை உண்டு.

திறந்த வகை அழுத்த அளவிகள் நாம் வடிவத்தில் அமைந்த குழாய்கள். அவற்றில் ஒரு புயம் மற்றதைவிடச் சற்று உயரம் குறைவானதாக இருக்கும். இவற்றில் அளவிட வேண்டிய அழுத்தத்தைப் பொறுத்துப் பாதரசம் போன்ற நீர்மங்கள் வைக்கப்படும். உயரம் குறைந்த புயம் அழுத்தம் அளக்க வேண்டிய கலத்துடன் இணைக்கப்படுகிறது. அப்போது புயங்களில் உள்ள நீர்ம மட்டங்கள் வெவ்வேறு உயரங்களில் அமையும். அவற்றுக்கு இடையிலான உயர வேறுபாடு h எனில், கலத்திற்குள் உள்ள அழுத்தம் $(H+h\rho/13.6)$ டார்கள். இங்கு H என்பது வளிம அழுத்தம். கலத்திற்குள் உள்ள அழுத்தம் வளிம அழுத்தத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தால் h எதிரினமாகவும், கூடுதலாக இருந்தால் h நேரினமாகவும் அமையும்.

மூடிய வகை அழுத்த அளவியில் நீண்ட புயத்தின் மேல் முனை மூடப்பட்டிருக்கும். அதில் வளிம அழுத்தத்தில் சிறிது காற்று சிக்கவைக்கப்பட்டிருக்கும். முதலில் இரண்டு புயங்களிலும் நீர்மமட்டங்கள் சமமாக இருக்கும். குட்டையான புயத்தை அழுத்தம் அளவிட வேண்டிய கலத்துடன் இணைத்தால் காற்றுப் பகுதியின் பருமம் மாறுகிறது. தொடக்கத்தில் அதன் பருமம் V எனவும், கலத்துடன் இணைத்த பின் அதன் பருமம் v எனவும் இருந்தால் அந்தக்காற்றின் அழுத்தம் $P=HV/v$. இப்போது இரண்டு நீர்ம மட்டங்களுக்கு இடையிலான உயர வேறுபாடு h எனில் கலத்தினுள் உள்ள அழுத்தம் $=(P+h\rho/13.6)$ டார்கள். சாதாரண அழுத்த அளவிகள் மிகக் குறைந்த அழுத்தங்களை அளவிட ஏற்றவை அல்ல. 1874ஆம் ஆண்டில் மக்லியாடு என்பவரால் உருவாக்கப்பட்ட அளவி இதற்குப் பயன்படும். இதில் தெரிந்த கொள்ளளவு உள்ள B என்ற குமிழின் மேல் முனையில் CA என்ற அளவு குறித்த நுண் துளைக் குழாய்ப் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. R என்ற ஒரு பாதரசத் தொட்டியுடனும் EF என்ற ஒரு பக்கக் குழாயுடனும் B குமிழின் கீழ் முனை இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அழுத்தம் அளவிட வேண்டிய கலம் இந்தப் பக்கக் குழாயுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இந்தப் பக்கக் குழாயில் G என்ற நுண்துளைக் குழாய் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். B குமிழின் மேல் உள்ள

நுண்துளைக் குழாயில் பரப்பு இழுவிசை காரணமாகப் பாதரச மட்டத்தில் ஏற்படும் இறக்கத்தை $\rho \Delta$ செய்ய G குழாய் உதவும். இரண்டு நுண் துளைக் குழாய்களும் ஒரே விட்டம் கொண்டவை. எனவே இரண்டிலும் பரப்பு இழுவிசைக் காரணமான இறக்கமும் சமமாக இருக்கும். R என்ற தொட்டியைக் கீழே இறக்கிப் பாதரச மட்டம் D என்ற புள்ளிக்குக் கீழே இறங்கி விடும்படி செய்தால் அழுத்தம் காண வேண்டிய கலம் B குமிழுடன் தொடர்பு பெறுகிறது. அதிலுள்ள வளிமம் குமிழில் பரவுகிறது. அதன் பிறகு பாதரசத் தொட்டியை உயர்த்தி அந்த வளிமம் CA என்ற நுண்துளைக் குழாயில் அடைக்கப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் G குழாயிலும் பாதரச மட்டம் ஏறும். இரண்டு நுண்துளைக் குழாய்களிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையிலான உயர வேறுபாடு h என்க. A முதல் D வரையான பகுதியின் கொள்ளளவு V எனவும், வளிமம் CA குழாயினுள் அடைப்பட்ட பிறகு அதன் கொள்ளளவு v எனவும் கொள்வோம்.

அப்போது வளிமத்தின் அழுத்தம் $P=hn/v$. எனினில் நீர்மமாகக் கூடிய ஆவிகளின் அழுத்தத்தை அளவிட மக்லியாடு அளவி பயன்படாது. இதில் ஏராளமான பாதரசம் அடங்கிய தொட்டியை மேலும் கீழும் ஏற்றி இறக்குவது கடினம். தொட்டியைக் குமிழுடன் இணைக்கிற ரப்பர் குழாய் பாதரசத்தை மாசுபடுத்திவிடும். இவற்றைத் தவிர்க்கப் பாதரசத் தொட்டிக்குப் பதிலாக உல்ப் குடுவையைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். முதலில் உல்ப் குடுவையிலிருந்து காற்றை நீக்கினால் B குமிழியிலிருந்து பாதரசம் கீழே இறங்கிவிடும். வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கலத்திலிருந்து வளிமம் B குமிழுக்குள் பரவியதும் ஒரு சோடாச் சுண்ணாம்பு உருளையின் வழியாக உலர்த்தப்பட்ட காற்று உல்ப் குடுவையில் பாய்கிறது. இப்போது பாதரசம் மேலேறி B குமிழுக்குள்ளும் CA என்ற நுண்துளைக் குழாய்க்குள்ளும் பரவுகிறது. பின்னர், முன்னர் விவரித்ததைப் போலவே அழுத்தம் கணக்கிடப்படுகிறது.

உயர் அழுத்தங்களில் ஒரு வளிமத்தின் வெப்பக் கடத்து எண் அழுத்தத்தைப் பொறுத்ததாக இராத போதிலும் 10^{-2} டார்களுக்குக் குறைந்த அழுத்தங்களில் வளிமத்தின் வெப்பக் கடத்து எண்

அழுத்தத்துக்கு நேர் விகிதத்தில் மாறத் தொடங்கிவிடுகிறது. இதன் அடிப்படையில் பிராணி அளவி (pirani gauge) உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது.

இதில் B என்ற சிறிய கண்ணாடிக் குமிழில் டங்ஸ்டன் அல்லது பிளாட்டின இழை ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதன் திறந்த கீழ் முனை அழுத்தம் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய கலத்துடன் இணைக்கப்படும். இழைக்கும் குமிழின் சுவர்களுக்கும் இடையிலுள்ள வளிமத்தின் அழுத்தம் மாறும்போது இழையிலிருந்து சுவருக்குக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவும் மாறுகிறது. இதனால் இழையின் வெப்பநிலையும் மின் தடையும் மாறும். இந்த மின் தடை மாற்றத்தை அளவிடுவதன் மூலம், வளிமத்தின் வெப்பக் கடத்து எண்ணில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கணக்கிட்டு மறைமுகமாக வளிமத்தின் அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடித்து விடலாம். வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்கும், இழையின் மின் தடைக்கும் இடையில் ஓர் அளவு குறிப்பு வரை கோட்டை வரைந்து வைத்துக்கொண்டு அதிலிருந்து அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். 10^{-2} டார் அழுத்தம் வரை இந்த வரைகோடு நேர்க்கோடாக இருக்கும். அதற்கு மேற்பட்ட அழுத்தங்களில் வெப்பக் கடத்து எண்ணுக்கும் வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்கும் இடையிலான உறவு சிக்கலானதாக ஆகிவிடுகிறது.

இந்தச் சிக்கலைத் தவிர்க்க மின் சமனச் சுற்றுக்குக் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தத்தை அதே அளவில் மாறாமல் வைத்துக்கொண்டு குமிழுக்குள் வளிமம் செலுத்தப்படுகிறது. இதன் காரணமாக மின் சுற்றின் சமநிலை பாதிக்கப்படும். ஒரு மின்னோட்டம் கால்வனா அளவியில் பதிவாகும். மக்லியாடு அளவியின் உதவியால் குமிழுக்குள் வளிமத்தின் அழுத்தத்தை வெவ்வேறு அளவுகளில் வைத்துக் கால்வனா அளவியில் அளவீடுகள் பதிவு செய்து கொள்ளப்படுகின்றன. குமிழுக்குள் அழுத்தம் P ஆக உள்ள போது கால்வனோ அளவி அளவீடு N எனில் $N \propto p$. எனவே p, n ஆகியவற்றுக்கு இடையில் ஒரு வரைகோடு வரைந்தால் அது நேர்க்கோடாக இருக்கும். இதை அளவு குறிப்புக் கோடாக வைத்துக் கொள்ளலாம். இக்கருவியில் உள்ள இழையின் மின் தடை வெப்பநிலையோடு கணிசமாக மாறுவதாக இருக்க வேண்டும். அப்போது தான் குமிழின்

சுவர்களுக்கும் இழைக்கும் இடையிலான தொலைவு மாறாமலிருக்கும். தாங்கிகள் வெப்பத்தை இழக்காமலிருக்க அவை கண்ணாடிகளால் செய்யப்பட்டிருக்கும். இந்தக் கருவி 10^{-2} முதல் 10^{-4} டார் வரையான அழுத்தங்களை அளவிட உதவும். இது கரிம வளிமங்களின் அழுத்தங்களை அளவிட உதவாது. அவை இழையை அரித்துக் கெடுத்துவிடும். அதிர்ச்சிகள், அதிர்வுகள், ஆகியவற்றால் இக்கருவி எளிதாகப் பாதிக்கப்படுகிறது.

ஒரு மின் கடத்தி இழையில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு வெப்ப மின்னிரட்டை வெப்பச் சந்தியின் வெப்ப நிலையை அதன் வெப்ப மின்னியக்கு விசையின் வாயிலாகக் கண்டறிந்து கொள்ளலாம். வெப்ப சந்தியின் வெப்பநிலை அதைச் சூழ்ந்துள்ள வளிமத்தின் வெப்பக் கடத்து திறனைப் பொறுத்திருக்கும். இந்த முறையில் வளிமங்களின் அழுத்தத்தை அளவிட பிரானி அளவியை ஒத்த ஒரு கருவி உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு கண்ணாடிக் குமிழுக்குள் வெப்பச் சந்தி வைக்கப்படுகிறது. குமிழின் வெளிப்புற சுழி செல்சியஸ் வெப்பநிலையில் குளிர்ந்திருக்கும். வெப்பச் சந்தி ஒரு கான்ஸ்டன்டன் இழையில் ஒட்டப்பட்டுள்ளது. கான்ஸ்டன்டன் இழையில் ஒரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்திச் சூடாக்கலாம். அதன் வெப்ப மின்னியக்கு விசை தக்கக் கருவிகள் மூலம் அளவிடப்படுகிறது.

ஒரு குமிழில் உள்ள வளிமத்தை முடுக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான்களால் அயனியாக்கம் செய்யும்போது தோன்றும் நேர் அயனி மின்னோட்டம் 10^{-3} டார் அழுத்தம் வரை, வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். இந்தத் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்திச் சுடு எதிர் மின்வாய் அயனியாக்க அளவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. கண்ணாடித் தாங்கிகளில் பொருத்தப்பட்ட F என்ற டங்ஸ்டன் இழையைச் சுற்றி டங்ஸ்டன் அல்லது மாலிப்டினத்தால் ஆன ஒரு வலை உருளை G உள்ளது. அவை நிக்கல் அல்லது வெள்ளி பூசப்பட்ட உட்கவருள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குமிழில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தப் பூச்சு நேர்மின் வாயாகச் செயல்படும். F இழையிலிருந்து வரும் வெப்ப எலக்ட்ரான்களால் வளி அயனியாக்கம் செய்யப்படும்போது தோன்றும் நேர் மின் அயனிகள் வலை உருளையில் அல்லது நேர் மின்

வாய்ப்பூச்சில் சேகரிக்கப்படும். அதனால் தோன்றும் நேர் அயனி மின்னோட்டம் ஒரு கால்வனோ அளவி அல்லது மில்லி அம்மீட்ரால் அளவிடப்படுகின்றது. ஒரு மக்லியாடு அளவியின் உதவியுடன் வெவ்வேறு அழுத்தங்களில் ஒரு வளிமத்தைக் குமிழுக்குள் நிரப்பி, அழுத்தத்திற்கும் அயனி மின்னோட்டத்திற்கும் இடையில் ஓர் அளவு குறிப்பு வரைபடம் வரைந்து வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. 10^{-3} டார் அழுத்தம் வரை இது ஒரு நேர்க்கோடாக இருக்கும். இதைப் பயன்படுத்தி 10^{-7} டார் வரையான அழுத்தங்களை அளவிடலாம். இதன் மூலம் ஆவிகள், வளிமங்கள் ஆகிய இரண்டின் அழுத்தங்களையும் அளவிட வேண்டிய கலத்தின் அருகிலேயே அமைக்க முடிகிறது. இக்கருவியும் கரிம வளிமங்களால் பாதிக்கப்படுவதால் அவற்றின் அழுத்தங்களை அளவிட இது உதவாது.

1946ஆம் ஆண்டில் டவுனிங், மெல்லன் ஆகியோர் ஆல்பாக் கதிர்களால் அயனியாக்கம் நிகழுகிற ஓர் அயனியாக்க அளவியை உருவாக்கினர். இதில் தங்கம், ரேடியம் ஆகியவற்றின் உலோகக் கலவையாலான ஒரு வில்லை (P) உள்ளது. அதிலிருந்து ஆல்பாக் கதிர்கள் வெளிப்படும். அவை வளிமத்தை அயனியாக்கம் செய்யும்போது தோன்றும் நேர் மின் அயனிகள் C என்ற எதிர்மின் வாயில் சேகரிக்கப்பட்டு நேர் அயனி மின்னோட்டம் அளவிடப்படுகிறது. இதிலும் வளிம அழுத்தத்திற்கும், நேர் அயனி மின்னோட்டத்திற்கும் இடையில் ஓர் அளவு குறிப்பு வரைபடத்தைத் தயாரித்து வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். இக்கருவியின் உதவியால் 10^{-3} முதல் 1000 டார் வரையான அழுத்தங்களை அளக்க முடியும்.

10^{-9} டார் வரையான அழுத்தங்களை அளவிட நட்சன் அளவி (Knudsen gauge) உதவுகிறது. மிகக் குறைந்த அழுத்தத்தில் ஒரு வளிமம் பாயும் போது அதன் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையிலான மோதல்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைந்துவிடும். கலத்தின் சுவர்களில் மூலக்கூறுகள் மோதுவது அதிகமாயிருக்கும். அவ்வாறு அவை கலத்தின் சுவருடன் மோதும்போது படுதிசையும் பிரதிபலிப்புத் திசையும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாமல் இருக்கும். கொள்கலத்திற்குள் ஒரு சூடான பரப்பு

இருந்தால் மூலக்கூறு அதன்மேல் மோதிய பிறகு கூடுதலான ஆற்றலுடன் பிரதிபலிக்கப்படும்.

அது அடுத்த முறை சூடான பரப்புடன் மோதுவதற்கு முன்பல முறை சுவர்களில் மோதிவிடும். எனவே சூடான பரப்புக்குச் செங்குத்தாக ஒரு நிகர விசை செலுத்தப்படுகிறது. சூடான பரப்புக்கும் சுவருக்கும் இடையிலான வெப்ப நிலை வேறுபாடு மிதமாக இருக்கும் வரை இந்த நிகர விசை அந்த வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் உள்ள இரண்டு பரப்புகள் ஒன்றுக்கொன்று நெருக்கமாக அமைந்திருக்கிற போது இம்முறையில் அவற்றுக்கு இடையில் எந்திரவியல் விசை தோன்றுவது கதிர் வீச்சளவு விளைவு (radiometric effect) எனப்படும். மூலக்கூறுகளின் மோதலிடைத் தொலைவு பரப்புகளுக்கு இடையிலுள்ள தொலைவைவிட அதிகமாக இருந்தால்தான் இந்த விளைவு தோன்றும். இந்த விளைவைப் பயன்படுத்தி அழுத்தங்களை அளவிடும் ஒரு கருவியை நட்சன் உருவாக்கியிருக்கிறார். இதில் P_1 , P_2 என்ற இரண்டு தகடுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அவை மின்சாரத்தால் சூடாக்கப்படும். A என்ற குளிர்ந்த தகட்டின் இருபுறமும் அவை அமைந்துள்ளன. அது ஒரு படச் சட்டத்தின் வடிவத்திலிருக்கிறது. அது ஒரு குவார்ட்ஸ் இழையில் தொங்கும்.

குவார்ட்ஸ் இழையில் ஒரு சிறிய ஆடி பொருத்தப்பட்டு, விளக்கு அளவுகோல் முறையில் சட்டத்தகட்டின் விலக்கம் அளவிடப்படுகிறது. சூடான தகட்டில் மோதிய மூலக்கூறுகள் சட்டத்தகட்டின் மேல் மோதும்போது அதில் ஒரு விசையிரட்டை தோன்றி, அது விலக்கப்படுகிறது. இந்த விலக்கம் தகடுகளைச் சூழ்ந்துள்ள வளிமத்தின் அழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். இக்கருவி மலிவானது; அமைக்கவும் பயன்படுத்தவும் எளிதானது. 10^{-2} முதல் 10^{-9} டார் வரையான அழுத்தங்களை இதன் மூலம் அளவிடலாம். எல்லா வகையான ஆவிகள் மற்றும் வளிமங்களின் அழுத்தங்களை இக்கருவியால் அளக்க முடியும். கலத்திலுள்ள வளிமத்தின் அழுத்தத்தை இது தொடர்ந்து பதிவு செய்யும். இக்கருவி வெளிக்காரணிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். D.S.Mathur, *Elements of Properties of Matter*, S.Chand and Co., New Delhi, 1985.

வெறிநோய்

மனிதர்களுக்கு பயத்தையும் கேடுகளையும் விளைவிக்கக்கூடிய நோய்களில் வெறிநோய் மிகவும் முக்கியமானதாகும். விலங்குகள் மூலம் மனிதருக்கு பரவக்கூடிய இந்நோய் கொடிய தொற்று நோயாகும். மட்டுமீறிய வெறியையும், ஏறுமுக வாதத்தையும் வெளிப்படுத்தி முடிவில் இறப்பை ஏற்படுத்தக்கூடிய இந்நோயானது நுண் நச்சுக் கிருமிகளில் மிகவும் பெரியதான 'ரேப்டோ வைரஸால்' உருவாகிறது. இந்நச்சுக் கிருமி நரம்பு மண்டலம் மற்றும் நரம்புத் திசுக்களைத் தாக்கக்கூடியதாகும். கால்நடைகளில் இந்நோய் 'வெறிநோய்' என்றும், மனிதர்களில் 'நீர் வெறுப்புநோய்' என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது.

நோய் பரவும் விதம். பொதுவாக இந்நோய் கால்நடைகளுக்கு பாதிக்கப்பட்ட விலங்குகளின் கடி மூலமாகவே பரவுகிறது. மனிதர்களில் 99% நாய்க்கடியின் மூலமே பரவுகிறது. அதே சமயத்தில் நோயுண்ட நாயின் அனைத்துக் கடிகளுமே நோயை உண்டாக்கிவிடுவதில்லை. காரணம் எல்லா நேரத்திலும் எச்சிலில் இந்நோய்க் கிருமிகள் இருந்து கொண்டிருப்பதில்லை. அப்படியே நோய்க் கிருமிகள் இருந்தாலும் காயத்தின் வழியே உட்புகாமல் தவிர்க்க நேரிடுவதும் உண்டு. உடலில் ஏற்கனவே உள்ள காயத்தில் நோய்ப்பட்ட விலங்கின் எச்சில் படுவதின் மூலமும் இந்நோய் பரவக்கூடும். சுவாசத்தின் மூலம் இந்நோய் பரவுவதற்கான ஆதாரங்கள் எதுவுமில்லை. அதே சமயத்தில் வாய் வழியே இந்நச்சுக் கிருமிகள் அதிக அளவில் உட்கொள்ளப்படுமாயின் நோய் பரவுவதற்கான ஆதாரங்கள் இருப்பினும், பாதிக்கப்பட்ட கால்நடையின் பாலை அருந்தியதால் நோய் பரவியதற்கான ஆதாரங்கள் எதுவுமில்லை. ஆனால் கொடிய வனவிலங்குகளுக்கு நோய் எதிர்ப்பு சக்தியை உருவாக்க தடுப்பு மருந்தினை தூண்டில் இரையில் கலக்கி உட்கொள்ள வைப்பதுண்டு.

விலங்குகளில் இந்நோய் இறந்த வெளவால்களை உட்கொள்வதால் பரவுவதற்கு ஆதாரங்கள் உண்டு.

இந்நோயிற்கு நாய் மட்டுமே மூல காரணமாகப் பேசப்பட்டாலும் பூனை, நரி, ஓநாய், குருதியுறிஞ்சும் வெளவால்கள், கீரி மற்றும் அணில்களும் இந்நோய்ப் பரவ காரணமாக இருந்து வருகின்றன. அதிலும் குறிப்பாக வாம்பையர் எனப்படும் வெளவால்கள் இந்நோயினைக் கடல்கடந்து உலகெங்கிலும் பரவச் செய்யும் தன்மை பெற்றிருக்கின்றன.

நோயின் தன்மை. இந்நச்சுக் கிருமிகள் உடலுட்புகுந்தவுடன் நுண்மப் பெருக்கத்தால் பன்மடங்காய்ப் பெருகுகின்றன. பின் பால், சில உறுப்புகள் மற்றும் கருவறையில் உள்ள கரு ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. ஆயினும் இரத்தத்தில் இதன் இருப்பை அறிய இயலாது. புறப்பரப்பு நரம்புகள் வழியே மத்திய நரம்பு மண்டலத்தை இந்நச்சுக் கிருமிகள் அடைந்து உமிழ்நீர் சுரப்பியைத் தாக்கி பெருமளவில் உமிழ்நீரை சுரக்கச் செய்து அதில் அதிக அளவில் வெளிப்படுத்துகின்றன. அதன் பின் மூளை மற்றும் சுவாச உறுப்புகளைத் தாக்கி உயிருக்கு ஆபத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

நோயின் அடைக்காலம். ஒரு பாதிக்கப்பட்ட விலங்கின் கடி மூலமாகவோ, மேலே சொல்லப்பட்ட வேறு ஏதாவது ஒரு முறையிலோ இந்நச்சுக் கிருமிகள் உடலுள் செலுத்தப்பட்ட பின், நோய் அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்துவதற்கான கால அளவு பிற நோய்களுக்கு இருப்பதுபோல் வரையறுக்கப்படவில்லை. மாறுபட்ட அடைக்காலங்களைக் கொண்ட இந்நச்சுக் கிருமியின் அடைக்காலம் கடிபட்ட இடத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. பொதுவாக 225 தினங்கள் முதல் 6 மாதங்கள் வரை அடைக்காலம் அமைந்திருப்பதாய்க் கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. நோயின் அறிகுறிகள் வெளிப்படுவதற்கு 5 தினங்களுக்கு முன்பாகவே உமிழ்நீரில் இந்நச்சுக் கிருமிகள் வெளிப்பட ஆரம்பித்துவிடுகின்றன.

அதன்பின் தோன்றும் நோய் அறிகுறிகளைக் கொண்டு இதனை இரண்டு வகைகளாகப் பிரித்துள்ளார்கள். அவை 1) ஊமை வகை, 2) சீற்றம் கொண்ட வகை என்பன. ஆயினும் பல சமயங்களில்

இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட அறிகுறிகளே தென்பட வாய்ப்புள்ளது.

ஊமை வகை. ஊமை வகையில் பாதிக்கப்பட்ட நாய்கள் இருளான பகுதிக்குச் சென்று மறைந்து கொள்ளும். எப்பொழுதும் ஓய்வின்றி தூக்கமின்றிக் காணப்படும். பின்னர் கீழ்த்தாடை, நாக்கு, தொண்டை, குரல்வளை ஆகிய உறுப்புகள் வாத்தினால் பாதிக்கப்பட்டு பாதி திறந்த வாயுடன் காணப்படும். எப்பொழுதும் உமிழ்நீர் வழிந்த வண்ணம் இருக்கும். அதன்பிறகு பெருமளவில் வாத்தினால் பாதிக்கப்பட்டு இறந்து போக நேரிடும்.

கால்நடைகளைப் பொறுத்த வரையில் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளின் பின் பகுதி நடக்கும் போது அசைந்து கொண்டும், வால் ஒருபுறமாக சாய்ந்த வண்ணமும் ஆரம்பத்தில் காணப்படும். கூடவே தொடு உணர்வு குறைந்தும், உமிழ் நீர் வழிந்து கொண்டும் காணப்படும். பிறகு குதத்தில் வாதம் ஏற்பட்டு காற்றை உள்ளே இழுப்பதும் வெளியே விடுவதுமான செய்கையும் கொட்டாவி விடுவது போன்ற செய்கையும் காணப்படும். காளைகளில் இந்தக் குணத்தில் பிறப்புறுப்பையும் வாதம் தாக்கும். பின் எழுந்திருக்க முடியாமல் விழுந்து 48 மணிநேரத்தில் இறந்துவிடும். மொத்த நிகழ்வுகளும் ஒரு வார காலத்தில் முடிந்து விடும்.

சீற்றம் கொண்ட வகை. இவ்வகை நோயினால் பாதிக்கப்பட்ட நாய்கள் சிவந்த அகன்ற விழிகளுடன் காணப்படும். அதன் அன்றாட தன்மைகள் மாறுபட்டு தோற்றமளிக்கும். தனது உரிமையாளரையே அதனால் அடையாளம் கண்டுகொள்ள முடியாத நிலையில் இருக்கும். எதிர்ப்படும் மனிதர்கள் மற்றும் விலங்குகளைத் துரத்திச் சென்று கடிக்கும். மேலும் மரம், மட்டை, கற்கள் போன்றவற்றையும் கடிக்கும். மிகவும் கிளர்ச்சியுற்ற நிலையில் காரணமின்றி குரைத்துக் கொண்டு பறக்கும் பூச்சிகளைக்கூட கடிக்க முயலும். தனது கழிவுப் பொருள்களைக்கூட உண்ணும். தலைப்படும். தொண்டை மற்றும் குரல்வளை வாதத்தினால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதால், குரல் ஒலி மாற்றமடைந்து, கீழ்த்தாடை தாழ்ந்து, நிலநிறுத்தத்தில் நாக்கு வெளியில் தொங்கிக் கொண்டு காணப்படும். இந்நிலையில் நீர்

அருந்த முடியாமல் அவதியுறுவதோடு நீர் அருந்த மிகவும் நாட்டம் கொண்டவைகளாகவும் காணப்படும். பிறகு வாதம் பின்னங்கால்களில் ஆரம்பித்து தலைவரை சென்று பாதித்து முடிவில் இறந்துவிடும்.

சீற்றங் கொண்ட வகையால் தாக்குண்ட ஆடு, மாடு போன்ற கால்நடைகள் சுறுசுறுப்பான தோற்றத்துடனும், ஒலி, இயக்கம் போன்றவற்றால் பெரிதும் கவரப்படுவனவாகவும் காணப்படும். மேலும் வித்தியாசமான குரலில் கத்திக் கொண்டு, மிகையான செய்கைகளோடு எதிர்ப்படுவனவற்றையெல்லாம் வெறியோடு தாக்க முற்படும். பல சமயங்களில் பாலுணர்வு மிகுந்து காணப்படும். பின்னர் வாத நிலையில் திடீரென்று இறந்துவிட நேரிடும்.

நோயினைக் கண்டறிதல். நாய்க்கடி ஏற்பட்ட விதம் மற்றும் கடித்த நாயின் நிலையைக் கேட்டறிவதின் மூலமும், நோயின் குறிப்பிட்ட அறிகுறிகளைக் கொண்டும் நோயை அறிந்து கொள்ளலாம்.

மேலும் சந்தேகத்திற்கு இடமான நாயின் மூளையை முழுவதுமோ மூளையின் பிற்பகுதியில் உள்ள 'ஹிப்போகேம்பன் மேஜர்' என்னும் பகுதியை பிரித்தெடுத்தோ 50 % கிளிசரால்சலைனில் வைத்து ஆய்வுக் கூடத்திற்கு குன்னூர் அனுப்பி நோயினை உறுதி செய்யலாம்.

நோய்ச் சிகிச்சை முறை. நோய்க் கண்ட நாய் அல்லது இதர விலங்குகளால் கடிபட்ட இடத்தை முதலில் சோப்பினால் சுத்தமாகக் கழுவி அப்பகுதியில் உள்ள நச்சுக் கிருமிகளை நீக்க வேண்டும். பிறகு 2 % நைட்ரிக் அமிலம், கார்பாலிக் அமிலம், இரும்பு குளோரைடு அல்லது வெள்ளி குளோரைடு போன்ற வேதிப் பொருள்களைக் கொண்டு கழுவ வேண்டும். இச்சிகிச்சையைக் கடிபட்ட உடனே செய்தல் வேண்டும்.

அவ்வாறு கடிபட்டவுடன் கடித்த நாயின் நிலையைக் கொண்டு நோய் உறுதி செய்யப்பட்டாலோ சந்தேகத்திற்கு இடமாக இருந்தாலோ உடனடியாக தடுப்பூசிபோட்டுக்கொள்ளல் வேண்டும்.

தடுப்பூசியின் அளவும் காலமும்

வ. எண்.	கால்நடையின் வகை	தடுப்பு மருந்தின் அளவு	போட வேண்டிய நாட்கள்
1.	நாய், பூனை	2 மி.லி.	7 நாட்கள்
2.	செம்மறி ஆடு, வெள்ளாடு	4 மி.லி.	7 நாட்கள்
3.	பசு, எருமை, குதிரை	10 மி.லி.	14 நாட்கள்
4.	ஓட்டகம், யானை	30 மி.லி.	14 நாட்கள்

தலைப்பகுதியில் கடிபட்டிருப்பின் தாமதமின்றி உடனே தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்வது நலம். ஏனெனில் பல சமயங்களில் தடுப்பூசி போட்டு நோய் எதிர்ப்பு சக்தியை உருவாக்குவதற்குள் இந்நச்சுக் கிருமியானது கடிபட்டக் கால்நடையின் மூளையை அடைந்து திசுக்களில் மாற்றத்தினை ஏற்படுத்திவிடுகின்றன. மேலும் கடிபடுவதற்கு முன்பே தடுப்பூசி போடப்பட்டிருந்தால் அக்கால்நடைக்கு மீண்டும் தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்வதே சிறந்தது.

மனிதர்களில் தோன்றும் அறிகுறிகள்.

பாதிக்கப்பட்ட மனிதர்களில் இந்நச்சுக் கிருமியானது மூளையைத் தாக்கி மூளை வீக்கத்தை ஏற்படுத்துவதுடன் தொண்டை, குரல்வளை ஆகிய உறுப்புகளை வாதத்தினால் முடக்கி நீர் அருந்த இயலாமல் செய்து விடுகின்றன. மனிதர்களில் இந்நோயின் அறிகுறிகள் தென்பட ஆரம்பித்துவிட்டால் அவர்களைக் காப்பாற்ற இயலாது. பாதிக்கப்பட்ட மனிதர்களுக்கு தாம் நிச்சயம் இறந்துவிடுவோம் என்று முன்னதாகவே தெரிந்து விடுவதால் அவர்களின் மனநிலைப் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றது.

பொதுவாக நாய் வளர்ப்போர் நகராட்சி அதிகாரிகளிடம் அனுமதி பெற்ற பிறகே நாய் வளர்க்க வேண்டும். அவ்வாறு நாய் வளர்ப்பவர்கள் 6 மாதத்திற்கு மேற்பட்ட நாய்களுக்குத் தவறாமல் வெறிநோய் தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்ள வேண்டும். உரிமம் பெறாமல் தெருவில் அலைந்து கொண்டிருக்கும் நாய்களை நகராட்சியினர் அவ்வப்போது பிடித்துச் சென்று அழித்துக் கொண்டுதான் இருக்கிறார்கள். இருந்தும் தடுப்பூசி போடப்படாத நாய்கள் பெருமளவில் இருந்து கொண்டுதான் இருக்கின்றன. ஆகவே பொது மக்கள்

தாங்களாக முன் வந்து தங்களது நாய்களுக்கு தடுப்பூசி போட்டுக்கொள்வதன் மூலமே வெறிநோயைத் தடுக்க முடியும்.

ஆர். கோவிந்தராஜ்

வகுத்தால் கிடைப்பது ஆகும். $P^2(x)$ என்பது பின்வரும் சமன்பாட்டால் வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$P^2(x) = 2m[E - V(x)] \quad \dots (2)$$

1ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி இரண்டு வகையான பரப்புகளைக் கவனிக்க வேண்டும். முதலாவது பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்பட்ட வகை. அதில் $P^2(x)$ நேரினமாக இருக்கும். இங்கு $P(x)$ நேரினம் மூலமாக வரையறுக்கப்படுகிறது. அது பழங்கொள்கைப்படியான உந்தத்தின் எண் மதிப்பு ஆகும். இரண்டாவது வகை பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்படாதது ஆகும். இதில் $P^2(x)$ எதிரினமாக இருக்கும். $p(x), |p(x)|$ என வரையறுக்கப்படும். பிரதேசம் பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்பட்ட நிலையிலிருந்து அனுமதிக்கப்படாத நிலைக்கு மாறும் புள்ளியில் $p^2(x)$ மாதிரித் தன்மையில் சுழி வழியாக நேர்ப்போக்கில் செல்லுகிறது. $p^2(x_1) = 0$ என்ற வகையில் அமைந்த x_1 என்ற புள்ளி பழங்கொள்கைப்படியான இயக்கத்தில் ஒரு திரும்பு புள்ளி ஆகும். 1ஆம் சமன்பாட்டின் தீர்வுகளை ஓர் ஒழுங்கு முறையான வகையில் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\Psi = \exp[\pm i/\hbar \int dx \sqrt{p^2(x)} \pm i\hbar d/dx \sqrt{p^2(x)} + i\hbar d/dx \sqrt{\dots}] \quad \dots (3)$$

இந்தக் கோவையில் மேலேயுள்ள குறிகளை அல்லது கீழேயுள்ள குறிகளை எல்லாம் ஒரே மாதிரியாக அமைப்பதன் மூலம் ஒன்றையொன்று சாராத இரண்டு தனித்தனியான தீர்வுகளைப் பெறலாம். இந்த அறுதியற்ற வகையீடுகளில் உள்ள மாறிலிகள் வகையீட்டுச் சமன்பாட்டுக்கான தொகையீட்டு மாறிலிகள் ஆகும். இருமடி மூலக் குறியை அடுத்திருக்கிற எல்லாப் பதங்களுக்கும் இருமடி மூலத்தைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். $p(x)$ க்கு விதிக்கப்பட்ட மரபின்படியே குறிகளைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். பின்வரும் சமன்பாடுகளின் மூலமாக இந்தத் தீர்வுகளின் ஒழுங்கு முறைக் கோவையைச் சரிபார்க்க முடியும்.

வென்ட்சல்-கிராமர்ஸ்-பிரில்லாயின் முறை

ஒற்றைப் பரிமாணமுள்ள, காலம் சாராத சுரோடிஞ்சர் சமன்பாட்டின் தீர்வுகளுக்கு ஒரு தோராயத்தைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் சிறப்பான உத்தி வென்ட்சல் கிராமர்ஸ் பிரில்லாயின் முறை எனப்படும். தீர்வின் அலைநீளம் இருப்பிடத்தோடு மெதுவாக மாறுகின்ற போது இந்த உத்தி செல்லுபடியாகும். 1926ஆம் ஆண்டில் வென்ட்சல் (G. Wentzel), கிராமர்ஸ் (H.A.kramers), பிரில்லாயின் (L. Brillouin), ஆகியோர் குவாண்டம் எந்திரவியல் பிரச்சினையில் இதைப் பயன்படுத்தும் முறையைத் தனித் தனியாக விவரித்தனர்.

எனவே இந்த முறை அவர்களின் பெயரால் வெ.கி.ப. தோராயம் என அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால் இதை அவர்களுக்கு முன்னரே 1837ஆம் ஆண்டில் லியோவில்லி (J.Liouville) என்பவரும் 1912ஆம் ஆண்டில் ராலே பிரபுவும், 1923ஆம் ஆண்டில் ஜெப்ரீஸ் (H.Jeffreys) என்பவரும் ஆராய்ந்திருக்கிறார்கள். இதற்கு BKW முறை, JWKB முறை, பழங்கொள்கைத் தோராயம், அரைப் பழங்கொள்கைத் தோராயம், கட்டத் தொகையீடு (Phase integral) முறை எனப் பல பெயர்கள் உண்டு. $V(x)$ என்ற மின்னழுத்தத்தில் சார்பியலற்ற முறையில் நகரும் m நிறையுள்ள ஒரு துகளே நாம் கவனிக்க வேண்டிய அமைப்பு ஆகும். E என்ற ஆற்றல் உள்ள அசைவற்ற நிலைகளுக்கான சுரோடிஞ்சர் சமன்பாடு பின்வருமாறு:

$$d^2\psi/dx^2 + p^2(x)\psi/\hbar^2 = 0 \quad \dots (1)$$

இதில் \hbar என்பது பிளாங்க் மாறிலியை 2π ஆல்

$$\begin{aligned} d/dx \exp[] &= [+ i/\hbar \sqrt{p^2(x)} + i\hbar d/dx \sqrt{\dots}] \exp [] \\ d^2/dx^2 \exp [] &= [+ i/\hbar d/dx \sqrt{p^2(x)} + \dots] \exp [] \\ &+ [-p^2(x)/\hbar^2 + i/\hbar d/dx \sqrt{\dots}] \exp [] \end{aligned}$$

$$= -p^2(x) / h^2 \exp [] \dots (4)$$

இவ்வாறு 3-ஆம் சமன்பாட்டில் காட்டப்பட்ட செயல்முறை குவிகிறதாக இருந்தால் அது வகையீட்டுச் சமன்பாடுகளின் தீர்வுகளை அளிக்கும். தீர்வுகளுக்கு WKB தோராயம், செயல்முறையை இரண்டு வரிசைகளுக்கு மட்டும் மதிப்பிடுவதன் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.

$$\Psi \sim \exp[+i/h \int dx p^2(x) + i h dp/dx(x)] \sim \exp[+i/h \int dx \{p + ih/2p dp/dx\}] = 1/\sqrt{p} \exp[+i/h \int dx p(x)] \dots (5)$$

பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்படாத பிரதேசத்தில் தோராயத் தீர்வுகள் வழக்கமாகப் பின்வருமாறு எழுதப்படுகின்றன.

$$\psi = 1/\sqrt{|p|} \exp [+i/h \int dx |p(x)|] \dots (6)$$

இணைப்புச் சமன்பாடுகள். திரும்பு புள்ளிகள் எல்லாப் பிரதேசங்களுக்கும் சாதாரணமாகத் தோராயம் பயனுள்ளதாக இருக்கும். ஆனால் $p^2(x)$ சுழியை அணுகும்போது தோராயம் குலைந்துவிடும். உண்மையில் ஒரு திரும்பு புள்ளியில் தோராயத் தீர்வு $p^{-1/2}$ க்கு நேர் விகிதத்தில் விரிவு அடைகிறது. ஒரு பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்பட்ட பிரதேசங்களில் உள்ள தோராயமான தீர்வுகளை ஓர் அடுத்துள்ள பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்படாத பிரதேசங்களில் உள்ள தோராயமான தீர்வுகளுடன் தொடர்புகொள்ளச் செய்கிற இணைப்புச் சமன்பாடுகள் உள்ளன. 1ஆம் படத்தில் சித்தரிக்கப்பட்டுள்ள நிகழ்வுக்கு பின்வரும் சமன்பாடுகள் அமையும்.

$$1/\sqrt{p} \sin [1/h \int_{x_a}^{x_1} p(\xi) d\xi + \pi/4] \rightleftharpoons 1/2 1/\sqrt{|p|} \exp [-1/h \int_{x_1}^{x_1} |p(\xi)| d\xi] \dots 7a$$

$$1/\sqrt{p} \cos [1/h \int_{x_1}^{x_1} p(\xi) d\xi + \pi/4] \rightleftharpoons 1/\sqrt{|p|} \exp [1/h \int_{x_1}^{x_1} |p(\xi)| d\xi] \dots 7b$$

தொகையீடுகள் திரும்பு புள்ளியிலிருந்து விலகி அதிகரிக்கும் x -இன் சார்பெண்களாக இருக்கும் வகையில் எப்போதும் இந்த வாய்பாடுகளில் எழுதப்படுகின்றன. 2ஆம் படத்தில் சித்தரிக்கப்பட்டுள்ளபடி அனுமதிக்கப்பட்ட பிரதேசம்

வலதுபுறத்தில் இருக்கும் போது பின்வரும் சமன்பாடுகள் பயன்படுகின்றன.

$$1/2 \sqrt{|p|} \exp [-1/h \int_{x_a}^{x_2} |p(\xi)| d\xi] \square$$

$$1/2 \sqrt{p} \sin [1/h \int_{x_2}^{x_2} p(\xi) d\xi + \pi/4] \dots 8a$$

$$1/2 \sqrt{|p|} \exp [1/h \int_{x_a}^{x_2} |p(\xi)| d\xi] \square$$

$$1/2 \sqrt{p} \cos [1/h \int_{x_2}^{x_2} p(\xi) d\xi + \pi/4] \dots 8b$$

மின்னழுத்தக் கிணறு. ஒரு மின்னழுத்தக் கிணற்றில் அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு ஒரு தோராயத்தைக் கண்டுபிடிப்பது WKB தோராய முறையின் முக்கியமான பயன்களில் ஒன்றாகும். 3ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளதைப் போன்று ஒரு மின்னழுத்தக் கிணற்றை எடுத்துக்கொள்வோம். குறைந்துவரும் அடுக்குக்குறிச் சார்புள்ள, தொகையிடக்கூடிய சார்பெண்கள் மட்டுமே, X_a வுக்கு இடது பக்கத்திலும் X_b க்கு வலது பக்கத்திலும் உள்ள பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்பட்ட பிரதேசங்களில் அமைய முடியும். 7a, 8a ஆகிய இணைப்புச் சமன்பாடுகளை X_a, X_b ஆகிய திரும்பு புள்ளிகளில் பிரயோகித்து, அனுமதிக்கப்பட்ட பிரதேசத்தில் தோராயமான தீர்வுகளுக்குப் பின்வரும் இரண்டு கோவைகளைப் பெறலாம்.

$$A/\sqrt{p} \sin [1/h \int_{x_a}^{x_a} p(\xi) d\xi + \pi/4] = B/\sqrt{p} \sin [1/h \int_{x_b}^{x_b} p(\xi) d\xi + \pi/4] \dots (9)$$

இந்த இரண்டு கோவைகளும் ஒன்றியிருக்க வேண்டுமானால் பின்வரும் சமன்பாடு நிறைவு செய்யப்பட வேண்டும்.

$$1/h \int_{x_a}^{x_b} p(\xi) d\xi = \{n+1/2\}\pi \dots (10)$$

இங்கு n என்பது 0, 1, 2, 3..... ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஓர் எண் மதிப்பைக் குறிக்கிறது. இந்த நிபந்தனையைப் பின்வருமாறும் எழுதலாம்.

$$2 \int_{x_a}^{x_b} \sqrt{2m[E-V(\xi)]} d\xi = (n+1/2)h \dots (11)$$

n இன் ஒவ்வொரு அனுமதிக்கப்பட்ட மதிப்புக்கும் இந்த நிபந்தனையை நிறைவு செய்யக்கூடிய ஒரு E_n என்ற ஆற்றல் உள்ளது. இவை WKB தோராயத்தில்

மின்னழுத்தக் கிணற்றின் அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மட்டங்கள் ஆகும்.

இந்த இடத்தில் நவீன குவாண்டம் எந்திரவியலுக்கும், போர், சோமர்ஃபெல்டு ஆகியோரின் பழைய குவாண்டம் கொள்கைக்கும் இடையில் தொடர்பு இருப்பதைக் காண முடிகிறது. பழைய குவாண்டம் கொள்கையில் அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் மட்டங்கள், உந்தத்தின் முழுச் சமவலக்கான தொகையீட்டை பிளாங்க் மாறிலியின் ஒரு முழு எண் மடங்குக்குச் சமமாக்குவதன் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இந்த நிபந்தனை 11ஆம் சமன்பாட்டுடன் பொருந்துகிறது. ஆனால் முழு எண் மடங்குகளுக்குப் பதிலாக அரை எண் மடங்குகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மதில் ஊடுருவல். மதில் ஊடுருவல் பற்றிய கணக்குகளில் WKB தோராயத்தின் பிரயோகம் முக்கியமானது. 4ஆம் படத்தில் காட்டியுள்ளதைப் போன்ற ஓர் ஒற்றைப் பரிமாணமுள்ள மின்னழுத்த மதிலை எடுத்துக்கொள்வோம். இடது பக்கத்திலிருந்து E என்ற ஆற்றல் கொண்ட ஒரு துகள் கற்றை மதிலின் மேல் படட்டும். பழங்கொள்கைப்படி பெரும மின்னழுத்த நிலையாற்றலுக்குக் குறைந்த ஆற்றலுள்ள துகள்கள் பிரதிபலிக்கப்பட்டு விடும். ஆனால் குவாண்டம் எந்திரவியல் கருத்துக்களின்படி துகள் கற்றையில் ஒரு பகுதி பிரதிபலிக்கப்படும்; மீதி பழங்கொள்கைப்படி அனுமதிக்கப்படாத பிரதேசத்தில் ஊடாகக் கடத்தப்படும். படு துகள் ஓட்டத்திற்கும் கடத்தப்பட்ட துகள் ஓட்டத்திற்கும் இடையிலான தகவு கடத்தல் குணகம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. திரும்பு புள்ளிகளில் இணைப்பு வாய்பாடுகளை நேரடியாகப் பிரயோகித்து, கடத்தல் குணகம் சிறியதாக இருக்கும்படி தோராயப்படுத்துவதன் மூலம் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$D = \exp \left[-\frac{2}{\hbar} \int_a^b |p(\xi)| d\xi \right] \text{-----} (12)$$

இந்தச் சமன்பாட்டுக்கு விரிவான பயன்கள் உள்ளன. எ-டு: பௌலர் நர்தீமின் புல உமிழ்வுக் கொள்கையிலும் காமோலின் ஆல்ஃபாச் சிதைவு விளக்கத்திலும் இது பயன்படுத்தப்பட்டது.

பொதுவாக்கம். WKB தோராயம் அடுக்குக் குறிச் சார்பெண்ணை அடிப்படையாகக் கொண்டது. சுயேச்சைத் துகளுக்கான சுரோடிஞ்சர் சமன்பாட்டின் சரியான தீர்வில் அந்தச் சார்பெண் வருகிறது. ஒரு தன்னிச்சையான ஒப்பீட்டுச் சமன்பாட்டின் தீர்வில் அமைகிற சார்பெண்களின் அடிப்படையில் WKB தோராயத்தின் ஒரு பொதுவாக்கத்தை மில்லர் குட் ஆகியோர் உருவாக்கியிருக்கிறார்கள். ஆய்வுக்குரிய சமன்பாட்டை வடிவில் ஒத்ததாயும் சிற்றுலைவுக் கொள்கையின் தன்மையிலேயே தீர்வு காணக்கூடியதுமாக இருக்கிற ஓர் ஒப்பீட்டுச் சமன்பாடு தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த முறையில் இதை விடவும் அதிகத் தரமுள்ள தோராயங்களை உண்டாக்க முடியும். எ-டு: மின்னழுத்தக் கிணறு பற்றிய கணக்கில், இரண்டு திரும்பு புள்ளிகளின் வழியாகவும் அறுதியுள்ளதாக இருக்கிற தோராயத் தீர்வுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். L.I.Schiff, *Quantum Mechanics*, McGraw-Hill, New York, 1968.

வெனடினைட்

இது அப்படைப்பட்டு குழுவில் பைரோமார்ஃபைட் இனத்தைச் சேர்ந்த ஒரு கனிமம். இது குளோரின் கலந்த (காரீய) ஈயவெனடேட் ($Pb_5(Vo)_3Cl$) ஆகும். இது அறுகோணத் தொகுதியின் இரு பட்டகக் கூம்பு வகுப்பினைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமம் அணுக்கோப்பில் அடிப்படை அமைப்பினை உடையது. இதனுடைய ஓர் அணுக்கோப்பில் இரண்டு கூட்டணுக்கள் இருக்கின்றன. வெனடினைட்டின் அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் கிடைமட்டத்தில் 10.323 ஆகவும், குத்து வாட்டத்தில் 7.346 ஆகவும் உள்ளது. இதன் படிக அச்சுக்களின் விகிதம் a: c = 1: 07122 ஆகும். இதன் படிகங்கள் பட்டக வடிவில் நீளமாகவோ குட்டையாகவோ இருக்கின்றன. சில படிகங்கள் ஊசியினைப் போன்றும், மயிரிழைப் போன்றும், தனித்தும், கூட்டாகவும், சில

பெருக்காகவும், உருண்டையாகவும் இருக்கக் காணலாம்.

வெனடினைட் வெளிர்சிவப்பு, கிச்சிலி கலந்த சிவப்பு, சருகு நிறம் கலந்த சிவப்பு, இருண்ட சருகுநிறம், வெளிர் மஞ்சள், மஞ்சள், சருகுநிறம் கலந்த மஞ்சள் ஆகிய நிறங்களிலும், அரிதாக வெண்மை அல்லது நிறமற்றதாயும் இருக்கின்றது. இதன் தூள்-நிறம் வெண்மை அல்லது மஞ்சள். இதன் கடுமை 2.75-3; ஒப்படர்த்தி 6.88-6.71. வளை முறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு உடையது. குறை-வைர மிளிர்வு அல்லது அரக்கு (பிசின்) மிளிர்வு உடையது; நொறுங்கக்கூடியது. இது ஒளிபுகுந்தன்மை அல்லது ஒளிபுகாத்தன்மை உடையது.

நுண்ணோக்கியில் ஊடுருவல் ஒளியில் காணும்போது வெனடினைட் நிறமற்றதாக உள்ளது. சில சமயங்களில் சற்றே நிறமுடையதாக இருக்கும். நிறமுடையதாக உள்ளபோது திசைநிறமாற்றம் உடையதாய் விளங்குகின்றது. வெனடினைட் ஓர் ஒளி-அச்ச உடையது; எதிர்மறை (-) ஒளிக்குறி உடையது. இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் $n=2.350$, $w=2.416$. இந்த ஒளிவிலகல் எண்கள் வெனடினைட்டின் வேதியியல் சேர்க்கைக்கு ஏற்றவாறு சற்றே மாறுபடும். இக்கனிமத்திலுள்ள வெனடியத்துடன் ஆர்செனிக் பாஸ்ஃபரஸ் சேருவதனாலும், ஈயத்துடன் கால்சியம் சேருவதனாலும் ஒளிவிலகல் எண்கள் குறைவுபடக் காணலாம்.

என்டிலிகைட் என்பது வெனடினைட்டின் ஒரு வகையாகும். இதில் வெனடியம், ஆர்செனிக் - இரண்டும் சமஅளவில் இருக்கின்றன. மஞ்சள் நிறமான இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் $n=2.20$; $w=2.25$

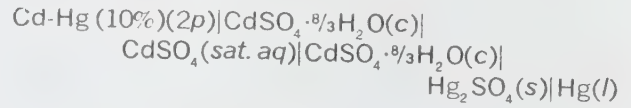
வெனடினைட் ஈயக்கனிமப் படிவுகளின் ஆக்சைடு-தாரைகளில் இரண்டாம் கனிமமாகக் கிடைக்கின்றது. பைரோமார்ஃபைட், மிமிடைட் உல்ஃபரமைட், ஆங்கிலசைட் முதலிய கனிமங்களுடன் காணப்படுகிறது.

வெனடினைட் அமெரிக்காவிலுள்ள அரிசோனா, நியூமெக்சிகோ, கலிபோர்னியா,

கொலராடோ ஆகிய பகுதிகளிலும் ஸ்காட்லாந்து, சர்வீனியா, ஆஸ்திரியா, சோவியத் ரஷ்யா, அல்ஜீரியா, டுனீஷியா, மொராக்கோ ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது.

வெஸ்டன் மின்கலம்

ஒரு மின்கலத்தின் மின்னழுத்த விசையை அளப்பதற்கு, மின்னழுத்த விசை துல்லியமாகத் தெரிந்த மற்றொரு மின்கலம் நியம (standard) மின்கலமாய் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். இதற்காக வெஸ்டன் காட்மியம் மின்கலம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம்மின்கலத்தில் ஒரு மின்முனையாக 12.5 % காட்மியம் கரைந்துள்ள காட்மியம் ரசக்கலவையும், மற்றொரு மின்முனையாக பாதரசம், பாதரச (I) சல்ஃபேட் கலவையும், நிறைவுற்ற காட்மியம் சல்ஃபேட் ($CdSO_4 \cdot 8/3 H_2O$) மின்பகுளியாகவும் பயனாகின்றன. மின்கலத்தின் குறியீடு:



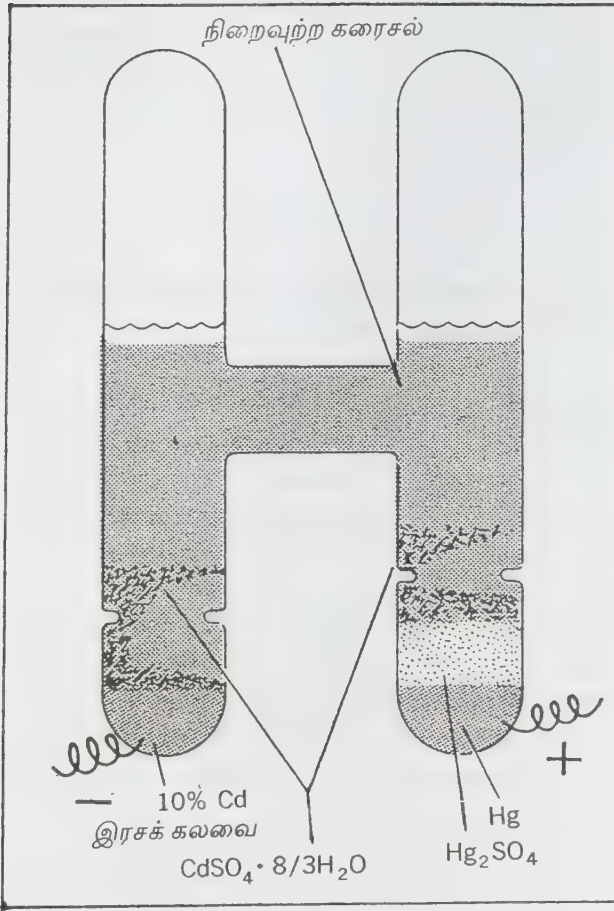
2p - இரு நிலைமை

c- படிவம்

sat.aq.- நிறைவுற்ற நீரியக் கரைசல்

இம்மின்கலத்தின் மின்னழுத்தம் $20^\circ C$. வெப்பநிலையில் 1,018636 வோல்ட் கருதலாம். மின்கலம் H வடிவிலானது ஒரு மின்முனை மின்கலத்தின் ஒரு தூணிலும், மற்றொன்று மற்றொரு தூணிலும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இரு மின்முனைகளும் வெளி மின்சுற்றுடன் (external circuit) தொடர்புகொள்ள வசதியாக இரு பிளாட்டினக் கம்பிகள் செருகப்பட்டுள்ளது.

நிறைவுற்ற காட்மியம் சல்ஃபேட் கரைசல் கொண்ட வெஸ்டன் மின்கலம் $43.5^\circ C$ க்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் பயன்படுத்த உகந்ததன்று. இவ்வெப்பநிலைக்கு மேல் $CdSO_4 \cdot 8/3 H_2O$.



படிகங்கள் $CdSO_4 \cdot H_2O$. படிகங்களாக நீரகற்றம் அடையும். $CdSO_4 \cdot H_2O$. (ஒற்றைப்படிக நீருடைய காட்மியம் சல்ஃபேட்) கரைசல் கொண்ட நியம மின்கலங்களும் நிலையானவையேயெனினும், $43.5^\circ C$ க்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் மட்டுமே பயன்படுத்தத்தக்கது.

வெஸ்டன் மின்கலத்தில் நிறைவுறா காட்மியம் சல்ஃபேட் கரைசலை நிரப்பியும் பயன்படுத்தலாம். $4^\circ C$ க்கு வெப்பநிலையில் நிறைவுற்றதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட $CdSO_4$ கரைசலை அறை வெப்பநிலையில் இம்மின்கலத்தின் மின்பகுளியாகப் பயன்படுத்தும்போது அது நிறைவுறாக் கரைசலாகிறது. நிறைவுற்ற கரைசலினாலான மின்கலத்தைவிடவும்

நிறைவுறா கரைசலினாலான மின்கலத்தின் மின்னழுத்த வெப்பநிலைக் குணகம் பத்து மடங்கு குறைவாகவுள்ளதால், இதன் மின்னழுத்த மதிப்பு மாறா எண்ணாகவுள்ளது. ஓராண்டுக்கு 20 மில்லி வோல்ட் மட்டுமே குறைவதால், இதன் பயனுள்ள காலம் இருபது ஆண்டுகளாகும்.

வேக்பாய்வு

ஒரு படகு நீரில் செல்லும்போது அது சென்ற தடம் பின்தடம் (wake) என்று அழைக்கப்படுகிறது. நீரில் விரைந்து செல்லும் படகு சென்ற பாதையில் காணப்படும் நீரின் இயக்கம், விமானங்கள் அல்லது உந்துகள் செல்லும்போது அவற்றின் பின் முனையில் காணப்படும் காற்றின் இயக்கம் ஆகியவை பின்தடப் பாய்வு எனப்படுகின்றன. திண்மப் பொருள் அசையாமலிருந்து காற்று அல்லது நீர்மம் அதைத் தொட்டவாறு விரைவாகப் பாய்ந்தாலும் இத்தகைய பாய்வு தோன்றும். கூர் முனைகளற்ற மழுங்கிய பொருள்களின் பின் பகுதியில் குழப்பங்களும் சுழல்களும் நிறைந்து காணப்படும் பாய்மத்தின் ஓட்டம் பின்தடப் பாய்வு ஆகும். ஒரு திண்மப் பொருளின் எல்லைகளைத் தொட்டவாறு ஒரு பாய்மம் பாய்கையில், பரப்பை ஒட்டியுள்ள பாய்மப் படலங்களின் வேகம் பாகியல் சறுக்கத் தகைவுகளின் காரணமாகக் குறைகிறது. திண்மப் பரப்பின் நீளவாக்கில் இந்த விளைவு அதிகமாகிக்கொண்டே போகும். குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் திண்மத்தின் எல்லைப் பரப்பை ஒட்டிய பாய்மப் படலம் ஓய்வு நிலைக்கு வந்து அசையாமல் நின்றுவிடும். இதன் காரணமாகத் திண்மப் பரப்பை ஒட்டிப் பாயும் பாய்மம் அதிலிருந்து விலகிச் செல்கிறது. அதனால் ஒரு பின்தடப் பாய்வு தோன்றி திண்மப் பரப்பின் மேல் ஒரு கூடுதலான இழுப்பைத் தோற்றுவிக்கிறது.

லட்சியப் பாய்மப் பாய்வுக் சூழ்நிலைகளில் இத்தகைய பிரிவு ஏற்படாது. பாய்மப் பாய்வு திண்ம

எல்லைப் பரப்பிலிருந்து பிரியாதபோது, திண்மப் பொருளின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பளவு பெருமமாக இருக்கிற இடத்தில் உள்ள உயர்ந்த பாய்மத் திசை வேகம், திண்மப் பொருளின் பின்புறத் திசையில் குறைந்து கொண்டே போகிறது. அப்போது அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. பின் தடப் பாய்வு தோன்றினால் அழுத்தம் அதிகரிப்பது நின்று போகும். இதனால் பின்தடப் பகுதியில் அழுத்தம் குறைகிறது. இதன் காரணமாகத் திண்மத்தின் மேல் ஒரு தொகுபயன் அழுத்த விசை பாய்மம் பாயும் திசையில் செலுத்தப்படுகிறது. பின் தடப் பகுதியிலுள்ள பாய்மத்தில் பெருமளவு குழப்பங்களும் திண்மப் பரப்பிலிருந்து பிரிந்து வருகிற சுழல்களும் காணப்படும். இந்தப் பின்தடக் குழப்பம் பாய்மம் பாயும் திசையில் பாய்மத்துடனேயே செல்லும். ஆற்றுப்பாலத் தூண்கள், புகைப் போக்கிக் கம்பங்கள், கட்டடங்கள், மரங்கள் ஆகியவற்றின் பாய்மம் பாயும் பக்கத்தில் பின்தடப்பாய்வுகள் தோன்றும். புகைவண்டி, கப்பல் போன்றவற்றின் இயக்கங்களின் போது சீரற்ற பாய்மப் பாய்வு நிலைகள் ஏற்படுகின்ற புகை வண்டி அல்லது கப்பல் விட்டுச் செல்லும் பாதையில் மிகுந்த குழப்பம் தோன்றிவிடும். கடல்களில் செல்லும் கப்பல்களினால் உண்டாகும் பின்தடக் குழப்பம் பெருந்தொலைவுக்கு நீண்டிருக்கும்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். L.D.Landau, and E.M.Lifshitz, *Fluid Mechanics*, Pergamon Press, London, 1959.

வேக இணக்கங் காட்டி

வேக இணக்க விளைவுகள் உடலியங்கியல் அடிப்படையில் தோன்றுகின்றன. மனிதனின் பார்வை உணர்வு மிகவும் மெதுவானது. ஓர் ஒளிச் சைகை கண்ணின் விழித்திரையில் உண்டாக்கும் உணர்வு மறையவும் தாமதமாகிறது. இது பார்வை நீடிப்பு எனப்படும். கண்ணுக்குள் 0.1 விநாடிக்கும் குறைவான கால இடைவெளியில் அடுத்தடுத்து நுழையும் இரண்டு ஒளிச் சைகைகளுக்கு இடையில் அதனால் வேறுபாடு கண்டுபிடிக்க முடியாது. இவ்வாறு குறுகிய கால

இடைவெளிகளில் தோன்றும். ஒளித் துடிப்புகள் மனிதனின் கண்ணுக்கு ஒரு தொடர்ச்சியான ஒளிச் சைகையாகவே தோன்றும். இருட்டறையில் ஓர் ஒளிரும் ஊது வத்தியை வேகமாக ஆட்டினால் ஒளிக் கோடுகள் தென்படுவதை நாம் அறிவோம். திரைப்படம், தொலைக்காட்சி ஆகியவற்றில் பிம்பங்கள் தொடர்ச்சியாக இயங்குவதைப் போலத் தெரிவது இதன் காரணமாகவே ஆகும். சற்றே வேறுபட்ட அலைவு நேரமுள்ள அல்லது ஒரே கால அளவில் நிகழ்கிற இரண்டு காலாந்தரமான இயக்கங்களிலிருந்தும் வரும் ஒளிச் சைகைகள் சேர்ந்தாற்போலக் கண்ணுக்குள் புகும் நேர இணக்க விளைவு உண்டாகிறது.

ஓர் ஒளிர் விளக்கிலிருந்து விநாடிக்கு ஐம்பது ஒளித் துடிப்புகள் வெளிப்படுவதாகக் கொள்ளுவோம். அந்தத் துடிப்புகள் ஒரு வெள்ளை நிறமான சுழலும் தட்டின் மேல் விழட்டும். அந்தத் தட்டின் விளிம்பின் அருகில் ஓர் அம்புக் குறி வரையப்பட்டிருக்கட்டும். அந்தத் தட்டு விநாடிக்கு ஐம்பது முறை சுழலுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். அம்புக் குறி ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் இருக்கும்போது விளக்கு ஒளிர்ந்துவிட்டு அணையும். அது மீண்டும் ஒளிரும்போது அம்புக்குறி முழு வட்டமடித்துவிட்டுப் பழைய இடத்துக்கு வந்துவிடும். ஆகவே இதைக் கண்ணால் பார்க்கும் போது அது இருந்த இடத்தைவிட்டு அசையவில்லை என்றே தோன்றும். தட்டு விநாடிக்கு ஐம்பது முறையை விட அதிகமான வேகத்தில் சுழன்றால் அம்புக் குறி அதே திசையில் மெல்லச் சுழலுவது போலத் தெரியும். தட்டின் வேகம் குறைவாக இருந்தால் அம்புக் குறி மெல்ல எதிர்த் திசையில் இயக்கங்களை மெதுவாக்கிப் படமெடுக்க உதவுகின்றன.

எ-டு: இசைக்கவைகளின் அதிர்வெண்ணைக் காண வேக இணக்கங்காட்டியைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் D என்ற ஓர் உலோகத் தட்டு உள்ளது. அதன் ஓரத்தில் சமத் தொலைவுகளில் சமவிட்டம் கொண்ட துளைகள் இடப்பட்டிருக்கும். இத்தட்டு ஒரு கிடை அச்சைச் சுற்றிச் செங்குத்தான தளத்தில் சுழலுமாறு ஒரு மோட்டாருடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் சுழல் வேகத்தைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கவோ, குறைக்கவோ செய்யலாம். அதன் சுழல்வேகத்தை அளவிடக் கணிப்புக் கருவிகள் அதில்

இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அதிர்வெண் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய இசைக்கவை இந்தத் தட்டின் பின்புறம் வைக்கப்படும். அதன் ஒரு கவையில் ஒரு லேசான ஆடித் துண்டு ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது. ஓர் ஒளி விளக்கிலிருந்து வரும் மெல்லிய ஒளிக்கற்றை ஆடித் துண்டில் பட்டுப் பிரதிபலிக்கப்பட்டுத் தட்டிலுள்ள துளை வழியாகச் சென்று முன்புறம் வைக்கப்பட்டுள்ள தொலைநோக்கியில் தெரியும். முதலில் கண்ணைக் கிடைத்தளத்தில் வைத்துக்கொண்டு ஆடியின் பிம்பம் தொலைநோக்கியில் குவியப்படுத்தப்படுகிறது.

இசைக்கவையை அதிரவிட்டுத் தட்டு சுழற்றப்படும். இப்போது தொலைநோக்கியில் தெரியும் பிம்பம் தொடர்ச்சியாகத் தெரியாமல் விட்டுவிட்டுத் தெரியும். ஆடியிலிருந்து வரும் ஒளிக் கதிர் தட்டின் துளைகளுக்கிடையிலுள்ள பகுதியால் மறைக்கப்படுவதால் இவ்வாறு பிம்பம் விட்டுவிட்டுத் தெரிகிறது. பிம்பம் தொடர்ச்சியாகத் தெரியும் வரை தட்டின் சுழல் வேகம் படிப்படியாக அதிகரிக்கப்படும். அந்த நிலையில் ஆடியிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் தொலை நோக்கியை நோக்கி வரக்கூடிய திசையில் அமையும் போதெல்லாம் தட்டின் ஒரு துளை அதற்கு நேராக வந்திருக்கும். அதாவது இசைக்கவையை ஒரு முறை அதிர்வு செய்ய ஆகும் நேரம் $1/n$ விநாடி. தட்டிலுள்ள துளைகளின் எண்ணிக்கை N . அது ஒரு விநாடியில் செய்யும் சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை எனவும் வைத்துக்கொள்வோம். எனவே ஒரு துளை அதற்கு முந்திய துளையின் இடத்தை அடைய ஆகும் நேரம் $1/NM$ விநாடி. எனவே $1/n=1/NM$ அல்லது $n=NM$. இதிலிருந்து இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

கே.என். ராமச்சந்திரன்

வேகம்

ஒரு பொருள் இடப்பெயர்ச்சி அடையும்போது அதன் பயணப் பாதை நேர்க்கோடாகவும் இருக்கலாம் அல்லது பல வளைவுகளைக் கொண்டதாகவும் இருக்கலாம். மிக நுண்ணிய நிகழ்வுகளில் மிக

நுண்ணிய துகள்கள் மட்டுமே நேர்க்கோடுகளில் இடப்பெயர்ச்சி அடைகின்றன. பெரும்பாலான ஊர்திகளும், உயிரினங்களும் நேர்க்கோட்டில் மட்டுமே நகருவதாகச் சொல்ல முடியாது. அவற்றின் இடப்பெயர்ச்சி வீதத்தைக் கணக்கிடும்போது நேர்க்கோட்டுப்பயணத்திசையை மட்டுமே கணக்கில் எடுத்துக்கொள்வதாக இருந்தால் அவற்றின் நிகர இடப்பெயர்ச்சி சுழியாகக்கூட அமைந்துவிடும். ஒரு மனிதன் உலாவி விட்டு மீண்டும் தனது வீட்டை அடையும்போது அவனுடைய நிகர இடப்பெயர்ச்சி சுழி ஆகும். ஆனால் நடைமுறை நோக்கங்களுக்கு இத்தகைய கணக்கீடு உதவாது. ஓர் ஊர்தியின் செயல் திறனைக் கணக்கிடுகையில் அது பயணம் செய்தத் தொலைவு, அதற்கு ஆன நேரம், அதற்கு ஆன எரிபொருள் செலவு போன்றவற்றைக் கணக்கிட வேண்டும். அந்த நிலையில் ஊர்தி நகர்ந்த திசையைக் கவனத்தில் கொள்ள முடியாது.

ஒரு பொருள் நகரும் திசையைக் கருத்தில் கொள்ளாதபோது, அது ஒரு விநாடியில் அடைந்த இடப்பெயர்ச்சி 'வேகம்' எனப்படுகிறது. இது ஒரு திசையிலா அளவு ஆகும். வேகம் என்பது நடைமுறையில் பெரும்பாலான பொருள்களின் இயக்கத்தை விளக்க உதவுகிற ஓர் அளவு. அத்தகைய பொருள் நேர்க்கோட்டில் மட்டுமே இயங்க வேண்டும் என்கிற கட்டாயம் வேகத்தைக் கணக்கிடும்போது வைத்துக் கொள்ளப்படுவதில்லை. ஒரு பொருள் நேர்க்கோட்டிலோ, வளைந்த பாதைகளிலோ கடந்த மொத்தத் தொலைவை அதற்கு ஆன விநாடிகளின் எண்ணிக்கையால் வகுப்பதன் மூலம் வேகம் கணக்கிடப்படுகிறது. இது மீட்டர்/விநாடி, அடிகள்/விநாடி, கி.மீ./மணி, மைல்/மணி என்பது போன்ற அலகுகளில் வழக்கமாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு பொருள் t விநாடிகளில் s தொலைவைக் கடந்தால் அதன் வேகம் s/t ஆகும். இந்த அளவுகளை உடனடி மதிப்புகளாக அமைத்துக் கொள்ளும்போது பொருள் Δs என்ற தொலைவை Δt என்ற நேரத்தில் கடப்பதாக இருந்தால், Δt சுழியை அணுகுகிற வரம்பு நிலையில் $\lim \Delta t \rightarrow 0 \Delta s/\Delta t = ds/dt$ என்ற அளவு உடனடி வேகம் எனப்படும்.

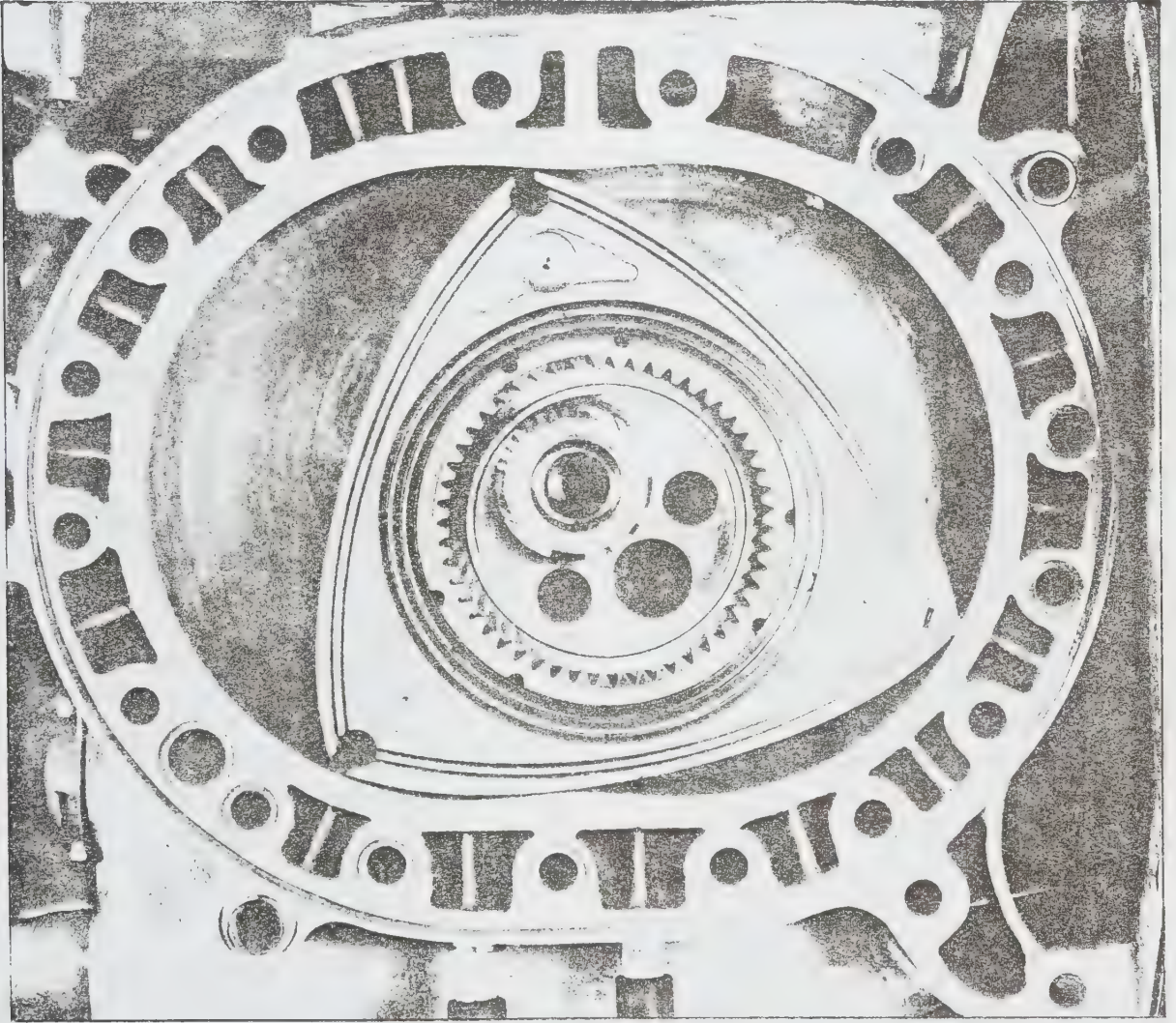
கே.என்.ராமச்சந்திரன்

வேங்கெல் பொறி

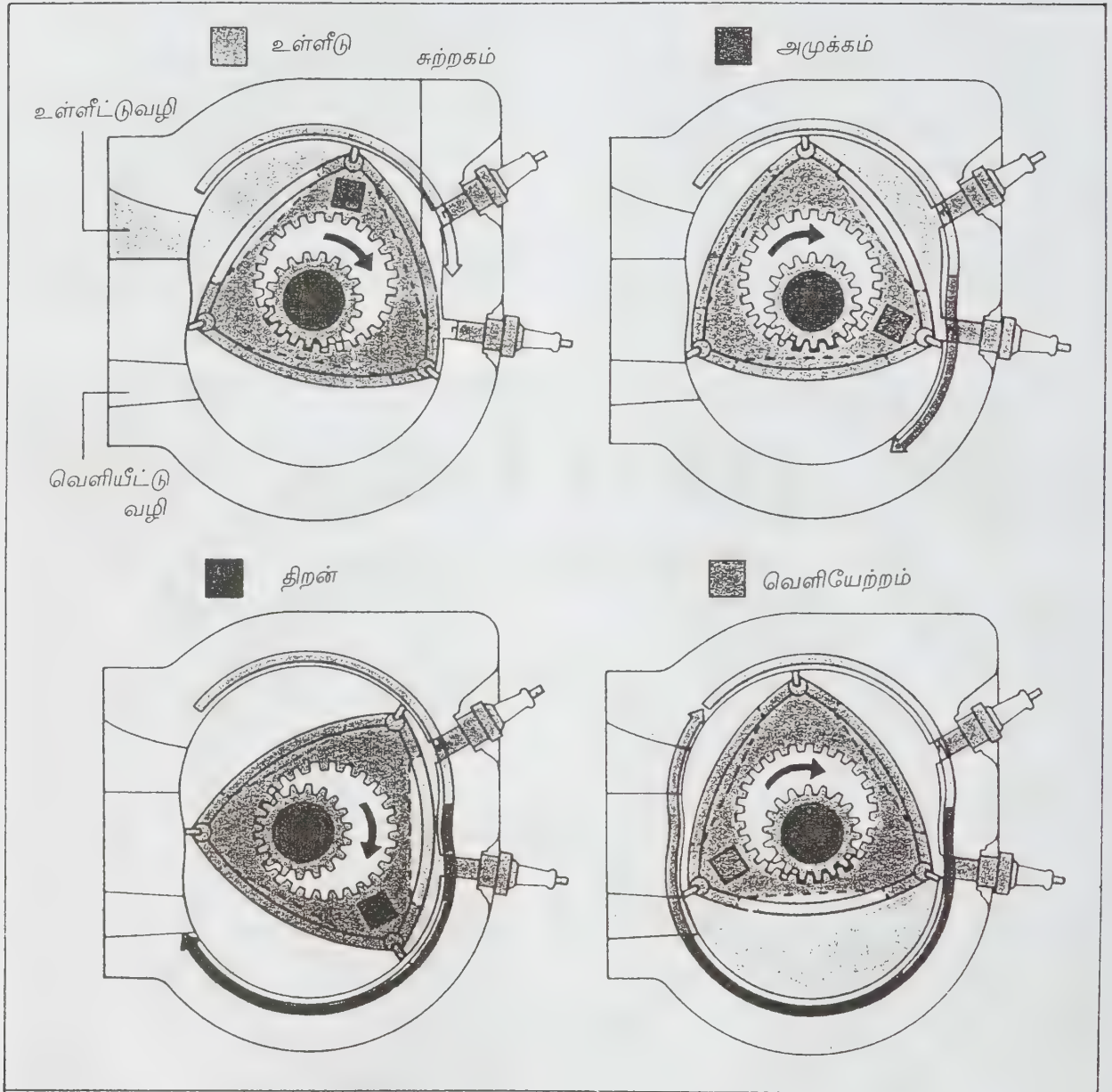
1964ஆம் ஆண்டு வேங்கெல் பொறி அறிமுகமானது. எளிய மின்னோடி வண்டியின் பொறியைப் போல வேங்கெல் பொறியும் கேசோலின் மற்றும் காற்றுக் கலவையை எரிக்கும். எரிதலினால் உண்டாகும் சூடான வளிமங்கள் விரிவடையும். இவ்வளிமங்கள் விரிவடையும்போது உண்டாகும் விசையை மின்னோடி வண்டியின் சக்கரங்களை திருப்ப பயன்படுத்திக் கொள்ளும். ஆனால் வேங்கெல் பொறி

விரிவாக்கத்தை திருப்பும் இயக்கமாக மாற்றும்.

தற்கால மின்னோடி வண்டியில் 4, 6 அல்லது 8 உருளைகள் அல்லது குழாய்கள் இருக்கும். உருளைகளின் உட்பகுதியில் மேலும் கீழும் உந்து தண்டு இயங்கும். ஒவ்வொரு உருளையின் மேல் பகுதியிலும் எரிபொருள் எரியும் அல்லது வெடிக்கும். விரிவடையும் வளிமங்கள் உந்துத் தண்டை கீழே தள்ளும். ஒரு சிக்கலான அமைப்பு உந்துத் தண்டின் மேல் மற்றும் கீழ் இயக்கத்தைச் சக்கரங்களின் திருப்பும்



வேங்கெல் பொறி உள்ளமைப்பு



இயக்கமாக மாற்றும். உந்துத் தண்டு சக்கரங்களோடு இணைக்கப் பட்டிருக்கும். உந்துத் தண்டு கீழிறங்கும்போது அதன் மேல் பகுதியில் இருக்கும் இடைவெளியில் எரிபொருள் மற்றும் காற்று ஆகியவை உட்கொள்ளப்படும். பின் உந்துத் தண்டு மேலெழும். எரிபொருள்-காற்று கலவை உந்துத் தண்டின் மேல் பகுதியிலுள்ள இடைவெளியில் அழுத்தப்படும். ஒரு மின் பொறி எரிபொருளை எரியச் செய்யும். மீண்டும் உந்துத் தண்டு கீழே தள்ளப்படும். இவ்வகை எரிதல்கள் அனைத்து உருளைகளிலும் ஒரே சமயத்தில் நடைபெறாது. உருளைகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வரிசையாக எரியத் தொடங்கும். உந்துத் தண்டுகளின் மேல் -மற்றும் - கீழ் இயக்கங்களால் உந்துத் தண்டு பொறி மிகுதியாக அதிரும். எளிய பொறியைவிட வேங்கெல் பொறி ஒரு நிமிடத்திற்கு பல மடங்கு திரும்புவதால் மிகு திறனை கொடுக்கும்.

வேங்கெல் பொறியின் மையத்தில் ஒரு சுற்றகம் இருக்கும். இச்சுற்றகம் வளைந்த பக்கங்களைக் கொண்ட ஒரு முக்கோண வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கும். சுற்றகத்தின் மூளையில் ஓர் இதழ் இருக்கும். இது பொறியின் சுவற்றின் உட்செல்லவும் வெளியேறவும் கூடியதாக இருக்கும். சுற்றகம் சுழலும்போது, சுருள் வில்கள் இதழ்களை சுவரோடு அழுத்தும். சுற்றகம் எந்நிலையில் இருந்தாலும், பொறி முப்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. சுற்றகம் சுழலும்போது ஒவ்வொரு பிரிவும் தன் வடிவம், வடிவமைப்பு ஆகியவற்றில் வேறுபடும். சுற்றகத்தின் ஒரு கற்றையை முதலில் எடுத்துக்கொள்வோம். அப்பொழுது ஓர் இதழ் உள்ளீட்டு வாயைக் கடக்கும். சுற்றகத்தின் ஒரு சுழற்சியில் மூன்று எரிதல்கள் அல்லது வெடித்தல்கள் நிகழும். உள்ளீட்டு வாய் வழியாக காற்று மற்றும் கேசோலின் கலவை பொறிக்கு வரும். இந்நிலையில் உள்ளீட்டு வாயை ஒரு சிறு இடைவெளியோடு தொடர்புகொள்ளும். சுற்றகம் இரண்டாம் முறை சுழலும்போது, இவ்விடைவெளி பெரிதாகும். ஆவி நிலையிலிருக்கும் எரிபொருள் இடைவெளியில் நுழைந்து காற்றுடன் கலக்கும்.

சுற்றகம் மூன்றாம் முறை சுழலும் போது, மற்றொரு இதழ் உள்ளீட்டு வாயைக் கடக்கும். உட்கொள்ளப்பட்ட எரிபொருள் உள்ளீட்டிலிருந்து வெளியேறும். தற்பொழுது எரிபொருள் சிறிதாகிக்

கொண்டிருக்கும் இடைவெளியில் இருக்கும். மேற்கூறிய நிலையில் 2/3 பகுதியை அடைந்தவுடன் காற்று எரிபொருள் கலவை படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ள சிறு இடைவெளிக்கு அழுத்தப்படும். தேவைக்கேற்ப திறன் கிடைக்க, எரிபொருளை எரிப்பதற்கு முன் அழுத்துதல் அல்லது அமுக்குதல் இன்றியமையாததாகும்.

இவ்வேலையில், மின்பொறி சொருகு மின்பொறியை உண்டாக்கும். எரிபொருளிலுள்ள கேசோலின் எரியத் தொடங்கும். பொறியின் குறிப்பிட்ட பகுதியில் சிறு வெடித்தல் ஏற்படுமளவுக்கு எரிவதால் சூடான வளிமங்கள் உண்டாகும். அவை விரிவடைந்து சுற்றகத்தைத் தள்ளும். சுற்றகம் சுழலும்போது விரிவடையும் இடைவெளியை, விரிவடைந்த வளிமங்கள் நிரப்பும். பிறகு அவை வெளியேற்ற வெளியீடு வாயிலாக பொறியிலிருந்து வெளியேற்றப்படும். பொறியின் ஒரு பகுதியில் எரிபொருள் எரிக்கப்படும்போது, புதிதாக தயாரிக்கப்பட்ட எரிபொருள் மறு பகுதியில் உட்கொள்ளப்படும். எரிதலால் உண்டாகும் வளிமங்கள் வெளியேற்றி வழியாக வெளியேறும். எளிய பொறிக்கும் உந்துத் தண்டிற்கும் உள்ள கடின இணைப்புகளே உந்துத் தண்டின் நேர்க்கோட்டு இயக்கத்தை உந்துத் தண்டின் சுழல் இயக்கமாக மாற்றுகிறது. வேங்கெல் பொறிக்கு கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் தேவையில்லை. உந்துத் தண்டு பொறியிலிருக்கும் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள், எரிபொருள் உள்ளீடுகள் மற்றும் வெளியீடுகள் ஆகியவற்றை திறக்கவும் மூடவும் கூடியவை. வேங்கெல் பொறியில் இந்த உள்ளீடு மற்றும் வெளியீடு ஆகியவை எப்பொழுதும் திறந்தே காணப்படும். குறைந்த உந்துத் தண்டு பொறிக்கு தேவைப்படும் எரிபொருள் அளவே வேங்கெல் பொறிக்கும் தேவைப்படும்.

இரா.இந்து

வேட்டாட்டம்

மாறா வேகத்தில் செயல்படும் ஒரு சுழல் அமைப்பு இயல்பான வேகத்திலிருந்து மாறுபட்டு

மிகுதியாகவோ குறைவாகவோ செயல்படும் அலைவுறுதலுக்கு வேட்டாட்டம் அல்லது அலைதல் என்று பெயர். சுமை மாறும் பொழுதெல்லாம் இவ்வலைவு உண்டாகும். இது வேகக்கட்டுப்படுத்துங்கருவிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படும் முதன்மை இயங்கிகளிலோ நிலையக மற்றும் சுற்றகப் பகுதிகள் மின்னியலாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின் கருவிகளிலோ நடைபெறும்.

அலைதல் உண்டாகும்போது அதை உடனடியாக ஒடுக்க, இரட்டை ஒடுக்கிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒடுக்கிகளைத் துருவங்களின் முன்பகுதிகளில் பொருத்த வேண்டும். எனவே அலைதலின் வீச்சுக் குறைக்கப்படும். இவ்வாறு அலைதலின் ஆற்றல் ஜூல் வெப்பமாக மாற்றப்பட்டு ஒடுக்கப்படுகிறது.

இரா. இந்து

வேடந்தாங்கல் பறவைப் புகலரன்

தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் தொன்மையான பறவைப் புகலரணாகிய வேடந்தாங்கல் பறவைப் புகலரன் இந்தியாவில் மட்டுமின்றி, உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்து வரும் சுற்றுலாப் பயணிகள், பறவையியலறிஞர்கள் ஆகியோர்கள் கவனத்தை அதிகமாகக் கவர்ந்துள்ளது. இப்பகுதி 1798ஆம் ஆண்டு முதல் பறவைகள் புகலரணாக விளங்கி வருவதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன. இது இராமாயண காலத்து வேடன் குகன் தங்கி வாழ்ந்த இடம் எனக் கூறுவோரும் உண்டு. இப்புகலரனுக்கு அருகேயுள்ள ஒரு சிறிய கிராமம் இன்றும் 'சித்திரக்கூடம்' என்றழைக்கப்படுவதை இவர்கள் இதற்குச் சான்றாகக் கூறுவர்.

இப்புகலரனைப் பற்றிய முதற்குறிப்பினைச் செங்கல்பட்டு மாவட்ட ஆட்சியாளரின் 1798 ஆம் ஆண்டு கவுல் சட்டத்தினின்று அறிகிறோம். 1839ஆம் ஆண்டில் செங்கல்பட்டு மாவட்ட ஆட்சியாளராக

இருந்த எ.எச்.ஏ.டாட் இவ்விடத்தைப் பறவைப் புகலரன் என்று அறிவித்து, அரசுநிதியைச் செலவிட்டு இதைப் பராமரித்தார். 1962ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்ட வனப்பகுதியாக அறிவித்தது. இன்றும் இப்புகலரன் செங்கல்பட்டு மாவட்ட வனத்துறையினரால் பாதுகாக்கப்பட்டுப் பராமரிக்கப்படுகிறது.

வேடந்தாங்கல் புகலரன் சென்னையிலிருந்து 85 கி.மீ. தொலைவில் கடல் மட்டத்திலிருந்து 122 மீ. உயரத்தில் உள்ளது. இப்புகலரனுக்கு மிக அருகில் உள்ள இரயில் நிலையம் - விழுப்புரம் இருப்புப் பாதையில் உள்ள கருங்குழி ஆகும். செங்கல்பட்டிலிருந்து 30 கி.மீ. தொலைவில் உள்ள இப்புகலரன் ஏறத்தாழ 75 ஏக்கர் பரப்பளவுடையது. இதில் 30 ஏக்கர் பரப்புள்ள வேடந்தாங்கல் ஏரியும் அதனைச் சுற்றியுள்ள 25 ஏக்கருக்கு மேற்பட்ட விவசாய நன்செய் நிலங்களும் அடங்கும். இப்பகுதியில் சராசரியாக ஆண்டுதோறும் 1140 மி.மீ. மழைப் பெய்கிறது. மிகக் குறைவாக 18°C வெப்பமும் மிக அதிகமாக 38°C வெப்பமும் பதிவாகியுள்ளது. வேடந்தாங்கல் ஏரியில் வடகிழக்குப் பருவ மழைக் காலங்களில் நீர் அதிகமாகவும், கோடைக் கால நீர் குறைவாகவும் காணப்படும். ஏரியில் ஏறக்குறைய 1000 கடப்ப மரங்களும், ஏரியின் கரைகளில் ஏறக்குறைய 5000 கருவேல மரங்களும் உள்ளன. கடப்ப மரங்கள் ஏரியின் நடுப்பகுதியிலும், தெற்குப் பகுதியிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இம்மரங்கள் ஏறத்தாழ 20 அடி உயரமும், நீண்ட பரந்த கிளைகளும், சரம் சரமாகத் தொங்கும் சிறு சிவப்புப் பூங்கொத்துகளுமாகக் காணப்படுகின்றன. பட்டுப்போன மரங்களும், இலைகளின்றிக் காய்ந்த கிளைகளோடுக்கூடிய மரங்கள் பலவும் நீர்நிலையில் காணப்படுகின்றன. ஏரியில் உள்ள மரங்கள் இப்புகலரனுக்கு வந்து இனப்பெருக்கம் செய்வதற்காகக் கூடுகட்டும் பறவைகளுக்கு மிகச் சிறந்த தங்குமிடமாகவும் விளங்குகின்றன. ஏரியைச் சுற்றியுள்ள சதுப்பு நிலங்களிலிருந்து பறவைகளுக்கும் அவற்றின் குஞ்சுகளுக்கும் வேண்டிய இரை கிடைப்பதாலும், இம்மரங்கள் நீரால் சூழப்பட்டுள்ளமையால் பறவைகளின் எதிரிகளான கீரி, பூனை ஆகியவற்றின் தாக்குதல்களிலிருந்து பாதுகாக்கப்படுவதாலும் பல்லாயிரக்கணக்கான

பறவைகள் ஏரியிலுள்ள மரங்களில் கூடுகட்டி, முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கின்றன. மரங்களின் கிளைகளும், ஏரி நீரும் எச்சத்தால் குழம்பிய சேறுபோலக் காணப்படுகின்றன.

வடகிழக்குப் பருவமழைக் காலமாகிய செப்டம்பர், அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களில் பறவைகள் வேடந்தாங்கலுக்கு வரத் தொடங்குகின்றன. மழைக்காலத் தொடக்கத்தில் சாம்பல் நாரை, நீர்க் காகம், பாம்புத்தாரா, வெண்கொக்கு, அரிவாள் மூக்கன், கரண்டி வாயன் போன்ற பறவைகள் வர ஆரம்பிக்கின்றன. கூழைக் கடாக்களும், முக்குளிப்பான்களும் மழைக்காலத்தின் முடிவில் வருகின்றன. கோடைக்காலம் தொடங்கியவுடன் இவையே முதலில் இப்புகலரணை விட்டுக் கிளம்புகின்றன. முதலில் வந்த பறவைகள் ஐஹின் மாதம் வரை தங்கி முட்டையிட்டு, முட்டை பொரிந்து குஞ்சுகள் வெளிவந்த பின் குஞ்சுகளோடு திரும்பிச் செல்கின்றன.

இந்தப் பறவைப் புகலரணுக்கு ஏறக்குறைய ஐம்பது பறவையினங்கள் வருவதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இவற்றுள் சுமார் 45% பறவைகள் நீர்க்காகங்களும், நாரைகளும். கடந்த சில ஆண்டுகளாகக் கூழைக் கடாக்களும், வண்ண நாரைகளும் இப்புகலரணில் கூடுகட்டத் தொடங்கியுள்ளன.

வேடந்தாங்கல் ஏரியின் நடுப்பகுதியிலுள்ள கடப்ப மரங்களில் கரண்டிவாயன் பறவைகளும், நீர்க்காகங்களும், தென் கிழக்கிலுள்ள மரங்களில் நீர்க்காகங்களும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. வட பகுதியிலுள்ள மரங்களில் நீர்க்காகங்களும், வக்கா எனப்படும் இரவு நாரைகளும் நிறையக் காணப்படுகின்றன. இப்பறவைகள் இந்த ஏரியிலுள்ள மீன்களையும் அருகிலுள்ள மதுராந்தகம் ஏரி, நன்செய் நிலங்கள், குளங்கள், குட்டைகளிலிருந்து தங்களுக்கும் குஞ்சுகளுக்கும் வேண்டிய உணவைத் திரட்டி உண்ணுகின்றன.

ஐனவரி, பிப்ரவரி மாதங்களில்தான் மிக அதிகமாக 10,000 -50,000 பறவைகள் வரை இப்புகலரணில் காணப்படுகின்றன. இப்புகலரணுக்கு

வந்து செல்லும் பறவைகளின் எண்ணிக்கை ஆண்டுக்கு ஆண்டு அதிகரித்து வந்துள்ளது. 1966 ஆம் ஆண்டு 6,000 பறவைகள் வந்ததாகக் கணக்கிடப்பட்டது. இந்த எண்ணிக்கை 1984 ஆம் ஆண்டு 25,000 ஆகவும் 1986 இல் 50,000 ஆகவும் உயர்ந்தது. இதற்குக் காரணம் 1966 ஆம் ஆண்டில் 500 கடப்ப மரங்களே இருந்தன. 1986 இல் மரங்களின் எண்ணிக்கைக் கூடிற்று; ஆயிரம் கடப்ப மரங்களும், ஐயாயிரம் கருவேல மரங்களும் இருந்தன. மரங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமானதால் அதிகமான பறவைகள் இப்புகலரணுக்கு வந்தன.

இப்புகலரணைச் சுற்றிப் பார்க்க மிக நல்ல நேரம் மாலை மணி நான்கிலிருந்து ஐந்து வரை ஆகும். பறவைகளைப் பார்வையிட ஏரியின் கரையில் பறவை காண் மாடம் ஒன்று உள்ளது. இங்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ள தொலைநோக்கியின் வழியாகப் பல்லாயிரக்கணக்கான பறவைகளை, அவற்றின் கூடுகளில் குஞ்சுகளோடும், முட்டைகளோடும், காணுதல் அரியதொரு காட்சியாகும். இப்புகலரணுக்குத் தற்பொழுது சராசரியாக ஆண்டொன்றுக்கு 55,000 பார்வையாளர்கள் வருகின்றனர். இவர்களில் சுமார் 10% அயல்நாட்டினர் என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

வேடந்தாங்கல் பறவைப் புகலரணில் கூடுகட்டி இனப்பெருக்கம் செய்யும் சில பறவைகள் வருமாறு: சிறிய நீர்க்காகம், பெரிய நீர்க்காகம், சிறிய வெண்கொக்கு, பெரிய வெண்கொக்கு, உண்ணிக் கொக்கு, வக்கா (அல்லது) இரவு நாரை, மடையான், சாம்பல் நாரை, திறந்த மூக்கு நாரை, கரண்டி வாயன் பறவை, வெண்ணி அரிவாள் மூக்கன், நீர்க்கோழி, மூக்குளிப்பான், பாம்புத்தாரா, சாம்பல் கூழைக்கடா, வண்ண நாரை.

வேதி இயக்கமுறைப் பகுப்பாய்வு

வேதி வினைகளில் பங்கேற்கும் வேதிப் பொருள்களின் செறிவுகளைக் கண்டறிவதற்கு வினையின் விரைவினை அளந்து பகுப்பாய்வு செய்யும்

உத்திகள் இயக்கவழிப் பகுப்பாய்வு முறைகள் (kinetic methods of analysis) எனப்படுகின்றன. இம்முறையின் அடிப்படைக் கொள்கை: மிகப் பெரும்பாலான வினைகளில், வினைகளின் விரைவுகள் வினைபடு பொருள்களின் செறிவுகளுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளன.

வினைபடு பொருள் அல்லது வினை வினை பொருளின் செறிவை நேரத்தின் சார்பலனாக அறிந்து, வினையின் விரைவைக் கணக்கிடுவர். வினைபடுபொருள் கலவை சமநிலைக்கு அப்பால் இருந்து சமநிலை அல்லது சீரான நிலையை (steady state) அடைய முயலும் போது இந்த ஆய்வு நிகழ்த்தப்பட வேண்டும். சமநிலையை எய்திய அமைப்பின் மீது ஆய்வுகள் நடத்துவதைப் போன்று இந்த அமைப்பில் ஆய்வுகளை மெல்ல நடத்த முடியாது. நேரம் ஒரு துணையலகாகக் கருதப்படுவதால் வினையையொட்டிய எந்த அளவையையும் விரைவாக நிகழ்த்த வேண்டிய தேவையும், ஒழுங்கான கால இடைவெளிகளில் அளவை செய்ய வேண்டிய கட்டாயமும் எழுகிறது.

இயக்கமுறைப் பகுப்பாய்வில் சமநிலை சார்புற்ற உத்திகளில்லாத சில கூடுதல் நன்மைகளும் உள்ளன. அமைப்பிலோ, பண்பிலோ மிக நெருக்கமான சேர்மங்களுக்குள் சமநிலை வினைகளில் துணையலகுகளான சமநிலை மாறிலிகள் மிகச் சிறிதே வேறுபடுகின்றன.

ஒரு மீள் கலவையில் இத்தகைய சேர்மங்கள் இடம் பெற்றிருப்பின் அவற்றின் செறிவுகளை அறிவதற்கு அவற்றைப் பிரித்தாக வேண்டும். வேக இயல் பகுப்பாய்வில், பண்பில் ஒத்த இத்தகைய சேர்மங்கள் ஒரு பொது வினைப் பொருளுடன் வினையுறுகையில், துணையலகுகளில் (parameters) குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடுகள் இருப்பதால், அவற்றின் செறிவுகளை தனித்தனியே கண்டறிதல் எளிதாகும். மேலும், சமநிலை அல்லது வெப்ப இயக்கவியல் உத்திகளைக் கொண்டு ஆராயத்தக்க வினைகளைவிட, இயக்கவியல் வழி ஆராயத்தக்க வினைகளில் எண்ணிக்கை மிக மிகக் கூடுதலாகும். பல வினைகள் சமநிலையை மிக மிக மெல்ல (நாள் அல்லது வாரக் கணக்கில்) சென்றடையும். வினை சமநிலையை

எய்துவதற்கு முன்பே பல கிளைவினைகள் தோன்றக்கூடும் அல்லது அளவறி பகுப்பாய்வுக்கு ஏற்றதாக இல்லாமல் இருக்கக்கூடும்.

இயக்கப் பகுப்பாய்வு முறையில், வினையின் தொடக்கத்தில் வினையின் வேகத்தை அளந்து வினைபடுபொருள் அல்லது வினை வினைபொருளின் செறிவையும் கணக்கிடலாம். வினை முடியும் தருவாய் வரை காத்திருக்க வேண்டிய கட்டாயமில்லை. தொழிற்சாலைக் கழிவு போன்ற கரைசல்களில் பல பொருள்கள் (species) மிக நுண்ணிய அளவில் இடம் பெற்றிருக்கும். இவற்றில் ஒவ்வொன்றின் செறிவையும் தனித்தனியே அறிவதற்கு அப்பொருள்கள் ஈடுபடக்கூடிய வினைகளை வினையூக்கம் செய்து வினையைத் தொடர்ந்து நோக்கும் முறை, சமநிலை சார்பு வழிமுறைகளைவிடச் சிறந்ததாகும்.

வேதி இயக்க முறைப் பகுப்பாய்வில் மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன.

அ) வினையூக்கம் செய்யப்படாத வினைகளைப் பயன்படுத்தும் முறைகள்.

ஆ) வினையூக்கம் செய்யப்பட்ட வினைகளைப் பயன்படுத்தும் முறைகள்.

இ) வினைக் கலவைகளை தனித் தனியே பிரிக்காமல் ஒரே தருணத்தில் செறிவு ஆய்வினை நிகழ்த்துதல்.

வினையூக்கி பயன்படுத்தப்படாத வினைகள்.

ஒரு கரைசலில் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளின் செறிவை மட்டும் தனித்து மதிப்பிடுவதற்கு, அப்பொருள் (A) பங்கேற்கும் மீளா வினையொன்றின் விரைவைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.



R: ஒரு வினைபொருள், P: வினைவிளை பொருள்.

பொதுவாக, இயக்கவியல் பகுப்பாய்வு முறைகளில் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் வினைகள் வினைபடி இரண்டினைக் கொண்டவை.

ஒரு வினையில் ஒரு குறிப்பிட்ட வினைபடு பொருளின் வினைபடி என்பது வினையின் விரைவுக்கும் வினைபடுபொருளின் செறிவுக்கும் உள்ள தொடர்புச் சமன்பாட்டில் (இதற்கு வேகவிகிதச் சமன்பாடு என்று பெயர்) செறிவின் அடுக்குக் குறியாகும்.

$$-\frac{dc}{dt} = Kc^n$$

C : வினைபடுபொருளின் செறிவு

$$-\frac{dc}{dt} = \text{வினைபடுபொருள் மறையும் விரைவு}$$

K : வினைவேக மாறிலி

n : வினைபடி

வினைபடி இரண்டினைக் கொண்ட வினையில்
 $dc/dt = KC^2$

வினையின் விரைவை அறிவதற்கு வினை விளைபொருளின் உருவாதல் விரைவைக் கண்டறிதல் வழக்கம். விரைவைக் கண்டறிவதற்கு வினையில் ஈடுபட்டுள்ள பொருள்களின் செறிவுகளைத்தான் அறிய வேண்டும் என்ற கட்டாயம் இல்லை. செறிவுடன் தொடர்பு கொண்ட துணையலகுகளை அளப்பதன் வாயிலாகவும் விரைவைக் கணக்கிடலாம்.

இத்துறையில், முனைவாக்கப் பதிவுக் கருவி (polarograph), நிறமாலைநிழற்பட வரைவி (spectrophotometer) ஆகிய கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். வினை விளைபொருளின் உருவாதல் விரைவு கீழ்க்கண்ட வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டின்படி உள்ளது.

$$\frac{d(p)t}{dt} = A(R)_0 - (P)_T (A)_0 - (P) \dots \dots (2)$$

(A) : அளவறியப்பட வேண்டிய சேர்மத்தின் அல்லது அயனியின் தொடக்கச் செறிவு

(R)₀ : இரண்டாவது வினைப் பொருளின் தொடக்கச் செறிவு (இவ்வினைபொருள் அறிந்த தொடக்கச் செறிவிலேயே கலக்கப்படுகிறது).

(P) : ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் (t) உருவாகியுள்ள

வினைவிளைபொருளின் செறிவு.

[(R)₀ - (P)t] மற்றும் [(A)₀ - (P)t] ஆகியன முறையே 't' அலகு நேரம் முடியும்போது A, R ஆகியவற்றின் செறிவுகள்

KA : A-க்கும் R-க்கும் இடையே நிகழும் வினைபடி இரண்டு கொண்ட வினையின் வினைவேக மாறிலி.

வினையின் தொடக்கக் கட்டத்திலேயே (வினைபடுபொருள்களில் 2 முதல் 3% மட்டுமே வினையுற்ற நிலையில்) வினையின் விரைவு அளக்கப்பட்டால், (A)₀-ஐயும், (R)₀-ஐயும் ஒப்பிடுகையில் (P)_t மிகக் குறைவாக இருக்கும். உடனே சமன்பாடு (2)ஐ மாற்றியமைக்கலாம்.

$$(A)_0 = \frac{d(P)_t/dt (\text{தொடக்க நிலை})}{KA(R)_0} \dots \dots (3)$$

தொடக்க தருணத்திற்கும் 't' அலகு நேரத்திற்கும் இடையே (3) சமன்பாட்டைத் தொகைக் காணலுக்கு உட்படுத்தி, தொடக்கத்தில் வினைவிளைபொருளின் செறிவு சுழியே என்ற உண்மையையும் கருத்தில் கொண்டால்,

$$(A)_0 = \frac{(P)_t/t}{K_A \times (R)_0} \dots \dots (4)$$

சமன்பாடு (4)-ஐப் பயன்படுத்தி (A)-ஐக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியில் ஒரே நேரம் மற்றும் மாறுபட்ட நேரங்கள் என இரு வகையான உத்திகளையும் கையாளலாம்.

ஒரே நேர ஒப்பீடு உத்தியில், வினைவிளை பொருளின் செறிவை நேரத்தின் சார்பலனாக வெவ்வேறு தொடக்கச் செறிவுகளுக்கும் கண்டறிய வேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கும் வரைபடங்களில் சம நேரத்தில் (P)_t இன் மதிப்புக்களின் விகிதமும், (A)₀ இன் மதிப்புக்களின் விகிதமும் ஒன்றாக இருந்தாக வேண்டும். ஏனெனில் (R)₀ உம், தற்போது t₁ உம், எப்போதும் (ஒரு குறிப்பிட்ட வினைக்கு) K_A உம் மாறிலிகளாகும். அதாவது, 1/t₁ / K_A x (R) என்ற

விகிதம், $(A)_0$ ஐயும் $(P)_t$ ஐயும் இணைக்கும் விகித மாறிலியாகும். மாறுபட்ட நேர உத்தியில், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வினை விளைபொருள் உருவாவதற்குத் தேவைப்படும் நேரத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். இங்கு $1/t_t / K_A \times (R)$ வரைபடத்தின் வாட்டமாகும்.

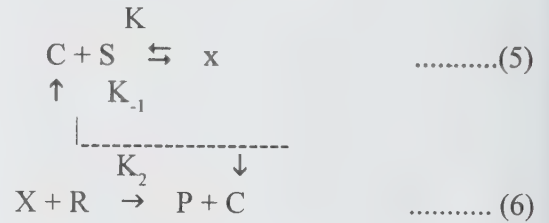
வினையூக்கப்பட்ட வினைகள்.

‘வினையூக்கிகள்’ என்ற சொல்லுக்குப் பரிந்துரைக்கப் பட்டுள்ள வரையறைகளுள் முதன்மையானது; ஒரு வேதி வினையின் விரைவை மாற்றக்கூடிய, ஆனால் சமநிலையில் வினை விளைபொருளின் விளைச்சல் விழுக்காட்டை மாற்றாத வினைப்பொருள் வினையூக்கி (catalyst) எனப்படும். ஒரு பொருத்தமான கட்டத்தில் வினையில் நுழையும் வினையூக்கி, சுழற்பாதை இயங்குமுறையில் ஈடுபட்டு, மற்றொரு கட்டத்தில் வினையின் போக்கிலிருந்து விலகி வெளிவந்து விடுகிறது. எனவே, சமநிலையை எய்துவதற்குத் தேவைப்படும் நேரத்தைக் குறைக்குமேயன்றி, சமநிலையில் விளைச்சலில் விழுக்காட்டைக் கூடுதலாக்காது. எனவே, சமநிலை மாறிலியைப் பயன்படுத்தி தொடக்க செறிவைக் கண்டறியப் பயன்படும் உத்திகள் வினையூக்கப்பட்ட வினைகளுக்கு பயன்படாது.

பலவினைகளில், வினையூக்கியின் செறிவுக்கும் வினையின் விரைவுக்கும் நேர்விகிதத் தொடர்பு உள்ளது. எனவே, இவ்வகை வினைகளின் விரைவுகளைப் பகுப்பாய்வு முறைகளில் பயன்படுத்தலாம். வினையூக்கி ஒரு சுழலும் இயங்கு முறைப் பாதையில் பங்கேற்கின்றதே தவிர, செவ்வழிந்து விடுவதில்லை. நொதியை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தி நிகழ்த்தப்படும் வினைகளில், வினையூக்கிக்கும், வினைக்கும் ஒரு தனித் தொடர்பு உள்ளது. இத்தொடர்பு வினை விளைபொருளின் வேதி இயல்புடன் பிணைந்தது. எனவே, நிறைந்த அளவில், நிறைந்த வகைகளில் இடம்பெறும் மற்றைய பொருள்களுக்கிடையே மிகக் குறைந்த அளவிலுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளின் செறிவை மட்டும் தனித்து மதிப்பிடுவதற்கு வினையூக்க வினைகள் பயனாகின்றன. இதன் சிறப்பு நன்மை என்னவெனில், எப்பொருளின் செறிவு அளக்கப்பட வேண்டுமோ, அதனை கலவையிலேயே

இருத்தி, வினை நிகழ்த்தலாம். விரிவான பிரிப்பு முறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டிய கட்டாயமில்லை.

வினையூக்கப்பட்ட வினைகளின் பொது வழி முறை (general mechanism) வினையூக்கி (C) வினைப்பொருள் அல்லது தளப்பொருள் (substrate) - (S); இவையிரண்டும் இணைந்து உருவாக்கும் ஓர் அணைவுச் சேர்மம் (complex), இவ்வணைவுச் சேர்மம் சிதைவுற்று வினை விளைபொருளையும் (P) மீண்டும் வினையூக்கியையும் அளிக்கின்றன.



R என்பது வினையூக்கி - தளப்பொருள் அணைவு சிதைவுறுவதற்குத் தேவைப்படும் ஒரு மோதல் பரப்பை ஏற்படுத்திக் கொடுக்கும் பொருள் K_1 உம், K_2 உம் X உருவாவதற்கும், சிதைவுறுவதற்குமான வினைவிரைவு மாறிலிகளாகும். $K_1/K_2 = K_2$ அணைவுச் சேர்மத்தின் உருவாதலுக்கான சமநிலை மாறிலியாகும். அணைவு வினைவிளை பொருளாகவும், மீண்டும் வினையூக்கியாகவும் சிதைவுறும் வினை (6)க்கான வினைவேக மாறிலி K_2 ஆகும். வினையூக்கப்பட்ட வினைகளில் பெரும்பாலும் வினை (6), சமநிலை (5)இன் பின்னோக்கி நிகழும் (backward reaction) வினையைவிட மெல்ல நிகழ்கிறது. இதன் விளைவாக வினை (6) மொத்த வினையின் விரைவை நிர்ணயிக்கும் கட்டம் (rate determining step) ஆகிறது. இந்நிலையில், வினையூக்கப்பட்ட வினையில் தளப்பொருளின் வினை விரைவு கீழ்க்கண்ட கோவையின்படி அமைந்துள்ளது.

$$\frac{d(S)_t}{dt} = \frac{K_2(C)_0(S)_0(R)_T}{(S)_0 + 1/K} \quad \dots\dots(7)$$

K இன் மதிப்பு குறைவாக இருக்கும்போது, (S)இன்

மதிப்பு $1/K$ - உடன் ஒப்பிடுகையில் புறக்கணிக்கத்தக்கது. R கணக்கில் சேர்க்க இயலாத மிகையளவிலோ முழுதும் இடம் பெறாமலோ இருக்கலாம். எனவே, R இன் செறிவு வினையின் தொடக்கக் கட்டத்தில் (2 அல்லது 3 விழுக்காடே வினை நிகழ்ந்துள்ள தருணத்தில்) பெரிதும் மாறாது. இதன் தொடர்பாகச் சமன்பாடு (7) ஐ திருத்தி எழுதலாம்.

$$-\frac{d(S)_T}{dt} = (K') (C)_0 (S)_0 \dots (8)$$

தொடக்கக் கட்டத்தில் வினையின் விரைவு, வினையூக்கி மற்றும் தளப்பொருளின் செறிவுக்கு நேர் விகிதத்திலுள்ளது. வினையூக்கியின் செறிவை அறிய வேண்டுமாயின் தளப்பொருளை மிகையான செறிவில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். ஆனால், தளப்பொருளின் செறிவை நிர்ணயிக்க வேண்டுமாயின், வினையூக்கியை மிகுதியான அளவில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டிய கட்டாயம் எழாது. ஏனெனில், வினையூக்கி ஒரு வளைய இயங்கு முறையைப் பின்பற்றி மீண்டும் பெறப்படும். தொடக்க விரைவு வசதியாக அளக்கப்படும் வாய்ப்பைத் தரவல்ல அளவுக்கு வினையூக்கியைப் பயன்படுத்தினால் போதுமானதாகும். வினையூக்கப் பட்ட வினைகளுக்கும் மற்றைய வினையூக்கத்துக்கு உட்படுத்தப்படாத வினைகளுக்கும் உள்ளது போன்று ஒரே நேர உத்திகளையோ, மாறுபடும் நேர உத்திகளையோ கையாளலாம்.

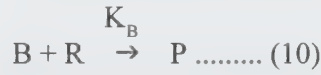
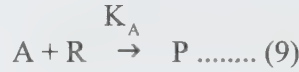
சமகால மதிப்பீட்டு முறைகள். வேதிப்பண்பில்

மிகவும் ஒத்திருக்கும் பொருள்களின் கலவையில், வழக்கமாகப் பின்பற்றப்படும் சமநிலை சார்புள்ள பகுப்பாய்வு முறைகளினால் அப்பொருள்கள் ஒவ்வொன்றின் செறிவையும் கலவையைப் பிரிக்காமல் மதிப்பிட முடியாது. ஆனால், வினைவேகத்தைப் பொறுத்தவரை ஒரு கலவையில் இடம்பெறும் பொருள்களுக்கிடையே 'பெருந்த வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ்வேறுபாடுகளைப் பயன்படுத்தி, (கலவையைப் பிரிக்காமல்) பகுப்பாய்வு செய்யும் முறை வகைக்கெழு இயக்கப் பகுப்பாய்வு முறை (differential kinetic analysis) எனப்படும்.

வினைபடி ஒன்று, வினைபடி இரண்டு ஆகிய இரண்டு வகை வினைகளுக்கும் இவ்வகை முறை அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

இம்முறையின் விரிவான விளக்கம் சிக்கல் மிகுந்ததாகையால், இங்குச் சுருக்கித் தரப்பட்டுள்ளது.

இரு வேறு பொருள்களை (A மற்றும் B) வினைபடு-பொருள்களாகக் கொண்ட, போட்டியிடும் இரு மீளா வினைகளைக் கருதுவோம்.



K_A யும் K_B யும் வினைவேக மாறிலிகள் A, B இரண்டு பொருள்களின் செறிவுகளின் கூட்டுத் தொகையைவிட R இன் செறிவு 50 அல்லது நூறு மடங்கு கூடுதலாக இருந்தால், இவ்வினை போலி ஒரு வினைபடி (pseudo-first order) வினையாகும். (9) மற்றும் (10) ஆகிய வினைகளின் வகைக்கெழு விரைவுக் கோவைகளை கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$-\frac{d(A)_T}{dt} = K_A \times (R)_0 \times (A)_t = K'_A (A)_t \dots (11)$$

$$-\frac{d(B)_T}{dt} = K_B \times (R)_0 \times (A)_t = K'_B \times (B)_t \dots (12)$$

ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் ஒரு பொது வினை விளைபொருளை அளிக்கக் கூடியனவும், போட்டி வினைகளில் ஈடுபட்டிருப்பனவுமான A மற்றும் B இன் செறிவுகளின் கூட்டுத் தொகை பின்வருமாறு இருக்கும்.

$$-\frac{d(P)_T}{dt} = \frac{d(A)_T}{dt} + \frac{d(B)_T}{dt} = K'_A (A)_t + K'_B \times (B)_t \dots (13)$$

சமன்பாடு (13) $t=0$, $t=\infty$ என்ற நேர எல்லைகளுக்குள் தொகைக் காணல் வழிமுறைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$(P)_\infty - (P)_0 = (A)_t + (B)_t = (A)_0 e^{-Kt} + (B)_0 e^{-Kt} \quad \dots\dots\dots (14)$$

A முழுமையாக வினையுற்ற பின்பு, B இன் செறிவு மட்டுமே கருதத்தக்கது.

$\ln\{(P)_\infty - (P)_t\}$ என்ற கோவையை நேரத்துடன் இணைத்து வரைபடம் வரைந்தால், $-K_B$ என்ற வாட்டத்துடன் ஒரு நேர்க்கோடு கிடைக்கும்.

இவ்வரைபடத்தின் வெட்டுத் துண்டு (intercept) $\ln(B)$ ஆகும். $(A)_0$ மற்றும் $(B)_0$ இன் மொத்த தொடக்கச் செறிவிலிருந்து $(B)_0$ க்கு கழித்து $(A)_0$ அறியலாம். $(A)_0 + (B)_0$ இன் மதிப்பை வேறு தனி வழி முறைகளைக் கொண்டோ, $(P)_\infty$ - விலிருந்தோ அறியலாம். படம் 3இல் வினைபடி ஒன்றைக் கொண்ட வினையில் ஈடுபட்டுள்ள AB கலவைக்கான மடக்கை நீட்டல் முறையை விவரிக்கிறது. (a) வினைக் கலவைக்கான விரைவு பற்றிய துணை அலகு (b) கலவையின் ஒவ்வொரு பொருளின் தனி விரைவு பற்றிய துணையலகு.

வினைவேக சார்பு பகுப்பாய்வின் மற்றொரு பயன் வினைகளின் இயங்குமுறைகளைக் கண்டறிவதால், பொதுவாக, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வினைபடுபொருள்கள் பங்கேற்கும் வினைகளில் எப்பொருள் அல்லது பொருள்கள் வினையின் மிக மெதுவாக நகரும் கட்டத்தில் பங்கேற்கின்றன என அறிதல் வேண்டும். ஒவ்வொரு வினைபொருளாக அடுத்தடுத்த ஆய்வுகளில் சிறு அளவில் எடுத்துக் கொண்டு, எவ்வினைபொருளின் செறிவு வினையின் மொத்த விரைவைப் பாதிக்கின்றது என்று அறியலாம். எ-டு: சில வினைகளில் பென்சிடீன் இடமாற்ற வினை, அசெட்டோனின் குளோரினேற்ற வினை. வினையூக்கிகளான அமிலங்களோ, காரங்களோ வினைவேக விதிச் சமன்பாட்டில் இடம் பெறுவதுண்டு.

இவ்வாறு நேர்கையில் வினையூக்கிகளின்

செறிவுகள் மதிப்பீடு செய்ய வேண்டியனவாகின்றன.

மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

வேதி உட்கவர்தல்

ஒரு திண்மநிலைப் பொருள் ஒரு வளிமத்தை தன் பரப்பின் மீது இருத்தி வைக்கும் நிகழ்ச்சி உட்கவர்தல் அல்லது பரப்புக் கவர்ச்சி (adsorption) என வழங்கப்படுகிறது. உட்கவர்தல் இருவகைப்படும்; வளிம மூலக்கூறுகளுக்கும் திண்மப் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட ஈர்ப்புவிசை வாண்டர்வால்ஸ் வகையான வலுக் குறைந்த விசையாக இருப்பின் இதனை இயல்புவழி உட்கவர்தல் (physical adsorption) என்பர். வளிம மூலக்கூறுகளுக்கும் திண்மப் பொருளுக்கும் வினை நிகழ்ந்து, இதன் பயனாக வளிம திண்மப்பரப்பில் ஒரு சேர்மமாகப் படர்ந்து நின்றால், இந்நிகழ்ச்சி வேதி உட்கவர்தல் (chemisorption) எனப்படுகிறது. திண்ம-நீர்ம இடைப்பரப்பிலும் இவ்வகைக் கவர்ச்சி இடம்பெறுகிறது. வேதி உட்கவர்தல் இயல்புவழி உட்கவர்தலிலிருந்து பின்வரும் தன்மைகளிலும் வேறுபடுகிறது.

வேதி உட்கவர்தலில் பரப்பின் மீதான படலத்தை எளிதில் அகற்ற இயலாது. ஈர்ப்பிக்கும் ஈர்க்கப்படும் வளிமத்திற்கும் இடையே வேதி நாட்டம் கட்டாயத் தேவையாகும். நிகழ்ச்சியில் கணிசமான வெப்பமாற்றம் தோன்றும்; படலத்தின் தடிமன் ஒற்றை மூலக்கூறு அளவே இருக்கும்.

வேதி உட்கவர்தல் இயங்குமுறை. அறை வெப்பநிலையில் ஒரு வளிம மூலக்கூறு ஓர் உலோகத் திண்மப் பரப்பின் மீது அமருவதாகக் கொள்வோம். வளிம மூலக்கூறுக்கும் திண்மப் பரப்புக்கும் இடையே வாண்டர்வால்ஸ் வகை ஈர்ப்பு ஏற்பட்டு, திண்மப் பரப்பின் மீது வளிமப்படலம் தோன்றும். வெப்பநிலை உயருகையில், எலெக்ட்ரான்கள் உலோகத்திலிருந்து வளிமத்திற்குப் பாய்ந்து அயனிப் பிணைப்பு தோன்றக்கூடும். திண்மம் உலோகமாக இல்லையென்றால் சகபிணைப்பும் தோன்றக்கூடும்.

இப்படலம் பரப்பின் மீது நன்கு ஒட்டிய நிலையில் இருக்கும். எனினும் மிக மெல்லிய ஒற்றை மூலக்கூறுப் படலமாகவே இருக்கும். இதன் விளைவாக வேதிமுறையில் உட்கவரப்பட்ட படலம் வேதிப்பிணைப்புகளைப் போன்றே வலுமிக்கதாகும். வேதி உட்கவர்தல் உலோகங்கள், குறை கடத்திகள் ஆக்சைடுகள், சல்ஃபைடுகள் ஆகிய பொருள்களின் மீது எளிதில் நிகழும். இடைநிலைத் தனிமங்களான Ag, Ni, Cu ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கப் பரப்புகள்.

வேதி உட்கவர்தல் இரும்பு துருப்பிடிப்பதற்கும், மற்றைய உலோகங்கள் நீருடனும், காற்றுடனும் தொடர்புகொள்ள நேர்கையில் அரிமானமுற்று வலு, பொலிவு ஆகியவற்றை இழப்பதற்கும் முதன்மையான காரணமாகும். எனினும், வேதி உட்கவர்தலினால் இரும்பு, அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களின் மேற்பரப்பின் மீது சீரான, மெல்லிய படலம் தோன்றிவிட்டால், இப்படலம் ஒரு திரைபோன்று நின்று அரிமானம் மேலும் நிகழாமல் தடுக்கும்.

வேதி உட்கவர்தல் மற்றொரு முதன்மையான வேதித் துறையில் அடிப்படை முறையாக அமைந்துள்ளது. சமச்சீரற்ற வினையூக்கவியலில் (heterogeneous catalysis) திண்ம நிலையிலுள்ள வினையூக்கியின் மீது வளிம நிலையிலுள்ள வினைபடுபொருளின் மூலக்கூறு வேதிப்படலமாகப் படர்ந்தாலன்றி இவ்வகை வினை நிகழ வாய்ப்பில்லை.

வேதி உட்கவர் நிகழ்ச்சிகளில் தோன்றும் படலத்தின் தடிமன், பருமன், வேதிநிலை, ஆற்றல்நிலை, படலத்திலுள்ள அணுக்களின் ஆக்சிஜனேற்றநிலை ஆகியனவற்றை கண்டறிவதற்கு மீத்திறன் கொண்ட குறை ஆற்றல் எலெக்ட்ரான் வளைவு (leed), புற ஊதாக்கதிர் வழி ஒளி எலெக்ட்ரான் நிறமாலை இயல் (uvpes), எக்ஸ் கதிர்வழி ஒளி எலெக்ட்ரான் நிறமாலை இயல் (xpes) ஆகிய வழிமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

ஒவ்வோர் உட்கவர்தல் நிகழ்ச்சிக்கும் ஒரு சமவெப்பநிலைக்கோடு (isotherm) வரையலாம். மாறாத வெப்பநிலையில், ஈர்க்கப்படும் வளிமத்தின் அழுத்தம் அல்லது கரைசலாக இருந்தால் கரைசலில்

கரைபொருளின் செறிவு உட்கவரப்படும் வடிவில் எடை அல்லது பருமனுக்குத் தொடர்புடையதாக இருக்கும். பல உட்கவர்தல் அமைப்புகளை ஆராய்ந்ததன் விளைவாக, லாங்மோ, ஃப்ராண்ட்லாயஸ், டெம்கின் என்ற வெப்பநிலைக் கோடுகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

துணைநூல்கள். Arthur W. Adamson, *Physical Chemistry of Surfaces*, Third Edition, John Wiley and Sons, New York, 1976.

வேதி உணர்வி

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் காணப்படும் வேதிப் பொருள்களிலிருந்து வருகிற புறத்தூண்டுதல்களை உணர்ந்து கொள்ளப் பயன்படும் உறுப்புகள் வேதி உணர்விகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஒரு விலங்கின் சுதந்திரமான வாழ்க்கை அது வாழும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையிலிருந்து வந்து கொண்டேயிருக்கும் செய்திகளைக் கணக்கிட்டு, ஒருங்கிணைந்த, அர்த்தமுள்ள, செயலுக்குகந்த உணர்வுகளாகப் பகுந்தறிந்து கொள்ளும் திறனை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. விலங்கினை அதன் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையுடன் இணைப்பது மேற்கூறிய திறன் கொண்ட உணர்விகளாகும். பொதுவாக இவ்வுணர்விகள் உடம்பின் மேற்பரப்பில் செறிந்து காணப்படுகின்றன. சமதள இருபுற இயைபு கொண்ட விலங்குகளின் உடம்பில் முன்புறமாக இவை காணப்படுகின்றன. இவ்வுணர்விகளின் உணர்வுத்திறனின் வாய்ப்புவளம் அவை ஏற்கும் புறத்தூண்டுதல்களுக்கேற்ப ஏற்படுகிறது.

வெளியுலகச் செய்திகள் உணர்வுச் செல்களில் பதிவு செய்யப்பட்டு பின்னர் இச்செயல்களை உணர்வுச் சவ்விலிருந்து அலைக்கடத்தல் இழைகளால் குறியீட்டு அலைகளாக நரம்பு மண்டலத்துக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, முடிவில் இனம்புரிந்து கொள்ளப்படுகிறது. வெளிப்புலன்களை உணர்ந்து

கொள்ளும் பகுதிகளை உணர்விகளாகக் கொள்கிறோம். பரிணாம நியதிப்படி இயல் தேர்வு விளைவு என்ற சக்தியில் இயக்க ஆதிக்கத்தின் தூண்டுதலின் பயனாக பலவித உணர்விகள் ஆக்கம் பெற்று பிறந்துள்ளன. புறத்தூண்டுதல்கள் பலதரப்பட்டன; உயிர்ப்புத் திறமற்ற இயல்நிலை இயக்கமுடையன; வேதிய ஊடுகாப்பு முறையிலான வெப்ப கதிரியக்க மற்றும் மின் ஆற்றல் கொண்டன. இவற்றுள், வேதிய உணர்விகள், ஐம்புலங்களும் கலை மற்றும் நாற்றம் வைக்கப்படும் புலன்களை உணரவல்ல உணர்விகளாக அமைகின்றன.

வேதி உணர்வு. வேதிப் பொருள்களால் கிளர்ச்சியுறும் பண்பு ஒரு விலங்கின் திசையுணர்வுக்கும் தொடர்பு முறைக்கும் அடிப்படையானதாகும். அந்நியநிலையில், மூலக்கூறு அளவிலும், அயனிகளும் அளவிலும் வேதிப்பொருள்கள் ஒரு சவ்வின் பரவல் தன்மையைப் பாதிப்பதுடன் அப்பொருள்களில் ஓட்டத்தையும் பாதித்து மின் தோற்றத்தை ஏற்படுத்துவது இயல்பியல் நியதியாகும். இந்த அடிப்படை நியதி, பரிணாமப் போக்கில் சிறப்படைந்து வேதிய உணர்வினைத் தோற்றுவித்துள்ளது. இவ்வாறு சிறத்தல் உயிரியலுக்கு வாழ்வு முறையை வளமாக்கிக் கொள்வழி வகுத்து இயல் தேர்வு விளைவு முறைப்படி இவ்வுணர்வினை மேலும் கூரிய ஆற்றலுடையனவாக பரிணமிக்கச் செய்துள்ளது. ஓரணு உயிரிகள் அவற்றின் உணவுப் பொருள்களைத் தேடிச் செல்லவும் வேண்டாப் பொருள்களை விலக்கச் செய்யவும் வேதிப் புலன்கள் புறத்தூண்டங்களாக உதவுகின்றன.

வேதி உணர்விகள். வேதி உணர்விகளை, முகர்வு உணர்வி, சுவை உணர்வி என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முகர்வு உணர்விகள், காற்று மற்றும் நீர் வழியாக வரும்; அதிகத் தொலைவிலுள்ள வேதிப் புலன்களை உணர்ந்து கொள்ள வல்லது. சுவை உணர்விகளைவிட எண்ணிக்கையில் பல இலட்சம் மடங்கு அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. சுவை உணர்விகள் வேதிப் பொருள்களை தொடுநிலையில் மட்டுமே உணர வல்லன. முகர்வு உணர்வி அமைப்பில், ஓர் அடுக்கு மேல்விழுவதில் ஆங்காங்கே முகர்வுச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. முகர்வுச் செல்கள் ஒவ்வொன்றும், நுண்ணிழைக்

கொண்ட நரம்புச் செல்களாகும். இந்தச் செல்லிலிருந்து தொடங்கும் நரம்பிழைகளெல்லாம் சேர்ந்து முகர்வு உணர்வு நரம்பாக உருப்பெற்று மூளையில் முகர்வுப் பகுதியில் முடிவடைகிறது. முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் மூக்கில் பின்புறமாக முகர்வு உணர்விகள் அமைந்துள்ளன. மெல்லிய சளிச்சவ்வின் கீழும், சுருள் எலும்புகளின் பக்கவாட்டிலுமாகக் காணப்படுகின்றன.

விலங்குகளில் முகர்வு உணர்வி. அதிகத் தொலைவிலுள்ள மலர்களின் நாற்றத்தை உணர்ந்து கொள்ளும் ஆற்றல் பூச்சியினங்களில் காணப்படுகிறது. இவற்றின் உணர்வுக் கொம்புகளில் இவ்வுணர்விகளுக்கு ஆதாரமான உணர்வுச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உதவியால் உரிய மலர்களை அடைகின்றன. இராலின் உடம்பின் மேற்பகுதியில், பரவலாகக் காணப்படும் குழி உறுப்புகளும், நத்தை போன்ற மெல்லுடலிகள் ஆஸ்பிரேடியா எனப்படும் உறுப்புக்களும் முகர்வு உணர்விகளாகச் செயல்படுகின்றன. நத்தை இனங்களில், சாதக பாதகமான நீர்ச்சூழல்களை உணர்ந்துகொள்ள ஆஸ்பிரேடியாக்கள் உதவுகின்றன.

மழை நீர், கடல் நீர் போன்ற வேறுபட்ட நீர்த் தன்மைகளை, கடலோரப் பகுதிகளில் வாழும் சில மெல்லுடலிகள் மேற்கூறிய வேதி உணர்விகளால் பிரித்தறிகின்றன. இவ்வகை மெல்லுடலிகளுக்கு பெட்லா, கைட்டான் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம். மெல்லுடலிகள் சிலவற்றின் ரைலோஃபோர் எனப்படும் முகர்வு உணர்வுக் கொம்புகளும், முகர்வு உணர்விகளால் விலங்கியச் சாறுகள் போன்ற உணவினங்களை அறிந்து கொள்கின்றன. மீன் இனங்களில் குருத்தெலும்பு மீன்கள் அதிக ஆற்றல் கொண்ட முகர்வு உணர்விகளைக் கொண்டுள்ளன. சுறாமீன்கள் நீரில் கலந்துள்ள இரத்தத்தை மிக அதிகத் தொலைவிலிருந்து கொண்டே உணர்ந்து கொள்ளும் தன்மையுடையன. எலும்பு மீன்களில் முகர்வு உணர்விகள், வாய்க்குழி, அடித் தொண்டை, உதடுகள், வலியருகு இழைகள் போன்ற உறுப்புகளில் அமைந்துள்ளன. இது வாயில் கரைப்பகுதியாகிய அண்ணத்தில் காணப்படுகிறது. இது இரு குழிகளாக உள்ளன. பிரிவுபட்ட நாக்கு இந்தக் குழிகளில் செலுத்தப்பட்டு பின் வாயிலிருந்து

வெளிப்புறத்துக்கு நீட்டப்பட்டு, காற்றில் கலந்துள்ள முகர்வுப் புலங்களைப் பெறுகின்றன. மனிதனுக்கு இவ்வுணர்வி மிகக் கூரிய ஆற்றலுடையதாக விளங்குகிறது.

சுவை உணர்வி. அமைப்பில் கீழ்நிலையில் காணப்படும் விலங்குகளில் முகர்வு உணர்வி, சுவை உணர்வி என்ற வேறுபாடு காணப்படுவதில்லை. சுவை உணர்வி மற்ற விலங்குகளின் வாய்ப்பகுதியைச் சுற்றிக் காணப்படுகிறது. இவை ஒவ்வொன்றும் சுவை உணர்வின் செல்களால் ஆனவை. மனிதனில் இது நாக்கின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. இவை இழை போன்றும், காளான் போன்றும் நாக்கின் நுனிப் பகுதியிலும் பக்கவாட்டிலும் அமைந்துள்ளன. மற்ற இடங்களில் இவை பெரிய அமைப்புடையதாக உள்ளன. இவ்வகை சுவை உணர்வி ஒவ்வொன்றும் குழிவான ஒரு பகுதியில் நடுப்பகுதியிலிருந்து குவிந்த முகிழ்களாக அமைந்துள்ளன. இந்த முகிழ்கள் சுவை அரும்புகளைக் கொண்டுள்ளன. சுவை அரும்பு ஒவ்வொன்றும் நீளமாக செங்குத்தாக அமைந்துள்ள செல்களாலானவை. இந்த அரும்பின் உச்சியில் நுண்ணிழைகளால் சூழப்பட்ட ஒரு துளை காணப்படுகிறது. சுவை முகிழ்களிலிருந்து தொடங்கப்பெறும் நரம்பிழைகள் கூட்டாக ஓர் நரம்பாக உருப்பெற்று மூளையின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ள சுவை உணர்வுப் பகுதியில் முடிவடைகிறது.

வேதி உணர்விகளும் வாழ்க்கைப் போக்கும்.

வேதி உணர்வி வாழ்க்கை இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது, பூச்சியல்களில் சிறப்பாக விளங்குகிறது. இனச்சேர்க்கைக்கு முன்னர் இனத்தைக் கண்டறிந்து கொள்வது, உணவுப் பொருள்களால் உண்டாகும் அனிச்சைச் செயல்களெல்லாம் வேதிய உணர்வுகளால் வெகுவாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இதுபோன்ற கட்டுண்ட நிலை வாழ்க்கைப் போக்குகளை ஒழுங்கான கட்டுக் கோப்புக்குள் வைத்துக் கொள்ள உதவுகிறது. சில பூச்சியினங்கள் முழு வளர்ச்சியடைந்த நிலையில், அதுவரை தங்கள் உணவாகக் கொண்ட தாவரங்களை விட்டு விலகிச் சென்று தாங்கள் வளர்ச்சியடைந்து வந்த பருவத்தில் உணவாகக் கொண்ட தாவரங்களை மறுபடியும் இனம்புரிந்து கொண்டு வந்து முட்டையிடும்போக்கு

இங்குக் குறிப்பிடத்தக்கது.

எறும்பினங்களில் காணப்படும் இவை வாழ்வுக் கூட்டமைப்புடன் விளங்கும் சமூக வாழ்க்கை, வேதி உணர்வுகளால் வெகுவாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு கூட்டமைப்பிலுள்ள நபர்கள் உண்டாக்கும் ஃபெரமோன் வேதித் தூண்டுதலாகச் செயல்படுகிறது. நெருப்பு எறும்புகளில் வேலைக்கார எறும்புகள் விட்டுச் செல்லும் நாற்றச் சுவடுகள் சலி எறும்புகளுக்கு வழிகோலும் பாதைப் பாலமாகவும், வேட்டையாடும் உணர்ச்சியைத் தூண்டுவதாகவும் அமைகின்றன. கூட்டமைப்பிலுள்ள மற்ற எறும்புகளைப் புரிந்து கொள்ளவும், அச்சம், உதவிகோரல், கூட்டமாய்ச் சேர்தல் போன்ற உணர்வுகளைத் தோற்றுவிக்கவும் ஏதுவாகிறது. கூட்டமாக இடம்விட்டுப் பெயர்ச்சி செய்யவும், இறந்துபட்ட எறும்புகளை அப்புறப்படுத்தும் செயலைத் தூண்டவும் காரணிகளாகின்றன. அதிக அளவில் தேனுள்ள பூக்களைத் தெரிந்து கொண்டு, அந்த மூலத்திற்குரிய நாற்றத்தைத் தன் கூட்டுக்கு எடுத்துச்சென்று கூட்டிலுள்ள ஏனைய தேனீக்களுக்குச் செய்தியைத் தெரிவிப்பது தேனீக்களுக்கிடையே காணப்படும் வாழ்க்கைப் போக்காகும். இந்த நாற்றத்தின் துணை கொண்டு அக்கூட்டத்திலுள்ள தேனீக்கள் குறிப்பிட்ட பூக்களை அடைகின்றன. இவ்வகை முகர்வு உணர்வி தேனீக்களுக்குள் பரிமாறப்படும் தொடர்முறை மொழியாகப் பயன்படுகிறது.

இருவகை விலங்குகள் ஒன்றி வாழும் வாழ்க்கை முறையும் ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையும் வேதி உணர்வுகளால் ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. இன்னுமான் குளவி, பைன் மரத்தில் வாழும் ரையாசியோனியா என்ற அந்துப்பூச்சியின் முட்டைப்புழுவில் முட்டையிடுகிறது. இந்த முட்டைகள், முழு வளர்ச்சியடைந்த பூச்சியாக உருப்பெறும்போது, அந்த பைன் மரத்தை விட்டு விலகிச் செல்கிறது. அம்மரத்திலிருந்து வரும் ஒருவித எண்ணெயின் நாற்றம் அம்மரத்தைவிட்டு விலகிக் செல்லத் தூண்டுகிறது. இதே குளவிகள், முட்டையிடும் பருவத்தில், அதே பைன் மரத்தின் எண்ணெயின் நாற்றம் இப்பூச்சியை பைன் மரத்தை நோக்கி ஈர்க்கிறது. அம்மரங்களை நாடிச் சென்று அவற்றில்

வாழும் மேற்குறிப்பிட்ட அந்துப்பூச்சியின் முட்டைப்புழுவில் முட்டையிடுகிறது.

மீன் இனத்தின் சால்மன் என்ற வகை, கடலில் வாழ்கிறது. ஆனால், இவை முட்டையிடுவது நன்னீரில்தான். பல நூறு மைல்களுக்கு அப்பாலுள்ள நன்னீர் மேற்பகுதியை அறிந்து கொண்டு, அதை நோக்கிப் புலம்பெயர்ந்து செல்கிறது. இந்தப் புலம்பெயர்ச்சியை வழிப்படுத்துவது முகர்வு உணர்வியாகும்.

சில வகை மீன்களில் தோலில் காணப்படும் ஒரு வகைச் சுரப்பிகள் சுரப்பும் சுரப்பி நீர் வெளிப்படும்போது, அதே இன மீன்களுக்கு அச்ச உணர்வு ஏற்படுகிறது. முழு வளர்ச்சியடைந்த மீன்கள் அதே இனச்சிறு மீன்களைக் கொண்டு தின்னும் தன்னின உயிர் உண்ணும் பழக்கம் இதுபோன்ற அச்ச உணர்வால் வெகுவாகத் தவிர்க்கப்படுகிறது.

தவளையினங்கள், தம் உணவுப் பொருள்களை அறிந்துகொள்ளவும், பல மைல்களுக்கப்பாலுள்ள தனது உறைவிடமான நீர்நிலையைக் கண்டறியவும் வேதி உணர்வி பெரிதும் உதவுகிறது.

மனித நிலைக்கும் கீழ்மட்டத்திலுள்ள பாலூட்டிகள் உணவுப் பொருள்களை அறிந்து கொள்ளவும், ஆட்சிப் பகுதியை வரையறுத்துக் கொள்ளவும், தன் விலங்குகளை உணர்ந்து கொள்ளவும், வேதி உணர்விகள் வழிப்படுத்துகின்றன.

வேதி ஒளிர்வு

வெப்பத்தினால் வெளியாகும் ஒளியைவிட கூடுதலாக ஒரு வேதிவினையின் விளைவாக ஒளி உமிழப்பட்டால் அந்நிகழ்ச்சிக்கு வேதி ஒளிர்வு (chemiluminescence) எனப்பெயர். பொதுவாக 500°C க்கு குறைவான வெப்பநிலைகளில் நிகழும் வினைகளை மட்டுமே இங்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கொள்ளலாம். வேதி ஒளிர்வு ஒளிகொள் வேதி

வினைக்கு (photo chemical reaction) எதிர் நிகழ்ச்சியாகும். பொதுவாக, வேதிவினையில் வெளியாகும் ஆற்றல் வெப்பமாகவே வெளி வரும். ஒரு தீச்சுடரிலிருந்தோ, கனல் நிலையிலுள்ள பொருளிலிருந்தோ (incandescent material) வீசப்படும் 'வெப்பவகை' ஒளியிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காண்பிக்கும் வாயிலாக, வேதி ஒளிர்வு வகை ஒளியை 'குளிர்நிலை ஒளி' (cold lights) என்பர். கண்ணுக்குப் புலனாகும் வேதி ஒளிர்வு நிகழ்வதற்கு வினை விளைபொருள்களுள் ஏதேனும் ஒன்று உயர் ஆற்றல் நிலையான கிளர்வுற்ற நிலையில் இருத்தல் கட்டாயத் தேவையாகும்.

கிளர்வுற்ற மூலக்கூறு

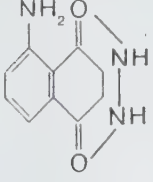


சில தருணங்களில் கிளர்வுற்ற மூலக்கூறின் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் வினையில் தொடர்பு கொள்ளாத மற்றொரு மூலக்கூறுக்கு மாற்றம் ஆவதும் உண்டு. தனித்தனியான (discrete) கிளர்வுநிலையைக் குறிப்பிட முடியாமற் போகும்போது அமைப்பற்ற தொடர்பாகவும் (continuum) தோற்றமளிக்க வாய்ப்பு உண்டு.

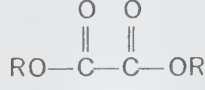
வேதி ஒளிர்வின் திறன் (efficiency) குவாண்டம் பலன் என்ற அலகில் (Φ) உரைக்கப்படுகிறது.

Φ = வினையுறு மூலக்கூறு ஒவ்வொன்றுக்கும் வெளியாகும் ஒளிச் சராசரியாக, ஒரு மூலக்கூறுக்கு 10^{-8} h என்ற அளவில்தான் திறப்பாடு அமைகிறது. கண்ணுரு ஒளியின் (visible light) ஆற்றல் வரம்பை (400-700nm) அடிப்படையாகக் கருதினால் மீவெப்ப உமிழ் வினைகள் மட்டுமே வேதி ஒளிர்வுக்கு ஏற்றவை. ஓரளவு இக்காரணத்தினால் நன்கு அறியப்பட்டுள்ள வேதி ஒளிர்வு நிகழ்ச்சிகள் யாவற்றுக்கும் ஆக்சிஜன் தொடர்பு உள்ளது. திறன்மிக்க ஆக்சிஜனேற்றியிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிக்கு மாற்றுதல் போன்ற வினையில் எலெக்ட்ரான் கிளர்வுறும் வாய்ப்பு பெருகுகிறது. 9,10-டைஃபீனைல் ஆந்த்ரீசீன்

(DPA) என்ற மூலக்கூறு மின்னாற்றல் செலுத்தப்படும்போது இவ்வாறு இயங்கி வேதி ஒளிர்வைத் தருகிறது.



(I)



(II)

வினையுறும் மூலக்கூறின் அமைப்பில் வினையின் பயனாக பெருத்த மாற்றம் ஏற்படாமல் இருத்தல் வேதி ஒளிர்வு நிகழ்வதற்கு வாய்ப்பினைக் கூட்டும். எ-டு: பாஸ்பரஸ் காற்றில் பச்சை நிறத்துடன் ஒளிரும் நிகழ்ச்சி, காரம் கலந்த லூமினால் (luminol) கரைசல் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடினால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைதல், சில ஆக்சலேட் எஸ்ட்டர்களின் ஆக்சிஜனேற்றம், குளோரின் அல்லது ஹைப்போகுளோரைட்டுடன் H_2O_2 வினை (சிவப்பு ஒளி), கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளின் ஆக்சிஜனேற்றம், சில ரூதினியம் அணைவுச் சேர்மங்களின் சிதைவு ஆகியன வேதி ஒளிர்வு வினைகளாகும். அயனிகளும் தனித்தியங்கு உறுப்புக்களும் சேர்ப்பு வினைக்குட்படுத்தல் சில மின்னாற்பகுப்பு வினைகளில் நிகழ்க்கூடும். மின்மினிப் பூச்சிகள் பூச்சியின் (fire fly) ஒளி உமிழ்வு லூசிபெரேஸ் (luciferase) எனும் நொதிலூசிபெரின் என்ற பொருளின் ஆக்சிஜனேற்றத்தை வினையூக்கம் செய்வதால் நிகழ்கிறது. அப்பூச்சியின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு இன்றியமையாததொரு கட்டமாக வேதி ஒளிர்வைக் கொள்ளலாம். சில ஆல்டிஹைடுகள், ஈதர்கள் ஆகியன எரிகையில் தோன்றும் நீலநிற ஒளி வேதி ஒளிர்வு நிகழ்ச்சியின் மெல்லிய பாதிப்பாகும்.

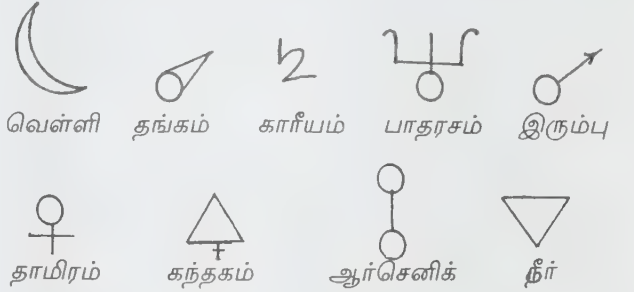
சோடியம், ஆவிநிலையில் குளோரினுடன் வினைப்படுதல், சைலாக்சீன் எனும் சேர்மத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற வினையில் எழும் சிவப்பு ஒளிர்வு, பாதரசம் நீர்மநிலையில் ஹைட்ரஜனுடன் வினையுற்று உமிழும் ஒளிர்வு ஆகியன மற்றைய எடுத்துக்காட்டுக்களாகும்.

மூன்று மணி நேரம் வரை 0.1 லூமன் என்ற ஒளி அளவுக்கு பச்சை ஒளியை வீசக்கூடிய

ஒளிப்பந்தங்களுக்கும் வழிகாட்டிக் குறியீடுகளுக்கும் காற்றுத் தூய்மைக்கேட்டை அளந்து, கட்டுப்படுத்தவும் வேதி ஒளிர்வு பயன்படுகிறது.

வேதிக் குறியீடுகளும் வாய்பாடுகளும்

வேதித் துறையில் ஈடுபட்டிருப்பவர்கள் பல்வேறு தனிமங்களுடைய பெயர்களையும் சேர்மங்களுடைய பெயர்களையும் அடிக்கடி எழுத நேரிடுகிறது. எ-டு: அலுமினியம் என்றோ பெரில்லியம் என்றோ விரித்து எழுதுவதைவிட ஒரு சுருக்கெழுத்து முறையில் எளிதில் குறிப்பிடலாம். இக்குறியீடுகளை இரசவாதிகள் (alchemists) புகுத்தினர். அவர்கள் பயன்படுத்திய சில குறியீடுகள் பின்வருமாறு:



இக்குறியீடுகள் காலத்திற்கு ஏற்றவாறும் நாட்டிற்கேற்றவாறும் மாறுபட்டன. பின்னர் 1803 ஆம் ஆண்டில் டால்டன் (Dalton) வட்டங்களில் சில வேறுபடுத்தும் அடையாளங்களுடன் குறியீடுகளைக் கண்டுபிடித்தார். அவர் கண்டுபிடித்த சில குறியீடுகள் பின்வருமாறு.



குறியீடு என்பது ஒரு தனிமத்தின் பெயரைக் சுருக்கமாக எழுதும் முறையாகும். பொதுவாக ஒரு தனிமத்தின் ஆங்கிலப் பெயரின் முதல் எழுத்தை பெரிய எழுத்தாக (capital letter) குறிக்கிறோம். எ-டு: ஹைட்ரஜனை (Hydrogen) H என்றும், ஆக்சிஜனை (Oxygen) O என்றும், நைட்ரஜனை (Nitrogen) N என்றும், கார்பனை (Carbon) C என்றும் குறிக்கிறோம்.

இம்முறை பெர்ஸிலியஸ் என்னும் அறிவியல் வல்லுநரால் 1811ஆம் ஆண்டில் ஏற்படுத்தப்பட்டது. மற்ற எல்லாத் தனிமங்களுக்கும் இதே முறையில் குறியீடுகளை அமைக்க முதல் எழுத்துக்களைப் பயன்படுத்தினால் போதாது. எ-டு. Cஇல் ஆரம்பிக்கும் தனிமங்கள் பல. கால்சியம், காட்மியம், குரோமியம், கோபால்ட். இவற்றிற்கு குறியீடு அமைக்க முதல் எழுத்துடன் அதற்கு அடுத்த, ஒலியில் முக்கியத்தன்மை வாய்ந்த எழுத்தையும் சேர்த்து எழுத வேண்டும். இரண்டாவதாக எழுதப்படும் எழுத்து எப்பொழுதும் சிறிய எழுத்தாக (small letter) இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு கால்சியத்தை Ca என்றும், காட்மியத்தை Cd என்றும், குரோமியத்தை Cr என்றும், கோபால்ட்டை Co என்றும் குறிக்கிறோம்.

குறியீட்டு முறை உலகெங்கும் பயன்படுத்த வேண்டியிருப்பதால் சில தனிமங்களுக்கு ஆங்கிலம் தவிர பிற மொழிகளில் வழங்கப்படும் பெயர்களில் இருந்தும் குறியீடுகள் எடுக்கப்பட்டன. கீழே தரப்பட்ட தனிமங்களின் பெயர்களுக்கு அவற்றின் இலத்தீன் பெயர்களில் (Latin name) இருந்து குறியீடுகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன.

	ஆங்கிலப் பெயர்	இலத்தீன் பெயர்	குறியீடு
காப்பர்	copper	Cuprum	Cu
பொட்டாசியம்	Potassium	Kalium	K
இரும்பு	Iron	Ferrum	Fe
காரீயம்	Lead	Plumbum	Pb
வெள்ளீயம்	Tin	Stannum	Sn
பாதரசம்	Mercury	Hydrargyrum	Hg
தங்கம்	Gold	Aurum	Au
வெள்ளி	Silver	Argentum	Ag
டங்ஸ்டன்	Tungsten	Wolfram	W

தனிமங்களின் குறியீட்டு அட்டவணை பின்வருமாறு.

தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	
ஆக்டினியம்	Actinium	Ac
அலுமினியம்	Aluminium	Al
அமரிசியம்	Americium	Am
ஆன்டிமனி	Antimony	Sb
ஆர்கான்	Argon	Ar
ஆர்செனிக்	Arsenic	As
அஸ்டட்டைன்	Astatine	At
பேரியம்	Barium	Ba
பெர்க்கிலியம்	Berkelium	Bk
பெரில்லியம்	Beryllium	Be
பிஸ்மத்	Bismuth	Bi
போரான்	Boron	B
புரோமின்	Bromin	Br
காட்மியம்	Cadmium	Cd
கால்சியம்	Calcium	Ca
காலிஃபோர்னியம்	Californium	Cf
கார்பன்	Carbon	C
சீசியம்	Caesium	Cs
சீரியம்	Cerium	Ce
குளோரின்	Chlorine	Cl
குரோமியம்	Chromium	Cr
கோபால்ட்	Cobalt	Co
தாமிரம்	Copper	Cu
கியூரியம்	Curium	Cm
டிஸ்ப்ரோசியம்	Dysprosium	Dy
ஐன்ஸ்டீனியம்	Einsteinium	Es
எர்பியம்	Erbium	Er
ஈரோப்பியம்	Europium	Eu
நியோபியம்	Niobium	Nb
நைட்ரஜன்	Nitrogen	N
நோபீலியம்	Nobelium	No
ஆஸ்மியம்	Osmium	Os
ஆக்சிஜன்	Oxygen	O
பல்லாடியம்	Palladium	Pd
பாஸ்பரஸ்	Phosphorus	P
பிளாட்டினம்	Platinum	Pt
புளூட்டோனியம்	Plutonium	Pu
பொலோனியம்	Polonium	Po
பொட்டாசியம்	Potassium	K
பிராசியோடியம்	Praseodymium	Pr
புரோமீதியம்	Promethium	Pm
புரோட்டோஆக்டினியம்	Protoactinium	Pa
ரேடியம்	Radium	Ra
ரேடான்	Radon	Rn
ரீனியம்	Rhenium	Re
ரோடியம்	Rhodium	Rh
ரூபீடியம்	Rubidium	Rb
ருத்தீனியம்	Ruthenium	Ru
சாமீரியம்	Samarium	Sm
ஸ்காண்டியம்	Scandium	Sc
செலீனியம்	Selenium	Se
சிலிகான்	Silicon	Si
வெள்ளி	Silver	Ag
சோடியம்	Sodium	Na
ஸ்ட்ரோன்சியம்	Strontium	Sr
சல்ஃபர்	Sulphur	S
டாண்டலம்	Tantalum	Ta
டெக்னீசியம்	Technetium	Tc
டெல்லூரியம்	Tellurium	Te

டெர்பியம்	Terbium	Tb
தாலியம்	Thallium	Tl
தோரியம்	Thorium	Tm
துலியம்	Thulium	Tm
வெள்ளீயம்	Tin	Sn
டைடானியம்	Titanium	Ti
டங்ஸ்டன்	Tungsten	W
யுரேனியம்	Uranium	U
வனேடியம்	Vanadium	V
செனான்	Xenon	Xe
இட்டர்பியம்	Ytterbium	Yb
இட்ரியம்	Yttrium	Y
துத்தநாகம்	Zinc	Zn
ஜிர்கோனியம்	Zirconium	Zr

குறியீடுகளின் முக்கியத்துவம். குறியீடு என்பது தனிமத்தின் பெயரைக் குறிப்பிடுவதோடு அத்தனிமத்தின் அணு நிறையையும் குறிக்கிறது. எ-டு: O என்பது ஆக்சிஜனைக் குறிப்பதோடு அதன் கிராம் எடையான 16 கிராம் ஆக்சிஜனையும் குறிக்கும். H என்பது ஹைட்ரஜனைக் குறிப்பதுடன் அதன் கிராம் எடையான ஒரு கிராம் ஹைட்ரஜனையும் குறிக்கும். 2 O என்பது இரண்டு ஆக்சிஜன் அணுக்களையும் 2x16 கிராம் ஆக்சிஜனையும் குறிக்கிறது. அதுபோன்றே 2(H) என்பது இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களையும் 2x1 கிராம் ஹைட்ரஜனையும் குறிக்கிறது.

வாய்ப்பாடுகள். ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் மூலக்கூறின் மொழிச் சுருக்கெழுத்து முறைக்கு வாய்ப்பாடு என்று பெயர். மூலக்கூறு வாய்பாடு (molecular formula) எழுதும் விதம் வருமாறு:

அ. தனிமங்களின் வாய்ப்பாடுகள். ஆக்சிஜனை எடுத்துக் கொள்வோம். இதன் மூலக்கூறு இரண்டு ஆக்சிஜன் அணுக்களைக் கொண்டது. ஒரு தனிமத்தின் மூலக்கூறில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணை அத்தனிமத்தின் அணுக்கட்டு எண் (atomicity) என்பர். இதன்படி, ஆக்சிஜனின் அணுக்கட்டு எண் இரண்டு. இதைப்போன்று நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன், ஃபுளூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின் இவற்றின் அணுக்கட்டு எண்ணும் இரண்டே.

ஒரு தனிமத்தின் வாய்ப்பாட்டை எழுத, அத்தனிமத்தின் குறியீடை எழுதி, வலது பக்க அடிப்புறத்தில் அதன் அணுக்கட்டு எண்ணை சிறியதாக எழுதுகிறோம். எ-டு: N₂, H₂, F₂, Cl₂, Br₂, I₂ என்று எழுதுகிறோம்.

சோடியம், பொட்டாசியம் முதலிய உலோகத் தனிமங்களின் அணுக்கட்டு ஒன்று. ஆகவே இவற்றின் வாய்பாடும் குறியீடும் ஒன்றாகவே (எ-டு: Na, K என்றுதான்) அமைகின்றன. ஒசோன் (ozone) என்ற மூலக்கூறு மூன்று ஆக்சிஜன் அணுக்களைக் கொண்டிருக்கிறது. ஆகவே ஒசோனின் வாய்ப்பாடு O₃.

O என்பது ஆக்சிஜன் அணுவின் குறியீடு என்றும், O₂ என்பது ஆக்சிஜன் மூலக்கூறின் வாய்பாடு என்றும், O₃ என்பது ஒசோன் வளிம மூலக்கூறு வாய்பாடு என்றும் பொருள்படும். மேலும் 2(O) என்பது இரண்டு தனித்தனி ஆக்சிஜன் அணுக்களைக் குறிக்குமேயன்றி ஆக்சிஜன் மூலக்கூறை குறிப்பிடாது.

ஆ. சேர்மங்களின் வாய்ப்பாடுகள். NaCl, H₂O என்பவை முறையே சோடியம் குளோரைடு, நீர் இவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாடுகள். ஒரு சேர்மத்தின் வாய்பாடு அதன் மூலக்கூறில் எந்தெந்த தனிமங்கள் உள்ளன, அத்தனிமங்களில் எத்தனை அணுக்கள் உள்ளன என்ற விவரங்களைத் தெரிவிக்கிறது. எ-டு: NaCl என்பதை எடுத்துக்கொண்டால் ஒரு சோடியம் குளோரைடு மூலக்கூறு ஒரு சோடியம் அணுவையும், ஒரு குளோரின் அணுவையும் கொண்டது என அறியலாம். H₂O என்ற வாய்பாடை நோக்கினால் நீரின் ஒரு மூலக்கூறில் இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் ஒர் ஆக்சிஜன் அணுவும் உள்ளன என்பதை அறியலாம்.

சில சேர்மங்கள் படிகங்களாக மாறும்போது படிகநீர் மூலக்கூறுகளையும் உடன் கொள்கின்றன. எ-டு: நீலநிறமுடைய காப்பர் சல்ஃபேட் படிகம் CuSO₄.5H₂O என்ற வாய்பாட்டைக் கொண்டது. இதில் ஒரு காப்பர் சல்ஃபேட் மூலக்கூறுடன் 5 நீர் மூலக்கூறுகள் உள்ளன.

இ. சேர்மங்களின் வாய்பாடு எழுதும் முறை.
1. தனிமங்களின் இணைதிறன் (valency of elements). சேர்மங்களின் வாய்பாடு எழுதுவதற்கு அதில் உள்ள தனிமங்களின் இணைதிறனைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள வேண்டும்.

HCl என்ற வாய்பாடு ஹைட்ரஜன் குளோரைடு

மூலக்கூறைக் குறிக்கிறது. ஒரு குளோரின் அணு ஒரு ஹைட்ரஜனுடன் கூடி ஒரு HCl மூலக்கூறை உண்டாக்கியிருக்கிறது என்று அறிகிறோம். ஒரு தனிமத்தின் அணு எத்தனை ஹைட்ரஜன் அணுக்களோடு சேர்கின்றதோ அந்த எண்ணை அத்தனிமத்தின் இணைதிறன்(valency) என்கிறோம். ஹைட்ரஜனின் இணைதிறனை ஒன்று எனக் கொள்கிறோம். ஹைட்ரஜனை இணைதிறனின் திட்ட அளவாகக்கொண்டு அதனோடு கூடுகின்ற பிற தனிமங்களின் இணைதிறனை அறிந்து கொள்கிறோம்.

இம்முறையின்படி HBr (ஹைட்ரஜன் புரோமைடு), HI (ஹைட்ரஜன் அயோடைடு) என்ற வாய்ப்பாடுகளிலிருந்து புரோமின், அயோடின் இவற்றின் இணைதிறன் ஒன்று என அறியலாம். நீரின் மூலக்கூறு வாய்பாடு H₂O என்பதில், ஒரு ஆக்சிஜன் அணு இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் சேர்ந்திருக்கிறது. ஆகவே, ஆக்சிஜனின் இணைதிறன் இரண்டு என அறியலாம். அம்மோனியாவின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு NH₃ என்பதில், நைட்ரஜனின் இணைதிறன் மூன்று எனவும் மெத்தேனின் மூலக்கூறு வாய்பாடு CH₄ என்பதில், கார்பனின் இணைதிறன் நான்கு எனவும் அறியலாம்.

தனிமங்களின் இணைதிறன் ஒன்று (1) ஆக இருப்பின் அவற்றை ஒரிணைதிறன் தனிமங்கள் (monovalent elements) எனவும், இணைதிறன் இரண்டு (2) ஆக இருப்பின் அவற்றை ஈரிணைதிறன் தனிமங்கள் (divalent elements) எனவும், இணைதிறன் மூன்று (3) ஆக இருப்பின், அவற்றை மூவிணைதிறன் தனிமங்கள் (trivalent elements) எனவும், இணைதிறன்-நான்கு (4) இருப்பின் அவற்றை நான்கிணைதிறன் தனிமங்கள் (tetravalent elements) எனவும் கூறுவர்.

பொதுவாக இணைதிறன் சுழியிலிருந்து (0) எட்டு வரை இருக்க முடியும். மந்த வளிமங்களான ஹீலியம், நியான், ஆர்கான், கிரிப்டான், செனான், ரேடான் ஆகிய தனிமங்களின் இணைதிறன் சுழியாகும்.

சில தனிமங்கள் ஹைட்ரஜனுடன் கூடுவதில்லை. அத்தகைய தனிமங்களின் இணைதிறனை அறிய, அவை இணைதிறன் தெரிந்த

தனிமத்துடன் சேர்ந்து எவ்வாறு சேர்மங்கள் ஆகியிருக்கிறது என்பதை அறிய வேண்டும். எ-டு: மக்னீசியம் குளோரைடின் வாய்பாடு MgCl₂ என்பது தெரியும். குளோரின் இணைதிறன் ஒன்று. MgCl₂ என்பதில் ஒரு மக்னீசியம் ஒரிணைதிறனுடைய இரண்டு குளோரின் அணுக்களோடு சேர்ந்திருப்பதால் மக்னீசியத்தின் இணைதிறன் இரண்டு என அறிகிறோம். இதேபோன்று துத்தநாக ஆக்சைடு (ZnO - zinc oxide) என்பதில் துத்தநாகத்தின் (zinc) இணைதிறன் இரண்டு. ஏனெனில் ஒரு துத்தநாக அணு ஈரிணைதிறன் கொண்ட ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவுடன் சேர்ந்து இருக்கிறது.

சில தனிமங்களுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இணைதிறன் இருக்கலாம். அவ்விணைதிறனுக்கு மாறுபடும் இணைதிறன் (variable valency) எனப் பெயர். தாமிரம், இரும்பு, பாதரசம், வெள்ளீயம், காரீயம், தங்கம் முதலியவற்றிற்கு மாறுபடும் இணைதிறன்கள் உள்ளன.

தனிமங்கள்	இணைதிறன்
தாமிரம்	1, 2
இரும்பு	2, 3
பாதரசம்	1, 2
வெள்ளீயம்	2, 4
காரீயம்	2, 4
தங்கம்	1, 3

கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் இணைதிறன் 1, 2, 3 மற்றும் 4க்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள் தரப்பட்டுள்ளன.

ஒரிணைதிறன் தனிமங்கள்	ஈரிணைதிறன் தனிமங்கள்	மூவிணைதிறன் தனிமங்கள்	நான்கிணைதிறன் தனிமங்கள்
ஹைட்ரஜன் சோடியம் பொட்டாசியம் ஃபுளூரின் குளோரின் புரோமின் அயோடின் வெள்ளி குப்ரஸ் வெள்ளி தங்கம்	கந்தகம் ஆக்சிஜன் மக்னீசியம் கால்சியம் பேரியம் ஸ்டிரான்சியம் பெரில்லியம் குப்ரிக் Cu ²⁺ ஃபெர்ரஸ் Fe ²⁺ ஸ்தாண்ட் Sn ²⁺ மெர்குரிக் Hg ²⁺ காரீயம் Pb ²⁺	அலுமினியம் நைட்ரஜன், பால்ஃபரஸ் ஆர்செனிக் ஆன்டிமணி பில்மத் போரான் ஃபெர்ரிக் Fe ³⁺ தங்கம் Au ³⁺	கார்பன் சிலிகான் ஸ்டானிக் Sn ⁴⁺ காரீயம் Pb ⁴⁺

மூலகங்களின் இணைதிறன் (valency of radicals). தாமிர சல்ஃபேட் (CuSO_4), பொட்டாசியம் சல்ஃபேட் (K_2SO_4) ஆகிய மூலக்கூறு வாய்பாடுகளில் சல்ஃபேட் என்ற தொகுதி (SO_4) உள்ளது. இத்தொகுதி ஒரு கந்தக (சல்ஃபர்) அணுவும் நான்கு ஆக்சிஜன் அணுக்களும் கொண்டது. சல்ஃபேட் என்று மட்டும் ஒரு தொகுதி கிடையாது. இதனால் தனித்து இருக்க முடியாது. இது ஒரு மூலம் (radical) எனப்படும். இது இருப்பதற்கு வேறொரு அணுவின் துணையோ மூலத்தின் துணையோ தேவை. எ-டு: தாமிரத்துடன் சல்ஃபேட் சேர்ந்து தாமிர சல்ஃபேட் ஆகவும், பொட்டாசியத்துடன் சேர்ந்து பெட்டாசியம் சல்ஃபேட் ஆகவும் நிலைபெறுகிறது.

மூலகங்களுக்கும் தனிமங்களைப் போன்று இணைதிறன்கள் உண்டு. தனிமங்களைப் போன்றே இவற்றிற்கும் இணைதிறன் கண்டறியப்படுகின்றன. எ-டு: ஒரு சல்ஃபேட் மூலம் இரண்டு ஹைட்ரஜன்களுடன் சேர்ந்து கந்தக அமிலம் (sulphuric acid) H_2SO_4 ஆகின்றது. ஆகவே, சல்ஃபேட்டின் இணைதிறன் 2 ஆகும்.

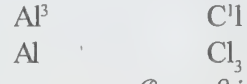
கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் இணைதிறன் 1, 2 மற்றும் 3க்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள் தரப்பட்டுள்ளன.

ஒரிணைதிறன்	ஈரிணைதிறன்	மூவிணைதிறன்
நைட்ரேட் NO_3^-	சல்ஃபேட் SO_4^{2-}	பால்ஃபேட் PO_4^{3-}
நைட்ரைட் NO_2^-	சல்ஃபைடு S^{2-}	ஆர்செனேட் AsO_4^{3-}
குளோரேட் ClO_3^-	சல்ஃபைட் SO_3^{2-}	ஆர்செனைட் AsO_3^{3-}
ஹைட்ராக்சைடு OH^-	குரோமேட் CrO_4^{2-}	நைட்ரைடு N^{3-}
பெர்மாங்கனேட் MnO_4^-	டைகுரோமேட் $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	
பைசல்ஃபேட்	HSO_4^-	மாங்கனேட் MnO_4^{2-}
பைகார்பனேட் HCO_3^-	கார்பனேட் CO_3^{2-}	
அம்மோனியம் $(\text{NH}_4)^+$	தயோசல்ஃபேட் $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	

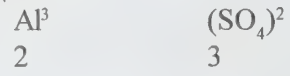
வாய்பாடு எழுதும் முறை. ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள தனிமங்களும், அவற்றின் இணைதிறன்களும் தெரிந்தால் வாய்பாட்டினை எழுதிவிடலாம். எ-டு: அலுமினியம் குளோரைடு என்ற பெயரை எடுத்துக்கொள்வோம்.

முதலில் அதிக உலோகத் தன்மையுடைய தனிமத்தின் அல்லது மூலத்தின் குறியீட்டையும் பிறகு அதிக அலோகத்தன்மையுடைய தனிமத்தின் அல்லது மூலத்தின் குறியீட்டையும் அடுத்தடுத்து எழுத வேண்டும்.

பிறகு அவற்றின் இணைதிறன்களை குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். இணைதிறன்களை அம்புக்குறியின் தலையை நோக்கி இறக்க வேண்டும். இப்போது வாய்பாடு கிடைத்துவிட்டது.



1 என்ற எண்ணை எழுதாமலே புரிந்து கொள்ள முடியும் என்பதால் அலுமினியம் குளோரைடன் வாய்பாடு AlCl_3 என ஆகியது. இதேபோன்று அலுமினியம் சல்ஃபேட் என்பதன் வாய்ப்பாடை $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ என்று எழுதலாம்.



வாய்பாடுகளுக்குப் பெயரிடல்.

சேர்மங்களுக்கு அல்லது வாய்பாடுகளுக்குப் பெயரிட சில விதிமுறைகள் உள்ளன. 1. இரண்டே தனிமங்களைக் கொண்ட சேர்மங்களின் பெயர்கள் ஐடு - ide என முடிகின்றன. ஆகையால் ஒரு சேர்மத்தின் பெயர் 'ஐடு' என முடிந்தால் அதில் இரண்டு தனிமங்கள் உள்ளன என்று தெரிந்துகொள்ளலாம்.

எ-டு:

- சோடியம் குளோரைடு -NaCl
- போரான் நைட்ரைடு -BN
- ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு - H_2S
- மெர்குரிக் அயோடைடு - HgI_2

சில தனிமங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து இரண்டு விதமான சேர்மங்களைத் தருகின்றன. எ-டு: தாமிரமும் குளோரினும் சேர்ந்து CuCl , CuCl_2 என்ற இரண்டு சேர்மங்களைத் தரும். எந்தச் சேர்மத்தில் அலோகப்பகுதி அதிகமாக உள்ளதோ அச்சேர்மத்தின் பெயரில் உலோகப் பகுதிக்குப் பின்னால் இக் -ic என்ற பின்னொட்டைச் சேர்க்க வேண்டும். ஆகவே CuCl_2 என்பது குப்ரிக் குளோரைடு எனப் பெயரிடப்படுகிறது. எந்தச் சேர்மத்தில் அலோகப் பகுதி குறைவாக உள்ளதோ அச்சேர்மத்தின் பெயரில் உலோகப் பகுதிக்குப் பின்னால் அஸ் -ous என்ற பின்னிணையைச் சேர்க்க வேண்டும். ஆகவே, CuCl என்பது குப்ரஸ்

குளோரைடு எனப் பெயரிடப்படுகிறது. அதைப் போன்றே,

FeCl	ஃபெர்ரஸ் குளோரைடு
FeCl ₃	ஃபெர்ரிக் குளோரைடு
Cu ₂ O	குப்ரஸ் ஆக்சைடு
CuO	குப்ரிக் ஆக்சைடு
SnO	ஸ்டேனஸ் ஆக்சைடு
SnO ₂	ஸ்டேனிக் ஆக்சைடு
FeSO ₄	ஃபெர்ரஸ் சல்பேட்
Fe ₂ (SO ₄) ₃	ஃபெர்ரிக் சல்பேட்

சில ஆக்சைடுகள் அவற்றிலுள்ள தனிமங்களின் அணு எண்ணிக்கையைக் கொண்டு பெயரிடப்படுகின்றன.

லெட் மோனாக்சைடு -PbO...(Mono = மோனோ என்றால் ஒன்று எனப்பொருள்)
 சல்ஃபர் டை ஆக்சைடு -SO₂...(di= டை = 2)
 சல்ஃபர் டிரைஆக்சைடு -SO₃...(tri= டிரை=3)
 கார்பன் மோனாக்சைடு -CO.....
 கார்பன் டைஆக்சைடு -CO₂

ஆய்வுக் கூடத்தில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தும் சில அமிலங்களின் பெயர்களைக் காணலாம்.

ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம்	-HCl
கந்தக அமிலம்	-H ₂ SO ₄
நைட்ரிக் அமிலம்	-HNO ₃

இரண்டு தனிமங்கள் மட்டும் உள்ள அமிலங்களின் பெயர்கள் 'ஹைட்ரோ' என்று ஆரம்பிக்கின்றன.

ஹைட்ரோ புரோமிக் அமிலம்HBr
ஹைட்ரோ ஃபுளூரிக் அமிலம்	HF

இரண்டிற்கு மேற்பட்ட தனிமங்களையுடைய அமிலங்களான H₂SO₄, H₂SO₃ என்பனவற்றில் முன்னதில் ஆக்சிஜன் அதிகமாக உள்ளது. இது இக் -ic அமிலமாகும். இதன் பெயர் சல்ஃபூரிக் அமிலம், பின்னதில் ஆக்சிஜன் குறைவாகவுள்ளது. இது அஸ்-ous அமிலமாகும். இதன் பெயர் சல்ஃபூரஸ் அமிலம். வேறு சில எ-டு:

நைட்ரிக் அமிலம்	-HNO ₃
நைட்ரஸ் அமிலம்	-HNO ₂

HClO, HClO₂, HClO₃, HClO₄ என்ற வாய்பாடுகளை கவனிப்போம். நடுவில் உள்ள HClO₂, HClO₃ இவற்றை முறையே குளோரஸ் அமிலம், குளோரிக் அமிலம் என்று எழுதலாம். HClO வில் HClO₂ வைவிட ஆக்சிஜன் குறைவாக உள்ளது. ஆகவே, அதை (HClO)ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம் என்கிறோம் மற்றும் HClO₄ இல் HClO₃ ஐவிட ஆக்சிஜன் அதிகமாக உள்ளது. ஆகவே அதை HClO₄ பெர்குளோரிக் அமிலம் என்கிறோம்.

உப்புக்களுக்குப் பெயரிடல். உப்புகள் அமிலங்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன் உலோக அணுக்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்வதால் உண்டாகின்றன. ஆகையால், உப்புகளின் பெயர்கள் அமிலங்களின் பெயர்களை தழுவி நிற்கின்றன. 'அஸ்'-ous அமிலத்தில் இருந்து உண்டாகும் உப்புகள் 'ஐட்' -ite என முடிகின்றன. 'இக்' -ic அமிலத்திலிருந்து ஏற்படும் உப்பின் பெயர் 'ஏட்' -ate என்று முடிகின்றன.

KNO₂ என்பது நைட்ரஸ் அமிலம் (HNO₂) இலிருந்து உண்டாகிறது. ஆகையால் இதன் பெயர் பொட்டாசியம் நைட்ரைட் எனப்படும். KNO₃ என்பது நைட்ரிக் அமிலம் (HNO₃) இல் இருந்து உண்டாகிறது. ஆகையால் KNO₃ என்ற வாய்பாடின் பெயர் பொட்டாசியம் நைட்ரேட் எனப்படும். மேலும் சில எ-டு:

K ₂ SO ₃ ... பொட்டாசியம் சல்ஃபைட் ...	(அமிலம்-சல்ஃபூரஸ் அமிலம் H ₂ SO ₃)
K ₂ SO ₄ ... பொட்டாசியம் சல்ஃபேட் ...	(அமிலம்-சல்ஃபூரிக் அமிலம் H ₂ SO ₄)
KClO ... பொட்டாசியம் ஹைபோகுளோரைட்	(அமிலம்-ஹைபோகுளோரஸ் அமிலம் HClO)
KClO ₂ ... பொட்டாசியம் குளோரைட்	(அமிலம்-குளோரஸ் அமிலம் HClO ₂)
KClO ₃ ... பொட்டாசியம் குளோரேட்	(அமிலம்-குளோரிக் அமிலம் HClO ₃)
KClO ₄ ... பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட்	(அமிலம்-பெர்குளோரிக் அமிலம்) HClO ₄

பெராக்சைடுகளின் பெயரிடலும். ஓர் ஆக்சைடில் இணைதிருள் வாய்பாடும்

அடிப்படையில் கொடுக்கப்பட்ட ஆக்சிஜன் அணுக்களை ஆக்சிஜன் அணு அதிகம் இருப்பின் அச்சேர்மத்தை பெராக்சைடு (peroxide) என்று அழைப்பர். இவை ஆக்சிஜன்-ஆக்சிஜன் பிணைப்பை (-O-O-peroxide linkage பெராக்சைடு பிணைப்பை) கொண்டிருக்கின்றன. எ-டு: சோடியத்தின் இணைதிறன்-ஒன்று (1). இதன் அடிப்படையில் சோடியம் ஆக்சைடன் மூலக்கூறு வாய்பாடு Na_2O ஆகும். இதில் ஓர் ஆக்சிஜன் அணு அதிகமாக இருப்பின் வாய்பாடு Na_2O_2 என ஆகிறது. Na_2O_2 என்பதை சோடியம் பெராக்சைடு என்பர். இதேபோன்று வேறுசில எ-டு:

சாதாரண ஆக்சைடு பெராக்சைடு
நீர் - H_2O ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு
 H_2O_2
பேரியம் ஆக்சைடு - BaO பேரியம் பெராக்சைடு
 BaO_2

வாய்பாடுகளின் முக்கியத்துவம். ஒரு சேர்மத்தில் என்னென்ன தனிமங்கள் உள்ளன என்பதையும் ஒவ்வொரு தனிமத்திலும் எத்தனை அணுக்கள் உள்ளன என்பதையும் ஒவ்வொன்றின் எடைகளையும் வாய்பாடுகளிலிருந்து அறியலாம்.

சில வகைச் சேர்மங்களின் வாய்பாடுகளிலிருந்து மூலங்களின் இணைதிறன்களை அறியலாம். எ-டு: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ என்ற வாய்பாடிலிருந்து அலுமினியத்தின் இணைதிறன் மூன்று எனவும், சல்ஃபேட்டின் இணைதிறன் இரண்டு எனவும் அறிய முடிகிறது.

கே.ஆர். கங்காதரன்

வேதிச் சமநிலை

பொருள்களிடையே வினைகள் நிகழ்ந்து வேதி மாற்றங்கள் ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள் குறித்து நெடுங்காலமாகவே ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வந்திருக்கின்றன. பொருள்களிடையே வேதிச் சமநிலை அமைந்திருப்பதனால் பொருள்கள் கூடி மாற்றங்கள்

விளைகின்றன என்ற கருத்து முதலில் தோன்றியது. அணுக்களின் விருப்பு இயல்பே அவற்றிடையேயான கூடுகைக்குக் காரணமென்றும், அவற்றின் வெறுப்பு இயல்பு பொருள்களின் சிதைவுக்குக் காரணமென்றும் கிரேக்க அறிஞர்கள் கருதினர். இந்தக் கருத்துக்கு அடுத்த நிலையாக, அணுக்கள் கொக்கிகள் கொண்டிருப்பதாகவும், அக்கொக்கிகள் பிணைந்துகொள்வதால் பொருள்கள் உருவாவதாகவும் கருத்து நிலவியது. புவி ஈர்ப்பு விசையை அறிமுகப்படுத்திய சர் ஐசக் நியூட்டனும் பொருள்கள் உருவாவதற்கான காரணத்தைத் தம் கொள்கை ஆராய்ச்சியின் மூலமாகவே விளக்கினார். பின்னர் ஏற்பட்ட அறிவியல் முன்னேற்ற ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக, வேதிக் கவர்ச்சிக்கு அடிப்படைக் காரணம் மின்னியல்பே என்பது உறுதி செய்யப்பட்டிருக்கிறது.

பொருள்களிடையேயான கவர்ச்சித்திறனை அடிப்படையாகக்கொண்டு வேதிக் கூடுகைக்கான விளக்கம் விரிவாக ஆராயப்பட்டது. Aயும் Bயும் தம்முள் அமைந்த கவர்ச்சியின் விளைவால் இணைந்ததனால் AB என்னும் சேர்மம் வளைந்ததாக இருக்கட்டும். C என்னும் மற்றொரு சேர்மம் AB யின் அருகில் வருகையில் B-க்கும் Cக்குடனான கவர்ச்சித் திறன் முன்னதைவிட அதிகம் என்றிருக்குமானால் B உடனே Aஐ விட்டு விலகி Cயுடன் இணைந்துகொள்ளும். அதன் விளைவாக BC என்னும் புதிய பொருள் (சேர்மம்) விளைந்து, A தனியே விடப்படுகிறது.



இக்கருத்தை வகைப்படுத்தி ஜியோஃப்ரே ஸ்ட்டால், பெர்க்மன் ஆகியோர் பொருள்களின் 'கவர்ச்சித் திறன் அட்டவணை' ஒன்றைத் தயாரித்தனர். அட்டவணை வரிசையைக் கொண்டு பெரும்பாலான வேதி மாற்றங்களை அவர்களால் விளக்க முடிந்தது. ஆனால் மீள்வழி பொருந்தி (reversible) சில வேதி வினைகளை இதன் அடிப்படையில் விளக்குவதில் இடர்ப்பாடுகள் நேர்ந்தன. எ-டு: இரும்புக்கும் நீராவிக்கும் இடையேயான வேதித் தொடர்பைக் குறிப்பிடலாம். பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்ட இரும்பின் மீது நீராவியைச்

செலுத்தினால், இரும்பின் ஆக்சைடும் ஹைட்ரஜனும் விளைகின்றன.



இரும்புக்கும் ஆக்சிஜனுக்கும் இடையே கவர்ச்சி அல்லது ஈர்ப்பு அதிகமாக இருப்பதனால் ஆக்சிஜன் ஹைட்ரஜனை விட்டு நீங்கி இரும்புடன் கூடிப் புதிய சேர்மத்தை விளைவிப்பதை இந்த வினையின் வழி அறிய முடிகிறது.

மேற்கூறிய வினையின் மாற்றுத் திசையாக, சூடாக்கப்பட்ட இரும்பு ஆக்சைடு சேர்மத்தின் மீது ஹைட்ரஜன் வளியைச் செலுத்தினால், வேதி மாற்றம் ஏற்பட்டு இரும்பும், நீராவியும் தனித்தனியே மீண்டும் பெறப்படுகின்றன.



ஆக்சிஜனுக்கு இரும்பினிடம் ஏற்படுவதைவிட ஹைட்ரஜனிடமே அதிக ஈர்ப்பு என்பது இதிலிருந்து தெரிய வருகிறது. இந்த உண்மை முன்னர் நிகழ்ந்ததற்கு முரணாக உள்ளது.

கவர்ச்சி அட்டவணைக்கு ஏற்பதான வினை விளக்கங்களை மறுத்துப் புது விளக்கம் தர பெர்த்தலாட் என்பார் முனைந்தார். வினைகள் முழுவதுமாக முற்றுப் பெறுவதில்லை எனவும், ஒரு குறிப்பிட்ட போக்கில் அமையும் வேதிவினை அப்போக்கினின்றும் மீட்சி கண்டு விளைபொருள்களே மீண்டும் கூடி வினைபடு பொருள்களை உருவாக்கலாம் எனவும் அவர் கருத்துத் தெரிவித்தார். AB என்னும் சேர்மத்துடன் C வினைப்படுவதனால் விளைபொருள்களாக BCயும் Aயும் விளையலாம்.



ஆனால் சூழ்நிலை மாற்றத்தினாலோ அதே சூழ்நிலையிலோ BC-யும் A-யும் விளையுற்று AB-யையும் C-ஐயும் தரலாம்.



இத்தகைய இரண்டு போக்குகளை ஒன்றாக இணைத்து



என்று குறிப்பிடலாம். இவ்வாறான வினைகளை மீள் வினைகள் (reversible reactions) எனக் குறிப்பிடுவது பொருந்தும். அவருடைய மற்றொரு கருத்து, பொருள்களுக்கிடையேயான கவர்ச்சித் திறனை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டு வேதி வினைகள் நடைபெறுவதில்லை என்பதும், வினைகளில் ஈடுபடுவனவற்றின் பொருண்மை அளவீடுகளைப் பொறுத்தும் வினைகள் நிகழ்கின்றன என்பதுமாகும். கணக்கீட்டு முறையில் குறிப்பிட்டால் இரண்டு அளவீடுகளின் பெருக்குத் தொகையைக் (பொருண்மை/கவர்ச்சி) கொண்டே வினையின் போக்கு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பதாகக் கொள்ளலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட வினை மீள் இயல்பு கொண்டிருக்குமா இல்லையா என்பது சூழ்நிலையைப் பொறுத்ததாகும். கால்சியம் கார்பனேட்டைத் திறந்த வெளியில் வைத்துச் சூடாக்கினால் வேதிச் சிதைவு நிகழ்ந்து கால்சியம் ஆக்சைடும் கார்பன்டை ஆக்சைடும் விளைகின்றன. இவ்வினை ஏறத்தாழ முற்றுப்பெற்றதாகக் கொள்ளலாம்.

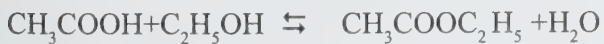


ஆனால் விளைபொருள்களில் ஒன்றான கார்பன்டை ஆக்சைடு வளி வெளியேறிவிடாதபடி ஒரு கொள்கலத்தில் மூடிய நிலையில் கால்சியம் கார்பனேட்டைச் சூடாக்கினால் நிலைமை வேறாக அமைகிறது. சிதைவினால் விளைந்த CaO வும் CO₂ வும் விளையுற்று, மீண்டும் CaCO₃-ஐ உருவாக்குகின்றன. இத்தகைய மீள்திற வினைக்கான காரணத்தை பெர்த்தலாட்டின் கருத்தைக் கொண்டு விளக்க முடியும். திறந்த வெளியில் சூடாக்கப்பட்டபோது, சிதைவினால் விளைந்தவற்றுள் ஒன்றான CO₂ என்பது வளிமநிலையில் வெளியேறி CaO வின் தொடர்பு அற்றுவிட்டது. ஆனால் மூடப்பட்ட கொள்கலத்தில் உருவான CO₂ சிறிது சிறிதாக அளவில் பெருகத்

தொடங்கியதும் அதன் பொருண்மை அதிகரிக்கிறது. அதிகரித்த பொருண்மையின் தன்மையால் அது கால்சீயம் ஆக்சைடுடன் வினையுறுவதற்கான நிலைமையும் (பொருண்மை X கவர்ச்சி) மேம்பட்டுவிட்டது.

சர்க்கரைக் கரைசலை நீர்த்த அமிலங்களின் முன்னிலையில் குளுகோசாகவும், ஃபிரக்டோசாகவும் மாற்ற முடியும். இத்தகைய மாற்றத்தால் கிடைக்கப்பெறும் விளைபொருள்கள் அளவு அவ்வப்போது அமையும் சர்க்கரையின் அளவீட்டைப் பொறுத்து அமைவதாக வில்ஹெல்ம் என்பார் ஆராய்ந்தார். 'ஒரு பொருள் மாற்றத்திற்கு உட்படுவதனால் ஏற்படும் விளைவு அப்பொருள் கொண்டிருக்கும் பொருண்மை அளவீட்டைப் பொறுத்ததாகும்' என்ற பொது விதியை அவர் நிறுவினார்.

பெர்த்தலாட்டும், கில்லெஸ் என்பாரும் எத்தில் ஆல்கஹாலுக்கும், அசெட்டிக் அமிலத்திற்கும் இடையேயான வினைத்தொடர்பை ஆராய்ந்தனர். கிராம்-மூலக்கூறு அளவில் சம அளவீடுகள் கொண்ட எத்தில் ஆல்கஹாலையும் அசெட்டிக் அமிலத்தையும் வினைக்குட்படுத்தினர். எத்தில் அசெட்டேட்டும் நீரும் விளைந்தன. வினையைத் தொடர்ந்து நிகழ்த்தினாலும், எவ்வளவு இடைவேளை நேர்ந்தபோதும் வினைபடுபொருள்களின் 2/3 பகுதி மட்டுமே வினையுற்றதாகத் தெரிய வந்தது. ஆய்வின் மறுநிலையாக, கிராம் மூலக்கூறு அளவில் சம அளவீடுகள் கொண்ட எத்தில் அசெட்டேட்டும் நீரும் வினைக்கு உட்படுத்தப்பட்டன. எத்தில் ஆல்கஹாலும் அசெட்டிக் அமிலமும் விளைந்தன. நீண்ட இடைவேளைக்குப் பின்னரும் வினைபடு பொருள்களின் 1/3 பகுதி மட்டுமே வினையுற்றதாகக் கண்டறியப்பட்டது. மீள் வினையான இதனை



என்று குறிப்பிடலாம். சோதனை ஆய்வுகளின் முடிவாக, மீள் வினைகளில் குறிப்பிட்டதொரு சமநிலை உருவாகிவிடுவதை அறிய முடிகிறது. எத்தில் அசெட்டேட்டும் நீரும் விளைவதை நேர்ப்போக்கு வினையாகக் கொண்டால், அசெட்டிக் அமிலமும்

எத்தில் ஆல்கஹாலும் விளைவதை மீள்போக்கு வினையாகக் கொள்ளலாம். நேர்ப்போக்கு வினையால் காலம் செல்லச் செல்ல வினைபடுபொருள்களான அமிலம், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றின் அளவுகள் குறைய நேர்ந்து எத்தில் அசெட்டேட், நீர் ஆகியவற்றின் அளவுகள் அதிகரிக்க நேரும். வில்ஹெல்மீம் கூற்றுப்படி, வினைபடு பொருள்களின் அளவுக் குறைவால் நேர்ப்போக்கு வினைவேகம் குறையத் தொடங்குகிறது. காலப்போக்கில் எத்தில் அசெட்டேட், நீர் ஆகியவற்றின் அளவுகளின் அதிகரிப்புக்கு ஏற்ப மீள்போக்கு வினையின் வேகம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும். இவ்வாறு ஒருபோக்கு வினையின் வேகம் குறைவதும், மறுபோக்கு வினையின் வேகம் அதிகரிப்பதும் நிகழ்ந்து குறிப்பிட்டதொரு நிலையைடைந்ததும் இரண்டு வேக அளவீடுகளும் சமமாகின்றன. இந்த நிலையை வேதிச் சமநிலை என்கிறோம். வினை வேகம் (reaction velocity) என்பது பொருள்கள் கிராம்-மூலக்கூறு அளவில் ஒரு நொடி கால இடைவேளையில் காணும் வேதி மாற்றம் பெறும் அளவைக் குறிக்கிறது. வேதிச் சமநிலையில் நேர்ப்போக்கு வினைவேகமும் மீள்போக்கு வினைவேகமும், ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கின்றன.

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வேதி வினையில் ஈடுபடும் வினைபடு பொருள்களுக்கும் வினைபொருள்களுக்கும் இடையே அமையும் தொடர்பை குல்பெர்க், வாகே என்ற இரண்டு ஸ்காண்டினேவிய அறிவியலாளர் ஆராய்ந்தனர். தம் ஆய்வுகளின் தொகுப்பாக நிறை தாக்க விதி ஒன்றை நிறுவினர். அந்த விதியைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம்: 'தன்னுடைய வினைபடு பொருண்மைக்கு ஏற்றவாறான தாக்கத்துடன் ஒரு பொருள் வினையின்போது செயற்படுகிறது. வினைபடு பொருள்களின் வினைபடு பொருண்மைகளின் (active mass) பெருக்குத் தொகைக்கு ஏற்றவாறு வினைவேகம் அமைகிறது.

வினைபடு பொருண்மை என்ற சொல் மூலக்கூறுச் செறிவைக் குறிக்கும். 1 லிட்ட. பருமனளவில் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருள் கிராம் மூலக்கூறு அளவில் கொண்டிருக்கும் நிறையே அதன்

மூலக்கூறுச் செறிவு எனப்படும். எனவே வேதி வினையில் ஒரு பொருள் கொள்ளும் பங்கும் அதன் மொத்தநிறையைக் கொண்டு கணக்கிடப்படாமல் அதன் செறிவைக் கொண்டுதான் கணக்கிடப்பட வேண்டும். மூலக்கூறுச் செறிவை அடைப்புக் குறிக்குள் குறியீட்டுச் சுட்டலாம். எ-டு: (H₂) என்பது ஹைட்ரஜனின் மூலக்கூறுச் செறிவைக் குறிக்கும். அதாவது (H₂)=1 என்பது 1 லிட். அளவில் ஹைட்ரஜனின் மூலக்கூறு எடையான 2.016 கிராம் எடை கொண்ட ஹைட்ரஜன் அடங்கியிருக்கிறது என்று பொருள். (H₂)=0.5 என்றால் ஒரு லிட்டரில் 2.016 x 0.5=1.008 கிராம் ஹைட்ரஜன் அடங்கியிருக்கிறது என்று பொருள். இவ்வாறே ஒரு லிட்டரில் 36.46 கிராம் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு அடங்கியிருப்பதை (HCl) = 1 என்று குறிப்பிடலாம்.

ஒரு வேதி வினை நிகழ்வதைப் பின்வருமாறு பொதுப்படையாகக் குறிப்பிடுகிறோம்.



வேதிச் சமநிலையில் நேர்ப்போக்கு வினையும் மீள்போக்கு வினையும் ஒருசேர நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன என்பதையே இரட்டை எதிரெதிர் அம்புக் குறியீடு (=) சுட்டுகிறது. A, B, C, D ஆகியவற்றின் மூலக்கூறுச் செறிவு அளவீடுகளை (A), (B), (C), (D) எனக் குறிப்பிடலாம்.

நிறை தாக்க விதியின் கூற்றுப்படி, Aயும் Bயும் வினையுறுவதன் விகித அளவு அவற்றின் மூலக்கூறுச் செறிவுகளின் பெருக்குத் தொகையைச் சார்ந்திருக்கின்றன. அதாவது Aயும் Bயும் கூடுவதன் வீதம் $\alpha [A] [B]$

எனவே நேர்ப்போக்கு வினைவேகம் = $K_1 [A] [B]$
இங்குக் குறிப்பிடப்படும் K_1 என்பது திசைவேக மாறிலி (velocity constant) எனப்படுகிறது.

இவ்வாறே விளைபொருள்களான Cயும் Dயும் கூடி வினையுற்று Aஐயும் Bஐயும் படைக்கின்றன. இதையே மற்றொரு முறையில் கூறினால் Cயும் Dயும் கூடி வினையுரியும் வீத அளவைப் பொறுத்து Aயும் Bயும் மீண்டும் படைக்கப்படுகின்றன. அதாவது

Aயும் Bயும் மீண்டும் உருவாக்கப்படும் வீதம் $\alpha [C][D]$

மீள்போக்கு வினைவேகம் = $K_2 [C][D]$

வேதிச் சமநிலையில்,

நேர்ப்போக்கு வினைவேகம் = மீள்போக்கு வினைவேகம்,

$$k_1 [A] [B] = k_2 [C] [D]$$

$$k_1 [C] [D]$$

$$= \frac{-----}{k_2 [A] [B]}$$

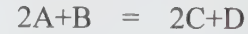
$$k = \frac{[C] [D]}{[A] [B]}$$

$$k = \frac{[C] [D]}{[A] [B]}$$

$$k = \frac{[C] [D]}{[A] [B]}$$

$$k = \frac{[C] [D]}{[A] [B]}$$

இருபோக்கு வினைவேகங்களின் விகிதமான k என்பது சமநிலை மாறிலி (equilibrium constant) எனப்படும். வினை நிகழும்போது வெப்பநிலை மாறாதிருக்கையில் இதன் அளவீடு மாறுவதில்லை.



என்பது வினையை குறிக்குமெனில்,

$$[C]^2 [D]$$

$$k = \frac{-----}{[A]^2 [B]}$$

$$[A]^2 [B]$$

என்பதாக அமையும். பொதுவாக, ஒரு வேதி வினை நிகழ்ச்சியை



என்று குறிப்பிட்டால், சமநிலை மாறிலியைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$(C)^m(D)^n$$

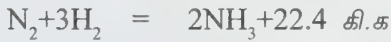
$$k = \frac{-----}{(A)^x(B)^y}$$

$$(A)^x(B)^y$$

வேதிவினை நிகழ்வதை வெப்பநிலை, அழுத்தம், பருமனளவு ஆகியன பாதிக்கின்றன. வேதிச் சமநிலை அடைந்த வினைகளுக்கும்

இத்தகைய கட்டுப்பாடுகளுக்கும் உள்ள தொடர்பை லீ சாட்டிலியர், ப்ரான் ஆகிய ஈர் அறிவியலாளர்களும் சுட்டிக் காட்டினர். 'ஏதேனும் தடங்கல் குறுக்கிட்டு வினையின் சமநிலை மாற்றம் பெறுமானால், அத்தடங்கலை இல்லாததாக்க எவ்வழிச் செயல்பட வேண்டுமோ அவ்வழி வினையின் போக்கு அமைகிறது' என்ற கருத்தமைந்த அவர்களது ஆய்வு முடிவு லீ சாட்டிலியர் தத்துவம் என்று பொதுவாக அழைக்கப்படுகிறது. எ-டு: பனிக்கட்டி உருகுவதைக் குறிப்பிடலாம். பனிக்கட்டியின் பெருந்துண்டு ஒன்றின் மீது கம்பியைச் சுற்றி ஒரு பளுவைத் தொங்கவிட்டால், பொருத்தப்பட்ட பளு கம்பியில் அழுத்தத்தை ஊட்டுகிறது. அழுத்தம் அதிகமானால் பொருளின் பருமனளவும் குறையும். நீரின் பருமனளவு திண்ம நிலையில் இருப்பதைவிட நீர்ம நிலையில் குறைவாக இருக்கும். அழுத்த அதிகரிப்பினால் பருமனளவு குறைய நேர்வதனால் அதற்கேற்ப நீரின் அமைப்பில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இது லீ சாட்டிலியர் விதியின்படி நிகழ்ந்திருக்கிறது.

வேதிவினைகளுக்கும் இது பொருந்தும். ஆலைகளில் அதிக அளவில் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கும்போது இந்த விதி பெரிதும் பின்பற்றப்படுகிறது. ஹேபர் முறைப்படி அம்மோனியா வளிமம் தயாரிக்கப்படுவதைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லலாம். நைட்ரஜனும் ஹைட்ரஜனும் கூடி அம்மோனியாவை உருவாக்குகின்றன. இவ்வினை வெப்பம் உமிழ்வினை ஆகும்.



இந்த வேதிவினைச் சமன்பாட்டிலிருந்து பல தகவல்கள் தெரியவருகின்றன. 1 பருமனளவான நைட்ரஜன் 3 பருமனளவான ஹைட்ரஜனுடன் வினையுற்று 2 பருமனளவான அம்மோனியாவை உருவாக்குகிறது. 2 கிராம் - மூலக்கூறு எடையான அம்மோனியா உருவாகும்போது 22.4 கிலோ கலோரி வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. எனவே, மீள்போக்கு வினையாக அம்மோனியா பிரிகையுற்ற நைட்ரஜனும் ஹைட்ரஜனும் உருவானால் அது வெப்பம் கொள்வினையாக அமையும்.

வெப்பநிலை தாழ்வாக அமைந்தால் வெப்பம்

வெளிப்படுவதற்கு ஏற்ப வினை நிகழ்கிறது. அதாவது, அம்மோனியா அதிக அளவில் உருவாகிறது. வெப்பநிலை உயர்வாக அமைந்தால் வெப்பத்தை ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்க வினை நிகழ்கிறது. அதாவது, ஏற்கனவே உருவாகியிருக்கும் அம்மோனியா பிரிகையாகிறது. எனவே, தாழ்ந்த வெப்பநிலையே அம்மோனியா உருவாக்கத்திற்கு ஏற்றதாகும்.

அழுத்தத்தின் விளைவையும் இவ்வாறு விளக்க முடியும். நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் ஒட்டுமொத்தப் பருமனளவு $1+3=4$ ஆகும். அம்மோனியாவின் பருமனளவு 2 அளவைகளே ஆகும். எனவே, பருமனளவைக் குறைக்கும் அழுத்தச் சூழ்நிலை அம்மோனியாவின் உருவாக்கத்திற்கு ஆதரவாக அமையும். பருமனளவுக் குறைப்பு என்பது அழுத்தத்தின் அதிகரிப்பினால் அமையும். அம்மோனியாவின் அளவு பெருக அழுத்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்ய வேண்டும்.

ஹேபர் முறையிலான அம்மோனியா தயாரிப்பில் லீ சாட்டிலியர் விதிப்படி இந்த வரையறைகள் கையாளப்படுகின்றன. உயர் வெப்பநிலையில் அம்மோனியா உருவாவது தடுக்கப்படுவதனால் தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலேயே வேதிச் சமநிலை விரைவில் எட்டப்பட்ட வினைவேக மாற்றிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

நூர், துளசிதாஸ்

துணைநூல். C.D. George, P.M. Thomas, *Physical and Theroretical Chemistry* 2. *General Chemistry* by Linus Pauling

வேதிச் சமன்பாடுகள்

வேதியியல் வினைகளில் தனிமங்களையும், சேர்மங்களையும் குறியீடுகளால் குறிப்பிடுகிறோம். இவ்வாறு சுருக்க முறையால் குறிப்பிடப்படுவதை

வேதிச் சமன்பாடுகள் எனக் குறிக்கலாம். எ-டு:



இதனைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுத்தால் எழுதலாம். அலுமினியம் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிந்து அலுமினியம் ஆக்சைடைத்தரும். கூட்டல் குறியீடானது ஒரு வேதிக்காரணியை இன்னொன்றுடன் சேர்ப்பதனைக் குறிக்கிறது. அம்புக்குறியானது எப்போதுமே விளைபொருள்களை நோக்கியே இருக்கும். வழக்கமாக அம்புக்குறியானது இடது புறத்திலிருந்து வலதுபுறமே செல்லும். ஆனால் எப்போதும் இப்படி இருக்காது.

வேதிச் சமன்பாடுகளின் குணகங்கள்.

மேற்கூறப்பட்ட வேதிச் சமன்பாட்டில் உள்ள எண்களுக்குக் குணகங்கள் என்று பெயர். இவை அந்த வேதிவினையில் ஈடுபட்டுள்ள வேதிக் காரணிகளின் ஒப்பு விகிதாச்சாரங்களை குறிப்பிடுவதில்லை. இந்த வினை ஒரு சோதனைக் குழாயில் நடைபெறச் செய்யப்பெறுமா? அல்லது ஒரு பெரிய கலனில் வேதிக்காரணிகள் அதிக அளவில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு செய்யப்பெறுமா போன்ற வினாக்களுக்கு வேதிச் சமன்பாடு விளக்கம் அளிக்கவில்லை. எவ்வளவு அளவு என்பது தயாரிக்கும் வேதியியலாரின் எண்ணத்தைப் பொறுத்தது. ஆனால் வேதிச் சமன்பாடுகளில் உள்ள குணகங்கள் வேதியியலாரின் விருப்பத்திற்கு அமைவதில்லை. அவை இயற்கையானவை. மேற்கூறிய வினை நல்ல முறையில் நடக்க வேண்டுமானால் அலுமினியம் அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் 4:3 என்ற விகிதத்தில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட வேண்டும். இந்த விகிதம் துகள்களின் விகிதங்களாகும். ஒரு சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டில் உள்ள குணகங்கள் அந்த வேதிவினையில் ஈடுபட்டுள்ள துகள்களின் விகிதாச்சாரத்தைக் குறிக்கிறது.

சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடுகள். ஒரு வினையில் விளைபொருள்களில் அணுக்கருக்கள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஒரு வேதிச் சமன்பாட்டில் வினை பொருள்களின் அணுக்கருக்கள் விளைபொருள்களில் எங்கேனும் அதே எண்ணிக்கையில் இடம்பெற்றிருந்தால் அது

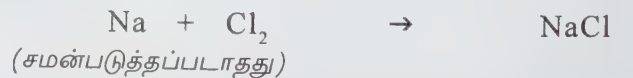
சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு என அழைக்கப்படும். நாம் எடுத்துக்கொண்ட சான்றில் ஆறு ஆக்சிஜன் அணுக்கள் விளைபொருள்களில் மூன்று ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளாகக் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கின்றன ($3O_2$). அவை விளை பொருளில் ஈர் அலுமினியம் ஆக்சைடு மூலக்கூறின் பகுதியாக அமைந்து இருக்கின்றன. எனவே நாம் ஆக்சிஜன் அணுக்கள் சமன்பாட்டில் சமன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது என்று குறிக்கிறோம். இதே போன்று அலுமினியத்தின் எண்ணிக்கையும் சமன்படுத்தப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம்.

ஒரு வேதிச் சமன்பாட்டை சமன்படுத்த வேண்டுமானால், விளைபொருள், விளைபொருள் ஆகியவற்றின் சரியான வாய்பாடுகள் தெரிந்திருக்க வேண்டும்.

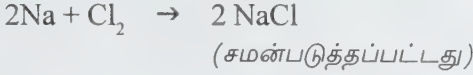
சரியான வாய்பாடுகளை வழக்கமான முறையில் எழுதிவிட்டால் பின்னர் முயன்று-தவறுதல் முறையில் குணகங்களை பயன்படுத்தி சமன்படுத்தலாம். ஒரு மூலக்கூறு வாய்பாட்டின் கீழே எழுதப்பட்டுள்ள எண்ணை மாற்றக்கூடாது. Fe_2O_3 இல் 2-ஐயோ, 3-ஐயோ மாற்றக்கூடாது. ஏனெனில் இவ்வாறு செய்வது இணைதிற விதிகளுக்கு உட்படாது.

சமன்படுத்தப்படும் போது கடைபிடிக்கப்படும் முக்கிய உத்தி என்னவென்றால் எது (அயனி அல்லது தொகுதி) அதிகமாக சமன்படுத்தப்படாமல் இருக்கின்றதோ அதனை முதலில் சமன்படுத்த வேண்டும். எ-டு: சோடியம் குளோரினுடன் வினைபுரிந்து சோடியம் குளோரைடைத் தருகிறது. நமக்குச் சோடியம், குளோரின் மற்றும் சோடியம் குளோரைடு ஆகியவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாடு முறையே Na, Cl_2 , NaCl எனத் தெரியும்.

முதல்படி. சரியாக வாய்பாடுகளை நமக்கு உகந்த வழக்கமான முறையில் ஒரு சமன்பாட்டின் வடிவத்தில் எழுத வேண்டும்.



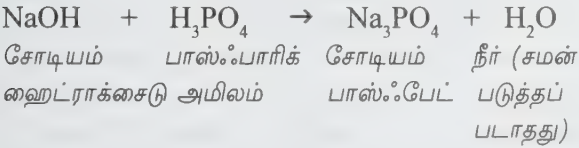
இரண்டாம் படி. சமன்பாடு சமன்படுத்தப்படும் வரையில் குணகங்களை மாற்றி இடுதல் வேண்டும். இடது பக்கத்தில் உள்ள இரண்டு குளோரின் அணுக்களும் வலது பக்கத்திலும் அதே எண்ணிக்கையில் இருக்க வேண்டும். எனவே NaCl-இன் குணகமாக 2-ஐ இடுக. இவ்வாறு செய்தல் சோடியத்தினை சமமில்லாமல் ஆக்குகிறது. எனவே Na-இன் முன்னும் 2-ஐ இடுக. எனவே, சோடியமும் சமன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே,



மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் பல அணு அயனிகளைக் கொண்டதாக இருந்து அவை வினை முன்னேறும்போதும் அவ்வாறே இருக்குமானால் அவற்றை அலகுக்களாகக் கருத வேண்டும்.

எ-டு: சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பாஸ்போரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து சோடியம் பாஸ்பேட்டையும், நீரையும் தருகிறது என்ற வினைக்கு சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டை எழுதுவோம்.

முதல்படி. முதலில் சரியான வாய்பாடுகளை வழக்கமான முறையில் எழுத வேண்டும்.

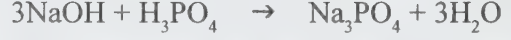


இரண்டாவது படி. முயன்று தவறுதல் முறையில் குணகங்களை இட வேண்டும். முதலில் அதிகமாக சமன்படுத்தப்படாத அயனியான Na⁺-ஐ சமன்படுத்த வேண்டும். எனவே, 3-ஐ NaOH முன்னே இட வேண்டும்.



இப்போது சோடியம், PO₄ ஆகியவை சமன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு தொகுதிக்கு ஒரு வினையில் பாதிப்பு ஏற்படாமல் இருந்தால் அதில்

எதுவுமே மாற்றம் செய்யக்கூடாது. எனவே இடது புறத்தில் மீதம் 3 ஆக்சிஜன் அணுக்களும் மொத்தம் 6 ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் உள்ளன. வலது புறத்தில் H₂O இல் 1:2 என்ற விகிதத்தில் O உம் H உம் உள்ளன. (3:6 என்ற விகிதத்தைப் போன்றே). இப்போது நாம் 3ஐ H₂O-இல் இட்டால்



என்ற சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு நமக்குக் கிடைக்கும்.

ப.சூரியநாராயணன்

வேதிச் சேர்மங்கள்

ஒரு வேதிச் சேர்மம் என்பது வெவ்வேறான தனிமங்களின் இரண்டு அல்லது அதற்கு அதிகமான அணுக்கள் அல்லது அயனிகளைக் கொண்டதாகும். இவ்வாறு உள்ள தனிமங்களின் அளவைப் பொறுத்து அந்தச் சேர்மத்தின் இயைபு அமையும். எ-டு: ஒரு மூலக்கூறு நீரில் ஓர் அணு ஆக்சிஜன் ஈர் அணு ஹைட்ரஜனுடன் சேர்ந்திருக்கிறது. இதுபோல எந்த வகைச் சேர்மங்களை எடுத்துக்கொண்டாலும் அவற்றின் இயைபு மாறாதிருக்கும்.

ஒரு வினையில் ஒரு சேர்மம் மற்றொரு சேர்மத்துடன் சேர்ந்தோ ஒரு தனிமம் மற்றொரு தனிமத்துடன் சேர்ந்தோ சேர்மமும் தனிமமும் சேர்ந்தோ வேதிச் சேர்மங்களைத் தரும்.

19ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்க காலத்தில் இவ்வாறு கிடைத்த சேர்மங்களை அவற்றின் பண்புகளுக்கேற்ப பலவகையாகப் பிரித்தனர். உயிருள்ள பொருள்களிலிருந்து கிடைப்பவை ஒரு வகையாகவும், உயிரற்றப் பொருள்களிலிருந்து கிடைப்பவற்றை மற்றொரு வகையாகவும் அமைத்து அவற்றை முறையே கரிம மற்றும் கனிம வேதிச் சேர்மங்களாகப் பிரித்தனர். பின்னால் தொகுக்கும் முறையில் பலப்பல கரிம வேதிச்

சேர்மங்கள் பெறப்பட்டன. இவற்றைத் தவிர கரிம உலோகப் பொருள்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அவற்றின் பயன்களும் தெரிய வந்தன.

வேதிச் சேர்மங்கள் அவற்றிலுள்ள பிணைப்பின் வழியில் அயனி, சக மற்றும் ஒருங்கிணைப்பு சேர்மங்களாகவும் வகைப்படுத்தப்படும். சேர்மங்களின் வினைபுரியும் தன்மையைப் பொறுத்து அவற்றை அமிலங்களாகவும், காரங்களாகவும், உப்புக்களாகவும் கூட வகைப்படுத்தலாம். இவற்றில் கூட வீரியமுள்ள, வீரியமற்ற இருவகையினாலும் அவை வேறுபடும். ஒரு வினையில் சேர்மத்தின் தன்மையைப் பொறுத்து அவை ஆக்சிஜனேற்றிகளாகவும் ஒடுக்கிகளாகவும் பயனாகும்.

கனிம வேதிச்சேர்மங்கள் உரங்களாகவும், பல்வகையில் ஆக்சிஜனேற்ற, ஒடுக்கப் பொருள்களாகவும் மருத்துவத்திலும், விவசாயத்திலும் உயிரியல் வேதியியலில், அமினோ அமிலங்கள், கார்போஹைட்ரேட்டுகளாகவும் பயனாகின்றன. கரிம உலோகப் பொருள்கள் இரத்தத்தில் ஹீமோகுளோபினிலும், பச்சையத்தில் குளோரோஃபில்லிலும், உயிர்ச்சத்துக்கள் உள்ள பொருள்களில் வைட்டமின் B₁₂ ஆகவும் உள்ளன.

பொதுவாக கரிம வேதியியல் சேர்மங்கள் ஹைட்ரஜனுடனும் மற்ற அலோகப் பொருள்களுடன் சேர்ந்திருக்கும் கார்பனைச் சேர்மங்களாகக் கொள்ளலாம். இவை உயிரியல் பொருட்களில் மட்டுமில்லாமல், தாதுக்களிலும் உள்ளன. அவற்றைத் தொகுப்பு முறையில் பெற முடியும். உலோகங்கள், கதிர்வீச்சுத் தனிமங்கள் மற்றும் அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புக்கள் போன்று தொழில் முறையில் பயனாகும் வேறுபல சேர்மங்கள் கனிம வேதியியல் சேர்மங்களாகும். உயிரியல் வேதியியல் சேர்மங்கள் உயிரிகளில் மட்டுமில்லாமல், எளிதில் சாதாரணப் பொருள்களிலிருந்தும் பெற இயலும்.

ச. வெங்கடாசலம்

வேதித் தொகுப்பு முறை கோட்பாடுகள்

வேதித் தொகுப்பு முறையில் லட்சக்கணக்கான பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் இயற்கையில் காணப்படும் பொருள்களை செயற்கை முறையில் தொழிலகங்களிலும் ஆய்வுக் கூடங்களிலும் தயாரிப்பதும், புதிய பொருள்களை உண்டாக்குவதும் அடங்கும். இதற்குத் தொகுக்கப்படும் சேர்மங்களின் அமைப்பைப் பற்றிய அறிவும், அச்சேர்மங்கள் மாற்றமடையும் சில பொதுவான வகைப்பாடுகளும் அறியப்பட்டால் தொகுப்பு முறையை எளிதாக நிகழ்த்தலாம்.

தொகுப்பு முறையை உருவாக்குமுன் மூன்று முக்கியக் கூறுகளை நினைவில் கொள்ளவேண்டும். முதலாவது முதலீடு. ஆய்வுக்கூடங்களில் தயாரிப்பது போல் அல்லது தொழிலகங்களில் சேர்மங்களை பெருமளவில் தயாரிப்பதால் இதில் ஈடுபடுத்தப்படும் முதலீட்டின் வீதம் அதிகமாக உள்ளது. இரண்டாவது வினையின் ஒவ்வொரு படியிலும் கிடைக்கும் விளைபொருளின் அளவும் முக்கியமானதாகும். கொள்கை வழியாக கவனித்தால் ஒரு வினையில் சில வழிகள் ஏற்படையதாக இருந்தாலும் நடைமுறையில் ஏற்றதாக இராது. விளைபொருளின் வீதங்கள் குறிப்பிடும்படியாக இருக்க வேண்டும். 80% உம் அதற்கு மேலும் விளைபொருள்கள் கிட்டினால் அதனை சிறப்பானதாகக் கருதலாம். ஆனால் சில வினைகளில் விளைச்சல் 10-20% என்ற அளவிலேயே இருக்கும். பொதுவாக விளைபொருளின் விளைச்சலைப் பொறுத்து அதன் விலையும் அமைகிறது. 100% க்கும் குறைவான விளைச்சல் கிடைக்கும்போது விளைபொருளில் ஏற்படும் குறைவு கழிவாகக் கருதப்படும். மேலும் ஒரு தொகுப்புமுறை நடைமுறையில் நிகழ்த்த ஏதுவானதாக என்பதை இந்த விளைச்சல் குறிப்பிடுவதாகக் கொள்ளலாம். ஏனெனில் இறுதியில் கிடைக்கும் விளைபொருளின் அளவு வினையின் ஒவ்வொரு படியிலும் கிடைக்கும் விளைபொருளின் கூட்டாகக் கருதலாம். இவ்வாறு இடைநிலைப் படிவினைகளில் கிடைக்கும் இடைநிலைப் பொருள்களின் அளவு குறைவானதாக

இருந்தால் இறுதியில் கிடைக்கும் விளைச்சலும் குறைவாகவே இருக்கும். மூன்றாவதாக வினையின் ஒவ்வொரு படியும் எந்த வேகத்தில் நிகழ்கிறது என்பதைக் கூறலாம். சில வேளைகளில் கொள்கைப்படி வேகமாக நிகழ்வதாகக் குறிப்பிடப்படுபவை தொழிலக முறையில் மிக மெதுவாகவே நிகழ்கின்றன. எனவே இவ்வகை வினைகளை தேவையான அளவு விரைவுபடுத்த வினையின் சூழ்நிலைகளை மாற்றி அமைத்தல் அவசியமாகிறது. எ-டு: வினையின் வெப்பநிலையை உயர்த்துதல், வினைப் பொருள்களின் வேதியியல் தன்மைகளை மாற்றாத வகையில் வினையினை விரைவுபடுத்தும் காரணிகளை (வினையூக்கிகள்) பயன்படுத்துதல் ஆகிய உத்திகளைக் கையாளலாம்.

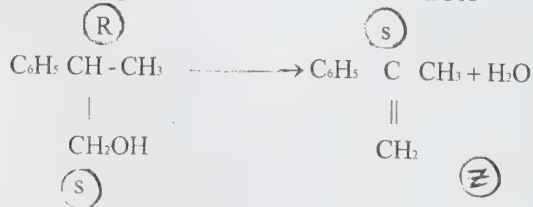
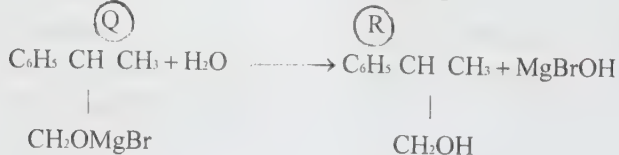
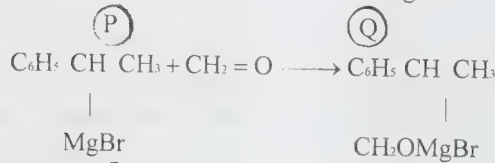
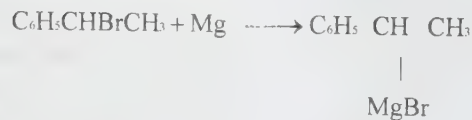
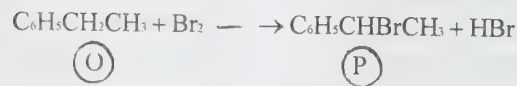
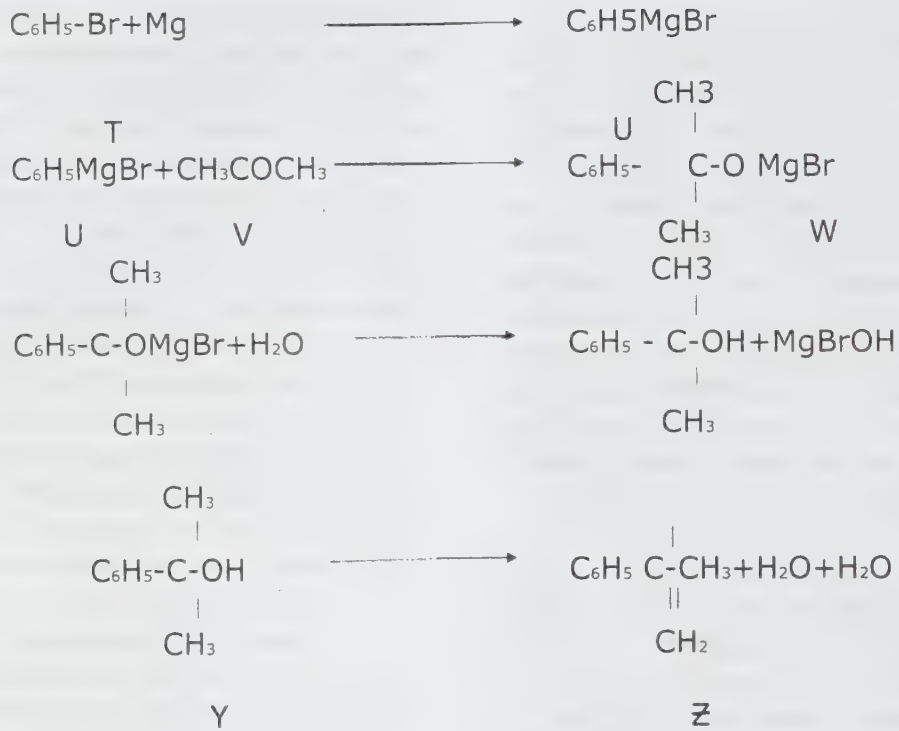
மூலப்பொருள் கிடைப்பு. அனைத்து தொகுப்பு முறைகளுக்கும் தேவையான அளவு சிறந்த மூலப்பொருள்களின் தேவை மிக இன்றியமையாததாகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் சில வேதித் தனிமங்கள் சாதாரண பிரித்தெடுப்பு முறைகளாலேயே எளிதாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்டு விடும். எ-டு: காற்றில் கலந்திருக்கும் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், தங்கம், வெள்ளி போன்ற உலோகங்கள் ஆகியன. ஆனால் பெரும்பாலான உலோகங்கள் கனிமங்களாகக் கலந்து கிடைக்கின்றன. எனவே தேவையான உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்க அவற்றிற்குரிய சிறப்பான பிரித்தெடுப்பு முறைகளையே கையாள வேண்டும்.

தற்போது முன்பு போல் அல்லாது நிலக்கரியைவிட பெட்ரோலியமே பெரும்பாலான கரிமப்பொருள்களின் மூலப்பொருளாக அமைந்துள்ளது. பெட்ரோலியத்தில் பெருமளவில் நீள்தொடர் அல்கேன்களும் (மெத்தேன், எத்தேன், புரோப்பேன் போன்றவை), சிறிதளவு வளைய

அல்கேன்களுடனும், பென்சீன் போன்ற அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களும் கலந்துள்ளன. ஆனால் இந்த ஹைட்ரோகார்பன்களின் கலப்பு வீதம் ஒவ்வொரு எண்ணெய் வயலுக்கும் வேறுபடும். இந்த ஹைட்ரோகார்பன்களை பின்னர்க் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுக்கலாம். ஏனெனில் இவற்றின் கொதிநிலைகள் வேறுபட்டுள்ளன. இதிலிருந்து விளையும் சேர்மங்களிலிருந்து பிற கரிமச்சேர்மங்கள் வேதித் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எ-டு: 16-20 கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட சேர்மங்களை நுண்பொடி சிலிக்கா மற்றும் அலுமினியம் ஆக்சைடு கலந்த கலவையை வினையூக்கியின் மேல் செலுத்தி 450-500°C வெப்பப்படுத்தினால் ஒலிஃபீன்கள் எனப்படும் சிறுசிறு சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன. இதற்கு வினையூக்கப் பிளவுவினை என்று பெயர்.

தொகுப்பு முறையைத் திட்டமிடல்.

சாதாரணமாக படி தொகுப்புக்குத் தேவையான மூலப்பொருளை வருவிக்க இறுதியிலிருந்து முதல் படிக்கு வினை வழி வகைகளைத் திட்டமிடல் வழக்கத்தில் இருப்பதாகும். எ-டு: நமக்குத் தேவையான சேர்மம் எனும் ஒலிஃபீன் எனில் இதன் மூலப்பொருளாக ஆல்கஹால் அமையலாம். ஏனெனில் ஆல்கஹாலிலுள்ள நீரை வெளியேற்றினால் ஒலிஃபீன்கள் உண்டாகின்றன. ஆல்கஹாலைப் பெறுவதற்கு ஒருமுறை கார்போனைல் தொகுதி கொண்ட சேர்மத்துடன் கிரிக்கனார்டு வினைப்பொருளை வினைபுரியச் செய்வதாகும். இந்த எடுத்துக்காட்டு வினையின் சரியான வினைப்பொருளாக U+V இருக்கலாம். இதில் U என்பது கிரிக்கனார்டு வினைப்பொருளாகும். இது T என்ற சேர்மத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. V மற்றும் T போன்ற சேர்மங்கள் பெரும்பாலான ஆய்வகங்களில் எளிதில் கிடைப்பதால் Z எனும் பொருளை தொகுக்க பின்வரும் வழிமுறை இருப்பதைக் காணலாம்.



மூன்றாவது ஆய்வகத்தில் இவ்வினை வழிமுறைகளை நிகழ்த்த முடியுமா என்பதாகும். எ-டு: சில வகை வினைகளுக்கு மிகுதியான அழுத்தம் தேவைப்படும்; தேவையான கருவிகள் எளிதில் கிடைக்காமல் இருக்கலாம். கதிரியக்க வினைப்பொருள்களைப்போல சில சமயங்களில் பெரும் சேதத்தை விளைவிக்கும் வழிமுறைகளாக இருக்கலாம். எனவே இவற்றிற்கென சிறப்பான வசதிகள் கொண்ட ஆய்வகங்கள் தேவைப்படும்.

தேவையான விளைபொருள் சிக்கலுடையதாக இருப்பின் அதனைத் தொகுக்கத் தகுந்த வினைவழிமுறைகளும் சிக்கலானதாகவே அமையும். மேலும் தேவையான விளைபொருளை உண்டாக்கத் தகுதியான வினைப்பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பதும் மிகவும் கடினமான பணியாக அமைந்துவிடும். எ-டு: ஸ்டிராய்டு வகையைச் சேர்ந்த கொலஸ்ட்ரால், ஸ்ட்ரிக்னைல் அல்கலாய்டு, குளோரோஃபில் எனும் தாவர நிறமியம் ஆகிய சிக்கலான அமைப்புகளைச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கப் பல்லாண்டுகள் கடுமையான ஆராய்ச்சி தேவைப்பட்டது. தேவையான சேர்மத்தைத் தயாரிக்கும்போது தொகுப்பு முறையில் ஏற்படும் தோல்வி சில சமயங்களில் பயன்மிக்கதாகக்கூட இருக்கலாம். ஏனெனில் வேறுபொருள் உருவாக்க இவ்வினை வழிமுறைகள் உரிய முறையாக அமையலாம்.

வினைபடு பொருளில் வினை நிகழ் இட பாதுகாப்பு. ஒரு சேர்மத்துடன் தேவையான வினைப்பொருள் வினைநிகழ்த்தும்போது அச்சேர்மத்தின் குறிப்பிட்ட வினை நிகழுமிடமல்லாத வேறு ஓர் இடத்திலோ தொகுதியிலோ தாக்கம் ஏற்படலாம். எனவே சில வேளைகளில் இந்த உடனடி வினை நிகழுமிடங்களைத் தற்காலிகமாக வேறு காரணிகளால் தடுத்து உரிய விளைபொருள் உண்டாக வினைவழிமுறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும். இந்தப் பாதுகாப்பு வினையில் முதலில் உடனடியாக வினைநிகழ்த்தும் தொகுதியை வேறு காரணி கொண்டு அதன் பெறுதியாக மாற்றி பின்னர் உரிய வினைப்பொருளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இறுதியாக மற்றொரு வினையைப் பயன்படுத்திப் பாதுகாப்பாகத் தடுக்கப்பட்ட வினை

நிகழுமிடத்தையும் அல்லது தொகுதியையும் மீண்டும் அவற்றின் பழைய நிலைக்கே கொண்டு வர வேண்டும்.

வினை விரைவு வேகத்தை மாற்றும் காரணிகள். சில வினைகள்⁴ அறை வெப்பநிலையிலேயே வினைப்பொருள்களைக் கலந்தவுடன் நிகழும். கனிம உப்புக்களிடையே நிகழும் இவ்வினைகளை இதற்குச் சான்றாகக் கூறலாம். எ-டு: நீரிய வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலை சோடியம் குளோரைடுடன் கலந்தவுடனேயே வெள்ளிக் குளோரைடு வீழ்படிவாகப் படிக்கிறது. இதற்குக் காரணம் இந்தச் சேர்மங்கள் அயனிகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வயனிகள் நீரியக் கரைசலில் அங்குமிங்குமாக அலைந்து ஒன்றோடொன்று மோதுகின்றன. வெள்ளி அயனியும் குளோரைடு அயனியும் மோதி இதனால் அவற்றின் மின்சுமை நடுநிலையாவதால் வீழ்படிவாகப் படிக்கிறது. இதற்குக் காரணம் வெள்ளிக் குளோரைடு நீரில் கரையாததுதான்.

இதற்கு மாறாக சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்கள் அறை வெப்பநிலையில் மெதுவாகவே வினைபுரிகின்றன. இதற்குக் காரணம் வினைநிகழ ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பிணைப்புகள் முறிய வேண்டும்; இம்முறிதலுக்குத் தகுந்த ஆற்றல் வேண்டும். இவ்வகை வினைகளுக்குத் தேவையான ஆற்றல் வெப்பத்தின் வழி அளிக்கப்படுகிறது. இது கட்டிலன் ஒளியாகவோ புற ஊதாக் கதிர் ஒளியாகவோ இருக்கலாம். அயோடொமெத்தேன் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்பட்டு மெத்தனாலும், சோடியம் அயோடைடும் உண்டாவதை இதற்குச் சான்றாகக் கூறலாம். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு அயனிச் சேர்மம் ஆகும். இதில் Na^+, OH^- அயனிகள் உள்ளன. அயோடொமெத்தேனுடன் இதன் வினை OH^- அயனியிலிருக்கும் ஆக்சிஜன் அணுவுக்கும் CH_3I இதிலுள்ள கார்பன் அணுவுக்கும் இடையில் ஒரு பிணைப்பு உண்டாவதையும் அதே நேரத்தில் C-I பிணைப்பு முறிவடைவதையும் குறிக்கிறது. C-I பிணைப்பின் ஈர் எலெக்ட்ரான்களும் அயோடின் அணுவுடனேயே இருந்து விடுகின்றன. இதனால் அது அயோடைடு அயனியாகிறது.

இவ்வினை நிகழ முதலில் OH^- அயனிக்கும் CH_3I க்கும் இடையில் மோதல் நிகழவேண்டும்.

மேலும் இதற்கு வினைப்படு மூலக்கூறுகளும் தகுந்த இயக்க ஆற்றலைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் கரிமப் பிணைப்பு முறியும். அறைவெப்பநிலையில் குறைந்த அளவு மூலக்கூறுகள் இத்தகைய ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது மிகுதியான எண்ணிக்கையிலான மூலக்கூறுகள், இவ்வாற்றலைப் பெறுகின்றன. இந்த முக்கிய ஆற்றல்-கிளர்வுறு ஆற்றல் ஒவ்வொரு வினைக்கும் மாறிமாறி அமைகிறது. எனவே அவற்றின் வெப்பநிலை பாதிப்பும் மாற்றமடைகிறது. ஆனால் குறிப்பாக ஒவ்வொரு 10°C வெப்பநிலை உயர்வுக்கும் வினைவிரைவு (reaction rate) இருமடங்காக அதிகரிப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

வினைப்படு பொருள்களின் இயல்புநிலையும் கருத்தில் கொள்ளத்தக்கதாகும். இரண்டு திண்ம வினைப்பொருள்களை கலக்கும்போது வினை அவ்வளவு விரைவாக நிகழ்வதில்லை. ஏனெனில் அவை ஒன்றோடொன்று சேரும்போது வினைப்பொருள்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்குள் ஊடுருவுவதும் மோதிக் கொள்வதும் மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. எனவே வினை மிக மெதுவாகவே நிகழ்கிறது. ஆனால் வளிமங்களிலும், நீர்மங்களிலும் மூலக்கூறுகள் நொடிக்கு பல மில்லியன்கள் அல்லது பில்லியன்கள் வீதத்தில் ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொள்கின்றன. எனவே சாதாரணமாக ஒரு திண்ம வினைப்பொருள் வெப்பப்படுத்தப்பட்டு நீர்ம நிலைக்கு கொண்டு வரப்படுகின்றன. இவற்றின் உருகுநிலைகள் மிக அதிகமாக இருந்தால் அவை தகுந்த கரைப்பானில் கரைக்கப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் உத்தியான வினைப்படு பொருள்களை நீர் அல்லது பென்சீன் போன்ற கரைப்பானில் கரைத்து, பின்னர் அக்கரைசலை அதன் கொதிநிலையில் வெப்பப் படுத்துவதாகும். வளிமநிலைமைகளில் நடைபெறும் வினைகளை வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டில் நிகழ்த்தலாம். எ-டு: அம்மோனியா தயாரிப்பில் பயன்படும் ஹேபர் வழிமுறையில் நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் வளிமக் கலவை 300 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் ஏறத்தாழ 500°C வெப்ப நிலையில் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது.

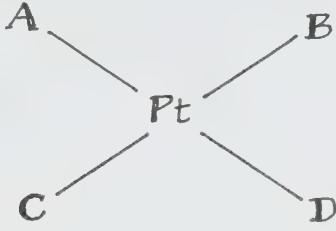
வினையூக்கம். பெரும்பாலான வினைகள்

உயர் வெப்பநிலைகளிலும் மெதுவாகவே நிகழ்கின்றன. இவற்றின் வினைவேகங்களை மிக அதிகமாக வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்தி விரைவுபடுத்தலாம். வினையூக்கிகளை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். இவை ஒருபடித்தானவை, பலபடித்தானவை என்பன. முதலாவது வகையைச் சேர்ந்த திண்ம வினையூக்கிகள் வினைப்படுபொருள்களின் கரைசல் ஊடகத்தில் மிதந்துகொண்டு இருக்கும் அல்லது திண்மங்கள் வினையூக்கிகளின்மேல் வளிம வினைப்பொருள்கள் செலுத்தப்படும். இரண்டாவது வகையானவை வினை ஊடகத்தில் கரையும் தன்மையுடையவை.

