வளரும் அறிவியல்

A
N83
84021

வளரும் அறிவியல்

பாரதி நூற்றாண்டு விழா
நினைவாக . . . . .

பதிப்புத்துறை

மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்

பதிப்புரிமை : © பதிப்புத்துறை

மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்
மதுரை-625 021
Madurai Kamaraj University
Madurai-625 021

A
N83

பதிப்பு எண் : 70

விலை : ரூ. 25/-

84021

பதிப்பு விவரங்கள் :

1. பொதுப் பதிப்பாளர் : டாக்டர் கதிர் மகாதேவன்
(Dr. C. K. MAHADEVAN)
பதிப்பாளர், பதிப்புத்துறை
மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்
மதுரை - 625 021.

2. நூலின் பெயர் : வளரும் அறிவியல்
(Valarum Ariviyal)

3. பதிப்பு :

அ) இடம் : மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்
Madurai Kamaraj University
Madurai-625 021.

ஆ) பதிப்பித்தோர் : பதிப்புத்துறை
மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம்
மதுரை-625 021

இ) ஆண்டு : 1983 (முதற் பதிப்பு)

4. மொத்த பக்கங்கள் : 478 + 10

5. பொருள் : அறிவியற் கட்டுரைகள்

6. படிகள் : 1200

அச்சும் அமைப்பும்: மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகக் கூட்டுறவு அச்சகம்,
மதுரை-625 021

"சென்றிடுவீர் எட்டுத் திக்கும் - கலைச்
செல்வங்கள் யாவும் கொணர்ந்திங்கு சேர்ப்பீர்"

பாரதி நூற்றாண்டு விழா

நினைவாக

★

★

அறிவியற் காணிக்கை

★

★

★

பதிப்புக்குழு :

டாக்டர் கதிர் மகாதேவன் (பொதுப் பதிப்பாளர்)

குழுவினர்

திரு. சு. குழந்தைநாதன் (தமிழ்)

டாக்டர் சு. நடராசன் (இயற்பியல்)

டாக்டர் சு. சீனிவாசன் (வேதியியல்)

டாக்டர் ஆனந்தவல்லி மகாதேவன் (உயிரியல்)

டாக்டர் பி. வி. இராமகிருஷ்ணன் (கணிதவியல்)

அணிந்துரை

பேராசிரியர் *ஜா. இராமச்சந்திரன்*, எம்.ஏ., ஏ.எம். (சிக்காகோ).,
(துணைவேந்தர் மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை)

"வளரும் அறிவியல்" எனும் இந்நூல் மகாகவி சுப்பிரமணிய பாரதிக்குக் காணிக்கையாக அளிக்கப்படுகிறது.

பாரதியின் கனவுகள் பல; மேலை நாடுகளில் வளரும் அறிவியற் கலைகளைத் தமிழில் தரவேண்டும் என்பது அக்கனவுகளில் ஒன்றாகும். அக்கனவினை நனவாக்க மேற்கொள்ளும் முயற்சியின் வித்தாகவும் முத்தாகவும் இந்நூல் உருவாகியுள்ளது எனலாம்.

தொழிற்கல்வி, கணிதவியல், புவியியல், உயிரியல், பயிரியல், தாவரவியல், உணவியல், இயற்பியல், வேதியியல், மருந்தியல், எரியம், தடய அறிவியல் எனப் பல்கிப் பெருகிவரும் அறிவியல் துறைகளில் ஐம்பது கட்டுரைகளைத் தன்னகத்தே இந்நூல் கொண்டுள்ளது. இக்கட்டுரைகளை அவ்வத்துறைகளில் தங்களை ஈடுபடுத்தி வளரும் வல்லுநர்கள் எழுதியுள்ளனர்.

அறிவியற் கருத்துக்களுக்கு மொழி தடையாக அமையாது என்பதற்கு இக் கட்டுரைகள் சிறந்த சான்றுகளாக அமைகின்றன.

பாரதிக்கு 'நூற்றாண்டு விழா' கொண்டாடப்பெற்றது; விழா எடுப்பது நன்று. ஆயின், விழாவின் நீர்மை, விழா முடிந்தபின் விழலுக்குப் பாயும் நீராக வறிதே போகக் கூடாது எனும் கருத்துடன் முன்னாள் துணைவேந்தர் டாக்டர் வ. சுப. மாணிக்கம் அவர்கள், பாரதிக்குக் காணிக்கையாக அறிவியற் கட்டுரைகளைத் தொகுத்து வெளியிட விழைந்தார். அவர் தொட்டது துலங்கியது.

உலகின் பல்வேறு இடங்களின்றும் கட்டுரையாளர்கள் பாரதியிடம் கொண்ட பெருமதிப்பால் சீரிய அறிவியற் கட்டுரைகளை எழுதியுள்ளனர்; கட்டுரையாளர்கட்கு எம் நன்றி. பதிப்புத்துறை இந்நூலினை வெளியிடுவதன் மூலம் நன்மதிப்பினைப் பெறும் என்பது திண்ணம்.

"வளரும் அறிவியல்" எனும் இந்நூலின் கட்டுரைகளைப் படித்து மேலும் தமிழில் அறிவியல் வளர வழிவகை செய்ய வேண்டுகிறேன்.

ஜா. இரா. சந்திரன்

முன்னுரை

டாக்டர் சீனி. கிருட்டிணசாமி,
பேராசிரியர், தலைவர் - உயிரியல்துறை,
மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை.

மகாகவி பாரதியின் நூற்றாண்டு தொடர்பாக, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம் என்ன செய்யலாம் எனச் சிந்தனையில் ஆழ்ந்தது. விழா எடுக்கலாம், சிலை வைக்கலாம், பேச்சு, கவிதைப் போட்டிகள் நடத்தலாம் என்றெல்லாம் பேசப்பட்டது. பாரதி அறிவியலைத் தமிழ் மொழியில் வளர்க்க ஆசைப்பட்டவன். இந்த இடைப்பட்ட நூறு ஆண்டுகளில் தமிழ் மொழிக்கு அந்தச் 'சொல்லும் திறன்' வந்துவிட்டது எனச் சொல்லலாம். இதை உலகிற்கு எடுத்துக்காட்ட, அறிவியலும் தொழில்நுட்பமும் கொண்ட நூறு கட்டுரைகளை ஒரு புத்தக வடிவில் வெளியிட வேண்டுமெனத் திட்டமிடப்பட்டு, தமிழ்ப்பற்றுள்ள விஞ்ஞானிகளுக்குக் கடிதம் எழுதினோம். ஐம்பது பேர்கள் கட்டுரைகளைத் தந்து உதவினார்கள். இந்தத் தொகுப்பில் எல்லாவிதமான அறிவியல் கட்டுரைகளும் அடங்கியிருக்கின்றன. கணிதம், வேதியியல், பௌதிகம், உயிரியல் எனப் பல பிரிவுகளிலிருந்தும் ஆய்வுக்கட்டுரைகள் வந்திருக்கின்றன. பாரதி இயம்பியவாறு, எட்டுத் திக்கிலிருந்தும் அறிவியல் கட்டுரைகள் பெறப்பெற்றுப் புத்தகமாகியிருக்கிறது.

"ஆயிரம் மைல்கள் நடக்கவேண்டிய பயணமும், முதலில் எடுத்துவைக்கும் சிறிய அடியிலிருந்துதான் ஆரம்பமாகிறது" எனச் சீனப் பழமொழி கூறுவதுபோல் பாரதிகண்ட பெரும் கனாவிற்கு இது ஒரு சிறிய முயற்சி எனலாம்.

இக்கட்டுரைத் தொகுப்பில் அறிவியல், தொழில் நுட்பங்களை, அவைகளில் ஆய்வு செய்யும் ஆய்வாளர்களைக் கொண்டே எழுத வைத்திருப்பது ஒரு முதல் முயற்சி. இத்தொகுப்பிலுள்ள கட்டுரைகள் முதலில் ஆங்கிலத்தில் எழுதி, பின் தமிழில் மொழிபெயர்க்கப்பட்டவை அல்ல. தமிழிலேயே எழுதப்பட்டவை என்பதும் ஒரு சிறப்பு.

முன்னாள் துணைவேந்தர், டாக்டர் வ.சுப. மாணிக்கம், இன்னாள் துணைவேந்தர், பேராசிரியர் ஜா. இராமச்சந்திரன் ஆகிய இருவரும் இம்முயற்சிக்கு நல்ல ஊக்கமளித்தார்கள். இத்தொகுப்பிற்கெனக் கட்டுரை வழங்கிய அனைவருக்கும் எங்கள் நன்றி. தொகுப்பை நன்முறையில் பதிப்பித்த, பதிப்புத்துறைத் தலைவர், டாக்டர் கதிர் மகாதேவனவர்களுக்கும் எங்கள் நன்றி.

சீனி. கிருட்டிணசாமி.

உள்ளுறை

க.எண்/ப.எண்

உகந்த தொழில்நுட்பக் கல்வி 1/1
— வா. செ. குழந்தைசாமி

ஆயுதங்கள் செய்வோம் 2/8
— வ. சீ. அருணாசலம், இரா. சிவகுமார், வெ. சந்திரசேகரன்

நிலப்பொதியியல் 3/20
— எஸ். சரவணன்

வர்க்க எண்களைப் பற்றியதொரு குணாதிசயம் 4/27
— தென்முகி விசுவநாதன்

நீயும் பூமியின் சுற்றளவை மதிப்பிடலாம் 5/46
— கே. ஆர். பார்த்தசாரதி

நீரின்றி அமையாது உலகு 6/49
— பொ. குமாரசாமி

கடல்வாழ் உயிர்ப் பொருட்களின் ஏற்றுமதியும் தரக்கட்டுப்பாடும் 7/58
— ஓ என். குருமணி

உணவியல் துறையின் வியத்தகு சாதனைகள் 8/69
— பா. இராசம்மாள் தேவதாசு

இரத்தம் உறைதலின் பரிணாம வளர்ச்சி 9/80
— எம்.எச். இரவீந்திரநாத், சி.எஸ். ஜெயஸ்ரீ

மீன் உற்பத்திக்கான அகச்சுரப்பி ஆய்வு 10/89
— த. ஜெ பாண்டியன்

ஆழ்கடலின் அரிய வளங்கள் 11/95
— இரா. நடராசன்

சூழல் காக்கும் நுண்ணுயிர்கள் 12/103
— சு. கதிர்வேல்பாண்டியன்

திசு வளர்ப்பில் தாவரவியல் கண்ட முன்னேற்றம் 13/108
— எஸ். நாராயணசாமி

திசு வளர்ப்பில் பனை இனம் 14/116
— தே. பத்மநாபன், ம. ஜெகதீசன்

கடல் நுரைகள் 15/124
— அழ பால்பாண்டியன்

உயிரி உரங்கள் 16/130
— மா. இலட்சுமணன்

உயிர்க் கடிகை 17/136
— எஸ்.கே. வள்ளி

சூழலில் தங்கும் பூச்சிக்கொல்லியின் எச்சங்கள் 18/148
— நா. கண்ணன்

மதுரையில் தண்ணீர்த் தூய்மைக்கேடு 19/156
— சீனி. கிருஷ்ணசாமி,
ஆனந்தவல்லி மகாதேவன்

தமிழ் நாட்டில் பனை - ஓர் அறிவியல் ஆய்வு 20/164
— தே. பத்மநாபன்

சோதனைக் குழாய்ச் செடிகள் 21/176
— சூ. சீனி

இறால் மீன் வளர்ப்பின் தேவையும் குஞ்சு வளர்ப்பும் 22/195
— செ. பாலசுந்தரம்

விரியன் 23/209
— ம. வீ. இராசேந்திரன்

கால உயிரியல் 24/219
— ம கி. சந்திரசேகரன்

புறநீலக் கதிர்வீச்சின் விளைவுகளும் தாவரத் தகவமைப்பும் 25/232
— சு. பெரியணன்,
கோ. குழந்தைவேலு

வேளாண்மை அறிவியலின் வியத்தகு சாதனைகள் 26/242
— கே.கே. கிருட்டிணமூர்த்தி

வேர்க்கடலையின் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மைகள் 27/254
— அய். மகாதேவன்,
பெ. நாராயணசாமி

விவசாய வளர்ச்சியும் வருங்காலமும் 28/263
— ஜி.எஸ். வேங்கடராமன்

பட்டுப்புழு வளர்ப்பில் புதுமைகள் 29/269
— சி. மாதவன்

கடல்வாழ்-சூழ்நிலை விஞ்ஞான முன்னேற்றங்கள் 30/275
— கோ. கிருஷ்ணமூர்த்தி

புற்றுநோயும் சிகிச்சை முறைகளும் 31/283
— லலிதா காமேசுவரன்

புற்றுநோய் - ஓர் ஆய்வுக்கண்ணோட்டம் 32/289
— ஜி. சண்முகம்

தமிழ்முறை மருத்துவம் 33/297
— ஜ சாதிக்

கண் மருத்துவத்தில் விஞ்ஞான முன்னேற்றம் 34/307
— ஜி. வேங்கடசாமி

கால் நூற்றாண்டில் கண்புரை அறுவைச் சிகிச்சையில் முன்னேற்றம் 35/311
— ஜி. நாச்சியார்

நீரிழிவு நோயும் கண் பார்வையும்–நவீன மருத்துவ முறைகள் 36/317
— பி நம்பெருமாள்சாமி

இரைச்சலும் அதன் இன்னல்களும் 37/327
— ச. காமேசுவரன்

மிகு இரத்த அழுத்த இருதய நோயில் காணும் இருதய வீக்கம் 38/335
— செ. இராசமாணிக்கம்

இரசாயனப் பொருட்களும் சூழ்நிலை நலனும் 39/340
— கோ ரா கிருஷ்ணமூர்த்தி

மிகுவேக இரசாயனக் கிரியைகள் 40/352
— பாலு வெங்கட்ராமன்

செயற்கை முறையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் ஒரு புதிய முறை 41/374
— மல்லை பழநியாண்டவர்

பயனுள்ள தொகுப்பான் 42/385
— சண்முகம், இரா. கல்யாணசுந்தரம்

ஒளி - ஒலி நிறமாலையியல் 43/393
— டி. சோமசுந்தரம்

சுவை தரும் வேதியியல் 44/398
— சுப. சண்முகநாதன்,
சு. விவேகானந்தன்

லேசர் ஒளியின் தன்மைகளும் பயன்களும் 45/406
— ஏ ஐயராமன்

தாழ் வெப்ப விஞ்ஞானமும் அதன் பயன்களும் 46/417

— ரா. விஜயராகவன்

கன்னியாகுமரிக் கடற்கரை வண்ண மணல்களைப் பற்றிய கனிமவியல் ஆய்வும் முடிவுகளும் 47/429

— எஸ். நடராசன்

நுண்செயலியும் நுண்கணிப்பானும் 48/439

— பா. கிருஷ்ணமூர்த்தி

சூரிய ஆற்றலும் அதனைப் பயன்படுத்தும் புதிய முறைகளும் 49/452

— செ. ஈ. சூரியமூர்த்தி

தடய அறிவியல் துறையில் தமிழக ஆய்வகத்தின் புதிய கண்டுபிடிப்பு 50/462

— ப. சந்திரசேகரன்

1

உகந்த தொழில்நுட்பக் கல்வி ++

நமது நாட்டின் இன்றைய வளர்ச்சி நிலைக்கும், நமது எதிர் காலத் தேவைகட்கும் உகந்த தொழில்நுட்பக் கல்வி (Appropriate Technical Education) எப்படி அமைந்திருக்க வேண்டும் என்பது பற்றி ஆராயும், 'கல்வி' பற்றிய ஒரு முக்கியமான கருத்தை எடுத் துரைப்பது பொருத்தமெனக் கருதுகிறேன்.

பண்டை நாட்களில், கல்வி மனிதனின் அன்றாடத் தேவை களைத் தீர்க்கும் கருவியாக இருக்கவில்லை. அது ஓர் ஆபரணமாக, அலங்காரப் பொருளாக இருந்தது. இந்த நூற்றாண்டின் தொடக் கத்தில்கூட, சமுதாயத்தின் வளர்ச்சிக்கும், அதன் வளத்திற்கும், கல்வி ஒரு இன்றியமையாத சாதனம் என்ற நிலை உருவாகவில்லை. ஆனால், இன்று கல்வியின் முக்கியத்துவம், ஒரு புது வடிவம் பெற்றுள்ளது. கல்வி மனிதனின் மன வளர்ச்சிக்கும், பண்பாட்டு நிலைக்கும் தேவையான பொருள் என்ற நிலைமாறி, அது ஒரு சமுதாயத்தின் பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்கும், உணவு, உடை உறையுள் போன்ற தேவைகளைத் தீர்ப்பதற்கும் இன்றியமையாத கருவியாக மாறிவிட்டது. சுருங்கக் கூறுவதானால், முன்பு பொருள் வளம் நிறைந்த நாடுதான் கல்வி வாய்ப்புக்களை ஏற்படுத்த முடி யும் என்ற நிலை இருந்தது. ஆனால், இன்று கல்வி வாய்ப்புக்கள் நிறைந்த நாடுதான் பொருளாதார வளர்ச்சி பெறமுடியும் என்ற நிலை உருவாகியிருக்கிறது. சமுதாயத்தில் கல்வி இந்த இடத்தைப் பெறுவதற்கு அடிப்படையாக அமைந்திருப்பது அறிவியலும் தொழில் நுட்பவியலும், அதாவது Science and Technology ஆகும்.

++ டாக்டர் வா. செ. குழந்தைசாமி, துணைவேந்தர், அண்ணா தொழில் நுட்பப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை-25.

வேளாண்மை நாகரிகத்தின் வளர்ச்சிக்குக் கைத்தொழில் போதுமானதாக இருந்தது. ஆனால் தொழில் நாகரிக வளர்ச்சிக்கு Technology, அதாவது ''தொழில்நுட்பம்'' தேவைப்படுகிறது. கைத் தொழில்கள், வாழையடிவாழையெனக் கல்வியில்லாமலேயே கற்கத் தக்கன. ஆனால் ''தொழில்நுட்ப'' அறிவு பெறக் கல்வி தேவை. எனவேதான் தொழில் நாகரிகத்தின் வளர்ச்சிக்குக் கல்வி இன்றி யமையாத பொருளாகிவிட்டது. தொழில் வளர்ச்சியின் தொடக்க நிலையைத் தாண்டியிருக்கும் நாம், நமது எதிர்கால வளர்ச்சிக்கு நமக்கு ''உகந்த தொழில்நுட்பக் கல்வி'' எது என்பது பற்றிச் சிந்திப்பது பொருத்தமுடையது ஆகும்.

கைத்தொழிலுக்கும், தொழில்நுட்பத்திற்கும் அதாவது, Craft என்பதற்கும் Technology என்பதற்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாட்டைச் சுருக்கமாக இங்கே எடுத்துரைப்பது பொருத்தமானதாகும். இவை இரண்டிற்கும் இடையிலிருக்கும் அடிப்படை வேறுபாடு ''உற்பத்தித் திறன்'' அதாவது, Productivity' ஆகும். கைத்தொழில் நீண்ட நாள் பயிற்சியின் மூலம் பெறவேண்டிய ஒன்று. ஆனால் அதன் உற்பத்தித் திறன் குறைவு. ''தொழில்நுட்பம்'' கல்வியின் அடிப் படையில் அமைவது; அது உற்பத்தியைப் பன்மடங்கு பெருக்க வல்லது. இதை ஒரு சான்று கூறி விளக்குவது பொருத்தமாகும். ஓவியம் ஒரு கலை. கலைகளும் கைத்தொழில் வகையைச் சேர்ந் தவைதாம். ஒரு தனிப்பட்ட நபரைப் போன்ற ஓர் ஓவியம் எழுத வேண்டுமானால் அதற்கு நீண்ட நேரம் தேவை. அதற்கான பயிற்சி பெறவும் பல ஆண்டுகள் பிடிக்கும். அதற்குப் பதிலாக அவரையே புகைப்படம் எடுப்பதாக வைத்துக் கொள்ளுங்கள். அதற்கான நேர மும் குறைவு; புகைப்படக் கருவியைப் பயன்படுத்தக் கற்பதும் எளிது. ஓவியம் வரைவது கைத்தொழில்; புகைப்படம் என்பது ''தொழில் நுட்பம்''. பொதுவாகத் தொழில்நுட்பக் கல்வியின் நோக்கம், நமது சமுதாயத்தில் பல துறைகளிலும் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன் படுத்துவதற்கான வாய்ப்பை உருவாக்க வேண்டும் என்பதுதான். அதன் மூலம் உற்பத்தியைப் பெருக்க முடியும். அதன் விளைவாக, நமது பொருளாதாரம் வளர்ச்சி பெறும். அதற்குத் தேவையான அளவில் நமது தொழில்நுட்பக் கல்வி அமைந்திருக்கிறதா என்பது நாம் ஆராய வேண்டிய ஒன்று.

பொதுவாகத் தொழில்நுட்பத் துறையில் மூன்று வகையான திறனர்கள் செயல்படுகிறார்கள். அவர்கள் முறையே Craftsman, Technician, Technologist எனப்படுவர். முதற் பிரிவினர், குறைந்த

அடிப்படைக் கல்வியும், நீண்ட கைத்தொழில் பயிற்சியும் பெறுவர். Mechanic, Fitter, Plumber போன்றவர்கள் இந்த வகையினராவர். இரண்டாவது தரத்தினர், ஓரளவு அடிப்படைக் கல்வி பெற்றவர். ஆனால், முக்கியமாக இருக்கின்ற தொழில்நுட்ப வகைகளைக் கற்று, அவற்றைப் பயன்படுத்துவதிலே திறன் பெற்றவர்களே தவிர, அவற்றின் காரண காரியங்களைப் பற்றிய ஆழமும், புதியன காணும் திறனும் அவ்வளவாகப் பெறாதவர்கள். மூன்றாவது வகையினர், பொறியியல் துறையில் உயர்கல்வி கற்றவர். தொழில்நுட்பத் துறையின் எல்லாக் கூறுபாடுகளிலும் பங்கு பெறும் அளவிற்குப் படிப்பும் பயிற்சியும் பெற்றவர்கள்.

முதல் வகையினர், Industrial Training Institute எனும் நிறுவனத்தில் பயிற்சி பெறுகின்றனர். இவர்கள் பயிற்சி முடிவில் Certificate, அதாவது சான்றிதழ் பெறுகின்றனர். இரண்டாவது வகையினர், Polytechnic எனும் பல்தொழில் பள்ளியில் பயில்பவராவர். இவர்கள் சுமார் மூன்றாண்டு கல்விக்குப்பின் Diploma பெறுகின்கின்றனர். மூன்றாவது வகையினர், கல்லூரிகளில் கற்றுப் பல்கலைக் கழகப் பட்டம் பெறுபவராவர். நாம், இப்பொழுது Polytechnic கல்வி, கல்லூரிக் கல்வி இரண்டைப் பற்றி மட்டுமே மேலே ஆராய்வோம்.

அறிவியல், அதாவது Science என்பது உலகு முழுவதற்கும் பொதுவானது; சர்வதேசத் தன்மை வாய்ந்தது. ஆனால் தொழில்நுட்பம்Technology என்பது அந்தந்தச் சமுதாயத்தின் தேவைக்கேற்ப அமைவது. தொழில்நுட்பக் கல்வி அறிவியலின் அடிப்படையில் அமைவது. எனவே, அதில் ஒருபகுதி, அனைத்துலகத் தரத்திற்கும், ஒத்ததாக அமைய வேண்டும். அதன் தொழில்நுட்பப் பகுதி, அந்தந்த நாட்டின் தொழில் வளர்ச்சி நிலைக்கு ஏற்பவும், அதன் எதிர்காலத் தேவைகட்கு இணையவும் அமைய வேண்டும். சுருக்கமாகக் கூறப்போனால், நமது பல்கலைக் கழகங்களிலிருந்து வரும் ஒரு பொறியியல் பட்டதாரி, முன்னேறிய நாடுகளில் பட்டம் பெறும் ஒருவரோடு ஒப்பிடத்தக்க அடிப்படைக் கல்வி, அறிவியல் திறன் படைத்தவராகவும், அதே சமயத்தில் நமது பின்தங்கியுள்ள தொழில் வளர்ச்சி நிலையில் பயன்படக்கூடிய பயிற்சி பெற்றவராகவும் இருக்க வேண்டும். இந்த இரண்டு கூறுபாடுகளும், ஒன்றுக்கொன்று சற்று முரண்பட்டவை. இவை இரண்டையும், திருப்திகரமான அளவில் இணைப்பது செயலளவில் மிகச் சிரமமான ஒன்று.

நமது நாட்டில் பல்தொழிற் பள்ளிகளிலும், கல்லூரிகளிலும் இன்று கற்பிக்கப்படும் தொழில்நுட்பக் கல்வி முன்னேறிய மேலை நாடுகளின் தரம், தகுதி, முறை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அமைந்தவை. பாடத்திட்டம், பயிற்சிமுறை, பயிற்சியளிக்கப் பயன் படுத்தப்படும் கருவிகள், பெரும்பாலான நூல்கள் அனைத்தும் மேலை நாட்டினரின் வழி, வகையைச் சார்ந்தவை. நமது தொழில் நுட்பக் கல்வியில், நமது வறுமையின் அடிப்படையில் அமைத்த சில குறைபாடுகளைத் தவிர மேலை நாட்டினரின் கல்வியிலிருந்து மாறு பட்ட தனித்தன்மை எதையும் வெகுவாகக் காண முடியாது. இன்று நமது பொறியியல் பட்டதாரிகள், விற்பனர்கள் எளிதில் பல உயர்ந்த பொறுப்புகளை முன்னேறிய நாடுகளில் வகிக்கும் வாய்ப்பைப் பெற ஏதுவாக இருப்பதற்கும் இது காரணமாகும். இன்றுவரை நமது நாட்டில் அமைந்திருக்கும் தொழில்கள் அனைத்தும் முழுமை யாக முன்னேறிய நாட்டினரின் Technology அடிப்படையில் அமைந் தவைதாம். எனவே, அதற்கான கல்வியும் அதே அடிப்படையில் அமைந்திருப்பதில் வியப்பில்லை.

இன்றைய நமது தொழில் வளர்ச்சி, இன்றைய நமது தொழில் நுட்பக் கல்வி வளர்ச்சி ஆகியன அடித்தலம் போன்றவை. இவற் றில் தேவையில்லாதன எதுவுமில்லை. ஆனால் இவை போதுமான வையல்ல. எனவே இந்த அடிப்படைகளை நல்ல முறையில், உயர்ந்த அளவில் பயன்படுத்தி நமது தேவைக்கேற்ப விண்முட்டும் கட்டடங் களை எழுப்புவது நமது அடுத்தகட்டப் பணியாகும். இப்பணி செவ்வனே நிறைவேறவும், அதில் நாம் வெற்றி பெறவும், நமது தொழில்நுட்பக் கல்வி அதற்கேற்ற வகையில் வளரவேண்டும்; தனித்தன்மை பெற வேண்டும்.

''உகந்த தொழில்நுட்பக் கல்வி'' என்று கூறும்பொழுது, அதை இரண்டு வகையான 'அணுகுமுறையில்' ஆராயலாம். ஒன்று, நமது பல்தொழிற் பள்ளிகளிலும், கல்லூரிகளிலும் இருந்து இன்று வெளிவரும் டிப்ளமோதாரர்கள், பட்டதாரிகள், இன்றைய தொழில் துறையினர் எதிர்பார்க்கும் கல்வியும், பயிற்சியும் பெற்று வருகிறார் களா என்பது. இரண்டாவது, இந்த டிப்ளமோதாரர்களும், பட்ட தாரிகளும் இந்த நாட்டுக்குத் தேவையான வகையில், தேவையான வழியில் தொழில் வளர்க்கும், தொழில் படைக்கும் திறன் பெற்றிருக் கிறார்களா? என்பது. இந்த இரண்டு கேள்விக்கும் சுருக்கமாகப் பதில் கூறுவதானால், முதல் கேள்விக்குப் பதில் 'ஆம்' என்பதும்,

இரண்டாவது கேள்விக்குப் பதில் 'இல்லை' என்பதுமாகும். இதை மேலே விளக்குவது தேவையென்று கருதுகிறேன்.

இன்றைய தொழில்துறை அதிபர்களில் பெரும்பாலானோர், தொழில்நுட்பக் கல்வி பெற்றுவரும் மாணவர்கள் தங்கள் பொறுப்பை உடனடியாக ஏற்கும் பயிற்சியைப் பெற்றிருக்கவில்லை என்றும், நமது கல்வி தத்துவ ரீதியாக அமைந்திருக்கிறதே தவிர, செயல்திறன் பெற்றதாக இல்லை என்றும் குறை கூறுகிறார்கள். இதில் உண்மை இருக்கிறது என்றாலும், இந்தக் குறைபாட்டில் தொழில்நுட்பக் கல்வியினர் என்றுமே பூர்த்தி செய்ய முடியாத ஒரு 'எதிர்பார்ப்பும்' அடங்கியிருக்கிறது. தொழில்நுட்பத் துறையில் நிபுணத்துவம் பெறக் கல்வி, பயிற்சி, இரண்டும் தேவை. தேவையான அளவு கல்வியைப் பெரும்பாலும் கல்விக்கூடங்களில் பெறலாம். ஆனால், தேவையான பயிற்சியைக் கல்விக்கூடங்களிலேயே பெற்றுவிட முடியாது. இது பெரும்பாலும் தொழிற்சாலைகளில், தொழில்புரியும் சூழ்நிலைகளில் நேரடி அனுபவமாகப் பெறவேண்டிய ஒன்று. 'அனுபவம்' என்பது அவரவர் பெறவேண்டிய ஒன்றே தவிர, கற்பிக்க இயலாதது. கைதேர்ந்த ஆசிரியருக்கும், அனுபவத்தைக் கற்பிப்பது என்பது கைவராத கலை; படிக்கும் காலத்திலேயே இந்த அனுபவம் பெற ஏற்பாடு செய்யலாம். ஓரளவு குறைகளைக் களைய இது துணை செய்யும். ஆனால் இந்த ஏற்பாட்டிற்குத் தொழில் துறையினரின் துணையும், ஒத்துழைப்பும் தேவை. தொழில்நுட்பக் கல்வி என்பது, 'கல்வி நிலையங்கள் - தொழிற்சாலைகளின் கூட்டுப்பணி' என்ற நிலை உருவாக வேண்டும். அதற்காக முயற்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. அவற்றில் ஓரளவு முன்னேற்றமும் கண்டிருக்கிறோம். எனினும், இந்த வகையில் நாம் செய்ய வேண்டுவன நிறைய உண்டு.

எந்த வகையில் முயன்றாலும், ஒரு கல்வி நிலையம் பொறி வல்லுநரை உருவாக்க முடியாது. கல்லூரியிலிருந்து வெளிவருபவர்கள் பொறியியல் பட்டதாரிகள்தாம்; பொறியர் அல்லர். ஓராண்டு, இரண்டாண்டுப் பயிற்சிக்குப் பின்தான் ஒரு பட்டதாரி ''பொறியர்'' என்ற நிலைக்கு வளரமுடியும். இந்தக் கூறுபாட்டில் ஒரு Engineer க்கும், Doctor க்கும் அடிப்படையில் வேறுபாடு உண்டு. பலப்பல சமயங்களில் டாக்டர் பயிற்சியையும், பொறியியல் பயிற்சியையும் பலர் ஒப்பிட்டுப் பேசுவதைப் பார்க்கிறோம். இந்த ஒப்பீடு, பொறியியற்கல்வியின் சில ஆழமான தன்மைகளைப் புறக் கணிப்பதாலோ, உணராததாலோ எழுவது ஆகும். இவ்விரண்டு

தொழில் துறைகளும் அடிப்படையில் மிகமிக வேறுபட்டவை. ஒன்றுக்குக் கடைபிடிக்கும் வழி, முறைகள் மற்றதற்கும் ஏற்றவை என்பதில்லை.

இயந்திரப் பொறியியல் அதாவது, Mechanical Engineering என்ற ஒரு துறையை உதாரணத்துக்காக எடுத்துக்கொண்டால், அதில் நூற்றுக்கணக்கான தனித்தன்மைகளைக் கொண்ட தொழில்கள் இருக்கின்றன. படிக்கின்ற ஒரு மாணவன் 'இதில் எந்தத் தொழிலுக்குச் செல்வோம் என்று முன்கூட்டியே முடிவு செய்து அதற்குப் பயிற்சி பெற இயலாது. எல்லாப் பிரிவுகளிலும் போதுமான நிபுணத்துவம் பெறுவதும் இயன்ற செயலன்று. எனவே, அத்துறையில் அடிப்படைக் கல்வியும், பொதுவான பயிற்சியும் பெறுவதுதான் இயன்றதும், ஏற்றதும் ஆகும்.

இருப்பினும், கல்வி கற்கும் பொழுதே, தொழிற் சூழ்நிலைகளோடு தொடர்பும், அங்குள்ள தொழில்நுட்பங்கள் பற்றிய அறிவும் மாணவர்கள் பெற ஏற்பாடு செய்ய வேண்டுவது பயிற்றுவிப்போர் தம் சடமையாகும். இன்று தொழில்நுட்பக் கல்வித் துறையில் அதற்கான முயற்சிகள் பெரிய அளவில் நாடு முழுவதும் நடந்து கொண்டிருக்கின்றன. இம்முயற்சிகள் ஓரளவு வெற்றியும் பெற்றிருக்கின்றன

நாம் இரண்டாவதாக ஆராய வேண்டியது நமது தொழில் நுட்பக் கல்வி, நமது நாட்டின் சிறப்பாக நமது நாட்டுப்புற மக்களின் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கேற்ற புதிய தொழில் வகைகளை உணரவும், அவற்றை உண்டாக்கவும் திறன் வாய்ந்தவர்களைச் சமுதாயத்திற்கு அளிக்கிறா என்பதாகும். இந்த வழியில் கல்வி வாய்ப்புக்கள் இனிமேல்தாம் ஏற்பட வேண்டும்

இன்றுவரை நமது தொழில் வளர்ச்சி பெரும்பாலும் மேலை நாட்டு அனுபவங்களின் அடிப்படையிலேயே அமைந்திருக்கிறது. எந்த ஒரு சமுதாயத்தின் அனுபவமும் மற்றொரு நாட்டிற்கு வழிகாட்டியாக வேண்டுமானால் அமைய முடியுமே தவிர, முழுவதும் பொருந்துவதாக இருக்க முடியாது. மிகுந்த மக்கள் தொகையும், நீண்ட பாரம்பரியமும், அதே சமயத்தில், பரவலான வறுமையும், கல்வியின்மையும், அண்மைக்காலம்வரை அடிமை வாழ்வும் கொண்டதான நமது சமுதாயத்தின் சிக்கல்கள் நமக்கே உரித்தானவை. இதற்கு இன்னொரு நாட்டிலிருந்து முன்மாதிரி நாம் தேடமுடியாது. எனவே, நமது தொழில் வளர்ச்சி, நமது பொருளாதார முன்னேற்றத்திற்கான தொழில்நுட்பம் ஆகியன, ஓரளவு நமது சூழ்நிலை

களோடு ஒன்றியதாக, இணைந்ததாக இருக்க வேண்டுவது தவிர்க்க முடியாதது. மக்களில் இன்னும் 100க்கு 70பேர் கிராமத்தில் வாழ் கின்றனர். கிட்டத்தட்ட நூற்றுக்கு எழுபது பேர் எழுதப் படிக்கத் தெரியாதவர்கள். வேளாண்மை மிகப் பெரும்பாலோரின் தொழிலாக இருந்து வருகிறது தனிநபர் வருமானம் என்ற அளவுகோல்படி, நாம் மற்ற ஆசிய நாடுகளோடு ஒப்பிடும்போதுகூடச் சற்றுக் கீழான நிலையிலேயே உள்ளோம். இந்தச் சூழலிலிருந்து நம்மை மீட்பதற்கான தொழில் வளர்ச்சி பரவலானதாகவும், இன்றைய சமுதாயச் சூழ்நிலை, பண்பாடு, கல்வி வளர்ச்சிநிலை இவற்றிடையே செயல்படக்கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும். இதற்கு முன்னேறிய நாடுகள் நமக்கு முன்மாதிரியாகமாட்டா. நாமே, இன்றுவரை அறிவியல் தொழில்நுட்பத் துறையில் நாம் கண்டுள்ள வளர்ச்சி யையும், உலக அளவில் காணும் வளர்ச்சியையும் ஆய்ந்து அதை எப்படி, எந்த அளவில், நமது சூழ்நிலைக்கேற்ப, மாற்றியும், உரு வாக்கியும், நமது வளர்ச்சியை உறுதிப்படுத்துவது என்பது போன்ற வழிகளில் சிந்திக்கவும், செயலாற்றவும் திறனுடையவரை நமது கல்விக்கூடங்கள், சிறப்பாகத் தொழில்நுட்பக் கல்விக்கூடங்கள் படைக்க வேண்டும். அதுவே ''உகந்த தொழில்நுட்பக் கல்வியாகும். அதற்கான பணியை நாம் துவக்கியுள்ளோம். ஆனால் நாம் செல்ல வேண்டிய தூரம் மிகஉளது. செய்யவேண்டிய முயற்சிகள் நிரம்ப உள. வெற்றி காணப் பல சோதனைகள் தேவைப்படும். ஆனால், அவையனைத்தையும் முறையாகச் செய்யவும், செவ்வனே செய்து முடிக்கவும் தேவையான அடிப்படை இன்று நம்மிடையே இருக்கிறது என்பது மகிழ்ச்சி தரும் நிலையாகும்.

2

ஆயுதங்கள் செய்வோம் ++

காலம் என்னும் அலைகடலில் உழன்று திரியாமல் நிலைத்து நிற்கும் தன்மையுடையது ஆன்றோர் வாக்கு. இதனால்தான் ''ஆன்றோர் வாக்கு அழிவற்றது'' என்ற பழமொழி தொன்று தொட்டு வழங்கி வருகிறது. சிற்சில சமயங்களில், ஞானக்கண் கொண்டு முன்னோர்கள் சொல்லிச் சென்ற மொழிகள் அனைத்தும், பிற்காலத்தில் வரலாற்றுச் சிறப்புமிக்க வார்த்தைகளாய் மட்டும் இருக்காமல் உண்மையாகும்போது, கண்கூடாகக் காணும் காட்சி யாகும்போது, நாம் அதிசயித்து நிற்கின்றோம்! அத்தகைய முன் னோர்களில் முதலிடம் வகிப்பவர், கவிஞர் சுப்பிரமணிய பாரதியார் ஆவார்.

அவரது பாடல்கள், உறங்கிக் கிடந்த பாரதத்தை உலுக்கி யெழுப்பும் அறைகூவலாய் மட்டுமல்லாமல், அடிமைத் தளையில் அகப்பட்டுக் கிடந்த நம் மக்களுக்கு விழிப்புணர்ச்சி ஊட்டுவதாயும், ஒரு நெடிதுநோக்கும் முனிவரின் அருள்மொழியாயும் அமைந் திருப்பதைக் காண்கின்றோம். இதனால்தான் தேசியக்கவி, ஞானக் கவி, மகாகவி போன்ற பல பட்டப்பெயர்கள் அவர் விரும்பாமலேயே அவருக்குப் பொருத்தமாக வந்தன போலும்!

தொழில்நுட்பத் துறைதான் ஒரு நாட்டின் பொருளாதாரத் திற்கும், மனித சமுதாய நலனுக்கும் ஆணிவேர் போன்றது என் பதையுணர்ந்து, அதன் வளர்ச்சிக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்க வேண்டும்

++ டாக்டர் வ.சி. அருணாசலம், மத்திய பாதுகாப்பு அமைச்சரின் அறிவியல் ஆலோசகர், பாதுகாப்புத் துறை ஆராய்ச்சி நிலையங்களின் தலைமை இயக்குநர், புதுடெல்லி - 110 011.

டாக்டர் இரா. சிவகுமார், டாக்டர் வெ. சந்திரசேகரன், விஞ்ஞானிகள், உலோக ஆராய்ச்சிக் கூடம் (பாதுகாப்புத்துறை), ஐதராபாத் - 500 258.

என்பதை வலியுறுத்தி, அவர் பாடிய பாடல் வரிகள் ஒவ்வொன்றும் இன்று நனவாகி வருவதை நாம் காண்கின்றோம் :

"ஆயுதம் செய்வோம் நல்ல
காகிதம் செய்வோம்
ஆலைகள் வைப்போம் – கல்விச்
சாலைகள் வைப்போம்''

என்று வருங்காலப் பாரதத்தில் இன்னின்ன செய்வோம் என்றெல்லாம் கனவு காண்கிறார்.

இதைக் கனவாகவும் கொள்ளலாம்; அல்லது எதிர்கால இந்தியன் இச்செயல்களைச் சாதிப்பான் என்று ஞானமுனி கூறும் அருள்மொழியாகவும் கொள்ளலாம் அவர் வாழ்ந்த காலத்தில், தொழில்நுட்பத் துறை அவ்வளவு தூரம் இந்தியாவில் வளர்ந்திருக்கவில்லை ; வெள்ளையர்கள் வளரவும் விடவில்லை; மக்களின் விஞ்ஞான அறிவும் அத்தனையளவு பெருகவில்லை. எனவே அவர் கூறியதனைத்தும் எதிர்கால இந்தியன் இவற்றையெல்லாம் சாதிப்பான் என்று தீர்மானமான நம்பிக்கையுடன் சொல்லிய அருள்மொழியெனக் கொள்வதே தகும்; அல்லது இன்று திட்டக்குழு வகுக்கும் எதிர்காலத் திட்ட வரைவுகள் எனவும் கொள்ளலாம்.

''அந்நியர் புகல் என்ன நீதி?'' என்று மனத்தாங்கலை வெளியிடும் பாரதி, அந்நியர் புகலை என்றென்றும் தடுக்க, பாதுகாப்புத் தரும் ஆயுத வன்மை மிகமிக அவசியம் என்பதையுணர்ந்து, ''கத்தியின்றி ரத்தமின்றி யுத்தமொன்று'' எதிர்காலத்தில் கிடையாது என்பதால், ஆயுத வலிமை இளைய பாரதத்திற்கு இன்றியமையாதது என்பதையுணர்ந்து, அதற்கு முதலிடம் தந்து, ''ஆயுதம் செய்வோம்'' என்று கூறிச் சென்றுள்ளார்.

அவர் சொன்ன ''ஆயுதம்'' எது? அது எந்த அளவிற்கு இன்று வளர்ந்துள்ளது? இன்னும் வளருமா அல்லது அதன் வளர்ச்சி முற்றுப்பெற்றுவிட்டதா? இவையெல்லாம் நம் மனத்தில் எழும் சில வினாக்கள். இன்றைய அறிவியல் வளர்ச்சி கொண்டு, இவ்வினாக்களுக்கு நாம் காணும் விடைகளை இக்கட்டுரையில் ஆராய்வோம்.

ஆயுத வளர்ச்சியின் அவசியம் :

இந்திய சமுதாயத்தைக் காக்கவும், பழம்பெரும் பாரம்பரியங்கள் நிறைந்த பாரதத்தை அந்நியர்கள் அண்டவிடாமல் தடுக்கவும், பாரத மக்கள் மாற்றான் கையில் இனி மாண்டுகிடக்கக் கூடாது என்ற

தன்மையைப் பெறவும், நமது பண்பாட்டினை அந்நியர்கள் கேவலப் படுத்தவோ அழிக்கவோ முயலக்கூடாது என்ற நிலைமையை அடையவும், ஆயுத வலிமையைப் பெறுதலும், பெருக்குதலும் நம் கடமையாகும். அவ்வாயுத வலிமையை "மாற்றான் வலியறிந்து", "காலமறிந்து" பெருக்காவிடில் பயனில்லை.

சுருக்மாகக் கூறினால், ஆயுத வளர்ச்சியும் பாதுகாப்புத் துறையின் வளர்ச்சியும் ஒரு நாட்டின் எதிர்காலத்தை அழிக்கவோ ஒளிமயமாக ஆக்கவோ வல்லவை. தன் நாட்டின் பாதுகாப்பிற்காக, அளவின்றி அந்நிய தேசங்களிலிருந்து ஆயுதங்களை இறக்குமதி செய்து, தன் பொருளாதாரத்தையே வீணடித்த திறமையற்ற நாடுகளை நாம் பார்த்திருக்கின்றோம். அதே சமயத்தில் உறங்கிக்கிடந்த நாட்டு மக்களை ஒருங்கிணைத்து, ஒற்றுமைப்படுத்தி, உற்சாகமூட்டி, ஆயுதங்கள் செய்து அதன் பயனாய்த் தொழில் துறையிலும், ஏனைய துறைகளிலும் முன்னேற்றமடைந்த தேசங்களையும் காண்கின்றோம்.

இது சற்று முரண்பாடாகத் தோன்றினாலும், வரலாறு மெய்ப்பித்துள்ள ஒரு பேருண்மையாகும். மனிதன் இரும்புலோகத்தைக் கண்டறிந்த உடனே முதலில் செய்தது கத்தியும், ஈட்டியுமே. பிற்பாடே அவன் இரும்பைப் பல்வேறு சாதனங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்தினான். முதலில் கண்டறிந்த 'ஜெட் விமானம்" போர் விமானமாகவே பயன்படுத்தப்பட்டது. பிறகே போக்குவரத்திற்கும் ஏற்றதாக்கப்பட்டது. அளவிடற்கரிய அணுவின் சத்தியை வெளிப்படுத்தியது போருக்காக முதலில் வெடித்த அணுகுண்டேயாகும். பின்புதான் அதைக் கட்டுப்படுத்தி ஆக்கச் சக்தியாக மாற்றி மின்சாரம் தயாரிக்க மனிதன் முயன்று வெற்றிபெற்றான்.

காலமறிந்து நோக்கின், இன்றைய ஆயுத வளர்ச்சி, கற்பனைக் கெட்டா வகையில் வளர்ந்து, நினைத்துக்கூடப் பார்க்கமுடியாத அளவில், மிக வலிமை வாய்ந்ததொரு உருவில் உள்ளதை நாம் காண்கின்றோம். இவ்வாயுத வளர்ச்சிக்கு இணையாக நம்மையும் பலப்படுத்திக் கொண்டால்தானே நம் எதிர்காலத்தை வளப்படுத்தவும், நம் பண்பாட்டினைப் பாதுகாக்கவும் முடியும். இவற்றையெல்லாம் நோக்குங்கால், இந்தியாவின் ஆயுத வளர்ச்சியின் அத்தியாவசியத் தன்மையை நம்மால் உணரமுடிகிறது.

இன்றைய நிலைமை :

அன்று போர்கள் நிலத்திலும், நீரிலும் நடைபெற்றன. ஆனால் இன்றோ நீரிலும், நிலத்திலும், விண்ணிலும் நடைபெறுகின்றன.

இதனால் நம் படைபலத்தைத் தரைப்படை, விமானப்படை, கடற் படை என மூன்று பிரிவாகப் பிரித்து, ஒவ்வொன்றின் உதவியாலும் எதிரி எந்த முறையிலும் நம்மை அணுகா வண்ணம் பாதுகாக்க வேண்டியுள்ளது. ஒவ்வொரு படை வலிமையையும் நாம் தனித்தனியே காண்போம்.

தரைப்படை :

அன்று போர்க்கருவியாகக் கண்டது கையில் பிடித்துத் திறமை யுடன் போர்புரியவல்ல கத்தி, ஈட்டி, சாதாரணத் துப்பாக்கி இவைகளே. ஆனால் இன்றோ, தொடர்ந்து குண்டுகளை மாரியெனப் பொழியும் இயந்திரத் துப்பாக்கி முதல், குண்டு துளைக்காத கவச மணிந்து, வலிமை வாய்ந்த துப்பாக்கியுடன் உந்து வண்டியென ஊர்ந்து செல்லும் 'டாங்கி' (tank) வரை பல்வேறு வகையான ஆயுதங்களைப் பெற்றிருக்கிறோம். பல மைல் தூரம் குண்டுகளை வீசியெறியவல்ல பீரங்கிகளும், எதிரியின் இலக்கு நோக்கிச் சீறிப் பாயும் ஏவுகணைகளும் இவற்றுள் அடங்கும்.

ஏவுகணைகளும்தாம் எத்தனை வகைகள்; நிலத்திலிருந்து நிலம் நோக்கித் தாவும் ஏவுகணைகள் (surface to surface missiles) நிலத்திலிருந்து விண்ணோக்கிச் சீறும் ஏவுகணைகள் (surface to Air missiles) கண்டம் விட்டுக் கண்டம் தாவும் ஏவுகணைகள் (Inter continental Ballistic Missiles) எனப் பலவகைகள் உள்ளன. இவை யனைத்தும், இலக்கினை அறிந்து, அது நோக்கித் தன்னால் இயங்கும் 'தானியங்கி ஏவுகணைகள்' (Guided Missiles)என்பது ஒரு சிறப்பான அம்சமாகும். ஏவுகணைகள் தரைப்படைக்கு ஒரு முக்கியமான, பலம் வாய்ந்த ஆயுதம் என்றால் அது மிகையாகாது.

டாங்கிகள், இன்றைய தரைப்படைக்கு, மிக நுட்பமான அமைப்பும், வலிமையும் கொண்ட மற்றொரு ஆயுதம். இவைகளே தரைப்படைக்குப் பக்கபலமும், எதிரிகளுக்கு நடமாடும் எமகிங்கரர் களும் ஆகும். இவை விளைவிக்கும் சேதம் கற்பனைகூடச் செய்து பார்க்க முடியாத அளவில் இருக்கும். பின்னால் வரும் காலாட் படைகள், டாங்கிகள் விளைவிக்கும் நாசத்தால் எளிதில் முன்னேறி வெகு சீக்கிரம் எதிரிகளை அடக்கிவிடும்.

இந்த டாங்கிகளின் மிக முக்கியமான பகுதி, அதன் ''குண்டு துளைக்க முடியாத'' இரும்புக் கவசமாகும். அதிக வலிமையுடன் தொடர்ந்து சீறிப் பாய்ந்துவரும் எதிரியின் குண்டுகளைத் தடுத்து நிறுத்தி, டாங்கிக்கு எவ்விதத் தீங்கும் வராமலும், அதன் நுண்ணிய

இயந்திர அமைப்புகளுக்குச் சேதம் ஏற்படாமலும் தடுப்பது இக் கவசத்தின் முக்கியப் பணியாகும். இது சிறந்த பௌதிகக் குணங்கள் பெற்ற சீரிய உலோகக் கலவையாலானது. இக் கவசத்திற்குத் தேவையான உலோகப் பொருட்களை ஆராய்ந்து, கண்டறிந்து, தக்கபடி உருவாக்கி, பயன்படுத்துவது இன்றைய விஞ்ஞானத்தின் சாதனையாகும். அதுபோலவே இயந்திரத் துப்பாக்கிகளும், பீரங்கிகளும், பல்வேறு ஏவுகணைகளும் தயாரிப்பதற்குத் தேவையான பொருட்களை நாம் இன்று உருவாக்கிப் பயன்படுத்தும் நிலையில் இருக்கின்றோம்.

''பகல்வெல்லும் கூகையைக் காக்கை'' என்றார் வள்ளுவர். ''பொழுதறிந்து'' படைபலத்தால் எதிரியை வெல்லவேண்டும் என்பதால், இன்றைய போர்கள் பெரும்பாலும் இரவில்தான் நடைபெறுகின்றன. இருட்டில் எதிரிகளின் இருப்பிடமறிந்து தாக்குவதற்கு உதவியாக இருப்பது, கண்ணுக்குப் புலப்படாத வெப்ப ஒளிக்கதிர் (Infrared rays) கொண்டு பார்க்க உதவும் புகைப்படிமக் கருவியாகும் (Infra red Camera). உருவத்தை வெப்ப பிம்பமாக்கி (Thermal Image) பார்க்க உதவுவது ''மங்கிய ஒளித் தொலை நோக்கிக் கருவியாகும் (Low Light Television).

சிறிதளவு கிடைக்கும் ஒளியைப் பன்மடங்கு பெரிதாக்கி, மங்கலாகத் தெரியும் காட்சிகளைப் பிரகாசமாகத் தெரியும்படி செய்யும் கருவிகளும் இன்றைய படைவீரர்களால் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இக்கருவிகளின் உதவியும், ஆயுத வலிமையும் தரைப்படையை மிகச் சிறந்ததொரு பாதுகாப்புப் படையாக ஆக்கியுள்ளன.

விமானப் படை :

''பறவையைக் கண்டு விமானம் படைத்த'' மனிதன், விமானத் துறையில் நம்பமுடியாத அளவு முன்னேற்றமடைந்து இன்று ''ஒலியின் வேகத்தை மிஞ்சும்'' 'சூப்பர்சானிக்' (Supersonic) விமானங்களைப் பயன்படுத்தும் நிலையில் உள்ளான். அதிவேகமாகச் செல்லும் ''ஜெட் விமானங்களை''ப் பயன்படுத்தி, ஆகாய மார்க்கமாகப் பகைவனை வீழ்த்திச் சரணடையச் செய்யமுடியும் என்ற எண்ணங்களின் செயலாக்கமே விமானப்படையின் தோற்றமாகும்.

விமானங்களில் குண்டுகளைப் பொழியும் துப்பாக்கிகளையும் பீரங்கிகளையும் பொருத்தி, விமானங்களில் பறந்துகொண்டே எதிரியைத் தாக்கி, அவனை வசப்படுத்த முடிகிறது. அதுபோலவே எதிரி விமானங்கள் நம் எல்லைக்குள் ஊடுருவி வந்தால், அவற்றை

வீழ்த்துவதற்குத் தகுந்த சக்தி வாய்ந்த ''விமான எதிர்ப்புப் பீரங்கி (Anti Aircraft gun) விமானப்படைக்கு ஒரு வலிமைமிக்க ஆயுதமாகும்.

மேலும் பகைவனிடமிருக்கும் பீரங்கிகளிடமிருந்து தப்பி, எந்த விதச் சேதமுமின்றி, போரினை வெல்ல, குறைந்த உயரத்திலும், அதிகமான உயரத்திலும் மிக வேகமாகப் பறக்கக்கூடிய போர் விமானங்கள் விமானப்படைக்கு ஒரு வலக்கரமாகும்.

'மிக்' (Mig), 'அஜித்' (Gnat), 'ஜாகுவார்' (Jaguar) போன்ற அதி சக்தி வாய்ந்த போர் விமானங்கள் இன்றைய படைப்புகளாயிருந்த விமானப் படையை மிகச் சிறந்ததாகச் செய்கின்றன.

கடற்படை :

நிலத்திலும் விண்ணிலும் வெற்றிகொள்ள முயலும் மனிதன், நீரையும் விட்டுவைக்கவில்லை. காற்றின் விசையால் செல்லும் சாதாரணப் படகுகளை, விஞ்ஞான அறிவால் விரிவடையச் செய்து, நீர்மூழ்கிக் கப்பல், போர்க் கப்பல், நாசகாரிக் கப்பல் எனப் பல வாறாக முன்னேற்றங்கண்டு, இவற்றைப் பயன்படுத்தி திறமையுடன் இயங்கும் கடற்படை முப்படைகளின் மையமாய் விளங்குகிறது.

சுமார் 2000 மைல்கள் நீளம் கொண்ட கடற்கரையையுடைய இந்தியத் தீபகற்பத்திற்கு, மிகத் திறமை வாய்ந்த கடற்படை அவசியம்; இல்லையெனில் நாட்டின் பாதுகாப்பைத் திறம்படப் பேணுதற்கு இயலாது.

இக் கடற்படைக்கு வலக்கரமாய்த் திகழ்வது நீர்மூழ்கிக் கப்பற்படையாகும். நீரினுள் அமிழ்ந்து, எதிரியின் இலக்கிற்குட் படாமல் இருந்து, அவனை வீழ்த்தவல்ல திறமையுள்ளது இப்படை. எதிரிகளின் நீர்மூழ்கிக் கப்பலை, ஒலியலைகளைக் கொண்டு இயங்கும் 'சோனார்' (Sonar) என்னும் கருவி கொண்டு கண்டறிந்து அவற்றை நீர் ஏவுகணைகளைக் (torpedo) கொண்டு தகர்த்தெறிந்து அழிக்கவல்ல திறமை பெற்றிருப்பது நம் கப்பற்படையின் சிறப்பான அம்சமாகும்.

கடற்படையின் மற்றொரு பிரிவு, கப்பற்படையும் விமானப் படையும் சேர்ந்த அமைப்பாகும் (Air craft carrier). கப்பல் தளத்திலேயே விமானப்படையமைத்து அதிலிருந்தபடியே விமானங்களையும், ஹெலிகாப்டர்களையும் இயக்கி, கப்பற்படையாலும், விமானப்படையாலும் பகைவனை நாசப்படுத்துவது நவீன விஞ்ஞானத்தின் சாதனையாகும்.

மேற்கூறிய முப்படைகளும், தத்தம் ஆயுத வலிமையுடன், முழு முயற்சியுடன் ஒருங்கிணையும்போது, எந்த 'அந்நியன்' நம் நாட்டில் புக முடியும்?

பாதுகாப்பு ஆராய்ச்சியும், ஆயுத வளர்ச்சியும் :

இன்று நாம் காணும் ஆயுத வளர்ச்சி ஒரே இரவில் தோன்றியதல்ல. பல்லாண்டுகளாகப் பல்வேறு அறிஞர்களும், விஞ்ஞானிகளும் போற்றிவளர்த்த அறிவியலின் வளர்ச்சியே. ஆயுத வளர்ச்சியை இன்று நாம் உணரும் அளவிற்குப் பெருக்கியுள்ளது. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியிலும் நாம் பெற்றிருக்கும் முன்னேற்றம் வியத்தகு முறையில் உள்ளது. இவற்றைச் சாதாரண மக்களுக்குப் பயன்படுத்தும் வகையில் வளர்ப்பது ஒரு வகையாகும். ஆயுத வளர்ச்சிக்கும், பாதுகாப்புத் துறையின் பிரச்சனைகளைத் தீர்ப்பதற்கும் பயன்படுத்துவது மற்றொரு வகையாகும். இரண்டாவது வகையைப் ''பாதுகாப்பு ஆராய்ச்சி'' (Defence Research) எனச் சுருக்கமாக அழைக்கலாம்.

இவ்வாராய்ச்சியின் பயனாய்ப் பௌதிகத் துறை, வேதியல் துறை, பொறியியல் துறை (Engineering), உலோகவியல் (Metallurgy), பொருளியல் (Material Science), மின்னணுத் துறை (Electronics), விண்ணியல் (Aeronautics), கடலியல் இயந்திரத் துறை (Marine engineering) போன்ற பற்பல துறைகளில் கண்டறிந்த முன்னேற்றங்கள் ஒவ்வொரு விதமாய்ப் பயன்கண்டு, பாதுகாப்புத் துறைக்கும், அதன் வளர்ச்சிக்கும் ஆயுத வலிமையைப் பெருக்குவதற்கும் உதவுவதாய் அமைந்துள்ளன. இவ்விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி இல்லையெனில் இன்றுள்ள ஆயுத வளர்ச்சி இந்த அளவிற்கு வளர்ந்திருக்க முடியாது என உறுதியுடன் கூறலாம். இதற்குத் தேவையான பொருட்களைத் தேவையான உருவத்தில் அமைத்துப் பயன்படுத்தும் அறிவு நம்மிடையே வளர்ந்திருப்பதன் காரணம் பாதுகாப்பாராய்ச்சியின் வளர்ச்சியேயன்றோ!

காலத்திற்கேற்ப மாறும் போர் வளர்ச்சியின் தரத்திற்கேற்ப இணையான, சக்திவாய்ந்த கருவிகளைக் கண்டறிந்து, படைவீரர்கள் பயன்படுத்தும் அளவிற்கேற்ப அவற்றை உருவாக்கித் தருவதே இப்பாதுகாப்பாராய்ச்சியின் நோக்கமெனச் சுருக்கமாகக் கூறலாம்.

இன்று நாம் காணும் போர் சாதாரணப் போரல்ல; மின்னணுப்போர் (Electronic Warfare) எனக்கூட அழைக்கலாம். மின்னணுக் கருவிகளின் துணைகொண்டு, பகைவன் நம் நாட்டை நெருங்குமுன்பே அறிந்து அழித்துவிடுவது இன்றைய போர்

வளர்ச்சி. பகைநாட்டிலிருந்து கிளம்பும் விமானம், கப்பல், டாங்கி போன்றவற்றை, அவை நம் தேசத்தை அணுகுமுன்பே அழித்து விட்டால்; எதிரி பயம் கொள்வதோடு மட்டுமல்லாமல் நம் நாட்டின் மக்களும், ஆயுதங்களும், ஏனைய பொருட்களும் சேதமடையாமல் பார்த்துக்கொள்ளலாம். இதனைச் சாதிப்பதற்கு மின்காந்த அலைகளைக் கொண்டு இயங்கும் மின்னணுச் சாதனமாகிய "ராடார்" (Radar) என்னும் கருவியும், அதன் பல்வேறு முன்னேற்றமடைந்த அமைப்புகளும் உதவியாய் இருக்கின்றன. இரவு பகல் பாராது எல்லையில் பணிபுரியும் நம் படைவீரர்களுக்கு உறுதுணையாய் இருக்கும் இக்கருவிகளை வீரர்களின் "முதலாவது கண்" என்று கூடக் கூறலாம்.

அயராது, எப்போதும் விழிப்புணர்ச்சியுடன் இருந்து பணிபுரியும் கண்காணிப்பு ராடார்களை (Agile Radar) குழப்பமடையச் செய்து, பயனற்றதாக்கும் எதிர்மின்காந்த அலைக்கருவிகளும் இன்று வழக்கத்திற்கு வந்துள்ளன. இவற்றின் உதவியால் பகைவனிடமுள்ள ராடார்களைக் குழப்பமடையச் செய்து (Electronic Counter-measure) நம்முன்னேற்றத்தைப் பகைவனறியாவண்ணம் செய்ய முடிகிறது. அதுபோலவே எதிரியும், அவனது முன்னேற்றங்களை நாமறியா வண்ணம் குழப்பம் செய்தால், அதைத் தெளிவடையச் செய்து அவனது அசைவுகளைக் கண்டறியவல்ல எதிர் அமைப்புகளும் (Electronic Counter-Counter measure) இன்றைய மின்னணு விஞ்ஞானத்தின் சாதனையாகும். இவற்றின் முன்னேற்றம், விதவிதமான கருவிகள், கணிதிகள் (Computors) இவற்றைக் கண்டறிந்த மின்னணுத் துறையின் வளர்ச்சியினை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. இதனையுணர்ந்தே நம் பாதுகாப்பாராய்ச்சி மின்னணுத் துறையிலும் ஏனைய துறைகளிலும், மற்ற நாடுகளுக்கு இணையாக முன்னேற்றம் அடையும் அளவிற்கு இன்று வளர்ந்துள்ளது.

ஆராய்ச்சிக் கூடங்களும் தொழிற்சாலைகளும் :

இன்று நம்நாடு பெருமிதப்படத்தக்க வகையில் ஆயுதநிலைமையில் முன்னேற்றம் கொண்டுள்ளது என்றால் அதன் காரணம், நம் பாதுகாப்புத்துறைக்கு 'முதுகெலும்பாய் விளங்கும் பாதுகாப்பாராய்ச்சிக் கூடங்களும் தொழிற்சாலைகளுமேயாகும். இமயம் முதல் குமரி வரையுள்ள பல இடங்களில் ஆராய்ச்சிக் கூடங்கள் நிறுவப்பட்டு, அரிய பாதுகாப்பிற்குத் தேவையான ஆராய்ச்சிகளைக் கண்

டறிந்தும், பிரச்சனைகளைத் தீர்த்தும் வருகின்றன. இது போலவே, பல இடங்களில் ஆயுதத் தொழிற்சாலைகளும் நிறுவப்பட்டு, அவற்றின் பயனாய் நம் முப்படையினரும் சிறந்த பயனைப் பெற்று வருகின்றனர்.

கொச்சியில், கடற்படையின் பௌதிக, கடலியல் ஆராய்ச்சி நிலையமும் (Naval Physical and Oceanographic Laboratory-NPOL), பம்பாயில் உள்ள வேதியல், உலோகவியல் ஆராய்ச்சி நிலையமும் (Naval Chemical and Metallurgical Laboratory - NCML) கடல் தொடர்பான பல்வேறு ஆராய்ச்சிகள் புரிந்து, கடற்படைக்குப் பேருதவியாய் இருக்கின்றன. இவ்வாறே விசாகப்பட்டினத்தில் உள்ள கடற்படையின் விஞ்ஞான, தொழில்நுட்ப ஆராய்ச்சி நிலையம் (Naval Science and Technological Laboratory - NSTL) நீர் ஏவுகணைகளைப் பற்றி ஆராய்ந்து வருகிறது.

பங்களூரில் உள்ள மின்னணு, ராடார் முன்னேற்ற நிலையமும் (Eelectronics and Radar Development Establishment-LRDE), ஐதராபாத்தில் உள்ள பாதுகாப்பு மின்னணுத்துறை ஆராய்ச்சி நிலையமும் (Defence Electronics Research Laboratory-DERL) மின்னணுத் துறை சம்பந்தமான நவீன ஆராய்ச்சிகள் புரிந்து வருகின்றன. இவை முப்படைகளுக்கும் தேவையான பல்வேறு மின்னணுக் கருவிகளையும், ராடார் போன்ற கருவிகளையும், இன்றுள்ள முன்னேற்றங்களுக்கேற்பவும் நுண்ணிய அமைப்புள்ள வேறுபல கருவிகள் தயாரிப்பதிலும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் புரிந்து வருகின்றன.

பங்களூரில் உள்ள டர்பைன் ஆராய்ச்சி நிலையம் (Gas Turbine Research Establishment - GTRE) நவீன ஜெட் விமானங்களுக்கும், விரைவு விமானங்களுக்கும், போர் விமானங்களுக்கும், தேவையான டர்பைன் இயந்திரங்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் புரிந்து வருகின்றது. இப்போதுள்ள டர்பைன் இயந்திரங்களின் கேந்திர பாகங்களை நவீன நிலைக்கேற்ப மாற்றியமைத்தும், விரைவு விமானங்களில் புதுமையைப் புகுத்தியும் ஆயுதப்படையின் பலத்தை முன்னேற்ற முயன்று வருகின்றது.

உலோகக் கலவைத் துகள்கள் (Metal alloy powders) காந்தப் பொருள்கள், விசேட அதி வெப்பநிலைப் பொருட்கள் (High temperature super alloys) டைடேனிய உலோகக் கலவைகள் (Titanium and its alloys), கவசப் பொருள்கள் (Armour), செராமிக் பொருள்கள் (Ceramic Materials) போன்ற பல்வேறு

உலோகக் கலவைகள் எனும் இவற்றில் சிறந்த ஆராய்ச்சிகள் புரிந்தும், பல்வேறு ஆராய்ச்சிக்கூடங்களுக்குத் தேவையான பொருளியல், உலோகவியல் ஆராய்ச்சிகள் புரிந்தும் சேவை செய்து வருவது ஐதராபாத்தில் உள்ள பாதுகாப்புத் துறையின் உலோக வியல் ஆராய்ச்சி நிலையமாகும். (Defence Metallurgical Research Laboratory-DMRL).

ஏவுகணைகளையும், அது தயாரிப்பது பற்றியும் ஆராய்ந்து வருவது பாதுகாப்பு ஆராய்ச்சி முன்னேற்ற நிலையம் (Defence Research and Development Laboratory - DRDL) என்னும் ஐதராபாத்தில் உள்ள ஆராய்ச்சிக்கூடமாகும்.

சண்டிகாரில் Terminal Ballistic Research Laboratory-TBRL என்னும் நிலையம் பறக்கும் ராக்கெட்டுகளின் விசைகள் பற்றி ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி வருகின்றது. பூனாவில் உள்ள ஆயுத ஆராய்ச்சி வளர்ச்சி நிலையம் (Armament Research and Development Esta blishment - ARDE) துப்பாக்கிகள், ராக்கெட்டுகள், மற்றும் பல்வேறு விதமான ஆயுதங்களைப் பற்றி ஆராய்ந்து வருகிறது. ஒரிசாவில் பாலாசூர் என்னுமிடத்தில் துப்பாக்கிகளிலும், கவசப்பொருட்களிலும், ஏவுகணைகளிலும் கண்டறிந்த ஆராய்ச்சி உண்மைகளைச் செயல் முறைச் சோதனைகள் (practical Testing) செய்து பார்க்க உதவும் கூடம் ஒன்றுள்ளது.

இவைதவிர, டேராடூன், கான்பூர் போன்ற இடங்களில் பல்வேறு ஆயுத முறைகளைப் பற்றியும், அவற்றின் நுண்ணமைப் புகள் பற்றியும், அடிப்படை, செயல்முறை (Basic and Applied) ஆராய்ச்சிகள் புரிந்து பயன் வெளிப்படுத்தும் நிலையங்கள் பல உள்ளன.

மேலும், ஆயுதத் தொழிற்சாலைகள் கான்பூர், சென்னை, பூனா போன்ற இடங்களில் உள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானது சென்னை ஆவடியில் உள்ள டாங்கித் தொழிற்சாலையே. டாங்கி களின் பல்வேறு இயந்திரப் பாகங்களை உருவாக்கி, இணைத்து, ஒன்றமைத்து டாங்கிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை நேரடியாகப் போர்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மேற்கூறியவை பாதுகாப்புத்துறை ஆராய்ச்சி நிலையங்களின் சில எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இவைதவிர வேறுபல தொழில் கூடங்களும் பாதுகாப்பிற்குத் தேவையான ஆயுதங்களை உற்பத்தி செய்து நாட்டின் பலத்தை மேலும் பெருக்க உதவியாய் இருக்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டாகப் பங்களூர் போன்ற இடங்களில் நிறுவியுள்ள இந்துஸ்தான் விமானவியல் நிலையம் (Hindustan Aeronautics Ltd.- HAL) விமானங்களைத் தயாரித்து, விமானப் படைக்குத் தேவையான விமான இயந்திரங்களையும், விமானங்களையும் வழங்கு கின்றது. ஐதராபாத்தில் உள்ள 'மிதானி' (Midhani) என்ற உற்பத்திக்கூடம் நவீன சிறந்த பொருட்களை வழங்கவல்ல ஒரு நிறுவனமாகும். இதுபோலவே பங்களூரில் உள்ள 'பாரத் மின்னணுத் துறை நிலையம்' (Bharat Electronics Ltd.–BEL), ஐதராபாத் தில் உள்ள Bharat Dynamics Ltd. - BDL நிலையம் போன்றவை பல வகைகளில் பாதுகாப்பிற்குச் உதவி புரியும் உற்பத்திக் கூடங்களாகும்.

மேற்கூறிய ஆராய்ச்சிக்கூடங்களின், தொழிற்சாலைகளின் மகத்தான பணியே இன்று நாம் காணும் ஆயுத நிலைமைக்கும் மூலகாரணம் என்று சொல்லவும் வேண்டுமோ?

முப்படைகளுக்கும் பயனுள்ள எதையும் எப்பாடுபட்டாகிலும் அடைந்தே தீருவது என்ற மன ஆர்வமும், உள்ளத்தாகமும் இருக் கும் வரையில் ஆயுத வளர்ச்சிக்கும், இந்தியச் சமுதாயத்தின் பாது காப்பிற்கும் அழிவென்பதேயில்லை என்ற பேருண்மை இம்முன் னேற்றங்களிலிருந்து நமக்குப் புலப்படுகின்றது. நம் தாய்த்திரு நாட்டிற்கு அண்டை நாடுகளிலிருந்து வரும் மிரட்டல்களையும், பயமுறுத்தல்களையும், எல்லையில் தோன்றும் இன்னல்களையும் அடக்குவதற்கு நம் ஆயுத வலிமையைப் பெருக்குவதைத் தவிர வேறு வழியேயில்லை; கைகட்டி வாளாவிருந்தால், அந்நியனிடம் சரணடைந்து அடிமையாக வேண்டியதுதான் என்ற உண்மையை உணர்ந்தே ''ஆயுதம் செய்வோம்'' என்று அன்றே சொல்லிச் சென்றார் பாரதியார். ஆயுதம் செய்து படைபலத்தையும், பாது-காப்பையும் பெருக்கிய பிறகு நாடு முன்னேற்றமடையும்; அதில் காகிதம் செய்யலாம், ஆலைகள் வைக்கலாம், கல்விச் சாலைகள் வைக்கலாம் என்றெண்ணியே அவ்வாறு பாடினார் போலும்! இவை யனைத்தையும் விடுதலை அடைந்த பிறகு நன்கு நிறைவேற்றி, தன்னிறைவு பெற்று வருகிறோம்.

பாரதியார் கண்ட, விரும்பிய கனவுகளைப் புரிந்துகொள்ளவே நமக்கு அரை நூற்றாண்டு ஆயிற்று என்றால், அவற்றை முழுவதும் நனவாக்க நமக்குப் பல நூற்றாண்டுகளாகும். நாம் இன்று ஐந் தாண்டுத் திட்டங்கள் வகுத்து நாட்டின் பயனைப் பெருக்குகின்றோம்.

ஆனால் பாரதியார் வகுத்ததோ நூற்றாண்டுத் திட்டம் எனக் கூறலாம்.

அவர் கண்ட கனவு வானளாவப் பரவியுள்ளது; கடல்மணிகளெனச் சிதறிக் கிடக்கின்றது. அவற்றில் உள்ள ஒரு சிறிய முத்தே "ஆயுதம் செய்வோம்'' என்னும் தாரக மந்திரம். இதில் தன்னிறைவு கண்டுள்ளோம்; இனியும் காண்போம்.

3

நிலப்பொதியியல் ++

மகாகவிபாரதியின் நூற்றாண்டு விழா நாடெங்கிலும் சிறப்போடு கொண்டாடப்பட்டு வருகிறது. ''தெருவெல்லாம் தமிழ் முழக்கம் செழிக்கச் செய்வீர்'' என்று பாடினார் பாரதி. அதுபோல அவர் காலத்தையொட்டிக் கவிஞர்கள் தோன்றித் தமிழை வளர்த்து வருகிறார்கள். அறிஞர்கள் பலர் தோன்றிப் பல்வேறு துறைகளிலும் சிறப்பான பணியாற்றித் தமிழுக்குப் பெருமை தேடி வருகின்றனர். தமிழோசை உலகெலாம் ஒலிக்கிறது. தரம்மிக்க இலக்கியங்கள் படைக்கப்பட்டுத் தமிழில் மறுமலர்ச்சி தோன்றி வருகிறது.

பண்டிதர்களின் பிடியிலிருந்த தமிழ்க் கவிதையையும், இலக்கியத்தையும் மிகச் சாதாரண பாமரனுக்கும் அறிமுகம் செய்து வைத்தவர் அவரே. நாடு, மொழி, இனம், மனிதன், இயற்கை, காதல், வீரம், பெண் விடுதலை, பக்தி என்று பாரதி கவிதை மூலம் தொட்டுப்பார்க்காத பொருளே இல்லை எனலாம். எளிமையான வார்த்தைகளில் கவிதைபாடி அவர் எல்லோரையும் கவர்ந்தார். ஆப்பிரிக்க நாட்டு டிரம்களின் இசையைப்போல் கேட்போரின் நாடி நரம்புகளை முறுக்கேற்றும் சக்தி அவரது கவிதைகளுக்கு இருந்தது. அவரது தேசபக்திக் கவிதைகள் இந்திய மக்களின் சுதந்திர தாகத்தைத் தூண்டி ''என்று தணியும் இந்தச் சுதந்திர தாகம்'' என்று ஏங்க வைத்தன. பாரதி தமிழகத்தில் தோன்றித் தமிழில் கவிதைகள் பாடியிருந்தாலும் அந்தக் கவிதைகளின் வாயிலாக அவர் வெளியிட்ட கருத்துக்கள் நாடு, இனம், மொழி அனைத்தையும் கடந்து உலகத்திற்குப் பொதுவானதாக அமைந்தன. ஆகவேதான் இன்று அவர் உலக மகாகவிகளுள் ஒருவராகப் போற்றப்படுகிறார்.

++ எஸ். சரவணன், தலைவர் & நிர்வாக இயக்குநர், தமிழ்நாடு கனிவள நிறுவனம், சென்னை-6

பாரதி சென்ற தலைமுறையைச் சேர்ந்த கவிஞர்தான். ஆனால் அவரது கருத்துக்களும், கவிதைகளும் இன்றையத் தலை முறையை மட்டுமல்ல நாளையத் தலைமுறையையும் கவரக்கூடியன. அவர்தம் கவிதைகள் காலத்தால் அழியாத அமரத்துவம் பெற்றன. பாரதிக்கு முன்பிருந்த புலவர்களிடமிருந்தும், சமகாலப் புலவர்களிட மிருந்தும் அவர் மாறுபட்டிருந்தார். விடுதலையைப் பற்றி அவர் கவிதைகளோடு மட்டும் நிறுத்திக் கொண்டதில்லை; அதற்காகப் பாரதி போராடினார்; உலகத்தின் எந்தப் புரட்சிக்காரனின் வரலாற் றுடனும் அவரது விடுதலைப் போராட்ட வாழ்க்கையை ஒப்பிடலாம். அந்த அளவிற்கு அவர் புரட்சிக்காரராக விளங்கினார். பெண் விடுதலைக்காகவும், புதுமைக்காகவும் பாடிய பாரதிக்கு அறிவியல் பற்றியும் தெரிந்திருந்தது. அவர்க்கு அறிவியலில் தெளிவான சில கருத்துகள் இருந்தன.

நாம் வாழுகின்ற ஒன்பது கோள்களுள் ஒன்றான ஞாலம் ஞாயிற்றில் ஏற்பட்ட பெரும் மாற்றத்தின் விளைவால் 500 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் வெடித்துச் சிதறி வானவெளியில் ஒரு தனிக் கோளமாக மிதந்து சொல்லொணா வேகத்துடன் சுழன்றது முதலில் சுழல் பொருள் உருவாக இருந்து வெப்பம் தணிந்து, படிப்படியாகக் குளிர்ச்சியடைந்த காலஎல்லை கோளத்தின் உள்ளேயும், வெளியேயும் ஊழி மாற்றங்களை ஏற்படுத்திற்று. தணல் குழம்பாக இருந்த ஞாலம் காலச் சுழற்சியில் தன் தணலைத் தணித்துக்கொண்டு குளிர்ந்து இறுகியது. ஊழிக்காலமாக இவ்வாறு குளிர்ந்த ஞாலத் திலுள்ள தணல் பிழம்பின் கலவை பல்வேறு தனிமங்களாலும் கனிமப் பொருள்களாலும் ஆக்கப்பட்டிருந்தது. ஞாலத்தின் ஓயாச் சுழற்சியின் காரணமாக உயர்ந்த அடர்த்தியுடைய இரும்பு, நிக்கல் முதலான கனிமப்பொருள்களின் தனிமங்களாலான அணுத்திரள்கள் கோளத் தின் மையப் பகுதிகளுக்குச் சென்று திரண்டு மிக இறுகிய கோளக் கருவாக வடிவம் பெற்றன. இக் கோளக் கருவைச் சுற்றி அடர்த்தி குறைந்த தனிமங்களை உள்ளடக்கிய அணுத்திரள்கள் அடர்த்திக்கு ஏற்பப் பல்வேறு படலங்களாகத் திரண்டு இறுகிப் பல்வேறுவகையான பாறைகளைத் தோற்றுவித்தன. தொடக்கத்தில் வாயுப்பிழம்பாக இருந்த உலகம் குளிர்ந்து திண்ணிய பாறைப் பொருள்களாலான மேலோட்டினைக் கொண்ட கோளமாக மாறிவிட்டது. தணல் பிழம்பு குளிர்ந்து இறுகிப் பாறைப் படலமாகும்போது நீராவிப்படலம் தோன்றி உலகைச் சூழ்ந்து நின்றது. தணல்படலம் பாறைப்படலமாக மாறியபின் நீராவிப்படலம் குளிர்ந்து இடைவிடா மழையாகப்

பொழிந்தது. பொழிந்த நீர் ஊழிப் பெருக்கெடுத்து ஓடிப் பள்ளங்களில் தங்கியது. இவ்வாறு தங்கிய அகன்ற ஆழமான பள்ளங்களே கடல்கள்; பெருக்கெடுத்து ஓடிய வழிகளே ஆறுகள். இந்த முறையில்தான் ஞாலம் தோன்றியது என்று நிலப்பொதியியல் அறிஞர்கள் கூறு கின்றனர்.

உலகம் முழுவதையும் சக்திமயமாகக் கண்டவர் பாரதி. இந்த மண்ணையும், நதியையும், கடலையும், மரம் செடி கொடிகளையும், மனித இனத்தையும், பிற உயிர்களையும் நேசித்தவர் அவர். மேலே கண்டுள்ள நிலப்பொதியியல் அறிஞர்களின் கருத்தை - உலகம் தோன்றிய வகையை - எளிமையாகத் தமக்கே உரித்தான சொற்களில் ''மஹா சக்தி வாழ்த்து'' என்று தலைப்பிட்ட கவிதை வரிகளில் கூறுகிறார் :

''அண்ட கோடிகள் வானில் அமைத்தனை;
அவற்றில் எண்ணற்ற வேகஞ் சமைத்தனை ...''
''கோடி யண்டம் இயக்கி யளிக்குநின்
கோலம் ஏழை குறித்திட லாகுமோ? ..''
''நிலத்தின் கீழ்பல் லுலோகங்கள் ஆழினை
நீரின் கீழெண் ணிலாநிதி வைத்தனை
தலத்தின் மீது மலையும் நதிகளும்
சாருங் காடுஞ் சுனைகளும் ஆயினை''.

தமிழகத்தின் தொன்மையைப் பற்றியும் பாரதி அறிவியல் நோக்கில் உணர்ந்திருந்தார். நிலப்பொதியியல் அறிஞர்களின் கருத்துப்படித் தமிழ்நாட்டில் பிலைஸ்டோசின் காலத்தில் குறிப்பிடத் தக்க நிலவியக்க அசைவுகளோ நிலநடுக்கமோ அல்லது எரிமலைக் குமுறல்களோ இல்லை. இன்றைக்குமுன் மூன்று லட்சம் ஆண்டுகளில் தொடங்கி ஏற்பட்ட ஐந்து பெரிய பனியூழிகளால் கடலோரப் பகுதிகள் மட்டுமே அழியத் தமிழகம் அவற்றினின்றும் மீண்டது. மிகத் தொன்மையான காலமான 1,50,000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட தமிழர்களின் மூதாதையர் மூன்று பனிப்படர்வு ஊழிகளையும், மூன்று பனிப்படர்வு இடைவெளிக் காலங்களையும் கண்டிருக்கலாம்.

சேலம் மாவட்டச் சங்கரிதுர்க்கத்துச் சுண்ணாம்புப் பாறை களும், தமிழ்நாட்டின் தொழில் வளத்திற்கு வழிகோலும் கஞ்ச மலைப் பகுதியின் இரும்புக் கனிப்படுகைகளும் ஆர்க்கேயன் தொகுதிப் பாறைகள் எனத் தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளன. சேலம் மாவட்டத்துக் கஞ்சமலைப் பகுதிப் பாறைகள் உலகிலேயே மிகப் பழமையான

பாறைவகைகளைச் சேர்ந்தவை. இன்று இதன் வயது ஏறத்தாழ 450 கோடி ஆண்டு எனலாம். இவ்வளவு பழமையான பாறைகள் உலகில் ஒருசில பகுதிகளில் மட்டுமே உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. தமிழ்நாட்டிலுள்ள மாக்னசைட் கனிப்பொருள்கள் உலகிலேயே மிக்க சிறப்பினைப் பெற்றவை. இந்த மாக்னசைட் கனிப்பொருளை உள்ளடக்கிய ட்யூனைட் என்ற பாறை ஆர்க்கேயன் தணல் பாறைகளின் பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும். இரும்பு, மக்னீசியக் கனிப் பொருள்களை உள்ளடக்கிய கருமை நிறம் படர்ந்த சார்னகைட் என்ற பாறை உலகிலேயே முதன் முதலில் சென்னை பல்லாவரம் பகுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு திரு ஆலண்டு அவர்களால் விவரிக்கப்பட்ட தொன்மைமிக்க பாறையாகும். இதேபோல் மாமல்லபுரத்திலுள்ள குடைவரைக் கோயில்கள் இத்தொன்மையான சார்னகைட் பாறைகளிலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. தமிழகத்து உயர்மலைகளான நீலகிரி, ஆனைமலை, பழனிமலை ஆகியவை இப்பாறைகளாலான மலைகளாகும். இந்த சார்னகைட் பாறைகள் தணல் பாறைகளால் ஆனவையா, படிவுப் பாறைகளால் ஆனவையா என்பது பற்றி உலக வல்லுநர்களிடையே கருத்துப் பரிமாற்றங்கள் நிகழ்ந்தன. நேரில் ஆய்ந்தறியத் தமிழ்நாட்டிற்கே அவர்கள் வரும் அளவிற்கு அவர்களைக் கவர்ந்து ஈர்த்த பெருமை இப்பாறைகளுக்கு உண்டு.

இவ்வாறு நிலப்பொதியியல் அறிஞர்களாலேயே தமிழகத்தின் தொன்மையை அறுதியிட்டுக்கூற இயலாது உள்ளது. ''கல் தோன்றி மண்தோன்றாக் காலத்து.... முன்தோன்றி மூத்த குடி'' எனப்படும் தமிழர்களின் தமிழ்த்தாயின் தொன்மையைப் பற்றிப் பாரதி அறிந்திருந்தார். மேற்கண்டுள்ள வல்லுநர்களின் கருத்தைப் பாரதி நான்கே வரிகளில் அழகாகச் சொல்லுகிறார்:

> ''தொன்று நிகழ்ந்த தனைத்தும் உணர்ந்திடு
> சூழ்கலை வாணர்களும் — இவள்
> என்று பிறந்தனள் என்றுணராத
> இயல்பின ளாமெங்கள் தாய்''

இங்கே, சூழ்கலை வாணர்கள் என்று அவர் குறிப்பிடுவது நிலப்பொதியியல் அறிஞர்களையே. தமிழ் அன்னையின் தொன்மை நாகரிகச் சிறப்பை, ஒளிவீசும் தமிழகத்தின் நிலப்பொதியமைப்பைப் பற்றிப் பாரதி பெருமை கொண்டிருந்தார்.

ஆர்க்கேயன் பேரூழியின் முடிவில் தமிழ்நாட்டுக்கு வடதிசையில் கடல் இருந்தது. தெற்கு, கிழக்கு, மேற்குத் திசைகளில் கடல்

இல்லை. இன்றைய ஆந்திரம், மத்தியப்பிரதேசம், ஒரிசா, இராஜஸ்தான் ஆகிய மாநிலங்களில் சிற்சில பகுதிகள் கடலுள் மூழ்கிக்கிடந்தன. நில உலகை உலுக்கிய ஊழிமாற்றங்களுக்குப் பின்னர் தமிழகத்தில் பேரமைதி நிலவியது. இக்காலத்தில்தான் தமிழ்நாட்டின் நிலப்பகுதி அசைக்கமுடியாத உறுதியுடைய அடித் தளத்தைப் பெற்றது. ஜிராசிக் ஊழி, சிரிடேசியஸ் ஊழி ஆகிய வற்றில் நடைபெற்ற கொந்தளிப்பால் இந்தியப் பெருநிலப்பகுதிகள் மிகப் பேரளவில் கடல் விழுங்கியபோதும்கூடத் தமிழகத்தை எக் காலத்திலும் கடல் கொள்ளவில்லை. இக்கருத்தைக் கூறவந்த பாரதி,

"நீலத் திரைக்கடல் ஓரத்திலே நின்று
நித்தந் தவஞ்செய் குமரி எல்லை"

என்ற அடிகளால் தமிழகத்தின் இன்றைய தென்திசை எல்லையைக் கோடிட்டுக் காட்டும்போது நம் தமிழ் நிலத்திற்குக் கன்னித் தன்மையைக் கற்பித்திருத்தல் வெறும் கற்பனை அல்ல, கால மெல்லாம் நிலைத்து நிற்கும் உண்மையாகும். கடல் அரசன் தன் அலைக்கரங்களை நீட்டிப் பல நில மங்கைகளை அணைத்துத் தன்னுள் ஒன்றுபடுத்திக்கொண்ட நிலப்பொதியியல் வரலாற் றுக்கு முற்றிலும் மாறாக ஆழ்கடலின் அரவணைப்புக்குட்படாமல் இன்றுள்ள தமிழ்நாட்டின் நிலப்பரப்பு தன் கன்னித்தன்மையைக் காத்து நிற்கும் இவ்வரிய அறிவியல் உண்மையைப் பாரதி தமக்கே உரிய சொல்லாற்றல் மூலம் குமரி என்ற ஒரு சொல்லாலேயே மிக அழகாகக் கோடிட்டுக் காட்டுகிறார்.

இந்த அருமையான நிலப்பரப்பின் உள்ளே பொதிந்து கிடக் கும் கனிமச் செல்வங்களை அறிவியல் முறையில் அகழ்ந்தெடுத்துத் தமிழ்நாட்டைத் தன்னிறைவுள்ள பூமியாகவும் வாணிபத்தில் செழித் தோங்கச் செய்யவும் அவர் அழைக்கிறார் :

"வெட்டுக் கனிகள் செய்து தங்கம் முதலாம்
வேறுபல பொருளும் குடைந் தெடுப்போம்
எட்டுத் திசைகளிலுஞ் சென்றிவை விற்றே
எண்ணும் பொருளனைத்தும் கொண்டு வருவோம்".

அவரது நெடிதுநோக்குதல் பொய்க்கவில்லை. இன்று இரும்பு முதலான கனிமங்களும், கரும்பாறை மற்றும் பல்வேறு நிறப் பாறைகளும் அகழ்ந்தெடுக்கப்பட்டு வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. அதன்மூலம் கோடிக்கணக்கான ரூபாய்கள் அருமையான அந்நியச் செலாவணியாக நாட்டிற்குக் கிடைக்கிறது.

நிலத்தினடியில் மண்டிக்கிடக்கும் கனிமச் செல்வங்களை மட்டுமின்றி நீரின் கீழுள்ள எண்ணில்லாச் செல்வங்களையும் வெளிக்கொணர வேண்டுமென்று பாரதி கூறினார்.

"கடலில் மூழ்கி நன் முத்தெடுப்பீரே!"

என்ற கவிதைவரி இதற்குச் சான்று.

இன்று தமிழ்நாட்டின் கிழக்குக் கடற்கரையோரப் பகுதிகளிலும் பம்பாய் ஆழ்கடல் பகுதிகளிலும் பெட்ரோலிய எண்ணெய் ஊற்றுக்கள் கண்டுபிடிக்கச் சோதனை ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

வெறும் மூலப்பொருள்களை மட்டும் ஏற்றுமதி செய்வதோடு நின்றுவிடாமல் பல்வேறு இயந்திரங்களையும் அந்தக் கனிமங்களைப் பயன்படுத்தி நம் நாட்டிலேயே உற்பத்தி செய்யவேண்டுமென்று பாரதி வற்புறுத்திக் கூறுகிறார்.

"இரும்பைக் காய்ச்சி உருக்கிடுவீரே!
யந்திரங்கள் வகுத்திடுவீரே!"

தொழில்வளம் பெருகி அறிவியல் துறையில் நாடு முன்னேற்றமடைய வேண்டும் என்று பாரதி கனவு கண்டார்.

"ஆயுதம் செய்வோம் நல்ல காகிதம் செய்வோம்
ஆலைகள் வைப்போம் கல்விச் சாலைகள் வைப்போம்"

"குடைகள் செய்வோம் உழுபடைகள் செய்வோம்
கோணிகள் செய்வோம் இரும்பாணிகள் செய்வோம்
நடையும் பறப்புமுணர் வண்டிகள் செய்வோம்
ஞாலம் நடுங்கவரும் கப்பல்கள் செய்வோம்"

என்ற வரிகளில் பல்வேறு தொழில்களையும் நம் நாட்டு மக்கள் புரிந்து உலக அரங்கில் நாட்டின் மதிப்பு உயர வேண்டும் என்று அவர் விரும்பினார். அவரது விருப்பத்தைப்போல் இன்று நாட்டில் தொழில்வளம் பெருகி இயந்திரங்களும், பலவிதப் பொருட்களும் ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. இந்தியநாட்டுத் தொழில் வல்லுநர்கள் பல்வேறு நாடுகளுக்குச் சென்று அங்குத் தொழில்வளம் பெருக உழைக்கிறார்கள். இவ்வாறு பாரதி தம் கவிதைகளில் கூறிய அறிவியல் கருத்துக்களெல்லாம் இன்று நடைமுறைக்கு வந்து கொண்டிருக்கின்றன.

பாரதி நிலம் நீரோடு நில்லாமல் வானவெளி அறிவியலையும் தம் கவிதைகளில் தொட்டிருக்கிறார்.

"மந்திரம் கற்போம் வினைத்தந்திரம் கற்போம்;
வானை யளப்போம் கடல் மீனை யளப்போம்;
சந்திர மண்டலத்தியல் கண்டு தெளிவோம்
சந்தித் தெருபெருக்கும் சாத்திரங் கற்போம்"

மேலே கண்டுள்ள வரிகளில் பாரதி நாட்டு மக்கள் விண்வெளி அறிவியலை முற்றிலும் கற்க வேண்டுமென்று விரும்புகிறார். அவரது விருப்பப்படியே இன்று நாட்டில் விண்வெளி ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று ரோகிணி, ஆப்பிள் போன்ற செயற்கைக் கோள்கள் வானில் செலுத்தப்படுகின்றன இந்தத் துறையில் இன்னும் சில ஆண்டுகளில் நாடு பாராட்டத்தக்க வளர்ச்சியடையும் என்று எதிர் பார்க்கப்படுகிறது.

பாரதி வெறும் கவிஞராக மட்டும் இருக்கவில்லை மனிதாபி மானியாக, சீர்திருத்தவாதியாக, புரட்சிக்காரராக, தீவிரவாதியாக, மிதவாதியாக, சக்தி வழிபாட்டாளராக இருந்தார். இதற்கெல்லாம் மேலே அவர் தெளிவான அறிவியல் கருத்துக்களையும் கொண்டிருந் தார். நாடு முன்னேற மக்கள் அறிவியல் முறைகளைக் கையாண்டு தொழில்வளத்தைப் பெருக்கவேண்டுமென்றார். வெளிநாட்டாருக்கு நிகராக விளங்க வேண்டுமென்று விரும்பினார். அதற்காக அவர் உணர்ச்சிமயமான கவிதைகள் பாடினார். இவ்வாறெல்லாம் மக்கள் நலத்தை விரும்பிய அந்த உலக மகாகவியின் புகழ் இந்த நூற் றாண்டும் இனி வரப்போகிற நூற்றாண்டுகளோடு மட்டுமல்ல ஆழிசூழ் உலகம்ஆழியும் மட்டும் குறையாது நிலைத்து நிற்கும்.

4

வர்க்க எண்களைப் பற்றியதொரு குணாதிசயம்[@]

பொழிப்புரை p, q என்பவை இரு ஒற்றைப்படை மணி எண்கள் (Odd prime numbers) என்க. p ஐ q வால் வகுத்து வரும் மிகுதிக்கும், q ஐப் p ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதிக்கும் மிக நெருங்கிய உறவு ஒன்று உண்டு என்றால் முதலில் மொட்டைத் தலைக்கும் முழங்காலுக்கும் முடிச்சுப்போடுவது போலத்தான் என்று தோன்றும். இருந்தாலும் அப்படியொரு உறவு உண்டு என்பதை 18ஆம் நூற்றாண்டில் இகவுஸ் (Gauss) என்னும் ஜெர்மானிய கணிதச் செல்வர் கண்டுபிடித்தார். அதன் ஒருபகுதி வருமாறு:

p ஐயும் q ஐயும் 4 ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதிகளில் ஒன்று 1 என்க. p ஐ q ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதியும், வர்க்க எண் (Sqare number) ஒன்றை q ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதியும் சமம் என்க. இப்படியானால் இவ்விடத்திற்குத் தக்கவாறு ஒரு வர்க்க எண் உண்டு; இவ்வர்க்க எண்ணை p ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதியும், q ஐ p ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதியும் சமமாக இருக்கும். உதாரணமாக 5ம், 41ம் ஒற்றைப்படை மணி எண்கள். 41ஐ 5ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதி 1 ; 1 ஒரு வர்க்க எண். இந்த வர்க்க எண்ணை 5 ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதியும் 1தான்; ஆகக் குறிப்பிட்ட இரு மிகுதிகளும் சமம். 5ஐ 41ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதி 5. 5ஐயும் 41ஐயும் 4ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதிகள் இரண்டுமே 1தான். இந்நிலையில் தக்கதொரு வர்க்க எண் இருக்கும்; அவ்வர்க்க எண்ணை 41 ஆல்

@ தென்முகி விஸ்வநாதன், கணிதவியல் பேராசிரியர்,
டாடா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிறுவனம், பம்பாய்.

வகுத்தால் மிகுதி 5 ஆக வந்தே தீரும்படி அவ்வர்க்க எண் இருக்கும் என்று இகவுசின் தேற்றம் (theorem) கூறுகிறது. நிதானமாகக் கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் இந்தத் தக்கதொரு வர்க்க எண் $169 = 13^2$ என்று தெரியவருகிறது.

வர்க்க எண்களைப் பற்றிய இந்தக் குணாதிசயத்தின் ஒரு பகுதியை மட்டுமே இப்பொழுது பார்த்தோம். முழுவதும் அறிய மேலே படியுங்கள். இகவுசின் இத்தேற்றத்திற்கு quadratic reciprocity law என்று பெயர். இதனை வர்க்கங்கள் பற்றிய எதிரீட்டு யோகம் என்று தமிழில் சொல்லலாம். யோகம் என்றால் விதி(law) என்றும் ஒரு பொருள் உண்டு. தீர்க்கமாக ஒரு விதி இருந்தால் அதை யோகம் என்று சொல்லுதல் சாலப் பொருந்தும்.

1. வகுத்தலும் வகுத்துப்போடுதலும் (Division & the process of division) :

1, 2, 3, ... n, (n+1), n+2), ... என்ற வரிசையில் எழுதப்படும் இயல்பெண்களின் (natural numbers) குண விசேடங் களை அறிந்து கொள்வதில் எல்லோருக்குமே ஆவல் உண்டு. அரிச்சுவடிப் பள்ளியிலேயே இயல்பெண்களைப் பற்றியப் பலவித மான புதிர்களும், பிரச்சினைகளும் உண்டு. இவற்றையெல்லாம் ஆராயும் கணித இயலுக்கு எண்ணியல் அல்லது அர்இத்மெட்இக் (Arithmatic) என்று பெயர். பல்வேறான பிரச்சினைகளில் வகுத் தல் சம்பந்தமானவை நம் மனத்தைக் கவர்ந்து நம்மைக் கலக்கு வதுண்டு. இயல்பெண்கள் இரண்டை அல்லது மூன்றை அல்லது நான்கைக் கூட்டுவதும், பெருக்குவதும் எப்பொழுதும் முடியும்; இரு இயல்பெண்களில் பெரியதிலிருந்து சிறியதைக் கழித்தலும் இயலும் ஆயின், வகுத்தல் மட்டும் இத்தகைய எளிய நியதிக்குக் கட்டுப்படாமல் தப்பியோடி விடுகிறது. விருப்பம்போல் ஏதேனுமிரு இயல்பெண்களை எடுத்துக்கொண்டால் அவற்றில் ஒன்று மற் றொன்றை வகுக்கும் என்று சொல்ல நியாயமில்லை. உதாரணமாக 1, 3, 5, ... எனப்படும் ஒற்றைப்படை எண்கள் 2 ஆல் வகுபடுதல் இல்லை; 5ஆல் வகுபடும் எண்கள் அனைத்தையும் தசமக்குறியில் (decimal notation) எழுதுகையில் ஒன்றின் ஸ்தானத்தில் 0 அல்லது 5 வருதல் வேண்டும். ஆக, இயல்பெண்களுக்குக் கூட்டல்யோகமும் (additive structure or additive law), பெருக்கல் யோகமும் (multiplica tive structure or law) இருப்பது போல கழித்தல் யோகமும், வகுத் தல் யோகமும் ஏற்படவில்லை. கழித்தல் யோகமும், வரும்படிச்

செய்த முயற்சியில் பூஜ்யம் எனப்படும் சுன்னமும், -1, -2, -3, ... எனப்படும் அசத்து எண்களும் அல்லது அசத்துமுக எண்களும் (negative numbers) பிறந்தன. இதனால் 1, 2, 3, ... என்ற பழைய இயல்பெண்களுக்குச் சுமுக எண்கள் (positive numbers) என்றும் பெயருண்டு. சுமுக எண்கள், சுன்னம், அசத்துமுக எண்கள் (positive, zero and negative numbers) இவை எல்லாவற்றையும் திரட்டி வரும் எண்களுக்குப் பூரண எண்கள் (integers) என்று பெயர். ஆகப் பூரண எண்களுக்குக் கூட்டல், பெருக்கல் யோகங்களுடன் கழித்தல் யோகமும் அமைந்துவிட்டது. இங்கு வகுத்தல் யோகமும் ஏற்பட இன்னமும் வழி இல்லை.

பூரண எண்களுக்கு வகுத்தல்யோகமும் இல்லை என்றாலும் ஒரு பூரண எண்ணைச் சுன்னமற்ற பிறிதொரு பூரண எண்ணால் வகுத்துப்போட்டு ஈவையும் (quotient), மிகுதியையும் (remainder) குறிப்பிட முடியும். மேலும் இவ்வாறு வகுத்துப்போடுதலில் ஒரேயொரு ஈவுதான் வரும்; ஒரேயொரு மிகுதிதான் வரும். இவ்வண்ணம் வகுத்துப்போடுதல் (process of division) முடிவது எண்களைப் பற்றியதோர் ஆர்ந்த அடிப்படை விளைவு ஆகும். இதற்கு இயூக்லிடிசின் அல்கரீத்தம் (Euclidean algorithm) என்று பெயர். அது வருமாறு :

தேற்றம் 1:

(இயூக்லிடிஸ்) a, b என்பவை இரு இயல்பெண்கள் என்க. எனின் உண்டு. உண்டு; $a=qb+r$ என்றபடிக்கும், $0\leq r<b$ என்றபடிக்கும் q, r என்ற இரு பூரண எண்கள் உண்டு. மேலும் இப்படி வரும் q, r என்ற பூரண எண்கள் தனிப்பட்டவை (unique).

உண்டு, உண்டு, ஈவு உண்டு, வகுத்துப் போடுகையில் என்று அடித்துக் கூறுகிறது இயூக்லிடிசின் தேற்றம். a எனும் இயல்பெண்ணை b எனும் பிறிதொரு இயல்பெண்ணால் வகுத்து வரும் ஈவை q என்றும், மிகுதியை r என்றும் குறிப்பிட்டால், மேற்கண்ட நான்கு எண்களுக்கும் உள்ள உறவை $a = qb + r$ என்ற சமத்துவம் காட்டுகிறது. ஈண்டு a யும், b யும் தரப்படும்; qம், rம் வரப்படும். வரப்படும் இவை தனிப்பட்டவை (unique). இதையே இன்னமும் விளக்கும் மொழிகளில் பின்வருமாறு கூறலாம்: $a=q'b+r'$ என்றபடிக்கும், $0\leq r'<b$ என்றபடிக்கும் பிறிதோர் உறவு வரின், $q = q'$, $r = r'$ என முடிவுறும். ஆகவே ஈவும், மிகுதியும் தனிப்பட்டவை.

இன்றைக்கு 2000 ஆண்டுகட்கு முன்பே கிரேக்க நாட்டைச் சேர்ந்த கணிதச் செல்வரான இயூக்லீடிஸ் வகுத்துப் போடுதல் என்ற மேற்கண்ட சித்தாந்தத்தைத் தெளிவாக்கினார். எண்ணியலில் இன்றைக்கும் இதற்குத் தலையாய இடம் உண்டு.

ஓர் எண் பிறிதோர் எண்ணால் வகுபடுதல் இல்லை எனினும், வகுத்துப் போடுதல் உண்டு என்பதன் விளைவாக வரும் மிகுதியில் அடுத்த படியாக நம் கவனத்தைச் செலுத்துவோம். இதற்குக் காரணம் வருமாறு: a எனும் எண் b ஆல் வகுபடுதல் எப்பொழுதெனில், a ஐ b ஆல் வகுத்துப்போட்டு வரும் மிகுதி 0 என்று எப்பொழுது வருகிறதோ, அப்பொழுது மட்டும்தான் (Then and only then). அதனால் மிகுதி என்ன என்று தெரிந்துகொள்வதில் நமக்கொரு விசேட அக்கறை.

இந்தக் கருத்தோட்டத்தைத் தொடர்ந்து 2, 3, 5, 7, 9, 11 முதலிய எண்களால் வகுபடுதல் எப்பொழுது என்பதற்குத் தனித் தனியாக உரைகல் (criterion) உண்டு. அவற்றில் இரண்டை ஈண்டுக் குறிப்பிடுவோம்.

கூற்றுரை 2: Proposition (9 ஆல் வகுபடுதலின் உரைகல்)

ஒரு இயல்பெண் 9 ஆல் வகுபடுதல் எப்பொழுதெனில், தசமக் குறுயீட்டில் அந்த எண்ணை எழுதிவரும் இலக்கங்களின் கூட்டுத் தொகை 9 ஆல் வகுபடுதல் எப்பொழுதோ அப்பொழுதும் அப்பொழுது மட்டும்தான்.

இந்த உரைகல்லில் ஒரு உதாரணத்தை எடுத்து உராய்ந்து பார்க்கலாம். 102, 34, 56, 789 என்ற பத்திலக்கங்கள் கொண்ட ஓர் எண் 9 ஆல் வகுபடுமா? தசமக் குறியீட்டில் இருக்கும் இந்த எண்ணின் இலக்கங்களின் கூட்டுத்தொகை $1 + 0 + 2 + 3 \quad + 9 = 45$; 45 ஆனது 9 ஆல் வகுபடும். எனவே நமது பத்திலக்க எண்ணும் வகுபடும் என்று கூறுகிறது கூற்றுரை. இன்னுமொரு உதாரணம் : 9, 87, 65, 432 என்ற எண் 9 ஆல் வகுபடுமா? உரைகல்லில் குறிப்பிட்டிருக்கும் கூட்டுத்தொகை : $9 + 8 + 7 + \ldots + 2 = 44$; 44 ஆனது 9 ஆல் வகுபடுதல் இல்லை. எனவே நமது எட்டிலக்க எண்ணும் 9 ஆல் வகுபடுதல் இல்லை. ஒரெண் 9 ஆல் எப்பொழுது வகுபடும், எப்பொழுது வகுபடாது என்ற இரண்டையுமே நமது உரைகல், "அப்பொழுதே, அப்பொழுதேதான்" (Then and only then) என்ற மொழிகளில் கூறி விடுகிறது. இந்த உரைகல் 9 ஆல் வகுபடுமா என்ற பரிசீலனையில் நமது வேலையை எப்படிக் கணிசமாகக் குறைக்கிறது என்று கவனிக்கவும்.

இதே மாதிரி இன்னுமொரு கூற்று: கூற்றுரை 3: (11ஆல் வகுபடுதலின் உரைகல்) ஓர் இயல்பெண் 11 ஆல் வகுபடுதல் எப்பொழுதெனில், தசமக்குறியீட்டில் அந்த எண்ணை எழுதிவரும் இலக்கங்களைக் கிரமமாகமாறிமாறி ஒன்றைக் கூட்டியும், மற்றொன்றைக் கழித்தும், அதன்பின் விளையும் மொத்தத் தொகை 11 ஆல் வகுபடுதல் எப்பொழுதோ அப்பொழுதும் அப்பொழுது மட்டும்தான்.

மேற்கண்ட உதாரணங்களையே இந்த உரைகல்லில் உராய்ந்து பார்ப்போம். 102, 34, 56, 789 என்ற எண் 11 ஆல் வகுபடுமா? இலக்கங்களை ஒன்று மாற்றி ஒன்றைக் கூட்டியும், கழித்தும் வரும் மொத்தத் தொகை $= 9 - 8 + 7 - 6 + 5 - 4 + 3 - 2 + 0 - 1 = 3$ எனவே நம்முடைய பத்திலக்க எண் 11 ஆல் வகுபடுதல் இல்லை. அதேபோல 9, 87, 65, 432 என்ற எண்ணும் 12 ஆல் வகுபடுதல் இல்லை.

இந்த உரைகற்கள் உண்மையாக இருப்பது ஏன் என்று நாம் ஆராயும்பொழுது வகுத்துப் போடுதல் வகையில் வரும் மிகுதிகளின் முக்கியத்துவம் நம்மைக் கவர்கிறது. மிகுதிகளுக்கும் ஒரு சுயதர்மம் உண்டு. அவற்றின் இயல்புகளை அறிந்துகொள்வது நலம் என்பதை நாம் உணரத் தொடங்குகிறோம்.

2. பூரணிகள் குணகம் (Integers module m):

மிகுதிகளின் போக்கைப் படித்து அவற்றை நம்வழிக்குக் கொண்டு வருவதில் பேரளவில் வெற்றி கண்டவர் நாம் முதலில் கூறிய இகவுஸ் என்ற ஜெர்மானிய கணிதச் செல்வர். அவர்தம் சிந்தனையைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்:

m எனும் இயல்பெண் 2ஐ விஞ்சட்டும் ($m > 2$: m விஞ்சுவது 2 ஐ). m ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதிகளை நாம் ஆழ்ந்து உணர விரும்புகிறோம். மிகுதிகளைத்தானே படிக்க வேண்டும்; இயல் பெண்கள் எல்லாவற்றையும் எதற்குப் படிக்க வேண்டும்? ஆனால் சுவரை வைத்துத்தான் சித்திரம் என்பது போல இயல்பெண்களை வைத்துத்தானே மிகுதிகள்? ஒவ்வொரு எண்ணையும் ஆல் வகுக்கும் பொழுது ஒரு மிகுதி கிடைக்கிறது. ஆனால் வெவ்வேறு இயல் பெண்கள் ஒரே மிகுதியைத் தருவது கூடும். ஒரே மிகுதியைத் தரும் இத்தகைய இயல்பெண்கள் ஒன்றுக்கொன்று சரிசமானப் பட்டவை (equivalent or congruent) என்று ஏன் சொல்லக் கூடாது? ஒரே மிகுதியின் பெயரில் பல இயல்பெண்கள் சரிசமானப்பட்டுப்

போகும். இவ்வண்ணம் சரிசமானப்பட்டுப்போன இயல் பெண்களின் தொகுதி (collection) அல்லவா அந்த மிகுதிக்கு அடிப் படையாக இருக்கிறது. இந்தத் தொகுதியையே ஒரு புது எண்ணாக, ஒரு புதிய படைப்பாக ஏன் கருதக்கூடாது? இந்தப் புதிய படைப்புக் கள்தான் integers module m — பூரணிகள் குணகம் m. Modulus என்றால் அளவுகோல் அளவை என்று பொருள். இங்கு வகுக்கும் எண்ணின் அளவு (value) மிகுதிகளைப் படிக்கையில் a, b, என்ற இரு இயல்பெண்கள் சரிசமானம் என்பதை $a \equiv b$ (modulo m) ('a' is congruent to 'b' modulo m) என்று இகவுஸ் குறித் தார். அப்படியென்றால் a யும், b யும் m ஆல் வகுபடுகையில் ஒரே மிகுதியைத் தரும் என்று பொருள்; அதாவது $a-b$ ஆனது m ஆல் வகுபடும்.

a யும், b யும் சமம் என்பதை $a=b$ என்று குறிப்பிடுகிறோம். மிகுதிகளைப் பொறுத்தமட்டும் a யும், b யும் சரிசமானம் என்பதை $a \equiv b$ (குணகம் m) என்று குறிப்பிடுகிறோம். ஆக சமத்துவமும், சரிசமானத்துவமும் எண்களிடையே நிலவும் இரு உறவுகள். அவை எவ்விதத்தில் வேறுபடுகின்றன, எவ்விதத்தில் ஒத்துப்போகின்றன என்பதில் அடுத்தபடியாக நாட்டம் கொள்ளுகிறோம்.

சமத்துவம் என்பது கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் இவற்றிற்கு மரியாதை செய்து கட்டுப்படுகிறது. a, b எனும் எண்கள் சமம் எனில், அவற்றுடன் ஒரெண்ணைக் கூட்டினால் அந்தச் சமத் துவம் பாதிக்கப்படுவதில்லை; அதாவது $a=b$ எனில், c என்ற யாதொரு எண்ணுக்கும் $a+c = b+c$ என்று செல்லுபடியாகும். அதேபோல், அவற்றிலிருந்து ஒரெண்ணைக் கழித்தாலோ, அவற் றுடன் ஒரெண்ணைப் பெருக்கினாலோ, மற்றும் அவற்றை வகுக்கும் ஒரெண்ணால் அவற்றை வகுத்துப் போட்டாலோ சமத்துவம் பாதிக்கப்படுவதில்லை; அதாவது $a=b$ எனில், c என்ற யாதொரு எண்ணுக்கும் $a-c = b-c$, $ac=bc$ என்றும், cயானது aஐ வகுக்கும் எனில் $a/c = b/c$ என்றும் செல்லுபடியாகும். வகுத்தல் பற்றிய இந்த உண்மையை வேறுபடக் கூறுதல் நமக்கு எளிதாக இருக்கும். a,b,c என்பவை மூன்று எண்கள் என்க. c சுன்னத் திலிருந்து மாறுபட்டு இருக்க, $ac=bc$ எனில், $a=b$ என்று செல்லு படியாகும் ; அதாவது c அடிபட்டுப்போகும். இதற்கு அடிபட்டுப் போதல் (cancellation) என்று பெயர். இதே கண்ணோட்டத்தில் சரிசமானத்தையும் கவனித்தால் கீழ்க்காணும் கூற்றுக்கள் உண்மை என்பது உடனடியாக விளங்கும் :

1) $a \equiv b$ (குணகம் m) எனில், c எனும் யாதொரு எண்ணுக்கும் $a+c \equiv b+c$ (குணகம் m) என்று விளங்கிவரும். அதே போல,

2) $a-c \equiv b-c$ (குணகம் m) என்றும்,

3) $ac \equiv bc$ (குணகம் m) என்றும் செல்லுபடியாகும். ஆகவே சரிசமானத்துவம் குணகம் m என்பது கூட்டலையும், கழித்தலையும், பெருக்கலையும் மதித்து, நாம் எதிர்பார்க்கும் மரியாதைக்குக் கட்டுப் பட்டு நடக்கிறது. இருந்தபோதிலும் வகுத்தல் என்று வரும்பொழுது இந்த மரியாதைக்கு இடம் இல்லாமற் போகிறது. அடிபட்டுப் போதல் மரியாதைச் சரிசமானத்துவத்திற்கு இல்லை. இதை ஓர் உதா ரணத்தால் காட்டலாம்: $3 \times 3 \equiv 5 \times 3$ (குணகம் 6). ஆனால் 3ஐ அடித்துப்போட்டுவிட்டால் வரும் $3 \equiv 5$ (குணகம் 6) என்பது செல்லு படியாகாது. 3ம், 5ம் 6 ஆல் வகுத்துப் போடுகையில் ஒரே மிகுதி யைத் தருதல் எங்ஙனம் இயலும்? ஆக அடிபட்டுப்போதல் என்ற விதிக்கு வருகையில் சமத்துவமும், சரிசமானத்துவமும் வேறுபடு கின்றன. மேலே காணும் உதாரணத்தை அனுசரித்துக் குணகம் 4, குணகம் 5 என்று வைத்துக்கொண்டு இன்னமும் இரு எடுத்துக் காட்டுக்களைத் தருதல் உங்களால் முடியுமா?

சரிசமானம் குணகம் m என்ற இந்தப் புதுமைப் போக்குக்கு வகுத்தல் முறையில் ஏதோ மரியாதைக் குறைவு ஏற்பட்டுள்ளது என்று நமக்குத் தெரியவருகிறது. அடுத்து இந்தக் குறைவை நீக்கி ஒப்பேற்ற முடியுமா என்ற சவால் பிறக்கிறது.

3. மணி எண்கள் (Prime Numbers) :

வகுக்கும் குணகம் m ஆனது 6 என்றால் இது முடியாது என்பதை மேற்கண்ட உதாரணம் காட்டுகிறது. அதேபோல வகுக்கும் குணகங்கள் 4, 8, 10, ... என்று இருந்தாலும் இது முடியாது. இதற்கு நேர்மாறாக வகுக்கும் குணகங்கள் 2, 3 அல்லது 5 என்றால் அடிபட்டுப்போதல் என்றால் மரியாதை தானாக வந்து வாய்க்கிறது என்பதை எளிதாகச் சரிபார்க்கலாம். எனவே, இந்த மரியாதை வந்துசேருவதும், வராததும் குணகங்கள் என்ற வகுக்கும் எண்ணைப் பொறுத்தது என்று ஊகிக்கிறோம். எந்தவிதத்தில் என்பது அடுத்து வரும் கேள்வி.

6ஐ $6 = 2 \times 3$ என்று காரணிப்படுத்தலாம் ; 4ஐயும் $4 = 2 \times 2$ என்று பிரித்துப் போடலாம். ஆனால் 2ஐயும், 3ஐயும், 5ஐயும்

அப்படிப் பிரித்துப்போட முடியாது. முயன்று போட்டால் $2=1\times2$, $3=1\times3$, $5=1\times5$ என்றுதான் காரணிப்படுத்த முடியும். இந்த எண்களைக் காரணிப்படுத்த வேண்டுமே என்று ஏதோ ஒப்புக்குச் செய்வதுபோல் அல்லவா இருக்கிறது. இத்தகைய காரணிப்பாட்டை, ஒப்புக்கானக் காரணிப்பாடு (Trivial factorization) என்று சொல்லுவோம். n என்ற ஒரு எண்ணை $n=1\times n$ என்று காரணிப்படுத்துவதுதான் ஒப்புக்கானக் காரணிப்பாடு. 2, 3, 5, 7 போன்ற சில இயல்பெண்களுக்கு ஒப்புக்கானக் காரணிப்பாடு ஒன்று தான் உண்டு. இம்மாதிரியான எண்களுக்கு **மணியான எண்கள்** அல்லது **மணி எண்கள்** (prime numbers) என்று பெயர். p என்பது ஒரு மணி எண் என்றால், அதை $p=ab$ என்று இயல்பெண்களைக் கொண்டுக் காரணிப்படுத்துகையில், a, b இவற்றுள் ஒன்று 1 ஆகவும், மற்றது p ஆகவும் இருந்துவிடும். 1 என்ற இயல்பெண்ணுக்கும் $1=1\times1$ என்று ஒப்புக்கானக் காரணிப்பாடு மட்டும்தான் உண்டு. இருந்தாலும் 1ஐ நாம் மணி எண் என்று சொல்லுவதில்லை.

மணி எண்களை 2500 ஆண்டுகள் முன்னரே கிரேக்க நாட்டில் அலசிப்படிக்க ஆரம்பித்துவிட்டார்கள். 1ஐத் தவிர ஏனைய இயல் பெண்களுக்குக் குறைந்தது ஒரு மணி எண்ணாவது காரணியாக வரும் என்பதை முன்னரே கூறிய இயூக்லிடிஸ் என்னும் கிரேக்க நாட்டுக் கணிதச் செல்வர் தெரிந்து கொண்டார். அதிலிருந்து அவர் எண்ணிலடங்கா மணி எண்கள் உண்டு என்று மெய்ப்பித்தார். அந்த நிருபனம் மிகப் புகழ்வாய்ந்தது. இந்த விளைவு இன்றைய கணி தத்தின் அடித்தளத்தில் அமைந்த மிகமுக்கியமான விளைவுகளுள் ஒன்றாகும்.அதை இலட்சணமாகக் (formal) கூறுவது நமது கடமை யாகும்.

தேற்றம் 4 : (இயூக்லிடிஸ்)

உண்டு, உண்டு ! மட்டற்ற மணி எண்கள் உண்டு:

இடப்பற்றாமை காரணமாக இந்தத் தேற்றத்தின் சுந்தர நிருபணத்தை இங்குத் தருவது இயலாது. இது ஒரு பெருங்குறைதான்.

மணி எண்களின் அதி முக்கியமான குணவிசேடம் வருமாறு:

தேற்றம் 5 :

ஒரு மணி எண் இரு இயல்பெண்களின் பெருக்கற்பலனை வகுக்கும் எனில், அது குறிப்பிட்ட இயல்பெண்களில் ஒன்றினைத் தவறாது வகுக்கும்.

இன்னமும் விளங்கக் கூறின் வருமாறு : p என்றொரு மணி எண் a,b எனும் இரு இயல்பெண்களின் பெருக்கற்பலனான ab ஐ வகுக்கும் என்றால், p ஆனது a ஐ அல்லது bஐ வகுக்கும்.

4. பூரணிகள் குணகம் pயும், அந்தமுறும் களங்களும் (Integers modulo p and finite fields):

மணி எண்களைப் பற்றிய இந்தப் பீடிகைக்குப் பிறகு, மிகுதிகள் பற்றிய படிப்புக்கு மீண்டும் வருவோம். இயல்பெண்களுக்கிடையே சரிசமானம் குணகம் m என்ற உறவைப் புகுத்திப் பார்க்கையில் வகுத்தலுக்கு மரியாதை கிட்டுவதும், கிட்டாததும் குணகங்களைப் பொறுத்தது என்று கண்டோம். வகுக்கும் குணகம் p என்றொரு மணி எண் ஆயின், சரிசமானம் குணகம் p வகுத்தலுக்கும் மரியாதை செய்து ஒரு நிறைவை ஊட்டுகிறது.

a, b, c என்பவை இயல்பெண்கள் என்க p ஒரு மணி எண் என்க. $ac \equiv bc$ (குணகம் p) என்றும், $c \equiv o$ (குணகம் p) என்று இல்லாமலும் இருந்தால், $a \equiv b$ (குணகம் p) என்று செல்லுபடியாகும். அதாவது சரிசமானத்துவத்திலிருந்து cஐ அடித்துப் போடுதல் இயலும். இந்த உண்மையைக் கண்டுகொள்ளுவதும் எளிதே p ஆனது ac-bc ஐ வகுக்கும் என்பது கொள்கை; அதே போல pஆனது cஐ வகுக்கவில்லை என்பதும் கொள்கை. ஆகவே p ஆனது (a-b)c என்ற பெருக்கற்பலனை வகுக்கிறது. தேற்றம் 5ன் படி pஆனது a-b ஐ வகுத்தே தீரும்! அதாவது $a \equiv b$ (குணகம் p) என்று செல்லுபடியாகும். (a-b ஆனது o ஆக இருந்தால் இப்படியே வாதம் செய்திருக்க வேண்டாம்; a-b ஆனது இயல்பெண்ணாஇராமல் அசத்து முகமாக (negative) இருந்தால், வாதத்தில் b - a என்று மாற்றிப் போட்டுத் திருத்திக்கொள்ள வேண்டும்).

சரிசமானத்துவம் குணகம் p என்ற புதுமைப்பாட்டில் சரிசமானப்பட்டுப்போன இயல்பெண்களை எல்லாம் சேர்த்துவரும் தொகுதியையே (collection) ஒரு புது எண்ணாக ஏன் கருதக்கூடாது? p ஆல் வகுக்கும்பொழுது ஒரே மிகுதியைத் தரும் இயல்பெண்கள் எல்லாம் சரிசமானப்பட்டுப்போய் ஒன்றுபட்டு வருகின்றன என்று நாம் கருதுகிறோம். pஆல் வகுக்கும்பொழுது வரும் மிகுதிகள் 1,2,3,0, p-1 என்பதால் நாம் படைக்க இருக்கும் புதிய எண்களின் எண்ணிக்கை p என்று ஆகிறது. உதாரணமாக 0 என்ற மிகுதியைத் தருவதால் சரிசமானப்பட்டுப்போகும். இயல்பெண்

களைத் திரட்டிவரும் திரள் (set) $\{p, 2p, 3p, 4p, ...\}$. இதை எப்படிக் குறிப்பது? இதற்கு என்ன பெயர் வைப்பது? 0 என்ற மிகுதியைத் தருவதால் இதை $\bar{0}$ என்று குறிப்பிடலாம்; அதேபோல $\overline{2p}$ என்றோ, $\overline{3p}$ என்றோ, . இப்படிப் பலவாறாகக் குறிப்பிடலாம். இந்தத் திரளில் எத்தனை எண்கள் உண்டோ, அத்தனைக் குறியீடுகள் இந்தத் திரளுக்கு! ஆக $\bar{0} = \bar{p} = \overline{2p} = \overline{3p} = \overline{4p}$ .. . சரிசமானப் பாட்டிலிருந்து பிறந்த பிறவி என்பதை $0 \equiv p \equiv 2p \equiv 3p \equiv 4p \equiv$ ...... (குணகம் p) என்பதிலிருந்து உணர்ந்து கொள்கிறோம். $p \equiv 2p$ (குணகம் p) என்ற சரிசமானப்பாட்டில் pஐயும் ஒன்றுபடுத்தும் பொழுது $\bar{p} = \overline{2p}$ என்பது தலையில் கிரீடம் வந்து உட்காருகிறது $p = \overline{2p}$ என்பது சமத்துவம் இல்லை; $\bar{p} = \overline{2p}$ என்பது சரிசமானத்துவத்தைக் காட்டுகிறது. இந்தப் புது எண்ணை $\bar{0}$ என்று குறியிடும் பொழுது அந்த எண்ணை 0 குணகம் p என்று பெயர் சூட்டுகிறோம்; $\bar{p}$ என்று குறியிடும்பொழுது p குணகம் p என்று திருநாமம். ஆக இந்தப் புது எண்ணுக்கு 2p குணகம் p, 3p குணகம் p என்று விதவிதமான பெயர்கள்.

இதேபோல p ஆல் வகுக்கையில் 1 ஐ மிகுதியாகத் தரும் எண்களை எல்லாம் திரட்டி வரும் திரள் (Set) (1, p + 1, 2, p + 1, 3p + 1). இந்தத் திரளில் உள்ள எண்கள் எல்லாம் சரிசமானப் பட்டுப் போனவை இந்த எண்ணுக்கு 1 குணகம் p, p + 1 குணகம்p, 2p + 1 குணகம்p, என்றெல்லாம் பலவிதமான பெயர்கள். அதைக் குறியிடுகையிலும் $\bar{1} = \overline{p+1} = \overline{2p+1} =$ ... என்று பல்வேறு குறியீடுகள். தலையில் உள்ள கிரீடம் (bar) $1 \equiv p + 1 \equiv 2p + 1 \equiv 3p + 1 \equiv$ (குணகம் p) என்பதை அறிவிக்கும் ஓர் அடையாளம்.

இவ்வாறு இரு புது எண்களைக் குறிப்பிட்டோம். இன்னும் வரும் புது எண்களாவன: (2, p+2, 2p+2, ..), (3, p+3, 2p+3, ...), (p−1, 2p−1, 3p−1, ...) ஆகும். மொத்தம் வரும் புது எண்களின் எண்ணிக்கை p. அவற்றை $\bar{0}, \bar{1}, \bar{2}, \ldots\ldots, \overline{p-1}$ என்று நம் வசதிக்காகக் குறிக்கலாம் இவற்றிக்குப் பூரணிகள் குணகம் p (integers modulo p) என்று பெயர். ஒவ்வொரு இயல் பெண்ணும் ஒரு பூரணி குணகம் p ஐ $\bar{a}$ என்று குறிப்பிடுகிறோம். a ஐ p ஆல் வகுத்து வரும் மீதி r என்றால், $\bar{a} = \bar{r}$; இப்படி

வருகையில் $0 \leq r \leq p-1$ என்பதைக் கவனிக்கவும். இதனால் தான் பூரணிகள் குணகம் p ஐக் குறிக்கும்பொழுது $\bar{0}, \bar{1}, \ldots, \overline{p-1}$ என்று குறிப்பிடுவது வசதியாக இருக்கிறது. (நமது இலக்கணப்படி 0 ஆனது இயல்பெண் அல்ல என்றால்கூட, $\bar{0}$ என்று எழுதுவது வசதிதான்). $\bar{1}, \bar{2}, \bar{3}, \ldots \bar{p}$ ஐக் குறிக்கலாம் இங்கு நாம் கவனிக்க வேண்டியது ஒரு முக்கியமான விசயம்: p ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதிகளை ஆழ்ந்து படிக்கும் வேகத்தில்தான் பூரணிகள் குணகம் p என்ற சிருட்டி தோன்றியது. ஒரு பூரணி குணகம் p விதம்விதமாகக் குறிப்பிடலாம். ஒரே ஆனை $\bar{a}$ என்றும் $\bar{b}$ என்றும் குறிப்பிட்டால் $\bar{a} = \bar{b}$ என்று ஆகிறது ; $a \equiv b$ (குணகம் p) என் பதைத்தான் இது உணர்த்துகிறது. p ஆல் வகுக்கும் பொழுது aயும், bயும் ஒரே மிகுதியைத் தருவதால் ஒன்றுபட்டுப்போய் (அதாவது சரிசமானப்பட்டுப்போய்) கிரீடம் ஏந்தி $\bar{a} = \bar{b}$ என்று வரும். பூரணிகள் குணகம் p என்றும் தமது புது சிருட்டியில் $\bar{a}$ என்பது aயின் புதுப்பிறவி. புதுப்பிறவியில் $\bar{a}$ உடன் பழைய பிறவி கள் பல ஒன்றுபட்டுவிடுகின்றன. அதனால்தான் புதுப்பிறவியில் $\bar{a}$ க்கு விதவிதமான பெயர்கள்.

இப்புது சிருட்டியில் இருக்கும் ஆட்களின் மொத்த எண்ணிக் கை p ஆகும். அவற்றைக் கூட்டியும், கழித்தும் பெருக்கியும் வகுத்தும் செயல்படுதல் முடியும் என்றால் இப்புது சிருட்டிகளுக்கும் எண்களுக்குரிய அந்தஸ்து வந்துவிடுகிறது அல்லவா? இவற்றை நவீன எண்களாக நினைத்துச் செயல்பட முடியும்.

உண்மையில் இந்தப் புது உலகிற்கு கூட்டல் யோகமும், கழித்தல் யோகமும், பெருக்கல் யோகமும், வகுத்தல் யோகமும் (Structures of addition, subtraction multiplication and division) இயற்கையாக அமைகின்றன. இயல்பெண்களின் அவதாரம்தான் பூரணிகள் குணகம் p என்பதால், பின்னர் கூறியவற்றிற்கு முன்னர் கூறியவற்றின் யோகங்களும் இயற்கை ரீதியாக அவதாரம் ஆகின்றன. அப்படி அவதாரம் எடுக்கையில் இயல்பெண்களுக்கு இல்லாத கழித்தல் யோகமும், வகுத்தல் யோகமும் பூரணிகள் குணகம்pக்கு அடித்துவிடுகின்றன. இதுதான் விசேடம்; புது சிருட்டியில் நமக்கு உண்டாகும் பூரிப்பு.

$\bar{a}$, $\bar{b}$ என்ற பூரணிகள் குணகம்pஐ எப்படிக் கூட்டுவது? $\bar{a}$ என்பது முன் ஜன்மத்தில் a ஆக இருந்ததின் புதுப்பிறவி;

$\bar{b}$ என்பது முன் ஜன்மத்தில் b ஆக இருந்ததின் பிறவி. முன் ஜன்மத்தில் a+b என்றொரு ஜன்மா இருந்திருக்கிறது. இதனுடைய புதுப்பிறவியான $\overline{a+b}$ஐ உபயோகப்படுத்தி, $\bar{a}$, $\bar{b}$ இவற்றின் கூட்டற்பலன் $\overline{a+b}$ என ஏன் வரையறுக்கக்கூடாது? எனவே

$$\bar{a} \oplus \bar{b} = \overline{a+b} \text{ என}$$

வரையறுப்போம். ஈண்டு $\oplus$ என்பது புதுஉலகில் வரும் கூட்டற்குறி, + என்பது பழைய உலகில் இயல்பெண்களிடையே வரும் +. ஆனால் இவ்வாறு வரையறுக்கும்பொழுது கண்ணைக்கட்டி நம்மை நாமே ஏமாற்றிக்கொண்டோமோ என்று விழிப்புடன் இருக்க வேண்டும். $\bar{a}$, $\bar{b}$ என்ற பூரணிகள் குணகம் pஐ எத்தனையோ விதமாக எழுதலாம். உதாரணமாக $\bar{a} = \bar{c}$ என்று எழுதினால், பூர்வஜன்மத்தில் அதற்கு c என்றும் பெயர். அதேபோல் $\bar{b} = \bar{d}$ என்றால் பூர்வ ஜன்மத்தில் இதற்கு d என்றும் பெயர். இப்படி c, d என்று வேறான ஜன்மங்களை எடுத்துக்கொண்டால், நம் யுக்தியின்படி c+d என்ற ஜன்மாவும், அதன் அவதாரமாகிய $\overline{c+d}$ என்ற புதுப்பிறவியும் கிடைக்கும் அப்படியானால் $\bar{c} \oplus \bar{d} = \overline{c+d}$ என்றாகிறது. $\bar{a} = \bar{c}$, $\bar{b} = \bar{d}$ என்பதால் $\bar{a} \oplus \bar{b} = \bar{c} \oplus \bar{d} = \overline{c+d}$ அல்லவா? ஆக $\bar{a} \oplus \bar{b}$ ஆனது ஒருவழியில் போனால் $\overline{a+b}$ என்றும், மறுவழியில் போனால் $\overline{c+d}$ என்றும் ஆகிவிடுகிறது. பின்னர் வந்த இரண்டும் சமம்தானா? $\overline{a+b} = \overline{c+d}$ என்பது செல்லுபடியாகுமா? அப்படி ஆகாவிட்டால் குட்டையைக் குழப்பிவிட்டது போலப் போய்விடும். 2ம், 3ம் சேர்ந்து 5 என்றும், 10 என்றும் சொன்னால் எப்படி இருக்கும்? (கிரீடம் சூட்டுகையில் அப்படித்தானே சொல்லுகிறோம்! குணகம் 5 என வைத்துக் கொண்டு, $\bar{2} \oplus \bar{3} = \bar{5}$, $\bar{2} = \bar{7}$, $\bar{7} \oplus \bar{3} = \overline{10}$. ஆகவே $\bar{2} \oplus \bar{3} = \overline{10}$. எனவே $\bar{2}$ம், $\bar{3}$ம் சேர்ந்து $\bar{5}$ என்றும், $\overline{10}$ என்றும் சொல்லுகிறோம். இது சரிதானா?)

$\overline{a+b} = \overline{c+d}$ என்று செல்லுபடியான $a+b \equiv c+d$ (குணகம்p) என்று நிரூபிக்கவேண்டும். ஆனால் $a \equiv c$ (குணகம்p): $b \equiv d$ (குணகம்p) என்பதால் a−cயும், b−dயும் p ஆல் வகுபடும். எனவே a−c + b−d ஆனது p ஆல் வகுபடும். அதாவது a+b−c−d ஆனது p ஆ ல்வகுபடும். ஆக $a+b \equiv c+d$ (குணகம்p) இதிலிருந்து

$\overline{a+b} = \overline{c+d}$ என்று வரும். ஆகக் கூட்டலை நாம் வரையறுத்ததில் அப்பழுக்கு இல்லை. நம்முடைய இலக்கணம் செம்மையானதுதான் (well defined).

அடுத்தபடியாக வருவது கழித்தல். $\bar{a} \ominus \bar{b} = \bar{a} - \bar{b}$ என்று வரையறுக்க மனம் விழைகிறது ஈண்டு $\ominus$ புதுஉலகக் கழித்தல், $-$ பழைய உலகத்தில் வரும் கழித்தல். ஆனால் சிறிது தயக்கமாக இருக்கிறது. a – b இயல்பெண்ணாகவோ சுன்னமாகவோ இல்லாது அசத்தாக (negative) இருந்தால் கிரீடம் சூட்ட நாம் படிக்கவில்லை. உதாரணமாக குணகம் 7 என்றால், $\bar{2} \ominus \bar{5} = \overline{2-5} = \overline{-3}$ என்றால் என்ன பொருள்? a – b அசத்தாக இருக்கும் நிலையில் p யின் மடங்குகளை a b உடன் கூட்டிக்கொண்டே போனால் ஒருநிலையில் a – b + kp என்பது சுமுகமாக (positive) ஒரியல் பெண்ணாக மாறிவிடும். அதற்குக் கிரீடத்தைச் சூட்டி $\bar{a} \ominus \bar{b} = \overline{a-b+kp}$ என்று சொல்லுவோம். a – b அசத்தாக இல்லை என்றால் $\bar{a} - \bar{b} = \overline{a-b}$ தான். இந்த வரையறையும் அப்பழுக்கின்றிச் செம்மையாக அமைந்துவிடுகிறது. மேல் உதாரணத்தில் $2 \ominus \bar{5} = \bar{4}$ என்று ஆகிறது ($-3+7 = 4$ என்பதால்).

பெருக்கலையும் இயற்கை ரீதியாக வரையறுக்கிறோம்: $\bar{a} \otimes \bar{b} = \overline{a \times b}$ இந்த வரையறையும் அப்பழுக்கின்றிச் செம்மையாக அமைந்துவிடுகிறது. இந்த நிலைக்களனில் (setting) $\bar{o}$ என்பது சுன்னத்தைப் போல நிர்முகமாகச் (neither positive, nor negative or neutral) செயலாற்றுகிறது. அதாவது $\bar{a} \oplus \bar{o} = \bar{a}\ \bar{o} \oplus \bar{a}$ என்று செல்லுபடி, $\bar{a}$ எனும் யாதொரு பூரணி குணகம்p க்கும். அதே போல $\bar{a} \otimes \bar{o} = \bar{o} \otimes \bar{a} = \bar{o}$, $\bar{a}$ எனும் யாதொரு பூரணி குணகம் pக்கும். இதன் காரணமாக $\bar{o}$ ஐச் சுன்னமான பூரணி குணகம்p என்று சொல்லுவது சாலப் பொருந்தும்.

குணகமானது p என்று ஒரு மணி எண்ணாக இருக்கும் நிலையில் பூரணிகள்குணகம் pக்கு வகுத்தல் யோகமும் செம்மையாக அமைந்துவிடுகிறது. பூரணிகள் குணகம் pக்குரிய மிகச் சிறப்பான அம்சம் இந்த வகுத்தல் யோகம்தான் ஒரு பூரணி குணகம் pஐச் சுன்னமற்ற மற்றொரு குணகம் pஆல் வகுக்க முடியும். இதைச் சில உதாரணங்களால் மட்டுமே விளக்குவோம். குணகம் 11 ஆனால், $\bar{2} \oplus \bar{5} = \bar{7}$, ஏனென்றால் $\bar{5} \times \bar{7} = \bar{2}$ குணகம் 11 என்பதால். 2 எனும் இயல்பெண்ணை 5ஆல் வகுக்க முடியாது என்பதையும் நோக்க!

இதோ இன்னும் சில உதாரணங்கள்:

குணகம் 11, $\bar{4} \odiv \overline{10} = \bar{7}$

குணகம் 11, $\bar{4} \odiv \bar{9} = \bar{9}$

குணகம் 13, $\bar{1} \odiv \bar{2} = \bar{7}$

குணகம் 13, $\bar{1} \odiv \bar{3} = \bar{9}$; $\bar{1} \odiv \bar{4} = \overline{10}$

$\bar{1} \odiv \bar{5} = \bar{8}$; $\bar{1} \odiv \bar{6} = \overline{11}$;

$\bar{1} \odiv \bar{7} = \bar{2}$; $\bar{1} \odiv \bar{8} = \bar{5}$; $\bar{1} \odiv \bar{9} = \bar{3}$; $\bar{1} \odiv \overline{10} = \bar{4}$;

$\bar{1} \odiv \overline{11} = \bar{6}$; $\bar{1} \odiv \overline{12} = \overline{12}$

1ஐ 2ஆலோ 3ஆலோ வகுக்க முடியுமா? குணகம் 13 ஆகக் கிரீடம் போட்ட பிறகு $\bar{1}$ ஐ எப்படியெல்லாம் வகுக்க முடிகிறது! இப்படியும் ஒரு யோகமா என்று தோன்றுகிறது !

எண்களிடையே சம்பவிக்கும் கூட்டலையும், கழித்தலையும், பெருக்கலையும் ஆட்டுவிக்கும் விதிகள் சில உண்டு. உதாரணமாக a, b, c என்று எந்த மூன்று எண்களை எடுத்துக்கொண்டாலும், $(a+b)+c = a+(b+c)$ என்றும், $(ab)c = a(bc)$ என்றும் செல்லுபடியாகும். இந்த விதிகளுக்கு இணைத்திடும் விதி (associative Law) என்று பெயர். இந்த யோகங்கள் இருப்பதால்தான் $a+b+c$, $a+b+c+d$, ..., abc, abcd, ... என்றெல்லாம் அடைப்புக்குறிகள் இல்லாமல் எழுத முடிகிறது. அதேபோல் $a(b+c) = ab+ac$ என்றும் $(b+c)a = ba+ca$ என்றும் செல்லும்படியாகும். கூட்டலும், பெருக்கலும் உறவாடிக்கொள்ளும் விதம் இது கூட்டல் பெருக்கலைப் பரிமாறிவிடுவதால் (distributes) இந்த விதிக்கு பரிமாறிடும் விதி (distributive law) என்று பெயர். இதுபோல இன்னும் சில விதிகளுக்கு உட்பட்டு நடக்கும்பொழுது கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் யோகங்கள் (structures) அமைந்த ஒரு திரள் (set) களம் (field) என்ற பெயர் பெறுகிறது. ஆக p ஒரு மணி எண் என்றால், பூரணிகள் குணகம் pஐக் கொண்ட திரள் ஒரு களமாகிறது. இது அந்தமுறும் (finite) ஒரு களம் field). இயூக்லீடிசின் தேற்றத்தின்படி மட்டற்ற மணி எண்கள் உண்டு என்பதால் எண்ணற்ற அந்தமுறும் களங்களை (an infinite number of finite fields) நாம் படைத்துவிட்டோம்.

இதோ சில உதாரணங்கள்:

1. பூரணிகள் குணகம் 2ன் களம்

கூட்டல் அட்டவணை

	$\bar{0}$	$\bar{1}$
$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$
$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{0}$

பெருக்கல் அட்டவணை

	$\bar{0}$	$\bar{1}$
$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$
$\bar{1}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$

2. பூரணிகள் குணகம் 3ன் களம்

கூட்டல் அட்டவணை

	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$
$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{1}$
$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{0}$
$\bar{2}$	$\bar{2}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$

பெருக்கல் அட்டவணை

	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$
$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$
$\bar{1}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$
$\bar{2}$	$\bar{0}$	$\bar{2}$	$\bar{1}$

3. பூரணிகள் குணகம் 5ன் களம்

கூட்டல் அட்டவணை

	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$
$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$
$\bar{1}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$
$\bar{2}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$
$\bar{3}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$
$\bar{4}$	$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$

பெருக்கல் அட்டவணை

	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$
$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$	$\bar{0}$
$\bar{1}$	$\bar{0}$	$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$
$\bar{2}$	$\bar{0}$	$\bar{2}$	$\bar{4}$	$\bar{1}$	$\bar{3}$
$\bar{3}$	$\bar{0}$	$\bar{3}$	$\bar{1}$	$\bar{4}$	$\bar{2}$
$\bar{4}$	$\bar{0}$	$\bar{4}$	$\bar{3}$	$\bar{2}$	$\bar{1}$

இப்பொழுது பூரணிகள் குணகம் 7ன் களத்திற்கான கூட்டல், பெருக்கல் அட்டவணைகளை எழுதிப் பழகுதல் நல்லது.

5. இகவுசின் பரஸ்பரத்வ யோகம் (Reciprocity Law of Gauss):

பூரணிகள் குணகம் p ன் களத்தில் (p ஒரு மணி எண்) சுன்னத்தை ஒதுக்கியபின் சரிபாதி விந்துக்கள் (elements) வர்க்க மாகவும் (squares), மறுபாதி விந்துக்கள் வர்க்கமாக இல்லாமலும் இருக்கின்றன. சான்றாகப் பூரணிகள் குணகம் 3ன் களத்தில் $\bar{1}$ வர்க்கம். $\bar{2}$ வர்க்கமாக இல்லை; பூரணிகள் குணகம் 5ன் களத்தில் $\bar{1}$, $\bar{4} = \bar{2}^2$ இரண்டும் வர்க்கங்கள், $\bar{2}$, $\bar{3}$ இரண்டும் வர்க்கங்கள் இல்லை; பூரணிகள் குணகம் 7ன் களத்தில் $\bar{1}$, $\bar{2} = \bar{3}^2$, $\bar{4} = \bar{2}^2$ ஆக மூன்றும் வர்க்கங்கள்; $\bar{3}$, $\bar{5}$, $\bar{6}$, இவை வர்க்கங்கள் இல்லை.

இனிமேல் வர்க்கங்களைப் பற்றிய இகவுசின் பரஸ்பரத்வ யோகத்தை (quadratic reciprocity law of Gauss) விளக்குவோம். இனிவரும் உரையில் p, q என்பவை ஏதேனுமிரு வேறுபட்ட (distinct) ஒற்றைப்படை மணி எண்களைக் குறிக்கும். $\bar{q}$ என்பது பூரணிகள் குணகம் p ன் களத்தில் ஒரு விந்து; $\bar{p}$ என்பது பூரணிகள் குணகம் qன் களத்தில் ஒரு விந்து (இரு களத்து விந்துக்களையும் $\bar{q}$, $\bar{p}$ என்று ஒரே விதமான கிரீடத்தால் குறிப்பதற்கு மன்னிக்கவும்). முதற் களத்தில் $\bar{q}$ வர்க்கமாக இருப்பதும், இரண்டாவது களத்தில் $\bar{p}$ வர்க்க மாக இருப்பதும், பரஸ்பரமாகச் சம்பந்தப்பட்டவை என்றும், இந்த உறவு எது என்றும் உறுதிப்படக் கூறுகிறது இகவுசின் இந்தத் தேற்றம்.

a என்ற இயல்பெண் p ஆல் வகுபடாது இருந்து, பூரணிகள் குணகம் pன் களத்தில் $\bar{a}$ ஆனது $\bar{b}^2$ என்று வர்க்கமாக இருந்தால், அந்த நிலைமைக்கு அடையாளமாக $\left(\frac{a}{p}\right) = 1$ என்று குறிக்கிறோம்; அப்படி இல்லாமல் $\bar{a}$ ஆனது பூரணிகள் குணகம் pன் களத்தில் வர்க்கமாக இல்லை எனில், இதற்கு அடையாளமாக $\left(\frac{a}{p}\right) = -1$ என்று குறிக்கிறோம். $\left(\frac{a}{p}\right) = 1, \left(\frac{a}{p}\right) = -1$

என்பவை வெறும் அடையாளக் குறிகள். அவற்றிற்கு இலெஜாண்டரின் அடையாளக் குறிகள் (Legendre's symbols) என்று பெயர். உதாரணமாக $\left(\frac{1}{7}\right) = 1$, $\left(\frac{2}{7}\right) = 1$, $\left(\frac{3}{7}\right) = -1$, $\left(\frac{4}{7}\right) = 1$, $\left(\frac{5}{7}\right) = -1$, $\left(\frac{6}{7}\right) = -1$, $\left(\frac{8}{7}\right) = 1$, ..

தேற்றம் 6 (இகவுசின் பரஸ்பரத்துவ யோகம்):

p, q என்பவை இரு ஒற்றைப்படை மணி எண்கள் என்க. p குணகம் qம், q குணகம் pம் தத்தம் களங்களில் வர்க்கமாக இருத்தலும், இல்லாமையும் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிச் சம்பந்தப் பட்டவை. இந்தப் பரஸ்பர உறவை இலெஜாண்டரின் அடையாளக் குறிகளை வைத்துப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்:

$$\left(\frac{p}{q}\right)\left(\frac{q}{p}\right) = (-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}$$

என்று செல்லுபடியாகும்.

pயும், qயும் ஒற்றைப்படை மணி எண்கள்; எனவே p-1ம், q-1ம் 2ஆல் வகுபடும். எனவே தேற்றத்தில் வரும் சமன்பாட்டின் வலப்புறம் வரும் அடுக்கானது (exponent) ஒரு இயல்பெண். எனவே $(-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}$ என்பது ஒரு பூரண எண். அதன் மதிப்பு 1 அல்லது −1. அதேபோல் தேற்றத்தில் வரும் சமன் பாட்டின் இடப்புறம் இருக்கும் இலெஜாண்டரின் அடையாளக்குறி களின் பெருக்கற்பலனும் 1 அல்லது −1 ஆக இருக்கும்.

pயையோ, qயையோ 4ஆல் வகுத்து வரும் மிகுதிகளில் ஏதேனும் ஒன்று 1 எனில் $\frac{p-1}{2}$, $\frac{q-1}{2}$ இவற்றில் ஒன்று இரட்டைப்படை எண்ணாக இருக்கும். எனவே $\frac{p-1}{2}$, $\frac{q-1}{2}$ என்ற பெருக்கற் பலனும் இரட்டைப்படையாக இருக்கும். அதனால் $\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}$ என்பது −1ன் இரட்டைப்படை அடுக்கு என்பதால், அதன் மதிப்பு 1. எனவே $\left(\frac{q}{p}\right)\left(\frac{p}{q}\right) = 1$. இலெஜாண்டரின் அடை யாளக்குறிகளின் மதிப்பு எப்பொழுதுமே q 1 அல்லது 1 என்பதாலும்,

$\left(\frac{q}{p}\right)\left(\frac{p}{q}\right)=1$ என்பதாலும் $\left(\frac{q}{p}\right),\left(\frac{p}{q}\right)$ இவை இரண்டுமே 1 அல்லது இவை இரண்டுமே 1. இதிலிருந்து இந்த முதற்கட்டத்தில் q குணகம் p, p மாடுலோ q என்ற இரண்டும் தத்தம் களங்களில் ஒரே சமயத்தில் வர்க்கங்களாக இருக்காது என்று தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

அடுத்தபடியாக pஐயும், qஐயும் 4ஆல் வகுத்து வருகையில் கிட்டும் இரு மிகுதிகளும் 3 எனில், $\frac{p-1}{2},\frac{q-1}{2}$ இரண்டுமே ஒற்றைப்படையாக இருக்கும். அதனால் $\frac{p-1}{2},\frac{q-1}{2}$ என்ற பெருக்கற்பலனும் ஒற்றைப்படைதான். $(-1)^{\frac{p-1}{2}\cdot\frac{q-1}{2}}$ என்பது 1ன் ஒற்றைப்படை அடுக்கு என்பதால் அதன் மதிப்பு -1. இதிலிருந்து $\left(\frac{q}{p}\right),\left(\frac{p}{q}\right)$ என்றஇருஅடையாளக் குறிகளும் வெவ்வேறு முகக்குறி (sign) கொண்டவை என்று தெரியவருகிறது. அதாவது இவ்விரு இலெஜாண்டரின் அடையாளக் குறிகளில் ஒன்று 1, மற்றது −1. எனவே இந்த இரண்டாம் கட்டத்தில் p குணகம் q, q குணகம்p இரண்டுமே தத்தம் களங்களில் ஒன்று வர்க்கமாகவும், மற்றது வர்க்கமாக இல்லாமலும் விளங்கும்.

உதாரணமாக 5, 29 என்ற இரண்டு ஒற்றைப்படை மணி எண்களை எடுத்துக்கொள்ளலாம். 29 குணகம் 5=4 குணகம் 5 ; $4=2^2$ என்பதால் 29 குணகம் 5 வர்க்கமாக இருக்கிறது. 4ஆல் வகுக்கும்பொழுது 5ன் மிகுதி 1. இது முதற்கட்டத்தின் (first case) கீழ் வருகிறது. எனவே 5 குணகம் 29 அதன் களத்தில் ஒரு வர்க்கம். இது உண்மைதானா என்பதையும் சரிபார்த்துவிடலாம். சிறிது முயன்ற பிறகு $\bar{5}$ (குணகம் 29) = $\overline{11}^2$ என்று கண்டு கொள்கிறோம். இகவுசின் தேற்றம் எளிதாகக் கூறும் உண்மையைச் சரிபார்க்கக்கூட நமக்குச் சளைப்பாக இருக்கிறது.

அடுத்தபடியாக 3ஐயும், 31ஐயும் எடுத்துக்கொள்ளுவோம். 31 குணகம் 3=1 குணகம் 3 ; இது பூரணிகள் குணகம் 3ன் களத்தில் ஒரு வர்க்கம் $(\bar{1}^2=\bar{1})$. 31, 3 இரண்டையுமே 4ஆல் வகுக்கையில்

வரும் மிகுதி 3. எனவே இது இரண்டாம் கட்டத்தின்கீழ் (second case) வருகிறது. ஒன்று வர்க்கமாக இருப்பதால் மற்றொன்று வர்க்கமாக இருக்கமுடியாது. அதாவது 3 குணகம் 31 குறிப்பிட்ட களத்தில் வர்க்கமாக இல்லை. பூரணிகள் குணகம் 31ன் களத்தில் மொத்தம் 15 வர்க்கங்கள் உள்ளன. அதில் $\bar{3}$ வர்க்கமாக இல்லை என்று சரிபார்க்கலாம். அப்படிச் சரிபார்ப்பது களைப்பான வேலை என்பதில் ஐயம் இல்லை.

53, 409 இரண்டுமே மணி எண்கள். இவை இரண்டுமே தத்தம் களங்களில் வர்க்கங்கள் என்பதையும் இகவுஸின் பரஸ்பரத்வ யோகம் எப்படி மிகத் தெளிவாக விளக்குகிறது என்பதையும் நீங்களே சரிபார்த்துக் கொள்ளுங்கள்:

நன்றியுரை :

இந்தக் கட்டுரையை எழுத எனக்கு ஆலோசனை தந்த எனது குருநாதர் பேராசிரியப் பெருந்தகை திரு எம் வெங்கடராமன் அவர்களுக்கும், பலவிதத்திலும் எனக்கு ஊக்கம் தந்த பம்பாய் டாடா அடிப்படை ஆய்வு நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த திரு சு. சீ. ரங்காச்சாரி அவர்களுக்கும் நன்றிபாராட்ட நான் கடமைப்பட்டவன். 'கற்பிப்போம் கணிதத்தைத் தமிழில், ஆங்குக் கற்பனையும் செய்வோம்' என்று சூளுரைத்த திருச்சி புனித சூசையப்பர் கல்லூரியின் முன்னாளைய கணிதப் பேராசிரியரான காலஞ்சென்ற திரு எஸ். சூரியநாராயண ஐயருக்கு நான் எங்ஙனம் நன்றி நவிலுவேன்?

சான்றாதார நூற்கள் :

1) Davenport, H., The Higher Arithmetic, Hutchinson's University Library, London, (1954).

2) Ribenboim, P., Algebraic Numbers, Wiley - Interscience New York, (1972).

5

நீயும் பூமியின் சுற்றளவை மதிப்பிடலாம்*

முதற்படி:

நீ இருக்கும் ஊரின் பெயரை A என்று வைத்துக்கொள். பூகோள வரைபடத்திலிருந்து Aக்கு நேர் தெற்காக (அல்லது வடக்காக) வெகுதூரத்திலிருக்கும் ஒரு ஊரை B என்று குறித்துக்கொள் (Bக்கும் Aக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் குறைந்தது 500கி.மீ. இருக்க வேண்டும்). B யைக் கண்டுபிடிக்க ரயில் வழிகாட்டியை (Railway Guide) வைத்துக் கொள்ளலாம். Aக்கும் Bக்கும் இடையிலுள்ள இருப்புப் பாதை நேராக இருக்குமானால் விடையும் சரியாக இருக்கும். Aக்கும் Bக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை d_{AB} என்று வை.

இரண்டாம் படி:

B யில் இருக்கும் உன் நண்பனை ஒரு குறித்த பகலில் குறித்த வேளையில் l_B செ.மீ. நீளமுள்ள நேரான கம்பை எடுத்து, பூமிக்குச் செங்குத்தாக அதை வைக்கச் சொல். சூரிய ஒளியினால் ஏற்படும் அந்தக் கம்பின் நிழலின் நீளத்தை s_B என்று குறிக்கச் சொல்.

அதே பகலில் அதே வேளையில் அதே பரிசோதனையை உன் ஊர் Aயில் l_A செ.மீ. நீளமுள்ள கம்பை எடுத்து s_A என்ற விடையைக் காண்.

மூன்றாம் படி:

டான் அட்டவணைப் (Table of tangents) படி $X°_A$, $X°_B$ ஆகியவற்றைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டுக்குக் கண்டுபிடி.

---

* டாக்டர் கே. ஆர். பார்த்தசாரதி, புதுடெல்லி.

$$\tan X_A = \frac{s_A}{l_A}, \quad \tan X_B = \frac{s_B}{l_B}$$

(உன்னிடம் டான் அட்டவணை இல்லாவிட்டால் $s_A : l_A$, $s_B : l_B$ விகிதங்களுக்குச் செங்கோண முக்கோணங்களை வரைந்து செங் கோணங்களை அளக்கலாம். இந்த முறையில் விடை தோராயமாகத் தான் இருக்கும். பாக்கட் கால்குலேட்டர் மூலமாகவும் கண்டு பிடிக்கலாம்).

பூமியின் மையத்தை 0 என்று குறி. வரைபடத்தில் கண்டபடி கோணம் : $AOB = x°_A - x°_B$

$$\text{பூமியின் சுற்றளவு} = \frac{360°}{x°_A - x°_B} \times d_{AB} \text{ கி. மீ.}$$

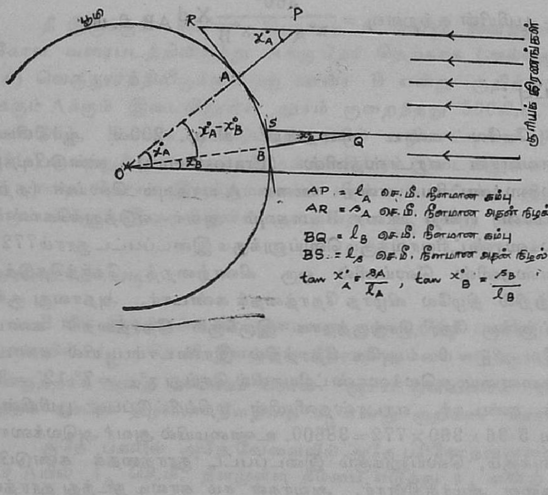
குறிப்பு :

மேலே கண்ட முறையை கி. மு. 200ல் ஆர்கிமிடீஸின் மாணவனான எரடாஸ்தனிஸ் (Eratosthenes) கண்டுபிடித்தார். அலெக்ஸாண்ட்ரியா என்ற ஊரை A யாகவும் ஸெய்ன் (தற்கால அஸ்வான்) என்ற ஊரை B யாகவும் அவர் எடுத்துக்கொண்டார். அலெக்ஸாண்ட்ரியாவுக்கும் ஸெய்னுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 772கி.மீ. எரடாஸ்தனிஸ் ஸெய்னில் ஒரு கிணற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தார். கிணற்றில் நிழலே விழாத நேரத்தைக் கண்டார். அதாவது சூரியன் ஸெய்னுக்கு நேர் செங்குத்தாக இருக்கும் நேரத்தைக் கண்டார். எனவே $x°_B = 0$. அதே நேரத்தில் இரண்டாம்படியில் கண்ட பரி சோதனையை அலெக்ஸாண்ட்ரியாவில் செய்து $x°_A = 7° 12' = 36/5°$ எனக் கண்டார். எரடாஸ்தனிஸின் மதிப்பீட்டுப்படி பூமியின் சுற் றளவு $5/36 \times 360 \times 772 = 38600$. உண்மையில் அவர் அலெக்ஸாண்ட் ரியாவுக்கும், ஸெய்னுக்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தைக் கண்டுபிடிக்க ஆட்களை அமர்த்தினார். அவர்கள் சம காலடி நடந்து தூரத்தைக் கண்டார். இறுதியில் எரடாஸ்தனிஸ் பூமியின் சுற்றளவு 38624கி.மீ. என மதிப்பிட்டார் (estimated). தற்கால அறிஞர்களின் கணக்கீடு 39,911 கி.மீ.

நான் பள்ளியிலும் கல்லூரியிலும் ஜியோமிதியில் முக்கோணங் கள், வட்டங்கள் பற்றி நிறையக் கற்றிருக்கிறேன். ஆனால் எரடாஸ்தனிஸின் இந்த மிக எளிய வழியைக் கண்டதே இல்லை.

சென்ற ஆண்டு எட்மண்ட் அண்டர் எழுதிய ''விஞ்ஞானத்தின் கதை'' (Story of Science)§ என்ற சிறிய நூலை ஒரு சிறுவனுக்குப் பரிசளித்தேன். அச் சிறுவன் மேற்கண்ட முறையை எனது கவனத்திற்குக் கொண்டுவந்தான். என் சிறு வயதில் வாமன அவதாரத்தில், மஹா விஷ்ணு பூமியையும் ஆகாயத்தையும் இரண்டு காலடிகளாக அளந்ததாகத்தான் கேட்டிருந்தேன்.

தமிழில் இதை எழுத உதவிய பழ. முத்துராமலிங்கத்திற்கும் ஜீ. நாகராசுக்கும் என்னுடைய மனமார்ந்த நன்றிகள்.



§ Edmund Hunter, The Story of Science 1. Lady Bird Series, London.

6

நீரின்றி அமையாது உலகு★

1. நீரின்றி அமையாது உலகு :

1.1. எங்கெங்கு நோக்கினும் நீர் காணப்படாத இடமே இல்லை. மனித சமுதாயத்தின் வாழ்வு சரிவர இயங்குவதற்கே இன்றியமை யாதவொன்றாகும் நீர். ஆதலின், நீரைப்பற்றி சற்று விவரமாக நாம் அறிந்துகொள்ள வேண்டியது மிகவும் அவசியமாகிறது. நிலத்தைப் பயன்படுத்தும் நோக்கில் தீட்டப்படும் ஒவ்வொரு திட் டத்திலும், நீரை எப்படிப் பெறுவது, எப்படி உபயோகிப்பது, எப்படி வெளியேற்றுவது என்பனவற்றில் பெரிதும் கவனம் செலுத்த வேண் டியிருக்கிறது. நீர்ப்பாசனம் இல்லாமல் விவசாயம் செய்திட இய லுமா? உண்மையில், பயன்முறை வகைகளில் நீர்ப்பாசனத்துக்கே மிகமிக அதிக அளவு நீர் தேவைப்படுகிறது. நகரப் பிரிவு ஒவ் வொன்றுக்கும் குடிநீர் வழங்குவதற்கும் அவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் வடிநீரை அப்புறப்படுத்துவதற்கும் திட்டங்கள் பல அவசியமாகின் றன. பல்வகைப்பட்ட தொழில்முறைப் பயன்பாட்டுக்காகவும், குளிர வைக்கும் நீராகவும், கழிவுகளை வெளியேற்றுவதற்கும், தொழிற் சாலைகளுக்குத் தண்ணீர் வழங்குவது அத்தியாவசியமாகும். இயற் கையாகவோ அல்லது செயற்கையாகவோ அமைந்திட்ட நீர் நிலைகள், ஏரிகள் மீது படகுகள் செலுத்திக் களிப்புறுவது யாவர்க்கும் தெரிந்த வொன்றே! ஆகவே, உல்லாச வாழ்கைக்கும் நீர் வேண்டியிருக்கிறது. 'நீரின்றி அமையாது உலகு' என்று அன்றே கூறினார் வள்ளுவர்.

2. நீரின் பல்வகைத் தோற்றங்கள், தன்மைகள் :

2.1. மழையாகவும், பனித்துளிகளாகவும், பனிக்கட்டியாகவும், பெருங்கடல்கள், கடல்கள், ஆறுகள், ஓடைகள், சுனைகள், ஏரிகள், குளங்கள், குட்டைகள் முதலியனவற்றில் நிறைந்துள்ள தண்ணீ

★ பொறியாளர் பொ. குமாரசாமி, நிர்வாக இயக்குநர், நீர்வளம் பெருக்கும் மையம், கோழிக்கோடு.

ராகவும், கிணறுகளில் கிடைக்கும் நிலத்தடி நீராகவும், மண்ணில் ஊறியுள்ள ஈரமாகவும், காற்றில் வீற்றிருக்கும் ஈரப்பசையாகவும், மேகங்களாகவும் பல்வகைத் தோற்றங்களுடன் காணப்படுவது நீர். அதன் பல்வகைத் தோற்றங்களுடன் காணப்படுவது நீர். அதன் பல்வேறு தன்மைகளைப் பற்றியும் சிறப்பியல்புகள் பற்றியும் சற்றுக் கூர்ந்து ஆராய்வோம்.

2 2. ஹைட்ரஜன் அணு (Hydrogen atom) இரண்டும், ஆக்ஸிஜன் அணு (Oxygen atom) ஒன்றும் இணைந்து ஒன்றுபட்ட அணுத்திரளாக (molecule), எண்ணற்ற அணுத்திரள்கள் ஒருங்கு சேர்ந்து, திரவ உருவத்தில் இயங்குவதே நீர் எனப்படும். அதுவே குளிர்ந்து உறைந்துவிட்டால் பனிக்கட்டி என்றும், சூடேறி ஆவியாக மாறிவிட்டால் நீராவி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. நமது உலக உருண்டையின் வெப்பதட்பச் சூழ்நிலைக்கு உட்பட்டு,இயற்கையாகவே மேற்கூறிய மூன்று நிலைகளிலும் மலிந்து காணப்படும் ஒரே பொருள் நீர் ஒன்றேயாகும். அதன் அணுத்திரள்கள் மிகுந்த சக்தியுடன், வெகு வேகமாக ஓடித்திரிந்து அலைந்து கொண்டிருக்கும் நிலையில் இருந்தால் அதனை நீராவியென்றும், சற்று மிதமான சக்தியுடன் மட்டுமே இயங்கினால் தண்ணீர் என்றும், நெருக்கமாக, இறுக்கமாக, அணுத்திரள்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பிணிக்கப்பட்டு கிறிஸ்டல் (Crystal) உருவில் தோற்றமளித்தால், அதனைப் பனிக்கட்டி என்றும் அழைக்கலாம். பனிக்கட்டிக்கு வெப்ப சக்தியை ஊட்டினால், அது திரவமாக அல்லது நீராக மாறும். தண்ணீருக்கு மேலும் வெப்பத்தை ஊட்டினாலோ அது ஆவியாக அல்லது நீராவியாக மாறிவிடும்.

2.3. இயற்கையிலுள்ள எல்லாப் பொருள்களுமே, குளிர்ந்து உறையும் நிலைக்கு இறங்கும்பொழுது, அவற்றின் பரிமாணம் குறைந்துகொண்டே வரும். ஆனால் நீரோ அப்படிப்பட்டதல்ல. உறைந்து பனிக்கட்டியாக மாறும்பொழுது அதன் அளவு மிகுதியாகிறது. அதன் பொருட்டே பனிக்கட்டி நீரில் மிதக்கிறது; மூழ்குவதில்லை. குளிர் நாடுகளில், ஏரிகளிலும் குளங்களிலும் நீர்த்தளத்தின் மேற்பரப்பில்தான் நீர் உறைந்து பனிக்கட்டிப் பாளங்களாகப் படியும். கோடை மீண்டவுடன் அவை திரும்பவும் உருகி, நீராக மாறிட எளிதாகவுள்ளது. இல்லையென்றால், அதாவது, நீரைவிடக் கனச்செறிவுள்ளதாகப் பனிக்கட்டி இருந்திருப்பின், ஏரியின் படுகையின்மீது அல்லது ஆழத்தில்தான் நீர் உறைந்து பனிக்

கட்டிப் பாளமாக அமைந்திருக்கும். பின் ஒருக்காலும் மீண்டும் உருகிடும் வாய்ப்பே கிட்டியிருக்காது. அத்தகைய நிலைமை இருந்திருந்தால் நீர்வாழ் உயிரினங்கள் யாவும் என்றோ இவ்வுலகி லிருந்து மறைந்துபட்டிருக்கும்.

2.4. நீரின் இன்னொரு குறிப்பிடத்தக்க இயல்பு என்ன வென்றால், அதன் வெப்பந்தாங்கு சக்தியே ஆகும். எவ்வளவு வெப்பம் ஊட்டப்பட்டாலும், மற்றவற்றைப் போலல்லாமல், நீர் வெகுவாகச் சூடேறி விடாது. அம்மோனியா (Ammonia) ஒன்றைத் தவிர, இயற்கையாகவே கிடைக்கும் பொருள்களில், நீர் ஒன்றுதான் அதிக வெப்பந்தாங்கு சக்தி உடையதாகும், இத்தன்மையிருப்பதால் தான், உலக உருண்டையின்மீது கதிர்வீசப்படுகிற சூரிய வெப்பத்தை, கடல்நீர் தானே தாங்கி, உலக உருண்டை அதிகமாகச் சூடு ஏறி விடாமல் பாதுகாத்துக்கொள்கிறது. குளிர்காலத்திலோ இந்த வெப்பத்தைத் திரும்பவும் கொஞ்சங்கொஞ்சமாகக் காற்று மண்டலத் துக்கு வழங்கி, பூமி மிகவும் குளிர்ந்துவிடாமலும் பாதுகாத்துக் கொள்கிறது.

2.5. பாலைவனங்கள் பகற்பொழுதில் மிகமிகச் சூடேறிவிடு வதற்கும், இரவு வேளைகளில் பெரிதும் குளிர்ந்துவிடுவதற்கும், அங்கெல்லாம் நீர் இல்லாதிருப்பதே முதற்காரணமாகும்.

2.6. தண்ணீரின் 'மேற்பரப்பு இழுசக்தி' (Surface Tension) அளவுமிகுந்த ஒன்றாகும். இதன் பொருட்டே, சில சமயங்களில் நீரைவிடக் கனச்செறிவுள்ள சில பொருட்கள் நீரின்மேல் மிதந் திட ஏதுவாகிறது. உதாரணமாக, தையல் ஊசி ஒன்றினை நீரின் மேல் மிதந்திடச் செய்யலாமே! சிலவகை நீர்ப்பூச்சிகள் நீரின் மேற் பரப்பிலேயே நடந்தும், ஓடியும், சறுக்கியும் செல்வதைக் கண் கூடாகப் பார்க்கலாம்.

2.7. நீரின் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க தன்மை யாதெனின், அதன் 'கரைக்கும் திறன்' என்றே கூறலாம். எந்த எப்பொருளை யும் நீரில் எளிதாகக் கரைத்துவிடலாம். தேவைப்பட்ட கால நீட்டிப்பை அளித்துவிட்டால், நீரால் கரைத்துவிட முடியாத பொருளே ஒன் றில்லை என்று கூறிவிடலாம்.

2.8. செயல்திறன் மிக்கதும் நீர் ஆகும். பனியாறாக (Glaicer) மிகமிக மெதுவாக நகர்ந்தாலும், பாறைகளையும் தவிடுபொடியாக்கி, நில அமைப்பையே மாற்றியமைக்கும் வல்லமை பொருந்தியது. சகதியாறுகளாகவும், ஆறுகளாகவும், வெள்ளப் பெருக்காகவும், பூமி

யின் மேற்பரப்பின் வடிவ அமைப்பையே விரும்பம்போல் மாற்றி யமைக்கும் திறன் பெற்றது நீராகும்.

3. நீர்ச் சுழற்சி :

3.1. உலக உருண்டையில் இருக்கும் மொத்த நீரின் அளவில் 98% பெருங்கடல்களிலும், கடல்களிலும்தான் நிரப்பப்பட்டிருக்கிறது. மீதம் உள்ள மூன்று சதவிகிதத்தில் 2% க்ரீன்லாண்டிலும், அண டார்டிக்காவிலும் உறைந்து நிற்கும் பனிக்கட்டித் தொப்பிகளிலும் (Ice Cups) உள்ளது.

3.2. உலக உருண்டையில் அமைந்திட்ட நீர், எஞ்ஞான்றும் நகர்ந்து கொண்டும், மாறுபாடு அடைந்து கொண்டும் எவ்வகை யிலாவது இயங்கியவண்ணம்தானுள்ளது; ஒரு கணம்கூட, சும்மா யிருப்பதில்லை. பெருங்கடல்கள், கடல்கள், ஏரிகள், குளங்கள், குட்டைகள், ஆறுகள், ஓடைகள், வாய்க்கால்கள் மற்றும் நிலத்தின் மேற்பரப்பு முதலியனவற்றிலிருந்து, சூரிய வெப்பத்தின் துணையுடன் தண்ணீர் ஆவியாக மாறி, காற்று மண்டலத்துக்குள் மேல்நோக்கிச் சென்று, மேகங்களாகவும், காற்றுமண்டல ஈரமாகவும் மாறுவேடம் அடைகின்றது. காலப்போக்கில் இந்த மேகங்கள் குளிர் நிலையை எய்திய பின்னர், நீர், மழை வடிவில் நிலத்தின் மீதும், கடல்களின் மீதும் பொழிகிறது. பெய்த மழையின் ஒரு பகுதி மறுபடியும் நீராவி யாக மாறி மேல் நோக்கிச் சென்றுவிடுகிறது. இன்னொரு பகுதியோ மண்ணுக்குள் ஊறி ஈரமாக நிற்கிறது. மற்றொரு பகுதி நிலப்பரப் பிலுள்ள குட்டைகள், குளங்கள், ஏரிகள், முதலியவற்றை நிரப்புகிறது. பின்னர் எஞ்சிடும் நீர், பற்பல ஓடைகளின் மூலமாகவும் ஆறுகளின் வாயிலாகவும் கடல்களைத் திரும்பவும் அடைகிறது. மண்ணுக்குள் சென்ற நிலத்தடி நீரும் மெல்ல மெல்ல நகர்ந்து, நீர்க்கசிவாகக் கடலைச் சென்றடைகிறது. பின்னர், மறுபடியும் ஒவ்வொரு நீர்த் துளியும் தன்னுடைய அடுத்த சுழற்சியை ஆரம்பிக்கிறது. கால வரையறையில்லாத இந்த மாபெரும் சுழற்ச்சிக்கு (Hydrological Cycle) என்று பெயர். நீர் நிலையியல் அறிஞர்களின் (Hydrologists) மதிப்பீட்டின்படி கணிக்கப்பட்ட புள்ளி விவரங்கள் சில கீழே உள்ளன.

3 3. உலக உருண்டையின் நீர் நிலையியல் விவரங்கள் :

3.3.1. ஆண்டுக் கணக்கு :

க)	பெய்யும் மழை	420.000 க.கி மீ.
ங)	காற்று மண்டலத்துக்குள் ஏறும் நீராவி	420,009 ,,
ச)	ஆறுகள், நிலத்தடி நீர்க்கசிவு மூலம் கடலடையும் நீர்	39,600 ,,

(க கி.மீ. என்பது கன கிலோ மீட்டரைக் குறிக்கும்)

3.3 2. எந்த ஒரு கணத்திலும் உள்ள பரிமாணக் கணக்கு :

		கன கிலோ மீட்டர்கள்
க)	நன்னீர் ஏரிகள்	125,000
ங)	உப்பு ஏரிகள், உள்நாட்டுக் கடல்கள்	104,000
ச)	ஆறுகளில் ஓடிடும் நீர்	1,250
ஞ)	மண்ணில் ஊரியுள்ள ஈரம்	67,000
ட)	நிலத்தடி நீர்	8,350,000
ண)	பனிக்கட்டித் தொப்பிகள், பனியாறுகள்	29,200,000
த)	மேகங்கள், காற்று மண்டல ஈரம்	13,000
ந)	பெருங்கடல்கள், கடல்கள்	1,320,000,000
	ஆகமொத்தம் உலக உருண்டையின் மீதுள்ள நீர்	1,360,000,000

4. நீரின் பயன்கள் :

4.1. வெள்ளப் பெருக்குக் காலங்களில் வெகு வேகமாக ஓடி ஆறுகளின் மூலமாகக் கடலை அடையும் நீர், மனித சமுதாயத்துக்கு இப்பொழுது முழுமையாகப் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆறுகளின் உற்பத்தியிடங்களில், மலைப் பள்ளத்தாக்குகளின் குறுக்கே அணை போட்டுத் தடுத்து, இந்த உபரி வெள்ளநீரைச் சேகரித்து நீர்த் தேக்கங்கள் ஏற்படுத்தினால், பின்னர் கோடை காலங்களிலும், வறட்சி நேரங்களிலும் நிரப்பிய நீரிலிருந்து, ஒழுங்குமுறையில் நீரை வழங்கி, நீர்ப் பாசனத்துக்கும், குடி நீராகவும், தொழில் உபயோகத்துக்கும் மற்றும் பல வகைகளிலும் பயன்படுத்திடலாம்.

4.2. தேக்கிய நீரைக் குழாய்களின் மூலமாக வெகுவேகத்துடன் வெளியேற்றி, நீர்ச் சக்தியை மின்சார சக்தியாக மாற்றி, மக்களின் பலவகைத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யும் நோக்கில் பகிர்ந்தளிக்கலாம்.

4.3. நீர்த் தேக்கங்களில் மீன் பண்ணைகள் அமைத்துப் பெருவாரியான மீன்வளம் பெற்று நுகர்ந்திடலாம்.

4.4. கப்பல்களையும் படகுகளையும் மிதக்கவிட்டு, உல்லாசப் பயணம் நடத்திட, பல தேக்கங்கள் பயன்படுகின்றன.

4.5. ஆறுகள், கால்வாய்கள் வழியாகப் படகுப் போக்குவரத்து ஏற்படுத்தி வாணிகத்தை மேம்படுத்திடலாம்.

5. நீர்த் தேவையும் மக்கட் பெருக்கமும் :

5.1. உலக உருண்டையின் மேலுள்ள பெருங்கடல்கள், கடல்கள், இயற்கையாய் அமைந்திட்ட நீர்நிலைகள், ஏரிகள், உள் நாட்டுக் கடல்கள், மனிதனால் உண்டாக்கப்பட்ட நீர்த்தேக்கங்கள், வட, தென் துருவங்களிலும் மற்ற குளிர் நிலங்களிலும் படிந்து நிற்கும் பனிக்கட்டிகள், பனியாறுகள், காற்றிலுள்ள ஈரம், உலக மண்ணில் ஊறியிருக்கும் நிலயீரம், தரைக்குக் கீழே நிற்கும் நிலத்தடி நீர், இவை எல்லாவற்றையும் ஒருங்கே சேர்த்து, கற்பனையில் ஒரு 25 லிட்டர் வாளி நீருக்குச் சமமாகப் பாவிப்போம். அப்படியென்றால், குடிப்பதற்கேற்ற நன்னீர் தங்கியுள்ள எல்லா நீர்த் தேக்கங்களும் சேர்த்து ஒரு தேக்கரண்டியின் 3ல் ஒரு பங்கு அளவுக்குத்தான் சமமாகும். இந்தச் சின்னஞ்சிறு பகுதியிலிருந்துதான் உலக மக்களுக்கும் மாக்களுக்கும் தேவையான நீரைப் பகிர்ந்துகொள்ள வேண்டும்.

5.2. இதே கற்பனையைத் தொடர்ந்தால், ஆண்டொன்றுக்குப் பெய்யும் மழையின் அளவோ ஒரு தேக்கரண்டியளவுதானிருக்கும். ஆண்டொன்றில் உலக உருண்டையிலிருந்து ஆவியாகக் காற்று மண்டலத்துக்குள் சென்றடையும் பரிமாணத்தின் அளவும் ஒரு தேக்கரண்டியே ஆகும். ஆறுகளின் வாயிலாகவும், நிலத்தடி நீர்க்கசிவின் மூலமாகவும் கடலுக்குள் சென்றடையும் நீரின் அளவு ஒரு தேக்கரண்டியின் 10ல் ஒரு பங்கே ஆகும்.

5.3. நீர்ச்சுழற்சியினால் ஓர் ஆண்டுக் காலத்துக்குள் சுற்றிச் சுற்றி வரும் நீரின் அளவு 420,000 க.கி.மீ என்று கண்டோம். ஆனால் ஆறுகளின் மூலமாகவும், நிலத்தடி நீர்க்கசிவின் மூலமாக

வும் கடலையடையும் நீரின் அளவு ஆண்டொன்றுக்கு 39,600 க கி. மீ. ஆகும். இவ்வளவின் முழுமையையும் நாம் மனிதனின் பயனுக்காக அடைத்துத் தடுத்திட இயலாது. சில தொழில்நுட்பத் தடங்கல்களின் காரணமாக, ஏறக்குறையப் பாதியளவே, அல்லது 20,000 கன கிலோ மீட்டர்களையே நாம் எக்காலத்திலும் உபயோகித்திட இயலும் என்று கணிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்கு மேல் ஒரு துளி நீரைக்கூட எதிர்பார்க்க முடியாது.

5.4. குடிப்பதற்கும், குளிப்பதற்கும், சமைப்பதற்கும், மற்ற எல்லாக் காரியங்களுக்கும் சேர்த்து, சராசரி மனிதன் ஒருவனுக்கு, சுருங்கிய சிக்கனத்திட்டமாக, ஒரு நாளைக்கு இரண்டு வாளிகள் (50 லிட்டர்) தண்ணீர்தான் கொடுப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். வேறு நீர்ப்பாசனத்துக்கோ, தொழிற்சாலைகளுக்கோ, மற்ற எவ்வித உபயோகங்களுக்கோ தண்ணீர் இல்லவேயில்லை என்றும் கூறிவிடுவோம். ஆடுமாடுகள், மற்ற உயிரினங்கள் யாவும் குடிப்பதற்கும் இந்த இரண்டு வாளிகளிலிருந்துதான் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்று நியதி. இந்தக் கணக்கில் ஆண்டொன்றுக்கு 18.25 கன மீட்டர்கள் நீர் ஒருவனுக்குத் தேவைப்படுகிறது. இதை விடக் குறைவாகச் செலவழிப்பதும் இயலாத காரியம் அன்றோ? இப்படியிருந்தும் உலக உருண்டையின் மொத்த நீர் வசதியைப் பொறுத்து ஒரு லட்சம் கோடி மக்கட்தொகையை மீறி உலகம் எக்காலத்திலும் சமாளிக்க முடியாது என்பதை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம்.

5.5. மேலே குறிப்பிட்ட கணக்கில் பல மதிமயக்கங்கள் உள்ளன. உலகத்தில் அமைந்திருக்கும் நீர்நிலைகளை எல்லாம் ஒருங்குசேரக் கூட்டிப்பார்த்து, திட்டம் போடுவதெல்லாம் அவ்வளவு நடக்கக்கூடியதல்ல. உதாரணமாக, நீர்வளமிக்க இந்தியாவிலிருந்து, நீர்வளம் குன்றிய இங்கிலாந்துக்கு, எளிதாக, சிக்கனமாக நீரைச் செலுத்திவிட முடியுமா? முடியாது. ஆகவே, தனித்த முறையில் கண்டம் கண்டமாகவோ அல்லது நாடு நாடாகவோ ஒருங்குசேரப் பார்த்துத் திட்டங்கள் தீட்டுவதுதான் முடியுமேயொழிய வேறில்லை என்றாகிறது. இந்தியாவை மட்டும் எடுத்துக் கொண்டு என்ன நிலையென்று ஆராய்வோம்!

5.6. இந்திய ஆறுகளின் மூலம் கடலைச் சேரும் நீரின் அளவு ஆண்டொன்றுக்கு 1678 கன கிலோ மீட்டர்களே ஆகும். நிலத்தடி நீர்க்கசிவையும் கூட்டிக்கொண்டால் மொத்தஅளவு 1762 க கி.மீ.

ஆகிறது. அவ்வண்ணமாயின், மேலே கூறிய சிக்கனச் செலவு முறைப்படி நீரை வழங்கினாலும், இந்தியாவின் மக்கட்தொகை எந்நாளும் 4828 கோடியை மீறக்கூடாது அப்பாடா, கவலை யில்லை; வேண்டிய நீர் இருக்கிறதென்று மகிழ்ச்சியுற முடியுமா என்றால் முடியாது. இன்னும் சற்று விவரமாகப் பார்த்தால் உண்மை புலப்படும் நாம் முன்பு கணக்கிட்டது, மிகமிகக் குறைந்த, மிக மிகச் சிக்கனமான, நடைமுறைக்குச் சாத்தியமில்லாத மதிப்பீடே. நீர்ப்பாசனத்துக்கும், தொழிற்சாலைகளுக்கும் நகர, கிராமப் பயன் பாடுகளுக்கும் நீர் வழங்காமல் எங்ஙனம் இருந்துவிட முடியும்? அவற்றையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளத்தான் வேண்டும். அப் படியாயின், புள்ளி விவரங்களின்படி, இப்பொழுதே ஆண்டொன் றுக்கு 600 கன மீட்டர்கள் நீர் தேவைப்படுகிறது. இந்த அடிப் படையில் இந்தியாவின் மக்கட்தொகை, கிடைக்கும் நீரின் அளவைப் பொறுத்து, 147 கோடியை என்றும் மீறக்கூடாது. ஆனால் இன்றே சுமார் 60 கோடியை எட்டிவிட்டோம். ஆண்டொன்றுக்கு 2% வீதமே மக்கட்தொகைப் பெருக்கம் என்று எடுத்துக்கொண்டாலும் இன்னும் 25 ஆண்டுகளுக்குள் 147 கோடியைப் பிடித்துவிடுவோம்; அதற்குப்பிறகு என்ன செய்யப் போகிறோம்?

6. உலக நீரை முழுவதும் பயன்படுத்த வருங்காலத் திட்டங்கள் :

உலக உருண்டையில் உள்ள நீரின் அளவு தற்பொழுது தேவைக்குமீறி இருப்பதாகத் தோன்றினாலும், மக்கட்தொகை பெருகப்பெருக, ஒருநாள் தண்ணீர்ப் பஞ்சம் ஏற்பட்டே தீரும். அந்நிலையைத் தவிர்ப்பதற்கு. நீர்நிலையியல் அறிஞர்கள் இப்பொழு திலிருந்தே ஆராய்ச்சிகளைத் தொடங்கியுள்ளனர். பல திட்டங்கள் தீட்டப்பட்டு வருகின்றன.

6.1. ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளிடையே நீர்ப்பகிர்வு :

சில ஆறுகளில் பெருத்த வெள்ளம் ஏற்படும்பொழுது, அவற் றில் பாய்ந்தோடும் நீர் யாருக்கும் பயனின்றி, கடலையடைகின்றது. அதே சமயத்தில் அண்மையிலுள்ள பள்ளத்தாக்குகளில், மழையே யின்றி வறட்சி நிலவுவதையும் நாம் பலமுறை, பல சமயங்களில், பல இடங்களில் கண்டிருக்கிறோம். இந்தச் சூழ்நிலையில், ஒரு ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலுள்ள உபரி நீரை, மற்றொரு பள்ளத்தாக்குக்குச் செலுத்தி, பயன்பெறும் திட்டங்கள் அமைக்கப்பட்டு வருகின்றன.

6.2 நீர் ஆவியாதலைக் குறைத்தல் :

பெரிய நீர்த் தேக்கங்களின் மேற்பரப்பிலிருந்து நீர் ஆவியாக மாறிடுவதை, செய்ற்கை முறையில் ஓரளவுக்குக் குறைக்கலாம். ஹெக்ஸடெக்கனால் (Hexadecanol) என்ற பொருளை, துகள் வடிவத்திலோ திரவ வடிவத்திலோ நீர்த் தேக்கங்களின் நீர்ப்பரப்பின் மீது தெளித்தால், மூன்றிலொரு பகுதி ஆவியாவதைத் தடுத்து நிறுத்திட முடியும் என்று கண்டறியப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வகையில் மேலும் பல ஆய்வுகள் நடத்தப்பெற்று வருகின்றன.

6.3. கடல்நீரையும், உவர்நீரையும் நன்னீராக்கல் :

கடல் நீரில் மில்லியனுக்கு 35,000 பங்கு உப்புச்சத்து கரைந்திருக்கிறது. மனிதன் குடிப்பதற்கு ஏற்றதாக இருக்க வேண்டுமென்றால், மில்லியனுக்கு 500 பங்குக்கு மேல் உப்புச்சத்து நீரில் கரைந்திருக்கக்கூடாது. ஆகவே, பல செயல்முறைகளைக் கையாண்டு, கடல் நீரிலுமுள்ள உப்புச் சத்தைக் குறைத்திட்டால், குடிநீராகப் பயன்படுத்த ஏதுவாகும். இசரேல் போன்ற, நீர் வறட்சியுள்ள நாடுகளில் தற்பொழுதே இத்தகைய செயற் திட்டங்களைக் கையாண்டு வெற்றி பெற்றிருக்கிறார்கள்.

6 4. செயற்கைமழை பெய்வித்தல் :

நீராவி மேகமாக மாறி, மேகம் மென்மேலும் ஏறிக்கொண்டே செல்லும்பொழுது, காற்று மண்டலத்தின் மிகக் குளிர்ந்த பாகத்தை அடைகின்றது. அங்கு ஆவியானது நீர்த் திவலைகளாக மாறி, பின்னர் நீர்த் துளிகளாக ஒன்று சேர்ந்து, பின்னர் மழையாகக் கீழே விழுகிறது. மேலே கண்ட இயற்கை விளைவில், மேகம் குளிர்ந்து விட்டால் மட்டும் போதாது. நீர்த்திவலைகள் தோன்றுவதற்கு, அவைகளின் கருவாகச் செயல்படுவதற்கு, நுண்ணிய துகள்கள் தேவைப்படுகின்றன. இயற்கையின் பொடிகள், தூசிகள் மற்றும் கடல்நீர் ஆவியிலிருக்கும் உப்புத் துகள்கள் கருவாகப் பயன்படுகின்றன. ஆயினும் செயற்கை முறையில் சில்வர் அயோடைடு (Silver iodide) துகள்களை முன்பே குளிர்ந்த மேகத்தினூடே தூவினால் மழை பெய்வதற்கு உந்துதல் ஏற்படுகிறது. இவ்வண்ணம் செயற்கை மழையை உலகின் பல பாகங்களிலும் செய்தும் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. மேலும் ஆழ்ந்த ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

7

கடல்வாழ் உயிர்ப் பொருட்களின் ஏற்றுமதியும் தரக்கட்டுப்பாடும்*

மீன் வளத்தில் இந்தியா சிறிது சிறிதாக முன்னேற்றம் அடைந்து உலக நாடுகளின் மத்தியில் 7வது இடத்தைப் பெற்றுள்ளது என்பதற்கு நம்முடைய அரசாங்கத்தின் ஊக்கமும், நீண்ட கடற்கரையுமே காரணமாகும். முதன் முதலில் கடற்கரையின் அருகிலேயே மீன் பிடித்துவந்த நாம் இப்பொழுது கடற்கரையிலிருந்து 320 கிலோ மீட்டர் தூரம்வரை கடற்பரப்பில் சென்று மீன் வளத்தைப் பெருக்க உரிமை பெற்றுள்ளோம். இந்தியத் துணைக் கண்டத்தைச் சுற்றிலும் உள்ள இரண்டு மில்லியன் சதுர கிலோ மீட்டர் பரப்பில், மீன் வளம் வளர்ந்து வருவதை நாம் நம்முடைய மீன் வளத்தால் பெறும் அன்னியச் செலாவணியைக் கொண்டே அறிந்துகொள்ளலாம். குறிப்பாக (shrimps) இரா வகைகளை ஏற்றுமதி செய்யும் நாடுகளில் இந்தியா முதலிடம் பெற்றுள்ளது. முக்கியமாக அமெரிக்கா, மேற்கு ஐரோப்பா, ஜப்பான் போன்ற நாடுகள் இந்தியாவில் இருந்து பெரும் பகுதித் தவளைக் கால்களையும் இரா வகைகளையும் இறக்குமதி செய்கின்றன.

பண்டைக் காலந்தொட்டே கடல்வாழ் பொருட்களை, குறிப்பாகப் பதனிடப்பட்ட மீன், சங்கு, கிளிஞ்சல் போன்றவற்றை ஒருசிலர் இலங்கை, மலேயா போன்ற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்துவந்தனர். முதன் முதலாக 1956ல் கொச்சியில் ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த

★ ஒ. என். குருமணி, துணை இயக்குநர், ஏற்றுமதி ஆய்வுப் பிரிவு, 618, மௌண்ட் ரோடு, சென்னை-600 006.

கம்பெனி புதிதாகப் படகுகளில் வந்திறங்கிய இராக்களை பனிக்கட்டியின் இடையில் வைத்து ஏற்றுமதி செய்யும் பணியை மேற்கொண்டனர். அதனுடைய நுட்பத்தை அறிந்து, அதனை மேலும் பெருக்கி 1956ஆம் ஆண்டு இந்திய ஏற்றுமதியாளர்கள் தகர டப்பாக்களில் வேகவைத்து உப்பிட்ட சிறிய இரா வகைகளை (canned foods) ஏற்றுமதி செய்ய முன்வந்தனர்.

வளமான இத்துறையை மேலும் பெருக்க நம்முடைய அரசு 1960ஆம் ஆண்டு நார்வே அரசுடன் கூட்டுச்சேர்ந்து ஒரு நிறுவனத்தைக் கொல்லத்தின் நீண்டகரை என்ற இடத்தில் நிறுவியது. நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த இராக்கள் தனித்தனியே உடன் உறைத்தல் (Quick freezing) முறையில் பனிக்கட்டியின் இடையே உள்ளடக்கி, நீர் ஊறாத மெழுகுப்பூச்சு உள்ள அட்டைப்பெட்டிகளில் (wax coated cartons) அடைக்கப்பட்டு ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டன. முதலில் தலையுடன் ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டு வந்த இராக்கள், பிறகு செலவைக் கருதித் தலைப்பகுதி இல்லாமல் பெரிய பனிக்கட்டிகளில் (slabs) உள்ளடக்கி ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டன.

உலகச் சந்தையில் பெரிதும் வரவேற்கப்பட்ட நம் மீன் வகைகளை மேலும் பெருக்கக் கொச்சியில் மத்திய தொழில்நுட்ப ஆய்வகம்(Central Institute of Fisheries Technology) நிறுவப்பட்டது. இவ்வாய்வகம் அடிக்கடி மீன் வளத்தைப் பெருக்கப் பல சோதனைகளை நடத்தி ஏற்றுமதியாளர்களுக்குத்தகுந்தஆலோசனைகளைஅளித்து வருகிறது. இங்கு நடைபெற்ற ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள் மீன்துறைக்குப் பயன்பெறும் முறையில் அமலாக்கப்பட்டன. இந்த ஆய்வகம் மத்திய அரசுக்கு அறிவுரைகளை வழங்கி இத்துறை வளர்ச்சிக்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்து வருகிறது. ஏற்றுமதிக்காகத் தயாரிக்கப்பட்ட மீன் இரா வகைகளை ஏற்றுமதியாளர்களது விருப்பப்படி, நிறை, தரம் முதலியவற்றை நிர்ணயிக்க முன்வந்தது. கடல்வாழ் உயிரினப் பொருட்களைக் குளிர்பதன முறையில் பதப்படுத்தத் தகுந்த சுகாதார முறைகளை வழங்கியதோடு மட்டுமல்லாமல் பதனிடும் தொழிற்கூடங்களையும் அவ்வப்போது சென்று பார்த்து ஆக்கப்பூர்வமான அறிவுரைகளை வழங்கி வருகிறது. மத்திய உணவு, விவசாய அமைச்சரவையின்கீழ் இயங்கிய C.I.F.T. ஏற்றுமதிக்குரிய பொருட்களின் தரத்தை நிர்ணயித்து வந்தது. முக்கியமாக, பொருட்களின் வெளிப்புறத் தோற்றத்தையும், நுண்கிரிமிகளினால் (பாக்டீரியா) ஏற்பட்ட பாதிப்பையும் ஆய்வு செய்தது. இம் முயற்சியின் விளைவாக, நல்ல தரமான மீன் இராக்களின் உற்பத்தி பெருகியதுடன், ஜப்பான், அமெரிக்கா போன்ற

நாடுகளின் வாங்கும் ஆர்வத்தையும் ஊக்குவித்தது இந்த ஆய்வுப் பணியை சீராக்கும் எண்ணத்துடன் மத்திய உணவு, விவசாய அமைச்சரகம் ஒரு தனி நிறுவனத்தை நிறுவி அதன்மூலம் தரக்கட்டுப்பாடும், ஏற்றுமதிக்கு முன்னதாக ஆய்வும் நடைபெற வேண்டியதன் அவசியத்தை வலியுறுத்திப் பரிந்துரைகளை அரசுக்கு அனுப்பி வைத்தது. இதன் விளைவாக மக்கள்சபை 1962ல் ''ஆய்வும் தரக்கட்டுப்பாடும்'' என்ற தலைப்பில் சட்டமியற்றியது.

இச்சட்டத்தின் மூலம் வாணிபம், வெளிநாட்டு வர்த்தக அமைச்சரவையின் கண்காணிப்பில் ''ஏற்றுமதி ஆய்வுக்குழு'' (Export Inspection Council) நிறுவப்பட்டது. இக்குழு, ஏற்றுமதிக்கான பொருட்களின் ஆய்வையும், தரக் கட்டுப்பாட்டையும் மேற்கொள்ளப் பல திட்டங்களையும், ஒவ்வொரு துறைக்கான நிபுணர் குழுவையும் அமைத்து, தர நிர்ணயித்துக்கான அடிப்படையை வகுக்க முன்வந்தது. ஏற்கெனவே இந்தியாவில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பொறியியல், இரசாயனம் மீன் வகைகள், தோல் பொருட்கள் ஆகியவற்றிற்கான தரத்தை நிர்ணயித்து வழங்க 'இந்திய நியம நிலையம்' (ISI) நிறுவப் பெற்றிருந்தது. இந்நிலையம் பல்வேறு துறைகளைச் சேர்ந்த நிபுணர்களைக் குழுக்களாக அமைத்துத் தர நிர்ணயப் பணியை வகுத்துக் கொடுத்தது. இந்த நிலையத்தின் தர நிர்ணயக் கோட்பாடுகளை ஏற்றுமதி ஆய்வுக்குழு தழுவி அதன் கொள்கைகளை நிறைவேற்ற உத்தரவு பிறப்பித்தது. நாட்டில் பல்வேறு பகுதிகளின் ஏற்றுமதிக்காகத் தயாரிக்கப்படும் பலதுறைப் பொருட்களை ஆய்வு செய்து சான்றிதழ் வழங்கும் பொறுப்பையும் மேற்கொண்டது. இப் பணியினைக் காலம் கடத்தாமல் செவ்வனே செய்து முடிக்க டெல்லி கல்கத்தா, பம்பாய், சென்னை, கொச்சி போன்ற இடங்களில் ஏற்றுமதி ஆய்வு நிறுவனங்கள் (Export Inspection Agency - EIA) அமைக்கப்பட்டன. இந்த நிறுவனத்தால் அளிக்கப்படும் சான்றிதழ் களைப் பெற்றாலொழிய, எந்தப்பொருட்களும் ஏற்றுமதி செய்ய இயலாது என்ற நிலையை வகுத்துக்கொடுத்து, உற்பத்தி மிகுந்த இடங்களில் கிளை அலுவலகங்களும் திறக்கப்பட்டுத் திறம்பட செயல் பட வழிவகுத்தது

குளிர்பதன முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட இராக்களும், டப்பாக் களில் அடைக்கப்பட்ட சிறிய இராக்களும் கணிசமான அளவு ஏற்று மதி செய்யப்பட்டபோது, வெளிநாடுகளிலிருந்து தரத்தைப் பற்றிய குறைபாடுகள் வந்துகொண்டிருந்தன. ஏற்றுமதியாளர்கள் அதிக

லாபத்தை எதிர்பார்த்துச் செயல்பட்டதால் தொழில்கூடங்கள் கட்டுப்பாடு இன்றித் தன்னிச்சையாகச் செயல்பட்டன. இந்நிலையில் செப்டம்பர் 1963ல் ஏற்றுமதியாளர்கள் தாமாகவே தர நிர்ணய ஆய்வு செய்துகொள்ள முன்வந்தனர். இதனைத் தொடர்ந்து 1963 ஆம் ஆண்டு ''தரக் கட்டுப்பாடும் ஆய்வும்'' என்ற சட்டம் இயற்றப்பட்டது. இதனால் தரக்குறைவான பொருட்கள் ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டால் சட்டபூர்வமான நடவடிக்கை எடுக்கப்படும் என்ற நிலை உருவாகியது. குளிர்பதன முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட இராவும், டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்ட இராவும் கட்டாயமாகத் தரக் கட்டுப்பாட்டிற்கு உட்படவேண்டுமென 1965 மார்ச் 15ஆம் தேதி சட்டபூர்வமாக அறிவிக்கப்பட்டது. அதன்பிறகு படிப்படியாக ஏனைய பொருட்களும் இக்கட்டுப்பாட்டின்கீழ் கொண்டுவரப்பட்டன. அவை யாவன .

1. குளிர்பதன இராக்கள் (frozen shrimps)
2. டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்ட கடல் உணவுப் பொருட்கள் (canned food)
3. குளிர்பதன தவளைக்கால்கள் (frozen Frog legs)
4. உலர்ந்த மீன், இரா (dry fish & shrimp)
5. உலர்ந்த சுறாமீன் துடுப்புகள், மீன் காற்றுப்பைகள்
6. குளிர்பதனத் சிங்கராட்டு வால்பகுதி (கல் இரா) (Lobster tails)
7. டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்ட நண்டுத்தசை (Crab meat)
8. குளிர்பதன பாம்பரட்ஸ் (Pomfrets)
9. குளிர்பதனக் கணவாய் மீன் (Cuttle fish & Squid)
10. உலர்ந்த கடலட்டை (Beach demeer - Sea cucumbers)

கடல் உணவுப் பொருட்கள் ஏற்றுமதிக்காகத் தயாரிக்கப்படும்போது வெளிநாட்டினது தேவைக்கான தரத்தைக் கருத்தில் கொண்டு இந்திய அரசினர் ஒரு தர நியமத்தை வகுப்பதில் ஈடுபட்டனர். கடல்வாழ் பொருட்கள் பிடிக்கப்படும் படகுகள், பதனிடும் தொழிற்சாலை போன்ற இடங்கள் சுத்தமாகவும், தூய்மையானதாகவும் இருக்க வேண்டும். இல்லையேல் நுண் கிருமிகளால் (பாக்டீரியாக்களால்) பொருட்கள் பாதிக்கப்படலாம். ஆகையால் உறைபதனப் பொருட்களுக்குப் பாக்டீரியாக்களின் அளவு நியமம் (Total Plate Count) கொண்டுவரப்பட்டது. இதன் விளைவாகப் பதப்படுத்தப்படும் பொருட்கள் சுகாதார முறையில் தயாரிக்கப்பட வேண்டியதன் அவசியம்

ஏற்றுமதியாளர்களுக்கு எடுத்துரைக்கப்பட்டது. குறிப்பாக எக்ஸ் கிரீச்யாகோலய், ஸ்டெபைலோ காக்கஸ், சாலமேனல்லா போன்ற பாக்டீரியா வகைகள் கவனத்துடன் ஆய்வுக்கூடங்களில் பரிசோதிக் கப்படுகின்றன. தற்சமயம் காலரா வகை பாக்டீரியாவையும் பரி சோதித்துச் சான்றிதழ் அளிக்கப்படுகிறது. தொழிற்சாலைகளில் பணி புரியும் ஆட்களால் உணவுப் பொருட்கள் பாழடையக்கூடிய வாய்ப்புக் கள் இருப்பதால், அடிக்கடி தொழிற்சாலையில் பயன்படுத்தப் படும் தண்ணீர், பனிக்கட்டி, மற்றும் தட்டுக்கள் (Utensils) போன்ற வை ஸ்வேப் (Swab) மூலமாக எடுத்துப் பரிசோதிக்கப்படுகின்றன. உணவுப் பொருட்கள் நீண்ட நாட்கள்வரைப் பாழடையாமல் நிலைத் திருக்கப் பனிக்கட்டிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மீன், இரா போன்றவைகள் உயிருடன் இருக்கும்பொழுது அதனுள் இருக்கும் (சுரபி) என்ஸைம் (enzyme) கள் அவைகளைப் பாதிப்பதில்லை. ஆனால் இறந்தவுடன் அந்தச் சுரப்பிகள் வேகமாகச் செயல்பட்டு உடலை அழுகச் செய்துவிடுகின்றன. இதை ஆங்கிலத்தில் (Autoly tie Enzyme System) என்று கூறுவார்கள். பனிக்கட்டியின் குளிர்ச் சியினால் இந்தச் சுரப்பிகளின் வேலைகள் (Metabolism) தடுக்கப் படுவதால் அவை பாழடையாமல் இருக்கின்றன. பதன நிலையில் வைக்கப்படாத இராக்களின்மேல் கருப்புப் புள்ளிகள் தோன்றும்; இது அறவே அகற்றப்பட வேண்டிய தர நியமங்களில் ஓர் அம்சம் ஆகும்.

நல்ல முறையில் சேமிக்கத் தற்போது குளிர்பதனப் பெட்டிகள் (Freeze cases) மீன் பிடிப்போர்க்கு வழங்கப்பட்டு வருகிறது. இவ் வகையில் மூலப்பொருள் (raw material) பாதுகாப்புக்கு வழி வகுக் கப்பட்டுள்ளது. அடுத்து, குளிர்பதனக் கூடங்களில் உள்ள இராக் கள் எவ்வாறு தர நியமங்களால் நியமிக்கப்படுகின்றன என்பதைக் காண்போம்.

பதன நிலையில் உள்ள இராக்கள் நல்ல குடிநீரால் கழுவப் பட்டு நிறுக்கப்படும். பிறகு ஓட்டோடு கூடிய வகைகள் இன (Species) வாரியாகப் பிரிக்கப்படும்.அவற்றில் அளவுத் தொகுதிகளாகப் பிரிக் கப்பட்டுத் தனித்தனியே சேமிக்கப்படும். இராக்களின் வெளி ஓட்டி லும், வெளியே தெரியும் தசைப் பகுதியிலும் படிந்துள்ள வழுவழுப்பான பொருள் அகற்றப்பட வேண்டும். இதன் படிவில்தான் பாக்டீரியாக்கள் எளிதில் வளர்ந்து எண்ணிக்கையில் பெருகும். நீரில் கழுவிய பிறகு

5-20 (மில்லியன் தொகுதியில் பங்கு - ppm) க்ளோரின் கலந்த நீரில் இரண்டு மூன்று முறை கழுவப்படவேண்டும். இம்முறையில் வெளியே படிந்துள்ள பாக்டீரியாக்கள் பெருமளவு அகற்றப்படுகின்றன. இராக்களைச் சுத்தம் செய்யும் முறையில்தான் அதிகக் கவனம் செலுத்தப்பட வேண்டும். உற்பத்தி நிலையில் நடத்த வேண்டிய கட்டுப்பாட்டில் இது மிக இன்றியமையாதது. வாங்குவோரின் விருப்பத்திற்கு ஏற்ப இராக்கள் 2 கிலோ அல்லது 5 பவுண்டு அளவுகளில் நிறுக்கப்பட்டுப் பதன நிலைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. பிறகு இவ்விராக்கள் பாலித்தீன் காகிதத்தில் சுற்றப்பட்டு, மெழுகுச் சுவரிட்ட காகித அட்டைப் பெட்டிகளில் அடுக்கி வைக்கப்படுகின்றன. பின் இப்பெட்டிகள் நீண்ட சதுர அலுமினியத் தட்டுக்களில் வைக்கப்பட்டு உறைய வைக்கப்படும் பெட்டிகளில் அடுக்கி வைக்கப்படும். இரண்டு மூன்று மணி நேரம் (-40°C) சீராக இயங்கியபின் பெட்டிகள் நன்றாக உறைந்த பனிப்பாறைகளாக மாறுகின்றன. அதன்பிறகு தட்டுக்களிலிருந்து பெயர்த்தெடுக்கப்பட்டு வெளியே படிந்துள்ள பனிச் சுவர்கள் அகற்றப்பட்டு 10-10 ஆகப் பெரிய அட்டைப் பெட்டிகளில் அடைக்கப்படும். அட்டைப் பெட்டிகளின் மேல்புறம் உற்பத்தியாளரின் பெயர், தயாரிக்கப்பட்ட இடம் போன்ற விவரங்களும், அடிப்புறம் அல்லது பக்கவாட்டில் இராவின் ஒரு பவுண்டுக்கு உள்ள எண்ணிக்கையும் (8-12, 11-15, 16-20), எடையும் குறிக்கப்படுகிறது. இப்படித் தயாரிக்கப்பட்ட பெட்டிகள் குளிர்ப்பதன அறையில் -18° டிகிரி சென்டி கிரேடு உறை நிலைக்கும் கீழே உள்ள தட்பவெப்ப நிலையில் வைத்துப் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும். இராக்கள் உறைய வைக்கப்படும்போது ஓரளவு எடையை இழக்கின்றன. இதனால் 50-100 கிராம் எடையை அதிகமாக வைத்து உறைய வைப்பார்கள்.

உறையவைக்கும் பெட்டி சீராக இயங்காவிட்டாலும் குளிர்பதன அறையின் தட்பவெப்பம் சரியாக நிர்வகிக்கப்படாவிட்டாலும் இராக்களின் மேற்பகுதிகளில் வெள்ளைப் புள்ளிகள் உண்டாகலாம். இது இராவிலிருந்து வெளியேறிய நீரின் தன்மையைக் (Dehydration) குறிப்பதாகும். இது நன்றாகக் கண்காணிக்கப்பட வேண்டிய தர நியமமாகும். சரியான முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட இப்பெட்டிகள் பல மாதங்கள் வரைப் பாழடையாமல் (கெடாமல்) பாதுகாக்கப்படுகின்றன. தொழில்கூடத்திலிருந்து கப்பற்துறைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும் போது, குளிர்பதன வண்டிகளில் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. வெளிநாட்டிற்கு எடுத்துச் செல்லும் கப்பல்களில் குளிர்பதன அறைகள் அமைக்கப்பட்டு, பொருட்கள் பாழடையாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படும் இராக்கள் பலவகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாக, சிறிய இராக்கள் தலையையும் மேல் செதில்களையும் குடலையும் அகற்றித் தனித்தனியாக சேகரிக்கப்படுகின்றன (Peeled& Deveined-P&D). இவையும் பவுண்டுக்குள்ள எண்ணிக்கைப்படி பிரிக்கப்பட்டு உறைய வைக்கப்படுகின்றன.

மிகச் சிறிய இராக்கள் அவற்றின் ஓடுகள் மட்டும் அகற்றப்பட்டு குடற்பகுதி அகற்றப்படாமல் உறைய வைக்கப்படுகின்றன (Peeled and Undeveined - PUD). இந்த இருவகைகளிலும் பொதுவாக இராக்கள் உரித்தல், கிழித்தல் போன்றவைக்கும் உட்படுவதால் அதைக் கையாளும் தொழிலாளர்கள் சுகாதாரத்துடன் இருத்தல் வேண்டும். சுகாதாரத்துடன் இல்லையென்றால் பொருட்கள் பாழடையலாம் (decompose). பதனப்படுத்தும் பொழுது வெளிப்புறப் பொருட்கள், ஈக்கள், நார், குச்சி, முடி போன்றவைகள் கலந்துவிடாமல் கவனத்துடன் இருக்க வேண்டும்.

ஜப்பானியர் PUD வகைகளையும், அமெரிக்கர்கள் PD வகைகளையும், கனடா நாட்டினர் ஓடுரித்து வேகவைக்கப்பட்ட சிறிய இராக்களையும் (CP&D) அதிகம் விரும்புகின்றனர். சிங்கராட்டு (Lobsters) மூன்று வகைகளில் இந்தியாவில் கிடைக்கிறது. பாறை சிங்கராட்டு (Rock Lobster), மணற் சிங்கராட்டு (Sand Lobster), ஆழ்கடல் சிங்கராட்டு (Deep Sea Lobster) இவற்றிலும் தலைப்பகுதி மட்டும் அகற்றப்படுகிறது. இவை உருவ அளவில் பெரியதாக உள்ளதால் தனித்தனியே பாலிதீன் காகிதத்தில் சுற்றப்பட்டு, உடன் உறைதல் மூலம் (Individual Quick Frozen - IQF) தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சிங்க இராவும் எடைக்கேற்ப உறைந்த நிலையில் எண்ணப்பட்டு பெரிய பெட்டிகளில் அடைக்கப்படுகிறது.

கடற்கணவாய் (Cuttle fish of Squid) கள் பெருமளவில் ஜப்பானியர்களால் விரும்பப்படுகிறது தலை, தோல், முதுகெலும்பாகக் கருதப்படும் கடல்நுரை அகற்றப்பட்டவுடன், இவை வெண்மையாகக் தேங்காய் போலத் தட்டையான சதைப்பகுதியாகத் தென்படுகின்றன. ஜப்பானியர் இவற்றை வேகவைக்காமல் உணவில் சேர்த்துக் கொள்வதால், இவற்றை தயாரிக்கும் பொழுது பாதிப்புகள் (contamination) இல்லாமல் பாதுகாக்கப்படவேண்டும்.

தவளைகள் குளம் குட்டைகளில் வாழ்பவைகளாக இருப்பினும், கடல்வாழ் பொருட்களுடன் சேர்த்து ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. தவளைகள் இந்தியாவின் பல பகுதிகளிலிருந்தும் குளம் குட்டை

போன்றவற்றில் பிடிக்கப்பட்டுப் பதனக் கூடங்களுக்கு அனுப்பி வைக்கப்படுகின்றன. பிடிக்கப்பட்டவுடன் இடுப்பிற்கு மேல் 2.5 சென்டி மீட்டர் அளவுக்குத் துண்டிக்கப்படுகிறது. இப்படி அனுப்பப் படும் தவளைக் கால்கள் சுகாதாரமில்லாத சூழ்நிலைக்கு உட்பட்டு, பாக்டீரியாக்களின் பாதிப்பிற்குள்ளாகின்றன. மேலும் இவைகள் சுகா தாரமில்லாத குளம், குட்டைகளிலிருந்து பிடிக்கப்படுவதால் மனிதர் களால் வெளியேற்றப்படும் மலஜலத்தால் பாதிக்கப்பட்டுப் பலனற்றுப் போகின்றன. குறிப்பாக, சால்மோனில்லா என்றபாக்டீரியா (டைபாய்டு) விஷ ஜுரம் போன்றவற்றை உண்டாக்குகின்ற நுண்கிருமிகள், தவளைக் கால்களில் அதிகமாகத் தென்படுகின்றன. மொத்த பாக்டீரியா எண்ணிக்கையை ஓரளவுக் கட்டுப்படுத்தினாலும், சால்மோனில்லா போன்ற பாக்டீரியாக்களைக் கட்டுப்படுத்துவது எளிதானதல்ல. தவளைக் கால்களை வேகவைத்து உணவாக உட்கொண்டாலும், சால்மோனில்லா பாக்டீரியாவின் பாதிப்பு சமைத்தலுக்குமுன் பரவப் படலாம் என்ற அச்சம் நிலவியது. இதனால் பெருமளவுத் தவளைக் கால்களை இறக்குமதி செய்யும் நாடான அமெரிக்கா 'தீவிரக் கட்டுப் பாட்டை' (United States Food and Drugs Administration Method-USFDA) வலியுறுத்தியது. இதனைத் தொடர்ந்து அவர்கள் வகுத்துக் கொடுத்த முறைப்படி ஆய்வுக்கூடங்களில் அவைகள் பரி சோதிக்கப்பட்டன. இதன்படி 1975ல் ஒரு உடன்படிக்கை கையெழுத்தாகியது.

சிறிய இராக்கள், நண்டின் தசைப்பகுதி முதலியன சிறிய டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்டு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. இம் முறையில் சிறிய இராக்கள் ஓரளவுப் பதநிலையில் வேகவைக்கப்பட்டு, தோல் உரிக்கப்பட்டு, கழுவப்படுகின்றன. பிறகு அவை உப்புக் கரைசலும் சிறிதளவு சிட்ரிக் அமிலம் கலந்த திரவமுமுள்ள டப்பாக் களில் நீராவியைச் சீராக வெளியேற்றும் குழாய்மூலம் அனுப்பப்பட்டு, மூடியினால் காற்று மிகாமல் அடைக்கப்படுகின்றன. நல்ல டப்பாக் களில் அடைக்கப்பட்ட இராக்கள், நண்டின் தசைகள் பல நாட் களாயினும் கெடுவதில்லை.

ஆய்வுத்திறனை வலுப்படுத்தும் வகையில் தர ஆய்வுக்குழு டிசம்பர் 1977ல் தயாரிப்பு நிலைகளிலே தரக்கட்டுப்பாட்டை வலி யுறுத்தும் சட்டத்தைக் கொண்டுவந்தனர். இதன்படி ஒவ்வொரு தொழில்கூடமும், ஒரு சோதனையாளரின் மேற்பார்வையில் இயங்க வேண்டுமென்று தீர்மானிக்கப்பட்டது. இதனைத் தொடர்ந்து கீழ்க் கண்ட வழிமுறைகளும் விதிக்கப்பட்டன:

1. தொழில்கூடத்தின் உள்ளும் புறமும் உள்ள சுத்தமான சூழ் நிலை சுகாதார அடிப்படைத் தேவைகளின் தேவை.
2. பதப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படும் குடிநீரின் சீரான சுகாதாரப் பராமரிப்பு.
3. தொழில்கூடங்களில் பயன்படுத்தப்படும் பனிக்கட்டிகளின் தரம்.
4. தொழிலாளர்களது தூய்மையான உடை, நன்கு கழுவப்பட்ட கைகள், வாய்புறத்தைச் சுற்றித் தடுப்பு ஆடை.
5. காற்றோட்ட வசதி, வெளிச்சம், ஈ, புழு பூச்சிகள் உட்புகாத வசதிகள், இயந்திர வசதிகள், கழிவுநீர் வெளியேற்ற வசதி.
6. பயன்படுத்தப்படும் அறை, பாத்திரங்கள், மேஜை முதலியவை சுத்தமாக வைக்கப்பட வேண்டியதன் அவசியம்.
7. உடன் உறைதலுக்குள்ள பெட்டியின் சுத்தம்.
8. குளிர்பதன அறையின் சீராக இயங்கும் குளிர்பதனத் தட்பநிலை (−18° டிகிரி சென்டிகிரேடு).
9. புதிதாக வந்திறங்கிய இராக்களின் நிலை · எடை, தரம் குறைந்த இராக்கள் நிறமிழந்தவை, அழுகியவை, எளிதில் விலகும் ஓடு உடையவை, கரும்புள்ளி உள்ளவை விலக்கப்பட வேண்டும்.
10. தயாரிக்கப்பட்ட கட்டிகளின் நன்கு உறைந்த நிலை, அவற் றின் எண்ணிக்கை.
11. முடிவாக, கட்டப்பட்டு அடுக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள பெட்டிகளின் எண்ணிக்கை - வகை, அளவுகளுக்கேற்ப கணக்கில் உள்ளடங் கியதுதானா எனச் சோதித்தல்.
12. குளிர் நிலையுள்ள ஊர்திகளின் சுத்தமான அமைப்பு, குளிர் காக்கும் வசதி முதலியன.
13. மேற்குறிப்பிட்ட பராமரிப்புக்களைக் காட்டும் அன்றாட பதிவு செய்யப்படும் குறிப்பேடுகள்.
14. மாதமிருமுறை தொழில்கூடங்களில் பயன்படுத்தப்படும் குடி நீர், பனிக்கட்டி, பாத்திரங்கள், தொழிலாளர்களது நகப் பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்படும் சுரண்டல்கள் (swabs) ஆய்வுக் கூடத்தில் பரிசோதிக்கப்பட வேண்டும்.

ஒவ்வொரு தொழில்கூடமும், ஏற்றுமதிக்கான பொருட்களைத் தயாரிக்கும் தகுதி பெற்றதா என மத்திய மாநில அரசுகள், மற்றும் ஏனைய துறைகளைச் சேர்ந்த வல்லுனர்களால் பார்வையிடப்பட்டு அங்கீகரிக்கப்படும். இச்சீரிய மாற்றங்களைப் புகுத்தியதால் தயாரிப்புத் துறையில் கணிசமான மேம்பாடு காணப்பட்டது மேலும் உற்பத்தியாளர்களது தன்னம்பிக்கை ஓரளவு உருவானதும், அவர்களே முன்வந்து கட்டுப்பாட்டு வசதிகளை அமுல்படுத்தி, ஏற்றுமதிப் பொருட்களைத் தயாரிக்கும் உரிமையை வழங்கும் சட்டம் (Modified in Process Quality Control) 1980ல் இயற்றப்பட்டது.

ஏற்றுமதி ஆய்வுக்குழுவிற்கு உதவும் வகையில் இந்திய அரசினர் கடல்வாழ் பொருட்களின் ஏற்றுமதியை விரிவாக்கும் நிறுவனத்தை (MPEDA-Marine Products Export Development Authority) 1962ல் நிறுவினர். இந்நிறுவனம் நம் நாட்டிலுள்ள ஏற்றுமதியாளர்களைப் பதிவு செய்து அவர்களது தேவைகளை நிறைவேற்றும் பணிகளில் ஈடுபட்டுவருகிறது. மீன் பிடிப்பாளர்களது தேவை, சீரிய முறையில் கடல்வாழ் பொருட்களைச் சேகரிப்பது, பாதுகாப்பது போன்றவற்றை அவ்வப்போது அறிவுறுத்துகிறது. மேலும் வெளிநாட்டுத் தூதரகங்களுடன் தொடர்பு கொண்டு வெளிநாட்டு இறக்குமதியாளர்களது தேவை, தரம், விலைவிபரம் முதலியவற்றைச் சேகரித்துத் தயாரிப்பாளர்களுக்கு வழங்குகிறது. வளர்ந்த -- வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் இந்தியத் தயாரிப்பாளர்களது பொருட்களைக் கண்காட்சியில் விளம்பரப்படுத்தி, இரா மற்றும் ஏனைய பொருட்களுக்கும் நிறைய விருப்பாணைகளைச் சேகரிக்க உதவுகிறது.

கீழ்க்கண்ட அட்டவணை நம் நாட்டின் ஏற்றுமதியையும் அவற்றில் கடல்வாழ் பொருட்களின் அளவையும் காட்டுகிறது.

ஆண்டு	மொத்த ஏற்றுமதி	கடல்வாழ் பொருட்களின் ஏற்றுமதி
1950–51	60, 064 லட்சம்	246 லட்சம்
1965–66	80, 564 ,,	659 ,,
1970–71	1, 53, 516 ,,	3, 054 ,,
1973–74	2, 52, 340 ,,	8, 924 ,,
1974--75	3, 32, 883 ,,	6, 617 ,,
1975–76	4, 04, 281 ,,	12, 656 ,,
1976–77	5, 14, 525 ,,	18, 025 ,,
1977–78	5, 40, 426 ,,	17, 433 ,,
1978–79	5, 72, 576 ,,	22, 828 ,,

மீன் துறையைப் பற்றியமட்டில் ஆண்டுதோறும் நல்லதொரு முன்னேற்றம் கண்டாலும் 1978, 79, 80 ஆண்டுகளில் சிறிய இரா, தவளைக்கால் போன்றவற்றைப் பெருமளவில் இறக்குமதி செய்யும் நாடான அமெரிக்கா 'சால்மோனில்லா' காரணமாக இறக்குமதியைத் தற்காலிகமாக நிறுத்திக் கொண்டது. ஆஸ்திரேலியா, கனடா போன்ற நாடுகளும் பாக்டீரியா தர நியமம், பதன நிலைகளில் பெருமளவுக் கட்டுப்பாடுகளையும் விதித்ததால், இந்தியத் தயாரிப்பாளர்கள், இத் தரக்கட்டுப்பாடுக் கோட்பாடுகளைக் கடைப்பிடிப்பதில் பெருங்கவலை கொள்ளலாயினர். இம் முயற்சியில் மேலும் தீவிரப் பங்கு கொள்ளும் வகையில்தான் இந்திய அரசு ''செயற்பாடு நிறுவனம்'' (Task force) ஒன்றை நியமித்து, கடல்வாழ் பொருட்களின் ஏற்றுமதியில் ஏற்றம் காண வழிமுறைகளைக் கண்டறிய முயன்று வருகிறது.

ஒரு நாடு பொருளாதாரத் துறையில் தன்னிறைவு பெற வேண்டுமானால் அந்நாட்டின் ஏற்றுமதி இறக்குமதியைவிட அதிகரிக் கப்பட வேண்டும். நிலவளம் சுருங்கிவரும் இந்நாளில், நீரில் (கடலில்) வளம் தேட முனைந்துள்ள நம் நாடு வரும் எதிர்ப்புக்களை ஆய்ந்து அறிந்து திறம்படச் செயல்பட்டால் ஏனைய நாடுகளைவிடக் கடல்வாழ் பொருட்களில் அந்நியச் செலாவணி அதிகமாகப் பெறமுடியும் என்பதில் சந்தேகமில்லை. கடல்வளத்தைக் கருத்தில் கொண்டு ஆண்டுதோறும் திட்டங்கள் பல வகுத்து அதைத் திறம்படச் செயல்படுத்த வேண்டு மென்ற அவாவில் எழுந்ததுதான் இக்கட்டுரை.

8

உணவியல் துறையின் வியத்தகு சாதனைகள்++

உயிர்களின் பரிணாமத்தின் (evolution)வளர்ச்சியில், உணவியல் சென்ற 60-70 ஆண்டுகளில், ஒரு முக்கியமான விஞ்ஞானத் துறையாக மலர்ந்திருக்கிறது. அனைத்து உயிர்களும் ஆயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாகவே, படிப்படியான முன்னேற்றம் அடைந்து, திட்டமான அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன என்று பரிணாம அறிவு (Evolution Theory) காட்டுகிறது. மிகச் சிறிய நுண்கிருமி தொடங்கி, ஆறறிவு படைத்த மனிதன் வரைக்கும் நல்வாழ்வுக்குப் பல இன்றியமையாத உணவுச் சத்து'க்கள் தேவை என்பது உறுதியாக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரேஒரு அணுவாக (Single Cell) வாழும் உயிர்கள், சுற்றுப் புறத்தில் கிடைக்கும் அழுகிய பொருட்களின் மூலமாகத் தம் தேவைகளை நிறைவு செய்து, தமது தனித்தன்மையின் மூலமாக உணவு கிடைக்கும் இடத்தை விரிவுபடுத்திக் கொள்ளுகின்றன. அவ்வண்ணமே, ஆண்டவனின் படைப்புக்களின் உச்சநிலையில் சிறப்பாக இயங்கும் மனிதனும் தனது நரம்பு மண்டலத்தின் இயக்கத்தினால் உணவுகளைப் பெறும் வழிவகைகளைப் பெருக்கிக் கொண்டு தனது வாழ்க்கையைப் பல கோணங்களில் வளமுடையதாகவும் விரிவுடையதாகவும் அமைத்துக் கொண்டான். உலகில் ஏராளமான உணவு வகைகள் உண்டு. ஆனால் அவற்றில் அடங்கியுள்ள உணவுச் சத்துக்கள் வேறுபட்டுள்ளன. உணவில் அடங்கியுள்ள சத்துப்பொருட்களைப் பற்றிய அறிவானது, இருபதாம் நூற்றாண்டின் பெரும் வெற்றியாகும். கற்காலத்தில் வாழ்ந்த நம்

++ டாக்டர் (திருமதி) இராசம்மா பா. தேவதாஸ், ஸ்ரீ அவிநாசிலிங்கம் மனையியல் பெண்கள் கல்லூரி, கோயம்புத்தூர்.

மூதாதையர்கள் அவர்களுக்குக் கிடைத்தவற்றையெல்லாம் உண்டு வந்தனர். ஆனால் ''தவறிக் கற்றல்'' முறையின் மூலமாக நாகரிக மனிதன் உணவுப் பொட்களைப் பற்றி அறியும் வாய்ப்பினை அடைந்தான். அனுபவ வாயிலாகச் சில உணவுப் பொருட்கள் உடல் ஆரோக்கியத்திற்கு இன்றியமையாதது எனக் கண்டறிந்தான். ஆனால் இருபதாம் நூற்றாண்டில்தான் அவன் உணவுச் சத்துக்கள் எவ்விதம் சிக்கலான உடற்கூறுடன் இணைந்து செயல்படுகின்றன என்பதை உணர ஆரம்பித்திருக்கிறான்.

உயிர்களின் பரிணாமம் ஒரு முடிவில்லாத பயணம்; பரிணாமம் இன்னும் நடைபெற்றுக்கொண்டே இருக்கிறது. மனிதனும், தனது சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு தன் வாழ்க்கை முறைகளை மாற்றி அமைத்துக்கொள்கிறான். இன்றைய விஞ்ஞானத்தின் அறைகூவலானது, மனிதன் தன்னை முழுவதுமாகச் சூழ்நிலைக்கும், சூழ்நிலையானது மனிதனுக்கும் ஏற்றவாறு அமைதலே ஆகும். அந்தச் சூழ்நிலையில், அதாவது புறச் சூழ்நிலையில், உணவுக்குப் பெரிய இடம் உள்ளது.

மனிதன் என்ன? ஏன்? எப்போது? என்ற கேள்விகளுக்கு விடை கண்டுபிடித்ததுதான் உணவியல் வரலாற்றின் ஆரம்பமாகி, மனிதனது உடல் நலத்தில் ஏற்பட்ட கோளாறுகளுக்குத் தீர்வு காண்பதற்கு உதவியது. இந்த உணவியல் துறையானது மருத்துவம், உடற்கூறு, சாத்திரம், உடலியல் (anatomy), நுண்ணுயிர்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சி, வேதியியல், விவசாயம் ஆகியவற்றுடன் பின்னிப் பிணைந்துள்ளது.

மனித வாழ்க்கையில், உயிரை ஓம்புவதில் உணவு முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது.

''உண்டி முதற்றே உணவின் பிண்டம்''
''உண்டி கொடுத்தோர் உயிர் கொடுத்தோரே''

என்ற கருத்துக்களை மனத்தில் கொண்ட புரட்சிக்கவி பாரதியார்,

"தனி ஒருவனுக்கு உணவில்லை யெனில்
ஜகத்தினை அழித்திடுவோம்''

என்று எல்லாருக்கும் உணவு வேண்டும் என்பதை வலியுறுத்திக் கூறியிருக்கிறார். 'மனிதன் ஊட்டம்' (Human Nutrition) என்ற துறை, படிப்படியாகச் சென்ற நூற்றாண்டிலிருந்து பல மாறுதல்கள் வழியாக, நெடுந்தூரம் வந்திருக்கிறது. உணவியல் துறையின் தொடக்க ஆராய்ச்சிகளின் உணவுச் சத்துக்கள் யாவை? அவை

உடல் நலனைக் காக்க உடலில் பணி செய்யும் பாங்குகள், உணவு பற்றாக்குறை ஏற்படும்பொழுது தோன்றும் நோய்களை மாற்றும் வழிகள், மனிதனின் உணவுச்சத்துத் தேவைகள் போன்றவை முக்கியமான இடம் பெற்றுள்ளன. இன்றோ, தனி மனிதனுடைய உயிர்ப் பரிணாமத்துவத்தை மதிப்பிட்டு அவனுக்குத் தேவையான, பயன்தரும் வளர்ச்சியை வளமாக்கும் வழிகளைக் காண்பதில் உணவியல் ஆராய்ச்சி அக்கறை செலுத்துகிறது. அத்துடன், பெருகிக் கொண்டே ஏறும் மக்கள் தொகை மத்தியில் மனிதனது எதிர்கால உணவுத் தேவைகளை நிறைவு செய்யவும் பெரும் பொறுப்பினையும் ஏற்றுக்கொண்டுள்ளது. உணவுப் பற்றாக்குறையினால் வாடும் நாடுகளுக்கு மட்டுமன்றிச் செல்வம் கொழிப்பதால் அதிக உணவு உட்கொண்டு அதனால் ஏற்படும் நோய்களால் வாடும் அமெரிக்கா, பிரிட்டன் போன்ற நாடுகளுக்கும் இன்றைய உணவியல் துறையின் ஆராய்ச்சிகள் பெரும்பயன் அளிக்கின்றன. மக்கள் பெருக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் முயற்சிகளுடன், வழக்கத்தில் இல்லாத பல உணவுப் பொருட்கள், சான்றாகப் பெட்ரோலியத்தில் இருந்து புரதம், இலைகளிலிருந்து புரதம் போன்றவற்றை வடித்து எடுத்து மக்களுக்குப் பழக்கத்தில் கொண்டுவரவும் உணவியல் வழிகாட்டுகிறது. இவ்வாறு செய்வதன் மூலமாக, மனிதனுடைய சூழ்நிலைக்குத் தூய்மைக்கேடு விளைவிக்கும் பல கொடிய தீமைகளினின்று பாது காக்கவும் இயலும்.

'' புறந்தூய்மை நீரான் அமையும் ''

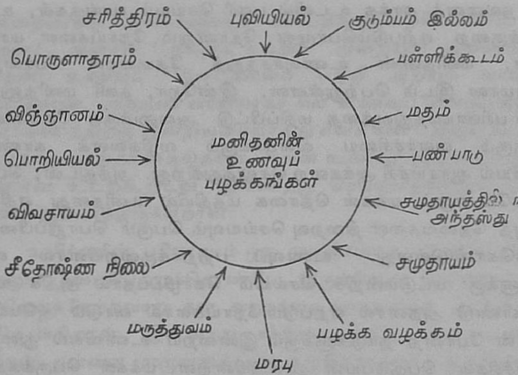
என்ற வள்ளுவர் வழி நின்ற பாரதியார்,

'' இன்னறுங்கனி சோலைகள் செய்தல்
இனியநீர்த் தண்சுனைக ளியற்றல் ''

என்று இயம்பி, சுற்றுப்புறத் தூய்மைக்கும் சோலைகள் அமைத்தல், சுனைகளியற்றல் வேண்டும் என்கிறார்.

உணவியல் மனிதனது உடல்நிலை வேலை செய்யும் ஆற்றல், நடத்தை, கற்கும் திறன் ஆகியவற்றைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றது. மனிதனது அறிவானது எப்போதுமே ஆராய்ச்சித் திறமையினால் வழிகாட்டப்பட்டது அல்ல.

ஒருவரது உணவுப் பழக்கங்கள், உணவைத் தேர்ந்தெடுத்தல், சமைத்தல், பரிமாறுதல் ஆகியவற்றை அவரது பொருளாதாரம், உணவியல் அறிவு மற்றும் கீழே குறிப்பிட்டுள்ள பல காரணிகள் நிர்ணயிக்கின்றன.



மனிதனின் வாழ்க்கையில் இணைந்து உயிருக்குயிராகச் செயல் பட்டுவரும் உணவியல் துறை வளர்ந்து, வேரூன்றி பல கிளை களாகப் பிரிந்துள்ளது. சென்ற பத்தாண்டுக் காலங்களில் அதன் வளர்ச்சி மனிதனின் அன்றாடப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணும் வகையில் கணிசமாக அமைந்துள்ளது. அவற்றில் சிலவற்றை ஆராய்வோம்:

1. சக்தியும் சக்தியைப் பயன்படுத்தும் முறையும்:

மனிதனின் ஆற்றலுக்கு இன்றியமையாதது அவனது உடல் நிலையில் முழு ஆரோக்கியமாகும். அவனது உடல் நிலையை நிர்ணயிப்பவை உண்ணும் உணவும், உள்ளத்தின் நிறைவும், கல்வியும், சமுதாயத்தின் சீரமைப்பும் ஆகும். மனிதன் தினமும் உண்ணும் உணவானது செரிக்கப்பட்டுப் பல மாற்றங்களை அடைந்து தகர்க்கப்பட்டு, மாவு, கொழுப்பு, புரதம் போன்ற சத்துக்களாகி, அவற்றிலிருந்து சக்தியை வெளிப்படுத்துகிறது. உணவியல் துறையில் தொடக்க காலத்திலிருந்து மிகவும் முக்கியமான ஆராய்ச்சியானது உடலின் ''சக்தியின் சமநிலை''யாகும் (Energy Balance). பாரதி யாரும்,

''உடலினை உறுதி செய்''

என்றும்,

''நொய்மையற்ற சிந்தையாய்
நோய்களற்ற உடலினாய்''

என்றும் கூறுகிறார்.

இயற்கை அன்னையின் திறமையான படைப்புக்களில் எவ்வளவு வியத்தகு திறனுடன் உணவிலுள்ள சக்தியானது உடலின் சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது என்பது ஒரு பெரிய வியப்பாகும். உட்கொள்ளும் சக்திக் குறைவு, அல்லது சக்தி அதிகம் என்ற நிலைகளுடன் சம்பந்தப்பட்ட நோய்கள், அதாவது எடை குறைவது அல்லது அதிகரித்தல் என்ற நிலைகளில் கணக்கிடப்படுகின்றன.

2. உணவியலும் மருத்துவமும் :

''மருந்தென வேண்டாவாம் யாக்கைக் கருந்திய
தற்றது போற்றி யுணின்''

என்று வள்ளுவர் கூறியபடி ஒழுகி,

''தோளை வலியுடைய தாக்கி-உடற்
சோர்வும் பிணிபலவும் போக்கி-அரி
வாளைக் கொண்டு பிளந்தாலும்-கட்டு
மாறா உடலுறுதி தந்து''

என்று பாரதியார் 'நோயற்ற வாழ்வே குறைவற்ற செல்வம்' என்கிறார்.

நோய்களால் வாடும் மக்களின் துயரைத் துடைக்க மருத்துவத்துடன் உணவியல் துறை பெரும் பங்கை ஏற்கின்றது. பல நோய்கள் மருத்துவச் சிகிச்சைக்குக் கட்டுப்படாவிடினும் உணவுச் சிகிச்சையில் குணப்படுகின்றன. நோயின் அடிப்படை எதுவாக இருந்தாலும், மருத்துவத்திற்கும் உணவியலுக்கும் பெருந்தொடர்பு உள்ளது. சான்றாக, நீரிழிவு நோயை எடுத்துக்கொள்வோம். இரத்தத்தில் குளுகோஸ் என்ற சர்க்கரையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காக இன்சுலின் என்ற மருந்தினைக் கொடுக்கின்றனர். ஆனால் இன்சுலின் வேலை செய்வதற்கும், உடலில் க்ளுகோஸின் சமநிலையைச் சீரான நிலையில் வைப்பதற்கும், எந்த வேளைகளில் எவ்வகையான உணவுப் பொருட்களை, எந்த அளவுகளில் உட்கொள்ளவேண்டும் என்பதை உணவியல் வரையறுக்கிறது. சில ஆண்டுகளுக்கு நீரிழிவு நோய் கண்டவருக்கு இராகியினால் செய்யப்பட்ட தயாரிப்புக்கள் சிறந்தவை எனக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் அண்மையில், இராகி உணவு உடலில் வளர்சிதை மாற்றமடைந்தபின் ஏற்படும் சர்க்கரையானது மிக எளிதில் இரத்தத்தில் கலந்துகொள்ளக்கூடியதாக இருப்பதால் இரத்தத்தில் குளுகோஸின் அளவை அதிகப்படுத்துகிறது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே, இராகி முறை கைவிடப்பட்டு உணவின் மொத்த அளவில்

குறைந்த உணவு கொள்ளும் வேளைகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிப்பது உகந்தது என்ற முடிவு கிடைத்திருக்கிறது.

அ. உணவியலும் இதய நோய்களும் (Atherosclerosis and Nutrition):

மனிதனின் இரத்தத்தில் கொலஸ்டிரால் என்ற கொழுப்புப் பொருள் அளவு, 100 மி.லி. இரத்தத்தில் 240 மி.கி. க்குமேல் அதிகமாகும்பொழுது, இரத்தக் குழாய்களின் சுவர்கள் தடித்து இறுகிக் காறை போலாகி இரத்த அழுத்தம் அதிகமாகிறது. உணவில் உள்ள அதிகப்படியான கொழுப்புச்சத்தே கொலஸ்டிரால் ஏற்பட முக்கியக் காரணமாக அமைகிறது. இதைத் தடுக்கக் கொழுப்பு அதிகமான உணவுகளைத் தவிர்த்து, காய்கறி வகைகள், தானியங்கள், பருப்புகள், வெண்ணெய் நீக்கப்பட்ட பால், நார்ப்பொருள் நிறைந்த வாழைத் தண்டு, அன்னாசிப் பழம், மாம்பழம், கொத்தவரங்காய், முருங்கைக்காய் போன்றவற்றை அதிக அளவு பயன்படுத்த வேண்டும். இப்பொருள்களில் உள்ள நார்ப்பொருள் (fibre) இரத்தத்தில் கொலஸ்டிராலின் அளவினைக் கட்டுப்படுத்துகிறது என்று உணவியல் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் தெளிவாக்குகின்றன.

பல்லாண்டுகளுக்கு முன்பே பாரதியாரும்,

> ''கனியுங் கிழங்குந் தானியங்களும்
> கணக்கின்றித் தரு நாடு
> ''உண்ண நற்கனி வகையும் — களி
> உவகையும் கேளியு மோங்கினவே''

என்று நாட்டின் சிறப்பைக் கூறும்பொழுது பாடுகின்றார்; நவீன நோய்களை நீக்கக்கூடிய உணவுப் பொருட்களை அறிந்திருந்தார் போலும். மேலும் இறைச்சி உணவுகளால் கொலஸ்டிரால் உண்டாக்கும் ஆபத்து அதிகம் என்றும் தெரிகிறது. இத்துறையில் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

ஆ. உணவியலும் புற்றுநோய் தொடர்புபட்ட நோய்களும்:

புற்றுநோய் வராமல் தடுக்க உணவியல் துணைபுரிகின்றது என்பதைக் கடந்த நான்காண்டு ஆராய்ச்சிகள் கூறுகின்றன. உணவிலுள்ள லிப்போட்ரோப்ஸ் (Dietary lipotropes) புற்றுநோய் உண்டாக்கும் இரசாயனப் பொருளை அதிகமான அளவு உண்டாக்குகிறது என்பதை விலங்கு பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்நிலையை மாற்ற, பெருமளவு வைட்டமின் சி

போன்ற உயிர்ச் சத்துக்கள், புரதம் ஆகியவற்றை உட்கொள்ள வேண்டும். இத்தகைய உணவுகளின் உதவியால், புற்றுநோய்த் தடுப்புச் சக்தி அதிகமாகிறது என ஆராய்ச்சிகள் வரையறுக்கின்றன.

நுண்ணிய தாது உப்புக்களில் சில தீவிரமானப் புற்றுநோய், சாதாரணப் புற்றுநோய் ஆகிய நிலைகளில் திசுக்களின் வளர்ச்சியைப் பெருமளவில் பாதிக்கின்றன. ஆரோக்கியமான திசுக்களிலும், புற்று நோய் திசுக்களிலும், நுண்ணிய தாது உப்புக்களின் வளர்சிதை மாற்றங்களில் ஏற்படும் விளைவுகளின் காரணமாகப் புற்றுநோயைக் கட்டுப்படுத்தவோ அல்லது புற்றுநோய்க்கு அறிகுறியாக உடலில் தோன்றும் கட்டிகளை (malignant tumor) உண்டுபடுத்தவோ முடியும். சான்றாக, உடலில் துத்தநாகக் குறைவு (zinc deficiency) ஏற்படுவதன் மூலமாகப் புற்றுநோய்க் கட்டியின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தலாம். எனவே, புற்றுநோயால் துன்புறும் நோயாளிகளின் உணவில், ஆர்சினிக் (Arsenic) குறைந்த அளவிலும், செலினியம் (selinium) என்ற உலோகத்தை அதிக அளவிலும் கொடுக்க வேண்டும் என்பது குறிப்பிடத்தக்க ஆராய்ச்சியாகும்.

இ. உடலின் உணவு நிலையும் தொற்றுநோய்களும் (Nutritional status on susceptiblity to infection):

உடலின் உணவு நிலைக்கும், தொற்றுநோய்களை எதிர்க்கும் திறமைக்கும் நேரடியான தொடர்பு உள்ளது என்பது இக்கால உணவியல் ஆராய்ச்சியின் கண்டுபிடிப்பு. இவை இரண்டினில் ஏதாவது ஒன்றில் குறை ஏற்பட்டாலும் உடலின் ஆரோக்கியம் பாதிக்கப்பட வாய்ப்புண்டு. உணவுச் சத்துக்கள் குறைவுபட்டால் உடலின் நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை (immunity) குறைந்துவிடுகிறது. தொற்றுநோய் ஏற்படும்பொழுது உடலில் நைட்ரஜன் சமநிலை குறைவுபட்டு ஊட்டக் குறைவுநிலை ஏற்படுகிறது. ஊட்டக் குறைவால் பாதிக்கப்படும் மக்கள் மிக எளிதில் தொற்றும் வயிற்றுப்போக்கினாலும், சளி, இருமல் போன்றவைகளினாலும், மற்ற தொற்று நோய்களாலும் அல்லல் படுகின்றனர். இரும்புச்சத்துக் குறைவினால் அனிமியா, வைட்டமின் ஏ சத்துக் குறைவு இவைகளில் உடலின் நோய் எதிர்ப்புத்தன்மை குறைகிறது என்பது ஆராய்ச்சி முடிவு. எனவே, ஊட்டக் குறைவை நீக்கும் முயற்சிகளின் மூலமாகத் தொற்று நோய்களைக் குறைக்கும் முயற்சி இணைந்துள்ளது என்பதே இன்றைய முடிவு. அதனால்தான் தமிழ்நாட்டின் ஒருங்கிணைந்த ஊட்டச்சத்து திட்டங்களில் (Tamil Nadu Integrated Nutrition Project) நோய் தடுப்பு முயற்சிகளுடன், சத்துணவும், சத்துணவுக் கல்வியும் வழங்கப்படுகின்றன.

ஈ. உணவும் எலும்பு மெலிவும் (Nutrition and Osteo porosis):

வயது முதிர்ந்தவர்களுக்கு எலும்பு முறிதல் அடிக்கடி நேரிடும் சம்பவம். ஏனெனில் அவர்களின் எலும்புகள் தளர்ந்து, பலமற்றுப் போகின்றன. இந்த அவல நிலையை நீக்க முதியவர்களின் உண வில் அதிகக் கவனம் செலுத்துவது அவசியம். அவர்களது உணவில் சுண்ணாம்புச் சத்து (calcium) அதிக அளவிலும், பாஸ்பரஸ் (phosphorus) சத்துக் குறைந்த அளவிலும் இருக்கும்படி உணவு அமைய வேண்டும். அப்பொழுது ஆஸ்டியோ போரூராஸ் காரண மாக எலும்பு முறிவடைவதைத் தடுக்கலாம்; முறிந்தாலும் கூடுவதற்கு உதவலாம்.

உ. உணவியலும் மூளை வளர்ச்சியும் (Brain develop ment):

மனிதனின் மூளை வளர்ச்சியானது, அவன் தாய் வயிற்றின் கருவில் உருவாகும் தொடக்கத்திலிருந்து, அதாவது 4 மாதங்களில் தொடங்கி அவன் பிறந்த இரண்டு ஆண்டுகளில் முடிவு பெறுகிறது என்பதை இன்றைய உணவியல் நிபுணர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இந்த ஆராய்ச்சியின் மூலம் ஒருவரது மூளை வளர்ச்சியானது அவரது தாயின் கருப்ப காலத்திற்கு முன்னும் குழந்தை பிறப்பதற்குப் பின் னும் தாய்க்குக் கொடுக்கப்படும் உணவைச் சார்ந்ததே என்பது விளங்குகின்றது அல்லவா? பாலூட்டும் தாய்க்கு அளிக்கும் உணவு தாய்ப்பாலை வளமாகக் குழந்தைகளுக்குத் தரும். இதனையே மகாகவி பாரதியார்,

> "அன்ன முண்பீர் பாலு நெய்யும்
> அமுது முண்பீரே"
> "துண்டக் கறிகள் சமைத்துத் தின்போம்"

என்றார். அத்துடன் குழந்தைப் பருவத்தில் கொடுக்கப்படும் உணவு மூளையின் முழு வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமாகிறது. மூளை வளர்ச்சிக்கு உதவும் உணவில் புரதச்சத்துக்கு முதலிடம் உள்ளது. ஆகவே புரதச் சத்து நிறைந்துள்ள பால், முட்டை, மீன், இறைச்சி அல்லது பலவகைப் பருப்புகள், பொட்டுக்கடலை, கொட்டைகள் ஆகியவற்றை அதிகமாகப் கர்ப்பிணிகள், பாலூட்டும் தாய்மார்கள், வளரும் குழந்தைகள் உண்ண வேண்டும். சிறு குழந்தைகள் உணவின் அளவும் (கலோரி கணக்குப்படி) மிகவும் குறைந்தால் மூளையின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது.

ஊ. உணவில் நச்சுப் பொருட்கள் (Toxins) :

உணவில் வரக்கூடிய நச்சுப் பொருட்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி அண்மையில் தீவிரமாக நடைபெற்று வருகிறது. அவற்றில் மிக முக்கியமாகக் கருதப்படுவது ''பூஞ்சான் நச்சுப் பொருள்'' (Fungal Toxins). பூஞ்சான் நச்சுப் பொருள் உடலுக்குள் இரண்டு வழிகளில் செல்கின்றது.

1. நேரடியாக உணவின்மீது வளர்வதாலோ அல்லது விலங்குகளுக்கு அளிக்கும் உணவின் மூலமாகவோ மனித உணவில் கலக்கிறது 2. மறைமுகமாக, உணவு தொடர் சங்கிலி மூலமாகவும் உடலில் புகுகிறது. சான்றாகப் பூஞ்ச நிலக்கடலையை உண்பதால் அதிலுள்ள 'அப்லோ டாக்சின்' (Afla Toxin) என்ற நச்சுப் பொருள் உடலினுள் சென்று ஈரல் புற்று நோயை உண்டாக்குகிறது.

லேத்தரஸ் சட்டிவைஸ் (Lathyrus Sativus) என்பது ஒருவகையான பயிறு. இது மத்தியப் பிரதேசம் போன்ற மாநிலங்களில் மழை இல்லாத காலங்களில்கூட அதிகமான விளைச்சலைக் கொடுக்கிறது. ஆனால் அந்தப் பயிறுகளில் ஒருவகையான நச்சுப் பொருள் உள்ளது. இந்த நச்சுப் பொருளை நீக்காமல் உண்பவர்களுக்கு லேத்தரிசம் (Lathyrism) என்ற கொடிய நோய் உண்டாகி அவர்களது எலும்பு மண்டலத்தையும், நரம்பு மண்டலத்தையும் பாதித்து ஊனமடையச் செய்வதுடன், நாளடைவில் விலங்குகளைப் போல நான்கு கால்களில் அவர்கள் நடக்கும் பரிதாபநிலை ஏற்பட்டுவிடுகிறது. இந்த நச்சுப் பொருட்களை எளிமையான சமையல் முறைகள் மூலம் அகற்றும் முறைகளை உணவியல்துறை கண்டுபிடித்துள்ளது.

3. பழக்கத்தில் இல்லாத புதுமை உணவுப் பொருட்கள் (Novel Food) :

அதிவிரைவாகப் பெருகிவரும் மக்கள் தொகைக் கூட்டத்திற்குப் பசுமைப் புரட்சியினால் கிடைத்த அதிக விளைச்சலும் போதாமல் போயிற்று எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இந்நிலையில், பழக்கத்தில் இல்லாத உணவுப் பொருட்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமாக உலகின் உணவுப் பற்றாக்குறையைப் போக்கமுடியும் எனக் கருதப்படுகிறது. இவற்றில், இலைப் புரதம், மீன் புரதம், ஒரு செல் புரதம் போன்றவை முக்கியமானவையாகும். இவற்றைச் செயற்கை முறையில் தயாரித்து மக்களுக்கு அவர்கள் விரும்பும் உணவுகள் மூலமாக அளிப்பதால், இந்தியாவில் உள்ள கலோரி புரத இடைவெளியைக் குறைக்க வழியுண்டு.

4. விண்வெளியில் உணவு :

நாம் வாழும் காலம் விண்வெளிக் காலமாகும். எனவே சாதாரண நிலையில் உள்ளவர்களுக்கு மட்டும் அல்லாமல் விண்வெளி வீரர்களுக்குரிய உணவு பற்றியும் ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன. அத்தகைய வீரர்களுக்கும், இமயத்தின் எவரெஸ்ட் போன்ற மலைச் சிகரங்களை அளந்திடும் வீரர்களுக்கும் தகுந்த உணவுகளை மிகச்சிறிய பொட்டலங்களாக வழங்குவது உணவியல் துறையினரைச் சார்ந்த பொறுப்பு. ஈர்ப்பு விசையில்லாத விண்வெளியில் உண்ணத் தகுந்த உணவுகளையும், உண்பதற்கு ஏற்ற கருவிகளையும் கண்டு பிடித்துள்ளனர்.

5. அறுவடைக்குப்பின் உணவுப் பொருட்களைப் பாதுகாக்கும் பொறியியல் (Post harvest technology) :

அறுவடை செய்யப்பட்ட உணவுப்பொருட்கள் நுகர்வோரை வந்து சேருமுன் 25 சதவீதம் வீணாகிறது என்பதை அண்மையில் அறுதியிட்டிருக்கின்றனர். பூச்சிகளாலும், எலிகளாலும், பூஞ்சான் களினாலும் உணவு தாக்கப்பட்டுப் பெருமளவில் சேதமடைகிறது. அத்துடன் உணவுப் பொருட்களில் இயற்கையாகவே உள்ள கொதி நீரிலும் சேதமுண்டாகிறது. சான்றாக, உண்பதற்கான கிழங்குகள் முளைத்தலும், வாழைப்பழங்களில் கருப்புப் புள்ளிகள் விழுதலும் இத்தகைய அழிவுகளைக் காட்டுகின்றன. இந்நிலையை மாற்றி, உணவுகள் உண்ணும் தகுதியுடைய, அறுவடைக்குப்பின் உணவுப் பொருட்களைப் பாதுகாக்கும் ஆராய்ச்சியிலும் பல முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. கதிர் இயக்கத்தைப் பயன்படுத்திச் radiation) சீரான வெப்ப நிலையில் உணவுப் பொருட்களைச் சேமித்து வைக்கும்பொழுது கிழங்குகள் முளைத்தலைத் தவிர்க்க முடிகின்றது. அவ்விதமே, விஞ்ஞான ரீதியில் செயல்படும் சேமிப்புக்கலன்கள் உணவுப் பொருட்களை எலி, மற்றும் பூச்சிகளினின்றும் காப்பாற்ற உதவுகின்றன. ‘ஐக்கிய நாட்டின் உணவு விவசாயக் கழகம்’ (FAO) அறுவடைக்குப்பின் உணவுப் பொருட்களைப் பாதுகாக்கும் பொறியியலைக் கிராமப்புறங்களுக்கு எடுத்துச்செல்ல பல திட்டங்களை உருவாக்கியுள்ளது அவற்றில் முதன் முதலாக உலகிலேயே கிராமியப் பெண்களுக்கென்று உள்ள பயிற்சியை, திரு. அவிநாசிலிங்கம் மனையியல் கல்லூரி மூன்று மாவட்டங்களில் பெண் கிராம ஊழியர் களுக்கு அளித்து வருகிறது.

6. உணவியல் கல்வி (Nutrition Education) :

எண்ணிலடங்காக் கண்டுபிடிப்புக்கள் விஞ்ஞானக் கூடத்தி லிருந்து வந்தாலும் அவை பாமர மக்களுக்குப் பயன்தரக்கூடியன வாக இருக்கவேண்டும் அல்லவா? எனவே, வாழ்க்கை ஓட்டத்தில் முன்னேறிய நாடுகளில் இந்தியாவும் சரிநிகர் சமமாக ஓடவேண்டும் அல்லவா? உணவுக்காகப் பாரதம் மற்ற நாடுகளை எதிர்பாராமல் சுற்றுப் புறத்தில் கிடைக்கும் உணவுகளைப் பயன்படுத்தி நலம் காணஉணவியல் கல்வி இன்றியமையாதது. உணவியல் கல்வி பாலர் பள்ளியில் பயிலும் குழந்தைகள் முதல் எழுத்தறிவில்லாத பெற்றோர், மற்றும் உயர் கல்வி பெற்ற மக்கள் அனைவரும் அறிந்து, புரிந்து செயல்படும் முறையில் எளிதான செய்திகளாக மாற்றப்பட்டு, வானொலி, தொலைக்காட்சி, பத்திரிகைகள், வில்லுப்பாட்டு ஆகியவை வாயிலாக அளிக்கப்படுகிறது. கற்ற கல்வி எக்காலத்திற்கும் பயன்படும் அல்லவா? எனவே உணவளிக்கும் திட்டத்துடன் உண வியல் கல்வியும் இன்றியமையாததாக அமைய வேண்டும்.

> ''நோய்நாடி நோய்முதல் நாடி அதுதணிக்கும்
> வாய்நாடி வாய்ப்பச் செயல்''

என்ற வள்ளுவரின் வாக்கிற்கிணங்க உணவியலானது ''வருமுன் காக்கும் பணியினை'' மேற்கொள்ளுகிறது. உடல் சுகாதாரம், உடற் கூறு, போன்ற கருத்துக்களில் இலக்கியங்களில் இடம்பெற்ற உணவி யலானது இன்று பல துறைகளில் முன்னேற்றம் அடைந்து, விஞ்ஞான மாக இணைந்து மக்களின் துயரினைத் துடைத்து அவர்கள் நலம்காணப் பேருதவி செய்கின்றது. விஞ்ஞானிகளின் சவாலான சூழ்நிலையை மனிதனின் தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைப்பதில் உணவியல் துறை எக் காலத்திலும் முக்கியப்பங்கு வகிக்கும் என்பதில் சிறிதும் ஐயமில்லை.

9

இரத்தம் உறைதலின் பரிணாம வளர்ச்சி ++

முன்னுரை :

இரத்தமும், இரத்த ஓட்டமும் மனிதனின், விலங்கினங்களின் இயக்கத்திற்கு இன்றியமையாதனவாகும். இரத்த ஓட்ட அமைப்பை மையமாகக் கொண்டு விலங்கினங்களைப் பொதுவாக இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1) திறந்தவெளி இரத்த ஓட்டத்தைக் (Open circulatory system) கொண்ட விலங்குகள். பெரும்பாலான முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. சான்றாக பூச்சிகள், நண்டுகள், நத்தை வகைகள் இதில் அடங்கும். 2) உள் இணைந்த இரத்த ஓட்டத்தைக் (closed circulatory system) கொண்ட விலங்குகள். இந்த வகையில் முதுகெலும்புள்ள அனைத்து விலங்குகளும் அடங்கும்.

பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் உடலில் காயம் ஏற்படும் போது இரத்த அழுத்தத்தின் காரணமாக இரத்தம் வேகமாக வெளியே பீச்சப்படுகிறது. இரத்த இழப்பினால் இரத்த ஓட்டம் தடைப்படுவதோடு விலங்குகளின் இயக்கமும் பெருமளவில் பாதிக்கப்படுகிறது. குறிப்பாக, இரத்த இழப்பின்போது இரத்த அழுத்தம் குறைவதால் மூளைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும் இரத்த அளவு குறைந்து விலங்குகள் ஒருவித மயக்க நிலையை அடைகின்றன. அப்பொழுது சுவாசம் பாதிக்கப்பட்டு உடல் இயக்கம் மாறுகிறது. மற்றும் இரத்தத்தில் கலந்துள்ள புரதச் சத்துக்கள் (proteins), சுவாச நிறமிகள் (respiratory pigments) ஆகியவை குறைகின்றன. அது

++ எம். எச். ரவீந்திரநாத் & சி. எஸ். ஜெயஸ்ரீ, விலங்கியல் துறை, சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை-5.

மட்டுமல்லாமல் இரத்த வெளியேற்றத்தின்போது இரத்த அழுத்தம் குறைவதால் நுண்கிருமிகள் உள்ளே செல்லும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இதனால் காயம்பட்ட இடம் இரணமாகிறது. இவை யாவற்றையும் தடுக்க இரத்த வெளியேற்றத்தைத் தடை செய்தல் அவசியம். விலங்குகளில் ஏற்படும் இரத்த இழப்பை உடனடியாகத் தடைப்படுத்துவதற்கு இயற்கையாகவே பலவிதமான இரத்த வெளியேற்றத் தடுப்பு முறைகள் (Haemostatic Mechanism) கையாளப்படுகின்றன.

இரத்த வெளியேற்றத் தடுப்பு முறைகள் :

காயம் ஆறுதலின் (Wound Healing) முதல் தொடக்கமே இரத்த வெளியேற்றத் தடுப்பாகும் (Haemostasis). விலங்கினங்களில் உள்ள இத்தகைய தடுப்பு முறைகள் பலவகைப்படும். பொதுவாகத் தடுப்பு முறைகளை 3 வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவதாக, இரத்தம் வெளியேறும்போது இரத்த அழுத்தம் தானாகவே குறைவதால் வெளியேற்றப்படும் இரத்தத்தின் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து இரத்தம் வெளியேறுவது. இம்முறை பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் காணப்படுகிறது. இருப்பினும் திறந்தவெளி இரத்த ஓட்டத்தைக் கொண்ட முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் இயற்கையாகவே இரத்த அழுத்தம் குறைவாக இருப்பதால் இத்தகைய தடுப்புமுறை பெரும்பலனை அளிக்கிறது. மற்றும் மேற்கூறிய விலங்குகளில் இரத்த அழுத்த நிலை சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை, குறிப்பாக வெப்பநிலையைச் சார்ந்திருப்பதால் இந்த இரத்த வெளியேற்றத் தடுப்பு முறையின் பலனும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு மாறுகிறது. இரண்டாவதாக, காயம்பட்ட இடங்களிலுள்ள தசைநார்களோ இரத்தக் குழாய்களோ சுருங்குவதனால் (Vasoconstriction) இரத்தம் வெளியேறுவது தடைப்படுகிறது. இத்தகைய தடுப்புமுறை பொதுவாக எல்லா விலங்குகளிலும் குறைந்த அளவு இரத்தம் வெளியேறும்போது காணப்படுகிறது. திறந்தவெளி இரத்த ஓட்டம் கொண்ட விலங்குகளிலும், ஓடு போன்ற தடித்த தோலுடைய முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளிலும் இம்முறை அதிகப் பலன் அளிப்பதில்லை. இத்தகைய தடுப்புமுறை பெரும்பாலும் தசைநார்களின் பரிணாமத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது மூன்றாவதாக, இரத்த வெளியேற்றமாவது அடைப்பான் (Plug) மூலமாகத் தடை செய்யப்படுகிறது. இந்த முறை பெரும்பாலும் எல்லா விலங்குகளிலும் காணப்பட்டாலும் அவற்றில் அடைப்பான் உருவாகும் முறை பலவிதமாக வேறுபடுகிறது.

அடைப்பான் உருவாகும் முறை:

இரத்த வெளியேற்றத்தின்போது அடைப்பான் உருவாதலை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம்: ஒன்று, இரத்த அணுக்கள் ஒன்றுசேர்ந்து இணைந்து உருவாக்கப்பட்ட செல்களாலான அடைப்பான் (Cellula Plug). இத்தகைய அடைப்பான் உருவாகும் முறை எல்லா விலங்கினங்களிலும் காணப்படுகிறது. மற்றொன்று, இரத்த பிளாசுமாவிலுள்ள ஒருவிதப் புரதச்சத்து உறைவதால் ஏற்படுகிறது. இம்முறை பெரும்பாலான எல்லா முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளிலும் காணப்படும். இருப்பினும் இம்முறை சில முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளிலும் காணப்படுவதால் இம்முறை முதலில் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளிலிருந்து தோன்றியிருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

செல்கள் கொண்ட அடைப்பான்

கடல்பஞ்சு போன்ற புழையுடலிகளிலும் (Sponges), குழியுடலிகளிலும் (Coelenterata), மற்றும் தட்டைப் புழுக்களிலும் (Platyhelminthes) இரத்தத்திற்கு ஈடான உடல்திரவம் இல்லாவிட்டாலும் காயம் ஏற்படும்போது பசை போன்ற கெட்டியான திரவ அமைப்புடன்கூடிய புறத்தோலுக்குக் கீழ் அமைந்த மீசாகிளியா (Mesoglea) எனப்படும் செல்கள் கொண்ட புரதத் திரவம் வெளியேறும்போது அதில் மிதந்துவரும் செல்கள் ஒன்றிணைந்து புறத்தோலோடு தொடர்புகொண்டு அடைப்பான் ஆகிறது.

பெரியாப்புலா (Priapula), எக்கியூரா (Echiura), சைபன்குலா (Sipuncula) என்ற உருளைப் புழுக்களிலும், நத்தை போன்ற மெல்லுடலிகளிலும் (Mollusca), நட்சத்திரமீன் போன்ற முட்தோலிகளிலும் (Echinodermata) நிறமற்ற இரத்த அணுக்கள் பல ஒன்றுகூடி அடைப்பானாக உருவாகிறது. இத்தகைய விலங்குகளில் வியக்கத்தகு உண்மை யாதெனில் அடைப்பானாக உருவாகும் இரத்த அணுக்கள் இரத்த ஓட்டத்தில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் போது ஒன்றோடொன்று மோதினாலும் இணையாமல் இருக்கக்கூடிய தன்மை வாய்ந்தமையாகும். ஆனால் அதே சமயத்தில் அவைகள் இரத்த வெளியேற்றத்தின்போது ஒன்றோடொன்று இணைந்து உருவ அமைப்பை இழந்து செல்களினால் ஆக்கப்பட்ட அடைப்பானாக உருவாகும் தன்மையுள்ளவை. ஒருவேளை காயம்பட்ட இடங்களிலுள்ள புறத்தோல் செல்களிலிருந்து வெளியாகக்கூடிய உட்பொருட்கள் இத்தகைய இரத்த அணுக்களை ஒன்றுசேர்க்கும் தன்மை பெற்றிருக்கலாம் என்ற ஐயப்பாடு உள்ளது.

செல்கொண்ட அடைப்பான்கள் முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளிலும் உருவாகின்றன. பெரும்பாலான பாலூட்டிகள் பிளேட்லெட் (Platelet) எனப்படும் உட்கருவற்ற இரத்தத் துகள்கள் அடைப்பானாகும் தன்மை வாய்ந்தவை. இரத்தத் துகள்களினால் அடைப்பான் உருவாகும் முறையைப்பற்றி அதிக அளவில் ஆராயப்பட்டு வருகிறது. இரத்தத் துகள்கள் காயம்பட்ட இடங்களில் ஒட்டிக் கொள்ளும் தன்மையுள்ளவை அவ்வாறு ஒட்டிக்கொண்டதும் மற்ற துகள்களைப் பற்றி இழுக்கிறது. இதனால் அவை இரத்தத்துடன் வெளியேறுவது தடுக்கப்படுகிறது. அவ்வாறு அவைகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்ளும்போது அவைகள் உருவமற்ற செல்கொண்ட அடைப்பானாக மாறுகின்றன. அவைகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்வதற்குச் சுண்ணாம்புச் சத்தும், அடினோசின்-டை-பாஸ்பேட்டும் (ADP) துணைபுரிகின்றன. குறிப்பாக இவ்விரண்டு இரசாயனப் பொருட்களும் இரத்தத் துகள்களின் வெளிப்புறச் சவ்வினை மாற்றும் தன்மையுள்ளவை ஓர் இரத்தத் துகள் மற்றொன்றோடு இணையும்போது வெளிப்புறச் சவ்வில் (Membrane) உள்ள சர்க்கரை கலந்த புரதச் சத்திலுள்ள அமிலக் கூட்டங்கள் இணைந்து செயல்படுகின்றன. இவ்வாறு அமிலக் கூட்டங்கள் இணைவதற்குச் சுண்ணாம்புச் சத்தும், அடினோசின்-டை-பாஸ்பேட்டும் துணை புரிகின்றன. பெரும்பாலும் இதே முறையினால் முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளிலும் இரத்த அணுக்கள் இரத்த வெளியேற்றத்தின்போது இணைந்து அடைப்பானாக மாறலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

புரதச் சத்தினால் உருவாகும் அடைப்பான் (முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில்) :

இரத்த பிளாசுமாவிலுள்ள புரதச்சத்து உறைவதால் உண்டாகும் அடைப்பான் முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் அதிகமாகக் காணலாம். பாலூட்டிகளிலும், மனிதனிலும் இத்தகைய அடைப்பான் உருவாகும் முறையைப் பற்றிச் சிறப்புமிக்க ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. சில அபூர்வமான பரம்பரை நோயுள்ள மனிதர்களில் இரத்தம் தானாக உறைவதில்லை. இத்தகைய சூழ்நிலைகளில் இரத்தப்போக்கினால் உயிரிழக்க வாய்ப்புள்ளது. அத்தகைய மனிதர்களில் இரத்தத்திலுள்ள புரதச்சத்து இரத்த வெளியேற்றத்தின்போது ஏன் உறையாமல் இருக்கிறது என்பது குறித்து ஆராய்ந்ததன் விளைவாக, பிளாசுமாவில் உள்ள புரதச்சத்து உறைவதற்குத் தேவையான காரணிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பிளாசுமாவிலுள்ள ஃபைபிரினோஜன் (Fibrinogen) என்ற புரதமானது இரண்டு துண்டாக்கப்

படுகிறது. ஒரு நீண்ட துண்டில் 170 அமினோ அமிலங்களும், மற்றொரு சிறிய துண்டில் 40 அமினோ அமிலங்களும் அடங்கும். இந்த நீண்ட 170 அமினோ அமிலங்கள் கொண்டது ஃபைபிரின் (Fibrin) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த ஃபைபிரினின் உரு வமைப்பு கிரியா ஊக்கிகளின் (Catalyst) செய்கையால் மாறுபட்டு உறைந்து அடைப்பானாக மாறுகிறது. ஃபைபிரின் இரண்டு துண்டாக மாறுவதற்குத் திராம்பின் (Thrombin) என்ற காரணி (factor) தேவைப் படுகிறது. இந்தக் காரணி இரத்தத்திலும், மற்ற திசுக்களிலும் புரோதிராம்பின் (Prothrombin) என்ற அமைப்பாக உள்ளது. புரோதிராம்பின் திராம்பினாக மாறுவதற்குப் பாஸ்பேட் கலந்த கொழுப்புச் சத்தும் (Phospholipid), சுண்ணாம்புச் சத்தும் தேவைப் படுகிறது. இவைகளின் உதவியால் திராம்பின் உருவாகி ஃபைபிரினை உருவாக்குகிறது. பாஸ்பேட் கலந்த கொழுப்புச்சத்து, இரத்தத் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று இணையும்போது வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆகவே இரத்தத் துகள் கொண்ட அடைப்பான் உருவாவதற்கும், ஃபைபிரின் கொண்ட அடைப்பான் உருவாவதற்கும் நெருங்கிய தொடர்புள்ளது. இவ்வாறு பல காரணிகளின் தொடர்பை அறிய மரபியல்வழி நோய்கள் (genetic diseases) துணைபுரிந்துள்ளன. இத்தகைய நோய்கள் விலங்குகளில் இருக்கின்றனவா என அறிய முடியவில்லை. ஆகவே அடைப்பான் உருவாவதற்குத் தேவையான காரணிகளையும் அறியமுடியவில்லை. இருப்பினும் மனித இரத்தத்தில் மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சியின் விளைவாக எத்தகைய காரணிகள் இரத்தம் உறைவதற்குத் தேவைப்படுகின்றன என்பதை ஊகிக்க முடிகிறது.

புரதச் சத்தினால் உருவாகும் அடைப்பான் (முதுகெலும் பற்றவைகளில்) :

முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளில் புரதச்சத்து உறைவதால் ஏற்படும் அடைப்பானைப் பற்றிச் சிறிதளவே ஆராய்ச்சி நடைபெற் றுள்ளது. இத்தகைய அடைப்பான் ஒருசெல் உயிரிகளிலேயே உருவாவதைக் காணலாம். அமிபா (amoeba) போன்ற ஒருசெல் உயிரியில் இரத்தம் என்கின்ற திரவம் இல்லாவிட்டாலும் அவைகளின் புறச்சவ்வில் காயம் ஏற்படும்போது சைட்டோபிளாசம் திரவ வடிவில் வெளியேற்றப்படுகிறது. இத்தகைய திரவம் வெளியேறியவுடன் அடைப்பான் உருவாகித் திரவ இழப்பைத் தடுக்கிறது. அடைப்பான் உருவாவது அவற்றின் சூழ்நிலையில் உள்ள சுண்ணாம்புச் சத்தைச் சார்ந்துள்ளது. இத்தகைய அடைப்பான் உருவாகும் முறையை

மற்ற விலங்குகளிலும் காணலாம். மனிதனின் இரத்தம் உறைதலும் சுண்ணாம்புச் சத்தைச் சார்ந்துள்ளது என்பது அறிந்ததே. ஹிபாரின் (Heparin), ஹைருடின் (Hirudin) போன்ற அமிலக் கூட்டங்கள் கொண்ட கார்போஹைட்ரேட் சத்துக்கள் இரத்தத்திலுள்ள சுண்ணாம்பினை நீக்குவதன் மூலம் இரத்தம் உறைதலைத் தடுக்க ஏதுவாகிறது. தைசானோசூவன் (Thysanozooan) என்ற தட்டைப் புழுவின் (Platyhelminthes) உடலிருந்து எடுக்கப்பட்ட உட்பொருட்கள் பாலூட்டிகளின் இரத்தத்தை உறைய வைக்கும் தன்மை உடையன. பாலூட்டிகளில் இரத்தம் உறைதலைத் தடுக்கும் ஹிபாரின், தைசனோசூவன் உடல் திரவத்தை உறைய வைக்கும் தன்மை உள்ளது.

கணுக்காலிகளில் (arthropods) அடைப்பான் உருவாகும் முறைகள் :

கணுக்காலிகளில் அடைப்பான் உருவாகும் முறைகள் பெரும்பாலும் முதுகெலும்புள்ள விலங்கினங்களை ஒத்துள்ளது. பாலூட்டிகளில் உள்ளது போலவே இவ்விலங்குகளிலுள்ள இரத்த அணுக்கள் காயம்பட்ட இடங்களில் ஒட்டிக்கொண்டு ஒன்றுசேர்ந்து உருவிழந்து அடைப்பானாக மாறுகின்றன. இத்தகைய அடைப்பான் இரத்தத் துகள்களினால் உருவாகும் அடைப்பானை ஒத்துள்ளது. இரத்தத் துகள்களில் கண்டதுபோல இரத்த அணுக்கள் உருக்குலையும்போது அதிலுள்ள உட்பொருட்கள் புரதச் சத்தினை உறைய வைக்கின்றன. கணுக்காலிகளிலுள்ள இரத்த அணுக்களுக்கும், இரத்தத் துகள்களுக்கும் உள்ள ஒரே வேறுபாடு கணுக்காலிகளின் இரத்த அணுக்களில் உட்கரு இருப்பதுதான்.