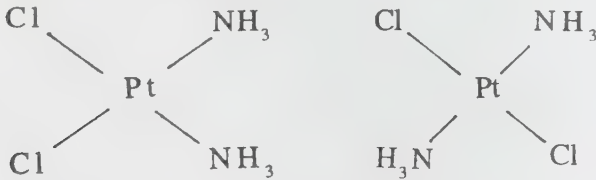
பலப்படித்தான வினையூக்கத்தைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம். இதில் பொதுவாக உலோகங்களே பயன்படுகின்றன. வினை ஊடகத்தில் தொங்கிக்கொண்டிருக்கும் உலோகத் துகள்களின் பரப்பின் மீது வினைப்பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் ஒட்டிக்கொள்வதால் அவற்றின் உட்பிணைப்புகள் ஓரளவு ஆற்றல் குறைகின்றன. இதனால் வினை விரைவு அதிகமாகிறது. ஆனால் ஒருபடித்தான வினையூக்கிகள் வினைகளில் பங்குகொண்டு அவற்றை விரைவுபடுத்தினாலும் இறுதியில் அவ்வினையூக்கிகளை தனியாகப் பிரித்தெடுத்துவிடலாம். கரிம வினைகளுக்கு உலோகச் சேர்மங்கள் சிறப்பான வினையூக்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன. இந்த வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்தி வெற்றிகரமாக வினைகளைச் செயல்படுத்துவதில் இடைநிலைப்பொருள் உருவாதல் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

கிளர்வுறல். வினையூக்கத்திற்குத் தொடர்புடையது கிளர்வுறல் ஆகும். சேர்மத்திலிருக்கும் ஏதாவது ஒரு தொகுதியை சிறிது மாற்றம் அடையச் செய்வதால் கிளர்வுறல் நிகழ்கிறது. பிளாட்டின அணைவுச் சேர்மங்கள் ஈடுபடும் பெரும்பாலான வினைகளில் இவ்வகை கிளர்வுறல் நிகழ்கிறது. எனவே இது குறித்து அறிந்துகொள்வது தேவையாகிறது. பிளாட்டின உப்புகளில் பிளாட்டினம் Pt²⁺ அயனியாக உள்ளது. இவ்வயனி பொதுவாக நான்கு மூலக்கூறுகள் அல்லது அயனிகளுடன் இணைந்துள்ளன. இந்த வேறுபட்ட அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள் பிளாட்டினம் மையமாகவும் அதனைச்

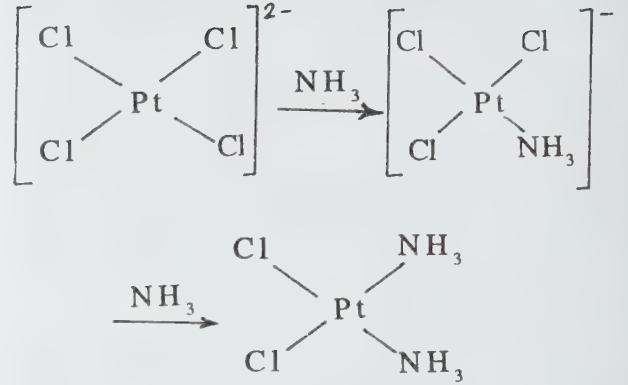
சுற்றி நான்கு மூலககளிலும் ஒவ்வொன்றாக அமைகின்றன. இதனைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.



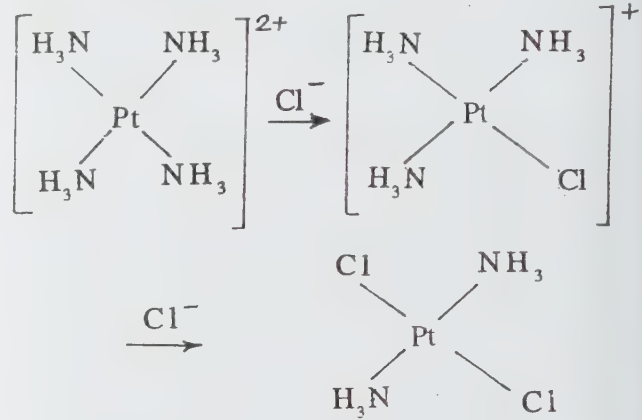
இந்த அணைவில் இருக்கும் ஏதாவது ஒரு தொகுதியின் எளிதிலான விலக்கம், எ-டு: A. இதன் எதிர்ப்புறமாக அமைந்திருக்கும் D தொகுதியையே பெரிதும் சார்ந்துள்ளது. இதன் பக்கத்தில் அமைந்திருக்கும் B அல்லது C ஐ அவ்வளவாக சார்ந்திருப்பதில்லை. தொகுதி D இன் நிலை டிரான்ஸ் (எதிர்) எனப்படும். இந்த டிரான்ஸ் விளைவு தொகுப்பு முறைகளில் பயன்படுகிறது. எ-டு: $PtCl_2(NH_3)_2$ சேர்மத்தின் இரண்டு முப்பரிமாண மாற்றியங்களைக் குறிப்பிடலாம்.



இவ்வணைவுச் சேர்மங்கள் தயாரிப்பில் பின்வரும் டிரான்ஸ் விளைவு உத்திகையாளப்படுகிறது. குளோரைடு அயனி அம்மோனியாவை விட மிகையான அளவில் டிரான்ஸ் விளைவை வெளிப்படுத்துகிறது. அதாவது குளோரைடு அயனிக்கு எதிராக அமைந்திருக்கும் தொகுதி அம்மோனியா தொகுதிக்கு எதிராக அமைந்திருக்கும் தொகுதியைவிட எளிதில் விலக்கப்படுகிறது. எனவே, $PtCl_4^{2-}$ அயனி அதைவிட இருமடங்கு அளவிலான அம்மோனியாவுடன் ஈடுபடுத்தப்படுகிறது. இதனால் அம்மோனியாவில் இரண்டாம் மூலக்கூறு முதலாம் மூலக்கூறை அடுத்த நிலையிலான இடத்தை எடுத்துக் கொள்வதால் 'சிஸ்' முப்பரிமாண மாற்றியம் உருவாக ஏதுவாகிறது.



ஆனால் $Pt(NH_3)_4^{2+}$ அணைவு அயனியின் குளோரைடுனான வினை 'டிரான்ஸ்' முப்பரிமாண மாற்று உருவாகக் காரணமாக அமைகிறது.



வினைபொருள்களைப் பிரித்தெடுத்தலும், தூய்மையாக்கலும். தொகுப்பு முறையால் விளையும் வினைபொருள்களில் சாதாரணமாக வினைப்படு பொருள்கள், துணைப்பொருள்கள், ஓரளவு விளையுறாத மூலப்பொருள்கள் ஆகியன கலந்து தூய்மையற்றதாக இருக்கக்கூடும். எனவே மேற்குறிப்பிட்ட பொருள்களை தகுந்த முறைகளால் அகற்றி தூய்மையான பொருள்களைப் பெறவேண்டும். பல வினைப்படிகள் கொண்ட தொகுப்புமுறையில் ஒவ்வொரு வினைப்படியின் இறுதியில் விளையும் அடுத்த வினைப்படிக்கு முன்னர் பொருள்களை அவ்வப்போது தூய்மையாக்க வேண்டும். பிரித்தெடுத்தலுக்கும், தூய்மைப் படுத்தலுக்கும் பல்வேறு வழிமுறைகள் உள்ளன.

செயற்கைத் தொகுப்பு முறைகளில் நவீன முன்னேற்றங்கள். தற்கால செயற்கைத் தொகுப்பு முறையில் புதுப்புது நவீன உத்திகளும் வழி முறைகளும் தேவைக்கேற்ப கண்டுபிடிக்கப்பட்டு பயனில் இருந்து வருகின்றன. இவற்றுள் இரண்டு முக்கிய முன்னேற்றங்கள் சிறப்பானவைகளாக அமைந்துள்ளன.

முதலாவதாக, கணிப்பொறியைப் பயன்படுத்தி செயற்கைத் தொகுப்பு முறைகளைத் தரமாக திட்டமிடுவதும், வழிநடத்துவதும் முக்கியப் பங்கேற்கிறது. கணிப்பொறிக்கு வழங்கப்படும் ஆணைத் தொடர்களில் குறிப்பிட்ட தொகுதிகளை வேறுவிதமாக மாற்ற உதவும் பல்வேறு வழிமுறைகளும், வெவ்வேறு அமைப்பு விளைபொருள்களுக்கும் உகந்தத் தனித்தனியான வினைப்படி முறைகளும் அடங்கும்.

இரண்டாவதாக, பாலிபெப்டைடுகள் போன்ற சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதில் உள்ள நடைமுறை சாத்தியக் கூறுகளை விளக்குவது முக்கியமானதாகும். பாலிபெப்டைடுகள் மற்றும் புரதங்கள் என்பன உயிர்ப் பொருள்களில் காணப்படும் பல்லுறுப்பிகள் ஆகும். இவற்றை அமினோ அமிலங்களிலிருந்து தயாரிக்கலாம். ஆனால் இவற்றை ஆய்வுக்கூடத்தில் தயாரிப்பதில் சிக்கல்கள் உள்ளன. முதலாவதாக அமினோ அமில மூலக்கூறுகள் எளிதில் வினைபுரிவதில்லை. எனவே பல்லுறுப்பாக்கம் நிகழ ஓர் அமினோ அமில மூலக்கூறிலிருக்கும் கார்பாக்சிலிக் அமிலத் தொகுதியை அடுத்த அமினோ அமில மூலக்கூறிலிருக்கும் அமினோ தொகுதியுடன் எளிதில் வினைபுரியும் வண்ணம் மாற்றியமைக்க வேண்டும்.

இரண்டாவதாக மாற்றியமைக்கப்பட்ட (கிளர்வூட்டப்பட்ட) தொகுதி இரண்டாம் அமினோ அமிலத் தொகுதியில் உள்ளதுபோன்ற அமினோ தொகுதியுடன் வினை நிகழ்த்தலாம். இந்தச் சிக்கலைத் தவிர்க்க முதல் அமினோ அமிலத்தில் இருக்கும் அமினோ தொகுதியை தகுந்த வினைப்பொருளைப் பயன்படுத்தி பாதுகாக்க வேண்டும். தொடர்ச்சியாக இவ்வினை பின்வருமாறு நிகழ்வதாகக் கொள்ளலாம். ஓர் அமினோ அமிலத் தொகுதியில் இருக்கும்

அமினோ தொகுதியை 'பாதுகாத்து' அதன் மறுமுனையிலிருக்கும் கார்பாக்சிலிக் அமிலத் தொகுதியை கிளர்வூட்டி அத்தொகுதியுடன் இரண்டாம் அமினோ அமிலம் வினையுறச் செய்ய வேண்டும். பின்னர் பாதுகாக்கப்பட்ட தொகுதியை விடுவித்து மூன்றாம் அமினோ அமிலத் தொகுதியிலிருக்கும் அமினோ தொகுதியை பாதுகாத்து அதன் கார்பாக்சிலிக் அமிலத் தொகுதியை கிளர்வூட்டி வேறொரு அமினோ அமிலம் வினையுறச் செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு தொடர்ந்து நிகழ்கிறது.

த.தெய்வீகன்

வேதிப் பிணைத்தல்

ஒரு மூலக்கூறில் ஈர் அணுக்களுக்கிடையே உள்ள கவர்ச்சி வேதிப்பிணைப்பு எனப்படுகிறது. ௭-௮: நீர் மூலக்கூறில் இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவுடன் பிணைந்துள்ளன. பிணைநிலை பிணையாத நிலையைவிட அதிக நிலைப்பண்பு ஆற்றலைக் (potential energy) கொண்டு உள்ளது. ஆகவே பிணைநிலை பிணையாத நிலையைவிட அதிக நிலையானது. ஈர் அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கும்போது அந்த அமைப்பின் நிலைப்பண்பு ஆற்றல் குறைந்தால் வேதிப்பிணைப்பு உண்டாகிறது. மந்த வளிமங்களில் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு நிலையானது. வேதிச் சேர்க்கையின்போது ஒவ்வொரு தனிம அணுவும் மந்தவளிமத்தின் புறக்கட்டு எலெக்ட்ரான் அமைப்பை பெற விழைகின்றது. ஈர் அணுக்கள் தங்கள் புறக்கூட்டு எலெக்ட்ரான்களை தங்களுக்குள் பங்கிட்டுக் கொள்வதன் மூலமோ அல்லது ஒன்று மற்றொன்றுக்கு மாற்றுவதன் மூலமோ மந்த வளிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை பெறுகின்றன.

எனவே, வேதிப்பிணைப்பை கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கலாம். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்கள், மந்த வளிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை பெறுவதற்காக, தங்கள் புறக்கூட்டு எலெக்ட்ரான்களை தங்களுக்குள் பகிர்ந்து

கொள்வதாலோ ஓர் அணு தன்னுடைய புறக்கூட்டு எலெக்ட்ரான்களை மற்றொரு அணுவிற்கு மாற்றுவதாலோ உண்டாகும் பிணைப்பு வேதிப் பிணைப்பு எனப்படும்.

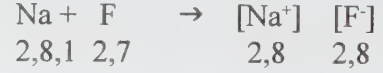
ஈர் அணுக்களில் ஒன்று தன்னுடைய வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை மற்றொரு அணுவிற்கு மாற்றுவதால் உண்டாகும் பிணைப்பு, அயனிப் பிணைப்பு அல்லது மின்வலுப்பிணைப்பு (electrovalent bond or ionic bond) எனப்படுகிறது. ஈர் அணுக்கள் தங்கள் வெளிப்புறக்கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை தங்களுக்குள் பகிர்ந்து கொள்வதால் சகபிணைப்பு அல்லது சமவலுப்பிணைப்பு (covalent bond) உண்டாகிறது.

அயனிப் பிணைப்பு. மந்த வளிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை பெறுவதற்காக ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள ஓர் அணு தன்னுடைய வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை மற்றொரு அணுவிற்கு மாற்றுவதால் உண்டாகும் பிணைப்பு அயனிப் பிணைப்பு எனப்படுகிறது.

எலெக்ட்ரான்களை வழங்கும் அணு நேர்மின் சுமையைப் பெறுகிறது. அது நேர்மின் அயனி (cation) என அழைக்கப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான்களை வாங்கும் அணு எதிர்மின்சுமையைப் பெறுகிறது. அது எதிர்மின் அயனி (anion) எனப்படுகிறது. ஈர் அணுக்களும் எதிரான மின்சுமையைப் பெறுகின்றன. ஆகவே, ஈர் எதிரான மின்சுமையுள்ள அணுக்களுக்கிடையேயான நிலைமின் கவர்ச்சி (electrostatic attraction) அயனிப் பிணைப்பு எனப்படுகிறது. ஈர் அணுக்களுக்கிடையேயான நிலைமின் கவர்ச்சி நிலைப்பண்பு ஆற்றலைக் குறைப்பதால் வேதிப் பிணைப்பு உண்டாகிறது.

சோடியம் ஃபுளோரைடு (NaF) என்ற சேர்மம் உண்டாவதைக் கீழ்க்காணுமாறு விளக்கலாம். சோடியம் அணுவின் வெளிப்புறக்கூட்டில் ஓர் எலெக்ட்ரான் உள்ளது (2, 8, 1). ஃபுளோரின் அணுவின் வெளிப்புறக்கூட்டில் ஏழு எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன (2, 7). சோடியமும் ஃபுளோரினும் சேரும்போது சோடியத்தின் ஓர் எலெக்ட்ரான் ஃபுளோரினுக்கு

மாற்றப்படுகிறது. இதனால் சோடியமும் ஃபுளோரினும் நியான் என்கிற மந்தவளிமத்தின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பான 2, 8ஐ அடைகின்றன. இப்போது சோடியத்தைச் சுற்றி பத்து எதிர்மின் எலெக்ட்ரான்கள் இருக்கின்றன. உட்கருவின் மின்சுமையோ பதினோரு நேர்மின் சுமைக்குச் சமம். ஆகையால் ஒரு நேர்மின்சுமை எஞ்சியுள்ளது. அதாவது சோடியம் ஒரு நேர்மின் அயனியாகிவிட்டது. இதுபோலவே ஃபுளோரினில் உட்கருவைச் சுற்றியிருக்கும் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை ஒன்று அதிகமாகி ஃபுளோரினில் ஓர் எதிர்மின் திறன் கொண்ட எதிர்மின் அயனியாகிவிட்டது. இவ்விரண்டு எதிரான மின்சுமைகளைக் கொண்ட அயனிகளும் நிலைமின் கவர்ச்சியால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.



மேலே உள்ள சமன்பாட்டில் ஒவ்வொரு புள்ளியும் அவ்வணுவின் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானைக் குறிக்கிறது.

ஒவ்வொரு அயனியும் ஒரு மின்சுமையைக் கொண்டுள்ளது. இது ஒரு மின்புலத்தால் சூழப்பட்டுள்ளது. இம்மின்புலம் சமச்சீரானது (uniform). எனவே அயனிப் பிணைப்பு திசையளவில்லாதது (non directional). பின்வரும் காரணிகளால் அயனிப் பிணைப்பு எளிதில் ஏற்படுகிறது.

1. உலோகத்தின் அயனியாதல் ஆற்றல் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.
2. அலோகத்தின் எலெக்ட்ரான் கவர்ச்சி (electron affinity) அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.
3. அயனிச் சேர்மத்தின் கூட்டு அமைப்பு ஆற்றல் (lattice energy) அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

தனிம அட்டவணையில் இடது பக்கத்தில் உள்ள தனிமங்கள் குறைவான அயனியாதல்

ஆற்றலையும், வலப் பக்கத்தில் உள்ள தனிமங்கள் அதிகமான அயனியாதல் ஆற்றலையும் கொண்டுள்ளன. ஆகவே தனிம அட்டவணையின் இடப் பக்கத்தில் உள்ள தனிமங்களும் (உலோகங்கள்) வலப் பக்கத்தில் உள்ள தனிமங்களும் (அலோகங்களும்) சேரும்போது அயனிப் பிணைப்பு உண்டாகிறது.

சகப்பிணைப்பு (covalent bond).

மந்தவளிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை பெறுதற்காக ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள ஈர் அணுக்கள் தங்கள் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை தங்களுக்குள் பகிர்ந்துகொள்வதால் உண்டாகும் பிணைப்பு சகப்பிணைப்பு எனப்படுகிறது.

ஈர் அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கி வரும்போது அவைகளுக்குள் ஈர்ப்பு விசையும், விலக்கு விசையும் உண்டாகின்றன. ஓர் அணுவின் உட்கருவிற்கும் மற்றொரு அணுவின் எலெக்ட்ரானுக்குமிடையே ஈர்ப்பு விசை உண்டாகிறது. ஈர் அணுக்களின் உட்கருக்களுக்கும், எலெக்ட்ரான்களுக்குமிடையே விலக்கு விசை உண்டாகிறது. மொத்தத்தில் ஈர்ப்புவிசை அதிகமாக இருந்தால் அவ்வமைப்பின் நிலை ஆற்றல் குறைகிறது. இதனால் வேதிப்பிணைப்பு உண்டாகிறது. விலக்கு விசை அதிகமாக இருந்தால் அவ்வமைப்பின் நிலை ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. இதனால் வேதிப்பிணைப்பு உண்டாவதில்லை.

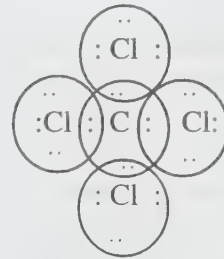
ஃபுளோரின் மூலக்கூறில் இரு ஃபுளோரின் அணுக்களுக்கிடையேயான சகப்பிணைப்பை கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கலாம். ஃபுளோரின் அணுவின் வெளிச்சுற்று பாதையில் ஏழு எலெக்ட்ரான்கள் (2, 8, 7) இருக்கின்றன. இவ்வணு மற்றொர் எலெக்ட்ரானைப் பெற்று 2, 8, 8 என்ற அமைப்பை பெற முயல்கிறது. இதே போன்று ஃபுளோரின் மற்றொரு அணுவும் ஓர் எலெக்ட்ரானை ஏற்க முயல்கிறது. இதன் விளைவாக ஃபுளோரின் ஒவ்வொரு அணுவும் வெளிச்சுற்றுப் பாதையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களில் ஒவ்வொன்றை இரண்டுக்கும் பொதுவாக்கிக் கொண்டு நிறையை அடைகின்றன. இரண்டு அணுக்களுக்கும் பொதுவாக அமைந்த இந்த இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் எலெக்ட்ரான் இரட்டை (electron pair) எனப்படுகிறது.

எலெக்ட்ரான் இரட்டை ஒவ்வொன்றும் ஒரு சகப்பிணைப்பை உண்டாக்குகிறது.



ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரான் இரட்டையிலும் ஓர் எலெக்ட்ரானின் சுழற்சி மற்றொர் எலெக்ட்ரானின் சுழற்சிக்கு எதிர்புறத்தில் இருக்க வேண்டும். இரண்டும் ஒருபுறத்தில் இருந்தால் அந்தப் பிணைப்பு நிலையற்றதாக இருக்கும் என்பதை அலை இயக்கவியல் (wave mechanics) மூலமாக விளக்கலாம். ஒரு தனிம அணுவின் சகப்பிணைப்புத்திறன் என்பது அந்த அணு எத்தனை எலெக்ட்ரான்களைப் பொதுப் பங்கீட்டிற்கு அளித்து எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் உருவாகக் காரணம் ஆகிறது என்பதாகும். எ-டு: கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு என்ற கரிமச்சேர்மம் உருவாக கார்பன் அணு தன் நான்கு எலெக்ட்ரான்களையும், நான்கு குளோரின் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியே ஓர் எலெக்ட்ரானையும் பங்கிட்டுக் கொண்டு இணைப்புறுகின்றன.

இத்தகைய பங்கீட்டினால் கார்பன், குளோரின் ஆகியவற்றின் வெளிச்சுற்றுப் பாதைகள் எட்டு எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டு நிறைவடைகின்றன. எனவே, கார்பனின் சகப்பிணைப்புத்திறன் நான்காகும்; குளோரின் சகப்பிணைப்புத்திறன் ஒன்றாகும்.



சகப்பிணைப்புச் சேர்மங்களில் ஒவ்வொரு அணுவைச் சுற்றிலும் எட்டு எலெக்ட்ரான்கள் இருக்கின்றன. ஹைட்ரஜனைச் சுற்றி மட்டும் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் இருக்கும். ஓர் எலெக்ட்ரான் இரட்டையை இரண்டு அணுக்கள் பங்கிட்டுக் கொள்ளும் போது ஒற்றை பிணைப்பு (single bond)

உண்டாகிறது. இரண்டு எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை இரண்டு அணுக்கள் பங்கிட்டுக் கொள்ளும்போது இரட்டைப் பிணைப்பு (double bond) உண்டாகிறது. மூன்று எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஈர் அணுக்கள் பங்கிட்டுக் கொள்வதால் உண்டாகும் பிணைப்பு முப்பிணைப்பு (triple bond) எனப்படுகிறது.



இரட்டைப் பிணைப்பு
அல்லது $\text{O} = \text{C} = \text{O}$ (கார்பன் டை ஆக்சைடு)



முப்பிணைப்பு



அல்லது
 $\text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H}$

ஒரு சேர்மத்தில் சக பிணைப்பு இருப்பின் அப்பிணைப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்திலிருக்கும் (directional). இப்பிணைப்பு அணுக்களின் வெளிச்சுற்றுப் பாதைகள் இனக்கலப்பு (hybridisation) அடைவதால் ஏற்படுகிறது. இனக்கலப்பு d^2sp^3 ஆக இருந்தால் மூலக்கூறு நான்முகி வடிவத்தைப் பெறுகின்றன.

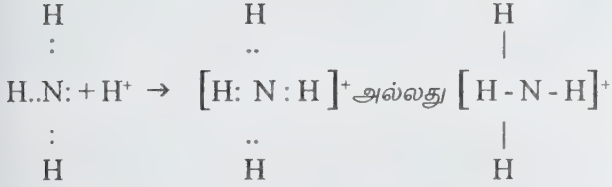
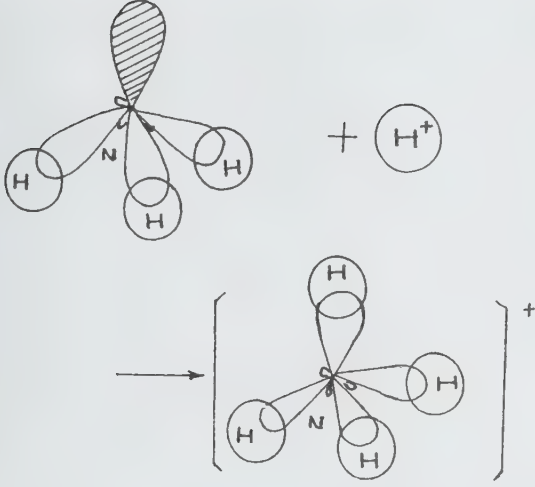
ஈதல் பிணைப்பு (coordinate covalent or coordinate or dative bond). இவ்வகைப் பிணைப்பிற்கு வேண்டிய ஈர் எலெக்ட்ரான்களையும் ஓர் அணுவே வழங்குகின்றது. மற்றோர் அணு பிணைக்கப் பட்டிருந்தாலும் தனது இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்களைப் பிணைப்பிற்கு உட்படுத்துவதில்லை. அருகில் இருப்பதோடு சரி. எலெக்ட்ரான்களை வழங்கும் அணு வழங்கி (donor) என்றும் எலெக்ட்ரான்களை ஏற்றுக்கொள்ளும் அணு ஏற்பி (acceptor) என்றும் வழங்கப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான்களை இழந்த அணுவிற்கும் எலெக்ட்ரான்களை பெற்றுக் கொண்ட அணுவிற்கும் இடையே உருவாகும் பிணைப்பு ஈதல் பிணைப்பு (coordinate bond) எனப்படுகிறது. இரண்டு

எலெக்ட்ரான்கள் முழுமையாக வெளியேற்றப் படுவதால் இப்பிணைப்பு சகபிணைப்பை ஒத்திருப்பதாகக் கொள்ளலாம். எனவே இது ஈதல்-சகபிணைப்பு (coordinate covalency) என்றும் குறியிடப்படுகிறது. இது குறைமுனைப் பிணைப்பு (semipolar linkage) என்றும் வழங்கப்படுகிறது.

வழங்கியும் ஏற்பியும் தனித்து நிலைத்திருக்கும் தன்மையுடையனவாக இருந்தும் (போரான் ஹைட்ரேடும் அம்மோனியாவும்) இரண்டும் சேர்ந்து சேர்மத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இக்குறை முனைப்பிணைப்பு மிகவும் வலுவானதன்று. சுலபமாக பழைய இரு தனிச் சேர்மமாகப் பிரியக்கூடியது. இரண்டும் தனித்து இயங்கமுடியாத நிலையிலுள்ள தொகுதிகளுக்கிடையில் பிணைப்பு ஏற்படின் அக்குறைமுனைப் பிணைப்பு சாதாரண பிணைப்பைப் போலவே இருக்கும். ஆனால் இருமுனைத்திருப்புதிறன் (dipolemoment) கணிசமாக உடையதாக இருக்கும். இத்தகைய பிணைப்புள்ள சேர்மங்கள் அணைவுச் சேர்மங்கள் எனப்படுகின்றன.

அம்மோனியம் அயனி (ammonium ion- NH_4^+) உருவாவதை ஈதல் பிணைப்பிற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். அம்மோனியா மூலக்கூறில் உள்ள நைட்ரஜன் நான்கு ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றில் மூன்று ஆர்பிட்டால்கள் பிணை எலெக்ட்ரான்களையும் மற்றொன்று தனி இரட்டை (lone pair) எலெக்ட்ரான்களையும் கொண்டுள்ளது. கீழேயுள்ள படத்தில் தனி இரட்டை எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ள ஆர்பிட்டால் கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஹைட்ரஜன் அயனியிலுள்ள வெற்று ஆர்பிட்டால், நைட்ரஜனில் தனி இரட்டை எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ள ஆர்பிட்டாலுடன் இணைந்து அம்மோனியா அயனியைக் கொடுக்கிறது.

ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ், கந்தகம், போரான் முதலிய அணுக்களில் ஒன்று அல்லது இரண்டு தனி இரட்டை எலெக்ட்ரான்கள் தனித்தமைந்து ஈதல் பிணைப்பு உருவாக உதவுகின்றன. ஈதல் பிணைப்பு உருவாவது புள்ளிமுறையில் (dot method) அல்லது வழங்கி அணுவிலிருந்து ஏற்பி அணுவை நோக்கும் அம்புக்குறியாலும் குறிப்பிடப்படுகிறது.



உலோகப் பிணைப்பு (metallic bond).

உலோகங்கள் நல்ல மின் கடத்திகளாகவும், நல்ல வெப்பக் கடத்திகளாகவும் இருக்கின்றன; பளப்பளப்புள்ளவை; கம்பியாக நீட்டக்கூடியவை. தகடாகவும் அடிக்கக்கூடியவை. உலோக அணுக்கள் முகப்பு மையக் கனசதுரப் (face centered cube) படிகத்திலும் பொருள் மைய (body centered) கனச்சதுரப் படிகத்திலும், நெருக்கி அடைக்கப்பட்ட அறுகோணப் (hexagonal close packing) படிகத்திலும் படிந்திருக்கக் காணப்படுகின்றன. பொருள் மையக் கனசதுரப் படிகத்தில் ஓர் அணுவைச் சுற்றி எட்டு அணுக்கள் இருக்கின்றன. அணுக்களுக்கு இடையில் உள்ள 'கவர்ச்சி விசை வாண்டர்வால்ஸ் கவர்ச்சி விசையைவிட வலுவானது. சமவலுப் பிணைப்பிற்கு வேண்டிய எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை உலோக அணுக்களில் உள்ள இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்களைவிட அதிகம். ஆகையால் சகபிணைப்பும் உலோகங்களில் இருக்க முடியாது. இக்காரணங்களின் அடிப்படையில் உலோகங்களின் குணங்களை விவரிக்க உலோகப் பிணைப்பு எனும் புதுவகையான பிணைப்பு விவரிக்கப்படுகிறது.

லைனஸ் பாலிங் என்ற அறிவியலார் விளக்கத்தின்படி, உலோகங்களில் அணுக்கள் ஓர் எலெக்ட்ரான் பிணைப்புகளாலும் இரண்டு எலெக்ட்ரான் பிணைப்புகளாலும் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை அனேக ஆற்றல் மட்டங்களில் உடனிசைவு (resonance) புரிகின்றன. பிணைப்புகளின் எண்ணிக்கையும் மாறுபாடு அடையக்கூடியது. உலோகத்தின் உருவத்தை மாற்றினாலும் பிணைப்பின் வலிமை குன்றாது. பாலிங் கூற்றை வைத்துக்கொண்டு உலோகங்களின் படிக அமைப்பினையும் ஓர் அணுவைச் சுற்றி ஏன் எட்டு அணுக்களும், பன்னிரண்டு அணுக்களும் இருக்க வேண்டும் என்பதனையும் விளக்கலாம். ஆனால் உலோகங்களின் வெவ்வேறு வகையான கடத்துத் திறன்களை விளக்க முடியவில்லை. ஆகவே பட்டைக் கொள்கை எனும் நவீனக் கொள்கை கூறப்பட்டது.

பட்டைக்கொள்கை (band theory).

இக்கொள்கையின்படி அரிதிருக்கத்திகளின் (insulators) பண்புகளையும் விளக்கலாம்.

அணுவாக இருக்கும்போது உட்கருவைச் சுற்றி வெளி எலெக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட கூடுகளில் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டிற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் உண்டு. உலோக அணுக்கள் படிகத்தின் அமைப்பில் இருக்கும்போது எலெக்ட்ரான்களில் ஆற்றல் மட்டம் சரிவரக் குறிப்பிடமுடியாத நிலையில் இருக்கிறது. கூடு அமைப்பிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களில் ஆற்றல் குறிப்பிட்ட காலத்தில் மாறுபாடு அடைகிறது. ஆகையால் இந்த ஆற்றல் மட்டங்கள் (energy levels) ஆற்றல் பட்டைகள் (energy bands) என சுட்டப்படுகின்றன. ஓர் ஆற்றல் பட்டைக்கும் அடுத்துள்ள ஆற்றல் பட்டைக்கும் இடையே பூஜ்ய ஆற்றலுள்ள நிலையுண்டு.

உலோக படிகத்தின் கீழ் ஆற்றல் பட்டையில் பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான்கள் இருக்கின்றன; அப்பட்டை நிரம்பியுள்ளது. அதிக ஆற்றலுள்ள மேல்பட்டையில் குறைந்த அளவு சுயேச்சை எலெக்ட்ரான்களே (free electrons) இருக்கும். மின் உந்து விசையை உலோக நுனியில் செலுத்தினால், கீழ் ஆற்றல் பட்டையில் எலெக்ட்ரான்கள்

நிரப்பியிருப்பதால் அவை நகர முடியாது. ஆனால் மேல் ஆற்றல் பட்டையிலுள்ள குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள எலக்ட்ரான்கள் அப்பட்டையிலேயுள்ள மேல்மட்டத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இந்நிலையில் இவ்வெலக்ட்ரான்கள் எளிதில் ஓர் அணுவிலிருந்து மற்ற அணுவிற்குச் சென்று மின்கடத்தல் பண்பைக் கொடுக்கின்றன. கீழ் ஆற்றல் பட்டையை இணைதிறன் பட்டை (valency bond) எனவும், மேல் ஆற்றல் பட்டை கடத்தும் பட்டை (conduction bond) எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு மின்கடத்தல் பண்பை விளக்கலாம்.

மேல் ஆற்றல் பட்டையில் எலக்ட்ரான்கள் முழுவதுமாக நிரம்பியிருந்தால் எலக்ட்ரான்கள் வேறு ஆற்றல் மட்டத்திற்கு நகரமுடியாது. இவ்வகையான ஆற்றல் பட்டையைப் பெற்றிருக்கும் தனிமங்கள் அரிதில் கடத்திகள் எனப்படுகின்றன. எ-டு: கார்பன், சல்ஃபர், சிலிக்கன், பாஸ்ஃபரஸ் முதலியன.

குறைமின் கடத்திகள் (semi conductor) என்பவை கடத்திகளைவிட குறைவான மின்கடத்துத் திறனைக் கொண்டவை. இவற்றில் மேல் ஆற்றல் பட்டைக்கும் அதற்குக் கீழேயுள்ள ஆற்றல் பட்டைக்கும் உள்ள ஆற்றல் இடைவெளியைவிடக் குறைவானதாக இருக்கும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து அதிகமான எலக்ட்ரான்கள் கடத்தும் பட்டைக்குச் செல்கின்றன. இதனால் கடத்துத்திறன் அதிகரிக்கிறது. வெப்பநிலை அதிகரிக்க குறைகடத்திகளின் கடத்துத்திறன் அதிகரிக்கும். ஆனால் உலோகங்களின் கடத்துத்திறன் வெப்பநிலை அதிகரிக்க குறையும்.

பி.இராமமூர்த்தி

வேதிப் பிணைப்புக் கொள்கை

ஒரே தனிமத்தின் அணுக்களோ, இருவேறு தனிமங்களின் அணுக்களோ இணைந்து புதிய மூலக்கூறுகளை உருவாக்கும் செயலை விளக்கும்

கொள்கை வேதிப் பிணைப்புக் கொள்கை எனப்படும். பெரும்பாலான வேதிவினைகளையும், வேதிப் பண்புகளையும் ஆராயவல்ல இன்றைய வேதிப் பிணைப்புக் கொள்கை இத்துறையில் முதன்முதலாக அறிவிக்கப்பட்ட இணைதிறன் என்ற கருத்திலிருந்து சிறிது சிறிதாக பரிணாம வளர்ச்சியடைந்து உருவானதாகக் கொள்ளலாம். ஹைட்ரஜன் அணுவை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட இணைதிறன் அளவையில், ஒரு தனிமத்தின் இணைதிறன் அத்தனிமத்தின் ஓர் அணு எவ்வளவு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் இணைகிறது என்பதைப் பொறுத்து தீர்மானிக்கப்படுகிறது. அணுவின் கட்டமைப்பும், எலக்ட்ரான் மண்டலங்களின் அமைப்பும், அணு எண் என்ற அடிப்படைப் பண்பும் நன்கு அறியப்பட்ட பின்பு வேதிப் பிணைப்பைப் பற்றிய வல்லுநர் கருத்துக்களில் பெரிய முன்னேற்றம் காணப்பட்டது.

இத்துறையின் வரலாறு 'எட்டெண் கூட்டம்' (octet) என்ற கருத்துடன் துவங்கியது. எலக்ட்ரான் அமைப்புக்களில் வெளிச் சுற்றில் எட்டு எலக்ட்ரான்கள் இடம்பெறும் அமைப்பே நிலைத்தன்மை மிக்கதாகக் கருதப்பட்டது. ஏனெனில், இவ்வெலக்ட்ரான் அமைப்பை உடைய வினையறு வளிமங்கள் (noble gases) மற்றத் தனிமங்களைவிட நிலைத்தன்மை கூடுதலாகவும், வினைத்திறன் குறைந்தும் காணப்பட்டன. இவ்வடிப்படையில் பிணைப்புக் கொள்கை இரு பெரும் பிரிவுகளாக உருவாகியது.

1) அயனிப் பிணைப்பு. இரு தனிம அணுக்களுள் ஒன்றின் வெளிச் சுற்றிலிருந்து மற்றொன்றின் வெளிச்சுற்றுக்கு எலக்ட்ரானை மாற்றுவதால் ஈர் அணுக்களும் எட்டெண் அமைப்பை அடைதல்.

2) சகபிணைப்பு. பல எலக்ட்ரான்களை ஓர் அணுவிலிருந்து மற்றொர் அணுவிற்கு மாற்றம் செய்வதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் அறை வெப்பநிலையிலோ, ஆய்வக அடுப்புகளின் வாயிலாகவோ பெறுவது இயலாதமையால், நான்கு எலக்ட்ரான்களை நீக்கியோ, கூட்டியோ மட்டுமே அயனிப் பிணைப்பை எய்தலாம் என்ற நிலையிலுள்ள

கார்பன் போன்ற தனிமங்களில் அணுக்கள் மற்றொரு வகைப் பிணைப்பை உருவாக்குகின்றன. இப்பிணைப்பில் ஈடுபடும் ஈர் அணுக்கள் சம எண்ணிக்கைகளில் எலெக்ட்ரான்களை ஈந்து, அவ்வாறு வெளிவரும் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை தமக்குள் பொதுப்பங்கீடாகக் கொள்கின்றன. சகபிணைப்பு எனப்படும் இவ்வகைப் பிணைப்பு ஒரே அலோகத்தின் அல்லது இருவேறு அலோகங்களின் அணுக்களுக்கிடையே தோன்றும் பிணைப்பு வகையாகும். ஓர் அணுவில் குறைந்த ஆற்றல் நிலையில் காலி எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் இருப்பின், பிணைவுறாத எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் அமையப்பெற்ற மூலக்கூறுகள், அணுக்கள் அல்லது அயனிகளிடமிருந்து எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளைப் பெற்று, காலி மண்டலங்களை நிரப்பி, பின்பு சகபிணைப்பாக மாறும் வகை ஈதல் பிணைப்பு (co-ordinate) எனப்படும்.

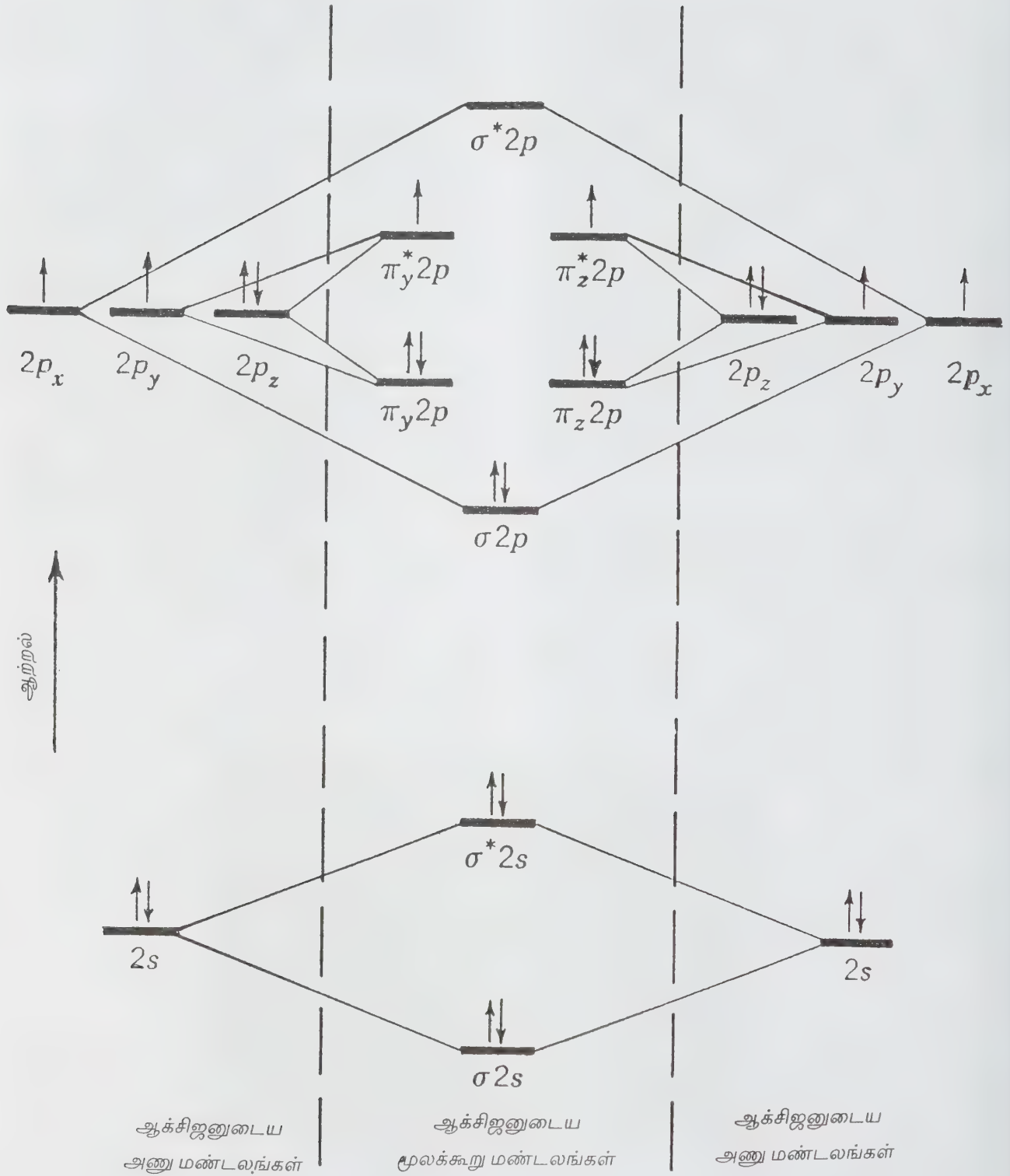
எட்டெண் அமைப்பு மட்டுமே நிலைத்தன்மை உடைத்தது என்ற கொள்கை சற்றே தளர்த்தப்பட்டது. இரண்டாவது குறுகிய (period) வரிசை தவிர்த்து மற்ற

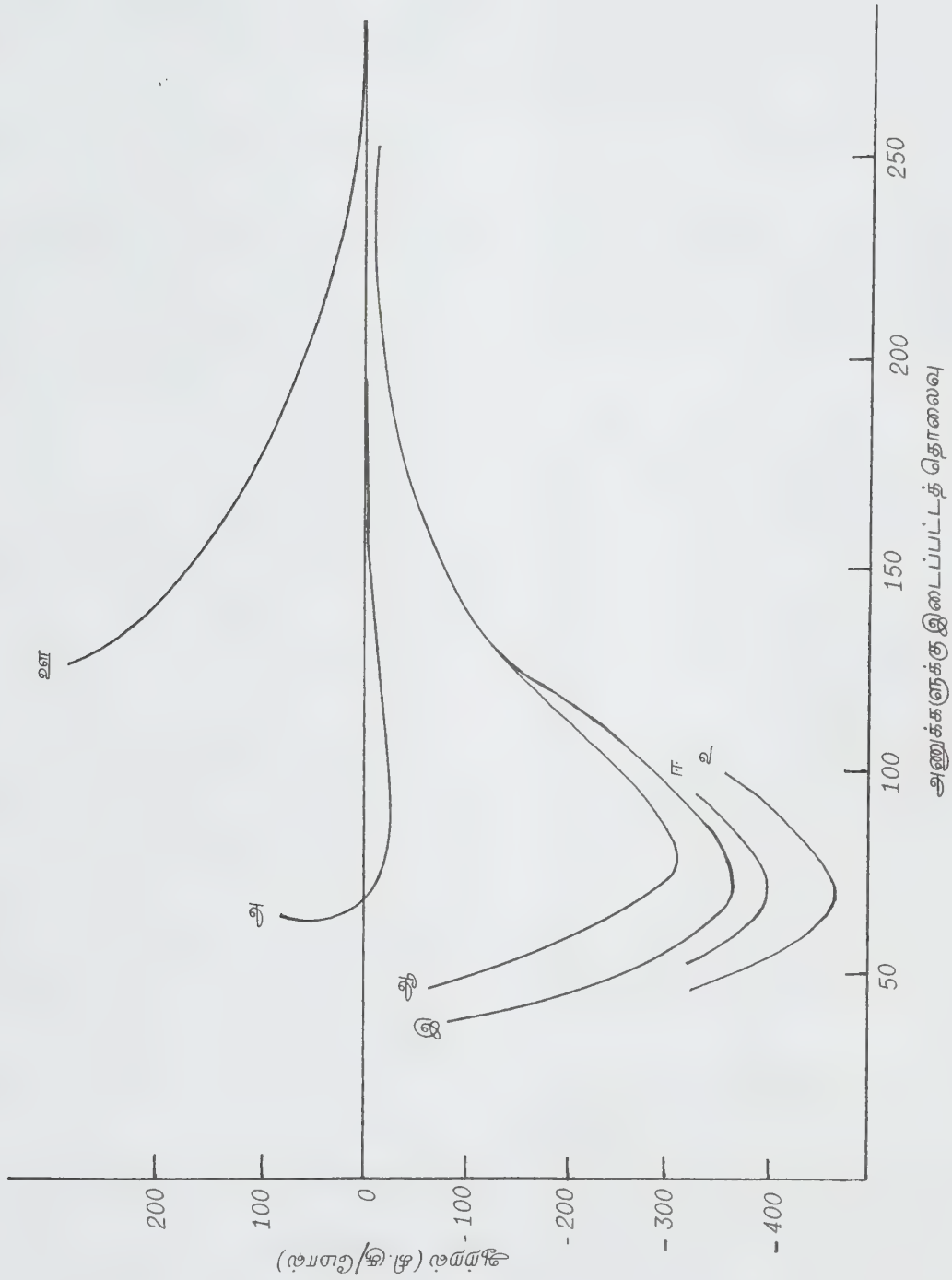
வரிசைகளிலுள்ள தனிமங்கள் பத்தெண், பனிரெண்டெண் (duodecet) என்ற அமைப்புக்களிலும் நிலைத்தன்மை பெறத்தக்கவை.

வேதிப்பிணைப்புக் கொள்கையில் உச்சநிலை அடையப்பட்டுள்ள அயனி, சக மற்றும் ஈதல் பிணைப்புக்கள் என்ற வகையீடு பயன் மிக்கதாகவுள்ளது. சகபிணைப்பில் கிளைத்தேற்றமாக லூயிஸ் எலெக்ட்ரான் புள்ளி அமைப்பு வாய்பாடுகளும், வெளிக்கூடு எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் மட்டுமின்றி, வேதிப்பிணைப்பில் பங்கேற்காத தனி எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளையும் (lone pairs) பொறுத்ததாகும். பிணைவுறாத, தனித்த எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் ஏதும் இடம்பெறாத மூலக்கூறான $BeCl_2$ நேர்க்கோட்டு அமைப்பைக் கொண்டது. பிணைவுறா எலெக்ட்ரான்களை மைய அணுவில் கொண்ட H_2O மூலக்கூறு வளைந்த அமைப்பைக் (angular) கொண்டது. பொதுவாக, விலக்குவிசை பின்கண்ட வரிசையில் குறைகிறது. பிணைவுறா எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளுக்கு இடைப்பட்டது. பிணைவுறா இரட்டை-பிணைவுற்ற

சில அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு

அணு	எலெக்ட்ரான் சுற்று						
	Z	K	L		M		
		எலெக்ட்ரான் கூடு	எலெக்ட்ரான் கூடு	எலெக்ட்ரான் கூடு	எலெக்ட்ரான் கூடு	எலெக்ட்ரான் கூடு	
		1s	2s	2p	3s	3p	3d
H	1	1	0	0	0	0	0
He	2	2	0	0	0	0	0
Li	3	2	1	0	0	0	0
Be	4	2	2	0	0	0	0
B	5	2	2	1	0	0	0
C	6	2	2	2	0	0	0
N	7	2	2	3	0	0	0
O	8	2	2	4	0	0	0
F	9	2	2	5	0	0	0
Ne	10	2	2	6	0	0	0
Na	11	2	2	6	1	0	0
Mg	12	2	2	6	2	0	0
Al	13	2	2	6	2	1	0





இரட்டைகளுக்கு இடைப்பட்டது.

குவாண்டம் கொள்கை நிறுவப்பட்டதன் தொடர்பாக, வேதிப்பிணைப்பை கணிதவியல் அடிப்படையில் அணுகும் முறை தொடங்கப்பட்டது. இதன் விளைவாக இரு பெரும் பிணைப்புக் கொள்கைகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டன. 1. இணைதிறன் பிணைப்புக் கோட்பாடு (இ.பி.கோ.) 2. மூலக்கூறு மண்டலக் கொள்கை (மூ.ம.கொ.).

இ.பி.கோ. எனும் கொள்கை ஹிட்லர், லண்டன், பாலிஸ், ஸ்லேட்டர் ஆகியோரால் உருவாக்கப்பட்டு செப்பனிடப்பட்டது. உற்று, முலிக்கன் ஆகியோரால் நிறுவப்பட்ட கொள்கை மூ.ம.கொ.ஆகும்.

இ.பி. கோட்பாடு. இரு தனித்த ஹைட்ரஜன் அணுக்களின் அலை சார்பலன்கள் χ_1 , மற்றும் χ_2 எனக் கொண்டால், இவ்வமைப்பின் மொத்த சார்பலன் $\chi = \chi_{A(1)} \times \chi_{B(2)}$ -----(1) ஆகும். இங்கு Aயும், Bயும் அணுக்களையும் (1)ம், (2)-ம் எலெக்ட்ரான்களையும் சுட்டுகின்றன. ஈர் அணுக்களும் ஒன்றையொன்று பாதிக்கின்றன. எனவே மாற்றத்திற்குள்ளாகின்றன. இவ்வீரணு அமைப்பின் ஆற்றலை அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவின் சார்பாக வரைபடத்திலிட்டால், இவ்வரைபடத்தில் (படம்1-அ) ஒரு சிறும நிலை தோன்றுகிறது. 90×10^{-12} மீ. இடைத் தொலைவில் -24 கி.சூ/மோல் ஆற்றல் உள்ளது. பொதுவாக, ஈர் அணுக்கள் நெருங்குகையில், அமைப்பின் ஆற்றல் குறையத் தொடங்கி சிறுமநிலையை எட்டி, மீண்டும் விரைவாக உயரும். சிறுமநிலை ஆற்றலுக்குத் தொடர்பான அணு இடைத்தொலைவே மூலக்கூறின் பிணைப்புத் தொலைவாகும்.

ஆய்வுகளின் வாயிலாகக் கண்டறியப்பட்ட H-H பிணைப்பு நீளம் 74 pm ஆகவும், பிணைப்பாற்றல் 458 கி.சூ/மோல் ஆகவும் உள்ளது. அறிமுறைப் பிணைப்பாற்றலைவிட ஆய்வுவழிப் பிணைப்பாற்றல் சுமார் 20 மடங்கு கூடுதலாக இருந்ததால், ஊடகமாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறின் உருவகத்தில் மாற்றம் செய்ய வேண்டி வந்தது. எலெக்ட்ரான்களுள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை

வேறுபடுத்திக் காண்பது இயலாது என்பதுடன் எலெக்ட்ரான் (1) எப்போதுமே A அணுவுடனோ, எலெக்ட்ரான் (2) எப்போதுமே B அணுவுடனோ இருக்கும் என நம்புவது தவறாகும். எலெக்ட்ரான்கள் தங்கள் இருக்கைகளை பரிமாற்றிக்கொள்ளக்கூடும் என்ற கருத்தில் அமைப்பின் மொத்த சார்பலனை

$$\chi = \chi_{A(1)}\chi_{B(2)} + \chi_{A(2)}\chi_{B(1)} \text{-----}(2)$$

எனக் குறிப்பிட்டனர். இச்சமன்பாட்டின் தீர்வு படம் 1இல் (ஆ) என்ற வரைபடத்தைத் தந்தது. இதன்படி பிணைப்பாற்றல் -303 கி.சூ/மோல் என்ற மதிப்பைப் பெற்று ஆய்வுவழி அறியப்பட்ட ஆற்றலை நெருங்கியது. ஈர் அணுக்களுக்குள் நெருங்கியதன் வாயிலாக, அவற்றுடன் இணைந்துள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்கும் கொள்ளளவு கூடுதலாகியுள்ளது.

எலெக்ட்ரான்கள் ஒன்றையொன்று அணுக்களுக்களிலிருந்து மறைக்கின்றன. இதன் விளைவாக அணுவின் உண்மையான அணு எண் (அதாவது, அணுக்கருவின் உண்மையான மின்னேற்றம்) மாற்றம் அடைகிறது. இதைக் கணக்கீட்டில் சேர்த்தால் வரைபடம் 1(இ) ஆகிறது.

இறுதியாக, ஒரு தருணத்தில் ஓர் அணுவுடன் ஓர் எலெக்ட்ரான் மட்டுமே இருக்க இயலும் என்ற நிலையை மாற்றி, ஒரே நேரத்தில் ஓர் அணு ஈர் எலெக்ட்ரான்களுடனும், மற்றொன்று எலெக்ட்ரானே அற்ற நிலையிலும் இருக்கும் சாத்தியக் கூறையும் கருத்தில்கொண்டால், ஓர் அணுவை நேர்மின் அயனியாகவும், பிறிதொன்றை எதிர்மின் அயனியாகவும் உருவகப்படுத்தலாம். இத்திருத்தத்தின் வாயிலாக சார்பலனுக்கான கோவை விரிவடைகிறது.

$$\chi = \chi_s + \lambda \chi_a \text{-----}(3)$$

சகபிணைப்பையொத்த சார்பலன்

$$= \chi_s = [\chi_{A(1)}\chi_{B(2)} + \chi_{A(2)}\chi_{B(1)}]$$

அயனிப்பிணைப்பையொத்த சார்பலன்:

$$= \chi_A = [\chi_{A(1)}\chi_{A(2)} + \chi_{B(1)}\chi_{B(2)}]$$

ஒரு மூலக்கூறின் உண்மையான வடிவம், அம்மூலக்கூறின் பண்புகளை விளக்கக்கூடிய வாய்ப்புள்ள பல்வேறு வடிவங்களின் கலவையாகும் என்று கூறும் உடனிசைவுக் கொள்கையும் (resonance theory) வெளி எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் தரைமட்ட நிலையில் ஒருபடித்தான கலவையாகவும் உள்ளன என்று கூறும் கலப்பினமாக்கல் கருத்தும் (hybridisation) இ.பி.கோ கொள்கையால் விளைந்த பயன்களாகும். உடனிசைவும், கலப்பினமாக்கலும் வேதிப்பிணைப்புக் கொள்கையின் இரு தூண்களாக விளங்குகின்றன.

சமன்பாடு (3) உடன் இசைவுக் கொள்கையை பறைசாற்றுகிறது. இத்திருத்தத்துடன் அணுகும்போது வரைபடம் 1-ஈ, ஆகி, ஆற்றலின் மதிப்பு ஆய்வுவழி மதிப்பை நெருங்குகிறது. (படம்-1உ) இவ்வணுகு முறையின் அடிப்படையில் நோக்கினால் பிணைவுறும் எலெக்ட்ரான்கள் இரண்டும் எதிர் எதிர் சுழற்சிகளைக் கொண்டதாக இருத்தல் வேண்டும். பாலியின் ஒதுக்கல் விதியின்படி ஒரே புறம் சுழலும் ஈர் எலெக்ட்ரான்கள் ஒன்றையொன்று விலக்கும் (படம் 1ஊ), பொதுவாக, ஆய்வுவழிப் பிணைப்பாற்றலை நெருங்கும் வாயிலாக, உருவகப்படுத்தியுள்ள மூலக்கூறு அமைப்பையும், அதன் தொடர்பான சார்பலனையும் திருத்திக் கொண்டே செல்லும் முறை குவாண்டம் இயக்கவியலில் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட திருத்தக் கொள்கையை (variation principle) அடிப்படையாகக் கொண்டது. இ.பி. கோட்பாடு லூயிசின் இரட்டை எலெக்ட்ரான் பிணைப்புக் கொள்கையின் குவாண்டம் இயக்கவகை வடிவமாகும்.

இ.பி.கோ. தற்போது வழக்கொழிந்ததாக இருப்பினும், மூலக்கூறு பண்புகளை அறிவதற்கு இன்றியமையாத கீழ்க்கண்ட கருத்துக்களை உருவாக்கிய பெருமை இக்கொள்கையைப் உருவாக்கியவர்களைச் சாரும். உடனிசைவு, எலெக்ட்ரான்கள் ஒன்றையொன்று அணுகக்ருவிலிருந்து மறைத்தல், பகுதி அயனித்தன்மை, கலப்பினமாக்கல் இ.பி.கோ. சார்பலன்களுக்கான ஆற்றல் மதிப்புகளும், சமநிலை இடைத் தொலைவுகளும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

சார்பலன் வகை	ஆற்றல்	
அணுக்களுக்கிடப்பட்ட	கிலோசூ/மோல்	தொலைவு (pm)
திருத்தப்படாதது	24	90
உறீட்டர்-லண்டன் வகை	303	86.9
எலெக்ட்ரான் திரையீட்டை உள்ளடக்கியது	365	74.3
அயனிவகையைச் சேர்த்தபின்பு	388	74.9
ஆய்வுவழியாக அறிந்தது	458	74.1

ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறின் பிணைப்பாற்றலையும் பிணை நீளத்தையும் அறிவதற்கு மட்டுமே இ.பி.கோ.வைப் பயன்படுத்த முடியும். பெரிய மூலக்கூறுகளின் அமைப்பை விளக்குவதற்கு நிறைந்த எண்ணிக்கையில் உடனிசைவு அமைப்புக்கள் எழுதவேண்டிய தேவை தோன்றும்.

மூலக்கூறு மண்டலக் கொள்கை.
 இக்கொள்கையின் அடிப்படைத் தற்கோள் 'அணுக்களுக்கு உள்ளதே போன்று மூலக்கூறுகளுக்கும் எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் உள்ளன' என்பதாகும். ஈர் அணுக்கருக்கள் நிலைத்தன்மை மிக்கதொரு மூலக்கூறில் சமநிலைத் தொலைவில் (ஆற்றலில் சிறுமநிலை எட்டும் தொலைவில்) அமைகையில், அவற்றின் வெளிச்சுற்று எலெக்ட்ரான்கள் அவையிரண்டுக்கும் பொதுவானதொரு மண்டலத்தில் இயங்குகின்றன. இம்மூலக்கூறு மண்டலத்தை எலெக்ட்ரான்களால் நிரப்பும் வழிமுறையும் அணு மண்டலத்தை நிரப்பும் முறையும் ஒன்றேயாகும்.

பாலியின் ஒதுக்கல் விதி, உறீண்டின் விதி ஆகியன இங்கும் பயன்படுத்தப்பட வேண்டியனவாகும். ஷ்ரோடிஞ்சரின் அலைச் சமன்பாட்டிற்கு (பல்வேறு மூலக்கூறு மண்டலங்களைப் பெறும் வாயிலாக) தீர்வு காண முற்பட்டால், அது கணிதத்துறைக்கு ஒரு சவாலாக முடியும். எனவே, மூலக்கூறு மண்டலங்களுக்கான சார்பலன்களைக் கண்டறிய சில தோராயங்களைக் கொள்ள வேண்டும். இத்தொகுப்பு முறைகளுள் சிறந்தது அணு ஆர்பிட்டால்களில் ஒருபடிச்சேர்வு (linear combination atomic orbitals) முறையாகும். மூ.ம.கொள்கையில் சகப்பிணைப்பு அமைப்புக்களுக்கும் அயனிப் பிணைப்புக்களுக்கும்

சமப்பங்கு அளிக்கப்படுகிறது. இக்கொள்கையின் அடிப்படையில் சில எளிய மூலக்கூறுகளின் தன்மைகள் துல்லியமாக விளக்கப்பட்டுள்ளன.

எ-டு: காற்றில் நைட்ரஜன் மூலக்கூறு நிலைத் தன்மையுடனும், எளிதில் வினைபுரியாமலும் இருப்பதற்கு ($N=N$) முப்பிணைப்பே காரணம் என பழைய பிணைப்புக் கொள்கை கூறினாலும், இம் முப்பிணைப்புக்கு அடிப்படையை அமைத்துக் கொடுத்தது மூ.ம. கொள்கையேயாம். பிணையுறும் அணுக்களின் வெளிச் சுற்றிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை பிணை மூலக்கூறு மண்டலங்களிலும் (bonding orbitals), பிணை எதிர் மூலக்கூறு மண்டலங்களிலும் (antibonding orbitals) ஒதுக்கல் விதியையும், உறீண்டின் விதியையும் பின்பற்றி நிரப்ப வேண்டும். இவ்வாறு நிரப்புகையில் பிணைமண்டலங்களில் இடம்பெறும் எலெக்ட்ரான்கள் நிலைத் தன்மையையும், பிணை எதிர் மண்டலங்களில் அமரும் எலெக்ட்ரான்கள் நிலையற்ற தன்மையையும் மூலக்கூறுக்கு அளிக்கும். நைட்ரஜன் மூலக்கூறிலுள்ள இரு நைட்ரஜன் அணுக்களின் மொத்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை 14 ஆகும். இவற்றுள் ஈர் எலெக்ட்ரான்கள் σ_{1s} என்ற பிணை மூலக்கூறு மண்டலத்தில் பாலியின் விதியின்படி உள்ளன. அடுத்த இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் σ_{1s}^* என்ற பிணை எதிர் மண்டலத்தில் அமைகின்றன.

σ_{2s} மற்றும் σ_{2s}^* எனும் மண்டலங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. ஈரணுக்கரு அச்சில் பரவியுள்ள σ_{2p} என்ற பிணை மண்டலத்தில் ஈர் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. σ_{2p}^* என்ற பிணை எதிர் மண்டலம் மிக உயர் ஆற்றல் கொண்டதாகலின், அடுத்த உயர் மண்டலங்கள் π_{2py}, π_{2pz} என்ற சம ஆற்றல் (degenerate) கொண்டனவாகும். நைட்ரஜன் மூலக்கூறிலுள்ள எஞ்சிய நான்கு எலெக்ட்ரான்களும் இச்சம ஆற்றல் நிலைகளை அடைகின்றன. மொத்தத்தில் பிணைமண்டலங்களில் பிணை எதிர் மண்டலங்களைவிட ஆறு எலெக்ட்ரான்கள் கூடுதலாக இடம் பெற்றிருப்பதால், நைட்ரஜன் மூலக்கூறு முப்பிணைப்புடைத்ததாகவும், நிலைத் தன்மை கூடியதாகவும் உள்ளது.

ஆக்சிஜன் வினைத்திறன் மிக்கதாகவும், பாரா

காந்தப்பண்பு கொண்டதாகவும் இருப்பதற்கு அம்மூலக்கூறின் பிணை எதிர்மண்டலங்களில் எலெக்ட்ரான்கள் உறீண்டின் விதிப்படி தனித்தனியே இணை சுழற்சியுடன் அமைந்துள்ளதே காரணமாகும். ஆக்சிஜனின் மூலக்கூறு மண்டல அமைப்பு படம்-2 காட்டப்பட்டுள்ளது.

பிளாட்டினம், கோபால்ட், நிக்கல், தாமிரம் போன்ற உலோகங்களின் அயனிகள் மின்னேற்றத்திற்கும், சூழ்நிலைக்கும் தக்கவாறு எவ்வாறு அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்குகின்றன. அம்மூலக்கூறுகளின் வடிவங்கள் எவ்வாறு எண்முகியாகவோ, நான்முகியாகவோ, சமதள சதுரமாகவோ அமைகின்றன என்பதையும் முழுமையாக விளக்குவதற்கு இ.பி. கோட்பாட்டினால் இயலவில்லை. ஈனிப்புலக் கொள்கை (ligand field theory) என்ற கோட்பாட்டையும், பின்பு மூ.ம கொள்கையையும் பயன்படுத்தி அணைவுச் சேர்மங்களின் பண்புகள் நன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன. F^- , CN^- போன்ற ஈனிகளுள் வலுமிக்க புலத்தை உருவாக்கக்கூடியவை என்றும், வலுக்குறைந்த புலத்தை உருவாக்கக்கூடியவை என்றும் இரு வகை உள்ளன. இவ்வீனிகள் உலோக அணு அல்லது அயனியை நெருங்குகையில், உலோக அணு அல்லது அயனியின் வெளி எலெக்ட்ரான் மண்டலங்களுள் பிளவு ஏற்பட்டு, சில எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள் ஆற்றலில் உயர்ந்தும், மற்றவை தாழ்ந்தும் மாற்றம் அடைகின்றன. உலோக அயனிகளையும் ஈனிகளையும் வடிவமற்ற புள்ளி மின்னேற்றங்களாகக் கருதி இக்கொள்கை வகுக்கப்பட்டது. பின்பு CN^- , CO ஆகிய ஈனிகளின் பண்புகளை விளக்குவதற்காக இக்கொள்கையை மூ.ம. கொள்கையுடன் இணைத்து சரியான விளக்கங்கள் அறிந்து கூறப்பட்டன.

மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல்கள். James E. Huheey; *Inorganic Chemistry*; Third Edition, Harper and Row Publishers, New York, 1983; P.Ander and A.J.Sonnessa, *Principles of Chemistry*, The Macmillan Co., New York, 1965.

வேதிப் பிரித்தல் நுணுக்கம்

வேதித் தயாரிப்பு அல்லது பகுப்பாய்வு நிகழ்த்துகையில் ஒரு பொருளை தூய்மையாக்க வேண்டிய கட்டாயம் எழும். தொழிலகங்களில் பிரித்தல் முறைகளின் அடிப்படை நோக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட தூய்மையில் வேதிப்பொருளைத் தயாரித்தளிப்பதேயாகும். பகுப்பாய்வில், ஒரு பொருள் மாதிரியில் அப்பொருளின் விழுக்காடு எவ்வளவு என்று துல்லியமாக அறிவதற்கே வேதிப் பிரிப்பு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. கொள்கையளவில், ஒரு பொருளை மாசு நீக்கம் செய்யாது பகுப்பாய்வு செய்தல் எளிதேயாயினும், ஈடுபடுத்தப்படும் பகுப்பாய்வு முறை எந்தப் பொருளின் செறிவைக் கண்டறிவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறதோ, அந்தத் தளப்பொருளை (substrate) மாசுப்பொருளினின்றும் வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு உகந்ததாக இல்லையென்றால், இப்பகுப்பாய்வை நிகழ்த்துவதற்கு முன்பாக தளப்பொருளை மாசு நீக்கம் செய்தல் வேண்டும்.

பிரித்தல் வழிமுறைகள் யாவற்றுக்கும் பொதுவாக மூன்று முதன்மையான காரணிகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

- 1) பிரித்தெடுக்கப்படும் தளப்பொருள் சேதாரமின்றி முழுமையாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டும்.
- 2) மாசு எனக் கருதப்படும் பிற பொருள்கள் எத்தனை விழுக்காடு அகற்றப்பட்டுள்ளன என்பது அறியப்பட வேண்டும்.
- 3) பிரிப்பு முறையில் செயல்திறன் (efficiency).

தளப்பொருளை மாசிலிருந்து தனிப்படுத்தும் மீட்புக் காரணி (recovery factor) பயன்படுகிறது. இதன் வரையறை வருமாறு:

$$R_A = Q_A / (Q_A)_0$$

R_A : மீட்புக் காரணி (Q_A) : பிரித்தலுக்குட்படுத்தப்பெரும் பொருளில் Aஇன் மொத்த எடை

(Q_A) : பிரித்தலின் விளைவாகக் கிடைக்கும் பொருளில் Aஇன் எடை

இரு பொருள்களைப் பிரிக்கும் வீதம் அவ்விரு பொருள்களின் பிரிப்புக் காரணிகளின் வீதமாகும். முழுப்பிரிப்பு விரும்பத் தக்கதேயாகினும், பகுப்பாய்வில் பெரும்பாலும் முழுப்பிரிப்பு தேவைப்படுவதில்லை. இறுதியாக பொருளை அளவறிவதற்கு தேர்ந்தெடுக்கப்படும் வழிமுறையைப் பொறுத்து பொருளின் தூய்மைநிலை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. சில நேரங்களில் பகுப்பாய்வை எளிதாக்குவதற்கு மட்டுமே தூய்மையாக்கும் வழிமுறை பின்பற்றப்படும். அவ்வாறான சூழ்நிலைகளில் தூய்மையாக்கும் முறையைத் தீவிரமாகக் கையாள வேண்டியதில்லை.

செயல்திறன் என்பது குறிப்பிடப்பட்ட தூய்மையில் குறிப்பிட்ட எடை வேதிப்பொருளைப் பெறுவதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றலின் அளவாகும். பிரிப்பு முறையில் அளவு விரிவு (scale), செலவு ஆகியவற்றை முதன்மைக் காரணிகளாகக் கொண்ட தொழிலக வேதிப்பிரிப்பு முறைகளுக்குச் செயல்திறன் கணக்கிடப்பட்டேயாக வேண்டும்.

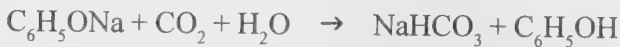
பொருள்களின் பல்வேறு இயல்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பலவகை பிரிப்பு முறைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வியல்புகளில் முதன்மை பெற்றவை கரைதிறன், ஆவியாகும் தன்மை, பரப்புக் கவர்ச்சி, மின்னியல் மற்றும் காந்தவியல் விளைவுகள் ஆகியனவாகும். பிரிக்கப்படும் இரு பொருள்களுக்கிடையே இயல்புகளில் வேறுபாடு பெரும் நிலையில் இருந்தால் பிரிப்பு முறையில் செயல்திறனும் கூடுதலாக இருக்கும்.

பிரிப்பு முறைகள் யாவற்றுக்கும் பொதுவாக தேவை இரு நிலைமைகளைக் கொண்ட ஓர் அமைப்பு. பிரித்தலால் தூய்மைப்படுத்தப்பட வேண்டிய பொருள் இரு நிலைமைகளிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் பிரிந்திருக்கும். எ-டு: நீரில் அல்லது பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலில் கரைந்துள்ள அயோடினை பிரிப்பதற்கு அக்கரைசலை கார்பன் டெட்ரா குளோரைடுடன் குலுக்கினால், அயோடின் இரு நீர்ம அடுக்குகளிலும் கரைந்து இருக்கும். கார்பன்

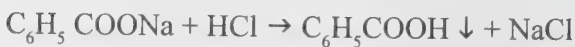
620 வேதிப் பிரித்தல் நுணுக்கம்

டெட்ராசுளோரைடு அடுக்கில் அயோடின் செறிவு நீரியக் கரைசலில் அயோடின் செறிவைவிடக் கூடுதலாக இருக்கும். இவ்விரு செறிவுகளின் விகிதம் மாறா வெப்பநிலையில் ஒரு மாறிலி ஆகும்.

பகுப்பாய்வுப் பணியில், பிரிப்புக்கு முன்பாக உள்ள நிலைமை பெரும்பாலும் நீர்மமாகும். அதாவது தூய்மைப்படுத்தப்பட வேண்டிய பொருளின் கரைசலாக இருக்கும். ஒரு திண்மப் பொருளையோ நீர்மத்தையோ, வளியையோ சேர்த்தோ, திண்மநிலைப் பொருளை வீழ்ப்படிவாக்கியோ பிரிப்பை நிகழ்த்த வேண்டிவரும். எ-டு: ஃபீனால் தயாரிப்பில் பெரும்பாலான வழிமுறைகளில் ஃபீனால் சோடியம் ஃபீனாலேட்டாகக் கிடைக்கும். இது நீரில் கரையும். ஆனால் ஃபீனால் நீரில் கரையாது. ஃபீனாலைவிட வலுமிக்க அமிலத்தை சோடியம் ஃபீனாலேட் கரைசலுடன் சேர்த்தால், அவ்வமிலத்தின் சோடியம் உப்பு உருவாகி, ஃபீனால் தனி அடுக்காகப் பிரியும். கார்பானிக் அமிலம் ஃபீனாலைவிட வலுமிக்கது. எனவே, சோடியம் ஃபீனாலேட் கரைசலில் கார்பன் டை ஆக்சைடு வளிமத்தைச் செலுத்தினால், ஃபீனால் வெளிவரும். ஃபீனால் நீர்ம அடுக்கை நீரிலிருந்து பிரித்து, நீரகற்றம் செய்து, வாலை வடித்து தூய ஃபீனாலைப் பெறலாம்.



இதே போன்று ஏதோவொரு அரோமாட்டிக் அமிலத்தின் உப்பிலிருந்து அவ்வமிலத்தைப் பிரிப்பதற்கு அவ்வுப்புக் கரைசலுடன் கனிம அமிலங்களான (mineral acids) HCl, H₂SO₄ போன்றவற்றில் ஒன்றைச் சேர்க்க வேண்டும். இக்கலப்பினை நிகழ்த்தியவுடன் அரோமாட்டிக் அமிலம் வீழ்ப்படிவாகக் கிடைக்கும்.



வேதிப்பிரிப்பு முறைகளில் தூய்மையாக்கப் படவேண்டிய பொருளுடன் கலக்கவேண்டிய இரண்டாவது நிலைமையைப் பொறுத்து பிரிப்பு உத்திகள் வேறுபடும்.

1) கலக்கப்படும் அல்லது உருவாகும் இரண்டாவது

நிலைமை : திண்மம்

2) கலக்கப்படும் அல்லது உருவாகும் இரண்டாவது நிலைமை : நீர்மம்

3) கலக்கப்படும் அல்லது உருவாகும் இரண்டாவது நிலைமை : வளிமம்

திண்ம நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

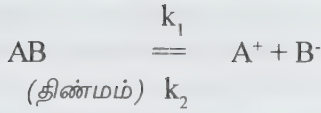
1) வீழ்ப்படிவாக்கல்; 2) மின்னாற்படிவாக்கல் (electro-deposition), 3) பரப்புக் கவர்ச்சி (adsorption) வண்ணப் படிவுப்பிரிகை (chromatography), 4) அயனிப் பரிமாற்றம் (ion-exchange), 5) படிமமாக்கல் (crystallisation).

கனதிறன் மிகக் குறைவான மதிப்பில் கொண்ட திண்மத்தைத் தோற்றுவித்தல், ஒரு மின்முனைப் பரப்பில் உலோகத்தைப் படியவைத்தல், தக்க திண்மப் பொருளின் மீது இயற்பியல் அல்லது வேதி உட்கவர்தல் நிகழ்ச்சி செய்தல் ஆகியன இவ்வழிமுறைகளில் உட்கருத்துக்களாகும்.

நீர்மநிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. இவற்றுள் முதன்மையானது கரைத்துப் பிரித்தல் அல்லது சாறு இறக்கல் (solvent extraction) ஆகும். வளிம நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை; வளிம வெளியேற்றம், வாலை வடித்தல், பதங்கமாதல், வளிம வண்ணப்படிவுப் பிரிகை.

வீழ்ப்படிவாக்கல். இரு வேறு நேர்மின் அயனிகளையோ, எதிர்மின் அயனிகளையோ பிரிப்பதற்கு பெரும்பாலும் வீழ்ப்படிவாக்கலே பயனாகிறது. எ-டு: சல்ஃபேட் உப்பை நைட்ரேட் உப்பிலிருந்து பிரிப்பதற்கு அக்கலவையில் பேரியம் குளோரைடு கரைசலைச் சேர்க்க வேண்டும். பேரியம் குளோரைடு சல்ஃபேட் அயனியுடன் வினையுற்று, பேரியம் சல்ஃபேட் வீழ்ப்படிவாகிறது. இவ்வீழ்ப்படிவை முதலில் பேரியம் குளோரைடு கரைசலாலும், பின்பு நீரிலும் கழுவி, உலரச் செய்ய வேண்டும்.

வீழ்ப்படிவாக்கலின் அடிப்படைக் கொள்கைகள். 1) கரைதிறன் பெருக்கம்; 2) பொது அயனி விளைவு



ஒரு திண்ம மின்பகுளி அதன் நிறைவுற்ற கரைசலுடன் சமநிலையிலுள்ளது. இடைவிடாத அயனிப் பரிமாற்றம் திண்மத்திற்கும் கரைசலுக்கும் இடையே நிகழ்ந்து கொண்டேயிருக்கும்.

கரைதலின் விரைவு = $k_1 \times$ திண்மப் பரப்பு
வீழ்ப்படிதலின் விரைவு = $k_2 \times$ திண்மப் பரப்பு
 $x(A^+) \times (B^-)$.

k_1 மற்றும் k_2 முறையே முன்னோக்கி மற்றும் பின்னோக்கி வினைகளின் விரைவு மாறிலிகளாகும்.

$$k_1/k_2 = K_{ச.ப.} = (A^+) \times (B^-)$$

$K_{ச.ப.}$: கரைதிறன் பெருக்க எண். எந்தவொரு உப்புக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் இது ஒரு மாறிலியாகும். ஒரு பொது அயனியைக் கொண்டிரு வேறு மின்பகுளிகள் கலக்கப்பட்டால் அவ்விரு மின்பகுளிகளுக்குள் வலுக்குறைந்த மின்பகுளி மேலும் வலுக்குறைவை எட்டும். இதன் விளைவாக ஓர் அயனியை வீழ்ப்படிவாக்குகையில் சேர்க்கப்படும் வேதிப்பொருள் மிகையளவில் சேர்க்கப்பட வேண்டும். எ-டு: சல்ஃபேட்

வீழ்ப்படிவாக்கப்படுவதற்கு பேரியம் குளோரைடை மிகையளவில் பயன்படுத்த வேண்டும். ஆனால், இவ்வழிமுறை எல்லா வீழ்ப்படிவாக்கல் முறைகளுக்கும் உகந்தது. குளோரைடு உப்புக்களை வெள்ளி குளோரைடாக வீழ்ப்படிவாக்கும்போது, குளோரைடு வேதிப்பொருள் கொண்ட கரைசலை தேவைக்குச் சற்றே கூடுதலாகச் சேர்க்கலாம். மிகக் கூடுதலான அளவில் சேர்த்தால் $AgCl$, $AgCl_3^{2-}$ போன்ற குளோரோ அணைவு அயனிகள் உருவாகி, நீரில் கரைந்துவிடும்.

பொது அயனி விளைவு மட்டுமின்றி மாறுபட்ட அயனி விளைவும் (diverse-ion effect) வீழ்ப்படிவான பொருளை மீண்டும் கரைத்துவிடக்கூடும். அயனியின் செறிவுக்கும் வினைத்திறனுக்கும் விகித மாறிலியான வினைத்திறன்

குணகம் (activity co-efficient). கரைசலிலுள்ள அயனிகள் யாவற்றின் தன்மை, அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. இதன் விளைவாக வீழ்ப்படிவை உருவாக்குவதற்காகச் சேர வேண்டிய ஈர் அயனிகள் சேராது. கரைந்தநிலையிலேயே நின்று விடும் வாய்ப்பு தோன்றுகிறது.

கரைப்பானின் முனைவுக் கொள்திறன் வீழ்ப்படிவாக்கலில் ஒரு முதன்மையான காரணியாகும். பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட், பொட்டாசியம் குளோரோ பிளாட்டினேட் ஆகிய உப்புக்கள் நீரில் மிக எளிதில் கரையவல்லன. ஆனால் கரிமக் கரைப்பான்களில் அவற்றின் கரைதிறன் மிக மிகக் குறைவு.

சில வீழ்ப்படிவுகள் நீரால் கழுவப்படும் போது நீரின் அயனிகளான H^+ , OH^- ஆகியவற்றில் ஒரு வகையை பரப்பில் கவர்ந்து, கூழ்ம நிலையை அடைகின்றன. எ-டு: வெள்ளி குளோரைடு.

மீநிறைவுற்ற கரைசல். வீழ்ப்படிதல் இரு வேறு கட்டங்களில் நிகழ்கிறது. 1) திண்மக் கரு உருவாதல் (nucleation), 2) படிக வளர்ச்சி, மீநிறைவுற்ற கரைசலில் மிக நுண்ணிய அளவிலான துகள்கள் உருவாதல், திண்மக் கரு உருவாதல் எனப்படும். கரைசலிலிருந்து கரைபொருள் முதலில் உருவான கருவின்மீது மேன்மேலும் படிதல் படிக வளர்ச்சியாகும்.

மீநிறைவுற்ற கரைசல் எனும் நிலையில் ஒரு கரைசலில் கரைபொருளின் கரைதிறனுக்கும் கூடுதலான அளவு கரைபொருள் கரைந்திருத்தல் ஆகும். இதன் பாதிப்பை சில வீழ்ப்படிவாக்கல் இயக்கங்களில் நன்கறிய முடியும். மக்னீசியம் அமோனியம் பாஸ்ஃபேட் உப்பை கரைசலிலிருந்து முழுமையாக வீழ்ப்படிவாக்க காத்திருக்க வேண்டும். மீநிறைவுறுதல் விகிதம் (supersaturation ratio) எனும் காரணியின் மதிப்பிலிருந்து வீழ்ப்படிவாக்கலின் வாய்ப்பினை அறியலாம்.

மீநிறைவுறுதல் விகிதம் = $(Q - S) / S$. இங்கு Q படிகக் கரு உருவாவதற்குச் சற்றே முன்பு நிறைவுற்ற கரைசலில் கரைபொருளின் கரைதிறன்; S சமநிலையில் கரைதிறன். இவ்விகிதத்தின் மதிப்பு கூடுதலாக,

கூடுதலாக படிக்கக் கருக்களின் எண்ணிக்கையும் கூடுதலாகும்.

உடன் வீழ்ப்படிவாக்கல் அல்லது இணை வீழ்ப்படிவாக்கல் எனும் நிகழ்ச்சி வீழ்ப்படிவின் தூய்மையைப் பெரிதும் பாதிக்கக்கூடும். எ-டு: இரும்பு, அலுமினியம் இரண்டு அயனிகளும் இடம்பெறும் கரைசலிலிருந்து இரு ஹைட்ராக்சைடுகளும் இணையாக வீழ்ப்படிவாகின்றன. உடன் வீழ்ப்படிவாக்கலின் இயங்குமுறை பரப்புக் கவர்ச்சியினாலோ (adsorption), சிறையிடலினாலோ (occlusion) நிகழலாம். மேற்கூறிய இரும்பு-அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு வீழ்ப்படிதல் பரப்புக் கவர்ச்சியால் நிகழ்கிறது. பேரியம் சல்ஃபேட்டை 10% NaCl கரைசலிலிருந்து வீழ்படுத்தும்போது, வீழ்ப்படிவாகும் பேரியம் சல்ஃபேட் உப்பில் 1% NaCl உள்ளடக்கம் ஆகிறது. உடன் வீழ்ப்படிவாக்கலை தடுப்பதற்கு சிறந்த முறைகள் உள்ளன. வீழ்ப்படிவைக் கரைசலுடன் இணைத்தே சிறிது நேரம் வைத்திருந்தால் இணைவீழ்ப்படிவாக்கலைத் தவிர்க்கலாம்.

ஆவியாக்கல் (volatilisation). இது நீர்ம நிலையிலான மாசுப் பொருளை உள்ளடக்கிய திண்மத்திலிருந்து அந்நீர்ம மாசுப் பொருளை நீக்குவதற்குக் கையாளப்படும் முறை. எ-டு: ஈரமான திண்மத்தை காற்றிலோ, ஒரு வினையறு வளியிலோ சூடுபடுத்தி நீரை அகற்றுவதாகும்.

பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு (chromatography). நிலைத்த அல்லது அசையா (stationary) நிலைமையிலுள்ள திண்மம் அல்லது நீர்மத்தின் மீது ஒரு நீர்மம் அல்லது வளிம நிலைமையிலுள்ள கலவையை செலுத்தி பிரிப்பு நிகழ்த்துதல் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு எனப்படும். நிலைத்த நிலைமை, பாய்வு நிலைமை (mobile phase) ஆகியவற்றின் சேர்க்கையில் நான்கு வகைகள் உள்ளன. வளிமம்-நீர்மம், வளிமம்-திண்மம், நீர்மம்-நீர்மம், நீர்மம்-திண்மம். இச்சேர்க்கையில் முதல் நிலைமை பாய்வு நிலையிலும் இரண்டாவது நிலைமை நிலைத்ததாகவும் உள்ளன. பாய்வு நிலைமையிலுள்ள கலவையில் இடம்பெறும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிப்பொருளுக்கும் அசையா நிலைமையிலுள்ள

திண்மத்திற்கும் வேதிநாட்டம் கூடுதலாக இருப்பின், அப்பொருள் அசையா நிலைமையில் நன்கு தேக்கி வைக்கப்படும். பாய்வு நிலைமை வளிமமாக இருப்பின் இப்பிரிப்பு முறை வளிமப் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு (gas chromatography) என்றும், பாய்வு நிலை நீர்மமாக இருந்தால், நீர்மப் பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு (liquid chromatography) என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. நீர்மத்தை அசையா நிலைமையாகப் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும் போது, நீர்மத்தை ஒரு வினையறு திண்மப் பரப்பின் மீது படரவைத்துப் பயன்படுத்த வேண்டும். பரப்புக் கவர்ச்சிப் பிரிப்பு முறைகள் யாவுமே பங்கீட்டு விதியை (partition law) அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

வீழ்ப்படிவாக்கல், படிக்கமாக்கல் போலன்றி பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு முறையில் ஒரே கட்டத்தில் பல பொருள்களைக் கொண்ட கலவையை முழுமையாகப் பிரிக்கலாம். 10^{-15} கி. அளவில் இடம் பெற்றுள்ள பொருளைக்கூட கலவையிலிருந்து பிரிப்பதற்கு இம்முறை வாய்ப்பு அளிக்கிறது.

பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பில் பல வகை உள்ளன: காகிதப் பரப்பு ஈர்ப்பு வகை (paper chromatography), அடுக்குக் கலன் வகை (column chromatography), மெல்லிய அடுக்கு வகை (thin layer chromatography), அயனிப் பரிமாற்ற வகை (ion-exchange chromatography), களிவகை (gel permeation chromatography).

சர்க்கரைத் தூளை நிலைத்த நிலைமையாகவும், பெட்ரோலியம் ஈதரை கரைப்பானாகவும் (பாய்வு நிலைமை) பயன்படுத்தி பச்சை நிற இலையில் இடம்பெற்றுள்ள நிறப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை இப்படத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. காகிதப் பரப்பு வகையில் பாய்வு நிலைமை காகிதப் பரப்பில் மேல்நோக்கி நுண்குழாய்க் கவர்ச்சி (capillary action) இயங்குமுறையில் பாய்கிறது.

வளிம பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பில் பிரிக்கப்பட வேண்டிய வளிமநிலைக் கலவை நீர்ம மேற்றப்பட்ட திண்ம அசையா நிலைமையின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. உட்கவரப்பட்ட

வளிமப் பொருள்களை ஒவ்வொன்றாக வெளியேற்றுவதற்கு ஹைட்ரஜன் அல்லது ஹீலியத்தைப் பயன்படுத்தலாம். வெளியேறும் வளிமங்களை அவற்றின் வெப்பம் கடத்துத் திறனையோ, அவை எரிகையில் சுடருக்கு ஏற்படுத்தும் பாதிப்பையோ அளந்து கண்டறியலாம்.

வளிம பரப்புக் கவர்ச்சிப் பகுப்பு முறையில் மிக முதன்மையான பயன் காற்றில் கலந்துள்ள நச்சு வளிமங்களின் விழுக்காட்டை துல்லியமாகக் கண்டறிவதேயாகும்.

கரைத்துப் பிரித்தல் (solvent extraction).

இயற்பியல் பிரிப்பு முறைகளைப் பயன்படுத்த இயலாத சூழ்நிலைகளில் இம்முறை உதவுகிறது. ஒரு நீர்மத்தில் மாசுப் பொருள்களுடன் கலந்த நிலையில் கரைந்துள்ள பொருளை அதே கரைபொருளுக்கு கரைதிறன் மிகுந்ததாகவும், மாசுப் பொருள்களுக்கு கரைதிறன் அற்றதும் முதல் நீர்மத்துடன் ஒன்றில் ஒன்று கரையாததுமான மற்றொரு நீர்மத்துடன் குலுக்கி, இரு நீர்ம அடுக்குகளும் பிரியும் வரை காத்திருந்தால், இரண்டாவது நீர்மத்தில் தூய்மையாக்கலுக்கு உட்படுத்தப்படும் பொருள் கரைந்திருப்பதை காணலாம். எனினும், முழுமையாக தளப்பொருளைப் பிரித்து எடுப்பது எளிதல்ல. கரைபொருள் இரு நீர்மங்களிலும் பங்கீட்டு விதியின்படி பிரிந்திருக்கும். பிரிக்கப்பட்ட கரைசலை ஆவியாக்கி கரைபொருளை மீண்டும் பெறலாம். தூய்மையாக்கப்பட வேண்டிய தளப்பொருளை மட்டும் கரைத்துப் பிரிக்கும் நீர்மத்தை சாறு (extract) என்றும், மீதமுள்ள கரைசலை மாசு செறிந்த கரையாக்கூறு (raffinate) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

முழுமையாக வேதிப்பொருளை தூய்மை நிலையில் பெற வேண்டுமென்றால், சாறு இறக்கல் முறையை மீண்டும் மீண்டும் எஞ்சிய கசடின் மீது நிகழ்த்த வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவே கையிருப்பு உள்ள கரைப்பானை பகுதிகளாக பலமுறை பயன்படுத்துவதால், மொத்த கரைப்பானையும் ஒரே முறையில் பயன்படுத்துவதைவிடக் கூடுதலாக கரைபொருளைப் பிரிக்கலாம்.

ஹார்மோன்கள் (harmones), தாவரத் திரட்டுப்பொருள்கள், தைலங்கள் (essences), ஊனிர் (serum) ஆகியவற்றைச் சாறு எடுத்தல் முறை வாயிலாக துல்லியமாகப் பிரிக்கலாம்.

பெட்ரோலிய தூய்மிப்புத் தொழிலில் கரைத்துப் பிரித்தல் முறை முதன்மையான வழிமுறைகளுள் ஒன்றாகும். பெட்ரோலை விரும்பத் தகாத அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களிலிருந்து பிரிப்பதற்கு இம்முறை உகந்ததாகும். இங்குப் பயனாகும் கரைப்பான்களுள் ஃபீனால், ஃபர்ஃபூரால் (furfural) நீர்ம புரோப்பேன் நீக்கம் ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கனவாகும்.

பெட்ரோலிலுள்ள கந்தகத்தை நீக்க சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரைத்துப் பிரித்தல் பின்பற்றப்படுகிறது. நிறைவுற்ற தாவர எண்ணெய்களை நிறைவுறாதனவற்றிலிருந்து ஃபர்ஃபூராவை நீர்மமாகப் பயன்படுத்திப் பிரிக்கலாம். அணு உலை எரிமமாகப் பயனாகும் யுரேனியம் யாவும் நீரியக் கரைசலிலிருந்து டை எத்தில் ஈதர், டிரைபியூட்டைல் பாஸ்ஃபேட் ஆகிய கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்திப் பிரிக்கப்படுகிறது.

மின்வழி வீழ்ப்படிவாக்கல் (electrodeposition).

இதனை பிரிப்பு முறை, பகுப்பு முறை என இரு வழிகளிலும் ஈடுபடுத்தலாம்.

ஒரு கரைசலை மின்னாற்பகுக்கும்போது, அக்கரைசலிலுள்ள ஒவ்வொரு உலோக அயனியும் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில் மின்முனையின்மீது படிகிறது. மின்கலத்தின் எதிர்மின் முனையின் மின்னழுத்தத்தை கரைசலிலுள்ள பிரிக்கப்பட வேண்டிய உலோக அயனிகளின் மின்னழுத்தங்களுக்கு இடைப்பட்ட மதிப்பில் நிறுவினால், ஈர் உலோகங்களில் ஒன்று மட்டும் மின்முனை மீது படையும். மின்முனை வாக்குப் பதிவுக் கருவியைப் (polarograph) பயன்படுத்தியும் கரைசலிலுள்ள பல்வேறு உலோக அயனிகளின் செறிவுகளை மதிப்பிடலாம்.

மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

உயிர் வேதிப் பொருள்களான,

துணைநூல். Walter E. Harries, et al., *An Introduction to Chemical Analysis*, Saunders College Publishing, Philadelphia, 1981.

வேதிப் பிரித்தெடுத்தல் வகைகள்

ஆய்வுக்காகவோ அப்படியே பயன்படுத்திக் கொள்ளவோ, பொருள்களை தூய்மைப்படுத்துவதோ அல்லது தனித்தெடுப்பதோ அவசியமாகிறது. தொழில் முறையில் பயன்படுத்த பேரளவிலும், ஆய்வுகளில் பயன்படுத்த சிறிய அளவிலும் பிரித்தெடுத்தல் அளவால் வேறுபட்டிருந்தும், பிரித்தெடுத்தல் நுணுக்க முறைகளின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் மாறுவதில்லை.

வேதியியலில் பயன்படுத்தப்படும் பிரித்தெடுத்தல் நுணுக்கங்கள் யாவும் தனிமங்களின் அல்லது சேர்மங்களின் இயற்பண்பு அல்லது வேதிப்பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டன. அத்தகைய இயற்பண்புகளுள் குறிப்பிடத்தக்கவை: அடர்த்தி, கரைதிறன், ஆவியாகும் தன்மை, ஆவியழுத்தம், சவ்லுடு பரவு வேகம், இரு படிவுகளுக்கிடையே மூலக்கூறு பகிர்வடைதல்.

பிரித்தெடுத்தல் முறைகள் அனைத்திலும் இரு நிலைமைகள் தேவையாகின்றன. பிரித்தெடுத்தலுக்கு உட்படும் பொருள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வீதத்தில் இவ்விரு நிலைமைகளுக்கிடையிலும் பகிர்வடைகின்றன. இந்நிலைமைகளைப் பிரிப்பதன் மூலம் பகிர்வடைந்த பொருள்களை பிரித்தெடுக்க இயலும்.

கரைசலில் உள்ள பொருள்களை இரண்டாவது நிலைமையை சேர்ப்பதன் மூலமோ தோற்றுவித்தல் மூலமோ பிரித்தெடுக்க இயலும். அவ்விரண்டாவது நிலைமை திண்மமாகவோ, நீர்மமாகவோ, வளிமமாகவோ இருக்கலாம். இவ்விரண்டாவது நிலைமையை தோற்றுவிக்கவோ அல்லது இரண்டாவது நிலைமையில் பொருள்

பகிர்வடைவதற்கோ வேதிவினைகளும் பயன்படுகின்றன. வேதிவினைகளை நிகழ்த்துவதன் மூலம் பிரித்தெடுத்தலுக்குரிய பொருளை இரண்டாவது நிலைமையாக மாற்றி அதனைத் தனித்தெடுக்கலாம் அல்லது வேதிவினைகள் மூலம் பிரித்தெடுத்தலுக்குரிய பொருளை, சேர்க்கப்படும் இரண்டாவது நிலைமையில் பகிர்வடையும் தன்மையுள்ள பொருளாக மாற்றலாம். இப்பொருள் இரண்டாவது நிலைமையில் பகிர்வடைந்தபின் அந்நிலைமையைப் பிரித்தெடுத்து வேதிப் பொருளையும் பெற இயலும்.

இரு நிலைமைகளுக்கிடையே பகிர்வடையும் பொருள்களின் செறிவுகளின் வீதம் பிரிகைக்குணகம் எனப்படும். இரு பொருள்களின் பிரிகைக்குணகங்கள் ஏறக்குறைய ஒன்றாயிருக்குமாயின் அவற்றை ஒரே படியில் பிரிப்பது கடினமாகும். எனவே அவற்றை அடுத்தடுத்த பல படிக்களில் பிரித்தெடுத்தலுக்கு உட்படுத்த வேண்டும். இம்முறை பின்னப் பிரித்தெடுத்தல் முறை எனப்படும்.

படிகமாக்கல். திண்மநிலையிலுள்ள சேர்மங்களைத் தூய நிலையில் பிரித்தெடுக்க இம்முறை பயன்படுகிறது. இம்முறையில் பிரித்தெடுத்தலும் தூய்மையாதலும் சேர்மங்களின் கரைதிறன்கள், சேர்மங்களின் தன்மைகள், கரைமத்தின் தன்மைகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கின்றன. கரைமத்தை தேர்ந்தெடுத்து நிறைவுற்ற கரைசலை உயர்ந்த வெப்பநிலையில் தயாரித்து, பின் கரைசலைக் குளிரவைப்பதன் மூலம் பொருள்களை படிகமாக்கித் தூய்மைப்படுத்தலாம். கூடியவரையில், தூய்மைப்படுத்தப்படவேண்டிய சேர்மம் மட்டுமே கரையக்கூடிய கரைமத்தை தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். கரையாத மாசுப் பொருள்களை வடிகட்டி நீக்கிவிடவேண்டும். சிறிதளவு மாசுப் பொருள்கள் கரைமத்தில் கரைந்தாலும் அவற்றின் அளவு குறைவாக இருக்குமாதலால் மாசுகளைப் பொறுத்தவரையில் கரைசல் நிறைவுற்ற கரைசலாக இருக்காது. உயர்ந்த வெப்பநிலையில் நிறைவுற்ற கரைசலை தயார் செய்தால் மாசுகளை நீக்க கரைசலை சூடுள்ளபோதே வடிகட்ட வேண்டும். இதற்கு வெந்நீர்ப் புனலைப் பயன்படுத்தலாம். வடிநீரைக் குளிரவைத்தால் சேர்மம் படிக்கலாக வெளிவரும். கரைந்துள்ள மாசுகள்

குறைந்த அளவில் இருப்பின் கரைசலிலிருந்து அவை படிசுங்களாக வெளிவருவதில்லை.

சூடான நிறைவுற்ற கரைசலில் திண்ம மாசுப் பொருள்கள் இல்லாதிருப்பின் அதனை வெந்நீர்ப் புனலினால் வடிகட்ட வேண்டியதில்லை. கரைசலைக் குளிர வைத்தபின் கிடைக்கும் படிசுங்களை மட்டும் வடிகட்டிப் பிரித்து தூய்மையாக எடுக்கலாம்.

கரைதிறன்களில் அதிக வேறுபாடில்லாதச் சேர்மங்களைப் பிரித்தெடுக்க பின்னப் படிசுமாக்கல் முறை பயன்படுகிறது. தகுந்த கரைமத்தில் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் இப்பொருள்களைக் கரைத்து கரைசலைக் குளிர்ச் செய்ய வேண்டும். கரைதிறன் சற்றுக் குறைவாயுள்ள சேர்மம் முதலில் படிசுங்களாகத் தோன்றும். இப்படிசுங்களை வடிகட்டிப் பிரித்தெடுத்து படிசுமாக்கல் மூலம் தூய்மைப்படுத்தலாம். எஞ்சிய வடிநீரை மீண்டும் சூடாக்க, கரைசலிலிருந்து கரைமம் ஓரளவு ஆவியாகி வெளியேற, மீண்டும் நிறைவுற்ற கரைசல் தோன்றும். இதனையும் குளிர்ச் செய்து முதலில் தோன்றும் படிசுங்களை வடிகட்டி நீக்க வேண்டும். இதனை மீண்டும் மீண்டும் செய்வதன் மூலம், முதல் சேர்மத்தை முற்றிலும் நீக்கி இரண்டாவது சேர்மத்தை தூய நிலையில் பெற முடியும்.

பதங்கமாதல். திண்மப் பொருளை சூடாக்கும்போது நேரடியாக வளிமப் பொருளாகவும், வளிம பொருளை குளிர்ச் செய்யும் பொழுது நேரடியாக திண்மப் பொருளாகவும் மாறும் தோற்றப்பாட்டுக்குப் பதங்கமாதல் என்று பெயர்.

ஒரு சேர்மமோ அதனுடன் கலந்துள்ள மாசுகளோ பதங்கமாக்கக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருந்தால், பதங்கமாக்குதல் மூலம் அச்சேர்மத்தைத் தூய்மைப்படுத்தலாம்.

சேர்மத்தை ஒரு கிண்ணத்தில் போட்டு புனலால் மூடி மணல் தட்டின் மீது வைத்து சூடாக்க பதங்கமாகும் பொருள் ஆவியாக மாறி புனலின் குளிர்ந்த பகுதியில் தூய திண்மப் பொருளாகப் படையும்.

காய்ச்சி வடித்தல். இம்முறை நீர்மச் சேர்மங்களை பிரித்தெடுக்கவும் தூய்மைப்படுத்தவும்

பயன்படுகிறது. ஒவ்வொரு நீர்மமும் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கொதிப்பதால் வெப்பநிலையை உயர்த்தும் பொழுது அவற்றின் கொதி நிலைக்கேற்ப நீர்மங்கள் ஆவியாகின்றன. குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வெளியேறும் ஆவியை குளிரவைத்து சேர்மத்தைத் தனித்து பெறலாம்.

நீர்மக் கலவையை வடித்தல் குடுவையில் எடுத்துக்கொண்டு சீராக குடு செய்தால், குறைவான கொதிநிலையுள்ள நீர்மம் முதலில் ஆவியாகி வெளியேறும். இதை ஒரு குளிர்விக்கும் குழல் வழியாகச் செலுத்தி நீர்மமாகப் பெறலாம். இந்தச் சேர்மம் முழுதும் ஆவியாகி வெளியேறும் வரை வெப்பநிலை உயராது. தொடர்ந்து குடுவையைச் சூடாக்க மற்றொரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அடுத்த நீர்மம் ஆவியாகி வெளியேறும்.

இந்த ஆவியைக் குளிர்ச் செய்து கிடைக்கும் நீர்மத்தை தனியாக வேறு ஒரு கொள்கலத்தில் ஏற்றுக்கொள்ளலாம். இவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்பட்ட நீர்மங்கள் முற்றிலும் தூய்மையானவையாக இருப்பதில்லை. எனவே இவற்றை மீண்டும் ஓரிரு முறை காய்ச்சி வடித்தலுக்குட்படுத்த தூய சேர்மங்களைப் பெற முடியும். பலமுறை காய்ச்சி வடித்தலுக்குட்படுத்தும் முறை பின்னக்காய்ச்சி வடித்தல் எனப்படும்.

பின்னக் காய்ச்சி வடித்தலை விரைவாகவும், எளிமையாகவும் நிகழ்த்த பிரிகை அடுக்குகளை பயன்படுத்தலாம். கலவையிலுள்ள நீர்மங்களின் கொதிநிலைகளில் அதிக வேறுபாடில்லாதிருப்பின் பிரிகை அடுக்குகளைப் பயன்படுத்துதல் அவசியமாகும்.

வடித்தல் குடுவையிலிருந்து நீர்மங்களின் ஆவி மேலே செல்லச் செல்ல, அதிக கொதிநிலையுள்ள நீர்மத்தின் ஆவி பிரிகை அடுக்குகளில் குளிர்ச்சியடைந்து நீர்மமாக மாறி, கீழ்நோக்கி வரும். கொதிநிலை குறைவாக உள்ள நீர்மத்தின் ஆவி மேலே சென்று கொண்டிருக்கும். உண்மையில், பிரிகை அடுக்குகளின் திறன் அவற்றின் நீளம், அடுக்குகளில் உள்ள தடுப்புகளின் எண்ணிக்கை, தடுப்புகள் இருக்கும் இடம், தடுப்புகளின் அமைப்பு இவற்றை

பொருத்திருக்கும். சிறந்த பிரிகை அடுக்குகளின் மூலம் கொதிநிலைகளில் 3°C அளவே வேறுபாடிருப்பினும் நீர்மங்களை எளிதில் பிரித்தெடுக்க முடியும்.

குறைந்த அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடித்தல். சில கரிம நீர்மங்கள் அவற்றின் கொதிநிலையில் சிதைவடையும். இவ்வகை நீர்மங்களை தூய்மைப்படுத்த குறைந்த அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடிக்க வேண்டும். குறைந்த அழுத்தத்தில் சேர்மங்கள், குறைந்த வெப்பநிலையில் கொதிப்பதால் சிதைவடைவதில்லை. காற்றுப்புகா இணைப்புகள் உள்ள வடித்தல் சாதனத்தின் கொள்கலத்துடன் காற்றை வெளியேற்றும் எக்கியை (pump) இணைத்து காற்று அழுத்தத்தைத் தேவையான அளவு குறைக்க முடியும்.

நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல். அதிக வெப்பநிலையில் சிதைவுறும் கரிமப் பொருள்களை இம்முறையில் தூய்மைப்படுத்தலாம். கரிமப் பொருள் உள்ள கலத்தில் நீராவியைச் செலுத்தி, மேலும் சூடு செய்தால் நீராவியுடன் கரிமப் பொருளின் ஆவியும் வெளிவரும். ஆவிக் கலவையை குளிர்விக்கும் குழாய் மூலமாகச் செலுத்தி, ஒரு குளிர்ந்த கொள்கலத்தில் நீர்மக் கலவையாகப் பெறலாம்.

இம்முறையில் தூய்மையாக்கப்படும் சேர்மம் நீரில் கலக்காமல் பிரிந்து இருத்தல் வேண்டும். கொதி நீரினால் கரிமச் சேர்மம் சிதைவு பெறாமலிருக்க வேண்டும். தவிர, கரிமச் சேர்மம் நீராவியில் ஆவியாகும் தன்மையைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். கொள்கலத்தில் வந்து சேரும் வடிநீர்மம் இரண்டு அடுக்குகளாக இருக்கும். இந்த நீர்மங்களை ஒரு பிரிபுனலில் ஊற்றி, தூய்மையான சேர்மத்தை நீரின் அடுக்கிலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம்.

கரைமத்தால் சாரமெடுத்தல். கரைசலில் உள்ள பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கும் இம்முறை, அக்கரைசலுடன் கலக்காத ஒரு கரைமத்தில் அப்பொருள்கள் கரைகின்ற பண்பினை பயன்படுத்துகிறது. காய்ச்சி வடித்தல் போன்ற முறைகள் சரியாக அமையாதபோது தொழிற்கூடங்களில் இம்முறை பயன்படுகிறது. இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் கரைமத்தை

காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் தூய்மையாக்கி மீண்டும் பயன்படுத்தலாம்.

சாரமெடுக்கும் கருவியில் பிரிக்கப்பட வேண்டிய பொருள்களடங்கிய கரைசலுடன், அத்துடன் கலக்காத கரைமமும் சேர்க்கப்பட்டு நன்றாகக் கலக்கப்படும். இரண்டறக் கலந்த இக்கலவை வேறு ஒரு கலத்தில், கரைமத்தின் சாரம் ஓர் அடுக்காகவும் எஞ்சிய கரைசல் ஓர் அடுக்காகவும் தங்கும். இதிலிருந்து சாரம் பிரித்து, கரைமத்தை ஆவியாக்கி வெளியேற்றி வேதிப் பொருளைப் பெறலாம். நில எண்ணெய் தூய்மிப்பித் தொழிலில் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

சேர்மங்களைத் தூய்மைப்படுத்தவும், பிரித்தெடுக்கவும் சவ்வுகளையும், களியையும் பயன்படுத்தலாம். ஊதிய களியும் (swollen gel) செலோஃபேன் போன்ற சவ்வுகளும் சல்லடைபோல் பெரிய மூலக்கூறுகளைத் தடுத்து சிறிய மூலக்கூறுகளைப் புகவிடுகின்றன. இதனால் அளவில் பெரிய மூலக்கூறுகளை சிறிய மூலக்கூறுகளிலிருந்து பிரிக்க முடிகிறது.

நிறப்பகுப்பு. கலவையில் உள்ள சேர்மங்களைச் சிதைவுபடாமல் பிரித்தெடுக்கச் சிறந்தது நிறப்பகுப்பு முறையாகும். கலவைகளைப் பிரித்தெடுக்க கையாளப்படும் கருவி அமைப்புகளின் அடிப்படையில், நிறப்பகுப்பு முறைகளைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம். அவை: குழல் நிறப்பகுப்பு, தாள் நிறப்பகுப்பு, மென்படல நிறப்பகுப்பு, வளிம நிறப்பகுப்பு, அயனிப் பரிமாற்ற நிறப்பகுப்பு.

நிறப்பகுப்பு முறைகள் அனைத்தும் நிலைப்படிவிற்கும் நகர்ப்படிவிற்கும் இடையே கலவை பகிர்வடைவதை அடிப்படையாகக் கொண்டன. எனவே, நிலைப்படிவு, நகர்ப்படிவுகளின் பண்புகளை ஒட்டியும் நிறப்பகுப்பு முறைகளை வகைப்படுத்தலாம். நிறப்பகுப்பில் நிலைப்படிவு திண்மமாகவோ நீர்மமாகவோ அமையலாம். நகரும்படிவு நீர்மமாகவோ வளிமமாகவோ அமையலாம்.

நிறப்பகுப்புக்கு அடிப்படையாகிய மூலக்கூறுகளின் பண்பு வேறுபாடுகள் பின்வருவனவாகும்.

(அ) **பரப்புக் கவர்ச்சி.** கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள், திண்ம - நீர்ம அல்லது நீர்ம - வளிம படிவுகளின் புறப்பரப்பின் மீது ஈர்க்கப்படும் கவர்திறன் வேறுபாடு.

(ஆ) **பங்கீடு.** நீர்ம - வளிம அல்லது நீர்ம - நீர்ம படிவுகளுக்கிடையே மூலக்கூறுகள் பங்கீடு அடைவதில் உள்ள வேறுபாடு.

(இ) **அயனிப் பரிமாற்றம்.** நிலைப்படிவுக்கும், நகர்ப்படிவிற்கும் இடையில் அயனிகள் பகிர்வடைவதில் உள்ள வேறுபாடு.

மின்புலத்தில், கரைசலில் அல்லது கூழ்மத்திலுள்ள மின்னேற்றம் பெற்ற துகள்கள் மின் முனைகளை நோக்கி நகர்வது மின்முனைக் கவர்ச்சி எனப்படும். துகள்களின் வேகம், அவற்றிலுள்ள மின்னேற்றம், அளவு, ஊடகத்தின் தன்மை, மின்புல வலிமை ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும்.

பிரிக்கப்பட வேண்டிய கலவையை தாள் அல்லது களி ஊடகத்தைப் பயன்படுத்தி மின்புலத்திற்குட்படுத்த, சேர்மங்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. குருதியிலுள்ள புரதங்களையும், தாவரங்களிலிருந்து பெறப்படும் அமினோ அமிலங்களையும் பிரித்து அறிய இம்முறை பயன்படுகிறது.

த.ஜெயதாஸ்

வேதி மாற்றம்

ஒரு வேதிவினையே தொழிலகத் தயாரிப்பு அளவில் நிகழுகையில் வேதிமாற்றம் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. வேதிப் பொருளியலில் வேதிவழி மாற்றங்களை ஒரும வினைமுறைகள் (unit processes) என்றும், இயற்பிய வழிமுறைகளை ஒருமச் செயல்முறைகள் (unit operations) என்றும் குறிப்பிடுவது வழக்கம். வேதிமாற்றங்கள் என்றும் ஒரும வினைமுறைகள் என்றும் குறிப்பிடப்படும்

வினைகளுள் முதன்மையானவை: அல்க்கைலேற்றம் (alkylation), அமினேற்றம் (amination), அம்மோனியா வாற்ப்பகுப்பு (ammonolysis), பென்சீன் வளைய உருவாக்கம் (aromatisation), நீற்றுதல் (calcination), எரிதல் (combustion), குறுக்கம் (condensation), நீரகற்றம் (dehydration), டைஅசோ ஆக்கம் (diazotisation), எஸ்ட்டராக்கல் (esterification), நொதித்தல் (fermentation), உறாலோஜனேற்றம் (halogenation), ஹைட்ரஜனேற்றம் (hydrogenation), நீராற்பகுப்பு (hydrolysis), அயனிப்பரிமாற்றம் (ion-exchange), நைட்ரோ ஏற்றம் (nitration), நடுநிலையாக்கம் (neutralisation), ஆக்சிஜனேற்றம் (oxidation), ஒடுக்கம் (reduction), நீரேற்றம் (hydration), பல்லுறுப்பாக்கல் (polymerisation), வெப்பச் சிதைவு (pyrolysis cracking), சல்ஃபோ ஏற்றம் (sulphonation) ஆகியவை ஆகும்.

எடையறி பகுப்பாய்வில் (gravimetry) வேதிமாற்றம் என்பது ஓர் எண்ணைக் குறிக்கும். அதன் வரையறை.

$$\text{வேதி மாற்றம்} = \frac{\text{வினைவிளைபொருளாக மாற்றப்பட்ட வினைப்பொருளின் எடை}}{\text{கையாளப்படும் வினைப்பொருளின் எடை}} \times 100$$

வினையுறா வேதிப்பொருளை மீண்டும் வினைக் கலனிலிட்டு, வினை நிகழ்த்தி வேதி மாற்றத்தை உயர்த்தலாம். இவ்வாறு மீண்டும், மீண்டும் வினையுறாத வேதிப்பொருள்களை வினையில் ஈடுபடுத்தி, இறுதியாக 100% வேதிமாற்றத்தை எட்டலாம்.

வேதி மாற்றங்கள் யாவற்றுக்கும் பொதுவான விதிகள் சில உள்ளன. அவற்றுள் முதன்மையானவை; வேதிச் சமநிலை, வினைவேக இயல் ஆகியன பற்றிய விதிகள், சமநிலை மாறிலி. வினைவேக மாறிலி மதிப்புக்களைப் பற்றிய அறிவு ஒரு வினையை தொழிலக அளவில் பயன்படுத்துவதற்கான வாய்ப்பை ஆராய்வதற்கும் பயன்படுகிறது.

தொழிலக அளவில் நிகழ்த்தப்படும்

வேதிவினைகளில் உமிழப்படும் வெப்பத்தை விரைவாக அகற்றுவது கட்டாயத் தேவையாகும். இல்லையெனில் விளைபொருளின் பரப்புக்கும் உட்பகுதிக்கும் இடையே ஒரு வெப்பநிலைசரிவு ஏற்பட்டு, விளைபொருளின் சீர்மையைக் குலைக்கும். தயாரிப்பு முறைகளிலும் வகுப்பு முறை (batch process) என்றும், பாய்வு முறை (flow process) என்றும் இரு பெரும் உத்திகள் உள்ளன. வேதி மாற்றத்தை நிகழ்த்தப் பயன்படும் கலன்கள் அரிமானமுறாமலும், வலுமிக்கதாகவும், வினையில் பங்கேற்காதவாறும் இருக்க வேண்டும்.

மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

வேதி மாற்றலில் உருவான விளைபொருளை நீக்கி, விளைபுரியாத விளைபொருளை மீண்டும் மீண்டும் வினைக்கு உட்படுத்தும்போது கூடுதல் மாற்றம், அதாவது விளைச்சல் நூறு சதவீதத்தையும் எட்டுகிறது. சாதாரணமாக, தொழில் வேதி முறைகள் வேதி மாற்றல் மற்றும் செயல்முறை அல்லது இயற்பியல் மாற்றம் ஆகிய இரண்டினையும் கொண்டவை. இதனை, தொழில் மூலப் பொருள்களிலிருந்து விளைபொருள்கள் தோன்றும் வரையுள்ள அனைத்துக் கூறுகளையும் விளக்கும் செயல்முறைச் சுருக்கப்படம் சுட்டிக்காட்டுகிறது. பொறியியல் அடிப்படையில் இவ்வகை மாற்றங்களில் வேதிச் சமநிலையும், வினைவேகமும் முக்கிய பண்புகளாய் உள்ளன. இவை வினையைப் பொறுத்து பெரிதும் மாறுபட்டபோதும், எல்லா வேதிமாற்றங்களுக்கும் பொதுவாக இவை இரண்டும் அடிப்படையாகின்றன. பெரும்பான்மை யான மாற்றங்களில் சமநிலையை குறித்த காலத்தில் ஏற்படுத்த வினையூக்கிகள் பயன்படுகின்றன. இதைத் தவிர வெப்பநிலை, அழுத்தம், வினைநிகழ் காலம் ஆகியவற்றை மாற்றியும் சமநிலை எளிதில் அடையப்படுகிறது. இதனால் மாற்ற சதவீதம், விளைச்சல் ஆகியவை அதிகரிக்கப்படுகின்றன. ௭-டு: 150 காற்றமண்டல அழுத்தம், 500°C வெப்பநிலையில் நைட்ரஜனும் ஹைட்ரஜனும் வினைபுரிந்து அம்மோனியா உண்டாகும் வினையில்



விளைச்சல் 99 % ஆகும். ஆயினும் இதில் ஏற்படும் வேதி மாற்றம் 14 % மட்டுமே. அதாவது எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட மோல்களில் 14% மட்டும் விளைபொருளாக மாறியுள்ளது. இவ்வினையில் அம்மோனியாவைத் தவிர மற்ற எவ்வித உடன் விளைபொருளும் உண்டாவதில்லை. எனவே மாறிய 14 சதவீதத்தில் 99 சதவீதத்துக்கு மேல் விளைபொருளாகியுள்ளது என்பதை அறியலாம். பல வேதி வினைகளில் ஏற்படும் உடன் விளைபொருள்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் இருப்பதால் வேதி மாற்றம் மற்றும் விளைச்சல் இரண்டும் குறைவாக உள்ளன. அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களில் நிகழ்த்தப்படும் ஆக்சிஜனேற்ற அல்லது நைட்ரோ ஏற்ற வினைகள் இதற்கு சான்றுகளாகின்றன. வேதி மாற்றங்களை நிகழ்த்தப் பயன்படும் கருவிகள் அரிக்கப்படுதல், அவற்றின் சுவர்களில் நடைபெறும் வினையூக்கம், கருவிகளின் வலிமை போன்றவையும் வேதி மாற்றத்தைச் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை கொண்டவை. பெரும்பான்மையான மாற்றங்களில் வெப்பம் வெளியிடப்படுவதால் வெப்பநிலை அதிகரித்து சமநிலை பாதிக்கப்படுகிறது. எனவே வெப்பநிலை, வினை பொருள்களின் அளவு, மாற்ற வேகம் ஆகியவையும் வேதி மாற்றத்தின் அடிப்படையானவை.

அல்க்கைல் ஏற்றம், அமினோ ஏற்றம், சல்ஃபோனேற்றம், அயனிப் பரிமாற்றம், ஆக்சிஜனேற்றம், ஹைட்ரஜனேற்றம், நைட்ரோ ஏற்றம், நடுநிலையாக்கல், பல்லுறுப்பாக்கல், நொதித்தல், எரித்தல், குறுக்குதல் போன்றவை தொழிற்சாலைகளில் மேற்கொள்ளப்படும் சில மாற்றங்களாகும்.

தொழிற்சாலையில் ஒரு வேதிப்பொருள் தயாரிக்கப்படும்போது அதன் விலையானது மூலப் பொருள்களின் விலை, தயாரிப்பு முறை, சாதன அமைப்பு, திறன் போன்ற பல பண்புகளை சார்ந்தது: விளை பொருளின் விலையைக் குறைக்க உருவாக்கும் முறையில் விளைச்சல் அதிகமாக இருத்தல் வேண்டும். இவ்வாறு அதிக விளைச்சலைப் பெற கருவிகளையும், முறைகளையும் திட்டமிடும்போது தொழிலியல் வல்லுநர்கள் வேதி மாற்றத்தை அடிப்படையாக எடுத்துக்கொள்கின்றனர். எனவே வேதி மாற்றம்

என்பதன் பொருள், அனைத்து தொழிற்கூட வேதி வினைகளையும் உள்ளிட்ட வேதி முறைத் தொழில்களைக் குறிப்பிடும் வகையில் விரிவடைந்துள்ளது.

வீ. பாண்டியன்

வேதியியல் எரிபொருள்கள்

வேதியியல் எரிபொருள்களின் இருப்பிடம், கரிம புதை படிவ எரி பொருள்களாகும். கரிம புதை படிவப் பொருள்கள் புவியின் உட்பகுதியில் புதைந்து காணப்படுகின்றன. நில நடுக்கங்களால் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்பு புவியினுள் புதையுண்ட தாவரங்கள், உயிரினங்கள் ஆகியவை, அதிக அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகிய இயற்கைச் சூழ்நிலைகளால் சிதைக்கப்பட்டு பின் ஏற்பட்ட வேதி மாற்றங்களினால் கரிம எரிபொருள்களாக உருமாற்றமடைந்தன. இப்பொருள்களுக்கு புதை படிவ எரிபொருள்கள் என்று பெயர். இவற்றில் பெட்ரோலியமும், நிலக்கரியும் மிக முக்கியமானவை. புதைபடிவபொருள்கள் புவியின் உட்பகுதியில் உள்ள பலவகை மாசுகள் கலந்த நிலையில் இருக்கும். இவை பல கருவிகளைக் கொண்டு புவியின் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. புதைபடிவ எரிபொருள்கள் மூன்று நிலைகளிலும் காணப்படுகின்றன. திண்ம எரிபொருள்களுக்கு நிலக்கரியும் நீர்ம எரிபொருளுக்கு பெட்ரோலியமும் வளிம எரிபொருள்களுக்கு இயற்கைவளிமமும் நல்ல எடுத்துக்காட்டுகளாகும். மாசுகளுடன் கலந்து இருக்கும் இப்பொருள்கள் பல்வேறு முறைகளைப் பயன்படுத்தி தூய்மையாக்கப்படுகின்றன. இம்முறை தூய்மைப்படுத்துதல், பிரித்தல் ஆகிய முறைகளில் நடைபெறுகிறது.

தூய்மிப்பு முறையில் குறிப்பாக நீர்ம புதை படிவ எரிபொருள்கள் தூய்மைப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியின்போது பெட்ரோலியப் பொருளானது பெரிய சூடான உலை ஒன்றின் வழியே

செலுத்தப்படும்போது வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் பிரிந்து வெவ்வேறு வகையான பொருள்களாகப் பிரிகின்றன. இவ்வாறு பிரிகை அடைந்த பொருள்கள் அவற்றின் தரத்தைக் கொண்டு வெவ்வேறு பயன்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எ-டு: உட்கனற்பொறிகளில் கேசோலின், டீசல் போன்ற பொருள்கள் எரிபொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெட்ரோலியத்தைப் பகுத்து வடித்தலால் கிடைக்கும் மற்றொரு பொருளான மண்ணெண்ணெய் 'ஜெட்' விமானங்களில் எரிபொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் மின் நிலையங்களில் நிலக்கரி எரிபொருள்களாகப் பயன்படுகிறது. குறிப்பாக வெப்ப ஆற்றல் தொழிற்சாலைகளில் உள்ள கொதிகலன்கள், நீராவிப் பொறிகள் போன்றவற்றில் நீராவியை உற்பத்தி செய்வதற்கு தேவையான வெப்பத்தைப் பெற நிலக்கரி பயன்படுத்தப்படுகிறது. புவியிலிருந்து பெறப்பட்ட நிலக்கரியில் பெட்ரோலியத்தைப் போன்றே அவற்றின் தரத்தைப் பொறுத்து வெவ்வேறாக வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றில் உள்ள கரிமப்பொருள்களின் அளவினைக் கொண்டு தரம் பிரிக்கப்படுகின்றன. இதே போன்று பெட்ரோலிய எண்ணெய்கள் அவற்றில் உள்ள ஹைட்ரோகார்பன்களின் அளவினைப் பொறுத்து தரம் பிரித்தல் செய்யப்படுகின்றன.

பெட்ரோலியம் எடுக்கப்படும் இடங்களில் அதிக வேகத்துடன் வளிமப் பொருள் மேலெழும்பி வெளிவருகிறது. இவ்வாறு வெளியேறும் வளிமப் பொருள் இயற்கை வளிமம் எனப்படுகிறது. இயற்கை வளிமம் குளிர்விக்கப்பட்டு நீர்ம நிலையிலோ வளிம நிலையிலோ பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பொதுவாக வேதி எரிபொருள்களின் எரிதல் அல்லது கசியுறுதல் என்பது அவற்றிலுள்ள ஹைட்ரோகார்பன்கள் எரிவதால் ஏற்படுகிறது. அவ்வாறு எரியும்போது அதிக வெப்பச் சக்தியைப் பயன்படுத்தி வேறுவகை சக்தியாக மாற்றப்பட்டு பயனாகின்றன. எ-டு: வெப்ப ஆற்றல் தொழிற்சாலைகளில் வெப்ப ஆற்றலைக் கொண்டு இயக்க ஆற்றல் பெறப்படுகின்றன. எரிபொருள்கள் எரியும்போதோ எரிந்த பிறகோ புகையையும் சில

வீழ்ப்படிவுகளையும் உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய புகை மற்றும் வீழ்ப்படிவுகள் எரிபொருளிலிருந்து ஹைட்ரோகார்பன்கள் எரிவதால் உண்டான எஞ்சிய பொருள்களாகும்.

தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள்கள் மட்டுமின்றி இவற்றிலிருந்து சில சிறப்பு எரிபொருள்களும் பெறப்படுகின்றன. இச்சிறப்பு வகை எரிபொருள்கள் தரம் மிகுந்தவைகளாக இருக்கும். அத்தோடு இவை மிகச் சில இடங்களில் மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இச்சிறப்பு வகை எரிபொருள்கள் அதிக விலை கொண்டவைகளாகவும் இருக்கும். அதேபோல இவை அதிக சக்தியையும் தரவல்லன. இத்தகைய சிறப்பு எரிபொருள்கள் வேதிக் கூட்டிணைவு முறைகளைப் போன்ற காரணிகளால் இணைந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு வேதிக் கூட்டிணைவினால் கிடைக்கும் வேதிக் கூட்டுப் பொருள்கள் மிகச் சிறந்த பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். மேலும் இம்முறையினால் நமக்கு தேவையான விதங்களில் எரிபொருள்களின் பண்புகளைப் பெற முடியும். சிறப்பு வகை எரிபொருள்களின் பயன் தற்காலங்களில் மிகவும் அதிகரித்து வருகிறது. நவீன தொழில்நுட்பங்கள் பெருகி வருவதே இதற்கு முக்கிய காரணமாகும். மேலும் சிறப்பு வகை எரிபொருள்கள் மிகப் பயன்படுத்துவதால் அவற்றினால் வெளியேற்றப்படும் கழிவுப்பொருள்கள் மிகக் குறைந்த அளவிலும், முற்றிலும் எரிக்கப்பட்ட நிலையிலும் இருக்கும். இதனால் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை கெடாமலும் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மேலும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை அதிகமாகப் பாதிப்புக்குள்ளாகி வரும் தற்காலத்தில் சிறப்பு வகை எரிபொருள்களின் பயன் ஒன்றாகும்.

சிறப்பு வகை எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்துவதால் அவற்றின் வெப்ப மதிப்பு அதிகரிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் பொறிகளின் செயல்திறனும் முன்னேற்றம் பெறுகின்றன. எனவே பொறிகளின் வலு மற்றும் உறுதிப்பாடு போன்றவை பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அத்தோடு பொறிகளின் உழைப்பு-காலம் அதிகரிப்பதோடு அதன் நம்பகத் தாங்குத் திறனும் அதிகரிக்கப்படுகிறது. சிறப்பு வகை எரிபொருள்களை எளிதாக எடுத்துச் செல்லும் அளவிலும் இருக்கும் சில முக்கிய சிறப்பு

எரிபொருள்களும், அவற்றின் பயன்களும் வருமாறு:

நீர்ம ஹைட்ரஜன். இது வளிமநிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜனை குளிர்விப்பதால் கிடைக்கிறது. நீர்ம ஹைட்ரஜனும், நீர்ம ஆக்சிஜனும் சேர்ந்த கலவை ராக்கெட்டுகளில் எரிபொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. மேலும், இந்நீர்ம ஹைட்ரஜனும், நீர்ம ஆக்சிஜனும் சேர்ந்த கலவையுடன் நீர்ம ஃபுளோரினைச் சேர்ப்பதால் ராக்கெட்டின் திட உந்துவிசை பெருக்கமடைகிறது. இம்மூன்றும் சேர்ந்த கலவையின் தீச்சுடர் வெப்பநிலை சுமார் 5000°C வரை இருக்கும்.

மற்ற சில சிறப்பு வகை எரிபொருள்கள். சைனோஜன் நீர்ம ஹைட்ரஜன், டைபோரான் பெண்டா போரேன் முதலிய இணை சிறப்பு எரிபொருள்களாகும். சில குறிப்பிட்ட பயன்களுக்கு உலோக ஆல்டிஹைடுகள் எரிபொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் ஒவ்வொரு எரிபொருளுக்கும், ஒவ்வொரு இணைவுப் பொருள் உண்டு. இவை அக்குறிப்பிட்ட எரிபொருளின் எரிதலுக்கு உதவுகின்றன. இணைவுப் பொருள்கள் எரிதலுக்கு உதவுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதங்களில் மட்டுமே எரிபொருள்களோடு சேர்க்கப்படுகின்றன. இது எரிபொருள்களின் எரியும் தன்மையையும் அதன் மற்ற சில பண்புகளையும் பொறுத்ததாகும்.

சில நீர்ம எரிபொருள்களும் அவற்றின் இணைவுப் பொருள்களும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

எரிபொருள்	இணைவுப் பொருள்
அம்மோனியா 95% எத்தில்	நீர்ம ஆக்சிஜன்
ஆல்கஹால் மெத்தில்	நீர்ம ஆக்சிஜன்
ஆல்கஹால் மெத்தில்	873 ஹைட்ரஜன்
ஆல்கஹால் அனிலின்	பெராக்க்சைடு
	புகையும் சிவப்பு
	நைட்ரிக் அமிலம்

பொதுவாக நீர்ம எரிபொருளும், அதன் இணைவுப் பொருளும் சேர்ந்த கலவைகள் மிக அதிக

முறுக்கு விசை திறன் கொண்ட ராக்கெட்டுகளில் பயன்படுகின்றன. குறைந்த அளவு முறுக்குவிசை தேவைப்படும் பொறிகளில் திண்ம எரிப்பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிறப்பு வகை திண்ம எரிப்பொருள்களும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

1) இரட்டை வேதி திண்ம எரிப்பொருள்கள்

2) பல்சேர்க்கை திண்ம எரிப்பொருள்கள் இரண்டு வேதி திண்ம எரிப்பொருள்களிலும் நைட்ரோ கிளிசரினும், நைட்ரோ செல்லுலோஸ் ஆகிய இரண்டும் அடங்கியுள்ளன. இந்த வகை திண்ம எரிப்பொருள்களுடன் இணைவுப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. தற்போது சிறப்பு திண்ம எரிப்பொருள்களுடன் போரான், அலுமினியம் மற்றும் பெரிலியம் போன்றவை சேர்க்கப்பட்டு அதன் வெப்ப அளவு அதிகரிக்கப்படுகின்றன.

வேதியியல் ஏலூர்தி

ஏலூர்தி உந்து எரிப்பொருள்கள் எனப்படும் வேதியியல் பொருள்களை எரித்து வேதியியல் ஆற்றலினை வெப்ப ஆற்றலாக்கி அதனையே விரைவாற்றலாக மாற்றும் பொறியே வேதியியல் ஏலூர்திப் பொறி ஆகும். ஏலூர்தி, ஏலுகணைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள பொறிகள் அனைத்தும் வேதியியல் ஏலூர்திப் பொறிகள்.

திண்ம உந்து எரிப்பொருள்களும் நீர்ம உந்து எரிப்பொருள்களுமே வீச்சுக் கணைகள் மற்றும் தோர், அடல்ஸ், டைட்டன் போன்ற விண்கலன்களில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தவிர உந்து எரிப்பொருளினுள் அடங்கும் எரிப்பொருள் ஆக்சிஜனேற்றி இரண்டில் ஒன்று திண்ம நிலையிலும் மற்றது நீர்ம நிலையிலுமாக இருக்குமாறு அமைந்த கலப்பினப் பொறிகளும் உருவமைக்கப்பட்டு வருகின்றன.

அணுக்கரு ஆற்றல், மின்னாற்றல், 'லேசர்' குரிய ஆற்றல் இவற்றின் மூலம் இயங்கும் ஏனைய ஏலூர்திப் பொறிகள்-ஒட்டு மொத்தமாக 'வேதியியல் அல்லாத ஏலூர்திப் பொறிகள்' எனப்படுகின்றன.

ஏலூர்திப் பொறியின் அடிப்படைகள். ஏலூர்திப் பொறியின் இயக்கத்தினை முழுவதுமாக உணர, கீழ்க்கண்ட சில அடிப்படை இயல்புகளை அறிதல் வேண்டும்.

தள்ளுவிசையும், உந்துவிசையும். ஏலூர்திப் பொறியின் தள்ளுவிசை எனப்படுவது அதன் கனற்சி வினைப்பொருள்களான வளிமங்கள் புறக்காம்புக் குழாய்வழி சீறி வெளியேறும் வேகத்தில் ஏலூர்தி பெறும் எதிர்விசையினைக் குறிக்கும். இது துப்பாக்கி வெடிக்கையில் பின்னோக்கி நெட்டித் தள்ளப்படுவதும், தோட்ட நீர்ப் பாய்ச்சும்போது தாரைக்குழல் பின்னுக்கு இழுக்கப்படுவதுமான எதிர்வினைகளை ஒத்த இயல்பாகும்.

ஒரு பொருளின் நிறை அல்லது பொருண்மை விரைவு இவ்விரண்டின் பெருக்குத் தொகையினை 'உந்தும்' 'உந்தம்' என வழங்குகிறோம். இயக்கிக் கொண்டிருக்கும் ஒரு பொருள், இருவேறு கணப்பொழுதுகளில் கொண்ட உந்தங்களின் மாறுபாடே உந்துவிசை ஆகும். ஒரு குறித்த கால இடைவெளிக்குள் நிகழும் இவ்விரு உந்தங்களின் மாறுபாட்டினை, அக்கால இடைவெளியால் வகுத்திட 'உந்த மாறுபாட்டு விரைவு' பெறப்படும். இதுவே அப்பொருளின் முதல் விரைவினை மறு விரைவிற்கு மாற்றிய 'தள்ளுவிசை' ஆகும்.

உந்துவிசை
தள்ளுவிசை = -----
காலம்

ஒப்பு உந்து விசை எண். ஓரலகு நிறையுள்ள எரிப்பொருள், ஒரு குறித்த கால இடைவெளியில் எரிந்து உருவாக்கும் உந்துவிசையே - 'ஒப்பு உந்து விசை எண்' அல்லது ஒப்பு விசை எண் ஆகும்.

ஒப்புவிசை எண் என்பது, ஓரலகு நிறைபாய் விரைவில் ஏலூர்தி பெறும் தள்ளுவிசையே என்றும் குறிப்பிடலாம்.

விசை, நிறை, காலம் இவற்றின் அளவுகள் அடிப்படையில் கணித்தால், ஒப்புவிசை எண் - 'விரைவின்' அளவைக் கண்டுணரலாம். உண்மையில் இது ஏலூர்தி தன் வெப்ப வளிமங்களின் 'பலந்தரு வெளியேற்ற விரைவு' ஆகும். ஆயினும் இவ்வளவினை புவியீர்ப்பு விசை முடுக்கத்தினால் வகுத்து, வெறும் நொடிகளிலேயே குறிப்பிடுவது வழக்கம்.

ஒப்புத் திறன் எண். ஓரலகு கால இடைவெளிக்குள் ஏலூர்திப் பொறி தன் வெப்ப வளிமங்கள் ஊட்டும் 'விரைவாற்றல்' ஏலூர்திப் பொறியின் திறன் எனப்படும்.

இத்திறனை ஏலூர்திப் பொறியின் தொடக்க எடையினால் வகுத்துப் பெறுவதே ஒப்புத் திறன் எண். ஏலூர்திப் பொறியின் தொடக்க எடையில் - அதன் ஆற்றல் உருவாக்க மூலம் பொறி, எரிபொருள், கட்டமைப்பு முதலான எடைகள் அடங்கும்.

தள்ளுவிசை - எடை விகிதம். ஏலூர்தியின் வேகவளர்ச்சி உருவாக்கும் விரைவூட்டம், புவியீர்ப்பு விசை முடுக்கத்தைவிட எத்தனை மடங்கு என்பதனை உணர்த்தும் அளவையே தள்ளுவிசை - எடை விகிதமாகும். திறன் மிக்க ஏலூர்திகளில் சீரிய நிர்மானத்தில் இவ்விகிதம் கூடுதலாக இருப்பதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தப்படும். அதாவது, ஆற்றல் உருவாக்கப் பொறியின், சடத்துவ எடை மிகக் குறைந்ததாக இருந்தல் வேண்டும்.

எரிபொருள் தீர்ந்த பின், சடத்துவ நிறையே ஏலூர்திப் பொறியின் இறுதி நிறை ஆகும்.

எரிபொருள் நிறையோடு ஒப்பு நோக்கிட ஏலூர்தி இறுதி நிறை அளவு குறைந்த எரிபொருள் நிறையே ஏலூர்தியின் தொடக்க நிறையாகவும் கொள்ளலாம்.

ஏலூர்தித் தள்ளுவிசைக்கும், அதன் தொடக்க எடைக்குமுள்ள விகிதத்தினின்று ஏலூர்தி வேகம் புவியீர்ப்பு விசை முடுக்கத்தினைப்போல் எத்துணை மடங்காக வளர்க்கிறது என்பது பெறப்படுகிறது.

நிறை விகிதம். ஏலூர்தி தன் இறுதிநிறைக்கும், தொடக்க நிறைக்கும் இடையே உள்ள விகிதமே, ஏலூர்தி நிறை விகிதம்

ஏலூர்தி இறுதி நிறை
ஏலூர்தி நிறை விகிதம் = -----
ஏலூர்தி தொடக்க நிறை

ஏலூர்தியின் உந்து எரிபொருள் நிறைக்கும் ஏலூர்தித் தொடக்க நிறைக்குமுள்ள விகிதம் - 'எரிபொருள்' நிறை விகிதம் எனப்படும்.

எரிபொருள் நிறை
எரிபொருள் விகிதம் = -----
ஏலூர்தி தொடக்க நிறை

ஏலூர்தி தொடக்க நிறை
இதில், எரிபொருள் நிறை = -----
இறுதி நிறை

திறமை. ஏலூர்திப் பொறி உருவாக்கும் ஆற்றல் (அல்லது திறன்) முழுமையும் தாரை விரைவாற்றலாக வெளிப்படுவதில்லை. வெப்ப வளிமங்களின் வெப்ப இழப்பு போன்றவை போக, எஞ்சிய ஆற்றல் மட்டுமே தாரை விரைவாற்றலாக உதவும். இதனையே ஏலூர்திப் பொறியின் 'அகத்திறமை' என்கிறோம்.

தாரை விரைவாற்றல்
பொறி அகத்திறமை = -----
பொறி முழுஆற்றல்

தாரை விரைவுத் திறன்

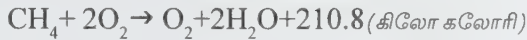
பொறி திறன்

எ-டு: வேதி ஏலூர்திப் பொறியின் முழுத் திறனும் அதன் எரிபொருள் கனற்சியூட்டும் வெப்பத் திறனே.

வேதியியல் கனற்சிப் பொறி

கனற்சி அறையினுள் திண்ம உந்து எரிபொருள் (solid propellant) நிறைக்கப்பட்டோ, நீர்ம உந்து எரிபொருள் (liquid propellant) உட்செலுத்தப்பட்டோ கொளுத்தும்போது, கனற்சி விளை நிகழ்கிறது. இவ்விளையில் அழுத்த வெப்பம், வெளியிடப்படுவதுடன் அதன் விளை பொருள்களாக எரிவளிமங்கள் உயர் அழுத்தமுறுகின்றன.

கனற்சியினை எளியதொரு எடுத்துக் காட்டால் விளக்கலாம். பெட்ரோல், டீசல், மண்ணெண்ணெய் வகை கரிம எரிபொருள்களில் (organic fuels), மூலக்கூறு எடை (molecular weight) குறைந்த மெத்தேனை சாணவளி ஆக்சிஜனில் எரிப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம்.



ஒரு குறித்த கொள்கலனில் மேற்கண்ட எரிவினை நிகழாமாயின் ஏறத்தாழ 3000°C வெப்பநிலையும் 15 மடங்கு உயர் அழுத்தமும் உருவாகும்.

பொதுவாக ஏலூர்திப் பொறிகளின் இத்தகைய கனற்சிவினைகளில் எரிபொருளுக்கும் ஆக்சிஜனுக்கும் உள்ள சம விகிதம் (equivalents ratio) ஓரலகிற்கும் (unit) குறைவாகவே இருக்கும். இதனைக் 'குறை ஆக்சிஜனேற்றம்' (under-oxidation) என்பர்.

கனற்சி தள்ளாட்டம். எரிவிளையில் வெப்ப அழுத்த அதிர்வுகளில் ஏற்படும் தடுமாற்றத்தினால் கனற்சி சீராக அமையாமலும் போகும். இதனைக் கனற்சித் தள்ளாட்டம் அல்லது கனற்சித் தடுமாற்றம் என்று குறிப்பிடுவர்.

(அ) நீர்ம உந்து எரி பொருள் கனற்சி (liquid propellant combustion). நீர்ம உந்து எரிபொருள்கள் கனன்று எரிகையில் அதன் அழுத்தம் (combustion pressure), வீச்சு (amplitude) ஆகிய சராசரி அழுத்தத்தைவிட இருமடங்குவரை உயர்ந்து மாறுபடுவதுண்டு. அப்பொழுது இந்த அழுத்த அலைகளின் அதிர்வெண் இடைவெளி (frequency range) 10 முதல் பல்லாயிரம் ஹெர்ட்ஸ் வரை உயரும்.

சிக்குதல் (hugging). கனற்சி அறையில் (combustion chamber) கனற்சி கலனுள் செலுத்தப்படும் எரிபொருள் பாய்விற்கும் (flow) இடைத் தொடர்பாக எழும் அழுத்த மாறுபாடுகள் (pressure fluctuations) சற்றேறக்குறைய 50 ஹெர்ட்ஸுக்கும் குறைந்த அதிர்வெண் கொண்டவை ஆகும். ஏதேனும் காரணத்தால் கனற்சி அறைக்குள் அதிக அளவில் செலுத்தும். ஆக அழுத்தக் குறைவினால் முதலில், கனற்சிக் காலதாமதம் (combustion time lag or delay) ஆயினும், எரிந்த பின் அதிக வெப்ப வளிமங்கள் சீறி வெளிப்பாய்ந்து கொண்டிருப்பதன் விளைவாக, அழுத்தம் மீண்டும் குறைய நேரும். அதனால் அதிக எரிபொருள் மீண்டும் கனற்சி அறைக்குள் செலுத்தப்பட்டு அழுத்தம் கூடும். பறை அதிரும் சப்தத்துடன் இந்த ஏற்ற இறக்க அழுத்த மாற்றங்களில் இடிபட்டுச் சிக்கிடும் எரிவிளையினை 'ஏலூர்திப் பொறி சிக்குதல்' என்று குறிப்பிடுவர். இக்குறையை நீக்க அல்லது கட்டுப்படுத்த உட்செலுத்திகள் வழி, நீர்ம உந்து எரிபொருள் பாய்வினை ஒழுங்குப்படுத்த வேண்டும்.

ஒலி ஒத்த அதிர்வெண். கனற்சி அறை, புறக்கூம்புக் குழாய் இவற்றின் அமைப்புகளோடு தொடர்புடையதும் வினாடிக்கும் 500 அலைவகளுக்கும் மேற்பட்ட அதிர்வெண் கொண்டதுமான அழுத்த அதிர்வுகளை 'ஒலி ஒத்த அதிர்வுகள்' என்பர். இவற்றை புல்லாங்குழல் இசைக்கும்போது, அதனுள் எழுப்பப்படும் ஒலி அலைகளின் இயல்போடு ஒப்பிட்டு உணரலாம்.

குவிப்பகுதி (converging section) குறைவான புறக்கூம்பு. குழாய் பொருத்தப்பட்ட கனற்சி அறையில் எழும் அழுத்த அலைகளின் அதிர்வெண் அவ்வெப்ப வளிமங்களினூடே ஒலியின் விரைவினை (2) கனற்சி அறையின் இருமடங்கு நீளத்தால் (1) வகுத்துப் பெறலாம்.

$$f = a/2l$$

கனற்சி அறையின் குறுக்குப்பரப்பில் அழுத்தம் கூடிய வெப்ப வளிமங்கள் அழுத்தம் குறைந்த பகுதிக்கு விரைவதனால் உருவாகும். இந்த ஒலி ஒத்த அதிர்வுகள் - அலைமோதி அலம்புவது மாதிரியும்

மையத்தினின்று வளைவிட்டு ஆரவாக்கில் விரிவடைவது மாதிரியும் (radial mode) தோன்றும்.

நொடிக்கு 20,000 அலைவுகளாக உயரும் இக்குறுக்கு அதிர்வுகள் (transverse vibrations) கனற்சி அறையினுள் கிறீச்சிட்ட ஒலியினை எழுப்பும்.

இடைத்தர அதிர்வெண் வகை (intermediate frequency type), மேற்குறித்த இருவகைக்கும் இடைப்பட்டதும், பொதுவாக 100 - 10000 ஹெர்ட்ஸ் அதிர்வெண்ணுள்ளதுமான இந்த வகை அழுத்த அலைவுகள் கனற்சி அறைக் கட்டமைப்பு உட்செலுத்திக் கருவிகளின் பீட அமைப்புகள் (mounting structures) வளிமச் சூழல் (gas vortex) போன்றவற்றால் எழுவவை.

(ஆ) திண்ம எரிபொருள் கனற்சி. திண்ம உந்து எரிபொருள் பொறிகளில் நிகழும் கனற்சி தள்ளாட்டத்தினை, மாக்ளியூர்-ஹார்ட்-பேர்ட் தத்துவம் (McClure-Hart-Bird theory) தெளிவாக விளக்குகிறது. இதன் அடிப்படையில் எழும் நான்கு வகை அழுத்தத் தடுமாற்றங்களைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

(i) விட்டு விட்டெரிதல். திண்ம உந்து எரிபொருட் பொறிகளில் குறைந்த அழுத்தத்தினால், கனற்சி வினைவேகம் (reaction rate of combustion) குறையும். அப்போது உருவாகும் எரிவினை வளிமங்களில் வெப்பம், எரிபொருளைத் தொடர்ந்து எரிக்கப் போதியதாக இராது. மேலும், வளிமங்கள் வெளியேற்றத்தால், கனற்சி கலனில் அழுத்தமும் குறைந்து எரிசுடர் வெம்மை தணிந்து அணைந்தும் விடலாம். ஆயினும் கனற்சி அறைச் சுவர்கள் மற்றும் ஏனைய ஏலூர்தி உறுப்புகளில் கனன்று கொண்டிருக்கும் உட்கனல் எரிபொருளை மீண்டும் தீப்பற்றி (re-ignition) எரியச் செய்து அழுத்தம் மிகும் வெப்ப வளிமங்களை உமிழும். அவ்வளிமங்களில் அதிவேகத்தில் வெளியே தள்ளப்படும்போது, அக அழுத்தம் குறைந்து, சுடர் அணைந்து, மீண்டும் எரியத் தொடங்கலாம். இவ்வாறு நொடிக்கு பத்து பதினைந்து முறை விட்டு விட்டு எரிவதைப் 'பின்னை எரிதல்' (after-burning) எனலாம்.

(ii) பாள எரிநிலையினின்று வெடிநிலைக்கு மாற்றம். திண்ம எரிபொருள் தண்டு (solid propellant grain) தீப்பற்றினால் பாளம் பாளமாக (layer by layer) எரியும். இதன் 'எரிவிரைவு' நொடிக்கு பத்துப் பதினைந்து மில்லிமீட்டர் அளவே ஆகும். திண்ம உந்து எரிபொருள்கூட ஒரு வகை வெடிமருந்து தான்.

'அதிர்ச்சி அலைகள்' (shock waves) திண்ம உந்து எரிபொருளை தாக்கும்போது - அதனுள் ஏற்படும் அமுக்கு அலைகள் (compression waves) ஆரம்பநிலையினின்று அதிர்ச்சி நிலைக்கு உயர்த்தப்படும். எரிபொருள் தண்டினுள் வேகம் வினாடிக்கு 2 - 3 கி.மீ. வரை இருப்பதால், குறுகிய எரிபொருள் நீளத்தை (length of charge) அதிர்ச்சி நிலைக்கு உயர்த்த எடுத்துக் கொள்ளப்படும். கால இடைவெளி, ஒருசில மைக்ரோ வினாடிகளே. புற வெப்ப பரிமாற்றமின்றி (heat transfer) அழுத்தமும் (adiabatic compression) எரிபொருளினோர் மையத்தில் - அதீத வெப்பம் கருக்கொள்ளும். அந்த வெப்பம் புள்ளி (hot spot) வெடித்துச் சிதற 'அனல் வளிமங்கள் திரண்டு', சுடர் தெறிக்கச் சீறிப்பாயும். இத்தகைய அழல்பெருக்கம், அடைபட்டதோர் கனற்சி அறைக்குள் நிகழ்வதனால், அக அழுத்தம் ஓர் இமைப் பொழுதின் சில கனத் துளிகளில் பல்லாயிரம் மடங்காகத் திடீரென்று பெருகிவிடும்.

இங்ஙனம் வெடித்துக் கிளம்பும் அழுத்த அலைகளை வெடி அலைகள் (detonation waves) என்பர். உந்து எரிபொருளில் நிகழும் இந்த எரிநிலை மாற்றத்தால் - ஒரு கணப்பொழுதில் ஏலூர்திப் பொறியே வெடித்து சின்னாப்பின்னமாகி விடக்கூடும். திண்ம உந்து எரிபொருளை இத்தகைய அபாயநிலைக்கு இட்டுச் செல்லும் காரணிகளில் முக்கியமான மூன்றை இங்கே குறிப்பிடலாம்.

(1) திண்ம உந்து எரிபொருள் தண்டினுள் நுண்துளைகள் (pores) அல்லது வெற்றுக் குமிழ்கள் (voids) உருவானால் அதிர்ச்சி அலைகளால் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படும்.

(2) நுண்துளையற்றதாயினும் (non-porous) அதன் கலவையில் சேர்ந்துள்ள ஆக்சிஜனேற்றியும் (oxidiser) பசையொத்த எரிபொருள்கோவையும் (fuel

binder) வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்குச் சூடாக்கப்பட்டாலும், திண்ம உந்து எரிபொருள் வெடித்திட நேரும்.

(3) அலுமினியம் போன்ற உலோக எரிபொருளும் ஒரு குறித்த அளவிலும் மிகையாக திண்ம உந்து எரிபொருளிற் கலக்கப்பட்டிருந்தால், உலோகத்தாளே அதனை அதிர்ச்சி வயத்திற்கு (shock sensitivity) உள்ளாக்கி, வெடிநிலை அடையச் செய்யலாம்.

(iii) ஒலி ஒத்த அதிர்வுகள். மேற்குறித்த ஏலூர்திப் பொறியினைப் போன்றே, திண்ம உந்து ஏலூர்திப் பொறியினுள் எழும் இவ்வகை அழுத்தத் தடுமாற்றத்தைத் தவிர்த்து சீரான கனற்சியினை நிகழ்த்த-திண்ம உந்து எரிபொருளில் தேவையான அளவில் அலுமினியத் தூள் கலக்கப்படுவதும் உண்டு.

(iv) இதர தள்ளாடங்கள். மேற்குறித்த வகையில் அலுமினியம்-உருகிய உலோகத்துளிகளாக (metal droplets) திண்ம உந்து எரிபொருள் தளத்தில் படிந்து, பின் வெளித் தள்ளப்படுவதால் ஏலூர்திப் பொறி குழிவுக்குக் (engine cavity) காரணமாகிறது. இதனாலும் விபரீதங்கள் விளையும்.

௬. முத்து

வேதியியல் முற்காப்பு

நோய் வருமுன் காத்தலே சிறப்பு. பெரியம்மை, தொண்டை அடைப்பான், நரம்பிசிவு நோய் (tetanus) போன்ற ஒட்டுண்ணி நோய்களுக்கு முற்காப்பு நடவடிக்கையாகத் தடுப்பு ஊசிகளைப் பயன்படுத்தும் முறை ஜென்னர் காலத்திலிருந்தே வழக்கில் இருந்து வருகிறது. வேதியியலான முற்காப்பு முறை (chemo-prophylaxis) என்பது ஒட்டுண்ணி நோய்களைத் (parasitic infections) தடுப்பதற்கு மற்றொரு சிறந்த முறையாகும். இம்முறை வேதி மருத்துவக் காலத்தின் தொடக்கத்திலேயே நடைமுறைக்கு வந்தது.

சல்ஃபோனமைடுகள், பெனிசிலின் போன்ற எதிர்உயிரி மருந்துகளின் (chemotherapeutic agents) மதிப்பு உணரப்பட்ட உடனேயே மருத்துவர்கள் அவற்றை எளிதில் தாக்கக்கூடிய ஒட்டுண்ணி நோய்களைத் தடுப்பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். பின்னர், புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு மருந்தும் இம்முறையில் நோய்களைத் தடுக்கும் திறனுள்ளதா என்று ஆய்வு செய்யப்படுகிறது.

நோய்களைக் குணப்படுத்த வேதி மருந்துகளைப் பயன்படுத்தும் முறை வேதி மருத்துவம் (chemotherapy) எனப்படுகிறது. அதேபோல, நோய்கள் வராமல் தடுப்பதற்கு மருந்துகளைப் பயன்படுத்துகின்ற முறைக்கு வேதி முற்காப்பு முறை என்று பெயர்.

தடைகாப்புக் கோப்பு முற்காப்பு (Immuno prophylaxis). நோய் எதிர்ப்பொருள் அல்லது நோய் எதிர் பொருள்களை உற்பத்தி செய்யும் 'காப்பு மூலங்கள்' (antigens) ஆகியவை மூலம் நோயைத் தடுக்கும் முறையாகும். இம்முறையில் உடற்கூறுகளைக் கொண்டே நோய்க் கிருமிகள் தாக்கப்பட்டு அழிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் வேதி முற்காப்பு முறையில் மருந்துகளே நேரடியாகச் செயல்பட்டு நுண்ணுயிரிகளை அழிக்கின்றன. வேதி முற்காப்பு முறையும் தடைகாப்புக் கோப்பு முற்காப்பு முறையும் நிவாரணம் அளிப்பதில் ஒத்த வகையினவே. ஆயினும் இவற்றின் செயல்வழி முறை வெவ்வேறாக உள்ளது.

இந்த இரண்டு முற்காப்பு முறைகளில் மேலும் சில ஒற்றுமைகளும் வேற்றுமைகளும் உள்ளன. வேதி முற்காப்பு முறையில் பயன்படுத்தும் மருந்துகளை எளிதில் தயாரிக்கலாம். மருந்துகளின் முழுப் பயனை நீண்ட காலத்திற்கு அடையலாம். அது எவ்வாறெனில் மருந்துகளின் சக்தி எளிதில் மாற்றம் அடைவதில்லை. ஆனால் தற்காப்புக் கோப்பு முற்காப்பு முறையில் உபயோகிக்கும் மருந்துகள் விலங்குகளில் தருந்த நோய்களை உண்டாக்கி நுண்மங்களில் அவற்றின் தன்மையை மாற்றியோ தயாரிக்கப்பட வேண்டும்.

நோய்க் கண்ட மக்களின் இரத்த நீரிலிருந்தும் தயாரிக்கலாம். இப்படித் தயாரிப்பது எளிய செயலன்று. அப்படி உண்டாக்கிய மருந்துகள் பொதுவாகக் குறுகிய

காலம் வரைதான் பயனுள்ளவையாக இருக்கும். மேலும், பயன்படுத்தும் காலம் வரை வெப்பம் பாதிக்காத நிலையில் அவற்றை வைத்திருக்க வேண்டும். இதிலிருந்து வேதியியல் முற்காப்பு முறை எளிதானது என்று புலனாகிறது. இந்த முறையில் ஒரு குறையுள்ளது. அதாவது மருந்து உட்கொள்ளும் காலம் வரைதான் நோய் வராமல் தடுக்க முடியும்.

ஆனால் தற்காப்புக்கோப்பு முற்காப்பு முறையில் குறுகிய அல்லது நீண்ட கால முற்காப்பு அளிக்க முடிகிறது. எவ்வாறெனில் நீண்ட கால முற்காப்பு முறையில் நம் உடலிலேயே முற்காப்பு சக்தியை உண்டு பண்ணுவதால் முற்காப்புச் சிகிச்சைக்கேற்ப பலன் காணப்படுகிறது. இரண்டு முறைகளுக்கும் பொதுவாக ஒரு குறை உள்ளது. அதாவது எல்லாவித ஒட்டுண்ணி நோய்கள் பீடிப்பிலிருந்தும் தனித்த நிலையில் ஒரு முறையும் செயல்பட்டு முற்காப்பு அளிக்க முடியாது.

பல மருத்துவப் புள்ளி விவரங்களின்படி 30 - 60 வரை எதிர் உயிரிகள் (antibiotics) நோய்த்தடுப்புப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன என்று தெரிகிறது. இருப்பினும் சில சமயங்களில் அவை உண்மையிலேயே நோய்களைத் தடுக்க உதவுகின்றனவா என்பதில் கருத்து வேறுபாடு நிலவுகிறது. எ-டு: இதய அறுவைச் சிகிச்சையில் செயற்கை வால்வுகள் (prosthetic valve) பொருத்தப்படும்போதும் மொத்த இடுப்பு எலும்பு மூட்டு மாற்று சிகிச்சையின்போதும், சில இதய நோய் உள்ளவர்களுக்குப் பல் எடுக்கப்படும் போதும் இந்த வேதி முற்காப்பு முறை மிகவும் அவசியம் என்பதில் ஐயமே இல்லை.

முன்கூட்டியே அறுவைச் சிகிச்சை நிர்ணயிக்கப்பட்ட நோயாளிகளுக்கும், சுய நினைவு இல்லாத நோயாளிகளுக்கும், ஒட்டுண்ணிகளால் தீங்கு விளையாமல் இருப்பதற்காகக் கொடுக்கப்படும் வேதியியல் முற்காப்பு முறை எவ்வகையில் பயனளிக்கும் என்பதில் ஐயம் உள்ளது. அது மட்டுமன்றி இம்முறை சில மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி அவை மருந்துகளுக்குக் கட்டுப்படா நிலையைத் தோற்றுவித்துப் பெரும் தீங்கை விளைவிக்கக் காரணமாகின்றன. இதுபோன்ற சமயங்களில்

நோய்களை எதிர்ப்பார்த்துக் கொடுக்கும் முற்காப்புச் சிகிச்சையைவிட, வந்த பிறகு தேவையான நிவாரண சிகிச்சை அளிப்பதே நலம் எனச் சிலர் கருதுகின்றனர்.

இந்த முற்காப்பு முறைகள் சிறந்து விளங்கச் சில வழி முறைகளை கையாள்வது அவசியம்.

1) இம்முறை ஒரு குறிப்பிட்ட ஒட்டுண்ணிக்கு எதிராகப் பயன்படுத்தப்படவேண்டுமேயல்லாது பல ஒட்டுண்ணிகளை ஒட்டு மொத்தமாக ஒழிக்கும் ஒரு பொது முறையாக இதனைக் கையாளக்கூடாது.

2) பயன்படுத்தப்படும் மருந்துகள், ஒட்டுண்ணிகளை அழிக்க வேண்டுமே தவிர, அவற்றுக்கு மருந்துகளின் செயல்திறனை ஒடுக்கும் வகையில் எதிர்ப்புத் திறனை (resistance) தோற்றுவிக்கக்கூடாது.

3) முக்கியமாக, நீண்ட காலத் தடுப்பு முறைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் மருந்து வகைகள் நோயாளிகளுக்கு வேண்டா விளைவுகளை (adverse reactions) உண்டாக்குவனவாக இருக்கக்கூடாது.

வேதியியலான முற்காப்பு முறைகள் பயன்படுத்தப்படும் நோய் வகைகளாவன:

1. முதன்மையான ஒட்டுண்ணி நோய் முற்காப்பு முறை (true prevention of infection): முடக்குவாதக் காங்ச்சல் (rheumatic fever), சிறுநீர்வழிப் பாதை நோய்கள் (urinary tract infections).

2. உடலுக்குள் வந்த கிருமிகள் நோய் விளைவுகளை ஏற்படுத்தாமல் தடுக்கும் வகை: காச நோய், மலேரியா.

3. நீண்ட கால ஒட்டுண்ணி நோய்கள் திடீரென மிகைப்படுத்தலைத் தடுத்தல்: மூச்சுக்குழல் நோய் (bronchitis) நுரையீரல்பை தழும்பு நோய் (cystic fibrosis).

4. இயற்கையாகவே உடலில் இருக்கும் ஒட்டுண்ணிகள் இடமாற்றத்தால் தோற்றுவிக்கும் நோய்களைத் தடுத்தல்: பல் எடுப்பதினால் உண்டாகும்

இதய நுண்ம நோய் (bacterial endocarditis).

5. அதிக அளவில் பரவும் தொற்று நோய் வகைகள் (epidemics): மெனிங்கோ கோக்கையினால் உண்டாகும் மூளைக் காய்ச்சல், சீதபேதி, வாந்தி பேதி கொள்ளைநோய்.

6. தொடர்பு (contacts) மூலம் வரும் ஒட்டுண்ணி நோய்கள்: பெரியம்மை இன்ஃபுளுவென்சா.

7. நுண்ணுயிர்ப் பாதித்த நிலையில் செய்யப்படும் அறுவைச் சிகிச்சை விபத்தின் விளைவுகளுக்குச் செய்யப்படும் அறுவை, சுற்றுப்புறத் துப்புறவின்மையால் இரணங்களில் உண்டாகும் நோய் வகைகள்.

மருந்து மூலம் ஒட்டுண்ணி நோய்க்கு முற்காப்புச் சிகிச்சையின் கால அளவு. சிகிச்சையின் கால அளவு நோய் வகையின் தன்மையைப் பொருத்தது. எ-டு: முடக்குவாதக் காய்ச்சலைத் தடுக்கக் குறைந்த அளவு 5 ஆண்டுக் காலத்திற்கு மருந்து உட்கொள்ள வேண்டும். சில சமயங்களில் ஆயுள் முழுவதும் முற்காப்பு முறை தேவைப்படலாம். நோயாளிகள் இவ்வாறு நீண்ட காலம் தொடர்ந்து உண்ண இயலாதபோது, ஒவ்வொரு ஆண்டும் தேவையான பருவங்களிலாவது சிகிச்சைச் செய்து கொள்வது அவசியம்.

சில சமயங்களில் குறுகிய காலச் சிகிச்சையே போதுமானது. எ-டு: இரண சிகிச்சைக்கு முன்னர்க் கொடுக்கப்படும் முற்காப்பு மருந்துகளைச் சில மணி நேரத்திற்கு முன்னால் ஆரம்பித்து இரண சிகிச்சைக்குப் பிறகு ஒருசில நாட்களுக்கு மட்டுமே கொடுத்தால் போதுமானது. அதிக நாள் கொடுத்தால் நன்மையைவிடத் தீமையே அதிகம் விளையும்.

மருந்துகளை எதிர்க்கும் சக்தி குடலின் நுண்மங்களுக்கு (intestinal microbial flora) ஏற்படக்கூடிய அபாயம் உருவாகக்கூடும். எ-டு: ஊசி மூலம் கொடுக்கும் பென்சைல் பெனிசிலின் (benzyl penicillin) 15 மணித்துளிகளுக்கு முன்னும், வாய்மூலம் கொடுக்கப்படும் பெனிசிலின் 1 மணி நேரத்திற்கு

முன்பும் கொடுத்தால் போதுமானது.

வேறு சில சமயங்களில் வேதியியலான முற்காப்பு முறை வேண்டிய காலம் வரை கொடுக்கப்பட வேண்டியும் இருக்கும். அதாவது, ஒருவர் மலேரியா கண்டுள்ள இடத்திற்குப் பயணம் செய்தால் அவர் அங்கு இருக்கும் வரை தடுப்பு மருந்துகளை உட்கொள்ள வேண்டும்.

நீண்ட கால முற்காப்பு முறைக்கான மருந்துகளின் அளவுகளும் விகிதங்களும்.

வேதியியலான முற்காப்பு முறையில் முழு மருந்து விகிதம் இல்லாமல் சற்றுக் குறைந்த விகிதமாக நீண்ட காலத்திற்குக் கொடுத்தாலும் பயன் உண்டு.

எ-டு: சிறுநீர் வழிப்பாதை ஒட்டுண்ணி நோய்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் நைட்ரோஃபியூரண்டாயின் மருந்தின் நோய் முற்காப்புக்கான விகித அளவு ஒரு நாளைக்கு 100 மில்லி கிராம் ஆகும். ஆனால் நோய்த் தீர்வுக்கான சிகிச்சைக்குரிய அளவு, நாளொன்றுக்கு 100 மி.கி. வீதம் மூன்று முறை 10 நாட்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டி இருக்கும். மருந்துக்குரிய அளவினை இவ்வாறு குறைத்துக் கொடுக்கும் வகை சில நோய்களுக்கே பொருந்தும்.

சுருங்கக் கூறின், நோய்த் தடுப்பு முறைகளில் வேதியியலான முற்காப்பு முறை என்பது சிறந்த முறைகளில் ஒன்றாகும். இது எளிதான, சிக்கனமான நோய்த் தடுப்பு முறையாகும்.

வேதி வாய்பாடு

ஒரு பொருளின் அடிப்படையான, மூலக்கூறுகளில் அடங்கியுள்ள அணுக்கள், எந்தெந்த தனிமங்களின் அணுக்கள் என்பதையும், அவற்றின் எண்ணிக்கையையும், குறியீடுகளைக் கொண்டு சுருக்கமாக எழுதப்படுவதே வேதி வாய்பாடு அல்லது மூலக்கூறு வாய்பாடு ஆகும். எ-டு: சுக்ரோஸ் என்ற

சர்க்கரையின் ஒரு மூலக்கூறு பன்னிரண்டு கார்பன் அணுக்களையும், இருபத்திரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களையும், பதினொரு ஆக்சிஜன் அணுக்களையும் கொண்டது என்பதை $C_{12}H_{22}O_{11}$ என வாய்பாடு மூலம் சுருக்கமாகத் தெரிவிக்கலாம். வேதி வாய்பாட்டிலுள்ள அணுக்களின் எடையைக் கூட்ட வருவதே வேதி வாய்பாட்டு எடையாகும்.

மூலக்கூறு வாய்பாடு சேர்மத்தின் விகித வாய்பாட்டின் எளிய மடங்காக இருக்கும். ஒரு சேர்மத்தின் விகித வாய்பாடு என்பது, அச்சேர்மத்தின் ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள வேறுபட்ட தனிம அணுக்களின் விகிதத்தினைத் தெரிவிப்பதாகும். குளுக்கோஸ் என்ற சேர்மத்தின் விகித வாய்பாடு CH_2O எனில், குளுக்கோஸில் ஒரு மூலக்கூறில் கார்பன் (C) ஹைட்ரஜன் (H), ஆக்சிஜன் (O) ஆகிய தனிம அணுக்கள் 1:2:1 என்ற விகிதத்தில் உள்ளன என்பது பொருளாகும்.

ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடானது, அதன் விகித வாய்பாட்டுடன் பின்வரும் தொடர்புக் கொண்டுள்ளது.

$$\text{மூலக்கூறு வாய்பாடு} = (\text{விகித வாய்பாடு})_n$$

இதில் $n=1,2,3,\dots$ என இருக்கும். இதுபோல் சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாட்டு எடையும், விகித வாய்பாட்டு எடையும் கீழ்க்கண்ட தொடர்புக் கொண்டுள்ளன.

மூலக்கூறு வாய்பாட்டு எடை = (விகித வாய்பாடு எடை)_n

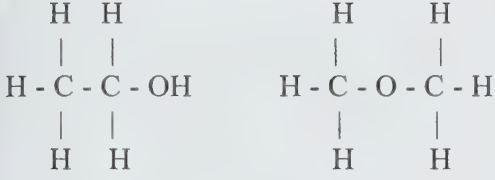
எனவே ஒரு சேர்மத்தின் மூலக்கூறு வாய்பாடு காண்பதற்கு அதன் விகித வாய்பாடு தெரிய வேண்டும். விகித வாய்பாட்டிலிருந்து மூலக்கூறு வாய்பாட்டினைக் கணக்கிட மூலக்கூறு எடை தெரிந்திருத்தல் அவசியம். குளுக்கோஸ் சேர்மத்தின் விகித வாய்பாடு CH_2O என்பதால், அதன் விகித வாய்பாட்டு எடை = $12+2+16=30$ ஆகும். குளுக்கோஸின் மூலக்கூறு எடை = 180 . இது விகித வாய்பாட்டு எடையைப் போல் ஆறு மடங்கு இருப்பதால் குளுக்கோஸின் மூலக்கூறு வாய்பாடும்

அதன் விகித வாய்பாடு போல் ஆறு மடங்காயிருக்கும்.

$$\begin{aligned} \text{மூலக்கூறு வாய்பாடு} &= (\text{விகித வாய்பாடு})_6; \\ (CH_2O)_6 &= C_6H_{12}O_6 \\ \text{குளுக்கோஸின் மூலக்கூறு வாய்பாடு} &= C_6H_{12}O_6 \end{aligned}$$

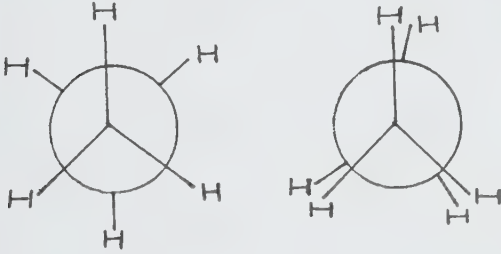
மூலக்கூறு வாய்பாடு சேர்மங்களிலுள்ள தனிமங்களைக் குறிப்பிடுகின்றனவேயன்றி அவற்றிலுள்ள தொகுதிகளையோ அயனிகளையோ குறிப்பிடுவதில்லை. எனவே இவை புலப்படுமாறு மூலக்கூறு வாய்பாட்டினை எழுதுவது பயனுள்ளதாகும். எ-டு: பென்சோயிக் அமிலத்தில் அமிலத்தொகுதி தனித்துப் புலப்படுமாறு C_6H_5-COOH எனவும் அலுமினியம் சல்ஃபேட்டில் சல்ஃபேட் அயனிகள் (SO_4) புலப்படுமாறு $Al_2(SO_4)_3$ எனவும் எழுதப்படுகின்றன. சில சேர்மங்கள் படிக நிலையிலிருக்கும் போது கரைம மூலக்கூறுகளையும் உள்ளடக்கி உள்ளன. இரட்டை உப்புக்கள், அணைவுச் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றின் வேதி வாய்பாடுகளையும் அவற்றிலுள்ள மூலக்கூறுகள், அயனிகள் மற்றும் தொகுதிகள் தெரியுமாறு எழுதுவது வழக்கிலுள்ளது. எ-டு: படிக நிலையிலுள்ள காப்பர் சல்ஃபேட்டில், 1 காப்பர் சல்ஃபேட் மூலக்கூறு 5 நீர் மூலக்கூறுகளுடன் இணைந்துள்ளதை $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ எனவும், பொட்டாசியம் சல்ஃபேட், அலுமினியம் சல்ஃபேட், நீர் ஆகியவை சேர்ந்து உருவான பொட்டாசியம் அலுரம் என்ற இரட்டை உப்பினை $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_2 \cdot 24H_2O$ எனவும், இரும்பு அணுவுடன் சயனைடு தொகுதிகள் இணைந்த அயனியும், பொட்டாசியம் அயனிகளும் சேர்ந்த பொட்டாசியம் பெரோ சயனைடு என்ற உப்பினை $K_4(Fe(CN)_6)$ எனவும் எழுதப்படுகின்றன.

அணுக்களை எவ்வாறு தொகுத்து மூலக்கூறுகள் அமைக்கப்படுகின்றன என்பதை விளக்குவதே அமைப்பு வாய்பாடு ஆகும். பண்புகளால் முற்றிலும் வேறுபட்ட எத்தில் ஆல்கஹால், டைமெத்தில் ஈதர் என்ற இரண்டு சேர்மங்களுக்குமே மூலக்கூறு வாய்பாடு C_2H_6O என்பதுதான். இத்தகைய சேர்மங்கள் மாற்றியங்கள் (isomers) எனப்படும். இவ்விரண்டு சேர்மங்களின் அமைப்பு வாய்பாடுகளை



எனவும் எழுதலாம். இவை இச்சேர்மங்களில் வேறுபட்ட (அமைப்புகள்) வினையுறு தொகுதிகளிலிருப்பதைக் காட்டுகின்றன.

கரிம சேர்மங்களில், ஒற்றைப் பிணைப்பை அச்சாகக் கொண்டு மூலக்கூறினது பகுதிகளைச் சுழற்றுவதால் விளையும் தோற்றங்களை விளக்க நியூமன் வெளிப்படு வாய்பாடுகள் பயன்படுகின்றன. எத்தேன் சேர்மத்தின் அத்தகைய அமைப்புகள் சில:



வே.கிருஷ்ணசாமி

வேதி வாய்பாடு எடை

ஒரு சேர்மத்தின் உண்மையான மூலக்கூறு எடைக் காணப்படவில்லையெனில், சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாடின் மூலம், சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாடு எடையைக் கணக்கிடலாம்.

ஒரு சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாட்டினை $AxByCz$ எனக் கொள்வோம். a, b, c ஆகியவற்றை முறையே A, B, C எனும் தனிமங்களின் அணு எடைகளாகக் கொள்வோம். இச்சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாடு எடை $ax+by+cz$ ஆகும். கார்பன்டைஆக்சைடின் வேதி வாய்ப்பாடு CO_2 .

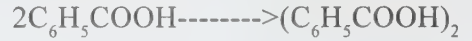
இச்சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாடு எடையைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$\begin{array}{l} \text{கார்பன் அணுவின் எடை} = 12 \\ \text{ஆக்சிஜன் அணுவின் எடை} = 16 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{ஆகவே, இச்சேர்மத்தின் எடையாவது:} \\ 1C = 1 \times 12 = 12 \\ 2OC = 2 \times 16 = 32 \end{array}$$

$$\text{CO}_2 \text{வின் வாய்பாடு எடை} \quad \begin{array}{r} \text{-----} \\ 44 \\ \text{-----} \end{array}$$

பெரும்பாலும் சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடையும் சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாடு எடையும் ஒரே மதிப்பு உடையன. ஆயின், சில சமயங்களில் சில சேர்மங்கள் கரைசல் நிலையில் இணக்கமோ பிரிகையோ அடைகின்றன. எ-டு: பென்சோயிக் அமிலம் பென்சீனில் இரட்டை மூலக்கூறுகளாக இணக்கம் அடைகிறது.



இந்நிலையில் மூலக்கூறு எடையைக் கண்டால் அதன் மதிப்பு, இச்சேர்மத்தின் வேதி வாய்பாடு எடையை விட இரு மடங்காகிறது.

$$\begin{array}{l} C_6H_5COOH - \text{ இன் வேதி வாய்பாடு எடை} \\ 7C = 7 \times 12 = 84 \\ 6H = 6 \times 1 = 6 \\ 2O = 2 \times 16 = 32 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{-----} \\ 122 \\ \text{-----} \end{array}$$

ஆயின் இணக்கமடைந்த நிலையில் இச்சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடை

$$(C_6H_5COOH)_2 = 122 \times 2 = 244 \text{ ஆகும்.}$$

வேதி வாய்பாடு எடையின் அடிப்படையில் கரைசல்களின் அடர்வுகளும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஒரு வேதி வாய்பாடு எடை சேர்மம் ஒரு லிட்டர் கரைசலில் கரைக்கப்பட்டின் 1 ஃபார்மல் கரைசல்

கிடைக்கிறது. இதனை 1F எனக் குறிப்பர். (எ.டு.) HCl -இன் வேதி வாய்பாடு எடை 35.5+1=36.5 கிராம் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் 1 லிட்டர் கரைசலில் கரைக்கப்பட்டன 1F கரைசல் கிடைக்கிறது. இதேபோல் NaOH இன் வாய்பாடு எடை (40. 4 கிராம்). 0.4 கிராம் NaOH ஒரு லிட்டரில் கரைக்கப்பட்டன் 0.1F NaOH கரைசல் கிடைக்கிறது.

வேதி வினைகள்

ஒரு பொருள் அதனின்றும் மாறுபட்ட புதிய பொரு(ள்க)ளைப் படைக்குமாயின் அச்செயல் வேதி வினை எனப்படும். இதில் வினையில் ஈடுபடும் பொருள்கள் வினைபடுபொருள்கள் எனவும் புதிதாகத் தோன்றும் பொருள்கள் விளைபொருள்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. வினைபடு பொருள்கள் வேதி வினையினால் விளைபொருள்களாக மாறுவதை வேதி மாற்றம் எனவும் கூறலாம்.

வேதி வினை நிகழும்போது வினைபடுபொருள்கள் அழிய, விளைபொருள்கள் தோன்றுகின்றன. வினையைப் பொறுத்து, விளைபொருள்கள் ஒன்றாகவோ அதற்கு மேற்பட்டோ இருக்கும். விளைபொருள்கள் கண்டுகொள்ளத்தக்க அளவுக்கு வினைபடு பொருள்களிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும். வினை நிகழும்போது ஆற்றல் (ஒளி, மின்சக்தி, வெப்பம் போன்ற வடிவில்) வெளிவிடப்படுகிறது அல்லது ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது.

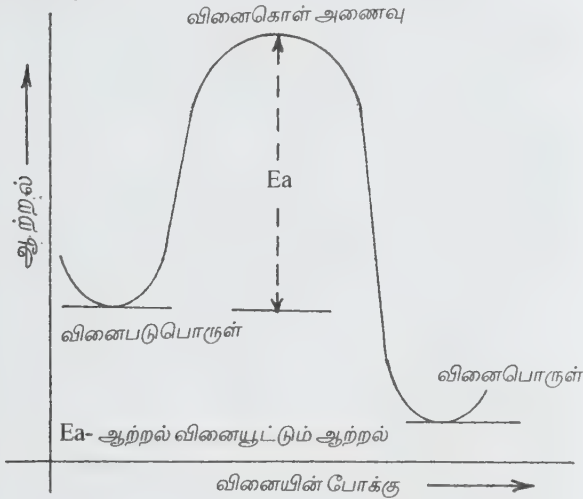
வேதி வினைகள் யாவும் ஏற்ற சூழ்நிலைகள் அமையும் போதே நிகழ்கின்றன. வளிம நிலையிலுள்ள குளோரின், பொட்டாசியம் உலோகத்தின் மீது பட்டவுடன் வினை நிகழ்த்தி பொட்டாசியம் குளோரைடு உப்பினைத் தருகிறது. இவ்வினை, வினைபடுபொருள்களின் நெருக்கத்தினால் நிகழ்கிறது. மெர்க்கூரிக் ஆக்சைடு என்ற வேதிப்பொருளைச் சூடாக்க அப்பொருள் சிதைந்து உலோக பாதரசத்தையும் வளிம ஆக்சிஜனையும்

தருகிறது. இவ்வினை வெப்பத்தினால் நிகழ்த்தப்படுகிறது. மெர்க்கூரியை அயோடினுடன் சேர்த்து அரைக்க மெர்க்கூரிக் அயோடைடு என்ற புதிய பொருள் தோன்றும். இங்கு அரைத்தலினால் ஏற்படும் அழுத்தமே வினைநிகழக் காரணமாகிறது. நீரின் வழியே மின்சக்தியைச் செலுத்த நீர் சிதைந்து ஹைட்ரஜனையும், ஆக்சிஜனையும் வெளிவிடுகிறது. ஒளி அல்லது வெப்பத்தினால் தூண்டப்பட்ட பின் சில வினைகள் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றன. தூளாயுள்ள துத்தநாகத்துடன் சல்ஃபர் கலந்துள்ள கலவை எரியும் தீக்குச்சியினால் வினை தூண்டப்பட்டு துத்தநாக சல்ஃபைடு என்ற சேர்மமாக மாறுகிறது. வளிம நிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜனும் குளோரினும் கலந்த கலவை ஒளிபடும்போது விரைவாய் வினை நிகழ்த்த வெடித்தல் ஏற்படுகிறது. கேசொலின் ஆவி காற்றில் எரிய மின் பொறி உதவுகிறது. இவ்வினைகள் தூண்டப்பட்டபின், வினையினால் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றல் வினை தொடர காரணமாகிறது.

வேதி வினைகளின்போது ஆற்றல் வெளிப்படுமாயின் அது ஒளி வடிவிலோ (மக்னீசியம் நாடா எரிந்து மக்னீசியம் ஆக்சைடு தோன்றும்போது) வெப்ப வடிவிலோ (கால்சியம் ஆக்சைடு நீருடன் சேர்ந்து கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு தோன்றும் போது) மின்சக்தியாகவோ (டேனியல் மின்கலத்தில் நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசலில் வைக்கப்பட்ட துத்தநாகத் தகட்டினை காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலில் உள்ள காப்பர் தகட்டுடன் கம்பியால் இணைக்கும்போது) வெளிப்படும்.

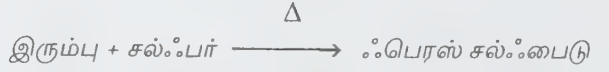
மூலக்கூறு அளவில், வேதிவினைகள் வினைபடு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே நிகழும் மோதல்களினால் ஏற்படுகின்றன. போதிய ஆற்றலுடனும் உரிய வகையிலும் நிகழும் மோதல்கள் வினைபடு மூலக்கூறுகளை 'வினைகொள் அணைவுகளாக' மாற்றுகின்றன. இவ்வினை ஆற்றலின் உச்சியிலுள்ள 'வினைகொள் அணைவுகள்' சரிந்து விழ விளைபொருள்களோ வினைபடுபொருள்களோ கிடைக்கின்றன. தோன்றும் பொருள்களின் நிலையாற்றல் வினைபடு பொருள்களின் நிலையாற்றலைவிட தாழ்ந்திருப்பின் வினையின்போது ஆற்றல் வெளிவிடப்படும். வினைபொருள்களின் நிலையாற்றல் உயர்ந்திருப்பின்

வினையின்போது ஆற்றல் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும். ஆற்றலை வெப்பமாக வெளிவிடும் வினை 'வெப்பம் உமிழ் வினை' எனப்படும். வினையின்போது வெப்பம் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டால் அவ்வினை 'வெப்ப ஏற்பு வினை' என அழைக்கப்படும். எத்தகைய வினையாயினும் வினை நிகழ, வினைபடு மூலக்கூறுகள் வினைகொள் அணைவுகளாக மாற்றப்பட வேண்டும். இதற்குத் தேவையான ஆற்றல் 'வினையூட்டும் ஆற்றல்' எனப்படும். வேதி வினைகளில் வெளிப்படும் ஆற்றல் $10-10^2 \text{kJ/mol}$ என்ற அளவிலிருக்கும். அணுக்கரு வினைகளோடு ஒப்பிட்டு நோக்க (10^9kJ/mol) இந்த ஆற்றல் மிகமிகக் குறைவாகும்.

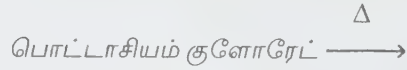


வினையின் தன்மை, வினை நிகழும் சூழல்வெப்பநிலை, அழுத்தம், வினையூக்கி ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வினை நொடியின் மிகச் சிறிய பகுதியிலும் நிகழ்ந்துவிடும் அல்லது பல நாட்கள் வரை கூட நீடித்திருக்கும். வினையின் வேகம் மிக அதிகமாயினும் அல்லது குறைவாயினும் காலம் செல்லச் செல்ல வேகம் குறைந்து வினை நின்றுவிட்டது போன்ற நிலை ஏற்படும். வெப்பநிலை, அழுத்தநிலை போன்ற புறச்சூழலில் மாற்றமேதுமின்றி, வினையிலும் எவ்வித மாற்றமும் இல்லாதிருப்பின் வினை வேதிச் சமநிலையை எட்டியதாகக் கருதப்படும். வினைபொருள்களே வினையிலீடுபட்டு வினைபடு பொருள்களைத் திரும்பத் தருகின்ற வினை மீள் வினையாகும். வேதிச் சமநிலையின்போது முன்வினையும் மீளும் வினையும் ஒரே வேகத்தில் நிகழும்.

வேதிவினைகள் பலவகைப்பட்டவை. அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்க சில: அ. இரண்டோ அதற்கு மேற்பட்ட பொருள்களோ இணைந்து ஒரு புதிய சேர்மத்தைத் தருகின்ற வினை வேதிச்சேர்க்கை எனப்படும்.

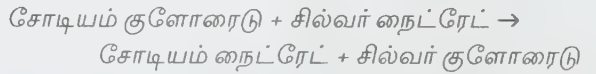


ஆ. ஒரு சேர்மம் ஒன்றுக்கு மேலான பொருள்களைத் தரும் வினை சிதைவு எனப்படும்.

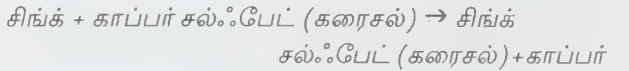


பொட்டாசியம் குளோரைடு + ஆக்சிஜன்

இ. இரண்டு சேர்மங்கள் அவற்றின் தொகுதிகளை மாற்றிக்கொண்டு இரண்டு புதிய சேர்மங்களைத் தரும் வினை இரட்டைச் சிதைவு எனப்படும்.



ஈ. இடப்பெயர்ச்சியில் ஒரு தனிமம், ஒரு சேர்மத்தில் உள்ள தனிமத்தை வெளியேற்றிவிட்டு அந்த இடத்தில் இணைந்து புதிய சேர்மத்தை ஏற்படுத்தும்.



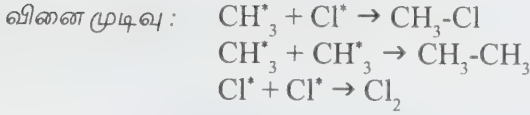
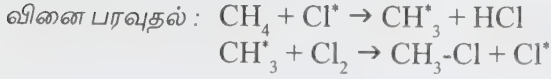
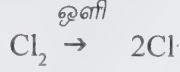
உ. கரிம மூலக்கூறு ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதிக்குப் பதில் வேறு தொகுதியைச் சேர்க்கும் வினைகள் பதிலீட்டு வினைகள் எனப்படும்.



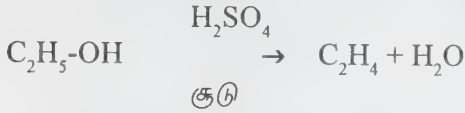
இவ்வினைகள், வினைதரும் பொருளுக்கேற்ப கருகவர், மின்கவர் அல்லது தனி உறுப்புபதிலீட்டு வினைகளெனப் பெயர் பெறுகின்றன. தனி உறுப்பு பதிலீட்டு வினைகள் சில ஒரே படியில்

நின்றுவிடாமல் பலபடிகளாய்த் தொடர்ந்து நிகழும். இத்தகைய வினை தொடர்வினை எனப்படும்.

வினை தொடக்கம் :



உ. கரிம மூலக்கூறுகளிலிருந்து ஹாலோஜன், நீர், ஹைட்ரஜன் ஹாலைடு போன்ற எளிய மூலக்கூறுகளைப் பிரித்தெடுக்கும் வினை நீக்கவினை எனப்படும்.



எ. கரிம சேர்மத்திலுள்ள இரட்டை அல்லது முப்பிணைப்புகளில் நீர், ஹைட்ரஜன், ஹாலோஜன், ஹைட்ரஜன் ஹாலைடு, ஹைப்போ ஹாலஸ் அமிலம் போன்ற மூலக்கூறுகள் இணைந்து புதிய சேர்மங்களைத் தரும் வினைகள் சேர்க்கை வினைகள் எனப்படும்.



ஏ. ஒரு சேர்மத்தை அதன் மாற்றியியமாக (isomer) மாற்றத்தக்க வினைகளுள் உள் இடமாற்றமும் ஒன்று.



தி.இளம்பூரணன்

வேதிவினை அளவியல்

வேதி வினைகளில் பங்கேற்கும் தனிமங்கள் மற்றும் அல்லது சேர்மங்களின் திண்ம மற்றும் பருமனளவுகளையும் அவற்றின் தொடர்புகளையும் அணு மற்றும் மூலக்கூறு எடைகளைக் கணக்கிடுவதையும் கருதும் பகுதி வேதிவினை அளவியலாகும். அண்மைக் காலத்தில் வெப்ப இயக்கவியலின் ஆற்றல் சமன்படுத்தலும் அணுக்கரு வினைகளின் பொருள் மற்றும் ஆற்றல் சமன்படுத்தலும் இவ்வேதி வினை அளவியலில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

வேதி அளவு பகுப்பாய்வில் இச்சொல், எடை பகுப்பாய்வு மற்றும் பருமனளவு பகுப்பாய்வு என்னும் இரு பிரிவுகளையும் குறிக்கிறது. எடையும் கன அளவும் வேதிவினைகளில் கையாளப்படும் இரு முக்கிய அளவுகளாகும். வேதி வினைகளில் இவ்வளவுகளின் தொடர்புகளைக் காண மாறா விகிதவிதி, மடங்குவிகித விதி மற்றும் இணையும் கன அளவுகள் விதி ஆகியவை பயன்படுகின்றன.

பொதுவாக எல்லாப் பொருள்களும் வேதி வினை மாற்றம் அடையும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் அல்லது வேதிச் சம விகிதத்தில் வினைபுரிகின்றன. இவ்வளவுகளைக் குறிக்கச் சமான எடை என்னும் ஒரு திட்ட அளவு கையாளப்படுகிறது. ஒரு தனிமத்தின் சமான எடை என்பது 1.00797 கிராம் (gram) ஹைட்ரஜன் அல்லது 7.9997 கிராம் ஆக்சிஜன் அல்லது இவற்றின் சமன்களோடு சேரவோ இடமாற்றம் செய்யவோ வேண்டிய அளவாகும். இதுவே 96,500 கூலும்ப் (Coulomb) மின்சாரத்தால் மின்பகுப்பில் விடுவிக்கப்படும் ஒரு தனிமத்தின் எடையுமாகும்.

ஒரு பொருளின் சமான எடை அதுவடையும் வேதிவினையைப் பொறுத்து மாறுபடலாம். எ-டு: பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் இரட்டைச் சிதைவுறும்போது அதன் சமான எடை, மூலக்கூறு எடைக்குச் (158.038) சமமாகிறது. ஆனால் வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் அது ஒரு ஆக்சிஜனேற்றியாகச் செயல்படுகையில் 158.038, 158.038/3, 158.038/5 ஆகிய சமான எடைகளோடு ஆக்சிஜன் இறக்கமடைகிறது.

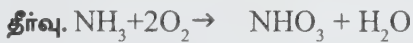
வேதிவினைகளில் பங்கேற்கும் பொருள்களை வேதிச் சமன்பாடுகள் மூலம் அளவிடலாம். இப்பொருள்களின் மூலக்கூறு எண்ணிக்கை, மோல்கள் எண்ணிக்கை அல்லது கிராம்களின் (grams) தொகை ஆகியவற்றை இச்சமன்பாடுகளிலிருந்து கணக்கிடலாம். மேலும் கரைசல்களின் கன அளவுகளிலிருந்தும் இந்த அளவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

எ-டு: 1. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து நீரையும் குளோரினையும் தருகிறது. திட்ட வெப்ப அழுத்த நிலையில், 36.45 கிராம் ஹைட்ரஜன் குளோரைடிலிருந்து எத்தனை லிட்டர் குளோரின் பெறலாம்?



இச்சமன்பாட்டின்படி, ஹைட்ரோகுளோரைடின் நான்கு மூலக்கூறுகள் அல்லது மோல்கள், ஆக்சிஜனின் ஒரு மூலக்கூறோடு அல்லது மோலோடு வினைபுரிந்து இரண்டு மூலக்கூறுகள் அல்லது மோல்கள் குளோரினையும் இரண்டு மூலக்கூறுகள் அல்லது மோல்கள் நீரையும் தருகின்றன.

எ-டு: 2 அம்மோனியா ஆக்சிஜனால் வினை ஊக்க ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து நைட்ரிக் அமிலத்தையும் நீரையும் கொடுக்கிறது. தினமும் 63 குவிண்டால்கள் நைட்ரிக் அமிலம் உற்பத்தி செய்ய எவ்வளவு அம்மோனியாவும் ஆக்சிஜனும் தேவைப்படுகிறது? திட்ட வெப்ப அழுத்தத்தில் அவற்றின் கன அளவுகள் என்னவாயிருக்கும்?



இதன்படி, ஒரு மோல் அம்மோனியாவிலிருந்தும் இரண்டு மோல் ஆக்சிஜனிலிருந்தும் ஒரு மோல் நைட்ரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. 63 குவிண்டால் நைட்ரிக் அமிலம் = 63×10^5 கிராம் நைட்ரிக் அமிலம். 63 கிராம் நைட்ரிக் அமிலம் = 1 மோல் நைட்ரிக் அமிலம். ஆகையால், 63×10^5 கிராம் நைட்ரிக் அமிலம் = 10^5 மோல்கள் நைட்ரிக் அமிலம். 10^5 மோல்கள் நைட்ரிக் அமிலம் உண்டாக்க 10^5 மோல்கள்

அம்மோனியாவும், 2×10^5 மோல்கள் ஆக்சிஜனும் தேவைப்படும். ஒரு மோல் அம்மோனியா = 17 கிராம் அம்மோனியா. ஆகையால் 10^5 மோல்கள் அம்மோனியா = 17×10^5 கிராம் = 17 குவிண்டால். ஒரு மோல் ஆக்சிஜன் = 32 கிராம். ஆகையால், 2×10^5 மோல்கள் ஆக்சிஜன் = $2 \times 32 \times 10^5$ கிராம் = 64 குவிண்டால். திட்ட வெப்ப அழுத்தத்தில் தேவைப்படும் அம்மோனியாவின் கன அளவு 22.4×10^5 லி.; திட்ட வெப்ப அழுத்தத்தில் தேவைப்படும் ஆக்சிஜனின் கன அளவு 44.8×10^5 லி. ஒரு கரைசலின் பொருட் செறிவை மொலாரிட்டி (molarity) அல்லது நார்மாலிட்டி (normality) எனும் அலகுகளால் குறிப்பிடலாம். ஒரு லிட்டர் கரைசலில் உள்ள கரைபொருளின் மோல்களின் எண்ணிக்கை மொலாரிட்டி என்றும், சமான எடை நார்மாலிட்டி என்றும் வரையறுக்கப்படுகின்றன. கரைசல்களின் உட்செறிவைக் காட்டும் இவ்வலகுகளிலிருந்து வினைபுரியும் கரைசல்களின் கன அளவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

கன அளவுபகுப்பாய்வின் கோட்பாட்டின்படி, சம உட்செறிவுள்ள (சம மோலார்) கரைசல்களை வேதிவினையில் கலந்தால் அவற்றின் கன அளவுகளும் சமமாகும். இவ்வாறு சம மோலார் கரைசல்களாயில்லாதிருந்தாலும் கன அளவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

எ-டு: 0.5 மோலார் திறனுள்ள 0.1 லிட்டர் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு எத்தனை லிட்டர் 0.2 மோலார் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலக் கரைசலுடன் முழுவதுமாக வினைபுரியும்?

தீர்வு. சம மோலார் கரைசல்களுக்கு சமகன அளவு கரைசல்கள் தேவைப்படும். ஆகையால், 0.5 மோலார் 0.1 லி. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுக்கு $0.5 \times 0.1 / 0.2 = 0.25$ லி. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலக் கரைசல் தேவைப்படும். மொலாரிட்டியும், மொலாலிட்டியும், நார்மாலிட்டியும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ள அலகுகள். ஆனால் நார்மாலிட்டி, சேர்மங்கள் பங்கேற்கும் வினையைச் சார்ந்தது. இவ்வலகு முக்கியமாக அமில-கார மற்றும் ஆக்சிஜனே - இறக்க வினைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரு கரைசலின் அடர்த்தி

(density) தெரிந்தால் அதன் மொலாரிட்டியையும், மொலாலிட்டியையும் கணக்கிடலாம். மறுமுகமாற்றமும் இயலும்.

ஆர். சென்னகேசவன்

துணைநூல்கள். The Encyclopedia American International Edition, Vol; 25; The Encyclopedia of Science and Technology, McCraw Hill. Vol. 8., Vol.19, Vol.21, Hougen, O.A. and others, Chemical Process Principles Part I. "Material and Energy Balance" second., Edn, Wiley, 1954.

வேதி வினைவேக இயல்

ஒரு வேதிவினை நிகழ்வதற்கு வாய்ப்பு உள்ளதா என்பதனை உறுதியாகக்கூறும் துறை வெப்ப இயக்கஇயல் (thermodynamics) என்றும், நிகழ்வதற்கு வாய்ப்புப்பெற்ற வினை எவ்வளவு விரைவாக நிகழும் என்பதனை அறிய உதவும் துறை வேதிஇயக்கஇயல் (chemical kinetics) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஒன்றோடொன்று வினைப்படுவதற்கு நிறைவான வாய்ப்பைப் பெற்ற இருவினைபடு பொருள்களைக் கலந்தவுடன் விளைபொருள்கள் உடனேயும் தோன்றலாம் அல்லது பல ஆண்டுகள் சென்றபின்பும் விளையாதிருக்கலாம். வினையின் விரைவைப் பாதிக்கும் காரணிகளை ஆராய்ந்தறியும் கொள்கையே இயக்க வேதியியல் கொள்கை (chemical kinetic theory) எனப்படும். ஒரு வினையின் விரைவை வெகுவாய்ப்பாதிக்கவல்லன வெப்பநிலை, வினைபடு பொருள்களின் தன்மை, செறிவு (concentration), வினையூக்கி, அழுத்தம், கதிர்வீச்சு ஆகியனவாகும். இவற்றுள் செறிவு முதன்மையானது. வினையின் விரைவு வினைபடுபொருளின் செறிவுடன் கொண்டுள்ள சார்பினைக் குறிக்கும் சமன்பாடு, விரைவு விதி (rate law) எனப்படும்.

$$-\frac{dc}{dt} = kc \dots\dots\dots (1)$$

இங்கு -dc/dt வினையின் வேகத்தையும் நேரம்

செல்லச்செல்ல வினைபடு பொருளின் செறிவு குறைந்துகொண்டே போவதால் எதிர்குறி (-) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

C வினைபடுபொருளின் செறிவையும், 't' நேரத்தையும் குறிக்கும். 'k' ஒரு வெப்பநிலை சார்புள்ள மாறிலியாகும். இது விரைவு மாறிலி (rate constant) எனப்படும்.

A → விளை பொருள்கள் எனும் வகைப்பட்ட வினைகளுக்குச் சமன்பாடு (1) பொருந்தும்.

2A → விளை பொருள்கள் இவ்வகைப்பட்ட வினைகளுக்கு விரைவு விதியை

-dc/dt = kc² என எழுதுதல் தேவை. பொதுவாக,
nA → விளை பொருள்கள்

எனும் வினைக்கு -dc/dt = kcⁿ எனும் சமன்பாடு பொருந்தும் .n. எனும் எண் வினையின் தரம் (order) அல்லது வினைப்படி எனப்படும். வினையின் தரம் ஒரு முழு எண்ணாகவோ, சுழியாகவோ, பின்னமாகவோ இருக்கலாம். வேதிச் சமன்பாட்டிலிருந்து வினையின் தரத்தைக் கணக்கிட முடியாது. ஆய்வு நடத்தி, வினையின் விரைவு, வினைப்படுபொருளின் செறிவின் எந்த அடுக்குக்குறிக்கு நேர்விகிதத்திலுள்ளது என அறிதல் வேண்டும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வினைபடு பொருள்களைக் கொண்ட வினையில் வினைப்படி தனித்தனியே ஒவ்வொரு வினைப்படு பொருளின் செறிவு உறுப்புகளின் அடுக்குக்குறிகளைக் (power of the concentration terms) கூட்டிப் பெறப்படுகிறது.

2A + 3B g விளைபொருள்கள் இவ்வினையின் தரத்தை A -ஐப் பொறுத்தமட்டில் இரண்டாகவும், B -ஐப் பொறுத்தமட்டில் மூன்றாகவும் இருப்பின், வினையின் பொதுத் தரம் 5 ஆகும். வினைத்தரம் சுழியானால், அவ்வினையின் விரைவு வினைபடுபொருளின் செறிவுடன் தொடர்பற்றது. செறிவு மாற்றத்தினால் விரைவு மாறாது.

பெரும்பாலான வினைகள் ஒரே கட்டத்தில் நிகழ்வதில்லை. பல படிகளாக பகுதி வினைகளாக

நிகழ்கின்றன. இவற்றுள் எப்பகுதி வினை மிக மெல்ல நடக்கின்றதோ அதுவே வினையின் மொத்த விரைவுக்கு அடித்தளமாகும். இப்பகுதி வினையில் எத்தனை மூலக்கூறுகள் பங்கு பெறுகின்றனவோ, அவ்வெண் வினையின் மூலக்கூறு எண் (molecularity) எனப்படும். இவ்வடிப்படையில் வினைகள் ஒரு மூலக்கூறு வினைகள் (unimolecular reactions), இரு மூலக்கூறு வினைகள் (bimolecular reactions), மும்மூலக்கூறு வினைகள் (termolecular reactions) என வகையீடு செய்யப்படுகின்றன. மூன்றோ அதற்கு மேற்பட்ட மூலக்கூறுகளோ ஒரே நேரத்தில் மோதுவது என்பது அரிய நிகழ்ச்சியாதலால், ஒரு மூலக்கூறு வினைகளும், இரு மூலக்கூறு வினைகளுமே மிகப் பெரும்பான்மையானவையாகும்.

ஒரே கட்டத்தில் நிகழ்ந்து முடியும் வினையின் மூலக்கூறு எண்ணும் தரமும் சமமானவை. சில வினைகளில் இரு வினைப்படுபொருள்கள் பங்கேற்பினும், ஒன்றின் செறிவு மற்றொன்றைவிட பன்மடங்கு கூடுதலாக எடுத்துக்கொண்டால், அவ்வினையின் தரம் செறிவுக் குறைவான வினையில் இடம்பெற்றுள்ள வினைப்பொருளின் செறிவைப் பொறுத்து அமையும். இவ்வகை வினைகளைப் போலி ஒற்றை மூலக்கூறு வினைகள் (pseudo unimolecular reactions) என்பர். எ-டு: எஸ்ட்டர்கள் நீராற்சிதைதல்.

ஒரு வினையின் விரைவு, மூலக்கூறு எண் ஆகியவற்றைப் பற்றிய அறிவு அவ்வினையின் வினைவழி முறையைக் (mechanism) கண்டறிய உதவும்.

வினையின் விளைவைக் கண்டறியக் கீழ்க்காணும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. (1) வேதி (இயைபறி) முறை (chemical method): வினை நிகழ்கையில் வினைக் கலவையில் ஒரு சிறு பகுதியைக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் வினைக் கலத்திலிருந்து அகற்றி, வினை மேற்கொண்டு தொடராமல் இருக்கும்படி செய்து, பின்பு விளைபொருளின் செறிவையோ, எஞ்சிய வினைப்படுபொருளின் செறிவையோ தகுந்த வேதிமுறை வாயிலாக அறிதல் இம்முறையின் மையக் கருத்தாகும்.

இயற்பியல் முறை (physical method). சில சமயங்களில் இயைபறி முறை இயல்வதில்லை. இம்முறையில் பகுப்பாய்வுக்காகப் வினைக் கலவையைப் பிரித்தெடுக்கவும் வினையைத் தடுப்பதற்கும் சிறிது நேரம் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் இயற்பியல் முறையில் வினை நிகழும் காலத்திலேயே அளவறிதலை நடத்தலாம். எ-டு: வினைப்படு பொருள் வளியாக இருந்தால், அதன் செறிவு மாற்றத்தை கண்டறிவதற்கு ஓர் அழுத்த அளவியை (manometer) வினைக்கலத்துடன் இணைக்கலாம். வினைப்படு பொருள்கள் அல்லது வினைப்படு பொருள்களுள் ஒன்று ஒளிசுழற்றும் தன்மையுடையதாக (optical activity) இருந்தால், வினைக்கலவையில் ஒளிசுழற்றும் தன்மையின் மாற்றத்தை அளந்து, அதன் வாயிலாகச் செறிவை அறியலாம். இதேபோன்று வினைக்கலவையின் மின்கடத்துதிறன், ஒளி உறிஞ்சும் பண்பு ஆகியனவும் சில வினைகளின் விரைவை அறிய உதவுகின்றன. பொதுவாக, செறிவுடன் நேர் சார்புடைய தக்கதொரு இயற்பியல் தன்மையின் அளவை மதிப்பிடுதலே இம்முறையின் நோக்கமாகும்.

வினையின் தரம் கண்டறிதல். வினைவேகம் அளந்தறிவதற்கான சமன்பாடுகளில் வினைப்படுபொருள் அல்லது பொருள்களின் செறிவுகளையும், நேரத்தையும் பதிலீடுசெய்து தரும் சமன்பாட்டினை அறிய வேண்டும். அச்சமன்பாட்டுக்கு உரிய தரம் வினையின் தரமாகும்.

தொடக்கத்தில் எடுத்துக்கொண்ட வினைப்படு பொருளின் செறிவு பாதியாகக் குறைவதற்குத் தேவைப்படும் கால அளவு ஒரு வேதிவினையின் அரை ஆயுள் காலம் (half-life period, $t_{1/2}$) எனப்படும். தரம் ஒன்று உள்ள வினையின் அரை ஆயுள் காலம் ஒரு மாறிலி ஆகும். தொடக்கத்தில் எந்தச் செறிவில் வினைப்படுபொருள் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டாலும், 50% செறிவுக் குறைவு காண்பதற்குத் தேவைப்படும் கால அளவு அவ்வினையைப் பொறுத்தவரை ஒரு மாறிலியாகும். தரம் இரண்டு உள்ள வினையின் அரை ஆயுள் காலம் தொடக்கக் கட்டச் செறிவுக்கு எதிர் விகிதத்திலிருக்கும். பொதுவாக, வரிசை 'n' என்றுள்ள வினையின்

$$t_{1/2} \propto \frac{1}{a^{(n-1)}}$$

இங்கு 'a' தொடக்கச் செறிவாகும்.

அரை ஆயுள் காலத்திற்கும் தொடக்கச் செறிவுக்கும் உள்ள சார்பை வெவ்வேறு செறிவுகளில் வினையைத் தொடங்கி அறியலாம்.

வரைபட முறை (graphical method), ஒதுக்கல் முறை (isolation method), வகைக்கெழு முறை (differential method) ஆகியனவும் வினையின் தரத்தைக் கண்டறியப்பயன்படும் மற்ற முறைகள் ஆகும்.

வினையின் மூலக்கூறு எண்ணைக் கண்டறிய வினைப்படு பொருள்களுள் ஒவ்வொன்றின் தொடக்கச் செறிவையும் தனித்தனியே மாற்றி, விரைவுக்கும் எப்பொருளின் செறிவுக்கும் தொடர்புள்ளது என்று காண்பதுடன், வேகவிதிச் சமன்பாட்டில் செறிவின் அடுக்குக்குறி என்ன என்பதனையும் அறிய வேண்டும். சில வினைகளின் சிறும வேகம் (slowest) குறைதாழ் வேகம் கொண்ட கட்டம் வினையின் வேகத்துக்கும் நேரடித் தொடர்பு இருக்காது. வினை நிகழ்கையில் இடைப்பட்டதொரு கட்டத்தில் தோன்றி மறையக்கூடிய சேர்மம் ஒன்று கண்டறியப்பட்டால் அச்சேர்மத்தை வினைக் கலத்திலிட்டு, அதன் செறிவேற்றம் மொத்த வினையின் விளைவை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்று காணலாம்.

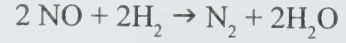
$$\text{வேகம்} = \text{மாறிலி } x \text{ (இடைச்சேர்மத்தின் செறிவு)}^n$$

என்று தொடர்பிருப்பின் 'n' இன் மதிப்பு மூலக்கூறு எண்ணாகும்.

வினைவழி முறை. வினையின் போக்குடன் நேர் தொடர்பு கொண்ட காரணிகள் மூன்று; வினைப்படுபொருளின் செறிவு, வெப்பநிலை, கால அளவு. ஒரு சில எளிய வினைகளில் சமன் செய்த சமன்பாடுகளைக் கொண்டே வேகவிதியின் அமைப்பை அறியலாம் என்றாலும், பல வினைகளில் இது இயல்வதில்லை. ஒரே கட்டத்தில் நிகழ்ந்து முடியக்கூடிய வினைகள் ஒருங்கிசை வினைவழி முறைப்படி (concerted mechanism) நடக்கின்றன.

வினையுறு மூலக்கூறுகள் நெருங்கி வந்து மோதி, அவற்றின் அணுக்கள் இடமாற்றம் அடைந்து விளை பொருளாகின்றன.

சில வினைகளில் சமப்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடுகளிலிருந்து பெறப்படும் வேகவிதிக்கும் பெருத்த வேறுபாடு உள்ளது. எ-டு:

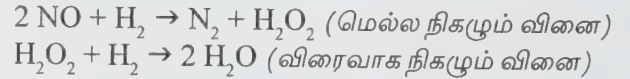


இதில் நான்கு மூலக்கூறுகள் பங்கு பெறுகின்றன. ஆனால் ஆய்வுப்படி வேகவிதியின் அமைப்பு.

$$\text{வேகம்} = \text{மாறிலி } x [\text{NO}]^2 x [\text{H}_2]$$

என்றே அறியப்பட்டுள்ளது.

இதிலிருந்து வினையின் இயங்கு முறை பின்வருமாறு தொகுக்கப்பட்டுள்ளது.



எளிய வினைகளைத் தவிர, இணைப்போக்கு வினைகள் (parallel reactions), பின் தொடர்வினைகள் (consecutive reactions), சங்கிலித் தொடர்வினைகள் (chain reactions) ஆகியனவும் இயக்க வேதியியல் ஆய்வுக்குட்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

பெரும்பாலான சங்கிலித் தொடர் வினைகளில் இயங்கு முறைகள் சற்று விளக்கமாகப் புரிந்துகொள்ளப்பட்டுள்ளன. மாறா நிலைக் கோட்பாட்டின் (steady state hypothesis) அடிப்படையில் இவ்வியங்கு முறைகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இயங்கு உறுப்புகள் (free radicals) எனும் வகையைச் சார்ந்த பொருள்கள் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையில் எலக்ட்ரான்களைக் கொண்டவை - இடைச்சேர்மங்களாக இந்த வினைகளில் தோன்றி மறைகின்றன. தனித்தியங்கு உறுப்புகளின் தோற்றமும், மறைவும் ஒரே விரைவில் இருந்தாக வேண்டும் என்பதே மாறா நிலைக்கொள்கை ஆகும். ஹைட்ரஜன் - குளோரின் சேர்க்கை, மெத்தேனில் குளோரின் பதிலீடு ஆகிய வினைகள் சங்கிலித் தொடர் வினைகளுக்குச் சிறந்த

எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

வேரிப் பூஞ்சை

உயர்வகைத் தாவரங்களின் நல்ல நிலையில் உள்ள வளமான உறிஞ்சு உறுப்புக்களான வேர்கள், மட்டநிலத்தண்டுகள் உடலங்கள் ஆகியவற்றுடன் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்தும் பூஞ்சைகளும் சேர்த்து உறிஞ்சி உறுப்புகளாகச் செயல்படுபவைகளுக்கு வேரிப் பூஞ்சைகள் என்று பெயர். இவ்விதமான கூட்டுயிரி வாழ்க்கையில் பங்கேற்கும் உயர்வகைத் தாவரங்கள் பரையோஃபைட்டா, பாலிபோடியோஃபைட்டா, பினோஃபைட்டா, மாக்னோலியோஃபைட்டா போன்றவைகளுடன் ஃபைகோமைசீட்கள், ஆஸ்கோமைசீட்டுகள், பேசிடியோமைசீட்கள், முழுமைபெறாப் பூஞ்சைகள் ஆகியவைகளும் அடங்கும். மேலே கூறப்பட்ட மாறுபட்ட பல உயர்வகை, பூஞ்சை பங்காளிகள் கூட்டுயிரி வாழ்க்கையில் பங்கேற்பதால் வேரிப்பூஞ்சைகளில் அமைப்பும், செயலும் பலவிதங்களில் மாறுபட்டு உள்ளன. வேரிப்பூஞ்சைகளிலும் இரு பெரும் அமைப்பியல் வகைகள் உண்டு.

புறவேரிப் பூஞ்சை. இதில் பூஞ்சை ஒம்புயிரித் தாவரத்தின் வெளிப்புறத்தில் உறை போல் காணப்பட்டு, அதன் இழைகள் மட்டும் ஒம்புயிரித் தாவரத்தினுள் செல்லுகின்றன.

அக வேரிப் பூஞ்சை. இதில் பூஞ்சை இழைகள் ஒம்புயிரித் தாவரத்தின் செல்களினுள் நுழைந்து வாழ்கின்றன. இறுதியில் பூஞ்சை இழைகள் செரிக்கப்பட்டுவிடும். எரிகேசீ மானோடி ரோபேசீ போன்ற பூக்கும் விதைத் தாவரங்களில் காணப்படும் வேரிப்பூஞ்சைகள் மேலே கூறப்பட்ட இரண்டு வகை வேரிப்பூஞ்சைகளுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் உள்ளன. இந்த வகையில் உள்ள பூஞ்சை இழைகள் உயர்வகைத் தாவரங்களின் புறத்தே உறை போல இருந்து, அதன் இழைகள் வேரினுள் நுழைந்து,

செல்களிலும் வாழ ஆரம்பிக்கின்றன.

வேரிப்பூஞ்சைகளுடன் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்துந் தாவரங்கள் அவற்றின் உதவியினால் பயன் உடைய திறமை மிக்க உறிஞ்சுதலைச் செய்கின்றன. இத்தகைய நீர் கனிம உறிஞ்சு தன்மைகள் வேரிப்பூஞ்சைகளுடன் தொடர்பு இல்லாத வேர்களில் காணப்படுவதில்லை. வேரிப் பூஞ்சைகளின் செயலியல் அடிப்படையில் அவற்றை இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். எல்லா புற வேரிப் பூஞ்சைகளிலும், எரிகேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் அகவேரிப் பூஞ்சைகளிலும் ஒம்புயிரித் தாவரங்களினால் தயாரிக்கப்பட்ட கரிம உணவைச் சார்ந்து கூட்டுயிரித் தொகுப்புச் செயல்படுகிறது. குறுக்குச் செல் சுவர்களுடைய பேசியேமைசீட், முழுமை பெறாப் பூஞ்சைகளைப் பங்காளிகளாக உடைய அகவேரிப்பூஞ்சைகள் ஆர்க்கிடேசீ, எரிகேல்கள் போன்றவை வளர்ச்சிப் பருவத்தில் மட்குண்ணிப்பூஞ்சைப்பருவம் உடைய தாவரங்களில் உள்ள கூட்டுயிரித் தொகுப்பிற்குத் தேவையான கரிம உணவுப் பொருள்களைப் பூஞ்சைகள் தருகின்றன.

1. வேரிப்பூஞ்சைகளின் பங்காளிகளுக்கு இடையே நடைபெறும் கரிமச் சேர்மங்களின் பரிமாற்ற இயக்கம் பற்றியும், இத்தகைய செயல்முறைகளையும் லைக்கன்கள் முழு ஒட்டுண்ணிகளில் நடைபெறும் செயல்முறைகள் பற்றியும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

2. கரிமம் இல்லாத ஊட்டப்பொருள்களை வேரிப்பூஞ்சைகள் எவ்வாறு உறிஞ்சுகின்றன, உறிஞ்சுவதில் அவற்றின் பங்குப் பணி எத்தகையது, அவற்றின் செயல்திறன் ஆகியவைகளும் ஆய்ந்து அறியப்பட்டன.

3. கூட்டுயிரி வேரிப்பூஞ்சைத் தொகுப்புகள் ஏற்படுவதற்கு உரிய காரணிகளும் ஆராயப்பட்டன.

4. வேரிப் பூஞ்சைக் கூட்டுயிரி வாழ்கையில் பங்கேற்கும் பூஞ்சைகள் பற்றியும் ஆராயப்பட்டது.

5. நோய்த் தடுப்பில் வேரிப் பூஞ்சைகளின் பங்கு பணி.

6. வேரிப் பூஞ்சை அமைப்பின் சூழ்நிலை விரவல் பற்றியும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

கரிவளர்சிதை மாற்றம். புற வேரிப் பூஞ்சையின் அமைப்பில் உள்ள பேசியோமைசீட் பூஞ்சைச் சர்க்கரை போன்ற எளிய கார்போஹைட்ரேட்டுகளையே தம் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுத்துகின்றன. அடையாளம் இடப்பட்ட $14O_2$ அல்லது அடங்கிய கார்போஹைட்ரேட்டுகளை ஒம்புயிரித் தாவரத்தின் இலையில் செலுத்திய போது 14 அடையாளம் இட்ட கார்பன் சேர்மங்கள் உடனே பூஞ்சைகளில் காணப்பட்டன. வேரிப் பூஞ்சைகளுடன்கூடிய நாற்றங்களில் நீர் ஊட்டப் பொருள்களின் நகர்வு, இடமாற்றம் முடுக்கிவிடப்படுகிறது. பெரும்பாலான கார்போஹைட்ரேட்டுகள் பூஞ்சை உறையில் குவிகின்றன. ஒம்புயிரித் தாவரத்தில் சுக்ரோஸ், ஸ்டார்ச் ஆகியவை உண்டாகின்றன. ஆனால் பூஞ்சைப் பங்காளியில் டிரிஹாலோஸ் மானிடால், கிகோரஜன் ஆகியவை உண்டாகின்றன.

பூஞ்சைகளுக்கு அளிக்கப்படும் கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் அளவு அதிகமாக உள்ளது. பூஞ்சைகளின் கனிம உடல் உண்டாவது அல்லது பூஞ்சை உறை உண்டாவதற்கு ஆகிய கணக்கெடுப்பு நிகழ்த்தியபொழுது மரங்கள் தம் மர உற்பத்தி செய்வதற்கான அளவினைவிட 5 அல்லது 10 % அளவு பூஞ்சைகள் அதிக அளவு கார்போஹைட்ரேட்டுகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஒம்புயிரித் தாவரத்தின் திசுக்கள் பூஞ்சைகளின் டிரிஹாலோஸ் மான்னிட்டால் கிகோரஜன் போன்றவைகளைப் பயன்படுத்த இயலாமையினால் ஒம்புயிரிகளில் இருந்து மட்டும் பூஞ்சைகளுக்கு ஒரு வழி ஊட்டப்பொருள் இடமாற்றம் நிகழுகிறது.

துருப்பூஞ்சைகள் எரிசைஃபேல்கள், லைக்கன்கள் ஆகியவற்றின் கரிம வளர்சிதை மாற்றத்தில் மேற்கூறிய விதமான செயல்கள் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் சர்க்கரைச் சாராயங்களும் டிரிஹாலோஸும் ஈடுபடுத்தப்பட்டு உள்ளன. எண்டோகோனேசீ பூஞ்சைகளும், எரிகேசீ உயர்வகைத் தாவரங்களும் பங்காளிகளாக உடைய அக வேரிப் பூஞ்சை அமைப்புகளில் மேலே

கூறப்பட்டதற்கு ஒப்பான கரிமச் செயலியலில் காணப்படுகிறது. ஆனால் அவற்றில் மாறுபாடான சேர்மங்கள் ஈடுபட்டு உள்ளன. இதற்கு மாறாக ஆர்க்கிடேசீ பகுதி அல்லது முழு ஒட்டுண்ணி உயர்வகைத் தாவரங்களில் உள்ள பூஞ்சைப் பங்காளிகள் செல்லுலோஸ், லிக்னின் போன்ற மற்ற எதிர்ப்பு ஆற்றல் உடைய கரிமச் சேர்மங்களைப் பயன்படுத்துகின்றன.

ஆர்கிட் வகைச் செடிகளின் விதை முளைக்கும்பொழுது, சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகளைப் பூஞ்சைகள் உறிஞ்சி, அவைகளை டிரிஹாலோஸ் அல்லது மான்னிட்டால் போன்ற பொருள்களாகப் பூஞ்சை இழைகளினால் மாற்றி, அவை ஒம்புயிரித் செல்களுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. அங்கு வளர்ச்சியின்போது அவை சுக்ரோஸ் போன்ற இன்ன பிற ஒம்புயிரிப் பொருள்களாக மாற்றிப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆர்க்கிடேசீன் குடும்பச் செடிகளில் வேரிப்பூஞ்சைப் பங்காளிகளாக உள்ளவைகள் ரைலோக்டோனியா என்ற பேரினத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் தற்பொழுது அவை கார்டீனியம் தனாடிஃபோரான், செபாசீனா, துலாஸ்னெல்லா போன்ற பேசியடியோமைசீட் வகையைச் சேர்ந்த பல தனிப் பேரினங்கள் என்று அறியப்பட்டுள்ளன.

காஸ்ட்ரோடியா எலாடாவிிற்கும் ஆர்மில்லேரியா மெலியா என்ற பூஞ்சைக்கும் இடையே ஆன புற ஒட்டுண்ணித் தன்மைகள் பலவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு உள்ளன. மோனோடிராபேசீ, ஆர்க்கிடேசீ, பார்மான்னியேச் ஆகிய குடும்பங்களைச் சேர்ந்த ஒம்புயிரித் தாவரங்களுடன் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்தும் வேரிப்பூஞ்சைகள் அத்தகைய ஒம்புயிரித் தாவரங்களுக்கு அருகில் உள்ள தாவரங்களில் ஒட்டுண்ணி ஆகவும் அல்லது அவைகளுடன் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்துபவைகளாகவும் உள்ளன. எப்படி இருந்தாலும், 'மட்டுண்ணி' ஆக இருந்த உயர்வகைத் தாவரம் தனது வேரிப்பூஞ்சைத் தொடர்பினால் கரிமப்பொருள்களுக்காக ஒட்டுண்ணியாகச் செயல்படுகிறது என்று அறிகிறோம்.

ஊட்டப்பொருள்கள் உறிஞ்சுதல். புறவேரிப்

பூஞ்சைகளின் கரிமம் இல்லாத ஊட்டப்பொருள் உறிஞ்சுதலில் குறிப்பிட்ட பரப்பு அளவு அலகில், வேரிப்பூஞ்சைக் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை இல்லாதவைகளைவிட, வேரிப்பூஞ்சை உடையவைகள் அதிக அளவு செயல்திறனுடன் உறிஞ்சுகின்றன என்றும், தொடக்கத்தில் பூஞ்சை உறையில் பாஸ்பேட் போன்ற ஊட்டப் பொருள்கள் குவிகின்றன என்றும் அவை ஒம்புயிரித் தாவரத்தை நோக்கிச் செல்வதற்கு உரிய செயல் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன என்றும், பல்வேறு வகையான வேரிப்பூஞ்சைகளில் சோதனைகள் நடத்தி, புலன் காணும் செயல்முறைகளைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் இருந்து அறிகிறோம்.

பூஞ்சைகளில் காணப்படும் இன, வகை வேறுபாடுகள் செயல்திறனைப் பாதிக்கின்றன. சில சூழ்நிலைகளில் உள்ள வாழ்விடக் காரணிகளுக்கும் அல்லது ஊட்டமுறைச் சூழலுக்கும், சில வகையான பூஞ்சைச் சேர்க்கைகளும் ஒம்புயிரியும் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் பொருத்தமாக உள்ளன. இதனால் காட்டு மரங்களின் நாற்றுப்பண்ணையில் நாற்றுக்களின் வளர்ச்சி மேம்பாட்டிற்காகக் குறிப்பிட்ட வேரிப்பூஞ்சைகள் நாற்றுகளில் ஊசி மூலம் செலுத்தப்படுகின்றன. எண்டோகோனேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகளின் வாழ்க்கையை இயற்கைவாழ் ஒம்புயிரிகளுடனும், பயிரிடப்பட்ட ஒம்புயிரிகளுடனும் செய்யப்பட்ட சோதனைகளில் பெரும் அளவு முன்னேற்றம் கண்டுள்ளது. பூஞ்சைகளை இரண்டு உறுப்பினர் வளர்ப்பு ஊடகத்தில் வளர்த்து அவற்றை ஊசி மூலம் செலுத்தியதன் மூலமும், பூஞ்சைகளின் வகைப்பாட்டியல், சூழ்நிலையில் பற்றிய முன்னேற்றமான அறிவின் மூலமும் அவைகளைப் பற்றித் தெளிவாக அறிய முடிந்தது.

பல பேரினங்கள், இனங்களைச் சார்ந்த பூஞ்சைகளின் மாறுபட்ட சூழ்நிலையியல் தேவைகள் மாறுபாடான கூட்டுயிரி வாழ்க்கையில் ஈடுபடுகின்றன. குறிப்பிட்ட பூஞ்சை இனம் குறிப்பிட்ட ஒம்புயிரித் தாவரத்துடன் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்தும் குறிப்புச் சார்பும் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக் காரணிகளில், குறிப்பிட்ட பூஞ்சைகள் ஒம்புயிரி வாழ்க்கை நடத்துவதும் கண்டறியப் பட்டன. ஊட்டகுறைவு

உள்ள மண்ணில் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்தும் வேரிப்பூஞ்சை உடைய தாவரங்கள், வேரிப்பூஞ்சை இல்லாத தாவரங்களை விட நன்றாக வளருகின்றது. குறிப்பாக பாஸ்பேட் குறைக்கு வேரிப்பூஞ்சை சரிக்குச் சரியாக ஈடு கொடுக்கிறது. கதிரியக்க பாஸ்பேட்டைப் பயன்படுத்திச் சோதனை செய்தபொழுது, பூஞ்சை இழைகள் முதலில் உறிஞ்சின. இதனால் வேரில் விரிவடைந்த ஊட்டச்சத்துச் சேமிப்புப் பருமன் உண்டாகிறது. பாஸ்பேட் அல்லது ஊட்டச்சத்து மூலங்களை வேரிப்பூஞ்சைகள் உறிஞ்சுகின்றன என்பதற்கு உரிய சான்றுகள் இல்லை.

இத்தகைய பாஸ்பேட் வேரிப்பூஞ்சைக் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை இல்லாத இயல்பான வேர்களுக்குக் கிடைப்பதில்லை. கரிமப்பொருள்கள் நிறைந்த காட்டு மண் போன்றவற்றில் இதற்கு உரிய ஆய்வுகள் இன்னும் நிகழ்த்தப்படவில்லை. ஊட்ட முறையில் வேரிப்பூஞ்சையின் முக்கியத்துவத்தையும், நைட்ரஜனைத் தக்க வைக்கும் கூட்டுயிரி வாழ்க்கையின் செயல்திறனும் சோதனை முறையில் லெகுமினோசீக் குடும்பத் தாவரங்களில் நிலைநிறுத்தப்பட்டன. ஆக்டினோமைசீட் பூஞ்சைகளைப் பங்காளிகளாகக் கொண்ட ஏனைய நைட்ரஜன் தக்கவைக்கும் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை முறைகளில் மூன்று உறுப்பினர்கள் கொண்ட தொகுப்பு அமைப்பு உள்ளது. அல்லஸ் என்ற தாவரம் புற வேரிப்பூஞ்சை உடையது. இதேபோன்ற ஊட்டப் பரிமாற்ற முறை அவற்றிலும் உள்ளது என்று நம்பப்படுகிறது.

கூட்டுயிரித் தொகுப்பில் தொடக்கம்.

வேரிப்பூஞ்சைச் செறிவு ஏற்படுவதற்கான காரணிகளை ஆராயும் போது, அவை முன்பு எண்ணியிருந்ததைவிடச் சிக்கலானவை என்று உணரப்பட்டது. ஒம்புயிரியில் இருந்து தோன்றிய காரணிகளும் பூஞ்சையும் ஒன்றுக்கொன்று செயல் எதிர்செயல் புரிவதனால் வேரிப்பூஞ்சை உண்டாகிறது என்பது தெளிவு. ஒளிச்சேர்க்கைச் செயலை அதிகரிப்பதற்கு உரிய ஒளிச்செறிவும், குறைவான அல்லது சமமற்ற ஊட்டச் சத்து வழங்குவதாலும் ஒம்புயிரித் தாவரம் வேரிப் பூஞ்சைக்கு இடம் கொடுக்கிறது. அத்தகைய ஒம்புயிரித் தாவரங்களின் சுரப்பிகளினால் பூஞ்சையின் வளர்ச்சி

தூண்டப்படுகிறது. பூஞ்சையின் வளர்வுக்கிகளினால் ஈடு கொடுக்கும் வேர்களில் அமைப்பியலில் பூஞ்சைகள் மாறுதலை உண்டுபண்ணுகிறது. வேரிலிருந்து வெளியாகும் கார்பன் மூலங்களைத் தவிர உள்ள பொருள்கள் பூஞ்சைகளின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்க உதவுகின்றது.

அத்தகைய பொருள்களின் வைட்டமின்கள், அமினோ அமிலங்கள் மற்றும் விவரிக்க இயலாத வளர்ச்சிக் காரணிகளும் அடங்கி உள்ளன. புற வேரிப்பூஞ்சை அமைப்பில் பூஞ்சைகள் உயர்வகைத் தாவர வேர்களில் ஓர் உறை அல்லது கவசம் போன்று இருப்பதற்கும், வேரிப்பூஞ்சையைச் சேர்ந்த பூஞ்சைச் செல்கள் ஒம்புயிரிச் செல்களினுள் நுழைவதற்கும் உரிய விளக்கம் இன்னும் சரியாகக் கூறப்படவில்லை. இதற்கு மாறாக, ஒம்புயிரி வேர்களில் காணும் பல அமைப்பியல் மாற்றங்கள் தூய்மையான செயற்கை வளர்வுக்கிகளினால் வேரிப் பூஞ்சைகளில் ஏற்படும் மாறுதல்களைப் போல உண்டாக்கப்படுகின்றன.

ஈடுபடும் பூஞ்சை வகைகள்.

வேரிப்பூஞ்சைகள் பற்றிய அறிவில் பெரிய முன்னேற்றம் ஏற்பட்டு உள்ளது. காட்டு மரங்களில் உள்ள புற வேரிப்பூஞ்சைகள் பல அகேரிகேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பேசிட்யோமைசீட் வகைப் பூஞ்சைகளும் அடங்கி உள்ளது. சில பைன் மரங்களில் உள்ள வேரிப்பூஞ்சைகள் டெலிஃபோரா டெர்ரஸ்டிரிஸ் என்னும் பூஞ்சையினால் உண்டாகியது. ஆஸ்கோமைசீட் வகை வேரிப்பூஞ்சைகளுள் யுக் பெரேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகளும் முழுமை பெறாப் பூஞ்சை வகையில் சீலோகாக்கம் என்ற பூஞ்சை வகையும் பங்கேற்கின்றன.

ஊசி மூலம் செலுத்திச் செய்த சோதனையில் இருந்து 100 க்கும் மேற்பட்ட பூஞ்சை இனங்கள் வேரிப் பூஞ்சைக் கூட்டுயிரி வாழ்க்கையில் பங்கேற்கின்றது என்றும் மற்றும் சில சூழ்நிலைச் சான்றுகளினால் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன என்றும் அறிகிறோம். ஓர் ஒம்புயிரித் தாவரத்தில் வேரில் குறிப்பிட்ட பூஞ்சைதான் வேரிப்பூஞ்சையாக வாழும் என்ற குறிப்புச்சார்பு காணப்படாமல், ஓர் உயர் தாவர வேரிப் பூஞ்சைகளைத் தனித்து எடுத்து ஆராயும்போது, அவை குறுக்குச்சுவர் கொண்ட முழுமை பெறாப்

பூஞ்சைகளாகவும், ஒன்றே ஒன்றில் ஆஸ்கோமைசீட் வகைப் பூஞ்சையும் ஏனையவற்றில் பேசிட்யோமைசீட் வகைப் பூஞ்சைகளும் பங்காளிகளாக உள்ளது.

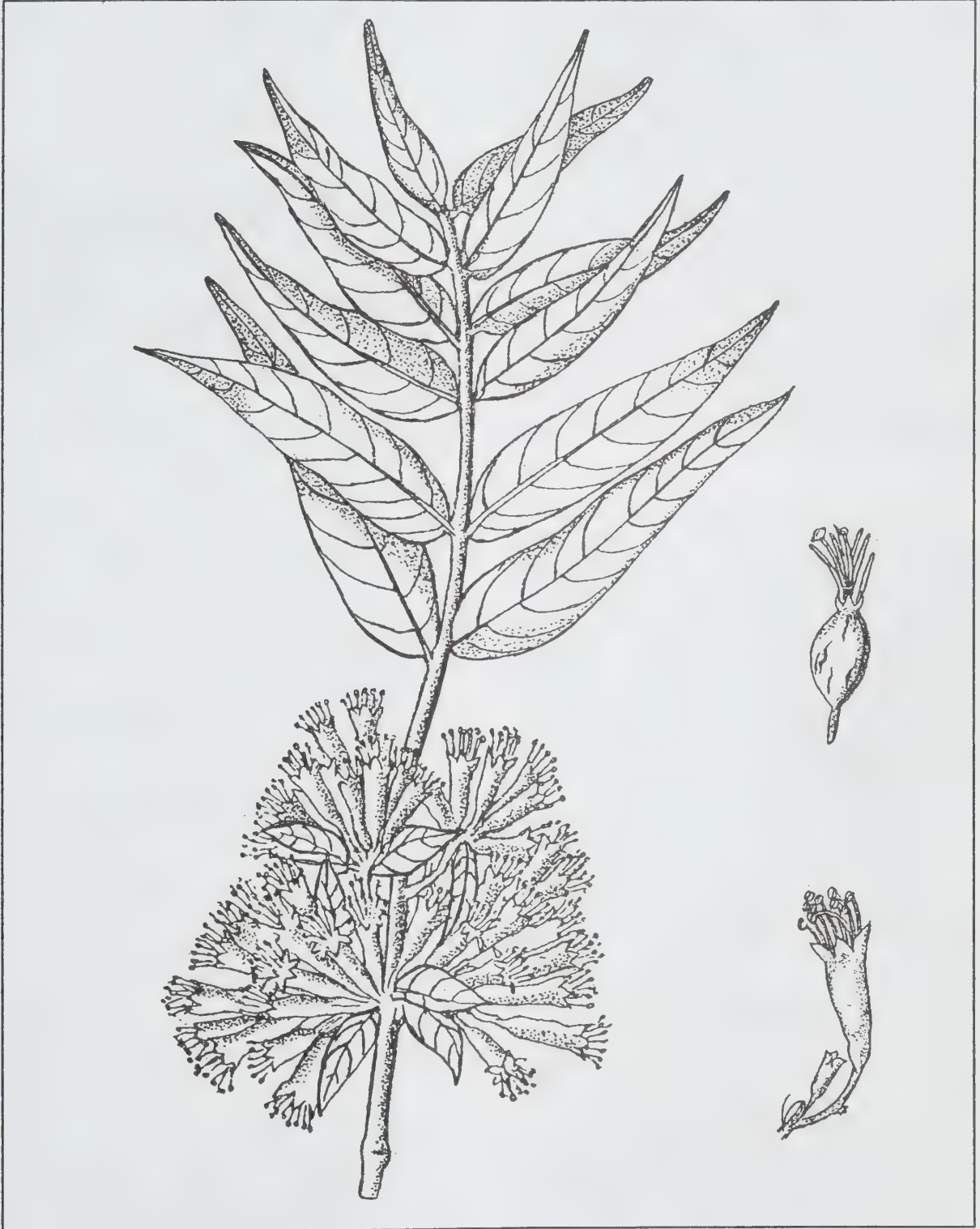
ஆர்க்கிடேசீக் குடும்பத் தாவரங்களில் உள்ள வேரிப் பூஞ்சைகள் செல்சுவரில் உள்ள வேதிப் பொருள்களாக லிக்ஸில், செல்லுலோஸ் ஆகியவைகளை சிதைப்பனவாக உள்ளது. ஆர்மில்வேரியா மெல்லியா, ரைலோக்டோனியா செலானி போன்றவை சிறப்பான ஒட்டுண்ணிகள், எண்டோஜினேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகள் வேரிப்பூஞ்சைகளாகப் பங்கேற்பது அண்மையில் விவரிக்கப்பட்டது. ஆய்வுக் கூடத்தில் அவற்றை வளர்க்கச் செய்த முயற்சிகள் பலன் அளிக்கவில்லை. அத்தகைய பூஞ்சைகளுக்குக் குறிப்பிட்ட ஒம்புயிரி தாவரம்தான் என்ற குறிப்புச் சார்பும் இருப்பதில்லை. அவற்றுள் பிதியம் என்ற பூஞ்சை சிறப்பானது.

நோய் தடுப்பு. வேரிப் பூஞ்சைக் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை நடத்தும் தாவரங்கள் நோய்களினின்றும் தடுத்துக்கொள்கின்றன. அத்தகைய வேர்களைப் பற்றி இருக்கும் பூஞ்சைகள் நோய் நுண்ணுயிரிகளுக்கு எதிரான நோய் எதிர்ப் பொருள்களையும் உற்பத்தி செய்து நோய் எதிர்ப்புத் திறனைப் பெறுகின்றன.

வேலக்காய்

இதனை ஆங்கிலத்தில் ஃபயர் ஃபிளேன் புஷ் என்றும் ஷிராஞ்சிட என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப் பெயர் உட்ஃபோர்டியா ஃபுரூட்டிகோசா என்பதாகும். உஃபுளோரிபண்டா என்பது இதன் இணைத் தாவரப் பெயராகும். வித்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இச்சிறு மரத்தை வடஇந்தியா முழுவதும் காணலாம். தென்கனராப் பகுதிகளிலும் காணலாம். 1500 மீ. உயரம் வரையுள்ள பகுதிகளில் காணலாம்.

மரம். இது 1-6 மீ. உயரம் வளரும் மரம். இதன் இலைகள் முட்டை அல்லது ஈட்டி வடிவிலிருக்கும்;



வேலக்காய்

வெல்வெட் போன்றது. மஞ்சரி இலைக் கக்கங்களில் சைமாக உண்டாகியிருக்கும். பூக்களில் சுரப்பி காணப்படும்; சிவப்பு நிறமானது; சூழல் போன்றது. பூக்காம்புச் செதில்கள் இரண்டு உள்ளன. புல்லிக்குழல் நீளமாயும் சிறிது வளைவாகவும் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 6, மிகச் சிறியவை. மகரந்தத் தாள்கள் 12, அல்லிக்குழல்கள் அடிப்பகுதியில் செறுகப்பட்டிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் நூல் போன்றது. சூற்பை காம்பற்றது; இரண்டு சூலுறைக் கொண்டது. சூல்கள் பல, அச்சுச் சூலொட்டு முறையில் அமைந்திருக்கும் சூலகத்தண்டு நீளமானது. நூல் போன்றது. சூலகமுடி நுண்ணியது. கனி கேப்சூல் 1 செ.மீ. நீளமானது. பழுப்பு நிறமாயும் நீள்வட்டமாயும் இருக்கும். புல்லி இதழ்கள் கனியில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். விதைகள் பல, ஆப்ப வடிவானவை; வழவழப்பானவை.

பொருளாதாரப் பயன்கள். விதைகள் பாலை உறையச் செய்யும், பூக்கள் உடலுக்கு உரமூட்டும். பூவை நசுக்கிக் குழைத்து இருமலுக்குத் தரலாம். இரண்டு, மூன்று நாட்களில் குணம் தெரியும். 5-6 பூக்களிலிருந்து கஷாயமெடுத்து தேனுடன் குழைத்து 3-4 நாட்கள் தர குமட்டல், வாந்தி, கர்ப்பத்தின்போது உணவு வெறுப்புத்தன்மை குணமாகும். பெரிய அம்மை நோயையும் குணப்படுத்தும். இம்மரத்திலிருந்துதான் 'தக்' என்னும் சாயம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

-கோ. அர்ச்சுணன்

வேலின்

இது விலங்கினங்களின் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாத அமினோ அமிலம். உயிரியல் வழி இதன் உற்பத்தி முன்னோடி, அமின் நீக்கப்பட்ட பொருளாக இருப்பது α-கீட்டோ ஐசோவெலாரிக் அமிலம் ஆகும். வேலினின் சில இயற்பிய மாறிலிகள் வருமாறு:

வேலின் L- மாற்றியத்தின் இயற்பிய மாறிலிகள் (25°C இல்).

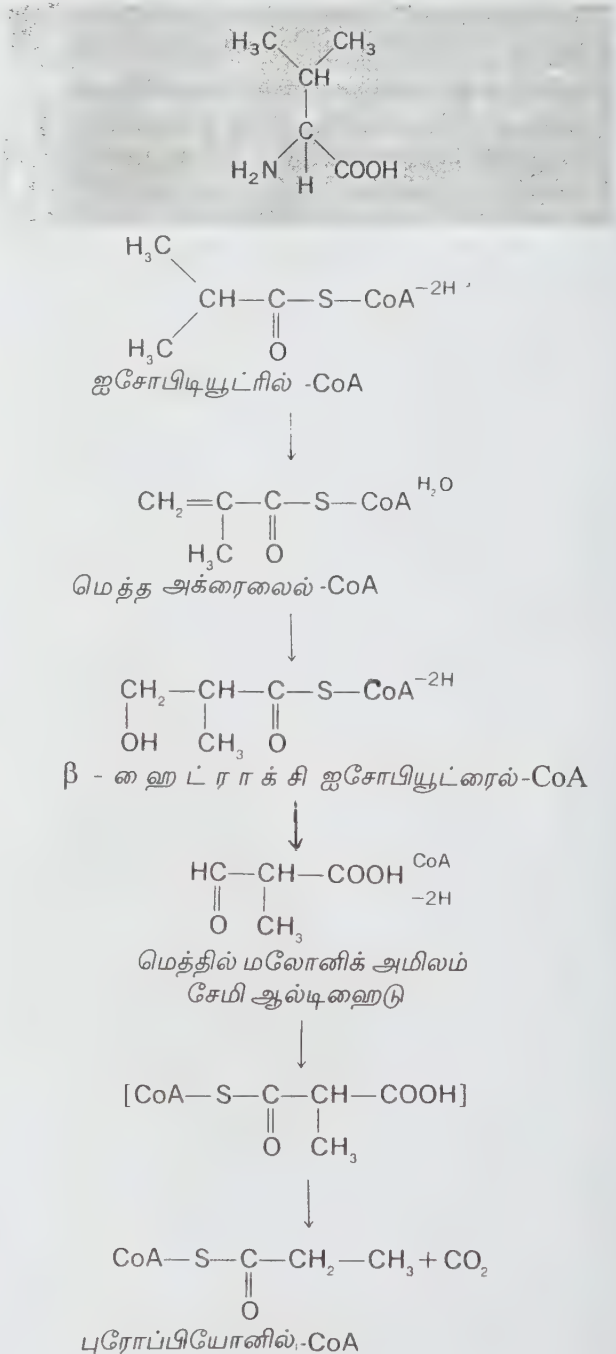
$pk_1(\text{COOH}) = 2.32$

$pk_2(\text{NH}_3^+) = 9.62$

மின்சுமைமாய் நிலை = 5.96

ஒளிச் சுழற்சித் திறன் = $(\alpha)_D(\text{H}_2\text{O}) = +5.6$
 $(\alpha)_D(5\text{N HCl}) = +28.3$

கரைதிறன் (கி/100 மி.லி. நீர்) = 8.85



வேலின் ஆக்கச் சிதை மாற்றத்தில் நிகழும் இறுதி நிலைகள்.

- த.தெய்வீகன்

வேலைக்காரக் குருவி

மியூசிக்பிடே (musciidae) குடும்பத்தின் உட்குடும்பமாகப் பாகுபடுத்தப்பட்டுள்ள டிமாலினே (timalinae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. வேலைக்காரக் குருவிகள் babblers என்ற ஆங்கிலப் பெயருக்கேற்பக் குழுவாகத் திரியும் இவை இரைந்து கத்தி ஆரவாரம் செய்பவை. தவிட்டு நிறமாக இருப்பதால் தவிட்டுக் குருவி எனவும் இவை அழைக்கப்படுகின்றன. குழுவாகத் திரியும் இவை ஒன்றுக்கொன்று உதவிக் கொள்ளும் ஒற்றுமைப் பண்புக் காரணமாக வேலைக்காரக் குருவி எனப்படுகின்றன. கறுகறுப்பான், பூனைக்குருவி, செஞ்சிலம்பன் என்ற பெயர்களும் இவற்றிக்கு உரியவை. ஆசியா, ஆப்ரிக்கா ஆகிய கண்டங்களுக்கு உரிய இவற்றுள் நூற்றுக்கு மேற்பட்ட சிறப்பினங்கள் பாகுபடுத்தப்பட்டுள்ளன.

தரையில் இரை தேடித் திரியும் இவை விரைந்து பறக்கும் ஆற்றலை இழந்துவிட்ட நிலையில் அவ்வப்போது சிறிது தூரம் பறந்து மீண்டும் அமர்ந்துவிடக் காணலாம். இதனை ஈடு செய்யும் வகையில் உறுதியான கால்களையும் விரல்களையும் பெற்றுள்ள இவை கால்களால் தரையில் இலைத் தழைகளைக் கிளறிப் புழு பூச்சிகளைத் தேடிப் தின்பதோடு தத்தித் தத்திச் சென்று பதுங்கித் தங்களைக் காத்தும் கொள்கின்றன. இவற்றின் வால் உறுதியற்ற நிலையில் உடலோடு இணைக்கப்பட்டது போல தொங்கியபடி இருக்கும். தரையில் உலர்ந்த இலைகளுக்கு இடையே இரை தேடும் இவை சுற்றுச் சூழலோடு இணைந்து தோன்றும் வகையில் மண்பழுப்பாகவும், வெளிர் பழுப்பாகவும் தோற்றம் தரும் மங்கலான நிறங்கொண்டவை. குழுவாகத் திரியும் இவை ஒன்றொடொன்று தொடர்பு கொள்ளவே அடிக்கடி குரல் கொடுக்கின்றன. தரையிலிருந்து ஓரிரு

மீ. உயரத்தில் புதர்களில் கோப்பை வடிவில் கூடு அமைத்துக் கொள்ளும் இவை குழுவினைச் சேர்ந்த அனைத்தும் ஒரு சேர ஒரே சமயத்தில் இனப் பெருக்கம் செய்யாமல் இணை இணையாகத் தனித்தனியே திரியும் வட்டாரத்தில் இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன. அவ்வாறு அடைகாக்கும் சமயத்திலும் ஆண், பெண் ஆகிய இரண்டும் குழுவோடு சேர்ந்துகொள்ளும். குழுவினைச் சேர்ந்த பிற பறவைகள் குஞ்சு பொரித்த தாய் தந்தையர் விபத்தில் இறக்க நேரிட்டால் அக்குஞ்சுகளையும் பேனி வளர்க்க முற்படும் அரிய பண்பினைப் பெற்றுள்ளதும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. குயில், கொண்டைக் குயில், அக்கா குருவி ஆகியன இவற்றின் கூட்டில் திருட்டுத்தனமாக முட்டையிட்டுச் செல்கின்றன. அந்த முட்டைகள் பொரிக்கப்பட்ட பின் அக்குஞ்சு இப்பறவைகளைவிட உருவில்



வேலைக்காரக் குருவி



வேலைக்காரக் குருவி

பெரியனவாக வளர்ந்த பின்னும் கூட அவற்றினைத் தங்கள் குஞ்சுகள் என நினைத்து இரையூட்டி வளர்க்கின்றன.

தென்னிந்தியாவில் சிறப்பாகக் காணப்படும் வேலைக்காரக் குருவிகளின் சிறப்பினங்கள் வருமாறு.

காட்டு வேலைக்காரக் குருவி (turdoides striatus). தென்னிந்தியாவில் எங்கும் பரவலாகக் காணக்கூடியது. அழுக்குப் பிடித்ததைப் போலத் தோற்றம் தரும் மைனா அளவினதாக இதன் அலகும் கால்களும் மஞ்சள் நிறத்தன. உடலின் மேற்பகுதி சாம்பல் பழுப்பாகவும் வயிறும் மார்பும் வெளிர் பழுப்பாகவும் காணப்படும். இதன் மார்பில் லேசான பழுப்புநிறக் கீற்றுக்களைக் காணலாம். எப்பொழுதும் 6 முதல் 12 பறவைகள் குழுவாக வீட்டுத் தோட்டங்கள், காட்டுப் பாதைகள், பூங்காக்கள், புஞ்சை நிலங்கள் ஆகியவற்றில் இரை தேடிக் கொண்டிருக்கக் காணலாம்.

காடுகளில் பிற பறவை இனங்கள் ஒன்றாகக் கூடி இரைதேடும்போது அக்குழுவோடு இவையும் சேர்ந்துகொள்ளும். யாரேனும் நெருங்கினால் பரபரப்பையும் ஆரவார உணர்வையும் காட்டுவதுபோல இறக்கைகளை விரித்து வைத்தபடி வாலைத் தொங்கவிட்டுக் கொள்ளும் ஒன்றைப் பிடிக்க முயலும் எதிரியினக் குழுவைச் சேர்ந்த அனைத்துப் பறவைகளும் ஒன்று திரண்டு தாக்கி விரட்டி அதனை விடுவிக்க ஒற்றுமையுணர்வுடன் போராடக் காணலாம்.

இலைத்தழைகளிடையே புழு பூச்சிகளைத் தேடித் தின்பதோடு தவளை முதலிய சிறு உயிர்களையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. இவை தானியங்கள், சிறு பழங்கள் பூக்களில் உள்ள தேன் ஆகியவற்றையும் தேடி உணவாகக் கொள்கின்றன. ஆண்டு முழுவதும் இனப் பெருக்கம் செய்தாலும் மார்ச் முதல் அக்டோபர் வரையுள்ள காலத்தைச் சிறப்பாக இனப்பெருக்கம் செய்யும் பருவம் எனலாம். தரையிலிருந்து 2 முதல் 4 மீ. உயரத்தில் தோட்டங்கள்,

பூங்காக்கள், வேலிகள் ஆகியவற்றில் வளர்ந்துள்ள செடி கொடிகளிடையே புதர்களில் புல், வேர், இலைக் கொத்துக்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு உறுதியற்ற கோப்பை வடிவிலான கூடமைத்து 4 முட்டைகளிடும். குயில்களும், அக்கா குயில்களும் இதன் கூட்டில் முட்டையிட்டு சென்றுவிடுவது உண்டு. இதன் கூட்டில் இவற்றைக் காட்டிலும் உருவில் பெரியதாக வளர்ச்சியுறும் அக்கா குயில் (hauk cuckoo) பறக்கத் தொடங்கியவுடன் அது பறக்கும் விதம் எதிரிகளான வல்லூறு பறக்கும் விதத்தை நினைவூட்டுவதால் இவை உடனே அச்சக் குரல் கொடுத்தப்படி ஒதுங்கிப் பறக்கும். மீண்டும் அந்தக் குஞ்சு மரக்கிளையில் அமர்ந்து இரை கேட்டு வாய் பிளக்கும்போது இவை அதனை நெருங்கி இரையூட்டிடக் காணலாம்.

வெண்தலை வேலைக்காரக் குருவி (T.affinia).

பன்றிக் குருவி எனத் தமிழில் வழங்கப்படும் இது அளவில் முந்தையதைப் போன்றதே. உச்சந்தலையின் கிரி வெண்மை, முதுகில் கீற்றாகக் காணப்படும் பழுப்புக் கோடுகளும் வானில் நடுவே உள்ள தெளிவற்ற குறுக்குப் பட்டையும் கரும்பழுப்பு முனையும் இதனை முந்தைய குருவியிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய உதவுவன. வெண்மையான உச்சந்தலை காதோரக் கரும்பழுப்பு நிறத்தோடு முரண்பட்டதாகத் தோன்றும். முந்தைய குருவியினைப் போல குழுவின் அனைத்தும் உளறலாகக் கத்தாது. இவை இனிய குரலில் குரல் கொடுக்கும். பெரும்பாலும் காட்டு வேலைக்காரக் குருவிக் குழுவோடு இவையும் கலந்துகொண்டு இரைதேடக் காணலாம். தென்னிந்தியாவில் மட்டும் காணப்படும் இது மக்கள் வாழும் பகுதிகளைச் சார்ந்து திரியும்.

புதர்க்காட்டு வேலைக்காரக் குருவி (T.caudatus). இதனை ஆங்கிலத்தில் comman Babbler என வழங்கினாலும் இது முந்தைய இரண்டையும்போல எங்கும் பரவலாகக் காணப்படுவதில்லை. இது வறண்ட நிலங்களில் முட்புதர்கள் நிறைந்த பகுதிகளைச் சார்ந்து 6 முதல் 12 வரையான குழுவாகத் திரியக் காணலாம். புதர்களிடையே எலிபோலக் கூனிக் குறுகி நுழைந்து சீழ்க்கைக் குரல் எழுப்பி ஒன்றோடு ஒன்று தொடர்பு கொண்டபடி இது இரைதேடக் காணலாம். பறப்பதில் அதிக நாட்டங்கொள்ளாத இது ஒன்றன்பின் ஒன்றாக

புதருக்குப் புதர் மிக்க முயற்சியுடன் இறக்கையையும் வாலையும் ஆட்டிப் பறந்து செல்லும். இரவில் ஒன்றன் அருகே ஒன்றாக அனைத்தும் ஒரே கிளையில் நெருக்கமாக அமர்ந்து கொள்ளும். அவ்வாறு சென்று அடையும் முன் மிக்க ஆராவாரமாக அனைத்தும் குரல் எழுப்பும். ஏப்ரல் முதல் செப்டம்பர் முடிய உள்ள பருவத்தில் இலந்தை, கள்ளி, சப்பாத்திக்கள்ளி ஆகிய முட்புதர்களில் தரையிலிருந்து 60 செ.மீ. முதல் 120 செ.மீ. உயரத்திற்குள்ளாகக் கூடமைத்து 4 நீல நிற முட்டைகளிடும்.

பெரிய வேலைக்காரன் குருவி (T.malcolmi).

வேலைக்காரக் குருவிகள் அளவில் பெரியதான இது மைனா அளவு இருக்கும் சாம்பல் பழுப்பு நிற உடலில் ஆழ்ந்த பழுப்புக் கறைத் தகட்டுகளைக் கொண்டது. தொண்டையும் மார்பும் இளஞ்சிவப்புத் தோய்ந்த கிரீம் நிறமாக இருக்கும்.

தென்னிந்தியாவின் கர்நாடகம், வடக்கு, வடமேற்குத் தமிழ்நாடு, ஆந்திரம் ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படும் இது கோபுரத்தில் காணப்படுவதில்லை. வறண்ட நிலத்தை விரும்பும் இது முட்காடுகள், புஞ்சை நிலங்கள், நகர்புறப் பூங்காக்கள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்து 5 முதல் 12 வரையான குழுவாகத்திரியக் காணலாம். முந்தைய வேலைக்காரக் குருவிகளின் குழுவோடும் கலந்து திரியும் இதன் பழக்க வழக்கங்களும் காட்டு வேலைக்காரக் குருவியின் பழக்க வழக்கங்களை ஒத்தனவே.

செஞ்சிலம்பன் (T. subrufus).

மைனாவை விடச் சற்றே சிறிய உருவினதான இதன் முந்தலை நல்ல சாம்பல் நிறமாகவும் உடலின் மேற்பகுதி ஆலிவ் பழுப்பாகவும் மார்பும் வயிறும் பளிச்சென்ற செம்பழுப்பாகவும் இருக்கும்.

கேரளம், கர்நாடகம், தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி, சேர்வராயன் மலைகள் ஆகிய பகுதிகளில் மட்டும் பசங்காடுகளைச் சார்ந்து ஆறு முதல் எட்டு வரையான குழுவாக உதிர்ந்த இலை தழைகளைக் கிளறிப் பூச்சி, புழுக்கள், சிறு பழங்கள் ஆகியவற்றைத் தின்றபடி மறைந்து ஒளிந்து திரியக் காணலாம்.

இது பிற வேலைக்காரக் குருவிகளோடு

சேர்ந்து கலந்து திரிவதில்லை. மார்ச் முதல் ஜூன் முடிய உள்ள பருவத்தில் மரங்களின் சுவடுகளில் இலை, தழை வேர் ஆகியவை கொண்டு பெரும்போக்காகக் கூடமைத்து வண்ணக் கறைகளோடு கூடிய 4 முட்டைகளிடும்.

க.ரத்தன்ம்

செதில்கள் (scales) கிடையாது. ஆனால் இவற்றின் தோல் சொர சொரப்பாக பிளக்காய்டு (placoid) எனப்படும் ஒருவகை மிக நுண்ணிய செதில்களைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வேளா மீன்கள் இந்தியா மற்றும் மலாயா தீபகற்பங்களில் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் கோடிக்கரை மற்றும் வேதாரண்யம் பகுதிகளில் ஓரளவு பிடிப்படுகின்றன.

இம்மீனின் இரம்பத்திலுள்ள பற்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில், இம்மீனை மேலும் பல உள்ளினங்களாக (species) மீனியலார் பிரித்துள்ளனர். அவையாவன:

வேளா மீன் (இரம்ப மீன்)

இம்மீனின் அலகு, இரம்பம் போன்று நீண்டிருக்கும். இரம்பத்தில் கூரிய பற்கள் இருப்பதுபோல, இதன் அலகின் இருமருங்கிலும் பற்கள் அமைந்திருக்கின்றன. பார்ப்பதற்கு ஓர் இரம்பம் போலத் தோற்றமளிப்பதால், ஆங்கிலத்தில் இம்மீனை saw fish என்று அழைக்கின்றனர். தமிழில் இது வாள் சுறா அல்லது வேளா மீன் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

குருத்தெலும்புடைய மீன்களுள், கங்கை நதிச்சுறா என்றழைக்கப்படும் ஸ்கோலியோடான் கேஞ்சடிகஸ் (scoliodon gangeticus) தவிர, மற்ற அனைத்து மீன்களும் முற்றிலும் கடலிலேயே வாழ்கின்றன. வேளா மீன் என்றழைக்கப்படும் பிரிஸ்டிஸ் (pristis spp.) கடலிலேயே வாழ்கின்றது. இவ்வின மீன்களனைத்தும் குருத்தெலும்புடைய வகையைச் சார்ந்தவை. நமது காது, மூக்கு போன்ற சில உறுப்புகளின் எலும்புகள் வலுவற்று, மடங்கி விரியும் தன்மை கொண்டிருப்பதுபோல வேளா மீனிலுள்ள அனைத்து எலும்புகளும் அமைந்துள்ளன. இதனால் சுறா, வேளா மீன் போன்ற மீன்களின் எலும்புகளை நன்கு கடித்து உண்ணலாம். துடுப்புடைய பிற மீன்களில் உள்ளதைப்போல வேளா மீன்களுக்குத்

பிரிஸ்டிஸ் மைக்ரோடான் (pristis microdon).

இம்மீனில் 17-20 பற்கள் அமைந்துள்ளன. மேலும், மேல் மற்றும் கீழ்த் தாடைகளில் பல வரிசைகளால் ஆன 70 சிறிய பற்கள் உள்ளன. இச்சிறிய பற்கள், பிடித்த இரையை கடித்து விழுங்குவதற்கு உதவுகின்றன. இம்மீன் சுமார் 5 மீ. நீளம் வரை வளரக் கூடியது. இதன் இரம்பம் 1 மீ. நீளம் வரை வளரும்.

பிரிஸ்டிஸ் கஸ்பிடேடஸ் (pristis cuspidatus).

இவ்வினத்தில் 23-24 பற்கள் உள்ளன. வாயின் இரு தாடைகளிலும் 62 சிறிய பற்கள் அமைந்துள்ளன. இதன் இரம்பம் 1.5 மீ. நீளம் வரை வளரும் தன்மையது.

பிரிஸ்டிஸ் ஜிஜஸ்ரோன் (pristis zijasron).

இதன் அலகில் 25-30 பற்கள் உள்ளன. வாயின் இரு தாடையிலும் 60க்கும் மேற்பட்ட பல சிறிய பற்கள் அமைந்துள்ளன. இம்மீன் சுமார் 8 மீ. நீளம் வரையும், இதன் இரம்பம் 2.0 மீ. நீளம் வரையும் வளரும்.

வேளா மீன்களில் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியாக இருக்கின்றன. ஆண் மீனின் இடுப்புத் துடுப்புகளுக்கிடையில் கிளாஸ்பர்ஸ் (claspers)



என்றழைக்கப்படும் நீளமான இரண்டு ஆண் இன உறுப்புக்கள் இருக்கின்றன. இவற்றைக் கொண்டு ஆண், பெண் வேளா மீன்களை எளிதில் இனங்கண்டு கொள்ள முடியும். இனவிருத்தி காலத்தில், ஆண், பெண் மீன்கள் கலவி, கருவுற்ற பின்னர், பெண் மீன் தன் குட்டிகளை, பாலூட்டிகளைப் போல வயிற்றினுள் வளர்க்கும். இக்குட்டிகள் வளரும்போது, அவற்றின் தொப்புள் கொடி, தாய் மீனின் உணவுக்குழலுடன் இணைந்திருக்கும். இவ்வமைப்பின் மூலம் வளரும் குட்டிகள், தமக்கு வேண்டிய உணவையும், உயிர்வளியையும் தம் தாயிடமிருந்து பெறுகின்றன. இவ்வாறு கருவில் இருக்கும்போதே தாய் மூலம் குட்டிகள் உணவு பெறுவதில், விலங்கியல் உலகில் பாலூட்டிகளுக்கு அடுத்த இடத்தை இவை பெறுகின்றன. குட்டிகள் தாயின் வயிற்றினுள் வளரும்போது, அவற்றின் அலகு நீண்டு இரம்பம்போல் வளர்ந்திருக்காது; தாயின் வயிற்றிலிருந்து வெளியே வந்த பின்னரே இவ்வளர்ச்சித் துவங்குகின்றது. வேளா மீன் ஓர் ஈற்றில், 5-10 குட்டிகளிடும்.

வேளா மீன்கள், கடலில் வாழும் பல வகையான மீனினங்களைத் தம் இரம்பத்தின் உதவியினால் வெட்டி அவற்றைத் தம் உணவாகக் கொள்கின்றன. இவை, பெரும்பாலும் கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழ்ந்தாலும் இரை தேடும் தருணங்களில் தம் இரம்பத்தை அங்குமிங்கும் பக்கவாட்டில் அசைத்துக் கொண்டு கடல் மேல் மட்டத்திற்கு வரும். தகுந்த மீன்கள் கண்ணுக்குத் தென்பட்டால், உடனே தம் இரம்பத்தைப் பலமாக வீசி, மீன்களை இரு துண்டுகளாகவோ சிறு சிறு துண்டுகளாகவோ வெட்டி வீழ்த்தி, சிதறுபட்ட மீன்களில் துண்டுகளைத் தம் உணவாக்கிக் கொள்ளும்.

சில தருணங்களில், பெரிய சுறா மீன்கள் அல்லது ஒரு சில திமிங்கலங்கள் வேளா மீனைத் தாக்க வந்தால், அச்சமயத்தில் தனது இரம்பத்தை வெகு வேகமாக வீசி, அவ்விரோதிகளிடமிருந்து தப்பிச் சென்றுவிடும். இவ்வாறு, இம்மீனின் இரம்பம் உணவைப் பிடிப்பதற்கும், தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கும் உதவும் உறுப்பாக உள்ளது. பிற மீன்களைத் தாக்கும்போது இரம்பத்திலுள்ள கூரிய பற்கள் சேதப்பட்டால், அவை உதிர்ந்து விழுந்து விடும்.

ஆனால் வெகு விரைவில், புதிய பற்கள் தோன்றத் தொடங்கிவிடும்.

வேளா மீனின் சதையில் சுமார் 15 % புரதச்சத்தும், பல வைட்டமின்களும், தாதுப்பொருள்களும் பெருமளவில் உள்ளன. இருப்பினும் இம்மீனின் மாமிசத்தில் சிறுநீர் போன்ற துர்நாற்றம் உள்ளதால் பலர் இம்மீனை விரும்பி உண்ணுவதில்லை. இதன் தோலை நன்கு பதப்படுத்தி, நகைப்பெட்டிகள், புத்தகங்கள், காலணிகள் பண்ப்பைகள் முதலியவற்றிற்குத் தேவையான மேலுறைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மேலும், இதன் தோலிலிருந்து, மணற்காகிதம் (sand paper) செய்கின்றனர். இது விலையுயர்ந்த மரம், தந்தம் போன்றவற்றை மெருகேற்றிப் பளபளப்பாக்க உதவுகிறது. வேளா மீனின் இரம்பம், அறிவியல் கூடங்களில் வைத்து பாதுகாக்கப்படுகிறது. ஒரு சிலர்தம் இல்லங்களில் இவற்றை வளர்த்து, அழகுபடுத்துகின்றனர். சுறா மீன்களிலிருந்து எண்ணெய் தயாரிப்பதுபோல, வேளா மீனின் ஈரலில் இருந்தும் மீன் எண்ணெய் காய்ச்சி எடுக்கின்றனர்.

கடலோரத்தில், உல்லாசமாகக் குளித்துக் கொண்டிருப்பவர்களை வேளா மீன் தாக்க வல்லது. சர் பிரான்சிஸ் டே என்ற மீன் இயல்நிபுணரின் கூற்றுப்படி, இம்மீன் கடலாடுபவர்களைத் தன் கூரிய இரம்பத்தால் இரு துண்டுகளாக வெட்ட வல்லது. பண்டைக் காலத்தில், மேற்குக் கடற்கரையிலுள்ள குவடூர் என்ற பகுதியிலுள்ள மீனவரிடையே ஒரு வழக்கம் இருந்து வந்தள்ளது. பண்டிகைக் காலத்தில், இந்து, கிறித்துவ மற்றும் முஸ்லீம் மதங்களைச் சார்ந்த மீனவர்கள் யாவரும் சமய வேற்றுமையின்றி தாம் பிடித்த வேளா மீன்களின் இரம்பங்களை இந்துக் கோவில்களுக்கு முன்னர் குவித்தோ அடுக்கியோ வைப்பர். பின்னர் கோவில் பூசாரி இக்குவியலுக்குக் கடல் நீர் தெளித்து, பூசை செய்வார். இச்செயலால், அதிக மீன் கிடைக்குமென்றும், வாழ்க்கைத் தரம் உயரும் என்றும் நம்பினர். ஆங்கிலேயரின் ஆட்சிக் காலத்தில், மாவட்ட ஆட்சித் தலைவர் மற்றும் படைத்தளபதிகள் போன்ற முக்கியமானவர்கள், தம் ஊருக்கு வருகை தருகையில், வேளா மீனின் இரம்பத்தைத் தம் அன்பிற்கும், மரியாதைக்கும் அடையாளமாக, மீனவர்கள் வழங்கி வந்தனர். தற்பொழுது

இம்மீன்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைந்து வருகிறது.

-கி. வெங்கட்ராமானுஜம்

துணைநூல். S.R. Munro, *The Marine and freshwater fishes of Ceylon*, Soni Reprints Agency, Delhi, 1982

வேளாண் இடுமுதல்

ஒரு நாட்டின் செழுமைக்கு அங்கு உற்பத்தியாகும் பொருள்களைக் கொண்டு அதன் வளம் மதிப்பிடப்படுகிறது. தொழில்கள் யாவற்றுக்கும் இடுமுதல் இன்றியமையாதது. நமது நாட்டில் வேளாண்மை பன்னெடுங்காலமாக நடைபெறுகின்றது. இந்நாட்டு மக்களில் நான்கில் மூவர் வேளாண்மையில் ஈடுபட்டுள்ளனர். இதனாலேயே இதனை வேளாண்மை நாடு என்கிறோம். வேளாண்மையில் பல்வேறு இடுபொருள்கள் பயன்படுகின்றன. இவற்றால் பெறப்படும் உற்பத்தியினைக் கூர்ந்து ஆய்வது வேளாண்மை மேம்பாட்டுக்குத் துணைபுரியும், நமது நாட்டின் பல பகுதிகளில் இடுபொருள்களின் பயன் ஆராயப்பட்டது.

கட்டுக்கடங்காத மக்கள் பெருக்கம் இயற்கை வளங்களைக் குன்றச் செய்துவிட்டது. மக்கள் தொகை பெருக்கத்திற்கேற்ப நிலமோ, நீர் வளமோ பெருகுவது இயற்கையில் நிகழாத செயலாகும். இந்நிலையில் மக்களின் உணவு மற்ற தேவைகளை நிறைவு செய்திடப் பெருமளவில் பொருள்களை இறக்குமதி செய்திட வேண்டியுள்ளது. பொருள்களின் தட்டுப்பாட்டினைத் தவிர்க்க மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்தல், வேளாண்மை உற்பத்தியினைப் பெருக்கிட மேலும் பரந்த நிலத்தில் பயிரிடலாம். ஆனால் இதற்குப் போதிய நிலம் இல்லை. ஆகவே தற்போதுள்ள நிலத்தில் பயிரிடுவதைத் தீவிரமாக்கி உற்பத்தியினைப் பெருக்க வேண்டும். மக்கட் பெருக்கத்தினைக் கட்டுப்படுத்துவதுடன், வேளாண்மை உற்பத்தியினைக் கூடுதலாக்குவதே இன்றைய தலையாய கடமையாகும். பண்டைய

முறைகளில் உள்ள குறைகளை திருத்தியமைத்து உற்பத்திச் செலவினைக் குறைக்கும் வாய்ப்புள்ளது. அதே சமயத்தில் சில புதிய உத்திகளின் மூலம் குறைந்த செலவில் கூடுதலான பலன் பெற இயலும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. எனவே தீவிர வேளாண்மையே உற்பத்தியினைப் பெருக்குவதற்கேற்ற வழியாகும்.

உரங்கள், உயர்விளைச்சல் விதைகள் மேம்பட்ட வேளாண் கருவிகள், எந்திரங்கள் ஆகிய இடுபொருள்களின் உதவியினால் பயிரிடும் தீவிரத்தினையும் உற்பத்தியினையும் பெருக்கிவிடலாம். பாசனமும், பண்ணையின் பரப்பும் இவ்விடுபொருள்களினால் விளையும் பலனுக்கு ஈடில்லாத்துணையாகும்.

முதலீடு மற்றும் பண்ணையின் ஆதார வளங்களைப் பயன்படுத்துவதில் பண்ணையின் பரப்பு மற்றும் பாசனத்தினால் ஏற்படும் விளைவுகள், பல இடு பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் அளவு, அதனால் காணும் பலன்களைச் சீர்தூக்குதல் ஆகியவை இவ்வாய்வின் நோக்கம். பல இடுபொருள்களின் மூலமும் விளையும் உற்பத்திப் பெருக்கமும், ஆதாயமும், கருதி இடுபொருள்களைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தி உற்பத்தியினை உயர்த்தும் வழி முறைகளை வகுக்கலாம்.

குஜராத் மாநிலத்தின் பரோடா மாவட்டத்திலுள்ள கரஜன், பத்ரா மற்றும் சினோர் வட்டங்களில் இடுபொருள்கள் பற்றி மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் மிகவும் பயனுள்ளவை.

நிலத்தின் அடிப்படைப் பயனை, அடிப்படைப் பெருமான உற்பத்தியிலிருந்து, நிலத்தின் அடிப்படை மதிப்பினைக் கழித்துப் பெறலாம். கண்ட உற்பத்தி, அடிப்படை உற்பத்தி மதிப்பு, அடிப்படை விலை மற்றும் அடிப்படைப் பயன் ஆகியவற்றின் மற்ற காரணிகளான விதை, உரம் பூச்சி-பூசண மருந்துகள், பாசனம், இழுக்கும் ஆற்றல், மனித ஆற்றல் முதலியவற்றின் பயனை, ஒவ்வொரு பயிருக்கும் கணக்கிடலாம். பயிர்கள் யாவற்றின் மொத்த உற்பத்தியினைக் கணித்திடும்போது, இடுபொருளின் பெருமானத்தினைக் கொண்டு, அடிப்படை உற்பத்தி பெருமானம் கணக்கிடப்படுகிறது.

பின்னடைவு விளைவின் அளவு இடு பொருள்களின் கண்ட உற்பத்தி - பருத்தி புகையிலை மற்றும் நெல் போன்ற பயிர்கள் சாகுபடி செய்தபோது நிலம், விதை, உரம், பூச்சி பூசண மருந்துகள் பாசனம், இழுக்கும் ஆற்றல் மற்றும் மனித ஆற்றல் ஆகிய இடு பொருள்களினால் கண்ட உற்பத்தி ஆராயப்பட்டது. இறைவையாகவும், வான் பயிராகவும் பருத்தி விளைவித்ததில் பண்ணையின் பரப்பினால், கண்ட உற்பத்தியில் எவ்வித வேறுபாடும் காணப்படவில்லை. பாசனப் பருத்தி மற்றும் வான் பயிரினையும் இணைத்துப் பார்த்தபோது பண்ணையின் பரப்பு மிகுதியாவதைப் பொறுத்து விளைவு குறைந்து காணப்பட்டது. பாசனப் பருத்தியில், விளைவு, வான் பயிரினைவிட மிகுந்துள்ளது.

புகையிலை சாகுபடியில் கண்ட உற்பத்தியானது, நிலத்தின் அளவினை ஒத்து மிகுதியாகின்றது. பாசனப் பயிரினையும், வான் பயிரினையும் ஆராய்ந்தபோது விளைவு 120.70 கி.கி.; வான் பயிர் 91.85 கி.கி. ஆக இருந்தது. சிறிய பண்ணையில் பாசனப் பயிரின் விளைவு 120.70 கிலோ கிராமும், வான் பயிரின் விளைவு 97.85 கிலோ கிராமும் இருந்தது. நடுத்தரப் பண்ணையில் பாசனப் பருத்தியின் விளைவு 303.53 கி.கி. பெரியப் பண்ணையில் பாசனப் பருத்தியில் 456.64 கிலோ கிராமும், வான் பயிர் 187.68 கிலோ கிராமும் விளைந்தது. பாசனம் செய்த பருத்தியின் விளைவு, பண்ணையின் பரப்பினை ஒத்துக் கூடுதலாவது கண்கூடு. சிறிய பண்ணையில் வான் பயிர் பருத்தியின் விளைவு 97.83 கிலோ கிராம்; பெரிய பண்ணையில் இப்பயிரின் விளைவு 287.68 கிலோ கிராமாக உயர்ந்தது. பல பரப்புப் பண்ணையில் பாசனம் பயிரும் இணைந்த நிலையிலும் பாசன பயிரின் விளைவு 230.54 கிலோ கிராம்; வான் பயிரின் விளையினைவிடக் கூடுதலாயுள்ளது. பண்ணையின் ஒவ்வொரு வகைப் பரப்பிலும், அவை இணைந்த நிலையாகும், பாசனப்பயிரின் விளைவு வான் பயிரின் விளைவினைக் காட்டிலும் மிகுதியாயிற்று.

நெல். நடுத்தரப் பண்ணையின் பாசனம் செய்த நெல் பயிரின் விளைவு 253.92 கி.கி. வான் பயிரின் விளைவு 127.69 கி.கி. ஆனால் பெரிய பண்ணையில் பாசன நெல் பயிரின் விளைவு 155.02 கி.கி.; வான் பயிர் விளைவு 139.67 கி.கி.. பண்ணைப் பரப்புகள் இணைந்த

நிலையில் பாசனப் பயிரின் விளைவு 170.85 கி.கி.; வான் பயிரின் விளைவு 168.15 கி.கி.. பாசனப்பயிரும், வான் பயிரும் இணைந்த நிலையில், பண்ணையின் பரப்பினைப் பொறுத்துப் பயிர் விளைவு கூடுவது காணப்பட்டது. சிறிய பண்ணையில் 86.67 கி.கி., நடுத்தரப் பண்ணையில் 180.53 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 188.44 கி.கி.

விதை. பருத்தி விளைவித்ததில் பாசனப் பயிரின் விளைவு, வான் பயிரின் விளைவினைக் காட்டிலும் மிகுதியாகக் காணப்பட்டது. வான் பயிராகப் பருத்தி விளையும் நிலையில் மட்டும் பண்ணையின் பரப்பினை ஒத்து விளைவு கூடுதலாகின்றது. பாசனப் பருத்தியினையும், வான் பயிரையும் இணைத்துக் கருதியபோது பெரிய பண்ணையின் விளைவு 2.34 கி.கி. என்ற மிகுந்த அளவாகவும், நடுத்தர பண்ணையில் குறைந்த அளவாக 1.21 கிலோ கிராமும், சிறிய பண்ணையில் 1.54 கிலோ கிராமும் இருந்தது.

பாசனத்துடன், புகையிலை விளைத்தபோது சிறிய பண்ணையின் விளைவு 0.39, நடுத்தரப் பண்ணையில் 2.14, பெரிய பண்ணையில் 1.12 கி.கி. ஆக இருந்தது. சிறிய பண்ணையில் வான் பயிரின் விளைவு 0.86 கி.கி.; இது பெரிய பண்ணையில் 1.30 கிலோ கிராமாக இருந்தது. பண்ணைப் பரப்புகள் இணைந்த நிலையில் பாசனப் பயிர் 1.77; வான் பயிர் 1.43 கி.கி. விளைந்தன. எனவே, புகையிலை சாகுபடி செய்வதில் விதை இடுபொருளினைக் கருதும்போது, கண்ட உற்பத்தியானது பண்ணைப் பரப்பினையோ பாசனத்தினையோ சார்ந்திருக்கவில்லை என்பது புலப்படும்.

பாசன நெல் பயிரிடும்போது, நடுத்தரப் பண்ணையில் பாசன நெல்லில் விதையினால் உண்டான பலன் 0.84 கி.கி.; வான் பயிரில் 2.23 கி.கி.; ஆனால் பெரிய பண்ணையிலும், பல பண்ணைப் பரப்புகள் கூடிய நிலையிலும் பாசனப் பயிரில் விதையின் பலன் 2.67 கி.கி.; வான் பயிரில் 1.53 கி.கி. பாசனப் பயிரும், வான் பயிரும் சேர்ந்த நிலையில் நடுத்தரப் பண்ணையில் மிக உயர்ந்த அளவு 1.30 சிறிய பண்ணையில் .079 பெரிய பண்ணையின் பரப்பினையும், பாசனத்தினையும் பொறுத்து

அமையவில்லை என்பது தெளிவாகின்றது.

தழை, மணி சாம்பல் சத்து உரம். பாசனப் பயிராகவும், வான் பயிராகவும், தனித்தும், சேர்ந்தும் பருத்தி விளைவித்தபோது கண்ட உற்பத்தியானது நடுத்தரப் பண்ணையில் பாசனம் செய்த பயிரில் 0.49 கி.கி., வான் பயிரில் 0.13 சேர்ந்த நிலையில் 0.18, பெரிய பண்ணையில் முறையே 0.29. 0.01, 0.12 சிறிய பண்ணையில் 0.126, 0.03, .07 இருந்தது. பண்ணையின் ஒவ்வொரு பரப்பிலும், பரப்புகள் கூட்டான நிலையிலும், பாசனப் பயிரின் உற்பத்தியானது, வான் பயிரின் உற்பத்தியினைவிட இரு மடங்குக்கும் மிகுதி. ஆகவே பருத்தி சாகுபடியில் கண்ட உற்பத்தியானது தழை, மணி மற்றும் சாம்பல் சத்து, உரத்தினால் பெரும் அளவு பயன் உண்டாவது உறுதியாகின்றது. இப்பயன் பண்ணையின் பரப்பினைப் பொறுத்து மாறுவதன்று என்றும் அறியப்படுகின்றது.

வான் பயிராகப் புகையிலை சாகுபடி செய்வதினைக் காட்டிலும் பாசனப் புகையிலை சாகுபடி செய்வதில் உரமிடுவதன் பங்கு மிகுதி, பாசனப் பயிரில் உரமிடுவதில் சிறிய பண்ணையில் கண்ட உற்பத்தியின் மதிப்பு 0.50 கி.கி.; பெரிய பண்ணையில் இதன் மதிப்பு 1.40 கி.கி.; பண்ணையின் பரப்புகள் இணைந்த நிலையில் இது 0.991 கி.கி., பாசனம் செய்யப்படாத புகையிலை சாகுபடியில், சிறிய பண்ணையில் இதன் மதிப்பு 0.355 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 1.006 கி.கி. பல பண்ணைகளின் பரப்பு இணைந்த போது 0.659 கி.கி. ஆகும். புகையிலை பயிரிடுவதில் தழை, மணி மற்றும் சாம்பல் சத்து உரமிடுவதனால் கண்ட உற்பத்தியானது பண்ணையின் பரப்பு மற்றும் பாசனம் ஆகியவற்றுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. உற்பத்தியானது பண்ணையின் பரப்பு மற்றும் பாசனத்தினைப் பொறுத்துக் கூடுதலாகின்றது.

வான் பயிராக நெல் பயிரிடுவதில் உரமிடுவதனால் உற்பத்தியின் மதிப்பு நடுத்தரப் பண்ணையில் 0.367 கி.கி.; பெரிய பண்ணையில் 0.731 கி.கி., பண்ணைப் பரப்பு இணைந்த போது 0.467 கி.கி., பாசனம் செய்து நெல் விளைந்த போது நடுத்தரப் பண்ணையில் இதன் மதிப்பு 0.282 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 0.675 கி.கி., பண்ணைப் பரப்புகள் இணைந்த நிலையில் 0.361 கி.கி., பாசனப் பயிரும்,

வான் பயிரும் சேர்ந்த போது இது பெரிய பண்ணையில் உயர்ந்த அளவாக 0.616 கிலோ கிராமும், சிறிய பண்ணையில் 0.316 கிலோ கிராமும் நடுத்தரப் பண்ணையில் 0.229 கிலோ கிராமும் இருந்தது.

பூச்சி-பூசாண் மருத்துவமும் பாசனமும்.

பாசனப் பயிராகவும் வான் பயிராகவும், பருத்தி பயிரிட்ட போது தனித்தனியாகவும், இவ்விரண்டும் சேர்ந்த நிலையில், ஆராய்ந்ததில் உற்பத்தியானது சிறிய பண்ணையில் 0.182 கி.கி., 0.057 மற்றும் 0.612 ஆக இருந்தது. நடுத்தரப் பண்ணையில் 0.619, 0.385 மற்றும் 0.475 கிலோ கிராமாகவும், பெரிய பண்ணையில் 1.144 0.766 மற்றும் 0.90 கிலோ கிராமாகவும் இருந்தது. ஒவ்வொரு வகைப் பரப்பிலும் பாசனப் பயிரின் உற்பத்தி மிக அதிகமாக இருந்தது. எனவே பருத்தி சாகுபடியில் பண்ணைப் பரப்பு, பாசனம் மற்றும் பூச்சி-பூசாண் மருந்துகளினால் உற்பத்தி கூடுதலாகும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

பாசனப் பருத்தி சாகுபடியில் சிறிய பண்ணையில் மிக அதிகமாகவும் 7.29 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் மிகவும் குறைவாகவும் 1.519 கி.கி., நடுத்தரப் பரப்புள்ள பண்ணையில் 2.901 கி.கி. ஆகவும் உற்பத்தி இருந்தது. பண்ணையின் பரப்புக்கும், பாசனத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு எதிர்மறையானது. பாசனப் பயிரின் விளைவு, வான் பயிரினைவிட எவ்விதச் சூழ்நிலையிலும் மிஞ்சியே உள்ளது. எனவே பாசனத்திற்கும் பண்ணைப் பரப்புக்கும் உள்ள தொடர்பு எதிர்மறையாக இருக்கின்றது.

பாசனத்துடன் புகையிலை நடுவதில் கண்ட உற்பத்தி சிறிய பண்ணையில் 3.256 கி.கி., நடுத்தரப் பண்ணையில் 6.264 கி.கி., பெரிய பண்ணையின் 6.535 கி.கி. என்றாவது பண்ணையில் பரப்பினை ஒத்து மிகுதியாகின்றது. ஆனால், புகையிலைப் பயிரினை பாசனத்துடன் நடுவதனையும், பாசனமின்றி நடுவதனையும் சேர்த்துக் கவனிக்கும் போது சிறிய பண்ணையில் 5.299 கி.கி. ஆக மிகுந்தது, நடுத்தரப் பண்ணையில் 0.952 கி.கி. ஆகக் குறைந்து, பெரிய பண்ணையில் 3.46 கி.கி.

ஆயிற்று. எனவே பாசனமும், பண்ணையின் பரப்பும் சாதகமான தொடர்புடையவை. ஆனால் பாசனப் பயிரினையும், வான் பயிரினையும் சேர்த்துக் கவனிக்கும்போது இவ்விரண்டுக்கும் தொடர்பு ஏதும் இல்லாத நிலை எய்துகின்றது.

இழுக்கும் ஆற்றல். பாசனப் பயிராகப் பருத்தியை விளைவித்தபோது கண்ட உற்பத்தியானது சிறிய பண்ணையில் 0.644 கி.கி., நடுத்தரப் பண்ணையில் 0.548 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 1.542 கி.கி.. இவை மூன்றும் கூடியபோது 0.298 கி.கி. ஆகும். வான் பயிரான பருத்தியில் இது சிறிய பண்ணையில் 0.348 கி.கி., நடுத்தரப் பண்ணையில் 0.470 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 0.313 கி.கி., இவை மூன்றும் இணைந்தபோது 0.263 கி.கி. ஆக இருந்தது. பாசனப் பயிரானது பாசனமில்லாத பயிரினைவிடச் சிறப்பாக இருப்பது. இதனைப் பண்ணையின் பரப்பு பாதிப்பதில்லை என்பதனையும் உணரலாம்.

புகையிலை நடுவதில் பாசனப் பயிரினைவிட, வான் பயிரில் சிறிய மற்றும் பெரிய பண்ணைகளிலும், கூட்டான நிலையிலும் கண்ட உற்பத்தி கூடுதலாக உள்ளது. இது சிறிய பாசனப் பண்ணையினைவிட நடுத்தரப் பண்ணையில் மிகுந்தும், பெரும் பண்ணையில் குறைந்தும் உள்ளதால் பண்ணையின் பரப்பிற்கும் இதற்கும் சாதகமான தொடர்போ எதிர்மறைத் தொடர்போ காணப்பட வில்லை எனலாம்.

நெல் சாகுபடியில் சிறிய பண்ணையில் கண்ட உற்பத்தியானது 2.237 கிலோ கிராமிலிருந்து நடுத்தரப் பண்ணையில் 2.905 கிலோ கிராமாக உயர்ந்து, பாசனம் மற்றும் பாசனமில்லாத பண்ணையில் 2.628 கிலோ கிராமாகக் குறைந்தது. பாசனம் செய்த நிலையில் நடுத்தரப் பண்ணையில் இது 2.688 கி.கி.. ஆனால் பெரிய பண்ணையில் இது 1.254 கி.கி. வான் பயிராகப் பெரிய பண்ணையில் இது 3.039 கி.கி.. நடுத்தரப் பண்ணையில் 2.022 கி.கி.. நடுத்தரப் பண்ணையில் பாசனப் பயிரில் இது பாசனம் இல்லாததைவிட மிகுதி. பலபரப்புப் பண்ணைகள் இணைந்தபோதும் இது கூடுதலாகவே இருந்தது. ஆனால் பெரிய பண்ணைகளில் பாசனப் பயிரினைவிட வான் பயிருக்கு இது மிகுதி.

மனித ஆற்றல். சிறிய பண்ணைகளில் பாசனப் பருத்தியில் கண்ட உற்பத்தி 1.954 கி.கி. நடுத்தரப் பண்ணையில் 3.27 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 1.581 கி.கி.. பல பரப்புகள் இணைந்தபோது 2.826 கி.கி. ஆகும். அதே சமயம் வான் பயிரில் சிறுபண்ணையில் 0.966 கி.கி., நடுத்தரப் பண்ணையில் 1.138 கி.கி., பெரிய பண்ணையில் 1.259 கி.கி., பல பரப்புப் பண்ணைகளைக் கூட்டாகக் கவனித்தபோது 0.422 கிலோ கிராமாகவும் இருந்தது. இதன் மூலம் பருத்தி சாகுபடியில் பயன்படும் மனித ஆற்றலானது பாசனத்துடன் இணைந்துள்ளது. பாசனப் பயிரும், வான் பயிரும் சேர்ந்த நிலையில் பண்ணையின் பரப்பினைப் பொறுத்து இது கூடுதலாகின்றது. சிறிய பண்ணையில் இது 0.455 கி.கி., நடுத்தரப் பண்ணையில் 1.405 கி.கி.. பெரிய பண்ணையில் 1.460 கி.கி., பண்ணையின் பரப்புடன் வான் பயிரும், பாசனப் பயிரும் சேர்ந்த நிலையில் சாதகமான தொடர்புடையது.

வான் பயிராகப் புகையிலை பயிரிடும்போது, கண்ட உற்பத்தியானது சிறு பண்ணையில் 2.427 கிலோ கிராமும், பெரிய பண்ணையில் 4.33 கி.கி.மும், பல பரப்புப் பண்ணைகள் கூடிய நிலையில் 5.401 கி.கி. இருந்தது. பாசனப் பயிரும் வான் பயிரும் சொந்த நிலையில், நடுத்தரப் பண்ணையில் உற்பத்தியானது, சிறிய மற்றும் பெரிய பண்ணையில் உள்ளதைவிட மிகுதி. ஆகவே புகையிலை சாகுபடியில் மனித ஆற்றலின் பயன், பண்ணையின் பரப்பினைச் சார்ந்திருக்கவில்லை; மாறாக இது பாசனத்தினைச் சார்ந்துள்ளது என்பது விளங்கும்.

பாசனத்துடனும் வான் பயிராகவும், நெல் பயிர் சேர்ந்த நிலையில், மனித ஆற்றலின் பயன் சிறிய பண்ணையில் 11.623 கிலோ கிராமிலிருந்து, நடுத்தரப் பண்ணையில் 7:927 கிலோ கிராமாகக் குறைந்து, பெரிய பண்ணைகளில் இது உயர்ந்துள்ளது. பலபரப்பு வான் பயிர்ப் பண்ணைகள் இணைந்தபோது இது 9.423 கி.கி. இதே சமயம் பாசனப் பயிரில் பெரிய பண்ணையில் 5.852 கி.கி.; பலபரப்புப் பண்ணைகள் இணைந்த நிலையில் இது 7.980 கி.கி. ஆக இருந்தது. ஆனால் நடுத்தரப் பண்ணையில் பாசனப் பயிருக்கும், வான் பயிருக்கும் சிறிதளவு வேறுபாடே காணப்பட்டது. ஆகவே, பண்ணைப் பரப்பிற்கோ

பாசனத்திற்கோ இதனுடன் ஏதும் தொடர்பில்லை.

அடிப்படை உற்பத்தியின் மதிப்பு அடிப்படைச் செலவு மற்றும் இடு பொருள்களின் அடிப்படை ஆதாயம். கண்ட உற்பத்தியினை அதன் விலையினால் பெருக்கிடப் பெறுவது. அடிப்படை உற்பத்தியின் மதிப்பாகும் அடிப்படைச் செலவு என்பது இடு பொருள் மதிப்பாகும். சில பயிர்களுக்கு மேற்கண்ட விபரங்களையறிதல் பயனுள்ளது.

பருத்தி சாகுபடிக்கு நிலமானது திட்டமான அளவுக்குப் பயன்பட்டது. ஆனால் பெரியப் பண்ணை மற்றும் பலபரப்புகள் இணைந்த நிலையில் மட்டுமே அடிப்படை ஆதாயமானது வான் பயிரினைவிடப் பாசனப் பயிரில் கூடுதலாகின்றது. பாசனப் பருத்தியையும், வான் பயிரையும் சேர்த்துக் கவனித்தால் எதிர்மறைத் தொடர்புள்ளது. இவற்றை தனித்து நோக்கும்போது தனியான பாங்கு காணப்படவில்லை.

பாசனப் புகையிலை விளைவித்ததில் பண்ணையின் பரப்புக்கும் அடிப்படை ஆதாயத்திற்கும் உடன்பாடான தொடர்பு காணப்படுகின்றன. நிலத்திற்கும் அடிப்படை ஆதாயத்திற்கும் மிகுந்த நெருக்கமுள்ளது.

நெல் விளைவிப்பதில் அடிப்படை ஆதாயமும் நிலமும் உடன்பாடான தொடர்புடையவை என்றும் நிகர வருவாயினை மிகுதியாக்கிட பயிர் நடும் பரப்பினைக் கூடுதலாக்க வேண்டும் என்றும் புலப்படுகின்றது. பாசனப் பயிரும், வான்பயிரும் சேர்த்து கவனிக்கையில், அடிப்படை ஆதாயமானது பண்ணைப் பரப்பினைப் பொறுத்துள்ளது.

விதையும் அடிப்படை ஆதாயமும். வான் பயிராகப் பருத்தி பயிரிடுவதில், அடிப்படை ஆதாயமானது பண்ணையின் பரப்பினை ஒத்து மாறுபடுகின்றது. ஆனால் பாசன பயிரிலும், பாசனம் மற்றும் வான் பயிரும் சேர்ந்த நிலையிலும் இதன் தனித்த பாங்கு புலப்படவில்லை.

புகையிலை சாகுபடியில் பாசனமோ பண்ணையின் பரப்போ விதையின் அடிப்படை ஆதாயத்தினை பாதிக்கவில்லை. சிறிய பண்ணையில்

பாசனப் புகையிலைப் பயிரில் இது உயர்ந்துள்ளது. இது போன்றே வான் பயிரிலும் உள்ளது. எனவே புகையிலை சாகுபடி செய்யும்போது தரமான விதையினைப் பயன்படுத்தினால் ஆதாயம் கூடும் வாய்ப்புள்ளது என்பது தெளிவாகும். நெல் பயிரிடுவதில் அடிப்படை ஆதாயமானது பாசனத்தினாலும், பண்ணைப் பரப்பினாலும் மாறுவதில்லை. பல்வேறு பயிர்களின் விபரங்களை உற்று நோக்கும்போது தரமான விதையினைப் பயன்படுத்துவது ஆதாயத்தினைப் பெருக்கும்.

தழை, மணி மற்றும் சாம்பல் சத்து உரமிடுதல்.

பருத்தி பயிரிடுவதில் உரமிடுதல் மிகவும் பயனுள்ளது. இதற்குப் பாசனம் மிகவும் அவசியம். புகையிலை சாகுபடியில் பண்ணையின் பரப்பும், அடிப்படை ஆதாயமும் நேர் தொடர்புள்ளவை. ஆனால் இதற்கு உரமிடுவது எதிர்மறையானது.

பண்ணையின் பரப்புக் கூடுதலானால் எவ்விதமான பாசனப் பயிர்களுக்கும் வான் பயிர்களுக்கும், உரமிடுவதனால் அடிப்படை ஆதாயம் மிகுதியாகின்றது. பாசனப் பயிர்களுக்குத் தேவைக்கு மிஞ்சி உரமிடப்படுகின்றது. பாசனப் பயிர்களுக்குத் தேவைக்கு மிஞ்சி உரமிடப்பட்டதும் வான் பயிர்களுக்குத் தேவைக்கு குறைவாகவும் உரமிடப்பட்டதும் தெரிய வருகின்றது.

பாசனமும் அடிப்படை ஆதாயமும். பருத்தி சாகுபடி செய்வதில் பாசனம் மிகவும் அவசியமாகின்றது. இச்சோதனையில் எல்லாப் பண்ணைகளிலும் நீர் அளவுடன் பயன்படுத்தப்பட்டது என்றும் பெரும்பண்ணைகளில் மட்டும் நீர் மிகுதியாகப் பயன்பட்டது என்றும் தெரியவருகின்றது. புகையிலை பயிரிடுவதில் சிறிய பண்ணைகளில் பாசன நீர் மிகுதியாகவும், நடுத்தரம், பெரிய மற்றும் பலப் பரப்புகள் இணைந்த நிலையிலும் பாசன நீர் குறைவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

இழுக்கும் ஆற்றல். இது எல்லாப் பயிர்களுக்கும் தேவையானது. ஒரு பண்ணையில் உழுதல், போக்குவரத்து முதலியவற்றுக்கு எருதுகள் பயன்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பண்ணைக்கும்

எருதுகள் அடிப்படைத் தேவை. எனவே இவற்றைப் பயன்படுத்துவது தேவைக்கு மிகுதியாகவும் இருத்தல்கூடும். புகையிலை பயிரிடுவதில் இழுவை ஆற்றலின் பலன் மிகுதியாகும்போது ஆதாயமும் மிகுதியாகின்றது. பாசனமும், பண்ணையின் பரப்பும் மிகுதியானால் அடிப்படை ஆதாயமும் அதிகரிக்கும். நெல் சாகுபடியில் இழுக்கும் ஆற்றல் தேவைக்கு மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

மனித ஆற்றல். பெரும்பாலான உழவர்கள் தங்கள் சொந்தப் பண்ணைகளில் உழைப்பதனைக் காட்டிலும், அயலார் பண்ணையில் உழைக்கின்றனர். ஒரு பண்ணையில் சொந்த தொழிலாளர், நிரந்தரமானப் பண்ணை ஆள், தேவையானபோது அமர்த்தப்படும் ஆள் என்ற மூவகையினர் செயல்படுவர். பருத்தி சாகுபடி செய்வதில் பாசனத்துடன் மனித உழைப்பும் கூடுதலாகின்றது. இது சிறிய, நடுத்தர, பெரிய மற்றும் பலதரப்புகள் இணைந்த நிலையிலும் பொருத்தமாகின்றது. ஆனால் வான் பயிராகப் பருத்தி விளைவிக்கும்போது, மனித ஆற்றல் தேவை குறைவு. பாசனப் புகையிலை பயிரிடும்போது, மனித ஆற்றல் பயன்பாட்டினைக் குறைக்க வேண்டும் என்று புலப்படுகின்றது. பாசனத்துடனும், வான் பயிராகவும் நெல் பயிரிடும்போது, மனித ஆற்றல் பயன் கூடுதலாக்கினால் ஆதாயமும் அதிகரிக்கும் வாய்ப்பு உள்ளது. எல்லா வகைப் பயிர்களை விளைவிப்பதற்கும். பாசனப் பயிருக்கும் மனித ஆற்றல் மிகுதியாகவும், வான் பயிருக்குக் குறைவாகவும் தேவை என்பதும் அறியப்படுகின்றது.

பருத்தி சாகுபடியில் அடிப்படை ஆதாயமானது பாசனம், பண்ணையின் பரப்பு என்பவற்றுடன் நேர் தொடர்புடையது. எல்லாப் பயிர்களிலும், பாசனமும், பண்ணையின் பரப்பும் நேர் தொடர்புடையன. விதையின் பலனும், ஆதாயமும் பருத்தி பயிரிடுவதில் நேர் தொடர்புடையவை. தழை, மணி மற்றும் சாம்பல் சத்து உரமிடுதலும் பருத்தி சாகுபடியில் அடிப்படை ஆதாயத்துடன் நேர் தொடர்புடையது. புகையிலைப் பயிரில் சாணமும், பண்ணைப் பரப்பும் அடிப்படை ஆதாயமும் நெருங்கிய தொடர்புமுடையவை. பருத்தி விளைவிப்பதில் பாசனத்துடன் பண்ணைப் பரப்பும் அடிப்படை ஆதாயத்திற்கு பூச்சி பூசாண மருந்துகளின் பயன் நேரடித் தொடர்புடையது. பருத்தி

விளைவிப்பதில் அடிப்படை ஆதாயம் இழுவை ஆற்றல் மற்றும் பாசனத்துடன் இணைந்தது. ஆனால் புகையிலையில் இது எதிர் மறையாக உள்ளது. மனித ஆற்றலில் அடிப்படை ஆதாயமானது, பருத்தி சாகுபடியில் பாசனத்துடன் நேரடியாகவும், புகையிலை விளைவிப்பதில் பாசனத்துடன் எதிராகவும் தொடர்புடையது. மனித ஆற்றலினால் அடிப்படை ஆதாயம் எல்லா வகைப் பயிர் சாகுபடியிலும் பாசனத்துடனும், பண்ணைப் பரப்புடனும் நேரடித் தொடர்பு கொண்டது. பருத்தி பயிரிடுவதற்குத் தேவையான அளவுக்கு குறைவாகவே பூசாண மருந்துகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் தழை, மணி மற்றும் சாம்பல் சத்து உரங்களும், இழுவை ஆற்றலும் தேவைக்கு மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. பருத்தி, புகையிலை, நெல் மற்ற எல்லாவிதமான பயிர்கள் விளைவிப்பதிலும் மனித ஆற்றல் அதன் தேவைக்குக் குறைந்த அளவே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

வேளாண் காலநிலை மண்டலங்கள்

சுற்றச்சூழல் காரணிகளைவிடத் தட்பவெப்ப இயலே பயிர் உற்பத்தியினைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. இருப்பினும் சில பகுதிகளில் தட்பவெப்ப நிலைகளுக்கு முற்றிலும் ஒவ்வாத பயிர்கள் விளைவிப்பதும் உண்டு. இதற்குப் பல ஆண்டுப் பழக்கமும், மக்கள் தொகைப் பெருக்கமும் காரணமாகும்.

பெரும்பாலும் ஒரு பகுதியில் விளையும் பயிர்கள் மக்களின் பல ஆண்டுப் பட்டறிவின் விளைவால் எழுந்தனவாகும். சில சூழ்நிலைகளில் அப்பகுதியில் நிலவும் தட்பவெப்பவியலுக்கு ஒவ்வாதப் பயிர்களும் விளைவிப்பதைக் காணலாம். இப்பயிர் விளைவு குன்றியே இருக்கிறது.

பயிர்த்தொழிலில் அடங்கிய பல காரணிகளின்

மேலாண்மை சிறப்பில் பல நலன்கள் காணப்படும் தட்பவெப்பவியல் மேலாண்மையில் காணப்பட்ட முன்னேற்றம் கணிசமானதாயில்லை. தட்பவெப்பவியலினைக் கட்டுப்படுத்துவது அல்லது மாற்றுவதற்கும் முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது. தட்பவெப்பவியலினைக் கட்டுப்படுத்துவது சொற்ப அளவில் வெற்றிகரமாக இருந்தது. ஆனால் இதற்கு முதலீடும் முயற்சியும் மிகுதி. ஒரு பகுதியிலுள்ள தட்பவெப்பவியலினை ஓரளவு சரிகட்டி உயர்ந்த அளவு விளைவுகாணுதல் மற்றொரு முறை, இதற்குச் செலவு மிகுதியாகவில்லை. பலதிறப்பட்ட வேளாண் தட்பவெப்ப நிலைகளை ஆராய்ந்து அவற்றின் மாறுபாடுகளையும், ஒற்றுமைகளையும் சீர்தூக்கி, வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்கள் பிரிக்கப்பட்டன. தட்பவெப்ப இயல்களை ஆய்ந்து அவ்வப்பகுதிகளில் விவேகத்துடன் செயல்படும்போது மிகுந்த பலன் விளையும் என்பதில் ஐயமில்லை.

தட்பவெப்பமண்டலமும் வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலமும். பல பகுதிகளின் தட்பவெப்ப இயல்நிலைகள் ஆராயப்பட்ட பின்னர் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் ஹாம்போல்ட் டொவ் சுபான் மற்றும் வோய் கோவ் போன்றவர்கள் உயிரியல் தட்பவெப்ப மண்டலங்களை வரையறுத்தனர். இவர்களுக்கு முன்னர் வில்சர், டிகான்டோல்ட் ரூடெ மற்றும் ஷிம்பர் ஆகியோர் இப்பணியினை ஆராய்ந்துள்ளனர். இவ்வாராய்ச்சிகள் தனிப்பட்ட தாவரங்களைப் பற்றியே இருந்தன. தட்பவெப்ப மற்றும் உயிரியல் சார்பானவை அவ்வளவு துல்லியமாக வரையறுக்கப்படவில்லை. இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் கோப்பென் என்ற அறிஞர் தட்பவெப்பவியலினை வகைப்படுத்தினார். ஆண்டு மற்றும் மாதத்தில் நிகழ்ந்த சராசரி மழையளவும், வெப்பமும் இவரது வகைப்பாட்டின் அடிப்படையாகும். இதனையடுத்து தார்ன்த்வைட்டே என்ற அறிஞரது தட்பவெப்ப இயல் வகைப்பாடு முக்கியமானது. இவர் வெப்பம், மழைப்பொழிவு மற்றும் வானிலை, நீராவி இருப்பு ஆகியவற்றினைக் கொண்டு வெப்பத்திறன் மற்றும் ஈரம்காட்டி முதலியவற்றின் அடிப்படையில் தட்பவெப்பவியல் மண்டலங்களைப் பிரித்தார். கோப்பென் என்பவரது வகைப்பாட்டில் மழைப் பொழிவினைவிட வெப்பம் முக்கியமாகக் கொள்ளப்பட்டதனால் வெப்பப் பகுதி வேளாண்மைக்கு இது அவ்வளவு பொருத்தமாக

அமையவில்லை. தார்ன்த்வைட்டேயின் வகைப்பாட்டில் பயனுறு மழைப்பொழிவு மிகுந்த முக்கியமாகக் கருதப்படுவதால் சில நடுக்கோட்டுப்பகுதி மற்றும் அதன் இருமருங்கும் உள்ள நிலப்பகுதிகளின் வேளாண்மைக்கு இது நெருங்கிய தொடர்புடையதாகிறது.

புதிதோ என்ற அறிஞர் தாவரங்களின் வகையினைக் கொண்ட தட்பவெப்ப இயல் மண்டலங்களை வகைப்படுத்தினார். மேலும் பல அறிஞர்கள் தட்பவெப்பவியலினை வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

தாவரங்களுக்கும், தட்பவெப்பவியலுக்கும் உள்ள தொடர்பின் விளைவாகவே வகைப்பாடு எழுந்தது. ஆனால் கூர்ந்து கவனிக்குமிடத்து இவ்விரண்டுக்கும் உள்ள தொடர்பு முழுமையாகக் கொள்ளப்படவில்லை என்பது புலப்படும். தாவரங்கள் மற்றும் தட்ப வெப்ப எல்லைகள் இயற்கையில் மாறும் பங்குடையவை. தாவரங்களின் வளர்ச்சியாவது தட்பவெப்பவியல் நிலைகளினால் தோன்றிய போதிலும் இவ்வெல்லைகள் மண்ணியல், உயிரியல் மற்றும் நுண்தட்ப வெப்பவியல் நிலைகளினால் மாறுபடுகின்றன. வகைப்பாட்டின் அடிப்படையான மழை, வெப்பம் ஆகியவற்றினை மட்டும் தாவரங்கள் சார்ந்திருக்கவில்லை. காற்று, சூரிய ஒளி முதலியவையும் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவை. எனவே இவற்றின் தொடர்பு மிகவும் சிக்கலானது. தட்பவெப்ப இயல் தனிமங்களின் சராசரி மதிப்பினைக் கொண்டுள்ளதே இவ் வகைப்பாடுகளின் குறைபாடாகும். எனவே இவை வெற்றிபெறவில்லை. ஏனெனில் சராசரி மதிப்பு உண்மை நிலையினின்று வேறுப்பட்டது இத்தனிமங்களின் உச்ச-நீச்ச மதிப்புகள் தாவரங்களின் வகையைப் பெருமளவு மாற்றும் திறமுடையவை.

பெரும்பாலான பாகுபாடுகள் பல்வேறுபட்ட பகுதிகளின் பயிர் உற்பத்தியினை மதிப்பிட்டு அளவுகளை ஒப்பிடுவதற்குப் பயன்படுவன. அவற்றை கூர்ந்து கவனிக்கும்போது தட்பவெப்பவியலுக்கும், உற்பத்திக்கும் தொடர்புள்ளதாகப் புலப்படவில்லை. சில பகுதி

தட்பவெப்பவியல், தனிமங்களின் ஆண்டு மற்றும் மாதத்திற்குரிய சராசரி பிரங்களின் தொகுப்பான சிக்கல் மிகுந்த உயிர் தட்பவெப்ப இயல் தொடர்புகளை முழுமையாக விளக்க இயலவில்லை.

வேளாண் தட்பவெப்பம், வேளாண் தட்பவெப்பங்காட்டி மற்றும் வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலம். விரைவாக பயிர்கள் விளைந்திட ஏதுவான தட்பவெப்பவியல் நிலையினை வேளாண் தட்பவெப்பம் என்கிறோம். இதனை மதிப்புகளின் தீவிரம், காலநீட்சி, கால இடைவெளி, நிகழ்வு அல்லது வளரும் பயிர் மற்றும் மண்ணில் இக்காரணிகளின் ஒட்டு மொத்தமான விளைவாக விளக்கப்படுகிறது. வேளாண் தட்பவெப்ப நிலைக்கும் விளைவுக்கும் உள்ள தொடர்பினை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவாகக் கூறலாம். இவற்றை வேளாண் தட்ப வெப்பக்காட்டிகள் என்கிறோம். பயிர் உற்பத்தியில் இது பெரும் பங்கு வகிக்கும் தட்ப வெப்பத் தனிமங்களாக இருக்கலாம். வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்களின் வேளாண் தட்பவெப்பக் காட்டிகளாக இவை குறிக்கப்படுகின்றன.

உழவியலார் விளைப் பயிர் சூழல் இயலார், வேளாண் தட்பவெப்பவியலார் போன்றோர் கலந்து ஆலோசித்து உருவாக்கிய வேளாண் தட்பவெப்பக் காட்டிகள் சிறப்புடையன. இவற்றின் அடிப்படையில் வரையறுக்கப்பட்ட வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்கள் வேளாண்மையில் சீராகப் பொருந்துவனவாயுள்ளன. ஒரு பகுதியில் நிலவும் தட்பவெப்ப நிலைகள் குறிப்பிட்ட விளைபொருள் உற்பத்திக்கு மிகவும் உகந்ததாயுள்ளன. பொதுவாக வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்கள் ஒரே சீரான வேளாண் வளர்ச்சிக்கு உதவுவதோடு மிகவும் ஆதாயமுள்ள பயிர்களை விளைத்திட வழி வகுக்கும். பண்ணை உற்பத்தி மற்றும் சிறந்த மண் மேலாண்மை உத்திகளை மேற்கொள்ளக் குறிப்பிட்ட வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்கள் மிகவும் பயனுள்ளவையாகும். இதுவன்றி மிகவும் சிறந்த உழவியல் மற்றும் பண்படுத்தும் முறைகளை உருவாக்கவும் வசதி ஏற்படும்.

தட்பவெப்பவியலின் முக்கிய தன்மைகளான ஈரம் மற்றும் வெப்பம் ஆகியவற்றினை வேளாண் தட்பவெப்பவியல் காட்டிகளை உருவாக அளந்து

அறிந்து, பயிர் தட்பவெப்ப வெளிப்பாடுகளுக்குவது முதல் கட்டம் இக்காட்டிகள் எந்தெந்தப் பகுதியில் பரவியிருக்கிறது என்பதனை வரைபடத்தில் வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்களாகக் காட்டுதல் இரண்டாவது கட்டம். பயிர் வளர்ச்சியில் கீழ்க்கண்ட தனிமங்கள் செயல்படுகின்றன. அ) தழைக் கட்டத்தில் தனிமங்கள் ஈரத் தட்டுப்பாடு கதிர் வீச்சமும் வெப்பமும், ஆ) உறைபணியற்ற காலம். பயிர்வளர்ச்சியின் பல கட்டங்களின் வளர்ச்சிக்கு முக்கியமான தனிமங்கள் 1) ஒரு நாளின் நீளம், 2) ஆண்டின் கதிர்வீச்சம் மற்றும் வெப்பமாறுபாடு, 3) ஒரு நாளின் வெப்பமாறும் அளவு, 4) உறைபணி இல்லாத கால அளவு, 5) மாரிக்காலம் மற்றும் வறண்ட கால அளவு.

மேற்கண்ட மாறிகளின் ஒன்று அல்லது இரண்டு காட்டிகளில் இணைப்பது வெற்றியளிக்கவில்லை. மேலும் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் இதுபோன்ற பல மாறிகள் பயிர்விளைவில் முக்கிய பங்கு பெறாமலிருக்கக்கூடும். எனவே இவற்றில் பயிர் விளைவிக்கப்பட்டு முக்கியமான சூழல் இயல் தனிமங்களை இனம் கண்டு முக்கியமல்லாதவற்றினைத் தவிர்க்கலாம். எ-டு: வெப்பப் பகுதிகளில் ஒளிக்காலமும் உறைபணியற்ற பருவமும் வேளாண்மைக்கு முக்கியமன்று. மாறாக இங்கு ஈரத் தட்டுப்பாட்டின் தீவிரமும், அதன் கால அளவும் மிகவும் முக்கியமாகும். முக்கியமில்லாத தனிமங்களை விலக்கியபின் பயிர் தட்பவெப்பவியல் தொடர்பினைக் குறிப்பிடும் இணைந்தக் காட்டிகளைத் தெளிவுபடக் கூறலாம். இதர வேளாண் தட்பவெப்ப இயல் மதிப்பீட்டிற்கு ஒரு பயிர் உலகின் எந்தப் பகுதியில் தோன்றியது, உலகில் எங்கெங்குப் பயிர் வளர்கின்றது, இப்பயிர்கள் எங்கெங்கு வளரா என்ற விபரங்களை அறிவது அவசியம். இது போன்ற பல விபரங்களின் அடிப்படையில் பர்போஸ் பலமுறைகளை விளக்கியுள்ளார்.

வேளாண் இருப்புகளை ஒப்பிடும் முறை. வேளாண் இருப்பு வரையரைகளைப் பயன்படுத்தி சூழல் மற்றும் பயிர் விபரங்களின் அடிப்படையில் விஷை என்பவர் உலகில் பொதுப்படையான மண்டலங்களை வகுத்துள்ளார். இவர் வேளாண்மை செய்யும் பரப்பு விழுக்காடு, பயிர் நிலத்தின் சராசரி

தரம், பயிர்களின் சராசரிப் பொருத்தம் என்ற அடிப்படையில் உலகில் 80` மண்டலங்களை விளக்கினார். பயிர் பொருத்தத்திற்கு நிலப்பரப்பியல் பொருத்தம், மண்ணின் தன்மை, பயிர் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற இளஞ்சூடு, வேண்டிய மழைப் பொழிவு, அதன் அளவு பரவல், நம்பகமான வானிலை, விளைபொருள் விற்பனை வசதி, இக்காரணங்களின் தராதரம் வருமாறு.

குறைபாடு மற்றும் அதனை ஒத்தநிலை	: 0
கொஞ்சம் அல்லது குறைவு	: 1
நடுத்தரம், சராசரி	: 2
சராசரிக்கும் மேல் அல்லது நல்லது	: 3
மிகுந்தது, மிகச் சிறந்தது	: 4

இக்காரணிகளின் தொகுப்பு மதிப்பீடுகள் மண்டலங்களின் பொதுவான நிலையினைக் குறிக்கும். இது மண்டலங்களின் ஒப்பு மதிப்பீடாகும். இவ்வகைப்பாட்டில் பயன்படுத்தும் காரணிகளில் பெரும்பாலும் அளவையாகக் குறிப்பிட இயலாதவைகளாயிருப்பதனால், செயல்பாட்டிற்கு இவை அவ்வளவு பொருத்தமாயிரா.

செலியனினோல் முறை. செலியனினுஸ் என்பவர் சோவியத் ரஷ்யர்வினைச் செயல்பாட்டு வெப்ப மொத்தம் பயிரின் வளர்ச்சிக்காலம் மாறும் கோடையிலும் குளிர் காலத்திலும் உள்ள ஒளிக்காலம் என்றபவற்றின் அடிப்படையில் பல வேளாண் தட்ப வெப்ப மண்டலங்களாகப் பிரித்தார். இப்பெரு மண்டலங்கள் ஆண்டின் மண் ஈர ஆளுகை, வசந்த கால ஈரச்சேமிப்பு, மழையின் வகை, வறட்சி தோன்றும் இடைவெளி, வடிகால் போன்றவற்றைக் கொண்டு பிரிக்கப்பட்டன. மேலும் உறைபனிச் சேதம், தழைப்பருவம், பனிப்படிவின் ஆழம் மற்றும் அது நிகழும் காலம், வறட்சி தோன்றும் கால இடைவெளி ஆகியவற்றினைக் கொண்டு துணை மண்டலங்கள் பிரிக்கப்பட்டன. இம்முறையில் பயன்படும் பிரங்களை எளிதில் சேகரிக்க இயலுவதால் இது மிகவும் பயனுள்ளது.

உச்சி விழாமுறை. இம்முறையில் சுட்டு ஈவின் அடிப்படையில் வேளாண்மை வானிலை வகைப்பாடு செய்யப்படுகிறது. இதற்குக் கதிரியல் வறட்சிக்காட்டி கீழ்வருமாறு கணிக்கப்படுகிறது.

கதிரியக்க வறட்சி காட்டி - மொ.க.

நீ.உ.வெ X ம.அ

மொ.க - பயிரிடும் காலத்தில் மொத்தக் கதிரியக்கம் நீ.உ.வெ-நீராவியின் உள்ளூறை வெப்பம், ம.அ - பயிரிடும் காலத்தில் பெய்த மழை. நீரின் மொத்த வெப்பக்காட்டி வகைப்படுத்தப்பட்டது.

குறிப்பு: நீ.வெ. நீர் வெப்பம் டிகிரி செல்சியஸ். ஐப்பான்நாட்டில் இம்முறையினால் நெல் பயிரிடப் பல வேளாண் வானிலை மண்டலங்கள் பிரிக்கப்பட்டன. இம்முறை புதிதோ என்பவர் பயன்படுத்திய கதிரியக்க வறட்சி காட்டியோடு ஒத்திருக்கின்றது. ஆனால் இம்முறையின் நிகரக் கதிரியக்கப் பெருமானங்கள் நீர்ப்பரப்பினைச் சார்ந்தவை.

தரான் மற்றும் பரா குழியன் முறை.

ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்களை ஆண்டு மழையளவு, வெப்பம், வெப்பமானதிங்களின் வெப்பம், குளிரானதிங்களின் வெப்பம், மழை மற்றும் வெப்பத்தின் குறிப்பிடும்படியான பண்புகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் 76 மண்டலங்களாகப் பிரித்தனர். ஆனால் பயிர்கள் வளர்வதற்கு மிகவும் முக்கியமான ஒளிக்காலத்தினை இவ்வகைப்பாட்டில் கவனிக்கவில்லை.

ஹார்கீன் முறை. இவர் பயிரிடுவதில் மண் ஈரம் போதிய அளவு உள்ளமை அல்லது அதன் குறைபாட்டின் அடிப்படையில் தட்பவெப்ப நிலையினை வகைப்படுத்தினார். இவர் கிட்டும் ஈர அளவினை ஒரு முதற்காரணியாகக் கொண்டார்.

கிட்டும் ஈர அளவு. ம

வா.நீ.இ

இதில் ம. மழை அளவு வா.நீ.இ. வானிலை நீராவி இருப்பு இதற்கு 75 % நிகழ் திறமுடைய மழையளவு கணக்கில் கொள்ளப்படுகிறது. ஒவ்வொரு திங்களுக்கும் கிட்டும் ஈர அளவு கணிக்கப்பட்டு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

நம்பகமான மழை அளவினை மதிப்பிடுவதே இம்முறையிலுள்ள முக்கிய தேவையாகும். இதனை மதிப்பிடுவது சிக்கலானது. தொடர்ந்து பல ஆண்டுகளுக்கு மழை அளவுகள் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் இருப்பது இதற்கு மிகவும் அவசியம்.

சர்க்கார் மற்றும் பிஸ்வாஸ் ஆகியோர் ஹார்கிரில் முறையினை மாற்றி இந்தியத் துணைக்கண்டத்திற்கு ஒரு வேளாண் தட்பவெப்ப வகைப்பாட்டினை அளித்தனர். இதில் திட்டமான கிட்டும் ஈர அளவு கணக்கிடப்படுகிறது.

திட்டமான கிட்டும் ஈர அளவு. கொ.ம

வ.இ.இ

கொ.ம. கொள்ளுமை மழை அளவு (50 விழுக்காடு நீக்கம் திறம்) வ.இ.நீ.இ. வளி இலை நீராவி இருப்பு இவ்விபரங்களை இவ்வாறு காட்டினார்.

பாபாடாகில் முறை. இவர் பருவ காலங்களான குளிர், கோடை வெப்பம் மற்றும் மண்ணின் ஈரநிலைகளின் அடிப்படையில் தட்பவெப்பநிலையினை வகைப்படுத்தியுள்ளார். எ-டு: பல பயிர்கள் குளிரினைத் தாங்குவன; சில தாங்காது. இது போன்றே கோடை வெப்பத்தினைச் சில பயிர்கள் தாங்கும்; சில தாங்கா. மாரி பொழிதல், மண் ஈரமாகிப் பூரிப்படைதல் என்ற அடிப்படையில் மண் ஈரம் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. இத்துடன் மாதத்தின் தட்பவெப்ப நிலையினை வெப்பம் மற்றும் நீரியல் காட்டிகளினால் உருவாக்கினார். வெப்ப அளவில் சராசரி நாள் உச்ச வெப்பம் (உ.வெ), சராசரி குறைந்த வெப்பம் (கு.வெ), சராசரி மிகக் குறைந்த வெப்பம், என்பனவற்றைக் கொண்டு பகல், இரவு மற்றும் உறைப்பனி முதலியவற்றைக் கொண்டார்.

இம்முறையில் தோன்றிய மாத தட்பவெப்பநிலையினால், தட்ப வெப்ப நிலையினை நெழிவரையில் காட்டலாம். ஒவ்வொரு மாதத்தின் தட்பவெப்பநிலையானது நீரியல் மற்றும் சம வெப்பக் கோடுகளினால் காட்டப்படுகின்றன. பன்னிரண்டு மாதங்களுக்கும் சேர்த்து தட்பவெப்ப நிலை நெழிவரை வரையலாம். ஒவ்வொரு வகையான வானிலைக்கும் ஏற்ப இவ்வானிலை நெழிவரையும் வேறுபடும்.

இந்நெழி வரைகளை ஒளிபுகும் தாளில் வரைந்து ஒப்பிடலாம் அல்லது கணிப்பொறிப் பதிவு அட்டைகளில் பொறித்து வேறுபட்ட நெழிவரைகளுக்கிடையே உள்ள பொதுத் தன்மைகளை அறியலாம். இதில் பல துணைக் கூட்டங்கள் இருப்பதனால் இது மிகவும் சிக்கலானது.

வில்லியம்ஸ், மெக்கென்சி மற்றும் ஷெப்பெர்ட். இவர்கள் கனடா நாட்டின் பிஸ் ஆற்றுப் பிரதேசத்தில் கணிப்பொறி உதவியால் நடுத்தர அளவான வேளாண் தட்பவெப்பத்தில் மண்டலங்களாகப் பிரித்தனர். இடநிலை வானிலைச் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி 85க்கு மேற்பரப்பியல் புள்ளிகளைப் குறிக்கும் இடங்களின் தட்பவெப்ப நிலையினை மதிப்பிட்டனர். இதன் பின்னர் இப்புள்ளி தட்பவெப்ப நிலைகளுடன் பயிர் மேம்பாடு மற்றும் உறையும் நிலை விபரங்களைப் பயன்படுத்திக் கோதுமை, பார்லி முதலிய பயிர்கள் விளைந்திட ஏற்ற பகுதிகள் வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டன. குறைவான வானிலை விபரங்களே உள்ள பகுதிகளில் இம்முறையினைப் பயன்படுத்தலாம். எனவே எல்லா இடங்களுக்கும் இது ஏற்றதன்று.

சிறிய பகுதிகளின் வேளாண் தட்பவெப்ப நிலை வகைபாடு. வெப்பமும், ஒலி காலமும் ஒரே சீராக விரவுவதால் வெப்பம் மற்றும் ஓரளவு வெப்பப் பகுதிகளில் வேளாண் வளி மண்டலங்களைப் பிரிப்பது எளிமையாகும். இங்குள்ள மழையளவு மற்றும் நீராவியாக்கத்தினைக் கொண்டு சுற்றுச்சார்புப் பண்புகளைக் கவனிக்கலாம். ஏனெனில் இவ்விரண்டும் பயிர் விளைவிப்பதற்கும் முக்கியமாக வேண்டிய மண் ஈரத்தினைப் பாதிப்பன. ஆயினும் மழையளவு மற்றும் நீராவியாக்கம் ஆகிய இரண்டும் பயிர் வளர்ச்சியின் ஈரக்காலத்தினையே குறிப்பன. ஆகவே பயிருக்குக் கிட்டும் ஈரம் சேமிக்கும் அளவினையும் சேர்த்து உயிரியல் தட்பவெப்ப நிலைக் காட்டியினை உருவாக்குதல் சிறப்பாக இருக்கும்.

கிருஷ்ணன் மற்றும் முக்தார்சிங் முறை. இவர்கள் ஈரம் மற்றும் வெப்பக் காட்டிகளைக் கொண்டு இந்தியத் துணைக்கண்டத்தினைப் பல

வேளாண் தட்பவெப்பநிலை மண்டலங்களாகப் பிரித்தனர்.

இந்தியத் துணைக்கண்டத்தின் மண் வகைகளைக் காட்டும் வரைபடத்தில், ஈர மற்றும் வெப்ப அளவுகளைக் குறித்து இந்நாட்டின் வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்களுக்கு வரையறுக்கப் பட்டவை. இம்முறையில் மண் ஈரத்தினைக் கருதாதது ஒரு பெரும் குறையே. வெப்ப அளவுகளைக் காட்டும் மண்டலங்கள் மேற்போக்காகவுள்ளதால் வேளாண்மையில் இம்முறை மிகுந்த பலன் தருவது ஐயமே.

தேசிய வேளாண்மை விசாரணைக் குழு முறை.

தேசிய வேளாண் குழு மழை பெய்யும் பாங்கு, வேளாண்மை மற்றும் கால் நடை ஆகியவற்றுக்குள்ள தொடர்பினை மதிப்பிட்டது. மாதத்தில் பெய்யும் மொத்த மழையினைக் கொண்டு மண்டலங்கள் பிரிக்கப்பட்டன. ஒரே அளவு மழை பெய்யும் பகுதி மழை பெய்யும் மண்டலமாகக் கொள்ளப்பட்டது.

ஒரு பகுதியின் மொத்தப் பரப்பில் 70% பயிரிடப்படுவது, பயிரிடும் பாங்கு எனக் கொள்ளப்பட்டது. இதனையடுத்த பகுதியும் இதனை ஒத்திருப்பின் அதுவும் இதனுடன் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட்டது. ஓர் ஆண்டின் பன்னிரண்டு மாதங்களை, ஒவ்வொரு நான்கு மாதங்கள் கொண்ட மூன்று கூறுகளாகப் பிரித்து மழையின் தீவிரம் கொடுக்கப்பட்டது.

- அ. மழையின் தீவிரம் 30 மி.மீ.
- ஆ. மழையின் தீவிரம் 20 - 30 மி.மீ.
- இ. மழையின் தீவிரம் 20 - 10 மி.மீ.
- ஈ. மழையின் தீவிரம் 10 - 5 மி.மீ.
- உ. மழையின் தீவிரம் 5 மி.மீ.

பயிரிடும் பாங்கு தொகுக்கப்பட்டு, அதன் முதல் எழுத்தினைச் சேர்த்துக் குறிப்பிடப்பட்டது. இத்தொகுதிக் குறியின் அடியில் அப்பயிர் விளையும் பரப்பின் விழுக்காடும் சேர்க்கப்பட்டது. இம்முறையில் வெப்பப் பகுதியில் மிகவும் முக்கிய காரணியான நீராவிக்கம் எடுத்துக்கொள்ளப்படாமை ஒரு குறைபாடாகும். இது போலவே மண்ணின் ஈரச்

சேகரிப்பும் இங்குக் கவனிக்கப்படவில்லை. மழை பெய்யும் அளவு மிகுதியாக வேறுபடும்.

டுக்கல் முறை. ஆண்டு மழையளவு, அது வேறுபடும் நிலை மற்றும் பாசனம் செய்ய வேண்டியதன் அடிப்படையில் இந்தியத் துணைக்கண்டத்தில் கீழ்க்கண்ட எட்டு வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்கள் குறிப்பிடப்பட்டன.

இம்முறையில் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட ஆண்டு மழையளவும் அது வேறுபடும் அளவுகளும் சுற்றுச்சூழலினை ஒத்ததாக இல்லை என்பது பெரும் குறைபாடாகும்.

ஷர்மா, சிங் மற்றும் யாதவ் முறை. இவர்கள் அரியான மாநிலத்தின் முக்கிய பயிர்களுக்குகந்தச் சுற்றுச் சூழல் நிலையினைக் குறிப்பிட்டு வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலங்களைப் பிரித்தனர். இச்சூழலில் விளையும் பயிர்களுக்குரிய கோளியல் காட்டிகளின் அடிப்படையில் ஏழு வேளாண்மை வானிலை மண்டலங்கள் பிரிக்கப்பட்டன.

ஈ. அழ. பா. நீ. - வ. இ. நீ. இ.

வ. இ. நீ. இ.

இதில் ஈ. அ ஈர அளவு

ம. மழை சென்டி மீட்டர்

பா. நீ-பாசன நீர் ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்புக்கு சென்டி மீட்டர்

வ. இ. நீ. இ. வளி இல்லா நீராவி இருப்பு

ஒரே சீரான

மண்டலங்களுக்குக் பயன்படுத்தப்பட்டன.

இம்மண்டலங்களில் கண்ட பயிர் விளைவினை ஒப்பிட்டு மண்டலங்களின் தனித்தன்மைகளை மெய்ப்பித்துள்ளார். எனினும் பருவ மழையளவுகள், உண்மையான சூழல் பாங்கினை உயர்த்திட அவ்வளவு நம்பகமானவையாகா.

ரெட்டி முறை. இது மழை மற்றும் வளி இலை நீராவி இருப்பின் அடிப்படையில் அமைந்தது. இதில் பயனுறு மழை கிட்டும் பருவம் என்ற விபரம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தொடர்ந்து பதினான்கு

வாரங்களின் மழை/வளி இலை நீராவி இருப்பின் நகரும் சராசரி மதிப்பு 0.75. ஆனால் முதல் வாரத்திற்கு இதன் மதிப்பு - மழை/வளி இலை நீராவி இருப்பு 0.5 எனவும் இதனை வரையறுத்தார். இரண்டாம் வாரமானது விதைப்பு தொடங்குவதற்கான மழையளவாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. இம்முறையில் பயனுள்ள கிட்டும் மழைப் பருவத்தில் ஈரம் செரிந்த மற்றும் வறட்சிப் பருவங்களை மதிப்பிட இயலும். இதன் மூலம் பயிர்களின் விளைவு, குன்றுதல் மற்றும் பல மண்டலங்களின் பயிர்விளைவின் விபரங்களை அறியலாம்.

மாவி மற்றும் மஹி முறை. இவர்கள் பஞ்சாப் மாநிலத்தில் கோடைப் பருவத்திற்கு வார ஈர அளவினைக் கணக்கிட்டு வேளாண் வானிலை மண்டலங்களைப் பிரித்தனர். ம. மழை மி.மீ. - 25 % நிகழ் திறம் வே. ஈ. கொப்பரை நீராவி அளவு மி.மீ.

இம்மண்டலங்களில் பாசனம் செய்தும், பாசனம் இன்றியும் வேளாண்மைக்கு உகந்தத் தன்மை மதிப்பிடப்பட்டது. மாத மழை அளவுகளைவிட வாரத்தின் மழையளவு பயிர்விளைவினை நன்கு மதிப்பிட உதவுமாகையால் இம்முறை ஏனையவற்றினைவிடப் பயன்மிக்கது.

மாவியும் மற்றவர்களும் பயன்படுத்திய முறை. முக்கிய காரணங்களுக்காக நில இயல்பு மழை, மண், ஈரம், மண் தன்மை, நில நீர் அளவு முதலியவை கருதப்பட்டன.

நில இயல்பு, ஆண்டு மழை, நில நீர் இருப்பு, அதன் தன்மை முதலிய விபரங்களை வரைபடத்தில் குறித்து பஞ்சாப் மாநிலம் ஆறு மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டது. மண்ணின் தன்மைகளையும் வார ஈர அளவுகளையும் மேலும் ஆராய்ந்து பதினொரு துணை மண்டலங்கள் குறிக்கப்பட்டன.

வேளாண் தட்பவெப்ப மண்டலமானது வேளாண்மை மேற்கொள்வதற்கு ஓர் ஏற்ற அடிப்படை வளமாகையால் வேளாண்மைக்குத் தொடர்புடைய எல்லாக் காரணிகளையும், முழுமையாக ஆழ்ந்து கவனிப்பது அவசியம். ஒரே

மாதிரியான நில அமைப்பு தட்பவெப்பநிலை, நில நீரின் அளவும் அது பாசனத்திற்குப் பயன்படுதலும் மண்ணில் சேமிக்கும் ஈரம் என்பன போன்றவற்றின் அடிப்படையில் வரையறுக்கப்பட்ட பகுதியானது சுற்றுச்சூழல் தன்மைகளையும் வேளாண்மை உற்பத்தி நிலைகளையும் தன்னகத்தே அடக்கியதாகும்.

இயற்கை வளங்களை ஏற்ற வகையில் மேலாண்மை செய்து பயிர் விளைச்சலைப் பன் மடங்கு உயர்த்தி இது போன்ற மண்டலங்கள் உதவும். சில பகுதிகளில் உள்ள நீர் தேங்கிய நிலம், சவுட்டு நிலம் ஆகியவைகளைத் திருத்திடவும், தேவையான சூழ்நிலைகளில் பயிர்களை மாற்றியமைத்து எல்லாவகையான சூழ்நிலையிலும் உற்பத்தியினைப் பெருக்குவது நோக்கமாகும்.

வேளாண் தட்பவெப்பவியல் அறிவின் அடிப்படையில் நாட்டினைப் பல பகுதிகளாகப் பிரித்துச் சாகுபடி மேற்கொள்வதனால் குறைபாடுகளைக் களைந்து எல்லாச் சூழ்நிலைகளிலும், வேளாண்மை உற்பத்தியினைப் பெருக்கிட வாய்ப்புகள் மிகுதி.

வேளாண் சூழ் தொகுப்பு

வேளாண்மைத் தொழில் விதை, உரம், பூசணம் பூச்சி, மருந்துகள் முதலிய இடு பொருள்களும், நிலத்தைப் பண்படுத்துதல், ஏர் உழுதல், நீர் பாய்ச்சுதல், களை பிடுங்குதல், உரமிடுதல், பூச்சி, பூஞ்சை மருந்து தெளித்தல் முதலிய செயல்களும், இறுதியாக அறுவடை செய்தலும் அடங்கும். பொருளாதார உற்பத்தி என்பது சூழ்நிலையின் ஒரே ஓர் ஈடு கொடுக்கும் தன்மையினையும் ஆற்றல், பொருள்கள் அறுவடை செய்வதையும் வேளாண் சூழ்த்தொகுப்பு ஆராய்ச்சி என்று வேளாண்மையைப் பகுப்பாய்வு செய்த பொழுது அறியப்பட்டது. செயலாராய்ச்சித் திறன் வாய்ந்த அறிவியல் துறைகளான உழவியல் கால்நடை அறிவியல் போல் அல்லாமல் முதல் நிலைக் கவனம் செலுத்திப் பொருளாதார உற்பத்தியை அதிகரிப்பதையே நோக்கமாகக் கொண்டது வேளாண்

சூழ்த் தொகுப்பு ஆய்வு ஆகும். இதில் வேளாண் தொகுப்பிற்குரிய உயிரியல் கூறுகள் யாவும் அடங்கியுள்ளன. ஆய்வு மாதிரிகள் மூலம் உண்டாக்கப்பட்ட உற்பத்தி மாதிரிகள் உயிரியல் செயல் முறைகளின் வரையறைகளைத் தொடும்போது, பெரும்பாலான வேளாண் தொகுப்புகளுக்குரிய அணுகுமுறை மிகவும் பயனுடையதாக இருக்கிறது. இத்தகைய வரையறையை அணுகும்போது, எத்தகைய உயிரியல் செயல்முறைகள் மகசூலைத் தீர்மானிக்கின்றன என்பதைக் கட்டாயமாக அறிந்துகொள்ளவும், இத்தகைய செயல்முறைகள் எவ்வாறு மகசூலின் உயிரியல் எல்லைகளைத் தீர்மானிக்கின்றன என்பதையும் அறிய முடிகிறது. உயர்ந்த மகசூலில் செறிந்த வேளாண் உற்பத்தி வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் அளவைப் பொறுத்து அமைகிறது. இத்தகைய வேதிச் சமூகங்களைத் தக்க வைக்க ஊட்ட முறையின் வேதிச் சமூகங்களைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டி இருக்கிறது.

முன் மாதிரிகள். தாவர விலங்குக் கூட்டத்தில் எத்தகைய இடுபொருள்கள் இடுவது என்பதையும் இத்தகைய இடுபொருள்கள் எவ்வாறு வளர்ச்சிப் பாதுகாப்புச் செயலியல் தன்மைகளைப் பாதிக்கின்றன என்பதையும் அளவிடுவதற்கான சூழ்த் தொகுப்புப் பகுப்பாய்வு முறைகள் வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பு ஆராய்ச்சியில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பசுந் தாவரங்கள் கதிரவனின் ஆற்றலை கரிமப் பொருளாகத் தக்கவைத்துக் கொள்ளுவதனால், அனைத்துச் சூழ்த் தொகுப்புக்களையும் இயக்கவைப்பது கதிரவனே. வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பில் பயிர்கள் தக்க வைத்துச் சேமிக்கும் கரிமப் பொருள்களை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. கால்நடைகள் உண்ணக்கூடிய பெரும்பாலான தீவனப் பொருள்கள், 2. மக்களும், கால்நடைகளும் உண்ணக்கூடிய தானியங்கள், காய்கறிகள், கனிகள் முதலியன, 3. பாத்திரங்கள், விறகு, வீடு கட்டப் பயன்படும் கெட்டியான தண்டுகள் அமைந்த மரக்கட்டைகளும் இலைகளும் தயாரிப்போராகிய தாவரங்களுக்கும், நுகர்வோர்களாகிய மக்கள், கால்நடைகளுக்கும் இடையே உள்ள பொருள்கள்.

ஆற்றல் ஒழுங்கு ஒரு குறிப்பிட்ட எளிய நிலையான வடிவமைப்பைப் பின்பற்றிச் செல்லுகிறது. இந்த வடிவமைப்பு பெரும்பாலான வேளாண் தொகுப்புகளிலும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. சிக்கலான உணவு வகைகள் உள்ள வினை எதிர்வினை அமைப்புகளுடைய பல்வகை இனங்களைக் கொண்ட ஏனைய சூழ்த் தொகுப்புகளைப்போல் இல்லாமல் வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பில் எளிய சமூகங்களே உள்ளன. இத்தகைய பொதுத் திட்டத்தின் அடிப்படையில் குறிப்பிட்ட வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பு முன்மாதிரிகளை உண்டாக்குவது மிக விரைவில் நடைபெறுகிறது. ஏனெனில் இந்தச் சூழ்த் தொகுப்பில் உள்ள மூன்று உட்பொருள்களான தயாரிப்போர், நுகர்வோர், சிதைப்போர் ஆகியவை ஒரே மாதிரியாக உள்ளன.

நெல், கோதுமை, மக்காச்சோளம் என்ற மூன்று புல் வகைகளில் 60 % பயிர்கள் அடங்கி உள்ளன. கால்நடைகளுள் ஆடு, மாடு, குதிரை, பன்றிகள், கோழிகள் அடங்கும். மனிதன்தான் மூன்றாவது உட்பொருளாக விளங்குகிறான். இந்த இனங்களின் அடிப்படைச் செயலியல் ஆற்றல் வரவு செலவினால் விளக்கப்படுகிறது. வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பில் உள்ள மூன்று உட்பகுதிகளிலும் உள்ள ஆற்றல் ஒழுங்கு வீதம் எப்படி ஏற்படுகிறது என்பதைப் பொது ஆற்றல் வரவு-செலவு தீர்மானிக்கிறது.

பயிர்களின் வளர்ச்சி வீதங்கள். பயிர்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்குக் கதிரவனின் ஒளி, இடு பொருளாக உள்ளது. ஆனால் ஆக்சிஜனைத் தவிர வேறு எந்த வேதிப்பொருளும் ஒளிச் சேர்க்கைச் செயலின்போது வெளிவருவதில்லை. பயிர் வளர்சிதை மாற்றத்தின் தன்னிச்சையான மதிப்பீடுகள் பெரிதும் நிச்சயமற்ற நிலையில் உள்ளன. எனவே ஒரு வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பில் உற்பத்தி ஆகும் கரிமப் பொருள் அளவினைக் கொண்டு பயிரின் முடிவான உற்பத்தி கணிக்கப்படுகிறது.

முடிவான உற்பத்தியைக் கணிப்பதற்கு மூன்று முறைகள் உள்ளன. 1. உச்ச அளவு வளர்ச்சி வீதம் என்பது செயலியல் மதிப்பீடு செய்வது, அதாவது மிகவும் சாதகமான சூழ்நிலைகளில் கிடைத்த உயர்ந்த

அளவு குறுகிய கால வீதம் ஆகும். விதையிலிருந்து வளரும் பயிர்களுக்கு அவற்றின் வளர்ச்சிக் காலம் முழுவதும் ஒரே மாதிரியான, சாதகமான வளர்ச்சிச் சூழ் நிலைகள் இருப்பதில்லை. எனவே அவற்றின் சராசரி வளர்ச்சி வீதம் உள்ளார்ந்த செயலியல் திறனுக்குக் கீழாகவே அமைந்துள்ளது. பயிர்ச் சமுதாயத்திற்கு உள்ளே நடைபெறுகிற செயல், எதிர்ச் செயல்களும் தனிப் பயிர்களிடையே உண்டாகும் செயல், எதிர்ச் செயல்களும் ஒளிச்சேர்க்கைச் செயலினைப் போல, பயிர் உற்பத்தியைக் கணிப்பதில் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்றும் பயிர்களின் சராசரி வளர்ச்சி வீதம் உச்ச அளவு ஒளிச்சேர்க்கைத் திறனுக்குத் தன்னிச்சையானது எனவும், சில பயிர்ச் செயலியல் அறிஞர்கள் விவாதம் செய்கின்றனர். பழங்காலத்தில் நிலவிய உழவியல் முறைகள் மகசூலை மதிப்பீடு செய்து, உயர் விளைச்சலுக்கான தேர்வு முறைகள் செய்யப்பட்டன.

தரைக்கு மேல் காணும் தானியத்தின் நிகர உற்பத்தியின் ஒரு சிறிய பங்கே பொருளாதார மகசூல் எனப்படும். இது அறுவடைக் குறியீடு என்ற பெயராலும் அழைக்கப்படும். உயர் விளைச்சல் வகைகளை உண்டாக்குவதன் முன்னேற்றம் தரைக்கு மேலே உள்ள உயிரி-எடை கொள்கை சார்ந்த முன் மாதிரிகளின் உயர் குறிக்கோளுடன் கூடிய பரவலை அடிப்படையாகக் கொண்டது. அவற்றின் அறுவடைக் குறியீடு மட்டத்தை 0.25 அல்லது 0.30 இலிருந்து 0.50க்கு உயர்த்துவதன் மூலம் கீழான வகைகளின் மகசூலை அதிகரிக்கலாம். தானிய உற்பத்திக்கு எவ்வாறு பயிர் வளர்ச்சியை அமைகின்றன என்பதைப் பொறுத்து, அதிகரித்த அறுவடைக் குறியீட்டின் மூலம் ஆதாயமாகக் கிடைத்த மகசூல் தீர்மானம் செய்யப்படுகிறது. வேளாண் சூழ் தொகுப்பில் உண்டாகும் பயிர் உயிரி எடையை ஆற்றலாக மாற்றிக்கொள்ளலாம். இந்த மாறிலிகளின் வேறுபாட்டு வரிசை ஆண்டுக்காண்டு நிகழும் மகசூல் வேறுபாடுகளைவிட மிகவும் குறைவு. பொது முன்மாதிரிகள் தரமான வேளாண் வெளியீடுகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாறிலி ஆற்றல், ஓர் அலகு உயிரி எடைக்கு அடிப்படை விதிவிலக்குகளாக உள்ளன.

விலங்கு ஆற்றல் வரவு செலவுகள். எல்லாக் கால்நடை விலங்குகளுக்கும் உள்ள வளர்சிதை

மாற்றம், உணவு பயன்படுத்தும் தன்மை, வளர்ச்சி ஆகியவை தெளிவாகத் தெரிவதால் அவை அமைந்த வேளாண் சூழ் தொகுப்பில் உள்ள எந்த வயது உடைய விலங்கிற்கும், செயலுக்கும் ஆகிய நம்பத்தகுந்த ஆற்றல் வரவு செலவுகளைத் தீர்மானிக்கலாம். ஒரு சூழ் தொகுப்பில் உள்ள கால்நடைகளின் எண்ணிக்கையைத் தீர்மானிக்க எளிய கணக்கெடுப்பு நடத்தியதாக வைத்துக்கொண்டால், பிறகு விலங்குகளின் எண்ணிக்கையினை ஆற்றல் வரவு-செலவு மதிப்பினால் பெருக்கி, சூழ் தொகுப்பின் ஆற்றல் ஒழுங்கைக் கணக்கிடலாம். மனிதனின் ஆற்றல் தேவைகளைப் பொதுமாதிரியான ஊட்ட அட்டவணையிலிருந்து தீர்மானம் செய்யலாம்.

அமைப்பு. பயிர் உற்பத்தி அட்டவணை, தரப்படுத்தப்பட்டுள்ள ஆற்றல், சமனீடுகள் துல்லியமான ஆற்றல் மதிப்பீடு, பொருள் ஒழுங்கு முதலியவை ஒரு வேளாண் சூழ் தொகுப்பிற்குத் தீர்மானிக்கப்படும். சில வேளாண் நகரிய ஊர்களுக்கு ஒரு சூழ் தொகுப்பிற்குரிய தன்மைகள் உள்ளன. சில சிறப்பு வாய்ந்த பண்ணைகள் ஒரு சூழ் தொகுப்பு கூடத்திற்கு ஒப்பிடப்படும். முன்னேற்றம் அடைந்துள்ள நாடுகளில் உள்ள பண்ணைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பயிர் அல்லது விலங்குகளின் உற்பத்தியில் தனிச்சிறப்பு அடைகின்றன. எனவே அவை ஒவ்வொன்றும் ஏனைய சூழ் தொகுப்பு பகுதிகளிலிருந்து தன்னிச்சையானதாக விளங்குகிறது.

நகர்ப்புற வேளாண் சூழ் தொகுப்பு. முன்னேற்றம் அடையாத நாடுகளில் உள்ள வேளாண் நகர்ப்புற ஊர்கள், தேவையில்லாத அல்லது சிறு இணைப்புகள் உள்ள மற்ற சூழ் தொகுப்புகளின் அடிப்படையில் தானே ஆதரிக்கிற அளவிற்கு உள்ளன. தன்னிறைவுள்ள நாட்டுப்புற ஊர்களில் உள்ள வேளாண் அமைப்புகள் நிறைவுடையவை. மக்களுக்கு வேண்டிய தானியம், எரிபொருள், உணவுப் பொருள்களுக்காகவும், கால்நடைகளுக்குரிய தீவனப் பயிர்களுக்காகவும் ஆன உள்ளூர் தேவைகளை நிறைவு செய்வதற்காகவும் உரிய முறையில் அந்தந்த ஊர்களின் வேளாண் சூழ் தொகுப்புகள் அமைந்துள்ளன. நிலம், நீர்த் தேவைகளை மேலாண்மை செய்தல், பயிர் வகைகளை ஒழுங்குப்படுத்துதல், முன்பு அறுவடை செய்த பயிர்

வகைகளைச் சேமித்தல் ஆகிய பல வகையான பணிகளையும் வேளாண் மக்கள் அறிந்திருந்தனர். இந்தச் சமுதாயம் ஒரு தனித்தன்மை வாய்ந்த பொருளாதார அலகும் சூழ்த் தொகுப்பு அலகும் சேர்ந்தது ஆகும். தன்னிறைவுதான் முதல் நிலை, பொருளாதார இலக்கு, ஆதாயம் என்பது இரண்டாம் நிலையாகவே உள்ளது. பொருளாதார இலக்கின் நீண்ட நாளைய தன்னிறைவு வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பின் உறுப்புகளை ஒழுங்குபடுத்தி அமைப்பதன் மூலம் பெற இயலும்.

சிறப்புப் பண்ணைகள். பொருளாதார ஆதாயத்திற்கான ஒன்று அல்லது இரண்டு இனங்களை மையப்படுத்துவது பொருளாதாரப் பண்ணையின் நோக்கமாக உள்ளது. உள்ளூர்த் தேவைக்கு அதிகமாக நிலம் அதிக அளவில் இருக்கும்போதும், தொல்லுயிர்ப்படி மக்கள் விலை அதிக மலிவான ஆற்றல் மூலமாக இருந்தபோதும், பொருள்களின் இடப்பெயர்விற்கு அதிகச் செலவில்லாத போக்குவரத்து வசதிகள் இருக்கும்போதும், சில பயிர்களின் பெருவாரியான உற்பத்தி அலகுகள் செயல்படுகின்றன. மையப்படுத்தப்பட்ட வேளாண் பொருளாதாரத்தில் உள்ள பொருள்களின் உற்பத்தி, பயன்படுத்தும் தன்மை ஆகியவை ஊர்ப்புற வேளாண் சூழ்த்தொகுப்பு வழிகளிலே நடைபெறுகிறது. பொருள்களின் விலைக்கு ஈடு கொடுக்கும் அளவிற்கு பொருள்களின் ஆற்றல் ஒழுங்கு மாறுபடுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் கால்நடைகளான ஆடு, மாடு, குதிரை, பன்றி ஆகியவைகளுக்கும், மனிதனின் தேவைக்கும் ஆகிய பசுந்தாவரங்களின் அளவினை தேசியச்சந்தை, தீர்மானம் செய்கிறது. ஒரு சிறிய ஊரின் வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பில் உயிரியல் பிணைப்புகளில் இருந்து, எத்தகைய பயிர், எந்தெந்த இடங்களில் பயிரிட வேண்டும் என்பதற்கான முடிவுகள் தன்னிச்சையாக எடுக்கப்படுகின்றன. ஒரு மந்தை ஆடுகளை வளர்ப்பது அல்லது ஓர் ஏக்கரில் நெல் பயிரிட்டுப் பயிர் வளர்த்துப் பண்ணையம் செய்வது என்று செயல்படு உயிரியல் தொகுதிகள் ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்ட சமுதாயங்களாகச் செயல்படுகின்றன. ஓரினத்தின் வளர்ச்சிச் செயலியல், பண்ணையின் மதிப்பீட்டைத் தீர்மானம் செய்யத்தக்க சிறப்பான ஒரே ஒரு காரணியாகச் செயல்படுகிறது.

சிறப்பு பண்ணையின் உயிரியல் செயல்கள்,

எரிபொருள், வேதிப் பொருள்களுக்கான தொல்லுயிர்ப்படிம கார்பன், இடுபொருள்களைப் பொறுத்து அமைகின்றன. பண்ணைக்குள்ளேயே அதில் உற்பத்தியான உணவுப் பொருள், தீவனம் ஆகியவற்றின் சுழற்சி நடைபெறுவதில்லை. பின்வரும் பருவங்களில் பயிர் விளைச்சலுக்கு ஏற்ற விதைகளும் விலங்குகளின் உற்பத்திக்கு உரிய வித்துக்களும் தனிச்சிறப்பு எய்திய வல்லுநர்களிடமிருந்து பெறப்படுவதால், பயிர் சமுதாயத்தின் இனப்பெருக்கம் வளர்ச்சியினின்று ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. பால்பண்ணை, மேய்ச்சல் தொகுதிகள் முதலியன முன்னேற்றம் அடையாத நாடுகளில் உள்ள வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பின் அங்கங்களாக உள்ளன. மையப்படுத்தப்பட்டுள்ள பொருளாதாரத்தில் உள்ள வேளாண் சூழ்த் தொகுப்பில் பொருளாதாரக் காரணங்களுக்காகவும் போக்குவரத்து அமைப்பிற்கும் ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்ட சமுதாயங்கள் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ளன.

கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

வேளாண் தாவரவியல்

தாவரவியலில் பல பிரிவுகள் உள்ளன; அதுபோல வேளாண்மை இயலிலும் பல பிரிவுகள் உண்டு. மக்கள் பயன்படுத்தக்கூடிய பயிர் வகைகள், அழகுத் தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் வளர்ப்பு, பயிரிடு முறை ஆகியவற்றின் மேலாண்மை பற்றி அறிந்துகொள்வது 'வேளாண் தாவரவியல்' எனப்படும். இந்த வரையறையின்படி வேளாண் தாவரவியல் என்பது தனித்ததும், சார்ந்ததும் ஆன ஓர் அறிவியல் ஆகும். மனிதன் தொடக்கத்திலிருந்தே உணவிற்காகத் தாவரங்களையே சார்ந்து வாழ்ந்து வந்துள்ளான்.

மனிதனாகப் பரிணமித்த பின் அவன் தேவைகள் அதிகரித்தன, அப்பொழுது உடை உடுத்த வேண்டும் என்ற உந்துதலினால் தாவர ஆடைகளை அணிய ஆரம்பித்தான். தனக்கெனத் துணைபுரியச்

சில விலங்குகளைத் தன்னோடு சேர்த்து வளர்க்கும்போது அவை உண்ண, தீவனப் பயிர்கள் தேவைப்பட்டன. தட்பவெப்பமாறுதல்கள், காடுகளில் அவன் சுற்றித் திரியும்போது அவனுக்கு ஏற்பட்ட காயங்கள், உடல் நலிவுகள் இவற்றிற்கெல்லாம் உற்ற மருந்துகளாக அவன் தேடாமலே அவன் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்தவை அவனைச் சுற்றிலும் காணப்பட்ட தாவரங்களே. அவனது நாகரீகப் பரிணாம வாழ்க்கையில் குகையிலும் பாறை இடுக்குகளிலும் வாழ்ந்த நிலை மாறி, தனக்கென ஓர் உறையுள் தேவைப்பட்டபொழுது அதற்கும் தாவரங்களே உதவின.

இத்தகைய பயன் தரும் தாவரங்களைத் தேர்வு செய்து, தான் விரும்பிய போதெல்லாம் எளிதில் பெற்றுக்கொள்ளத்தக்க விதத்தில் அவற்றைத் தான் வாழும் உறையுளுக்கு அருகிலேயே வளர்க்க ஆரம்பித்தான். அப்பொழுது அவன் பயிரிட்ட பயிர்களே வேளாண்மைக்கு வித்திட்டன. காலப் போக்கில், அவனது தேவைகள் மிகுதியாகி, அவன் பயிரிட்ட தாவரங்களும் எண்ணிக்கையில் ஒன்று பலவாக வளர்ந்து, பல்கிப் பெருகி வேளாண் தாவரவியல் என்ற அறிவியல் வடிவம் பெற்றது. மேலும் அவனது தேவைகளுக்கெல்லாம் போக உலகின் இயக்கங்களுக்கெல்லாம், உலகை இயங்கச் செய்கின்ற, முழு முதல் கடவுளை நினைவூட்டப் பல அழகுத் தாவரங்களை வளர்த்து சோலைகள் ஆக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டான். இத்தகைய தொடர்ந்த தேடலின் விளைவே வேளாண் தாவரவியல் ஆயிற்று.

வேளாண் தாவரவியலில் தொடர்ந்து நடைபெற்ற முயற்சிகளால் விரும்பிய பயிரை விரும்பிய பருவத்தில் அடையவும், கிடைக்கும் மகசூலை, அதிகரிக்கவும், பயிரை அழிக்கும் பூச்சிகளின்றி அவற்றைக் காக்கவும் காலங்கள் மாறினாலும், மகசூல் மாறாத வகைகளை உண்டாக்கவும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இத்தகைய ஆய்வுகளினால் தாவரங்களின் மரபுத்திறன் அறியப்பட்டு, அவற்றைப் பயன்தரும் விளைபொருளாக்கும் முயற்சியில் ஈடுபடச் செய்தது. இதற்கு உயிரி வேதியியல், செயலியல், சூழ்நிலையியல், புற அமைப்பியல், உள்ளமைப்பியல், வகைப்பாட்டியல், நோயியல், மரபுப் பொறியியல்

முதலிய அறிவியல் துறைகளில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் துணை நின்றன. நவீனமாக பயிர்ப் பெருக்க உத்திகளை அறிந்து அவற்றை எவ்வாறு மண்ணியல், கால நிலையியல், முதலியவைகளுக்கு உதவும்படி செய்யலாம் என்ற ஆய்வுகள் வேளாண் தாவரவியலில் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

பயன்தரும் பலவகை இயற்கை வாழ்த் தாவர வகைகளைத் தேர்ந்து எடுத்து, இனம் கண்டு, அவற்றைப் பயிர் வகைகளாக மாற்ற மனிதன் பல்லாண்டுகால முயற்சிகளை மேற்கொண்டான். இத்தகைய தாவரங்களைத் தனக்கு ஏற்றவாறு பலனளிக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. தொடர்ந்து செய்து வந்த முயற்சிகளினால் அத்தாவரங்களின் மூதாதையரிடமிருந்து அவை முற்றிலும் வேறுபட்டுக் காணப்பட்டன. எ-டு: இன்றுள்ள முட்டைக்கோஸ், மக்காச்சோளம் முதலியவற்றைக் கூறலாம். இன்றுள்ள நாம் காணும் பயிர்களின் தாயகங்கள் பல நாடுகளாக இருந்தன.

பயிர்களின் தோற்றமும் தாயகமும். கி.பி.

1807 ஆம் ஆண்டு பயிர்களின் தோற்றம் பற்றிய தெளிவான அறிவு மக்களிடையே இல்லை. 1883ஆம் ஆண்டில் இதைப் பற்றிச் சிந்தித்த டி கண்டோல், என்பவர் 247 பயிர்களின் தோற்றத்தினை ஆராய்ந்து விளக்கினார். இவரைத் தொடர்ந்து ரஷ்ய நாட்டு அறிஞரான வாவிலோவ் என்பவர் உலகின் பல பகுதிகளுக்கும் வல்லுநர்களை அனுப்பிப் பயிர்களின் தாயகங்களைக் கண்டுபிடித்தார். இவரது ஆய்வின்படி உலகில் 11 முதல் நிலைத் தாயகங்கள் உள்ளன என்று கருதினார்.

1. சீனா. இந்நாட்டிலிருந்து தோன்றிய பயிர்கள், கம்பு, சோளம், பார்லி, முள்ளங்கி, கடுகு, வெள்ளரி, ஆப்பிள், ஆரஞ்சு, பாப்பி முதலியன.

2. இந்தியா. நெல், ராகி, கடலை, துவரை, உளுந்து, கொள்ளு, அவரை, வெந்தயம், கத்தரி, சுரைக்காய், புடலங்காய், சேனை, சேப்பங்கிழங்கு, மா, பலா, வாழை, தென்னை, பருத்தி, சணல், மிளகு, ஏலம், பாக்கு முதலியன. இந்நோ-மலாயன் தாயகம்: இதிலிருந்து தோன்றிய பயிர்கள் இஞ்சி, மஞ்சள், வெட்டிவேர், ஏலம், ஜாதிக்காய் போன்றவை.

3. மத்திய ஆசியா. இப்பகுதியிலிருந்து கோதுமை, பட்டாணி, வெள்ளைப்பூண்டு, வெங்காயம், திராட்சை, பிஸ்தா, கேரட் போன்ற பயிர்கள் தோன்றின.

4. ஆசியாமைனர், ஈரான், ஈராக் ஆகிய பகுதிகளிலிருந்து றுரம் கோதுமை, ஓட்ஸ், சணல், பீட்ரூட், அத்தி, பேரிக்காய், மாதுளை, வால்நட், குங்குமப்பூ போன்ற பயிர்கள் தோன்றின.

5. மத்தியதரைக்கடல் பகுதியிலிருந்து முட்டைக்கோஸ், சீரகம், மென்தாச்செடி, சிக்கரி, றுரம் கோதுமை போன்ற பயிர்கள் தோன்றின.

6. அலிஸீனியாவிலிருந்து பார்லி, எள், காபி வெண்டை போன்ற பயிர்கள் தோன்றின.

7. மத்திய அமெரிக்காவின் மெக்ஸிகோ பகுதியிலிருந்து செளசௌ, சர்க்கரை வள்ளிக் கிழங்கு, பூசணி, அரோரூட், சீதாப்பழம், சப்போட்டா, கொள்ளு, கோக்கோ, புகையிலை போன்ற பயிர்கள் தோன்றின.

8. தென் அமெரிக்காவில் உள்ள பெரு ஈசுவிடார், பொலிவியா போன்ற நாடுகளிலிருந்து தக்காளி, பூசணி, சின்கோனா போன்றவை தோன்றின.

9. சிலி நாட்டிலிருந்து உருளைக்கிழங்கு தோன்றியது.

10. பிரேஸில், பராகுவே நாடுகளிலிருந்து மரவள்ளிக்கிழங்கு, நிலைக்கடலை, ரப்பர், முந்திரி போன்றவை தோன்றின.

மேற்கூறிய பகுதிகளிலிருந்து பல இனங்கள் பிரிந்து பல்வேறு இடங்களுக்கும் பரவின. இத்தகைய பகுதிகளில்தான் பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த மனிதன் உழவுத் தொழிலை மேற்கொண்டிருந்தான் என்று அறிகிறோம். இந்தப் பகுதியில் உள்ள பயிர்களில் இயற்கையிலேயே பல வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றிற்கு மரபியல் அடிப்படையும் உண்டு. இங்கிருந்து பயிர்கள் பல இடங்களுக்கும் பரவும்போது, புதிய சூழலில் வாழத்தக்க ஏற்புமை பெறுகின்றன. அத்துடன் புதிய சூழலுக்கேற்ற சில சிறிய, பெரிய வேறுபாடுகளை இயற்கைச் சடுதிமாற்றத்தின்போது

பெறுகின்றன. சூழ்நிலைக் காரணிகள் பயிர்களின் நிலைத்த தன்மையினைத் தீர்மானம் செய்கின்றன. பயிரிடப்படும் பயிர்கள் ஒரே தடவையில் புதிய இடத்தில் நன்றாக வளர்ந்து விடுவதில்லை. புதிய இடத்தின் தட்பபெட்ப நிலைகளுக்கு ஏற்ற வகையில் பயிர்கள் தம்மை மாற்றி அமைத்துக்கொண்டு வாழ ஆரம்பிக்கின்றன. இதனால் ஏற்கெனவே பயிர்களில் அமைந்துள்ள பண்புகளோடு புதிய இடத்தின் சூழ்நிலைக் காரணிகளினால் - உண்டாகிய பண்புகளும் இயற்கைத் தேர்வின் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுக் காணப்படுகின்றன. பயிர்களின் மறு பரப்பு வீதம், பயிர்களின் வளர்ச்சிப் பண்புகள், வாழ்விடத்தின் காலநிலை, மண் வளம், மக்களின் சமுதாயப் பழக்க வழக்கங்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துப் பயிர்கள் மறுபடியும் பல இடங்களில் பயிரிடப்பட்டுப் பரப்பப்படுகின்றன.

இயற்கை வாழ் இனங்களாகக் காணப்பட்ட பயன்தரு தாவரங்களைப் பயணிகள் தேர்ந்தெடுத்துப் பயிர்களாகப் பயிரிட்டனர். இத்தகைய பயன்தரு தாவரங்களைத் தேடும் முயற்சியால் புதுப் பயிர் தேடுவோர் பலர் ஈடுபட்டனர்.

கி.பி. 1570ஆம் ஆண்டில் புதிய உலகத்திலிருந்து ஐரோப்பாவில் உள்ள ஸ்பெயின் நாட்டிற்கு முதன் முதலாக உருளைக் கிழங்கு கொண்டுவரப்பட்டது. ஐஸ்லாந்து நாட்டில் இதைப் பரப்பிய பொழுது அந்த நாட்டின் அடிப்படை உணவுப் பொருளாக இது விளங்கியது. இதேபோல தெற்கு ஐரோப்பாவில் புகுத்தப்பட்ட புகையிலை புதிதாகக் குடியேறிய அமெரிக்க மக்களுக்குப் பெரிதும் ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டது. மேற்கூறிய பயிர்களுக்கு மாற்றாக, ஐரோப்பாவிலிருந்து கோதுமை, பார்லி, ஓட்ஸ், தீவனப் பயிர்கள் போன்றவை புதிய உலக நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டன. புதிய சூழ்நிலையில் வாழத்தக்க அமைவுகளோடுகூடிய பயிர்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன.

புதிய இடங்களுக்குப் பயிர்கள் கொண்டு செல்லப்படும்போது அவற்றின் வளர்ப்பு முறைகள், அறுவடை, சேமிக்கும் முறை ஆகியவைகளும் கொண்டு செல்லப்பட்டன. பயிர்களின் முதல்நிலைத்

தாயகத்திலிருந்து பல இடங்களுக்கும் அவற்றைப் புகுத்தும்போது அவற்றின் வளர்ப்பு முறைகளும் புகுத்தப்பட்டன. புதிய பயிர் வகைகளைத் தொடர்ந்து தேடுவதன் கட்டாயத்தினை 1970ஆம் ஆண்டிலேயே தாமஸ் ஜெஃப்ரீஸ் வலியுறுத்தினார். 'ஒரு புதிய பயிர் வகையினைக் கண்டுபிடித்து அதைப் புகுத்துவதே நாட்டிற்குச் செய்ய வேண்டிய பெரிய சேவை என்று அவர் கூறினார். அமெரிக்க வேளாண்மைத் துறையில் இன்றும் புதிய பயிர் வகைத் தோட்டத்திற்காகத் தொடர்ந்து பல முயற்சிகளை மேற்கொள்ளுகின்றனர்.

இத்தகைய தேடுதலின்போது முதல்நிலைத் தாயகத்திலிருந்து முதலில் கண்டறிந்த இயற்கை வாழ் இனங்களை மரபியல் ஆய்விற்காகப் பாதுகாத்து வைப்பது தேவைப்படுகிறது. முதலில் கண்ட இயற்கை வாழ் இனத்தில் மரபியல் மாறுபாடுகள் பல காணப்படும். இவை பயிர்களாகப் பலகாலம் பயிரிடப்படும்பொழுது அவ்வித வேறுபாடுகள் குறைந்த குறிப்பிட்ட தட்ப, வெட்பச் சூழலுக்கு ஏற்றவாறு, குறிப்பிட்ட குறிக்கோள்களுக்காகப் பயிரிடப் பட்டவைகளாக மாறி விளங்குகின்றன. குறைந்த அல்லது அதிக வெப்பநிலை, குறைந்த மழை அளவு, பூச்சி, பூசணங்களினால் ஏற்பட்ட நோய்கள் ஆகிய மாறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் வாழும் தக அமைவுகள் பெற்ற பயிர்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு வளர்க்கப்பட்டன.

வெப்பநிலை. பயிர்கள் வெப்பநிலை மாறுதல்களுக்கு ஏற்ப பல தக அமைவுகள் பெற்று வளருகின்றன. பயிர்களின் சிறப்பான செயலியல் தன்மைகள் அனைத்தும் வேதியில் மாற்றங்களே; அவை பல்வேறு நொதிகளினால் பல படிகளில் மாற்றங்கள் செய்யப்படுகின்றன. நொதிகளின் உற்பத்தியையும், செயல்திறனையும் வெப்பநிலை வெகுவாகப் பாதிக்கிறது. பொதுவாக, எல்லா வெப்ப நிலைகளிலும் பயிர்கள் வளர்ந்தாலும், 15-32°C வெப்பநிலையில் அவை சிறப்பாக வளருகின்றன. கோதுமை 20-25°C வெப்ப நிலையிலும், பருத்தி 35°C வெப்பநிலையிலும் நன்றாக வளர்கின்றன. மூடுபனி இல்லாக் காலமும் பயிர்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது. மக்காச் சோளம், சோயா மொச்சைப் பயிர்கள் 18-25°C சராசரி வெப்பநிலையில் வளர்ந்தாலும், 10°C அடிப்படைக் குறைந்த வெப்ப

நிலையில் அவை மூன்று மாதங்களாவது இருந்தால்தான் அவற்றின் நல்ல மகசூல் கிடைக்கும். 10 °C க்குக் குறைவான வெப்ப நிலை 2 மாத அளவிற்குள்ளாக இருந்தால்தான் சிறு தானியங்களான கோதுமை, பார்லி, ஒட்ஸ் முதலியவை நன்றாக வளரும். குறைந்த வெப்ப நிலை, மூடுபனிக்காலம் இவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு வேளாண் மக்கள் அவற்றின் விதைக்கும் காலத்தைத் தீர்மானிக்கின்றனர். முன்கோடை காலத்தில் அறுவடை ஆகும் ஒரு பருவப் பயிர்கள், இருபருவ, பல பருவப் பயிர்களின் பரவல்களும் வெப்ப நிலையினால் கணிக்கப்படுகின்றன. குளிர் காலக் கெடுதியினால் அவதியுறாமல் தப்பிப் பிழைத்து, நல்ல மகசூல் கொடுக்கும் பயிர்களின் பரவலை வெப்பநிலை தீர்மானிக்கிறது. எ-டு: குளிர்கால ரை, கோதுமை, பார்லியைவிடக் குளிர்கால ஒட்ஸால் குளிரைத் தாங்க இயலுவதில்லை. இதனால் தெற்கு ஐக்கிய அமெரிக்காவில் உள்ள ஒட்ஸ், ஒரு பருவப் பயிராகவும், மத்திய ஆர்கான் ஸாஸில் உள்ள ஒட்ஸ் வசந்த வகையாகவும் காணப்படுகிறது. குளிர்கால ஒரு பருவ, பல பருவப் பயிர்கள் பூப்பதற்கு முன்பு குளிர் காலம் தேவைப்படுகிறது.

இது தட்பப் பதனம் எனப்படும். வளர்வடங்கிய மொட்டு 4 முதல் 6 வாரங்களுக்கு 0°C வெப்பநிலையில் இருக்கிறது. இத்தகைய குறைந்த வெப்பநிலை இன்றேல் குளிர்காலக் கோதுமை அதை அடுத்து வசந்த காலத்தில் பூக்காது. குறைந்த வெப்ப காலக் கட்டத்திற்காக குளிர் காலம் வரை மொட்டுகளை வசந்த கால வளர்ச்சி பெறா வண்ணம் தடுக்கிறது. பீச், செர்ரி, ஆப்பிள் போன்ற கனி மரங்களின் மலர் - மொட்டுகள் உடல் மொட்டுகளைவிடக் குறைந்த குளிர்ச்சியினையே விரும்புகின்றன. அதனால் இலைகள் தோன்றும் முன்பே அவற்றின் பூக்கள் தோன்றி விடுகின்றன. வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள மொட்டின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுவதற்கு ஏற்ற குளிர் காலத்தின் கால அளவு, குளிர்த் தன்மை ஆகியவை பயிர்களுக்கு ஏற்றவாறும், ஒரே பயிரில் உள்ள பல இனங்களுக்கு ஏற்றவாறும் மாறுபடுகின்றன. சில பீச் மரங்களில் மொட்டு வளர்வடங்கிய நிலை நீங்க 8°C வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது. மித வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் சீதன மண்டல கனிப் பயிர்கள் உண்டாவதை இந்தக்

குளிர் கையாளுமுறை தடுக்கிறது. அதி விரைவில் ஏற்படும் வசந்த கால வளர்ச்சியைத் தடுக்கும் ஒரு செயலில் இயங்குமுறை, சதைப்பற்றுள்ள வளர்ச்சியைத் தூண்டும் குளிர் வெப்பநிலைக் கெடுதியைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது. கோடைக்கால ஒரு பருவப் பயிர்கள் நடும் தேதி, பயிரிடும் நிலத் தேர்வு, ஆகிய செயற்கையான வழிகளில் பயிர்ச் சூழல் வெப்ப நிலையை மாற்றி அமைக்கலாம். நிலத்தின் வடக்குக் கோளத்தில் தெற்கு மேற்கு நோக்கி உள்ள மலைச் சரிவுகள் கிழக்கு அல்லது வடக்கு நோக்கிய மலைச் சரிவுகளைவிட வெதுவெதுப்பாக இருக்கும். தோட்டக் கலை நிபுணர்கள் மண் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்த சருகுகளைப் பயன்படுத்தினர். பயிர்களுக்குத் தேவையான குறைந்த வெப்பநிலையை மூடுபனி, புகை ஆகியவற்றால் உண்டாக்கலாம்.

நீர். பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு நீர் மிகவும் தேவைப்படுகிறது. இது மழை அல்லது நீர்ப் பாசனம் மூலம் பயிர்களுக்குக் கிடைக்கிறது. இந்தியாவில் உள்ள புஞ்சை நிலப் பயிர்கள் மழையை நம்பி வாழுகின்றன. எனவே இவை கோடைக்கு முன் மகசூல் தருமாறு விதைக்கப்படுகின்றன. வறட்சிக் காலத்தைத் தாங்கும் அல்லது தவிர்க்கும் பயிர் வகைகள் மழை குறைவான இடங்களில் பயிரிடப்படுகின்றன. ஆண்டு முழுவதும் சீரான மழை பெய்யும் பகுதிகளிலும், முறையாக நீர்ப்பாசன வசதி உள்ள இடங்களிலும் கோடைக் கால வறட்சியைப் பொருட்படுத்தாமல், ஆண்டு முழுவதும் பயிர் வேளாண்மை செய்து வருகின்றனர். கிடைக்கும் நீரினைச் சிக்கனமான முறையில் பயன்படுத்த சொட்டு நீர்ப் பாசன முறை, தெளிப்புப் பாசன முறை போன்ற நீர் மேலாண்மை முறைகளினால் பயிர்கள் நல்ல முறையில் வளர்க்கப்பட்டு, அதிக மகசூல் பெற முடிகிறது.

பயிர்கள் நிலத்திலிருந்து உறிஞ்சிய நீரின் ஒரு பகுதியை இலைத்துளைகள் மூலமாக ஆவிப் போக்காக வெளியேற்றுகிறது. இத்தகைய நீர் ஆவிப் போக்கின் அளவு சில பயிர்களில் அதிகமாக உள்ளது. எ-டு: மக்காச் சோளத்தில் ஒரு பவுண்டு உலர் எடை வளர்ச்சிக் காலத்தில் 350 பவுண்டு நீர் ஆவிப் போக்கின் மூலம் வெளியாகிறது. பார்லி, கோதுமை, ஓட்ஸ் போன்ற பயிர்கள் 600 பவுண்டு நீரையும், ஆல்ஃபால்ஃபா என்ற தீவனப் பயிர் 1000 பவுண்டு நீரையும் ஆவிப் போக்கின் மூலம் வெளிப்படுத்துகிறது. எனவே அறிவியல் சார்ந்த

நீர் மேலாண்மை முறைகளைக் கையாளுவதன் மூலம் பயிர்களில் மேம்பட்ட மகசூலைப் பெறலாம்.

பகலவன் ஒளி. பகலவனின் ஒளிக்காலம், ஒளிச் செறிவு ஆகியவை பயிர்களின் வளர்ச்சியைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. பயிர்களின் வளர்ச்சி அவற்றின் ஒளிச்சேர்க்கைத் திறனைப் பொறுத்து அமைகிறது. ஒளிச்சேர்க்கையின் போது பயிர்களின் இலைகள் ஒளி ஆற்றலை வேதி ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன.

இத்தகைய வேதி ஆற்றல் மூலம் ஒளிச்சேர்க்கைப் பொருள்களான சர்க்கரை, மாவுப் பொருள், புரதம் ஆகிய பொருளாதாரப் பொருள்களடங்கிய தானியங்கள், பருப்பு வகைகள் ஆகிய பயன்தரு பொருள்களைத் தருகின்றன. ஒவ்வொரு பயிரிலும் இலைப் பரப்பு, இலை அடுக்கு முறை, இலை அடர்த்தி ஆகியவை வேறுபடுகின்றன. அவற்றை வெட்டியும், கவாத்து செய்தும் மனிதன் ஒழுங்குபடுத்துகிறான். குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான பயிர்களை நடுவதன் மூலம் உச்ச அளவு மகசூலைப் பெறலாம். நெல் நாற்று நடும்போது நாற்றுக் கொத்துக்களை நெருக்கமாக நட்டால் நல்ல பலன் தரும் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதே விதமாக சோளம், மக்காச்சோளப் பயிர்களிலும் 1950 ஆம் ஆண்டு முதல் செய்த ஆய்வுகளின் பயனாக 50 % மகசூலை அதிகரித்துள்ளனர். கிடைக்கும் நீர், நைட்ரஜன் சத்து ஆகியவைகளும் பயிர்களின் இலைப் பரப்பினை நிர்ணயிக்க உதவுகின்றன.

குளிர்காலக் கெட்டித்தன்மை, மொட்டு வளர் வடங்கிய நிலை உண்டாவதும், காப்பதும், மலர்கள் மலர்வது போன்றதுமான தக அமைவுத் தன்மைகளும் ஒளிக்காலத்தினால் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. கார்னர், அல்லார்டு என்போர் ஒளிக்காலத்தின் அடிப்படையில் பயிர்களை நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரித்தனர். சோயா மொச்சை, சிவந்தி ஸ்ட்ராஜ்ரி போன்ற குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் பூப்பாவை குறு நாள் பயிர்கள் என்றும், நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் பூப்பாவைகளான முள்ளங்கி, உருளைக் கிழங்கு, பார்லி போன்றவை நீண்ட நாள் பயிர்கள் என்றும், பருத்தி தக்காளி போன்ற ஒளிக்காலத்தை நிர்ணயம்

செய்ய இயலாத பயிர்கள் என்றும், ஒளிக்காலத்திற்கு எவ்விதத்திலும் ஈடு கொடுக்காத பயிர்கள் நாள் நடு நிலைப் பயிர்கள் என்றும் நான்கு வகைகளாகப் பாகுபாடு செய்யலாம்.

பல பயிர்களுக்கு ஒரு தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலம் உண்டு. குறுநாள் பயிர்கள், தீர்வுக்கட்ட ஒளிக்காலத்திற்கு அதிகமானால் பூப்பதில்லை; நீண்ட நாள் பயிர்கள் தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலத்திற்குக் குறைந்தால் பூப்பதில்லை. ஸாந்தியம் என்னும் குறுநாள் பயிரை ஒரே ஒரு நாள் குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் வைத்திருந்தால் அது பூக்கிறது; அதற்குப் பின்னர் அதை நீண்ட ஒளிக்காலத்தில் வைத்தாலும் பூக்கிறது. எனவே, ஒரே ஒரு நாள் அளிக்கப்பட்ட குறைந்த ஒளிக்காலம் பூப்பதைத் தூண்டுவதை ஒளிக்காலத் தூண்டுதல் அல்லது ஒளிக்காலப் பின் விளைவு என்று கூறுவர். சோயா மொச்சைப் பயிரை 2 முதல் 4 குறைந்த ஒளிக்காலத்தில் வைத்திருந்தால் பூக்கிறது. ஒளிக்காலத்தைப் போலவே பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும், பூப்பதற்கும் இருட்காலமும் தேவை என்றும் அறியப்பட்டது. ஒளிக்காலத்தை மாற்றி அமைத்து, விரும்பும் பருவத்தில் மலர்களை அடையும் முயற்சியில் அறிஞர்கள் வெற்றி பெற்றுள்ளனர். பயிர்களில் ஜிப்பெரில்லின் போன்ற வளர்ச்சி ஊக்கிகளைத் தூவியும், மலர்களை விரைவில் மலரச் செய்யலாம் எனக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். ஒளிக்காலம் உருளைக் கிழங்கு உண்டாவதையும் பாதிக்கிறது. தோட்டக்கலைநிபுணர்கள் அழகுச் செடிகள் வளர்க்கும் கண்ணாடி வீடுகளில் செயற்கை முறையில் ஒளி அமைத்து ஒளிக் காலத்தின் அளவினை நீட்டித்தும், மறைவுகள் ஏற்படுத்தி ஒளிக்காலத்தின் அளவினைக் குறைத்தும், செடிகளில் விரும்பிய காலத்தில் மலர்களையும் எல்லாப் பருவங்களிலும் கனிகளையும் பெறுகின்றனர். பயிர்ப் பெருக்க முறையில் இயற்கையான ஒளிக்காலம் சிறந்தது. இதை உணர்ந்து ஒளிக்கால உணர்திறன் பெற்ற குறிப்பிட்ட செடிகள் குறிப்பிட்ட இடங்களில் பயிரிடப்படுகின்றன.

நோய் உண்டாக்குபவை. வைரஸ், பாக்டீரியா, பூசணம், பழுக்கள், பூச்சிகள் போன்றவை பயிர்களில் பலவித நோய்களை உண்டாக்கி, மகசூலைக் குறைக்கின்றன. இவை நீர், காற்று, பூச்சிகள் மூலம் ஒரு பயிரிலிருந்து மற்றொரு பயிருக்குப் பரவுகின்றன.

இவை இவை, தண்டு ஆகிய பயிர்ப் பகுதிகளைத் தாக்கி, அவற்றை உண்டு, ஒளிச்சேர்க்கைப் பகுதிகளைக் குறைக்கின்றன. மருந்துகள் தெளிப்பதன் மூலம் அழித்தும், நோய் எதிர்ப்புத்திறன் உண்டாக்கும் தாவர, விலங்குகளை அழிக்கலாம் அல்லது தவிர்க்கலாம். பூச்சிகள் தாவரப் பகுதிகளை உண்டு அழிப்பதன் மூலமும் மகசூலைக் குறைக்கின்றன. தகுந்த பூச்சிக் கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்தியும், பூச்சி எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற மரபுக் கூறுகளை உண்டாக்குவதன் மூலமாகவும், பூச்சிகளினால் உண்டாகும் இழப்பினைத் தவிர்க்கலாம்.

பயிர் மேலாண்மை. இயற்கை வாழ் இனங்களாக இருந்த நாளிலிருந்து மனிதன் பயிரிடும் பயிராக மாறிய காலம் வரை பல பயிர் வளர்ப்பு முறைகளும், மேலாண்மை வழி முறைகளும் பின்பற்றப்பட்டு, பயிர்களின் தன்மைகளும், மகசூலும் மேம்பாடு அடைந்தன. இத்தகைய இயக்க ஆற்றல் பெற்ற முயற்சிகள் இன்றும் தொடர்ந்து செய்யப்பட்டு, பயிரின் மரபிகளை பயிர்களின் சூழலுக்கு ஏற்ற வகையில் மாற்றி அமைத்து, சிறந்த மகசூலைப் பெறும் முயற்சியில் தொடர்ந்து அறிஞர்கள் ஈடுபட்டுள்ளனர். அத்தகைய செயல்முறைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

எந்திரிய முறை. இந்திய மக்கள் பழங்காலம் முதற்கொண்டு பயன்படுத்தி வந்த எளிய, சிறிய வேளாண் கருவிகளையே 1950 ஆம் ஆண்டு வரை பயன்படுத்தி வந்தனர். இந்தியாவின் மக்கட்தொகை பெருகி, அவர்களது நிலப்பகுதி காலப்போக்கில் அருகிச் சுருங்கி வரும்போது, சிறிய நிலப் பகுதியில் அதிக அளவு மகசூலைப் பெறவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. இதற்காகப் பல மேம்பாடான கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ஏர் உழுவதற்கு, சேறு கலக்க, நிலத்தைச் சமன் செய்ய எந்திரக் கலப்பைகள் தேவைப்பட்டன மற்றும் விதை விதைப்பதற்கும், களை நீக்கவும், கதிர் அறுக்கவும், உமி நீக்கவும் பல புதிய எந்திரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பயிர்களைப் பூச்சி, பூஞ்சைகளிலிருந்து காப்பாற்ற மருந்து தெளிப்பான்களும் தூவுவான்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அவை எளிய வேளாண் மக்களும் பயன்படுத்திப் பலன் அடையும்படி அரசும்,

வங்கிகளும் கடன் கொடுத்து உதவின. இத்தகைய புதிய எந்திரங்களின் உதவியினால் 1 ஏக்கர் நிலப்பரப்பில் 30 மூட்டை நெல் விளைச்சல் என்ற குறிக்கோளினை மாற்றித் தற்பொழுது ஓர் ஏக்கர் நிலப்பரப்பில் 45 மூட்டை நெல் உற்பத்தி செய்ய வேண்டும் என்ற குறிக்கோளுக்காக வேளாண் மக்களை உற்சாகப்படுத்தி வருகின்றனர். இயல்பான முறையில் ஒருவன் 10 பவுண்டு பருத்தியை எடுக்க இயலும். பருத்தி பொறுக்கும் எந்திரத்தின் உதவியினால் நாளொன்றுக்கு 500 பவுண்டு பருத்தி பொறுக்க முடியும். பல மனிதர்கள் 300 மணி நேர உழைப்பில் 300 பவுண்டு நிலக்கடலையை நிலத்திலிருந்து பிடுங்கி எடுக்க முடியும். ஆனால் இதை எந்திரத்தின் உதவியினால் ஒரே மணி நேரத்தில் அடைய இயலும். குறைந்த எண்ணிக்கையிலான மக்களைக் கொண்டு, குறைந்த காலக்கெடுவின் நிறைந்த அளவு பலனைக் கொடுக்க எந்திரங்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

உரங்களும் தாவர ஊட்டமும். வேளாண் மக்கள் மிகப் பழங்காலம் முதற்கொண்டே பயிர்களுக்கு உரமிடுதலை அறிந்திருந்தனர். மனிதன் கால்நடைகளைத் தனக்கு நண்பர்களாக ஆக்கிக் கொண்ட காலம் முதற்கொண்டு பயிர்களுக்குத் தொழு உரம் வைக்கக் கற்றுக்கொண்டான். இதற்குப் பல காலத்திற்குப் பின்னரே கனிம உரங்களான சுண்ணாம்பு, பொட்டாசியம் பாஸ்பேட், நைட்ரஜன் முதலியவை பயன்படுத்தப்பட்டன. கி.பி. 1886ஆம் ஆண்டிலேயே ஹெல்ரீகல், வில்ஃபார்த் என்ற ஜெர்மானிய வேதியியல் அறிஞர்களால் பயிறு வகைத் தாவர வேர் முண்டுகள் வளிமண்டல நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கால்சியம் பொட்டாசியம் போன்ற 10 பெருவூட்ட பொருள்கள் பெரிய அளவிலும், மாங்கனீஸ், செம்பு, இரும்பு போன்ற சிறு ஊட்டப் பொருள்கள் சிறிய அளவிலும் தேவைப்படுகின்றன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவற்றுள் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், பொட்டாசியம், பாஸ்பரஸ், சல்ஃபர், மக்னீசியம், கால்சியம், இரும்பு போன்றவற்றை பயிர்கள் மண்ணிலிருந்தும் பெறுகின்றன. மாங்கனீஸ், போரான், துத்தநாகம், மாலிப்டினம், குளோரின் போன்ற சிறுஊட்டப் பொருள்கள் பயிர்களுக்குச் சிறிய அளவில் தேவைப்பட்டாலும், அவையின்றி பயிர்கள் நல்ல மகசூலைத் தருவதில்லை. காலப்போக்கில் உயிர் உரங்களும், தொழு உரங்களும் பயன்படுத்துவதைவிட

வேளாண் மக்கள் வேதி உரங்களையே அதிக அளவில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

பூச்சிக் கொல்லிகள். 1847-ஆம் ஆண்டில் அயர்லாந்திலும், ஐரோப்பாவிலும் உருளைக் கிழங்குக் கொலை நோயினால் ஒரு பெரிய பஞ்சமே வந்துவிட்டது. சுமார் 10 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி மாவட்டத்தில் உள்ள உருளைக் கிழங்குப் பயிர் உருண்டைப் புழுவினால் மிகவும் சேதம் அடைந்தது. தமிழ்நாட்டில் கொடைக்கானல் பகுதியில் பெரிதும் விளைகின்ற மலைவாழைகள் நுளிக்கொத்து வைரஸ் நோயினால் அழிந்தன. பெரும் நிலப்பரப்பில் உள்ள பயிர்கள் வெட்டுக்கிளிகளினாலும், கம்பளிப்புழுக்களினாலும் சேதமடைவதைக் கண்கூடாகக் காணலாம். இத்தகைய இழப்பினைத் தவிர்க்கவும், தடுக்கவும் பூச்சிக்கொல்லி, பூசணக்கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்த வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது.

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது என்னும் பூச்சிக்கொல்லி மருந்து பெரிதும் பயன்பட்டு வந்தது. பிந்திய ஆய்வுகளினால் இந்த மருந்து பூச்சிகளைக் கொன்றாலும், அவற்றின் எச்சம் பயிர்களில் தங்கி, அவற்றை உட்கொண்ட மனிதனுக்குப் பெரும் தீங்கு விளைவிக்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டதனால், தற்பொழுது பல நாடுகளிலும் பயன்படுத்துவது தடை செய்யப்பட்டுள்ளது. 1880ஆம் ஆண்டில் சுண்ணாம்பும் கந்தகமும் கலந்த போர்டோக்கலவை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுச் சிறந்த பூசணக் கொல்லியாக விளங்கிற்று. பயிர்களுக்குப் பயன்படுத்திய பூச்சி பூசணக் கொல்லிகள் வயல்வெளிகளில் உள்ள நிலத்திலும், நீரிலும் தங்கி, நேரிடையாகவோ, மறைமுகமாகவோ அவற்றை உட்கொள்ளும் கால்நடை, மனிதனுக்குப் பெரும் தீங்கு விளைவிக்கிறது. எனவே தற்பொழுது கண்டுபிடிக்கப்படும் பூச்சி, பூசணக் கொல்லி மருந்துகள் மக்கள், கால்நடைகளுக்கு எந்த விதத்திலும் தீமை செய்யாதவண்ணம் அரசு விழிப்புணர்ச்சியுடன் சோதனைகள் செய்து கவனித்து கொள்ளுகிறது. தற்பொழுது பூச்சிகளை கொல்ல உயிரியல் பொறிகளை வைத்து அதன் மூலம் பூச்சிகளினால் ஏற்படும் அழிவுகளைத் தவிர்க்கின்றனர்.

களைக்கொல்லிகள். தேவையானப் பயிர்களுக்கு இடையே முளைத்துள்ள தேவையற்ற செடிகள் களைகள் எனப்படும். இவற்றைக் களைந்தால்தான் வேளாண் மக்கள் சிறந்த பலனைப் பெற முடியும். கண்ணுக்குத் தெரியாத வைரஸ், பாக்டீரியாக்கள், பூசணங்கள் மற்றும் சிறு செடிகள் போன்றவை பயிர்களினூடே களைகளாக வளரும். காலம் காலமாக நம் நாட்டு வேளாண் மக்கள் கையினால் பிடுங்கியும், களைக்கொத்தியினால் கொத்தியும் களையினை அகற்றி வந்தனர். களைகளை நீக்க சாம்பலும், உப்பும சில காலம் பயன்படுத்தப்பட்டது. 1940ஆம் ஆண்டிற்குப் பிறகு வேதிக் களைக்கொல்லிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு சிறு செடிகளான களைகளுக்கும், 2,4,5-டி என்ற மருந்து, புதர்ச்செடிகள், சிறு மரங்கள் போன்ற களைகளுக்கும் பயன்படுத்தப்பட்டன. இந்தக் களைக்கொல்லி மருந்துகள் அவற்றின் செயலியல் தன்மைகளை மாற்றி, இறுதியில் அவற்றைக் கொன்றுவிடுகின்றன.

வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள். மிக பழங்காலம் முதற்கொண்டு வேளாண் மக்கள் பயிர்களின் வளர்ச்சியைக் கண்ணும் கருத்துமாகக் கவனித்து வந்துள்ளனர். 1930ஆம் ஆண்டு முதல் குறிப்பிட்ட பயிர் வளர்ச்சிக்கு குறிப்பிட்ட பொருள்களைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தனர். ஆப்பிள், ஆரஞ்சு போன்ற கனி மரங்களில் கனி முன் உதிர்வது ஒரு பெரும் சிக்கலாக இருந்தது. இதைப்போக்க, கனி உண்டாகும் பருவத்திற்கு 2 முதல் 6 வாரங்களுக்கு முன்பிருந்தே குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிச் சீராக்கிகளைத் தெளித்து கனிகள் முன் உதிர்வது தடுக்கப்பட்டது. ஜிப்பெரில்லின் போன்றவை, புகையிலை போன்ற பயிர்களைச் சிறக்க வைக்கின்றன. கண்ணாடி வீடுகளில் வளர்க்கப்படும் பூச்செடிகள் குட்டையாகவே வளர ஃபுமாரிக் அமிலம் என்ற வளர்ச்சிச் சீராக்கி பயன்படுகிறது. குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிச் சீராக்கி செடியின் குறிப்பிட்ட பயனுக்காக மட்டுமே பயன்படுகிறது. சில வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள் செடிகளின் வளர்ச்சி வீதத்தையும் மற்றும் சில செடிகளின் வளர்ச்சிப் போக்கையும் மற்றும் சில அவற்றின் அமைப்பியல், உள்ளமைப்பியல், மலரும் காலம் முதலியவைகளையும் மாற்றி அமைக்கப் பயன்படுகின்றன. இப்படியாகக் குறிப்பிட்ட சில பண்புகளுக்குக் குறிப்பிட்ட வளர்ச்சிச் சீராக்கிகள் பயன்படுகின்றன.

பயிர் முன்னேற்றம். பழங்கால வேளாண் குடிமகன் கண்ணுக்குப் புலனாகும் வளர்ச்சி, இலைப் பரப்பு, மகசூல் ஆகிய பண்புகளின் அடிப்படையில் பயிர்களைத் தேர்வு செய்து வந்தான். இத்தகைய தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டப் பண்புகள் எப்பொழுதும் அடுத்தடுத்த பயிர்களில் காணப்படவில்லை. எனவே, தொடர்ந்து செய்த ஆராய்ச்சியின் பயனாக 19ஆம் நூற்றாண்டில் கிரிகார் மெண்டல் என்பவர் செய்த பரிசோதனைகளின் அடிப்படைக் கண்டுபிடிப்புகளினால், பயிர்களின் மரபியல் தன்மைகளும், அவை சந்ததிகள் தோறும் எவ்வாறு கொண்டு செல்லப்படுகின்றன என்பதும் அறியப்பட்டது. தொடர்ந்து மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகளின் பயனாகக் கலப்புப் பயிர் முறையும், கலப்புயிரிகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இப்பொழுது நம் நாட்டில் விளையும் கோதுமை, நெல், மக்காச் சோளம், பருத்தி, நிலக்கடலை போன்ற பயிர்கள் யாவும் கலப்புப்பயிர் முறையினால் உருவாக்கப்பட்டவைகளே. சிறந்த மகசூல், வறட்சி பூச்சி, பூசண எதிர்ப்பு, குறுகிய வளர்ச்சிக் காலம் போன்ற குறிக்கோள்களை முன்வைத்து அதற்கேற்ற அறிவியல் முறைகளைக் கையாண்டு, சிறந்த கலப்புப் பயிரிகளை உண்டாக்கியுள்ளனர். இத்தகைய ஆய்வினை ஊக்குவிப்பதற்காகவே 1970ஆம் ஆண்டில் நார்மன் போர்லாக் என்பவருக்கு பசுமைப் புரட்சியை கோதுமையில் உண்டாக்கியதற்காக, புகழ் வாய்ந்த நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. குரோட்டன்ஸ், முருங்கை, மலர்ச் செடிகள் போன்றவற்றில் ஒட்டு முறையில் சிறந்த பல புதிய வகைகள் உண்டாக்கப்பட்டன.

விதை உற்பத்தி. மனிதனின் சிறப்பான உணவுப் பொருள்களான தானியங்களும், பருப்பு வகைகளும் பாலினப் பெருக்கத்தின் மூலம் விதைகளினாலேயே பெறப்படுகின்றன. இத்தகைய விதைகள் சிறந்த பண்புடையவைகளாக, திருந்திய விதைகளாகத் திகழுவதற்குக் கலப்புயிர்ப் பயிர் முறை பயன்பட்டது. இத்தகைய திருந்திய விதைகளை வேளாண் மக்களுக்குக் குறிப்பிட்ட விதைக்கும் பருவத்தில் விநியோகம் செய்ய வேளாண் துறையினர் பெருமுயற்சிகள் செய்கின்றனர். விதையின் முளைக்கும் ஆற்றல், விதைக்கெடுதி, விதை வளம் ஆகியவற்றைப் பல சோதனைகள் மூலம் ஆய்ந்து,

சான்றளிக்கப்பட்ட விதைகளை வேளாண் மக்களுக்கு விநியேரகம் செய்கின்றனர் என்பதற்கான அறிவுரைகளையும் கூறுகின்றனர். கலப்புயிரி வீரியம் பெற்ற விதைகளை ஒவ்வொரு முறையும் புதிதாக வாங்கி விதைக்க வேண்டும் என்றும் அறிவுரை வழங்கப்படுகிறது.

கே.ஆர்.பாலச்சந்திரகணேசன்

வேளாண் வானியல்

வேளாண்மைத் தொழிலுக்கு அடிப்படையாக இருப்பது சூரிய ஆற்றலும் மழையும் ஆகும். வேளாண்மையில் வானியல் மூலம் பெறப்படும் நலன்களையும் பலன்களையும் அறிந்துக் கொள்ளுதல், வேளாண்மையில் ஈடுபட்டோருக்கும் அத்தொழிலின் மூலம் விளையும் பொருள்களை பயன்படுத்தும் யாவருக்கும் மிகவும் இன்றியமையாததாகிறது.

வேளாண் கோளியல், வேளாண் வானியல் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. வேளாண்மையில், கோள்களின் தாக்கம் பற்றியது இவ்வானியல் துறை. கோளியல் அறிவினை வேளாண்மை உற்பத்தித் பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்துவதே இவ்வறிவியலின் நோக்கமாகும். அதே சமயத்தில் இயற்கை மூலங்களான நீர், நிலம் ஆகியவற்றினைச் சீரிய முறையில் பயன்படுத்துவதும் வேண்டற்பாலது. கோளியல் வானியல், நீரியக்கவியல் ஆகியவை இணைந்து இயங்குவதனால் வேளாண்மை உற்பத்தி எவ்வாறுள்ளது என்பது உற்று நோக்கத்தக்கது. சுற்றுச்சூழல் மற்றும் பல இயற்பியல் நிலைகளின் கூட்டு இயக்க விளைவினால் வேளாண்மை உற்பத்தியினைப் பெருக்கிடும் உத்திகளை மேற்கொள்ளுவது வேளாண் கோளியல் வல்லுநரின் பணியாகும்.

கோளியல் காரணிகளும் நீரியக் காரணிகளும் இணைந்து இயங்கினால் பயிர் விளைவு பெருகும். வேளாண்மை மட்டுமின்றி இதனைச் சார்ந்த தோட்டக்கலை, பூக்கள் வளர்ப்பு, கால்நடை வளர்ப்பு, வானியல் போன்ற பல துறைகளும் வேளாண் கோளியல்

நிலைகளும் தவிர்க்கவியலாதவாறு இணைந்துள்ளது. வேளாண் கோளியலின் பல்வேறு காரணிகளைக் கண்டறிந்து அவற்றினை வேளாண்மையில் பயன்படுத்திட வேண்டும். தாவரங்கள் விளையும் மண்பரப்பிலிருந்து அவற்றின் வேர்கள் மண்ணினுள் செல்லும் பகுதிவரை இவ்வறிவியலில் பயனுள்ளது. வளிமண்டலத்தில் மண்பரப்பிற்கு மேல் அதனையடுத்துப் பயிர்கள், கால்நடைகள், மற்ற உயிர்கள் வளரும் காற்றுப் படிவம், பரவும் வளிமண்டலப் பகுதிவரையில் பரந்து விரிந்துள்ளது.

பலதுறைச் சார்பு. வேளாண் வானியல் என்பது ஒரு தனிப்பட்ட துறையினுள் அடங்கிய தன்று; இதனுள் வளிமண்டலம் சார்ந்த அறிவியல்கள், மண்ணியல், தாவரவியல், விலங்கியல் போன்ற பல்வேறு துறைகளும் அடங்கும். இது பல துறைகளைச் சார்ந்தபோதிலும் தற்பொழுது இது நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட அறிவியலாக வளர்ந்துள்ளது. இதற்கென இசைந்ததோர் கோட்பாடும் அணுகுமுறையும் அமைந்துள்ளது. இது இயற்கையிலமைந்த உயிரியல் மற்றும் இயற்பியல் சூழல்களின் இடையில் நிகழும் செயல்களுடன் தொடர்புடைய அறிவியலாகிறது. இதற்கு நான்கு கட்ட அணுகுமுறைகள் உள்ளன. இயற்பியல் சூழல் மற்றும் உயிரியல் தன்மைகளின் துல்லியமான நிலைகளைக் கருத்தில் கொள்ளுதல்; இதன் பின்னர் உயிரியல் தன்மைகளுடன் இயற்பியல் இணைப்பினை விளக்குவது; தொடர்ந்து பயிர்விளைவு மற்றும் வானிலை முன் கணிப்பினை விளம்புவது; விளைபயிர் மற்றும் கால்நடைகளின் கொட்டகைகளின் சூழல்களைப் பற்றிச் செயல்படுவது.

நடைமுறைப் பயன். பயிர்கள் உற்பத்தியைப் பெருக்குவதுடன் வேளாண் கோளியல் அறிவு வானிலைக் கோளாறுகளைத் தவிர்க்க உதவும். எ-டு: வானிலையில் அடியாக எழுந்த பூச்சி நோய்கள் வளிமண்டலம் மாசுபடுதல், மண்ணில் நச்சு உண்டாதல், பயிர்விளைவில் வீழ்ச்சி-இழப்பு, கால்நடைகள், கோழிகள் முதலியவற்றின் வளர்ச்சிக் குன்றுதல், உழவியல் செய்கைகளின் இடையூறுகள், வறட்சி வெள்ளம், நீர் மற்றும் காற்று மண் அரிமானம், உறைபனி விழுதல் வனப் பகுதிகளில் நெருப்புப்

பிடித்தல், வேளாண் பொருள்களைச் சேமிக்கும்போது சேதம் ஆகியவை கவனிக்கப்படுதல் வேண்டும்.

வேளாண்மைப் பயிர்களின் இழப்பில் பெரும்பகுதி வானிலையின் நிகழ்ச்சிகளான, வெள்ளம், காலந்தவறிய மழை, கல்மாரி மற்றும் மாமழை முதலியவற்றினால் ஏற்படுகிறது. வானிலை மாறுபாடுகளினால் பூச்சி, பூசண நோய்களினால் பயிர் விளைவு குன்றும். பயிர் அறுவடையான பின்பும் சேமிக்கும்போதும் ஒட்டுண்ணிகளினால் இழப்பு நேர்வதும் வானிலையின் விளைவேயாகும். வானிலையின் துல்லியமான விபரங்களின் உதவியால் பயிர்களின் வளர்ச்சிக்குகந்தவாறு உரமிடுதல், பாசனப் பயிர் பாதுகாப்பு, அறுவடை, சேமிப்பு போன்றவற்றினை முறைப்படுத்தி இழப்பினைத் தவிர்த்து ஏற்றமிகு விளைவு பெறலாம். வேளாண்கோளியல் அறிவியல் அடிப்படையில் ஒரு பருவத்திற்கேற்றவாறு பயிரிடும் திட்டத்தினைச் சீரிய முறையில் வகுத்துச் செயலாக்க இயலும்.

வேளாண்மை மேற்கொள்ளுவதற்கு ஏதுவான வானிலை இயல்புகளை முன்கூட்டியே அறிவித்திட இயலும். காலம் நீளுவதற்கேற்ப அதன் துல்லியம் குறையும். கல்மாரி, சூறாவளி மற்றும் வெள்ளம் முதலியவற்றினை அவை நிகழுதற்கு 12 மணிக்கு முன்னர் அறிவிக்கலாம்; பெருமழை, கடும்புயல், கடும்பனிப்புயல் மற்றும் இடியுடன் கூடிய புயல், மழை ஆகியவற்றினை 24 மணிக்கு முன்பு தெரிவிக்கலாம். புயல் விரைவு மற்றும் மழை பெய்தல் போன்றவற்றை 36 மணிக்கு முன் அறிவிக்கலாம்; மழைப் பொழிவு மற்றும் வெப்பம் போன்ற வானிலைத் தனிமங்களை ஐந்து நாட்களுக்கு முன் கூற இயலும். வளமையாகப் பெய்யும் மழை மற்றும் வெப்பம் முதலியவை இயல்பினின்று மாறுபடும் போக்கினை முன்கூட்டியே தெரிவிக்கலாம். இவ்விபரங்களின் உதவியால் சாதகமான சூழ்நிலைகளைப் பயன்படுத்திச் சிறந்த விளைவினைப் பெறவும், பாதகமான நிலைகளைச் சரிக்கட்டவும் திட்டமிட்டுச் செயல்பட உதவும்.

வானிலை முன்னறிவிப்பினை அனுசரித்துப் பயிர்களுக்குப் பாசனம் செய்தல், கடும் குளிரிலிருந்துப் பயிர்களைக் காத்தல், உறைபனி நிகழும் என்று அறிந்தபோது முன்னெச்சரிக்கையாக நீர் தூவுதல்,

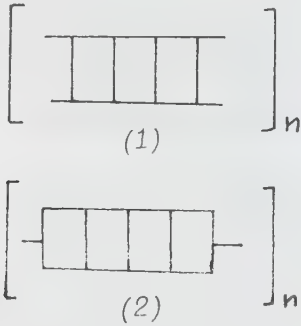
குளிர் அல்லது கடும் காற்றுத்தாக்காது பாதுகாப்பு அளித்தல், கடும் வெயில் தாக்காது பயிர்களுக்குச் செயற்கையாக நிழல் தருதல், மண் அரிமானம் ஏற்படாதவாறு மண் பேணும் பணிகளை மேற்கொள்ளுதல், நெகிழித் தாள்களைப் பரப்பிப் பயிர்களைக் காத்தல், செயற்கையாகச் சூடேற்றுதல் அல்லது குளிர்வித்தல், குளிர்சேமிப்புக் கிடங்குகள் அமைத்தல், பயிர்ப் பாதுகாவல் பணிகளையும் உரமிடுவதையும் திறம்படச் செய்தல் முதலியவற்றினை உரியதருணத்தில் உரிய அளவு மேற்கொள்ளலாம். வேளாண்மை வானிலை முறைகளின் அடிப்படையினை ஒத்து ஒரு பகுதியில் உள்ள நிலத்தினை எவ்வாறு பயன்படுத்த வேண்டும், அங்கு எவ்வகையான பயிர்கள் விளைவிக்கலாம் என்றும் திட்டமிடலாம். இங்கு நிலவும் வெப்பம், பருவக்காற்று போன்ற காரணிகளை ஆழ்ந்து ஆராய்ந்து சீரிய முறையில் உற்பத்தி செய்திடலாம். பயிர் விளைவித்திடவும், அறுவடை செய்திடவும் ஆய்வினை சேமித்திட உதவும் வேளாண் எந்திரங்கள், கருவிகள் மற்றும் பல கருவிகளைப் பயன்படுத்தி உற்பத்திச் செலவினைக் குறைக்கலாம்.

பசுமை இல்லங்களில் கட்டுப்பாடான சூழலில் பல பயிர்களை விளைவித்து வேளாண் வானிலையின் ஒவ்வொரு நிலையினை முழுவதும் அறிந்த பின்னர் பயிரிடும் நிலத்தில் இவற்றை அனுசரித்தினால் பயிர்விளைவு பெருமளவு கூடுதலாகும் என்பது கண்கூடு. வறட்சிகளின் சுற்றுச்சூழலினை இனம் காணுதல், நீர் ஈவு மற்றும் பயிர்விளைவுக்கும் உள்ள தொடர்பு, மண்ணில் நுண் தட்பவெப்பம் மற்றும் வேளாண் தட்பவெப்ப இயல் வகைப்பாடு ஆகிய துறைகளில் கவனம் செலுத்தினால் வேளாண்மை உற்பத்தி மேலும் கூடுதலாகும். இத்துடன் வேளாண் வானிலை விபரங்கள் நாட்டின் பல பகுதிகளிலிருந்து சேகரிப்பதும் பல்வேறுபட்ட தட்பவெப்பவியல் நிலைகளில் கால்நடைகள் எவ்வாறு வாழ்கின்றன என்றும் அவை நன்கு வளர்வதற்கு ஏற்ற கொட்டகைகளை வடிவமைத்தல் போன்ற துறைகளில் ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளுதல் கால்நடைச் செல்வங்களின் வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாகும்.

வேற்றணு வளைய பல்லுறுப்பிகள்

இவை வேற்றணு சுற்று வளையங்கள் அல்லது ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சகப்பிணைப்புகளால் ஒருசேர இணைக்கப்பட்ட வளையத் தொகுதிகளைக் கொண்ட நேரான நீண்ட மீச்சேர்மங்களாகும். இவ்வகை பல்லுறுப்பிகள் உயர் வெப்பநிலையிலும் பயனளிக்கும் பண்புகளைக் கொண்டவை. எந்திரவியலுக்குத் தேவையான விறைப்புத் தன்மையையும் வெப்பப் படியிறக்கத்தைத் தவிர்க்கும் இயல்பையும் கொண்டவை.

இவற்றில் சில பல்லுறுப்பிகள், ஒன்றாக உருகிக் கலந்த வளையங்களைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளை உண்டாக்குகின்றன. இவை ஏணிப் பல்லுறுப்பிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பொதுவான வடிவமைப்பை இவ்வாறு (1) குறிப்பிடலாம்.



n என்பது ஒரு முழு எண்

சிலவற்றின் மூலக்கூறுகளில் உருகிக் கலந்த வளையங்கள் கீழ்க்குறித்தவாறு (2) ஒற்றைப் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை படி ஏணி பல்லுறுப்பிகள் எனப்படுகின்றன. எல்லா வகையான வேற்றணு வளைய பல்லுறுப்பிகளும் விலையுயர்ந்தவை.

வியாபார நோக்கில் கீழ்க்காணும் மூன்று வகைகளும் முக்கியமானவை.

1. பாலி இமைடுகள்
2. பாலி பென்சிமிடலோல்கள்
3. பாலி பென்சோதயோலோல்கள்

இவற்றின் முக்கிய பயன்களில் சில:

1. உலோகங்களை இணைக்கும் பசைகளாக உதவுகின்றன.
2. விண்வெளிக் கலங்கள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் கட்டுமான வடிவமைப்பிற்கு வேண்டிய பற்றாறல் கொண்ட மெல்லிய தகடுகளாகும் பிசின்களாகப் பயன்படுகின்றன.
3. அதிக உறுதியும், மேலான வெப்பத்தில் ஆக்சிஜனேற்றலுக்கு எதிர்பாற்றலும், உராய்தலைத் தாங்கும் சக்தியும் கொண்ட உறுப்புகள், விசைப்பொறி உருளைகள், ஒருவழித் தடுக்கிதழுக்கான இருக்கைகள் முதலான முக்கிய பொறியியற் கருவிகளைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

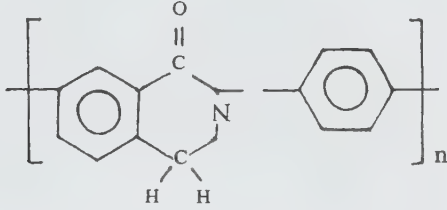
இந்த சிறப்பியல்புகளை இப்பல்லுறுப்பிகளில் கீழ்க்கண்ட மூன்று முறைகளில் ஏற்படுத்தலாம்.

1. வட்ட வடிவமைப்புகளை அல்லது மற்ற இறுக்கும் தனிமங்களை சேர்த்தலால் பலபடி சங்கிலியையிறுக்குதல்
2. சங்கிலியை குறுக்கே இணைத்தல்
3. படிமாதலைத் தூண்டுதல்

இம்மூன்று வழிமுறைகளையும் உள்ளடக்கிய ஒரு வடிவமைப்பை தற்கால செயல்திறன்களிலிருந்து உண்டாக்க முடியவில்லை. ஆனால் இவற்றில் ஒன்றிரண்டு கோட்பாடுகளைப் பயன்படுத்தியதில் பலன் கிட்டியுள்ளது. எ-டு: சங்கிலிகளை இறுக்கும் தொகுதிகளைச் சேர்த்தல். இவ்வகைத் தொகுதிகளில் சில: p, p' - டைஃபீனைல், 1,5 - அல்லது 2, 6 - நாஃப்தைல், டைகீட்டோபிப்ரசைன், டிரையலோல் அசெட்டால், தயோகீட்டால்.

பாலிமைடு பொதுவாக, ஒரு நறுமண இரட்டை நீரிலியும் ஒரு நறுமண அமீனும் பல்லுறுப்பாக்கம் போது முதலில் கரையும் தன்மையுள்ள பல்லுறுப்பு இமைடு - அமிலம் உண்டாகிறது. இந்தச் சுருங்கல் மேலும் தொடர்ந்து

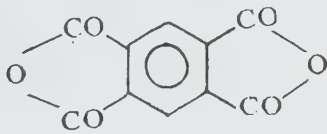
நடைபெற பாலி இமைடு கிடைக்கிறது. இந்த வேற்றணு பல்லுறுப்பி நீரில் கரையாதது. இதன் பொது வடிவமைப்பு இப்பல்லுறுப்பி மென்படலமாகவும் கட்டியமைக்கப்பட்ட திண்மப் பொருளாகவும் கிடைக்கிறது. பாலி இமைடு - அமிலம் பூசும் கரைசலாகவும் விற்கப்படுகிறது.



பாலி இமைடு 300°C வெப்பத்தில் மாதக் கணக்கிலும், 400°C வெப்பத்தில் சில மணி நேரத்திற்கும், 500°C மேற்பட்ட வெப்பத்தில் சில நிமிடங்களும் பயன்தரும் பண்புகளைத் தக்கவைத்து கொள்ளவல்லது.

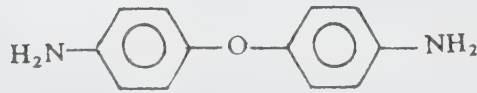
எ-டு: பைரோமெலிடிக் நீரிலியும், p, p' -டை அமினோ டைஃபீனைல் ஈதரும் டைமெத்தில் ஃபியூரான் கரைப்பானில் 50 °C இல் பல்லுறுப்பு கூடுதலால் உண்டாக்கும் மென்படல அமினோ அமிலத்தை 300 °C. வெப்பத்தில் நைட்ரஜன் வளிமச் சூழ்நிலையில் வறுக்கும்போது கரையாத மற்றும் உருகாத பல்லுறுப்பி உண்டாகிறது.

இது 425°C வரை வெப்பத்தைத் தாங்கவல்லது. ஆகையால் மின்சாரத் தொழிற்சாலைகளிலும், ஒளியை



பைரோமெலிடிக் நீரிலி

+ n



P, P' -டை அமினோ டைஃபீனைல் ஈதர்

DMF

கரைப்பான்

50 டி. செ. (பலபடி கூட்டல்)

மிஞ்சி வேகமாகச் செல்லும் விமானங்களிலும் மேற்பூச்சாகப் பயன்படுகிறது.

முற்றிலும் கரையக்கூடியது.

கட்டியுருவாக்கக்கூடியது.

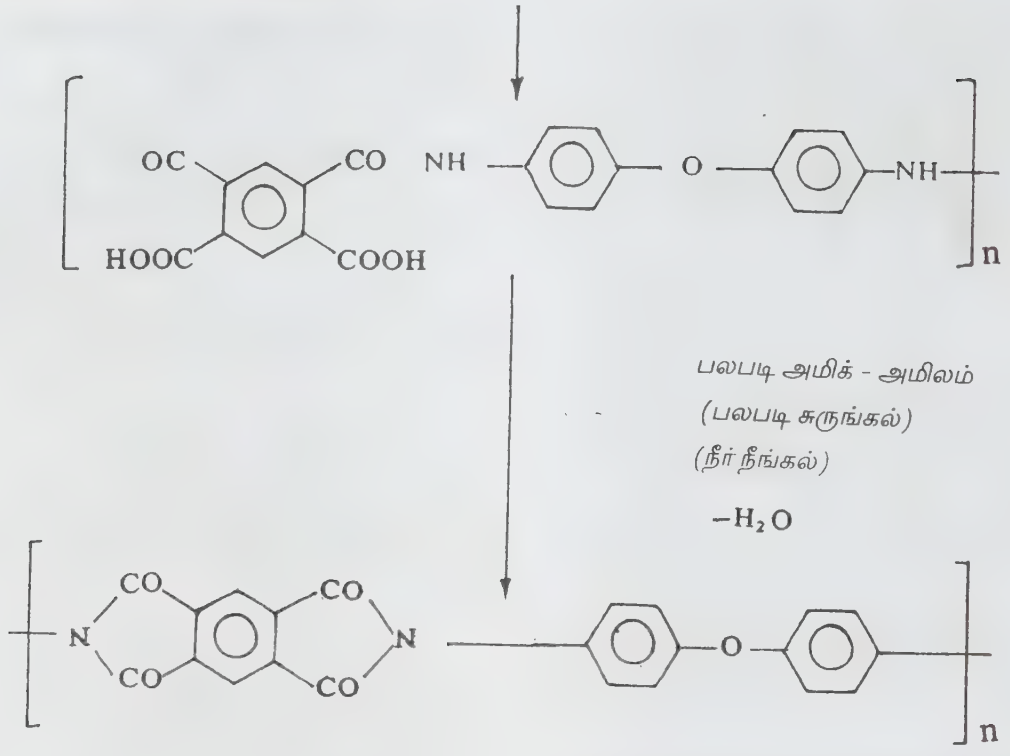
அதிக வெப்பத்தைத் தாங்கக்கூடியது.

இவ்விழைகள் 300 °Cக்கு மேல் உச்ச தொடர் பயன் தரும் வெப்ப உறுதி கொண்டுள்ளன. ஆனால் 500°C இலும் சிறிது உறுதி கொண்டுள்ளது.

பல்லுறுப்பு குனோலின். இந்த

பல்லுறுப்பிகளின் அரோமாட்டிக் மற்றும் வட்ட வளைய அமைப்புகளோடு கூடிய மிகுந்த இடைநிலை ஆற்றல்தான் இவற்றின் வெப்ப உறுதிநிலைக்கு முக்கிய காரணம்.

பல்லுறுப்பியின் புரியிழையில் முதன்மையாக சங்கிலி முறிவு ஏற்படுவதால்தான் பல்லுறுப்பு படியிறக்கம் ஏற்படுகிறது. ஆனால் இந்த முறுக்கிழைகள் குறுக்காக பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் ஏணி போன்ற அமைப்பு கிட்டுகிறது. இந்த அமைப்பில் ஓர் இழையில் பிளவு ஏற்பட்டாலும் குறுக்கு பிணைப்பு இருப்பதால் பல்லுறுப்பி உறுதியாக வைக்கப்படுகிறது. இம்மாதிரி அமைப்பு கொண்ட பல்லுறுப்பிகள் ஏணிப் பல்லுறுப்பிகள் எனப்படுகின்றன.

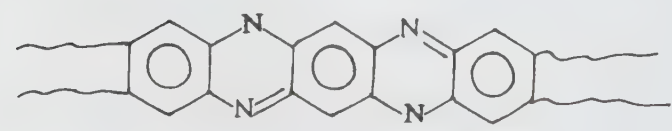
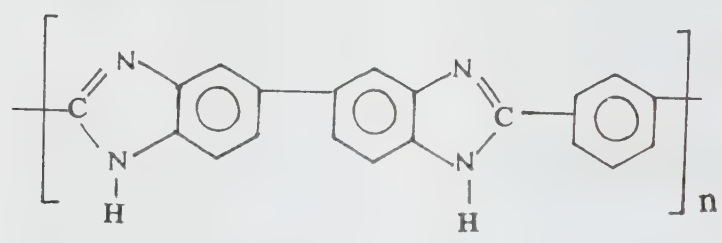


பலபடி அமிக் - அமிலம்
(பலபடி சுருங்கல்)
(நீர் நீங்கல்)

-H₂O

கரையாத உருகாத பலபடி இமைடு

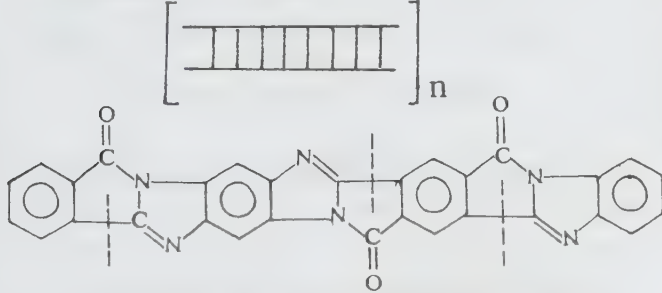
பலபடி பென்சிடீமீடஜோல்



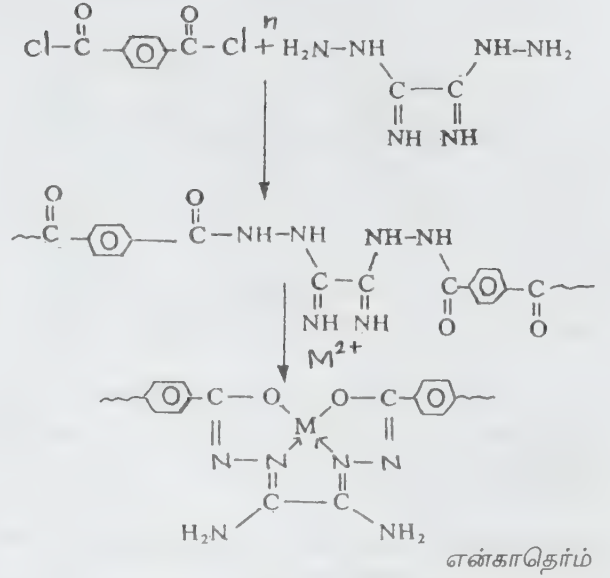
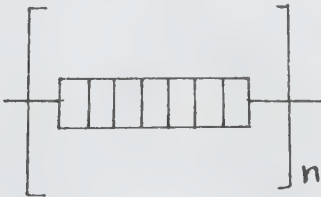
இந்த ஒற்றைப் பிணைப்பில் பிளவு ஏற்பட்டாலும் (புள்ளிக் கோடுகளால் குறித்ததுபோல்) சங்கிலியில் முழுத்துண்டிப்பு ஏற்படுவதில்லை.

இந்த ஏணிப் பல்லுறுப்பிகளின் வடிவமைப்பு செம்மையாக இருந்தால், ஒரே வளையத்தில் குறைந்தது இரண்டு பிணைப்புகளை முறித்தால்தான் இந்த பல்லுறுப்பியின் சங்கிலியை அறுக்க முடியும். எல்லா பிணைப்புகளும் சம திறத்துடனிருக்கும்போது ஒரு படியிறக்க முறையில் ஒற்றைச் சங்கிலி பல்லுறுப்பியை ஒற்றை முறிப்பால் உடைப்பதைவிட இது மிகவும் குறைந்த நிகழ்வதாகயிருக்கும். ஆகையால் ஏணிப் பல்லுறுப்பி மிக அதிகமான வெப்பத்தாங்கலுடையதாக இருக்க வேண்டும்.

மேலும் சில பல்லுறுப்பிகளின் மூலக்கூறுகளில் உருகிக்கலந்த வளையங்கள் ஒற்றைப் பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை பல்லுறுப்பி ஏணி என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

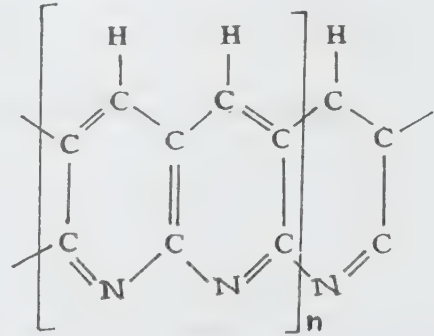


டெரஃப்தாலாயில் குளோரைடும் (terephthaloyl chloride), ஆக்சிமட்ரஜோனும் (oxamidrazone) சேர்ந்து என்காதெர்ம் (enkatherm) என்ற ஓர் இழையைத் தருகிறது. இதில் ஈந்து பிணைக்கும் குறுக்குப் பிணைப்பைக் கொண்ட பல்லுறுப்பியைக் கொடுக்கும் ஓர் இடுக்கியான உலோக அயனி (M^{2+}) உள்ளது. இந்தப் பல்லுறுப்பி $1000\text{ }^\circ\text{C}$ வரை உறுதியாக உள்ளதாகச் சொல்லப்படுகிறது.

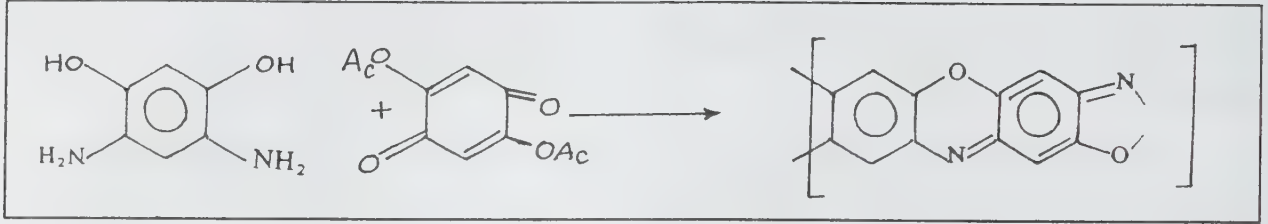


இந்த ஏணிப் பல்லுறுப்பிகளை சரி சமநிலைப்படுத்தல், கூரொலி கொண்ட இரட்டை இணைப்பு, ஒரே சமய வளையமாக்கல் மற்றும் ஆக்சிஜனை, பல்வினைக்கூறு சுருங்கல், பலபடி வேற்றணு வளைத்தல் மற்றும் வளையக் கூட்டல் ஆகிய வேதிவினைகள் மூலம் தயாரிக்கலாம்.

எ-டு: கருஓர்லான் (black orlon) என்னும் வேற்றணு வளையப் பல்லுறுப்பியை, பல்லுறுப்பு அக்ரிலோ நைட்ரலை $160\text{--}300\text{ }^\circ\text{C}$ வரை வெப்பத்தில் ஒரே சமய வளையமாக்கல் மற்றும் ஆக்சிஜனேற்றலால் உற்பத்தி செய்ய முடியும்.



இது ஊதும் தீச்சுடரில் சிவப்பாக ஒளிர்ந்தாலும் தன் அமைப்பை தக்கவைத்துக்



கொள்கிறது. பண்புகளை இழக்காமல் 700 - 800 °C வரையிலான வெப்பத்தையும் தாங்குகிறது.

எ-டு: அமினோஃபீனால் (aminophenol) ஒரு பதிலிடப்பட்ட குயினோன் (substituted quinone) வினைபுரிதல்.

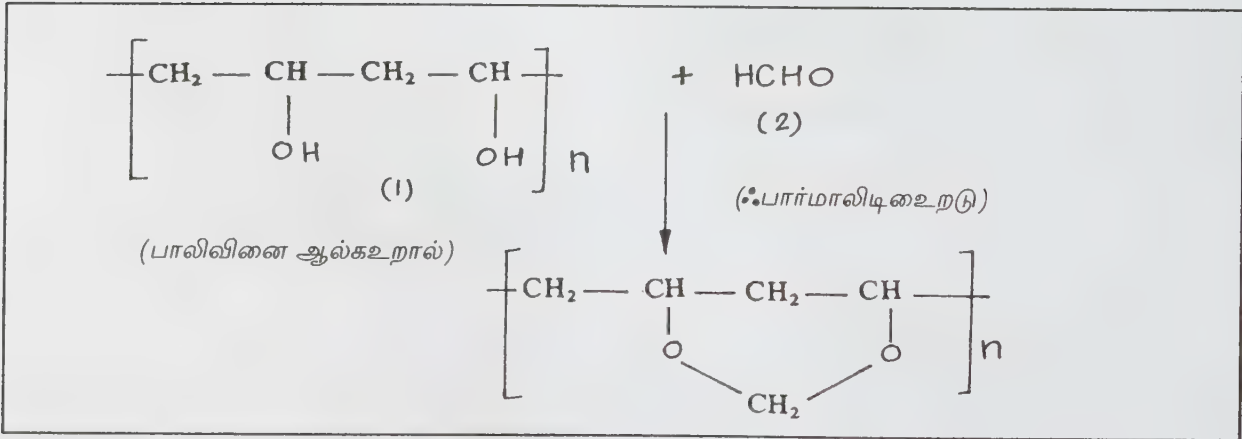
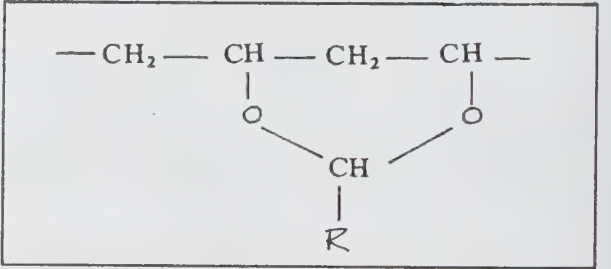
டீல்ஸ்-ஆல்டர் வினையைப் பயன்படுத்தியும் எளிய வளையக் கூட்டல் நிகழ்த்தலாம்.

மேலும் சில வேற்றணு வளைய பல்லுறுப்பிகள்.

1. பாலி வினைல்ஃபார்மல் (polyvinyl formal): பாலி வினைல் ஆல்கஹாலும் (1) ஃபார்மாலிடிஹைடும் (2) வேறு ஆல்டிஹைடும் சோடியம் சல்ஃபேட் மற்றும் கந்தக அமிலம் சேர்ந்த நீர்க்கரைசலில் வினைபுரிந்து இந்தப் பல்லுறுப்பிகளை உண்டாக்குகின்றன.

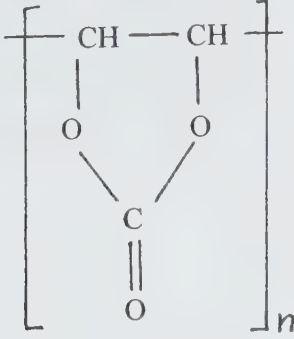
நீரில் கரையாத இழைகளாலானது, மிகுந்த நீரை உறிஞ்சும் தன்மை கொண்டது, அளவியலில் மிகச்சிறந்த உறுதியானது, எளிதில் அழுக்கு நீக்கி உலர்த்த முடியும், மேன்மையான உராய்வு தடுப்பும், குறிப்பிடத்தக்க உறுதியும் கொண்டது.

2. பாலி வினைல் அசெட்டால் எ-டு: பாலி வினைல் பியூட்டிரால் வடிவமைப்பு
R=CH₃-CH₂-CH₂-



இது சிதறாக் கண்ணாடி தயாரிப்பதில் சிறந்த பிணைக்கும் பசையாகப் பயன்படுகிறது.

3. பாலி வினைல் கார்போனேட்

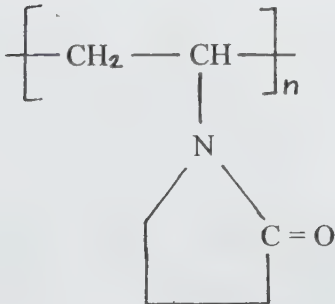


வினைல் கார்போனேட், ஒரு பெராக்சைடு (peroxide) அல்லது ஓர் அலோ கூட்டுப்பொருள் (azo compound) முன்னிலையில் பல்லுறுப்பாதலினால் இந்தப் பல்லுறுப்பி உண்டாகிறது. இது 200 °Cஇல் உருகக்கூடியது. மிகவும் உறுதிவாய்ந்த இழைகள் தயாரிப்பில் இது பயன்படுகிறது.

4. பாலி வினைல் கார்பலோல்

இந்தப் பல்லுறுப்பி -வினைல் கார்பலோலிலிருந்து (N-vinyl carbazole) தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்தப் பல்லுறுப்பாக்கலில் பென்சாயில் பெராக்சைடு தொடக்குவிப்பானாகப் பயன்படுகிறது. அநேக விரிய வேதிப்பொருள்களுடன் வினைபுரிவதில்லை. ஆகையால் கல்நார் மற்றும் மைகா போன்ற பொருட்களுக்குப் பதிலியாக உள்ளது.

5. பாலி வினைல் பிரலிடோன்

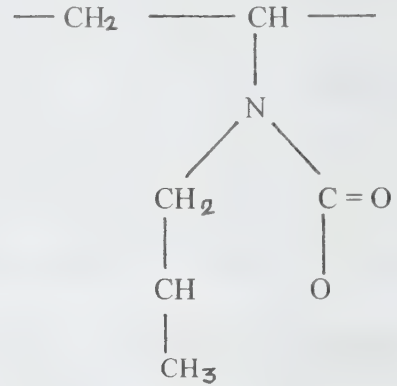


இது N-வினைல் பிரலிடோனிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.

இது இரத்த பிளாஸ்மா (plasma) போன்ற உயிர்க் காக்கும் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இதன் 3.5 சதவிகிதக் கரைசல் இரத்த பிளாஸ்மாவுக்கு பதிலாகப் பயன்படுகிறது. இக்கரைசல் நீண்ட நேரத்திற்கு உறுதியாக இருக்கவல்லது. இரத்தத் தொகுதி வேறுபாடின்றி நோயாளிகளுக்குக் கொடுக்கலாம்.

மேலும் இந்தப் பல்லுறுப்பி பல மூலச் சாயங்களுக்கு சேர்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. இதனால் சாயங்களின் நிறங்கள் செறிவடைகின்றன.

6. பாலி வினைல் ஆக்சலோலிடோன்



இது N-வினைல்-5-மெத்தில்-2-ஆக்சிலோலிடோன் என்னும் ஒருருப்பியிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. பல கனிம மற்றும் கரிம வேதிப்பொருள்களுக்குப் பல்கூட்டுத் தொகுதியாக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

7. மெலமைன்ரெசின்

மெலமைனும், ஃபார்மாலிட்ஹைடும் இணைந்து பல்லுறுப்பி குறுக்கமடைவதால் இப்பல்லுறுப்பி கிடைக்கிறது.

மூவ்வளவை வலையமைப்பு (three dimensional network): பல கரைப்பான்களில் கரையாதது. மெல்லிய அலங்காரத் தகடுகளைச் செய்யவும் பொன்வண்ண மெருகெண்ணெய் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. வெப்ப மற்றும் ஈர எதிர்ப்பு

கொண்டது. அதிக கடினத்தன்மையும் உள்ளது.

தடையத்தில் பயன்படும்.

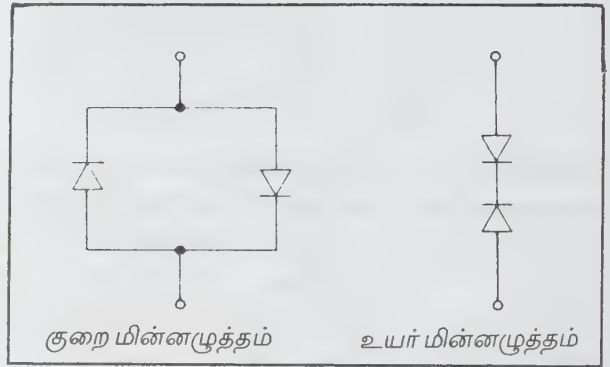
ஆர். சென்னகேசவன்

துணைநூல்கள். Sybil Parker (Edr), McGraw-Hill Encyclopaedia of Science and Technology, McGraw-Hill Book Company, NewYork, 1984.

ஒரு திருத்தி காப்பிடப்படுவதைப் பொறுத்து அது குறை மின்னழுத்த வேறுபடு தடையமாகவோ உயர் மின்னழுத்த வேறுபடு தடையமாகவோ பயன்படும். திருத்தி முன்னோக்கிச் சார்பிடப்பட்டிருந்தால் குறை மின்னழுத்த வேறுபடு தடையமாகவும், பின்னோக்கிச் சார்பிடப்பட்டிருந்தால் உயர்-மின்னழுத்த வேறுபடு தடையமாகவும் பயன்படும்.

வேறுபடு தடையம்

நேரியலற்ற மின்னழுத்த-மின்னோட்டச் சிறப்பியல்பைக் கொண்ட எந்த ஓர் இருமுனைத் திண்மநிலைக் கருவியும் வேறுபடு தடையம் ஆகும். இந்நேரியலற்ற விளைவு, மின்னோட்ட மின்னழுத்தச் சிறப்பியல்பின் ஒரு பகுதியிலோ முழுவதுமோ நிகழும் மின்னோட்டத்தை I எனவும், மின்னழுத்தத்தை V எனவும் கொண்டால் எனக் குறிப்பிடலாம். இதில் இன் மதிப்பு வேறுபடு தடையத்தின் வகைக்கு ஏற்றவாறு 3-35 வரை வேறுபடும். உயர்மின்னழுத்த அலையெழுச்சி களிலிருந்து மின் மற்றும் மின்னணுக் கருவிகளைக் காக்க வேறுபடு தடையங்கள் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன. (காண்க. மின் காப்புக் கருவிகள்).



சமச்சீர் திருத்தி வேறுபடு தடையங்கள்

எதிரெதிர் முனைகளில் இணைக்கப்பட்ட இரு திருத்திகளைப் பயன்படுத்திச் சமச்சீர் திருத்தி வேறுபடு தடையங்களை உண்டாக்கலாம். குறை-மின்னழுத்த இயக்கத்திற்கு இணையாகவும் இணைக்கப்படும். உயர் மின்னழுத்த குறை கடத்தி வேறுபடு தடையத்திற்கு இன் மதிப்பு ஏறக்குறைய 35 என இருக்கும். இவை சில வோல்ட்களிலிருந்து பல நூறு வோல்ட்களில் ஏதேனும் ஒரு மதிப்புடையவையாக வடிவமைக்கப்படுகின்றன. (காண்க: குறை கடத்தித் திருத்தி).

திண்மநிலை விரவு உத்திகளால் சிலிக்கான் திருத்திகள் கட்டமைக்கப்படுகின்றன. வகைத் சிலிக்கானாலான ஒரு மெல்லிய தட்டு உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு நீர்த்த - வகை மாசைக் கொண்ட ஒரு வளிம வளிமண்டலத்திற்கு உட்படுத்தப்படும். வகை மாசின் சில அணுக்கள் சிலிக்கான் அணுக்களை அகற்றிச் சிலிக்கான் பரப்பில் விரவும். இவ்வாறு ஒரு சந்தி உண்டாகும் மற்றும் வகைப் பகுதிகளில் முலாம் பூசுதலினாலோ

வேறுபடு தடையங்கள் பல வகைப்படும்.

சிலிக்கான் கார்பைடு துகள்களின் ஒரு சிட்டங்கட்டப்பட்ட தொகுப்பைக் கொண்டு ஒரு வகை வேறுபடு தடையத்தை உண்டாக்கலாம். இம்முறையில் ஒவ்வொரு முனையிலும் மின்முனைகள் காணப்படும். இவ்வகைத் தடையங்களுக்கு 3-7 வரை இருக்கும். இடிதாங்கி போன்ற மீவுயர் ஆற்றல் மட்டப் பயன்பாடுகளுக்கு இக்கருவிகள் ஏற்றவை. (காண்க. மின்னல் மற்றும் அலையெழுச்சிக் காப்பு).

பிறிதொரு வகை உலோக-ஆக்சைடு வேறுபடு தடையம்.

துத்தநாக ஆக்சைடு மணிகள் துகள்களுக்கிடப்பட்ட படிகமில்லா அணைவுச் சேர்மப் பொருள் இவற்றின் கலவையான மட்பாண்டப் பொருள் போன்றவற்றால் உண்டாக்கப்படும். மிகு தடை கொண்ட சந்தி அல்லது ஸ்காட்சித் தடுப்பான் போன்ற ஏதேனும் ஒரு குறைகடத்தித் திருத்தி வேறுபாடு

ஆவியாதலினாலோ உலோக மின்முனைகள் பொருத்தப்படும்.

வேறுபடு தடையங்கள் பண்பேற்றி களாகவும், மின்னழுத்தக் கட்டுப்படுத்திகளாகவும், மின்னழுத்த உயர்த்திகளாகவும், மின்னழுத்தக் காப்பிகளாகவும் அலையெழுச்சி ஒடுக்கிகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி

இது தானியங்கி ஊர்திகளில் உயிர் அச்சுக்களுக்கிடையே பொருத்தப்படும் அமைப்பாகும். இச்சுழலி ஊர்திகள் வளைவு பாதையில் செல்லும்போது உள்சக்கரத்தைவிட வெளிச் சக்கரம் அதிக வேகத்துடன் சுழல அனுமதிக்கிறது.

நோக்கமும் தேவையும். ஓர் ஊர்தி வளைவுப் பாதையில் வளைந்து செல்ல முற்படும்போது அத்திருப்பத்திற்கு ஒரு கற்பனை மையப் புள்ளியிலிருந்து ஆரத்தை வரைந்தால் ஊர்தியின் உள் சக்கரத்தைவிட வெளிச் சக்கரம் அதிக ஆரத்துடன் இருப்பதால் உள் சக்கரத்தைவிட வெளிச்சக்கரம் அதிகச் சுற்றளவு கடக்க வேண்டியிருக்கும். அதனால் வெளிச் சக்கரம் உள் சக்கரத்தைவிட அதிக வேகத்துடன் சுழல வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். ஒரே நேரத்தில் இரு வேறுபட்ட சுழற்சி வகைகளுக்கு அச்சினை உட்படுத்த, வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி (differential) பொருத்தப்படுகின்றன.

வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலிகள் பொதுவாக மூன்று வகைப்படும். 1. வழக்கிலுள்ள முறை, 2. நழுவற்ற முறை, 3. இரட்டை வேக குறைப்பு முறை.

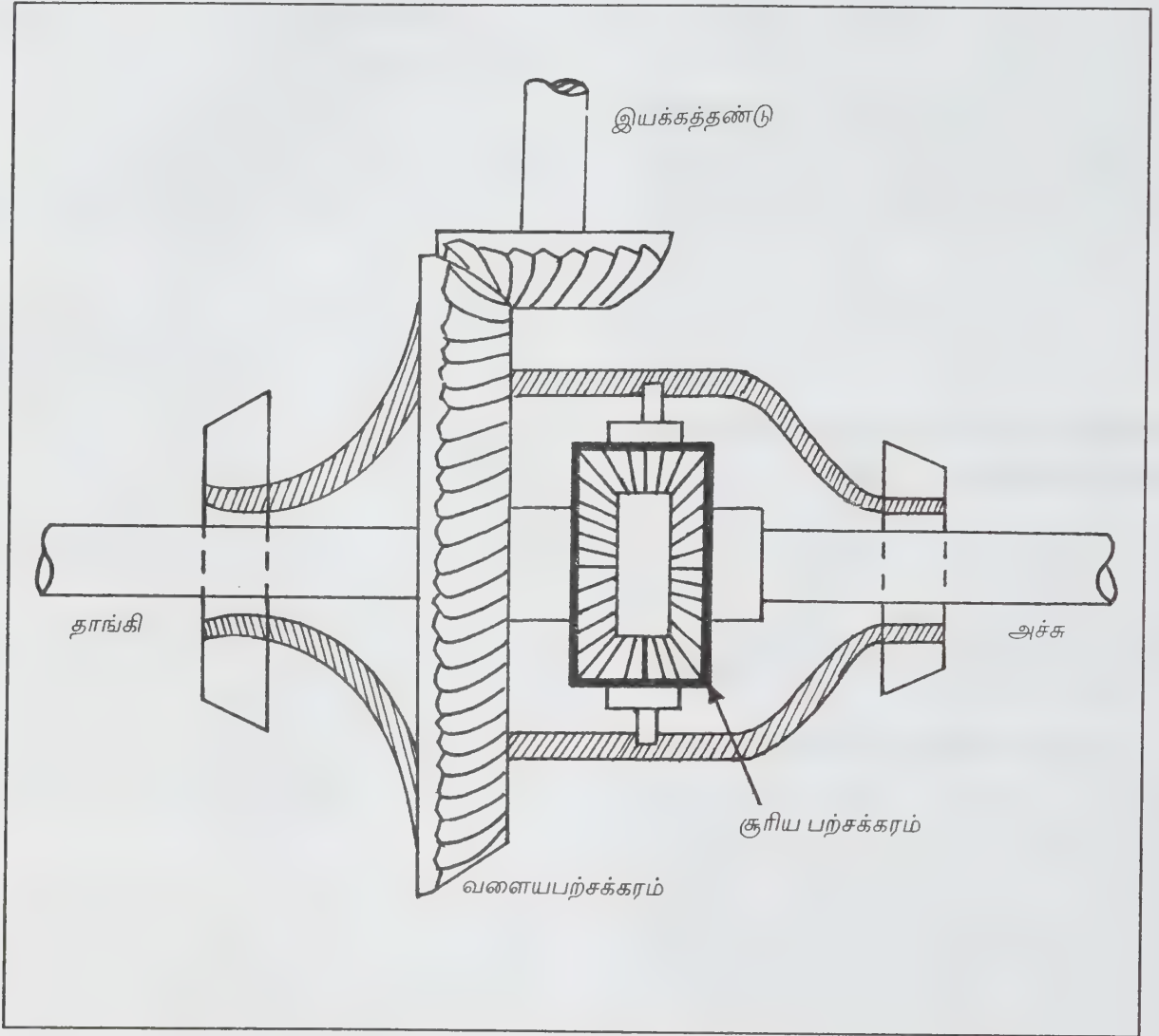
மேற்கண்ட மூன்றும் ஒரே முறையில்தான் இயங்குகின்றன. எனினும் அமைப்பில் அவை ஒன்றுக்கொன்று அவை சிறிது மாறுபடுகின்றன.

அமைப்பு. வேறுபாட்டு அமைப்பு சுழலியில் பற்சக்கரங்கள் ஒரு வேறுபாட்டமைப்புக் கூண்டினுள் அமைந்திருக்கும். வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலியின் இரண்டு பற்சக்கரங்கள் பொதுவாக இரண்டு பற்சக்கரங்களையும் இரண்டு நட்சத்திரப் பற்சக்கரங்களையும் கொண்டிருக்கும். அவை சாய் பற்சக்கரங்களையும் கொண்டு பக்கவாட்டில் ஒன்றோடொன்று செங்கோண வடிவில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் ஒரு பற்சக்கரம் சுழலும்போது மற்றொன்றும் அதனோடு இணைந்து சுற்ற ஏதுவாகின்றது. நட்சத்திரப் பற்சக்கரங்கள் கூண்டினுள் தன்னச்சில் தானாக சுற்றும்படி இயக்க அச்சினால் தாங்கப்பட்டிருக்கும். நான்கு பற்சக்கரங்களும் எப்போதும் இணைக்கப்பட்டே இருக்கும். சூரிய பற்சக்கரங்களுடன் அச்சுகள் இணைக்கப்பட்டு அவை கூண்டினுள் சுதந்திரமாக சுற்றும்படியும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்த வேறுபாட்டு சுழலி அமைப்பானை கூண்டின் இருபுறமுள்ள சாய் உருள் தாங்கிகளால், தாங்கப்பட்டிருக்கும். ஊர்தியில் பொருத்தப்படும்போது வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி அமைப்பு முழுவதுமே சாய் சுழல் தாங்கிகளில் வெளிச்சுற்றுப் புறத்தில் சுற்றும் அச்சினால் தாங்கப்பட்டிருக்கும்.

தன் தளத்திற்கு செங்குத்தான பல் வரிசை உள்ள பற்சக்கரமான வளை பற்சக்கரத்துடன் வேறுபாட்டு அமைப்பு சுழலி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். வளைப் பற்சக்கரத்திற்கு விசை திருகு பற்சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள உந்து தண்டினால் செலுத்தப்படுகின்றன.

சூரிய பற்சக்கரங்கள் இரண்டும் எதிரெதிராக வளைப் பற்சக்கரத்திற்கு இணையாக ஒரே நேர்க் கோட்டில் வேறுபாட்டு அமைப்புக் கூண்டினுள் இருக்கும். ஊர்தியின் சக்கர அச்சுகள் சூரிய பற்சக்கரங்களுடன் சூழல் வரிப்பள்ளம் வழியாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவையே வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலியின் அமைப்பாகும்.

இயக்கம். ஊர்தி நேரான பாதையில் செல்லும்போது இரண்டு சக்கரங்களுக்கும் ஏற்படுகின்ற உராய்வு மற்றும் தடைகள்



வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி

சமமானதாகவே இருக்கும். அதனால் வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலியின் பற்சக்கரங்களில் எந்தவித இயக்க விகிதமும் இருக்காது. வேறுபாட்டுச் சுழலி அமைப்பு உள்ளிட்ட அனைத்து இயக்கங்களும் ஒரே எந்திரம் போல் செயல்பட்டு பகுதித் தண்டுகள் ஒரே வேகத்தில் சுழலும். மேற்கண்ட இயக்க முறை நேரான சீரான சாலையோட்டத்திற்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

ஊர்தி சாலையில் திருப்பத்திற்காக முன் சக்கரங்கள் திருப்பப்படுகின்றபோது ஒரு பின்னு விசை உள் சக்கரங்களில் ஏற்படுவதை உணரலாம். ஏனெனில்

உள் சக்கரங்களே மையப் புள்ளிக்கு மிக அருகாமையில் உள்ளதால் குறைந்த சுற்றளவை கடக்க வேண்டிய நிலையில் அவற்றில் அதிகப் பின்னு விசை செயல்படுகின்றன.

உள்சக்கரங்களின் பகுதியிலுள்ள வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலியின் சூரிய பற்சக்கரமானது பின்னுவிசையினால் ஏற்படக்கூடிய இயக்க விகிதத்தினால் பாதிக்கப்பட்டு வேகம் குறைக்கப்படுகிறது. சாலையில் ஊர்தி நேராக செல்லுகையில் விசை பகுதித் தண்டுகள் இரண்டிற்கும்

சமமாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் திருப்பத்தின்போது உள் சக்கரங்களில் ஏற்படுகின்ற பின்னுவிசை, அதனால் ஏற்படுகின்ற வேக குறைப்பு முதலியவற்றால் வேறுபாட்டு அமைப்பு சுழலியின் உள்ள மற்ற பற்சக்கரங்கள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. அவை எந்தவித தடையுமின்றி அதிக வேகத்துடன் சுற்றுகின்றன. வெளிப்புறச் சக்கரம் அதிகமான வேகத்துடன் சுழல்வதால் அதிக அளவுள்ள சுற்றளவை அதி விரைவாகவும், சீராகவும் இணையாகவும் கடந்து ஊர்தியின் சக்கரங்களுக்கு எவ்வித பாதிப்பையும் ஏற்படுத்தாமல் திருப்பத்தைக் கடக்கின்றன. வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலியினால் உள் சக்கரத்தைவிட வெளிச் சக்கரம் அதிக வேகத்தில் சுற்றுவது மேற்கண்ட முறையினால் ஏதுவாகிறது. வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி வாகனத்தின் இயக்க அச்சில் அதாவது பின் அச்சுகளில் பொருத்தப்படுகின்றன. ஒரு சில வாகனங்களில் முன்னச்சிலும் பொருத்தப்படுவதுண்டு.

நழுவற்ற முறை. வழக்கிலுள்ள முறையை போலவே இம்முறையிலும் அனைத்து இயக்கங்களும் அதே முறையிலேயே இயங்குகின்றன. வழக்கிலுள்ள முறையில் உள்ள வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி அதன் இரு பகுதித் தண்டுகளுக்கும் ஒரே அளவான முறுக்கு விசையை அளிக்கிறது. ஒரு சக்கரம், சேற்றிலோ பனிக்கட்டியிலோ, சகதியிலோ மாட்டிக்கொண்டால் அச்சக்கரம் வழக்கப்பட்டு எந்திரத்தின் விசை முழுவதும் அந்தச் சக்கரத்திற்கே சென்றுவிடுகிறது. அச்சக்கரம் வழக்கப்பட்டதால் ஊர்தி நகராமல் அங்கேயே நின்றுவிடுகிறது. இந்தச் சிக்கலைத் தவிர்ப்பதற்காக தற்போதைய ஊர்திகளில் நழுவற்ற முறை வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இம்முறையில் ஈர் அடுக்குகளில் ஓட்ட நிறுத்தத் தகடுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மேலும் இம்முறையில் சிறு பற்சக்கரத்தின் தண்டுகளின் முனைகள் வேறுபாட்டு அமைப்புச் சுழலி கூண்டினுள் உள்ள வெட்டுவரிப் பள்ளத்தின் உள்ளே நகரும்படி பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

இரட்டை வேக குறைப்பு முறை. இவ்வமைப்பில் பொறிக்கும், இயக்கச் சக்கரங்களுக்கும் இடையே ஏற்கனவே உள்ள வேகக்

குறைப்பிற்கும் அதிகமான ஒரு விகிதம் அளிக்கப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பு களரக ஊர்திகளில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பில் உள்ள ஒரு வளைப் பற்சக்கரம் சிறு பற்சக்கரத்துடன் தொடர்புக்குள்ளாகின்றன. வளைப் பற்சக்கரம் ஒரு நேர் உருளையில் பொருத்தப்பட்டு வேகக் குறைப்பு அமைப்பிற்கு இயக்கம் செலுத்தப்படுகின்றன.

வெ. ஸ்ரீதர்

வேறுபாட்டு பகுப்பாய்வு

புள்ளியியல் துறையில் உள்ள சிறந்த சக்தி வாய்ந்த பகுப்பாய்வு முறைகளில் ஒன்று இந்த வேறுபாட்டு பகுப்பாய்வு முறையும் ஆகும். இந்த முறையை நமக்கு தொகுத்து அளித்தவர் புள்ளியியலின் தந்தை எனப் போற்றப்படும் ஃபிஷர் ஆவார்.

இரண்டு மாதிரிகளின் சராசரிகளை ஒப்பிட t-பரவல் பயன்படுகிறது. ஆனால் இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட மாதிரிகள் கொடுக்கப்படுமேயானால் அவற்றின் சராசரியை ஒப்பிட t-பரவலை பயன்படுத்த இயலாது. இவ்வாறு இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட மாதிரிகள் கொடுக்கப்படும்பொழுது வேறுபாட்டு பகுப்பாய்வை பயன்படுத்தி மாதிரிகளை ஒரே சமயத்தில் ஒப்பிட பயன்படும் புள்ளியியல் முறையே வேறுபாட்டுப் பகுப்பாய்வு ஆகும்.

எ-டு: நான்கு வகை உரங்கள் நான்கு வயல்களில் பாத்திகளில் உள்ள பயிர்களுக்கு இடப்பட்டால் அவற்றின் விளைச்சல் அளவுகள் நான்கிலும் ஒரே அளவாக உள்ளனவா உரத்திற்கு தகுந்தாற்போல் வேறுபாட்டு உள்ளனவா என்று அறிந்துகொள்ள வேறுபாட்டு பகுப்பாய்வு முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

வேறுபாட்டுப் பகுப்பாய்வு என்பது நாம் சேகரித்த புள்ளி விவரங்களில் உள்ள மொத்த வேறுபாட்டை இயற்கையிலேயே அமையப்பெற்ற

வேறுபாடு எனவும், குறைக்கப்படக்கூடிய வேறுபாடு எனவும் இரண்டாகப் பிரித்து அவற்றை பகுப்பாய்வது ஆகும். இந்தப் பகுப்பாய்வு முறைக்கு நமக்கு பெரிதும் உதவுவது f- பரவல் ஆகும்.

மேலும் இந்த வேறுபாடு பகுப்பாய்வு மூலம் மாறிகளின் தொடர்புப் போக்குக் கோடு ஒரே தன்மை வாய்ந்ததாக உள்ளதா என்று அறியவும் மற்றும் உடன் தொடர்பு விகிதம் ஒரே அளவாக உள்ளதா என்று அறியவும் பயன்படுகிறது.

அமல்ராஜ் ஜான் வில்லியம் ஃபெலிக்ஸ்

வைட்டமின்

வைட்டமின் என்பது உடலுக்குக் குறைவான அளவு தேவைப்படுவதும் கரிமமூலக் கூறுகளால் ஆனதும் நம் உடல் செயல்பாட்டுக்குத் தேவையானதுமான பொருள், நாம் உட்கொள்ளும் உணவுகளில் உள்ளவை. இவற்றின் குறைவு உடலின் பல நோய்களுக்குக் காரணமாக அமைகின்றன.

வகைப்படுத்தல். வைட்டமின்களின் கரையும் திறனை பொறுத்து இவற்றை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

- அவை 1. நீரில் கரைபவை, 2. கொழுப்பில் கரைபவை.
1. எ-டு: வைட்டமின் பி1, பி2, பி6, பி12, சி
2. எ-டு: வைட்டமின் டி, வைட்டமின் ஏ, இ, கே.

வைட்டமின் ஏ (ரெட்டினால்). இது சிக்கலான முதன்மை ஆல்கஹால் ஆகும். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு மற்றும் அனோனான் வளையம் ஒன்று உள்ளது. காரோட்டின்கள் வைட்டமின் ஏ உருவாக தேவையான முதன்மை பொருளாகும். திசுக்கள், குடல், கல்லீரல் முதலியவற்றில் உள்ள கரோட்டின் என்ற பொருள் வைட்டமின் ஏ ஆக மாற்றப்படுகிறது.

வைட்டமின் ஏ, பி-கரோட்டின் முதலியவற்றின் அமைப்புக் கீழ்க்கண்டவாறு அமைந்துள்ளன.

வைட்டமின் ஏ கொழுப்பு எண்ணெய் கொழுப்பு நீர்மங்களில் கரையும் திறன் கொண்டது. எ-டு: குளோரோஃபாம், புறஊதாகதிர்கள் இந்த வைட்டமினை அழிக்கும் தன்மை உடையது வைட்டமின் ஏ 324 வரிசையில் ஒளியை இழக்கும் தன்மை உடையது.

தோற்றம். மீன் கல்லீரல் எண்ணெய், சுராமீன் கல்லீரலில் இருந்து பெறப்படும் எண்ணெய்களில் வைட்டமின் ஏ மிகுதியாக உள்ளது. விலங்குகள், திசுக்கள், முட்டையின் மஞ்சட்கரு, வெண்ணெய், தயிர் முதலியவற்றிலிருந்தும் இவை பெறப்படுகின்றன. காரட், பச்சைகாய்கறி, பட்டாணி முதலியவற்றில் வைட்டமின் ஏ தோன்ற காரணமான பி-கரோட்டின் உள்ளது. இவற்றில் உள்ள மிகுந்த சக்தி வாய்ந்த பி கரோட்டின் எளிதாக வைட்டமின் ஏ-ஆக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு உருவான வைட்டமின் ஏ உடலில் உட்கொள்ள பித்தநீர், கொழுப்பு முதலியன குடலில் அவசியம் இருத்தல் வேண்டும்.

உறுப்பு அமைப்பியலில் வைட்டமின் ஏ-இன் பங்கு. வைட்டமின் ஏ கண் பார்வைக்கு மிகவும் அவசியமாகும். கண் பார்வை ஒளி தூண்டுதலால் ஏற்படும் சக்தி, பார்வை நரம்புகளால் பார்வை மண்டலத்திற்கு கடத்தப்படுவதால் உருவாகிறது. இந்த ஒளியை கடத்த முதலில் தேவையான ஒளியை ஏற்றுக்கொள்ளும் நரம்புகள் கண் பாவையில் உள்ளன. இவை இரு வடிவங்களில் உள்ளன. அவை கண்ணில் உள்ள (1) குச்சி வடிவம், (2) கூம்பு வடிவம். குச்சி வடிவில் இருப்பவை குறைவான ஒளியில் பார்க்கவும், (இரவில்) கூம்பு வடிவம் உடையது அதிக ஒளியில் பார்க்கவும் (பகலில்) உதவுகின்றன.

நிறத்தை உணரும் பண்பு. பாவையில் உள்ள குச்சி வடிவ ஒளியை ஏற்றுக்கொள்ளும் நரம்பு பகுதியில் 3 வகையான நிறமி பொருள்கள் உள்ளன. இவை நிறத்தை உணர பயன்படுகின்றன. அவை பின் வருமாறு: (1) சையனோப்ஸின், இடோப்ஸின் பொர்வைரோப்ஸின் பாவையில் விழும் ஒளியின் நிறத்திற்கு ஏற்ப மேற்குறிப்பிட்ட ஏதேனும் ஒரு நிறமி சலவை செய்யப்படுகிறது. அப்போது ஏற்படும் நரம்பு அதிர்வுகள் மூளையில் நிறங்களாக

பிரிக்கப்படுகின்றது. பெர்பைரோபஸின் சிவப்பு நிறத்திற்கும், நீலம் மற்றும் பச்சை நிறத்திற்கு மற்ற இரு நிறமிகளும் பயன்படுகின்றன. இவை மூன்றும் குறையும்போது நிறக்குருடு ஏற்படுகின்றது. வைட்டமின் ஏ டிரையோஸ், லாக்டேட் அசெட்டேட், கிளிசரால் போன்றவற்றிலிருந்து குளுக்கோஸ் தயாரிக்க உதவுகிறது. எனவே, வைட்டமின் ஏ குறைவால் பிற பொருள்களில் இருந்து குளுக்கோஸ் தயாரிக்கும் வினை தடுக்கப்படுகின்றது. இவை ஆண்ட்ரோஜன் உருவாவதை தடுக்கின்றன. வைட்டமின் ஏ குறை கெரட்டோமலேசியா என்ற நோயை உருவாக்குகின்றது. இதில் தோல் சற்று தடித்துவிடும். எனவே, சுவாச குழாயின் உள்பகுதி வறண்டு போய்விடும். வைட்டமின் ஏ குறைவோ (அ) அதிகமோ ஆக்ஸிமேட்டிவ் பாஸ்பரஸ் ஏற்றத்தைச் சரிவர கவனிக்காது. இதன் குறைவால் இளைஞர்களுக்கு வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும் இதற்கு காரணம் கொல்லாஜன் என்ற திசு பாதிக்கப்படுவதே ஆகும். 2. மாலைக்கண் நோய். இது ரொடாபஸின் மீண்டுதயாரித்தல் குறைவால் ஏற்படுவது. 3. கண்களில் வறட்சி ஏற்படுதல். இவை கண்ணில் சுரக்கும் நீர் குறைவதால் ஏற்படுவது, 4. கண் இமை பாதிக்கப்படுதல் (கெரட்டோமலேசியா), 5. மயிர்கண்களை சுற்றி கொப்புளம் தோன்றல், 6. இனப்பெருக்கத்தில் இடையூறு, 7. பற்களை சுற்றி உருவாகும் எனாமல் உருவாவதைக் குறைக்கின்றன.

தேவையான அளவு. வளரும் வயதிலும் பருவத்திலும் தினமும் சராசரியாக 5000 வைட்டமின் ஏ நம் உடலுக்குத் தேவை. கருவுற்ற, பாலூட்டும் தாய்மார்களுக்கு இந்தத் தேவை 6000- 8000 வரை அளிக்கப்படவேண்டும்.

இந்த வைட்டமின் அதிக அளவில் எடுத்துக்கொள்வதால் மூட்டுவலி, நீண்ட எலும்புகள் தடிப்புறுதல், முடி உதிர்ந்தல் போன்றவை ஏற்படும்.

வைட்டமின் டி. தோற்றம். இவை விலங்கு கொழுப்பிலும், மீன்களின் கல்லீரலிலிருந்து பெறப்படும் எண்ணெய் மீது புறஊதா கதிர்வீச்சு படும்போதும் உருவாகின்றன. இவற்றின் குறைவால் ரிக்கெட்சியா எனும் நோய் உருவாகின்றது. விலங்கிலிருந்து பெறப்படுவது கோலிகால்சிஃபெரஸ்

எனப்படுகின்றது. இது வைட்டமின் டி 1 ஆகும்.

செயற்கைமுறையில் எர்கோஸ்டீரால் மீது கதிர்வீச்சு ஏற்படுத்துவதால் இது உருவாகிறது. இந்த வைட்டமின் உடலில் உள்ள கொலஸ்டீராலில் இருந்தும் உருவாகிறது.

எர்கோஸ்டீரால் கோலிகால்சிபரால் இவற்றினால் உடலில் ஏற்படும் பயன். இவை எலும்பில் உருவாகும் கால்சியம், பாஸ்பரஸ் போன்றவற்றை கட்டுப்படுத்தும் பணியில் மிக அவசியமாகும். இவை கால்சியம், பாஸ்பரஸ் உட்கொள்வதை அதிகப்படுத்துகின்றன. இதனால் எலும்பில் படியும் கால்சியம் அதிகமாகின்றது. இவ்வைட்டமின் குறைவால் ரிக்கெட்சியா, ஈஸ்டோமலேசியா போன்ற நோய்கள் ஏற்படும். முதலாவதில் எலும்புகள் எளிதில் வளையும் தன்மை உடையதாகவும், மூட்டுகளில் மணி போன்ற வீக்கமும் ஏற்படும். இதனால் இந்த நோய் உடையவர்கள் எலும்பு சாதாரணமான எலும்பைவிட வேறுபட்டு இருக்கும்.

வளரும் வயதில் சாதாரணமாக இரத்தத்தில் கால்சியம், பாஸ்பரஸ் பெருக்குத் தொகை சுமார் 50 முதல் 60 வரையும், குழந்தை பருவத்தில் 30 முதல் 40 வரையும் இருக்கும். ஈஸ்டோமலேசியா எனப்படும் நோய் தோன்றும்போது இழந்த விகிதம் 30க்கும் குறைவாகிவிடும். எனவே இரத்தத்தில் உள்ள சீரத்தில் கால்சியம் அளவு குறைகிறது.

தேவையான அளவு. குழந்தைகளுக்கு தினமும் 600 - 800 அளவும் அளிக்கப்படவேண்டும். தேவைக்கு அதிகமாக எடுத்துக்கொள்வதால், வாந்திவருதல், பசியின்மை, செரிமான கோளாறுகள், ஏற்பட வாய்ப்புகள் உண்டு.

வைட்டமின் இ (டோக்கோபிரால்). (மலட்டுத்தன்மைக்கான வைட்டமின்). இயற்கையில் கிடைக்கும் வைட்டமின் (ஆல்பா, பீட்டா, காமா) என்ற மூன்று வகையில் உள்ளது. இவை மூன்றில் வகை மிகவும் சக்தி கொண்டதாகும். இதன் தோற்றத்தில் குரோமோன் வளையமும், 4 மெத்தில் பகுதியும் உள்ளது. மேலும் ஒரு ஃபீனைல் தொகுதியும்,

தேலைல் தொகுதியும் உள்ளன. டோக்கோபீரல்களில் ஒரு மெத்திலின் பகுதி குறைவாக உள்ளது. இவை அமிலங்கள், காரங்கள், சூடுபடுத்துதல் முதலியனவற்றில் எந்த மாற்றமும் அடையாது. இவை புறஊதா கதிர்வீச்சால் அழிவடைகின்றன. இவை எண்ணெய் போன்ற நீர்மமாகும். நீரில் கரையா. இவை பருத்தி கொட்டை எண்ணெயில் மிகுதியாக உள்ளன. காய்கறிகளில் இருந்து பெறப்படும் எண்ணெய் வகைகள் மிகுதியாக உள்ளன. இவை விலங்குகளின் கொழுப்பு, மீன், முட்டை, இறைச்சி முதலியவற்றிலும் உள்ளன.

இந்த வைட்டமின் மலட்டுத்தன்மையை நீக்க பயன்படுகிறது. கருவை சுற்றியுள்ள எண்டோலியம், எக்டோலியம், மீசோலியம் என்ற மூன்று தடுப்புகளையும் பாதுகாக்கிறது. அது மட்டுமின்றி தசையில் கிரியாட்டின் என்ற பொருளை சேமிக்க இது அவசியமாகும்.

தேவையான அளவு. ஒவ்வொரு மனிதனுக்கும் தினமும் சுமார் 15-30 மில்லிகிராம் வரை தேவைப்படுகிறது.

வைட்டமின் கே. மூலக்கூறு அமைப்பு. தோற்றம். பச்சை இலை, காய்கறி, சுத்தம் செய்யப்பட்ட மீன்.

உறுப்பு அமைப்பியலில் வைட்டமின் கே இன் பங்கு. இரத்தம் கசிவதைத் தடுக்க பயன்படுகிறது. இது புரோதரம்பின் தயாரிக்க பயன்படுகிறது. இதனால் உருவாகிய புரோதரம்பின் அதிக ஆற்றலுள்ள திராம்பினாக மாறுகிறது. திராம்பின் கரையக்கூடிய இழைநார் போன்ற பைப்பிரிஜனை கரையாத பைப்பிரினை மாற்றுகிறது. இவை வலை போல் மாறி இரத்தம் கசிவதைத் தடுக்கிறது.

ஸ்கர்வி, ஹிமோஃபீலியா போன்ற குறைபாடுகளின்போது இது இரத்தக் கசிவைத் தடுக்காது.

வைட்டமின் குறைவால் வரும் இடர்பாடுகள். வைட்டமின் கே இரத்தத்தில் குறைவானால் இரத்தம் உறைய தேவைப்படும் நேரம் அதிகமாகிறது.

வைட்டமின் கே குறைவாக உள்ள நோயாளிகளின் இரத்தம் உறைய பல மணி நேரம்கூட ஆகும். மஞ்சட்காமாலை நோயின்போது வைட்டமின் கே குறைவு ஏற்படும். ஏனெனில் வைட்டமின் கே பித்தநீர் இருக்கும்போது மட்டுமே அதிகம் எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

தேவை. தினமும் சுமார் 2 மில்லி கிராம் தேவைப்படுகிறது.

நீரில் கரையும் வைட்டமின்கள். வைட்டமின் பி, (பி1, பி2, பி3, பி6, பி7, பி8, பி9)

வைட்டமின்	தோற்றம்	குறைவினால் ஏற்படும்
தேவைப்படும் அளவு		நோய்
பி1 (அ) தயாமின்	காய்கறி பயறுவகை 2 மி, யீஸ்ட்	பசியின்மை, எடை குறைதல் 1.5 முதல் 2 மி.கி. மறந்துபோதல், இதய கோளாறுகள், தூக்கமின்மை, தலைவலி
பி2 (அ) ரிபோபி	பால், முட்டை பெலக்ரா வாய் ஓரங்களில்	சுருக்கம் ஏற்படுத்தல் கண் இமைகளில் வீக்கம் கண் எரிச்சல், வளர்ச்சிக் கண்பார்வை குறைதல்.
நியாசின், நியாசினமைடு	கல்லீரல், மீன் யீஸ்டு, பீன்ஸ்	பெலக்ரா தோல் கட்டையாதல் கருத்தல் இவை பெரும் அளவு அனீமியா என்ற நோயை உருவாக்கும் இதனால் இரத்தத்தில் ஹீமோகுளோபின் அளவு குறையும்.
		2 முதல் 3 மி.கி. 2 முதல் 3 மி.கி. 6 களுக்கு 6 முதல் 7 மி.கி.

வைட்டமின் சி (அஸ்கார்பிக் அமிலம்)

அஸ்கார்பிக் அமிலம் ஆக்ஸிஜனேற்றப்பட்டது. (குறைக்கப்பட்டது).

தோற்றம். பழவகை, காய்கறி, முதலியவற்றில் செறிந்துள்ளன. சிட்ரஸ் பழவகை, ஸ்பீன்ச், விலங்குகளின் கொழுப்பு.

பயன்கள். உடலில் இரும்பு சத்து உட்கிரகிக்க பயன்படுகிறது. கொலோஜன் என்ற பசை பொருள் உருவாக இது பயன்படுகிறது.

தோற்றக் குறைவினால் உருவாகும் நோய்கள்.

ஸ்கர்வி, அனீமியா, மூட்டுவலி, வாய் மேல் தோலில் இரத்தக் கசிவு, ஈறுகளில் வீக்கம் ஏற்படுதல், இரத்தம் கசிதல், தோல் உரிதல் (அல்சர்).

தேவையான அளவு. தினமும் சுமார் 60 மி.கி.