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இரத்த அணுக்கள் அடைப்பான் உருவாதலில் பங்கேற்கலாம் என்று தெரிகிறது. பொதுவாக, எல்லாக் கணுக்காலிகளிலும் நான்கு வகையான இரத்த அணுக்கள் இருக்கின்றன. (ரவீந்தரநாத், 1981). ஒருவகை இரத்த அணுக்கள் சிறிய அளவினையும், உட்கரு முழுச் செல்லினையும் அடைத்துக்கொள்ளக் கூடியதாகவும் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து மற்றவகை இரத்த அணுக்கள் உருவாகலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

மற்றொரு வகை, உருவில் பெரிதாகவும், சைட்டோபிளாசத்தில் அதிக நுண்துகள்கள் கொண்டதாகவும் காணப்படுகிறது. இதனை நுண்துகள் இரத்த அணுக்கள் (granular haemocytes) எனக் கூறலாம்.

மூன்றாவது வகையான இரத்த அணுக்கள் உருண்டையாகவும், உட்கரு சிறியதாகவும், சைட்டோபிளாசத்தில் சிற்சில நுண்

துகள்களோடும், குமிழ்களோடும் (Vacuoles) காணப்படுகின்றன. இவற்றைக் குமிழிகள் கொண்ட இரத்த அணுக்கள் (Cystocytes) என்று கூறலாம்.

நான்காவது வகை, மிகப் பெரிதாகவும், உட்கரு இல்லாமலும் இருக்கின்றன இவ்வணுக்களில் உள்ள சிறிய உருண்டையான உட்பொருட்கள் நூற்றுக்கணக்கில் குவிந்து உட்கருவினை மறைத்துக் கொண்டுள்ளன. இவற்றை உருண்டை உட்பொருட்கள் கொண்ட இரத்த அணுக்கள் (spherule cells) எனலாம்.

இரத்தத்தில் பலவகையான அணுக்கள் காணப்பட்டாலும் நுண்துகள் இரத்த அணுக்களும், குமிழ் கொண்ட இரத்த அணுக்களும் இரத்த உறைதலில் பங்கேற்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. காயம் ஏற்பட்ட இடத்தில் இரத்தம் வெளியேறும்போது, குமிழ் கொண்ட இரத்த அணுக்கள் மிதந்து வெளியேறுகின்றன. வெளி மண்டலத்தில் உள்ள காற்று அல்லது நீர் அழுத்தத்தின் காரணமாக இந்த அணுக்கள் வெடித்து இவைகளில் உள்ள உட்பொருட்களும், நுண்துகள்களும் பிளாசுமாவில் கலந்து இரத்தத்தை உறையச் செய்கின்றன. இவ்வகையான இரத்த அணுக்களிலும், மற்றும் நுண் துகளிலும் உள்ள இரசாயனப் பொருட்களை அறிந்தால் இந்தப் பொருட்கள் எவ்வாறு இரத்த உறைதலை ஏற்படுத்துகின்றன என அறியலாம்.

நுண்துகள் இரத்த அணுக்கள் இரத்தம் உறைதலில் பங்கேற்கின்றன. குறிப்பாக இவ்வகை அணுக்கள் மற்றவகை அணுக்களோடு ஒட்டிக்கொள்ளும் தன்மை வாய்ந்தவை தவிர, இவ்வணுக்கள் காயம் ஏற்பட்ட இடத்தில் ஒட்டிக்கொண்டு தமது உருவத்தன்மையை இழக்கின்றன. அவ்வாறு உருமாறும்போது அவைகளில் உள்ள நுண்துகள்கள் வெளிப்பட்டு, பிளாசுமாவிலுள்ள புரதச்சத்து உறைதலை ஏற்படுத்துகின்றன.

மேற்கூறிய விளக்கத்திலிருந்து, இவ்விருவகையான இரத்த அணுக்களுமே இரத்த உறைதலை ஏற்படுத்தலாம் எனத் தெளிவாக அறியப்படுகிறது. அவ்வாறெனில், எவ்வாறு இந்த இரண்டு இரத்த அணுக்களும் ஒரே செயலினைச் செய்கின்றன என்பதை அறிவது அவசியமாகிறது. இதுகுறித்துச் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சியின் உண்மைகளிலிருந்து, நுண்துகள் உடைய இரத்த அணுக்கள் குமிழி கொண்ட இரத்த அணுக்களாக மாறக்கூடிய தன்மை வாய்ந்தவை (ரவீந்திரநாத், 1975) என்பது அறியப்படுகின்றது. குறிப்பாக இரத்தம் உடலிலிருந்து

வெளிவரும்போது ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் அளவு (Hydrogen ion concentration) மாறுபடுவதால் நுண்துகள் இரத்த அணுக்கள் உருண்டையாகி நுண்துகள் பெரும்பாலும் சைட்டோபிளாசத்தில் கலந்து குமிழிகளை எற்படுத்திக் குமிழி கொண்ட அணுக்களாக மாறுகின்றன. ஆகவே குமிழிகளில் உள்ள இரசாயனப் பொருட்களும், நுண்துகள்களில் உள்ள இரசாயனப் பொருட்களும் ஓரளவிற்கு ஒரே வகையாக இருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது. நுண்துகள்கள் பெரும்பாலும் புரதச் சத்துக்களைச் கொண்டதாக இருக்கின்றன. அத்தகைய புரதச் சத்துக்களின் இரசாயனத் தன்மையும் பாலூட்டி களின் இரத்தத்தில் உள்ள பைபிரினோஜனை ஒத்து இருக்கின்றது. மனிதனின் இரத்தத்தில் உள்ள பைபிரினோஜன் பைபிரினாக மாறுவதற்கு திராம்பின் என்ற இரசாயனப் பொருள் தேவைப் படுவதைப்போல, நுண்துகள்களில் உள்ள புரதச்சத்து உறைவதற்குத் திராம்பின் போன்ற கிரியாஊக்கி தேவைப்படுகிறது. இத்தகைய கிரியாஊக்கிகள் நுண்துகள் கொண்ட இரத்த அணுக்களில் இருக்க லாம் என்பதற்கான ஆதாரம் உள்ளது. காயம் ஏற்பட்ட இடங்களிலும் இத்தகைய கிரியா ஊக்கிகள் காணப்படுகின்றன. பாலூட்டிகளின் இரத்தத்தில் திராம்பின் புரோதிராம்பினிலிருந்து சுண்ணாம்புச் சத்தின் உதவியால் வெளிப்படுகிறது. அவ்வாறே கணுக்காலிகளிலும் சுண்ணாம்புச்சத்து இரத்தத்தில் இருந்தால்தான் நுண்துகளில் உள்ள புரதச்சத்து உறைகிறது. இத்தகைய சுண்ணாம்புச்சத்து இரத்தத் திலிருந்து நீக்கப்பட்டால் இரத்தம் உறைதல் நின்றுவிடுகிறது. ஆகவே கணுக்காலிகளில் இரத்தம் உறைவதைத் தடுக்க எதிலின்-டை-அமைன் டெட்ரா அசிடேட் (EDTA) போன்ற சுண்ணாம்புச் சத்தினை நீக்கும் இரசாயனப் பொருட்கள் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன.

பாலூட்டிகளின் இரத்தத்தில், பைபிரினோஜன் பைபிரினாக மாறும்போது புரதமானது இரண்டாகப் பிரிக்கப்படுகிறது என்று அறிந்தோம். அதுபோலவே கணுக்காலிகளிலும் நுண்துகள் அணுக் களில் உள்ள புரதம் உறையும்போது பைபிரினோஜனைப் போலவே இரண்டு துண்டாகிறது ஒன்றில் 170 அமினோ அமிலங்களும், மற்றொன்றில் 40ம் உள்ளன. இந்த இரண்டு துண்டுகளில் உள்ள அமினோ அமில அமைப்பு பைபிரினை ஒத்துள்ளது (ரவீந்திரநாத், 1980).

ஆகவே விலங்குகளின் பரிணாமத்தில், இரு முனைகளில் இருக்கும் விலங்குகளிலேயே இரத்தம் உறைதல் முறையில் ஒருமைப்

பாடு உள்ளது. இத்தகைய ஒருமைப்பாட்டினால் கணுக்காலிகளில் இருந்துதான் முதுகெலும்புள்ள விலங்குகள் பரிணமித்தன என்று கூற முடியாது. இந்த இரண்டு விலங்குகளிலும் இரத்தம் உறைதலில் உள்ள இரசாயன ஒற்றுமை எவ்வாறு பரிணாம வளர்ச்சியின் பின்னும் தொன்மை முறைகளைப் பாதுகாத்து வருகிறது என்பதை அறியலாம்.

கணுக்காலிகளில் உறைதலில் பங்கேற்கும் புரதச் சத்தானது இரத்த அணுக்களிலும் இரத்த பிளாசுமாவிலும் உள்ளது என்பது குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டிய ஒரு கருத்தாகும். ஆனால் அதே புரதச்சத்து முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் பிளாசுமாவில் மட்டும் உள்ளது. இந்த வேறுபாடு, பரிணாம வளர்ச்சியின்போது ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்று கூறுவது மிகையாகாது.

சான்றாதாரங்கள் :

Ravindranath, M. H. 1975 Biological Bulletin, WoodsHole, 149: 226-235.

———— 1980 Biological Reveiws, Cambridge, Philosophical society, 55 : 139-170.

———— 1981 In 'Invertebrate Blood Cells', Vol. 2, pp. 327-354 (Ed. Ratcliffe, N.A. and A.F. Rowley), Academic Press, London

நன்றியுரை :

எங்களுடைய ஆராய்ச்சிக்கும், இக்கட்டுரையை எழுதுவதற்குத் தேவையான ஆதரவையும் நல்கிய எங்கள் விலங்கியல் துறைத் தலைவர் பேராசிரியர் டாக்டர் கே. ராமலிங்கம் அவர்களுக்குக் கடமைப்பட்டிருக்கிறோம்.

10

மீன் உற்பத்திக்கான அகச்சுரப்பி ஆய்வு*

ஓர் உயிரியின் (Organism) உடலில் இயங்கும் எண்ணற்ற பணிகளை ஒன்றோடு ஒன்று இணைப்பதும் (Coordinate), சீர்படுத்து வதும் (regulate) நரம்பு மண்டலத்தின் பண்புகளாகும். பொதுவாக, நரம்புச் சுரப்பிகளில் (nuero endocrine) உருவாகும் சில வேதியங்கள் (Chemicals) இப்பணிக்குத் துணைபுரிகின்றன. இவ்வகையான துணைப்பணியின் சிறப்பான பங்கை நாளமில்லா அகச்சுரப்பிகள் ஏற்றுள்ளன. 'பிறந்தகத்தை விட்டுப் புகுந்த இல்லத்தில் பணியேற்கும் மகளிரையன்ன' ஓர் உறுப்பில் உருவாகும் இவ்வகச்சுரப்பி வேதியம், இலக்கு உறுப்பிற்கு (target organ) ஏகி, ஆங்கே பணி புரியும் தன்மையுடையது. எடுத்துக்காட்டாக, கணையத்தில் லாங்கர் ஹான்ஸ் திட்டுக்களிலுள்ள சில சுரப்பித் திசுக்களில் உருவாகும் 'இன்சுலின்' குருதியில் சர்க்கரையின் அளவை மட்டுப்படுத்துகிறது. இன்சுலின் குறைவால் பலர் சர்க்கரை நோயில் அவதிப்படுவது நாம் அறிந்த ஒன்றாகும் அதுபோலவே நீரகங்களுக்கு (Kidney) மேல் பக்கவாட்டில் அமைந்துள்ள அட்ரினலில் உருவாகும் ஸ்டிராய்டு (Steroid) அகச்சுரப்பித் தொகுப்பு வளர்ச்சிதை (metabolism) யின் மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் திறனுடையது. சான்றாக, ஊசியால் குத்தினாலும் உணராத சிலருக்கும் ஆடையின் நுனியை மயிரிழையால் தொட்டாலும் உணரும் சிலருக்கும். இடையேயுள்ள வேறுபாட்டிற்கு, அவரவர் குருதியில் நிற்கும் ஸ்டிராய்டின் மட்டமே காரணம். அச்சுறுத்தப்பட்டவரின் இதயம் விரைந்து துடிப்பதும், பின்னர் இயல்பாவதும். இவ்வேதியத்தின் மட்டத்திலுள்ள வேறு பாட்டைக் காட்டலாம். எனவே, இந்த ஸ்டிராய்டில் சில குறிப்

---

* டாக்டர் த. ஜெ. பாண்டியன், பருக் கடல் ஆய்வகம், தென் காரலினா பல்கலைக்கழகம், கொலம்பியா, தெ. கா. 29208, அமெரிக்கா.

கலிபோர்னியாவிலுள்ள மாஸ் லாண்டிங் கடல் ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் டிசம்பர் 1981இல் நிகழ்ந்த "வயிற்றுக்கடை 81" அவையில் சமர்ப்பித்த உரையின் ஒரு பகுதி.

பிட்டவற்றை உட்செலுத்துவதன்மூலம், ஒருவரின் வளர்சிதையின் அளவைத் தூண்ட அல்லது தணிக்க முடியும்.

அகச்சுரப்பிகளில் தலையாயது பிட்யூட்டரி. அங்கே உருவாகும் சில வேதியங்கள், முட்டைகளின் வளர்ச்சியையும், பின்னர் அவை புறம்போதலையும் (spawning) இயக்கவல்லன. இன வளர்ச்சியைத் (reproduction) தூண்ட (induce) அல்லது துரிதப்படுத்த (expedite) பிட்யூட்டரின் சாறு (extract) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கார்ப் (carp) கெண்டைகள் ஆற்றிலும் (running water), குளத்திலும் (standing water) மலிந்து காணப்படும் உணவு மீன்கள். ஆற்றில் அடித்துச் செல்லப்படும் முட்டைகளைச் சேர்ப்பதும், அவற்றைக் குளங்களில் மாற்றியிடுவதும் (transplantation) சிக்கலான, ஆனால் கட்டாயமாகத் தேவைப்பட்ட பணியாக இருந்து வந்தது. இருபது ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், நம் நாடு, தாய்லாந்து மற்றும் சீனாவிலும் மேற்கொண்ட ஆய்வுகளின் பயனாக, ஆண் அல்லது பெண் கெண்டையின் பிட்யூட்டரியை அறுத்து, தனித்து, பின்னர் அச்சுரப்பியின் சாற்றை முதிர்ந்த அல்லது பக்குவமடைந்த கெண்டையின் உடலில் ஊசி வழியாக உட்செலுத்தியவுடன் முட்டைகள் புறம்போகத் தலைப்படுகின்றன. இம்முறையை மிகச் சாதாரண மீன் வேளாளர்கூட கையாண்டு, தேவையான அளவு முட்டைகளை வேண்டும்பொழுது பெற்றுக்கொள்ளும் நிகழ்ச்சி கங்கைக்கரையில் அன்றாட நிகழ்ச்சியாகும்.

வளர்ச்சி (growth) மற்றும் இனவளர்ச்சியும் மீன் உற்பத்திக்குரிய அடிப்படை நிகழ்வுகளாகும் (basic processes). மனிதனுக்கு உணவாகும் கோழி, மற்றும் கால்நடைகளில் வளர்ச்சியைத் துரிதப்படுத்த சில ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன்களால் முடியும். முன்னே சொல்லியபடி ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன் தொகுப்பில் பல வகைகள் இருக்கின்றன. சில, வளர்ச்சியை மட்டும் தூண்டவல்லன (anabolic propetry - வளர் ஊக்கப் பணி); பிற வளர்ச்சியுடன் பால் தொகுப்பையும் (sex differentiation) இணைத்துத் தூண்ட வல்லன; பின்னவற்றில் ஆண்மைக்குரியவற்றை androgenic ஹார்மோன்கள் என்றும், பெண்மைக்குரியவற்றை estrogenic ஹார்மோன்கள் என்றும் சொல்வார்கள். இந்த ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன்கள் குறிப்பாக Diethylstilbestrol, தனித்தோ அல்லது மற்றவற்றுடன் இணைந்தோ உடல் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் ஆற்றல் உடையன. 'கடுகு சிறுத்தாலும் காரம் குறையாது' என்பதற்கிணங்க கிலோ தீனியில், ஒரு மில்லி கிராம் Diethylstilbestrol சேர்த்த கலப்புத் தீனியை உண்ட

நாக்கு மீன் (pleuronectes platessa), தன் எடையை 70 நாட்களில் 5 லிருந்து 10 கிராமாக இரட்டிக்கின்றது. ஹார்மோன் சேர்க்காத தனித் தீனியையுண்ட மீன் 6 கிராம் எடையை எட்டிப்பிடிக்கிறது. ஹார்மோன்களை மனித அல்லது அவனுடைய தீனி விலங்கு களுடைய உணவில் சேர்த்து, அவற்றின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப் பதில் பல சிக்கல்கள் இருக்கின்றன. சான்றாக, ரஷ்ய விளையாட்டு வீராங்கனையர் பலர் தொடர்ந்து பயிற்சியுடன், கடுகளவு ஆண்மைக் குரிய ஸ்டிராய்டு ஹார்மோனையும் உட்கொண்டு, ஆண்களை ஒத்த தசை வளர்ச்சியை அடைந்ததால், ஒலிம்பிக் பந்தயங்களில் பிற நாட்டினரை எளிதில் வெல்ல முடிந்தது. இதைப் பற்றிய வழக்கு கள் உலக நீதிமன்றத்தில் இன்றும் நடந்து வருகின்றன. இனி ஆண்மைக்குரிய ஸ்டிராய்டை உட்கொண்டு தசை போட்ட கோழி அல்லது கால்நடையை உண்ணும் பெண் ஆண்மைக்குரிய வளர்ச்சி பெறலாம்; அல்லது பெண்மைக்குரிய ஸ்டிராய்டை உட்கொண்ட ஆண், பெண் தன்மையை அடையலாம். மேலும் இம்மாதிரி செயற்கை முறைகளை அளவுக்குமீறி கோழி மற்றும் கால்நடைப் பண்ணை களில் பயன்படுத்தினால் அவற்றை உண்ணும் மனிதனுக்குப் பால் மாற்றமேயன்றி, புற்றுநோய்கூட வர வாய்ப்புண்டு என்று கண் டறிந்தனர். இதன் விளைவாக மனிதனுக்கு உணவாகும் கோழி மற்றும் கால்நடையின் உணவில் ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன்கள் பயன்படுத்துவதை அறவே தடைசெய்ய 1973ஆம் ஆண்டில் அமெ ரிக்கா சட்டம் பிறப்பித்தது. எனினும் ஸ்டிராய்டு ஹார்மோனின் பயனைப் பற்றி ஆய்வுகள் தொடர்ந்து நடந்தன. இதன் விளைவாக பால்பகுப்புடன் குறுக்கிடாத Diethylstilbestrol க்கு மட்டும் தடை தளர்த்தப்பட்டது. இச் சட்டத் தளர்ச்சியினால் அமெரிக்காவில் நான்கு மில்லியன் ஏக்கரில் விளைந்த, கோழிக்கு உணவாக வேண்டிய மக்காச்சோளம் மிஞ்சியது (Montfort, 1974; Anim. Nutr. Health 29:19).

அண்மையில் மனிதனுக்கு உணவாகும் விலங்குகளில் மீன் மலிவான, கொழுப்புக் (Cholestrol) குறைந்த புரத உணவு என்ற உண்மை தெளிவானது. எனவே மீன் வளர்ச்சியை ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன் மூலம் துரிதப்படுத்த முயற்சிகள் கடந்த பத்தாண்டுகளில் அதிகமான அளவில் நடந்துகொண்டிருக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, உணவுடன் உட்கொண்ட Diethylstilbestrol கெளுத்தி (*Ictalurus punctatus*; Bulkley, 1972, trans Am Fisd. Soc. 101: 537-539) மற்றும் சால்மன் (*Salmo gaidneri*; Cheema and Mathy, 1978,

J. Endocrinol 72: 11-12) இயல்பான வளர்ச்சியை மட்டுப்படுத்தியது. ஆனால், நாக்குமீனின் வளர்ச்சியைப் பலமடங்காக ஊக்கியது (Cowey, et. al, 1973). நாள் ஒன்றுக்கு ஒரு கிலோ நிறைக்கு 10 மி. கி. testosterone செலுத்தப்பட்ட மற்றொருவகைச் சால்மன் (*Oncorhynchus kistuch*) மிகத் துரிதமாக வளர்ந்தது (McBride and Fagerbund, 1976; Proc. Wld. Maricult. 7: 145-161). ஆனால் 1000 மி. கி. testosterone ஐத் தன்னடக்கிய தீனியை உண்ட முகில் மீனின் (*Mugil awratus*) வளர்ச்சியைப் பெரிதும் தடைப்படுத்தியது (Bonnet, 1970, Ph. D. Thesis, Marseille university).

இப்மாதிரி முரண்பாடுகளுக்குரிய காரணங்களில் சில கீழ்க் கண்டவைகளால் இருக்கலாம் :

1. ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன்களின் பட்டியல் நீளமானது. பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் தங்களுக்கு வசதியான சிலவற்றை மட்டுமே சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டனர். மேலும் இந்த ஹார்மோன்கள் மீனின் உடம்பிலிருந்து எடுக்கப்பட்டன அல்ல. அவை பாலூட்டி அல்லது பறவைகளிலிருந்து பெறப்பட்டன, அல்லது செயற்கையில் தயாரிக்கப்பட்டன. ஹார்மோன்கள் ஒரே வகையானதாயினும் மூலக்கூற்றளவில் சற்று வேறுபாடுகள் இருக்கலாம்.

2. ஒரு ஹார்மோனின் செயல், குருதியில் அதன் அளவைப் பொறுத்தது. உதாரணமாக, நாள் ஒன்றுக்கு கிலோ ஒன்றுக்கு 5மி. கி. testosterone செலுத்தப்பட்ட விரால் (*Channa Striatus*) 30% வளர் திறனுடையதாயிற்று (Growth efficiency); 30 மி. கி. testosterone செலுத்தப்பட்ட மீனின் திறன் 8% ஆக மட்டுமே இருந்தது (பட்டியல் 1). முன் ஆராய்ச்சியாளர்கள், ஒரு குறிப்பிட்ட ஹார்மோனின் செயலாற்றலை அதனின் பல குருதி மட்டங்களில் சோதனை செய்து பார்க்கவில்லை.

3. ஒரு ஹார்மோன் ஊசி வழியாக உட்செலுத்தப்பட்டதா, அல்லது உணவுடன் சேர்த்து அளிக்கப்பட்டதா என்பது மற்றொரு முக்கியமான கருத்து. ஊசிவழி Diethylstilbestrol ஐப் பெற்ற விராலின் வளர்திறன் உணவுவழி Diethylstilbestrol ஐ உட்கொண்ட மீனை விட மூன்று மடங்கு அதிகமாக இருந்தது (Nirmala, 1981, Ph. D. Thesis, Madurai Kamaraj University).

மேலே இயம்பிய கருத்துக்களை மனதில் கொண்டு பல்வேறு ஸ்டிராய்டு ஹார்மோன்களின் பயனை விரால் மீனில் உட்செலுத்திச் சோதனைகள் செய்யப்பட்டன. ஒவ்வொரு ஹார்மோனிலும் பல

அளவுகள் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டன. ஹார்மோன் சிகிட்சைக்கு உட்படாத இயல்பான ஒரு கிராம் எடை விரால் மீன் 77 கலோரிக்கு ஈடான கொசு மீனை (*Lepidocephalichthys thermalis*) நாள்தோறும் தின்று, 23% திறனில் வளர்ந்தது. ஹார்மோன் சிகிட்சைக்கு உட்படுத்தப்பட்ட பிற மீன்கள் தின்ற அளவும், வளர்திறனும் பற்றிய விவரம் பட்டியல் 1ல் காண்க.

TABLE : 1. Feeding rate (cal/g/day) and conversion efficiency (%) of *Channa striatus* as a function of the tested hormones. All values represent the mean (±SD) performance of 3-6 individuals (from A.R.C. Nirmala and T.J. Pandian, unpublished)

	Feeding rate				Conversion efficiency			
Dose (mg/Kg fish)	5	10	20	30	5	10	20	30
I Androgenic hormones								
1. Testosterone (German Remedies, India)	96 ±2.4	88 ±2.1	77 ±2.0	77 ±2.7	30 ±2.1	30 ±2.2	39 ±1.0	8 ±1.3
2. 17 x Methyltestosterone (Sigma, USA)	80 ±2.1	110 ±1.6	92 ±1.7	113 ±1.4	30 ±2.0	38 ±2.0	39 ±2.9	25 ±1.6
II. Estrogenic hormones								
3 Docabloin (Organon, India)	110 ±2.6	112 ±2.3	118 ±2 5	123 ±2.8	24 ±0.7	28 ±1.7	44 ±2.5	49 ±2.7
4. Diethylstilbestrol (Sigma, USA)	73 ±2.4	66 ±2.4	80 ±2.8	77 ±2.2	33 ±2.7	47 ±0.6	38 ±2.4	30 ±1.8
5. Estroid (German Remedies, India)	83 ±2.2	69 ±1 2	77 ±2.5	82 ±1.9	23 ±1.4	40 ±2.5	45 ±1 3	46 ±2.8

இச் சோதனைகளின் முடிவை இரண்டு நிலைகளில் விவரிக் கலாம். 1. 17x Methltestosterone மற்றும் Docabolin பசி ஊக்கி களாக (appetite stimulants) செயல்படுகின்றன. இக் ஹார்மோன் சிகிட்சைக்குட்பட்ட மீன்கள் இயல்பானவற்றைவிட (control) ஏறத்தாழ 1.5 மடங்கு அதிகமான தீனியைத் தின்றன. இதன் விளைவாக அவற்றின் வளர்திறனும் 2 மடங்கு அதிகமாகின்றது. ''வரப்புயர நீர் உயரும்'' என்பதுபோல, இக் ஹார்மோன்கள் தின்னுமளவை உயர்த்தி, வளர்திறனை உயர்த்துகின்றன. அதாவது, இவைகளை வளர் ஊக்கிகள் (anabolic) என்று சொல்வதைவிட, பசி ஊக்கிகள் என்பதே மிகப் பொருந்தும். 2. Testosterone, Diethylstilbestrol மற்றும் Estroid ஹார்மோன்கள், தின்னும் அளவைச் சிறப்பாக உயர்த்தவில்லை. ஆனால் வளர்திறனை சுமார் 2 மடங்கு உயர்த்துகின்றன. எனவே, இவை வளர் ஊக்கிகளாகச் செயல் பட்டன என்று கொள்ளலாம். பொதுவாக மீன் பண்ணைகளில், மீன் உற்பத்தி விலையில் (Production cost) பெரும்பகுதி தீனியின் விலை (feed cost) யாக இருக்கும். எனவே மலிவான விலையில் நிறை வான மீனை உற்பத்தி செய்ய Docabolin போன்ற பசி ஊக்கி களைப் பயன்படுத்துவதைவிட, Dieythylstilbestrol போன்ற வளர் ஊக்கிகளைப் பயன்படுத்துவதை இச் சோதனைகள் பரிந்துரைக் கின்றன. மேலும் ஆய்வுகள் தொடர்கின்றன.

11

ஆழ்கடலின் அரிய வளங்கள் **

1. முன்னுரை:

விரைந்து பெருகிவரும் உலக மக்கட்தொகைக்கு ஏற்ப, மனித இனத்தின் உணவு, கனிப்பொருட்கள், மின்சக்தி போன்ற சக்தி வகைகள் ஆகியவற்றின் தேவையும் வளர்ந்து வருகின்றது. இன்றியமையா இத்தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யக்கூடிய நம்பிக்கை நட்சத்திரமாக விளங்குவது, புவிப்பரப்பில் 71 விழுக்காடு அளவுப் பகுதியை ஆக்கிரமித்துக் கொண்டுள்ள ஆழ்கடலே ஆகும். உலகின் பொருளாதாரத் துறையில் பெருங்கடல் ஆற்றும் பங்கு மிகப் பெரிதாகும்.

அண்மைக் காலங்களில், ஆழ்கடல் ஆராய்ச்சி மிக முக்கியத்துவம் அடைந்திருப்பதன் காரணம் உலகின் உணவு உற்பத்தியைக் கணிசமான அளவு அதிகரிக்கச் செய்யவல்லதும், கனிப்பொருட்களையும் எண்ணெய் எரிவாயு போன்றவற்றையும் முடிவேயின்றிக் கொடுக்கக்கூடியதும் கடல்தான் என்பதை இன்றைய அறிஞர்கள் கண்டு கொண்டதுதான். ஆழ்கடலின் அடிமட்டம்வரை சென்று ஆழ்கடலின் அரிய வளங்களை ஆராயும் அளவுக்கு இன்று ஆழ்கடல் ஆராய்ச்சி தீவிர முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளது. ஆழ்கடலின் அரிய வளங்களைப் பற்றி நாம் இப்போது காண்போம்

2. உயிர் வளம்:

பெருங்கடல், பல்வேறு வகை உயிரினங்களையும் பேணி வளர்க்கும் தாயாக விளங்குகின்றது எனில் அது மிகையாகாது. நீரில்

** டாக்டர் இரா. நடராசன், இயக்குநர், கடல்வாழ் உயிரியல் துறை, அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம், பரங்கிப்பேட்டை.

நிலைத்து நிற்கும் பிராணிகளுக்கும், மிதக்கும் உயிரினங்களுக்கும் பெருங்கடல் உணவை அளிக்கின்றது. பல பிராணிகளின் முட்டைகள் கருவுற்று வளர, அது விந்துவையும் முட்டையையும் ஒன்றோடு ஒன்று கூடச்செய்கின்றது; கணக்கற்ற உயிர்களின் இளம் குஞ்சுகளை அது தாலாட்டுகின்றது; ஊட்டி வளர்க்கின்றது; பின்னர் குறித்த இடத்தில் குடி வைக்கிறது.

ஆழ்கடலின் உயிர் வளங்களுள் மிக முக்கியமானது மீன்வளமாகும். அது மனிதனுக்குத் தேவையான புரதச் சத்துள்ள சுவையான உணவை மட்டுமல்லாமல், மருத்துவ ரீதியில் பயன்படும் எண்ணெயையும் தருகின்றது.

தற்போது உலக மீன்வள உற்பத்தி, ஆண்டுக்கு 70 மில்லியன் டன்களாகும். ஆனால் இந்தியாவின் மீன்வள உற்பத்தி, ஆண்டுக்கு 1.3 மில்லியன் டன்கள்தான். இதற்குக் காரணம், மீன்பிடித் தொழிலில் போதுமான நவீன முறைகளை நாம் கையாளாதது தான்.

முன்பெல்லாம், இயற்கையாகக் கடல் தரும் மீன் வளங்களை மட்டும் நாம் பெற்று வந்தோம். ஆனால், தற்கால அறிவியல் வளர்ச்சியின் மூலம், நிலத்தைப் பயிரிடுவதுபோல் கடல்நீரைப் பயிரிட்டு (Coastal Aquaculture), கடலில் பண்ணைத்தொழில் செய்து மிகுதியான மீன் வளத்தையும், சிப்பி, சங்கு, நண்டு இன வளத்தையும், கடல்பாசி வளத்தையும் பெற்று வருகின்றோம்; பெருக்கி வருகின்றோம்.

விரிகுடா, ஆற்று முகம், சதுப்பு நிலம், உவர்நீர்க் கழிகள் முதலான பாதுகாக்கப்பட்ட நீர்நிலைகள் கடல்நீர்ப் பண்ணைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கடலோரத்திலுள்ள இத்தகைய நீரால் சூழப்பட்டுள்ள பரப்புகளிலிருந்து முழுவளர்ச்சியுற்ற கடல் விவசாயம் எதிர்காலத்தில் எங்கும் பரவும் வாய்ப்பு ஏற்பட்டுள்ளது.

இன்று உலகம் முழுவதிலும் நூறாயிரக்கணக்கான ஏக்கராக்கள் இம்முறையில் கடற் பண்ணைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இன்னும் அவ்வாறு பயிரிடப்படாத, தகுந்த ஏக்கராக்கள் மில்லியன் கணக்கில் உள்ளன.

கேரள மாநிலத்திலுள்ள கொச்சியில், மத்திய கடல்மீன் வள ஆராய்ச்சி நிலையம் (CMFRL) விலைமதிப்புள்ள மீன் வகைகளையும் இறால் வகைகளையும் கடற்பண்ணை முறையில் (MARICULTURE) வளர்த்து நல்ல வருமானம் பெற்று வருகின்றது. தமிழ்நாட்டிலுள்ள

தூத்துக்குடியிலும், கேரளத்திலுள்ள விளிஞ்ஞம் (VIZHINJAM) என்னும் இடத்திலும் முத்துச்சிப்பி வளர்ப்பு, மற்றும் முத்து உற்பத்தி ஆராய்ச்சி தீவிரமாக நடைபெற்று வருகின்றன. தமிழ்நாட்டிலுள்ள மண்டபம் (இராமேசுவரம்) எனும் இடத்தில் கடல்பாசி வளர்ப்பு முறை மூலம் பெருமளவில் கடல்பாசி உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. தூத்துக்குடியில் சிப்பி வகைகளும் ஆழி வகைகளும், கேரளாவில் நாரக்கல் போன்ற இடங்களில் இறால் வகைகளும் கடல்நீர்ப் பண்ணை முறையில் பயிரிடப்பட்டு நல்ல பலனைத் தருகின்றன.

பரங்கிப்பேட்டையிலுள்ள கடல்வாழ் உயிரியல் ஆராய்ச்சித் துறை, பால்கெண்டை (Milk Fish = *Chanos chanos*) வளர்ப்பு ஆராய்ச்சியிலும், இறால் வளர்ப்பு ஆராய்ச்சியிலும் தீவிரமாக ஈடு பட்டுள்ளது

கடல் நீர்ப் பண்ணை முறை மூலம் கடலிலிருந்து இறால் வகைகள், ஆண்டுக்கு, ஒரு ஹெக்டேருக்கு 1 முதல் 1·5 டன்கள் வரை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. மடவை மீன் மற்றும் இறால் வகைகள் கூட்டு வளர்ப்பு மூலம் ஆண்டுக்கு, ஒரு ஹெக்டேருக்கு 2.6 டன்கள் வரை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. சிப்பிகளின் உற்பத்தி அளவு ஆண்டுக்கு, ஒரு ஹெக்டேருக்கு 480 டன்கள் வரை.

நவீன முறைகளுடன். சிறந்த கவனத்துடன், கடல்நீர்ப் பண்ணை முறையைக் கையாள்வோமாயின், கடலிலிருந்து இயற்கையாகக் கிடைக்கும் மீன், இறால், சிப்பி வளங்களின் அளவைப் போலவே, இம்முறையிலும் நாம் சிறந்த வளங்களைப் பெருமளவில் பெற்றிடலாம். அதன்மூலம் அதிகமாகிக் கொண்டிருக்கும் எதிர்கால மனிதகுல உணவுத் தேவையை நாம் சந்திப்பது எளிதாகும்.

3. கனிவளம்:

நிலத்தினின்று கிடைக்கும் கனிப்பொருட்களின் உற்பத்தி குறைந்து வருகின்றது; மறைந்து வருகின்றது. ஆனால், கடலில் கரைந்து இருக்கும் கனிப்பொருட்களின் வளம் மிகுதியானது; பெருகி வருவது. அதனை நன்குணர்ந்த உலக நாடுகள், தம் தேவையை ஆழ்கடலிலிருந்து பெற்றிடும் அருமுயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளன. மொத்தத்தில் 328, 740, 000 கன மைல் நீரை உடைய பெருங் கடல்களில் கரைந்து இருக்கும் கனிப்பொருட்களின் அளவு அளவிற் கடங்காததாகும்.

கடலை அடையும் ஒவ்வோர் ஓடையும், ஆறும் அதனுடன் கனிப்பொருட்களைக் கரைந்த நிலையில் கொண்டுசெல்கின்றன.

இவற்றுள் சில பாறைகளினின்றோ, மண்ணிலிருந்தோ அரிக்கப் பட்டு வருபவை. யுத்த முக்கியத்துவமும், வாணிப முக்கியத்துவமும் வாய்ந்த மாங்கனீஸ், கோபால்ட், நிக்கல், தாமிரம் முதலிய உலோகங் களை உடைய பொருட்கள் ஆழ்கடலின் அடித்தளத்தில் கட்டிகளாக விழுந்து கிடக்கின்றன. இவை ''நாடியூல்'' (Nodule) எனப்படும். ஆழ்கடலில் அகழ்ந்து எடுக்கக்கூடிய அளவில் கனிப்பொருட்கள் சேர்ந்து இருக்கும் பரப்புகள் மொத்தத்தில் 14 மில்லியன் சதுரமைல் ஆகும்.

சமீபத்தில், ஆழ்கடல் ஆய்வுக்குப்பின் ஐக்கியநாட்டுப் பொதுச் சபையில் அளிக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிவிவரக் கணக்கின்படி, ஆழ்கடலின் அடியில் உறைந்து கிடக்கும் 'நூடியூல்கள்' கீழ்க்காணும் உலோகங் களைக் கொண்டிருக்கின்றன:

அ. 43 பில்லியன் டன் அலுமினியம் (உலகில் 20,000 ஆண்டு களுக்குத் தேவையான அலுமினியத்தைப் பூர்த்தி செய்ய வல்லது. நிலத்தில் உள்ள அலுமினியம் 100 ஆண்டு களுக்கே போதுமானது).

ஆ. 7.9 பில்லியன் டன் தாமிரம் (இது 6000 ஆண்டுகளுக்கு உலகில் போதுமான தாமிர அளவாகும். நிலத்தில் உள்ள தாமிரம் 40 ஆண்டுகளுக்கே போதுமானது).

இ. 358 பில்லியன் டன் மங்கனீஸ் (இது 400,000 ஆண்டு களுக்குத் தேவையான மங்கனீஸ் அளவாகும். நிலத்தில் உள்ள மங்கனீஸ் 100 ஆண்டுகளுக்கே போதுமானது).

ஈ. 14.7 பில்லியன் டன் நிக்கல் (இது 150,000 ஆண்டுகளுக்கு உலகில் போதுமான நிக்கல் அளவாகும். நிலத்தில் உள்ள நிக்கல் 100 ஆண்டுகளுக்கே போதுமானது).

உ. 5.2 பில்லியன் டன் கோபால்ட் (இது 200,000 ஆண்டு உலகத் தேவையைப் பூர்த்திசெய்ய வல்லது. நிலத்தில் உள்ள கோபால்ட் 40 ஆண்டுகளுக்கே போதுமானது).

ஊ. இவைபோக பசிபிக் பெருங்கடல்களில் கிடைக்கும் நூடியூல்கள், 207 பில்லியன் டன் இருப்பையும், 10 பில்லியன் டன் டைட்டானியத்தையும், 25 பில்லியன் டன் மக்னீசியத்தையும், 1.3 பில்லியன் டன் ஈயத் தையும் தம்மிடத்தே அடக்கி வைத்துள்ளன.

தற்போது. உலகின் இன்றியமையாத் தேவைகளாகக் கருதப் படுபவை எண்ணெயும் எரிவாயுவுமாகும். 1966 ஆம் ஆண்டு கடலிலிருந்து கிடைத்த மொத்த எண்ணெய் உற்பத்தி உலகின் மொத்த எண்ணெய் உற்பத்தியில் 10 விழுக்காடு (%) ஆகும் (6×10^6 பாரல்கள்). 1976ஆம் ஆண்டு அது 26 விழுக்காடாக அதிகரிக்கும் வாய்ப்பு உள்ளது.

இந்திய எண்ணெய் மற்றும் எரிவாயுக் கழகத்தின் (ONGC) தீவிர ஆராய்ச்சியின் மூலம் பம்பாய்க் கடலிலும் (Bombay Highs), தமிழ்நாட்டில் பரங்கிப்பேட்டைக் கடலிலும், காவிரிப்படுகையிலும் எண்ணெய் மற்றும் எரிவாயு கிடைப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

4. சக்தி வளம் :

உயிர் வளங்களையும் கனி வளங்களையும் மட்டுமல்ல, அநேக சக்தி வளங்களையும் அளிக்கவல்லது ஆழ்கடல்:

அ. ஓதம் (Tide) வழங்கும் சக்தி :

சூரியன், சந்திரன் ஆகியவற்றின் ஓதம் உண்டாக்கும் சக்திகளால் பெருங்கடலின் பரப்பு அடிக்கடி மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றது. ஓர் இடத்திலும், அடுத்த இடத்திலும் இந்த ஓதங்கள் ஒன்றுபோல் இருப்பது அரிது. சில இடங்களில் ஓதங்களின் சக்தி மிகப் பலவீனமாய் இருக்கும். பிற இடங்களில் கடல்நீர் மட்டத்தை அது 60 முதல் 70 அடிவரைகூட உயர்த்தித் தாழ்த்தும். நிலவின் ஈர்ப்பு சக்தி சற்று அதிகமாக இருக்கின்றது. சூரியனின் ஓதம் உண்டாக்கும் சக்தி, நிலவின் சக்தியில் பாதிதான். அமாவாசை, பௌர்ணமி நாட்களில் சூரியன், சந்திரன், பூமி ஆகியவை கிட்டத்தட்ட நேர்கோட்டில் அமைந்திருக்குங்கால், சூரிய சந்திர ஓதச் சக்திகள் ஒன்றாகிக் கூடுகின்றன. அப்போது, கடல்கள் ஏற்றத்தில் உயர்வாகவும், வற்றத்தில் தாழ்ந்தும் குதித்து எழுகின்றன. பெருங்கடல்களில் ஓதம் வழங்கும் சக்தி 3×10^{12} வாட்ஸ் என்றும், அவற்றுள் 350 twh அளவு சக்தியை நாம் பயன்படுத்த இயலும் என்றும் கடலறிவியலாளர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். ஓதத்தின் முக்கிய பயன்களுள் குறிப்பிடத்தக்கது, ஆண்டுக்கு ஆண்டு வேறுபடாமல் ஒரே அளவு சக்தியைத் தொடர்ந்து தருவதேயாகும்.

ஆ. கதிரவனின் கதிரியக்க சக்தி (Solar Radiation) :

புவிப்பரப்பை நோக்கி வரும் கதிரவனின் கதிரியக்க சக்தியில் பெரும் பகுதியைப் பெருங்கடல் பெற்றுக்கொள்கிறது. அனுதினமும்

80 பில்லியன் மெகாவாட் அளவு சக்தியைப் (மனிதன் பயன்படுத்துவதைப்போல் 50,000 மடங்கு அதிக அளவு சக்தி) பெருங்கடல் கதிரவனின் ஒளிக்கதிர்களிலிருந்து பெறுகிறது. இந்த அதிக அளவு வெப்பம் நீண்ட காலத்திற்குக் கடல் நீரில் சேமித்து வைக்கப்படக் கூடும். கடலின் மேல்மட்டத்திலிருந்து சூரியக்கதிர் சக்தியைப் பிரித்தெடுத்து ஆக்கபூர்வமான வேலைகளில் பயன்படுத்திடக் கடலறிவியலாளர்கள் நவீன முயற்சிகளில் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

இ. காற்று சக்தி (Wind) :

பெருங்கடலின் நீரோட்டங்களை இயக்கும் காற்று கடல்களை ஆழமாகக் கலக்குகின்றது. பல ஆயிரம் அடி ஆழம்வரை அவற்றின் பாதிப்பை நாம் உணரலாம். கடல்களில் உருவாகும் புயல் காற்றுகளினால் ஏற்படும் அழிவுகள் மிகுதியாகும். ஆனால், வெப்பத்தைக் கடத்தி, கோளினை வாழ்வதற்கு ஏற்ற இடமாக்கும் சாதனங்களுள் இன்றியமையாதது புயல் ஆகும்.

ஈ. அலை சக்தி (Wave) :

பொதுவாக அலைகள் கடல்களை ஆழமாகக் கலக்குவதில்லை. அலைகள் ஆழமற்ற நீரில் நுழையும்போது, ஆழமான நீர் அடுக்கின் வழியே கொண்டுசெல்லப்பட்ட சக்தி, மெல்ல மெல்ல ஆழம் குறைந்து வரும் நீரில் ஒருமுனைப்படுத்தப்படுகிறது. அலை ஒழுங்கு கடக்கும்போது, ஒவ்வொரு பவுண்டு நீரும் மேலும் மேலும் சக்தியைத் தன்னுள் சேமித்துக்கொள்கிறது. இச் சக்தியில் சிறிதளவு, நீர் முடிகளை உயர வளையச் செய்கின்றது; அலை ஒழுங்கின் வேகம் குறைகிறது. இதற்கு எதிராக, தனி நீர்த்துளிகளின் வேகத்தைச் சிறிதளவு ஆற்றல் அதிகமாக்குகிறது. அலைமுடியின் மீதுள்ள நீர்த் திவலைகளின் வேகம் அலையின் வேகத்தைக் காட்டிலும் மிகும் போது அலை உண்டாகிறது. அலை சக்தி நேரடியாகவோ அல்லது உடையும் அலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் சக்தியாகவோ பயன் படுத்தப்பட முடியும் எனக் கடலறிவியலாளர்கள் நிரூபித்துள்ளனர். ஆயினும், அலை உயரத்தில் காணப்படும் நிலையற்ற மாறுதல் அலை சக்தியை ஆக்கபூர்வமாகப் பயன்படுத்த ஒரு தடைக்கல்லாக உள்ளது.

2. வெப்ப சக்தி (Thermal) :

பெருங்கடல், புவியின் வெப்பச் சமநிலையைப் பாதுகாக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. மிகுதியாக உள்ள வெப்பம் கடல் மூலம்

84021

வடக்கேயும், தெற்கேயும் கொண்டுபோகப்பட்டு, ஆழ் நீரோட்டங்கள், காற்று, புயல்கள் ஆகியவற்றின் மூலம் பரப்பப்படுகின்றன. கடலின் ஆழங்களில், நீர்ப்பகுதிகளுக்கு ஏற்ப வெப்பநிலைகள் வேறுபடுகின்றன. பொதுவாக ஆழத்தில் செல்லச் செல்ல அவை குறைகின்றன. இந்த வெப்ப வேறுபாட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் சக்தியை ஆக்கவழியில் பயன்படுத்த இன்றையக் கடலியல் வழி கோலுகின்றது. இத்தகு வெப்ப உற்பத்தி அமைப்புகள், மின்சார உற்பத்தி அமைப்புகளோடு போட்டி போடக்கூடிய அளவுக்கு முக்கியத்துவம் அடைந்துள்ளன. பெருங்கடல் வெப்ப சக்தியிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் மின்சக்தியின் உற்பத்திச் செலவு குறையுமேயானால், அவ்வமைப்பு நல்ல பலனைத் தரவல்லதாகும். அடுத்த பத்தாண்டு காலத்துக்குள், 400,000 கி. வா. மின்சக்தியை உற்பத்தி செய்திட இயலும் எனக் கடலறிவியலாளர்கள் நம்பிக்கை தெரிவித்துள்ளனர்.

ஊ. தரை வெப்ப சக்தி (Geothermal Energy):

கடலோரப் பகுதிகளிலும் தீவுகளிலும் கிடைக்கும் தரை வெப்ப சக்தி, மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யவும், கடல்நீரை நன்னீராக்கும் முறையிலும், பொட்டாஷ், ஸல்ஃபர் முதலிய திரவச் சுரங்கத் தொழிலிலும், பெட்ரோலியம் முதலிய எண்ணெய் உற்பத்தித் துறையிலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. பெரும்பயன் நல்கும் இச் சக்தி வெப்ப நீரூற்றுக்களிலிருந்து கிட்டுகின்றது.

5. ஆழ்கடலின் அருமருந்துகள்:

ஆழ்கடலின் அரிய வளங்களுள் மற்றொன்று அவை வழங்கும் அருமருந்துகளாம். ஏறத்தாள 500,000 வகைக் கடல் வாழ் உயிரினங்கள் மருத்துவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவையாக உள்ளன. கடல் வாழ் நுண்ணுயிர்கள், கடல் பாசிகள், கடல் காளான்கள் முதலிய சிறு உயிர்கள் நோய் எதிர்ப்புச் சக்தியை உடையனவாயிருக்கின்றன. இத்தகு கடல்வாழ் உயிரினங்களிலிருந்து கிடைக்கும் பொருள், நரம்பு சம்பந்தமான, இருதய சம்பந்தமான, இரத்தஓட்ட சம்பந்தமான நோய்களைக் குணமாக்கவல்லதாகும்.

கடல்வாழ் நுண்ணுயிர் (Bacteria) மற்றும் கடல் காளான்கள் (Fungi) போன்றவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் 'எல் ஆஸ்பராஜினேஸ்' (L-asparaginase) எனும் பொருள் இரத்தப் புற்று நோய்க்கு அருமருந்தாகப் பயன்படுகிறதென்று பரங்கிப்பேட்டைக் கடல்வாழ் உயிரியல் துறையின் நுண்ணுயிர் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

பெனிஸிலியம் (Penicillium), ஸ்ட்ரெப்டோமைஸிஸ் (Strepto mycis) முதலிய கடல் காளான்களிலிருந்து பெனிஸிலின், ஸ்ட்ரெப்டோ மைஸின் முதலிய நோய் எதிர்ப்பு மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

கடல் மருத்துவ இயல் வளர்ந்து வரும் இளம் அறிவியலாகும்!

6. முடிவுரை :

ஐக்கிய நாடுகளின் கடல் சட்ட மாநாடு, அனைத்து நாடுகளின் ஒத்துழைப்புடன், சீரிய நோக்குடன் மனித குலத்தின் நன்மைக்காகக் கடலிலிருந்து பலவகைப் பயன்களைப் பெற்றிட வழிகோலியுள்ளது. ஆழ்கடல் மீன்பிடித்தலும், ஆழ்கடல் சுரங்கத்தொழிலும், பெருங் கடல் கப்பல் போக்குவரத்தும், தகவல் தொடர்பு அமைப்புகளும், ஆழ்கடல் ஆராய்ச்சி வேலைகளும் இதில் அடங்கும். இதன்மூலம் மனித இனத்துக்குத் தேவையான உணவையும், தொழில் துறைக் குத் தேவையான கனிப்பொருட்களையும் மட்டுமின்றி, இன்றியமை யாததான மின்சக்தி போன்ற அறிவியல் நன்மைகளையும்கூட நாம் பெற்றிட இயலும்.

விரைந்து பெருகிவரும் மக்கள் தொகையை நோக்கும்போது, கி.பி. 2000 இல் மனிதனின் உணவு மற்றும் கனிப்பொருள் தேவை பன்மடங்கு அதிகரித்துவிடும் என்றும், அந்த மிகுதியான தேவை களைச் சந்திக்கவல்லது ஆழ்கடல் மட்டுமே என்பதை உணர்ந்து, இப்போதிருந்தே கடல்நீரைப் பயிரிட்டு நீர்ப்பண்ணைத் தொழி லையும், கடல்நீர்ச் சுரங்கத் தொழிலையும் பெருகச் செய்வது மிகமிக அவசியம் என்றும் நாம் சொல்லவும் வேண்டுமோ!

12

சூழல் காக்கும் நுண்ணுயிர்கள் ★

நம்மைச் சுற்றியுள்ள புறஉலகில் மிக முக்கியப் பங்கு வகிப்பது நாம் வாழும் நிலப்பரப்பே. நீர் மண்டலமும் வாயு மண்டலமும் மிக முக்கியத்துவமுடையதாக இருந்தாலும் வளர்ந்துவரும் மக்கட் பெருக்கமும், அவர்களின் தேவைகளும், விஞ்ஞான வளர்ச்சியின் நன்மை தீமைகளைப் பிரதிபலிக்கும் கண்ணாடியாக உள்ளது நிலப் பரப்பேயாகும். பசுமைப் புரட்சியை ஏற்படுத்த நினைத்துப் புதிய பூச்சிக்கொல்லிகளையும், இரசாயன உரங்களையும் தெளித்து, தொழில் வள முன்னேற்றத்தில் ஆர்வம் காட்டி அதன் விளைவாக வெளிவரும் கழிவுப்பொருட்களும், வாயு மண்டலத்தில் வெளிவரும் கழிவுப் பொருட்களும், வாயு மண்டலத்தில் வெளியேறும் கழிவு வாயுகளும், நம்மைச் சுற்றிச் சுற்றி வரும் கொடிய காலன்களாக உள்ளன. இந்தச் சுற்றுப்புறத்தைத் தூய்மைப்படுத்தும் பணியில் நாம் பல முயற்சிகள் எடுத்துக்கொண்டாலும் நம் கண்ணுக்குத் தெரியாமல் நம்மைக் காக்கும் பணியில் நுண்ணுயிர் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றது. நுண்ணுயிர்கள் இந்த மண்ணில் இல்லாமலிருந்தால் பல காலங்களுக்கு முன்பே இந்த மண் நச்சுத் தன்மையுடையதாய் இருந்திருக்கும். அதன்பின் பிற உயிரினங்களின் நிலையைப் பற்றி எண்ண வேண்டிய தேவையே இல்லை. நுண்ணுயிர்களை, பலவகைப்படுத்தி எவ்வாறு சூழ்நிலையைப் பாதுகாக்கும் பணியில் அவை ஈடுபட்டுள்ளன என் பதைப் பார்ப்போம்.

நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாக்கள் :

தாவர வர்க்கத்திற்கு நைட்ரஜன் இன்றியமையாததொன் றாகும். இதை எளிதில் பெறுவதற்கு இரசாயன உரங்களை மிகுதி

★ டாக்டர் சு. கதிர்வேல்பாண்டியன், நுண்ணுயிரியல் துறை, உயிரியற்புலம் மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

யாகப் பயன்படுத்தும் நிலை உள்ளது. அதிகமாகப் பயன் படுத்தப் படும் யூரியா போன்றவைகள் தழைச்சத்தைவிட குறுகிய காலத்தில் பயனுள்ளவையாக இருந்தாலும் நிலத்தின் சத்தை உறிஞ்சி, காலப் போக்கில் பயனற்ற நிலமாக மாற்றிவிடும் தன்மையுடையது. இதற்கு மாற்றாக முதலில் உருசியா போன்ற நாடுகளில் சில நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாக்களை உயிரி உரமாகப் பயன்படுத்த முற்பட்டனர். இதனால் நிலத்தின் சத்தும், அதில் வளரும் தாவர வர்க்கத்திற்கு அதிக அளவில் நைட்ரஜனும் கிடைக்க வாய்ப்புள்ளது. நமது நாட்டில் I.A.R.I. டெல்லியில் ரைஸோபியம், அசடோபாக்டர் போன்ற பாக்டீரியாக்களை விவசாயப் பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்த முற்பட்டு நல்ல விளைவைக் கண்டுள்ளனர். தற்போது மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்திலும் இதுபோல ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளப் பட்டு ஏலம், காபி போன்ற பணப்பயிர்களில் நல்ல பயன் பெறப் பட்டுள்ளது.

கடந்த பத்தாண்டு காலமாக இந்த நைட்ரஜனை நிலைப் படுத்தும் 'nif' எனப்படும் 'Gene' நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாவிலிருந்து நேரடியாகத் தாவரத்தில் உள்ள செல்களில் புகுத்திவிட்டால் தாவர வர்க்கம் தானாகவே நைட்ரஜனை நிலைப் படுத்தும் நிலை ஏற்படலாம் என எண்ணி ஆராய்ச்சிகள் மேற் கொள்ளப்பட்டுள்ளன. ரைஸோபியம் எனப்படும் பாக்டீரியா தானா கவே நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்த முடியாத நிலையில் சில தாவரக் குடும்பத்தில், குறிப்பாக அவரைக் குடும்பத்தில், வேர்களில் முண்டு களை ஏற்படுத்தி அதன்மூலம் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துகிறது. இந்த நிலையில் ரைஸோபியத்தினுடைய 'Gene' களை நேரடியாக அது வேர்முண்டுகளை உருவாக்கும் தாவரத்தின் செல்களுடன் இணைப்பது பற்றி ஆராய்ச்சிகள் தீவிரமாக நடந்து வருகின்றன. இம்முயற்சி வெற்றி பெற்றால் எப்படி ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் செடிகள் உணவைத் தேடிக்கொள்கின்றனவோ அதேபோல் நேரடியாக நைட்ரஜனை நிலைப்பபடுத்திச் செடிக்கு வேண்டிய புரதச்சத்து அதிகரிக்க வழி செய்யும் என எண்ணப்படுகிறது. இவ்வாறாக இரசாயன உரங்கள் மூலம் நிலத்தின் நச்சுத் தன்மை மிகுதியாவதைத் தடுக்க நுண்ணுயிர் பயன்படுகிறது.

மேலை நாடுகளில், முக்கியமாக, பிரிட்டனில் கடந்த இருபது ஆண்டு காலமாக கிளப்ஸியல்லா என்னும் பாக்டீரியாவில் உள்ள 'nif' எனப்படும் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் 'Gene' ஐ நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தவியலாத E. coli க்கு மாற்றி வெற்றி கண்டுள்ளனர். இதே முறையில் மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தில் டாக்டர்

லெட்சுமணன் தலைமையில் ஆராய்ச்சிக் குழுவில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் 'nif' Gene உள்ள Klebsiella Plasmid ஐச் சுமந்து கொண்டுள்ள E. coli லிருந்து நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தவியலாத E. coliக்கு Transformation என்னும் முறை மூலமாக மாற்றப்பட்டு வெற்றி காணப்பட்டுள்ளது. இம் முதல் முயற்சி மிகவும் ஊக்க மூட்டுவதாக இருப்பதால் எதிர்காலத்தில் தாவரங்களின் செல்களில் புரோட்டோபிளாஸத்தின் மூலம் செலுத்தி வெற்றிபெற முடியுமென எண்ணப்படுகிறது.

பூச்சிகொல்லியும் நுண்ணுயிர்களும்:

பூச்சிக்கொல்லி அல்லது விவசாய இரசாயனங்கள் இன்று பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வளர்ந்துவரும் மேலை நாடுகளில் இதன் நச்சுத் தன்மையைப் புரிந்து அதிக அளவில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. நமது நாட்டின் தட்ப வெப்ப நிலையில் மிகக்குறுகிய காலமே மண்ணில் இருக்கக்கூடிய சில பூச்சிக்கொல்லிகள் மேலைநாடுகளில் அதிக நாட்கள் பூமியில் தங்கும் தன்மையுடையனவாக உள்ளன. நமது நாட்டின் மண் வளத்தைப் பாதுகாக்கும் பணியில் நுண்ணுயிரின் பங்கும் உள்ளது. தெளிக்கப்பட்ட பூச்சிக்கொல்லியின் மிகுதியை இந்த நுண்ணுயிர்கள் தங்களுக்குச் சாதகமாக எடுத்துக்கொண்டு உயிர் வாழ்கின்றன. இதனால் நச்சுத் தன்மை அதிகரிப்பது தடுக்கப்படுவதுடன் பூமியின் தன்மையும் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழக வளாகத்தில் நடத்திய சோதனையில் கார்போஃபூரான் தெளிக்கப்பட்ட நிலத்தில் நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பது கண்டுபிடிக் கப்பட்டுள்ளது. அதே நேரத்தில் பூச்சிக்கொல்லியின் அளவு மிகவும் கனிசமாகக் குறைந்து கொண்டு வருவதும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

சில நுண்ணுயிரிகள் காபோரையில் என்னும் பூச்சிக்கொல்லியின் நச்சுத் தன்மையை ஒழிப்பதோடு அதை உணவாகப் பயன்படுத்து கின்றன. அதேபோல Baygon என்னும் பூச்சிக்கொல்லியை சூடோ மோனாஸ் நுண்ணுயிரி மிக விரைவில் வேறு இரசாயனப் பொரு ளாக மாற்றி வருகின்றது. வளர்ந்துவரும் இந்தியா போன்ற நாட்டில் பூச்சிக்கொல்லியின் நச்சுத் தன்மையை உணர்ந்து 1968 இல் ICAR உதவியுடன் தக்கர் அறிக்கை சமர்பிக்கப்பட்டது. இதில் பஞ்சாப், அரியானா ஆகிய இடங்களில் பூச்சி மருந்து அதிகம் தெளிக்கப்பட்டு அதன் மிகுதி காய்கறி மற்றும் தானியங்களில் அதிகரிப்பதும், அங் குள்ள நிலத்திற்கு அடியிலுள்ள நீரில் நைட்ரேட் அதிகமிருப்பதும்

கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. Denitnifying பாக்டீரியாக்களை அவ்விடங்களில் தெளித்து இந்த இடரைப் போக்க முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன.

தொழிற்சாலைக் கழிவுப் பொருட்களும் நுண்ணுயிர்களும்:

பூமியின் தன்மை மாறுவதற்கு, சில நேரங்களில் தொழிற்சாலையின் கழிவுப் பொருட்களும் காரணமாயிருக்க நேரிடுகிறது. இதைப் போக்க பல தொழில் நுட்பங்களைக் கையாண்டாலும் பாக்டீரியாக்களின் பங்கு மிகவும் தேவைப்படுகின்றது. யூரியா தயாரிக்கும் ஸ்பிக் போன்ற பெரிய தொழிற்சாலைகளில் வரும் கழிவு நீரில் நீலப்பச்சை பாசி போன்ற நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாசிகளை வளர்ப்பதன் மூலம் உயிரி உரமாக நீலப்பச்சை பாசியும் அதன் வளர்ச்சியால் கழிவுநீரின் கடினத் தன்மையும் மாற்றப் படுகிறது பெரிய நகரங்களில் உள்ள கழிவுநீரை Stepwise process மூலமாக நீலப்பச்சை பாசியை வளர்த்துப் புரதச் சத்துணவாகவும், நிலங்களில் உரமாகவும் பயன்படுத்தும் திட்டம் நம் இந்தியா போன்ற நாட்டிற்கு வரப்பிரசாதமாக உள்ள ஒன்றாகும். இத்திட்டம் டாக்டர் ஜி. எஸ். வெங்கட்ராமனின் தலைமையில் டெல்லி I.A.R.I யில் இயங்கும் ஒரு கூட்டு ஆராய்ச்சி முயற்சியாகும்.

மேலை நாடுகளில் ரொடோசூடோமோனஸ் ஜெலட்டினோசா என்னும் பாக்டீரியாவைக் கோதுமைத் தவிடுவான விவசாயக் கழிவுப் பொருளில் வளர்ப்பதன் மூலம் அதிகமான புரதச் சத்துள்ள ஒன்றாக மாற்றியமைக்கும் தன்மை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்கின்ஸன் என்னும் விஞ்ஞானி cyanide போன்ற கொடிய நச்சுப் பொருளைக்கூடப் பகுதிப்படுத்தி வாழும் நுண்ணுயிராக, பேசிலஸ் ஸ்டீரோதெர்மோபிலஸ் உள்ளது என்று கூறியுள்ளார். டைபினைல், நைட்ரோசமைன் போன்ற இரசாயனப் பொருட்களை சூடோமோனாஸ் எரிஜினோஸா, E.Coli போன்ற நுண்ணுயிர்கள் அவற்றின் தன்மை முற்றும் அழிக்கும் சக்தி வாய்ந்தனவாக இருப்பதால் இந்நுண்ணுயிர்கள் புற்றுநோயை உருவாக்கும் இந்த நச்சு இரசாயனப் பொருளை அழிக்க ஒரு கருவியாகப் பயன்படுத்தும் தன்மை உள்ளது. Biodegradection என்று கூறப்படும் மிகப்பெரிய பணியை நுண்ணுயிர்கள் சுற்றுப்புறச் குழலில் செய்துகொண்டு வருவது நமக்கு எளிதில் புலப்படுவதில்லை.

கேரளா போன்ற தென்னை அதிகமாக உள்ள இடங்களில் கயிறு திரிக்கும் தொழில் குடிசைத் தொழிலாக உள்ளது. அங்கு,

தேங்காய் மட்டையைப் பதப்படுத்த நீரில் மட்டையைப் போட்டு வைப்பதுடன் சில காளான் வகைகளையும் பாக்டீரியாக்களையும் பயன்படுத்தி குறுகிய காலத்தில் பதப்படுத்தும் முறை கையாளப்படுகின்றது. இவ்வாறு நுண்ணுயிர்களைப் பயன்படுத்துவதன்மூலம் நீரின் தன்மை அதிக அளவில் மாறாமல் காப்பாற்றப்படுகின்றது.

மாற்று எரிவாயுவும் நுண்ணுயிர்களும் :

கிராமப்புறங்களையே அதிக அளவில் கொண்ட நமது நாட்டில் சாணங்களை விவசாயத்திற்குப் பயன்படுத்தும் நிலை மாறி, வளர்ந்து வரும் புற நகரங்களில் எருவாகப் பயன்படுத்தப்படும் இழிநிலை உள்ளது. மீதேன் என்னும் எரிவாயுவை இக் கழிவுப் பொருட்களிலிருந்து உருவாக்க மீதேனோ பாக்டீரியம் அதிக அளவில் உதவி புரிகின்றது. இப்படி உருவாக்கிய வாயுவை வீட்டுச் சமையல், விளக்கு போன்றவைகளுக்கு எரிவாயுவாகப் பயன்படுத்த 'Biogas Technology' என்று கூறப்படும் தொழில்நுட்பம் தற்பொழுது விரிவான அளவில் நமது நாட்டின் ஆராய்ச்சியில் கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. இதன்மூலம், நமது நாட்டின் அன்னியச்செலாவணி வெகுவாக மிச்சப்படுத்தப்படும்.

இதுபோல பலமுறைகளில் பயன்படும் நுண்ணுயிர்கள் நாட்டின் உயிர்நாடியான எரிபொருள் தயாரிக்கவும், மருந்துகளை உற்பத்தி பண்ணவும் பயன்படுகின்றன. பிரேசில் போன்ற கரும்பு அதிகம் விளையும் நாடுகளில் கரும்புச் சாற்றிலிருந்து வரும் மெலாபெனியையும் ஈஸ்ட்டையும் பயன்படுத்தி எரிசாராயம் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. இது பெட்ரோலுக்கு மாற்றாக எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தும் நிலையை அங்கு உருவாக்கியுள்ளனர். இதேபோல கச்சா எண்ணெயைச் சுத்தப்படுத்த இதுவரையில் இரசாயன முறையே பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளது. சென்ற ஆண்டு அமெரிக்காவில் டாக்டர் ஏ.எம். சக்ரவர்த்தி என்னும் நம்நாட்டு விஞ்ஞானி அங்குள்ள ஜெனரல் எலக்டிரிக்கல்ஸ் கம்பெனியின் ஆராய்ச்சிப் பகுதியில் பணியாற்றி சூடோமோனாஸ் பாக்டீரியா மூலம் கச்சா எண்ணெயைச் சுத்தப்படுத்த முடியும் என ஆராய்ச்சி மூலம் கண்டறிந்துள்ளார்.

இவ்வாறாக, பெரிய தேருக்கு அச்சாணி எவ்வாறு முக்கியமானதாக உள்ளதோ அதேபோல நம் புற உலகைக் காக்கும் பணியில் சில நுண்ணுயிர்களின் பங்கு பெரிதாக உள்ளது. அவ்வாறு உள்ள நுண்ணுயிர்களைக் கருவியாகப் பயன்படுத்த ஆராய்ச்சிகள் பல நடத்தப்பட்டுப் பசுமைப் புரட்சியாலும், சூழ்நிலையைத் தூய்மைப்படுத்தும் முயற்சியாலும் வெற்றிபெற முடியுமென்பதற்கு மேற்கூறிய ஆராய்ச்சி முடிவுகள் குன்றின் மேலிட்ட விளக்காக உள்ளன.

13

திசு வளர்ப்பில் தாவரவியல் கண்ட முன்னேற்றம் ★

கடந்த இருபது ஆண்டுகளில் தாவரங்களின் வளர்ச்சி, அவ் வளர்ச்சியில் ஹார்மோன்களின் தொகுப்பு வகிக்கும் கட்டுப்பாடு ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் காணப்படுகிறது. இன்று, தாவரங்களின் இயல்பான வளர்ச்சியும், வளர்முறையும் பன்முக ஹார்மோன்களின் சமன்பாட்டாலேயே அமைகின்றன எனும் கோட்பாடு நிலைநிறுத்தப்பட்டுள்ளது. வேதியல், செயலியல் ஆய்வுகள், தாவரங்களின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப் படுத்தும் பொருள்கள் - ஆக்சின்கள், ஜிப்ரலின்கள், சைட்டோ கைனின்கள் ஆகிய வேறுபட்ட மூவகைப் பிரிவுகளைச் சார்ந்தனவாக உள்ளன என்னும் முடிவுக்கு வருமாறு செய்துள்ளன. இவற்றுள் சில தனிப்படுத்தப்பட்டும், இனங்கண்டுணரப்பட்டும் உள்ளன. செல் பகுப்பு, செல் பெருக்கம், செல் வேறுபாடடைதல் ஆகிய செயல் களால் மொட்டுகளும் வேர்களும் உண்டாகின்றன. இச்செயல்கள் வெவ்வேறான ஹார்மோன் பிரிவுகளின் குறிப்பிட்ட ஊடு செயல் களாலும் சமன்பாடுகளாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. தண்டு உருவாகும்போது ஆக்சின்கள் சைட்டோகைனின்களோடு சேர்ந்தும், ஆக்சின்கள் ஜிப்ரலின்களோடு சேர்ந்தும், ஆக்சின்கள், ஜிப்ரலின்கள், சைட்டோகைனின்கள் ஆகியவை ஒன்று சேர்ந்தும் ஊடு செயல்கள் நிகழ்கின்றன. இந்தச் சிக்கலான இடைத் தொடர்புகள் சில ஊட்ட உட்பொருள்களால் மாற்றப்பெறுகின்றன. கால்சியம், பொட்டாசியம் முதலான அனங்க அயனிகளும், நைட்ரஜன், மாவுப் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் வழங்கீடும் ஊட்ட உட்பொருள்களுள் அடங்குவன

★ திரு எஸ். நாராயணசாமி, சிறப்பு விஞ்ஞானி, தாவரவியல் துறை, பச்சை யப்பன் கல்லூரி, சென்னை-600 030.

வாகும். மேலும், இச் சிக்கலான இடைத் தொடர்புகள் ஒளி போன்ற சூழ்நிலையினுடைய வேதியல், இயற்பியல்களின் பாதிப்புகளினால் மறைமுகமான மாற்றம் பெறுகின்றன.

தாவர வளர்ச்சி, அவற்றின் வளர் மாற்றம் பற்றிய உயிர் வேதியல் ஆய்வுகளில் அதிக அக்கறை காட்டும் போக்கு உருவாகி உள்ளது. மூலக்கூறு அமைப்புப் பற்றிய ஆய்வுகளில் நுண்ணுயிர்களி லிருந்து அமைக்கப்பட்ட மாதிரி அமைப்புகள், குறிப்பாக பாக்டீரியா ஒரு செல் பாசிகளின் மாதிரி அமைப்புகள் புதிய தகவல்களைத் தரு வனவாக இருத்தல் அறியப்பட்டுள்ளது. சில ஹார்மோன்கள், ஊட்டப்பொருள்கள், வைட்டமின்கள், உயிர்வேதியல் வழிகளைப் பாதிக்கும் காரணிகளின் வளர்ச்சி ஆகியவற்றின் சரியான பங்கு யாது என்பது ஆய்வுநிலையிலேயே உள்ளது ஒளி வெப்பம், ஈரப் பதம் ஒளிப்பருவம், வளிமண்டல வாயுகள் முதலிய சூழ்நிலை இயற் பியல் நிலைகள் செல்லின் அகச் சூழ்நிலையினைக் கட்டுப்படுத்து கின்றன. இதன் விளைவாக ஊட்டப்பொருள்கள், ஹார்மோன்கள், ஆகியவற்றின் மட்டமும் கட்டுப்பாட்டிற்குள்ளாகின்றன. இவற்றைப் பற்றிய போதிய விளக்கம் இன்னும் நாம் பெறவில்லை.

வேர்கள், மொட்டுகள், மலர்கள் முதலான உறுப்புகளைத் தோற்றத்தில் முடிவுறும் செல்களின் சிக்கல்கள், திசு மாறுபாடுகள் ஆகியவை சோதனை அடிப்படையில் ஆராயப்படுகின்றன. செல்லி லிருந்து முழுஉயிர்த் தோற்றம் வளரும் முறையினைச் செல் முழு வளர் ஆற்றல் (cell totipotency) என்று குறிப்பர். இச் செல் முழு வளர் ஆற்றலும், செல் மாற்றத்தில் இடம்பெறும் அமைப்புத் தோன்றலின் வரிசைமுறை நிகழ்ச்சிகளும் மேலும் ஆழ்ந்து ஆராய வேண்டியுள்ளன. இவ்வகையில் திசு, செல் ஆகியவற்றின் வளர்ப்புமுறை நுட்பங்கள், திசு வேறுபாடடைதலின் அடிப்படைச் செயல்களைப் பற்றிய விளக் கம் பெறுவதில் போதிய கருத்துக்களை நல்கியுள்ளன.

காயங்கள், நோய்கள் அல்லது தொற்றுநோய்கள் (Pests) காரணமாக, இழந்த பகுதிகளைப் புதுப்பித்துக்கொள்ளும் தன்மை யினைத் தாவரங்கள் பெற்றுள்ளன என்பது நெடுங்காலத்திற்கு முன் னமேயே நாம் அறிந்த ஒன்று. இவ்வுண்மை, பொருளாதாரப் பயன் பாடுடைய தாவர இனத்தைப் பெருக்குவதற்கு, தோட்டக்கலை நிபு ணர்களுக்குத் துணை புரிந்துள்ளது. இழந்த உறுப்பினை மீளப் படைத்துக் கொள்வதனை இழப்பு மீட்பு (regeneration) என்பர். சோதனைக் கூடத்தில், சோதனைக் குழாய்களில் நோய் நுண்மை

அறைகளில் உறுப்பு இழப்பு மீட்பைச் செயற்கை முறையில் தோற்றுவிக்கலாம்.

திசு வளர்ப்பு (Tissue Cuiture) :

தற்போது, தாவரத்தின் எப்பகுதியினையும் கண்ணாடிக் குவளைகளில் உள்ள ஊட்டப் பொருளின்மீது பாக்டீரியா அற்ற சூழலில் வளர்க்க முடியும். திசு வளர்ப்பில் தாவரங்களின் தண்டு நுனி, விதை இலைகள், வேர், துளிர் இலை, மகரந்தப்பை, கரு போன்றவற்றில் எந்தச் சிறுபகுதியினையும், மகரந்தத் துகளினையும் அறுவைச் சிகிச்சை வாயிலாகத் தனிப்படுத்தி வளர்க்கலாம். இவ்வாறு துண்டித்த பகுதிகளை முதலில் குளோரின் கலந்த தண்ணீரில் வைத்து நோய் நுண்மையாக்க வேண்டும். பிறகு அட்டோகிளேப் செய்யப்பட்ட கண்ணாடிச் சோதனைக் குழாய்களில் இருக்கும் தண்மமுற்ற அடர் ஊட்டப் பொருளின்மீது துண்டித்த உறுப்புகளைச் செருகி ஒட்டு உண்டுபண்ண வேண்டும். பின்னர், இந்தச் சோதனைக் குழாய்களையோ கண்ணாடிக் குடுவைகளையோ நுண்ணியல் நீக்கப்பட்ட பஞ்சு அடைப்பான்களினால் மூட வேண்டும். இந்த வளர்ப்புகளை $26 \pm 2°C$ வெப்பநிலையில், தேவைக்கேற்பத் தகுந்த ஒளியில் வளர்க்க வேண்டும். சோதனை நோக்கத்திற்கேற்பவும், ஆயவுக்கேற்பவும் ஊடகத்தின் கலவை வேறுபடுகிறது. ஒரு கட்டளை ஊடகம், தாவரம் வளரும் மண்ணைப் பொறுத்து அமைகிறது. இவ்வூடகம் முக்கியமான அனங்கக உப்புப் பொருள்கள், எளிய கனிமங்கள், வைட்டமின்கள், குறைந்த நைட்ரஜன் (organic nitrogen), இரும்பு (Fe EDTA), ஒரு சர்க்கரைப் பொருள் ஆகிய ஆற்றல் அளிக்கும் பொருள்களால் அமைந்தது. ஹார்மோன்கள், ஆக்சின் (இ எ எ, ஐ பி எ, என் எ எ, அல்லது 1, 2, 4-D), சைட்டோகைனின் (பென்சல்லடினின் அல்லது கைனடின், அல்லது இளநீர், அல்லது என்டோஸ்பர்ம் போன்ற தாவர இயற் பொருள்களாகிய வளர்ச்சியூக்கிகளின் சேர்க்கையால் வளர்ப்பு ஊடகம் வளம் பெறுகிறது. ஊடகத்தின் உட்பொருள்களின் அடர்த்தி மாறுபடலாம். இந்நிலையில், தனிப்படுத்திய தாவரத்தின் பகுதி, விரைந்த செல்பகுப்பு முறையினால் புதிய தண்டு மொட்டினையோ, வேர்களையோ, உருவற்ற செல்களின் கட்டமாகிய கேலஸையோ மீள வளர்த்துக்கொள்கிறது. மீள வளர்ச்சி பெற்ற பகுதியின் தன்மை, ஆக்சின் சைட்டோகைனின் விகிதத்தைச் சார்ந்தும், இளைய தாவரப் பகுதியிலிருந்தோ அன்றி முதிய தாவரப் பகுதியிலிருந்தோ துண்டிக்கப்பட்டதாக அமையும். அத் தனிப்படுத்தப்பட்ட தாவரம் வரலாற்றைச் சார்ந்து துண்டித்த பகுதியின் பிறப்பிடத்திசை சார்ந்தும் இருக்கும்.

திரவ ஊடுசெல் வளர்ப்பு (Suspension Culture) :

கேலஸில் அடங்கும் தளர்ச்சியான செல்களின் தொகுப்பைத் தனிமைப்படுத்தி, அதனை நீருள்ள குடுவையில் தொங்கவிட்டுக் குலுக்கவேண்டும். அவ்வகைத் தொங்கு நிலையில் தனிச் செல்களும், செல்கள் நான்கோ ஐந்தோ அடங்கிய சிறிய செல் கொத்துக்களும் உள்ளன. அவ்வகையான, தனியே மிதக்கும் செல்களையோ, செல் கொத்துக்களையோ கண்ணாடி சிற்றகழிகளினுள் இணைக்கலாம். தனிச் செல் குளோனை அமைத்துக்கொள்வதற்காக இவற்றைச் செல்பகுப்பு அடையச் செய்யலாம். சில சிறப்புச் சூழ்நிலைகளில் செல் வேறுபாடடைய இவற்றை ஊக்கப்படுத்தலாம். சில நிலைகளில் இயக்கமடைந்த நீர்ம ஊடகத்திலுள்ள தனிச் செல்கள், இளங்கரு (Pro-embryo) வடிவத்தைப் பெறுகின்றன. முன்கரு, விதை இலைகள், தண்டு ஆக்கு திசு, முளைவேர் ஆகியவற்றைக் கொண்ட கருவுற்ற முட்டையிலிருந்து தோன்றுகின்ற கருவினைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கும். செல்முழு வளர் ஆற்றல் என்பது தாவரங்களில் மட்டுமே சிறப்பாகக் காணப்படுகிறது.

உறுப்பு வளர்ப்பு, கேலஸ் வளர்ப்பு, தொங்கு நிலை வளர்ப்பு முதலிய வளர்ப்பு முறைகள், தாவர உள்ளமைப்பியல், தாவர வளர்முறை, செயலியல், பிற அமைப்புப் பிறப்பியல், செல்லியல், நோயியல் போன்ற ஆராய்ச்சிகளில் பல்வேறு வகையில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. உறுப்பு வளர்ப்பு, தனிப்படுத்திய பகுதியிலிருந்து தண்டு மொட்டுக்களையும், வேர்களையும், முழுத் தாவரத்தையும்கூட உண்டாக்க உதவுகிறது. இத்தகைய வளர்ப்புகளைச் சோதனைக் குழாய்களிலிருந்து, அவை நன்றாக வளர்ந்து முதிர்ந்த மலர்களையும், விதைகளையும் தரும் வகையில் நிலத்திற்கு மாற்ற முடியும். ஹார்மோன்களின் செயல் எதிர் செயல் வாயிலாகக் கேலஸ் வளர்ப்பில்கூட, தண்டு மொட்டுக்களும், வேர்களும் முழுத் தாவரங்களும் மீள் பிறப்பைப் பெறுகின்றன. கருக்களையும், சிறு செடிகளையும், தனிச்செல் வளர்ப்பு உண்டாக்குகிறது. இத்திறன் ஒவ்வோர் உயிர்ச் செல்லிலும் அமைந்து கிடக்கும் உள்ளார்ந்த பண்பாகும். தனிப்பட்ட செல்களிலிருந்து கருக்களும், தாவரங்களும் வளர்ப்பு நிலையில் பற்பலவாக விளைத்துக் கொள்வதனைக் குறையின்றிப் பலர் பயன்படுத்தினால் வேளாண்மையிலும் தோட்டக்கலையிலும் பெரும் புரட்சியை உண்டாக்கலாம். விதையினின்றும் தோன்றும் முளைகளைப் போன்று வேறுபாடுகள் கொண்டனவாக அமையாமல் உயர் வகைகளின் உடல் செல்களிலிருந்து உண்டாக்கிய சந்ததிகள் தாம்

தோன்றிய தாய்ச் செடிகளின் தன்மைகளை முற்றிலும் பெற்றிருக்கின்றன. இம்முறை, மகரந்தச் சேர்க்கையையும், கருவுறுதலையும் தவிர்க்கச் செய்கிறது. மேலும் மிக வேகமாகவும் அதிக எண்ணிக்கையிலும் தாய்ச் செடிகளை நிகர்த்த சந்ததிகளை உற்பத்தி செய்ய உதவி புரிகின்றது. இம்முறை இணையற்ற சிறந்த ஒன்றாகும். விதைகளிலிருந்தல்லாமல், புறச் சார்புடைய செல்களிலிருந்து ஒரு சீரான தாவரங்களை விரைந்து குறைந்த நேரத்தில் உண்டாக்கக் கூடிய ஒரு காலகட்டம் உருவாகும் நாள் நெடுந் தொலைவில் இல்லை எனலாம்.

திசு வளர்ப்பு முறை இயல்புகள் பயிர்த் தாவரங்களைப் பெருக்குதலிலும் நேரடியாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் இம்முறை கார்னேஷன், ஸ்னாப்டிராகன், கிரசான்திமம், ஜிரானியம், லில்லீஸ் முதலிய தோட்டகலைச் சிற்றினங்களின் குளோனல் பெருக்கமும், தண்டு நுனியைத் தனித்து வளர்ப்பதனால் நோயுண்டாக்கிகள் அற்ற தாவரங்களை ஏற்படுத்தலிலும் தனிப் பங்கேற்கிறது. மேலை நாடுகளில் இம்முறையில் ஆர்கிட் வளர்ப்பது ஒரு பெரும் தொழிலாக மாறியுள்ளது பொருளாதாரப் பயன்பாடுடைய தாவரங்களாகிய, உயர்வகை உருளைக்கிழங்கு, புகையிலை, கத்தரிக்காய், காரட், சர்க்கரைவள்ளிக்கிழங்கு, மரவள்ளிக்கிழங்கு, காபி, எண்ணெய்ப் பனைமரம், மஞ்சள், ஏலக்காய் போன்றவற்றை உண்டாக்கத் திசு வளர்ப்பு முறை பெருமளவிற்குப் பின்பற்றப்படுகிறது. உயர்வகைக் கோதுமை, அரிசி, பார்லி, மக்காச்சோளம், ஓட்ஸ் போன்றவற்றைப் பெருக்குவதில் தானியத் திசு வளர்ப்பு பயனுள்ள வகையில் வெற்றிகரமாகப் பின்பற்றப்பட்டுள்ளது. தேக்கு போன்ற தரமான காட்டு மரங்களையும், ஆப்பிள், பலா முதலிய கனி மரங்களையும் பெருக்குவதற்கான புதிய முறைகளைப் பயன்படுத்த முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன திடீர் மாற்றங்களை (mutagenic agents) விளைவிக்கும் காரணிகளான எக்சிரே அல்லது காமா கதிர் வீச்சு முதலியவற்றை கோபால்ட் 60, மையத்திலிருந்து செல் வளர்ப்பின் மேல் படுமாறு செய்தும், கால்சிசின் (colchicine) இதைல் மீதேன் சல்பனேட் (EMS) போன்ற வேதி மியுட்டஜன்களைப் பயன்படுத்தியும் செல்லின் குரோமோசோமின் அமைப்பில் மாற்றங்களை உண்டாக்கலாம். இதன் விளைவாகப் புதிய உயர்ரகப் பயிர்களை உண்டாக்கும் நிலை ஏற்படும்.

மகரந்தத்துகள் வழி இனப்பெருக்கம் (Androgenesis):

அண்மையில், மலர்களின் ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்பாகிய முழு மகரந்தப்பை மகரந்தத்துகள் ஆகியவற்றிலிருந்து கருக்களையும்,

சிறு செடிகளையும் உண்டாக்கும் சாதனைகளில் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் காணப்பட்டுள்ளது. வளர்ப்பில், மகரந்தத் துகள்கள் செல் பகுப்படைந்து, விதை இலைகள், தண்டு நுனி, ராடிகிள் ஆகிய பாகங்களின் கருவாக வேறுபாடடைகின்றன. ஆயினும் அவ்வாறு ஏற்பட்ட தாவரங்களில் தாயின் குரோமோசோமின் அரைப் பகுதி இருப்பதால் அவை வளமற்றன. இத்தாவரங்களை கால்சிசின் (colchicine) ஒருமயத் தன்மையை இருமயத் தன்மையாக மாற்றி வளமுள்ளதாகச் செய்யலாம். ஒருமயத் தாவரங்கள் யாவும் கலப் பில்லாச் சந்ததியைச் சார்ந்தன. இவை கலப்பில்லா வளர்ப்பு முறையினால் அதிகரிக்கப்படுகின்றன. அவ்வாறு இல்லையெனில் தற்கலப்பு (inbreeding) மூலம் கலப்பில்லாச் சந்ததியை உண்டாக்கப் பல ஆண்டுகள் ஆகும். கலப்பில்லாச் சந்ததிகள் தாவரப் பெருக்கத்தில் பெருமளவிற்கு உதவுகின்றன.

புரோட்டோபிளாஸ்ட் வளர்ப்பு (Protoplast Culture):

தாவர புரோட்டோபிளாசத்தைத் தனிப்படுத்தி, அவற்றை உடல் செல்களைக் கலப்புறச் செய்வதிலும், பாரம்பரிய பொறி இயலிலும் (genetic engineering) பயன்படுத்துவது புதுமையான, அண்மையில் காணப்பட்ட ஒரு முன்னேற்றமாகும். நொதிச் செயலால், ஆக்கு செல்களில் செல் சுவரை நீக்குவதால் புரோட்டோபிளாஸ்ட் குவலங்களாக விடுவிக்கப்படுகின்றன. இந்த புரோட்டோபிளாஸ்ட் குவலங்களைச் சரியான ஊட்டமும், ஹார்மோனும் அடங்கிய ஊடகத்தில் வளர்த்தால் புதிய செல் சுவர் மீள்பிறப்பைப் பெறுகிறது. இச்செல் பகுப்படைந்து கேலஸை உண்டாக்குகிறது. இதில் மறு பிறப்பு திரம்பட நடக்கிறது. இங்ஙனம் புரோட்டோபிளாஸ்ட் வளர்ப் பானது செயற்கரிய செயலாக அமைந்து இயல்பான மேன்மையைப் பெறுகிறது. பல்வேறு சிற்றினங்களில் புரோட்டோபிளாசத்திலிருந்து தாவரத்தின் மறுபிறப்பு வெற்றிகரமாக உண்டாக்கப்பட்டுள்ளது. பெரும்பாலும் அவை மாதிரிச் சிற்றினங்களாக உள்ளன. அவை புகையிலை, காரட், பெடுனியா, டடுரா போன்றவையும், முக்கிய உணவுப் பயிரான உருளைக்கிழங்கும் ஆகும். தன்மையாக்கும் முறையிலும், வளர்ப்பு முறையிலும் இயற்பியல் முன்னேற்றமடைந் திருப்பதால் சிற்றினங்களுக்கிடையேயும், புரோட்டோபிளாஸ்ட் சேர்க் கையைச் செய்ய முயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டுள்ளன. புகையிலை, பெடுனியா, மற்றும் டடுரா, வேறு சில சிற்றினங்களுக்கிடையே புரோட்டோபிளாஸ்ட் சேர்க்கையின் வாயிலாக ஒன்று சேருதல் வெற்றிகரமாக நிறைவேற்றப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு, முக்கியமான

உணவுப்பயிர்களையும் நார்ப்பயிர்களையும் கலப்புப்பயிர்களை உண்டாக்குவது சோதனை நிலையிலேயே இருந்த போதிலும் இது நல்ல வெற்றியைத் தரும் என்ற நம்பிக்கை தோன்றியுள்ளது.

உயிர்ப்பொறியியல் (Bio-engineering) :

மரபுப்பொறியியல் துறையில் டி.என்.எ.யை மேற்கொள்ளச் செய்து செல்களில் மாற்றங்கள் ஏற்படுத்தும் வாயிலாகத் தாவர மேம்பாட்டில் புத்தம்புதிய வளர்ச்சி காணும் நோக்கத்தோடு ஆய்வுகள் பல விரைந்து மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன புரதம், டி.என்.எ. வைரஸ்கள், பாக்டீரியா, பசுங்கனிமங்கள், முழு நூக்ளியஸ் ஆகிய துகள்கள், பெரு மூலக்கூறுகள், செல் அங்கக் கூறுகள், நுண் உயிர்கள் போன்றவற்றில் புரோட்டோபிளாஸ்ட் விழுங்கும் தன்மையைப் பெற்றிருப்பதால் செல்லின் மரபுப் பொருள்கள் மாற்றுருப் பெறுகின்றன. தேவையான தகவல்களைத் தாவரங்களில் சேர்க்க இந்த வினைத்திறம் பயன்படுகிறது. எலக்கூம்கள் தவிர்த்து, தானியப் பயிர்களில் தனிமைப்படுத்தப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்ட், அசடோபாக்டர், ரைசோபியம் போன்ற புறச்சார்பற்ற நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தும் பாக்டீரியாவை எடுத்துக்கொண்டு நைட்ரஜனை நிலை நிறுத்தம் தன்மையுடைய முழுத் தாவரங்களை மீளவும் பிறப்பிக்க உதவுகிறது. இத் தானியப் பயிர்களில் சேர்க்கப்பட்ட நிப் ஜீன்கள் கூடுதல் புரதச் சேர்க்கைக்கு இவற்றைத் தன்னிறைவு உள்ளனவாகச் செய்கின்றன. தொடர்பற்ற தாவரங்களின் புரோட்டோபிளாஸ்ட் இணைவின் வாயிலாக உடல் சார்ந்த கலப்பு முறையால் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையும், வறட்சி எதிர்ப்புத் திறனும் தம்மகத்தே கொண்ட இந்தத் தாவரங்களை எதிர்காலத்தில் தோற்றுவிக்கலாம் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

புறந்தோன்றிய டி.என்.எ. யை (Recombinant DNA) உயிர்த் தாவரங்களில் செலுத்துவதால் தேவையான பண்புகள் அமைந்த தாவரங்களை உற்பத்தி செய்யும் புதியதொரு துறையினைத் தோற்றுவிக்கிறது. நோய் எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட செல்லிலிருந்து நோய்க்கு இலக்காகும் தன்மையுடைய செல்லின் புரோட்டோபிளாசத்திற்கு டி.என் எ. யை மாற்றுவது ஒரு பெரிய முன்னேற்றமாகும். இந்தத் தொழில் நுட்பங்கள் செம்மைப்படுத்தப்பட்டுவிடுமானல் ஓட்ஸ், கோதுமை, பார்லி, ரை முதலிய உணவுப் பயிர்களைத் திசு வளர்ப்பின் வாயிலாக வளர்க்கக்கூடிய நாள் வெகு தொலைவில் இல்லை. இத்துறை குறிப்பாக ஓர் அறைகூவலாகவும்,

அதே நேரத்தில் மிகுந்த வாய்ப்புக்களைக் கொண்டதாகவும் இன்று திகழ்கிறது.

நன்றியுரை :

என்னுடைய இந்தக் கட்டுரையை ஆங்கிலத்திலிருந்து தமிழாக்கம் செய்ய உதவிய பச்சையப்பன் கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் திரு ஒ. எஸ். விவேகானந்த னுக்கும், திரு பி. சுப்பிரமணியனுக்கும் நன்றி.

14

திசு வளர்ப்பில் பனை இனம்*

முன்னுரை :

குறைந்த கால அளவில் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையும், ஈனும் தன்மை மிகுதியும் கொண்ட பயிர்த் தாவரங்களைப் பாலியலற்ற முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யத் திசு வளர்ப்பு முறைகள் பயன் படுகின்றன. இம்முறையில், விதைகள் மூலமே இனப்பெருக்கம் செய்யத்தக்கத் தாவரங்களை, அவற்றின் இலைகள், தண்டு, வேர் மற்றும் பூங்குருத்துக்களினின்றும் பெறப்படும் திசுக்களிலிருந்து திசு வளர்ப்பு மூலம் புதிய கன்றுகளை உற்பத்தி செய்யலாம். பனை யினத்தில் எல்லாத் தாவரங்களும் பயனுள்ள பல பொருட்களைக் கொடுக்க வல்லவை. பனைகளின் எல்லாப் பகுதியும் பயன் படுத்தத்தக்கதே.

இதுவரை பனையினங்கள் விதைகள் மூலமே பரப்பப்பட்டு வந்தன. பெருமளவு அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையால் சந்ததிகளின் பண்புகள் அதிக வேறுபாடுடன் கூடியனவாக உள்ளன. திசு வளர்ப்பின் மூலம் பண்புமாறா ஓரினப் பெருக்கம் அடைய வாய்ப்புக் கள் உள்ளன. திசு வளர்ப்பின் மூலம் உயர்ப்பண்புகள் கொண்ட தனி மரங்களைக் கலவியில்லா இனப்பெருக்கம் செய்து பரப்பினால் அதிகப் பயனடையலாம். இம் முறையில் தெங்கு, கமுகு, ஈந்து போன்ற பயனுடைய மரங்களைப் பரவலாகப் பயிரிடலாம்.

பல்வேறு இருவிதையிலை இனங்களிலும் சிற்சில ஒருவிதை யிலைத் தாவரங்களிலும் காலசும் சிறுசெடிகளும் திசு வளர்ப்பு இது காறும் பெறப்பட்டனவென்றாலும், பனையினங்களில் இம்முறை களைப் புகுத்துதல் எளிதான செயலாக இல்லை. ஏனெனில்,

---

★ டாக்டர் தே. பத்மநாபன் & ம. ஜெகதீசன், தாவரப் புறத்தோற்றவியல் துறை, உயிரியல் பிரிவு, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

பனையினங்கள் மிகவும் மெதுவாக வளரக்கூடியவை. பனையினத் திசுக்கள் சோதனைக்குழாய் வளர்ப்பில் அதிக அளவில் பாலிபினால் களை உண்டுபண்ணுவதால் அவற்றின் வளர்ச்சி குன்றிவிடுகின்றது. பனைகளின் குருத்துத் திசுக்களே வளர்ப்பிற்குப் பயன்படுவதால், பெரும்பாலும் இக்குருத்துக்களை நீக்கினால் மரங்கள் உயிரற்று விடுகின்றன. எனவே வளர்ப்புக்கான திசுக்கள் கிடைத்தல் அரிது. இதுவரை பனையினங்களில் தென்னை (Cocos nucifera), ஈந்து, (Phoenix dactylifera), எண்ணெய்ப் பனை(Elaeis guineensis), ஆகிய வற்றின் திசுக்கள் வளர்க்கப்பட்டுள்ளன.

ஆய்வுப் பொருட்களும் முறைகளும் :

வளர்ப்புக்கான திசுக்கள், கன்றுகள் மற்றும் பெருமரங்களி லிருந்து பெறப்படுகின்றன. அவ்வாறான திசுக்கள் இளங்குருத்து இலைகள், தண்டு நுனியாக்கத் திசு, வேர்நுனிகள், பூங்குருத்து, என்டோஸ்பர்ம், விதையிலை போன்ற தாவர உறுப்புக்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. சமமான எடை அல்லது அளவு கொண்ட திசுத் துண்டுகளை வெட்டியெடுத்துப் புறத்தூய்மை செய்தல் முதற் படியாகும். சாராயம் அல்லது குளோரின் கரைந்த நீர் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றைக் காய்ச்சி வடித்த நீரில் கலந்து புறத்தூய்மை செய்யப் பயன்படுத்தலாம். திசு வளர்ப்புக் கூழில் புறத்தூய்மை செய்யப்பட்ட திசுத் துண்டுகளைப் பதித்து வளரச்செய்ய வேண்டும். திசு வளர்ப்புக் கூழில் தேவையான அளவு சர்க்கரை, தாதுப் பொருட்கள், உப்புக்கள். வைட்டமின்கள் மற்றும் ஹார்மோன்கள் அடங்கியுள்ளன. இவ்வகையான சத்துக்களின் தேவைகள் தாவரத் திற்குத் தாவரமும், ஒரே தாவரத்தின் பல்வேறு உறுப்புக்களுக்கும், பல்வேறு பருவத்திற்கும் ஏற்றவாறு மாறுபடும். பனையினத் தாவரங்களுக்கு Y3, முரேசிக் மற்றும் ஸ்கூக் தாதுப்பொருட் சூத்திரங்கள் சிறந்ததாக உள்ளன. தாவர ஹார்மோன்களாகிய ஆக்சின் மற்றும் சைட்டோகைனின் ஆகியவற்றின் அளவு விகிதத்தை ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும், உறுப்புக்கும் ஏற்றவாறு கண்டறிய வேண்டும். திசு வளர்ப்புக் கூழில் கரித்தூளை லிட்டருக்கு 3கிராம் சேர்த்தால் பாலிபினால் உற்பத்தி குறைந்து திசு வளர்ச்சி அதிக மாகும். திசு வளர்ப்புக் கூழில் திசுக்களைப் பதித்து 28C±2%C வெப்ப அளவிலும் 2000 லக்ஸ் வெளிச்ச அளவிலும் திசுக்களை வளர்க்க வேண்டும்.

தென்னை :

முதன் முதலில் தென்னையின் திசு வளர்ப்பு ஆய்வுகள், மகபுனோ தென்னையைக் கரு வளர்ப்பு மூலம் வளர்ப்பிக்கும் முயற்சியில் ஆரம்பிக்கப்பட்டன. இயல்பாக, மகபுனோ தென்னை விதைகள் முளைப்பதில்லை. மகபுனோ முளைக்கருக்களை சிறிய இளநீரின் சாற்றில் வளர்த்தால் முளைக்கும் என்பது ஆப்ரகாம், தாமஸ் (1962) ஆகியோரால் கண்டறியப்பட்டது. முளைக்கருக்களை திசு வளர்ப்புக் கூழில் வளர்த்தபோது முளைகள் பெறப்பட்டன. ஆனால் வேர்கள் பெறப்படவில்லை (டெல் ரோசரியோ, 1964). இவ்விதம் வளர்க்கப் படும் முளைக்கருக்கள் பாலிபினால்களைச் சுரந்தன. அதனால் கருக் களின் வளர்ச்சி தடைப்பட்டது. பாலகா மற்றும் டிகுஸ்மன் (1972) ஆகியோர் கருக்களைத் திரவ வளர்ப்பு முறையில் வளர்த்து, அடிக்கடி வளர்ப்புத் திரவத்தில் மாற்றினால் பாலிபினால்களைத் தவிர்க்க முடியும் என்றும், அதோடு வேர்களின் வளர்ச்சியையும் தூண்டும் என்றும் கண்டறிந்தார்கள்

தென்னையின் திசுத் துண்டுகள் வளர்க்கும் ஆய்வுகள் கடந்த பத்தாண்டளவில் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. தென்னை மற்றும் ஈந்து திசு வளர்ப்புக்குத் தேவையான உப்பு மற்றும் ஹார்மோன்கள் சூத்திரங் கள் ஈவென்ஸ் என்பவராலும் பிளாக் என்பவராலும் (1976, 1978) வரையறுக்கப்பட்டன. தென்னையின் பூங்குருத்துத் தண்டுகளை வளர்த்ததில் தண்டு நுனிக்குருத்து போன்ற வளர்ச்சியும் வேர் வளர்ச் சியும் உண்டாகியது. ஆனால் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த தண்டுப்பாகத் தைப் பெறமுடியவில்லை. தென்னையின் வேர், தண்டு மற்றும் பூங்கொத்துத் துண்டுகளிலிருந்து காலசு பெறப்பட்டன. ஆனால் இவ்விதம் பெற்ற காலசுகளைத் தொடர்ந்து வளர்க்க முடியவில்லை. ஃபிசர், சாய் (1978) ஆகியோர் தென்னையின் என்டோஸ்பர்மி லிருந்து காலசு உருவாக்கி நான்கு ஆண்டுகள் வரை அதை வளர்த் தனர். மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழக உயிரியல் துறையில் விதையிலைத் துண்டுகளிலிருந்து காலசு உருவாக்கி, அக் காலசி லிருந்து வேர்கள் பெறப்பட்டன (ஜெகதீசன், பத்மநாபன் 1981). மேலும் இதிலிருந்து தண்டுப் பாகத்தை உருவாக்க ஆய்வுகள் மேற் கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

எண்ணெய்ப் பனை :

எண்ணெய்ப் பனையில் திசு வளர்ப்பு ஆய்வுகள் மற்ற பனை இனங்களைவிட மிகுதியாக நடந்துள்ளன. எண்ணெய்ப் பனையின்

முளைக்கரு சோதனைக்குழாயில் வளர்க்கப்பட்டு சிறிய கன்றுகள் பெறப்பட்டன. எண்ணெய்ப் பனையின் முளைக்கரு மிகச் சிறிய அளவு உடையது இது என்டோஸ்பர்மின் வெளிப்புறத்தில் புதைந்துள்ளது. பொதுவாக இதனுடைய விதைகள் குறைந்தது இரண்டுமாத கால அளவுக்கு விதையுறக்கம் கொள்ளும். அதனால் விதைகள் பறித்த வுடன் முளைப்பதில்லை. விதை முளைக்கும்பொழுது விதையிலை விரிவடைந்து என்டோஸ்பர்மைத் துளைத்து வளரும். விதை யிலை என்டோஸ்பர்மைச் சீரணித்து உணவுப் பொருளை முளைத்தண்டுக்குச் செலுத்தும். முளைத்தண்டிலிருந்து முளைவேரும், முளைக்குருத்தும் வெளிவரும். முளைக்கருக்களை செயற்கை முறை யில் திசு வளர்ப்புக் கூழில் வளர்க்கும்பொழுது விதையிலை விரி வடைவதில்லை. முளைக்கருவிலிருந்து முளை வேரோ அல்லது முளைக்குருத்தோ வளருமேயல்லாது இரண்டும் வளருவதில்லை. விதையுறக்க விதையிலிருந்தும், காய்ந்த விதையிலிருந்தும் எடுக்கப் பட்ட முளைக்கருக்கள், ஈரப்பதமுள்ள புதிய விதைகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட முளைக்கருக்களைவிட, கரு வளர்ப்பில் மிகக் குறை வாக வளர்ச்சியடைகின்றன.

கரு வளர்ச்சியின் முதல் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் உப்புச் சத்துக் களின் தேவை மாவுச் சத்தைவிட முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. நாள் பட்ட விதைகளின் முளைக்கருவின் வளர்ச்சிக்கு இளநீரின் சாறு ஊக்கமூட்டுவதாக உள்ளது. மேலும் ஆக்சினும் சைட்டோகைனினும் முளைக்கருவின் வளர்ச்சிக்கு முக்கியமான காரணிகளாகும். IAA என்ற ஆக்சின் 1×10^{-7} M அளவில் வார்ப்புக் கலவையில் இருந் தால் அது முளைவேர் வளர்ச்சியைத் தூண்டும். ஆனால் முளைத் தண்டின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கிறது. NAA என்ற ஆக்சின் விதை யிலையின் வளர்ச்சியைத் தூண்டி முளைத்தண்டு மற்றும் முளை வேரின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கின்றது. 2,4-D என்ற ஆக்சின் NAA போலவே செயல்பட்டாலும் 30 நாட்கள் வளர்ந்த முளைக்கருவில் தோற்றுவிக்கிறது. இந்த முண்டுகளிலிருந்து இடமாறிய முளைக் கருக்கள் உருவாகும். கைனடின் என்ற ஹார்மோன் விதையிலையின் நீளத்தை அதிகரிக்கின்றது. ஆனால் முளைக்கருவைப் பழுப்பு நிறமாக்கிறது.

முளைக்கருத் துண்டுகளிலிருந்து காலசு வளர்க்கும் முறை ஸ்மித், ஜோன்ஸ் (1970) என்போரால் வரையறுக்கப்பட்டது காலசு வளர்ப்பதற்கு மற்ற உணவுச் சத்துக்கள், சூழ்நிலைத் தன்மையை

விட ஆக்சின் மிக முக்கியம். இளம் காய்களிலிருந்து பெறப்பட்ட முளைக்கருக்கள், முளைத்தண்டுக்கருகில் முண்டுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவைகளை IAA மற்றும் அஸ்கார்பிக் அமிலம் கொண்ட வளர்ப்புக் கலவையில் வளர்க்கும்பொழுது முண்டுகளிலிருந்து வேர்கள் உண்டாகின்றன. ஒளியில் வைக்கும்பொழுது இம்முண்டுகள் பசுமை நிறமாக மாறுகின்றன (ராபிசௌலட், அகீ மற்றும் குவனின், 1970). இம்முண்டுகள், முளைக்கருக் கொத்துக்களை ஒத்துள்ளன. தண்டு நுனியாக்கத் திசு, இலை அடித்திசு ஆகிய இவைகளை வளர்த்ததில் தண்டு நுனியாக்கத் திசுவிலிருந்து காலசு பெறப்பட்டது. பின்னர் இக் காலசிலிருந்து வேர்களும் தண்டும் பெறப்பட்டன. இவ்விதம் பெறப்பட்ட தண்டு முழு மரமாக வளரவில்லை. செயற்கை முறையில் வளர்ந்த முளைக்கருவின் வேரிலிருந்து காலசு உருவாக்கி அதைத் தொடர்ந்து 2,4-D, ($2x\ 10^{-6}$ M கலந்த திரவக் கலவையில் வளர்த்து வந்தார்கள். ஜோன்ஸ் (1974 a, b) சோதனைக் குழாயில் முளைக்க வைத்த முளைக்கருவிலிருந்து காலசு உருவாக்கி, பின் வேர், தண்டு இவைகளைக் காலசிலிருந்து பெற்றார். இம் மாதிரிப் பெற்ற சிறு கன்றுகள் நிலத்திற்கு மாற்றப்பட்டு பரிசோதிக்கப்படுகின்றன.

ஈந்து:

ஈந்துவில் பக்கவாட்டுத் தண்டுகளை வெட்டி வளர்ப்பதன் மூலம் பாலில்லா இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். ஆனால் ஒரு மரத்தில் மூன்று அல்லது நான்கு பக்கவாட்டுத் தண்டுகளே இருப்பதால் பெருமளவில் பாலில்லா உற்பத்தி பண்ணுவது இயலாது. ஆகவே திசு வளர்ப்பு முறையில் ஈந்தை வளர்க்கும் முயற்சி மேற்கொள்ளப்பட்டது. பக்கவாட்டுத் தண்டுகளிலிருந்து பெறப்பட்ட திசுத் துண்டுகளை வளர்த்துக் காலசு பெறப்பட்டு, காலசிலிருந்து வேரும் உருவாக்கப்பட்டது (ஸ்க்ரோடர், 1970). பின்னர் ஈந்து விதைகளைச் சோதனைக்குழாயில் வளர்த்து விதையிலைக் காம்பிலிருந்து திசுத் துண்டுகள் பெற்று வளர்த்ததில் நல்ல வளர்ச்சியும் உறுப்புத் தோற்றமும் தெரிந்தது. ருவேனி, வில்லியன் கிப்னிஸ் (1974) ஆகியோர் இதிலிருந்து காலசும், காலசிலிருந்து வேரும் பெற்றனர். பின்னர் அம்மார், வென்பாடிஸ் (1677) ஆகியோர் விதையிலைக் காம்பிலிருந்து பெற்ற திசுத் துண்டுகளிலிருந்து வேர், தண்டு இவைகளை உருவாக்கினர். சில சமயங்களில் சோதனைக்குழாயில் பூங்கொத்துக்களும் வளர்ந்தன.

பனையினத்தின் பல பாகங்களிலிருந்து காலசும், இடமாறிய குட்டித் தாவரங்களும் வளர்ந்தாலும் ஒரேவகைச் சூழ்நிலையில் உறுப்புத் தோற்றம் சிற்சில வளர்ப்புகளிலேயே ஏற்பட்டது. இதற்குக் காரணம் வளர்க்கப்படும் திசுக்கள் மற்றும் உறுப்புக்களின் வேறுபட்ட வளர்ச்சி நிலையும், செயலியல் நிலையுமேயாகும். ஒரே மாதிரியான மறுபடியும் செய்யத்தக்க முறையில் ஆராய்ச்சி முடிவுகள் பெற வேண்டுமானால் என்ன காரணங்களினால் ஒரே வளர்ப்புச் சூழ் நிலையில் திசுக்களும் உறுப்புக்களும் வெவ்வேறு விதமாகச் செயல் படுகின்றன என்பதை ஆராய்வது அவசியம். இந்தக் குறிக்கோளுடன் மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழக உயிரியல் துறையில் ஈத்தை (Phoenix farinifera) மரத்தில் திசு வளர்ப்பு ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப் பட்டன. நன்கு வளர்ந்த ஈத்தை மரத்தினுடைய தண்டு நுனியில் 40 முதல் 50 வரை இலைக் குருத்துக்கள் இருக்கும். இவைகள் ஒவ்வொன்றும் வளர்ச்சி நிலையில் மாறுபட்டவை. ஒரே மரத்திலுள்ள இலைக் குருத்துக்களையும், இலைக் குருத்துத் துண்டுகளையும் Y3 திசு வளர்ப்புக் கூழில் வளர்த்தபோது மிகைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலையில் இருக்கும் இலைக் குருத்தின் துண்டுகளே மற்ற இலைக் குருத்துக் களிலிருந்து பெறப்பட்ட துண்டுகளைக் காட்டிலும் நன்கு வளர்ந்து அதிக எடையுள்ள காலசைத் தந்தன. மிகைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலையில் இருக்கும் இலைக் குருத்துக்களை, ஒரு தண்டு நுனியிலுள்ள எல்லா இலைக் குருத்துக்களின் நீளத்தை அமைப்பதன் மூலம் கண்டறியலாம். முதல் இலைக் குருத்திலிருந்து படிப்படியாக நீள அளவு கூடிக் கொண்டே வரும்பொழுது எந்த இலைக்குருத்து அல்லது குருத்துக்கள் அதிகப்படியான வளர்ச்சியளவைக் கொண்டதாக உள்ளதோ அந்தக் குருத்தில் அல்லது குருத்துக்களில் இருந்து பெறப்படும் திசுத் துண்டு கள் திசு வளர்ப்பில் நன்கு வளரத்தக்கவை. நான்கு முதல் ஏழு வயது வரையிலுள்ள ஈத்தை மரத்தில் 46-48 பிளாஸ்டாகுரோன் வயதுள்ள இலைக் குருத்துக்களின் இலையடிப்பட்டை மற்றும் இலைக் காம்புத் திசுத் துண்டுகள் வளர்ப்பில் நன்கு வளரும் (ஜெகதீசன், 1982). இதில் 48 பிளாஸ்டாகுரோன் வயதுள்ள இலைக்குருத்து கத்தி இலையாகும்.

பனையின இலையின் இலையடிப்பட்டை, காம்பு, இலைப்பரப்பு போன்ற பாகங்கள் தனித்தனி வளர்ச்சி விகிதத்தைக் கொண்டுள் ளதால் மிகைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலையில் இருக்கும் இலைக் குருத்தின் எல்லாப் பாகங்களும் ஒரே மாதிரியான வளர்ச்சியைத் திசு வளர்ப்பில் அடைவதில்லை. சான்றாக, 48 பிளாஸ்டாகுரோன்

வயதுள்ள ஈத்தை மரத்தின் இலை மிகைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலையில் இருந்தாலும் அதனுடைய இலைப்பரப்பு மட்டும் முதிர்ச்சியை அடைந்துவிடுவதால் திசு வளர்ப்பில் அதனுடைய துண்டுகள் வளரா. ஆனால் அவ்விலையின் இலையடிப்பட்டையும், காம்புப் பகுதியும் குருத்து நிலையிலேயே இருப்பதாலும் இதனிலிருந்து பெறப்பட்ட திசுத் துண்டுகள் திசு வளர்ப்பில் நன்கு வளர்கின்றன. கன்றிலிருந்து பெறப்பட்ட இலைத் திசுத் துண்டுகளும் முதிர்ந்த மரத்திலிருந்து பெறப்பட்ட இலைத் திசுத் துண்டுகளும் திசு வளர்ப்பில் வேறுபடுவதில்லை. ஐந்து மில்லி மீட்டருக்குக் குறைவான நீளமுடைய இலைக் குருத்துக்கள் திசு வளர்ப்பில் வளருவதே இல்லை.

இவ் ஆய்விலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகளாவன: மிகைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலையிலுள்ள உறுப்புக்களிலிருந்தோ அல்லது உறுப்புக்களின் பாகங்களிலிருந்தோ பெறப்படும் குருத்து நிலையிலிருக்கும் திசுத் துண்டுகள் திசு வளர்ப்பிற்கு ஏற்றவை. தாவரக் கருவின் அல்லது உறுப்பின் வளர்ச்சியின்போது படிப்படியான வேதியல் நிலைகள் ஏற்படுகின்றன இவ்வேதியல் நிலைகளே அந்த உறுப்பின் அல்லது கருவின் உறுப்புத் தோற்றத்தையும் முதிர்ச்சியையும் முடிவு செய்கின்றன. ஒவ்வொரு நிலையிலும் வெவ்வேறான நொதிகளும், புரதமும், ஹார்மோன்களும் மற்றும் பல வளர்சிதை மாற்றப் பொருட்களும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. மிகைப்பட்ட வளர்ச்சி நிலையிலிருக்கும் உறுப்புக்களில் எல்லாவித உயிரியல் நொதிப் பொருட்களும் பண்பிலும் அளவிலும், திசு வளர்ச்சிக்கும் உறுப்புத் தோற்றத்திற்கும் தேவையான அளவில் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

மேற்கோள் :

1. Abraham, A. and K J. Thomas, 1962. A note on the *in vitro* culture of excised coconut of excised coconut embryos. Indian Coconut J., *15*: 84-88.

2. Ammar, S and A. Benbadis, 1977. Multiplication Vegetative du Palmier-dattier *(Phoenix dactylifera L.)* par la culture de tissus de jeunes plantes issues de semis. C. R. Acad. Sci., *284*: 1789-1792.

3. Balaga, H. Y. and E. V. De Guzman, 1972. The Growth and development of coconut 'Mapapuno' embryos *in vitro*. II. Increased root incidence and growth in response to media composition and to sequential culture from liquid to solid medium The Philippine Agriculturalist, *53*: 551-565.

4. De Guzman, E. V and D. A. Del Rosario, 1964. The growth and development of *Cocos nucifera* L. 'Makapuno' embryos *in vitro* The Phil. Agr. *48:* 82-94.

5. Fisher, J. B. and J. H. Tsai 1978. *In vitro* growth of embryos and callus of coconut palm. In vitro, *14*: 307-311.

6. Jegadeesan, M. 1982. Effect of age on the *in vitro* growth of leaf tissues of *Phoenix*. Life Science Advances (in press).

7. Jegadeesan, M. and D Padmanabhan, 1982. Induction of rooting in cotyledon callus of coconut. Curr. Sci (in press).

8. Jones, L. H., 1974a. Plant cell culture and biochemistry: Studies for improved vegetable oil production. *In*: Industrial aspects of biochemistry, B. Spencer, ed. Proc. Federation of European Biochemical Studies. Special meeting, Dublin, 1973. North Holland. pp 813-833.

9. Jones, L. H , 1947b. Propagation of clonal oil palm by tissue culture. Oil Palm News, *17*: 1-8.

10. Rabechault, H., J. Ahee and G. Guenin, 1970. Colonies cellulaires et formes embryoids obtenues *in vitro* a' partir cultures d' embryons de Palmiera' huile (Elaeis guineensis Jac var dura. Becc.). C R. Acad. Sci. *270D*: 3067-3070.

11. Reuveni, O. and H Lilien-Kipnis, 1974 Studies of the *in vitro* culture of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) tissues and organs Pamphlet No. 145.volcani Inst. Agric. Res. Israel.

12. Schroeder, C. A , 1970. Tissue culture of date shoots and seedlings Report of the 47th Annual Date Growers Institute, *47*: 25-27.

13. Smith, W. K. and L. H. Jones, 1970. Plant propagation through cell culture. Chemistry and Industry. *44*: 1399.

15

கடல் நுரைகள்★

கடலிலும், கழிமுகங்களிலும் சில நேரங்களில் நீரின் மேற்பரப்பிலும் வெண்ணிறக் கோடுகள் தோன்றும். இதனைக் கடல் மரை என்பர். இம் மரைக்கோடுகள் பாட்டை பாட்டையாகப் பாதை வகுத்தது போல் தோன்றுவதும் உண்டு. காற்று வீசாமல் அமைதியாக இருக்கும்போது இம்மரைகள் கண்ணாடி போன்று ஒளியைத் திருப்பும்; சிற்றலைகளும் இருக்காது. மெதுவாகக் காற்று வீசும் போது இம்மரைகளில் நீர்க்குமிழிகள் உண்டாகி ஒன்று சேர்ந்து சிறு நுரைக் கும்பலாக இருக்கும். இந்நுரை தோன்றுவதால்தான் கடல் மரைகள் வெண்மையாகத் தெரிகின்றன.

தூய நீரில் அழுத்தக்காற்று செலுத்துவதன் மூலம் நீர்க்குமிழிகளை உண்டாக்கினால் அவை வெகுநேரம் நிலைத்து நிற்பதில்லை. குமிழியின் உருண்டையான மேற்தோல் வெடித்துக் காற்று வெளியேறிவிடும். சவுக்காரத்தால் (சோப்பு) உண்டான குமிழிகள் சற்று நேரம் நிலைத்திருக்க வாய்ப்புண்டு. ஆனால் கடலில் உண்டாகும் நீர்க்குமிழிகள் பல மணி நேரம் நீடித்து இருப்பதோடன்றி ஒன்று சேர்ந்து பெரும் நுரையாகி (foam) அங்கே மிதக்கும். இந்நுரைகளை அழுத்தினாலும் அவ்வளவு இலகுவாக உருக்குலைவதில்லை. கரைகளில் ஒதுங்கும் நுரைகள் எட்டு மணியளவிற்கும் மேலாக உடையாது இருக்கின்றன. ஆகவே கடல் நுரைகள், சவுக்கார நுரை போன்றவைகளைவிட மிகவும் திண்மை வாய்ந்தனவாக உள்ளன இந்தத் திண்மை எவ்வாறு கடல் நுரைகளுக்கு வந்தது? நுரையின் தன்மை என்ன? உள்ளடக்கிய பொருள்கள் யாவை? அதன் பயன்கள் என்னென்ன? போன்றவை பற்றிக் கடல்வாழ் உயிரின ஆய்

★ டாக்டர் அழ. பால்பாண்டியன், இணைப்பேராசிரியர், கடல்வாழ் உயிரின ஆய்வகம், அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம், பரங்கிப்பேட்டை.

வகத்தில் ஆராய்ந்தோம். அதன் முடிவுகளில் சிலவற்றை இங்கு அளிக்கிறேன்.

நீர்க்குமிழிகளின் உருண்டையான மேற்பரப்பில் நீரின் தனிமங்கள் ஒன்றோடொன்று உறுதியாக இணைத்துப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கும். உள்ளே இருக்கும் காற்று மேற்பரப்பை எல்லா இடத்திலும் ஒரே ஆற்றலோடு அழுத்துவதால் குமிழி பந்து போன்ற உருவடைகிறது. குமிழிக்கு வெளியில் ஏற்படும் வெப்ப, காற்றின் அழுத்த மாறுதல்களால் உள்ளிருக்கும் காற்று விரிவடையும். அதனால் குமிழியின் தோல் உடைந்து மறையும். ஆனால் அந்நீரில் வேறு பொருள்கள் கலந்திருந்தால் குமிழிகள் சற்றுநேரம் அதிகமாகவே உறுதியாக இருக்கும். இப்பொருள்கள் குமிழியின் மேற்பரப்புத் தோலை வன்மையாக்குகின்றன. சவுக்காரப் பொருள்கள் இத்தன்மை கொண்டிருப்பதால் சற்றுநேரம் நிலைத்து நிற்கின்றன. ஆனால் கடல்நுரைக் குமிழிகள் அழியாமல் இருக்க வேறு காரணங்கள் உள்ளன.

கடல்நுரைக் குமிழிகள் உண்டாவதற்குக் காரணமானவை சில எண்ணெய்ப் பொருள்களுமாகும். எண்ணெயும், புரதப் பொருள்களும் நீரில் கலந்து குமிழிகளாகத் தோன்றும்போது, அக்குமிழிகளின் மேற்தோல் மிக வலிமை வாய்ந்ததாக ஆகிவிடுகிறது (எடுத்துக்காட்டாக, கோழிமுட்டைக் கருவை வேகமாகக் கலக்கும் போது உண்டாகும் நுரைகள் வலிமையுடையவை). இதனால் குமிழிக்கு உள்ளேயுள்ள காற்று விரிவடைவதில்லை. கடல்நுரைக் குமிழிகளுக்கு எண்ணெயும், புரதமும் உயிரினங்களிலிருந்து கிடைக்கின்றன. கடலில் எண்ணற்ற மிதவை உயிர்கள் (PLANKTON) உள்ளன. செடி அல்லது விலங்கு வகையைச் சேர்ந்த இம் மிதவை உயிர்கள் நீரில் மிதப்பதற்கு உதவும் பொருட்டு எண்ணெய்ச் சொட்டுகள் உள்ளன. எண்ணெயின் அடர்த்தி நீரின் அடர்த்தியைவிட குறைந்ததாதலின் அது நீரில் மிதக்கும். மேலும் உயிரிகள் புரதப் பொருளால் (Protein) ஆனவை. இம்மிதவை உயிர்கள் இறந்துபடும்போது அவைகளிலுள்ள எண்ணையும், புரதப் பொருளும் நீரில் கலந்து மேற்பரப்பில் மிதக்கும். மிக அதிக அளவில் மிதவை உயிர்கள் அழியும்போது இந்த எண்ணெய்ப் பொருள்கள் நீரின் பரப்பில் ஒன்று சேர்ந்து நீரின்மேல் படிந்து கண்ணாடி போன்று தோன்றுகின்றன. இதுவே கடல்மரையாகும். சிறு காற்று வீசும்போது இம்மரைகளில் இருக்கும் எண்ணெய், புரதப் பொருள்கள் நன்றாக நீரில் கலந்து அலையின் அசைவுகளில் குமிழிகளாக மாறுகின்றன. பின்னர் இக்குமிழிகள் ஒன்று சேர்ந்து கடல்நுரையாக உருவெடுக்கின்றன. கடல்

நுரைக் குமிழிகள் திண்மை வாய்ந்தனவாக இருப்பதற்கு அடிப்படை இந்த எண்ணெய், புரதப் பொருள் ஆகியன என்று கூறலாம். அப்பொருள்களைக் கொடுப்பவை கடல்வாழ் மிதவை உயிர்களாகும்.

நீர்க்குமிழிகளுக்குப் பல சிறப்புத் தன்மைகள் உள்ளன. அவை வெண்ஒளியைப் பிரித்து நிறமாலையாக்கி அழகுறத் தோன்றும். காற்று வீசும் திக்கெல்லாம் பறந்து செல்லும்; இடைப்படும் எப்பொருளுடனும் ஒட்டிக்கொள்ளும். இவைகளையெல்லாம்விட மிக முக்கியமான தன்மை ஒன்று உண்டு. குமிழிகள் தம் தோல் போன்ற மேற்பரப்பில் நுண்ணிய பொருள்களை (Particles) ஈர்த்து இழுத்துத் தன்னகத்தே வைத்துக்கொள்ளும் ஆற்றலுள்ளவை. இதனை ஒட்டு ஆற்றல் (Absorption) என்பர். அந்த ஆற்றலினால் நுரையில் பல பொருள்கள் ஒட்டிக்கொள்கின்றன.

கடல் நுரைகளைச் சேகரித்து, காயவைத்துப் பின்னர் அதில் என்னென்ன பொருள்கள் உள்ளன என்று ஆராய்ந்தபோது பல வியத்தகு செய்திகள் கிடைத்தன. கடல்நீரில் உயிர்கள் வாழவும், வளரவும் இன்றியமையாத நைட்ரேட், பாஸ்பேட், சிலிகேட் போன்ற கூட்டுப்பொருள்கள் கரைந்துள்ளன. நுரைக் குமிழிகள் உண்டாகும் போது இக் கூட்டுப்பொருள்களை நீரிலிருந்து தனியாகப் பிரித்து, தன்னகத்தே ஈர்த்து இழுத்து ஒட்டவைத்துக் கொள்கின்றன. இதனால் கடல் நுரைகளில் கடல்நீரைவிட நைட்ரேட், பாஸ்பேட் போன்ற கூட்டுப்பொருள்கள் ஐம்பதிலிருந்து நூறு மடங்கு வரை அதிக அளவில் உள்ளன என்று ஆராய்ந்தபோது கண்டோம்.

கடல் நுரைகள் மேற்கண்ட கூட்டுப்பொருள்களை மட்டுமல்லாது உயிரியப் பொருள்களை (Organic matter) யும் தன்னகத்தே இழுத்துவைத்துக் கொள்கின்றன. 10 கிராம் எடையுள்ள கடல் நுரையில் 3 கிராம் அளவிற்கு உயிரியப் பொருள்கள் உள்ளன. ஆயின் கடல்நீரில் இதில் பத்தாயிரத்தில் ஒரு பகுதிதான் இருக்கும். இவ்உயிரியப் பொருள்கள் நுண்ணுயிர்கள் வளரவும், சில விலங்கின உயிர்களுக்கு உணவாகவும் பயன்படுவதால் கடல்நுரை வளம் வாய்ந்தது எனலாம். இரும்பு, தாமிரம், மாங்கனீஸ் போன்ற உலோகப் பொருட்கள் கடல்நீரில் மிகச் சிறிதளவே உள்ளன. ஆனால் கடல் நுரை தன் ஆற்றலால் இவ்உலோகங்களை நீரிலிருந்து பிரித்தெடுத்து, கடல்நீரைவிட 75,000 மடங்கிலிருந்து 100,000 மடங்குவரை அதிகமாகத் தேக்கி வைத்துள்ளது. கடல்நுரையில் மேற்கண்ட வளர்ச்சிப் பொருள்களும், உயிரியப் பொருள்களும் உலோகங்களில்

மிகமிக அதிக அளவில் இருப்பதால் அதைக் கடல் தந்த பெருஞ் செல்வம் எனக் கொள்ளலாம்.

இவ்வாறான கடல் நுரையினால் கடல்வாழ் உயிர்களுக்குப் பல நன்மைகளுள்ளன சாதாரணமாக உயிர்கள் அழியும்போது அவை கடல் மேற்பரப்பில் தங்காது கடலடியில் போய்ச் சேர்ந்து மக்கி மண்ணோடு கலந்துவிடும். ஆகவே பிற வளரும் உயிர்களுக்குத் தேவைப்படும் உயிரியப் பொருள்களும், சத்துப் பொருள்களும் (Nutrients) கிடைப்பதற்கு அரிதாகிவிடுகின்றன. ஆனால் கடல் நுரைகளின் உதவியால் இப்பொருள்கள் கடலடிக்குச் செல்லாதவாறு தடுக்கப்பட்டு கடலின் மேற்பரப்பிலேயே தங்குகின்றன இதனால் அங்கு வாழும் செடி, விலங்கு உயிர்களுக்கு வளர்வதற்கும் உணவிற்குமாக கடல் நுரைகள் பயன்படுகின்றன. கடல்பரப்பு இந்நுரைகளால் மிக வளமுடையதாகிறது. இவ்வாறு கடல்மரையும், நுரையும் தோன்றுமிடமெல்லாம் மீன்களும் அதிக அளவில் பெருகுவதால் மீன்வளமும் கூடுகின்றது. இவ்வாறு இயற்கையே தன் செயலால் கடல் நுரைகள் மூலமாகக் கடல்வாழ் உயிரினங்களுக்குப் பேருதவி செய்கின்றது.

நீர்க்குமிழிகளும், நுரையும் வளமாக்குவதோடு நில்லாது வேண்டும் பொருளைச் சேகரிக்கவும் பயன்படுகின்றன. இயற்கையில் தோன்றிய இத்தன்மையை நாமும் நல்வாழ்வுக்குப் பல வழிகளில் பயன்படுத்தலாம். நம் சுற்றுப்புறத்தைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்வதிலிருந்து உலோகங்களைக் கனிப்பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுப்பது வரை பல நன்மை தரும் வேலைகளுக்கு நுரைகளை ஆட்படுத்தலாம். அவை என்னவென்று நோக்குவோம். குமிழிகள் உண்டாக்குவதற்கு அழுத்தக்காற்று தேவை. அழுத்தக்காற்றை Compressed Air) சிறு துளையிட்ட குழாய்கள் வழியாக நீரின் அடியில் செலுத்தும்போது நீர்க்குமிழிகள் உண்டாகும். முன்பாகவே காற்றோடு சிறிது எண்ணெய், புரதப் பொருள்களைக் கலந்து அனுப்பினால் நீர்க்குமிழிகள் திண்மை வாய்ந்தனவாகி நுண்பொருள்களைத் தம்மிடம் ஈர்க்கும். இம்முறையில் வேண்டும் பொருள்களை உண்டாகும் நுரையிலிருந்து பிரித்தெடுக்கலாம்; வேண்டாத கழிவுப் பொருள்களையும் அகற்றலாம்.

நகரங்களிலும், சிற்றூர்களிலும் சாக்கடைக் கழிவுநீரைத் தேக்கி, வடிகட்டி, பின்னர் வேளாண்மைக்கு அல்லது மீன் வளர்ப்புக்கு அந்நீரைப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஆனால், அந்நீரில் தேவைக்கு அதிகமாக பாஸ்பேட், நைட்ரேட் போன்ற ஊட்டப்பொருள்கள் இருப்பதால் பல நுண்ணுயிர்கள் (Bacteria) வெகுவிரைவாக வளர்ந்து

நீரில் நச்சுத் தன்மையை அதிகமாக்குகின்றன. அவ்வாறான நீரில் நீர்க்குமிழிகளை மேற்கூறியவாறு தோற்றுவித்தால் நீரிலுள்ள நுண்ணுயிர்களும் குறைந்த கழிவுநீர் தூய்மையாகும்.

குளங்களிலும், ஏரிகளிலும் ஊட்டப்பொருள்கள் விரைவில் நீரடி மண்ணில் படிந்து வேளாண்மைக்குப் பயன்படாது போகின்றன. இங்கும் நீர்க்குமிழியின் உதவிகொண்டு இவ்வூட்டப்பொருள்களை அடியிலிருந்து மேலே கொண்டுவந்து நீரை வளமாக்க இயலும்.

மீன் வளர்ப்புப் பண்ணைகளில், நீரில் நுண்ணுயிர்களும் நுண் செடிகளும் (Algae) வளர்ந்து நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிசனை விரைவில் அகற்றிவிடுகின்றன. அதனால் மீன்கள் ஆக்சிசன் கிடைக்காது இறந்துவிடுகின்றன. இப் பண்ணைகளில் அழுத்தக் காற்றுக் கருவி கொண்டு நீரில் குமிழிகளைத் தோற்றி நிறைய ஆக்சிசனைக் கரைய வைப்பதோடு, வேண்டாத நுண்ணுயிர்களை அகற்றவும் செய்யலாம்.

பல நீர்நிலையங்களில் தொழிற்சாலைக் கழிவுகள் திறந்து விடப்படுகின்றன. அவை மிகவும் நச்சுத்தன்மை உடையன. இக் கழிவுப் பொருள்களை ஆறு, குளம், கடல் நீர் நிலையங்களிலிருந்து அகற்ற நுரைமுறையைக் கையாளலாம்.

பெட்ரோல் போன்ற எண்ணெய்ப் பொருள்கள் கப்பல் உடைவதாலோ, கசிவதாலோ கடல்நீரில் பரந்து உயிரினங்களுக்குத் தீங்கு விளைவிக்கின்றன. நாமாகவே நுரையை உண்டாக்கி இந்த எண்ணெய்ப் பொருள்களை நுரையில் ஒட்டுமாறு செய்து அகற்றி விடலாம். இம்முறைக்குச் செலவு மிகச் சுருக்கமே.

கடல் நுரைகள் இரும்பு, தாமிரம், மாங்கனீஸ் போன்ற உலோகங்களைத் தம்மிடத்தே ஈர்க்கும் ஆற்றல் உள்ளவை எனக் கண்டோம். தங்கம் போன்ற விலையுயர்ந்த, ஆனால் தேவையான உலோகங்களைக் கனிப்பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்க நுரை முறையைப் பயன்படுத்தலாம். முதலில் குறைந்த அளவு தங்கம் கொண்ட கனிப்பொருளைத் தூளாக்கி நீரில் படிவாக்க வேண்டும். பின்னர் அழுத்தக் காற்றினால் அங்கு நீர்க்குமிழி உண்டாக்கினால் அவை தங்கத் துகள்களைத் தம்முடன் ஈர்த்து நுரையாக, நீரின் மேற்பரப்பில் வந்து மிதக்கும். அந்நுரைகளிலிருந்து இலகுவாகத் தங்கத்தைப் பிரித்தெடுக்கலாம்.

பாரதியார் ''ஆயுதம் செய்வோம்'' என்றார். கடலில் உண்டாகும் நீர்க்குமிழிகளும் நுரைகளும் ஆற்றல் வாய்ந்த ஆயுதங்களாகும். அவைகளைப் பல தொழில் முறைகளில் கையாண்டு நற்பயனடையலாம்.

16

உயிரி உரங்கள்*

நைட்ரஜன், தாவர வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஊட்டச் சத்துக்களில் மிக முக்கியமான ஒன்றாகும். சாதாரணமாக, அது, அமோனியம் கூட்டுப்பொருளாகவும் அல்லது யூரியா மூலமாகவும் தாவரங்களுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. நுண்ணுயிர்க் கலவை அல்லது உயிரி உரம் தற்போது உலகின் பல பகுதிகளில், இரசாயன உரங்களுக்கு மாற்றாக, அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்தகைய உயிரி உரம் இந்திய விவசாயிகளுக்குப் புதிதான ஒன்றல்ல வேர் மூட்டுப் பயிர்வகைகளான அவரை, கொளுஞ்சி, அகத்தி போன்ற செடிகள் உயிரி உரங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. இது மண்வளத்தைப் பெருக்குவதோடு, பசுந்தாள் உரமாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது இது மண் ஊட்டச்சத்தையும் நுண்ணியிர்ச் சக்தியையும் பெருக்கும். இவ்வாறு அதிகரிக்கப்பட்ட நுண்ணுயிர் சக்தி நைட்ரஜனையும் பாஸ்பரத்தையும் தேவையான வடிவில் மாற்றி அமைத்துத் தாவரங்களுக்கு அளிக்கின்றது. இரசாயன உரங்களை அறிமுகப்படுத்தியதிலிருந்து இலை, தழை உரங்களின் உபயோகம் குறைந்து வந்தது. வசதிமிக்க விவசாயிகள் இரசாயன உரங்களைப் பயன்படுத்தி வருகிறார்கள். குறைந்த அளவில் நிலம் உள்ள சிறு விவசாயிகளே இத் தழை உரங்களைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர்.

வேறுபட்ட பல குறைகளை இரசாயன உரங்கள் கொண்டிருந்தாலும், இந்தியா போன்ற வளர்ந்து வருகின்ற நாடுகளின் பொருளாதாரத்தில், அவை உற்பத்தியைப் பெருக்குவதன் மூலம் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன என்பதில் சந்தேகமேயில்லை. எனினும்,

---

* டாக்டர் மா. லெட்சுமணன், நுண்ணுயிர்ப் பேராசிரியர், உயிரியல் துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

இரசாயன உரங்களின் தேவையைப் பூர்த்திசெய்ய முடியாத நிலையில், தானிய உற்பத்திக்கும், உரத் தேவைக்கும் இடையில் பெரியதொரு இடைவெளி நிலவி வருகின்றது. மேலும், விலை உயர்ந்து கொண்டே செல்லும் இரசாயன உரம், இன்னும் சில ஆண்டுகளில் பல விவசாயிகள் வாங்கி உபயோகிக்க முடியாத நிலையை அடைந்து விடும். இத்தகைய சூழ்நிலையில் மாற்று உரம் அல்லது இணை உரமாக, குறைந்த விலையில், மண்வளத்தைக் கெடுக்காத ஒன்றை நாம் காணவேண்டிய சூழ்நிலையில் இருக்கிறோம். உயிரி உரங்கள் இத்தகைய தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யக் கூடியவையாக அமையும் என்று நம்புகிறோம்.

இப்போது உயிரி உரம் என்றால் என்ன என்பதைப்பற்றி நாம் காண்போம். உயிரி உரம் என்பது பழுப்பு நிலக்கரி, கனிமப் பொருள் நிறைந்த மண் அல்லது இதுபோன்ற செடிகளுக்குக் கேடு விளைவிக்காத ஒரு கலவைப் பொருளுடன் கலக்கப்பட்ட நுண்ணுயிர் கள், அவ்வப்போது கிடைக்கின்ற ஈரப்பதத்தைப் பயன்படுத்தி, மேலும் அணுக்களைப் பெருக்கிக்கொள்ளும் சக்தி படைத்த இந்த உரம் காற்றில் கிடைக்கும் நைட்ரஜனைத் (தழைச்சத்தைத்) தாவரத் திற்கு ஏற்றவகையில் மாற்றிக்கொடுக்க வல்லது. எனவே, இவை ''நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் நுண்ணுயிர்கள்'' என அழைக்கப் படுகின்றன. இவை மேலும் இருபெரும் பிரிவுகளாக பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. 1. தாவரங்களோடு இணைந்து வளர்ந்து, நைட் ரஜனைக் கொடுக்கக்கூடியவை. 2. தனித்து வளர்ந்து தாவரங் களோடு இணைந்து வளர்கின்ற நுண்ணுயிர் ''ரைசோபியம்'' எனும் ஒருவகைப் பாக்டீரியம். இம்மாதிரியான இன்னொரு வகை நுண் ணுயிர் 'ஆக்டினோமைசிட்ஸ்' வகையைச் சேர்ந்தது. ரைசோபியா அவரைக் குடும்பப் பயிர்வகைகளின் வேர்களில் வேர் முண்டுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஆக்டினோமைசிட்ஸ், இவ்வேர் முண்டுகளில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தி, சார்ந்துள்ள தாவரங்களுக்கு அளிக் கின்றன. வேர் முண்டுகளில் உள்ள இவ்வணுக்கள் இவற்றை உள் ளடக்கிய தாவரங்களுக்கு நைட்ரஜனைக் கொடுப்பது மட்டுமல்லாது அறுவடைக்குப் பின்னும் நைட்ரஜனைக் கொடுப்பதன் மூலம் மண் வளத்தைப் பெருக்குகின்றன. 3 தனித்து வளர்ந்து நைட்ரஜனை கொடுக்கக்கூடிய நுண்ணுயிரினங்கள், அசோடோபாக்டர், பெயரின் கியா, டிரெக்சியா, அஸோஸ்பைரில்லம் போன்ற பாக்டீரியாக்களும், நாஸ்டாக், அனபீனா, சிலினட்ரோஸ்பெர்மம், டொலிபாத்ரிக்ஸ், அலோசைரா போன்ற நீலப்பச்சை பாசி வகைகளும் ஆகும்.

நெல் வயல்களில் காணப்படுகின்ற நைட்ரஜனை நிலைப் படுத்தும் பாசிகள் நல்ல துணை உரமாகக் கருதப்படுகின்றன. நீலப்பச்சை பாசி ஓர் அறுவடையில் ஒரு ஹெக்டேருக்கு 25 முதல் 30 கிலோ நைட்ரஜன் கொடுத்து வருகின்றது. மேலும், நெல் விளையும் வயல்கள் இவ்வுயிரணுக்கள் நன்கு பெருகக்கூடிய, வளரக்கூடிய சூழ்நிலையைத் தரவல்லதாக உள்ளன. நீலப்பச்சை பாசி இடுவதன் மூலம் நெல் விளைச்சல் 10 சதம் முதல் 24 சதம் வரை உயர்கின்றது. ஆனால் நெல் விளைச்சலைத்தவிர மற்றவற்றில் மண்ணின் ஈரப்பதம் முழுமையாக (100%) இல்லாததால், ஓரளவே இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அடுத்து, தனித்து வளர்ந்து நைட்ரஜன் தரக்கூடிய பாக்டீரியா, குறிப்பிட்ட தாவரங்களுக்கு மட்டுமன்றி பயிர்வகை, மரவகை போன்ற எல்லாவற்றிற்கும் பயன்படுத்தக்கூடியவை. வேர்ப்பகுதிகளில் இருக்கும் இவ்வணுக்கள், அணுக்களைப் பெருக்குவதோடு, வெளிக்காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை அமோனியா அல்லது கரிப்பொருளும் நைட்ரஜனும் சேர்ந்த ஒரு கூட்டுப்பொருளாக மாற்றி அளிக்கின்றன. எல்லாவற்றிற்கும் பொது வான இந்த நுண்ணுயிர்களே மண்ணைப் பண்படுத்தக் கூடிய னவாகவும் பயன்படுகின்றன.

உயிரி உரங்களால் உண்டாகும் நன்மைகளை இப்போது காண்போம். பருப்பு வகைகளில், ரைசோபியா 10 முதல் 15 சதம் அதிக விளைச்சல் தருவது எல்லோருக்கும் தெரிந்த ஒன்றே. இவ் வுண்மை இந்தியாவின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. மேலும், ரப்பர் தோட்டங்களில் ஊடுபயிராகப் பயிரிடப்படும் பியூ ரேரியா, கலபகோனியம், சென்ட்ரோசீமா போன்ற செடிகளுக்குக் குறிப்பிடத்தக்க அதிக விளைச்சலைத் தருவதாகவும் உள்ளது. நீலப் பச்சை பாசி உபயோகிப்பதால் அதிக நெல் விளைச்சல் கிடைக்கும். என்பதை ரஷ்யா, பர்மா, எகிப்து, பிலிப்பைன்ஸ், சைனா போன்ற நாடுகளில் கண்டறிந்துள்ளனர். நீலப்பச்சை பாசியைப் பயன் படுத்துவதன்மூலம் நெல் விளைச்சல் 10 லிருந்து 24 சதவீதம் அதிகரிப்பதை நாம் காணமுடிகிறது.

இரசாயன நைட்ரஜன் சத்து இல்லாமல் இந்த உயிரி உரங் களை மட்டும் பயன்படுத்தி இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி நிறுவனமும், மாநில விவசாயத் துறையும் சேர்ந்து நடத்திய சோதனைகளின் மூலம் தானிய விளைச்சல் சுமார் 15 சதவீதம் அதிகரிக்கின்றது என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. தனித்து வளர்ந்து நைட்ரஜன் கொடுக் கக்கூடியவைகளான அஸோட்டோபாக்டர், அசோஸ்பைரில்லம்,

டிரெக்சியா முதலியவற்றை பயன்படுத்துவதனால் தாவரங்களில் குறிப்பிடத்தக்க அதிகமான விளைச்சல் ஏற்படுகிறது. சான்றாக 'அசோவிகர்' என்ற அசடோபாக்டர் கலந்த உரத்தை உபயோகிப் பதால், நெற்பயிரில் 15 லிருந்து 20 சதம் அதிகமான விளைச்சல் கிடைக்கிறது. சில தாவரங்களுக்கு, இதை யூரியாவிற்குப் பதிலாகவும் பயன்படுத்தலாம். இன்னும் மற்ற தாவரங்களில் இதைப் பயன் படுத்துவதால் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய யூரியாவில் மூன்றில் ஒரு பங்கு யூரியாவும் அசோவிகளும் பயன்படுத்துவதால் உண்டாகும் விளைச்சல், 100 சதம் யூரியா பயன்படுத்திக் கிடைக்கும் விளைச் சலுக்குச் சமமாகும்.

அசோவிகர் பயன்படுத்தி மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம் அருகிலுள்ள வடபழஞ்சியில் ஒரு பருத்தி வயலில் சோதனை நடத்தியதில், விளைச்சல் 9 லிருந்து 12 சதம் வரை அதிகமாகக் கிடைத்துள்ளது. தக்காளி, வெண்டை, கத்தரி, மிளகாய் போன்ற பயிர்கள் அசோவிகர் பயன்படுத்துவதால், விளைச்சல் 20 லிருந்து 50 சதம் வரை அதிகம் கிடைத்துள்ளது. காப்பி, ஏலக்காய் போன்ற வற்றில் அசோவிகர் மூலம் நல்ல விளைச்சல் கிடைத்துள்ளது. ஏலப்பயிரில், இடத்தின் அமைப்பைப் பொறுத்தும் பயன்படுத்தும் முறையைப் பொறுத்தும் அசோவிகர் 50 லிருந்து 100 சதம் வரை அதிக விளைச்சலைக் கொடுக்கவல்லது இந்த உயிரி உரம் தென்னை, பாக்கு போன்றவற்றிற்கும் சிறந்தது. இவற்றில் இளஞ் செடிகளுக்கும் வளர்ந்து பயன்தரும் மரங்களுக்கும் அசோவிகர் உயிரி உரம் இடலாம்.

நுண்ணுயிர்களால் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் இந்த முறை மண் வளத்தைப் பெருக்கி அதிக விளைச்சல் கொடுக்கின்றது என்ற உண்மை மேற்கண்ட சான்றுகளால் நன்கு புலப்படுகிறது. உயிரி உரங்கள் இத்தகைய நன்மை தரக்கூடியனவாக இருந்தும் நாம் ஏன் அவற்றைப் பயன்படுத்தி முழுப்பலனை அடையவில்லை? பல விவசாயிகள் இத்தகைய உரங்களையும் அவற்றின் பயன்களை யும் அறியாதிருப்பது பல காரணங்களில் ஒன்று. மற்றும் சில விவசாயிகள் விவசாயத் துறைகளாலும், விவசாயப் பல்கலைக் கழகங்களாலும் கொடுக்கப்படுகின்ற ''ரைசோபியா'' உரத்தைப் பற்றி அறிந்திருக்கலாம். இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி நிறுவனமும் தமிழ்நாடு, மகாராஷ்டிரா, ஆந்திரப்பிரதேசம் போன்ற மாநிலங் களின் விவசாயத் துறைகளும் போதிய முயற்சிகள் எடுத்துக்கொண்ட போதிலும், பெரும்பாலான விவசாயிகள் நீலப்பச்சை பாசிகளின்

பயன் பற்றி அறியாமலிருப்பதும், அது போதிய அளவில் கிடைக்காமலிருப்பதும் மற்றொரு காரணம். செய்முறைப் பயிற்சிப் புத்தகங்களில் போதிய விளக்கமிருந்தும், விவசாயிகள் தாங்களாக அதனைச் செய்துபார்க்க முன்வருவதில்லை. இவை கடைகளில் கிடைத்தால் வாங்கிப் பயன்படுத்த சிலர் முன்வந்த போதிலும் இது மற்ற உரங்களைப்போல் எளிதாகக் கிடைப்பதில்லை. இவ்வகை உரங்களுக்கு அதிகப் பற்றாக்குறை இருப்பதால் இதை நாம் அதிக அளவில் தயாரிக்க வேண்டும்.

நீலப்பச்சை பாசி தயாரிப்பதைவிட அதிகக் கடினமானது அசோவிகர், ரிசோவிகர் போன்ற அடிப்பொருள் சார்ந்த நுண்ணுயிர் உரங்கள் தயாரிப்பது. ஏனெனில் பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிர் களைக் கொண்டு இவற்றைத் தயாரிக்க வேண்டியிருப்பதாலும், அவ்வணுக்களின் வாழ்க்கைமுறை போன்ற இயற்கைப் பிரச்சினை களாலும், அவற்றின் எண்ணிக்கை, வீரியம், வளரும் தன்மை போன்ற குணநலன்கள் கெடாமல் எவ்வளவு நாட்கள் தயாரித்தபின் வைத் திருக்கலாம் என்பது போன்ற தரக்கட்டுப்பாடுகளினாலும் அதிகமாக உற்பத்தியைச் செய்ய இயலாமற் போகிறது. இத்தகைய காரணங் களினால் சிலரே இவற்றைத் தயாரிக்க முடிகிறது. சான்றாக, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழக நுண்ணுயிர்த் துறையினர் உதவியுடன் மதுரை டெக்னோட்ரான் நிறுவனத்தார் தயாரிக்கும் அசோவிகர், ரிசோவிகர், ஃபாஸ்ஃபோவிகர்; இந்தியன் ஆர்கானிக் கெமிக்கல் நிறுவனம் தயாரிக்கும் நோடின்; பம்பாயில் ஓரிரு நிறுவனங் கள் தயாரிக்கும் உயிரி உரங்கள். இம்மாதிரி உரங்கள் நமது தற்போதைய சிறிய அளவுத் தேவைக்கு ஏற்ற சிறிய அளவிலேயே தயாரிக்கப்படுகின்றன என்பது இதனால் தெளிவாகிறது. ஆனால் இந்நிலை நீடிக்கப்போவதில்லை. இவற்றைப் பலகோடி டன்கள் தயாரிக்க வேண்டிய நிலை விரைவில் ஏற்படும். அந்நிலை ஏற் பட்டால் இந்திய விவசாயத்தில் ஒரு மறுமலர்ச்சி ஏற்படும்.

உரங்களின் விலையையும் அதன் பலன்களையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்போனால், இந்த உயிரணுக்கள் அடங்கிய உரங்களைப் பயன்படுத்துவதே மேலானது. நீலப்பச்சை பாசி கிலோ ரூ. 3 க்குக் கிடைக்கிறது. இந்த உரம் நெற்பயிருக்கு ஓர் ஏக்கருக்கு 4 கிலோ பயன்படுத்தினால் போதுமானது. ரைசோபியம், அசடோபாக்டர் அடங்கிய உரங்கள் கிலோ ரூ 35க்கு கிடைக்கின்றன. பயிர்களைப் பொறுத்தும் ஓர் ஏக்கருக்கு அது பயன்படுத்தவேண்டிய அளவு மாறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, நெல், பருத்தி போன்ற பயிர்

களுக்கு ஏக்கருக்கு அசோவிகர் 4 கிலோவும், ஏலம் போன்றவற்றிற்கு ஏக்கருக்கு 6 கிலோவும் தேவை. மேலும் இந்த அளவு ஓர் ஏக்கரில் எத்தனை ஏலச்செடிகள் உள்ளன என்பதைப் பொறுத்தும் வேறுபடும் எடுத்துக்காட்டு : 6 கிலோ-400 செடிகளுக்கு, 8கிலோ-500 செடிகளுக்கு. கரும்பு, காப்பி போன்றவற்றிற்கு ஏக்கருக்கு 8 கிலோவும், தக்காளி, கத்தரி, மிளகாய் போன்ற காய்கறி வகைகளுக்கு ஏக்கருக்கு 4 கிலோவும் தேவையானது. மேலும், இந்த உரங்களைப் பயன்படுத்துவதால் மற்ற நைட்ரஜன் தரும் உரங்களைப் பயன்படுத்த வேண்டிய அவசியமில்லை. மணிச்சத்தும், சாம்பல் சத்தும் மட்டும் பயன்படுத்தினால் போதும். எனவே செலவு குறைவதோடு அதிகமான விளைச்சலும், அதன்மூலம் அதிக இலாபமும் விவசாயிகளுக்குக் கிடைக்கிறது. பயிர் நோய்களுக்குக் காரணமான அணுக்களை அழிக்கக்கூடிய சக்தியை இந்த உயிரணுக்கள் ஏற்படுத்துவதால் பயிர்கள் நோயின்றி வளர்ந்து பூச்சி மருந்து போன்றவற்றிற்கு ஆகும் செலவினையும் குறைக்கிறது.

இத்தகைய நல்ல நன்மைகளை அளிக்கக்கூடிய இவ்வுரங்களுக்கு எதிர்காலத்தில் நல்ல வரவேற்பு இருக்கும். இவ்வுரங்களைப் பயன்படுத்தி பலன் அடையப்போகும் விவசாயிகளுக்கு இதன் பயன்முறைகளையும், பலன்களையும் நாம் அறிவுறுத்த வேண்டியது அவசியம். மேலும் இதன் தன்மையையும் பலன்களையும் நல்ல விளம்பரத்தின் மூலம் அனைவருக்கும் தெரியப்படுத்த வேண்டும். மண்வளம், பயிர்வளம், விவசாயிகளுக்குக் கிடைக்கும் இலாபம் போன்ற பல்வேறு பலன்களை அளிக்கும் இந்த உரங்கள் உலகத்தில், குறிப்பாக இந்தியாவில் எதிர்காலத்தில் சிறந்த உரமாக அமையும் என்பதில் சிறிதளவும் ஐயமில்லை.

17

உயிர்க் கடிகை*

எல்லா ஆற்றல்களிலும் தானே சிறந்தவன் என்று ஆணவங் கொண்ட மனிதனுக்கு, விலங்குகள் மட்டுமன்றித் தாவரங்களுங்கூட நேரத்தைக் கணிக்கவல்லன என்ற செய்தியைச் செரித்துக்கொள்வது சிறிது கடினம்தான். இத்தகைய காலத்தைக் கணிக்கும் ஆற்றலுக்கு உயிரினங்களின் உள்ளிருந்து இயங்கும், இயக்கும் உயிர்க் கடிகை காரணம் என்ற உண்மை மேலும் வியப்பூட்டுகிறது.

உயிரினங்களுக்கு, இயற்கைச் சூழ்நிலையோடு நன்முறையில் ஒன்றி வாழ இட அமைப்புக்குரிய தகைமையோடு (Spatial Organization) கால அமைப்புக்குத் தகுந்த தகைமையும் (Temporal Organization) தேவை. நாள், மாதம், ஆண்டு போன்ற கால நியதியோடு ஒன்றி, உயிர்ச் செயல்கள் யாவும் சுழல் மாற்றமாக (Cyclic), சீரியக்கமாக (Rhythmic), அலைவுகளாக (Oscillation) நிகழ்கின்றன. இந்த உயிர்ச் சீரியக்கங்கள் (biological rhythmic) அல்லது உயிர் அலைவுகள் (biological oscillations) பற்றிய அறிவியல் துறைக்குக் காலமுறை உயிரியல் (Chronobiology) என்பது பெயர்.

இவ்வுயிர்ச் சீரியக்கங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் காலையில் தாமரை மலர்வதையும், மாலையில் அல்லி மலர்வதையும், தூங்குமூஞ்சி மர இலைகளின் தூக்கத்தையும், நம் காலை விழிப்பையும் சொல்லலாம். உயிர்ப் பண்புகளில் ஒன்றாக உயிர்ச் சீரியக்கம் கருதப்படுகின்றது.

உயிர்ச் சீரியக்கங்கள் உயிரினங்களுக்குக் காலத்தை அளக்கப் பயன்பட்டு உரிய நேரத்தில் ஊட்டம், இரை தேடுதல், மறைவிடத்தில் பாதுகாப்புக்காக மறைதல், மிகுந்த குளிர், வெப்பம் இரண்டையும்

★ திருமதி எஸ்.கே. வள்ளி, உயிரியல் பேராசிரியை, அரசினர் மகளிர் கல்லூரி, புதுக்கோட்டை.

தவிர்க்க நீள்துயில் கொள்ளுதல் (hibernation and aestiration), தன் துணையைச் சேர்தல், முட்டை இடுதல், இளசுகள் வெளி வருதல் முதலிய இன்றியமையாத வாழ்க்கைத் தேவைகள் அனைத் தும் சரியானபடி நிகழத் துணை செய்கின்றன.

இவ்வுயிர்ச் சீரியக்கங்கள் யாவும் சூரிய உதயம் போன்ற புறக் காலங் காட்டிகளால் (time cues or zeitgeber) இயைந்து இயங்கிய போதிலும், இவை இல்லாதபோதும் தாமே இயக்க வல்லன. அதாவது நிலைத்த, மாறாத காலங்காட்டிகளற்ற தொடர் இருள் அல்லது ஒளியில் இவை தொடர்ந்து "தன்னிச்சை ஓட்டமாக" (free run) இயங்கும். இவ்வுயிர்ச் சீரியக்கங்கள் புறக்காரணிகளின்றி உள்ளிருந்து இயக்கும் உயிர்க் கடிகை இருப்பதை இப்பண்பு புலப் படுத்துகின்றது. உண்மையில் சீரியக்கங்களாக நாம் காண்பன எல்லாம் இவ்வுயிர்க் கடிகையின் புறச்செயற்பாடுகளே ஆகும்.

உயிர்க் கடிகை எங்கு அமைந்துள்ளது, எவ்வுறுப்பு கடிகை யாகச் செயல்படுகின்றது என்ற பல உண்மைகள் ஓரளவுதான் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளனவே தவிர இன்னும் முற்றிலும் ஆராயப்படாத புதிர்களாகவே உள்ளன.

இவ்வறிவியல் துறை அண்மையில் தோன்றிய போதிலும் மிக விரைவாகக் கிளைத்து விரிவடைந்துள்ளது. இதைப் பற்றிய செய்தி களைத் தர வேண்டுமென்றால் அது நீண்டுவிடும். எனவே உயிர்க் கடிகை இருப்பதை மெய்ப்பிக்கும் இரு ஆய்வுகள், இது செயற்படும் முறையை விளக்கும் ஓர் ஆய்வு, செயற்படுவதில் முரண்பாடு ஏற் படுமாகின் விளையும் தீமையை விளக்கும் ஓர் ஆய்வு, உயிர்க் கடி கையின் செயற்பாட்டை ஆராய்வதில் விளையக்கூடிய நன்மையை விளக்கும் ஓர் ஆய்வு ஆகியனபற்றி மட்டுமே இக்கட்டுரை விளக்கும்.

உயிர்க் கடிகை இருப்பதை மெய்ப்பிக்கும் ஆய்வு :

1. தேனீக்களின் கடிகையும் கால உணர்வும் (Zeitge dachtnis):

தேனீக்கள் பூத்தேன் உள்ள திசையைத் தன் குழுவுக்கு 'நடனம்' மூலம் தெரிவிப்பதும், அந்நடனத்தில் சூரியன் வானத்தில் இருக்கும் இடமும் (azimuth), அதிலிருந்து பூத்தேனுள்ள இடத்தின் கோணமும் காணப்படுகின்றது என்பதும் வான் ஃபிரிஷ் (Von Frisch) காட்டிய உண்மைகள். இதையும்விட வியப்பூட்டும் செய்தி ஒன்றை ஆய்வின் மூலம் இவர் மெய்ப்பித்துக் காட்டியபோது உலகம் வியப்பில் ஆழ்ந்தது. இவரும் இவருடைய மாணவர் ரென்னர் (Von Frisch and Renner, 1949) என்பவரும் ஜூன் மாதத்தில் 40

தேனீக்களைப் பாரிசில், காலை 8-15 மணிவரைப் பூத்தேன் ஊட்டத் திற்குப் பழக்கினார்கள் (குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஊட்டத்திற்கு வரும்படி இவைகளைப் பழக்க முடியும்). அவற்றை விமானம் மூலம் நியூயார்க்கிற்குக் கொண்டு சென்றார்கள் தேனீக்கள் 24மணி நேரத் திற்கு முன்பாகவே அடையவேண்டிய இடத்தை அடைந்தன. இவை நேரத்தை அறியமுடியாதபடித் தொடர்ந்த ஒளியுள்ள, ஒரே அளவுள்ள ஈரப்பதம், வெப்பம் உடைய, இதற்கென்றே அமைக்கப் பட்ட மர அறையில் வைக்கப்பட்டு இந்த ஆய்வு நிகழ்த்தப்பட்டது. தேனீக்கள் நியூயார்க்கை அடைந்தபோது நேரம் மதியம் 3-15 மணி (Eastern Daylight time) இது பாரிசு நேரத்துக்குச் சரியாகக் காலை 10-15 மணி. தேனீக்கள் உடனே தேனடையிலிருந்து வெளியில் பறந்து பூத்தேனை நாடிச் சென்றன அதேபோல நியூயார்க்கில் பழக்கிய தேனீக்களைப் பாரிசு கொண்டு சென்றபோது, 24 மணி நேர இடைவெளி முடிந்ததும் அவை வெளிவந்து தேனுண்டன.

இவற்றின் இக் காலமுணரும் ஆற்றலுக்குப் புறக் காரணிகள் ஏதும் காரணமல்ல; உட்காரணியாகப் பசியையும் சொல்லமுடியாது. ஏனெனில் பூத்தேனைக் கொண்டுசெல்லும் தேனீக்களுக்கு அது உணவல்ல. அவை மகரந்தத்தைப் புரதச் சத்துக்காக உண்ணு கின்றன. இவை கொண்டு செல்லுகின்ற பூத்தேன் பிற தேனீக்களால் தேனாக மாற்றப்பட்டுத் தேனடைக் கண்களில் அடைக்கப்பட்டு, மெழுகிட்டு மூடிவைக்கப்படுகிறது. தேவைப்படும் போதுதான் இவை அத்தேனைக் குடிக்கின்றன. எனவே பசியும், பிற புறக் காலங் காட்டிகளும் இவற்றின் காலமுணர்தலுக்குக் காரணமல்ல; உயிர்க் கடிகைதான் உள்ளிருந்து நேரத்தைக் கணித்து, உரிய நேரத்தில் இவற்றை ஊட்டத்திற்குத் தூண்டிவிடுகின்றன என்பது தெளிவு (படம் 1, பக்கம் 143 காண்க).

இக் காலமுணர்வுக்கு அடைக் கதிர்வீசல் (Cosmic radiation) போன்ற புலனாகாத நுண்ணிய காரணிகளும் உரிய காரணமல்ல என்று மெய்ப்பிக்க ஓ.வால் (O. Wahl) பூமியில் 600 அடிக்குக் கீழுள்ள ஓர் உப்புச்சுரங்கத்தில் தேனீக்களைக் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் தேனுண்ணப் பழக்கி, அதே நேரத்தில் வரும்படி செய்தார்.

2. பறவைகளின் உயிர்க் கடிகை (படம் 2, பக்கம் 144 காண்க) :

பறவைகள் புலம் பெயர்தலுக்குச் (migration) சூரியனைத் திசை காட்டியாகப் (Sun Compass Orientation) பயன்படுத்துகின்றன

என்று கண்டார்கள். இதை வைத்து அதன் உயிர்க் கடிகையின் செயற்பாட்டை விளக்க மற்றுமொரு ஆய்வை நிகழ்த்தினார் ஜி. கிராமர் (Gustar Krammer, 1949). ஸ்டார்லிங் என்ற பறவை களை, நேரத்தைக் காட்டும் காரணிகளை நீக்கிய ஓர் ஆய்வறையுள் வைத்து, அதனுள் திசைக்கு ஒன்றாக 12 உணவுப் பேழைகள் (feeders) வைக்கப்பட்டன. இவற்றை நாள்தோறும் மாலை 5-45 மணிக்கு மேற்குப் பேழையிலிருந்து இரை எடுக்கும்படிப் பழக்கினார் பிறகு மேற்குப் பேழையின்பின் நிலையாக ஒரு விளக்கு (சூரியன்) பொருத்தி வைக்கப்பட்டு, இவற்றைத் தாமே உணவுண்ணும்படி விட்டுவிட்டார் இவை காலை 6 மணிக்கு கிழக்கிலும், நடுப்பகலில் வடக்கிலும், மாலை 5 மணிக்கு மேற்கிலும் இரை எடுத்தன.

இவை சூரியனைக் காலங்காட்டியாகக் கொண்டு இயங்கி இருந்தால், விளக்கு மேற்குப் புறத்தில் நிலையாக இருந்தபடியால், எல்லா நேரத்திலும் மேற்கிலேயே இரை எடுத்திருக்க வேண்டும் ஆனால் அவ்வாறின்றிச் சூரியனை இயற்கைப்படி இயங்கிக் கொண்டிருப்பதாகக்கொண்டு, இவ்வாறு மேற்குறிப்பிட்டபடி பிற திசைகளில் இரை எடுத்தன, எனவே இவை உள்ளிருந்து காலத் தைக் கணக்கிடும் உயிர்க் கடிகையைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது (படம் 3, பக்கம் 145 காண்க).

உயிர்க் கடிகை புறக் காலக் குறியீடுகளோடு இயைந்து செயல்படுதல் (Entrainment) :

வாழ்வுக்குப் பயன்தரும் வண்ணம் உயிர்க் கடிகை புறக் காலக் குறியீடுகளால் (Zeitgeber) இயைவு பெற்று இயங்குகின்றன. இவற்றில் ஒளி-இருள் சுழற்சி ஒரு வலிமையான காலக் குறியீடு; சமூகக் குறியீடுகள் (Social Cues) எளியவை வலிமையான காலக் குறியீடற்ற சூழ்நிலையில் எளிய குறியீடுகள் எவ்வாறு பயன்படு கின்றன என்று காட்டும் ஓர் ஆய்வு நிகழ்த்தப்பட்டது.

மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தின் அண்மையிலுள்ள கீழக்குயில்குடியில் உள்ள சமணர்மலைக் குகைகள், இயற்கையாகவே அடர் இருள் சூழ்ந்த, நிலையான வெப்பமும், ஈரப்பதமும் உள்ள, ஒளி புகாத, வேறு புறக் காலக் குறியீடுகளற்ற இடமாக உள்ளன. இவை எவ்வாறு தம் சீரியக்கங்களை நிலைப்படுத்துகின்றன என்று கண்டறிய குகையில், கூண்டினுள் மூன்று வௌவால்கள் வைக்கப் பட்டன. இவை குகை வாயிலிருந்து 40 மீட்டர் உட்புறமாக இருந்தன. 40 நாட்கள் ஆய்வு நிகழ்த்தியதில் இவை மற்ற வௌவால்களைப்

போலவே இயைபுடைய சீரியக்கத்தைக் (entrained rhythm) காட்டின. தன் இன வௌவால்களே இல்லாத வேறொரு குகையுள் ஒரு தனி வௌவால் இவ்வாறு சிறை வைக்கப்பட்டது. இது 50 நாட்களும் தன் இச்சை ஓட்டத்தைக் காட்டியது; இயைவு பெற வில்லை. எனவே முன்குறிப்பிட்ட மூன்றும் தன் இன வௌவால் களினால் இயைபு பெற்றிருக்க வேண்டும். இவை கேட்கும் ஒலி எழுப்பாத இனமாகையால் (Hipposideros Speoris) தம் இனத்துப் பிற வௌவால்கள் பறக்குமொலி அல்லது நுண்ணொலி (Ultrasonic Sound) யில் இயைபு ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று தெரிகிறது. (G. Marimuthu, Rajan and M. K. Chandrashekaran 1981) (படம் 4(a), 4(b), பக்கம் 146, 147 காண்க).

உயிர்க் கடிகை பாதிக்கப்படுவதால் ஏற்படும் விளைவு:

உயிர்க் கடிகையின் நியதியான செயற்பாட்டில் இடையீடு ஏற்பட்டால் விளையும் தீமையை விளக்கும் ஓர் ஆய்வு இது. கரப்பான் பூச்சியின் உணவுக்குழல் கீழுள்ள மூளைப்பகுதி (Sub oesophageal) உயிர்க் கடிகையாகச் செயல்படுவதாகக் கண்டறியப் பட்டிருந்தது (Harker, J. K 1958). இத்துடன் இணைந்துள்ள 4 நாளமில்லாச் சுரப்பி செல்களின் ஹார்மோன் சீரியக்கத்தைக் (loco motory rhythm) கட்டுப்படுத்தும். மூன்று வாரங்களுக்கு மாறிய ஒளி இருள் சுழற்சியில் (reversed light-dark cycle) இரு கரப்பான் பூச்சிகள் பழக்கப்படுத்தப்பட்டு இவற்றின் செயற்பாடுகள் பகலில் நிகழத் தொடங்கின. வேறுசில பூச்சிகள் இயற்கையான ஒளி-இருள் சுழற்சியில் பழக்கப்பட்டு இருளில் இயல்பாகச் செயல்பட்டன. இயற்கையான செயலுடைய இவற்றினுள், மாறிய பழக்கமுடைய முன்னைய கரப்பான் பூச்சிகளின் நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் அறுவை செய்து பொருத்தப்பட்டன. இதன் பலனால் இப்பூச்சியின் உடலுள் இரு கடிகைகள் வெவ்வேறு செயற்பாட்டை, முரண்பாடாக ஏற்படுத்தி யிருக்கவேண்டும். எனவே அதன் விளைவாக இவற்றின் குடலுள் புற்றுநோய்க் கட்டிகள் தோன்றி இவை இறந்தன. இப் புற்றுநோய்க் கட்டிகளை அறுவை செய்து வேறு பூச்சிகளின் குடலில் பொருத்திய போது அவைகளும் இறந்தன. இந்த ஆய்வு உயிர்க் கடிகை பாதிக்கப்படுவதால் நோயை விளைவிக்கும் என்பதை விளக்குகிறது.

தொழிற்சாலைகளில் மாற்று வேலை செய்யும் தொழிலாளி கள் (Shift workers) குடல் புண்ணினால் அவதிப்படுவது இதனால் என்றும் ஆய்ந்தறியப்பட்டிருக்கிறது.

உயிர்க் கடிகை பற்றிய ஆய்வினால் ஏற்படும் பயன் :

நோயின் துன்பமும், மருந்துகளினால் ஏற்படும் பயனுங் கூடச் சீரியக்கமாக நிகழுகின்றன. அதைப் பற்றிய ஆய்வினால் குறைந்த அளவு மருந்தில் நிறைந்த பயனைப் பெற இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, அராபினோசில் சைட்டோசின் (arabinosyl cytosine) என்ற நஞ்சு, வெள்ளையணுப் புற்று நோயைத் (Leukemia) தீர்க்கும் மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. செயற்கையாக இந்நோயை எலிகளில் உருவாக்கி, இம்மருந்தைக் குறிப்பிட்ட அளவு ஊசி மூலம் செலுத்தி அதன் விளைவின் சீரியக்கத்தை ஆராய்ந்ததில் பின்வரும் முடிவு தெரிந்தது

புற்றுநோய் நலம் ஆவதற்கு, உடல் எடை ஒரு கிலோ கிராம் இருந்தால், ஒரு நாளைக்கு மொத்தம் 240 மி. கி. எடையளவு மருந்து தரவேண்டியிருந்தது. ஆனால் இம்மருந்தைப் பகலில் பலவேளையாகக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் மட்டுமே கொடுத்தும், இரவில் அம்மாதிரியே கொடுத்தும் பார்த்ததில், இரவில் கொடுக்கப்பட்டபோது அதிக எலிகள் இறந்தன. எனவே இவற்றை இரண்டு பகுதியாகப் பிரித்து, ஒரு பகுதிக்கு 8 வேளைகளில் 24 மணி நேரத்துக்குள் சம அளவாக (30 மி கி. ஒரு வேளைக்கு வீதம்) மருந்து கொடுக்கப்பட்டது. அடுத்த பகுதிக்கு அதே மாதிரி 8 வேளைகளில் அதிக அளவு மருந்து பகலிலும், குறைந்த அளவு மருந்து இரவிலுமாகக் கொடுக்கப்பட்டது. இவை இரண்டிலும், நோய் நலமடைந்த போதிலும் சம அளவு பகலிலும் இரவிலும் மருந்து கொடுக்கப்பட்ட எலிகள் விரைவில் இறந்தன. இது நச்சு மருந்தின் பின்விளைவு என்று கண்டார்கள். மற்றப் பகுதியில் அதிக நாட்கள் உயிருடன் இருந்தன. எனவே எலிகள் இரவுச் செயற்பாடுடையவையாகையால் அதிக அளவு மருந்தை நச்சு வேகம் தாக்காமல் இருக்கப் பகலில் தரவேண்டும் என்று தெரிய வருகிறது (Ref: J D. Palmer, "An introduction to Biological Rhythms").

சமயவாதிகளுக்கு ஒரு குறிப்பு :

மனிதன் கால நியதியோடுகூடிய சீரியக்க நிகழ்வுகளைக் கண்டு வந்திருக்கிறான் என்பதற்கு,

"ஆடிப்பட்டம் தேடி விதை"

என்று தொழில் வட்டத்திலிருந்து,

"வெள்ளி எழுந்து வியாழம் உறங்கிற்று
ஆம்பல் வாய்கூம்பின காண்" (திருப்பாவை)

என்ற இலக்கிய வட்டம் வரை வழங்கும் சொல்லடைகள் சான்று பகர்கின்றன. அதோடு இவ்வுயிர்ச் சீரியக்கங்களை உள்ளிருந்து இயக்குவிக்கும் ஆற்றல் ஒன்றுண்டு என்பதும், அவ்வாற்றல் கால நியதியோடு இயங்குவது என்ற உண்மையும் புலப்பட,

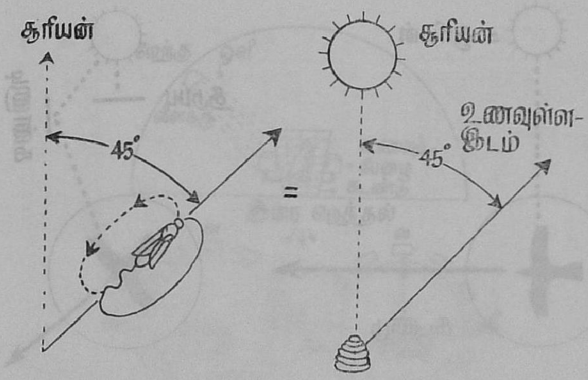
"காட்டுவனல் போல் கலந்துயிரை யெல்லாம்
ஆட்டுமொரு நட்டுவன் எம்மண்ணலென எண்ணாய்"

என்று திருவாசகம் மொழிகிறது.

இயற்கையின் சுருதி லயத்தோடு இயங்கி உயிர்ச் செயல்கள் யாவும் சீரியக்கங்களாக நிகழ்கின்றன என்பதும், அவற்றை இயக்கு விக்கும் ஆற்றலைச் சுருதி லயத்தோடும் நடமிடும் தெய்வமாகக் கற்பனை செய்திருக்கிறது மனித உள்ளம் இது வரலாற்றுக்கும் முந்திய செய்தி.

விஞ்ஞானம் ஞானமாக முதிர்ந்து விளைந்த மெய் இது போலும்!

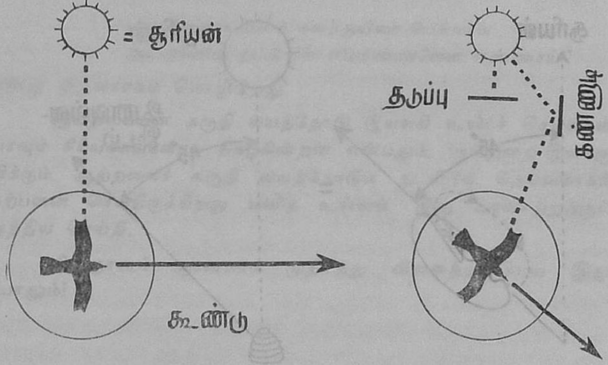
படம் 1



தேனீக்களின் காலமுணரும் தன்மை

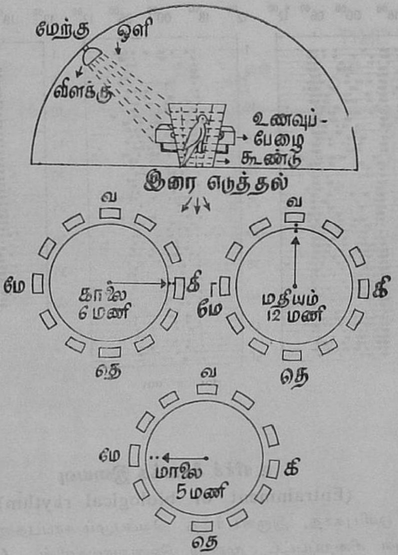
சூரியனை வைத்து நடனம் மூலம் பூத்தேனுள்ள இடத்தைக் காட்டும் தேனீயின் நடனம்.

படம் 2



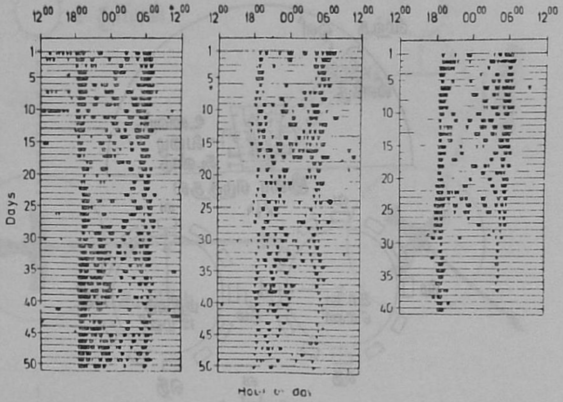
பறவைகள் சூரியனைத் திசையறியப் பயன்படுத்துவதோடு, தன் உயிர்க் கடிகையால் சூரியனின் இயக்கத்திற்குத்தகத் தன் இயக்கத்தை முனைப்படுத்துகிறது என்பதை விளக்கும் ஓர் ஆய்வு (Krammer, 1948) தென்புறமாகப் புலப் பெயர்வு செய்யவேண்டிய பறவையைக் கூண்டினுள்வைத்து, சூரியனை மறைத்து, கண்ணாடி மூலம் 90° எதிரொளித்துக்காட்டியபோது பறவையும் சரியாக 90° திசை திரும்பி தென்மேற்கில் பறந்து காட்டியது.

படம் 3



பறவையின் உயிர்க் கடிகைச் செயற்பாடு: மேற்கில் விளக்கு நிலையாகப் பொருத்தப்பட்ட அறையினுள் வைக்கப்பட்ட பறவை மாலை 5 மணிக்கு மேற்குப் பேழையில் உணவு எடுக்கப் பழக்கப்படுத்தப் பட்டது. இது காலை 6 மணிக்குக் கிழக்கிலும், மதியம் வடக்கிலும், மாலை 5 மணிக்கு மேற்கிலும் இரை எடுத்தது.

படம் 4 (a)

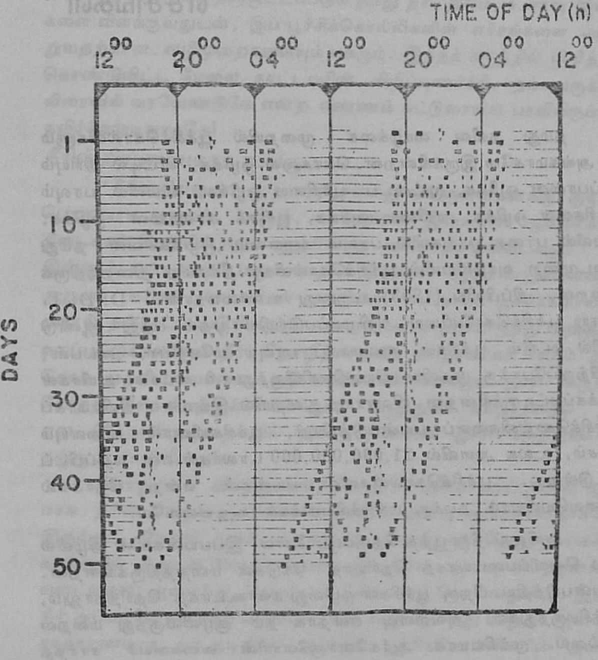


உயிர்ச் சீரியக்க இயைவு

(Entrainment of biological rhythm)

ஒளிபுகாத, இருளடர்ந்த, வெப்பமும் ஈரப்பதனும் உள்ள ஒரு குகையுள் சிறைப்பட்ட மூன்று வௌவால்களின் (Hipposideros speoris) சமூக இயைவு (Social Synchronization) தன் இனத்துப் பிற வௌவால்களின் பறக்குமொலியாலோ, நுண்ணொலியாலோ (Ultrasonic Sound) இவை இயைவு பெறுகின்றன.

படம் 4 (b)



அதே குகையுள் பிற வெளவால்களினின்றுத் தனித்துச் சிறை வைக்கப்பட்டபோது தன்னிச்சையாக இயங்கும் (free run) ஒரு வெளவாலின் சீரியக்கம்.

18

சூழலில் தங்கும் பூச்சிக்கொல்லியின் எச்சங்கள் ★

நமது நவீன வாழ்க்கை முறையில் பூச்சிக்கொல்லிகளும் ஓர் அங்கமாகவே இருக்கின்றன. கொசுவை ஒழிக்க, வீட்டில் திரியும் கரப்பானை ஒழிக்க, மூட்டைப் பூச்சியை ஒழிக்க, வயலில் பரவும் பூச்சிகளை ஒழிக்க, எலியை ஒழிக்க, பூஞ்சக் காளானை ஒழிக்க, வயலில் பாதை ஓரங்களில் பரவும் களையை ஒழிக்கவென நமது நடைமுறை வாழ்வியலில் பூச்சிக்கொல்லிகள் நீக்கமற நிறைந்திருக்கின்றன. நிப்பிளிங் (1953) கூறுவது உண்மைதான். D. D. T. என்று பூச்சிக்கொல்லியை அறிமுகப்படுத்திய முதல் பத்து ஆண்டுகளில் மட்டும் பூச்சிகள் மூலமாகப் பரவும் மலேரியா, டைபஸ், வயிற்றுப்போக்கு முதலிய வியாதிகளிலிருந்து 0 லட்சம் உயிர்கள் காக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விவசாயத் துறையில் இவ்வளவு தீவிரமாகப் பூச்சிக்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தியும், பூச்சிகளினால் விளையும் நாசம், உலக அளவில் 21,000,000,000 டாலர்கள் என மதிப்பிடப் பட்டுள்ளது. பூச்சிக்கொல்லிகளின் பயன்கள் என்ற நோக்கில் இவையெல்லாம் நமக்கு மகிழ்ச்சியளிக்கக் கூடியவையே.

ஆயினும் நீறு பூத்த நெருப்புப் போல், இப்பயன்களின் நிழலில் சில வெளிப்படையாகத் தெரியாத கேடுகள் மறைந்திருக்கின்றன. பயன்படுத்திய பிறகு பூச்சிகள் ஒழிவது கண்கூடாகத் தெரிந்தாலும், பூச்சிமருந்துகள் அவ்வளவு எளிதாக நம் சூழலிலிருந்து மறைவதில்லை. முக்கியமாக ஆர்கனோகுளோரின் வகையைச் சார்ந்த D. D. T., என்டிரின், பி. எச். சி., என்டோசல்பான் முதலிய பூச்சிக்கொல்லிகள் சூழலில் வெகுகாலம் நிலைத்துவிடும் தன்மை

★ நா. கண்ணன், ஆய்வாளர், உயிர் வேதியல் பிரிவு, உயிரியற்புலம், மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

யுடையன. நம்மையறியாமல் நமது நீர், நிலம், உணவு, உடை இவையெல்லாம் இந் நச்சுப்பொருட்களால் கெடுக்கப்படுகின்றன. பூச்சிக் கொல்லிகள், பொதுவாக நஞ்சுகள், நமக்கும், நம் வீட்டிலுள்ள கரப் பானுக்கும், இப் பூச்சி மருந்துகளின் அளவு வித்தியாசத்தில்தான் நச்சுத்தன்மை வேறுபடுகிறது. ஓர் அளவை மீறும்போது, ஒரு வேளை நாமும் கரப்பான் பூச்சிகளுடன் சேரவேண்டிய ஒரு நிலை வந்துவிடுமோ என அஞ்ச வேண்டியுள்ளது.

இக்கட்டுரை நஞ்சூட்டப்படும் நமது நீர், நிலம், உணவு இவைகளை விளக்குவதுடன், இப் பூச்சிக்கொல்லிகளின் எச்சங்களை அகற்றுவதற்கான வழிமுறைகளையும் பகரும். இந்தக் கருத்தில் விழித்துக் கொண்டுவிட்ட மேலை நாட்டவரின் விழிப்புணர்ச்சி, நம்மவருக்கும் விரைவில் வரவேண்டுமே என்ற எண்ணம் கட்டுரையில் பரவியிருப்பது தவிர்க்கமுடியாததே!

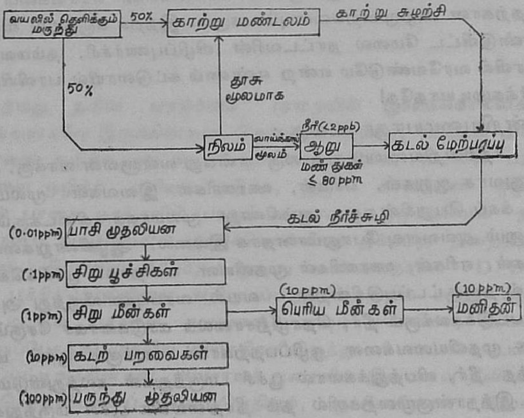
நீரின்றியமையாது உலகு :

'நீரின்றியமையாது உலகு' என்பது வள்ளுவன் வாக்கு. குடிநீர் பொதுவாக ஆறுகள், ஏரிகள், ஊரணிகள் இவைகள் மூலமாகவே கிடைக்கப் பெறுகின்றது. ஆழ்கிணறு மூலமாகக் கிடைக்கும் நீர் இன்னும் அவ்வளவு போதுமானதாக இல்லை. ஆழ்கிணறுகளைவிட, ஆறுகள், ஏரிகள், ஊரணிகள் முதலியன எளிதாகப் பூச்சிக்கொல்லி-களால் நஞ்சூட்டப்படுகின்றன. வயல் வரப்புகளிலிருந்து அடித்து-வரப்பட்டுக்கலக்கும் நீர், தொழிற்சாலைக் கசடுகளாகச் சேரும் நீர், கொசு முதலியவைகளை ஒழிப்பதற்காகக் கலக்கும் பூச்சி மருந்து சேர்ந்த நீர், விபத்துக்களால் பூச்சி மருந்துகள் கலந்துவிடும் நீர் என இந்நான்குமுறைகளில் நம் நீர்நிலைகள் பூச்சி மருந்துகளால் நஞ்சூட்டப்படுகின்றன.

பொதுவாக விபத்துக்கள், சுகாதாரக் கண்காணிப்புகளின் மூல மாக நீரில் சேரும் பூச்சிக்கொல்லிகளின் அளவு அதிகமானதாகவே இருக்கும். மேலும் பூச்சி மருந்துகள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைக் கசடுகளில் நீருடன் சேருமிடங்களில் இவற்றின் அளவு விடத்தன்மை யுடையதாய் அமைந்து, வெகுவாக மீன்களைக் கொல்வதுண்டு. இந்த நீர் அப்படியே குடிக்கப் பயன்பட்டால் கேடு நேர்வது உறுதி. ஆனால் சாதாரணமாக, நம் குடிநீரில் கலக்கும் பூச்சிக்கொல்லிகளின் அளவு மிகக் குறைவானதாகவே இருக்கும் (ppb அல்லது பத்து இலட்சத்தில் ஒரு பங்கு என்ற விகிதத்தில்). ஆயினும் இது நின்று கொல்லும் தன்மையுடையதாக அமைந்துவிடுகின்றது. நீரின் சுவையும், நாற் றமும் இதனால் வேறுபடுகின்றன. மிகக் குறைந்த அளவுகளிலும்,

பி. எச். சி. (20pp^{b}). டோக்ஸாபீன் (5.2 pp^{b}) போன்றவை நீரின் மேற்சொன்ன குண நலன்களை மாற்றிவிடுகின்றன.

'ஆழிசூழ் உலகு' என்பர். நீர் நிலைகள் நிறைந்த இவ்வுலகில் நீரில் ஏற்றப்படும் நஞ்சு, சிறிது சிறிதாக நீரில் வாழும் பாசிக்கும் அதை உண்ணும் சிறு பூச்சிகளுக்கும், அதை உண்ணும் மீன்களுக்கும், மீனை உண்ணும் பறவைகளுக்கும், பறவைகளை உண்ணும் மனிதனுக்கும் எனப் பரவிவிடுகிறது. ஒவ்வொரு நிலையிலும் பூச்சி மருந்தின் அளவு ஏற்றமடைந்து இறுதியில் நஞ்சு பயப்பதாய் உள்ளது.



பொதுவாகக் குடிநீரைச் சுத்தப்படுத்தும் முறைகளால் நீரில் கலந்திருக்கும் பூச்சி மருந்துகளை அகற்ற முடிவதில்லை. ஆயின் கரித்தூளைப் (activated charcoal) பயன்படுத்தி டோக்ஸாபீன், டி. எச். சி. இவைகளை அகற்ற முடியும். ஆயினும்கூட இவைகளின் அளவு 1 pp^{b} க்குக் கீழே இருக்கும்போது இம்முறை பயனற்றதாகப் போய்விடுகிறது இவ்வாறே கிணற்றுநீரில் கலந்துவிடும் பூச்சி மருந்துகளை அகற்றுவதும் எளிதாக இருப்பதில்லை.

இந்தியாவைப் பொறுத்தமட்டில் விற்பனையளவில் முதல் இரண்டு இடத்தைப் பிடித்திருப்பது டி டி டி யும், பி.எச்.சி.யும்தான். 1982-83இன் தேவை சுமார் 53,000, 15,600 மெட்ரிக் டன் பி.எச்.சி.யும், டி.டி.டி.யும் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது (Dharne,1978).

1978இல் பெங்களூரில் கூடிய அகில இந்திய பூச்சி மருந்தியல் விஞ்ஞானிகள் மாநாட்டில் நமது நிலம், உணவு இவைகளில் பரவியுள்ள பூச்சி மருந்தின் எச்சங்களைப் பற்றி விரிவாகப் பேசப்பட்டது. ஆனால் நமது நீர்நிலைகளைப் பற்றிய தகவல் ஒன்றுகூட இல்லை. நஞ்சூட்டப்படும் நமது நீர்நிலைகளைப் பற்றிய திட்டமிடப்பட்ட, தொடர்ந்த, பகுதிவாரியான ஆராய்ச்சி தேவை என்பதையே இது சுட்டிக்காட்டுகிறது.

காற்றில் கலக்கும் பூச்சிக்கொல்லிகள் :

காற்று மனித வாழ்வுக்கு இன்றியமையாதது. மாறுபடும் காற்றின் வெப்பம், நீரின் அளவு, அதன் ஓட்டம் முதலியவை வெகுவாக மனிதனது விவசாயம், வியாபாரம், தொழில், போக்குவரத்து இவைகளைப் பாதிக்கிறது. காற்றின் வேதிமக் குணங்களோ மனிதனது வாழ்வை, அவன் உருவாக்கும் உணவின் தராதரத்தை, அவனது காடுகளை எனப் பல நிலைகளில் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இயற்கையின் விளைவால் காற்றின் வேதிமக் குணங்கள் மாறுபடுகின்றன. ஆயின் காற்றில் ஏற்படும் வேதியல் மாற்றங்களுக்கு மனிதனது தொழில் வளர்ச்சியும் ஏனைய பிற நடவடிக்கைகளுமே முக்கியக் காரணமாக அமைகின்றன. தொழில்முறைக் கசடுகளால் நிரம்பியுள்ள நம் காற்று மண்டலம், மெதுவாகப் பூச்சி மருந்துகளாலும் நிரப்பப்படுகின்றது. அந்நியப் பொருளான பூச்சி மருந்து காற்றில் உருவாக்கும் இராசயன மாற்றங்கள், அவற்றின் கேடுகள் என்னவென்பது இன்னும் ஆராய்ச்சியிலுள்ளது. பொதுவாகப் பூச்சி மருந்துகளை ஹெலிகாப்டர் மூலமாகத் தெளிப்பதன் மூலமும், காற்றடி காலத்தில் வயலில் தெளிப்பதன் மூலமும், அன்றாடம் ஏற்படும் காற்றுச் சுழற்சியில் மண்துகள்களிலிருந்தும், தெளிக்கப்பட்ட தாவரப் பரப்பிலிருந்து ஆவியாகியும் பூச்சிக்கொல்லிகள் காற்றில் கலக்கின்றது. காற்றில் தங்கும் காலத்தில் சூரிய ஒளியால் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுச் சில சமயங்களில் கூடிய நச்சுத் தன்மையுள்ள பொருட்களாகவும் மாறுகின்றன.

காற்றில் பாரத்தியானின் அளவு 0 லிருந்து 5.53 mg/m^3 என வாஷிங்டனிலுள்ள ஒரு பழத்தோட்டத்தில் அறியப்பட்டது. நிலத்திலிருந்து தெளிக்கப்பட்ட காடுகளில், காற்றில் பி எச் சி. 2.6லிருந்து 12.5 mg/m^3 எனவும், விமானம் மூலம் தெளிக்கப்பட்ட முறையில் காற்றில் 4.1லிருந்து 53.7 mg/m^3 எனவும் அறியப்பட்டுள்ளது. கொசுவை ஒழிக்கத் தெளிக்கப்பட்ட மாலத்தியான், காற்றில் 0.07 லிருந்து 0.09 mg/m^3 வரை இருந்திருக்கிறது.

பிறிதொரு முறையில்கூடக் காற்றில் கலந்துவிடும் பூச்சி மருந்துகளைப் பற்றி அறியலாம். பூச்சி மருந்தே தெளிக்கப்படாத வயல்களில், எங்கிருந்தோ காற்றில் அடித்துவரப்பட்டுக் கலந்துவிட்ட பூச்சி மருந்துகளைக் கண்டுள்ளனர். அன்றுள்ள காற்றின் வேகம், தெளிக்கப்படும்போது உருவாகும் பூச்சி மருந்துத் துளிகளின் கன பரிமாணம், மருந்தின் அளவு, வேகம், அது பொதுவாக நிலைத்திருக்கும் தன்மை இவைகளே காற்றுடன் செல்லும் பூச்சி மருந்தின் அளவை நிருணயிக்கின்றன. ஃபினாக்ஸி வகையைச் சார்ந்த களைக்கொல்லிகள், இவ்வாறு காற்றிலடிக்கப்பட்டு வெகு தொலைவிலுள்ள பருத்தி, திராட்சை, தக்காளி ஆகியவற்றைப் பாதித்திருக்கின்றன.

இப்படிக் காற்றில் கலந்துவிடும் பூச்சிக்கொல்லிகளை எப்படித் தடுப்பது? சரியான கருவிகள் கொண்டு காற்று அதிகமில்லாத நேரத்தில் தெளித்தல் முதலியன பயன்படும். எனினும், நகர்ப்புறக் காற்றில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் இத்தகைய நஞ்சைத் தடுப்பதற்கான வழிமுறைகள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. மேலும் இரசாயன சிதை மாற்றங்களுக்கு உட்பட்டும் இத்தகைய பூச்சி மருந்துகள் நமது தாவரங்களை, கால்நடைகளை, நம்மை, நம் சொத்துச் சுகங்களை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதும் தெளிவாக ஆராயப்படவில்லை. (ஒரு தாஜ்மஹால் அரிக்கப்படுகின்றது எனத் தெரிந்தபின் இப்போது தொழிற்சாலைகள் அதன் சூழலில் அமைக்கப்பட அனுமதிக்கப்படுவதில்லை). மேலும் அன்றாடம் ஏறிக்கொண்டுவரும் பூச்சி மருந்துகளின் பயன்பாட்டில், காற்று எவ்வாறு நஞ்சேற்றப்படுகின்றது எனப் பருவங்களை ஒட்டிய தொடர் ஆராய்ச்சி தேவை. இத்துறையிலும் இந்தியா விழித்துணர வேண்டிய நிலையிலேயே உள்ளது.

சொல்லடி சிவசக்தி - நிலச்சுமையென வாழ்ந்திடப் புரிகுவையோ?:

ஒரு வகை இந்தியக் கண்ணோட்டத்தில் நம் வீட்டைத் தவிர வெளியில் உள்ளவை எல்லாம் குப்பைத் தொட்டிகளே! வீட்டிலிருந்து அன்றாடம் வெளிவரும் குப்பை கூளங்களிலிருந்து, வயல் வரப்புகள், தொழிற்சாலைக் கசடுகள் என எல்லாம் சங்கமமாவது நிலத்தில்தான். நிலத்தின் பொறுமை பெரிது!

நிலத்தில் சேரும் பூச்சிக்கொல்லிகள், ஒன்று தாவரங்களில் தெளித்து, பின் வழிந்து நிலத்தில் கலந்தோ அல்லது நேரடியாக நிலம் வாழ் பூச்சிகளைக் கொல்லப் பயன்படுத்தப்படும் முறைகளிலோ வந்து

சேர்கின்றன. இவ்வாறு நிலத்தில் வந்து கலக்கும் பூச்சி மருந்துகள் கீழ்க்கண்ட 10 காரணங்களால் பூமியில் நிலைத்தோ அல்லது விரைவில் அழிந்தோ போகின்றன. 1. **பூச்சி மருந்தின் வேதியல் பண்பு :** பொதுவாக ஆர்கனோகுளோரின் வகைப் பூச்சி மருந்துகள் நிலைத் திருக்கும் தன்மையுடையன. ஆர்கனோ பாஸ்பரஸ் அவ்வாறில்லை. 2. **நிலத்தின் தன்மை:** அங்ககத் தன்மை நிரம்பிய மண் பூச்சிக்கொல்லி களைத் தங்க வைக்கிறது. மணலில் இவை அதிகநாள் தங்குவ தில்லை. 3. **நிலத்தின் நீர்ப்பசை :** நிலத்திலுள்ள நீர் ஆவியாகும் போது, கூடவே பூச்சி மருந்துகளும் ஆவியாகிவிடுகின்றன. மேலும் நிலம்வாழ் நுண்ணுயிர்கள் பூச்சி மருந்துகளை மாற்ற, குறிப்பிட்ட நீர்ப்பசை தேவையாகிறது. 4. **நிலத்தின் வெப்பம்.** 5. **தாவர நிழற் குடை :** நெல், பருத்தி, முட்டைக்கோசு போன்ற அடர்த்தியான தாவர வகைகள் சூழ்ந்த நிலத்தில் பூச்சி மருந்துகள் நிலைத்திருக் கின்றன. 6. **நிலப்பராமரிப்பு.** 7. **தெளிக்கும்முறை.** 8. **பூச்சி மருந்துக் கலவை.** 9. **காற்று.** 10. **சில நுண்ணுயிர்கள்:** நிலத்தில் சேர்ந்து விடும் பூச்சி மருந்துகளைத் தாக்கி அழிப்பது இந்நுண்ணுயிர்களே. அதிகமாய் உலர்த்தப்பட்ட மண்ணிலோ, சூடாக்கப்பட்ட மண்ணிலோ அதிகக் காற்றழுத்தத்தில் வேக வைக்கப்பட்ட மண்ணிலோ, நுண் ணுயிர்கள் சாவதால், பூச்சி மருந்துகள் நிலைத்திருப்பது கண்டறியப் பட்டுள்ளது.

இப்படிக் கலந்துவிடும் பூச்சி மருந்துகளைக் காரட், உருளைக் கிழங்கு போன்ற தாவரங்கள் சேகரித்து வைக்கின்றன. இறுதியில் மனிதனை அடைகின்றன. மாவட்ட வாரியாகக் கண்காணிக்க வேண்டிய அவசியம் உள்ளது இந்திய அரங்கில் இத்தகைய ஆராய்ச் சிகள் வெகுவாக ஊக்குவிக்கப்பட்டிருப்பது பாராட்டற்குரியதே.

உணவிலும் உட்புகும் எச்சங்கள் :

மனிதனது உணவு வகைகள் பலதரப்பட்டவை; நிரந்தரமான வையல்ல. செழிப்பான காலத்தில் நெல்சோறு உண்ணும் அவனே பஞ்ச காலத்தில் மரவள்ளிக்கிழங்கில் சொர்க்கத்தைக் காண்பான். விழாக்காலங்களில் வெட்டும் ஆட்டு இறைச்சியும், மழைக்காலத்தில் மண்ணிலிருந்து வரும் ஈசல் கறியும் அவனுக்குச் சம மகிழ்ச்சியைக் கொடுப்பதே. இரால், செம்மீன் எனக் கடல் உணவுகள் அவனுக்குப் பல வகைப்படும்.

அறிந்தோ அறியாமலோ பூச்சி மருந்துகளும் இச்சூழலில் நீக்க மற நிறைந்திருக்கின்றன. இச் சூழ்நிலையில் அவனது அன்றாட

உணவிலும் அவை கலந்திருப்பதற்கான சாத்தியக் கூறுகள் அதிகமாகவே உள்ளன. அவ்வாறே நிரூபிக்கப்பட்டும் உள்ளன.

லூதியானா (பஞ்சாப்) விலும், அதனைச் சுற்றியுள்ள கிராமங்களிலிருந்தும் சேகரிக்கப்பட்ட பாலில் டி.டி.டி. 0.12 லிருந்து 1.09ppm வரை இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது (Kalra&Chawla,1980). நகர்ப்புற பாலிலோ 0.02 லிருந்து 0.07 ppm வரை இருந்திருக்கிறது. டெல்லியில் நடத்திய ஆய்வில் வெண்டை, கத்திரி, முட்டைக்கோசு, காலிஃப்ளவர், பட்டாணி இவைகள் பெரும்பாலும் டி. டி. டி. அல்லது பி.எச்.சி. கலந்தவையாகவே உள்ளதாக அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. ஐதராபாத், மைசூர், லூதியானா முதலிய இடங்களிலும் டி.டி.டி., பி. எச். சி. கலப்பு தாவர உணவுகளில் இருப்பது அறியப்பட்டுள்ளன.

1978இல் வெளிவந்த, ''பூச்சிக் கொல்லிகளின் எச்சங்கள்-இந்திய நோக்கில்'' என்ற புத்தகம் நஞ்சேற்றப்பட்டுள்ள நமது உணவு வகைகளைப் பற்றி விரிவாக எடுத்துக்கூறுகின்றது. இத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் எங்கள் ஆய்வகத்திலும் விரிவாக நடைபெறுகின்றது.

நடைமுறை வழக்கிலுள்ள காயப்போடுதல், வேகவைத்தல், சமைத்தல், குளிர்பதனப்படுத்துதல் போன்றவை இத்தகைய எச்சங்களை வெகுவாகக் குறைக்கின்றன. நிலத்தில் தங்கிவிட்ட பூச்சி மருந்துகளை, காரட் போன்ற உறுஞ்சும் தாவர வகைகளைப் பயிரிட்டு எடுக்கலாம். மேலும் ஒளிச்சிதை மாற்றம் அடையக்கூடிய வேதிமங்களைப் பூச்சிக்கொல்லிகளுடன் கலந்து அவைகளை நிலைத்திருக்காமல் செய்யலாம்.

பூச்சிகளுடன் நடத்தும் மனிதனது போராட்டம் ''நமது இரண்டு கண்கள் போனாலும் பரவாயில்லை, எதிரியின் ஒரு கண் போனால் நல்லது'' என்பது போல் உள்ளது. பூச்சிகளை ஒழிப்போம் என்ற எண்ணத்தில் சூழலைக் கெடுப்பது எந்த வகையிலும் அறிவுடைமை இல்லை. நமது வளரும் ஆராய்ச்சிகள் சூழ்நிலைக் கேடு இல்லாத பூச்சிக்கொல்லிகளைத் தயாரிப்பதாலும், பலநோக்குக் கொண்ட பூச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகளாலும் மேம்பாடடைய வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாததாகிறது.

REFERENCES :

Knipling, E.F. 1953. J. Econ. Entomol. 46,1.

Dharne, C. G. *In* : Pesticide Residues in the Environment in India (Eds.) Edwards, C.A., Veeresh, G.K. and Krucker, H.R. UAS Tech. Series 32, Bangalore. India. (1980) 28pp.

Kalra, R.L and Chawla, R.P. 1980. *In* : Pesticide Residues in the Environment in India (Eds)Edwards, C.A. Veeresh, G. K. and Krucker, H. R. UAS. Tech. Series 32, Bangalore, India, 69 pp

Agnihothrudu, V. and Mithyantha, M. S. 1978. Pesticide Residues : A review of Indian work. Rallis India Limited, Bangalore, India.

19

மதுரையில் தண்ணீர்த் தூய்மைக்கேடு*

சுருக்கம் :

வைகை ஆற்று நீரை எடுத்து, குளோரின் மட்டும் சேர்த்து மாநகராட்சியால் மக்களுக்குத் தரப்படுகிறது. தண்ணீர்ப் பற்றாக் குறையினால் மக்கள் நிலத்தடி நீரையும் அதிகமாக நம்பியுள்ளனர். பல இடங்களில் ஆற்றுநீர் மற்றும் 197 குழாய்க் கிணறுகளின் நீரை எடுத்து முறைப்படித் தேர்ந்த சில தூய்மைக்கேடு சுட்டிகளுக் கான பரிசோதனைகள் நடத்தி இந் நீர்நிலைகளின் தண்ணீர்த் தரத்தைக் கணித்தோம். நமது நீர்நிலைகளின் தரம் வெகுவாகக் குறைந்துள்ளது. அதற்கான காரணங்களும் அதைச் சீர் செய்வ தற்கான செயல்முறைகளையும் இக்கட்டுரையில் சுட்டிக்காட்டி யுள்ளோம்.

முன்னுரை :

வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் மனிதக் கழிவுகளை ஒழுங்கு முறையோடு விலக்குவதென்பது கவலைக்கிடமான ஒரு பிரச்சனை யாகும். திறந்தவெளியிடங்களைக் கழிப்பிடமாகவும், குப்பை கொட்டும் இடமாகவும் சாக்கடை ஓடும் இடமாகவும் மக்கள் பயன் படுத்துகின்றனர். ஆகவேதான் இந்தியா போன்ற வளரும் நாடு களில் உள்ள நோய்களில் 80 சதவிகிதம் தண்ணீர் மூலம் பரவும் நோய்களே; அந்நோய்களால் இறப்பவர்களின் விகிதமும் அதிகம். உதாரணமாக, தில்லி மாநகரில் 1955-56ஆம் ஆண்டில் சாக்கடை

---

* டாக்டர் சீ. கிருஷ்ணசாமி, பேராசிரியர், உயிரியற்புலம், மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

டாக்டர் ஆனந்தவல்லி மகாதேவன், விரிவுரையாளர், எரியந்துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

நீர் குடிநீருடன் கலந்ததால் 50,000 மஞ்சட்காமாலை நோயாளிகள் உருவாயினர். இருப்பினும் தண்ணீர்த் தூய்மைக்கேட்டைப் பற்றிய ஓர் உணர்வு நம்மிடையே மிகுதியாக இல்லை. நமது நீர்நிலைகளின் தரம் நமக்கு அதிகமாகத் தெரியவில்லை.

மிக அதிகமான மக்கள் தொகையினை உடைய, தமிழ் நாட்டிலேயே இரண்டாவது பெரிய நகரமான மதுரையில் மக்கள் பெருவாரியாகப் பயன்படுத்தும் நீர்நிலைகளைப் பற்றி ஆய்வு மேற்கொள்ளப்பட்டது.

மதுரையில் தண்ணீர் வசதி :

வைகை ஆற்று நீர்தான் பெருவாரியான மதுரை மக்களுக்கு மதுரை மாநகராட்சியால் அளிக்கப்படுகிறது. தண்ணீர்ப் பற்றாக் குறையினால் பெருவாரியான மக்கள் நிலத்தடி நீரையும் நம்பி யுள்ளனர். மதுரையில் சுமார் 870 ஆழமற்ற குழாய்க் கிணறுகள் மதுரை மாநகராட்சியால் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஓரளவு குளம் குட்டைகளில் உள்ள நீரையும் மக்கள் பயன்படுத்துகின்றனர். பெரும்பாலும் ஆற்றுநீர் மற்றும் நிலத்தடி நீரையே குடிநீர் தேவைக்குப் மற்ற அவசியத் தேவைகளுக்கும் மக்கள் பயன் படுத்துகின்றனர். பெரும்பான்மையான மக்கள் பயன்படுத்தும் இந் நீர்நிலைகளின் தரம் பற்றிய ஆய்வு மிகவும் தேவையாகிறது.

சுகாதாரச் சுற்றுநோக்கு (Sanitary Survey) :

விவசாயத்தை நம்பியுள்ள எல்லா வளரும் நாடுகளைப் போலவே இங்கும் திறந்த வெளியிடங்களை மக்கள் பொதுக் கழிப்பிடங்களாக மாற்றிவிடுகின்றனர். ஆற்றின் கரையோரங் களிலும் தெருவோரங்களிலும் மனிதக் கழிவுகள் மலிந்துள்ளன. மதுரையில் ஒரு பகுதி மக்களுக்கே மாநகராட்சி சாக்கடை வசதி கிடைத்துள்ளது; மற்ற பல இடங்களில் திறந்த சாக்கடைகளும், மலக்குழிகளும் (Septic Tanks) சர்வசாதாரணமாகத் தென்படுகின்றன. குப்பை போன்ற திடக்கழிவுப் பொருட்களும் கண்ட இடங்களில் சிதறியும் குன்றாகவும் குவிந்துள்ளன. ஆங்காங்கே கழிவுநீர்த் தேக்கங்கள் பலவும் காணப்படுகின்றன. இத் தூய்மைக்கேடு தோற்றுவாய்கள் ஆற்றின் கரையோரங்களிலும் குழாய்க் கிணறு களின் அருகிலும் மலிந்து காணப்படுகின்றன. நீர்நிலைகளின் அருகில் உள்ள இடங்களைக் கழிப்பிடங்களாகவும் குப்பைக் கிடங்கு களாகவும் பயன்படுத்துதல் மக்களுக்கு வசதியாக இருக்கலாம்.

ஆனால் அப்பண்பே தூய்மைக்கேட்டின் அடிப்படையாகவும், அக் கேடுகள் பரவக் காரணமாகவும் அமைகின்றன.

படம் 1, வைகை அணை முதல் விரகனூர் நீர்த்தேக்கம் வரையிலான தூய்மைக்கேடுத் தோற்றுவாய்களின் அளவையும் தரத்தையும் காட்டும் (பக்கம் 162 காண்க). நகர் எல்லைகளுக்கு வெளியே ஆற்றுக் கரையோரங்களில் வயல்வெளிகளே அதிகம். அதனால் உரம் மற்றும் பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளினால் ஏற்படும் தூய்மைக்கேடு அதிகம். நகர் எல்லைக்குள் மனிதக் கழிவுகளும் சாக் கடைகளுந்தாம் அதிகம் கலக்கின்றன. அவ்வாறே மதுரையில் 10 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவான கிணறுகளே 30 சதுர மீட்டர் சுற்றுப் புறத்தில் எவ்விதப் புறத் தூய்மைக்கேடு தோற்றுவாயுமின்றி இருக்கின்றன.

இவ்வாறு சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள தூய்மைக்கேடுப் பொருட்கள் மழைநீரில் கரைந்தோ மணலில் ஊறியோ நீர்நிலைகளை அடைந்து விடுகின்றன என உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு தூய்மைக் கேடுத் தோற்றுவாய்கள் பெருவாரியாக உள்ள மதுரை நீர் நிலைகளின் தரம் என்ன?

செய்முறை (Methodology):

வைகை அணை முதல் விரகனூர் நீர்த்தேக்கம் வரையில் உள்ள குறிப்பிட்ட எட்டு இடங்களிலிருந்து தொடர்ந்து இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு ஆற்று நீரையும், மணலையும் எடுத்து முறைப்படிப் பரிசோதித்துத் தூய்மைகேட்டின் அளவையும் ஆற்றுநீரின் தரத்தையும் நிருணயித்தோம். அவ்வாறே 197 குழாய்க் கிணறுகள் மற்றும் கிணறுகளின் நீரையும் பரிசோதித்தோம்.

தூய்மைக்கேடுச் சுட்டிகள் (Pollution indicators):

நீரில் உள்ள சில இரசாயனப் பொருட்கள் மற்றும் உயிரி னங்கள் தூய்மைக்கேடுச் சுட்டிகளாகக் கொள்ளப்பட்டன. சான்றாக, கோலிஃபார்ம்(Coliforms) என்னும் பாக்டீரியாக்கள் மனிதன் மற்றும் சில விலங்குகளின் குடல்களில் வாழ்வன. அவை மலக் கழிவின்போது வெளிவரும். இப் பாக்டீரியாக்கள் நீரில் கலந் திருந்தால் அந்நீர் மனிதக் கழிவினால் தூய்மைக்கேடடைந்துள்ளது எனக் கொள்ளவேண்டும். இப் பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கையைப் பரிசோதனை மூலம் கண்டறிந்தால் அது தூய்மைக்கேட்டின் அளவை யும் சுட்டும். கரிய சேர்க்கைப் பொருட்கள் (Organic Compounds) மற்றும் அமோனியா போன்ற பொருட்கள், பாஸ்பேட் முதலியனவும்

தூய்மைக்கேட்டை விளைவிப்பன. ஆற்றுநீரில் உள்ள ஆக்சிசன் (பிராண வாயு) அளவு சுயசுத்திகரிப்புச் சக்தியைச் சுட்டும். இவ்வாறான தூய்மைக்கேட்டின் சுட்டிகள் மூலம் நீரின் தூய்மைக்கேடு அளவிடப்பட்டது.

ஆற்றுநீரின் தரம் :

வைகை அணையின் அருகே ஓரளவு தூய்மையாக இருக்கும். ஆற்றுநீர் நகரின் மையத்தில் தூய்மைக்கேட்டின் எல்லையையே அடைந்துவிடுகிறது. குருவிக்காரன் சாலை அருகில் உள்ள ஆற்று நீரின் தூய்மைக்கேட்டின் அளவை அட்டவணை 1 (பக்கம்161) சுட்டும்.

குடிநீருக்காக வைகைநீர் துவரிமான், மேலக்கால் அருகே எடுக்கப்படுகிறது. அந்த இடத்தில் ஆற்றுநீரின் தூய்மைக்கேட்டின் அளவு குறைவாக இருந்தாலும், நீரின் தரம் குடிநீருக்கு எடுக்கக் கூடிய அளவு உகந்ததாக இல்லை. படம் 2 (பக்கம் 162) அந்த இடங்களிலும், மற்ற சில இடங்களிலும் உள்ள நீரில் இருக்கும் கோலிஃபார்ம் பாக்டீரியாக்களின் எண்ணிக்கையைச் சுட்டும். இந்திய தர மதிப்பீட்டுக் கழகம், மற்றும் உலக சுகாதார நிறுவனம் குறிப்பிட்டிருக்கும் தரத்தினின்று நமது ஆற்றுநீரின் தரம் மிகவும் தாழ்ந்தே உள்ளது. வைகை நீரின் பல்வேறு பயன்களுக்கான (for different uses) தர மதிப்பீட்டை படம் 3 (பக்கம் 163) காட்டுகிறது.

நூறு மில்லி லிட்டர் நீரில் 50க்கு மேற்பட்ட கோலிஃபார்ம்கள் இருந்தாலே அந்நீரை முறையாகப் பல கட்ட நிலைகளில் (using all conventional steps of water purification) சுத்திகரிக்க வேண்டும். வெறும் குளோரின் சேர்ப்பது முறையான சுத்திகரிப்புக்கு அதிகப்படியான ஒரு கட்டமாக அமையக்கூடுமே தவிர ஒருபோதும் முழு மாற்றாக அமைய முடியாது என்பது உலக சுகாதார நிறுவனத்தின் நிருணயம். ஆயின் வைகை நீர் வெறும் குளோரின் சுத்திகரிப்பு மட்டுமே பெறுகிறது. ஆகவே வைகை ஆற்றினின்று எடுக்கப்படும் நமது குடிநீர் குறைந்த பட்சம் எல்லாக் கட்ட நிலைகளிலும் சுத்திகரிப்பு அடைந்த பின்னர் மக்களுக்குக் கிடைக்கச் செய்ய வேண்டும்.

குழாய்க் கிணறுகளின் நீரின் தரம் :

80 விழுக்காட்டிற்கும் மேற்பட்ட குழாய்க் கிணறுகளின் நீர் குடிநீராகப் பயன்படுத்தத் தகுதியற்றவை. மேலும் கிணறுகளுக்கும் தூய்மைக்கேடுத் தோற்றுவாய்களுக்கும் உள்ள இடைவெளி குறையக்

குறைய நீரின் தரம் குறைகிறது என்று கண்டறிந்துள்ளோம். அதிலும் அத்தூய்மைக்கேடுத் தோற்றுவாய் திறந்த சாக்கடையாக இருக்கக் கூடுமானால் நீரின் தரம் வெகுவாகக் குறையக்கூடும்; அதாவது கோலிஃபார்ம்களின் எண்ணிக்கை கூடும் (படம் 4, பக்கம் 163). மேலும் குழாய்க் கிணறுகளின் நீர் எவ்விதச் சுத்திகரிப்புக் கட்டத்திற்கும் உட்படுத்தப்படாமல் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இது மிகவும் கேட்டை விளைவிக்கவல்லது என்பது தெளிவு.

முடிவுரை :

அங்கீகரிக்கப்பட்ட (Registered) தூய்மைக்கேடுத் தோற்றுவாய் ஏதுமில்லையாயினும் நூற்றுக்கணக்கான சிறுசிறு தூய்மைக்கேடுத் தோற்றுவாய்கள் உள்ளன. அவற்றின் கழிவுப் பொருட்கள் நீரில் கரைந்தும், நிலத்தில் ஊறியும் நீர்நிலைகளை அடைந்துவிடுகின்றன. மழைக்காலங்களில் தூய்மைக்கேட்டின் அளவு அதிகமாகிறது என்று நாங்கள் கண்டறிந்துள்ள செய்தியும் மேற்கூறிய இக்கருத்தை உறுதிப்படுத்தும். ஓர் ஆறுதலான செய்தி என்னவென்றால், நமது நீர் நிலைகளின் சுய சுத்திகரிப்புத் திறன் மிகவும் அதிகம். குருவிக்காரன் சாலையிலிருந்து விரகனூர் நீர்த்தேக்கம் அடைவதற்குள் பெருமளவுத் தூய்மைக்கேடு சீரடைந்து விடுகிறது (அட்டவணை 2, பக்கம் 161 காண்க) அதே போன்று குழாய்க் கிணறுகளைச் சுற்றி 50 சதுரமீட்டர் சுற்றளவில் யாதொரு தூய்மைக்கேடுத் தோற்றுவாயும் இல்லாதிருந்தால் நீரின் தரம் வெகுவாக உயரும்.

தொடர்ந்து பெருமளவுக் கழிவுப் பொருளைப் போடுவதால் நீரின் சுய சத்திகரிப்புத் திறனும் செயலற்றுவிடும். ஆற்றின் கரையோரம் மற்றும் கிணறுகளின் சுற்றுப்புறத் தூய்மையைப் பாதுகாப்பதன் மூலம் நீரின் தரத்தை உயர்த்த முடியும். மேலும் கிணறுகளைச் சுற்றிக் கழிவுநீர் ஊடுருவாத மேடை கட்டுவதன் மூலமும் நீரின் தரத்தைப் பாதுகாக்கலாம்.

அட்டவணை-1

குருவிக்காரன் சாலை அருகில் வைகை ஆற்றில் கலந்திருக்கும் தூய்மைக்கேட்டின் சுமை

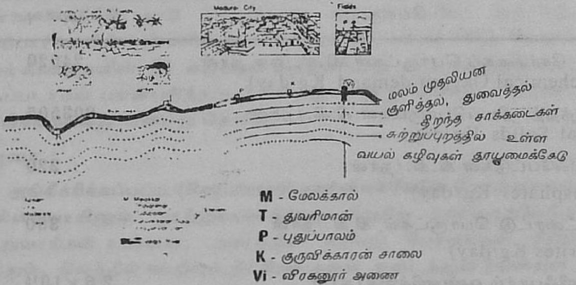
பொருள்	அளவு
கரிய சேர்க்கைப் பொருட்கள் கி.கி./ஒரு நாள் (Biochemical Oxygen demand Kg/day)	24620
மொத்தத் திடப்பொருட்கள் கி.கி./நாள் (Total Solids Kg/day)	203505
பாஸ்ஃபேட்டுகள் கி.கி./நாள் (Phosphates Kg/day)	220
நைட்ரைட்டு பொருட்கள் கி.கி./நாள் (Nitrites Kg/day)	380
கோலிஃபார்ம் எண்ணிக்கை/நாள் (Coliforms No./day)	2.6×10^{15}
மலக்கோலிஃபார்ம் எண்ணிக்கை/நாள் (Fecal Coliforms No/day)	2.5×10^{15}

அட்டவணை-2

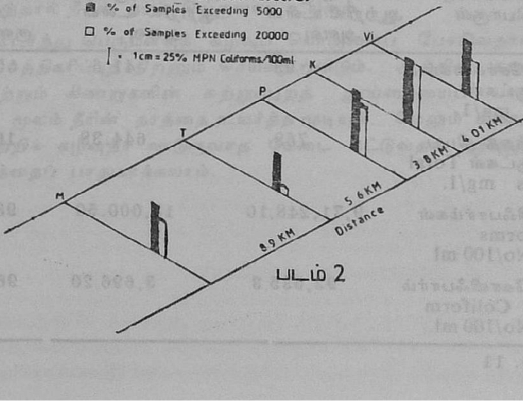
வைகை ஆற்றில் சுய சுத்திகரிப்புத் திறன்

தூய்மைக்கேடு பொருள்	குருவிக்காரன் சாலை அருகில் ஆற்றில் உள்ள அளவு	விரகனூர் அணை அருகில் ஆற்றில் உள்ள அளவு	4.01 கி. மீ பிறகு % குறைவு
கரிய சேர்க்கைப் பொருட்கள் mg/1.	93	41.6	55.26
மொத்தத் திடப் பொருட்கள் Total Solids mg/1.	768	644.38	16.18
கோலிஃபார்ம்கள் Coliforms No/100 ml.	9,71,248.10	18,000.50	98.15
மலக்கோலிஃபார்ம் Fecal Coliform No/100 ml.	92,535.3	3,696.20	96.01

படம் 1 தூய்மைக்கேடு தோற்றுவாய் வகை (ஆற்றின் கரைகளில்)



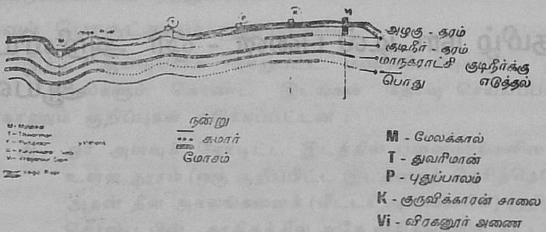
வைகை ஆற்றின் பல இடங்களில் உள்ள கோலிஃபார்மகளின் எண்ணிக்கை



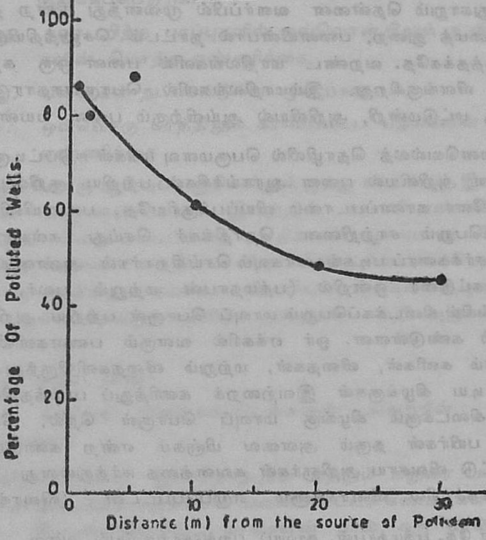
படம் 2

படம் 3

வைகை ஆற்றின் பல இடங்களின் தண்ணீரின் தரம்
(பல பயன்களுக்கு)



படம் 4



20

தமிழ் நாட்டில் பனை - ஓர் அறிவியல் ஆய்வு*

முன்னுரை:

இதுகாறும் தென்னை வளர்ப்பில் முனைந்து நின்ற தமிழக வேளாண்மைத் துறை, பனையின்பால் நாட்டம் செலுத்தியிருப்பது வரவேற்கத்தக்கதே. வறண்ட மாநிலங்களில் பனை ஒரு கற்பகத் தருவாக விளங்குகிறது. இம்மாநிலங்களில் பொருளாதார மேம் பாட்டிற்கு மட்டுமன்றி, அறிவியல் ஆய்விற்கும் பனை பயன்படும்.

பனைவெல்லத் தொழிலில் பெருமளவு மக்கள் ஈடுபட்டிருந்தும் முறையான அறிவியல் பனை ஆராய்ச்சிகள் பற்றிய குறிப்புகளோ கட்டுரைகளோ காணப்படாமை வியப்புக்குரியதே. பனையினின்றும் கிடைக்கப்பெறும் சாற்றினை நொதிக்கச் செய்து கள்ளாகவும், காய்ச்சிச் சர்க்கரைப் படிகங்களாகவும் செய்கிறார்கள். அண்மைக்கால ஆய்வுக் கட்டுரை ஒன்றில் (பத்மநாபன் மற்றும் பலர், 1978) பனங்கிழங்கில் கிடைக்கப்பெறும் மாவுப் பொருள் பற்றிய அறிவியல் விவரங்கள் கண்டுள்ளன. ஓர் ஏக்கரில் வளரும் பனைகளிலிருந்து பெறப்படும் கனிகள், விதைகள், மற்றும் விதைகளிலிருந்து உண் டாக்கக்கூடிய கிழங்குகள் இவற்றைக் கணித்துப் பார்த்ததில் ஓர் ஏக்கரில் கிடைக்கும் கிழங்கு மாவுப் பொருள் நெல், சோளம் போன்ற பயிர்கள் தரும் அளவை மிஞ்சும் என்ற கண்டுபிடிப்பு வெளிநாட்டு விவசாய அறிஞர்கள் கவனத்தை ஈர்த்துள்ளது இதன் தொடர்பாகச் சில வினாக்களும் எழுப்பப்பட்டன. (விவரங்கட்கு

★ டாக்டர் தே. பத்மநாபன், தாவரப் புறத்தோற்றவியல் துறை, உயிரியல் பிரிவு, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை.

விவாதம் பகுதியைப் பார்க்கவும்). இவ்வினாக்களுக்கு அறிவியல் விடைகாணும் முகமாகப் பனை வளர்ப்பு முறை, பனையின் ஈனும் தன்மை மற்றும் எதிர்காலச் சாத்தியக் கூறுகள் இவற்றை ஆய்ந்து இக்கட்டுரையில் கொடுத்துள்ளேன்.

ஆய்வுப் பொருட்களும் முறைகளும் :

இந்த ஆய்வுக்காக மாறுபட்ட மண்ணியல்புகளும், தட்ப வெப்ப நிலைகளும் கொண்ட இடங்கள் தேர்வு செய்யப்பட்டுக் கீழ்க்காணும் குறிப்புகள் எடுக்கப்பட்டன :

அ. ஓர் அளவுக் கோடிட்ட இடத்தில் பனைமரங்களிடையே உள்ள தூரம் (ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைத் தெரிந்தெடுத்து அதன் நீள அகலங்களைக் (மீட்டர் அளவையில்) குறித்துக் கொண்டபின், காகிதத்தில் அதே விகிதங்களில் கட்டங்கள் வரையப்பட்டன. இக்கட்டங்களில் பனைகளின் இடங்கள் குறிக்கப்பெற்றன).

ஆ. கண்டறிந்த பரப்புகளில் ஒவ்வொன்றிலும் உள்ள மரங் களின் மொத்த எண்ணிக்கை.

இ. பனைகள் நடப்பட்டுள்ள முறைகள்.

ஈ. ஒவ்வொரு மரத்திலும் காணப்பட்ட பழங்களின் மொத்த எண்ணிக்கை.

ஒவ்வொரு ஆய்வுப் பகுதிகளிலும் ஐந்து கட்டங்கள் இடப்பட்டு, பனைகள் எண்ணப்பட்டன. இவற்றின் சராசரி எண்ணிக்கைகள் ஆய்வுக்குக் கொள்ளப்பட்டன. அதிகாரப் பூர்வமான வேளாண் முறைகள், அவை பற்றிய விவரங்கள் கிடைக்கப்பெறாததால் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் மக்களை வினவியும் மரங்களைப் புகைப்படம் எடுத்து ஆய்வு செய்தும் பயிரிடும் முறைகள் பற்றி அனுமானங்கள் செய்யப்பட்டன.

ஆய்வில் கண்டவை :

களத்தில் கணித்த பனைக்கூட்டங்களும் அவற்றின் உற்பத்தி அளவைகளும் :

திருநெல்வேலி, இராமநாதபுரம் மற்றும் மதுரை மாவட்டங் களில் தெரிந்தெடுத்த பகுதிகளில் பனைக்கூட்டக் கணக்குகள் எடுக்கப் பட்டன. இப்புள்ளியியலில், மரங்களின் பால், ஒரு மரம் ஏந்தும் காய்களின் எண்ணிக்கை போன்ற குறிப்புகளும் அடங்கும். இக்

கணிப்புகள் பட்டியல் IIஇல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (பக்கம் 174 காண்க) மொத்த உற்பத்தி, ஏக்கருக்கு இத்தனை காய்கள் என்ற அளவில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. எனினும், எல்லாப் பனைக் கூட்டங்களிலும் ஆண், பெண் என இருபால் மரங்கள் உள்ளன. பழங்களில் மொத்த எண்ணிக்கை பெண்பால் மரங்களின் எண்ணிக்கையையே சார்ந்துள்ளது. ஏக்கருக்குச் சராசரிக் காய்கள் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடும்போது மரங்களின்பால் விகிதத்தை மனதில் கொள்ள வேண்டும் (பட்டியல் II). மாவுப் பொருளை அடையப் பழுத்த கனிகளைக் கொய்து அவற்றின் விதைகளை அகற்றித் தனிப்படுத்தி முளைக்கச் செய்ய வேண்டும்.†

முளைத்த கிழங்குகளிலிருந்து மாவுப் பொருளை எடுப்பதால் இது ஒரு மறைமுக எரியம் ஈட்டும் முறையாகும். நேரடியாகப் பெறப்படும் பனஞ்சீனி, பனைவெல்லம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டால் மொத்த எரிய அளவுகள் மிகுந்து கிடைக்கப்பெறும்.

பனை பயிரிடும் முறைகள் :

தற்போது நடைமுறையில் உள்ள பயிரிடு முறைகள் கீழ்க் கண்டவாறு பாகுபடுத்தத்தக்கன :

அ. சாலையோரங்களில் ஒரு வரிசை நடவுமுறை

ஆ. ஏரிகள், குளங்கள் இவற்றின் கரைகளில் மூன்று வரிசை நடவுமுறை.

இ. ஆற்றோர நடவுமுறை

ஈ. ஒற்றை அல்லது இரட்டை வேலி நடவுமுறை

உ. பலவரிசை முறைப்பட்ட சீரான பயிரிடும் நடவுமுறை

அ. சாலையோர நடவுகள் :

தேசிய மற்றும்மாநில நெடுஞ்சாலை ஓரங்களில் பனை நடவுகள் கூடாகக் காணக்கிடக்கின்றது. இவைகள், பெரும்பாலும் ஒற்றை வரிசை நடவுகளே மரத்துக்கு மரம் 0.5 முதல் 3.0மீ வரை இடைவெளி இருக்கின்றது. இந்நடவுகள் சாதாரணமாக 0.5 கி.மீ. முதல் 1.5 கி.மீ. வரை நீண்டுள்ளன. இவ்வரிசைகளின் ஊடே பிற இன மரங்கள் நடப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானவை டமரிண்டஸ் இன்டிகா

† விதைகளை முளைக்கப் போடுதல், மாவுப் பொருளைப் பிரித்தெடுத்தல் பற்றிய விவரங்கட்கு பத்மநாபன் மற்றும் பலர் (1978) கட்டுரையைக் காணவும்.

(புளி), டெர்மினேலியா அர்ஜுனா, ஃபைகசு பெங்கரலன்சிசு (ஆல்) ஆகும் நெடுஞ்சாலைகளில் உயர்ந்து விளங்கும் பனைகள் இரு புறமும் வளர்ந்து நிற்பது குறிப்பிடத்தக்க காட்சியாகும்.

ஆ. குளக்கரை நடவுகள் :

நெடுங்காலந்தொட்டு இந்நாட்டில் பாசனக் குளங்களும் ஏரி களும் நிலைபெற்றுள்ளன. இக் குளங்கள் பிறைச்சந்திரன் வடிவில் மண்கரையால் சூழப்பட்டிருப்பது பொதுப்படையான பண்பாகும். இக்கரைகள் 5–8 மீ. உயரம் உள்ளவை. அவை 2–3மீ. உயரத் திற்குத் தண்ணீரைத் தேக்கும் திறத்தன. சாதாரணமாக இக் கரை களின் சரிவுகளில் பனைகள் நடப்பட்டுள்ளன. பனை வேர்களின் மண்ணைக் கவ்வி இறுக்கும் தன்மையைப் பயன்படுத்தியே இங் கெல்லாம் பனைகள் பயிரிடப்பட்டுள்ளன எனலாம். இவ்வகை நடவுகள் மொத்த விளைபொருளில் (இலைகள், கனிகள், பதநீர்) ஒரு கணிசமான பகுதியை அளிக்கவல்லன.

இ. ஆற்றோர நடவுகள் :

வறண்ட இராமநாதபுரம், திருநெல்வேலி மாவட்டங்களில் வற்றாத ஆறுகளோ, சிற்றாறுகளோ இல்லை. மழை நீரின் வடி கால்களாக விளங்கும் நதிகளின் கரைகளில் பனைகள் வளர்க்கப் பட்டுள்ளன. இவைகள் சுமாராக 50 முதல் 60 ஆண்டுகள் வய துடையன என்று கணிக்கலாம். ஆற்றங்கரைகளை வலுவூட்டவம், ஓலை, பதநீர் போன்ற பொருட்களுக்காகவும் இப்பனைகள் நடப் பட்டிருக்கலாம். இராமநாதபுரம் மாவட்டத்தில் காட்டாற்றுக் கரை களில் பனையுடன் ஈச்ச மரங்கள் காணப்படுகின்றன. ஒரு கிராமத் தின் பனைகளின் மொத்த எண்ணிக்கையில் 10-15% ஆற்றோர மரங்கள் அடங்கும். இம்மரங்கள் பல வரிசைகளில் இருந்தும் மண் அரிப்பு காரணமாகச் சாய்ந்து விழும் நிலை அடிக்கடி ஏற்படுகிறது.

ஈ. ஒற்றை அல்லது இரட்டை வேலி நடவுகள் :

வறண்ட மாவட்டங்களில் சிறு விவசாயிகள் தங்கள் நிலங் களின் எல்லைக்கோட்டில் வேலிபோல் பனைகளை நட்டுள்ளனர். இத்தகைய மரங்கள் 1 அல்லது 2மீ. அகலமுள்ள மண் வரப்பு களில் நடப்பட்டுள்ளன. இவ்வரப்புகள் மழை நீரைச் சேமிக்க உதவு கின்றன. வரப்பு வேலியாக நடவு செய்யப்பட்டுள்ள மரங்கள் சாதாரணமாக இரட்டை வரிசையில் காணப்படுகின்றன. அநேக மாக மரத்திற்கு மரம் இடைவெளி மிகக் குறுகலாக இருக்கிறது.

இதனால் மரங்கள் மிக நெருங்கி ஒன்றை ஒன்று தொடும் அளவில் உள்ளன. இந்நிலை வேலியாக, பாதுகாப்பிற்குப் பயன்படுவது மட்டு மன்றிக் காற்றுத் தடையாகவும் உதவுகின்றது. இம்மரங்களின் மொத்த எண்ணிக்கை அதிகமாக உள்ளதால், உடைமையாளர்கள் ஓலை, பனைத் தண்டுகள் மற்றும் நுங்கு போன்ற விளைபொருட் களை அடையமுடிகின்றது இதுமட்டுமன்றி, அடர்ந்த இம்மரங் களின் இலைகள் வறண்ட நிலத்தில் பசுஞ்சோலையாக மாறிப் பல கண்டம் விட்டுக் கண்டம் பெயர்ந்து செல்லும் பறவையினங்களுக்குப் புகலிடமாகின்றன. இத்தகைய மரங்கள் ஒரு 100மீ. நீளத்திற்கு 100 முதல் 300 என்ற எண்ணிக்கையில் உள்ளன.

உ. பல வரிசை முறைப்பட்ட சீரான பயிரிடும் நடவுகள் :

இந்த ஆய்வில், சீரான பயிரிடும் முறையே மிகவும் முக்கிய மானதாகும். ஏனெனில், இம்முறையில்தான் ஏக்கருக்கு எவ்வளவு விளைபொருள் கிடைக்கும் என்பது கணிப்பதற்கு எளிதாகவுள்ளது. இவைகள் அனைத்தும் பல வரிசை நடவு முறைகளே. சில பனந் தோப்புகளில் மரங்கள் ஒரே சீரான வரிசைகளில் குறிப்பிட்ட இடை வெளியில் நடப்பட்டுள்ளன. பல இடங்களில் மரங்கள் சிதறி யுள்ளன. ஒழுங்கான முறையில் நடவு செய்யாமையே இதற்குக் காரணம் எனலாம். ஒழுங்காக நடப்பட்டுள்ள இடங்களில் மரங் களிடையே 2 முதல் 3மீ. இடைவெளி இருக்கிறது.

மேற்கூறப்பட்ட வகைகளைச் சேராமல் சிதறுண்டு கிடக்கும் பனைகள் தமிழ் நாட்டில் ஏராளமாக உள்ளன. இவைகளை நடவு செய்தவர்கள் விவரம் கிடைக்கவில்லை. இம்மரங்கள் பொது இடங் களிலும், புறம்போக்கு நிலங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவைகள் காடுகளின் ஒரு பகுதியாகவும் கருதப்படுவதுண்டு. இயற்கை முறை யில் விதைகள் பரவி இத்தகைய மரங்கள் உண்டாகின்றன.

வளர்ச்சி வகைகள் :

பனைகளின் வளர்ச்சி முறைகள் அவற்றின் இருப்பிடத்தைப் பொருத்ததாகும். சீரான வரிசையில் பயிரிடப்பட்டுள்ள மரங்கள் நேராக வளர்கின்றன. ஆனால், குளக்கரைகளில் பனைகள் வளைந்து வளர்கின்றன மேலும், உயர்ந்த மரங்களின் அருகில் வளர்ந்தாலும் பனைகள் வளையும். சில மரங்கள் அதிசய முறையில் திருகு ஆணி போல் வளர்ந்துள்ளதை டேவிஸ் (1969) அவர்கள் குறிப்பிட்டுள்ளார் கள். இம்மரங்களின் அதிசய வளர்ச்சிக்கு என்ன காரணம் என்று கூற

இயலாது. இதேபோன்று இரண்டு, மூன்று, ஐந்து மற்றும் 25 கிளைகள் கொண்ட பனைகளும் நம் நாட்டில் உள்ளன. இவைகளின் வளர்ச்சி வரலாறு தனித்து ஆராயத்தக்கதாகும்.

பால் விகிதங்கள் :

பனைகளில் ஏக்கருக்கு எவ்வளவு எரியம் கிடைக்கும் என்பதைக் கணக்கிட ஒவ்வொரு தோப்பிலும் எத்தனை பெண் மரங்கள் உள்ளன என்பதைக் கண்டறிய வேண்டும். பனைகள் பூக்கும்போது மட்டுமே இக் கணக்கெடுப்பு செய்ய இயலும். ஆகவே, ஆண்டுக்கு ஒரு முறைதான் இது சாத்தியமாகும். வரிசைக்கிரமமாக நடவு செய்யப்பட்டுள்ள தோட்டங்களில் பெண் பனைகள் 50 முதல் 55 சதம் காணப்பட்டன. சாலையோர நடவுகளில் ஆண் அல்லது பெண் பனைகள் தொடர்ந்து காணப்பட்டன. எனினும், ஒரு நெருங்கிய கூட்டத்தில் பால் விகிதம் எப்போதும் ஆண் மரங்களுக்குச் சாதகமாக இருப்பதில்லை இதனால் பெண் பனைகள் பெருகி, கனிகள் மிகுதியாகக் கிடைக்க வகை ஏற்படுகிறது.

மண்வகையும் பனை நடவும் :

பனை பலதரப்பட்ட நிலங்களிலும், மண் வகைகளிலும் வளர்க்கத்தக்கது. சரளைகள் நிறைந்த மேட்டு நிலங்கள், குன்றுச் சரிவுகள், களிமண் நிலங்கள், மணல் நிறைந்த கடற்கரைகள் போன்ற பல்வகை இடங்களிலும் பனை வளர்கிறது. எல்லாவகை மண்ணிலும் பனைகள் செழித்து வளர்வதைக் காண வியப்பாக உள்ளது.

பனை வேர்கள் 8 முதல் 10 மீட்டருக்கு அதிக ஆழத்திற்குத் தண்ணீரைத் தேடி வளரும் இயல்பின. ஆங்காங்கு விவசாயப் பெருமக்களை விசாரித்து அறிந்ததன் மூலம், பனைகளுக்கு உர மிடும் வழக்கம் எங்கும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. விதைகளை மண்ணில் நட்டுவிட்டால் போதுமானது. இளஞ்செடிகளுக்குச் செய் நேர்த்திகள் தேவையில்லை. ஆண்டுதோறும் பழைய ஓலைகளை வெட்டிவிடல் தவிர வேறு பணிகள் கிடையாது. ஆனால் பல ஊர்களில் மட்டைகள் வெட்டப்படாத மரங்கள் காணப்பட்டன. இத்தகைய மரங்கள் 20-25 அடி உயரம் வரை மட்டைகளால் சூழப்பட்டிருந்தன. ஆனால், பழைய மட்டைகள் யாவும் காய்ந்து விட்டிருந்தன.

ஒரு நிலத்தில் எவ்வளவு ஆழத்தில் நில நீர் உள்ளது என்ற விவரம் எத்தகைய மரங்கள் அவ்விடம் வளரும் என்பதை நிர்ணயம் செய்ய உதவும். நிலநீர் மிக ஆழத்தில் உள்ள பூமிகளிலும் ஒப்புயர்வற்று வளரும் பனைகளின் வெற்றி அவற்றின் அதிகத் திறன் வாய்ந்த வேர்களில் அடங்கியுள்ளது எனலாம். கடற்கரை அருகில் நிலநீர் மிகவும் மேலாகக் காணப்படுகிறது (2 முதல் 3 மீ. ஆழத்தில்). இத்தகைய நிலங்களில் பனையின் வளர்ச்சி மகிழ்வூட்டுவதாக உள்ளது. திருநெல்வேலி மாவட்டத்தில் உள்நாட்டில், மிகவும் வறண்ட நிலத்தில் பனைகள் வளருகின்றன. எனினும், 1975-77 ஆண்டுகளில் மிக நீண்ட வறட்சி ஏற்பட்டபோது, தென்னை உட்பட பல மரங்கள் காய்ந்துபோயினும், பனை மட்டும் பசுமையாக இருந்தது. புரோசோபிஸ் என்ற சீமைக் கருவேலும் இதேபோல் தாக்குப்பிடிக்கும் தன்மை கொண்டதாக இருந்தது. சில மாதங்களில் வீசும் புயல்காற்றுக்குத் தென்னையும் மற்றும் பல மர வகைகளும் பலியானாலும் பனைகள் இதனையும் தாங்கி நிற்கும் வலுவுள்ளன.

பனையின் காய்க்கும் திறன்:

பனையின் அதிகபட்சக் காய்ப்புத் திறன் இடத்துக்கு இடம் மாறுபட்டுள்ளது. கடலுக்கு அருகில் உள்ள பனைகள் ஒப்புநோக்கில் அதிகமான காய்களை ஈனுகின்றன. இதற்கு அதிக நீர்வளம் காரணமாக இருக்கலாம். ஆண் பனைகளைப் பதநீர் இறக்கவும், பெண் பனைகளைக் காய்களுக்காகவும் விட்டுவிடுவது சாதாரணச் செய்முறையாக உள்ளது. பதநீரிலிருந்து வெல்லம், சர்க்கரை, கல்கண்டு முதலிய பொருட்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றைப் பற்றிய விவரங்கள் விரிவாக முன்னரே வெளியிடப்பட்டுள்ளன (நூற்பட்டியலைப் பார்க்கவும் பக்கம் - 173) எனவே, காய்களைப் பற்றி இக்கட்டுரையில் ஆய்வோம். ஆய்வின் முடிவுகளை நோக்கும்போது, வியக்கத்தக்க அளவில், மரத்திற்கு 500 காய்கள் வரை (ஒரு மரத்திற்கு) கிடைக்கின்றன. ஒரு பனைக்கூட்டத்தில் பால் விகிதம் 1 : 1 என்று வைத்துக்கொண்டால் அக்கூட்டத்தின் மொத்தக் காய்ப்பு சுமாராக அக்கூட்டத்தில் உள்ள மொத்த மரங்களின் எண்ணிக்கையில் பாதியில்தான் உள்ளதாகக் கருதலாம். ஒரு வரிசைக்கிரமமான நடவில் 100 முதல் 1600 மரங்கள் (ஓர் ஏக்கருக்கு:ஓர் ஏக்கர் 1240 சதுரமீட்டர்) காணப்படுகின்றன. ஆகவே, இவற்றில் 50 முதல் 800 காய்ப்பு மரங்கள் இருக்கும்.

மாவுப்பொருள் உற்பத்தி :

முந்தய ஆய்வுக்கட்டுரை ஒன்றில் (பத்மநாபன் மற்றும் பலர், 1978) விவரிக்கப்பட்டபடி கிழங்கு போன்று தோற்றமளிக்கும் பனைக் கன்றுகளில் மாவுப்பொருட்கள் அதிகம் உள்ளன. பனங் கொட்டைகளைச் சேகரித்து நடவு செய்தால், இம்முறையில் ஏக்கருக் குக் கிடைக்கும் மாவுப்பொருள் மிக அதிகமாகக் காணும். ஒரு மீட்டர் சதுரத்தில் 144 கொட்டைகளை முளைக்கச் செய்யலாம். ஒவ்வொரு கன்றும் சுமார் 30 கி. மாவுப்பொருளைக் கொடுக்கும். இதன் விவரங்கள் அடுத்து வரும் பகுதியில் காண்க.

விவாதம் (Discussion) :

பொருளாதார முக்கியத்துவம் கொண்ட பனையினத் தாவரங் களில் பனை (*Borassus flabellifer*) தனி இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. வறண்ட மற்றும் நீர்வளம் மிக்க நிலங்களில் சாகுபடி செய்ய ஏற்ற இனம் பனையாகும். தென்னிந்தியாவில் பனைகள் எங்கும் காணப் படுவதால், குளிர்தேசங்களிலிருந்து வரும் பயணிகளின் கவனத்தைக் கவர்கின்றன. தமிழ் நாட்டில் மிக அதிகமான நிலப்பரப்பில் பனைகள் காணப்படுகின்றன. பனைகள் வளரும் மண்ணில் சிறப்பாக எந்தப் பொருளும் இல்லை. எனினும் பனைகள் வறட்சியையும் புயலை யும் தாங்கும் தன்மை பெற்றுள்ளன. பனைகள் தென்னையைவிட மிக உறுதியான தண்டுகள் கொண்டவை. நுங்கு, பதநீர் மற்றும் மாவு செறிந்த கன்றுகள் பனையின் முக்கிய விளைபொருட்கள் பனங்கள் இன்று கிராமங்களில் பிரபலமாக உள்ள மதுவாகும். பனையினின்றும் உணவுப் பொருட்கள் தயாரித்தல் அல்லது எரிசாராயம் தயாரித்தல் மிகுந்த பயனுள்ள தொழிலாக வளர்க்கத்தக்கது.

சாதாரண வழக்கில், ஒரு பயிரின் விளைவை ஏக்கருக்குக் கிலோ கணக்கில் மதிப்பிடுகிறோம். அரிசி, கோதுமை போன்ற உணவுத் தானியங்கள்தான் அதிகமாகப் பயிரிடப்படுகின்றன. ஆகவே, பனையினின்றும் கிடைக்கும் மாவுப்பொருட்களை இவற் றுடன் ஒப்பிடல் தவிர்க்க முடியாததே. எனினும், பனையை ஏக்கர் கணக்கில் தனித்தோட்டங்களாக வளர்த்தல் எதிர்காலத் திட்டங்களில் ஒன்றாக உள்ளது. இந்த ஆய்வின் பயனாக, ஓர் ஏக்கரில் 1000 பனைகள் வளர்க்கும் சாத்தியக்கூறு உள்ளதென்பது தெளிவாகிறது. இதன் வழியாக, எவ்வளவு கனிகள் பெறக்கூடும் என்பதையும், கொட்டைகளிலிருந்து எவ்வளவு நாற்றுகள் உண்டாக்கலாம் என் பதையும், நாற்றுகளிலிருந்து எவ்வளவு மாவுப் பொருளைப் பிரித்

தெடுக்கலாம் என்பதையும் கணக்கிட இயலும். நான்கு கள ஆய்வுகளில் சராசரியாக 8639 கிலோ மாவுப்பொருள் ஓர் ஏக்கர் மரங்களிலிருந்து பெறலாம் என்பது கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. கடற்கரைப் பகுதிகளில் பனைகள் அதிகக் கனிகளைக் கொடுக்கின்றன. மரம் ஒன்றுக்கு 200 கனிகள் கிடைப்பதாலும், ஒரு கனியிலிருந்து ஒவ்வொன்றும் 30 கிராம் மாவுப்பொருள் தரத்தக்க 3 கொட்டைகள் கிடைப்பதாலும் மொத்த மாவுப்பொருள் அதிக அளவில் கிடைக்கும் கீழ்க்கண்ட கணிப்பின் மூலம் இதனை அறியலாம் :

ஒரு கொட்டையினின்றும் நாற்று மூலம் கிடைக்கும் மாவு		30 கிராம்
ஒரு கனி ஈனும் மாவின் அளவு (கனிக்கு 3 கொட்டைகள் வீதம்)	30 × 3 =	90 கிராம்
பெறப்படும் மொத்த அளவு மாவு (200 கனிகள் வீதம்) ...	90 × 200 =	18000 கிராம்
ஒரு மரத்தில் ஏக்கரில் 500 பெண் பனைகளில் கிடைக்கக்கூடும் மாவின் அளவு	18 × 500 =	9000 கிலோ

ஏற்ற பயிர்களுடன் ஒப்பீடு :

பனையின் கிழங்கு நாற்றுகள் வழி கிடைக்கக்கூடும் மாவின் அளவை மற்ற விளைபொருட்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் வியக்கத்தக்க விவரங்கள் கிடைக்கின்றன (பட்டியல் III பார்க்கவும் -பக்கம் 175). சோளம் ஒரு ஹெக்டேரில் 875 கிலோவும், கம்பு 744 கிலோவும், நெல் 2182 கிலோவும், கொடுக்கின்றன. கரும்பிலிருந்து 10,540 கிலோ வெல்லம் கிடைக்கிறது. அதே பரப்பில் பனை 21,338 கிலோ கொடுக்கும். இந்த மதிப்பீடுகள் மிக அதிகமாக இருப்பதில் வியப்பிற்கு இடமில்லை. ஏனெனில், பனைகள் இலைகள் அடர்ந்து அதிக அளவில் ஒவ்வொரு ஆண்டும் சூரிய சக்தியை எரியங்களாக மாற்றுகின்றன.

எதிர்கால வாய்ப்புகள் :

பனைகள் ஏற்கனவே பலரறியும் பயன் தருவதால் அவைகளினின்றும் மற்றுமொரு பொருளை அறிமுகப்படுத்துதல் மிகையாகாது. இப்பொருள்தான் கனிவழி மற்றும் நாற்றுக் கிழங்குகள் வழியாகப் பெறப்படும் மாவுப்பொருள். இம் மாவுப்பொருள் கீழ்க்கண்ட முறையில் உண்டாகிறது :

இலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கை → சர்க்கரைகள்

கொட்டைகளில் என்டோஸ்பர்மில் அடைதல் (நுங்கு) → கனிகளில் சேமிப்பு

என்டோஸ்பர்மில் ஹெமிசெலுலோஸ் ஆதல்	}	முளைக்கும்போது மீண்டும் சர்க்கரைகள்

நாற்றுகளில் மாவுப் பொருளாகச் சேமிப்பு
(பனங்கிழங்கு)

நுங்குகளாக உண்ணும்போது எரியங்கள் முழுமையாகக் கிடைப்பதில்லை. கொட்டைகள் முற்றும்போது முழுமையாக ஹெமிசெலுலோஸ் வடிவில் எரியங்கள் என்டோஸ்பர்மில் அடைகின்றன. எனவே, நுங்குகளாக அறுவடை செய்யாமல் பயனை அடையலாம்.

பட்டியல் I
பனை அறிவியல் இலக்கியம்

இலக்கியத்தின் பெயர்	ஆசிரியர்	வெளியிடுவோர்	குறிப்புகள்
1. பனையும் அதன் பயனும்	கே. சம்பந்தம்	தமிழ்நாடு பனை வெல்லக் கூட்டுறவுக் கழகம்	பனையின் பயன்களைக் கூறும் நூல்
2. பரக்குன்னு பனை ஒத்தித் திட்டம்	டி. ஜேம்ஸ் கே. சம்பந்தம்	,,	பனைவெல்ல உற்பத்தியைப் பெருக்கும் முறைகளைக் கூறும் நூல்
3. பனைத் தொழில் (ஒரு பகுதி ஆங்கிலம்)	கே. சம்பந்தம்	,,	பனைத் தொழிலின் வேலை வாய்ப்பு, வளர்க்கும் நுட்ப முறை மற்றும் பனைத் தொழில்கள் பற்றிக் கூறும் நூல்

பட்டியல் II பனை-களப்புள்ளியியல்

இடமும் பயிரிடும் முறையும்	ஓர் ஏக்கரில் மொத்த மரங்கள்	ஆண் மரங்கள்	பெண் மரங்கள்	ஒரு பெண்மரத்தில் காய்களின் சராசரி எண்ணிக்கை	ஒரு கனியில் சராசரி மாவுப் பொருளின் அளவு (கிராம்)	ஓர் ஏக்கருக்கு மாவுப் பொருளின் மொத்த அளவு (கி.கிராம்)
ஆறுமுகனேரி (சீரான நடவுமுறை)	1000	400	600	200	90	10800
தூத்துக்குடி (சீரான நடவுமுறை)	900	400	500	200	90	9000
ராஜபாளையம் (முறைசாரா வளர்ச்சி)	750	325	525	150	90	5737
ஸ்ரீவில்லிபுத்தூர் (சீரான நடவுமுறை)	820	390	430	200	90	7740

ஓர் ஏக்கருக்குச் சராசரி மாவுப்பொருள் அளவு : 8639 கி கிராம்.

பட்டியல் III

தமிழ் நாட்டில் சில முக்கியப் பயிர்களின் சராசரி விளைச்சல், மொத்த உற்பத்தி மற்றும் பயிரிடப்படும் நில அளவு (*1975-76* ஆண்டறிக்கை)

பயிரின் பெயர்	பயிராகும் நிலப் பரப்பு (ஹெக்டேர் விகிதத்தில்)	உற்பத்தி (1000 டன்கள்)	ஒரு ஹெக்டேரில் சராசரி விளைவு (கி.கிராம்)
1. சோளம்	696	609	875
2. கம்பு	460	342	744
3. கேப்பை	312	473	1520
4. நெல்	2689	5867	2182
5. கரும்பு	155	1633 (வெல்லம்)	10540
6. நிலக்கடலை	1083	1272 தோல் உரித்த கடலைகள்)	1174
7. பனை	—	—	21,338

மேலேகண்ட புள்ளி விவரங்கள் தமிழக அரசு புள்ளிவிவர நெறியாளர், சென்னை, அவர்களால் வெளியிடப்பட்டுள்ள தமிழக அரசின் அடிப்படை விவசாயப் புள்ளிவிவரம் என்ற நூலிலிருந்து எடுக்கப்பட்டன.

4 வேறுபட்ட சூழல்களில் வளரும் பனைகளுக்கான (பட்டியல் II) சராசரிக் கணிப்பு.

மேற்கோள்கள் :

Davis, T.A. 1969. Ramifying and twisting stems of Palmyra palm (**Borassus flabellifer**). Principes 13 : 47-66.

Padmanabhan, D, S. Pushpaveni, M. Gunamani and D. Regupathy, 1978. Seedling tubers of **Borassus** flabellifer. Principles **22** : 119 – 126.

21

சோதனைக் குழாய்ச் செடிகள்*

ஒரு தாவரம் வேர், தண்டு, இலை, மலர் எனும் பல அங்கங்களைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு அங்கமும் தன் அமைப்பிலும், செயலிலும் வேறுபட்டு, அதற்கேற்பப் பலவகையான திசுக்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. திசுக்களும், அவைகளின் பணிக்கேற்ப உள் அமைப்பிலும், செயல்முறையிலும் மாறுபட்ட செல்களால் ஆக்கப் பட்டவை. ஆக்கப்பணி புரியும் செல்கள் அனைத்தும் தம் அமைப் பால், வடிவத்தால், செயல்திறனால் செயல் முறையால் வேறுபட் டாலும், ஒன்றோடொன்று இணைந்து கூட்டுப்பணியாற்றி, பல அங்கங்களும் செடியின் வாழ்விற்குத் தேவையான பல்வேறு செயல் களைப் புரிந்து, எந்தச் சூழ்நிலையிலும் செடி தனக்கென உரிய ஒரு தோற்றத்துடன் வளர உதவுகின்றன

ஒரு திசுத்தொகுதி (explant) அல்லது தாவரத்தின் அங்க அமைப்பில் ஒரு சிறு பகுதியைத் தனியே பிரித்தெடுத்து, சோதனைக் குழாய் அல்லது குடுவைக்குள் சமநிலைத் திட உணவுக் கலவைக்கு மாற்றி, தாய்ச் செடியுடன் எந்தத் தொடர்புமின்றி எளிதில் வளர்க் கவும் முடியும். தணிக்கைக்குட்பட்ட ஒளி அளவு, வெப்பநிலை, ஈரத்தன்மை மற்றும் உணவுப்பொருட்கள் அடங்கிய முற்றிலும் மாறுபட்ட சூழ்நிலையிலும் செல்கள் பிளவு (division) அடைந்து, எண்ணிக்கையில் பெருகி, காலசு (callus) எனப்படும் ஒழுங்கற்ற செல்தொகுப்பை உண்டாக்குகின்றன. இத்தொகுப்பின் செல்களை அல்லது செல் சேர்க்கையை (Cell cluster) மறுபடியும் புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட திடஉணவுக் கலவைக்கு மாற்றுவதன் மூலம் எண்ணற்ற திசுத் தொகுப்புக்களைப் பெற முடியும். உதிரும் தன் மையுடைய 'காலசு' திசுவை, திரவ உணவுக் கலவைக்கு மாற்றி,

---

*டாக்டர் சூ. சினி, பயிரியல் பிரிவு, உயிரியற் புலம், மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

அசைவு (shaking) ஏற்படுத்துவதன் மூலம் தனித்தனிச் செல்களை யும் (isolated cells) அல்லது செல் சேர்க்கைகளையும் அடையமுடி யும். இத்தகைய செல்களிலிருந்தும் செல் சேர்க்கைகளிலிருந்தும், திசுத் தொகுப்புகளிலிருந்தும் மற்றும் தாவர அங்கங்களிலிருந்து புதி தாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல்களிலிருந்தும், அவை வளர்வதற் குத் தேவையான உணவுக் கலவையில் தக்க மாற்றங்களை ஏற் படுத்துவதன் மூலம் வேர்ப்பகுதி மற்றும் தண்டுப்பகுதி முதலியன தோன்றி, புதிய பல இளஞ்செடிகளைப் பெற வாய்ப்புள்ளது. இவ் வாறு விதையில்லாமல், தாவரங்களின் செல்களையும், திசுக்களை யும் கொண்டே தாய்ச்செடியைப் போன்றே அல்லது முற்றிலும் மாறுபட்ட பல செடிகளைச் சோதனைக் குழாயினுள் உண்டாக்கும் இம்முறையைப் பற்றி விவரிப்பதே இக்கட்டுரையின் நோக்கமாகும்.

தாவரச் செல்லின் முழு ஆக்கச் செயல்திறன் (Totipotency of the plant cell) :

தாவரச் செல்லின் முழு ஆக்கச் செயல்திறனைக் கண்டு பிடித்தது தாவர இயல் வளர்ச்சிப் பிரிவில் (Developmental Botany) ஒரு முக்கியமான அம்சமாகும். தாவரத்தின் ஒவ்வொரு செல்லும், மரபு இயல்திறன் கொண்டு, ஒரு செடியைக் கொடுக்கும் வல்லமையைப் பெற்றுள்ளதையே இந்த முழு ஆக்கச் செயல்திறன் குறிக்கிறது. விலங்கினச் செல்களுக்கு இல்லாமல், தாவரச் செல்களுக்கு மட்டுமே உரிய சிறப்பு இயல்பு இதுவாகும். இதனை, 1958 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவிலுள்ள கார்னல் பல்கலைக்கழகத்திலிருந்த பேராசிரியர் ஸ்டீவர்டும் அவருடைய துணை ஆய்வாளர்களும் கண்டுபிடித்தனர். இவர்கள் முதலில் தேங்காய் நீர் உள்அடங்கிய திடஉணவுக் கலவையைப் பயன்படுத்தி, கேரட் செடியின் வேர்ப்பகுதியிலுள்ள சல்லடைக் குழாய்ச் செல்களிலிருந்து (Phloem cells) ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்பை எழுப்பி, பின் அதைத் திரவ அசைவு உணவுக் கலவைக்கு மாற்றித் தனிச் செல்களையும், செல் சேர்க்கைகளை (cell aggregates) யும் உண்டாக்கினார்கள். பிரித்து எடுக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு தனிச் செல்லும், உணவுக் கலவையிலுள்ள வளர்ச்சி ஊக்கிகளைத் (hormones) தக்கவாறு மாற்றி ஊக்குவிப்பதன் மூலம், ஓர் இளம் கேரட் செடி யைக் கொடுக்கும் தன்மையுடையது என்று பின்னர் நிருபணம் செய்தார்கள். இவ்வரிய கண்டுபிடிப்பிற்குப் பிறகு பல ஆராய்ச்சி யாளர்கள் கேரட் மட்டுமன்றி மற்றும் பல செடிகளிலும், ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்பிலிருந்தும், இத்தொகுப்பிலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்

பட்ட தனிச் செல்களிலிருந்தும், இத்தொகுப்பன்றி தண்டு, இலை போன்ற தாவர அங்கங்களிலிருந்து புதிதாகப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல்களிலிருந்தும். இச்செல்களிலிருந்து செல்சுவர் (Cell wall) நீக்கப்பட்டவுடன் உண்டாகும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளிலிருந்தும் (Protoplasts) முழுச் செடிகளை உண்டாக்கும் முறைகளை வரையறுத்துள்ளார்கள். இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட சோதனைக் குழாய்ச் செடிகளைத் தொட்டிகளுக்கோ அல்லது நிலத்திற்கோ மாற்றி மற்ற செடிகளைப்போல வளர்க்கலாம். பல்வேறு வகையான செல்களிலிருந்து செடிகளை உண்டாக்கும் முறையைக் காட்டி, தாவரச் செல்களின் முழு ஆக்கச் செயல்திறனை வரைபடம் 1 (பக்கம் 188 காண்க) விளக்கும்.

செயற்கை உணவுக் கலவைகள் :

தாவரத்தின் திசுக்கள், பிரித்து எடுக்கப்பட்ட செல்கள், மற்றும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளின் வளர்ச்சிக்கு சரிவிகித உணவுக் கலவை மிகவும் இன்றியமையாதது. சிற்சில மாற்றங்களுடன், செடிகளின் தேவைக்கேற்ப பல கலவை முறைகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. பொதுவாக எல்லாக் கலவைகளிலும் தாது உப்புக்கள், வைட்டமின்கள், சர்க்கரை மற்றும் வளர் ஊக்கிகள் போன்றவை உள்ளடங்கியுள்ளன. இக்கலவைகளின், வளர் ஊக்கிகளின் விகிதம், ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்புகளை உண்டாக்குதல், குறிப்பிட்ட மாறுபட்ட (differentiated) செல்களை உண்டாக்குதல் மற்றும் ஒழுங்கான வேர் அல்லது தண்டுப்பகுதிகளைத் தோற்றுவித்தல் எனும் ஆராய்ச்சியாளரது நோக்கத்திற்கிணங்க வேறுபடும். செடிகளின் திசுக்களை வளர்ப்பதற்குப் பொதுவாக எல்லோராலும் விரும்பப்படும் முராஸிகி-ஸ்கூக் (Murashige and Skoog, 1962) உணவுக் கலவை இலைகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் ரோஸினி (Rossini, 1972) உணவுக் கலவை செல்களிலிருந்து பெறப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை வளர்க்க உதவும் நகடா-டகபி (Nagate and Takebe 1971) உணவுக் கலவை விகிதங்கள் அட்டவணையில் (பக்கம் 186) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தாவர அங்கம், திசுக்கள், செல்கள் மற்றும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளின் வளர்ப்பு முறை :

பொதுவாக, திசுவளர்ப்பு (Tissue culture) என்பது தாவர அங்கம் (Organ), திசுக்கள், செல்கள் மற்றும் புரோட்டோபிளாஸ்ட் முதலியனவற்றை வளர்க்கும் முறைகளைக் குறிக்கும். இம்முறைகள் தனித் தனியே சுருக்கமாகக் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

அ. தாவர அங்க வளர்ப்பு முறை (Plant Organ Culture) :

பணிகளில் வேறுபட்டு விளங்கும் தாவர உறுப்புக்களைப் பிரித்தெடுத்து, தகுந்த உணவுக் கலவைக்கு மாற்றி நாம் செய்ய விரும்பும் பரிசோதனைக்குப் பயன்படும் வண்ணம் ஏராளமான செல் களையும் அல்லது இவ்வங்கங்களிலிருந்து புதிய செடிகளையும் உண்டாக்க இயலும். இவ்வுறுப்புக்களானவை சூல்களாகவோ (Ovule) முளைகளாகவோ (embryo), மகரந்தப்பையாகவோ (anther) அல்லது மலர் மொட்டாகவோ இருக்கலாம் எடுத்துக்காட்டாக, சுமார் இரண்டு மாத வயதுள்ள பருத்திச் செடிகளிலிருந்து பூக் களையோ அல்லது மொட்டுக்களையோ பிரித்து, அவைகளின் சூல் களிலிருந்து (ovary) கருவுற்ற அல்லது கருவுறாத சூல்களைப் பிரித் தெடுத்து உணவுக் கலவையில் வளர்த்துப் பருத்தி இழைகளையோ (cotton fibres) முளைகளையோ, அல்லது செடிகளைக் கொடுக்க வல்ல செல் தொகுப்பையோ நம் விருப்பத்திற்கேற்ப உண்டாக்க முடியும். இம்முறையைப் பின்பற்றி பருத்தி இழைகள் உண்டாகும் செயல்இயல் (Physiology) பற்றி நன்றாகத் தணிக்கை செய்யப் பட்ட நிலையில் (controlled conditions) ஆராயலாம் இதுபோன்று முளை வளர்ப்பின்போது (embryo culture) பயன்படுத்தப்படும் முளையின் அளவைப் (size) பொறுத்தும். உணவுக் கலவையின் தன்மையைப் பொறுத்தும், முளையானது சிறிது விரிவடையவோ வளர்ச்சியடைந்த முளையிலிருந்து நேரடியாகச் செடிகளைப் பெற வோ அல்லது செடிகளை உண்டாக்கக்கூடிய ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்பைப் பெறவோ முடியும் (வரைபடம் 2 - பக்கம் 189).

1964-67 ஆண்டுகளில் டில்லிப் பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த பேராசிரியர் மகேஸ்வரியும் அவருடைய துணை ஆய்வாளர் குகாவும் ஊமத்தைச் செடியின் (Datura innoxia) மகரந்தப்பையைத் தகுந்த உணவுக் கலவையில் வளர்ப்பதன் மூலம் புது ஊமத்தைச் செடி களை உருவாக்கமுடியுமென்பதைக் கண்டுபிடித்தனர் பூ மொட்டு களில் இருத்து எடுக்கப்பட்ட வளர்ச்சிபெறாத மகரந்தப்பைகளைப் பிரித்தெடுத்துத் திட உணவுக் கலவையில் வளர்த்தால், ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்போ (callus) அல்லது முளைத் தொகுப்போ (embryoids) உருவாகும். இவைகள் மகரந்தப்பையில் உள்ள வளர்ச்சியடையாத ஒரு கரு கொண்ட (uninucleate) மகரந்த மணிகளிலிருந்து (pollar grains) உண்டாகின்றன. இவ்வாறு உண்டான ஒழுங்கற்ற திசுத் தொகுப்பும், முளைத் தொகுப்பும் இளஞ்செடிகளை உருவாக்கும் திறன் கொண்டவை.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பாக சங்வன் (Sangwan, 1975) என்ற பிரெஞ்சு நாட்டு ஆய்வாளர், பெட்டூனியா (Petunia) என்ற செடியில் மகரந்தப்பைகளன்றி, தனித்து எடுக்கப்பட்ட மகரந்த மணிகளிலிருந்தே செடிகளை உண்டாக்க இயலுமென்பதை நிரூபணம் செய்துள்ளார். மகரந்த மணிகள் மற்ற அங்கச் செல்களைப் (somatic cells) போலல்லாமல், ஒரு தொகுதி குரோமோசோம்களை (one set of chromosomes) மட்டும் கொண்டிருப்பதால், அவைகளிலிருந்தும், பொதுவாக மகரந்தப்பை வளர்ப்பு முறையில் உண்டாகும் செடிகளும் இக்குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு பங்கு குரோமோசோம்களைக் கொண்ட மறுதோற்றுவிப்புச் செடிகள் (regenarants) ஊமத்தை, நெல், புகையிலை, தக்காளி, பெட்டூனியா போன்ற தாவரங்களில் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆ. திசு மற்றும் செல் வளர்ப்பு முறைகள்:

ஏற்கனவே கூறப்பட்டதுபோல் தாவரங்களிலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்ட தனித்த செல்களையோ அல்லது பல செல்களைக் கொண்ட ஒரு திசுத் தொகுதியையோ திட அல்லது திரவ உணவுக் கலவையில் எளிதில் வளர்க்கலாம். உணவுக் கலவையில் உள்ள வளர் ஊக்கிகளைப் பொறுத்து அவை வளர்ந்து எண்ணிக்கையில் பெருகிச் செல்களாகவும் செல் சேர்க்கைகளாகவும் ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்புகளாகவும் உருமாற்றம் அடைந்து சாற்றுக் குழாய் போன்ற செல்களாகவும், அல்லது வேர்ப்பகுதி, தண்டுப்பகுதி முதலியன தோன்றிப் பின் முழுச் செடிகளாகவும் மாறும் (வரைபடம் 1).

ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்புகள் இருவகைப்படும். அவை, செல்களாக உதிர்பவை (friable), செல்களாக உதிராதவை (non friable) என்பனவாகும். உதிரும் தன்மையுடைய செல் தொகுப்புக்கள் நிலக்கடலை, ஏசர் (Acer) மற்றும் சீனப்போடியம் (Chenopodium), ஸ்பினச் (Spinach) போன்ற கீரை வகைகளிலும் எளிதில் உண்டாகும். மேலும் நிலக்கடலை, ஐபோமியா (Ipomaea), கேலிஸ்டிஜியா (Calystegia), அஸ்பராகஸ் (Asparagus), ஜினியா (Zinnia) போன்ற செடிகளின் இலைகளிலிருந்து தனிக்கப்பட்ட செல்களைத் தகுந்த திரவ உணவுக் கலவையில் வளர்த்தால் அவை பிளந்து, எண்ணிக்கையில் பெருகும் தன்மையுடையன எனப் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டு பிடித்துள்ளனர்.

பொதுவாக, செடியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட முதல் திசுத் தொகுதி

யிலிருந்து (primary explant) இளஞ்செடி தோற்றுவாயைத் தூண்டும் பொழுது முதலில் ஒழுங்கற்ற செல் தொகுப்பும் பின்னர் தண்டு, வேர்ப்பகுதிகளும் உண்டாகின்றன (புகைப்படம் 1 - பக்கம் 191 காண்க) திரவ உணவுக் கலவையில் வளர்க்கப்பட்ட செல்கள் கார்பன்-நைட்ரஜன் தன்மயமாதல், ஒளிச்சேர்கை, புரதம் தயாரித்தல், செல் அமைப்பு உறுமாற்றம், செல்சுவர் தயாரித்தல் போன்று பல தாவரச் செயல் முறைகளைப் பற்றி ஆராயப் பெரிதும் பயன் படுகின்றன.

இ புரோட்டோபிளாஸ்ட் வளர்ப்பு முறை :

பொதுவாக செல் சுவர் (cell wall) நீக்கப்பட்ட தாவர செல்லே புரோட்டோபிளாஸ்ட் என அழைக்கப்படுகிறது. தாவரச் செல்களின் சுவர் பெரிதளவு செல்லுலோஸ் (cellulose), குறைவான அளவு ஹெமி செல்லுலோஸ் (hemicellulose) மற்றும் பெக்டின் ஆகிய பொருட்களால் ஆக்கப்பட்டது. இங்கிலாந்து நாட்டில், நாட்டிங்காம் பல்கலைக்கழகத்திலுள்ள பேராசிரியர் எட்வர்ட் காக்கிங் (cocking, 1972) என்பவரின் ஆராய்ச்சியின் பயனாக, இச் செல் சுவரை, காளான் வகையிலிருந்து பெறப்பட்ட நொதிகளால் (enzymes) கரைத்து புரோட்டோபிளாசத்தைத் தனித்து எடுக்கலாம் எனத் தெரியவருகிறது. செடிகளில் இருந்து பிரிக்கப்பட்ட செல் களையோ அல்லது சிறு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்ட இலை, தண்டு, வேர்ப்பகுதிகளையோ நொதிக்கலவையில், இரண்டிலிருந்து எட்டுமணி நேரம் வைத்திருந்தால் செல் சுவர் கரைந்து புரேட்டோ பிளாஸ்டுகளைப் பெறலாம். ஆராய்ச்சியாளர்களால் பயன்படுத்தப் படும் நொதிக்கலவைகளில் பொதுவாக, சார்பிடால், மக்னீசியம் குளோரைடு, மற்றும் ஓரிரு உப்புகளும், பெக்டினேஸ், செல்லுலோஸ் போன்ற நொதிகளும் உள்ளன.