தேவை. காய்ச்சல், நோய் முதலியவற்றின்போது தேவை அதிகமாகிறது. தற்போது இதன் தேவை 1 முதல் 2 கிராம் வரை எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஜெயக்குமார்

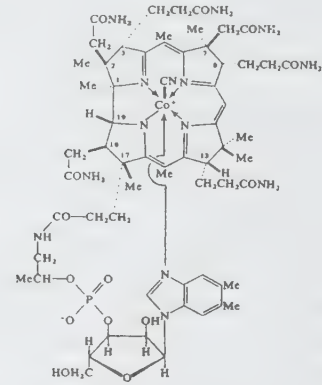
வைட்டமின் பி₁₂

1926-இல் ஹார்வார்டைச் சேர்ந்த மைனாட் மற்றும் மர்ஃபி ஆகியோர் எரித்ரோசைட் உண்டாதல் கோளாறினால் உண்டாகும் இரத்த சோகை (pernicious anemia) நோயால் வாடும் நோயாளிகளுக்கு நாஸ்தோறும் அரைபவுண்டு கல்லீரலை (liver) சாப்பிட கொடுத்து வந்தால் நோய் குணமாகும் எனக் கண்டறிந்தனர். இவ்வரிய கண்டுபிடிப்பு 1934இல் அவர்களுக்கு மருத்துவத் துறையில் நோபல் பரிசை ஈட்டித் தந்தது. 1929இல் கேஸ்ட் (Castle) என்பவர், எரித்ரோசைட் உண்டாதல் கோளாறினால் ஏற்படும் சோகை நோயை குணப்படுத்துவதில் பித்தநீரில் (gastric juice) உள்ள ஒரு காரணியும் (உள்காரணி) (intrinsic factor) உணவிலுள்ள மற்றொரு காரணியும் (வெளிக்காரணி) (extrinsic factor) பங்கு வகிக்கின்றன என்று சொன்னார். இந்த இரத்தசோகை எதிர் காரணியை (anti-pernicious anemia) ஸ்மித் என்பவரும் அமெரிக்காவில் ரிக்கிஸ் (Rickes) என்பவரும் தனித்தனியே பிரித்தெடுத்தனர். பின்னாளில் இதை வைட்டமின் பி₁₂ அல்லது சயனோகோபாலமின் என்றழைத்தனர்.

வைட்டமின் பி₁₂ விலங்குகளில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. கல்லீரலில் இது அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. பால், இறைச்சி, முட்டை, மீன், சிப்பிகள் (oysters) மற்றும் கிளாம்கள் (clams) ஆகியவற்றிலும் இது உள்ளது. குறிப்பிட்ட உணவு முறை நிலைகளில் குடலிலுள்ள நுண்ணுயிரிகள் (intes-

tinal microorganisms) வைட்டமின் பி₁₂-ஐ தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கக்கூடும்.

வைட்டமின் பி₁₂-இன் மூலக்கூறு வாய்பாடு C₆₃H₈₈O₁₄N₁₄PCo ஆகும். இது ஒரு நிறமி (pigment) ஆகும். இவ்வைட்டமினின் தனிப்பட்ட தன்மை என்னவென்றால் இதனுடைய மூலக்கூறில் மூவிணைதிறன் நிலையில் (trivalent state) ஒரு கோபால்ட் அணு உள்ளதாகும். இம்மூலக்கூறில் கோபால்ட் அணு மையத்தில் உள்ளது. இக் கோபால்ட் அணு காரரின் (Corrin) என்றழைக்கப்படும் ஒரு பெரு வளைய அமைப்பினால் சூழப்பட்டுள்ளது.



வைட்டமின் பி₁₂ அடர் சிவப்பு நிறமான படிக்கப் பொருளாகும். இது நீர், ஆல்கஹால் மற்றும் அசெட்டோன் ஆகியவற்றில் கரையும். ஆனால் குளோரோஃபார்மில் கரையாது. இது இடஞ்சுழி சேர்மமாகும். இது நடுநிலைக் கரைசல்களில் வெப்பத்தினால் சிதைவுறுவதில்லை. ஆனால் அமில அல்லது காரக் கரைசல்களில் வெப்பத்தினால் அழிக்கப்படுகிறது.

வளர்சிதை மாற்றம் (metabolism). ஏ.டி.பி. உடன் (ATP) நுண்ணுயிரிகளின் சாறும் (extract) சேர்ந்து வைட்டமின் பி₁₂-ஐ சகநொதி பி₁₂ (coenzyme B₁₂) ஆக மாற்றுகின்றன.

சகநொதி பி₁₂ பல உயிர் வேதியியல் வினைகளுடன், தொடர்புடையது.. அ. மெத்தில் மெலானில் Co A ஐ சக்கினில் Co A ஆக மாற்றுதல்.

ஆ. இரட்டைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களை அவற்றின் மாற்றியங்களைக்குதல் (isomerisation).

இ. விசினல் டை ஆல்களை (vicinal diols) அவற்றின் ஆல்டிஹைடுகளாக மாற்றுதல். எ-டு: புரோப்பேன் 1, 2 - டை ஆலை புரோப்பியானால்டிஹைடாக மாற்றுதல்.

ஈ. ஹோமோ சிஸ்டீனை (homocysteine) மெத்திலேற்றமடையச் செய்து மெத்தியோனின் ஆக்குதல்.

பற்றாக்குறையும் அதனால் ஏற்படும் நோயும்.

உணவுப் பொருள்களில் இது பரவலாகப் பெருமளவில் உள்ளதால் உணவில் இதனுடைய பற்றாக்குறை பெரிதும் காணப்படுவதில்லை. எல்லா விலங்கினப் பொருள்களையும் தவிர்ப்பவர்களுக்கு இந்த வைட்டமினின் பற்றாக்குறை ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது. இதனுடைய பற்றாக்குறையினால் இரத்தச் சிவப்பணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைபாடு ஏற்பட்டு இரத்தச் சோகை உண்டாகிறது. ஒரு கன மி.மீ. இரத்தத்தில் 40 முதல் 50 லட்சம் சிவப்பணுக்கள் இருப்பதற்குப் பதிலாக 10 முதல் 30 லட்சம் எண்ணிக்கையில் உள்ளன. அந்நோய் தாக்கிய நோயாளி தளர்ச்சி அடைகிறார். அவருடைய எடை குறைந்துகொண்டே செல்கிறது. நோயாளியின் நரம்பு மண்டலமும் படிப்படியாகப் பாதிக்கப்படுகிறது. இவ்வெல்லா மாற்றங்களும் முடிவில் இறப்பில் கொண்டுபோய்விடுகின்றன.

குழந்தைகளுக்கு 2 முதல் 4 மைக்ரோகிராம் மற்றும் பெரியவர்களுக்கு 5 மைக்ரோ கிராம் அளவிலும் இவ்வைட்டமின் நாளொன்றுக்குத் தேவைப்படுகிறது. கருவுற்ற பெண்களுக்கும் பாலூட்டும் தாய்மார்களுக்கும் இது அதிக அளவில் தேவைப்படுகிறது.

பொ. சொக்கலிங்கம்

துணைநூல்கள். J.L. Jain, *Fundamentals of BioChemistry*, Second Edition, S. Chand & Co., New Delhi, 1983; I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol.2, Fifth Edition, ELBS, London, 1988.

வைரம்

வைரம் இயற்கையாகக் கிடைக்கும் ஒரு கரி. இதனை வேதியியலில் 'கார்பன்' (carbon) என்பர். கார்பன் என்னும் கரி இயற்கையாகப் பல கனிமங்களாகக் கிடைக்கின்றது. கிராஃபைட் (Graphite) சாய்ட், (Chaoite), லான்ஸ்டலெய்ட் (Lonsdaleite) ஆகிய கனிமங்களுடன் வைரம் 'பல்உருவ உறவு' உடையது. வைரம் பருசுதரத் தொகுதியின் (நிறைவுடைய வகுப்பு) அறுஎண்முக வடிவ வகுப்பினைச் சேர்ந்தது. அறு நான்முக வடிவு வகுப்பின் சமச்சீர்மையினை உடையது எனவும் கூறுவர். இதன் அணுக்கோப்பு முக-மைய அமைப்பினை உடையது. வைரத்தின் ஓர் அணுக் கோப்பில் எட்டு அணுக்கள் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. இதன் அணு அமைப்பில் ஒவ்வொரு (கார்பன்) அணுவும் வேறு நான்கு அணுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவை நான்முக வடிவு (tetrahedron) அமைப்பினை உடையன. இந்த நான்முக வடிவு அணு அமைப்பே வைரத்தின் அதிகக் கடுமைக்குக் காரணம் என்று கருதப்படுகின்றது.

X- கதிர்களைக் கொண்டு அணு அமைப்பினை ஆராய்ந்தபோது வைரத்தில் இரண்டு இனங்கள் இருப்பது தெரிய வந்தது. இதன் ஓர் இனத்தில் X-கதிர் சிதறல் இயல்பாய் இருக்கக் காணலாம். ஆனால் மற்றொரு இனத்தின் X- கதிர் சிதறலில் அதிகப்படியான புள்ளிகளும், கீறல்களும் காணப்படுகின்றன. முந்தைய இன வைரம் ஒளிமின் அணுகடத்தல் அதிகமாக உடையது. இந்த ஒளிவிலகல் எண் மாறுபாடு இல்லாதது. மற்றையதில் ஒளிமின் அணு கடத்தல் குறைவு. இந்த ஒளிவிலகல் எண் மாறுபாடு உடையது. மேலும் இவை புற ஊதா ஒளி மற்றும் குறை சிவப்பு ஒளியை உட்கவரும் தன்மையில் மாறுபடுகின்றன. ஒளிவிலகல் எண் மாறுபாடு உடையதும், ஒளிமின் அணு கடத்தல் குறைவாக உள்ளதுமான இனத்தைச் சேர்ந்த வைரம் அளவில் பெரியதாகவும், அணிகல்லாகவும் இருக்கக் காணலாம்.

வைரம் பெரும்பாலும் (111) எண்முக வடிவ படிக்களாகக் கிடைக்கின்றது. (100) கன சதுர வடிவ (110) பன்னிருமுக வடிவு, (221) மூ- எண்முக வடிவ

(h,k,l) அறுஎண்முக வடிவு படிகங்களாகவும் காணப்படுகின்றது. படிகங்களின் முகங்கள் வளைந்தும், கீறல்கள் உடையனவாயும் இருக்கின்றன. வைரத்தின் படிகங்கள் (111) தளத்தில் இரட்டுறல் பெற்றுள்ளன. இவை (111) தளத்திற்கு இணையாகத் தட்டையாக இருக்கும். இவை எளிமை இரட்டுறல், பன்முறை இரட்டுறல் அல்லது ஊடுருவிய-இரட்டுறல் அடைந்திருக்கக் காணலாம். சில சமயங்களில் (001) தளத்தில் தொடு-இரட்டுறல் அடைந்திருக்கக் காணலாம்.

வைரம் நிறமற்றதாகவும் நீலங்கலந்த வெண்மை, சாம்பல், மஞ்சள், சருகின் நிறம், சிவந்த மஞ்சள், ஆரஞ்சு, இளஞ்சிவப்பு, சிவப்பு, லாவெண்டர்-நீலம், பச்சை மற்றும் கறுப்பு நிறங்களில் காணப்படுகின்றது. இது ஒளிபுகும், ஒளிகசியும் அல்லது ஒளிபுகாத தன்மை உடையது. அணிகலக்கல் வகையைச் சேர்ந்த வைரம் நிறமற்றது, ஒளி புகுந்தன்மையது. நிறமற்ற அல்லது வெளிர் நீல நிறமுடைய வைரம் சிறந்த அணிகலக்கல்லாகக் கருதப்படுகிறது. ஆனால் இவை மிக அரிதாகவே கிடைக்கின்றன. பெரும்பாலானவை மஞ்சள் நிறத்தன. அதிக ஒளி புகுந்தன்மையுடைய பச்சை, நீலம், இளஞ்சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறமானவை பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன. அலங்காரத்திற்கு ஏற்றவை. சாம்பல், சருகுநிறம், கறுப்பு, பால்வெள்ளை, பால்மிளிர்வு நிறமுடைய வைரம் சில இடங்களில் காணப்படுகின்றது. கதிரியக்கத் தாக்குதலினால் வைரத்தின் நிறம் மாற்றப்படுகிறது. ரேடியத்தின் கதிரியக்கத் தாக்குதலினால் வெள்ளை அல்லது மஞ்சள் நிறமுள்ள வைரங்களின் மேற்பரப்பில் மெல்லிய பசுமை நிறப்படலம் உண்டாகிறது. இவ்வாறே வெள்ளி நிறமுடைய வைரம் டியூட்ரான் அல்லது சைக்ளோட்ரானின் - துகள்களினால் கதிரியக்கத் தாக்குதல் செய்யப்பட்டால் பசுமை நிறம் மஞ்சள் அல்லது மஞ்சள் நிறமாகிறது. புறஊதா ஒளியில் சில சமயங்களில் கிளர் ஒளிர்வு பெற்ற நீலம் முதலிய நிறத்துடன் காணப்படும். வைரம் சில சமயங்களில் தங்கு ஒளிர்வு உடையது.

வைரத்தின் கடுமை 10 என்று கூறப்படுகிறது. உண்மையில் இதன் கடுமை மிகவும் அதிகம். நுணுக்கமாகக் கணக்கிட்டால் மோஸ் (mohs)

அளவையில் வைரத்தின் கடுமை 42 ஆகும். இயற்கையாகக் கிடைக்கும் பொருள்களில் அதிக கடுமையானது வைரமே. செயற்கை உராய்வுப் பொருள்களாகிய சிலிக்கான்-கார்பைடு, போரான்-கார்பைடு ஆகியனவற்றைவிட வைரம் 200 மடங்கு தேய்க்கும் ஆற்றல் உடையது. வைரத்தின் கடுமை திசைக்கு ஏற்றபடி மாறுபடுகிறது. படிக (a) அச்சுக்கு இணையான பக்கம் மெருகிட மிகவும் ஏற்றதாகும். பருசுதுரத்தின் முகங்களுக்கு இணையான பக்கங்களில் மெருகுபோடுவது எளிது. (111) எண்முக வடிவின் முகங்களுக்கு இணையான பக்கங்களில் மெருகூட்டுவது மிகவும் கடினம்.

வைரத்தின் ஒப்படர்த்தி 3.50 - 3.53. இது வைர மிளிர்வு அல்லது எண்ணெய் மிளிர்வு உடையது. இதில் (111) இணையான கனிமப்பிளவு காணப்படும். இது வளைவு முறிவு உடையது; நொறுங்கக் கூடியது. இது எளிதில் உருகுவது இல்லை. இதன் உருகுநிலை 3700°C ஆகும். வைரம் அமிலங்களிலும், காரங்களிலும் கரைவதில்லை. வைரம் 1000°C வெப்பநிலையில் எரியும்போது CO₂வை வெளிவிடுகிறது.

வைரம் ஊடுருவல் ஒளியில் திசைக்குணமாற்றம் அற்றதாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் இத்தன்மை முழுமையாக இருப்பதில்லை. வைரத்தில் ஒளியின் வேகம் திசைக்குத் திசை சற்றே வேறுபடுவதையும் காணலாம். இதனால் வைரம் ஒளிவிலகல் எண் மாறுபாடு உடையது என்பதையும் அறியலாம். வைரத்தில் ஒளிபிரிதல் மிகவும் அதிகம். இது சிவப்பு ஒளியில் 2.407, ஊதா ஒளியில் 2.465, மிகவும் அதிகமான ஒளி பிரிதலின் காரணமாக வைரத்தில் மிகுந்த பளபளப்பு உள்ளது. வைரத்தின் ஒளிவிலகல் எண். 2.4195.

வகைகள். வைரத்தில் முக்கியமாக நான்கு வகைகள் உள்ளன. சிறந்த படிகங்களாகவும், ஒளிபுகுந்தன்மையுடனும் உள்ளவை ஒருவகை. இதுவே 'அசல்வைரம்' எனப்படும். இவை அணிகலக்கர்களாக மதிக்கப்படுகின்றன.

பொர்ட். இந்த வகை வைரம் படிக அமைப்பினைச் சரிவரப் பெறவில்லை. இதனைப்

படிக துவக்க நிலையை உடையது எனலாம். இது சாம்பல் நிறம் அல்லது சருகின் நிறமுடையது. ஒளிகசியும் அல்லது ஒளிபுகாத் தன்மையுடையது. இந்த வகை வைரம் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது.

பல்லாஸ் (Ballas). இந்த வகை வைரங்கள் மிகவும் சிறியனவாய் இருக்கின்றன. படிகங்கள் உருண்டையாக இருக்கின்றன. இது மிகவும் கடுமையானது. அதிக திடமானது. பெரிதும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது.

கார்போநாடோ (carbonado). இந்த வகை வைரங்கள் ஒளிபுகாத் தன்மை உடையன. கறுப்பு அல்லது சாம்பல் நிறத்தில் இருக்கும். இவை திடமானவை மிகவும் கெட்டியானவை. சில சற்று புரைகளுடன் இருக்கக் காணலாம். இதுவும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வைரத்தின் எடையைக் 'கேரட்' என்னும் அலகினால் குறிப்பிடுகின்றனர். ஒரு (மெட்ரிக்) கேரட் என்பது 0.20 கிராம் ஆகும். இதனைத் தமிழில் 4 நெல் நிறை என்பர்.

வைரம் பெரும்பாலான இடங்களில் ஆற்று படிவுகளிலிருந்து கிடைக்கிறது. ஆற்றின் மணல், சரளை மற்றும் களிமண் படிவுகளில் காணப்படுகிறது. பளிங்கு, தங்கம், பிளாட்டினம், சிலிக்கான், ஆக்டோஹைட்ரைட், ரூட்டைல், புரூக்கைட், ஹெமடைட், இல்மனைட், டோபாஸ், குருந்தம், டிரீமலின் முதலியனவற்றுடன் வைரம் காணப்படுகின்றது. இது பளிங்கினை உடைய 'கங்களாமெரேட்' என்னும் உருட்டுக்கல் பாறையிலும், துகள் பளிங்குப் பாறைகளிலும், பெக்கைட்டுகளிலும் உள்ளது. மிகுந்த ஆழத்தில் உண்டான பெரிடோடைட் என்னும் மிகு காரப் பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது. கிம்பர்லைட் என்னும் தழற்பாறையிலும், சில விண் வீழ்க்கொள்ளிகளிலும் வைரம் காணப்படுகிறது.

வைரம் இந்தியாவில் மிகப் பழங்காலத்திருந்தே கண்டெடுக்கப்படுகிறது. முதன் முதலாக இந்தியாவிலேயே கி.மு. 800 ஆண்டிலிருந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டது எனக் கூறுகின்றனர். உரோமானியர் இந்தியாவின் ஆற்று மணலில் வைரம் கிடைப்பதாகக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். கி.பி. 1700

ஆண்டில் வைரம் பிரேசில் நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. தென் ஆப்பிரிக்காவில் 1867இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பின்னர் அர்க்கன்சாஸ்சில் வைரம் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இந்தியாவில் முதன்முதலாக கோல்கொண்டா பகுதியில் வைரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வைரம் ஆந்திரப் பிரதேசம், மத்தியப் பிரதேசம், ஒரிசா, மேற்கு வங்காளம் ஆகிய இடங்களில் கிடைக்கிறது. ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் கடப்பா, பெல்லாரி, கர்நூல், கிருஷ்ணா, கோதாவரி, பன்னா ஆகிய இடங்களிலும் மத்தியப் பிரதேசத்தில் நாக்கூருக்கு அருகேயுள்ள சாம்பல்பூர், வஜ்ரகரூர் ஆகிய இடங்களிலும் வைரம் கிடைக்கிறது. பன்னா என்னும் பகுதியில் கிம்பர்லைட் எனும் பாறைகளிலும், கேம்பிரியன் காலத்திற்கு முந்திய கங்கலாமெரேட் எனும் உருட்டுக்கல் பாறையிலும், ஆற்றின் வண்டல்களிலும் காணப்படுகிறது. பன்னா பகுதியிலுள்ள முஜ்கவான் (Mujgawan) என்னுமிடத்தில் வைரம் அதிக அளவில் கிடைக்கிறது. மிகப் பழமையான பெரிய வைரங்கள் கிருஷ்ணா நதிப் பகுதியில் உள்ள கொல்லூர் பாறைகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்டன. இந்தியாவில் சுமார் 2000-4000 கேரட் வைரம் எடுக்கப்படுகிறது. இருபதாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் உற்பத்தியான வைரத்தில் 95% பன்னாவிலிருந்து கிடைக்கப்பெற்றது.

தென் அமெரிக்காவிலுள்ள பிரேசில், பிரிட்டிஷ், கொய்னியா, வெனிசுலா முதலான இடங்களில் வைரம் கிடைக்கிறது. பிரேசிலில் முதன் முதலாக 1725 ஆம் ஆண்டில் மினாஸ்ஜிரெய்ஸ் பகுதியிலுள்ள டெஜுகோ (tejuco) என்னுமிடத்தில் வைரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உலகிலேயே அதிகமான அளவில் வைரம் 1867இல் பிரேசில் நாட்டில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டது. இப்பகுதியில் ஆற்றுப்படுகைகளிலுள்ள சரளை படிவுகளில் வைரம் கிடைக்கிறது. வடக்கு மினாஸ்ஜிரெய்ஸ் கார்பநாடோ என்னும் வைரம் ஆற்றுப் படிவுகளில் காணப்படுகிறது. பாஹியா (Bahia) மாவட்டத்திலிருந்து 3148 கேரட் எடையுள்ள ஒரு வைரம் கண்டெடுக்கப்பட்டது. ஸ்டார் ஆப்சவுத் (Star of south) என்ற 261.9 கேரட் எடை வைரமும்,

இங்கிலீஸ் டிரெஸ்டன் என்ற 119.5 கேரட் எடை வைரமும், பிரசிடென்ட் வர்ஹாஸ் என்ற 726.6 கேரட் வைரமும் இங்கிருந்து எடுக்கப்பட்டவைகளேயாகும். இப்பகுதியில் ஆண்டுதோறும் தயாராகும் வைரத்தில் பாதி அளவு அணிகலக் கற்களாகும். பிரிட்டிஷ் கொய்னியா என்னும் பகுதியில் 10-30 மைல் அகலமுள்ள தரையில் வைரம் காணப்படுகிறது. இங்குள்ள ஆற்றுப் படிவுகளில் கிடைக்கும் வைரங்கள் சிறியனவாக இருக்கின்றன. இவற்றின் சராசரி எடை 6 கேரட் ஆகும். 1906ஆம் ஆண்டில் 56 கேரட் எடையுள்ள வைரம் பெடேரே ஆற்றிலிருந்து கிடைத்தது. பிரிட்டிஷ் - கொய்னியா பகுதியிலிருந்து கிடைக்கும் வைரத்தில் 40% அணிகலக் கற்களாகும்.

வெனிசலாவில் பொலிவர், கிரான்சபானா ஆகிய இடங்களிலும், அமேசான் பகுதியிலுள்ள ஆற்றுப் படிவுகளிலும் வைரம் கிடைக்கிறது. இங்குக் கிடைக்கும் வைரங்கள் அளவில் மிகவும் சிறியனவாக உள்ளன. இங்கு உற்பத்தியாகும் வைரத்தில் 73% தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுபவை.

உலக உற்பத்தியில் 97% வைரம் ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. பெல்ஜியம், காங்கோ, தென் ஆப்பிரிக்கா, நானாகுவாலந்து ஆகிய பகுதிகளில் வைரம் கிடைக்கிறது. 1867 ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலாக தென் ஆப்பிரிக்காவில் ஆரஞ்சு-ஆற்றின் கரைப் பகுதிகளில் வைரம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதை அடுத்து 1869 ஆம் ஆண்டில் 83.5 கேரட் எடை வைரம் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதை ஒருவர் 25,000 டாலருக்கு வாங்கினார். இந்த வைரமே 'ஸ்டார் ஆப் தென் ஆப்பிரிக்கா' என்று புகழ்பெற்று விளங்கியது ஆகும். இந்தப் பகுதியில் 10 ஏக்கர் பரப்பளவிலுள்ள பாறையிலிருந்து வைரம் எடுக்கப்பட்டது. தென் ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள பிரிமியர் சுரங்கம் 75 ஏக்கர் பரப்பளவு உள்ளது. இங்கிருந்தும் வைரம் எடுக்கப்படுகிறது. இப்பகுதியிலிருந்து 1905 ஆம் ஆண்டில் 3106 கேரட் எடையுள்ள ஒரு பெரிய வைரம் கிடைத்தது. உலக உற்பத்தியில் 95% வைரம் பெல்ஜியம்- காங்கோவிலிருந்தே கிடைக்கிறது. இங்கே கிடைப்பவை தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும் தரத்தைச் சேர்ந்தவை. பெல்ஜியம் காங்கோ பகுதியில் காணப்படும் வைரப் படிவுகளில் முக்கியமானவை

இரண்டு. அவை 1. கசாய்ப் படிவுகள், 2. பக்வங்கா படிவுகள். இந்நாட்டு உற்பத்தியில் பெரும்பகுதி ஆற்றுப் படுகைகளிலிருந்து கிடைக்கும் பக்வங்கா படிவுகளே ஆகும்.

கானா பகுதியிலுள்ள பிரீரிம் ஆற்றின் சரளைக்கல் படிவுகளில் வைரம் கிடைக்கிறது. வடமேற்கு ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து 65 மைல் தொலைவிலுள்ள இந்தப் படிவுகளிலிருந்து ஆண்டுதோறும் 3000000 கேரட் வைரம் எடுக்கப்படுகின்றது. இந்த உற்பத்தியில் 70% தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அங்கோலாவிலிருந்து ஆண்டுதோறும் 800000 கேரட் வைரமும், நாமாகுவாலந்தில் ஆற்றுப் படுகைகளிலிருந்து 100000 கேரட் அணிகலக்கல் வைரமும் தோண்டி எடுக்கப்படுகிறது. தென்மேற்கு ஆப்பிரிக்காவில் ஆண்டு ஒன்றுக்கு 1000000 கேரட் வைரம் உற்பத்தியாகிறது. இங்குக் கிடைக்கும் வைரத்தின் சராசரி எடை ஒருகேரட்டுக்கும் குறைவாகவே இருக்கின்றது. இவை பெரும்பாலும் (80%) அணிகலக்கற்களாகும். சையிராலியோன்னேவில் ஆற்றுப் படிவுகளிலிருந்து ஆண்டு ஒன்றுக்கு 400000-500000 கேரட் வைரம் எடுக்கப்படுகிறது. இதில் பெரும்பகுதி கோனோமாவட்டதிலிருந்து கிடைக்கிறது. இங்கு கிடைக்கும் வைரத்தில் 68% தொழிற்சாலைகளில் பயன்படும். இங்குள்ள ஓய்யீ (woyie) ஆற்றுப் பகுதிகளிலிருந்து சில பெரிய வைரங்கள் கிடைத்து இருக்கின்றன. மத்திய ஆப்பிரிக்கக் குடியரசிலுள்ள ஆற்றுப் படிவுகளிலிருந்து ஆண்டு ஒன்றுக்கு 110000 கேரட் வைரம் எடுக்கப்படுகிறது. இதில் 66% தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுபவை.

தங்கன்யிக்காவிலுள்ள ஷின்யன்கா மாவட்டத்தின் நிலப்பரப்பில் காணப்படும் நுழைவுப் பாறைகளிலிருந்து 300000 கேரட் வைரம் எடுக்கப்படுகிறது. இதில் பாதி அளவிற்கும் அதிகமானவை அணிகலக்கற்கள் ஆகும். வைரம் குறைந்த அளவில் போர்னியோ, ஆஸ்திரேலியா, தென்ரொடீஷியா, சுரினாம், அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகிறது.

உலகின் வைரச் சந்தை லண்டன் மாநகரத்தில்

நடைபெறுகிறது. எல்லாப் பழையமையான, புகழ்பெற்ற வரலாறு படைத்த வைரங்களும் இந்தியாவிலிருந்து கிடைத்த வைரங்களே ஆகும். 1980 ஆம் ஆண்டிற்குப்பின் பெரிய, விலை உயர்ந்த வைரங்கள் தென் ஆப்பிரிக்காவிலிருந்தும், பிரேசில் நாட்டிலிருந்தும் எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

பயன்கள். வைரம் மிகவும் விலையுயர்ந்த அணிகலக்கல்லாக இருக்கிறது. கி.பி. 100இல் வாழ்ந்த பிலினி என்பவர் வைரம் அணிகலக் கற்கள் பல்வற்றில் மிகவும் மதிக்கப்படுவது என்றும், அரியதொரு கனிமம், அரசர்களுக்கு மட்டுமே தெரிந்த ஒன்று என்றும் குறிப்பிட்டுள்ளார். இன்றும் கூட பெரும் பணம் படைத்தவர்களே வைரத்தை அணிகலக்கல்லாகப் பயன்படுத்துவதைக் காணலாம்.

வைரம் உரசுபொருளாக பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் படிசுத் துகள்கள் கண்ணாடியை வெட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நுண்ணிய பொடிகள் அணிகலக்கற்களைத் தேய்ப்பதற்கும் பட்டைதீட்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. கார்போநேடோ என்னும் படிசுமல்லாத, ஒளிபுகா வைரங்கள் துளையிடும் கருவிகளில் (drill-bits) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின் விளக்குகளில் பயன்படும் டங்ஸ்டன் இழைகளை உருவாக்குவதற்கும் வைரம் பயன்படுகிறது.

வைரக்கற்களை அணிகலக்கற்களாக ஆக்குவதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. வைரத்தின் கற்களை உடைப்பதற்கும் பட்டை தீட்டுவதற்கும் நீண்ட கால ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. எக்ஸெல்ஷியர் என்னும் வைரம் 1790இல் 995.2 கேரட் எடையுள்ளதாய் இருந்தது. இதனை உடைப்பதற்கு 1904இல் இரண்டு மாத காலம் ஆய்வு செய்தனர். பல மாதிரிகளை பயன்படுத்தி செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளுக்குப் பின்பு இந்த வைரத்தை பத்து அணிகலக்கற்களாக ஆம்ஸ்டெர்டாம் என்னும் இடத்தில் வெட்டினர். இங்கு 1908 ஆம் ஆண்டில் மிகப்பெரியதான 3106 கேரட் எடையிருந்த குல்லினன் (cullinan) என்னும் வைரத்தை வெட்டினார்கள். இதை வெட்டுவதற்கு முன் எடுத்துக்கொண்ட ஆய்வகப் பணி ஒன்பது மாதம் பிடித்தது. வைர அணிகலக் கற்களை உருவாக்குவதில் கைத்திறம்மிக்க மனிதனின் பங்கு

பெரிதும் இன்றியமையாததாகவே உள்ளது.

வைர கற்கள் பெரும்பாலும் 58 முகங்களை அல்லது பட்டைகளை உடையதாகத் தயாரிக்கின்றனர். வட்டமான இந்த வைரத்தின் மேற்பகுதியில் 33 முகங்களும் கீழ்ப்பகுதியில் 25 முகங்களும் அமைந்திருக்கும். இந்த முகங்களில் பெரும்பாலானவை முக்கோணவடிவில் இருக்கும்.

செயற்கை வைரம். வைரத்தினைச் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கும் முயற்சியை மேற்கொண்டவர்களில் ஜே.பி. ஹன்னே என்பவரும் ஹென்றி மாய்சான் என்பவரும் குறிப்பிடத்தக்கவர். முதன்முதலாக 1880ஆம் ஆண்டில் ஜே.பி. ஹன்னே என்பவர் செயற்கை முறையில் வைரம் உற்பத்தி செய்யும் முயற்சியில் ஈடுபட்டார். இவர் ஹைட்ரோ-கார்பன் லித்தியம், எலும்பு-ஆயில் (bone oil) ஆகியனவற்றை மூடப்பட்ட இரும்புக் குழாய்களில் வைத்து பழுக்கக் காய்ச்சி சூடாக்கினார். 1890 ஆம் ஆண்டில் ஹென்றி மாய்சான் இம்முயற்சியினை மேற்கொண்டார். இவர் சர்க்கரைத் துகளைப் போன்ற கரியை உருகிய இரும்புக் குழம்பில் கரைத்தார். அக்கரைசலை குளிர்ந்த நீரில் அமுக்கிக் குளிர்ச் செய்தார். இதனால் ஏற்பட்ட உள்-அழுத்தத்தின் விளைவாக கார்பன் படிசுங்களாக உருவாகியது எனக் கருதுகின்றனர்.

இவர்கள் செய்த முறைகளில் மீண்டும் வைரம் தயாரிக்கும் முயற்சி வெற்றிபெறவில்லை. நீண்ட கால இடைவெளிக்குப் பின் 1955 ஆம் ஆண்டு, பிப்ரவரி 16 ஆம் நாள் நியூயார்க்கில் உள்ள 'ஜெனரல் எலக்ட்ரிக் கம்பெனி' தன் ஆய்வகத்தில் செயற்கை வைரத்தைத் தயாரித்தது. இதில் கரி கலந்த பொருள்களை ஒரு சதுர அங்குலத்தில் 1500000 பவுண்டுக்கு அதிகமான அழுத்தத்தில் 5000°F க்கும் மேலான வெப்பநிலையில் வைரம் தயாரிக்கப்பட்டது. இம்முயற்சியில் 1/10 கேரட் எடை வைரம் கிடைத்தது. இந்த முறையினைக் கையாண்டு 100000 கேரட் எடை வைரத்தை தயாரித்துப் பார்த்ததில் தயாரிக்கப்பட்ட செயற்கை வைரத்தின் விலை, இயற்கை வைரத்தின் விலையைக்காட்டிலும் மிகச்சிறிய அளவிலேயே குறைவாக இருந்தது. ஆகையால் செயற்கை முறையில் வைரம் தயாரிக்கும் முயற்சி பயனுள்ள

அளவில் வெற்றி பெறவில்லை என்றே கூறலாம்.

பெயர். வைரத்திற்கு ஆங்கிலத்தில் Diamond எனும் பெயர் கி.பி. 16இல் மணிலஸ் Manilus என்பவரால் வழங்கப்பட்டதாக சி. டபிள்யூ. கிங் கூறியுள்ளார். அடமாஸ் adamas என்னும் கிரேக்க சொல் 'வெல்ல முடியாதது' என்னும் பொருளுடையது. இச்சொல்லே நாளடைவில் (admas - admant - diamaunt - diamant) என்று படிப்படியாகச் சிறிது சிறிதாக மாறி இறுதியில் diamond என்று ஆகியது. தமிழில் 'வைரம்' எனும் சொல் அதன் உறுதியையும், கடுமையையும் குறித்து நிற்கிறது.

வரலாறு படைத்த வைரங்கள். (அ) தி கிரேட் மொஹல். இந்த வைரம் இந்தியாவில் கோல்கொண்டா பகுதியிலிருந்த சுரங்கத்தில் இருந்து 1650 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் எடுக்கப்பட்டது. பட்டை தீட்டப்படுவதற்கு முன் 787 கேரட் எடை இருந்தது. இதனை 1665 ஆம் ஆண்டில் பிரெஞ்சு நாட்டுப் பயணியும், வணிகருமான ஜேன் பாப்டைஸ் டவர் நியர் என்பவர் மொஹல் அவுரங்கசீபின் களஞ்சியத்தில் கண்டதாகக் கூறப்படுகிறது. இந்த வைரம் வட்டமான பூவின் வடிவில் பட்டை தீட்டப்பட்ட பின்னர் 280 கேரட் எடை இருந்தது. மொஹல் அவுரங்கசீபிடம் டவர் நியர் (Tavernier) கண்டது 'தி கிரேட் மொஹல்' என்னும் வைரம் அல்ல எனக் கருதுகின்றனர். அவர் பார்த்தது கோஹினூர் என்னும் வைரம் என்று சிலரும், அது ஆர்லோஃப் என்னும் வைரம் என்று வேறு சிலரும் கருதுகின்றனர்.

(ஆ) ஆர்லோஃப். இந்த வைரம் இந்தியாவில் பிரம்மதேவன் கோவிலிலிருந்த ஒரு சிலையின் கண்ணில் இருந்தது. அதனை ஒரு பிரஞ்சுக்காரன் திருடிக்கொண்டு போனான். அதை ஆர்லோஃப் என்ற ஓர் இளவரசன் 90000 டாலருக்கு வாங்கி ருஷிய நாட்டு இளவரசியாக இருந்த மகா கேதரின் என்பவருக்கு வழங்கினான். மாஸ்கோவிலுள்ள சோவியத் ரஷ்யாவின் வைரக் களஞ்சியத்தில் அது வைக்கப்பட்டது. இந்த வைரம் 199.6 கேரட் எடையும் 7/8, அங்குலம் உயரமும். 1 1/4 அங்குல அகலமும், 13/8 அங்குல நீளமும் உடையதாய் விளங்கியது.

(இ) கோஹினூர். புகழ்பெற்ற வைரங்களில்

நீண்டதொரு வரலாற்றினை உடையது கோஹினூர் என்னும் வைரம் ஆகும். இது மால்வா நாட்டு அரச குடும்பத்தில், காலம் கண்டறிய இயலாத காலத்திலிருந்து இருந்து வந்தது. மால்வா நாட்டு மன்னன் ஒருவனிடமிருந்தது 1304 ஆம் ஆண்டில் சுல்தான் அல்ஹாவுதீன் என்பவன் இதனைப் பெற்றான். இவனிடமிருந்தது இவ்வைரம் பின்னர் பல கை மாறியது. 1849இல் இது வெள்ளையரின் கைக்குப் போய்ச் சேர்ந்தது. அங்கிருந்த நாட்டினை அடைந்த போது இதன் எடை 191 கேரட் இருந்தது. லண்டன் மாநகரில் இந்த வைரம் மீண்டும் பட்டை தீட்டப்பட்டது. இந்தக் கோஹினூர் வைரத்தின் தற்போதைய எடை 108 கேரட்.

(ஈ) திஷா. இந்த வைரம் 88.7 கேரட் எடையுள்ளது; மஞ்சள் நிறமானது. இது வட்ட வடிவமான எட்டு முகங்களை உடையது. இதில் மூன்று பாரசீக வசனங்கள் பொறிக்கப்பட்டு உள்ளன. இந்த வைரம் 1591இல் கண்டெடுக்கப்பட்டது. இதுவும் இந்தியாவில் கோல்கொண்டா என்னுமிடத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டதே ஆகும். இது மாஸ்கோவிலுள்ள சோவியத் ரஷ்யாவின் வைரக்களஞ்சியத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

(உ) தி அக்பர் ஷா. இந்த வைரம் ஆரம்பத்தில் 116 கேரட் எடை இருந்தது. இதில் இரண்டு செய்திகள் அரேபிய மொழியில் பொறிக்கப்பட்டு இருக்கின்றன. இவற்றில் ஒன்று உஷா அக்பரைப் பற்றியும் மற்றொன்று ஷாஜஹானைப் பற்றியும் கூறுகின்றன. இவை முறையே கி.பி. 1650 மற்றும் 1661 ஆண்டுகளில் பொறிக்கப்பட்டவை எனக் கருதுகின்றனர். இந்த வைரம் 1700 முதல் 1866 வரை எங்கிருந்தது என்ற விவரம் தெரியவில்லை. 1866 லண்டனுக்கு கொண்டு செல்லப்பட்டது. இது அங்கு மீண்டும் பட்டை தீட்டப்பட்டு 175000 டாலருக்கு விற்கப்பட்டது. இதன் தற்போதைய எடை 71.7 கேரட் ஆகும்.

(ஊ) தி குல்லிநன். இது உலகிலேயுள்ள அணிகலக்கல் வைரங்களுள் மிகப்பெரியதாகும். இந்த வைரம் தென் ஆஃப்ரிக்காவிலுள்ள டிரான்ஸ்வால் என்னுமிடத்தில் பிரிமியடா சுரங்கத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. சுரங்கத்திலிருந்து

எடுத்தபோது இந்த வைரத்தின் எடை 3106 கேரட். இது சுமார் 1 1/2 பவுண்டு ஆகும். இந்த வைரத்தை டிரான்ஸ்வால் அரசாங்கம் 1907 ஆம் ஆண்டு வாங்கிக் கொண்டது. பின் இரண்டாம் எட்வர்டு மன்னருக்கு அன்பளிப்பாகக் கொடுக்கப்பட்டது. அதன் பின்னர் இந்த வைரத்தை உடைத்து 9 அணிகலக்கற்களாக ஆக்கினர். பட்டை தீட்டப்பட்ட இந்த 9 வைரக்கற்களில் பெரியனவாக இருந்த நான்கு கற்களும் 530.20, 317 மற்றும் 63.7 கேரட் எடை இருந்தன. இந்த வைரக்கற்கள் இங்கிலாந்து நாட்டில் முடியை அலங்கரித்துக் கொண்டு இருக்கின்றன.

இல. வைத்தியலிங்கம்

வைரஸ் தொற்று நோய்கள்

தற்காலத்தில் அறுவை சிகிச்சை நோயாளிகளில் வைரஸ் தொற்று நோய்கள் அதிகம் காணப்படுவதற்கு காரணம் மருந்துகளின் துர்பிரயோகமே. ஆனாலும் தீவிர சிகிச்சைக்காகக் கொடுக்கப்படும் ஸ்டிராய்டு, தடுப்பாற்றல் தடை மருந்துகள், பல்வேறு நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளை ஒருமித்து வெகுநாட்கள் கொடுக்க உடலின் தடுப்பாற்றல் குறையும். இதனால் வைரஸ் தொற்று ஏற்பட சாத்தியமாகிறது.

ஹெர்பிஸ் வைரஸ் நலிவடைந்த நோயாளிகளின் வாயின் உட்புறம், உதட்டோரங்களில் சிறு சிறு வெண் கொப்பளங்களை உண்டாக்கும். பாக்ஸ்வைரஸ் (Pox virus) சின்னம்மை போன்ற வைரஸ் நோய்களையும், ஹெர்பிஸ் சோஸ்டர் வைரஸ் புறநரம்புகளாகிய விலாநரம்பு, டிரைஜமினல் அல்லது மும்மிருன நரம்பாகிய (trigeminal nerve) சிரசு நரம்பை பாதிப்பதால் வலியுடன் கொப்பளங்களை தோற்றுவிக்கும். ஹெர்ப்படைடிஸ் அல்லது ஈரலைத்தாக்கும் வைரஸ் மஞ்சள்காமாலை நோயுடன் ஈரல்வீக்கம், இரத்த உறைதல் குறைவு, வைட்டமின் A, D, E, K குறைவையும் உண்டாக்கும்.

வெறிநாய்க்கடி மூலம் பரவும் ரேபிஸ் வைரஸ் மூளையைத் தாக்கி மரணத்தையும் உண்டுபண்ணும். இது வருமுன் காத்தலே நல்லது. நோய் பாதித்தபின்

பிழைத்ததாக சரித்திரம் கிடையாது. நாய்க்கடி ஏற்பட்ட உடன் ரேபிஸ்தடுப்பு சீரம் அல்லது மனித டிப்லாய்டுவாக்ஸின் (Human diploid vaccine) கொடுத்து நோய்வராது தடுக்கலாம்.

மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

வோல்ட் (அலகு)

மீட்டர் கிலோகிராம் நொடி அலகு முறையில் மின்னழுத்த வேறுபாடு (potential difference) அல்லது மின்னியக்கு விசையின் (electromotive force) அலகு, வோல்ட் (volt) அலகு எனப்படும். வரையறையின்படி இரு புள்ளிகள் 1 வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் இருந்தால் ஒரு புள்ளியிலிருந்து மறு புள்ளியை அடைய 1 கூலம்பு மின்சாரம் 1 ஜூல் வேலையைச் செய்ய வேண்டும்.

வோல்ட்டாம்பியர்

வோல்ட்டாம்பியர் (voltampere) என்பது சைன்வடிவ மாறுதிசை மின்னோட்ட சுமைகளின் (loads) தோற்றத்திறன் (apparent power) ஆகும். E வோல்ட்டை தனது ஈறுகளில் பெறும் மின்சுற்றுவழி I மின்னோட்டம் சுமந்தால் அது EI தோற்றத்திறனைப் பெறுகிறது என்று பொருள்.

உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

வோல்ட் அளவி

இது மின்னழுத்தத்தை அளக்கும் அளவியாகச் செயல்படுகிறது. இவை அடிப்படையாக நேர்முறை அளவிகள், ஒப்பீட்டு அளவிகள் என்று பிரிக்கப்படும். நேர்முறை மின்னழுத்த அளவிகள் பொதுவாகப் பொறியியல் நடைமுறையில் பயன்படுகின்றன.

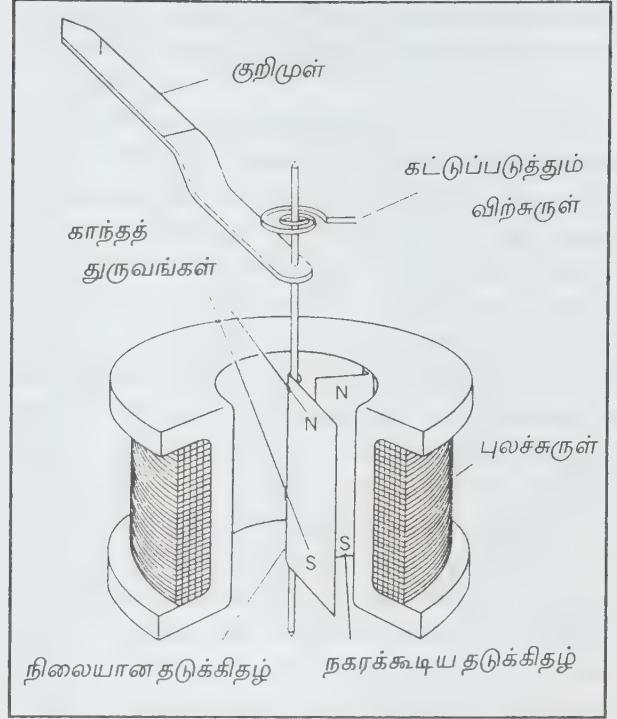
ஒப்பீட்டு மின்னழுத்த அளவிகள் மிக நுட்பமான அளவைகளுக்குப் பயன்படுகின்றன.

மின்னழுத்த அளவிகளின் வகை. இயங்கும் இரும்பு வகை மின்னழுத்த அளவிகள் (moving iron voltmeter), நேர்திசை மின்னழுத்தம், மாறுதிசை மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றை அளக்கப் பயன்படுகிறது. இது ஈர்க்கும் வகை, விலக்கும் வகை என்ற உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படும். இயங்கு சுருள்வகை மின்னழுத்த அளவிகள் (moving coil voltmeter), நிலைக்காந்த வகை மின்னழுத்தத்தை அளக்க மட்டும் பயன்படும். மின்னியக்க வகை (electrodynamic type), இரும்பியக்க வகை (ferrodynamic type), சுடு கம்பி வகை (hot wire type), தூண்டல் வகை (induction type), நிலைமின் வகை (electrostatic type) எனப்படும்.

இயங்கும் இரும்பு வகை வோல்ட் அளவி. ஈர்க்கும் மற்றும் விலக்கும் வகை அளவி. காந்தப்புலத்திலுள்ள ஓர் இரும்புத்துண்டு கவரப்படும் என்ற கோட்பாட்டின்படி ஈர்க்கும் வகை வோல்ட் அளவி இயங்குகிறது. ஒரே காந்தப் புலத்தினால் காந்தமயமாக்கப்பட்ட ஈர் அடுத்தடுத்த இரும்புத் துண்டங்கள் விலகுவதைச் சார்ந்து, விலக்கும் வகை அளவிகள் இயங்குகின்றன.

ஈர்க்கும் மின்னழுத்த அளவி.

காந்தமயமாக்கப்படாத தேனிரும்புத்துண்டு ஒன்று மின்னோட்டச் சுருளின் இரண்டு முனைகளில் ஏதாவது ஒன்றுக்கு அருகில் கொண்டு செல்லப்பட்டால், அது சுருள் ஒன்றினுள் இழுக்கப்படும். முட்டை வடிவத் (oval shaped) தட்டு ஒன்று ஒரு சுழல் அச்சுடன் (spindle) தாங்கிகளுக்கு நடுவில் இணைக்கப்பட்டுச் சுருளின் அருகில் அமைக்கப்பட்டால் அந்த இரும்புத்தட்டு, சுருளில் மின்னோட்டம் செலுத்தும்போது மின்காந்தம் ஏற்பட்டு உள்நோக்கி நகரும். அதனால் தட்டு பொருத்தப்பட்ட சுழலச்சுடன் ஒரு குறிமுள் இணைக்கப்பட்டால், சுருளின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டம் அந்தக் குறிமுள்ளை நகரச் செய்யும். அது நகரும் அளவு, மின்னோட்ட அளவைப் பொறுத்து மிகும். மின்னோட்டம் எந்தத் திசையிலிருந்தாலும் இரும்புத் தட்டு உள்நோக்கியே இழுக்கப்படும். சுழலச்சு இணைக்கப்பட்ட முள் ஓர் அளவீடு செய்யப்பட்ட அளவுகோளின் மேல் நகரும்.



இயங்கும் இரும்பு விலக்கு வகை வோல்ட் அளவி

இயங்கும் இரும்பு வகை வோல்ட் அளவியின் சுருளுடன், ஒரு தூண்டலில்லாத (non-inductive) தடை இணைக்கப்படுகிறது.

நேர்திசை மின்னோட்ட வோல்ட் அளவியில் பாயும் மின்னோட்டம் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் மூலம் குறிக்கப்படும்.

$$I_v = V/R_v = V/R_{\text{coil}} + R_s$$

R_{coil} வோல்ட் அளவி சுருளின் தடை (R_s) தொடர் இணைப்புத்தடை

வோல்ட் அளவியின் தடை மாறாதிருந்தால் நகரும் இரும்புத் துண்டின் கோண விலக்கம் வோல்ட் அளவியின் இணைப்பு முனைகளிடையே உள்ள மின்னோட்ட வர்க்கத்தின் விகிதத்தைப் போல் மாறும். ஏனென்றால் $(\alpha = KI^2 = K[(V/R_{\text{coil}} + R_s)]^2 = KV^2)$ மாறு திசை மின்னோட்ட அளவைகளில், வோல்ட் அளவியில் பாயும் மின்னோட்டம் $(I_v = V/ZV = V/(R_{\text{coil}} + R_s))^2 + (WL)^2 = R_v = Z_v)$ என்றால் வோல்ட்

அளவியின் அளவை நேர்திசை மின்னோட்டத்திலும் மாறு திசை மின்னோட்டத்திலும் ஒன்றாக இருக்கும்.

வோல்ட் அளவியின் தொடர் இணைப்புத் தடை, மின்னழுத்த அளவியின் வீச்சை மிகுதிப்படுத்தவும், வெப்பநிலைப் பிழையைக் குறைக்கவும் பயன்படுகிறது. மேலும் அளவீட்டின் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் அலைவெண்களின் வீரியத்தை ஈடு கட்டவும் பயன்படுகிறது.

இயங்கு இரும்பு வகை வோல்ட் அளவிகள் பலவகையான வரையளவு (rated) மின் அழுத்தங்களுக்கும் மின்னோட்டங்களுக்கும் ஏற்ப உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. எனவே, 150V முதல் 600 V வரை இருந்தால் 0.25 முதல் 5MA V_{rated} வரையும் $I_{rated} = 1.5 v$ முதல் 30V வரை இருந்தால் I_{rated} 100 முதல் 200 MA வரையும் அமையும். வோல்ட் அளவி சுருளின் மிகுதியான தன் தூண்டலால் அலைவெண்களின் விளைவு மிகுதியாக இருக்கும். எனவே வோல்ட் அளவிகள் 50HZ முதல் 200HZ க்கு மிகாத அலைவெண்களில் மட்டுமே பயன்படுகிறது.

இயங்கும் இரும்பு அளவிகளின் நுட்பத் தன்மையை தகுந்த உலோகக் கலவையை உள்ளகத்துக்குப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் உயர்த்தலாம். ஏனெனில் இவ்வகை உலோகம் காந்தத் தயக்கம் மற்றும் சுழிப்பு மின்னோட்டப் பிழைகளைக் குறைக்கும். இயங்கும் இரும்பு வகை மின்னழுத்த அளவிகளை நேர்திசை மற்றும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்திலும் பயன்படுத்தலாம். இவ்வகை வோல்ட் அளவிகளின் மின்திறன் இழப்பு கூடுதலாக இருக்கும். மேலும் அளவீடு ஒரே சீராக உள்ளது.

நிலைக்காந்த இயங்கு சுருள் மின்னழுத்த அளவி.

நிலைக்காந்தத்தின் காந்தப் புலனுக்கும் அளவியின் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே ஏற்படும் திருக்கம் (torque) இயங்கும் உறுப்பை விலகச் செய்யும்.

இத்தகைய அளக்கும் கருவிகள் ஒரு நிலையான காந்தச் சுற்றையும் ஓர் இயங்கும் உறுப்பையும் கொண்டுள்ளன. இந்தக் காந்தச் சுற்றுவழி ஒரு நிலையான Ns என்னும் காந்தத்தையும், α ஈ^o கு

உருளை வடிவ உள்ளகத்தையும் உள்ளடக்கும். உருளை வடிவ உள்ளகத்திற்கும், துருவத் துண்டுகளுக்கும் இடையே உள்ள காற்று வெளியில், ஒரே சீரான ஆரக் காந்தபுலம் அமையும்.

நிலைக்காந்தம் தரம் மிகுந்த நிசுக்கல் - அலுமினியம் - கோபால்ட் காந்த இரும்பு கொண்டு தயாரிக்கப்படுகிறது.

காற்று வெளியிலுள்ள காந்தப் புலத்திற்கும், அளவியின் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே ஏற்படும் இடைவிளைவு மின்காந்தவிசை F ஐ உருவாக்குகிறது. இந்த விசைகள் ஒரு விலக்கத் திருக்கத்தை (deflecting torque) உண்டாக்குவதால் இயங்கும் பொருளைக் குறிப்பிட்ட கோணம் வழியாகச் சுற்றச் செய்கிறது.

மின்காந்த விசை ($F = IBlw$)

விலக்கத் திருக்கம் ($T = 2Fbl^2 = IBlb_w = IBs_w$)

I = சுருள் வழிச் செல்லும் மின்னோட்டம்

B = காற்று இடைவெளியில் உள்ள கோடுகளின் அடர்த்தி

l = சுருளின் விளைவுறு நீளம்

b_w = சுருளின் அகலம்

s_w = சுருளின் விளைவுறு பரப்பு

இந்த விலக்கத் திருக்கமும் மீள்சேமிப்புத் திருக்கமும் (restoring torque) சமமாகும்போது, இயங்கும் உறுப்பு சமநிலையை அடையும்.

இக்கோணவிலக்கம் மின்னோட்டத்திற்கு நேர்மாற்ற விகிதத்திலிருக்கும். எனவே அளவியின் அளவுகோல் சீராக நேரியல்புடையதாக அமையும். சுருளின் மின்னோட்டம், $I = T/s_1 \times \alpha = C_1 \alpha$ மின்னோட்டத்தின் மாறா எண். மின்னோட்டம் சுருளின் வழியாகச் செல்லும்போது கீழ்க்குறிப்பிட்டுள்ள மின்னழுத்த வீழ்ச்சி அளக்கும் கருவியின் முனைகளில் ஏற்படுகிறது.

$$V = IR = C_1 \alpha R = CV \alpha$$

எனவே அளவியின் இணைப்பு முனைகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தத்தின் அளவு இயங்கு சுருளின் கோணவிலக்கத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. இவ்வகையாகத்தான் இயங்கு சுருள் வோல்ட் அளவி வேலை செய்கிறது.

$$C_v = V/\alpha = C_1 R$$

அளவியின் மின்னழுத்த (நிலைத்த எண்) நிலை எண். இயங்கு காந்தக் கருவியில் காந்தம் ஓர் உருளைமேல் பொருத்தப்படுகிறது. சுருள் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தும்போது காந்தப்புலத்தை உருவாக்கி இயங்கு காந்தத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் கொண்டு வருகிறது. இந்த நிலையில் இரு புலங்களும் ஒரே திசையில் இருக்கும்.

நிலைக்காந்த இயங்கு சுருள் மின்னழுத்த அளவியின் பயனும்மேம்பாடும். மிக நுட்பமாக அளக்க முடியும், மிக உயர்ந்த உணர்புலம் (எளிதில் பாதிக்கப்படக்கூடியது), மிகக் குறைந்த சூழ் புலப் பிழை (stray field error), குறைந்த வெப்பநிலைப் பிழை, குறைந்த மின்னாற்றல் இழப்பு, மிகச் சீரான அளவுகோல், திறமையான ஒடுக்கும் ஆற்றல் என்பன குறிப்பிடத்தகும்.

வரம்புகள் அல்லது குறைபாடு. நேர்மின்னோட்டத்திற்கு மட்டும் பயன்படும், மிகைப்பட்ட மின்னோட்டத்தினால் எளிதில் பாதிக்கப்படும், விலை மிகுதி.

மின்னியக்க வகை வோல்ட்மீட்டர். இரு சுருள்களை உடையது. அவை இயங்கு சுருள், நிலை சுருள் எனப்படும். இச்சுருள்களில் ஒடும் மின்னோட்டம் மின்னியக்க வினையால் தூண்டப்பட்டு இவ்வகை வோல்ட் அளவிகள் செயலாற்றுகின்றன.

இவ்வகை வோல்ட் அளவிகளின் சுருள்கள் தொடர் இணைப்புத் தடைகளும் நேர் மின்னோட்டத்துடன் தொடர் இணைப்பாக இணைக்கப்படும். அப்போது, கோணவிலக்கம், $\alpha = K_3 I_v^2 = K_3 (V_v/R_v)^2$ மாறு திசை மின்னோட்டத்தில் இந்த வோல்ட் அளவியைப் பயன்படுத்தும்போது கோண விலக்கம் $\alpha = K_3 I_v^2 = K_3 (V_v/Z_v)^2$. மாறு திசை மின்னோட்டத்தில் பயன்படுத்தும்போது இவ்வோல்ட் அளவியில் அவை வெண் பிழை ஏற்படுகிறது. இத்தகைய பிழையைப் போக்க தொடர் இணைப்புத் தடையுடன் ஒரு மின் தேக்கியைப் பக்க இணைப்பு முறையில் இணைக்கலாம்.

பயன். நேர் மற்றும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் இரண்டிலும் பயன்படும். இது மிக நுண்ணிய அளவி.

வரம்பு. மிகு சகமைகளில் கூடுதலான உணர்திறன், அயல் காந்தப்புலத்தைச் சார்ந்து அளவுகோலின் அளவைகள் இருக்கும், கருத்தில் கொள்ளும் அளவு மின்னாற்றல் இழப்பு, விலை மிகுதி.

இரும்பியக்க வோல்ட் அளவி. இரும்பியக்க வோல்ட் அளவிகளின் விலக்கம் மின்னியக்க வர்க்க விதியைப் போன்றே அளக்கப்படுகிறது. மின்னியக்க வோல்ட் அளவியைப் போல் இவ்வகை விலக்கத்தின் சார்பு (dependance) ஏறக்குறைய நேராக இருக்குமாறு சீர் செய்யப்பட்டுள்ளது.

மிக உயர்ந்த விலக்கத் திருக்கத்தால் இவ்வகை வோல்ட் அளவிகள் பதிவு செய்யும் அளவைக் கருவிகளாகத் தொழில்நுட்ப அலைவெண் 50HZ மற்றும் உயர் அலைவெண் 1000H₂-ல் மாறு மின்னோட்டம் பயன்படுகிறது. நுட்ப மிகுதியான விலக்கத் திருக்கம், வலிமையுள்ள வேலைப்பாடு. நம்பிக்கைக்கு ஏற்ற நிலை, அயல் காந்தப் புலத்தால் பாதிக்கப்படாமை ஆகியவை இதன் பயன்களாகும்.

நிலைமின் வோல்ட் அளவி. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மின்னோட்டமுள்ள கடத்திகளிடையே உருவாகும் மின்புலத்தின் செயலால், நிலைமின் வோல்ட் அளவியின் இயங்கும் பொருளின் விலக்கம் உண்டாகிறது. நிலைமின் கருவிகளின் இயங்கும் பொருளின் கோணவிலக்கம், நேர்மின்னோட்டத்தில் மின்னோட்ட வர்க்கத்திற்கு நேர் எதிர் விகிதத்திலிருக்கும். ஆனால் மாறு மின்னோட்டத்தில் சராசரி மின்னழுத்தத்தின் வர்க்க மூலத்திற்கு நேர்விகிதத்திலிருக்கும்.

நிலைமின் கருவிகளின் ஆற்றல் வாய்ந்த வீச்சை (dc/dα)மாற்றி ஒரே சீராக மாற்றலாம். உணர்திறனை உயர்த்தி நிலைத்தகடுகளின் மற்றும் இயங்கும் தகடுகளின் எண்ணிக்கையை உயர்த்த வேண்டும்.

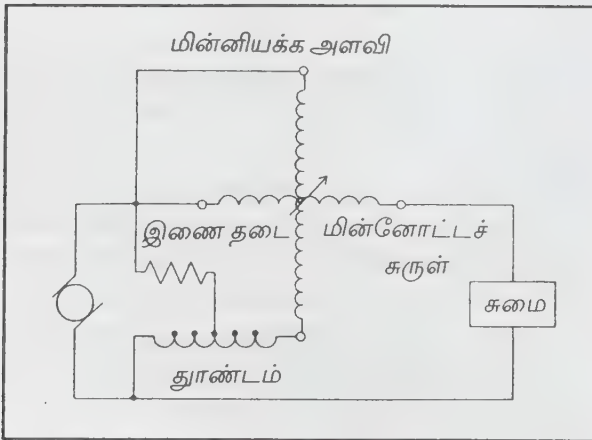
புறக்கணிக்கத் தக்க மின்னாற்றல் இழப்பு, நேர்மின் மற்றும் மாறு மின்னோட்ட அளவைகளுக்குப் பயன்படுத்தல். இந்த வகைக் கருவிகள் வெப்பநிலையாலோ அலைவெண்களாலோ

மின்னழுத்த அலைவடிவாலோ குழல் காந்தப் புலத்தாலோ பாதிக்கப்படாமை என்பன சிறப்புக் கூறுகளாகும். குறைவான உணர்திறனும். புறக்காந்தப் புலங்களால் அளவுப் படிப்புகள் மாறுபடுதலும் வரம்புகளாகும்.

த. சந்தானம்

வோல்ட் -ஓம்-மில்லி அம்மீட்டர்

மின்னழுத்தம், மின்தடை, மின்னோட்டம் இவற்றை அளக்கப் பயன்படும் கருவி வோல்ட்-ஓம்-மில்லி அம்மீட்டர் (volt-ohm-milliammeter) எனப்படுகிறது. இக்கருவி மின்னழுத்தங்களில் மாறு திசை மின்னழுத்தம், நேர் திசை மின்னழுத்தம் ஆகிய இரு மின்னழுத்தங்களையும், மின்னோட்டத்தில் பெரும்பாலும் நேர் மின்னோட்டத்தை மட்டும் அளக்கப் பயன்படுகிறது.



வோல்ட்-ஓம்-மில்லி அம்மீட்டர் கருவியில் அனைத்து அளவுகளையும் ஒரே பல் அளவுகோல் சுட்டும் கருவியிலேயே பெறலாம். இக்கருவியில் இரு சுழல்இணைப்பு மாற்றிகள் (rotary switches), பல் ஊசி (multiple pin jacks) இவை காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தனித்தனியாக இயக்கியோ இரண்டையும் ஒன்றாக இயக்கியோ தேவைக்கேற்ப அளவீடுகளைப் பெறலாம்.

நேர் மின்னோட்ட மின்னழுத்த அளவீடுகளுக்கு இக்கருவியின் உணர்திறன் 20,000 ஓம்/வோல்ட், மாறு திசை மின்னோட்ட மின்னழுத்த அளவீடுகளுக்கு இக்கருவியின் உணர்திறன் 1000 - 100,000 ஆகும். இக்கருவியின் துல்லியம் (accuracy) மாறுதிசை மின்னோட்டத்திற்கு 5%, நேர் மின்னோட்டத்திற்கு 3% ஆகும்.

வோல்ட்-ஓம்-மில்லி அம்மீட்டரைப் பல் அளவி (millimeter) என்றும் சுற்று ஆய்வி (circuit analyzer) என்றும், ஆய்வி (analyzer) என்றும் வழங்குவர்

இரா. இந்து

வெளவால்

வெளவால் ஒரு பறக்கும் பாலூட்டி. இது உடலில் மயிர்களைக் கொண்டது. இது குட்டி போட்டுப் பால் கொடுக்கும் வகுப்பில் (mammalia) இடம்பெறும் முதுகெலும்புடைய விலங்கு. கைராபட்டீரா (chiroptera) எனும் வரிசையில் இடம்பெறுகிறது. இதன் இரத்தம் சுற்றுச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப (temperature) மாறுவதில்லை. எப்போதும் நிலையான வெப்பமுடையது. இதனால் இதனை வெப்ப இரத்த விலங்கு (warm blooded) எனப்பகுத்துள்ளனர். இதன் முன் இணைப்புறுப்புக்கள் இறக்கைகளாக மாறிப் பறக்கப் பயன்படுகின்றன. இதன் முன் கால்களின் (fore limbs) விரல்களையும் பின் கால்களையும் மெல்லிய சவ்வு போன்ற தோல் இணைத்துள்ளது. இதனைப் பறவைகளின் இறகுகளோடு ஒப்பிட முடியாது. வெளவால்கள் உலகெங்கும் காணப்பட்டாலும் வெப்ப மண்டல பகுதிகளில்தான் அதிகம் காணப்படுகின்றன.

குளிர் பகுதியாகிய வட பகுதியில் வாழும் வெளவால்கள் குளிர்காலத்தில் தென்பகுதியை நோக்கிப் பறந்து வருகின்றன. மற்றவை, இக்குளிர் காலத்தில் மரப்பொந்துகள், குகைகள், பாழ் அடைந்த கட்டடங்களில் மறைவான பகுதிகள் ஆகியவற்றில் வெளிப்படாமல் தங்கி 'குளிர் கால உறக்கம்' (winter

slept) கொள்கின்றன. வெளவால்களுள் சுமார் 900 சிறப்பினங்கள் (species) உள்ளன.

பாழடைந்த கோயில்கள், கோட்டைகள், இருள் நிறைந்த கட்டடங்கள், குகைகள் ஆகியவற்றில் ஆயிரக்கணக்கில் இவை தங்கியிருக்கும் இடங்களில் நுழையும்போதே இவற்றின் எச்சங்களின் தூர்நாற்றத்தை உணரலாம். இவ்வெச்சங்கள் (bat guano) பயிர்களுக்குச் சிறந்த எருவாகும். பெரும்பாலான வெளவால்கள் மனிதனுக்கு நன்மை செய்கின்றன. தீங்கு விளைவிக்கும் பூச்சிகளை-கொசுக்களை- உண்கின்றன. மத்திய தென் அமெரிக்கப் பகுதிகளில் உள்ள சில இன வெளவால்கள் (Vampire bats) மக்களைக் கடித்து இரத்தத்தை உறிஞ்சுவன. நோய் பரப்புவதால் தொல்லை தருவனவாகக் கருதப்படுகின்றன. விலங்குகளையும் இவை கடிக்கின்றன. மீன்களைத் தின்பவைகளும் உள்ளன. இரவில் திரிவதால் பல மனிதர்கள் இவற்றைக் கண்டு அஞ்சுகின்றனர். சிறிய வெளவால்கள் 2 அடி உடல் நீளமுடையவை. இறக்கை விரித்த நிலையில் 1 அடி குறுக்கு விட்டமுடையவை.

மிகப்பெரிய வெளவால்கள் தென் ஆசியப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இதன் உடல் 1 அடி நீளமும் விரித்த இறக்கை ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனை வரை 7 அடி நீளமும் இருக்கும். வெளவால்களின் தலைகள் உடல் அளவுடன் ஒப்பிடும் போது சிறியனவாக இருப்பதோடு நாய், கரடி, எலி, குதிரை போன்ற விலங்குகளின் முகத்தை ஒத்த பல்வேறு வடிவினவாகவும் இருக்கக் காணலாம். பெரிய பழம் தின்னி வெளவால்களின் முகம் நரி போல இருப்பதால் இதனைப் 'பறக்கும் நரி' (flying fox) என்கின்றனர்.

வெளவாலின் இறக்கைகள் பிற பாலூட்டிகளின் கைகளில் உள்ள எலும்புகளை ஒத்த எலும்புகளால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. புறத்தே உள்ள தோல் மடிப்பு (petagium) கட்டை விரலின் அடிபாகத்தையும் தோல் பட்டையையும் இணைக்கிறது. மேல் கை கட்டைவிரல் தவிர்ந்த ஏனைய விரல்களுக்கிடையே இறக்கை அகன்று இருப்பதோடு உடலின் மருங்கு பின்னங்கால்கள் வரை செல்கிறது. சில இனங்களில் இது வால் பகுதி வரையுங்கூடச் செல்லும். விரல்கள் நீண்டு இறக்கை போன்ற இச்சவ்வானது குடையிலுள்ள

ஆரக்கம்பிகளைப்போல வலுவூட்டுகின்றன. மேலும் பறப்பதற்கும் இவை பயன்படுகின்றன. கட்டைவிரலானது வளைந்த நகத்தைப் பெற்றுள்ளது.

வெளவாலின் மார்பு எலும்பு, பறவைகளின் மார்பு எலும்பு போல், பறக்கும் தசைகள் பொருந்துவதற்கேற்ப 'கீல்' (keel) அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. பின்னங்கால்கள் வலுக்குன்றியவை. ஒவ்வொன்றும் நகங்களுடைய ஐந்து விரல்கள் கொண்டவை. மற்ற பாலூட்டிகளிலுள்ளதுபோல முழங்கால் எலும்பு (knee) முன்னோக்கி இல்லாமல் பின்னோக்கியுள்ளது. கால்கள் நடப்பதற்கு அவ்வளவாகப் பயன்படுவதில்லை. மாறாகக் கட்டடங்களின் உள் கூரையில் தலைகீழாகத் தொங்கப் பயன்படுகின்றன. பறத்தலுக்குரிய தகவு அமைவாகிய உள்ளே துளையுடைய எலும்புகள் இறக்கைகளில் காணப்படுகின்றன.

வெளவால்களின் கண்கள் சிறியவை. இரவில் செயல்படும் பூச்சிகளைப் பிடித்து உண்பவைகளின் கண்களைவிடச் செயல்திறன் குறைந்தன. இக்குறையை ஈடுகட்டும் வகையில் கேட்கும் புலனுறுப்புக்களும், தொடு உணர்ச்சி புலனுறுப்புக்களும் நன்கு வளர்ச்சிப் பெற்ற மேம்பட்ட பரிணாம வளர்ச்சி பெற்று உள்ளன. சில வெளவால்களில் புற நாசித்துளைகளைச் சுற்றி அரை வட்ட மடல்கள் காணப்படுகின்றன. மேலும் புறச்செவி மடல் (puinae) பெரியதாக ஒலி அலைகளை அதிகமாக வாங்கக்கூடியதாக அமைந்துள்ளன.

வெளவால்கள் பெரியவை 'மேக்ரோ கைராப்டீரா' (macro chiroptera) என்றும், சிறியவை 'மைக்ரோ கைராப்டீரா' (micro chiroptera) என்றும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. பெரியவை பழம் தின்பவை. இவை தங்கள் உணவைப் பார்க்கும் புலனுறுப்பாகிய கண்களால் காண்கின்றன. ஆனால் இரவில் பறக்கும் சிறிய பூச்சிகளைத் தின்பவை எதிரொலி வழி இடமறிதல் (echo-location) முறையில் அவற்றை வேட்டையாடுகின்றன. பொதுவாக இது எழுப்பும் ஒலி விநாடிக்கு 30,000 முதல் 80,000 அதிர்வுகளைக் கொண்டதாக இருக்கும். விநாடிக்கு 20 முதல் 20,000 அதிர்வுகளைக் கொண்ட ஒலியை மட்டுமே கேட்க கூடிய மனிதர்களால் வெளவால்களின் ஒலியை கேட்க



வெளவால் வகை

முடிவதில்லை. சிறிய பூச்சி தின்னும் வெளவால் பறக்கும்போது தனது தொண்டைப் பகுதியிலுள்ள ஒலிப் பெட்டியின் (voice box) உதவியால் தொடர்ந்து ஒலி எழுப்புகிறது. அந்த ஒலி எதிரிலுள்ள பொருள்களின் மீது பட்டு எதிரொலியாகப் பிரதிபலிக்கிறது. எதிர் வரும் பொருள் சுவராகவோ, பறக்கும் பூச்சியாகவோ கூட இருக்கலாம். தான் எழுப்பும் எதிரொலியைத் தனது கேட்கும் புலனுறுப்பில் விரைந்து வாங்கி, தன் எதிரிலுள்ள பொருள் எந்த திசையில் உள்ளது, எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளது, எத்தன்மையது போன்றவற்றை மிக விரைவாக உணர்ந்து செயல்படுகிறது. அது தடையாக இருப்பின் விலகி செல்லும். உணவாக இருப்பின் அதனைத் துரத்திப் பிடிக்கும் விந்தையான செயல் திறன் வாய்க்கப் பெற்றது.

ஆய்வாளர்கள் இதன் கண்களைக் கட்டியபின் பறக்க விட்டபோது குறுக்கே உள்ள சிறு கம்பிகளாலான வலையில் இடிபடாமல் பறந்த இது வாயையோ காதுகளையோ கட்டிவிட்டபின் பறக்க விட்டபோது பறக்க இயலாமல் தடுமாறியதைக் கண்டறிந்துள்ளனர்.

வெளவால்களுள் பெரிய கால்களைப் பெற்றுள்ள "பிளிக் கோட்ஸ்" (plecotus) சிறப்பினம் பொதுவாகப் பறப்பது. அது பறக்கும்போது வாய் அல்லது மூக்குத்துளையினால் ஒலி எழுப்பும். தொடக்கத்தில் ஒலி அலை அதிர்வு 35 கி. சைக்கிலாகவும் முடியும் போது 24 கி. சைக்கிலாகவும் இருக்கும். பூச்சிகளைத் தின்னும் மற்றொரு வகை வெளவாலின் ஒலித் திறன் 80 - 100 கி. சைக்கிள்கள் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

வெளவால்கள் பல கூட்டமாகப் பறக்கும்போது ஒன்றன் எதிரொலியைக் கேட்டு மற்றொன்று குழப்பம் அடைவதில்லை. ஒவ்வொன்றுக்கும் தன் ஒலியையும் எதிரொலியையும் அடையாளங்காணும் திறன் பெற்றுள்ளன. மேலும் எதிர்ப்படும் பொருளில் பட்டு மீளும் எதிரொலி வேகம் குறைந்து காணப்படும். அந்நிலையிலும் வெகு விரைவில் அதனை உணர்ந்து அதற்கு ஏற்ப செயல்படுவது விந்தையான ஒன்றாகும்.

பெண் வெளவாலில் மார்பு பகுதியில் ஓரினை அல்லது ஈரினை பாலூட்டும் அமைப்புக்கள் (nipples)

உள்ளன. ஒரு தடவைக்கு ஒரே ஒரு குட்டிதான் போடும். இதன் நஞ்சுக் கொடி (placenta) அதாவது தாய்-சேய் இணைப்புத் திசு தட்டு வகையை (discoidal) அல்லது 'ஹிமோகோரியல்' (haemochorial type) வகையைச் சார்ந்ததாக இருக்கலாம்.

வகைபாடும் எடுத்துக்காட்டுகளும். மெக்ரோ கைராப்டிரா எனும் பிரிவில் சிறிய வெளவால்கள் இடம் பெறுகின்றன. இவை பூச்சிகளை உண்பவை. அரைக்கும் பறகளில் மேடு பள்ளங்கள் கொண்டவை. இதன் கைகளிலுள்ள கட்டை விரல்களில் மட்டும் நகம் உண்டு. வால் இருந்தால், தொடைச்சவ்வுடன் இணைந்திருக்கும். இதற்குச் சிறிய வாயும், புற நாசித் துளைகளைச் சுற்றி மடல்களும் உள்ளன. பிபிஸ்டுரிலஸ் (pipistrellus) ரைனோலோபஸ் (Rhinolophus) ஆகியன இப்பகுப்பில் அடங்குவன. மெகாடெர்மா (magaderma) இந்தியன் இரத்தம் குடிக்கும் வெளவால் ஆகும். இது சிறிய பறவைகள், தவளைகள் ஆகியவற்றின் புலாலை உண்ணும். அமெரிக்காவில் வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் காணப்படும் வாம்பைரஸ் (vampyrus) வெளவால்கள், குதிரை, நாய் போன்ற விலங்குகளின் இரத்தத்தை உறிஞ்சி வாழ்கின்றன.

மேக்ரோகைராப்டிரா அல்லது மெக்ரோகைராப்டிரா எனும் பிரிவில் பெரிய அளவுள்ள பழம் தின்னும் வெளவால்கள் இடம் பெறுகின்றன. இவற்றின் கைகளில் உள்ள கட்டைவிரல்களும், இரண்டாவது விரல்களும் நகங்கள் உடையன. வாலானது தொடை இடைச் சவ்வுடன் இணைந்திருக்காது. முகம் நீண்டு காணப்படும். மூக்குப்பகுதியில் மடல்கள் கிடையாது. அரைக்கும் பறகளின் மேற்பரப்பு வழுவழப்பாகவும் நீள் பள்ளங்களும் கொண்டது. எ-டு: டிரோபஸ் (pteropus) இது பறக்கும் நரி எனப்படுகிறது. இதன் இறக்கை விரித்த நிலையில் சுமார் 4 அடி நீளம் இருக்கும். சைனாப்டிரஸ் (Cynopterus) என்பது குட்டை மூக்குடைய பழந் தின்னி வெளவால் ஆகும்.

வெளவால்களைப் பற்றி நாட்டுப் புறக்கதைகளும், மூடநம்பிக்கையின் அடிப்படையிலான பேய்க் கதைகளும் உள்ளன. கோயில் எல்லையில் உள்ள மரங்களில் அடையும்

பழந்தின்னி வெளவால்களுக்கு மக்கள் தீங்கு செய்வதில்லை. பூச்சிகளை அழித்தல், அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை, பழவிதைகளை பரப்புதல் போன்ற செயல்களால் இது மக்களுக்கு நன்மை செய்கிறது. சூழ்நிலை மாசுபடுதல், சில நோய்களைப் பரப்புதல், பழத் தோட்டங்களுக்கு அழிவு உண்டாக்கல் போன்ற தீங்குகளை நிகழ்த்துவதால் இதனை வெறுத்து வேட்டையாடவும் செய்கின்றனர். பறவைகள் போல் பல தக அமைவுகளைப் பெற்று பறக்கக்கூடிய பாலூட்டி என்பதால் குரங்கு பரிணாமத்திற்கு (convergent evolution) ஓர் எடுத்துக்காட்டாக இது உள்ளது.

வெளவால் மீன்

இது எலும்பு மீன்கள் வகுப்பில் (osteichthyes) உள்ள அக்காந்தோப்டெரிஜியை (acanthopterygii) வரிசையில் உள்ள ஸ்ட்ரொமாட்டிடே (stromateidae) குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இம்மீன்கள் பெரும்பாலும் வெப்ப, மிதவெப்பக் கடல்களில், கிழக்கு நாடுகளில் பரவியுள்ளன. இவ்வின மீன்கள் நீள் சதுரமான அல்லது சற்றேறத்தாழ நீள் வட்டமான உடலைப் பெற்றுள்ளன. உடல் அழுத்தமானதாக இருக்கும். உடலின் மேலுள்ள சிறிய செதில்கள் ஒரு போர்வை போன்றுள்ளன. கண்கள் பக்க வசத்தில் இடம்பெற்றுள்ளன. 5-7 செவுள் மூடி ஆரைகள் பெரிய துளைகளை கொண்டு காணப்படுகின்றன. போலிச் செவுள்களும் உண்டு. இரு தாடைகளிலும் ஒற்றை வரிசையில் சிறிய வலுவற்ற பற்கள் காணப்படுகின்றன. உணவுக்குழல் எண்ணற்ற கொம்புப் பொருளாலான முள்ளுடைய பற்களைப் பெற்றுள்ளது. உணவுப் பாதையில் பிதுக்கங்கள் சில உள்ளன. ஒரேயொரு முதுகுத்துடுப்பு நீண்டு தனிப்பட்ட தெளிவான முள்ளுடைய பகுதியைப் பெறாமல் உள்ளது. மலவாய்த்தடுப்பு முற்பகுதியில் வளர்ச்சி குன்றிய முட்களைப் பெற்றுள்ளன. வளர்ந்த மீனில் வயிற்றுத் துடுப்புகள் காணப்படுவதில்லை. சிறிய அளவுடைய செதில்கள் நேரத்துடுப்புகளின் மீதும் பரவியுள்ளன. பக்கக்கோடு எப்பொழுதும் மழமழப்பாக உள்ளது. காற்றுப்பை காணப்பட்டால் சிறியதாயிருக்கும். 5, 7

மார்பெலும்புகள் உள்ளன. இவை 'வாவல்' எனவும் பொதுவாக அழைக்கப் படுகின்றன. கடல்நீர்வாழ் மீன்களில் அதிக விலை கொண்ட முதல் மூன்று மீன்களில் ஒன்றாகவுள்ளது. காரணம் இம்மீனின் உடலானது மிருதுவான தசையையும் அதிகச் சுவையையும், தடித்த எலும்புகள் அற்றும் காணப்படுவதுமேயாகும்.

இவை ஓரளவு கூட்டங்களாகச் வாழும் மீன்கள். இவற்றின் முக்கிய உணவு மிதவை உயிரிகளாகும். இவற்றோடு சிறிய இறால்கள், ஆல்காக்கள் ஆகியவற்றையும் உட்கொள்கின்றன. எப்பொழுதாவது மெல்லுடலிகளையும் உண்கின்றன.

கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் கஞ்சம் மாவட்டத்திலுள்ள கஞ்சம், விசாகப்பட்டினத்தில் உள்ள புக்கிலிப்பேட்டா, சென்னை, தஞ்சை மாவட்டத்திலுள்ள தரங்கம்பாடி, இராமநாதபுரம் மாவட்டத்திலுள்ள முக்கூர், பாம்பன், வ.உ.சிதம்பரனார் மாவட்டத்திலுள்ள தூத்துக்குடி, மேற்கு கடற்கரைப் பகுதிகளில் மைசூரிலுள்ள ஹீங்கர்கட்டா, கேரளாவிலுள்ள கண்ணனூர், வலப்பாடி, கோழிக்கோடு, தானூர், பொன்னனி ஆகிய மீன்பிடித் துறைகளில் வெளவால் மீன்கள் பிடிபடுகின்றன.

இம்மீன்களை பிடிக்க மீனவர்கள் மடிவலை, வெள்ளவலை, கரைவலை, தடவச்சு முதலிய வலைகளைக் கையாளுகின்றனர். ஒரு வெளவால் மீன் கூட்டத்தின் இருப்பிடத்தை அறிந்து கொண்டதும், மீனவர் சுறுசுறுப்பாகச் செயல்படத் தொடங்குகின்றனர். கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் இம்மீனைப் பிடிப்பற்கு 'மடி வலை' என்னும் ஒருவகை வலையே பயன்படுத்தப்படுகிறது. நான்கு கட்டுமரக் கப்பல்களின் உதவியால் இவ்வலையை மீன் கூட்டத்தின் இருப்பிடத்திற்கு அண்மையில் விரித்து வைக்கின்றனர். ஐந்தாவது கட்டுமரத்தில் நீரில் மூழ்கக்கூடிய மீனவர் ஒருவர் இருப்பார். இவர் கட்டு மரத்தினின்று நீரிலிறங்கி, மூழ்கி, வெளவால் மீன்களைத் தன்பால் ஈர்த்து வலையின் மேல் நீந்தச் செய்கிறார். இவ்விதம் மீன் கூட்டம் வலையின் மையத்தை அடைந்ததும், முன் கூறிய நான்கு கட்டுமரங்களிலும் உள்ளவர்கள் வலையை மேலே

இழுத்துச் சுருக்கி மீன்களை வலையில் அடக்கிவிடுகின்றனர். அதே சமயத்தில் நீரில் மூழ்கிய நபர் நீந்தி நீருக்கு மேல் வந்துவிடுவார். கம்பி முறை என்ற மற்றொரு முறையும் இம் மீன்களைப் பிடிக்கக் கையாளப்படுகிறது. மீன் பிடித்துறைகளின் அண்மையிலுள்ள ஊர்களில் இம்மீன்கள் பிடிபட்டவுடன் கடைகளில் விற்கப்படுகின்றன. ஆனால் பிற பகுதிகளில் இம்மீன்கள் பிடிபட்டவுடன் கிடைக்காத காரணத்தினால் இவற்றைப் பதனிட்டு, உப்பிட்டு, உலரவைத்த நிலையிலேயே மக்கள் உண்ண முடிகிறது.

இம்மீன்கள் கராங்கிடே வரிசை மீன்களை ஒத்துள்ளது. இம்மீன்களில் புரதம், கொழுப்பு, கால்சியம், பாஸ்பரஸ் போன்றவை அதிகமாக உள்ளதால் சிறந்த உணவுப்பொருளாக கருதப்படுகிறது. மிருதுவான தசையினையும் அதிக சுவையினையும் பெற்றிருத்தலால் இவை வெண்ணெய் மீன்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

வெளவால் மீன்களில் குறிப்பாக மூன்று இனங்கள் காணப்படுகின்றன. அவை ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் சைனன்சிஸ், ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் சினரியஸ், ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் நைகர் என்பனவாகும்.

ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் சைன்சிஸ் (stromateus Sinensis). இது மோகன வெளவால், வெள்ளை வெளவால், வெளவால் பாறை எனப்படும் பெயர்களில் அழைக்கப்படுகின்றது. இது இந்தியக் கடல்களிலும், சீனா மற்றும் மலேசியக் கடல்களிலும் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இது ஒரு சிறந்த உணவு மீனாக மக்களால் பெரிதும் விரும்பி உண்ணப்படுகிறது. இம்மீன் சுமார் 1 - 1½ அடி வரை நீளம் கொண்டுள்ளது. கீழ்த்தாடை சற்று நீளமாகக் காணப்படுகிறது. இரு தாடைகளிலும் பற்கள் ஒரே வரிசையாகக் காணப்படுகின்றன. வயது முதிர்ந்த பின்பு பற்கள் உதிர்ந்துவிடும். முதுகுத்துடுப்பின் முதல் நான்கு அல்லது ஐந்து ஆரைகள் மிகக் குட்டையாகவும், தோலின் வெளியே தெரியா வண்ணமும் அமைந்துள்ளன. இதன் முதற்பகுதி மலவாய்த் துடுப்பை ஒத்ததாகும். இது நீளத்தில் மார்புத் துடுப்பிற்குச் சமமானதாகும். மலவாய்த் துடுப்பின் முதல் ஐந்து ஆரைகள் குட்டையானவை. இவை

தோலிற்கு மேல் வெளியே தெரிவதில்லை. வால் துடுப்பின் இரு மடல்களும் சம அளவு உடையன. இவற்றில் வயிற்றுத் துடுப்புகள் காணப்படுவதில்லை. செதில்கள் சிறிய அளவு கொண்டும் அடிக்கடி உதிர்க்கூடியதாகவும் விளங்குகின்றன. வளர்ந்த மீன்களில் செதில்கள் நேர்த் துடுப்புகளின் மேலும் பரவியிருக்கின்றன. இம்மீனின் தலை, உடல் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்பு ஆழ்ந்த நிறத்தைப் பெற்றுள்ளது. உடலின் பிறபகுதிகள் பழுப்பு கலந்த சாம்பல் நிறமானவை. வயிற்றுப் பரப்பு வெள்ளி போன்ற மினுமினுப்புடையது. இதன்மேல் பழுப்பு நிறமான பெரும்புள்ளிகள் காணப்படும். இப்புள்ளிகள் வெள்ளி போன்ற மையப் புள்ளியைப் பெற்றுள்ளன. துடுப்புகள் வெள்ளி போன்ற சாம்பல் நிறமுடையவை. இவற்றின் விளிம்புப்பகுதி கருமை படர்ந்தது.

ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் சினரியஸ் (stromateus cinereus). இது வெள்ளி வெளவால், சாம்பல் வெளவால், என பல பெயர்களில் அழைக்கப்படுகிறது. இதுவும் இந்தியக் கடல்களிலும், மலேசியக் கடலிலும் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இவற்றில் வயது முதிர்ந்த மீன்களே சிறந்த உணவுப் பொருளாகிறது. சுமார் 1 அடி நீளம் வரை வளருபவை. மூக்குப்பகுதி நீண்டு வாயை மூடியுள்ளது. இரு தாடைகளிலும் ஒரே வரிசையில் பற்கள் உள்ளன. இம்மீனின் மார்புத்துடுப்புச் சற்றுக் கூர்மையாகக் காணப்படுகிறது. வால்துடுப்பு ஆழமாக இரு கூறுகளாகப் பிளவுபட்டுள்ளது. இவற்றுள் கீழ்மடல் அதிக நீளமுடையதாக உள்ளது. சிறிய உதிரும் செதில்கள் உடல் முழுவதுமுள்ளன. தலை, முதுகு ஆகியவற்றில் மேற்பரப்பு சாம்பல் படர்ந்தும், ஊதா நிறத்தின் மினுமினுப்பைப் பெற்றும் இருக்கின்றன.

தலை, உடல் ஆகியவற்றின் பக்கப் பகுதிகள் வெள்ளி போன்ற சாம்பல் நிறமானவை. இள உயிரிகளில் இந்த நிறம் வெண்மையாகக் காணப்படுகிறது. உடற்பரப்பு முழுவதும் நுண்ணிய கரும்புள்ளிகள் இருக்கும். செவுள் மூடியின் மேற்பகுதியில் ஒரு கரும்புள்ளி உள்ளது. முதுகு மற்றும் மலவாய்த்துடுப்புகள் சாம்பல் நிறப்பின்னணியில் நுண்மையான கரும்புள்ளிகளைக் கொண்டுள்ளன. மார்புத் துடுப்பும், வால்துடுப்பும் மஞ்சள் படர்ந்த வெண்மையும் நுண்ணிய

கரும்புள்ளிகளையும் பெற்றுள்ளன. விழி வண்ணப்படலம் வெள்ளி போன்றது. இளம் மீன்கள் முதிர்ந்தவற்றைவிட ஆழ்ந்த நிறமுடையவை.

ஸ்ட்ரோமேட்டியஸ் நைஜர் (stromateus niger).

இது கருப்பு வெளவால் என அழைக்கப்படுகிறது. இதுவும் இந்தியா, சீனா, மலேசியக் கடற்கரைகளில் காணப்படுகிறது. தஞ்சை மாவட்டத்தில் உள்ள தரங்கம்பாடியில் அதிகம் காணப்படுகிறது. இது அங்கு உண்ணப்படுவதில்லை. சுமார் $1\frac{1}{4}$ அடி நீளமுடையவை. கீழ்த்தாடை நீளமானதாக உள்ளது. இரு தாடைகளிலும் ஒரே வரிசைப் பற்கள் காணப்படுகின்றன. முதுகுத் துடுப்பு, மலவாய்த்துடுப்புகள் முன்பகுதி நீளமாகவும், பின்புறம் சிறியதாயும் காணப்படுகின்றன. மார்புத்துடுப்பு தலையைவிட பெரியதாயுள்ளது. இம்மீன்களின் பக்கக் கோட்டின் இறுதிப்பகுதி மூட்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. இளம் மீன்களில் வயிற்றுத் துடுப்புகள் காணப்படுகின்றன. ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறத்தில் நீல நிறத்தன்மை கொண்டு காணப்படுகிறது. இம்மீனின் ஓரப்பகுதிகள் கருப்பாகவும், வால் மஞ்சள் நிறத்தில் மூன்று பழுப்பு நிற பட்டைகளுடன் காணப்படுகிறது.

ஞா. ஸ்ரீதரன்

துணைநூல்கள். *Compton's Pictured Encyclopaedia*, F.E. Compton & Company - Chicago, 1956; S.Frank. *The Pictorial Encyclopaedia of Fishes*. Hamlyn. London - 1976; FrancisDay-The *Fishes of India*, Today and Tomorrow's Bank Agency, New Delhi, 1978.

ஜப்பான் கடல்

இது மேற்கு பசிபிக் சமுத்திரத்தின் ஓரத்தில் (marginal) அமைந்துள்ள கடலாகும். இது கிழக்கே ஜப்பான் மற்றும் சோவியத்தின் சக்காலின் (sakkalin) தீவுகளாலும்; மேற்கே ஆசிய முக்கிய நிலப்பரப்பின் சோவியத் யூனியன் மற்றும் கொரியா முதலிய நாடுகளாலும் சூழப்பட்டுள்ளது. இதன் நிலப்பரப்பு 1,007,800 சதுர

கிலோ மீட்டர்களாகும். இது குறைந்தபட்சம் 1350 மீ. ஆழத்தையுடையது. அதிகபட்சம் 3742 மீ. ஆழமுடையது.

கடலின் புறத்தோற்றம்.

இக்கடல் பெரும்பாலும் முட்டை வடிவமுடையது. இதன் முக்கிய அச்சானது தென் மேற்கிலிருந்து வடகிழக்கு வரை அமைந்துள்ளது. இது தோராயமாக வடக்கே $57^{\circ} 45'N$ அட்சரேகையாலும், தெற்கே ஜப்பான் தீவான கீயூஷூ (kyushu) இலிருந்து கோடு போன்ற அமைப்பாலும் சூழப்பட்டுள்ளது. மேற்கு நோக்கி ஜப்பானின் கோடோ ரெட்டோ (goto retto) தீவுகளின் வழியே கொரியன் தீவான செஜூ (cheju) வாலும், வடக்கு நோக்கி கொரியன் தீபகற்பத்தாலும் (peninsula) சூழப்பட்டுள்ளது.

இக்கடல் மிக ஆழமான நீர்த்தேக்கத்தில் உள்ளது. இது கிழக்கு சீனா கடலிலிருந்து தெற்கு வரை சுஷிமா-கெய்க்யோ (isushime-kaikyo), சுஷிமா நீர்சந்திப்பு மற்றும் கொரியன் நீர்சந்திப்பாலும் (strait), ஒக்கோட்ஸ் கடலிலிருந்து வடக்குவரை சோயா-கெய்க்வோ, (soya kaikyo) சோயா நீர்சந்திப்பு அல்லது லேபெரோஸ் நீர்சந்திப்பிலிருந்தும், டாடர் நீர்சந்திப்பிலிருந்தும் பிரிக்கப்படுகிறது. இவை அனைத்தும் 700 அடிக்கும் குறையாத மிகக் குறைந்த ஆழமுடையன. கிழக்கே இதுவும் ஜப்பானின் உள்நாட்டு கடலுடன் கன்மோன் கெய்க்வோவினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

நீரின் அடிப்படையில் இக்கடல் வடக்கே ஜப்பான் (சுமார் 9800-11500 அடி ஆழம்) தென்கிழக்கே எமபோ (நதிப்படுகை) விளிம்பாகவும் மற்றும் ஷிமா விளிம்பாகவும் (சுமார் 6600 அடி ஆழம்) பிரிக்கப்படுகிறது.

சராசரி 10 மைல் சுற்றளவுடன் கூடிய சைபீரியா மற்றும் கொரியன் தீபகற்பம், ஓரத்தில் குறுகிய ஆழமில்லாக் கடலின் படுகையாயுள்ள கண்டத்தைச் சேர்ந்த தரைப்பகுதியும் (continental shelf), ஜப்பான் கடல் பக்கத்தில் (wider continental shelves) பாறைத்திட்டுக்களும் அத்துடன் கூட கடற்கரைக்கு அப்பால் நீர்த்தேக்கங்களும், நீர்

கால்வாய்கள் (troughs) மற்றும் படுகைகளும் (basins) இருக்கின்றன.

ஐப்பான் கடற்கரைக்கு அப்பால் இருக்கின்ற தீவுகள் பல குழுக்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் சேடோ ரிட்ஜ்; ஹாகுசன் பாங்ஸ் ; வகாசு ரிட்ஜ் மற்றும் ஓகி ரிட்ஜ் போன்றவை அடங்கும்.

மண்ணியலும், கடலின் அடியில் தேங்கியிருக்கும் பொருட்களும். யமடோ என்னும் தீவானது சராசரி 1475 அடி ஆழமுடையது (அதாவது 450 மீ. ஆழம்). இதில் கிராணைட், ரையோலைட், அன்டெஸ்லைட் மற்றும் பேசாஸ்ட் அடங்கியுள்ளன. எரிமலைக் குன்றுகள் கடலில் சிதறிக்கிடக்கின்றன. கடலின் புறபரப்பில் 3000 அடி கீழே கெர்ரியன் பீடபூமியின் உச்சி உள்ளது. அதனுடைய மையப்பகுதியில் ஒரு பள்ளம் இருக்கிறது. யமடோ நீர்த்தேக்கம் கடலின் தோன்றலாகும் என்று புவி இயற்பியல் ஆய்வுகள் வெளிப்படுத்துகிறது.

கடலின் அடியில் காணப்படும் பொருட்களான சேறு, சரளைக்கல் மற்றும் சிறுபாறைகளின் சிதைவு போன்ற புவியிலிருந்து உண்டான வண்டல் வீழ்ப்படிவுகள் இதனுடைய 650-1000 அடி ஆழத்துக்கும் கீழ் காணப்படுகின்றன. ஆழ்கடலில் படியவிடப்பட்ட (hemipelagic sediments) கரிமப் பொருள்களில் நீலச் சேறும், 1000 -2000 அடி வரை ஆழத்திலும் இன்னும் அதிக ஆழத்திலுள்ள - கடலின் வண்டலில் -சிவப்புச் சேறு (red mud) அடங்கியுள்ளது. இவை ஏறக்குறைய 1300 அடி ஆழத்தில் காணப்படுகின்றன.

பல எண்ணிக்கையுள்ள நீரில் மூழ்கியுள்ள செங்குத்தான பள்ளத்தாக்கு ஆழமில்லாக் கடலின் மீது காணப்படுகின்றன. நீள்வட்டப் பள்ளத்தாக்கு படுகையாயுள்ள சாய்வின் மேற்குப் பக்கத்தில் 6500 அடிக்கு அதிக ஆழத்தில் காணப்படுகின்றன. இவை ஐப்பான் தீவுகளுக்கு அருகில் இருக்கும்போது ஏறக்குறைய 2600 அடி ஆழத்தில் மட்டும் காணப்படுகின்றன.

டெர்ஷியரிக் கால இறுதியில் ஐப்பான் தீவுகளுக்குள் யானைகளின் இடப்பெயர்வால் (migra-

tion) அதன் உருவாக்கம் தடைப்பட்டது. அவற்றில் மிக அண்மையிலுள்ள சோயா கெய்க்யோ (soyo kaikyo) எனும் நீர்சந்திப்பு (விஸ்கான்சின் ஐஸ் காலம்) விஸ்கான்சின் பனிக்காலத்தின் இறுதியில் (உண்டாகியிருந்தது) உருவாகியிருந்தது.

தட்பவெப்ப நிலை. ஐப்பான் நாட்டின் மிக இதமான தட்பவெப்பநிலை ஐப்பான் கடலின் மிகப் பெரிய பங்களிப்பாகும். மதிப்பிடப்பட்ட 5,000,000,000 டன் எடையுள்ள நீராவி மூடுபனியாகவும் துருவத்திற்கு அருகில் உண்டாகும்போது நீர் ஆவியாதலை குறிப்பாக குளிர்காலத்தில் நன்கு காணலாம்.

டிசம்பர் முதல் மார்ச் வரையான காலங்களில் காணப்படும் வடமேற்கு பருவக்காற்று குளிர்ச்சியும், உலர்ந்த பெருநிலப்பகுதியைச் சேர்ந்த துருவ அடர்வு மிகுந்த காற்றை கடலின் வெதுவெதுப்பான கடல்நீரில் மேல் அடித்துச் செல்லுகிறது. இதன் விளைவாக ஐப்பானின் கடலைச் சார்ந்த மலை வழியே பனிக்கட்டி (snow) வடிவில் கடினமான வீழ்ப்படிவு உண்டாகிறது.

கோடைப்பருவத்தில் தெற்கு வெப்பமண்டல பருவக்காற்று உயர் வளிமண்டல காற்றழுத்த பகுதியிலிருந்து தொடங்கி வடக்கு பசிபிக் முழுவதும் வீசுகிறது. பிறகு முக்கிய நிலப்பிரதேசத்திற்குள்ளும் வீசுகிறது. இதன் காரணமாக அதனுடைய வெதுவெதுப்பான, ஈரமான காற்று குளிர்ந்த வேகமுள்ள காற்றின் மேல் வீசுகிற பொழுது அடர்ந்த மூடுபனி உண்டாகிறது. அந்தக் காலங்களில் இவை கடலின் வடக்குப் பகுதி முழுவதும் பரவிக்கிடக்கிறது. குளிர்கால பருவக்காற்று கடல் கொந்தளிப்பை கொண்டு வருகிறது. கடல் அரிமானத்திற்கும் காரணமாக உள்ளது. இதன் விளைவாக அதிகமாக அலைகள் மோதிச் சிதறுகின்றன. இவை ஐப்பானின் மேற்கு கடற்கரையினை சிதைவுற செய்கின்றன. கோடையில் சில சமயங்களில் கடும்புயல் (typhoon) ஏற்படுகிறது.

குளிர்காலத்தில் கடலின் வடக்குப் பகுதியிலும் குறிப்பாக சைபீரியன் கடலிலும் டாடர் நீர்சந்திப்பிலும் பனிக்கட்டி காணப்படுகிறது. வெப்பமின்னாற்றலின் விளைவாக பனி உருகுகிறது. இலையுதிர் காலத்திலும்;

கோடைகாலத்திலும் கடலின் அப்பகுதியில் குளிர்வாடை வேகமாக வீசுகிறது.

நீர் நிலைப் பரப்பாராய்ச்சி இயல் (hydrography).

பொதுவாக கடல்நீர் கடிகார எதிர்திசை முறையில் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. மேற்குப் பகுதியிலுள்ள குளிரும் அது தொடர்பான நன்னீருக்கும் கிழக்குப் பகுதியிலுள்ள மிதவெப்பமும் அதன் தொடர்பான மிகுதியான உப்பு நீருக்கும் இடையே வேறுபாடு நிலவுகிறது. குரோஷிஓவின் (kuroshio) நீரோட்டமும், சுஷிமா (isushima) நீரோட்டமும் ஒன்றாக சேர்ந்து அதனுடைய வடக்குப் பகுதிக்கும், கிழக்கு கொரியா மிதவெப்ப நீரோட்டம் வடபகுதிக்கு ஓடுகிறது. இது மிதவெப்பமான, அதிக உப்புநீரை கிழக்குப் பகுதிக்குக் கொண்டுசெல்கிறது. இவை சுகாரூ-கெய்க்ஓ (isugaru - kaikyo) வழியாக பசிபிக் கடலுக்குள் செல்லுமுன் சுகாரூ (isogaru) நீரோட்டமாகவும், மேலும் வட சோயா கெய்க்ஓ (soya kaikyo) வழியாக ஒகோட்ஸ் (okhotsk) கடலுக்குள் செல்லுமுன் சோயா (soya) நீரோட்டமாகவும் ஓடுகிறது. ஆசியாவின் முக்கிய கடல்பரப்பின் வழியே மூன்று குளிர்ந்த நீரோட்டம் செல்கிறது. லிமன் (liman), வடக்கு கொரியா மற்றும் மத்திய ஜப்பான் கடல் குளிர்ந்த நீரோட்டம் ஆகிய இவை குளிர்ந்த, தூய மற்றும் தெளிவுற்ற நீரை தெற்கு நோக்கி கொண்டு வருகிறது.

பொருள் வள ஆதாரங்களும், இயற்கை மூலப்பொருளை உழைத்துப் பயன்படுத்தலும். மீன்பிடித்தலும் தாதுப்பொருள் சேமிப்பும் முக்கிய பொருளாதார ஆதாரங்களாகும். காட், அலஸ்கள், பெல்லக், அட்கா மேக்ரல், சீல்ஸ் மற்றும் வேல்ஸ் ஆகியவை கடலுக்கடியில் காணப்படும் மீன்களில் அடங்கும். கணுக்காலிகளில் இறால் மற்றும் நண்டு போன்றவையும் காணப்படுகின்றன.

ஆழமில்லா கடலின் படுகையாயுள்ள கண்டப் பகுதிகளும் அதைச் சார்ந்த நீர்ப்பகுதிகளுமே பெருவாரியாக மீன்பிடிக்கும் இடமாகும். அதோடு கூட துருவ முன் பிரதேசமும் மீன் பிடிக்கும் இடமாகத் திகழ்கிறது. ஹெர்ரிங் சார்டினஸ் மற்றும் புளுமீன்கள் ஆகியவை பண்டைக்கால முறைப்படி பிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன. ஆனால் 1946-இலிருந்து மீன்பிடித்தல் குறைந்து கொண்டு வருகிறது. 1970 பின்னர் கடலின்

மத்திய பாகத்தில் இரையிட்டு மீன்பிடித்தல் நடைபெற்று வந்தது. வடக்கு மற்றும் தென்கிழக்கு ஆழமற்ற கடல் பகுதிகளில் சால்மன் மீன்பிடித்தலும்; கடலின் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் கணுக்காலிகளும் (crustacean) பிடிக்கப்பட்டு வந்தன.

மீன்வளம். கடல்கள் ஜப்பான் நாட்டிற்கு அரணாக மட்டும் அமைந்திருக்கவில்லை. உரமிடாமல், நீர்ப் பாய்ச்சாமல் எடுக்க எடுக்கக் குறையாத உணவுப் பொருளை வழங்கும் அரும்பெரும் அமுதசுரபியாய் அந்தக் கடல்கள் விளங்குகின்றன.

கடல் தருவளம். ஜப்பானில் அரிசிக்கு அடுத்த உணவாகப் பயன்படுவது மீன்களே. அந்த மீன்களை ஜப்பானைச் சுற்றியுள்ள கடல்கள் ஏராளமாக வழங்குகின்றன. உலகிலேயே மீன்வளத்திலும், மீன்பிடித்தலிலும் முதன்மையாய்த் திகழும் நாடு ஜப்பானாகும். ஜப்பானுக்கு வடக்கேயிருந்து வரும் குளிர் நீரோட்டமும், தெற்கேயிருந்து வரும் வெப்ப நீரோட்டமும் பலவகை மீனினங்கள் வளர்வதற்குக் காரணமாய் அமைகின்றன. ஜப்பானைச் சுற்றியுள்ள கடல்களில் வகைவகையான மீன்கள் மிகுதியாய்க் கிடைக்கின்றன. கனிம மூலப்பொருள்கள், காந்த மணல்கள், இயற்கை வளிம மற்றும் பெட்ரோலியம் போன்ற பொருள்களும் ஜப்பான் கடலிலும் சக்காலின் தீவுகளிலும் காணப்படுகின்றன.

உணவுப் பற்றாக்குறையை ஈடுசெய்தல். பிடிக்கப்படும் மீன்களையெல்லாம் அப்படியே வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யும் நிலைமை மட்டும் இருந்தால் ஜப்பான் பெரும்பொருள் ஈட்டிவிடும். ஆனால் நாட்டில் விளைகின்ற உணவுத் தானியங்களின் பற்றாக்குறையை ஈடுசெய்ய வேண்டியிருப்பதால் பிடிக்கப்படும் மீன்களில் பெரும்பகுதியை ஜப்பானியரே உணவாக உண்டு விடுகின்றனர். பிடிக்கப்படும் மீன்களில் ஏறத்தாழ 90% மீன்களை ஜப்பானியரே சாப்பிட்டு விடுகின்றனராம். மீதியுள்ள 10% மீன்களே பதப்படுத்தப்பட்டு பெட்டிகளில் அடைக்கப்பட்டு வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன.

ஜப்பானில் காய்களையும், இறைச்சியையும்

விட மீன்களே விலை மிகவும் குறைவு. மேய்ச்சல் நிலங்கள் அதிகம் இல்லாததால் அந்நாட்டில் கால்நடைகள் அதிகம் இல்லை. அதன் காரணமாக இறைச்சி விலை கூடுதலாக விற்கிறது. அங்குக் கடல்களைத் தவிர ஆறுகள், ஏரிகள் போன்றவற்றிலிருந்தும் மீன்கள் நிரம்பக் கிடைக்கின்றன. அங்கே பலவகை மீன்கள் பல வண்ணங்களில் கிடைக்கின்றன.

மீன்பிடிதொழில். மீன் பிடிப்பதற்குக் கப்பல்களும், எந்திரப் படகுகளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கடற்கரையோரங்களில் வாழும் மீனவர்களில் பெரும்பாலோர் இன்னும் பண்டைக்கால முறைப்படி மீன்பிடிப்பதாகவும், அதனால் அவர்களுக்கு அதிக மீன்கள் கிடைப்பதில்லை என்றும் கூறுகின்றனர். பெரிய நிறுவனங்களுக்குச் சொந்தமாகப் பல கப்பல்களும், எந்திரப் படகுகளும் இருக்கின்றன. ஜப்பானியருக்கு மீன் சிறந்த உணவாக அமைகிறது. மீன்பிடித்தொழிலால் பலருக்கு வேலைவாய்ப்பும் கிடைக்கிறது.

வணிகமும் வரலாற்று முக்கியத்துவமும். ஆசிய நாடுகளுக்கு இடையே வாணிகம் பெருகுவதால் ஜப்பான் கடல் நீர்வழி வணிக மையமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. ஜப்பான் கடல் நீர் அயல் நாட்டினரின் படையெடுப்பிலிருந்து ஜப்பான் நாட்டை பாதுகாத்திருக்கின்றது. தெற்கேயுள்ள நீர்சந்திப்புகளில் சில வரலாற்றுச் சிறப்புமிக்க கடற்போர்கள் நடந்துள்ளன. 1274, 1281 இந்த ஆண்டுகளில் சீனாவில் மங்கோலியப் பேரரசு ஜப்பானைக் கைப்பற்றுவதற்கு நீர்சந்திப்பைக் கடக்க முயற்சித்தது. ஆனால் அவர்களின் படைகள் கடும் புயலினால் அழிக்கப்பட்டன, 1905 ஆம் ஆண்டில் சுஷிமா (isushima) நீர்சந்திப்புப் போரில் ரஷ்யாவின் கடற்கடையை ஜப்பான் கடற்படை ஏறக்குறைய முழுவதுமாய் அழித்தது.

அ. அரங்கநாதன்

ஜவ்வாது

ஜவ்வாது 1.75 கிராம். 875 மி.கிராம் குங்குமப்பூவோடதணைத்துச் சேவல் இறைச்சியின் ரசத்தில் கொடுத்தால் பிள்ளை பிறக்காமல் துன்புறும் பெண்களுக்கு யாதொரு தொல்லையுமில்லாமல் உடனே சிசு வெளிப்படும்.

சே.பிரேமா

ஜஸ்பர்

அடர்ந்த, ஒளிபுகா ஓரளவிற்கு ஒளிகசியும் தன்மை வரையிலான மிக நுண்படிக நிலைக் குவார்ட்சில் இரும்பு ஆக்சைடு மாசுகள் காணப்படுகின்றன. இது இரும்பு ஆக்சைடன் மாசுகளைக் கொண்டிருப்பதால், இக்கனிமம் அதன் சிறப்பியல்பான சிவப்பு அல்லது சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறங்களைப் பெறுகிறது. இது நவரத்தினக் கற்களாகப் பயன்படுகிறது.

ஒளிபுகாத திண்மையான நுண் பரல்களாலான குவார்ட்சின் மாசு கலந்த வகையில், குறிப்பாக ஒடு சிவப்பு, இருண்ட-பழுப்பு நிறச் சிவப்பு, பழுப்பு அல்லது பழுப்புக் கலந்த மஞ்சள் நிறங்களில் காணப்படும். ஜஸ்பரின் சிவப்பு வகைகள் நுண்மையாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஹேமடைட்டின் கலப்பினாலும் மற்றும் பழுப்பு நிற வகைகள், நுண்மையாகப் பிரிக்கப்பட்ட கீதைட்டின் கலப்பினாலும் உருவாகிறது. ஜஸ்பர், ஆதி காலத்திலிருந்தே அலங்காரக் கற்களாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. குறிப்பாகக் கல் பதித்த வேலைப்பாடுகளிலும் ஓரளவு விலைமதிப்பான மணிக்கல் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. நுண்ணோக்கியில் ஜஸ்பர் பொதுவாக நுண்பரல்களின் அமைப்பில் இருக்கும்.

ஜஸ்பர், மென்மையான சங்கு முறிவினை உடையதாய், மங்கிய மிளிர்வுடன் காணப்படுகிறது. இதன் ஒப்படர்த்தியும், கடினத்தன்மையும், துகளின் அளவு, அதன் இயல்புகள் போன்றவற்றால் அதில் கலந்துள்ள மாசுகளின் அளவினைப் பொறுத்து மாறக்

கூடியது. இவ்விரு மதிப்பும் சுவார்ட்சின் மதிப்பினை ஒத்துள்ளமையால் ஜஸ்பரின் நிறம் அடிக்கடி பல வண்ண வேறுபாடுக் கொண்ட கற்றையாக, புள்ளிகளையுடையதாக அல்லது திரண்டு உருண்டை வடிவ வகைகளில் காணப்படுகிறது. ஒளிகசியும் பச்சைநிற சால்சிடோனியாலான ஹீலியோட்ரோப் (heliotrope) புள்ளிகள் அல்லது கீற்றுக்களை உடைய ஒளிபுகாச் சிவப்பு ஜஸ்பரைக் கொண்டது. மேலும் ஜஸ்பாகேட்டில் (jaspagate) சால்சிடோனிக் சிலிக்கா கற்றை மாறி மாறி ஜஸ்பருடன் காணப்படுகிறது. ஜஸ்பில்லைட் (jaspilite) எனும் உருமானிய பாறைகளில் மாறி மாறி அடுக்குகளில் ஜஸ்பருடன் கறுப்பு அல்லது சிவப்பு நிற ஹேமடைட் கற்றையினை உடையது.

க. சித்திரா தேவி

ஜாதிக்காய்

ஜாதிக்காய் மரம் மைலிஸ்ட்டிகா ஃபராகரன்ஸ் எனும் தாவரப் பேரினமாகும். இது மைரிஸ்ட்டிக் கேசிய என்ற தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கிழக்கு மொலுக்க நாட்டை தாயகமாக கொண்ட ஜாதிக்காயை மலேயா பினாங்கு மற்றும் இந்திய நாடுகளில் பயிரிடுகிறார்கள்.

ஜாதிக்காய் மரத்தை இந்தியாவில் எர்ணாகுளத்தில் அதிகமாகப் பயிரிடுகின்றனர். கேரளம், உதகமண்டலம், குற்றாலம், கன்னியாகுமரி பகுதிகளிலும் இவை வளர்கின்றன. இவற்றை நாட்டுச் ஜாதிக்காய் என்று அழைக்கிறார்கள். காரணம் ஜாதிக்காய் தன் தாயகங்களில் வளர்ந்து விளையும் போது வெளிப்படுத்தும் மருந்துவக் குணங்களை இந்தியாவில் காய்க்கும்போது வெளிப்படுத்துவதில்லை.

முழு வளர்ச்சியடைந்த ஜாதிக்காய் மரம் 20மீ. உயரம் இருக்கும். முற்றிப் பழுத்த ஜாதிக்காய் எலுமிச்சைக் கனம் இருக்கும். இந்தக் கொட்டையின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் பூப்பகுதியை தனியாகப் பிரிப்பார்கள். இதுவே ஜாதிப்பத்திரி எனப்படும். இதை அடுத்துள்ள கொட்டை போன்ற கருப்புத் தோட்டை

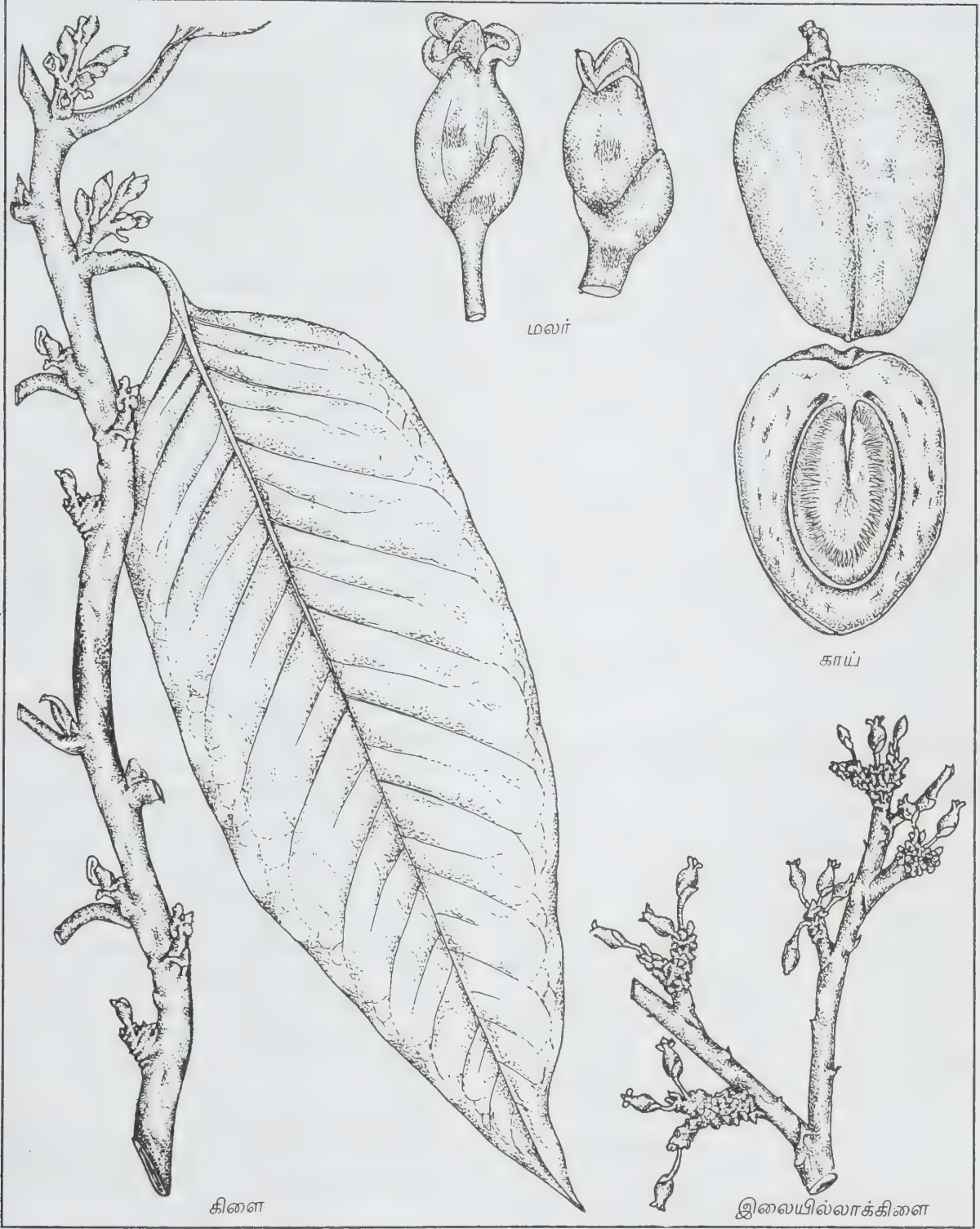
நீக்கியதும் ஜாதிக்காய் கிடைக்கிறது. சிறு கோலிப் பருமன், வரிவரியாகக் கோடுகளுடன் உடைக்க எளிதாகவும், உள்ளே புள்ளிகளுடனும் ஜாதிக்காய் இருக்கும். ஜாதிக்காயில் ஆண் பெண் மரங்களுண்டு. பெண் மரம் மட்டுமே காய்க்கும். ஜாதிக்காய் தோப்பில் வேறு செடி, கொடிகள், புல் பூண்டுகள் வளர்வதில்லை. இம்மரம் உதிர்க்கும் பழுத்த இலைகளில் அடங்கியுள்ள எண்ணெய்ச் சத்து இதற்குக் காரணம்.

பொதுக் குணம். இது ஜூரண சக்தியை தரும். நரம்புகளுக்கு அமைதி தரும். உடல் வலியை மறக்கச் செய்யும். நல்ல உறக்கத்தைத் தரும். அதிக அளவு ஜாதிக்காயை உபயோகித்தால் மயக்கம், வலிப்பு ஏற்படும். அளவு அதிகமானால் நச்சுத்தன்மையை உண்டாக்கும். இதில் அடங்கியுள்ள மைரிஸ்ட்டிகின் எனும் மயக்கமூட்டும் சத்தே இதற்குக் காரணமாகும்.

மருத்துவப் பண்பு. வட நாட்டில் சரகர், சுஸ்ருதர், அவருக்குபின் வந்த வாக்படர் முதலிய ஆயுர்வேத அறிஞர்களும் ஜாதிக்காயின் மருத்துவப் பண்புகளை அறிந்திருக்கிறார்கள். குழந்தைகளின் மருந்துகளான உரை மருந்துகள் ஐந்தில் ஜாதிக்காயும் ஒன்று. நெய் அல்லது சமைக்கும் சாதத்தில் அரைவேக்காடாக வேகவைத்ததை குழந்தைகளுக்கு உரைத்து, புகட்டுவார்கள். வயிற்றோட்டத்திற்குச் சுக்கு அல்லது மாசிக்காயுடன் உரைத்துப் புகட்டுதல் பாட்டிமார் வைத்தியமாகும். மணவாழ்வில் துரிதரோகத்தால் திருப்தியற்று இருப்பவர்களுக்கு இதை மருந்தாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

நம் நாட்டில் மனச்சாந்திக்கான மருந்துகளில் ஜாதிக்காய் பயன்படுகிறது. குழந்தைகளுக்குப் புகட்டும்போது, ஜாதிக்காயை மட்டும் தனியாக அரைத்து புகட்டாமல் சுக்கு அல்லது மாசிக்காயும் கலந்து புகட்டுவது ஜாதிக்காயின் தீமையை அகற்றும்.

பயன்கள். ஜாதிக்காயை அரைத்து மூட்டுகளில் பூசினால் கீல்வாதம் தொல்லை குறையும். இதைப் பூசினால் நரம்புகள் பலப்படும். அரைத்துத் தலையில் பற்றுப்போட தலைவலி குறையும். ஜாதிக்காயில் இருந்து எடுத்த தைலத்தை கீல்வாதம், பல்வலி ஆறாத புண்களுக்குத் தடவினால்



கிளை

மலர்

காய்

இலையில்லாக்கிளை

ஜாதிக்காய்

குணமாகும். கறி மசாலுடன் சேர்ந்து ருசி தந்த சீரணம் தருகிறது. மேல் நாட்டில் ஓயினுடன் சேர்த்துப் பருகிப் பயன் பெறுகிறார்கள். பாலுடன் 1/8 கிராம் முதல் 1/2 கிராம் அருந்த ஆண்மை அபிவிருத்தியடையும்.

குழந்தை மருந்து. நெல் அல்லது சாதத்தில் அரைவேக்காடடைந்த ஜாதிக்காயையும், இதைப் போல தோல் நீக்கி வேகவைத்த சுக்கையும் உரைமருந்தாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஜாதிக்காயுடன் கடுக்காயையும் சில உரைப்புகள் உரைத்துப் புகட்ட நல்ல பயன் விளைவதைக் காணலாம். எதிர்பாராமல் மருந்துகளால் மயக்கம், தூக்கம் அதிகமானால் வாந்தி எடுக்க வைத்து சுறுசுறுப்பிற்கு மருந்து தர வேண்டும். பட்டர்ஃபிளை பாட்சி என்ற கனத்தில் குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும் சொரசொரப்பிற்கு ஜாதிக்காயை நீர் அல்லது தாய்ப்பாலில் உரைத்து நெற்றியில் பற்றுப்போட, குழந்தை அயர்ந்து தூங்கும். வயிற்று வலிக்குச் சுக்குடன் அரைத்து வயிற்றில் பற்றுப் போடலாம். ஜாதிக்காய் சூரணம் செய்து தேனுடன் உட்கொண்டால் மூலக்கடுப்பு மூலக்கிராணி, வயிற்று விளைவு தீரும். சீரணம் மிகுதி அடையும். சூதகவாயு, சூதகவலி நீங்கும்.

அ.அரங்கநாதன்

ஜாவா கடல்

ஜாவாவுக்கும் போர்னியோவுக்குமிடையிலுள்ள பசிபிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதி ஜாவா கடல் (Java Sea) என்றழைக்கப்படுகிறது. சுமார் 433,000 சதுர கி.மீ. பரப்புள்ள இக்கடலின் சராசரி ஆழம் 46 மீ. கிழக்கு பகுதியில் மக்காசர் நீர்ச்சந்தி (Makassar strait) ஃப்ளோரஸ் கடல் இவற்றுடன் இக்கடல் இணைந்துள்ளது. இது சுமத்திராவின் தென் பகுதிக்குக் கிழக்கிலும் உள்ளது. 1942ஆம் ஆண்டு இங்கு ஜப்பானியக் கடற்படை நேச நாடுகளை வென்றது.

இரெ.அன்பரசன்

ஜிப்சம்

இது வேதி உட்கூறினையுடைய சல்ஃபேட் கனிமம். சல்ஃபேட் கனிமங்களில் ஜிப்சம் (Gypsum) பொதுவானதாகும். இது ஐந்து வகைகளில் கிடைக்கிறது. அவை 1. ஜிப்சப்பாறை, 2. ஜிப்சைம், தூய்மையற்ற மண் வடிவம், 3. அலபாஸ்டர் திண்ணிய மிக நுண்ணிய ஒளிக் கசியும் வகை, 4. சலோயன் பார் நாரிழைமைப்பில் வடிவம், 5. செலினைட், ஒளி ஊடுருவும் படிகங்கள் என்பன.

ஜிப்சப் படிகங்கள் ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத் தொகுதியிலிருந்து தெளிவாக வெண்மை முதல் சாம்பல் மஞ்சள் மற்றும் பழுப்பு நிறங்களில் நன்கு உருவான பிளவுகளுடன் கிடைக்கின்றன.

தகடான துண்டுப் பகுதிகள் நெகிழக்கூடியன. வளையும் தன்மை உடையன. ஆனால் மீட்சிப் பண்பு பெற்றவை வல்ல. ஓரளவு பளிங்கு முதல் முத்து மிளர்வு வரையிலானவை. இது ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் கரையக்கூடியது. நீரிலும் ஓரளவிற்குக் கரையக் கூடியது.

ஜிப்சத்தைச் சூளை அல்லது கொதிகலனின் (kettle) 190-200°C இல் சூடுபடுத்தி படிகவறு நீரினை அகற்ற வேண்டும். இவ்வாறு ஈரம் நீக்கிய விளைபொருள் பாரிஸ் சாந்து எனப்படும். இது காயங்களையும், எலும்பு முறிவுகளையும் சுற்றிக் கட்டவும், சுவர்ப் பலகையைத் தீப்பற்றாதிருக்கும்படிச் செய்யவும் பயன்படுகிறது. நம் நாட்டில் சல்ஃபர் பற்றாக்குறை உள்ளமையால், ஜிப்சத்தை மூலப்பொருளாகக் கருதி அதிலிருந்து சிந்திரி உரத் தொழிற்சாலையில் பெருமளவில் அம்மோனியம் சல்ஃபேட் தயாரிக்கப்படுகிறது. 90% ஜிப்சம் உற்பத்தி ராஜஸ்தானிலிருந்து பெறப்படுகிறது. தமிழ் நாட்டில் ஜிப்சம் பரவலாகக் கிடைக்கிறது. இதில் நீர் கலந்தால் 6-8 நிமிடங்களில் இறுகி விடுகிறது (set). இறுகும் நேரத்தை (1-2 மணி நேரம், ஆக) நீர், சுண்ணாம்பு போன்ற பொருள்களைச் சேர்த்து நீடிக்கலாம்.

ஜிப்சம் மற்றும் ஜிப்ச சாந்துப் (plaster) பொருள்கள் முதன்மையாகக் கட்டடத்

தொழிலகங்களில், போர்ட்லாந்து சிமெண்ட் தடுப்பானாகப் (as a retarder) பயன்படுகிறது. நில ஜிப்சம் மற்றும் அன்ஹைரைட் மண்ணினை வளப்படுத்த அதன் உட்புகு திறனை அதிகப்படுத்த, மண் வளப்படுத்தியாக (soil conditions) தென் அமெரிக்க நாடுகளில் பயன்படுகிறது. ஜிப்சம் மற்றும் அன்ஹைரைட் குறிப்பாக அம்மோனியச் சல்பேட் உரங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படும்.

சுட்ட ஜிப்சம் (calcined) தொழிலகச் சாந்துத் தயாரிப்பில் மண்பாண்டத் தொழில், வார்ப்பு (moulding) 'பல்' நோயினை சார்ந்த தொழில் துறைகளில் (dentistry) மற்றும் சிற்பக் கலை போன்றவற்றில் பயன்படுகிறது.

ஜிப்சம், படுகைகளாக கடல் நீரிலிருந்து அல்லது கடல் ஏரியிலுள்ள உவர் நீர் 42°C வெப்பநிலை குறைவாக உள்ளவற்றில் படிந்திருக்கும். சுண்ணாம்புக்கல் குகைகளின் நீர்த்த கரைசல்களிலிருந்து வீழ்படிவாக மட்டும் குகைகளில் ஜிப்சம் போன்று காணப்படுகிறது.

ஜிப்சத்தின் பெரிய படிவுகளில் பொதுவாகச் சுண்ணாம்புக்கல், டோலமைட், களிப்பாறை, மணற்கல் மற்றும் உப்புப் படுகைகளில் கலந்து காணப்படுகிறது.

ஜிப்சம் உலகெங்கும் பரவிக்காணப்படுகிறது. பெருமளவில் வணிக முறையிலான படிவுகளிலான கால்சியம் சல்பேட் ஜெர்மனியன் நோவாஸ்கோட்டிய மற்றும் சாட்ஸ்புர்ட் (Stassfurt) மேற்கு ஐக்கிய அரசில் கலிபோர்னியா நிவேதா உட்க், டெக்ஸாஸ் மாண்டினா, கொலரோடோ, நியூமெக்ஸிகோ ஆகிய இடங்களில் ஜிப்சப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன.

க. சித்திரா தேவி

ஜார்ஜியன் விரிகுடா

கனடாவின் தென் மைய ஒண்டாரியோவைச் சேர்ந்த ஹர்ட்டன் ஏரியின் விரிவடைந்த வடகிழக்குப்

பகுதியே ஜார்ஜியன் விரிகுடா ஆகும். இவ்விரிகுடா ஏரியிலிருந்து மானிடவுலின தீவு மற்றும் புருஷ் முந்நீரகத்தால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விரிகுடா 190 கி.மீ. நீளத்தையும் 50 மீ. அகலத்தையும் கொண்டுள்ளது. ஏறத்தாழ 100-300 அடி ஆழத்தைக் கொண்டுள்ள இவ்விரிகுடா ஹர்ட்டன் ஏரியை நோக்கிச் செல்லும் பெரும் கால்வாய்க்கருகில் (main channel) உச்ச ஆழமாகிய 540 அடியைக் கொண்டுள்ளது. நிப்பிசிங் (Nipissing) ஏரி, முஸ்கோகா (muskoka) செவரன் ஆறுகள் இவ்விரிகுடாவுடன் கலக்கின்றன. இவ்விரிகுடாவின் கடற்கரைப் பகுதியில் நோட்டவாசிகா மட்செடாஷ் மற்றும் கொல்பாய் போன்ற விரிகுடாக்கள் காணப்படுகிறது.

1929ஆம் ஆண்டில் நிறுவப்பட்ட ஜார்ஜியன் விரிகுடாத் தீவுகளின் தேசியப்பூங்கா தென் கிழக்கு மற்றும் மேற்குப் பகுதிகளில் உள்ள ஏறத்தாழ 40 தீவுகளைக் கொண்டிருக்கின்றது. இவற்றுள் சிப்பாவா இந்தியர்கள் வாழ்ந்து வந்த பியூசோலில் தீவு மிகப்பெரிய தீவாகும். இதன் பரப்பளவு ஏறத்தாழ 4 சதுரமைல் ஆகும். மற்றொரு தீவு ஃபிளவர்பாட் தீவு (Flowerpot island) ஆகும். இத்தீவில் அலைகளால் செதுக்கப்பட்ட பூந்தொட்டி போன்ற இரு சுண்ணாம்புத் தூண்கள் உள்ள காரணத்தால் இது இப்பெயர் கொண்டு அழைக்கப்படுகிறது. இந்தத் தீவுகளின் நிலத்தோற்றம் பல பாறைகளையும், அடர்ந்த காடுகளையும் கொண்டு காணப்படுகிறது. இத்தீவுகளில் வெள்ளை வாலுடைய மாள்கள், சிறு பாலூட்டிகள் (mammals) மற்றும் எண்ணற்ற பாடும் பறவைகள் காணப்படுகின்றன. இத்தீவுகளின் கிழக்கு கரையில் அமைந்திருக்கும் முப்பதாயிரம் தீவுகள் (thirty thousand islands) சிறந்த கோடைக்கால சுற்றுலா மையமாகத் திகழ்கின்றன.

இவ்விரிகுடாவைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் அடர்ந்த காடுகள் காணப்படுகின்றன. இவ்விரிகுடாவின் தெற்குக் கரையோரம் ஆப்பிள் பயிரிடப்படுகிறது. இவ்விரிகுடாவில் உள்ள துறைமுகங்களில் பாரி சவுண்ட் (parry sound) மெக் நிக்கால் (Mc - nicoll), காலிங்வுட், மிட்லாண்ட் மற்றும் ஓவன் சவுண்டு (owen sound) போன்றவை வணிக முக்கியத்துவம் கொண்ட துறைமுகங்களாகும்.

ஃபிரான்சு நாட்டைச் சார்ந்த சாமுவேல்.டி. சாம்ப்ளெய்ன் என்பார் பெரும் ஏரிகளின் பகுதிகளைச் சென்றடைந்த முதல் ஐரோப்பியர் ஆவார். 1615ஆம் ஆண்டில் வடக்கிலிருந்து ஜார்ஜியன் விரிகுடா சென்றபோது இப்பகுதிகளைக் கண்டார். ஜார்ஜ்ராயல் கடற்படையைச் சேர்ந்த ஹென்றி பேபீல்ட் எனும் தலைவர் இவ்விரிகுடாவிற்கு நான்காம் ஜார்ஜ் என்பவரின் நினைவாகப் பெயரிட்டார்.

ம. அ. மோகன்

ஜெலாடின்

ஜெலாடின் என்பது ஒரு புரதப் பொருள். இது கடினமானது. ருசியற்றது, மணமற்றது, மிகக் காய்ந்த நிலையில் இது சற்றே வெண்மை நிறமாகக் காணப்படும். சற்று வளையக் கூடியதாகவும் இருக்கும்.

மிருகங்களின் தோல், தசை நார்கள், எலும்புகள் ஆகியவற்றினின்றும் கிடைக்கும் ஒரு உருவமற்ற குழம்புப் பொருள்தான் ஜெலாடின் பிறப்பிடம். தண்ணீரில் இது உப்பி விடும். குடான நீரில் இது கரைந்து பின்னர்ச் சூடு தணியும் போது கெட்டியான குழம்புப் பொருளாக உறைந்து விடும்.

விலங்குகளின் தோல்கள், தசை நார்கள், எலும்புகள் ஆகியவற்றிலிருந்து சில் குறிப்பிட்ட செயற்பாடுகளின் மூலம் இந்த ஜெலாடின் தயாரிக்கப்படுகிறது.

முதலில், எலும்புகளின் வழுவழுப்பை நீக்க வேண்டும். பிறகு ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தினுள் நன்றாக ஊற வைக்க வேண்டும். இதன் மூலம் அவற்றில் உள்ள தாதுப் பொருள்கள் நீக்கப்படுகின்றன. திரும்பத் திரும்ப, பலமுறை கழுவ வேண்டும்.

கழுவப்பட்ட எலும்புகளை, 33°C இல் வடிகட்டிய நீரில் அமிழ்த்தி பல மணி நேரங்களுக்குக் கொதிக்க வைக்க வேண்டும். பிறகு மீதி நீரை வடிய விட்டு, பின் அந்த எலும்புகளை புதிய வடி நீரில் இட்டு,

மீண்டும் 39°C இல் கொதிக்க வைக்க வேண்டும். இப்போது கிடைக்கும் திரவத்தை, வேதியியல் முறைக்கு மீண்டும் உட்படுத்துவதால் ஜெலாடின், நல்ல சுத்தமான நிலையில் கிடைக்கும்.

இறுதியாக, ஜெலாடின் குளிர்விக்கப்பட்டு, அடர்த்தியாக்கப்பட்டு, துண்டுகளாக்கப்பட்டு, பின்னர்க் காய வைக்கப்படுகிறது. இதன் பின்னர் இவை நன்றாக அரைக்கப்படுகின்றன.

தோலிலிருந்து கிடைக்கும் ஜெலாடின் சற்று மாறுபட்ட செயல்முறையைக் கொண்டது. கொதிக்க வைக்கப்படுவதற்கு முன்னர்த் தோலின் எண்ணெய் பிசுக்கைப் போக்குவதற்காக, அதை எலுமிச்சையோடு சேர்க்கின்றனர். பின்னர் நீரில் கழுவப்பட்டு, அடர்த்தி குறைவான ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் இடப்படுகிறது.

ஜெலாடின் என்பதில் அதிகமாகப் புரதச்சத்து உள்ளதால், இது உணவு பொருளாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் இது எளிதில் செரிக்க வல்லது. இந்த இரண்டு காரணங்களால், இது, நோயாளிகளுக்கும், குழந்தைகளுக்கும் அதிகமாகவே உதவுகிறது.

இருப்பினும் இதில் அத்தியாவசிய அமினோ அமிலங்கள் இல்லாததால் இது முழுவதுமாக புரதச்சத்துப் பொருள்களை ஈடுகட்ட முடியாது. உணவுப் பொருள் என்ற முறையில், இது ஐஸ்கிரீம் தித்திப்பு வகைகள், குளிர்விக்கப்பட்ட மாமிசம், பழ ரச வகைகள் ஆகியவற்றோடு சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

புகைப்படத் துறையிலும் ஜெலாடின் பயன்படுகிறது. புகைப்படக் காகிதங்கள், படச் சுருள்கள், தட்டுக்கள் ஆகியவற்றின் மீது ஒரு மெல்லிய பூச்சாக இது தடவப்படுகிறது.

பரிசோதனைச்சாலையில் நுண்ணுயிர்களை வளர்க்க, நிபுணர்கள் பயன்படுத்தும் வளர்களப் பொருளாகப் (culture media) பயன்படுகிறது.

மருந்தியல் துறையில், சில முக்கியமான தூள் மருந்துகளை உள்ளடக்கும் வெளியுறைக்கு (capsule)

ஜெலாடின் மிகவும் பயன்படுகிறது. மேலும் மல இளக்கலுக்குப் பயன்படுத்தும் சிறு மருந்து, வில்லைகள் (இவை வாயின் வழியே உட்கொள்ளாமல் குதத்தினுள் பொதித்துக் கொள்வார்கள்) தயாரிக்க ஜெலாடின் உபயோகமாகிறது.

கார்டிகோட்ரோபின் ஜெலாடின் ஊசி மருந்து என்ற மருந்தைத் தயாரிக்க மருந்தைத் தன்னுள் கரைத்து வைத்துக்கொள்ளும் பொருளாக ஜெலாடின் பயன்படுகிறது.

இதற்கு உறிஞ்சும் திறன் இருப்பதால், இரத்தப் போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் உறிஞ்சியாகவும் (absorbable sponge) இது உதவுகிறது. ஜெலாடின் என்ற புரதப் பொருள் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சு.ராஜலெட்சுமி

ஐராசிக் தொகுதி

நிலப் பொதியியலில் சுமார் 225 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட காலப்பகுதியே மீசோசோயிக் (mesozoic) எனப்படும் இடையூழிக் காலம். மீசோசோயிக் ஊழிக் காலத்தில் மூன்று தொகுதிகள் உள்ளன. முதலில், 'டிரையாசிக்', அதன்பின் ஐராசிக்; அதற்கடுத்து கிரிடேஷியஸ் ஆகப் பிரித்துள்ளார்கள்.

ஐராசிக் தொகுதி சுமார் 195- 135 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு உட்பட்ட ஒரு காலத் தொகுதியாகும். இது சுமார் 60 மில்லியன் ஆண்டுகள் நீடித்ததாகும். இக்காலத்தை மேல், இடை மற்றும் கீழ் என மூன்று பெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். 100 புதைபடிவப் பகுதிகளாகவும், 11 படிவப்பகுதிகளாகவும் (stage) பிரிக்கிறார்கள். இது இந்தியாவில் கோண்டுவானா தொகுதியின் மேல்நிலைத் தொகுதியாகக் கருதப்படுகிறது.

ஐராசிக் தொகுதியின் முக்கிய அம்சங்கள் பின்வருவன. அம்மோனைட்டுகள் ஏராளமாக

வாழ்ந்தன. முதல் பறவையான ஆர்க்கியாப் டெரிக்ஸ் (archaeopterix) தோன்றியது. பூவிடும் மரங்களும், கடல் ஊமத்தைகளும் (sea-urchins), முதல் பாலூட்டியும் (mammal) தோன்றின. மேல் ஐராசிக் காலத்தில் இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையை உருவாக்கிய வெடிப்புத் தோன்றியது; வங்காளக் கடல் தோன்றியது. ஆஸ்திரேலியா இந்தியாவை விட்டுப் பிரிந்து நகரத் தொடங்கியது; கோண்டுவானா கண்டம் பிளந்து துண்டாக்கப்பட்டது.

நீர் - நிலம் வாழிகளைவிட (amphibians) நிலம் வாழ் ஊர்வன சிறப்பிடத்தைப் பெற்றன. முதலில் தோன்றிய ஊர்வன நீர்-நிலம் வாழ் உயிரிகளைப் போலவே இருந்தன. அவை சிறிய உருவமும் குட்டையான தடித்த கால்களையும் கொண்டிருந்தன.

மீசோசோயிக் காலத்தை இராட்சன ஊர்வனவற்றின் சிறப்புக் காலமாகக் கருதினாலும் ஐராசிக் தொகுதிக் காலத்தில்தான் டினோசார்கள் எனப்படும் பிரமாண்டமான ஊர்வன வளமுடன் வாழ்ந்தன.

டினோசார்கள் நிலம் -வாழ் ஊர்வன. இவை ஐராசிக்கில் பெருகி வளர்ந்து கிரிடேஷியஸ் காலம் வரை வாழ்ந்தன. இவற்றுள் மிகவும் பெரியவை ஆடு மாடுகளைப்போல் தாவரங்களைத் தின்று வளர்ந்தன. இவை கங்காருவைப்போல் தம் பின்னங்கால்களில் பெரும் சுமையான உடலைத் தாங்கித் தத்தித் தடுமாறி நடந்தன. இவற்றுள் மிகப் பெரியது அனடோசாரஸ். இதுவே தொல்லுயிர் நிலப் பொதியாளர்களுக்குத் தெரிந்த மிகப் பெரிய நிலம்வாழ்மிருகமாகும். இதில் ஒன்று 30 மீ. நீளம் இருந்தது. மற்றும் இதற்குச் சற்றே சிறிதான புரோண்டோசாரஸ் (Brontosaurus) இசுவானோடான் (Iguanodon) ஆகிய தாவரத் தின்னி டினோசார்கள் இருந்தன. இவற்றைவிட இன்னும் சற்றே சிறிய அளவுடைய பெரிய மாமிசத் தின்னி டினோசார்களும் இருந்தன. இவை பெரும்பாலும் பறவைகளைப்போல் உட்புழையான (hollow) எலும்புகளைப் பெற்றிருந்தன. ஆகவே எடை குறைவாக இருந்தன. வேகமாக நடக்கக் கூடியனவாக இருந்தன. இவை பின்னங்கால்களைக் கொண்டே நடந்தன. சிறிய முன்னங்கால்களைக் கைகளாகப் பயன்படுத்தின. மாமிசத் தின்னிகளில் மிகப் பெரியது

டிர்னோசாரஸ் (tyrannosaurus). இது 15 மீ. நீளமும் 6 மீ. உயரமும் இருந்தது. மற்ற சிறிய தாவரத் தின்னி டிர்னோசாரர்கள் மாமிசத் தின்னிகளிடமிருந்து தப்பிக்க வேண்டிய பல பாதுகாப்பு அம்சங்களைக் கொண்டிருந்தன. டிரைசிராப்ஸ் (triceratops) என்னும் மிருகம் தலையில் மூன்று பெரிய கொம்புகளைப் பெற்றிருந்தது. இதன் தலையின் பின்னால் எலும்பாலான கேடயம் வளர்ந்திருந்தது. ஸ்டீகசாரஸ் (stegosaurus) என்னும் மிருகத்தின் நடு முதுகு முழுவதும் எலும்பாலான தகடுகள் நட்டு வைத்தாற்போல் வளர்ந்திருந்தன. இதன் வாலில் கூரான முட்கள் வளர்ந்திருந்தன.

இவ்வளவு பெரிய மிருகங்கள் நிலத்தில் நடத்தல் எளிதல்ல. ஆகவே இவை பெரும்பாலும் ஆழமற்ற நீர்த்தேக்கங்களில் தற்கால நீர்யானையைப் போல் தங்கி இருந்தன. இதைத் தெரிவிக்கும் வகையில் அவற்றின் கண்களும் மூக்கும் மிருகத்தின் மேல் நுனியில் இருந்ததை புதை படிவங்களில் (fossils) காணலாம். இதனால் உடல் முழுவதும் நீரில் மூழ்கி இருந்தபோதும் அவை பார்க்கவும் மூச்சுவிடவும் முடியும்.

சுமார் 10 மீ. நீளமான மீன்-வகை ஊர்வன ஜூராசிக் கடலின் மற்ற உயிரினங்களிடையே பேரச்சத்தை விளைவித்தன. இதன் உடல் மீன்போலும் நான்கு கால்களும் துடுப்புபோலும் இருந்தன. இதன் பற்கள் கூம்பு வடிவின.

ஜூராசிக் கால டிரோடக்டைல் எனப்படும் (pterodactyle) பறக்கும் ஊர்வனமும் இருந்தன. இவை ஊர்வனவற்றின் உடலமைப்பையும் வெளவால் போன்று தோலாலான இறக்கைகளையும் பெற்றிருந்தன. இதற்கு வால் இருந்தது. இவற்றுள் பெரிய அளவின 8 மீ. அகலத்துக்கு விரிக்கக்கூடிய இறக்கைகளைப் பெற்றிருந்தன. இவை இறக்கைகளை, அடித்துப் பறந்திருக்கமாட்டா. காற்றில் பட்டம்போல நழுவிப் பறந்திருக்கக்கூடும்.

ஜூராசிக் காலத்தில்தான் முதல் இறகுடைய ஊர்வன இனப்பறவை தோன்றின. இதன் பெயர் பண்டைய இறகு எனப் பொருள்படும் ஆர்கெயாப்டெரிக்கல் (archaeopteryx). இதுவே பின்னர்

இன்றைய பறவை இனமாகப் பரிணமித்துள்ளது. இதற்கும் பற்களைக்கொண்ட அலகும், ஊர்வனவற்றைப் போன்ற வாலும், பறவைகளின் இறகுகளும் இருந்தன.

தாவர இனங்களில் மிகவும் முக்கியமானவை சைகேடுகள் (cycads) மற்றும் கோனிஃபர் (conifers), பெர்ன்ஸ் (ferns), கிங்கூஸ் (ginkoes) வகைகளாகும்.

கடல்வாழ் கிளிஞ்சல்களான லேமெல்லி-பிரான்குகளும், கேஸ்ட் ரோபாடுகளும் பற்பல உருவங்களைக் கொண்டு தழைத்திருந்தன. அம்மொனைட் (ammonites) வகைகள் சிறப்பாக இருந்தன. இவற்றின் பொருத்துவாய்க் கோடுகள் (suture lines) வளைந்து நெளிந்து மடிந்து சிக்கலான ஆனால் அழகிய கோல உருவங்களைக் கொண்டிருந்தன. ஜூராசிக் காலத்தில் முக்கியமான சைமெரியன் (Cimmerian) மலைவளர் கிளர்ச்சிகள் உலகின் பசிபிக் சுற்றுப்பட்டையிலும் (circum-pacific belt) ஆல்பைன் மலைத் தொடர் பகுதியிலும், வடஅமெரிக்காவிலுள்ள லாமைடு மலைத்தொடர் பகுதியிலும், மலேசியா, போர்னியே, இந்தோசைனா, கார்பேத்தியன் மலைகள், கிரிமியா பகுதி ஆகிய இடங்களிலும் நிகழ்ந்தன. இமயப் பகுதியும் அதன் மேற்கு கிழக்குத் தொடர்ச்சிகளும் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டன. இமயத்திலும் திபெத்திலும் இருந்த டெதிஸ் (tethys) கடற்பகுதியில் ஜூராசிக் காலப் பாறைகள் படிந்துள்ளன.

இமயத்தில் ஸ்பிடி, குமாவன், நேபால், காஷ்மீர், ஹஜாராவிலும், பலுசிஸ்தானத்தில் சால்ட் ரேன்ஜிலும் (salt range), கட்சிலும், ராஜஸ்தானிலும், ராஜ்மகால் மலைகளிலும், ஒரிசாவில் பூரியிலும், எல்லூரு, ஒங்கோல், சென்னைக்கு அருகிலும், திருச்சியிலும் ஜூராசிக் காலப் பாறைகள் படிந்துள்ளன. பலுசிஸ்தானில் கடல் வய சுண்ணப்பாறைப் படிவுப் படிநிலை (facies) படிந்துள்ளது. இமயத்தில் களிமண் பாறைப் படிநிலை ஸ்பிடி என்னுமிடத்தில் களிமண் பாறைகளாகக் காணப்படுகிறது. ஜோஹாரில் (Johar) விநோதமான இடம்பெயர்ந்த பாறைத்திப்பைகள் (exotic blocks) சில காணப்படுகின்றன. இவை செம்மண் நிறமான சுண்ணப் பாறைகள்.

இந்தியாவின் முந்நீரகப் பகுதிகளில் (peninsular region) கீழ்-ஐராசிக் காலப் பாறைகள் இல்லை.

மேல் கோண்டுவானா காலத்து டில்லோஃபிலம் (ptilophyllum) வகைத் தாவரங்கள் கிழக்குக் கரையோரப் பகுதிகளிலும் மத்திய பிரதேச பாறைகளில் புதைபடிவங்களாய்க் காணப்படுகின்றன. இவை கடல்வாய் மற்றும் நன்னீர் படிவுப் படி நிலையைக் (fresh water facies) காட்டுகின்றன. ராஜ்மகால் பகுதியில் இக்காலத்தில் நிகழ்ந்த எரிமலை இயக்கத்தின் அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன. ஐராசிக் காலத்தை அடுத்து வந்த கிரிடேஷியஸ் காலம் முற்றிலும் கடலடிப் படிவுகளாக உள்ளன. அப்போதுதான் தக்காண எரிமலைப் பாறைப் பிழம்புகள் வெளிப்பட்டன.

ஐல் தாம்சன் விளைவு

நிலைமாற்றத்திற்குரிய சூழ்நிலைகளை அமைத்தால் எந்த வளிமத்தையும் நீர்மமாக்கலாம். நீர்ம நிலையில் மூலக்கூறுகளிடையேயான இடைவெளி குறைவாக இருக்கும். இவற்றிடையேயான ஈர்ப்புக் கவர்ச்சி அதிகரிப்பதனால்தான் இது விளைகிறது. வளிமத்தை நீர்மமாக்க இரண்டு முக்கியச் சூழ்நிலைகள் அமைய வேண்டியது இன்றியமையாதது. அவை 1) தாழ்ந்த வெப்பநிலை, 2) உயர் அழுத்தம். தாழ்ந்த வெப்பநிலையை இரண்டு முறைகளில் உருவாக்கலாம். வளிமம் அடங்கிய கொள்கலத்தை சூழ்ந்து தேவையான வெப்பநிலை பொருந்திய பொருள்களை உறைபனிக்கலவை போன்றவற்றை வைப்பதனால் தாழ்ந்த வெப்பநிலையைப் பெற முடியும். மற்றொரு முறையால் ஐல்-தாம்சன் விளைவை அடிப்படையாகக் கொண்டு வளிமங்களைக் குளிர்விக்கலாம்.

அதிக அழுத்தத்திற்குள்ளாக்கப்பட்ட வளிமத்தை மிக நுண்ணிய துளை வழியே குறைவான அழுத்தப் பிரதேசத்திற்கு செலுத்தினால் வளிமம் குளிர்வூட்டப்பட்டு நீர்மமாகிறது. இவ்வுண்மையை

முதன்முதலில் ஐல் என்பாரும், தாம்சன் என்பாரும் உணர்ந்து கூறியதால் இப்பண்பு ஐல்-தாம்சன் விளைவு என்பர். அதிக அழுத்தத்திலிருந்து குறைவான அழுத்தத்திற்கு மூலக்கூறுகள் உட்படும்போது தமக்குள் இருந்த ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியையும் மீறிக்கொண்டு அவை ஒன்றைவிட்டு ஒன்று பிரிந்து அதிக இடைவெளிக் கொள்கின்றன. இப்பிரிவை நிகழ்த்த ஆற்றல் தேவை. தேவைப்படும் ஆற்றலை வெளியிலிருந்து பெறமுடியாத காரணத்தால் மூலக்கூறுகள் தம்மில் அடங்கியிருக்கும் உள் ஆற்றலைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. இதனால் ஆற்றல் குறையப்பெற்ற வளிம மூலக்கூறுகளின் வெப்பநிலை தாழ்வுறுகிறது. ஓரிரு வளிமங்களைத் தவிர மற்றெல்லா வளிமங்களும் ஐல்-தாம்சன் விளைவினால் குளிர்வுறுகின்றன.

ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் ஆகிய இரண்டு வளிமங்களும் இவ்விளைவுக்குட்படும்போது எதிர்பார்ப்பதற்கு மாறாக அதிக வெப்பமுறுகின்றன. இதைப்பற்றி மேலும் ஆய்கையில் ஒவ்வொரு வளிமத்திற்கும் என்று தனியான புரட்டு வெப்பநிலை என்ற ஒன்று உண்டென்றும் அந்த வெப்பநிலைக்கும் கீழான வெப்பநிலையில்தான் ஐல்-தாம்சன் விளைவு நடைபெறும் என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மேலே சொன்ன உண்மையைப் பயன்படுத்தி ஃபாரடே என்பாரும், லிண்டு என்பாரும் வளிமங்களை நீர்மமாக்கினர்.

ஜெர்மன் தட்டம்மை

ரூபெல்லா எனப்படும் ஜெர்மன் தட்டம்மை, டோகா வைரஸ் எனும் அதி நுண்ணுயிரியால் உண்டாகிறது. பெரிய குழந்தைகளையும், நிறை இளம் பருவத்தினரையும், வாலிபர்களையும் தாக்குகிறது. சாதாரண தட்டம்மையைவிட மிகவும் மெதுவாகவே பரவுகிறது. குழந்தைகளில் ஜெர்மன் தட்டம்மை, தீங்கற்றதாக உள்ளது. வாலிபர்களில் இந்த வியாதி கொடுரமாக இருந்த போதிலும், குறைந்த காலமே நீடிக்கிறது. கர்ப்பப் பெண்களில், முதல் 4 மாதங்களில்

இந்த வியாதி பெருந்தீங்கு விளைவிக்கிறது. பிறக்கும் குழந்தை பிறவி ஊனங்களுடன், இதய நோய், குன்றிய மன வளர்ச்சி, கண் புரை, செவிட்டுத்தனம் ஆகியவற்றுடன் பிறக்கிறது. கர்ப்பத்தின் முதல் வாரத்தில் மிகப் பெருந்தீங்குகளை உண்டாக்குகிறது. இந்நோயின் மறைவு காலம் 18 நாட்கள்.

குழந்தைகளில் பொரிப்புகள் தோன்றும் வரை எந்த அறிகுறியும் தோன்றாது. காதுகளின் பின்புறத்திலும், நெற்றியிலும் இளஞ்சிவப்பு பொரிப்புகள் தோன்றுகின்றன. தடிப்பான பொரிப்புகள், துரிதமாக உடலிலும் கால் கைகளிலும் பரவுகிறது. கண்கள் சிவந்து காணப்படுகின்றன. பின் தலை அடியில் வீங்கிய நிண முடிச்சுகள் காணப்படுகின்றன. வாலிபர்களில் இந்நோய், காய்ச்சல், உடல் வலியுடன் தீவிரமாகத் தோன்றினாலும், 2-3 நாட்களில் மறைந்து விடுகிறது. பல மூட்டு அழற்சிகளையும், மூளைக் காய்ச்சலையும், இந்நோயின் சிக்கல்களாகக் கூறலாம். பொதுவாக ஜெர்மன் தட்டம்மையால் பாதிக்கப்பட்ட அனைவருமே விரைவில் சீரடைகின்றனர்.

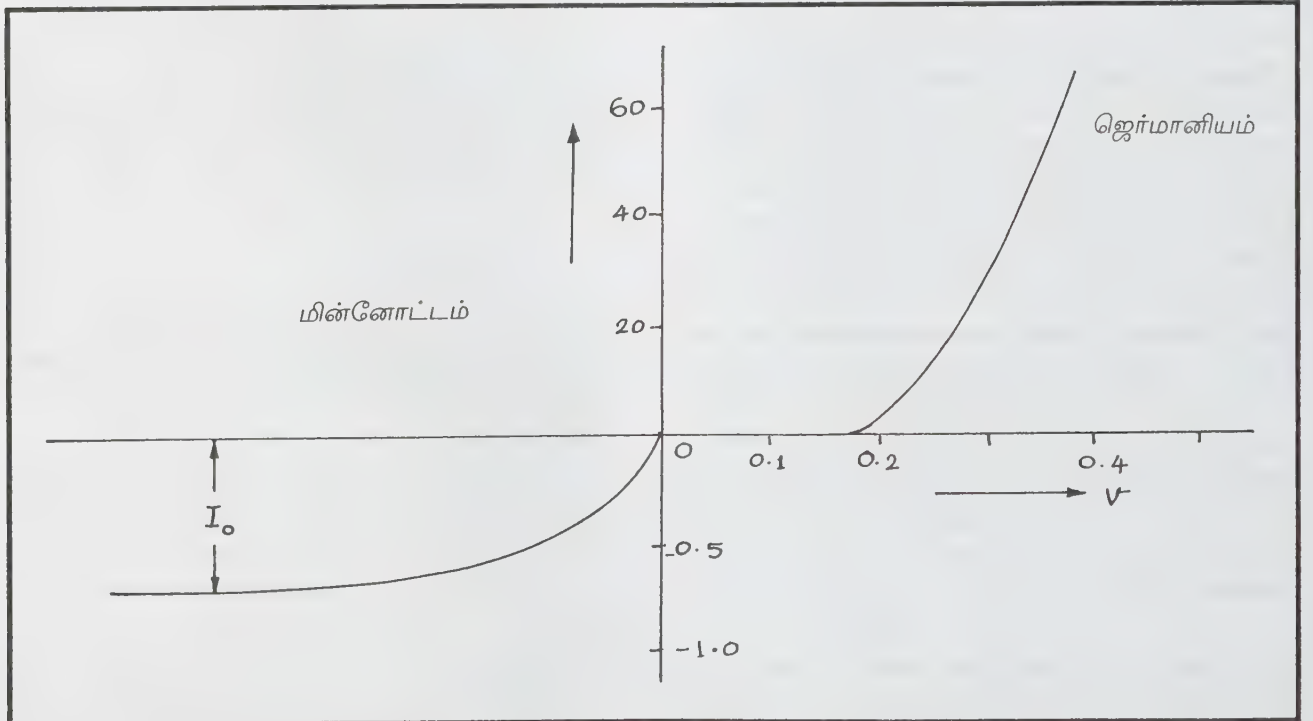
தொண்டையிலிருந்து வைரஸை தனிமைப்படுத்துவதன் மூலமும், இரத்தத்தில் எதிர் அங்கங்கள் அதிகரிப்பதைக் கொண்டும், நோயைக் கண்டறியலாம்.

சிகிச்சையும், தடுப்பு முறைகளும். இதற்கென தனியான சிகிச்சை எதுவும் கிடையாது. கர்ப்பப் பெண்களின் முதல் 4 மாதங்களில் இந்த நோய் தோன்றினால், கருவைக் கலைத்துவிடுவது நல்லது. குழந்தை பிறந்த இரண்டு வாரங்களுக்குள் தடுப்பு ஊசி போடுவது நல்லது.

அ.கதிரேசன்

ஜெர்மானிய இருமுனையம்

இது ஜெர்மானியம் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகிறது. மின்னழுத்தத்தை அதிகப்படுத்தும்பொழுது ஒரு



ஜெர்மானியம் இருமுனையத்தின் குணவியல்பு வரைவு

குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் வரும் வரை முந்திசை மின்னோட்டம் இல்லை. பின்னர் மின்னழுத்தம் 0.2-ஐவிட அதிகமானால் இருமுனையத்தில் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. இம்மின்னழுத்தத்தை வெட்டி உள்ளிடும் (cutin), ஈடுசெய் வீழ்புள்ளி (break-point) ஆரம்பநிலை (threshold) மின்னழுத்தம் என்று கூறப்படும். ஈடுசெய் மின்னழுத்தம் தாண்டியவுடன் மின்னோட்டம் வேகமாக அதிகரிக்கும். செர்மானியம் இருமுனையத்தில் பின்னிட்டதெவிட்டிய மின்னோட்டம் (reverse saturation current) ஒத்த வரையறைகள் கொண்ட சிலிகான் இருமுனையத்தைவிட 1000 மடங்கு அதிகமாகவிருக்கும். செர்மானியம் இருமுனையத்தில் பின்னிட்ட தெவிட்டிய மின்னோட்டம் நுண் ஆம்பியரிவிருக்கும்.

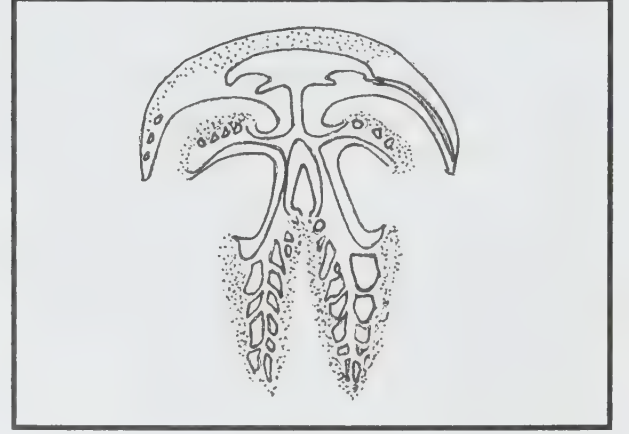
செர்மானியம் இருமுனையத்தின் வெப்ப நிலை அதிகரித்தால் பின் தெவிட்டிய மின்னோட்டம் மாறுபடும். பின்தெவிட்டிய மின்னோட்டம் ஒவ்வொரு 10°C உயர்விற்கும் இரண்டு மடங்காகிறது.

க.அர.பழனிச்சாமி

ஜெல்லி மீன்

இது ஸ்கைஃபோசோவா (scyphozoa) அல்லது ஹைட்ரோசோவா (hydrozoa) எனும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இவை அனைத்தும் குழியுடலிகள் (coelenterate) என்னும் தொகுதியைச் சேர்ந்தவையாகும்.

ஜெல்லி மீன் அல்லது மெடுசா ஒரு நீர் வாழ் உயிரியாகும். இது ஒரு மீன் அல்ல. ஆனால் இது முதுகெலும்பற்ற, மிருதுவான உடலமைப்பைக் கொண்ட குழியுடல் உயிரியாகும், ஜெல்லி மீனின் வாழ்க்கைச் சக்கரத்தில் இருவித தனி உயிரிகள் உண்டு. அவற்றில் ஒன்று பாலிப் (polyp), பிறிதொன்று மெடுசா (medusa). இதனுடைய ஈர் உயிரிகளுக்கும் பொதுவான பெயர் கிடையாது. பாலிப் ஒரே இடத்தில் ஊன்றிநிற்கும் நிலையான வாழ்க்கையை உடையது. மெடுசா அங்கும் இங்கும் நீந்திச் செல்லக்கூடிய இயங்கும் வாழ்க்கையை உடையது.



ஜெல்லி மீன்

ஜெல்லிமீன் பாதிஒளி ஊடுருவக் கூடிய, மணி வடிவமுடைய, பை போன்ற உடலமைப்பைப் பெற்றிருக்கிறது. இவ்வுடலின் அடிப்பாகத்தின் விளிம்பை சுற்றிலும் மெல்லிய தொங்கிக் கொண்டிருக்கும் டென்ட்டக்கிள்கள் (tentacles) அமைந்துள்ளன. இதன் உடல் ஜெல்லி போன்ற பொருள்களால் ஆகியிருக்கிறது. இது (இவ்விலங்குக்கு) இவ்வுயிரிக்கு வடிவத்தையும் மிதப்புத்தன்மையையும் தருகிறது. எனவே பொதுப்பெயரால் இதனை குறிக்கின்றனர். இதன் பிற பெயர் மெடுசா ஆகும். இது டென்ட்டக்கிள்களிலிருந்து வருகிறது. இது உடலின் விளிம்பிலிருந்து தொங்கி கொண்டிருக்கிறது. மெடுசாவின் தலையிலிருந்து வளர்ந்துள்ள இதைப் பாம்பு போன்ற வடிவமுடைய பயங்கர மிருகம் என்று புராண கட்டுக்கதையில் சொல்லப்படுகிறது.

ஜெல்லி மீன் ஓர் அங்குலத்திற்கும் குறையாத நீள அளவிலிருந்து சுமார் பன்னிரண்டு அடிவரை நீளமுடையது. இவ்வளவு இனத்தைப் பொறுத்துள்ளது. இவை இளம் சிவப்பு நிறத்திலும் (pinkish), நீல வண்ணத்திலும் (bluish), பழுப்பு (brownish) நிறத்திலும் அல்லது ஏறக்குறைய நிறமற்றதாகவும் இருக்கலாம். சில ஜெல்லி மீன்கள் நன்னீரிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் பெரும்பான்மையான ஜெல்லி மீன்கள் கடலில் (வசிக்கின்றன) வாழ்வனவாகும். முதன்மையாய் இவை கடற்கரை

ஓரங்களில் வாழ்க்கை நடத்துகின்றன.

ஜெல்லி மீன் நீரினூடே நேராக அசைந்து (move) நகர்ந்து செல்கிறது. இது, இதனுடைய உடலை (rhythmically) சுருக்குவதால் நீரில் மூழ்குவதும் பிறகு நீரின் புறப்பரப்பிற்கு மேல் வருவதுமாக மாற்றிமாற்றி அசைந்து செல்கிறது. இம்முறையில் இது நீரின் வேகத்தால் (water current) மிதந்து செல்கின்றது. இது வழக்கமாக பெருங்கூட்டமாக (large groups) வாழக்கூடியது. இவை சில, தனி உயிரிகளாகவும் வாழக்கூடியது. கடலின் கடுமையான ஏற்ற இறக்கத்தின் காரணத்தாலும், புயல் காற்றினாலும் (storms) கடலோர பகுதியிலுள்ள இவை அடிக்கடி கடலில் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றது.

டென்ட்டக்கிள்கள் இரையினைப் பிடிப்பதற்கு பயன்படுகின்றன. கொட்டும் உறுப்புகள் (stinging body) உடலின் மீது உள்ளன. கொட்டும் உறுப்புகள் இரையின் உயிரை நீக்கப் பயன்படுகின்றன. பல இனங்களில் இவ்வுறுப்புகள் நீந்துபவர்களுக்கு (swimmers) காயங்களை (injuries) உண்டு பண்ண காரணமாக இருக்கும் அல்லது காலணியின்றி வெறுங்காலுடன் செல்பவர்கள் எதிர்பாராவண்ணம் இவ்வுயிரிகளில் ஒன்றின் மேல், பாதத்தை வைத்துவிட்டாலும் கடுமையான காயத்தை உண்டாக்கிவிடும். இதன் வாய் அடிப்புறத்தின்மேல் அமைந்துள்ளது. இது வயிறு போன்ற குழிக்குள் செல்கின்றது. ஜெல்லி மீன், சிறிய மீன் உட்பட பிற சிறிய நீர்வாழ் உயிரிகளையும் உணவாக உட்கொள்ளுகிறது.

ஜெல்லி மீன் பாலின முறையில் (sexually) இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. பெண் மெடுசே (female medusae) முட்டைகளை இடுகின்றது. அவை வயிற்றுக்குழிக்குள் கருவுறுதல் செய்கின்றது. கருவுற்ற முட்டைகள் லார்வாக்களாக (larvae) வளருகின்றன. இவை நீரினுள் (shed) விடப்படுகின்றன. நீரில் விடப்பட்ட லார்வாக்கள் தாமாகவே பாறை அல்லது தாவரங்களில் ஒட்டிக்கொண்டு தட்டையான மேற்பரப்புள்ள (tabular forms) உருவமாக வளர்ச்சியடைகிறது. இவை பாலிப்கள் (polyps) என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பாலிபும் (polyp) தாமாகவே பாலிலி (a sexual) இனப்பெருக்க முறையில் பெருகுகின்றன. பிறகு இவை சிதையுறுதல் (fission)

வழியாக பல சிறிய மெடுசேவாகப் (medusae) பிரிகின்றன.

அ. அரங்கநாதன்

ஜெண்டாமைசீன்

இந்த மருந்து அமைனோகிளைகோசைடு என்ற பிரிவைச் சார்ந்தது. இதைப் போன்ற வினையும், நோய் தீர்க்கும் தன்மை கொண்ட மற்ற இரண்டு மருந்துகளாவன: டோப்ராமைசீன், அமிகாசீன்.

சுடோமோனாஸ் எருஜினோசா மற்றும் ஸ்டாபிலோ ஆரியஸ் போன்ற நுண்ணுயிர்கள் மீது, ஜெண்டாமைசீன் நன்கு வினைபுரிகிறது. ஈ.கோலை மற்றும் கிளிப்சில்லா நிமோனியா, புரோடியஸ், எண்டெரோபாக்டர் ஆகிய நுண்ணுயிர்களையும் தாக்குகிறது. ஜெண்டாமைசீன் என்ற இந்த அமைனோ கிளைகோசைடு, சீழ் இரத்தநிலை மற்றும் மூளை உறை அழற்சி, சிறுநீர் பாதை அழற்சி, நுரையீரல் அழற்சி, இருதய உள் உறை அழற்சி, எலும்பு மூட்டு பாதிப்புகள் ஆகிய நோய் நிலைகளுக்கு எதிராக பணிபுரிகிறது. பென்சிலினையும், ஜெண்டாமைசீனையும் சேர்த்துக் கொடுத்தால் நல்ல பலன் கிடைக்கிறது.

மேற்கூறிய மூன்று அமைனோ கிளைகோசைடுகளில் ஜெண்டாமைசீன்தான் நல்ல பலனளிக்கிறது. மருந்தின் அளவு, நோயின் நிலையையும், நோயாளியின், வயது, எடை ஆகியவற்றை பொறுத்து அமைகிறது. ஜெண்டாமைசீன் 1.7-2.0 மி.கி/கி. என்ற அலகில் கொடுக்கப்படுகிறது. சிறுநீரகப் பணி பாதிக்கப்பட்டிருந்தால், ஜெண்டாமைசீன் அளவு குறைக்கப்பட வேண்டும். கிராம் நெகடிவ் நுண்ணுயிர்களால் மூளை அழற்சி அடைந்திருந்தால், ஜெண்டாமைசீனை, தண்டுவடத் துளை மூலம் தண்டுவட நீரினுள் மருந்தைச் செலுத்த நேரிடும். கண் நோய்களின்போது இமை இணைச் சவ்வின் அடியில் ஊசி மூலம் இந்த மருந்தைச் செலுத்தி பலனடையலாம்.

வேண்டா விளைவுகள். காதும், சிறுநீரகமும் பாதிக்கப்படுகிறது. காதின் பாதிப்பின்போது, காது இரைச்சல், செவிட்டுத்தன்மை, கிறுகிறுப்பு, நடை தடுமாற்றம் ஆகியவை உண்டாகின்றன. சிறுநீரக பாதிப்பின்போது சிறுநீரில் அல்புமின் வெளிப்படுகிறது. நரம்பு தசை அழற்சியும் ஏற்படுகிறது.

அமைனோ கிளைகோசைடு மருந்துகளை வேறுபல உயிர் எதிர் மருந்துகளுடன் சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். ஆனால் கார்பெனசில்லின், செபலோதின் போன்ற மருந்துகளுடன் சேர்க்கக் கூடாது. ஜெண்டாமைசீன் ஊசி மருந்தாகவும், கண் நோய் களிம்பாகவும் கிடைக்கிறது.

மு.கி.பழனியப்பன்

ஜென்ஷன் வயலட் (ஜென்ஷன் ஊதா)

இது ஒரு சாயப் பொருள். இது பரிசோதனைக் கூடங்களில் அன்றாடம் பயன்படும் ஒரு சாய திரவம்.

ஜென்ஷன் என்ற செடியிலிருந்து இந்தப் பொருள் கிடைப்பதால் இந்தப் பெயர் இடப்பட்டது. இந்தச் செடி உலகம் முழுவதும் வளர்கிறது. இதனுள் சுமார் 600 வகைகள் உள்ளன. இந்தச் செடியின் மலர்கள் ரோஸ், மஞ்சள் என்ற நிறத்தைக் கொண்டாலும் பெரும்பான்மையானவை குறிப்பாக ஊதா நிறமாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த நிறத்தை இந்தச் சாயம்தான் பிரயோகிக்கப்படும் பொருள்களுக்குக் கொடுப்பதால் இதன் பெயர் ஜென்ஷன் ஊதா எனப்பட்டிருக்கலாம்.

ஆப்பிரிக்கக் கண்டம் நீங்கலாக இந்தச் செடி, உலகமெங்கும் வியாபித்துள்ளது.

பரிசோதனைக் கூடங்களில், உருப்பெருக்கி மூலம் சில பொருள்களைக் காண வேண்டியிருக்கிறது. சிலவற்றில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிறத்தை புகுத்தினால்தான் அவற்றை நன்கு காண முடிகிறது. அதுவும் மற்ற நிறப் பொருள்களிலிருந்து சில குறிப்பிட்ட பொருளையோ

நுண்ணுயிர் கிருமிகளையோ பிரித்து நன்றாகக் காண வேண்டுமானால், அந்தப் பொருளில் இந்த ஜென்ஷன் சாயத்தைச் செலுத்த வேண்டும். செலுத்தினால் குறிப்பிட்ட பொருள் நல்ல ஊதா நிறத்தை எடுத்துக் கொள்ளும்.

1. எ-டு: சோதனைச்சாலையில், இரத்த வெள்ளணுக்களின் மொத்த எண்ணிக்கையை எண்ணிக் கொடுக்க வேண்டிய சோதனை ஒன்று உள்ளது. அந்த செய்முறையில் வெள்ளணுக்களை உருப்பெருக்கி மூலம் பார்க்கும்போது, அவற்றின் 'நியூக்ளியஸ்' என்ற கருப்பொருளுக்கு ஓர் இருண்ட நீல நிறம் கொடுக்கப்பட்டால், அவை நன்றாகப் பளிச்சென்று தெரியும். இந்தக் காரணத்திற்காக இந்தச் செய்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு நீர்மத்தில் இந்தச் சாயமும் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது.

2. நுண்ணுயிர்க் கிருமிகள் சிலவற்றை, எடுத்துக்காட்ட இந்த வண்ண சாயம் பயன்படுகிறது. பரிசோதனைச் சாலையில் மட்டுமல்லாது, நோய்களைக் குணப்படுத்த மேற்கொள்ளும் சிகிச்சை முறைகளிலும் இது பயன்படுகிறது.

கிராம்-உடன்பாட்டு நுண்ணுயிர்களை இந்த ஜென்ஷன் ஊதா ஓர் அழிக்கும் வகையில் தாக்குகிறது. இந்தத் தன்மை, இதற்கு இருப்பதால் இது ஒரு கிருமிநாசினியாக (anti-septic) பயன்படுகிறது.

தோல்களின் மீது நாம் இதைத் தேய்க்கும்போது, இது தோலை எரிச்சல் மூட்டுவதில்லை.

உடலில் ஏற்படும் சீழ்கட்டிகள் (boils) சர்க்கரை நோயில் காணப்படும் சீழ்கட்டிகள் (carbuncles), தீப்புண்கள் (burns), காளான் நோய்கள் (fungal diseases) போன்ற பாதிப்புகளுக்கு .5% சாயத்திரவத்தைப் பயன்படுத்தினால் போதுமானது. சில காளான் வகைகள் பலவீனமானவர்களின் நாக்கில் படர்ந்து வளரும். முக்கியமாக பலவீனமுற்ற சிறு குழந்தைகளை அதிகமாகத் தாக்கும். இத்தகைய நோயாளிகளின் நாக்கின் மேற்புறத்தில் காளான் வெண்மை நிறத்தில் நுரை போல் படர்ந்திருக்கும். சர்க்கரை நோயுள்ள நடுத்தர வயதுப் பெண்மணிகளின்

பிறப்பு உறுப்பைச் சுற்றியும் இந்த வெண்மை நுரை போன்ற காளான் படர்ந்து வரும். இவற்றுக்கு மிக உகந்த மருந்தாக சாயம் பயன்படுகிறது. இதை, நன்கு அந்த வெண்மைக் காளான் மீது தடவி வந்தால், விரைவிலேயே காளான் மறைந்து பாதிக்கப்பட்ட இடம் குணமாகிவிடுகிறது.

நுரையீரல் மேலுறையின் புனூரா உறையிலு ஏற்படும் பாதிப்புகளுக்கும் இது பயன்படுகிறது. எனவே ஜென்ஷன் ஊதா என்பது பாரா ரோஸிலின் (para-rosiline) என்ற பொருளிலிருந்து கிடைக்கும் மெத்தில் வகை (methyl derivative) சாயக் கலவையாகும். இது பரிசோதனைக்கும் பயன்படுகிறது. சிகிச்சைக்கும் பயன்படுகிறது; கிருமிநாசினியாகவும் பயன்படுகிறது.

சு. ராஜலட்சுமி

துணைநூல். Robert N. Toshaw, *World Book of Encyclopedia*, A Scott Felzer Company, 1983;

ஜேக்காப்சைட்

இது ஓர் ஆக்சைடு கனிமம். இது ஸ்பினல் குழுவினுள் அடங்கிய மேக்னடைட்டு இனத்தைச் சேர்ந்தது. ஸ்பினல் என்னும் கனிமக் குழுவைச் சேர்ந்தவை. பொதுவாக மாங்கனீசு, மக்னீசியம், அலுமினியம், இரும்பு, துத்தநாகம், குரோமியம், ஆக்சைடுகள் இரும்பு-ஆக்சைடுகள், குரோமியம்-ஆக்சைடுகள் என்று மூன்று இனங்களாகக் கருதப்படுகின்றன. இவற்றில் இரும்பு-ஆக்சைடுகளை மேக்னடைட்டு இனம் என்று கூறுகின்றனர். எனவே, ஜேக்காப்சைட்டு ஓர் இரும்பு-ஆக்சைடு எனலாம். இதில் இன்னும் மக்னீசியம் மற்றும் மாங்கனீஸ் இருக்கின்றன. ஆகையால் ஜேக்காப்சைட்டை மாங்கனீஸ், மக்னீசியத்துடன் கூடிய இரும்பு-ஆக்சைடு என்று அறியலாம். இதில் காணப்படும் இரும்பு, மாங்கனீஸ் மற்றும் மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் அளவு மாறுபடுகின்றது. இதனால் இக்கனிமத்தின் சில, குறிப்பாக அடர்த்தி ஒளிவிலகல் எண் முதலியன மாறுபடுகின்றன.

ஜேக்காப்சைட்டு கனச்சதுர தொகுதியின் சுழல்வடிவு அல்லது பிளஜியோ ஹெட்ரல் வகுப்பைச் சேர்ந்தது. இது முகமைய அணுக்கோப்பினை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் எட்டு கூட்டணுக்கள் உள்ளன. இதனுடைய அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் 8.42 - 8.51 வரை இருக்கின்றன. இதனுடைய படிகங்கள் உருக்குலைந்த எண் முக வடிவங்களாக உள்ளன. இது திண்மங்களாகவும் பெரிய அல்லது சிறிய துகள்களாகவும் இருக்கும். இது கறுப்பு அல்லது இருண்ட கறுப்பு நிறம் உடையது. இதனுடைய தூள் சிகப்பு கலந்த சருகு நிறத்தில் இருக்கும். இதன் கடினத்தன்மை 5.5 முதல் 6.5 வரை; அடர்த்தி 4.76. இதில் கனிமப் பிளவு இல்லை. இது சீரற்ற முறிவு அல்லது குறை-வளைவு முறிவு உடையது. இதில் உலோக மிளிர்வு காணப்படும்; ஒளிபுகாத்தன்மை உடையது; நொறுங்கக்கூடியது. இக்கனிமம் குறைந்த அளவில் காந்த சக்தியுடையதாய் காணப்படுகின்றது.

இதில் பலதிசை அதிர் நிறமாற்றப் பண்பு இல்லை. இதன் ஒளிவிலகல் எண் 2.3 ஆகும்.

ஜேக்காப்சைட்டு படிக-சுண்ணப்பாறை என்னும் ஒருவகையான மாற்றுருப்பாறையில் கிடைக்கின்றது.

ஜேக்காப்சைட்டு ஸ்வீடன் நாட்டிலுள்ள ஜேக்கப்ஸ்பெர்க், லாங்பன் மற்றும் உரீப்ரோ (orebro) என்னும் இடத்திலுள்ள கிளஹார்ன் சுரங்கத்திலும் காணப்படுகின்றது. புல்ஹேரியா நாட்டிலுள்ள டிவார்ஸ்ட் டிகா பகுதியில் ஜேக்காப்சைட்டு கிடைக்கின்றது. இது ஹங்கேரி மற்றும் இந்தியா ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கின்றது.

இல. வைத்திலிங்கம்

ஜேடு (பச்சைமணிக்கல்)

இது ஒரு வகை பச்சை மணிக்கல் வகை. இதை நீலம், பச்சை, வெள்ளை நிறங்களுடைய சுண்ணவெளிமக்கள் முகி எனக் கூறுவர். கடினமான,

வெள்ளை முதல் பச்சை நிறம் வரையுடைய மணிக்கற்களின் வகைகள் ஜேடு எனச் சீன மற்றும் கிழக்கிந்திய நாடுகளால் அழைக்கப்பட்டது. ஆனால் குறிப்பாக, இது இரண்டு கனிமங்களான ஜேடைட் மற்றும் நெப்ரைட்டையே குறிக்கும். சீனாவில் இரண்டு வகை மணிக்கற்களும் கிடைக்கின்றன. இருப்பினும் நெப்ரைட்டுதான் அதிக அளவில் நீயூஸிலாந்து மற்றும் அலாஸ்கா போன்ற நாடுகளில் கிடைக்கிறது. ஜேடு என்ற சொல்லை தவறுதலாக சில்லிமனைட், பெக்டொலைட், செர்பன்டைன், வெசுவியனைட், கார்னெட், பொலினைட் போன்ற கனிமங்களுக்கும் வழங்கப்பட்டது.

இது ஓரச்சுச் சாய்சதுர படிமமாகக் கிடைக்கிறது. இரும்புத் தனிமத்தின் அளவைப் பொறுத்து பச்சை, மஞ்சள், வெள்ளை மற்றும் கருப்பு நிறங்களில் கிடைக்கிறது. கனிமப்பிரிதளம் (110) தெளிவாக உள்ளது. $\beta 107$; படிகமாகவும், பொடிக்கற்களாகவும் பாறைக்குழிகளில் காணப்படுகிறது; (100) தளத்தில் இரட்டைப் பிணைவை ஏற்படுத்திக்கொள்கிறது; கடினத்தன்மை மோஸ் அளவுப்படி படிகங்களில் ஆறாகவும் பொடிக்கற்களில் 7 ஆகவும் உள்ளது.

ஜேடைட் என்பது பைராக்ளின் வகையையும், நெப்ரைட் என்பது ஆம்பிபோல் வகையையும் சார்ந்தது.

ஜேடைட்டின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு - $NaAlSi_2O_6$.

நெப்ரைட்டின் மூலக்கூறு வாய்ப்பாடு - $Ca_2(Mg, Fe)_5 Si_8 O_{22} (OH)_2$.

ஒளியியல் மிகைக் குறியீடு உடையது; ஒளியியல் ஈரச்சுக் கனிமம்; $r > v$. இது ஒம்பசைட்டைப் போல் இருந்தாலும் ஒளிவிலகல் எண்ணில் குறைந்து காணப்படுகிறது. இதர பைராக்ளின்களைக் காட்டிலும் அதிக கோண ஒளிமறைவுத் தளத்தைக் கொண்டது.

ஜேமைட்டு, ஆல்பைட்டுக்கும் நெப்பிலீனுக்கும் இடைப்பட்ட கனிமம். ஆனால் பைராக்ளின் வகையில் படிகமாகிறது. ஆய்வகத்தில் ஆல்பைட்டையும், நெப்பிலீனையும் 10,000 - 25,000 பார்சுள் அழுத்தத்திலும் 600 - 1200°C

வெப்பநிலையிலும் குடுபடுத்தி மெதுவாக குளிரவைக்கும்போது ஜேடைட்டு உருவாகிறது. இது மீள்வினையாதலால் ஜேடைட்டு மேற்கூறிய இரு கனிமங்களாகப் பிரியவும் செய்கிறது.



ஜேடைட்டு அதிகபட்சம் ஆல்பைட், லால்சொனைட், க்ளாகோபேன் போன்றவற்றுடன் சேர்ந்தே கிடைக்கும். உருமாற்றுப் பாறைகளாக க்ளாகோபேன் சிஸ்ட்டுகளில் இது விரவிக் காணப்படுகிறது. இது கலிபோர்னியாவில் குறைந்த வெப்ப அழுத்த உருமாற்றுச் சாம்பல் மண்படிவுகளில் கிடைக்கிறது. இவை மீக்காரப் பாறைகளிலும் கிடைக்கப்பெற்றுள்ளன.

நெப்ரைட் அதிக வெப்ப அழுத்த டோலமைட், மக்னீசியச் சுண்ணாம்பு உருமாற்றுப் பாறைகள் மற்றும் மீக்காரப் பாறைகளில் விரவிக் காணப்படுகிறது. அலாஸ்கா, வியாமிங், கனடா, ஸ்காட்லாந்து, இங்கிலாந்து, ஸ்வீடன், சுவிட்சர்லாந்து, ஜப்பான், நியூஸிலாந்து போன்ற நாடுகளில் கிடைக்கிறது.

ஜேடைட் முக்கியமாக பர்மாவில் கிடைக்கிறது. நெப்ரைட் சிறுநீரகக் கோளாறினைக் குணப்படுத்துவதாக கருதப்படுவதால் இதை 'சிறுநீரகக்' எனப் பொருள்படும் ஸ்பானியச் சொல்லினால் ஜேடு (jade) எனக் குறிப்பிடுவர். நெப்ரைட் என்பது சிறுநீரகம் எனப் பொருள்படும் கிரேக்கச் சொல்.

என். முத்துக்கிருஷ்ணன்

துணைநூல்கள். W.A. Deer, R.A. Howie & J. Zussman, *An Introduction to the Rock Forming Minerals*, The ELBS and Longman Publication, Hongkong, 1983; W.E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy, Fourth Edition*, Wiley Eastern Ltd., Madras, 1985; Berry, Masson & Dietrich, *Mineralogy*, CBS Publication, New Delhi, 1985.

ஜேடைட்

இது சிறப்பாக சோடியம் - அலுமினியச் சிலிக்கேட்டினால் ஆன Na (Al, Fe), $S_{12}O_6$ எனும் உட்கூறியையுடையது. ஒரு சாய்த்தொகுதியைச் சேர்ந்த பைராக்சின் தொகுதியில் படிகமாகவும் திண்மையாகவும் அல்லது துகள், நார் அல்லது திண்ணிய அமைப்பிலும் காணப்படலாம். இதில் கனிமப்பிளவு பட்டகத்திற்கு இணையாக மிகவும் தெளிவாக உள்ளது. சுள்ளி முறிவியையுடையது. இதன் கடினத்தன்மை 6.5-7; ஒப்படர்த்தி 3.3-3.05; பளிங்கு மிளிர்வு அல்லது முத்து மிளிர்வு உடையதாய், பச்சை, நீலங்கலந்த பச்சை, பச்சை நிற வெண்மை அல்லது பெருமளவு வெண்மை ஆகிய நிறங்களில் ஒளிகசியும் அல்லது ஒளிபுகாத்தன்மை கொண்டதாய் இருக்கும்.

இக்கனிமங்களைத் தோற்றுவிக்கும் செயல் முறைகளும் அது தோன்றுமிடங்களும் சரிவரத் தெரியாமையாலும் ஜேடைட்டுக்கும், நெப்பிரைட்டுக்கும் இடையே உள்ள குழப்பங்களாலும் அதன் தோற்றம் நெடுங்காலமாகவே அறியப்படாமல் உள்ளது. இது பர்மா மற்றும் சீனாவில் கிடைக்கிறது. மேலும் மெக்சிகோவிலும் கிடைப்பதாகத் தகவல் தெரிவித்துள்ளனர். இது பெரும்பாலும் உருமாற்றங்களினால் மிக ஆழங்களில் சோடா மற்றும் அலுமினியம் நிறைந்த பாறைகளில் நெப்பிரைட் சயனைட் போன்று உருவாகிறது. பர்மாவில் சர்பென்டைனுடன் கலந்து காணப்படுபவை, மிகுந்த கார அனற்பாறைகளில் அமைந்திருக்கக்கூடியது என்பதைக் குறிப்பிடுகிறது.

ஜேடைட் பாறை தோற்றுவிப்பில் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கனிமமாகும். இது ஆல்பைட்டு மற்றும் நெஃபிலினிக்கும் இடைப்பட்ட வேதியியல் சேர்க்கையை உடையதாய் மிக அரிதான கனிமமாகக் காணப்படுகிறது. இதில் ஆல்பைட் மற்றும் நெஃபீலின் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது. இது நெப்பிரைட்டை ஒத்துள்ளமையால், அதனின்று ஒப்படர்த்தி மதிப்பினை அளவிடுதல் மூலம் அதனை வேறுபடுத்தி இனங்காணலாம்.

நெடுங்காலமாகவே ஜேடைட் கிடைக்கும் விதம் பற்றி ஓரளவிற்கு மர்மமாகவே காணப்பட்டது.

இது பர்மாவில் நீரோடையின் சிதைவுற்ற குண்டுக்கல்லாக மட்டும் தெரிய வந்தது. மெக்சிகோ, கௌடிமாலாவில் மாயன் (mayan) அழிவிலிருந்து பெறப்பட்ட, குடைவுப்பொருளாக மட்டும் தெரிய வந்தது. மிக அண்மையில் இது பெரும்பாலான உருமாறியப் பாறைகளில் சர்பென்டைனுடன் கலந்தும் மேலும் தரங்குறைந்த உருமாற்றமடைந்த கிராவேக்களிலும் மேலும் மிக நுண்ணிய பரல்களாகவும் காணப்படுகிறது. அலங்காரக் கற்களாகப் பயன்படுவதால் இது தொடர்ந்து தேடப்படும் கனிமமாக உள்ளது.

கடினமாக இருந்த போதிலும், எளிதில் வேலைப்பாடுகளைச் செய்யக்கூடிய ஜேடைட், நெடுங்காலமாகவே அலங்கார வேலைப்பாடுகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. வரலாற்று காலத்திற்கு முன்பே இதனை அலங்காரம் மற்றும் அதனைச் சார்ந்த செயல்துறைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டமைக்குச் சான்றுகள் ஐரோப்பா, மெக்சிகோ, எகிப்து மற்றும் பிறவிடங்களில் காணப்படுகிறது.

அனைத்து பச்சை நிறக் கடினமான பொதிந்த கற்கள் (tough compact stones) எனும் பொதுச் சொல்லினால் ஜேடைட் எனப்படுகிறது.

க. சித்திரா தேவி

ஸ்கட்டிருட்டை

இத்தொடரில் குறிப்பாக இரண்டு கனிமங்கள் ($CoAs_2$) மற்றும் நிக்கல் ($NiAs_{2,3}$) மட்டும் இருப்பினும் பொதுவாகச் சில கனிமவியலாரால் ஒத்த அமைப்புடைய (iso structural) ஆர்செனிக் குறைந்த பற்றாக்குறையாக உள்ள கனிமங்களான ஸ்மால்டைட் மற்றும் சோலந்தைட்டும் இவற்றுடன் சேர்க்கப்படுகிறது.

இத்தொடரின் பகுதிகளை எளிதில் இனங்காணவோ, சரிவர வரையறுத்துப் பிரிக்கவோ இயலவில்லை. பொதுவாக, உயர்ந்த கோபால்ட் கனிமங்கள் தட்பவெப்பம் சிதைவுற்று இளஞ் சிவப்பு

நீல எர்தரைட்டைத் ($\text{Co}_3(\text{ASO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) தரும்.

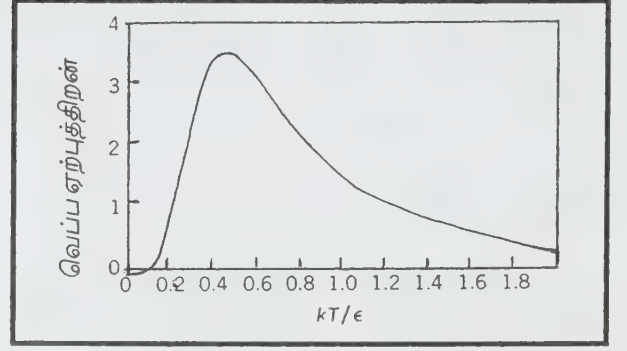
மேலும் பலவிதமான கோபால்ட்-நிக்கல் (contents) உட்பொதிவுடையவற்றில் 12% அளவிற்கு இரும்பு பதிலீடு (substitute) செய்கிறது. இத்தொடரில் (Fe: Co+Ni)1:1 மிகுந்து காணப்படினும் கனிமங்களிடையே குறிக்கப்படுவதில்லை. ஆர்சனிக்-உலோக விகிதம் 3:1 என்னும் பெருமத்திலிருந்து 2:1 வரை ஸ்மால்டைட் மற்றும் சோலந்தைட் பரவிக் காணப்படுகின்றன.

செஞ்சம் தொகுதியில் படிமமானவை.

படிகங்கள் அரியவாகவும் பொதுவாக கனசதுர, கனசதுர எண்முக அமைப்பில் அல்லது எண்முக அமைப்பிலும் அரிதாக பன்னிருபட்டக அல்லது பைரட்டோஹெட்ரான் அமைப்பிலும், பொதுவாகத் திண்மியதாய் அடர்ந்த மென் துகள்கள் அமைப்பிலும் காணப்படும். இதில் (100) (111) தளங்களில் பிளவுகள் தெளிவானவையாகவும், ஆனால் மாறக்கூடியதாகவும் சங்கு முறிவு முதல் சீரற்ற முறிவுகள் உடையதாகும். இதன் கடினதன்மை ஒப்பீட்டில் 6.5 ஆகவும் வெள்ளீய வெண்மை முதல் வெள்ளி-சாம்பல் நிறங்களிலும் சிலவற்றில் மங்கிய ஒளியுடனும் காணப்படும். கறுப்புக் கீற்றுத் துகள் கொண்டுள்ளது. இது உலோகப் பளபளப்புடன் ஒளிபுகாத தன்மையுடையது.

இதனை ஆர்சனோபைரைட் படிக அமைப்பிலிருந்து பிரித்து உணரலாம். இதனை வெப்பப்படுத்தினால் இக்கனிமம் வெள்ளைப்பூண்டு மணமளிக்கிறது. ஸ்கட்டிரட்டை கனிமங்கள் பிற கோபால்ட் மற்றும் நிக்கல் கனிமங்களுடன் நரம்பிழைகளில் குறிப்பாக கோபால்ட்டைம், நிக்கலின் ஆர்சோடுனாபைரைட், வெள்ளி மற்றும் பிஸ்மத்திலும் கிடைக்கும். இக்கனிமங்கள் கோபால்ட் தாதுவிலிருந்து முக்கிய கோபால்ட்டை அளிக்கிறது.

க. சித்திரா தேவி



அதன் தனித்தனியான ஆற்றல் மட்டங்களின் வெப்பவியல் எண்ணிக்கைக் காரணமாக அதன் வெப்ப ஏற்புத்திறனில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு ஸ்காட்கி தாறுமாறு எனப்படும். குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் ஸ்காட்கி தாறுமாறு விளைவின் பங்களிப்பு மேம்பட்டு இருக்கும். வெப்ப ஏற்புத் திறனில் மற்றக் காரணிகளின் பங்களிப்பு குறைந்த வெப்ப நிலைகளில் குறைவாக இருக்கிறது. தனித்தனியாக ஆற்றல் மட்டங்கள் தோன்றப் பல வகையான காரணங்கள் உண்டு. காந்தப்புலங்களினால் ஓடு பாதைச் சிதைவாக்கம் அல்லது தற்சுழற்சிச் சிதைவாக்கம் நீக்கப்படுகிறது. படிகநிலை மின்புலங்கள், தற்சுழற்சி ஓடுபாதை இணைப்பு, காந்தவியல் மிகுநுண் இடைவினை போன்றவை இக்காரணங்களில் அடங்கும். இந்த விளைவுகள் பொதுவாக பாரா காந்த அயனிகளில் காணப்படும். E என்ற ஆற்றலுள்ள ஒரு மட்டத்தின் வெப்பவியல் எண்ணிக்கை $\exp(-E/RT)$ என்ற போல்ட்ஸ்மான் காரணிக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். இதில் R என்பது போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி. T என்பது வெப்பநிலை, போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி 1.38×10^{-23} ஜூல்/கெல்வின்னுக்குச் சமம். RT என்பது கிட்டத்தட்ட E-க்குச் சமமாக இருக்கிற வெப்பநிலைகளில் ஸ்காட்கி வெப்ப ஏற்புத் திறனுக்குப் பெரும அளவுள்ள பங்களிப்புகள் நிகழும். இந்தப் பெரும அளவு பங்களிப்புகளின் அளவறுதியான மதிப்பீடுகளை போல்ட்ஸ்மானின் காரணிகளின் பதத்தில் கண்டுபிடிக்க முடியும். ஒரு குழுவில் N என்ற எண்ணிக்கையில், வடிவொத்த, தமக்குள் இடைவினை செய்து கொள்ளாத அமைப்புகள் இருப்பதாகவும், அவை

ஸ்காட்கி தாறுமாறு

ஒரு திண்மப் பொருளின் வெப்பநிலை உயரும்போது

ஒவ்வொன்றிலும் E_1, E_2, \dots, E_n என்ற கீழ்நிலை ஆற்றல் மட்டங்கள் இருப்பதாகவும் வைத்துக்கொள்வோம். அப்போது அதன் மொத்த உள்ளிட ஆற்றல் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்.

$$U = N \sum_{i=1}^n \epsilon_i \exp(-\epsilon_i/RT) / \sum_{i=1}^n \exp(-\epsilon_i/RT)$$

இதற்கு நேரான வெப்ப ஏற்புத்திறன் $c = du/dT$ $i=1$ என்ற சிறும் ஆற்றல் நிலைக்கும் $i=2$ என்ற முதல் கிளர்வுற்ற ஆற்றல் நிலைக்கும் இடையில் சராசரி ஆற்றல் ஒருமுறை பிரிகை அடைகிற $n=2$ என்ற நிலையை எடுத்துக்கொள்வோம். வெப்ப ஏற்புத் திறனுக்கும் RT/E என்ற தகவுக்கும் இடையில் வரையப்படும் வரை கோட்டைப் படத்தில் காணலாம். இதில் E என்பது ஆற்றல் நிலைகளுக்கு இடையிலான ஆற்றல் வேறுபாடு. இதைவிடச் சிக்கலான ஆற்றல்மட்டத் திட்ட அமைப்புகளுக்கு வரையப்படும் கோடுகளும் பொதுவாக இதே வடிவத்தில்தான் இருக்கும். RT/E ஒன்றுக்குச் சமமாக இருக்கும்போது ஓர் அகன்ற முகடு அமையும். இங்கு E என்பது சிறும் ஆற்றல் நிலைக்கு மேற்பட்ட சராசரி ஆற்றல். ஆனால் ஆற்றல் மட்ட அமைப்பில் மிகவும் வேறுபட்ட ஒப்பீட்டு எண் மதிப்புகள் கொண்ட கிளர்வு ஆற்றல்கள் சேர்ந்திருந்தால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முகடுகளுடன் கூடிய சிக்கலான அமைப்புகள் கொண்ட வரைகோடுகள் கிடைக்கக் கூடும். ஸ்காட்கி வெப்ப ஏற்புத் திறன் பங்களிப்புக்கு ஒத்த வகையில் $S = (c/T)dT$ என்ற இயல்பாற்றல் பங்களிப்பும் உண்டு. ஒரு பொருள் வெப்ப மாற்றீடற்ற காந்த நீக்கத்தின் மூலமாகவோ, வேறு ஒரு குளிர்ந்த பொருளுடன் தொடர்புகொள்ளுவதன் மூலமாகவோ குளிர் வைக்கப்படும்போது அதன் வெப்பநிலை குறைவதை இந்த இயல்பாற்றல் பங்களிப்பு தடை செய்யக்கூடும். இதற்கு மறுதலையாக ஒரு கெல்வினுக்குக் குறைவான வெப்பநிலைகளில் செய்யப்படும் பரிசோதனைகளில், வெப்பம் வெளியிலிருந்து உள்ளே பாய்வதினாலோ உள்ளேயே உண்டாவதனாலோ ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றங்களைக் குறைப்பதற்காக ஸ்காட்கி தாறுமாறு உள்ள ஒரு பொருளை வெப்பக் கழிப்புத் தொட்டியாகக் பயன்படுத்தலாம்.

துணைநூல். H.M. Rosenberg, *Low temperature Solid State Physics*, Mc-GrawHill, New York, 1963.

ஸ்க்கில்டர்சு நோய்

இது பொதுநரம்பு மண்டலத்தைப் பாதிக்கும் ஒரு நோய். எந்த வயதிலும் தோன்றும் இந்நோய் டிமையிலினேஷன் (demyelination) எனப்படும். நரம்பின் புற உறை அழிவு காணப்படும்.

நரம்பின் புற உறை அழிவு பெருமூளையில் ஒரு பகுதியிலோ இருபகுதியிலோ தோன்றி மெதுவாகப் பரவும் தன்மையுடையது. இந்நிலை பான்ஸ் (pons), மூளைநடுப்பகுதி (mid brain), சிறுமூளையிலும் சிறு சிறு பகுதிகளில் காணப்படும். சில மாதங்கள் முதல் ஒரு வருடம் வரை இந்நோய் நீடித்து மரணத்தில் முடியும். அரிதாக பல வருடங்களும் நீடிக்கலாம். கூர்த்தநிலையில் (Acute phase) காய்ச்சலுடன் தலைவலியை தோற்றுவிக்கும். இந்நோயில் தலையில் அழுத்தம் கூடி கண்நரம்பு வீர்த்தும் (Papilloedema) காணப்படும். இரண்டாம் நிலை (subacute) மற்றும் நாட்பட்ட நோயில் (chronic cases) இவை காணப்படுவதில்லை.

நோய்க்குறிகள் பாதிக்கப்பட்ட இடத்தை அல்லது இடங்களை பொறுத்து மனநிலை மாற்றம், பக்கவாதம் வலிப்பு, பாதிப்பார்வை போதல் (Hemi-anopia), பேச்சின்மை (Aphasia) தொட்டோ கேட்டோ உணரமுடியாமை போன்றவை தோன்றும்.

தண்டுவட நீரை பரிசோதிக்க கூர்த்த நிலையில் மட்டும் அழுத்தம் கூடி, புரதம் நிறைந்து வெள்ளையணுக்கள் கூடிக்காணப்படும்.

எம்.ஜே.ஜோசப்
எம்.எஸ்.பிரெட்ரிக்

ஸ்கிளிர்ரோடெர்மா

கிரேக்க மொழியில் ஸ்கிளிர்ரோஸ் என்றால் கடினமான என்று பொருள். டெர்மா என்றால் தோல் என்று பொருள். கடினமான தோல் எனக் கொண்டபோதிலும் உடலின் எந்த உறுப்பும் பாதிக்கப்பட்டு கடினமடையலாம். இந்த நோயின் காரணம் எது என்று தெரியாவிடினும், மரபு நுட்ப அணு சீர்கேட்டால் உண்டாகலாம் என நம்பப்படுகிறது. பொதுவாக சுரங்கத் தொழிலாளர்களிடையே பெரும்பாலும் இந்நோய் காணப்பட்டாலும், பெண்கள் ஆண்களைவிட 4 மடங்கு பாதிக்கப்படுகின்றனர் எனத் தெரிகிறது.

30-50 வயதினரே இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டாலும், எத்தகைய வயதினரும் பாதிக்கப்படலாம். ரேனாட் நிகழ்வின் கொடூர வகையுடன் துவங்கி, இறுதியில் உடல் முழுவதும் பாதிக்கப்படுகிறது.

தோல். தோல் கடினமடைந்து வீக்கமடைகிறது. விரல்களின் அசைவுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. பின்னர் தோல் பளபளப்படைந்து, விரல்கள் சும்பி புண்கள் உண்டாகின்றன. முகத்தின் தோலும் கடினமடைந்தால் முகத் தோற்றம் மாற்றமடைகிறது. வாயைத் திறப்பது சிரமமாக இருக்கிறது.

தசைகளும், எலும்புகளும் பாதிக்கப்பட்டு பலவீனமடைகின்றன. உணவுக்குடலின் அசைவு இயக்கங்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. சிறிய, பெரிய குடல்கள் வீக்கமடைகின்றன. விட்டு விட்டு வயிற்று வலி, மலச்சிக்கல், வயிறு உப்புசம், குடல் அடைப்பு ஆகியவையும் உண்டாகலாம்.

நுரையீரல்களும், நார்பொருள் மிகையாக உண்டாவதால் சுருக்கமடைந்து, மூச்சுவிட சிரமமாகிறது. இதய உறை அழற்சி, இதய வீக்கம், இதய லயத் தடை, தமனி வால்வு நைவுகள் ஆகியவை இதனால் தோன்றுகின்றன. சிலபோது சிறுநீரகமும் பாதிக்கப்படுகிறது. இதனால் நோய் நிலைகளும், மரணங்களும் உண்டாகின்றன.

நோயின் துவக்கத்தில் சோகை வியாதியும், சிவப்பு அணு பாயும் விகித அதிகரிப்பும் நிகழ்கின்றன.

நோயின் அறிகுறிகளைக்கொண்டே நோய் நிர்ணயம் சாத்தியமாகிறது. எக்ஸ் கதிர் படங்களும் உதவுகின்றன. விரல் எலும்புகளிடையே மூட்டு விளிம்புகள் அரிக்கப்பட்டுள்ளன. சரும அடியில் கால்சிய படிகங்கள் காணப்படுகின்றன. பரவலான திசு இடை நார்ப் பொருள்கள் எக்ஸ்கதிர் மார்புப் படத்தில் நுரையீரல்களில் காணப்படுகின்றன. பேரியம் மாவு கொடுத்து படங்கள் எடுக்கப்பட்டால் கீழ் வருவன தெரிய வருகின்றன. பின் எதிர் ஓட்டம் உணவுக் குடலின் மந்தமான இயக்கம், உணவுக் குடலின் கீழ் 2/3 பகுதி விரிவடைந்துள்ளன. உணவுக்குடல் புண்களும், சுருக்கங்களும், சிறுகுடல் பகுதிகளில் வாயுத் தேக்கம், இன்னபிற குத வழி பேரியம் செலுத்தப்பட்டால், குறுக்கு மற்றும் கீழிறங்கு குடலில் பக்க வளர்ச்சிகள் காணப்படுகின்றன. பிணிக் கூற்றாய்வு, நோய் நிர்ணயத்திற்கு உதவும்.

சிகிச்சை. அறிகுறிகளைப் பொறுத்தே சிகிச்சை அமைகிறது. கையுறைகள் அழிந்து கை கால்களை வெப்பமாக வைத்திருக்க வேண்டும். புகைப் பிடித்தல் தவிர்க்கப்படுகிறது. மெத்தில்டோபா, ரிசெர்பின் போன்ற இரத்த நாள விரிக்கிகள் ஓரளவு பயன் தரலாம். லேனோலின் கொண்டே களிம்புகளை கை, கால் விரல்களில் தடவலாம்; மசாஜ் செய்வதன் மூலம், இரத்த ஓட்டத்தை அதிகரிக்கலாம்; தல சிகிச்சையாக நைட்ரோ கிளிசரைன் களிம்புகளைத் தடவி கைப்புண்களுக்கு இதமளிக்கலாம். முனைப்பான உடற்பயிற்சி மூலம் கை, கால், விரல் சுருக்கங்களைத் தவிர்க்கலாம். டி.பெனிசிலமைன் என்ற மருந்து, சமீப காலமாக அளிக்கப்பட்டு வருகிறது.

சிறுநீரகங்கள் பாதிக்கப்பட்டால், டையாலிசிஸ் உதவுகிறது. கேப்டோப்ரிஸ் போன்ற மருந்துகள், ஆன்ஜியோடென்சின் உருவாவதைத் தடுத்து, இரத்த நாள விரிக்கியான கைனின்கள் அழிக்கப்படுவதைத் தடைசெய்கின்றன. அழற்சி எதிர் மருந்துகள் கொடுத்து நுரையீரல்களைப் பாதுகாக்கலாம். உணவுக்குழல், சிறுகுடல் பாதிப்பின்போது கீழ்க்கண்டவை பலன் தரும்.

1. குறைந்த அளவிலான உணவை அடிக்கடி

உண்ணலாம்.

2. உணவு இடைவேளைகளில் அமில எதிர்ப்பிகளை அருந்தலாம்.

3. படுக்கையில் தலைப்பக்கம் உயர்ந்திருக்க வேண்டும்.

4. உணவு அருந்திய 3 மணி நேரங்கள் வரை படுக்காமலிருக்க வேண்டும்.

குடல் அசைவுகள் குறைவதால் கிருமி பாதிப்புகள் ஏற்படலாம். அதைத் தவிர்க்க டெட்ராசைக்ளின், நியோமைசின் போன்ற மருந்துகளைக் கையாளலாம். இதயம் பாதிக்கப்படும் போது 40-60 மி.கி. பிரிட்னிசோலோன் 2-3 மாதங்களுக்குக் கொடுப்பது பயனளிக்கும். மொத்தத்தில் இந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களில் 70%, 5 ஆண்டுகள் வரை உயிருடனிருப்பர். நோயின் காரணம் சரியாகத் தெரியாததால் சிகிச்சையும் சிரமமே.

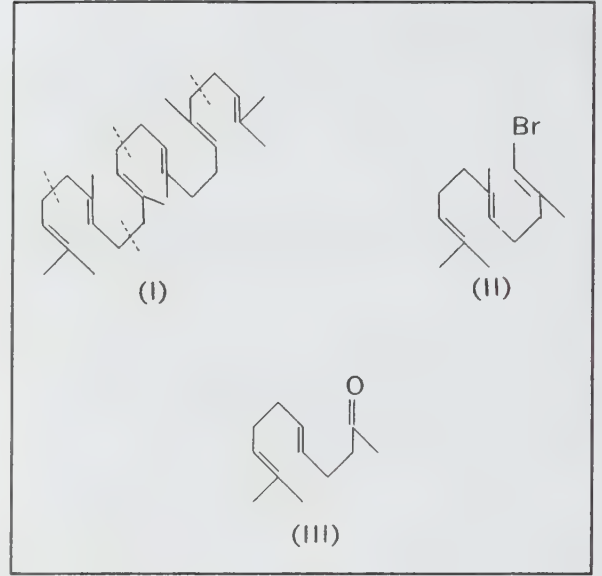
அ. கதிரேசன்

ஸ்குவாலீன்

இது ஒரு மூன்று டெர்பீன் ஆகும். இது ஸ்டீரால்சு மற்றும் பல்வளைய டெர்பீன்களின் உயிர்தொகுப்பிற்கு (bio-synthesis) தேவையான ஒரு பொருள் எனக் கருதப்படுகிறது.

மேலும், இது ஸ்பினாசீன் (spinacene) என்றும் வழங்கப்படுகின்றது. இதன் அமைப்பு (I) இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $C_{30}H_{50}$. ஆறு ஐஸோபிரீன் தொகுதியிலிருந்து இந்த ஸ்குவாலீன் கொள்கை ரீதியாக உருவாகின்றது எனலாம். உண்மையில் இது இரண்டு ஃபார்னெசில் புரோமைடு (fernasy bromide) (II) மூலக்கூறுகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. தூய எதிர் - ஜெரானில் அசெட்டோனை (III) விட்டிக் வினைக்குட்படுத்தி (Witting reaction) யும் ஸ்குவாலீன் பெறும் முறையும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இவ்வாறு கிடைக்கின்ற ஸ்குவாலீனில் 3 ஸ்டீரியோ மாற்றியங்கள் இருக்கின்றன. இதனைப்



பிரித்து தூய்மைப்படுத்த இதனை தயோ யூரியா கிளாட்ரேட்டாக மாற்றுகின்றனர். மேலும் செயற்கை ஸ்குவாலீனை நொதி முன்னிலையில் லானோ-ஸ்டீரால்லாக (lano-sterol) மாற்றலாம் எனத் தெரிகிறது.

இதில் உள்ள ஆறு ஒலிபீனின் பிணைப்புகள் டிரான்ஸ் அமைப்பினை உடையதாக அறியப்பட்டுள்ளது. இது லேசான இனிய நறுமணம் கொண்டது. இதன் ஒப்படர்த்தி 0.858 - 0.860 ($20^{\circ}C$). இதன் கொதிநிலை 225° ; உறைநிலை ($-60^{\circ}C$). ஒளி ஊடுருவல் எண் (refractive Index) 1.49 - 1.50 ஆகும். அயோடின் எண் 360-380 ஆகும். சோப்பாதல் (saponification) மதிப்பு 0-5; நீரில் கரையாது; ஆல்கஹாலில் சிறிதளவு கரையும்; லிப்பிடுகள் கரிம நீர்மங்கள், கொழுப்புகள் மற்றும் கொழுப்பு நீர்மங்களில் கரையும்; எரியக்கூடிய தன்மையது.

இதனை சாதாரண அழுத்தத்தில் வாவை வடிக்கும்போது சிறைவுறுகிறது. இதனை காற்றில் வைத்திருந்தால் இது ஆக்சிஜனை உறிஞ்சி ஒரு பிசினாக மாறுகிறது.

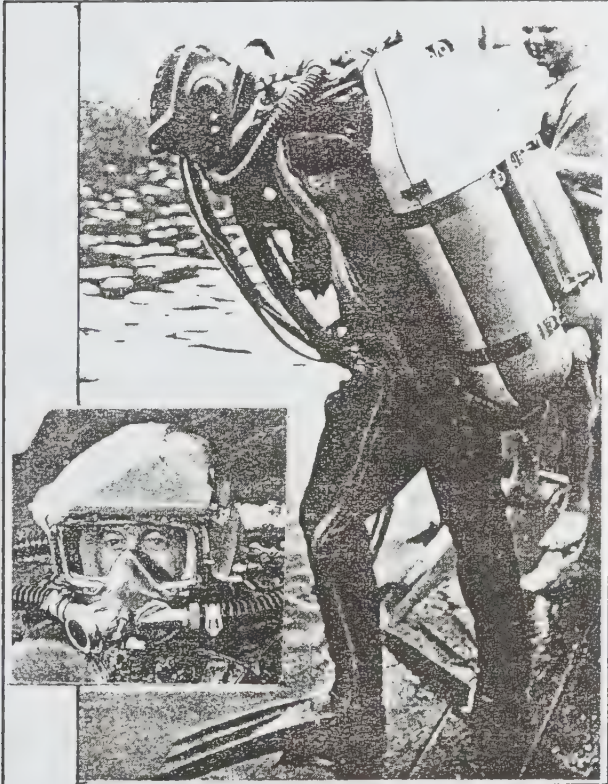
இது இயற்கையில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு

திமிங்கிலத்தின் ஈரலில் உள்ளது. மிகக் குறைவான அளவில் (0-1-0.8%) ஆலிவ் எண்ணெய், கோதுமை முளை எண்ணெய், அரிசி தவிட்டு எண்ணெய் மற்றும் ஈஸ்ட்டுக்களில் உள்ளது.

எம்.பி.சந்திரசேகரன்

ஸ்குபா

இது கடல் ஆராய்ச்சியில், நீரடிப் பொறியியல் (Underwater Engineering) என்னும் நவீன ஆய்வில், பயிற்சி பெற்ற வல்லுநர்களால் நேரடி ஆய்விற்குப் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும் ஓர் ஆய்வுக் கருவி ஆகும். இரண்டாம் உலகப் போருக்கு பின்பு கடலடியில் மூழ்குவோருக்குப் பேருதவியாக உருவாக்கப்பட்ட, அனைத்து வசதிகளையுமுடைய சிறந்த நீர் மூழ்கிக் கருவியே (diving device) ஸ்குபா ஆகும். இது



ஸ்குபா நீர் மூழ்குபவர்

தன்னிறைவுடைய நீரடிச் சுவாசக் கருவி (Self Contained Underwater Breathing Apparatus) என்றழைக்கப்பட்டது. பின்னர் நாளடைவில் இந்நீண்ட ஆங்கிலப் பெயரிலுள்ள சொற்களின் முதல் எழுத்துக்களை மட்டும் சேர்த்து ஸ்குபா (SCUBA) என்றழைப்பது வழக்கமாகிவிட்டது. இதனைச் சமந்து கொண்டு நீர் மூழ்குவோர் ஸ்குபா நீர் மூழ்குவோர் (scuba divers) எனப்படுகின்றனர்.

இக்கருவி கடலடியில் மூழ்கி ஆய்வு செய்பவர்களுக்கு அவர்களால் சுவாசிக்கப்படத்தக்க ஒரு வளிமக்கலவையை அவர்கள் நீந்துகின்ற ஆழத்துக்கு மேல் உள்ள நீரின் அழுத்தத்திற்குச் சமமான அழுத்தத்துடன் அளிப்பதற்கேற்றவாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. அவர்கள் சுவாசிக்கும் வளிமம் மிகு அழுத்தமுள்ள உருளைகளில் (high pressure cylinders) எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. அதிலுள்ள ஆரம்ப அழுத்தம் 2000 - 3000 பி.எஸ்.ஐ அலகு (P.S.I. unit) வரை இருக்கும். அவ்வுருளைகளை அல்லது தொட்டிகளை (tanks) நீர் மூழ்குவோர் தமது முதுகின்மேல் வைத்து, தோல்பட்டைகளால் (straps) உடலுடன் சேர்த்து அணிந்து கொள்கின்றனர்.

ஸ்குபா அணிந்து நீர் மூழ்குவோர் நீர் மேற்பரப்புக்கு அடிக்கடி வந்து சுவாசிக்கத் தேவையில்லையாதலால், அவர்கள் தொன்றுதொட்டு சுவாச வளிமமற்ற நிலையில் கடலில் மூழ்கிவருவோரைவிட மிகுதியான திட்டமிட்ட செயல் திறமும், சார்பின்மையும் (freedom) கொண்டு தீவிரமாகவும், பொறுமையுடனும், வசதியுடனும் தமது ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளுகின்றனர்.

ஸ்குபாவை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை பின்வருமாறு. 1. மூடிய சுற்றடைப்பு ஸ்குபா (closed circuit scuba), 2. பாதி மூடிய சுற்றடைப்பு ஸ்குபா (semi closed circuit scuba), 3. திறந்த சுற்றடைப்பு ஸ்குபா (open circuit scuba).

மூடிய மற்றும் பாதி மூடிய சுற்றடைப்பு ஸ்குபாக்கள். இந்த இரண்டும் 1880க்கு முன்பே உருவாயின. இவற்றை உயிர்வளிம மறுசுவாசி (oxygen rebreather) அல்லது இழப்பு மீட்டி மண்டலம் (regenerative system) என்றும் அழைக்கலாம். இவை

இரண்டாம் உலகப் போரின்போது நவீனப்படுத்தப்பட்டு, உயர் அமைப்பினைக் கொண்டு போருக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இவற்றில் உள்ள சிறிய எஃகு உருளையில் (steel cylinder) சுவாசிக்கும் வளிமம் (வழக்கமாக தூய உயிர்வளிமம்) 150 - 200 வளிமண்டல வரையான அழுத்தத்தில் உள்ளது. இவற்றில் தூய உயிர் வளிமத்தையோ (oxygen) அதனுடன் ஹீலியம் மற்றும் நைட்ரஜன் ஆகியவை பலவித அளவுகளில் சேர்ந்துள்ள வளிமக் கலவையையோ (gas mixture) பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றைப் பயன்படுத்தி சுவாசிப்பதால் வெளிவிடப்படும் வளிமம் (exhaled gas) சேமிக்கப்பட்டு ஒரு சிறு பெட்டகத்தில் செலுத்தப்படுகிறது. இந்தப் 09 பெட்டகத்தில் வளிமம் தூய்மையாக்கப்படுகிறது. பின்னர் அந்த வளிமம் கடலடியில் மூழ்குவோரின் உடலில் அணியப்பட்டுள்ள ஒரு பையின் மூலம் மறு சுழற்சி (recirculated) அடைகிறது. இப்பை சுவாசிக்கும் பை (breathing bag) எனப்படுகிறது. இது ஓர் உயிர்வளிமத் தேக்கியாக (oxygen reservoir) உருளைக்கும் உட்செலுத்தும் இரப்பர் குழாய்க்கும் (hose) இடையில் அமைந்து செயல்படுகிறது.

காற்றை உள்ளிழுத்தலின்போது (inhalation) மேலும் மிகுதியான வளிமத்தை இப்பைக்கு அளிக்க உதவும் பலவகை தானியங்கிக் கருவிகள் (automatic devices) மிகு அழுத்த உருளைகளுடன் (high pressure cylinders) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூடிய சுற்றடைப்பு ஸ்கூபா மற்றும் பாதி மூடிய சுற்றடைப்பு ஸ்கூபா ஆகிய இரு கருவிகளும் திறந்த சுற்றடைப்பு ஸ்கூபா என்னும் கருவியைவிட மிகவும் செயல்திறன் கொண்டவை. அவை எப்படியும் மிகச் சிக்கலான அமைப்புடையவை. அவை சரியாக வேலை செய்யாதபோதோ, அனுபவமற்ற கடலடி மூழ்குவோரால் இயக்கப்பட்டாலோ மிகவும் ஆபத்தான விளைவுகளை உண்டாக்க வல்லவை.

தூய உயிர் வளிமத்தைப் பயன்படுத்தும் மூடிய சுற்றடைப்பு மண்டலம் 30 அடி ஆழம் வரை பயன்படும். நீண்ட நேரத்துக்கு மிகுதியான ஆழத்தில் இதனைப் பயன்படுத்தினால் அதனால் மயக்கமும் சோர்வும் ஏற்பட்டுவிடும். ஆகையால் இது சிறப்பான பயிற்சி பெற்றவர்களுக்கு மட்டுமே சிறந்ததாகும்.

திறந்த சுற்றடைப்பு ஸ்கூபா. இதனை முதன்முதலில் 1934இல் ஜே.ஓய். கான்ஸ்டினான் மற்றும் ஈஃகேகான் ஆகியோர் உருவாக்கினர். இதற்கு அவர்கள் 'நீர் நுரையீரல்' (aqualung) என்று பெயரிட்டனர். இதில் இரண்டு முக்கியப் பகுதிகள் உள்ளன. அவை பின்வருமாறு. 1. காற்றுத்தேக்கி (air reservoir). இது ஒன்று முதல் மூன்று உருளைகளால் ஆனது. உருளைகளில் சுவாசிக்க உதவும் அழுத்தமுள்ள காற்று அல்லது வளிமக் கலவை உள்ளது.

2) சமநிலைப்படுத்தி (regulator) இதிலிருந்து ஒரு சிறு இரப்பர்குழாய் (hose) மற்றும் வாய் இணைப்பகுதி (mouth piece) மூலம் நீர்மூழ்குவோருக்குக் காற்று அளிக்கப்படுகிறது. நீர் மூழ்குவோர் சுவாசிக்கும்போது இக்காற்று தேவையான அழுத்தத்தில் அளிக்கப்படுகிறது.

இந்த ஸ்கூபா பொதுவாக 130 அடி ஆழம் வரை பயன்படுத்தத்தக்கதாக இருப்பினும் அதைவிட மிகுந்த ஆழத்திலும் சிலர் இதனைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். இந்த ஸ்கூபாவில் வெளியேற்றப்படும் வளிமத்தில் உள்ள பயன்படுத்தப்படாத உயிர் வளிமத்தை மீளவும் பயன்படுத்துவதில்லை. அதில் சுவாசத்தினால் வெளிவிடப்படும் வளிமம் நேரடியாக நீரில் கலக்கிறது. இவற்றுள் பெரும்பாலானவற்றில் அழுத்தம் மிக்கக் காற்றைப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில், அதற்கு ஆகும் செலவு குறைவாக இருப்பதோடு அது எளிதில் கிடைக்கிறது. மற்ற இருவகை ஸ்கூபாக்களையும்விட திறந்த சுற்றடைப்பு ஸ்கூபா செயல்திறன் குறைந்ததாக இருப்பினும், கடலடியில் ஆய்வு மேற்கொள்ளும் அறிவியல் வல்லுநர்களும், பொறியியல் வல்லுநர்களும் அதனை ஆய்ந்தெடுத்துப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதற்குக் காரணம் அது பாதுகாப்பானதாக இருப்பதும், அதனைப் பயன்படுத்தும் முறை எளிதாக இருப்பதும், அதன்விடை குறைவாக இருத்தலுமேயாகும்.

வளிமங்களைப் பயன்படுத்துதலின் விளைவுகள். ஆர்க்டிக் முதல் மற்ற அனைத்துக் கடல்களிலும் உள்ள அனைத்துச் சூழ்நிலைகளிலும்

நவீன கடலியல் மற்றும் கடற்பொறியியல் ஆய்வுகளை மேற்கொள்வோர் அழுத்தமுள்ள காற்றை ஓரளவுக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். கடலடி ஆய்வாளர்கள் தமது உடற்செயலியல் காரணங்களுக்காக (physiological reasons) 50 மீட்டருக்கு மேற்பட்ட ஆழத்திற்கு மூழ்குவதில்லை என வரையறை செய்துள்ளனர். இதில் அவர்கள் கண்டறியும் உண்மைகள் நீரடியில் இருக்கையில் இப்பணியில் ஏற்படும் சிக்கல்களைத் தீர்க்க வழிவகுக்க உதவுகின்றன. அதைவிட மிகுதியான ஆழத்தில் உயர் அழுத்தமுடைய காற்றைப் பயன்படுத்தி சுவாசிப்பதில் அவரது உடற்செயலியலில் ஏற்படும் மாற்றங்களினால், உடலில் நடைபெறும் வேதியச் செயல்களில் சில தற்காலிகமான சிக்கலான மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன. இதனால் நைட்ரஜன் வாயு உடர்திசுக்களில் மிகுந்த அளவில் புகுந்துவிடுவதால், பிறகு உயர் அழுத்தத்தில் சுவாசிக்கும்போது, கரைதிறன் மிகுதியாகி அதனால் முழுமையற்ற அழுத்தம் உயர்வடைகிறது. இவ்வாறு உடர்திசுக்களில் ஏற்படும் உயர் அடர்த்தியினால், நைட்ரஜன் வளிமத்தின் மயக்கந்தரும் விளைவு (narcotic effect) காரணமாக கடலடியில் மூழ்குவோர் சோர்வுற்று மயங்குவதால் அவரது அறிவியல் ஆய்வை கவனத்துடன் செய்யும் திறன் குறைவடைகிறது.

ஸ்குபாவுடன் எடுத்துச்செல்லப்படும் துணைக்கருவிகள். மேற்கூறியவற்றைத் தவிர, கடலடியில் மூழ்கிச் செல்வோர், ஸ்குபாவுடன் சில துணைக்கருவிகளையும் (accessories) எடுத்துச் செல்கின்றனர். அவை ஆழமானி (depth gauge) என்னும் தாம் மூழ்கியுள்ள ஆழத்தை உணர்த்தும் கருவி, கைக்கடிகாரம், திசைகாட்டி (compass) தானாகக் காற்றுதிக்கொள்ளும் மீட்புக்கருவி (self inflating rescue device) மற்றும் அடித்தளச் செடிகள் மற்றும் படிவு விலங்குகளை வெட்டி நீக்க உதவும் கத்தி (knife) ஆகியவையாகும்.

ஸ்குபாவைப் பயன்படுத்தும் முறைக்கு வழிகாட்டி. என்.ஓ.ஏ.ஏ. என்று சுருக்கமாக அழைக்கப்படும் 'உலகக்கடலியல் மற்றும் காற்றியல் நிர்வாக நிறுவனம்' (National oceanographic and atmospheric administration) கடலடியில் மூழ்கி ஆய்வோர் ஸ்குபாவை எவ்வாறு பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதற்கான செய்முறையை விளக்கவும்,

ஸ்குபாவின், வகைகள் மற்றும் அவற்றின் செயல் நுட்பங்கள், பயன்கள் ஆகியவற்றை விளக்கவும் உதவும் ஒரு முதல்தரமான நூலை வெளியிட்டுள்ளனர். இந்நூல் கடலடி ஆய்வாளர்களுக்கு ஓர் இன்றியமையாத வழிகாட்டியாக அமைந்துள்ளது.

ஸ்குபாவின் பயன்கள். ஸ்குபாவைப் பயன்படுத்துவதால், அறிவியல் வல்லுநர்கள் கடற்பரப்பை ஆய்வதோடு மட்டுமின்றி, ஆழ்கடலடிப்பரப்பையும் முற்றிலும் ஆராய்ந்தறிய இயலுகிறது. ஸ்குபாவைப் பயன்படுத்தி கடலடியில் மூழ்கிச் செல்வதால் நீரடிப்பகுதியின் புவியியல் பண்புகளையும், உயிர்களின் சூழ்நிலையமைப்புகளையும் ஆய்வதோடு, கடலடிப்பரப்பை அளவெடுக்கவும், நீரின் அளவைக் கண்டறியவும் முடிகிறது. மேலும் வாழ்க்கைத் தொழில்களுக்கும் விளையாட்டுகளுக்கும் மற்றும் பொழுதுபோக்குகளுக்கும் இதனைப் பயன்படுத்தி கடலடியில் மூழ்குகின்றனர்.

ஸ்குபாவை எளிதில் தொலைதூரக் கடல்களுக்கு எடுத்துச்செல்லத்தக்கதாக இருப்பதால் உலகெங்கிலுமுள்ள அனைத்துக் கடல்களிலும், கடலடி ஆய்வுப் பெருக்கத்துக்கு சாதகமாக உள்ளது. இதனைப் பயன்படுத்தி அடித்தளத்தில் நீரடிப் புகைப்படமெடுத்தல் (underwater photography) மற்றும் நீரடித்தளக் காடுகளைக் (underwater jungles) கண்டறிதல் கடலடிப் பவளத்தோட்டங்களின் (coral gardens) வண்ண அழகை அறிதல் மற்றும் பலவண்ணச்சிறுகடல் விலங்குகளின் இயக்கங்களை ஆராய்தல் போன்றவை நடைபெறுகின்றன.

கலிஃபோர்னியாவில், லாஜோல்லாவில் உள்ள ஸ்கிரிப்ஸ் கடலியல் ஆய்வகத்தின் நீர்மூழ்கி அறிவியலாளரான கோனார்ட் லிம்பாக் என்பவர் மாசுபடிதலினால் (pollution) கடலடி வாழிடங்களில் (underwater habitats) ஏற்படும் சேதத்தைப் புகைப்படமெடுக்க, ஸ்குபாவின் உதவியால் நீண்டநாளுக்கு கடலடியில் மூழ்கித் திரிந்தார். அவரது ஆய்வுகளின் காரணமாக, கடலடியில் சில இடங்களில் உள்ள தனிச்சிறப்புடைய மீன் தூய்மையகங்கள் (fish cleaning stations) என்னும் பரப்புகளுக்கு பெரிய மீன்கள் செல்வதாகவும், அங்கு அவற்றின் உடலின்

மேலுள்ள சிறு ஒட்டுண்ணிகளை (parasites) கணுக்காலிகள் மற்றும் சிறு மீன்கள் ஆகியவை பிடித்து உண்ணுவதால் பெரிய மீன்களின் உடற்பரப்பு தூய்மை அடைவதையும் புகைப்படமெடுத்துள்ளார். இவ்வாறு தூய்மைப்படுத்தும் செயலை தூய்மையாக்கும் இணை வாழ்க்கை (cleaning symbiosis) என்றழைக்கிறோம்.

நவீனக் கடலடி மூழ்குபவர், நீரடித்தளத்தில் தங்கச் சுரங்க ஆய்வுகள் (underwater gold mining) என்னும் தங்கச் சுரங்கங்களைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சிகளையும் மேற்கொண்டுள்ளனர். 1849இல் அவர்கள் கலிஃபோர்னியா கடலின் ஆழமான பகுதியிலிருந்து அடித்தளத்தை வாரி எடுத்து ஆராய்ந்து, அதில் சிறிது தங்கத்தையும் கண்டுபிடித்ததிலிருந்து கடலடியில் தங்கச் சுரங்கங்களைத் தேடி வருகின்றனர். இவ்வாறாகக் கடலடியில் மனிதனால் செய்யப்பட்டு வரும் பெரும் முயற்சியுடைய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு ஸ்குபா உறுதுணையாக அமைந்துள்ளது.

வி. பிரபாகரன்

ஸ்காண்டியம்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் மூன்றாம் தொகுதியில்தான் அதிக எண்ணிக்கையுள்ள தனிமங்கள் உள்ளன.

Ia																										0
1	IIa															IIIa					IVa	Va	VIa	VIIa	2	
H																5	6	7	8	9	10	He				
3	4															B	C	N	O	F	Ne					
Li	Be															13	14	15	16	17	18					
11	12	IIIb										IVb		Vb		VIb		VIIb		VIII		IX		Xb		
Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII		IX		Xb	Al	Si	P	S	Cl	Ar									
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36									
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54									
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe									
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86									
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn									
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118									
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha																						

லாந்தனைடு தொகுதி	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

ஆக்டினைடு தொகுதி	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

போரான், அலுமினியம், காலியம், இண்டியம், தாலியம் என்ற ஐந்து மாதிரித் தனிமங்கள் மூன்றாம் தொகுதியின் வலப்பக்கத்தில் உள்ளன. இடப்பக்கத் துணைத் தொகுதியில் ஸ்காண்டியம் (Sc), இட்ரியம், லாந்தனம் (La) முதல் லுடிசியம் (Lu) (அணு எண் 57 முதல் 71 வரை) வரையிலுள்ள 15 அருமண் உலோகங்கள் (லாந்தனைடு தனிமங்கள்) மற்றும் ஆக்டினியம் (Ac) முதல் லாரன்சியம் (அணு எண் 89 முதல் 103 வரை) வரையிலுள்ள 15 ஆக்டினைடு தனிமங்கள் ஆக 32 இடைநிலைத் தனிமங்கள் உள்ளன. இரு துணைத்தொகுதிகளிலும் மொத்தம் 37 தனிமங்கள் இருக்கின்றன. இத்தொகுதியில் இடப்பக்கத்திலுள்ள உட்தொகுதி தனிமங்கள் III-B உட்தொகுதி தனிமங்கள் எனப்படுகின்றன.

மூன்றாவது உட்தொகுதி (III-B உட்தொகுதி). இந்த உட்பிரிவில் ஸ்காண்டியம், இட்ரியம், லாந்தனம் ஆகிய மூன்று அருமண் உலோகங்களும், கதிரியக்கத் தனிமமான ஆக்டினியமும் உள்ளன. இத்தனிமங்களின் பொதுப் பண்புகள் பின்வருமாறு:

எலக்ட்ரான்களின் அமைப்பு.

தனிமம்	குறியீடு	அணு எண்	எலக்ட்ரான் அமைப்பு
ஸ்காண்டியம்	Sc	21	2, 8, 9, 2
இட்ரியம்	Y	39	2, 8, 18, 9, 2
லாந்தனம்	La	57	2, 8, 18, 18, 9, 2
ஆக்டினியம்	Ac	89	2, 8, 18, 32, 18, 9, 2

எல்லாத் தனிமங்களின் இறுதிச் சுற்று (n-1) d¹, ns² என்ற பொதுவான எலெக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. இத்தனிமங்களில் d ஆற்றல் மட்டத்தில் எலெக்ட்ரான்கள் நிரம்ப ஆரம்பிப்பதால் இத் தனிமங்கள் d-பகுதித் தனிமங்கள் என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

ஆக்சிஜனேற்ற நிலை. இத்தொகுதியின் தனிமங்கள் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலையில் உள்ளன.