தனித்து எடுக்கப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை அட்ட வணையில் குறிப்பிடப்பட்ட நகடா-டகபி உணவுக் கலவைக்கோ அல்லது பொருத்தமான மற்றொரு உணவுக் கலவைக்கோ மாற்றி வளர்க்கலாம். வளரும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகள் முதலில் செல் சுவரை உண்டாக்கி பின் செல் பகுப்பு (cell division) அடைந்து செல் தொகுதிகளை (cell colonies) உண்டாக்குகின்றன. இச் செல் தொகுதிகளைத் தகுந்த வளர்ச்சி ஊக்கிகள் கொண்ட உணவுக் கலவைக்கு மாற்றி இளஞ்செடிகளை எளிதில் உண்டாக்கலாம்.

அங்க செல் இணைப்பும் கலப்பினச் செடிகள் உண்டாதலும்:

தாவரத்தின் அங்க செல்களிலிருந்து (somatic cells) உண்டாகும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகள், செல் சுவர் இல்லாததால், ஒன்றோடொன்று இணையும் இயல்புடையனவாகும். அதிக இணைப்பு விகிதம் (high frequency) பெற இணைப்புக் கலவையில் பாலி எதிலின் கிளைக்கால் (polyethylene-glycol), சோடியம் நைட்ரேட், கால்சியம் குளோரைடு போன்ற இரசாயனப் பொருட்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும் (காவோ-மைக்கேலுக், 1974). இத்தகைய இணைப்பைத் தூண்டும் இரசாயனப் பொருட்களால், இரண்டு இனவேறுபாடு கொண்ட செடிகளிலிருந்து பெறப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்டுகளைக்கூட இணைக்க முடியும். இணைப்பின்போது முதலில் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளின் வெளியுறைகள் (membranes) இணைந்து, பின்னர் சைட்டோபிளாசமும் கறக்கின்றது. பல சந்தர்ப்பங்களில் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளின் உட்கருக்களும் (nuclei) இணைந்து கலப்பினக் கருவை (hybrid nucleus) உண்டாக்குகின்றன இணையும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளின் செயல் நிலையைப் பொறுத்து, ஏதாவது ஒரு உட்கரு (உட்கருவின் குரோமோசோம்கள்) அழிய நேரிடும். இந்நிலையில் 'சைப்ரிட்' (cybrid) செல்கள் உண்டாகின்றன. சைப்ரிட் செல் என்பது கலப்பின சைட்டோபிளாசத்தையும், இணையும் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளில் ஏதாவது ஒன்றின் உட்கருவையும் கொண்டுள்ள செல்லாகும். மற்றபடி புரோட்டோபிளாஸ்ட் இணைப்பால் உண்டான கலப்பினக் கருவையும், கலப்பின சைட்டோபிளாசத்தையும் கொண்ட செல்லுக்குக் கலப்பினச் செல் (hybrid cell) என்று பெயர். கலப்பினச் செல்களிலிருந்து, கலப்பினச் செடிகளை (hybrid plants) உண்டாக்க முடியும். இவ்வாறு அங்கச் செல்களை இணைத்து, கலப்பினச் செடிகளை உருவாக்கும் முறை, வழக்கமாக உயிரணுக்களைச் (germ cell) சேர்த்து, கலப்பினச் செடிகளை உண்டாக்கும் முறையை விட முற்றிலும் மாடுபட்டது; புதுமையானது. ஆய்வுக்கூடத்தில் இரு வேறுபட்ட செடிகளின் இலைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட புரோட்டோபிளாஸ்டுகளை இணைத்துக் கலப்பினச் செடிகளை உண்டாக்கும் முறையினை வரைபடம் 3 (பக்கம் 190 காண்க) விளக்கிக் காட்டுகிறது.

கடந்த சில ஆண்டுகளில் நடந்த ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட அங்கச் செல் கலப்பினச் செடிகளில் சிலவற்றின்

பெயர்களும் அவைகளைத் தோற்றுவித்த ஆய்வாளர்களின் பெயர் களும் பின்வருமாறு :

பெட்டூனியா செடி வகைக்குள் :

Petunia hybrida x Petunia Parodii
J. B power, E. M. Frearson, C. Hayward and E. C Cocking 1975

Petunia hybrida x Petunia axillaris, S Izhar and J. B. Power, 1979

புகையிலைச் செடி வகைக்குள் :

Nicotiana glauca x Nicotiana langsdorffii
P.S. Carlson, H.H. Smith and R D Dearing, 1972

Nicotiana tabacum x Nicotiana sylvestris
G. Melchers, 1977
A. Zelcer, D. Aviv and E. Galun, 1978

Nicotiana sylvestris x Nicotiana knightiana
P. Maliga, G. Lazar, F. Joo, A.H. Nagy and L. Menzel, 19/7

Nicotiana tabacum x Nicotiana Knightiana
P. Maliga, Z R Kiss, A H Nagy and G. Lazar, 1978

Nicotiana tabacum x Nicotiana glauca
D. A. Evans, L R. Wetler and O L. Gamborg, 1980

Nicotiana tabucum x Nicotiana rustica
G. C. Douglas, W. A. Keller and G. Setlerfield, 1981

ஊமத்தைச் செடி வகைக்குள் :

Datura innoxia x Datura discolor }
Datura innoxia x Datura stramonium } O. Schieder, 1978

மற்ற முற்றிலும் வேறுபட்ட செடி வகைக்குள் :

Solanum tuberosum x Lycopersicon esculentum
(உருளை) (தக்காளி)
G. Melchers, M. D. Sacristan and A. A. Holder, 1978

Datura innoxia x Atropa Belladona
G. Krumpiegel and G. Schieder, 1979

Arabidopsis thaliana x Brassica Campestris
Y. Y. Gleba and F. Hoffmann, 1980

சோதனைக் குழாய்ச் செடி வளர்ப்பின் பயன்கள் :

1. பால் இனப்பெருக்க முறையில் சில தாவரங்களில் உயிரணுக்களில் சேர்க்கை நடைபெறுவது இல்லை. இன்னும் சில தாவரங்களில் இச்சேர்க்கை நடைபெறினும், பிற்பட்ட கருவளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. இதுபோன்ற முறைசேரா அணுக்கலப்புத் தன்மையை (incompatibility) அங்க இணைப்பு மூலமும், முளைவளர்ப்பு (embryo culture) மூலமும் நீக்க முடியும்.

2. மலர்களுக்காக வளர்க்கப்படும் ஆர்கிடு (Orchid) போன்ற அரிய செடிகளையும், ஸ்டிராபெரி (Strawberry) போன்ற கனி தரும் செடிகளையும், 'எலைட்' தேக்கு போன்ற முக்கியமான மரங்களை யும் சோதனைக் குழாய்ச் செடி வளர்ப்பு மூலம் குறுகிய காலத்தில் அதிக எண்ணிக்கையில் பெற முடியும். இவ்வாறு ஆர்கிடு செடிகளைச் சிங்கப்பூரிலுள்ள 'Multi-corporation' நிறுவனமும், ஸ்டிராபெரியை இங்கிலாந்திலுள்ள 'Flow Laboratories' ம், அதிக அளவில் உற் பத்தி செய்து அன்னியச் செலாவணியைப் பெற்றுத் தருகின்றன. சிங்கப்பூரைப் போன்று நல்ல தட்ப வெப்ப நிலை உள்ள கேரள மாநிலத்திலும் அதிக அளவில் திசு வளர்ச்சி மூலம் ஆர்கிடுகளை உண்டாக்கலாம். விலைமதிப்பற்ற தேக்கு மரங்களைத் திசுவளர்ப்பு மூலம் உண்டாக்கும் முறையினை, பூனாவில் தேசிய வேதியல் சோதனைச்சாலையில் பணியாற்றும் பேராசிரியர் ஜெகந்நாதனும், அவருடைய துணை ஆய்வாளர்களும் கண்டுபிடித்துள்ளனர். இது போன்று மலேசியாவிலுள்ள 'Uni-pamol' என்ற நிறுவனம் பனை எண்ணெய் (palm oil) தயாரிக்கப் பயன்படும் எண்ணெய்ப் பனை களை அதிக அளவில் உண்டாக்குகின்றது

3. மரச்சீனிக் கிழங்கு, தக்காளி போன்ற மிக முக்கியமான செடிகள் வைரஸால் உண்டாகும் ஒருவகையான படர்நோயால் (mosaic disease) தாக்கப்பட்டிருந்தாலும், இச்செடிகளின் தண்டின் வளரும் நுனிப்பகுதியை (merissem tip) இவ்வைரஸ் தாக்குவதில்லை. இப்பகுதியினைப் பிரித்து திசுவளர்ப்பு முறை மூலம் வைரஸ் நோயற்ற செடிகளை உண்டாக்க முடியம். இவ்வகையான சோதனைக் குழாய்ச் செடிகளை வெளிநாட்டிற்கு அனுப்பும்போது, செடிகளின் தணிக்கை முறைகள் (plant quaradtine measures) இவற்றைக் கட்டுப் படுத்தாது.

4. பொதுவாகச் செடிகள் கிருமிகளினால் தாக்கப்பட்டு அவைகள் உன்டாக்கும் நச்சுப் பொருட்களால் (toxins) பாதிக்கப்

படுகின்றன. இந்த நச்சுப் பொருட்களையோ அல்லது நச்சு மாற்றுப் பொருட்களையோ (toxin analogs) உணவுக் கலவையில் உள்ளடக்கித் திசுக்களை அல்லது செல்களை வளர்த்தால், சில செல்கள் நச்சு எதிர்ப்புத் தன்மையைப் பெறுகின்றன. இத்தகைய செல்களிலிருந்து நச்சு எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்ட செடிகளை உண்டாக்கலாம். இம் முறையைக் கையாண்டு புகையிலையைத் தாக்கும் 'Wild fire disease' என்ற நோய்க்கு எதிர்ப்புத் தன்மை கொண்ட புகையிலைச் செடிகளைத் தற்போது மிச்சிகன் பல்கலைக்கழகத்தில் ஆராய்ச்சி செய்யும் பேராசிரியர் பீட்டர் கார்ல்ஸன் என்பவர் தோற்றுவித்துள்ளார்.

5. மூலிகைச் செடியிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு உணவுக் கலவையில் வளரும் செல்களும், திசுக்களும் தாய்ச்செடி போன்று மருந்துப் பொருட்களை உண்டாக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளதால், இவ்வளர்ப்பு மூலம் பல மருந்துப் பொருட்களைப் பெற வாய்ப்புள்ளது.

6. சோதனைக் குழாய் மூலம் உருவாக்கப்படும் ஒரு தொகுதி குரோமோசோம்களைக் கொண்ட செடிகள் (haploids), புதுவகைப் பயிர்களை உண்டாக்கும் ஆய்வாளர்களுக்கு (plant breeders) பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

7. அங்கச் செல் இணைப்பு முறையைக் கையாண்டு, இயற்கையில் தற்போது இல்லாத புதிய தாவர வகைகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். இரு செடிகளில் காணப்படும் சிறப்பியல்புகளையும் ஒன்று சேர்த்து, இவ்வங்கக் கலப்பினச் செடிகளில் பெற வழியுண்டு.

அட்டவணை :

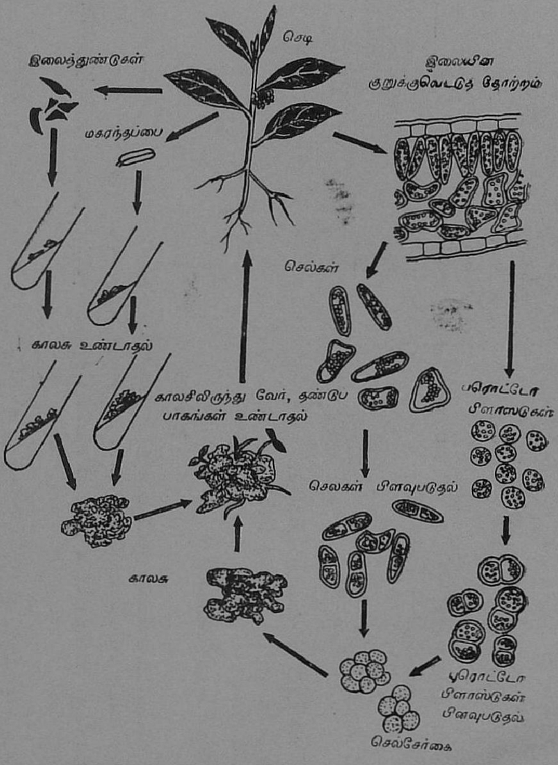
தாவரத் திசுக்களையும், இலையிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட செல்களையும், செல் புரோட்டோபிளாஸ்டுகளையும் வளர்க்கப் பயன்படும் மூன்று உணவுக் கலவைகள்

இரசாயனப் பொருட்கள்	முராஸிகி-ஸ்கூக் (1962)	ரோசலின் (1972)	நகடா-டகபி (1971)
அமோனியம் நைட்ரேட்	1650.0	725.0	825.0
பொட்டாசியம் நைட்ரேட்	1900.0	950.0	950.0
கால்சியம் குளோரைடு ($CaCl_2.2H_2O$)	440.0	169.0	220.0
மக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4.\ 7H_2O$)	370.0	178.0	1233.0
பொட்டாசியம் பாஸ்பேட் (KH_2PO_4)	170.0	69 0	630.0
சோடியம் டை அமினோ டெட்ரா அசிடிக் அமிலம்	37.35	18.6	37.3
(Na_2 EDTA)	27.85	13.9	27.8
பெரஸ் சல்பேட் ($FeSo_4.\ 7H_2O$)	6.2	5.0	6.2
போரிக் அமிலம் (H_3BO_3)	22.3	12.5	22.3
மாங்கனீசு சல்பேட் ($MnSO_4.\ 4H_2O$)	0.83	—	0.83
பொட்டாசியம் அயோடைடு	0.25	0.125	0.25
சோடியம் மாலிப்டேட் ($Na_2MoO_4.\ 2H_2O$)	0.025	0.0125	0.025
காப்பர் சல்பேட் ($CuSO_4.\ 5H_2O$)	—	—	0.03
கோபால்ட் சல்பேட் ($CoSO_4.\ 7H_2O$)	0.025	—	—

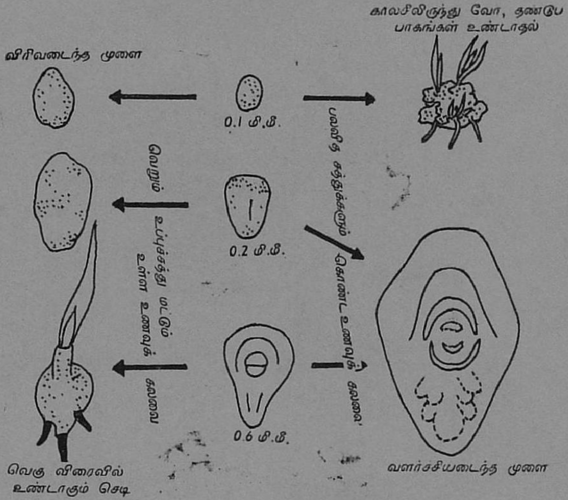
கோபால்ட் குளோரைடு ($CoCl_2 . 6H_2O$)	8.6	5.0	8.6
சிங் சல்பேட் ($ZnSO_4 . 4H_2O$	100.0	100.0	100.0
மீசோ-இனாசிடால் (meso-inositol)	0.1	0.5	1.0
தயமின் ஹைடிரோகுளோரைடு	0.5	5.0	—
நிகோடினிக் அமிலம் ((Nicotinic acid)	0.5	0.5	—
பைரிடாக்சின் ஹைடிரோகுளோரைடு	—	0.05	—
பயாடின்	—	0.5	—
போலிக் அமிலம் (Folic acid)	2.0	2.0	—
கிளைசின்	—	—	3.0
நாப்தலின் அசிடிக் அமிலம் (Naphthalene acetic acid)			
2,4-டை குளோரோ பினாக்சி அசிடிக் அமிலம் 2,4-dichlorophenoxy acetic acid)	—	1.0	—
6-பெனசைல் அடினைன்) 6-benzyladenine)	—*	0.1	1.0
சர்க்கரை	2.3%	1%	1%

*முராஸிகி-ஸ்கூக் உணவுக் கலவையில், திசுக்களில் நாம் வேண்டும் மாற்றத்திற்கேற்ப இன்டோல் அசிடிக் அமிலம் (3-indole acetic acid), 6-பென்சைல் அடினைன் ஆகியவற்றின் அளவு மாறுபடும்.

திட உணவுக் கலவைக்கு, பொதுவாக 0.8 – 1.2 சதவிகித அகார் அகார் (Agar agar) சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.



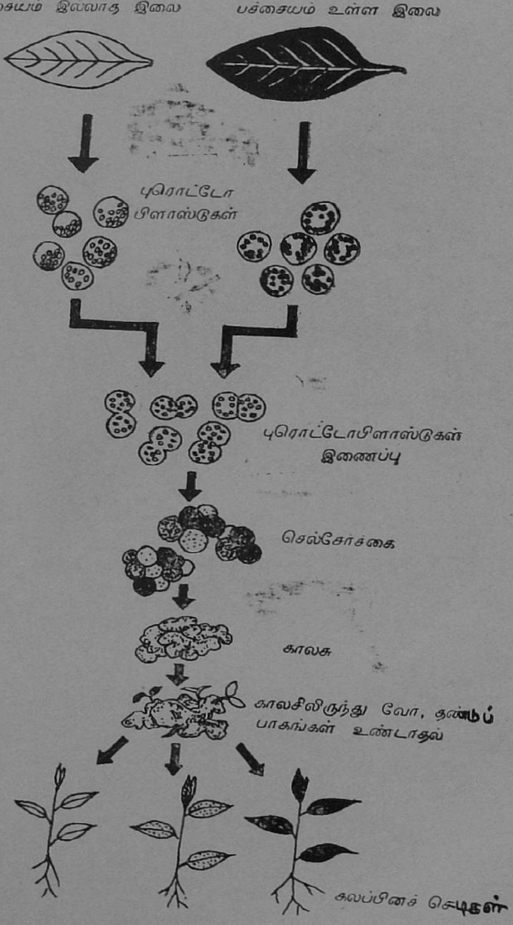
வரைபடம் I தாவர செல்லின் முழு ஆக்கச் செயல்திறன்



வரைபடம் 2
பார்லி செடியின் முளையின் (**Embryo**) அளவிற்கேற்ப
வெவ்வேறு விதமான மாற்றங்கள் உண்டாதல்

வரைபடம் 3

அங்க செல்களின் இணைப்பும் கலப்பினச் செடிகள் உண்டாதலும்

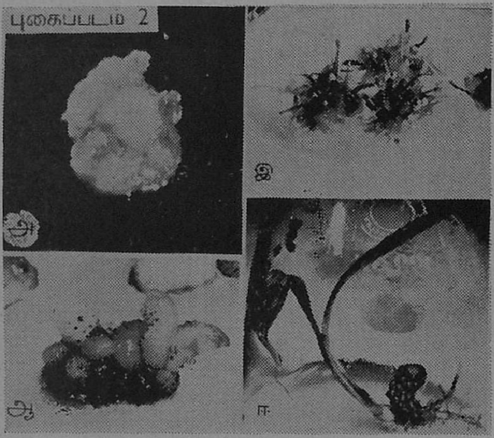


புகைப்படம் I

(அ-ஆ): புகையிலைச் செடியின் இலைத்துண்டுகளி லிருந்து காலசு உண்டாதலும், காலசிலிருந்து இளஞ் செடிகள் உண்டாதலும்

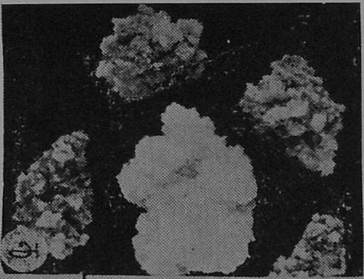
(இ-ஈ): டிரசீனா (Dracaena) செடியின் தண்டுப் பகுதியி லிருந்து பெறப்பட்ட காலசும், காலசிலிருந்து இளஞ்செடி கள் உண்டாதலும்

(உ-ஊ): தக்காளியின் விதையிலிருந்து பெறப்பட்ட காலசும், காலசிலிருந்து உண்டான இளஞ்செடிகளும்

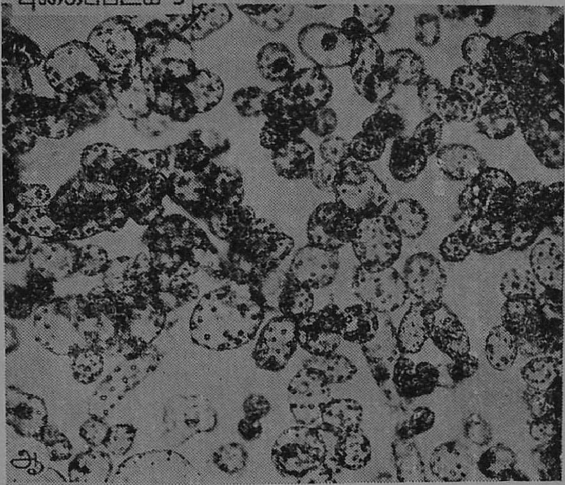


எண்ணெய்ப் பனையின் திசுவளர்ப்பு

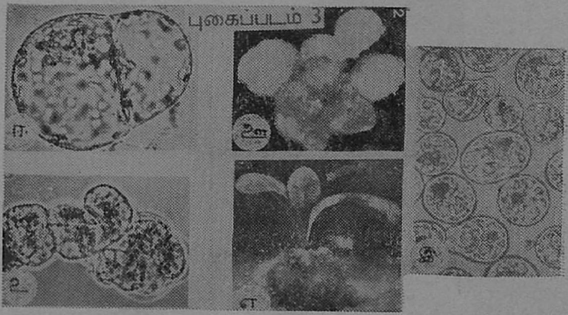
அ-தண்டுப பகுதியிலிருநது உண்டான காலசு திசு
ஆ-காலசிலிருந்து உண்டான முளைத்திசுத் தொகுப்புக்கள் (Embryoids)
இ-காலசிலிருந்து வேர்ப்பகுதியும் தண்டுப்பகுதியும் தோன்றுதல்
ஈ-இளஞ்செடி உண்டாதல்



புகைப்படம் 3



(அ-ஆ) : நிலக்கடலைச் செடியின் இலைத் துண்டுகளிலிருந்து பெறப்பட்ட காலசு திசுக் களும், காலசு திசுவிலிருந்து பிரிவுபட்டு திரவ உணவுக் கலவையில் வளரும் செடிகளும்



(இ-உ): பெட்டுனியா செடியின் இலையின் செல்களிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட புரொட்டோபிளாஸ்டு-களும், புரொட்டோபிளாஸ்டின் பிரிவு நிலையும், செல் சேர்க்கை உண்டாதலும்

(ஊ-எ): செல் சேர்க்கையிலிருந்து உண்டான காலசும், காலசிலிருந்து உண்டான செடியும்

22

இரால் மீன் வளர்ப்பின் தேவையும் குஞ்சு வளர்ப்பும் *

முன்னுரை :

இரால் மீன்கள் கணுக்காலி இனத்தைச் சேர்ந்தவை. தோற்றத்தில் பூச்சிகளை ஒத்திருக்கும் இவைகளைக் கடல் வாழ் பூச்சிகள் என்றும் அழைக்கலாம். நண்டு, சிங்கி போன்ற விலங்குகளுடன் சேர்ந்த இந்த இரால்களுக்கு, கடந்த 15 ஆண்டுகளாக வெளிநாடுகளில் மிகுந்த தேவை ஏற்பட்டிருக்கிறது. காரணம் இதில் உள்ள தனிச் சுவைதான். அமெரிக்கா, சப்பான் போன்ற நாடுகள் அதிக விலை கொடுத்து வாங்குவதால் இவற்றைப் பிடிக்கும் உந்துவிசைப் படகுகளும், இராலைப் பக்குவப்படுத்திப் பனியில் உறையவைத்து அல்லது டப்பாக்களில் அடைத்து ஏற்றுமதி செய்யும் தொழிற்சாலைகளும் பெருகியுள்ளன.

மேலைநாடுகளில் இராலுக்குப் பெருகிவரும் தேவையைக் கொண்டு எதிர்காலத் (2000 ஆண்டு) தேவையைக் கணிக்குங்கால், தற்போதைய உலகின் இரால் உற்பத்தி ஐக்கிய அமெரிக்க நாடுகளின் தேவையைக்கூட ஈடுசெய்ய முடியாது. பணக்கார நாடுகள் இவற்றுக்கு அளிக்க முன்வரும் விலை வியக்குதற்குரியது. நம் நாட்டில் தற்போது மீன் பிடிக்கும் இடத்திலேயே தலை உரித்த இரால் ஒரு கிலோ ரூ. 90 க்கு வாங்கப்படுகிறது. சப்பான் நாட்டுச் சந்தையில் காலத்தைப் பொறுத்து கிலோ ரூ. 300 வரை விற்கப்படுகிறது. எனவே இரால் வளத்தைப் பெருக்கிச் செல்வத்தை ஈட்ட ஏழைநாடுகளும், வளர்ச்சியுறும் நாடுகளும் பெருமுயற்சி எடுத்து வருகின்றன. இதன் முக்கியக் காரணம் இதில் கிடைக்கும் அன்னியச்

* டாக்டர் செ. பாலசுந்தரம், உயிரியற்புலம், மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம், மதுரை-21.

செலாவணிதான். கடலில் எவ்வளவு பிடிக்கமுடியுமோ அவ்வளவு பிடித்துச் செல்வத்தை ஈட்ட மீனவர்கள் முயற்சி செய்து வருகின்றனர்.

இயற்கை வளங்களைப் பல்கிப் பெருகும் இயற்கைவளம் என்றும், பெருக இயலாத வளங்கள் என்றும் இரு பிரிவாகப் பிரிக்கலாம். பின்னதற்கு உதாரணம் உயிரற்ற வளங்கள் (கனி வளங்கள்) ; இவற்றை நாம் எவ்வளவு அதிகமாக எடுக்கிறோமோ அவ்வளவு வேகமாகத் தீர்ந்துவிடும். இவ்வளங்கள் தாமே பெருகி வளர இயலாது. ஆனால் உயிர் வளங்களாகிய இரால் போன்ற வளங்கள் முட்டையிட்டுத் தம் இனத்தை விருத்தி செய்து வாழும் இயல்பின. எனவே நாம் இவற்றைப் பிடிப்பது ஒரு வரன்முறைக் குட்பட்டதாகவே இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் எந்த உயிரினமும் வளர்ந்து இனவிருத்தி செய்து பல்கிப் பெருகும் இயல்புடையது. எனினும் அதுவும் ஓரளவுக்குத்தான் பெருகமுடியும். கிடைக்கும் உணவு, இருக்கும் இடம், இவற்றை விரும்பித் தின்னும் பிற உயிரினங்கள் இன்னபல காரணங்களால் வரைமுறையின்றி ஓர் இனம் பெருகுவது தடையுறும். உதாரணமாக, இரால்கள் பெருகி னால் அவற்றைத் தின்னும் பிற உயிரினங்களின் எண்ணிக்கையும் பெருகும். இது தவிர மீன்களுக்கும் பலவித நோய்கள் வருவதால் மடிகின்றன. இவ்வாறாக இயற்கையே ஓர் இனம் அளவுக்கு அதிக மாகப் பெருகாவண்ணம் தடை செய்கிறது.

தராசு முள் போல் இயற்கையானது இயங்கி எந்த ஓர் இன மும் முற்றிலும் அழியாமலும், மிக விருத்தியடையாமலும் கட்டுப் படுத்துகின்றது. இந்நிலையில் மனிதன் நுழைகின்றான். இயற்கை யாகப் பெருகும் மீன் வளத்தில் 2/3 பங்கைப் பிடிப்பது நல்லது என் றும் அவை பல்கிப் பெருகி வகைசெய்துகொள்ளும் என்றும் கணக் கிடப்பட்டுள்ளது. இதையே அதிகபட்ச நிலையான அளவு என்று மீன்வள இயலார் கூறுவர். இதை நடைமுறைக்குக் கொண்டுவர மீன்வள ஆய்வாளர்கள் ஆண்டுக்கு இவ்வளவுதான் பிடிக்கவேண்டும், இன்ன காலத்தில் அவை முட்டையிடுவதால் பிடிக்கக்கூடாது, இன்ன அளவுள்ள மீன்கள் வளரும் பருவத்தில் உள்ளதால் பிடிக்கக்கூடாது, எனவே வலைகளின் கண்ணி அளவை மாற்ற வேண்டும் என்றும் இன்னபல ஆய்வுரைகளை வழங்கி இவற்றை நடைமுறைப் படுத்தினால் மீன்வளம் பெருகும் சாத்தியக் கூறுகள் உண்டு என்று கூறுகிறார்கள். எனினும் இவற்றை நடைமுறைக்குக் கொண்டுவருவது எளிதல்ல. ஏனெனில் மீனவரது ஒரே நோக்கம்

அதிகம் பிடிக்கவேண்டும் என்பதே. எனினும் மீன்பிடி அளவுக்கு அதிகமாகக் குறையுங்கால் அம்மீன்களின் விற்பனை விலை அவற்றைப் பிடிப்பதற்கு ஆகும் செலவை (கூலி, டீசல் எண்ணெய்ச் செலவுகள்) ஈடுசெய்ய முடியாததால் மீன்பிடிக்கச் செல்லுவது குறைகிறது. எஞ்சியுள்ள மீன்களும் வலைக்குத் தப்புகின்றன. எனவே அளவுக்கு அதிக மீன்பிடியைக் கட்டுப்படுத்துவது, செலவைச் சரிக்கட்ட முடியாமல்தான். இதன் முடிவு மீன்பிடி கூடும் வாய்ப்பே இல்லாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுடனே நிலையாக நின்றுவருகிறது. மேலும் மீன்பிடி குறையும்போது தொழில் சரியாக இல்லாததால் மீனவரின் நேரமும் வீணாகி, தொழிற்சாலைகளின் உற்பத்தித் திறனும் பாதிக்கப்பட்டு இராலைப் பக்குவப்படுத்த உதவும் அன்றாட வேலைக்காரர்களின் குடும்பங்களில் வறுமை தாண்டவமாடுகின்றது. இந்நிலை மாறவேண்டும் என்ற அவசியத்தை எல்லா நாடுகளும் உணர்ந்துள்ளன. இதற்குத் தக்க மாற்றுவழி இரால்களைச் செயற்கையில் வளர்க்க வேண்டும் என்பதே. இதனால் வேலையில்லாத் திண்டாட்டம் வெகுவாகக் குறையும். எனினும் செயற்கை முறையில் இரால் வளர்ப்பு சற்றுச் சிக்கலானதே.

வளர்ப்பு முறைகள் :

இரால் வளர்ப்பு, பொதுவாக இருவகைப்படும். 1. இரால் மீன் குஞ்சுகளைப் பிடித்துவந்து நீர்நிலைகளில் விட்டு, தேவையான காலம் வரை வளர்ப்பது. 2. நமது கட்டுப்பாட்டிலேயே இராலை முட்டையிடச் செய்து அவற்றிலிருந்து பெறும் குஞ்சுகளைப் பெரிதாக்குவது. இவற்றில் முதலில் கூறப்பட்ட வழியிலேயே உலகில் பல்வேறு பாகங்களில் இரால் வளர்க்கப்படுகிறது. இதற்குச் சிறந்த மூன்று காரணம் பழங்காலத்திலிருந்தே கேரள மாநிலத்தில் பழக்கத்தில் இருந்துவரும் நெல் இரால் வளர்ப்பு ஆகும். இம்முறையில் நெல் அறுவடைக்குப்பின் தரிசாகக் கிடக்கும் நிலங்களில் உப்பங்கழிகளிலிருந்து இரால் குஞ்சுகளோடும் வரும் நீரை அடைத்து அக்குஞ்சுகளைத் தக்க காலம் வரை வளர்த்து ஏக்கருக்கு 200 கிலோ அளவுக்கு மீன் அறுவடை செய்கின்றனர். இதில் முக்கிய இடர்ப்பாடு என்னவெனில் 1. எந்தெந்த இன இரால்கள் வளர்கின்றன; அவை எவ்வளவு உள்ளன என்று தெரியாது. 2. இரால் குஞ்சுகளுடன் அவற்றைப் பிடித்துத் தின்னக்கூடிய பிற மீன்களின் குஞ்சுகளும் உடன் நுழைந்து வளர்ந்து இரால் பிடியைக் கணிசமாகக் குறைக்க வாய்ப்புண்டு.

இரண்டாவது கூறப்பட்ட முறையில் இரால் வளர்ப்பது பல விதங்களில் நன்மை பயக்கிறது. உதாரணமாக 1. நல்ல ஆரோக்கிய மான தேவைப்பட்ட அளவு இரால் குஞ்சுகளைப் பெற முடியும், 2. குஞ்சுகளைப் பெற இயற்கையின் தயவை நாடவேண்டியதில்லை. 3 இரால்களில் வீரிய இனங்களை உருவாக்க இயலும். 4 தேவைப் பட்ட இன இரால்களை மட்டும் வளர்க்கலாம். எனவே இம்முறையைப் பின்பற்ற வேண்டிய பல நாடுகளும் வளர்க்க வசதியான இரால் களைப் பற்றிய உயிரியல் விவரங்கள், தேவையான நுணுக்கங்கள், உபகரணங்கள் பற்றி அறியப் பரிசோதனைகள் நடத்தி வருகின்றன.

நம் நாட்டில் மத்திய கடல் மீன்வள ஆராய்ச்சி நிலையம், வளர்ப்புக்குகந்த இரால்களைச் சோதனைச் சாலையில் முட்டையிட வைத்து, அதிலிருந்து பொரித்த குஞ்சுகளை வளர்ப்பதில் ஓரளவு வெற்றிகண்டுள்ளது. இவ்வாறு முன்னேற்றப்பாதையில் அடியெடுத்து வைப்பதற்குப் பிற நாடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் முறைகளை அறி வது மிக அவசியம். செயற்கை இரால் வளப்பில் முக்கிய சோதனைக் கட்டம் பொரித்த குஞ்சுகளை விளைநிலைக் குஞ்சுகள் (Post Larvae) அல்லது இளம் இரால் (Juveniles) பருவத்திற்கு வளர்ப்பதே. இவற்றைப் பராமரிப்பவர் ஒவ்வொரு நிலையிலும் குஞ்சுகளின் நலன், வளர்க்கப்படும் நீரின் தன்மை, காலமறிந்து தக்க உணவை வேண்டிய அளவில் கொடுத்தல், உயிர் வளநீரில் குறையா வண்ணம் காத்தல் போன்ற நுணுக்கமான பணிகளைச் செவ்வனே செய்ய நிறைந்த தேர்ச்சியும் அனுபவமும் பெறுதல் வேண்டும். இத் துறையில் இன்று முன்னணியில் இருப்பது சப்பான்நாடு. இங்குப் பின்பற்றப்படும் குஞ்சு வளர்ப்பு முறைகளைப்பற்றி ஈண்டுக் காண் போம்.

இரால் குஞ்சு உற்பத்தி :

சப்பான் நாட்டில் பெருமளவு வளர்க்கப்படுவது பெனேயஸ் சப்பானிகஸ் என்ற கடல் நீர் இரால். இவ் இராலின் வாழ்க்கைச் சுழல் படம் 1இல் (பக்கம் 208) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. முட்டையிடும் பருவத்தில் உள்ள இரால்கள் இழுவலை மற்றும் இரால் வலைகளைக் கொண்டு உந்துவிசைப் படகுகளின் மூலம் கடலோரப் பகுதிகளில் பிடிக்கப்படும் இரால்களிலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. பிடி பட்ட இரால்களை உயிருடன் சந்தைக்கு எடுத்துச்செல்ல இப்படகு களில் உயிர்மீன் கொள்கலங்கள் உண்டு. இவற்றிலிருந்து கொண்டு வரப்படும் இரால்களிலிருந்து அடர்த்தியாக நன்கு வளர்ச்சியுடைய

சினையை உடைய இரால்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இராலின் உடல் கண்ணாடி போன்றுள்ளதால், இதன் முதுகுப்புறம் அமைந்துள்ள பாசிநிறச் சினைகளை நன்கு கவனித்துத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். இந்த இரால்கள் நன்கு காற்றுஊட்டப்பட்ட கடல்நீர் கொண்ட தொட்டி களில் விடப்படுகின்றன. மார்ச்சிலிருந்து ஆகஸ்ட்டுத் திங்கள்வரை சினை இரால்கள் சப்பானின் தென் மேற்குப் பகுதியின் கடலோரங் களில் பிடிபடுகின்றன. இச்சினை இரால்களை உயிர்மீன் கொள் கலங்கள் அல்லது காற்று ஊட்டப்பட்ட கடல் நீரில் எடுத்துச் செல்வதே சாலச் சிறந்தது எனக் கண்டுள்ளனர்.

இனவிருத்தித் தொட்டிகள் :

இவ்வாறு கொண்டுவரப்பட்ட இரால்கள் 2 மீட்டர் ஆழமும் 100 கன மீட்டர் கொள்ளளவும் கொண்ட சதுர அல்லது செவ்வக வடி வுடைய கான்கிரீட் தொட்டிகளில் நிரப்பப்பட்ட தெளிவான கடல் நீரில் விடப்படுகின்றன. இத் தொட்டியின் அடிப்பகுதி 3/100 என்ற அளவில் சாய்தளம் கொண்டது. இங்கு பிளாஸ்டிக் திருகு குழாய் உண்டு. இவ்வமைப்பின் உதவியால் தொட்டியில் உள்ள நீரை முழுக்கக் காலி செய்ய இயலும். இத் தொட்டிகளில் இடப்பட்ட முட்டைகளிலி ருந்து பொரிக்கும் குஞ்சுகளைச் சேகரிக்கச் சிறு தொட்டி ஒன்று இணைத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளது. இத் தொட்டியில் மேற்கூறிய குழாய் திறக்கிறது. இத் தொட்டியிலுள்ள நீரின் மட்டம் குழாயின் உயரத் துக்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளது (0. 4 மீட்டர் உயரம்). குழாயின் நுனியில் பொடிக் கண்ணுடைய நீள வலை ஒன்றைக் கட்டிக் குழாயைத் திறக்கும்போது இனவிருத்தித் தொட்டியிலிருந்து நீர் பாய்கிறது. வலையின் மறு நுனியை ஒருவர் கட்டிப் பிடித்துக்கொள்ள நீர் வலை வழியாகத் தொட்டியில் ஏற்கனவே உள்ள நீருடன் கலக்கிறது. வெளி வரும் குஞ்சுகள் வலையிலேயே நிறுத்தப்படுகின்றன. இணைத் தொட்டியின் நீர்மட்டம் இனவிருத்தித் தொட்டியின் குழாய் உயரத்துக் குச் சமமாக இருப்பதாலும், நீரோட்ட வேகத்தால் குஞ்சுகள் அதிர்ச்சியுறுவது குறைகிறது (படம் 2-பக்கம் 208). வலையின் நுனி தக்க தருணத்தில் திறக்கப்பட்டுக் குஞ்சுகள் ஒரு பிளாஸ்டிக் தொட்டியில் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

இவ்வமைப்பில் முக்கியமானது நீரில் அங்கப் பொருட்களை யும் இதர நுண்ணுயிர்களையும் வரிசைப்படுத்தப்பட்ட மணலடுக்குவழி வடிப்பதும், இந்த நீருக்கு நன்கு காற்று ஊட்டப்படுவதுமே ஆகும். இதற்காகக் காற்றழுத்தக் கருவிகளுடன் இணைக்கப்பட்ட பிளாஸ்டிக் குழாய்கள் தொட்டியினுள் 3 மீட்டர் தூரத்துக்கு ஒன்றாக அமைக்கப்

படுகின்றன. கருவியிலிருந்து வெளிவரும் காற்றைச் சிறு குமிழ்களாக நீரில் வெளியிட நீரின் அடிமட்டத்தில் உள்ள இக்குழாய்களின் மறு நுனியில் நுரைக் கற்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இக் கற்களிலிருந்து எழும் சிறு காற்றுக் குமிழ்கள் நீரின் மேற்பரப்புக்கு வந்து வெடித்துச் சிதறும்வரை அதிக அளவுக் காற்று நீரில் கரைய ஏதுவாகிறது. இரால்கள் முட்டையிட நீரின் வெப்பம் 28° சென்டிகிரேடிலிருந்து மெதுவாக உயர்த்தப்பட்டு நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. நம் நாட்டில் நீரின் வெப்பம் ஏறத்தாழ 28° சென்டிகிரேடு இருக்குமாதலால் நாம் நீரைச் சூடுபடுத்தத் தேவையில்லை.

முட்டையிடுதல் :

மேற்கூறியவாறு அமைக்கப்பட்ட தொட்டி ஒன்றுக்கு எத்தனை இரால்கள் வீதம் இடுவது என்பது பயன்படுத்தப்படும் இரால்களின் உயிரியல் குணநலன்களையும் தொட்டியின் அளவு போன்ற பண்புகளையும் கொண்டு நிருணயிக்கப்பட வேண்டும். பெனேயஸ் சப்பானிக்கஸ் முறையே தொட்டியின் 60, 100, 200 கனமீட்டர் பரப்புக்கு 30, 55, 80 என்ற எண்ணிக்கையில் விடப்படுகின்றன. இத் தொட்டிகளில் மணல்வழி வடிக்கப்பட்ட நீர் 96 × 76 அல்லது 83 × 64 கண்ணி அளவுள்ள வலைகள் வழியே மறுபடியும் வடிக்கப்பட்டுத் தொட்டியில் 0.8 மீட்டர் உயரத்திற்கு நிரப்பப்படுகின்றது. இத் தொட்டியில் சினை இரால்கள் மாலையில் சூரியன் மறையும் வேளையில் விடப்படுகின்றன. பின் நீரின் சூடு மெதுவாக 28° சென்டிகிரேடுக்கு உயர்த்தப்பட்டு நிலைநிறுத்தப்படுகின்றது. இவ்வாறு வைக்கப்படும் இரால்கள் அதே அல்லது அடுத்தநாள் இரவு நேரத்தில் முட்டையிடுகின்றன. சாதாரணமாக ஓர் இரால் 14,000 முட்டை வரை இடும். முட்டையிட்ட இரால்கள் மறுநாள் காலையில் தொட்டியிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன (அட்டவணை 1இல் விவரம் காண்க).

குஞ்சு வளர்ச்சி :

இடப்பட்ட முட்டைகள் உடனே வளர்ச்சியுற ஆரம்பித்து, இடப்பட்ட 15மணி நேரத்தில் பொரிக்கின்றன. இக் குஞ்சின் பெயர் நாப்ளியஸ் ஆகும். இடப்பட்ட முட்டைகளில் ஏறத்தாழ 50 விழுக்காடு முட்டைகள் பொரிக்கின்றன. புதிதாகப் பொரித்த நாப்ளியஸ் குஞ்சு 5முறை தோலுரித்து வளர்ச்சி பெற்று ஆறாவது தோலுரிப்பிற்குப் பிறகு 'ஜோயியா' என்ற நிலைக்கு உருமாற்றம் பெறுகிறது. இக் குஞ்சுகள் (ஜோயியா) நீரில் உள்ள 'டயாட்டம்ஸ் என்ற தாவர

நுண்ணுயிர் வகைகளைத் தின்னும். எனவே நீரில் இவற்றின் வளர்ச்சியைப் பெருக்குதற்காக இரசாயன உரங்கள் நீரில் கலக்கப் படுகின்றன. வழக்கமாகப் பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டும் (KNO_3), பொட்டாசியம்-டை-பேசிக் பாஸ்பேட்டும் (K_2HPO_4) விட்டருக்கு முறையே 2 மி.கி., 0.2 மி.கி. என்ற அளவில் தினம் ஒருமுறை 10 நாட்களுக்குக் கலக்கப்படுகின்றன. இதன் பலனாகத் தாவர நுண்ணுயிர்கள் பல்கிப் பெருக, இவற்றின் அதிக எண்ணிக்கையால் மக்கிய வைக்கோலின் நிறத்துக்கு நீரின் நிறம் மாற்றம் பெறுகிறது. நுண்ணுயிர்ப் பெருக்கத்திற்கு, சூரிய ஒளி, காற்று ஊட்டுதல், நீரில் கலக்கப் படும் இரசாயன உரச் சத்து ஆகியவையே காரணமாகும். பத்து நாட்களுக்குப்பின் போதிய நுண்ணுயிர்ப் பெருக்கம் (நீரில் ஏற்படும் வண்ண மாற்றத்தால் தீர்மானிக்கப்படுகிறது) ஏற்பட்டபின் இரசாயன உரத்தின் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறைக்கப்பட்டு பின் முழுவதுமாக நிறுத்தப்படுகிறது.

ஜோயியா குஞ்சுகள்தான் தாவர நுண்ணுயிர்களைத் தின்கின்றன. புதிதாகப் பொரித்த நாப்ளியஸ் குஞ்சு உருமாற்றம் பெறும்வரை உணவு உண்பதில்லை. இந்நிலையில் இவை தம் உடம்பில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சத்துக்களால் (Yolk) வாழ்கின்றன. பொரித்த நான்காம் நாள் நாப்ளியஸ் ஜோயியாவாக மாறுகிறது

ஜோயியா குஞ்சு :

இரால் குஞ்சு வளர்ப்பில் ஜோயியா நிலை சோதனை மிக்கது. இந்நிலையில்தான் அவை உணவு உண்ணத் துவங்குகின்றன. இவை உண்பதற்காக, தாவர மிதப்புயிர்களை வளர்க்கும் முறை பற்றி முன்னரே கூறப்பட்டது. ஜோயியா குஞ்சுகளுக்கு உணவாக ஸ்கெலிட்டோனிமா காஸ்டேட்டம் போன்ற தாவர மிதப்புயிரிகளைத் தருவது சாலச் சிறந்தது எனக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் இப்போது எவ்வகைத் தாவர மிதப்புயிரியையும் தின்னும் என்றும், அதனால் எவ்விதப் பாதிப்பும் ஏற்படாது என்றும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறு இவை வேண்டிய அளவு கிடைக்காமல் அல்லது வளராமல் போனால் நன்கு அரைக்கப்பட்ட சோயா அவரை விதைக் கழிவுப் பொருளை உணவாகப் பயன்படுத்தலாம்.

நல்ல ஆரோக்கியமான நிலையிலுள்ள ஜோயியா குஞ்சு விரைந்து முன்னோக்கி நகரும். அப்போது இழைபோன்ற அதன் கழிவுப்பொருள் வால் நுனியில் தொங்கிக்கொண்டு செல்வதைக்

காணலாம். ஜோயியா மூன்றுமுறை தோலுரித்து வளர்ச்சி பெற்று எட்டாவது நாள் 'மைசிஸ்' என்ற நிலைக்கு மாறுகிறது.

'மைசிஸ்' குஞ்சு :

மைசிஸ் குஞ்சு தாவர மிதப்பு நுண்ணுயிரிகளையும், விலங்கு மிதப்பு நுண்ணுயிர்களையும் தின்று வளர்கிறது. விலங்கின நுண்ணுயிரிகளில் ரோட்டிபெர், வெலிஜர், டுரோக்கோபோர், பலானஸ், கோப்பிபோட்ஸ் போன்றவற்றை உணவாகப் பயன்படுத்தலாம். வளரும் மைசிஸ் குஞ்சு இரால் போலவே தோற்றமளித்தாலும் வாழும் முறையால் நீரினடியிலேயே பெரும்பாலும் வாழும் இரால்களிட மிருந்து வேறுபடுகிறது. பெரும்பாலும் நீரில் நீந்தியே வாழும் மைசிஸ் குஞ்சு, தலைகீழாக நின்று பின்பகுதியை வளைத்தும் நீட்டியும் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்துக்குச் செல்கிறது. மைசிஸ் நிலை மூன்று நாட்களுக்கு நீடிக்கிறது. இவை அடுத்த நிலைக்கு, விளைநிலைக் குஞ்சுகளாக (Post Larvae) மாறும்போது இவை விரும்பி உண்ணும் உணவு ஆர்ட்டிமியா சலினா என்னும் உப்பள நீர் வாழ் கூனிப்பொடிகளின் நாப்ளியஸ் குஞ்சுகளே. எனவே தேவையான நாப்ளியஸ் குஞ்சுகள் தயார் நிலையில் இருத்தல் வேண்டும்.

விளைநிலைக் குஞ்சுகள் :

மைசிஸ் நிலைக் குஞ்சுகள் மூன்றுமுறை தோலுரித்து வளர்ச்சி பெற்று விளைநிலைக் குஞ்சுகளாக மாற்றம் பெறுகின்றன. இந்நிலையில் ஏறத்தாழ 19 முறைகள் தோலுரித்து இவை குஞ்சு நிலையைக் கடக்கின்றன.

குஞ்சுநிலை கடந்த இந்த இரால்களை இளம் இரால்கள் (Juveniles) அல்லது விதை இரால்கள் (Seedlings) என்றும் அழைக்கலாம். இந்நிலையில் உள்ள இளம் இரால்களுக்குப் பெரிய இரால்களைப் போலவே வயிற்றின் அடிப்பகுதியில் ஐந்து ஜோடி நீந்து உறுப்புக்களும், தலைமார்புப் பகுதியில் ஐந்து ஜோடிக் கால்களும் உண்டு. இந்நிலையில் இவற்றின் வளரும் வேகம் அதிகமாதலால் சரியான இரை கிடைக்காவிட்டால் ஒன்றை ஒன்று தின்னவும் செய்கின்றன. எனவே எப்போதும் போதிய இரை இருப்பது அவசியம். அதாவது 100 கன மீட்டர் நீரில் நன்கு பொரிக்கக்கூடிய ஆர்ட்டிமியா சலினா முட்டையாயிருந்தால் 300 கிராம் முட்டை அல்லது 600 கிராம் முட்டைகளிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் குஞ்சுகள் போதுமானது. இந்நிலையில் தாவர நுண்ணுயிர்கள் இருப்பதும் அவசியமாகும்.

இளம் நிலைக்கு வந்த இரால்களுக்குத் தொட்டியில் சிறிது சிறிதாகப் பழைய நீரை மாற்றிவிட்டுத் தெளிந்த கடல்நீர் சேர்ப்

பது அவசியம். அதன்பின் தொட்டியில் உள்ள நீரை ஐந்தில் ஒரு பங்கிலிருந்து மூன்றில் ஒரு பங்குவரைத் தினமும் மாற்றவேண்டும். நீரை வடிப்பதிலும் சேர்ப்பதிலும் மிகக் கவனமாய் இருத்தல் அவசியம். இப்போது இளம் இரால்களுக்குச் சிறிது சிறிதாக ஆர்ட்டிமியா சலினா குஞ்சுகளுக்குப் பதிலாக சிப்பிச் சதை (பொடியாக வெட்டி நன்கு கழுவப்பட்டது) உணவாக அளிக்கப்படுகிறது. இவ்வுணவே கடைசிவரை நீடிக்கிறது. அட்டவணை 2 இரால் குஞ்சுகளின் வயதும் எண்ணிக்கையும் மாற மாற (57 கன மீட்டர் தொட்டி ஒன்றுக்கு) இவற்றைப் பேணும் முறை, உரமிடுதல், உணவளித்தல் போன்றவற்றை விளக்குகிறது.

இவ்வாறு ஒவ்வொரு நிலையிலும் ஒரே சீராக எவ்வளவு கவனத்துடன் பேணி வளர்த்தபோதிலும் ஒரு சினை இராலிடமிருந்து பெறப்படும் இளம் இரால்களின் எண்ணிக்கை அறுதியிட்டுக் கூற இயலாத பல காரணங்களால் வேறுபடுகின்றது. ஏறத்தாழ ஒரு சினை இரால் இடும் முட்டைகளிலிருந்து 12000 இளம் இரால்களைப் பெறலாம். வளர்க்கப்படும் நீரின் நிறம் கருப்பு பிரௌன் நிறமாய் இருந்தால் நல்ல குறியாகவும், பச்சை நிறமாக மாறினால் குஞ்சுகளின் ஆரோக்கிய நிலை சரியில்லை எனவும் கருதலாம்.

வளர்ப்புக்கு அனுப்பக்கூடிய இளம் இரால்கள் 20 – 25 நாள் வயதானவையாயும் 15மி.மீ. நீளம், 20மி. கி. எடையுள்ளனவாயும் இருக்கவேண்டும். இவற்றைத் தொட்டியிலிருந்து அறுவடை செய்து வேண்டிய நீர்நிலைகளுக்கோ (வளர்ப்புக்காக) அல்லது தற்காலிகச் சேமிப்புத் தொட்டிகளுக்கோ (stock tanks) அனுப்பப்படுகின்றன.

அனுப்பும் முறை:

இளம் இரால்கள் தெளிவான கடல் நீரும் உயிர்வளியும் அடைக்கப்பட்ட நிறமற்ற பாலிதீன் பைகளில் அனுப்பப்படுகின்றன. உதாரணமாக எட்டு லிட்டர் நீருக்கு 6000 இளம் இரால்களை நான்கு லிட்டர் உயிர்வளி அடைத்து உறுதியாகக் காற்று புகா வண்ணம் பைகளைக் கட்டி, பைகள் அனுப்பும் காலத்தில் சூடு ஏறாமல் இருக்க அவற்றை அரிதிற் கடத்திகளால் நன்கு மூடி உந்து வண்டிகளில் அனுப்பலாம். இவ்வாறு அனுப்பப்படும் இளம் இரால்கள் ஏறத்தாழ 12 மணிநேரம் நலமாய் இருக்கும்.

முடிவுரை :

மேலே கூறப்பட்ட செய்முறைகள் பெனேயஸ் சப்பானிகஸ் என்ற இராலுக்குப் பொருந்தும் எனினும் நம் நாட்டில் உள்ள ஏற்றுமதிக்குகந்த வெள்ளை இரால் எனப்படும் பெனேயஸ் இண்டிகஸ், வரி இரால் எனப்படும் பெனேயஸ் செமிசல்கேட்டஸ், கருவண்டு இரால் எனப்படும் பெனேயஸ் மோனோடான் போன்ற இரால்களுக்கும் ஓரளவு பொருந்தும். ஏனெனில் இவை அனைத்துமே பெனேயஸ் என்ற இனத்தைச் சேர்ந்தவை. எனினும் வளர்க்கும் முறைகள் நம்நாட்டுச் சூழ்நிலைகளுக்கும், கிடைக்கும் உணவு வகைகளுக்கும் ஏற்ற முறையில் மாறுதல் செய்துகொள்ள வேண்டும் இம்முறைகளை ஆய்வின் மூலமே நிர்ணயிக்க முடியும். இச்சோதனை களை நடத்த நிறைய முதலீடு வேண்டும். ஏனெனில் ஒவ்வொரு நிலையிலும் பொருட் செலவு அதிகம். காற்றமுத்தக் கருவி, கான்கிரீட் தொட்டிகள், பிளாஸ்டிக் குழாய்கள், நீரைப் பாய்ச்ச, வடிகட்டத் தேவையான மின்சக்தி என்று பல செலவுகளும், இவற்றைப் பராமரிக்க ஆட்களும் தேவை.

ஆர்ட்டீமியா சலினா என்ற கூனிப்பொடியின் முட்டைகள் இங்கு ஒரு கிலோ ரூ.500லிருந்து 800 வரை விற்கப்படுகின்றன. இம்முட்டைகளை வாங்கும்போது அவற்றின் பொரிக்கும் திறன் பற்றி நன்கு தெரிந்தபின்தான் வாங்கவேண்டும் சரியாகப் பதப்படுத்தப் படாத அல்லது மிக நாள்பட்ட முட்டைகளை வாங்கினால் அவை சரியாகப் பொரிக்காமல் பெருத்த இழப்பு நேரிட வாய்ப்பு உண்டு. எனவே இவற்றை நன்கு ஆராய்ந்துதீர்ந்த முடிவுகளைத் தர வேண்டியது அரசு ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களே ஆகும். மேலும் இரால்களை வசதியற்ற மீனவர்களும் கூட்டுமுறையிலோ அல்லது தனியாகவோ குடிசைத் தொழிலாகச் செய்யுமளவுக்கு வளர்ப்பு முறைகள் எளிமைப்படுத்தப்பட வேண்டும்.

அட்டவணை 1

பெனேயஸ் சப்பானிக்கஸ் : தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சினை இறால்களும் அவை முட்டையிட்ட விவரமும்

மாதம்	தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டவை	அனுப்புகையில் இறந்தவை	தொட்டியில் இறந்தவை	முட்டை இடாதவை	முட்டை இட்டவை
மே	51	1	3	32	15
	46	1	2	13	30
	50	1	6	14	29
	56	2	3	18	33
	63	9	15	24	39
ஜூன்	87	3	1	11	21
	36	3	8	10	15
	36	3	9	26	46
	87	6	4	29	33
	67	1	7	30	24
ஆகஸ்டு	71	0	10	24	37
	57	0	4	23	30
	51	0	3	22	26
	88	0	12	25	51

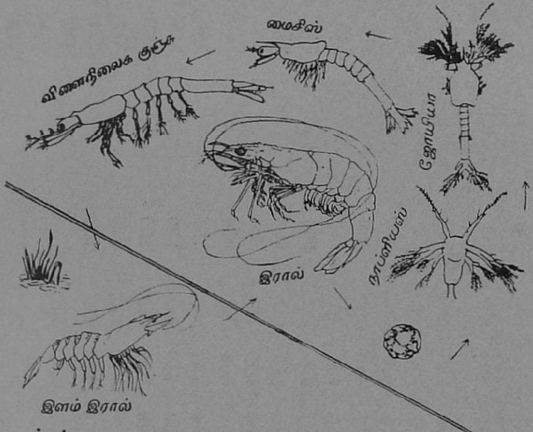
அட்டவணை 2

பெனேயஸ் சப்பரனிகஸ் : குஞ்சு வளர்ப்புத் தொட்டியின் பராமரிப்பு விவரம்

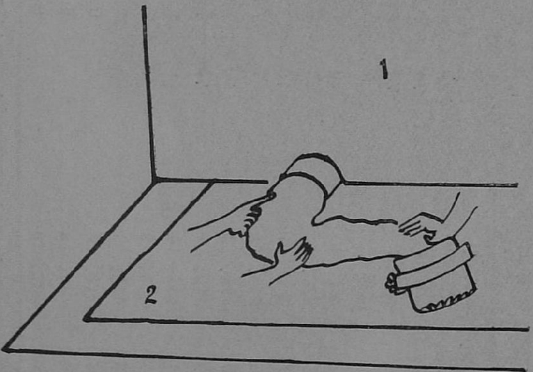
தேதி	நிலை	எண்ணம் $\times 10^3$	இரசாயன உரக் கலப்பு KNO_3	இரசாயன உரக் கலப்பு K_2HPO_4	கொத்திய சிப்பிக் கறி உணவு (கி) 06.00 (மணி)	12.00	18.00	24.00	உப்பள நீர் கூனிப் பொடி (உலர்த்திய முட்டைகளை) (கி)	தொட்டி நீரின் ஆழம் (செ.மீ)
மே 8	மு									80
9	மு நா1									80
10	நா 1, 2,	2048								80
11	நா 2, ஜே1	1915	70	7						80
12	ஜே 1, 2	1623	70	7						80
13	ஜே 2, 3	1590	70	7						80
14	ஜே 3, 4	1628	105	10.5						80
15	ஜே 4, மை1	973	140	14.0					500	90
16	மை 1, 2	1215	105	10.5					0	95
17	மை 2, 3	1677	105	10.5					0	100
18	மை 3, வி1	1169	70	7.0					600	105
19	வி1, 2	1391	140	14.0	—	—	80	80	600	105

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	20	வி2, 3	140	14.0	300	500	300	300	250	131
	21	வி3, 4	105	10.5	200	400	400	400	350	147
	22	வி5, 4	70	7.0	400	400	400	400	600	160
	23	வி5, 6	70	14.0	400	450	400	400		158
	24	வி6, 7	0	10.5	400	450	450	500		160
	25	வி7, 8	70	7.0	500	500	500	500		160
	26	வி8, 9	70	7.0	500	500	500	500		163
	27	வி9, 10	70	0.0	500	500	500	600		168
	28	வி10, 11	0	7.0	600	600	650	650		168
	29	வி11, 12	70	7.0	650	650	750	750		168
	30	வி12, 13	70	7.0	750	750	800	800		166
	31	வி13, 14	0	0.0	800	850	850	850		168
ஜூன்	1	வி14, 15	0	7.0	850	850	850	850		172
	2	வி15, 16		7.0	850	850	850	850		170
	3	வி16, 17		0						170
	4	வி17, 18		0						170
	5	வி18, 19		0						170

மு : முட்டை; நா : நாப்ளியஸ்; ஜோ : ஜோயியா; மை : மைசிஸ்; வி : விளைநிலைக் குஞ்சு
1, 2, ...19 : குறிப்பிட்ட நிலையில் தோலுரித்த எண்ணிக்கை.



படம் 1 பெனெயஸ் இராலின் வாழ்க்கைச் சுழல்



படம் 2. குஞ்சுகளைச் சேகரிக்கும் முறை.
1. இனவிருத்தித் தொட்டி 2. இணைத்தொட்டி

23

விரியன் *

கண்ணாடி விரியன், கட்டுவிரியன், கட்டளை விரியன், இரத்த விரியன், புல் விரியன், சாய்கு விரியன், சுருட்டை விரியன், வெள்ளிக் கோல் விரியன், நீண்டகழுத்து விரியன் ஆகியவை நம் நாட்டில் வழக்கில் உள்ள சொற்கள். ''பூ என்பது பொறிவாழ் பூவே'' என்று தாமரையைக் குறிப்பிடுவது போல் அடைமொழி எதுவும் இல்லாமல் விரியன் பாம்பு என்று சொன்னால், கண்ணாடி விரியனையே குறிப்பிடுவதாகும். பருமனிலும், நிறத்திலும், அமைப்பிலும், நஞ்சின் கொடூரத்திலும் மிஞ்சி நிற்பது அதுவே (படம் - பக்கம் 118 காண்க).

விரியன் என்று பெயர்வரக் காரணம் என்ன? இரு பண்புகள் நம் கண்முன் நிற்கின்றன. ஒன்று, விரியன் வாயை அகல விரித்துத்தான் கடிக்கிறது. இரண்டு, கடிபட்ட இடம் வீங்குகிறது; வீக்கம் விரிந்து கொண்டே போகிறது. பாம்பியல் ஆராய்ச்சியில் இவ்விரு பண்புகளும் கொண்டவை உண்மையான விரியன் இனங்களே. விரியன் அல்லது வைப்பர் (Viper) என்ற சொல் இலத்தீன் மொழியில் இரு சொற்களை இணைத்த ஒரு சொல்லாகும். வீவுஸ் (Vivus) + பரேரே (parere) To bring forth alive = உயிருடன் வெளிக்கொணர்தல் என்பது இதன் பொருள். நாம், குட்டிபோடுதல் என்று சொல்வோம். பாலூட்டிகள் குட்டி போடுவதற்கும், பாம்புகள் குட்டி போடுவதற்கும் பெரும் வேற்றுமையுண்டு. குட்டி போடும் பாம்புகளின் கருக்குழாய்க்குள்ளேயே முட்டை கருவாகி, கரு வளர்ச்சியடைகிறது. முட்டையில் சுண்ணாம் புத்தோடு எழுப்பப்படவில்லை சவ்வாலான தோல் கருவையும் அதன் உணவையும் (yolk) மூடியிருக்கிறது. தாயின் உடலுடன் தொடர்பின்றியே சிசு வளர்கிறது. உண்மையில் முட்டைகள் தாயின் கருக்குழாயில் வைத்து அடைகாக்கப்படுகிறது. பருவம் வந்ததும்

*டாக்டர் ம. வீ. இராசேந்திரன், பாம்புக்கலை வல்லுநர், பாளையங்கோட்டை.

குஞ்சு சவ்வுத்தோலைப் பிய்த்துக்கொண்டு வெளியேறுகிறது. குஞ்சுகள் இவ்வாறு வெளியேறியபின் சவ்வுத்தோல்களும் வெளியேற்றப்படுகின்றன; தாயின் கடமையும் முடிகிறது. குஞ்சுகளைப் பற்றி எந்தப் பாம்பும் கவலைப்படுவதில்லை உண்மையில் தன் குஞ்சுகள் என்பதே தாய்க்குத் தெரியாது.

உலகிலுள்ள நூற்றுக்கு மேற்பட்ட வகை விரியன் பாம்புகளில் ஆப்பிரிக்காவின் காசுஸ் ரோம்பயாற்றுஸ் என்னும் பாம்பும், மலேயாவின் ஆன்சிஸ்ட்ரோடான் ரோடோஸ்டோமாவும், இந்தியாவின் டிரைமொரசுருஸ், மாக்ரோஸ்குவாமாட்ருஸ் என்பவையும், இமாலய திபேத்திய விப்பாரா லாவண்டினா என்பவையும் முட்டையிடுகின்றன. விரியன் பாம்புகளை இரு குடும்பமாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று, குழி விரியன் குடும்பம் (Crotalidae), மூக்குத் துவாரத்துக்கும் கண்ணுக்கும் இடையில் ஒரு குழி உடைய பாம்புகளைக் கொண்டது. அமெரிக்க நச்சுப் பாம்புகளுள் குரோட்டாலுஸ் என்னும் பெரிய கிலுக்குப் பாம்பு (Rattle snake) இதன் முன்னோடியாக நிற்பதால், குரோட்டாலிடே என்று இக்குடும்பத்தை அழைப்பர் இந்தியாவில் உள்ள எட்டுவகைக் குழி விரியன் இனமாகிய விப்பரா (Vipera) முன்னிற்பதால் விப்பரிடே (Viperidae) என்று இதை அழைப்பர்.

விரியன் பாம்புகளைப் பற்றிய சில தமிழ் இலக்கியங்களில் சில குறிப்புக்கள் கிடைக்கின்றன. ''சித்தர் ஆருடம்'' என்னும் பழைய நூலில்,

> ''விரியனின் ஆறுபேதம் கத்திரிவிரியன் பெருவிரியன் இரத்த விரியன்
> பரிவிசெய் குறுவிரியன் புல்விரியன் பண்ணுஞ் சலவிரியன்''

என அறுவகை விரியன் பாம்புகள் கூறப்படுகின்றன. இவையன்றி நால்வகைப் புடையன் பாம்புகளும் கூறப்படுகின்றன:

> "புடையனில் செப்பிடும் நால்வகைச் செந்துக்கள் தாம்"

ஆனால் கடிக்கு மருந்து கூறும்போது இருவகைப் புடையன் பெயர்கள் மட்டும் குறிக்கப்படுகின்றன.

> வரியுருங் கட்டைப் புடையன் கடித்திடில்
> ... ...
> பகைத்திடு நெடுங்கழுத்துப் புடையன்
> ... ...

மேலே கூறப்பட்டவைகளில் கத்திரி விரியன் என்று சொல்லப்

பட்டது குற்றால மலையின் அடிவாரத்தில் கிடைக்கும் ஆன்சிஸ்ட்ரோடான் ஹிப்னேல் (Ancistrodon hipnale) என்னும் குற்றாலக் குழி விரியனாகும். குறு விரியன் என்று கண்ணாடி விரியனில் ஆண் பாம்பைப் பாம்புப் பிடாரன்கள் அழைக்கின்றனர்.

பெருவிரியன் என்றது கண்ணாடி விரியனில் பெண் பாம்பாகும். இது ஐந்தடி, ஆறடி நீளம், மூன்றங்குலம் பருமன் வரை வளரும். கனத்த தலையும், பெரிய கண்களும், குறுகிய கழுத்தும் கொண்ட இப்பாம்பை அதன் உடலில் மூன்று வரிசையாக அமைந்த உத்திராட்ச மாலைகள் போன்ற கண்ணாடி வட்டங்களைக் கொண்டு கண்டு கொள்ளலாம்.

''உலகப் பாம்புகள்'' என்ற நூலில் அமெரிக்க அறிஞர் டிட்மார்ஸ் (Ditmars) ''கடும்புலிக்கும் அஞ்சாத கல்லுளிமங்கனும் கலங்குவான் கண்ணாடி விரியனைக் கண்டு'' என்று எழுதுகிறார். உண்மையில் ஒருமுறை கண்ணாடி விரியனின் இரைச்சலைக் கேட்டவன் ஆயுள்காலம் முழுவதும் மறக்கமாட்டான். உஸ்...ஸ்...ஸ் என்ற பலத்த மூச்சு ஒரு நிமிடத்துக்குமேல் நீடிக்கும். நின்றவுடன் நொடிப் பொழுதில் காற்றடைத்து உடம்பு உப்பும். திரும்பவும் நீண்டமூச்சு தொடரும். கோபம் தீருமளவும் இச்செயல் தொடரும். அத்துடன் ஒளிரும் கண்பார்வை, எட்டிவிழுந்து கடிக்கத் தயாராகும் எடுப்பு, ஐந்தடி நீளமுள்ள கண்ணாடி விரியனில் ஒரு சென்டிமீட்டருக்கும் அதிகமாக வளர்ந்து உள்வளைந்த பற்கள் மேல்தாடையில் பக்கத்துக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நச்சுப்பற்கள் அடுக்கி உள்மடக்கி வைத்திருக்கும் காட்சி, ஒரு கனசென்டிமீட்டருக்கு மேல் அடக்கியிருக்கும் நச்சுப்பை, நச்சுப்பற்களை இணைக்கும் நாளம், அதனுடன் இரத்தத்தைத் தாக்கும் கொடூரமான நஞ்சு, கண் இமைக்கும்முன் எட்டியடிக்கும் தன்மை, வாயைத் திறந்ததும் தாமாக முன்வரும் மருந்தேற்றும் ஊசிபோல் உள் துவாரமுடைய பற்கள் ஆகிய யாவற்றையும் நினைத்துப் பாருங்கள்; மெய் சிலிர்க்கும். கண்ணாடி விரியன் பலகுட்டிகள் போடும். நான் வளர்த்த விரியன் ஒன்று 32 குட்டிகள் போட்டது. ஒரே இரவில் இவை யாவும் பிறந்தன. சுமார் எட்டு அங்குலம் நீளமும் அரை அங்குலம் கனமும் கொண்டிருந்தன; சில நாட்களில் தோல் உரித்தன; ஒன்றையொன்று விழுங்க ஆரம்பித்து ஒருவாரத்தில் மூன்று மட்டும் மிஞ்சின.

சுருட்டை விரியன், புடையன், சூவை (Echis carinatus)என்பது தமிழ் நாட்டிலும் வேறு மாநிலங்களிலும், வறண்ட பாகங்களில் காணப்படும் சிறிய விரியன் பாம்பு. இது பன்னிரண்டு குட்டிகள் வரை போடு

கிறது. 14 அல்லது 15 சென்டிமீட்டர் நீளமுள்ள குட்டிகள் நாணல் புல்லின் பருமனே இருக்கும்; 45 சென்டிமீட்டர் நீளமே தமிழ்நாட்டுச் சூவைப் பாம்பின் அதிக நீளம். ஆனால் வடக்கே போகப்போக இது சில சென்டிமீட்டர் அதிகநீளம் வளருகிறது. இசரேல் நாட்டில் உள்ள இவ்வினம் ஒரு முழத்துக்கு மேலும் நீண்டு வளர்கிறது பருமனிலும் பெருவிரலைவிடச் சற்றுப் பெரிதாகிறது; நஞ்சின் அளவும் அதிகமாகிறது. இப்பாம்பின் தலையில் வெள்ளை நிறச் சிலுவை அடையாளம் உண்டு. தலை அகன்றும் கழுத்து சிறுத்தும் இருக்கும். உடலின் நிறம் பெரும்பாலும் அது வாழும் மண் நிறத்தை ஒட்டியே, செம்மண் அல்லது கரிசல்மண் நிறத்தில் இருக்கிறது. இருபுறமும் நெளிந்துவரும் வெள்ளைக்கோடுகள் இடையிடையே வெள்ளைத் துண்டுகளால் இணைக்கப்படுகின்றன. உடலின் செதில்களில் இரம்பம் போன்ற கரடு நீண்டவசமாக எழும்பி நிற்கும். உடலின் பாகங்கள் சுருண்டு நெளியும் போது இச்செதில்களை எதிர்எதிராகச் சந்திக்க நேரிடும் அதனால் வாள் அறுப்பது போல் உஸ்ஸ்ஸ் என்று ஒலியெழுப்பும் இப்பாம்பு வாயால் இரைவதில்லை. 'சூகம்' என்ற சொல்லுக்கு அகராதியில் சுருண்டு இருத்தல் என்று பொருள் இப்பாம்பு பூவரசு இலைபோல் சுருண்டு தலையை அவ்விலையின் காம்புபோல் நீட்டிக்கொண்டு மிக வெப்பமான மணலிலும் படுத்திருக்கும். பகலில் கற்களுக்கு இடையிலும் மரப்பொந்திலும் மண்வளையிலும் தங்கி இளைப்பாறும் இப்பாம்பு இரவில் வெளியேறி, பல்லி, சில்லான் என்னும் சிறு ஓணான், தேள், பூரான், வண்டு இவைகளை உண்ணும். இப்பாம்பு பனைமரத்தில் ஏறிப் பத்தைக்குள் சுருண்டு இருப்பதைக் கள் இறக்குவோர் காண்பதுண்டு.

பல்லின் அமைப்பில் இது கண்ணாடி விரியனையே ஒத்திருக்கும். ஓரடி நீளத்துக்குமேல் தாவிக்குதித்துக் கடிக்கும். நஞ்சின் அளவு சிறிது எனினும் கொடூரத்தில் கண்ணாடி விரியனின் நஞ்சை ஒத்திருக்கிறது. கடிவாயில் இறங்கிய நஞ்சு பத்து நிமிடங்களில் வீக்கத்தை உண்டாக்குகிறது. வீக்கம் நேரம் ஆகஆக விரிந்துகொண்டே செல்லும். நெருப்பில் காய்ச்சிய இரும்புக் கம்பியை உள்ளே செருகியது போன்ற எரிச்சலைக் கொடுக்கும். தக்க சமயத்தில் மருந்து கொடுக்காவிட்டால் நான்கு நாட்களில் கடிபட்ட இடத்தைச் சுற்றிலும் வீக்கம் தங்கி உள்ளேயிருக்கும் இரத்தமும் சதையும் கெட்டு அழுகி வெளியேறும். நஞ்சின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் தமிழ் நாட்டில் அதிகச் சாவு ஏற்படவில்லை. சிலருக்கு மூத்திரம் இரத்தமாகப் போகும்; மலத்துடன் இரத்தம் வரும்; தோலுக்கடியில் சிவப்புநிறம் பரவும். ஆயினும் குணப்படுத்த முடியும். சில சமயங்களில் நச்சு, நரம்பையும் தாக்கி மூளைக்

கோளாறு உண்டாக்கியிருப்பதாக, ஜம்மு காஷ்மீரில் ஆராய்ச்சி செய்த டாக்டர் பட் கூறுகிறார். சுமார் 300 கடிகளை நான் எக்கினேசியா (Echinacea-Q) தாய்த்திரவத்தால் பூரணமாகக் குணப்படுத்தியிருக்கிறேன். 20 சொட்டு மருந்தை இரண்டு அவுன்சு தண்ணீரில் கலந்து இருபது நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறையாக ஏழு எட்டுத் தடவை கொடுத்தாலே போதும். கை கால் வீக்கம் அதிகமாகி இரண்டு நாள், மூன்று நாள் கழித்து வரும் கடிகளையும் தொடர்ந்து பலமுறை மருந்து கொடுத்துக் குணப்படுத்த முடியும்.

புல் விரியன் :

இது ஒரு குழி விரியன் (Pit Viper) மூக்குத் துவாரத்துக்கும் கண்ணுக்கும் இடையில் லோரியம் என்ற செதில் பாம்புகளுக்கு உண்டு. அந்த இடத்தில் ஒரு பள்ளம் ஏற்படுவதால் இதை லோரியக்குழி (Loreal pit) என்றழைப்பர். இது ஓர் உணர்ச்சிக் கருவி. நரம்புச் செல்கள் இக்குழியின் உட்பாகத்தில் பரவியிருப்பதால் தட்ப வெப்ப நிலைகளில் சிறிய மாற்றத்தைக்கூட இக்கருவியால் பாம்பு உணர முடியும். பொதுவாக, குளிர் அதிகமாகவுள்ள மலைப்பிரதேசங்களில் வாழும் இப்பாம்பு அருகில் வரும் எலி போன்ற வெப்ப இரத்தப் பிராணிகளை இக்கருவியாலேயே உணர முடிகிறது. கண்களை மூடி விட்டாலும்கூட தவறாமல் உணவுப் பிராணிகளைப் பிடிக்கும் சக்தி இக்கருவியின் உதவியால் கிடைக்கிறது.

புல் விரியனை விலங்கியலில் ட்ரைமெரெசுருஸ் கிராமினேஉஸ் (Trimeresurus gramineus) என்பர். இதன் பெயர்ப் பொருத்தத்தைப் பாருங்கள்! புல் விரியன் மூங்கில் கிளைகளில் அமர்ந்திருக்கும்; பச்சை நிறமாக இருப்பதால் மூங்கிலில் மறைந்துவிடுகிறது. புல் என்பது இங்கே மூங்கிலைக் குறிக்கிறது. மூங்கில் பெருமைபெற்ற புல்; பயிரியலில் அது புல் குடும்பத்திலேயே (கிராமினே = graminae) வைக்கப் பட்டிருக்கிறது. தமிழில் இயல்பாகவே கொடுக்கப்பட்ட பெயர், விலங்கியல் பெயருடன் பொருந்துவதைப் பாருங்கள்.

புல் விரியன் கடித்தாலும் கடிபட்ட இடம் வீங்கும்; வீக்கம் அதிகமாகிக் கொண்டே வரும். ஐந்து, ஆறு நாட்களில் உடம்பில் உண்டாகும் எதிர்ப்புச் சக்தி நஞ்சின் தன்மையைக் குறைத்து முழுக்குணம் உண்டாக்கிவிடுகிறது. நஞ்சின் வேகம் குறைவாக இருப்பதால் இரண்டு மூன்றடி நீளமுள்ள பாம்பு கடித்தாலும் பிழைத்துக் கொள்கின்றனர். மாஞ்சோலைத் தேயிலைத் தோட்டத்தில் மருத்துவமனையில் சேர்க்கப்பட்ட நோயாளிகளுக்கு பென்சிலின் ஊசி செலுத்தப்

படுகிறது. டாக்டர் கிருஷ்ணமூர்த்தி இவ்வூசி போடுவது, பாக்டீரியாக்களால் தோல் வியாதிகள் உண்டாகாமல் தடுக்கவே என்கிறார்; நஞ்சுக்கு மருந்து கொடுக்கவில்லை. உடல் தானாகவே நஞ்சை மேற்கொள்கிறது என்கிறார். கைவிரலில் கடிபட்டால் கை முழுவதுமே வீக்கம் பரவிவிடுகிறது. மருத்துவ விடுதியில் ஆறு நாட்கள் வரைச் சேர்த்து விடுகின்றனர்.

புல் விரியனைக் கண்குத்திப் பாம்பு என்ற பச்சைப் பாம்புடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம். பச்சைப் பாம்பும் புல் விரியனும் பச்சை நிறமுடையன. பச்சைப் பாம்பின் தலை நீண்டு முன்பாகம் கூர்மையாகி மேலுதடு நீண்டு கோணிஊசி போல் நிற்கும். இவ்வுதட்டை வைத்துத்தான் இது கண்ணைக் குத்தும் என்று நினைக்கிறோம். ஆனால் நீண்டு நிற்கும் உதட்டின் அடியில் எலும்பு இல்லை. பற்றற்ற இத்தோல் தொட்டாலே மடங்கிவிடும். புல் விரியனின் தலை அகன்று இருப்பதால் இதைச் சட்டித்தலையன் என்றும் அழைக்கின்றனர். முன்பாகம் உருண்டு இருக்கும். இரு பாம்புகளுக்கும் கழுத்து ஒடுங்கியே இருக்கும். ஆனால் பச்சைப் பாம்பு கொடி போல் நீண்டிருப்பதுடன், வால் சவுக்கை போல் முடியும். சட்டித்தலையனின் உடல் கனத்தது; வால் குறுகியது. பற்றுக்கம்பி போல் சுருண்டு இருப்பதால் இப்பாம்பு வாலால் கிளைகளைப் பற்றிக்கொண்டு தலைகீழாகத் தொங்கும்.

புல் விரியன் தவிர, பச்சை நிறச் சட்டித்தலையன் மற்றொன்று திருநெல்வேலி மாவட்ட மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் கிடைக்கிறது. இதற்கு **மலபார் சட்டித்தலையன்** என்று பெயர். புல் விரியனைவிட அகன்ற தலையும் நீண்ட உடலுமுடைய இப்பாம்பு அடர்ந்த காடுகளிலும், காப்பி, தேயிலைத் தோட்டங்களிலும் காணப்படுகிறது. டெரிமெருசுசசு மலபெரிகுசு (Trimeresurus malabaricus) என்பது இதன் பெயர். ஆனைமலைச் சட்டித்தலையன் என்பது பச்சை நிறம்மங்கி மாநிறம் அதிகமாயுள்ள சிறுவகைப் பாம்பு. டெரிமெருசுசசு ஆனமலயானசு (Trimeresurus anamalayanus) ஆனைமலைக் காடுகளிலும் தேயிலைத் தோட்டங்களிலும் காணப்படுகிறது. களக்காடு மலையையடுத்த நெல்லைமாவட்ட மேற்குத் தொடச்சி மலைப்பாகத்தில் அடர்ந்த காடுகளில் டெரிமெருசுசசு ஸ்ரிங்கடஸ் (Trimeresurus strigatus) என்னும் சாம்பல் நிறச் சட்டித் தலையன் இருக்கிறது. இது புல் விரியனைவிடச் சிறியது; தலையின் அகலமும் குறைந்தது. நம்நாட்டுச் சட்டித்தலையன் யாவுமே கண்ணாடி விரியனின் பல்லமைப்பைப் பெற்றிருந்தாலும்

வேகம் குறைந்த நஞ்சுடையவை. எக்கினேசியா தாய்த் திரவத்தால் ஒரே நாளில் வீக்கத்தையும் வேதனையையும் குறைத்துவிடலாம்.

உலகப் பாம்புகளை 13 குடும்பங்களாகப் பகுப்போம். அவற்றில் விரியன் குடும்பம் (Viperidae), குழி விரியன் குடும்பம் (Crotalidae), நல்லபாம்புக் குடும்பம் (Elapidae), தட்டைவால் கூற்பாம்பின் குடும்பம் (Hydrophidae) என்னும் இவை நான்கும் ஆளைக் கொல்லும் நஞ்சுடையவை.

நல்லபாம்பு, அரசநாகம் (King Cobra), இரத்த விரியன் (Coral snake), கட்டுவிரியன் (Krait) இவை நான்கும் எலாப்பிடே குடும்பத்தில் அடங்கும். இரத்த விரியன் மலைக்காடுகளில் வாழும். தலையிலிருந்து வால் வரையில், சுமார் இருபது அங்குல நீளத்தில் ஒரு பென்சில் கனத்தில் இருக்கும். இரத்த நிறத்தில் நீண்ட பட்டைகள் தலையிலிருந்து வால்வரை உண்டு. இது கொடிய நஞ்சுடையது.

கட்டுவிரியன், கட்டனை விரியன், வெள்ளிக்கோல் விரியன், நெடுங்கழுத்துப் புடையன், சலவிரியன் ஆகிய யாவும் உண்மையான விரியன் பாம்புகள் அல்ல. இவை கடித்தால் வீக்கம் பரவுவதில்லை. இவை வாயை விரித்துக் கடிக்கமாட்டா.

சலவிரியன் என்பது பச்சை நிறத்தில் நீரில் செல்லும் தலை அகன்ற நீர்ப்பாம்பையே. பச்சை நாகம் என்றும் இது அழைக்கப்படும். மலையில் வாழும் இப்பாம்பு நஞ்சற்றது. ஆயினும் பற்கள் பெரியவை. இதனால் மாக்ரோப்பிஸ் தோடான் (Macropisthodon) என்று பாம்பியல் பெயரிட்டிருக்கிறது.

நெடுங்கழுத்துப் புடையனை நெடுஞ்சூவை என்றழைப்போம்; சூவைப் பாம்புக்குப் போலி. சூவை வாழும் இடங்களிலேயே இதுவும் காணப்படுகிறது. ஒணான், பல்லிகளையே இதுவும் விரும்பி உண்ணும். சூவைப் பாம்பின் கனமிருந்தாலும் அதைப்போல் இருமடங்கு நீளமுடையது. தலையில் சிலுவை அடையாளத்திற்குப் பதில் காமா என்ற கிரேக்க எழுத்து அடையாளம் இருக்கும் (தலைகீழான λ). அதனால் இந்தியன் காமா (gamma) என்றும், பூனைக்கண்ணைப் போன்ற கண்ணுடையதால் பூனைப் பாம்பு (cat snake) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது கடைவாய் நச்சுப் பல்லுடையது; ஆனால் நஞ்சு வேகமற்றது; ஆளைக் கொல்லாது; குறைந்த அளவே இருக்குமாதலால் கடித்தாலும் உபத்திரவம் செய்வதில்லை (படம் - பக்கம் 218காண்க).

கட்டுவிரியன் (Krait) எட்டி விரியன் என்று பெயர்பெற்ற கொடிய நச்சுப் பாம்பு; நரம்பைத் தாக்கும் நஞ்சுடையது. நல்ல பாம்பின் நஞ்சைப் போல் பலமடங்கு வீரியமுடையது. நஞ்சின் அளவு குறைவு. அத்துடன் நல்லபாம்பின் நஞ்சு அடர்த்தி அதிக மானது. அதனால் கடிபட்டபின் ஒருமணி நேரமளவில் நஞ்சு இரத்தத்தில் சிறிது சிறிதாகக் கலந்து வேகங்கொள்கிறது. அது வரையில் கடிவாயில் வலி, எரிச்சல், வீக்கம் எதுவும் தெரிவதில்லை. கடுமையான வயிற்றுவலியில் ஆரம்பமாகி, நெஞ்சுவலிக்கு வந்து, மார்பு அடைத்துப் பரிதாபமாகச் சாவான். இறுதிவரை உணர்வு டனே நோயாளி இருக்கிறான். கட்டுவிரியன் ஒளிருங் கருநிற முடையது; 3,4,5, அடி நீளம் வளரும்; உடலில் விட்டுவிட்டு வெள்ளி வளையங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் இவ்வளையங்கள் கழுத் திலோ தலையிலோ இராது; முன்பாகத்திலிருந்து மங்கிவரும்; வால் வரை பின்பாகத்தில் வளையங்கள் மிகத்தெளிவாகக் காணப்படும். இது கடித்தால் எட்டடி தாண்டுவதற்குள் செத்துவிடுவான் என்பதும் கட்டுக்கு ஒரு வலிப்பு ஏற்படும் என்பதும் கற்பனை.

கட்டளை விரியன் என்னும் இப்பாம்பை கருவழலை என்று அழைக்கின்றனர். கறுப்பாக இருப்பதால் கருவழலை என்ற இப் பாம்பை அழலை என்றும் அழைப்பர். அழல் நிலத்தில் காணப் படுவதால் இப்பெயர் பெற்றதோ? அழல் நிலத்தில் நள்ளிரவில் இருளில் இரசவாதம் செய்பவர்கள் செம்பு, பித்தளை முதலிய மட்ட மான பொருளைத் தங்கமாக மாற்ற முயலும்போது இப்பாம்பு அவர்களைக் கடித்துக் கொன்றுவிடும் என்பது கதை.

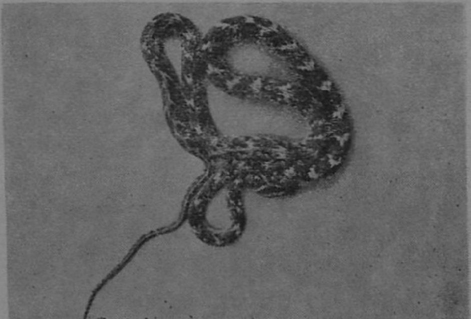
வெள்ளிக்கோல் விரியன் ஆங்கிலத்தில் ஓநாய்ப் பாம்பு (Wolf snake) என்று பெயர் பெற்று, லைக்கோடான் (Lycodon) என்று [பாம்புக்கலை அழைக்கும் சிறிய பாம்பு வெள்ளிக்கோல் வரையன். தமிழ் நாட்டில் கிராமங்களில் பயன்படுத்தும் நிறுத்தல் கருவி வெள்ளிக்கோல். ஒரு முனையில் தொங்கவிடப்பட்ட தட்டு மறுமுனைவரை சற்று அகன்றுகொண்டே போகும். உருண்ட தடி, அதில் இடையிடையே வெள்ளிக் கோடுகள், கையில் பிடித்துத் தூக்க ஒரு கயிறு-இதுதான் வெள்ளிக்கோல். உடலில் கழுத்து தொடங்கி சிறிய இடைவெளியுடன் கிரமமாக வெள்ளைக்கோடுகள் அல்லது வெள்ளி வளையங்கள் அமைந்ததால் $\frac{1}{2}$ அடி முதல் மூன்ற டிக்குட்பட்ட மெல்லிய உருண்டையான இப்பாம்புக்குக் கொடுத்த வரையன் என்ற பெயர் மருவி விரியன் என்றாயிற்று. இது நஞ்

சற்ற பாம்பு. கொலுபிரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாயினும் விரியன் என்ற பெயர் பெற்றதும் கொடிய நச்சுப் பாம்பு என்று மக்கள் அஞ்சுகின்றனர். இதில் நான்கு வகைகள் தமிழ் நாட்டில் உள்ளன.

கருவிரவி, Bridal snake என்று ஆங்கிலத்திலும், Dryo calamus என்று பாம்பியலிலும் பெயருடைய அழகிய சிறுபாம்பு. இது வெள்ளிக்கோல் வரையன் போலவே காணப்படும். ஆனால் கழுத்தில் அகன்று வெள்ளை வளையமும், அதைத் தொடர்ந்து வால் வரை அகன்ற வெள்ளை வளையங்களும் உண்டு. தலை சப்பையாகச் சற்று அகன்று இருக்கும். இதையும் மக்கள் கட்டுவிரியன் என்று எண்ணிப் பயப்படுவர். இது விரியன் அல்லா கொலுபிரிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்த நஞ்சற்ற பாம்பு. ஒரு பென்சில் கனத்துக்கு மேற்படாது சுமார் $1\frac{1}{2}$ அடிவரை வளரும். இதையும் கட்டளை விரியன், கட்டுவிரியன் என்று நினைத்து அஞ்சி நடுங்குவர். இது ஒரு போலி. பல பாம்புகளை வீட்டில் வளர்த்திருக்கிறேன். என்னுடைய மக்களும் இதை விளையாட்டுப் பொருளாகக் கையிலும் சட்டைப் பையிலும் வைத்திருப்பர். இது கடிக்க அறியா அப்பாவிப் பாம்பு. சிறு பல்லிகளை உணவாகக் கொள்ளும்.

விஞ்ஞான உண்மைகளைத் தெளிவுற எடுத்தியம்புவதையே தனி நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளது இவ்வுயிரியல் உரை.

கண்ணாடி விரியன் (Russell's Viper)


நெடுஞ்சூவை (சூவைப் பாம்பின் போலி)

24

கால உயிரியல்*

(கால உயிரியல் இந்நூற்றாண்டில், அதுவும் கடந்த இருபது ஆண்டுகளில் வளர்ந்து கிளைத்துள்ள ஓர் உயிரியல் துறை. இந்தியா வில் இத்துறையின் வளர்ச்சி பிற நாடுகளின் வளர்ச்சியை அடுத்து மேம்பட்டுள்ளது எனலாம் அதற்குக் காரணமான பேராசிரியர் ம கி. சந்திரசேகரன் அண்மையில் 1979 ஆம் ஆண்டுக்கான 'சாந்தி ஸ்வரூப் பட்நாகர் பரிசை'ப் பெற்றவர். இந்தியாவில் கால உயிரி யலின் (Chronobiology) இன்றைய நிலையைப் பற்றி இக்கட்டுரை விளக்குகிறது).

குறிப்புரை :

1. முன்னுரை
2. மனிதனில் உள்ள உயிர்க் கடிகைகளின் எடுத்துக்காட்டுகள்
3. இந்தியாவில் கால உயிரியலில் ஆய்வு நிகழ்த்தவேண்டிய தேவை
4. இந்தியாவில் கால உயிரியல் ஆய்வும், அதன் பிற உடன் நிகழ்வுகளும்
5. மனித நலத்தில் கால உயிரியலின் பங்கு
6. கால உயிரியலில் முதலிடம் தரவேண்டிய பகுதிகள்

---

* டாக்டர் ம.கி. சந்திரசேகரன், உயிரியற்புலம், மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம், மதுரை-21.

1. முன்னுரை :

சூழ்நிலையியல் (Ecology) என்பது தாவரங்கள், விலங்குகள், மனிதர்களின் இட அமைப்பிற்குரிய தகவமைவுகளை விளக்குவது போன்று, கால உயிரியல் என்பது சூழ்நிலையின் கால நியதிக் கேற்றபடி உயிரினங்களின் தகவமைவைக் குறிப்பது. கால உயிரிய லோடு ஒப்பிடும்போது சூழ்நிலையியல் மிகவும் வளர்ந்த ஓர் அறிவியல் துறை. கால உயிரியல் அவ்வாறு இன்னும் வளரவில்லை.

இருபது ஆண்டுகளுக்கு முன் 1960ஆம் ஆண்டு, உயிரியல் சீரியக்க ஆய்வுகளுக்கு (Rhythm research) முன்வழி வகுத்த முதன் மையாளர் பேராசிரியர் எர்வின் பியுன்னிங் (Prof. Erwin Buening) தலைமையில் 'உயிரியல் கடிகை' பற்றியே நிகழ்த்தப்பட்ட, தனிக் கருத்தரங்கின் பின்னர்தான் கால உயிரியல் ஆய்வுகள் முன்னணிக்கு வந்தன.

கால உயிரியலின் கருப்பொருளான உயிர்ச் சீரியக்கங்கள் (Biological rhythms) காலவரம்பில் சில வினாடிகளிலிருந்து (நரம்பு செல்களின் மின் செயல் போன்று) ஓர் ஆண்டு வரை உண்டு. ஒரு செல் உயிர் முதல் மனிதன் வரைச் சீரியக்கங்கள் உயிரின அமைப்பின் எல்லா நிலைகளிலும் காணப்படுகின்றன. சூழ்நிலையின் நிகழ்வு களோடு ஒத்து இயங்குகின்ற சீரியக்கங்களே கால உயிரியலாருக்குத் தனிச் சுவையூட்டுவன. அவ்வகையில் மூன்று முக்கிய சீரியக்க வகைகள் அறிவியல் ஆய்வுக்குட்பட்டவை :

1. செர்காடியன் (நாள்) சீரியக்கங்கள் :

24 மணிகளுக்கொரு முறை இயங்குவது; தன் அச்சின்மீது சுழலும் பூமியின் சுழற்சியோடு இயங்குவது.

2. மாதச் சீரியக்கங்கள் (Lunar day or lunar monthly rhythms) :

நிலவு நாள்தோறும் எழுகின்ற 24 மணி 50 மணித்துளிக் கால நியதியோடு, அல்லது மாதத்தின் 29 நாட்களுக்கு ஒரு முறை இயங்குவது.

3. ஆண்டுச் சீரியக்கங்கள் (Circannual rhythms) :

காலங்காட்டி ஆண்டினோடு (Calendar Year) இயங்குவது.

இந்த மூன்று முக்கிய வகைச் சீரியக்கங்களுள் செர்காடியன் சீரியக்கங்களே அதிகம் ஆராயப்பட்டவை. எல்லாச் செர்காடியன் சீரியக்கங்களும் ஒருவகையில் நாள் சீரியக்கங்களே என்று சொல்லலாம். ஆனால் எல்லா நாள் சீரியக்கங்களும் செர்காடியன் சீரியக்கங்களல்ல (செர்காடியன் : ஒரு நாள் அளவு). உண்மையில் எல்லாச் செர்காடியன் சீரியக்கங்களும் புவியியற்பியல் நாளில் (Geophysical day) முழுமையாக, கட்டாயமாகக் குறிப்பிட்ட 24 மணிக் கால நியதியோடு ஒத்து இயங்குவன. ஆனால் செர்காடியன் சீரியக்கங்கள் பின்வரும் மூன்று குறிப்பிட்ட பண்புகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும் (படம் 1, பக்கம் 230 காண்க).

1. தொடர்ந்த ஒளி, அல்லது இருள், வெப்ப நிலைகளில் (continuous illumination or darkness) தொடர்ந்து நிகழ வேண்டும்.

2. அவ்வாறு தொடரும்போது அதன் கால அளவு (period) ஏறக்குறைய ஒரு நாள் அளவு இருக்கும்; ஆனால் சரியாக 24 மணியாக இராது.

3. Q_{10} இன் மதிப்பு ஒன்றை அடுத்து இருக்க வேண்டும் (அதாவது சூழ்நிலயின் வெப்பம் 10 பாகை அளவுக்கு ஏற்றமாகவோ, இறக்கமாகவோ இருந்தாலும் செர்காடியச் சீரியக்கத்தின் மாறுபாடு ஒன்றை அடுத்து இருக்க வேண்டும்). இயல்பாக மித வெப்ப எல்லைக்குள் வேறுபடும் வெப்ப நிலைகளில் இச்சீரியக்கத்தின் கால அளவு, வெப்ப மாறுதல்களால் பாதிக்கப்படாமல் நிலைப்படுத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும் (Homeostatically compensated). இல்லையெனில் இச்சீரியக்கங்கள் காலமுணரும் கடிகைகளாகச் செயல்பட இயலாது.

மரபுவழி வரும் இச் செர்காடியன் சீரியக்கங்கள், ஏறக்குறைய 24 மணி நேரக் கால அளவையும், ஒளி-இருள் சுழற்சியுடைய இயல்நாளின் சரியான 24 மணிக்கு இயைந்து இயங்கும் இயல்பையும் கொண்டு, கடிகையைப் போன்றே செயல்படுவன. எனவேதான் பொதுவாக வழக்கில் இவை 'உயிர்க் கடிகைகள்' என்று அழைக்கப்படுகின்றன. விலங்குகள் உயிர்ச் சீரியக்கங்களைக் கொண்டிருத்தலோடு, அவைகளை வெளிக்காட்டுவதோடு, ஒழுகலாறு (behaviour), உடற் செயல்கள் (physiological), இனப்பெருக்கச் செயல்களைக் கால நியதிப்படி நிகழ வைக்கின்றன. இந்த உயிர்க் கடிகைகள் மிகவும் சீராக அமைந்திருப்பதால் இயற்கைத் தேர்வில்

(Natural selection) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பண்புகளில் ஒன்றாக இருந்திருக்க வேண்டும் என்றுகூடச் சொல்லலாம். உயிர்க்கடிகை என்ற சிக்கலான வினைப் பின்னலின் ஓர் இன்றியமையாத பகுதியாகச் சவ்வு-தொடர்புடைய வேதிமச் செயல்வினைகள் (membrane bound chemical reactions) இருக்க வேண்டும் என்பது இன்றைய கருத்து.

2. மனிதர்களில் உயிர்க் கடிகைகளின் எடுத்துக்காட்டுகள்:

24 மணி அளவில் அலைவுறும் சீரியக்கங்களாகப் பின்வரும் செயல்கள் ஆய்ந்தறியப்பட்டிருக்கின்றன. பின்வருவன உறுதியாகத் தூய்மையான செர்காடியன் சீரியக்கங்களே ஆம். பிற செயல்களும், கவனத்துடன் ஆராய்ந்தால் செர்காடியன் சீரியக்கங்களாக இருக்கலாம்:

1. தூக்க விழிப்புச் சீரியக்கம்
2. இழுப்புத் தாக்குதல்கள்
3. உள் வெப்பம் (Core temperature) (படம் 3, பக்கம் 230 காண்க)
4. தசை இயக்கம்
5. பிட்யூட்டரி சுரப்பிச் செயல்
6. ACTH செயல்
7. இனப்பெருக்கத் துணைச்சுரப்புகள் (Gonadotropins)
8. வளர்ச்சி ஹார்மோன்
9. தைரோட்ரோப்பின் (Thyrotropins)
10. அட்ரீனல்கள் (Adrenals)
11. கார்டிகோஸ்டீரால்டுகள் (Cordicosteroids)
12. ஆல்டோஸ்டீரோன் (Aldosterone)
13. கேட்டிக்கோலமைன்ஸ் (Catecholamines)
14. செரடானின் (Serotonin)
15. ரெனின் (Renin)
16. இன்சுலின் (Insulin)
17. இனப்பெருக்க ஹார்மோன்கள்
18. கோரியானிக் கோனடோ ட்ரோப்பின் (Chorionic gonado tropin)

19. சிறுநீர் அளவும், காரத்தன்மை அளவும்
20. சோடியம்/பாஸ்பேட்/கால்சியம்/மக்னீசியம் முதலியவை சிறுநீரிலுள்ள அளவு
21. நாடி வேகம்
22. மன விழிப்புணர்ச்சி (mental alertness)
23. இரத்த அழுத்த வேறுபாடுகள்

மனித உடம்பின் பல்வேறு சீரியக்கங்களுள் மேற்குறிப்பிட்டவை சில. மனித உடம்பு இவ்வண்ணம் பல அலைவுகளின் (Oscillations) இருப்பிடமாக இருப்பதால், மீதமுள்ள ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்படாத வேறுபல செயல்களும் இவ்வண்ணமாகவே வியப்புக்குரிய கால நியதிப்படி (periodicity) நிகழ்வனவாகவே இருக்க வேண்டுமென்பதை நாம் உணரமுடியும் (மனிதனின் கால உயிரியல் பற்றிய பிற விளக்கங்கள் பின்னர் வருகின்றன).

3. இந்தியாவில் கால உயிரியலின் ஆய்வுத்தேவை :

பல காரணங்களால், பல நாடுகளில் இயலாத அளவுக்கு, இந்தியாவில் இத்துறையில் பல புதுத் தடங்களை ஆய்ந்தறியலாம் என்பது என் அனுபவத்தால் கண்ட முடிவாகும். இந்தியாவுக்கே உரிய நோய்கள் பாதிப்புகளில் பயன்படும் வண்ணம் ஒரு சவாலாக ஏற்று மருத்துவக் கால உயிரியல் செய்யவேண்டிய பங்குண்டு. அடிப்படை ஆய்வு நிலையை வைத்துப் பார்க்கும்போது, இந்நாட்டில் பூமியின் இட அமைப்பினாலும் (latitudinal) குறிப்பிட்ட பருவ மாற்றங்கள், கடுங்குளிர் முதலியவற்றால் அதிகம் பாதிக்கப்படாமலும் ஆண்டு முழுவதும் ஆய்வுக்குரியபடி விலங்குகளும் தாவரங்களும் நிறைந்துள்ளன. அதோடு ஒளி, இருள் அளவுகளின் நிலையான தன்மையால் நம் வெப்ப மண்டல நாடுகளில், குளிர் மண்டல நாடுகளில் இருப்பதைவிட உயிர்க் கடிகைகள் தெளிவாகவும் முழுவதும் இணங்கிய இயைவுடனும் (entrained) இருக்கும் என்பது நான் தெளிவாகக் கண்ட உண்மை.

கால உயிரியல் பல அறிவியல் துறைகளைக் கொண்டது. இதன் துறைச் சொற்களாகிய கால அளவு (period), அலை வீச்சின் உச்சம் (amplitude), அலை அதிர்வு (frequency), அலை இயக்கப்படி (phase), இயைவு (entrainment), தன்னிச்சை ஓட்டம் (free-run), படிநிலை மாற்றம் (phase shift), படிநிலை மாற்ற வரைபடம்

(phase response curve), எல்லைச் சுழற்சிகள் (limit cycles), தனிப்படிநிலை (singularities) முதலிய யாவும் இயற்பியலின் அலை வியக்கக் கோட்பாட்டிலிருந்து (Oscillation theory) எடுத்தாளப் பட்டவை.

நொதிகளின் அலைவியக்கங்கள் சுவையானவை. பல எடுத்துக் காட்டுப் படிமங்கள் (models) கணித இயலுடையன. ரொட்டிப் பூஞ்சைக்காளானின் (Bread mould) மாவு வழியில் திடீர் மாற்றமுள்ள கடிகையுடைய இனங்களில் (Clock mutant strains of the bread mould) மூலக்கூற்றியலாருக்குத் (Molecular biologists) தனிக் கவர்ச்சி உண்டு. மனநோய் மருத்துவர்களும், உளநூல் இயலாரும் உள்ளீட்டுச் சோர்வு, தன்னிச்சையாக மாறும் மனநிலை அலைவு களைப் பற்றிய ஆய்வில் உயிர்ச் சீரியக்கங்களைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியுள்ளது. உடற்செயல் இயலாரும், நாளமில் சுரப்பி இயலாரும் (Endocrinologists), மருந்தியலார்களும், ஒழுகலாற்று இயலாரும் (Ethologists) உயிர்ச் சீரியக்கங்களைப் பற்றிக் கட்டாயம் அறிந்திருக்கவேண்டும். அலைவியக்கங்களின் உலகளாவிய தன்மை யும், அவை இருத்தலைத் தெளிவாகத் தெரிந்த பின்னும் உயிர்ச் சீரியக்கங்ளுக்கு இரண்டாவது இடமே அளிக்கப்பட்டிருந்தது. ஆனால் இப்போது ஆய்வு வழியாலும், பிற முயற்சியாலும் இது வரைப் பொருளற்றவை என்று கருதபபட்ட பல தத்துவ விளக்கங்கள் தரும் பல சுவைமிக்க பயன்களைக் கால உயிரியல் வெளிக்கொண்டு வந்துள்ளது.

தேன்கூட்டின் தேனீக்களின் இடைவிடாத உழைப்பைப்போல இத்துறையில் ஆய்வுகள் பெருமளவில் நடக்கின்றன. பதிப் பிக்கப்பெற்று வெளியிடப்பெறும் அறிவியல் மலர்கள் இதற்குச் சான்று பகரும். இத்துறையில் மூழ்கி ஆய்வுகளைப் பற்றிப் பலர் வெளியிடுவதைக் கணக்கிட்டால் ஆய்வின் விரிவு விளங்கும். ஆண்டுக்கு ஆயிரம் ஆய்வுக் கட்டுரைகள் (பார்வை : பேராசிரியர் பியுன்னிங்கின் சொந்தக் கடிதம்) பலதுறை அறிவியல் மலர்களில் வருகின்றன. இத்துறையில் இவ்வளவு வெளியீடுக்கிடையில் பதரையும் நன்மணி களையும் பிரித்தெடுத்தல் பெரும் சிக்கலாக உள்ளது. பதிப்பிக்கப் பட்டவைகளில் பெரும்பங்கு வெறும் அடிப்படைத் தத்துவங்களைப் பற்றிய வெளியீடுகளுக்கே சென்றுவிடுகிறது. எல்லாப் புதிய அறிவியல் துறையினரும் அனுபவிக்கின்ற ஒரு சிக்கல் எதிர்பாராமல் தற் செயலகா உயிர்ச் சீரியக்கங்களைக் கண்டு அறிக்கை விடுகின்ற கால

உயிரியலாரும் உண்டு. ஆனால் கரப்பான் பூச்சியின் ஒட்டத்திலோ அல்லது பாலூட்டி முளையிலுள்ள செரடான் / மெலடான் காட்டும் சீரியக்கத்திலோ இவ்வடிப்படைச் சீரியக்கம் பற்றிய உண்மையைக் கண்டுகொள்வது எளிது.

4. இந்தியாவில் கால உயிரியல் ஆய்வு (காலத்தோடு ஒட்டிய காட்சி - The contemporary scene) :

அமெரிக்கா போன்ற பல மேலை நாடுகளில் நிகழ்வதைப் போன்றே இந்தியாவிலும் கால உயிரியல் ஆய்வின் வளர்ச்சி அமைந்துள்ளது என்று கூறலாம். நூறு ஆண்டுகளுக்கு மேலாக இடைவிடாது நிகழும் உயிர்ச் சீரியக்க ஆய்வுகளில் ஜெர்மனி தனியிடம் பெறுகிறது. இந்தியாவில் அடிப்படைக் கால உயிரியல் ஆய்வுடன் ஒப்பிடும்போது மருத்துவக் கால உயிரியல் (Medical chronobiology) ஆய்வுகளும் உயர்ந்த நடைபோடுவது சுவைமிக்க செய்தியாகும். பிற இடங்களில் என்றும் போல பழையபடியே மருந்துகளை நோய் தீர்க்க 'நாளைக்கு மூன்று வேளை' என்ற படி எழுதிக்கொடுக்கும், தவறாக அச்சப்படுத்தும் கொடுமையான பின்தங்கிய நிலையையே காட்டுகிறது.

இந்தியக் கால உயிரியல் சங்கத் தலைவரும் செயலாளரும் மருத்துவத் துறையினரே. பேராசிரியர் பி. டி. குப்தாவும், அவர் துணை ஊழியர்களும், கழுத்திலும் தலையிலும் வரும் புற்று நோய்க்கு வெய்யில் உச்சத்தில் ஏறும்போது 'கதிர்வீச்சு' (radiation) கொடுத்தால், அவ்வாறு உச்ச வெப்பம் வருவதற்கு 4 அல்லது 8 மணி நேரத்திற்கு முன்போ, பின்போ 'கதிர்வீச்சு' மருத்துவம் செய்தால் ஏற்படும் பயனைவிட மேலான பயனைத் தருவதாகவும், மருத்துவத் துறையில் முக்கியமான அறிக்கை ஒன்றைக் கொடுத்திருக்கிறார்கள். சில இந்தியப் பல்கலைக்கழகங்களில் உயிர்க் கால இயலின் மூல அடிப்படை ஆய்வுகளை மிகச் சுவையுற நிகழ்த்தி வருகிறார்கள். மிகப் புகழ்வாய்ந்த பல வெளிநாட்டு அறிவியல் மலர்களில், இவ் வாய்வுகளின் முடிவுகள் வெளிவந்துள்ளன. 1978 ஆம் ஆண்டு டிசம்பரில் மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தின் உயிரியல் துறையில் ஜெர்மானியப் பல்கலைக்கழகத்தினர் நிகழ்த்தும் 'பயிற்சி அரங்கம்' வழியில் 'உயிர் அலைவுகள்' (Biological oscillation) பற்றிய ஆய்வரங்கம் ஒன்று நிகழ்ந்தது. அதில் ஒன்பது ஆய்வுகள் நிகழ்த்தப் பட்டன:

1. வேய் அலைவுகள் (ஸபோடின்ஸ்கி விளைவு - Zhabotinsky reaction)
2. டெஸ்மோடியம் கைரன்ஸ் (Desmodium gyrans) என்ற 'தந்தி யடிக்கும் தாவர' இலைகளின் குறுகிய கால நாள் சீரியக்கங்கள்
3. நியூரோஸ்போரா கிராசா (Neurospora crassa)வின் பாலில்லா விதைப்பெருக்கம் (Conidiation)
4. பருத்திச் செடி இலையின் தூக்கச் சீரியக்கம் (படம் 4, பக்கம் 231 காண்க)
5. கரப்பான் பூச்சியின் செர்காடியன் நடைச் சீரியக்கம்
6. ஓர் ஊர்வன விலங்கின் சக்கர ஓட்ட செர்காடியன் சீரியக்கம் (Circadian rhythm of wheel running)
7. அணில்களின் சக்கர ஓட்ட செர்காடியன் சீரியக்கம்
8. ஒரு மைக்ரோ கைராப்டிரன் வௌவாலின் பறத்தல் செர்காடியன் சீரியக்கம்
9. மனிதர்களின் உடல் வெப்பத்தின் செர்காடியன் சீரியக்கம்

ஐந்து மருத்துவ ஆயுநர்களும் (M.D.), ஒன்பது உயிரியலாரும் இவ்வரங்கில் பங்கு பெற்றனர். புகழ்பெற்ற பின்வரும் கால உயிரியல் வல்லுநர்கள் ஆசிரியர்களாகப் பங்கேற்றனர்.

1. பேராசிரியர் இ. பியுன்னிங் (டியூபிங்கன்)
2. பேராசிரியர் டபிள்யு. எங்கல்மென் (டியூபிங்கன்)
3. பேராசிரியர் கே. பிரிங்க்மென் (பான்)
4. டாக்டர் டி. எஸ். சாண்டர்ஸ் (எடின்பர்க்)
5. டாக்டர் வி.நஞ்சுண்டையா (டா.இ.அ.ஆ.)
6. பேராசிரியர் எல்.ஆர். கணேசன் (மதுரை)
7. பேராசிரியர் ம.கி. சந்திரசேகரன் (மதுரை)

ஓர் ஆங்கிலக் குறிப்பேடு இந்தப் பயிற்சிக்கெனத் தயாரிக்கப் பட்டது. இவ்வகையாகக் கால உயிரியல் ஆய்வு முறைகளைக் கற்றுக்கொடுக்கும் பயிற்சி அரங்குகள் மிகவும் தேவை. இவ்வகை அரங்குகளை இந்தியாவின் கால உயிரியல் கொண்டுள்ள நிறுவனங்கள் நிகழ்த்தவேண்டும். மதுரையில் நாங்கள் ஏற்கனவே நிகழ்த்திக்கொண்டிருப்பது போன்ற ஒழுங்கான அரங்குகளை நடத்துமளவுக்குப் பல ஜெர்மன், அமெரிக்கன், பிரிட்டிஷ், பிரான்சு, உருசியன் பல்கலைக்கழகங்கள்கூட இதுவரை முன்வரவில்லை.

5. மனித நலத்தில் கால உயிரியலின் பங்கு (Applications of chronobiology to human welfare) :

நம் உடல் சீரியக்கங்களை வேண்டியவாறு மாற்றிச் செயல் பட வைப்பது உடல்நலத்துக்குரிய பெரிய நோய்த் தடுப்புக்குரிய நற்செயல் ஆகும். எனவே பின்வரும் புதுப்புதுத் துறைகள் மருத்து வத்தில் கிளைத்திருப்பது வியப்புக்குரிய செய்தியல்ல :

அ. உயிர்ச் செயலின் கால அமைப்பாய்வு (chronobio-assay)

இத்துறை மருந்து தரும் சமயத்தில் பழைய, புதிய வேதியமக் கூட்டுப் பொருட்களில் ஏற்படும் 1. சீரியக்கப் பண்புகளில் உண்டாகும் விளைவு, 2. சீரியக்கத்தின் நிலையில் தோன்றும் விளைவு முதலியவற்றை ஆராய்கிறது.

ஆ. கால மருந்தியல் (Chronopharmacology) :

மருந்தின் அளவும் நாட்சீரியக்கமும்.

இ. கால நஞ்சியல் (Chronotoxicology) :

இத்துறை உயிர்ச் சீரியக்கங்களுக்கு இயற்பியல் வேதிமப் பொருட்கள் அல்லது பிற பொருட்களின் தீமையான விளைவுகளை யும், மருந்து அதிக அளவில் கொடுப்பதால் ஏற்படும் தீமையையும், பிற நஞ்சாகக்கூடிய பொருட்களைப் பற்றியும், தூய்மைக்கேடு விளைவிப்பவற்றைப் பற்றியும் ஆய்வது.

ஈ. கால மருத்துவம் (chronotherapy : (முன்னர் குறிக்கப்பெற்ற பி. டி. குப்தாவும் மற்றவர்களும் சேர்ந்து பதிப்பித்தவற்றைப் பார்க்க)

உ. நலத்தைக் காத்து நோயைத் தடுக்கும் திட்டம் (Prophylaxis: the measures to preserve health and prevent disease):

கால உயிரியலின் முக்கிய நோக்கம் நோயைக்காட்டிலும் அதன் தீமையை நேரத்தோடு கட்டுப்படுத்தலும், உடல் நலத்தைக் காத்தலும் ஆகும்.

ஊ. பருவ, ஒளிப்பருவ விளைவுகளில் (Seasonal and photoperiodic phenomena) : நாட்சீரியக்கங்கள் 'அளவு கோல்களாக' ஒரு நாளில் பகல்பொழுதைக் கணக்கிடப் பயன்படுகிறது. ஒளிப்பருவ அளவுக்குத் தேவையான, குறைந்த ஒளியை, எவ்வளவு தேவையோ அந்த அளவுக்குத் தருவதன் மூலம் கோழிகளைக் குளிர்காலத்திலும்

முட்டையிட வைக்கவும், கோடைப் பயிரைக் குளிர்காலத்தில் வளர வைக்கவும் முடிகிறது.

எ. ஒளிப் பருவத்தைச் செயற்கையாக மாற்றுவதால் கம்பளியின் தரத்தையும், அளவையும் மற்றவும் மேம்படுத்தவும் முடியும் (உருசியாவில் இதைச் செய்கிறார்கள்).

ஏ. நாட்சீரியக்கங்கள் பின்வரும் ஆய்வுகளைப் பொருத்தமாக அமைக்கப் பயன்படுகின்றன. 1. இரவு / பகல் மாற்ற நிகழ்ச்சிகள் (Shift schedules). 2. பகல் இரவின் எந்நேரத்திலும் பயணம் செய்ய வேண்டிய ஓட்டுநர்கள், காவலர்கள். 3. அடிக்கடி பல கால கட்டங்களை (time zones) கடக்கும் விமான ஓட்டிகளும், நடத்துநர்களும். 4. தொழிற்சாலைத் தொழிலாளிகள். 5. கடமையிலுள்ள பட்டாளத்து வீரர் - இன்னபிற.

ஐ. தாவர நோய்களைத் தடுக்கும் பூச்சிக் கொல்லிகளையும், வேதிமப் பொருட்களையும் சரியான காலத்தில் இட்டு நோயை நீக்குதல்.

ஒ. அண்ட வெளி ஆய்வு / விண்வெளிப் பயணம்.

6. முதலிடம் தரவேண்டிய கால உயிரியல் அடிப்படை ஆய்வுத் துறைகள் :

அ. உயிரின் தனி வளர்ச்சி, இனவளர்ச்சி முதலியவற்றில் நாட்சீரியக்கத்தின் தலையீடு. அதாவது உயிர்க் கடிகையை நிறுத்துவதன் மூலம் இனப்பெருக்கத்தைத் தொடர்ந்து நிகழ வைக்க முடியுமா என்பதை ஆய்வது.

ஆ. வெப்ப மண்டல நாட்டின் நாட்சீரியக்கத்தின் இயைவு, தன் இச்சை ஓட்டம், நிலைமாற்றம் முதலியவற்றின் பண்புகள்.

இ. கால உயிரியலின் சமூகவியற் பண்புகள்.

ஈ. கால உயிரியலின் விலங்குகளின் இயற்கைச் சூழல் ஒழுகலாறு (Ethology) தொடர்பான கள ஆய்வு (ஆய்வுக்குரிய சிறிய பாலூட்டிகள் - இரவு செயற்படும் வௌவால்களும், பகலில் செயற்படும் அணில்களும்).

உ. மனித 'தலைக் கடிகை' களும் செயலாக்கச் (performance) சீரியக்கங்களும்.

ஊ. முதுமையடைதலில் நாட்சீரியக்கங்கள்.

கால உயிரியலில் மேன்மையுற ஆய்வு நிகழ்த்தவும், மேற்கு ஜெர்மனி, அமெரிக்காவின் கால உயிரியலில் தனிப் பெருமைக்குரிய வல்லுநர்களின் வளர் ஆய்வினைக் குறிப்பிட்டுக் காட்டுதற்கும் இக் கட்டுரை ஆசிரியர் பேரார்வம் கொண்டுள்ளார்.

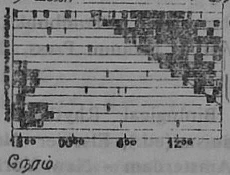
References :

1. Aschoff, J., Biological Rhythms(ed.), Handbook of Behavioural Neurobiology. Vol. 4. Plenum Press, New York (1981).
2. Suda, M. and Hayaishi, O., Biological Rhythms and their Biological Central Mechanism (ed.), Elsevier North Holland Biomedical press, Amsterdam - New York - Oxford (1979).

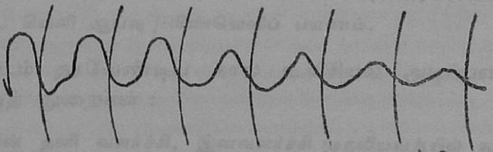
படம் I (அ)

மதுரையிலுள்ள ஒரு வௌவாலின் (**Taphozous melanopogan**) இயைவு. இது அதன் பறக்கும் செயலின் செர்காடியச் சீரியத்தின் பதிவு.

படம் I (ஆ)



தொடர் ஒளியில் (**LL, 5 Lux**) அதே வௌவாலின் தன் இச்சை ஓட்டம் (**Free Run**).

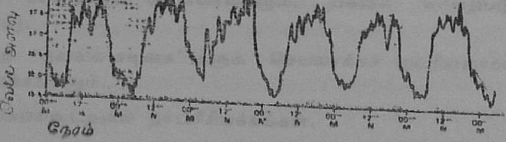


படம் 2

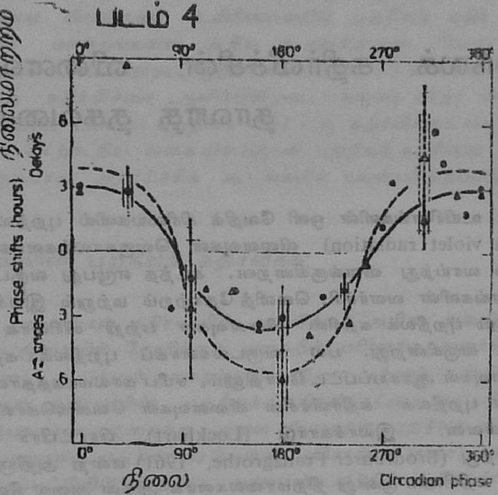
பருத்திச்செடி இலைகளின் தூக்க இயக்க அலைவு (**Sleep Movement Rhythm**)

25 வயது ஆளின் வெப்பச் சீரியக்கம் (**Rectal Temperature Rhythm**)

படம் 3



படம் 4



பருத்திச்செடி இலையின் தூக்கச் சீரியக்கம் ஃபுயூசாரிக் அமிலம் இடப்பட்டால் வெவ்வேறு நிலைகளில் (**Phases**) எவ்வாறு பாதிக்கப்பட்டு நிலைமாற்றம் நிகழ்கிறது (**Phase Shifts**) என்பதை விளக்கும் நிலைமாற்ற வரைபடம் (**Phase Response Curve**)

25

புறநீலக் கதிர்வீச்சின் விளைவுகளும் தாவரத் தகவமைப்பும்★

உயிரினங்களின் ஒளி வேதிக் கிரியைகளில் புறநீலக் கதிரின் (ultra violet radiation) விளைவுகள் வெகுகாலங்களாக முக்கியத் துவம் வாய்ந்து விளங்குகின்றன. கடந்த எழுபது வருடங்களாகத் தாவரங்களின் வளர்ச்சி, வெளித் தோற்றம் மற்றும் இயக்க முறை களிலும் புறநீலக் கதிரின் விளைவுகள் பற்றி விரிவாக ஆராயப் பட்டு வருகின்றது. பல வருடங்களாகப் புறநீலக் கதிர்வீச்சின் விளைவுகள் ஆராயப்பட்ட போதிலும், சமீப காலமாகத்தான் தாவரங் களின் புறநீலக் கதிர்வீச்சின் விளைவுகள் வெளிக்கொண்டு வரப் பட்டுள்ளன. இலாக்கார்டு (Lockhart), பிராட்பிரர் பிரான்சு குரோத்து (Brodfuhrer Franzgrothe, 1961) என்ற அறிஞர்கள் புற நீலக் கதிரினை மூன்று நிறமாலைகளாக அதன் அலை நீளங்களுக்கு ஏற்றாற்போல் புறநீலக் கதிர்-அ (A), புறநீலக் கதிர்-ஆ (B), புறநீலக் கதிர்-இ (C) என்று பிரித்தனர்.

புறநீலக் கதிர்-அ நீண்ட அலை நீளத்தையுடையது. அதன் அலை நீளம் சுமார் 300 என். எம். முதல் 400 என். எம். (nm) வரை உள்ளது. புறநீலக் கதிர்-ஆ என்பது சற்றுக் குறைவான அலை நீளம் உடையது (280nm-320nm). புறநீலக் கதிர்-இ மிகக் குறைந்த அலை நீளமுடையது (190nm-280nm). செயற்கை முறை களில் பழக்கத்திலுள்ள கிருமிநாசினி விளக்குகள் (Germicidal Lamps) புறநீலக் கதிர் - இ-யை வெளிப்படுத்துகின்றன. பொதுவாக, இந்த

★ திரு சு. பெரியணன் & டாக்டர் கோ. குழந்தைவேலு, தாவரவியல் துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

விளக்குகள் குறைந்த அழுத்தத்திலுள்ள பாதரசு ஆவிகளின் வீச்சால் புறநீலக் கதிர்வீச்சை வெளிப்படுத்துகின்றன. இந்தக் கதிர்வீச்சு சுமார் 250 என். எம். அலை நீளமுடையது. மேலும் உயிரினங்களில் உள்ள புரதங்களும், உட்கரு அமிலங்களும் இந்த அலை நீளமுள்ள கதிர்வீச்சை அதிக அளவில் கிரகிக்கும் தன்மை உள்ளதால் இத்தகைய விளக்குகள் உயிரினங்களில் புறநீலக் கதிர் வீச்சால் ஏற்படும் மாற்றங்களை அறிய உதவுகின்றன. மேலும் சூரிய விளக்குகள் (Sun Lamps), குறிப்பாக FS 40, FS 20 என்ற வகைகள் புறநீலக் கதிர்வீச்சை அளிக்கின்றன. கருப்பு ஊதா விளக்குகள் (Black Blue Lamps) புறநீலக் கதிர் - அ கதிர்வீச்சை வீசுகின்றன. எனவே மேற்கூறிய வகை விளக்குகள் புறநீலக் கதிரினை வழங்கும் விளக்குகளாக ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கதிரவனின் புறநீலக் கதிர்வீச்சு:

தாவரங்கள் கதிரவனின் ஒளிவீச்சை அதிக அளவில், மிகச் சிறந்த முறையில் சேகரிக்கும் வகையில் பரிணாம வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. ஆனாலும் தாவரங்களின் இலை மற்றும் தண்டு போன்ற பாகங்கள் கதிரவனின் புறநீலக் கதிர்வீச்சுக்கு ஆட்படுகின்றன. பெரும்பாலான குறைந்த அலை நீளமுள்ள புறநீலக் கதிர்வீச்சுக்கள் வாயுமண்டலத்தில் பரவியுள்ள ஓசோன் (Ozone) பரப்பினால் கிரகிக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. வாயுமண்டலத்தில் ஓசோன் மண்டலத்தின் தடிமன் சுமார் மூன்று மில்லி மீட்டர்களே இருந்தாலும் அவை கதிரவனின் புறநீலக் கதிரினை மிகக் குறைந்த அளவே பூமியை நோக்கி அனுமதிக்கின்றன. ஓசோன் பரப்பு சுமார் 260 என். எம்.க்குக் குறைவான கதிர்வீச்சை முழுமையாகக் கிரகிக்கின்றன. இருந்தபோதிலும், கதிரவனின் புறநீலக் கதிர்வீச்சில் 280 என்.எம். முதல் 320 என். எம். வரை ஓசோன் மண்டலத்தால் கிரகிக்க முடியாது. எனவே புறநீலக் கதிர்வீச்சு ஆவின் அளவு கணிசமான அளவு பூமியின் தரைமட்டத்திற்கு வந்து சேரும். கதிரவனுக்கும், பூமிக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தையும், மேகக் கூட்டங்களின் அளவையும், ஓசோன் மண்டலத்தின் அடர்த்தியையும், வாயுமண்டலத்தின் கலங்கல் தன்மையைப் பொருத்துப் பூமியின் தரைமட்டத்திற்கு வந்து சேரும் கதிரவனின் புறநீலக் கதிரின் அளவும், அலை நீளமும் மாறக்கூடியன (படம், பக்கம் 241).

பூமியின் தரைமட்டத்திற்கு வந்து சேரும் புறநீலக் கதிர்கள் அவும், ஆவுமே. பூமியின் தரைமட்டத்திற்கு வந்து சேரும் கதிரவனின் புறநீலக் கதிரில் 90 விழுக்காடுக்கு மேலாகப் புறநீலக் கதிர்-அ — வகையாக இருந்தபோதிலும், தாவரங்களின் ஒளி வேதி மாற்றங்களில் புறநீலக் கதிர்-ஆ வுக்கு இணையாக மாட்டாது என்று கால்டுவெல் (Caldwell) என்னும் அமெரிக்க அறிஞர் 1971 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தார். பெர்னர் (Berner) என்ற அறிஞர் 1972 ஆம் ஆண்டிலும், கிரீன் (Green) என்ற அறிஞர் 1976 ஆம் ஆண்டிலும் வாயுமண்டலத்திலுள்ள ஓசோன் அடர்த்தி குறையும்போது குறைந்த அலை நீளமுள்ள புறநீளக் கதிர்கள் வரலாம் என்று அறிந்தனர். வாயுமண்டலத்தில் பறந்து செல்லும் விமானங்களின் எரிபொருள் புகையினில் உள்ள நைட்ரசன் (Nitrogen) என்ற மூலகத்தின் ஆக்சைடுகளினாலும், ஒலியைவிட வேகமாகச் செல்லும் அதிவேக விமானங்களினாலும் வாயுமண்டல ஓசோன் பரப்பு பாதிக்கப்படலாம் என்று கட்சிசு (Cutchis), குரோ பெக்கர் (Grobecker) என்ற அறிஞர்கள் 1974 ஆம் ஆண்டு வெளி யிட்டனர். மேலும் மாக் (Maugh) என்ற அறிஞர் அணு வெடிச் சோதனைகளாலும் வாயுமண்டல ஓசோன் பரப்பு பாதிக்கப்படலாம் என்று கூறினார்.

புறநீலக் கதிர்வீச்சால் தாவரங்களில் ஏற்படும் விளைவுகள் :

புறநீலக் கதிர்வீச்சால் தாவரங்களின் செயலியக்க முறைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களில் முதலில் புறநீலக் கதிர் - இ யின் நிலையைக் காணலாம்.

தாவரங்கள் தங்களுக்குத் தேவையான உணவினைத் தாங் களே தயாரிக்கும் தன்மை படைத்தவை. தாவரங்கள் தங்களுடைய செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்களில் உள்ள பச்சையத்தின் துணை கொண்டு கதிரவனின் ஆற்றலின் உதவியால் வாயுமண்டலத்திலுள்ள கரியமில வாயுவினையும் (carbondioxide) நீரையும் சேர்த்து மாச்சத்துள்ள பொருட்களைத் தயாரிக்கின்றன. இது தாவரங்களுக்கே யுரிய தனித்தன்மையாதலால் ஒளிச்சேர்க்கையில் (Photosynthesis) புறநீலக் கதிர்வீச்சின் விளைவுகளை ஆராய்தல் அவசியமானது.

ஆர்னால்டு என்ற அறிஞர் 1933 ஆம் ஆண்டு முதன் முதலாகப் புறநீலக் கதிர் - இ வீச்சு ஒளிச்சேர்க்கையினைப் பாதிக் கின்றது என்பதைக் குளோரெல்லா (Chlorella) எனப்படும் பச்சைப்

பாசியினைப் (Green alga) பயன்படுத்திக் கண்டுபிடித்தார். மேலும் புறநீலக் கதிர்வீச்சானது ஒளிச்சேர்க்கையினைப் பாதித்தபோதிலும் பச்சைய மூலகங்களை வேதி முறையில் மாற்றவில்லை என்றும், செல்லின் சுவாச முறைகளைப் பாதிக்கவில்லை என்றும் கண்டறிந்தார். சுமார் பதினைந்து வருடங்களுக்குப்பின் ரெட்போர்டு (Redford), மேயர் (Myers) என்ற அறிஞர்கள் 1951 ஆம் ஆண்டு அதே ஆராய்ச்சி முறைகளைப் பின்பற்றி ஒளிச்சேர்க்கையில் ஏற்படும் பாதிப்புகள் புறநீலக் கதிர்வீச்சின் அளவையும் அதன் அடர்த்தியையும் பொருத்துப் பாதிப்பதைக் கண்டறிந்தனர்.

1961 ஆம் ஆண்டு பிசப் (Bishop) என்ற அறிஞர் புறநீலக் கதிர் வீச்சின் பாதிப்புக்கும், ஒளிச்சேர்க்கையின் மின்னணுக் கடத்தல் கிரியையில் (Electron transport reaction) உள்ள வேதிப் பொருளான பிளாசுடோகுயினோனின் (plastoq inone) அளவு குறைதலுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கண்டுபிடித்தார். ஆனால் 1967 ஆம் ஆண்டு மந்தாய் (Mantai), பிசப் (Bishop) என்ற அறிஞர்கள் புறநீலக் கதிர் வீச்சால் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஏற்படும் பாதிப்புக்கு பிளாசுடோகுயினோனின் அளவு குறைதல் மட்டுமே காரணம் இல்லை என்று அறிந்தனர். 1970 ஆம் ஆண்டு மந்தாய் (Mantai) குழுவினர் புறநீலக் கதிர்வீச்சால் பசுங்கணிகங்களில் உள்ள கொழுப்பு வகைகள் (கரோடினாய்டுகள்) மற்றும் கரையும் புரத வகைகள் பாதிக்கப்படவில்லை என்று கண்டறிந்தனர். மேலும் புறநீலக் கதிர்வீச்சு பசுங்கணிகங்களின் அமைப்புக்குக் காரணமான பச்சையம் நிறைந்த சவ்வுகளில் ஏற்படுத்தும் சேதமே ஒளிச்சேர்க்கையின் பாதிப்புக்குக் காரணம் என வெளியிட்டனர்.

யாமசிட்டா (Yamashita), பட்லர் (Butler) என்ற அறிஞர்கள் 1968 ஆம் ஆண்டு புறநீலக் கதிர்வீச்சு மின்னணுக் கடத்திக் கிரியையில் நீர்ப் பிரிப்புப் பகுதியில் ஏற்படும் சேதமே காரணமாக இருக்கக்கூடும் என்று குறிப்பிட்டனர். 1982 ஆம் ஆண்டு, நூருதீன் மற்றும் குழந்தைவேலு (Noorudeen and Kulandaivelu) ஆகியோர் புறநீலக் கதிர்வீச்சு ஒளிச்சேர்க்கையின் மின்னணுக் கடத்திக் கிரியையில் பல இடங்களில் பாதிப்பதோடு, பசுங்கணிகங்களில் சவ்வுகளின் அமைப்புக்கு ஏற்படும் சேதமும் காரணம் என்பதை ஒளிநிறமாலையின் (Spectroscopy) துணையுடன் அறிந்தனர்.

புறநீலக் கதிர் - இ வீச்சு, தாவரங்களின் சுவாச முறைகளையும் அதிக அளவில் பாதிக்கின்றன என்று ராய் (Roy), அபௌடு

(Abboud) என்ற அறிஞர்கள் 1978 ஆம் ஆண்டு கண்டனர். மேலும் கதிர்வீச்சு செல்லிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட மைட்டோகாண்டிரியாவில் (Mitochondria) நிகழும் அயனக் கடத்திக் கிரியையைப் (Ion Transport) பாதிக்கின்றது. இக் கண்டுபிடிப்பு 1933 ஆம் ஆண்டு ஆர்னால்டு (Arnold) கூறிய கருத்திலிருந்து முற்றிலும் மாறு பட்டுள்ளது.

ஒளிச்சேர்க்கையைப் புறநீலக் கதிர் - ஆ வீச்சு 15 முதல் 20 விழுக்காடு வரைப் பாதிக்கின்றது என்பதைக் கால்டால் (Halldal) என்ற அறிஞர் 1964 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்தார். சிசன் (Sisson), கால்டுவெல் (Caldwell) ஆகியோர் 1976ஆம் ஆண்டு ருமெக்சு (Rumex) என்ற உயர்தாவரத்தின் ஒளிச்சேர்க்கையைப் புறநீலக் கதிர்-ஆ பாதிக் கின்றது என்று வெளியிட்டனர். பிராண்டில் (Brandle) குழுவினர் 1977 ஆம் ஆண்டு பைசம் சட்டைவம் (Pisum sativum) என்ற பட்டா ணிச் செடியில் ஏற்படும் பாதிப்பினைக் கண்டறிந்து மேற்கூறியவற்றை உறுதி செய்தனர். மேலும் மின்னணுக் கடத்திக் கிரியையும் முக்கி யமாக, ஒளிக்கூட்டு-2 (Photosystem II) யும் கடுமையாகப் பாதிக்கப் படுவதை வெளியிட்டனர். பெசியோவினி குழுவினர் (Basiouny *et. al.*) 1987 ஆம் ஆண்டு, தாவரங்களில், குறிப்பாக மூன்று கரிமூலகத் தன்மயமாதல் சுழற்சியைக் (C_3 Carbon assimilation cycle) கொண் டவை, நான்கு கரிமூலகத் தன்மயமாதல் (C_4 Carbon assimilation cycle) சுழற்சியுடையவைகளைவிட வெகுவாகப் பாதிப்பதைக் கண்டு பிடித்தனர். அதே ஆண்டில் பிராண்டில் குழுவினர் பசுங்கணிகங் களின் சவ்வுகளில் புறநீலக் கதிர்-ஆ வினால் ஏற்படும் விரிசல்களை மின்னணு நுண்ணோக்கி (Electron Microscope) மூலம் உறுதிப் படுத்தினர். நூருதீன், குழந்தைவேலு ஆகியோர் 1982 ஆம் ஆண் டில் புறநீலக் கதிர் - ஆ குறிப்பாக ஒளிக்கூட்டு - 2 இன் கிரியை மையத்தைப் பாதிப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர்.

தாவரங்களின் வெளித்தோற்றங்களில் புறநீலக் கதிர் வீச்சின் விளைவுகள் :

தாவரங்கள் தினமும் பதினைந்து நிமிடங்கள் புறநீலக் கதிர்-இ வீச்சிற்கு உட்படும்போது இலைவிரிதலின் தன்மையும், இலை வளர்ச்சியும் கடுமையாகத் தடைப்படுகின்றது. இலைகளின் பரப் பளவு மிகக்குறைவாகவும், இலை ஓரங்கள் சுருண்டும் காணப்படு

கின்றது. மேலும் புறநீலக் கதிர்வீச்சுக்கும் உட்படும் தாவரங்களின் இலைகள் தடிமனாகவும் இருக்கின்றன என்று நூருதீன், குழந்தைவேலு ஆகியோர் கண்டறிந்தனர். புறநீலக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுகின்ற தாவரங்கள் தங்களுடைய மேற்தோற் பரப்பில் துகள்களாலான பரப்பினைக் கொண்டுள்ளன. அத்தகைய துகள் பரப்பு மெழுகினைப் போன்ற தன்மையுடையதாகவும், படிகங்கள் பலவற்றை உடையதாகவும் இருக்கின்றது என்றும் கூறப்படுகின்றது (நூருதீன், குழந்தைவேலு, 1982).

புறநீலக் கதிர் - ஆ வீச்சுக்கும் உட்படும் தாவரங்கள் குறைந்த அளவு உயரத்தையும், குறைந்த எடையையும் உடையனவாயுள்ளன என்று வான் (Van), கெரார்டு (Garrard) ஆகியோர் 1975 ஆம் ஆண்டிலும், வான் குழுவினர் (Van et. al) 1976 ஆம் ஆண்டிலும் வெளியிட்டனர். லிண்டோ (Lindoo), கால்டுவெல் (Caldwell) ஆகியோர் 1978 ஆம் ஆண்டு ரூமெக்சு (*Rumex*) என்ற தாவரம் புறநீலக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்பட்டபின் இருட்டில் இருக்கும்போது இலைகளின் விரிதல் தன்மையை இழக்கின்றது என்று கண்டனர்.

தாவரங்களின் தகவமைப்பு :

கதிரவனின் நிறமாலையில் சுமார் 10 முதல் 15 விழுக்காடு புறநீலக் கதிர்வீச்சாக உள்ளது. தாவரங்கள் தங்கள் உணவு உற்பத்திக்குக் கதிரவனின் ஆற்றலையே முழுமையாக நம்பியிருக்கின்றன. ஆனால் புறநீலக் கதிர்கள் ஓரளவு வாயுமண்டலத்திலுள்ள ஓசோன் பரப்பினால் கிரகிக்கப்பட்டாலும், புறநீலக் கதிர்கள் -அவும், ஆவும் வந்துசேருகின்றன. ஆகவே, அவற்றிலிருந்து தம்மைக் காத்துக் கொள்வதற்காகத் தாவரங்கள் தகவமைப்பு முறைகளைத் தம் இலைகளின் மேற்பரப்பிலும் செல்களினுள்ளும் கொண்டுள்ளன. தாவரங்களில் புறநீலக் கதிர்வீச்சால் ஏற்படும் சேதங்கள் இனத்திற்கு இனம் மாறுபடுகின்றன. கிளைன் (Cline), சேலிசுபெரி (Salisbury) என்ற அறிஞர்கள் 1966 ஆம் ஆண்டு பலவகைத் தாவரங்களைக் கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்தி அவற்றின் எதிர்ப்புத்திறன் இனங்களுக்கு இனம் மாறுபடுவதைக் கண்டறிந்தனர். இவ்வாறு வேறுபட்ட எதிர்ப்புத்திறன் உள்ள தாவரங்கள் வெவ்வேறு வகைகளில் தடுப்புமுறைகளைத் தமக்குள் உருவாக்கிக் கொள்ளுகின்றன. எல்லாவகைத் தடுப்பு முறைகளிலும் புறநீலக் கதிரினை வடிக்கும் முறையாக (Optical Screening) வெளித் திசுக்களைக் கொண்டுள்ள

தேயாகும். மேலும் புறநீலக் கதிர்வீச்சின்போது இலைகளின் மேற்பரப்பில் உண்டாகும் மெழுகினைப் போன்ற போர்வையும் படிகங்கள் நிறைந்த துகள் பரப்பும் தற்காப்புக்காக உண்டாகின்றன என நூருதீன், குழந்தைவேலு (1982) ஆகியோர் கண்டறிந்தனர்.

புறநீலக் கதிர்வீச்சுத் தடுப்பாற்றல் வேறுபடுவதற்கு அதன் மேற்பரப்பு மாற்றங்கள் மட்டுமன்றிச் செல் அளவிலும் வேதிப் பொருட்கள் புதியனவாகத் தோன்றுகின்றன. லிண்டோ, கால்டுவெல் (Lindoo , Caldwell) என்ற அறிஞர்கள் ஆந்தோசையனின் (Antho cyanin) என்னும் வேதிப் பொருட்கள் அதிக அளவில் புறநீலக் கதிர் வீச்சுக்குத் தாவரங்கள் உட்படும்போது தயாரிக்கப்படுகின்றன என்று வெளியிட்டனர். ஆந்தோசையனின் எனும் வேதிப்பொருள் அதிக அளவில் புறநீலக் கதிர்வீச்சைக் கிரகிக்கும் தன்மையுடையது. இவ் வாறு ஆந்தோசையனின் அளவு கூடுதல் தாவரங்களின் புறநீலக் கதிர் வீச்சுத் தடுப்பாற்றலுக்கு இணையாகக் கூடுகின்றது. நூருதீன், குழந் தைவேலு ஆகியோர் (1982), ஆந்தோசையனின் என்ற நிறமி வேதிப் பொருளின் அளவு கூடுவதற்குப் பினைல் அலனின் அமோனியா லையேசு (Phenyl Alanine Ammonia Lyase) என்ற நொதிப் பொருள் (Enzyme) கூடுவதே காரணம் என்றும், புறநீலக் கதிர்வீச்சால் இந்த நொதிப்பொருளின் உற்பத்தி ஊக்குவிக்கப்படுகின்றது என்றும் கண்டனர். மேலும் வெவ்வேறு தாவரங்களின் புறநீலக் கதிர்த் தடுப் பாற்றல் சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள பொருட்களும் முக்கியக் காரணம் என்பதைப் புறநீலக் கதிர் நிறமாலையின் துணைகொண்டு வெளியிட்டனர். மேற்தோற் பரப்பிலுள்ள உரோமக் கூட்டங்களும் கதிரவனின் புறநீலக் கதிர்வீச்சை ஓரளவு வடிகட்டி அனுப்புகின்றன.

புறநீலக் கதிர்வீச்சு தாவரங்களில் ஏற்படுத்தும் விளைவு களும், அவைகள் அதற்கேற்றாற்போல் தகவமைத்துக் கொள்ளு தலும் இயற்கையின் ஒரு வியத்தகு செயலாகும். மேலும் சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலைக் கேடுகளால், குறிப்பாக, தொழிற்சாலைகளில் வெளியேறும் நச்சுப் புகைகளால் வாயுமண்டலத்தில் உள்ள ஓசோன் பரப்பு பாதிக்கப்படுகின்றது. அதன் விளைவாகப் புறநீலக் கதிர் வீச்சும் அதிகமாகும். மிகக் குறைந்த அளவேயுள்ள கதிரவனின் புறநீலக் கதிர்வீச்சைத் தொழிற்சாலைகளும் ஒலிமிஞ்சி வேக விமானங்களும் அவைகளின் நச்சுப் புகைகளும், அணுவெடிச் சோத னைகளும் நாளடைவில் ஓசோன் மண்டலத்தை இல்லாமல் செய்து விட்டாலும் வியப்பதற்கில்லை.

References :

Arnold, W. 1933 J. Gen, Physiol. *17* : 135-143.

Basiouny, F. M., Van, T.K., and Biggs, R.H 1978. Physiol. Plant. 42 : 29-32.

Berner, P. 1972, *In* : Final Technical Report, European Research office, US Army, London-Contract No : DAJA 37-68-c-1017pp 59.

Bishop, N. I. 1961. *In* : CIFA Foundation Symposium on Quinonesin Electron Transport (wolstenholme, G. E. W. and O' Conor, (M) and Churchill Ltd, London. pp 385-404.

Brandle, J. R., Campbell, W. F., Sisson W. B. and Cald well, M. M. 1977. Plant Physiol 60 : 165-169.

Caldwell, M.M. 1971 *In* : Photophysiology Vol VI (Giese, A.C. ed) Academic Press, New york, pp 131-177.

Cline, M. G. and Salisbury, F. B. 1966. Nature *211* : 484-486.

Cutchis, P. 1974. Science 184 : 13-19.

Halldal, P. 1964. Physiol. Plant. 17 : 414-421.

Maugh, T. H and Hammond, A.L , Science *186* : 335-338.

Lindoo, S. J. and Caldwell, M M , 1978 Plant Physiol. *61*: 278-282.

Mantai. K E. and Bishop, N. I. 1967. Biochim. Biophys. Acta *131* : 350-356.

Mantai, K. E , Wong, J. and Bishop,N.I. 1970. Biochim. Biophys. Acta *197* : 257-266.

Noorudeen, A. M., and Kulandaivelu, G. 1982 Physiol. Plant 55: *161* 157-161.

Noorudeen, A.M , 1982. Ph. D. Thesis submitted to Madurai Kamaraj University, Madurai, India.

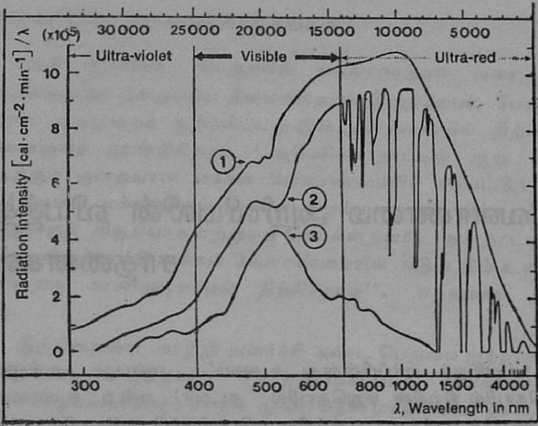
Redford, E. L. and Myers, J. 1951. J. Cell. Comp Physbiol. *38* : 217-243.

Roy, R M. and Abboud, S. 1978 Photochem Photobiol *27* : 285-288.

Van, T.K. and Garrard L.A 1975. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings Vol 35, pp 1-3.

Van, T.K, Garrard, L A. and West, S. H. 1977. Environ. Expt. Bot, *17* : 107-112.

Yamashita, T. and Butler, W.L. 1968. Plant Physiol. 43 : 2037-2040.



கதிரவனின் ஒளிக்கற்றையின் தன்மைகள்

1. வாயுமண்டலத்தின் மேற்பரப்பில் கதிரவனின் கதிர் வீச்சு. 2. கடற்பரப்பில் கதிரவனின் கதிர்வீச்சு.
3. பூமியின் மேற்பரப்பில் மேகக் கூட்டங்களால் வடி கட்டப்பட்ட கதிரவனின் கதிர்வீச்சு.

26

வேளாண்மை அறிவியலின் வியத்தகு சாதனைகள் *

'சுழன்றும் ஏர்ப்பின்னது உலகம்' என்பது வள்ளுவம். 'உழுதொழில் நிற்கின் மறுதொழில் நடவா' என்ற உண்மையை உலகுக்கு உணர்த்த விரும்பிய பொய்யாமொழியாரின் மெய்யான மொழி இது. மனிதன் கடலைக் கடந்தான்; நிலத்தை அளந்தான்; விண்ணிற் பறந்தான்; ஏன், மற்றைக் கோள்களிலும் காலடி வைத்தான். இத்தகு வளர்ச்சியுற்ற காலத்திலும் வள்ளுவரின் வாய்மொழி மறுத்தற்கியலாத ஒன்றாக நின்று நிலவுகிறது.

அண்மைக்காலம் வரை வயிற்றுக்குச் சோறிடும் வகைக்காக, கல்வியற்ற கடைநிலை மாந்தர் எனக் கருதப்படும் உழவர்களின் வாழ்க்கை வேள்வியாக வேளாண்மை கருதப்பட்டு வந்தது. இன்று அந்நிலை மாறி அதுவும் மற்ற தொழில்களைப் போலவே படித்தவரும் அறிஞரும் மேல்தட்டில் இருப்போரும் செய்யக்கூடிய ஒரு தொழில் (Industry) என்று எண்ணும்படி வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது. இதற்குக் காரணம் என்ன? வேளாண்மையில் ஏற்பட்டுள்ள வியத்தகு முன்னேற்றங்களே எனலாம். பசுமைப் புரட்சி களத்திலே மட்டும் சாதனையைக் காட்டவில்லை; உழவர் பெருமக்களின் உளத்திலேயும் அறிவியல் சார்ந்த புரட்சிக் கருத்துக்களை ஊன்றியுள்ளது. ஆனை கட்டிப் போரடித்தது அன்றையப் பெருமை; டிராக்டர் வைத்தும், திரெசர் (Thresher) வைத்தும் போரடிப்பது இன்றைய நிலைமை. இந்த வளர்ச்சி ஒரே நாளில் கண்டதா? அன்று, அன்று.

★ டாக்டர் கே. கே. கிருட்டிணமூர்த்தி, தலைவர், வேளாண்மைக் கல்லூரி, மதுரை.

வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகங்கள் :

நாடு விடுதலை பெற்றபின் பல்லாண்டுகள் வரை நாம் வேளாண்மையில் பின்தங்கிய நிலையில்தான் இருந்தோம். பேரறிஞர் அண்ணா ஒருமுறைக் குறிப்பிட்டது இன்னும் நினைவில் நிற்கிறது; சிந்தனையைத் தூண்டுகிறது: ''அமெரிக்க நாட்டில் ஆறு விழுக்காட்டிற்கும் குறைவான மக்கள் வேளாண்மையில் ஈடுபட்டுத் தமக்கும் மீதமுள்ள மக்களுக்கும் உணவு வழங்குவதுடன் நில்லாது பிற நாடுகளுக்கும் மிகுதியாக ஏற்றுமதி செய்கின்றனர். நம் நாட்டிலோ எண்பது விழுக்காட்டு மக்கள் வேளாண்மையில் ஈடுபட்டும் உணவில் தன்னிறைவு காணமுடியாமல் நிற்கிறோம்''. எத்தகைய அவல நிலை.

இந்நிலையை மாற்றி வளர்ச்சி கண்ட பெருமை ஐந்தாண்டுத் திட்டங்களையும் புதிதாகத் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகங்களையும் சாரும். முன்பு தென் மாநிலங்கள் நான்குக்குமாகக் கோவையிலமைந்த வேளாண்மைக் கல்லூரி ஒன்றே வேளாண்மை அறிஞர்களை உருவாக்கித் தந்தது. இன்றோ மாநிலத்திற்கொன்றாகவும் சில மாநிலங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டும் வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகங்கள் செயல்படுகின்றன. இந்தியாவில் தற்பொழுது மொத்தம் இருபத்துமூன்று வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகங்கள் உள்ளன. இவை ஆற்றும் பணிகள் அளவிடற்கரியன. இவற்றுடன் இணைந்த நூற்றுக்கணக்கான ஆராய்ச்சி மையங்கள் அறிவியல் வேளாண்மையை நாடெங்கும் பரப்புவதில் நாளும் ஈடுபடுகின்றன. இவை ஆற்றும் பணிகளை, கண்ட வளர்ச்சியைத் துறைதொறும் காண்பதே சால்புடையது.

மண்ணியல் :

'உணவெனப் படுவது நிலத்தொடு நீரே' என்றார் புறநானூற்றுப் புலவர் குடபுலவியனார். வேளாண்மைக்குரிய இடுமுதல்களாக விளங்குபவற்றுள் முதன்மை இடம் பெறுவன நிலமும் நீருமாம். மண் எத்துணை மாண்புடையது என்பது சிறிதளவுச் சிந்தனையைச் செலுத்துவோர்க்கும் எளிதில் புலனாகும். பல்லாயிரங்கோடிப் பணச் செலவில் மதியினைச் சென்றடைந்தோர் அங்குக் கண்டதென்ன? அங்கு மண்ணில்லை; மரஞ்செடி கொடிகள், புல் பூண்டுகள், விலங்குகள், புட்கள், மனிதர்கள் எவையுமில்லை. உலகில் இவை அத்தனையும் இருப்பதற்கு மண்ணும் நீருமல்லவோ

முதற் காரணங்கள். அந்த விண்வெளிப் பயணத்திற்கே மூலப் பொருட்களைத் தந்து உதவியது எது? மண்ணல்லவோ? வேளாண் மையிலும் மண் முதன்மை இடத்தைப் பெறுவது வியப்பல்லவே? எனவே, மண்ணியலில் அளப்பரிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப் படுகின்றன. மண் பரிசோதனை செய்துகொண்டபின் ஒவ்வொரு பயிருக்கும் ஏற்ற அளவில் பேரூட்டகங்களும், நுண்ணூட்டகங்களும் இடப்படுகின்றன. நிலவளத்தில் பயிர்கள் செழிக்கின்றன. விளைச் சல் கொழிக்கின்றது.

வளங்குன்றிய மண் களர் என்றும், உவர் என்றும் கழிக்கப் பட்டது ஒரு காலம்.

'பயவாக் களர்'

எனவும்,

'கந்தசாலியின் கழிபெறு வித்தாங்கோர்
வெந்துகு வெங்களர் வீழ்ந்தென'

எனவும் பாடல்களில் இடம்பெற்ற களரில் பயிர்கள் எதுவும் வளராது என்னும் கருத்தும் நிலவியது. எனினும்,

'களர்கெட பிரண்டை புதை'
'களர் முறிக்க வேப்பந்தழை'

என்னும் பழமொழிகள் களரையும் திருத்திய அனுபவ அறிவை எடுத்துக்காட்டுகின்றன.

இன்றைய அறிவியல் ஆய்வின்படிக் களரையும் உவரையும் கூடத் திருத்திச் சாகுபடி செய்தல் இயலும் எனும் உண்மை கண் டறியப்பட்டுள்ளது. ஜிப்சம், சர்க்கரை, ஆலைக் கழிவு மட்டுமல் லாது குப்பை என ஒதுக்கித் தள்ளப்படும் தேங்காய்மட்டைத் தூளும்கூடத் திருத்தியாக உதவும் என அறியப்பட்டுள்ளது. மண் ணியலின் சிறப்பை,

'மண்ணின் வகையும் அமைப்பும் குணங்களும்
மதித்துப் பயிர்செய்யக் கற்றுக் கொண்டால்
திண்ணமாய் நல்ல விளைச்சலும் லாபமும்
தேடியே வந்திடும் தோழர்களே'

என வேளாண்மை இலக்கியம் இயம்புகிறது. ஆம், மண்ணின் வகை (kinds of the soil), மண்ணின் அமைப்பு (structure of the soil), மண்ணின் குணங்கள் (properties of the soil) பற்றிய ஆய்வில்

ஈடுபட்டுள்ளது இத்துறை. எதற்குமுதவாத பயனற்ற நிலம் எனக் கருதப்படும் நிலத்தினையும் மண்ணியலறிவினைக் கொண்டு சீர் படுத்தி, பக்குவப்படுத்தி, நன்னிலமாக்கவியலும் என்பது நடை முறையில் நிகழ்கின்றது.

'நிலத்தியல்பால் நீர்திரிந்து அற்றாகும்' என்பார் வள்ளுவர். இதன் மறுதலைக் கருத்தாக 'நீரியல்பால் நிலந்திரிந்து அற்றாகும்' என்பதும் ஏற்புடையதாக அமையவேண்டுமன்றோ? உண்மையும் அதுதான். எனவேதான் பாசன நீரின் பண்புகளும் ஆராயப்படு கின்றன; மாற்றுவழிகள் உழவர் பெருமக்கட்கு எடுத்துரைக்கப்படு கின்றன.

பயிரியல் :

விளைச்சல் திறன் மிக்க விதையும் பயிரும் இல்லாவிட்டால் வளமான மண்ணும் தரமிக்க உரமும் என்ன செய்யமுடியும்? இத னாலேதான் பாரதி பாடிய,

'சென்றிடுவீர் எட்டுத் திக்கும் கலைச்
செல்வங்கள் யாவும் கொணர்ந்திங்கு சேர்ப்பீர்'

என்னும் கட்டளையைச் சிரமேற்கொண்டு வேளாண் அறிஞர்கள் கொணர்ந்து சேர்த்தனர். கலைச் செல்வங்களை அல்ல; அறிவியற் செல்வங்களை; விதைச் செல்வங்களை. இம்முயற்சியின் பயனாக ஒவ்வொரு வேளாண்மை ஆராய்ச்சி நிலையத்திலும் விதைக் கருவூ லம் (Germplasm) பேணப்பட்டு வருகிறது. நம் நாட்டின் பல்வேறு மாநிலங்களிலிருந்தும், பிற நாடுகளிலிருந்தும் தரமிக்க விதைகள் தருவிக்கப்பட்டு இனப்பெருக்கம் மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

'விதையினைத் தெரிந்தெடு'
'வீரியம் பெருக்கு'

என்பன பாரதியாரின் புதிய ஆத்திச்சூடி இடும் ஆணைகள். இவையே இன்றைய வேளாண்மை அறிவியலின் சட்டங்களாக அமைந்துள்ளன. வேளாண் பயிரியல் வல்லுநர்கள் ஆங்காங்கே சாகுபடியில் உள்ள பயிர்களின் சிறந்த இரகத்தைத் தெரிவு செய்கிறார்கள். அவற்றின் பொறுக்கு விதைகளைச் சேகரிக்கிறார்கள். இதுவே தேர்வு முறை (Selection) எனப்படும். பின்னர் இவற்றை ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டுச்சேர்த்து வீரிய இரகங்களையும் (Hybrids), காமா முதலிய கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்திச் சடுதி மாற்ற இரகங்களையும் உருவாக்கு

கிறார்கள். இவற்றின் பயனாக ஆடுதுறை 27, 31, காஞ்சி, வைகை, கருணா, இராஜராஜன் போன்ற நெல் இரகங்களும், சுஜாதா, வரலட்சுமி போன்ற பருத்தி இரகங்களும் பிற பயிர் இரகங்களும் வெளியிடப்பட்டன. இவற்றால் விளைச்சல் இரண்டு மடங்காக உயர்ந்துள்ளது.

'களிறு மாய்க்கும் கதிர்க் கழனி' என இலக்கியம் நெற் பயிரைப் புகழ்கிறது. அறிவியல் முறையில் பார்க்குங்கால் களிற்றை மறைக்குமளவு வளர்வதற்கு அது எடுத்துக்கொண்ட ஊட்டச் சத்தில் பெரும்பகுதி வீண் என்றே கருத இடம்முண்டாகிறது. இன்றைய நிலையில் உயர் விளைச்சல் தரும் கட்டை இரகங்களே - ஐ. ஆர். 8, கருணா - பெரிதும் விரும்பப்படுகின்றன. நெட்டை இரகங்களில் ஒரு வசதிக் குறைவு உள்ளது. அவை கதிர் விடும்போது சாய்ந்துவிடுவதால் விளைச்சல் குறைகிறது.

முன்னர் ஒரு மாநிலத்திற்கு இந்த இரகம் உகந்தது எனப் பரிந்துரைக்கப்பட்டது. தற்பொழுது அந்தந்த வட்டாரத்தின் தட்ப வெப்ப இயற்கைச் சூழலுக்கேற்ற இரகங்களை அனுசரனை ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில் கண்டறிந்து பரிந்துரைக்கிறார்கள்.

பப்பாளியில் ஆண், பெண் என இருவகை மரங்கள் உண்டு; பனையிலும் அப்படியே. சைவ சமயகுரவர்களுள் ஒருவர் சிவனடியாரின் தோட்டத்தில் உள்ள ஆண்பனைகளைப் பெண்பனைகளாக மாற்றியதாகத் திருத்தொண்டர் புராணம் கூறும். பப்பாளியில் ஆண் என்பது பூத்தபின்பே தெரியும். அதுகாறும் அதற்கு இட்ட உரமும் பாய்ச்சிய நீரும் மேற்கொண்ட உழைப்பும் வீண். பல பெண் மரங்களுக்கு ஓர் ஆண் மரமே போதும். இறைவனைப் பாடி ஆண் பப்பாளிகளை எல்லாம் பெண் பப்பாளிகளாக மாற்றப் பயிரியல் நிபுணர்கள் என்ன சமயகுரவர்களா? ஆயினும் அவர்களின் ஆராய்ச்சியிலிருந்து இருபால் பப்பாளி (Solo Pappaya) உருவாயிற்று. பனையைப் போல அல்லாது தென்னையைப் போலவே எல்லாப் பப்பாளியும் காய்கள் தருகின்றன.

இதுபோன்ற எண்ணற்ற ஆராய்ச்சிகள் மூலம் நோய்களையும் பூச்சிகளையும் தாங்கி உயர் விளைச்சல் தரும் பலப்பல பயிர் இரகங்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன; இன்னமும் உருவாகி வருகின்றன. தமிழ்நாட்டில் கோவை, மதுரை, ஆடுதுறை, திண்டிவனம், கோவில்பட்டி, அம்பாசமுத்திரம், பெரியகுளம், திரூர்க்குப்பம் ஆகிய இடங்களில் ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. இவற்றிலிருந்து

இதுவரை நூற்றுக்கணக்கான உயர்விளைச்சல் பயிர் வகைகள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் பயனால் விளைச்சல் கணிசமான அளவு கூடியுள்ளது.

'வேலி ஆயிரம் விளையுட்டாக'

எனும் பண்டை மொழியின்படிக் கண்டுமுதல்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. இதுவரை வெளிவந்துள்ள பயிர் வகைகள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன:

பயிர்கள்	இரகங்கள்	மொத்தம்
நெல்	கோ. 1, கோ. 42, ஏடிடி. 1, ஏடிடி. 36, ஏஎஸ் டி. 1, 15, டிகேஎம் 1, டிகேஎம் 9, பிஎல்ஆர். 1, 2, பிவிஆர் 1, டிஎன்ஆர். 1, 2, எம்டியு. 1, பிஒய். 1,2, ஏயு. 1, பவானி, பொன்னி, கண்ணகி	114
சோளம்	கோ. 1, கோ. 24, கோ எச். 1, கே. 1, கே 7 கோவில்பட்டி நெட்டை	33
கம்பு	கோ. 1, கோ. 6, எக்ஸ். 4 கே. எம். 1, 2	12
இராகி	கோ. 1, கோ. 11, கே. 1, 2	13
தினை	கோ. 1, கோ. 4, கே. 1	5
சாமை	கோ. 1, கோ. 2	2
வரகு	கோ. 1, கோ. 2, பிஎல்ஆர். 1	3
நிலக்கடலை	டிஎம்வி. 1, டிஎம்வி. 12, பொள். 1, கோ.1	15
பருத்தி	எம்சியு. 1, எம்சியு. 8, சிபிஎஸ். 156, கே. 1, கே. 8	17
கரும்பு	கோ. 419, 6304, கோகி. 671, 771, 772, 776, 8001	
துவரை	கோ. 1, கோ. 3, எஸ்ஏ. 1	4
உளுந்து	கோ. 1, கோ. 3	3
பாசிப்பயறு	கோ. 1, கோ. 3, ஏடிடி. 1	4
அவரை	கோ. 1, கோ. 9	9

செலவு குறைந்த தொழில் நுட்பங்கள் (Low Cost Technology):

வேளாண்மைத் தொழிலில் நிலம், உரம், விதை, நீர், ஞாயிற்றின் ஒளி, பூச்சி மருந்துகள் போன்றவை இடுமுதல்களாகக் கருதப்படும். இவற்றைத் திறம்படப் பயன்படுத்தும் ஆற்றலே வேளாண்மைத் தொழில்நுட்பமாகும். இவ் இடுமுதல்களைச் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தி உயர்விளைச்சல் எடுப்பதே அறிவியல் வேளாண்மை. எனவே, நீண்டகாலப் பயிரின் இளமைப் பருவத்தே அதன் வளர்ச்சிக்கு இடையூறு செய்யாத குறுகியகாலப் பயிர் வளர்க்கும் ஊடுபயிர்ச் சாகுபடி, விளைச்சலைக் கூட்டும் கலப்புப் பயிர்ச் சாகுபடி, நடைபாதையாம் வரப்பைக்கூடப் பயன்படுத்தும் வரப்புச் சாகுபடி, அறுவடைக்குப்பின் நிலத்தில் எஞ்சியுள்ள உரத்தையும் ஈரத்தையும் பயன்படுத்தும் மறுதாம்புச் சாகுபடி, தொடர்ச் சாகுபடி ஆகியவை கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

பயிருக்கு இடும் உரத்தின் முழுப் பயனையும் அடைய உரத்தைப் பயிரின் பல்வேறு பருவங்களில் பகிர்ந்தளித்தல், யூரியா மெல்ல மெல்ல வெளிப்பட்டுப் பயிருக்குப் பயன்பட யூரியாவுடன் வேப்பங்கொட்டைத் தூள் கலந்து நேர்த்திசெய்து இடல், உரச் செலவைக் குறைக்க விதைகளை ரைசோபியம், அசடோபாக்டர் முதலான நுண்ணுயிர் இராகிகளைக் கொண்டு நேர்த்திசெய்தல் போன்ற செலவு குறைந்த தொழில் நுட்பங்கள் கண்டறியப் பட்டுள்ளன.

> 'வரப்புயர நீர் உயரும்
> நீர் உயர நெல் உயரும்'

என்னும் ஔவையின் பாடலைத் தவறாகப் பொருள் கொண்ட பலர் நெல் வயலின் வரப்பை உயர்த்தி நீரை அதிகமாகத் தேக்கி வேறுபல ஏக்கரின் விளைச்சலைக் கெடுத்ததுண்டு. இவண் வரப்பு என்பது குளக்கரையாகிய வரம்பேயாகும். அளவுக்கு மிஞ்சினால் அமுதமும் நஞ்சாதல் உண்மையை 'நீர் பெருத்தால் நெல் சிறுக்கும்' என்னும் பழமொழி உணர்த்தும். வேளாண்மை ஆராய்ச்சிகள் ஒவ்வொரு பயிருக்கும் வேண்டிய நீர்த்தேவையை, பாசன இடைவெளியை வரையறுத்துள்ளன. தற்காலத்தில் பாசன நீரில் சிக்கனம் காண உதவும் மறுசால் பாசன முறைகள், துளிநீர்ப் பாசனம், தெளிநீர்ப் பாசனம் ஆகியனவும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

பூச்சிநோய்த் தடுப்பு :

பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும், மிகுதியான விளைச்சலுக்கும் இடையூறாக அமைவன நோய்களும் பூச்சிகளுமாம். இருபது ஆண்டுகட்கு முன்னால் அதிக உரத்தை ஏற்று உயர்விளைச்சல் தரும் இரகங்களை உருவாக்குவதே நமது நோக்கமாக இருந்தது. அம்முயற்சியில் பெருமளவு வெற்றியும் கிட்டியது. செயற்கை உரத் தொழிற்சாலைகள் பற்பல தோற்றம் கண்டன. பல்வேறு வகை உரங்கள் உற்பத்தியாயின. பூச்சிகளை முழுவதுமாகக் கட்டுப்படுத்திவிடலாம் என்னும் கொள்கை முன்னர் இருந்தது. வீரியம் மிகுத்த பல்வேறு பூச்சிக்கொல்லிகள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால் அதன் பின்விளைவுகள் நமது நம்பிக்கையைத் தகர்த்துவிட்டன. பூச்சி மருந்துகளை அளவுக்குமீறிப் பயன்படுத்துவதால் இயற்கைச் சூழல் கெடுகிறது. பயிர்ப் பூச்சிகளைக் கொன்று தின்னும் எதிரிப் பூச்சிகளும் பயிர்ப் பூச்சிகட்கு நோய் உண்டுபண்ணி அழிக்கும் நுண்ணுயிர்களும் அழிகின்றன. மருந்துகள் தெளித்தாலும் சாகா வரம் பெற்ற புதிய பூச்சி இனங்கள் தோற்றம் காண்கின்றன.

இவற்றைக் கண்ட பின்னர் நமது நோக்கத்தில் மாற்றம் உண்டாயிற்று. பூச்சிகளுக்கு மத்தியில்தான் பயிர்கள் வளர்ந்தாக வேண்டும். பூச்சிகளை அறவே ஒழித்துக்கட்டுவது என்பது இயலாத காரியம் என்பது புலனாயிற்று. எனவே 1. பூச்சிநோய் தாங்கு திறன் கொண்ட புதிய இரகங்களை உருவாக்குதல், 2. விளைச்சலையும் பயிரையும் பாதிக்காத அளவில் பூச்சிகளின் எண்ணிக்கையை அனுமதித்தல், 3. எதிரிப் பூச்சிகள், நோய் நுண்ணுயிர்களை ஊக்குவித்துப் பூச்சிகளின் பெருக்கத்தை இயற்கை வழியில் கட்டுப்படுத்துதல், 4. அளவோடும், தீய விளைவுகள் ஏற்படாதவாறும் பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்துதல் இன்னோரன்ன நோக்குகளில் பயிர்க்காப்பு ஆராய்ச்சிகள் தற்போது முடுக்கிவிடப்பட்டுள்ளன.

நமது அண்டை நாடான சீனத்தில், சிலந்திகளை இனப்பெருக்கம் செய்து நெல் வயலின் பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறார்கள் என்பது நமக்கு முன்மாதிரியாக உள்ளது. அண்மையில் அமெரிக்காகூடச் சீனத்தில் இருந்து இத்தகைய எதிரிப் பூச்சிகளை இறக்குமதி செய்து ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டுள்ளதும் நாம் அறிந்த ஒன்றாகும்.

வேளாண் பொறியியல் :

தற்காலம் எந்திரக் காலம். மனிதர் ஆற்றவேண்டிய பற்பல பணிகளைப் பொறிகள் விரைவாகவும் நுட்பமாகவும் திறமையாகவும் எளிதாகவும் செய்து முடிக்கின்றன. அதனாலேதான் பல வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகங்களில் வேளாண் பொறியியற் கல்லூரிகள் தொடங்கப்பெற்றுள்ளன. உழுதல், பரம்படித்தல், சால் பிடித்தல், விதை ஊன்றுதல், களை பறித்தல், அறுவடை, கதிரடித்தல் ஆகிய ஒவ்வொரு பணிக்கும் உதவும் பொறிகள் இங்கே வடிவமைக்கப் பட்டுச் செய்யப்படுதலுடன் உழவர் பெருமக்கள் அவற்றைக் கையாளவும் பழுது பார்க்கவும் பயிற்சிகள் தரப்படுகின்றன. நீர், மண் வளப் பாதுகாப்பு முதலியவை பற்றியும் திருந்திய முறைகள் கண்டறியப்படுகின்றன.

சாண மின்கலம் அமைத்து வானொலிப் பெட்டியைப் பாட வைத்தல், சூரிய அடுப்பு அமைத்துச் சமைத்தல், சாண எரிவாயு தயாரித்தல், பண்ணைக் கழிவுப் பொருட்களிலிருந்து காகிதம் தயாரித்தல் இன்னபிற அருஞ் சாதனைகளை வேளாண் பொறியியல் உழவர்கட்குச் செய்துகாட்டியுள்ளது.

துணைத் தொழில்கள்:

நம் நாட்டில் ஒரு போகம் பயிர் செய்யும் நிலங்களே மிகுதி. அவ்வட்டார மக்கள் ஆண்டில் நான்கு, ஐந்து மாதங்கள் மட்டுமே பயிர்த்தொழில் பணிகளை மேற்கொண்டு மீதிப் பொழுதை வீணே கழிக்கின்றனர். ஒரு கை தட்டி ஓசையுண்டாக்குதல் இயலுமோ? அதுபோலவேதான் வேளாண்மைத் தொழிலை மட்டும் நம்பிச் சிறுநில உடைமையாளர் முன்னேறுதல் இயலாது. வேளாண்மையுடன் ஆடு வளர்ப்பு, கோழிப் பண்ணை, பால் பண்ணை, பன்றி வளர்ப்பு, பட்டுப்பூச்சி வளர்ப்பு, மீன் வளர்ப்பு முதலிய துணைத் தொழில்களையும் மேற்கொள்ளல் வேண்டும்.

கால்நடை ஆய்விலும் நாம் வெகுவாக முன்னேறியுள்ளோம். எட்டு வாரங்களிலேயே 1½–2 கிலோ எடை அடையும் கறிக்கோழிகள் வளர்ப்புமுறை உள்ளது. நாட்டுப் பசுக்கள் செயற்கை விந்தூட்டு முறையில் சினைப்படுத்தப்பட்டுத் தரம் உயர்த்தப்படுகின்றன. பசுக்களின் பால் கொடுக்குந் திறனைப் பெருக்குவதற்காக அவற்றிற்கு அதிக ஊட்டத்தினை அளிக்கவல்ல புதிய தீவனப்

பயிர்களாக என்பி 21, பிளன் 2 போன்றவற்றையும் மிக விரைவில் மரமாக வளர்த்து, நல்ல புரதச்சத்துடன் கூடிய தீவனத்தைத் தரக்கூடிய கூபாபுல் போன்ற தீவன மரங்களும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டு வேளாண் பெருமக்களிடத்தில் சாகுபடிக்குத் தரப்பட்டுள்ளன. நம் பசுக்களின் பால் பொழியும் திறன் தலைமுறைதோறும் உயர்ந்து கொண்டே செல்கிறது.

'வாங்கக் குடம் நிறைக்கும்
வள்ளல் பெரும் பசுக்கள்'

கற்பனையாகக் காட்சியளித்தன. இன்று அவை மெய்ம்மைகளாக உலவுகின்றன. கியுபா நாட்டில் ஹவானா நகரருகில் ஒரு பசு நாள்தோறும் 107 லிட்டர் பால் சுரக்கும் விந்தை நாமறிந்ததே.

வறட்டுப் பசுக்களுக்கு ஹார்மோன் ஊசி போட்டுச் சுரக்க வைத்தல், சேவலின் துணையின்றியே முட்டையிடும் பெட்டைக் கோழிகளை உருவாக்குதல், ஆண்டொன்றுக்கு 250க்கும் அதிகமாக முட்டையிடும் திறனூட்டல் போன்றவை கால்நடை அறிவியலின் சாதனைகள் என்று சொல்லலாம்.

முன்னோடிகள் :

கடந்த இருபது ஆண்டுகளில் வேளாண்மை அறிவியலில் நாம் எவ்வளவோ முன்னேறியிருப்பினும் மேலைநாட்டார் 'காணும் விரைவுக்கு நாம் ஈடுகொடுக்க முடியவில்லை என்பது உண்மையே.

'நம்மினும் கற்றாரை நோக்கிக் கருத்தழிக' என்று கூறுவர் புலவர். அமெரிக்க நாட்டில் கண்ணாடியாலான பசுமை இல்லங்களை (Green House) அமைத்து மண்ணைப் பயன்படுத்தாமல் ஊட்டச் சத்துநீரைக் கொண்டே பயிர் வளர்க்கும் (Hydroponics) விந்தை வளர்ந்துள்ளது. இங்கு எல்லாப் பணிகளையும் தானியங்கிகளே ஆற்றுகின்றன. செடிகளின் நீராவிப் போக்கையும் காற்றின் நீராவி நிலையையும் கணிக்கும் பொறி நீர்பாய்ச்சும் தானியங்கிக்குச் செய்தியைத் தருகிறது. அது உடனே சத்துக் கரைசலைப் பயிர் களின் வேர் மண்டலம் வழியே பாய்ச்சுகிறது. அது உடனே சத்துக் கரைசலைப் பயிர்களின் வேர்மண்டலம் வழியே பாய்ச்சுகிறது. போதுமான அளவு பாய்ந்ததும் நிறுத்திக்கொள்கிறது. இப்பயிர்கள் சிமெண்டு வாய்க்காலில் பரப்பப்பட்டுள்ள சரளைக் கற்களில் வேர் பரவி நிற்கின்றன. இவற்றில் நோய்நொடியற்ற, பூச்சி தாக்குத

லற்ற சூழலில் பயிர்கள் ஆண்டு முழுதும் உயர்விளைச்சல் தருகின்றன. இம்முறையில் தக்காளி பன்மடங்கு இலாபம் தரும் வகையில் அங்குப் பயிரிடப்படுகிறது.

அவர்கள் கண்ட மற்றொரு முறை 'நீர்ப்படலத் தொழில் நுட்பம்' (Film Technique) என்பதாகும். இம்முறையில் ஒரு சாய் தரையின் மீது கிடத்தப்பெற்ற பிளாஸ்டிக் குழாய்களில் ஏற்ற இடை வெளியில் துளையிட்டு நாற்றுக்களை நட்டு வைக்கிறார்கள். நாற்றின் வேர் குழாயினுள் பரவிக் கிடக்கும். சத்துநீர்க் குழாயின் சுவர்களில் படலம்போல நகர்ந்து செல்லும். செடிகள் அவற்றை ஈர்த்து வளரும்.

இம்முறைகள் யாவும் அதிகம் முதலீடு தேவைப்படுபவை; நாம் கடைப்பிடிக்க இயலாதவை. என்றாலும் நமது சிந்தனையைத் தூண்டவல்லவை என்பதை நாம் மறுத்தல் இயலாது.

அண்மையில் சூரிய வெப்பதை மின் ஆற்றலாக மாற்றிச் செயல்படும் வானொலி நிலையம் ஒன்று அமெரிக்காவில் உள்ளது என்னும் செய்தி வெளிவந்துள்ளது.

தொலைநோக்கில் :

கனவுகளே நனவுகளாகிவிடுகின்றன. கற்பனைகளே காரியங்களாக நடைமுறைப்படுகின்றன. எனவே இன்றைய சிக்கல்களுக்குத் தீர்வு காண்பதே வேளாண்மை அறிஞர்களின் பணி என்று நின்றுவிடுதல் கூடாது. இது நமது வளர்ச்சிக்குத் தடைக்கல்லாய் அமைந்து விடலாம். எனவே தொலைநோக்கினைக் குறிக்கொளல் இன்றியமையாதது. அவ்வகையில்,

1. சூரியன் ஆற்றல்களுக்கெல்லாம் மூலமுதலாக விளங்குகின்றது. சூரிய ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் வாய்ப்பு நம் நாட்டிற்கு மிக அதிகமாக இருந்தும் நாம் இன்னும் அதில் போதிய முன்னேற்றம் காணவில்லை. இதுபற்றி முயற்சி செய்யலாம்.

2. நீர் மிகச் சிறந்த இடுபொருள்; இதனை மிகவும் சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தும் நெறிமுறைகள் இன்றும் செம்மையாகச் செயல்படுத்தப்படவேண்டும். நீரைப் பொன் எனக் கருதிச் செயல்படும் மனப்பாங்கு மக்களிடையே வேளாண்மையில் மட்டுமன்றிச் சமுதாயத்திலும் வளர்ந்தாகவேண்டும்.

3 பனையைக் 'கற்பகத் தரு' என்பர். எனினும் 'தென்னையை வைத்தவன் தின்றுவிட்டுச் சாவான்; பனையை வைத்தவன் பார்த்து விட்டுச் சாவான்' என்பது பழமொழியாக உள்ளது. சில ஆண்டுகளில் பயன் தருதல், தென்னையைப்போல் இருபாற் பூக்களும் ஒரே மரத்தில் தோன்றல், ஆண்டு முழுவதும் பூத்துக் காய்த்தல் ஆகிய பண்புகளை மட்டும் பனையிடத்துத் தோற்றுவிப்பதில் வெற்றி கண்டுவிட்டால் தமிழ்நாட்டில் இலட்சக்கணக்கானோர் வாழ்க்கையில் ஒளியேற்றப் படும் என்பது உண்மை. திருவில்லிபுத்தூரில் பனை ஆராய்ச்சித் திட்டம் ஒன்று தொடங்கப்பட்டுத் தீவிர ஆராய்ச்சி மேற்கொள்ளப் பட்டுள்ளது.

இதுபோன்ற நோக்கங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு நம் நாட்டு வேளாண்மை அறிவியல் செயல்படுதல் பயனுடையதாக அமையும்.

முடிவாக :

கடந்த இருபதாண்டு காலத்தில் வேளாண்மை அறிவியல் வியக்கத்தகு முன்னேற்றங்களைக் கண்டுள்ளது என்பது வெள்ளி டைமலை. உலக அரங்கில் அமெரிக்காவுக்கும், உருசியாவுக்கும் அடுத்த இடத்தில் இந்திய அறிவியலறிஞர்கள் வீறுபெற இடம் பெறுகிறார்கள். எனினும், அறிவியல் அறிவைக் கடைப்பிடிப்பதிலும் பின்பற்றுவதிலும் பின்தங்கிய நிலையிலேயே மக்கள் உள்ளனர். அண்மையில் சப்பான் நாட்டுத் தொழில்நுட்ப வல்லுநர் ஒருவர் நம் நாட்டின் ஒரு தொழிலகத்துக்கு ஆலோசகராக வந்தபோது இவ்வுண்மை நிலையை உணர்ந்து வருந்தியுள்ளார். 'இந்திய மக்கள் புதிய தொழில் நுட்பங்களை நன்கு அறிந்துள்ளனர். ஆனால் 'செயல் படுத்துவதில்லை' என்பது அவர் கூற்று. இது சிந்திக்கத்தக்கது. இந்திய வேளாண் அறிஞர்கள் உழவர் பெருமக்களைக் கற்கவும் அதன்படி நிற்கவும் வைத்தல் கடனாகும்.

'வயிற்றுக்குச் சோறுண்டு கண்டீர்—இங்கு வாழும்
மனிதர் எல்லோர்க்கும்
பயிற்றி உழுதுண்டு வாழ்வீர்?'

என்ற பாரதியின் வாக்கு நம்மை வழிநடத்துமாக.

27

வேர்க்கடலையின் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மைகள்★

நம் நாட்டின் பொருளாதாரத்தில் எண்ணெய் வித்துக்களின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. அவைகளில் ஒன்றான வேர்க்கடலை பூஞ்சை வகைகள் சிலவற்றால் நோய்ப்பட்டு மகசூல் அளவு குறைந்து விடுகிறது. அவ்வாறு நோயினால் தாக்கப்படும்போது வேர்க்கடலைச் செடிகள் தாமாகவே நோயை எதிர்க்கும் சக்தியை உற்பத்திசெய்து பூஞ்சைகள் மேலும் பரவாமல் தடுக்கின்றன. மேலும் நோயை எதிர்க்கும் திறன் விதைகளின் இரகங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. இச்சக்தியைச் செடிகள் எவ்வாறு பெறுகின்றன? அதன் அடிப்படைத் தத்துவம் யாது? அதன் பின்னால் மறைந்திருக்கும் வேதிமப் பொருள்களின் வினைகள் எவை? என்பனவற்றை எங்கள் ஆராய்ச்சி யின் முடிவுகளைக் கொண்டு இக்கட்டுரையில் விளக்குகிறோம்.

வேர்க்கடலை இந்தியப் பொருளாதாரத்தில் மிக முக்கியமான இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. நாட்டின் எண்ணெய் வளத்திற்கு வேர்க் கடலை மிகவும் முக்கியமானது. கடந்த 10 ஆண்டுகளாக வேர்க் கடலையின் மகசூல் நம் நாட்டில் கணிசமாகக் குறைந்துள்ளது. இதற்குக் காரணம் அதைத் தாக்கும் பலவகையான நோய்கள்தான், தமிழ்நாடு முழுவதும் இலைப்புள்ளி நோய் (Leaf spot disease), திக்கா நோய் (Tikka disease), வேர் அழுகல் நோய் (Root rot), மற்றும் துரு நோய் (Rust) போன்றவைகள் மிகப்பரவலாக வேர்க் கடலைச் செடிகளைத் தாக்குகின்றன. இந்த நோய்களைச் சேர்

★ திரு அய். மகாதேவன் & திரு பெ. நாராயணசாமி, தாவரவியல் துறை, சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை-5.

கோஸ்போரா அராக்கிடிகோலா (Cercospora arachidicola), செ. பெர்சனேட்டா (C. personata), ரைசக்டோனியா பட்டாடிக்கோலா (Rhizoctonia bataticola), பக்சீனியா அராக்கிடிகோலா (Puccinia arachidicola) போன்ற பூஞ்சை வகைகள் தாக்குகின்றன.

வேர்க்கடலை இரகங்கள் நோயை எதிர்க்கும் தன்மையில் வேறுபாடு கொண்டவை. அதன் காரணங்கள் இதுகாறும் கண்டு பிடிக்கப்படாமல் இருந்த நோய் எதிர்க்கும் திறன் ஒரு தனிப்பட்ட வேதிமப் பொருளா அல்லது பல வேதிமப் பொருள்களின் தொகுப்பா என்று பல ஆண்டுகள் விவாதிக்கப்பட்டது. இறுதியாக 1933 ஆம் ஆண்டு ஜெர்மானிய நாட்டைச் சேர்ந்த ஸ்மிட் (Schmidt) என்பவர் 'புரொகிபிடின்' (Prohibitin) கொள்கையை அறிவித்தார். இந்தக் கொள்கைப்படித் தாவரங்கள் இயற்கையிலேயே சில வேதிமப் பொருள் களைத் தன்னுள் அடக்கி, நோய்கள் தம்மைத் தாக்காமல் பாது காத்துக் கொள்கின்றன. இந்த வேதிமப் பொருள்களே 'புரொகி பிடின்கள்' எனலாம். இந்தக் கொள்கை 1969 ஆம் ஆண்டு வரை யாருக்கும் தெரியாமல் இருந்தது. இதை மகாதேவன் (1969) அறிவியல் உலகிற்கு அறிவித்தார். கலைச்செல்வன் 1980 ஆம் ஆண்டு வேர்க்கடலையில் அமைந்திருக்கும் புரொகிபிடின் களைப் பற்றியும், அவைகளின் பூஞ்சை எதிர்ப்புச் சக்தியைப் பற்றியும் விவரமாகக் கண்டுபிடித்துள்ளார்.

ஜெர்மனியில், 1940 ஆம் ஆண்டு முல்லர் (Muller) என்பவர் 'பைடோலெக்சின்' என்னும் தத்துவத்தை உலகிற்கு அறிவித்தார். தாவரங்கள் நோய்களினால் தாக்கப்படும்போதும், மற்றும் காயப் படும்போதும் மட்டும் தம்மைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள ஒன்றோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வேதிமப் பொருள்களின் தொகுப்பை உருவாக்குகின்றன. இவைகளே 'பைடோலெக்சின்'கள் ஆகும். சுருக்கமாகச் சொன்னால் 'பைடோலெக்சின்'கள் நுண்ணுயிர்களை யும், பூஞ்சைகளையும் எதிர்க்கும் ஆற்றல் கொண்டவையாகும்.

1963 ஆம் ஆண்டுவரை இக் கொள்கையைப் பற்றித் தெரிந்த விஞ்ஞானிகள் மிகவும் குறைவு. அவ்வாண்டில் ஆஸ்திரேலிய நாட்டைச் சேர்ந்த 'க்ருக்சேங்க்' என்பார் 'பைடோலெக்சின்' கொள் கையை அறிவியல் உலகிற்கு விவரமாக எடுத்துரைத்தார். தற் சமயம் ஆய்வாளர்கள் தாவர நோயில் 'பைடோலெக்சின்' ஆய்வில் மிக அதிக அளவில் ஈடுபட்டுள்ளனர். வேர்க்கடலைச் செடிகளும் இந்த 'பைடோலெக்சின்'களைத் தயாரிக்கின்றனவா, இல்லையா

என்பதை நாங்கள் ஆராய்ந்து அதன் முடிவுகளை இங்குத் தந்திருக்கிறோம்.

ஆய்வு முறைகள் :

வேர்க்கடலை விதை இரகங்களான திண்டிவனம் 2, 7, 11 ஆகியவற்றைத் திண்டிவனம் எண்ணெய்வித்து ஆராய்ச்சி நிலையத்திலிருந்து பெற்றோம். அவைகளை மதுரவாயல் கிராமத்தில் உள்ள சென்னைப் பல்கலைக்கழகத்தைச் சேர்ந்த தாவர ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் பயிரிட்டோம். பின்னர் 30 முதல் 60 நாட்கள் வயதான செடிகளின் இலைகளில் நோயை எதிர்க்கும் திறன் எவ்வளவு உள்ளது என்று பரிசோதித்தோம்.

முதலில் இலைகளைப் பறித்து, காய்ச்சி, குளிர வைத்த தண்ணீரில் கழுவிய பின்னர் அவைகளை அலுமினியத் தட்டுகளில் அருகருகே வரிசையாக வைத்தோம் (படம் 1, பக்கம் 261). பின்னர் ஒவ்வொரு இலையிலும் ஒரு துளி கர்வுலேரியா ஸ்பைகேட்டா (Curvularias picata) என்னும் பூஞ்சையின் வித்துக்களை (Spore) இட்டோம். ஒவ்வொரு துளியிலும் சுமார் ஓர் இலட்சம நுண்ணுயிர் வித்துக்கள் இருக்கும்படியாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. அந்த அலுமினியத் தட்டுகளைக் கண்ணாடியால் மூடினோம். 39 மணி நேரம் கழித்து ஒவ்வொரு இலையில் உள்ள கசிவையும் சேகரித்தோம். இவைகளை மொத்தமாகச் சுழற்சிமாணி (Centrifuge)யில் நிமிடத்திற்கு 5000 சுழற்சியில் சுமார் 30 மணித்துளி நேரத்திற்குச் சுழற்சியின் மேல்பாகத்தில் உள்ள நீரை எடுத்து, மிதவெப்பமான வெந்நீர் (45°) உள்ள பாத்திரத்தில் வைத்து ஆவியாக்கும் முறையில் இலைக்கசிவின் கொள்ளளவைக் குறைத்தோம். இந்தக் கசிவைப் பயன்படுத்திப் பூஞ்சைகளின் வித்துக்களை அழிக்கும் திறமையைப் பரிசோதித்தோம்.

இன்னொரு பரிசோதனையில் 25 மில்லி லிட்டர் இலைக் கசிவை மும்முறை 'எதைல் அசிடேட்'(Ethyl acetate) என்னும் கரைப்பானில் குலுக்கி, அவற்றில் 'எதைல் அசிடேட்' பாகத்தையும் நீர்ப் பாகத்தையும் தனித்தனியாகச் சேகரித்தோம். பிறகு 'எதைல் அசிடேட்' பாகத்தைத் தனியாக ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் ஆவியாக்கினோம். இறுதியாகக் கிடைத்த வேதிமப்பொருளை 2 மில்லி லிட்டர் 30 விழுக்காடு சாராயத்தில் கரைத்து எடுத்துக் கொண்டோம். நீர்ப் பாகத்தையும் மித வெப்பத்தில் ஆவியாக்கி, அதன்

அளவை 2 மில்லி லிட்டராகக் குறைத்துக்கொண்டோம். இவ்வாறு கிடைத்த வேதிமப் பொருள்களில் பூஞ்சையைக் கொல்லும் திறன் உள்ளதா என்று பரிசோதித்தோம்.

முடிவுகள் :

வேர்க்கடலை இலைகளின்மீது பூஞ்சைகளின் வித்துக்கள் முளைக்கத் தொடங்கியவுடனேயே அந்த இலைகள் 'பைடோலெக்சினை'க் கசிவிக்கத் தொடங்கின. இந்த பைடோலெக்சின்கள் கர்வுலேரியாஸ்பைகேட்டா, ஹெல்மித்தொஸ்போரியம் ஒரைசா என்னும் பூஞ்சை வித்துக்களின் முளைக்கும் திறனைக் கணிசமான அளவு குறைத்தன (அட்டவணை 1, பக்கம் 259).

15 நாள் வயதான இலைகளின் கசிவில் பைடோலெக்சின் போதிய அளவு கிடையாது. ஆனால் 30:60 நாள் வயதான இலைகளில் ஹெ.ஒரைசா வித்துக்களை முளைக்கவிடாமல் அழிக்கும் திறமை இருந்தது. 45 நாள் வயதான இலைகள் பைடோலெக்சின் அவ்வளவாகக் கசிவிக்கவில்லை. 90 நாள், 105 நாள் வயதான இலைகளில் பைடோலெக்சின் அளவு மிகக் குறைவாக இருந்தது. இதன்மூலம் மிகச் சிறிய செடிகளிலும், நன்றாக வளரும் செடிகளிலும் 'பைடோலெக்சின்' கணிசமான அளவில் கசிந்து வருகிறது என்றும், இவைகளிடம் நோயை எதிர்க்கும் தன்மையும் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது என்றும் அறியப்படுகிறது.

மற்றொரு பரிசோதனையில் இலைக் கசிவுகளை 6, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 96 மணி நேர இடைவெளிகளில் சேகரித்து அவைகளில் நுண்ணுயிர் வித்துக்கள் முளைப்பதையும், அவற்றின் வளர்ச்சியையும் சோதித்தோம். அதன் முடிவில் (படம் 2, பக்கம் 162) அறிவது என்னவென்றால் 24 மணி நேரத்திலிருந்து 36 மணி நேரத்திற்குள் அதிகமான பைடோலெக்சின்கள் இலைக் கசிவில் காணப்படுகின்றன. அதன் பிறகு பைடோலெக்சினின் அளவு கணிசமான அளவில் குறைகிறது.

எதைல் அசிடேட் கரைப்பானில் இவைகள் மிக இலகுவாகக் கரைந்து பூஞ்சைகளையும், அவைகளின் வித்துக்களின் வளர்ச்சியையும் குறைக்கின்றன (அட்டவணை 2, பக்கம் 260).

இந்த பைடோலெக்சின்களை 'மென்படிவ நிறப்பிரிகை' (Thin layer Chromatography) மூலமாகப் பிரித்து அவைகளின்

வேதிமத் தொகுப்புக்களைக் கண்டுபிடித்தோம். அவற்றில் ஒன்று 'ட்ரான்ஸ் - ரெஸ்வெட்ரால்' (Trans-Resveratrol); மற்ற பொருட்கள் 'பீனால்' (Phenol) என்னும் வகுப்பைச் சார்ந்தவைகளாகும்.

இந்த ஆய்வின் முடிவுகள் ஒரு முக்கிய உண்மையைப் புலப் படுத்துகின்றன. அதாவது வேர்க்கடலைச் செடியில் பைடோலெக்சின் மிகக் குறுகிய காலத்தில் உருவாகி நோயை உண்டாக்கும் நுண் ணுயிர்களை எதிர்க்கிறது. துரிதமாக வளரும் செடிகளில் இந்த பைடோலெக்சினை உருவாக்கும் சக்தி அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. வயதான செடிகளில் நோயை எதிர்க்கும் திறன் மிகவும் குறை வாக உள்ளது.

நம் வயல்களில் முற்றிய வேர்க்கடலைச் செடிகள் அதிக நோயுற்றிருப்பதை நாம் கண்கூடாகக் காண்கிறோம். அதன் கார ணத்தை எங்கள் ஆய்வின் முடிவுகள் சரியாக விளக்குகின்றன.

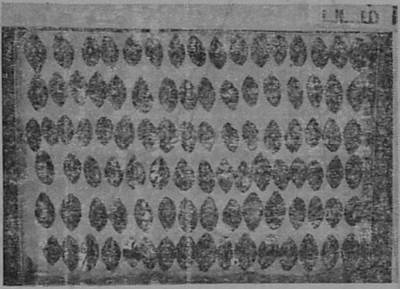
அட்டவணை 1 : இலைகளின் வயதும் இலைக்கசிவின் பூஞ்சை வித்து முளைப்பு எதிர்ப்புத் தன்மையும்

காட்சிப் பதிவீடு (Observation) (மணி)	இலைகளின் வயது 15 நாள் செ. ஸ்பை கேட்டா	15 நாள் ஹெ. ஒரைசா	30 நாள் செ. ஸ்பை கேட்டா	30 நாள் ஹெ. ஒரைசா	45 நாள் செ. ஸ்பை கேட்டா	45 நாள் ஹெ. ஒரைசா	60 நாள் செ. ஸ்பை கேட்டா	60 நாள் ஹெ. ஒரைசா	90 நாள் செ. ஸ்பை கேட்டா	90 நாள் ஹெ. ஒரைசா	105 நாள் செ. ஸ்பை கேட்டா	105 நாள் ஹெ. ஒரைசா
2	100	0	100	97	100	79	100	100	92	67	63	0
6	70	0	91	96	86	60	90	100	82	50	0	0
12	69	0	90	90	85	25	90	93	82	0	0	0
24	68	0	90	89	85	21	90	93	79	0	0	0

அட்டவணை 2 : இலைக்கசிவின் பூஞ்சை எதிர்ப்புத்திறன்

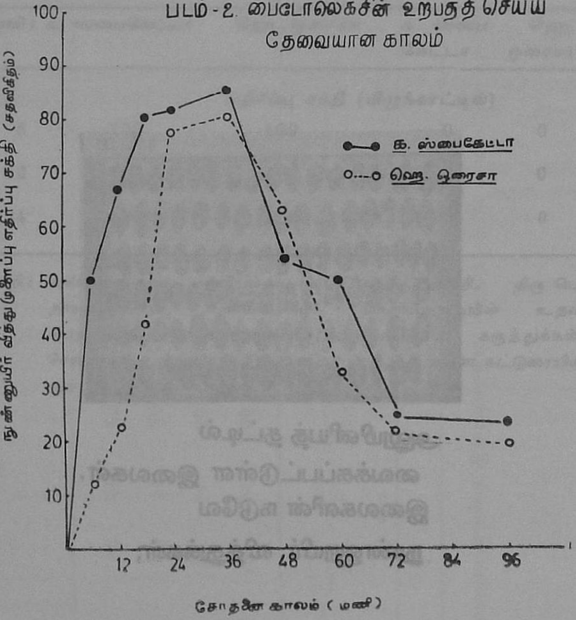
காட்சிப் பதிவீடு (Observation)		எதைல் அசிடேட் பாகம்	நீர்ப்பாகம்	
(மணி)	க. ஸ்பைகேட்டா	ஹெ. ஒரைசா	க. ஸ்பைகேட்டா	ஹெ. ஒரைசா
		எதிர்ப்பு சக்தி (விழுக்காட்டில்)		
6	100	100	0	0
12	100	100	0	0
24	100	100	0	0

நன்றி : பல்கலைக்கழக மானியக்குழு (UGC)விற்கு நன்றி. திரு பெ. நாராயணசாமி, பல்கலைக்கழக மானியக்குழுவின் உதவி பெற்றவர். இக்கட்டுரையில் கூறப்பட்டுள்ள கருத்துக்கள் சென்னைப் பல்கலைக்கழக டாக்டர் பட்டத்திற்கான கட்டுரையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டவை.



அலுமினியத் தட்டில்
வைக்கப்பட்டுள்ள இலைகள்.
இலைகளின் நடுவே
நுண்ணுயிர் வித்துக்கள்.

படம்-2. பைடோலெக்சின் உற்பத்தி செய்ய தேவையான காலம்



28

விவசாய வளர்ச்சியும் வருங்காலமும்★

"உழவுக்கும் தொழிலுக்கும் வந்தனை செய்வோம்"

புதிய பாரதத்தை உருவாக்கி, இந்நாட்டோர் கீர்த்தி பாரெங்கும் பரவவேண்டுமென்று விரும்பினான் யுகக் கவிஞன் பாரதி. தனியொருவனுக்கு உணவில்லையெனில் உலகத்தையே அழித்துவிடுவோமென்ற துணிவு அவனுக்கிருந்தது. விவசாயத்துறையில் நாம் இன்று செய்திருக்கும் சாதனை 'வையந் தழைக்க வைப்பேனே, அமரயுகஞ் செய்யத் துணிந்து நிப்பேனே' என்று அன்று பாடிய பாரதியின் கனவு நனவாகிக்கொண்டிக்கிறது என்பதற்கொரு சான்று.

கடந்த 20 ஆண்டுகளில் இந்தப் பாரதப் பெருநாட்டின் விஞ்ஞானிகளும், திட்ட ஆலோசகர்களும், விவசாயிகளும் ஒருங்கிணைந்து வேகமாகச் செயலாற்றித் தங்களுடைய முழுச் சக்தியையும் பயன்படுத்தி, இருக்கக்கூடிய மிகக்குறைந்த வசதிகளை வைத்துக்கொண்டுப் பணியாற்றியதின் விளைவாக ஏற்பட்ட மறுமலர்ச்சி இந்த உலகத்தின் எந்த ஒரு மூலையிலும் நடக்கவில்லை என்பதை நாம் பெருமையுடன் சொல்லிக்கொள்ளலாம்.

உழவுக்காகக் கையேந்திய நிலையிலிருந்த இந்தியா இன்றைக்கு மிகுந்த பெருமிதத்துடன் பிற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்கின்ற ஒரு சூழ்நிலையைத் தோற்றுவித்திருக்கிறது. இப்பொழுது ஆண்டுதோறும் இந்தியா ஒருகோடி டன்னுக்கும் மேற்பட்ட உணவுப் பொருளைத் தேவைக்குமேல் தயாரிக்கின்றது. கடுமையான பற்றாக் குறையினால் 1966இல் நாம் உணவுப் பொருளை இறக்குமதி செய்த

★ டாக்டர் ஜி.எஸ். வேங்கடராமன், திட்ட அமைப்பு ஒருங்கிணைப்பாளர், இந்திய விவசாய ஆராய்ச்சி நிறுவனம், நுண்ணுயிர்ப் பிரிவு, புதுடில்லி-12.

நிலைமை மாறி 1977-78 ஆம் ஆண்டில் மட்டும் 12 கோடி ரூபாய் மதிப்புள்ள அரிசியை மட்டும் நாம் ஏற்றுமதி செய்திருக்கிறோம். 1979-80 ஆம் ஆண்டில் விவசாயத்துறை மற்றும் விவசாயத் துறையைச் சார்ந்த ஏற்றுமதியின் மூலமாக இந்தியா சுமார் 1000 கோடி ரூபாய்க்கும் மேலான அன்னியச் செலாவணியை ஈட்டியிருக்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. இதுவே 1984-85 ஆம் ஆண்டில் சுமார் 2000 கோடியாக உயரும் என்றும் எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. இந்த ஏற்றுமதிகளில் அரிசி ஏற்றுமதி ஒரு முக்கிய அங்கம் வகிக்கிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

நம்முடைய விவசாயத்துறையில் ஏற்பட்ட சாதனையின் காரணமாக 1979-80இல் தோன்றிய கடுமையான வறட்சி வெளிநாட்டுத் தானியம் இல்லாமல் சமாளிக்கப்பட்டது. பருவக்காற்றின் சூதாட்டமும், இயற்கையின் சீற்றமும், இந்திய மண்ணில் ஆங்கங்கே பற்பல வேளைகளில் பாதித்தபோதிலும், ஆண்டுதோறும் 12கோடி டன்களுக்குக் குறையாத உணவுத் தானியங்களை நாம் உற்பத்தி செய்கிறோம். இவ்வாறெல்லாம் நம் சாதனைகளும் பெருமைகளும் வானளாவ விளங்கியபோதிலும், ஆண்டுதோறும் ஊட்டச்சத்தின்மையால் ஐந்து வயதிற்கு உட்பட்ட 4 இலட்சம் குழந்தைகள் இறப்பதையும், வேறுபட்ட ஊட்டச்சத்துக்களின் குறைவால் பாதிக்கப்பட்ட மக்களின் எண்ணிக்கை 7கோடியாக உயர்ந்து வருவதையும், வைட்டமின்களின் பற்றாக்குறைவால் 50,000 பச்சிளம் குழந்தைகள் கண்ணொளி இழந்து துன்புறுவதையும் காணும்போது நாம் வேதனை அடைகிறோம். இவைகள் அத்தனைக்கும் அடிப்படைக் காரணம் கட்டுப்படுத்தப்பெறாத மக்கள் பெருக்கம்தான். மக்கள் பெருக்கம், நம் நாட்டில் ஆண்டிற்கு 1.2 கோடி முதல் 1.4 கோடி வரை அதிகரிக்கிறது. இவ்விதம் ஆண்டிற்கு 2% உயர்ந்துவரும் நம் மக்கள் தொகைப் பெருக்கம் உணவு உற்பத்தித் துறையின் சாதனைகளையெல்லாம் அழிக்கும் பெரும் வேதனையாக விளங்குகிறது.

கடந்த 10 ஆண்டு காலகட்டத்தின் தொடக்கத்தில் நமது உணவு உற்பத்தி ஆண்டிற்கு 10.84 கோடி டன்களாக இருந்தபோது, நம் மக்கள் தொகை 53.82 கோடியாகும். இந்நிலையில் தனி ஒருவனுக்குக் கிடைத்த உணவுத் தானியத்தின் அளவு 201.4 கிலோ கிராம். அதே 10 ஆண்டு காலத்தின் இறுதிக்கட்டத்தில் உணவுத் தானிய உற்பத்தி 13.5 கோடி டன்களாக உயர்த்தப் பட்டவிடத்து, மக்கள் தொகையும் உயர்ந்து 68 கோடியை விஞ்சி நின்றதால், தனி ஒருவனுக்குக் கிடைக்கும் உணவுத் தானியத்தின்

அளவு 198.5 கிலோ கிராமாக குறைந்தது. இதில் சராசரி இழப்பு 2.9 கிலோ கிராம். எதிர்பார்க்கும் அளவில் 1985-86இல் உற்பத்தி 15.4 கோடி டன்களாக உயர்வடைந்தாலும், மக்கள் பெருக்கம் இவ் விகிதத்தில் உயர்ந்தால் 80 கோடியை அடைந்து தனி நபருக்குக் கிடைக்கப்போகும் உணவுத் தானியத்தின் அளவு 192.2 கிலோ கிராமாகக் குறையும். இக்கட்டத்தில் தனிநபர் மேலும் 6.3 கிலோ கிராம் உணவுத் தானியத்தை இழக்கும் நிலை பெறுகிறான்.

கூடுதலான விவசாய உற்பத்தியினால் நம்முடைய களஞ்சியங் களில் தானியங்கள் பெருகினாலும்கூட, தனி மனிதனுடைய ஏழ்மை யின் காரணமாக அவன் இன்றும் பாதி வயிறாகவே வாழவேண்டிய சூழ்நிலை இருக்கிறது. நம்முடைய மக்கள்தொகையில் பெரும் பான்மை மக்களிடையே வறுமைக் கோட்டிற்குக்கீழ் வாழ்கின்ற நிலமை நிலவுவதால் அவர்கள் ஆண்டுக்கு 180 கிலோ அளவுக் குக்கூட உணவுப் பொருட்களை வாங்க இயலாத நிலமையில் இருக் கிறார்கள். இதற்கும் குறைவாக உணவுப் பொருட்களை வாங்கி அவர்கள் உண்ணுவதால் அவர்களுடைய ஒரு நாளைக்குத் தேவை யான உடல் சக்தி 2100 முதல் 2400 கலோரிக்குக் கீழே சென்றுவிடு கிறது. இந்தச் சூழ்நிலையில்தான் சத்துணவு இல்லாததால் ஏற் படும் விபரீதங்கள் ஏற்படத் தொடங்குகின்றன.

இன்றைக்கு இந்தியாவில் 30 கோடி மக்கள் வறுமைக் கோட் டிற்குக் கீழே வாழ்கின்றார்கள். அவர்களில் 80 விழுக்காட்டினர் கிராமப்புறங்களிலும், 20 விழுக்காட்டினர் நகரங்களிலும் வாழ்ந்து வருகிறார்கள். வெறும் எண்களினால் மட்டும் அல்லது புள்ளி விவரங் களினால் மட்டும் நாம் இந்த ஏழை மக்களின் அவலங்களையும், வறுமையின் கொடுமையையும் விவரிக்க முடியாது. சத்துணவு இல்லாததால் அவர்களை விரைவில் சோர்வடையச் செய்து, உடல் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி ஆயுள் காலத்தையும் குறைக்கிறது. அறியாமை அவர்கள் வாழ்வை இருளடையச் செய்கிறது. மிகச் சாதாரண நோய்கள்கூட அவர்களுடைய குழந்தைகளை விண்ணுல கத்துக்கு அனுப்பிவைக்கின்றன. அசுத்தமும் ஆபாசமும் ஆரோக்கியக் குறைவான சூழ்நிலையும், சுகாதாரக் குறைவுகளும் அவர்களுடைய சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை மாசுபடுத்தி விடமாக்குகின்றன. அவர்கள் தினமும் கைக்கும் வாய்க்குமிடையில் மாபெரும் போராட்டம் நடத்தி வருகின்ற சூழ்நிலையில் வாழ்ந்து வருகின்றனர். இப்படியாக

வறுமையானது ஆணிவேர் விட்டு அவர்களிடையே வேரூன்றிவிட்டது.

இந்தச் சூழ்நிலையில் மேலதிகப்படியான விவசாய விளை பொருட்களின் வளர்ச்சி மட்டும் அவர்களுக்கு எந்தவிதமான பலனை யும் தரப்போவதுமில்லை. இந்த ஏழை மக்களுடைய பொருளாதாரம் முன்னேற்றமடைந்து அவர்களுடைய வாங்கும் திறன் செம்மைப்படுத் தப்படவேண்டும்.

நம்மை இன்று எதிர்நோக்கியுள்ள பிரச்சனையானது உற்பத் தியை எவ்வளவு மேலும் பெருக்க வேண்டும் என்பது மட்டுமில்லை; உற்பத்தி செய்த பொருட்களை எவ்வாறு எல்லோருக்கும் கிடைக்கச் செய்வதென்பதும், எத்தன்மையான ஊட்டச்சத்துள்ள உணவை மக்கள் உட்கொள்ளுகிறார்கள் என்பதும்தான். இந்தக் கண்ணோட் டத்தில்தான் நாம் நமது விளைபொருட்களின் கணக்குகளைக் கணிக்கவேண்டிய கட்டாயத்தில் இருக்கின்றோம்.

நம்முடைய உணவு உற்பத்திகள் உயர்ந்தும்கூட நம்முடைய உற்பத்தித் திறன் இன்னும் உலகத்திலேயே மிகவும் தாழ்ந்த நிலை யிலுள்ளது. நாம் 1.6 டன் நெல் உற்பத்தி செய்கின்ற ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்திலிருந்து ஒரு ஜப்பானியன் 5.5 டன்னையும், ஒரு சைனாக் காரன் 3. 3 டன்னையும், ஒரு பாக்கிஸ்தானியன் 2.3 டன்னையும் உற்பத்தி செய்கின்றான். இதைப் போலவே நம்முடைய கோதுமை உற்பத்தித் திறனும் அமெரிக்கா போன்ற மேலை நாடுகளைவிட 2.9 பங்கு தாழ்ந்த நிலையிலுள்ளது. நம் நாட்டின் பல பாகங்களிலும் உற்பத்தி விகிதத்தில் வேறுபாடுகள் நிறைந்துள்ளன. கோதுமை பஞ்சாப் மாநிலத்தில் ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்தில் 2.9 டன்கள் உற் பத்தியாகும்போது, மத்தியப்பிரதேசம் போன்ற மாநிலங்களில் வெறும் 700 கிலோ கிராம்தான் விளைகிறது. நடந்த 20 ஆண்டு காலத்தில் தெற்கு, வடமேற்கு இந்தியப் பகுதிகளில் உணவு உற்பத்தி நிலை யான அளவில் உயர்ந்தவிடத்தும், கிழக்கிந்தியாவில் உற்பத்தி பெருகவில்லை. செழிப்பான கங்கைச் சமவெளியில் வேறுபட்ட பராமரிப்புச் சிக்கல்களால் உற்பத்திப் பெருக்கம் தடைப்பட் டுள்ளது.

பல்வேறு காரணங்களால் கோதுமை, நெல், பருப்பு வகைகளின் உற்பத்தியில் இதுவரைக் கவனம் செலுத்தினோம். பசுமைப் புரட்சி யும் இவற்றையே இலக்காகக் கொண்டிருந்தது. இதனால் அதிக விளைவு தரும் சக்தி வாய்ந்த பல வீரிய ஒட்டு இரகங்களை உருவாக்

கியுள்ளோம். ஆனால் எண்ணெய் வித்துக்களின் உற்பத்தி அதிகப் பற்றாக்குறையில் உள்ளது. 1985-86இல் எண்ணெய் வித்துக்களில் நமது பற்றாக்குறை 10 முதல் 17 இலட்சம் டன்களாக அதிகரிக்கலாம் எனக் கருதுவதால் நமது விஞ்ஞானிகள் இப்பற்றாக்குறையைத் தீர்க்க வீரிய ஒட்டு இரக எண்ணெய் வித்துக்களை உருவாக்குவதிலும், பல உத்திகளைக் கையாள்வதிலும் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

விளைநிலப் பரப்பைப் பெருக்குவது சிறந்த வழிதான். ஆனால் வகையான காரணமின்றி நாம் அதனைப் பெருக்க முடியாம லிருக்கிறோம். நம் நாட்டில் பயிரிடத்தகுந்த நிலப்பரப்பில் 80% தற்போது பயிரிடப்படுகிறது. விரைவில் விளைநிலப் பரப்பைப் பெருக்குதல் என்பது முடியாத ஒன்றாகிவிடும். அவ்விதம் பெருக்கப்படின் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகள் பாழாகும்.

பல விநோத நோய்கள், நில அரிமானம், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகள் பாழாகுதல், கடினமான நீர்ப்பாசனம், உயர் செலவில் சக்தி உற்பத்தி போன்ற பல பிரச்சனைகளைப் பசுமைப் புரட்சி உருவாக்கியுள்ளது. நோய்களும், அதனைக் கட்டுப்படுத்துவதும் தொடர் ஓட்டமாய் உள்ளன.

ஆண்டுதோறும் 600 கோடி டன் அளவுள்ள மண் அரிமானம் ஏற்படுவதால், 'தாவரச் சத்துக்கள்' 60 இலட்சம் டன்கள் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. எண்ணெய் போன்று நீரும் அரிய பொருள் என்பதை புரிந்துகொள்ள வேண்டும். ஒரு கிலோ கிராம் கோதுமை உற்பத்தி செய்ய 500 லிட்டருக்கும் அதிகமான நீர் தேவைப்படுகிறது. விவசாயத்திற்கு அதிக அளவு நீர் பயன்படுத்தப்படுவதால், நம் நாட்டில் கிடைக்கும் நீரினை அதிகச் செலவில் பாசன வசதி செய்தாலும், விதைக்கப்படும் இடங்களில், 50%க்குத்தான் குறைந்த பாசன வசதி அளிக்க முடியும்.

தற்போது உற்பத்திச் செலவில் அதிக அளவு இரசாயன உரத்திற்காகச் செலவிடப்படுகிறது. 1983இல் உரத் தேவையில் 60% தான் நம் நாட்டில் உற்பத்திசெய்ய முடியும். பெட்ரோல் பொருள்களின் விலை உயர்வால் இரசாயன உரங்களின் விலை, சிறிய, நடுத்தர விவசாயிகளால் வாங்கமுடியாத நிலைக்கு உயர்வதோடு, அரசுக்கு அதிக அளவு அன்னியச் செலாவணி இழப்பும் ஏற்படும். ஆதலால் தாவரத்திற்குத் தேவையான தழைச்சத்தைப் பெருவதில் மாற்றுவழியை உருவாக்கவும், கையாளவேண்டிய அவசியமும் ஏற்படுகிறது. நெல்லுக்கு நீலப்பச்சைப் பாசியும், பருப்பு வகைகளுக்கு

நுண்ணுயிரும் உற்பத்திப் பெருக்கத்திற்கு உற்ற துணையாக அமைகின்றன.

நெல்லுக்கான பாசி வகை உயிர்ச்சத்தடங்கிய உர உற்பத்தியில் தமிழ்நாடும், வேறுசில மாநிலங்களும் சிறந்து விளங்குகின்றன. இவ்வித 'இயற்கையான தாமே புதுப்பித்து உயிர் வாழும்' தாவரங்களின் உற்பத்தியைக் கிராமிய முன்னேற்றத் திட்டங்களில் சேர்ப்பதால் கிராமிய மக்களுக்கு வேலை வாய்ப்பும் வருவாயும் கிடைக்கும். 1 கிலோ நீலப்பச்சை பாசிக்கு 20 பைசா விதம் உதவித் தொகை அளித்து, பாசி உற்பத்தி செய்து வினியோகிக்கும் குடியானவர்களை ஊக்குவிக்கும் தமிழ்நாடு அரசின் திட்டம் வர வேற்கத்தக்க ஒன்றாகும்.

இரசாயன உர உற்பத்தி ஆலைகளும் 'உயிர்ச்சத்தடங்கிய' நுண்ணுயிர் உர (Bio-Fertilizers) உற்பத்தியில் ஈடுபடவேண்டிய நாள் வந்துவிட்டது. ஆலையினர், முற்போக்கு விவசாயிகளைப் பயன்படுத்தி, தரமான உரங்களைச் செய்து, அவர்களுக்கு விற்பனை வசதியும் செய்ய வேண்டும். சிறிய நிலப்பரப்புகளைக் கொண்ட நமது விவசாய முறையின் மூலம் 'உணவுச் சுயதேவை'ப் போராட்டத்தில் வெற்றிகாண வேண்டுமாயின், அவர்களின் நலன் பேசி நாம் உணவு உற்பத்தியைப் பெருக்க, உரப் பற்றாக்குறையை நீக்கவேண்டிய பொறுப்புகளைப் பெறுகின்றோம். விருப்பு வெறுப்பு, பயமின்றி நம் சாதனைகளையும் தோல்விகளையும் நேர்மையாகக் கணக்கிடவேண்டும். ஒவ்வொருவருக்கும் உணவளிக்கும் பிரச்சனை நமது முதல் முக்கியக் கவனத்தை ஈர்க்கிறது. திட்டமிடுவோரி லிருந்து விவசாயி வரை, பிறரைக் குறைகூறும் நிலை மாறி நாம் செய்த சேவைகளையும் சாதனைகளையும் ஆராயவேண்டும். பெரும்பான்மைப் பிரச்சனைகளுக்கு நமது வயல்களிலும் கிராமங் களிலும்தான் தீர்வு காணமுடியும். உணவு நமது முக்கிய தேவை. அதனை ஒவ்வொருவரும் பெற்றாக வேண்டும்!

29

பட்டுப்புழு வளர்ப்பில் புதுமைகள் *

முன்னுரை :

பட்டுப்புழு வளர்ப்புத் தொழில் என்பது பண்டைய காலம் தொட்டே நம் நாட்டில் இருந்துவரும் தொழிலாகும். குறைந்த காலகட்டத்தில் மிக அதிகமான பட்டுநூலை உற்பத்தி செய்யும் பட்டுப்புழுக்கள் மிக மென்மையானவை. அவற்றின் சுற்றுப்புறத் தேவைகளும் மிக நுணுக்கமானவை. எனவே இவற்றைத் தென்னிந்தியத் தரைப்பகுதிகளில் வளர்ப்பது மிகவும் கடினமாக இருந்தது. ஆனால், ஆய்வுகளின் விளைவாக இவை எளிதாக்கப்பட்டுவிட்டன. மேலும், புதிய முறைகளின் மூலம் உற்பத்தித்திறன் அதிகரிப்பதோடு புழுக்கள் நோய்வாய்ப்படுதலும் குறைக்கப்பட்டுவிட்டது. இவ்வகைப் புதிய முறைகளைச் செவ்வனே செயல்படுத்தினால் எல்லாப் பருவங்களிலும் பட்டுநூலை உற்பத்தி செய்யலாம்.

சீர்படுத்தும் அமைப்புகள் :

பட்டுப்புழு வளர்ப்பிற்கான சீர்படுத்தும் அமைப்புகளை இனிக் காண்போம்.

வளர்ப்பகம் :

பட்டுப்புழுக்களை வளர்க்கும் வளர்ப்பகம் நல்ல காற்றோட்டமாகவும், நோய்க்கிருமிகள் நெருங்காதபடிக் காற்றழுத்தம் செய்யத்

* டாக்டர் சி. மாதவன், உயிரியல் துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

தக்கதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். வளர்ப்பகத்தின் கூரை மிக உயரமானதாக இருக்கவேண்டும். அப்பொழுதுதான் வெளிப்புற வெப்ப மாறுபாடுகள் உட்புறச் சூழ்நிலையைப் பாதிக்காது.

சுற்றுப்புறத் தேவைகள் :

24° முதல் 29° வரை உள்ள வெப்பமும், 70-90% வரையுள்ள ஈரத்தன்மையும் பட்டுப்புழுக்கள் நன்கு வளர ஏற்றவை. பட்டுப்புழு வளர்ப்பவர்கள் இதனைக் கருத்திற்கொண்டு வளர்ப்பகத்தின் வெப்பத்தையும்,ஈரத்தன்மையையும் பாதுகாக்கவேண்டும். மின்வெப்ப இயக்கிகள், கரியேற்பட்ட விறகு அடுப்பு முதலிய செயற்கை முறைகளின் மூலம் சீரான வெப்பநிலையைக் கடைப்பிடிக்கலாம்.

இலைகளின் தகுதி :

உணவாகப் பயன்படும் முசுக்கொட்டை மர இலைகளின் தரம் தான் பட்டுப்புழுக்களின் வளர்ச்சியை நிருணயிக்கின்றன. இவை போதுமான ஈரம், புரதம், சர்க்கரை, மாவுப்பொருள், குறைவான சாம்பல்சத்து, நார்கள் இவற்றைப் பெற்றுள்ள இலைகளையே விரும்பி உண்ணுகின்றன. மிகவும் முதிர்ந்த இலைகளையோ, தளிரான நுனிப்பகுதிகளையோ உணவாக அளிக்கக்கூடாது. கோடைக் காலத்தில் இலைகள் உலராவண்ணம் ஈரச்சாக்கிலோ, ஈரச்சாக்குள்ள மூங்கில் கூடைகளிலோ வைக்கவேண்டும். அடிக்கடி நீர் தெளித்தல் வேண்டும். மழைக்காலங்களில் அதிக ஈரத்தைத் தவிர்க்க இலைகளின் புற ஈரத்தை நீக்கிக் கூடைகளில் வைக்கவேண்டும்; நீர் தெளித்தல் கூடாது இலைகளைக் காலையிலும், மாலையிலும் பறித்தல் வேண்டும். ஒரு நாளைக்கு 4 அல்லது 5 முறை உணவளித்தால் போதுமானது. அடுக்குகளில் புழுக்கள் நெரிசலோடு இருத்தல் கூடாது. இதனால் குறைவான உணவூட்டம் பெற்று வளர்ச்சி பாதிக்கப்படும்.

வளர்சிதை மாற்றம் :

முட்டையினின்றும் வெளிவரும் புழு கூடு கட்டுவதற்குள் அபரிமிதமான வளர்ச்சி அடைகிறது. இடவசதியும், தரமுள்ள இலையுணவுமே சீரான வளர்ச்சியை நிருணயிக்கின்றன. மேலும் தட்ப வெப்ப நிலைகளுக்கேற்பப் புழுப்பருவம் நீண்டும், மெலிந்தும் காணப்படும். பட்டுப்பூச்சியின் வாழ்வில் ஐந்து புழுப்பருவங்கள் உள்ளன. இப்பருவங்கள் முடிவடைய சராசரி 27 நாட்கள் ஆகின்றன. ஒரு

புழுப்பருவத்திலிருந்து மற்றொரு புழுப்பருவத்தை அடையுமுன் புறத்தோல் வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது. வளர்ச்சியுற்ற புழுக்கள் ஒரு பருவத்தில் உணவு உண்ணுதலை நிறுத்திவிட்டுத் தோலுரிக்கும். புதிதாக வளரும் தோல் நீட்சி உடையதாகவும் மென்மையாகவும் இருக்கும். பின்பு அது கடினமாக மாறுகின்றது. புறத்தோல் வளர்ச்சி நடைபெறும்பொழுது வளர்ப்பகம் ஈரமில்லாமலும் சுத்தமாகவும் இருக்கவேண்டும். ஈரமற்ற அடுக்குத்தட்டுகளில் புறத்தோல் வளர்சிதை மாற்றங்கட்குட்படும் புழுக்கள் ஒன்றுசேரும். அவ்வமையம் உணவு உட்கொள்ளும் புழுக்களிருந்தால் அவற்றிற்கு உணவளிக்க வேண்டும். உணவின் அளவைப் படிப்படியாக குறைக்க வேண்டும். இதன் மூலம் 100% புழுக்களும் புறத்தோல் வளர்ச்சிக்காக அடுக்குகளில் ஒன்றுசேரும். புறத்தோல் வளர்ச்சிக்கான அறிகுறி தோன்றி 6-8 மணி நேரத்தில் உணவு உண்ணுதலை நிறுத்திவிடுகின்றன. இவ்வமையம் உணவளித்தல் கூடாது. வளர்ப்பகம் நல்ல காற்றோட்டமாக இருத்தல் அவசியம். மேலும் இச்சமயம் வளர்ப்பகங்களைச் சுத்தம் செய்வதோ, புழுக்களை வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்வதோ கூடாது. புறத்தோலுரித்தல் 90% புழுக்கள் முடித்தவுடன் மீண்டும் புழுக்களுக்கு உணவளிக்க வேண்டும். குறைந்த அளவில் உணவு கொடுக்கத் தொடங்கிப் பின் படிப்படியாக அதிகரிக்க வேண்டும்.

கிருமிநாசினி :

வளர்ப்பகத்தையும், பயன்படுத்தும் துணைக் கருவிகளையும் 2% பார்மலின் கொண்டு சுத்தப்படுத்த வேண்டும். 100 சதுர மீட்டருக்கு 7 அல்லது 8 லிட்டர் 2% பார்மலின் வீதம் தெளித்து சன்னல், கதவுகளை இறுக மூடிவிடவேண்டும். பின் 24 மணி நேரம் கழித்துக் காற்றோட்டத்திற்காகத் திறந்துவைக்க வேண்டும். 4% வணிக பார்மலினுடன் 19 பங்கு நீர் கலந்து 2% பார்மலினைத் தயாரித்தல் வேண்டும். பார்மலின் உள்ள புட்டியை இறுக மூடிவைக்க வேண்டும். இல்லையெனில் வலிமை குறைந்துவிடும். புழுக்கள் நோய்வாய்ப்பட்டிருந்தால் 4% பார்மலினை உபயோகிக்க வேண்டும். வளர்ப்பகம் வீட்டில் ஒரு மூலையிலேயே இருந்தால் 4% பார்மலினை பயன்படுத்தி 48 மணி நேரம் மூடிவைத்தல் வேண்டும்.

முட்டை பொரித்தல் :

தரமான முட்டைகளை வாங்கிவந்து அடுக்குகளில் வரிசையாகப் பரப்பி ஒரு தாளால் மூடவேண்டும். முட்டை பொரிப்பதற்கு 25° சென்டிகிரேடு வெப்பமும், 80% ஈரமும் இருக்கும் வண்ணம் கவனித்தல் அவசியம். சீரான கருவளர்ச்சி ஏற்பட முட்டைகளைக் கருமையான இருண்ட ஒரு பெட்டியில் வைக்கவேண்டும் முட்டை நீலநிறம் அடைந்தால் பொரித்தல் ஏற்படும். இச்சமயம் காலையில் (8-9) பிரகாசமான வெளிச்சத்தில் பெட்டியைத் திடீரெனத் திறந்தால் 90-95% முட்டைகள் ஓரிரு மணி நேரத்தில் பொரித்துவிடும். பின் புழுக்களை மென்தூரிகைகளால் அடுக்குகளில் தள்ளி உணவளிக்க வேண்டும்.

இளம் புழுக்களைப் பராமரித்தல் :

இளம் புழுக்களை மிகக் கவனத்துடன் கையாளவேண்டும். இவைகளுக்கு ஏற்ற சூழ்நிலை 27° சென்டிகிரேடு வெப்பமும் 80-90% ஈரமும் ஆகும். அவ்வாறு இருந்தால்தான் புழுக்கள் நோயை எதிர்க்கும் தன்மையுடையதாகவும், தட்பவெப்ப மாறுபாடுகளைப் பாதிக்கப்படாததாகவும், அதிக உற்பத்தித் திறனை உடையதாகவும் இருக்கும். துளிர் இலைகளை இவற்றிற்கு உணவாக அளித்தல் வேண்டும்.

வளர்ந்த புழுக்களைப் பராமரித்தல் :

4,5 ஆம் பருவப் புழுக்களுக்கு ஒரே சீரான வெப்பமும், ஈரமும் அவசியம். குறைந்த வெப்பத்தில் இவை நன்கு வளரும். தரமான சற்று முதிர்ந்த இலைகளைப் பொடிப்பொடியாக்கி உணவாக அளிக்க வேண்டும். ஒரு நாளைக்கு நான்கு முறை கொடுத்தால் போதுமானது.

5ஆம் புறத்தோல் வளர்ச்சிக்குப்பின் 6 அல்லது 7 நாட்கள் கழித்து உணவு உண்ணுதலை நிறுத்திவிட்டுக் கூட்டிற்கு நூல் பின்னத் தயாராகின்றன. உரிய நேரத்தில் இவ்வகைப் புழுக்களைத் தனித்து எடுத்து வைத்தல் மிக அவசியம். ஓரிரு நாட்களுக்குள் நூலைச் சுற்றி முடித்துவிடும். இச்சமயம் நல்ல காற்றோட்டமும், நிழலும் இருக்கும் வண்ணம் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

கூடுகட்டி முடிந்தவுடன் அவை கூட்டுப்புழுப் பருவத்திற்குத் தயாராகிவிடும். கூட்டுப்புழுப் பருவம் தொடங்கிய நான்கைந்து நாட்கள் கழித்து, கூடுகள் நன்கு காய்ந்தபின், கூடுகளைச் சேகரிக்க வேண்டும். இவற்றிலிருந்துதான் பின்பு நூலெடுக்கப்படுகிறது.

இலாபகரமான பட்டுப்புழு வளர்ப்புத் தொழில் :

★ விஞ்ஞான முறைப்படி பயிரிடப்படும் முசுக்கொட்டைத் தோட்டத்தில் ஹெக்டேருக்கு 30,000 கிலோ இலை அறுவடை செய்யலாம் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்தில் உற்பத்தி செய்யப்படும் முசுக்கொட்டை இலைகளைக் கொண்டு 1,720 கிலோ பட்டுக்கூடுகள் உற்பத்தி செய்யலாம். முசுக்கொட்டை பயிரிடுவதற்கு ஆகும் செலவு ரூ.10,000 எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. 1720 கிலோ பட்டுக்கூடு விற்பனையால் கிடைக்கும் சராசரி மொத்த வருமானம் ரூ 43,000 என்றும், நிகர வருமானம் ரூ 33,000 என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேற்கூறிய விளக்கங்களிலிருந்து பட்டுப்புழு வளர்ப்பு மிக இலாபகரமான தொழில் என்பதை கண்கூடாக அறியலாம்.

பட்டு உற்பத்தியைப் பெருக்குவதற்கு நடைபெற்றுவரும் புதிய ஆராய்ச்சிகள் :

பட்டுப்புழு வளர்ப்பதற்குத் தகுந்த தட்ப வெப்ப நிலைகள் இந்தியாவின் சில பகுதிகளிலேயே உள்ளது. நம் நாட்டின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் பட்டுப்புழு வளர்ப்பை விரிவுப்படுத்த வேண்டுமானால் அதற்கு ஏற்ற பட்டுப்புழு இனத்தை உருவாக்க வேண்டும். சான்றாக, அதிக வெப்பமுள்ள பகுதிகளில் வளர்ப்பதற்கு அதிக வெப்பத்தைத் தாங்கும் சக்தி உள்ள ஒரு புதிய இனத்தை உண்டாக்குவதற்கான பெருமுயற்சிகள் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன. இம்முயற்சிகள் வெற்றிபெறுமேயானால் நம் நாட்டின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் இத்தொழில் மிக வளத்துடன் நடைபெறும்.

பட்டுநூல் வைப்ராயிங், சர்சின் என்ற புரதங்களால் ஆனது. மேற்கூறிய புரதங்கள் பட்டுப்புழுவின் வளர்ச்சிப் பருவத்தின்போது பட்டுச்சுரப்பியில் சேர்த்துவைக்கப்பட்டு, கூடு கட்டும்பொழுது சுரப்பியினின்றும் வெளிவருகிறன. பட்டுச்சுரப்பி ஏறத்தாழ முற்றிலும் புரதங்களால் ஆனது. பட்டுப்புழு அதிகமான புரதச்சத்தைப் பட்டுச்சுரப்பியில் சேமிக்க முடியுமேயானால் அதிகமான பட்டுநூல்

★ நன்றி: மத்திய அரசு பட்டு ஆராய்ச்சிப் பயிற்சிப் பண்ணை, மைசூர்.

உற்பத்தியைப் பெறமுடியும். பட்டுப்புழு உணவாக உட்கொள்ளும் மூசுக்கொட்டைச் செடியில் புரதச்சத்து அவ்வளவு அதிகமாக இல்லை. பட்டுப்புழுக்களுக்கு, மூசுக்கொட்டை இலையுடன் சேர்த்து வேறு புரதச்சத்துக்கள் உள்ள உணவைக் கொடுத்தால் அதிகப் பட்டு உற்பத்தி கிடைக்கும். ஒரு செல் புரதம் (Single cell protein) எனக் கருதப்படும் குளோரில்லா போன்ற ஆல்காக்களை மூசுக்கொட்டை இலையுடன் சேர்த்துப் பட்டுப்புழுக்களுக்கு உணவாகக் கொடுத்துப் பட்டு ஆக்கத்தை அதிகப்படுத்த ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

30

கடல்வாழ்-சூழ்நிலை விஞ்ஞான முன்னேற்றங்கள் ★

மகாகவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் நாட்டுப்பற்று மிக்க தேசியக் கவி மட்டுமல்லர்; பரந்த மனமும், ஆழ்ந்த சிந்தனையும், கூரிய மதியும் அனைத்து உயிர்களிடமும் அன்புள்ளமும் கொண்ட மெய் ஞானியும் ஆவார். அவரது அறிவியல் நோக்கும் போக்கும் காலத்தை வென்று நிற்கும் அவர்தம் கவிதைகளில் காணலாம்.

வெள்ளையர்தம் ஆதிக்கத்தை வெறுத்த பாரதியார், மேலை நாட்டில் வளரும் அறிவியல் நுட்பங்களைப் புறக்கணிக்கத் தயாரா யில்லை.

'புத்தம் புதிய கலைகள்-பஞ்ச
பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும்;
மெத்த வளருது மேற்கே—அந்த
மேன்மைக் கலைகள் தமிழினில் இல்லை
... ...
சென்றிடு வீர்எட்டுத் திக்கும்-கலைச்
செல்வங்கள் யாவுங் கொணர்ந்திங்கு சேர்ப்பீர்!'

என்று தமிழருக்கு அறிவுறுத்துகிறார்.

சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை இயல்(environment)பற்றியும், கடலியல் (oceanography) பற்றியும், சூரிய எரியத்தினைப் (solar enargy) பற்றியும் பாரதியார் குறிப்பின் உணர்த்திய பொருள்கள் அறிந்து மகிழ்தற்குரியவை.

★ பேராசிரியர் கோ. கிருஷ்ணமூர்த்தி, கடல் உயிரியல் உயர்மையம், அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம், பரங்கிப்பேட்டை.

பாரதியார் கண்ட கனவுகள் நிறைவுறும் வகையில் பணி செய்வதே அன்னார்க்கு நாம் செலுத்தும் காணிக்கையாகும்.

கடந்த பதினைந்து ஆண்டுகளில், புவியியற்புல அறிவு (Earth Sciences) என்ற அறிவியல் துறையில் புரட்சிகரமான மாறுதல்கள் காணப்படுகின்றன.

மனிதர்கள் நடமாடுவது போலக் கண்டங்கள் நகருகின்றன எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது (Plate Tactanics - Wagener's original Drifting Continents). இதனை ஆங்கிலத்தில் 'Palaeomagnetism' என்பர். இந்தக் கொள்கையின்படி இந்தியா பூமத்தியரேகைக்குக் (equator) கீழிருந்து மேல்நோக்கி நகர்ந்துள்ளது.

ஒரு காலத்தில் திருச்சிராப்பள்ளியும், ஆஸ்திரேலியாவில் உள்ள சிட்னி முதலிய இடங்களும் தற்போது உள்ளதுபோல் இல்லாமல் அருகில் இருந்தன. இதைத்தான் சிலவகை மீன் இனங்களும் (Lung fishes), பறக்காத பறவைகள், பாலூட்டும் இனங்கள் (flightless birds, mammals-marsupials), தாவரங்கள் (plants like ferns-discontinuous distribution in South America, Africa, Australia) ஆகியவையும் உணர்த்துகின்றன. நம் பண்டைத் தமிழ் இலக்கியங்கள் கூறும் மறைந்த கண்டமும், கர்ண பரம்பரையாக இதுபற்றி வந்த கூற்றாகவும் இருக்கலாம்.

மனிதன் தோன்றி (இதுவரை கண்ட ஆராய்ச்சிப்படி) 4 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகின்றன. சுமார் 15 ஆண்டுகளுக்கு முன்புவரை மனிதனின் வயது ½ மில்லியன் ஆண்டுகூடத் தாண்டவில்லை. கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவில் காணப்படும் தொல்லுயிர் படிவம் (East African fossils)மூலம் தற்போது இதன் வயது 4 மில்லியன் ஆண்டாயிருக்கிறது. ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து பலனளிக்கும்போது இது மேலும் பல மடங்கு கூடலாம். ஆகையால் எதையும் அறுதியிட்டுச் சொல்வது இயலாது. நமக்குக் கிடைக்கும் ஆதாரங்கள்தாம் நம் முன்னேற்றத்திற்கும் நம் அறிவு விரிவடையவும் படிக்கட்டுகள். மனிதன்தான் பாலூட்டி வளர்க்கும் இனங்களில் பூமியில் பலஇடங்களில் பரவலாகச் சிதறிக் கிடக்கும் இனம்.

தட்ப, வெப்ப நிலையில், அண்டங்கள் அமைப்பில் இந்தப் பூமி மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது. பூமியின் வெளிப்பக்கத்து ஓடு (Outer most shell of earth) பல பெரிய தட்டுக்களாக (plates) இருந்தாலும் அவை ஒன்றுக்கு ஒன்று ஈடாக (relative) நகருகின்றன. இந்தத் தட்டு

கள் நகர்வதைத்தான் நிலத்தட்டு நகர்விந்தை (plate tactanics) என்கிறோம் என்று பொதுவாகச் சொல்லலாம். இந்தத் தட்டுகள் இந்தியன், பஸபிர், அமெரிக்கன், ஆப்பிரிக்கன், அண்டார்ட்டிக், யூரேனியன் என்ற வகையில் பிரிக்கலாம். இந்தப் பூமியின் மேலோடு(Shell) லிதோஸ்பியர் (Lithospher) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது 100 km ஆழம் (thickness) உடையது. இது இதன் ஓரங்களைத் (boundaries) தவிர, எல்லைகளைத் தவிர மற்ற இடங்களில் கெட்டியாக உள்ளது.

எடுத்துக்காட்டாக, வட அமெரிக்காக் கண்டம் அமெரிக்கன் தளத்தின் (plate) அங்கமாக நகருகின்றது. இதைக் கண்டங்களின் நகர்வு (Continental drift) என்று சொல்கிறோம். சுமார் 200 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குமுன், சான்றாக, அமெரிக்கத் (U.S.A) தளத்தின் கீழ்கரை அட்லாண்டிக், ஆப்பிரிக்க வடமேற்குப் பாகத்துடன் மராகோ (morocco), துனிஷியா (Tunitia,), அல்ஜீரியா(Algeria), எகிப்து (Eggypt) இணைந்திருந்தன. அப்போது அட்லாண்டிக் கடல் உருவாயிற்று. இதைப்போலவே ஆப்பிரிக்கா தென்அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா - அண்டார்ட்டிகா பிரிந்தது. இந்த நிலத்தொகுதி கார்டுவானாலேண்டு (Gardwanaland) என்று அழைக்கப்பட்டது. இது இந்தியாவில் நர்மதா நதித்தீர 'கோண்ட்' (Gond) எல்லையிலிருந்து நகர்ந்து வந்தது. இத்தகைய மாற்றங்களின் விளைவு செங்கடல் (Red sea, Gulf of Aden) கலிபோர்னியா குடா, வங்காளக் குடாக்கடல், இமயமலை, ஆல்ப்ஸ்மலை முதலியன ஆகும். இதையே குறிப்பில் வங்காளக்குடாக் கடலைத் தோண்டியெடுத்த கடல் என்று புறநானூற்றுப் புலவர் சுட்டுகிறார்.

இந்தக் கண்டங்களின் தட்டுகள் (Continental plates) நகரும் மாறுதலால் பூகம்பம் (earth quake), கடலின் அடியில் பூகம்பம், கடல் பரப்பின் விரிவு (spread of seafloor), மலைகள் முதலிய தோற்றங்கள் (The Himalayan, The Alps) நிகழ்கின்றன. இந்த நிலத்தட்டு நகர்விந்தை (Plate tactanics) என்ற நாடகம் 4000 பில்லியன் ஆண்டுகளாக நடந்துகொண்டிருக்கிறது. டாக்டர் ஏ. வெஜினர் என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி இதைப்பற்றி முதலில் கூறிய போது அவரைக் கேலி செய்து, நையாண்டி செய்தவர் அநேகர். ஆனால், இந்த நூற்றாண்டின் கடந்த 15-20 ஆண்டுகளில் விஞ்ஞானிகள் பூமித்தட்டு நகரும் விந்தையின் (Plate tactanics) அடிப்படையில் ஏனைய துறைகளின் (disciplines) ஆதாரங்களுடன் இதனை மெய்ப்பிக்கப் புது மெருகிட்டுப் பலத்த அடித்தளம் எழுப்பியுள்ளனர்.

இந்தப் பூமியின் வயதை (Geological Age) நம் 12 மாத ஆண்டாகக்(Calender year) கொண்டோமானால், மனிதன் டிசம்பர் 31ஆம் தேதி இரவு 10-30 மணிக்குத்தான் தோன்றினான். ஆகையால் இந்தப் பூமியின் பழைய, முதலில் தோன்றிய தொல்லுயிர்கள், நீலப்பச்சைப் பாசிகள் (fossils, blue green algae) மனிதனுக்கு வயதில் மூத்தவையாகும். அநேகமாக அனைத்துச் செடி, தாவர, பூச்சி, விலங்கு இனங்கள் அவனுக்கு மூத்தவையாகும். பூமித்தாயின் செல்லக் கடைக்குட்டிக் குழந்தை மனிதன் எனலாம். ஆனால் மனிதன் பல வகைத் தாவர, விலங்கு, பறவை இனங்களை வேரோடு சந்ததி யில்லாமல் அழித்திருக்கிறான். இந்த உயிரினங்கள் (species list) தோன்றி 500 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகின்றன என்றால், மனிதனின் நாகரிகம் தோன்றி 10,000 ஆண்டுகள் ஆகின்றன எனலாம். மிக அதிகக் கால அளவு தந்தால், கடந்த இருநூறு ஆண்டுகளில் மனிதன் தன் பேராசையினால், பணத்திற்காகவும், அழகிற்காகவும் கொல்லும் குறுமனத்திற்காகவும் இவ்வுயிரினங்களைப் பலியிட்டிருக் கிறான்.

சூரியன் தன் சக்தியில் 100,000 Calories Cm^2 / Yr பூமிக்குத் தந் தால், அதில் $\frac{1}{3}$ பங்கு ஆவியாகிவிடுகிறது. இதனால் பூமியின் ஹைட் ரோலாஜிக்கல் சுழற்சியில் (hydrological Cycle) மாறுதல் இல்லை. தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்காக $\frac{1}{2000}$ பங்கு சூரிய சக்தியை எடுத் துக்கொள்கின்றன (about 33 Calories / Cm^2 / yr). இந்தச் சிறிய தொகை மனிதனின் தொழில் வளர்ச்சி (manufactured goods)யின் 100மடங்கு ஆகும்(ஒரு வருடக் கணக்கில்). ஆனால் மனிதன் காடுகளை அழிக்க 35% பூமியின் பரப்பளவு (land surface area) தேவைப்பட்டாலும் நம்மிடம் இருப்பதோ உலக சராசரி 10% காட்டு முறை (forest cave) ஆகும். மனிதன் இதுவரை நேர்முகமாகவோ, மறைமுகமாகவோ தாவரங்களைத் தவிர 110 பறவை இனங்கள், 60 வகைப் பாலூட்டிகள் (species of mammals) தவிரப் பிறவற்றை அழித்திருக்கிறான். இந்தப் பட்டியலில் மேலும் 250 இனங்கள் (species) மனிதனால் எப்போது அழிவோம் என்று தள்ளாடுகின்றன. சில தாவரங்கள் (sequaia tree) 3,000 ஆண்டுகள் வரை வாழும். இதனால் மனிதன் தன் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை மறக்காமல், அதனை நாசமாக்காமல்(pollution), கழிவுப்பொருட்களை நீர், நிலம், ஆகாயம் முதலியவற்றால் கெடுக்காமல் வைப்பது மிகவும் தேவையாகிறது. அண்டார்டிகாவில்கூட டி.டி.டி. (D.D T.) புகுந்துவிட்டது.

கடல் நீரில், சராசரியாக 3.5% உப்பு உள்ளது. நதி நீரில் சராசரியாக 0.1 முதல் 0.5% வரை உப்பு உள்ளது. கடல் நீரை நம் உடம்பில் ஓடும் இரத்தத்திற்குச் சமமாகக் கொள்ளலாம். உயிர் முதலில் கடலில் தோன்றியது; கடல் உயிரினங்களின் உயிர்ப்பு ஊஞ்சலாக (The Sea is the Cradle of life) உளது. அதனால்தான் கடல்நீரைப் போலவே நம் குருதியை உவரிநீர் (Blood is modified Sea water) என்கிறோம்.

இந்த ஆழ்கடல் பலவகைப்பட்ட பாசிகள் (algae), செடிகள் (plants), மீன் உயிரினங்கள், மிகப்பெரிய திமிங்கலம் (Whale-largest aquatic mammals) முதலியவற்றைத் தந்தாலும், எண்ணெய், எரியம், மின்னாற்றல் (oil, gas, electricity) போன்ற பயனுள்ள வற்றையும் அளிக்கிறது.

அண்மைக் காலமாக ஆழ்கடல் நிலம், கடல் ஓரத்தில் முடிவ தில்லை; கடலின் உள்ளும் சென்று முடிகிறது. கண்டங்கள் (continents) கடலின் சுமார் 100 மீட்டர் ஆழம் வரைப் பல வகையில் நிலப்பரப்புக்கள் (Geographical areas) பூகோள மாறுதல் களுடன் செல்கின்றன. இத்த நிலக்கண்ட அடைகரையில் (Con tinental Shelf). பம்பாயில் (Bombay high) எண்ணெய் ஊற்றுகள் இயங்குகின்றன. வங்காளக் கடலிலும் இவை கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக் கின்றன. வணிக ரீதியிலும், எரிவாயு - எண்ணெய் (gas-oil) முக்கிய மாக, ஐரோப்பாவில் வடகடலில் இயங்குகின்றன. அதைப்போல் நீர், கடல்நீர் ஓட்டத்தைக் (Tidal currents) கொண்டும் அவைதம் அலை வேறுபாடு உயரங்களில் (Tidal range) முகத்துவாரங்களிலும் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்கின்றனர். இதில் பிரான்சும், உருசியாவும் முன்னணியில் இருக்கின்றன. மேலும் கடல் (surface) நீரின் ஆழத்தில் (bottom) உள்ள வெப்ப வேறுபாடுகளைக் கொண்டு மின்சாரம் எடுக்கத் தமிழ்நாடும் முயற்சிப்பது பெருமைக்குரியதாகும். இந்த அலை சக்தி (Tidal power) மூலம் இந்தியாவில் குசராத்து (கட்சு), காம்பே விரிகுடா (Gulf of Cambay) முதலிய இடங்களில் மின்சாரம் எடுக்க வாய்ப்புக்கள் உள்ளன.

கோவாவில் இந்தியக் கடல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம் (National Institute of Oceanography, Goa) கப்பல் கவேஷினி (Gaveshini) மூலம் கடல்வாழ் கணிசப் பொருட்கள், மாங்கனீசு, கோபால்ட், நிக்கல், இரும்பு (Manganese, Cobalt, Nickal, Iron) போன்ற தாதுப்

பொருட்கள் மலிவு முறையில் (ஆராய்ச்சிகள் செய்து செம்மைப் படுத்தியபின்) கிடைக்க வழி உண்டு. ஜெர்மன் விஞ்ஞானிகள் கடல் நீரிலிருந்து தங்கமும் எடுத்தனர். ஆனால், தங்கம் எடுத்த செலவு, தங்கத்தின் விலையைவிடப் பலமடங்கு அதிகமானது கடல் சட்டம் (International Law of the Sea) மூலம் கடல்வாழ் உயிரினக் கணிசப் பொருட்களைச் சட்டரீதியாகக் கடலைச் சார்ந்த அருகமைந்த நாடுகள் உரிமையாக்க முயற்சி செய்கின்றன.

கடலுணவு, கடற்படு ஆக்கம் (aqua food, mariculture) ஆகியவைகளை நில விவசாயம் (agriculture) போல மக்கள் பயன் படுத்தும் முறைகள் உள்ளன.

கடலிலிருந்து வரும் மீன்பிடிப்பில், 14 நாடுகள் உலகத்தின் மொத்த உற்பத்தியில் $\frac{3}{4}$ (75%) பங்கு பெறுகின்றன. மூன்றாம் உலக நாடுகள்(Third World Nations) $\frac{1}{4}$ பங்கு பிடிக்கின்றன உலகின் முக்கிய மீன்பிடிக்கும் தொழில், வர்த்தகப் பங்கில் முன் னணியில் நிற்பவை :

நாடு	பங்கு%	(ஆண்டிற்கு)
பெரு	17	சராசரி சுமார் 5 ஆண்டு
சப்பான்	13	மதிப்பீட்டில் (1978 முடிய)
சீனா	10	
உருசியா	9 6	
நார்வே	5.3	
அமெரிக்கா	4	

இதில் இந்தியாவின் பங்கு ஓர் ஆண்டிற்கு சுமார் 1% அளவில் 1மில்லியன் டன்னுக்கும் கூடுதல் ஆகும். கடல்களின் பங்கு,

பசிபிக்	53%
அட்லாண்டிக்	40%
இந்துமகா சமுத்திரம்	6%

இதனால் இந்துமகா சமுத்திரத்திலிருந்து மேற்கொண்டு மீன் பிடிக்கப் போதிய அளவு முயற்சி இன்மையும், முயன்றால் கடல்தரு மீன் வளம் பெறலாம் என்பதும் தெளிவு

உணவுப் பஞ்சத்தைத் தவிர்க்க, கடல்வாழ் நீர்வாழ் உயிரின விவசாயம் (mariculture-coastal aquaculture) 1970-80 இல் ஆண்டு ஒன்றுக்கு சுமார் 7 மில்லியன் டன் ஆகும். இத்தகைய வேளாண்மை நன்னீரிலும் (fresh water aquaculture yield) உண்டு. முக்கியமாக மீன், இரால்கள் 'நீர் விவசாயத்தின்' விளைபொருட்களாகும்.

மேற்கொண்டு வானியல் கடல் ஆய்வு (Oceanography from space) மூலமும், சாட்லைட்டு (satillite) மூலமும், செயற்கை நில அளவுக் கணிப்பான்(remote sensing-earth research scanning) மூலமும், கடலின் தன்மை, மேகக் கூட்டங்கள், பருவக்கால இயல்பு (mansoons), சுழற்காற்று (cyclone) முதலியவைகளைக் கணிக்கலாம். பூமியின் காடுகள், கணிச வகைகள், பயிர்ச்செழிப்பு முதலியனவும் நவீன முன்னேற்றங்களாகும்.

யுத்தத்திற்கும் கடலியல் பயன் செய்கிறது. கடலில் (Off spain) தொலைந்த ஐப்ரசன் குண்டினை ஆழ்கடல் நீர்மூழ்கி மூலம் அமெரிக்கா வெற்றிகரமாக மீட்டது. கடல்வாழ் டால்பின் (dolphin) போன்ற பாலூட்டிகளைப் பயன்படுத்த பயிற்சி அளிக்கவும், கடல் மூழ்கிகள் (naval divers) போல மிகத் துல்லிய நோக்கங்களுக்கு அவற்றைப் பயன்படுத்தவும், மனிதன் செல்ல இயலாத இடங்களுக்கு அவை சென்று வரவும் கடல்வாழ் உயிரினங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மேலும் கடல் நீரோட்டம் (like gulf stream) ஆராய, கடலின் அடியில் சென்று பிரயாணம் செய்ய (Charting the gulf stream-Deep sea Submessible) விஞ்ஞானம் பயன்படுகிறது.

கடலின்கீழ் வெந்நீர் ஊற்றுக்கள் (Red sea-Discovery pits), கடல்படுபொருள்கள் ஆகியவற்றை 'டிஸ்கவரி-இரண்டு (Discovery-II), என்ற பிரிட்டன் ஆராய்ச்சிக் கப்பல் கண்டுபிடித்தது இதேபோல் பசிபிக் கடலில், 'பெரு, நாட்டுக்கு அருகிலும், மெக்ஸிகோவின் தெற்கிலும் கிழக்குப் பசிபிக் தொடரிலும் 1979 இல் ஆர். வி. லூலு (R.V Lulu) என்ற அமெரிக்க ஆராய்ச்சிக் கப்பல் (WHOI, U.S.A) கண்டுபிடித்தது. சார்லஸ் டார்வின், இங்குதான் (Galapagos Is lands) தம் முக்கியக் கண்டுபிடிப்புக்களைப் பற்றி ஆராய்ந்தார்.

தென் அமெரிக்காவில் பெருவின் அருகில் கடலின்கீழ் அமைந்துள்ள எரிமலையால் கடல்நீர் 400° வெப்பநிலையில் உள்ளதை, முதலில் 1977லும், பிறகு1979லும்,ஆர் வி. ஆல்வின் (R.V) Alvin)கண்டறிவித்தார். கடலின் அடியில் உள்ள இந்த வெப்பநீர் சூழ்நிலைத் தொகுதிகளில் (Hydro thermal rent ecosystem) பல அபூர்வ உயிரின வகைகள் வாழ்வது சமீபக்காலத்தில் (1977, 1979, 1980) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவை ஒரே இடத்தில் நிலைத்து வாழும் நண்டு இனங்களாகிய என்ட்ரோப்னியூஸ்ட்கள் (Enteropneusts)

சைபனோபோர்கள் (siphonophores), டான்டிலியன், சிவப்பு இறகு போன்ற செவுல்களை உடைய புழுக்களான வெஸ்டிமென்டிபெரா (Vestimentifera) என்பன. இவை தவிர எழுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே மறைந்துவிட்டதாகக் கருதப்படும் சிலோகண்தஸ் என்னும் நுரையீரலுள்ள ஒருவகை மீன்கள் (Coealcanthas Lung fishes) நீயோ பிளைனா (Neopilina) எனும் ஒருவகை நத்தை இனம் ஆகியவையும் கடலுக்த அடியிலிருந்து வெளிக்கொணரப்பட்ட உயிருள்ள படிவங்கள் (Living fossils) ஆகும்.

மத்திய கிழக்கு நாடுகளில் கடல் நீரிலிருந்து தண்ணீரும் எடுக்கப்படுகிறது. மேலும் அண்டார்ட்டிகாவிலிருந்து Luge glavers பனிப்பாறைகளைத் தகர்த்துப் பெயர்த்து, தண்ணீர் தேவைப்படும் சவூதி அரேபியா போன்ற நாடுகளுக்கு எடுத்துச் செல்லவும் சாத்தியக் கூறுகள் உள்ளன. கடல்வாழ் நுண்ணுயிரினங்களிலிருந்து தேவைப் படும் மருந்துகள் (marine drugs) தயாரிக்கவும் ஏற்பாடு நடக்கிறது.

அன்று பாரதி சொன்னதுபோல் விஞ்ஞானம் மெத்த மேற்கில் வளர்ந்தாலும், கிழக்கிலும், முக்கியமாக நம் நாட்டிலும் வியத்தகு முன்னேற்றம் கண்டுள்ளது.

புற்றுநோயும் சிகிச்சை முறைகளும்★

எதுவுமே இல்லா ஏழையின் பசிக்கு எதுவும் உணவாகுமாப் போல, புற்றுநோய் நிவாரணத்திற்கு எல்லாவிதமான சிகிச்சை முறைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பண்டையகாலம் முதல் இன்று வரைப் பகைவரை அழிக்கும் முறைகள் மூன்று வகைப்படும். அவை வெட்டிக் கொல்லுதல், நஞ்சூட்டுதல், தீயிட்டு அழித்தல் என்பன வாகும். இதே முறைகள் இன்று புற்றுநோய் சிகிச்சைக்கும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. வெட்டி வீழ்த்துதல் என்பது புற்றுநோய் கண்ட பகுதிகளை அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் நீக்குதல் ஆகும். ஆனால் இவ்வகை அறுவைச் சிகிச்சை முறை சிறந்தது எனினும் எல்லாவகைப் புற்றுநோய்களுக்கும் பயன்படுத்தமுடியாது. நஞ்சூட்டல் என்பது புற்றுநோய்ப்பட்ட செல்களுக்குப் பாதிப்புச் செய்து அழிக்கக்கூடிய வீரியமுள்ள மருந்துகளைச் செலுத்தி அவைகளின் வளர்ச்சியை ஒடுக்குவதாகும். மூன்றாவது முறையான தீயிட்டு அழித்தல் என்பது புற்றுநோய்ச் செல்களை நுண்கதிர் அலைவீச்சுகளுக்கு உட்படுத்தி அழிப்பதாகும்.

புற்றுநோய்ச் சிகிச்சையின் அடிப்படை, புற்று நோயாளிகளின் ஆயுளை நீடிக்கச் செய்வதே. நுண்கிருமி நோய்களை ஒடுக்கி வெற்றிபெற்ற அளவு புற்றுநோய்ச் சிகிச்சையில் வெற்றிபெற இயலாமைக்கு அவைகளின் நோய்க் கூறுகளிலும் நோய் பரவு முறைகளிலும் நோயின் எதிர்பாராத வளர்ச்சிகளிலும் உள்ள வேறு பாடுகளே காரணமாகும்.

நுண்கிருமி நோய்களுக்கு உள்ள மருந்துகள் அக் கிருமிகளை மட்டுமே அழிப்பதாகும். ஆனால் புற்றுநோய் மருந்துகள் புற்று நோய்ச் செல்களை மட்டுமல்லாது ஆரோக்கியமான செல்களையும்

★டாக்டர் லலிதா காமேசுவரன், இயக்குநர், மருத்துவத்துறை, சென்னை.

அழிக்கவல்லவை. மேலும் சிலவகை மருந்துகள் உடலிலுள்ள இயல்பான நோய் எதிர்ப்புச் சக்தியைத் தூண்டிவிட்டு மருந்துத்திறனை அதிகப்படுத்துகின்றன.

இவ்விதமான எதிர்ப்புச் சக்தி புற்றுநோயாளிகளிடம் குறைவாகவோ திறனற்றதாகவோ உள்ளது. எனவே, புற்றுநோய் மருந்துகள் முழுமையான நிவாரணத்தை அளிக்காததுடன் மருந்து எதிர்ப்புச் சக்தியையும் ஏற்றுக்கொள்கிறது.

மேற்கூறிய மூன்று முறைகளுடன் நோய் எதிர்ப்புச் சக்தியை மிகுதிப்படுத்தவல்ல மருந்துகள் நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் ஹார்மோன்களும் (Hormones) சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பதினைந்து ஆண்டுகளுக்குமுன் புற்றுநோயை ஓரளவுக்குத்தான் கட்டுப்படுத்த முடியும் என்ற நிலையில் இருந்தோம். ஆனால் இன்று முத்துப்பிள்ளை புற்றுநோயை (Chorio Carcinoma) மீதோடிரக்ஸேட்(Methotrexate) என்ற மருந்து மூலம் முழுவதும் குணப்படுத்த முடியும் என்ற நிலையை அடைந்தோம். தற்பொழுது கீழ்க்கண்ட புற்றுநோய் வகைகளை முற்றிலும் குணப்படுத்தவல்ல மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

Acute Leukemia	—	குருதிப் புற்றுநோய்
Wilm's Tumor	—	சிறுவர்களின் சிறுநீரகப் புற்றுநோய்
Ewing's Sarcoma	—	எலும்பு சார்ந்த புற்று நோய்
Rhabdomyo Sarcoma	—	தசை சார்ந்த புற்றுநோய்
Hodgkin's Disease	—	நிணநீர்ச் சுரப்பிகளின் புற்றுநோய்
Testicular Carcinoma	—	விரைப் புற்றுநோய்

அறிவியலில் கணிசமான முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளபோதும் குணப்படுத்த முடியாமல் உள்ள புற்றுநோய் வகைகள் கணக்கிலடங்கா.

பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் மருந்துகள் :

1. ஆல்கையிலேட்டிங் வகை மருந்துகள் (Alykylating Agents) :

இவ்வகை மருந்துகள் தங்களிடமுள்ள ஆல்கைப் பகுதியைப் புற்றுநோய்ச் செல்களில் உள்ள டி. என். ஏ. (DNA) பகுதிக்கு மாற்றிப் புற்றுநோய்ச் செல்களின் வளர்ச்சியைத் தடைசெய்கின்றன.

(எ-டு) மெக்ளோரெதமின் (Mechlorethamine)
சைக்ளோபாஸ்பமைடு (Cyclophosphamide)
டகார்பசின் (Dacarbazine (DTIC)
தையோடிபா – பூசல்பான் (Thio Tepa - Busulfan)
ஸ்ட்ரெப்டோசோட்டோசின் (Streptozotocin)
மெல்பலான் (Melphalan)
யுராசில் Uracil
குளோராம்புசில் (Chlorambucil)
B. C. N u. c c N. u.
(Carmastine) (Lomeotine)

2. செல் வளர்சிதை மாற்றிகள் (Antimetabolites) :

இவ்வகை மருந்துகள் செல்களின் இயல்பான வளர்ச்சிக்குத் தேவையான பொருள்களைப் போல் இருப்பதால், செல் வளர்சிதை மாற்றம் ஏற்பட முடியாமல் வளர்ச்சி தடை செய்யப்படுகிறது.

(எ-டு) மீதோடிரக்ஸேட் (Methotrexate)
புளோரோயூராசில் (Fluorouracil (5Fu))
சிஸ்டோசின் ராபினோசைடு (Cytosine rabinoside)
மெர்காப்டோபூரின் (Mercaptopurine)
தையோகோனின் (Thioguanine)
அஜாரிபின் (Azaribine)

இயற்கையில் கிடைக்கும் மருந்து வகைகள் :

3. ஆண்டிபயாடிக்ஸ் (Antibiotics) :

இவ்வகை நுண்கிருமி ஒழிப்பு மருந்துகள் செல் கருவிலுள்ள டி. என். ஏ. (DNA) மற்றும் ஆர். என். ஏ. (RNA) ஆகியவற்றின் உற்பத்தியைத் தடை செய்வதன் மூலம் புற்றுநோய் பரவுதல் தடை செய்யப்படுகிறது.

(எ-டு) ஆக்டினோமைசின் (Actinomycin)
பிலியோமைசின் (Bleomycin)
மித்ராமைசின் (Mitramycin)

4. ஆல்கலாய்டுகள் (Alkaloids) :

நித்தியகல்யாணிச் செடியிலிருந்து எடுக்கப்படும் வின் கிரிஸ்டின் ஆல்கலாய்டு. செல் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்துவதன் மூலம் புற்றுநோயைக் குணப்படுத்துகிறது.

(எ-டு) வின் கிரிஸ்டின் வின் பிளாஸ்டின்

5. எல்-ஆஸ்பிரினேஸ் நொதி வகை :

செல்களுக்கு வேண்டிய ஆஸ்பிரிஜின் என்ற புரத அமிலம் கிடைக்காமல் இவ்வகை நொதி தடுக்கிறது. இ. கோலை (E. Coli) என்ற நுண்கிருமிகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் நொதி புற்றுநோய்ச் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலும் யூரிதேவ், ஹைட்ராக்ஸி யூரியா, சிஸ்பிளாட்டின் (Cisplatin), புரோ கார்பசின், டி கார்பசின் போன்ற மருந்து வகைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

6. ஹார்மோன்கள் :

1. ஸ்டிராய்டுகள்
2. புரோஸ்டின்
3. ஸ்டிரோஜன்
4. ஆன்டிரோஜன்
5. தாமோக்ஸிபென்
   (Tamoxifen for Breast Cancer)
   (oral anti-estrogen)

7. நுண்கதிர் அலைவீச்சு :

சிகிச்சை முறைகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்களாவன:

1. ஐயோடின் ஐஸோடோப்புகள் (Iodine Isotopes)
2. தங்கம் (Gold)
3. பாஸ்பரஸ் (Phospherous)

பரிசோதனை உயிரினங்களான சுண்டெலி, எலி, சீமை எலி, கினியா பிக் (Guinea pig), முயல் முதலியவற்றுக்குப் புற்றுநோய் வரச்செய்து, மருந்துகள் கொடுத்துப் பரிசோதனை செய்து, மருந்தின் தன்மை, வீரியம், நோயழிப்புத் திறன் ஆகியவை அறியப்படுகின்றன. பிறகு அவ்வகை மருந்துகள் புற்றுநோயாளிகளுக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றன. மருந்து வகைகளால் குணப்படுத்த முடியாத புற்றுநோய் வகைகளுக்கு, மாற்றுப் புற்றுநோய்ச் சிகிச்சை முறைகளும் கையாளப்படுகிறது. இவற்றுள் முக்கியமானது நோய் எதிர்ப்புச் சக்தியை அதிகப் படுத்தும் முறையாகும். புற்றுநோய் மருந்துகள் நோய் எதிர்ப்புச் சக்தியை உடலில் குறைத்துவிடுவதால் எதிர்ப்புச் சக்தியைத் தூண்டும் மருந்துகளைக் கலந்து ஒரு நல்ல சிகிச்சை முறையை உண்டாக்க முயன்று வருகிறார்கள். லிவாமிஸோல் (Livamisole), பி. சி. ஜி. அம்மை குத்தல் (Vaccination) ஆகியவை மேற்கண்ட முறைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சிலவகையான புற்றுநோய் உள்ள உயிரினங்களிடம் எதிர்த் தோன்றிகள்(Antigen) இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதுபோன்ற எதிர்த்தோன்றிகள் புற்றுநோயாளிகளிடமும் உள்ள னவா என்பதை ஆராய்ந்து வருகிறார்கள். இம்மாதிரிப் புற்று நோய் எதிர்த்தோன்றிகள்(Tumor Antigen) மனிதர்களிடம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டால் புற்றுநோய்த் தடுப்புமுறை உண்டாக்கப்படக் கூடும். ஆப்ரிகாட் விதைகளிலிருந்து (Apricot seeds) எடுக்கப் படும் அமக்கிளாடலின் என்ற பொருள் புற்றுநோயை முற்றிலும் குணப்படுத்தக்கூடியது என ஒருசாரார் நம்புகின்றனர். இதுபற்றி விரிவாக ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்படுகின்றன.

ஆடவரின் சிறுநீரிலிருந்து எடுக்கப்படும் எச் - 11 (H - 11) என்ற பொருளைப் புற்றுநோய்ச் சிகிச்சையில் பயன்படுத்தமுடியும் என நம்பி அதற்கான ஆராய்ச்சியும் நடைபெற்று வருகிறது.

புற்றுநோய் வருவதற்குமுன் தோன்றும் இடர் அறி குறிகளும் (Risk factors) முன்னெச்சரிக்கைகளும் (Preven tion) :

1. குடும்பத்தில் உள்ள பெண்களுக்கு மார்பகப் புற்றுநோய் இருந்திருந்தால் அந்தக் குடும்பத்தில் வரும் இளைய தலைமுறைப் பெண்கள் தங்கள் மார்பகங்களைப் பரிசோதனை செய்துகொள்ள வேண்டும்.

2 உடலில் இயற்கையாக உள்ள மச்சங்கள் திடீரென நிறம் மாறியோ அல்லது பருத்தோ அதிகமாகக் காணப்பட்டாலும் உடனே உடலைப் பரிசோதனை செய்துகொள்ள வேண்டும்.

(எ.டு.) Malignant melonoma.

3. நீண்ட நாளான வாய்ப்புண்கள், நாக்கிலோ, வாயின் உட்புறத்திலோ, வெள்ளையான தோற்றத்துடன் இருந்தால் அதை யும் சோதனை செய்துகொள்ள வேண்டும்(ca-Tongue).

4. புகையிலையை வாயில் ஒதுக்குதல், காஷ்மீரப் பகுதிகளில் குளிர்காய அடிவயிற்றில் நெருப்புச் சட்டியைக் கட்டிக்கொள்ளும் பழக்கம், ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் நெருப்பு முனையை வாயின் உட் புறம் வைத்துச் சுருட்டு பிடிக்கும் பழக்கம் ஆகிய பழக்கங்களால் புற்றுநோய் வரக்கூடும். இந்தப் பழக்கங்களைத் தடுக்கவேண்டும்.

5. சிகரெட் புகைப்பதால் நுரையீரல் புற்றுநோய், சிறுநீர்ப் பைப் புற்றுநோய் வரக்கூடும். எனவே எந்த ஒரு நோய்க்கூறும் நீண்டகாலமாக, அதற்குரிய மருந்துகளால் குணப்படுத்தப்பட முடியாமல் தொடர்ந்து நீடித்துவருகிறது என்றால் அது புற்று நோயா? இல்லையா? என்பதைச் சிறந்த பரிசோதனைகள் மூலம் தெளிவுபடுத்திக்கொள்ளுதல் மிகவும் அவசியம்.

மருத்துவ அறிவியல் ஆராய்ச்சியாளர்களின் பணி தொடர்ந்து கொண்டே இருக்கிறது. அவர்களுடைய சிந்தனைகள், ஆராய்ச்சிகள், சோதனைகள் பிந்திய தலைமுறையினர்களுக்கு நல்ல பயனை விளைவிக்கும் என்ற நம்பிக்கையுடன் இந்தத் தலைமுறை செயல் படுகிறது.

32

புற்றுநோய் - ஓர் ஆய்வுக் கண்ணோட்டம் *

மரணத்திற்கு மறுபெயர்தான் புற்றுநோயோ என்று கேட்பார் அஞ்சும் அளவிற்கு மனித சமுதாயத்தை ஆட்டிப்படைத்து வரும் இந்நோயின் தன்மை விநோதமானது. கற்காலம் முதல் இன்றைய விண்வெளிக்காலம் வரை மனித அறிவு கடந்துள்ள சாதனைக் கற்கள் எண்ணிலடங்கா. இந்த நவீன விஞ்ஞான அறிவுக்கு ஒரு சவாலாகவும் பல உயிர்களின் வாழ்வுக்கு இறுதி விடை சொல்லும் தூதனாகவும் இருந்துவரும் இந்நோயினைப் பற்றி இன்றுவரை விஞ்ஞானம் கண்டுள்ள உண்மைகளை இங்கு விளக்குவோம்.