இரண்டு s எலெக்ட்ரான்களையும் ஒரு d எலெக்ட்ரானையும் நீக்குவதால் உண்டாகும் மூன்று இணைதிறன் அயனிகளில் எல்லா எலெக்ட்ரான் சுற்றுகளும் நிரம்பியவைகளாக உள்ளன.

இவ்வயனிகளின் உப்புக்கள் நிறமற்றதாகவும் காந்த விலக்கத் தன்மையுடையதாகவும் உள்ளன.

வினைபுரியும் தன்மை. இத்தொகுதி தனிமங்கள் அதிக உருகுநிலையையும், அதிக வினைபுரியும் தன்மையையும் பெற்ற உலோகங்களாகும். இவ்வுலோகங்கள் நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றி கார ஆக்சைடுகளையும், கார ஹைட்ராக்சைடுகளையும் தருகின்றன.

அளவு. அணுவின் அளவு ஸ்காண்டியத்திலிருந்து லாந்தனத்திற்கு செல்லச் செல்ல அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது.

தனிமம்	சுப்பிரணைப்பு ஆரம் A ⁰	அயன ஆரம் A ⁰
Sc	1.44	0.70
Y	1.62	0.90
La	1.69	1.06
Ac		1.11

M³⁺ அயனியின் ஆரமும் Sc³⁺ இலிருந்து Ac³⁺ க்கு அதிகரிக்கிறது.

ஆக்சைடுகள். எல்லாத் தனிமங்களும் திண்ம நிலையில், ஆவியாகாததும் நீரில் கரையாததுமான ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன. அவற்றின் பொது வாய்பாடு M₂O₃ ஆகும். எல்லா ஆக்சைடுகளும் கார ஆக்சைடுகளாகும். ஆக்சைடுகளின் காரத் தன்மை ஸ்காண்டியம் ஆக்சைடிலிருந்து லாந்தனம் ஆக்சைடுக்குச் செல்ல செல்ல அதிகரிக்கிறது. எல்லா ஆக்சைடுகளும் நிலையானவை. வெப்ப வினைகளால் ஒடுக்க முடியாது.

எல்லாத் தனிமங்களும் எளிதில் நேர்மின்னேற்றமடைகின்றன. எனவே மேற்கண்ட பல ஒற்றுமைகளாலும் படிப்படியான மாற்றமடையும் பண்புகளின் காரணத்தினாலும் இத்தனிமங்கள் அட்டவணையில் ஒரே தொகுதியின் உட்பிரிவில் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஸ்காண்டியம் வரலாறு. எல். எப். நில்சன் என்பார் 1897ஆம் ஆண்டு கடோலினைட், யூக்கினைட் என்ற கனிமங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட இட்டர்பியாவில் ஆய்வு நிகழ்த்தும்பொழுது சிறிதளவு (0.3 கிராம்) புதிய

அருமண் தனிமத்தைப் பெற்றார். சிறிது காலம் கழித்து கிளீவ் என்பவர் கடோலினைட், கெய்ல்ஹாயூட் என்ற கனிமங்களிலிருந்து இந்த உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுத்தார்.

தோற்றம். புவி மேற்பரப்பில் ஸ்காண்டியம் 0.09 PPM என்ற அளவில் கிடைக்கிறது. இட்ரியம், சிர்க்கோனியம் போன்றவற்றின் கனிமங்களில் ஸ்காண்டியம் காணப்படுகிறது. டைட்டேனட், கூலம்பைட், உல்ஃபிரமைட் போன்ற கனிமங்களிலும் காணப்படுகிறது. தோர்ட்வேட்டைட் என்ற கனிமத்தில் ஸ்காண்டியம் 37% காணப்படுகிறது. இக்கனிமம் ஐஸ்லேண்ட் மற்றும் மடகாஸ்கார் போன்ற இடங்களில் கிடைக்கிறது.

உலோகவியல். உல்ஃபிரமைட் கனிமத்திலிருந்து மேயர், ஸ்டெர்பாபாம் என்போர் ஸ்காண்டியம் உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுத்தனர். இம்முறையில் கனிமம் முதலில் சோடாவுடன் உருக்கப்படுகிறது. உருகிய பொருள் நீரில் கரைந்து வடிக்கப்படும்பொழுது சிலிக்கா போன்றவை வடிநீரில் பிரிந்துவிடுகிறது. எஞ்சிய வீழ்படிவை கந்தக அமிலத்தில் கரைத்து கரைசலுடன் ஹைட்ரோஃபுளூரிக் அமிலம் அல்லது சோடியம் ஃபுளுவோ சிலிக்கேட் சேர்க்கப்படுவதால் ஸ்காண்டியம் மற்ற அருமண் உலோகங்கள் ஃபுளூரைடுகளாக வீழ்படிவாகின்றன. ஃபுளூரைடு வீழ்படிவை அதிக கந்த அமிலத்துடன் சேர்ப்பதால் சிதைவடைகின்றன. பின்னர் விளையும் சல்ஃபேட்டுகள் நைட்ரேட்டுகளாக மாற்றப்படுகிறது. நைட்ரேட் கரைசலில் பொட்டாசியம் சல்ஃபேட்டைச் சேர்த்தால், ஸ்காண்டியம் தூய்மையான நிலையில் பொட்டாசியம் சல்ஃபேட்டுடன் இரட்டை உப்பாக வீழ்படிவாகிறது. பின்னர் எஞ்சும் வடிநீரில் சிறிது ஸ்காண்டியம் காணப்படும். வடிநீருடன் அம்மோனியா கரைசல் சேர்ப்பதால் அருமண் உலோகங்கள் ஹைட்ராக்சைடாக வீழ்படிவாகிறது. பின்னர் அசெட்டைல் அசெட்டோனைச் சேர்ப்பதால் அருமண் உலோகங்கள் ஸ்கேண்டியத்துடன் அசெட்டைல் அசெட்டோன் படிக்கங்களாகப் பிரிகிறது. படிக்கங்களை குளோரோஃபார்ம் கரைப்பானில் சேர்க்கும்பொழுது ஸ்காண்டியம் மட்டும் கரைந்து மற்ற இட்ரிக் அசெட்டைல்

அசெட்டோனேட்டுகள் தங்கிவிடுகின்றன. குளோரோஃபார்ம் கரைசலிலுள்ள ஸ்காண்டியம் பிரித்து எடுக்கப்பட்டு 200°C வெப்பநிலையில் வெற்றிடத்தில் பதங்கமாதல் முறையில் தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

ஸ்காண்டியாவிலிருந்து தோரியாவைப் பிரித்தெடுத்தல். ஸ்காண்டியாவிலிருந்து தோரியாவைப் பிரித்தெடுப்பது மிகவும் கடினம். ஸ்காண்டியாவிலிருந்து தோரியாவைப் பிரித்தெடுக்க பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவை: (1) ஸ்காண்டியா, தோரியா கலந்த கலவை நீர்ற்ற குளோரைடாக மாற்றப்படுகிறது. ஸ்காண்டியம் குளோரைடு எளிதில் பதங்கமாகக்கூடியது. தோரியம் குளோரைடிலிருந்து ஸ்காண்டியம் குளோரைடு பின்னப் பதங்கமாதல் முறைப்படி பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. (2) நடுநிலை குளோரைடு கலவைக் கரைசலுடன் அதிக அளவு 20% சோடியம் கார்பனேட் கரைசலைச் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்தால் ஸ்காண்டியம் கார்பனேட்டாக வீழ்படிவாகிறது. தோரியம் வடிநீரில் தங்கிவிடுகிறது. (3) நடுநிலை உப்புக் கலவைக் கரைசலுடன் 15% நடுநிலை சோடியம் டார்ட்டரேட் கரைசலைச் சேர்த்து அம்மோனியாவுடன் கொதிக்க வைத்தால் ஸ்காண்டியம் மட்டும் அம்மோனியம் ஸ்காண்டியம் டார்ட்டரேட்டாக வீழ்படிவாகிறது. (4) கலவை உப்பினை நைட்ரேட்டுகளாக மாற்றி நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து சிறிது அளவு பொட்டாசியம் அயோடேட்டுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. தோரியம் அயோடேட்டாக முதலில் வீழ்படிவாகி வெளியேறுகிறது. (5) ஸ்காண்டியம், தோரியம் இவற்றின் இரட்டை அம்மோனியம் ஃபுளுரைடு உப்பை பின்னப்படி கமாக்கினால் ஸ்காண்டியம் அம்மோனியம் ஃபுளுரைடு முதலில் படிகங்களாகப் பிரிகிறது.

ஸ்காண்டியாவிலிருந்து உலோகம் பெறுதல். ஸ்காண்டியா ஒரு நிலையான சேர்மம். மிகவும் நிலைத் தன்மையுடைய காரணத்தால் வெப்ப ஒடுக்க முறைகள் மூலம் உலோகத்தினை உலோக ஆக்சைடுவிலிருந்து பிரித்தெடுக்க முடிவதில்லை. உலோகம் நேர்மின்னேற்றம் அடையும் தன்மை அதிகம் என்பதாலும், நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளிவிடும் என்பதாலும், நீர்த்த உப்புக் கரைசல்களிலிருந்து மின்னாற்பகுப்பு முறையில் உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுக்க முடிவதில்லை.

எனவே, உலோகத்தினைப் பிரித்தெடுக்க உருகிய ஸ்காண்டியம் குளோரைடுடன் சிறிதளவு உருகிய சோடியம் குளோரைடு கலந்த கலவையை மின்னாற்பகுப்புக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. சோடியம் குளோரைடு ஸ்காண்டியம் குளோரைடன் உருகுநிலையைக் குறைக்கிறது. துத்தநாக மின்முனை எதிர் மின்முனையாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னாற் பகுப்பின்போது ஸ்காண்டியம் துத்தநாக மின் முனையில் படிந்து துத்தநாக-ஸ்காண்டியம் உலோகக் கலவையாக மாறுகிறது. இந்த உலோகக் கலவை குறைந்த அழுத்தத்தில் ஆவியாகும்போது தூய நிலையில் ஸ்காண்டியம் கிடைக்கிறது.

பண்புகள். இது வெள்ளியைப் போன்ற பளபளப்பான வெண்ணிற உலோகம். வெளியில் வைப்பதால் காற்றுடன் சேர்ந்து ஸ்காண்டியம் ஆக்சைடு உண்டாவதால், பழுப்பு நிறத்தை அடைகிறது. ஸ்காண்டியம் ஒற்றை உட்கரு மூலக்கூறு ஆகும். இயற்கையாகப் பெறப்படும் ^{45}Sc நிலைத்த ஐசோடோப் ஆகும். இத்தனிமம் 12 கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளைப் பெற்றுள்ளது. இந்த ஐசோடோப்புகளின் அரை ஆயுள்காலம் மிகவும் குறைவு. ^{46}S மட்டும் 85 நாட்கள் அரை ஆயுள்காலத்தையும் பிற ஐசோடோப்புகள் சில வினாடிகள் அரை ஆயுள்காலத்தையும் பெற்றுள்ளன.

இதன் உருகுநிலை 1811°C ; கொதிநிலை - 2870°C ஆகும். ஸ்காண்டியம் 3 எலெக்ட்ரான்களையும் ($3d^1 4s^2$) கொடுத்து Sc^{3+} அயனியாக மாறும்போது 3d உட்கற்று நிரப்பப்படாமல் உள்ளதால் ஸ்காண்டியத்தின் சேர்மங்கள் நிறமற்றவையாகவும், காந்த விலக்கத் தன்மையுடையவையாகவும் காணப்படுகின்றன. ஸ்காண்டியம் கண்ணுக்குப் புலப்படும் பகுதியில் உறிஞ்சும் தன்மையற்றது. சுடர் நிறமாலையில் மாற்றம் காட்டுவதில்லை. பொறிநிறமாலையில் பச்சை, ஊதா, நீலம், ஆரஞ்சு கலந்த மஞ்சள் பகுதியில் கோடுகளைத் தருகிறது. வில் நிறமலை இரண்டு வகையான கோடுகளைத் தருகிறது.

மூன்று எலெக்ட்ரான்களை நீக்குவதற்குத் தேவையான அயனியாகும் ஆற்றல் ஸ்காண்டியத்திற்கு அலுமினியத்தைவிட சிறிது

குறைவாக உள்ளது. எனவே பல வினைகளில் ஸ்காண்டியம் அலுமினியத்தை ஒத்துள்ளது. ஸ்காண்டியம் லாந்தனைடுகளுடன் பல பண்புகளில் ஒற்றுமையாகவும், சில பண்புகளில் வேறுபட்டும் காணப்படுகிறது.

நீரில் கரையாத உப்புக்களாகிய ஆக்ஸலைட், பாஸ்ஃபேட், கார்பனேட், ஃபுளுரைடு போன்றவற்றைத் தருவதில் ஸ்காண்டியம் லாந்தனைடுகளுடன் ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. ஸ்காண்டியம் அயனியின் அளவு லாந்தனைடு அயனியின் அளவுடன் வேறுபட்டு காணப்படுகிறது. Sc^{3+} , அயனியின் ஆரம் 0.068nm ஆகும்.

வேதிப்பண்புகள். ஸ்காண்டியத்தின் உப்புக்கள் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் அல்லது ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடுடன் எந்த ஒரு வீழ்படிவையும் கொடுப்பதில்லை. காரக் கரைசல்கள், அம்மோனியம், ஹைட்ராக்சைடு போன்றவற்றுடன் அதிக பருமனுடைய வீழ்படிவைக் கொடுக்கிறது. வினைபடுத்தும் காரணியில் வீழ்படிவு கரைவதில்லை. சோடியம் கார்பனேட்டுடன் அதிக அளவு வீழ்படிவைத் தருகிறது. விளையும் வீழ்படிவு அதிக வினைப்படுத்தும் காரணியில் கரைந்துவிடும். அம்மோனியம் சல்ஃபைடு ஸ்காண்டியத்தை ஸ்காண்டியம் ஹைட்ராக்சைடாக வீழ்படிவாக்குகிறது. இங்கே ஸ்காண்டியம் சல்ஃபைடாக வீழ்படிவாவதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றாகும். அதிக அளவு தெவிட்டிய கரைசலாகிய பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் சல்ஃபேட்டுடன் இரட்டைக் கார சல்ஃபேட்டுகள் வீழ்படிவாகின்றன. அயோடிக் அமிலம் ஸ்காண்டியம் அயோடேட் என்ற வீழ்படிவைத் தருகிறது. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், காரத்தில் கரையக்கூடியதும், அமிலத்தில் கரையாததும் ஆன ஃபுளுரைடுகளை ஸ்காண்டியத்துடன் தருகிறது. சோடியம் ஃபுளுவோசிலிகேட் அல்லது ஹைட்ரோஃபுளுவோசிலிக் அமிலத்துடன் ஸ்காண்டியம் ஃபுளுரைடு வெண்மை நிற வீழ்படிவாகிறது. டார்ட்டாரிக் அமிலம் அம்மோனியா முன்னிலையில் இரட்டை டார்ட்டேட்டுகளை வீழ்படிவாக்குகிறது. ஸ்காண்டியம் குளோரைடு ஆக்சாலிக் அமிலக் கரைசலுடன் தயிர் போன்ற ஸ்காண்டியம் ஆக்ஸலைட் என்ற வீழ்படிவைத்

தருகிறது. ஸ்காண்டியம் ஆக்ஸலைட் அமிலத்தில் கரைவதில்லை. அம்மோனியாவில் கரைந்து இரட்டை ஆக்ஸலைட் உப்புக்களைத் தருகின்றன.

அணு நிறை. ஸ்காண்டியம் மூன்று இணை திறன்களைப் பெற்றுள்ளன என்பதற்குப் பல சான்றுகள் உள்ளன. ஸ்காண்டியம் போரானுடன் பலவிதங்களில் ஒத்துள்ளது. எக்ஸ்-கதிர் நிறமாலை இதன் அணு எண் 21 என்று குறிக்கிறது.

சேர்மங்கள்

ஸ்காண்டியம் பல வேறுபட்ட சேர்மங்களில் +3 என்ற ஆக்சிஜன் ஏற்ற நிலையில் உள்ளது.

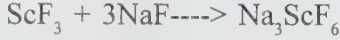
ஹாலைடுகள். ஸ்காண்டியா நீர்த்த ஹைட்ரஜன் ஃபுளுரைடுடன் சூடு செய்யப்படும்போது அல்லது ஹைட்ரஜன் ஃபுளுரைடு ஸ்காண்டியம் நைட்ரேட், ஸ்காண்டியம் சல்ஃபேட்டுடன் சூடு செய்யப்படும்பொழுது ஸ்காண்டியம் ஃபுளுரைடு கிடைக்கிறது.

ஹைட்ரஜன் ஃபுளுரைடுக்குப் பதிலாக ஹைட்ரோஃபுளுவோ சிலிக் அமிலம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஸ்காண்டியம் ஃபுளுரைடை கந்தக அமிலத்தில் உலர வைத்து நீரற்ற ஃபுளுரைடு பெறப்படுகிறது. இது ஒரு நிலையான சேர்மம். கந்தக அமிலத்துடன் சூடு செய்யும் பொழுது சிதைவடைகிறது. மற்ற அருமண் உலோகங்களைவிட இஃபுளுரைடன் கரைதிறன் குறைவு. காரத்தில் கரைந்து அணைவு ஃபுளுரைடுகளைத் தருகிறது.

ஸ்காண்டியம் உப்பின் நடுநிலை அல்லது அமிலக் கரைசலுடன் அம்மோனியம் ஃபுளுரைடைச் சேர்த்துக் கிடைக்கும் தூய, தெளிந்த கரைசலை பிளாட்டினம் தகடில் ஆவியாக்கினால் அம்மோனியம் ஃபுளுவோஸ் காண்டேட் $[(NH_4)_3 ScF_6]$ உண்டாகிறது. இச்சேர்மம் எண்முகப் படிக வடிவமைப்புடையது. நன்கு கரையும். புதிதாக வீழ்படிவாக்கப்பட்ட ஸ்காண்டியம் ஃபுளுரைடு அதிக செறிவுடைய கார ஃபுளுரைடு கரைசலில் கரைந்து இரட்டை

ஃபுளுரைடுகளைத் தருகிறது.



சோடியம் ஃபுளுவோஸ்காண்டேட் பொட்டாசியம் ஃபுளுவோஸ்காண்டேட்டைக் K_3ScF_6 ஐவிட குறைந்த கரைதிறன் கொண்டது.

ஸ்காண்டியம் குளோரைடு (ScCl_3). சல்ஃபர்

குளோரைடுடன் (S_2Cl_2) குளோரினையும் ஸ்காண்டியாவையும் சேர்த்து 500°C க்கு மேல் சூடாக்கும்போது $800-850^\circ\text{C}$ இல் பதங்கமாகும் ஸ்காண்டியம் குளோரைடு என்ற சேர்மம் உண்டாகிறது. இது ஒரு வெண்மை நிற திண்மம். காற்றில் புகையும். நீரில் கரைந்து காரக் கரைசலைத் தருகிறது. காற்றில் சூடு செய்யும்பொழுது ஸ்காண்டியம் ஆக்சி குளோரைடு உண்டாவதால் அமிலங்கள், காரங்களுடன் வினைபுரிவதில்லை. இதன் படிகங்கள் $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ என்பவையாகும். இப்படிகங்களைச் சிவக்கச் சூடாக்கும்போது ஸ்காண்டியம் ஆக்சைடுகளைக் கொடுக்கிறது. சோடியம், பொட்டாசியம், ரூபீடியம், அம்மோனியம் போன்றவற்றின் குளோரைடுடன் இரட்டைச் சேர்மங்களைக் கொடுப்பதில்லை. ஆனால் சீலியத்துடன் சீலியம் குளோரோஸ்கேண்டேட் (Cs_3ScCl_3) என்ற உப்பைத் தருகிறது. $3\text{ScCl}_3 \cdot 2\text{AuCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ போன்ற இரட்டை உப்புக்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஸ்காண்டியம் புரோமைடு. ($\text{ScBr}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.)

ஸ்காண்டியம் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது ஸ்காண்டியம் கார்பனேட்டுடன் ஹைட்ரஜன் புரோமைடு கரைசலைச் சேர்த்து இதனைப் பெறலாம்.



ஸ்காண்டியா, கார்பன் கலந்த கலவையில் புரோமினைச் செலுத்தி விளையும் விளைபொருளை வெற்றிடத்தில் பதங்கமாக்கினால் ஸ்காண்டியம் புரோமைடு கிடைக்கிறது.



ஸ்காண்டியம் சல்ஃபைடு. (Sc_2S_3 .)

ஸ்காண்டியம் சல்ஃபைட்டுடன் ஹைட்ரஜன்

சல்ஃபைடைச் சேர்த்து சூடாக்கி இது பெறப்படுகிறது. இது மஞ்சள் நிற திண்மம். காற்றில் நிலையானது. கொதிநீரில் சிதைவடைகிறது. அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடை வெளிவிடுகிறது.

ஸ்காண்டியம் சல்ஃபேட் ($\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3$.)

ஸ்காண்டியம் ஆக்சைடு, ஹைட்ராக்சைடு, கார்பனேட் போன்றவற்றை நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் கரைத்து ஸ்காண்டியம் சல்ஃபேட்டைத் தருகிறது. செறிவு அதிகமான கரைசலை சூடு செய்தால் நீரேற்றமுடைய உப்பு $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ படிகமாகக் கிடைக்கிறது. இந்தப் படிகங்கள் நீரேற்றமுடையவை. காற்றில் பெண்டாஹைட்ரேட்டாக மாறுகிறது. அறை வெப்பநிலையில் பெண்டா ஹைட்ரேட் நிலையானது. உப்பினை 250° க்கு மேல் சூடு செய்தால் நீரற்ற உப்பு உண்டாகிறது. 550°C க்கு மேல் சூடு செய்தால் கந்தக டை ஆக்சைடு மூலக்கூறிளை வெளிவிட்டு ஸ்காண்டியம் ஆக்சி சல்ஃபேட்டாக மாற்றமடைகிறது.

ஸ்காண்டியம் கார்பனேட். ஸ்காண்டியம்

உப்புக் கரைசலுடன் நீரில் கரையும் கார்பனேட்டுகளை சேர்ப்பதால் வெண்மை நிற வீழ்ப்படிவாக ஸ்காண்டியம் கார்பனேட் விளைகிறது. 100°C வெப்பநிலையில் பகுதி கார்பன்டைஆக்சைடை வெளிவிடுகிறது. நீர்த்த குளிர்ந்த சோடியம் அல்லது அம்மோனியம் கார்பனேட்டில் மிகவும் குறைவாகக் கரையும். ஆனால் சூடான கரைசலில் அதிகமான அளவில் கரையும். இதே சூழ்நிலையில் இட்ரியம் கார்பனேட் சற்று அதிகமாகக் கரையும். இவ்வேறுபாடு காரணமாக பின்னப் படிகமாக்கல் முறையில் ஸ்காண்டியம் இட்ரியத்திலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

ஸ்காண்டியம் நைட்ரேட் ($\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)

ஸ்காண்டியம் ஹைட்ராக்சைடு நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைந்து அல்லது ஸ்காண்டியாவை அடர் நைட்ரிக் அமிலத்துடன் சூடாக்குவதால் ஸ்காண்டியம் நைட்ரேட் கிடைக்கிறது. இது நீர், ஆல்கஹால் போன்றவற்றில் எளிதில் கரையும். வெப்பப்படுத்தும் பொழுது எளிதில் சிதைவடைகிறது. 120°C

வெப்பநிலையில் ஸ்காண்டியம் ஆக்சோரைட்ரேட் $Sc_2O(NO_3)_4$ உண்டாகிறது.

ஸ்காண்டியம் ஹைட்ரைடு (ScH₃).

ஸ்காண்டியம் இடைநிலைச் சேர்மமாகிய ஸ்காண்டியம் ஹைட்ரைடுகளைக் குறிப்பிட்ட மூலக்கூறு இல்லாத நிலையில் உண்டுபண்ணுகின்றன. ஸ்காண்டியம் ஹைட்ரைடில் ஒவ்வொரு ஸ்காண்டியம் அளவுக்கும் உள்ள ஹைட்ரஜன் எண்ணிக்கை 3 க்கும் குறைவாக உள்ளது. இவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாடு ஹைட்ரஜனின் வெப்பநிலை, அழுத்தத்தைப் பொறுத்ததாகும். இதில் ஹைட்ரஜன் ஹைட்ரைடு அயனியாக (H⁻) காணப்படுகிறது. எனவே நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளிவிடுகிறது.

அணைவுச் சேர்மங்கள். அயனியின் அளவு அணைவுச் சேர்மங்கள் உண்டாகும் தன்மையைக் கணக்கிடுகிறது. அயனியின் அளவு சிறியதாக இருந்தால் அணைவுச் சேர்மம் உண்டாகும் தன்மை அதிகமாக உள்ளது. Sc^{3+} அயனிகளின் அளவைவிட சிறியதாக உள்ளது. எனவே அணைவுச் சேர்மங்கள் உண்டாகும் தன்மை அதிகமாகும்.

ஸ்காண்டியம் இணைதிறன் சுற்றில் தனித்த நிலையில் $3d^14s^2$ என்ற எலெக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. அணுவிலிருந்து இந்த 3 எலெக்ட்ரான்களையும் எடுப்பது எளிது. எனவே ஸ்காண்டியம் அணு சேர்மங்களில் அயனிப் பிணைப்பில் காணப்படுகிறது. ஸ்காண்டியம் அசெட்டைல் அசெட்டோனேட் தவிர மற்ற அணைவுச் சேர்மங்களில் ஸ்காண்டியம் எதிர்மின்னேற்ற அணைவு அயனிகளைத் தருகிறது. ஸ்காண்டியம் அணு கூடுதல் எலெக்ட்ரான்களை இணைதிறன் சுற்றில் பெறும் தன்மையுள்ள காரணத்தால் நான்முகி, முக்கோண இருபிரமிடு, எண்முகி இணைதிறன் நிலைகளில் காணப்படுகிறது.

குபாலகப்பிரமணியன்

ஸ்ட்ரான்ஷியம்

ஸ்ட்ரான்ஷியம் உலோகத்தை டேவி என்பவர்

1803ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தார். இதனுடைய முக்கியமான கனிமங்கள் வருவன: செலஸ்டின் (Sr·SO₄) ஸ்ட்ரான்ஷியனைட் (Sr CO₃)

Ia																				0
1	IIa								IIIa IVa Va VIa VIIa										2	
3	4											5	6	7	8	9	10			
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne			
11	12											13	14	15	16	17	18			
Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	---	IIb	IIIb	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118			
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha																

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

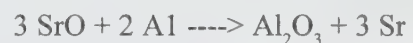
உலோகவியல்

இதன் ஆக்சைடு அல்லது குளோரைடை ஒடுக்குவதன் மூலம் இவ்வுலோகத்தைப் பெறலாம்.

தெர்மைட் முறை. ஸ்ட்ரான்ஷியனைட் கனிமத்தை மிகையான சூடுள்ள நீராவியுடன் சூடுபடுத்தினால் கிடைக்கும் ஸ்ட்ரான்ஷியம் ஹைட்ராக்சைடை 710°Cக்கு சூடுபடுத்தி வறுக்க SrO கிடைக்கிறது.

செலஸ்டைட் தாதுவைக் கரியுடன் சேர்த்து சூடுபடுத்தி சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சேர்த்தால் கிடைக்கும் ஸ்ட்ரான்ஷியம் ஹைட்ராக்சைடை முன்பு சொன்னபடி SrO ஆக மாற்றலாம்.

மேற்கண்ட முறைகளில் கிடைத்த ஸ்ட்ரான்ஷியம் ஆக்சைடை அலுமினியத் தூளுடன் சேர்த்து 1400° C வரை ஓர் இரும்புக் குழாயின் வெற்றிடத்தில் சூடு செய்ய ஸ்ட்ரான்ஷியம் உலோகம் கிடைக்கிறது.



ஆவியாகக் கிடைக்கும் இவ்வுலோகத்தைக் குளிரச் செய்து திண்ம உலோகத்தை அடையலாம்.

மின்பகுப்பு முறை. ஸ்ட்ரான்சியனைத் தாதுவை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரைத்து அதனுள் குளோரினைச் செலுத்த வேண்டும். அப்போது ஏதாவது இரும்பு இருந்தால், அது ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. இதனுடன் சோடியம் கார்பனேட்டைச் சேர்த்துக் கொதிக்க வைக்க வேண்டும். ஸ்ட்ரான்ஷியம் கார்பனேட், ஃபெர்ரிக்குளோரைடுடன் சேர்ந்து ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடைக் கொடுக்கிறது. அதை வடிகட்டி, நீக்கியபின் கிடைக்கும் கரைசலிலிருந்து படிக்க வடிவில் ஸ்ட்ரான்ஷியம் குளோரைடைப் பெறலாம்.

இந்த ஸ்ட்ரான்ஷியம் குளோரைடை ($SrCl_2$) சிறிது பொட்டாசியம் குளோரைடுடன் (KCl) சேர்த்து உருக்க வேண்டும். உருகிய நீர்மத்தை உட்புறம் கிராஃபைட் பூசப்பட்ட இரும்புத் தொட்டியில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். நீரினால் குளிர்விக்கப்பட்ட இரும்புக் குழாய் எதிர்மின்முனையாகவும் கிராஃபைட் தண்டுகள் நேர்மின்முனையாகவும் பயன்படுகின்றன. மின்பகுப்பின்போது ஸ்ட்ரான்சியம் எதிர்மின் முனையிலும் குளோரின் நேர்மின்முனையிலும் கிடைக்கின்றன. உண்டாகும் ஸ்ட்ரான்சியம் மேலெழுந்து மேற்பரப்பில் திண்மமாகிறது.

மேற்கண்டபடி தயாரிக்கப்படும் ஸ்ட்ரான்சியத்தை மேலும் வெற்றிடத்தில் $800^\circ C$ க்கு வெப்பப்படுத்தி பதங்கமாதல் முறையில் தூய்மை செய்து, தூய உலோகத்தை அடையலாம்.

பண்புகள். இது வெள்ளியைப் போன்று பளபளப்பான வெண்மையான உலோகம். உருகுநிலை $704^\circ C$; கொதிநிலை $1638^\circ C$; அடர்த்தி 2.6° கி/க.செமீ³ இதைத் தகடாகவும், கம்பியாகவும் செய்யலாம். மின்சாரத்தையும் வெப்பத்தையும் நன்கு கடத்தும். உலர்ந்த காற்று இந்த உலோகத்தைத் தாக்குவதில்லை. ஆனால் ஈரக்காற்று இதை ஆக்சைடாகவும், ஹைட்ராக்சைடாகவும் ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கிறது. இதைக் காற்றில் எரிக்கும்போது வீரியமாக எரிந்து ஸ்ட்ரான்சியம் ஆக்சைடையும், ஸ்ட்ரான்சியம் நைட்ரைடையும் கொடுக்கிறது. கால்சியத்தைவிட ஸ்ட்ரான்சியம் வீரியம் மிகுந்தது. குளிர்ந்த நீரை

இவ்வுலோகம் சிதைத்து ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றுகிறது. அமிலங்கள் எளிதில் வீரியமாக இவ்வுலோகத்துடன் வினைபடுகின்றன. ஆனால் காரங்கள் வினைபுரிவதில்லை. சூடுபடுத்தும்போது இவ்வுலோகம் மற்ற அலோகங்களான ஹாலோஜன்கள், கந்தகம், நைட்ரஜன் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிகின்றன.

பயன்கள். ஒளிமின்கலங்களில் இவ்வுலோகம் பயன்படுகிறது.

சேர்மங்கள்

ஸ்ட்ரான்சியம் ஹைட்ரைடு (SrH_2)
ஸ்ட்ரான்சியம் இரசக் கலவையினூடே (amalgam) ஹைட்ரஜன் வளிமத்தைச் செலுத்தினால், இது கிடைக்கிறது. இது கால்சியம் ஹைட்ரைடைவிட நிலையானது.

ஸ்ட்ரான்சியம் ஆக்சைடு (ஸ்ட்ரான்சியா).
இவ்வுலோகத்தின் நைட்ரேட், கார்பனேட், ஹைட்ராக்சைடு போன்றவைகளைச் சூடாக்கினால் இது கிடைக்கும். அதிக அளவில் கார்பனேட் உப்பினை அதிக சூடான நீராவி கொண்டு சூடுபடுத்தி அல்லது செலஸ்டின் என்ற களிமத்தை கார்பன் கொண்டு ஒடுக்கமடையச் செய்து பின்னர் உருக்கிய திண்மத்தை சோடாக்காரத்துடன் சேர்த்து கிடைக்கும் ஸ்ட்ரான்சியம் ஹைட்ராக்சைடை நன்கு சூடு செய்யும்பொழுது ஸ்ட்ரான்சியம் ஆக்சைடு விளைகிறது.

இது வெண்மையான தூள் போன்ற பொருள். இது ஈரத்தையும், கார்பன்டைஆக்சைடையும் எளிதில் உறிஞ்சும் தன்மையுடையது. இது நீரில் கரையும்போது வெப்பம் வெளிப்படுகிறது.

ஸ்ட்ரான்சியம் ஃபெராக்க்சைடு. ($SrO_2 \cdot 8H_2O$).
இதன் உப்புக் கரைசலுடன் ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு அல்லது சோடியம் பெராக்க்சைடைச் சேர்த்தால் இது வெண்ணிறப் பொடியாகக் கிடைக்கிறது. இது சிறிதளவுதான் நீரில் கரையும். சூடாக்கும்போதும், அமிலத்தினாலும் சிதைவடைகிறது.

ஸ்ட்ராண்சியம் ஹைட்ராக்சைடு (Sr(OH)₂).

இவ்வலோக ஆக்சைடை நீருடன் சேர்த்தால், ஸ்ட்ராண்சியம் ஹைட்ராக்சைடு கிடைக்கிறது. இது நிறமற்ற படிக வடிவில் உள்ளது. நீரில் நன்கு கரையும் திண்மம். இதை 100°C வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கினால் ஸ்ட்ராண்சியம் ஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது. இது சர்க்கரையுடன் 2SrO.C₁₂H₂₂O₁₁ என்ற பொருளைக் கொடுக்கிறது. இதனுள் கார்பன்டைஆக்சைடைச் செலுத்தினால் ஸ்ட்ராண்சியம் கார்பனேட் வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. சர்க்கரைநீரில் கரைகிறது. கழிவுப் பாசுவிலிருந்து சர்க்கரையைப் பிரிக்க இது பயன்படுகிறது.

ஸ்ட்ராண்சியம் கார்பனேட். (SrCO₃). இது

இயற்கையாக ஸ்ட்ராண்சியனைட் என்ற கனிமமாகக் கிடைக்கிறது. செலெஸ்டின் என்ற கனிமத்தை சோடியம் கார்பனேட்டுடன் உருக்கி இதனை அதிக அளவில் பெறலாம்.



ஸ்ட்ராண்சியம் கார்பனேட் கால்சியம் கார்பனேட்டை ஒத்துள்ளது. ஆனால் சூடாக்கும் பொழுது எளிதில் சிதைவதில்லை.

ஸ்ட்ராண்சியம் குளோரைடு (SrCl₂, 6H₂O).

இதனை ஸ்ட்ராண்சியம் ஆக்சைடு, ஹைட்ராக்சைடு, கார்பனேட் போன்ற உப்பினை நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரைத்து, கரைசலை ஆவியாக்கி பெறலாம். நீரில் நன்கு கரையும் கால்சியம் குளோரைடுபோல் அல்லாது நீரை உறிஞ்சும் தன்மையைக் குறைவாகப் பெற்றுள்ளது.

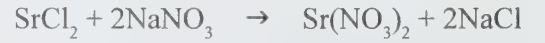
ஸ்ட்ராண்சியம் சல்ஃபேட் (SrSO₄). இது

இயற்கையாகச் செலெஸ்டின் என்ற கனிமமாகக் கிடைக்கிறது. இந்த உலோகத்தின் உப்புக் கரைசலுடன் நீரில் கரையக்கூடிய சல்ஃபேட் உப்பினைச் சேர்த்தால் நீரில் கரையாத ஸ்ட்ராண்சியம் சல்ஃபேட் வீழ்படிவாகிறது.



ஸ்ட்ராண்சியம் நைட்ரேட் (Sr(NO₃)₂).

இதனை ஸ்ட்ராண்சியம் ஆக்சைடு, ஹைட்ராக்சைடு, கார்பனேட் போன்றவற்றை நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தில் கரைத்து, கரைசலை ஆவியாக்கினால் Sr(NO₃)₂.4H₂O படிகங்களாகப் பெறலாம். ஸ்ட்ராண்ஷியம் குளோரைடை சோடியம் நைட்ரேட்டுடன் சேர்த்து இதனை அதிக அளவில் பெறலாம்.



கால்சியம் நைட்ரேட்டைவிட நீரில் கரையக் கூடிய அளவு இதற்கு குறைவு.

பண்பறி பகுப்பு. சுடர் ஆய்வின்போது

ஸ்ட்ராண்சியம் உப்புக்கள் இரத்தச் சிவப்பு நிறச் சுடரைக் கொடுக்கின்றன, கால்சியம் சல்ஃபேட் தெவிட்டியக் கரைசலுடன் இவ்வப்புக்கள் ஸ்ட்ராண்சியம் சல்ஃபேட் என்ற வெண்ணிற வீழ்படிவை குளிர்ந்த நிலையில் மெதுவாகவும் கொதிநிலையில் வேகமாகவும் கொடுக்கிறது.

பருமனறி பகுப்பு. இதன் ஆக்சலேட்டை

அமிலத்துடன் சேர்த்துப் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலுடன் தரம் பார்க்க வேண்டும்.

எடையறி பகுப்பு. இதை ஆக்சலேட்டாக

வீழ்படிவடையச் செய்து உலர்த்தி எடையைக் கணக்கிட வேண்டும்.

கு. பாலசுப்பிரமணியன்

ஸ்ட்ராண்சியனைட்

இது ஒரு கார்பனேட் கனிமம். இது ஸ்ட்ராண்சியம் கார்பனேட் (SrCO₃) ஆகும். இது அரோகனைட் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதில் ஸ்ட்ராண்சியத்துடன் கால்சியம் (Ca) (20%) பெரும்பாலும் கலந்து இருக்கும். ஸ்ட்ராண்சியனைட்டு செவ்வகத் தொகுதியின் நிறைவடிவு வகுப்பினைச் சேர்ந்தது. இது அடிப்படை அணுக்கோப்பினை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் 4 கூட்டணுக்கள் உள்ளன.

இதனுடைய அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் முன்பின் திசையில் 5.118 ஆகவும், பக்கவாட்டத்தில் 8.404 ஆகவும் கீழ்மேலாக 6.082 ஆகவும் இருக்கின்றது.

ஸ்ட்ரான்சியனைட் குட்டையான அல்லது நீண்ட பட்டகங்களாக இருக்கும். சில ஊசி போன்றும், கூரிய பட்டகக் கூம்புகளாகவும் உள்ளன. படிகங்கள் அறுகோண வடிவு போன்ற தோற்றத்துடனும், கிடைக்கீரல்களுடனும் காணப்படும். ஸ்ட்ரான்சியனைட்டு திண்மங்களாகவும், தட்டையாகவும், இழைகளாகவும், துகள்களாகவும், உருண்டையாகவும் இருக்கும். இதில் (110) கனிமப்பிளவுகள் நன்றாகக் காணப்படும். (021) மற்றும் (010) கனிமப்பிளவுகள் குறைவாகக் காணப்படுகின்றன. இதன் கடினத்தன்மை 3.5; ஒப்பீட்டுத்தி 3.785 ஸ்ட்ரான்சியனைட் நிறமற்றதாய், வெண்மை, சாம்பல்நிறம், மஞ்சள், பசுமை, சிவப்பு ஆகிய நிறங்களில் இருக்கும். இதில் பளிங்கு-மிளிர்வு அல்லது அரக்கு-மிளிர்வு காணப்படும். குறை வளைவு-முறிவு உடையது. இது நொறுங்கக்கூடியது. இதனைச் சூடாக்கினால் அறுகோண வடிவினைப் பெறுகிறது. இது நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரையும். இதில் கிளர்-ஒளிர்வும், தங்கு-ஒளிர்வும் காணப்படும்.

ஸ்ட்ரான்சியனைட் இரண்டு ஒளி அச்சுக்களை உடையது. இதன் ஒளி அச்சுத் தளம் (010) தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும். ஒளி அச்சுக்களுக்கு இடையேயுள்ள கோணம் (2v) 70° ஆகும். இது எதிர்மறை ஒளிக்குறி உடையது. இதில் ஒளிபிரிதல் ஊதா ஒளியில் அதிகமாகவும், சிவப்பு ஒளியில் குறைவாகவும் இருக்கும்.

ஸ்ட்ரான்சியனைட் குறைந்த வெப்பத்தில் உண்டான வெப்பநீர்ப்படிவுகளில் நரம்பிகளாகவும், பொந்து நிறைவுகளாகவும் காணப்படுகின்றது. இதனுடன் பேரைட், செலஸ்டைட், கால்சைட் முதலியன காணப்படுகின்றன. இக்கனிமம் சுண்ணப் பாறைகளிலும், கனிமண் படிகங்களிலும் கிடைக்கிறது.

ஸ்ட்ரான்சியனைட் ஜெர்மனி, ஆஸ்திரியா, ஸ்காட்லாந்து, அமெரிக்கா முதலான நாடுகளில்

கிடைக்கிறது. இக்கனிமம் இந்தியாவில் தமிழ்நாட்டில் திருச்சி மாவட்டத்தில் செலஸ்டைட், ஜிப்சம் மற்றும் பாஸ்பேட்டிக் உருண்டைகளுடன் சேர்ந்து கிடைக்கின்றது.

இக்கனிமம் ஸ்காட்லாந்திலுள்ள ஸ்ட்ரான்சியன் (strontian) என்னுமிடத்தின் பெயரால் 'ஸ்ட்ரான்சியனைட்டு' என்று வழங்குகின்றது.

ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ்

குழந்தைகளில் நுண்ணுயிர் பாதிப்புக்கு 'ஏ' வகையைச் சேர்ந்த ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ்களே காரணமாகும். தீவிர சிறுநீரக அழற்சி, முடக்குவாதக் காய்ச்சல் ஆகிய தீமை பயக்கும் நோய்களை இவை உண்டாக்குகின்றன.

கிராம்நேர், அசைய இயலாத ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கை, வளி விரும்பா நுண்ணுயிர்களாகும். இரத்த அகார் தட்டில் இக்கிருமிகளை வளரச் செய்தால், இரத்த சிவப்பு அணுக்கள் சிதைவைப் பொறுத்து, அவை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஓரளவான சிதைவாக இருந்தால் ஆல்பா வகை எனவும், முழுமையான சிவப்பு அணு சிதைவாக இருந்தால் பீடா வகை எனவும், சிதைவே இல்லாமல் இருந்தால் காமா வகை (alpha, beta, gamma) எனவும் பிரிக்கின்றனர். லேன்சுபீட்டு என்பவர், குருதிச் சிதைவு பீடா ஸ்ட்ரெப்டோ காக்கசை பல வகையாகப் பிரிக்கிறார். 'ஏ' வகை (ஸ்ட்ரெப்டோஜீனஸ்) மனிதர்களின் நோய் பாதிப்புக்குப் பெருமளவில் காரணமாக இருக்கிறது. 'பி' வகை, இளங்குழந்தைகளின் மூளை அழற்சிக்குக் காரணமாக இருக்கிறது. 'டி' வகை இருதய உள் உறை, அழற்சிக்குக் காரணமாக இருக்கிறது. 'சி', 'எஃப்', 'ஜி' வகை, ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கை மேல் தொண்டை அழற்சியை உண்டாக்குகிறது.

இவை ஊக்குவிக்கும் நோய்களாவன. மேல் மூச்சு மண்டலப் பாதிப்பு, சரும பாதிப்பு,

செல்லுடைபிடிப்பு எனப்படும் சரும அடி அழற்சி, நுரையீரல் அழற்சி, சிறுநீரக அழற்சி, முடக்குவாதக் காய்ச்சல் முதலியன.

நோய் நிர்ணயம். தொண்டை நீர்ம ஆய்வு, ஆட்டு இரத்த அகார் ஊடக முறை போன்றவை நோய் நிர்ணயத்தில் உதவுகின்றன. ஏ.எஸ்.ஓ. எனப்படும் Anti Streptolysin 'O' எதிர் அங்க ஆய்வு மிகவும் முக்கியமானது.

சிகிச்சையாக பெனிசிலின், எரித்ரோமைசீன், சல்பா மருந்துகள் பலனளிக்கின்றன.

அ. கதிர்சன்

துணைநூல். Ronald B. Turner, *Stein Internal Medicine*, 1st Edition, Little Brown Co., Boston, 1983.

ஸ்ட்ரோஃப்ய்டு வளைவு

சிறப்பு வளைவரைகளில் ஒன்றான ஸ்ட்ரோஃப்ய்டு (strophoid) வளைவு, $(x^2+y^2)x - a(x^2 - y^2) = 0$ என்ற சமன்பாட்டிற்கு வரையப்பட்டதாகும். ஐசக் பாரோ (Issac Barrow) என்ற கணித அறிஞர் இவ்வளைவினை வரைந்தார்.

மேலே கூறிய சமன்பாட்டினை $y = +x(a-x)/(a+x)$ என மாற்றி அமைக்கும்போது, y இன் மதிப்பு ஒரே அளவுடையதாகவும், ஆனால் எதிரெதிர் குறிகளையுடையதாகவும் இருப்பதால் இவ்வளைவோடு x அச்சிற்கு இருபுறமும் ஒரே சீராக அமையும். ஆதி ஒரு கணுப்புள்ளி ஆவதுடன், அதன் வழியே $y = x$; $y = -x$ என்ற இரு கோடுகளும் வளைவுக்கு வரையப்படும் தொடுகோடுகளாகும்.

மேலும் x -இன் மதிப்பு $(-a, a)$ என்ற இடைவெளியில் மட்டுமிருப்பதால், இந்த இடைவெளிக்கப்பால் வளைவோடு இருக்காது. $x=0$ அல்லது a . ஆனால், y -இன் இரு மதிப்புகளும் 0 ஆகும். அதனால் $(0,0)$, $(a,0)$ இரு புள்ளிகளும் வளைவோட்டின்

மேலுள்ள புள்ளிகளாகும். $x+a = 0$. ஓர் அணுகுக்கோடும், $x=a$ ஒரு தொடுகோடும் ஆகும். x , $-a$ x அணுகும்போது, y , $+$ ஆக வளைவில் ஒரு பிரிவாகவும், y , $-$ ஆக மற்றொரு பிரிவாகவும் படத்தில் கோடுகள் இருக்கும்.

ஸ்டாடிஞ்ஜர், ஹெர்மான்

இவர் ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியலார் ஆவார். நெகிழிகள் (plastics) குறித்து இவர் மேற்கொண்ட ஆய்வுகளுக்காகவும், அதன் பயன்பாட்டு வளர்ச்சியில் இவரது முயற்சியைப் பாராட்டியும் 1953ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.



ஹெர்மான் ஸ்டாடிஞ்ஜர் (Hermann Staudinger) 1881ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் 23ஆம் நாள் பிறந்தார். 1903இல் ஹாலே பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் பட்டத்தைப் பெற்ற பின்னர் பல்வேறு கல்வித் தொடர்பான பதவிகளில் பணியாற்றினார். 1926 இல் ஃபிரிபர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் பேராசிரியராகவும், 1940-51 வரை ஆய்வு இயக்குநராகவும் திறம்பட செயலாற்றினார்.

சிறு மூலக்கூறுகள் ஒன்றோடு ஒன்றாக இணைந்து பெருமூலக்கூறுகளாக (பல்லுறுப்பிகள்) மாற இயலும் என்பதை மெய்ப்பித்தார். இத்தகைய நீள்தொடர் மூலக்கூறுகளை பல்வேறு வேதிவினை

வழி பெறலாம். மேலும் உயர் மூலக்கூறு எடையுடைய பல்லுறுப்பிகளை பெறும் முறைகளையும், உயர் மூலக்கூறு எடைக்கும், பாருத்தன்மைக்கும் இடையேக் காணப்படும் தொடர்பையும் விளக்கினார்.

த.தெய்வீகன்

ஸ்டாரோலைட்

இது $(Fe, Mg)_2 Al_3 Si_4 O_{23} (OH)$ வேதி உட்கூறினை உடைய சிக்கலான இரும்பு மற்றும் அலுமினிய சிலிக்கேட்டினைக் கொண்ட கனிமமாகும். ஆனால் சிறிதளவு மாற்றத்துடன், மக்னீசியம் அல்லது மாங்கனீசினைக் கொண்டும் காணப்படும். இது செவ்வகத் தொகுதியில் முப்பட்டக அமைப்பிலும், இரட்டுறலைப் பொதுவாகக் கொண்டு சிலுவை வடிவ (cruciform) அமைப்புப் படிகங்களைப் பெற்றும் காணப்படும். இதன் படிகங்கள் பொதுவாக இரட்டைகளாகக் காணக்கிடைக்கின்றன. இது பட்டகம், பக்க இணை வடிவு மற்றும் கீழ் இணை வடிவு ஆகிய வடிவங்கள் இணைந்த படிகங்களாக காணப்படுகிறது. இதில் (010) இணையான கனிமப் பிளவு தெளிவாக இருக்கும். (010) இணையான கனிமப் பிளவு சில சமயங்களில் சற்றே காணப்படும். இது உடையக்கூடிய கனிமம். ஓரளவு சங்கு முறிவினைக் கொண்ட இதன் கடினத்தன்மை 7-7.5; ஒப்பீட்டில் 8.6-8.7 ஆகும். இதில் ஓரளவிற்குப் பளிங்கு மிளிர்வு முதல் பிசின் (resinous) மிளிர்வு வரை காணப்படும். இதன் நிறம் இருண்ட பழுப்பு நிறத்தில், சில சமயங்களில் சிவப்பு முதல் கறுப்பு நிறங்கள் வரை காணப்படும். இதன் தூள் நிறம் சாம்பல் நிறமாக இருக்கும். இது ஒளிக்கசியும் அல்லது ஒளி புகாத்தன்மை உடையது. இது இரண்டு ஒளி அச்சக்களை உடைய ஒரு கனிமம். இதன் ஒளி அச்சத்தளம் (100) இணையாக இருக்கும். ஒளி அச்சக்களுக்கு இடையேயுள்ள கோணம் $2v = 88$; இது நேர் ஒளிக்குறியை உடையது. இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\alpha = 1.736$; $\beta = 1.741$; $r = 1.746$. இது பொதுவாகத் தொடுகை உருமாற்றத்தினைவிடப் பகுதி மாற்றத்தைச் சார்ந்ததாகும். இது கொர்னைட், கயனைட் மற்றும் டிரீம்லினுடன் படலப்பாறை (schist). பில்லைட்

(phyllites) மற்றும் வரிப்பாறை (gneisses) ஆகியவற்றில் காணப்படுகிறது.

இது ஐரோப்பாவில், ஸ்விட்சர்லாந்து மற்றும் பிரிட்டானியா, அமெரிக்க ஐக்கிய அரசில் நியூ இங்கிலாந்தில் படலப் பாறைகளில் மற்றும் தென் அலிஹென்னிஸில் (alleghences) பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

பொதுவாகப் (country rock) பாறைகள் சிதைந்து அழிவுற்றபின் இப்படிகள் மணலில் தனித்து காணப்படுகிறது. இரட்டுறல் படிகம் என்னும் அமைப்பில், நன்கு செதுக்கப்பட்ட சிலுவையின் தோற்றத்தைக் கொண்டிருக்கும். சிலுவை எனப் பொருள்படும் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து ஸ்டாரோலைட் எனப் பெயர் வழங்கலாயிற்று.

க. சித்திரா தேவி

ஸ்டாலக்டைட்டுகளும்

ஸ்டாலக்மைட்டுகளும்

ஸ்டாலக்டைட்டுகளும் ஸ்டாலக்மைட்டுகளும் நிலநீரினால் குகைகளிலும், குடைவுகளிலும் காணப்படும் சில கனிமங்களின் வடிவங்களாகும். இவற்றைத் தமிழில் முறையே கல்விழுதுகள், கல்-புற்றுக்கள் எனக் கூறலாம். இவை பூமியின் மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள குகைகளில் காணப்படும். நிலநீரில் சில கனிமங்கள் கரைந்து இருக்கும் இந்த நிலநீர் குகைகளின் மேலே செல்லும்போது, கசிந்து குகையினுள்ளே கூரையின் வழியாகச் சொட்டும். இப்படி சொட்டும்போது நீர் ஆவியாகின்றது. அப்போது அந்நீரில் கரைந்து இருக்கும் கனிமம் உலர்ந்து திடப்பொருளாகப் படிகின்றது. இப்படித் தொடர்ந்து படிகவதனால் அவை நாளடைவில் விழுதுகளைப் போல், கூரையிலிருந்து கீழ் நோக்கி வளருகின்றன. இவை கல் விழுதுகள் இவை ஸ்டாலக்டைட்டுகள் எனப்படும். குகையின் கூரைவழியாக கசிந்து கீழே விழுந்த நீர்த்துளிகளும்

ஆவியாகின்றன. இதனால் அதிலிருந்து கனிமங்கள் குகையின் தரையில் விழுந்து, உலர்ந்து படிவுகளாகின்றன. இவை நாளடைவில் தரையிலிருந்து மேல்நோக்கி வளரும். இவை கல்பற்குகள். இவை ஸ்டாலக்மைட்டுகள் என்று கூறப்படுகின்றன. ஸ்டாலக்மைட்டுகளும், ஸ்டாலக்மைட்டுகளும் நில நீரில் கரைந்திருக்கும் கனிமங்கள் சொட்டும் நீரிலிருந்து, நீர் ஆவியாவதனால் உண்டாகின்றன. ஆகவே இவை ஒழுக்குக்கல் என்றும் பொதுப்பெயரால் அழைக்கப்படுகின்றன.

ஸ்டாலக்மைட்டுகள் சற்று நீண்டு மெலிந்து காணப்படும். இவற்றின் மத்தியில் மெல்லிய நீண்ட துளை இருக்கின்றது. இவை குறுக்கே பொது மைய வளைய அமைப்பு உடையன. இந்த வளையங்கள் சற்றே மாறுபட்ட நிறங்களடன இருக்கக் காணலாம்.

ஸ்டாலக்மைட்டுகள் தடித்தும் குட்டையாகவும் காணப்படும். இவற்றின் மத்தியில் துளை இருப்பதில்லை. இதில் காணப்படும் பட்டைகள் குகையின் தரைக்கு இணையாக இருக்கின்றன.

ஸ்டாலக்மைட் - ஸ்டாலக்மைட்டுகளாக பெரும்பாலும் கால்சைட், டோலோமைட்டு கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன. கார்பனேட்டுகள், ஒப்பல், ஜால்சிடனி, லிமோனைட், சில சல்ஃபைடுகள், பைரோலுசைட் முதலான கனிமங்களும் ஸ்டாலக்மைட் - ஸ்டாலக்மைட்டுகளாகக் கிடைக்கின்றன. ஸ்டாலக்மைட் - துளிகளாகக் கசிதல், ஸ்டாலக்மைட் துளிகளாக விழுதல் என்னும் கிரேக்கச் சொற்களிலிருந்து இவை முறையே ஸ்டாலக்மைட், ஸ்டாலக்மைட் என்று பெயர் பெற்றன.

இந்தியாவில் ஆந்திர மாநிலத்திலுள்ள கோணராமேஸ்வரி என்னுமிடத்திலிருக்கும் நிலத்தடி குகைகளில் இவை காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள ஸ்டாலக்மைட்டுகளும், ஸ்டாலக்மைட்டுகளும் கால்சைட்டினால் ஆனவை.

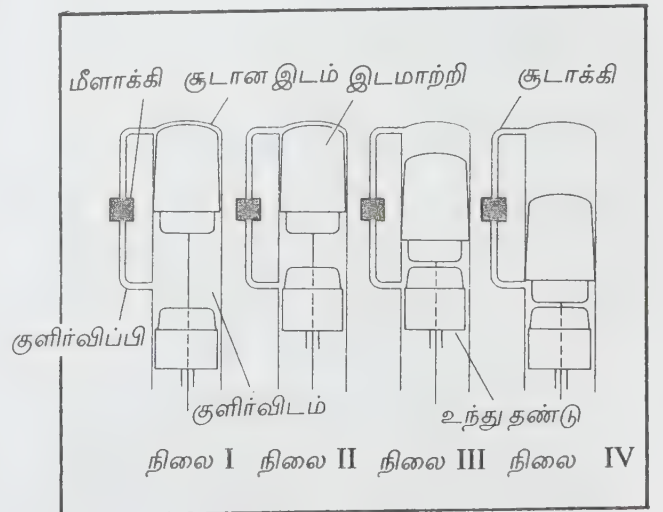
துணைநூல்கள். L.D.Leet and S. Judson, *Physical Geology*, Prentice Hall of India (P) Ltd., New Delhi; W.G. Moore, *A Dictionary of Geography*, Penguin Books inc., U.S.A., (Baltimore); G. Gorshkov,

A. Yakushova (Tr.Agurevich), *Physical Geology*, MIR Publishers, Moscow.

ஸ்டீர்லிங் எந்திரம்

1816ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலில் ஸ்காட்லாந்து அமைச்சர் ராபர்ட் ஸ்டீர்லிங் (Robert Sterling) என்பாரின் எண்ணத்தில் உருவான எந்திரம் பின்னாளில் ஸ்டீர்லிங் எந்திரம் என வழங்கப்பட்டது. இது சூடான காற்று எந்திரம் எனவும் வழங்கப்பட்டது. இது பெட்ரோல், டீசல் எந்திரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பே இருந்த ஒன்றாகும். அதே சமயத்தில்தான் நீராவி எந்திரமும் புழக்கத்தில் இருந்து வந்தது. திறனுக்கும் எடைக்கும் உள்ள விகிதம், நீராவி எந்திரம், ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தின் விளைவால் பலனளிக்கவில்லை.

19ஆம் நூற்றாண்டில் ஸ்டீர்லிங் எந்திரம் அதன் பிரத்யேகமான செயல்முறையால் அறிஞர்களின் கவனத்தை ஈர்த்தது. ஸ்டீர்லிங் வெப்பவியல் சுழற்சி, உராய்வற்ற ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தின் திறனை நிர்ணயம் செய்கிறது. இது கார்னாட் (carnot) சுழற்சி எந்திரத்தைப் போலவே அமைந்திருக்கிறது. வெப்ப எந்திரம் அறிமுறையாக



ஸ்டீர்லிங் செயல் முறை

(theoretically) அதிக திறன் கொண்டிருந்தது. 1938 ஆம் ஆண்டு வரையிலும், ஏறக்குறைய ஒரு நூற்றாண்டு வரை எந்தவித முன்னேற்றமும் இவ்வகை எந்திரத்தில் ஏற்படவில்லை.

N.V. ஃபிலிப்ஸ் க்ளோயிலெம்பென்ஃபெப்ரியக்கென் (N.V. Philips Glocilampemfabrieken) என்னும் நெதர்லாண்ட் அறிஞர் ஆராய்ச்சி செய்து சில முன்னேற்றங்களை ஏற்படுத்தினார். நிலையாற்றவில் (potentially) அதிக திறன் கொண்ட ஸ்டீர்லிங் எந்திரம், பொறியியலின் அதிக அளவிலான செயற்முறைப்படுத்தப்பட்ட நுணுக்கங்கள் மிகவும் அதிகம் கொண்டு இருந்தது. அந்த நுணுக்கங்கள் மற்றும் இயக்கவியல், வெப்ப விருத்தி, ஊர்வு (creep) எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்ட பொருள்களை கண்டறிந்து, சிறு அளவுகொண்ட வளிம குளிர்விப்பு (refrigeration) எந்திரத்தை, ஸ்டீர்லிங் அடிப்படையில் நீர்ம வளிமத்தைக் கொண்டு பயன்படுத்தும் சிக்கன முறையைப் போலவே புகழ்பெற்றது. 1953 இல் ரோம்பிக் (rhombic) ஓட்டத்தின் கண்டுபிடிப்பால், டீசல் - பெட்ரோல் என்ஜின்களுடன் போட்டியிடும் அளவுக்கு விரிவடைந்தது. 82 கி.மீ / விட்டர் உள்ளிழுத்த கன அளவு திறன் கொண்ட பொறிகள் ஏற்கனவே 40% அளவில் இருந்தது. இத்துறையில் ஆராய்ச்சி தொடர்ந்த வண்ணம் இருந்தது.

1971 ஆம் ஆண்டில் ஃபிலிப்ஸ், ஃபோர்டு மோட்டார் கம்பெனி ஆகியன முழுமை (closed) சுழற்சியைக் கொண்ட நான்கு உருளைகளைக் கொண்ட இருபக்க இயக்க தள்ள தகடுகள் (swash plate) இயக்கம் கொண்ட ஸ்டீர்லிங் எந்திரம் ஹைட்ரஜனை பயன்படுபொருளாகக் கொண்டு, 2500 கி. எடையில் 1975 வகை ஃபோர்டு டொரீனோ வண்டியை கண்டுபிடித்தனர். ஸ்டீர்லிங் எந்திரம் பொருத்திய வண்டி இயக்கவிசையைக் கொண்டு, வெளியிடும் திறன்மிகு எரிபொருளின் பொருளாதாரம், குறைந்த சக்தியை வெளியிடுதல், குறைந்த சத்தம் கொண்டவையாகவும் விளங்கின.

வேலை செய்யும் அடிப்படை. அனைத்து உள்ளெரி எந்திரங்களிலும், காற்று குறைந்த அழுத்தத்திலிருந்து அதிக அழுத்தத்திற்கு உருளையில் நிரப்பி, அமுக்கப்பட்டு, எரிபொருளை சேர்ப்பதற்கு முன் (டீசல் எந்திரங்களில்) அல்லது பின் (பெட்ரோல்

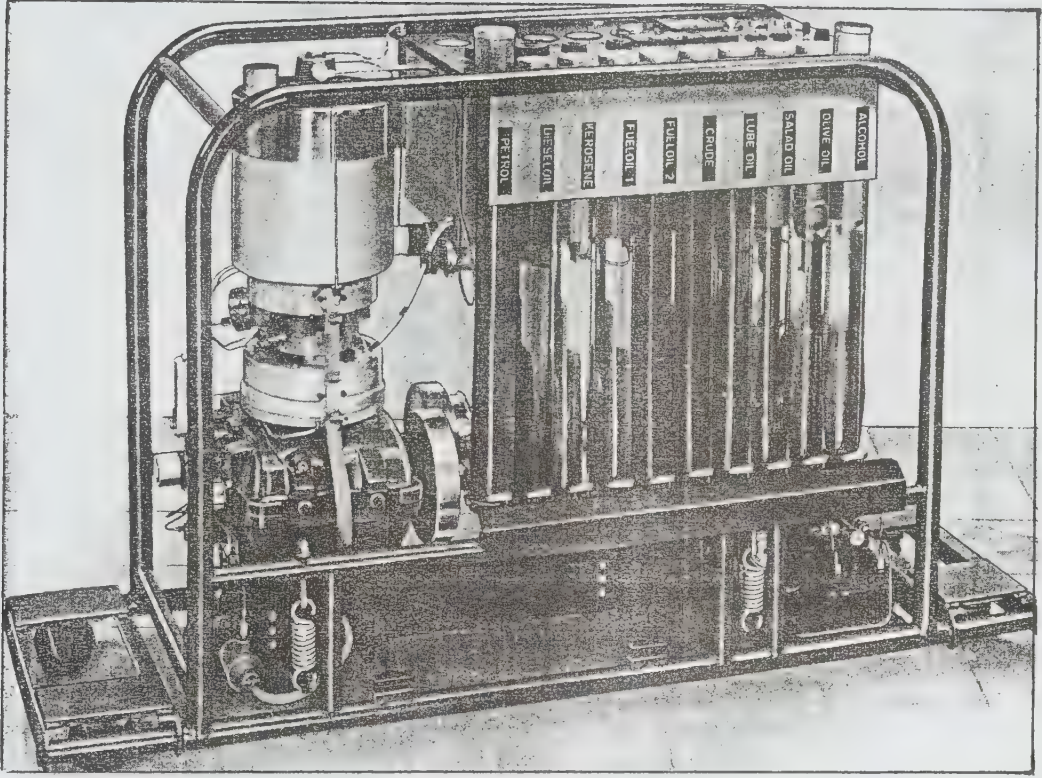
எந்திரங்களில்) காற்று - எரிபொருள் கலவை எரிக்கப்பட்டு சக்தி வெளிப்படுத்தப்பட்டு அது பயன்படுத்திக்கொள்ளப்படுகிறது. இந்த அடிப்படையில் குறைந்த அழுத்தத்தில் அமுக்கமும், அதிக அழுத்தத்தில் விரிவாக்கமும் கொண்ட சுழற்சியைப் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் வண்ணம் பயன்படும் பொருள் உதவுகிறது.

வளிமத்தை எரிப்பது என்பதை பொருத்தவரை, மிகவும் வித்தியாசமாக இவ்வகை எந்திரங்களில் நடைபெறுகிறது. பிற பொதுவான எந்திரங்களில் எரிபொருள் பெரும்பாலும் உட்புறமாகவே எரிக்கப்பட்டு, அவ்வப்போது பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்திலோ, எரிபொருள் வெளிப்புறத்தில் எரிக்கப்பட்டு, தொடர்ந்தும் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. ஸ்டீர்லிங் எந்திரங்கள் பிற எந்திரங்களிலிருந்து கீழ்க்கண்டவாறு மாறுபடுகின்றன.

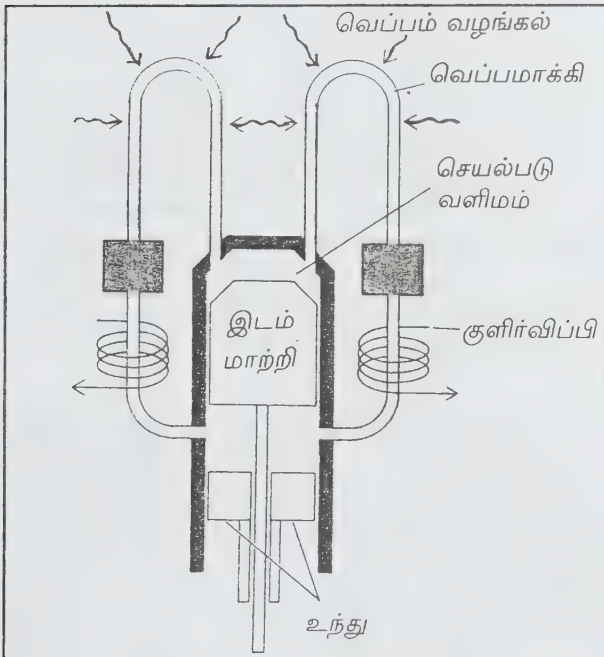
1. மற்ற எந்திரங்களைப் போல, காற்று-எரிபொருள் கலவை, உருளையினுள் நுழையாமல், அதற்கென உள்ள பிரத்யேகமாக ஒதுக்கப்பட்ட இடத்தில் நிரப்பப்பட்டு, தொடர்ந்த வெப்பவியல் சுழற்சிக்கு உட்படுத்தப்பட்டு செயற்படுகிறது. பயன்படும் பொருளாக காற்று, ஹைட்ரஜன் அல்லது ஹீலியம் அல்லது தக்க வளிமம் முதலியன விளங்குகின்றன.

2. சுழற்சி செயல்முறைகளால், பயன்படு பொருளைக் கொண்டு வடிவியல் கன அளவின் வித்தியாசங்கள் அவ்வப்போது மூடிக்கொள்ளும் அடைப்பிதழ்கள் அல்லது துளைகள் பயன்படுகின்றன.

3. அவ்வப்போது பாயும் வெப்ப மாற்றிகள், விரிவான பிறகு பயன்படும் பொருளின் அதிக அளவிலான வெப்பத்தைச் சேகரித்து வைத்திருக்கின்றன. வெப்பம், அமுக்கம் முடிந்த பிறகு பயன்படுபொருள் மீண்டும் திருப்பப்படுகிறது. அதன் மூலம் மீண்டும் வெப்ப ஆக்கம் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.



ஃபிலிப்ஸ் ஸ்டீர்லிங் எந்திரம்

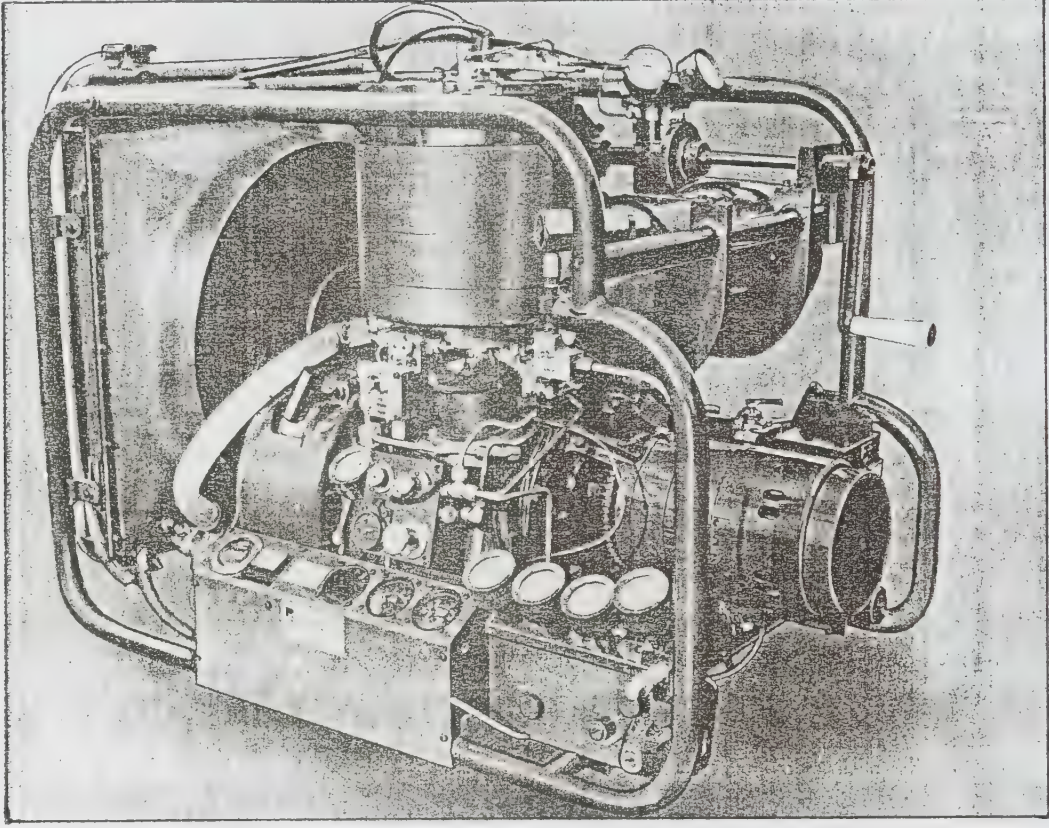


இலட்சிய ஸ்டீர்லிங் சுழற்சி

இலட்சிய ஸ்டீர்லிங் சுழற்சி. 1
 சமவெப்பநிலை (isothermal) அழுக்கம் (W_{1-2}) -
 வெப்ப இழப்பு (Q_{1-2}) 2. மாறாக அளவுடன்,
 வெப்ப ஏற்பு (Q_{2-3}) 3. சமவெப்பநிலை விரிவாக்கம்
 (W_{3-4}) வெப்ப ஏற்பு (Q_{3-4}) 4. மாறாக அளவுடன்,
 வெப்ப இழப்பு (Q_{1-4}).

இச்சுழற்சியின் திசையை திருப்பவும்
 இயலும். இதன் இலட்சியத்திறன், கார்னாட்
 சுழற்சிக்கு நிகராக விளங்குகிறது.

இரண்டு உந்து (piston) அமைப்பு.
 இவ்வமைப்பின் இயற்பியல் மற்றும் செய்முறை
 விவரங்களை படத்திலிருந்து புரிந்து கொள்ளலாம்.
 முழு அமைப்பையும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.
 அவை 1. நகரும் பகுதி, 2. ஆற்றல் பகுதி.



3 கிலோ வால்ட் ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தின் மின்னாக்கி

பயன்படுபொருளைச் சூடாக்கி பின் குளிர்ச்சியூட்ட அதாவது வெப்பத்தை இடமாற்றம் அடையச் செய்ய, நகரும் பகுதி உதவுகிறது. விரிவாக்கம் நடைபெறும்போது, ஆற்றலை வெளியிட்டு, அழுக்க வீச்சின்போது ஆற்றலை வினியோகிக்க ஆற்றல் பகுதி உதவுகிறது.

மொத்த வேலையின் கன அளவை (v) மூன்று பிரிவுகளாகக் கொள்ளலாம். அவை. 1. அழுக்கப்பகுதி (Vc), 2. விரிவாக்கப்பகுதி (Ve), 3. இறந்த பகுதி (Vd) போன்றவை. மீண்டும் ஆக்கப்பகுதி, சூடுபடுத்தும் பகுதி, குளிர்ச்சியூட்டும் பகுதி, இணைப்புக் குழாய் முதலியவற்றைக் கொண்டுள்ளன. அதாவது மொத்த கன அளவான $V = Vc + Ve + Vd$ எனக் கணக்கிட்டுக்

கொள்ளலாம். இக்கன அளவு இரண்டு உந்துகளின் அசைவினால் மாறுபடும். உந்தின் அசைவை சாதாரண ஹார்மோனிக் (harmonic) வகை எனக் கொண்டால் அழுக்கப்பகுதி (Vc), விரிவாக்கப்பகுதி (Ve) இவை

$$V_c = 1/2 V_c [1 + \cos(\beta + \alpha)]$$

$$V_e = 1/2 V_c [1 + \cos \beta]$$

இதில் Vc, V_e இரண்டும் மிக அதிக அழுக்கப் பகுதியையும், விரிவாக்கப் பகுதியையும், β, α இரண்டும் வணரி கோணங்களையும் குறிக்கின்றன. மொத்த அமைப்பின் கன அளவை V-கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$V = 1/2 [V_c \{1+\cos(\beta-\alpha)\} + V_e (1+\cos \beta)] + V_d \\ = (V_e/2) [V_c/V_e \{1+\cos(\beta+\alpha)\} + (1+\cos \beta) + V_d/V_e]$$

V_c/V_e , V_d/V_e இரண்டு விகிதங்களையும் அமைப்பின் வடிவியலை வரையறுக்கின்றன. $\delta = V_d/V_e$ எனவும் $\epsilon = V_c/V_e$ எனவும் கொண்டால், $V = V_e/2 [e\{1+\cos(\beta-\alpha)\} + \cos \beta + 2\delta+1]$

வணரி ஒரு முழுச்சுற்று சுற்றும்போது கீழ்க்கண்ட செயல்கள் நடைபெறுகின்றன.

1. பயன்படுபொருள். சூடுபடுத்தும் கருவி, உற்பத்தி கருவி, குளிசூட்டும் கருவி இவற்றின் வழியாகப் பாய்ந்து, சூடான பகுதியிலிருந்து குளிர்ந்த பகுதிக்கு மாற்றப்படுகிறது. மொத்த கன அளவில் ஏற்படும் மாறுதல்களை உருவாக்கும் இரு உந்துகளினால் இந்தப் பயன்படு பொருளின் இடமாற்றம் நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு பயன்படு பொருளின் வெப்பம் வெப்பப் பரிமாற்றி ஏறக்குறைய ஒரே கன அளவில் மாற்றப்படுகிறது.

2. குளிர்ந்த பகுதிக்குள்ளேயே பயன்படு பொருள் இருப்பின் அது அமுக்கப்படுகிறது.

3. பயன்படுபொருள் அமுக்கப்பட்ட பிறகு, குளிர்ந்த இடத்திலிருந்து குளிசூட்டும் கருவி, வெப்ப பரிமாற்றி, சூடாக்கும் கருவி இவற்றின் வழியாகச் சூடான இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இவ்வாறு நடைபெறும்போது வெப்பப் பகுதியிலிருந்து பயன்படுபொருள் வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்கிறது. கன அளவிலான மாறுபாட்டுடன் நடைபெறுகிறது.

4. பயன்படுபொருள் சூடான பகுதியில் இருக்கும்போது விரிவாக்கம் நடைபெற்று, வேலை வெளிப்படுகிறது.

மேற்கூறிய நான்கு செயல்முறைகளும் ஸ்டிரீலிங் எந்திரத்தில் தனித்தனியாக நடைபெறாமல் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து நடைபெறுகிறது. இலட்சிய சுழற்சியில், வெப்ப இழப்பும், வெப்ப ஏற்பும் மாறாத கன அளவிலும், அமுக்கம், விரிவாக்கம் இவையிரண்டும் வெப்பநிலை மாறாமலும் நடைபெறுகின்றன. எனினும் நடைமுறை சுழற்சியில் அதனுடைய தன்மைக்கேற்ப விரிவாக்கமும்,

அமுக்கமும் முக்கியமாக 'β' கோணம் கொண்ட மொத்த கன அளவைப் பொறுத்தும் நடைபெறுகிறது.

படம் $\delta=1$, $\epsilon=1$, $\alpha=90^\circ$ என்ற அளவுகளில் வித்தியாசங்களை விளக்குகின்றன. அதிகமான கன அளவும், குறைவான கன அளவும் 45° , 225° கோணங்களில் முறையே ஏற்படுகின்றன. அதற்குரிய மதிப்புகள்

$$U_{\max} = 2.71 V_e$$

$$U_{\min} = 1.29 V_e$$

கன அளவின் மாறுபாடு, பல்வேறு முறைகளுக்குமான நேரத்தை முடிவு செய்கிறது. இவ்வாறு, சுழற்சியின் வெப்பத்திறன், நடைமுறை நிகழ்ச்சிகள் இலட்சிய முறையிலிருந்து, மாறுபடுவதால் பாதிக்கப்படுகிறது. அமுக்கம், விரிவாக்கம் இரண்டு முறைகளிலும் வெப்பநிலைமாறா முறையிலும் அமைந்துள்ளது. மொத்த கன அளவின் மாறுபாட்டின் தன்மை ('β' கோணத்துடனான) வெப்பத்திறனை பாதிப்பதில்லை.

இதனால் வடிவமைப்பாளருக்கு, பெரும்பகுதியான இலட்சிய வெப்பத்திறனின் பின்னத்தைக் கொண்ட ஸ்டிரீலிங் சுழற்சியை அடைய அதிகமான வாய்ப்பு கிடைக்கிறது. அவ்வாய்ப்பால், மிகச்சரியான கூட்டமைப்பாக வேகம், எடை, இடம், ஆற்றல் போன்றவற்றை மாற்றியமைத்து அந்நிலையை எட்டலாம். இதற்கு இரண்டு அடிப்படை வகைகள் உள்ளன. அவை. 1. இரண்டு உந்து அமைப்பு, 2. உந்து இடமாற்றி முறை.

ஸ்டிரீலிங் எந்திரத்தின் கட்டுப்பாட்டு முறைகள். ஸ்டிரீலிங் எந்திரத்தின் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் இரண்டு வகைகளாகும். அவை 1. காற்று - எரிபொருள் கட்டுப்பாடு, 2. ஆற்றல் - கட்டுப்பாடு.

காற்று-எரிபொருள் கட்டுப்பாடு. இக்கட்டுப்பாட்டில் உணர்த்திகளின் உதவியால் இயங்கும் அமைப்பு சூடாக்கும் கருவிக்காக, அமைக்கப்பட்டுள்ளது. எந்திரத்தின் செயல்முறையின்போது கொண்டிருக்கும் வெப்பநிலையைச் சீராக வைத்திருக்க இக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு பெரிதும் உதவுகிறது. எரிபொருள் வீசல், காற்று வீசல் இரண்டும்

ஒழுங்கமை அடைப்பிதழ் இணைப்புகளினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆற்றல் கட்டுப்பாடு. எந்திரத்தின் வேகம், இடமாற்றிக்கும் உந்திற்கும் இடையே உள்ள நிலைக் (phase) கோணம், விரிவாக்கம் நடைபெற்றபின் உள்ள கன அளவின் மாறுபாடு, மிதமான அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடு இவற்றை மாற்றுவதால் எந்திரத்தில் வெளிப்படும் சக்தி கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இடம்மாறும் உந்தியக்க எந்திரத்தின் வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்தும் இக்கட்டுப்பாட்டில், சேகரிப்புக் கலத்திலிருந்து பயன்படு வளிமத்தை உள்ளிழுத்தோ, வெளியேற்றியோ, பயன்படு வளிமத்தின் அழுத்தத்தை அதிகரித்தோ, குறைத்தோ, சரியான சுழற்சியின் அழுத்தம் மாற்றப்படுகிறது. இதற்கு அமுக்கக்கருவி (compressor, check valve), உள்ளிழுப்பு அடைப்பிதழ், சேகரிப்புக்கலம் ஆகியவைத் தேவைப்படுகின்றன. முடுக்க விசை சம்பந்தப்பட்ட மிதிப்பலகையுடன் (pedal) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆளிகையின் (governor) உதவியால் வினியோகிக்க உதவும் துளையை திறக்கச்செய்து, ஆற்றல் அதிகரிக்கப்படுகிறது. நிறுத்து அடைப்பிதழ் சேகரிப்புக் கலத்திற்கு, வளிமத்தை திருப்பி அணுப்பும் மாற்றுவழி அடைப்பிதழைத் திறக்கச் செய்து ஆற்றல் குறைக்கப்படுகிறது.

ஆற்றல் கட்டுப்பாட்டின் மற்றொரு வகை விளைவு இல்லா கன அளவுக் கட்டுப்பாடு ஆகும். அதிக அளவிலான கன அளவை வேலையின் கன அளவுடன் வேண்டும்போது இணைத்தோ, தவிர்த்தோ அமைத்து ஆற்றல் கட்டுப்பாடு நடைபெறுகிறது.

VASP (Variable Angle Swash Plate) தட்டு, முடுக்கத் தட்டுடன் நீரியிலாகவோ, எயந்திரவியலாகவோ இணைத்து ஆற்றல் கட்டுப்பாடு நடைபெறுகிறது.

ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தின் நன்மைகள். பொதுவான ஆட்டோ (otto) எந்திரத்திலிருந்து, ஸ்டீர்லிங் எந்திரம், அதன் வெளிப்புற தன்மையைக் கொண்டு பல்வேறு அம்சங்களில் வேறுபடுகிறது.

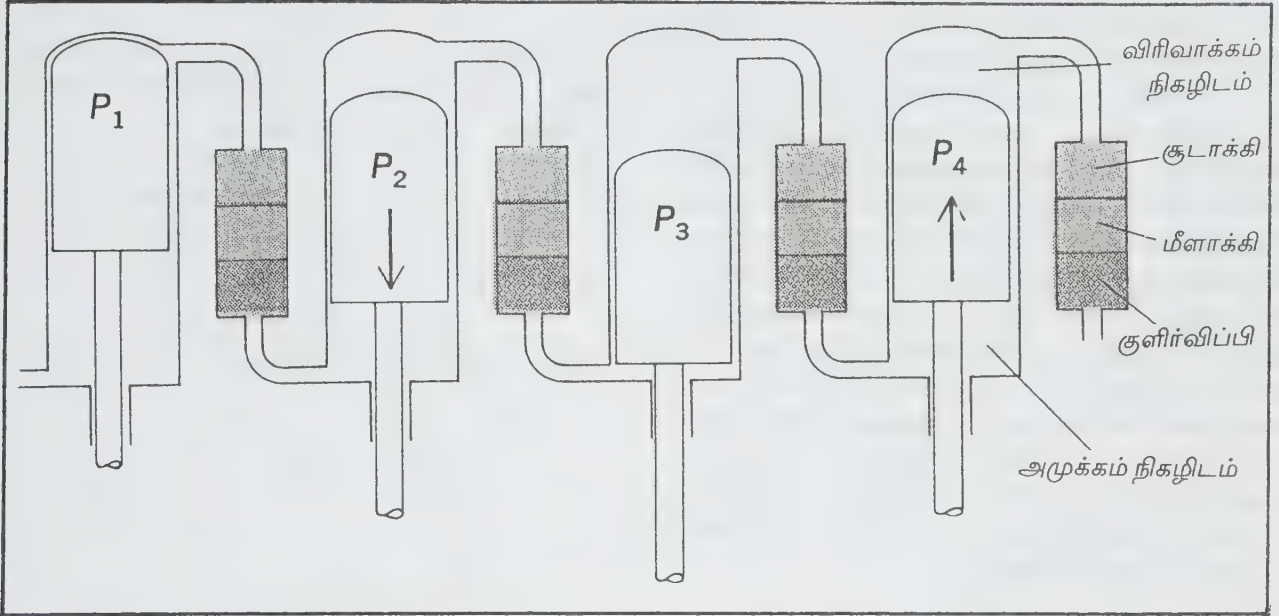
பல எரிபொருளை பயன்படுத்திக்கொள்ள

இயலும் வகையில் ஸ்டீர்லிங் எந்திரம் அமைந்துள்ளது. இது பணிபுரிய சூடான வளிமம் தேவைப்படுகிறது. ஆகவே மற்றத் தேவைகளிலிருந்து ஒதுக்கப்பட்ட எரிபொருளிலிருந்து, கதிரியக்க (radioactive) எரிபொருள் வரை அனைத்து எரிபொருள்களையும் பயன்படுத்திக்கொள்ளலாம்.

வெளிவிடும் வெளிப்படு வளிமம் மிகவும் குறைவானது. ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தின் அதிகமான வெப்பத்தின், டீசல் மற்றும் பெட்ரோல் எந்திரங்களைக் காட்டிலும் அதிகமாகும். இது பயன்படு வளிமத்தின் அழுத்தம் 112 கிலோ/செ.மீ² நிலையில், 3000°C வெப்பநிலையில் 44% ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தில் நிலவுகிறது. டீசல் எந்திரத்திலோ 41% தான் உள்ளது. வெளிப்படும் ஆற்றல்/ உள்ளிழுக்கும் 1 லி. கன அளவு விகிதம் ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தில் அதிகமாகும். மென்மையான சப்தமற்ற செயல்முறை ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தில் கிடைக்கிறது. வெளிப்புறத்தில் எரிபொருள் எரிக்கப்படுவதால் தொடர்ந்த எரிப்பும், எரிந்த வளிமங்களின் தொடர்ந்த வெளியேற்றமும் நடைபெறுகிறது.

எந்திரத்தின் பல்வேறு பாகங்களும் சீரான வெப்பநிலையில் பாதுகாக்கப்படுவதால், மிகு பளு பிரச்சினை உருவாவதில்லை. எந்திரத்தை தொடக்குவதில் எந்தப் பிரச்சினையும் இருப்பதில்லை. ஏனெனில் தொடக்குவது என்பது எரிக்கும் முறை ஒன்றை மட்டும் சார்ந்திருப்பதால், இது மிகவும் ஏற்றதாக அமைந்துள்ளது. மாறுபாட்டிற்குரிய தன்மையும் அதிகம். உயவு எண்ணெய் தேவையில்லை.

ஸ்டீர்லிங் எந்திரத்தின் தீமைகள். ரோம்பிக் ஓட்டம், குளிர்விப்பான், சூடாக்கும் பகுதி குளிர்ண்டும் பகுதி ஆகியவை அமைப்பில் உள்ளதால், இவ்வகை எந்திரத்தின் வடிவமைப்பு பலவிதமான சிக்கல்களைக் கொண்டிருக்கும். இதில் மிகவும் அதிகமான அளவிலான குளிர்ண்டும் நீர் தேவைப்படுகிறது. இதனால் பயன்படுத்தும் கதிர்வீசிக் குளிர்விப்பானின் அளவும் அதிகரிக்கும். முன்சூடாக்கலுக்கும், கனற்பொறி இடத்திற்கும் காற்றை ஊதுவதற்கும் ஊதுலை தேவைப்படுகிறது. இது எந்திரத்தின்



இருசெயல் முறையின் அடிப்படை

திறனைக் குறைத்து, சப்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. மிகவும் முக்கியமாக, இன்றைய விலையை ஒப்பிட்டால் இவ்வகை ஸ்டீர்லிங் எந்திரங்கள் மிகவும் காலத்திற்கு ஒவ்வாத ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது.

வி. சண்முகசுந்தரம்

துணைநூல். M.L. Mathur, R.P. Sharma, A Course in Internal Combustion Engines.

ஸ்டில்பைட்

இது ஒரு சிலிக்கேட் கனிமம். இது சியோலைட்(zeolite) இனத்தைச் சேர்ந்தது. இது நீர் கலந்த சோடியம் மற்றும் கால்சியம் உடைய அலுமினிய சிலிக்கேட் ($\text{NaCa}_2\text{A}_{15}\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) ஆகும். இக்கனிமம் ஒரு சாயத்தொகுதியினைச் சேர்ந்தது. இது முக மைய அணுக்கோப்பினை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் இரண்டு கூட்டணுக்கள் இருக்கின்றன. இதனுடைய அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் முன்பின்னாக 13.63, பக்கவாட்டத்தில் 18.17; கீழ்மேல் வாட்டத்தில் 11.31 ஆக இருக்கிறது. இதன் படிச

அச்சுக்களுக்கு இடையேயுள்ள கோணம் (β) 12910° ஆகும்.

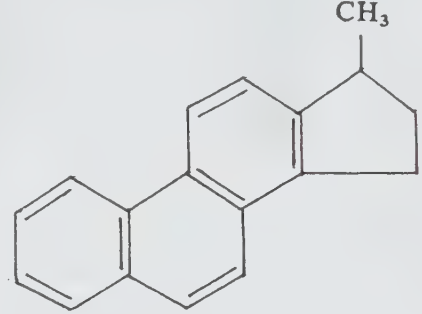
ஸ்டில்பைட் படிகங்கள் ஊடுருவிய இரட்டுறல் அடைந்து சிலுவைபோன்று இருக்கின்றன. இரட்டுறல் அடைந்த படிகங்கள் சற்றே இணையாக அமைந்து வைக்கோல் கட்டு போன்று இருக்கக் காணலாம். இக்கனிமம் விரிந்தும், திண்மங்களாகவும், தட்டையாகவும், குமிழ்களாகவும், கோளங்களாகவும் காணப்படும். இதில் (010) கனிமப்பிளவு நன்றாக உள்ளது; (100) கனிமப்பிளவு தெளிவின்றி காணப்படும். இதன் கடுமை 3.5-4; ஒப்படர்த்தி 2.09-2.20 ஸ்டில்பைட் வெள்ளை, சாம்பல்நிறம், மஞ்சள், சிவப்பு, ஆரஞ்சு அல்லது சருகின்நிறம் உடையது. இதில் பளிங்கு-மிளிர்வு காணப்படும்; கனிமப்பிளவுத்தளங்களில் முத்து-மிளிர்வு உடையது. இதன் தூள் நிறமற்றது. இது சீரற்ற-முறிவு உடையது; நொறுங்கக்கூடியது. ஒளிபுகும் அல்லது ஒளி கசியும் தன்மையுடையது.

ஸ்டில்பைட் இரண்டு ஒளி அச்சுக்களை உடையது. ஒளி அச்சுத்தளம் (010) தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும். ஒளி அச்சுக்கோணம் ($2v$) $30^\circ - 49^\circ$ இருக்கும். இது எதிர்மறை ஒளிக்குறி

உடையது. இதில் மறைவு கோணம் (x°) 5° இருக்கும். இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் 1.484-1500;

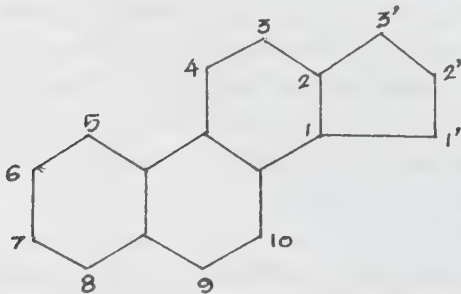
ஸ்டில்பைட் பசால்ட், ஆன்டிசைட் முதலான எரிமலைப் பாறைகளில் புழை திணிப்புகளாகக் காணப்படும். இது வெப்ப நீர்ப்படிவுகளாக இருக்கின்றது. இது கிரானைட்-பெக்மடைட்டுகளிலும், மாற்றுருப் பாறைகளிலும் கிடைக்கின்றது. ஸ்டில்பைட்டு சில வெப்ப ஊற்றுப்படிவுகளிலும் காணப்படுகிறது. இது ஸ்காட்லாந்து, நார்வே, சவிட்சர்லாந்து, இத்தாலி, ஜெர்மனி, செக்கோஸ்லோவேக்கியா, போலந்து, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் கிடைக்கின்றது. ஸ்டில்பைட் இந்தியாவில் புனேவை சுற்றிலுமுள்ள பகுதிகளில் 'டென்கான்-டி ரேப்' என்னும் எரிமலைப் பாறைகளில் பெரிதும் காணப்படுகின்றது.

செலினியம் சேர்த்து 360°C வெப்பப்படுத்தி ஹைட்ரஜன் நீக்கம் செய்யும்போது எல்லா ஸ்டிராய்டுகளும் டில்ஸ் ஹைட்ரோகார்பனைத் தருகின்றன.



ஸ்டிராய்டுகள்

இவை விலங்குகளிலும், தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்ற சேர்மங்களாகும். இவற்றின் அமைப்பில் 1, 2-சைக்ளோபெண்டினோ பெர் ஹைட்ரோ ஃபினாந்திரீன் உட்கரு உள்ளது. ஸ்டிராய்டுகள், வைட்டமின் ஜி பித்த நீர், இனப்பெருக்கத்திற்கு காரணமான ஹார்மோன்கள், நாளமில்லா சுரப்பி சுரக்கும் ஹார்மோன்கள், சில அல்கலாய்டுகள் ஆகியவை ஸ்டிராய்டு வகையைச் சேர்ந்தவை.



1:2- சைக்ளோபெண்டினோ பெர் ஹைட்ரோஃபினாந்திரீன்

ஸ்டிராய்டுகள்.

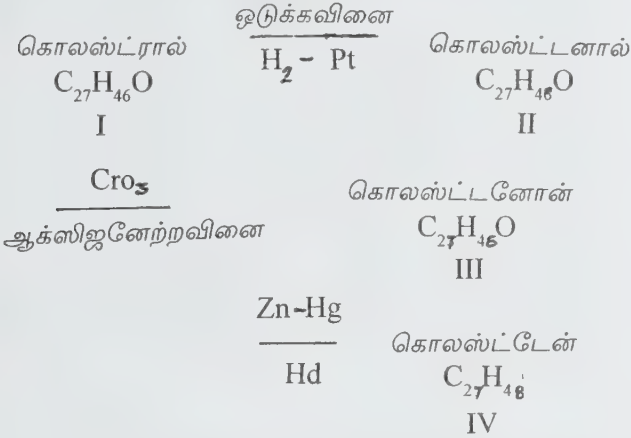
இவை விலங்கு, தாவர எண்ணெய் கொழுப்புகளில் காணப்படும். ஈரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதியை உடைய திண்மப் பொருளாகும். மற்ற ஆல்கஹால்களைப் போலல்லாமல் திண்ம நிலையில் காணப்படுவதால் இவற்றிற்கு இப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இவற்றை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். கொலஸ்ட்ரால், கொலஸ்ட்ரால் போன்ற விலங்குகளிலிருந்து கிடைப்பவற்றை ஸ்டிரால்கள் என்றும், தாவரங்களிலிருந்து கிடைக்கும் ஸ்டிக்மாஸ்ட்ரால் போன்றவற்றை ஃபைட்டோஸ்ட்ரால்கள் என்றும் ஈஸ்ட், காளான்களிலிருந்து பெறப்படும் எர்கோஸ்டிரால், வைட்டமின் டி ஆகியவை மைக்கோஸ்டிரால்கள் என்றும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

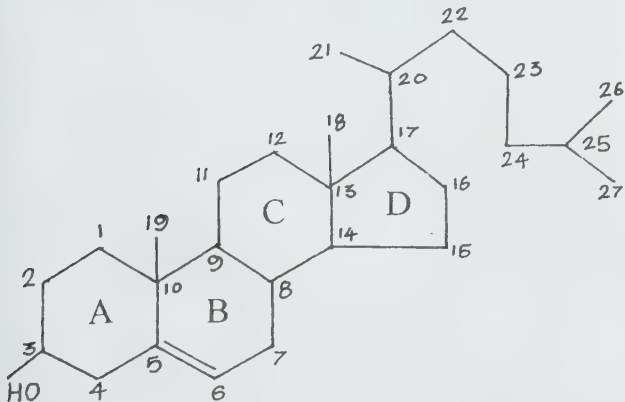
கொலஸ்ட்ரால்.

இது கொழுப்பு அமிலமாகவோ எஸ்ட்டராகவோ காணப்படுகிறது. மூளை, முதுகெலும்பு, மீன் எண்ணெய் போன்றவற்றில் இது அதிக அளவில் காணப்படுகிறது. இது முதன் முதலில் மனிதனின் பித்தப்பையில் ஏடாக படிந்திருந்ததிலிருந்து ஓர் பிரித்தெடுத்ததால் இதற்கு இப்பெயர் வழங்கப்படுகிறது.

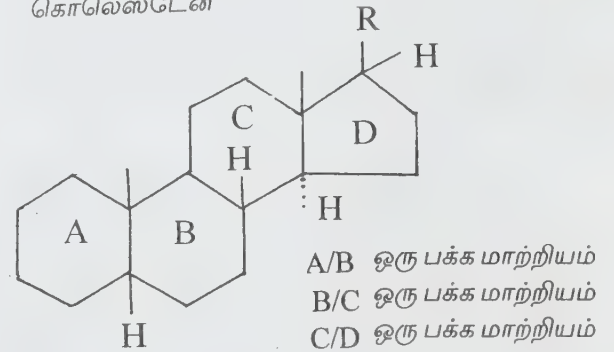
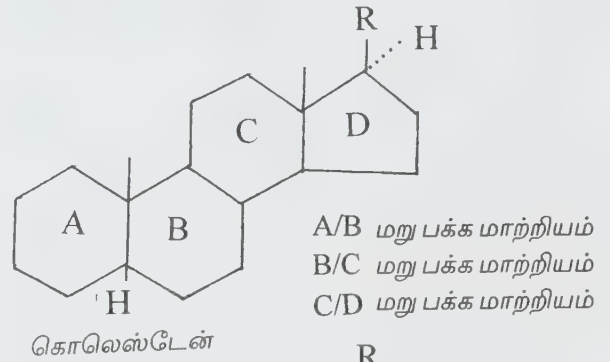
வடிவமைப்பு. மூலக்கூறு வாய்பாடு, $C_{27}H_{46}O$; இது அசெட்டைல் ஏற்றமடையும்பொழுது மோனோ அசெட்டேம் பெறுதியைத் தருவதிலிருந்து இதில் ஒரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இருப்பது தெரிகிறது. இரண்டு புரோமின் அணுக்களுடன் இது சேருவதால் இதில் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு இருப்பது தெரிகிறது.



மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள வினையிலிருந்து கொலஸ்ட்ராவில் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு, ஓர் ஈரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதி இருப்பது விளங்குகிறது. மேலும் கொலஸ்ட்டேன் உண்டாவதிலிருந்து இது நான்கு வளையங்களை உடைய ஆல்கஹால் என்பது புலனாகிறது. கொலஸ்ட்ராவின் பண்புகளை ஆய்வு செய்து அதற்கு பின்வரும் வடிவமைப்பு தரப்பட்டுள்ளது. இவ் வடிவமைப்பு, தொகுப்பு முறையின் மூலம் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது.

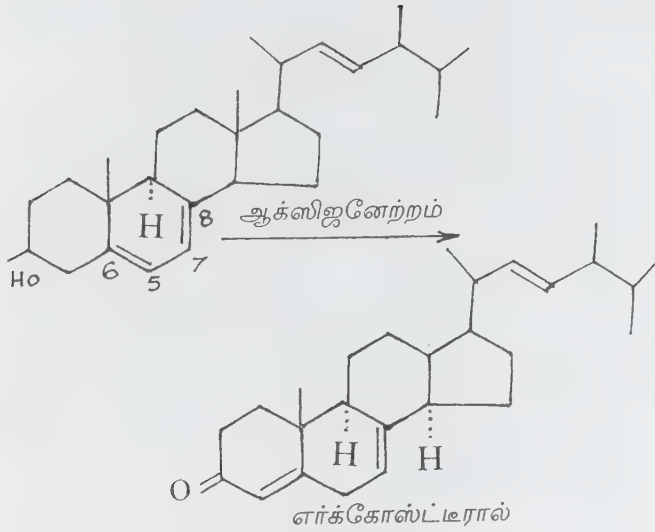


ஸ்டிராய்டுகளின் ஒளியியல் வேதியியல். ஒரு நிறைவுற்ற ஸ்டிராலின் வடிவமைப்பை உற்றுநோக்கும்போது, அதில் 9 சீர்மையற்ற கார்பன் அணுக்கள் இருப்பது தெரிகிறது. ஆகவே $2^{(2^9 = 512)}$ வாய்பாட்டின்படி இதில் 512 ஒளி சுழற்றும் மாற்றியங்கள் உள்ளன. வளைய பிணைப்புகள் ஒரு பக்க அல்லது மறுபக்க முறையில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஸ்டிராய்டு மூலக்கூறு தட்டையாக இருப்பதால் எப்பொழுதும் மறு பக்க வகையில் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.



எர்க்கோஸ்டீரால் $C_{28}H_{44}O$. இது விலங்குகள், தாவரங்கள், ஈஸ்ட்டுகளில் காணப்படுகின்றன. இதனுடைய பண்புகளிலிருந்து இதில் ஒரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதியும், மூன்று இரட்டைப் பிணைப்புகளும் இருப்பது தெரிகிறது. எர்க்கோஸ்டீராலுக்கும் கொலஸ்ட்ராலுக்கும் ஒரே வகை உட்கரு இருப்பது அதன் வினைகளிலிருந்து தெளிவாகிறது.

எர்க்கோஸ்டீரலை அலுமினியம் t-பியூட்டாக்சைடு அசெட்டோன் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்யும்போது α, β -



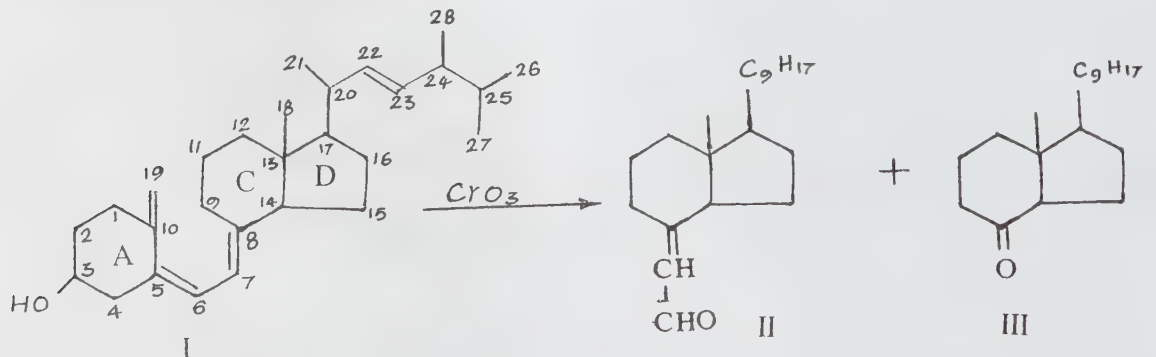
நிறைவுறாத கீட்டோன் கிடைக்கிறது. இந்த வினை நடைபெறும்போது 5,6 இடத்திலுள்ள இரட்டைப் பிணைப்பு 4,5 இடத்திற்கு மாற்றப்படுகிறது. 5,6 இடத்திலுள்ள இரட்டை பிணைப்பிற்கு ஒன்றுவிட்ட இடத்தில் இருப்பதற்கு அடுத்த இரட்டைப் பிணைப்பு 7,8 இடத்தில் இருக்க வேண்டுமென்பது தெரிகிறது. ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்பு, β-வளையத்தில் இருக்க வேண்டும். இந்த ஆக்சிஜனேற்ற வினையைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.

வைட்டமின் D. இது எலும்பு உறுதியடைவதற்குத் தேவையான ஒரு பொருளாகும். மேலும் கால்சியம், பாஸ்பரஸ் போன்றவற்றை உடலில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்கிறது. புறஊதா நிற நிரலின் மூலம் ஸ்டிரால் பகுதியில் ஒரு வீரியம் வாய்ந்த பொருள் இருப்பது கண்டறியப்பட்டது. மருத்துவ ஆராய்ச்சிக் குழுவினர் அந்தச் சேர்மத்திற்குக்

கால்சியம்பெரால் என்று பெயரிட்டனர். வேதிக் கழகம் அதற்கு எர்க்கோ கால்சியம்பெரால் என்று பெயரிட்டது.

எர்க்கோகால்சியம்பெரால் படிக வடிவுள்ள திண்மமாகும். உருகுநிலை 115-117°C எர்க்கோ கால்சியம்பெராலிலுள்ள ஆக்சிஜன் ஹைட்ராக்சில் தொகுதியாக இருக்கிறது. இது ஆக்சிஜனேற்றமடையும்போது கீட்டோனைத் தருவதால், ஹைட்ராக்சில் தொகுதி ஈரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதி என்பது தெளிவாகிறது. எர்க்கோகால்சியம்பெரால் ஓசோனேற்றம் செய்யும்போது மற்ற வினைபொருள்களுடன் மெத்தில் ஐசோ புரோப்பைல் அசெட்டால்டிஹைடைத் தருகிறது. ஆகவே இதிலுள்ள பக்க சங்கிலித் தொடர் எர்க்கோஸ்டீராலிலுள்ள சங்கிலித் தொடர் என்பது விளங்குகிறது.

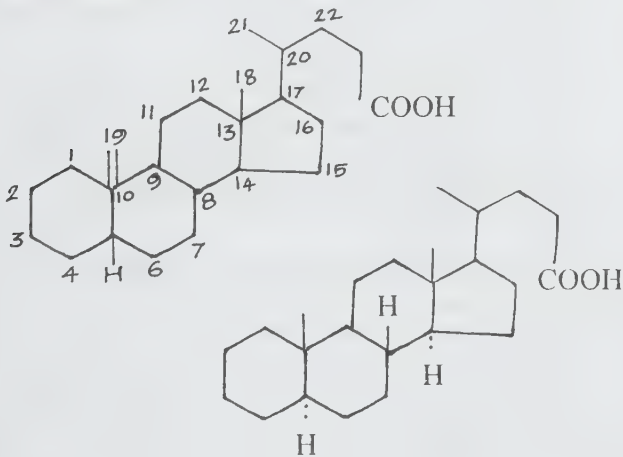
வினையூக்கி முன்னிலையில் ஹைட்ரஜனேற்றமடையச் செய்யும்போது ஆக்டா ஹைட்ரோ எர்க்கோ கால்சியம்பெரால் கிடைக்கிறது. ஆகவே இந்தச் சேர்மத்தில் நான்கு இரட்டைப் பிணைப்புகள் இருப்பது தெரிகிறது. எர்க்கோ கால்சியம்பெராலின் மூல ஹைட்ரோகார்பன் $C_{28}H_{52}O$. இந்த மூலக்கூறில் மூன்று வளையம் இருப்பது இதன் பொது வாய்பாடிருந்து தெரிகிறது. எர்க்கோகால்சியம்பெரால் செலினியம் வைத்துக் காய்ச்சி வடிக்கும்பொழுது டில்ஸ் ஹைட்ரோகார்பனைத் தருவதில்லை. இந்தக் கருத்திலிருந்து எர்க்கோகால்சியம்பெராலில் எர்க்கோஸ்டிரால் மாதிரி நான்கு வளையங்கள் இல்லை



என்பது புலனாகிறது. வடிவமைப்பு I எர்க்கோகால்சிடீபெராலின் பண்புகளை விளக்குகிறது. சேர்மம் II இன் செமி கார்ப்சோன் பெறுதியின் உறிஞ்சி நிறமாலை α, β நிறைவுறாத ஆல்டிஹைடுக்குரியதாகும். சேர்மம் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையும், அதில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இல்லாததும் சேர்மம் II இன் வளையம் இல்லை என்பது உணர்த்துகிறது.

ஸ்டிக்மாஸ்ரீரால். இது தாவரங்களில் தனி சேர்மமாகவோ கிளைகோஸைடாகவோ காணப்படுகிறது. இது முக்கியமாகச் சோயாபீன்சில் காணப்படுகிறது. இதில் ஒரு ஹைட்ராக்சில் தொகுதியும், இரட்டைப் பிணைப்பும் உள்ளது. செலினியம் சேர்த்து காய்ச்சி வடிக்கும்போது டீல்ஸ் ஹைட்ரோகார்பனைத் தருகிறது. ஓசோனேற்றம் செய்து நீராற்பகுக்கும்போது எத்தில் ஐசோபுரோபைல் அசெட்டால்டிஹைடைத் தருவதிலிருந்து அதன் பக்கத்தொடர் அமைப்பைப் பற்றி விளக்கம் கிடைக்கிறது.

பித்த நீர். கல்லீரல் மஞ்சள் நிறமான கொழு கொழப்பான பித்தம் என்னும் நீர்மத்தைச் சுரந்து பித்தப் பையில் சேகரித்து வைக்கிறது. இது செரிமானத்திற்குப் பயன்படுகிறது. பைகார்பனேட், குளோரைடு, சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற கனிமப் பொருள்களையும் கொலஸ்ட்ரால், கொழுப்பு அமிலங்கள், லிப்பிடுகள், பித்த நீருக்கு நிறமூட்டும் பொருட்கள் போன்ற கரிமச் சேர்மங்களையும் கொண்டுள்ளது.



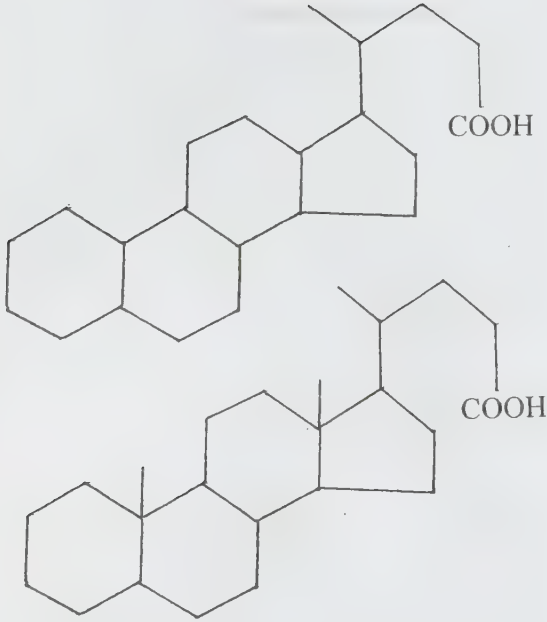
கொலோனிக் அமிலம், அல்லோகொலோனிக் அமிலம். இயற்கையில் 12 வகை பித்தநீர்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் அதிகமாக மனிதனின் பித்தப்பையில் காணப்படும் கோலிக் அமிலம் (25-60%), டீஆக்சிகோலிக் அமிலம் (5-25%), சென்னோ டீஆக்சிகோலிக் அமிலம் (30-50%) ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை, இடம் ஆகியவற்றில் மட்டும் தான் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

இதுவரையிலும் ஆய்வு நடத்தப்பட்ட பித்த அமிலங்களின் அட்டவணை.

அமிலத்தின் பெயர்	வாய்பாடு இடமும் வடிவமும்	தொகுதிகள்	கிடைக்கும் இடம்
1. மோனோ ஹைட்ராக்சி கொலானிக் அமிலம் அ) லித்தோகோலிக் அமிலம்	$C_{22}H_{42}(OH)COOH$	3α	மனிதன் காளமார்டு
2. டைஹைட்ராக்சி கொலானிக் அமிலம் அ) டீஆக்சிகோலிக் அமிலம் ஆ) சென்னோ டீஆக்சிகோலிக் அமிலம் இ) ஹைட்ராக்சி கோலிக் அமிலம்	$C_{22}H_{38}(OH)_2COOH$	3α 12α 3α 7α 12α	மனிதன் மனிதன் மனிதன் காளமார்டு நாய் பன்றி
3. டிரைஹைட்ராக்சி கொலானிக் அமிலம் அ) கோலிக் அமிலம்	$C_{22}H_{36}(OH)_3COOH$		மனிதன், காளமார்டு

பித்த அமிலம் அல்லது பித்த நீரைப் பிரித்தெடுத்தல். பித்த அமிலங்கள் பிணைக்கப்பட்டுள்ள பெப்டைடு பிணைப்பு காரக் கரைசலினால் நீராற் பகுக்கப்படுகிறது. இந்தக் கரைசலிலிருந்து கரிம கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்தி படிக்கமாக்கி முறைப்படி பிரித்தெடுக்கலாம்.

கொலஸ்ட்ராலும், பித்த அமிலமும் பக்கத் தொடரில் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. எ-டு: 1) கொலஸ்ட்ரால் ஆக்சிஜனேற்றமடையும் போது அசெட்டோனைத் தருகின்றது. ஆனால், பித்த அமிலங்கள் அசெட்டோனைத் தருவதில்லை. 2) பார்பியர் - வீலேண்டு சிதைவு மூலம் பித்த அமில



வளையம் உள்ள பக்கத் தொடர் கொண்டிருப்பதை மெய்ப்பித்தது.

பித்த அமிலங்களின் முக்கியமான செயல்கள்.

கொழுப்புகள் செரிப்பதற்கு பயன்படுகின்றது; கொலஸ்ட்ரால் எஸ்ட்ரியேஸ் என்ற நொதியின் வீரியத்தன்மையை அதிகரிக்கிறது; கொலஸ்ட்ரால், கொழுப்பில் கரையும் வைட்டமின்கள் ஆகியவற்றுடன் நீரில் கரையும் அணைவுச் சேர்மத்தை உண்டுபண்ணி இவற்றை உறிஞ்சுவதற்கு உதவி செய்கிறது; கொலஸ்ட்ராலைக் கரைசல்; நிலையில் வைப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. பித்த நீருக்கும், கொலஸ்ட்ராலுக்கும் உள்ள விகிதம் குறிப்பிட்ட அளவைவிடக் குறைந்தால் கொலஸ்ட்ரால் வீழ்ப்படிவாகி பித்தப்பை, கல்லீரல் ஆகியவற்றில் கல் உண்டாகிறது.

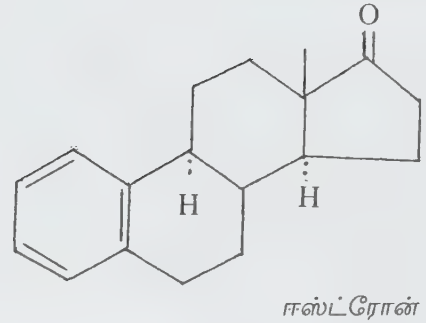
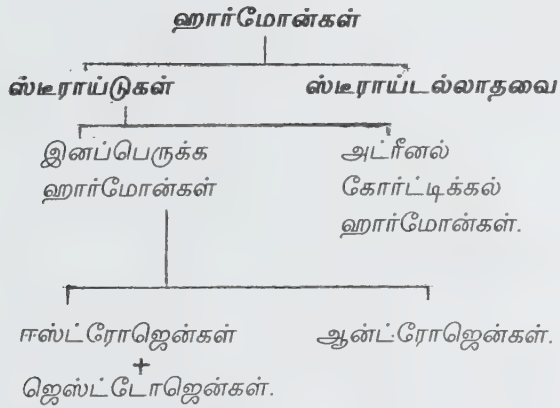
இனப்பெருக்கத்திற்கு உதவும் ஹார்மோன்கள். இந்த ஹார்மோன்கள் ஆண், பெண் இவர்களின் இனப்பெருக்கத்திற்கு உரிய விந்தகம், சினைப்பைகளில் காணப்படுகின்றன. பிட்யூட்டரி சுரப்பிக்கு அடியிலுள்ள உருண்டையான பகுதியிலிருந்து சுரக்கும் ஒருவகை ஹார்மோன்கள் இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படும் ஹார்மோன்களின் வீரியத் தன்மையைத் தூண்டுகிறது. பிட்யூட்டரி சுரப்பிக்கு அடியிலுள்ள பகுதியை மிருகங்களில் நீக்கும்பொழுது அதன் இனப்பெருக்கத்

தன்மை குறைவதையும் மீண்டும் அப்பகுதியை இணைத்த பின் இனப்பெருக்கும் தன்மை அதிகரிப்பதும், நடைமுறையில் மெய்பிக்கப்பட்டது. இதனால் இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படும் ஹார்மோன்களை இரண்டாம்நிலை இனப்பெருக்க ஹார்மோன்கள் என்றும், இந்த வீரியத்தைத் தூண்டு தன்மையுடைய ஹார்மோன்கள் முதன்மைநிலை இனப்பெருக்கக் ஹார்மோன்கள் என்றும் குறிக்கப்படுகிறது.

இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படும் ஹார்மோன்கள் மூன்று வகைப்படும். ஈஸ்ட்ரோஜென்கள், ஜெஸ்ட்ரோஜென்கள், ஆன்ட்ரோஜென்கள். ஈஸ்ட்ரோஜென்களில் ஈஸ்ட்ரோடையால், ஈஸ்ட்ரோஜென்களில் ஈஸ்டிரியால் போன்ற ஹார்மோன்கள் உள்ளன. ஜெஸ்ட்டோஜென்னில் புரோஜெஸ்ட்ரான் என்ற ஹார்மோனும், ஆன்ட்ரோஜென்னில் டெஸ்ட்டோஸ்டிரான் ஆன்ட்ரோஸ்டிரானும் உள்ளன. பெண்ணின் இனவிருத்தி சுரப்பியில் ஈஸ்ட்ரோடையால், புரோஜெஸ்ட்ரான் போன்ற இரண்டு ஹார்மோன்கள் சுரக்கப்படுகின்றன. ஆண் இனவிருத்தி சுரப்பியில் டெஸ்ட்டெரோன் என்ற முக்கியமான ஹார்மோன் சுரக்கப்படுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்வதற்கு இந்த ஹார்மோன் சுரக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்வதற்கு இந்த ஹார்மோன்கள் சிறிதளவே தேவைப்படுகிறது. இவ்வித ஹார்மோன்கள் குறைபாட்டினால் ஏற்படும் நோயை இந்த ஹார்மோன்களை உடம்பில் செலுத்துவதன் மூலம் போக்கலாம்.

சுமாராக 60 ஹார்மோன்கள் இருப்பதாகத் தெரிய வந்துள்ளது. இவற்றில் முப்பதுக்கு மேற்பட்ட ஹார்மோன்கள் ஸ்டிராய்டுகள் ஆகும். மற்றவை ஸ்டிராய்டுகள் அல்லாத ஹார்மோன்களாகும்.

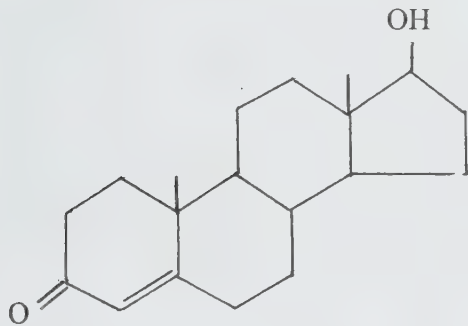
இந்த வகைப்படுத்துதலைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடலாம்.



வினையில் ஈடுபடுவதிலிருந்து ஃபீனாலிக் ஹைட்ராக்சைடு தொகுதி இருப்பதும், துத்தநாகம் வைத்து காய்ச்சி வடிக்கும்போது கிரைசீன் தருவதிலிருந்து ஈஸ்ட்ரோன் ஸ்டீராய்டை ஒத்தது என்பதும் தெரிகின்றது.

ஆண்ட்ரோஜென்கள். பியூட்டென் ஆண்ட் குழுவினரால் 1931ஆம் ஆண்டு 15,000 வி. ஆணின் சிறுநீரிலிருந்து 15 மி.கி. ஆண்ட்ரோஜென் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது.

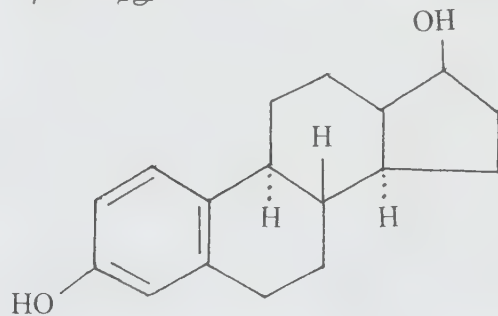
டெஸ்ட்டோஸ்டீரோன். ஆய்வுகளின் மூலம் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பும், ஈரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதியும், 4 வளையங்களும் இருப்பது தெரிகிறது. இது காரத்தினால் பாதிக்கப்படுவதாலும், α,β-புற ஊதா நிறமாலையிலிருந்தும் நிறைவுறாத கீட்டோ தொகுதி இருப்பது தெரிகிறது. உருகுநிலை 155°C.

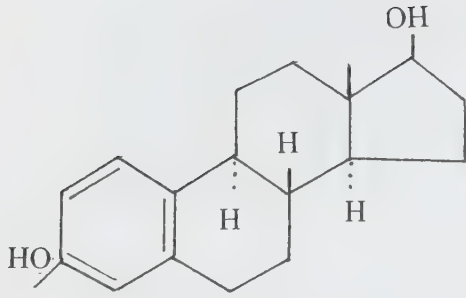


ஈஸ்ட்ரோஜென்கள் (C₁₈H₂₂O₂). பியூட்டென், டாய்சி என்பவர்கள் தனித்தனியே ஈஸ்ட்ரோன் என்னும் ஹார்மோனை மகப்பேறு மகளிரின் சிறுநீரிலிருந்து பிரித்து எடுத்தனர்.

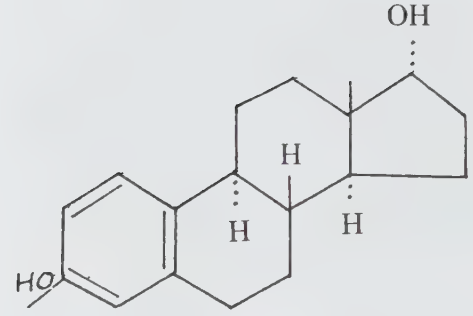
ஈஸ்ட்ரோன் ஆக்ஸைம் பெறுதியைத் தருவதிலிருந்து ஒரு கீட்டோ தொகுதி இருப்பதும், மோனோ அசெட்டேட் உண்டு பண்ணுவதிலிருந்து ஒரு ஹைட்ராக்சைடு தொகுதி இருப்பதும், காரக்கரைசலில் டைஅசோனியம் உப்புடன் இணைப்பு

ஈஸ்ட்டிரியால் (C₁₈H₂₄O₃). உருகுநிலை 281°C. இது மகப்பேறு மகளிரின் சிறுநீரிலிருந்து மாரியன் என்பவரால் 1930இல் பிரித்து எடுக்கப்பட்டது. ஈஸ்ட்டிரியால் டிரை அசெட்டேட் உண்டு பண்ணுவதிலிருந்து அதில் 3 ஹைட்ராக்சைடு தொகுதிகள் இருப்பது தெரிகிறது. அதில் ஒன்று ஃபீனாலிக் ஹைட்ராக்சைடு தொகுதி என்று நிரூபிக்கப்பட்டது. மற்ற இரண்டு தொகுதிகளும் ஈரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதிகளாகும். ஏனென்றால் இச்சேர்மம் ஆக்சிஜனேற்றமடையும் போது டைகீட்டோனைத் தருகிறது. எக்ஸ்-கதிர் ஆய்வின் மூலம் இரண்டு OH - தொகுதிகளும் அடுத்தடுத்த இடத்தில் இருக்க வேண்டுமென்பது தெரிய வந்தது. ஈஸ்ட்டிரியாலை பொட்டாசியம் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபேட் சேர்த்து சூடுபடுத்தும் பொழுது ஒரு மூலக்கூறு நீர் நீக்கப்பட்டு ஈஸ்ட்ரோன் உண்டாகிறது. இதிலிருந்து ஈஸ்ட்டிரியாலுக்கும் ஈஸ்ட்ரோன் போல ஒத்த கார்பன் அமைப்பு இருக்க வேண்டுமென்பது புலனாகிறது.

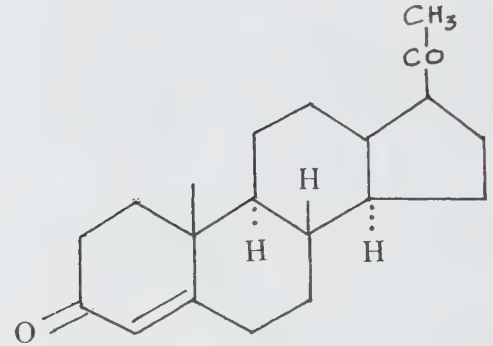
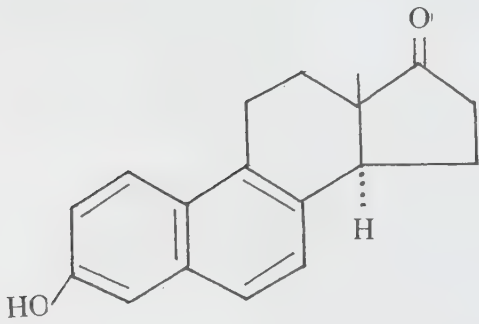




α - ஈஸ்ட்ராமைடால்.



β - ஈஸ்ட்ராடையால்.



ஈக்குயூலெனின் $C_{21}H_{36}$. இச்சேர்மத்தின் மூல ஹைட்ரோகார்பன் C_nH_{2n-6} என்ற பொதுவான வாய்பாடின் அடிப்படையிலிருப்பதால் இது 4 வளையங்களைக் கொண்டுள்ளது என்பதும், X-கதிர் ஆய்வின் மூலம் ஸ்டிராய்டு உட்கரு இருப்பதும் தெரிகிறது. இது ஸ்டீர்க்மாஸ்டிரால், கொலஸ்ட்ராலிருந்து தயாரிப்பதிலிருந்து இதன் வடிவமைப்பு உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. இதன் உறிஞ்சு நிறமாலையிலிருந்து இது நிறைவுறாத கீட்டோன் என்பதும் விளங்குகிறது.

ஸ்டிராய்டு கிளைகோசைடுகளும் ஆல்கலாய்டுகளும். சில ஸ்டிராய்டுகள் சர்க்கரை தொகுதியுடன் இணைந்து கிளைகோசைடாகக் காணப்படுகிறது. சில ஸ்டிராய்டு சேர்மங்கள் விலங்கு, மனிதர்களின் இதயத் தசைகளின் மேல் தீவிரமான விளைவுகளை உண்டு பண்ணக்கூடியவை. சிறிதளவு ஸ்டிராய்டு பழுதுபட்ட இதயத்திற்கு நன்மை

விளைவிக்கும். ஆனால் அதிக அளவு இதயத்தை சுருக்கமடையச் செய்வதால் மரணத்தை விளைவிக்கும். இந்த மாதிரி ஸ்டிராய்டுகள் தாவரங்களில் கிளைகோசைடுகளாகக் காணப்படுகின்றன. ஆகவே இவற்றை இதய கிளைகோசைடு அல்லது இதய நச்சு என்று கூறுவர். நீராற் பகுக்கப்படும்போது இவை சர்க்கரைத் தொகுதியாகவும், ஒரு ஸ்டிராய்டு அகிளைகோசைடாகவும் பிரிகின்றது.

ஐபோசயனேசி, வில்லியேசி, மொராசி போன்ற வகுப்பைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் விதைகள், இலைகள், தண்டுகள், வேர்கள், மரப்பட்டைகள் ஆகிய பகுதிகளில் இந்தக் கிளைகோசைடுகள் காணப்படுகின்றன. கடல் வெங்காயம், டிஜிடோலிஸ்பர்பூரியா போன்ற தாவரங்களிலும் இவை காணப்படுகின்றன.

கிளைகோசைடின் பெயர்	கிடைக்குமிடம்	அகிளைகோள் அல்லது ஜெனின்களின் பெயர்
டிஜிட்டாக்கின்	டிஜிட்டாலில் பர்ஃபூரியா	டிஜிட்டாக்கின் ஜெனின்.
ஜிட்டாக்கின்	டிஜிட்டாலில் பர்ஃபூரியா	ஜிட்டாக்கிரஜனின்
டிக்காக்கின்	டிஜிட்டாலில் லானட்டா	டிஜிட்டாக்கிஜெனின்

தேரைத்தோல் நச்சு. தேரையின் தோலில் இருந்து கிடைக்கும் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த பொருளில் ஜெனின், ஸ்டீரால்கள் கொழுப்புகள் உள்ளன. சூபரிலார்ஜினான் என்னும் சேர்மம் தேரை நச்சுப் பொருளில் இருப்பதுதான் உடலில் அதன் செயலுக்குக் காரணம் ஆகும்.

ஜெனின் பெயர்	கிடைக்குமிடம்
மாரினோ ஃபூபாஜின்	ஃபூபா மாரினஸ்
ஃபூபோட்டாலின்	ஃபூபோவல்காரில்
சின்னோ ஃபூபாஜின்	ஃபூபோகார்கேலன்ஸ்

சப்போனின்கள். இவை தாவர கிளைகோசைடுகளாகும். இவை நீருடன் சோப்பைப் போல நுரை தருகின்றன. ஆகவே இவை அழுக்கை நீக்கும் பொருளாகப் பயன்படுகின்றன. சப்போனின்கள் நீராற்பகுக்கப்படும்போது குளுக்கோஸ், காலக்டோஸ், ராம்னோஸ் அல்லது சைலோஸ் போன்ற சர்க்கரை தொகுதிகளையும் ஒரு சர்க்கரையல்லாத அகிளைக்கோனையும் தருகிறது. இவை நுரைதரும் காரணியாகவும், தீயணைப்பதற்கும், மீன் நச்சுப் பொருளாகவும், மருந்துகளிலும் பயன்படுகிறது. தண்ணீரில் சப்போனின்கள் சேர்க்கும்பொழுது மீன்கள் இறந்துவிடும். ஆனால் மனிதவர்க்கம் அதை உட்கொள்ளும் பொழுது சப்போனின், நச்சுத் தன்மை உண்டுபண்ணுவதில்லை. ஆனால் இவற்றை நரம்பு வழியாக உள்ளே செலுத்தினால் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது.

ஸ்டீராய்டு அல்கலாய்டு. இவை சாலனேசி வகுப்பைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் கிளைகோசைடாகக் கிடைக்கிறது. உருளைக்கிழங்கிலிருந்து கிடைக்கும் சொலானைன் - செலாலானைன் - மிகவும் முக்கியமான

ஸ்டீராய்டு அல்கலாய்டுகளாகும். இவற்றை நீராற்பகுக்கும்பொழுது சர்க்கரை மூலக்கூறு அகிளைக்கோள் சொலானிடின் சொலானிடின் போன்ற சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன. சொலானிடனில் ஒரு கூடுதலான மூவிணைய ஹைட்ராக்ஸில் தொகுதி காணப்படுகின்றது. இரண்டு சேர்மங்களும் செலியனியம் வைத்து காய்ச்சி வடிக்கும்பொழுது டீல்ஸ் ஹைட்ரோகார்பன் தருகின்றன.

ஹோமோஸ்டீராய்டுகளும் நார்ஸ்டீராய்டுகளும்.

இவை தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கும் ஸ்டீராய்டுகளாகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் ஸ்டீராய்டுகளை போலல்லாமல் கார்பன் அமைப்பில் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது. எந்த வளையமாவது அளவில் பெரியதாக இருந்தால் அந்தச் சேர்மங்களை ஹோமோஸ்டீராய்டுகள் என்றும் அளவில் சிறிய வளையத்தை உடையவற்றை நார்ஸ்டீராய்டுகள் என்றும் கூறுகின்றனர்.

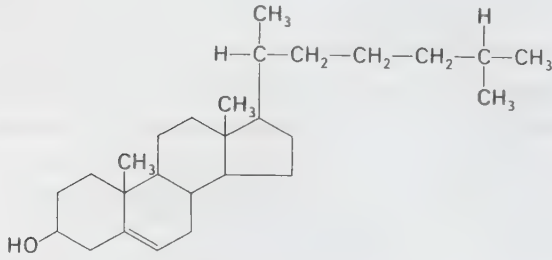
சாந்திபாய் மனோகரம்

ஸ்டீரால்

பெருமளவில் கிடைக்கப்பெறும் ஸ்டீராய்டுகளில் (steroids) ஸ்டீரால் வகைச் சேர்மங்கள் குறிப்பிடத் தகுந்தவையாகும். இவை வளைய பெண்டனோ பெர்ஹைட்ரோஃபினாந்தரீன் கருவில் 3வது கார்பனில் ஒரு ஹைட்ராக்ஸில் (OH) தொகுதியையும் 17-வது கார்பனில் அலிஃபாட்டிக் பக்கச் சங்கிலியையும் (aliphatic side chain) கொண்டுள்ளன. தாவரம், விலங்கு, ஈஸ்ட் (yeast) மற்றும் பூஞ்சை ஆகியவற்றிலிருந்து ஸ்டீரால்கள் பெறப்படுகின்றன. இவை மெழுக்குத்தன்மை கொண்ட நிறமற்ற திண்மங்கள் ஆகும். இவை பெரும்பாலான கரிமகரைப்பான்களில் கரைகின்றன; நீரில் கரைவதில்லை. இவை நிறைவுற்றவைகளாகவோ (saturated) அல்லது நிறைவுறாதவைகளாகவோ (unsaturated) உள்ளன. உயர் கொழுப்பு அமிலங்களுடன் (higher fatty acids) இணைந்த எஸ்ட்டர்களாக இவை இயற்கையில்

கிடைக்கின்றன. உயிர் வாழும் செல்களில் இவற்றின் செயல்கள் முழுமையாக அறியப்படவில்லை.

கொலஸ்டீரால் (cholesterol), எர்கோஸ்டீரால் (ergosterol), அட்ரினல் புறவளி ஸ்டீராய்டுகள் (adrenal cortex steroids), பித்தநீர் அமிலங்கள் (bile acids), எஸ்ட்ரோஜன்கள் (estrogens), ஆண்ட்ரோ ஜென்கள் (androgens) மற்றும் டிஜிடாக்சிஜெனின் (digitoxigenin) ஆகியவை ஸ்டீரால்களில் குறிப்பிடத்தகுந்தவை.



கொலஸ்டீரால்

விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்கள் உயிரியல் தொகுப்பு (biosynthesis) மூலமாக ஸ்டீரால்களை தயாரிக்கின்றன. கொழுப்புகளை செரிக்கச் செய்ய உதவும் முக்கியப் பொருளான பித்தநீர் அமிலங்கள் போன்ற ஸ்டீரால்களோடு தொடர்புடைய ஏனைய முக்கிய பொருள்கள் உண்டாவதற்குக் காரணமான முதற்பொருள்களாக (precursors) விலங்குகளில் ஸ்டீரால்கள் அமைகின்றன.

உடலில் பெருமளவு கொலஸ்டீரால் பித்தநீர் அமிலங்களாக மாற்றமடைகிறது. விலங்குத் திசுக்களில் கொலஸ்டீரால் ஆண் மற்றும் பெண் இன ஹார்மோன்களாக மாற்றமடைகிறது. உணவுகளிலிருந்து உறிஞ்சப்படாத ஸ்டீரால்கள், பாக்டீரியாக்களினால் கொலஸ்டீரால் ஒடுக்கமடைந்து கிடைத்த காப்ரோஸ்டெனாலும் (coprostanol) மற்றும் சிறிதளவு கொலஸ்டெனாலும் (cholestanol) ஆகியவை விலங்கு மலக் கழிவுப் பொருள்கள் மூலமாக வெளியேறுகின்றன. மனித பிளாஸ்மாவில் உள்ள மொத்த கொலஸ்டீரால் அளவு 100 மில்லி லிட்டரில் 200 மில்லி கிராம் ஆகும். கொலஸ்டீரால் அளவு இதைவிட அதிகமாக இருந்தால் இதய நோய்கள் (coro-

nary disease) வர வாய்ப்புகள் அதிகரிக்கும்.

பொ. சொக்கலிங்கம்

துணைநூல்கள். I.L. Finar, *Organic chemistry*, Vol.2, Fifth Edition, The English Language Book Society, 1982; *McGraw-Hill Encyclopedia of science and Technology*, Sixth Edition, McGraw-Hill Book company, New York, 1987.

ஸ்டீர் - லெவன்தால் நோயியம்

பெண்களிடையே காணப்படும் சூதகமின்மை (amenorrhoea) பல்வேறு காரணங்களால் உண்டாகிறது. 80 சதவிகித சூதகமின்மை இப்பெண்களின் உடலில் காணப்படும் அகச் சுரப்பாகிய ஈஸ்ட்ரோஜன் சுரக்காததாலேயே உண்டாகிறது. இதனால் முட்டை ஒவ்வொரு மாதமும் உண்டாவதில்லை. மருந்து கொடுக்க இந்நாட்பட்ட முட்டை தரிக்கா நிலை மாறும். புரோஜஸ்டீனான் கொடுக்க சூதகம் உண்டாக்கக்கூடிய அளவு ஈஸ்ட்ரோஜன் உண்டா இல்லையா என்பதையும் அறியவேண்டும். இந்நோயைக் குறித்து முதலில் கூறியவர்கள் ஸ்டீர் மற்றும் லெவன்தால் என்பவர்கள்.

ஸ்டீர் - லெவன்தால் கூட்டியத்தில் நோயாளிக்குப் பல சினைப் பைமுண்டுகளுடன் கூடிய முட்டைபை காணப்படுவதுடன் இவர்கள் மலட்டுத்தன்மை, ஆண்மைக்குரிய முடி வளர்ச்சி, உடல் அத்தீமமாகப் பெருத்தல்; சூதகமின்மை அல்லது மாதவிடாய்க் குறைவுடன் காணப்படும். இந்நோயாளிகளில் தானாகத் தோன்றும் சூதகம் எப்போது தொடங்கும், எவ்வளவு நாள் காணப்படும், எவ்வளவு இரத்தப் போக்கு உண்டாகும் என்று கூற முடியாததுடன், சிவசமயங்களில் கூடுதலாக இரத்தம் போவதுண்டு. இப்பாரம்பரிய நோய் X குரோமோசோம் வழியாய் தோன்றுகிறது.

முட்டைப் பையைப் பரிசோதிக்க, வெண்மை நிறத்துடன் பருத்த புறத்தோலுடனும் பல்வேறு பை முண்டுகளுடனும் காணப்படும். அட்ரினல் மற்றும்

முட்டைப்பையில் சுரக்கும் ஆண்டிரோஜன் அளவுகூட பெண்கள் உடல்பருக்கும். தலைபூப்பு காலா காலத்தில் எய்தினாலும் பின்வரும் தீட்டு எப்போது வரும் என்றோ எவ்வளவு நாள் காணும் என்றோ அறுதியிட்டுக் கூறமுடிவதில்லை. பிட்டியூட்டரி மற்றும் ஹைபோதலாமஸ் சரியாகத் தூண்டிவிடப்படாததால் (FSH) முட்டையகத்தில் உள்ள சுரப்புப் பகுதியை (follicles) தூண்டும் உட்சுரப்பு குறைவதாலும், (L.H) லுட்டினைசிங் அகச்சுரப்பு அதிகமாவதாலும் சூதக மின்மை இந்நோயாளிகளிடையே தோன்றுகிறது.

மருத்துவம். 1. முட்டையகத்தில் உண்டாகும் ஆண்டிரோஜனை குறைக்க, முட்டையகத்தின் பகுதியை வெட்டிக்களையலாம். கர்ப்பத்தை மாத்திரை கொடுக்கலாம். 2. எடைக் குறைப்பதன் மூலம் புற சுரப்பினால் கூடிய ஈஸ்டிரோஜனை குறைக்கலாம். 3. FSH சுரப்பைக் கூட்ட, குளோமிபென் சிட்ரேட் (clomiphene citrate) அல்லது H.M.G. மனித மாதவடைப்பு கோனடோடிரோபின் (Human

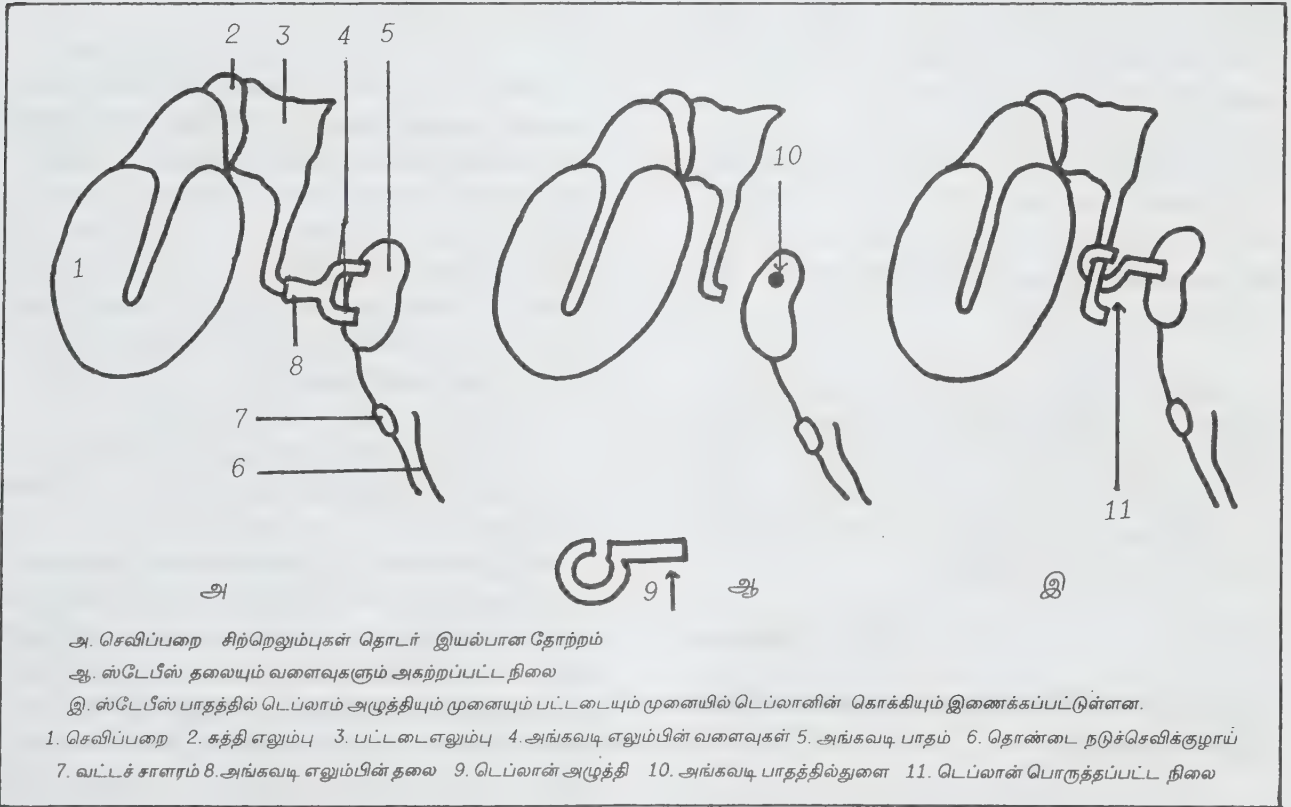
menopausal gonadotropin) கொடுக்கலாம்.

ம.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

ஸ்டேபிஸ் அகற்றல்

அங்கவடி எலும்பின் அடித்தகடு கடினமாவதால் கடத்தல் அல்லது செலுத்தலால் செவிடு உண்டாகிறது. காக்ளியா - நரம்புத்திறன் குறைவில்லாதிருந்தால் ஸ்டேபிஸ் (அங்கவடி) எலும்பை அகற்றி அதற்குப் பதிலாக டெப்லான் பிஸ்டன் இணைப்பது அறுவை சிகிச்சை முறை. இம்முறையில் கேட்கும் திறன் அதிகரிக்கும்.

அறுவை சிகிச்சை வெற்றிபெறக் காற்றுக்கடத்தல் குறை அளவு 70 டிபிக்கு அதிகமாகவோ எலும்பில்



கடத்தல் குறை 30 டிபிக்கு அதிகமாகவோ இருக்கக்கூடாது. மிக இளவயதில் வியாதி ஆரம்பித்திருந்தாலும் வெகுவிரைவாக வியாதி முற்றினாலும் சிகிச்சையின் பயனை நிச்சயமாகச் சொல்ல முடியாது. மேற்கூறிய சாதக நிலையிருந்தால் நோயாளியின் வயதைப் பற்றிய கவலைவேண்டியது இல்லை.

காக்ளியா கெட்டிருந்தாலும், நரம்புச்செவிடும் கூட இருந்தாலும் ஒரே காது செயல்படும் நிலையிலிருந்தாலும் அறுவை சிகிச்சை செய்யத் தேவையில்லை.

ஷியா (1956) வெளிச்செவி வழியாக வெளிச் செவித் தோலுடன், செவிப்பறையை உயர்த்தி, முன்புறமாக மடக்கி, நடுச்செவியின் உட்பாகத்தைப் பார்த்து (மைக்கிராஸ்கோப் மூலமாக) அங்கவடி எலும்பை அகற்றினார். பிறகு அதன் அடித்தகட்டையும் முழுதாக அகற்றி அந்தத் திறந்த வெளியைச் சிறிய சிரையால் மூடினார். பிறகு பட்டடை எலும்பின் முனையில் ஒரு பாலிதீன் குழலை இணைத்து அதன் முனை நீள்வட்டம் சாளரத்தில் வைக்கப்பட்ட சிரையில் தொடும்படிச் செய்தார். இவ்விதம் செவிப்பறையில் விழும் ஒலி அலைகள் சங்கிலித் தொடர் எலும்புகளால் உயர்த்தப்பட்டு நீள்வட்டச் சாளரத்துச் சிரை வழியாக உட்செவியை அடைகின்றன. இம்முறையில் மாற்றம் செய்து சிகிச்சையின் பயன் அதிகரிக்கப்பட்டுள்ளது.

இதில் அங்கவடி எலும்பை எடுத்துவிட்டு, பாதத்தை எடுக்காமல் அதில் ஒருசிறு துவாரமிட்டு, அங்கவடிக்குப் பதிலாக டெப்லான் என்ற கொக்கியின் முனையைச் செலுத்தி, கொக்கியைப் பட்டடை எலும்பின் முனையில் இணைக்க வேண்டும். இம்முறை அதிகச் சிக்கல் இல்லாதது ஆகும்.

டி.எம். பரமேஸ்வரன்

ஸ்டைலோலைட்

ஸ்டைலோலைட்டு என்பது இரு பாறைகளுக்கு இடையேயுள்ள, ஒழுங்கற்ற, மேடு பள்ளங்களோடு

கூடிய தொடுதளம் ஆகும். இவற்றின் பக்கங்களில் அநேகமாகக் கீறல்கள் காணப்படும். ஸ்டைலோலைட்டுகளின் மேடுகள் பற்களைப் போன்று நீண்டிருக்கும். இந்த நீண்ட பற்கள் எதிர்ப்பக்கத்திலுள்ள குழிகளில் பொருந்தியிருக்கும். இந்த நீண்ட பகுதிகள் இரண்டு பாறைகளின் தொடுதளத்திற்கு குறுக்கே, அதாவது அழுத்தம் ஏற்பட்ட திசைக்கு இணையாக நீளமாய் அமைந்திருக்கும். இவை இப்பாறைகள் நீரில் அல்லது சற்றே அமிலத்தன்மை கூடிய நீரில் கரைந்ததின் விளைவாக ஒழுங்கற்ற வடிவத்தினைப் பெற்றிருக்கின்றன.

ஸ்டைலோலைட்டுகள் 20 செ.மீ. அளவுவரை காணப்படுகின்றன. இவற்றுள் மிகச் சிறியன ஒரு மி. மீட்டருக்கும் குறைவாக உள்ளன. இவை நுண்-ஸ்டைலோலைட்டுகள் (மைக்ரோ-ஸ்டைலோலைட்டுகள்) எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. ஸ்டைலோலைட்டுகள் நீளவாட்டத்தில் சில மீட்டர்கள் இருக்கக் காணலாம்.

ஸ்டைலோலைட்டு என்னும் தொடுதளங்களில் மெல்லிய படிவுகள் காணப்படுகின்றன. இப்படிவுகள் ஸ்டைலோலைட்டுகளுக்கு மேலும் கீழுள்ள பாறைகளில் சிறிதளவில் உள்ள கரையாத பொருள்களால் ஆனவை. கார்பனேட்டுப் பாறைகளில் காணப்படும் படிவுகள் கரிமண்ணால் ஆனவை. மணற்பாறைகளில் கரிமப்பொருள்களும், குவார்ட்ஸைட்டுகளில் இரும்பு ஆக்ஸைடுகளும் படிவுகளாக இருக்கக் காணலாம்.

ஸ்டைலோலைட்டுகள் பலவகைப்பட்ட பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. இவை கார்பனேட்டுப் பாறைகளில் ஏராளமாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் சுண்ணப்பாறைகள், டோலோமைட்டுகள், சிடரைட்டுகள் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. சலவைக்கல் என்னும் உருமாற்றமடைந்த கார்பனேட்டு பாறையிலும் ஸ்டைலோலைட்டு உள்ளது. ஸ்டைலோலைட்டுகள் மணற்பாறை, குவார்ட்ஸைட்டு, ஜிப்சம், அன்ஹைட்ரைட்டு மற்றும் உப்புப் படிவுகளிலும் இருக்கின்றன. இவை பலவகைப்பட்ட பாறைகளில் காணப்படும், கலப்படமில்லாத, ஒரு படித்தான

தூய்மையான பாறைகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. வேதியியல் மாறுபாடுடைய பாறைகளில் இவை காணப்படுவதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றாகும்.

ஸ்டைலோலைட்டுகளின் தோற்றம் பற்றியும் தெளிவான கருத்து இன்னும் உருவாகவில்லை. பாறைகள் கரைவதினாலும், கரைவதைத் தொடர்ந்து அப்பாறைகளிலுள்ள சில பொருள்கள் துகளிடையுரைகளில் படிவதனாலும் ஸ்டைலோலைட்டுகள் உருப்பெறுவதாக ஒரு பொதுவான கருத்து நிலவுகின்றது. இவை உண்டாவதில் அழுத்தமும் ஒரு பங்கு வகிக்கின்றது.

இல.வைத்திலிங்கம்

ஸ்டோக் விதி (பாகு நிலை)

கோள வடிவிலான ஒரு திண்மம் ஒரு நீர்மத்தில் பொதுவாக, ஒரு பாய்மத்தில் ஒரே திசைவேகத்தில் விழுந்து கொண்டிருக்கும்போது தோன்றும் உராய்வு விசையைப் பற்றிய விதிக்கு ஸ்டோக் விதி எனப் பெயர். உராய்வு விசை (f) கீழ்க்கண்ட கோவையாகத் தரப்படுகிறது.

$$f = 6\pi\eta vr \dots\dots\dots(1)$$

- இங்கு, : பாகுத்தன்மை (நீர்மம்)
- v: விழுந்து கொண்டிருக்கும் திண்மத்தின் திசைவேகம்
- r: கோளவடிவத் திண்மத்தின் ஆரம்

இக்கோளத்தின் மீது அழுத்தம் புவி ஈர்ப்பு விசைக்கு இந்த உராய்வு விசை சமமாகவும் எதிர்புறம் அழுத்துவதாகவும் உள்ளது.

$$f = 4/3\pi r^3(\rho - \rho')g \dots\dots\dots(2)$$

P: திண்மத்தின் அடர்த்தி P': நீர்மத்தின் அடர்த்தி
g: புவி ஈர்ப்பு முடுக்க விசை
சமன்பாடுடன் (1)ஆம் (2)ஆம் பாய்மத்தின்

(நீர்மத்தின்) தனிப்பாகுத் தன்மையை (absolute viscosity) அளிக்கின்றன.

$$\eta = \frac{2gr^2(\rho - \rho')}{9v} \dots\dots\dots(3)$$

இரு வேறு பாய்மங்களின் பாகுத்தன்மைகளை ஒப்பீடு செய்தால்,

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1(\rho - \rho'_1)}{t_2(\rho - \rho'_2)} \dots\dots\dots(4)$$

சமன்பாடு (4)-ஐப் பயன்படுத்தி ஆய்வு வழியாக பாகுத்தன்மை அறியப்பட்ட ஒரு நீர்மத்தைக் கொண்டு மற்றொரு நீர்மத்தின் பாகுத்தன்மையைக் கணக்கிடலாம். ஸ்டோக் விதியின் பயன்களுள் ஒன்று: வலுமிக்க மின்கடத்திகளின் மின்கடத்து திறனைப் பற்றிய கோவையை வருவிக்கும் வழிமுறையில் ஸ்டோக் விதி அயனிகளுடன் நீர் மூலக்கூறு உராய்வதால் அயனியின் திசைவேகம் குறைவதைக் கூட்டுகிறது.

மே.ரா.பாலசுப்பிரமணியன்

ஸ்டோக் விதி

இயற்கையில் காணப்படும் மண்ணில் பல்வேறு உருவங்கள் கொண்ட துகள்கள் உள்ளன. உருவங்களின் அடிப்படையில் மண் பிரிப்பான்களான (soil separates) மணல், வண்டல் மற்றும் களி முதலியவை பெறப்படும். ஒவ்வொரு வகையான மண்ணிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட பிரிப்பானின் விகிதம் கூடுதலாக இருப்பதன் அடிப்படையில் மண் பருமன் (texture) தீர்மானிக்கப்படுகிறது. மண் பருமன், மண்ணினுள் நீர் செல்வதிலும், அதனைச் சேமிப்பதிலும், பண்படுத்துவதிலும், காற்றோட்டத்திலும், வளத்திலும் (fertility) மிக முக்கிய பங்காற்றுகிறது. எ-டு: பெரு துகள் மணல் (coarse soil), பண்படுத்துவதற்கு எளிதானது, பயிர்களின் வேர்கள்

நன்கு பரவிட மிகுந்த காற்றோட்டமுள்ளது; எளிதில் ஈரமாகிவிடும். ஆனால் விரைவில் உலர்ந்து வறண்டுவிடும். மண்ணிலுள்ள சத்துகளும் வடிகாலில் எளிதில் வீணாகும். களிமண் மிகுந்த மண்ணில், சிறிய பல துகள்கள் ஒன்றோடொன்று இறுகப் பற்றி கொள்வதால் அதில் துளைமை குறைவு, இதன் விளைவாக மண்ணிலுள் நீர்பாய்வதும் குறைவு. எனவே களிமண் ஈரமாவது சற்றுக் கடினம்; நீர் வடிவது சிக்கலானது; பண்படுத்துவதும் கடினம்; நாற்றுப்பண்ணைகளில் (nurseries) பயன்படும் தொட்டிகளில், நீர் நன்கு பரவிடவும், சேமிக்கவும் அதே சமயம் நீரை வடிக்கும் தன்மையுமுள்ளவாறு மண் இருந்தால், செடிகளின் வேர்கள் தடையிலாது பரவிடும் என்பதாலேயே இடும் மண் நன்கு கலக்கப்படுகிறது. நாற்றுப் பண்ணைகளில், களிமண் பெரும்பாலும் பயன்படாது.

துகள்பருமன் பகுப்பு ஆய்வு (particle size -mechanical-analysis). மண்ணில் கலந்துள்ள பெருமணல், வண்டல், மிக நுண்ணிய களி முதலியவற்றைத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் முறை, துகள் பருமன் பகுப்பாய்வு எனப்படும். விட்டம் 2 மி.மீட்டருக்கும் குறைவான களிமப் பொருள், பெரும் கற்களிலிருந்து தனித்துக் கருதப்படுகிறது. முதலில் மண்ணிலுள்ள பாறை, கூழாங்கல், வேர் குண்டுக்கல் முதலியவை அகற்றப்படுகின்றன. இதற்குப் பல வகையான சல்லடைகள் (sieves) பயன்படுகின்றன. துகள் பிரிப்பதற்கு முன்பு, மண்ணிலுள்ள களிமப் பொருள் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடினால் அழிக்கப்படுகிறது.

துகள் பருமன் பிரிவுகளைப் பிரித்திட ஸ்டோக் விதி (stoke's law) பயன்படுகிறது. நீண்ட உருளை வடிவான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் உள்ள மண் கரைசலை ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொள்ளலாம். இக்கரைசலில் உள்ள பல துகள்களைப் பிரித்திட அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் தொங்கும் (suspended particle) துகள்களின் அடர்த்தியை அளவிடுவதற்குப் பல உருவங்கள் கொண்ட துகள்கள் படியும் அளவுகளைப் பற்றி அறிதல் வேண்டும். மண் கரைசலிலுள்ள துகள்கள் புவியீர்ப்பு ஆற்றலினால் கீழே இறங்கும் ஆற்றலினை, நீரில் மேலெழும் ஆற்றல் சமநிலைப்படுத்துவதனை ஸ்டோக் விதி விளக்குகிறது. வழவழப்பும், விரைப்புமுள்ள உருண்டைகள், முன்பே

அறிந்த அடர்த்தி மற்றும் பாகுதன்மையும் (viscosity) உள்ள கலங்கலற்ற (Quiescent) நீர்மத்தில் படிகின்றன என்று ஸ்டோக் விதி குறிப்பிடுகிறது. இவ்விதியின் சமன்பாடு.

வி: ச.வி2 (து.அ.தி.அ.) பு.ஈ.மு.

18 தி.பா.

$$V = (D^2 - 4r^2) (Pp - P) g / 18.7$$

இதில் வி: உருண்டைகள் விழும் விரைவு - மணித்துளிக்குச் சென்டிமீட்டர்

பு.ஈ.மு: புவியீர்ப்பு முடுக்கம் மணித்துளிக்குச் சென்டிமீட்டர்.

ச.வி : துகளின் சமமான விட்டம் செ.மீ. (equivalent diameter of particle cm $(D^2 - 4r^2)$)

து.அ: துகளின் அடர்த்தி - கன சென்டி மீட்டருக்குக் கிராம்

தி.அ: நீர்மத்தின் அடர்த்தி கன சென்டிமீட்டருக்குக் கிராம்

தி.பா: நீர்மத்தின் பாகுத்தன்மை மணித்துளிக்குச் சென்டிமீட்டர் கிராம் (viscosity of the solution / cm-sec.) அடர்த்தி, புவியீர்ப்பு முடுக்கம் (acceleration due to gravity) மற்றும் பாகுதன்மை ஆகியவற்றினை ஒரு மாறா எண்ணாக்கிக் (constant) கூறும்போது.

வி:மா.எ X ச.வி2 ஆகும்.

$$V = c \times (D^2 - 4r^2)$$

துகள்கள் விழும் வேகம் அவற்றின் விட்டங்களின் நான்கு மடங்கிற்கு ஒப்பாகும். மிக நுண்ணிய மணல் துகள் 10 செ.மீ. தொலைவு கீழே விழுவதற்கு 45 மணித்துளிகள் ஆகும். நடுத்தரமான வண்டல் விழுவதற்கு 4 நிமிடங்களும் 40 மணித்துளிகளும் ஆகும், நுண்ணிய வண்டல் விழுவதற்கு 1 மணி 14 நிமிடம், 44 மணித்துளிகளும் ஆகும், பெரும் களித்துகள் விழுவதற்கு 7 மணி, 47 நிமிடங்கள் ஆகும். மண் துகள்கள் யாவும் உருண்டையாகவும், வழவழப்பாகவும் இருப்பதில்லை. இவற்றின் களிம அடர்த்தி மாறுபடுகிறது. எனவே, இவ்விதியின்படி மதிப்பிடுவது ஓரளவே சரியாக இருக்கும்.

இங்குப் பயன்படும் கரைசலில் நீர் இடம்பெறுவதால் அதன் அடர்த்தி 1 ஆகும். இதன்

பாகுதன்மை வெப்பத்தினைப் பொறுத்து வேறுபடும். மண் துகள் பருமன் வரையறைகளைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள வேண்டும். ஸ்டோக் விதியில், மண் துகள்கள் யாவும் உருண்டையாக (spheres) உள்ளனவாகக் கொள்ளப்படுகிறது. ஆனால் உண்மையில் இவ்வாறு இருக்காது.

உ.வி- 0.752 த.வி

உ.வி.-உருண்டையின் விட்டம் (diameter of sphere)

த.வி.- தட்டின் விட்டம் (diameter of disc)

α ஆல்ஃபா - உ.வி/த.உ + d_s/d_d

த.உ. - தட்டின் உயரம்.

1. திருத்திகளான (0752) ஆகியவற்றினைக் கருத்தில் கொள்ளலாம். பெரும்பாலான களித் துகள்கள் உருண்டையாக அன்றிச் செதில்கள் (scaler) போன்று உள்ளமையால் களிச் செதிலின் உண்மையான விட்டம் ஸ்டோக் விதியின்படி கண்ட அளவினைப் போல் ஐந்து பங்கு மிகுதியாக இருக்கும்.

2. துகள்கள் ஒன்றோடொன்று (coagulation) இணைவதும் இவ்வளிமத்தில் பிழைதோன்றச் செய்கிறது. பெரும்பான்மையான மண் வகைகளில் மண்துகள்கள் இணைவதற்கு ஏற்ற உப்புக்கள் உள்ளன. துகள்கள் இணையாது தடுத்துப் பிரித்திடும் பொருட்டு முதலில் பிரித்திடும் பொருளையும் (dispersing agent) அதனையடுத்து நிலைப்படுத்தும் வேதிப் பொருளையும் பயன்படுத்த வேண்டும். மண் துகள்கள் படிவதற்கு நிலைப்படுத்தும் மின் பகுபொருள்களைச் (electrolytes) சேர்க்க வேண்டும். கூழ்ப்பகுதி மண்துகள்களின் மின் ஏற்றத்தினை (charge) மாற்றிட வேண்டும். இவ்வாறு மாற்றும்போது மண் துகள்களை ஓரளவு அழிக்காது துகள்களின் மின்னேற்றத்தினை அகற்ற இயலாது.

3. ஒரே வகையான மண்ணிலுள்ள பல உருவத் துகள்கள் பல வகைக் கனிமங்களிலிருந்து தோன்றியமையால் அவற்றின் ஒப்பளத்திகள் (specific gravity) வேறுபடும். இவ்வாய்வில் மண் மாதிரியிலுள்ள மண் பகுதியின் சராசரி ஒப்பளத்தியே பயன்படுத்தப்படும்.

4 ஸ்டோக் விதியானது, ஓர் உருண்டை இயங்குவதன் அடிப்படையில் அமைந்தது. பல்வேறு

உருவங்கள் உடைய துகள்கள் படியும்போது நிகழும் பரிமாற்றப்பாதிப்பு (reciprocal influence) தொங்கும் நிலையில் அவற்றின் வேகங்களும் இவ்விதியில் கருதப்படவில்லை. தரமான நீர் அளவி (hydrometer) மூலம் இவ்வாய்வை முடிக்க இரண்டு நாட்கள் ஆகும் என்பதால், இதனை எளிமையாக்கிட முயல்கின்றனர். ஒரு குமிழியின் (siphon) உதவியால் மணல், வண்டல் மற்றும் களிப் பகுதிகளின் மொத்த இருப்பினை அளவிடலாம்.

செய்முறை. பொதுவாகக் கண்ணாடி அளவி, மண் கரைசலில் மிதக்கவிடப்படுகிறது. இவ்வாய்வின் தண்டிலுள்ள (stern) அளவைக் குறி (graduations) தூய நீரின் பரப்புடன் ஒத்திருக்கும். மண் கலந்த நீரின் அடர்த்தி (density) மிகுந்த கரைசலில், தூய நீரில் மூழ்குவதனைவிடக் குறைவான அளவே நீர் அளவி அமீமும், பெரும் மண் துகள்கள் அடிப்பகுதியில் படிந்ததும் கரைசலின் அடர்த்தி குறையும்போது, நீர் அளவி ஆழத்தில் அமீமும் மண்ணும் நீரும் உள்ள தொங்கு நீர்மத்தைக் குலுக்கியது. முதல், நீர் அளவியின் குறிப்புகளும் வெப்பமும் ஒருங்கே குறிக்கப்படுகின்றன. இவ்விபரங்களும், முன்பே காணப்பட்ட மண்துகள்களின் உலர் எடையும் (dry weight), ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் தொங்கும் துகள்களின் (suspended particles) எடை மற்றும் விட்டத்தினையும் காண இது உதவும்.

மண் பருமப் பகுப்பாய்வின் விபரங்களைக் கொண்டு நெழி வரையப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட விட்டத்திற்குக் குறைவாக உள்ள துகள்களின் எடையானது, மொத்த எடையின் விழுக்காடாகக் குறிப்பிடப்படும். விட்டத்திற்கு எதிராக இது அரைப் பகுப்புக் கணித அளவு நெழிவரைத்தாளில் நெழிவரையாக்கப்படும். இவ்வாறு பெறப்பட்ட மண் தானியப் பருமன் சேர்க்கை நெழிவரையிலிருந்து (grain size accumulation curve) ஒரு மண் மாதிரியில் அடங்கியுள்ள பல்வேறு வகையான துகள்களின் பரவலை எளிதில் அறிந்துகொள்ளலாம். மண் மாதிரியிலுள்ள மண்துகள் உருவத்தின் ஒருதரப்பட்ட நிலையினையும் காண இயலும். கோட்டுப்படத்தின் (line diagram) மண் தானிய விட்டத்தில் 60 விழுக்காட்டுக்கும், கோட்டின் 10 விழுக்காட்டுக்கும் உள்ள விகிதம், ஒரு நிலைக்கெழு எண் (coefficient of

uniformity) எனப்படும். (உ.வ. 60/உ.வி. 10) இக்கெழு எண்ணின் சிறிய மதிப்பு சாய்வுமிக்க (steeply inclined) நெழிவரையினையும், ஒரே வகைக் கெழு எண் மண் மாதிரியில் ஒரே வகை மண் துகள்கள் உள்ள நிலையினையும் காட்டும். மண்துகள்களின் ஒரு தரப்பட்ட நிலையானது (degree of uniformity) குறுணை மண் வகைகளைப் (granular soils) பாதிக்கும். மண்பருமன் பகுப்பாய்வுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஒரு மண் மாதிரி (soil sample) சலிக்கப்பட்டு 2 மி. மீட்டருக்கு குறைவான விட்டமுள்ள பகுதி - துகள்கள் உருவத்தின் அடிப்படையில் பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்டதன் விபரம் வருமாறு.

சலிக்கும் போது 2-50 மி.மீ.

விட்டமுள்ள பெரும்பகுதி பிரித்தெடுக்கப் பட்டது.

அதன் எடை56 கிராம்.

மணல் - 2.0 - 0.05 மி.மீ. விட்டமுள்ளது. 140 கிராம் 140 கிராம் வண்டல் 0.05 - 0.002 மி.மீ. விட்டமுள்ளது 38 கிராம் 38 கிராம் களிப்பகுதி 0.002 மி.மீ. குறைவான விட்டமுள்ளது 22 கி. 22 கி. மொத்த உலர்ந்த எடை 256 கிராம் 200 கிராம்.

இதன் மண் பருமன் வகை மொத்த மண்: பெரும் துண்டுக் கண்ட நுண்மண் - 2 மி. மீ. குறைவான விட்டமுள்ளது.

பொதுவாக மண்பருமன் பெயரிடுவதில் 2 மி. மீட்டருக்கும் குறைவான விட்டமுள்ள பகுதியே கருதப்படுகிறது. கனிமமண், மண்ணின் (mineral soil) எடையில் 20 விழுக்காட்டிற்கு மேல் பெரும் துண்டுகள் (coarse fragments) இருக்குமாயின் இப்பெயர் மண் பருமனுடன் சேர்க்கப்படும்.

1. பெரும் துண்டு 56கி/256கி=(100) : 21:8 விழுக்காடு இதன் பருமன் கல்லரை. எனவே கல்லரை (gravel) என்னும் பெயரும் இத்துடன் சேர்க்கப்படும்.

2. மணல், வண்டல் மற்றும் களி ஆகியவற்றின் விழுக்காடு, 2 மி.மீட்டருக்கும் குறைவான கூறுகளின் அடிப்படையிலேயே அமைகிறது. இதனால் பெரும் துண்டுகளின் எடை இதிலிருந்து கழிக்கப்படுகிறது.

140/200	100: 70 % மணல்
38/200	100:19 % வண்டல்
22/200	100:11 %

மண் பருமன் முக்கோணத்தில் 19 % வண்டல் கோடும், 11 % களிக் கோடும் மணல் பசளை (sandy loam) என்னும் இடத்தில் சந்திக்கின்றன. ஆகவே

இம்மண் கல்லரை மணல் பசளை என்று குறிப்பிடப்படுகிறது.

மண் துகள்களின் பருமன் அடிப்படைத் தன்மையாவதால், மண் வகைப்பாட்டில் இது மிக இன்றியமையாதது. மண்ணில் கலந்துள்ள பல கூறுகளைப் பிரித்திட ஸ்டோக் சமன்பாடு உதவியாகிறது. உலகெங்கும் காணப்படும் மண்ணை இனம்கண்டு கொண்டு பிரித்துணர்வது வேளாண்மை மேம்பாட்டிற்கும், மண் தொடர்பான பல தொழில்களுக்கும் துணையாகும்.

கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

ஸ்பாகலரைட்

இது (Zn) எனும் வேதி உட்கூறினை உடைய கனிமம். இதன் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் துத்தநாக சல்பைட்டின் பல்லுருவமாகக் காணப்படுகிறது. இது பொதுவாகப் பழுப்பு அல்லது கறுப்புக் கனிமமாகச் செஞ்சாய் சதுரத் தொகுதியில் ஆறு நாற்பட்டக வகைகளில் படிமமாக்கப்பட்டிருக்கும். இது பெரும்பாலும் பெருத்த (coarse) பரல்கள் முதல் நுண்பரல்கள் வரை காணப்படும். இது பிசின் மினிர்வினை உடையதாய், மோவின் அளவுத் திட்டத்தில் கடினத்தன்மை 3.5 மற்றும் ஒப்படர்த்தி 4.1 வரை காணப்படுகிறது. இதனைப் பிளண்ட் (blende) என்றும், பொய் கலினா, காரீய மார்க்சுஸ்ட்டை, போலி காரியம் என்றும் குறிப்பர்.

இது துத்தநாகம் பிளண்டு (blende) (Zns) ஆகும். இதில் 67.1% துத்தநாகமும், இரும்பு, காட்மியம் (0.5 - 1%), இண்டியம் (0.1 - 1%), ஜெர்மானியம் 0.3% வரையிலும் காணப்படுகிறது.

இது போலித்தன்மை எனும் பொருளிலான ஸ்பாகலரோ (sphaleros) எனும் கிரேக்கச் சொல்லினால் இப்பெயர் பெற்றது. இதன் வெளிப்புறத் தோற்றத்தைக் கொண்டு இதனை இனம் காண்பது கடினமாதலால் இப்பெயர் பெற்றது.

இது கன சதுரத் தொகுதியைச் சார்ந்தது. நாற்பட்டகப் படிகவமைப்பைக் கொண்டது. திரண்ட திண்மையான பரல்களின் அமைப்பை மிக அரிதாக நுண்படிக அமைப்பால் பொது மைய மண்டல அமைப்பினையும் உடையது.

மிகவும் மாறுபடக்கூடிய வண்ணத்தையும் மற்றும் மிளிர்வினையுடையதால் ஸ்பாகலரைட்டினை இனங்காணல் மிகவும் கடினமாகும். பிளவு மற்றும் கடினத்தன்மை பெரிதும் கண்ணுக்குப் புலனாகும் பண்பினைச் சார்ந்திருக்கும். மஞ்சள், பழுப்புநிற மஞ்சள், பழுப்பு மற்றும் கரும்பழுப்பு மிகவும் பொதுவான நிறமாகும். பிற வண்ணங்களுடன் காணப்படும் ஸ்பாகலரைட் மிகவும் சாதாரணமாய், கனிமவியலாராலும் கண்டுபிடிக்க இயலாததாகக் காணப்படுகிறது. இது ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் சல்பைடை வெளிவிடுகிறது. இது மீ. வெப்பப் பின்னியல் மற்றும் இவற்றின் சில ஒளிர்வுடன் காணப்படுகிறது.

இது கலினாவுடன் நன்கு கலந்து அனேக பெரிய முக்கியத்துவம் மிக்க pb-zn படிகங்களிலும், மற்றும் கலினா, சால்கோபைரைட், பைரட், மற்றும் பிற கனிமங்களுடன் பரவலான வளர்ச்சியுள்ள மெட்டாசோமாடிக் (metasomatic) மற்றும் தாது நரம்புகளிலான, நீர்ம வெப்ப நரம்பிழைகளிலும், மற்றும் படிகப் பாறைகளிலும், சிறப்பாக நிலக்கரிப் படிகங்களில் காணப்படும்.

ஆக்ஸிஜனேற்றம் பெற்ற ஸ்பாகலரைட், ஸ்மித்சோனைட் ($Zn(Co_3)$) மற்றும் ஹெமிமார்க்பைட் $Zn_4(S_2O_7)OH_2H_2O$ ஆக மாற்றப் பெறுகிறது.

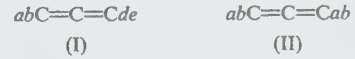
இது துத்தநாகத்தின் மிக முக்கியமான தாதுவாகும். ஸ்பாகலரைட் ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. அவற்றுள்

முதன்மையானவை அமெரிக்க ஐக்கிய அரசு, கனடா, மெக்ஸிகோ, சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசு, ஆஸ்திரேலியா, பெரு, போலந்து ஆகிய நாடுகளாகும்.

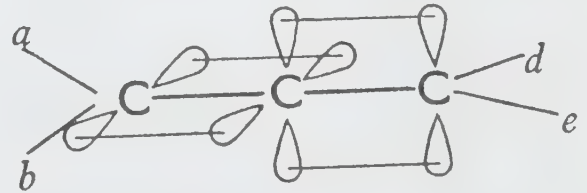
க. சித்திராதேவி

ஸ்பைரேன்களும் அல்லீன்களும்

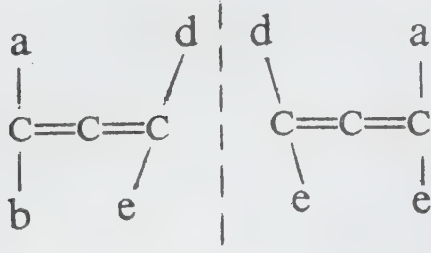
சீர்மையற்ற கார்பனைப் பெறாது சீர்மையற்ற மூலக் கூறுகளையுடைய சில சேர்மங்கள் ஒளி சுழற்றும் மாற்றிய இயற்பாட்டைக் (optical isomerism) காட்டுகின்றன. எ-டு. அல்லீன்கள். அல்லீன்கள் பின்வரும் பொதுவான அமைப்பைப் பெற்ற சேர்மங்களாகும்.



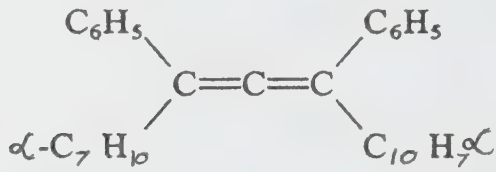
இவ்வகைச் சேர்மங்களின் புறவெளி அமைப்புகளை நோக்குமிடத்து மூலக்கூறு அதன் ஆடி உருவத்துடன் மேற்பொருந்துவதில்லை எனத் தெரிகிறது. சேர்மங்கள் I, II ஆகியவற்றில் தளச்சீர்மை, மையச்சீர்மை ஆகிய இரண்டும் இல்லை. எனவே இவற்றின் மூலக்கூறுகள் சீர்மையற்ற கார்பன்களைப் பெறாமல் இருந்தும் சீர்மையற்ற தன்மையுடன் இருக்கின்றன. சேர்மம் II க்கு கீழ்க்காணும் அமைப்பை நோக்கினால், அதில் தளச்சீர்மை, மையச் சீர்மை ஆகியவை இல்லை என்பது விளங்கும்.



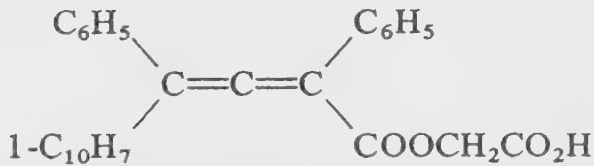
மூன்று கார்பன் அணுக்களில் C(1), C(3) கார்பன்கள் sp^2 இனக்கலப்பு நிலையிலும், c(2) கார்பன் sp இனக்கலப்பு நிலையிலும் இருக்கின்றன. ஆகவே C(2) கார்பன் அணு இரண்டு π பினைப்புகளில் ஈடுபடுகிறது. ஆகவே a, b தொகுதிகள் தாளின் தளத்திலும், de தொகுதிகள் தாளின் தளத்திற்கு செங்குத்தான தளத்திலும் இருக்கின்றன. ஆகவே இவ்வகை மூலக்கூறுகள் அவற்றின் ஆடி உருவங்களின் மீது பொருந்துவதில்லை. அல்லீன் வகைச் சேர்மங்கள் ஒளிசுழற்றும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதற்கு இதுவே காரணமாகும்.



ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடைய டைஃபீனில்-டை- α -நாப்தைல் அல்லீன் சேர்மத்தை மில்ஸ் மற்றும் மெயிட்லேண்ட் கண்டறிந்தனர்.



ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடைய அல்லீன் பெறுதிக்கு மற்றொரு சான்று வருமாறு:

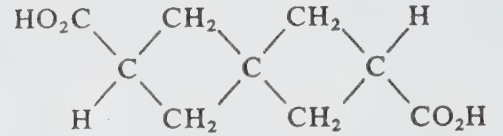


இச்சேர்மத்தை 1935இல் கோலார் ஒளிசுழற்றும் மாற்றியங்களாகப்(isomers) பிரித்தெடுத்தார்.

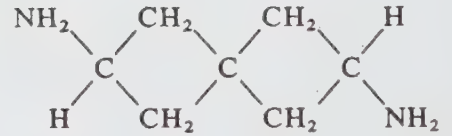
ஸ்பைரேன்கள். அல்லீன் வகை சேர்மங்களிலுள்ள இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகளையும் இரு வளையங்களால் பதிலீடு செய்தால், ஸ்பைரேன்கள் கிடைக்கின்றன. அல்லீன்களில் π பிணைப்புகள் ஒன்றிற்கு ஒன்று செங்குத்தாக இருப்பது போல ஸ்பைரேன்களில்

வளையங்கள் ஒன்றிற்கு ஒன்று செங்குத்தாக இருக்கின்றன. ஸ்பைரேன்களிலும் மூலக்கூறுகள் சுழற்சித்தடையினால் சீர்மையற்ற தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. ஆகவே தகுந்த தொகுதிகளைப் பதிலீடு செய்வதின் மூலம் ஒளிசுழற்றும் தன்மையுடைய ஸ்பைரேன் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கலாம் எனத் தெரிகிறது.

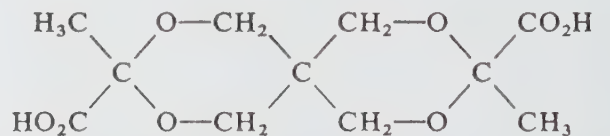
1982ல் பேக்கர் பின்வரும் ஸ்பைரோஹெப்டேன் பெறுதியைத் தயாரித்தார்.



ஜான்சென் 1932இல் கீழ்க்காணும் வாய்பாடு கொண்ட ஸ்பைரோஹெப்டேன் பெறுதியை ஒளியியல் மாற்றியங்களாகப் பிரித்தெடுத்தார்.



மற்றொரு ஸ்பைரோ சேர்மம் ஒளி சுழற்றும் தன்மையுடையதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.



ஸ்போடுமின்

ஸ்போடுமின் பைராக்ஸீன் குழுவைச் சேர்ந்த ஒரு கனிமம்.

இது $L_1 Al Si_2 O_6$ வேதி உட்கூறினைக்கொண்ட கனிமம். இதில் 8.1% Li_2O காணப்படுகிறது. இதன் படிகங்கள் நீட்சியடைந்து, பெரியதாய், பலகை அமைப்பில் காணப்படும். இது ஒரு சாய்த் தொகுதியைச் சார்ந்தது. இதன் அச்சுக்களின் நீள விகிதம் $a:b:c$ 1.1238:1:0.6355. இதன் சாய்கோணம் β : 69 40' வித்திய பைராக்சினை ஸ்போடுமின் (spodumene) என்பர்.

ஸ்போடுமின் கனிமத்தின் படிகங்கள் பட்டகங்களாக கீறல்களுடன் காணப்படும். சில மிகவும் பெரிய படிகங்கள். திண்மங்களாகவும் காணப்படுகிறது. இதில் (110) கனிமப்பிளவுநன்றாகத் தெரியும். இதில் சீரற்ற முறிவு அல்லது குறைவளை முறிவு காணப்படும். நொறுங்கக்கூடியது. இதன் கடுமை 6.5-7; ஒப்படர்த்தி 3.13-3.20 ஆகும். இது கண்ணாடி மிளிர்வு உடையது, இதன் கனிமப் பிளவுத் தளங்களில் முத்து மிளிர்வைக் காணலாம். இக்கனிமம் பசுமை கலந்த வெண்மை சாம்பல் நிறத்துடைய வெண்மை, மஞ்சள் கலந்த பச்சை, மரகதப் பச்சை, ஊதா ஆகிய நிறங்களில் உள்ளது. இதன் தூள் நிறம் வெண்மை.

இரண்டு ஒளி அச்சுக்களையுடைய இக்கனிமத்தை ஒளி அச்சுக் கோணம் $254^\circ-60^\circ$ ஆக இருக்கும். இது நேர் ஒளிக்குறி உடையது. இதில் ஒளி அச்சுத்தளம் (010) தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும். இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\alpha=1.65-1.66$; $\beta=1.66-1.67$; $\nu=1.675-1.68$.

பெக்ட்டிக் மூலத்தினை உடையதாய், இதன் படிகங்கள் டைக்களுக்குக் குறுக்கே ஒழுங்கமைவு கொண்டன. இதில் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார், கிளவேலெண்டைட், மாஸ்கோவைட், லெப்பிடோலைட், பாலிகுரோம் மற்றும் இளஞ்சிவப்பு டூர்மலின், பெரில், காசிட்டுரைட் மற்றும் டான்ட்டலைட் காணப்படும்.

இது வித்தியத்தின் முக்கிய தாதுவாகும். காரீயம் மற்றும் அலுமினியத்துடன் வித்தியத்தைச் சேர்த்தால் அது கடினமாகிறது. அரிப்பினைத் தடுக்கக்கூடியதாய்ச் செயல்படுகிறது. வித்தியம் உலோகக் கலவைகளிலும் ஒளிப்படவியல் மற்றும் மருத்துவத்திலும் பல்வேறு தயாரிப்புகளிலும் பயன்படுகிறது.

இது அமெரிக்கா மற்றும் மடகாஸ்கரில் கிடைக்கிறது. இது வித்திய சேர்மங்கள் மற்றும் மண்பாண்டத் தொழிலுக்குரிய மூலப்பொருளாக இது வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. அமெரிக்கா ஐக்கிய அரசில் முக்கியமாக உற்பத்தியாகுமிடமாக வட கரோலினாவின் கிங்ஸ் (kings) மலையில் பெரிய பெர்க்க்டைட்டுகளாகக் காணப்படுகிறது. இதன் வகைகளான குன்சைட்டும் (kunzite) ஹிட்டினைட்டு (hiddenite) மணிக்கற்களாகப் பயன்படுகின்றன. பாலா, கலிபோர்னியா மற்றும் மடகாஸ்கரில் பெக்ட்டைட்டுகளிலிருந்து குன்சைட் கிடைக்கிறது. நேர்த்தியான நுண்மையான ஹிட்டினைட்டு, வடகரோலினாவிலுள்ள அலெக்ஸாண்டர் கவுண்டியில் சிறிய படிகங்களிலிருந்து கிடைக்கிறது.

க. சித்திரா தேவி

ஹக்ஸ்லி ஜூலியன்

ஸர் ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி உயிரியல் வல்லுநர் மட்டுமல்லாது சிறந்த எழுத்தாளரும்வார். ஜூலியன் ஹக்ஸ்லியின் பாட்டனார் தாமஸ் ஹென்றி ஹக்ஸ்லியைத் (1825-1895) தெரியாத உயிரியலர்களே இல்லை எனலாம். இவர் சார்லஸ் டார்வின் (charles darwin) கோட்பாடான 'இயற்கைத் தேர்வை' (natural selection) ஆதரித்தது மட்டுமின்றி அதை நிலைநிறுத்தப் பிஷப் வில்பர்ஃபோர்ஸுடன் (wilberforce) நடத்திய விவாதம் சரித்திர முக்கியத்துவம் பெற்றதாகும். ஜூலியனின் சகோதரரான ஆல்டஸ் ஹக்ஸ்லி (1894-1963) தலை சிறந்த கட்டுரையாளரும், நாவலாசிரியரும் விமர்சகரும் ஆவார்.

ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி லண்டன் மாநகரில்

1887ஆம் ஆண்டில் பிறந்தார். அவரை ஜூலியன் சோரேல் என்றும் அழைப்பார். ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக்கழகப் பேலியால் (Boliol) கல்லூரியில் 1912-1916 வரை பட்டப்படிப்புப் படித்தார். சில ஆண்டுகள் அமெரிக்க டெக்ஸாஸ் மாநிலத்தின் ஹூஸ்டன் நகரத்திலுள்ள அரிசி-ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் முதலில் ஆராய்ச்சி மாணவராகவும் பிறகு உயிரியல் உதவிப் பேராசிரியராகவும் பணிபுரிந்தார். முதல் உலகப் போரில் சேவை செய்த பிறகு 1925 முதல் 1927 வரை லண்டன் மாநகர அரசுக் கல்லூரியில் விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியராகப் பணியாற்றினார். 1935-1942 வரை விலங்கியல் சங்கத்தின் செயலராகப் பணியாற்றினார். 1938இல் அரசுக் கழகத்தின் உறுப்பினராகத் (Fellow of the royal society) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். ஓய்வில்லாமல் பிரச்சனைகளை அலசுவதும் தம்முடைய கொள்கைகளை மற்றவர்களோடு பகிர்ந்து கொள்வதும் ஆகிய பண்புகளே அவருடைய புகழுக்குக் காரணமாக இருந்தன. இப்புகழே அவரை ஐக்கிய நாட்டுக் கல்வி அறிவியல் கலாச்சாரக் கழகத்தின் (UNESCO) முதல் டைரக்டர் ஜெனரலாக 1947-1948 இல் தேர்ந்தெடுக்க வழி வகுத்தது. 1958 இல் ஆங்கில அரசு 'சர்' பட்டத்தை அவருக்கு அளித்தது. பிரிட்டானிகா கலைக் களஞ்சியத்தின் 14ஆம் பதிப்பின் உயிரியல் பகுதிக்குப் பதிப்பாசிரியராக இருந்தார். 'கேனட்டுப் பறவைகளின் தனிமை வாழ்க்கை' (Private life of Gannets) என்ற அவர் வெளியிட்ட செய்திச் சினிமாச் சுருளுக்கு அகாடமி பரிசு கிடைத்தது.

ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி தம்முடைய கருத்துக்களை மக்களிடையே வலியுறுத்த வகுப்பறைகள், பேச்சு மேடைகள் மற்றும் பத்திரிகைகளைப் பயன்படுத்தவும் தயங்கியதேயில்லை. எக்ஸிலியால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுப் பலராலும் விவாதிக்கப்பட்ட கருத்தாவது 'பரிணாமத்தில் மனிதத் தன்மையின் முக்கிய பங்கு' (Importance of humanism in evolution) என்பதாகும். இதில் மனித இனத்தின் நடத்தை, பண்பு, சமயக் கருத்துக்கள், இனத்தை மேம்பாடடையச் செய்யும் வழிமுறைகள் முதலியவை மேற்கோளாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு அலசப்பட்டுள்ளன. இதில் கடவுளுக்கு என்று தனி இடம் கொடுக்கப்படவில்லை. மனிதன் தன் இனத்தின் எதிர்காலப் பரிணாம

வளர்ச்சியைத் தானேதான் நிர்ணயித்துக்கொள்ள முடியும். தேர்வு-வளர்ப்பு முறை, ஜனத்தொகைக்கட்டுப்பாடு முறைகளால் சமுதாயத் துயர்களை முழுதும் நீக்குவதாலேயே, முழு வளர்ச்சியடைந்த மக்களை அதிக அளவில் அடைய முடியும் என்பதே அவருடைய கருத்தாகும். மதசார்புள்ளவர்கள் இக்கருத்துக்களை ஒத்துக்கொள்வதில்லை.

ஹக்ஸ்லி அதிக ஈடுபாடுகொண்ட அறிவியல் பகுதிகள் கருவியல், பறவைகளின் பழக்கவழக்கங்கள், பரிணாமம் என்பவை ஆகும். தம் பாட்டனார் போன்றே மக்களிடையே பரிணாமக் கொள்கைகளைப் பரப்புவதில் ஈடுபாடு கொண்டிருந்தார். 1927 ஆம் ஆண்டு அவர் எழுதி வெளியிட்ட 'ஞானோதயமற்ற நிலையும் மதமும்' (Religion without revelation) என்ற புத்தகத்தில் 'மனிதன் சமுதாய மூடக் கொள்கைகளைப் பற்றிக் கவலைப்படாமல்' தன்னுடைய எதிர்காலத்தை நிர்ணயித்துக் கொள்வதற்கு, எவ்வாறு மதக் கருத்துக்களை வடிகாலாக அமைத்துக் கொள்ளலாம் என்று ஆராய்வதே தகுந்த வழி என்று கூறியுள்ளார்.

மேலும் சமுதாயத்தில் ஏற்படுத்தக்கூடிய மாறுதல்களால்தான் உலகத்தில் முற்றும் மேம்பாடடைந்த நிலையைப் புகுத்த முடியும். இவ்வுலகில் மனிதன் தோன்றுவதற்கு முன்பு 'பரிணாமம்' என்ற சொல் அருவமாகக் கருதப்பட்டாலும் மனிதன் தோன்றிப் பரிணாம வழியில் நுழைந்தவுடன் அச்சொல் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. இதன் மூலமாக நம்பிக்கை, வீரம், உயிர்வாழ ஆவல், நன்மை போன்ற கருத்துக்கள் பரிணாமத்தில் புகுத்தப்பட்டுள்ளன. 'இயற்கைத் தேர்வு' 'பரிணாம முன்னேற்றம்' என்று இரு சொற்களுமே ஒன்றோடொன்று பிணைந்தவையல்லாமல் உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாகும். தற்சமயம் விலங்கியலாளர்களால் கையாளப்படும் இயற்கைத் தேர்வுக் கோட்பாடானது டார்வினால் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டதிலிருந்து வேறுபட்டது என்பது எல்லோரும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய உண்மையாகும்.

எந்த ஓர் உயிரியல் கருத்தையும் 3 நிலைகளில் ஆராய வேண்டும் என்று அவர் கூறியதிலிருந்து

அவருடைய திட்டமிட்டு ஆய்வு நடத்தும் பண்பு வெளிப்படுகிறது.

1) **சலனச் செயலியல் நிலை** (mechanistic - physiological aspect). ஒரு குறிப்பிட்ட அவயம் எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் அது எவ்வாறு செயல்படுகிறது?

2) **தகவமைப்பு - செயல்திறன் நிலை** (adaptive-functional aspect). குறிப்பிட்ட உறுப்பு அல்லது கிரியையின் செயல் நன்மைகள் யாவை? மேலும் அவற்றால் அந்த உயிரினத்திற்கு ஆவது என்ன?

3) **வரலாற்று நிலை** (historical aspect). அந்த உறுப்பு அல்லது கிரியை, காலகட்டத்தில் எந்தப் பகுதியைச் சேர்ந்தது, அதன் பரிணாமப்போக்கு என்ன என்ற கேள்விகளுக்குச் சரியான விடையைத் தெரிந்து கொண்டால் உயிரினப் பரிணாமக் கோட்பாடுகளை அறிந்து கொண்டதாகக் கருதலாம் என்று ஹக்ஸ்லி கூறியுள்ளார்.

அவர் எழுதி வெளியிட்ட நூல்கள்.

1. ஓர் உயிரியலரின் கட்டுரை (1923) - Essay of a biologist
2. பரிணாமம்; நவீனத் தோற்றுவாய் (1942) - Evolution the modern synthesis
3. நன்னடத்தைக்கான உரைகல் (1947) - Touchstone for ethics
4. புதிய மதுவுக்குப் புதிய புட்டிகள் (1958) - New bottles for new wines
5. மனிதத்தத்துவ - வல்லுநர்கள் ஒருவரின் கட்டுரைகள் (1964) - Essays of a humanist
6. தொன்மை வாய்ந்த நிலத்திலிருந்து (1966) - From an antique land
7. பெரிய கொண்டை கரீபி உள்பிடல் பழக்கங்கள் (1968) - The courtship habits of great crested grebe.

தி.பூங்கணேசன்

ஹச் தேற்றம்

இது போல்ட்ஸ்மானின் ஹச் தேற்றம் எனவும் கூறப்படுகிறது. இரு துகள் மோதல்களை மட்டுமே கவனத்தில் கொள்ள வேண்டிய அளவிற்கு இடம் சார்ந்த ஒரு சீராக அடர்த்தி குறைந்த வளிமத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். அதிலுள்ள மூலக்கூறுகள் மைய விசைகளின் மூலமாக இடைவினை செய்யும் என்க; dv என்ற முப்பரிமாண வகையீட்டுப் பகுதிக்குள் $f(v;t) dv$ என்ற எண்ணிக்கையில் மூலக்கூறுகள் அடங்கியிருக்கட்டும். அவற்றின் திசைவேகம் v என்க.

$$H = \int dv f(v;t) \log f(v;t)$$

என வைத்துக் கொண்டால். $dH/dt < 0$

$$f(v) = \frac{m}{2\pi kT} \exp \frac{-m|v|^2}{2kT}$$

என்ற மாக்ஸ்வெல் பரவீட்டுக்கு மட்டுமே $dH/dt=0$ என வரும். இது

$$\frac{\delta f}{\delta t} = \int dv_1 d\Omega \sigma(\Omega) |v-v_1| \{ f(v_1;t) f(v;t) - f(v;t) f(v_1;t) \}$$

என்ற போல்ட்ஸ்மான் சமன்பாட்டிலிருந்து விளைந்தது ஆகும். இதில் (v, v_1) , (v_1, v_1') ஆகியவை முறையே ஒரு மோதலுக்கு முன்னும் பின்னும் இருக்கும் திசைவேகங்கள்: $\sigma(\Omega)d\Omega$ என்பது மோதலுக்குப் பிந்திய சார்புத் திசை வேகமானது மோதலுக்கு முந்திய சார்புத்திசை வேகத்துக்கு $\Omega+d\Omega$ என்ற மதிப்புள்ள திண்மக் கோணத்தில் அமைந்திருக்கிற வகையில் ஒரு மோதல் ஏற்படுவதற்கான நிகழ் வாய்ப்பு ஆகும்.

சமநிலையில் $-H$, வெப்ப இயக்கவியல் இயல்பாற்றலுக்கு (entropy) நேர்விகிதத்திலிருக்கும். மேலும் நேரத்துடன் $-H$ அதிகமாகும். எனவே நேர்மாறாக்க முடியாத செயல் முறைகளைப் பற்றியதான வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாவது விதியிலிருந்து வருவிக்கக் கூடியதாகப் போல்ட்ஸ்மான் தனது ஹச் தேற்றத்தைக் கருதினார். பிற்பாடு செய்யப்பட்ட பகுப்பாய்வுகளிலிருந்து போல்ட்ஸ்மானின் சமன்பாடு மோதல்

செயல்பாடுகளின் எந்திரவியல் தன்மையிலிருந்து மட்டும் விளைவது அல்ல என்பதும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மோதல்களின் உண்மையான எண்ணிக்கையை அத்தகைய மோதல்களின் சராசரி எண்ணிக்கைக்குச் சமமானதாக வைத்துக் கொள்கிற ஒரு புள்ளியியல் கற்பிதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது என்பதும் தெரிய வந்தன. இதிலிருந்து இயல்பாற்றலை ஒரு புள்ளியியல் கண்ணோட்டத்தில் விளக்க வழி ஏற்பட்டது. இந்தப் புள்ளியியல் விளக்கம் நவீன இயற்பியலின் ஒரு மையமான கருத்தாக ஆகியிருக்கிறது.

படிப்படியாக ஹச் தேற்றம் என்கிற பதத்தின் பொருள் விரிவடைந்து கொண்டே போயிருக்கிறது. ஓர் ஏற்பான அளவு நேரத்துடன் அதிகரிப்பதாகவோ குறைவதாகவோ உறுதிப்படுத்துகிற, சமநிலையை அணுகுவதைப் பற்றியதான எந்த ஒரு கூற்றையும் அது குறிக்கக் கூடும். எ-டு.

$$\frac{\delta P}{\delta t} = D\Delta^2 p$$

என்ற விரவல் சமன்பாட்டை எடுத்துக் கொண்டோமானால் $d/dt \int p^2(x;t) dx < 0$ என்ற மிகச் சாதாரணமான கூற்று கூட ஹச் தேற்றம் என்ற பெயரைப் பெற முடியும்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். R.G.Lerner and G.L. Trigg, *Encyclopedia of Physics*, Addison weseley, USA, 1983.

ஹட்சன் ஆறு

இது நியூயார்க்கின் மிக நீளமான ஆறு ஆகும். மேலும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் கீழ்த்திசையில் ஹட்சன் பெரிய ஆறாக மதிக்கப்படுகிறது. இந்த ஆறு, அடி ரோண்டேக் மலைகளிலிருந்து நியூயார்க் நகரத்தை நோக்கி, தெற்காக 492 கி.மீ. ஓடி, அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் கிளையான நியூயார்க் விரிகுடாவில் கலக்கிறது. இந்த ஆறு நீர்மின்சக்தி தயாரிக்க ஆதாரமான ஆறாக பயன்படுகிறது. மேலும், மிக நீண்ட காலமாக வணிகத்தின் பெரிய நுழைவு

வாயிலாக இந்த ஆறு பயன்பட்டு வருகிறது.

இந்த ஆறு டிராய் என்னுமிடத்தில் கழிமுகமாக (estuary) மாறுகிறது. இக்கழிமுகம், ஹட்சன் ஆறின் முக்கிய துணைநதியான மோஹாக்கில் (mohawk) சேருகிறது. டிராயிலிருந்து தெற்காக, சில மைல் தூரத்திலிருக்கும் ஆல்பனி நகரம், கப்பலை வணிகத்தில் முக்கிய நகரமாக விளங்குகிறது.

ஹட்சன் ஆறு ஆல்பனியின் தெற்குப் பகுதியிலிருந்தும் கேட்ஸ்கில் மலைகளிலிருந்தும் மேற்கு நோக்கி, கிங்ஸ்டன், பக்கீப்சீ (Poughkeepsie), நியூபர்க் மற்றும் பல பெரிய பண்ணைகளிலும் பாய்கிறது. நியூபர்க் மற்றும் பீக்ஸ்கில் (newburgh and peekskill) இடையே ஆழமான, குறுகலான, ஒடுங்கிய பாதை வழியாக ஹட்சன் ஆறு அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் இராணுவ கலைக்கழகத்தை (U.S. military academy) மேற்கு முனையில் கடக்கிறது. இங்குதான் இந்த ஆறு, அதிகபட்ச ஆழத்தை கொண்டுள்ளது. ஆழம் சுமார் 61 மீட்டர். பீக்ஸ்கிலின் தென்பகுதியில், இந்த ஆறு ஏரிபோன்று விரிவடைந்து தாப்பன் கடல் (Tappan sea) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஹட்சன் ஆற்றின் இறுதி எல்லையானது நியூயார்க்-நியூஜெர்சி எல்லைக்கோட்டோடு முடிவடைகிறது. ஹட்சன் ஆறு, நியூயார்க் நகரம், யாங்கர்ஸ் மற்றும் நியூஜெர்சி நகரத்தை ஒன்று சேர்க்கிறது.

ஜார்ஜ் வாஷிங்டன் பாலம், ஆபிரகாம் லிங்கன் மற்றும் ஹாலந்து சுரங்கப் பாதைகள் மற்றும் பல இரயில்வே குழாய்களை, ஹட்சன் ஆறு குறுக்கே கடக்கிறது.

கி.பி. 1524இல் ஜியோவன்னிடா வெராசானோ என்பவர்தான் ஹட்சன் ஆற்றினை முதன்முதலில் பார்த்தவர். ஆனால் ஹட்சன் ஹென்றி என்பவர்தான், கடற்பயணம் மேற்கொண்டு, தீவிரமாக ஆராய்ச்சி செய்து கி.பி.1609இல் மீண்டும் இவ்வாற்றினை கண்டுபிடித்தார். ஆகவே, இவருடைய பெயராலேயே இவ்வாற்றிற்கு ஹட்சன் ஆறு என பெயரிடப்பட்டது.

மக்கள் புதிதாகக் குடியேறிய சமயத்தில், இந்த

ஆறுதான் முக்கிய செல்லும்வழியாகத் திகழ்ந்தது. மேலும், அமெரிக்க சுதந்திரப் போரின்போது, இராணுவ நடவடிக்கைகளில் முக்கியத்துவம் பெற்றது.

செ.மரியசூசைநாதன்

ஹட்சன் குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு

அட்லாண்டிக் கண்டச் சரிவு மற்றும் வெளித்திட்டில் செல்லக்கூடிய பெரும் ஆழ்கடல் குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு ஹட்சன் குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு எனப்படும். திட்டில் காணப்படும் குறைந்த ஆழம் கொண்ட ஹட்சன் கால்வாய் தெற்கிலிருந்து தென்கிழக்காக ஹட்சன் ஆற்றிலிருந்து குடைவுப் பள்ளத்தாக்கின் முகப்பு வரை செல்கிறது. முகப்பில் இதன் ஆழம் 90 மீட்டராகும், கரைக்கு அப்பால் 30 கி.மீ. ஆகவும் உள்ளது. தோராயமாக 93 கி.மீ. நீளத்தைக் கொண்டுள்ள இக்குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு கண்டச்சரிவிலுள்ள அடியில் ஏறத்தாழ 2,130 மீட்டர் ஆழத்தில் அமைந்துள்ள விசிறி பள்ளத்தாக்கை அடைகிறது. இப்பகுதியில் ஹட்சன் குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு வடிவ சுவர்களைக் கொண்டு காணப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு சுற்றின் உயரம் 1,220 மீட்டராகும். ஹட்சன் விசிறி பள்ளத்தாக்கு ஹட்சன் குடைவுப்பள்ளத்தாக்கு முகப்பிற்கு கீழாகக் கண்ட எழுச்சியுடன் சேர்ந்துள்ளது. 370 கிலோ மீட்டர் நீளம் கொண்ட விசிறி பள்ளத்தாக்கு, ஹட்சன் குடைவுப்பள்ளத்தாக்குத் திட்டினால் கொணரப்பட்ட படிவுகளை ஹட்சன் விசிறிக்குப் பரப்புவதற்குதுணை புரிகின்றன. இக்குடைவுப்பள்ளத்தாக்கு அமைந்துள்ள இடம் $30^{\circ} 27'$ வடக்கு அகலாங்கு $72^{\circ} 12'$ மேற்கு நெட்டாங்கு ஆகும்.

செ.மரியசூசைநாதன்

ஹட்சன் விரிகுடா

இது வடகிழக்கு கனடாவில் அமைந்துள்ளது. இது ஆர்க்டிக் பெருங்கடலின் ஒரு முக்கிய துணைக் கடலாகும். ஏறத்தாழ 819,000 சதுர கி.மீ. பரப்பளவு கொண்ட இவ்விரிகுடாவின் ஆழம் ஏறத்தாழ 100 மீட்டராகும். இவ்விரிகுடாவின் உச்ச ஆழம் 272.7 மீ. ஆகும். ஹட்சன் விரிகுடா (Hudson bay) மட்டுமின்றி ஜேம்ஸ் விரிகுடா, பாக்ஸ் கால்வாய், பாக்ஸ் குழிநிலம், ஹட்சன் நீர்ச்சந்தி மற்றும் யுன்கவா விரிகுடா ஆகியவற்றையும் கொண்டுள்ளது. இவ்விரிகுடாவில் சர்ச்சில், நெல்சன், அட்டாவாபிஸ்கிட் மற்றும் பெரும் வேல் ஆகிய ஆறுகள் கலக்கின்றன.

இவ்விரிகுடாவில் கிழக்கு, வடகிழக்கு கரைகள் செங்குத்தாக உள்ளன. ஜேம்ஸ் விரிகுடாவைச் சுற்றி சதுப்பு நிலங்கள் (swamps) காணப்படுகின்றன. இவ்விரிகுடாவின் தென்கரைப் பகுதிகளில் பெரும் மரங்கள் சில கிலோமீட்டர் தொலைவு வரை வளர்ந்து காணப்படுகின்றன. இவ்விரிகுடாவின் கடற்பகுதிகளில் தாதுப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. கியுபெக்கிலுள்ள ரிச்மாண்ட் வளைகுடாவில் இரும்பு தாதுப் படிவம் வட மேற்கு பகுதியில் உள்ள ரன்கின் கடற்கூம்பில் (rankin inlet) நிக்கல், தாமிர தாதுப் படிவுகளும் கிடைக்கின்றன.

இவ்விரிகுடா குறுகிய ஹட்சன் நீர்ச்சந்தி வழியாக அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுடனும் பாக்ஸ் குழி நிலம் கனேபிய ஆர்பிடிக் தீவு கூட்டங்களுக்கிடையிலுள்ள நீர்ச்சந்திகள் வழியாக ஆர்க்டிக் பெருங்கடலுடனும் இணைந்துள்ளது. இவ்விரிகுடாவில் எருமை போன்ற விலங்குகள் தவிர மெல்லிய மயிர்களைக் கொண்ட விலங்குகள் வளர்க்கப்படுகின்றன. பறவைகள் எண்ணற்ற அளவில் இவ்விரிகுடாப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன.

இக்கடலின் வருட தோராய வெப்பநிலை -12.6°C ஆகும். இடஞ்சூழியான நீரோட்டம் இவ்விரிகுடா நீர் வெளியேறி பின்னர் லாப்ரடார் நீரோட்டத்துடன் சேர்கிறது. இவ்விரிகுடாப் பகுதியில் உவர்ப்புத்தன்மை மேற்பகுதியில் 2% ஆகவும், நடுப்பகுதியில் 23% ஆகவும், ஆழ்ப்பகுதியில் 31% ஆகவும் உள்ளது. இக்கடல்நீரில்

அதிக அளவு ஊட்டச்சத்துக்கள் இருப்பதன் காரணமாகப் பல கடல் உயிரிகள் எண்ணற்ற அளவில் காணப்படுகின்றன. தட்டை மீன்கள், காட், ஹாலிபட் போன்ற மீன் வகைகள் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. இவை தவிர திமிங்கலங்கள், வால்ரஸ், சீல், டால்பின் போன்ற பாலூட்டி வகைகளும் காணப்படுகின்றன.

ஹென்றி ஹட்சன் எனும் ஆய்வாளர் 1610 ஆம் ஆண்டில் இப்பகுதியை முதன்முதலில் ஆய்வு செய்த காரணத்தினால் அவர் பெயரிலேயே இவ்விரிகுடா அழைக்கப்படுகிறது. 1924-1931ஆம் ஆண்டுகளில் இக்கடல் பகுதி கனேடியர்களால் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. 1631ஆம் ஆண்டில் லூக் பாக்ஸ் (Luke fox) என்பவர் இக்கடல் பகுதியை ஆய்வு செய்தார். 1954-62 ஆம் ஆண்டுகளில் இப்பகுதியில் ஆறு ஆய்வுப் பயணங்கள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

இவ்விரிகுடாவைச் சுற்றி உள்ள பகுதிகளில் வாழும் எஸ்கிமோக்கள், மேற்கிந்தியர்கள் வேட்டையாடுதல், மீன்பிடித்தல் போன்ற தொழிலில் ஈடுபட்டுள்ளனர். கோடைகாலத்தில் விரிகுடா நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த கப்பல் ஒன்று இவ்விரிகுடாப் பகுதியிலுள்ள அனைத்து இடங்களிலும் உள்ள வணிக மையத்திற்கு தேவையான சரக்குகளைக் கொண்டு சென்று அங்கிருந்து விலங்குகளின் மெல்லிய மயிர்களை ஏற்றி வருகிறது. இவ்விரிகுடா முற்றிலுமாக உறைந்து விடுவதில்லை. ஆனால் வருடத்தில் 9 மாதங்களுக்கு உறைபனியால் பெருமளவில் மூடப்பட்டிருக்கும்.

இவ்விரிகுடாப் பகுதியின் மேற்குக் கரையில் அமைந்திருக்கும் சர்ச்சில் மிக முக்கிய நகரமாகும். இந்நகரத்திலிருந்து ஏறத்தாழ 450 மைல் தென்மேற்காக அமைந்திருக்கும் தி பாஸ் என்னுமிடத்தை ஹட்சன் விரிகுடா தொடர் வண்டி மூலம் சென்றடையலாம். சர்ச்சிலில் நவீன துறைமுகம் ஒன்று சர்ச்சில் ஆற்றின் முகப்பில் அமைந்துள்ளது. சஸ்கட்செவனிலிருந்து (saskatchewan) சர்ச்சிலுக்கு கப்பல் மூலம் கோதுமை எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அங்கிருந்து ஐக்கிய நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. இப்பகுதியில் அமைந்துள்ள பெரும் இராணுவ விமானத்தளம் ஒன்று கனடா மற்றும்

அமெரிக்க நாட்டினரால் பேணப்பட்டு வருகிறது.

இரெ.அன்பரசன்

ஹட்சன் ஹென்றி

பிரிட்டிஷ் நாட்டினுடைய கப்பல் தலைவராக விளங்கியவர் ஹட்சன் ஹென்றி. (Hudson henry). இவர் கடற்பயணம் மேற்கொண்டு பல புதிய பகுதிகளைக் கண்டுபிடித்தவர் ஆவார். டச்சு நாடு உதவிய ஒரு கடற்பயணத்தின் போதுதான் ஹட்சன் ஆற்றினைக் கண்டுபிடித்தார். ஹட்சன் ஆறு, ஹட்சன் விரிகுடா, ஹட்சன் நீர்ச்சந்தி போன்ற இடங்களுக்கு இவர் சென்று வந்ததாலே இவருடைய நினைவாக அப்பெயர்கள் சூட்டப்பட்டன.

இங்கிலாந்து நாட்டின் உதவியுடன் கடற்பயணம் மேற்கொண்டபோது ஹட்சன் விரிகுடாவை (Hudson bay) கண்டுபிடித்தார். இங்கிலாந்து தமது வாணிகத் தொடர்பை பெருக்கிக் கொள்வதற்காக ஹட்சனுக்கு நிதிஉதவி அளித்தது.

ஐரோப்பாவிலிருந்து கீழ்த்திசை நாடுகளுக்கு செல்ல வழித் தேடி நான்கு கடற்பயணங்களை மேற்கொண்டார். முதலிரண்டு கடற்பயணத்தின்போது (1607-1608) இங்கிலாந்திலிருந்து வடகிழக்காக ஒரு செல்வழியை கண்டுபிடிக்க முடியுமென்று ஹட்சன் நம்பிக்கைக் கொண்டிருந்தார். மேற்கண்ட முதலிரண்டு கடற்பயணங்களிலும், துருவ பனிக்கட்டிகளால் தடங்கல் ஏற்பட்டு, பயணம் தடைப்பட்டு, திரும்பி வந்தார். அப்படி திரும்பும் வழியில் ஜேன் மேயன் தீவை (Jan mayen island) கண்டுபிடித்தார். கி.பி. 1609இல் கிழக்கிந்திய கம்பெனி, இவரையும் இவருடன் கடற்பயணம் செய்ய 20 மாலுமிகளுடன் ஹாப் மூன் (half moon) என்னும் கப்பலை கொடுத்தனுப்பவே, இக்கப்பலில் கடற்பயணம் மேற்கொண்டு பேரண்ட்ஸ் கடலை (Barents sea) வந்தடைந்தனர். இங்குத் தொடர்பில்லாத செய்திகளின் அடிப்படையில், ஹட்சன் மேற்கு திசையிலிருந்து வடமேற்கு திசையில் திரும்பி இந்தியாவிற்கு வழி

இருக்கிறதா என ஆராய்ந்தார். ஹட்சன் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலை கடக்கும்போது நோவா ஸ்கோடியா (novo scotia) மற்றும் வட அமெரிக்காவின் கடற்கரை பகுதியினையும் கண்டார்.

கி.பி. 1609இல் செப்டம்பர் திங்களில், ஹட்சன் நியூயார்க் துறைமுகத்தை வந்தடைந்தார். பின்னர் ஹட்சன் ஆற்றில் கப்பலை செலுத்தி 150 மைல் தூரம் உள்ள ஆல்பனி (albany) நகரம் வரை சென்று வந்தார்.

ஹட்சன் ஆற்றினை, ஹட்சன் முதன் முதலாக கண்டவர் இல்லையென்றாலும், முதன்முதலாக கடலாராய்ச்சி செய்தவர் ஆவார்.

கி.பி. 1610இல் ஆங்கிலேயர்கள் 55 டன் எடையுள்ள டிஸ்கவரி (discovery) என்னும் கப்பலை ஹட்சனுக்கு வழங்கினர். இவர், இக்கப்பலில் மேற்கு கீரின்லாந்தை ஒட்டிச் சென்று, பின்னர் மேற்கே திரும்பி டேவிஸ் நீர்ச்சந்தியை குறுக்கே கடந்து, ஹட்சன் நீர்ச்சந்தியை அடைந்தார். இந்நீர்ச்சந்தி, ஹட்சன் வளைகுடாவுக்கு வழிகாட்டியது. ஹட்சன் வளைகுடாவின் கிழக்குக் கடற்கரை பகுதிகளையும், தீவுகளையும் ஆராய்ந்தார். பின்னர் ஏற்பட்ட குளிர்காலத்தை ஜேம்ஸ் விரிகுடாவில் கழித்து, அதன் தெற்குப் பகுதி விரிவாக்கத்தினையும் ஆராய்ந்தார்.

இந்நிலையில், ஹட்சனின் பாதி மாலுமிகள், குளிரினாலும், பட்டினியாலும், ஹட்சனுக்கு எதிராக கலகம் செய்ய ஆரம்பித்தனர். கலகக்காரர்கள் ஹட்சன், ஹட்சனது புதல்வர் மற்றும் அவர்களது விசுவாசமிக்க மாலுமிகள், அனைவரையும் துணையற்ற படகில் விட்டனர். அவர்கள் என்ன ஆனார்கள் என்று இன்றுவரைத் தெரியவில்லை.

மீதமுள்ள கலகக்காரர்களில் சிலர் எஸ்கிமோக்கர்களால் (eskimos) கொல்லப்பட்டனர். கொல்லப்பட்டவர்கள் போக மீதமுள்ள எட்டு கலகக்கார மாலுமிகள் முடிவாக இங்கிலாந்து திரும்பினர்.

செ. மரியசூசைநாதன்

ஹர்லர் நோயியம்

இது ஒரு வளர்சிதை மாற்ற நோய். இதைக் கார்காயிலிசம் எனவும் அழைப்பர். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட குழந்தைகளின் முகமும், இதழ்களும் தடித்திருக்கும். இதழ்களின் இடைவெளி மிகுந்திருக்கும். நாக்கு தடித்து, துருத்திக் கொண்டிருக்கும். மூக்கு தடித்தும், தட்டையாகவும் இருக்கும். முன்தலை எலும்பின் நடுவில் புடைப்பு இருக்கும். புருவங்கள் புதர் போல் இருக்கும். தலை பெருத்துக் காணப்படும். மூச்சுப் பாதையின் மேல்புறம் அடைபடுவதால் (upper respiratory tract) வாயால் மூச்சுவிடுவார்கள். பற்கள் குறைபட்டிருக்கும். பற்களில் இடைவெளி மிகுந்திருக்கும். பல்ஈறு தடித்து இருக்கும். காது கேளாது. தோல் தடித்திருக்கும்.

முகத் தோற்றத்தினாலும், உளவியக்கக் குறைபாட்டினாலும் ஆறு மாத வயதில் இந்நோய் அறியப்படும். விழிவெண்படலம் கலங்கலடைவதும், தண்டுவடத்தின் நிமிர்வும் முதல்நிலை அறிகுறிகள். இரண்டு மூன்று வயதில் வளர்ச்சிக் குறைவு வெளிப்படும். பொதுவாக இக்குழந்தைகள் பத்து வயதிற்குள் இறந்துவிடும். கல்லீரல், மண்ணீரல் பெருக்கம், மூட்டு விறைப்பு, தண்டுவடக் கூன், பக்க வளைவு முதலியவையும் காணப்படும். α -1-டுரானிடேஸ் (α -1-iduronidase) என்ற நொதிக் குறைவால் இந்நோய் ஏற்படுகின்றது. வீரியமற்ற பண்புக்கூற்றுக் தொகுதியில் ஏற்படும் மாறுதலால் இது உண்டாகிறது. உடம்பில் டெர்மடான் சல்பேட் ஹெரான் சல்பேட் அழிவு தடைப்படுவதால் மிகுந்த அளவில் சிறுநீரில் வெளியாகின்றது. இதற்கு முறையான சிகிச்சை ஏதுமில்லை. இரத்தப் புரதநீர் ஏற்றம் தற்காலிக நலம் தரக்கூடும். கருக்காலச் சோதனைகள் மூலம் நோயைக் கண்டறியும் முயற்சிகள் செய்யப்படுகின்றன. ஊக்கிகள் இட்டு நிரப்ப முடியுமானால் இந்நோயைக் குணப்படுத்த முடியும்.

மியுக்கோபாலிசக்கரைடுகள் (muco polysaccharides) மூளையின் அடியில் படிவதால் தலைநீர்ப் பெருக்கமும், நரம்பியக்க அழிவும் ஏற்படுகின்றன. விழிவெண்படலப் புகைபடிதல், விழித்திரை விலகல், தலைநீர்ப் பெருக்கு, கண்ணழுத்த நோய், இவற்றால் பார்வை இழப்பும் ஏற்படுகிறது.

1919இல் மூனிச்சைச் சேர்ந்த ஜெர்ட்ரூடு ஹர்லர் இந்த நோயைப் பற்றி விவரித்ததால் அவர் பெயர் இதற்கு இடப்பட்டது. இதுவரை எந்தவித சிகிச்சையும் இந்த நோய்க்குப்பலனளிக்கவில்லை.

1947 இல் இருவருக்கு நைட் பட்டம் வழங்கி கௌரவிக்கப்பட்டது. ஹவோர்த் 1950 ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் 19ஆம் நாள் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

ஹவோர்த், சர் (வால்ட்டர் நார்மன்)

இவர் இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த வேதியியலார் ஆவார். கார்போஹைட்ரேட்டுகள், வைட்டமின் C ஆகியவற்றின் வேதி அமைப்பு குறித்த இவரது ஆய்வுகளுக்காக 1937 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு கவீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த பால் கரேர் என்பாருடன் இணைந்து வழங்கப்பட்டது.

சர் (வால்டர்) நார்மன் ஹவோர்த் (sir walter norman haworth) 1883ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் 19 ஆம் நாள் பிறந்தார். 1912இல் தூய ஆண்டு பல்கலைக் கழகத்தில் பணியில் சேர்ந்தார். ஃபைஃப் நகரில் பணியாற்றும்போது இரு இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த வேதியியலார்களான சர் ஜேம்ஸ் இர்வின், தாமஸ் புரூடி ஆகியோருடன் சேர்ந்து சர்க்கரைகள் (ஸ்டார்ச், செல்லுலோஸ்) ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆய்வில் ஈடுபட்டார். இந்த ஆய்வின் முடிவாகச் சர்க்கரைகள் நீள் தொடர் கார்பன் அமைப்பைவிட வளைய அமைப்பில் இணைந்திருப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர். இவ்வகை வளைய அமைப்புகள் தற்காலத்தில் ஹவோர்த் வடிவங்கள் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

1925இல் ஹவோர்த் பிரிமிங்ஹாம் பல்கலைக்கழக வேதியியல் துறை இயக்குநராகப் பொறுப்பேற்று சாதாரண சர்க்கரைகளை போன்ற அமைப்புடைய வைட்டமின் C குறித்த ஆய்வில் ஈடுபட்டார். 1934 இல் இன்னொரு வேதியியலாரான சர் எட்மன்ட் ஹிர்ஸ்ட் என்பாருடன் இணைந்து முதன்முதலாக ஆய்வகத்தில் வைட்டமின் C ஐத் தயாரித்தார். இக்கண்டுபிடிப்பு கரிம வேதியியலில் முக்கியமான படியாக இருந்தது; மேலும் மருத்துவப் பயன்பாட்டிற்காக வைட்டமின் C ஐ (அஸ்கார்பிக் அமிலம், ஹவோர்த் குறிப்பிட்டதைப் போல) செயற்கையாகத் தயாரிக்கவும் இம்முயற்சி உதவியது.

ஹஷிமோடோ தைராய்டழற்சி

ஹஷிமோடோ தைராய்டழற்சி (Hashimoto's thyroiditis), தைராய்டு என்ற நாளமில்லாச் சுரப்பியில் உண்டாகும் ஒரு தன்னொவ்வாமை (auto-immune) நோயாகும். தைராய்டு சுரப்பியில் உள்ள திசுக்கள், அவற்றின் பாகங்கள் அல்லது சுரப்புப் பொருள்கள் காரணமாகத் தன்னொவ்வாமை ஏற்படுகிறது. நடு வயதுப் பெண்டிருக்கு உண்டாகும் இவ்வியாதியில், தைராய்டின் இயக்கம் குறைந்து (hypo-thyroid state) காணப்படும்.

ஹஷிமோடோ என்ற ஜப்பானியர் 1920ஆம் ஆண்டில் 'ஹஷிமோடோ தைராய்டழற்சி' என்ற வியாதியை முதலில் விளக்கினார். தன்னொவ்வாமை நோயில் உடல் தனது திசுக்களையே வேறாகக் கருதி அவற்றை அழித்து விடுகிறது. தைராய்டு சுரப்பியில் உள்ள உயிரணுக்களும், அவற்றினுள்ளே உள்ள மைக்ரோசோம் (microsome) அல்லது தைராய்டினால் சுரக்கப்படும் கொல்லாய்டு (colloid) எனும் கூழும் உடல் பகையாகக் கருதப்பட்டு அழிக்கப்படுகின்றன. தைராய்டு சுரப்பியும் இதனால் கெட்டுவிடுகின்றது. இந்தக் கோளாறு, சிலருக்குப் பரம்பரையாக வருவது உண்டு. ஹஷிமோடோ வியாதியுடன், சிலருக்குத் தைராய்டின் புற்று நோயும் தென்படுவது உண்டு.

சாதாரணமாக, நடுத்தர வயது உள்ள பெண்டிருக்கு உண்டாகும் இவ்வியாதி, மற்ற வயதுக் காலங்களிலும், ஆண்களுக்கும் வருவது உண்டு. இது கண்டுள்ளவருக்கு, முன் கழுத்தில், தைராய்டு சுரப்பியில் ஒரு வீக்கம் ஏற்படுகின்றது. இந்த வீக்கம், கையினால் அழுத்திப் பார்க்கும்பொழுது, சிறிது இறுகலாகத் தென்படும். சிலருக்கு அவ்விடத்தில் ஒரு வேதனையும் இருக்கலாம். விழுங்குவதற்கும், மூச்சு விடுவதற்கும் சிலருக்குச் சிறிது துன்பம் ஏற்படலாம்.

இருமல் உண்டாவதும் உண்டு. தைராய்டு சுரப்பியின் சுரப்பு நிலை (hypo-thyroid state) குறைந்து தென்படலாம். இதன் விளைவாக, உடலில் சோர்வு, குரலில் கம்மல், எடை கூடுதல், இவை ஏற்படுவதும் உண்டு. தோலில் மென்மை குறைந்து காணப்படும். நோயின் ஆரம்பத்தில் சிலருக்குத் தைராய்டு வீரியம் அதிகமாகச் சில காலத்திற்கு இருப்பதும் உண்டு.

இந்த வியாதியின் குணம் நன்றாக வெளிப்படும்பொழுது, தைராய்டுக்கு முக்கியமாக வேண்டிய அயோடின் (iodine) என்ற பொருள், தைராய்டுக்குள் எடுத்துக்கொள்வது குறையும். இதனை அணு வீரியம் கொண்ட I131 என்ற அயோடின் கொடுத்து, தைராய்டால் எவ்வளவு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றது என ஆய்வதன் மூலம் கண்டு பிடிக்கலாம். தவிர, இரத்தத்தில் தைராய்டு எதிர்ப்பு பொருள்கள் (thyroid antibodies) உயர்ந்த அளவில் இருக்கும். இதுவும் நோயைக் கண்டுபிடிக்க உதவும்.

சிலருக்கு இந்த நோய் வந்தால் புற்று நோயுள்ளதா என்று ஐயப்படும்படி தைராய்டு இறுகலாக இருக்கலாம். சாதாரணமாக, நிணநீர்க் கட்டிகள் (imph nodes) கைக்குத் தென்படாமல் இருப்பது புற்று நோய் இருக்காது என்பதை எடுத்துக் காட்டலாம். இருப்பினும் ஐயம் நீங்கி உறுதியாகக் கூறுவதற்கு, திசுச் சோதனை (biopsy) செய்ய வேண்டி இருக்கலாம். ஊசித் திசுச் சோதனை (needle biopsy) அல்லது அறுவை செய்து திசுச் சோதனை (open biopsy) செய்ய வேண்டி இருக்கலாம். தவிர, சிலருக்கு மூச்சுக்குழாய் மேல் தைராய்டு இறுகுவதால் அறுவை சிகிச்சை செய்து, தைராய்டு சுரப்பியின் ஒரு பகுதியை எடுத்து (partial thyroidecotmy) மூச்சுக்குழாய் விரிவடைய ஏற்பாடு செய்யலாம்.

தைராய்டு சுரப்பியின் சுரப்பான தைராக்கின் (thyroxin) கொடுத்து, இவ்வியாதியின் இன்னல்களைக் குறைக்கலாம்.

எம்.எஸ்.வேங்கடராமன்

ஹாட்சுகின், டோரோதி மேரி குரோஃபூட்

இவர் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியலார் ஆவார். வைட்டமின் B₁₂ இன் வேதி அமைப்பைப் பற்றி கண்டறிந்ததற்காக இவருக்கு வேதியியல் துறைக்கான நோபல் பரிசு 1964 ஆம் ஆண்டு வழங்கப்பட்டது. டோரோதி மேரி குரோஃபூட் ஹாட்சுகின் (Dorothy mary crowfoot hodgkin) கெய்ரோவில் 1910 ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 12ஆம் நாள் பிறந்தார். ஆக்ஸ்ஃபோர்டு பல்கலைக்கழகத்தில் பெரு மூலக்கூறுகளின் எக்ஸ் கதிர் வரைபடங்கள் குறித்து ஆய்வுகளை 1929இல் மேற்கொண்டார். பின்னர் கேம்பிரிட்ஜ் சென்று பெப்சின் எனும் புரத்தின் முதல் எக்ஸ் கதிர் கோட்ட ஒளிப்படத்தை இவரும் இவரது உதவியாளரும் எடுத்தனர். ஸ்டிரால்கள் பற்றியும் இவர் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். 1934 இல் ஆக்ஸ்ஃபோர்டு பல்கலைக்கழகத்திற்குத் திரும்பி அங்கு ஆசிரியராகவும், பின்னர் ராயல் கழகத்தின் பேராசிரியராகவும் (1960-77), பிரிஸ்டல் பல்கலைக்கழகத்தின் வேந்தராகவும் (1970 முதல்), உல்ஃப்சன் கல்லூரியின் (1977 முதல்) அங்கத்தினராகவும் (fellow) பதவி வகித்தார்.

1942-1949 ஆண்டுக்கு இடைப்பட்டக் காலங்களில் பெனிசிலின் அமைப்பைப் பற்றி ஆராய்ந்தார். இவரும் இவரது உதவியாளர்களும் சேர்ந்து புரதமில்லாச் சேர்மங்களில் சிக்கலான சேர்மங்களில் ஒன்றான வைட்டமின் B₁₂ இன் முதல் எக்ஸ்கதிர் கோட்ட ஒளிப்படத்தைப் பெற்றனர். 1948இல் இவ்வைட்டமின் அணுகட்டமைப்புத் தொடர்பான முழுமையான விவரங்களை அறிந்தனர்.

த.தெய்வீகன்

ஹாட்சுகின் நோய்

நமது உடம்பில் நிணநீர் செல்லும் பாதையின் நடுவே ஆங்காங்கே நிணநீர் சுரப்பிகள் (lymph nodes) உள்ளன. அவை நமது உடலைப் பிற நுண்ணுயிர்த்த தாக்குதலினின்றும் காக்கும் நிணநீர் வெள்ளை

அணுக்கள் (lymphocytes) என்னும் ஒருவகையான வெள்ளை அணுக்களை உருவாக்குகின்றன. இந்த நிணநீர் சுரப்புகளினின்றும் உருவாகும் ஒருவகையான புற்றுநோயே ஹாட்சுகின் நோய்' ஆகும். இந்நோய் தாமஸ் ஹாட்சுகின் (Thomas Hodgkin) என்பவரால் 1832இல் விவரிக்கப்பட்டதால், அவரின் பெயராலேயே அழைக்கப்படுகிறது.

நோய்க் காரணம். தொடக்கத்தில் இப்பிணி, ஒருவகை இனம் தெரியாத நுண்ணுயிர்களால் உண்டாக்கப்பட்ட ஒருவகை 'அழற்சி' (inflammation) என்று கருதப்பட்டாலும், இப்பொழுது இது ஒரு வகையான புற்றுநோய் என்று அறியப்பட்டுள்ளது. இந்நோய் தோன்றுவதற்கான சரியான காரணம் இன்னும் உறுதியாகத் தெரியவில்லை.

நோயைத் தடுக்கும் எதிர்ப்பு ஆற்றல் குறைந்த நிலையில் உள்ளவர்களை (immuno suppressive state) இந்நோய் மிகுதியாகத் தாக்குவதால், உடல் காக்கும் வெள்ளை அணுக்கள், இனம் தெரியாத தூண்டுதலால் நிணநீர் சுரப்புகளில் கட்டுக்கடங்காமல் வளர்வதே இந்நோயின் காரணமாக இருக்கலாம் என்று பல ஆய்வாளர்கள் கருதுகிறார்கள். இந்நோயின் மூலக்காரணத்தைக் கண்டுபிடித்து விட்டால், இந்த உயிர்க்கொல்லி நோயை மிக எளிதாக வென்று விடலாம்.

அறிகுறிகள். 1. கழுத்து, அக்குள் (axilla) தொடையின் மேல்பாகத்திலுள்ள அறை (infuinal region) ஆகிய இடங்களில் நிணநீர் சுரப்புகள் வீங்கி, வலியில்லாக் கட்டிகள் உண்டாதல். 2. பெல்-எப்ஸ்டீன் என்பவரால் விளக்கப்பட்ட விட்டு விட்டு வரும் காய்ச்சல் (pel-ebstein type of fever). 3. உடல் சோர்வு. 4. இரத்த சோகை. 5. நோய் முற்றிய நிலையில் வயிறு, மார்பறை ஆகிய இடங்களில் உள்ள நிணநீர் சுரப்புகளும் வீங்குதல். 6. பித்த நீர் சுரக்கும் ஈரலும் (liver), மண்ணீரலும் (spleen) பாதிக்கப்பட்டு உருப்பெருக்கமடைதல். 7. நுண்ணுயிர்களை எதிர்க்கும் ஆற்றல் குறைதல் அல்லது முழுவதுமாக மறைதல். 8. மது அருந்தினால் நிணநீர்க் கட்டிகளில் வலி உண்டாதல்.

இந்நோய் 97 சதவிகிதம் 15 முதல் 39

வயதுக்குட்பட்டவர்களைத் தாக்குகிறது என்று லூக்ஸ் என்பவர் தமது ஆய்விலிருந்து கணித்துள்ளார். பின்பு 50 வயதுக்கு மேற்பட்ட பிரிவினரையும் அதிகமாகத் தாக்குகிறது.

ஆண்களும், பெண்களும் 2:1 என்ற விகிதத்தில் தாக்கப்படுகிறார்கள்.

ஹாட்சுகின் நோயின் உட்பிரிவுகள்.

இந்நோயின் உருப்பெருக்கித் தோற்றம் ஒன்றுக்கு ஒன்று மாறுபடுவதால், இது பல உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டது. ஜேக்ஸன் - பார்க்கர் (1944), லூக்ஸ் (1966) ஆகியவர்கள் வேறுபட்ட உட்பிரிவுகளை விளக்கியுள்ளார்கள். ஆனால் 'ரை' என்ற இடத்தில் நடந்த மருத்துவ ஆய்வாளர்கள் மகாநாட்டில் முடிவெடுக்கப்பட்ட உட்பிரிவுகளே (Rye classification) இப்பொழுது பெரும்பாலும் வழக்கில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

ஹாட்சுகின் நோயின் உட்பிரிவுகள் (Rye classification). 1. நிணநீர் வெள்ளை அணுக்கள் மிகுதியாக உள்ள ஹாட்சுகின் நோய். 2. பலவகையான வெள்ளை அணுக்கள் கலந்து காணப்படும் ஹாட்சுகின் நோய். 3. நார்த்தசைகள் மிகுந்து காணப்படும் ஹாட்சுகின் நோய். 4. நிணநீர் வெள்ளை அணுக்கள் மிகக் குறைவாகக் காணப்படும் ஹாட்சுகின் நோய்.

இந்தப் பிணியை ஐயம் திரிபறக் கண்டுபிடிப்பதற்கு, நோயாளியை நன்கு சோதித்துப் பார்ப்பதுடன், தாக்கப்பட்ட நிணநீர் சுரப்புகளை, சிறு அறுவை மூலம் எடுத்து (biopsy), திசுச் சோதனை செய்வது அவசியம்.

நோயினால் தாக்கப்பட்ட நிணநீர் முடிச்சின் வெளித்தோற்றம். பாதிக்கப்பட்ட நிணநீர் சுரப்புக் கூட்டங்களில் ஒவ்வொரு நிணநீர் சுரப்பியின் அளவும் பெரிதாக இருக்கும் (5-10 செ.மீ). வெட்டுத் தோற்றம் வெளிர் சிவப்பு நிறத்தில் 'மீனின் தசை' போன்று இருக்கும்.

உருப்பெருக்கியில் தோன்றும் தோற்றம். இயல்பான நிணநீர் சுரப்பியில் காணப்படும் புறணி (cortex), அகணி (medulla) போன்ற பாகுபாடு

இல்லாமல், முழுவதும் அழிக்கப்பட்டு, வேகமாக வளரும் புற்றுநோய் அணுக்களால் முழுவதுமாக ஊடுருவப்பட்டு, உருமாறிவிடும்.

நிணநீர் வெள்ளை அணுக்கள், கிஸ்டியோசைட் (Histiocyte) ஆகிய உயிரணுக்களுடன் டோரத்தி-ரீட்-ஸ்டென்பெர்க் என்ற (dorothy - reed - sternberg cell) தனித்தன்மை வாய்ந்த உயிரணுக்களும் காணப்படும். இவ்வுயிரணுக்கள் பிளந்த மொச்சைப் பருப்பைப் போன்ற அமைப்புடைய எதிரும், புதிருமாக அமைந்த பிரதி-பிம்பம் போன்ற இரண்டு உட்கருக்களைக் கொண்டிருக்கும்.

உட்பிரிவுகளின் சிறப்பு உருப்பெருக்கித் தோற்றம்

நிணநீர் வெள்ளை அணுக்கள் மிகுதியாக உள்ள ஹாட்சுகின் நோய். இந்த வகையில் நிணநீர் வெள்ளை அணுக்கள் மிகுந்து காணப்படும். இந்த அணுக்கள் சிறிதளவேயான சைட்டோபிளாசுமம் (cytoplasm) வட்டவடிவமான உட்கருவும் (nucleus) பெற்றிருக்கும். ரீட்-ஸ்டென்பெர்க் உயிரணுக்கள் மிகக் குறைந்தே காணப்படும். இந்த வகையால் தாக்கப்பட்டவர்களில் 70% சராசரி 10 - 12 ஆண்டுகள் வரை உயிர் வாழ்கிறார்கள். இந்த வகையே குறைந்த வீரியம் உடையதாகும். ஒழுங்காகச் சிகிச்சை பெற்றால் நெடுங்காலம் இப்பிணியின் பிடியிலிருந்து தப்பலாம்.

பலவகையான வெள்ளை அணுக்கள் கலந்து காணப்படும் ஹாட்சுகின் நோய். இப்பிரிவில் நிணநீர் அணுக்கள், கிஸ்டியோசைட், சிவந்தநிற வெள்ளை அணு (eosinophil), பிளாஸ்மா உயிரணு ஸ்டென்பெர்க் உயிரணுக்கள் ஆகிய அனைத்து வகை உயிரணுக்களும் கலந்து காணப்படும். இந்த வகையால் தாக்கப்பட்டவர்களில் 50-60 விழுக்காட்டினர் 5 முதல் 10 ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்கிறார்கள்.

நார்த்திசு மிகுந்த ஹாட்சுகின் நோய். இந்த வகையில், நார்த்திசுக்கள் மிகுதியாக வளர்ந்து, பலவகைப்பட்ட வெள்ளை அணுக்களை, சிறுசிறு வட்டவடிவமான கூட்டங்களாகப் (nodules) பிரிக்கும். இரண்டு உட்கருக்களைக் கொண்ட ரீட்-ஸ்டென்பெர்க் உயிரணுக்களும் ஓர் உட்கரு கொண்ட மாறுபட்ட

‘லேக்குனார் செல்’ எனப்படும் ரீட்-ஸ்டென்பெர்க் உயிரணுக்களும் காணப்படும். இந்த உயிரணுக்கள் சிறு வெட்ட வெளிகளில் (lacunae) அமைந்திருப்பதுபோல் காணப்படுவதால், இந்தப் பெயர் பெற்றன. இவ்வகை நோயிலும் இறப்பு விகிதம் மிகவும் குறைவு. தொடக்க நிலையிலேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்டு சிகிச்சை பெற்றால் 80 விழுக்காட்டினர் 10-15 ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்வார்கள்.

நிணநீர் அணுக்கள் மிகக் குறைவாக உள்ள ஹாட்சுகின் நோய். இந்த வகையில் நிணநீர் அணுக்கள் குறைந்தும், கிஸ்டியோசைட்டும், ரீட்-ஸ்டென்பெர்க் உயிரணுக்களும் மிகுந்தும் காணப்படும். இது மிகவும் வீரியம் மிகுந்ததாகும். இதனால் தாக்கப்பட்டவர்கள் பெரும்பாலும் ஒரு வருடமே உயிர் வாழ்கிறார்கள்.

எந்த வகையாக இருப்பினும், மிகத் தொடக்க நிலையிலேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்டால், நோயாளிகள் குறைந்தது 10-15 ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்வார்கள். நடுக்கட்டத்தில் உள்ளவர்கள் - 10 ஆண்டுகளும், கடைசி இரண்டு கட்டங்களில் உள்ளவர்கள் சராசரி 2 முதல் 5 ஆண்டுகளும் உயிர் வாழ்கிறார்கள். ஆகவே வியாதியை கடைசிக் கட்டத்தை அணுக விடாமல் தொடக்க நிலையிலேயே மருத்துவ உதவியை நாடினால், பலவித சிகிச்சைகளால் குணப்படுத்தவோ அல்லது ஆயுளை நீட்டிக்கவோ முடியும்.

மருத்துவச் சிகிச்சையை தொடங்குவதற்கு முன் நோய் எந்த நிலையில் உள்ளது என்று பின்வரும் முறைப்படி கணிப்பார்கள்.

முதல் கட்டம். ஓர் இடத்தில் உள்ள நிணநீர் சுரப்புகள் மட்டுமோ அல்லது ஓர் உள் உறுப்போ தாக்கப்படுதல்.

இரண்டாம் கட்டம். உதரவிதானத்திற்கு ஒரு பக்கத்திலுள்ள இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட நிணநீர் முடுச்சுக் கூட்டங்களோ அல்லது பக்கத்திலுள்ள உள் உறுப்போ தாக்கப்படுதல்.

மூன்றாம் கட்டம். உதரவிதானத்திற்கு இரு பக்கங்களிலும் . உள்ள நிணநீர் முடுச்சுகளும், மண்ணீரலும் தாக்கப்படுதல்.

ஹைய்ப்போ ஹாலஸ் அமிலத்தின் (hypohalous acid) எஸ்டர்களும் இவ்வினையை நிகழ்த்தவல்லன என்று அறியப்பட்டுள்ளது. முனைவுடை (polar) மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட நீர் போன்ற கரைப்பான்கள் இவ்வினையை ஊக்குவிக்கின்றன.

ஃபுளூரினும் ஓர் ஹாலோஜனேயாகிலும் மற்ற ஹாலோஜன்களைப் போல் அது ஹைய்ப்போ ஹாலஸ் அமிலம் போன்ற ஆக்சி அமிலங்களைத் தருவதில்லை. எனவே இவ்வினையை ஃபுளூரினைப் பொறுத்தவரை திருத்தியமைக்க வேண்டும். ஃபுளூரின் வளிமத்தை அமைடுடன் வினைப்படுத்தினால் N- ஃபுளூரோ அமைடு, C- ஃபுளூரோ அமைடு இரண்டுமே கிடைக்கின்றன. ஆனால் ஃபுளூராக்க்சிட்ரை ஃபுளூரோமெதேன் (FOCF₃) அமைடுகளுடன் வினையுற்று ஃபுளூரோ அமைடை அளிக்கிறது.

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

துணைநூல். I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol.I, Sixth Edition, E.L.B.S, London.

ஹாஃப்மன், ஆகஸ்ட் வில்ஹெல்ம் வான்

இவர் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த வேதியியலார் ஆவார். ஆகஸ்ட் வில்ஹெல்ம் வான் ஹாஃப்மன் (August Wilhelm von Hofmann) சர்வில்லியம் ஹென்றி பெர்கின் என்பாருடன் இணைந்து ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார். இந்த ஆய்வுகள் அனிலின் சாயத்தொழில் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் உதவின.

ஹாஃப்மன் 1818 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் 8 ஆம் நாள் பிறந்தார். ஜஸ்டஸ் வான் லிபிக் என்பாரின் மாணவராகக் கல்வி பயின்ற இவர் 1845 இல் இலண்டன் ராயல் வேதியியல் கல்லூரியின் முதல் இயக்குநராகப் பொறுப்பேற்றார். 1864 இல் பான் நகருக்குத் திரும்பி விரைவில் பெர்லின் பல்கலைக் கழகத்தில் வேதியியல் பேராசிரியராகவும், ஆய்வுக் கூட இயக்குநராகவும் பதவி ஏற்றார். இவர்தம் ஆய்வுகள் கரிம வேதியியலின் பல்வேறுப்

பிரிவுகளைச் சார்ந்ததாக அமைந்திருந்தது. கரித்தாரில் இவர் தொடக்கத்தில் மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் பென்சீன், டொலுயீன் ஆகியவற்றை பெட்ரோலியப் பொருள்களிலிருந்து பெறுவதற்கான வழிமுறைகளை காட்டுவதாக அமைந்திருந்தது. மேலும் மேற்சொன்ன கரிமச் சேர்மங்களை நைட்ரோ, அமீன் சேர்மங்களாக மாற்றவும் துணைபுரிந்தது. மற்றோர் ஆய்வு மூன்று எத்தில் அமீன்கள் மற்றும் டெட்ரா எத்தில் அம்மோனியச் சேர்மங்களைத் தயாரித்து அவை அம்மோனியாவுடன் கொண்ட மூலக்கூறு அமைப்பொற்றுமையை தெளிவாக்கியது. ஹாஃப்மன், ஃபார்மால்டிஹைடு, ஹைட்ரோசோபென்சீன் போன்றவற்றையும், ஆகஸ்ட் காஹவரீஸ் என்பாருடன் இணைந்து அல்லில் ஆல்கஹால் சேர்மத்தையும் கண்டுபிடித்தார். அமைடு சேர்மத்தை அமீனாகவும் மாற்றமடையச் செய்யும் வினையை இவர் கண்டுபிடித்ததனால் இவ்வினை இவர் பெயராலேயே குறிப்பிடப்படுகிறது. நீர்மங்களின் ஆவி அடர்த்தியைக் கண்டுபிடித்து அதன் மூலம் அவற்றின் மூலக்கூறு எடைகளைக் கணக்கிடும் வழிமுறையையும் ஹாஃப்மன் கண்டுபிடித்தார். ஹாஃப்மன் ஆய்வுக்கூடத்திலிருந்து ஏறத்தாழ 1000 ஆய்வேடுகள் வெளிவந்துள்ளன. இவற்றுள் ஏறத்தாழ 300 ஆய்வேடுகள் ஹாஃப்மன் ஜெர்மன் வேதியியல் கழகத்தை (German chemical society) 1868 இல் ஏற்படுத்தி நீண்ட காலம் அதன் தலைவராகப் பணியாற்றினார். ஹாஃப்மன் 1892 ஆம் ஆண்டு மே திங்கள் 5 ஆம் நாள் பெர்லின் நகரில் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

ஹாஃப்நியம்

இது தனிமமீள்வரிசை 4b தொகுதியில் அமைந்துள்ளது. இதன் குறியீடு Hf. அணு எண் 72. அணு நிறை 178.49.

இயற்கையில் ஹாஃப்நியம் (hafnium) சிர்கோனியத்துடன் (zirconium) சேர்ந்து கிடைக்கிறது. ஸ்காண்டிநேவியாவில் கிடைக்கின்ற தார்ட்

La																										0
1	IIa																									2
H																										He
3	4															5	6	7	8	9	10					
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne					
11	12															13	14	15	16	17	18					
Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar					
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36									
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54									
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe									
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86									
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn									
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118									
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha																						

லந்தனைடு தொகுதி	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

ஆக்டினைடு தொகுதி	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

வெயிடைட் (thort veitite) என்ற தாதுப்பொருள் சிர்கோனியத்தை விட அதிக அளவு ஹாஃப்னியத்தைக் கொண்டிருக்கின்றது.

பிரித்தெடுத்தல். ஹாஃப்னியம் பொதுவாக அதன் தாதுக்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. சிர்கோன் மணல் தூளாக்கப்பட்டுக் கரியுடன் சேர்த்து 800°C வெப்பநிலைக்கு மேல் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. ஹாஃப்னியம் ஆக்சைடு மேற்கூறிய முறையில் ஹாஃப்னியம் கார்பைடாக (hafnium carbide) மாற்றப்பட்டு மறுபடியும் குளோரினேற்ற வினைக்கு (chlorination) உட்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினையில் ஹாஃப்னியம் டெட்ரா குளோரைடு (HfCl₄) கிடைக்கின்றது. ஹாஃப்னியம் டெட்ரா குளோரைடு ஒரு வெண்மையான திண்மப் பொருள். இது வெப்ப நிலையில் பதங்கமாகக் (sublime) கூடியது. ஹாஃப்னியம் டெட்ராகுளோரைடிலிருந்து தூய்மையான ஹாஃப்னியம் க்ரால் முறைப்படி (Kroll process) தயாரிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் ஹாஃப்னியம் டெட்ரா குளோரைடானது மந்தச் சூழ்நிலையில் மக்னீசியம் உலோகத்தினால் ஒடுக்க வினைக்கு (reduction) உட்படுத்தப்படுகிறது. ஒடுக்க வினைக்கு உட்படுத்துவதற்கு முன்னால் ஹாஃப்னியம் டெட்ரா குளோரைடிலிருந்து, ஹாஃப்னியம் குளோரைடு (HfOCl₂) நீக்கப்படுகிறது. வளிம

ஹீலியம் முன்னிலையில் 200°C வெப்பநிலைக்குச் குடுபடுத்தும் பொழுது ஹாஃப்னியம் குளோரைடு வெளியேறுகிறது. பின் ஹாஃப்னியம் டெட்ரா குளோரைடு மக்னீசியம் உலோகத்தினால் ஒடுக்க வினைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.



தூய்மையான ஹாஃப்னியம் உலோகமும், மக்னீசியம் குளோரைடும் வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தல் (vacuum distillation) முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. திருத்தப்பட்ட க்ரால் முறையில் சோடியம் அல்லது சோடியம் ரசக்கலவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பண்புகள். இது வெள்ளியைப் போன்று பளபளப்பான உலோகம். இதனுடைய உருகுநிலை 2222°C; கொதிநிலை 5400°C. இது உலோகங்களுடன் சேர்ந்து உலோகக் கலவைகளைத் தருகிறது. இம்முறையில் உண்டாக்கப்பட்ட Ta₄HfC₅ என்ற உலோகக்கலவை மிக அதிகமான உருகுநிலையைக் கொண்டிருக்கிறது.

ஹாஃப்னியம் பலவித ஐசோடோப்புகளைக் (isotopes) கொண்டது. பின்வருபவை இயற்கையில் கிடைக்கின்ற ஐசோடோப்புகள்: 174 (0.18%), 176 (5.2%), 177 (18.47%), 178 (27.1%), 179 (13.75%), 180 (35.25%), ஹாஃப்னியம் புவியின் மேற்பரப்பில் மிகக் குறைந்த அளவே கிடைக்கின்ற தனிமமாகும்.

குடான ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் ஹாஃப்னியம் கரைகிறது. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் மிக மெதுவாகக் கரைகிறது. ஆனால் ஃபுளூரைடு அயனிகள் ஹாஃப்னியத்துடன் இணைந்திருந்தால், சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் ஹாஃப்னியம் மிகவும் வேகமாகக் கரைந்து விடுகிறது. ஏனெனில் ஃபுளூரைடு அயனிகள் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் இணைந்து சில ஃபுளூரைடு அணைவுச் சேர்மங்களை (coordination compounds) உண்டாக்குகின்றன. வீரியம் குறைந்த அமிலங்களுடனும், அதன் உப்புக்களுடனும் ஹாஃப்னியம் வினைபுரியாது.

சிர்கோனியமும், ஹாஃப்னியமும், லாந்தனைடு சுருக்கத்தினால் (lanthanide contraction) ஒத்த

பண்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவை இரண்டும் மிக நெருங்கிய அயனி ஆரங்களைப் (ionic radii) பெற்றிருக்கின்றன. (Hf:0.78Å⁰ Zn:0.79Å⁰). ஆனாலும் இவற்றுக்கிடையே சில வேறுபாடுகள் உள்ளன. அவையாவன.

1. ஹாஃப்னியமும், சிர்கோனியமும், ஹைட்ரோ நாஃப்தசீனிடன் (hydronaphthazarin) இணைந்து 1:1 அணைவுச் சேர்மங்களைத் தருகின்றன. ஆனால் சிர்கோனியம் 1:2 அணைவுச் சேர்மத்தையும் உண்டாக்குகிறது.

2. டெட்ராஹைட்ரோஃபியூரான் (tetrahydrofuran) முன்னிலையில் சிர்கோனியம் டெட்ராகுளோரைடானது, டைஅர்சினிடன் (diarsine) உடனடியாக வீழ்படிவைத் தருகிறது. ஹாஃப்னியம் தாமதமாக வீழ்படிவைத் தருகிறது.

பயன்கள். X-கதிர் குழாய்களில் எதிர்மின் முனையாகப் (cathode) பயன்படுகிறது. பல உலோகக் கலவைகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. (காண்க: சிர்கோனியம்.)

பொ. அனந்தகிருஷ்ணன்

துணைநூல். McGraw Hill Encyclopedia of Science and Technology, Vol.6, 1977.



என்பாரின் கீழ் பணியாற்றினார். இதற்குப் பிறகு சார்லஸ்-அடால்ஃப் ஊர்ட்வின் பாரிஸ் ஆய்வகத்தில் பணிபுரியும் போது ஜோசஃப் - அச்சிலி லீ பெல் என்பாரைச் சந்தித்தார்.

1874 இல் ஹாஃப், லீ பெல் ஆகியோர் தனித்தனியே கரிமச் சேர்மங்களின் புறவெளி வேதியியல் (stereo chemistry) குறித்த முக்கியக் கோட்பாடுகளை வெளியிட்டனர். கார்பன் அணுவில் நான்கு இணைதிறன் பிணைப்புகளும் நாற்கர அமைப்பில் இணைந்துள்ளன என அவர்கள் விவரித்தனர். இந்தக் கருத்து ஒளிச் சுழற்சிக் கோட்பாட்டை விளக்க ஏதுவாக அமைந்தது.

1878-96 ஆம் ஆண்டு வரை ஹாஃப் வேதியியல், கனிமவியல், நிலஇயல் ஆகியப் பாடங்களைப் பயிற்றுவிக்கும் பேராசிரியராகக் கடமையாற்றினார். 1884இல் 'Etudes de Dynamique Chimique' (வேதி இயக்கவியலில் நிகழ்த்தப்பட்ட ஆய்வுக் குறிப்புகள்) எனும் புத்தகத்தை வெளியிட்டார். இதில் வேதி இயக்கவியலின் கொள்கைகள், வினை வரிசையைக் (order of a reaction) கண்டுபிடிக்க புது வகை வழிமுறை, வேதிச் சமநிலையில் வெப்பஇயக்கவியல் (thermodynamics) விதிகளைப் பயன்படுத்தல் முதலான பல்வேறு கருத்துகள் இடம் பெற்றுள்ளன. மேலும் முதன்முதலாக வேதி நாட்டம் (chemical affinity) எனும் கருத்தை வான்ட் ஹாஃப் தனது புத்தகத்தில் பயன்படுத்தி உள்ளார். 1886 ஆம் ஆண்டில் நீர்த்தக் கரைசல்கள், வளிமங்கள் ஆகியவற்றின் ஒத்தப் பண்புகள் பற்றி

ஹாஃப், ஜேகோபஸ் ஹென்ரிக்ஸ் வான்ட்

இவர் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த இயற்பிய வேதியியலார் ஆவார். வினைவேகங்கள், வேதிச் சமநிலை, சவ்வூடு பரவு அழுத்தம் (osmotic pressure) ஆகியவைத் தொடர்பான இவரது ஆராய்ச்சிகளுக்காக இவருக்கு 1901 ஆம் ஆண்டு முதன் முதலாக வேதியியலுக்காக நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. ஜேக்கோபஸ் ஹென்ரிக்ஸ் வான்ட் ஹாஃப் (Jacobus Henricus van't Hoff) ராட்டர்டாம் நகரில் 1852 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் 30 ஆம் நாள் பிறந்தார். நெதர்லாந்தில் கல்வி பயின்ற பின்னர் பான் நகரில் சிறிது காலம் ஆகஸ்ட் கிருகுவே

விளக்கிக் கூறினார். 1895 ஆம் ஆண்டு வரையில் அர்ரேனியசின் மின்பகுளித் தத்துவங்கள் குறித்த ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டிருந்தார். 1896 இல் பெர்லின் நகரில் அமைந்திருந்த பெர்சிய அறிவியல் கழகத்தில் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். ஸ்ட்ராஸ்ஃபர்ட் நகரில் படிந்திருந்த உப்புக்களைப்பற்றி இவர் நிகழ்த்திய ஆய்வுகள் ஜெர்மனி நாட்டின் தொழில் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் உதவியது. 1887 இல் வான்ட் ஹாஃப்மன், ஜெர்மானிய வேதியியலாரான வில்ஹெல்ம் ஆஸ்ட்வால்டும் இணைந்து 'Zeitschrift fur physikalische chemie' (இயற்பிய வேதியியல் காலமுறை ஆய்வேட்டு இதழ்) எனும் முக்கிய சிறப்பு வாய்ந்த வேதியியல் ஆய்வேட்டை நிறுவினார். வான்ட் ஹாஃப் பெர்லினில் 1911 ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் முதலாம் நாள் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

ஹாஃப்மன்ஸ் குறி

இது ஒரு மிகையனிச்சைச் செயலாகும். நடுவிரலின் கடை விரலிடை மூட்டை உள்மடக்கி, திடீரென வெளிநீட்டம் செய்ய வேண்டும். அனிச்சைச் செயல் மிகையியக்கம் இருந்தால், உடனடியாகக் கட்டைவிரல் உள்மடங்கும். இதுவே ஹாஃப்மன்சு குறி எனப்படும். சில சாதாரண மனிதர்களிடையிலும் கட்டைவிரல் மிகச் சிறிதளவே மடங்கக்கூடும். ஹாஃப்மன்சு குறி ஒரு பக்கத்தில் மட்டும் காணப்பட்டால், அப்பக்கத்தில் அனிச்சைச் செயல் மிகையியக்கம் உள்ளது என்பதை அறியலாம்.

ஹாமில்டன், சர் வில்லியம் ரோவன்

கணிதத்திலும் இயற்பியலிலும் பயன்மிக்க ஆராய்ச்சி முடிவுகளைக் கண்ட அறிஞர்களில் சர் வில்லியம் ரோவன்ஹாமில்டன் (Sir William Rowan Hamilton) மிக முக்கியமானவராவார். 1805 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு 4

ஆம் தேதி அயர்லாந்து நாட்டில் டப்ளின் (dublin) நகரில் பிறந்த ஹாமில்டன் 1865 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் 2 ஆம் தேதி மறைந்தார். இடைப்பட்ட காலத்தில் இவர் கண்டறிந்த ஆய்வு முடிவுகள் பல புதிய ஆய்வுகளுக்கு அடித்தளமாக அமைந்தன.

இவரது இளமைக் கல்வி வீட்டிலேயே அமைந்தது. ஏழு வயதில் இலத்தீன், கிரேக்கம், பிரெஞ்சு, ஜெர்மன் முதலிய மொழிகளைக் கற்கத் துவங்கிய இவர் பதின்மூன்று வயதில் பதின்மூன்று மொழிகளை அறிந்திருந்தார். பின்னர் கணிதத்துறை ஈடுபாடு மேலோங்கிய பருவத்தில் கூட, வடமொழி, பெர்சிய மொழி ஆகியவற்றை கற்க முனைந்தார் இந்தப் பன்மொழி அறிஞர்.

பன்னிரண்டாவது வயதிலேயே நியூட்டனின் கணித நூல்கள் இவரைக் கவர்ந்தன. 1820 ஆம் ஆண்டு, மனதிலேயே விரைவாகக் கணிக்கும் ஆற்றல் மிக்க சீரா கூல்பான் (Serah colburn) என்ற அமெரிக்க அறிஞரை ஒரு கூட்டத்தில் சந்தித்த பின்னர் இவரது கணித ஆர்வம் மேலும் கொழுந்துவிட்டு வளர்ந்தது. இவரது பதினேழாவது வயதில் லெப்லாஸ் (Laplace) என்ற கணித அறிஞர் எழுதிய அண்ட இயங்கியல் (celestial mechanics) என்ற நூலில் உள்ள வாதப்போக்கில் இவர் கண்ட பிழையைக் குறித்து அயர்லாந்து நாட்டு டிரினிடி கல்லூரி வானியல் பேராசிரியருக்குக் கடிதம் எழுதினார்.

1823 ஆம் ஆண்டு டப்ளினில் உள்ள டிரினிடி கல்லூரியில் சேர்ந்தார். இவர் பட்டப்படிப்பு மாணவராக இருந்தபோதே, 1827 ஆம் ஆண்டில் கதிர் அமைப்புகளின் கோட்பாடு (theory of system of rays) என்ற ஆய்வு கட்டுரையை இராயல் அயர்லாந்து கல்விக் கழகத்தில் படித்தார். இவரது கணித மேதையை உணர்ந்த கல்லூரி, இவரை வானியல் துறையின் தலைவராகவும் பல்கலைக் கழக வானியல் கூட நெறியாளராகவும் தேர்வு செய்தது. 1834 ஆம் ஆண்டு பிரபுபட்டம் பெற்றார். தனது வாழ்நாள் முழுவதையும் ஆய்வுக்காக ஒதுக்கிய ஹாமில்டன், கணிதம், இயற்பியல் ஆகிய இரு துறைகளின் பல பிரிவுகளில் எண்ணற்ற கட்டுரைகள் வடித்தார்.

இவரது தொடக்கக் கால ஆய்வு ஒளியியல் (op-

tics) பற்றியது. வளைந்த ஆடியில் ஒளி நிழற்பட்டை (spectrum) எதிரொளிப்பை ஆராய முற்பட்ட இவர் ஒளியின் கூம்பக ஒளிவிலகலைப் (conical refraction of light) பற்றி விரிவாகக் கோட்பாட்டியலாக ஆராய்ந்து எழுதினார். இவரது முற்கணிப்புகள் களஆய்வு முறைகளால் உண்மையென ஹம்பிரி இலாய்டு (Humpry Lloyd) அவர்களால் நிறுவப்பட்டன. இயங்கியலையும் ஒளியியலையும் ஒன்றுவித்து, ஒன்றிய ஒளிப்புலம் (unified field of optics) பற்றி இவர் தாம் கண்ட முடிவுகளைப் பொதுமைப்படுத்தி இயக்கவியலுக்கும் பயன் படுத்தினார். இவரது கருத்துக்களின் அடிப்படையிலேயே தற்கால இயற்பியல் நுண்கூற்றுக் கோட்பாடு (quantum theory) அமைந்தது.

இயக்கவியலில், இயக்க அமைப்பை (mechanical system) வரையறை செய்ய ஒரு தனிக்கோவையும் அதன் வகைக்கெழு சமன்பாடுகளும் (differential equation) போதுமெனக் காட்டினார். இத்தகைய முதல்வகை வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகள் ஹாமில்டன் சமன்பாடுகள் (Hamilton equation) என்று வழங்கப்படுகின்றன. மேலும், ஹாமில்டன் கொள்கை எனும் மாறுபாட்டுக் கூற்றின் (variational statements) அடிப்படையில் பழைய இயக்கவியல் அமைப்பின் (classical dynamical system) சமன்பாடுகள் பெறப்படுகின்றன.

ஐந்தாம் படியில் உள்ள பொது இயற்கணிதச் சமன்பாட்டின் தீர்வு பற்றி ஒரு கட்டுரை எழுதியுள்ளார். இத்தகைய சமன்பாட்டுக்கு அளவிலி எண்ணிக்கை உடைய இயற்கணிதக் கோவைகளால் (algebraic expression) தீர்வு காண முடியாது என்று கணித அறிஞர் ஏபல் (Abell) கூறிய கருத்தை இவரது கட்டுரை உறுதி செய்கிறது. வகைக்கெழு சமன்பாடுகளுக்கு (differential equations) எண்ணியல் தீர்வு காணும் முறை பற்றியும் இவர் எழுதியிருக்கிறார்.

இவரது ஆராய்ச்சிகளின் மகுடம் போன்றது கால்மானக் கலப்பெண்கள் (quaternions) எனப்படும் செயற்கை எண் உருவாக்கமே. கலப்பெண்களை விரிவாக ஆராய முனைந்த போது அதி கலப்பு எண்ணின் (Hyper complex number) ஒரு வகையாக கால்மானக் கலப்பெண்களை இவர் உருவாக்கினார்.

இவைகளின் விரிவாக்கமாக திசையன் (vector) மற்றும் பண்பன் (tensor) முறைகள் இடம் பெற்று விட்டாலும் பரிமாற்று விதிக்கு எதிரான (non commutative law) கால்மானக் கலப்பெண்களை அறிமுகப்படுத்தியதன் மூலம் தற்கால இயற்கணிதத்துக்கு அடித்தளமிட்டார்.

கோ. சண்முகசுந்தரம்

துணைநூல். E.T.Bell., *Men of Mathematics*, Vol-2, Penguun books, London, 1953.

ஹார்டி, காட்ப்ரே எச்

பகுப்பாய்வில் (analysis) பல பிரிவுகளில் முக்கியமான கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்தவர் காட்ப்ரே அரால்டு ஹார்டி (Godfrey Harold Hardy) ஆவார். இவருடைய ஆழ்ந்த ஆய்வின் பயன், பகுப்பாய்வினையும், எண் கோட்பாட்டையும் (theory of numbers) இணைத்ததாகும். சோவியத் நாட்டு கணித வல்லுநர்கள் இவைகளைப் பற்றி மேன்மேலும் தொடர்ந்து ஆய்வுகளைச் செய்து பல முடிவுகளைக் கண்டனர்.

இங்கிலாந்து நாட்டில் சரேயில் (surrey) உள்ள கிரான்லே (cranleigh) என்ற இடத்தில் 1877 ஆம் ஆண்டில், ஹார்டி பிறந்தார். 1906 ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1919 ஆம் ஆண்டு வரை கேம்பிரிட்ஜில் (Cambridge) டிரினிடி கல்லூரியில் கணித ஆசிரியராகப் பணி புரிந்தார். 1910 ஆம் ஆண்டில் இராயல் கழக உறுப்பினராகத் (Fellow of royal society) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். இந்தியாவிலுள்ள தமிழ்நாட்டில் இருந்த சீனிவாச இராமானுசம் (Srinivasa Ramanujam) என்பவரின் கணிதத் திறமையைத் தன் நண்பர்கள் மூலம் அறிந்து, அவருக்கு ஊக்கமளித்து, நிதியுதவி செய்து, இங்கிலாந்துக்கு வரவழைத்து, கணித உலகில் அவரை மிகச் சிறந்த மேதையாக அறிமுகம் செய்த பெருமை ஹார்டியையே சாரும். காண்க: இராமானுசம்.

ஹார்டி, இராமானுசம், ஜான் இ.லிட்டில்வுட்

மூவரும் சேர்ந்து பல ஆய்வுகளை வெளியிட்டனர். ஹார்டி பயன்முறை கணிதத்தைவிட (applied mathematics), தூய கணிதத்திலேயே (pure mathematics) தன்னை அதிகமாக ஈடுபடுத்திக் கொண்டபோதிலும், 1908 ஆம் ஆண்டில் வெயின்பர்க் (weinberg) என்ற மருத்துவ வல்லுநருடன் சேர்ந்து இனத்தொகை மரபியலின் (population genetics) வளர்ச்சிப் பற்றியும், இரத்தப் பிரிவுகளைப் பற்றியும் (blood groups), அதிலும் முக்கியமாக ஆர்எச் (Rh) இரத்தப் பிரிவினைப் பற்றியும் கருத்துமிக்கக் கட்டுரைகளை வெளியிட்டனர். கலப்பு இனச் சேர்க்கையில் (cross breeding) செயல்படும் மெண்டல் தத்துவத்தினைப் (Mendel's principles) பொதுமைப் படுத்தி அளித்த வாய்பாடிற் றார்டி-வெயின்பர்க் தொடர்பு (Hardy weinberg relation) எனப்படும். காண்க: இனத்தொகை மரபியல்.

1917 ஆம் ஆண்டில் ஆர்டியும் இராமானுசமும் சேர்ந்து எண்கோட்பாட்டில் அணுகுக்கோட்டு வாய்பாடு (asymptotic formula) ஒன்றினுக்குக் கண்டுபிடித்த முறையினை, மேலும் ஹார்டியும் ஜான் லிட்டில்வுட்டும் விரிவுபடுத்தினார்கள். 1931 ஆம் ஆண்டிலிருந்து 1942 ஆம் ஆண்டுவரை கேம்பிரிட்ஜில் தூய கணிதப்பிரிவில் சேர்வியன் பேராசிரியராக (sadleirian professor) இருந்தார். ஆர்டி பதினொரு நூல்களுக்கு மேலாக எழுதியதுடன், இவருடைய கட்டுரைகள் ஏழு தொகுதிகளாக 1966 ஆம் ஆண்டிலிருந்துப் பிரசுரிக்கப்பட்டன. இவரது 'ஒரு கணித வல்லுநரின் மன்னிப்புக் கேட்டல்' (A Mathematician's Apology) என்ற நூல் அனைவராலும் மிகவும் பாராட்டப்பட்டது.

கணிதத்திற்கு அடுத்து இவரைக் கவர்ந்தது கிரிக்கெட் (cricket) விளையாட்டாகும். 1947 ஆம் ஆண்டு கேம்பிரிட்ஜில் இவர் இறந்தார்.

பங்கஜம் கணேசன்

துணைநூல். Encyclopaedia Americana, Vol-12, Americana Corporation, Danburg, Connecticut, 1980.

ஹார்வே, வில்லியம்

வில்லியம் ஹார்வே (William Harvey) பதினேழாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஒரு சிறந்த ஆங்கிலேய மருத்துவ அறிஞர். மனித உடலில் இரத்த ஓட்டம் நடைபெறும் முறையை இவர்தான் முதன் முதலாகத் தெளிவாக விளக்கிக் கூறினார். இவர் இங்கிலாந்து நாட்டில் பாக்லாந்து (Falkland) என்னும் ஊரில் 1578 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் மாதம் முதல் நாளன்று பிறந்தார். கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த ஒரு கல்லூரியில் படித்து இளங்கலைப் பட்டம் பெற்ற பின்னர் இத்தாலிய நாட்டிலுள்ள படுஆ (padua) நகரத்தில் அக்காலத்திய சிறந்த மருத்துவ ஆசிரியர்களிடம் மருத்துவம் பயின்றார். தனது இருபத்தி நான்காவது வயதில் (1602 இல்) மருத்துவத்தில் முதுநிலைப் பட்டம் பெற்று இங்கிலாந்து திரும்பி லண்டனில் தங்கி மருத்துவத் தொழிலில் ஈடுபட்டார்.

1607 ஆம் ஆண்டு, இவர் எஃப்.ஆர்.சி.பி.யாக (F.R.C.P) அனுமதிக்கப்பட்டார். அப்போது தொடங்கி லண்டன் மருத்துவக் கல்லூரியில் ஆசிரியப் பணியும் ஆய்வுப்பணிகளும் செய்துவந்தார். 1616 ஆம் ஆண்டு தொடங்கித் தன் விரிவுரைகளில் இதயத்துடிப்பு, இரத்த ஓட்டம் பற்றிய கருத்துக்களை விரிவாகவும் விளக்கமாகவும் எடுத்துக் கூறினார். அந்தக் காலத்தில் அவருடைய மருத்துவப் பணியும் பெருகி வளர்ந்தது. முதலாம் சார்லஸ் மன்னருக்கும் முதலாம் ஜேம்ஸ் மன்னருக்கும் சிறப்பு மருத்துவராகப் பணியாற்றினார்.

தான் செய்து வந்த ஆய்வுகளின் முடிவுகளை ஒரு நூல் வடிவத்தில் 1628 ஆம் ஆண்டில் அறிவியல் உலகம் தெளிவுறும் பொருட்டு வெளியிட்டார். விவங்குகளின் இதயத்தின் அசைவுகளும் இரத்தத்தின் ஓட்டமும் என்னும் அந்நூல் 78 பக்கங்களே கொண்டது. ஆனால் அனைவராலும் போற்றப்பட்டது. 1629 ஆம் ஆண்டு தொடங்கி 1636 ஆம் ஆண்டு வரை அவர் பல ஐரோப்பிய நாடுகளில், குறிப்பாக இத்தாலி, சுவிட்சர்லாந்து நாடுகளில் பலமுறைகள் பயணம் மேற்கொண்டார். அவர் தன்னுடைய அறுபத்தி எட்டாவது வயதில் மருத்துவத் தொழிலை நிறுத்தினார். பிற பணிகளிலிருந்தும் பொறுப்புகளிலிருந்தும் விலகினார். சிறந்த கல்வியாளராகவும் பெருமை

மிசுந்த பண்பாளராகவும், விளங்கிய ஹார்வே, 1659 ஆம் ஆண்டு ஜூன் மாதம் 3 ஆம் நாள் (78-வது வயதில்) லண்டன் நகரில் உயிர் நீத்தார்.

துணைநூல்.R.A.Gregory , *Discovery of the Spirit and Service of Science*, Macmillan & Co., Ltd., London, 1919.

ஹார்னர்ஸ் நோயியம்

நரம்பு மண்டலத்தை மூன்று முக்கிய பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். நடுப்பகுதி (Central Nervous system) புறப்பகுதி (peripheral Nervous System) தன்னியக்கப் பகுதி (Autonomic Nervous system) என்பன.

இந்தத் தன்னியக்கப் பகுதியை மேலும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளார்கள். ஒன்று 'எழுச்சிப் பகுதி' (Sympathetic system) மற்றொன்று 'சீர்நிலைப் பகுதி' (para sympathetic system). இந்த ஹார்னர்ஸ் இணைப்போக்கு மேற்சொன்ன எழுச்சிப் பகுதியைப் பாதிப்பதால் ஏற்படக்கூடிய ஒன்றாகும்.

ஹார்னர்ஸ் இணைப்போக்கின் அறிகுறிகள்.

இந்த நோய் ஏற்பட்டவர்களிடம் கீழ்வரும் நான்கு விதமான அறிகுறிகள் காணப்படும். அவை. கண்ணின் கருவிழியின் மையத்தில் உள்ள பாப்பா (pupil) சுருங்குதல். இது கரு விழிப்படலத்திலுள்ள விரிவுத் தசைகள் பாதிப்பால் உண்டாவதாகும்.

மேற்புறக் கண்ணிமை தாழ் விழுதல் (ptosis) இது கண்ணிமையின் மேல் இழுக்கும் தசை வலு இழப்பதால் உண்டாவதாகும்.

முகத்தின் ஒரு பக்கத்தில் ஈரமின்மை (anhidrosis) ஏற்படுதல். இது முகத்தில் உள்ள பாவைச் சுரப்பிகள் பாதிப்பால் உண்டாவதாகும்.

விழி முழுதும் உள்நோக்கிச் செல்லுதல் (endophthalmos)

எழுச்சி நரம்பு மண்டலத்தின் அமைப்பும், பாதையும். எழுச்சி நரம்பு மண்டலம் தண்டு வடத்தில் உள்ள (spinal cord) மார்பு, இடுப்பு ஆகிய பகுதிகளிலிருந்து ஆரம்பமாகின்றது. இது தண்டு வடத்தில் வெளிப்பகுதியின் (lateral column) மையப் பகுதியில் ஆரம்பமாகின்றது. இதிலிருந்து வெளிவரும் நரம்புகள் தண்டுவடத்திற்கு வெளியே நரம்புமுடிச்சுகளில் (ganglion) வந்தடைகின்றன. பிறகு அவை நரம்பு முடிச்சுகளிலிருந்து வெளிப்புற நரம்புகள் மூலம் உடலின் பல பாகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இந்த நரம்புகள் பெரும்பாலும் தமனிகள் வழியாகவே செல்லுகின்றன. முகத்திற்கும், கண்களுக்கும் செல்கின்ற நரம்பானது கழுத்திலுள்ள மேல் முடிச்சின் (superior cervical ganglion) வழியாக, மூளைக்கும், தலைக்கும் இரத்தம் எடுத்துச் செல்லும் மூளைத்தமனிகள் (internal and external carotid) வழியாகச் சென்ற, கண் விழிப்படலத் (iris) தசைகள், கண்ணிமை மேல் தூக்கும் தசைகள், முகத்தில் உள்ள வேர்வைச் சுரப்பிகள் ஆகிய பாகங்களை அடைகின்றது. கண் விழிப்படலம் விரிவாகும் தசைகளுக்கும், கண்ணிமை மேல்தூக்கும் தசைகளுக்கும் வரும் நரம்புகள் மூளைக்குள் செல்லும் மூளை உட்புறத்தமனி வழியாக வந்தடையும். (internal carotid artery) அதே போல் முகத்திலுள்ள வேர்வைச் சுரப்பிகளுக்கு வரும் நரம்பு கண், மூளைத்தமனியின் முகத்திற்கு இரத்தம் எடுத்துச் செல்லும் வெளிப்புறத்தமனி (external carotid artery) வழியாக வந்தடையும்.

மேலும் இந்தத் தானியக்க நரம்பு மண்டலம், மூளைத்தண்டின் வழியாகப் (brain stem) பெருமூளையின் பல இடங்களில் சிதறலாக வியாபித்துள்ளது. ஆகையால் இதைப் பெருமூளையில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மையமாக உள்ளது என்று வரையறுத்துக் கூற முடியாது.

பாதையில் இடையூறு ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள்.

மேற்கூறிய பாதையில் எழுச்சி நரம்பு மண்டலம் ஆரம்பமாகும் இடமாகிய தண்டு வடத்திலிருந்து அது முடிவடையும் உறுப்புகள் வரை எந்த இடத்தில் இடையூறு ஏற்பட்டாலும் இந்த நோயியம் உண்டாகும்.

சாதாரணமாக இது தண்டுவடத்தின் முதல் முதுகு நரம்பு பாதிப்பதால் உண்டாகும். இந்த நரம்பானது வேகமாகக் கைகளை மேல் தூக்கும் அசைவினால் பாதிக்கப்படலாம். உதாரணமாக ஒருவன் மேலேயிருந்து கீழே விழும்போது மரக்கிளையைப் பிடித்து தொங்குவதாலும் அல்லது சுவாசப் பையின் மேல் பகுதியில் உண்டாகும் புற்று நோய் மேல் நோக்கிப் பரவும் போது இந்த நரம்பு மூளைத் தமனிகள் பழுதடைவதாலும் பாதிக்கப்படும்.

இங்கு உட்புற மூளைத் தமனிகள் பாதிப்பதற்கும், வெளிப்புற மூளைத் தமனி பாதிப்பிற்கும் வித்தியாசம் கண்டு கொள்ளமுடியும். ஏனெனில், உட்புற மூளைத் தமனி வழியாகச் செல்லும் நரம்புகள் கண்ணின் கருவிழிப்படலத்தின் விரிவுத் தசையையும், விழி மேல் தூக்கும் தசையையும் மட்டுமே பாதிக்கும். அதே போல் மூளை வெளிப்புறத் தமனி மூலமாகச் செல்லும் நரம்புகள் முகத்தில் உள்ள வேர்வைச் சுரப்பிகளை மட்டுமே பாதிக்கும், மற்ற அவையங்களைப் பாதிக்காது.

மேலும் இந்த எழுச்சி நரம்புப் பகுதி மூளைத்தண்டின் (brain stem) வழியாகச் செல்கிறது. ஆகவே இந்தப்பகுதி இரத்தக் கசிவினாலோ (hemorrhage) இந்தப்பகுதிக்கு வரும் இரத்தக் குழாய் அடைப்பினாலோ (thrombosis) பாதிக்கப்பட்டால் இந்த இணைப்போக்கு ஏற்படும். ஆனால் மூளைத்தண்டில் இந்த எழுச்சி நரம்புகள் பாதிக்கப்படும் பொழுது அவற்றின் உள்ளே மற்ற அவையங்களுக்குச் செல்லும், உணர்ச்சி நரம்புகளும் அல்லது தசை இயக்கும் நரம்புகளும் கூடவே பாதிக்கப்பட்டிருக்கும். ஆகவே இந்த நோயியத்துடன் உடலின் ஒரு பகுதியில் உணர்ச்சியின்மையோ பலமின்மையோ சேர்ந்தே காணப்படும்.

மோகன் சம்பத்துமார்

துணைநூல். டாக்டர். கா. லோக முத்துக் கிருட்டிணன், நரம்பு மருத்துவம், கழக வெளியீடு, 1975.

ஹாலே எட்மண்ட் (1656 - 1742)

இங்கிலாந்து நாட்டு வானியல் (astronomy) அறிஞரும், கணித அறிஞருமான எட்மண்ட் ஹாலே தென் வான அரைக்கோளத்திலுள்ள (Edmond Halley), விண்மீன்களை (stars) வகைப்படுத்தினார். மேலும் வால் விண்மீன்களின் (comets) இயக்கம் பற்றிய கோட்பாட்டையும் விரிவுபடுத்தினார்.

ஹாலே, 1656-ஆம் ஆண்டு நவம்பர் திங்கள் 8ஆம் நாள் இலண்டனில் பிறந்தார். இவரது தந்தை ஒரு வணிகர். இவர் செயிண்ட் பால்ஸ் (St.Pauls) பள்ளியிலும் ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக்கழகத்திலும் கல்வி பயின்றார். கல்வி பயிலும்போதே வானியலில் தனது முழுத் திறமையையும் காட்டினார். 1676ஆம் ஆண்டு பட்டப்படிப்பை முடிப்பதற்கு முன்பே, ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக்கழகத்தை விட்டுச் செயிண்ட் ஹெலனாவுக்கு (st.helena) ஆய்விற்கு சென்றார். அங்குதான் தென் வான அரைக்கோள வானியலுக்கான ஆய்விற்கு அடிதளம் நாட்டினார். அங்குத் தங்கியிருக்கும்போது, 1678ஆம் ஆண்டு, 341 விண்மீன்களுக்கு வான அகலாங்கு (celestial latitude), நெட்டகலாங்குகளைப் (longitude) பதிவு செய்தார். மேலும் புதன், சூரியனைக் கடக்கும்போது அதை உணர்ந்து தோராயமாக வானியல் அலகு (astronomical units) (பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையேயுள்ள சராசரி தொலைவு) பற்றிக் கணக்கிட்டார்.

ஹாலே, 1678ஆம் ஆண்டு விண்மீன் அட்டவணையை வெளியிட்டார். அதே வருடம் இங்கிலாந்துக்குத் திரும்பியவுடன் இராயல் கல்விக் கழகத்தில் உயர் உறுப்பினரானார். அரசரின் பரிந்துரைப்படி, அவருக்கு ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக் கழகத்தால் முதுநிலைப்பட்டம் வழங்கப்பட்டது. 1682ஆம் ஆண்டு இசிலிங்டன் (Islington) என்ற இடத்தில் தங்கிக் கடல் பகுதியில் நெட்டாங்கு அளக்கும் முறையை ஆராய முற்பட்டார்.

1684ஆம் ஆண்டு முதல் முறையாக கேம்பிரிட்ஜில் (cambridge) தங்கியிருந்த சர் ஐசக் நியூட்டனைச் சந்தித்தார். அப்போது கோள்கள் தம் இயக்கப் பாதையில் (planetary orbits) எந்த விசையினால் செயல்படுகின்றன என்பது பற்றி

இருவரும் விவாதித்தனர். அதாவது எவ்விசையினால் கோள்கள், சூரியனுக்குள் வீழ்ந்து விடாமலும், பாதையைவிட்டு வெளியில் பிரிந்து செல்லாமலும் சூரியனை ஒரே அளவாகச் சுற்றி வருகின்றன என்று கண்டறிவது இவர்களுடைய முக்கியக் குறிக்கோளாக இருந்தது. ஹாலே, ஹூக் இருவரும் இணைந்து அவற்றுக்கிடையே உள்ள தொலைவினுடைய இருபடியின் எதிர்மாறுதான் அந்தவிசை எனக் கணக்கிட்டனர். ஹாலே, மீண்டும் நியூட்டனைச் சந்தித்தபோது தான் முன்பே இந்தக் கணக்குகளுக்குத் தீர்வு கண்டுவிட்டதாகவும், அதன் பாதை ஒரு நீள்வட்டமாக உள்ளது என்றும், ஆனால் தன்னுடைய கணக்கீட்டின் தவறுதலால், முடிவு சரியாக வரவில்லை என்றும் நியூட்டன் கூறினார். ஹாலேயின் தூண்டுதலினால் நியூட்டன் மீண்டும் வான இயக்கவியலில் (celestial mechanics) கவனம் செலுத்தத் தொடங்கினார்.

ஹாலே மிக அதிக அளவு விவரங்களையுடைய கட்டுரைகளைப் பொருள் மாறாது சுருங்கச் சொல்லும் ஆற்றல் மிக்கவர். தனது முதலாவது வானிலையியல் (meteorology) விளக்கப்படம் (chart) 1686ஆம் ஆண்டு நிலவிய காற்றின் பரவலை (distribution) உலக வரைபடத்தில் வரைந்து வெளியிட்டார். 1708ஆம் ஆண்டு ஆக்ஸ்போர்டு பல்கலைக்கழகத்தில் வடிவியல் (geometry) பேராசிரியராகப் பணியில் அமர்த்தப்பட்டார். அதன் பிறகு அவருடைய வாழ்நாள் முழுவதும் அப்பணியிலேயே கழிந்தது. 1705ஆம் ஆண்டு வால் விண்மீன்களைப் பற்றிய பொருள் சுருக்கமுடைய ஒரு முன்மாதிரி ஆய்வுக் கட்டுரையை வெளியிட்டார். அதில் 1337-1698 முடியக் கண்டறிந்த 24 வால் விண்மீன்களின் இயக்கப்பாதை நீள்வட்டமானது (elliptic) என விளக்கியுள்ளார். 1531, 1607, 1682ஆகிய ஆண்டுகளில் தோன்றிய மூன்று புகழ்மிக்க வால் விண்மீன்களும் ஒரே தன்மைகளை உடையவை என்றும் அவற்றின் அடுத்தடுத்த தோற்றம் முதலில் கண்ட பார்வையாளர்கள் உள்ள இடத்தில் மட்டுமே காண இயலும் என்றும் கூறினார். மேலும் இவ்வால் விண்மீன் 1758ஆம் ஆண்டு மீண்டும் தோன்றும் எனவும் கூறினார். ஆனால் அவருடைய முற்கணிப்பு அவர் இறந்த பிறகே உண்மை என அறியப்பட்டது. தற்போது இது ஹாலே வால்விண்மீன் (Halley's comet)

என்று அழைக்கப்படுகிறது. காண்க ஹாலே வால்விண்மீன்.

1718ஆம் ஆண்டு விண்வெளியில் விண்மீன் நகர்வது பற்றிய விவரங்களை மிகத் துல்லியமாக வெளியிட்டார். சூரிய இயக்கத்தைத் தொடர்ந்து ஆய்வது அவருடைய முக்கிய விருப்பமாயிருந்தது. அவர் இறப்பதற்கு முன்பு கூட வானியல் ஆய்வுகளை ஓய்வின்றிச் செய்து வந்தார். அவர் 1742ஆம் ஆண்டு ஜனவரி மாதம் 14ஆம் நாள் கிரீன்வீச்சில் காலமானார்.

பெ. வடிவேல்

துணைநூல். *Encyclopaedia Britannica (macropædia)* Vol-8, 1982.

ஹாலே வால்விண்மீன்

கெப்ளரின் (kepler's) மூன்று விதிகளுக்குட்பட்டு, கதிரவனைச்சுற்றி, கோள்கள் (planets) போலவே இயங்கும் தன்மையுடைய விண்பொருள்கள் வால்விண்மீன்களாகும் (comets). தூமகேது என்று வடமொழி இலக்கியத்திலும் புகைகொடி என்று சங்கத் தமிழ் இலக்கியத்திலும், குறிப்பிடப்படும் வால்விண்மீன் திடீரென்று விண்ணில் தோன்றி சில நாட்கள் அல்லது மாதங்களில் அமைப்பில் மாறுதலடைந்து மறைந்துவிடுவதால், ஆதி காலந்தொட்டு, மக்களுக்கு, இது ஒரு புதிராக இருந்தது மட்டுமின்றி, வியப்பையும், ஒருவித பயத்தையும் ஏற்படுத்தின. அதற்கேற்றாற்போல வால்விண்மீன்கள் தோன்றிய காலங்களில் நிகழ்ந்த போர்கள், பெருந்தலைவர்கள் மறைவு போன்றவை அவர்கள் கொண்ட கருத்தினை மேலும் உறுதிப்படுத்தின.

வால்விண்மீன் தெளிவான உருவம் பெறாமல், தூசுபடிந்த பனி பந்துபோலத் தோன்றி, பின்னர்க் கதிரவனை நெருங்க, நெருங்க, அதன் வெப்பப்பட்டு, தலை அல்லது முகிற்படலம், மையக்கரு அல்லது உட்கரு (nebula), வால் (tail) என மூன்று பகுதிகளாக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படும். காண்க, வால்விண்மீன்கள்.

வால்விண்மீன்களின் பாதைகள் ஒரே மாதிரியானவையல்ல. பெரும்பான்மையானவை பரவளைய பாதை (parabolic orbits) களிலும், சில அதி பரவளைய பாதை (hyperbolic orbits) களிலும், சில நீள்வட்டப்பாதை (elliptic orbits) களிலும், கதிரவனைச் சுற்றிச் செல்கின்றன. நீள்வட்டப்பாதைகள் மிகமிக நீண்டதாக இருக்கும். பரவளையம், அதிபரவளையப் பாதைகளில் செல்பவை மீண்டும் தோன்றாதவையாகும். ஆனால் நீள்வட்டப்பாதையில் செல்பவை காலவட்டத்திற்கு (periodical) உட்பட்டு மீண்டும் தோன்றுபவை. 12 ஆண்டுகளுக்குள் தோற்றமளிப்பவை, 12 இலிருந்து 200 ஆண்டுகளுக்குள் தோற்றமளிப்பவை ஆகியவற்றைக் குறுகிய காலவட்டத்தினைச் சார்ந்தவை என்றும், 200 ஆண்டுகளுக்கு மேற்பட்டுத் தோற்றமளிப்பவைகளை நீண்டகால வட்டத்தினைச் சார்ந்தவை என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

முதன்முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட, குறுகிய காலவட்டத்தைச் சார்ந்த, புகழ்மிக்க வால்விண்மீன் ஹாலே வால்விண்மீன் ஆகும். இதனைப் பற்றிய வரலாற்றுக் குறிப்புகள் கி.மு.240ஆம் ஆண்டிலிருந்து கிடைத்துள்ளன. கி.மு. 164இல் தோன்றிய தன் குறிப்புகள் கிடைக்கவில்லை. கி.பி 1985-86இல் இது முப்பதாவது தடவையாகக் காட்சியளித்துள்ளது.

இங்கிலாந்து நாட்டில் வாழ்ந்த எட்மண்டு ஹாலே என்ற வானியல் வல்லுநர், சர் ஐசக் நியூட்டன் என்ற கணிதமேதை, வானவியலில் வகுத்தக் கோட்பாட்டினைக் கொண்டு, சில வால்விண்மீன்களின் ஓடுபாதைகளைக் கணித்தார். அப்போது கி.பி.1531, 1607, 1682 ஆண்டுகளில் தோன்றிய வால்விண்மீன்களின் பாதைகள் ஒரே மாதிரியாக ஒத்துப்போவதைக் கண்டார். அதனைப் பற்றி மேலும் கூர்ந்து ஆராய்ந்து, சுமார் 75 அல்லது 76 ஆண்டுக் காலவட்டத்தில் ஒரே வால்விண்மீன் மீண்டும், தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்றும், அது மெய்யாயின் கி.பி.1758இல் மீண்டும் அதே வால்விண்மீன் தோன்றக்கூடும் என்றும் அறிவித்தார். மேலும், கி.பி.1758 வரைத்தான் வாழ வாய்ப்பில்லாததால், அப்படி அந்த வால்விண்மீன் தன் கணிப்புப்படித் தோன்றின், அதனை ஒரு ஆங்கிலேயர் கண்டுபிடித்தார் என அறிவிக்க வேண்டும் என்றும் விருப்பம்

தெரிவித்தார். கி.பி.1742இல் அவர் இறந்த பின்னர், 16 ஆண்டுகள் கழித்து, இவ்வால்விண்மீன் தோன்றியது. இதனை ஜான் ஜார்ஜ் பாலிட்ஸ் என்ற, ஜெர்மானிய நாட்டு, விவசாயி முதன்முதலில் கண்டபின்னர், மற்ற வானியல் வல்லுநர்கள் கண்டு ஆய்வு நடத்தி, எட்மண்டு ஹாலே குறிப்பிட்ட வால்விண்மீன் இதுதானென்றும், அவரை கௌரவிக்கும் வகையில் இதற்கு ஹாலே வால்விண்மீன் என்றும் பெயரிட்டனர்.

இவ்வால்விண்மீன், கோள் நெப்டியூன் (neptune) குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். நீண்ட நீள்வட்டப்பகுதியில் புவிக்கு எதிர்த்திசையில், கதிரவனை வலஞ்சுழியாகச் சுற்றுகிறது.

கி.பி.1910இல் தோன்றியபோது, மிகவும் பிரகாசமாக இருந்ததாகவும் அதன் வால்பகுதி தொடுவானத்திலிருந்து (Horizen) உச்சிவானம் (zenith) வரை நீண்டிருந்ததாகவும் குறிப்பிட்டிருக்கிறார்கள். தற்போது 80 வயதுக்குமேல் வாழும் ஒரு சில முதியவர்கள் கூட தாங்கள் இவ்வாறே நேரில் கண்டதாகக் கூறுகின்றனர். 1985-86இல் தோன்றும் இவ்வால்விண்மீன் முந்தைய தடவைகளில் இருந்ததுபோல இல்லாமல், மிகவும் மங்கலாக இருக்குமென்றும், சிவந்த ஒளியைப் பரப்பாது என்றும், இதன் வால்பகுதி நீளமாகத் தெரியாது என்றும் வானியல் வல்லுநர்கள் தெரிவித்தனர். ஆயினும், இதன் வரவை நோக்கி பலநாடுகளிலுள்ள வானியல் வல்லுநர்கள், பல கானகங்களிலும் (observatories) 1985ஆம் ஆண்டின் முற்பகுதியிலிருந்தே ஏற்பாடுகள் செய்துக் கொண்டிருந்தனர்.

இந்தியாவில் பெங்களூரில் உள்ள இந்திய வான்இயற்பியல் கழகம் (Indian Institute of Astrophysics, Bangalore), நைனிடாலிலுள்ள உத்தரப்பிரதேச வான் ஆராய்ச்சி நிலையம், ஹைதராபாத்தில் (Hydrabad) உள்ள ஜபல் ரங்காபூர் வான் ஆராய்ச்சிநிலையம், பம்பாய் டாடா அடிப்படை ஆய்வுக்கழகம், அகமதாபாத்தில் உள்ள இயற்பியல் ஆய்வுக்கூடம் ஆகிய நிறுவனங்கள், ஹாலே விண்மீனை ஆராய நாடுதழுவிய திட்டமொன்றை உருவாக்கி செயல்படுத்தி வருகின்றனர்.

1985ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் 29-ஆம்

தேதியிலும், செப்டம்பர் மாதம் 2ஆம் தேதியிலும், தமிழ்நாட்டில் உள்ள காவலூர் கானகத்திலிருந்து 40'' தொலைநோக்கி மூலம், புவியின் தென்பகுதியில், ஒளிமிக்க விண்மீன்களைக் கொண்ட பிளையட்ஸ் (pleiades) என்ற குழுவிற்குச் சற்று மேற்குப் பகுதியில் சிறிய முகில்போல இருந்த இவ்வால் விண்மீனைக் கண்டுபிடித்தார்கள். கல்கத்தா, நைனிடால் ஆகிய இடங்களிலிருந்தும் செறிவுமிக்கத் தொலை நோக்கிகளின் மூலம் கண்டதாக அறிவிக்கப்பட்டது. குறிப்பிட்ட காலத்தில் வருகைபுரியும் இதனைக் காண மிகவும் ஆவலுடனும் எதிர்பார்த்தனர். வியாழனின் (jupiter) பாதையைக் கடந்து, அதற்கும் செவ்வாய் (mars) பாதைக்கும் இடையில் புவியிலிருந்து 480 மில்லியன் கி.மீ. தொலைவில் இவ்வால்விண்மீன் ஒரு சிறிய தலைப்பரட்டை (tuny tadipole) போல தோற்ற மளித்ததாகக் குறிப்பிட்டார்கள். 1985-நவம்பர் மாதம் முதல் டிசம்பர் மாதம் வரை சிறிய தொலைநோக்கிகள், பைனாகுலர்கள் (binoculars) மூலமும் கண்டனர். 1986 ஜனவரிமாதம் ஒரு சில இடங்களிலிருந்து கதிரவன் மறைவுக்குப்பின்னர் மேற்குத் தொடுவானத்தில் தெரிந்ததாகக் கூறினர். இது குதிரை மண்டலத்திற்கும் (pegasus) மகரிராசி (capricornus) க்குமிடையே தென்பட்டது. பிப்ரவரி மாதம் 9 ஆம் தேதி கதிரவனிலிருந்து 85.5 மில்லியன் கிலோமீட்டர் தொலைவிலும், புவியிலிருந்து 231.9 மில்லியன் கிலோமீட்டர் தொலைவிலும், கதிரவனுக்கு மிக அருகில் மறுபுறத்தில் இருந்ததால் தொலை நோக்கிகளால் காண இயலவில்லை. கதிரவனைச் சுற்றிய பின்னர், மார்ச் மாதத்திலிருந்து ஏப்ரல் மாதம் முதல்வாரம் வரை விடியற்காலைப் பொழுதில், விருச்சிக இராசிக்கருகில் தொடுவானத்திலிருந்து 30° உயரத்திலும், ஏப்ரல் இரண்டாவது வாரத்தில் விண்ணில் அதே உயரத்தில் சற்று வடக்கில் இரவு நேரத்தில் கூடுதலாகவும் காணப்பட்டது. ஒரு வட்டவடிவமான பொட்டு மேல்புறமாகச் சற்றுக்கலைந்தால் எவ்வாறிருக்குமோ அந்த அமைப்பில் இருந்தது. ஆயினும் வெற்றுக்கண்களால் மக்கள் எல்லா இடங்களிலும் பார்க்கமுடியாமல் ஏமாற்றமடைந்தனர். நிலவொளி நகர விளக்குகள் ஆகியவற்றின் வெளிச்சமும், இதனைப் பார்க்கத் தடையாக இருந்தன. தன்பாதையில் திரும்பிச் செல்லும் இதனை நாட்கள் ஆக ஆக, மீண்டும் தொலைநோக்கிகளால் தான் காணமுடிந்தது. இதன்

அமைப்பு ஒரு துடைப்பம் போல காணப்பட்டது.

ஒரு சிலரைத் தவிர பெரும்பான்மையோர் வாழ்வில் ஒரே முறைப் பார்க்கும் இவ்வால்விண்மீனைக் குறித்து ஆய்வுகள் நடத்த அறிவியல், வானியல் வல்லுநர்கள், இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே ஏற்பாடுகள் செய்யத் தொடங்கினர்.

1984இல் டிசம்பர் மாதம் 15, 21ஆம் தேதிகளில் ரஷிய நாட்டிலுள்ள பைக்கானூர் விண்வெளி மையத்திலிருந்து இரண்டு கோள் ஆய்வுக்கலங்கள் (interplanetary probes) செலுத்தப்பட்டன. இவை வெள்ளிக் (venus) கோளையும் ஹாலேவால் விண்மீனையும் ஆராயும் பணியில் ஈடுபடுவதால் ரஷ்யமொழியில் வனரா (venera-venus) காலே (gallei - halley) என்ற இரண்டு பெயர்களின் முதல் எழுத்துகளிலிருந்து வேகா (vega) எனக் குறிக்கப்பட்டு இரு ஆய்வுக் கலங்களுக்கு வேகா-I, வேகா II எனப்பெயரிட்டனர். இவை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக விண்வெளியில் செலுத்தப்பட்டன. இவைகளின் ஒரு பகுதி முதலில் வெள்ளியை நோக்கியும், மற்றொரு பகுதி ஹாலேயை நோக்கியும் செல்லுமாறு இயக்கப்பட்டன.

வேகா I 1985 ஜூன் மாதம் 11ஆம் தேதி வெள்ளியை அடைந்து பின்னர் 1986 மார்ச்சு மாதம் 6ஆம் தேதி ஹாலே வால்விண்மீனில் உட்கருவிலிருந்து ஏறக்குறைய 6000 மைல் தொலைவுக்குள் சென்று உட்கருவினைப் படம் எடுத்தல், அதன் அருகிலுள்ள வளிமப்பொருட்களை ஆராய்தல் போன்ற பணிகளைச் செய்யுமாறு இயக்கப்பட்டது. வேகா II, இம்மாதிரியே 1985 ஜூன் மாதம் 15ஆம் தேதி வெள்ளிக்குச் சென்று இறங்கி ஒரு பலூனை விடுத்த பின்னர், வேகா I -இன் முடிவுகளிலிருந்து, ஹாலேயை நோக்கி இதன் பாதைக் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு, 1986 மார்ச் மாதம் 9ஆம் தேதி வால் விண்மீனின் முகில் படலத்தை ஆராய அனுப்பப்பட்டது.

ஜப்பான் நாட்டிலிருந்தும் இருவிண்வெளிக் கலங்கள் அனுப்பப்பட்டன. சுசே (suisei) என்ற விண்கலம் 1985ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் மாதம் 18ஆம்

தேதி செலுத்தப்பட்டது. 1986 ஆம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் 8ஆம் தேதி, வால்விண் மீனிலிருந்து ஏறத்தாழ 90,000 மைல் தொலைவிலிருந்து அதனைச் சுற்றியுள்ள ஹைட்ரஜன் வளிம மண்டலத்தை ஆராயும், சகிகேக் (saki gake) என்ற விண்கலம், 1985 ஜனவரி மாதம் 7ஆம் தேதி செலுத்தப்பட்டது. இது 1986 மார்ச் 11ஆம் தேதியில் வால்விண்மீனிலிருந்து பல மில்லியன் கிலோ மீட்டர் தொலைவுக்குள் சென்று ஆராயும்.

அமெரிக்க நாட்டிலிருந்து 1978 மே மாதம் 20ஆம் தேதி அனுப்பப்பட்ட விண்கலம் பயனீர் 12 (pioneer 12) வால்விண்மீன், கதிரவனுக்கு மிக அருகில் வரும்போது ஆராயவும், 1978 ஆகஸ்ட் மாதம் 12ஆம் தேதி அனுப்பப்பட்ட விண்கலம் அனைத்துலக வால்விண்மீன் ஆய்வு ICE (international cometary explorer) 1985, செப்டம்பர் மாதம் 11 ஆம் தேதி கியாகோபின் சின்னர் என்ற வால்விண்மீனுக்கு 6000 மைல் தொலைவுக்குள் சென்று பின்னர் 1986இல் (giacobini - zinne) ஹாலே வால்விண்மீனின் அருகில் 19 மில்லியன் மைல் தொலைவில் செல்லுமாறு இயக்கப்பட்டுள்ளது.

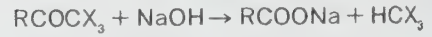
ஐரோப்பிய விண்வெளி கூட்டமைப்பு (European space agency) ஜியாட்டோ (giotto) என்ற ஆய்வுக்கலத்தை விண்ணில் 1985 ஜூலை மாதம் 2ஆம் தேதி செலுத்தியுள்ளது. ஹாலேவிண்மீனின் முகில் படலத்தை ஏறத்தாழ 300 மைல்களுக்குள், 1986 மார்ச்சு மாதம் 13, 14 தேதிகளில் சென்று படம் எடுத்தது. மேலும், மார்ச்சு மாத தொடக்கத்தில் ஜியாட்டோ விண்கலம் எடுத்தபடத்திலிருந்து ஹாலே விண்மீனின் உட்கரு 15 கிலோமீட்டர் நீளமுள்ளதாகவும், எதிர்பார்த்ததைவிட இரு பங்கு நீளமாக இருப்பதும் தெரிய வந்தது. மே மாத இறுதியில் ஹாலே விண்மீன், வெகுதொலைவில் சென்றுவிட்டது. இனி கி.பி.2061இல் மீண்டும் தோற்றமளிக்கும்.

பங்கஜம் கணேசன்

ஹாலோஃபார்ம் வினை

மெத்தில் கீட்டோன்களைக் காரக் கரைசல்,

ஹாலோஹைடரேன் (பெரும்பாலும் நீர்சார்ந்த ஹாலோஹைடரேன்) பிளப்புச் செய்வதன் மூலம் ஹாலோஃபார்ம் வினை (haloform reaction) நிகழ்கிறது. அசெட்டைல் (-COCH₃) பிணைப்பைப் பெற்றிருக்கும் எல்லாக் கீட்டோன்களும் ஹாலோஃபார்ம் வினைக்குட்படுகின்றன. இவ்வினைக்கு உட்படுத்த வேண்டிய சேர்மத்தை டயாக்சேன் (dioxan) போன்ற தகுந்த கரைப்பானில் கரைத்து நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடையும் சிறிதளவு அதிகமாக அயோடின்-பொட்டாசியம் அயோடைடு கரைசலையும் அதனுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தி நீரையும் சேர்த்தால் அயோடோஃபார்ம் (iodoform) வீழ்படிவாகப் பிரியும். அயோடீனுக்குப் பதிலாகக் குளோரினையோ, புரோமினையோ அதன் சார்புள்ள பொட்டாசியம் உப்புடன் சேர்த்தால் முறையே குளோரோஃபார்ம் (chloroform) புரோமோஃபார்ம் (bromoform) கிடைக்கும். ஆகையால் இந்த வினை ஹாலோஃபார்ம் வினை என்று பொதுவாக அழைக்கப்படுகிறது.



அசெட்டால்ஹைடு, அசெட்டோன், எத்தில் மெத்தில் கீட்டோன், எத்தில் ஆல்கஹால், ஐசோபுரோப்பைல் ஆல்கஹால் (பொதுவாக ஆல்கஹால்கள்) போன்ற சேர்மங்கள் ஹாலோஃபார்ம் வினைக்குட்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிரச் சில குயினோன்களும் (quinones) குயினால் (quinol), மெட்டா டைஹைட்ரிக் ஃபீனால்கள் (meta dihydric phenols) போன்ற சேர்மங்களும் இவ்வினைக்குட்படுகின்றன. மெத்தில் ஆல்கஃஹால் இவ்வினையைக் கொடுப்பதில்லை. ஹாலோஹைடரேன் பதிலீடு செய்யப்பட்ட மெத்தில் கீட்டோன்களைப் பிரிடினுடன் (pyridine) வினைப்படுத்திப் பெறப்படும் பிரிடினியம் உப்பை ஆல்கஃஹால் கலந்த நீர்த்த காரக்கரைசலுடன் சிதைவு படுத்தி இவ்வினையை நீரற்ற ஊடகத்தில் செய்யவும் வழியிருக்கிறது. சேர்மங்களில் அசெட்டைல் (-COCH₃) அல்லது (-CHOHCH₃) பிணைப்புகள் இருக்கின்றனவா என்பதைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வு பரிசோதனைகளிலும், கரிம நிலையிறக்க வினைகளிலும் (degradation reactions)

ஹாலோஃபார்ம் வினை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

எஸ்.நாகராஜன்

துணைநூல். McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, 1983.

ஹாலோஜனேற்றம்

வேதிவினையின் மூலம் ஹாலோஜன் அணுவிற்கும் மற்றோர் அணுவிற்கும் இடையே உண்டாகும் பிணைப்புக்கு ஹாலஜனேற்றம் (Halogenation) என்று பெயர். கரிம வேதிச் சேர்மங்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவிற்குப் பதிலாக ஏதாவது ஒரு ஹாலோஜன் அணுவைப் பதிலீடு செய்து ஹாலைடுகளைப் பெறலாம். கார்பன்-ஹாலோஜன் பிணைப்பால் உண்டாகும் ஹாலைடு சேர்மங்கள் பல பயனுள்ள பொருள்களைத் தருகின்றன. இவை கரைப்பான்களாகவும், நெகிழிகள் (plastics), பல்லுறுப்பிகள் (polymers) தயாரிக்கவும், குளிர்விப்பான்களாகவும், தீயணைக்கும் பொருள்களாகவும் கிருமி கொல்லிகளாகவும் பல விதங்களில் பயன்படுகின்றன.

ஆய்வகங்களிலும், தொழில் துறையில் பெருமளவில் பல பொருள்களை ஹாலோஜனேற்றம் செய்யலாம். ஹாலோஜனேற்ற வினைகளை ஹாலோஜனேற்றப்பட வேண்டிய பொருள்களைக் கொண்டும் (பாராஃபீன், ஒலீஃபீன், அரோமாட்டிக் பொருள்கள்), வினையில் ஈடுபடும் ஹாலோஜன்களைக் கொண்டும் (ஃபுளூரின், குளோரின், புரோமின் அயோடின்), வினை நடைபெறும் சூழலைப் பொறுத்தும் பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பொதுவாக இருவகையாக ஹாலோஜனேற்ற வினைகள் பயன்படுகின்றன. அவை; பதிலீட்டு ஹாலோஜனேற்றம் (substitution halogenation), சேர்க்கை ஹாலோஜனேற்றம் (addition halogenation) ஆகியனவாகும்.

பதிலீட்டு ஹாலோஜனேற்றம். இவ்வகை ஹாலஜனேற்ற வினையில் சேர்மத்தில் இருக்கும் ஓர் அணு (பொதுவாக ஹைட்ரஜன் அணு) அல்லது அலக்கீன்கள், அலக்கீன்கள், அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றில் இருக்கும் அணுத் தொகுதிகள் அல்லது வினைத் தொகுதிகள் (functional groups), பதிலீட்டு வினையின் மூலம் எடுத்துவிட்டு ஹாலோஜன் அணு இணைக்கப்படுகிறது. எ.டு. மெத்தேன், குளோரின் ஆகியவற்றிற்கிடையில் நடைபெறும் பதிலீட்டு வினையைக் கீழே காணலாம்.



அலக்கீன்களில் (பாராஃபீன்கள்) நடைபெறும் பதிலீட்டு வினைகள் இயங்கு உறுப்பு (free radical) வினைவழி (mechanism) மூலம் நடைபெறுகின்றது. வினைத் தொடக்கம் $Cl_2 \rightarrow 2 Cl$

(initiation)

பரவுதல் $CH_4 + Cl \cdot \rightarrow CH_3 \cdot + HCl$
(propagation)

முடிவுறுதல் $CH_3 \cdot + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + Cl$
(termination)

இயங்கு வினைவழிமுறையில் முதலில் குளோரின் இயங்கு உறுப்புகள் உண்டாகின்றன. மூலக்கூறு குளோரினை இயங்கு உறுப்புகளாகப் பிளவுபடச் செய்ய அதிக ஆற்றல், அதிக வெப்பம் (250°C அல்லது அதற்குமேல்) அல்லது γ கதிர்வீச்சுகள் தேவைப் படுகின்றன.

கார்பன்-ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கிடையே பிணைப்புகளைப் பொறுத்து ஹாலஜனேற்றம் வேகங்கள் அமைகின்றன.

மூவினைய > ஈரினைய < ஒரினைய ஹாலோஜனேற்ற வினைகள். வெப்பம் உமிழ் வினைகளாகும். ஹாலோஜன்கள் வெப்பத்தை வெளிவிடும் அளவுகள் கீழ்வருமாறு உள்ளது.

ஃபுளூரின் > குளோரின் > புரோமின் னி அயோடின்

இயங்கு உறுப்பு வினைகள் வினை நடைபெறும் கொள்கலத்தைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகிறது.

சேர்க்கை ஹாலோஜனேற்றம். அலக்கீன்களின் முக்கியமான வினை, சேர்க்கை வினைகள் ஆகும். ஹாலஜன்கள் அலக்கீன்களுடன் எளிதில் சேர்க்கை வினையில் ஈடுபடுகின்றன. எ-டு: வினைல்

குளோரைடு தயாரிக்கப் பயன்படும் எத்திலீன் இரு குளோரைடு இவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது.

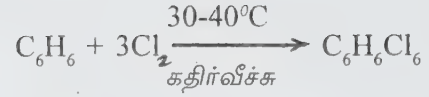


இவ்வினை எளிதில் வளிம நிலையில் உட்புறம் கால்சியம் அல்லது காரீய குளோரைடினால் பூசப்பட்ட வினைபுரி கலத்தில் (reactor) 80-130°C வெப்பநிலையில் நடைபெறுகிறது. நீர்ம நிலையில் இதே வினை 30-70°C வெப்பநிலையில் அயனி வினையாக நடைபெறுகிறது. இரும்பினாலான வினைபுரி கலத்தில் வினை நடைபெறும்போது இரும்புடன் குளோரின் வினைபுரிந்து உண்டாகும் ஃபெர்ரிக் குளோரைடு (FeCl₃) நல்ல வினையூக்கியாகச் செயல்படுகிறது. அல்கீன்களுடன் புரோமீன், அயோடின் ஆகியவை சேர்ந்து நடைபெறும் சேர்க்கை வினைகள் கரிமச் சேர்மங்களில் எவ்வளவு எண்ணிக்கையில் இரட்டைப் பிணைப்பு உள்ளது என்பதை அளவரியப் பயன்படுகின்றன. புரோமின் எண் (bromine number), அயோடின் மதிப்பு (iodine value) ஆகியன ஹைட்ரோகார்பன்களில் உள்ள நிறைவுறா அளவைக் (degree of unsaturation) குறிக்கின்றன.

அரோமாட்டிக்

சேர்மங்களில்

ஹாலோஜனேற்றம். அரோமாட்டிக் கரு வளையத்தில் ஹாலோஜனேற்றம் அயனி வினையின்மூலம் நடைபெறுகிறது. அல்கீன்களில் குளோரினேற்றம் (chlorination) நடப்பதுபோலவே அரோமாட்டிக் வளையத்திலும் ஹாலோஜனேற்றம் நடக்கிறது. இதற்கு 20-50°C வெப்பநிலை உகந்த வெப்பநிலையாகவும், ஃபெர்ரிக் குளோரைடு வினையூக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. பென்சீனைப் பல் குளோரினேற்றத்திற்குட்படுத்தும் (polychlorination) போது டை குளோரோ, டிரைகுளோரோ, டெட்ரா குளோரோ போன்ற வேறுபட்ட மாற்றுகள் (isomers) உண்டாகின்றன. பென்சீனுடன் அறை வெப்பநிலையில் வினையூக்கியில்லாமல் வினைபுரியும்போது பென்சீன் ஹெக்சாகுளோரைடு உண்டாகிறது. இது ஓர் இயங்கு உறுப்பு வினைவழி முறையாகும். பென்சீன் ஹெக்சாகுளோரைடு பூச்சிக் கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது.



சூரிய ஒளியில் மேற்சொன்ன வினைபோல், பென்சீனும் புரோமினும் வினைபுரிந்து பென்சீன் ஹெக்சாபுரோமைடைக் கொடுக்கின்றன. ஆனால் இவ்வினை அவ்வளவு எளிய வினை அன்று.

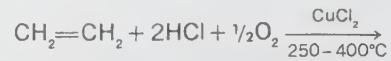
அல்கைல் பென்சீனை ஹாலோஜனேற்றம் செய்யும்போது ஹாலோஜனேற்றம் பென்சீன் கருவிலோ அல்லது அல்கைல் தொகுதியிலோ நடைபெறுகிறது. அல்கைல் தொகுதியுடன் இயங்கு உறுப்பு ஹாலோஜனேற்றம் பொதுவாக பதிலீட்டு வினைகளாகவே அமைகின்றன. இவ்வினை 120-130°C வெப்பநிலையில் சாதாரணமாக நடக்கிறது. குறைந்த வெப்பநிலையில் நடக்கும் வினைகள் (அயனி வினைகள்) ஹாலோஜனேற்றத்தை பென்சீன் அணுக்கருவில் நிகழ்த்துகின்றன.

சுமார் 400-500°C வெப்பத்தில் இயங்கு உறுப்புவினைவழியால் குளோரின் பென்சீனுடன் வினைபுரிந்து உண்டாகும் குளோரோபென்சீன் மாற்றுகள், அறை வெப்பநிலையில் அயனி வினைவழியாகக் கிடைக்கும் குளோரோபென்சீன் மாற்றுகளிலிருந்து மாறுபட்டு இருக்கிறது.

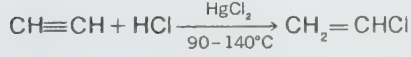
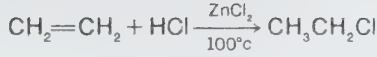
ஹைட்ரஜன்

ஹாலைடுகளினால்

ஹாலோஜனேற்றம். ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகளை ஹாலஜன் ஏற்றிகளாகப் பயன்படுத்த ஏராளமான வினைவழிகள் உள்ளன. ஆக்சிசு குளோரினேற்ற வினைகள் அல்கீன்கள், அல்கேன்கள், அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஆகியவற்றை ஹாலோஜனேற்றப் பயன்படுகின்றன. எ-டு. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு எத்திலீனுடன் வினைபுரிந்து கிடைக்கும் 1, 2 டைகுளோரோஎத்தேன், வினைப் பல் குளோரைடு தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது



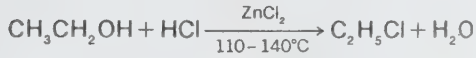
எத்திலீன், அசெட்டிலீன் சேர்மங்களுடன் ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகள் வினைபுரிகின்றன.



ஃபுளுரோசேர்மங்கள் குளிர்விப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன. இவை கார்பன் டெட்ராகுளோரைடிலிருந்துப் (CCl₄) பெறப்படுகின்றன. காட்டாக, டிரை குளோரோபுளோரோ மெத்தேன் கீழ்க் கண்டவாறு தயாரிக்கப்படுகிறது.



ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகள் ஆல்கஹாலுடன் வினைபுரிந்து அல்கைல் ஹாலைடுகளைத் தருகின்றன.



மற்ற ஹாலோஜனேற்றம். ஹாலைடுகளைத் தவிர சோடியம் ஹைப்போகுளோரைட், பாஸ்டீன் (COCl₂), தயோனைல் குளோரைடு, சல்ஃப்யூரைல் குளோரைடு, ஃபெரிக் குளோரைடு, ஆன்ட்டிமணி குளோரைடுகள், பாஸ்போஸ் குளோரைடுகள் போன்றவை குளோரினேற்றிகளாகச் செயல்படுகின்றன. N-ஹைப்போ புரோமைடுகள், N-புரோமோ அசெட்டமைடு போன்றவை புரோமினேற்றிகளாகவும், சில்வரடைஃபுளுரைடு காரீய டெட்ராஃபுளுரைடு ஆகியன ஃபுளுரைடேற்றிகளாகவும் அயோடின் மோனோ குளோரைடு, கார ஹைப்போ அயோடைடுகள் அயோடினேற்றிகளாகவும் விளங்குகின்றன.

த.தெய்வீகன்

ஹாலோஜனேற்றிய ஹைட்ரோகார்பன்கள்

இவை ஹைட்ரஜன், கார்பன் அடங்கிய நிறைவுற்ற (saturated), நிறைவுறாத (unsaturated), திறந்த அல்லது வளையக் கரிமச் சேர்மங்களின் ஹாலஜன் பெறுதிகளாகும். இவற்றில் பொதுவாக அல்கைல் ஹாலைடுகள், அடைபடாத ஹாலைடுகள், பல் ஹாலஜனேற்ற ஹைட்ரோகார்பன்கள், ஃபுளுரோகார்பன்கள், ஹாலாஜனேற்ற அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள், ஹாலாஜனேற்ற அலிவளைய ஹைட்ரோகார்பன்கள் அடங்கும். எ-டு. முறையே எத்தில் அயோடைடு, வினைல் குளோரைடு, புரோமோஃபார்ம், பெர்ஃபுளுரோஹெப்டேன், புரோமோபென்சீன், வளைய ஹெக்சைல் குளோரைடு ஆகியனவாகும்.

கரிமச் சேர்மங்களின் ஹாலஜன் பெறுதிகள்.

இவை ஆல்கஹால்கள், ஃபீனால்கள், ஈதர்கள், ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள், அமிலங்கள், அமில நீரிலிகள், எஸ்ட்டர்கள், நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் முதலியவற்றின் ஹாலஜன் பெறுதிகளாகும். ஹாலஜனேற்ற ஹைட்ரோகார்பன்களும் இவற்றில் அடங்கும். ஹாலஜன் பெறுதிகள் இல்லாத கரிமச் சேர்மங்களே இல்லை எனும் அளவுக்கு, கிட்டத்தட்ட எல்லாவிதமான கரிமச் சேர்மங்களுக்கும் ஹாலஜன் பெறுதிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஹாலஜன் பெறுதிகளான காமாக்சேன், டி.டி.டி ஆகியன பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளாகவும், பி.வி.சி (P.V.C), டெஃப்லான் ஆகியவை பல்வேறு பயனுள்ள நெகிழிகளாகவும் சாதாரண மக்கள் வாழ்வில் அன்றாடம் தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

தயாரிப்பு.

தகுந்த சூழ்நிலைகளில் அல்ககைன்களை ஒளியில் நேரடி ஹாலஜனேற்றத்துக்கு உட்படுத்தி இவை பெரிதும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஃபுளுரினேற்றமும் (fluorination) குளோரினேற்றமும் (chlorination) வீரியத்துடன் நிகழ்வதால் அதிகமாக ஹைட்ரோகார்பனைப் பயன்படுத்தி மந்த வளிமத்தில் ஹாலோஜனைக் கலந்து வினை நிகழ்த்தப்பட்டு வினை வீரியம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. புரோமினேற்ற (bromination) வேகத்தை ஆக்சிஜன் குறைப்பதால் மந்த வளிமச் சூழலிலேயே புரோமினேற்றம் நிகழ்த்தப்படுகிறது. அயோடினேற்றம் (iodination)

பெரிதும் மீள்வினையாக இருப்பதனால் இம்முறையில் அயோடின் பெறுதிகள் மிகக் குறைவாகவே கிடைக்கின்றன. நேரடி ஹாலஜனேற்றத்தில் பல ஹாலைடுகள் கலவையாகவே கிடைப்பதால், பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் (fractional distillation) மூலம் அவை பிரிக்கப்படுகின்றன. அல்கைல் புரோமைடுகளை அசெட்டோன் கரைசலில் பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் வினைப்படுத்தி அல்கைல் அயோடைடுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

இரும்பு, அயோடின் முதலியவற்றை ஹாலஜன் தாங்கியாகக் (halogen carrier) கொண்டு, அறைவெப்ப நிலையில் ஹாலஜனேற்றம் செய்வதன் மூலம் அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களிலிருந்து ஹாலஜன் பெறுதிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. நைட்ரிக் அமிலம் ஹைட்ரஜன் அயோடைடை ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்வதால், அயோடின் நைட்ரிக் அமிலக் கரைசலில் நிகழ்த்தப்பட்டு, அரோமாட்டிக் அயோடின் பெறுதிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

நிறைவுறா ஹாலைடுகள். இவற்றை நிறைவுறா கார்பனில் ஹாலஜன் உள்ளவை, நிறைவுறா கார்பனிலிருந்து ஹாலஜன் மேலும் தள்ளி உள்ளவை என வகைப்படுத்தலாம். இவற்றில் குறைந்தது ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு (double bond) அல்லது மூப்பிணைப்பு (triple bond) உள்ளது. இரட்டை இணைப்புக் கார்பனில் ஹாலஜன் உள்ளவை வினைல் (C=C-X) வகை ஹாலைடுகள் எனவும் இரட்டைப் பிணைப்புக் கார்பனுக்கு அடுத்த கார்பனில் ஹாலஜன் உள்ளவை அல்லைல் (C=C-C-X) வகை ஹாலைடுகள் எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன.

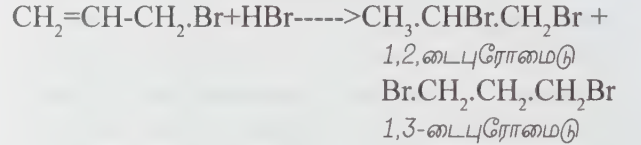
அசெட்டிலீன் தகுந்த ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுடன் கூட்டு வினைபுரிந்து வினைல் ஹாலைடுகளைக் கொடுக்கிறது. ஆய்வகத்தில் எத்திலீன் டைபுரோமைடு எத்தனால் கலந்த பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சூடுபடுத்தப்பட்டு வினைல் குளோரைடாக மாற்றப்படுகிறது. இதுபோன்று வினைல் புரோமைடும் தயாரிக்கப்படுகிறது. வினைல் ஹாலைடுகள் அல்கைல் ஹாலைடுகளை விட மிகவும் வீரியம் குறைந்தவை. இவை பல்லுறுப்பாகும்

தன்மையுடையவை. வினைல் குளோரைடிலிருந்து கிடைக்கும் பாலிவினைல் குளோரைடு பல்லுறுப்பி மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

அல்லைல் ஹாலைடுகள்(CH₂=CH-CH₂-X)

இவற்றை அல்கைல் ஆல்கஹாலுடன் தகுந்த ஹைட்ரஜன் ஹாலைடை வினைபுரியச் செய்து தயாரிக்கலாம். ஆய்வகத்தில் அல்லைல் ஆல்கஹாலை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் மிதமாகச் சூடுபடுத்தி அல்லைல் குளோரைடு பெறப்படுகிறது. சிறிது சல்ஃபூரிக் அமிலமும் 48 விழுக்காடு ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலமும் நீர்த்த அல்லைல் ஆல்கஹாலுடன் காய்ச்சி வடிக்கப்படும்போது அல்லைல் புரோமைடு கிடைக்கிறது. கிளிசராலுடன் சிறிது ஹைட்ரோயோடிக் அமிலம் சூடுபடுத்தப்படும்போது அல்லைல் அயோடைடு உண்டாகிறது.

அல்லைல் ஹாலைடுகள் அல்கைல் ஹாலைடுகளை விட மிகவும் வீரியம் வாய்ந்தவை. கண்ணீரை வரவழைக்கும் தன்மையுடையவை. அவை இரட்டைப் பிணைப்பு, ஹாலைடுத் தொகுதிகளின் வினைகளைக் கொடுக்கின்றன. ஹைட்ரோ ஹாலைடு அமிலங்களுடன் அவை 1, 2; 1,3 இரு ஹாலைடுகளைக் கொடுக்கின்றன.



உயர் அழுத்தத்தில் அவை சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சூடுபடுத்தப்படும்போது அல்லைல் ஆல்கஹாலைக் கொடுக்கின்றன. அல்லைல் தொகுதியைப் பிற கரிமச் சேர்மங்களில் புகுத்த அவை பயன்படுகின்றன.

பயன்கள். அல்கைல் ஹாலைடுகள் (R-X)

பொதுவாக வினைவீரிய மிக்கவை. அயோடைடுகள் புரோமைடுகளை விடவும், புரோமைடுகள் குளோரைடுகளை விடவும் வீரியம் வாய்ந்தவை. இவற்றின் ஹாலஜனை, சயனைடு, ஐசோசயனைடு, ஹைட்ராக்சில், மெர்காப்டோ (-SH), அமினோ,

துணைநூல்கள். McGraw Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, 1983; I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol I, Sixth Edition, ELBS, London, 1973.

ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்கள்

ஹாலஜன் குடும்பத்தில் உள்ள தனிமங்கள் (ஃபுளூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின்) ஒன்றோடொன்று இணைந்து வரிசையான இரட்டை ஹாலோஜன் இடைச்சேர்மங்களை (binary interhalogen compounds) அல்லது பொதுவாக XY_n ($n=1, 3, 5, 7$; $X=$ குறைந்த எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் (electronegativity) கொண்ட தனிமம். $Y=X-$ ஐவிட அதிக எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் கொண்ட ஹாலஜன் தனிமம்) என்ற வாய்பாட்டைக் கொண்ட ஹாலஜன் ஹாலைடுகளைக் கொடுக்கின்றன. முதல் நான்கு ஹாலஜன்களின் எல்லா ஈரணுச் சேர்மங்களும் (diatomic compounds), தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. மூவிணைய ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்கள் (ternary interhalogens) தயாரிக்க மேற்கொள்ளப்பட்ட முயற்சிகள் யாவும் வெற்றிபெறவில்லை.

தயாரிப்பு முறை. ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்கள் வளிமமாக இருக்கும், தனியான இரு ஹாலஜன்களைக் கலப்பதாலும் அல்லது அயோடின் குளோரைடு தயாரிப்பதைப் போன்று திண்மப் பொருளான அயோடினை, குளோரின் அல்லது புரோமின் நீர்மத்தில் கலப்பதாலும் கிடைக்கின்றன. ஃபுளூரின் இல்லாத ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்களைத் தயாரிக்க மந்தமான கரைப்பானில் (எ-டு. கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு) ஹாலஜன்களைக் கலப்பதனால் எளிதில் பெறமுடிகிறது. மேலும் நேர்மின் தன்மை (electropositive) அதிகம் கொண்ட ஹாலஜன் உப்புக்களுடன் ஹாலஜன்கள் வினைபுரிவதால் ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன.



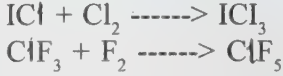
உயர் பாலிஹாலைடுகள் (higher polyhalides) அதிக எதிர்மின் தன்மை (electronegative) கொண்ட ஹாலஜன்களுடன் ஹாலஜன் ஹாலைடுகள் வினைபுரிவதால் கிடைக்கின்றன.

நைட்ரோ, அல்க்காக்சி (-OR), கார்பாக்சி (-COOR) முதலிய தொகுதிகளால் இடம்பெயரச் செய்து தருந்த கரிமச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்க முடிகிறது. இதனால் கரிமத் தொகுப்புக்களில் இவை இன்றியமையாக் காரணிகளாக உள்ளன. அல்க்கைல் புரோமைடுகளும் அயோடைடுகளும் குறிப்பாக ஆய்வுகளிலும் மருந்து தயாரிப்புக்களிலும் இடைச்சேர்மங்களாகப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அல்க்கைல் குளோரைடுகள் தொழில் முறையில் ஆல்கஹால்கள், எஸ்டர்கள் முதலியன தயாரிப்பதில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. அல்க்கைல் ஹாலைடுகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் (எ-டு. R-Mg-X) கரிமத் தொகுப்புக்களில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன.

பல் ஹாலஜனேற்ற ஹைட்ரோகார்பன்கள் பொதுவாக வினைவீரியமற்றவையாய் இருப்பதால் தொழில்துறையில் கரைப்பான்களாகவும், உலர்சலவையில் அழுக்கு நீக்கிகளாகவும் பயன்படுகின்றன. குளோரோஃபார்ம் மயக்க மருந்தாகவும், ஐயோடோஃபார்ம் புண்களின் புரையோட்டத்தைத் தடுக்கும் மருந்தாகவும், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு 'பைரீன்' (pyrene) என்ற பெயரில் தீயணைப்புக் கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. குளோரின், புரோமின் கொண்ட பாலிபுளூரைடுகள் 'ஃபிரியான் (freon) என்ற பெயரில் குளிர்பதனம், காற்றுப்பதனங்களில் பயன்படுகின்றன.

நிறைவுறா பாலி ஹாலஜனேற்றச் சேர்மங்கள் பல்வேறு கரிமத்தொகுப்புகளில் இன்றியமையாப் பங்கு பெறுகின்றன. நிறைவுறா குளோரைடுகளும் ஃபுளூரோகார்பன்களும் பல்லுறுப்பாக்கப்பட்டு, நெகிழிகள், பசைகள், ரப்பர்கள், உயவுப் பொருள்கள் ஆகியவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. டெட்ராஃபுளூரோ எத்திலீனிலிருந்து டெஃப்லானும், குளோரோபரீனிலிருந்து நியோபரீன் ரப்பரும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. குளோரோடிரைஃபுளூரோ எத்திலீன் 'கெல்-எஃப்' என்னும் பசைப் பொருளும் உயவுப் பொருள்களும் (lubricant) தயாரிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

க. சிங்கனன்



குளோரின் பெண்டாஃபுளோரைடு (ClF₅)
MCIF₄ உப்பை (M= கார உலோகம்) ஃபுளூரினுடன் வினைக்குட்படுத்துவதால் கிடைக்கிறது.



அஸ்ட்ட்ட்டைனைக் கொண்ட ஹாலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் இதுவரை தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படாவிடினும் AtI, AtBr சேர்மங்கள் இருக்கின்றன, என்பதை வேதியியலார் மறைமுகமான வழிகள் மூலம் கண்டுபிடித்து வெளிப்படுத்தியுள்ளனர்.

நிலைத்தன்மை. எடுத்துக் கொண்ட ஹாலஜன் ஹாலைடு தொகுதியில் உள்ள சேர்மங்களில் ஹாலஜன்களுக்கு இடையில் காணப்படும் எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் அதிகமாக வேறுபட வேறுபட நிலைத்தன்மையும் பொதுவாக அதிகமாகிக் கொண்டே போகிறது. பொதுவாக XY என்ற வாய்பாட்டைக் கொண்டே ஹாலஜன் ஹாலைடுகளின் நிலைத்தன்மை கீழ்க்கண்டவாறு காணப்படுகிறது.



இந்த வரிசையில் இருக்கும் ஃபுளூரின் ஹாலஜன் ஹாலைடுகள் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே கிடைக்கின்றன. ஏனெனில் இவை எளிதில் பிரிதுபடுகிற வினையில் (disproportionation reaction) ஈடுபடுகின்றன.



வினையில் ஈடுபடும் தன்மை. சாதாரணமாக ஹாலஜன் இடைச் சேர்மங்கள் வீரியம் மிக்க ஆக்சிஜனேற்றிகளாகவும் (strong oxidising agents) ஹாலஜனேற்றியாகவும் (halogenating agent) உள்ளன. பல ஹாலஜன் ஹாலைடுகள் (முக்கியமாக ஹாலஜன் ஃபுளூரைடுகள்) எளிதில் உலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து உலோக ஹாலைடுகளை கொடுக்கின்றன. (ஹாலஜன் ஹாலைடுகளில் இருக்கும் அதிக எதிர்மின்தன்மை கொண்ட ஹாலஜன் வினையில் ஈடுபடுகிறது) ஹாலஜன் ஃபுளூரைடுகளைப் பொறுத்தமட்டில் ஃபுளூரைடு உள்ள உலோகங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை (oxidation state) அதிகமாக உள்ளது. எ-டு. AgF₂, CoF₃.

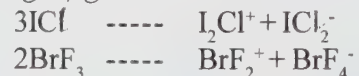
அறைவெப்ப நிலையில் பிளாட்டினத்தைப் போன்ற உயர் உலோகங்கள் (noble metals) ஹாலஜன் இடைச் சேர்மங்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. நிக்கல் ஃபுளூரைடு என்ற ஓர் அடுக்கு (layer) பாத்திரத்தின் உட்புறம் படர்ந்துவிடுவதால் இது ஹாலஜன் ஃபுளூரைடினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

எல்லா ஹாலஜன் ஹாலைடுகளும் நீருடன் எளிதில், தீவிரமாக வினைபுரிகின்றன. ஹாலஜன் ஃபுளூரைடு நீருடன் வெடித்து வினையில் ஈடுபடுகிறது. இந்த வினையின் மூலம் கிடைக்கும் பொருள்கள் ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்களின் தன்மையைப் பொறுத்திருக்கின்றன. எ-டு. குளோரின் டிரைஃபுளூரைடு சற்று அதிக அளவு நீருடன் வினைபுரியும்போது HF, Cl₂, O₂ - ஆகியவை கிடைக்கின்றன.

ஃபுளூரின் இல்லாத ஹாலஜன் இடைச்சேர்மங்கள் அலிஃபாட்டிக், அரோமாட்டிக், ஆக்சிஜன் அல்லது நைட்ரஜனைக் கொண்ட கரிமப் பொருள்களுடன் எளிதில் வினைபுரிகின்றன. எல்லா ஹாலஜன் ஹாலைடுகளும் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் (oxidation) அடைகிற கரிமச் சேர்மங்களுடன் வெடித்து வினைபுரிகின்றன.

ஹாலஜன் ஹாலைடுகள், ஹாலஜன்களைப் போன்று லூயிஸ் அமிலத் தன்மை கொண்டவை. அவை கரிமவேதி எலெக்ட்ரான் வழங்கும் (electron donor) சேர்மங்களுடன் இணைந்து வரிசையான நீடித்து நிலைக்கும் சேர்மங்களை உண்டாக்குகின்றன. எ-டு. பிரிடின் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு கரைப்பானை அயோடின் மோனோகுளோரைடுடன் கலக்கும்போது C₅H₅N.ICl என்ற திண்மப் பொருள் கிடைக்கிறது.

நீர்ம நிலையில் இருக்கும்போது பல ஹாலஜன் ஹாலைடுகள் மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றன. எ-டு. ICl, BrF₃. மின்கடத்தும் தன்மையானது கீழ்க்கண்டவாறு தானே அயனியாதல் முறையால் (self ionization) நடைபெறுகிறது



மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினையின் மூலம் அமில-கார வினைகளைப்பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம். இவ்வகை வினைகளில் ஓர் அமிலமானது கரைப்பான்-நேர்-அயனியையும் (solvo-cation) காரமானது கரைப்பான்-எதிர்-அயனியையும் (solvo-anion) கொடுக்கின்றன.

த. தெய்வீகன்

துணைநூல். McGraw-Hill Encyclopedia of Chemistry, Fifth Edition, 1983.

ஹாலோஜன் தனிமங்கள்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் VIIA தொகுதியில் உள்ள ஃபுளூரின் குளோரின், புரோமின், அயோடின் ஆகிய தனிமங்கள் ஹாலஜன்கள் (halogens) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவை உப்பு உண்டாக்குபவை என்ற பொருள்படும்படி உப்பீனிகள் என்றும் வழங்கப்படுகின்றன (கிரேக்கம்: Hals = கடல் Gennao

= நான் உண்டாக்குகிறேன்). மேற்சொன்ன தனிமங்களில் அஸ்டட்டினைத் தவிர மற்ற எல்லாத் தனிமங்களும் வேதிப் பண்பில் பெரும்பாலும் ஒத்திருக்கின்றன. அஸ்டட்டின் செயற்கைத் தனிமமாகும். ஹாலஜன் தனிமங்கள் புவியின் மேற்பரப்பிலும், கடல் நீரிலும் ஏராளமாகக் காணப்படும். இவை அதிவேக வினைபுரியும் திறன் கொண்டவை ஆகையால் தனித்த நிலையில் கிடைப்பதில்லை. ஃபுளூரினைத் தவிர மற்ற ஹாலஜன் தனிமங்கள் கடல்நீரில் ஹாலைடுகளாக உள்ளன. கடல்நீரில் அயோடின் அளவு குறைந்துவிடும் போதிலும், இதனை கடற் பாசிகளிலிருந்து (seaweed) பெறலாம். ஃபுளூரினின் முக்கியக் கனிமங்கள் ஃபெல்ஸ்பார் (CaF₂), கிரையோலைட் (Na₃AlF₆).

பொதுப் பண்புகள்.

ஃபுளூரினும், குளோரினும் வளிமங்கள், புரோமின் நீர்மமாகும். அயோடின் ஒரு திண்மம். எல்லா ஹாலஜன்களும் நிறம் கொண்டவை. ஃபுளூரின் பழுப்பு கலந்த மஞ்சள் நிறமாகவும், குளோரின் பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறமாகவும், புரோமின் அடர் பழுப்பு நிறமாகவும், அயோடின் நீலநிறமாகவும் உள்ளன. ஹாலஜன் தனிமங்கள் யாவும் எரிச்சலூட்டக்கூடிய நெடி கொண்டவை. முகர்ந்தால் மூச்சுக் குழல்கள் வீக்கமடையச் செய்யும்.

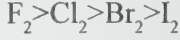
ஹாலஜன்கள் நீரில் எளிதில் கரைவதில்லை. ஃபுளூரின் நீரில் கரையாது. ஆனால் இது நீரிலிருந்து ஆக்சிஜனையும், ஓசோனையும் வெளியேற்றுகிறது. 15°C இல் 2 1/2 கன அளவு குளோரின் ஒரு கன அளவு நீரில் கரைகிறது. புரோமினும், அயோடினும் கரிமக் கரைப்பான்களில் நன்கு கரைகிறது.

வேதிப் பண்புகள்.

இவை எதிர்மின்தன்மை கொண்ட தனிமங்கள். இவற்றில் ஃபுளூரின் அதிக எதிர்மின் தன்மையுள்ளது. ஹாலஜன் தொகுதியில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்ல, எதிர்மின்தன்மை குறைகிறது. ஹைட்ரஜனுடன் ஃபுளூரின் எளிதில் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடைக் கொடுக்கிறது. குளோரின் மங்கிய ஒளியிலும், புரோமின் 300°C வெப்பநிலையிலும் ஹைட்ரஜனுடன் வினைபுரிகின்றன. ஹைட்ரஜனுடனான அயோடின் வினை ஒரு மீள் வினையாகும். ஹாலஜன் தனிமங்கள்

Ia																												0			
1	H																											2			
3	Li																											10			
4	Be																											Ne			
11	12																	13	14	15	16	17	18								
Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	Vlb	- VIII -										Ib	IIb	Al	Si	P	S	Cl	Ar								
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36														
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr														
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54														
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe														
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86														
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn														
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118														
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha																											
வந்தன																		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
பொருதி																		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
ஆக்டினைடு																		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
பொருதி																		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

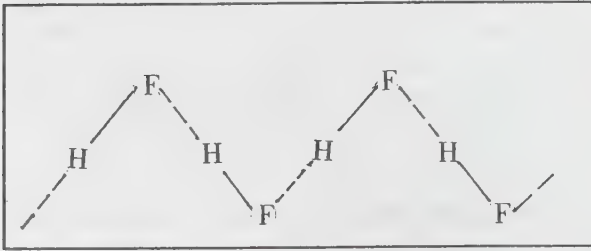
தீவிரமான ஆக்சிஜனேற்றிகளாக விளங்குகின்றன. இவற்றின் ஆக்சிஜனேற்றநிலை பின் வருமாறு அமைந்துள்ளது.



ஃபுளூரின் மந்த வாயுக்களான செனானுடனும், கிரிப்டானுடனும் வினை புரிந்து சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன. - அநேக உலோகங்களுடன் ஹாலஜன்கள் வினைபுரிந்து அயனிச் சேர்மங்களை (ஹாலைடுகள்) தருகின்றன.

ஹாலஜன் ஆக்சைடுகளும், ஹைட்ராக்சைடுகளும் அமிலத்தன்மை வாய்ந்தவை. பெர்குளோரிக் அமிலம் ($ClO_3 OH$ அல்லது $HClO_4$) அமிலங்களிலேயே வீரியமிக்கது. ஹாலஜன் ஹைட்ரேடுகள் ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகள், சாதாரண வெப்பநிலையில் நிலைத்த வளிமங்களாக உள்ளன.

ஹைட்ரஜனுடன் ஹாலஜன்கள் வினைபுரிந்து ஹாலைடுகளைக் (halides) கொடுக்கின்றன. ஹைட்ரஜன்-ஹாலஜன் பிணைப்புக்களுக்கிடையே யான ஆற்றல் அயோடையிலிருந்து ஃபுளூரைடு வரை அதிகரிக்கிறது. திண்ம ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடில் ஹைட்ரஜனும் ஃபுளூரினும் பின்வருமாறு இணைந்துள்ளன.



ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடில் உள்ளதுபோல் ஏனைய ஹாலைடுகளிலும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உள்ளன. ஃபுளூரின் அதிக எதிர்மின்கொண்ட தனிமமாகையால் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு வன்மையாக உள்ளது. ஆனால் மற்ற ஹாலைடுகளில் அவ்வளவு வன்மையுடன் இல்லை. இதுவே,

ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு அதிக உருகுநிலைகளையும், கொதிநிலைகளையும் கொண்டிருப்பதற்குக் காரணமாகும்.

நீரில் ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகளை கரைக்கும்போது அவை தீவிர புரோட்டன் வழங்கிகளாக மாறுகின்றன.

ஹைட்ரஜன் ஹாலைடுகளின் அமிலத்தன்மை HF இலிருந்து HI வரை அதிகரிக்கிறது. ஃபுளூரினைத் தவிர மற்ற ஹாலஜன்கள் வரிசையான ஆக்சி அமிலங்களையும் உட்புளூரையும் கொடுக்கின்றன. (எ-டு.) $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$, $HClO_4$. மேலும் உலோகக் கலவைகள் போல் ஹாலஜன்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து இடைப்பட்ட ஹாலஜன் சேர்மங்களைக் (interhalogen compounds) கொடுக்கிறது. எ-டு. IF_3 , IF_7 , ICl , BrF_5 .

பயன்கள். தொழிற்சாலைகளில் ஹாலஜன் தனிமங்களும், சேர்மங்களும் மிகவும் பயனுள்ளவைகளாக விளங்குகின்றன. ஃபுளூரின் சேர்மங்கள் (ஃபிரியான்கள்) சிறந்த குளிர்விப்பான்களாக விளங்குகின்றன. மேலும் அவை டெஃப்லான் (teflon) என்ற பல வகைகளிலும் பயன்படும் பல்லுறுப்பிகளைத் (polymers) தயாரிக்கவும், பற்சிதைவைத் தடுக்க உதவும் NaF , SnF_2 போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

குளோரின் முக்கியப் பயன் அது நிறம் நீக்கும் பொருளாகத் தனி நிலையிலும், சேர்மமாகவும் ($CaOCl_2$) இருப்பதுதான். துணிகளை வெளுக்கப் பயன்படும் நிறம் நீக்கிகளைத் தயாரிக்கக் குளோரின் வளிமம் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுகள் செலுத்தப்பட்டு சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட்பெறப்படுகிறது.



குளோரின் குடிநீரை தூய்மைப்படுத்தும்போது பாக்க்டீரியாகொல்லியாக (bactericide) பயன்படுகிறது. இப்பண்புகள் குளோரின் ஆக்சிஜனேற்றப் பண்பினாலே நிகழ்கின்றன.

1. 2-டை புரோமோ எத்தேன் (எத்திலீன் புரோமைடு) தயாரிக்க புரோமின் பயன்படுகிறது. இது கேசோலினைத் தானியங்கி எந்திரங்களில் பயன்படுத்தும்போது ஏற்படும் அதிர்வுகளைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் அதிர்ச்சி எதிர்ப்பு தடுப்புகளில் (antiknocking agents) பயன்படுகிறது. இது டெட்ரா எத்தில் காரீயத்துடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. புகைப்படத் துறையில் வெள்ளி புரோமைடு பயன்படுகிறது.

உடல் வளர்ச்சிக்கு அயோடின் முக்கியமானதாகும். அயோடின் குறைவினால் தைராய்டு சுரப்பிகள் பாதிக்கப்படும். இதனால் இச் சுரப்பியில் சுரக்கும் தைராக்கின் என்னும் ஹார்மோனும் குறைகிறது. எனவே, அன்றாடம் பயன்படும் மேசை உப்பில் (NaCl) சிறிது சோடியம் அயோடைடு சேர்க்கப்பட்டு விற்கப்படுகிறது. சிறுகாயங்களுக்கு சீழ் எதிர்ப்பியாகப் (antiseptic) பயன்படும் டிங்சர் அயோடின் (tincture of iodine) அயோடின் ஆல்கஹாலில் கரைந்த கலவையே ஆகும். (காண்க; ஃபுளூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின், அஸ்ட்டிடின்).

த. தெய்வீகன்

துணைநூல்கள். *Encyclopaedia Britannica, Macropaedia, Vol.8, Encyclopaedia Britannica, Inc., Chicago, 1985.* Satya Prakash, et. al, *Advanced Inorganic chemistry, S. Chand & Company, New Delhi, 1983.*

ஹான், ஆட்டோ

இவர் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த வேதியியலாராவார். அணுக்கரு பிளவினை குறித்து இவரும் ஃபிரிட்ஸ் ஸ்ட்ராஸ்மான் என்பாரும் இணைந்து ஆய்வு நடத்தினர். 1944 ஆம் ஆண்டு ஆட்டோ ஹானுக்கு வேதியியல் துறை நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. 1966ஆம் ஆண்டுக்குரிய என்ரிகோ ஃபெர்மி பரிசை இவர் ஸ்ட்ராஸ்மான், லெய்ஸ் மெய்ட்னர்

ஆகியோருடன் இணைந்து பெற்றுக் கொண்டார்.

ஆட்டோ ஹான் ஃபிராங்ஃபர்ட் நகரில் 1879 ஆம் ஆண்டு மார்ச் 8ஆம் நாள் பிறந்தார். இவர்தம் பெற்றோர் இவரை கட்டிடக் கலை நிபுணராக படிக்க வைக்க விருப்பம் கொண்டிருந்தபோதிலும் ஹான் மார்பெர்க் பல்கலைக்கழகத்தில் வேதியியல் பாடத்தைப் பயின்றார். 1901இல் ஹான் முனைவர் பட்டத்தைப் பெற்றார். சில காலம் ராணுவத்தில் பணியாற்றியப்பின் பல்கலைக்கழகத்திற்குத் திரும்பி வேதியியல் விரிவுரையாளராகப் (lecturer) பொறுப்பேற்றார்.

1904ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்திற்கு முக்கியமாக ஆங்கிலம் பயிலவேச் சென்றார். அப்போது கதிரியக்க ஆய்வில் ஈடுபட்டுக் கொண்டிருந்த சர் வில்லியம் ராம்சே என்பாருடன் இவரும் இணைந்து ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்தார். மாசு நிறைந்த பண்படா யுரேனியத்தை ராம்சே ஹானிடம் கொடுத்து அதனைத் தூய்மைப்படுத்துமாறு கூறினார். அது தொடர்பான செயல்முறை நடவடிக்கைகளின்போது ரேடியோதோரியம் என்று அவர் பெயரிட்டு அழைத்த வேறொரு பொருள் அதில் கலந்திருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். தொடக்கக் காலங்களில் தொழிலகங்களில் பணிபுரிய ஆர்வம் கொண்டிருந்த ஆட்டோ ஹான் இவ்வரிய கண்டுபிடிப்பால் உற்சாகம் பெற்று கதிரியக்கத்தில் தனது ஆய்வை மேலும் தொடர்ந்தார். ராம்சே இவரது ஆற்றலைக் கண்டு மேலும் ஆர்வத்தைத் தூண்டினார். ராம்சேயின் உதவியுடன் பெர்லின் பல்கலைக் கழகத்தில் ஒரு வேலைவாய்ப்பைப் பெற்றார். இப்பணியை ஏற்குமுன் மாண்ட்ரில் சென்று கதிரியக்கத்தில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டிருந்த எர்னஸ்ட் ரூதர்ஃபோரிடம் சென்று சில காலம் பணிபுரிய விரும்பினார். 1906ஆம் ஆண்டுவாக்கில் ஜெர்மனிக்குத் திரும்பிய பின்னர் லெய்ஸ் மெய்ட்னர் எனும் ஆஸ்திரிய இயற்பியலார் ஹானுடன் இணைந்து ஆய்வு நடத்தினார். ஐந்தாண்டுகளுக்குப்பிறகு அவர் பெர்லின்-டாஹெலின் என்ற இடத்தில் அமைந்திருந்த கெய்சர் வில்ஹெல்ம் வேதியியல் கழகத்தில் சேர்ந்தனர். அங்கு கதிரியக்க வேதியியல் எனும் சிறிய ஆனால் தனித் துறையின் தலைவராக ஹான் பொறுப்பேற்றார்.

1913ஆம் ஆண்டு எடித் ஜன்ஹேன்ஸ் எனும் நங்கையை மணம்புரிந்து கொண்ட ஹான் முதலாம் உலகப் போரின் போது ஒரு பகுதி ராணுவப் படையின் தலைவராக நியமிக்கப்பட்டார். போர் முடிவுற்ற பின் ஹான், மெய்ட்னர் ஆகியோர் தங்களது புதிய கண்டுபிடிப்பான கதிரியக்கத் தன்மையுடைய புரட்டாக்டீனியம் எனும் தனிமம் குறித்தத் தகவல்களை வெளியிட்டனர். இதைத் தொடர்ந்து இயற்கையில் கதிரியக்கத் தன்மைபெற்ற அனைத்துத் தனிமங்களும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டதால் ஹான் அடுத்த பனிரெண்டு ஆண்டுகளாக வேதிச் சிக்கல்களில் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் பயன்பாட்டுச் செயல்முறைகள் குறித்து ஆராயத் தொடங்கினார்.

இத்தாலிய இயற்பியலாரான எண்ரிகோ ஃபெர்மி என்பார் மிகை அணுநிறை உடைய யுரேனியம் போன்றத் தனிமங்களை நியூட்ரான்கள் கொண்டு தாக்கினால் கதிரியக்கத் தன்மையுடைய பல தனிமங்கள் உருவாவதை விளக்கினார். இதில் ஆர்வம் கொண்ட ஹான் 1934 முதல் அணுக்கரு பிளப்பு பற்றி ஆராயத் தொடங்கினார். யுரேனிய அணுக்கரு பிளவினையால் விளையும் தனிமங்கள் யுரேனியத்தைப் போன்ற பண்புகளுடைய செயற்கைத் தனிமங்கள் என ஃபெர்மி கருதினார். ஸ்ட்ராஸ்மான் எனும் இளம்வயது உதவியாளர் துணையுடன் ஹானும் மெய்ட்னரும் சேர்ந்து நிகழ்த்திய அணுக்கரு பிளவினை குறித்த ஆய்வு முடிவுகள் ஃபெர்மியன் கருத்துகளுக்கு ஒத்திருந்தாலும் அவற்றை புரிந்து கொள்வதற்குக் கடினமாக இருந்தன. நாசிப் படைகளால் யூதர்கள் பெருமளவு துன்பங்களுக்குட்பட்டிருந்த அந்த நேரத்தில் மெய்ட்னர் 1938ஆம் ஆண்டு ஜூலைத் திங்கள் ஜெர்மனியை விட்டு வெளியேறினார். இதனையடுத்து, அணுக்கரு பிளவினைத் தொடர்பான ஆய்வுகளை ஹான், ஸ்ட்ராஸ்மான் ஆகியோர் தொடர்ந்து செய்தனர். 1938ஆம் ஆண்டின் இறுதியில் அவர்கள் தாங்கள் எதிர்பார்த்த முடிவுக்குமாறான திண்ணமான சான்றுடன் கூடிய கருத்தொன்றை கண்டுபிடித்தனர். அதாவது யுரேனிய அணுக்கருப்பிளவினையின்போது விளையும் பொருள்களில் ஒன்று பேரியம் தனிமத்தின் கதிரியக்க ஐசோடோப் ஆகும். இவ்வினை யுரேனியம் அணுக்கரு இரு அணுநிறைக் குறைவாயுடைய

தனிமங்களின் ஐசோடோப்புகளாய் பிளவுபடுவதைக் குறிக்கிறது. ஹான் தனது ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை லெய்ஸ் மெய்ட்னருக்கு அனுப்பி வைத்தார். மெய்ட்னர் அவரது உறவினரான ஆட்டோ ஃபிரிஸ் என்பாருடன் இணைந்து இச்செயல்முறையை நன்கு ஆராய்ந்து அதற்கு அணுக்கரு பிளவினை (nuclear fission) எனப் பெயரிட்டனர்.

இந்த அரிய கண்டுபிடிப்பின் விளைவுகளை இரண்டாம் உலகப்போர் தொடங்கிய சமயத்தில் அறிவியலாளர்கள் நன்கு உணர்ந்தனர். ஜெர்மனி அரசால் இந்த வேதிச் செயல்முறையைப் பயன்படுத்தி ராணுவ சாதனங்கள் தயாரிக்க இயலுமா என்பதனைக் கண்டறிய குழு நியமிக்கப்பட்டது. இதற்கிடையில் ஹான் அவரது அணுக்கரு பிளவினைத் தொடர்பான ஆய்வுகளை தொடர்ந்து நிகழ்த்த அனுமதி அளிக்கப்பட்டது. இரண்டாம் உலகப்போர் முடிவுற்ற பின் ஹானும், பிற அணுக்கரு தொடர்பான ஆய்வில் ஈடுபட்டுள்ள அறிவியலாரும் இங்கிலாந்திற்கு அழைத்துச் செல்லப்பட்டனர். அங்கு சென்றபின்தான் 1944ஆம் ஆண்டுக்குரிய வேதியியல் துறை நோபல் பரிசு ஹானுக்கு அளிக்கப்பட்டுள்ளது தெரிய வந்தது. 1945 ஆம் ஆண்டு ஜப்பானில் உள்ள ஹீரோஷிமா நகரில் அணுகுண்டு போடப்பட்டதை அறிந்து ஆட்டோ ஹான் மிகவும் கவலையுற்றார். அப்போது அவருக்கு வயது 66ஆக இருந்தபோதிலும் மிகவும் உற்சாகத்துடனேயே செயல்பட்டார். வாழ்நாளின் இறுதிக்காலம் வரையிலும் மலையேறும் பழக்கத்தில் மிகுந்த ஈடுபாடு கொண்டவராக இருந்தார். அக்காலத்தில் இங்கிலாந்தில் தங்கியிருப்பதற்கு வழங்கப்படும் தகுதிச் சான்றிதழை பெறுவதற்காக தினமும் காலையில் ஓடும் பழக்கத்தை மேற்கொண்டிருந்தார்.

ஜெர்மனிக்கு மீண்டும் திரும்பி வந்தபின் ஹான் அப்போது கெய்சர் வில்ஹெல்ம் கழகம் என்றும் பின்னாளில் மேக்ஸ் பிளாஸ் அறிவியல் மேம்பாட்டு கழகம் (Max plack society for the advancement of science) என்றும் குறிப்பிடப்பட்ட அறிவியல் கழகத்தின் தலைவராக நியமிக்கப்பட்டார். மேலும் பொது மக்களிடையே நன்கு தெரிந்த மனிதராகவும், ஜெர்மனிக் கூட்டுக் குடியரசின் முதல் அதிபரான தியோடார் ஹியஸ் என்பாரின் நண்பராகவும், அரசின்

சார்பாக அறிவியல் செய்திகளை மக்களுக்கு அறிவிப்பவராகவும் ஹான் விளங்கினார். அணு ஆயுதங்களைத் தொடர்ந்து தயாரிப்பதற்கும், ஆய்வு செய்துப் பார்ப்பதற்கும் தீவிரமாக எதிர்த்துப் பணியாற்றினார். அனைத்துத் தரப்பிலிருந்தும் இவருக்கு புகழ் வந்து சேர்ந்தது. 1966இல் ஹான் புகழ்பெற்ற என்ரிகோஃபெர்மி பரிசை மெய்ட்னர், ஸ்ட்ராஸ்மான் ஆகியோருடன் சேர்ந்து கூட்டாகப் பெற்றுக்கொண்டார். இக்காலக்கட்டம் இவருக்கு தீமையானதாகவே இருந்தது. ஏனெனில் 1960இல் இவர் தனது ஒரே மகனையும், மருமகனையும் ஒரு பேருந்து விபத்தில் பலிகொடுத்தார். இவரது மனைவி இந்த அதிர்ச்சியிலிருந்து மீளவேயில்லை. 1968 இல் சிறிது காலம் நோய்வாய்ப்பட்டு ஜூலை 28ஆம் நாள் காட்டின்ஜன் என்ற இடத்தில் ஹான் காலமானார்.

த. தெய்வீகன்

ஹிப்பார்க்கஸ்

கிரேக்க நாட்டு வானியல், கணித அறிஞரான ஹிப்பார்க்கஸ் (Hipparchus) தற்போதைய துருக்கி நாட்டில் உள்ள மைதீனியாப் பகுதியில் அமைந்த நிகேயா நகரத்தில் பிறந்தார். இவர் எப்போது பிறந்தார் என உறுதியாகக் கூற இயலவில்லை. எனினும் இவரது ஆய்வுப் பணிகளில் பெரும்பகுதி கி.மு.162 -127-க்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் மேற்கொள்ளப்பட்டதற்கான சான்றுகள் உள்ளன. இவர் எகிப்து, அலெக்சாண்டிரியா நகரங்களில் சிறிது காலம் வாழ்ந்தபின் வாழ்வின் பெரும்பகுதியை ரோட்ச தீவுகளில் கழித்தார். இவர் காலத்தில் வாழ்ந்த தாலமி என்ற அறிஞர் இவரிடம் அளவற்ற மதிப்பு வைத்திருந்தார். அவர் ஹிப்பார்க்கஸின் ஆய்வின் முடிவுகளை ஏற்றுக் கொண்டதுடன், தன் ஆய்வுப் பணிகளில் இம்முடிவுகளைத் தாராளமாகப் பயன்படுத்திக் கொண்டார்.

வானியல் துறையில் பல புதிய உண்மைகளை ஹிப்பார்க்கஸ்கண்டறிந்தார். பருவ ஆண்டின் (tropical year) கால அளவை மிகச் சரியாகக் கனித்தார்.

அவருடைய கணிப்புக்கும் தற்காலக் கணிப்புக்கும் உள்ள வேறுபாடு 6.5 நிமிடங்கள் தான் என்றால் அவரது துல்லியமான கணிப்பின் பெருமை விளங்கும். சமஇரவுப் புள்ளிகளின் அயன சலனக் (precession of equinoxes) கண்டுபிடிப்பு மற்றுமொரு சாதனையாகும். இதனால் நிலையான விண்மீன்கள் எனக் கருதப்பட்டவைகளின் வான் அகலங்கு (celestial latitude) மாறுவதில்லை; ஆனால் வான் நெட்டாங்கு ஆண்டுதோறும் சம இரவுப் புள்ளிகள் 46 நொடிகள் பின்னோக்கி நகர்கின்றன எனக் கனித்தார். (தற்போதைய சரியான மதிப்பு 50.26 நொடிகள்).

கி.மு.129 ஆம் ஆண்டில் ஹிப்பார்க்கஸ் விண்மீன் வரிசைப்பட்டியல் (star catalogue) ஒன்றை வெளியிட்டார். ஏறக்குறைய 850 விண்மீன்களைப் பற்றிய குறிப்புகளைக் கொண்ட இப்பட்டியல், விண்மீன்களுக்கிடையே உள்ள கோணத் தொலைவு (angular distance), அவற்றின் பரும அளவு (magnitude) ஆகியவற்றைத் தெரிவிக்கிறது. இப்பட்டியல் அக்காலத்திய மாபெரும் சாதனை எனலாம். நிலாவின் ஒழுங்கற்ற இயக்கத்திற்குக் காரணம் அது நீள்வட்டப் பாதையில் சுழல்வதுதான் எனக் கூறினார். புவியிலிருந்து ஞாயிறு, நிலவு ஆகியவற்றின் தொலைவு இவற்றின் அளவு முதலியவற்றைக் கணக்கிட முயன்றார். ஆனால் அவரால் சரியாகக் கணக்கிட இயலவில்லை. புவியைப் போல் 1050 மடங்கு கன அளவு உடையது ஞாயிறு என்றார். (தற்போதைய மதிப்பு புவியைப் போல் 1,300,000 (13x10⁵) மடங்கு). ஞாயிற்றின் பாதைச் சாய்வை ஓரளவு சரியாகக் கண்டார். அக்காலத்தில் வாழ்ந்த மற்ற அறிஞர்களைப் போல் ஹிப்பார்க்கஸும் புவியை மையமாகக் கொண்டு கோள்கள் சுழல்கின்றன என்ற தவறான கருத்தைக் கொண்டிருந்தார். இவர் வானாய்வுக் கருவி எதுவும் பயன்படுத்தியதாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் தன்னுடைய கணிப்புகள் சரியாக இருக்க வேண்டும் என்பதில் கவனமாக இருந்தார். இதனால் இவரது பல முடிவுகளை அறிஞர் தாலமியும், 17 நூற்றாண்டுகளுக்குப் பின் எட்மண்ட் ஹாலேயும் அப்படியே பயன்படுத்திக் கொண்டனர். ஹிப்பார்க்கஸின் ஆய்வுகளில் சில குறைபாடுகள் இருப்பதற்குக் காரணம் 'அவர் நமக்கு விட்டுச்சென்ற அறிவியல் ஆய்வுகளைப் போல அவரது முன்னோடிகள் அவருக்கு ஏதும் விட்டுச்

செல்லாததுதான்' என்று தாலமி கூறினார். கணிதத்துறையில் ஹிப்பார்க்கசுவின் சாதனைகள் குறிப்பிடத்தக்கன. தள வடிவக் கணிதத்தில் (plane geometry) புகழ்பெற்ற தாலமி தேற்றத்தின் கருவைத் தந்தவர் இவரே. தாலமி இதை விரிவுபடுத்தித் தேற்றத்தை உருவாக்கினார்.

புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள இடங்களை முதன் முதலாக அகலாங்கு நெட்டாங்கு அளவுகளைக் கொண்டு குறிக்கும் முறையைக் கண்டறிந்தார். விரிவான கணிதக் கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் அமைந்த இம்முறை இன்றும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இம்முறையில் இவருடைய முடிவுகளுக்கு மாறுபட்ட வகையில் அமைந்த இராத்தோல் தீனசு (eratosthenes) என்ற புவியியல் அறிஞரின் கருத்துக்களைக் கடுமையாகக் குறை கூறினார்.

அக்காலத்தில் புவியில் மக்கள் வாழ்ந்து வருவதாகக் கருதப்பட்ட இடங்களைத் தட்பவெப்ப மண்டலங்களாகப் (climatic zones) பகுத்துத் தந்தார். ஞாயிற்றின் மறைப்புக் காலத்தின் (solar eclipse) தொடக்கமும் முடிவும் தெரிந்தால் அதைப் பயன்படுத்தி ஓர் இடத்தின் நெட்டாங்கைக் காண இயலும் எனக் கூறினார். கொள்கை அளவில் உலகின் மேற்பரப்பில் ஒரு சிறிய பகுதிக்கு இக்கூற்று பொருந்தும்; ஆனால் நடைமுறையில் இதைப் பயன்படுத்த இயலாது.

ஒரு வட்டத்தின் நாண்களைப் (chords of a circle) பற்றிய பண்புகளைத் தொகுத்துத் தந்தார். இவரது தொகுப்பு பிற்காலத்தில் கிரேக்க, அரபு நாட்டு மக்கள் வானியல் அறிவு முன்னேற்றத்திற்குப் பெரிதும் உதவிற்று. பொருள்கள் எடையினால் கீழ்நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன என்ற இயற்பியல் கொள்கையை வலியுறுத்தினார்.

கீழே விழும் பொருள்களின் முடுக்கம் (acceleration) அப்பொருள்களின் எடையினால் ஏற்படுவது எனக் கூறினார். இக்கருத்து அக்காலத்திய அரிஸ்டாட்டில் கொள்கைக்கு மாறாக இருந்தது. இக்கருத்தே பிற்காலத்தில் கலிலியோ நியூட்டன் போன்றோர் பொருள்களின் இயக்கம் பற்றிய விதிகளை உருவாக்க உதவியது எனலாம்.

இவரது அரிய அறிவியல் படைப்புக்கள் எல்லாமே அழிந்துவிட்டன. ஒரு வானியல் கவிதைக்கு அவர் எழுதிய உரை ஒன்று மட்டுமே கிடைத்துள்ளது. அக்காலத்தில் வாழ்ந்த வானியல் பேரறிஞர் தாலமி எழுதியுள்ள முக்கிய வானியல் நூலான 'அல்மாகெஸ்ட்', அமாசியாவில் உள்ள ஸ்டராபோ என்பவர் எழுதிய குறிப்புக்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து ஹிப்பார்க்கஸின் பெருமைகளையும் சாதனைகளையும் உணரமுடிகிறது.

பெ.குமரவேல்

ஹிரஸ்பிரங் நோய்

டேனிஷ் குழந்தை வைத்திய நிபுணர் ஹிரஸ்பிரங் என்பவர்தான் இந் நோயை ஒரு பிறவிக்கோளாறு என்று கண்டுபிடித்தார். எனவே, இந்நோய்க்கு அப்பெயர் உண்டாயிற்று. ஸ்வென்சன் என்பார் இந்நோயை முற்றிலும் குணப்படுத்தும் அறுவை முறையை 1948 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தார். ஹிரஸ்பிரங்ஸ் நோய் 20,000 க்கு ஒன்று என்ற பிறப்பு விகிதத்தில் ஏற்படுகிறது. பரம்பரை பரம்பரையாக வரக்கூடிய நோய்களில் ஐதுவும் ஒன்று. பெண்களை விட ஆண்களையே இந்நோய் அதிகமாகத் தாக்குகிறது. குழந்தை பிறந்த 24 மணி நேரத்திற்குக் காட்டு மலத்தை (meconium) வெளிக் கொணருகிறது. இதில் ஏதேனும் தாமதம் ஏற்படின் அந்தக் குழந்தைக்கு இந்நோய் உள்ளது என்று சந்தேகப்படவேண்டும். பிறகு அதற்குண்டான ஆய்வுகளைச் செய்து பகுத்தறிய வேண்டும். ஹிரஸ்பிரங் நோயின் முக்கிய அறிகுறி மலச்சிக்கல் ஆகும். குடல்சுழுவல் செய்தால் மட்டும் மலம் கழிக்கிறது. அதுவும், மிகச்சிறிய அளவிலேயே காணப்படுகிறது. அதற்கும் குழந்தை சிரமப்பட வேண்டியிருக்கிறது. வயிறு உப்புசம் காணப்படும். வயிறு உப்புசம் நாளுக்குநாள் அதிகரித்துக் கொண்டே வரும். அருகில் படுத்திருக்கும் தாய் குழந்தையின் அதிகமான வயிற்று இரைச்சலைக் கேட்க முடியும். மேலும் வயிற்றில் மடிப்பு மடிப்பாக அலைகள் உருளுவது தெரியும். சில குழந்தைகள் குடல் அடைப்புக்குண்டான அறிகுறிகளைக் கொண்டு சீக்கிரமே இறந்தும்விடும். குழந்தை நன்கு பால்

குடிக்காது. சில குழந்தைகளுக்கு வாந்தியும் காணப்படுகிறது. வாந்தியில் பித்தநீர் (bile) கலந்திருக்கும். நாட்பட குழந்தை சத்துக் குறைவாகவும் வளர்ச்சிக் குன்றியும் காணப்படுகிறது.

இந்நோய் பெரும்பாலும் மலக்குடலையே தாக்குகிறது. எனவே, அதற்கு முன்னுள்ள பெருங்குடல் விரிவடைந்தும் உருப் பெருகியும் காணப்படுகிறது. பெருங்குடல் தாங்கி (mesocolony) நீண்டும் தடித்தும் காணப்படுகிறது. குடல் தாங்கியின் ஊடே உள்ள ரத்த நாளங்கள் விரிவடைந்தும் உருப்பெருகியும் காணப்படுகின்றன. நோய் வாய்ப்பட்ட குடலின் எல்லா உறைகளிலும் நோய்க் குறியியல் சார்ந்த மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. சீதப் படலத்தில் புண் உண்டாகிறது. நோயுள்ள பெருங்குடலின் பகுதி அசைவதில்லை. இதனால் மலம் தொடர்ந்து அதன் பயணத்தை மேற்கொள்ள முடிவதில்லை. எனவே, மலம் புண்பட்டக் குடலின் முன் பகுதியில் தேங்க ஆரம்பிக்கிறது. இவ்வாறு தேங்கும் மலத்தின் அளவு நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துக் கொண்டே போகிறது. மேலும், அம்மலத்திலுள்ள நீர்ப்பகுதியைக் குடல் உறிஞ்சி விடுவதால் மலம் இறுகிக் கல் போன்று ஆகிவிடுகிறது. இத்தகைய கல் போன்ற மலம் மிருதுவான கோழைப்படலத்தைச் எளிதாகப் புண்ணாக்கி விடுகிறது. நோய்க்கு முன்னுள்ள குடலின் பகுதி விரிவடைவதற்கு, நாளுக்கு நாள் அதிகரிக்கும் மலமே காரணம். ஒவ்வொரு நிமிடமும் அடைப்பை வெற்றி காணும் எண்ணத்தில் நோயின் முன்னுள்ள குடல் பகுதி அதிகமாக வேலை செய்கிறது. இந்த அதிகப் படியான வேலை குடலை உருப்பெருகச் செய்கிறது. உண்மையில் நோய் பாதித்துள்ள பகுதிக் குடல் துளையில் எந்த விதக் குறுகலும் கிடையாது. அடைப்பு அப்பகுதி அசையாததால் ஏற்படுவதே ஆகும். எனவே, இதை துளைக்குறுகல் அடைப்பு அல்ல (functional obstruction) என்று கூறுகிறோம். பரிவு நரம்புக் கூட்டணு (autonomic ganglia) இங்கு காணப்படுவதில்லை. இதுவே அசைவின்மைக்குக் காரணம். நோய் 1 செ.மீ. நீளத்திலிருந்து 5 செ.மீ. நீளம் வரையுள்ள மலக்குடலைப் பாதிக்கிறது. உருப்பெருகிய பகுதிக்கும் நோயுள்ள பகுதிக்கும் இடைப்பட்ட பகுதியைக் கூம்புப் பகுதி (transitional zone) என்று அழைக்கிறோம்.

எக்ஸ்கதிர்ப்படம் பொதுவான குடல் அடைப்பைக் காட்டுமே அன்றித் தனித்தறிய உதவாது. இதற்காக பேரியம் எனிமா பயன்படும். பரிவு நரம்புக் கூட்டணு இல்லாத பகுதியைக் கண்டறிவதே இந்த ஆய்வின் முக்கிய நோக்கம் ஆகும். இந்த ஆய்வுக்குமுன் வழக்கமாகச் செய்யப்படும் குடல் கழுவல் கூடாது. பேரியம் சாந்து உப்பு நீரில் (saline) தயாரிக்கப்பட வேண்டும். குழாய்த் தண்ணீரில் தயாரிப்பது ஆபத்தில் போய் முடியும். மலக்குடல் திசு ஆய்வு (rectal biopsy) ஆய்வில் பரிவு நரம்புக் கூட்டணு சீதப் படலத்துக்கடியில் உள்ளமையென்றிக் பிளக்ஸஸில் இருக்கிறதா என்று அறியலாம். மேலும், நீட்டத்தசை, வட்டத்தசை நார்களுக்கிடையே உள்ள ஆர்பேர்ஸ்பிளக்ஸஸில் (Auerber's plexus) உள்ளனவா என்றும் கண்டறியலாம். பேரியம் எனிமாவின் முடிவு ஏற்கத்தக்கதாக இல்லாத போதும், பெருங்குடல் முழுதும் நோயுள்ள போதும், இந்நோயின் முக்கிய அறிகுறியான மலச்சிக்கலுக்குப் பதில் பேதி காணப்படும் போதும், மலக்குடல் திசு ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டும்.

ஒத்த பிற நோய்கள். சிறுகுடல் தொடரின்மை, காட்டு மலக் குடலடைப்பு, தவறான குடல்சுழற்சி ஆகியவை இதனின்று தனித்தறியப்பட வேண்டும். சிறுகுடல் தொடரின்மையின் எக்ஸ்கதிர்ப் படம் தேவை. படத்தில் காற்றுநிழல் இடுப்பெலும்புக்குள் இல்லாமல் காணப்படுகிறது. மாறுபட்ட காட்டு மலத்தினால் உண்டாகும் பின் சிறுகுடலின் செயலிழப்பினால் (meconium ileus) பிறக்கும் போதே குழந்தை வயிறு உப்பு சத்துடன் தான் பிறக்கிறது. ஆனால் ஹிர்ஸ்பிரங்ஸ் நோயில் வயிற்று உப்புசம் ஓரிரு நாட்கள் கழித்தே உண்டாகிறது. காட்டு மலத்தினால் குடல் பையில் முழு குடல் அடைப்பு பூரணமாக இருப்பினும் நீர்மட்டங்கள் எக்ஸ்கதிர்ப் படலத்தில் இருப்பதில்லை. தவறான குடல் சுழற்சியில் (mal rotation) பேரியம் எனிமாவில் பெருங்குடலின் முன்பகுதி (caecum) உயரே இருப்பது தெரிய வருகிறது. அறுவைக்கு முன்னுள்ள சிகிச்சையாகக் குடலிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளை நீக்க இரண்டு நாட்களுக்கு மருந்து கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

மருத்துவம். இந்நோய்க்கு முழு நிவாரணம் பரிவு நரம்புக் கூட்டணு அற்ற பகுதியை வெட்டி

எடுத்தலே ஆகும். குழந்தை 8 கிலோ எடை அடையும் முன் அறுவைச் சிகிச்சை செய்வதைத் தவிர்த்தல் சிறந்தது. இதற்குப் பலவகையான அறுவை முறைகள் வழக்கத்தில் உள்ளன. அவற்றில் மிகச் சிறந்த ஒன்று கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது. நோயாளி செலித்தாடமி (semi lithotomy) வடிவில் அறுவை மேடையில் வைக்கப்படுகிறார். இத்தகைய வடிவமைப்பே வயிற்றுக்கும், குதத்திற்கும் நல்ல வழியை அமைத்துக் கொடுக்கிறது. தக்க வயிற்றுக் கிழித்தல் மூலம் மலக்குடல், கீழ்ப்பெருங்குடல் ஆகியவற்றை அவற்றின் தாங்கியினின்று விடுவிக்க வேண்டும். இச்செய்கை குதம் வரை கடைப் பிடிக்கப்படும். வெட்டுதல்கள் மலக்குடல் சுவரை ஒட்டியே இருத்தல் அவசியம். இம்முறையினால் விந்துக் குமிழ் (seminal vesicle), சிறுநீர்ப்பைக்குச் செல்லும் தானியங்கு நரம்புகள் ஆகியன பாதிக்கப்படாமல் பாதுகாக்கப்படும். நோயுள்ள பகுதி அகற்றப்பட்டு நல்ல நிலையில் உள்ள குடல் குதம் வழி இழுக்கப்பட்டு குதத்தின் முடிவுடன் இணைக்கப்படுகிறது. பிறகு வயிற்றுத் துளைப்பறுவை செய்யப்பட்ட பகுதி மூடப்படுகிறது.

ஜி. குழந்தைவேலு

ஹில்பர்ட், டேவிட் (1862 - 1943)

இவர் (david hilbert) நவீன கணிதத் தாக்கத்தைக் கணிதவியலில் மிக அதிகமாக ஏற்படுத்திய ஜெர்மானிய கணித வல்லுநர். தற்பொழுது ரஷ்ய நாட்டில் உள்ள காலினிங்கிராட் (kaliningrod) என்னும் இடத்தில் 1862 ஆம் ஆண்டு சனவரித் திங்கள் 23 ஆம் நாள் பிறந்தார். எச்.வெபர் (H.Weber), எப்.வான் லின்ட்மேன் (F.Von Lindemann) ஆகிய பேராசிரியர்களிடம் பயின்று 1885 ஆம் ஆண்டு கோனிக்ஸ்பர்க் பல்கலைக் கழகத்தில் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். இக்காலத்தில் எச்.மின்கோவ்ஸ்கி எ. ஹூர்விட்சு ஆகிய கணித அறிஞர்களிடம் நட்பு ஏற்பட்டதன் காரணமாக இவருக்குக் கணிதத்தில் தனிப்பற்று ஏற்பட்டது. இதே பல்கலைக் கழகத்தில் 1886 - 1892 வரை துணைப் பேராசிரியராகவும் 1892

இல் சில மாதங்கள் இணைப் பேராசிரியராகவும், 1893 முதல் 1895 வரை பேராசிரியராகவும் பணியாற்றினார். 1892 ஆம் ஆண்டு காத்தே ஜெர்ஆச் என்ற பெண்ணைத் திருமணம் செய்து கொண்டார். பின்னர் 1895 இல் கொட்டிங்கென் பல்கலைக் கழகத்தில் பேராசிரியராகச் சேர்ந்தார். இங்கு 1930 வரையில் பணியாற்றிப் பின் ஓய்வு பெற்றார். இவர் பணியாற்றிய காலத்திலேயே இயற்பியல் துறையில் நோபல் பரிசு பெற்றவர்களான மேக்ஸ் வான் லாய் (1914) ஜேம்ஸ் பிராங் (1929), வெர்னர் ஹெய்சென்பெர்க் (1932) போன்றவர்களும் இந்தப் பல்கலைக்கழகத்தில் பணியாற்றியது இவருக்கு மிகவும் ஊக்கமளித்தது. இவர் காட்டிங்கெனில் 1943 ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி திங்கள் 14 ஆம் நாள் இயற்கை எய்தினார்.

1895 இல் காட்டிங்கென் பல்கலைக் கழகக் கல்விக்குழு உறுப்பினர் ஆனார். 1902 இல் மேத்தமெட்டிசே ஆன்னலென் (Mathematische Annalen) என்னும் கணித இதழின் ஆசிரியரானார். பின்னர் பல சிறப்புக்களையும் பெற்றார். இவருடைய விரிவுரைகள் கருத்துச் செறிவுள்ளனவாகவும், மாணவர்களுக்கு கிளர்ச்சி ஊட்டுவனவாகவும் இருந்தன. உலகின் எல்லா பகுதிகளிலிருந்தும் மாணவர்களை ஈர்த்தார். காட்டிங்கென் பல்கலைக் கழகத்தின் கணிதவியல் களஞ்சியமாகத் திகழ்ந்தார். கணித அறிஞர் குழாம் ஒன்றையும் அப்பல்கலைக் கழகத்தில் வைத்திருந்தார். எனவே காட்டிங்கென் பல்கலைக் கழகம் பல்வேறு நாட்டுக் கணித அறிஞர்கள் தொடர்பு கொள்ள விரும்பும் புனித இடமாகத் திகழ்ந்தது.

இவர் கணிதவியலிலுள்ள அனைத்துப் பிரிவுகளிலும் புலமை பெற்று விளங்கினார். கணிதவியலில் ஒரு தலைப்பிலிருந்து மற்றொரு தலைப்புக்கு அடியெடுத்து வைக்கும்போது, எடுத்த தலைப்பைத் தெளிவான முறையில் முடித்த பின்னரே அடுத்த தலைப்புக்குப் போகும் இயல்பு உடையவர்.

மாற்றமில்லிகள் தேற்றத்தை (theorem of invariants) நிரூபனம் செய்தார். 1899 ஆம் ஆண்டு வடிவகணித அடிப்படைகள் (foundations of geometry) என்ற புத்தகத்தை வெளியிட்டார். இது யூக்ளிடு வடிவ கணிதத்துக்குத் தேவையான அடிகோள்களைக்

கொண்டிருந்தது. இப்புத்தகம் பத்துப் பதிப்புகளைக் கொண்டு வெளிவந்தது. இதுவே வடிவ கணிதத்துக்கு ஒரு திருப்புமுனையாக அமைந்தது. டிரிச்லெட் கணக்கை (Dirichlet's problem) ஆராய்ந்ததில் இவருடைய புதுமையான அணுகுமுறை, மாறுபாடுகளின் நுண்கணிதம் (calculus of variation), தொகையீட்டுச் சமன்பாடுகள் (integral equations) அலைமாலைக் கோட்பாடு (spectral theory), ஹில்பர்ட் வெளி (Hilbert space) ஆகிய தலைப்புகளில் இவர் செய்த பணிகள் அனைத்தும் இவரது வியக்கத்தக்க சாதனைகளாகும். கணித இயற்பியலில் (mathematical physics) வளிமங்களின் இயக்கக் கோட்பாடு (kinetic theory of gases) சார்புடைமைக் கோட்பாடு (relativity theory) ஆகிய துறைகளில் இவரது பங்கும், தர்க்கவியலில் (logic) இவரது திறனாய்வும் வியப்பூட்டுவன.

1900இல் பாரீசில் நடந்த அனைத்துலகக் கணிதவியல் பேரவையில் (international mathematical congress) இவர் தயாரித்தளித்த மிகவும் முக்கியமான 'கணிதவியல் கணக்கு' (mathematical problem) என்னும் கட்டுரை 20 ஆம் நூற்றாண்டு கணித அறிஞர்களுக்கு மிகவும் உதவியாக இருந்தது. இந்தப் பேரவையில் இருபத்து மூன்று தீர்க்கப்படாத ஆய்வுக்கருக்களை முன் வைத்தார். இக்கருக்களின் அடிப்படையில் மேற்கொண்ட பிற்காலப் பணிகள் கணிதவியலுக்குப் பெருமை சேர்த்தன. இவற்றில் பல கணக்குகள் இன்னும் தீர்க்கப்படாமல் உள்ளன. இ.வாரிங் என்ற அறிஞர் 1782 ஆம் ஆண்டு முற்கனித்த முழு எண்களை எண் அடுக்குகளின் கூட்டுத்தொகையாக எழுதலாம் என்ற கருத்தை 1909 இல் ஹில்பர்ட் நிரூபித்தார். எடுத்துக்காட்டாக $14 = 3^2 + 2^2 + 1^2$. இது இவரது திறமையான செயல்களில் ஒன்றாகும். வடிவ கணிதத்தை அடிக்கோள்கள் (axioms) அடிப்படையில் விரிவுபடுத்தும் யூக்ளிடன் பணி கூரிய ஆய்வுக்குட்பட்டிருந்தது. இந்த ஆய்வினை ஹில்பர்ட் மேற்கொண்டார். இதன் விளைவாக வடிவகணிதம் மிக விரைவாக வளரத் தொடங்கியது. யூக்ளிட் காலத்துக்குப் பின்னர் வடிவகணிதத்தின் அதிக வளர்ச்சிக்கு உதவிய பெருமை ஹில்பர்ட்டைச் சாரும். தொகையீட்டுச் சமன்பாடுகளில் இவர் மேற்கொண்ட பணி இருபதாம் நூற்றாண்டில் வளர்ச்சியுற்ற சார்புப் பகுப்பாய்வு (functional analysis) என்னும்

கணிதவியல் பிரிவுக்கு மிகவும் உறுதுணையாக இருந்தது.

மின்கோவ்ஸ்கி, கிளெயின் ஆகிய கணித அறிஞர்களுடன் இணைந்து இவர் கணிதவியலுக்குச் செய்த தொண்டின் பலனாக ஜெர்மானிய நாட்டுக்கு, குறிப்பாக காட்டிங்கென் பல்கலைக்கழகத்துக்கு, கணித உலகில் தனி இடம் கிடைத்தது.

பொ. ரகுராஜன்

ஹினோச் சுவான்லின் நோயியம்

தோலில் ஏற்படும் இரத்த ஒழுக்கால் தோலில் சிவப்பு நிறம் உண்டாகிறது. புண்களை விட்டு வெளியேறிய இரத்தம் பரவி தோலில் ஏற்படுத்தும் சிவப்பு நிறமாற்றத்தின் அளவைப் பொறுத்து, செந்நிற புள்ளி (petechie), சிவப்புப்படை (patch), தோல் அடி இரத்தக்கட்டு (ecchymoses), சிராய்ப்பு (bruises) என்று பல்வேறு பெயர்களால் அழைக்கப்படும். சுவான்லின் பர்ப்பியூரா அல்லது ருமாடிக் பர்ப்பியூரா எனப்படுவது ஒரு காலத்தில் கூர்த்த மூட்டுவாதத்துடன் (acute rheumatism) காணப்படும் என்று நம்பப்பட்டது. இந்நோயில் கால்களில் அதிகமான சிவப்பு நிறத்தோல் மாற்றம் காணப்படுவதுடன் உடலின் எப்பாகமும் பாதிக்கப்படலாம். இத்துடன் வலி, சிவந்த நிறத்துடன் மூட்டுகளில் வீக்கம், 39 - 40° C சுரமும், தொண்டை வேதனையும் காணப்படும். மூட்டுவீக்கம், இரத்த ஒழுக்கினால் அல்லாது நீர் சேர்வதாலேயே உண்டாகிறது. 10 - 30 வயது வரை இருபாலரிடமும் காணப்படும் இந்நோய் மாறக்கூடியது.

ஹினோச் பர்ப்பியூரா குழந்தைகளையே அதிகம் தாக்குவதுடன், திரும்பத் திரும்ப வரும் ஒரு நோய். சுவான்லின் நோயைப் போல் தோலில் இரத்த ஒழுக்கு, மூட்டு வேதனைக் காணப்பட்டாலும் திடீர் எனத் தோன்றும் வயிற்று வேதனை முக்கிய நோய்க்குறியாகும். வயிற்று வேதனையுடன் வாந்தி மற்றும் சுருட்டிப் பிடித்த மாதிரி அத்த வேதனையுடனும், சில சமயங்களில் இரத்தமும் சீதமும்

மலத்தில் காணப்படுவதால், குடல் சொருகல் (Intussuception) நோயோ என குழம்ப வைக்கும். இக்குறிகள், குடலில் சளிப்படலத்தின் அடியில் ஏற்படும் இரத்த ஒழுக்கினாலேயே உண்டாகிறது. அரிதாக சிறுநீரில் புரதம் மற்றும் இரத்தம் கலந்து வரும்.

இவ்விரு நோய்களும் தனித்தனி நோய்கள் என்றாலும் இரண்டும் ஒவ்வாமையால் வரும் விளைவினால் உண்டாகிறது. நோய்க்குறிகள் ஒரே மாதிரி இருப்பதுடன் ஒரே நோயாளியில் இந்நோய்கள் ஒருமித்துக் காணப்படுவதாலேயே இது ஹினோசு சுவான்லின் நோயியம் என அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக உணவு, சீரம், தொண்டை அழற்சிக் காணரமான ஸ்ட்ரெப்டோ காக்கஸ் நுண்ணுயிரால் வரும் ஒவ்வாமையே இந்நோய்களுக்கு காரணம் என கருதப்படுகிறது.

மா.ஜெ.ஃபிரெடரிக்ஜோசப்

ஹிஸ்டமின், ஹிஸ்டமின் எதிர்ப்பிகள்

தடுப்பாற்றல் - அழற்சி மண்டலத்தின் கோளாறுகளால் விளையும் சிக்கல்களாவன: காற்றுக் குழிவு அழற்சி, ஆஸ்துமா, எக்சீமா, தொடு தோலழற்சி, உணவு ஒவ்வாமை, மருந்து ஒவ்வாமை, ஹிஸ்டமின் மற்றும் சிரோடோனின், புரோஸ்டாகிளாண்டின்கள் போன்றவை வெளிப்படுவதால் ஒவ்வாமை விளைவுகள் தோன்றுகின்றன.

உடலின் பல திசுக்களிலிருந்து வெளிப்படும் ஹிஸ்டமின் உறுத்தல்கள் மற்றும் அரிப்பு, அதிர்ச்சி, இறுதியில் மரணம் ஆகியவற்றை உண்டாக்கலாம். இயற்கையில் கிடைக்கும் அமினோ அமிலமான எல்.ஹிஸ்டிடினிலிருந்து பெறப்படும் ஹிஸ்டமினின் வேதியியல் பெயர் வருமாறு: 5 (2 அமினோ எத்தில்) இமிட்சோல் அல்லது பீட்டா, இமிட்சோலைல் எத்திலமின், உடலின் பல திசுக்களில் ஹிஸ்டமின் காணப்பட்டாலும் மிக முக்கியமான சேமிப்பு இடங்கள் மூன்றாகும்.

அ. பாய்மர செல்களின் (திசு செல் விழுங்கிகள்) துகள்கள்

ஆ. இரைப்பைக் குடல் பாதையின் சிலேட்டுமப்படல அடுக்கு

இ. மைய நரம்பு மண்டலத்தின் ஹைபோதலாமஸ் பகுதி

எதிர் அங்க ஊக்கியின் விளைவால் வெளிப்படும் ஹிஸ்டமின். இரண்டு கிரகிப்பிகள் மூலம் (எச்₁ அண்ட் எச்₂) செயல்படுகிறது. இதன் விளைவாக, சுரப்பித் திசுக்கள் தூண்டப்படுகின்றன. இரத்த நாளங்களின் மெல்லிய தசை இழைகள் தளர்வடைகின்றன; இரத்த நாளமில்லாத மிருது தசைகள் சுருங்குகின்றன. இதனால் நுண் தமனி, தந்துகி, நுண் சிரை சுவர்களின் ஊடுருவுதன்மை அதிகரிக்கிறது.

மூச்சுக் கிளைக்குழல் சுருங்குவதுடன், சிறுகுடல் அசைவு அதிகரிக்கிறது. இரைப்பை அமிலமும், பெப்சினும் மிகையாகச் சுரக்கின்றன.

கொடுரமான சோகை நோயைப் பிரித்தறிய ஹிஸ்டமின் உதவுகிறது. கொடுரமான சோகையின் போது, ஹிஸ்டமினை உட்செலுத்தினால், இரைப்பை ஹைட்ரோகுளோரிக் அமில சுரப்பு உண்டாவதில்லை. ஃபியோகுரோமோசைட்டோமா என்ற புற்று நோயை நிர்ணயம் செய்ய ஹிஸ்டமின் உதவுகிறது.

ஹிஸ்டமினின் அலகு 0.01 மி.கி./ கிலோ அல்லது 0.0275 மி.கி./ கிலோ ஹிஸ்டமின் பாஸ்ஃபேட், ஊசி மூலம் செலுத்துவதற்கு ஹிஸ்டமின் 0.275, 0.55, 2.75 மி.கி./மி.லி. கரையங்களாகக் கிடைக்கிறது.

ஹிஸ்ட்டமின் எதிர்ப்பிகள் பணிபுரியும் முறை வருமாறு:

1. ஹிஸ்டமின் தொகுப்பு தடங்கலடைகிறது.
2. சேமிப்பு இடங்களிலிருந்து ஹிஸ்டமின் வெளிப்படுவது தடைப்படுகிறது.
3. ஹிஸ்டமின் கிரகிப்பிகள் தடை செய்யப்படுகின்றன.
4. ஹிஸ்டமினின் விளைவுகளைத் தடை செய்ய மருந்தியல் சார்ந்த எதிர்ப்பிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எச்₁ கிரகிப்பி எதிர்ப்பிகள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மூக்கழற்சி ஒவ்வாமையில், ஆகாயவிமானப் பயண நோயில், அரிப்பு நிலையில் எச்₁ கிரகிப்பி எதிர்ப்பிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் முக்கியமான வேண்டா விளைவு மிகையான தூக்கமாகும். அபூர்வமாக அவை வலிப்புகளை உண்டாக்கலாம். கர்ப்பப் பெண்களின் சிசுக்கள் பிறவி ஊனங்களுடன் பிறக்கலாம். எச்₁ கிரகிப்பி எதிர்ப்பிகளில் கீழ்க்கண்டவை அடங்கும்: எத்தனோலமின்கள், எத்திலீன் டைஅமின்கள், அல்கைலமின்கள், பிப்பரசின்கள், ஃபீனோதாயசின்கள்.

எச்₂ கிரகிப்பி எதிர்ப்பிகள், எச்₁ கிரகிப்பி எதிர்ப்பிகள் போல இல்லாமல், இரைப்பை சுரப்பைக் குறைக்கின்றன. இதைப் பயன்படுத்தி இரைப்பைப் புண்ணுக்கு சிகிச்சை மருந்துகள் உருவாயின. இவற்றில் முக்கியமானவை: மெடியமைடு, பூரிமாமைடு, சிமெட்டின், இவற்றில் மெட்டியமைடு, வெள்ளணுக்களைப் பாதிக்கின்றன. பூரிமாமைடு நன்கு உட்கவரப்படுவதில்லை.

ஹிஸ்டமின் சுரப்பைத் தடுக்கும் மற்றுமொரு முக்கியமான மருந்து குரோமோலின் சோடியம் ஆகும். ஐஜிஈ-ஆல் கூறுணர்வடைந்த பாய்மர செல்களிலிருந்து ஹிஸ்டமின் வெளிப்படுவதைத் தடை செய்கிறது. மூச்சுக் கிளைக் குழல் ஆஸ்த்துமாவைத் தடுப்பதில், குரோமோலின் சோடியம் நல்ல பலனளிக்கிறது.

மு.கி.பழனியப்பன்

துணைநூல். K.I.Meville, *Anti Histamine Drugs, Histamine & Anti Histamines*, Oxford England Vol. I, Pergamon Press, 1973

ஹிஸ்டிரியா

“ஹிஸ்டிரியா” என்பது உடற் கூற்றின்படி தவறுகளோ, கோளாறுகளோ, இல்லாமல் உடல் மற்றும் உறுப்பு

இயக்கங்களில் இடர்ப்பாடுகள் இருக்கக் கூடிய நோய்க்கோ அல்லது நோய்த் தொகுதிக்கோ வழங்கப்படும் பெயராகும்.

ஹிஸ்டிரியா, நாடு, பிரதேசம், செல்வம் என்ற வேறுபாடு இல்லாமல், எவ்வயதினரையும் பீடிக்கக் கூடியது; பெரும்பாலும் பெண்களை பாதிப்பது.

இந்நோயைப் பற்றி வெவ்வேறு விதமான விவரிப்புகளுக்கும், செயல்முறைமைகளும், சிகிச்சைகளும் மருத்துவ சார்பான நூல்களிலும், சாதாரண சமூக, இலக்கிய ஏடுகளிலும் வெளிவந்துள்ளன. ஹிஸ்டிரியா என்னும் சொல்லைப் பலரும் பலவிதமாகவும் பயன்படுத்தியுள்ளனர்; பயன்படுத்தியும் வருகின்றனர்.

வரலாறு மற்றும் பெயர்க்காரணம். ஹிஸ்டிரியா நீண்ட நெடுங்காலமாகவே பலவகை விமரிசனங்களுக்கும், விளையாட்டுகளுக்கும் உள்ளாகியிருக்கக் கூடிய ஒரு நோயாகும். பெண்களோடு மட்டுமே தொடர்புடையவொன்றாக இது கருதப்பட்டதாலும் இதைப் பற்றிய செய்திகள் பலருக்கு நகைச்சுவையையே நல்கியிருக்கின்றன.

கிரேக்கப் பேரறிஞன் பிளேட்டோ முதன் முதலில் இந்நோய்க்கு ஹிஸ்டிரியா எனப் பெயர் சூட்டினார். கிரேக்க மொழியில் கருப்பை எனப் பொருள்படும் ஹிஸ்டிரா என்னும் சொல்லிலிருந்து பிறந்ததுதான் ஹிஸ்டிரியா என்பது. கூபகத்தை விட்டு வெளிக் கிளம்பி கருப்பை உடலின் பிற பாகங்களில் வந்து அமர்ந்து கொள்வதனாலேயே ஹிஸ்டிரியாக் குறியீடுகள் வருகின்றன என அவன் கருதினார். பண்டைய எகிப்தியர்களும் அவ்வாறே நினைத்தனர். இடம் விட்டு அகன்று பிறவிடங்களில் வந்து கொண்டிருக்கும் கருப்பையை மீண்டும் அதன் இடத்திற்குக் கொணர வேடிக்கையான சில வழிகளை அவர்கள் கையாண்டனர். உடலின் கீழ் பாகங்களில் நறுமணமுடைய பொருட்களைத் தடவி வைத்து, மேல் பாகங்களில் துர்நாற்றமுடைய பொருட்களை வைத்தால், நல்ல மணத்தை நாடி கருப்பை கீழிறங்கி கூபகத்திற்குள் ஓடி விடும் என எண்ணப்பட்டது. பிற்காலத்திய கிரேக்கர்கள் கருப்பை கழுத்திலும், தொண்டையிலும் அமர்ந்து அழுத்துவதனாலேயே

இந்நோய் வருமெனக் கூறினார். இத்தகைய கருப்பை இடமாற்றக் கோட்பாடு (uterine displacement theory) ஹிப்போகிரேட்ஸ் செல்சஸ் சொரனஸ் போன்றவர்களால் கூட உண்மையெனவே உணரப்பட்டது. ஏறத்தாழ பதிமூன்றாம் நூற்றாண்டு வரை இக்கோட்பாட்டின் மீது நம்பிக்கை நிலைத்தது. மந்திரம், மாயம் போன்றவை இருந்த காலத்தில் பேயோட்டுதலே, இந்நோய்க்கான சரியான மருத்துவமாகவும் கொள்ளப்பட்டது. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலம் வரை இருந்த மூட நம்பிக்கைகள் பின்னர் சிறிது சிறிதாக மாறினாலும், இயற்கைக்கு மீறிய சக்திகள் இருப்பதான எண்ணம் விலகிடினும், ஹிஸ்டீரியா பற்றிய பாலிய தோற்ற கொள்கைகள் (sexual origin policies) மாறவேயில்லை.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பல மருத்துவர்கள் புதிய கண்ணோட்டத்தோடு பார்க்கத் தொடங்கினர். ஹிஸ்டீரியா ஒரு மனநோய் என்னும் கருத்து வலுப்பட்டது. அண்டான் மெஸ்மர் காந்த அலைகளால் இது உண்டாகின்றது எனக் கணக்குப் போட்டார். பபின்ஸ்க்கி கார்ட்டர், ஃப்ராய்ட் போன்றவர்கள் இதுவொரு மனநோய் என்றும், இதற்குப் பின்னணியில் அழுத்தப் பெற்ற பாலுணர்வும், ஆசைகளும் இருக்கின்றனவென்றும் குறிப்பிட்டனர்.

ஹிஸ்டீரியாவின் அடிப்படையான 'உடற்கூற்றில் தவறில்லாத இயக்கக் குறை', பியர் ஜேனட் சிக்மண்ட் ஃப்ராய்ட் ஆகியவர்களால் ஓரளவிற்கு உரைக்கப்பட்டது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டவரின் உணர்வு நிலையில் பேதம் ஏற்பட்டு, அவர் உறுப்புகளில் உண்டாகும் இயக்கக் குறை அவரால் உணரப்படாமலே போகிறது. இது பியரி ஜேனட் அவர்களின் கருத்து. இதிலிருந்து மேலும் தொடர்ந்தார் சிக்மண்ட் ஃப்ராய்ட். துயர்மிகு அனுபவங்களில் சிலரால் சில நேரங்களில் தங்களின் உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்தமுடியாமல் போகிறது. உள் மனத்திலேயே உணர்ச்சிகளை அழுத்தி வைப்பதால் அவையே மெல்ல மெல்ல நோய்க் குறியீடுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

எவை எப்படியிருப்பினும் ஹிஸ்டீரியா வைக் கீழ்க்காணும் வகையில் விளக்கலாம்.

மைய நரம்பு மண்டலத்தின் ஏதோவொரு அல்லது ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட பாகங்களில் இயக்கக்குறை ஏற்படும், இக்குறை உணர்வுநிலையில் இல்லாது, உள்மன நிலையில் உண்டாவது, அடிப்படையிலேயே சற்று தளர்ந்த மனம் கொண்டவர்களில் துயர்மிகு அனுபவங்களுக்கும், சாதாரணமானவர்களில் மிகக் கடினமான சூழல்கள் மற்றும் தாங்கொணாத் துன்பங்களுக்கும் எதிர்வினையாக இக்குறை தோன்றுகிறது.

ஹிஸ்டீரியா என்னும் சொல்லைப் பலரும் பலவிதங்களில் பயன்படுத்துவதாலும் சூழப்பம் உருவாகிறது. இக்குழப்பங்களுக்கு முடிவு கட்ட வேண்டி மருத்துவ வல்லுநர்கள் முயன்றுள்ளனர். ஹிஸ்டீரியாவை நரம்புப் பாடுகளின் (neuroses) வகையில் வைத்தனர். 'நரம்புப் பாடுகள்' என்னும் தொகுதியின் கீழ் ஹிஸ்டீரியாவைப் பிரித்தனர்.

இப்போதிருக்கக் கூடிய சூழலில், ஹிஸ்டீரியா என்னும் பெயருக்குப் பதிவாக, பலர் 'பிரிகே நோய்' (Briquet's disease) அல்லது 'பிரிகே நோயியம்' (Briquet's syndrome) என்பதையே அதன் ஒப்புச் சொல்லாகப் பயன்படுத்துவதைப் பெரிதளவில் பார்க்கலாம்.

வேறு திர்ணயம் (differential diagnosis).

ஹிஸ்டீரியாவைப் பொறுத்தவரை அதனைத் தெளிவுற நிர்ணயிப்பதென்பது எளிது, அதே போழ்தில் மிகக் கடிது. பலதிறப்பட்ட நோய்களின் குறியீடுகளை ஒத்திருப்பதால் அந்த நோய்களுடன் குழப்பிக் கொள்ளவும் வாய்ப்புண்டு, இல்லாமல் உண்மையில் வேறு நோயாகவிருப்பினும் அதனை ஹிஸ்டீரியா என்று ஒதுக்கி விடக்கூடும்.

ஹிஸ்டீரியாவின் உடலியற் குறியீடுகள் உண்மையிலேயே உடற்கூற்றுக் குறைபாடுகள் இருப்பின் உண்டாகக் கூடிய அளவையும், ஆழத்தையும் ஒத்து அமைவதில்லை. ௭-10. உடலின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் காயம் பட்டிருந்தாலோ, அல்லது ஒரு உறுப்பு குறைபட்டிருந்தாலோ, அதன் விளைவாய்த் தோன்றக்கூடிய குறியீடுகள் பத்தோ பதினொன்றோ இருக்கும். ஆயின், ஹிஸ்டீரியாவில், அக் குறியீடுகளில் எதோ ஒன்றிரண்டு மட்டும் மிகப்

பெருமளவில் வெளிப்படும். அந்த அளவு குறியீட்டை உண்டாக்க வேண்டுமெனில் அவ்வுறுப்பு உயிர் வாழவே முடியாத அளவு முழுவதுமாக பழுதுபட்டிருக்க வேண்டும். ஆயின், இந்நோயில் ஒரேயொரு குறியீடு வேறெந்த அடையாளமுமின்றி வெளிப்படும். மொத்தத்தில், சாதாரண உடல் கூற்றைப் பற்றியோ, உடலியக்கத்தைப் பற்றியோ ஏதுமேத் தெரியாத குறியீடுகள்தாம் ஹிஸ்டீரியாவில் பங்கேற்பவை. நோயாளி எந்த அளவு உடல் இயக்கங்களைப் பற்றித் தெரிந்து வைத்திருக்கிறாரோ அல்லது எவ்வளவு கற்பனை செய்கிறாரோ அவ்வளவிற்கே இவை இருக்கும்.

ஏக்க நரம்புப்பாடு (anxiety neurosis), அமிழ்வம் (depression), அகவுரு இயங்கியற் கோளாறுகள் (psycho physiological disorder), நோய் தற்புனைவு (hypochondriasis) மற்றும் பலவித நரம்பியற் மற்றும் மனவியற் நோய்களினின்று ஹிஸ்டீரியாவை வேற்றுப்படுத்தி நிர்ணயித்தல் அவசியம்.

மருத்துவம். ஹிஸ்டீரியாவுக்கு ஒரு சிகிச்சை முறையை கையாளுவதென்பது அவ்வளவு எளிதன்று. காரணம், குறியீடுகள், நோய் வெளிப்பாடுகள், சூழல்கள் என்று யாவற்றிலுமே ஒரு நோயாளிக்கும் இன்னொருவருக்கும் வேறுபாடுகள் இருப்பதால் ஒரே வகை முறைமையைக் கையாளுவது இயலாததாகிறது. சிகிச்சை வழிகளை பின்வருமாறு பிரித்துக் கொள்ளலாம்.

- அ. அவசர நிலை மருத்துவம்
- ஆ. குறியீடுத் தீர்வை மருத்துவம்
- இ. மனவியற் மருத்துவம்
- ஈ. நீண்டகால மருத்துவம் திட்டங்கள்

அவசர நிலை மருத்துவம். ஹிஸ்டீரியாவினால் தற்கொலை முயற்சியில் ஈடுபட்டு, அல்லது அதீதமான நோய்க் குறியீடுகளுடனோ மருத்துவமனைக்கு அவசர நிலையில் கொண்டு வரப்படும் ஒரு நோயாளியை தீவிர கவனம் செலுத்தி, அந்த கட்டாயத்தினின்று வெளிக் கொணர வேண்டும்.

குறியீடுத் தீர்வை மருத்துவம். ஹிஸ்டீரியாவில் நோயாளியின் பல நோய்க் குறியீடுகள்

காரணமற்றவை, ஆதாரமற்றவை எனத் தெரிந்தாலும்கூட, அவற்றைத் தீர்ப்பதற்கான வழிமுறைகளைத் தேட வேண்டும். அப்போதுதான் நோயாளி திருப்தி அடைகிறார். சிகிச்சைக்குத் தன்னை ஆட்படுத்திக் கொள்ள அவர் தயாராவதே, தன்னுடைய கோளாறுகள் தீர்க்கப்படும் என்ற நம்பிக்கை வந்த பிறகுதான்.

அதிலும் உணர்வு நிலைப் பிரிவு கட்டாயமாக குணப்படுத்தப்பட வேண்டியதொன்று, மயக்கம் நினைவிழப்பு, கனவு நிலை போன்றவற்றில் இருப்பவர்களை முழு உணர்வு நிலைக்கோ, அறிநிலைக்கோ ஏதேனும் ஒரு வலுமிக்க தூண்டலினால கொணரலாம்.

நுகர் உப்புகள், நோவு தரும் மின்தூண்டல் போன்றவை இதை சாதிக்கும். முழுதாக அறிநிலை வந்தவுடன் நோயாளியை ஏதேனும் காரியம் நோக்கி திசை திருப்புதல் அவசியம். இசை, கலை, அமைதியான உரையாடல் என்று எதை நோக்கியும் அவருடைய கவனத்தைத் திருப்பினால் நல்ல பயன்கிட்டும். ஏதேனும் உடற்கூறு பற்றிய நோய்க் குறியீடுகளைக் கூறுவாரேயானால், அதற்கான தீர்வுகளையும் தரலாம். எடுத்துக்காட்டாக 'மண்டை வெடித்து விடும்' என்பது ஒரு தலைவலி மாத்திரையினாலோ, 'வயிற்று உப்புசம்' என்பது ஒத்தடம் கொடுப்பதாலோ குறைந்து விடாது. உண்மையிலேயே ஏதேனும் அறிகுறி இருப்பின், (காய்ச்சல், வீக்கம் போன்றவை) அவற்றிற்கான ஒத்த சிகிச்சை வழங்கப்பட வேண்டும்.

அப்போதைய அறிகுறிகளுக்குத் தீர்வு கண்டபின், நோயாளியோடு பேசி, அவருக்கு எங்கு பிரச்சினையோ, அதனைத் தீர்க்கத் தலைப்படலாம். கேளாமை வந்து விட்டதாகச் சொல்பவரை ஒரு கேட்புக் கருவி கொடுத்து மிக அதிக சப்தத்தை முதலில் கேட்க வைக்க வேண்டும். சிறிது சிறிதாக சப்தத்தைக் குறைத்து, பின் மெதுவாகக் கேட்புக் கருவியையும் அகற்றி விட்டு, சாதாரண அளவு சப்தத்தைக் கேட்க வைக்கலாம். ஒலியெழுப்ப முடியாதவரிடம் நெஞ்சில் அழுத்தமாகவொரு கிள்ளு கிள்ளி, அந்த வலியில் அவர் குரலெழுப்புவதைக் காட்டலாம். தன்னால் ஒலியெழுப்ப முடியும் என்பதை நோயாளி நம்பத்

தொடங்கி விட்டால் பின் சிகிச்சை எளிது. இவ்வாறே, பிற குறைகளுக்கும் வழிகளைக் கையாளலாம்.

மனவியற் மருத்துவம். மேற்கூறியவற்றைக் கண்ணுறுகையில் ஒரு எண்ணம் ஏற்படுவது நிச்சயம். ஹிஸ்டிரியா நோயாளியை குணப்படுத்த எவ்வகையிலும் மனவியற் மருத்துவம் முறைமைகளைக் கையாளுவது அத்தியாவசியம். மனவியற் மருத்துவத்தில் சில அடிப்படைச் செய்திகளை நினைவில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

நோயாளியின் சூழல்களில், முக்கியமாக, வீட்டுச் சூழலில் சில மாறுதல்களைச் செய்ய வேண்டியிருக்கும். உறவினர்கள் மற்றும் நண்பர்களின் கண்ணோட்டத்திலும் மாற்றங்களை ஏற்படுத்த வேண்டும். நோயாளி தன்னைத் தானே நினைத்துப் பார்த்துத் தன்னின் குறைகளை நீக்கிக் கொள்ள மறுப்பதாலும், அதிகப்படியான கவனம் கேட்பதாலும் அவரைச் சுற்றியிருப்பவர்களுக்கும், சிகிச்சை அளிப்பவர்களுக்கும் இன்னல்கள் இருக்க வாய்ப்புண்டு. இருப்பினும், அதனைப் பொருட்படுத்தாமல் பிரச்சினையைக் கையாளுதல் தேவை.

நீண்டகால சிகிச்சைத் திட்டங்கள். ஹிஸ்டிரியா நோயாளியின் சிகிச்சை, ஒரு நாள் இரண்டு நாட்களோடு முடிந்து விடுவதில்லை. அப்போதைய நிகழ்ச்சியோ, நோய் அதிகரிப்போ சரி செய்யப்பட்டு விட்டாலோகூட, மீண்டும் குறியீடுகள் தோன்றாமலிக்கவும், நோய் முற்றாமலிக்கவும் நீண்ட காலத்திற்குச் சிகிச்சையைத் திட்டம் தீட்டித் தர வேண்டியது மருத்துவரின் கடமை. அன்பு, ஆதரவு அரவணைப்பு போன்றவற்றைக் குழைத்து, சூழலில் மாற்றங்களை விளைவித்து, தன்னம்பிக்கையை உருவாக்கும் விதத்தில் சிகிச்சை அளித்தால் நற்பலன் உண்டு.

சுதா சேஷ்யன்

துணைநூல். Lord Brain, *Diseases of the Nervous System*, Seventh Edn. ELBS, 1969.

ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ்

உலகில் பலப் பகுதிகளில், சிலப்பறவைகள், விலங்குகள் ஆகியவற்றின் கழிவுப் பொருள்கள் விழும் மண்ணில் பரந்து காணப்படும் இரு திரிப்புறப் படிவங்களையுடைய காளான்களே ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ் என்றழைக்கப்படுகின்றன. ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ் கேப்சுலேட்டம் என்ற காளான்களின் விதைகள் மனிதரால் மூக்குவழி உள்ளிழுக்கப்படும்போது அவை ஈஸ்ட்டாக வெளிப்பட்டு ஹிஸ்டீடியோசைட்ஸ் செல்களினுள் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. இது அறிகுறிகளற்ற நுரையீரல் நோய்களிலிருந்து ஆபத்தான பலப் பொது நோய்கள் வரை ஏற்படுத்தும். இது காசநோய்க்கு இணையானது.

மண்ணில் அல்லது 28° C இல் இரண்டு வார வளர்ச்சிக்குப்பிறகு ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ் வெள்ளைநிறத்திலோ பழுப்பு வண்ணத்திலோ கம்பளி இழை போன்ற வடிவில் பூஞ்சுக்காளான்களாகத் தோன்றும். பலத்தடுக்கினை உடைய பூஞ்சுவலையில் 2-5 மைக்ரோமீட்டர் அளவிலுள்ள பல சிறிய கோனிடியாக்கள் காணப்படும். உருளை வடிவில் 8-14 மை.மீ அளவில் காணப்படும் சிறிய கோனிடியாக்கள் கிளாமைடோஸ்போர்கள் எனப்படும். இவை மனித உடலில் அல்லது 37°C இல், முட்டை வடிவ ஈஸ்டுகளாக 3-4 மை.மீ அளவில் ஈரமான, தடித்த ஈஸ்ட் குழுக்களை ஏற்படுத்தும். 37°C வெப்பத்திற்கு மேலே இதன் வளர்ச்சி தடைபடும். இக்காரணத்தால் தான் மண்ணில் பறவைகளின் கழிவுகள் அதிகம் இருந்தாலும் பறவைகள் அவற்றால் தாக்கப்படுவதில்லை.

இந்நோய் கால்நடைகளையும் மனிதனையும் தாக்கும். மூச்சுவழி உள்ளிழுப்பதால் நுரையீரலின் வெளிப்புறத்தில் கால்சியம் படிந்த நோய்ப் பகுதிக் காணப்படும். சில நாடுகளில் சுமார் 90 விழுக்காடு நோயாளிகள் அறிகுறிகளின்றி காணப்படுவர் நோயுற்ற கோழிகளின் இருப்பிடத்தைச் சுத்தம் செய்யும் போது அதிகளவு இக்காளான்களின் விதைகளை மூச்சுவழி உள்ளிழுக்கப்படுவதால் நுரையீரலழற்சி ஏற்படும். இது பிற்காலத்தில் நுரையீரலினுள் நோயுள்ள குழியை உருவாக்கும். நாட்பட்ட நோயில் கல்லீரல் மண்ணீரல்

போன்றவைப் பெரிதாகி இரத்தசோகை ஏற்படும். அட்ரீனல், மூளை, மூளையுறைகள் போன்றவை நோய்க்கு இருப்பிடமாக இருக்கும். ஹாட்ஜ்கின் லிம்போமா, இரத்தப்புற்றுநோய் போன்ற நோய்கள் இருக்கும்போது ஹிஸ்டோபிளாஸ்மா காளான் எளிதில் தாக்குகிறது.

நோய் மெய்பித்தல். நோயுற்ற தோல், சீதச்சவ்வு, உறுப்புக்கள் போன்றவற்றை வெட்டியெடுத்து கிம்ஸாஸ்டெபின் மூலம் சாயமேற்றி நுண்கருவியினடியில் நோக்கும்போது பல ஹிஸ்டியோசைடிக் கிரானுலோமாக்கள் தென்படும். அதிலிருக்கும் செல்கள் சிலவற்றினுள் பல ஈஸ்ட் செல்களும் காணப்படும். ஆராயும்போதும் இது காசநோய் போலவே காட்சிதரும்.

மருத்துவம். அறிகுறிகள் இல்லாவிட்டால் இந்நோய்க்கு மருத்துவம் தேவையில்லை. அறிகுறிகள் உள்ளவர்களுக்கு குறிப்பிட்ட இடத்திலுள்ள நோயுற்றப் பகுதிகளை அறுவை மூலம் எடுத்து விடலாம். ஆம்போடெரிசின் மருந்தையும் கொடுக்கலாம். உடலினுள் பரவிய நோயை குணப்படுத்துவது கடினம்.

இந்நோயைப் பொறுத்தவரை நோயிருக்கும் இடத்தை அறிந்தாலன்றி நோயைத் தடுக்க முடியாது.

ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ் ரூபோய்சி.

இவ்வகை ஆஃப்ரிக்காவில் காணப்படுகிறது. இதிலுள்ள ஈஸ்ட், பொதுவான உருவத்தைவிட அளவில் பெரிதாக இருக்கும். இந்நோயின் அறிகுறிகளும் ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ் கேப்சுலேட்ட நோயின் அறிகுறிகள் போலில்லாமல் சற்று மாறுபடும். தோல் தோலடித்திசு, எலும்பு குறிப்பாகத் தலையெலும்பு ஆகியவைத் தாக்கப்படும். நுரையீரல்கள் பொதுவாகத் தாக்கப்படுவதில்லை.

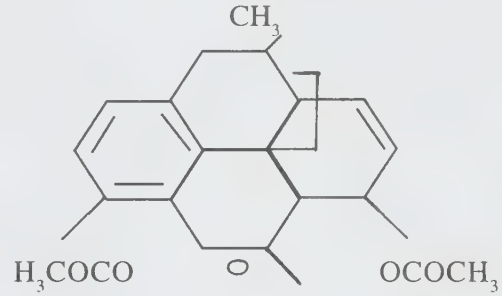
இந்நோய் உடல் முழுவதும் பரவினாலும் ஆபத்தை விளைவிப்பதில்லை. இந்நோயை ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ் கேப்சுலேட்டத்தைக் கண்டறிவது போலவே கண்டறியலாம். மருத்துவமும் மேற்கூறியதன் மருத்துவமே.

ஆ. வாசுகிநாதன்

துணைநூல். Mackie and Mecartney, *Medical Microbiology* Vol-I, Thirteenth Edition ELBS, Edinburg, 1978.

ஹீராயின்

ஓப்பியம் அல்கலாய்டுகளில் ஒன்றான மார்ஃபினின் இரண்டு விளைபொருள்களில் ஹீராயினும் ஒன்றாகும். மற்றொன்று ஹைட்ரோ மார்ஃபேனாகும். இதன் வேதியியல் அமைப்பு வருமாறு.



மார்ஃபீனைப் போன்றே ஹீராயினும் வினை புரிகிறது. இந்த மருந்து 1906இல் அமெரிக்காவில் தடை செய்யப்பட்ட போதும், இங்கிலாந்தில் வலி நீக்கியாகவும், தூக்க மருந்தாகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஹீராயின் உட்சென்றவுடன், நீர் பகுப்பால் மார்ஃபீனாக மாறி வினை புரிகிறது. மார்ஃபீனை விட, ஹீராயின் எளிதில் கொழுப்பில் கரையக் கூடியதாகையால், மைய நரம்பு மண்டலத்தினுள் எளிதில் புகுந்துவிடுகிறது. இது சிறுநீரில் வெளிப்படுகிறது. இதன் கிளர்த்தல் விளைவால், பலர் இதன் அடிமையாகின்றனர். ஹீராயினுக்குப் பதிலாக மெத்தடோன் கொடுப்பது ஓரளவு நல்லது.

மு.கி. பழனியப்பன்

துணைநூல். Charles R. Crieg et. al, *Modern Pharmacology*, First Edition, Little Brown & Co., Boston, 1982.

ஹீலியம்

தனிமவரிசைப் பட்டியலில் இரண்டாம் இடத்தைப் பெற்றுள்ள ஹீலியம், வளிமநிலையில் உள்ள ஓர் அலோகத் தனிமம் ஆகும். அதன் குறியீடு He. அணு எண் 2. அணு நிறை 4.0026. தனிமங்களுக்குள் மிகக்குறைந்த வேதிவினைத்திறன் பெற்றுள்ளதால், ஹீலியம் வளியில் ஓரணு மூலக்கூறுகளே உள்ளன. ஹீலியம், நியான், ஆர்கான், கிரிப்டான், செனான், ரேடான் ஆகிய ஆறு தனிமங்களும் மந்த வளிமங்கள் (inert gases) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அவை, தனிமவரிசைப் பட்டியலில் கடைசி நெடுந்தொகுதியாக வைக்கப்பட்டுள்ளன.

கண்டுபிடிப்பு. 1868 இல் நிகழ்ந்த சூரிய கிரகணத்தின் போது, அதன் நிறமாலையை ஆராய்ந்த ஜேன்சன் அதில் ஒரு புதிய மஞ்சள் நிறக் கோடு இருப்பதைக் கண்டார். சோடியத்தின் D_1 , D_2 மஞ்சள் கோடுகளுக்கு அருகே அந்தப் புதிய கோடு இருந்ததால், அது D_3 என்று குறிப்பிடப்பட்டது. அந்தப்புதிய D_3 கோடு, ஹீலியம் என்னும் ஒரு புதிய தனிமத்திலிருந்து வெளியாகிறது என லாக்யர் அறிவித்தார். கிரேக்க மொழியில், சூரியன் *helios* என்று அழைக்கப்படுவதால், சூரியனில் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தனிமத்திற்கு *Helium* என்ற பெயர் சூட்டப்பட்டது.

கிளிவைட் எனப்படும் யுரேனிய தாதுப்பொருளைச் சிறிது வெப்பப்படுத்தும் போது, ஹீலியம் வளிமம் வெளியாவதை, இராம்சே 1895இல் கண்டறிந்தார். அந்த வளியின் நிறமாலையிலும், மேற்குறிப்பிட்ட D_3 கோடு காணப்பட்டது. கதிரியக்கத்தன்மை உடைய யுரேனிய அணுக்களில் இருந்து வெளியாகும் ஆல்ஃபா துகள்கள், ஒவ்வொன்றும் இரு எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்று, ஹீலியம் அணுக்களாக மாறுகின்றன. இக்கருத்தினை ரூதர்ஃபோர்டு மற்றும் இராயிட்ஸ் 1907இல் வெளியிட்டனர்.

தோற்றம். புவியின் மேற்பரப்பில், மிகச்சிறிதளவே ($8 \times 10^{-7}\%$) ஹீலியம் இருக்கிறது. ஆனால் பேரண்டத்தில் 23% ஹீலியம் உள்ளது.

மேலும், ஹைட்ரஜன் 76% மற்ற எல்லாத்தனிமங்களும் சேர்த்து 1% பேரண்டத்தில் உள்ளன. இவ்வாறு ஹைட்ரஜனும், ஹீலியமும் மிகுதியாக பேரண்டத்தில் இருப்பதன் காரணத்தை அறிவியல் அறிஞர்கள் ஆராய்ந்தனர்.

அதன் விளைவாகச் சூரியனிலும் மற்ற விண்மீன்களிலும் அதியர் வெப்பநிலையில் (5 மில்லியன் K) ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இணைந்து, ஹீலியம் அணுக்களாக மாறுகின்றன என்னும் கருத்தை வெளியிட்டனர். அப்போது வெளியாகும் வெப்பமே, சூரிய ஆற்றலாகப் புவிக்கு வருகிறது. இவ்வாறு ஹைட்ரஜன், ஹீலியமாக மாறும் வினை பெரும் சேதம் விளைவிக்கும். ஹைட்ரஜன் குண்டு வெடிக்கும் போதும் நிகழ்கிறது.

புவியில், கட்டுப்பாடான முறையில், ஹைட்ரஜன் ஹீலியம் வினையை நிகழ்த்திப் பெருமளவு ஆற்றலைப் பெற முயற்சிகள் நடந்து வருகின்றன.

உற்பத்தி. இயற்கை வளியில் பெரும்பகுதி மெத்தேன் ஆகும். அந்த வளியில், சிறிதளவு (1-9%) ஹீலியமும் சில சமயம் காணப்படுகிறது. இத்தகைய இயற்கை வளி, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் டெக்சாஸ், கான்சஸ், நியூ மெக்சிகோ ஆகிய மாகாணங்களிலும், கனடா, சோவியத் நாடுகள், தென் ஆஃப்ரிக்கா போன்ற நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது. இயற்கை வளியை 40 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் குளிர்ச்செய்து பிரிக்கப்படும் ஹீலியம், மரக்கரியின் உதவியால், தூய நிலையில் (99.99%) பெறப்படுகிறது.

தேவைக்கு அதிகமாக உற்பத்தியாகும் ஹீலியம், பிற்காலப் பயன் கருதி, புவிக்கு அடியில் சுரங்கங்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் இவ்வாறு நடைபெறுகிறது.

பண்புகள். ஹீலியம் வளி நிறமற்றது; மணம் இல்லாதது; சுவையற்றது. அதன் அடர்த்தி (ஒரு வளிமண்டல அழுத்தம், 273K) 0.1785 கிராம்/லிட்டர் ஹைட்ரஜனுக்கு அடுத்தப்பட்டியாக, மிகவும் இலேசான வளி, ஹீலியம் வளி ஆகும்.

0																	2
																	He
																	VIIa
																	VIIa
																	Va
																	IVa
																	IIIa
																	IIb
																	Ib

																	VIII

																	VIIIb
																	VIIb

																	VIb
																	Vb
																	IVb
																	IIIb
Ia	1															2	
	H															He	
	3	4														10	
	Li	Be														Ne	
	11	12														18	
	Na	Mg														Ar	
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				36	
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn				Kr	
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				54	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd				Xe	
	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80				86	
	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg				Rn	
	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112				118	
	Fr	Ra	Ac	Rf	Ha												

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

லாந்தனைடு
தொகுதி

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

ஆக்டினைடு
தொகுதி

ஹீலியத்தின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு $1s^2$ ஆகும். இது நிறைவுற்ற எலெக்ட்ரான் அமைப்பாகும். எனவே, ஹீலியம் பிற தனிமங்களுடன் வினைபுரிவதில்லை. அதன் இணை திறன் 0.

இயற்கையில் கிடைக்கும் ஹீலியத்தில் He-4 ஐசோடோப் ஏறக்குறைய 100% உள்ளது; அதில் மிகச் சிறிதளவே He-3 உள்ளது.

He-4 வளியைக் குளிர் வைக்கும்போது, 4.2K குளிர் நிலையில், அது நீர்மமாக மாறுகிறது. (He-I). He-I நீர்மத்தை மேலும் குளிர்வைக்கும்போது, 2.2K குளிர் நிலையில், He-II எனப்படும் மற்றொரு நீர்ம நிலையாக மாறுகிறது. He-II பல சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. அதன் வெப்பம் கடத்துத்திறன், தாமிரத்தைவிட 800 மடங்கு அதிகம். அதன் பாகுத்தன்மை (viscosity) மிக மிகக் குறைவு. எனவே, அது ஒரு மிகுபாயும் திறன் (superfluidity) உடைய நீர்மமாக விளங்குகிறது. He-II நீர்மத்தின் மின் ஓட்டத் தடை (electrical resistance) மிகமிகக் குறைவு. எனவே He-II ஒரு மிகு கடத்தியாகக் (super conductor) கருதப்படுகிறது.

ஹீலியம் வளியை, 25 வளிமண்டல அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தி, 1K குளிர்நிலையைப் பெறச் செய்தால், திண்மநிலை ஹீலியம் கிடைக்கிறது.

பயன்கள். ஹீலியம் பல பயன்களைப் பெற்றுள்ளது. அவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கன பின்வருமாறு: ஹைட்ரஜனின் உயர் எழும் ஆற்றலில் (lifting power) 92.5% அளவு ஹீலியம் பெற்றுள்ளது. ஆனால், ஹீலியம் காற்றில் எரியாத ஒரு பொருளாகும். (மாறாக, ஹைட்ரஜன் காற்றுடன் கலந்து எரியும் தன்மை உடையது) எனவே, வானிலை ஆராய்ச்சிக் கருவிகளைக் கொண்ட வளிமப் பைகளை (ballons) நிரப்ப, ஹீலியம் உதவுகிறது.

மிகக் குளிர்ந்த நிலையிலுள்ள நீர்ம ஹைட்ரஜன், ஏவுகணைகளை (rockets) இயக்கும் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது. அந்தக் குளிர்நிலையிலும், ஹீலியம் வளிம நிலையில் இருப்பதால், நீர்ம ஹைட்ரஜன் உள்ள எரிபொருள் கலன்களில், ஹீலியம் வளியும் நிரப்பப்பட்டுத் தேவையான அழுத்தத்தைப்

பெறமுடிகிறது.

அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களை இணைக்கும் பொறி இணைப்பு (arc-welding) முறையில், மந்த வளிமச் சூழ்நிலையை ஏற்படுத்த, ஹீலியம் பயன்படுகிறது.

இரத்தத்தில் மிகச்சிறிதளவே, ஹீலியம் கரையக் கூடியது. எனவே, ஹீலியம் - ஆக்சிஜன் கலவை, நீர் மூழ்கிப்பணிகளிலும், ஆஸ்துமா போன்ற சுவாச நோய் உடையவர்களைக் குணப்படுத்தவும் உதவுகிறது.

இறுதியாக, மிகக் குளிர்ந்த குளிர் நிலையில் (0° K அருகே) செய்யப்படும் ஆராய்ச்சிகளில், மிகுகடத்தியான ஹீலியம் நீர்மம் சிறிதளவு பயன்படுகிறது.

நெ.ச. ஞானப்பிரகாசம்

துணைநூல். Sybil Parker (Edr.), McGraw-Hill Encyclopaedia of Science & Technology, Vol.6, Fifth Edn., , New York, 1982.

ஹீன்டைட்

ஹீன்டைட் என்பது நீர்ற்ற ஒரு சாதாரண இருகிய கார்பனேட்க் கனிமம். இதன் வேதி வாய்ப்பாடு அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் முக்கோணப் பக்க வடிவ படிகங்களான இது வெள்ளை நிறம் கொண்ட மென்மையான கனிமம். ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தில் பொங்கிய வண்ணம் கரைகிறது. டோலமைட், மேக்னசைட் பாறைகளின் சிதைவிலிருந்து இக்கனிமம் உருவாகிறது.

1953 இல் பாஸ்ட் இதனைக் கண்டறிந்து பேராசிரியர் ஹண்ட் நினைவாக ஹீன்டைட் எனப் பெயரிட்டு அதன் பண்புகளை விளக்கினார்.

தட்டை வடிவங்களில் கிடைக்கும் இக்கனிமம் நீரில் பொடிந்து விடுகிறது. சுண்ணாம்புக் கட்டியைப் போன்றது. வேதியியற் கூட்டில் (தோராயமாக) கொண்டது. நகத்தால் கீறக்

கூடியது. நொறுங்கும் தன்மையுடையது. கத்தியால் வெட்டக் கூடியது. நீரிலிட்டதும் நுண்துளையுடைய இக்கனிமம் பொடித்து சிறு சிறு துண்டுகளாகிறது. வெளியேறும் காற்றுக் குமிழிகள் இலேசாக ஒலியெழுப்புகின்றன.

ஹைட்ரோகுளோரிக், நைட்ரிக், கந்தக அமிலங்கள் பொங்கிக் கரைவதிலிருந்து இக்கனிமம் கார்பனேட் காட்டுகிறது. கொண்டுள்ளபடி இதனை கண்டறிய எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் மற்றும் வகைகெழ வெப்ப பகுப்பாய்வில் முடிவுகளும் தேவை. ஹீனடைட்டுகளின் எக்ஸ்-கதிர் சோதனைகளின் குறிப்பிடத்தக்கது அதன் - இடைவெளி 2.83 முதல் 2.84 (ஆங்க்ஸ்டிராம்).

கார்ப் அனற் பாறைகளான கார்பனேட்டைட்டு, செர்பெண்டினைட், உருமாறிய படிவுகள் ஆகியவற்றோடு காணப்படலாம்.

தரையடி செல்லும் நீரிலிருந்து வீழ்ப்படிவாகவும் உருவாகலாம். டோலமைட்டு, மேக்னசைட்டு பாறைகளின் மாற்றாக (சிதைவினால்) தோன்றுவதாலும் இதனை கலப்பட மேக்னசைட்டாகவும் கருதலாம்.

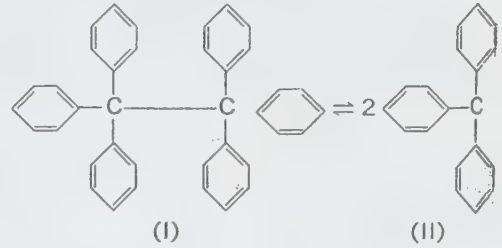
ஆஸ்திரேலியா, நிவேதா, ஹங்கேரி ஆகிய இடங்களில் கிடைப்பதாக தெரிகிறது.

ஹெக்சாஃபீனைல் எத்தேன்

இது ஒரு நிறமற்ற படிக ஹைட்ரஜன் கரிமப்பொருள். ஹெக்சாஃபீனைல் எத்தேன் (hexaphenylethane) 145-147°C இல் சிதைவுடன் உருகிறது. மோசஸ்கோம்பர்க் முதலாவதாக இதை டிரைஃபீனைல் குளோரோ மெத்தேனை வெள்ளி, துத்தநாகம், பாதரசம் ஆகியவற்றைக் காற்றில்லாச் சூழ்நிலையில் வினைப்படுத்தித் தயாரித்தார்.

காற்று அல்லது ஆக்சிஜனிடமிருந்து பாதுகாக்கப்பட்ட நிலையில் ஹெக்சாஃபீனைல் எத்தேன் பென்சீனில் அல்லது கார்பன் டைசல்ஃபைடில்

ஒரு மஞ்சள் நிறக் கரைசலைத் தருகிறது. இக்கரைசலிலிருந்து கரைப்பான் ஆவியாக நீக்கப்பட்டால் மறுபடியும் நிறமற்ற ஹெக்சாஃபீனைல் எத்தேனைப் பெறலாம். ஹெக்சாஃபீனைல் எத்தேன் கரைசல் காற்றின் முன்னிலையில் நிறமற்றதாகி பெராக்சைடைத் தருகிறது. அயோடினுடன் வினைப்படுத்தப்பட்டால் இக்கரைசல் டிரைஃபீனைல் மெத்தில் அயோடைடைத் தருகிறது. கரைசலில் ஹைட்ரோகார்பன் (1) பிரிந்து டிரைஃபீனைல் மெத்தில் தொகுதிகளாக (2) மாறுகிறது என்று கோம்பர்க் கருதினார்.



இப் பிரிகை (dissociation) அளவு குறைந்த அடர்விலும், அதி வெப்பநிலையிலும் அதிகரிக்கிறது.

ஹெக்சாஃபீனைல் எத்தேனைவிட அதிக அளவில் பிரிகை அடையும் மற்ற ஹெக்சரைல் எத்தேன்கள் தொகுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சான்றாக, 2-3% பென்சீன் கரைசலில் 5°C இல் 100% ஹெக்சா-(P-பைஃபீனைல்) எத்தேன் ஹைட்ரோகார்பன் பிரிகை அடைகிறது. ஆனால் ஹெக்சாஃபீனைல் இதேநிலைமைகளில் 1-3% அளவே தொகுதி பிரிகை அடைகிறது.

எ.பி.மகாதேவன்

துணைநூல். Sybil P.Parker (Edr.), McGraw-Hill, *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, New York, 1983.

ஹெப்பரின்

மனித உடலில் இரத்த ஓட்டத்தின் போது இரத்தம் உறைதல் செயலை தடுக்கும் பொருள் ஹெப்பரின் (heparin) ஆகும். இது முதலில் மேக்லின் (mclean) என்பவரால் ஹாவல்ஸ் (howell's) ஆய்வகத்தில் கல்லீரலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து ஹெப்பரின் உடலின் பல பாகங்களில் இருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்டது. இது உடலுக்கு உள்ளும், வெளியிலும் செயல்படும் திறன் கொண்டது. ஒர் அலகு (unit) ஹெப்பரின் என்பது குளிர் நிலையில் வைக்கப்பட்ட ஒரு மி.லி (1 ml) பூனையின் உடலில் உள்ள இரத்தத்தை 24 மணிநேரம் உறையாமல் தடுப்பதாகும். வேதியியல்படி இது முயூக்கோட்டின் பாலிகந்தக அமிலமாகும் (mucoitin poly sulphuric acid). முயூக்கோ என்பது குளுக்கோசமின், குளோக்கரோனிக் அமிலம் போன்றவைகளால் ஆன ஒரு பாலிசாக்கரைடாகும். அவற்றின் மூலக்கூறு எடையானது சுமார் 17,000 ஆகும்.

இவை சாதாரணமாக ஒருவகை செல்களால் (mast cells) சுரக்கப்படுகிறது. இவ்வகை செல்கள் இரத்தத்தில் சுமார் நூற்றுக்கு ஒன்று விகிதத்தில் காணப்படுகிறது. இவை இரத்த குழாயிலும் ரெட்டி குளோ-எண்டோதிலிய அமைப்பிலும் காணப்படுகிறது. சாதாரண உடலில் ஹெப்பரின் குறிப்பிட்ட அளவு உள்ளதா என்பதே சந்தேகத்தை அளிக்கிறது. ஹெப்பரின் உடல் உள்ளமைப்பில் இரத்தம் நீர்ம நிலையிலேயே இருக்கப் பயன்படுகிறது.

அடிபட்ட திசு, இரத்தத்தில் உள்ள தட்டை செல், பிளாஸ்மா மூன்றும் சேர்ந்து திராம்போ பிளாஸ்டின் என்ற பொருளை ஏற்படுத்துகிறது. இப்பொருள் கால்சியம் அயனிகளின் துணை கொண்டு வினைபுரியும் தன்மை அற்ற (inactive) புரோத்திராம்பின் என்ற பொருளை சுறுசுறுப்புள்ள (active) திராம்பைனாக மாற்றுகிறது. திராம்பைன் பைப்ரினோஜன் என்னும் கரையும் தன்மை உடைய பொருளை பைப்ரின் என்னும் கரையாத கெட்டியான வலைபோன்ற வடிவமாக வெளிப்படுதலை தடுக்கிறது. உடலில் ஹெப்பரின் அளவு அதிகமாகும் போது இரத்தம் உறையும் நேரம் அதிகரிக்கும். இதனால் அடிபடுதலின் போது வெளிப்படும் இரத்தப் போக்கு அதிகமாகும்.

சிலசமயங்களில் இரத்தப்போக்கினால் மரணமும் ஏற்படக்கூடும்.

ஹெப்பரின் ஊசிமருந்து. ஹெப்பரின் ஊசிமருந்துக்கு பயன்படும் நீர் தேவையான அளவு ஹெப்பரினை நீரில் கரைத்தால் ஹெப்பரின் ஊசி மருந்து கிடைக்கும். இதன் வினையை pH=7 முதல் pH=8.5 க்கு வடிகட்டி சுத்தமாக்கி நோய்க்கிருமிகள் அகற்றப்படுகின்றன. அதனை கிருமிகள் அகற்றப்பட்ட அடைப்பானில் நிரப்பப்பட்டு மூடப்படுகின்றன. இதனை அழுத்தமுள்ள கலனில் (auto clave) 110°C இல் 30 நிமிடங்கள் வைப்பதாலும் இதில் உள்ள நுண்ணுயிரிகள் அழிக்கப்படுகின்றன.

ஹெப்பரின் ஊசிமருந்து நரம்புகள் மூலம் உடலில் செலுத்தப்படுகின்றன. இவை உடலில் இரத்தம் உறைவதை தடுக்கின்றன. இதனால் இரத்தம் உறைய எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் அதிகப்படுத்தப்படுகின்றது. இதை தயாரித்தலின்போது இவை பைரோஜன் என்ற பொருளுக்காக சோதனை செய்யப்படுகின்றன. பைரோஜன் (pyrogens) என்பவை ஒரு வகை புரோட்டீன். இவை உடலில் செலுத்தப்படுவதால் உடல் வெப்பநிலை அதிகரிப்பதன் மூலம் காய்ச்சல் ஏற்படும்.

எஸ். ஜெயக்குமார்

ஹெமில்டன் செயற்கூறு

எந்திரவியல் தொடர்பான எந்த ஓர் அமைப்பையும் ஒரு சில வகைச் சமன்பாடுகளைக் கொண்டு வரையறுத்துக் கூறலாம். இவ்வகைச் சமன்பாடுகள் ஹெமில்டன் சமன்பாடுகள் (Hamilton's equations of motion) எனப்படும். இவை சமச்சீரான அமைப்புடையவை. இலக்ராஜ் (Lagrange's equations) சமன்பாடுகளுக்கு ஒப்பானவை. சமச்சீராகவும் ஒழுங்குமுறைக்குட்பட்டதாகவும் உள்ள ஓர் அமைப்பின் இயக்கத்தைத் தெளிவாகவும் விரிவாகவும் விவரிக்க இவை பயன்படுகின்றன. இந்த ஹெமில்டன் சமன்பாடுகளை ஒன்றின் சார்பாகச்

(function) சொன்னால் அது ஹெமில்டன் செயற்கூறு எனப்படும்.

ஹெமில்டன் செயற்கூறு சமன்பாடுகளை இலக்ரான்ஜி செயற்கூற்றிலிருந்து தருவிக்கலாம். ஓர் அமைப்பின் ஆயங்களை q_j என்றும் ($j= 1,2,3,4... n$) அவற்றின் இயக்கத்தைக் குறிக்கும் இலக்ரான்ஜியின் செயற்கூற்றை $L(q_j, \dot{q}_j, t)$ என்றும் கொள்ளலாம். q என்பது ஆயங்களையும் \dot{q} என்பது அதன் நேரவகைக் கெழுவையும் குறிக்கும். இதன்படி,

$$\frac{d}{dt} \times \frac{\delta L}{\delta \dot{q}_j} - \frac{\delta L}{\delta q_j} = 0 \text{ ---- (1)}$$

சமன்பாடு ஆகும். திசைவேகம் \dot{q}_j உந்தம் p_j மற்றும் இலக்ரான்ஜியின் செயற்கூறு L ன் உடன் தொடர்புடையது.

$$\frac{\delta L}{\delta \dot{q}_j} = P_j \text{ ---- (2)}$$

இந்தச் சமன்பாடுகளை ஆயங்கள் q_j உந்தம் P_j ஆகியவற்றைக் கொண்டு திசைவேகம் \dot{q}_j ஐக் கணக்கிடலாம். L செயற்கூற்றில் திசைவேகம் உள்ளடக்கிய பகுதி அதன் இயக்க ஆற்றலைக் குறிக்கும். மற்றவை உந்தத்தைக் குறிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக,

$$L = 1/2 m \dot{x}^2 \text{ என்றால் } P_x = \delta L / \delta \dot{x} = m \dot{x}$$

இவற்றின் அடிப்படையில் ஹெமில்டன் செயற்கூறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$H = \sum_{j=1}^n p_j \dot{q}_j - L(q, \dot{q}, t) \text{ ---- (3)}$$

இதை வகைப்படுத்த,

$$dH = \sum_{j=1}^n [(p_j - \delta L / \delta q_j) dq_j + \dot{q}_j dp_j - \delta L / \delta \dot{q}_j . d\dot{q}_j] - \delta L / \delta t . dt$$

$$= \sum_{j=1}^n (\dot{q}_j dp_j - p_j dq_j) - \delta L / \delta t . dt \text{ ---- (4)}$$

இதிலிருந்து ஹெமில்டன் செயற்கூற்றை வரையறுக்கலாம். ஹெமில்டோனியன் என்பது ஆயங்கள் q , உந்தம் p , காலம் t ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ள ஒரு செயற் கூறாக அமைவதைக் காணலாம். இவற்றின் வகைகள்தான் dH சமன்பாட்டில் தோன்றுகின்றன.

$$dH(q,p,t) = \sum_{j=1}^n \left\{ \frac{\delta H}{\delta q_j} dq_j + \frac{\delta H}{\delta p_j} dp_j \right\} + \frac{\delta H}{\delta t} . dt \text{ --(5)}$$

(4) (5) இலக்கமிட்ட சமன்பாடுகளில் q_j, P_j ஆகியவற்றின் வகைக் கெழுவைக் கொண்டு ஹெமில்டன் ஒழுங்குமுறைச் சமன்பாடுகளைக் கண்டறியலாம்.

$$q_j = \frac{\delta H}{\delta p_j} (p, q, t); P_j = \frac{-\delta H}{\delta q_j} (p, q, t)$$

ஹெமில்டன் செயற்கூறு q, p, t ஆகியவற்றை மட்டுமே சார்ந்தது. திசைவேகம் அதில் தோன்றுவதில்லை.

தறுவாய்-வெளி ஆயங்களைக் (phase-space coordinates) கொண்டு ஹெமில்டன் செயற்கூற்றைத் தெளிவாக்கலாம். ஓர் அமைப்பில் அதன் ஒரு புள்ளியின் நிலையை (அதன் நிலையும், திசை வேகமும்) $2n$ அளவுள்ள ஆயங்களால் குறிக்கலாம். இவற்றின் வெளி ஆயங்களும் உந்தமும் இருக்கும். இது தறுவாய்-வெளி ஆய அமைப்பு என்று கூறப்படும். ஹெமில்டன் செயற்கூறு அல்லது சமன்பாடு இந்தத் தறுவாய்ப் புள்ளியின் திசைவேகத்தைத் தரும். ஹெமில்டன் செயற்கூற்றையும் சமன்பாட்டையும் பயன்படுத்தி லியோவிலி (liouville) தேற்றம் என்ற ஒரு மிக முக்கியமான தேற்றம் பெறப்படுகிறது. ஒரு தறுவாய்-வெளியில் பல்வேறு புள்ளிகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இவை அப்புள்ளிகளின் தொடக்க நிலையைக் குறிக்கப்படும். நேரம் ஆக ஆக இப்புள்ளிகள் நகர்ந்துசெல்லும். மிகுதியாக புள்ளிகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டால் இப்புள்ளிகளின் செறிவைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். தறுவாய்-வெளி அமைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள புள்ளிகளின் செறிவு புள்ளி நகர்ந்தாலும் மாறுவதில்லை என்று

லியோவிலி தேற்றம் கூறுகிறது.

ஹெமில்டன் செயற்கூறு கொண்ட சமன்பாடுகளை எளிதாகத் தொகுக்க முடியாது. ஆனாலும் அவற்றைக் கொண்டு ஓர் அமைப்பை பொதுவாக விளக்கலாம். இவற்றைக் கொண்டு ஒழுங்கான மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம். இவை கணக்கீடுகளை எளிதாக்கும்.

துணைநூல்கள். H.C. Corben and P.Stehle *Classical Mechanics*, Wiley New York; P.A.M.Dirac, *The Principles of quantum Mechanics*, London, 1958; Satya Prakash, *Mathematical Physics*, Sultan Chand & Sons, New Delhi, 1985.

ஹெரால்டு ஹாடலிங்

ஹெரால்டு ஹாடலிங் கணிதப் புள்ளியியலில் சிறந்த அறிஞர் அமெரிக்காவில் மின்னசோட்டா மாநிலத்தில் ஃபுல்பா ஊரில் 1895ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் 29ஆம் நாள் பிறந்தார். வாஷிங்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் பி. ஏ. தேர்வும் சிகாகோ பல்கலைக்கழகத்தில் எம். எஸ்சி. பட்டமும் பெற்றார். பிரின்ஸ்மன் கழகத்தில் ஆசிரியராகவும், ஆய்வு உதவியாளராகவும் இணைப் பேராசிரியராகவும், படிப்படியாக முன்னேறி, கொலம்பியா கழகத்தில் பொருளியல் பேராசிரியராகவும், வட கரோலினா கழகத்தில் கணிதப்புள்ளியியல் பேராசிரியராகவும், புள்ளியியல் இணை இயக்குநராகவும் பணியாற்றினார். கல்கத்தா புள்ளியியல் கழகத்தில் வந்துறை விரிவுரையாளராகவும் பாரிஸ், லண்டன், மியூனிச் பிரஸல்ஷ், எடின்பார்க், போனஸ் அயர்ஸ் பல்கலைக்கழகங்களில் சிறப்பு விரிவுரையாளராகவும் பணியாற்றினார். பின்னர், சமூக அறிவியல் ஆய்வு இயக்குநர் குழு உறுப்பினரானார். தேசிய அறிவியல் கழக ஆராய்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சிக்குழு, அமெரிக்க நாட்டு கருவூலத்துறை வரவு செலவுத் திட்ட (பட்ஜெட்) துறையில் வரிப்பிரிவு ஆகிய துறைகளில் பங்காற்றினார். இந்திய அரசிலும் இத்துறைகளில் உதவினார். இந்தியாவில் சென்னை,

மைசூர் நகர்களில் நடந்த புள்ளியியல் மாநாடுகளில் தலைவராக இருந்தார். இவர் உறுப்பினராக இருந்த கழகங்களில் சில தேசிய விஞ்ஞானக் கழகம், அமெரிக்க அறிவியல் முன்னேற்றச்சங்கம், அமெரிக்க கணிதக்கழகம், பொருளியல் கழகம், அமெரிக்க புள்ளியியல் சங்கம், மன்னர் பொருளியல் கழகம், மன்னர் புள்ளியியல் கழகம், பன்னாட்டு புள்ளியியல் நிறுவனம்.

பி. ஞானசுந்தரம்

ஹெரான் தீவு

கோரல் கடலில் உள்ள பெருஞ்சுவர் பவழப்பாறையின் தெற்காக ஹெரான் தீவு (Heron island) அமைந்துள்ளது. இத்தீவு பவழப்பாறைகளால் உருவான தீவாகும். ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள, குயின்லாந்தின் கிழக்குக் கடற்பகுதிக்கு அப்பால் அமைந்துள்ள இத்தீவின் பரப்பளவு ஏறத்தாழ 42 ஏக்கர் ஆகும். அடர்ந்த காடுகளைக் கொண்ட தீவு கடற்கழியினுள் (lagoon) 31 சதுர கி.மீ. பரப்பில் அமைந்துள்ளது.

இத்தீவில் ஏறத்தாழ 30 ஏக்கர் பரப்பளவில் தேசியப் பூங்கா ஒன்று அமைந்துள்ளது. இத்தீவின் தென்மேற்காக 77 கி.மீ. தொலைவில் அமைந்துள்ள கிளாட்ஸ்டோனிலிருந்து (gladstone) படகுகள் மூலம் இப்பூங்காவுக்குச் செல்ல முடியும். இத்தீவில் அமைந்துள்ள கடல் உயிரியல் நிலையமும், மீன் காட்சியகமும் (aquarium) சிறந்த சுற்றுலா மையமாகத் திகழ்கிறது. 1920 ஆம் ஆண்டு இத்தீவில் கடல் ஆமை (sea turtle) தொடர்பான தொழில்கள் சிறப்பாக நடைபெற்றது. ஆனால் தற்போது கடலாமை பிடிப்பது சட்டப்படி தடுக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தீவு 23° 27' தெற்கு அகலாங்கிலும் 151° 55' கிழக்கு நெட்டாங்கிலும் அமைந்துள்ளது.

ஹெர்ஷல் குடும்பம்

சர் வில்லியம் ஹெர்ஷல் (Sir William Herschel) அவரது சகோதரி கரோலின் லக்ரேஷ்யா ஹெர்ஷல் (Caroline Lucretia Herschel) மற்றும் அவரது மகன் சர் ஜான் ஹெர்ஷல் (Sir John Herschel) ஆகியோர் ஒன்றிணைந்த குடும்பம் ஹெர்ஷல் குடும்பம் (Herschel family) எனப்படும். இவர்கள், வானியலில் விண்மீன்கள், ஒண்முகிற்படலங்கள் (nebulae) ஆகியவற்றைப் பற்றிப் பல புதிய கருத்துகளைக் கண்டுபிடித்தனர்.

வில்லியம் ஹெர்ஷல். பிரெட்ரிக் வில்லியம் ஹெர்ஷல் 1738 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் திங்கள் 15 ஆம் நாள் ஜெர்மனியில் உள்ள ஹனொவர் (Hanover) என்ற இடத்தில் பிறந்தார். இவரது தந்தை அங்குள்ள இராணுவ முகாமில் ஓர் இசை அமைப்பாளராகப் (musician) பணியாற்றி வந்தார். எனவே வில்லியத்திற்குத் தனது தந்தையால் பயிற்சியளிக்கப்பட்டு 14வது வயதில் இராணுவ இசைக்குழுவில் சேர்க்கப்பட்டார். ஆனால் 1757 ஆம் ஆண்டு, அக்குழுவிலிருந்து கைவிடப்பட்டதால், அங்கிருந்து இங்கிலாந்துக்குச் சென்றார். அங்கு 1766 ஆம் ஆண்டு வரை பல இன்னல்களிடையே இசை ஆசிரியராகப் பணியாற்றினார். பின்னர் பாத் (Bath) எனுமிடத்தில் உள்ள ஒரு சபாவிருகு இசை இயக்குனரானார்.

தொலைநோக்கி உருவாக்குதல். பாத்தில் பணியாற்றி வந்தபோது தனது இசை ஈடுபாட்டின் காரணமாக, இராபர்ட் சுமித் அவர்களின் ஹார்மோனிக் (harmonic) என்ற புத்தகத்தைப் படிக்கத் தொடங்கினார். அதன் பயனாக தொலைநோக்கி செய்யும் எண்ணம் உருவாயிற்று. அந்நேரத்தில் சூரியன், சந்திரன், கோள்கள் போன்ற அண்மையில் உள்ள விண்பொருள்களை மட்டுமே ஆய்வு செய்து வந்தனர். எனவே வில்லியம் ஒரு பெரிய தொலைநோக்கியை உருவாக்கி அதன் உதவியால் தொலைவில் அமைந்துள்ள விண்பொருள்களை ஆய்வு செய்ய விரும்பினார். முதன் முறையாக தொலைநோக்கி செய்ய முயன்றபோது, அவருடைய எண்ணம் நிறைவேரும் நேரத்தில் ஒளி ஆடி (mirror) குளிர்ச்சியின் காரணமாக உடைந்துவிட்டது. மீண்டும் முயன்று 1781 ஆம் ஆண்டு ஒரு தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். இது 1450 மடங்கு உருப்பெருக்கும் திறனுடையதாகும்.

இந்தத் தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்தி தனது சகோதரியின் உதவியுடன் இரண்டு முறை வானத்தை ஆய்வு செய்தார். மூன்றாவது முறையாக ஆய்வு செய்யும்போது விண்மீன் அல்லாத ஒரு விண்பொருளை கண்டறிந்தார். இதுதான் யுரேனஸ் (uranous) கோள் ஆகும். வரலாற்றுக் காலத்திற்குப் பின் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முதல் கோள் இதுவே. பின்னர் இவரது நண்பர் சர் வில்லியம் வாஸ்டன் (Sir William Waston) இவரை லண்டன் ராயல் கழகத்திற்கு அறிமுகம் செய்து வைத்தவுடன், யுரேனஸ் கோள் கண்டுபிடித்ததற்காக இவருக்கு கால்லே (copley) பதக்கம் இக்கழகத்தால் வழங்கப்பட்டது. மேலும் ஆண்டு ஊதியமாக 1200 சார்ஜ் - III வழங்கியதற்கு இவரே காரணமாவார்.

இவர் தனது 43-வது வயதில் முழுநேரப் பணியாளராக மாறினார். வானத்தில் மங்கலான ஒளியுடைய மேகம் போன்ற பொருளான ஒண்முகிற்படலத்தின் தன்மையை ஆய்வு செய்வதற்குத் தனது தொலைநோக்கி பெரிதும் உதவியாக இருந்தது. 1785 ஆம் ஆண்டு அண்டல்பிறப்பியல் பற்றிய கருத்துகளை மேம்படுத்தினார். தொடக்கத்தில் விண்மீன்கள் முடிவற்ற வெளியில் (infinite space) பரவி இருந்ததாகவும் பின்னர் அவற்றினிடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசைகளின் காரணமாக அவை விண்மீன் முடிச்சுகளாக (star clusters) மாறின என்றும் கருதினார். விண்மீன்களின் அமைப்புகள் பற்றி ஆய்வு செய்யும்போது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு தற்கோள்களை (assumption) எடுத்துக்கொண்டார். அவை: (1) நமது அமைப்பில் உள்ள அனைத்து விண்மீன்களையும் தனது தொலைநோக்கியால் காண முடியும் என்பதும், (2) அந்த அமைப்பில் விண்மீன்கள் ஒரே சீராகப் பரவியிருக்கின்றன என்பதும் ஆகும். இந்த இரு தற்கோள்களும் பின்னர் அவராலேயே கைவிடப்பட்டது. இவரது ஆய்வின் பயனாக பல விண்மீன்கள் பற்றிய புள்ளி விவரங்களைக் கொடுத்தார். ஆனால் இவற்றை மற்ற வானியல் அறிஞர்களால் பின்பற்ற முடியவில்லை. ஏனென்றால் அக்காலத்தில் மற்ற அறிஞர்கள் இவரது தொலைநோக்கியைவிட சிறிய தொலை நோக்கியையே பயன்படுத்தி வந்தனர்.

1787 ஆம் ஆண்டு ஒல்டு வின்ஸ்சர் (old windsor) சென்று தங்கலானார். அங்கு தனது சகோதரியின் உதவியுடன் ஆய்வு செய்தார். அப்போது கரோலின் மட்டும் தனியாக, 1786, 1787 ஆகிய ஆண்டுகளில் தோன்றிய எட்டு வால் விண்மீன்களைக் (comet) கண்டறிந்தார். வானத்தில் மேகமூட்டமாக உள்ள காலங்களில், இரவில் மேகம் இல்லாத நேரத்தைத் தனக்கு தெரிவிப்பதற்காக ஒரு பணியாளரை அமர்த்திக் கொண்டார். இரவில் தொலைநோக்கியின் வாயிலாக காணும் குறிப்புகளைக் கரோலின் குறித்துக் கொள்வார். பின்னர் அவற்றைப் பகலில் மறு ஆய்வு செய்வார்கள். இவற்றில் பலவற்றிற்கு விளக்கம் போதாமையின் காரணமாக கரோலின் ஒரு பெரிய தொலைநோக்கி செய்யுமாறு தனது சகோதரரைக் கேட்டுக் கொண்டார். இவரின் வேண்டு கோளுக்கிணங்க, 1789 ஆம் ஆண்டு 48 அங்குலம் விட்டமும் 40 அடி குவிய நீளம் உடைய தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார். இது 18 ஆம் நூற்றாண்டின் ஒரு மாபெரும் சாதனையாகும்.

வில்லியம். தனது பக்கத்து வீட்டு நண்பர் ஜான் பிட் (John Pitt) இறக்கும்வரை, அதாவது 1786 வரை திருமணத்தைப் பற்றி நினைக்கவில்லை. நண்பர் இறந்தபின் அவரது மனைவியின் மீது ஏற்பட்ட அன்பினால் அவரை மணம் செய்துகொண்டு பிட் வீட்டிலேயே வாழ்ந்து வந்தனர். சிறிது இடைவெளிக்குப் பின், வில்லியம், வான் ஆய்வில் உள்ள ஈடுபாட்டின் காரணமாக வான் ஆய்வு மையத்தில் தங்கலானார்கள். பின்னர் வில்லியமும் கரோலினும் தங்களது பணியினைத் தொடர்ந்தார். 1790 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 13 ஆம் நாள் உடுக்கணங்களைப் (stellar) பற்றி ஆய்வு செய்யும் போது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க ஒண்முகிற் படலத்தைப் பார்த்தார். இது ஒளிர்மைப் பாய்வினால் (luminous fluid) ஆன முகில்கள் ஒரு விண்மீனை மையமாக வைத்துப் படர்ந்துள்ளது என்ற முடிவுக்கு வந்தார். இக்கருத்து அவருடைய முந்தையக் கருத்திற்கு முரணாக அமைந்தது. நல்ல தொலைநோக்கியிருந்தும் வெகுதொலைவில் உள்ள விண்மீன் கூட்டங்களை ஆய்வு செய்யவில்லை. இவ்வகைக் கூட்டங்களை அண்டத்தீவுகள் (island universe) என்று அழைத்தார். தற்போது இது பால்வழி மண்டலம் (milky way galaxy) என அழைக்கப்படுகிறது.

இவரது வாழ்நாளில் ஒண்முகிற்படலங்கள்

பற்றிய 20 ஆண்டுகள் ஆய்வினால் மூன்று வரிசைப் பட்டியல்களை உருவாக்கினார். அவை முறையே 2500 ஒண்முகிற்படலங்களையும், விண்மீன் முடிச்சுகளையும், 100-க்கும் மேற்பட்ட பால்வழி மண்டலங்களையும் உள்ளடக்கியவை ஆகும். மேலும் 840 விண்மீன்களை வரிசைப்படுத்தினார். இவருடைய 70 ஆய்வுக் கட்டுரைகள், அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் (infrared rays) சூரியக் குடும்பத்தின் (solar system) இயக்கம் ஆகியவற்றைப் பற்றியதோடு மட்டுமல்லாமல் கோள்கள் பற்றியும் இடம் பெற்றிருந்தது. 1816 ஆம் ஆண்டு ஆங்கிலேயரால் வீரதிருத்திகைப் (knight) பட்டம் வழங்கப்பட்டது. இவர் தனது 84வது வயதில் 1822 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு 25 ஆம் நாள் இறந்தார்.

கரோலின். இவர் தனது சகோதரர் வில்லியம் ஹெர்ஷலுக்குத் துணையாக இருந்து வானியலில் பல புதிய கருத்துக்களை உருவாக்கினார். இவர், வானியலில் ஈடுபட்ட முதல் பெண் அறிஞர் ஆவார்.

கரோலின் 1750 ஆம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் 16 ஆம் நாள் கானொவெரில் பிறந்தார். 1772 ஆம் ஆண்டு தனது சகோதரருடன் இங்கிலாந்து பயணமானார். வில்லியம் வானியலில் ஈடுபாடு கொண்டவுடன் இவரும் அவருக்குத் துணையாக இருந்து ஆய்வுகள் செய்து வந்தார். தனது சிறிய பிரதிபலிப்பானால் (reflector) 1782 இல் ஆய்வு செய்யத் தொடங்கினார். 1786, 1787 ஆகிய ஆண்டுகளில் தோன்றிய எட்டு வால் விண்மீன்களை கண்டுபிடித்தார்.

1822 ஆம் ஆண்டு வில்லியம் இறந்த பிறகு கானொவர் வந்தடைந்தார். தனது சகோதரரால் காணப்பட்ட விண்மீன் முடிச்சுகள் மற்றும் ஒண்முகிற்படலங்கள் ஆகியவற்றை வரிசைப் படுத்தியதற்காக இவருக்கு 1828 ஆம் ஆண்டு ராயல் வானியல் கழகத்தால் தங்க மடல் வழங்கப்பட்டது. இவர் 1848 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி திங்கள் 9 ஆம் நாள் கானொவரில் இறந்தார்.

சர் ஜான் ஃபிரெடரிக். வில்லியம் ஹெர்ஷலினுடைய ஒரே மகன் ஜான் ஃபிரெடரிக் வில்லியம் ஹெர்ஷல் ஆவார். இவர், தனது

தந்தையின் வானகோள ஆய்வை தென்கோளத்திற்கும் நீட்டித்தார். இயற்பியல், வானியல் துறைகளில் திறம்பட எழுத வல்லவரான இவர் விக்டோரியா ராணியின் அரசுக்கு அறிவியல் ஆலோசகராகவும் பணியாற்றினார்.

இவர் 1792 ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் 7 ஆம் நாள் ஸ்லாம் என்ற இடத்தில் பிறந்தார். 1809 ஆம் ஆண்டு கேம்பிரிஜ் பல்கலைக் கழகத்தில் பட்டப் படிப்பிற்காகச் சேர்ந்தார். தனது தந்தை இளம் வயதில் நழுவுவிட்ட கல்வியின் பயன்களையும் பல நண்பர்களையும் பட்டப் படிப்பின்போது அடைந்தார். சார்லெஸ் பேப்பேஜ், சார்ஜ் பீக்காக் ஆகியோர் இவருக்கு நண்பர்களானார்கள். 1812 ஆம் ஆண்டு தனது முதல் ஆய்வுக் கட்டுரையை ராயல் கழகத்தில் முன் வைத்தார். அதற்காக, இவர், அக்கழகத்தின் உயர் உறுப்பினராக (fellow) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1813 ஆம் ஆண்டு பல்கலைக்கழகத் தேர்வில் முதலிடத்தில் தேர்ச்சியடைந்தார்.

ஐரோப்பாவுக்கு சட்டப் படிப்பு படிக்க வேண்டும் என்ற ஈடுபாட்டினால் சட்டக் கல்லூரியில் சேர்ந்தார். ஆனால், பின்னர், தாம் ஒரு தவறான துறையைத் தேர்ந்தெடுத்துவிட்டோம் என உணர்ந்தார். 1815 ஆம் ஆண்டு கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் வேதியியல் பேராசிரியருக்கு விண்ணப்பித்தார். ஆனால் அப்பதவி அவருக்கு கிடைக்கவில்லை. நோய்வாய்ப்பு பாட்டின் காரணமாக சிறிது இடைவெளியில் மீண்டும் அப்பல்கலைக் கழகத்தில் கணித ஆசிரியராகப் பணியில் சேர்ந்தார்.

ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் சுற்றுகள்

சமவிட்டமுடைய இரு தட்டையான கம்பிச் சுற்றுகள் சம எண்ணிக்கையிலான சுற்றுக்களைக் கொண்டனவாய், சுற்று தளங்கள் இணையாகவும் நேர்குத்தாகவும் பொதுவான அச்சின்வழி வைக்கப்பட்டு, ஒன்றோடொன்று தொடர் இணைப்பில் சேர்க்கப்பட்டவையாயுமுள்ள ஓர் அமைப்பு ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் சுற்றுகள் (Helmholtz coils) என வழங்கப்படும்.

அறிவியலார் வான் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் இது போன்ற ஓர் அமைப்பின் துணைகொண்டு சுற்றுகளுக்கு இடையே உள்ள இடத்தில் அச்சின் மையத்தில், அவற்றில் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது ஒரு மிகச் சீரான வலிமையுள்ள காந்தப்புலத்தை தோற்றுவிக்க இயலும் என்பதைக் கண்டார். ஒரு வரிச்சுருளின் உதவியின்றியும், ஒற்றைச் சுருளில் உண்டாகும் காந்தப்புலத்தினையும் விட இது போன்ற இவை இரட்டைச் சுற்றுகளால் மிகச் சீரான காந்தப்புலத்தை தோற்றுவிக்கலாம். இதற்கு இணை சுற்றுகளின் இடையேயுள்ள தொலைவு, அச்சில் அவற்றின் மையங்களுக்கிடையே கணக்கிடப்படுவது, சுற்றுகளின் பொதுவான ஆரத்திற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும்.

ஒரு மின்னோட்டம் சுற்றுகளில் செலுத்தப்படும்போது அச்சில் இரண்டினாலும் விளையும் காந்தப்புலம் ஒரே திசையில் அமைவதால் கூடுதல் பெரும். மையப்புள்ளியில் இரண்டினால் விளையும் காந்தப்புலவலிமை சமமாகவும் புள்ளியின் இருமருங்கிலும் எந்த ஒரு புள்ளியிலும் ஒன்றினால் தோற்றுவிக்கப்படும் புலவலிமை தொலைவு வழி குறையும்போது மற்றொரு சுற்றினால் தோற்றுவிக்கப்படும் புலவலிமை அதேவழி மிகையாகியும் வருவதால் இரண்டு சுற்றுகளினாலும் விளையும் புலவலிமை ஒரு கூட்டாக ஒரே சீராக அமையும் நிலை உருவாகிறது.

ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் தொடுவியல் கால்வனோ அளவி என்பது ஹெல்ம்ஹோல்ட்ட்ஸ் சுற்றுகளைக் கொண்ட ஒரு மின்னோட்ட அளவி. ஒரு தனிச்சுருள் தொடுவியல் கால்வனோ அளவியைப் போல் அமைப்புக்கொண்ட இந்த அளவி அதைப்போலவே இயங்குகிறது. தொடர் இணைப்பிலுள்ள இரு சுற்றுகளும் சமமாக உள்ளபடி நேர்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு விலக்கக் காந்த அளவி இரு சுற்றுகளின் இடையே கிடைமட்டத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. காந்த அளவியிலுள்ள காந்த ஊசியின் மையம் அச்சின் மையத்தோடு பொருந்தும் வகையில் உள்ளது.

அளவிடப்படும் மின்னோட்டத்தைச் சுற்றுகளில் செலுத்துவதன் முன்னர், அளவியைச் சீர்

அமைப்புச் செய்ய வேண்டும். முதலாவதாக அளவியின் அண்மையிலுள்ள காந்தப் பொருள்கள், காந்தங்கள் ஆகியவற்றை அப்புறப்படுத்த வேண்டும். பின்னர் சுற்றுகளின் தளம் சுழலும் வண்ணம் அவற்றைச் சுழற்றி விலக்க காந்த அளவியிலுள்ள காந்த ஊசியின் அச்சிற்கு அவை இணையாக இருக்குமாறு அமைத்தல் வேண்டும். (இதன்வழி)

இவ்வாறிருக்கும்போது சுற்றுகளின் தளம் புவிகாந்தத் திசைக்கு இணையாக வைக்கப்படுகிறது. இதன்பின் விலக்க காந்த அளவியின் விலக்கக் கோண அளவிகாட்டும் முன் வட்ட அளவியில் 0-0 காட்டும் வண்ணம் காந்த அளவியின் பெட்டி மெதுவாகச் சுழற்றப்பட்டு நிலை செய்யப்பட வேண்டும்.

மின்னோட்டம் சுற்றுகளின் வழி செல்லாத போது காந்த அளவியில் உள்ள காந்த ஊசி புவிக் காந்தப் புலத்தின் கிடைக் கூறினால் மட்டும் இயக்கப்படுவதால் அதன் திசையில் நிற்கும். மின்னோட்டம் 'I' சுற்றுகளில் செலுத்தப்படும்போது, அவற்றின் தளத்திற்கு நேர்க்குத்தான திசையில் ஒரு கீரான காந்தப்புலம் தோன்றுகிறது. இந்தப் புலத்திற்கும், புவிக்காந்தப்புலக் கிடைக்கூற்றிருமான தொகுபயனால் காந்த ஊசி இயக்கப்பட்டுக் கோண விலக்கம் அடைகிறது. இந்தக் கோண விலக்கம் θ எனக் கொள்ளலாம். 'F' என்பது ஒரு சுற்றினால் விளையும் காந்தப்புலம் எனக் கொண்டால் காந்த ஊசி மையத்தில், காந்தப்புலம் '2F' ஆக இருக்கும். இதனை $F_1 = 2F$ எனக் கொள்ளலாம்.

புவிக்காந்தப்புல கிடைக்கூறு 'H' எனக் கொள்ளலாம். F_1, H, θ ஆகியவற்றிற்கிடையேயான சமன்பாடு $F_1 = 2F = H \tan \theta$ எனத் தருவிக்கப்படும்.

சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை, ஒவ்வொரு சுற்றிலும் n எனவும், அவற்றின் இடையே உள்ள தொலைவு அல்லது சுற்றுகளின் ஆரம் a எனவும் கொண்டால்,

$$F_1 = 2F = 2 \times na^2I / 2 \{a^2 + (a/2)^2\}^{3/2} = H \tan \theta$$

$$\therefore na^2I / (a^2 + a^2/4)^{3/2} = H \tan \theta$$

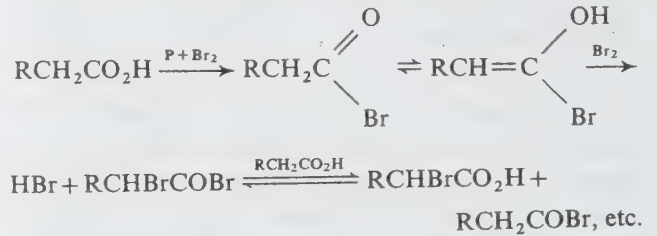
மின்னோட்டம் I மேற்காணும் சமன்பாட்டில் ஆம்பியா அலகிலும், a மீட்டர் அலகிலும் H ஆம்பியர் சுற்றுகள் / மீட்டர் ஆகவும் கணக்கிடப்படும்.