மேற்கத்திய நாடுகளில் அதிகமாகப் பரவியிருந்த இந்த நோய் இந்தியாவிலும் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்குப் பரவியுள்ளது. புற்றுநோய்க்கு அடிப்படைக் காரணம் விஞ்ஞானப் புரட்சி, மனித சமுதாயத்துக்கு அறிமுகப்படுத்திய பல இரசாயனப் பொருட்களும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் ஏற்பட்ட தூய்மைக் கேடுகளுமேயாகும் (Pollution) புற்றுநோயில் நூற்றுக்கு எண்பது விழுக்காடு மேற்கூறப் பட்ட காரணங்களால்தான் ஏற்படுகின்றன என விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

புற்றுநோய் 'கட்டுப்பாடற்ற செல்களின்' வளர்ச்சியால் (Un controlled cellular proliferation) உண்டாகிறது. உடலின் எந்த ஓர் உறுப்பும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குத்தான் வளர்கின்றது. அதாவது ஒரு சமசீர்நிலையை அடைந்தவுடன் அவை மேலும் வளர்வதில்லை. இதற்குக் காரணம் செல்களிடம் இயல்பாக உள்ள சுயக்கட்டுப்பாடு ஆகும். செல்கள் உடலின் தேவைக்குத் தக்கவாறு வேண்டிய

* டாக்டர் ஜி. சண்முகம், புற்றுநோய் உயிரியல் பிரிவு, உயிரியல் பள்ளி, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

நேரத்தில் வளர்ந்தும், தேவையற்ற நேரத்தில் அதற்கு மேல் வளராமலும் இருக்கத் தாங்களாகவே கற்றுக்கொள்கின்றன. இந்தச் சுயக்கட்டுப்பாட்டை ஒரு செல்லானது இழந்துவிடுமேயானால் அதனுடைய வளர்ச்சியை உடலின் வேறெந்த சக்தியாலும் கட்டுப் படுத்த முடிவதில்லை. இதன் காரணமாக ஒரு செல் பலவாகத் தொடர்ந்து பிரிகிறது. இந்தச் செல்கள் உடலில் எந்தப் பகுதிக்குச் சென்றாலும் அங்கு அவை வேகமாக வளர்ந்து கட்டி வடிவமெடுக் கின்றன. இவ்வாறான சுயக்கட்டுப்பாடு இழந்த செல்களின் தடை யற்ற வளர்ச்சியே புற்றுநோய் எனப்படுகின்றது.

இந்தப் புற்றுநோய்களில் பலவகை உண்டு. இதுவரை 285 வகையான புற்றுநோய்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இருப்பினும் புற்றுநோயை 1. பினையின் (Benign), 2. மாலிக்னன்ட் (Malignant) என இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். பினையின் என்ற பிரிவு உடலின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்டும் ஏற்படும். இது உடலின் மற்ற பாகங்களுக்குப் பரவும் தன்மை இல்லாதது ஆகும். இவ்வகைச் புற்றுநோயைச் சிறந்த அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் குணப்படுத்த இயலும். அசாதாரண வளர்ச்சியைக் குறிக்கும் மாலிக்னன்ட் என்ற வகையில் உருவாகும் புற்றுச் செல்லானது உடலின் மற்ற பாகங்களுக்கு இரத்த ஓட்டம், நிணநீர் மூலம் ஆங்காங்குப் பெரிதாக வளர்ச்சிபெற்று விடுகின்றது. இதனால் உடலின் பல இடங்களில் கட்டிகள் உருவாகின்றன. இந்த வகைப் புற்றுநோயினை அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் கட்டுப்படுத்துவது கடினம். ஏனெனில் இந்தப் புற்றுச்செல்கள் உடலின் பல இடங்களுக்குப் பரவி இருக்கும். ஆனால் அவை எங்கு, எப்போது வளரும் என்பதை நாம் கண்டறிய இயலாது.

புற்றுநோய் உருவாவதற்கான அடிப்படைக் காரணம் என்ன என்பது இன்னும் புதிராகவே உள்ளது. சாதாரணச் செல் எப்படி அதனுடைய இயற்கையான குணங்களை இழந்து ஒரு புற்றுச் செல்லாக மாறுகின்றது என்பதற்கும் சரியான விடை இன்றுவரை அறியப்படவில்லை இருப்பினும் இப்போது நடைபெற்றுள்ள ஆராய்ச்சிகள் இந்நோய் மூலத்திற்கான சில தடங்களைக் காட்டி யுள்ளன. முதலில் சாதாரணச் செல்லுக்கும் புற்றுச்செல்லுக்கும் உள்ள குணாதிசயங்களைக் காண்போம்.

புற்றுச் செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பில் தோன்றும்போது அவற்றிற்கு இயல்பாக இருக்கவேண்டிய குணங்களை இழக்கின்றன. சான்றாக, கல்லீரலில் தோன்றும் புற்றுவகைகளில் சில, அந்த உறுப்புக்கள் சுரக்கவேண்டிய நொதிகளைச் (Enzymes) சுரப்பிப் பதில்லை

இயற்கையாகத் தாம் சுரக்க வேண்டிய பொருட்களைத் தவிர வேறுபல புதிய புரதங்களையும் ஹார்மோன்களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இவ்வாறு புதிதாக உற்பத்தியாகும் ஹார்மோன்கள் 'எக்டோபிக் ஹார்மோன்கள்' (Ectopic hormones) எனப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒருவகை நுரையீரல் புற்றுநோய்ச் செல்கள் தங்களுக்குத் தொடர்பில்லாத பிட்யூட்டரி ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன.

செல்கள், உடல் வளர்ச்சி சமநிலையை அடைந்தவுடன் அனுப் பட்படும் தகவல்களைப் புரிந்துகொண்டு அவற்றின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்திக்கொள்கின்றன. ஆனால் புற்றுச்செல்கள் இந்தத் தன்மையை இழந்துவிடுகின்றன

சாதாரணச் செல்கள் தங்களுக்குள்ளாக அவற்றின் புறப் பரப்பில் உள்ள பல நுண்ணிய அமைப்புகள் மூலம் தொடர்பு கொள்கின்றன. இந்தத் தொடர்பு இருப்பதன் மூலமாகத்தான் அவற்றால் ஒருங்கிணைந்து செயல்பட முடிகிறது. செல்களுக்கு இருக்கவேண்டிய மிகமுக்கியமான இந்தத் தொடர்புமொழி புற்றுச் செல்களிடம் அற்றுப்போய் விடுகின்றது.

மேற்கூறிய வேறுபாடுகளைக் கூர்ந்து நோக்குவோமாயின் புற்றுச் செல்களால் உடலுக்கு நேரக்கூடிய அபாயங்களை நாம் உணரலாம். மூளை இடவேண்டிய கட்டளையை இதயம் இட முடியாது. நுரையீரல் கல்லீரலாக மாறக்கூடாது. கல்லீரல் ஹார்மோனைச் சுரக்கக்கூடாது. இது சீரான உடலியக்கத்துக்குத் தேவையான அடிப்படை விதி. புற்றுச் செல்கள் தோன்றும்போது மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் உடலியல் நடவடிக்கையில் இருக்க வேண்டிய ஒருங்கிணைந்த செயலாக்கம் தடைப்பட்டு உடல் பாதிக் கப்படுகின்றது.

இதுவரைப் புற்றுச் செல்கள் பல புதிய குணங்களைப் பெற்றுக் கொள்கின்றன என்பதைப் பார்த்தோம். இப் புதிய மாற்றத்துக் கான காரணம் என்ன?

செல்களின் இயக்கத்தை மரபுவழிப் பொருளான குரோம சோம்களில் (Chromosomes) இருக்கும் ஜீன்கள்தான் (genes) கட்டுப் படுத்துகின்றன. இந்த ஜீன்கள்தான் செல்லின் ஆளுமைக்கும் கண் காணிப்பிற்கும் அடிப்படை. டி.என்.ஏ. (DNA)க்களில் உண்டாகும் மாற்றங்கள் செல்லின் குணங்களில் மாறுதலை உண்டாக்கும். இந்தவகையான மாற்றங்கள் எவ்வாறு உருவாகலாம் என்பது கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

புற்றுநோய் ஊக்கிகள் (Carcinogens) சாதாரணச் செல்களின் டி.என் ஏ. க்களில் உண்டாக்கக்கூடிய மாற்றங்களால் அவை புற்றுச் செல்லாக மாறுகின்றன.

'வைரஸ்' என்னும் கிருமி, செல்களைத் தாக்கி அவற்றின் மரபுவழிப் பொருளான டி என்.ஏ வுடன் சேர்ந்து ஏற்படுத்தும் மாற்றங்கள் புற்றுச் செல்கள் உருவாக வழிகோல முடியும்.

தற்போதைய ஆராய்ச்சியின் முடிவின்படி எலி, சுண்டெலி, முயல் போன்றவற்றில் லியூக்கிமியா(Leukemia), சார்கோமா (Sarcoma) என்ற புற்றுநோய் வகைகள் வைரஸ்(Virus) என்ற கிருமிகளால் உண்டாவதாக அறிந்துள்ளனர். இவ்வகை வைரஸ் கிருமிகள் மனித உடலில் புற்றுநோய் உண்டுபண்ணுவதில்லை என்று நீண்ட நெடுங்காலமாகப் பரவியிருந்த கருத்து தற்போது மாறியுள்ளது. டியூமர் வைரஸ்(Tumor Virus) என்ற கிருமிகள் மனித உடலில் புற்றுநோயை உண்டாக்கவல்லன. அவைகளில் கெர்பிஸ் (Herpes Virus) என்னும் ஒருவகை வைரஸ் கர்ப்பப்பை புற்று நோயினையும், மஞ்சக்காமாலை உண்டாகக் காரணமான வைரஸ் கல்லீரலில் ஹெபடோமா(Hepatoma) என்றவகைப் புற்றுநோயினையும், அடினோ வைரஸ் என்பவை அடினாய்டு (Adnoid) என்றவகைப் புற்றுநோயினையும் உண்டாக்குவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

'நோய்நாடி நோய்முதல் நாடி அதுதணிக்கும்
வாய்நாடி வாய்ப்பச் செயல்'

என்ற பொய்யாமொழிப் புலவர் கூற்றுக்கேற்ப, நோயைக் குணப் படுத்தும் முன்பு அதன் மூலத்தை அறியவேண்டும். அப்போதுதான் தகுந்த சிகிச்சை அளிக்கமுடியும். புற்றுநோயின் தோற்றத்தையும், அது பரவியுள்ள இடத்தையும் எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பது?

அறிகுறிகள் அல்லது தடங்கள்:

கடந்த பத்தாண்டுகளாக நடைபெற்ற ஆராய்ச்சியின் விளை வாகப் புற்றுச் செல்கள் பல புதிய புரதங்களையும் ஹார்மோன் களையும் சுரக்கின்றன என்பதைக் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்தப் புரதங்கள் இரத்தத்திலும் சிறுநீரிலும் கலந்து காணப்படுகின்றன.

உயிர் வேதியியல் மற்றும் தடுப்பாற்றலியல் தொழில்நுட்பங்களின் உதவியால் இவ்வாறு புதிதாகத் தோன்றும் புற்றுச் செல்களுக்கே உரித்தான புரதங்களை எளிதாகக் கண்டுபிடிக்க முடியும். இவ்வாறு இப்புரதங்களின் அளவைத் தொடர்ந்து கணக்கிடுவதன் மூலம் சிகிச்சைக்குப்பின் நோயாளியின் உடலில் ஏற்பட்டுள்ள பலனையும் கணிக்க முடிகின்றது

குரோமசோம்களின் பகுப்புமுறை மூலம் மனித உடலில் உள்ள சாதாரணச் செல்லின் குரோமசோம்களின் எண்ணிக்கை, வடிவம், தன்மை முதலியவற்றை அறிந்துகொள்ள முடிகிறது. இப்பகுப்பு முறையின் மூலம் புற்றுச் செல்களின் குரோமசோம்களில் ஏற்பட்டுள்ள மாறுபாடுகளைக் கண்டறிய முடியும். இந்த மாற்றங்களைத் தெரிந்துகொள்வதன் வாயிலாகப் புற்றுநோய் தோன்றியுள்ளதா என்பதை நிருணயிக்க முடியும். சான்றாக, ரெட்டினோ பிளாஸ்டோமா (Retino-plastoma) என்றவகைப் புற்று நோயின் 13வது குரோமசோமின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி இழந்து காணப் படுகின்றது. பர்கிட்ஸ் லிம்போமா (Burkitts Lymphoma) என்றவகைப் புற்றுநோயில் 8வது குரோமசோமின் ஒரு பகுதி 14வது குரோமசோமின் ஒரு பகுதிக்கு இடமாற்றம் பெற்றுவிடுகின்றது.

கதிரியக்கம் கொண்ட சில இரசாயனப் பொருட்களை உடலில் செலுத்தும்போது அவை புற்றுச் செல்களுடன் மட்டும் ஒட்டிக்கொள் கின்றன. அதன்பின்பு எடுக்கப்படும் கதிரியக்கப் படங்களின் மூலம் புற்றுநோய் வளர்ந்துள்ள இடத்தைக் கண்டறிய முடிகிறது.

திசுவியல் தொழில்நுட்பத்தின் (Histological Techniques) மூலம் புற்றுச் செல்களின் அமைப்பை நுண்ணோக்கியால் ஆராய்வதன் மூலம் இந்நோயின் வளர்ச்சியையும் வகையினையும் கண்டுபிடிக்க முடிகின்றது.

குணப்படுத்தும் வழிமுறைகள் :

புற்றுநோய்க்கு விடுதலை தரப் பயன்படுத்தப்படும் வழிமுறை எதுவானாலும் அதன்மூலம் உடலில் தோன்றியுள்ள புற்றுச் செல்களை அழிப்பதன் மூலமே வெற்றி காணமுடியும். இந்த நிவாரணிகள் உடலின் பொது நன்மைக்கும் பாதுகாப்புக்கும் பாதிப்பு ஏற்படாவாறு செயல்படக்கூடியதாக இருப்பது மிகவும் முக்கியம். தற்போது புற்று நோய்க்கு எந்தவகையான நிவாரணங்கள் உள்ளன என்று பார்ப் போம்.

புற்றுநோயினைக் கட்டுப்படுத்த அறுவைச் சிகிச்சை கையாளப்படுகின்றது குறிப்பிட்ட உறுப்பினை அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் நீக்குவதால் ஓரளவு நோயினைக் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

புற்றுநோயை ஒழிப்பதற்கு முப்பதுக்கும் மேற்பட்ட இரசாயனப் பொருட்களை மருத்துவர்கள் நவீன ஆராய்ச்சிகள் மூலம் உலகிற்கு அறிமுகப்படுத்தியுள்ளனர். இவை ஒவ்வொன்றும் பல்வேறு தரப்பட்ட செயற்பாடுகளைக் கொண்டவை இருப்பினும் இந்த இரசாயனங்கள் மூலமாகப் புற்றுநோய்க்கு முழுமையான நிவாரணம் கிடைக்கவில்லை.

ஹைப்பர்தெர்மியா (Hyperthermia) என்ற முறையில் புற்றுநோய் வளர்ந்துள்ள பகுதியிலோ அல்லது உடலில் முழுமையாகவோ செயற்கையான உயர்வெப்பத்தை உண்டுபண்ணுகிறார்கள். இந்தக் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் டி.என்.ஏ. க்கள் செயலாக்கத்தை இழந்துவிடுகின்றன. இதன் காரணமாகப் புற்றுச் செல்களின் புதிய வளர்ச்சி தடைப்பட்டுவிடுகின்றது.

கதிரியக்க ஒளிக்கதிர்களை உடலில் பாய்ச்சுவதன் மூலம் புற்றுச் செல்களை அழிக்கின்றார்கள். இம்முறையானது உடலின் பொது நன்மைக்குத் தீங்கு ஏற்படுத்துவதால் இது உகந்தது அல்ல.

தடுப்பாற்றல் மண்டலமானது வைரஸ் கிருமிகள் தாக்கும் போது இன்டர்ஃபெரான் (Interferon) என்ற புரதத்தை உற்பத்தி செய்கிறது இந்தப் புரதமானது புற்றுநோய்க்குக் குணமளிக்கவல்லது எனக் கண்டுள்ளனர்.

இங்குக் குறிப்பிட்ட நிவாரணிகளைத் தனியாகவோ அல்லது அவற்றை ஒன்றோடொன்று சேர்த்தோ நோயாளிகளுக்கு மருத்துவர்கள் அளிக்கிறார்கள். இவற்றால் கிடைக்கும் நிவாரணம் எப்போதும் முழுமையாக இருப்பதில்லை. அதுமட்டுமன்றி மேற்குறிப்பிட்ட மருத்துவ முறைகள் ஒவ்வொன்றிலும் உடலின் பொது நன்மைக்குப் பாதிப்புத் தரக்கூடிய வாய்ப்புகள் உள்ளன. இதன் காரணமாக இந்த நிவாரணிகளையே முழுமையாகப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை. எனவே இதைவிடச் சிறந்த குறைகளற்ற புதிய நிவாரணிகளைக் கண்டறிய விஞ்ஞானிகள் முயன்று வருகின்றனர்.

புற்றுநோய் ஆராய்ச்சியின் கண்டுபிடிப்புகள் :

சாதாரணச் செல்லின் இயக்கத்தையும், அதன் பிரிவினையும் குரோமசோம்களின் சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் உள்ள ஜீன்கள் தான் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இந்த ஜீன்களே 'கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்கள்' (Regulatory genes) என அழைக்கப்படுகின்றன கட்டுப் படுத்தும் ஜீன்களின் அமைப்பில் ஏதாவது மாற்றமோ அல்லது அவற்றுக்குப் பாதிப்போ ஏற்படுமாயின் அவற்றின் வேலையான செல்களின் பொதுநிர்வாகப்பணி பாதிக்கப்படும். புற்றுச் செல்கள் உருவாவதற்கு இதுபோன்ற மாற்றங்கள்தான் காரணமாக இருக்க முடியும் என ஆராய்ச்சியாளர்கள் நம்புகின்றனர். எனவே தற்போது கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்களைக் கண்டறிந்து அவற்றின் குணங்களை ஆராய்ந்து வருகின்றனர்.

மேலும் விரிவான ஆராய்ச்சிக்கு, சாதாரணச் செல்லையும் புற்றுச் செல்லையும் கண்ணாடிக் குடுவையில் செயற்கையாக வளர்க்கும் முறைகள் தேவையாக உள்ளன. இந்தச் செயற்கை முறையில் சாதாரணச் செல்லையும் புற்றுச் செல்லையும் இணைத்துப் புதிய ஒட்டுச் செல்களை(Hybridclone) உருவாக்குவதற்கான தொழில் நுட்பத்தையும் உருவாக்கியுள்ளனர்.

இந்தத் தொழில்நுட்ப உதவி கொண்டு சாதாரணச் செல்லில் இருந்துப் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்களைப் புற்றுச் செல்களுக்குள் நுழைக்க முடியும். இவ்வாறு செயற்கையாக உருவாகும் ஒட்டுச் செல்லுக்குள் புதிதாகச் சேர்க்கப்பட்ட ஜீன்கள் எந்த வகையான மாற்றங்களை நிகழ்த்துகின்றன? இவற்றால் புற்றுச் செல்லை மீண்டும் பழைய நிலைக்குச் சாதாரணச் செல்லாக மாற்ற முடியுமா என்பன போன்றவற்றை ஆராய்ந்து வருகின்றனர். இந்த ஆய்வுகள் புற்றுச் செல்களின் தோற்றத்திற்கான காரணங்களைத் தெளிவுபடுத்துவதோடல்லாமல், நிவாரண முறைகளுக்கும் உதவும் என அறிஞர்கள் நம்புகின்றனர்.

புற்றுச் செல்களுள் ஒருவகையான ஸ்டெம் செல்களே (Stem cells) புற்றுநோய்ப் பெருக்கத்திற்கு ஆணிவேராக அமைந்துள்ளன. இந்தச் செல்கள் பல புதிய புற்றுச் செல்களைத் தொடர்ந்து உற்பத்தி செய்கின்றன. தற்போது இந்த ஸ்டெம் செல்களைச் செயற்கை முறையில் கண்ணாடிக் குடுவையில் வளர்க்கும் முறையில் விஞ்ஞானிகள் வெற்றி கண்டுள்ளனர். இந்தத் தொழில் நுணுக்கத்தின் வாயிலாக

ஸ்டெம் செல்களை மட்டும் பிரித்தெடுத்துக் கண்ணாடித் தட்டுகளில் வளர்க்க முடியும் இதன் வாயிலாக ஸ்டெம் செல்லின் வளர்ச்சியினைத் தடைப்படுத்தக்கூடிய புதிய மருந்துகளைக் கண்டறியலாம். இவ் வகையில் கண்டுபிடிக்கப்படும் மருந்துகளைப் புற்றுநோய்த் தீர்வுக்குப் பயன்படுத்தும் வாய்ப்புகள் நிறைய உள்ளன

புற்றுச் செல்கள் இடையறாது பிரிந்துகொண்டிருப்பதால் அவற்றிற்கு மிகுதியான சக்தி தேவைப்படுகின்றது. இந்தத் தேவையை நிறைவேற்றிக்கொள்ள அவை வளருமிடத்தைச் சுற்றிப் பல புதிய இரத்தக் குழாய்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வாறாகத் தோன்றும் புதிய இரத்தக் குழாய்களே புற்றுக் கட்டிகளின் தடையற்ற வளர்ச்சிக் கும் வாழ்விற்கும் ஆதாரமாக அமைகின்றன. இப் புதிய இரத்தக் குழாய்களின் தோற்றத்திற்கு எவ்வகையான தூண்டுதல்கள் காரண மாக அமைகின்றன? அப்படிப்பட்ட தூண்டுதல்களைப் புற்றுச் செல்கள் தாமே நேரடியாக இடுகின்றனவா? அல்லது உடலின் மற்ற சாதாரணச் செல்களை இதற்கான தகவல்களை அனுப்புமாறு தூண்டுகின்றனவா? என்பதை ஆராய்ந்து வருகிறார்கள். இவ்வாறு புதிதாக இரத்தக் குழாய்கள் தோன்றுவது ஆன்ஜியோஜெனிஸிஸ் (Angiogenesis) என்றழைக்கப்படுகின்றது. இதுபற்றி விரிவாக ஆராயப் பட்டு வருகிறது. இத்துறையில் நடந்துள்ள சமீபகால ஆராய்ச்சிகள் சில நம்பிக்கையூட்டும் செய்திகளை நமக்குத் தந்துள்ளன. புற்றுக் கட்டியினை நோக்கி வளரும் இரத்தக் குழாய்களைச் செயற்கையான முறையில் தடைசெய்யும்போது புற்றுக் கட்டியின் வளர்ச்சி குன்றிவிடுகிறது. இந்நிலையைத் தொடர்ந்து நீடிக்கச் செய்யும்போது போதிய உணவின்றிப் புற்றுக் கட்டிகள் நாளாவட்டத்தில் மடிந்து விடுகின்றன. எனவே, இரத்தக் குழாய்களின் வளர்ச்சியைத் தடை செய்யக்கூடிய பொருட்களைக் (Angiogenesis inhibitors) கண்டு பிடிக்கும் முயற்சியில் பலர் ஈடுபட்டுள்ளனர். புற்றுநோயைக் குணப் படுத்த இது ஒரு சிறந்த தீர்வாக அமையும்.

33

தமிழ்முறை மருத்துவம்*

தமிழ்முறை மருத்துவம் என்பது சித்த வைத்தியம் என்ற பெயரில் தொன்றுதொட்டுத் தமிழ் நாட்டில் நடைமுறையில் கையாளப்பட்டு வருகிறது. இதனை நாட்டு மருத்துவம் அல்லது பாட்டி வைத்தியம் என்று அழைக்கின்றனர். இந்த மருத்துவமானது மிகச் சிறப்பு வாய்ந்ததாகும். ஏனெனில் தீராத நோய்களான புற்றுநோய், சர்க்கரை நோய் போன்ற கொடிய நோய்களுக்கும் முழுமையான நிவாரணம் அளிப்பதாக உள்ளது. இதுபோன்ற நோய்களுக்கு நவீன மருத்துவத்தில் மருந்துகள் இல்லை. மருந்துகள் இருந்தாலும் கொடிய நச்சுத்தன்மை உடையவைகளாக இருக்கின்றன.

தமிழ்முறை வைத்தியம் நலிவுற்ற நிலையில் இருக்கிறது. இது தமிழ் மக்களின் உயர்ந்த அறிவுத்திறனை, அவர்களின் பண்பாட்டை விளக்கவல்ல அச்சுப் பிரதியாக அமைந்திருந்தாலும், காலப்போக்கில் இதன் சிறப்பு பல காரணங்களால் குன்றிவிட்டது. வியாபார ரீதியாகச் சில சித்த மருத்துவர்கள் நற்குணம் கொண்ட பல மருந்துகளைப் பரம இரகசியமாகக் காத்து, அவர்கள் ஆயுட் காலத்துடன் அந்த அரிய பொக்கிஷங்களும் பலருக்கும் தெரியாமல் அவர்களோடு அழிந்துவிட்டன. மேலும் இம் மருந்துகளைப் பற்றி எழுதி வைக்கப்பட்ட ஓலைச்சுவடிகள் சரியானபடிப் பராமரிக்கப் படாததினாலும், யுத்தம், வெள்ளம், தீ போன்ற ஊறுகளினாலும் அழிந்துவிட்டன. வேறு சிலர் வயிற்றுப் பிழைப்பிற்காகப் பல கலப்பட மருந்துகளைக் கலந்தும், மருந்தின் தன்மையை மிகப்படுத்திப் பிரச்சாரம் செய்தும், இந்த அரிய மருத்துவத்திற்கு மாசு கற்பித்து விட்டனர். ஆகவே, மக்களிடையே நம்பிக்கை என்ற கருப்பொருள் இந்தச் சிறந்த மருத்துவத்திற்குக் கிடைக்கவில்லை. மேலும் ஏடுகளைப் படித்து மருந்துகளுக்கு விளக்கம் காணுதல் மிகக் கடினமான செயலாகும். ஏனெனில் பல மருந்துகள் சிலேடை மொழிகளில் தரப்பட்டிருப்பதால் ஆழ்ந்த தமிழ்ப்புலமை இல்லாதவர்கள் இவை

★ டாக்டர் ஜ. சாதிக், உயிர் வேதியல் துறை, உயிரியல் பள்ளி, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

களைப் படித்துத் தெளிந்த கருத்துக்களைப் பெற முடியாததால் இவர்கள் செய்கின்ற மருத்துவம் விழலுக்கிறைத்த நீராகிவிட்டது. இதனால் சித்த மருத்துவத்தின் தனித் தன்மையும் மாசுபடுத்தப் பட்டுவிட்டது. மேலும் சித்த மருத்துவர்களுக்கு நூல்களில் சொல்லப் பட்ட பல மூலிகைகள் கிடைப்பதில்லை. இதுவும் கலப்படத்திற்கு ஒரு காரணமாகும்.

சித்த மருத்துவச் சிறப்பை வெளிக்கொண்டு வருவது எப்படி ?

இந்த வினாவானது எல்லாத் தமிழர்களின் உள்ளத்திலும் எழக் கூடியது எனெனில் சித்த மருத்துவம் பண்டைத் தமிழர்களால் பயன் படுத்தப்பட்ட ஓர் அரிய கலை. அதன் பயனை இன்று நாம் அறியத் தலைப்படுவது இயற்கைதான். தற்கால அறிவியல் வளர்ந்து, செழிப்புற்று, பல கோள்களில் மனித நாகரிகத்தை நிலைப்படுத்தத் துடிக்கிறது. ஆகவே, வளர்ந்த அறிவியல் அறிவைக் கொண்டு நமது அரிய மருந்துகளின் சிறப்பினை நவீன ஆய்வின் மூலம் உலகுக்கு எடுத்தியம்ப இயலும் எனவே, தற்போது நவீன மருத்து வக் கருவிகள் வாயிலாக ஆய்வு நடத்தி அதன் மூலம் வெளிவரும் கருத்துக்கள் நடைமுறைக்கு ஒப்புதலாக அமைந்துள்ளது. ஆகவே தான், மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தில் அமைந்துள்ள உயிரியல் பள்ளி, சித்த மருத்துவத்தைப் பாரதத்தில் மட்டுமல்லாது, அகில உலகிற்கும் பயன்படத் தகுந்த முறையில் இவ்வாராய்ச்சியை நடத்தி வருகிறது. இங்கு மாணவர்கள் சித்த மருத்துவத்தில் அறிஞர் (Ph. D.) பட்டம் பெறுவதற்காகப் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளைச் செய்து வருகிறார்கள்.

இது தொடர்பான ஆராய்ச்சிகள் எவ்வாறு நடைபெறுகின்றன?

சில சித்த நூல்களில் கூறப்பட்டுள்ள மூலிகைகளை எடுத்து நிழலில் உலர்த்தி, பொடிசெய்து, எலி, முயல் மற்றும் கினிப்பன்றி போன்ற விலங்குகளில் வெவ்வேறு நோயினை உண்டுபண்ணி இவைகளுக்கு இம்மருந்தினைக் கொடுத்து இம் மருந்துகள் எந்த அளவு எடையில் எந்த அளவிற்கு நோயினைக் குணமாக்குகிறது என்பது கண்டறியப்படுகிறது. நோயினைக் குணப்படுத்தும் அளவினை நிருணயித்தும், இது எப்படி நோயினைக் குணப்படுத்துகிறது என்பதைப் பற்றியும் ஆராயப்படுகிறது. இதற்கு உயிர் வேதியல் ஆராய்ச்சி உறுதுணையாக இருக்கிறது. மேலும், மூலிகைகளில் பொதிந்திருக்கும் உயிர்ச்சத்துக்கள் யாவை என்றும் ஆராயப்படுகிறது. மருந்துகள் நோயினைக் குணப்படுத்துவதுடன் மற்ற உறுப்புக்களுக்கு

ஊறு விளைவிக்காவிட்டால்தான் சிறந்த மருந்தாகக் கருதப்படும். ஆகவேதான் இம் மருந்துகளை எலி, முயல் போன்ற விலங்குகளுக்குக் குறைந்தகால அளவிலும், பலமாதக் கணக்கிலும் கொடுத்து இவ்விலங்குகளின் உள் உறுப்புக்களை நலிவுறச் செய்கின்றனவா என்பதைக் கண்டறிகிறோம் மேலே சொன்ன சோதனைகளில் இம் மருந்துகள் தேர்ந்துவிட்டால் இம் மருந்துகள் நவீன மருத்துவர்களின் துணைகொண்டு நோயுற்ற மனிதருக்கும் கொடுத்து இம் மருந்துகளின் செயல்திறன் ஆராயப்படுகிறது மேலும், இம்மருந்துகள் குறிப்பிட்ட நோய் திரும்பவும் நேராமல் தடுக்கின்றனவா என்பதைப் பற்றியும் ஆராயப்படுகிறது.

ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்ட அல்லது ஆய்வுக்குள்ளாகியிருக்கும் மூலிகைகள் :

இங்கு இதுவரை ஆய்வுக்குள்ளான மூலிகைகளும் ஆய்வு முடிவுகளும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன :

நீரிழிவு வியாதியைக் குணப்படுத்தும் மூலிகைகள் :

பருத்திவிதைப் பால் :

குண்டூர் இரகத்தைச் சார்ந்த பருத்தி விதையை இரவில் ஊர வைத்துப் பகலில் அதனை அரைத்து, அதிலிருந்து சாற்றை வடித்து, அப் பாலை 10 மணித்துளிகள் காய்ச்சி, ஒரு கிலோ கிராம் உடம்பு எடைக்கு ஒரு கிராம் பருத்தி விதை என்ற விகிதத்தில் முயல்களுக்குக் கொடுக்கும்போது மூன்று மணி நேரத்தில் குருதியின் சர்க்கரை அளவை 45 விழுக்காடு குறைக்கிறது இதன் செய்கை இன்சுலின் என்ற நாளமில்லாச் சுரப்பியின் தன்மையை ஒத்ததாக இருக்கிறது.

சர்க்கரை நோய் மனிதர்களின் 15 வயதுக்குக் குறைந்தவர்களுக்கும், 40 வயதைத் தாண்டிய பருத்த மனிதர்களுக்கும் வருகிறது. சிறுவயதில் தோன்றும் நீரிழிவு நோய் மிகவும் ஆபத்தானது இதனை ஊசி மூலம் இன்சுலின் செலுத்தியே கட்டுப்படுத்த முடியும். தினமும் ஊசிபோட வேண்டியிருப்பதாலும், இம் மருந்தின் விலை அதிகமாக இருப்பதாலும் இம்முறை இலகுவானதாக இல்லை. நடுத்தர வயதில் ஏற்படக்கூடிய நீரிழிவு நோய் ஆபத்தானது இல்லை; எளிதில் கட்டுப்படுத்தலாம். நவீன மருத்துவ மருந்துகள் நீண்டநாள் உட்கொள்ளும்போது தீங்கு விளைவிப்பனவாக உள்ளன. இப் பருத்தி

விதைப் பாலை மேலே கூறியபடி அதே அளவில் நீரிழிவு நோயுடைய இரு பிரிவினருக்கும் கொடுக்கும்போது, சிறு வயதினருக்கு 100 விழுக்காடுகள் நிவாரணமும், நடுத்தர, முதிய வயதினருக்கு 71 விழுக்காடு நிவாரணமும் அளிக்கவல்லதாக அமைந்துள்ளது. இரு பிரிவினரிடமும் மருந்து உட்கொண்ட பிறகு மூன்றுமணி நேரத்தில் குருதி அளவு தோராயமாக 50 விழுக்காடு குறைந்துள்ளது. மூன்று மணி நேரத்தில் குருதியில் உள்ள ஆல்புமின் என்ற புரதச்சத்து கூடியும், பொட்டாசியம், சுண்ணம், பாஸ்பரம் போன்ற அயனிகள் குறைந்தும் காணப்பட்டன. இந்த மாற்றங்கள் இன்சுலின் போன்ற சுரப்புகளினால் ஏற்படக்கூடிய மாற்றங்களை ஒத்துக் காணப்படு கின்றன. ஆகவே, பருத்திவிதைப் பாலில் இன்சுலின் போன்ற செய்கைகள் உள்ள உயிர்ச்சத்து இருப்பதாக அனுமானிக்கப்படுகிறது. இந்த உயிர்ச்சத்தின் வேதியல் அமைப்பைத் தெரிய ஆய்வுகள் நடந்துவருகின்றன.

தென்னங் குறும்பை :

இவையும் சித்த நூல்களில் நீரிழிவு நோயினைக் குணப் படுத்துவதாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஆகவே, தென்னங் குறும்பை யைச் சிறு துண்டுகளாக வெட்டித் தண்ணீர்விட்டு அரைத்து சாறு எடுத்து முயலுக்குப் பசியைத் தூண்டிச் சாற்றைக் கொடுக்கும்போது மூன்றுமணி நேரத்தில் 13 விழுக்காடு சர்க்கரை அளவைக் குறைக் கிறது. இதில் காணப்படும் பொட்டாசியம், புருக்டோஸ் என்ற தேன், சர்க்கரை காரணமாக அமைந்துள்ளது என்று அறியப்படு கிறது.

கீல்வாயுவைக் (Rheumatoid Arthritis) குணப்படுத்தும் மூலிகைகள் :

கீல்வாயுவானது மூட்டுக்களை வீங்கச்செய்து வலியை ஏற் படுத்திக் கை கால்களின் செயல்திறனை இழக்கச் செய்கிறது இதனால் பல்லாயிரக்கணக்கான பணி வேலை நேரங்கள் வீணாகிறதென்றும், இதனால் தொழிற்சாலைகளில் வருமானக் குறைவு நிகழ்கின்ற தென்றும் கணக்கிட்டுள்ளனர். இந்த நோய் திடீரென்று தோன்றித் தானாகக் குணமாகும் தன்மையுடையது. நவீன மருத்துவத்தில்

ஆஸ்பிரின், பினைல் டிபூட்டேடோஸோன், ஸ்டீராய்டு போன்ற மருந்துகள் கொடுத்து வருகின்றனர் ஆனால், இம் மருந்துகள் நிரந்தர நிவாரணம் அளிப்பதில்லை. மேலும், இவைகளை உட்கொள்ளும் போது வயிற்றில் புண்ணும், இதயப் பாதிப்பும் ஏற்படுகின்றன.

இந்த நோய்க்குப் பூரண குணத்தை அளிக்கவல்ல மருந்துகள் இருக்கின்றன என்று சித்த மருத்துவ நூல்கள் கூறுகின்றன. சித்த மருத்துவர்கள் இந்நோய்க்கு நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கையும், சீமை அமுக்கிராக் கிழங்கையும் கொடுத்து வருகின்றனர்.

அமுக்கிராக் கிழங்கு :

நாட்டு அமுக்கிரா, சீமை அமுக்கிரா என்று இருவகை உள்ளன. நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கு தடித்தும் குட்டையாகவும் இருக்கும். சீமை அமுக்கிராக் கிழங்கு மெல்லியதாகவும் நீண்டும் காணப்படும் சித்த மருத்துவத்தில் பொதுவாக இந்த இரண்டையும் அமுக்கிராக் கிழங்கு என்ற பெயரில் அழைக்கிறார்கள் சீமை அமுக்கிராக் கிழங்குதான் வீரியமுள்ளது; உயர்ந்தது என்ற நம்பிக்கை சிலரிடம் நிலவுகிறது. பார்மலின், டர்பன்டைன் போன்ற எரிவூட்டும் பொருட்களை ஊசி மூலம் எலிகளின் காலில் செலுத்தி வீக்கத்தை உண்டுபண்ணலாம் நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்குத் தூளும், சீமை அமுக்கிராக் கிழங்குத் தூளும் இந்த எலிகளுக்குக் கொடுக்கும்போது நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கு மட்டுமே ஆஸ்பிரின் போல ஆறுமணி நேரத்தில் 40-50 விழுக்காடு வீக்கத்தைக் குறைக்கிறது. சீமை அமுக்கிராக் கிழங்கு குளோரோபார்ம் என்ற கரிமத்தினால் பதம் செய்து பயன்படுத்தும்போது வீக்கம் குறைந்து அம்மருந்தினது செய்கை வெளிப்படுகிறது.

நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கானது, 100 மி.கி /100கி. உடல் எடை என்ற அளவு முறையில்தான் மிக நல்லமுறையில் வீக்கத்தைக் குறைக்கிறது. இந்த அளவு கூடும்பொழுது இதன் செயல் குன்றி விடுகிறது மேலும், நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கைச் சாதாரண எலிகளுக்குக் கொடுக்கும்போது எவ்வித ஊறும் விளைவதில்லை.

எலிகளுக்கு வீக்கத்தை உண்டுபண்ணித் தாபித நிலையை ஏற்படுத்தும்போது குருதியிலுள்ள 30 வகையான புரதங்களில் 7-10 புரதங்கள் (Acute phase proteins) கூடுகின்றன. இந்தப் புரதங்கள்தாம் வீக்கமானது மேலும் பரவவிடாமல் தடுக்கின்றன. இதுவே வீக்கத்தைக்

கட்டுப்படுத்த இயற்கையில் அமைந்த தடுப்புச் சக்தியாகும். குறிப்பாக, 2 – கிளைகோபுரோட்டின் என்ற புரதம் நோய் நொடியில்லாத எலியில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் தாபித நிலையில் இந்தப் புரதம் அதிக அளவில் குருதியில் காணப்படுகிறது. ஆகவே இந்தப் புரத அளவைக் கொண்டு தாபித நிலையை அறியலாம்.

நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கைத் தாபிதமடைந்த எலிகளுக்குக் கொடுக்கும்போது தாபித நிலையில் கூடும் புரத அளவினைக் குறைத்துச் சாதாரண நிலையில் காணப்படும் புரத அளவிற்கு நிலைப்படுத்துகிறது. ஆனால் பினைல் பூடோசோன் வீக்கத்தைக் குறைத்தாலும் தாபித நிலையில் உயர்ந்து காணப்படும் புரதங்களை மாற்றி அமைப்பதில்லை. ஆனால் புதிதாக வெளி நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட டி-பென்சிலமின் போன்ற மருந்துகள் (D-pencillamine) கீல்வாயுவுக்கு நீண்ட நாள் நிவாரணம் அளிப்பதுடன் தாபிதநிலைப் புரதங்களையும் சீர்படுத்துவதாக அமைந்துள்ளது. ஆகவே, மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்கள், இம்மருந்தானது வீக்கத்தை மட்டும் கட்டுப்படுத்தாமல் கீல்வாயுவிற்கான அடிப்படைக் காரணங்களையும் மட்டுப்படுத்துகின்றதென்று கூறுகின்றனர். நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கானது வீக்கத்தைக் குறைப்பதோடு தாபித நிலைப் புரதங்களையும் குறையச் செய்வதால் இதன் செயல்திறன் டி-பென்சிலமின் போன்ற மருந்துகளை ஒத்துக் காணப்படுகிறதென்று நிருணயிக்கப்படுகிறது.

தாபித நிலையில் எலிகளின் கல்லீரலில் பலவித மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. சக்தி மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் மைட்டோகாண்ட்ரியா (Mitochondria) என்னும் நுண்மத்தில் காணப்படும் நொதியான மக்னீசியத்தால் தூண்டப்படும் அடினோசின் டிரை பாஸ்படேஸ் (Mg^{++} dependent Adenosine Triphosphatase). தாபித நிலையில் மிக அதிகமாகிக் காணப்படுகிறது. இந்நொதியே தாபித நிலைப் புரதங்களைக் கல்லீரலில் உண்டுபண்ணுவதற்குரிய சக்தியைக் கொடுக்கிறது. தாபித நிலையில் உள்ள எலிகளுக்கு நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்குத் தூளைக் கொடுக்குப்போது இந்நொதி அளவு குறைந்துவிடுகிறது. இந்தச் செய்கையினாலேயே நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கு தாபித நிலைப் புரதங்களைக் குறைக்கிறது என்பது அனுமானிக்கப்படுகிறது. தாபித நிலையில் கல்லீரல் சர்க்கரைச் சத்து (Liver glycogen) குறைந்து காணப்படுகிறது. இம் மூலிகை

யானது வீக்கத்தைக் குறைக்கும்பொழுது இச்சக்தியினைக் கூட்டுகிறது.

எலிகளின் காலில் பார்மலின் கொடுத்து வீக்கத்தை உண்டு பண்ணும்பொழுது, குடலில் குளுக்கோஸ், சர்க்கரை மற்றும் அமினோ அமிலங்கள் உறிஞ்சப்படும் தன்மை குறைகிறது ஆனால் நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கு கொடுத்துத் தாபித நிலையைச் சீர்செய்யும் பொழுது, குடல், இழந்த உறிஞ்சும் சக்தியை மீண்டும் பெறுகிறது. இந்த வினைத்திறன் ஆக்சிபென் பூயுடோசோன் (Oxyphen butazone) என்ற மருந்தின் செயல்திறனை ஒத்துள்ளது.

மேலும், தாபித நிலையில் குருதியின் அயனிகள் குறைந்தும், A/P, A G போன்ற புரத விகிதங்கள் மாறுதலடைந்தும் உள்ளது நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கானது இவைகளை நேர் செய்கிறது இது போன்று தாபித நிலையில் மாறுபடும் லைசோசோம் போன்ற நுண்ணணுக்களின் அமைப்பையும், இரத்த சிவப்பணுக்களின் அமைப்பையும், அவைகளின் சவ்வின் அயனித் தன்மையினையும் நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கு செம்மைப்படுத்துகிறது.

தாபித நிலைக்குக் காரணமாக ஹிஸ்டமின், கைனின், புரோஸ்டாகிளான்டின் (Histamine, Kinin, Prostaglandin) போன்ற வேதிமூலங்கள் அமைந்துள்ளன. நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்கு இவைகளின் அளவையும் குறைக்கிறது நாட்டு அமுக்கிராக் கிழங்குகளைப் பெட்ரோலியம் ஈதர், குளோரோபார்ம், சாராயம், அசிடோன், நீர் போன்றவைகளுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சிப் பகுத்துத் பதப்படுத்தும் பொழுது (Sequential extraction with Petroleum ether, chloroform, alcohol, acetone and water in soxhlet apparatus) பெட்ரோலியம் ஈதரில் கிடைக்கக்கூடிய வைத்தாபெரின்-ஏ (Withaferin-A) என்ற சத்தும், அசிடோனில் கிடைக்கக்கூடிய பிளேவனாய்டல் கிளைகோசைடு என்ற சத்தும் வீக்கத்தை நன்கு குறைக்கிறது. இவைகளை ஒன்றுசேர்க்கும்பொழுது இவைகளின் வீரியம் கூடுகிறது.

இதுபோன்று விஷ்ணுகிராந்தி, பீச்சங்கன், அழிஞ்சில், முடக்கறுத்தான், முசாம்வரம், பற்பாடகம், கரிசாலை போன்ற மூலிகைகளும் சிறப்பாக வீக்கத்தைக் குறைக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன என்று எங்களுடைய ஆய்வு தெளிவுபடுத்துகிறது.

வயிற்றுப்புண்ணுக்கு மருந்து :

வயிற்றுப்புண், வயிற்றில் (குடலில்) அமிலம் அதிகம் சுரப்பதினால் ஏற்படுகிறது. சோற்றுச் கற்றுளைச் சோற்றின் சாறானது இந்த அமிலச் சுரப்பைக் குறைத்து வயிற்றுப்புண்ணைக் குணமாக்குகிறது. இச்செயற்கை, நவீன மருந்துவத்தில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள சிமெட்டிடின்(cimetidine) என்ற மருந்தின் செய்கையை ஒத்துள்ளது

கல்லீரலை வலுப்படுத்தும் மருந்துகள் :

கல்லீரல் உடல் உறுப்புக்களில் முக்கிய அங்கமாகும். இங்குதான் பல வேதியல் மாற்றங்கள் நடந்து உயிர் வாழ்விற்கு இன்றியமையாத நொதிகளும், மற்ற அரிய வேதியல் பொருள்களும் உண்டுபண்ணப் படுகின்றன. இது பழுதடைந்தால் உயிர் வாழ்வது மிகக் கடினமாகும். மஞ்சக்காமாலை நோய் கல்லீரல் பழுதடைவதால் ஏற்படுகிறது

எலிகளுக்குக் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு (Carbon tetra chloride) என்ற கரிமத்தைக் கொடுத்துக் கல்லீரலின் செயல் வன்மை குறையச் செய்யப்படுகிறது. இந்த எலிகளுக்குச் சித்த மருந்துகளான கரிசாலை, மஞ்சள், கடுக்காய் போன்ற மருந்துகளைக் கொடுக்கும் பொழுது இதன் செயல்திறன் அதிகரிக்கப்படுகிறதா என்று கண்டறியப் படுகிறது இதற்காகக் குருதியிலுள்ள நொதிகளின் அளவையும், ஈரலின் நொதிகளின் அளவையும், அவைகளின் கொழுப்புச் சத்து அளவையும், ஈரலின் அங்க அமைப்புகளின் மாற்றங்களையும் கொண்டு ஆராயப்படுகிறது. செயல் இழந்த ஈரலை வன்மைப் படுத்துவதில் கரிசாலை முதலாவதாகவும், அதன்பின் மஞ்சளும் கடுக்காயும் சிறப்புற்று விளங்குகின்றன ஆகவேதான் கரிசாலை மஞ்சக் காமாலை நோயைக் குணமாக்குவதில் தலைசிறந்ததாக உள்ளது.

இருதயத்தை வன்மைப்படுத்தும் மருந்துகள்:

இருதயத் துடிப்பு உயிர் வாழ்வதற்கு இன்றியமையாததாகும். தாபித நிலையில் இதன் செயல்திறன் குறைகிறது இதன் வன்மையைப் பெருக்குவதற்குச் சித்த மருந்துகள் பயன்படுகின்றன. சிவப்பு அரளி, மஞ்சள் அரளி ஆகியவற்றின் வேர்களையும் இலைகளையும் சாராயத்துடன் சேர்த்துப் பிரிக்கும்பொழுது கிடைக்கும்

உயிர்ச்சத்து தவளையின் இருதயத் துடிப்பைக் குறைந்த அளவில் மிகைப்படுத்துகின்றது. இதுபோலவே நரிவெங்காயமும் இருதயத் துடிப்பின் தன்மையை மிகைப்படுத்துகிறது இவைகளில் கார்டியாக் கிளைகோசைடுகள் என்ற உயிர்ச்சத்துக்கள் இருக்கின்றன. இவைகளை அதிகமாகச் செலுத்தினால் இருதயத் துடிப்பை நிற்கச்செய்கிறது. சாதாரண எலிகளுக்கு இவைகளைக் கொடுக்கும்பொழுது இடது இருதய அறையின் நியூக்ளிக் அமிலங்கள் (DNA and RNA) புரதங்களின் அளவைக் கூட்டுகின்றன. இம் மாற்றங்கள் இருதயம் அதிகமாக வேலை செய்வதினால்(Cardiac hypertrophy) ஏற்படும் மாற்றங்களை ஒத்துள்ளன.

பூஞ்சக்காளானுக்குச் சித்த மருந்து (Anti-fungal drugs) :

பூஞ்சக்காளான்களினால் தோல் அரிப்பும் நீர்க்கசிவும் ஏற்படுகின்றன. இதற்குச் சிறந்த மருந்துகள் நவீன மருத்துவத்தில் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே காணப்படுகின்றன. சீமை அகத்தியின் (Cassia alata) இலைகளை எலுமிச்சம்பழச் சாற்றுடன் அரைத்துப் பூச இவ்வகை நோய்கள் குணமாகின்றனவென்று சித்த நூல்கள் கூறுகின்றன. இம் மருந்தை 15 வகைப் பூஞ்சக்காளான்களுடன் சேர்த்து வளர்க்கும்பொழுது இவைகளின் வளர்ச்சியை இந்த இலைச்சாறு குன்றச்செய்வதில்லை ஆனால், எலுமிச்சம்பழம் சாறுடன் சீமை அகத்தியின் இலைகளை அரைத்துப் பிழிந்த சாறு இரண்டு வகைப் பூஞ்சக்காளான்களைக் கொல்கிறது. இந்த இலைகளைப் பெட்ரோலியம் ஈதர், குளோரோபார்ம், சாராயம் மற்றும் தண்ணீருடன் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் காய்ச்சி வடித்துப் பகுத்துப் பிரித்தெடுக்கும்பொழுது நீரில் கிடைக்கும் உயிர்ச்சத்து 8 வகைப் பூஞ்சக்காளான்களையும், சாராயத்தில் பிரித்தெடுக்கும் உயிர்ச்சத்து 7 வகைப் பூஞ்சக்காளான்களையும், மற்றவைகள் 5 வகைப் பூஞ்சக்காளான்களையும் கொல்லுகின்றன. சாராயத்திலும் தண்ணீர் பகுதியின் உயிர்ச்சத்தில் பிளேவனாயிடல் கிளைகோசைடுகள் உள்ளன.

இந்த ஆக்கபூர்வமான ஆராய்ச்சியின் பயனாக அபூர்வ சித்த மருந்துகளின் சிறப்புகள் தெளிவாக்கப்பட்டு, இவைகளின் நற்பயன்கள் நவீன மருந்துகளுடன் ஒப்புநோக்கப்பட்டு, வெளிநாட்டவரும் ஒப்புக்கொள்ளும் அளவுக்கு மேலே குறிப்பிட்ட மருந்துகள் மேம்பட்டு விளங்குகின்றன நவீன ஆய்வின் அறிவைக் கொண்டு

தமிழ் நாகரிகத்தின் சிறப்புமிக்கத் தமிழ் மருத்துவப் பெருமையை வெளிக்கொண்டுவர மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம் பெரு முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளது.

மகாகவி பாரதியின் நூற்றாண்டு விழாவில் அவர்தம் கனவுப் பாடல்,

'பிறநாட்டு நல்அறிஞர் சாத்திரங்கள்
தமிழ்மொழியிற் பெயர்த்தல் வேண்டும்;
இறவாத புகழுடைய புதுநூல்கள்
தமிழ்மொழியில் இயற்றல் வேண்டும்;
மறைவாக நமக்குள்ளே பழங்கதைகள்
சொல்வதிலோர் மகிமை இல்லை;
திறமான புலமையெனில் வெளிநாட்டார்
அதைவணங்கச் செய்தல் வேண்டும்'

நம் ஆய்வின் மூலமாக நனவாகிறது.

34

கண் மருத்துவத்தில் விஞ்ஞான முன்னேற்றம்★

கடந்த பத்து ஆண்டுகளில் கண் மருத்துவத்தில் முக்கியமான முன்னேற்றங்கள் பல ஏற்பட்டிருக்கின்றன. இந்த முன்னேற்றத்தின் பயனாக மேலை நாடுகளில் பார்வை இழந்தவர்களின் எண்ணிக்கை குறைந்திருக்கிறது; பல நோய்கள் தடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பெரியம்மை நோய் ஒழிக்கப்பட்டுவிட்டது. உலக வரலாற்றிலேயே இது ஒரு பெரிய சாதனையாகும். மனித இனம் தோன்றியதிலிருந்து பெரியம்மை நோய் இருந்து வந்திருக்கிறது இப்பொழுது அது ஒழிக்கப்பட்டுவிட்டது. பெரியம்மை வந்துவிடுமோ என்ற பயம் வேண்டியதில்லை. இதுபோல இதர நோய்களையும் ஒழித்துவிட முடியுமா என்று விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்து வருகிறார்கள்.

மக்கள், பெரும்பாலோர் தம் பார்வையை இழப்பதற்கு முக்கியக் காரணம் கண்ணில் புரை உண்டாதலினால்தான். கண் விழிக்குள் இரு பக்கமும் குவிந்த ஒரு வில்லை இருக்கிறது. கண்ணாடி போன்று நிறமற்றதாக இது காணப்படும். இந்த வில்லை ஒளிக் கதிர்களைக் குவிக்கச் செய்யும். புரை உண்டாகும்பொழுது, இந்த வில்லை நிறம் மாறி, ஒளிக்கதிர்களை உள்ளே புகாமல் தடுக்கிறது. நிறம் மாறிய புரையை மருந்து சாப்பிடுவதினாலோ, மருந்து போடுவதினாலோ நிறமற்றதாக மாற்ற முடியாது. அறுவைச் சிகிச்சையின் மூலம் எடுத்துவிட்டு கண்ணாடி அணிந்துகொண்டால் இழந்த பார்வையைத் திரும்பப் பெறலாம். இந்த அறுவைச் சிகிச்சையில், கடந்த பத்து ஆண்டுகளில் பலவித முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. குளிர் சாதனம் மூலம் வில்லையின் மேலுள்ள நீரைப் பனிக்கட்டியாக மாற்றி வில்லையை எடுக்கலாம் (Cryo - Surgery). அறுவைச் சிகிச்சையை

★ டாக்டர் ஜி. வெங்கடசாமி, இயக்குநர், அரவிந்தர் கண் மருத்துவமனை, மதுரை.

நுணுக்கமாகச் செய்வதற்கு மைக்ராஸ்கோப் பயன்படுத்தலாம். மிக மெல்லிய நூலால் அறுத்த இடத்தைத் தைக்கவும், சரியாக இணைக்கவும். மைக்ராஸ்கோப் மிகவும் உதவியாயிருக்கிறது. புரை அகற்றப்பட்ட பின்னர், கண்ணாடி போடும்பொழுது பார்க்கும் பொருள்கள் பெரிதாகத் தெரியும், படி ஏறுவதும், இறங்குவதும் சிரமமாக இருக்கும். சாப்பிடுவதும், இதர அன்றாட வேலைகளைக் கவனிப்பதும்கூடச் சிரமமாக இருக்கும். இப்பொழுது வில்லை இருந்த இடத்திலேயே கண்ணிற்குள் வில்லையை வைத்துவிடுகிறார்கள். இதனால் கண்ணாடி இல்லாமலேயே பார்வை நன்றாகத் தெரியும். சிலருக்கு இந்த வில்லை சிரமம் தரலாம். அப்பொழுது திரும்ப அறுவைச் சிகிச்சை செய்து வில்லையை எடுத்துவிட வேண்டும்.

நீரிழிவு நோயினால் கண் பார்வை பாதிக்கப்படுவதுண்டு. கண் விழியின் உட்பாகத்தில் ரெட்டினா என்ற திரைப்படலம் இருக்கிறது. இதில் இரத்த நாளங்கள் இருக்கின்றன. நீரிழிவு நோய் உள்ளவர்களுக்கு இந்த இரத்த நாளங்களிலிருந்து இரத்தம் ரெட்டினாவில் கசியும். அவ்வாறு இரத்தம் கசியும்பொழுது பார்வை மங்குகிறது. இரத்தம் கசியுமிடத்தில் பிரகாசமான ஒளிக்கதிர்களையோ, லேசர் (Laser) கதிர்களையோ கண்ணிற்குள் செலுத்திக் கசியும் துவாரத்தை அடைத்துவிடலாம். நீரிழிவு நோயாளிகள் வருடம் ஒரு முறையாவது கண்ணைப் பரிசோதித்துத் தக்க சிகிச்சை செய்து கொண்டால் பல வருடங்களுக்குக் கண் பார்வையைப் பாதுகாக்கலாம். நம் நாட்டில் இளம் வாலிபருக்குக் கண்ணில் 'ஈல்ஸ்' (Eale's disease) என்ற நோய் உண்டாகிறது. மேலை நாடுகளில் இந்த நோய் இல்லை. ஆண்களுக்கு மட்டுமே உண்டாகிறது. இந்நோயின் காரணம் இந்நாள் வரைக்கும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இந்த நோயினாலும் ரெட்டினாவிலுள்ள இரத்த நாளங்களில் இருந்து இரத்தம் கசியும். பலர் பார்வை இழந்து குருடாகிவிடுகிறார்கள். இந்த நோய்க்கும் பிரகாசமான ஒளிக்கதிர்களைப் புகுத்தி இரத்தம் கசிவதைத் தடுக்கலாம்.

கண்ணாடிக்குப் பரிசோதனை செய்தல் :

கண்ணாடிக்குப் பரிசோதனை செய்வதற்குப் பல புதிய கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. என்ன கண்ணாடி வேண்டும் என்பதற்குச் சில வினாடிகளில் கம்ப்யூட்டர் பொருத்தப்பட்டுள்ள

கருவி தெரிவித்துவிடுகிறது. பரிசோதனை செய்துகொள்பவர்கள் இந்தக் கருவியின்முன் அமர்ந்து உள்ளே இருக்கும் பல்பை நோக்கி னால் போதும், உடனே அந்தக் கருவியே அளந்து தேவைப்படும் கண்ணாடியின் அளவை அச்சடித்துக் கொடுத்துவிடும். இந்தக் கருவியை முழுவதும் நம்புவதற்கில்லை. பயன்படுத்திக் கொள்ளலாமே தவிரத் திரும்பவும் நாம் அந்தப் பவர்க் கண்ணாடியைப் போட்டுப் பரிசோதனை செய்துகொள்ள வேண்டும். சில கண் நோய்களில் நாம் பார்க்கும் பார்வையின் பரப்பளவு (field of vision) குறையலாம். கண்ணில் அழுத்தம் அதிகமானால் பக்கப் பார்வை குறையும். ரெட்டினாவில் உள்ள இரத்தக் குழாய்கள் அடைத்துக்கொண்டால் இரத்தம் செல்லாத இடம் பழுதாகிறது. அப்பொழுதும் பார்வையின் பரப்பளவு குறையும். மூளையிலுள்ள பார்வை மண்டலத்தில் ஏற்படும் கோளாறுகளினாலும் பார்வையின் பரப்புக் குறையும். பார்வையின் பரப்பளவை வைத்தே பல்வேறு மூளை நோய்களை அறியலாம். பார்வையின் பரப்பளவைக் கண்டுபிடிப்பதற்குப் பொதுவாக Computarised Perimites கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதன்மூலம் பார்வையின் பரப்பளவைக் கண்டுபிடிக்கிறார்கள். பல நோய்களை அறிந்துகொள்ளவும், நோய் கட்டுப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறதா என்பதை அறியவும் இக்கருவி பயன்படுகிறது.

சிலருக்கு இரவில் சரியாகப் பார்வை தெரியாது. இதனை 'மாலைக்கண் நோய்' என்று அழைப்பார்கள். சிறு குழந்தைகளுக்குச் சாதாராணமாக உண்டாகும் 'ராட்ஸ்' என்று அழைக்கப்படும் திசுக்கள் உள்ளன. இதன் அருகில் 'பிக்மெண்ட்' செல் என்று அழைக்கப்படும் வண்ணம் நிறைந்த திசுக்கள் உள்ளன. வைட்டமின் 'ஏ' இந்தத் திசுக்களில் இருக்கிறது. செல் (Cell culture) மூலம் வைட்டமின் எப்படிப் பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பதை ஆராய்ச்சி செய்கிறார்கள். நம் நாட்டில் சத்துக் குறைவான உணவினால் ஆண்டு தோறும் சுமார் ஐம்பதினாயிரம் குழந்தைகள் பார்வை இழக்கின்றனர். குழந்தைகள் சரியான உணவில்லாமல் நலிந்திருக்கும். இம்மாதிரி நலிந்த குழந்தைகளுக்குத் தட்டம்மை, வயிற்றோட்டம் போன்ற நோய்கள் உண்டாதலினால் அவர்களின் கருவிழி கெட்டுப் பார்வை போய்விடும். பல இடங்களில் இதுபற்றி ஆராய்ச்சி செய்து வருகிறார்கள். உணவில் வைட்டமின் இல்லாததால் இவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்று முதலில் நினைத்தார்கள். வைட்டமின் இருந்தாலும் அதை ஒரு பகுதியிலிருந்து மற்றொரு பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்

வதற்குப் புரதச்சத்து வேண்டுமெனக் கூறுகிறார்கள். இன்றும், இந்த நோயைப் பற்றி அதிகமாக ஆராய்ச்சி செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. சிறு குழந்தைகளுக்கு, முக்கியமாக 2 அல்லது 3 வயதுள்ள குழந்தைகளுக்குக் கீரை, பால், பருப்பு முதலியன முக்கியமான உணவுகளாகும். இவற்றைப் போதிய அளவு கொடுத்தால் கண்பார்வை இழப்பைத் தடுக்கலாம்.

பரம்பரை நோயினாலும் (Genetic disease) பார்வை இழப்பது இயல்பு. தமிழ் நாட்டில் பரம்பரை நோய்கள் அதிகமாகவே இருக்கின்றன. நெருங்கிய உறவில் திருமணம் செய்வது ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். ஜீனில் என்ன கோளாறு உள்ளது என்பதைப் பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தப்படுகிறது. சில நோய்களை முன்னமே அறிந்து தடுக்க ஏற்பாடு செய்கிறார்கள். தமிழ் நாட்டில் இவ்வகை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கு நல்ல வாய்ப்புக்கள் இருக்கின்றன. நமது இளைஞர்களுக்குத் தகுந்த ஊக்கமும் உதவியும் அளித்தால் முன்னேறிய நாடுகளுக்கு இணையாகப் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்யலாம். அரசும் பொதுமக்களும் ஒத்துழைக்க வேண்டுமாய்க் கேட்டுக்கொள்ளப்படுகிறார்கள்.

35

கால் நூற்றாண்டில் கண்புரை அறுவைச் சிகிச்சையில் முன்னேற்றம்*

கண்ணில் நாம் காணும் பொருட்களிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக்கதிர்களை விழித்திரையில் குவியச்செய்து பிம்பங்களை நாம் தெளிவாகப் பார்க்கத் துணைபுரிவது விழி லென்ஸ் ஆகும் (படம் 1, பக்கம் 314). இந்த விழி லென்ஸ் பல காரணங்களால் தனது ஒளி ஊடுருவ அனுமதிக்கும் திறனை இழந்து வெண்மையாக மாறிவிடு வதைப் 'புரை' என்கிறோம். இத்தகைய குறைபாட்டினால் ஏறக் குறைய 60 லட்சம் பேர் நமது நாட்டில் பார்வை இழந்துள்ளனர்.

சென்ற நூற்றாண்டின் பிற்பகுதி வரைப் புரையினால் பார்வை இழந்தவர்கள் இறுதிவரைக் குருடாகவே வாழ்நாளைக் கழிக்க வேண்டியிருந்தது (படம் 3, பக்கம் 315). இது 'தேவையற்ற குருட்டுத் தன்மை' (Needless Blindness) எனக் கருதப்படுகிறது.

முதன்முதலாக 18 ஆம் நூற்றாண்டில் நம் நாட்டில்தான் புரையை உள் தள்ளுதல்(Couching) என்ற முறையினால் புரை அகற்றப்பட்டது. இம் முறைப்படி நாட்டு மூலிகைச் சாற்றைக் கண்ணில் ஊற்றி, கண்ணின் மேற்பரப்பை உணர்விழக்கச் செய்து, முள்ளினால் கீறி, லென்ஸ் கண்ணின் பின்அறையினுள் தள்ளப் பட்டது. பாதிக்கப்பட்ட லென்ஸ் அதன் இடத்திலிருந்து அகற்றப் பட்டுவிடுவதால் ஒளிக்கதிர்கள் உள் நுழைந்து பிம்பங்களைப் பார்க்க முடிந்தது. ஆனால் கண்ணின் தக அமைப்பு இயலாததால் தெளிவற்ற பிம்பங்களையே காண இயலும்.

பிறகு சொட்டு மருந்துகள் இட்டு, லென்ஸின் வெளியுறையின் ஊடே கருவியைச் செலுத்தி லென்ஸ் அகற்றப்பட்டது; தையல்கள் போடப்படவில்லை. அறுவைச் சிகிச்சையின்போதுகூட கண்ணின்

* டாக்டர் ஜி. நாச்சியார், அரவிந்தர் கண் மருத்துவமனை, மதுரை.

அசைவு இருக்கும். நோயாளி குறைந்தது 24 மணிநேரம் அசையாமல் படுத்திருக்க வேண்டியிருந்தது லென்ஸ் முழுவதும் அகற்றப்படாமல், அதில் ஒருபகுதி தங்கியிருப்பது, லேசான சவ்வு உண்டாவது போன்ற சிக்கல்கள் பெரும்பாலும் காணப்பட்டன. பிறகு கண்ணைச் சுற்றிலும் ஊசிகள் மூலம் பல இடங்களில் உணர்விழக்கச் செய்யும் மருந்தைச் செலுத்தி அறுவைச் சிகிச்சை செய்யப்பட்டது. இப்பொழுதெல்லாம் இரண்டே ஊசிகள் போடுவதன்மூலம் தொடர்புடைய நரம்பைச் செயலிழக்கச் செய்து, கண் அசைவை நிறுத்தி, உணர்விழக்கச் செய்து அறுவைச் சிகிச்சை செய்யப்படுகிறது.

அதற்கு அடுத்தபடியாக, விழி லென்ஸை முழுவதுமாக, அதாவது அதன் உறையுடன் அகற்றும் முறை கையாளப்பட்டது. விழி மேற்படலத்திற்கு மட்டும் தையல் போடப்பட்டது. இம் முறையிலும் அறுவைச் சிகிச்சை செய்யப்பட்டவர் அசையாமல் படுத்திருக்க நேரிட்டது. அறுவைச் சிகிச்சைக்குப்பின் ஏற்படும் சிக்கல்களும் கணிசமான அளவு இருந்தன. அறுவைச் சிகிச்சைக்குப்பின் மூக்குக் கண்ணாடிகள் மூலம் முழுப்பார்வை அடைவதற்கு வழி வகுக்கப்பட்டது (படம் 2, பக்கம் 315).

பின்பு கருவிழிக்கும் தையல் போடும் முறை மேற்கொள்ளப்பட்டது. இதனால், விரைவிலேயே நோயாளி நடமாடும் வாய்ப்பைப் பெற்றார். குறைந்த நாட்களே நோயாளி மருத்துவமனையில் தங்க வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது; சிக்கல்களும் குறைந்த அளவிலேயே ஏற்பட்டன.

ஒட்டுக் கண்ணாடிகள் பயன்படுத்தத் தொடங்கியப்பின் பார்வைக் குறைபாடுகளை நீக்குவதில் வியத்தகு முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது ஒட்டுக் கண்ணாடி அணிவதில், அக்கண்ணாடி கருவிழியின் மேல் பொருந்திவிடுவதால் வேறு கண்ணாடி தனியாக அணிய வேண்டியதில்லை. காணும் பொருட்களின் இயற்கையான பரிமாணத்தையே காண இயலும் பார்வைப்பரப்பும் அதிகமாக இருக்கும். மற்ற கண்ணில் பார்வைக் குறைபாடு இருந்தாலும் ஒருமித்த பார்வை இருக்கும். எனினும் ஓரிரு அசௌகரியங்களும் உள்ளன. விலை அதிகம்; இரவில் அகற்றிவிட வேண்டியிருக்கும். கவனமாகக் கையாளவேண்டும். கை நடுக்கமில்லாமல் உறுதியாக இருக்க வேண்டும். கண்ணாடிகளை அடிக்கடித் தொற்று நீக்க வேண்டும்.

ஒட்டுக் கண்ணாடிகளிலேயே மிருதுவான வகை ஒன்று உள்ளது. இதை அணிவது வசதியாக இருக்கும். கருவிழியின் அமைப்புக்குத் தகுந்தவாறு பொருந்திக் கொள்ளும் படம் 4, 5, பக்கம் 316. இதையும் இரவில் அகற்றவும், தொற்று நீக்கவும் வேண்டியிருக்கும். இது உரைந்து விடாது.

1960ஆம் ஆண்டு கண்ணிலிருந்து லென்ஸ் அகற்றப்பட்ட இடத்திலேயே மாற்று லென்ஸ் பொருத்தும் முறை மேற்கொள்ளப் பட்டது. நம் நாட்டில் கடந்த நான்கு ஆண்டுகளாக இம்முயற்சி நடைபெற்று வருகிறது. இயற்கையான விழி லென்ஸிற்குப் பதிலாக இந்த லென்ஸைப் பொருத்திவிடுவதால் தொடர்ந்த நல்ல பார்வை ஏற்படும். வேறு கண்ணாடி அணிய வேண்டியதில்லை. இது ஒரு நிரந்தரமான உள்ளமைப்பாக மாறிவிடுகிறது. எந்த வயதிலும் புரையை அகற்றியபின் இத்தகைய லென்ஸைப் பொருத்தலாம். மாற்றவேண்டிய தேவையில்லை.

வேறு ஒரு சிறந்த முறை இப்பொழுது பரிட்சார்த்தமாகக் கையாளப்பட்டு வருகிறது. இதில் ஒரு சிறப்பு அமைப்பு மூலம் கருவிழியின் ஓரத்தில் கீறாமல், ஒரு தடித்த ஊசியை நுழைத்து மின்சார இயக்கத்தின் மூலம் லென்ஸ் துண்டு துண்டாக வெட்டப் பட்டு உறிஞ்சப்படுகிறது. இதனால் பல நன்மைகள் உள்ளன. மிகக் குறைந்த அளவில் கண் திசுக்களுக்குச் சேதமேற்படுகிறது. அறுவைச் சிகிச்சை செய்த நபர் அன்றே நடமாடலாம். அதனால் மருத்துவ மனையில் தங்கியிருக்கும் நாட்கள் குறைகின்றன. அறுவைச் சிகிச்சைக்குப்பின் கண்ணாடி அணிவதால் பார்வை ஏறக்குறைய முழு அளவில் இருக்கும்.

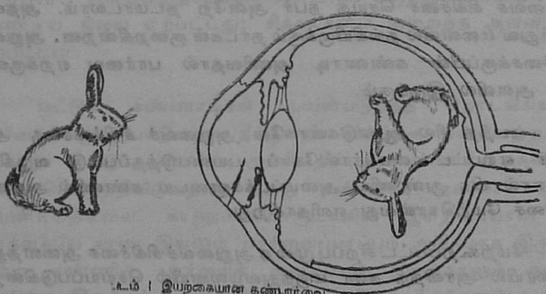
கடந்த சில ஆண்டுகளாகவே அறுவைச் சிகிச்சைக்கு அதற் கென ஏற்பட்ட மைக்ராஸ்கோப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இதனால் மிக நுண்ணிய அமைப்புக்களுடைய கண்ணில் அறுவைச் சிகிச்சை மேற்கொள்வது எளிதாகிறது.

மேற்கூறப்பட்ட சிறப்பு முறை அறுவைச் சிகிச்சை அனைத்துமே மதுரையில் அரவிந்த் கண் மருத்துவமனையில் செய்யப்படுகின்றன. கண்ணில் புரை ஏற்பட்டால் அது முற்றும்வரை, அதாவது பார்வை முழுவதும் மறையும்வரைக் காத்திருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. தற்கால அறுவைச் சிகிச்சை முறைப்படி பார்வை 4 மீட்டர் தூரத் திற்கு மேல் பார்க்க இயலாமல் இருந்தாலும் அறுவைச் சிகிச்சை

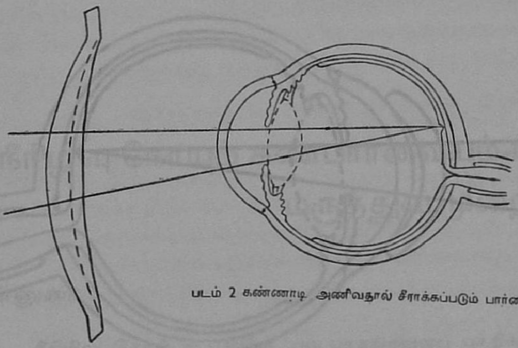
செய்து கொள்ளலாம். புரை ஏற்பட்டுவிட்டால் அதை அறுவைச் சிகிச்சையால் மட்டும்தான் அகற்ற முடியுமே தவிர, வேறு மருந்துகளோ, வேறு சிசிச்சை முறைகளோ பயன் தராது.

80 வயதிற்கு மேற்பட்டவர்கள் பலர் அறுவைச் சிகிச்சை செய்து கொண்டுள்ளனர். எனவே, வயது ஒரு தடையல்ல. நமக்கு வயதாகிவிட்டதே, அறுவைச் சிகிச்சை தாங்குமோ தாங்காதோ என ஐயுற வேண்டியதில்லை நீரிழிவு, அதிக இரத்த அழுத்தம் போன்ற நோயுடையவர்கள் கூட, அவற்றை ஒரு நிலைப்படுத்திக்கொண்டு அறுவைச் சிகிச்சை மேற்கொள்ளலாம். எனவே, தேவையற்ற குருட்டுத் தன்மையால் தம் வாழ்க்கையையும் இழந்து பிறருக்குச் சுமையாக இல்லாமல் அறுவைச் சிகிச்சை செய்துகொள்ள மக்கள் முன்வர வேண்டும்.

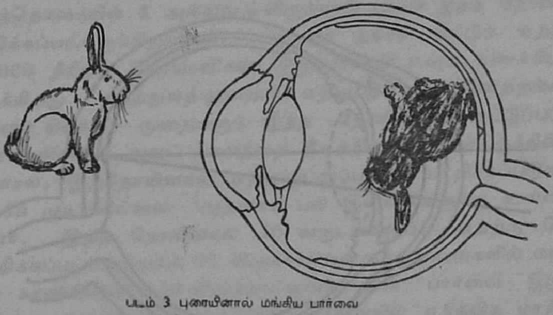
சில ஆண்டுகளாகக் கண் சிகிச்சை மேற்கொள்ளும் பல நிறுவனங்கள் பல இடங்களில் கண் சிகிச்சை முகாம்கள் நடத்துவதன் மூலம் அதிக அளவிலான மக்களுக்குப் புரை அறுவைச் சிகிச்சை செய்து பலருக்குப் பார்வை அளிக்கும் நிலை உள்ளது. எனினும் பார்வையற்றோரின் எண்ணிக்கையைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது இது போதுமானதாக இல்லை. சமூக நிறுவனங்களும், அரசு நிறுவனங்களும் தேவையானவற்றைச் செய்து இத்தொண்டு சிறப்புற நிறைவேற ஊக்குவிக்க வேண்டும்.



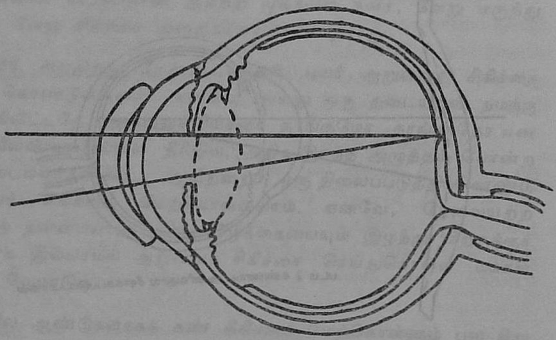
படம் 1 இயற்கையான கண்பார்வை



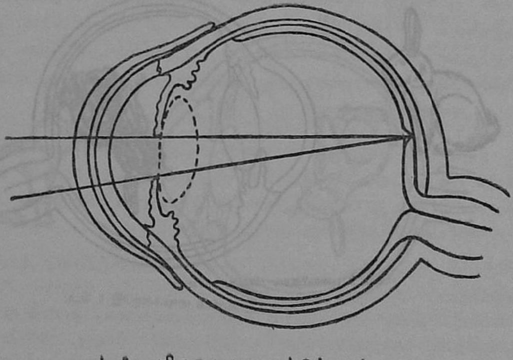
படம் 2 கண்ணாடி அணிவதால் சீராக்கப்படும் பார்வை



படம் 3 புரையினால் மங்கிய பார்வை



படம் 4 கடின ஒட்டுக் கண்ணாடி



படம் 5 மிருதுவான ஒட்டுக் கண்ணாடி

நீரிழிவு நோயும் கண்பார்வையும்-நவீன மருத்துவ முறைகள்*

முன்னுரை :

நீரிழிவு நோய் உடம்பின் பல பாகங்களைப் பாதிக்கவல்லது. சிறுநீரில் சர்க்கரை இருந்தால் பொதுவாக நீரிழிவு நோய் உள்ளது என்று பொருள். இவர்களுக்கு இரத்தத்திலும் சர்க்கரை அதிக அளவு உள்ளது. முதியோர்கள் மட்டுமல்லாது இளைஞர்களும் சிறுவர்களும் இந்த நோயினால் பாதிக்கப்படலாம். இருதயம், இரத்தக் குழாய்கள், மூளை, சிறுநீரகங்கள், கண் ஆகியவைகள் இந்த நோயினால் பாதிக்கப் படுகின்றன இவற்றில் கண் விழியும், கண் நரம்புகளும் அதிகமாகப் பாதிக்கப்பட்டுக் கண் பார்வையை இழக்க நேரிடுகிறது. மொத்த சனத்தொகையில் 4 அல்லது 5 விழுக்காடு மக்கள் இந்த நோயினால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறார்கள். மதுரை நகரில் மட்டும் ஏறத்தாழ 30,000 நீரிழிவு நோயாளிகள் இருப்பார்கள் எனக் கணக்கிடப்பட் டிருக்கிறது. மருத்துவத் துறையில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றங்களும், நவீனச் சிகிச்சை முறைகளும் இந்த நோயினைக் கட்டுப்படுத்தி, நோயாளிகளின் ஆயுட் காலத்தை நீடித்திருக்கச் செய்திருக்கின்றன. ஆனால், இந்நோயினால் மற்ற உறுப்புக்கள் பாதிக்கப்படுவதைத் தடுக்க முடியவில்லை. அதனால் பல இன்னல்களுக்கு உள்ளாகின் றனர். இந்த நோயினால் 20 வருடங்களும், அதற்கு மேலும் பாதிக்கப்பட்டவர்களில் 80 விழுக்காட்டினருக்குக் கண்களில் மாறுதல் கள் காணப்படும். 10 விழுக்காட்டினர் கண் பார்வை இழக்கின் றனர். ஏனையோருக்குக் கண் பார்வையில் எந்தவித மாற்றமும் தற்சமயம் இல்லையென்றாலும் கண் மருத்துவர்களால் கண்டுபிடிக்

* டாக்டர் பி. நம்பெருமாள்சாமி எம்.எஸ் ஓ.டி,. அரவிந்தர் கண் மருத்துவ மனை, மதுரை.

கும் அளவுக்குப் பாதிக்கப்பட்டிருக்கும். தொடக்கத்திலேயே அவற்றைக் கவனித்துவிட்டால் மேற்கொண்டு கண்பார்வை குறைவதைத் தடுக்க முயற்சி செய்ய ஏதுவாக இருக்கும்.

கண்பார்வை குறைவதற்கான காரணங்கள் :

1. கண்ணில் புரை உண்டாதல்
2. கண் நரம்புகள் பாதிக்கப்படுதல்
3. கண் அழுத்தம் அதிகமாதல்
4. கண் பார்வையில் மாறுதல் ஏற்படுதல்
5. விழித்திரையில் (Petiva) கொழுப்புச் சத்து அதிகமாதல்
6. விழித்திரையில் இரத்தம் கசிதல்

கண்ணின் பாகங்கள் :

நீரிழிவு நோயினால் கண்கள் பாதிக்கப்படுவதை அறிந்து கொள்ளும் முன்பு கண்ணின் பாகங்களை அறிவது அவசியம் படம்1, பக்கம் 324). கண்ணைப் படம் எடுக்கும் ஒரு கேமராவுக்கு ஒப்பிடலாம். கேமராவில் உள்ள ஃபிலிம் போன்று கண்ணிலும் ஒரு விழித்திரை உண்டு கருவிழியும், கண்ணிலுள்ள லென்சும் சேர்ந்து நாம் பார்க்கும் பொருட்களின் உருவங்களை விழித்திரையில் விழும்படிச் செய்கின்றன. விழித்திரையிலிருந்து கண்நரம்பு மூலம் உணர்ச்சிகள் மூளைக்குச் செல்லும்போது பார்க்கும் உணர்வு ஏற்படுகிறது. நீரிழிவு நோயினால் கண்ணின் இந்தப் பாகங்களில் ஏதாவது ஒன்று பாதிக்கப் பட்டால் கண்பார்வை குறையும். இவற்றில் விழித்திரையில் இரத்தம் கசிவதும், கொழுப்புச் சத்துகள் சேர்வதும் (Diabetic Retinopathy) மிகவும் முக்கியமான காரணங்களாகும்.

1. கண்ணில் புரை உண்டாதல் :

50 வயது மேற்பட்டவர்களுக்குக் கண்ணில் புரை உண்டாகிப் பார்வை குறையும். சாதாரண மக்களைவிடச் சர்க்கரை நோயுள்ள மக்களுக்குத்தான் புரை அதிகமாக ஏற்படும். புரைக்கு அறுவைச் சிகிச்சைதான் சிறந்த மருத்துவம். நீரிழிவு நோய் இருந்தாலும்கூட சர்க்கரையைக் கட்டுப்படுத்திக்கொண்டு அறுவைச் சிகிச்சை செய்து கொள்ளலாம். சர்க்கரை நோய் இருந்தால் அறுவைச் சிகிச்சை

செய்தல் ஆபத்து என்ற பழைய எண்ணங்களை விடுத்துத் தேவை யில்லாமல் கண்பார்வையில்லாது துன்புறுவதைத் தடுக்கவேண்டும்.

2. கண் நரம்புகள் பாதிக்கப்படுதல் :

நீரிழிவு நோயினால் உடம்பிலுள்ள நரம்புகளும் பாதிக்கப் படுகின்றன. கண் விழிகளை அசைப்பதற்குப் பல நரம்புகள் தேவைப் படுகின்றன. இந்த நரம்புகள் பாதிக்கப்படும்பொழுது கண் விழிகள் அசையாமல் ஒரே நிலையில் நின்றுவிடலாம். பார்க்கும் பொருட்கள் யாவும் இரட்டையாகத் தெரியத் தொடங்கும். இந்த அறிகுறிகள் தென்பட்டால் மருத்துவ ஆலோசனைகளுடன் சர்க்கரை நோயைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

3. கண் அழுத்தம் ஏற்படுதல் :

50 வயதுக்கு மேற்பட்டவர்களுக்கு இரத்தக் கொதிப்பு நோய் ஏற்படுவதுபோல் கண் அழுத்த நோய் ஏற்படலாம். நீரிழிவு நோய் உள்ளவர்களுக்கு மற்றவர்களைவிடக் கண் அழுத்த நோய் உண்டாக வாய்ப்புக்கள் அதிகமாகும். இதையறிந்து அடிக்கடி கண் அழுத் தத்தினைப் பரிசோதனை செய்துகொள்ள வேண்டும். கண் அழுத்த நோய் இருந்தால் தக்க மருந்துகளின் மூலம் அதைக் குறைத்துக் குருடாவதைத் தடுத்துவிடலாம். மருந்துகள் பலனளிக்காவிட்டால் அறுவைச் சிகிச்சை செய்துகொள்ளல் வேண்டும்.

4. கண் பார்வையில் மாறுதல் ஏற்படுதல் :

இரத்தத்தில் சர்க்கரை அதிகமாகும்பொழுது அடிக்கடி கண் பார்வையில் மாறுதல் ஏற்படும். ஒருநாள் கண்ணாடியுடன் நன்றாகப் பார்ப்பவர் மறுநாள் பார்வை சரியாகத் தெரியவில்லை எனக் கூற லாம். இரண்டு தினங்களுக்குப் பின்னர் பார்வை சரியாகத் தெரிய லாம். இவ்வாறு அடிக்கடி பார்வை மாறினால் சிறுநீரைப் பரி சோதித்துச் சர்க்கரை இருக்கிறதா எனப் பார்த்துச் சரியான மருத் துவம் செய்துகொள்ள வேண்டியது மிகவும் அவசியம்.

5. விழித்திரையில் இரத்தம் கசிதல் :

நீரிழிவு நோயினால் உடம்பிலுள்ள இரத்த நாளங்கள் யாவும் பாதிக்கப்படுகின்றன. கொழுப்புச் சத்துக்கள் சரிவர உடம்பிலுள்ள உறுப்புக்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படாமல் விழித்திரையிலும், இரத்த

நாளங்களிலும் சேர்ந்துவிடுகின்றன. இவற்றினால் விழித்திரை இரத்த நாளங்களிலிருந்து கசிவு ஏற்பட்டு இரத்தம் வெளிவரும். சிலருடைய விழித்திரையில் ஏற்கனவே உள்ள இரத்த நாளங்களுடன் புது இரத்த நாளங்கள் உண்டாகும். இந்த நாளங்கள் மிகவும் மெல்லிதானவை. எளிதில் உடைந்து, மிகுந்த அளவில் இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டு உடனே பார்வை பாதிக்கப்படும். கசிந்த இரத்தம் உறைந்தாலும் அடிக்கடி இவ்வாறு நேர்வதால் கடைசியில் விழித்திரை பிரிந்துவிட நேரிடும். மிகுந்த அளவில் இரத்தக் கசிவு ஏற்படும்வரை நோயாளிகளுக்கு எந்தவித அறிகுறிகளும் தெரியாது. எதிர்பார்த்த பலனை அளிக்க இயலாது. ஆகையால் தக்க சமயத்தில் கண் மருத்துவர்களின் உதவி கொண்டு நோயின் தன்மையைக் கண்டுபிடித்து நவீன முறையில் மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு செய்தால் இரத்தக் கசிவு ஏற்படுவதைத் தடுத்துவிடலாம். பெரும்பாலும் 10 அல்லது அதற்கு அதிகமான ஆண்டுகள் நீரிழிவு நோய் இருந்தால் கண்களைப் பரிசோதித்துக் கொள்வது அவசியம்.

சிகிச்சை முறைகள் :

நீரிழிவினால் விழித்திரையில் இரத்தம் கசிவதையும், கொழுப்புச் சத்துக்கள் சேர்வதையும் தடுப்பதற்குக் கடந்த 20 ஆண்டு காலங்களாகப் பலவிதமான மருத்துவ முறைகளை முயற்சி செய்து வருகிறார்கள். ஒருமுறை இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டுவிட்டால் அதற்கு நம்பிக்கை வாய்ந்த ஒரு மருத்துவம் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. சிறந்த மருத்துவ முறையினால் நீரிழிவு நோய் கட்டுப்பாட்டில் இருந்தாலும் பாதிக்கப்பட்ட கண்ணில் ஒருவித மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. தற்சமயம் மருத்துவ நிபுணர்களாலும், விஞ்ஞானிகளாலும் பரிந்துரை செய்யப்பட்ட ஒரே மருத்துவ முறை கண்ணினுள் ஒளிக் கதிரைப் பாய்ச்சி (Photo Coagulation) இரத்தக் கசிவை அடைப்பது தான்.

ஒளிக்கதிரைப் பாய்ச்சும் முறை :

பிரகாசமான ஒளிக்கதிரைப் பாய்ச்சுவதன் மூலம் இரத்தக் கசிவை உண்டாக்கக்கூடிய நாளங்களை அடைத்துவிடலாம். இந்த முறையானது சாதரணமாகச் சூரியனுடைய ஒளிக் கதிர்களைச் சக்தி வாய்ந்த குவி லென்சுகளின் மூலம் ஒன்றுபடுத்தி ஒரு காகிதத்தை எரிப்பது போன்றதாகும் இந்த முறை பயன்படுவதற்கு விழித்திரை

யில் உண்டாகும் மாறுதல்களை இரத்தக் கசிவுகள் ஏற்படுவதற்கு முன்பே கண்டுபிடிக்க வேண்டும். இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டவுடன் இதைப் பயன்படுத்த முடியாது. விழித்திரை மிகவும் அதிகமாகப் பழுதடைந்திருந்தாலும் இந்த முறை பயன்படாது. நோயினால் பழு தடைந்த பார்வை மீண்டும் கிடைப்பது அரிது. இருக்கும் பார்வையைப் பாதுகாத்துக்கொள்ளவே இந்த முறை உதவும். இம் மருத்துவத்தை வலியில்லாத முறையில் குறைந்த நேரத்தில் செய்து முடித்துவிடலாம். ஒருசில நோயாளிகளுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தடவைகளில் ஒளிக் கதிர்களைப் பாய்ச்ச வேண்டியிருக்கலாம். ஒளிக்கதிர் பாய்ச்சிய ஓரிரண்டு வாரங்களுக்குப் பார்வை மங்கலாகவே இருக்கும். ஆனால், முழுவதும் பார்வையின்றிப் போகாமல், ஓரளவுப் பார்வையேனும் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கு இம்முறை ஒரு சிறந்த சாதனமாகும் (படம் 2, பக்கம் 324).

1972 ஆம் ஆண்டு அமெரிக்காவில் புகழ் பெற்ற 18 கண் மருத்துவமனைகள் அரசு ஆதரவில் இந்த நோயாளிகளுக்காக ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட சிகிச்சை முறையினை நோயாளிகளின் ஒப்புதல் களின்படிப் பரிசோதனை நடத்தினார்கள். ஏறத்தாழ 1800 நோயாளி கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு (Colloborative Diabetic Ratinopathy Study) சிகிச்சை அளிக்கப்பட்டனர். ஏறத்தாழ 5 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு இந்த ஒளிக்கதிர் பாய்ச்சும் முறையானது நீரிழிவு நோயினால் கண் பார்வை பாதிக்கப்படுவதைப் பெருமளவு குறைக்கின்றது என்று கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். இந்தச் சாதனம் நமது நாட்டிலும் ஒருசில மருத்துவமனைகளில் உள்ளன. மதுரை 'அரவிந்த் கண் மருத்துவ மனை'யில் இந்தச் சிகிச்சை முறையின் மூலம் ஏறத்தாழ 1000 பேர்கள் வரைப் பயன் பெற்றிருக்கின்றனர்.

பின்கண் திரவம் அகற்றுதல் (Vitrectomy) :

நோய் முற்றிவிட்டால் இந்த ஒளி பாய்ச்சும் முறையும் பயனின்றிக் கண்ணுக்குள் இரத்தம் கசிந்து கண்பார்வையை இழந்து விடலாம். இந்த இரத்தம் கண்ணின் பின்பாகத்தில் உள்ள திரவத் தில் கலந்து ஒளியை உட்புக விடாமல் தடுத்துப் பார்வையை மறைத்துவிடும். மேலும் அடிக்கடி ஏற்படும் இரத்தக் கசிவின் காரணமாக விழித்திரை முன்னால் இழுக்கப்பட்டுப் பிரிந்து வந்து விடக்கூடும். இவ்வகையான கோளாறுகளுக்கு, 1970 ஆம் ஆண்டு நடந்துவந்துள்ள ஆராய்ச்சியின் விளைவாகவும், டாக்டர் மேக்மெர்

(Machemer), டாக்டர் பெமான் (Peyman), டாக்டர் ஸ்கிப்பன்சு (Schepens) மற்றும் பல கண் மருத்துவர்களின் முயற்சியாலும் இப்பொழுது நவீனச் சிகிச்சை முறை தோன்றியுள்ளது. இந்த முறைக்கு 'பின் கண் திரவம் அகற்றுதல்' (Vitrectomy) என்று பெயர் (படம் 3, பக்கம்324). இதற்கான தனிப்பட்ட சிறந்த சாதனங்கள் தயார் செய்யப் பட்டு இப்பொழுது உலகெங்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன இந்தியா விலேயே முதன்முதலாக மதுரையில்தான் இந்த அறுவைச் சிகிச்சை முறை செய்யப்பட்டது என்பது மிகவும் பெருமைப்படத் தக்கதாகும்.

இந்தக் கருவியின் மூலம் சேதப்படுத்தப்பட்ட இரத்தம் கசிந்த பின்கண் திரவத்தை எடுத்துவிட்டு மாற்றுத் திரவத்தைக் கண்ணினுள் செலுத்திப் பார்வையைக் கொடுக்கமுடியும் நோய் மிகவும் முற்றிய ஒருசில கண்களையும்கூட மேலும் சில கருவிகளைக் கொண்டு (Endodiathermy) அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் ஓரளவு குணப்படுத்த முடியும். இத்தகைய அறுவைச் சிகிச்சைகள் பெரும்பாலும் ஆப்ப ரேட்டிங் மைக்ராஸ்கோப் (Operating Microscope) என்ற கருவியின் துணையுடன் செய்யப்படுகின்றன(படம் 4, பக்கம் 325). நீரிழிவு நோயாளிகளைத் தவிர மற்றும்சில நோய்களுக்கும் இந்த முறை பயன்படுகிறது. 'அரவிந்த் கண் மருத்துவமனை'யில் ஏறத்தாழ 870 பேர்களுக்கு இந்தச் சிகிச்சை முறை அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவர் களில் நீரிழிவு நோயினால் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் 150 பேர்களாவர்.

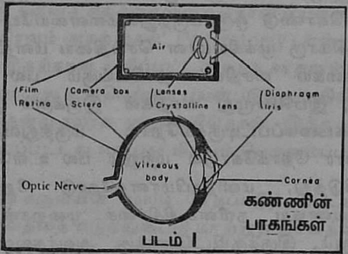
அல்ட்ரா சவுண்டு கருவி (Ultra sound Machine) :

மேற்கண்ட அறுவைச் சிகிச்சை முறை அளிப்பதற்கு முன்பு நோயாளிகள் தகுந்த முறையில் பரிசோதிக்கப்பட்டுத் தேர்ந்தெடுக் கப்பட வேண்டும். இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டிருப்பதனால் விழித்திரை யில் ஏற்பட்டுள்ள மாற்றங்களைச் சாதாரணக் கருவிகளைக் கொண்டு பார்க்க முடியாது. விழித்திரை நல்ல நிலையில் இருந்தால்தான் பார்வை கொடுக்க முடியும். ஆகையால் நவீன முறையில் 'Ultra sound Machine'(படம் 5, பக்கம் 326) என்ற கருவியின் மூலம் கண்ணி னுள் ஏற்பட்டுள்ள மாற்றங்களைத் தெரிந்துகொள்ள முடிகிறது

இந்த நவீனச் சிகிச்சை முறைகளும் நவீனக் கருவிகளும் மேலை நாடுகளில் உள்ள கண் மருத்துவ நிலையங்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படுபவைகளாகும். ஆனால் நம் நாட்டில் விரல்விட்டு எண்ணக்கூடிய மருத்துவ நிலையங்களில்தான் உள்ளன. பொருளா தாரச் சூழ்நிலையை மட்டும் சாதாரணமாகக் கொள்ள முடியாது.

ஏனென்றால் இத்தகைய மருத்துவ வசதிகள் இங்குக் கிட்டாததால் வெளிநாடு சென்று, அன்னியச் செலாவணி மூலம் அதிகப் பணம் செலவு செய்து மருத்துவம் செய்து வருவோர் பலர். ஒருவர் சென்று வரும் பணத்தைக்கொண்டு ஒரு மருத்துவமனையையே உருவாக்க முடியும். இன்னுமொரு முக்கியமான செய்தியை மனதில் கொள்ள வேண்டும். இத்தகைய வசதிகள் நாடெங்கும் பல இடங்களில் கிடைக்கும் வரை, இப்பொழுது வசதிகள் இருக்கும் இடங்களைப் பயன்படுத்தக் கடமைப்பட்டிருக்கிறோம். மருத்துவத் தொழில் துறையில் வியாபார நோக்கோடும் மற்றும் பல உள்நோக்கோடும் பணிபுரிவதை விடுத்து, மனிதாபிமானத்தோடு நோயாளிகளின் நோய்களுக்கு வேண்டிய நவீனச் சிகிச்சை முறைகள் தங்களிடம் இல்லையென்றாலும், இருக்குமிடங்களுக்கு அவர்களை அனுப்பிச் சிகிச்சை பெறச் செய்தல் வேண்டும். தேவையற்ற பார்வையிழக்கும் தனி மனிதனை நினைத்துப் பார்த்துச் செயல்பட வேண்டும்.

கண் மருத்துவத் துறையில் அவ்வப்பொழுது ஏற்படும் முன்னேற்றங்களையும், சிகிச்சை முறைகளையும் பொதுமக்களும் ஓரளவு தெரிந்துவைத்துக்கொள்வது நல்லது. குறிப்பாக உடற்கூறு மருத்துவர்கள் நன்கு தெரிந்துவைத்துக்கொள்ள வேண்டும். மருத்துவக் கல்லூரிப் படிப்புடன் நின்றுவிடாமல் அவ்வப்பொழுது வெளியிடப்படும் இதழ்களின் (Journals)மூலம் தங்களின் மருத்துவ அறிவைப் பெருக்கிக் கொண்டால் நவீனச் சிகிச்சை முறைகளை அறிய வாய்ப்புக்கள் உண்டு. அத்துடன் மருத்துவத் துறையில் பட்ட மேற்படிப்புப் படிப்பவர்கள் பரீட்சையில் தேர்வு பெறுவதையே குறிக்கோளாகக் கொண்டு தேர்ந்தெடுத்த ஒருசில பகுதிகளை நன்கு பயில்வதை விடுத்து நிறைந்த அளவு தெரிந்து, தெளிந்து காலத்திற்கேற்ற மருத்துவ உதவி செய்ய முன்வர வேண்டும். இவ்வாறு பல வகைகளில் நாம் முயன்று செயல்படுத்தினால் கண் மருத்துவத் துறையில் மட்டுமல்லாது, ஏனைய எல்லா மருத்துவத் துறைகளிலும் முன் நின்று, நவீனச் சிகிச்சை முறைகளை நம்நாட்டு மக்களுக்கு நல்க முடியும்.

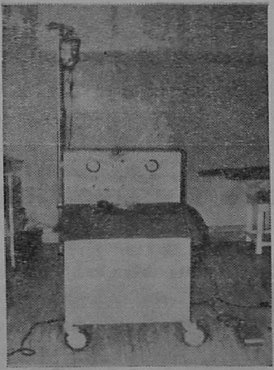


கண்ணின் பாகங்கள்

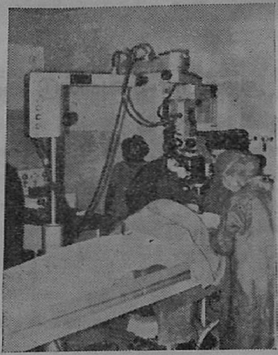
படம் 1

படம் 2

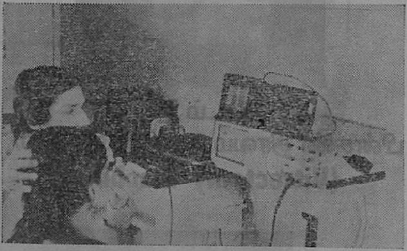
ஒளிக்கதிர் பாய்ச்சும் கருவி
(Photocoagulator)



படம் 3
பின்கண் திரவம் அகற்றும் கருவி
(Vitrectomy Machine)



படம் 4
இயங்கும் நுண்பெருக்காடி
(Operating Microscope)



படம் 5
அல்ட்ரா-சவுண்டு கருவி

37

இரைச்சலும் அதன் இன்னல்களும்*

ஒலி எனப்படும் வார்த்தையில் பல அங்கங்கள் இருக்கக்கூடும். இரைச்சல் என்பது ஒன்று; இனிமையான சங்கீதம் மற்றொன்று; சப்தம் எனப்படுவதும் ஒரு பகுதிதான். இவற்றுள் வேறுபாடு என்ன? சங்கீதம் காதுக்கு இனிமை என்பது மட்டுமல்ல, அந்த ஒலி அலைகள் செவிப்பறையில் வந்து வரிசை வரிசையாக அளவுடன் வந்து அமைவதால் இனிமை என்கிறோம். வரிசையாய் வராது முரண்பட்டு, அலைகளாக வந்தால் இனிமை தராது; அது இரைச்சல். சப்தம் என்பது ஒலியின் அளவைக் குறிக்கும் ஒரு கோல். 'Osilloscope' எனப் படும் ஒரு கருவியின் மூலம் இவ்வலைகளை நம்மால் காணக்கூடும். ஆகவே, சங்கீதத்திற்கும் இரைச்சலுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைக் கண் கூடாகக் காணலாம்.

இரைச்சலைப் பற்றிச் சிறிது சிந்திப்போம். விஞ்ஞானம் மற்றும் தொழில் வளர்ச்சியின் முன்னேற்றத்துடனேயே இரைச்சலும் ஒன்றியது. நாகரிகம் மிக வேகமாக முன்னேறி வருவதோடுகூட அதிகமான இரைச்சலையும் உண்டாக்குகிறது. நிவ்லி (Newly) 1972 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்த உண்மை எதுவெனின் நகரங்களில் இரைச்சல் அளவு ஒவ்வொரு வருடமும் இரண்டு மடங்காக உயர்ந்துகொண்டு போவதாகும். இது உண்மையானால் இன்னும் 20 ஆண்டுகளில் நம்மால் நமது நகரத் தெருக்களிலேயே நடமாட முடியாது, அவ்வளவு பெரிய இரைச்சல் இருக்கும்.

இரைச்சல் எக்காரணங்களால் ஏற்படுகின்றன என்பதைக் கவனிப்போம். அவையாவன, போக்குவரத்துச் சாதனங்களால் ஏற்படுபவை; தொழில்கள் செயவதால் ஏற்படுபவை; சமூக சம்பிரதாயங்களினாலும் கேளிக்கைகளினாலும் உண்டாகுபவை.

---

* டாக்டர் ச. காமேசுவரன், கௌரவ இயக்குநர், அடிப்படை மருத்துவ அறிவியல் மேற்படிப்பு நிலையம், சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை.

சில ஆண்டுகளாகவே இந்தியாவைப் போன்ற நாடுகளில் உள்ள நகரங்கள் செயலாலும் உருவத்தாலும் முன்னேறிக்கொண்டு வருகின்றன. இதன் விளைவாக நாட்டின் பல பகுதிகளில் இரைச்சலின் அளவு வரம்பிற்கு மேல் உயர்ந்துகொண்டு போகிறது. போக்குவரத்தினால் ஏற்படும் சப்தத்துடன், பல வீடுகளில் வானொலியை அதிக அளவிற்குமேல் சப்தமாக வைத்தலும், சமூக விழாக்களில் வைக்கப்படும் ஒலிபெருக்கி போன்றவற்றால் உண்டாகும் சப்தமும் முன்னேறிக்கொண்டு வரும் நாடுகளில் இரைச்சலை அதிகமாக்குவதற்குரிய காரணங்களாகும்.

இரைச்சல் என்பது தேவைப்படாத அல்லது தொந்தரவு தரக்கூடிய சப்தமாகும். இரைச்சலின் அளவு அதிகமாகும்போது நமக்குத் தொல்லையும் அதிகரிக்கும். மேலும் சிலவகையான இரைச்சல்கள் சான்றாக, வண்டின் ரீங்காரம் அளவில் குறைந்த ஒலியை எழுப்பினாலும் கேட்போருக்கு மிகுந்த தொந்தரவு கொடுக்கும். அதேபோலக் கிரீச்சிடும் இரைச்சல் மற்ற வகைகளைக் கேட்பவருக்கு எரிச்சல் உண்டாக்குவதோடல்லாமல் காதையும் வெகு விரைவாகப் பாதிக்கும் தன்மையுடையது. ஒரு குறிப்பிட்ட சத்தம் ஒருவருக்கு இனிமையாகவும், மற்றொருவருக்கு இரைச்சலாகவும் இருக்கலாம். ஆகவே ஒரு குறிப்பிட்ட சப்தம் வேண்டத்தக்கதா அல்லது வேண்டப்படாத இரைச்சலா என்பதை நிருணயிப்பது கேட்போரின் குணநலன்களையும் சூழ்நிலைகளையும் பொருத்தது. ஆகையால், இரைச்சலைப் பின்கண்டவாறு நான்கு வகையாக வரையறுக்கலாம்;

1. Objectively — எல்லாவிதமான கோட்பாடுகளுக்குட்படாத பல சப்தங்களின் தொகுப்பே இரைச்சல் எனப்படும்.
2. Subjectively — இனிமையற்ற, தேவையற்ற, அசந்தர்ப்பமான சப்தமும் இரைச்சல் என்று வரையறுக்கப்படும்.
3. Quantitatively — இரைச்சலானது அது ஒலிக்கப்படும் நேரத்தின் அளவையும், அதில் பொருந்தியுள்ள அதிர்வு எண்ணையும், மற்றும் இரைச்சலின் அழுத்தத்தையும் பொறுத்து வரையறுக்கப்படுகிறது.

4. Qualitatively — தொடர்ந்து ஒலிக்கும் ஒலிகளும், விட்டுவிட்டு ஒலிக்கின்ற ஒலிகளும், திடீரெனத் தோன்றும் ஒலியும், மற்றும் அதிர்ச்சி தரக்கூடிய ஒலியும் இரைச்சல் எனப்படும்.

இரைச்சலை B d K (Type 2208) ISO Standard ஒலி அழுத்த மீட்டரின் உதவியால் அளவிடலாம். இந்த மீட்டரிலுள்ள கண்டன்சர் மைக்ரோபோன் ½'' மூலை விட்டத்தை உடையது. இதில் அடுத்தடுத்து 10HJ லிருந்து 20000HZ வரை idB வித்தியாசத்தில் அளவுகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும். மைக்ரோபோனில் தூசி படியாமல் இருப்பதற்கும், காற்றின் வேகத்தைத் தடுப்பதற்கும் காற்றுத்திரை(Wind Screen) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரைச்சலின் அளவைத் தெரிந்து கணக்கிடுவதற்கு முன்னால் ஒவ்வொரு சமயமும் அதிர்வுஎண் பிஸ்டன் போனைப் (Piston Phone-Type 4220) பயன்படுத்த வேண்டும்.

ஒவ்வொரு சமயத்திலும் எந்த அளவிற்குத் தொழிற்சாலையில் வேலை செய்பவர்களுக்குக் காது கேட்கிறது என்பதை வைத்து இரைச்சலின் அளவு கணக்கிடப்படுகிறது. போக்குவரத்துகளினால் ஏற்படும் இரைச்சலை ஒவ்வொரு பகுதிகளிலும் வெவ்வேறு நேரங்களில் (பகல் மற்றும் இரவு) கணக்கிடப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பகுதிகளிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் 50 சப்த அளவுகளை 15 வினாடி இடைவெளியில் (நிறுத்தும் கடிகாரத்தின் உதவியால்) கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திலிருந்து வரக்கூடிய சப்தம் மக்களால் கேட்கமுடியுமா, முடியாதா என்பதை வைத்துச் சமூக சம்பிரதாயச் கேளிக்கைகளில் ஏற்படும் இரைச்சல் கணக்கிடப்படுகிறது.

முன்னர்க் குறிப்பிட்டவாறு தொழிற்சாலையில் உண்டாகக்கூடிய அதிக அளவு இரைச்சல் மக்களுடைய காதுகளுக்குக் கெடுதல் விளைவிக்கக்கூடியது. தென்னிந்தியாவிலுள்ள பல நகரங்களில் எங்களால் நடத்தப்பட்ட கணக்கெடுப்பின்படி(Survey) உறுதிப்படுத்தப்படுகிறது. சென்னையிலுள்ள வெவ்வேறு வகையான இரும்பு, அலுமினியம் உருக்கும் தொழிற்சாலையில் உண்டாகும் மொத்த இரைச்சலானது 102 dB என்ற அளவை அடைகிறது. கோயம்புத்தூரிலுள்ள கருவிகள் தயார் செய்யும் தொழிற்சாலையின் மொத்த இரைச்சலின் அளவு 91dB என்று கணக்கிடப்பட்டது. கொச்சியில் வெவ்வேறு வகையான சோப்புகளைத் தயாரிக்கும்

எண்ணெய் ஆலையில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் உண்டாகும் இரைச்சலின் அளவு 92 dB திருவனந்தபுரத்திலுள்ள சைக்கிள் மற்றும் ஸ்கூட்டரினுடைய டயர்கள் தயாரிக்கும் ரப்பர் தொழிற்சாலையில் ஏற்படும் மொத்த இரைச்சலின் அளவு 93dB என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

தென்னிந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளில் எடுக்கப்பட்ட போக்குவரத்து சப்த அளவுகள், குறிப்பிட்ட சில நகரங்களில் உள்ள பல பகுதிகளின் இரைச்சலின் அளவு 80dBக்கும் அதிகமாக இருக்கிறதென்பது கண்டறியப்பட்டது. சான்றாக, சென்னையில் போக்குவரத்து அதிகமாக உள்ள இடங்களில் சப்தத்தின் அளவு 85dB லிருந்து 89dB வரை உள்ளது என்பது அறியப்பட்டது. கோயம்புத்தூரிலுள்ள சில பகுதிகளில் இரைச்சலின் அளவு வரம்புக்குமீறி உள்ளது கொச்சி மற்றும் திருவனந்தபுரத்திலும் இரைச்சலானது வரம்பு மீறாமலிருப்பினும் ஒருசில போக்குவரத்து அதிகமாக உள்ள இடங்களில் இரைச்சலின் அளவு உச்சநிலையை அடையும் தருவாயில் உள்ளதென்பது தெள்ளத்தெளிவாக அறியப்பட்டது.

திருமணம், காதணி விழா போன்ற இடங்களில் எடுக்கப்பட்ட இரைச்சலின் அளவு 100dB ஆகும். உத்திரக்கிரியை அல்லது ஈமச் சடங்கு நடக்கும்போது எடுக்கப்பட்ட இரைச்சலின் அளவு 98dB என்றும், பொதுக்கூட்டங்கள் நடைபெறுவதால் ஏற்படும் இரைச்சலின் அளவு 95dBயிலிருந்து 98dB வரையில் என்றும், கரகம், நடனம் போன்றவை ஆடுவதால் ஏற்படும் இரைச்சலின் அளவு 95 dB என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. தீபாவளி போன்ற விழாக் காலங்களில் வெடிகுண்டு, மத்தாப்பு போன்றவற்றை வெடிப்பதால் உண்டாகும் இரைச்சலின் அளவு 105dBயிலிருந்து 108dB வரை எனக் கண்டறியப்பட்டது.

மனிதர்களுடைய உடல்நலத்திற்குப் பெரிய ஆபத்து விளைவிக்கக்கூடியது இரைச்சல் ஆகும். காது கேளாத் தன்மையை உண்டாக்குவது இரைச்சலினுடைய விளைவுகளில் முக்கிய ஒன்றாகும். பொதுவாக, இரைச்சலின் விளைவுகளை இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்:

1. இரைச்சலினால் காது தவிர மற்ற உறுப்புக்களில் ஏற்படும் பாதிப்பு (Non - Auditory Effects)
2. இரைச்சலினால் காது கேட்பதில் ஏற்படும் பாதிப்பு (Auditory Effects)

1. இரைச்சலினால் மற்ற உறுப்புக்களில் ஏற்படும் பாதிப்பு:

அ. உடற்கூறுகளில் ஏற்படும் விளைவு :

இரத்தம், தாவரச் சத்து போன்றவற்றை எடுத்துச் செல்வதற்குரிய அங்கங்களில் உண்டாகும் இருதயம் தொடர்பான நோய்கள், அதிகமான இரத்த அழுத்தத்தினால் உண்டாகும் இரத்த நாளங்கள் சுருங்குதல், இருதயத் துடிப்பில் ஏற்படும் மாற்றம், மூளையிலுள்ள இரத்த ஓட்டம் அதிகரித்தல் ஆகியவை எல்லாம் இரைச்சலின் விளைவாக உண்டாகின்றன. நிரந்தரமான இரைச்சலில் இருப்பதால் அவ்விரைச்சல் அட்ரீனல் சுரப்பிகளைச் சுரக்கச் செய்து சிறுநீரகத்தின் செயல்களை மாற்றுகிறது. இரைச்சல் அதிகமுள்ள இடத்தில் இருப்பதால் இரத்தக் கொழுப்புச் சத்து அதிகமாவதுடன் உடம்பிலுள்ள பிளாசுமாவின் அடர்த்தியும் அதிகமாகிறதென்று சில பரிசோதனைகள் நிரூபிக்கின்றன. மேலும் இரத்த அழுத்தம் மரணமற்றவகையில் அதிகமாகிறது. மேலும் மனிதர் மற்றும் விலங்குகளின் நடு நரம்புப் பகுதி (மூளை நரம்புப் பகுதிகள்) எல்லாம் இரைச்சலினால் பாதிக்கப்படுகிறது.

தாயின் கருப்பையில் இருக்கும் குழந்தைகளுக்குக்கூட இரைச்சலின் விளைவாகப் பிறவியிலேயே காது கேளாத்தன்மை ஏற்படுகிறது. அதிக இரைச்சலின் காரணமாகக் குழந்தை பிறப்பதற்கு முன்னால் அதன் நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்கிக் குழந்தையினுடைய பிற்கால வாழ்க்கையின் அமைப்பை மாற்றுகிறது.

ஆ. மற்ற விளைவுகள் :

இரைச்சல், மனிதருடைய தூக்கத்தைக் கலைப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் மனிதரைக் களைப்படையவும் செய்கிறது. இவ்வாறு ஆழ்ந்த தூக்கத்தைக் கெடுப்பதால், உடல்நலமும், மனநலமும் பாதிக்கப்படுகிறது. ஆகையால் நோயை எதிர்க்கும் சக்தி குறைகிறது.

இ. இரைச்சலினால் திறமை பாதிக்கப்படுவதால் ஏற்படும் விளைவுகள்:

இரைச்சல் மிகுதியாக உள்ள வெவ்வேறு துறைகளில் பணிபுரியும் தொழிலாளர்களின் திறமை பற்றி ஆராய்ந்தபோது பழக்கமற்ற இரைச்சலினால் தற்காலிகமாக மனிதனுடைய திறமை குறைகிறது. அந்தத் தொழிலாளர் அந்த இரைச்சலுடன் ஒன்றியபிறகு அவருடைய திறமை மீண்டும் பழைய நிலையை அடைந்துவிடுகிறது.

ஈ. இரைச்சலினால் உற்பத்தித் திறனில் ஏற்படும் விளைவு :

இரைச்சல் உற்பத்தியைப் பலவகைகளில் பாதிக்கிறது. இரைச்சலானது 90dB க்கும் அதிகமாக இருக்கும்பொழுது உற்பத்தியின் அளவைக் குறைக்கிறது. இரைச்சலினால் உற்பத்தியின் அளவு அந்த வேலையின் தன்மையைப் பொறுத்து இருக்கும் என்று புரூடு பாண்ட் (Brood Bond) 1968இல் கண்டறிந்தார். மொத்த உற்பத்தியில் ஏற்படக்கூடிய குறைவுகளைக் காட்டிலும் அதிகமான பிழைகளும் விபத்துக்களும் இரைச்சலினால் ஏற்படுகிறது. எப்பொழுது இரைச்சலின் அளவு அதிகமாகிறதோ அப்பொழுது தொழிலாளர்களின் கவனமானது தொழிலிலின்றி வேறுபடுகிறது என்று கண்டறியப்பட்டது

2. இரைச்சலினால் காது கேட்பதில் ஏற்படும் பாதிப்பு (Auditory Effect):

இதை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்:

அ. தற்காலிகமாகக் காது கேட்கும் தன்மை குறைவு (Temporary Threshold Shift)

ஆ. நிரந்தரமாகக் காது கேட்கும் தன்மை குறைவு (Permanent Threshould Shift)

அ. தற்காலிகமாகக் காது கேட்கும் தன்மை குறைவு :

தொடர்ச்சியான, சிறிது அதிகப்படியான இரைச்சலைக் கேட்டுக் கொண்டிருந்தால் தற்காலிகமான காது கேளாத் தன்மை உண்டாகிறது. இம்மாதிரி இரைச்சலினால் உண்டாகும் காது கேளாத் தன்மை, நத்தை எலும்பின் தளர்ச்சியினால் ஏற்படுகிறது என்று கருதப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட இரைச்சலானது ஒரே அளவில் இருக்குமானால் தற்காலிகச் செவிட்டுத் தன்மையின் பெரும்பகுதி முதல் அல்லது இரண்டு மணி நேரத்திற்குள்ளாகவே ஏற்படுகிறது. இது ஆளுக்குத் தகுந்தாற்போல் வேறுபடும். இந்தவகைக் காது கேளாக் குறை தற்காலிகமானது.

2000லிருந்து 4000HZ க்குள்ளான இரைச்சல் மற்றதைக் காட்டிலும் மிக அதிகப்படியான காது கேளாத் தன்மையைக் கொடுக்கிறது. தொழிற்சாலையில் வேலைசெய்யும் தொழிலாளிகளுக்கு 4000HZ-ல் மிக அதிகக் காது கேளாத் தன்மை வருகிறது என்று கண்டிபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மற்ற அதிர்வு எண் உள்ள 30006000HZ-ல் குறை இருந்தாலும் 4000HZ-ல் குறை அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

அதிகமான அதிர்வு எண்களில் காது கேளாக் குறை அதிகமாக இருக்கிறது. அதிக இரைச்சல் மிகுந்த இடர்ப்பாடு விளைவிக்கக் கூடியது.

ஆ. நிரந்தரமாகக் காது கேட்கும் தன்மை குறைவு:

அடிக்கடி ஏற்படும் தற்காலிகக் காது கேளாத் தன்மையின் கூட்டுவிளைவு நிரந்தரமான காது கேளாத் தன்மை ஆகும். ஒரு தடவை காது கேளாத் தன்மை நிரந்தரமாகிவிட்டால் அதை நிவர்த்தி செய்ய முடியாது. பேச்சினைக் கேட்பதற்கான அதிர்வு எண்ணில் (1500-2000) காது கேளாததால் மற்றவர்கள் பேசுவதைப் புரிந்து கொள்வதிலும் சிக்கல் இருக்கிறது. இத்தகைய குறை உள்ளவர்களுக்குக் காதொலிக் கருவியினாலும் பயன்பெற முடியாது.

இரைச்சலினால் ஏற்படும் காது கேளாத் தன்மையை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

1. இரைச்சலைத் தொடர்ந்து கேட்பதால் ஏற்படும் செவிட்டுத் தன்மை (Noise induced hearing loss) அல்லது தொழில் செய்வதால் ஏற்படும் இரைச்சலினால் உண்டாகும் செவிட்டுத் தன்மை (occupa tional deafness) :

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் உள்ள இரைச்சலை நீண்ட காலத்திற்குத் தொடர்ச்சியாகக் கேட்பதால் இக்குறை ஏற்படுகிறது. இரைச்சலான பகுதியில் வேலை செய்யும் தொழிலாளர்களிடம் இக் குறையைக் காணலாம் இவர்களுக்குப் படிப்படியாகக் காது கேட்கும் தன்மை குறைந்துகொண்டே வரும். முதலில் பேச்சிற்கான அதிர்வு எண்ணில் அல்லாமல் உயர்ந்த அதிர்வு எண்ணில் இக்குறை ஏற்படுவதால் தொழிலாளர்கள் எளிதில் இக்குறையை அறியமுடிவதில்லை. அதிகமான அதிர்வு எண்ணிலிருந்து (Frequency) பேச்சிற்கான அதிர்வு எண்ணிற்கு இக்குறை பரவும்போது காது கேளாத் தன்மை மிதமானதாகவோ அல்லது மிக அதிகமானதாகவோ ஆன நரம்புத் தளர்ச்சியினால் ஏற்படும் செவிட்டுத் தன்மை ஏற்படுகிறது. இதற்கு எந்தவிதமான மருத்துவமும் கிடையாது.

2. திடீரென்று ஏற்படும் இரைச்சலினால் உண்டாகும் குறை:

பீரங்கி சப்தம், இடி ஓசை போன்ற சப்தங்களினால் ஏற்படுகின்ற இரைச்சலினால் திடீரென்று காது கேட்காமல் இருப்பது இந்த வகையைச் சார்ந்ததாகும். இந்த வகையான காது கேளாமை

திடீரென்று ஏற்படுவதாக இருக்கும். மேலும் இவ்வகை, கடத்தும் உறுப்புகளினால் ஏற்படும் காது கேளாமை, நரம்புத் தளர்ச்சியினால் காது கேளாமை அல்லது இவ்விரண்டு காரணங்களினாலும் சேர்ந்து உண்டாகும் காது கேளாத் தன்மை போன்ற ஏதாவதொரு வகையில் சேர்ந்ததாகும்.

மேற்கூறிய காரணங்களிலிருந்து சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை அசுத்தமாக்கும் காற்று, தண்ணீர் ஆகியவற்றைவிட இரைச்சலினால் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை அதிகம் பாதிக்கப்படுகிறது. இது திடீரென்று ஏற்படுவதால் மனதிலும் உடற்கூறிலும் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இக்காரணங்களால் இரைச்சலைக் குறைப்பதற்கு மிகுந்த முக்கியத்துவம் கொடுக்கவேண்டும். இரைச்சலினால் நம்மையறியாமலேயே மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதனாலேயே டாக்டர் சாமுவேல் ரோசன் (Dr. Samuel Rosen) 'நீங்கள் மன்னித்தாலும், உங்களுடைய உடம்பு இரைச்சலை மன்னிக்காது' என்று கூறியிருக்கிறார்.

மற்றவற்றைப் போல இரைச்சலைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது. பல நாடுகள் இரைச்சலினால் ஏற்படும் அபாயத்தை உணர்ந்திருக்கின்றன. அதற்கான சட்டத்தையும் நிருணயித்திருக்கின்றன. ஒருசில நாடுகள் இரைச்சலினால் ஏற்படும் காது கேளாத் தன்மைக்கு ஈட்டுத் தொகையும் கொடுத்திருக்கின்றன. இரைச்சலைத் தடுக்க இந்தியாவும் பல முயற்சிகளைக் கையாண்டு வருகிறது.

38

மிகு இரத்த அழுத்த இருதயநோயில் காணும் இருதயவீக்கம்*

தன்னிறைவு பெற்ற நாடுகளின் சனத்தொகையில் 50 விழுக்காட்டினர் இறப்பிற்கும், முன்னேறும் நாடுகளின் சனத்தொகையில் 25 விழுக்காட்டினர் இறப்பிற்கும் பெரும்பான்மையான காரணம் இருதய நோயாகும். பூரிதக் கொழுப்பு அமிலங்கள் நிறைவாக உள்ள உணவை உட்கொள்ளுவதே இந்நோய் வருவதற்கு முக்கியக் காரணமாகும். இதைத்தவிர, புகை பிடித்தல், மது அருந்துதல், உடற்பயிற்சியின்மை, தளர்ச்சி ஆகியவையாலும் இந்நோய் கூடுகிறது. பெருவாரியாக ஆண்களே இந்நோய்க்கு அதிகமாக இலக்காகிறார்கள். 'ஈஸ்ட்ரஜன்ஸ்' போன்ற ஹார்மோன்களின் தடுப்புச் சக்தியின் காரணமாக, பெண்களில் சிறுபான்மையோரே இந்நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றனர்.

இருதயவீக்கம் என்பது, மிகு இரத்த அழுத்த இருதயநோயில் (Hypertensive heart disease) மருத்துவ ரீதியாகக் காணப்படும் அறிகுறியாகும். இந்த அறிகுறி, ஹைபாக்ஸியா, மிகுதியான கார்பன்-மோனாக்சைடு சுவாசிக்கப்படும் சூழ்நிலை, ஹார்மேன்களின் சமநிலை வேறுபாடு ஆகியவைகளிலும் காணப்படுகிறது(1, 2, 3). இருதய வீக்கம் மேற்சொன்ன நிலைகளினால் உண்டாகும் பளுவைக் குறைப்பதற்கான ஒரு வழிமுறையாக இருந்தபோதிலும், நீண்ட நாட்களான முற்றிய நிலையில் 'E மையோகார்டியல் இன்பார்க்ஷன்' இருதயம் சுருங்கி விரியும் E இருதயத் தசைக்கு வரும் இரத்தத்தின் அளவு குறைபடல் தன்மை இழத்தல் போன்ற நிலைகள் ஏற்பட்டு உயிருக்கு ஆபத்தை விளைவிக்கிறது. நிலையாக இருக்கும்போதும்,

---

★ டாக்டர் செ. இராசமாணிக்கம், உயிர் இரசாயனப்பிரிவு, உயிரியல் துறை, (தமிழாக்கம்:திரு கோபாலன்), மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

வேலையில் ஈடுபட்டிருக்கும்போதும் மூச்சுத்திணறல் ஏற்படுதல் மிகு இரத்த அழுத்த இருதயநோய் கொண்ட நோயாளியிடம் காணப்படும் எதிர்த் திறனாகும். மிகு இரத்த அழுத்த இருதய நோயின்போது ஏற்படும் இருதயவீக்கம் கதிர் ஆய்வு முறைகளினாலும், எலெக்ட்ரோ கார்டியோக்ராம் (ECC) முறையிலும் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இருதயத்தின் நிலையை விளக்கும் எலெக்ட்ரோ கார்டியோக்ராம் என்பது இருதயத் தசையின் மின்திறனை வரை படம் மூலம் விளக்குவதாகும். படம் 1-ல் (பக்கம் 339) சாதாரண இருதயத்தின் நிலையையும், வீக்கமுற்ற இருதயத்தின் நிலையையும் காட்டும் எலெக்ட்ரோ கார்டியோக்ராம் வரைபட விளக்கம் தரப்பட்டுள்ளது.

சுருங்கச் சொல்லின், மிகு இரத்த அழுத்தத்தின்போது வெண்ட்ரிக்கிள் அறைகளில் மிகும் இரத்த அழுத்தம் அந்த அறைகளை விரிவடையச் செய்கிறது. இந்த மிகுதியான இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைப்பதற்காக இருதயம் அளவுக்குமீறிய தடவைகள் சுருங்கி விரிவதால் அதன் வேலைப்பளு அதிகமாகி இருதயவீக்கம் உண்டாகிறது. அழுத்தத்தினால் தூண்டப்பட்ட பளுவின் காரணமாக வீக்கமுறும் இருதயத்தின் அடிப்படை வழிமுறைகள் செல் அளவில் இதுவரை அறியப்படவில்லை. கூர்ந்து நோக்கின், சாதாரண இருதயத் தசையின் செல்களைவிட வீக்கமுற்ற இருதயத் தசையின் செல்கள் விரிவடைந்திருப்பதும், தசைக்கு அப்பாற்பட்ட செல்கள் வளர்ச்சியின் காரணமாக அதிகரித்திருப்பதும் புலப்படும். தசை - செல்களின் வளர்ச்சியும், தசைக்கு அப்பாற்பட்ட செல்களின் பெருக்கமும் இருதய வீக்கத்திற்கு அடிகோலுகின்றன உயிர்வேதியல் முறைப்படி இருதய வீக்கத்தின் தொடக்கத்தில் உற்பத்தியாகும் அதிகமான தசை - செல் புரதங்களை தன்னுள் அடக்கும்பொழுது தசை-செல்கள் விரிவடைகின்றன(4). பொதுவாக எல்லாப் பெரிய மூலக்கூறுகளின் உற்பத்தியும் இருதய வீக்கத்தின்பொழுது தசை-செல்களில் தூண்டப்படுகின்றன. இருதய வீக்கத்தின்போது இருதயம் சுருங்கி விரிவதற்குத் தேவையான சக்தியின் அளவுக்குமீறிய தேவையே இந்த உற்பத்தியின் தூண்டுகோலாகும். இருதய வீக்கத்தின் தொடக்க நிலையில் தேவையான அதிகமான சக்தி தசை-செல்களின் கூடிய சக்தி உற்பத்தியால் ஈடு செய்யப்படுகின்றது. ஆனால் இருதய வீக்கத்தின் முற்றிய நிலையில், இந்த அதிக சக்தித் தேவையை ஈடுசெய்யமுடியாத நிலை ஏற்பட்டு இருதயத்திறன் குறைந்து முடிவில் இருதயம் சுருங்கி விரியும் தன்மையை இழக்கிறது(5).

இவ்வாறு இருதயத்திறன் குறைவதன் காரணம் சக்திப் பற்றாக்குறையினால் மட்டுமல்ல, தசை - செல்களின் புரதங்களின் நிலைகளில் ஏற்படும் சில வேறுபாடுகளும் இருதயம் தன் திறனை இழப்பதற்குக் காரணமாக அமைகின்றன (6,7). 'மையோசின்' எனப்படும் புரதமே இருதயம் சுருங்கி விரிவதற்குப் பொறுப்பாகும். இருதய வீக்கத்தின்போது, இப் புரதத்தின் கூறுகளின் நிலைகளில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது (8). இந்தப் புரதக்கூறுகளில் காணப்படும் வேறுபாட்டிற்குக் காரணம் தசை-செல்களின் மரபுறுப்புக்களில் ஏற்படும் மாற்றமே. மையோசின் புரதத்தில் ஏற்படும் வேறுபாட்டினால் இருதயத்தின் சுருங்கி விரியும் தன்மை குறைகிறது இவ்வாறு தேவையை ஈடு செய்யமுடியாத குறைந்த சக்தி உற்பத்தி, இருதயத்தசை சுருங்கி விரியும் தன்மையை இழத்தல் ஆகியவற்றின் முடிவே இருதயம் நின்று போவதாகும்.

ரெசர்பைன், மெத்தில்டோபா, குவானிதிடின் போன்ற மிகு இரத்த அழுத்தத்தைக் குறைக்கும் மருந்துகளும், குளோர் தாலிடோன் போன்ற சிறுநீரகத்தைக் தூண்டக்கூடிய Diuretic மருந்துகளும், மேலும் டிஜிடாலிஸ் போன்ற இருதயத்தசைகளைத் தூண்டக்கூடிய மருந்துகளும் இருதய நோயின் அறிகுறிகளை உடனடியாகப் போக்கப் பயன்பட்டாலும் நிலையான நிவாரணத்திற்கு உதவுவதில்லை. மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகத்தையும் சேர்த்து, உலகின் பல பாகங்களிலுள்ள பல ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் மிகு இரத்த அழுத்தமுள்ள இருதயம் நின்றுபோவதன் காரங்ணகளை மூலக்கூற்றளவில் அறிவதற்கு ஆராய்ச்சி செய்து வருகிறார்கள். மரபுறுப்புகளின் அளவில் செய்யப்படும் இந்த ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக இந்நோய்க்கு நிலையான நிவாரணம் கிட்டும் என நம்புவோமாக!

சான்றாதாரங்கள் :

1. Poupa, O., Krofta, K., Prochazka, J. and Chrapil, M. (1965), Physiologia. bohemoslov. **14**:233-237.

2. Poupa, O., Turck, Z., Kalus, M. and Krofta, K. (1965), Physiologia. bohemoslov. **14** 542-545.

3. Rakusan, K. and Poupa, O (1966), Cardiologia. **49**: 293-298.

4. Zak, R. and Fischman, D.A. (1971), In Cardiac hypertrophy (Alpert, N.ed.), pp. 247-257, Academic Press, New York.

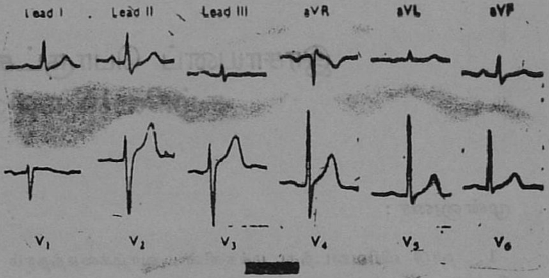
5. Morkin, E , Kimata, S. and Skillman, J.J. (1972), Circ. Res. 30 : 690-702.

6. Carney, J.A., Brown, A.L. (1964), Amer. J. Path. 44: 521-529.

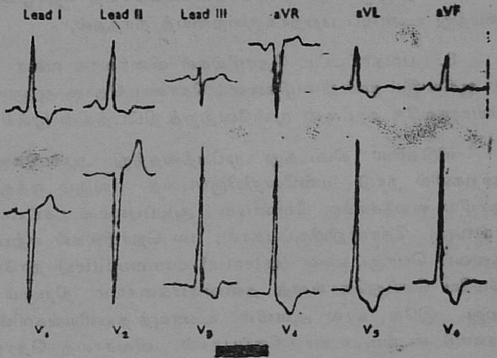
7. Bisop, S.P. and Cole, C.R. (1969), Fed. Proc. 28 : 748.

8. Hoh, J.F.Y., Mcgrath, P.A. and Hale, P. T. (1978), J. Mol. Cell. Cardiol. 10 : 1053-1076.

படம் 1. இதயவீக்கத்தைக் காட்டும் எலக்ட்ரோ கார்டியோகிராம் வரைபட விளக்கம்



NORMAL ELECTROCARDIOGRAM



LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY

39

இரசாயனப் பொருட்களும் சூழ்நிலை நலனும்★

1. முன்னுரை :

1. நாடு விரிவடைந்து மக்களின் வாழ்க்கைத்தரம் உயர்வதற்கென, சமுதாய நலனைக் கருதி மேற்கொள்ளப்படும் சுகாதாரம், கல்வி, குடியிருக்க வீடு எனும் துறைகளில் திட்டங்கள் வரைதல்,

2. விஞ்ஞானத்தைப் பரப்பி விவசாயத் தொழிலைத் திருத்தியமைத்து உணவுப் பற்றாக்குறையைத் தீர்த்தல்,

3. பலதரப்பட்ட தொழில்கள் விரைவாக வளர வாய்ப்பளித்தல் ஆகிய இம் மூன்று வழிகளைக் கொண்டதொரு அணுகுமுறையைக் கையாளுவதே நாட்டின் முன்னேற்றத் திட்டத்தின் முக்கிய நோக்கம்.

விடுதலை கிடைத்து முப்பத்தைந்து ஆண்டுகளுக்குள் சில துறைகளில் நாடு முன்னேறியிருப்பதை எவரும் ஒத்துக்கொள்வர். தொழில் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய அடிப்படைக் கட்டமைப்பு (infra structure) தோன்றியிருப்பதால், பல தொழில்கள் ஏற்பட்டு, நமது தேவைப் பொருட்களை (essential commodities) நாமே நம் நாட்டிலேயே செய்துகொள்ளத் தன்னம்பிக்கையும் திறமும் பிறந்திருக்கிறது. இதே கால அளவில் உணவுத் தானியங்களின் உற்பத்தி இரண்டு மடங்கு உயர்ந்திருப்பதால், விவசாயத் தொழில் வளர்ந்திருப்பதற்கு வேறு விளக்கம் தரவேண்டியதில்லை. இளமையில் மரணம், சிசு மரணம் (infant mortality) ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை மூன்றுக்கு ஒன்றாகக் குறைந்திருப்பதோடு பிறந்ததும் எதிர்பார்க்கப்படும் ஆயுட்காலம் (expectancy of life at birth) இரு மடங்கு நீண்டிருப்பதைச் சுகாதாரத் திட்டங்களின் வெற்றிக்குறி எனலாம்.

★ டாக்டர் கோ. ரா. கிருஷ்ணமூர்த்தி, தொழிலக நச்சு அறிவியல் ஆய்வுக்-கூடம், லக்னோ.

இவ்வளர்ச்சி ஒருபக்கமிருக்க, நாளுக்கு நாள் பெருகிவரும் மக்கள்தொகைப் பெருக்கத்தால் தோன்றிய லாபங்கள் கைக் கெட்டாமல் வீணாவதை மறுபக்கத்தில் பார்க்கலாம். எனினும் இன்னும் முன்னேற வேண்டும் என்றும், தொழில்கள் வளம்பெற்று நாடு விரிவடைய வேண்டும் என்றும், தொழில் வளர்ச்சியில் விரி வடைந்த நாடுகள் பெற்றுள்ள வாழ்க்கைத் தரத்தை அடைய வேண்டும் என்றும் ஏற்பட்டுள்ள துடிப்பைத் தடுப்பது இயலாத தாகும் நல்ல சூழ்நிலையில் வாழ்ந்து போதிய உணவுண்டு நோயற்று இன்புற, முன்னே கூறிய திட்டங்களுடன் நாம் சில எச்சரிக்கைகளையும் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

முன்னேற்றம் என்பது நமக்குத் தானமாகக் கிடைப்பதில்லை. விடாமுயற்சியுடன், விலைமதிக்க இயலாத ஒரு பொது சொத்தினை அடமானம் வைத்தாக வேண்டும். சூழ்நிலையில் காணப்படும் தூய்மைக் குறைவும் (environmental pollution) உயிரினங்களை ஒன்றோடொன்று பிணைக்கும் சமன்பாட்டில் (disturbance of ecological equilibrium) தடுமாற்றமும் இதன் விளைவாக ஏற்படு கின்றன என்றால் அது மிகையாகாது. சூழ்நிலைத் தூய்மைக் குறை வுக்கு இன்று பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் பல இரசாயனப்பொருட்களுக்கு ஒரு பங்கு உண்டு என்பதை அறைந்து கூறவும் வேண்டுமா?