தற்காலத்தில், எளிதாகவும், இதைவிடத் துல்லியமாகவும், மின்னோட்டத்தை அளவிடும் அம்மீட்டர்கள் உள்ளமையால் இந்த அளவி மிகுதியாகப்பயன்படுவதில்லை.

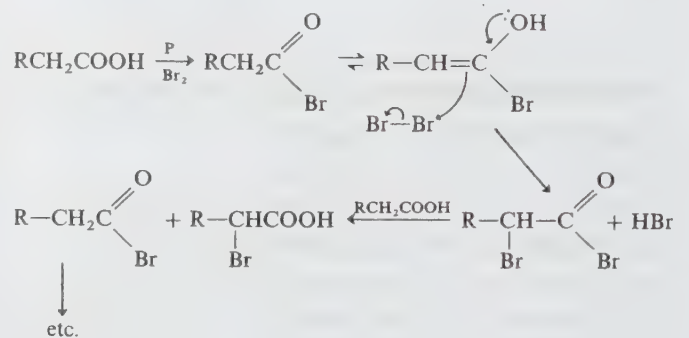
எம்.எஸ். கோவிந்தசாமி

ஹெல்-வோலார்டு-செலின்ஸ்கி வினை

ஒரு கார்பாக்சிலிக் அமிலத்துடன் குளோரின் அல்லது புரோமின், சிறிதளவு சிவப்பு பாஸ்ஃபரஸின் துணையுடன், வினை புரியும்போது, ஆல்ஃபா இலக்கில் ஹாலோஜன் புகுந்து, ஹைட்ரஜன் அணுக்களைப் (ஒன்றோ, இரண்டோ, மூன்றோ) பதிலீடு செய்வது ஹெல்-வோலார்டு-செலின்ஸ்கி வினை (சுருக்கமாக H.V.Z) எனப்படும்.

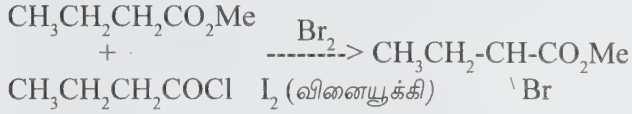


மேற்கூறிய வகைப்பதிலீடு ஆல்ஃபா இடத்தில் மட்டுமே நிகழும். கார்பாக்சிலிக் தொகுதியின் செயலாக்கமும் ஈனாலாதலும் இந்த இடத்திற்குத்தான் உதவமுடியும். கீழ்க்காணும் வழிமுறை தற்போது ஏற்கப்பட்டுள்ள விளக்கமாகும்.

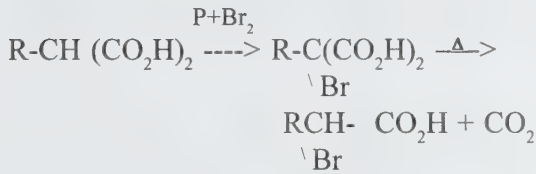


முன்போல வினையின் சூழலில் பாஸ்ஃபரஸ் (III) ஹாலைடு விளைவதும், அமிலத்துடன் அது

வினைபுரிவதும் வாய்ப்புள்ள நிகழ்ச்சிகள். பாஸ்பரஸிற்குப் பதிலாக அதன் (III) ஹாலைடை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்துவம் உண்டு. கீழ்வரும் வினை முறையும் H.V.Z. வினையின் வடிவமாகக் கொள்ளத்தக்கது.



இரண்டு கார்பாக்சிலிக் தொகுதிகளின் கிளர்வாக்கம் இருப்பின் மிக எளிய வினையாற்றல் வெளிப்படுகிறது.



ஆல்ஃபா இலக்கில் இவ்வாறு புகுத்தப்பட்ட ஹாலோஜன் துணை கொண்டு, எளிதான பதிலீட்டு முறையால், ஹைட்ராக்சி, அமினோ, சயனோ - அமிலங்களை முறையே, சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, அம்மோனியா, பொட்டாசியம் சயனைடு - இவற்றின் செயற்பாட்டினால் பெறமுடியும் என்பது H.V.Z. வினையின் முக்கியத்துவத்தை உணர்த்துகிறது. ஆல்ஃபா இலக்கில் ஹைட்ரஜன் உள்ளதா என்பதைக் கண்டறிய அமிலத்தை இவ்வினைக்குட்படுத்திக் கண்டறிதல் கூடும். படிப்படியான நிலைகளில் வினையை நிறுத்த விரும்பினால், விளைபொருளின் எடையைக் கொண்டு செய்யலாம்.

கலவையாக இரண்டோ அல்லது மூன்றோ பெறப்பட்டுவிட்டால், பின் கொதிநிலைகள் மிக நெருங்கியிருப்பதால் அவற்றைப் பிரித்தெடுப்பது மிக அரிது. அயோடின் பதிலீடு செய்யும் H.V.Z. வினை இல்லையெனத் தோன்றுகிறது. குளோரின் அல்லது புரோமினை அயோடின் பதிலீடு செய்யவல்லது; பொட்டாசியம் அயோடைடைச் சேர்த்து அயோடைடு அயனியின் கருக்கவர் பதிலீடு வினையைக் கையாளலாம்.

வ.ந.வே. தேசிகள்

ஹெஸ் விதி

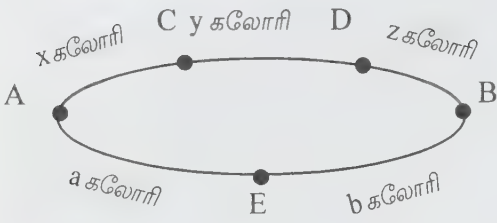
இரண்டு முக்கிய வெப்ப வேதியியல் கொள்கைகள் அறியப்பட்டுள்ளன. அவை இரண்டுமே ஆற்றல் மாறாக் கொள்கை மற்றும் வெப்ப இயக்க இயலின் முதல் விதி ஆகியவற்றின் தத்துவங்களின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன.

அவற்றுள் முதல்விதி லவாய்சியர் மற்றும் லாப்லாஸ் (1780) ஆகியவர்களின் ஆய்வுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இரண்டாவது விதி ஜி.ஹெச்.ஹெஸ் (G.H.Hess) (1840) என்பவரால் கூறப்பட்டுள்ளது. ஹெஸ் விதி வெப்ப மாறாக் கூட்டல் விதி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

வரையறை. ஒரு வேதிவினையில் தோன்றும் வெப்ப மாற்றத்தின் அளவு அவ்வினை ஒரேநிலையில் நிகழ்ந்தாலும் அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல நிலைகளில் நிகழ்ந்தாலும் மாறாது காணப்படும். (அல்லது) ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிவினை ஒரே நிலையில் நிகழ்ந்தாலும் அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பல நிலைகளில் நிகழ்ந்தாலும் அப்போது வெளியிடப்படும் அல்லது உள் இழுக்கப்படும் வெப்பத்தின் மொத்த அளவு ஒரு மாறிலியாக உள்ளது. அது அவ்வினையின் பல நிலைகளிலும் தனித்தனியே தோன்றும் வெப்ப மாற்ற அளவுகளின் கூட்டுத் தொகையாகும். அம்மதிப்பு, வினையின்போது தோன்றும் இடைப்பட்ட நிலைகளையோ அல்லது கால அளவையோ பொறுத்ததல்ல.

விளக்கம். ஹெஸ் விதி கொள்கை அடிப்படையிலும் ஆய்வு அடிப்படையிலும் கீழ்க்கண்டவாறு விளக்கப்படுகிறது.

கொள்கை அடிப்படையிலான விளக்கம். வெப்ப மாறாக் கொள்கையின் அடிப்படையில் ஹெஸ் விதி கீழ்க்கண்டவாறு தருவிக்கப்படுகிறது.



ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிவினை A இலிருந்து B க்கு நிகழ்வதாகக் கொள்வோம். அதன் இடைப்பட்ட நிலைகள் C மற்றும் D. ஆனால் அப்போது வெளியிடப்படும் வெப்பம் முறையே x, y மற்றும் z கலோரிகள் என்போம். எனவே இம்மாற்றத்தின்போது மொத்தம் வெளியிடப்படும் வெப்பம் = x+y+z கலோரிகள்.

அவ்வாறின்றி இம்மாற்றம் E என்னும் ஒரே ஒரு இடைநிலையை மட்டும் பின்பற்றுவதாகக் கொண்டால் அப்போது வெளியிடப்படும் வெப்பம் முறையே a மற்றும் b கலோரிகள். எனவே இந்நிலையை அவ்வினை பயன்படுத்தும்போது மொத்தம் வெளியிடப்படும் வெப்பத்தின் அளவு = a+b கலோரிகள்.

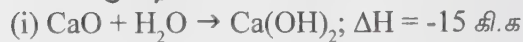
ஹெஸ் விதியின்படி,

$$(a+b) = (x+y+z) \text{ ஆகும்.}$$

ஆய்வு அடிப்படையிலான விளக்கம். ஒரே வேதியியல் மாற்றத்தை இருவேறு முறைகளில் நிகழ்ச்செய்து அவ்விரு முறைகளிலும் தோன்றும் மொத்த வெப்ப மாற்றங்கள் அளக்கப்பட்டு அவை ஒப்பிடப்பட்டபோது அவைகளின் மதிப்பு சமமாகக் காணப்பட்டது.

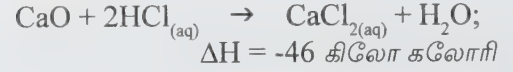
சான்று. 56 கிராம் கால்சியம் ஆக்சைடு 111 கிராம் கால்சியம் குளோரைடு நீர்த்த கரைசலாக கீழ்க்கண்ட இருவேறு முறைகளில் மாற்றப்பட்டபோது ஏற்பட்ட மொத்த வெப்ப மாற்றம் இரு முறைகளிலும் சமமாகக் காணப்பட்டது.

முறை I.



மொத்த வெப்ப மாற்றம் = (-15-3-28) = -46 கிலோ கலோரி.

முறை II.



பயன்கள்.

வெப்ப வேதியியல் சமன்பாடுகளை கணிதச் சமன்பாடுகளைப் போல் கூட்டவோ கழிக்கவோ இயலும். எனவே ஹெஸ் விதியின் அடிப்படையில்

1) ஆய்வுகள் மூலம் அளந்தறிய இயலாத பல வேதி வினைகளின் வினை வெப்பங்களை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

2) நிலைமாறு வெப்ப நிலைகளின் அளவையும் கணக்கிடலாம். சான்றாக மஞ்சள் பாஸ்ஃபரஸ் சிவப்பு பாஸ்ஃபரலாக மாறுவதற்குத் தேவையான வெப்பம் கணக்கிடப்படுகிறது.

3) உருவாதல் வெப்பத்தையும் கணக்கிடலாம். சான்றாக கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகிய தனிமங்களிலிருந்து பென்சீன் உருவாவதற்குத் தேவையான வெப்பம் 2.6 கிலோ கலோரிகள் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

சோமசுந்தரம்

துணைநூல்கள். Samuel Galsstone, *Text book of Physical Chemistry*, Macmillan and Co., London; Gilbert W. Castellan, *Physical Chemistry*, Addison, Wesley Publishing Company, London.

ஹேட்ரான் வினைகள்

வலுமிக்க இடைவினைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளின்

தகவல்கள் பெரும்பாலும் இரு துகள் மோதல் வினைகளின் மூலமாகவே பெறப்பட்டிருக்கின்றன. பகுப்பாய்வு செய்யப்பட்ட இறுதி நிலைகள் மீள் திறனுள்ள சிதறல் நிலைகளாகவோ, மின் பரிமாற்ற நிலைகளாகவோ, போலி இருதுகள் நிலைகளாகவோ பன்மைத் துகள் நிலைகளாகவோ இருக்கலாம். ஒத்ததிர்வு நிலைகளைத் தூண்டத் தேவையான செயல் தொடக்க அளவுகளுக்குக் கீழே மீள் திறனுள்ள வினைகளும், மின் பரிமாற்ற வினைகளும் மட்டுமே தோன்றும்.

உயர் ஆற்றல்களில் பன்மைத் துகள் நிலைகள் மேலாதிக்கம் செலுத்தும். ஒரு கிகா எலக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குக் கீழ்ப்பட்ட ஆற்றல்களில் பெரும்பாலான ஹெட்ரான் மோதல் ஆய்வுகளை ஒத்ததிர்வு நிலைகள் தோன்றிப் பின்னர் அழிவதாக விவரிக்கலாம்.

கே.என்.ராமச்சந்திரன்

துணைநூல். S. Gasiorowicz, *Elementary Particle Physics*, Wiley, New York, 1966.

ஹெட்லி கோண அளவி

ஒளி பிரதிபலித்தலின் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் ஹெட்லி கோண அளவி (Hadley sextant) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்கருவியைக் கொண்டு, இரு விண்பொருள்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு, சூரியன், சந்திரன் மற்றும் சில கோள்கள் ஆகியவற்றின் கோண விட்டம் (angular diameter) போன்ற அளவுகளைக் கணக்கிடலாம்.

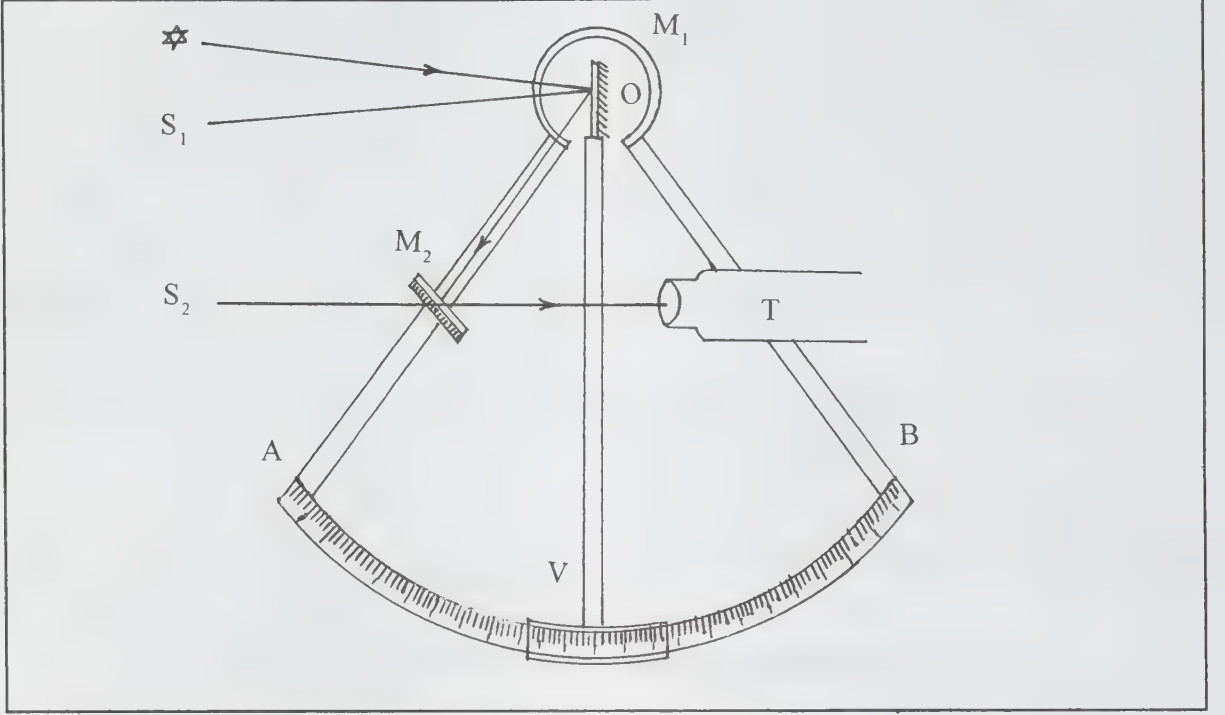
சமநீளமுள்ள OA, OB என்னும் இரு உலோகச் சட்டங்கள் O என்னும் புள்ளியில், $\angle AOB = 60^\circ$ (ஏறத்தாழ) இருக்குமாறு இணைக்கப் பட்டுள்ளன. A, Bஐ இணைக்கும் AB என்னும் சட்டம் வில் அமைப்பிலிருக்கும். பாகைகளாகப் பிரிக்கப் பட்டிருக்கும் இச்சட்டம் முதனிலை அளவுகோல் (main scale) எனப்படும். OV என்னும் மற்றொரு சட்டம்

Oவில் இணைக்கப்பட்டு, ABக்குச் செங்குத்தாக Aயிலிருந்து Bக்கு நகரும் வகையில் அமைந்துள்ளது. V முனையில் ஒரு வெர்னியர் அளவுகோல் (vernier scale) உள்ளது. வெர்னியர் அளவுகோல், முதனிலை அளவுகோலின்மீது நகரக்கூடியத் தன்மையைக் கொண்டது. M_1 என்னும் ஒரு சமதள ஆடி (index mirror), OVயின் O என்ற முனையில் OV உடன் சேர்ந்தாற்போல் சுழலுமாறு, OAPக்குச் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. M_2 என்னும் மற்றொரு நிலையான சமதள ஆடி (horizon glass) OA இல் மையத்தில் ஏறத்தாழ OBக்கு இணையாக இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். M_2 வின் கீழ்ப்பாதி ஒளிப்புகும் கண்ணாடியாகவும் இருக்கும். T என்னும் தொலைநோக்கியின் அச்ச M_2 வின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறு OBஇல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். OVயும் OBயும் இணைந்திருக்கும் போது, வெர்னியர் அளவுகோலின் பூஜ்யமும், முதனிலை அளவுகோலின் பூஜ்யமும் ஒன்றி இருப்பதுடன், M_1 , M_2 வின் தளங்களும் இணைந்திருக்கும்.

பயன்படுத்தும் முறை. S_1 , S_2 எனபன இரு விண்மீன்களைக் குறிக்கட்டும். இவற்றை இணைக்கும் தளத்தில் கோணமானியை, S_2 , M_2 விலுள்ள கண்ணாடியின் வழியே நேரிடையாகத் தொலை நோக்கியில் தெரியுமாறு அமைக்க வேண்டும். பின்னர், OV யை மெதுவாகச் சுழற்றி, ஒரு குறிப்பிட்ட நிலை வரும்போது, S_1 விலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் M_1 , M_2 களில் பிரதிபலிக்கப்பட்டுத் தொலைநோக்கியின் வழியே செல்கிறது. இச்சமயத்தில் தொலை நோக்கியில் S_1 ம், S_2 ம் ஒன்றியிருப்பதாகத் தோன்றும். OV யைத் தொடக்க நிலையிலிருந்துத் திருப்பியக் கோணம் $\theta = \alpha - \beta$ ஆகட்டும். இந்நிலையில், M_1 , M_2 க்கு வரையப்படும் குத்துக்கோடுகள் Fஇல் சந்திக்கட்டும். $\angle OFM_2 = \theta$ ஆகும். மேலும், S_1 விலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிருக்கு M_1 இல் α படுகோணமாகவும், M_2 இல் β படுகோணமாகவும் கொள்ள, $\angle OFM_2$ இல் $\alpha = \beta + \theta$ (அ-து) $\theta = \alpha - \beta$ அடுத்து S_1O , S_2T , E இல் சந்திக்கட்டும்.

$\angle OEM_2$ இல் $2\alpha = \angle OEM_2 + 2\beta$
 $\angle OEM_2 = 2(\alpha - \beta) = 2\theta$ ஆகும். (அ-து) $S_1ES_2 = 2\theta$

S_1 , S_2 , E இல் தாங்கும் கோணம். OV திருப்பப்பட்ட கோணத்தைப்போல இரு மடங்காகும்.



ஹேட்லி கோண அளவி

இதிலிருந்து S_1 , S_2 களுக்கிடையே உள்ளத் தொலைவைக் கோண அளவில் காணலாம். சூரியன், சந்திரன் மற்றும் கோள்கள் இவற்றின் இருவிளிம்புகளாகக் S_2 , S_2 ஐக் கொண்டு கணக்கிட்டால், இவற்றின் விட்டங்களின் கோண அளவுகள் காணலாம். ஒரு விண்பொருளின் உயரத்தைக் கணக்கிட S_2 வைத் தரைமட்டப் பொருளாகவும், S_1 ஐ உயரம் கண்டுபிடிக்க வேண்டிய பொருளாகவும் கொள்ள வேண்டும்.

பங்களும் கணேசன்

ஹேபர், ஃபிரிட்ஸ்

இவர் ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த இயற்பிய வேதியியல் (physical chemistry) வல்லுநர் ஆவார். தொகுப்பு முறையில் அம்மோனியா வளிமம் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் புதுமுறைக் கண்டுபிடிப்பிற்காக

இவருக்கு 1918 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. கார்ல் போஸ்ஷ் என்பாருடன் இணைந்து இவர்களது பெயரால் இன்று குறிப்பிடப்படும் பெருமளவு அம்மோனியாத் தயாரிப்பு முறை உலகெங்கிலும் நைட்ரஜன் உரத் தயாரிப்பில் முதன்மையான, சிறந்த உத்தியாகக் கருதப்படுகிறது.

ஃபிரிட்ஸ் ஹேபர் (Fritz Haber) 1868 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் திங்கள் 9ஆம் நாள் பிறந்தார். இவரது தந்தையார் வேதிமங்களை விற்பனை செய்யும் வணிகராவார். தொடக்கத்தில் தனது தந்தையாரின் கடையிலேயே பணியாற்றிய ஹேபர் படிப்பின் மேல் ஏற்பட்ட ஆர்வத்தால் உந்தப்பட்டு ஜென்னாப் பல்கலைக் கழகத்தில் கரிம வேதியியலில் ஆய்வுகளை மேற்கொள்ளலானார். ஆனால் ஆராய்ச்சியில் பயன்படுத்தப்பட்ட பழைய உத்திகள் இவருக்குத் திருப்தி அளிக்கவில்லை. 25 வயதில் *Technisch Hochschule* என்ற கல்விக்கூடத்தில் இயற்பிய வேதியியல் ஆசிரியராகவும்,

ஆராய்ச்சியிலும் ஈடுபட்டார். (இயற்பிய வேதியியல் பாடத்தை இவர் தாமே பிற ஆசிரியர்களின் உதவியின்றி கற்றறிந்தார்) மின்வேதியியல், வெப்ப இயங்கியல் (thermodynamics) ஆகிய பிரிவுகளில் ஹேபர் மேற்கொண்ட தீவிர ஆராய்ச்சிகளின் பலனாக இவருக்கு 1898 இல் இயற்பியல் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்டார். இவர் எழுதிய புத்தகங்களான *Grundriss der Technischer Elektrochemie auf theoretischer Grundlage* (1898) '*Thermodynamik Technischer Gasreaktionen Vorlesungen*' (1905) ஆகியவை கல்வியாளர்களிடமும், ஆராய்ச்சியார் களிடமும் மிகுந்த வரவேற்பைப் பெற்றன.

இருபதாம் ஆண்டு தொடக்கத்தில் உலக நைட்ரஜன் உரத்தேவை மிகவும் அதிகரித்துக் கொண்டே வந்தது. இதன் பெரும்பகுதி சிலி நைட்ரேட் எனும் சேர்மத்தின் மூலமே நிறைவு செய்யப்பட்டது. எனவே வளிமண்டல நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்தி உரம் தயாரிக்கும் முயற்சி அறிவியலாரால் மேற்கொள்ளப்பட்டது. நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய இரு வளிமங்களைப் பயன்படுத்தி அம்மோனியா தயாரிக்கும் புதிய முறையை ஹேபர் கண்டுபிடித்தார். 1909 ஆம் ஆண்டுகள் பெருமளவு அம்மோனியா உற்பத்திக்குத் தேவையான சரியான நிபந்தனைகளையும் கண்டுபிடித்தார். இவ்வுத்தி செயல்முறையை கார்ல் போஸ்ஷ் என்பாரிடம் அளித்து தொழிலக முறையில் அம்மோனியா தயாரிக்க தேவையான ஏற்பாடுகளை செய்யுமாறு கூறினார். இதுவே தற்காலத்தில் அம்மோனியா தொகுப்பு முறையில் பயன்படுத்தப்படும் ஹேபர்-போஸ்ஷ் முறையாகும். 1918இல் இக்கண்டுபிடிப்பிற்காக ஹேபருக்கு வேதியியல் துறைக்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

1911ஆம் ஆண்டு பெர்லினில் அமைந்திருந்த இயற்பிய வேதியியலுக்கான கெய்சர் வில்ஹெல்ம் நிறுவனத்தின் இயக்குநராக ஹேபர் நியமிக்கப்பட்டார். முதலாம் உலகப் போரின் போது தம்மையும், தனது ஆய்வுக் கழகத்தையும் ராணுவப் பணிக்காக உடனடியாக ஈடுபடுத்தினார். போர்க்காலங்களில் பயன்படுத்தப்படும் நச்சு வளிமத் தயாரிப்பில் இவர் பெரும் பங்காற்றினார். போரின் முடிவில் தன் நாடு தோல்வி அடைந்ததை எண்ணி மிகவும் மனம்

வருந்தினார். இது தனக்கு ஏற்பட்ட சொந்த இழப்பு என நினைத்தார். போரினால் தன் தாய்நாடு பெரும் பொருட்சேதத்துக்கு உள்ளானதை எண்ணி கடல்நீரிலிருந்து தங்கம் தயாரிக்க முடிவு செய்து அதற்கான ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டார். ஆனால் முடிவில் தாம் நினைத்ததை விட கடல் நீரில் தங்கம் மிகக் குறைவாக இருப்பதால் அதைப் பிரித்தெடுப்பதற்காகும் செலவு மிகவும் அதிகமாகும் எனக் கண்டு தம் முயற்சியை 1926 இல் கைவிட்டார்.

உலகப் போர் முடிவுற்றபின் ஹேபரின் ஆய்வுக் கழகம் இயற்பிய வேதியியல் துறைக்கான முக்கிய மையமாக விளங்கியது. தன் வாழ்நாளின் முழுவதும் அறிவியல் துறைக்கும், தொழில் துறைக்கும் இணக்கமான நல்லுறவு இருக்க வேண்டும் என்று உணர்ந்து அதற்காக பாடுபட்டார். பிற நாட்டு அறிவியலாருடன் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொண்டு நட்புபாராட்டினார். ஜப்பான் வளர்ச்சியால் பெரிதும் கவரப்பட்டு 1930 இல் ஜப்பான் கழகத்தை பெர்லினிலும், டோக்கியோவிலும் பரஸ்பரப் பிரிவுணர்வு நட்புறவு, கலை பரிமாற்றம் ஆகியவற்றை பாராட்ட நிறுவினார்.

ஹிட்லர் ஆட்சி பொறுப்பேற்றவுடன் 1933 இல் ஹேபரின் ஆய்வுக் கழகம் பிளவுபடத் தொடங்கியது. ஹேபர் சூத மதத்தைச் சேர்ந்தவர் என்பதற்காக ஹிட்லர் ஆட்சியாளர்களால் புறக்கணிக்கப்பட்டார். 1933 இல் தம் பதவியிலிருந்து விலகி கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தார் விடுத்த அழைப்பை ஏற்று அங்கு சென்றார். அங்கு சென்ற நான்கு மாதங்களுக்குப் பின்னர் தனது குளிர் பருவ காலத்தை இத்தாலியில் செலவிட எண்ணி அங்கு செல்லும் வேளையில் பேசல் என்னும் இடத்தில் மாரடைப்பு ஏற்பட்டு 1934 ஜனவரி திங்கள் 29 ஆம் நாள் காலமானார்.

ஹேபரின் முதல் மனைவியான கிளாரா இம்மெர்வாஹெர் என்பாரின் மூலம் அவருக்கு ஒரு மகனும், சார்லோட்டா நாதன் எனும் இரண்டாம் மனைவியின் மூலம் ஒரு மகனும், மகளும் பிறந்தனர். ஹேபரின் முக்கியத் தன்மைகளில் ஒன்று எந்தப் பணியைச் செய்தாலும் அதனைத் திறம்பட செய்து

முடிப்பதுதான். அவரும் அவர் பணியாற்றிய / ஏற்படுத்திய கழகங்களும் இயற்பிய வேதியியல் துறை வளர்ச்சிக்குப் பல வழிகளில் உதவி உள்ளனர். உண்மையில் அவர்தம் நாற்பதாண்டு அறிவியல் ஆய்வு வாழ்க்கை இயற்பிய வேதியியல் பிரிவின் பல்வேறு வளர்ச்சிக் கட்டங்களைச் சுட்டுவதாகவே உள்ளது. மேலும் அறிவியலின் அடிப்படைக் கூறு மனிதக் குலத்திற்கு பயன்படுவதுதான் எனும் கருத்தை ஹைபர் வன்மையாக நம்பினார்.

த. தெய்வீகன்

ஹைசன்பர்க், வெர்னர், கே.

ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த ஹைசன்பர்க் (Heisenberg, Werner.K) கி.பி.1923 ஆம் ஆண்டில் மியூனிச் பல்கலைக் கழகத்தில் முனைவர் பட்டத்தை பெற்றபின் பல ஆண்டுகள் நீல்ஸ் போருடன் இணைந்து கோபன்ஹேகளில் ஆராய்ச்சிகள் செய்தார். கி.பி. 1932 ஆம் ஆண்டிற்கான கொடுக்கப்பட்ட நோபல் பரிசு ஹைசன்பர்க்கின் மிகச் சிறந்த ஆராய்ச்சிக்காக அளிக்கப்பட்டது. கி.பி.1946 ஆம் ஆண்டில் மாக்ஸ் பிளாங் இன்ஸ்டிடியூட்டின் இயக்குநராக அவர் பதவியேற்றார். அவருடைய ஆராய்ச்சிகளில் மிகவும் முக்கியமானதாகக் கருதப்படுவது ஹைசன்பர்க்கின் தேறாமைக் கொள்கை (uncertainty principle) ஆகும். இக்கொள்கை அணுமையத்தைப் பற்றிய இயற்பியலில் அணுவின் அமைப்பையும் (atomic structure) வேதிப்பிணைப்புகளையும் சரியாகப் புரிந்து கொள்வதற்கு உதவிற்று.

துணைநூல். Ganner.G, Hawley, *The Condensed Chemical Dictionary*, Tenth Edition, Galgotia Book source Publishers, New Delhi, 1984.

ஹைடாடிட் நீர்ப்பை

குடற் புழுக்களில் ஒன்றான டீனியா எகைனோகாக்கஸ்

(*Taenia echinococcus*) எனப்படும் தட்டைப்புழுவின வாழ்க்கை வட்டத்தில் ஹைடாடிட் பை (hydatid cyst) என்பது ஒரு நிலையாகும். கிரேக்க மொழியில் *hydatid* என்றால் தண்ணீர் சொட்டு என்று பொருள் *kystis* என்றால் பை என்று பொருள். ஆகவே தண்ணீர் கொண்ட 'ஹைடாடிட் நீர்ப்பை' என்று கூறுவது பொருந்தும்.

நாய், ஓநாய் போன்ற விலங்கினங்கள்தான் இந்த ஒட்டுண்ணியின் பிரதான ஒம்புயிராகும் (primary host). முட்டைப்புழு (larval stage) நிலையான ஹைடாடிட் நீர்ப்பை, ஆடுமாடுகள், ஒட்டகம் ஆகியவற்றில், உண்டாகிறது. இவை, புல் பூண்டுகளை மேயும் போது அல்லது அசுத்தமான தண்ணீரைப் பருகும்போது, இந்த நோய் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட நாயுடன் பழகும்போது அல்லது அசுத்தமான தண்ணீரைப் பருகும்போது, அவனது உடலினுள் டீனியா எகைனோகாக்கஸின் முட்டைகள் உட்சென்று ஹைடாடிட் நீர்ப்பையாக மாறுகிறது. ஆகவே மனிதனை இரண்டாந்தர ஒம்புயிர் (intermediate host) எனச் சொல்லலாம். இவ்விதம் உண்டான ஹைடாடிட் நீர்ப்பைகள் மனிதனின் கல்லீரல், நுரையீரல், மூளை ஆகியவற்றில் காணப்படுகின்றன. அதற்குரிய அறிகுறிகளை வெளிப்படுத்துகின்றன. இந்த சிஸ்ட் (நீர்ப்பை) மெதுவாக வளர்ச்சியடைந்து, முதிர்ந்து வெடித்து பல சிறிய நீர்ப்பைகளை உண்டாக்குகிறது. இந்த நீர்ப்பையில் கால்சிய உப்புக்கள் படியலாம். அவற்றை எக்ஸ்-கதிர் படங்களில் தெளிவாகக் காணலாம்.

மனிதனில், இந்நோய் குழந்தைப் பருவத்திலேயே துவங்குகிறது. நாளடைவில் பெரிதாகி அருகேயுள்ள திசுக்களை அமுக்குகிறது. அமுக்கப்படும் திசுக்களைப் பொறுத்து அறிகுறிகள் அமைகின்றன. 50% நோயாளிகளில், கல்லீரலில் ஹைடாடிட் நீர்ப்பை காணப்படுகிறது. 40% நோயாளிகளில் நுரையீரல்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. 30-40 வயதினரே அதிகமாக துன்புறுகின்றனர். பெரும்பலோர் பெண்களாக இருக்கின்றனர். வலது நுரையீரலின் கீழ்ப்பகுதியே பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகிறது. இருமல்தான் பிரதான அறிகுறியாக இருக்கிறது. கல்லீரலின் வலது மடலே

பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகிறது.

நோய் நிர்ணயத்தில் கசோனியின் (Casoni's test) நோய் இடை ஊசி ஆய்வும், தடுப்பாற்ற - பன்னிற பகட்டொளி ஆய்வும் உதவுகின்றன.

மருத்துவம் பெரும்பாலும் அறுவை முறையேயாகும். நீர்ப்பையை அகற்றும் போது, கிழிந்து படாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். நீர்ப்பையின் குழிவை, 2% ஃபார்மலின் அல்லது, 0.5% வெள்ளி நைட்ரேட் அல்லது 30% சோடியம் குளோரைடு கொண்டு, நுண்ணுயிரி நீக்கம் செய்யலாம். அறுவை செய்யப்பட முடியாத நோயாளிகளில் மெபெண்டசால் மாத்திரைகளை, ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கு 40-200 மி.கி. என்ற அளவில் கொடுக்கலாம். இத்தகைய மருந்துகள் போதிய பலனளிப்பதில்லை.

தடுப்பு முறைகள். மனிதன், பெரும்பாலும் நாய்களுடனும் ஆடுமாடுகளுடனும் பழகுவதால், நோய்த் தடுப்பு என்பது கடினமான ஒன்றாகும். சுத்தமான சுய சுகாதாரம், இறைச்சி ஆய்வு, நாய்களுக்கு குடற்புழு எதிர் மருந்து அளித்தல் ஆகியவை பெருமளவில், நோய் பரவுவதைத் தடுக்கின்றன.

அ.கதிரசேன்

ஹைட்ரசீன்

இது ஒரு நிறமற்ற நீர்மம். அமோனியா வளிமத்தைப் போன்ற நெடியுள்ளது. இது ஓர் ஒடுக்க வினையூக்கி (reducing agent). இதன் கொதிநிலை 114°C. இது அம்மோனியாவை விட வலிமை குறைந்த காரமாகும். ஹைட்ரசீன் (hydrazine) அம்மோனியாவை ஒத்த இணைப் பொருட்களையும், ஹைட்ரசீனில் உள்ள நைட்ரஜன் அணுக்கள் ஈடுபட்ட பெறுதிகளையும் (derivatives) உண்டாக்குகிறது. சான்றாக ஹைட்ரசீன் இரண்டு வகையான உப்புக்களை உண்டாக்குகிறது. அவையாவன $N_2H_4 \cdot HCl$, $N_2H_4 \cdot 2HCl$. மேலும் இவை ஆல்டிஹைடுகளுடன் வினைபுரிவதால்

ஹைட்ரசோன்களைத் தவிர ($RCH=N-NH_2$) அசீன்களையும் (azines) ($RCH=NN=CHR$) கொடுக்கிறது. ஹைட்ரசீன்களின் பெறுதிகளில் சிறப்பான பயன்களாவன: ராக்கெட் எரிபொருளாகவும், காசநோய் எதிர்ப்பு மருந்துகள் (ஐசோநிக் கோடீனிக் ஹைட்ரசைடு) தயாரிப்பிலும், பயிர் வளர்ச்சியை ஒழுங்குபடுத்தும் பொருளாகவும் (மலியிக் ஹைட்ராக்கசைடு), சாயங்கள் வெடிமருந்துப் பொருள்களின் இடைப் பொருளாகவும் காளான் பூஞ்சைக் கொல்லியாகவும் பல்லுறுப்பிகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

-த.தெய்வீகன்

ஹைட்ரஜன்

தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் ஹைட்ரஜன் (hydrogen) முதல் தனிமமாக விளங்குகிறது. இது நிறம், மணம், சுவை ஆகியவை இல்லாத வளிமம். ஹைட்ரஜன் அணுவில், ஒரு புரோட்டானும், ஒர் எலெக்ட்ரானும் உள்ளன. இதன் அணு எண் 1; அணுநிறை 1.00797. இத்தனிமம் நீரிலும், கரிமப் பொருள்களிலும் பெருமளவில் உள்ளது. சாதாரண ஹைட்ரஜன் வளிமத்தில் 99.9% உள்ள புரோட்டியத்தின் (protium) பொருண்மை (mass) 1. இதன் ஓரிடத்தனிமம் கன ஹைட்ரஜனான ட்யூட்டீரியத்தின் (deuterium) பொருண்மை 2. மிக, மிகக் குறைந்த அளவே உள்ள ஓரிடத்தனிமம் ட்ரிடியத்தின் (tritium) பொருண்மை 3.

பயன்கள். அம்மோனியா தயாரிப்பில் ஹைட்ரஜன் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. பெட்ரோலியம் மீத்தாய்மை (refining) செய்யப்படும் போது கந்தக மாசை நீக்கப் பயன்படுகிறது. எஸ்ட்டர்கள், கிளிசரைடுகள் (glycerides) ஆகியவற்றில் இருந்து ஆல்கஹால்களைத் தயாரிக்கவும், நைட்ரைல்களிலிருந்து (nitriles) அமின்களைப் பெறவும், அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களில் இருந்து, வளைய பாரஃபின்களைப் (cycloparaffins) பெறவும்,

ஹைட்ரஜன் பயன்படுகிறது. இதனைக் குளோரினுடன் நேரடியாக வினைப்படுத்தி, ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் தயாரிக்கலாம்.

நீர்ம ஹைட்ரஜன் (liquid hydrogen) ஆக்சிஜன் அல்லது ஃபுளோரின் ஆகியவற்றுடன் வினைப்படுத்தப்பட்டு ராக்கெட்டுகள், ஏவுகணைகள் ஆகியவற்றில் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. துகள் முடுக்கிகளில் (particle acclerators) இருந்து வெளிவரும், அதிவேக, அதி ஆற்றல் துகள்களின் தன்மை பற்றிய ஆய்வுக்காக நீர்ம ஹைட்ரஜன் பெரிதும் பயன்படுகிறது. உலோகங்களை வெட்டவும், உலோகத் துண்டுகளைப் பிணைக்கவும் பயன்படும் ஆக்சி-ஹைட்ரஜன் விளக்கு (oxy-hydrogen torch) ஆகியவற்றில் ஹைட்ரஜன் பயன்படுகிறது. தாதுவில் இருந்து இரும்பைத் தனியாகப் பிரித்தெடுக்கும் துறையில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. முன்பு பலூன்களில் நிரப்பப் பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும், ஹைட்ரஜன் எளிதில் எரியும் தன்மையுடையதால் தற்காலத்தில் ஹீலியம் (helium) வளிமமே இதற்குப் பயன்படுகின்றது.

இயற்பியல் பண்புகள். ஹைட்ரஜன் வளியின் சில முக்கிய இயற்பியல் பண்புகள் கீழே அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பண்புகள்	மதிப்பு
மூலக்கூறு எடல்	2.01594
$^{\circ}\text{C}$ இல் 1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் அடர்த்தி	0.08987 கிராம்.லிட்டர் ⁻¹
ஒப்பு அடர்த்தி (காற்றுடன் ஒப்பிடுதல்)	0.0695
உருகு நிலை	-259.2 $^{\circ}\text{C}$
கொதிநிலை (காற்று மண்டல அழுத்தத்தில்)	-252.8 $^{\circ}\text{C}$
நிலைமாறு வெப்பநிலை (critical temperature)	-240.0 $^{\circ}\text{C}$
நிலைமாறு அடர்த்தி (critical density)	0.0301 கிராம்.க.செ.மீ. ⁻³
நிலைமாறு அழுத்தம் (critical pressure)	13.0 வளிமண்டலம்
பாகுத்தன்மை 25 $^{\circ}\text{C}$ இல் (viscosity)	0.00892 சென்ட்டிபாய்ஸ்

பல உலோகங்கள் ஹைட்ரஜனை உட்கவருகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகப் பல்லேடியம் 1000 மடங்கு பருமனுள்ள ஹைட்ரஜனை உட்கவருகிறது. இதன் அயனியாகும் ஆற்றல் (ionization potential) 13.4 வோல்ட்கள் ஆகும். இது ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜன் (ortho hydrogen) பாரா ஹைட்ரஜன், (para hydrogen) என்ற இரு வடிவங்களாக உள்ளது. ஆர்த்தோ வடிவில், ஓர் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறில் உள்ள இரு

அணுக்கருக்களும் (nuclei) ஒரே திசையில் சுழற்சியைப் பெற்றுள்ளன; பாரா வடிவில் எதிர்த் திசையில் சுழற்சியைப் பெற்றுள்ளன. இரு வடிவங்களும் ஓர் இயங்கு சமநிலையில் உள்ளன. அறைவெப்ப நிலையில் உள்ள ஹைட்ரஜனில், 25% பாரா ஹைட்ரஜனும், 75% ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனும் உள்ளன. எனினும் வெப்ப நிலை மாறுவதற்கு ஏற்ப இதன் இயையும் மாறும். நீர்ம ஹைட்ரஜனை கிளர்வூட்டிய கரி (activated charoal) வழியாகச் செலுத்தினால் தூய பாரா ஹைட்ரஜனைப் பெறலாம். தூய ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனை நேரடியாகப் பெற இயலாது; ஆனால் இயற்பியல் முறையில் (எ-டு. வெப்ப ஊடு பரவல் முறை (thermal diffusion) வழியாகச் செலுத்தினால்; தூய பாரா ஹைட்ரஜனைப் பெறலாம். தூய ஆர்த்தோ ஹைட்ரஜனை நேரடியாகப் பெற இயலாது; ஆனால் இயற்பியல் முறையில் (எ-டு. வெப்ப ஊடு பரவல் முறை (thermal diffusion) வளிம நிரச்சாரல் பிரிகை முறை (gas chromatography) பெறலாம். இயற்பியல் பண்புகளில் மட்டுமே இவை வேறுபாட்டைப் பெற்றுள்ளன.

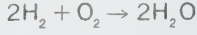
வேதிப்பண்புகள். சாதாரண நிலையில் மந்தமான இத்தனிமம், அதிவெப்பநிலையில், அல்லது வினையூக்கி (catalyst) முன்னிலையில் வேகமாக வினைப்படும். இரு அணுக்கள் உள்ள இம்மூலக்கூறு அதிவெப்பநிலையில் சிதையும்.



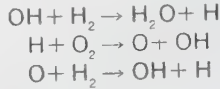
5000 $^{\circ}\text{C}$ இல் இதன் சிதைவு அளவு 95.5% ஆகும். குறைந்த அழுத்தத்தில் உள்ள சாதாரண ஹைட்ரஜன் வழியாக மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சும்போது அணு ஹைட்ரஜன் (atomoc hydrogen) உண்டாகிறது. அணு ஹைட்ரஜன் வினைவலி மிக்கது. சிலிகான் தாமிரம், காரீயம், பிஸ்மத் போன்ற பல உலோகங்களின் ஆக்சைடுகள், குளோரைடுகள் போன்றவைகளை உலோகங்களாக இது குறைக்கிறது. சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற உலோகங்களின் நைட்ரேட்டுகள் (nitrates), நைட்ரைட்டுகள் (nitrites), சயனைடுகள் (cyanides) போன்ற உப்புகளையும் உலோகங்களாகக் குறைக்கிறது. இது உலோகங்களுடனும், அலோகங்களுடனும் (non metals) வினைப்பட்டு ஹைட்ரைடுகளைத் (hydride) தருகிறது (NaH, KH, H₂S, PH₃). ஆக்சிஜனுடன் நேரடியாக வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன்

பெராக்சைடைத் (hydrogen peroxide) தருகிறது.

சாதாரண ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜனுடன் வினைப்பட்டு பிளாட்டின வினையூக்கியின் முன்னிலையில் நீரைத் தருகிறது.

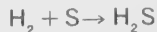


அறை வெப்பநிலையில், மிகவும் மெதுவாக நடைபெறும் இவ்வினை, பிளாட்டினம் வினையூக்கி முன்னிலையில் அல்லது மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சும்போது, அதிவேகமாக நடைபெறுகிறது. இது பலபடிகளில் நடைபெறும் ஓர் சங்கிலித் தொடர் வினையாகும் (chain reaction).

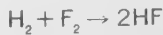


இவ்வினையின் வெப்பம் 57.6 கிலோ கலோரிகள்/மோல். இவ்வதிக வெப்பமே ஆக்சி-ஹைட்ரஜன் விளக்குகள் மூலமாக உலோகங்களை வெட்டவும், இணைக்கவும் பயன்படுகிறது. தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையிலுள்ள ஆறாம் தொகுதியின் மற்ற தனிமங்களுடன் குறைவான வீரியத்துடனேயே இது வினைப்படுகிறது.

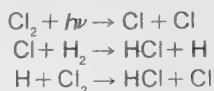
கந்தகத்துடன் இது வினைப்படும்போது 5 கிலோ கலோரிகள்/மோல் வெப்பமே வெளிப்படுகிறது.



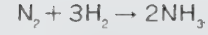
செலீனியம் (selenium), டெலூரியம் (tellurium) போன்ற தனிமங்களுடன் இதுபோலவே வினைப்படுகிறது. ஹாலஜன்களுடனும் (halogens) இது வினையுறும். எனினும் ஃபுளூரினுடன் கூடும் இதன் வினை மிகத் தீவிரமானது.



இவ்வினை -252°C ல் கூட நடைபெற இயலும். சூரிய ஒளியின் முன்னிலையில் குளோரினுடன் இது பின்வருமாறு வினைப்படும்.



நைட்ரஜனுடன் இது வினைப்பட்டு அம்மோனியாவைக் கொடுக்கிறது.



Li, Na, K, Ca, Sr, Ba போன்ற பல உலோகங்களுடன் அதிவெப்ப நிலையில் வினைப்பட்டு, ஹைட்ரைடுகளைத் தருகிறது.



தாமிரம், பிஸ்மத், டங்ஸ்டன், நிக்கல், கோபால்ட் முதலிய தனிமங்களின் ஆக்சைடுகளை இது குறைத்துத் தனிமங்களாக மாற்றுகிறது. இதுபோல் செம்பு, கோபால்ட், நிக்கல் போன்ற உலோகங்களின் குளோரைடுகளைக் குறைத்து உலோகங்கள் பெறப்படுகின்றன.

பிளாட்டினம், பல்வேடியம், நிக்கல் போன்ற வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில் நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் (unsaturated hydrocarbons) இது கூட்டு வினைக்கு (addition reaction) உட்படுகிறது.

சேர்மங்கள். ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மற்ற தனிமங்களுடன் ஹைட்ரஜன் சேர்ந்து பல சேர்மங்களைத் தருகிறது. நீர் அமிலங்கள், காரங்கள், கரிமச் சேர்மங்கள், தாதுக்கள் முதலியன இதில் அடங்கும். ஹைட்ரஜன் மற்றொரு தனிமத்துடன் இணைந்து தரும் சேர்மம் ஹைட்ரைடு எனப்படும். ஹைட்ரைடுகள் பல வகைப்படும். சகபிணைப்பு ஹைட்ரைடுகள் (covalent hydrides), மூலக்கூறு ஹைட்ரைடுகள் (molecular hydrides), மாறுநிலை உலோக ஹைட்ரைடுகள் (transition metal hydrides) என்பன சில.

உப்பீனிகளுடன் (ஹாலஜன்கள்) வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன் ஆலைடுகளைத் (hydrogen halides) தரும். ஹைட்ரஜன் ஹாலடுகளை நீரில் கரைத்தால் வலிமிகு அமிலங்கள் கிடைக்கும். (எ-டு: ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்) கால்சியம் ஃபுளோரைடுடன் அடர் சல்ஃபூரிக் அமிலம் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடைத் தரும்.



சோடியம் குளோரைடுடன் சல்ஃபூரிக் அமிலத்தைச்

சேர்த்து ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைப் பெறலாம். ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலத்தையும், ஹைட்ரோஅயோடிக் அமிலத்தையும் பெற இந்த தனிமங்களை நேரடியாக வினைக்குட்படுத்தினாலே போதும்.

இது ஆக்சிஜனுடன் வினைப்பட்டு நீர் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு ஆகிய இச்சேர்மங்களைத் தருகிறது. இதில் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு நிலைப்புத் தன்மை குறைந்தது. ஆனால் இது ஒரு சிறந்த ஆக்சிஜன் ஏற்றி (oxidising agent), ஹைட்ரஜன் கந்தகத்துடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைத் தரும். இது அழுகிய முட்டை மணமுடைய நிறமற்ற வளிமம். உலோக சல்ஃபைடுகளுடன் அமிலத்தைச் சேர்த்தும் இதனைத் தயாரிக்கலாம். ஹைட்ரஜன் செலினைடு (H₂Se), ஹைட்ரஜன் டெல்லூரைடு (H₂Te) ஆகியவை இதன் மற்ற சேர்மங்கள்.

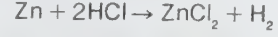
இது போரானுடன் வினைப்பட்டுப் பல வகை போரான் ஹைட்ரைடுகளைத் (boron hydride) தருகிறது. இவற்றில் சிறப்புமிக்கது டைபோரேன் (B₂H₆) என்ற ஒரு சக பிணைப்புச் சேர்மமாகும். இது ஒரு வளிமம். இந்த ஹைட்ரைடுகளின் எரிவெப்பம் மிக அதிகம். இதன் காரணமாக இவை ஏலூர்திகளில் எரிபொருளாகப் பயன்படுகின்றன.

கார்பனுடன் வினைப்பட்டு, பெருமளவில் சகப்பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளைத் தருகிறது. இவை ஹைட்ரோகார்பன்கள் எனப்படும். மெத்தேன் (CH₄) ஓர் எளிய ஹைட்ரோகார்பனாகும்.

அம்மோனியா (NH₃), ஹைட்ரஜன் (N₂H₄) ஹைட்ரஜோயிக் அமிலம் (N₃H) ஆகியவை ஹைட்ரஜனின் சிறப்பான ஹைட்ரைடுகள். அம்மோனியா ஒரு வளிமம். மற்றவை நீர்மங்கள்.

தயாரிப்பு. உலோகங்களை அமிலங்களுடன் வினைப்படுத்துதல், நீரை மின்னாற் பகுத்தல் (electrolysis), கரிமச் சேர்மம் அல்லது நீராவிடையச் சிதைத்தல், ஹைட்ரோ கார்பன்களை வெப்பத்தால் சிதைத்தல் (thermal decomposition of hydrocarbons) போன்ற பல முறைகளில் ஹைட்ரஜனைத் தயாரிக்கலாம்.

துத்தநாகத்துடன், நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தை வினைப்படுத்தி, தூய ஹைட்ரஜனைப் பெறலாம்.

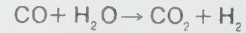


இவ்வளிமம், அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் (potassium dichromate) கரைசல் வழியாகவும், பின்பு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் வழியாகவும் செலுத்தித் தூய்மைப்படுத்தப்பட்டு அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் அல்லது சிலிக்கா ஜெல் (silica gel) வழியாகச் செலுத்தி உலரவைக்கப்படுகிறது.

அதி நேர்மின் தன்மையுள்ள உலோகங்கள் நீருடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜனை வெளியாக்கும். எ-டு. சோடியம் நீருடன் வினைப்பட்டு, ஹைட்ரஜனைத் தரும்.



தொழில் முறையில் நீராவிடையச் சிதைத்து ஹைட்ரஜன் பெறப்படுகிறது. சுமார் 1000°C இல் நீராவிடைய, நிலக்கரியின் மேல் செலுத்தினால் அது சிதைவுற்று ஹைட்ரஜனைத் தருகிறது.



சிறிதளவு பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைக்கப்பட்ட நீரை மின்பகுப்பிற்கு உட்படுத்தி 99.9% தூய ஹைட்ரஜனைப் பெறலாம். 800°C இல் உள்ள இரும்பின் மீது நீராவிடையச் செலுத்தியும், அம்மோனியாவைச் சிதைத்தும் ஹைட்ரஜன் தயாரிக்கப்படுகிறது.

பகுப்பாய்வு. வளிமக் கலவையிலோ, சேர்மத்திலோ உள்ள ஹைட்ரஜனை நேரடியாக அளவிடுதல் கடினம். பொதுவாக ஆக்சிஜனில் எரிக்கப்பட்டுத் தோன்றும் நீரின் அளவில் இருந்தே இது அளவறியப்படுகிறது.

பி.ஈ.எம்.லியாகத் அலிகான்

துணைநூல். Sybil P.Parker, McGraw-Hill

ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் தொழில்நுட்பம்

புதை படிவ எரிபொருள்கள் (fossil fuels) குறைய ஆரம்பிக்கும்போது, செயற்கை வேதியியல் எரிபொருளாக (chemical fuel) ஹைட்ரஜன் முக்கியமான பங்கு வகிக்கிறது. பிற்கால சூரிய ஆற்றல், அணுக்கரு பிணைப்பு போன்ற ஆற்றல் வளங்கள் பொதுவாகப் பெரிய அளவினைக் கொண்டும் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்ல இயலாத தன்மையை கொண்டும் இருப்பதால் அவற்றின் பரந்த பயன்பாடு, ஆற்றலை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லும் மின்சாரத்தையும் வேதியியல் எரிபொருள்களான ஹைட்ரஜன் போன்றவைகளையும் சார்ந்துள்ளது. மனித சமுதாயத்தில் இதனைப் பல்வேறுபட்ட ஆற்றல் பயன்பாட்டுப் பகுதிகளுக்குச் செயற்படுத்தும் அறிவு எல்லையின் தற்போதைய நிலை அதுவும் குறிப்பாக இதனை ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றொர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வது, மறு ஆய்வு செய்யப்படுகிறது.

ஹைட்ரஜனின் பண்புகள். அட்டவணை 1இல் ஹைட்ரஜனின் இயற்பியல், வேதியியற் பண்புகள் (physical and chemical peoperties) கூறப்பட்டுள்ளன. இவ்வட்டவணையில் ஹைட்ரஜனைத் தாழ்வெப்ப நிலைக்குப் பயன்படும் நீர்மப் பொருளாகப் (cryogenic liquid) பயன்படுத்துவதைப் பற்றித் தனிக்கவனம் செலுத்தப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை.1.

நீர்ம ஹைட்ரஜனின் பண்புகள்

பண்பு	மதிப்பு
கொதி நிலை (Boiling point)	20.4 கெல்வின்
நீர்ம அடர்த்தி	0.0708 கிராம்/செ.மீ.3
ஆவியாதலின் உள்ளார்ந்த வெப்பம் (latent heat of Vaporization)	108 கலோரி/கிராம்
எரிந்த பிறகு சக்தி வெளிப்பாடு (energy release upon combustion)	29,000 கலோரி/கி. அல்லது 2050 கலோரி/செ.மீ.3 அல்லது 1.21 x 105 ஜூல் /கிராம்

ஹைட்ரஜன் ஒரு வேதியியல் எரிபொருளாக இருப்பதன் நன்மைகளாவன: எந்த ஒரு வேதியியல் எரிபொருளைவிட மிக உயர்ந்த ஆற்றல் எண்ணைக் (specific energy) கொண்டுள்ளது. இது எரிந்த பின்னர் கொள்கை அடிப்படையில் CO, CO₂ எரியாத ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஆகியவை இல்லையெனக் கொள்ளும்போது, அதன் விளைபொருளாக நீர் மட்டும் கிடைக்கிறது. ஹைட்ரோகார்பன் எரிதலில் அதன்பின் தொடரும் பொருள்களுடன் ஒப்பிடும்போது, ஹைட்ரஜன் எரிதலில் அதன்பின் தொடரும் நைட்ரஜனின் ஆக்சைடுகள் கூடப் பெரிதும் குறைக்கப்பட்டு விடுகின்றன. தற்போது எங்கெங்கு ஹைட்ரோகார்பன்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றனவோ அங்கு இதனைப் பெரிய அளவில் கனற்சி திறத்துடன் (combustion efficiency) பயன்படுத்தலாம். மேலும் ஹைட்ரஜனைத் தூய்மையான ஆக்சிஜனுடன் எரித்துச் சுழலிச் ஆற்றல் அமைப்பிற்குத் (turbine power system) தனித்தன்மை வாய்ந்த வெப்ப இயங்கு திறத்தை (thermal efficiency) வழங்க வகை செய்யலாம். மேலும் இது எரிபொருள் மின்கலங்களில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யப்பட்டு (oxidized in fuel cells) மின்சாரம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. ஹைட்ரஜனின் ஆற்றல் சாராத பயன்பாடுகளில் (non energy uses) அடங்குவன. நிலக்கரியிலிருந்தும் பெட்ரோலியத்திலிருந்தும் கந்தக நீக்கமும் உலோகத் தாதுவிலிருந்து தூய்மையான உலோகத்தை பிரித்தெடுத்தலும் (de sulfurization of coal and petroleum) ஆகும். தற்போது, ஹைட்ரஜனின் பெரிய அளவுள்ள தொழிற்சாலைப் பயன்பாட்டில் அடங்குவன அம்மோனியா தொகுப்பு (ammonia synthesis) (எண்ணைகளை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதும் (hydrogenation of oils) ஆகும். ஹைட்ரஜனின் முக்கியமான தீமையாதெனில் அதனுடைய மிகவும் குறைவான கொதிநிலை (low boiling point)(20oK) ஆகும். எனவே இதனைத் தனிப்பட்ட தாழ்வெப்பக் கொள்கலங்களிலோ (special cryogenic containers), உவார் கொள்கலங்களிலோ

(dewar vessels) திரவமாகவோ உலோக ஹைட்ரைடாகவோ (metal hydride) சேமித்துக் கையாள்தல் வேண்டும்.

நீர்மமாக இருக்கும்போது கூட அதன் ஓர் அலகுக் கொள்ளவிற்கான ஆற்றல் அடர்த்தியானது (energy density per unit volume) நீர்ம ஹைட்ரோகார்பன்களைவிட, அதனுடைய மிகவும் குறைந்த அடர்த்தியின் காரணமாக, மும்மடங்கு குறைவானதாகும். இரண்டாவது தீமையாதெனில் அதனுடைய தீப்பிடித்து வெடிக்கும் அபாயமாகும் (fire and explosion hazard). ஜெர்மன் நாட்டினுடைய பறக்கும் கப்பலான ஹிண்டன்பர்க் 1937ஆம் ஆண்டு பற்றி எரிந்து விபத்துக்குள்ளானது பொதுமக்கள் நினைவில் இருந்து வருகிறது. நீர்ம ஹைட்ரோகார்பனைவிட ஹைட்ரஜனுடைய பாதுகாப்பு சிக்கல்கள் வேறுபட்டிருப்பினும் அவை கடுமையாகத் தோன்றவில்லை. மேலும் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டின் வானவெளித்திட்டத்தில் ஏவுகணை எரிபொருளாக நீர்ம ஹைட்ரஜன் பயன்பாட்டில் ஹைட்ரஜன் பாதுகாப்புடையதெனச் சான்றளிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஹைட்ரஜன் சேமிப்பு. ஹைட்ரஜனை அழுத்தப்பட்ட நீர்மமாகவோ வாயுவாகவோ (compressed gas), ஹைட்ரைடாகவோ சேமிக்கலாம். மிகவும் அழுத்தப்பட்ட ஹைட்ரஜன் வளிமம் மிகக் குறைந்த ஆற்றல் அடர்த்தி கொண்டுள்ளமையாலும் அதிக எடையுள்ள அழுத்தக் கொள்கலம் (pressure vessel) தேவைப்படுகின்ற காரணத்தினாலும் மிகச் சிறிய அமைப்புகளைத் தவிர மற்றவற்றிற்கு அழுத்தப்பட்ட வளிம சேமிப்பு முறை கவர்ச்சிக் குறைவானதாக உள்ளது.

பத்து ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக வானவெளித் திட்டத்தில் முதன்மையாகவும் மிக அதிக அளவிலும் நீர்ம ஹைட்ரஜன் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. காற்று நீக்கப்பட்ட இரட்டைச் சுவர்களுடைய கொள்கலங்கள் (double-walled vessels with vacuum) அல்லது நுரைபொருள் காப்பீடுகள் கொண்ட இரட்டைச் சுவர்களுடைய கொள்கலங்கள் சிறிய ஆய்வுக் கூடக் கொள்கலங்களாகவும், இடம் விட்டு இடம் கொண்டு செல்லும் உந்து வண்டிகளிலும், 50,000 - 100,000 லி. வரை கொள்ளவு கொண்ட இரயில் வழிச்சரக்கு

வண்டிகளிலும் கொள்கலங்களாகவும் மிகப்பெரிய அளவில் 30,00,000 லிட்டர்கள் வரை கொள்ளவு கொண்ட பெரிய உவார் சேமிப்புக் கலங்களாகவும் பரவலாகக் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிறிய உவார்களிலிருந்து 1-2% அளவில் நாளொன்றிற்கு ஆவியாதல் வழியாக இழப்பு ஏற்படுகிறது. 40% அளவுள்ள குறிக்கோள் வடிவான கார்னாட் இயங்குதிறத்தில் ஹைட்ரஜன் நீர்மமாக்குதல் (liquefaction) தற்போது நடைபெற்று வருகின்றது. மேலும் சுற்றுப்புற வெப்பநிலையிலும் வளிமண்டல அழுத்தத்திலும் ஹைட்ரஜன் வளிமத்திற்கும் நீர்ம ஹைட்ரஜனிற்கும் உள்ள ஆற்றல் வேறுபாடு 12% அளவுள்ள வளிமத்தில் அடங்கியுள்ள வேதியிய ஆற்றலாகும். நீர்மாக்குவதற்குத் தேவையான ஆற்றல் கிடைக்கும் வேதியிய ஆற்றலில் 30% அளவாகும். இந்த ஆற்றலின் ஒரு பகுதியினை நீர்ம ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தி மீள்பெறலாம்.

ஹைட்ரஜனை உலோகங்களுடன் சேர்த்துத் தளர்ச்சியுடன் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட ஹைட்ரைடுகள் ஆக்கப்படுகின்றன. இவை உயர்த்தப்பட்ட வெப்பத்தில் பிரிக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய ஹைட்ரைடுகள், நீர்ம ஹைட்ரஜன் அளவிற்கும் அல்லது அதற்கும் சற்று மேலான பரும அளவு அடர்த்தியில் (volume density), ஹைட்ரஜனைத் தேக்கிவைக்கின்றன. மேலும் இது அவ் உலோகத்தின் எடைத் தன்மையைச் சார்ந்ததாகும். விரும்பத்தக்க ஹைட்ரைடுகள் Mg-Ni, Mg-Cu உலோகக் கலவையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. 1 வளிம மண்டல அழுத்தத்தில் (1,00,000 நியூட்டன்/மீ²) பிரிக்கப்படும் வெப்பநிலை (dissociation temperature) 250°C ஆகும். இந்தப் பிரிக்கப்படும் வெப்பமானது ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும் எஞ்ஜினுடைய வெளிப்போக்கின் வழியாகப் பெறப்படுகிறது. உலோக ஹைட்ரைடுகளில் நடைமுறை சிக்கல்கள் பல உள்ளன. அவை: இவற்றைப் பிரிப்பதற்கு வெப்பம் (dissociation heat) தேவைப்படுதல், மேலும் நீர்ம ஹைட்ரஜன் சேமிப்பிற்குப் பயன்படுத்தும் தொழில் நுட்பத்தைவிட, உலோக ஹைட்ரைடுகளைச் சேமிக்கும் தொழில்நுட்ப அறிவு மிகக் குறைவாக இருத்தல். இருப்பினும், தீவிர ஆய்வினால் மாற்றுச் சேமிப்பு வழியினை அடையலாம்.

விமான எரிபொருள். ஹைட்ரஜனின் மேன்மையான பொருளளவு ஆற்றல் அடர்த்தியினால் (mass energy density) அதை விமானத்தில் மாற்று எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவது கவர்ச்சியுடையதாக உள்ளது. பல்வகையான விமானக் கட்டுமானக் கழகங்கள், ஒலியிலும் குறைவான வேகமுடைய வியாபார நோக்கமுடைய ஜெட் விமானங்களுக்கான வடிவமைப்புகளைச் சீர்தூக்கிப் பார்த்து மிகவும் குறைந்த எரிபொருட் சுமையுடன் அதே அளவுள்ள சுமையினையும் தூரத்தையும் (same pay load and range) அடையலாம் எனவும் அதனால் இலேசான விமானத்தையும், குறைந்த ஓடுபாதைகளையும் கொண்டு எரிபொருட் சேமிப்பைப் பெறலாம் என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. விமானத்தின் பரும அளவை அதிகமாக்கியும் இறக்கைகளில் எரிபொருள் தேக்கத்திற்கான அமைப்பினைக் கொண்டு விரிவாக்கப்பட்ட விமானக் கட்டுமானச் சட்டத்தைக் கொண்டும், நீர்ம ஹைட்ரஜனைத் தொட்டிகளில் சேமித்து வைப்பதற்காக வசதி செய்ய வேண்டியுள்ளது. விமான நிலையம், அதனுடைய வேலையாட்கள் விமான நிலையப் பாதுகாப்பு ஆகியவை ஹைட்ரஜனுடைய தாழ்வெப்பக் கையாளுகையையும், பாதுகாப்பு சிக்கல்களையும் எளிதாக்குகின்றன. ஓடும்போதும், ஓடாத நிலையிலும், ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகக் கொண்ட ஜெட் எஞ்ஜின்களில் ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. ஹைட்ரஜன் எரிபொருளை மிகை ஒலி அதிமிகை ஒலி வேக விமானங்களில் பயன்படுத்தி அதிக அளவில் பலன்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. மேலும் இத்தாழ்வெப்பநீர்மத்தினால், காற்றின் உராய்வினால் வெப்பப்படுத்தப்பட்ட முதன்மையான விளிம்புகளைக் கொண்ட விமான வளைவுப்பகுதிப்பரப்புகளை (leading-edge air foil surfaces) குளிர்ச்சியடையச் செய்யலாம்.

ஹைட்ரஜனை எரிக்கும் தானியங்கிகள். (hydrogen burning automobiles). சேமிப்பு சிக்கல் காரணமாக ஹைட்ரஜன் எரிபொருளின் மிகக் கடினமான செயற்பாட்டினைக் கொண்டதாக இத்தானியங்கி அமைந்துள்ளது. இக்கட்டத்தில் இரண்டு வகையான முறைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். அவை, தாழ்வெப்ப முறைத் தேக்கம் அல்லது உலோக ஹைட்ரைடுத் தேக்கம் (cryogenic or metal hydride storage) என்பன. இவ்விரண்டு வகைத் தேக்கங்களும் மிகப் பெரும

அளவுடையவையாகும். மேலும் தற்காலத் தொழில்நுட்பத்தில் மிகுந்த செலவினைக் கொண்டவையாயும் உள்ளன. எவ்வாறிருப்பினும், ஹைட்ரஜனை எரிக்கும் தானியங்கியின் செயல் நிறைவேற்றம், மிகச் சிறப்பு வாய்ந்ததாக உள்ளது. உயர் இயங்கு திறன் கொண்ட வெளியேற்ற அமைப்புகளைக் (efficient exhaust systems) கொண்ட ஹைட்ரஜன் ஆற்றலால் இயங்கும் தானியங்கிகளில் பெறப்படும் அனுபவம் யாதெனில் ஒரு மாதிரி எடுத்துக்காட்டான இயங்கு சுழற்சியில் எரிபொருள் ஆற்றல் இயங்குதிறத்தின் அளவு (fuel energy efficiency) கேசொலினைவிட 50% அதிகமாக இருப்பதே ஹைட்ரஜன் ஆய்வுகளில் வளிம ஹைட்ரஜன் கூட்டுக்கலவையை மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுத்தியபோதிலும் எரிபொருள் செலுத்தும் முறையும் வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

ஹைட்ரஜன் எரிபொருளை, இணைந்து செல்லும் ஊர்திகளுக்குப் பயன்படுத்துதலும், மேலும் தற்போது டீசல் எஞ்சின் ஆற்றலால் இயங்கும் தரைவழி ஊர்திகளுக்கு (வண்டிகள், பேருந்துகள், கட்டுமானத்திற்கான ஊர்திகள் புவியை அகழ்ந்தெடுக்கும் ஊர்திகள், தண்டவாளத்தின் மீது தொடர் வண்டியை இயக்கும் பொறி ஹைட்ரஜன் எரிபொருளைப் பயன்படுத்துதலும், தனித் தானியங்கி ஊர்திகளுக்குப் பயன்படுத்துவதைக் காட்டிலும் தொழில்நுட்ப வகையிலும், பொருளாதா வகையிலும் எளிமையானதாகும். இருப்பினும் தனித் தானியங்கி ஊர்திகள் ஆற்றலைப் பெரிய அளவில் செலவிடும் அமைப்புக்களாக உள்ளன. இத்தானியங்கி ஊர்திகளைத் தூய்மையான எரிபொருளுக்கு ஏற்றவையாக மாற்றம் செய்யும்போது அவை காற்றின் இயல்பைப் பெருமளவிற்குப் பாதிக்கின்றன.

ஆற்றல் சேமிப்பு. நகர்ப்புறப்பகுதிக்கான மின் ஆற்றல் தேவை, தினமும் வாரந்தோறும் கால மாறுபாட்டிற்கேற்பவும், அதன் கூறு எண் இரண்டிற்கும் மேலாக வேறுபடுகிறது. எனவே, நிறுவப்பட்டுள்ள ஆக்கத்திறன் அளவு (installed generating capacity) குறைந்த தேவை அளவைப் போல் இரண்டு மடங்காக இருக்கவேண்டும் அல்லது

சராசரியளவைவிட 30% அதிகமாக இருக்க வேண்டும். மின்சக்தி சுழலகங்கள் தனித்தன்மை வாய்ந்த சிறிய வளிம சுழலி இயங்கும் மின் ஆக்கிகளைப் (generators) பயன்படுத்துகின்றன. உச்ச ஆற்றல் தேவைகளின்போது (power demand peaks) இவற்றை வேகமாகத் தொடங்கி இயக்கலாம். மேலும் முதன்மையான நீராவி ஆக்கும் கொதிகலன்களைக் (steam-generating boilers) குறைந்த ஆற்றல் தேவைக்கு ஏற்ப அதன் நீராவி வழியைக் கட்டுப்படுத்தலாம். எங்கெங்கு இட அமைப்பு வசதியாக உள்ளதோ அவ்வவ்விடங்களில், தேக்கம் செயவிக்கப்பட்ட நீர் மின்தேக்கம் (pumped hydroelectric storage) பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்சக்தி அமைப்புகளுக்கு அணுப்பிளவுச் ஆற்றல் நிலையங்களிலிருந்து மின் ஆற்றலை வழங்கும்போது, இச்சிக்கல் மிகவும் கடினமாகிறது.

அதிகமாகக் கிடைக்கும் ஆற்றலைக் கொண்டு நீரினை மின்பகுப்பு செய்து அதன் வழியாக ஹைட்ரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் சேமிப்பதில் ஹைட்ரஜனுக்கு ஒரு சிறந்த பங்கு உண்டு. உச்சத் தேவைகளின்போது இவ்வளிமங்களை எரிய வைத்துச் சுழலிகளுக்கு ஆற்றலை வழங்கித் தேவையான மின் ஆற்றலை ஆக்கலாம். நீர்மின்பகுப்பு (water electrolysis) தற்போது பெரிய அளவில் நடைபெறுகின்றது. வியாபார நோக்குடைய, நிலையங்கள் 60-65% ஆற்றல் இயங்கு திறத்தில் செயல்படுகின்றன. ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும், அழுத்தத் தொட்டிகளில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் பெரும்பாலும் நிலத்தடியில் உப்பினால் ஆக்கப்பட்ட கோளவடிவ அமைப்புகளிலும் (salt domes) தீர்ந்து போன எண்ணெய் அல்லது வளிமக் கிணறுகளிலும் சுண்ணாம்புக் குழிகளிலும் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. நீருக்கு அருகிலோ நீரின் மேலோ அமைந்துள்ள மின்சக்தி நிலையங்களில் நீருக்கடியில் தேக்கி வைத்தலைக் கையாளலாம் என்றும், பெரிய பிளாஸ்டிக்கினாலான கோள வடிவ அமைப்புகளை நீருக்கடியில் நிறுத்தி வைத்து அவற்றில் சேமித்து வைக்கலாம் என்றும் கருத்து தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது. ஹைட்ரஜனுக்கும் காற்றிற்கும் பதிலாக, ஹைட்ரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் பயன்படுத்தும்போது எரிதல் வெப்பநிலை (combustion temperature) 3,500°C அளவு கிடைக்கிறது. எரிக்கும் அறையில் (combustion chamber) நீரைச் சேர்த்துத்

தேவையான வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். ஆரம்ப வெப்பநிலை 2,000°C இருக்கும்போது, ஹைட்ரஜன் - ஆக்சிஜனால் - செலுத்தப்படும் சுழலியில் 60-70% ஆற்றல் இயங்கு திறத்தில் மின் ஆக்கம் செய்யலாம். இதை வழக்கமான நீராவிக்கொதிகலன்-சுழலி ஆக்கியின் 40% இயங்கு திறனுடன் (steam boiler-turbine generator efficiency) ஒப்பிடலாம். எனவே நீர்மின்பகுப்பின் ஒட்டுமொத்தமான இயங்குதிறம் ஹைட்ரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் மீளவும் எரித்து, மின் ஆக்கம் செய்வதால் கிடைக்கும் 40% இயங்குதிறத்தைத் தாண்டும் அளவுடையதாகும். எரிபொருள் மின் கலத்தில் ஹைட்ரஜனைத் தூய்மையான ஆக்சிஜனுடனோ காற்றுடனோ சேர்த்து 50-60% இயங்கு திறத்தில் ஆற்றலைப் பெறலாம். இது எரிபொருள் மின் கலங்களில் எரிபொருளாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. இவை குறைந்த ஆற்றல் அடர்த்தி கொண்ட ஆற்றல் மூலங்களாக இருப்பதால், இடம்விட்டு இடம் கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றவையாய் இல்லை. எரிபொருள் மின்கலங்கள், ஹைட்ரஜன் ஆற்றல் சேமிப்புடைய மின் ஆற்றல் உச்ச அமைப்புகளில் நம்பிக்கையூட்டுவனவாய் உள்ளன.

ஹைட்ரஜன் ஆக்கம். இயற்கை எரி வளிமம் அல்லது பெட்ரோலியத்தில், நீராவி மாற்றியமைக்கும் முறையில் ஹைட்ரஜனைப் பெரிய அளவில் தோற்றுவிக்கலாம். தற்போது தொழில் துறையில் ஆண்டிற்கு 20,000,000 டன்கள் (20x10⁹ கி.கி.) ஹைட்ரஜன் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு வருகிறது. எங்கெங்கு அம்மோனியாத் தொகுப்பு (ammonia synthesis) அல்லது ஏவுகணை எரிபொருள் தேவைக்கு, ஹைட்ரஜனின் தனித்தன்மை வாய்ந்த பண்புகள் தேவைப்படுகின்றனவோ அங்கெல்லாம் இம்முறை சிக்கனமாகவும், சிறப்பு வாய்ந்ததாகவும் உள்ளது. ஹைட்ரோகார்பன்களுக்கு மாற்றுப் பொருளாக, ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகத் தோற்றுவித்தல் ஒரு சிறந்த வழி என்ற கருதலாகாது. ஹைட்ரோகார்பன்களை நேரடியாக எரிபொருள்களாக, சிறப்பாகவும், மிகவும் சிக்கனமாகவும் பயன்படுத்தலாம். ஹைட்ரோகார்பன் நீர்ம எரிபொருள்கள் செறிவு தளர்ந்து வெறுமையாக்கப்பட்ட நிலையில், அதற்குமாறாக ஹைட்ரஜன் எரிபொருளைப் பயன்படுத்துவது

முதன்மையாகக் கருதப்பட்டது. நிலக்கரியிலிருந்தும் ஹைட்ரஜனை தயாரித்திடலாம். நிலக்கரியை வளிமமாக்கம் அல்லது நீர்மமாக்கும் முறைகளினால் (coal gasification or liquefaction) கிடைக்கும் பல்வேறுபட்ட எரிபொருள்களில், ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் அதில் ஒன்றாகவே அமைகிறது. 950°C வெப்பத்திலும், உயர் அழுத்தத்திலும், நிலக்கரியுடன் நீராவி வினைபுரிந்து, CO, CO₂, H₂ ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கின்றது. அடுத்தடுத்த வினைகளினால் எளிதாகப் பிரிக்கப்பட்ட CO₂வும் தூய்மையான ஹைட்ரஜனும் கிடைக்கின்றன.

வெப்பச் சுற்றில் (thermal cycle) மின்சாரம் உடனடி விளைபொருளாக இருக்கும்போதும், மின்பகுப்பு முறையில் குறைந்தது 60% ஆற்றல் இயங்கு திறத்தில் ஹைட்ரஜனைத் தோற்றுவிக்கலாம். உயர் வெப்ப நிலையிலும், அழுத்தத்திலும் இயக்கும்போது, மின்பகுப்பு முறையின் ஆற்றல் இயங்கு திறத்தினை உயர்த்தலாம். இதற்கு அதிக முதலீட்டு செலவு உண்டாகும். 21 ஆம் நூற்றாண்டில் மிகப் பெரிய ஆற்றல் மூலமாக அணுப்பிணைப்பு (nuclear fusion) முறையை உருவாக்கலாம். மேலும் வேக நியூட்ரானின் சக்தி (fast neutron energy) வெப்பச் சுழற்சிக்கு வெப்பம் வழங்க வகை செய்யும்.

இத்தகைய முறைகளில், ஒட்டுமொத்தமான சக்தி இயங்குதிறன் (overall energy efficiency) 40-60% ஆகும். இது மின் ஆற்றல் மின்பகுப்பு (electric power and electrolysis) வழிகளில் பெறப்படும் ஹைட்ரஜன் ஆக்கத்தின் ஒட்டுமொத்தமான இயங்கு திறனைவிட அதிகமாகவே உள்ளது.

ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் பொருளாதாரம் (hydrogen-fuel economy). ஹைட்ரஜன் பொருளாதாரத்தின் உந்து விசை (driving force) பல்வேறு சக்தி மூலங்களின் ஒப்பு அடக்க விலைகளைப் பொறுத்து அமையும். சூரிய ஆற்றல், பிணைப்புச் ஆற்றல் மூலங்கள் வளர்ச்சியடையும் வரை நிலக்கரியிலிருந்து ஹைட்ரஜனைப் பெறுதல் விரும்பத்தக்க இடைப்பட்ட வழி ஆகும். நீர் மின்பகுப்பு முறையில் பெறப்படும் ஹைட்ரஜன் மின் ஆற்றல் செலவுடன் இயற்கையாகவே நெருக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வளிமக்குழாய் வழியாக, ஹைட்ரஜனைப் பகிர்ந்து வழங்கலாம். வியாபாரப் பகுதி அல்லது வழங்கு பகுதிக்கு அருகாமையில் இதனை நீர்மமாக்கலாம். வளிமக்குழாய் வழியாகப் பகிர்ந்து ஹைட்ரஜனை வழங்கிடும் முறையில் அதனோடு ஒத்த இயற்கை எரிவளிமத்தைப் பகிர்ந்து வழங்குவதை 15% அளவு செலவு அதிகமாக இருக்கும். இது மேலும் இதனை ஒத்திருக்கின்ற மின் ஆற்றல் பகிர்வீட்டுச் செலவினைவிட மிகவும் சிக்கனமானது. எப்படியெனில் ஆற்றலைப் பயன்படுத்துபவர்களுக்கு குழாய் வழி ஹைட்ரஜன் வளிமத்தினை மட்டும் வழங்கி அதன் வழியாக எரிபொருள் மின்கலத்தில் மின்சாரத்தை ஆக்கலாம். ஹைட்ரஜனை வழங்கி அதனால் மத்திய மின் ஆக்கம் செய்யும் முறையைத் தேர்ந்தெடுப்பது சரிதானா என்பது பொருளாதாரச் சமன்பாட்டு முக்கியத்துவமுடையதாகும். ஹைட்ரஜன் எரிபொருட் பொருளாதாரத்தின் நோக்கம் யாதெனில் சுழற்சியுடைய காலவரம்பின்றி பெறக்கூடிய வளமிக்க சக்தி ஆக்கமாறுபாட்டு அமைப்பைத் (energy metabolism pattern) தேடுவதேயாகும்.

புதை படிவு ஹைட்ரோகார்பன்களுக்கு மாறாக, பொருளாதார வகையில் நீண்டநாள்க்கான மாற்று எரிபொருளாக நிலக்கரி கருதப்பட்டபோதிலும், பெட்ரோலியம் தீர்வு அடையும் காலத்திற்கும் அதிக காலம் வரை நிலக்கரியினைப் பெறும் நிலை இருந்தபோதிலும், அது கிடைக்கும் அளவு ஒரு வரம்பிற்கு உட்பட்டதே ஆகும். வளிமண்டல CO₂ அதிகமாவதனால் உலகத் தட்பவெப்பநிலையில் பெரிய மாற்றம் ஏற்படும். கடந்த 20 ஆண்டுகளில் தொகுப்பட்ட செய்திக் குறிப்புகளிலிருந்து நாம் கீழ்க்கண்டவற்றை அறிகிறோம். அதாவது ஆண்டிற்கு வளிமண்டல கார்பன் டை ஆக்சைடு 0.4% அளவிற்கு உயர்கிறது. மேலும் இந்த அளவு 1950-1970க்கு இடையில் மொத்தத்தில் 5% அளவிற்கும் மேலாக உயர்ந்துள்ளது. இந்நூற்றாண்டு முடிவுவரை கணக்கிடும்போது மற்றுமொரு 15% அளவில் CO₂ அதிகமாகும். உலகில் தயார் நிலையில் பெறத்தக்க நிலக்கரியினை எல்லாம் எரித்துவிடும்போது வளிமண்டலத்திலுள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு ஆறு மடங்கு உயர்ந்துவிடும். உலகத் தட்ப வெப்ப நிலையில் கார்பன்

வெளிப்பாட்டின் விளைவுகளை நாம் முழுமையாகப் புரிந்துகொள்ள முயல்வது அறிவுடைமையாகும். இதற்கிடையில் கார்பனைச் சாராத மாற்று எரிசக்தி அமைப்புகளின் மீது நாம் தீவிரமாகக் கவனம் செலுத்த வேண்டும். 21ஆம் நூற்றாண்டின் சக்தி அமைப்பில் அணுக்கருப் பிணைப்போ அல்லது சூரிய சக்தியோ முதன்மைச் சக்தியை வழங்கும் மற்றும் மின்சாரமும் செயற்கை வேதியியல் எரிபொருள்களும் சக்தியைக் கொண்டு செல்லும் அமைப்புகளாக உள்ளன. இந்நிலையில் ஹைட்ரஜன் பலவிதங்களிலும், மிகவும் விரும்பத்தக்க செயற்கை வேதியியல் எரிபொருளாக விளங்குகிறது.

ஜெ.சுப்பிரமணியன்

ஹைட்ரஜன் ஏற்றம்

பொதுவாக நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன்கள் (unsaturated hydrocarbons) ஹைட்ரஜனுடன் வினைகள் மூலமாகக் கூடுதலே, ஹைட்ரஜன் ஏற்றம் (hydrogenation) எனப்படும். இவ்வினை வெப்பம், அழுத்தம், வினையூக்கிகள் ஆகியவற்றால் ஊக்குவிக்கப்படும். பலவகை ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினைகள் உண்டு. அவைகளில் சில. 1. வினைவலி மிகுந்த மூலக்கூறுகளுடன் கூடும் வினை. 2. மூலப் பொருள்களின் மூலக்கூறு உடைந்து ஹைட்ரஜன் கூடும் வினை. 3. வினைகளின் மூலமாக வளையச் சேர்மங்கள் (cyclic compounds) தோன்றுதல்.

ஃபார்மைல் தொகுதி (formyl group) நைட்ரோ தொகுதி (nitro group) போன்றவற்றுடன் ஹைட்ரஜன் வினைப்படுதல், ஒடுக்க வினைகளாகக் (reduction) கருதப்படும்.

ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினையின் மூலமாக ஒரு குறிப்பிட்ட, விளைபொருளைப் பெறலாம். இது ஓர் எளிய வினையாகும்.

இவ்வினை தொழில் துறையில் பயன்மிக்கது. மெத்தில் ஆல்கஹால், நீர்ம எரிபொருள்கள், வனஸ்பதி, கொழுப்பு அமிலங்களிலிருந்து (fatty acids) அதே

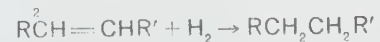
வகையைச் சார்ந்த ஆல்கஹால்கள், ஆல்டிஹைடுகளிலிருந்து ஆல்கஹால்கள், ஃபீனாலிலிருந்து வளைய ஃஹெக்சனால் (cyclohexanol), பென்சீனிலிருந்து வளையஃஹெக்சேன் (cyclohexane), ஹெக்சாமெத்திலின்டெட்ரமின் (hexamethylenetetramine) போன்ற சேர்மங்களைத் தயாரிக்க இவ்வினை மிகவும் பயன்படுகிறது.

ஹைட்ரஜன் பகுப்பு. இவ்வகை வினைகளில், மூலப்பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் உடைக்கப்பட்டு, ஹைட்ரஜனுடன் கூடி, விளைபொருளைத் தரும். நீரால் அல்லது அம்மோனியாவால் பகுக்கப்படும் வினைகள் போல், இங்கு ஹைட்ரஜனால் பகுக்கப்படும். ஹைட்ரஜன் பகுப்பின் போது, கார்பன்-கார்பன், கார்பன்-ஆக்சிஜன், கார்பன்-கந்தகம், கார்பன்-நைட்ரஜன் பிணைப்புகள் (bonds) உடைக்கப்பட்டு, ஹைட்ரஜன் கூடி விளைபொருளைத் தரும். எ-டு. டொலுயீனை (toluene) ஹைட்ரஜனால் பகுக்கும் போது; கார்பன்-கார்பன் பிணைப்பு உடைக்கப்பட்டு, ஹைட்ரஜனுடன் கூடி, பென்சீனும் மெத்தேனும் கிடைக்கும்.



இதுபோல், மெத்தில் லாரேட் (methyl laurate) ஹைட்ரஜன் பகுப்புக்கு உட்பட்டு, கார்பன்-ஆக்சிஜன் பிணைப்பு உடைக்கப்பட்டு, ஹைட்ரஜன் கூடி, லாரைல் ஆல்கஹாலும் (lauryl alcohol), மெத்தில் ஆல்கஹாலும் கிடைக்கும்.

வினையூக்க ஹைட்ரஜன் ஏற்றம். பல கரிமப் பொருள்கள் வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில் மிக எளிதில் ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினைக்கு உட்படும். அசெட்டிலீனும், அதன்வழிச் சேர்மங்களும் வினையூக்கியின் முன்னிலையில் ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினைக்கு உட்பட்டு, இரண்டு ஹைட்ரஜனுடன் மூலக்கூறுகள் கூடி நிறைவுறாச் சேர்மங்களைத் தரும்.

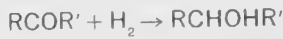


இவ்வினையில் R, R^1 என்பன அலிஃபாட்டிக் அல்லது

அரோமாட்டிக் தொகுதிகளாக இருக்கலாம். பொருத்தமான வினைச் சூழ்நிலையைப் பயன்படுத்தி மேற்கண்ட வினைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் நிறுத்த இயலும். பயன்படுத்தும், கரிமச் சேர்மங்களின் மூலக்கூறு எடைகளைப் (molecular weights) பொறுத்து, ஹைட்ரஜன் ஏற்றத்தை நீர்ம நிலையில் அல்லது வளிம நிலையில் நடத்தலாம். இதற்காகப் பொடி செய்யப்பட்ட பிளாட்டினம் பவேடியம் அல்லது நிக்கலை வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் (atmospheric pressure) வளிமநிலையில் அல்லது 200 வளிமண்டலம் வரையிலான அழுத்தத்தில் நீர்ம நிலையில், அரோமாட்டிக் சேர்மங்களை ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடையச் செய்யலாம். பின்னே சொல்லப்பட்ட முறையில்தான் பென்சீன், டொலுயீன், பாராசைமீன் போன்றவை நிக்கல் வினையூக்கியால், ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடையச் செய்யப்படுகின்றன. இதே முறையில் தான், நாஃப்தலீனும், பதிலீடு செய்யப்பட்ட நாஃப்தலீனும் (substituted naphthalene) ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைந்து டெட்ரா அல்லது டெக்காஹைட்ரோநாஃப்தலீன் (tetra- or deca-hydronaphthalene) அல்லது அதன் வழிச்சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன.

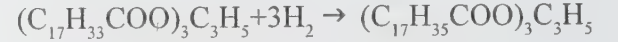
ஆல்டிஹைடுகளும் (aldehydes) கீட்டோன்களும் (ketones) ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைந்து, அதே கார்பன் எண்ணிக்கையுள்ள ஆல்கஹால்களைத் தரும்.



இதில் 'R' என்பது அலிஃபாட்டிக் அல்லது அரோமாட்டிக் தொகுதியாகும். 'R' என்பது மேற்படி தொகுதியாகவோ ஹைட்ரஜனாகவோ இருக்கலாம். பொதுவாக 'R' ஓர் அரோமாட்டிக் தொகுதியாக இருக்குமானால், ஆல்கஹால் கிடைத்தவுடன் வினையை நிறுத்துவது மிகவும் கடினம். பொதுவாக R-CH₂-R¹ என்ற வகை ஹைட்ரோகார்பன் தான் விளைபொருளாக இருக்கும். கீட்டோன்களைவிட, ஆல்டிஹைடுகள் இவ்வகை வினைக்கு வேகமாக உட்படும். எனினும், அறை வெப்ப நிலையில் இரு கார்பனைல் சேர்மங்களும் ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைவதற்கும் பல எடுத்துக்காட்டுகள் உண்டு. இந்த ஏற்ற வினையின்

போது 1 முதல் 10 விழுக்காடு வரை நீர் சேர்க்கப்படுவதால் ஈதர் (ether) தோன்றுவது தடுக்கப்படும்.

மற்ற முறைகள். சோயாபீன் எண்ணெய், பருத்தி விதை எண்ணெய் போன்ற தாவர எண்ணெய்களையும், மீன்கள், திமிங்கலம் போன்ற உயிர்ப் பொருள்களின் எண்ணெய், கொழுப்பு ஆகியவற்றை மேலும் கடினப்படுத்த அவை பகுதியளவு ஹைட்ரஜன் ஏற்றத்திற்கு உட்படுத்தப்படும். இதனால், இவ் எண்ணெய்களும், கொழுப்புகளும் சில குறிப்பிட்ட இயல்பு, வேதிப்பண்புகளைப் பெற்று வீடுகளிலும், தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படப் பொருத்தமாக மாற்றப்படுகின்றன. இம் முறையில் பொதுவாக நிறைவுறா கிளிசரைடுகள் (unsaturated glycerides) 100°C முதல் 750°C வரையில் 1 முதல் 14 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் நிறைவுறா கிளிசரைடுகளாக ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடையச் செய்யப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ஒலியீன் (olein) நிக்கல் வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில், ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைந்து ஸ்டீயரின் (stearin) ஆக மாறுகிறது.



எண்ணெய்களையும், கொழுப்புகளையும் கடினப்படுத்தும் (hardening of fats and oils) போது கார்பன்-கார்பன் இரட்டை பிணைப்பு (-C=C-double bond) மட்டுமே உடைக்கப்பட்டு, ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைகிறது. ஆனால் எஸ்டர்களையும் (esters) கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களையும் ஹைட்ரஜன் கொண்டு பகுக்கும்போது கார்பன்-ஆக்சிஜன் பிணைப்புகள் உடைக்கப்படுகின்றன.



இவ்வகைச் சேர்மங்களில் உள்ள இரட்டைப் பிணைப்புக்கள் (double bonds) ஒடுக்கப்படவும் செய்யலாம். இவ்வகை வினைகள் 350 முதல் 400°C வரையில் தாமிரம்-அம்மோனியம் குரோமேட் வினையூக்கியின் முன்னிலையில் எளிதில் நடைபெறுகின்றன.

கார்பன் மோனாக்சைடு ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைந்து மெதில் ஆல்கஹாலைத் தருகிறது.



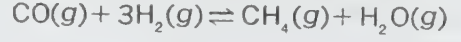
இவ்வினையில், பருமன் குறைவு ஏற்படுவதால் மிக அழுத்தம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. துத்தநாகம், குரோமியம், மாங்கனீஸ் அல்லது அலுமினியம் போன்ற உலோக ஆக்சைடுகளின் கலவைகள் வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

பெட்ரோலியம், தார் எண்ணெய், நிலக்கரி, போன்றவைகளும் ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடையச் செய்யப்படும். இதன் மூலமாக, மூலப் பொருளின் தரத்தையும், தரம் குறைவான கன எண்ணெய்களை (heavy oil), தரம் உயர்ந்த பயன்மிக்க எரி எண்ணெய்களாகவும் (fuel oil) லிக்கைட், நிலக்கரி போன்ற திண்ம எரிபொருட்களை, நீர்ம எரி பொருட்களாகவும் மாற்றலாம்.

இந்த ஹைட்ரஜன் ஏற்றத்தின் போது பெரும் மூலக்கூறுகள், சிறியவைகளாகச் சிதைவடைதல், ஹைட்ரோசல்ஃபோன் ஏற்றம் (hydrosulphonation) அல்க்கைல் தொகுதி நீக்கத்துடன் (dealkylation) ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைதல் போன்ற செயல்கள் நடைபெறும். பொருத்தமான வினையூக்கியை தேர்ந்தெடுத்தும் பொருத்தமான வினைச் சூழ்நிலையைப் பயன்படுத்தியும் விரும்பும் பொருட்களை நாம் தயாரிக்கலாம். வினையூக்கியின் செயல்திறனை அழிக்கும் கந்தகம், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் போன்றவற்றை, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, அம்மோனியா, நீர் ஆகிய பொருட்களாக மாற்றி வெளியேற்ற வேண்டும். இவ்வாறாக, வினையூக்கி ஹைட்ரஜன் ஏற்றம் தொழில்துறையில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

வெப்ப இயக்கவியல். பொதுவாக ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினைகள் மீளும் வினைகளாகும் (reversible reactions). வினையூக்கிகள் ஓர் வினையின் வேகத்தை மட்டும் மாற்றவல்லவை. ஓர் சேர்மத்தின் அடிப்படையிலே வினையுரியும் தன்மையை மாற்ற இயலாது. ஓர் வினை நடைபெறுமா அல்லது நடைபெறாதா என்று அறிய,

அவ்வினையின் கட்டுறா ஆற்றல் (free energy, DG) DG ஐக் கணக்கிடல் வேண்டும். கீழ்க்கண்ட வினையில் 400°C உள்ளாற்றல் (enthalphy) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



$$-40,500 + 0 + \Delta G = -3600 - 50,000$$

$$G = -13,100 \text{ cal at } 400^\circ\text{C} \text{ (1 cal} = 4184 \text{ J)}$$

மொத்தத்தில் இவ்வினையின் மூலமாக கட்டுறா ஆற்றல் குறைகிறது. ஆகவே கார்பன் மோனாக்சைடை எளிதில் மெத்தேனாக ஒடுக்க முடியும்.

ஹைட்ரஜன் ஏற்றவினைகள் பொதுவாக வெப்பம் உமிழ் வினைகளாகும். அல்கீன்களை அல்க்கீன்களாக ஹைட்ரஜன் ஏற்றம் செய்யும்போது மோல் (mole) ஒன்றுக்கு 28 முதல் 30 கலோரிகள் வெப்பம் வெளிவிடப்படும். பென்சீனை வளைய ஹைக்கீனாக மாற்றும்போது மோல் ஒன்றுக்கு 50 கலோரிகள் வெளியிடப்படும். இவ்வாறு வெளியிடப்படும் வெப்பம், வெப்பபரிமாற்றிகளால் (heat exchangers) உறிஞ்சப்பட்டு, தேவையான இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும்.

வெப்பத்தின் விளைவு. எல்லா வினைகளைப் போலவே இங்கும், வெப்ப நிலை மாற்றம் வினை வேகத்தில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். பொதுவாக ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினை, வெப்பம் உமிழ் வினை என்பதால், வெப்பநிலை உயர்வு ஹைட்ரஜன் ஏற்ற வினையின் வேகத்தைக் குறிக்கிறது.

மூலப் பொருளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வினைத்தொகுதி இருக்குமானால் அதிக வெப்பநிலையில் வினையை நடத்தும்போது, குறிப்பிட்ட வினை பொருள் கிடைப்பதில்லை. எனவே ஹைட்ரஜன் ஏற்றம் குறைவான வெப்ப நிலையிலேயே நடத்தப்படுகிறது. எனினும் வினைப் பொருளின் தன்மை, வினையூக்கியின் தன்மை

முதலியவற்றைப் பொறுத்து, தொழிற்சாலைகளில் குறைந்தது 500°C வரையிலான வெப்பநிலை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அழுத்தத்தின் விளைவு. பயன்படுத்தப்படும் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தின் அழுத்தத்தை அதிகரிப்பதற்கு ஏற்ப ஹைட்ரஜன் ஏற்றம் துரிதமாக நடைபெறும். முக்கியமாக விளைபொருட்களின் பருமன் (volume) குறையும் விளைகளில், அதிக அழுத்தம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. எனினும் பொருளாதாரக் காரணங்களால், ஹைட்ரஜன் ஏற்ற விளைகள் எங்கும் 300 காற்று மண்டல அழுத்தத்திற்கு மேல் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

வினைவேகயூக்கிகள். பொதுவாக, தொழிலகங்களில் பயன்படுத்தப்படும் வினைவேகயூக்கிகள் திண்ம நிலையில் உள்ள உலோக ஆக்சைடுகள், அல்லது அவைகளின் உப்புக்களாக இருக்கும். பயன்படும் விதத்தைப் பொறுத்து, வினையூக்கிகள் வகையீடு செய்யப்படும். அல்க்கைன்கள், அல்கீன்கள், ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் போன்றவைகளை ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடைச் செய்ய வலுமிகு வினையூக்கிகளான நிக்கல், கோபால்ட் போன்றவற்றின் ஆக்சைடுகள் அல்லது சல்ஃபைடுகள் பயன்படுத்தப்படும். ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் ஆகியவற்றைப் படிப்படியாக ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடையச் செய்ய, வினைவலி குறைவான மென்மையான வினையூக்கிகளான தாமிரம், துத்தநாகம், குரோமியம், பிளாட்டினம், ப்லேடியம் உலோகம் அல்லது அவைகளின் ஆக்சைடுகள் பயன்படுத்தப்படும். மாலிப்டினம் சல்ஃபைடு, முக்கியமாக டங்ஸ்டன் டைசல்ஃபைடு, மித அழுத்தத்தில் பயன்படுத்த, பொருத்தமான, வினையூக்கிகளாகும். இவ்வினையூக்கிகள் நிறைவுறா ஹைட்ரோ கார்பன்களை நிறைவுறச் செய்யும். C-C, C-O, C-N பிணைப்புகளை உடைக்கவும் பயன்படுகிறது.

சாதனங்கள். பொதுவாக இருவகை சாதனங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. முதல் வகையில் திண்மம் அல்லது நீர்ம வினைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம். இந்த சாதனத்தின் உட்பகுதியில் கலக்கி (agitator) ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது

வினைப்பொருள், வினையூக்கி ஆகியவற்றை இரண்டறக் கலக்கும். ஹைட்ரஜன் வளிமம் மீண்டும் வினைப்பொருளின் மேல் செலுத்தப்படும். இம்முறையில் தான் தாவர எண்ணெய்கள், விலங்குகளின் கொழுப்புகள் முதலியன ஹைட்ரஜன் ஏற்றமடையச் செய்யப்படுகின்றன.

இரண்டாம் வினையில், நீண்ட வடிவுள்ள உலையில் வினையூக்கிப் படுக்கைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். வினைப்பொருள் பொருத்தமான வெப்பநிலைக்குச் சூடு செய்யப்பட்டு, மெத்தில் ஆல்கஹாலாக மாற்றப்படுகிறது.

பொதுவாக இவ்வினைக்குரிய கருவிகள் அதிக அழுத்தத்தையும், வெப்ப நிலையையும் தாங்கக் கூடியவையாக அமைக்கப்படும். (காண்க: ஹைட்ரஜன், இறக்கம், ஆக்சிஜன் இறக்கம், ஆக்சிஜன் ஏற்றம்).

பி.ஈ.எம்.வியாகத் அலிகான்

துணைநூல். McGraw-Hill Encyclopaedia of Science and Technology, Vol.I, Fourth Edition, New York, 1977.

ஹைட்ரஜன் சயனைடு

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு HCN; இது நிறமற்ற, குறிப்பிட்ட மணமுடைய வளிமம். மிகையான நச்சு தன்மையுடையது. கொதிநிலை 26°C; உருகுநிலை -14°C; நிலைமாறு வெப்பநிலை 183.5°C; நிலைமாறு அழுத்தம் 50 வளிமண்டலம். அடர்த்தி 0.20 கி/செ.மீ³; அடர்த்தி எண் 0.697 (18°C). ஹைட்ரஜன் சயனைடு இருவித மாற்றிய வடிவில் உள்ளன. 1.HCN- சயனைடுகளை உண்டாக்குவது, 2. HNC- ஐசோ சயனைடுகளை உண்டாக்குவது. ஹைட்ரஜன் சயனைடு நீர், ஆல்கஹால், ஈதர் ஆகிய கரைப்பான்களில் அனைத்து விகிதங்களிலும் கரையும். இச்சேர்மம் வணிகத்தில் 2-10% (எடையளவில்) HCN கொண்ட நீரியக் கரைசலாக

விற்கப்படுகிறது. பெரும்பாலான பயன்பாடுகளில் HCN உடனடியாகத் தயாரிக்கப்பட்டு பயன்படுத்துவதால் இதனைச் சேமித்து வைக்கும் அபாயமும்; கையாள்வதில் நேரக்கூடியத் தீங்கும் அகற்றப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் சயனைடு சிவப்பு-ஊதாச் சுவாலையுடன் எரிகிறது. இதனால் CO₂, N₂, H₂O ஆகியன உண்டாகின்றன. HCN நீரியக் கரைசல் மெதுவாக சிதைவடைந்து அம்மோனியம் ஃபார்மேட்டை உண்டாக்குகிறது.



ஒளி மிகுந்த இடங்களைவிட ஒளி குறைவான பகுதிகளில் சிதைவடைதல் நிகழ்வு மெதுவாக ஏற்படுகிறது. ஆப்ரிகாட்டுகள், கசப்பான பாதாம் வகைகள், செர்ரி பழ வகைகள் ஆகியவற்றில் சில HCN பெறுதிச் சேர்மங்கள் - குளுக்கோசைடாக (அமைல்காலின்) செறிந்துள்ளது.

தயாரிப்பு. பிளாட்டினம் வினைவேகமாற்றி உடனிருக்க அம்மோனியா, மெத்தேன், காற்று ஆகியன பகுதி எரிதல் வினையில் ஈடுபடுவதால் ஹைட்ரஜன் சயனைடு உண்டாகிறது. இவ்வினை 900-1000°C வெப்பநிலையில் நிகழ வேண்டும். இதனால் ஏறத்தாழ 55-60% என்ற அளவில் விளைபொருள் கிடைக்கிறது.



மற்றொரு முறையில் மெத்தேன் 1200-1300°C வெப்பநிலையில் பிளாட்டின வினையூக்கியின் மேல் அம்மோனியா வளிமத்துடன் வினைபுரிவதால் HCN கிடைக்கிறது. இன்னொரு முறையில் மெத்தேன், புரோப்பேன் கலவை அம்மோனியாவுடன் வினைப்படுகிறது. இதற்கு ஏறத்தாழ 1510°C வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது.



தயாரிக்கப்படும் HCN இல் பெரும்பகுதி பல்வேறு வேதிப் பொருள் தயாரிப்பிலும், கரிமச் சேர்மத் தொகுப்புகளில் பயன்படும்

இடைநிலைப்பொருள்கள் தயாரிக்கவும் உதவுகிறது. சில சமயங்களில் HCN வளிமம் நுண்ணுயிர் கொல்லியாகப் (disinfectant) பயன்படுகிறது. தாதுப்பொருள் செறிவூட்டலிலும், உலோகத் தயாரிப்பிலும் சயனைடுகளின் பயன் குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

ஹைட்ரஜன் சயனைடு ஹைட்ரஜனுடன் 140°C இல் மாற்றி (எ-டு: பிளாட்டினம் கருப்பு) உடனிருக்க வினைப்பட்டு மெத்தில் அமினை உண்டாக்குகிறது. நீர்த் சல்ஃபூரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுவதால் ஃபார்மமைடும், அம்மோனியம் ஃபார்மேட்டும் விளைகின்றன. சூரிய ஒளியில் குளோரினுடன் வினைப்படுவதால் சயனோஜன் குளோரைடும் (CNCL) ஹைட்ரஜன் குளோரைடும் உண்டாகின்றன. ஹைட்ரஜன் சயனைடின் முக்கிய வினை ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோன்களுடன் வினைப்படுதலாகும். இதனால் சயன் ஹைட்ரின்கள் விளைகின்றன. எ-டு. அசெட்டால்டிஹைடு சயன்ஹைட்ரின் இந்த சயன் ஹைட்ரின்களை எளிதில் α-ஹைட்ராக்கி அமிலங்களாக மாற்றலாம். எ-டு. α-ஹைட்ராக்கி புரோட்டியோனிக் அமிலம்.

உலோக சயனைடுகள் 1. நீரில் கரைவன. எ-டு. சோடியம் சயனைடு, பொட்டாசியம் சயனைடு, மெர்குரிக் சயனைடு, அருவஸ் சயனைடு (Au(CN)₂). நீரில் கரையாதன, எ-டு. வெள்ளி சயனைடு, குப்ரஸ் சயனைடு (CuCN)₃, அணைவுப் பிணைப்புடையவை (complex), (அ) நீர்த்த H₂SO₄ கரைசலால் சிதைவுறுபவை. ஆனால் நீர்த்த NaOH ஆல் பாதிக்கப்படாதவை. எ-டு: சோடியம் வெள்ளி சயனைடு (NaAg(CN)₂) சோடியம் குப்ரஸ் சயனைடு (NaCu(CN)₂) (ஆ) நீர்த்த (NaOH) உடன் சேர்வதால் அமிலமாக மட்டும் மாறுதல் மற்றும் நீர்த்த NaOH உடன் வினைப்படுதல். எ-டு: பொட்டாசியம் ஹெக்சாசயனோ ஃபெர்ரேட் (II) (K₄Fe(CN)₆) நீர்த்த H₂SO₄ உடன் வினைப்படுவதால் ஹெக்சா சயனோ ஃபெர்ரிக் (II) அமிலமாக மாற்றமடைகிறது. நீர்த்த NaOH உடன் வினைப்படுவதால் குப்ரிக் ஹெக்சா சயனோ ஃபெர்ரேட் (Cu₂Fe(CN)₆) குப்ரிக் ஹைட்ராக்கைடைக் கொடுக்கிறது.

சோடியம் சயனைடு கரைசல் சில

உலோகங்களில் பின்வரும் முறைகளில் கரைகிறது. 1. ஆக்சிஜனை உட்கவர்ந்து, எ-டு: தங்கம், வெள்ளி, பாதரசம், காரீயம், (2) ஹைட்ரஜனை வெளிவிட்டு. எ-டு. தாமிரம், நிக்கல், இரும்பு, துத்தநாகம், அலுமினியம், மக்னீசியம், திண்ம சோடியம் சயனைடை சில ஆக்சைடுகளுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது (எ-டு.) காரீய மோனோ ஆக்சைடு, ஸ்டானிக் ஆக்சைடு). ஆக்சைடுகளின் உலோகங்களும் சோடியம் சயனேட்டும் (NaCNO) கிடைக்கின்றன. இருவகையான எஸ்ட்டர்கள் அறியப்பட்டுள்ளன. அவை சயனைடுகள் அல்லது நைட்ரைல்கள் மற்றும் ஐசோ சயனைடுகள், ஐசோநைட்ரைல்கள் அல்லது கார்பைலமீன்கள் ஆகியன. இரண்டாவதாக குறிப்பிடப்பட்டவை மிகுந்த நச்சுத் தன்மையானவை, கெடு நாற்றம் மிக்கவை.

மெத்தில் சயனைடு (CH_3CN) பின்வரும் வழிமுறைகளில் பெறப்படுகின்றன. 1. மெத்தில் அயோடைடு, பொட்டாசியம் சயனைடு ஆகியன வினைப்படுவதால், 2. அசெட்டமைடு, பாஸ்பரஸ் பென்டாக்சைடு ஆகியன வினைபுரிவதால் இதன் கொதிநிலை 82°C மெத்தில் ஐசோசயனைடின் (CH_3NC) கொதிநிலை 66°C . இது மெத்தில் அயோடைடும் வெள்ளி சயனையும் வினைபுரிவதாலும் மற்றும் மெத்திலமீன், குளோரோஃபார்ம் NaOH ஆகியவற்றை வெப்பப்படுத்துவதாலும், பெறப்படுகிறது. எத்தில் ஐசோசயனைடின் ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NC}$) கொதிநிலை 78°C ; ஃபீனைல் ஐசோ சயனைடின் கொதிநிலை 78°C (40 டார் அழுத்தத்தில்).

காரீய மோனோ ஆக்சைடு அல்லது டைஆக்சைடு, மாங்கனீஸ் டைஆக்சைடு அல்லது டைகுரோமேட் போன்ற ஆக்சிஜன் வழங்கு வினைப் பொருள்களால் சயனைடுகள் ஆக்சிஜனேற்றமுறும்போது சயனேட்டிகள் உண்டாகின்றன.

த.தெய்வீகன்

ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு

இது நிறமற்ற, மணமுள்ள வளிமம், மூலக்கூறு வாய்பாடு

உருகுநிலை -82.9°C ; கொதிநிலை -59.6°C ; அடர்த்தி எண் 1.1895. இவ்வளிமத்தை கவனமாக பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனெனில் இது நச்சுத்தன்மையும், வெடிக்குந்தன்மையும் வாய்ந்தது. எரிதலின்போது குறிப்பிடத்தக்க அளவு வெப்பத்தை ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வெளிவிடுகிறது. (6230 கலோரிகள்/லிட்டர், 15.6°C இல்) பெரும்பாலான சல்ஃபைடுகளை அமில நீராற்பகுப்பு செய்வதால் இவ்வளிமத்தைப் பெறலாம்.

ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடன் நீரியக் கரைசல் ஹைட்ரோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம் எனப்படுகிறது. இவ்வமிலம் மெதுவாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கந்தகமாக மாறுகிறது. ஹைட்ரோ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் ஒரு வீரியமிகு ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகும். இந்நிகழ்வில் பொதுவாக கந்தகம் பிரிகை அடைகிறது. எ-டு: நைட்ரிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து நைட்ரிக் ஆக்சைடும், அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் சல்ஃபர் டைஆக்சைடும், பெர்மாங்கனேட்டுடன் மாங்கனீஸ் அயனியும், டைகுரோமேட்டுடன் குரோமிக் அயனியும் (அமிலம் உடனிருக்கும்போது) உண்டாகின்றன. ஃபுரூரின், குளோரின், புரோமின், அயோடின் ஆகியன ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடுடன் வினைப்பட்டு அவற்றையொத்த ஹாலஜன் அமிலங்களை உண்டாக்குகின்றன. கன உலோகக் கரைசல்கள் ஊடே ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைச் செலுத்தும்ம போது அவ்வுலோகங்களின் சல்ஃபைடுகள் உண்டாகின்றன. உண்டாகின்றன. இவ்வினையே வெள்ளி உலோகம் மாசடைவதற்குக் காரணமாக அமைகிறது. மேலும் பண்பறிப் பகுப்பாய்வில் மேற்சொன்ன உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தலில் இவ்வினையேப் பயன்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு பெரும்பாலான கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினைபுரிகிறது.

உலோக சல்ஃபைடுகளும், அல்புமின் பொருள்களும் சிதைவடைவதால் ஹைட்ரஜன் சல்பைடு வளிமம் உண்டாகிறது. மேலும் இவ்வளிமம் பல செயற்கைத் தொகுப்பு முறைகளில் துணைப் பொருளாகவும் உண்டாகிறது. எ-டு: ரப்பர், விஸ்கோஸ் ரேயான், பெட்ரோலியம் மீதூய்மையாக்கல், சாயமிடல், தோல்பதனிடல் ஆகிய

செயல்முறைகளில் இவ்வளிமம் பெறப்படுகிறது. பொதுவாக ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமம் சல்ஃபைடுடன் அமிலத்தைச் சேர்க்கும்போது விளைகிறது. எ-டு: இரும்பு பைரைட்டுக் கனிமங்களுடன் வினைப்படுத்தியோ தயோ அசெட்டமைடை வெப்பப்படுத்தியோ இதனைப் பெறலாம். தொழிலகங்களில் பெற பயன்படும் முறைகளாவன: 1) சல்ஃபைடை அமிலத்துடன் வினைப்படுத்தல்; 2. கந்தகத்துடன் காரத்தை வினைப்படுத்தல்; 3. கந்தகமும் ஹைட்ரஜனும் நேரடியாக வினைப்படுத்தல். பெருமளவில் துணைபொருளாக வெளிப்படும் வளிமத்தை பொதுவாக கந்தகத் தனிமமாகவோ சல்ஃபியூரிக் அமிலமாகவோ மாற்றிவிடுவர்.

இதன் முக்கியத் தொழிலகப் பயன்களாவன 1) சோடியம் சல்ஃபைடு, சோடியம் ஹைட்ரோ சல்ஃபைடு போன்ற சல்ஃபைடுகள் தயாரித்தல், 2) தயோஃபீன்கள், மெர்காப்டன்கள், கரிம சல்ஃபைடுகள் போன்ற கரிமச் சேர்மங்கள் தயாரிப்பில், 3) போன்றவற்றை பயன்படுத்தப்பட்ட வினைவேகமாற்றிகளிலிருந்து வெளியேற்றுத்தல், 4) மிகை அழுத்த நிலைகளில் பயன்படும் உயவுப்பொருள்கள் தயாரிப்பு, 5) வண்ண தொலைக்காட்சி குழாய்களில் அருமண் ஒளிப்பான்கள் தயாரிக்க.

த.தெய்வீகன்

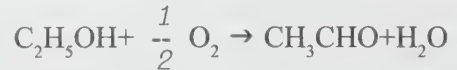
ஹைட்ரஜன் நீக்கம்

இது ஒரு மூலக்கூறிலிருந்து ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படும் வினை(dehydrogenation). இவ்வினை அதிக வெப்பம் உட்கொள்ளும் வினை. எனவே, வினைக்கு வேண்டிய வெப்பநிலை தொடர்ந்து இருப்பதற்கு வெப்பம் அளிக்கப்படவேண்டும். நீக்கப்படும் ஹைட்ரஜன் உடனுக்குடனேயே ஆக்சிஜனேற்றப்பட்டால் (oxidation) இரண்டு பலன்கள் கிட்டுகின்றன. வினைக்கு உட்படும் பொருள்கள் விளைவுப் பொருள்களாகும்; மாற்றம் அதிகரிக்கிறது. ஏனென்றால் சமநிலை அடர்வு விளைவுப் பொருள்கள் (equilibrium concentration of

products) பக்கம் தள்ளப்படுகிறது. வெப்பம் வெளியிடும் ஆக்சிஜனேற்றம் வினைக்கு வேண்டிய வெப்பத்தை அளிக்கிறது. இம்மாதிரியான வினைகள் ஆக்சிஜனேற்ற ஹைட்ரஜன் நீக்கம் எனப்படும். ஆனால், சில சமயங்களில் வினைக்கு உட்படும் மூலக்கூறு பல துண்டுகளாக நொறுங்கிப் போவதைத் தவிர்க்க அதிக அளவில் வினைக்கலவையில் ஹைட்ரஜன் செலுத்தப்படுவது உண்டு.

தொழிலியலில், ஹைட்ரஜன் நீக்கச் செயல்முறைகள் சிறப்பாக ஆவிநிலையில் வினையூக்கிகளின் உதவியுடன் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், வினையூக்கிகளின் உதவியின்றியே ஐசோபியூட்டேன் வெப்பத்தால் ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்டு புரோப்பிலீனாகவும் ஐசோபுரோப்பிலீனாகவும் மாற்றப்படுகிறது. மேலும், அதிக கொதிநிலையுடைய ஆல்கஹால்கள் நீர்ம நிலையில் தூளாக்கப்பட்ட வினையூக்கிகளின் (எ-டு: ரானேநிக்கல்) உதவியால் ஹைட்ரஜன் ஈர்க்கப்படலாம். செயல் முறையில் வினைக் கலவையில் காற்று செலுத்தப்படலாம். இதனால் ஹைட்ரஜன் உடனுக்குடனேயே ஆக்சிஜனேற்றப்படுகிறது.

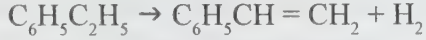
மாதிரிகள். ஹைட்ரஜன் நீக்க வினைகளில் முக்கியமானவை பின்வருவன. ஆவிநிலையில் ஓரிணைய ஆல்கஹால்கள் வெள்ளி, செம்பு முதலிய வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில் 550°C வெப்பநிலையில் ஆல்டிஹைடுகளாக மாற்றப்படுதல்.



ஆவிநிலையில் ஈரிணைய ஆல்கஹால்கள் செம்பு வினையூக்கியின் முன்னிலையில் 300°C வெப்பநிலையில் கீட்டோன்களாக மாற்றப்படுதல். (எ-டு: ஐசோபுரோப்பைல் ஆல்கஹாலிலிருந்து அசெட்டோன்; ஈரிணைய - பியூட்டைல் ஆல்கஹாலிலிருந்து (secondary - butyl alcohol) மெத்தில் எத்தில் கீட்டோன்.



பக்கத்தொடரின் ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படுதல் (எ-டு: எத்தில் பென்சீனிலிருந்து இரும்பு வினையூக்கியின் உதவியால் 600°C வெப்பநிலையில் ஸ்டீன் தயாரித்தல்.



எல்லா ஹைட்ரஜன் நீக்க முறைகளும் தொழில் முறையில் மிகப் பயனுள்ளவை. அதிக அளவில் தயாரிக்கப்படும் உயவுகள் (lubricants), வெடிமருந்துகள், சாயங்கள், பூச்சிக் கொல்லிகள் (insecticides) பிளாஸ்டிக்குகள், ரப்பர் போன்ற பொருள்கள் ஆகிய பலவிதமான பொருள்களின் உற்பத்தியில் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் பயன்படுகிறது.

எ.பி.மகாதேவன்

துணைநூல். Sybil P.Parker (Edr.) McGraw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, New York, 1983.

ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு

வேதியியற் சேர்மங்களிடையே அமைந்துள்ள பிணைப்புகளில் இது ஒரு வகைப்படும். ஒரு மூலக்கூற்றின் ஏதேனும் ஓர் அணுவுடன் (A) பிணைக்கப்பட்ட ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவுக்கும், அதே மூலக்கூற்றில் அல்லது அருகிலுள்ள பிறிதொரு மூலக்கூற்றில் உள்ள மற்றொரு அணுவிற்கும் (B) இடைப்பட்ட, உறுதியற்ற பிணைப்புக்கு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு (hydrogen bond) எனப் பெயர். A, B ஆகிய இரண்டு அணுக்களும், F₂, O₂, N₂ போன்ற உறுதிமிக்க எதிர்மின் பண்பு (electro negative) உடையனவாக இருந்தால் இதனால் உண்டாகும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பும் மிக உறுதியுடையதாக இருக்கும். அவ்வாற்றி, குளோரோஃபார்ம் அல்லது அசெட்டிலீன் ஆகியவற்றில் உள்ள, சற்று அதிகமான அமிலத்தன்மை கொண்ட C-H புரோட்டான்களுக்கும், ஒலிஃபீன் அல்லது அரோமேட்டிக் π எலெக்ட்ரான்களுக்கும் இடையில் ஏற்படும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உறுதி

குறைந்து காணப்படும். இப்பிணைப்புகள் திண்மம், நீர்ம, வளிமம் ஆகிய மூன்று நிலைமைகளிலும் உருவாகும் நீரின் மூலக்கூற்றமைப்பில் பரந்து விரிந்து அமைந்துள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளே, அதன் தன்னிகரற்ற நீர்மப் பண்புகளுக்கும், அது கரைப்பானாகத் திறனுள்ள வகையில் திகழ்வதற்கும் காரணமாகின்றன.

இதன் வலிமை அவ்வளவு அதிகமானதன்று. மிகவும் பலவீனமான வான்டெர்வால்ஸ் இடையீட்டு (vanderwaals interactions) ஆற்றலை விட இது மிகவும் அதிகமானது. ஆனால், சாதாரணமான வேதிப் பிணைப்பாற்றலைவிட மிகவும் குறைவானது. இதன் அளவு ஏறத்தாழ 5 கிலோ கலோரிகள்/மோல் ஆகும்.

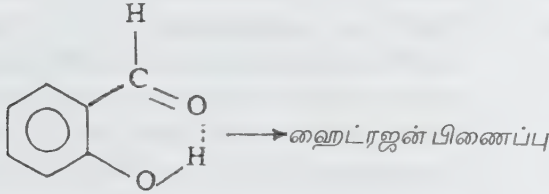
இப்பிணைப்புகளின் குறைந்த ஆற்றல் அளவுகளின் காரணமாகவே இவை அமைந்துள்ள சேர்மங்களில் இணக்கச் சமநிலைகள் உருவாகின்றன. இத்தகைய சமநிலைகள் பல்வேறு மூலக்கூற்றுக் கோவைகளை (molecular aggregates) உண்டாக்குகின்றன. இவற்றை மூலக்கூறுகளின் வேதியியற் பண்புகளுக்கு எத்தகைய ஊறும் நேராவண்ணம் பிரித்தெடுக்க இயலும். இவ்விணக்கச் சமநிலைகள் அதிவிரைவான மீள்தன்மை கொண்டவை. இச்சேர்மங்களின் அளந்தறியக்கூடிய ஒவ்வொரு பண்பையும் இப்பிணைப்புகள் பாதிக்கும். எ-டு. ஆவிஅடர்த்தி, வளிமச் சீர்மையின்மை (gas imperfection), ஒலியேற்கும் பண்புகள் (acoustics) இணைமின் (dielectric) குணங்கள், ஆவியழுத்தம், கடத்து திறன், படிக அமைப்பு, அகச்சிவப்பு (infra red), புற ஊதா (ultra violet), அணுக்கருக்காந்த உடனியைவு (nuclear magnetic resonances) நிறமாலை போன்ற எல்லாப் பண்புகளும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

என்றாலும், இப்பிணைப்புகளின் ஆய்வில், எளிதில் புலனாகும். விளைவுகளைத் தெளிவாகத் தரக்கூடிய அகச்சிவப்பு நிறமாலை பெரிதும் துணைபுரிகின்றன. இந்நிரல்களில் பிணைப்பு நீட்சிப்பட்டை (bond stretching band) கீழ் அதிர்வெண்களுக்குத் (frequencies) தள்ளப்படுவதுடன், நிரல்பட்டை அகன்றும் (broad) பன்மடங்கு திண்மையுடனும் (intensity)

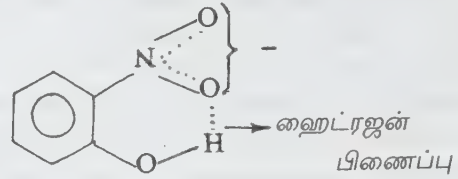
காணப்படுகிறது. மேலும் புரோட்டான் காந்த உடனிசைவு நிரல்களின் புரோட்டான் உடனிசைவு, தாழ் புலங்களுக்குத் (lower fields) தள்ளிவிடப்படுகிறது.

ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் பொதுவாக இரண்டு வகைப்படும். முதலாவதான அக மூலக்கூற்று (intramolecular) ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு ஒரே

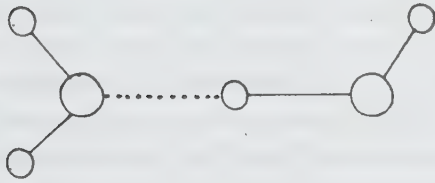
மூலக்கூற்றில் காணப்படுவது. சாலிசைலால்டிஹைடு, ஆர்த்தோ-நைட்ரோஃபீனால் போன்ற சேர்மங்களில் இது காணப்படும். (I), மற்றொன்று மூலக்கூற்றிடை (intermolecular) ஹைட்ரஜன் பிணைப்பாகும். இது இரண்டு வெவ்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் விளைவது. அந்த இரண்டு மூலக்கூறுகளும் ஒரே சேர்மத்தினுடைய, (II) அன்றி வெவ்வேறு



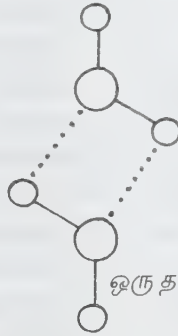
சாலிசிலால்டிஹைடு



ஆர்த்தோ நைட்ரோஃபீனால்



நீள்வடிவம்

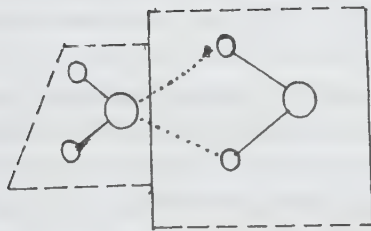


ஒரு தள வளைய வடிவம்



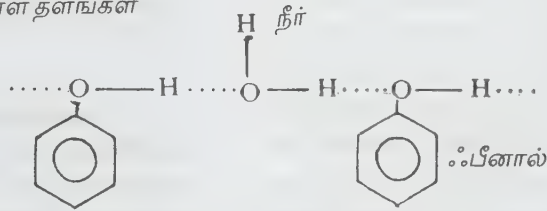
தள வடிவற்ற வளையம்

நீர்மூலக்கூறில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள்



இருகூறாக்கப்பட்ட வளையம்

ஒன்றுடன் ஒன்று செங்குத்தாக உள்ள தளங்கள்



நீரிய பீனால் கரைசலில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள்

- ஹைட்ரஜன்
- ஆக்சிஜன்
- ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு
- வேதிப்பிணைப்பு

சேர்மங்களுடைய (III) வகையாக இருக்கலாம்.

இது பொதுவான வகையீடு. இதனைத் தவிர ஹைட்ரஜன் அணு அமைந்துள்ள தொகுதிகளின் தன்மைக்கேற்பவும் பலவகை ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் உருவாகலாம். எ-டு: நீர், ஆல்கஹால், அமிலங்கள் இவற்றில் உள்ள -OH தொகுதிகளின் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள், நீர், ஆல்கஹால், கார்பனைல்-சேர்மங்கள், ஈதர் ஆகியவற்றின் ஆக்சிஜன் அணுவுடன் இணைந்து உருவாகும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் ஒரு $z_{1/2} \text{ @ } \text{g} \hat{a} \text{q} \hat{i}$. $\text{O} \text{ nNG}^{\text{P}} z_{1/2} \text{ @ } \hat{u} \text{ d } \text{CL}^{\circ}$ (-NH₂) தொகுதிகளின் ஹைட்ரஜன் அணுக்களால் உருவானவை. இவ்விரு வகை ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளின் பிணைப்பாற்றல் 4 முதல் 6 கிலோ கலோரிகள்/மோல் அளவில் உள்ளது.

மேலும், சில ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் சாதாரணமாக நேர்க்கோட்டு வடிவ மூலக்கூற்று இணைகளை மட்டுமே உருவாக்கும் (III). மாறாக -COOH, -NH₂ போன்ற தொகுதிகளின் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஈடுபடும்போது வளைய வடிவ ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு கொண்ட இருபடிகள் உருவாகலாம் (II), இவ்வகை இணக்கங்களில் வினை வெப்பம் இரண்டு மடங்கு இருக்கக்கூடும்.

மிகச் சிறப்பான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு, உயிரியல் பேருரு (macro) மூலக்கூறுகளில் காணக் கிடக்கிறது. இவ்வகை மூலக்கூறுகள் பல்லுறுப்புகள் (polymers) ஆகும். இவற்றில் சகபிணைப்புக் கொண்ட ஒரு முதுகெலும்புச் சங்கிலித் தொடர் நீண்டு வளைந்திருக்கும். அதன் வடிவம் ஒரு சுழல் ஏணி (helix) போலத் தோற்றமளிக்கும். நீண்டு வளைந்து சுழலும் இரண்டு சங்கிலித் தொடர்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பல்வேறு நிலைகளில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை எளிதில் கழற்றிப் பிணைக்கத்தகும் ஏணிப்படிகள் போலச் செயல்படும். எ-டு. DNA எனப்படும் டிஆக்ஸிரிபோநியூக்ளிக் அமில மூலக்கூறுகளில் ஒரு தொடரின் பிரிமிடின் அமைப்புக்கூறும் மற்றொரு தொடரின் பியூரின் அமைப்புக்கூறும் இத்தகைய ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவற்றின் ஆக்கமும் அழிவும் குறைந்த ஆற்றல் செலவீட்டினாலேயே நிகழ்த்தப்படுவதால் அமைப்பு

மாற்றங்கள் எளிதில் நிகழ முடிகிறது.

பொதுவாக A-H.....B பிணைப்பு சமச்சீர்மையற்றுக் காணப்படுகிறது. அதாவது A-H பிணைப்பு நீளம் H.....B பிணைப்பு நீளத்தைவிடக் குறைந்திருக்கும். இப்பண்பிற்கு சில விதிவிலக்குகளும் உண்டு. பைஃபுளோரைடு (F-H...F)- அயனியிலும், சில கரிம அமில-உப்புக்கிடைப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளிலும் மையச் சமச்சீர்மை (centro symmetry) காணப்படுகிறது. மேலும் HF₂⁻ அயனியின் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பாற்றல் 37 கிலோ காலரிகள்/மோல் ஆகும். இதேபோல் HCl₂⁻, HBr₂⁻, HI₂⁻ ஆகிய அயனிகளிலும் மையச் சமச்சீர்மை உண்டாகலாம். இவற்றின் பிணைப்பாற்றல் 12 கிலோ காலரிகள்/மோல் ஆகும். A-H பிணைப்பின் நேர்மின் தன்மைக்கும், காரத்துவம் கொண்ட B அணுவின் எதிர்மின் தன்மைக்கும் இடைப்பட்ட மின்னியல் கவர்ச்சியே (electrostatic attraction) இப்பிணைப்பிற்குக் காரணமாகும். ஆனால் HF₂⁻ போன்ற சில சமச்சீர்மை பெற்ற வேதியினங்களின் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் மூலக்கூற்றுச் சுழலகக் கொள்கை (molecular orbital theory) மூலம் இவற்றை அணுகுவதற்கான வாய்ப்பினை அதிகரிக்கின்றன. மேலும் இத்தகைய மும்மைய (three-centre) மூலக்கூற்றுச் சுழலக விவரிப்பு மற்ற I₃⁻, ClF₃, XFe₂ போன்ற எலெக்ட்ரான் மிகைச் சேர்மங்களின் அமைப்பையும், டைபோரேன் போன்ற எலக்ட்ரான் குறைச் சேர்மத்தின் வடிவையும் நன்கு புரிந்து கொள்ள இவை துணைபுரிகின்றன. டைபோரேனில் சற்றுக் குறைந்த மின்னெதிர் (less electronegative) தன்மை கொண்ட போரான் அணுக்களும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் இணைந்து சமச்சீர்மை கொண்ட பாலங்களை உருவாக்குகின்றன.

சு.விவகானந்தன்

துணைநூல்கள். G.C.Pimental and A.L. Mecellan, *The Hydrogen Bond*, Freeman, San Francisco, 1960; Hadzi D., *Hydrogen Bonding*, Pergamon, London, 1959.

ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு

இது ஹாலோஜன் அமிலக் குடும்பத்தின் முதலாவது அமிலமாகும். இதன் முற்றுறா வாய்பாடு (empirical formula) HF.

ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு (hydrogen fluoride) எளிதில் பாய்கிற நிறமற்ற நீர்மம். இது காற்றில் எளிதில் அதிகமாகப் புகையும் தன்மையுடையது. இதன் கொதிநிலை 19.8°C. ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு பெரிய அளவில் தொழிலகங்களில் ஃப்ளோர்ஸ்பர் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிவதால் பெறப்படுகிறது. கச்சாவாகக் கிடைக்கும் ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடிலிருந்து பகுத்துக்காய்ச்சி வடித்துப் பிரித்தலின் (fractional distillation) மூலம் 99.5% ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு கிடைக்கிறது.

பண்புகள். நீரற்ற ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு 100% சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைவிட அதிக வீரியமுள்ள அமிலமாகும். இந்த அமிலம் தானே அயனியாதல் (self ionisation) வினையில் ஈடுபட்டு மற்ற நீர்மங்களுடன் சேர்ந்து மின்கடத்தும் கரைசல்களை உண்டாக்குகிறது. பல கரிமம் கார்ப் பொருள்கள் இந்த அமிலத்தில் கரைந்து நிலையான கார்போனிய அயனிகளை (carbonium ions) உருவாக்குகின்றன. ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் அதிகம் உள்ள கரிம வேதிப்பொருள்கள் இயல்பாக ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு அமிலத்தில் நீரில் கரைவதைவிட அதிக அளவில் கரையக் கூடியவையாக இருக்கின்றன.

பயன்கள். இது தொழிலகங்களில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் அமிலமாகும். இதன் சிறப்பான தொழிலகப் பயன், குளிர்சாதனப் பெட்டிகளில் பயன்படுத்தப்படும் ஃபிரியான், ஜெனிட்ரான் (genetron) போன்ற ஃபுளூரின் குளிர்விப்பான்கள் (refrigerants) தயாரிப்பு ஆகும். இந்நாட்களில் இது கரிம ஃபுளோரின் வேதிப்பொருள்கள் தயாரிக்க அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் இது சில கரிம வேதிவினைகள் நடைபெறுவதற்குக் கரைப்பானாகப் பயன்படுகிறது. எ-டு: டைஅசோ ஆக்கல் (diazotiation), பலபடியாக்கல் வினை (polymerisation), சல்போன் ஏற்றம் (sulphonation) வினைகளுக்கு இடைநிலைப் பொருளாக உள்ளது. நீரற்ற ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு கண்ணாடியில் உருச்செதுக்குதற்குப்

பயன்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு நீர்மம் அல்லது ஹைட்ரஜன் ஃபுளோரைடு அமிலம் அதிக அபாயகரமானது. ஏனெனில், இதைப் பயன்படுத்தும்போது போதுமான அளவு முன்னெச்சரிக்கை இல்லாவிடில் தோல் அல்லது கண்களில் கடுமையான எரிகாயங்களை ஏற்படுத்தும்.

த.தெய்வீகன்

துணைநூல்கள். McGraw-Hill Encyclopedia of chemistry, fifth edition, 1983; Albert F. Cotton and Wilkinson, Third Edition, Hilley Eastern Ltd, New Delhi, 1972.

ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு

இது ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் சேர்ந்து உண்டாக்குகின்ற ஒரு பாகுநிலை நீர்மம் (viscous liquid). ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு (hydrogen peroxide) நைட்ரிக் அமிலத்தின் மணமும் உலோகச் சுவையுமுடையது.

மெல்லிய அடுக்கிலிருந்தால் (thin layers) இச்சேர்மம் நிறமற்றது, கன அடுக்கிலிருந்தால் (thick layers) நீல நிறமுடையது. மிகக் குறைந்த அளவில் இது விலங்குகளிலும், சில செடிகளின் வீழ்படிவுகளிலும், சாறுகளிலும் காணப்படுகிறது. எரியும் ஹைட்ரஜன் சுடரில் சிறிதளவு இது உருவாகிறது. இதன் உறைநிலை 0.83°C; கொதிநிலை 152°C. இதன் அடர்த்தி 0°C இல் 1.44 கி/க.செ.மீ. இது நீரில் எல்லா விகிதத்திலும் கலக்கவல்லது. ஈதரிலும் ஆல்கஹாலிலும் கலக்கக்கூடியது. இதை வெப்பப்படுத்தினால் நீராகவும், ஆக்சிஜனாகவும் சிதையும். ஆனால், மிகவும் தாழ்ந்த அழுத்தத்தில் இதைச் சிதையாமல் காய்ச்சி வடிக்கலாம்.

சாதாரணமாக இதை நீருடன் சேர்ந்த கலவையாகவே பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் அடர்த்தி கரைசல் (concentrated solution) தோலின் மேல்

சுடுபுண்ணை உண்டாக்குகிறது. அப்புண் பிறகு வெள்ளைத்தழும்பாக மாறிவிடுகிறது. வீரியக் கரைசலைவிட (strong solution) நீர்த்த கரைசல் (dilute solution) அதிக நிலையுள்ளதாயிருக்கிறது. அதை நீருடன் 90% கரைசல் வரை தயாரிக்கலாமென்றாலும், சாதாரணமாக 3% கரைசலே வாய் கொப்பளிக்கவும், காயங்களைத் கழுவவும் பயன்படுகின்றது. இதை '10 கன அளவு கரைசல்' (10 volume solution) என்பர். (ஒரு கன அளவு கரைசல் 10 கனஅளவு ஆக்சிஜனைக் கொடுக்கவல்லது). இதன் 6% கரைசல் முடி வெளுக்கவும், 50 % கரைசல் பருத்தித் துணிகளை வெளுக்கவும், சாயங்களை நீக்கவும், மரம், மரக்கூழ், பட்டு, எண்ணெய்கள், மெழுகுகள் போன்றவற்றை வெண்மையாக்கவும், சோதனைச் சாலையில் வினைபொருளாகவும் (reagent); ஆக்சிஜனேற்றியாகவும் (oxidizing agent), 70 % கரைசலானது சோயாபீன்ஸ் எண்ணெய், லின்சீடு எண்ணெய், கனிம அயனிகள் ஆகியவற்றை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யவும், 70-க்கும் மேற்பட்ட விழுக்காடு கரைசல்கள் இராணுவ விண்வெளிக்கலங்களை விண்ணில் செலுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

மிக உயர்ந்த விழுக்காடு கரைசல்கள் நிலையில்லாதவை. அவை எளிதில் சிதையக் கூடியவை. தூய ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு மெதுவாகச் சிதைந்தாலும், உலோக அசுத்தங்கள் இந்த சிதைதலுக்கு வினையூக்கிகளாக இருந்து இதனுடைய சிதைவை விரைவுபடுத்துகின்றன. 8-ஹைட்ராக்சிசுயினோலின் சோடியம் பைரோஃபாஸ்ஃபேட், கார சிலிகேட்டுகள் வினையூக்கிகளின் தீவிரத்தைக் குறைக்கக் கூடியவையாகையால், அவற்றைச் சேர்ப்பதன் மூலம் ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடை நிலைபெறச் செய்ய முடியும். மேலும் இது பொடி செய்யப்பட்ட இரும்பு, தாமிரம், மங்கனீஸ் உலோகங்களாலும், சமதளமில்லாத கண்ணாடிப் பரப்பினாலும் மற்றும் சிலவகை உப்புக்களாலும் எளிதில் சிதையக்கூடியது. இச்சிதைவைக் குறைப்பதற்காகச் சிறிதளவு வெள்ளீய (tin) உப்புக்களையும், ஃபாஸ்ஃபேட்டுகளையும் உறுதிப்படுத்திகளாக இதனுடன் சேர்ப்பர். உயிர் வகைகளில் காணப்படும் 'கேட்டேலேஸ்' (catalase) 'பெர்ஆக்சிடேஸ்' எனும் நொதிகள் இதை நீராகவும், ஆக்சிஜனாகவும் பிரிக்கின்றன.

ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடை, குளிர்ந்த நீர்த்த அமிலத்துடன் பேரியம் பெராக்க்சைடை வினைபுரியச் செய்து பெறலாம். நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தினால் கரையாத பேரியம் சல்ஃபேட்டை வடிகட்டிப் பிரித்து விடலாம். இதேபோல சோடியம் பெராக்க்சைடு நீர்த்த அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடையும், சோடியம் உப்பையும் தருகிறது. ஆக்சிஜன்-ஹைட்ரஜன் சுவாலையை பனிக்கட்டியில் காட்டினாலும், குவார்ட்ஸ் கண்ணாடிக் கலத்திலுள்ள நீரைபுற ஊதாக் கதிரில் காட்டும்போதும் ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு உண்டாகிறது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

தற்காலத்தில் ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு பெருமளவில் ஆந்த்ரக்யூனோன் முறையைப் பயன்படுத்திப் பெறப்படுகிறது. இந்த முறையில் ஆந்த்ரக்யூனோன் பெறுதி ஒன்றை ஏதாவது ஒரு கரைப்பானில் கரைத்து வினையூக்கி முன்னிலையில் ஹைட்ரஜனால் ஒடுக்கப்படுகிறது. கிடைக்கின்ற புது ஹைட்ரோசுயினோன் பெறுதியை காற்றினால் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து வரும் ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடிலிருந்து நீரைப் பயன்படுத்தி எதிர் நீரோட்ட (counter current) முறையில், இது பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

வணிக முறையில் ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கரைசலை மின்னாற்பகுப்பு (electrolysis) செய்து பெறப்படுகிறது.

ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு ஒரு முக்கியமான ஆக்சிஜனேற்றி. ஃபெர்ரஸ் சல்ஃபேட்டின் முன்னிலையில் பொட்டாசியம் அயோடைடுடன் அயோடினைக் கொடுக்கிறது. இவ்வினையானது ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு நீருடன் ஒன்றுக்கு இரண்டரைக் கோடி என்ற விகிதத்தில் கலந்திருந்தாலும் அதனைக் கண்டறிய உதவுகிறது. இது பழுப்புநிறமுள்ள காரீய சல்ஃபேட்டை (lead sulphate) வெண்ணிறக் காரீயசல்பேட்டாக மாற்றுகிறது. இவ்வினையானது காரீய வண்ணத்தாலான எண்ணெய் ஓவியங்களை ஒளிரும்படி செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு, காரீயடைஆக்சைடை காரீயபெராக்க்சைடாகவும், சல்ஃபைடுகளை சல்பேட்டுகளாகவும்,

ஆர்சனைட்டுகளை ஆர்சினேட்டுகளாகவும், பெர்ரஸ் சேர்மங்களை ஃபெர்ரிக் சேர்மங்களாகவும், குரோமிக் சேர்மங்களை குரோமேட்டுகளாகவும், நைட்ரைட்டுகளை (Nitrite) நைட்ரேட்டுகளாகவும் (nitrates), அமிலக் கரைசலில் உள்ள டைகுரோமேட்டுகளை (dichromates) ஈதரில் நன்கு கரையக்கூடிய பெர்குரோமிக் அமிலம் (Perchromic acid) என்ற நீல நிற நீர்மமாகவும், டைட்டேனிய உப்புக் கரைசலை மஞ்சள் நிற பெர்டைட்டேனிய அமிலமாகவும் (pertitanic acid) செய்கிறது. நிறமுள்ள கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினைபுரிந்து நிற நீக்கம் செய்கிறது. இதனால் இது உரோமம், பட்டு, இறகு, வைக்கோல், தந்தம், எலும்பு, பல், மாவு போன்றவைகளை வெண்மையாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது பல சேர்மங்களுடன் கூட்டுச் சேர்ந்து படிக்கச் சேர்மங்களைக் கொடுக்கிறது. இவை வலிவற்ற ஆக்சிஜனேற்றிகளாக (oxidizing agent) விளங்குகின்றன. இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கது சோடியம் பெர்போரேட் என்பதாகும். சில கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினை புரிந்து ஹைட்ரோபெராக்க்சைடுகள் எனப்படும் பொருள்களைத் தருகிறது. இவை பலபடியாக்கல் வினைகளைத் தொடங்கி வைக்கவும் உதவுகின்றன. ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடு சில சமயங்களில் ஆக்சிஜன் இறக்கியாகவும் இயங்கும். பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் கரைசல்களை பொட்டாசியம் சல்ஃபேட், குரோமியம் சல்ஃபேட்டாகவும் குறைக்கும்.

ஹைட்ரஜன் பெராக்க்சைடன் உள்ளமைப்பு வாய்பாடான H-O-O-H இரண்டு ஆக்சிஜன் அணுக்களும் ஒன்றொன்றொன்று நேராக இணைந்திருப்பதைக் காட்டுகிறது. இப்பிணைப்பு நிலையற்றதாகையால் மூலக்கூறும் நிலையற்றதாக உள்ளது.

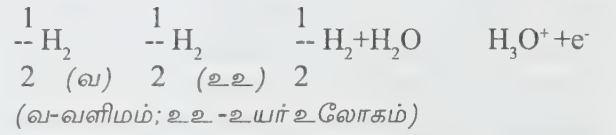
எஸ்.பழனிவேலு

ஹைட்ரஜன் மின்முனை

இரு ஒரு நியம மின்முனை (standard electrode) வகையைச் சேர்ந்தது. மற்றெல்லா மின்

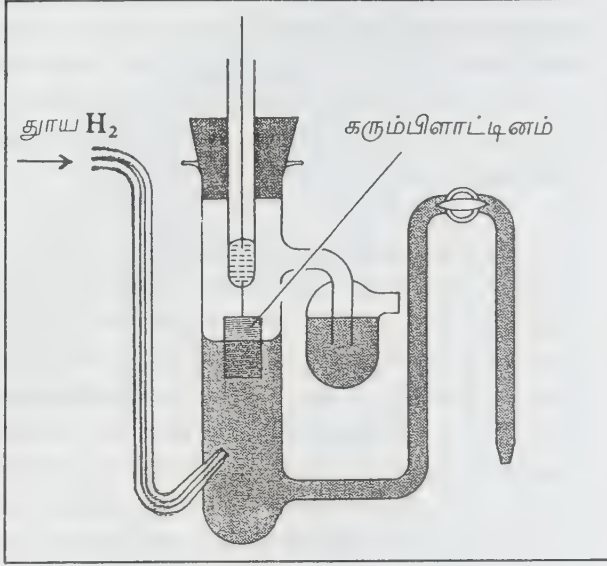
முனைகளையும்விட ஹைட்ரஜன் மின்முனை (hydrogen electrode) எளிதில் மீள் தன்மை (reversibility) எய்தக்கூடியது. இதில் பொதுவாகப் பயன்படும் உலோகம் நொய்மையான பிளாட்டினப் படிவு கொண்ட (finely deposited platinum) பிளாட்டினத் தகடாகும்.

பிளாட்டினத்துக்குப் பதிலாக தங்கம் போன்ற வேறு உயர்தர உலோகங்களையும் பயன்படுத்தலாம். இந்த உலோகங்கள் எலெக்ட்ரான் கடத்தலுக்கு மட்டுமே துணை நிற்கின்றன. தாமே எந்த வேதிவினையிலும் நேரடியாக ஈடுபடுவதில்லை. ஆனால் வேறு வேதிவினை ஒன்றிற்கு உறுதுணையாகிறது. அதாவது முதலில் பிளாட்டின (உயர் உலோக) நுண்படிவின் மீது ஹைட்ரஜன் பரப்புக் கவர்ச்சியுறுகிறது. இதனால் ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளுக்கும், ஹைட்ரஜன் அயனிகளுக்கும் இடைப்பட்ட சமநிலை விரைவாக்கப்படுகிறது.



இவ்வாறு ஹைட்ரஜன் வளிமத்தால் தெவிட்டப்பட்ட (saturated), ஹைட்ரஜன் அயனிகள் உள்ள கரைசலில் அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டுள்ள ஹைட்ரஜன் வளிமம் படர்ந்த வண்ணம் உள்ள உயர் உலோகத்தாலான ஒரு பரந்த பரப்புக்கு ஹைட்ரஜன் மின்முனை எனப் பெயர். ஹைட்ரஜன் வளிமம் நீராவியுடன் தெவிட்டப்பட்டிருக்கும்.

இம்மின்முனையை மூன்று பொதுவான முறைகளால் தயாரிக்கலாம். அவை 1. அமிமும் (dip) மாதிரி, 2. நிலையான குமிழ்விடும் (bubbling) மாதிரி, 3. அசையும் மாதிரி என்பன. முதல் வகையில் ஹைட்ரஜன் வளிமம், மின்முனைக்குப் பக்கத்திலுள்ள குழாயின் வழியாக உட்செலுத்தப்படுகிறது.

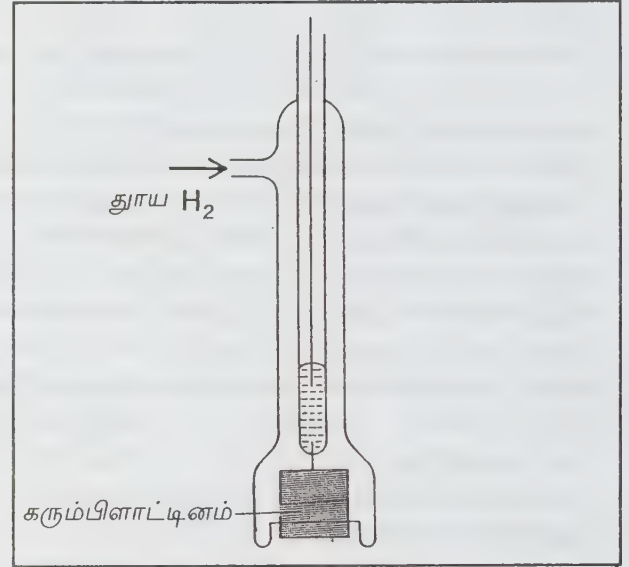


குமிழ்விடும் மாதிரி

மேலுள்ள அடைப்பான் (படம்) மூலமாக இவ்விரண்டையும் பிரித்து விட முடியும். இரண்டாவது வகையில், வளிமம் மின்முனைக்கும் கீழாக உள்ளேற்றப்படுகிறது. மின்முனைக் கலத்துக்கு ஒரு பக்க இணைப்பு பொருத்தப்பட்டு, அதன் மூலம் வேறொரு மின்முனைக்கு இணைப்பு வழங்கப்படுகிறது. அசையும் மாதிரியில் கரைசல் நன்கு கலக்கப்பட்டு ஹைட்ரஜன் வளிமம் மின்முனைக்கு மேலாகச் செல்லுமாறு, வளையும் ரப்பர் குழாய்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. இது நன்கு காப்பிடப்படுகிறது. மிகவும் பழக்கத்திலுள்ள குறிப்பிடத்தக்க அமைப்பு ஹில்பெர்ரான்ட் (Hildebrand) மாதிரி மின்முனை ஆகும்.

இதில் மின்முனை உலோகமான பிளாட்டினத் தகட்டை, குளோரோபிளாட்டினிக் அமிலத்தில் ஒரு மின்முனையாகப் பயன்படுத்தி மின்னாற்பகுத்து அதன் மீது ஒரு மெல்லிய சீரான பிளாட்டின நுண்படிவு பெறப்படுகிறது. இப்போது பளபளப்பான பிளாட்டினம் ஒரு கரிய தகடாக மாறிவிடுகிறது. பிளாட்டினக் கம்பியுடன் இணைந்த இத்தகட்டை ஒரு சிறு கண்ணாடிக்குழாயின் முனையில் வைத்து இணைத்து அம்முனை, உருக்கி மூடப்படுகிறது. கண்ணாடிக்குழாயில் சிறிதளவு பாதரசம் எடுத்துக்கொண்டு, ஒரு தகுந்த இணைக்கும் கம்பியை அதனுள் நுழைத்தால் மின்முனை உருவாகிறது. ஒரு

வெளிக்குழாயினுள் இம்மின்முனை செருகப்பட்டு அதன் மேற்புறம் உள்ள (படம் 2) பக்கக்குழாயின் வழியாக ஹைட்ரஜன் வளிமம் உட்செலுத்தப்படும். அது புறப்பரப்புக் கவர்ச்சிச் சமநிலைக்குப் (adsorption equilibrium) பின் அகன்ற அடிப்பாகத்தின் துளையின் வழியாக வெளியேறும். கரிய பிளாட்டினத்தின் பாதிப் பகுதி கரைசலில், அமிழ்ந்திருப்பதால் உட்செல்லும் ஹைட்ரஜன் வளிமம் கரைசலிலுள்ள அயனிகளுடன் சமநிலை எய்துவது எளிதாகிறது.



ஹில்பெர்ரான்ட் மாதிரி

இந்த மின்முனை நிறைவான முறையில் இயங்க பல முன்னெச்சரிக்கைகள் கடைபிடிக்கப்படவேண்டும். உட்செலுத்தப்படும் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தில் கலந்திருக்கும் ஆக்சிஜன் முதலிய மாசுகளை நீக்க, மின்முனைக்குச் செலுத்தப்படுமுன் அது காரம் கலந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், காரம் கலந்த பைரோகலால் ஆகியவற்றின் வழிச் செலுத்த வேண்டும். ஆர்செனிக், பாதரசம், கந்தக சேர்மங்கள் கரைசலில் கனிசமான செறிவில் இருப்பின் பிளாட்டினம் நச்சுத்தன்மை பெற்றுவிடுவதால் அவை அகற்றப்படுதல் இன்றியமையாததாகும். நச்சுத் தன்மையை நீக்க மின்முனையை ராஜத் திராவகத்தில்

(aqua regia) அமிலத்தி வைத்துக் தூய்மையாக்கி, மறுமுறை பிளாட்டினப் படிவேற்ற வேண்டும். கரைசலில் திறன் மிக்க எலெக்ட்ரான் ஏற்ற நீக்கிகளோ, நிறைவுறா கரிமச் சேர்மங்களோ இருக்கக்கூடாது. இத்தகைய கட்டுப்பாடு சரிவர பின்பற்றப்படின் 10 நிமிடங்கள் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தைச் செலுத்தியதும் சமநிலை ஏற்பட்டுவிடும். ஆக இவ்வாறு சமநிலை எய்துவது கரைசலின் தன்மை, பிளாட்டினப் படிவின் தடிப்பு, மின்முனையின் முந்தைய பயன் ஆகிய மூன்று முக்கிய காரணங்களைப் பொறுத்துள்ளது.

இவ்வாறு கருத்துடன் உருவாக்கப்பட்ட ஓர் ஹைட்ரஜன் மின்முனையின் மின்னழுத்தம் அது அமிழ்ந்துள்ள கரைசலின் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவுடன் (வினைவலிவுடன்) மடக்கை வீதத்தில் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். அதாவது ஹைட்ரஜன், அதன் அயனிகளுடன் மீள் தன்மை கொண்டிருக்கும். இப்பண்பே இது ஒரு pH மின்முனையாகப் பயன்பட உதவுகிறது.

ஹைட்ரஜன் அயனியின் வினைவலிவு (activity) ஒன்று ஆகவும், ஹைட்ரஜன் வளிமத்தின் அழுத்தம் ஒரு வளிமண்டலம் ஆகவும் இருக்கும்போது ஹைட்ரஜன் மின்முனை அழுத்தம் எல்லா வெப்ப நிலைகளிலும் 0 வோல்ட் (சுழி) எனக் கொள்ளப்படுகிறது. அப்போது இதனை நியம ஹைட்ரஜன் மின்முனை என்பர். அம்மின்முனை அழுத்தத்திற்கு நியதியற்ற பூஜ்ய மின்னழுத்தம் (arbitrary potential zero) என்று பெயர். இதுவே நியம நோக்கீட்டு (standard reference) மின்முனையாகப் பயன்படுத்தப்படும். அதாவது மற்றெல்லா மின்முனைகளையும் ஹைட்ரஜன் மின்முனையுடன் இணைத்து உருவாக்கும் மின் கலங்களின் மின் உந்துவிசையே அந்தந்த மின்முனைகளின் ஒற்றை மின்னழுத்தம் (single electrode potential) என்று வகைப்படுத்தப்படும். இவ்வாறு ஹைட்ரஜன் அளவின் மூலம் பெறப்பட்ட ஒற்றை மின்முனை அழுத்தங்கள் தத்தம் மதிப்பின்படி வரிசைப்படுத்தும்போது மின்னியங்கு வரிசை (electromotive series) அட்டவணை உருவாகிறது. இந்த அட்டவணையில் ஹைட்ரஜன் மின்முனையைவிட அதிக நேர்சுற்றி (positive) பெற்ற மின்முனைகள் ஹைட்ரஜனைவிட அதிகமான எலெக்ட்ரான் ஏற்கும் (reducing) பண்பு பெற்றிருக்கும். மாறாக, அவ்விதம்

குறைவான மின்முனை அழுத்தம் கொண்டவை அத்தகைய பண்பில் வலி சூன்றியிருக்கும். இம்மின்முனையின் மின்னழுத்தத்தை

$$E = - \frac{RT}{nF} \log a_{H^+} + \frac{RT}{nF} \log p_{H_2} \quad \dots (1)$$

என்ற சமன்பாட்டால் பெறலாம்.

R - வளிம மாறிலி

T - சார்பிலா வெப்பநிலை

n - சமநிலையில் ஈடுபட்ட எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை

F - ஃபாரடே

a_{H^+} - H^+ வினை வலிவு

p_{H_2} - H_2 வின் பகுதி (partial) அழுத்தம்

25°C இல் இச்சமன்பாடு

$$E = -0.059158 \log a_{H^+} + 0.029579 \log p_{H_2} \quad \dots (2)$$

என்றாகிறது. இதன்படிக் கணக்கிட, ஹைட்ரஜன் வளிமத்தின் அழுத்தம் சரியான முறையில் பதிலிடப்பட வேண்டும். அதற்குச் சமன்பாடு (3) உதவுகிறது.

$$E_1 = E + \frac{RT}{nF} \log \frac{760}{P-p} \quad \dots (3)$$

வ.ம கண்டறிந்த மதிப்பு

P - அழுத்தமானி (barometer) காட்டும் அறை அழுத்தம்

p - கரைசலின் ஆவியழுத்தம்.

சாதாரண வளி மண்டல அழுத்தத்தில் 0° முதல் 100°C வரையிலும், உயர் வெப்பநிலைகளில் ஒரு வளி மண்டலத்துக்கு மேற்பட்ட அழுத்தத்திலும் இம்மின்முனை பயன்படும். எலெக்ட்ரான் ஏற்ற-நீக்கச் சமநிலைகளின் இடையீடற்ற சூழ்நிலைகளில் மட்டுமே இது பயன்தரும். இம்மின்முனைகளைத் தவிர வேறுபல நோக்கீட்டு

மின்முனைகளும் உள்ளன. அவை இரண்டாம் நிலை அல்லது துணை நோக்கீட்டு மின்முனைகள் எனப்படுகின்றன.

சு.விவேகானந்தன்

துணைநூல்கள். J.OM.Bockris and A.K.N.Reddy, *Modern Electro Chemistry*, Vol. II, Plenum Press, New York, 1970; McGraw-Hill *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, New York, 1982.

ஹைட்ரசின்

இது நிறமற்ற நீர்மம் ஆகும். அம்மோனியா மணம் உடையது; கொதிநிலை 114°C. இயற்பியல் பண்புகளில் இது நீரை ஒத்திருந்தாலும், வேதிப்பண்புகளைப் பொறுத்தமட்டில் ஒடுக்கியாகவும் (reducing agent), சிதைவடையக்கூடியதாகவும், காரத்தன்மை கொண்டதாகவும் உள்ளது. இதனுடைய பெறுதிகள் (derivatives) வளைய சேர்மங்களாகவும், பலபடி சேர்மங்களாகவும் அணைவுச் சேர்மங்களாகவும் விரவிக் காணப்படுகின்றன. ஏவுகணை எரி பொருளாகவும், கொதிகலன்களில் அரிமானத்தைத் தவிர்க்கவும் மற்றும் வீரியமிகு உயிரியல் பொருட்களை (biologically active compounds) தயாரிக்கவும், இது மூலப்பொருளாக உதவுகிறது.

ஹைட்ரசினை இரு வழிகளில் தயாரிக்கலாம். முதல் வழியில் குளோரோ அமினிடன் அம்மோனியா வினைபுரிவதன் மூலமும், இரண்டாவது வழியில் சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட்டுடன் யூரியா வினைபுரிவதன் மூலமும் தயாரிக்கலாம். மேலும் ஹைட்சினானது நீருடன் சேர்ந்து 31 விழுக்காடுள்ள நீர்மக்கலவையைத் (azotropic mixture) தருகிறது. (31% நீர் கொதிநிலை 121°C). எனவே நீர்ற்ற ஹைட்ரசினைத் பெறுவதற்கு பிற வழிகளைக் கையாள வேண்டும்.

கொதிகலன்களிலுள்ள நீரில் ஹைட்ரசினைச் சேர்க்கும்போது, கொதிகலனில் படிந்துள்ள துருவை

கடின இரும்பு ஆக்சைடு படிமமாகவும், நீரில் கரைந்திருக்கும் ஆக்சிஜனை நீர்மமாகவும் மாற்றுகிறது. மேலும் உலோக அயனிகளை தனிமங்களாக குறைப்பதுடன் கரிம நைட்ரோ சேர்மங்களை அமின்களாகவும் இது மாற்றுகிறது. ஹைட்ரசினிடன் நைட்ரிக் அமிலத்தைச் சேர்க்கும் போது ஏற்படும் வேதிவினை, ஆற்றல் மிக்கதாக இருப்பதால் இவ்வினைச் சேர்க்கையை ஏவுகணை உந்துதலில் பயன்படுத்துகின்றனர். மேலும் வெப்பச் சிதைவு அடையும்போது மிகுந்த அளவு வளிமங்களையும் தனி உறுப்புகளையும் இது தருவதனால், இவ்வினையை ரப்பரைப் பதப்படுத்தவும் நுரை ரப்பரை உற்பத்தி செய்யவும் பயன்படுத்துகின்றனர்

ஹைட்ரசினின் பெறுதிகள் பலவிதங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 1, 1-டை மெத்தில் ஹைட்ரசினை ஏவுகணை எரிபொருளாகவும், ஐசோநிக் கோட்டினிக் ஹைட்ரசைடு, காசநோய் எதிர்ப்பு மருந்துகள் தயாரிக்கவும், மலியக் ஹைட்ரசைடு தாவர வளர்ச்சி முறைப்படுத்தியாகவும் (plant-growth regulator) அமினோ குவானிடின் சாயம் மற்றும் வெடிமருந்து இடைநிலைப் பொருட்கள் தயாரிக்கவும், காப்பர் டை ஹைட்ரசினியம் சல்ஃபேட், பாசி மற்றும் காளான் கொல்லியாகவும், ஹைட்ரசின் ஹைட்ரோபுரோமைடு பற்றவைக்கும் தொழிலில் இளக்கியாகவும் பயன்படுகின்றன.

கே. சீனிவாசன்

ஹைட்ராக்கில் அமீன்

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2NOH . இது வெண்ணிற, மணமற்ற திண்மம். உருகுநிலை 33°C; கொதிநிலை 56°C. வெடிக்குந்தன்மை வாய்ந்தது. நீர், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றுடன் அனைத்து விகிதங்களிலும் கரையும். ஹைட்ராக்கில் அமீன் 1. ஒரு வலிகுன்றிய காரம்; அமிலங்களுடன் சேர்ந்து கரையும் உப்புகளை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வுப்புகளை வெப்பப்படுத்தினால் வெடிப்புடன் சிதைவுறுகிறது. (எ-டு: ஹைட்ராக்கில் அமீன் ஹைட்ரோ குளோரைடு). 2. இது ஒரு வலிகுன்றிய

அமிலம்; காரங்களுடன் இணைந்து கரையும் உப்புக்களைக் கொடுக்கிறது. எ-டு: சோடியம் ஹைட்ராக்சில் அமைடு (M_2NONa) ஹைட்ராக்சில் அமீன் உப்புக் கரைசல் ஒரு வலிமிகு ஒடுக்கி ஆகும். எ-டு: குப்ரிக் உப்புக் கரைசல்கள் குப்ரஸ் ஆக்சைடாகவும், வெள்ளி உப்புக் கரைசல்கள் வெள்ளியாகவும், மெர்குரிக் குளோரைடு மெர்குரஸ் குளோரைடாகவும் ஃபெர்ரிக் உப்புக் கரைசல்கள் ஃபெர்ரஸாகவும் மாற்றமடைகின்றன. ஆனால் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரைந்த ஃபெர்ரஸ் ஹைட்ராக்சைடு, ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடு, அம்மோனியாவாக ஆக்சிஜனேற்றமுறுகின்றன.

ஹைட்ராக்சில் அமீன் ஆல்டிஹைடு, கீட்டோன்கள் அல்லது கியூனோன்கள் ஆகியவற்றிலுள்ள கார்போனைல் தொகுதிகளுடன் வினைபுரிந்து ஆக்சிம்கள் எனப்படும் வெண்ணிறப்பொருளை உண்டாக்குகின்றன. இவை உறுதியான உருகுநிலைகள் கொண்டவை. ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் ஆகியவற்றைக் கண்டறிதலில் பயன்படுகின்றன.

பீட்டர்ஃபீனைல் ஹைட்ராக்சில் அமீன் (N-ஃபீனைல் ஹைட்ராக்சில் அமீன்) ஒரு வெண்ணிறத் திண்மம், நீரில் குறைவாகவும், ஆல்கஹால், ஈதர் கரைப்பான்களில் மிகையாகவும் கரையும். எ-டு: பீட்டர்ஃபீனைல் ஹைட்ராக்சில் அமீன் ஹைட்ரோகுளோரைடைத் ($C_6H_5NHOH.HCl$) காற்றில் திறந்து வைக்கும்போது ஈரத்தை உறிஞ்சி நீரியக் கரைசல் அசோ பென்சீனாக மாறுகிறது. பீட்டர்ஃபீனைல் ஹைட்ராக்சில் அமீன் 1. குரோமிக் அமிலம் அல்லது ஃபெர்ரிக் குளோரைடு போன்ற ஆக்சிஜனேற்றிகளுடன் வினைப்பட்டு ஹைட்ரோசோ பென்சீனாக மாறுகிறது. 2. வெள்ளீயம்/ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் போன்ற ஒடுக்கிகளுடன் வினைப்படுவதால் அனிலீன் உண்டாகிறது. 3. அறை வெப்பநிலையில் கார குப்ரிக் உப்புக் கரைசலுடன் ஃபீலிங் கரைசல் வினைப்பட்டு குப்ரஸ் ஆக்சைடு உண்டாகிறது. 4. அம்மோனியா வெள்ளி உப்புக் கரைசலுடன் (டாலன்ஸ் கரைசல்) அறை வெப்பநிலையில் வினைபுரிவதால் வெள்ளி வீழ்படிவாகிறது. 5. ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் உடனிருக்க பாரா அமீனோஃபீனால் உண்டாகிறது.

நைட்ரோ பென்சீனை துத்தநாகம் மற்றும் கால்சியம் குளோரைடு அல்லது அம்மோனியம் குளோரைடு கரைசலை கொண்டு ஒடுக்குவதினாலோ அசெட்டிக் அமிலம் மற்றும் சோடியம் அசெட்டேட் கரைசலை மின்னாற் பகுப்பதினாலோ பீட்டர்ஃபீனைல் ஹைட்ராக்சில் அமீனைப் பெறலாம்.

நைட்ரோசோபென்சீனும் ஃபீனைல் மக்னீசியம் புரோமைடும் நீரற்ற ஈதர் ஊடகத்தில் வினைப்பட்டு விளையும் பொருளை நீருடன் சேர்ப்பதால் டைஃபீனைல் ஹைட்ராக்சில் அமீன் உண்டாகிறது.

ஹைட்ராக்சில் அமீன் ஆல்டிஹைடுகளுடன் வினைப்படுவதால் விளையும் சேர்மங்கள் அல்டாக்கிம்கள் எனப்படுகின்றன. கீட்டோன்களுடன் வினைப்படுவதால் கீட்டாக்கிம்கள் உண்டாகின்றன. குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய அல்டாக்கிம்கள் மணமற்ற, எளிதில் ஆவியாகும் நீர்மங்கள், நீருடன் அனைத்து விகிதங்களிலும் கலக்கும். மிக மூலக்கூறு எடையுடையவை குறைவாகவே கரையும். கீட்டாக்கிம்கள் இதே போன்ற பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

த.தெய்வீகன்

ஹைட்ரோனியம் அயனி

நீர் மற்றும் நீரியக் கரைசல்களில் இருக்கும் அயனி ஹைட்ரோனியம் அயனியாகும். இதன் வாய்பாடு H_3O^+ ஒரு நீர் மூலக்கூறில் ஒரு புரோட்டான் சேர்வதால் ஹைட்ரோனியம் அயனி உண்டாகிறது. நீரியக் கரைசல்களில் ஹைட்ரஜன் அயனிகள் தனித்த நிலையில் இருப்பதில்லை. ஆனால் இவை ஹைட்ரோனியம் அயனிகளாகவே இருக்கின்றன.

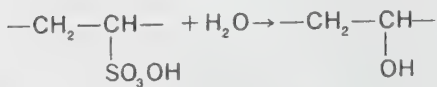
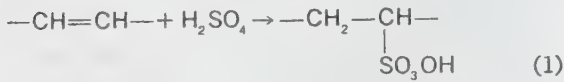
த.தெய்வீகன்

ஹைட்ராக்சில் ஏற்றவினை

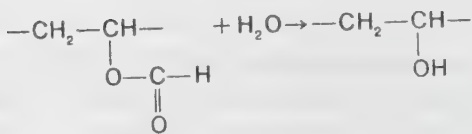
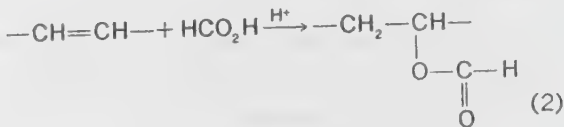
ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளை கரிமவேதிப் பொருள்களில் இணைக்கும் பலவிதமான வினைகளில் ஒரு வினை ஹைட்ராக்சில் ஏற்றம் (hydroxylation) எனப்படும். நிறைவுறா சேர்மங்களே அதிகமாக ஈடுபடுகின்றன. எ-டு:

ஒற்றை ஹைட்ராக்சில் ஏற்றம். வினை (1)

மூக்கியமாக மாற்றிய ஆல்கஹால்கள் (isomeric alcohol) உருவாக முடியாமல் போகும் வினைகளில் பயனுள்ளதாக இருக்கின்றன. (எ.டு.) எத்திலீனை எத்தில் ஆல்கஹாலாக மாற்றும் வினை,

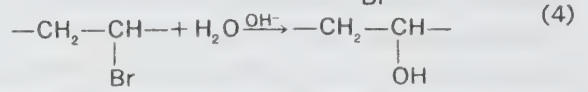
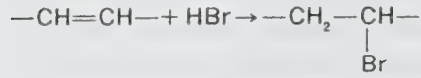
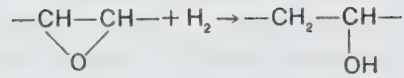
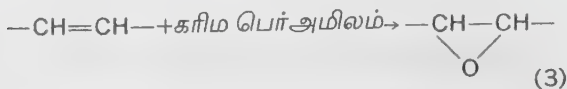


வினை (2) பரவலான பயன்களைக் கொண்ட ஓர் வினை. ஹைட்ரஜன் ஏற்றமானது வினையூக்கியாலோ (catalyst) உலோக ஹைட்ரைடு இறக்க வினையின் (reduction with metal hydrides) மூலமாகவோ நடைபெறச் செய்யலாம்.



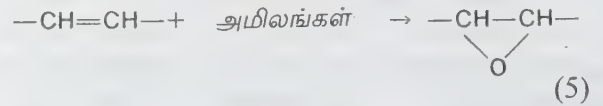
இரட்டை ஹைட்ராக்சில் ஏற்றம். வினை (3)

பெரும்பாலும் பயன்படுகிற இரட்டை ஹைட்ராக்சில் ஏற்ற வினையாகும் (dihydroxylation reaction).



வினை (4) மிகவும் பயனுள்ள வினையாகும். இந்த வினையின் போது அதிக அளவில் மாங்களில் டைஆக்சைடு உண்டாகிறது.

கரிம பெர்



வினை (5) பரவலாக பயன்படும் அதிக அளவில் ஹைட்ராக்சைடுகளைத் தருகிற வினையாகும். ஆனால் இதில் பயன்படும் ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடு (OsO₄) அதிக விலையுள்ளது நச்சுத்தன்மை (toxic) வாய்ந்ததும் ஆகும்.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினையை மூவிணைய பியூட்டைல் ஆல்கஹாலை (tertiary-butyl alcohol) கரைப்பானாகவும் வினையூக்கத்தை உண்டு பண்ணக்கூடிய அளவு ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடையும் பயன்படுத்தி நடைபெறச் செய்யலாம்.

த.தெய்வீகன்

துணைநூல். Sybil P.Parker, McGraw-Hill Encyclopaedia of Chemistry, Fifth Edition, New York, 1983.

ஹைட்ராக்சைடுகள்

இவை பல தொழில்களுக்குப் பயன்படும் முதன்மையான மூலப்பொருள்களாகும். இவை ஹைட்ராக்சைடு (-OH) தொகுதிகளைக் கொண்ட சேர்மங்கள். இவை காரத்தன்மை கொண்டவை

யாகவும், தொட்டால் வழுவழுப்பாகவும், சிவப்பு லிட்மஸ் (red litmus) தாளை நீல நிறமாக மாற்றும் பண்புடையவையாவும் இருக்கும். ஹைட்ராக்சைடுகள் கரை காரம் என்றும் அழைக்கப்படும். ஏனெனில் இவை (காரங்கள்) கரைப்பானில் கரையும்போது அதிக அளவு ஹைட்ராக்சைடு (-OH) தொகுதிகளை கொடுக்கின்றன. சில தனிமங்களின் ஆக்சைடுகள் (XO) நீரில் கரையும்போது ஹைட்ராக்சைடு சேர்மங்கள் (XOH) உண்டாக்குகின்றன. இந்த மூலக்கூறுகள் அயனியாதலின்போது (ionization) ஹைட்ரஜன் அயனியையும் (H⁺) அல்லது ஹைட்ராக்சைடு (OH⁻) அயனியையும் கொடுக்கும். முன்னது அமிலம் என்றும் பின்னது காரம் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. பொதுவாக 'X' என்பது உலோகமாக இருக்கும்போது காரங்களும் (எ.டு: MgOH) அலோகமாக (non metal) இருக்கும்போது அமிலங்களும் (எ.டு: H₂SO₄) கிடைக்கின்றன. மேலும் நீரில் கரையாத சில ஆக்சைடுகள் இருக்கின்றன. (எ.டு: Al₂O₃) இவை காரத்தன்மையும் அமிலத்தன்மையும் உடையவை. இவை ஈரியல்புச் சேர்மங்கள் (amphoteric compounds) என்று அழைக்கப்படுகின்றன.

பொதுவாக உலோக ஹைட்ராக்சைடுகள் மிகுந்த அளவில் நீரில் கரைந்தபோதிலும் மிதமாகக் கரையும் கார உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளும், நீரில் கரையா ஆக்சைடுகளும் (எ.டு: Fe₂O₃) கரத்தன்மையுடையனவாகவும் அமிலங்களோடு வினைபுரியும் தன்மை கொண்டவையாவும் இருக்கின்றன.

சில மிதமாகக் கரையும் ஹைட்ராக்சைடுகள் (எ.டு: Ba(OH)₂, Ca(OH)₂) அடர் காரங்களாக (அதாவது நீரில் எளிதில் அயனிகளாக பிரியும் தன்மையுடையவையாக) இருக்கின்றன. கனஉலோக (heavy metal) உப்புகளின் நீர்மங்கள் காரங்களாக்கப்படும்போது கரையாத ஹைட்ராக்சைடுகள் வீழ்படிவாகின்றன. இவை காரத்தன்மை உடையனவாக இருந்தபோதிலும் கூட, உண்மையில் ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் இவற்றில் இருப்பதில்லை.

தொழில் துறையில் ஹைட்ராக்சைடுகள்

அதிகப் பயனுள்ளவையாக இருக்கின்றன. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு ரேயான் (rayon), சவுக்காரம் (soap) பெட்ரோலியத்திலிருந்து வேதிப்பொருள்கள் (chemicals) தயாரித்தல் ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது. ஹைட்ராக்சைடுகளைத் தவிர சில பாஸ்பேட்டுக்களும், கார்பனேட்டுகளும், ஆக்சைடுகளும் காரத்தன்மையுடையவை.

த.தெய்வீகன்

துணைநூல். Sybil P.Parker, McGraw-Hill Encyclopaedia of Chemistry, fifth Edition, New York, 1983.

ஹைட்ரீடோ அணைவுகள்

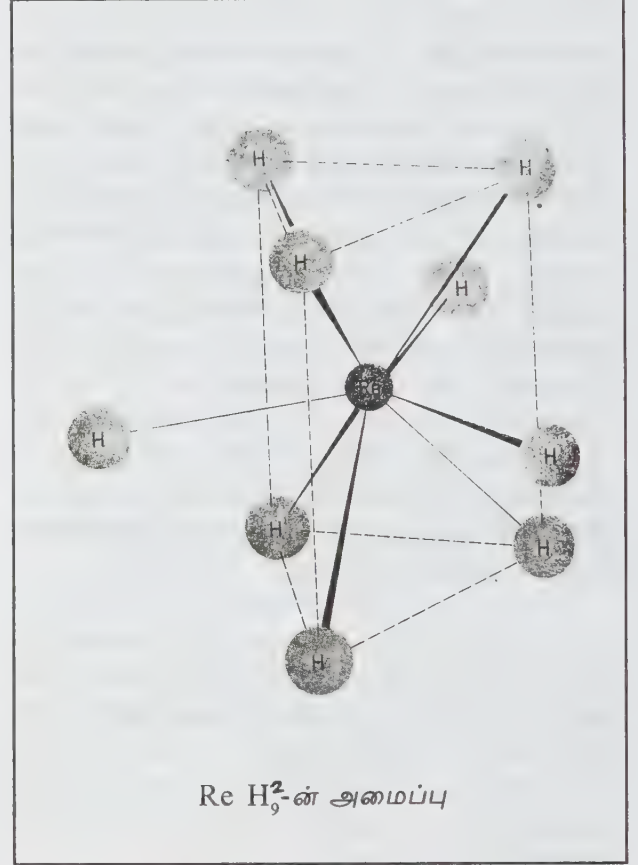
இவை மைய அணுவுடன் இணைந்துள்ள ஹைட்ரைடு ஈணியைக் (ligand) கொண்டுள்ள ஹைட்ரைடுகளின் அணைவுகள் ஆகும். ஹைட்ரீடோ என்பதற்குப் பதிலாக ஹைட்ரோ (hydro) என்ற முற்சேர்க்கை (prefix) சில சமயங்களில் பயன்படுத்தப்படுவதுண்டு. சோடியம் டெட்ராஹைட்ரீடோ போரேட், NaBH₄ (அல்லது சோடியம் டெட்ராஹைட்ரோ போரேட், சோடியம் போரோஹைட்ரைடு என இது முதலில் அழைக்கப்பட்டு வந்தது) மற்றும் லித்தியம் டெட்ராஹைட்ரீடோ அலுமினேட் LiAlH₄ (லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடு என இது முதலில் அழைக்கப்பட்டு வந்தது) ஆகியவை தொகுப்பு மற்றும் தொழில் முறை வினைகளில் (synthetic and industrial reactions) முக்கியமான ஒடுக்கிகளாகும் (reducing agents). நீர் அல்லது ஆல்கஹால் கரைசல்களில் NaBH₄ பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஈதர் கரைசல்களில் LiAlH₄ பயன்படுத்தப்படுகிறது. சோடியம் சயனோடினைஹைட்ரீடோபோரேட், NaBH₃CN- ஐ அசெட்டிக் அமிலக் கரைசல்களில் பயன்படுத்தலாம். சோடியம் டை எத்தில் டை ஹைட்ரீடோ அலுமினேட், NaAlH₂ (C₂H₅)₂; சோடியம் டிரை tert- பியூட் டாக்ஸோ ஹைட்ரீடோ - அலுமினேட் (sodium tri-tert-butoxyhydroido aluminate) NaAlH(O-t-C₄H₉)₃ மற்றும் சோடியம் பிஸ் (2-மெத்தாக்சிஈத்தாக்சோ) டை

ஹைட்ரீடோ அலுமினேட் $-NaAlH_2(OCH_2CH_2OCH_3)_2$ உள்ளிட்ட அலுமினியம் தொடர்புடைய பல ஒடுக்கிகள் தற்பொழுது கிடைக்கின்றன. இவை அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களில் கரைவன. அதிக விலையுள்ளவை. எனினும் மருந்துப் பொருள்கள், உணவிற்கு வாசனையூட்டும் பொருள்கள் (flavourings), வாசனைப் பொருள்கள், சாயங்கள் மற்றும் பூச்சி கொல்லிகள் முதலிய மதிப்பு வாய்ந்த பொருள்களைத் தயாரிப்பதில் அவற்றின் குறிப்பிட்ட ஒடுக்கும் ஆற்றல்கள் (specific reducing powers) மிக்க பயனைத் தருகின்றன.

C_6H_5MgH , $C_6H_5Mg_2H_3$ முதலியவை இது போன்ற ஹைட்ரீடோகளாகும்.

இடைநிலை உலோகங்கள். இடைநிலை உலோகங்கள் ஹைட்ரீடோ அணைவுகள் ஆயிரத்துக்கும் கூடுதலான எண்ணிக்கையில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஸ்காண்டியம் (Sc), இட்ரியம் (Y) மற்றும் லாந்தனம் (La) ஆகியவை தவிர மூன்று இடைநிலை வரிசையிலுள்ள எல்லா உலோகங்களின் ஹைட்ரீடோ சேர்மங்களும் (hydrido compounds) அறியப்பட்டுள்ளன. K_2ReH_9 மற்றும் K_2TcH_9 ஆகிய இரண்டில் மட்டும் அணைவு எதிர்மின் அயனியில் (complex anion) மைய அணு வேறு எந்த ஈனியுடனும் மல்லாமல் ஹைட்ரீடோ அயனிகளுடன் மட்டுமே இணைந்துள்ளது. மற்றவற்றில் H - M - L பிணைப்புகள் உள்ளன. அதாவது ஹைட்ரஜன் இடைநிலை உலோகத்துடன் (M) இணைந்துள்ளது. அத்துடன் (M-உடன்) ஒன்று அல்லது அதற்கு கூடுதலான பிற ஈனிகள் (L) இணைந்துள்ளன. உலோகத்துக்கும் பிற ஈனிகளுக்குமிடையே உள்ள பை-பிணைப்பினால் (pi-bonding) உலோக-ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் நிலைப்புத் தன்மையைப் பெறுகின்றன. M - H பிணைப்பு நீளங்கள் பொதுவாக 0.16 முதல் 0.17 நானோமீட்டர் (nanometre) வரை உள்ளன. இச்சேர்மங்கள் அவற்றின் தன்மையின் அடிப்படையில் பெருமளவில் வேறுபடுகின்றன. மேலும் அவை பல வகையான வினைகளைக் கொடுக்கின்றன. சில தொழில் முறைகள் ஹைட்ரீடோ அணைவுகளைக் கொண்டு அமைகின்றன. வளி மண்டல நைட்ரஜனை

அம்மோனியாகவாக மாற்றுகின்ற (நிலைப்படுத்துதல்-fixation) நொதிகள் Fe - H அல்லது Mo - H வினைப் பண்பை சார்ந்துள்ளன என்று சில வேதியியலார் சந்தேகம் கொள்கின்றனர்.

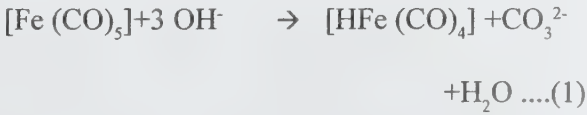


படம் 1

என்னியா ஹைட்ரீடோ ரீனேட் அயனி (enneahydridrhenate ion). K_2ReH_9 என்ற வாய்ப்பாட்டைக் கொண்ட சேர்மம் 1960-இல் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. அணைவுப் பகுதியை இனங்காட்ட அடைப்புக் குறியைப் பயன்படுத்தி அதனை பின்வருமாறு எழுதினர். $K_2(ReH_9)$ என்னியா ஹைட்ரீடோ ரீனேட் அயனி ReH_9^{2-} ன் அமைப்பு 1-இல் காட்டியுள்ளபடி மூன்று பக்கங்கள் மூலமாக இணைந்துள்ள மூன்று கூடுதலான ஹைட்ரஜன் அணுக்களைக் கொண்ட முக்கோண பட்டக (triangular prism) வடிவமாகும். முக்கோண பட்டகத்தின் பக்கம்

மூலமாக இணைந்துள்ள ஏதாவது ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவை ஃபால்ஃபின் மூலக்கூறு இடப் பெயர்ச்சி செய்வதால் $K[ReH_8PH_3]$ என்ற சேர்மமும் கிடைக்கிறது. $K_2 [ReH_9]$ ஐப் போலவே $K_2 [TcH_9]$ விலும் ஹைட்ரைடு ஈனிகள் மட்மே உள்ளன. இவ்விரண்டு சேர்மங்களும் காரத்தின் நீர்க்கரைசலில் ஓரளவு நிலைப்புத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன.

கார்பனைல் ஹைட்ரைடுகள். கார்பனைல் ஈனிகளுடனும் இணைந்துள்ள உலோகங்களின் ஹைட்ரிடோ அணைவுகள்தான் 1931இல் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சமன்பாடு (1)இல் காட்டியுள்ளபடி இரும்பு பென்ட்டா கார்பனைனுடன் ஒரு காரம் வினைபுரிவதால் இரும்பு சேர்மங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன.

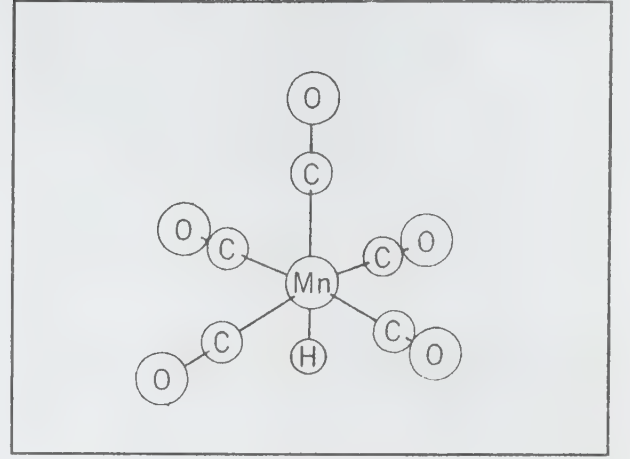


(1)-இல் உள்ள விளைபொருளை அமிலநிலைக்கு உட்படுத்தினால் டை ஹைட்ரிடோ டெட்ரா கார்பனைல் இரும்பு $[H_2Fe(CO)_4]$ கிடைக்கிறது. சமன்பாடு (2)-ல் காட்டியுள்ளபடி டை கோபால்ட் ஆக்ட்டா கார்பனைலை ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தால் இதே போலுள்ள கோபால்ட் சேர்மம் கிடைக்கிறது.



$[HMn(CO)_5][HRe(CO)_5]$ மற்றும் $[HVCo_6]$ ஆகியவை மேலுமுள்ள பிற ஹைட்ரிடோ கார்பனைல்களாகும்.

இவ்வணைவுகளில் பயனுடைய அணு எண் விதி (effective atomic number rule) பொருந்துகிறது. இவ்வணைவுகள் அமிலத்தன்மை வாய்ந்தவை. உலோகம் - உலோகம் பிணைப்புகளைக் கொண்ட $[(CO)_4 Co - Hg - Co(CO)_4]$ சேர்மங்கள் போன்றவை அறியப்பட்டுள்ளன. $[HCo(CO)_4]$ மற்றும் $[HV(CO)_6]$ முதலிய ஹைட்ரிடோ கார்பனைல்கள் வலிய அமிலங்களாகும். $pK_1 = 4.4$ - ஐக் கொண்ட $[H_2 Fe(CO)_4]$ அசெட்டிக் அமிலத்தை ஒத்த அளவில் அமிலத்தன்மை உடையது. இவ்வெல்லா ஹைட்ரிடோ



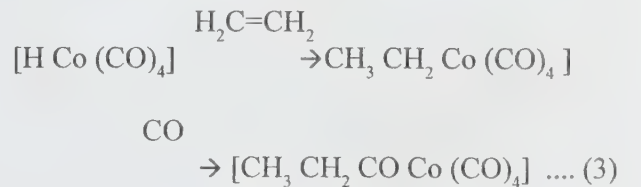
$[HMn(CO)_5]$ இன் அமைப்பு

கார்பனைல்களும் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியன. மேலும் அவை வெறுக்கத்தக்க மணமுடைய நச்சுப் பொருள்களாகும். இன்னும் சில ஹைட்ரிடோ கார்பனைல்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

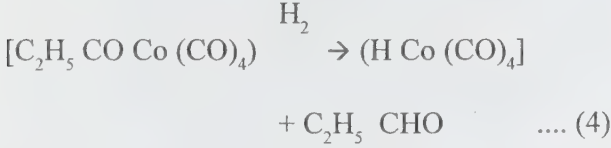


நியூட்ரான் மற்றும் X-கதிர் விளிம்பு விலகல் அணுக்கரு காந்த உடனீசைவு ஆய்வுகள் (nuclear magnetic resonance studies) மற்றும் அகச்சிவப்பு உறிஞ்சுப் நிரல்கள் (infra red absorption spectra) ஆகியவற்றிலிருந்து இந்த அணைவுகளில் ஹைட்ரஜன் - உலோகப் பிணைப்பு உள்ளது அறியப்படுகிறது.

ஹைட்ரிடோ கார்பனைல்கள் வினைத்திறன் அதிகம் கொண்டவையாகும். இவை ஒலிஃபின் மற்றும் கார்பன் மோனாக்சைடு செருகல் வினைக்கு (insertion reaction) உட்படுகின்றன. இதை கீழ்க்கண்ட வினையின் மூலமாக (சமன்பாடு (3)) விளக்கலாம். கடைசிச் சேர்மம் ஹைட்ரஜனுடன்

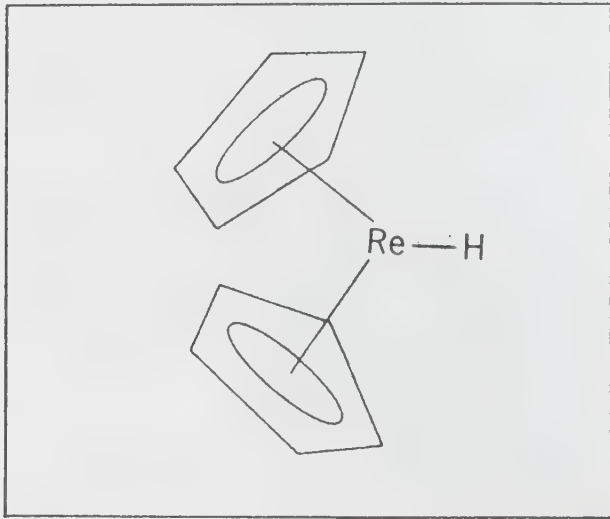


வினைபுரிந்து $[HCo(CO)_4]$ சேர்மத்தை மீளத் தருகிறது. அத்துடன் ஒரு ஆல்டிஹைடும் கிடைக்கிறது. இதை சமன்பாடு (4)-ஐக் கொண்டு விளக்கிக் காட்டலாம்.



இதன் மூலம் ஹைட்ரீடோ டெட்ரா கார்பனைல் கோபால்ட் ஒரு வினைவேக மாற்றியாகச் செயல்படுவதை அறியலாம். மேலே காட்டப்பட்டுள்ள வினைகளின் தொகுப்பை (sequence of reaction) ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றம் (hydroformylation) அல்லது ஆக்சோ வினை (oxo reaction) என்பர். தொழில் முறையில் நீண்ட சங்கிலி ஆல்கஹால்கள் தயாரிப்பதற்கு இவ்வினையைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ஹைட்ரீடோசைக்ளோ பென்ட்ரடையீனைல் அணைவுகள். ஒரு ஹைட்ரோ கார்பனைல் சைக்ளோ பென்ட்ரடையீன் C_5H_6 எளிதில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அயனியை இழந்து சைக்ளோபென்ட்ரடையீனைடு அயனி $C_5H_5^-$ -ஐ கொடுக்கிறது. இரும்பு II -இன் பெறுதி $[Fe(C_5H_5)_2]$ பின்



படம் 3. $[HRe(C_5H_5)_2]$

(சைக்ளோபென்ட்ரடையீனைல்) இரும்பு ஆகும். இதை ஃபெரோசீன் (ferrocene) என்றும் அழைப்பர். இது மிகவும் பிரபலமான இடைச் செருகல் (sandwich compound) சேர்மமாகும்.

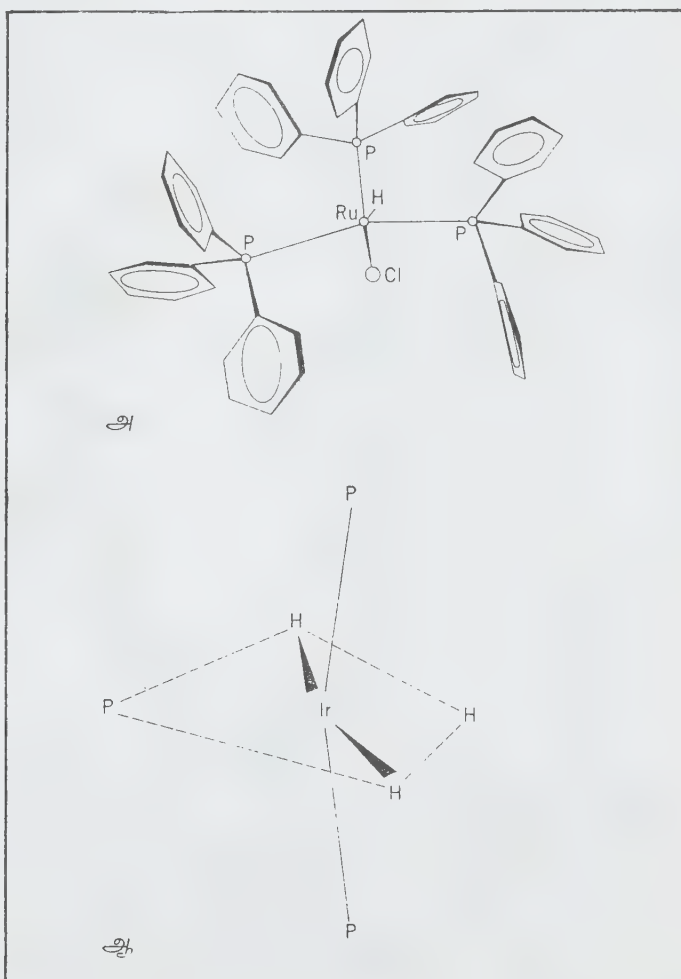
1955இல் ஹைட்ரீடோ-பிஸ் (சைக்ளோ பென்ட்ரடையீனைல்) ரீனியம் $[HRe(C_5H_5)_2]$ தொகுப்பு முறையில் பெறப்பட்டது. இதில் ஹைட்ரஜன் அணு உலோகத்துடன் பிணைந்துள்ளதை அணுக்கரு காந்த உடனீசைவு ஆய்வுகள் மூலம் மெய்ப்பித்தனர் (படம் 3). இந்தச் சேர்மம் ஒரு பிரோன்ஸ்டெட் (Bronsted) காரமாகும். இதை நீர்த்த அமிலங்களால் நடுநிலையாக்கம் செய்தால் $[H_2Re(C_5H_5)_2]^+$ கிடைக்கிறது. 60% டை ஆக்சேனில் $[HRe(C_5H_5)_2]-P_k$ ன் மதிப்பு 8.5 ஆகும். இதே நிலையில் அம்மோனியாவின் pK_b மதிப்பு 8.85 ஆகும்.

$[HM(C_5H_5)_2]$ (M=Co, Rh அல்லது Ir) தயாரிக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகையில் ஹைட்ரஜன் அணு உலோகத்துடன் பிணைப்பை ஏற்படுத்தாமல் ஏதாவது ஒரு கார்பன் வளையத்துடன் பிணைப்பை ஏற்படுத்தியதை அறிந்தனர். எனவே $[(M(C_5H_5)(C_5H_6))]$ கிடைத்தது. இது ஒரு ஹைட்ரீடோ அணைவு அல்ல.

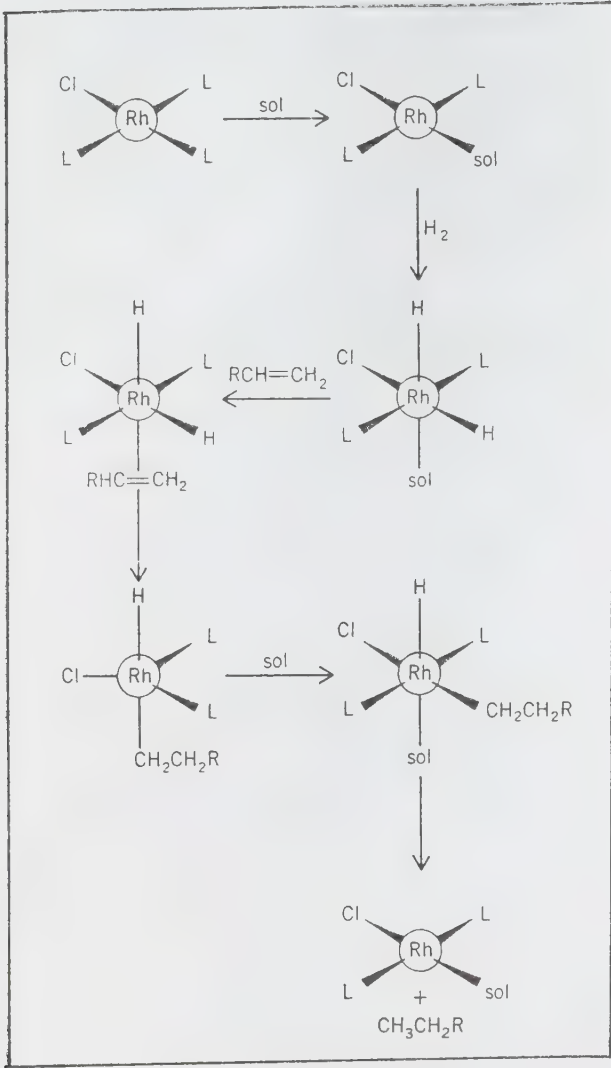
ஹைட்ரீடோ ஃபாஸ்பீன் மற்றும் ஹைட்ரீடோ சயனோ அணைவுகள். ஹைட்ரீடோ-இடைநிலை உலோக அணைவுகளில் டிரைஃபுளூரோஃபாஸ்பீன் (PF_3), டிரை எத்தில் ஃபாஸ்பீன் $\{P(C_2H_5)_3\}$ மற்றும் டிரைஃபீனைல் ஃபாஸ்பீன் $\{P(C_6H_5)_3\}$ ஆகியவை முக்கியமான ஈனிகளாகும். $[HMn(PF_3)_5]$ சிஸ் $[H_2Fe(PF_3)_4]$ மற்றும் ஆகியவை முதல் வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். படம் 4-ல் $[HRuCl(P\{C_6H_5\}_3)_3]$ மற்றும் $[H_3Ir(P\{C_6H_5\}_3)_3]$ ஆகியவற்றின் அமைப்புகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட தனிம வரிசை குடும்பத்துக்குள் (periodic family) ஒரு குறிப்பிட்ட வகை ஹைட்ரேடின் நிலைப்புத்தன்மை எப்படி மாறுகிறது என்பதை கீழ்க்காணும் விவரங்களிலிருந்து அறியலாம். $[HNiCl(P\{C_2H_5\}_3)_2]$ -ஐ கண்டறியலாம். ஆனால் பிரித்தெடுக்க முடியாது. $[HPdCl(P\{C_2H_5\}_3)_2]$ -ஐ

பிரித்தெடுக்கலாம். ஆனால் நிலையற்றது. $[HPtCl(P\{C_2H_5\}_3)_2]$ $-100^\circ C$ வெப்ப நிலையில் கூட நிலையானது. பிளாட்டினத்தின் ஹைட்ரீடோ அணைவுகளில் சில அணைவுகள் அறையின் வெப்பநிலை மற்றும் 1 வளிமண்டல அழுத்த நிலையில் ஹைட்ரஜனேற்ற வினைவேக மாற்றிகளாக செயல்படுகின்றன. வினைபொருள் மூலக்கூறுகளுடன் உலோகமானது ஒரு காலி இடத்தின் மூலமாக அணைவை உண்டாக்கி அதன் மூலம் வினைபொருள் மூலக்கூறுகளை ஆற்றுப்படுத்துவதால் (orienting) பிணைப்பு உண்டாதல் மற்றும் உடைதலின் கிளர்வு கொள் ஆற்றலை குறைக்கச் செய்கிறது. இடைநிலை

உலோக அணுவானது தேவைக்கேற்றபடி எலெக்ட்ரான்களை வழங்கவோ ஏற்கவோ செய்யும். மேலும் ஹைட்ரஜன் அணுவும் எளிதில் இனங்கக்கூடியதாக (facile) உள்ளதால் இது போன்ற சூழ்நிலைகளில் வினைபொருள் மூலக்கூறுடன் ஹைட்ரஜன் அணு செருகப்படுகிறது. இவ்வகையைச் சேர்ந்ததில் நன்கறியப்பட்ட சேர்மம் வில்கின்சனின் வினைவேகமாற்றியான குளோரோ-டிரிஸ் (டிரைஃபினைல்ஃபாஸ்ஃபீன்)-ரோடியம் (I) ஆகும். ஒரு ஒலிஃபினை (RCH=CH₂) ஹைட்ரஜனேற்றத்துக்கு உட்படுத்துகையில் இது ஆற்றும் பங்கினை படம் 5 காட்டுகிறது.

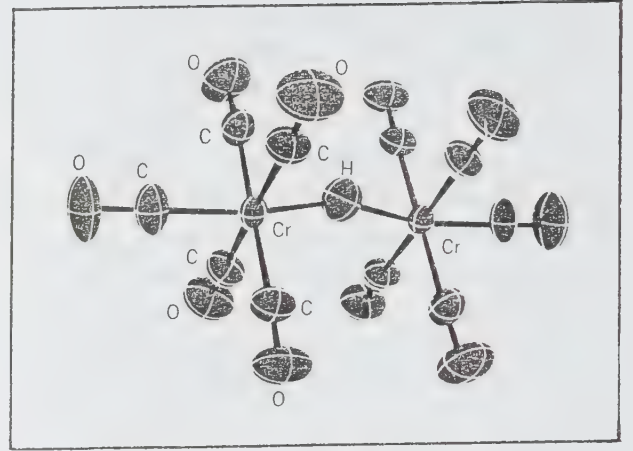


படம் 4. அ. $[HRuCl(P\{C_6H_5\}_3)_3]$
ஆ. $[H_3Ir(P\{C_6H_5\}_3)_3]$

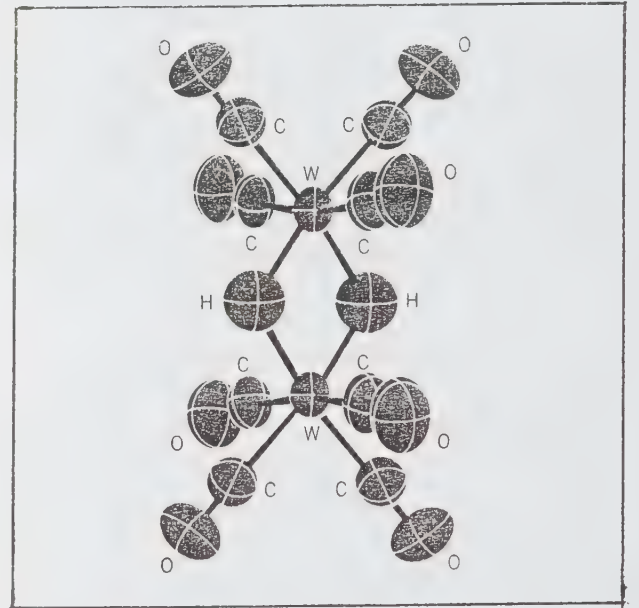


H-Pt பிணைப்பில் எத்திலீனின் மீள்செருகலிலிருந்து (reversible insertion of ethylene) ஹைட்ரீடோ அணையின் இயங்கு தன்மையை (mobility) அறியலாம். சமன்பாடு (5) இதைக் காட்டுகிறது. இதில் $L = P[C_6H_5]_3$, ஆரஞ்சு நிற குளோரோடிரிசில் (டிசைஃபினைல்-பாஸ்பீன்) இரிடியம் அதனுடைய நிறமற்ற ஹைட்ரீடோ மாற்றியமாக (hydrido isomer) மாறுவதை சமன்பாடு (6) காட்டுகிறது.

பல்கரு ஹைட்ரீடோ அணைவுகள் (Poly-

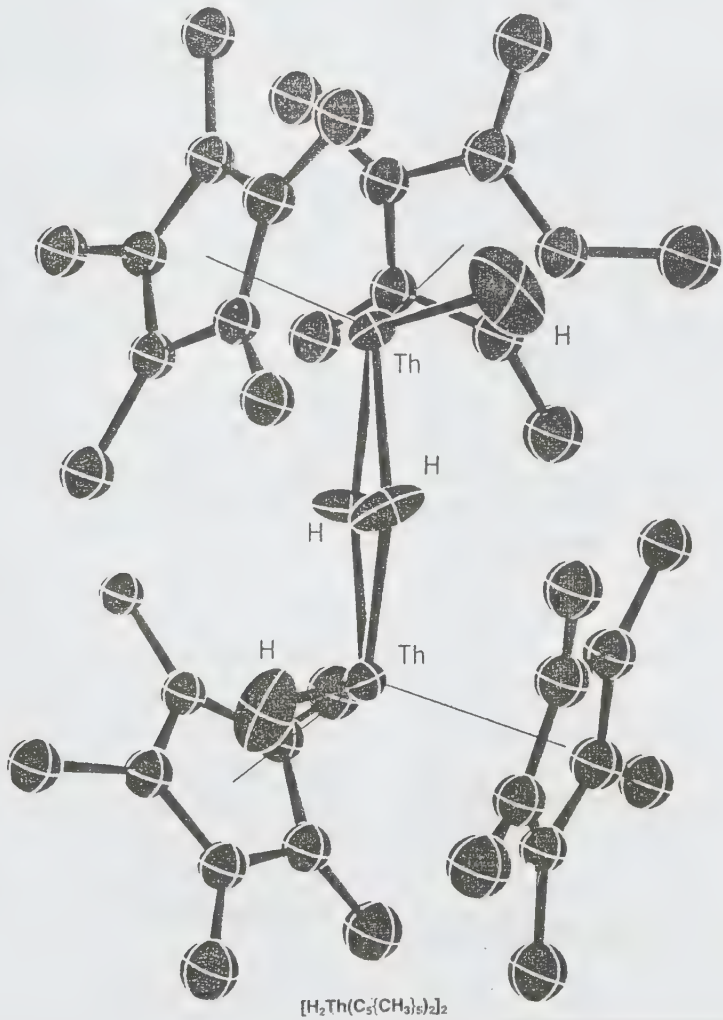
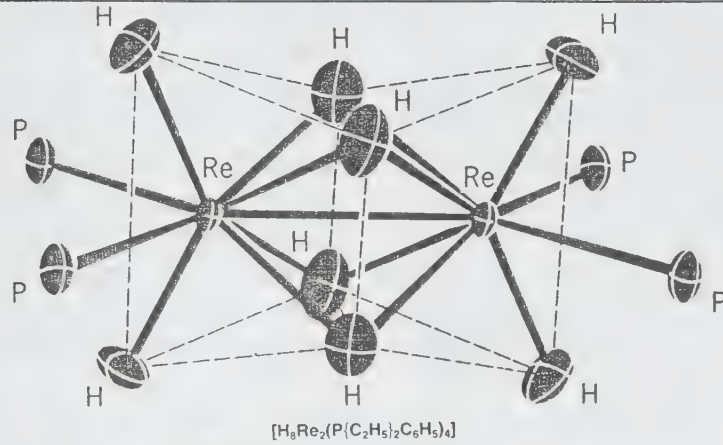


படம் 6 $[HCr_2(CO)_{10}]^{2-}$ இன் அமைப்பு



படம் 7 $[H_2W_2(CO)_8]^{2-}$ இன் அமைப்பு

nuclear hydrido complexes). $Cr(CO)_6$ ஐ $NaBH_4$ ஆல் ஒடுக்கினால் மஞ்சள் நிற இரட்டைக்கரு எதிர்மின் அயனி (binuclear anion) $[HCr_2(CO)_{10}]^{2-}$ கிடைக்கிறது. இந்த அயனியின் அமைப்பைப் பற்றி ஆரம்பகால ஆய்வுகள் Cr-Cr அச்சில் ஹைட்ரஜன் உள்ளதாகவும் அது $Cr(CO)_5$ அலகுகளை பிணைத்துள்ளதாகவும் காட்டின. சமீபகால ஆய்வுகளிலிருந்து Cr-H-Cr பிணைப்பு படம் 6 இல் காட்டியுள்ளபடி வளைந்துள்ளது

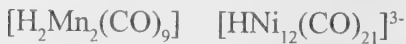


படம் 8 $[H_2Re_2(P\{C_2H_5\}C_6H_5)_4]$ இன் அமைப்பு
 படம் 9 $[H_2Th(C_5\{CH_3\}_5)_2]_2$ இன் அமைப்பு

அறியப்படுகிறது. Cr-Cr பிணைப்பின் மையத்திலிருந்து ஹைட்ரஜன் அணு சுமார் 0.03 நா.மீ. விலகி இருக்கிறது. $[HW_2(CO)_{10}]^-$ -ல் அச்சிலிருந்து சுமார் 0.07 நா.மீ. விலகி ஹைட்ரஜன் அணு உள்ளது. $[H_2W_2(CO)_8]^{2-}$ -ல் பாலப் பிணைப்பில் (bridge bond) ஈடுபட்டுள்ள இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உள்ளன. இதை படம் 7 காட்டுகிறது.

$[H_2Re_2CP\{C_2H_5\}C_2H_5]$ மூலக்கூறில் Re-Re பிணைப்பு உள்ளது. மேலும் நான்கு பால பிணைப்பு (bridging) ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் நான்கு நுனி (terminal) ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் உள்ளன. இவ்வமைப்பின் மைய (core) பாகம் படம் 8-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$[H_3Ni_4(C_5H_5)_5]$ இல் ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் அணுவும் மூன்று நிக்கல் அணுக்களுடன் இணைந்துள்ளது. அயனியில் ஆறு கோபால்ட் அணுக்கள் உண்டாக்கும் எண்முகியின் (octahedron) மையத்தில் ஹைட்ரஜன் அணு உள்ளது. அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள தோரியத்தின் ஹைட்ரீடோ அணைவு $[H_2Th(C_5\{CH_3\}_5)_2]$ இன் இருபடி (dimer) ஆகும். இதிலுள்ள கரிம ஈனி பெண்ட்டாமெத்தில் சைக்ளோபெண்ட்டா டை.ஈனைல் தொகுதி ஆகும். படம் 9-இல் காட்டியுள்ளபடி இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் பால (bridge) பிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ளன. இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நுனியில் உள்ளன. மேலும் சில பல்கரு ஹைட்ரீடோ அணைவுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



பொ. சொக்கலிங்கம்

கொடுக்கின்றன. இவற்றை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை சக பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகள் (covalent hydrides), உப்புமாதிரி ஹைட்ரைடுகள் (salt like hydrides), உலோக ஹைட்ரைடுகள் (metallic hydrides), சக பிணைப்பு ஹைட்ரைடுகளுக்கு நீர், ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, அம்மோனியா போன்றவற்றை சான்றாகக் கூறலாம். இவை எளிதில் ஆவியாகக் கூடியவை. இவை அலோகங்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கார்பன் ஹைட்ரைடுகள் என்பது இயற்கை வளிமத்தையும் மற்ற கார்பன் தொடர் (carbon chain) கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்களையும் குறிக்கும். போரான் ஹைட்ரைடுகள் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட போரான் அணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். இவை ஏலூர்தி எரிபொருளாகவும் பயன்படுகின்றன.

உப்பு ஹைட்ரைடுகள் அயனிப் பண்பைக் (ionic nature) கொண்டு எளிதில் ஆவியாகாதவை. எ-டு: வித்தியம் ஹைட்ரைடு. இந்த வகையான ஹைட்ரைடுகள் எதிர் மின் ஹைட்ரஜன் அயனிகளைக் கொண்டு, நீர்ம நிலையில் மின்னாற்பகுக்கும் போது (electrolysis) நேர்முனைக்குச் செல்லும் தன்மை உடையவை. ஹைட்ரஜன் வளிமம் தயாரிக்க இச்சேர்மங்கள் மூலப்பொருளாகவும், உலர்த்தி பொருளாகவும் (drying agent), கரிமத் தொகுப்புகளிலும் (organic synthesis) பயன்படுகின்றன.

உலோக ஹைட்ரைடுகள் மிகவும் எளிய வாய்பாடுகளைக் கொண்ட சேர்மங்கள். (எ-டு:) யுரேனியம் ஹைட்ரைடு (UH₃) அல்லது பல்வேடியம் ஹைட்ரைடு (PdH) பல்வேடியம் உலோகம் பல்வேறு அளவுகளில் ஹைட்ரஜனை ஈர்க்கிறது. சில ஹைட்ரைடுகள் உலோக அணிக்கோவையில் (metallic lattice) உள்ள துளைகளில் ஹைட்ரஜனைக் கொண்டிருக்கும். இந்த வகை ஹைட்ரைடுகளில் பெரும்பான்மையானவை உலோகப் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. காண்க: ஹைட்ரஜன்.

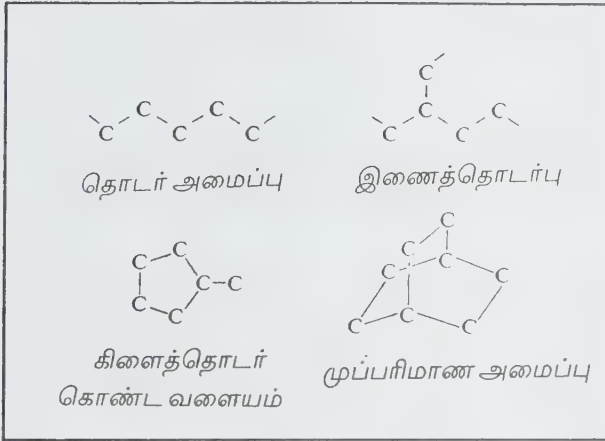
ஹைட்ரைடுகள்

பெரும்பாலான தனிமங்கள் ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்து ஹைட்ரைடுகளைக் (hydrides)

த.தெய்வீகன்

ஹைட்ரோ கார்பன்கள்

கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய இரு தனிமங்களை மட்டும் கொண்டுள்ள சேர்மங்கள் ஹைட்ரோகார்பன்கள் எனப்படுகின்றன. ஹைட்ரோகார்பன்களில் கார்பன் அணுக்கள் தொடர்ச்சியாகவோ, கிளைகளுடனோ, வளையமாகவோ சிக்கலான முப்பரிமாண அமைப்புகளில் அமைந்திருக்கலாம்.



ஒரு மூலக்கூறுக்கு இத்தனை கார்பன் அணுக்கள் என்று எவ்வித வரைமுறையும் இல்லை. ஏறத்தாழ 110 கார்பன் அணுக்கள் தொடர்ச்சியாக அமையப்பெற்ற கரிம மூலக்கூறுகளும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

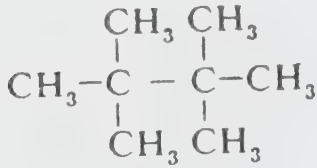
கிடைப்பு. பெரும்பாலான ஹைட்ரோ கார்பன்கள் இயற்கையில் கிடைக்கின்றன. பெட்ரோலியம் மற்றும் இயற்கை வளிமங்களின் கூறுகளாக அமைந்திருக்கும் இவை ஆற்றல் மூலங்களாக விளங்குகின்றன. பெட்ரோலியம் மற்றும் இயற்கை வளிமங்கள் ஆகியன பெருமளவில் கிடைப்பதால் இந்த ஹைட்ரோகார்பன் பொருள்கள் நெகிழிகள், செயற்கை ரப்பர், கரைப்பான்கள், வெடிமருந்துப் பொருள்கள், உயவுப்பொருள்கள், ஆல்கஹால்கள், செயற்கைத் துணிகள், இழைகள், நார்கள் போன்ற பல பயனுள்ள பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கேற்ற மூலப் பொருள்களாக உள்ளன.

சில வகை ஹைட்ரோகார்பன்கள் தாவரங்களிலும் மர வகைகளிலும் செறிந்துள்ளன. எ.டு.: α -பைனின் என்னும் $C_{10}H_{16}$ ஹைட்ரோகார்பன் பைன் மரங்களிலிருந்து பெறப்படும் டெர்பெண்டைன் எண்ணெயில் நிறைந்துள்ளது. மற்றொரு ஹைட்ரோகார்பனான n -ஹெப்டேன் தூய வடிவில் ஜெஃரிபைன் மர எண்ணெயிலிருந்து பெறப்படுகிறது. மேலும் தாவரம் மற்றும் பூச்சியினங்களின் மெழுகிலிருந்தும் ஹைட்ரோகார்பன்கள் பெறப்படுகின்றன. தேன் மெழுகில் 10-14% ஹைட்ரோகார்பன்கள் (முக்கியமாக $C_{31}H_{64}$ வாய்பாட்டைக் கொண்டவை) உள்ளன. ஏறத்தாழ 29 கார்பன் அணுக்களைத் தொடர்ச்சியாகக் கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள் முட்டைக்கோல் மற்றும் புகையிலையிலிருந்தும் ஆப்பிளின் மேல்தோல் பகுதியிலிருந்தும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. பழுத்த தக்காளிப்பழங்களில் லைக்கோபீன் எனும் சிவப்புநிற நிறமியும், காரட் மற்றும் பச்சைநிற இலைகளில் கரோட்டின் எனப்படும் நிறமியும் உள்ளன. ரப்பர் மரத்திலிருந்துப் பெறப்படும் ரப்பர் பால் ஒரு ஹைட்ரோகார்பனே ஆகும். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $(C_5H_8)_n$ இதில் n என்பது ஏறத்தாழ 20,000 என்ற அளவில் இருக்கலாம்.

இயற்பியல் மற்றும் வேதிப் பண்புகள்.

ஹைட்ரோகார்பன்களின் வேதி அமைப்புகள் பலவாறாக அமைந்திருந்தபோதிலும் ஏறத்தாழ அனைத்து ஹைட்ரோகார்பன்களும் பல பண்புகளில் ஒற்றுமையாக உள்ளன. இவை பொதுவாக நீரில் கரைவதில்லை. இவை நீரைவிட அடர்த்தி குறைவாக உள்ளதால் மிதக்கின்றன. ஆனால் இவை தமக்குள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று கலக்கும்; கரையும். மேலும் ஈதர் போன்ற பிற கரிமக் கரைப்பான்களிலும் கரையும். இவை அறை வெப்ப நிலையில் அவற்றின் மூலக்கூறு நிறைகளைப் பொறுத்து திண்ம, நீர்ம, வளிமங்களாக அமையலாம். நான்கு அல்லது அதற்குக் குறைவான கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றவை வளிமங்களாக உள்ளன. இவற்றுள் நீர்மங்கள் மற்றும் திண்மங்களுக்கிடையேயான முறையான வரைமுறையைக் குறிப்பிடுவது அவ்வளவு எளிதல்ல. ஏனெனில் படிக்கத்தன்மை என்பது மூலக்கூறு வடிவத்தையும், அதன் மூலக்கூறு நிறையையும் பொறுத்ததாகும். சில ஹைட்ரோகார்பன்கள் அவை

குறைந்த மூலக்கூறு நிறையைக் கொண்டிருந்த போதிலும் படிக அமைப்புடைய திண்மங்களாக அமைந்துள்ளன. ஏனெனில் இவை மிகையான சமச்சீர்மையானதாக அமைந்துள்ளன. இதற்கு ஹெக்சா மெத்தில் எத்தேன் எனும் ஹைட்ரோ கார்பனை சான்றாகக் கூறலாம். இந்த ஒரு ஹைட்ரோகார்பனை C_8H_{18} என்ற வாய்பாடுடைய ஏறத்தாழ 18 ஹைட்ரோகார்பன்களுல் அறை வெப்பநிலையில் திண்ம நிலையில் உள்ளது. இதன் உருகுநிலை மிக அதிகமாகவும் ($104^\circ C$) உள்ளது. அதாவது இதன் கொதிநிலைக்கு $3^\circ C$ க்கே குறைவாகவே இதன் உருகுநிலை அமைந்துள்ளது.



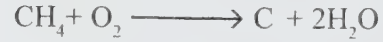
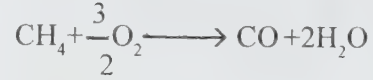
ஹெக்சாமெத்தில்எத்தேன்

அனைத்து ஹைட்ரோகார்பன்களும் எரியும் தன்மையன. தகுந்த அளவு ஆக்சிஜன் சூழலில் இவை முழுவதுமாக எரிந்து கார்பன்டைஆக்சைடையும், நீரையும் தருகின்றன. எ.டு: இயற்கை வளிமத்தின் முக்கியக் கூறான மெத்தேன் எரிந்து விளைபொருள்களை உண்டாக்குவதை இவ்வாறு குறிக்கலாம்.

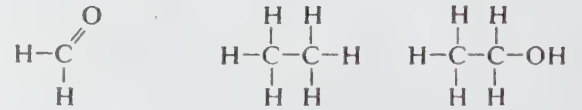
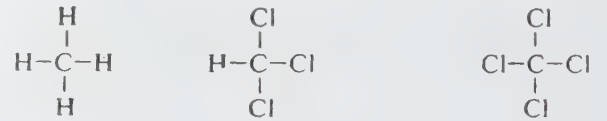


மேற்குறிப்பிட்ட வினை ஒரு வெப்பம் உமிழ்வினை ஆகும். அதாவது இவை எரிதலின்போது மிகுதியான வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஒரு காரணத்தாலேயே இவை ஆற்றல் மூலங்களாகச் செயல்படுகின்றன. ஆனால் ஓரளவே ஆக்சிஜன் இருக்கும் சூழ்நிலையில் ஹைட்ரோகார்பன் முழுவதுமாக எரிந்து சிதைவடையாமல் பகுதியளவே சிதைந்து கார்பன் மோனாக்சைடும் நீரும் உண்டாகின்றன. சில வேளைகளில் கார்பன் மட்டுமே உண்டாகிறது. தானியங்களில் பயன்படுத்தப்படும் ஹைட்ரோகார்பன் எரிபொருள்கள் இவ்வகையில்

சிதைவடைந்து கார்பன்மோனாக்சைடு உருவாவதையும், விளக்குகளில் புகைக்கரி படிகவதையும் இதற்குக் காட்டாகக் குறிப்பிடலாம்.

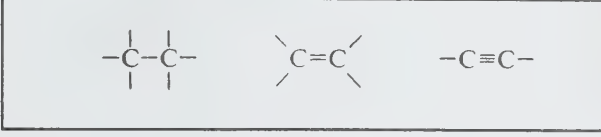


வகைப்பாடு. ஹைட்ரோகார்பன்களை பிற ஹைட்ரோகார்பன் பெறுதிகள், சேர்மங்கள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கத் தேவையான தாய்ப் பொருள்களாகக் கருதலாம். மேலும் கார்பன் அணுக்களிடையேக் காணப்படும் பல்வேறு வகைப் பிணைப்புகளையும் இவை குறிப்பனவாக அமைந்துள்ளன. இவற்றின் வகைப்பாடு பிற கரிமச் சேர்மங்களைப் பெயரிடுவதற்கு முன்னோடியாக அமைந்துள்ளன. சிக்கலான மூலக்கூறுகளையும் அமைப்பு வகையில் ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் ஒப்புமைப்படுத்தலாம். இதில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் வேறு அணுக்களாலோ தொகுதிகளாலோ பரிமாற்றம் செய்யப்பட வேண்டும். எ-டு.

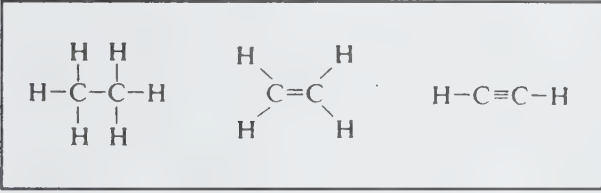


குறிப்பிட்ட ஹைட்ரோகார்பன்களின் அமைப்பும் அவற்றின் வேதித் தன்மையும் அவற்றில் இணைந்திருக்கும் கார்பன் அணுக்களின் பிணைப்புகளைப் பொறுத்ததாகும். கார்பன் அணுவின் இணைதிறன் எண் 4. எனவே ஒரு கார்பன் அணு தன்னிடமுள்ள நான்கு இணைதிறன்

எலெக்ட்ரான்களையும் ஈந்து நான்கு சகப்பிணைப்புகளை உருவாக்கலாம். ஆனாலும் இவை ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களைப் பிற அணுக்களுடன் பங்கிட்டு இரட்டை மற்றும் முப்பிணைப்புகளை உருவாக்கலாம்.



மேற்குறிப்பிட்ட அமைப்பில் கார்பன் அணுவுடன் ஹைட்ரஜன் இணைந்திருந்தால் அவற்றின் அமைப்பு பின்வருமாறு அமைந்திருக்கும்.



இதில் ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவுக்கும் நான்கு பிணைப்புகளும் ஒவ்வொரு ஹைட்ரஜன் அணுவுக்கும் ஒரு பிணைப்பும் உள்ளன. ஒத்த வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டச் சேர்மங்களை வகைப்படுத்தும்பொருட்டு ஹைட்ரோகார்பன்களைப் பின்வருமாறு வகைப்பாடு செய்யலாம்.

அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் நிறைவுற்றவை (அல்கேன்கள், வளைய அல்கேன்கள்); நிறைவுறாதவை (அல்கீன்கள், டையீன்கள், பாலியீன்கள்), ஒத்த வளைய அல்கீன்கள்... அல்கைன்கள், வளைய அல்கைன்கள், அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள், பென்சீன் வகையின (மோனோ, டை, பல்வளையம்), பென்சீன் வகையில்லாதன. இரண்டு பெரும்பிரிவுகளாவன. அலிஃபாட்டிக் (கிரேக்கம்-கொழுப்பு), அரோமாட்டிக் (கிரேக்கம்-அரோமாட்டிக்). அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களை அரோமாட்டிக் அல்லாத பிற சேர்மங்கள் என எளிதாக வரையறை செய்யலாம். அரோமாட்டிக்

என்னும் சொல் அதன் மூலச்சொல்லின் உண்மையான பதமான மணத்தைக் குறிப்பிடுவதால் தற்காலத்தில் வேதியியலில் பயன்படுத்துவதில்லை. ஆனால் பொதுவாக ஒற்றை, இரட்டைப் பிணைப்புகள் மாறி மாறி அமைந்து ஒரு வளைய அமைப்பில் உருவான கலப்பினமாக இதனைக் குறிப்பிடலாம். அலிஃபாட்டிக் சேர்மங்களுள் கார்பன் நீள் தொடரைக் கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்களும் (வளையமில்லாதவை), கார்பன் வளையங்கள் (கார்போசைக்ளிக்) ஆகியவையும் அடங்கும். இது தவிர அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் அவற்றில் அமைந்திருக்கும் கார்பன்-கார்பன் பிணைப்புகளைப் பொறுத்தும் வகைப்படுத்தப்படும்.

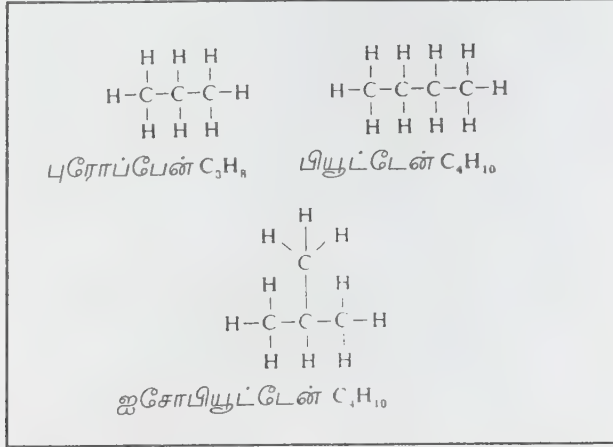
அனைத்துப் பிணைப்புகளையும் ஒற்றைப் பிணைப்புகளாகக் கொண்டவை நிறைவுற்றவை எனப்படும். இவ்வகைச் சேர்மங்களுக்கான வகைப்படுத்தப்பட்ட பெயர்கள் அல்கேன்கள், வளைய அல்கேன்கள் (அல்லது சைக்லேன்கள்) என்பன. ஆனால் கார்பன் அணுக்கள் இரட்டை அல்லது முப்பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவை நிறைவுறாதவை என்று குறிப்பிடப்படும். இரட்டைப் பிணைப்புச் சேர்மங்கள் அல்கீன்கள் அல்லது அல்கைன்கள் எனவும் முப்பிணைப்புச் சேர்மங்கள் அல்கைன்கள் என்றும் குறிப்பிடப்படும். சில வகைச் சேர்மங்கள் இரு வகையான பிணைப்புகளையும் கொண்டிருக்கக் கூடும். அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் மூலச் சேர்மான பென்சீனில் உள்ளது போன்ற அமைப்பைக் கொண்டிருந்தால் அவை பென்சீன் வகையின என்றும் அவ்வாறில்லாதவை பென்சீன் வகையில்லாதவை என்றும் குறிப்பிடப்படும். மேலும் அவற்றிலிக்கும் வளையங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தும் வகையிடப்படும்.

மேற்குறிப்பிட்டச் சேர்மங்களின் வகைப்பாடு, அமைப்பு, இயற்பியல் பண்புகள், தொகுப்பு முறைகள், வேதி வினைகள் ஆகியன பின்வருமாறு:

அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள்

அல்கேன்கள். இவற்றின் பொது வாய்பாடு $C_n H_{2n+2}$ இதில் n- என்பது கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கிறது. முதல் இரண்டு சேர்மங்களின் வாய்பாடு CH_4 , C_2H_6 இவற்றுக்கு ஒரே

அமைப்புதான் இருக்க முடியும். மூன்றாவது, நான்காவது சேர்மங்களான புரோப்பேனுக்கும் பியூட்டேனுக்கும் இரண்டு அமைப்புகள் இருக்கலாம். இதில் இந்த அமைப்புகள் நீள் தொடராகவோ, கிளைச் சங்கிலித் தொடராகவோ இருக்கலாம்.



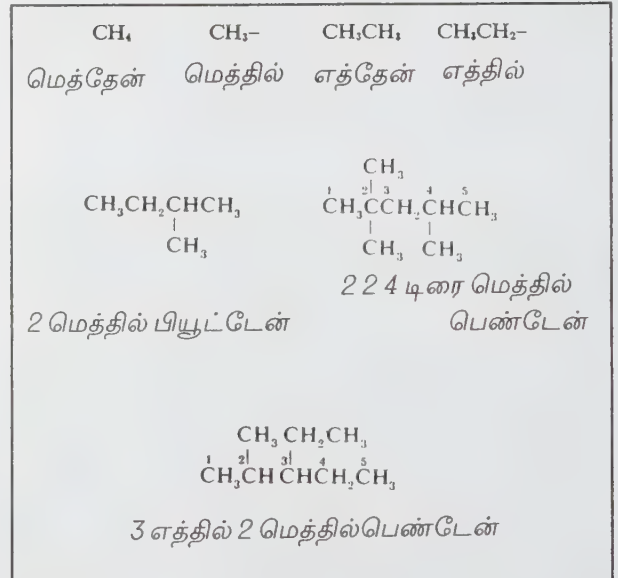
இவ்வமைப்புகளில் n என்பது பொதுவான அல்லது தொடர்ச்சியான நீள்தொடர் கார்பன் அணுக்களையும் ஐசோ என்பது கிளைத்தொடர் அமைப்பையும் குறிக்கிறது. ஒரே மூலக்கூறு வாய்ப்பாட்டைக் கொண்டு வெவ்வேறு அமைப்புகளைப் பெற்றிருக்கும் மூலக்கூறுகள் மாற்றியங்கள் எனப்படுகின்றன. எ-டு: பியூட்டேன், ஐசோபியூட்டேன். பொதுவாக மாற்றியங்கள் ஒத்தப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. எ-டு: மேற்கூறிய இரண்டு பியூட்டேன் மாற்றியங்களும் நிறமற்ற வளிமங்கள். இவற்றுள் பியூட்டேன் ஐசோபியூட்டேனைவிட சிறிது மிகையான வெப்பநிலையில் கொதிக்கிறது. (n-பியூட்டேன் கொதிநிலை -0.5°C ; ஐசோபியூட்டேன் -12°C).

n-இன் எண்ணிக்கையின் அதிகரிப்பிற்கேற்ப மாற்றியங்களின் எண்ணிக்கையும் கூடுகிறது. இதனைக் கீழ் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அட்டவணை தெளிவாக்குகிறது.

n	மாற்றியங்களின் எண்ணிக்கை	n	மாற்றியங்களின் எண்ணிக்கை
5	3	10	75
6	5	15	4,347
7	9	20	3,66,319
8	18	30	4,111,846,763
9	35	40	6.25×10^{13}

$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ மாற்றியங்களின் எண்ணிக்கை 75 வரையான என்ற வாய்பாட்டைக் கொண்டச் சேர்மங்கள் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வகையிலும் எதிர்பார்க்கப்பட்ட எண்ணிக்கையிலான மாற்றியங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

வகைப்பாடு. ஒவ்வொரு மூலக்கூறு வாய்பாட்டிற்கும் பல்வேறு மாற்றியங்கள் அமைந்திருப்பதால் இவற்றை எளிதில் அறிந்துகொள்ள சரியான பெயரிடும் முறை தேவைப்படுகிறது. எனவே 1892 இல் ஜெனிவா நகரில் நடந்த உலக வேதியியல் கழகத்தில் வகுக்கப்பட்டதும் பின்னர் IUPAC ஆல் ஏற்றுக்



கொள்ளப்பட்டதுமான பெயரிடும் முறையை கரிம வேதியியலார் தற்போது பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்வகைப்பாட்டின்படி நிறைவுற்ற ஹைட்ரோகார்பன்களான அல்கேன்களில் பின்னொட்டான 'ஏன்' என்ற விசுதி நிறைவுற்றச் சேர்மங்களுக்கென ஒதுக்கப்பட்டது. முதல் நான்கு நிறைவுற்றச் சேர்மங்களின் பெயர்கள் முன்னரே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அதைத் தொடர்ந்து வரும் சேர்மங்களின் பெயர்கள் கிரேக்க அல்லது லத்தீன் முன்னொட்டுக்கள். அவற்றிலிருக்கும் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும் பொருட்டு கொடுக்கப்பட்டு வழங்கப்படுகிறது.

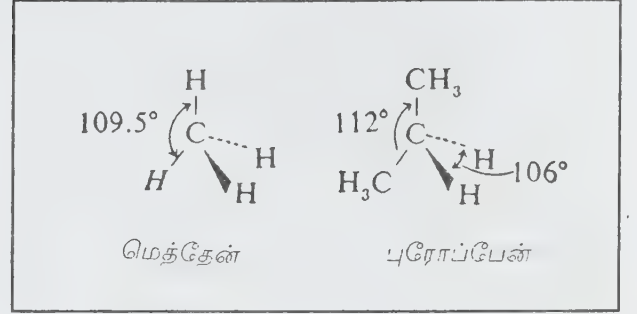
எ-டு:

- | | | |
|---------------|-----------------|----------------------|
| C5 பென்ட்டேன் | C9 நோனேன் | C13 டிரெக்டேக்கேன் |
| C6 ஹெக்சேன் | C10 டெக்கேன் | C14 டெட்ராடெக்கேன் |
| C7 ஹெப்டேன் | C11 அன்டெக்கேன் | C15 பென்ட்டாடெக்கேன் |
| C8 ஆக்டேன் | C12 டோடெக்கேன் | C20 ஐகோசேன் |

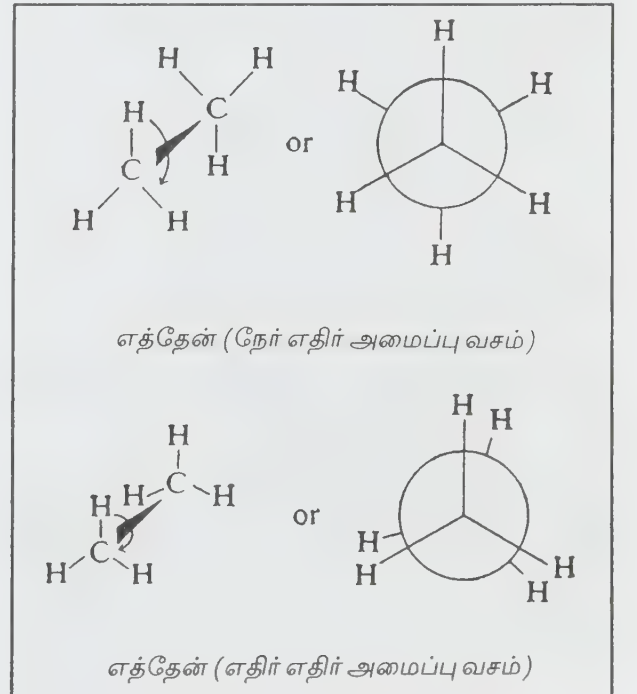
சாதாரண அல்லது நீள்தொடர் ஹைட்ரோகார்பன்களில் பெறுதிகளாக கிளைத்தொடர் சேர்மங்களைக் கருதலாம். கிளைத் தொடர் உள்ள கார்பன் அணுவுக்கு குறைந்த எண் வருமாறு: அல்கேனின் ஒரு புறத்திலிருந்தோ மறுபுறத்திலிருந்தோ எண்ணால் குறிக்க வேண்டும். கிளைத் தொடரில் இணைந்துள்ள தொகுதியின் பெயரையும் அது இணைந்திருக்கும் கார்பன் அணுவின் எண்ணையும் மூல ஹைட்ரோகார்பனின் பெயரோடு இணைக்க வேண்டும். ஒரே கார்பன் அணுவில் இரண்டு கிளைகள் இருக்குமானால் எண் இரு முறை குறிப்பிடப்பட வேண்டும். எண்கள் தொகுதியின் பெயருக்கு முன்னர் சிறு கோடுகள் இட்டு குறிக்கப்பட வேண்டும். தொகுதிகளை அவற்றின் தாய் சேர்மத்தின் பெயரிலிருக்கும் 'ஏன்' என்ற விசுதியை எடுத்துவிட்டு ஐவ் என்ற விசுதியைச் சேர்த்து பெயரிட வேண்டும். எ-டு:

சிக்கலான அமைப்புடையச் சேர்மங்களுக்கு தனியான விதிமுறைகள் உள்ளன.

முப்பரிமாண அமைப்புகள். பொதுவாக வாய்பாடுகளின் அமைப்புகளை தாளில் குறித்தவாறு அல்லது எழுதியவாறு காட்டினாலும் உண்மையில்



மூலக்கூறுகள் முப்பரிமாணத் தன்மை கொண்டவை. வேதிப் பிணைப்புகளை உண்டாக்கும் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகள் தம்முடைய நிலைகளை ஒன்றுக்கொன்று எவ்வளவு தொலைவில் இருந்தி வைத்துக்கொள்ள இயலுமோ அவ்வளவு தொலைவில் சென்றமைகின்றன. இதற்குக் காரணம் ஒத்த மின்சமையுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் வெறுப்பே ஆகும். ஒரு கார்பன் அணு நான்கு தொகுதிகளால் ஒற்றைப் பிணைப்பில் பிணைக்கப்பட்டிருந்தால் அதன்

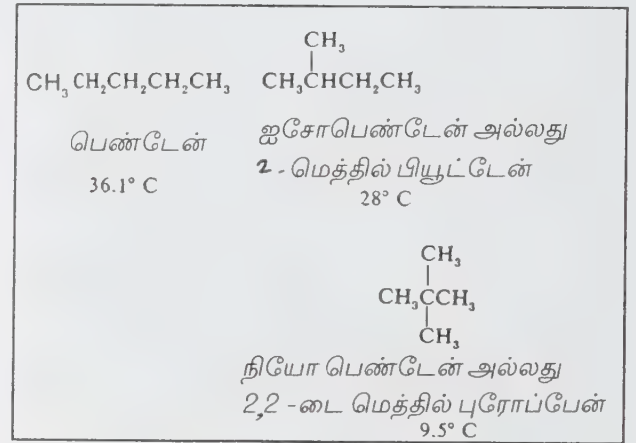


நிலையான அமைப்பாக நான்முசி (tetrahedron) அமைப்பு அமையும். ஏனெனில் அந்நிலையில்தான் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளின் வெறுக்கும் தொலைவு அதிகமாக இருக்கும். எனவே, மெத்தேனில் நான்கு பிணைப்புக் கோணங்களும் 109.5° ஐக் கொண்டிருக்கின்றன. இதுவே தட்டையான அமைப்பில் இருந்தால் இக்கோண அளவு 90° யே இருக்கும். இந்த அமைப்பு முழுதும் சமச்சீராக இல்லாவிடில் கோண அளவு சிறிதளவு ($106 - 112^\circ$) மாறுபடும். இது அனைத்து அல்கேன்களுக்கும் பொதுவானதாகும்.

அல்கேன்களில் கார்பன்-கார்பன் அணுக்களுக்கிடையேயான பிணைப்பு நீளம் 1.54 \AA என்ற அளவிலும், கார்பன்-ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு நீளம் 1.09 \AA என்ற அளவிலும் பெரும்பாலும் அமைந்துள்ளன. ஆனால் அடுத்தடுத்து அமைந்து இருக்கும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கிடையேயான நீளம் வேறுபட்டு அமையலாம். இதற்குக் காரணம் கார்பன்-கார்பன் ஒற்றைப் பிணைப்பின் வழியாக ஏற்படும் சுழற்சியேயாகும். இந்த உண்மையை எத்தேன் மூலக்கூறைப் பயன்படுத்தி அறியலாம். இம்மூலக்கூறின் மறைபடாத (staggered) அமைப்பில் ஹைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கிடையேயான நீளம் மிக அதிகமாகவும், அம்மூலக்கூறே சுழற்சியினால் மறைப்பு நிலை அமைப்பை அடையும்போது இந்நீளம் குறைவாக இருப்பதையும் அறியலாம். அறைவெப்பநிலையில் ஆற்றல் காரணங்களுக்காக மறைபடாத (staggered) அமைப்பு நிலையான அமைப்பாக உள்ளது. எனவே அறைவெப்ப நிலையில் பெரும்பாலான எத்தேன் மூலக்கூறுகள் இந்த அமைப்பு வசத்தையே (conformation) பெற்றுள்ளன. 1950 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் பார்ட்டன் எனும் இங்கிலாந்து நாட்டு அறிவியலாரும், ஆட் ஹாசல் எனும் நார்வே நாட்டு அறிவியலாரும் அமைப்பு வச ஆய்வு (conformational analysis) எனும் தனிப் பிரிவில் ஆய்வு செய்தனர். இதற்காக இவர்களுக்கு 1969 ஆம் ஆண்டிற்குரிய வேதியியல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. வேதி வினைகளையும், இயற்பியல் பண்புகளையும் மூலக்கூறு அமைப்பு

பற்றிய ஆய்வில் ஒரு சார்பாகப் பயன்படுத்தி ஆய்வு செய்வதே அமைப்பு வச ஆய்வாகும்.

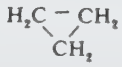
இயற்பியல் பண்புகள். மூலக்கூறுகளின் நிறை அதிகரிப்பதற்கேற்ப சாதாரண அல்கேன்களின் கொதிநிலை, உருகுநிலை, அடர்த்தி எண் ஆகியனவும் அதிகரிக்கின்றன. காண்க: அட்டவணை. கிளைத்தொடர் மாற்றியங்கள் நீள் தொடர் அல்கேன்களைவிட குறைந்த கொதி நிலைகளையே கொண்டுள்ளன. இதனைப் பின்வரும் எடுத்துக்காட்டால் அறியலாம்.



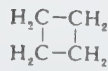
வளைய அல்கேன்கள். ஒரு வளையத்தைக் கொண்ட வளைய அல்கேன்களின் பொது வாய்பாடு என்பதாகும். இதில் மூன்று அல்லது அதற்கு அதிகமான கார்பன் அணு எண்ணிக்கையைக் கொண்டதாகும். எனவே இவ்வாய்பாட்டிலிருந்து வளைய அல்கேன்கள் அவற்றின் மூல ஹைட்ரோகார்பன்களிலிருந்து இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் குறைவாகப் பெற்றிருப்பது தெரியவருகிறது. வளையங்கள் சிறியவை ($n=3$ அல்லது 4), சாதாரணமானவை ($n=5$ அல்லது 6), நடுத்தரமானவை ($n=7-10$), பெரியதானவை (-10 க்கு மேல்) என வகைப்படுத்தப்படும். இவை அல்கேன்களைப் போலவே பெயரிடப்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றின் பெயருக்கு முன்னால் 'வளைய' என்ற முன்னொட்டு சேர்க்கப்பட வேண்டும்.

அல்கேன்களின் இயற்பியல் பண்புகள்

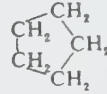
பெயர்	வாய்பாடு	கொதிநிலை (°C)	உருகுநிலை (°C)	அடர்த்தி
மெத்தேன்	CH ₄	-164	-182.5	0.466
எத்தேன்	C ₂ H ₆	-88.6	-183.3	0.572
புரோப்பேன்	C ₃ H ₈	-42	-189.7	0.501
பியூட்டேன்	C ₄ H ₁₀	-0.5	-138.35	0.601
பென்டேன்	C ₅ H ₁₂	36.1	-129.7	0.626
ஹெக்சேன்	C ₆ H ₁₄	68.9	-95.0	0.660
ஹெப்டேன்	C ₇ H ₁₆	98.4	-90.6	0.684
ஆக்டேன்	C ₈ H ₁₈	125.6	-56.8	0.703
நோனேன்	C ₉ H ₂₀	150.8	-51.0	0.718
டெக்கேன்	C ₁₀ H ₂₂	174.1	-29.7	0.730
பென்ட்டாடெக்கேன்	C ₁₅ H ₃₂	270	10	0.769
ஆக்டாடெக்கேன்	C ₁₈ H ₃₈	316.1	28.2	0.777
ஐகோசேன்	C ₂₀ H ₄₂	343	36.8	0.778
டிரையகோன்டேன்	C ₃₀ H ₆₂	449.7	65.8	0.775
டெட்ராகோன்டேன்	C ₄₀ H ₈₂	-	81	-
பென்டாகாண்டேன்	C ₅₀ H ₁₀₂	-	92	0.794



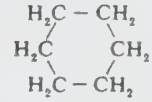
வளைய புரோப்பேன்
(கொ.நி. 33°C)



வளைய பியூட்டேன்
(கொ.நி. +12°C)



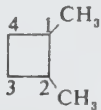
வளைய பெண்டேன்
(கொ.நி. +49.3°C)



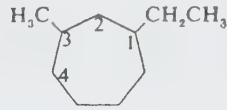
வளைய ஹெக்சேன்
(கொ.நி. +80.7°C)

வளைய அல்கேன்களின் அமைப்புகள் பொதுவாக மேற்குறிப்பிட்டதுபோல் வரை படங்களால் சுட்டப்படும். இதில் பதிலிகள் இணைந்திருக்குமானால் அது தனியாக படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல் குறிக்கப்படும்.

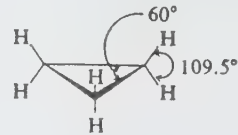
அமைந்துள்ளன. ஆறு கார்பன் அணுக்களும் தளத்தின் மேல், கீழ் என இரு பக்கங்களிலும் உள்ளன.



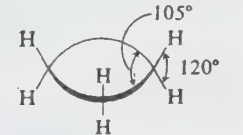
1, 2 டைமெத்தில்
வளைய பியூட்டேன்



1- எத்தில்,
3-மெத்தில்
வளைய ஹெப்டேன்



சமதள முக்கோண வடிவம்



வளைய பிணைப்பு வடிவம்

புரோப்பேன்

வளைய புரோப்பேன் மூலக்கூறில் அமைந்திருக்கும் மூன்று கார்பன் அணுக்களும் ஒரே தளத்தில்

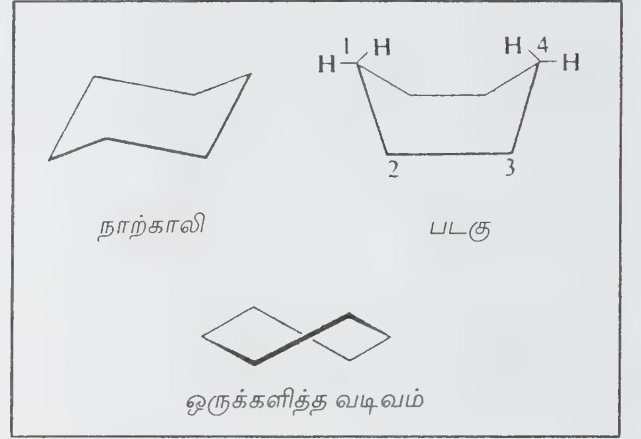
வளைய புரோப்பேனின் சமதள முக்கோண வடிவில் கார்பன்-கார்பன் அணுக்களுக்கிடையேயான பிணைப்புக் கோணம் 60°. இந்த குறுகிய கோண அளவால் மூலக்கூறு மிகுதியான இறுக்கத்திற்கு

உள்ளாகிறது. இந்த நிலையை பின்வரும் இரண்டு முறைகளால் மூலக்கூறு சரிசெய்துகொள்கிறது. 1. கார்பன்-ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கிடையேயான பிணைப்பு கோண அளவு 120° ஆக விரிகிறது. 2. கார்பன்-கார்பன் பிணைப்பு ஏற்படக் காரணமாக அமைந்த எலெக்ட்ரான்கள் இரண்டு கார்பன் அணுக்களுக்கிடையேயான மையப் பகுதியிலிருந்து ஒரே நேர்கோட்டு மையத்தில் அமையாமல் வளையத் தளத்திற்கு அப்பால் ஒருங்கமைவதால் உண்மையான கோண அளவு 105° என்றாகிறது. இதனால் வினைப்படு பொருள்களினால் பிணைப்பு எலெக்ட்ரான்கள் எளிதில் தாக்கப்படுகிறது. எனவே வளைய புரோப்பேன் வளையத்தை பெரிய வளையங்கள் அமைந்த மூலக்கூறுகளை பிளப்பதை விட எளிதில் பிளந்துவிடலாம்.

வளைய பியூட்டேன் மூலக்கூறு அமைப்பும் இறுக்கமுடையதாகவே உள்ளது. மூலக்கூறு சமதள அமைப்பில் இருந்தால் கார்பன்-கார்பன் பிணைப்பு கோண அளவு 90° ஆகும். அனைத்து ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் மறைப்பு நிலையில் அமைந்து இருக்கும். இந்த வளையம் ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்கிடையேயான இடையீட்டைக் குறைப்பதற்காக மேலும் சுருங்குகிறது. இதனால் கார்பன்-கார்பன் பிணைப்புக் கோணம் மேலும் குறைவடைகிறது. வளைய பென்டேன் சேர்மமும் இதே மாதிரியான சுருங்கிய அமைப்பு வசத்தை பெற்றுள்ளது. சாதாரண ஐங்கோண அமைப்பில் இருக்கும்போது வளைய பென்டேனின் கார்பன்-கார்பன் பிணைப்புக் கோண அளவு (108°) ஏறத்தாழ நான்முகிக் கோண அளவுக்கு நெருங்கியுள்ளது.

வளைய ஹெக்சேனின் அமைப்பு வசங்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் இயற்கையில் கிடைக்கும் விளைபொருள்களின் அமைப்புடன் நெருங்கிய தொடர்புடையதாக அமைந்திருப்பதால் (எ.கா: ஸ்டிராய்டுகள்) மிக முக்கியத்துவம் பெறுகின்றன. மூன்று வெவ்வேறு அமைப்பு வசங்கள் (நாற்காலி, படகு, ஒருக்களித்த வடிவம் (skew form)) அறியப்பட்டுள்ளது. இந்த ஒவ்வொரு வடிவமும், கார்பன்-கார்பன் பிணைப்பு கோணம் 109.5° ஆகவும், இறுக்கமில்லாமலும், எளிதில் கார்பன் அணுக்களைச் சுழற்றுவதால் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு

மாறுவதாகவும் அமைந்துள்ளது சிறப்பாகும். மூன்று வடிவங்களின் கோண அளவுகள் ஒரே அளவாக இருப்பதால் இம்மூன்று அமைப்பு வசங்களும் நிலையான அமைப்புகளாக இருக்கலாம் என்று எண்ணுவது இயல்பு. ஆனால் உண்மை அதுவல்ல.



நாற்காலி அமைப்பு வசத்தில் அடுத்தடுத்த கார்பன் அணுக்களில் இணைந்திருக்கும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களை எதிர் எதிரான அல்லது மறைக்கப்படாத நிலையில் எத்தேன் மூலக்கூறு அமைப்பு வசத்தில் உள்ளவாறு தொலைவாக அமைந்திருப்பதால் அவ்வடிவம் மற்ற வடிவங்களைவிட நிலையானதாக உள்ளது. ஒருக்களித்த வடிவத்தில் பல ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மறைப்பு நிலையில் அமைந்துள்ளன. மிகவும் குறைந்த நிலைப்புத் தன்மையுடைய படகு வடிவில் C_2, C_3, C_5, C_6 ஆகிய கார்பன் அணுக்களில் இணைந்திருக்கும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மறைப்பு நிலையில் உள்ளன.

த.தெய்வீகன்

ஹைட்ரோ கார்பன் ரெசின்

இது எளிதில் உடையக்கூடிய ரெசின். ஹைட்ரோ கார்பன் ரெசின்கள் (hydrocarbon resins)

பல்லுறுப்பாக்கல் (polymerisation) வினையின் மூலம் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலப்பொருள்கள் கரித்தார் (coal tar), ரோசின் (rosin) அல்லது பெட்ரோலியம். ஹைட்ரோகார்பன் ரெசின்கள் அதிக செலவில்லாதவை. ரப்பர், ஆஸ்பால்ட் (asphalt) தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகின்றன. எ-டு: குமரோன்-இண்டன் ரெசின்கள்.

பெட்ரோலிய ரெசின்கள், பல்லுறுப்பு டெர்பின் ரெசின்கள் (polyterpene resin). பொதுவாக இந்த வகை ரெசின்களின் பண்புகள் யாவும் ஒரே மாதிரியானவை. குமரோன் -இண்டன் நிலக்கரித்தார்ப் பகுதியில் இருக்கிறது. இதிலிருந்து ஒரு சிறிய அளவில் வளைய பென்டா டையீனும்), ஸ்டைரீனும் கிடைக்கிறது.

பல்லுறுப்பாக்கல் வினை சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் எளிதில் நடைபெற்று மென்மை முதல் கடினமான, எளிதில் உடையக்கூடிய, பல்லுறுப்புகள் (polymers) கிடைக்கின்றன. இவற்றின் மூலக்கூறு நிறைகள் (molecular weights) 500 இலிருந்து 4000 வரை வேறுபடுகின்றன. மேலும் இவற்றின் நிறங்களும் மஞ்சள் முதல் கரும்பழுப்பு வரை மாறுபடுகின்றன. மிருதுவான பல்லுறுப்புகள் பிளாஸ்டிக்ஸ்கள் உருவாக்கும் (plasticizers) மூலப்பொருளாகவும், ரப்பர் பொருள்களிலும் பயன்படுகின்றன.

கடினமான பல்லுறுப்புகள் (hard polymers) செயற்கை முறை ரப்பரைப் பலப்படுத்தவும் கட்டியாக்கவும் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை தரை விரிப்பிலும், கூரை போடப் பயன்படும் பொருள்களிலும், வார்னிசுகளிலும் உலோகப் பெயிண்டுகளிலும் மற்ற ரெசின்களுடன் சேர்ந்து பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

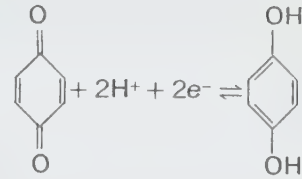
பெட்ரோலியம் ரெசின்கள் மீதுய்மை (refining) செய்யும்போது கிடைக்கும் பொருள் காகித மேல் பூச்சுகளிலும், குடான ஓட்டும் குழம்புகள் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகின்றன. பல்லுறுப்பு டெர்பீன்கள் மென்மையாகவோ, கடினமாகவோ இருக்கும். இவை மூலக்கூறு நிறை 2000 வரை கொண்ட பல்லுறுப்புச் சேர்மங்களாகும். இவை எண்ணெய் வண்ணப்பூச்சிக்கள் (oil paints)

தயாரிக்கவும், ஓட்டும் தன்மையுள்ள பொருள்கள் (adhesive formulations) தயார் செய்யவும் பயன்படுகின்றன.

த.தெய்வீகன்

ஹைட்ரோகுய்னோன்

இது 1, 4 -பென்சீன்டையால் (1,4 benzenediol), p-டைஹைட்ராக்சிபென்சீன், ஹைட்ரோகுய்னால் (hydroquinol), குய்னால் (quinol) என்று பல பெயர்களில் குறிக்கப்படும்.



குய்னோன் ஹைட்ரோ குய்னோன்

குய்னோனை சல்ஃப்யூரஸ் அமிலத்துடன் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் (reduction) செய்வதன் மூலம் ஹைட்ரோகுய்னோன் தயாரிக்கலாம்.

அனிலீனை, சோடியம் டைகுரோமேட் - சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து பைசல்ஃபைட்டுடன் வினைப்படுத்துவதனாலும் இது பெறப்படுகிறது.

அசெட்டிலீனையும் கார்பன் மோனாக்சைடையும் வினைப்படுத்துவதனாலும் இதனைப் பெறமுடியும்.

இது வெண்ணிறப் படிவ வடிவ திண்மப் பொருள், உருகுநிலை 169°C நீர், ஆல்கஹால் போன்ற நீர்மங்களில் கரையக்கூடியது, பென்சீனில் சிறிதளவே கரையும். இதனுடைய நீர் கலந்த கரைசல் ஆக்சிஜனேற்றத்தின் விளைவாகக் காற்றில் பழுப்பு நிறமடைகிறது. எனவே, ஒளியிலிருந்து பாதுகாக்கப்பட்டு நன்றாக மூடி வைக்கப்பட வேண்டும்.

வினைகள். ஆக்சிஜனேற்றத்தின் மூலம் குய்ன்ஹைட்ரோனும், p- பென்சோ குய்னோனும்; மெத்தில் ஈதருடன் வினையுற்று 4-ஹைட்ராக்க்சி அனிசோலும்; டைமெத்தில் ஈதருடன் வினைப்பட்டு 1,4-டைமெத்தாக்க்சி பென்சீனும் கிடைக்கின்றன.

சல்ஃபர் டைஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு போன்ற சேர்மங்களுடன் கூடொத்த சேர்மங்களைக் (cage like compounds) கொடுக்கும்.

பயன்கள். நிழற்படத் துறையில் ஒடுக்கியாகவும் (reducing agent) உரு ஏற்றியாகவும் (developer), சிறிய அளவில் பாஸ்ஃபேட்டுகளை உறுதி செய்யும் வினைப்பொருளாகவும், இமைப்படல அழற்சியில் (conjunctivitis) நலப்படுத்தக்கூடிய சீழ் எதிர்ப்பியாகவும் (antiseptic) பலவகைகளில் பயன்படுகிறது.

எஸ்.நாகராஜன்

துணைநூல். Sybil P.Parker, McGraw Hill *Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1983.

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம்

ஹைட்ரஜன் குளோரைடன் நீர்க்கரைசல் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் எனப்படுகிறது. இது மியூரியாட்டிக் அமிலம் (muriatic acid) என்றும் முன்பு குறிப்பிடப்பட்டது. இப்பொழுதும் இது வணிகத்துறையில் அவ்வாறு குறிக்கப்படுகிறது. இந்த அமிலம் மனிதன் உட்பட பல விலங்குகளுடைய வயிற்றிலுள்ள இரப்பை நீரிலும் எரிமலைகளிலிருந்து வெளிவரும் வளிமங்களிலும் அடங்கியுள்ளது. இவ்வமிலத்தை முதன்முதலில் ஏறத்தாழ கி.மு. எண்ணூறாம் ஆண்டில் கிபெர் என்பவர் ஃபெரல் சல்ஃபேட்டை சோடியம் குளோரைடுடன் சூடுபடுத்தி வெளிவந்த ஆவியை நீரில் கரைத்துத் தயாரித்தார். கி.பி.1648இல் கிளாபர் என்பவர் சோடியம் குளோரைடையும் (சாதாரண உப்பு) சல்ஃபூரிக்

அமிலத்தையும் சூடுபடுத்தி இதனைத் தயாரிக்கும் முறையை விளக்கினார்.

தொழில் முறைத் தயாரிப்பு. சாதாரண உப்பு (NaCl) அடர் சல்ஃபூரிக் அமிலத்துடன் உப்புக்கட்டி உலையில் (saltcake furnace) சூடுபடுத்தப்படுகிறது. உப்பு, உலையின் வார்ப்பிரும்புத் தட்டில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு, தேவையான அளவுக்கு சல்ஃபூரிக் அமிலம் சேர்க்கப்பட்டு சூடுபடுத்தப்படும்போது சோடியம் பைசல்ஃபேட்டும் ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளியும் உண்டாகின்றன. உலையின் வார்ப்பிரும்புத் தட்டில் எஞ்சியவற்றுடன் மேலும் சாதாரண உப்பு சேர்க்கப்பட்டு, உலையின் உள் அடுப்புக்கு (hearth) மாற்றப்பட்டுச் சுவாலையால் நன்கு சூடுபடுத்தப்படுகிறது. இங்கு சோடியம் பைசல்ஃபேட் சோடியம் குளோரைடுடன் வினைபுரிந்து வினை முற்றுப் பெற்று சோடியம் சல்ஃபேட்டும் (sodium sulphate) ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமமும் உண்டாகின்றன. உலையின் வார்ப்பிரும்புத் தட்டிலிருந்தும் அடுப்பிலிருந்தும் வெளிவரும் ஹைட்ரஜன்குளோரைடு வளிமம் தகுந்த குழாய் அமைப்பு மூலம் கல்கரி (coke) நிரம்பிய உறிஞ்சு கோபுரத்தின் அடிப்பகுதியினுள் செலுத்தப்படுகிறது. கோபுரத்தின் மேலிருந்து தெளிக்கப்படும் குளிர் நீரில் ஹைட்ரஜன்குளோரைடு வளிமம் கரைந்து கோபுரத்தின் அடியில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலக் கரைசல் தங்குகிறது.

கடல் நீரிலிருந்து சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு தயாரித்தலில் துணைப்பொருள்களாக (by product) வெளிவரும் ஹைட்ரஜனையும், குளோரினையும் நேரடியாக வினைபுரியச் செய்தும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

பண்புகள். ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் வளிமம் நிறமற்றது; மூக்கைத் துளைக்கும் கார நெடியுடையது; நீரில் நன்கு கரையக் கூடியது. (15°C இல், ஒரு வளிமண்டலத்தில் ஒரு கன அளவு நீரில் 458 கன அளவு வளி கரைகிறது) வளிமமும் அடர் கரைசலும் ஈரக்காற்றில் நன்கு புகைகின்றன. அமிலம் சுமார் 39% HCl உள்ள கரைசலாக விற்கப்படுகிறது. இதன் ஒப்படர்த்தி (relative density) 1.2. நிறைவுற்ற அமிலக் கரைசலில் சாதாரண வெப்பநிலையில் 43%

உள்ளது. இதன் ஒப்படர்த்தி 1.231. இக்கரைசல் நன்கு குளிர்விக்கப்படும்போது HCl, H₂O, HCl, 2H₂O, HCl, 3H₂O, HCl, 6H₂O ஆகிய படிகங்கள் கிடைக்கின்றன. ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமம் நன்கு குளிர்விக்கப்பட்டு நீர்ம நிலையிலும், திண்ம நிலையிலும் நீர்நிற நிலையிலும் தயாரிக்கப்படுகிறது.

நீர்த்த அமிலம் கொதிக்க வைக்கப்படும்போது அதிலுள்ள நீர் ஆவியாகிக் கரைசல் அடர்வாவதன் மூலமும் குடுபடுத்தும்போது ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமம் வெளியேறுவதனால் கரைசல் நீர்க்கப்படும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தின் கொதிநிலை மாறாக் கலவை உண்டாகிறது. இது வளிமண்டல அழுத்தத்தில் 110°C இல் கொதிக்கிறது. 20.24% ஹைட்ரஜன் குளோரைடைக் கொண்டுள்ளது.

வேதிவினைகள். இதுவரை கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ள அமிலங்கள் எல்லாவற்றையும்விட இது வலிமை வாய்ந்த அமிலமாகும். இது ஆக்சிஜனேற்றும் தன்மையற்ற ஒருகாரத்துவ (monobasic) அமிலமாகும். இதன் ஹைட்ரஜனை பெரும்பாலான உலோகங்களினால் எளிதாக இடம்பெயரச் செய்யமுடிகிறது. வளிம நிலையில் இது சூடான பல உலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து உலோகக் குளோரைடையும் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தையும் கொடுக்கிறது. கரைசலின் குளிர்ந்த நிலையிலேயே இது பெரும்பாலான உலோகங்களைக் கரைத்து உலோகக் குளோரைடுகளாக மாற்றுகிறது. இவ்வினைகளில் ஹைட்ரஜன் வெளிவருகிறது. ஓர் உலோகம் இதில் கரைந்து இருவிதக் குளோரைடுகளைக் கொடுக்கும் வாய்ப்பிருக்கும்போது அவற்றில் குறைந்த இணைதிறன் (valence) உள்ள உலோகக் குளோரைடே கிடைக்கிறது.

பிளாட்டினம், தங்கம், வெள்ளி, பாதரசம் ஆகிய உயர்தர உலோகங்கள் இதில் கரைவதில்லை, மூன்று மடங்கு அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலமும் ஒரு மடங்கு அடர் நைட்ரிக் அமிலமும் உள்ள கரைசலான இராஜத் திராவகத்தில் (aqua regia) இந்த உயர்தர உலோகங்கள் கரைந்து உலோகக் குளோரைடுகளைக் கொடுக்கின்றன. காற்றைச் செலுத்தும்போது செம்பு உலோகம் இவ்வமிலக்

கரைசலில் கரைந்து குப்ரிக் குளோரைடையும் நீரையும் கொடுக்கிறது.

அலோகங்களில் (nonmetals) ஃபுளூரின் மட்டுமே இதிலிருந்து குளோரினை இடம்பெயரச் செய்து ஹைட்ரோஃபுளூரிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது. தாமிர உப்புக்களை வினைவேக மாற்றியாகக் கொண்டு, காற்றில் இது ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து (oxidation) குளோரினையும் நீரையும் கொடுக்கிறது.

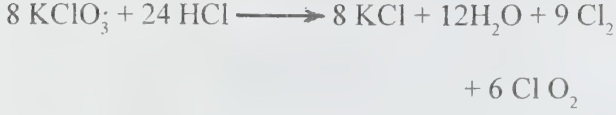
இது காரங்களுடன் வினைபுரிந்து தகுந்த உலோகக் குளோரைடு உப்பையும் நீரையும் கொடுக்கிறது. இதன் வளிமம் அம்மோனியாவுடன் வினைபுரிந்து அம்மோனியம் குளோரைடை மட்டுமே கொடுக்கிறது.

இது வலிவற்ற பல அமிலங்களை அவற்றின் உப்புக்களிலிருந்து இடம்பெயரச் செய்கிறது. உலோக ஆக்சைடுகள், சல்ஃபைடுகள், சல்ஃபைட்டுகள், கார்பனைட்டுகள், கரிம அமில உப்புக்கள் முதலியன இதனுடன் வினைபுரிந்து தகுந்த உலோகக் குளோரைடுகளைக் கொடுப்பதுடன் வலிவற்ற தனித்த அமிலம் அல்லது அதன் ஆக்சைடையும் கொடுக்கின்றன. வலிவற்ற அமிலம் நீரில் கரையாதிருப்பின் வீழ்படிவாகிறது. (எ.டு) போரிக் அமிலமும், சிலிசிக் அமிலமும், கரிம அமிலங்களும் அவற்றின் உப்புக்களிலிருந்து ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தினால் வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன.

உலோகப் பெராக்சைடுகளுடன் குடுபடுத்தப்படும்போது இது உலோகக் குளோரைடையும், நீரையும், குளோரினையும் கொடுக்கிறது.

ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், பெர்மாங்கனேட்டுகள் குரோமேட்டுகள், டைக்ரோமேட்டுகள், நைட்ரேட்டுகள், குளோரேட்டுகள், பெர்க்குளோரேட்டுகள் ஆகியவற்றால் ஆக்சிஜனேற்றமடைந்து உலோகக் குளோரைடுகள், நீர், குளோரின் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கிறது. பொட்டாசியம் குளோரேட்டுடன் இது குளோரின் டை ஆக்சைடு கலவையைக்

(யூகுளோரினை) கொடுக்கிறது.



பயன்கள். ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஓர் இன்றியமையாத ஆய்வுக்கூட வினைபொருள். கரிம-கனிமப் பண்பறி பகுப்பாய்வுகளிலும், (qualitative analysis) கரிம அமிலங்கள் தயாரித்தலில் காரக் கரைசல்களிலிருந்து இறுதியாகக் கரிம அமிலங்களை வீழ்படிவாக்கவும் இது பெரிதும் பயன்படுகிறது. இதன் கொதிநிலை மாறாக் கலவையின் குறிப்பிட்ட அளவுடன் குறிப்பிட்ட அளவு நீர் சேர்த்துத் தீயமக் கரைசல்கள் (standard solution) தயாரிக்கப்படுகின்றன. இது இராஜத்திராவகமாக நகைத் தொழிலில் மிகவும் பயன்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளில் பல்வேறுவிதங்களிலும் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது அமிலங்களில் மிகவும் பயன்மிக்க ஒன்று.

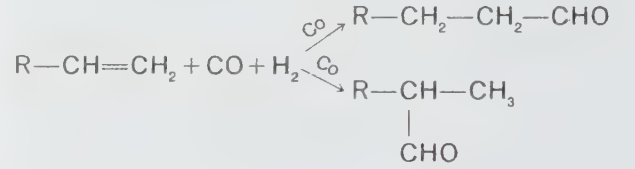
க.சிங்கனன்

துணைநூல். Kirk-Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 12, Third Edition, 1980.

ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றம்

ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்றம் என்பது ஃபிஷர்-ட்ராப்ஷ் வினை என்ற பொது வகைப்பாட்டின் கீழ் வருகிற ஆல்டிஹைடுகளை தொகுப்பு முறையில் பெறும் முறையாகும். பொதுவான ஃபிஷர்-ட்ராப்ஷ் வினையில் ஒரு வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் கார்பன் மோனாக்சைடையும் ஹைட்ரஜனையும் வினைபுரியச் செய்து அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன்களை தொகுப்பு முறையில் தயாரிப்பர். ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்றத்தில் கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் கலவையுடன் நிறைவுறாத ஹைட்ரோகார்பனையும் உடன் செலுத்தி ஆல்டிஹைடைப் பெறுவர். ஆக்சோ முறையில் நிறைவுறாத ஹைட்ரோகார்பன்கள் முதல் படியில் ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்றம் அடைந்து

ஆல்டிஹைடுகளைக் கொடுக்கின்றன. இரண்டாம் படியில் அவை ஹைட்ரஜனேற்றம் (hydrogenation) அடைந்து ஆல்கஹால்களாக மாறுகின்றன. சில சமயங்களில் ஆக்சோ முறை என்பது ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றப் படியை மட்டுமே குறிக்கும். ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றப் படியில் நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்கள் கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் அடங்கிய கலவை கோபால்ட் வினைவேக மாற்றியின் முன்னிலையில் வினைக்கு உட்படுத்தப்பட்டு ஆல்டிஹைடுகள் பெறப்படுகின்றன. இவ்வாறு கிடைத்த ஆல்டிஹைடில் நாம் எடுத்துக்கொண்ட நிறைவுறாத ஹைட்ரோகார்பனை விட ஒரு கார்பன் அணு கூடுதலாக இருக்கும். இரட்டைப் பிணைப்புக்கு இடையே ஒரு ஃபார்மைல் தொகுதியும் (CHO) ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவும் சேர்க்கப்பட்டு ஆல்டிஹைடு கிடைக்கிறது. இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு காட்டலாம்.



இவ்வாறு பெற்ற ஆல்டிஹைடை பின்னர் ஹைட்ரஜனுடன் வினைக்கு உட்படுத்தி ஆல்கஹால் பெறப்படுகிறது. தொழில்முறையில் நடத்தப்படும் தயாரிப்பு முறைகளில் ஒருங்கிணைந்த முறையின் (integrated system) மூலமாக ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றம் அடைந்த உடனே ஹைட்ரஜனேற்றம் நடத்தப்படுகிறது.

இரண்டு முதல் பதினாறு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்களை இம்முறையில் பயன்படுத்தலாம். இயல்பான (normal) மற்றும் ஐசோபியூட்டைல் ஆல்கஹால், ஐசோஆக்டைல் ஆல்கஹால் மற்றும் ஒரிணைய டெசைல் ஆல்கஹால் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்க முறையே புரொபைலீன், ஹெப்டீன் மற்றும் நானீன் ஆகியவை பயன்படுகின்றன.

பியூட்டனால்கள் போன்ற குறைவான கார்பன்

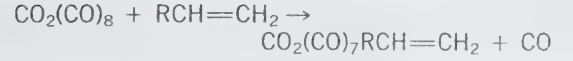
அணுக்களைக் கொண்ட ஆல்கஹால்கள் முக்கியமாக கரைப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன. அதிக கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ஆல்கஹால்கள் நெகிழியாக்கிகள் (plasticizers), பரப்புக் கவர்ச்சிப் பொருள்கள் (surfactants) மற்றும் மசகுப் பொருட்கள் (lubricants) செய்யப் பயன்படுகின்றன. எனவே ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்ற முறை தொழில் முறையில் அதிக முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

இம்முறையில் நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்கள், கார்பன் மோனாக்சைடு மற்றும் ஹைட்ரஜன் ஆகியவையே வினைப்பொருள்களாகும். ஹைட்ரஜனும் கார்பன் மோனாக்சைடும் 1:1 என்ற விகிதத்தில் தொகுப்பு வளியாக (synthesis gas) செலுத்தப்படுகின்றன. 725°C வெப்ப நிலையில் அலுமினாவினால் தாங்கப்பட்டுள்ள நிக்கல் முன்னிலையில் மெத்தேனையும் நீராவிடையும் செலுத்தி தொகுப்பு வளிமம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பொதுவாக நீர்ம நிலையில் ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றம் நடைபெறுகிறது. வினை நடைபெறும் சூழலில் நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்கள் வளிம நிலையில் இருந்தால் வேறு நீர்மம் தொங்கல் ஊடகமாகப் (suspension medium) பயன்படுத்தப்படுகிறது. தொகுப்பு வளிமம் தேவைக்கு அதிகமான அளவில் செலுத்தப்படுகிறது.

வினைப் பொருள்கள் கீழ்க்கண்ட இரண்டு முறைகளுள் ஏதாவது ஒரு முறையின் மூலமாக கோபால்ட் வினைவேக மாற்றியுடன் தொடுகைக்கு (contact) உட்படுத்தப்படுகின்றன.

முதல்முறை. நிலையாக வைக்கப்பட்டுள்ள கோடால்ட் வினைவேக மாற்றியின் மீது நீர்ம நிலையிலுள்ள வினைப்பொருள்கள் செலுத்தப்படுகின்றன.

இரண்டாவது முறை. தொடர்ந்து கலக்கப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் தொட்டியிலுள்ள நீர்ம நிலையில் உள்ள வினைப் பொருள்களின் மேல் கோபால்ட் வினைவேக மாற்றியின் மென்சேறு (slurry) எந்திரத்தின் துணைகொண்டு ஊற்றப்படுகிறது.



ஒரு குறிப்பிட்ட கார்பன் எண் கொண்ட நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன் வினைப் பொருளையோ (எ.டு: C₇, C₈ அல்லது C₉) அல்லது பல்வேறு கார்பன் எண் கொண்ட நிறைவுறாத ஹைட்ரோகார்பன் கலவையையோ (எ.டு: C₁₁ - C₁₃ கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கலவை) ஒரே நேரத்தில் செலுத்தலாம். நேர் சங்கிலி அமைப்பைக் கொண்ட நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்களில் இரட்டைப் பிணைப்பானது சங்கிலியின் இறுதியிலோ இடையிலோ இருக்கலாம். 60-40% இயல்பான ஆல்கஹாலும், 40-60% ஆல்ஃபா இடத்தில் கிளையுற்ற (branched) ஆல்கஹாலும் கிடைக்கின்றன. சங்கிலியின் இறுதியில் இரட்டைப் பிணைப்பைக் கொண்ட சேர்மம் இடையில் இரட்டைப் பிணைப்பைக் கொண்ட சேர்மத்தைவிட காட்டிலும் 3.5 மடங்கு அதிக வேகத்தில் வினைக்கு உட்படுகிறது.

வினையின் வேகமானது நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பனின் அடர்வு, கோபால்ட்டின் அடர்வு மற்றும் ஹைட்ரஜனின் அழுத்தம் ஆகியவற்றுக்கு நேர்விகிதத்திலும் கார்பன் மோனாக்சைடின் அழுத்தத்துக்கு தலைகீழ் விகிதத்திலும் உள்ளது. டைகோபால்ட் ஆக்டா கார்பனைல் (dicobalt octa carbonyl) நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பனுடன் நடத்தும் வினைக்கு கூறப்பட்டுள்ள வினை வழி முறையின் (mechanism) முதல்படியில் நிறைவுறாத ஹைட்ரோ கார்பன்- கார்பனைல் அணைவுச் சேர்மமும் கார்பன் மோனாக்சைடும் உண்டாகின்றன. இதைக் கீழ்க்காண்டவாறு காட்டலாம்.

ஹைட்ரஜனுடன் அல்லது கோபால்ட் ஹைட்ரோ கார்பனைலுடன் வினை புரிவதன் மூலம் இவ்வணைவுச் சேர்மம் சிதைவுற்று ஆல்டி ஹைடு கிடைக்கிறது. ஹைட்ரோ ஃபார்மைலேற்றப் படியின் வினையின் வெப்பம் (heat of reaction) 30 கி. கலோரிகள் / மோல். இவ்வாறு உண்டாகும் வினையின்

வெப்பத்தை எவ்வளவுக் கெவ்வளவு விரைவில் வெளியேற்றுகிறோமோ அதற்கேற்றாற்போல் வினைக் கலனின் திறன் அதிகரிக்கும்.

பொ. சொக்கலிங்கம்

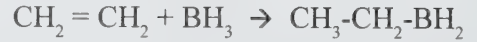
துணைநூல்கள். McGraw Hill Encyclopaedia of Science and Technology, Sixth Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1987; I.L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol.1, Sixth Edition, ELBS, London, 1986.

ஹைட்ரோபோரேசன்

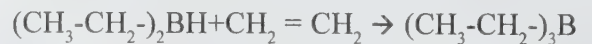
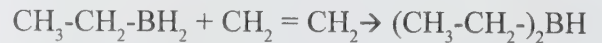
போரேன் என்ற வினை பொருளுடன் அல்க்கீன்கள் நிகழ்த்தும் வினை ஹைட்ரோபோரேசன் (hydroboration) எனப்படும். இவ்வினைகள், ஈதர் போன்ற கரைப்பான்களில் நிகழ்த்தப்படும். போரேனைத் தூய நிலையில், நிலைத்த சேர்மமாகப் பெற முடியாததால் அதனை டெட்ரா ஹைட்ரோஃபியூரன், டைக்ளைம் (diglyme = diethylene glycol methyl) போன்ற கரைப்பான்களில் கரைத்தே ஹைட்ரோபோரேசன் வினைகளுக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். டைமெத்தில் சல்ஃபைடு மூவினைய அமீன் போன்றவற்றுடன் போரேன் தரும் அணைவுப் பொருள்களும் (coordination complexes) ஹைட்ரோ போரேசன் வினைக்குப் பயன்படுபவையே. கரைசலிலேயே போரேனைத் தோற்றுவித்தும் ஹைட்ரோபோரேசன் வினையை நிகழ்த்தவியலும். அசெட்டிக் அமிலம்-சோடியம் போரோ ஹைட்ரேடு கலவையோ ஈதரில் கரைந்துள்ள போரான் டிரைஃபுளூரைடு (BF₃) சோடியம் போரோ ஹைட்ரேடு கலவையோ இதற்குப் பயன்படும்.

ஹைட்ரோபோரேசன் ஓர் இரட்டைப் பிணைப்புச் சேர்க்கை வினையாகும். அல்க்கீன் மூலக்கூறுடன் போரேன் சேர்க்கைவினை நிகழ்த்தும்போது, இரட்டைப் பிணைப்புக் கார்பன்களில் ஒன்றுடன் ஹைட்ரஜன் இணைய, மற்ற கார்பனுடன் போரேன் இணையும். இவ்வாறு தோன்றும் சேர்மம் மோனோ அல்க்கைல் போரேன்

எனப்படும்.

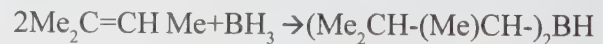


அல்க்கீன் அதிகமிருக்கும்போது வினை இத்துடன் நின்று விடுவதில்லை. மோனோ அல்க்கைல் போரேன் அல்க்கீனுடன் சேர்க்கை வினை நிகழ்த்தி டைஅல்க்கைல் போரேனையும், பின்பு டிரை அல்க்கைல் போரேனையும் தரும்.

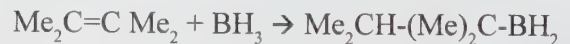


அல்க்கீன்களிலுள்ள பதிலிகளின் (substituents) பருமனளவு பெரிதாயிருப்பின் கொள்ளிடத்தடை (steric hindrance) காரணமாக வினை, மோனோ அல்க்கைல் போரேனுடனோ டைஅல்க்கைல் போரேனுடனோ நின்றுவிடக் கூடும். இவ்வாறு டெட்ராமெத்தில் எத்திலீன், போரேனுடன் திக்சைல் போரேனையே தருகிறது. இது ஒரு மோனோ அல்க்கைல் போரேனாகும்.

2-மெத்தில்-2-பியூட்டீன், போரேனுடன் வினைப்பட்டு டைசியமைல் போரேனைத் தரும். இது ஒரு டை அல்க்கைல் போரேன். தொகுப்பு வினைகளில் (synthesis) இவ்விரு போரேன்களும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.



டைசியமைல் போரேன்



திக்சைல் போரேன்

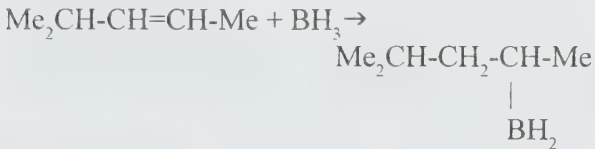
Me = CH₃

ஹைட்ரோபோரேசன் வினைகள் அனைத்திலும் அதிக ஹைட்ரஜன் அணுக்களைப் பெற்றுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புக் கார்பனிலேயே போரான் இணைகிறது. இச்சேர்க்கை வினை மார்கோ நிகோவ் விதிக்கு ஏற்ப நிகழும் வினையாகும். சேர்க்கையின்போது, இணையும் ஹைட்ரஜனைவிட போரான் அதிக நேர்மின் சுமையைப் (positive electric

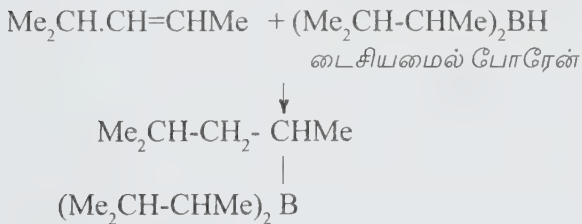
charge) பெற்றிருப்பதே அது ஹைட்ரஜனை அதிகம் பெற்றுள்ள கார்பனுடன் இணைவதற்குக் காரணமாகும்



ஆயினும் ஹைட்ரோபோரேசன் வினைகளின்போது போரான் சென்றடையும் கார்பன் எது என்பது கொள்ளிட விளைவையே (steric effect) பெரிதும் பொறுத்துள்ளது. 1-ஐசோபுரோப்பைல்புரோபீனுடன் போரேன் தருகின்ற அல்க்கைல் போரேன்களில் 57% மெத்தில் தொகுதியுள்ள கார்பனில் போரான் இணைந்துள்ள சேர்மமேயாகும்.



ஐசோ புரோப்பைல் தொகுதியைவிட மெத்தில் தொகுதி சிறிதாகையால் போரான்மெத்தில் தொகுதியுள்ள கார்பனுடன் இணைகிறது. போரேனுக்குப் பதிலாக டைசியமைல் போரேனைப் பயன்படுத்தும்போது தோன்றும் விளைபொருளில் 95% மெத்தில் தொகுதியுள்ள கார்பனுடன் போரான் இணைந்த சேர்மமாகவே உள்ளது. டைசியமைல் போரேனில் உள்ள தொகுதிகளின் பேரளவே இதற்குக் காரணமாகும்.

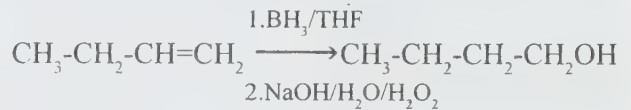


ஹைட்ரோபோரேசன் வினைகளின் பயன்கள்

ஆல்கஹலைப் பெறுதல். அல்க்கைல் போரேன்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தால் ஆல்கஹால்கள் கிடைக்கின்றன. சோடியம்

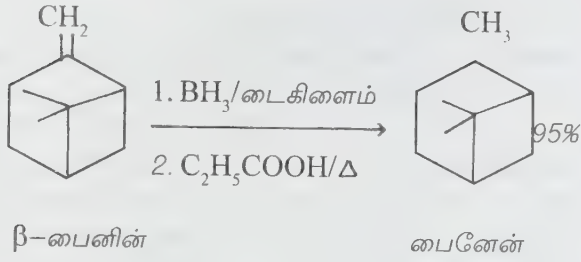
ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் கரைக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு இதற்குப் பயன்படும். அல்க்கீனிலிருந்து ஆல்கஹலைப் பெற ஹைட்ரோபோரேசன் - ஆக்சிஜனேற்றம் ஒரு சிறந்த முறையாகும். இது எளிமையானது, விளைபொருளை அதிக அளவில் தரக்கூடியது. மற்ற முறைகளில் எளிதில் பெறவியலா ஆல்கஹால்களையும் இம்முறையில் பெறலாம்.

அல்க்கைல்போரேன் ஆக்சிஜனேற்றமடையும் போது போரான் இருந்த இடத்தில் CH தொகுதி இணையும். இதனால் முடிவாக அல்க்கீன் இரட்டைப் பிணைப்பில் நீர் மூலக்கூறு சேர்ந்த விளைபொருளாக ஆல்கஹால் கிடைக்கிறது.

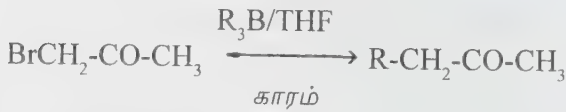


இந்த ஆல்கஹால்கள் அல்க்கீன்களை நேரடியாக நீரேற்றப் பெற்ற ஆல்கஹால்களிலிருந்து மாறுபட்டவை. அமிலம் தூண்டிய நேரடி நீரேற்றத்தின் போது அல்க்கீன்கள் மார்கோநிகோவ் விதிக்கு ஏற்ப ஆல்கஹால்களைத் தருகின்றன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதி ஹைட்ரஜன் குறைவாய் உள்ள கார்பனுடன் இணைந்திருக்கும். அல்க்கைல் போரேன்கள் வழியாகப் பெறப்படும் ஆல்கஹால்களில் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் ஹைட்ரஜன் அதிகமுள்ள இரட்டைப் பிணைப்புக் கார்பனில் இணைந்துள்ளன. எனவே, இந்த ஆல்கஹால்கள் எதிர்-மார்கோநிகோவ் விளைபொருள்கள் எனப்படுகின்றன.

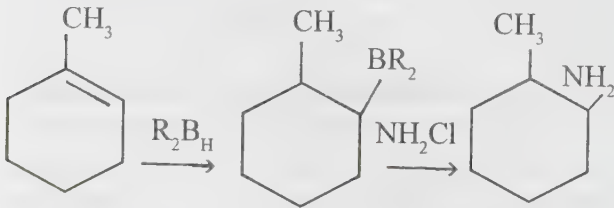
அல்க்கேன்களைப் பெறுதல். அல்க்கீன்களை அல்க்கேன்களாக ஒடுக்குவதற்கு (reduction) ஹைட்ரோ போரேசன் வினை வழி வகுக்கிறது. அல்க்கைல் போரேன்கள் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களுடன் சூடாக்கப்பட்டு நீரால் பகுக்கப்படும்போது (hydrolysis) அல்க்கேன்களை விடுவிக்கின்றன. இதே முறையில் முப்பிணைப்புகளை (triple bond) ஒடுக்கி ஒருபுற ஒலிஃபீன்களைப் (syn olefin) பெறலாம்.



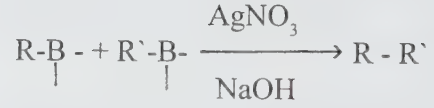
அல்க்கைலேற்றம் செய்தல். முதலிடத்தில் ஹாலஜன் அணுக்களைப் பெற்றுள்ள கீட்டோன்கள், எஸ்டர்கள் ஆகியவற்றை அல்க்கைலேற்றம் (alkylation) செய்ய டிரை அல்க்கைல் போரேன்கள் பயன்படுகின்றன. இவை விரைந்து வினைபுரிவதோடு அதிக விளைச்சலையும் தருகின்றன.



அமீன்களைப் பெறுதல். அல்க்கீன்களிலிருந்து அமீன்களைப் பெறவும் ஹைட்ரோபோரேசன் வினை பயன்படுகிறது. குளோரமின் அல்லது ஹைட்ராக்சிலமின் -O-சல்ஃபோனிக் அமிலம் உடன் வினைபுரியும் அல்க்கைல் போரேன் அமோனியம் போரேடு இடைநிலையைத் தரும். இந்த இடைநிலை உள்ளிடமாற்றத்துக்குட்பட்டு (rearrangement) அமீனைத் தருகிறது. இந்த அமீன் ஓரிணைய அமீன் (primary amine) ஆகும்.



அல்க்கீன்களை இணைத்தல். அல்க்கைல் போரேன்கள் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலில் சில்வர் நைட்ரேட்டின் தூண்டுதலால் இணைப்பு வினை (coupling reaction) நிகழ்த்தி அல்க்கீன்களைத் தருகின்றன. இம்முறையில் அதிக கார்பன்கள் உள்ள அல்க்கீன்களைத் தொகுக்க முடியும்.



இவை தவிர அல்க்கைல் போரேன் இடைநிலைகள் (intermediate stage) வழியாக, மார்கோனிகோவ் விதிக்கு ஒவ்வாத ஹாலாஜனேற்ற வினையை (halogenation) நிகழ்த்தவும், இரட்டைப்பிணைப்பு இடம்மாறிய ஒலிஃபீன்களைப் பெறவும், ஒளிசுழற்றும் மாற்றியங்களை சீர்மையிலாத் தொகுப்பு (asymmetric synthesis) மூலம் தொகுக்கவும், ஹைட்ரோபோரேசன் வினைகள் பயன்படுகின்றன. கரிமச் சேர்மங்களின் தொகுப்பில் அல்க்கைல் போரேன்களைப் பயன்படுத்தும் எளிய முறைகளை உருவாக்கியதற்காக பிரவுன் 1979 ஆம் ஆண்டுக்கான நோபல் பரிசு பெற்றார்.

தி.இளம்பூரணன்

துணைநூல்கள். I.L.Finar, *Organic Chemistry*, Vol.II, Fifth Edition, ELBS, London,1975; *McGraw Hill Encyclopaedia of Chemistry*, Fifth Edition, 1983.

ஹைப்போகுளோரைட்

குளோரின் வளிமத்தை காரத்துடன் வினைப்படச் செய்தால் ஹைப்போகுளோரைட் உண்டாகிறது. இவ்வகைச் சேர்மங்கள் பெருமளவில் நலவாழ்வு மற்றும் வெளுக்கும் பொருள்கள் தயாரிப்பில் பயனாகின்றன. வணிகத்தில் பயன்படும் சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட் (NaClO) இருவித வலிவுகளில் கிடைக்கின்றன. அவை:

1) 5.25% (எடையளவில்) NaClO, இது வீட்டு வெளுக்கும் பொருள் தயாரிப்புகளில் பயன்படுகிறது.

2) தொழிலகப் பயன்பாடுகளில் 13% (எடையளவில்) NaClO பயன்படுகிறது.

இரண்டாவதாக குறிப்பிடப்பட்டச் சேர்மம் சில சமயங்களில் 15% என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

ஏனெனில் இதில் குளோரின் அளவு 150 கிராம்கள்/லிட்டர் என்ற அளவில் உள்ளது. 'நீர்ம் குளோரின்' எனச் சாதாரணமாகக் குறிப்பிடப்படுவது NaClO கரைசலையே (10%) குறிக்கிறது. இது குளியல் குட்டைகளில் (swimming pool) நுண்ணுயிர்க் கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது.

சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட் பொதுவாக பகுதிப் பகுதியாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது. முதலில் எரிசோடாக்கரைசலைத் தகுந்த செறிவு வரும்வரை நீர்த்தல் செய்யப்படுகிறது. எரிசோடா கரைசலை குளிர்வித்தபின் குளோரின் வளிமம் அதனுள் செலுத்தப்படும்.

வெளுக்கும்பொடி (CaOCl_2) பொதுவாக குளோரின் வளிமத்தை நீர்த்தச் சுண்ணாம்பின் (slaked lime) மேல் செலுத்துவதால் பெறப்படுகிறது. இதுவே முதன்முதலில் (ஏறத்தாழ 1799 ஆம் ஆண்டு வாக்கில்) தயாரிக்கப்பட்ட குளோரின் இணைந்த வெளுப்பூட்டி (bleaching agents) ஆகும். இதில் ஏறத்தாழ 30% என்ற அளவில் குளோரின் இருக்கும். நிலைத் தன்மையற்றதாகவும், பயன்படுத்துவதில் கடினமாக இருந்தாலும் இச்சேர்மம் பல ஆண்டுகளாக பெருமளவில் துணிகளை வெளுப்பூட்டவும், சுகாதார பயன்பாட்டிலும் கையாளப்பட்டது. தற்போது பயன்பாட்டில் உள்ள வெளுப்பூட்டிகளில் ஏறத்தாழ 70% என்ற அளவில் குளோரின் இருப்பு அளவு இருக்குமாறு செறிவூட்டப்படுகிறது. இச்சேர்மம் குறிப்பாக கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட் டைஹைட்ரேட் ஆகும். $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ என்னும் சேர்மம் காகிதத் தொழிலகங்களில் பெருமளவு மரக்கூழ் வெளுப்பூட்டியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஹைப்போகுளோரைட்டுகளைக் கண்டுபிடிக்க: வலிகுன்றிய காரக் கரைசலில் கரைத்த ஹைப்போகுளோரைட்டுகள் ஸ்டார்ச் அயோடைடு காகிதத்தை நீலநிறமாக மாற்றும் முறை உதவுகிறது.

ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம். இவ்வமிலம் (HOCl) பின்வரும் முறைகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது. அவை. 1. குளோரின் மோனோ ஆக்சைடு (Cl_2O) நீருடன் வினைபுரிதல், 2. சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட்டுடன் அமிலம் வினைபுரிதல், 3. நீரில்

கலந்த மெர்குரிக் ஆக்சைடில் குளோரினைச் செலுத்தல். இதனால் மெர்குரிக் குளோரைடு உண்டாகிறது. ஹைப்போ குளோரஸ் அமிலம் மஞ்சள்நிற குறிப்பிடத்தக்க மணமுடைய நீர்மம். தனித்து வைத்திருக்கும்போது சிதைவடைகிறது. இதன் சிதைவடையும் விரைவு பின்வருவனவற்றைப் பொறுத்தமைகிறது. அவை. 1. செறிவு, 2. ஒளியில் படுதல், 3. வினைவேகமாற்றி உடனிருத்தல் (எ.டு., கோபால்ட்டஸ் ஹைட்ராக்சைடு ஆக்சிஜன் வெளியேற்றத்தை கூடுதலாக்குகிறது.), 4. அமில அல்லது காரத்துவம்: ஹைப்போகுளோரஸ் அமிலம் வலிமிகு ஆக்சிஜனேற்றி, சில சமயங்களில் கரிம வண்ணங்களை வெளுப்பூட்டப் பயன்படுகிறது.

பெர்குளோரிக் அமிலம். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு HClO_4 . இதுநிறமற்ற, புகையும், எண்ணெய் போன்ற நீரில் எளிதில் கரையும், குறைந்த அழுத்தத்தில் ஆவியாகும் நீர்மம். இதன் நிலையான பெரும கொதிநிலைக் கரைசல் (203°C , 760 மி.மீHg) நீரில் பெர்குளோரிக் அமிலத்தின் செறிவு 73% என்ற அளவில் இருக்கும்போது ஏற்படுகிறது. குளிர்ந்த, நீர்த்த பெர்குளோரிக் அமிலம் துத்தநாகம், இரும்பு போன்றவற்றுடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் வளிமத்தையும், ஒத்த பெர்குளோரேட் கரைசலையும் உண்டாக்குகின்றன. அடர், சூடான பெர்குளோரிக் அமிலம் வலிமிகு ஆக்சிஜனேற்றியாகும். மரக்கரி (charcoal) காகிதம், ஆல்கஹால் ஆகியவற்றுடன் படநேரிட்டால் வெடித்தல் நிகழும், தோலின்மேல் பட்டால் கடினமான காயங்களை ஏற்படுத்தும். அம்மோனியம் பெர்குளோரேட்டுடன் நைட்ரிக் அமிலம், HCl ஐச் சேர்த்து காய்ச்சி வடித்தால் பெர்குளோரிக் அமிலம் கிடைக்கும்.

உலோகப் பெர்குளோரேட்டுகள் நீரில் கரைவன. ஆனால் பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட் நீரில் குறைவாகவே கரையும். பெர்குளோரிக் அமிலம் கரைந்த ஆல்கஹால் கரைசலில் பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட் கரையாது. இப்பண்பு பண்பறி பகுப்பாய்வு மற்றும் பொட்டாசியத்தை உப்புக் கரைசல்களில் எடையறி பகுப்பாய்வு நிகழ்த்துவதாலும் பயன்படுகிறது. பெர்குளோரேட்டுகளை வெப்பப்படுத்தினால் ஆக்சிஜன் வெளியேறுகிறது. மேலும் குளோரைடு

வீழ்ப்படிவாக எஞ்சுகிறது. பொட்டாசியம் பெர்குளோரேட் 400°C இல் சிதைவடைகிறது.

த.தெய்வீகன்

ஹைப்போ பாஸ்போரஸ் அமிலம்

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_3PO_2 அல்லது $H.P.O_2.H_2$. ஹைப்போபாஸ்போரஸ் அமிலம் நிறமற்ற நீர்மம்; உருகுநிலை 26.5°C; அடர்த்தி 1.493. நீருடன் அனைத்து விகிதங்களிலும் கரையும், ஹைப்போபாஸ்போரஸ் அமிலம் வலிமிகு ஒடுக்கி ஆகும். எ-டு: தனி தாமிர சல்பேட்டுடன் வினைப்பட்டு குப்ரஸ் ஹைட்ரைடை (Cu_2H_2) உண்டாக்குகிறது. இது பழுப்பு நிற வீழ்ப்படிவாகிறது. இதனை வெப்பப்படுத்தினால் ஹைட்ரஜன் வளிமம் வெளிப்பட்டு, தாமிரம் தனிப்படுத்தப்படுகிறது. வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலுடன் சேர்ந்து நுண்படிவ வெள்ளியை வீழ்ப்படிவாக்குகிறது. சல்பீரஸ் அமிலத்துடன் வினைப்பட்டு கந்தகமும், ஹைட்ரஜன் சல்பைடும் கிடைக்கின்றன.

பேரியம் ஹைப்போபாஸ்பேட்டும், சல்பீரிக் அமிலமும் வினைப்படுவதால் ஹைப்போபாஸ்போரஸ் அமிலம் உண்டாகிறது. இவ்வினையில் விளையும் பேரியம் சல்பேட்டை வடித்துப் பிரித்துவிட வேண்டும். கரைசலை 80°C இல் வெற்றிட ஆவியாக்கல் செய்து 0°C க்குக் குளிர்வித்தால் ஹைப்போபாஸ்போரஸ் அமிலம் படிமமாகிறது.

சோடியம் ஹைப்போபாஸ்பேட் ($NaPO_2.H_2$) பின்வரும் முறைகளில் தயாரிக்கப்படுகிறது. 1. மஞ்சள் பாஸ்பரசும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் வினைப்படுவதால் (இதனால் பாஸ்பீனும் உண்டாகிறது), 2. ஹைப்போபாஸ்போரஸ் அமிலமும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் வினைப்படுவதால். சோடியம் ஹைப்போபாஸ்பேட்டை வெப்பப்படுத்துவதால் சோடியம் பாஸ்பேட்டும், சோடியம் பாஸ்பைடும்

உண்டாகின்றன. ஹைப்போபாஸ்பேட்டுகளுக்கு உரிய சில ஆய்வுகள் வருமாறு. 1. நீர்த்த சல்பீரிக் அமில ஹைப்போபாஸ்பேட் கரைசலை துத்தநாகம் பாஸ்பீனாக ஒடுக்குகிறது. பாஸ்பீனின் கெடுமணத்தால் இதனை அறியலாம். (பாஸ்பேட்டுகளிலிருந்து இவ்வினை மாறுபாடானது), 2. பேரியம் குளோரைடு வீழ்ப்படிவை உண்டாக்குவதில்லை (பாஸ்பேட்டுகளிலிருந்து வேறுபாடு).

ஹைப்போபாஸ்போரிக் அமிலம். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2PO_3 அல்லது $H_4P_2O_6$. ஹைப்போபாஸ்போரிக் அமிலம் ஒரு திண்மம். உருகுநிலை 55°C. கரைசலில் சிதைவடைந்து பாஸ்பரசும், பாஸ்போரிக் அமிலங்களாக மாறுகிறது. ஹைப்போபாஸ்போரிக் அமிலம் ஓர் ஒடுக்கி. இவ்வமிலம் துத்தநாகம், நீர்த்த சல்பீரிக் அமிலம் ஆகியவற்றால் பாதிப்படைவதில்லை. இது நீர் நீக்கமடைவதால் பாஸ்பரசும் டெட்ராக்கைடு உண்டாவதில்லை. ஹைப்போபாஸ்போரிக் அமிலம் பின்வரும் வினைவழி முறைகளில் உருவாகிறது. அவை 1. மஞ்சள் பாஸ்பரசும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு ஊடகத்தில் கரைந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுடன் வினைப்படுவதால், 2. சிவப்பு பாஸ்பரசும் கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட் கரைசலும் வினைப்படுவதால், 3. சாதாரண வெப்பநிலைகளில் பாஸ்பரசும் ஈரமான காற்றில் மெதுவாக ஆக்சிஜனேற்றமுறுதல். பின்வரும் வாய்பாடுடைய சோடியம் ஹைப்போபாஸ்பேட்டுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. $Na_3H(PO_3)_2$, $(NaH_3PO_3)_2$, H_2PO_3 , $H_4P_2O_6$ போன்ற வாய்பாடுகளுக்கான சான்றுகள் அறியப்பட்டுள்ளன.

த.தெய்வீகன்

ஹைப்போ நைட்ரஸ் அமிலம்

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு $H_2N_2O_2$, ஹைப்போநைட்ரஸ் அமிலம் வெண்ணிறத் திண்மம். மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் (0°C) வெடிக்குந்

தன்மையுடையது. நீரில் கரையும், ஈதரில் மிகையளவில் கரையும். எனவே இதனை நீர்க்கரைசலிலிருந்து ஈதரைப் பயன்படுத்தி பிரித்தெடுக்கலாம். நீர்க் கரைசல் உடனடியாக சிதைவடைந்து நைட்ரஸ் ஆக்சைடையும், நீரையும் உண்டாக்குகிறது. ஹைப்போநைட்ரஸ் அமிலம் ஹைட்ரோ அயோடிக் அமிலத்துடன் (வீரிய மிகு ஒடுக்கி) வினைபுரியாது. ஆனால் பெர்மாங்கனிக் அமிலத்துடன் (வலிமிகு ஆக்சிஜனேற்றி) எளிதில் வினைப்பட்டு நைட்ரஸ் அல்லது நைட்ரிக் அமிலத்தை உண்டாக்குகிறது.

1. சில்வர் ஹைப்போநைட்ரைட்டை ($Ag_2 N_2 O_2$) நீரில்லா ஈதரில் கரைந்த ஹைட்ரஜன் குளோரைடுடன் வினைப்படுத்தி விளையும் கரைசலை ஆவியாக்குவதன் மூலமும் 2. ஹைட்ராக்சில் அமீன் நைட்ரஸ் அமிலம் ஆகியன வினைப்படுவதாலும் இவ்வமிலத்தைப் பெறலாம்.

சோடியம் ஹைப்போநைட்ரைட்டை ($Na_2 N_2 O_2$) பின்வரும் வழிமுறைகளில் பெறலாம். 1. சோடியம் நைட்ரேட் அல்லது நைட்ரைட் கரைசலுடன் சோடியம் ரசக்கலவையை வினைப்படுத்தி, பின்னர் காரத்தை நடுநிலையாக்க அசெட்டிக் அமிலத்தை சேர்க்க வேண்டும். 2. ஹைட்ராக்சில் அமீன் சல்ஃபோனிக் அமிலமும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் வினைப்படுதல். சோடியம் ஹைப்போ நைட்ரைட்டுடன் சில்வர் நைட்ரேட் கரைசல் வினைப்படுவதால் சில்வர் ஹைப்போ நைட்ரைட் உண்டாகிறது.

த.தெய்வீகன்

ஹைமனாப்டீரா

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் கணுக்காலிகள் தொகுதியில் உள்ள பூச்சிகள் வகுப்பில் உள்ள ஒரு வரிசை ஹைமனாப்டீரா ஆகும். இது பூச்சிகளின் வரிசையில் மூன்றாவது பெரிய வரிசையாகும். இதில் எறும்புகள், குளவிகள், தேனீக்கள், ரம்பப் பூச்சிகள் (saw flies), இக்விபூமன் பூச்சிகள் (Ichneumon flies) அடங்கும். சுமார் 1,00,000 சிறப்பினங்கள்

இவ்வரிசையில் இடம்பெற்றுள்ளன. மேலும் பல ஆயிரம் பூச்சிகள் கண்டறியப்பட உள்ளன. இவ்வரிசைப்பூச்சிகள் மனிதர்களுக்கு பெரும்நன்மை தருவனவாகும். ரம்பப்பூச்சிகளில் கால்சிடாய்டுகளும் (Calcoids), சினிபாய்டுகளும் (cynipoids) தன் இளையிரி நிலையில் தாவரத் திசுக்களை உண்கின்றன. குளவிகளின் இளையிரிகள் ஒட்டுண்ணிகளாகவோ கொண்டு உண்பவைகளாகவோ வாழ்கின்றன. தேனீக்கள் பழத் தாவரங்கள், காய்கறித் தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற உதவுகின்றன. ஹைமனாப்டீரா பூச்சிகள் வெப்பம் மற்றும் சூரிய வெளிச்சத்தை விரும்பி வாழும் பகல் வாழ் உயிரிகளாகும்.

முதிர் ஹைமனாப்டீரா உயிரிகளில் ஈர் இணை சவ்விரக்கைகள் உள்ளன. அவற்றின் சிரையமைப்பு சுருங்கிய நிலையில் காணப்படுகிறது. முன் இணை பெரியதாயும், பின் இணை சிறியதாயும் உள்ளது. வாயுறுப்புகள் கடிக்கும் வகையாகவோ, நக்கும் வகையாகவோ உறிஞ்சும் வகையாகவோ உள்ளது. வயிற்றுப்புறத்தின் பின்பகுதி தனித்தும், இதன் முதல் வயிற்றுக் கண்டம் கடை மார்புக் கண்டத்துடன் இணைந்தும் காணப்படுகிறது. பெண் பூச்சிகளில் முட்டையிடும் உறுப்பு அறுப்பதற்குத் துளைப்பதற்கு, குத்துவதற்கு, கொட்டுவதற்கு எனப் பலவகை மாற்றங்களைப் பெற்றுள்ளது. முழுமையான வளர்ச்சி உருமாற்றம் கொண்டவை.

புற அமைப்பு. முழு வளர்ச்சியடைந்த ஹைமனாப்டீரா பூச்சிகள் தலை, மார்பு, வயிறு என்று மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது.

தலை. சிறிய தலை கீழ்நோக்கி வளைந்த வாயுறுப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. பெரிய கூட்டுக்கண்கள் தலையின் இருபுறமும் உள்ளது. ஆனால் எறும்புகளிலும், பாராசிட்டிகா குடும்ப உயிரிகளிலும் சிறிய எளிய கண்கள் உள்ளன. மூன்று ஓசெல்லைகள் தலையின் மேற்புறம் உள்ளன. இறக்கைகளற்ற உயிர்களில் ஓசெல்லைகள் காணப்படவில்லை. இரு கண்களுக்கு நடுவிலிருந்து ஓரிண்ண உணர்கொம்புகள் நீளமாய், பல கணுக்களுடன் காணப்படுகிறது. வாயுறுப்புகளில் ஓரிணை அரைத்தாடைகளும், மேலுதும்

துருவத்தாடையும் ஒன்றான உறுப்பாகி உள்ளது. ரம்பப் பூச்சிகளில் கடிக்கும் வகை வாயுறுப்பும், மற்றவற்றில் நக்கும் மற்றும் உறிஞ்சும் வகையினதாகவும் உள்ளது. அரைத்தாடைகள் உண்ணுவதற்கும், ஒட்டுண்ணியைப் பிடித்துக் கொள்வதற்கும், கூடு கட்டுவதற்கும், விருந்தோம்பி உடலிலிருந்து தப்பிச் செல்வதற்கும் ஏற்ப மாறுபாடடைந்துள்ளது.

மார்பு. மார்பு மூன்று கண்டங்களால் இறுக்கமாக ஆக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் ஓரிணை கால்களும், கடைசி இரு கண்டங்களில் ஈர் இணை இறக்கைகளும் உள்ளன. ரம்பப்பூச்சிகளில் மார்பு அகன்றதாக வயிற்றுக் கண்டம் புரோபோடியமாக (propodeum) கடை மார்புக் கண்டத்துடன் இணைந்துள்ளது.

இறக்கைகள். ஈர் இணை சவ்விறக்கைகளில் முன்னது பின்னதைவிட பெரியதாய் காணப்படுகிறது. பறக்கும்போது இரு இணை இறக்கைகளும் ஹாமுலைகள் (hamuli) என்ற கொக்கிகளால் இணைத்துவிடுகின்றன. இறக்கைகளில் சிரையமைப்பு சுருங்கிய நிலையில் உள்ளது. ரம்பப்பூச்சிகள், தேனீக்கள் தவிர மற்றவற்றில் இறக்கைகள் குறைந்த நிலையில் உள்ளன.

கால்கள். மூன்று இணை கால்களும் காக்கா (coxa), டிரோகாஸ்டர் (trochanter), ஃபியூமர் (femur), டிபியா (tibia) மற்றும் கணுக்களுடைய டார்சஸ் (tarsus) என்ற பகுதிகளால் ஆனது. டார்சஸ் பகுதி 5 கணுக்களால் ஆனது. கால்சியாய்டியா, ஒருசில குடும்ப இனங்களில் முறையே 4, 3 கணுக்கள் உள்ளன. கடைசி டார்சஸ் கணு நகமுடையதாக உள்ளது. கால்கள் குழிதோண்ட, கூடுகட்ட, தத்திச் செல்ல, ஓட, மகரந்தம் சேர்க்க, சுரண்ட, உணவுப்பொருளைப் பிடித்துக் கொள்ள என செய்யும் வேலைக்கேற்ப மாறுபட்டு காணப்படுகிறது.

வயிறு. பொதுவாக வயிறு 10 கண்டங்களால் ஆனது. ரம்பப்பூச்சிகளில் 10 டெர்காக்க, 9 ஸ்டெர்னாக்களும் உள்ளன. கடைசி ஸ்டெர்னம் இனப்பெருக்க உறுப்பாகியுள்ளது. அப்போகிரிட்டாவில் பெண்ணில் 6 கண்டங்களும் ஆணில் 7 கண்டங்களும் உள்ளன. பிரக்கோனிடே

புரோக்டோப்ணிடுரிடே, கிரைசிடிடே குடும்ப இனங்களில் 2, 3 கண்டங்கள் இணைந்து ஒன்றாகியுள்ளதால் குறைந்த கண்டங்களுடன் காணப்படுகிறது. பெண் பூச்சிகளில் முட்டையிடும் உறுப்பு அல்லது கொடுக்கு 8 ஆவது 9ஆவது ஸ்டெர்னாக்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. முட்டையிடும் உறுப்பு அக்குலியேட்டா வரிசையில் முழுவதும் கொட்டுறுப்பாகவும், அப்போகிரிட்டாவரிசையில் சில வரிகள் பெற்றதாயும், ரம்பப் பூச்சிகளில் ரம்ப பற்களைப் போன்றும் மாறுபட்டுள்ளது. கொட்டுறுப்பு சிலவகை எறும்புகளிலும், தேனீக்களிலும் குறைந்ததாயுள்ளது.

நச்சு. அப்போகிரிட்டாவில் ஓரிணை அமில சுரப்பிகள் நச்சுப்பையில் திறக்கிறது. இவற்றின் சுரப்புகள் எதிரி உயிரிகளில் சிறிது நேர பாதிப்பினை உண்டாக்குகின்றன. அக்குலியேட்டாவின் கார சுரப்பிகளிலிருந்தும் சுரக்கும் பொருள் புரதங்களுடன் நொதிகள் கலந்ததாயுள்ளது.

வாழ்க்கைச் சுழற்சி. முட்டை வேற்றின உயிரி கூட்டுப்புழு, முதிர் உயிரி என்ற நிலைகளைக் கொண்டு முழு வளர் உருமாற்றம் கொண்டதாயுள்ளது. அனைத்தும் முட்டையிடுவன. முட்டைகள் அடைகாக்கப்பட்ட பின்பு பொரித்து வேற்றின உயிரியாகிறது. வேற்றின உயிரிகள் 3, 4 நிலைகளை கொண்டதாயுள்ளது. வேற்றின உயிரி பெரிய தலை, கடிக்கும் வாயுறுப்பு, மூன்றிணை கால்கள், 6 முதல் 8 இணை கணுக்களற்ற பொய்க்கால்கள் உள்ளது. பின்னர் வேற்றின உயிரி தன்னைச் சுற்றி கூடு அமைத்துக்கொண்டு கூட்டுப்புழுவாகிறது. இந்நிலை ஓரிரு வாரங்கள் நீடிக்கிறது. இவை பொதுவாக குளிர்காலங்களில் முட்டை, கூட்டுப்புழு நிலைகளை அடைவதில்லை.

உயிரி செயல்முறை. எல்லா ஹைமனாப்டிரா பூச்சிகளும் நிலவாழ் உயிரிகள். சில பூச்சிகள் மட்டும் இரண்டாம் நிலையில் நீர்வாழ்பவைகளாக உள்ளன. முதிர் உயிரிகள் தாவர சுரப்புகள் (நெக்டார்) மற்றும் சில பூச்சிகளின் சுரப்புகள் ஆகியவற்றை உண்கின்றன. ரம்பப் பூச்சிகள் மற்றப் பூச்சிகளை உண்கிறது. பாராசிட்டிகா, அக்குலியேட்டா ஆகிய இனப்பூச்சிகள் ஒட்டுண்ணிகளாக இருந்து விருந்தோம்பிகளின் உடல்

நீர்மங்களை உறிஞ்சுகின்றன.

உணவுப்பாதையில் வாய், தொண்டை, பை போன்ற வாய்ப்பள்ளம், உணவுக்குழல், தீனிப்பை, தேன் வயிறு, முன் வென்டிரிக்குலஸ், வடிவக் குடல், மலவாய் ஆகியன உள்ளன. மல்பீஜியன் நுண் குழாய்கள் தனித்தனியாகவோ, ஒரேபட்டையாகவோ காணப்படுகின்றன. மேலும் அவற்றின் எண்ணிக்கை இனத்திற்கேற்ப மாறுபட்டும் உள்ளது. எறும்புகளில் 6-20ம், ரம்பப்பூச்சிகளில் 20-25ம், இலைவெட்டும் பூச்சிகளில் 20-30ம், இக்னியூமன் பூச்சிகளில் 50-60ம், குளவிகளில் 100-124ம், தேனீக்களில் 100க்கு மேலும் உள்ளன. இதயமும், தமனிகளும் நன்கு வளர்ந்துள்ளன. இதயம் 4,5 அறைகளை வயிற்றுப் பகுதியில் கொண்டுள்ளது. ஸ்பைரேக்கிள் துளைகள் முன் நடுமார்பு கண்டத்திற்கு நடுவில் ஓரிணையும், முதல் வயிற்றுக் கண்டத்தில் ஓரிணையும், 8ஆவது வயிற்றுக் கண்டத்தின் முடிவில் ஓரிணையும் உள்ளது. நன்கு வளர்ச்சியடைந்த மூளையைப் பெற்றவை. வயிற்றுப்புற நரம்புவடம் நன்கு வளராமல் 2 அல்லது 3 மார்பு திரட்சிப் பகுதியையும், ஒரேயொரு வயிற்று நரம்புத்திரட்சியையும் கொண்டுள்ளது. பெரிடோனியல் அடுக்கின் உள் பல இழைகளாலான விந்தகங்கள் தனித்தனியாக கீலோகேஸ்ட்ராவிலும் ஒரே கத்தையாக தேனீக்களிலும் காணப்படுகிறது. விந்து நாளம் பெரிதாகி விந்து கொள்பையாகி, விந்து பீச்சுக்குழலை அடைகிறது. கலவி உறுப்பு சிக்கலானதாக இருதுளை சுரப்பிகளோடு காணப்படுகிறது. இவை அனைத்தும் 9ஆவது கண்டத்தில் மறைக்கப்பட்ட நிலையில் உள்ளன. அண்டச்சுரப்பிகள் 4 முதல் 250 ஒவரியோல்களைப் (ovarioles) பெற்றுள்ளது. அண்டநாளம் புனர்புழையாக (vagina) பர்சா கோப்புலாட்ரிக்ஸ் (bursa copulatrix) உடன் சேருகிறது. கோலட்டிரல் சுரப்பிகள், ஓரிணை விந்து வாங்கிகள் உள்ளது. 8ஆவது கண்டத்தில் பெண் இனப்பெருக்கத் துளை உள்ளது.

இனப்பெருக்கம். புணர்தல் சிறிது நேரமே பல சூழ்நிலைகளிலும் நடைபெறுகிறது. புணர்தலுக்காக அநேகமாக எல்லா இனங்களிலும் ஆண், பெண் இரண்டும் சிறிது நேரம் காற்றில் பறந்து செல்கின்றன. இவ்வகை பறக்கும் நிகழ்ச்சி 'முதலிரவு பறத்தல்' அல்லது 'திருமண ஓட்டம்' என அழைக்கப்படுகிறது.

புணர்தலுக்குப் பின்பு ஆண் பூச்சிகள் இறந்துவிடுகின்றன. பெண் பூச்சிகள் கருவுற்ற மற்றும் கருவுறாத முட்டைகளை இட ஆரம்பிக்கின்றன. கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து பெண் பூச்சிகளும், கருவுறாத முட்டைகளிலிருந்து ஆண் பூச்சிகளும் வெளி வருகின்றன. ஆண், பெண் இனங்களைத் தவிர மலட்டுத் தன்மையுடைய பெண் பூச்சிகளான வேலைக்காரஇனங்களும் ஹைமனாப்டீரா வரிசையில் காணப்படுகிறது. இனப்பெருக்கம் செய்யும் பெண்பூச்சி இராணிப் பூச்சி ஆகும். இவற்றில் முட்டையிடும் உறுப்பைத் தவிர மற்ற உறுப்புகள் நன்கு வளர்ந்திராது. வேலைக்காரப் பூச்சிகள் கூடுகட்டுபவை, கூட்டினைத் சுத்தம் செய்பவை. இள உயிரிகளுக்கு உணவு அளிப்பவை, காப்பாளர்கள், போர்வீரர்கள், இறக்கைகளைத் தொடர்ந்து அசைத்து தட்பவெப்பநிலையை ஒரே சீராக வைத்திருப்பவை எனப் பலநிலைகளில் உள்ளன.

கூடு கட்டும் பழக்கம். அக்குலியேட்டாவின் இனங்கள் நன்கு கூடுகட்டும் தன்மையன. இவை மண்ணில் குழி தோண்டியோ, மரங்களில் துளையிட்டோ கூட்டினை அமைக்கின்றன. கூடுகள் களிமண், மரக்கூழ், அரைத்த இலைகள், உடலில் சுரக்கும் மெழுகு ஆகியவற்றைக் கொண்டும் கட்டப்படுகின்றன. தனித்து வாழ்வவை ஓர் அறை அமைப்பு கொண்ட கூட்டினையும், கூட்டு வாழ்க்கை வாழ்வவை. பல அறைகள் கொண்ட கூடுகளையும் கட்டுகின்றன.

சமூக வாழ்க்கை (social life). குளவிகள், எறும்புகள், தேனீக்கள் ஆகியவை கூட்டுக்குடும்பமாக ஒன்றாக இணைந்து வாழ்கின்றன. கிரைசிடே குடும்ப இனங்களைத் தவிர மற்றவை சமுதாய வாழ்க்கை வாழ்வன. ஒவ்வொரு குழுமத்திலும் பல்லாயிரக்கணக்கான பூச்சிகள் உள்ளன. ஒரு குழுமத்திலிருந்து சில சமயங்களில் சிறு கூட்டங்களாக வெளியேறி தனிக்குழுமம் அமைக்கின்றன. இக்குழுமத்தில் ஒவ்வொரு இனமும் தனக்குத்தானே வேலைகளைப் பங்கீடு செய்து கொள்கிறது. இச்சமூக வாழ்க்கை நிலையானது. இராணி பூச்சிகளில் சுரக்கும் ஒரு வித சுரப்பினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

செய்தித்தொடர்பு (communication). தேனீக்கள்

தங்கள் உறுப்பினர்களுக்கிடையே சில சங்கேத நடனங்கள் மூலம் செய்திகளை பரிமாறிக்கொள்ளும் தன்மை பெற்றதாயுள்ளன. வெளியில் சென்று தேனிருக்குமிடமறிந்து செய்தி சேகரிக்கும் தேனீக்கள், தேனிருக்கும் தூரம், தேனின் வகை, இருக்கும் திசை, தேனின் அளவு ஆகியவற்றை வாலாட்டி நடனம் (tail wagging dance) மற்றும் வட்ட நடனம் (round dance) மூலம் ஏனைய உணவு சேகரிக்கும் தேனீக்களுக்கு உணர்த்துகின்றன. ஹைமனாப்டீரா இனங்கள் பலனளிக்கும் வகை மற்றும் தீமை தரும் வகை என இரு நிலைகளிலும் பொரு ளாதார முக்கியத்துவம் பெற்றதாயுள்ளது.

வகைபாடு. ஹைமனாப்டீரா வரிசையில் சிம்பைட்டா (symphyta), அப்போகிரிட்டா (apocrita) என்ற இரு துணை வரிசைகள் உள்ளன. சிம்பைட்டா துணை வகுப்பில் உள்ள நான்குமேல் குடும்பங்களும் ரம்பப்பூச்சிகளைக் கொண்டு காணப்படுகிறது. அப்போகிரைட்டா துணை வகுப்பில் 11 மேல் குடும்பங்கள் இருந்தபோதிலும் முதல் நான்கு குடும்பங்களான இக்னியூமனாய்டியா (Ichneumonidea), கால்சிடாய்டியா (chalcidoidea), சினிப்பாய்டியா (cynipoidea) புரோக்டோடுருப்பாய்டியா (proetotrupoidea) ஆகியவை பாரஸிடிகா (parasitica) எனவும் மீதமுள்ள 7 மேல் குடும்பங்களும் அக்குலியேட்டா (aculeata) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. அக்குலியேட்டாவில் அடங்கிய பூச்சிகள் கொட்டும் வகையன. பாராஸிடிகாவில் அடங்கிய பூச்சிகள் ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை வாழ்வன. சிம்பைட்டா துணை வரிசையில் 1009 இனங்களும், அப்போகிரிட்டா துணை வரிசையில் 13,346 இனங்களும் இருப்பதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஞா. ஸ்ரீதரன்

மற்றும் கி.பி.1879இல் பி.டி. ஸ்ளீவ் ஆகியோரால் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தனிமம் அருமண் தனிமத் தொகுதியைச் (rare earth elements group) சேர்ந்தது. இது ஒரே ஒரு நிலைத்த ஓரிடத் தனிமத்தைக் (isotope Ho 165) கொண்டது. இத்தனிமத்தின் ஆக்சைடு (Ho₂O₃) வெளிறிய பச்சை நிறம் கொண்டது. இது கனிம அமிலங்களில் கரைந்து மூவினைய அயனிகளைத் (trivalent ions) (Ho³⁺) தருகிறது. பொதுவாக ஹோல்மியத்தின் உப்புக்கள் மஞ்சள் நிறம் கொண்டவை. இதன் மற்ற பண்புகள் எல்லாம் பெரும்பாலும் அருமண் தனிமங்களின் பண்புகளை ஒத்திருக்கின்றன.

Lu																										0
1	H																									2
3	4															5	6	7	8	9	10					
Li	Be															B	C	N	O	F	Ne					
11	12											13	14	15	16	17	18									
Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	IX	X	XIb	Ib	IIb	Al	Si	P	S	Cl	Ar								
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38							
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr							
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56							
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba							
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88							
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra							
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120							
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha																						

வந்தணு தொகுதி	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

ஆக்டினைடு தொகுதி	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

இவ்வுலோகம் காந்த ஈர்ப்புத்தன்மை (paramagnetic) கொண்டது. ஆனால் வெப்பம் குறையக் குறைய எதிர்இரும்புக் காந்த ஆற்றலையும் (antiferromagnetic) இறுதியில் இரும்புக் காந்த ஆற்றலையும் (ferromagnetic) பெறுகிறது. இதன் நீல் புள்ளி (Neal point) 132K; கியூரி புள்ளி ஏறத்தாழ 20K.

த.தெய்வீகன்

ஹோல்மியம்

இதன் குறியீடு Ho. அணு எண் 67, அணு நிறை 164.93. ஹோல்மியம் (holmium) கி.பி.1878இல் ஜெ. எல். சாரட்

துணைநூல். Sybil P.Parker, McGraw-Hill Encyclopaedia of Chemistry, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.

பொருளடைவு

கட்டுரைத்தலைப்பு	பக்க எண்
விதை உற்பத்தி	1
விதைகளும், கொட்டைகளும், உலர்பழங்களும்	4
விதைக்காப்பு	4
விதைச்சட்டமும், விதிமுறைகளும்	7
விதைச் சேமிப்பு	10
விதைச் சோதித்தல்	12
விதைத் தகுதிச்சான்று	15
விதைத் தரக்கட்டுப்பாடு	17
விதை நல்வழித் தேர்வு	20
விதை நுட்பவியல்	22
விதை நேர்த்தி	24
விதைப் பருப்பாய்வு	26
விதைப் பருப்பாய்வுக் கூடங்கள்	28
விதை பரவுதல்	30
விதை பிரித்தெடுக்கும் நுணுக்கம்	33
விதை நோயியல்	36
விதை முளைத்தல்	38
விதை முளைப்புத்திறன்	41
விதையிலாப் பெருக்கம்	43
விதையுறை உள்ளவை	45
விதைவளம் சோதித்தல்	47
விதை வளர்வடக்கம்	52
விதை வீரியம்	54

விந்தகப்பையும் அதன் வெப்பக் கட்டுப்பாடும்	58
விந்தகம்	59
விந்து உருவாக்கம்	60
விந்து உற்பத்தி	61
விந்து மதிப்பீடு	64
விந்தைத் துகள்கள்	66
விப்பிள் நோய்	66
விம்மல்	67
விமான தளத் தரையறி கருவி	68
விமான திசைக்காட்டும் அமைப்பு	69
விமானந்தாங்கி	70
விமான நிலையப் பொறியியல்	72
விமான நிலையம்	74
விமானப் போக்குவரத்து	76
விமானம்	80
வியட்மாண் ∴ பிரான்சுவிதி	82
வியர்வை - சுரப்பி நோய்கள்	82
விரவல்	84
விரவி	87
விராலி	87
விரியருக்க நாளங்கள்	88
விரியல் சமன்பாடு	89
விருச்சகம்	89
விரை	89

விரை அழற்சி	94
விரை ஒழுங்கின்மை	95
விரை சுத்தி	96
விரைக் கழலையங்கள்	97
விரைப் புற அழற்சி	100
விரைவு அளவி	103
விரைவு செயல் இழப்பு	103
வில்ம்ஸ் கழலை	103
வில்முறை பற்றவைப்பு	105
வில்லிமைட்	108
வில்வம்	108
வில்லிஸ் எச்.காரியர்	111
வில்லை	112
வில்லைகள்	112
வில்லைப் பின் நார்ப் பெருக்கம்	121
வில்லையின்மை	122
வில் விளக்கு	123
விலகு காந்த அளவி	124
விலங்கியல்	126
விலங்கினச் செல்லில் சென்ட்ரியோல்	135
விலங்கினச் செல்லில் சென்ட்ரோசோம்	138
விலங்கு உறவுகள்	139
விலங்குக் காட்சிசாலை	142
விலங்குகளில் உணவுப் பின்னல்	144

விலங்குகளில் சேய்ப் பராமரிப்பு	147
விலங்குகளில் செய்தித் தொடர்பு	150
விலங்குகளில் தகவல் தொடர்பு முறைகள்	154
விலங்குகளில் மின் அதிர்வு மருத்துவம்	158
விலங்குகளின் ஒளிர்வு	160
விலங்குகளின் நடத்தை	165
விலங்குகளின் நிறம்	168
விலங்குகளின் படி மலர்ச்சி	172
விலங்குகளின் மணங்கள்	176
விலங்குகளில் மருந்தாய்வு	181
விலங்குத் துன்பம் தடுப்புச் சங்கம்	184
விலங்கு நாட்டப் பூக்கள்	187
விலங்கு மிதவை நுண்ணுயிரிகள்	192
விலா எலும்புகள்	194
விவியனைட்	196
விழி ஒட்டு ஆடி	196
விழிக்கோளம்	197
விழித் தசைவாதம்	198
விழித் திரை	199
விழித்திரை விலகல்	199
விழித்திரை கோராய்டு பிளவு	200
விழித்திரை மின்னலை வரைபடம்	201
விழி நடுத்தமனி தடுக்கை	202
விழி நலம் பேணல் (கண் சுகாதாரம்)	203

விழிப் படல அழற்சி	204
விழிப் படல கருங்கட்டி	205
விழிப் படலம்	205
விழிப் பளிங்கு படல உருகல்	206
விழிப் பளிங்கு படல ஒளிபுகாத் திட்டு - மருத்துவம்	206
விழிப் பளிங்குப் படலகூம்பு	207
விழிப்பளிங்குப் படல நலிவு	208
விழிப் பளிங்குப் படலநோய்கள்	208
விழி பளிங்குப் படலம்	209
விளையாட்டுக் கோட்பாடுகள்	210
விற்பனை மேலாண்மை	216
விறகு	228
விறைபொருள்	230
விறைபொருள் இயங்கியல்	231
வினை	241
வினைத்தடுப்பான்	242
வினை வெப்பம்	245
விஷ்ணுகிரந்தி	246
விஷக்கடியும் கொட்டும்	248
விஷமுங்கில்	249
விஸ்கர்கள்	252
வீச்சு அலையேற்றம் உணர்த்துக் கருவி	253
வீச்சு அலையேற்றி	258
வீசனம்	263

வீட்டு ஈ	264
வீழ்ப்படிதலும் மைய விலகுதலும்	268
வீரிய ஒட்டுத் தென்னை	269
வீரிய கோழிக் குஞ்சு	272
	273
வெக்டர் நீள்வெளி	
வெங்காயக் குடும்பம்	279
வெங்காயம்	294
வெட்சி	305
வெட்டி வேர்	307
வெட்டுக் கிளி	310
வெடல் கடல்	314
வெடித்தல் மற்றும் வெடி மருந்து	316
வெடித்தலும், வெடிப்புப் பொருளும்	320
வெடிப்பு முறைவடித்தல்	324
வெடி மருந்துகள்	325
வெண் கடம்பு	327
வெண்கடல்	330
வெண்கலம்	333
வெண் கற்றாழை மீன்	334
வெண்கெண்டை	336
வெண்சுடர்	337
வெண்டை	338
வெண்புலாஞ்சி	347
வெப்ப அணுக்கரு வினை	349

வெப்ப அதிர்ச்சி	350
வெப்ப அயற்சி	351
வெப்ப அயனி உமிழ்வு	352
வெப்ப அயனித் திறனாக்கி	356
வெப்ப இயக்கச் சுழற்சி	361
வெப்ப இயக்கச் செயல்முறைகள்	362
வெப்ப இயக்கவியல் தத்துவங்கள்	368
வெப்ப இயக்க நிகழ்ச்சிகள்	376
வெப்ப இயக்க விதிகள்	382
வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை	393
வெப்ப இயக்கவியல் - சமனற்றநிலைகள்	397
வெப்ப இறைப்பி	403
வெப்ப உணர்வு	404
வெப்ப உள்ளூறை	405
வெப்ப ஏற்றி	406
வெப்ப ஒளிர்வு	409
வெப்பக் கடத்தல்	415
வெப்பக் கதிர்மானி	422
வெப்பக் கதிர்வீசல்	424
வெப்பக் குளிர் சாவு	431
வெப்பக் கொள்ளவு	432
வெப்பச் சமன்	436
வெப்பச் சரிவு மண்டலம்	437
வெப்பச் சலனம்	441

வெப்பச் சிதைவு	448
வெப்பத் தகைவு	453
வெப்பத் தடையம்	454
வெப்பத் தயக்கம்	456
வெப்ப நியூட்ரான்கள்	456
வெப்ப நிலை	458
வெப்பநிலை அளவிகள்	462
வெப்ப நிலைக் குறைவு விகிதம்	474
வெப்பநிலை சூழ்நிலையியல்	475
வெப்பநிலைச் சீராக்கம்	481
வெப்பப் பகுப்பாய்வு	485
வெப்பப் பதப்பாடு(உலோகவியல்)	488
வெப்பப் பரிமாற்றி	491
வெப்பப் பாய்வு	493
வெப்பப் பொறிகள்	494
வெப்பம்	497
வெப்ப மண்டலப் பறவைகள்	499
வெப்ப மாற்றம்	500
வெப்ப மின் இரட்டை	502
வெப்ப மின்சாரம்	505
வெப்ப மின்துகள் குழாய்	508
வெப்ப மின் விளைவுகள்	508
வெப்ப வேதியியல்	512
வெபர்(அலகு)	518

வெர்னர், ஆல் .: பிரட்	519
வெர்னியர்	519
வெள்ளணு மிகைப்பு	520
வெள்ளரி	522
வெள்ளி	524
வெள்ளி	527
வெள்ளி உலோகவியல்	528
வெள்ளிக் குளோரைடு மின்முனை	530
வெள்ளீய உலோகக் கலவை	531
வெள்ளைக் கண்ணி	532
வெள்ளை மீன்	533
வெளிக் கணிப்பு	538
வெளி மின்னூட்டம்	540
வெளி வீச்சு	540
வெள்ளெழுத்து	541
வெளுக்கும் பொருள்	542
வெற்றிட உலோகவியல்	544
வெற்றிட எக்கி	546
வெற்றிடக் குழல்	547
வெற்றிடக் குழல் வோல்ட் அளவி	555
வெற்றிடத் தூய்மிப்பி	556
வெற்றிடமும் வெற்றிடத் தொழில் நுட்பமும்	557
வெறி நோய்	563
வென்ட்சல் -கிராமர்ஸ் -பிரில்லாயின் முறை	566

வெனடினைட்	568
வெஸ்டன் மின்கலம்	569
வேக் பாய்வு	570
வேக இணக்கங்காட்டி	571
வேகம்	572
வேங்கெல் பொறி	573
வேட்டாட்டம்	575
வேடந்தாங்கல் பறவைப் புகலரண்	576
வேதி இயக்கமுறைப் பகுப்பாய்வு	577
வேதி உட்கவர்தல்	582
வேதி உணர்வி	583
வேதி ஒளிர்வு	586
வேதிக்குறியீடுகளும் வாய்பாடுகளும்	587
வேதிச் சமநிலை	593
வேதிச் சமன்பாடுகள்	597
வேதிச் சேர்மங்கள்	599
வேதித் தொகுப்புமுறை கோட்பாடுகள்	600
வேதிப் பிணைத்தல்	607
வேதிப் பிணைப்புக் கொள்கை	612
வேதிப் பிரித்தல் நுணுக்கம்	619
வேதிப் பிரித்தெடுத்தல் வகைகள்	624
வேதி மாற்றம்	627
வேதியியல் எரிபொருள்கள்	629
வேதியியல் ஏலூர்தி	631

வேதியியல் கனற்சிப் பொறி	633
வேதியியல் முற்காப்பு	635
வேதி வாய்ப்பாடு	637
வேதி வாய்ப்பாடு எடை	639
வேதி வினைகள்	640
வேதிவினை அளவியல்	642
வேதி வினைவேக இயல்	644
வேரிப்பூஞ்சை	647
வேலக்காய்	650
வேலின்	652
வேலைக்காரக் குருவி	653
வேளாமீன் (இரம்ப மீன்)	656
வேளாண்இடுமுதல்	658
வேளாண் காலநிலை மண்டலங்கள்	663
வேளாண் சூழ்த்தொகுப்பு	669
வேளாண் தாவரவியல்	672
வேளாண் வானியல்	680
வேற்றணு வளைய பல்லுறுப்பிகள்	682
வேறுபாடு தடையம்	688
வேறுபாட்டு அமைப்புச் சூழலி	689
வேறுபாட்டு பகுப்பாய்வு	691
வைட்டமின்	692
வைட்டமின் பி ¹²	695
வைரம்	696

வைரஸ் தொற்று நோய்கள்	702
வோல்ட் (அலகு)	702
வோல்ட்டாம்பியர்	702
வோல்ட் அளவி	702
வோல்ட் - ஓம் - மில்லி அம்மீட்டர்	706
வெளவால்	706
வெளவால் மீன்	710
ஜப்பான் கடல்	712
ஜவ்வாது	715
ஜஸ்பர்	715
ஜாதிக்காய்	716
ஜாவாக்கடல்	718
ஜிப்சம்	718
ஜியார்ஜியன் விரிசுடா	719
ஜெலாடின்	720
ஜூராசிக் தொகுதி	721
ஜூல் தாம்சன் விளைவு	723
ஜெர்மன் தட்டம்மை	723
ஜெர்மானிய இருமுனையம்	724
ஜெல்லி மீன்	725
ஜெண்டாமைசீன்	726
ஜென்ஷன் வயலட் (ஜென்ஷன் ஊதா)	727
ஜேக்காப்சைட்	728
ஜேடு (பச்சைமணிக்கல்)	728

ஜேடைட்	730
ஸ்கட்டிருட்டை	730
ஸ்காட்கி தாறுமாறு	731
ஸ்க்கில்டர்சு நோய்	732
ஸ்கிளிரோ டெர்மா	733
ஸ்குவாலீன்	734
ஸ்குபா	735
ஸ்காண்டியம்	738
ஸ்ட்ரான்ஷியம்	743
ஸ்ட்ரான்சியனைட்	745
ஸ்ட்ரெப்டோகாக்கஸ்	746
ஸ்ட்ரோஃப்ய்டு வளைவு	747
ஸ்டாடிஞ்ஜர், டெறர்மான்	747
ஸ்டாரோலைட்	748
ஸ்டாலக்டைட்டுகளும், ஸ்டாக்மைட்டுகளும்	748
ஸ்டிர்லிங் எந்திரம்	749
ஸ்டில்பைட்	755
ஸ்டிராய்டுகள்	756
ஸ்டிரால்	763
ஸ்டீல்-லெவன்தால் நோயியம்	764
ஸ்டேபிஸ் அகற்றல்	765
ஸ்டைலோலைட்	766
ஸ்டோக் விதி (பாசு நிலை)	767
ஸ்டோக் விதி	767

ஸ்பாகலரைட்	770
ஸ்பைரேன்களும் அல்வீன்களும்	771
ஸ்போடுமின்	773
ஹக்ஸ்லி ஜூலியன்	773
ஹச் தேற்றம்	775
ஹட்சன் ஆறு	776
ஹட்சன் குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு	777
ஹட்சன் விரிகுடா	777
ஹட்சன் ஹென்றி	778
ஹர்லர் நோயியம்	779
ஹவோர்த், சர் (வால்ட்டர் நார்மன்)	780
ஹஷிமோடோ தைராய்டழற்சி	780
ஹாட்கின் , டோரோதி மேரி குரோ ஃபூட்	781
ஹாட்ககின் நோய்	781
ஹாஃ ப்மன் ஹைப்போ ஹாலைட் வினை	784
ஹாஃ ப்மன் ஆகஸ்ட் வில்ஹெல்ம் வான்	785
ஹாஃ ப்னியம்	785
ஹாஃ ப் , ஜேகோப்பஸ் ஹென்ரிக்ஸ் வான்ட்	787
ஹாஃ ப்மன்ஸ் குறி	788
ஹாமில்டன், சர் வில்லியம் ரோவன்	788
ஹார்டி, காட்ப்ரே எச்	789
ஹார்வே , வில்லியம்	790
ஹார்னர்ஸ் நோயியம்	791
ஹாலோ எட்மண்ட்	792

ஹாலே வால்விண்மீன்	793
ஹாலோ .: பார்ம் வினை	796
ஹாலோஜனேற்றம்	797
ஹாலோஜனேற்றிய ஹைட்ரோகார்பன்கள்	799
ஹாலஜன் இடைச் சேர்மங்கள்	801
ஹாலோஜன் தனிமங்கள்	803
ஹான், ஆட்டோ	805
ஹிப்பார்க்கஸ்	807
ஹிர்ஸ்பிரங் நோய்	808
ஹில்பர்ட் , டேவிட்	810
ஹினோச் சுவான்லின் நோயியம்	811
ஹிஸ்டமின், ஹிஸ்டமின் எதிர்ப்பிகள்	812
ஹிஸ்ஹிரியா	813
ஹிஸ்டோபிளாஸ்மோசிஸ்	816
ஹீராயின்	817
ஹீலியம்	818
ஹீன்டைட்	820
ஹெக்சா .: பீனைல் எத்தேன்	821
ஹெப்பரின்	822
ஹெமில்டன் செயற்கூறு	822
ஹெரால்டு ஹாடலிங்	824
ஹெரான் தீவு	824
ஹெர்ஷல் குடும்பம்	825
ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் சுற்றுகள்	827

ஹெல் -வோலார்டு -செலின்ஸ்கி வினை	828
ஹெஸ் விதி	829
ஹேட்ரான் வினைகள்	830
ஹேட்லி கோணஅளவி	831
ஹேபர், ∴ பிரிட்ஸ்	832
ஹைசன் பர்க், வெர்னர், கே.	834
ஹைடாடிட் நீர்ப்பை	834
ஹைட்ரஜீன்	835
ஹைட்ரஜன்	835
ஹைட்ரஜன் எரிபொருள் தொழில் நுட்பம்	840
ஹைட்ரஜன் ஏற்றம்	845
ஹைட்ரஜன் சயனைடு	848
ஹைட்ரஜன் சல் ∴ பைடு	850
ஹைட்ரஜன் நீக்கம்	851
ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு	852
ஹைட்ரஜன் ∴ புளோரைடு	855
ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு	855
ஹைட்ரஜன் மின்முனை	857
ஹைட்ரஜின்	860
ஹைட்ராக்சில் அமீன்	860
ஹைட்ரோனியம் அயனி	861
ஹைட்ராக்சில் ஏற்றவினை	862
ஹைட்ராக்சைடுகள்	862
ஹைட்ரிடோ அணைவுகள்	863

ஹைட்ரோடுகள்	870
ஹைட்ரோ கார்பன்கள்	871
ஹைட்ரோ கார்பன் ரெசின்	878
ஹைட்ரோ சூய்னோன்	879
ஹைட்ரோ சூளோரிக் அமிலம்	880
ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்றம்	882
ஹைட்ரோபோரேசன்	884
ஹைப்போ சூளோரைட்	886
ஹைப்போ பாஸ்ஃபோரஸ் அமிலம்	888
ஹைப்போ நைட்ரஸ் அமிலம்	888
ஹைமனாப்சுரா	889
ஹோல்மியம்	892

கலைச்சொற்கள்

(தமிழ் - ஆங்கிலம்)

அக்கா குயில்	-	Hawk Cuckoo
அக்குள்	-	Axilla
அகக் கருவுறுதல்	-	Internal fertilization
அகச்சிவப்பு உறிஞ்சல் நிரல்	-	Infra red absorption spectra
அகச் சீரமைப்பு	-	Internal symmetry
அகச் செல் செரிமாணம்	-	Intracellular digestion
அகத் தோலியச் செல்	-	Endothelial cell
அகத் தோலியம்	-	Endothelium
அக நிழல்	-	Umbrā
அகப் படிகம்	-	Host crystal
அகப்பிதுக்கப்பை	-	Endogenous cyst
அகலாங்கு	-	Latitude
அகவுரு இயங்கியற் கோளாறு	-	Psycho physiological disorder
அகழ்வெட்டு	-	Trench
அச்ச சூல் ஒட்டுமுறை	-	Axial Placentation
அட்டை கட்டுதல்	-	Labelling
* அடர்க் கரைசல்	-	Concentrated solution
அடிகோள்	-	Axiom
அடுக்கியல்	-	Exponential
அடுமனை	-	Bakerie
அடைப்பான்	-	Container
அடைப்பிதழ்	-	Valve
அண்ட இயங்கியல்	-	Celestial mechanics
அண்ட உறுப்பு	-	Egg Apparatus

அணு அமைப்பு	-	Atomic Structure
அணுக்கரு	-	Nuclei
அணு ஆற்றல் நிலையம்	-	Nuclear power plant
அணுக்கரு வெடிப்பு	-	Nuclear blast
அணுக்கருக் கோண உந்தம்	-	Nuclear angular momentum
அணுக்கருத் துகள்	-	Nucleon
அணுக்கருப்பிளவு	-	Nuclear fission
அணுக்கருப்பிளவுக் கலன்	-	Nuclear fission chamber
அணுக்கருப்பூச்சு	-	Nuclear emulsion
அணுக்கரு மாதிரிப் படிவம்	-	Nuclear model
அணுக் கொக்கி வளர் கரு	-	Hexacanth embryo
அணுக்கோவை மாறிலி	-	Lattice constant
அணுகு ஒட்டுதல்	-	Approach grafting
அணுகுக்கோட்டு வாய்பாடு	-	Asymptotic Formula
அணைவுச் சேர்மம்	-	Coordination compound
அணைவுப் பொருள்	-	Coordination complex
அதிகார அமைப்பு	-	Appellate authority
அதிபரவளையம்	-	Hyperbola
அதிபரவளைய பாதை	-	Hyperbolic orbits
அதி கலப்பெண்	-	Hyper complex number
அதிர்ச்சி வயம்	-	Shock sensitivity
அதிர்வலை	-	Shock wave
அதிர்வு அமைப்பு	-	Vibrating mechanism
அதிர்வு வகைத் துளையிடும் கருவி	-	Vibratory pile driver
அதிர்வெண்	-	Frequencies
அமிலத்திலிடப்பட்ட தோல்	-	Pickled skin

அமிழ்வம்	-	Depression
அமுக்கவியலா	-	Incompressible
அழுக்கி	-	Compressor
அயக்காந்தப் பொருள்	-	Ferromagnetic material
அயனி	-	Ion
அயனிப்பிணைப்பு அல்லது மின்வலுப்பிணைப்பு	-	Electrovalent Bond (or) Ionic Bond
அயனியாகும் ஆற்றல்	-	Ionization potential
அரம்பப் பூச்சி	-	Saw Flie
அரிப்பு ஊற்று	-	Erosional spring
அரிமானத் தடுப்பு	-	Inhibition of corrosion
அரிமான மின்கலம்	-	Erosion cell
அரும்பு	-	Bud
அல்லிரைமை	-	Anorchism
அலை இயக்கவியல்	-	Wave Mechanics
அலை இறக்கி	-	Demodulator
அலைமாலை கோட்பாடு	-	Spectral theory
அலைமுகப்பு	-	Wave Front
அலைமோதி அலம்புவது மாதிரி	-	Slasing modle
அலையேற்ற உரை	-	Modulation envelope
அலைவு நோக்கி	-	Oscilloscope
அழற்சி	-	Inflammation
அழுத்தக் கலன்	-	Pressure cooker
அழுத்தத் துடிப்பு	-	Pressure pulse
அழுத்தப்பட்ட காற்று	-	Compressed air
அழுத்தப் பதனிடுதல்	-	Pressure treatment
அழுத்த முறை	-	Pressure process
அளவீடு	-	Specification

அளவு கோல்	-	Scale
அறுகோணப் படிசூல்	-	Hexagonal
அறை வெடிகனி	-	Loculicidal
ஆக்சிஜன் குறைவேற்படுதல்	-	Cerebral anoxia
ஆக்சிஜன் சுமப்பான்	-	Oxygen carrier
ஆக்சிஜனேற்றத்துப்பி	-	Antioxidants
ஆக்சிஜனேற்றி	-	Oxidizer
ஆசனப்புள்ளி	-	Saddle Point
ஆதாரதாங்கு மையம்	-	Fulcrum
ஆதாரப்புள்ளி	-	Base Point
ஆமணக்கு	-	Ricinus
ஆய்வுக் கூட வினைபொருள்	-	Laboratory Reagent
ஆய்வுத் தொகுதி	-	Test system
ஆயத் தொலைவு	-	Coordinate
ஆயின் கட்டில் வானிலை அமைப்பு	-	Visual Meteorological condition
ஆர நரம்பு	-	Radial nerve
ஆரச் சமச்சீர்	-	Radial symmetry
ஆவர்த்தன குடும்பம்	-	Periodic Family
ஆவியாக்க நிலை வெப்பம்	-	Heat of vapourisation
ஆவியாகும் பொருள்	-	Volatile Material
ஆவியாதல்	-	Evaporation
ஆவியாதலின் உள்ளார்ந்த வெப்பம்	-	Latent heat of vaporization
ஆழ்நிலைப்பாறை நிலநடுக்கம்	-	Plutonic earthquake
ஆழ் மஞ்சள் நிறக் கணிகம்	-	Allophore
ஆழமான வற்றாத ஏரி	-	Perennial lakes
ஆவி அழுத்தம்	-	Vapour pressure
ஆற்றல் சிதறல்	-	Energy dissipation

ஆற்றல் பட்டை	-	Energy bonds
ஆற்றல் மட்டம்	-	Energy level
ஆற்றல் மூலமாக		
அணுப்பிணைப்பு	-	Nuclear Fusion
இசிவு நோய்	-	Tetanus
இடிப்பு. உதைப்பு	-	Knocking
இடுக்கி உறுப்பு	-	Pedicellarial organ
இடைப்பட்ட துளை	-	Interlamellar
இடைச் செருகல் சேர்மம்	-	Sandwich compound
இடைநிலைச் சேர்மம்	-	Intermediate
இடையூழிக்காலம்	-	Mesozoic
இணங்கு தகவு	-	Yield stress
இணைதிறன் பட்டை	-	Valence band
இணைப்புக் கோடு	-	Suture
இணைப்புத் திசு	-	Connective tissue
இணைப்பு வினை	-	Coupling reaction
இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு	-	Parallel venation
இணைமின்	-	Dielectric
இதய உறை	-	Pericardium
இதய உறை நீர்க் கோத்தல்	-	Chronic pericardial effusion
இதயத்தசைக் குருதி நலிவு	-	Simulate myocardial infarction
இதய நுண்ம நோய்	-	Bacterial endocarditis
இதய நோய்	-	Coronary disease
இதயப்புறம்பு நோய்	-	Extra cardiac disease
இயக்க அமைப்பு	-	Mechanical system
இயக்கவிதிகள்	-	Laws of Motion
இயங்கு உறுப்பு	-	Free Radical
இயங்கு சுருள்	-	Moving coil

இயங்கு தனிமப் புற	-	Dynamic allotropy
வேற்றுமை	-	Entropy
இயல்பாற்றல்	-	Normal Zeeman effect
இயல்பு சீமன் விளைவு	-	Physical adsorption
இயல்புவழி உட்கவர்தல்	-	Algebraic expression
இயற்கணிதக் கோவை	-	Natural fabric
இயற்கை ஆடை	-	
இயற்கையின் சமனப்படுத்தும்	-	
இயல்பு	-	Balance of nature
இரசக் கற்பூரம்	-	Napthalene
இரசவாதி	-	Alchemists
இரட்டை - இரட்டை	-	
நியூக்ளைடுகள்	-	Even - Even nuclides
இரட்டை ஒற்றை	-	
நியூக்ளைடுகள்	-	Even - odd nuclides
இரண்டாந்தர ஓம்புயிர்	-	Intermediate Host
இரத்தக் கசிவு	-	Haemorrhage
இரத்தக்குழாய் அடைப்பு	-	Thrombosis
இருதிசைத் தாள் நிறப்பகுப்பு	-	Two dimensional paper chromatography
இரு பக்கச் சமச்சீர்	-	Bilateral symmetry
இரு பணி இயக்கும் சம்மட்டி	-	Double acting hammer
இரு புரி இழை	-	Double strand
இருவாழ்வினம்	-	Salamandra
இரையுண்ணி	-	Predator
இலைக்கருகல்	-	Leaf blight
இலைத் தத்துப்பூச்சி	-	Leaf hopper
இலைத்துளை	-	Stomata
இலைப்பேன்	-	Thrip

இழுப்புக் குணகம்	-	Dray coefficient
இழுப்புக் குழல்	-	Draft tube
இழுவிசை	-	Drag force
இழுவை இணைப்பு நிலஞ்செதுக்கி	-	Tractor towed scraper
இளகிய குழம்பு	-	Motten Pool
இளகு நிலைத் தகைவு	-	Yield stress
இளவுயிரி	-	Larva
இனக்கலப்பு	-	Hybridisation
இனத்தூய்மை	-	Genetic Purity
இனத்தூய்மை மாறுபாடு	-	Genetic Shift
இனப் பெருக்கம்	-	Reproduction
இனப்பெருக்க விதைகள்	-	Testicles
இனவிழைச்சுக் காலம்	-	Breeding season
இணை தைராய்டியக்கம்	-	Hypothyroidism
ஈடாள்	-	Adult
ஈதல் சகபிணைப்பு	-	Coordinate covalency
ஈதல் பிணைப்பு	-	Coordinate Bond
ஈர்ப்பியல் பொது விதி	-	Universal law of gravitation
ஈர்ப்பு விசை	-	Force of Attraction
ஈரச்சு	-	Biaxial
ஈரம்புகா	-	Moisture proof
ஈரல் சிறுநீரக நோயியம்	-	Hepato renal syndrome
ஈரிணைப்பு	-	Double bond
ஈருறுப்பு தேற்றம்	-	Binomial theorem
ஈளை	-	Asthma
ஈனிப்புலக் கொள்கை	-	Ligand Field theory
உச்சி வட்டம்	-	Meridian
உச்சி வானம்	-	Zenith

உட்கரு	-	Nucleus
உட்கவர் திறன். உறிஞ்சு திறன்	-	Absorptivity
உட்கவர்வு குணகம்	-	Absorption coefficient
உட்கவர் திறன் குறியீடு	-	Absorbancy index
உட்காதுச் சுருள் குழாய் நரம்பு	-	Vesibulo cochlear nerve
உட்சிரைக் குருதி உறை படிமம்	-	Phlebothrombosis
உட்குரப்பு	-	Tropic hormone
உட்குருள்	-	Body whorl
உட்கு உறை	-	Deepfascia
உட்பகுதியல் கலக்கி	-	Agitator
உட்பரத்தல்	-	Infiltration
உட்புழைகள்	-	Lumina
உட்புறத் தமனி	-	Internal carotid
உட்பெருக்கம்	-	Inner product
உடன் இசைவுக் கொள்கை	-	Resonance theory
உடனொளிர்ந்தல்	-	Fluorescence
உடுக்கணம்	-	Stellar
உடைதல்	-	Fragmentation
உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு	-	Truthful label
உணர் கொம்பு	-	Antenna
உணர் திறன்	-	Sensitivity
உணர் நரம்பு	-	Sensory nerve
உணர் நீட்சி	-	Tentacle
உணவுப் பாதை	-	Alimentary canal
உணவுத் தட்டு	-	Template
உதிரிக் கரிப்பூட்டை	-	Loose Smut
உந்து தண்டு	-	Piston
உந்து விசை	-	Driving force
உப்பு நீர்	-	Saline

உமிழ்ப்பான்	-	Emitter
உயசோ ஏற்றம்	-	Diazotisation
உயவிடுதல்	-	Lubrication
உயவுப் பொருள்	-	Lubricant
உயர் அழுத்தம்	-	
பலபடியாக்கல் முறை	-	High Pressure Polymerisation
உயர் உலோகம்	-	Noble Metal
உயிர்த் தன்மை	-	Viability
உயிரணுப்பிரிதல்	-	Cell division
உயிரியல் தொகுப்பு	-	Biosynthesis
உயிரியல் பேருரு	-	Macro
உயிரொளி	-	Bioluminescence
உராய்வு விசை	-	Frictional force
உரிப்புச் செயல்	-	Stripping operation
உருக்கிப் பிரித்தல்	-	Smelting
உருக்குலைவு	-	Deformation
உருகிய பல்லுறுப்பு	-	Molten polymer
உருகுநிலை வெப்பம்	-	Heat of fusion
உருகும் நீர் ஏரி	-	Meltwater lake
உந்து விசை	-	Driving force
உருண்டைக் கோது	-	Round pod
உருண்டைப் புழு	-	Nematode
உருப்பெருக்கம்	-	Magnification
உருவபெருக்கம்	-	Magnifying
உருவரைவாளர்	-	Draftsman
உருள் கலன்	-	Drum
உருளல்	-	Rolling
உருளை	-	Bobbin
உருளைக்கல்	-	Core

உலகத் தட்பவெப்பநிலை	-	Global climate
உலோகத்தின் எடைத் தன்மை	-	Weight characteristic
உவர் நிலத் தாவரம்	-	Mangroove vegetation
உள் சூழலுறை	-	Inner integument
உள்ளிட மாற்றம்	-	Rearrangement
உள்ளீட்டு மின் முகப்பு	-	Input terminal
உள்ளுறை வெப்பம்	-	Latent heat
உள்ளுறுப்பு உறை	-	Visceral sac
உள்ளுறுப்பு அல்லது தானியங்கி நரம்பு மண்டலம்	-	Visceral or Autonomous nervous system
உளக்கேடு	-	Dementia
உற்பத்தி செய்தல்	-	Growing
உறிஞ்சுதல்	-	Absorption
உறிஞ்சும் கிண்ணம்	-	Suction cup
உறுப்புக்குறைபாடு	-	Phenotype
உறைக்கிண்ணி	-	Pod
உறைதல்	-	Precipitation
உறை நிறைவுப்புள்ளி	-	Solidus
உறைப்படலம்	-	Cuticle
உறைபனி அடுக்கு	-	Ice shelf
உறைபனி சிதைப்பான்	-	Ice breaker
உறைபனிப் பருவம்	-	Glacial Epoch
ஊசலாட்டம்	-	Clonus
ஊசித் திசுச் சோதனை	-	Needle biopsy
ஊடகம்	-	Medium
ஊடக வளிமம்	-	Carrier gas
ஊடுருவு திறன்	-	Permeability
ஊர்தி அலை	-	Carrier

ஊநீர்	-	Serum
ஊது குழல்	-	Syrinx
ஊர்தல்	-	Creep
ஊற்று	-	Spring
ஊனீர்	-	Serum
எஃகு	-	Steel
எக்கி	-	Pump
எச்சரிக்கைக் கருவி	-	Warning Device
எச்சரிக்கைநிறம்	-	Warning Colour
எடையறிபகுப்பாய்வு	-	Gravimetry
எண்ணியல் தொலை நோக்கி	-	Counter telescope
எண்முகி	-	Octahedron
எதிர் உயிரி மருந்து	-	Chemotherapeutic agent
எதிர் உராய்வு	-	Negative friction
எதிர்த் திருப்பியூட்டு	-	Negative feedback
எதிர் நியூக்ளிய	-	
எதிர்ப்பொருள்	-	Anti nuclear antibody
எதிர்ப்பியாக	-	Antiseptic
எதிர்மறை இலக்கணம்	-	Additive identity
எதிர்மின் தன்மை	-	Electronegative
எதிர் மின்னூட்டம்	-	Negative charge
எதிர் முருடில்லாத் தசை	-	
எதிர்ப்பொருள்	-	Anti smooth muscle antibody
எதிர் மூலக்கூறு மண்டலம்	-	Antibonding orbitals
எதிர்வினை வேக மாற்றம்	-	Negative catalysis
எந்திரவியல் ஆற்றல்	-	Mechanical energy
எரிகனல் அறை	-	Combustion chamber
எரிமண்	-	Peat

ஒருவகை செல்	-	Mechanical system
ஒரு வட்டத்தின் நாண்	-	Chords of a circle
ஒருவழிப்புற மாற்றம்	-	Monotrophy
ஒலி எதிர்ப்பு	-	Acoustic impendence
ஒலிப்பெட்டி	-	Voice box
ஒலிப்பைத் தசை	-	Syringal muscle
ஒலியேற்கும் பண்பு	-	Acoustics
ஒழுங்கு நாற்கரம்	-	Regular quadrilateral
ஒளி உமிழும் விளக்கு	-	Flash light
ஒளி ஊடுருவுகை	-	Transmittance
ஒளிக்கூச்சம்	-	Photophobia
ஒளிச்சேர்க்கை	-	Photosynthesis
ஒளித் திறப்பு	-	Light exposure
ஒளி நிழற்பட்டை	-	Spectrum
ஒளிப்புகாவிடாமை	-	Opacity
ஒளிமின் ஒளி அளவி முறை	-	Photo electric photometer
ஒளி மின்கலம்	-	Photo electric cell
ஒளி மின் நிற அளவி	-	Photo electric colourimeter
ஒளியியல் அடர்த்தி	-	Optical density
ஒளியியல் நிறமாலைப் பகுப்பி	-	Spectrometer
ஒளிர்ந்தல்	-	Phosphorescence
ஒளிர்மைப் பாய்வு	-	Luminous fluid
ஒளிரும் குழல் விளக்கு	-	Fluorescent tube
ஒளி வழி ஒளிர்வு	-	Photo luminescence
ஒளி வாங்கி	-	Photoreceptor
ஒளி விலகல் திறன்	-	Refractivity
ஒளி விலகு நிறக்கணிகம்	-	Antaogophore
ஒளி வேதி வினை	-	Photochemical reaction

ஒற்றுமை	-	Unity
ஒற்றை ஒற்றை நியூக்ளைடு	-	Odd - odd- Nuclide
ஒற்றைக் கண்ணி	-	Cyclop
ஒற்றைச் சாய்வு மடிப்பு	-	Monoclinical fold
ஒற்றை நிறமாக்கி	-	Monochromater
ஒற்றைப்படி	-	Monomer
ஒற்றைப் பல்வகை	-	Monodentate
ஒன்றிய ஒளிப்புலம்	-	Unified Field of Optics
ஒரிடத்தனிமம்	-	Isotope
ஒரிணை திறன் தனிமம்	-	Monovalent element
கசடு	-	Slag
கட்டகத் தகடு	-	Structural plate
கட்டத் திசைவேகம்	-	Phase velocity
கட்டத் தொகையீடு	-	Phase integral
கட்டாய உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு	-	Compulsory labelling
கட்டடக்கல்	-	Building stone
கட்டைத்திசு	-	Xylem
கட்டை நாண்	-	Wood fibre
கட்டையின் உட்கூறு நிலை	-	Anatomical structure
கட்புல வானிலை அமைப்பு	-	Visual Meteorological condition
கட்புலனாகும் நிற அளவியல்	-	Visual colorimetry
கடத்தும்பட்டை	-	Conduction band
கடத்துமை	-	Conductivity
கடல் ஆமை	-	Sea-turtle
கடல் உயிரி	-	Marine organism
கடல் நங்கூரம்	-	Sea anchor
கடற்கழி	-	Lagoon

கடற்பாசி	-	Seameed
கடின ஒட்டுக்கணுக்காலி	-	Crustacean
கடினக் காந்தப்பொருள்	-	Hard magnetic material
கடின நயம்	-	Heavy texture
கடினமான செவிப்பறை	-	Tympanic membrane
கடின வகை உருக்கு	-	Tool steel
கடுமையான மூட்டுவாதம்	-	Acute Rheumatism
கடைக்குடல்	-	Hind gut
கண் காம்பு	-	Ommatophore
கண்டம்	-	Segment
கண்ணாடி சன்னல்	-	Window Pane
கண்ணாடி மாறுநிலை	-	Glass transi
கண்ணிப் பரப்பு	-	Loop area
கண்ணியக்க நரம்பு	-	Oculomotor nerve
கண்ணுள் அழுத்தம்	-	Intraocular pressure
கண். தோல் பாண்டு நோய்	-	Oculocutaneous albinism
கண் புள்ளி	-	Eye spot
கணையச் செரிமானம்	-	Pancreatic digestion
கதிர் அமைப்புகளின் கோட்பாடு	-	Theory of system of rays
கதிர்க்குலை	-	Spikelet
கதிர் காரண ஒளிர்வு	-	Radioluminescence
கதிர்ப் பண்டுவம்	-	Radio therapy
கதிர்வீச்சு	-	Radiation
கதிர் வீச்சளவு விளைவு	-	Radiometric effect
கதிர்வீசு திறன்	-	Emissive power
கதிரியக்கத் தனிமம்	-	Radioactive element
கம்பிச் சுருள்	-	Spring

கரிப்பூட்டை	-	Smut
கரிம நிலையிறக்க வினை	-	Degration reaction
கரு	-	Embryo
கருக்கவர் பதிலீட்டு வினை	-	Nucleophilic substitution
கருப்பை இடமாற்றக் கோட்பாடு	-	Uterine displacement theory
கருமுட்டை	-	Zygote
கருமூல விதை	-	Nucler seed
கருவிகளின் பீட அமைப்பு	-	Mownting structure
கருவிழிப் படலம்	-	Iris
கரையாப்பொருள்	-	Insoluble
கரையோர உள்வளைவு	-	Indentation
கரைப்பான்	-	Solvent
கல் புற்று	-	Stalagmite
கலகம்	-	Plankton
கலங்குமை	-	Turbidity
கலப்பு இனச்சேர்க்கை	-	Cross breeding
கலப்பைக் கிழங்கு	-	Gloriosa
கலவிப்பெருக்க இணைவு	-	Oogamy
கலவிப்பெருக்கம்	-	Sexual reproduction
கலவியிலாப் பெருக்கம்	-	Asexual reproduction
கவட்டுப் பகுதி	-	Inguinal region
கழலை	-	Tumour
கழலைப் புற்று	-	Sarcoma
கழிமுகம்	-	Estuary
கழுத்தின் மேல் முடிச்சி	-	Superior cervical Ganglion
களிப்பாறை	-	Shale
கற்காரை உறை	-	Concrete encasement

கற்குழம்பு	-	Magma
கற்றாழை	-	Allium Cepa
கறுப்பு நிறக்கணிகம்	-	Melanophore
கனச்சதுரப் படிக்கம்	-	Face centered Cube
கனலும் சக்தி	-	Heating Power
கனற்சி திறன்	-	Combustion efficiency
கனிமவகைப் பாறை	-	Inorganic rock
காசநோய்	-	Tuberculosis
காட்சியகம்	-	Aquarium
காடி	-	Vinegar
காண்புறு ஒளி	-	Visible light
காந்த ஆடி	-	Magnetic mirror
காந்த இயங்கு விசை	-	Magnetomotive force
காந்த ஈர்ப்புத்தம்	-	Magnetic potential
காந்த ஈர்ப்புத்தன்மை	-	Paramagnetic
காந்த ஈர்ப்புப் பொருள்	-	Para magnetic material
காந்த எதிர்ப்புப் பொருள்	-	Diamagnetic material
காந்தக் குறுக்கம்	-	Magnetostriction
காந்தச் சார் வளைவு	-	Magnetisation curve
காந்தச் சுழற்சி	-	Cycle of magnetisation
காந்தத் தயக்கம்	-	Hysteresis
காந்தத் திசையளவி	-	Magnetic compus
காந்தத் தூண்டல்	-	Magnetic induction
காந்தப் பாயம்	-	Magnetic flux
காந்தமாக்கல் செறிவு	-	Intensity of magnetisation
காந்த விசைக்கோடுகளின் தொகுப்பு	-	Magnetic lines of force
காப்புக்கிட்டி	-	Trevis

காப்பு வயல்	-	Conservation terrace
காம்பில்லா நங்கூரம்	-	Stalkless anchor
காய்ப்புத் திறன்	-	Bearing
காரணவியல்	-	Etiology
காரீய வெள்ளை	-	White lead
கால்மானக் கலப்பெண்	-	Quaternions
காலம் சாராப் பாய்மம்	-	Time independent fluid
காலத்துடிப்பு	-	Time pulsed
காளான் வடிவ நங்கூரம்	-	Mushroom anchor
காற்றலை	-	Wind turbine
காற்றறை	-	Tracheid
காற்றுக் குழாய்த் தொகுப்பு	-	Vascular bundle
காற்றுத்திசு	-	Airenchyma
காற்றுப்பை	-	Alveole
காற்றுமிதவை	-	Air float
காற்றுவழிப் பயண அமைப்பு	-	Air navigation
காட்டு மலம்	-	Meconium
காப்பு மூலங்கள்	-	Antigens
கிண்ணி	-	Bowel
கிழக்கு முக நேரக் கோணம்	-	Eastern hour angle
கிளர்ச்சி ஆற்றல்	-	Excitation energy
கிளர்வூட்டிய கரி	-	Activated Charcoal
கிளையோடு செல்	-	Dentric cell
கீழ்ச்சரிவு	-	Down slope
கீழிறுதி நிலை	-	Bottom dead centre
குஞ்சத் துணி	-	Fur
குடல் உள்நாக்கு	-	Intestinal tonsil
குடல் சுழற்சி	-	Mal Rotation

குடல் சொருகல்	-	Intususception
குதம்	-	Anus
குதிரை மண்டலம்	-	Pegaus
குப்புற விழுதல்	-	Pitching
குமிழ்க் கலன்	-	Bubble chamber
குமிழ்விடும்	-	Bubbling
குருதி ஒழுக்கு	-	Haemorrhage
குருதிக்கட்டி	-	Thrombosis
குருதிக் குழல் மைய அழற்சி	-	Vasculitis
குருதிக் குழி	-	Blood sinus
குருதிச் சிரை	-	Venae cava
குருதிப்புரதக் குறைவு	-	Hypoproteinaemia
குருதிமிகு காமா	-	
குளோபுலின் நிலை	-	Hyper gamma globulinaemia
குருதியில் கேதவணு	-	Malignant cells
குறுக்கொருமை ஆதாரம்	-	Orthonormal basis
குறுகிய பட்டைமின் அதிர்வு	-	Narrow band Frequency
குறுணை முரடாக்கல்	-	Grain coarsening
குறுமுனைப் பிணைப்பு	-	Semipolar Linkage
குறைந்த ஈரத்தன்மை	-	Moisture context
குறைமின் கடத்தி	-	Semi Conductor
குவாண்டம் இயக்கவியல்	-	Quantum mechanics
குவாண்டம் இயற்பியல்	-	Quantum physics
குவார்ட்ஸ் சலவைக்கல்	-	Conglomerate
குவிப்படிமலர்ச்சி	-	Convergent evolution
குவியத் தனிமைப்படுத்தல்	-	Focal isolation
குவியம்	-	Focus
குழல் சுருக்கும் செயல்	-	Vasoconstrictor

குழல் நிறப்பகுப்பு	-	Column chromatography
குழாய் செலுத்தி ஆய்தல்	-	Cytoscopic examination
குழுத் திசைவேகம்	-	Group velocity
குளிகை	-	Tablet
குளிர்கால ஒடுக்கம்	-	Hibernation
குளிர்விப்பான்	-	Coolant
குளிர்வு வரை	-	Cooling curve
குளோரின் நீக்கி	-	Antichlors
குறுக்குப் பெருங்குடல்	-	Transverse colon
குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்	-	Cross sectional view
குறை அனல்மிகு நிலக்கரி	-	Semi anthracite
குறை வேக நியூட்ரான் கற்றைத்தறி	-	Slow neutron beam chopper
கூட்டச்சுத் தசை	-	Columellar muscles
கூட்டு அமைப்பு ஆற்றல்	-	Lattice energy
கூட்டு நிறக்கணிகம்	-	Chromosome
கூட்டுப்புறத்திரள்	-	Panicle
கூட்டு மாதிரியமைப்பு	-	Collective model
கூடு	-	Capsule
கூடு மாதிரி படிவம்	-	Shell model
கூடுறை	-	Cyst
கூடொத்த சேர்மம்	-	Cage like compound
கூம்பக ஒளிவிலகல்	-	Conical refraction of light
கூம்பு	-	Cone
கூம்புருவ உறுப்பு	-	Pineal body
கூழ் நுழைவுப் புறப்பரப்புக் கவர்ச்சி பகுப்பாய்வு	-	Gel penetration chromatography
கூழ்மத் துகள்	-	Colloidal particle

சுழற்சி	-	Rotation
சுழலும்வாளி	-	Cyclotron
சுழி ஒலி	-	Zero sound
சுற்றித் திரியும் சூறைக்குருவி	-	Rosy paztor
சுற்றுவழி நரம்பு	-	Abducent nerve
சூதகமின்மை	-	Amenorrhoea
சூரிய உலை	-	Solar Furnace
சூரிய வெப்ப சக்தி	-	Solar energy
சூல்சுரப்பி	-	Periportal ovary
சூல்முடி	-	Stigma
சூழ்தொகுப்பு	-	Ecosystem
சூழ்வளி	-	Ecosphere
சூழல் வெப்பநிலை	-	Eevironmental temperature
சூளை	-	Kiln
சூறாவளி	-	Cyclone
சூறாவளி வகை	-	Hurricane type
செங்குத்து ஆக்கக்கூறு	-	Orthonogonal force component
செங்குத்து நிலை	-	Perpendicularity
செந்நிற புள்ளி	-	Petechie
செய்தித் தேக்கம்	-	Memory storage
செயலிழப்பு	-	Paraplegia
செயலுாக்க ஒலிக்கருவி	-	Active sonar
செயலுாக்கமற்ற ஒலிக்கருவி	-	Passive sonar
செயற்கை வேதியியல் எரிபொருள்	-	Chemical Fuel
செருகல் வினை	-	Insertion reactions
செல் சுவர்கள்	-	Cellulose
செல் தொண்டை	-	Cytopharynx

செல் நீர்மம்	-	Cytoplasm
செல் நோயியல் பண்பு	-	Histopathological feature
செல் வெளி நீர்மம்	-	Extracellular fluid
செவுள்	-	Gill
செவுள் வடிகட்டு அமைப்பு	-	Gill recker
செழித்தல்	-	Blooming
செறிவு	-	Concentration
செறிவு அழுத்த நுட்பக் கருவி	-	Pressure sensing device
சேய்ப்பை உறை	-	Daughter cyst
சேர்மம்	-	Compound
சேறு வழிதல்	-	Mud flow
சொட்டுநீர்ப் பாசனம்	-	Drip irrigation
சோதனை ஊசி	-	Trier
சோம்பல் கொண்டு தனித்த நிலை	-	Solitarious stage
சோளக் கரிப்பூட்டை	-	Sorghum smut
தகவல் வங்கி	-	Data bank
தகவமைப்பு	-	Adaptation
தகைவு	-	Stress
தசை நடுக்கம்	-	Myoclonus
தட்டைப்புழு	-	Tape worm
தட்பவெப்ப மண்டலம்	-	Climatic zone
தடித்த குரல் நாண்கள்	-	Pachydermia larynges
தடிமரம்	-	Timber
தடுக்கிதழ்	-	Valve
தடுப்பியல்	-	Immunology
தடுப்புச் சுவர்	-	Baffle wall

தடைச்சால்	-	Check furrow
தண்டுக் கூன்வண்டு	-	Stem weevil
தண்டுவட தலாமசு பாதை	-	Spinothalamic tract
தண்டுவடத் துணை நரம்பு	-	Spinal accessory nerve
தண்டு வடம்	-	Spinal cord
தணிப்பான்	-	Moderator
தத்துக்கிளி	-	Grasshopper
தந்துகி விளைவு	-	Capillary action
தப்பியோடும் இயல்பு	-	Escaping tendency
தமனி	-	Artery
தயக்கக் கண்ணி	-	Hysteresis loop
தலை அல்லது முகிற்படலம்	-	Head or Coma
தலைக்காலி	-	Cephalopoda
தலைக்குமிழ்	-	Scolex
தலைகீழ்	-	Reciprocal
தலைகீழ் வெப்பச் சரிவு	-	Inverse thermal gradient
தலைபூப்பு	-	Mencac
தலை மார்பு நரம்புச் செல்திரள்	-	Cerebro pleural ganglion
தலை முறை மாற்றம்	-	Alternation of generation
தழை மட்குதல்	-	Humification
தழைவழி இனப்பெருக்கம்	-	Vegetative propogation
தளப்பொருள்	-	Substrate
தளம்	-	Plane
தள வரைபடம்	-	Planar map
தற்கால மிதவிகள்	-	Meroplanton
தற்கோள்	-	Assumption
தற்கழற்சிக் கோண உந்தம்	-	Spin angular momentum

தறுவாய்-வெளி ஆயம்	-	Phase-space coordinate
தன் சுமை	-	Self weight
தன் தடுப்பாற்று இயக்கம்	-	Auto immune mechanism
தன்னியக்க நரம்பு மண்டலம்	-	Autonomic nervous system
தன்னொவ்வாமை	-	Auto-Immune
தனி இரட்டை	-	Lone Pair
தனித்த கூறுவெளி	-	Discrete sample space
தனித்த மூலக்கூறு ஓட்டம்	-	Free molecular flow
தனித்தியங்கு உறுப்பு	-	Free radical
தனித்து இயங்கும் சம்மட்டி	-	Single action hammer
தனி நீர்மட்டம்	-	Perched water table
தனிப்படுத்தும் தூரமாக	-	Isolation distance
தனிமங்களின் இணைதிறன்	-	Valency of element
தனிமம்	-	Element
தனிம மீள்வரிசை	-	
அட்டவணை	-	Periodic Table
தாங்குதிறன்	-	Support
தாங்கு முனை	-	End bearing
தாம்பாள வடிவம்	-	Salver shape
தாவரங்கள்	-	Flora
தாவர மிதவை உயிரி	-	Phytoplankton
தாள் நிறச்சாரல் பிரிகை	-	Paper chromatography
தானாக முன்வந்து செய்யும்	-	
சான்றுரை	-	Voluntary certification
தானிய கரிப்பூட்டை	-	Grain smut
தானியங்கி பலன்	-	
கட்டுப்பாடு	-	Automatic Gain control

தானே தீப்பிடிக்கும்	-	Auto ignition temperature
வெப்பநிலை	-	Fluorescence
தானொளிர்ந்தல்	-	Biopsy
திசுச் சோதனை	-	Histological method
திசுவியல் முறை	-	Compass
திசை காட்டி	-	Vector
திசையன்	-	Velocity selector
திசைவேகத் தெரிவி	-	Velocity
திசை வேகம்	-	Velocity constant
திசைவேக மாறிலி	-	Solid propellant
திண்ம உந்து எரிபொருள்	-	Achene
திரள் கனி	-	Aggregate centre
திரள் மையம்	-	Twisted Aestivation
திருகிதழ் அமைவு	-	Screw mooring anchor
திருகு வடிவ நங்கூரம்	-	Helicopter
திருகூர்தி	-	Catalytic reforming
திருத்தச் செயல்முறை	-	Feed back mechanism
திருப்பியூட்டுப் பொறிமுறை	-	Dipolemoment ⁰
திருப்புதிறன்	-	Azimuth
திரும்பு கோணம்	-	Flame and detonation
தீச்சுடர் மற்றும் வெடியோசை	-	Adverse reactions
தீய விளைவு	-	Particle accelerator
துகள் முடுக்கி	-	Flipper
துடுப்பு உறுப்பு	-	Finlet
துடுப்புச் சதை	-	Parameter
துணையலகு	-	Bypass capacitor
துணை வழி மின்தேக்கி	-	

தொடர் மின்னிறக்கம்	-	Cascade discharge
தொடு இதழ் அமைவு	-	Valvate aestivation
தொடு உணர்ச்சி உறுப்பு	-	Tactile sense organ
தொடுவானம்	-	Horizon
தொடைச்சிரை	-	Femoral vein
தொண்டை அடைப்பான்	-	Diphtheria
தொலை உணர்வி	-	Remote sensor
தொலைக் கட்டுப்பாடு	-	Remote control
தொலைச் சிவப்புக் கதிர்	-	Far red ray
தொழில் வழி நச்சியல் ஆராய்ச்சி மையம்	-	Industrial toxicology research centre
தோண்டப்படும் கிணறு	-	Dug-well
தோல்அடி இரத்தக்கட்டு	-	Ecchymoses
தோல் அழற்சி	-	Dermatitis
தோல் செவுள்கள்	-	Dermal branchiae
தோல் பருத்தல்	-	Swelling
தோலடித் திசு	-	Subcutaneous tissue
தோலியப் பதல்	-	Dermoid cyst
தோற்றச் சூரிய வழிநாள்	-	Apparent solar
தோற்ற நண்பகல்	-	Apparent noon
தோற்றப்பாதை மறைப்பு	-	Apparent path eclipic
நகச்சுற்று	-	Paranochya
நகத்தோல்	-	Hyponchium
நகமடிப்பு	-	Nail fold
நகல் வரைவு	-	Xerography
நகலாக்கல் முறை	-	Duplication method

நங்கூரம்	-	Anchor
நங்கூர வாங்கி	-	Capstan
நச்சனையம்	-	Toxoid
நச்சியம்	-	Toxin
நச்சியல் துறை	-	Toxicology
நச்சு நீர்	-	Venom
நச்சுயிர் சார்ந்த நோய்	-	Virsal disease
நச்செதிரி	-	Antitoxin
நட்சத்திர மீன்	-	Star Fish
நடவுப் பகுதி	-	Planting space
நடு அடுக்கு	-	Media
நடுக்கம்	-	Tremor
நடுக்குடல்	-	Mid gut
நடு நரம்பு	-	Median nerve
நடுநிலையாக்கல்	-	Neutralization
நடு வரைக் குத்து வட்டம்	-	Declination circle
நடுவரை விலக்கம்	-	Declination
நடைக் குச்சி	-	Walking stick
நண்டு ஒண்முகிற்படலம்	-	Crab nebula
நத்தை	-	Mollusc
நரம்பிசிவு நோய்	-	Tetanus
நரம்பின் மறுமலர்ச்சி	-	Regeneration of nerve
நரம்பு இயங்கியல்	-	Neurophysiology
நரம்புத் தசை இணைப்புத் தடைப் பொருள்	-	Neuromuscular blocking agent
நரம்புத் தற்காலிகச் செயலிழப்பு	-	Neuroparaxia

நரம்புத் துணை விரிவு	-	Orbital foramen widening
நரம்பு நாளமில்லாச் சுரப்பு		
மண்டலம்	-	Neuro endocrine system
நரம்புப் பாகுபாடு	-	Neurose
நரம்பு முடிச்சு	-	Ganglion
நரம்பு வெளிர்ந்தல் நோய்	-	Vein clearing disease
நல்லுருகு கலவை	-	Eutectic mixture
நழுவல் இணை	-	Sliding pair
நழுவு வணரி	-	Slider crank
நள்ளிரவுச் சூரியன்	-	Midnight sun
நளி (விண்மீன்குழு)	-	Scorpion
நன்னீர் உயிரி	-	Fresh water organism
நன்னீர்ச் சூழ்தொகுப்பு	-	Fresh water ecosystem
நனவுக் களம்	-	Real Field
நாட்டு மருத்துவம்	-	Folk medicine
நாண்	-	Chord
நாணயச் சாலைக் கருவி	-	Mint equipment
நாத்தொண்டை நரம்பு	-	Glossopharyngeal nerve
நார்த் தாவரம்	-	Fibre plant
நார்மாற்றம்	-	Fibrosis
நாவடி நரம்பு	-	Hypoglossal nerve
நாளக்காயம்	-	Venous injury
நாளம்	-	Duct
நாளப்புண்	-	Varicose ulcer
நாளச் சுரப்பி	-	Exocrine gland
நாளமில்லாச் சுரப்பி	-	Endocrine gland
நாற்கரச் சரிவகம்	-	Trapezium

நான்காம் பரிமாணம்	-	Fourth dimension
நான்முகத்தகம்	-	Tetrahedron
நிகர்ப்பாட்டுத் தீர்வு	-	Linear equation
நிகழ்தகவு	-	Probability
நிகழ்தகவு மாதிரி	-	Probability model
நிணநீர்	-	Lymphatic
நிணநீர்க்குழாய்	-	Lymphatic channel
நிணநீர் மண்டலம்	-	Lymphatic system
நிணநீரியல்	-	Serology
நிபந்தனை நிகழ்தகவு	-	Conditional probability
நியம உறிஞ்சு குணகம்	-	Specific absorption coefficient
நியமக் கரைசல்	-	Standard solution
நியூட்டன் அயல் நிலை	-	Non-newtonian state
நியூட்டன் அயல் பாய்மம்	-	Non-newtonian fluid
நியூட்ரான் ஒளியியல்	-	Neutron optics
நியூட்ரான் கவர்ச்சியின் முகப்பரப்பு	-	Neutron capture cross-section
நியூட்ரான் நிறமாலை அளவியல்	-	Neutron spectrometry
நியூட்ரான் நிறமாலையியல்	-	Neutron spectroscopy
நிர்ணயிக்கப்பட்ட தரம்	-	Prescribed standard
நிரந்தர மிதவிகள்	-	Holoplankton
நிரல் செறிவு	-	Line intensity
நிரலொழுங்கு	-	Sequence
நிரைகோடு	-	Longitude
நில அசைவு ஏற்படுத்தும் நில நடுக்கம்	-	Tectonic earthquake

நிலக்கரியாக்கம்	-	Coalification
நிலக் குகை	-	Underground cave
நிலக்கூறுகளின் எதிர்பலிப்பு	-	Replica of topography
நிலச்சமன் பொறி	-	Bulldozer
நிலச்சரிவு	-	Land slide
நிலத்தடி நீர்	-	Underground water
நிலத்தண்டு	-	Ghizthe
நிலத்தூண்	-	Pile
நிலத்தூண் அடிமானம்	-	Pile foundation
நிலத்தூண் தொகுதி	-	Pile group
நில நடுக்கம்	-	Earthquake
நில நடுக்க மையம்	-	Epicentre
நில நடுக்க வரைவு	-	Seismograph
நில நடுக்கவியல்	-	Seismology
நில நோக்கமைப்பு	-	Landscape architecture
நிலப்பட மீள் உருவாக்கம்	-	Map-reproducer
நிலப்பட வரைவியலார்	-	Cartographer or Mapmaker
நிலம்	-	Earth
நில மதிப்பீடு	-	Land evaluation
நில வரைபடம்	-	Topographical map
நில வடிவியல்	-	Geomorphology
நிலவியல் படம்	-	Geographical atlas
நிலாப்பூ	-	Moon flower
நிலைச்சுற்று	-	Gyroscope
நிலைத்த நிலை	-	Stationary state
நிலைத்திறன் கூட்டல்	-	Stability augmentation
நிலைநிறுத்தல்	-	Fixation

நிலை நிறை	-	Rest mass
நிலைப்படுத்தல்	-	Stabilization
நிலைப்படுத்தும் தடையம்	-	Ballast resistor
நிலைப்பண்பு ஆற்றல்	-	Potential energy
நிலைமப் பயண அமைப்பி	-	Inertial navigator
நிலைமம்	-	Inertia
நிலைம வழிக்காட்டமைப்பு	-	Inertial guidance
நிலைமாறு அடர்த்தி	-	Critical density
நிலைமாறு அழுத்தம்	-	Critical pressure
நிலைமாறு வெப்பநிலை	-	Critical temperature
நிலை மின்சாரம்	-	Static electricity
நிலைமின் வகை	-	Electrostatic
நிலைமின் வீழ் படிவு	-	Electrostatic precipitator
நிலை மின்னூட்டம்	-	Electrostatic charge
நிலைமை.கட்டம். படிநிலை	-	Phase
நிலைமைத் திருப்புத்திறன்	-	Moment of inertia
நிலைமை நோக்கீட்டு அமைப்பு	-	Inertial reference system
நிலைமைவிதி	-	Phase rule
நிலையழுத்தப் பாய்வு	-	Potential flow
நிலையற்ற அமைப்பு	-	Versatile
நிலையாக எரியும் விளக்கு	-	Fixed light
நிலையாற்றல்	-	Potential energy
நிலையான சமதள அடி	-	Horizon glass
நிவர்த்தி செய்யக்கூடிய சட்ட மீறல்	-	Rectifiable violation
நிற அளவி	-	Colourimeter
நிற அளவியல்	-	Colourimetry

நிற ஒப்பீட்டுக் கருவி	-	Colour comparator
நிறக்கணிகம்	-	Chromoplast
நிறச்செல்	-	Melanocyte
நிறப்பிரிகை	-	Dispersion
நிறப்பிழை	-	Colour defect
நிறம் தாங்கி	-	Chromophor
நிறம் நிறுத்தி	-	Mordant
நிறமாலை	-	Spectrum
நிறமாலை ஒளி அளவி	-	Spectro photometer
நிறமாலை ஒளி அளவியல்	-	Spectro photometry
நிறமாலை கதிர் அளவி	-	Spectro radiometer
நிற மாற்றியம்	-	Chromatic metamerism
நிறமித் தகவமைப்பு	-	Chromatic adaptation
நிறமியப் பதனிடல்	-	Chrome tanning
நிற மையம்	-	Colour centre
நிற வடிப்பான்	-	Colour filter
நிற வெப்பம்	-	Colour temperature
நிறுத்தச் சுவர்	-	Retaining wall
நிறுவப்பட்டுள்ள		
ஆக்கத் திறன்	-	Installed generating capacity
நிறை அழியா விதி	-	Law of conservation of mass
நிறை அழியாமை	-	Conservation of mass
நிறை எண்	-	Mass number
நிறை குறைபாடு	-	Mass defect
நிறை நிறமாலை	-	Mass spectrum
நிறை நிறமாலை அளவி	-	Mass spectrometer
நிறை நிறமாலையியல்	-	Mass spectrography

நீட்சி நெகிழி	-	Elastomer
நீடித்த ஈரல் அழற்சி	-	Hepatic necro inflammation
நீடித்த நாட்பட்ட ஈரல் அழல்	-	Chronic persistant hepatitis
நீடித்த நுண்வளை ஈரல் அழல்	-	Chronic lobular hepatitis
நீண்ட நாட்கள் சேமிப்பில்		
இருக்கும் விதை	-	Arry over seed
நீண்ட மின் தொடர்	-	Transmission line
நீர் இறக்கம்	-	Low tide
நீர் ஏற்றம்	-	High tide
நீர்க்கசிவு	-	Seepage
நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்	-	Water tube boiler
நீர்க்கூட்டு வெடி மருந்து	-	Water gel explosive
நீர்க்கோப்பு	-	Common cold
நீர்ச் சுழற்சி மண்டலம்	-	Water vascular system
நீர்த்தச் சுண்ணாம்பு	-	Slaked lime
நீர்த்தல்	-	Deliquescence
நீர்த்தல் முறை	-	Dilution method
நீர்த்தேக்கப் பாசனம்	-	Storage irrigation
நீர்த்தேக்கம்	-	Reservoir
நீர்த்தேக்கி	-	Water chamber
நீர், நில வாழ் உயிரி	-	Amphibian
நீர்புகு தன்மை	-	Permeability
நீர்ம உந்து எரிபொருள்	-	Liquid Propellant
நீர்மத் துளி மாதிரி	-	Liquid drop model
நீர்ம நிலையியல்	-	Hydro statics
நீர்மப் பொருள்	-	Cryogenic liquid
நீர் மிதவைத் தாவரம்	-	Hydrophyte

நீர்மூழ்கிக்கப்பல்	-	Sub-marine
நீர்மூழ்கு உடை	-	Diving suit
நீர் வழித்தடத்திறன்	-	Transmission efficiency
நீரகற்றி மருந்து	-	Diuretic
நீராவிக்கொதிக்கலன்	-	Steam boiler
நீராவிச் சுழலி	-	Turbine
நீராவிப் போக்கு	-	Transpiration
நீராவி வாயை வடி முறை	-	Steam distillation
நீரியல்	-	Hydrology
நீரிடைக்கலம்	-	Hydrofoil craft
நீரேற்றம்	-	Hydration
நீள்கோது	-	Long pod
நீள்வட்டப் பாதை	-	Elliptic orbits
நீள்வட்டம்	-	Elliptic
நீளிழை	-	Flagellum
நுகர் கதுப்பு	-	Olfactory lobe
நுண்கணிதம்	-	Calculus of variation
நுண்கூற்றக் கோட்பாடு	-	Quantum theory
நுண் சிறுநீரகம்	-	Protonephridia
நுண்ணலை	-	Microwave
நுண்ணலை தரையிறங்கு அமைப்பு	-	Microwave Landing system
நுண்ணோக்கி	-	Microscope
நுண்துளையுடைமை	-	Porosity
நுண்புழைத்தாரை	-	Capillary fringe
நுண் வலையகத் தோல் செல்	-	Reticular endothelial cell
நுரை பொருள் காப்பீடுகள்	-	Foam insulation

நூற்புழு	-	Nematode
நெகிழி	-	Plastic
நெகிழியாக்கி	-	Plasticizers
நெசவு நார்	-	Textile fibre
நெட்டாங்கு	-	Longitude
நெடும் திரிபு	-	Linear Transformation
நெருக்கி அடைக்கப்பட்ட அறுகோணம்	-	Hexagonal close packing
நெற்றிப்பொட்டு	-	Temporal
நேர்குறுக்கு நிலை	-	Orthogonality
நேர் கோட்டிலமையாத் தொடர்பு	-	Non-linear relation
நேர்கோட்டு உந்தம்	-	Linear momentum
நேர்கோட்டுத் தொடர்பு	-	Linear-relation
நேர்மின் தன்மை	-	Electropositive
நேர்மின்னூட்டம்	-	Positive charge
நேர்வினை வேக மாற்றம்	-	Positive catalysis
நேரக் கணக்கீட்டு முறை	-	Time offlight method
நேரக் கோணம்	-	Hour angle
நேரடி மோதல்	-	Direct collision
நேரடி வாலை வடித்தல்	-	Straight run distillation
நேரயனி	-	Cation
நோய்க்குறியியல்	-	Pathology
நோய்க் கூறாய்வு	-	Autopsy
நோய்த் தொற்றுதல்	-	Infection
நோய் தற்புனைவு	-	Hypochondriasis
பக்க அதிர்வெண்	-	Side Frequency

பகுத்துக் காய்ச்சி வடித்துப்	-	Fractional distillation
பிரித்தல்	-	Mucilage
பசைப்பொருள்	-	Tunical cavity
படலிய உள்ளிடம்	-	Crystal
படிக அணிக்கோவை	-	Crystal mono chromator
படிகச் சம ஆற்றல்	-	Crystallisation
மாலை அளவி	-	Crystal monochromator
படிகமாக்கல்	-	Transcription
படிக வடிப்பான்	-	Ware house
படிவ மாற்று	-	Tensor
பண்ட சாலை	-	Qualitative analysis
பண்பன்	-	Sublimation
பண்பறி பகுப்பாய்வு	-	Impression
பதங்கமாதல்	-	Utility area
பதித்தல்	-	Applied Mathematics
பயன் பகுதி	-	Physiological maturity
பயன்பாட்டுக் கணிதம்	-	Adsorption
பயிர்வினை முதிர்ச்சி	-	Adsorption chromatography
பரப்புக் கவர்ச்சி	-	Diffusion mechanism
பரப்புக் கவர்ச்சி நிறப்பகுப்பு	-	Parabolic orbit
பரவல் முறை	-	Parabola
பரவளைய பாதை	-	Root Sucker
பரவளையம்	-	Conjugate momenta
பரவி வேர்த்தண்டு	-	Autonomic Ganglia
பரிமாற்று உந்தகம்	-	
பரவு நரம்புக் கூட்டணு	-	

பருத்துப் பெருகும் வீதம்	-	Swelling index
பருப்பொருள்களின் கடத்தல்	-	Basic transplantation
பருப்பொருளின் அசைவு	-	Mass movement
பருவ ஆண்டு	-	Rropical year
பருவ ஏற்ற இறக்கம்	-	Spring tide
பல்துளைத் தடுப்பு	-	Multiperforate septum
பல்படிகத் தோற்றம்	-	Polymorphism
பல் தமனி அழற்சி	-	Polyarteritis
பல்லுறுப்பி	-	Polymer
பழைய இயக்கவியல் அமைப்பு	-	Classical dynamical system
பழுப்பு நிலக்கரி	-	Lignite
பளபளப்புப் பருத்தி	-	Mercerized cotton
பன்மைத் தாள் நிறப்பகுப்பு	-	Multiple paper chromatography
பறப்புத் திட்டம்	-	Flight Plan
பாகுத்தன்மை	-	Viscosity
பாய் அடிமானம்	-	Mat foundation
பாய்ம எந்திரவியல்	-	Fluid mechanics
பாய்மப் படுக்கை	-	Fluidised bed
பாய்மநிலை	-	Fluidity
பாய்வு நிலைமை	-	Mobile phase
பால்வழி மண்டலம்	-	Galaxy
பால்மப் பொருள்	-	Emulsifier
பால் வீதி	-	Milky way
பால இணைப்பு	-	Bridging
பாலாடைக் கூழ்ம நசிவு	-	Caseous necrosis

பாலுறுப்புச் சுரப்பியைத்	-	Gonadotropic
தூண்டும்	-	Mammal
பாலூட்டி	-	Magmatic water
பாறைக்குழம்பு	-	Rock wall
பாறைச்சுவர்	-	Rock glacier
பாறைப் பனியாறு	-	Slamp
பாறைவீழ்ச்சி	-	Mandrel
பிடி தண்டு	-	Dispensing bottle
பிடு குடுவை	-	Binding energy
பிணைப்பாற்றல்	-	Bond
பிணைப்பு	-	Bond stretching band
பிணைப்பு நீட்சிப்பட்டை	-	Valence energy
பிணைவுறு எலக்ட்ரான்	-	Bonding orbital
பிணை மூலக்கூறு மண்டலம்	-	Bile duct
பித்தக்குழாய்	-	Bile
பித்தநீர்	-	Bile acid
பித்தநீர் அமிலம்	-	Primary Host
பிரதான ஓம்புயிர்	-	Calamu
பிரம்பு	-	Dissociation
பிரிகை	-	Dissociation relation
பிரிகைச் சமன்பாடு	-	Indistiguishable
பிரித்துப் பார்க்க	-	Separator
இயலாததுமான	-	Squeeze whisker
பிரிப்பி	-	Fault spring
பிழிதல் மீசை	-	Fission neutron
பிளவு ஊற்று	-	
பிளவு நியூட்ரான்	-	

பிறப்பிடம்	-	Origin
பின்னொளிர்தல்	-	Phosphorescence
பின்னோக்கிக் கழுவுதல்	-	Back washing
புகை எழுப்பா அடுப்பு	-	Smokeless chula
புகைக் கண்ணாடிச் செல்சோறு	-	Ground glass cytoplasm
புகைக்கீல்	-	Asphalt
புகைபோக்கி	-	Chimney
புடக்குகைப் பருத்தல் எண்	-	Crucible swelling
புதை படிவு எரிபொருள்	-	Fossil Fuels
புரி அல்லது சுருள்	-	Whorl
புரைவு	-	Suture
புல்தண்டு நோய்	-	Grass shoot disease
புலவலிமை	-	Field strength
புலன் மருத்துவ நோயியல் வரையரை	-	Clinical pathologic definition
புலன் மருத்துவம்	-	Clinical test
புவி அமைப்பியல்	-	Geomorphology
புள்ளிக் கறைச் சேர்க்கை	-	Dot blot hybridisation
புள்ளிகளின் அயனசலனம்	-	Precession of equinoxes
புள்ளியியல் தீர்வு முறை	-	Statistical decision procedure
புற எல்லைக் குழாய்ச் சுருக்கம்	-	Peripheral anterior constriction
புறக்கருவுறுதல்	-	External fertilization
புறச் சிரைகளில் ஏற்படும் குருதி உறை படிமம்	-	Planospirally coiled
புறச்சுற்றுப் புறணி	-	Cortex

புறத்தூய்மை	-	Physical purity
புறத்தோல்	-	Epidermis
புற நரம்பு மண்டலம்	-	Peripheral nervous system
புறப்பரப்பு விசை	-	Surface tension
புறப்பிதுக்கப்பை	-	Exogeneous cyst
புறவேற்றுமை	-	Enantiotropic
புண்பகுப்பான்	-	Boenerdivide
புள்ளிமுறை	-	Dot method
பூச்சி	-	Insect
பூச்சிக் கொல்லி	-	Insecticide
பூச்சிமருந்து	-	Inawxrixide
பூஞ்சைகள்	-	Fungi
பூவிதழ்	-	Perianth
பெய்குடுவை	-	Hopper
பெயர் பகர்ச்சி	-	Distributivity
பெருங்குடல் தாங்கி	-	Mesocolony
பெரும்பிளகம்	-	Sphenomegaly
பெருமூலக்கூறு	-	Macromolecule
பெருமூளைக் குருதிக் குழாய் விபத்து	-	Cerebrovascular accident
பெருமூளை நரம்பு மண்டலம்	-	Cerebrospinal system
பெருமூளைப்புறணி	-	Cerebral cortex
பெறுதி	-	Derivative
பொதியுறு குழாய்ப் பரிமாற்றி	-	Shell and tube heart exchanger
பொய்த் தோற்றத் துகள்	-	Quasi particle
பொய் உடற்குழி	-	Pseudo coelom
பொய்ப்பிதுக்கம்	-	Hernia

பொருள்களின் முடுக்கம்	-	Acceleration
பொறி இடைவெளி	-	Spark gap
பொறி இணைப்பு	-	Arc-welding
பொறி குழிவு	-	Engine cavity
பௌதிகத்தில் பெயர்ச்சி	-	Displacement
மகசூல்	-	Yield
மகரஇராசி	-	Capricorn
மகரந்தச்சேர்க்கை	-	Pollination
மகோதரம்	-	Ascitis
மசிப்பை	-	Ink sac
மஞ்சரியச்சு	-	Scape
மஞ்சள் நரம்புத் தேமல் நோய்	-	Yellow vein mosaic
மஞ்சள் நிறக்கணிகம்	-	Canthophore
மஞ்சள் பார்வை	-	Deuteranopia
மட்கிய தழை	-	Humus
மட்குண்ணி	-	Saprophyte
மட்டத் தண்டு	-	Rhizome
மடிப்பு	-	Fold
மண் அரிமனம்	-	Soil erosion
மண் நயம்	-	Soil texture
மண் பசளை	-	Sandy loam
மண் படிவம்	-	Soil layer
மண் துகள் நியூக்ளியஸ்கள்	-	Sanded nuclei
மணற் காகிதம்	-	Sand paper
மணற்பாறை	-	Sand stone
மதகு குழாய்	-	Penstock

மதலைப் பையுடையவை	-	Marsupial
மந்த வளிமம்	-	Inert gas
மந்த வாயு	-	Inert gas
மந்தை	-	Gregarious
மயக்கம்	-	Coma
மரக்கரி	-	Charcoal
மரக்கூழ்	-	Wood pulp
மரத்திருகு	-	Wood screw
மரபணு	-	Gene
மரப்பால்	-	Latex
மரபுவழிக் குறியீடு	-	Genetic code
மரமல்லிகை	-	Millingtonia hortensi
மருந்தியல்	-	Pharmacology
மருந்து ஊற்று	-	Medical spring
மருந்து அடிமை	-	Drug abuse
மருள் நார்	-	Bow string
மலக்குடல் திசுஆய்வு	-	Rectal biopsy
மலட்டு மகரந்தத் தாள்	-	Staminode
மலையடி உகல் ஊற்று	-	Talus spring
மறுகார்பனேற்றம்	-	Recarbonation
மறுசெறிப்பு	-	Regeneration
மறைக்கின்ற	-	Shield
மறைக்கும் பொருள்	-	Masking agent
மறைபுற நோக்கிக் கருவி	-	Periscope
மறை விரைமை	-	Cryptorchidism
மன அமைதியை		
உண்டாக்கும் மருந்து	-	Tranquilizer

மார்பகக் காம்பு	-	Nipple
மாற்ற நிகழ்தகவு	-	Transition probability
மாற்றியம்	-	Isomer
மாற்றுப் பொருள்களும் சிக்கனமும்	-	Alternate sources & Economy
மாறு இணைவு	-	Anisogamy
மாறுதான உட்கவர் வரம்பு	-	Critical absorption limit
மாறுநிலை அடுக்குக்குறி	-	Exponent
மாறுநிலை அழுக்கம்	-	Critical compression
மாறுபட்ட இழுவிசை	-	Opposing force
மாறுபடும் இணைதிறன்	-	Variable Valency
மாறுமின் தூண்டு தடை	-	Impedence
மாறு வரிசை	-	Staggered row
மாறா நிலைக் கோட்பாடு	-	Steady state hypothesis
மிகவும் தாராளமாக	-	Liberal
மிகு பாய்வு	-	Super fluidity
மிகுபாயும் திறன்	-	Superfluidity
மிதப்பாற்றல்	-	Buoyance
மித வறட்சிப் பயிர் வளர்ப்பு	-	Semi dryland farming
மிதவிகள் பவளப்பாறை சமுதாயம்	-	Coral reef community
மிமியோ வரைபட முறை	-	Mimeography
மின் அளவி	-	Electrometer
மின் அழுத்தம்	-	Voltage
மின்கடத்து அளவி	-	Conductometer
மின் கணிப்பொறி	-	Electronic computer
மின் காந்த நிறமாலை	-	Electro magnetic spectrum

மின்தடை அயனி	-	Resistivity meter
மின் திட்ட மின் தேக்கி	-	Power-plant condenser
மின் தேக்கி	-	Capacitor
மின்மாற்றி	-	Transformer
மின்வழி ஒளிர்ந்தல்	-	Electro luminescence
மின்னணுக்கருவி நாவாயியல்	-	Electronic navigation
மின்னழுத்த அளவி	-	Potentiometer
மின்னாக்கி	-	Dynamo
மின்னியற்றி	-	Dynamo
மின்னிறக்கக் குழாய்	-	Discharge tube
மின்னும் நிலக்கரி	-	Bright coal
மின்னோடி	-	Motor
மீகடத்துந் திறன்	-	Super conductivity
மீட்சி எல்லை	-	Elastic limit
மீட்சித் திண்மம்	-	Elastic solid
மீட்சியுறா நியூட்ரான் சிதறல்	-	Inelastic neutron scattering
மீட்புக் காரணி	-	Recovery Factor
மீண்டும் தீப்பற்றி	-	Re-ignition
மீதூய்மை	-	Refining
மீநுண் வரிகள்	-	Hyperfine structure
மீ விரைவு ஒளி ஒமிழும் விளக்கு	-	Very quick flash
மீள்திற வினை	-	Reversible reaction
மீள்திறனியல்	-	Elasticity
மீள் வழிநாள்	-	Sidereal day
மீளாத்தன்மை	-	Plasticity
மூக்கூட்டு முனை	-	Triple point

முக நரம்பு	-	Facial nerve
முகப்பு	-	Panel
முகவமைப்பு	-	Agency
முக வாதம்	-	Facial paralysis
முட்டைப்புழு	-	Larva stage
முட்டோலிகள்	-	Echinodermata
முடக்குவாதக் காய்ச்சல்	-	Rheumatic Fever
முடிவு நிலை	-	End point
முடுக்கி	-	Accelerometer
முண்டக்கண்ணு	-	Exophthalmos
முதுகு நாணில்லாத பிராணி	-	Invertebrate
முதுகு நாணுள்ள மீன் இனம்	-	Vertebrata
மும்மிதுன நரம்பு	-	Trigeminal nerve
மும்மரபுக் குறியீடு	-	Triplet genetic code
முரணிய சீமன் விளைவு	-	Anomalous zeeman effect
முழுத் தொகுதி	-	Complete set
முழு நாற்கரம்	-	Complete quadrilateral
முளைப்புத் திறன்	-	Germination
முளைப்புத் திறன் சதவீதம்	-	Germination Percentage
முற்றா பரிமாண வெளி	-	Infinite dimensional space
முற்றிய பரிமாண வெளி	-	Finite dimensional space
முற்றுத் திசை வேகம்	-	Terminal velocity
முறித்தல் விளை	-	Titration
முறிபுள்ளி	-	Break point
முறிபுள்ளிக் குளோரினேற்றம்	-	Break point chlorination
முன்குடல்	-	Fore gut
முன்கூற்று	-	Prediction

முன் செலுத்தி	-	Propeller
முன்மார்புச் சுரப்பி	-	Prothoracic gland
முன் முற்றம்	-	Front yard
முன் வார்ப்பு	-	Pre cast
முன்னான நினைவிழப்பு	-	Retrograde amnesia
முனைவாக்கம்	-	Polarisation
முனைவுடை	-	Polar
மூச்சுக்குழல் அழற்சி	-	Bronchitis
மூலக்கூற்றுக் காந்தப்புலம்	-	Molecular magnetic field
மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவல்	-	Molecular diffusion
மூலங்களின் இணைதிறன்	-	Valency of Radical
மூல விதை	-	Breeder seed
மூவிணைதிறன் தனிமம்	-	Trivalent element
மூவிணைப்பு	-	Triple bond
மூளை அழல்	-	Encephalitis
மூளை இறுக்கம் அல்லது பிதுக்கம்	-	Coning
மூளை ஊமைக் காயம்	-	Coning
மூளைக் கட்டி	-	Brain abcess
மூளைக் காயம்	-	Traumatic injury
மூளை குருதிக் குறைபாடு	-	Cerebro vascular insufficiency
மூளை கிழிந்த காயம்	-	Cerebral laceration
மூளை நோய்	-	Encephalopathy
மூளைத் தண்டு	-	Brain stem
மூளைப்புற்று	-	Brain cancer
மூளையின் இயக்க மண்டலம்	-	Reticular activating system

மூளையின் கீழ்ப் பகுதி	-	Medulla oblongata
மூன்றங்க மலர்	-	Trimerous
மெய்ப்படி முறை	-	Spirit duplicating
மெய்ப்பாய்மம்	-	Real fluid
மெல்லுடலிகள்	-	Mollusca
மெல்லொளி	-	Twilight
மென் சேறு	-	Slurry
மென்படல நிறப்பகுப்பு	-	Thin layer chromatography
மென்மைக் காந்தப் பொருள்	-	Soft magnetic material
மென்மையாக்கி	-	Softener
மென் வலையச் சவ்வு	-	Arahnoid membrane
மேல் செவுள் சார்ந்த உறுப்பு	-	Supra brandial organ
மேல் தோல் செல்	-	Epithelium cell
மேல்மட்ட சூலகம்	-	Superior ovary
மேல் வளைவு	-	Anticline
மேல் வேர்	-	Dorsal root
மேலிறுதி நிலை	-	Top dead centre
மேற்குமுக நேரக் கோணம்	-	Western hour angle
மேற்பூச்சு மருந்து	-	RubeFacient
மையக்குத்துக் கோடு	-	Perpendicular bisector
மையக்குமிழ்	-	Boss
மைய நரம்பு மண்டலம்	-	Central nervous system
மொச்சை	-	Field bean
மொட்டு	-	Papillae
மோதல் அதிர்ச்சி	-	Impact shock
மோப்பக்குமிழ்	-	Olfactory bulb
லார்வா	-	Axolotyl

வகைக்கெழு இயக்கப்		
பகுப்பாய்வு	-	Differential kinetic analysis
வகைக்கெழு சமன்பாடு	-	Differential equation
வகைக்கெழு வெப்பப்		
பகுப்பாய்வு	-	Differential thermal analysis
வகை நுண் கணிதம்	-	Differential calculus
வகையீட்டுக் குறுக்குப் பரப்பு	-	Differential cross-section
வட்ட நாற்கரம்	-	Cyclic quadrilateral
வட்டப்பாதை எலெக்ட்ரான்		
உட்கவர்ச்சி	-	Orbital electron capture
வட்ட வரை	-	Circumference
வடிகட்டும் படுகை	-	Filter bed
வடிநீர்ச் செல்	-	Lymphocyte
வடிவகணித அடிப்படை	-	Foundations of Geometry
வடிவமைப்பியல்	-	Morphology
வடிவியல் அமைப்பு	-	Morphologic feature
வண்ணப்படிவுப் பிரிகை	-	Chromotography
வம்சம்	-	Strain
வயிற்றுத் துடுப்பு	-	Ventral
வர்க்கவிதி உணர்த்து கருவி	-	Square law detector
வரப்பு	-	Ridge
வரம்புடை அமைப்பு	-	Closed System
வரிப்பள்ளம்	-	Groove
வரியமைப்பு	-	Fringes
வரைபடக்கருவி	-	Barograph
வலசை போதல்	-	Migration
வலிப்பு	-	Epilepsy

வலைக் கண்டு	-	Martle
வளர்மாற்ற	-	Anabolic
வளர்வடங்கிய காலம்	-	Dormancy period
வளி இலைநீராவி	-	Evapotranspiration
வளிமக் கோட்பாடு	-	Principles of gas
வளிமங்களின் இயக்கக் கோட்பாடு	-	Kinetic theory of gases
வளிம சேமிப்பு முறை	-	Compressed gas storage
வளிம நிறச்சாரல் பிரிகை	-	Gas chromatography
வளிம நீர்ம நிறப்பகுப்பு	-	Gas liquid chromatography
வளிமப் பருமன்	-	Gas volume
வளிமமாக்கம் அல்லது நீர்மமாக்கும் முறை	-	Coad gasification or liquefaction
வளை நகம்	-	Claw
வளை வரை	-	Curve
வளைவிடம்	-	Cove
வரண்ட நிலத்தாவரம்	-	Xegophyte
வன்காந்தப்புலம்	-	Strong magnetic field
வாதக் காய்ச்சல்	-	Rheumatic fever
வாயில் தடம்	-	Portal tract
வாயிற்படித் திருத்தம்	-	Threshold conditioning
வாயுச் சீர்மையின்மை	-	Gas imperfection
வாயு நிலை தடுப்பான்	-	Vapour phase inhibitor
வார்க்கப்படும் வகை	-	Cast in place
வார்ப்பு முற்றம்	-	Casting yard
வால் விண்மீன்	-	Comet
வாலில்லாக் குரங்கு	-	Ape

வாள் அலகு	-	Blade
வான் அகலாங்கு	-	Celestial latitude
வான் ஒளிப்படமுறை	-	Aerial photography
வான் நெட்டாங்கு	-	Celestial longitude
வான் பயிர்	-	Rainfed cropping
வான்வழிப்படம்	-	Aerial photograph
வானவியல் நாவாயியல்	-	Astronomical navigation
வானியல்	-	Astronomy
வானியல் அலகு	-	Astronomical units
வானிலையியல்	-	Meteorology
விகிதம்	-	Proportion
விசைமுடுக்கம்	-	Triggering
விட்டு விட்டு ஒளி சிந்தும் விளக்கு	-	Alternating light
விட நீர்த்த கரைசல்	-	Dilute solution
விடுவிப்புப்பொருள்	-	Releasing factor
விண் இழிநீர்	-	Meteoritic water
விண்மீன் முடிச்சு	-	Star cluster
விண்வெளி ஓடம்	-	Space shuttle
விண்வெளி விமானம்	-	Space plane
விதை	-	Testis
விதைப்பக்குவம் செய்தல்	-	Processing
விதை மூடாத் தாவரம்	-	Gymnosperm
விதையுறை	-	Seed coat
விதை வல்லுநர்	-	Breeder
வந்தணியம்	-	pididymis
விம்மல்	-	Beats

விமானக் கட்டுமானச் சட்டம்	-	Expanded Fuselage
வியாழன்	-	Jupiter
விரல் போன்ற நீட்சி	-	Rhinophore
விரலிணைச் சவ்வு	-	Web
விரவல் திறன்	-	Diffusivity
விரிவடைந்து மாதிரி	-	Radial model
விரியுந்தன்மை	-	Dilatant
விரைந்து ஒளி உமிழும் விளக்கு	-	Quick flash
விரைவு உற்பத்தி அணு உலை	-	Fast breeder reactor
விரைவு விசை	-	Strong force
வில்	-	Arc
விலக்கு விசை	-	Force of Repulsion
விலங்கு இரை	-	Prey
விலங்கு மிதவை	-	Zooplankton
விழித்திரை	-	Retina
விழிவெண்படலம்	-	Cornea
விளைச்சல்	-	Yield
விறகின் எரி தன்மை	-	Combustibility
விறைப்புக் குணகம்	-	Rigidity modulus
வினை அரிமானம்	-	Corrosion
வினைத்தடுப்பான்	-	Inhibitor
வினைபடு பொருண்மை	-	Active mass
வினையூக்கி	-	Catalyst
வினைவழி	-	Mechanism
வினை வேகம்	-	Reaction velocity
வினை வேக மாறிலி	-	Rate constant

வீச்சு	-	Amplitude
வீரதிருத்திகை	-	Knight
வீரியம்	-	Vigour
வீரியம் மிக்க ஆக்சிஜனேற்றி	-	Strong Oxidising agent
வெட்டுக் கருவி	-	Cutting tool
வெட்டுத் துண்டு	-	Intercept
வெட்டை	-	Gleet
வெடிக்கத் தூண்டு சக்தி	-	Initiating stimulus
வெடிகனி	-	Follicle
வெடித்தலின் விரைவு	-	Velocity of detonation
வெடிப்பு அலை	-	Blastwave
வெடிப்புப்பொருள்	-	Explosive
வெடி மருந்து	-	Ammunition
வெண்சுடர் நிலை	-	Incandescence
வெப்ப ஆற்றல்	-	
அணு உலை	-	Thermal reactor
வெப்ப இயக்கவியல்	-	Thermo dynamics
வெப்ப இயங்கு திறன்	-	Thermal efficiency
வெப்ப உமிழ்வு	-	Heat evaluation
வெப்ப ஊடு பரவல்	-	Thermal diffusion
வெப்பச் சரிவு	-	Heat gradient
வெப்பச் சிதைவு	-	Pyrolysis
வெப்பச் செறிவு	-	Thermal intensity
வெப்பந்தாக்கும் உலோகம்	-	Refractory metal
வெப்ப நாட்டப் படிகம்	-	Thermotropic crystal
வெப்ப மாற்றீடற்ற	-	
மாறிலிகள்	-	Adiabatic invariants

வெப்பவழிப் பிளத்தல்	-	Thermal cracking
வெளுப்பூட்டி	-	Bleaching
வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தல்	-	Vacuum distillation
வெற்றிடக் குழாய்	-	Vacuum tube
வேகக் காற்றூர்தி	-	Supersonic aircraft
வேகத் தளர்ச்சி	-	Retardation
வேங்கை மரம்	-	Pterocarpus marsupium
வேதிப் பிணைத்தல்	-	Chemical Bonding
வேதி நாட்டம்	-	Chemical affinity
வேரழுகல்	-	Root rot
வேலைக்காரக் குருவி	-	Babbler
வேறுபடுத்தும் அடையாளம்	-	Distinguishing mark

கலைச்சொற்கள்

(ஆங்கிலம்- தமிழ்)

Abcess	-	சீழ்கட்டி
Absolute space	-	சார்பற்ற வெளி
Absolute time	-	சார்பற்ற காலம்
Absorbancy	-	உட்கவர்திறன் உறிஞ்சுகை
Absorbancy intex	-	உட்கவர் திறன் குறியீடு
Absorption	-	உறிஞ்சல்
Absorption coefficient	-	உட்கவர்வு குணகம்
Absorptivity	-	உறிஞ்சும் தன்மை
Acceleration	-	முடுக்கம்
Accelerometer	-	முடுக்கி
Achene	-	திறள் கனி
Acoustic impedence	-	ஒலி எதிர்ப்பு
Acoustics	-	ஒலியேற்கும் பண்பு
Actinomorphie	-	சமச்சீருடையவை
Activated Charcoal	-	கிளர்ஆட்டிய கரி
Active immunciation	-	துடிப்பு ஏமளிப்பு
Active mass	-	வினைபடு பொருண்மை
Active sonar	-	செயலூக்க ஒலிக்கருவி
Acute Rheumatism	-	கடுமையான மூட்டுவாதம்
Adaptation	-	தகவமைப்பு
Additive identity	-	எதிர்மறை இலக்கணம்

Adiabatic invariants	-	வெப்ப மாற்றீடற்ற மாறிலிகள்
Adrenal cortex	-	சிறுநீரகப் புறச்சுரப்பி
Adrenal medulla	-	சிறுநீரக அகணி
Adrenocorticotropic	-	சிறுநீரகப் புறணிச் சுரப்பியைத் தூண்டும்
Adsorption	-	பரப்புக் கவர்ச்சி
Adult	-	ஈடாள்
Adventitis	-	வெளி அடுக்கு
Adverse reactions	-	தீய விளைவு
Aerial photography	-	வான் ஒளிப்படமுறை
Aerial root	-	வெளிவேர்
Agency	-	முகவமைப்பு
Agitator	-	உட்பகுதியல் கலக்கி
Aggregate centre	-	திரள் மையம்
Airenchyma	-	காற்றுத்திசு
Air float	-	காற்று மிதவை
Air navigation	-	காற்றுவழிப் பயண அமைப்பு
Alchemists	-	இரசவாதி
Algebraic expression	-	இயற்கணிதக் கோவை
Alimentary canal	-	உணவுப்பாதை
Aliphatic	-	கொழுப்புத் தன்மையுள்ள
Allophore	-	ஆழ்மஞ்சள் நிறக்கணிகம்
Aloe	-	வெங்காயம்
Allium Cepa	-	கற்றாழை
Alternate sources & Economy-	-	மாற்றுப் பொருள்களும் சிக்கனமும்
Alternating light	-	விட்டு விட்டு ஒளிசிந்தும் விளக்கு

Alternation of generation	-	தலைமுறை மாற்றம்
Alveole	-	காற்றுப்பை
Amenorrhoea	-	சூதகமின்மை
Ammunition	-	வெடி மருந்து
Amplitude	-	வீச்சு
Amphibian	-	நீர் -நில வாழ் உயிரி
Anatomical structure	-	கட்டையின் உட்கூறு நிலை
Anchor	-	நங்கூரம்
Anion	-	எதிரயனி
Anisogamy	-	மாறு இணைவு
Angular distance	-	கோணத் தொலைவு
Anorchism	-	அல்லிரைமை
Antares	-	கேட்டை
Antaugophore	-	ஒளிவிலகு நிற்க்கணிகம்
Antenna	-	உணர் கொம்பு
Antibonding orbitals	-	எதிர் மூலக்கூறு மண்டலம்
Antichlor	-	குளோரின் நீக்கி
Anticline	-	மேல் வளைவு
Antigens	-	காப்பு மூலங்கள்
Antiseptic	-	எதிர்ப்பியாக
Antitoxin	-	நச்செதிரி
Antimeridian	-	முற்பகல்
Antioxidant	-	ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பி
Anus	-	குதம்
Anxiety neurosis	-	ஏக்க நரம்புப்பாடு
Apes	-	வாலில்லா குரங்கு

Apparent noon	-	தோற்ற நண்பகல்
Apparent path	-	தோற்றப்பாதை
Apparent solar day	-	தோற்றச் சூரிய வழிநாள்
Appellate authority	-	அதிகார அமைப்பு
Applied Mathematics	-	பயன்பாட்டுக் கணிதம்
Aquarium	-	காட்சியகம்
Arc-welding	-	பொறி இணைப்பு
Assumption	-	தற்கோள்
Astronomical units	-	வானியல் அலகு
Astronomy	-	வானியல்
Asymptotic Formula	-	அணுகுக்கோட்டு வாய்பாடு
Atomic Structure	-	அணு அமைப்பு
Auto-Immune	-	தன்னொவ்வாமை
Auto ignition temperature	-	தானே தீப்பிடிக்கும் வெப்பநிலை
Automatic Gain control	-	தானியங்கி பலன் கட்டுப்பாடு
Autonomic Ganglia	-	பரவு நரம்புக் கூட்டணு
Axial Placentation	-	அச்சு சூல் ஒட்டுமுறை
Axiom	-	அடிகோள்
Axolotyl	-	லார்வா
Azimuth	-	திரும்பு கோணம்
Babblar	-	வேலைக்காரக் குருவி
Back washing	-	பின்னோக்கிக் கழுவுதல்
Backyard	-	கொல்லைப்புறம்
Bacterial endocarditis	-	இதய நுண்ம நோய்
Baffle wall	-	தடுப்புச் சுவர்

Bakerie	-	அடுமனை
Balance	-	சமச்சீர் நிலை
Balance of nature	-	இயற்கையின் சமனப்படுத்தும் இயல்பு
Balancing method	-	சமம் செய்முறை
Balancing root	-	சமநிலை வேர்
Base Point	-	ஆதாரப்புள்ளி
Bearing	-	காய்ப்புத் திறன்
Beats	-	விம்மல்
Beehive oven	-	தேன்கூடு அடுப்பு
Bent tube	-	வளைந்த குழாய்
Berry	-	சதைக்கனி
Bile	-	பித்தநீர்
Bile acid	-	பித்தநீர் அமிலம்
Biopsy	-	திசுச் சோதனை
Biosynthesis	-	உயிரியல் தொகுப்பு
Blade	-	வாள் அலகு
Blast	-	கொள்ளை நோய்
Blastwave	-	வெடிப்பு அலை
Bleaching	-	வெளுப்பூட்டி
Blood sinuses	-	குருதிக்குழிகள்
Blooming	-	செழித்தல்
Bobbin	-	உருளை
Body whorl	-	உட்சுருள்
Boenerdivide	-	புண்பகுப்பான்
Boiler compound	-	கொதிகலன் சேர்மம்
Boiling	-	கொதித்தல்
Boiling point	-	கொதி நிலை

Bording orbital	-	பிணை மூலக்கூறு மண்டலம்
Bond	-	பிணைப்பு
Bond stretching band	-	பிணைப்பு நீட்சிப்பட்டை
Bottom dead centre	-	கீழிறுதி நிலை
Bowel	-	கிண்ணி
Bow string hemp	-	மருள் நார்
Brachialplexus	-	நரம்புத் தொகுப்பு
Brain abcess	-	மூளைக் கட்டி
Brain stem	-	மூளைத் தண்டு
Break point	-	முறி புள்ளி
Break point chlorination	-	முறி புள்ளிக் குளோரினேற்றம்
Breeder	-	விதை வல்லுநர்
Breeder seed	-	மூலவிதை
Breeding season	-	இனவிழைச்சுக் காலம்
Bridging	-	பால இணைப்பு
Bright coal	-	மின்னும் நிலக்கரி
Bronchi	-	சிறுமூச்சுக் குழாய்
Bronchitis	-	மூச்சுக்குழல் அழற்சி
Bruisus	-	சிராய்ப்பு
Brush	-	தூரிகை
Bubble chamber	-	குமிழ்க் கலன்
Bubbling	-	குமிழ்விடும்
Bud	-	அரும்பு
Building stone	-	கட்டடக்கல்
Bulldozer	-	நிலச்சமன் பொறி
Buoyance	-	மிதப்பாற்றல்
Burning rate	-	எரி விரைவு

Bypass capacitor	-	துணை வழி மின்தேக்கி
Cage like compound	-	கூடொத்த சேர்மம்
Calamu	-	பிரம்பு
Calculus of variation	-	நுண்கணிதம்
Cannal coal	-	சுடர் மிகு நிலக்கரி
Canonic	-	தண்டு வடிவம்
Canthophore	-	மஞ்சள் நிறக்கணிகம்
Capacitor	-	மின் தேக்கி
Capillary action	-	தந்துகி வளைவு
Capillary fringe	-	நுண்புழைத்தாரை
Capricorrus	-	மகரஇராசி
Capstan	-	நங்கூர வாங்கி
Capsule	-	வெடி கனி
Carrier	-	ஊர்தி அலை
Carrier gas	-	ஊடக வளிமம்
Cartilage bone	-	குருத்தெலும்பு
Carry over seed	-	நீண்ட நாட்கள் சேமிப்பில் இருக்கும் விதை
Cascade discharge	-	தொடர் மின்னிறக்கம்
Caseous necrosis	-	பாலாடைக் கூழ்ம நசிவு
Casting yard	-	வார்ப்பு முற்றம்
Cast-in-place	-	வார்க்கப்படும் வகை
Catalyst	-	வினையூக்கி
Cation	-	நேரயனி
Celestial latitude	-	வான் அகலாங்கு
Celestial longitude	-	வான் நெட்டாங்கு
Celestial mechanics	-	அண்ட இயங்கியல்

Cell division	-	உயிரணுப்பிரிதல்
Cellulose	-	செல் சுவர்கள்
Central nervous system	-	மைய நரம்பு மண்டலம்
Cephalopoda	-	தலைக்காலி
Cerebellum	-	சிறு மூளை
Cerebral anoxia	-	ஆக்சிஜன் குறைவேற்படுதல்
Charcoal	-	மரக்கரி
Chemical affinity	-	வேதி நாட்டம்
Chemical Bonding	-	வேதிப் பிணைத்தல்
Chemical Fuel	-	செயற்கை வேதியியல் எரிபொருள்
Chemotherapeutic agent	-	எதிர் உயிரி மருந்து
Chords of a circle	-	ஒரு வட்டத்தின் நாண்
Chromotography	-	வண்ணப்படிவுப் பிரிகை
Classical dynamical system	-	பழைய இயக்கவியல் அமைப்பு
Claw	-	வளை நகம்
Climatic zone	-	தட்பவெப்ப மண்டலம்
Clinical test	-	புலன் மருத்துவம்
Clinico pathologic definition	-	புலன் மருத்துவ நோய்க்குறியியல் வரையரை
Clonus	-	ஊசலாட்டம்
Closed system	-	வரம்பு அமைப்பு
Coad gasification or liquefaction	-	வளிமமாக்கம் அல்லது நீர்மமாக்கும் முறை
Coalification series	-	செறிவேற்ற வரிசை
Coastal navigation	-	கடற்கரை நாவாயியல்

Colloid	-	கூழ்மம்
Colloidal particle	-	கூழ்மத் துகள்
Colour centre	-	நிறமையம்
Colour comparator	-	நிற ஒப்பீட்டுக் கருவி
Colour defect	-	நிறப் பிழை
Colour filter	-	நிற வடிப்பான்
Combustibility	-	விறகின் எரிதன்மை
Combustion efficiency	-	கனற்சி திறன்
Comet	-	வால் விண்மீன்
Community cooking	-	சமுதாய அடுப்பு
Compressed gas storage	-	வளிம சேமிப்பு முறை
Compulsory labelling	-	கட்டாய உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு
Concentration	-	செறிவு
Concentrated solution	-	அடர்க் கரைசல்
Conduction band	-	கடத்தும்பட்டை
Conical refraction of light	-	கூம்பக ஒளிவிலகல்
Conjugate momenta	-	பரிமாற்று உந்தகம்
Container	-	அடைப்பான்
Convection current	-	வெப்பச் சுழற்சி
Convergent evolution	-	குவிப் படிமலர்ச்சி
Conveyor	-	கடத்தும் பட்டை
Coolant	-	குளிர்விப்பான்
Cooling curve	-	குளிர்வு வரை
Coordinate	-	ஆயத் தொலைவு
Coordination complex	-	அணைவுப் பொருள்
Coordinate Bond	-	ஈதல் பிணைப்பு
Coordinate covalency	-	ஈதல் சகபிணைப்பு

Coordination compound	-	அணைவுச் சேர்மம்
Copolymerisation	-	சகலபடியாக்கல்
Coral reef community	-	மிதவிகள் பவளப்பாறை சமுதாயம்
Core	-	உருளைக்கல்
Cornea	-	விழிவெண்படலம்
Coronary disease	-	இதய நோய்
Corrosion	-	வினை அரிமானம்
Corrosion cell	-	அரிமான மின்கலம்
Cortex	-	புறணி
Coupling reaction	-	இணைப்பு வினை
Covalent Bond	-	சகபிணைப்பு அல்லது சமவலுப்பிணைப்பு
Cove	-	வளைவிடம்
Critical density	-	நிலைமாறு அடர்த்தி
Critical pressure	-	நிலைமாறு அழுத்தம்
Critical temperature	-	நிலைமாறு வெப்பநிலை
Cross breeding	-	கலப்பு இனச்சேர்க்கை
Crustacean	-	கடின ஒட்டுக்கணுக்காலி
Cryogenic liquid	-	நீர்மப் பொருள்
Cryptorchidism	-	மறை விரைமை
Crystallisation	-	படிகமாக்கல்
Cyclone	-	சூறாவளி
Cyclotron	-	சுழல் முடுக்கி
Cylinder infiltrometer	-	உருளை நீர் உட்புகு அளவி
Cyst	-	கூடுறை
Cytopharynx	-	செல் தொண்டை
Cytoscopic examination	-	குழாய் செலுத்தி ஆய்தல்

Cytoplasm	-	செல் நீர்மம்
Date bank	-	தகவல் வங்கி
Daughter cyst	-	சேய்ப்பை உறை
Dead centre	-	இறுதி நிலைப்பகுதி
Dealkylation	-	தொகுதி நீக்கம்
Declination	-	நடுவரை விலக்கம்
Declination circle	-	நடுவரைக் குத்து வட்டம்
Decomposing tower	-	சிதைக்கும் உலைப்பகுதி
Deepfascia	-	உட்திசு உறை
Deformation	-	உருக்குலைவு
Degration reaction	-	கரிம நிலையிறக்க வினை
Deliquescence	-	நீர்த்தல்
Demodulator	-	அலை இறக்கி
Dementia	-	உளக்கோடு
Demyclination	-	நரம்புறை அழிவு
Dentocerebrum	-	மேற்பெருமூளை
Dentric cell	-	கிளையோடு செல்
Depression	-	அமிழ்வம்
Derivative	-	பெறுதி
Dermal branchiae	-	தோல் செவுள்கள்
Dermatitis	-	தோல் அழல்
Dermoid cyst	-	தோலியப் பதல்
Desorption	-	விலகிச் செல்லல்
Destructive distillation	-	சிதைத்து வடித்தல்
Deuteranopia	-	மஞ்சள் பார்வை
Diazotisation	-	உயசோ ஏற்றம்
Dielectric	-	இணைமின்

Differential cross section	-	வகையீட்டு வினைக்குறுக்குப்பரப்பு
Differential calculus	-	வகை நுண் கணிதம்
Differential equation	-	வகைக்கெழு சமன்பாடு
Differential hammer	-	வேறுபாட்டுச் சம்மட்டி
Differential kinetic analysis	-	வகைக்கெழு இயக்கப் பகுப்பாய்வு
Differential precipitation	-	வேறுபட்ட வீழ்படிவாக்கல்
Differential thermal analysis	-	வகைக்கெழு வெப்பப்பகுப்பாய்வு
Diffraction	-	விளிம்பு வளைவு
Diffusion mechanism	-	பரவல் முறை
Diffusivity	-	விரவல் திறன்
Dilute solution	-	விட நீர்த்த கரைசல்
Dilution method	-	நீர்த்தல் முறை
Dipolemoment	-	திருப்புதிறன்
Dip spring	-	சாய்வுகோண ஊற்று
Diphtheria	-	தொண்டை அடைப்பான்
Direct collision	-	நேரடி மோதல்
Directional	-	கோணம்
Discharge tube	-	மின்னிறக்கக் குழாய்
Discrete sample space	-	தனித்த கூறுவெளி
Dispensing bottle	-	பிடு குடுவை
Dispersion	-	நிறப்பிரிகை
Dispersion relation	-	பிரிகைச் சமன்பாடு
Displacement	-	பௌதிகத்தில் பெயர்ச்சி
Dissociation	-	பிரிகை
Distinguishing mark	-	வேறுபடுத்தும் அடையாளம்
Distributivity	-	பெயர் பகர்ச்சி
Distorsion	-	உருக்குலைவு

Dissociated anaesthesia	-	தொடர்பு அறுத்த உணர்விழப்பு
Distorsion	-	உருக்குலைவு
Diuretic	-	சிறுநீரகற்றி
Divergent evolution	-	விரி பரிமாணம்
Diving suit	-	நீர்மூழ்கு உடை
Dormancy period	-	வளர்வடங்கிய காலம்
Dorsal fin	-	முதுகுத் துடுப்பு
Dorsal root	-	மேல் வேர்
Dosimeter	-	கதிரியக்க அளவி
Dot method	-	புள்ளிமுறை
Double acting hammer	-	இரு பணியை இயக்கு சம்மட்டி
Double bond	-	ஈரிணைப்பு
Double strand	-	இருபுரி இழை
Double ventral nerve cord	-	இரட்டைக்கீழ் நரம்புவடம்
Down slope	-	கீழ்ச்சரிவு
Draftsman	-	உருவரைவாளர்
Drag	-	இழுவிசை
Drag tube	-	இழு குழல்
Dray coefficient	-	இழுப்புக் குணகம்
Drip irrigation	-	சொட்டுநீர்ப்பாசனம்
Driving force	-	உந்து விசை
Drum	-	உருள் கலன்
Drupe	-	உள் ஒட்டு சதைக்கனி
Dry rot	-	உலர் அழுகல்
Dry stone	-	வெற்றுக்கல்
Dry tanning	-	உலர்நிலைப் பதனிடல்
Duct	-	நாளம்

Dug well	-	தோண்டப்படும் கிணறு
Duplication method	-	நகலாக்கல் முறை
Dynamo	-	மின்னியற்றி
Earth	-	நிலம்
Earthquake	-	நிலநடுக்கம்
Eastern hour angle	-	கிழக்கு முக நேரக் கோணம்
Ecchymoses	-	தோல்அடி இரத்தக்கட்டு
Echinoderms	-	முட்டோலிகள்
Economic assumption	-	பொருளாதார ஊகம்
Ecosphere	-	சூழ்வளி
Ecosystem	-	சூழ்தொகுப்பு
Egg Apparatus	-	அண்ட உறுப்பு
Elasticity	-	மீள்திறனியல்
Elastic limit	-	மீட்சி எல்லை
Elastic solid	-	மீட்சித் திண்மம்
Elastomer	-	நீட்சி நெகிழி
Electro magnetic spectrum	-	மின்காந்த நிறமாலை
Electrometer	-	மின் அளவி
Electronegative	-	எதிர்மின் தன்மை
Electronic nevigation	-	மின்னணுக் கருவி நாவாயியல்
Electron Pair	-	எலக்ட்ரான் இரட்டை
Electropositive	-	நேர்மின் தன்மை
Electrostatic	-	நிலை மின்வகை
Electrostatic attraction	-	நிலை மின்னியல் கவர்ச்சி
Electrostatic charge	-	நிலை மின்னூட்டம்

Element	-	தனிமம்
Elephantiasis	-	யானைக்கால் நோய்
Elevation	-	சாய்கோணம்
Elevator	-	ஏற்ற இறக்கத்தட்டு
Elliptic	-	நீள்வட்டம்
Elliptic orbits	-	நீள்வட்டப் பாதை
Embryo	-	கருமுளை
Embryonization	-	கருவடைதல்
Emissive power	-	கதிர்வீசு திறன்
Emitter	-	உமிழ்ப்பான்
Enantiotropic	-	புறவேற்றுமை
Encephalitis	-	மூளையழல்
Encephalopathy	-	மூளை வீக்கம்
Encephalomaiccia	-	மூளை மென்மையாதல்
End bearing	-	தாங்குமுனை
Endocrine gland	-	நாளமில்லாச் சுரப்பி
Endogenous cyst	-	அகப்பிதுக்கப் பை
Endothelium	-	அகத்தோலியம்
Endosperm	-	முளைகுழ்தசை
Endothelial cell	-	அகத்தோலியச் செல்
End point	-	முடிவு நிலை
Energy bonds	-	ஆற்றல் பட்டை
Energy dissipation	-	ஆற்றல் சிதறல்
Energy level	-	ஆற்றல் மட்டம்
Energy release upon combustion	-	எரிந்த பிறகு சக்தி வெளிப்பாடு

Engine cavity	-	பொறி குழிவு
Entropy	-	இயல்பாற்றல்
Eosinophil	-	சிவந்த நிற வெள்ளை அணு
Epicentre	-	நில நடுக்க மையம்
Epidermis	-	புறத்தோல்
Epididymis	-	வந்தணியம்
Epilepsy	-	வலிப்பு
Epithelium cell	-	மேல் தோல் செல்
Epitrochlear lymph node	-	நிணநீர்க்கணு
Equilateral triangle	-	சமபக்க முக்கோணம்
Equilibrium concentration of products	-	சமநிலை அடர்வு விளைவுப் பொருள்
Erosional spring	-	அரிப்பு ஊற்று
Erthrophore	-	சிவப்பு நிறக் கணிகம்
Estuary	-	கழிமுகம்
Etiology	-	காரணவியல்
Eutectic mixture	-	நல்லுருகு கலவை
Evaporation	-	ஆவியாதல்
Evapotranspiration	-	வளி இலை நீராவி
Even-even-nuclide	-	இரட்டை இரட்டை நியூக்ளைடு
Even-odd-nuclide	-	இரட்டை ஒற்றை நியூக்ளைடு
Evolutionary change	-	படிமலர்ச்சி மாற்றம்
Excitation energy	-	கிளர்ச்சி ஆற்றல்
Exocrine gland	-	நாளமுள்ள சுரப்பி
Exogeneous cyst	-	புறப்பிதுக்கப்பை

Exophthalmos	-	முண்டக்கண்ணு
Expanded Fuselage	-	விமானக் கட்டுமானச் சட்டம்
Explosive	-	வெடிப்புப்பொருள்
Exponent	-	மாறுநிலை அடுக்குக்குறி
Exponential	-	அடுக்கியல் தன்மை
External conditioning	-	வெளிப்புறத் திருத்தம்
External fertilization	-	புறக் கருவுறுதல்
External oblique	-	வெளிச்சாய்தசை
Extra cardiac disease	-	புற இதய நோய்
Extra cellular digestion	-	புறச்செல் செரியாமை
Extra cellular fluid	-	செல்வெளி நீர்மம்
Extract	-	பிரித்தெடுத்தல்
Eye spot	-	கண் புள்ளி
Face centered Cube	-	கனச்சதுரப் படிகம்
Facial nerve	-	முக நரம்பு
Facial paralysis	-	முகவாதம்
Far red ray	-	தொலைச் சிவப்புக் கதிர்
Fast breeder reactor	-	விரைவு உற்பத்தி அணு உலை
Fault spring	-	பிளவு ஊற்று
Feed back mechanism	-	திருப்பிட்டு பொறிமுறை
Femoral vein	-	தொடைச் சிரை
Ferromagnetic material	-	அயக்காந்தப் பொருள்
Fibre plant	-	நார்த்தாவரம்
Fibrosis	-	நாராக்கல்
Fibrous Root system	-	சல்லிவேர்த் தொகுப்பு
Field bean	-	மொச்சை
Field strength	-	புலவலிமை

File foundation	-	நிலத்தூண் அடிமானம்
Fill factor	-	நிறையும் குறியளவு
Filling brush	-	நிரப்பும் தூரிகை
Filter bed	-	வடிகட்டும் படுக்கை
Finite dimensional space	-	முற்றிய பரிமாண வெளி
Finlet	-	துடுப்புச் சதை
Fission chamber	-	அணுப் பிளவுக் கலன்
Fixation	-	நிலைநிறுத்தி
Fixed light	-	நிலையான எரியும் விளக்கு
Flagellum	-	நீளிழை
Flag Smut	-	கோதுமை கொடிக் கரிப்பூட்டை
Flame	-	எரிசுடர்
Flame and detonation	-	தீச்சுடர் மற்றும் வெடியோசை
Flame temperature	-	சுடர் ஒளியின் வெப்பநிலை
Flash light	-	ஒளி உமிழ் விளக்கு
Flight Plan	-	பறப்புத் திட்டம்
Flipper	-	துடுப்பு உறுப்பு
Fluorescence	-	தானொளிர்ந்தல்
Foam insulation	-	நுரை பொருள் காப்பீடுகள்
Force of Attraction	-	ஈர்ப்பு விசை
Force of Repulsion	-	விலக்கு விசை
Fossil Fuels	-	புதை படிவு எரிபொருள்
Foundations of Geometry	-	வடிவகணித அடிப்படை
Fractional distillation	-	பகுத்துக் காய்ச்சி வடித்துப் பிரித்தல்
Free Electron	-	சுயேட்சை எலக்ட்ரான்
Free Radical	-	இயங்கு உறுப்பு
Frequencies	-	அதிர்வெண்

Fuel oil	-	எரி எண்ணெய்
Functional obstruction	-	துவாரக்குறுகல் அடைப்பு
Fungi	-	பூஞ்சைகள்
Galaxy	-	பால்வழி மண்டலம்
Gamma ray	-	காமாக் கதிர்
Ganglion	-	நரம்பு முடிச்சு
Gangrene	-	அழுகல்
Gas chromatography	-	வளிம நிறச்சாரல் பிரிகை
Gas dynamics	-	வளிம இயக்கவியல்
Gas liquid chromatography	-	வளிம நீர்ம நிறப்பகுப்பு
Gas imperfection	-	வாயுச் சீர்மையின்மை
Gas volume	-	வளிமப் பருமன்
Gelatin	-	ஊன்புரதம்
Gel	-	கூழ்
Gene	-	மரபணு
Gene mutation	-	மரபணு மாறுபாடு
Genetic code	-	மரபுவழிக் குறியீடு
Genetic Purity	-	இனத்தூய்மை
Genetic Shift	-	இனத்தூய்மை மாறுபாடு
Geochemical stage	-	புவி வேதிக் கட்டம்
Geographical atlas	-	நிலவியல் படம்
Geomorphology	-	நிலவடிவியல்
Geothermal flow	-	நில வெப்பப் பாய்வு
Germination	-	முளைப்புத் திறன்
Germination Percentage	-	முளைப்புத் திறன் சதவீதம்
Gestation period	-	கருவளர்காலம்
Ghizthe	-	நிலத்தண்டு

Gill	-	செவுள்
Gill recker	-	செவுள் வடிகட்டு அமைப்பு
Glacial Epoch	-	உறைபனிப் பருவம்
Glass fiber sheet	-	கண்ணாடி இழைத்தகடு
Glass transition	-	கண்ணாடி மாறுநிலை
Gleet	-	வெட்டை
Glide Slope	-	சருக்குச் சாய்மானம்
Global climate	-	உலகத் தட்பவெப்பநிலை
Gloriosa	-	கலப்பைக் கிழங்கு
Grasshopper	-	தத்துக்கிளி
Grain coarsening	-	குறுணை முரடாக்கல்
Grain smut	-	தானிய கரிப்பூட்டை
Grass shoot disease	-	புல்தண்டு நோய்
Gravimetry	-	எடையறிபகுப்பாய்வு
Gravitation process	-	ஈர்ப்பு விசை
Green stalk	-	பசுந்தண்டு
Gregaria stage	-	சமுதாயக் கூட்டநிலை
Gregarious	-	மந்தை
Ground glass cytoplasm	-	புகைக்கண்ணாடிச் செல் சோறு
Group velocity	-	குழுத் திசைவேகம்
Growing	-	உற்பத்தி செய்தல்
Gully pluge	-	ஓடைத் தடை
Gun powder	-	துப்பாக்கி வெடிமருந்து தூள்
Gymnosperm	-	விதை மூடாதத் தாவரம்
Gyroscope	-	நிலைச்சுற்று
Haemorrhage	-	இரத்தக் கசிவு
Hawk Cuckoo	-	அக்கா குயில்

Head or Coma	-	தலை அல்லது முகிற்படலம்
Heat evaluation	-	வெப்ப உமிழ்வு
Heat exchanger	-	வெப்பப் பரிமாற்றி
Heat gradient	-	வெப்பச் சரிவு
Heat of detonation	-	வெடித்தல் வினை வெப்பம்
Heat of fusion	-	உருகுநிலை வெப்பம்
Heat of vapourisation	-	ஆவியாக்க நிலை வெப்பம்
Heating Power	-	கனலும் சக்தி
Heavy texture	-	கடின நயம்
Helicopter	-	திருகூர்தி
Helix	-	சுழல் ஏணி
Hemi sphere	-	தென் வான அரைக்கோளம்
Heterogeneous catalysis	-	சமச்சீரற்ற வினையூக்கி
Hexagonal close packing	-	நெருக்கி அடைக்கப்பட்ட அறுகோணம்
Hibernation	-	குளிர்கால உறக்கம்
High Pressure Polymerisation	-	உயர் அழுத்தம் பலபடியாக்கல் முறை
High tide	-	நீர் ஏற்றம்
Hind gut	-	கடைக் குடல்
Holoplankton	-	நிரந்தர மிதவிகள்
Hopper	-	பெய்குடுவை
Horizon	-	தொடுவானம்
Horizon glass	-	நிலையான சமதள அடி
Host crystal	-	அகப்பபடிகம்
Hour angle	-	நேரக்கோணம்
Humic matter	-	மட்கிய பொருள்
Humification	-	தழை மக்கிப் போதல்
Hurricane	-	சூறாவளி வகை

Hybridisation	-	இனக்கலப்பு
Hyperbola	-	அதி பரவளையம்
Hyperbolic orbits	-	அதி பரவளைய பாதை
Hyper complex number	-	அதி கலப்பெண்
Hyperesthesia	-	மிகு உணர்ச்சி
Hyperfine structure	-	மீநுண் வரி
Hypochondriasis	-	நோய் தற்புனைவு
Hypoglossal nerve	-	நாவடிநரம்பு
Hyponchium	-	நகத்தோல்
Hypopigmentation	-	நிறமிக் குறைவு
Hypoproteinemia	-	குருதிப்புரதக் குறைவு
Hypothyroidism	-	இணை தைராய்டியக்கம்
Hysteresis	-	காந்தத் தயக்கம்
Hysteresis loop	-	காந்தத் தயக்கக் கண்ணி
Ice breaker	-	உறைபனி சிதைப்பான்
Ice flow	-	பனி மிதவை
Ice shelf	-	உறைபனி அடுக்கு
Immunology	-	தடுப்பியல்
Immune system	-	ஏமமண்டலம்
Impact shock	-	மோதல் அதிர்ச்சி
Impedence	-	மாறுமின் தூண்டு தடை
Implantation	-	உள்ளிருத்துதல்
Impression	-	பதித்தல்
Incinerator	-	எரி தொட்டி
Indentation	-	கரையோர உள்வளைவு
Indistinguishable	-	பிரித்துப் பார்க்க இயலாததுமான
Inert dust	-	மந்த துகள்

Inert gas	-	மந்த வாயு
Inertia	-	நிலைமம்
Infection	-	நோய்த் தொற்றல்
Infinite dimentional space	-	முற்றா பரிமாண வெளி
Infiltration	-	உட்பரத்தல்
Infra red absorption spectra	-	அகச்சிவப்பு உறிஞ்சல் நிரல்
Inflammation	-	அழற்சி
Inguinal region	-	கவட்டுப் பகுதி
Inhibition of corrosion	-	அரிமானத் தடுப்பு
Inhibitor	-	வினைத்தடுப்பான்
Initiating stimulus	-	வெடிக்கத் தூண்டு சக்தி
Ink sac	-	மசிப்பை
Inner integument	-	உள் சூலுறை
Inner product	-	உட் பெருக்கம்
Input terminal	-	உள்ளீட்டு மின் முகப்பு
Insect	-	பூச்சி
Insecticide	-	பூச்சிக் கொல்லி
Insertion reactions	-	செருகல் வினை
Installed generating capacity	-	நிறுவப்பட்டுள்ள ஆக்கத் திறன்
Intermediate	-	இடைநிலைச் சேர்மம்
Integral calculus	-	தொகை நுண்கணிதம்
Integral equations	-	தொகையீட்டுச் சமன்பாடு
Integration	-	தொகை காணல்
Intercept	-	வெட்டுத் துண்டு
Integrated system	-	ஒருங்கிணைந்த முறை
Intermediate Host	-	இரண்டாந்தர ஒம்புயிர்
Internal carotid	-	உட்புறத் தமனி

Intususeption	-	குடல் சொருகல்
Invertebrate	-	முதுகு நாணில்லாத பிராணி
Ion	-	அயனி
Ionization potential	-	அயனியாகும் ஆற்றல்
Iris	-	கருவிழிப் படலம்
Isogamy	-	ஒத்த இணைவு
Isogamete	-	ஒத்த இனச்செல்
Isogonic line	-	சமகாந்த ஒதுக்கக் கோடு
Isolation	-	ஒதுக்கல் முறை
Isolation distance	-	தனிப்படுத்தும் தூரமாக
Isothermal	-	மாற நிலை
Isotope	-	ஒரிடத்தனிமம்
Luminous fluid	-	ஒளிர்மைப் பாய்வு
Jupiter	-	வியாழன்
Kiln	-	சூளை
Kinetic energy	-	இயங்காற்றல்
Kinetic theory of gases	-	வளிமங்களின் இயக்கக் கோட்பாடு
Knight	-	வீரதிருத்திகை
Labelling	-	அட்டை கட்டுதல்
Laboratory Reagent	-	ஆய்வுக் கூட வினைபொருள்
Lagoon	-	கடற்கழி
Land distance	-	கடத்தும் தொலைவு
Land mark	-	எல்லைச் சுட்டி
Landscape architecture	-	நில நோக்கமைப்பு
Land slide	-	நிலச்சரிவு
Larva	-	இளவுயிரி
Larva stage	-	முட்டைப்புழு

Latent heat of vaporization	-	ஆவியாதலின் உள்ளார்ந்த வெப்பம்
Lateral	-	பக்கவாட்டு
Latex	-	மரப்பால்
Latitude	-	அகலாங்கு
Lattice constant	-	அணுக்கோவை மாறிலி
Lattice energy	-	கூட்டு அமைப்பு ஆற்றல்
Laws of Motion	-	இயக்கவிதிகள்
Leaf blight	-	இலைக்கருகல்
Leaf fibre	-	இலை நார்
Leaf hopper	-	இலைத் தத்துப்பூச்சி
Liberal	-	மிகவும் தாராளமாக
Libra	-	துலாம்
Ligand Field theory	-	ஈனிப்புலக் கொள்கை
Lignite	-	பழுப்பு நிலக்கரி
Lime slurry	-	சுண்ணாம்புக் குழம்பு
Limestone	-	சுண்ணாம்புக் கல்
Limestone caverns	-	சுண்ணாம்புக் குழிகள்
Linear equation	-	நிகர்ப்பாட்டுத் தீர்வு
Linear momentum	-	நேர்க்கோட்டு உந்தம்
Linear Transformation	-	நெடும் திரிபு
Liquid Propellant	-	நீர்ம உந்து எரிபொருள்
Liver Fluke	-	தட்டைப் புழு
Lone Pair	-	தனி இரட்டை
Longitude	-	நிரைகோடு
Loose Smut	-	உதிரிக் கரிப்பூட்டை
Lubricant	-	உயவுப் பொருள்
Lumina	-	உட்புழை

Macro	-	உயிரியல் பேருரு
Magma	-	கற்குழம்பு
Magnetic compus	-	காந்தத் திசையளவி
Magnetic circular dichronism	-	காந்தவட்ட இருநிறக் காட்டல்
Magnetic flux	-	காந்தப்பாயம்
Magnetic Induction	-	காந்தத் தூண்டல்
Magnetic lines of force	-	காந்த விசைக்கோடுகளின் தொகுப்பு
Magnetic mirror	-	காந்த ஆடி
Magnetic moment	-	காந்தத் திருப்புத்திறன்
Magnetic moment vector	-	காந்தத் திருப்புத் திசையன்
Magnetic water	-	பாறைக்குழம்பு
Magnification	-	உருப்பெருக்கம்
Malignant cello	-	குருதியில் கேதவணு
Mal Rotation	-	குடல் சுழற்சி
Mammal	-	பாலூட்டி
Mangroove vegetation	-	உவர் நிலத் தாவரம்
Martle	-	வலைக் கண்டு
Marsupial	-	மதலைப் பையுடையவை
Martynia diandra	-	தேள் கொடுக்காய்
Mass	-	பொருண்மை
Matrice	-	சீரணி
Mast cells	-	ஒருவகை செல்
Mechanical system	-	இயக்க அமைப்பு
Mechanism	-	வினைவழி
Meconium	-	காட்டு மலம்
Meconium Ileus	-	சிறுகுடல் செயலிழப்பு
Meltwater lake	-	உருகும் நீர் ஏரி

Mencache	-	தலைபூப்பு
Meroplanton	-	தற்கால மிதவிகள்
Mesocolony	-	பெருங்குடல் தாங்கி
Meteorology	-	வானிலையியல்
Microwave Landing system	-	நுண்ணலை தரையிறங்கு அமைப்பு
Millingtonia hortensi	-	மரமல்லிகை
Mobile phase	-	பாய்வு நிலைமை
Modulation envelope	-	அலையேற்ற உரை
Moisture context	-	குறைந்த ஈரத்தன்மை
Moisture proof	-	ஈரம்புகா
Mollusc	-	நத்தை
Motten Pool	-	இளகிய குழம்பு
Monomer	-	ஒற்றைப்படி
Monovalent element	-	ஒரிணை திறன் தனிமம்
Mucilage	-	பசைப்பொருள்
Magnifying	-	உருவபெருக்கம்
Mutiny	-	சிறுகலகம்
Mownting structure	-	கருவிகளின் பீட அமைப்பு
Napthalene	-	இரசக் கற்பூரம்
Narrow band Frequency	-	குறுகிய பட்டைமின் அதிர்வு
Needle biopsy	-	ஊசித் திகச் சோதனை
Negative catalysis	-	எதிர்வினை வேக மாற்றம்
Nematode	-	நூற்புழு
Neurose	-	நரம்புப் பாசுபாடு
Neutralization	-	நடுநிலையாக்கல்
Nipple	-	மார்பகக் காம்பு
Noble Metal	-	உயர் உலோகம்

Nuclear blast	-	அணுக்கரு வெடிப்பு
Nuclear Fusion	-	ஆற்றல் மூலமாக அணுப்பிணைப்பு
Nuclei	-	அணுக்கரு
Nucleus	-	உட்கரு
Nucler seed	-	கருமூல விதை
Octahedron	-	எண்முகி
Osmatic pressure	-	சவ்வூடு பரவு அழுத்தம்
Orthogonality	-	நேர்குறுக்கு நிலை
Orthonormal basis	-	குறுக்கொருமை ஆதாரம்
Parabolic orbit	-	பரவளைய பாதை
Parallel venation	-	இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு
Paramagnetic	-	காந்த ஈர்ப்புத்தன்மை
parameter	-	துணையலகு
Parasite	-	ஒட்டுண்ணி
Particle	-	துகள் முடுக்கி
Patch	-	சிவப்புப்படை
Peat	-	எரிமண்
Pegaus	-	குதிரை மண்டலம்
Peptisation	-	கூழ்ம நிலை
Perennial lakes	-	ஆழமான வற்றாத ஏரி
Periodic Family	-	ஆவர்த்தன குடும்பம்
Periodic Table	-	தனிம மீள்வரிசை அட்டவணை
Perpendicularity	-	செங்குத்து நிலை
Petechie	-	செந்நிற புள்ளி
Phase integral	-	கட்டத் தொகையீடு
Phase-space coordinate	-	தறுவாய்-வெளி ஆயம்
Phosphorescence	-	பின்னொளிர்்தல்

Physical adsorption	-	இயல்புவழி உட்கவர்தல்
Physical purity	-	புறத்தூய்மை
Physiological maturity	-	பயிர்வினை முதிர்ச்சி
Planetary orbits	-	கோள்களின் இயக்கப்பாதை
Plankton	-	கலகம்
Plasticizers	-	நெகிழியாக்கி
Pod	-	உறைக்கிண்ணி
Polar	-	முனைவுடை
Polymer	-	பல்லுறுப்பு
Positive catalysis	-	நேர்வினை வேக மாற்றம்
Potential energy	-	நிலைப்பண்பு ஆற்றல்
Power-plant condenser	-	மின் திட்ட மின் தேக்கி
Precession of equinoxes	-	புள்ளிகளின் அயனசலனம்
Precipitation	-	உறைதல்
Predator	-	இரையுண்ணி
Pressure cooker	-	அழுத்தக் கலன்
Pressure pulse	-	அழுத்தத் துடிப்பு
Pressure sensing device	-	செறிவு அழுத்த நுட்பக் கருவி
Prescribed standard	-	நிர்ணயிக்கப்பட்ட தரம்
Prey	-	விலங்கு இரை
Processing	-	விதைப்பக்குவம் செய்தல்
Primary Host	-	பிரதான ஓம்புயிர்
Psycho physiological disorder-	-	அகவுரு இயங்கியற் கோளாறு
Pterocarpus marsusupim	-	வேங்கை மரம்
Pure mathematics	-	தூய கணிதம்
Qualitative analysis	-	பண்பறி பகுப்பாய்வு
Quaternions	-	கால்மானக் கலப்பெண்

Quantum theory	-	நுண்கூற்றக் கோட்பாடு
Radial model	-	விரிவடைந்து மாதிரி
Radioluminescence	-	கதிர் காரண ஒளிர்வு
Radiometric effect	-	கதிர் வீச்சளவு விளைவு
Radiotherapy	-	கதிர்ப் பண்டுவம்
Rate constant	-	வினை வேக மாறிலி
Reaction velocity	-	வினை வேகம்
Real Field	-	நனவுக் களம்
Rearrangement	-	உள்ளிட மாற்றம்
Recovery Factor	-	மீட்புக் காரணி
Rectal Biopsy	-	மலக்குடல் திசுஆய்வு
Rectifiable violation	-	நிவர்த்தி செய்யக்கூடிய சட்ட மீறல்
Refining	-	மீதூய்மை
Re-ignition	-	மீண்டும் தீப்பற்றி
Resonance theory	-	உடன் இசைவுக் கொள்கை
Retardation	-	வேகத் தளர்ச்சி
Reversibility	-	எளிதில் மீள் தன்மை
Reversible reaction	-	மீள்திற வினை
Rheumatic Fever	-	முடக்குவாதக் காய்ச்சல்
Ricirus	-	ஆமணக்கு
Ridge	-	வரப்பு
Rosy paztor	-	சுற்றித் திரியும் சூறைக்குருவி
Root rot	-	வேரழுகல்
Root Sucker	-	பரவி வேர்த்தண்டு
RubeFacient	-	மேற்பூச்சு மருந்து
Saddle Point	-	ஆசனப்புள்ளி
Salamandra	-	இருவாழ்வினம்

Saline	-	உப்பு நீர்
Salver shape	-	தாம்பாள வடிவம்
Sand paper	-	மணற் காகிதம்
Sandwich compound	-	இடைச் செருகல் சேர்மம்
Sandy loam	-	மண் பசளை
Saprophyte	-	மட்குண்ணி
Saturated	-	தெவிட்டப்பட்ட
Saw Flie	-	அரம்பப் பூச்சி
Scarlet	-	ஒண்சிவப்பு
Screen grid	-	சல்லடை இணைப்புத் தொகுதி
Seameed	-	கடற்பாசி
Sea-turtle	-	கடல் ஆமை
Self Bias	-	சுயசார்பழுத்தம்
Semi Conductor	-	குறைமின் கடத்தி
Semipolar Linkage	-	குறுமுனைப் பிணைப்பு
Serum	-	ஊநீர்
Scape	-	மஞ்சரியச்சு
Sheild	-	மறைக்கின்ற
Shock sensitivity	-	அதிர்ச்சி வயம்
Shock wave	-	அதிர்வலை
Shrimps	-	சிப்பி மீன்
Side Frequency	-	பக்க அதிர்வெண்
Sieves	-	சல்லடை
Slag	-	கசடு
Slaked lime	-	நீர்த்தச் சுண்ணாம்பு
Slasing modle	-	அலைமோதி அலம்புவது மாதிரி
Slowest	-	சிறும வேகம்

Slurry	-	மென் சேறு
Smokeless chula	-	புகை எழுப்பா அடுப்பு
Smut	-	கரிப்பூட்டை
Solar Eclipse	-	ஞாயிற்றின் மறைப்புக் காலம்
Solar energy	-	சூரிய வெப்ப சக்தி
Solar Furnace	-	சூரிய உலை
Solid propellant	-	திண்ம உந்து எரிபொருள்
Solitarious stage	-	சோம்பல் கொண்டு தனித்த நிலை
Solvent	-	கரைப்பான்
Sorghum smut	-	சோளக் கரிப்பூட்டை
Space plane	-	விண்வெளி விமானம்
Space shuttle	-	விண்வெளி ஓடமாகி
Specific gravity	-	ஒப்படர்த்தி
Spectral theory	-	அலைமாலை கோட்பாடு
Spectro photometer	-	நிறமாலை நிழற்பட வரைவி
Spectrum	-	ஒளி நிழற்பட்டை
Spinal cord	-	தண்டு வடம்
Spinothalamic tract	-	தண்டுவட தலாமசு பாதை
Squace law detector	-	வர்க்கவிதி உணர்த்து கருவி
Squeeze whisker	-	பிழிதல் மீசை
Squid	-	கூனிறால்
Staminode	-	மலட்டு மகரந்தத் தாள்
Standard solution	- .	நியமக் கரைசல்
Star cluster	-	விண்மீன் முடிச்சு
Steady state hypothesis	-	மாறா நிலைக் கோட்பாடு
Stellar	-	உடுக்கணம்
Stigma	-	சூல்முடி

Stem weevil	-	தண்டுக் கூன்வண்டு
Strain	-	இழுவிசை, பளு
Strong Oxidising agent	-	வீரியம் மிக்க ஆக்சிஜனேற்றி
Sublimation	-	பதங்கமாதல்
Substrate	-	தளப்பொருள்
Superfluidity	-	மிகுபாயும் திறன்
Superior cervical Ganglion	-	கழுத்தின் மேல் முடிச்சி
Superior ovary	-	மேல்மட்ட சூலகம்
Supersonic aircraft	-	வேகக் காற்றூர்தி
Supra brandial organ	-	மேல் செவுள் சார்ந்த உறுப்பு
Tape worm	-	தட்டைப்புழு
Tensor	-	பண்பன்
Tentacle	-	கொடுக்கு
Terminal velocity	-	முற்றுத் திசை வேகம்
Tetanus	-	நரம்பிசிவு நோய்
Theory of system of rays	-	கதிர் அமைப்புகளின் கோட்பாடு
Thermal cracking	-	வெப்பவழிப் பிளத்தல்
Thermal diffusion	-	வெப்ப ஊடு பரவல்
Thermal efficiency	-	வெப்ப இயங்கு திறன்
Thermodynamics	-	வெப்ப இயக்கவியல்
Thrip	-	இலைப்பேன்
Thrombosis	-	இரத்தக்குழாய் அடைப்பு
Timber	-	தடிமரம்
Trench	-	அகழ்வெட்டு
Trier	-	சோதனை ஊசி
Trimerous	-	மூன்றங்க மலர்
Triple bond	-	மூவிணைப்பு

Trivalent element	-	மூவிணைதிறன் தனிமம்
Tropical year	-	பருவ ஆண்டு
Truthful label	-	உண்மைக் குறிப்புச்சீட்டு
Tuberculosis	-	காசநோய்
Turboprop	-	சுழலுந்தப் பொறி
Tuned circuit	-	சுரமாக்கப்பட்ட மின்சுற்று
Tunical cavity	-	படலிய உள்ளிடம்
Twisted Aestivation	-	திருகிதழ் அமைவு
Tympanic membrane	-	கடினமான செவிப்பறை
Uncertainty principle	-	தேறாமைக் கொள்கை
Unified Field of Optics	-	ஒன்றிய ஒளிப்புலம்
Urinary tract infection	-	சிறுநீர்வழிப் பாதை நோய்
Uterine displacement theory	-	கருப்பை இடமாற்றக் கோட்பாடு
Vacuum tube	-	வெற்றிடக் குழாய்
Vacuum distillation	-	வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தல்
Valence band	-	இணைதிறன் பட்டை
Valency of element	-	தனிமங்களின் இணைதிறன்
Valency of Radical	-	மூலங்களின் இணைதிறன்
Valvate aestivation	-	தொடு இதழ் அமைவு
Vapour phase inhibitor	-	வாயு நிலை தடுப்பான்
Variable Valency	-	மாறுபடும் இணைதிறன்
Vector	-	திசையன்
Velocity constant	-	திசைவேக மாறிலி
Velocity of detonation	-	வெடித்தலின் விரைவு
Vegetative propogation	-	தழைவழி இனப்பெருக்கம்
Vertebrata Fishe	-	முதுகு நாணுள்ள மீன் இனம்
Viability	-	உயிர்த் தன்மை

Vigour	-	வீரியம்
Virsal disease	-	நச்சுயிர் சார்ந்த நோய்
Viscosity	-	பாகுத்தன்மை
Visible light	-	காண்புறு ஒளி
Visual Meteorological condition	-	கட்டில வானிலை அமைப்பு
Voltage	-	மின் அழுத்தம்
Volatile Material	-	ஆவியாகும் பொருள்
Voluntary certification	-	தானாக முன்வந்து செய்யும் சான்றுரை
Walking stick	-	நடைக்குச்சி
Warehouse	-	பண்டகசாலை
Warning colour	-	எச்சரிக்கை நிறம்
Warning Device	-	எச்சரிக்கைக் கருவி
Water chamber	-	நீர்த்தேக்கி
Water gel explosive	-	நீர்க்கூட்டு வெடி மருந்து
Water tube boiler	-	நீர்க்குழாய்க் கொதிகலன்
Water vapour	-	வளிமண்டல நீராவி
Water vascular system	-	நீர்ச் சுழற்சி மண்டலம்
Wave Front	-	அலைமுகப்பு
Wave Mechanics	-	அலை இயக்கவியல்
Web	-	விரலிணைச் சவ்வு
Weight characteristic	-	உலோகத்தின் எடைத் தன்மை
Window Pane	-	கண்ணாடி சன்னல்
Wind turbine	-	காற்றலை
Wood fibre	-	கட்டை நார்
Wood pulp	-	மரக்கூழ்
Wood screw	-	மரத்திருகு

Xegophyte	-	வரண்ட நிலத்தாவரம்
Yield	-	மகசூல்
Yield strees	-	இளகு நிலைத் தகைவு
Yiele	-	விளைச்சல்
Zenith	-	உச்சி வானம்
Zooplankton	-	விலங்கு மிதவை