2. இன்றைய வாழ்க்கைப் போக்கில் இரசாயனப் பொருட்களின் ஆதிக்கம் :

நாடு விரிவு அடைய மக்கள் வாழும் முறையும் மாறி மாறி வருவது கண்கூடு. இரசாயனத் தொழில் நுட்பம் (Chemical technology) ஈன்றெடுத்த வழிகளையும் கருவிகளையும் பயன்கொண்டு பல நவீனப் பொருட்களை இன்று நாம் படைக்கின்றோம். முன் னாளில் நாம் கண்டிராத பல இரசாயனப் படைப்புக்கள் நம்முடைய தற்போதைய அன்றாட வாழ்க்கையில் இடம்பெற்றுள்ளன.

1. செயற்கை நூலால் (synthetic fibre) செய்த டெரிலீன், பாலியெஸ்டர் துணி வகைகள்.

2. சிறு குழந்தைகளுக்குக் கட்டப்படும் ஜெட்டி(Diaper), பால் ஊட்டும் புட்டி, தண்ணீர் சேமிக்கப் பயன்படும் பாட்டில், ஊறுகாய், எண்ணெய், மருந்து மாத்திரைகள் முதலியன வைக்கும் டப்பாக்கள், பால் விற்கும் பாலிதீன் பை, நீர்

பாய்ச்சும் குழாய்கள் எனப் பல வடிவங்களில் பயன்படும் பிளாஸ்டிக் பொருட்கள்.

3. எண்ணற்ற செயற்கை மருந்துகள், கிருமி, பூச்சிநாசினிகள் (germicide, insecticide), துணி வெளுக்க டிடர்ஜென்ட் (detergent), மனம் வெளுக்க ட்ரான்குலைசர் (tranquilizer) குளிகைகள்.

4. நிலவளத்தைப் பெருக்கச் செயற்கை உரங்கள் (chemical fertilizers), பழச்சாற்றைப் பல காலம் காக்க உதவும் பதன முறைகள் (preservatives), அப்பளம் பொரிக்கும் எண்ணெய் 'காறாமல்' இருக்க ஆண்டிஆக்சிடன்ட் (antioxidant).

5. இனிப்புப் பர்ப்பியும், ஜிலேபியும், காராப் பூந்தியும், புலாலும் பல நிறங்களுடன் கண்ணைப் பறிக்கச் செய்யும் செயற்கைச் சாயங்கள் (synthetic food colours).

இவ்வாறு நம் தினசரி வாழ்வில் பயன்படும் இரசாயனப் பொருட்களை அடுக்கிக்கொண்டே போகலாம்! பத்து லட்சத்திற்கும் மேற்பட்ட இரசாயனப் பொருட்கள் தற்போது பயன்பாட்டில் உள்ளன. பத்தாயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட இரசாயனப் பொருட்கள் பல டன் அளவில் உற்பத்தியாகிப் பூமண்டலத்தில் உயிர் நிலைக்க அவசியமான சுற்றுவட்டாரத்தில் பரவி, சூழ்நிலையின் தூய்மையைக் கெடுக்கின்றன.

3. சூழ்நிலைக் கூறுகள் :

ஆகாயம், நீர்த்தடம், நிலப்பரப்பு இவைதாம் சூழ்நிலையின் முக்கியக் கூறுகள். இக்கூறுகள் ஒன்றோடொன்று கூட்டுறவு கொண்டிருப்பது படம் ஒன்றில்(பக்கம் 349) விளக்கப்பட்டுள்ளது உயிரினங்கள் தாவர இனங்கள், கனிப் பொருட்கள் யாவையும் தொடர்புடன் வாழச் சுற்றுப்புறத்தில் சமநிலை பரவ வேண்டும். இந்தச் சூழ்நிலையின் நடுவே தன் ஆதிக்கத்தைச் செலுத்திச் சுயநலனைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள வேண்டுமென்றால், தவிர்க்கமுடியாத சில பொறுப்புக்களை மனிதன் ஏற்றுக்கொண்டு தன் கடமையை நிறைவேற்ற வேண்டும். ஏனைய உயிரினங்கள் பரிணாமத்தில் அமைந்த தத்தம் பாரம்பரியக் குணப்படி அளவோடு பெருகிச் செயலாற்ற அவற்றிற்கு வேண்டிய வசதிகளைச் செய்வது மனிதனின் பொறுப்பு.

நிலப்பரப்பில் ஊர்ந்தும் நடமாடியும், நீரில் நீந்தியும், நீல வானில் பறந்தும் உயிர் வாழும் இனங்கள் அடியோடு அழியாமல் பார்த்துக் கொள்வது இன்றைய மனிதனின் கடமைப் பட்டியலில் முதலிடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

உயிர் நிலைக்க அடிப்படையான ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன், ஹைட்ரஜன், பாஸ்பரஸ், சல்பர் போன்ற தாதுக்கள் சூழ்நிலை உறுப்புக்களின் உதவி பெற்று முடிவில்லாத புனர்ஜனன சக்கரத்தில் சுழலுகின்றன (continuous recycling of life supporting elements). பூமியில் நீர்ப்பரப்பிலும், நிலப்பரப்பிலும் வாயு மண்டலத்திலும் கோளாறுகள் தோன்றினால் இந்தப் புனர்ஜனன சக்கரம் சுழலுவதில் தடைகள் காணப்படும். மனிதன் உட்பட எண்ணற்ற உயிரினங்களைக் கொண்ட உயிர் மண்டலம்(Biosphere) சமநிலையில் துலங்க, கதிரவனின் ஒளியும் வெப்பமும் செடிகொடிகள்மேல் அளவுடன் பதிந்து பல இரசாயன மாற்றங்களை இயக்க வேண்டும்.

பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் நிகழ்ந்த தொழில் புரட்சியால் (Industrial Revelution) இதுகாறும் மனித வரலாற்றில் காணாத தொழில் வளர்ச்சி உண்டாயிற்று. விரிவடைய வேண்டும், முன்னேற வேண்டும் என்ற தூண்டுதலால் கடந்த நூற்றைம்பது ஆண்டுகளில் பல விரிவாக்க முயற்சிகளில் ஈடுபட்டுள்ளது மனித இனம். மண்ணுக்குள் ஒளிந்து கிடக்கும் நிலக்கரியை வெளியிலே கொண்டுவந்து இயந்திரங்களை இயக்குகிறான் மனிதன். நிலக்கரிகளைப்(minerals) பதம் செய்து இராட்சச இயந்திரங்களைப் படைத்தான் மனிதன். ஏழ்கடலில் கப்பலோட்டவும், வான்பரப்பில் விமானத்தைச் செலுத்தவும், தொழிற்சாலைகளில் இயந்திரம் இயக்கவும் தேவைப்படும் எரிசக்திக்காகக் கடலைத் தோண்டிப் பெட்ரோலியம் எண்ணெயை எடுத்தான். நீர்வீழ்ச்சிகளைத் தடுத்து அணை அமைத்து மின்சார சக்தியைப் படைக்க வனங்களை அழித்தான். பெருகும் தன்னினத்திற்குச் சோறு படைக்க ஆயிரம் ஆயிரம் வருடங்களாக உழுது உழுது சத்து இழந்துபோன வயல்களில் இரசாயன உரங்களை மலையாகக் குவித்தான். காளானும் பூச்சிகளும் பரப்பும் நோய்களுக்குப் பயிர்கள் இரையாகாமலிருக்க இரசாயன மருந்துகளை வாரி இரைத்தான். இங்ஙனம் தான் முன்னேற்றமடையும் பொருட்டு மேற்கொண்ட செயல்கள் தனக்கே வினையானதைக் கண்டு கதிகலங்கிப்போயிருக்கிறான் இன்றைய மனிதன்.

4. இரசாயனங்களும் நச்சுப் பொருட்களும் :

அளவுக்கு அதிகமானால் அமுதமும் நஞ்சாகலாம் என்பது ஆன்றோர் கண்டறிந்த உண்மை. குறித்த இரசாயனப் பொருளொன்று, சிறு அளவில் இருக்கையில் பிணிதீர்க்கும் மருந்தாகவும், பெருமளவில் இருக்கையில் பிணமாக்கும் கொடிய நஞ்சாகவும் இருதலைக் கொள்ளியாக முரணான செயல்களை நிகழ்த்துகின்றது. ஒரு பக்கம் மருந்தாகவோ மறுபக்கம் நஞ்சாகவோ மாறும் தன்மையை அடிப்படையாக வைத்து, இரசாயனங்களை, நச்சற்றது (non-toxic), நச்சுடையது (toxic) எனும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். நச்சுடைய பொருட்களை, சிறு அளவில் நச்சுடையது (mildly toxic), பெருமளவில் நச்சுடையது (Higly toxic) எனும் இரு துணைப் பிரிவுகளாகவும் பகுக்கலாம்.

மனிதகுலம் நோயற்ற வாழ்வுடன் இன்பமெய்தச் செயற்கை மருந்துகளைக் கண்டுபிடிப்பதிலேயே தம் உயிர்நாட்களை முழுவதும் கழித்த பால் எர்லிக்(Paul Ehrlich) இருபதாவது நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் செயற்கை இரசாயன விஞ்ஞானத் துறையில் (Sinthetic Organic Chemistry) ஒரு புரட்சியைத் தொடங்கினார். குறியை நேராகத் தாக்கும் துப்பாக்கி விடுக்கும் குண்டைப்போல் கிருமிகளை நேராகத் தாக்கும் ப்ரோன்டோசில் போன்ற மருந்துகளைப் பயன்படுத்தும் முறையே இந்தப் புரட்சியின் நோக்கம். சல்பணமைடு போன்ற கந்தக மருந்துகள் சல்வர்ஸான் போன்ற ஆர்சனிக் மருந்துகள், குளோரோக்சின் போன்ற குளோரின் மருந்துகள், பெனிசிலின், ஸ்ட்ரெப்டோமைசின், குளோரமைசின், டெராமைசின் போன்ற ஆண்டிபையாட்டிக் இனங்கள் என எண்ணற்ற ஆயுதங்களை விடுத்துக் கிருமிகளாலும் பூச்சிகளாலும் தோன்றும் நோய்களுக்கெதிராகப் போர் தொடுத்து அதில் வெற்றியும் கண்டான் மனிதன். ஆனால் வெற்றியுடன் சில தோல்விகளும் ஏமாற்றங்களும் உண்டாகி அவன் பூரிப்படையவிடாமல் செய்துவிட்டன. சில காலத்திற்குள் நோயை ஏற்படுத்தும் கிருமிகள் தமக்கு எதிராகத் தொடுக்கப்பட்ட மருந்துகளை எதிர்த்து இனப்பெருக்கம் செய்து கொள்ளும் எதிர்வல்லமையைப் பெற்றுக்கொண்டன. ஆண்டிபயாட்டிக் மருந்துகள், குடல் நோய்களைத் தூண்டும் நச்சுக் கிருமிகளை அழித்ததுடன், வைட்டமின் அமினோ அமிலம் போன்ற உணவுச் சத்துக்களை நல்கும் குடலில் உருவாகும் நஞ்சற்ற கிருமிகளையும் அழித்தன.

குடல் நோய்க்கு உட்கொண்ட செயற்கை மருந்து இரத்த அழுத்தத்தின் உயர்நிலையை மீண்டும் உயர்த்தலாம்; இருதயத்தின் இயக்கத்தைப் பாதிக்கலாம். இருதய நோயைத் தீர்க்க உட்கொள்ளும் செயற்கை மருந்து, மூளையின் இயக்கத்தைப் பாதிக்கலாம். மற்றும் சில மருந்துகளைப் பல நாட்கள் உட்கொண்டால் புற்றுநோய் ஏற்படலாம். மசக்கை மருந்து கர்ப்பப்பையில் வளரும் குழந்தையைப் பாதிக்கலாம். இவ்வாறு எத்தனையோ எதிர்பாராத உடல்நலக் கேடுகள் நேரிடுகின்றன.

இரண்டாவது உலகப் போரில் மூட்டைப் பூச்சிகளால் உண்டாகும் ஸ்கரப் பனியைத் தவிர்க்க டி.டி.டி. (D.D.T.) எனும் செயற்கை இரசாயனம் பெருமளவில் கையாளப்பட்டது. மலேரியாவை ஏற்படுத்தும் கிருமிகள் குடியிருக்கும் கொசுக்களை அழித்து மலேரியா தோன்றாமல் செய்யவும் டி. டி. டி. உதவுகின்றது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உலகப் போருக்குப்பின் மலேரியா பரவியிருக்கும் நாடுகளில் டி.டி.டி. டன் கணக்கில் விநியோகிக்கப்பட்டது. நோயை உண்டு பண்ணி மனிதனைத் துன்பப்படுத்திய கொசுக்களும் ஈக்களும், செடி கொடிகளிலும் தானியங்களிலும் நோயுண்டாக்கும் காளான்களும் பூச்சிகளும் எதிர்த்துப் போராடும் திறனைக் காண்பித்தன. இத்துடன் எதிர்பாராத ஒரு விளைவும் ஏற்பட்டது : பறவைகளின் எண்ணிக்கைக் குறைந்தது; மீன் உற்பத்தியும் குறைந்தது; செடி கொடிகளின் வளர்ச்சியில் குறைபாடுகள் காணப்பட்டன; உயிரினங்களை ஒன்றோடொன்று பிணைக்கும் இயற்கைச் சமன்பாட்டிலும் சமநிலை குறைந்தது.

5. இரசாயனங்களும் ஆரோக்கியமும் :

மனம், ஆத்மா எனும் இரண்டு பௌதிகத்திற்கு அப்பாற்பட்ட தன்மைகளை எடுத்துவிட்டால் மனித உயிரில் எஞ்சுவது அவன் உடல் ஒன்றே! அவன் உடல் கூண்டைத் தாங்கும் தசைநார்களும் நரம்புகளும் எலும்புகளும், விஞ்ஞானக் கண்ணிற்கு இரசாயனப் பொருட்களைப் பிரித்து எடுக்கப்பட்ட இரசாயன சக்தி அவன் உடலை இயக்குகின்றது. உட்கொள்ளும் உணவும், சுவாசிக்கும் காற்றும் பல இரசாயன மாற்றங்களால் திரிபுபெற்று உடலுறுப்புக்களாகவும், இரத்தமாகவும், அண்டமாகவும், பீஜமாகவும் அமைகின்றன. மனிதனின் இனவளர்ச்சிக்கு ஆதாரமளிப்பது அவனுடைய ஜீனில்(Gene) அடங்கிய டி. என். ஏ. ஆகும். உயிருக்கு அடிப்

படையான செயல்களனைத்தையும் தூண்டுவது என்சைம் (enzyme) என்ற புரதப் பொருட்கள். உடலுறுப்புக்களை நிருவகிக்க நரம்புகள் அனுப்பும் கட்டளைகள் இரசாயன மாற்றத்தால் தோன்றும் மின்சாரச் சக்தியை நம்பியுள்ளன.

உயிர் நிலைப்பதற்குத் திட்டப்படியும் ஒழுங்கு முறையிலும் அமைந்து இயங்கும் மேற்கூறிய இரசாயன மாற்றங்களின் போக்கையும் குறியையும் சூழ்நிலையில் காணும் இரசாயனப் பொருட்கள் மாற்றக்கூடிய வல்லமையுடன் அமைந்துள்ளன. அவ் இரசாயனப் பொருட்கள் நச்சுடையவையெனில் உடலியக்கத்தில் தடுமாற்றம் ஏற்பட்டு உடல்நலம் குன்றிவிட நேரலாம். விடப் தீண்டி இன்னலுற்று உயிர்போனால் அந்த நிகழ்ச்சி அதிர்ச்சியைத் தருகின்றது. ஆனால் நச்சுடைய சில இரசாயனப் பொருட்கள் உடலுக்குள் புகுந்து பல வருடங்களுக்குப் பின்னரே தம் விளைவுகளை வெளித்தோன்றச் செய்கின்றன. இன்று நம் சுற்றுப்புறச் சூழலில் பரவியிருக்கும் பல இரசாயனங்கள் இந்த வகையைச் சேர்ந்தவை. மனிதன் வேலை செய்யும் சுற்றுப்புறத்திலும் வாழும் சூழலிலும் காணும் மாசுப் பொருட்கள் (pollutants) நம் உடல்நலத்தை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதைப்படம் இரண்டிலும் மூன்றிலும் காணலாம் (பக்கம் 350, 351).

6. நச்சுப்பொருளாராய்ச்சி :

நச்சுப்பொருளாராய்ச்சியின் முக்கிய நோக்கங்களாவன :

1. இரசாயனப் பொருட்கள் உற்பத்தியாகும் தொழிற்சாலைகளிலும், இரசாயன உரங்களையும் பூச்சி மருந்துகளையும் பயன்படுத்தும் விவசாயத் தொழிலிலும் ஈடுபட்டவர் தம் உடல் நலனைத் தொடர்ந்து நவீன மருத்துவ முறைப்படிப் பரிசோதனை செய்து சிகிச்சை வழிகளையும் நிவாரண வழிகளையும் கண்டுபிடிப்பது.

2. நம் நாட்டின் பல்வேறு பாகங்களில் காணப்படும் கால நிலைக்குத் தகுந்தபடியும், உணவு முறை, அன்றாட வாழ்க்கை முறைகளுக்குத் தகுந்தபடியும், உடல் நலம் குன்றாமல் மனிதன் எந்த அளவிற்கு மாசுப் பொருட்களுடன் உறவு கொள்ளலாம் என்று நிருணயித்துத் தேசிய வரம்பு அளவுகளை (National threshold limit values) நிச்சயப்படுத்துவது.

3. தேசிய வரம்பு அளவுகளை நிச்சயிக்கச் சூழ்நிலை மாசுப் பொருட்களின் முன்னுரிமைப் (Priority) பட்டியல் ஒன்றைக் கூடிய விரைவில் தயார் செய்வது.

4. நீர், நிலம், ஆகாயம் எனும் சூழ்நிலை உறுப்புக்களில் உலவும் மீன், தவளை, எலி, பன்றி, முயல், குரங்கு, கோழி, புறா போன்ற தக்க உயிரினங்களைப் பயன்படுத்திக் குறிப்பிட்ட ஒரு மாசுப் பொருளைச் சுவாசிக்க வைத்தோ, உட்கொள்ள வைத்தோ, உடலில் தேய்க்க வைத்தோ அதனால் விளையும் மாற்றங்களை நவீன ஆராய்ச்சிக் கருவிகளின் உதவியால் மெய்ப்பிப்பது.

5. குறித்த ஒரு சூழ்நிலை மாசுப்பொருள் எவ்வாறு தன் இன்னலை வெளிப்படுத்துகின்றது என்பதை மூலக்கூற்று நிலையிலிருந்து (molecular level) மொத்த உடல்நிலை வரை (organisms level) ஆராய்வது.

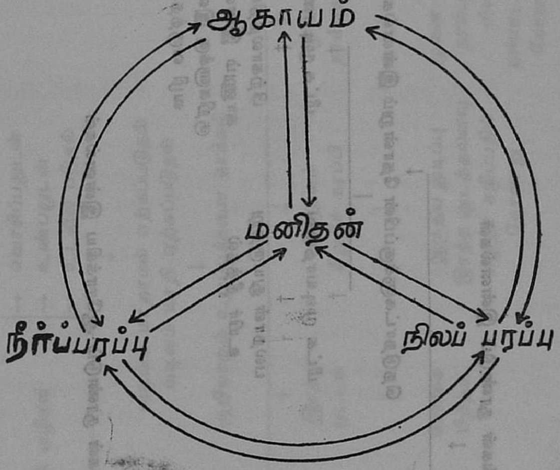
6. கருத் தரித்திருக்கும் காலத்திலும், கருப்பையில் வளரும் கருவிலும், சிறுகுழந்தைப் பருவத்திலும், முதுமையிலும் தோன்றக்கூடும் அறிகுறிகளை முன்னதாகவே காணத் தகுந்த முறைகளை அமைப்பது.

7. மனித இனத்திற்கே உரியதான பரம்பரை நிலவி, வாழையடி வாழையென மனிதகுலம் சீருடன் நிலைக்க, சூழ்நிலை மாசுப் பொருட்கள் மனித இனப் பொருளான குரோம சோம்களை (chromosomes) தீண்டாமல் பாதுகாத்தற்குரிய முறையைத் தேடுவது.

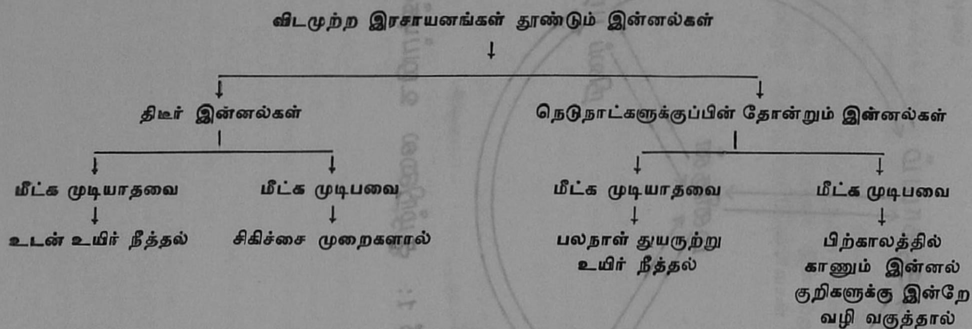
8. சூழ்நிலையை அசுத்தம் செய்யும் மாசுப் பொருட்களின் உற்பத்தி, பரிணாமம், காற்று மண்டலத்தில் அவை பரவும் வழி போன்றவை ஆராயப்பட்டு, அதன் விளைவாக, நச்சற்ற இரசாயனப் பொருட்களைக் கைமாறாக உற்பத்தி செய்து இரசாயனத் தொழிலாக்கத்தில் புரட்சியைத் தூண்டுவது.

7. முடிவுரை :

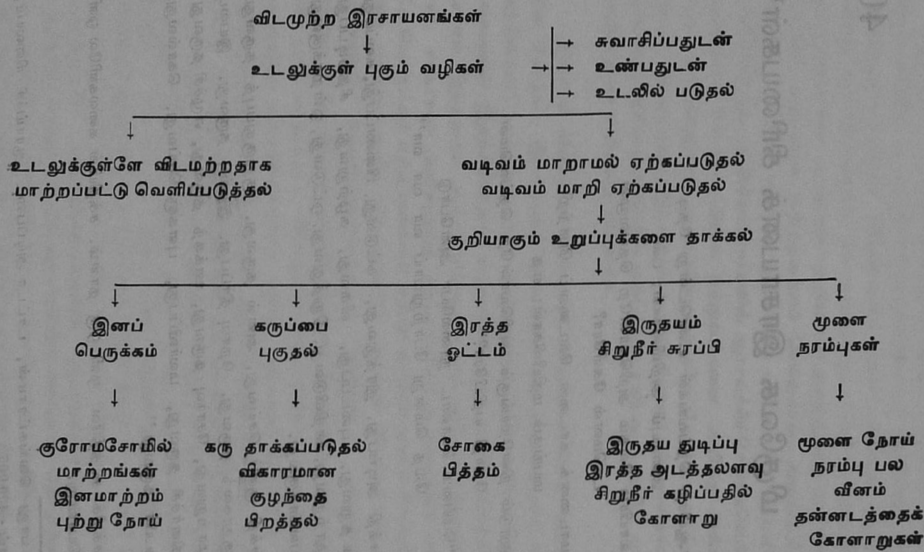
நெருப்பைக் கண்டு நடுங்காமல் அதைக் கட்டுப்படுத்தித் தன் நலனுக்காகப் பயனாக்கிக் கொண்டதே மனிதனின் முதல் வெற்றி எனலாம். அதுபோல நெருப்பிற்கு நிகரான நச்சுடைய இரசாயனங்களைக் கட்டுப்படுத்திச் சூழ்நிலை கெடாமல் மனித குலமும் அவனுடன் தொடர்புகொண்ட உயிரினங்களும் இன்புற்று நெடுநாள் வாழும் வழியை மனிதன் தேடிக் கண்டுகொள்வான் என்பதும் திண்ணம்.



படம் 1: சூழ்நிலை உறுப்புக்கள்



படம் 2: விடமுற்ற இரசாயனங்கள் தூண்டும் ஆரோக்கிய இன்னல்கள்



படம் 3 : விஷமுற்ற இரசாயனங்கள் தூண்டும் பற்பல இன்னல்கள் ஆரோக்கியத்தை குலைத்தல்

40

மிகுவேக இரசாயனக் கிரியைகள்★

"ஆயிரந் தெய்வங்கள் உண்டென்று தேடி
அலையும் அறிவிலிகாள்; பல்
லாயிரம் வேதம் அறிவொன்றே தெய்வமுன்
டாமெனல் கேளீரோ?
மாடனைக் காடனை வேடனைப் போற்றி
மயங்கும் மதியிலிகாள்; எத
னூடும் நின்றோங்கும் அறிவொன்றே தெய்வமென்
றோதி யறியீரோ?"

"மெய்மை கொண்ட நூலையோ அன்போடு
வேத மென்று போற்றுவாய் வா வா வா"

"சக்தி அடிப்பது, துரத்துவது, கட்டுவது, பிணைப்பது, கலப்பது, உதறுவது, புடைப்பது, வீசுவது, சுழற்றுவது, சிதறடிப்பது, தூற்றுவது, ஊதிவிடுவது, நிறுத்துவது, ஒட்டுவது, ஒன்றாக்குவது, பலவாக்குவது.

சக்தி குளிர் செய்வது, அனல் தருவது, குதுகுதுப்புத் தருவது, குதூகலந் தருவது, நோவு தீர்ப்பது, இயல்பு தருவது, இயல்பு மாற்றுவது, சோர்வு தருவது, ஊக்கந் தருவது, எழுச்சி தருவது, கிளர்ச்சி தருவது, மலர்விப்பது, புளகஞ் செய்வது, கொல்வது, உயிர் தருவது."

"சக்திக் கூத்திலே ஒளி ஒரு தாளம். சக்தியின் கலைகளிலே ஒளி யொன்று."

★ திரு பாலு வெங்கட்ராமன், டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிலையம், பம்பாய் - 400 005.

இவ்வாறு பாரதியார் தெய்வமென்று போற்றிய அறிவை அதிகரிப்பதையே கடமையாகக் கொண்டுள்ளனர் அறிவியலாளர்கள். நம்மைச் சூழ்ந்திருக்கும் இயற்கையை நாம் நன்றாக அறிந்தோமானால் அவ்வியற்கையை நம் நலத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம் அல்லது இயற்கையை முழுவதும் அறியாமல் அசுத்தத்தை அதிகரித்துத் தீமையை வளர்க்கும் குற்றத்தையும் செய்யலாம். அனைத்திற்கும் ஞானமே வேண்டும். ஞானம் அதிகரிக்க மனிதனின் தெய்வீகமும் அதிகரிக்கின்றது. அறிவியலாளர்களின் ஆராய்ச்சிச் செயல்களெல்லாம் இயற்கையில் வெளிப்பட்டுள்ள தத்துவங்களை அறிந்து அவ்வியற்கையை நம் நலனுக்குப் பயன்படுத்துவதையே நோக்கமாகக் கொண்டுள்ளன. இக்கட்டுரை, இரசாயன ஆராய்ச்சியாளர்கள் எவ்விதங்களில் இரசாயனக் கிரியைகளின் மிக நுண்ணிய பாகங்களை அறிய முயற்சி செய்கின்றனர் என்பதை விளக்கும்.

இக்கால விஞ்ஞானிகளுள் பலர் மேற்கொண்டுள்ள ஆராய்ச்சிகளின் நோக்கம் இரசாயனக் கிரியைகள் ஏன் நிகழ்கின்றன? எப்படி நிகழ்கின்றன? என்பன பற்றி அறிவதாகும். இரசாயனத் தொழிற்சாலைகளில் இந்நாளில் நாம் காணும் வியத்தகு முன்னேற்றத்திற்குக் காரணம் இத்தகைய ஆய்வுகளிலிருந்து நாம் அறியும் தத்துவங்களே தான். சாதாரண மனிதனுக்கு விஞ்ஞானிகள் உருவாக்கும் பலதரப்பட்ட பொருட்கள் எந்த வகையில் அவன் வாழ்க்கையைச் சீர்ப்படுத்தக் கூடும் என்று அறிய ஆவலுண்டு. ஆனால் வேதியலாளர்களும், இரசாயனப் பொறியியலாளர்களும் குறிப்பிட்ட குணங்களைக் கொண்ட புதிய பொருட்களைக் கற்பனை செய்யவும், மனிதனுக்குப் பயன்படும் பலதரப்பட்ட பொருட்களைப் பற்றிய உற்பத்தி அளவும் குணங்களும் வளர்ச்சியாகலாம் என்று கற்பனை செய்யவும் திறம் படைத்தவர்களாவர். இரசாயன ஆராய்ச்சியின் பலனாக உருவாக்கப்பட்ட விதவிதமான பொருட்கள் நம் நல்வாழ்விற்கு எவ்விதத்தில் உதவுகின்றன என்று நாம் சிந்தித்துப்பார்த்தால் உடனே நம் அறிவியல் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு நன்றி செலுத்தக் கடமைப்பட்டிருக்கிறோம். நம்முடைய ஆடைகளில் பயன்படுத்தப்படும் புதிய செயற்கை இலைகளும் சாயங்களும் (Man made fibres and dyes) விதவிதமான பயன்பாடுகளுக்குக் காரணமான 'பிளாஸ்டிக்' (Plastics) பொருள்களும், தொழிற்சாலைகளின் நடவடிக்கைகளை மிகவும் மாற்றியமைத்த கலைப்பாடுகளும் (alloys). சமையல், தொழிற்சாலையின் உற்பத்தி ஆகியவற்றிற்கு அவசியமான எரிபொருட்களும் (fuels) நம் வாழ்க்கையின் சீர்மைக்குக் காரணமான சில சான்றுகள்.

நம் உடம்பில் நடைபெறும் இரசாயனக் கிரியைகளே நம் உயிர் வாழ்வுக்குக் காரணம். சான்றுகள்: உணவிலிருந்து சக்தி கிடைக்கிறது; உணவின் மூலம் உடம்பின் வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது; உடலுக்குத் தீமை உண்டாக்கும் பொருட்கள் கழிவாகின்றன; பார்வை, நாற்றம், ஊறு, சுவைப்புலன்கள் அமைகின்றன (sence of sight smell, touch and taste). உடலில் நடைபெறும் ஆயிரக்கணக்கான இரசாயனக் கிரியைகளை உடலின் வெப்ப நிலையில் சரியான வேகத்தில் செலுத்த இயற்கை விதவிதமான, என்சைம்களைச் (enzymes) சுரக்கச் செய்திருக்கிறது. இந்த என்சைம்கள் நம் உயிருக்கே காரண மான இரசாயனக் கிரியைகளை ஒழுங்காக நடைபெறச் செய்கின்றன (regulation). மருந்துகளுக்கும், நம் உடலிலுள்ள 'செல்' களுக்கும் (Cells) நடுவே நடைபெறும் இரசாயன இடையீட்டுச் செயலே (Chemical interaction) நாம் உட்கொள்ளும் மருந்தின் பலனுக்குக் காரணம். சூரியக் கதிர்களை உட்கொண்டு, இக்கதிர்களின் சக்தியைப் பயன்படுத்தி நடைபெறும் இரசாயனக் கிரியைகளின் மூலமாகத் தாவரங்கள் தம் உணவை உற்பத்தி செய்கின்றன. இம்முறையை நாம் ஒளிச்சேர்க்கை (Photosynthesis) என்று அழைக்கிறோம். மேற்கூறிய எடுத்துக்காட்டுக்களைப் பார்க்கையில் விஞ்ஞானிகள் விதவிதமான இரசாயனக் கிரியைகளின் அடிப்படைகளை அறிய ஏன் முயற்சி செய்கின்றனர் என்று நாம் அறிகிறோம்.

இரசாயனக் கிரியைகளில் சில மிகவும் தாமதமாக நடை பெறுகின்றன. மிகவேகமாக நடைபெறும் சில கிரியைகள்கூட உண்மையில், மிகவேகமாக நடைபெறும் பல மூலக்கிரியைகளின் கூட்டுச் செயலாக இருக்கலாம். கடந்த இருபது, முப்பதாண்டு களில் வெகுவேகமாக நடைபெறும் கிரியைகளைப் பரிசோதனை செய்ய விஞ்ஞானிகளின் திறமை அதிகரித்திருக்கிறது. மிக வேகம் என்று கூறும்போது அது எம்மாதிரி வேகம் என்று அறிய முதலில் முயற்சி செய்வோம்.

தமிழ் இலக்கணத்தில் உயிரெழுத்துக்களை, அவை உச்சரிக் கப்படும் நேரத்தைக் கொண்டு குற்றெழுத்து, நெட்டெழுத்து என்று இருவகையாகப் பிரிப்பதுண்டு. பிற்காலத்தில் இமை கொட்டும் நேரத்தை மாத்திரை என்று குறிப்பிட்டு அதை ஒரு நேரத்திற்குரிய அளவாக அமைத்தனர். மாத்திரை இப்பொழுது நாம் பயன்படுத்தும் 'வினாடி' (second) க்குப் பெரும்பாலும் சமம். வாழ்க்கையில் ஒரு வினாடியில் நடக்கும் செயல்கள் நமக்கு மிக வேகமாக நடைபெறு

வதாகத் தெரிகின்றன. ஆனால் ஒரு பாத்திரத்திலுள்ள வாயுவைப் பரிசோதனை செய்தால் அந்த வாயுவின் அணுக்களும், மூலக்கூறுகளும் (Molecules) ஒரு வினாடியில் மிகப்பல செயல்களை நிறைவேற்றுகின்றன.

பூஜ்யம் டிகிரி சென்டிகிரேட் வெப்ப நிலையிலும் (Temperature). ஒரு வாயுமண்டல அழுத்த நிலையிலும் (1 atmosphere pressure) உள்ள வாயுவில் ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஒரு வினாடியில் 10^{11} தடவை மற்ற மூலக்கூறுகளோடு மோதுகின்றது (10^{11} = 100000000000). ஆகையால் ஒரு மூலக்கூறு ஒவ்வொரு 10^{-11} வினாடியில் மற்றொரு மூலக்கூற்றைச் சந்திக்கும் (அதாவது ஒரு வினாடியை 10^{11} சம பகுதிகளாகப் பிரித்தால் ஒவ்வொரு பகுதியும் 10^{-11} வினாடியாகும்). மூலக்கூறுகள் இரசாயனக் கிரியையில் ஈடுபட வேண்டுமென்றால், அவை மற்ற மூலக்கூறுகளைச் சந்திக்கவேண்டும் அல்லது தன்னிச்சையாகச் சிதைவுறவேண்டும். இத் தத்துவத்திலிருந்து சில இரசாயனக் கிரியைகளாவது, 10^{-11} வினாடியில் வாயுநிலையில் நடைபெறலாம் என்று அறிகிறோம் விஞ்ஞானிகள் இவ்வேகத்தில் நடைபெறும் மாற்றங்களைப் பரிசோதனை செய்யப் பலவிதமான கருவிகளைச் செய்திருக்கின்றனர். அவர்களின் தேவைக்குத் தகுந்தவாறு விஞ்ஞானிகள், சிறிய அளவு நேரங்களைக் கீழ்க்காணும் முறையில் வரையறை செய்துள்ளனர் :

1 மில்லி வினாடி (1 Milli second)	10^{-3} வினாடி
1 மைக்ரோ வினாடி (1 Micro second)	10^{-6} வினாடி
1 நானோ வினாடி (1 Nano second)	10^{-9} வினாடி
1 பீக்கோ வினாடி (1 Pico second)	10^{-12} வினாடி

இம்மாதிரி வெகு விரைவான இரசாயனக் கிரியைகளுக்குச் சில சான்றுகள்: செடிகளின் இலைகளிலிருக்கும் குளோரோபில் (Chlorophyll) என்ற மூலக்கூறு சூரியக் கதிரை உட்கொண்டு, ஒரு அதிக சக்திவாய்ந்த நிலையை (Exited energy level) அடைகிறது. அதிக சக்தி கொண்ட குளோரோபில் மூலக்கூறு, எலக்ட்ரான் அளிக்கும் மற்றொரு மூலக்கூற்றினைச் சந்தித்து, ஓர் எலக்ட்ரானை அதிகமாகப் பெற்று, நெகடிவ் குளோரோபில் (Chlorophyll) மூலக்கூறாக மாறுகிறது. இந்த மாற்றங்கள் எல்லாம் நடக்கும் நேரம் என்ன? சில நானோ வினாடியே. பிறகு நெகடிவ் குளோரோபில்

மூலக்கூறு, தன் அதிக எலக்ட்ரானை மற்றொரு எலக்ட்ரானை ஏற்கும் (Electron acceptor molicule) மூலக்கூறிடம் இழந்து சாதாரணக் குளோரோபில் மூலக்கூறாக மாறுகின்றது. சூரியக் கதிரின் சக்தியால் நடைபெறும் இந்த எலக்ட்ரான் இடம்மாறும் இரசாயனக் கிரியைகளே (Electron transfer reaction) செடிகளில் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு (Carbon-di-oxide), தண்ணீர் ஆகிய மூலக்கூறுகளின் பங்கேற்புடன் குளுகோஸ் என்ற சர்க்கரையும், பிராண வாயுவும் உற்பத்தி செய்யப்படுவதற்கு மூலகாரணமாக உள்ளன.

கண்ணில் வெளிச்சம் விழுந்தால் ரெடினாவில் (Retina) உள்ள ஒரு 'ரெடினால்' என்ற மூலக்கூறின் அமைப்பு (Structure) மாறுபடுகிறது. இந்த மாறுதலுக்கு சிஸ்-ஸ்ட்ரான்ஸ் ஐசோமெரிசம் (Cis-trans isomerism) என்று பெயர். இந்த அமைப்பு மாறுதல் சில பீக்கோ வினாடிகளில் நடக்கிறது. இது ஓர் அதிசயம் அல்லவா?

இரசாயனக் கிரியைகளுடன் சக்தி மாற்றங்களும் நடைபெறுகின்றன. ஒரு மூலக்கூறை எடுத்துக்கொண்டு அதன் சக்தியை அதிகரித்தால் அந்தச் சக்தி பலவிதத்தில் மூலக்கூறினை மாற்றலாம். வாயு நிலையிலும், திரவ நிலையிலும் மூலக்கூறுகள் ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு வெகு வேகமாகச் சென்றுகொண்டு இருக்கின்றன. சக்தி அதிகமானால் வெப்பநிலை அதிகரிக்கலாம். இதனால் மூலக்கூறுகளின் சராசரி வேகம் அதிகரிக்கும். அளிக்கப்பட்ட சக்தியில் ஒரு பங்கோ அல்லது முழுவதுமோ மூலக்கூறுகளிலுள்ள எலக்ட்ரான்களின் சக்தியை அதிகரிக்கலாம். எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த சக்தி நிலையிலிருந்து அதிக சக்தி நிலைக்கு மாற்றப்படலாம். இவ்வித மாறுதல்களுக்கு அதிக சக்தி வேண்டும். சக்தியின் ஒரு பங்கு மூலக்கூறுகளிலுள்ள அணுக்களின் அந்தோல ஆசைவுகளை (vibrations) அதிகரிக்கலாம். இதற்கு எலக்ட்ரான் சக்தி நிலையினை மாற்றுவதற்குத் தேவைப்படும் சக்தியைவிடக் குறைந்த சக்தியே போதுமானது. மேலும் இதைவிடக் குறைந்த சக்தியைக் கொண்டு மூலக்கூறின் சுழற்சி அசைவுகளை (rotations) அதிகரிக்கலாம். மேற்கூறியவற்றிலிருந்து மூலக்கூறுகள் சக்தியை உட்கொண்டு இரசாயனக் கிரியையைத் தவிர, வேறு பற்பல மாற்றங்களையும் வெளிப்படுத்தலாம் என்று அறிகிறோம்.

மூலக்கூறுகளுக்கு எவ்விதங்களில் சக்தி அளிக்கப்படலாம்? அவைகளின் வெப்பம் அதிகரிக்கலாம்; அவைகளின் சக்தி, வெளிச்சக்

கதிர்களை உட்கொணர்தல் மூலம் அதிகரிக்கலாம்; வெகுவேகமாகச் செல்லும் இதர மூலக்கூறுகளோடு அல்லது அணுக்களோடு மோத லாம்; மின்சாரத்தைக் கொண்டும் சக்தியை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். வெகுவேகமான இரசாயனக் கிரியைகளைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்யும் போது, சக்தியையும் வெகுவேகமாக அளிக்க வேண்டியது அவசியம். சான்றாக ஒருசில மைக்ரோ வினாடிகளில் முடிவடையும் கிரியை களைப் பரிசோதனை செய்ய சக்தியையும் ஒரு சில மைக்ரோ வினாடிக்குள் அளிக்க வேண்டியது அவசியம். இது போல் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் சக்தியை அளிக்கப் பல முறைகளை விஞ்ஞானிகள் தற்காலத்தில் பயன்படுத்துகின்றனர். சக்தியை அளித்த பிறகு ஏற்படும் மாற்றங்களை மைக்ரோ வினாடி நேரங்களில் பரிசோதனை செய்வது மிகவும் கடினம். ஆனால் இதற்கும் பல கருவிகளை விஞ்ஞானிகள் உருவாக்கியிருக்கிறார்கள்.

மூலக்கூறுகளுக்கு அளிக்கப்பட்ட சக்தி இருவித மாற்றங்களை ஏற்படுத்தலாம். ஆனால் எப்பொழுதும் முதலாக நடக்கும் மாற்றம் அதிக சக்தியின் ரூபத்தின் மாற்றங்களே. முன் கண்டதுபோல் எலக்ட்ரான்களின் சக்தியோ (electronic energy), அந்தோல அசைவு களுக்கு வேண்டிய சக்தியோ (vibrational energy), சுழற்சி அசைவு களுக்கு வேண்டிய சக்தியோ (rotational energy) அதிகரிக்கலாம். சக்தியின் மாற்றங்களே முதலில் தோன்றும் மாற்றம். இம்மாற்றங் களைத் தொடர்வதுதான் இரசாயனக் கிரியை. சக்தி மாற்றங்கள் பீக்கோ வினாடியிலிருந்து நானோ வினாடிக்குள் ஏற்படுகின்றன. ஆகையால் சக்தியை உட்கொண்ட நேரத்திலிருந்து ஏற்படும் மாறு தல்களை அறிய வேண்டுமென்றால் பீக்கோ வினாடிகளிலும், நானோ வினாடிகளிலும் பரிசோதனைகள் செய்ய வேண்டும். இரசாயனக் கிரியைகளை மட்டும் அறிந்தால் போதாது; சக்தி மாற்றங்களை அறிய முயற்சி செய்வது, மிகவேகமான இரசாயனக் கிரியைகளின் ஆராய்ச்சி களில் ஒரு பெரிய பகுதியாகும்.

தற்காலத்தில் மிக வேகமான இரசாயனக் கிரியைகள் பற்றிய ஆராய்ச்சி என்றால் ஒரு பீக்கோ வினாடியிலிருந்து ஒரு மில்லி வினாடி வரையில் நடக்கும் இரசாயன மாற்றங்களை ஆராய்ச்சி செய்வது என அறிஞர்கள் முடிவு செய்துள்ளனர். இத்தகைய ஆராய்ச்சி நம் நாட்டில் பல இடங்களில் நடைபெறுகின்றது. எனக்குத் தெரிந்த இடங்களுள் சில: திருச்சியிலுள்ள அறிவியல் நிறைகலைப் படிப்புக்

கழகம் (Centre for Post-Graduate Studies), கல்கத்தாவிலுள்ள வளர் அறிவியல் இந்திய சங்கம் (Indian Association for Cultivation Science), பம்பாயிலுள்ள பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையம் (Bhabha Atomic Research Centre), கான்பூரிலுள்ள இந்தியத் தொழில்நுட்ப நிலையம் (Indian Institute of Technology), பம்பாயிலுள்ள டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிலையம் (Tata Institute of Fundamental Research). பற்பல ஆராய்ச்சி முறைகளைப் பற்றி இனி விளக்குவோம். விளக்கும்போது இம்முறைகள் எவ்விதக் கிரியைகளை ஆராய்ச்சி செய்யப் பயன்படும் என்று காட்டுவோம்.

பாய்ச்சு முறை (Flow Techniques) :

இம் முறையில் இரு திரவங்கள் ('அ'வும், 'இ'யும்) கலப்பாடு செய்யும் ஒரு குமிழிக்குள் (Mixing Chamber) வெகு வேகமாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. கலப்படத்திலிருந்து வெளிப்படும் திரவம் கலப்பிடத்திலிருந்து குறித்த தூரத்தில் பரிசோதனை செய்யப்படும் (படம் 1, பக்கம் 368) பரிசோதனை செய்யப் பெரும்பாலும் வெளிச்சக் கதிர்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பொருளும் குறிப்பிட்ட நிறக் கதிர்களை உட்கொணர்வதால், என்னென்ன பொருட்கள் திரவத்தில் இருக்கின்றன(புதியதோ, பழையதோ), எவ்வளவு இருக்கின்றன என்று அறியமுடிகிறது. உற்பத்தியாகும் பொருட்களையும் (products) அல்லது ஆரம்பப் பொருட்களையும் (reactants) பரிசோதனை செய்தால், திரவங்கள் குழாய்களில் ஓடுகிற விசையிலிருந்து எவ்வேகத்தில் இரசாயனக் கிரியைகள் நடைபெறுகின்றன என்று அறியமுடிகிறது. திரவங்கள் சரிவரக் கலக்க ஒரு மில்லி வினாடியாவது தேவைப்படுமாதலால், இம்மாதிரி ஆராய்ச்சியின் மூலம் ஒரு மில்லி வினாடிக்குள் நடக்கும் இரசாயன மாற்றங்களைப் பற்றி நாம் ஒன்றும் அறிய முடியாது. 1923ஆம் ஆண்டில், இரத்தத்திலுள்ள 'ஹீமோகுளோபின்' பிராணவாயுவை உட்செறிவு செய்யும் வேகத்தை இம்முறையில் கண்டுபிடித்தனர். இதன் மற்றொரு முறை, பரிசோதனைக் குழாய்க்குள் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் திரவத்தைத் திடீரென்று நிறுத்தி, எவ்விதத்தில் பொருட்களின் அளவுகள் மாறுகின்றன என்று கண்டுபிடிப்பது.

வெப்பநிலைக் குதிப்பு (Temperature Jump) :

பல இரசாயனக் கிரியைகள் முற்றுப்பெறாமல் ஆரம்பப் பொருட்களும்(reactants), மாற்றுப் பொருட்களும் (products) சம

நிலையில் (equilibrium) கூடியிருக்கும் நிலைக்கு நாம் சமநிலை (equilibriu n state) என்று கூறுவோம். ஆரம்பப் பொருட்களின் அளவும், மாற்றுப் பொருட்களின் அளவும் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்தது ஆகும். திடீரென்று வெப்ப நிலையை மாற்றினால் புது வெப்ப நிலைக்கேற்ற சமநிலையை அடைய, கூடியிருக்கும் எல்லாப் பொருட்களின் அளவுகளும் மாறியாக வேண்டும். எவ் வேகத்தில், எவ்விதத்தில் புதிய சமநிலையை அடைவதற்குக் காரண மான கிரியைகளின் வேகங்களை அறியமுடியும். இந்த ஆராய்ச்சித் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்த ஐகன் (Eigen) என்ற ஜெர்மன் விஞ் ஞானிக்கு 1967இல் நோபல் பரிசு கிடைத்தது. பொதுவாக மின்னல் போல மின்சாரத்தைக் கிரியை நடக்கும் குமிழிக்குள்(Reaction Chamber) திடீரென்று பாய்ச்சினால் வெப்பநிலை ஒரு மைக்ரோ வினா டியில் மாறிவிடும் (படம் 2, பக்கம் 369). இம்முறையில் ஒரு மைக்ரோ வினாடியைவிட அதிக நேரத்தில் நடக்கும் கிரியைகளையே ஆராய்ச்சி செய்ய முடியும். 'லேசர்' (Laser) கதிர்களைக் கொண்டு வெப்ப நிலையை மாற்றினால் ஒருசில நானோ வினாடிகளில் நடக்கும் கிரியைகளைப் பற்றியும் அறியலாம்.

இவ்விதமான ஆராய்ச்சியினால் பிராணிகளின் உடலிலோ, செல்களிலோ(Cells) நடக்கும் வெகுவேகமான மாற்றங்களைப் பற்றி நாம் அறிந்திருக்கிறோம். 'என்சைம்' (enzyme) என்று அழைக்கப்படுவன உயிருக்கே மூலகாரணமான இரசாயன மாற் றங்களை வெகு துரிதமாக நடத்தி வைக்கின்றன. சாதாரணமாக, இரசாயன ஆய்வுக்கூடத்தில் (Laboratory) மிகத் தாமதமாக நடக் கும் மாற்றங்கள் நம் உடலில் விரைவாக நடைபெறுவதற்குக் காரணம் இந்த என்சைம்கள்தான். இந்த என்சைம்கள் எந்தத் தத்துவத்தைக் கொண்டு உயிருக்கே மூலகாரணமான மாற்றங்களை வேகப்படுத்துகின்றன என்று அறிய விஞ்ஞானிகள் முயற்சி செய்து வருகின்றனர். வெப்பநிலைக் குதிப்பு முறையினால், உடலில் நடக்கும் முழு மாற்றங்களின் மைக்ரோ, நானோ வினாடிகளில் நடைபெறும் சிறு பகுதிகளைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. டாட்டா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் 'லைசோசைம்' (Lyzozyme) என்ற என்சைம் எப்படிச் செல்லின் சுவரை (Cell-wall) முறிக்க உதவி செய்கிறது என்று அறிய முயற்சி செய்துள்ளனர். இம்மாதிரி வெப்பநிலைக்குப் பதிலாக அழுத்த நிலையைத் (Pressure) திடீரென்று மாற்றமுடியும். இம்முறையை அழுத்தநிலைக் குதிப்பு (Pressure jump) என்று கூறுவர்.

அழுத்த நிலையைத் திடீரென்று மாற்ற 'அதிர்ச்சிக் குழாய்' (Shock tube) பயன்படுகிறது. இக்குழாயில் (படம் 3, பக்கம் 369) திடீரென்று ஒரு மெல்லிய தோலை (Diaphragm) ஊசியினால் குத்தினால் ஒரு 'அதிர்ச்சி அலை' (Shock wave) ஆரம்பித்துக் குழாய் முழுவதும் ஒரு மைக்ரோ வினாடிக்குள் அது பரவும். குழாயின் பல பகுதிகளில் பரிசோதனை செய்து மாற்றங்களின் வேகத்தைக் கணிப்பது விஞ்ஞானிகளின் முயற்சியாகும். இம்மாதிரி ஆராய்ச்சிகள் ராக்கெட்டுக்கு வேண்டிய எரிபொருள் (Rocket fuel), வெடி மருந்துகள் (Explosives) ஆகியவற்றை வடிவமைக்க (Design) மிகவும் தேவை. கேளா ஒலி அலைகள் (Ultrasonic waves) வாயுவில் செல்லும்போது, வாயுவின் வெப்பநிலை வெகு விரைவாக ஒருசில மைக்ரோ வினாடிகளில் மாறுவதால், கேளா ஒலி அலைகளைக் கொண்டும் இவ்வித ஆராய்ச்சிகளை நடத்தலாம்.

மின்சாரத்தினால் நடைபெறும் இரசாயனக் கிரியைகள் (Electrochemical Reactions):

மின்சாரத்தினால் நடைபெறும் பல இரசாயனக் கிரியைகள், அமிலம் (acid) கலந்த தண்ணீரில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் ஜலவாயுவும், பிராண வாயுவும் உற்பத்தியாவது எல்லோருக்கும் தெரியும். இதற்குப் பயன்படுவது நேர்மின்னோட்டம் (Direct current). இதற்குப் பதில் மாற்றுமுறை மின்னோட்டத்தைச் (Alternating current) செலுத்தினால், ஒரே இடத்தில் அதாவது ஒரே மின்வாய் (Electrode) அருகில் எலக்ட்ரான்கள் குறைந்த பொருளும், எலக்ட்ரான்கள் அதிகமுள்ள பொருளும் (oxidized and reduced species) என இரண்டு விதமான பொருட்கள் உற்பத்தியாகின்றன. இவ்விரண்டு பொருட்களும் சேர்ந்து ஒரு இரசாயனக் கிரியையில் ஈடுபட்டால், அப்போது ஒரு புதிய பொருள் உண்டாகலாம். இப் புதிய பொருள் அதிகச் சக்தியுடன் பிறந்தால், அது தனது அதிகச் சக்தியை வெளிச்சம் கொடுத்து இழக்கலாம். இதற்கு 'எலக்ட்ரோ கெமிலூமினெசன்ஸ்' (Electro chemiluminescence) என்று பெயர். மாற்றுமுறை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வு எண்ணை (frequency) அதிகரித்தால் ஒருசில மில்லி வினாடிகளிலும், மைக்ரோ வினாடிகளிலும் நடக்கும் மாற்றங்களைப் பற்றி நேராக அறியலாம். இவ்வித ஆராய்ச்சிகளின் ஒரு கிளைக்கு 'சைக்ளிக் வோல்டாமெட்ரி' (Cyclic Voltammetry) என்று பெயர்.

ஒளி படைக்கும் கிரியைகள் (Photolysis) :

ஒளியைப் பயன்படுத்தி இரசாயனக் கிரியைகளை நடத்துவது ஒரு பழைய கதை. இயற்கையில் தாவரங்கள் சூரிய கிரணங்களை உட்கொண்டு உணவை உற்பத்தி செய்வது எல்லோருக்கும் தெரியும். இவ்விதமான, உயிருக்கே மூலகாரணமான கிரியை முன்னே கூறியுள்ள ஒளிச்சேர்க்கையாகும் (Photosynthesis) வெளிச்சத்தினால் கிடைக்கும் சக்தியைக் கொண்டு நடைபெறும் இரசாயனக் கிரியைகளை விளக்கும் இரசாயன இயலுக்கு 'ஒளி இரசாயனம்' (Photochemistry) என்று பெயர்.

ஒளி இரசாயனக் கிரியைகளில், மூலக்கூறு, ஒளிக் கிரணங்களை உட்கொண்டபிறகு அதிகச் சக்தி நிலையை அடைகிறது. ஒளிக் கிரணங்களின் சக்தி அலைகளின் நிறத்தைப் பொருத்தது ஆகும். சிவப்பு நிறத்திற்குக் குறைந்த சக்தி; நீல நிறத்திற்கு அதிக சக்தி. ஒளிக் கதிரின் சக்தியானது மூலக்கூறின் தேவைக்கு ஏற்றபடி இருந்தால், மூலக்கூறிலுள்ள எலக்ட்ரான்கள் கீழ்த்தரத்திலிருந்து (அ) மேல் தரத்திற்கு (ஆ) மாறலாம். மேல் தரத்தில் மிகுந்தநேரம் இருக்க முடியாததால் வெகு விரைவில் கீழ்த் தரத்திற்கோ (அ), அல்லது மற்றொரு நடு நிலைக்கோ (டி) எலக்ட்ரான்கள் மாறும். மேல் நிலையிலிருந்து (ஆ) கீழ்நிலைக்கு (அ) மாறும்போது வெளிப்படும் கிரணத்தின் சக்தியானது முதலில் உட்கொண்ட கிரணத்தின் சக்தியை விடக் குறைந்தது. இத்தகைய ஒளி வெளியீட்டு முறைக்கு 'புளோரெசன்ஸ்' (Fluorescence) என்று பெயர் (படம் 4, பக்கம் 370). சில கற்கள் இம்மாதிரி 'புளோரெசன்ஸ் குழாய்' (Fluorescence tube) மின் விளக்கும் இத் தத்துவத்தைக் கொண்டுதான் ஒளி அளிக்கிறது. அதில், மின்சாரத்தைக் கொண்டு எலக்ட்ரான்களை 'ஆ' போன்ற அதிக சக்தி நிலைக்கு மாற்றி, அவைகள் கீழ்ச்சக்தி நிலைக்கு வரும்பொழுது அளிக்கும் ஒளியே பயன்படுகிறது.

மேல்சக்தி நிலை 'ஆ'விலிருந்து கீழ்சக்தி நிலை 'அ'விற்கு மாறுவதற்கு ஆகும் நேரம் $10^{-8} - 10^{-10}$வினாடி. நடுநிலை 'டி' யிலிருந்து கீழ்நிலை 'அ' விற்கு அதிக நேரத்தில் ($10^{-6} - 10^{-7}$ வினாடி) வெளிச்சம் கொடுத்து மாறும் முறைக்கு 'பாஸ்பாரெசன்ஸ்' (Phosphorescence) என்று பெயர். 'பாஸ்பாரெசன்ஸ்' ஒளியின் சக்தி முதலில் உட்கொண்ட ஒளியின் சக்தியைவிட மிகக் குறைந்தது. 'ஆ' அல்லது 'டி' நிலையில் மூலக்கூறு இருக்கும்போது அந்

நிலையை மூலக்கூறின் கிளர்ச்சி கொண்ட நிலைமை (Molecular Excited State) என்று கூறுவர். மூலக்கூறு, கிளர்ச்சி கொண்ட நிலைமையிலிருக்கும் நேரத்தில் ஒளியைத் தந்து தன் அதிக சக்தியை இழக்காமல் ஓர் இரசாயனக் கிரியையில் ஈடுபடலாம். இவ்வித இரசாயனக் கிரியைகளுக்கு ஆகும் நேரம் $10^{-5} - 10^{-9}$ வினாடியே. ஆகையால் ஒளி படைக்கும் கிரியைகளைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்ய அவாக் கொண்டால் 10^{-5} முதல் 10^{-9} வினாடிக்குள் பரிசோதனை செய்யும் திறமை வேண்டும். இவ்வித ஆராய்ச்சிக்குப் பலவிதமான கருவிகள் தற்காலத்தில் உருவாகியுள்ளன.

மின்னல் ஒளிபடைக்கும் கிரியைகளை (Flash Photolysis) ஆராய்ச்சி செய்யும் முறையின் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்த ஸர் ஜார்ஜ் போர்ட்டருக்கு 1967இல் நோபல் பரிசு கிடைத்தது. ஒரு மின்னல் விளக்கைக் கொண்டு சில நானோ வினாடிக்குள் மிகவும் பளிச்செனும் ஒளி, கிரியைக் குழாயிலுள்ள (reaction tube) பொருட்களுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. இக்கிரணத்தை உட்கொண்டு மூலக்கூறுகள் பலவிதத்தில் அடையும் கிரியைகளைப் பற்றி அறிய, 'மின்னல்' ஒளி முடிந்த பிறகு சில மைக்ரோ வினாடிக்குள் ஒரு குறைந்த பளிச்செனும் பரிசோதனை 'மின்னல் விளக்கு' (இ) பயன் படுத்தப்படுகிறது. கிரியைக் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் ஒளியை 'ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்' (Spectroscope) என்ற கருவியால் பரிசோதனை செய்தால், பரிசோதனை விளக்கின் எந்த நிறக் கதிர்கள் குறைபட்டுள்ளன என்று அறியலாம் (படம் 5, பக்கம் 371). இதைக்கொண்டு இரசாயனக் கிரியைக் குழாய்க்குள் ஆரம்பப் பொருட்களின் அளவு மாற்றங்களையோ, புதிதாக உருவாகும் பொருட்களின் மாற்றங்களையோ அறியலாம். முதல் மின்னல் விளக்குத் தொடக்கத்திற்கும் இரண்டாவது மின்னல் விளக்குத் தொடக்கத்திற்கும் நடுவில் உள்ள தடையை (delay) மாற்றி (சில மைக்ரோ வினாடியிலிருந்து சில மில்லி வினாடி தடை வரை) அத்தடைக் காலத்தில் நடைபெறும் மாற்றங்களை 'ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்' கொண்டு அறிந்தால் நாம் வெகு வேகமாக நடைபெறும் கிரியைகளைப் பற்றி அறிய வாய்ப்புண்டு. இதற்கு, 'காலக் கூறுபாடுள்ள ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோபி' (time resolved spectroscopy) என்று பெயர். இரண்டாவது 'மின்னல்' விளக்கைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்வதற்குப் பதிலாக, மற்ற கருவிகளையும் கொண்டு பரிசோதனை செய்யலாம். மின் கடத்தும் திறனையோ (Electrical conductivity) அல்லது 'எலக்ட்ரான் ஸ்பின் ரெசனன்ஸ்'ஸையோ (Electron Spin Resonance) அளவிடலாம்.

தற்காலத்தில் மின்னல் விளக்கிற்குப் பதிலாக 'லேசர்' (Laser) என்ற விளக்கு பயன்படுகிறது. 'லேசர்' கதிர்களைக் கண்டுபிடித்து அவைகளின் பயன்களை விவரித்த பல விஞ்ஞானிகளுக்கு-டௌன்ஸ் (Townes - 1964), ப்ளொம்பர்கன் (Bleembergen – 1981), ஷாலாவ் (Schawlow - 1981) ஆகியோருக்கு நோபல் பரிசு அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது இந்த லேசர் ஒளி மிகவும் அற்புதமானது. லேசர் ஒளியைத் தொடர்ந்து அளிக்கலாம் அல்லது ஒரு பீக்கோ வினாடி மின்னல் (Pico second flash) ஒளியாகவும் அளிக்கலாம். அவைகளின் வெளிச்சம் மிக அதிகமானதாலும் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் அவைகள் வெகு அதிகச் சக்தியை மூலக்கூறுகளுக்கு அளிக்கக்கூடிய திறமை கொண்டவை. லேசர் ஒளி வேதியல் விஞ்ஞானிகளுக்கு வெகுவேகமான கிரியைகளைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்ய மிகவும் பயன்படுகிறது. இந்த ஒளியை அளவிட மிகவும் வியப்புமிக்க கருவிகளை அறிவியலாளர் உற்பத்தி செய்திருக்கின்றனர். பீக்கோ வினாடிக் காலக் கூறுள்ள (Pico second time resolution) கருவிகளில் ஒன்று 'ஸ்ட்ரீக் காமெரா' (Streak Camera) எனப்படும். லேசரைக் கொண்டு எவ்விதமாக ஆராய்ச்சிகள் செய்கின்றனர் என்பதற்குப் படம் 6 (பக்கம் 370) ஒரு எடுத்துக்காட்டு.

சூரிய ஒளிச் சக்தியைக் கொண்டு மின்சக்தி அல்லது வேறு பயன்படும் சக்தியை உருவாக்க உலகத்தில் பல இடங்களில் ஆராய்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. சூரிய சக்தியைப் பயன்படுத்தும் முறைகளில் ஒன்று அச்சக்தியைக் கொண்டு நடைபெறும் இரசாயனக் கிரியைகள். தாவரங்களைப் போல் நாமும் சூரிய ஒளிச் சக்தியைக் கொண்டு எரிபொருளையோ (Fuel) அல்லது மற்ற பயன்படும் பொருளையோ தயாரிக்க முயற்சி செய்கிறோம். இம் முயற்சிகளுக்கு அடிப்படையான தத்துவங்களை அறிந்துகொள்ள லேசர் ஒளி படைக்கும் இரசாயனக் கிரியைகளில் செய்யப்படும் ஆராய்ச்சிகள் மிகவும் பயன்படுகின்றன. சான்றாக, குளோரோபில் மூலக்கூறு சூரியச் சக்தியை உட்கொண்டபிறகு எவ்விதமான மாற்றங்களை அடைகிறது என்று அறிய லேசர் ஒளியை விஞ்ஞானிகள் பயன் படுத்துகின்றனர்.

கதிர்வீச்சு படைக்கும் கிரியைகள் (Radiolysis) :

சில அணுக்கருவிலிருந்து (atomic nucleus) வெளிவரும் கதிர் வீச்சுக்களை (Radiation) எவரும் அறிவர். இக் கதிர் வீச்சுக்கள்

மிகவும் சக்தி வாய்ந்தவை. ஆகையால் இக் கதிர் வீச்சுக்களைக் கொண்டு உருவாகும் பல இரசாயனக் கிரியைகளுக்கு 'ரேடியாலிசிஸ்' (Radiolysis) என்று பெயர். இக் கதிர் வீச்சுக்கள் ஆல்ஃபா கதிர்கள் (alpha rays), பீட்டா கதிர்கள் (Beta rays), காமா கதிர்கள் (Gamma rays) என மூன்று வகைப்படும். இம்மூன்றினுள் மிகுவேகமான இரசாயனக் கிரியை ஆராய்ச்சியில் மிகவும் பயன்படுவது பீட்டா கதிர்களே. பீட்டா கதிர்களை உற்பத்தி செய்ய நாம் 'எலக்ட்ரான் வான் டீ கிராஃப் வேக வளர்த்தி' (Electron Van de Graff accelerator) அல்லது 'எலக்ட்ரான்லீனியர் வேக வளர்த்தி' (Electron Linear accelerator) போன்ற கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். இக் கருவிகள் அதிகச் சக்தி கொண்ட எலக்ட்ரான்களைச் சில பீக்கோ அல்லது நானோ வினாடிகளில் ஆராய்ச்சி செய்யப்படும் பொருட்களுக்கு ஒரு மின் துடிப்பாகக் (pulse) கொடுக்கக்கூடிய திறமை வாய்ந்தவை. இவ்வகை ஆராய்ச்சிக்கு மின் துடிப்புக் கதிர்வீச்சு படைக்கும் கிரியைகள் (Pulse Radiolysis) என்று பெயர். மின் துடிப்பாக எலக்ட்ரான்களைத் தண்ணீர் கொண்ட கரைசலில் (aqueous solution) செலுத்தினால் அந்த எலக்ட்ரான்கள் முதலில் 'கரைசல் கொண்ட எலக்ட்ரான்களாக' (Solvated electrons) மாறி ஒருசில மைக்ரோ வினாடிகள் வரை நீடிக்கலாம். அதற்குப் பிறகு பற்பல இரசாயனக் கிரியைகளை நடத்தி வைக்கலாம். இவைகளுள் பல மிகக் குறைந்த கால வாழ்வுள்ள பொருட்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. சான்றுகள் : ஹைட்ரஜன் அணு (Hydrogen atom), OH· ராடிகல் (OH· Radical). ஒளி படைக்கும் கிரியைகளை விவரித்த பிரிவில் குறிப்பிட்ட பற்பல பரிசோதனைக் கருவிகள் கதிர்வீச்சு படைக்கும் கிரியைகளின் பரிசோதனைக்கும் பயன்படுகின்றன. ஒளி இரசாயனமும் (Radiochemistry) இயற்கையின் இரகசியங்களை அறிவியலாளர்களுக்குத் தெளிவுபடுத்தியிருக்கிறது.

அணுக்கிரணங்களும் மூலக்கூறுக் கிரணங்களும் (Atomic and Molecular beams) :

மேற்கூறிய முறைகளெல்லாம் கிரியை நடைபெறும் இடத்தி லுள்ள (Reaction zone) பல மூலக்கூறுகள் சேர்ந்து தெரிவிக்கும் மாற்றங்களைப் பரிசோதனை செய்கின்றன. இதற்கு மாறாக ஒவ்வொரு அணுவும் அல்லது மூலக்கூறும் மற்றொரு அணுவை அல்லது மூலக்கூறினைச் சந்தித்தால் என்ன கிரியைகள் நடக்கும் என்பதைப் பரிசோதனை செய்வது இரசாயனக் கிரியைகளின்

அடிப்படைத் தத்துவங்களை அறியத் தேவையாகும். இவ்வித ஆராய்ச்சியினை நாம் அணுக்கிரணங்களையும், மூலக்கூறுக் கிரணங்களையும் பயன்படுத்தி நடத்தலாம். படம் 7 (அ) இல் (பக்கம் 372) காட்டியபடி ஓர் அணு அல்லது மூலக்கூறுக் கிரணம் மற்றொரு அணு அல்லது மூலக்கூறுக் கிரணத்தைச் சந்தித்தபின் அடையும் மாற்றங்களை எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரிசோதனை செய்தால் நாம்இரசாயனக் கிரியைகளைப் பற்றிய பல தத்துவங்களை அறியலாம்அல்லது ஒரு கிரணம் ஒரே இடத்தில் இருக்கும் இரசாயனக் குறியைச் (Chemical target) சந்தித்த பிறகு (படம் 7 (இ) (பக்கம் 372) அடையும் மாறுதல்களை ஆராய்ச்சி செய்யலாம் சந்திப்பு நிகழுமுன் நாம்கிரணங்களில் இருக்கும் அணுக்களின் அல்லது மூலக்கூறுகளின் சக்தி நிலையை (Energy state) நம் விருப்பப்படி மாற்றலாம். வெளிப்படும் பொருட்களின் (products) சக்தி நிலைகளையும் பரிசோதனை செய்தறியலாம். இவ்வாறு தெரிந்த ஒரு சக்தி நிலையிலிருக்கும் ஆரம்பப் பொருட்களிலிருந்து (reactants) உற்பத்தியாகும் பொருட்கள் (products) எந்த சக்தி நிலையிலிருக்கின்றன என்று அறிந்தால் நமக்கு எல்லா இரசாயனக் கிரியைகளுக்கும் அடிப்படையான தத்துவங்கள் தெரியவரும். இவ்வகை ஆராய்ச்சிக்குத் 'தெரிந்த நிலையிலிருந்து தெரிந்த நிலைக்கு மாறும் இரசாயனம்' (state to state chemistry) என்று பெயர். இவ்வகை ஆராய்ச்சி முறை மிகவும் கடினமானது; அதிகச் செலவீட்டுடன்தான் நடத்தப்பெறுவது

இதர வழிகள் :

இதுவரை விளக்கிய முறைகளெல்லாம், ஆரம்பப் பொருளின் அளவையோ அல்லது உற்பத்தியாகும் பொருளின் அளவையோ நேராகப் பரிசோதனை செய்வதை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. இவ்வாறல்லாமல் வேகமாக நடக்கும் கிரியைகளினால் உண்டாகும் மற்ற மாற்றங்களையும் பரிசோதனை செய்யலாம். இதற்கு மிக முக்கியமான சான்று, ஸ்பெக்ட்ராவின் அகலத்தை (spectral width) அளவு செய்வது. இதன் அடிப்படையான தத்துவத்துக்கு 'ஹைசன் பெர்க் நிச்சயமில்லாமைத் தத்துவம்' (Heisenberg uncertainty principle) என்று பெயர்.

ஓர் அணுவின் அல்லது மூலக்கூறின் சக்தி நிலை (Energy level) ஒரு நிச்சயமான சக்தி உள்ளதல்ல. ஒரு சக்தி நிலையின்

நிச்சயமில்லாமைத்தனம் (Energy level uncertainity) அந்தச் சக்தி நிலையில் அணுவாவது, மூலக்கூறாவது எவ்வளவு நேரம் நீடித்திருக்கிறது என்பதைப் பொருத்தது. கிரியையினால் அந்தச் சக்தி மட்டத்தின் வாழ்வு குறைந்தால் சக்தி மட்டத்தின் அகலம் அதிகரிக்கும். 'ஸ்பெக்ட்ரா' எல்லாம், அணுக்களும், மூலக்கூறுகளும் ஒரு சக்தி நிலையிலிருந்து மற்றொரு சக்தி நிலைக்குச் செல்லும் போது வெளியிடும் அல்லது உட்கொணரும் ஒளிச் சக்தியினால் உண்டாவதால் 'ஸ்பெக்ட்ரா' அகலத்திலிருந்து அணுவின் அல்லது மூலக்கூறின் வாழ்வுக் காலத்தைப் (life-time) பற்றி அறியலாம். இந்தத் தத்துவத்தைக் கொண்டு அறிஞர் பலர் பற்பல வேகமான கிரியைகளைப் பற்றி ஆராய்ந்தறிந்துள்ளனர்.

'அணுக்கரு காந்த ரெசனன்ஸ்'(Neclear Magnetic Resonance), 'எலக்ட்ரான் சுழற்சி ரெசனன்ஸ்' (Electon Spin Resonance) என்ற இரண்டு முறைகளும் இத் தத்துவத்தைக் கொண்டு பற்பல கிரியைகளின் வேகங்களை அளவு செய்திருக்கின்றன. இத்தகைய ஆராய்ச்சிகளிலிருந்து உயிருக்கே மூலகாரணமான மிகப் பெரிய மூலக்கூறுகளின் (Biological Macro molecules) பல பகுதிகள் எவ்விதத்தில் அந்தோல அசைவுகள் நிகழ்கின்றன, கிரியைகள் நடக்கும் போது எவ்வேகத்தில் மூலக்கூறுகள் மாற்றமடைகின்றன என்று அறிகிறோம்.

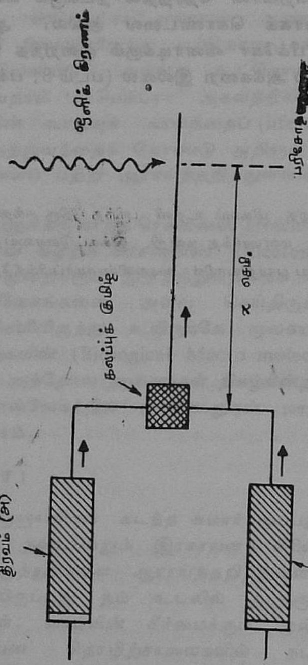
முடிவுரை :

விஞ்ஞானிகள் கடந்த சுமார் முப்பது வருடங்களில் மிகவும் வேகமாக நடைபெறும் இரசாயனக் கிரியைகளைப் பற்றி அற்புதமான கருத்துக்களை ஆராய்ந்தறிந்துள்ளனர். உயிருக்கே அடிப்படையாயிருப்பது நம் உடலில் நடக்கும் பற்பல இரசாயனக் கிரியைகள். வாழ்வின் சீர்மைக்கும், முன்னேற்றத்திற்கும் காரணமாயிருப்பன தொழிற்சாலைகளில் நடத்தப்படும் கிரியைகள்; தாவரங்களின் உணவுக்கு முக்கியமானது, 'ஒளிச்சேர்க்கை' எனப்படும் ஒளி இரசாயனக் கிரியை. இவற்றையெல்லாம் சிந்தித்துப் பார்க்கையில், அறிவியலாளர்களின் தீவிரமான முயற்சிக்குரிய காரணத்தை அறிகிறோம். ஒருசில பீக்கோ வினாடிகளில் நடக்கும் இரசாயன மாற்றங்களையும் இப்போது பரிசோதனை செய்ய முடிகிறது. இதற்கும் குறைந்த நேரத்தில் என்ன ஏற்படும் என்று சிந்தித்தால் ஒரு வியப்பான உண்மை வெளிப்படும். 'ஹைசன்பெர்க்

நிச்சயமில்லாமைத் தத்துவம்' என்ன கூறுகிறது? பீக்கோ வினாடிக்குள் சக்தி நிலை மாறினால், எலக்ட்ரான்களின் சக்தியின் நிச்சயமில்லாமைத்தனம் மூலக்கூறுகளின் இரண்டு அணுக்கள் ஒட்டியிருக்கும் சக்தியை (chemical bond energy) விட அதிகமாக இருப்பதால் பீக்கோ வினாடிக்கும் குறைவான நேரத்தில் நடக்கும் மாற்றங்கள் வேதியியல் அடிப்படையாகக் கொண்டவை அல்ல. ஆகையால் வேதியியலாளர்களுக்குப் பீக்கோ வினாடிக்கும் குறைந்த நேரத்தில் நடைபெறும் மாற்றங்களில் அக்கறை இல்லை (படம் 8, பக்கம் 373).

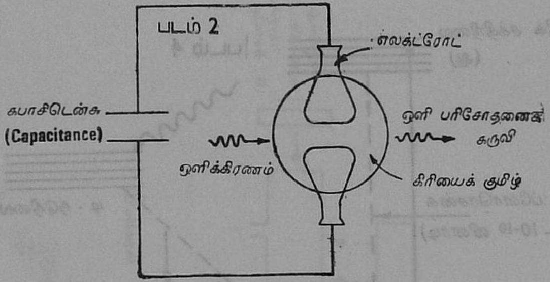
நன்றியுரை :

இக்கட்டுரையை எழுத மிகவும் உதவி புரிந்த திரு சுந்தரேசனுக்கும் திரு சுயம்புநாதனுக்கும் என் மனமார்ந்த நன்றி. இக்கட்டுரையைத் தமிழின் பெருமையை நமக்குக் காட்டிய பாரதியாரின் அடிகளில் சமர்ப்பிக்கிறேன்.

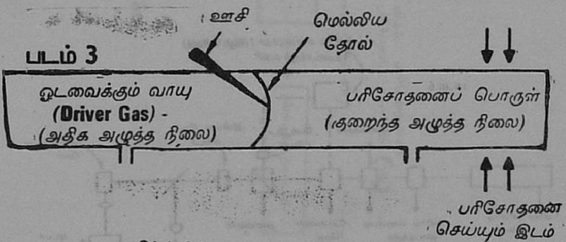


பாய்ச்சல் முறை ஆராய்ச்சிக் கருவி

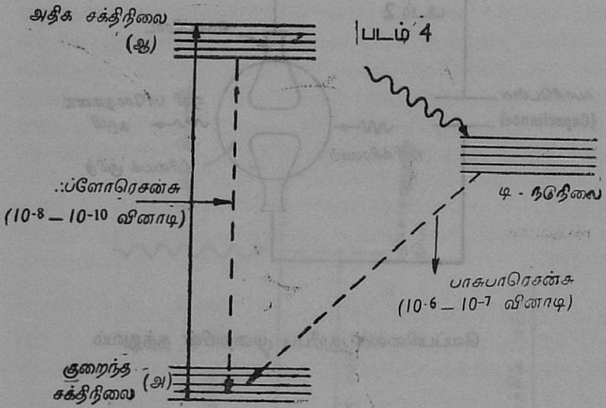
படம் 1



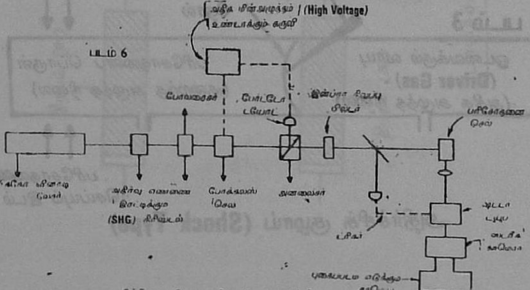
வெப்பநிலைக் குறிப்பு முறையின் தத்துவம்



அதிர்ச்சிக் குழாய் (Shock Type)

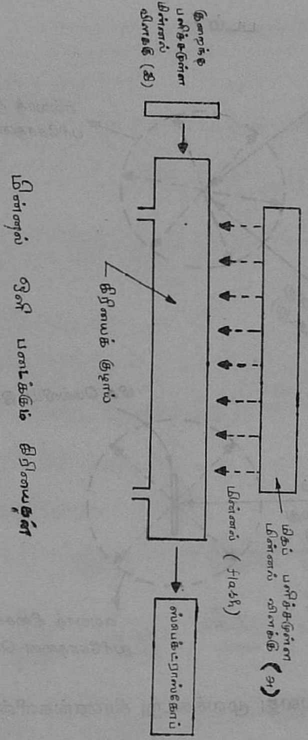


படம் 4



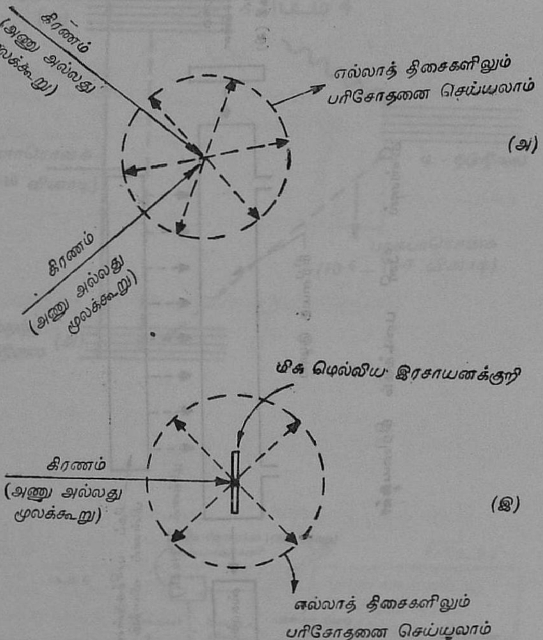
படம் 6

பிக்கோ வினாடி லேசர் ஆராய்ச்சி

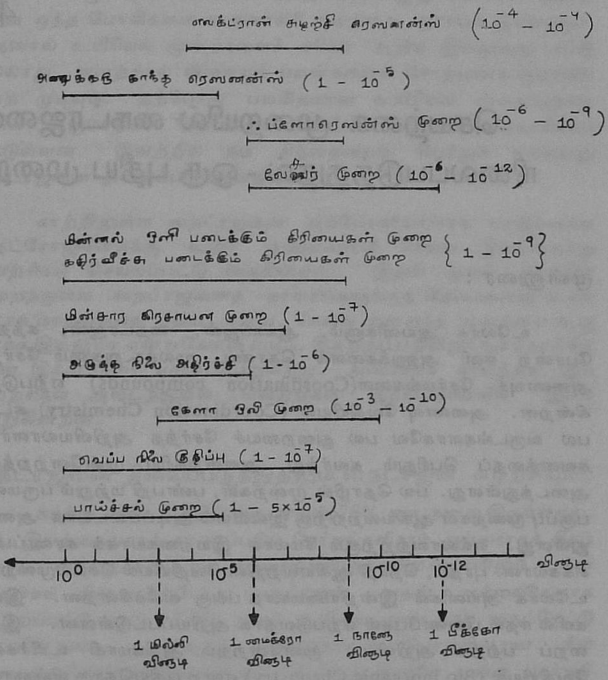

மிகப் பளிச்சமுள்ள மின்னல் விளக்கு (அ)
மின்னல் (flash)
குறைந்த பளிச்சமுள்ள மின்னல் விளக்கு (கி)
ஸ்பெக்ட்ராஸ்கோப்
கிரியைக் குழாய்
மின்னல் ஒளி படைக்கும் கிரியைகள்

படம் 5

படம் 7



அணு அல்லது மூலக்கூறு கிரணங்களின் ஆராய்ச்சி



அதிவேக கிரசாயனக் கிரியைகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி முறைகளின் சுருக்கம்.

படம் 8

41

செயற்கை முறையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் - ஒரு புதிய முறை*

முன்னுரை :

உலோக அயனிகளும், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம் போன்ற ஈனி அணுக்களைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளும் சேர்ந்து அணைவுச் சேர்மங்களை(Coordination compounds) ஏற்படுத்து கின்றன. அணைவு வேதியியல் (Coordination Chemistry) கடந்த பல வருடங்களாகவே பல துறையைச் சேர்ந்த அறிவியலாளர்கள் கவனத்தைப் பெரிதும் கவர்ந்து, அளவிற்கரிய முன்னேற்றத்தை அடைந்துள்ளது. பல தொழில் முறைகள், பண்பறி மற்றும் பருமனறி பகுப்பு முறைகள் ஆகியவற்றிற்கு இவ்வியல் அடிப்படையாக அமைந் துள்ளது. எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக இயற்கையாகக் காணப்படும் சிக்கலான புரதம், நொதி ஆகியவற்றின் வேதியியல் செயல்முறையில் உலோக அயனிகள் இன்றியமையாத பங்கு வகிக்கின்றன. இவை களில் ஈதல் பிணைப்புகள் ஏற்படுவதாக அறியப்பட்டுள்ளன. இவற் றைப் பற்றிய அறிவியல் முன்னேற்றம் அதிகமாகி உயிர்கனிம வேதியியல் (Bio inorganic Chemistry) என்ற புதியதொரு விஞ்ஞானப் புலமே கிளைத்துள்ளது. உயிரியல் முறைகளில் உலோக அயனி களின் இன்றியமையாமையைக் கருதியே வில்லியம்ஸ் என்ற அறி வியலாளர் உயிர்வேதியியலின்(Biochemistry) சொற்பொருள் விளக் கத்தையே மாற்றிக் கூறுவார். உயிர்வேதியியல் என்பது முன்பு அறியப் பட்டதுபோல் வாழும் உயிர்களின் அங்கக வேதியியலல்ல; ஆனால் அவற்றின் அணைவு வேதியியலே.

---

*டாக்டர் மல்லை பழநியாண்டவர், கனிம வேதியியல் துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக்கழகம், மதுரை-21.

உயிர்கனிம வேதியியலின் ஓர் அங்கமே உயிர் ஒப்புப்போலி வேதியியலாகும் (Bio mimetic chemistry) இது உயிரியல் முறைகளை ஒத்த போலிகளை உருவாக்கி அவற்றை ஆராயும் இயலாகும் இதனால் உயிரியல் முறைகளைச் சரிவர அறிய இயலுவது மட்டுமல்லாது, அவற்றால் விளையும் பயன்களைச் சோதனைக் குழாயில் பெற முடியும். தற்போது பலவிதமான உயிரியல் முறைகளுக்கு உரிய உருமாதிரிச் சேர்மங்கள் (model compounds) தயாரிக்கப் பட்டுள்ளன. இவற்றில் நம் சிந்தையைப் பெரிதும் கவருவது நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதாகும்.

காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்றவல்ல நைட்ரோஜினேசுக்கு உயிர் ஒப்புப்போலி செய்ய இடையறாது முயற்சிகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. இதன் மூலம் காற்றில் நிறைந்துள்ள நைட்ரஜனைத் தாவரங்களுக்குத் தேவையான உரங்களாக மாற்றவல்ல புதிய, எளிய, செலவு குறைந்த முறையை உருவாக்க இயலுமா என்ற கேள்வி எழும். இதற்குப் பதிலிறுக்கும் நோக்கில் தான் இக்கட்டுரை எழுதப்பெறுகிறது. அண்மைக் காலத்தில் இம் முயற்சிகள் அடைந்துள்ள வெற்றிகள் இக்கட்டுரையில் இடம் பெறுகின்றன.

நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதலும் நைட்ரஜன் சுழற்சியும் :

காற்று மண்டலத்தில் நைட்ரஜன் 78% கன அளவு இருக்கிறது. இது இயற்கையாகக் காணப்படும் சேர்மங்களிலும் அங்கமாகத் திகழ்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் உள்ள புரதங்கள் மின்னலின்போது லநைட்ரஜன் அதன் ஆக்சைடுகளாக மாற்றப்பட்டு மழை நீரின் மூலம் பூமியை அடைந்து நைட்ரேட்டுகளாகின்றன. அவற்றைத் தாவரங்கள் உட்கொள்கின்றன. சில தாவரங்களின்(leguminous plants) வேர்ப்பகுதிகளில் உள்ள பாக்டீரியாக்கள் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை உறிஞ்சி அம்மோனியாவாக மாற்றுகின்றன. இந்த அம்மோனியாவும் நைட்ரேட்டுகளும் பின் அங்ககச் சேர்மங்களாக மாறுகின்றன. இத் தாவரங்களை இரையாகக் கொள்ளும் உயர்ந்த உயிரினங்கள் இவைகளைச் சிக்கல் வாய்ந்த சேர்மங்களாக்குகின்றன. வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜன் இவ்வாறு நிலைப்படுத்தப்பட்டு, தாவரங்களாலும், மனிதனாலும், விலங்குகளாலும் பயன்படுத்தப்பட்டு மீண்டும் காற்றை அடைவதை நைட்ரஜன் சுழற்சி என்கிறோம். இது கரையக்கூடிய நைட்ரேட்டுகளை விவசாயத்திற்கு அளிப்பதால் மிக இன்றியமையாததாகும்.

செயற்கை முறையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் :

நிலைப்படுத்தப்பட்ட சோடியம் நைட்ரேட்டும், பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டும் இயற்கையில் கனிமங்களாகக் கிடைக்கின்றன. இவை களனைத்தும் காலப்போக்கில் உரங்களாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு விட்டால், செயற்கையில் நைட்ரேட்டுகளை உற்பத்தி செய்வது அவசியமாகிவிடும். காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தப் பல தொழிற்சாலை முறைகள் உள்ளன. அவற்றில் சில, ஹேபர் முறை, சயனமைடு முறை, செர்ப்பெக் முறை போன்றவை.

இவைகளெல்லாம் செலவு அதிகமாகும் முறைகள். எடுத்துக் காட்டாக, மிக முக்கியமான ஹேபர் முறையில் உயர்ந்த வெப்ப நிலையும், அழுத்தமும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே, இயற்கையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் முறையைக் கவனிக்கவேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகிறது. ஏனென்றால், இம்முறையில் நைட்ரோஜினேஸ் என்ற நொதி கடுமையற்ற மென்பதமான நீரிய நிலைகளில், உச்சமற்ற pH மற்றும் வெப்ப நிலைகளில்தான் மந்தமான நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக ஒடுக்குகின்றது. இத்தகைய நொதியைப் போன்ற இருமாதிரித் தொகுதிகளை உருவாக்க முடிந்தால் நைட்ரஜனை மிகக் குறைந்த செலவில் அம்மோனியாவாக மாற்ற இயலும். இம்முயற்சிக்கு நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதில் உள்ள இயங்கு முறையைப் பற்றிய அறிவு இன்றியமையாததாகிறது.

நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் நுண்ணுயிர்கள் :

இணைவாழ்க்கைத் திறமுள்ள(symbiotic) கட்டற்ற பாக்டீரியாக்கள் ஆக்ஸிஜனற்ற சூழலில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டு, குளோஸ்ட்ரிடியம் பாஸ்டீரியானம் (Clostridium pasteurianum) போன்றவற்றிலுள்ள அசடோபாக்டர் (Azotobacter). இணைவாழ்க்கைத் திறமற்ற (asymbiotic) நுண்ணுயிர்கள் தாவரங்களைச் சார்ந்திருக்கையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டு, ரிசோபியம்(Rhizobium) பாக்டீரியா. இவ்விருகை நுண்ணுயிர்களும் நேரடியாகவே நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்றுகின்றன.

முழுச் செல்களைக் கொண்டு ஆராய்ந்ததில் கிடைத்த முடிவுகள் :

பழுதற்ற நுண்ணுயிர்களைப் பயன்படுத்தி நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தச் செய்த ஆராய்ச்சியில் பல முக்கிய உண்மைகள்

புலனாகியுள்ளன. நிலைப்படுத்துவதில் அம்மோனியாதான் முதல் வினைவினைப் பொருள்; ஹைடிரஜன் இதில் ஒரு தடையாக இருந்தது; ஆனால் அதே சமயத்தில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் கூட்டமைப்புகள் நைட்ரோஜினேசைக் கொண்டுள்ளன. நைட்ரஸ் ஆக்சைடு, கார்பன் மானாக்சைடு ஆகியவைகளும் நிலைப்படுத்து தலைத் தடை செய்கின்றன. நிலைப்படுத்துவதற்கு மாலிப்டினம், இரும்பு ஆகியவைகள் இருக்கவேண்டியது மிகவும் தேவை.

செல்களற்ற உறைசத்துகளால் நைட்ரஜனை நிலைப் படுத்துதல்:

குளோஸ்ட்ரிடியம் பாஸ்டீரியானம் உயிரியிலிருந்து பெறப்பட்ட உறைசத்து ஆக்ஸிஜனற்ற நிலையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்து கிறது. இச்சத்தை இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றில் பைருவேட்-வளர்சிதை மாற்றுத் தொகுதியைக் கொண்ட ஹைடிரஜனை அளிக்கும் கூறு (Hydrogen Donating System, HDS) ஹைட்ரோஜினேசைக் கொண்டுள்ளது. மற்றது, நைட்ரஜனைச் செயல்படுத்தும் ஒன்றாகும்(Nitrogen Activating System, NAS). பைருவேட்டின் பங்கு இருவகைப்பட்டது முதலாவது, நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்றுவதற்குத் தேவையான ஹைட்ரஜனை அளிப்பது. HDS தொகுதி ஹீம்அற்ற (non-heme) இரும்புப் புரதமான பெரிடாக்சினைக் கொண்டுள்ளது. பைருவேட்டுக்குப் பதிலாக ஹைடிரஜன் வாயுவையும், ATPஐ உண்டாக்கும் கூட்டுத் தொகுதி யையும் கொண்டு நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தலாம். டை தயோனைட் டையும் எலக்ட்ரான் அளிப்பானாகப் பயன்படுத்தலாம் என்று தற்போது அறியப்பட்டுள்ளது.

நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் தொகுதி ஆக்ஸிஜனால் செயலிழக்கிறது. இதிலுள்ள இரண்டு உலோகப் புரதங்களில் ஒன்று மாலிப்டினம், இரும்பு ஆகியவற்றையும், இரண்டாவது இரும்பை மட்டும் கொண்டுள்ளன. இவ்விரண்டும் தனித்தனியே நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதில்லை. ஆனால் அவைகளை மறுபடியும் சேர்த்தால், மீண்டும் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் திறனுள்ள கூட்டுத்தொகுதி கிடைக்கும். படம் 1இல் (பக்கம் 383) உயிர்வேதியியல் முறையில் நைட்ரஜன் ஒடுக்கப்படுவது காட்டப்பட்டுள்ளது.

இத்தகைய செல்லற்ற நைட்ரோஜினேசுகள் நைட்ரஜனை மட்டுமன்றி அதையொத்த மற்ற சேர்மங்களையும் ஒடுக்குகின்றன.

சான்றாக, அசட்டிலின் ஈத்தேனாக ஒடுக்கப்படுகிறது கார்பன்-மானாக்சைடு ஒடுக்கப்படுவதில்லை; ஆனால் நைட்ரஜன் ஒடுக்கத்தைத் தடை செய்யும். இதிலிருந்து, மற்ற சேர்மங்களைப் போல் இதுவும் நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தப்படும் இடத்துடன் சேரவல்லது என அறியலாம்.

இந்த எல்லா ஒடுக்கங்களின்போதும் ஹைட்ரஜன் வெளியிடப் படுகிறது. இது நைட்ரஜன் ஒடுக்கத்துடன் போட்டியிடுவதால் வெளியாகும் வேகம் குறைவுதான். கார்பன்-மானாக்சைடும் இதைத் தடுப்பதில்லை. ஆனால் கொடுக்கு ஈனிகள் (chelating ligands) நைட்ரஜன் ஒடுக்கத்தையும் ஹைட்ரஜன் வெளியாவதையும் தடுக்கின்றன. அதிலிருந்து ஓர் உலோகம் ஹைடிரைடாக உள்ளதென்றும், மற்றொன்று நைட்ரஜனுடன் சேர்ந்து அதைக் செயல்படுத்துகிறதென்றும் தெரிகிறது. உலோக ஹைடிரைடு நைட்ரஜன் கூட்டுச் சேர்மத்துடன் வினை புரிந்து ஒரு சேர்ப்பினை உண்டாக்குகிறது. மேலும் ஒடுக்கும்போது அம்மோனியா உண்டாகிறது.

$$-\overset{|}{\underset{|}{M}}-H + N\equiv N-\overset{|}{\underset{|}{M}}- \rightarrow -\overset{|}{\underset{|}{M}}-N=\overset{H}{N}-\overset{|}{\underset{|}{M}}-$$

நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதில் உள்ள உயிர்வேதியியல் சிக்கலானதென்றாலும், மேற்கூறிய ஆராய்ச்சி முடிவுகளை ஒட்டி, நைட்ரோஜினேசின் செயல்முறைக்குப் பல முறைவகுப்புகள்(schemes) தரப்பட்டுள்ளன. கீழே தரப்பட்டுள்ள முறைவகுப்பில் இருமைய உலோக இடங்கள் பங்குபெறுவதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 2, பக்கம் 383).

செயற்கை முறையில் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் :

டை நைட்ரஜனின் (N_2)அமைப்பும் வேதியியலும் :

நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதில் உள்ள சிக்கலின் அடிப்படையே அதன் அமைப்பும், வேதியியல் வினைப்படுவதற்கு முன் அதனைச் செயல்படுத்துவதுமாகும். அண்மைக் காலம் வரையிலும் இவ்வாயுவை மந்தமான ஒன்றாகவே கருதிவந்தனர். வீரிய உலோகங்களுடனும், கிரியா ஊக்கிகள் முன்னிலையில் அதிக வெப்ப, அழுத்த நிலைகளிலும்தான் (ஹேபர் முறை) இது வினை புரியும். ஆனால், இதையொத்த, முப்பிணைப்புள்ள அசட்டிலின் போன்ற மூலக்கூறுகள்

எளிதில் வினைப்படுவனவாக உள்ளன. இதற்குக் காரணம் டை நைட்ரஜனின் பிரிகை ஆற்றலும் (224 கி. கலோரிகள், மோல் $^{-1}$), முதல் அயனியாக்கும் ஆற்றலும் ($N+_2$, 15 eV) மிக அதிகமாக இருப்பதுதான். ஆகவே, பிரிகை, ஒடுக்கம் அல்லது ஆக்ஸிஜனேற்றம் ஆகியவை மூலம் நீரிய நிலைகளில் நைட்ரஜனை வினைபுரிய வைப்பது இயலாது.

ஈதல் பிணைப்பின் மூலம் நைட்ரஜனைச் செயல்படுத்துவது இயலும் என்று காட்டப்பட்டுள்ளது. மந்தமான கார்பன்-மானாக்சைடும் ஏராளமான அணைவுச் சேர்மங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இதற்குக் காரணம் இவற்றில் உள்ள σ, π ஆகிய ஈதல் பிணைப்புகள் ஒன்றையொன்று பலப்படுத்துவதுதான் (Synergic effect). இதுபோல கார்பன் - மானாக்சைடை ஒத்த டை நைட்ரஜனும் அணைவுச் சேர்மங்களை ஏற்படுத்தலாம். N_2 வில் உள்ள σ-மூலக்கூறு ஆர்பிட்டல்கள் π ஆர்பிட்டல்களால் மறைக்கப்பட்டு மிகவும் நிலைப்படுத்தப்பட்டுள்ளதால், முன்னதில் உள்ள எலக்ட்ரான்கள் N_2வின் ஒரு பக்கமாக உலோக அயனிகளுடன் குறைந்த அளவே ஈதல் பிணைவுற முடியும். எனினும் வெறுமையான π^* ஆர்பிட்டல்கள் உலோகத்தின் எலக்ட்ரான்கள் உள்ள d- ஆர்பிட்டல்களுடன் π - இணைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இவ்விரண்டு இணைப்புகளால் N_2 வில் உள்ள இரண்டு நைட்ரஜன் அணுக்களும் இடையில் எலெக்ட்ரான் செறிவு குறைந்து N N பிணைப்பு வலிவிழக்கிறது. இந்நிலையில் N_2 எளிதாக வேதியியல் வினைபுரிய ஏதுவாகிறது (படம் 3, பக்கம் 384).

N·N பிணைப்பு வலிவிழப்பதை N_2வின் இராமன் நீட்சி அதிர்வு எண் [$\nu(N\equiv N)$], பெரும்பாலான N_2- அணைமங்களில் 2331லிருந்து 2100 செ.மீ $^{-1}$ (IR அதிர்வு எண்) ஆகக் குறைவதிலிருந்து காணலாம்.

டை நைட்ரஜனின் இடைநிலைத் தனி அணைமங்கள் :

ஆராய்ச்சியாளர் பலர் ஏராளமான N_2- ஈதல் பிணைப்புச் சேர்மங்களைத் தயாரித்துள்ளனர். அலனும் செனோவும் (Allen & Senoff) 1965இல் $[Ru(NH_3)5(N_2)]\times_2$ [$\times$ = Cl, Br, I, BF_4, PF_6] அணைமங்களைத் தயாரித்தனர். இதில் Ru, Os, Mo, Co, Rh, Ir, Fe, Re ஆகிய உலோகங்கள் பல ஆக்ஸிஜனேற்ற நிலைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பல பாஸ்பைன்களும் (R_3P), அமின்களும் ஈனிகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

எ-டு : $[CoH(N_2)(PR_3)_3]$,
$[OsX_2(N_2)PR_3]$ [X = Cl, Br].
சேட் (Chatt) ஆகியோர் $CoH(N_2)(PPh_3)$,
$[Ru(NH_3)_5(N_2)]X_2$ [X=Cl, BF_4], $Co(N_2)(PPh_3)_3$,
$IrClN_2(PPh_3)_2$ ஆகிய அணைமங்களைத் தயாரித்தனர். நைட்ரோஜினேசைப் போன்ற மாதிரிகளும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இம்மாதிரிகளின் ஒரு பொதுவான சிறப்பு என்னவெனில், N_2 இரு உலோகங்களைப் பாலமிட்டு இணைப்பதுதான்.

இன்னும் பல அணைவுச் சேர்மங்கள் கரைசலில் உண்டாவதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்தச் சேர்மங்களிலுள்ள ஈதல் பிணைப்புக் கொண்ட நைட்ரஜனை ஒடுக்கி அம்மோனியாவாக மாற்ற முனைந்துள்ளனர். ஆனால் இதுநாள் வரையிலும் இதில் முழு வெற்றி பெறவில்லை.

நைட்ரேடு உண்டாதல் வழியாக நைட்ரஜனை நிலைப் படுத்துதல் :

ஈதற்சேர்ப்பு ஒடுக்கம்-புரோட்டான் சேர்ப்பு வழியாக நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்ற வெற்றிகரமான முறைகளைக் கண்டறிந்துள்ளதாகக் கடந்த பத்து வருடங்களில் ஏராளமான செய்திகள் வந்துள்ளன. சிலவற்றில், பயன்படுத்தப்பட்ட ஒடுக்கிகளை மறுபடியும் பெறுவதற்கு வழிகளும் கூறப்பட்டுள்ளன. ஆனால் இந்த முறைகளில் அநீரிய நிலைகளும் வலிய ஒடுக்கிகளும்தான் பயன் படுத்தப்பட்டன. டைட்டேனியம் (II) அயனி கரைந்த நிலையில் டைநைட்ரஜனுடன் அணைமம் உண்டாக்கினாலுல், பின்னதை ஒடுக்க வலிய ஒடுக்கிகள் தேவைப்பட்டன. சில நிலைப்படுத்தும் முறைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன:

1. வால்பினும் சூரும்(Volpin and Shur) இடைநிலைத் தனிம ஹேலைடுகளுக்கும், உலோக ஆல்க்கைல்கள் அல்லது ஹைடிரேடுகளுக்கும் இடையில் ஈதர் கரைசலில் நடைபெறும் வினையை நைட்ரஜன் முன்னிலையில் நடத்தினர். இதில் கிடைத்த வினைவினைப் பொருளை நீரால் சிதைவு செய்தபோது அம்மோனியா கிடைத்தது. இதைப் போன்ற ஒரு வினையாவது:

$$(\pi\text{-}C_5H_5)_2TiCl_2 + C_2H_5MgBr \xrightarrow[\text{ஈதர்}]{N_2} \text{வினைவினை பொருள்} \xrightarrow{\text{அமிலம்}} NH_3$$

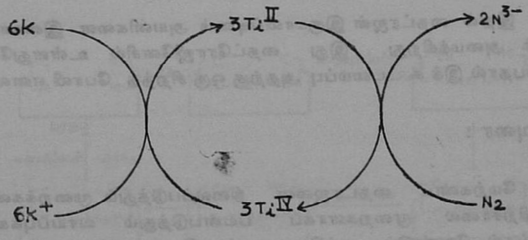
இதில் உள்ள (π-$C_5H_5)_2$ Ti H_2 போன்ற இடைகள் (intermediates) டை நைட்ரஜனுக்கிடையில் செருகி, பின் நைட்ரஜன் ஒடுக்கம் அடைகிறது என்று பிரின்ட்சிங்கர் கூறுகிறார்.

2. டெட்ராஹைட்ரோஃபியூரன் (THF) கரைசலில் உலோக ஹேலைடுகள், லிதியம் நேப்தலைடு போன்ற வலிவான ஒடுக்கிகளுடன் வினைபுரிகிறது. இதில் ஒடுக்கப்பட்ட பொருள் டை நைட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து, உலோகத்திலிருந்து எலக்ட்ரான்களைப் பெற்றுச் சிக்கலான நைட்ரைடுகளை உண்டாக்கும். பின் அவைகளை நீரால் சிதைவு செய்தவுடன் அம்மோனியா வெளிவருகிறது.

$$N_2 \xrightarrow{6e^-} 2N^{3-} \xrightarrow{6H^+} 2NH_3$$

இதில் வெனேடியம் (III) குளோரைடு போன்றவை பயன்படுத்தப் பட்டன.

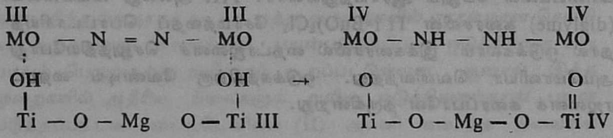
3. வான் டேமலன் (Van Tamelen) இதைப் போன்ற கிரியைகளை மேலும் ஆராய்ந்துள்ளார். THF அல்லது டைகிளைம் (diglyme) கரைசலின் Ti i-BuO)$_2$Cl$_2$ சேர்மத்தைப் பொட்டாசியத்தால் ஒடுக்கலாம். இக்கரைசலில் நைட்ரஜனைச் செலுத்தியபோது அம்மோனியா வெளிவந்தது. ஒடுக்கத்திற்கு வேண்டிய ஹைட்ரஜனைக் கரைப்பானே தருகின்றது.



இவ்வினையில் டைட்டேனியத்திற்குப் பதில் Nb, Zr, W போன்ற உலோகங்களையும் பயன்படுத்தலாம்.

4. ஆக்ஸிஜன் நீக்கப்பட்ட பென்சீன் கரைசலில் (π-$C_5H_5)_2$ Ti, அறை வெப்ப நிலையில் நைட்ரஜனை எடுத்துக்கொள்கிறது. இக்கரைசலில் N_2– அணைவுச் சேர்மங்கள் உண்டாவதாக நிரூபிக்கப் பட்டுள்ளது. இதில் சோடியம் நேப்தலைடைச் சேர்த்துப் பின் அதை நீரால் சிதைவு செய்தால் அம்மோனியா வெளிவருகிறது. இவ் விதமாக வினையை அடிப்படையாகக் கொண்டு டை நைட்ரஜனை அம்மோனியாவாக மாற்றுவதற்குச் சுழல்முறைகளை உருவாக்கி யுள்ளனர். பயன்படுத்தப்பட்ட ஒடுக்கியை மின்னாற்பகுப்பு முறையில் மறுபடியும் பெறலாம். இம்முறையைக் கீழ்க்கண்டவாறு காட்டலாம்:

புரோட்டானுள்ள கரைப்பானில் (Protic solvent) Ti^{3+}, Cr^{2+}, V^{2+} ஆகிய அயனிகள் நைட்ரஜனை ஹைட்ரஜனாக ஒடுக்குகின்றன. இவ்வொடுக்கம் MoO_4^{2-}, $MoOCl_3$ ஆகியவற்றின் முன்னிலையில்தான் நடைபெறும். இதில் Mg^{2+} அயனி PH7 — க்கு மேல் சிறந்த கிரியா ஊக்கியாகப் பங்கு பெறுகிறது. இதைக் கீழ்க்கண்டவாறு காட்டலாம்:

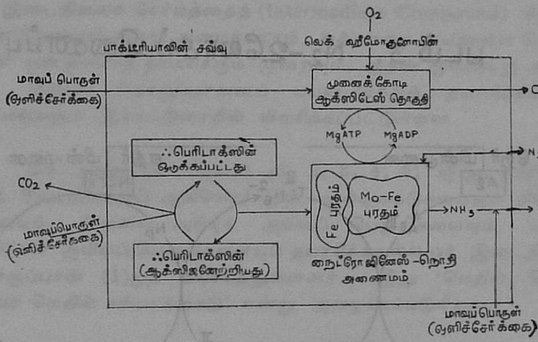


இதில் நைட்ரஜன் இருமாலிப்டினம் அயனிகளை இணைக்கப் பாலம் அமைக்கிறது. இது நைட்ரோஜினேசில் உள்ளதுபோல் இருப்பதால் இக் கூட்டமைப்பு அதற்கு ஒரு சிறந்த போலி எனலாம்.

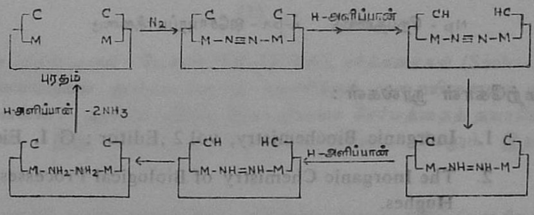
முடிவுரை :

மேற்கண்ட நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் முறைக்களைத் தொழிற்சாலை முறைகளாகப் பயன்படுத்தும் வாய்ப்புக்களை ஆராய்தல் வேண்டும். தற்போதுதான் இயற்கையில் நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தப்படுவதின் செயல்முறையை அறியத் தொடங்கியிருக் கிறோம். இவ்வறிவைக்கொண்டு இதற்குப் புதிய போலிகளை உரு

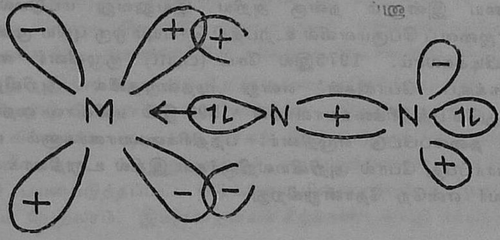
வாக்கும் முயற்சிகள் நடந்து வருகின்றன. இதன்மூலம் இயற்கை முறையை இன்னும் நன்கு அறிய இயலுவது மட்டுமல்லாமல், நைட்ரஜனைப் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்யும் ஒரு புதிய முறையைக் கண்டுபிடிக்கலாம். 1975இல் சேட் (chatt) குழுவினர் 'நைட்ரோ ஜினேசுக்குப் போலிகள்' என்று முதன்முதலில் அறிவித்ததைக் கண்டதுமே பத்திரிக்கையாளர்கள் '1990 இல் மலிவான நைட்ரஜன்' என்று தலைப்பிட்டு எழுதினர். பத்திரிக்கையாளர்களும் மக்களும் எதிர்பார்ப்பது போல் அறிவியலறிஞர்கள் இதில் உறுதியாக வெற்றி பெறுவர் என்றே தோன்றுகிறது.



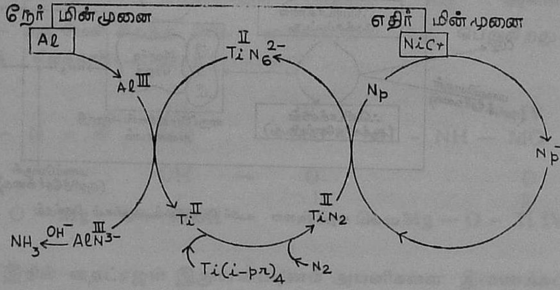
படம்.1. நைட்ரஜனை உயிர் வேதியியல்-ஒடுக்கம் செய்தல்



படம் 2 நைட்ரோஜினேஸ் நைட்ரஜனை அமோனியாவாக மாற்றல்



படம் 3. N_2-உலோகப் பிணைப்பு



Np - நேப்தலைடு   i-pr - ஐசோபுரப்பாக்ஸைடு

மேற்கோள் நூல்கள் :

1. Inorganic Biochemistry, vol.2 ,Editor : G. I. Eichhorn.
2. The Inorganic Chemistry of Biological Processes, M. N. Hughes.
3. Proceedings of XX ICCC, Calcutta, 1979, p. 68.

பயனுள்ள தொகுப்பான்*

பல பயனுள்ள கரிமச் சேர்மங்களைத் தொகுக்கப் பயனாகும் ஓர் இடைநிலைச் சேர்மத்தைத் (Intermediate Compound) தொகுப்பான்(Synthon) என்று அழைக்கலாம். அத்தகைய 'பயனுள்ள தொகுப்பான்' ஒன்றினைத் தயாரிக்கும் முறையும், அதன் மூலக்கூறு அமைப்பும், பின்னர் தொகுப்பானைப் பயன்படுத்தித் தயாரிக்கக்கூடிய சேர்மங்களும் இக்கட்டுரையில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

கே. ஒகுரா (K Ogura) (1, 2, 3, 4, 5) ஜி.ஐ. சுச்சிஹாசி (G.I. Tsuchihasshi) ஆகியோர் பல ஆல்டிகைடுகளையும் கீடோன்களையும், பினைல் அசிடிக் அமிலப் பெறுதிகளையும், மற்றும் அமினோ அமிலப் பெறுதிகளையும் தயாரிக்கவல்ல ஓர் இடைநிலைத் தொகுப்பான் (1)ஐந் தயாரித்துள்ளனர். இது 'மெதில், மெதில் தயோ மெதில் சல்பாக்சைடு' என்று அழைக்கப்படுகிறது.

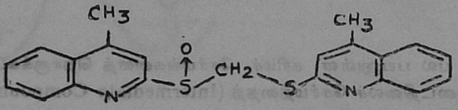
$$\begin{array}{c} O \\ \uparrow \\ H_3C-S-CH_2-S-CH_3 \end{array}$$

(1)

இதன் மூலம் டிஎல் - டோபா (DL-DOPA), சர்க்கரைகள் (Sacharides) ஆல்கலாய்டுகள் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கும் முறையினையும் குறிப்பிட்டுள்ளனர். ஆனால், இந்த இடைநிலைச் சேர்மத்தைத் தயாரிப்பது கடினம். இது தோலிற்கு ஊறு விளைவிக்கும். மேலும் இதனை

★ பேராசிரியர் சண்முகம் & இரா. கல்யாணசுந்தரம், கனிம, பௌதிக வேதியியல் துறை, இந்திய அறிவியல் கழகம், பெங்களூர்.

நீண்ட நாட்கள் சிதைவடையாமல் சேமிப்பதும் கடினம். ஆகவே இதனைப் போன்ற அமைப்புடைய, பயனுள்ள, எளிய முறையில் (அறை வெப்ப நிலையில்) தயாரிக்கவல்ல இடைநிலைத் தொகுப் பானை நாங்கள் தயாரித்துள்ளோம். இதன் அமைப்பினை (2)ல் காணலாம்.

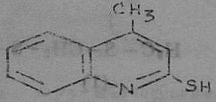


(2)

பிஸ் (லெபிடின் –2–தயோ) மீதேன் சல்பாக்ஸைடு
[Bis (Lepidine-2-Thio) Methene Sulphoxide]

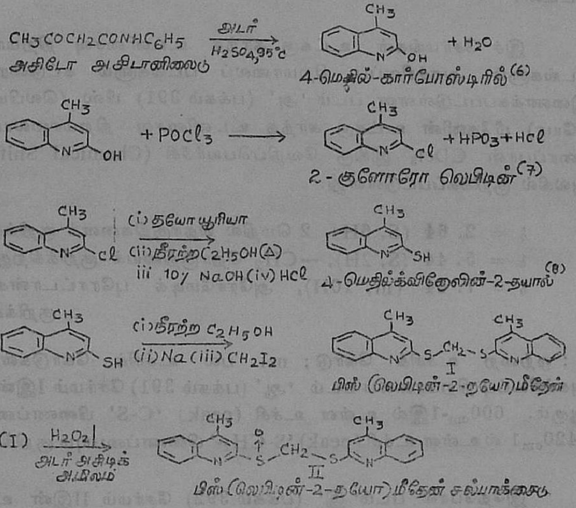
இதன் அமைப்பு ஓகுரா, அவர்களின் சேர்மம் (1)ஐப் போல் இருப்பதை உணரலாம்.

இதனை 4-மீதைல் க்வினோலின்-2-தயால் (3) போன்ற எளிய சேர்மத்தின் மூலம் எளிதாகப் பெறலாம்.



(3)

தொகுப்பான் (2) - பிஸ் (லெபிடின் - 2 - தயோ) மீதேன்-சல்பாக்சைடு, தயாரிக்கும் முறையின் சுருக்கம்



மூலக்கூறு அமைப்பு :

பிஸ் (லெபிடின்-2-தயோ) மீதேன் (I) (படிகத்திண்மம் உருகு நிலை 143 - 145°C), பிஸ் (லெபிடின்-2-தயோ) மீதேன் சல்பாக்சைடு (II) (படிகத்திண்மம் உருகு நிலை 116°C) ஆகியவற்றின் மூலக்கூறு அமைப்புக்கள், உட்கரு காந்த உடனிசைவு நிறமாலை (Nuclear Magnetic Resonance Spectra) மற்றும் அகச்சிவப்பு (Infra Red Spectra நிறமாலை வழி நிறுவப்பட்டுள்ளன. சேர்மங்களின் உட்கரு காந்த உடனிசைவு நிறமாலைப் படங்கள், ஹிட்டாச்சி R-600 உட்கரு காந்த உடனிசைவு நிறமாலைமானியைக் கொண்டு எடுக்கப்பட்டன. இந் நிறமாலையைக் காண 'டெட்ரா மெதில் சிலேன்' (TMS) உள் ஒப்புக்கோள் (Internal references) பொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. அகச்சிவப்பு நிறமாலைப் படங்கள் (IR

Spectra), பெர்கின் எல்மர் மாதிரி-597 நிறமாலைமானியைக் கொண்டு எடுக்கப்பட்டன. இவை KBr வில்லைகளாக (KBr Discs) எடுக்கப் பட்டன.

இச் சேர்மங்கள் உட்கரு காந்த உடனிசைவு நிறமாலைப் படங்களும், அகச்சிவப்பு நிறமாலைப் படங்களும் கட்டுரையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. படம் 'அ' (பக்கம் 391) பிஸ் (லெபிடின்-2-தயோ) மீதேனின் உட்கரு காந்த உடனிசைவு நிறமாலையாகும். கரைப்பான் $CDCl_3$ இங்கு வேதிப்பெயர்ச்சி (Chemical Shift) 'δ' அலகில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

δ = 2. 64 (S, 6H), 2 மெதில் தொகுதிகளைக் குறிக்கிறது.
δ = 5. 44 (S, 2H), $-CH_2$ தொகுதியைக் குறிக்கிறது.
δ = 7. 44 (ni, 10H), அரோமேடிக் புரோட்டான்களைக் குறிக்கிறது.

(s : ஒற்றை உச்சிக் கோடு; m: பல உச்சிக் கோடுகள்).
அகச்சிவப்பு நிறமாலைப் படம் 'ஆ' (பக்கம் 391) சேர்மம் Iஇன் படம் ஆகும். 600_{cm}-1இல் உள்ள உச்சி (peak) 'C-S' பிணைப்பையும், 1420_{cm}1-ல் உள்ள உச்சி (peak) '$S-CH_2$-' பிணைப்பையும் குறிக்கிறது.

இதேபோல் படம்' இ' (பக்கம் 392) சேர்மம் IIஇன் உட்கரு காந்த உடனிசைவு நிறமாலையாகும்.

இதில் 1. அரோமேடிக் புரோட்டான்கள் 10ம் δ = 7-8க்குள் பல உச்சிக் கோடுகளைத் தருகின்றன.

2. இருவகை மெதில் தொகுதிகளின் புரோட்டான்கள், முறையே δ = 2.5, δ = 2.65 இடங்களிலும் உச்சி களைத் தருகின்றன.

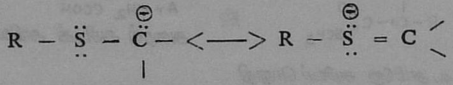
3. சல்பாக்சைடு தொகுதி இருத்தலால், மெதிலின் ($\cdot CH_2^-$) தொகுதியின் இரு புரோட்டான்களும் சமமற்ற தாகின்றன. ஆதலின் δ = 5.5இல் இணை இரட்டைகள் (pair of doublets) கிடைக்கின்றன. 'S = O' தொகுதியின் நீட்டல் அதிர்வு (Stretching vibration), அகச்சிவப்பு $1020\text{-}1045_{cm}$-1 பகுதியில் கிடைக்கிறது.

இதனை, இச் சல்பாக்சைடு சேர்மத்தின் (II) அகச்சிவப்பு நிறமாலைப் படம் 'ஈ' (பக்கம் 392) யிலிருந்து அறியலாம்.

இவ்வாறு சேர்மம் I, சேர்மம் II ஆகியவற்றின் மூலக்கூறு அமைப்புக்கள் நிறுவப்படுகின்றன.

தொகுப்புப் பயன்கள் :

சல்பர் தனது பல ஆக்ஸிஜன் ஏற்ற நிலைகளிலும் (Oxidation states) அருகிலுள்ள 'C-H' பிணைப்பின் அமிலத் தன்மையை அதிகரிக்கிறது. ஏனெனில் சல்பர் தனது நிறைவுறா 'd' ஆற்றல் மண்டலங்கள் ('d' orbitals) மூலம் தனது இணைதிறன் அடுக்கை விரிவாக்குகிறது (Valence shell expansion). இச்செயலால் அருகிலுள்ள கார்பன் நேரயனி (Carbanion) நிலைப்புப் பெறுகிறது.

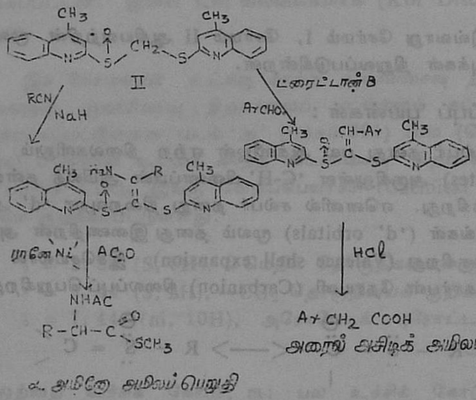


(அ) (ஆ)

X^- மெர்க்கேப்டோ கார்பன் நேரயனி 'அ', 'ஆ' ஆகிய உடனிசைவு அமைப்புக்கள் மூலம் நிலைப்புத் தன்மையைப் பெறுகிறது எனலாம்.

ஆகவே சல்பர் மற்றும் சல்பாக்சைடு தொகுதிகளை அருகே கொண்ட மெத்திலீன் தொகுதி ($-CH_2-$) வினையுறு மெத்திலீன் (Reactive methylene) தொகுதியாகச் செயல்படுகிறது. கார்பன் நேரயனி மூலம் வினைகளில் ஈடுபடுகிறது.

நாம் கீழ்க்கண்ட வினைகளின் மூலம், சேர்மம் (II), பிஸ் (லெபிடின்-2-தயோ) மீதேன் சல்பாக்சைடு கொண்டு பல பயனுள்ள சேர்மங்களைத் தொகுக்க முடியும்.



முடிவுரை :

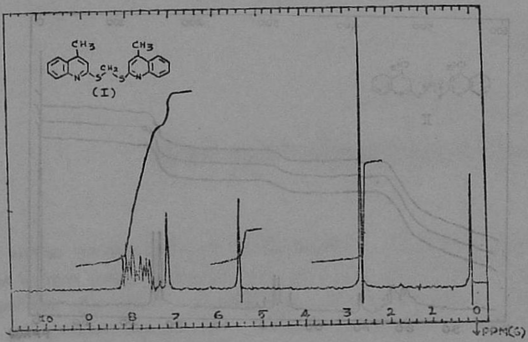
மெதில், மெதில் தயோ மெதில் சல்பாக்சைடைவிட எளிய முறையில் தயாரிக்கக்கூடியதும், நிலையானதுமான பிஸ் (லெபிடின்-2-தயோ) மீதேன் சல்பாக்சைடின் மூலம் பல பயனுள்ள சேர்மங்களைத் தொகுக்க இயலும்.

'எத்தொகுப்பான் எத்தன்மைத் தாயினும் அத்தொகுப்பானின் மெய்ப்பயன் காண்ப தறிவு'

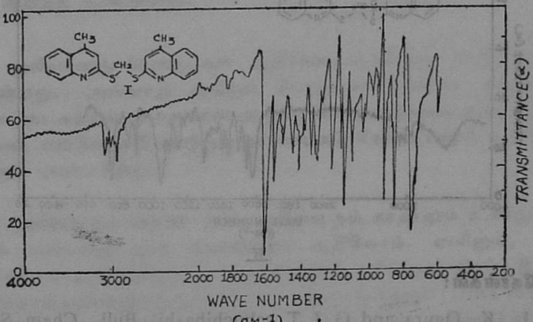
பின்குறிப்பு:

இக்கட்டுரை, இரா. கல்யாணசுந்தரத்தின் எம். பில். ஆய்வுக் கட்டுரையின் சுருக்கமாகும்.

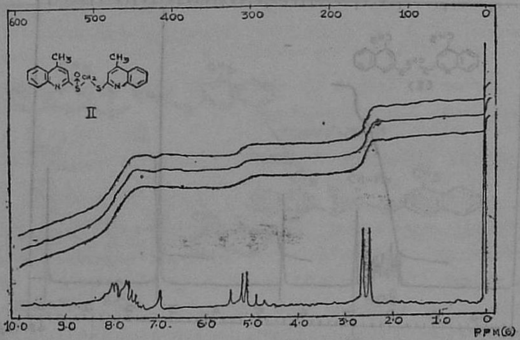
துறை வளர்ச்சித் திட்டத்தின் மூலம் டாக்டர் பட்ட ஆய்விற்கு பெங்களூர் அறிவியல் கழகத்திற்கு அனுப்பிய தமிழக அரசுக்கும், கல்லூரிக் கல்வி இயக்குநருக்கும், இரா. கல்யாணசுந்தரம் தன் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்கிறார்.


CH3
CH2
(I)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
PPM(δ)

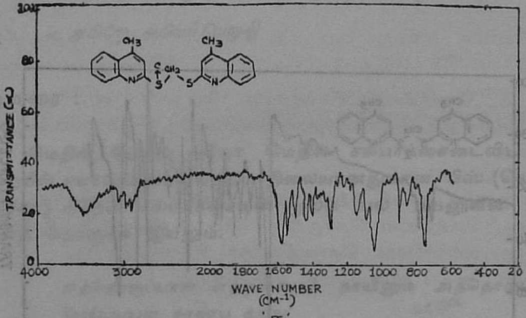
'அ'


CH3
CH2
I
100
80
60
40
20
0
4000
3000
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
TRANSMITTANCE(%)
WAVE NUMBER
(CM-1)

'ஆ'



'இ'



'ஈ'

மேற்கோள்கள்:

1. K. Ogura and G I. T. schuchihashi, Bull., Chem. Soc., Japan 45, 2203 (1972).
2. K. Ogura *et al.*, Tetrahedron Letters, 3151 (1971).
3. K. Ogura *et al.*, Tetrahedron Letters 2681 (1972).
4. K. Ogura *et al.*, Ibid, No. 15, 1383-1386 (1972).
5. K. Ogura *et al.*, J. Amer. chem. Soc., 1960p. (1974).
6. Organic Synthesis Collective volume 3, 580p.
7. Ibid, 194
8. K. Kanakarajan, Ph. D. Thesis, 124, Madras University.

43

ஒளி-ஒலி நிறமாலையியல்★

மனித வாழ்க்கையோடு இயைந்துவிட்ட சக்திகளில் ஒளியும், ஒலியும் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. நாம் தினமும் காணும் ஞாயிறு ஓர் ஒளியின் பிறப்பிடம். நாள்தோறும் இனிய கீதத்தைப் பாடும் குயில் ஓர் ஒலியின் பிறப்பிடம். ஒளியானது ஒருவகைக் கதிர்வீசும் ஆற்றலாகும். தாமே ஒளிரும் பொருட்கள் வேறுவகை ஆற்றல் எதனையாகிலும் ஒளியாக மாற்றி அதை வெளிவிடுகின்றன. மற்றவை, அவ்வாறு ஒளிரும் பொருட்களின் ஒளியைப் பிரதிபலிக்கின்றன. ஒளியானது வெற்றிடத்தில்கூடச் செல்லும் தன்மையுடையது என்பது நாம் அறிந்த உண்மையே.

ஒலியானது பொருட்கள் அதிர்வடையும்போது உண்டாக்கப் படுகின்றது. அவ்வாறு அதிரும் பொருட்கள் தம்மைச் சுற்றிலும் உள்ள ஊடகத்தில் முறையான அழுத்த வேறுபாடுகளை உண்டாக்கு கின்றன. எனவே ஒலி ஊடுருவ ஓர் ஊடகம் தேவை எனும் உண்மை நமக்குப் புலனாகிறது.

ஒளியை நம் கண்ணாலும், ஒலியை நம் காதாலும் உணருகின் றோம் என்பதை நாம் அனைவரும் அறிவோம். எனினும், நம் புலன்களால் உணரமுடியாத அகச்சிவப்புக் கதிர்களும் (Infra Red), புற ஊதாக் கதிர்களும் (Ultra-Violet), கேளா ஒலிகளும் (Ultra sonics) இப் பிரபஞ்சத்தில் இருக்கின்றன. மனிதன் தன் அறிவாற்றலால் வெவ்வேறு கருவிகளையும் படைத்து அவற்றையும் உணரும்படிச் செய்துகொண்டு இருக்கின்றான். நம்மால் உணரமுடிந்த ஒளியானது (visible light), மிகநீண்ட மின்காந்த நிறமாலையின் (Electro magnetic)

★திரு டி. சோமசுந்தரம், இளநிலை ஆராய்ச்சி மாணவர், இந்திய விஞ்ஞான நிலையம், பெங்களூர்-12.

spectrum) ஒரு சிறிய பகுதியாகும். இது சுமார் 2000 ஆ.அ முதல் 7000 ஆ.அ. வரை ஆகும் (ஆ அ. ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு; 1 ஆ.அ $= 10^{-10}$ மீட்டர்). ஒளி, ஒலி இவையிரண்டின் பண்புகளையும் அவற்றின் அலைவெண் (Frequency), அலைநீளம், (Wave length), செறிவு (Itensity) என்ற பண்புகளின் மூலம் அறியலாம்.

தடையுறுத்தப்பட்ட ஒளியானது (Chopped light) ஒருசில பொருட்களின்மீது படும்போது ஒளியை உண்டாக்குகின்றது. இதுவே ஒளி, ஒலி நிறமாலையியலின் தத்துவம் ஆகும். இவ்விளைவை அலக்சாண்டர் கிரகாம் பெல் என்ற அறிஞர் கண்டறிந்தார். இவ்விளைவின் தொடக்கம் நம் அமரகவி சுப்பிரமணிய பாரதியின் பிறந்த ஆண்டில் தான் என்பதால் இம்மலரில் அவ்விளைவைப் பற்றி எழுதுவது மிகவும் பொருத்தமானதாகும்.

பெல் 1882இல் தம் சோதனைக்கூடத்தில் சில பொருட்கள் சூரிய ஒளியைத் தடுத்துத் தடுத்துப் பாய்ச்சும்போது ஒலியை உண்டாக்குவதையும், அப்பொருட்கள் பஞ்சுபோன்று இருப்பின் ஒலியின் செறிவு அதிகமாக இருப்பதையும் கண்டறிந்தார். அவர் தனது சோதனைக்கூடத்தில் சூரிய ஒளியை ஒரு சமதள ஆடியின் மூலம் சேகரித்துக் குவிவில்லை ஒன்றின் மூலம் குவித்து ஒளித் தடையுறுத்தி (Chopper) ஒன்றின் மூலம் அனுப்பினார். அவ்வாறு தடையுறுத்தப்பட்ட ஒளியை, ஒலிபுகா வண்ணம் அமைக்கப்பட்டு இருந்த அமைப்பினுள் உள்ள பொருளின்மீது படச் செய்தார். அதன் அருகிலேயே அமைக்கப்பட்டு இருந்த ஒலிவாங்கி (Microphone), அப்பொருள் உண்டாக்கிய ஒலியை அவர் கேட்கும்படிச் செய்தது. பல சோதனைகள் செய்து முடிவில் அவர் அநேகமாக எல்லாப் பொருட்களும் இவ்வண்ணம் ஒலி உண்டாக்குவதைக் கண்டறிந்தார்.

அதுமுதல் தொடங்கி இவ்விளைவைப் பல விஞ்ஞானிகள் தங்கள் அறிவாற்றலால் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தி வெற்றி கண்டனர். வெயின் குரோ என்பவர் இவ்விளைவைப் பயன்படுத்தி முதன்முதல் ஒளி, ஒலி உட்கவர் நிறமாலையைப்(Absorption spectrum) பதிவு செய்தார். இராவின், ஹர்ஸ்பர்கர் என்ற இருவரும் அங்ககப் (Organic) பொருட்கள் பலவற்றின் பண்புகளைக் கண்டறிந்தனர். படேல் என்பவர் காற்றில் உள்ள நச்சு வாயுக்களைக் கண்டறியப் பயன்படுத்தினார். அண்மையில் ரோசன் விக், கெர்ஷோ ஆகிய இரு

வரும் இவ்விளைவைப் பற்றி முழுவதும் ஆராய்ந்து அதன் அடிப் படைத் தத்துவங்களையும் விளைவின் காரணங்களையும் அவற்றின் பயன்களையும் உலகுக்குத் தெரியப்படுத்தினர்

ஒளி-ஒலி நிறமாலைமானியின் அமைப்பு :

ஒரு பிரகாசமான உச்ச அழுத்த சீனான் (High Pressure Xeron) விளக்கிலிருந்து உண்டாக்கப்படும் ஒளியானது குவிவில்லை ஒன்றின் மூலம் குவிக்கப்பட்டு ஒற்றைநிற ஒளிப்பிரிப்பானுள் (Mono Chromator) அனுப்பப்படுகிறது. அவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒற்றைநிற ஒளியானது மீண்டுமொருமுறைக் குவிவில்லை ஒன்றின் மூலம் இணைக் கதிர்களாக்கப்படுகிறது. இவ்விணைக் கதிர்கள் ஒளித் தடையுறுத்தி ஒன்றின்மூலம் செலுத்தப்பட்டுத் தடை யுறுத்தப்பட்டக் கதிர்களாக்கப்படுகின்றன(ஒளி தடையுறுத்தியில், பட்ட வடிவில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும் ஒரு தகட்டில் ஒளி புகாக் கருப்பு நிறப் பகுதியும், ஒளிபுகு பகுதியும் மாற்றி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவெண்ணில் இது சுழலும்போது வெளி வரும் ஒளியானது தொடர்ந்து வராமல் வெட்டப்பட்டு வெளிவரும். இதையே வெட்டப்பட்ட அல்லது தடையுறுத்தப்பட்ட ஒளி (chopped light) என்பர்.

இவ்வாறு தடையுறுத்தப்பட்ட ஒளியானது ஒலி புகா (sound proof) வண்ணம் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பில் இருக்கும் ஒரு செல்லில் உள்ள பொருளின்மீது விழுமாறு செய்யப்படுகிறது. அச் செல்லின் (sample holder or cell) மேலே ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவே உள்ள காற்று இருக்கிறது.

கீழே சக்தி வாய்ந்த ஒலிவாங்கி (Microphone) ஒன்று அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பொருள் உண்டாக்கும் ஒலியை அது சேகரித்து, சரியான விகிதத்தில் செறிவுள்ளதாக்கும் ஆம்பிளி பியரினுள் (Amplifier) செலுத்துகின்றது. அப்படிச் செறிவாக்கப் பட்ட ஒலியானது லாக்-இன்-ஆம்பிளிபியர் (Lock - in - Amplifier) எனும் கருவியில் செலுத்தப்பட்டுத் தேவையற்ற சுற்றுப்புற ஓசைகள் வடிகட்டப்படுகின்றன. இவ்வாறு சுத்தமாக்கப்பட்ட ஒலியானது மின்சாரத் துடிப்புகளாக (current pulses) மாற்றப்பட்டு அருகில் உள்ள x - y வரைவானுள் அனுப்பப்பட்டு (recorder) வரைபடத்தை அளிக்கின்றது. இவ்வாறு கிடைக்கும் வரைபடம் ஒரு ஒளி ஒலி நிறமாலையாகும் (Photo Acoustic Spectrum).

''ஆயுதம் செய்வோம் நல்ல காகிதம் செய்வோம்
ஆலைகள் வைப்போம் கல்விச் சாலைகள் வைப்போம்''

ஒளி-ஒலி நிறமாலையியல் (Photo Acoustic Spectroscopy):

இவ்விளைவின் காரணத்தை அறிய நாம் ஒளித் தடையுறுத்தியிலிருந்து வரும் ஒளிப் பகுதியைப் பின்பற்றிச் செல்வோம். அவ்வாறு வரும் ஒற்றைநிற ஒளியின் அலைவெண்ணையும், பொருளின் தன்மையையும் பொருத்து, அவ்வொளிப்பகுதி முழுவதுமாகவோ, பகுதிகளாகவோ பொருளால் உட்கவரப்படுகிறது (absorption). அவ்வாறு உட்கவரப்பட்ட ஒளிச் சக்தியானது அப்பொருளின் சக்தி மட்டங்களில் உள்ள எலக்ட்ரான்களை மேலே உந்தச் செய்கின்றது. இவ்வேளையில் ஒளியானது தடையுறுத்தப்படுவதால், உந்தப்பட்ட எலக்ட்ரான்கள் பழைய நிலைக்குத் திரும்புகின்றன. இவ்வாறு திரும்பும்போது உட்கவர்ந்த ஒளிச் சக்தியைப் பொதுவாக வெப்ப சக்தியாகவே வெளிவிடுகின்றன (தானே ஒளிரும் (Flourescent / Phosphorescent) பொருட்கள் இதற்கு விதிவிலக்கு). மறுமுறை அடுத்த ஒளிப்பகுதி படும்போதும், ஒளி தடைபடும்போதும் மேற் கூறிய நிகழ்ச்சிகள் மீண்டுமொரு முறை நடைபெறுகின்றன. இங்ஙனம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் ஒளித் தடையுறுத்தியின் அதே அலைவெண்ணில் வெப்ப சக்தியும் வெளியிடப்படுகின்றது.

மேலே கூறியபடி, பொருளானது ஒலி புகாவண்ணம் இருப்பதோடு, செல்லின் மேற்புறத்தில் உள்ள காற்றின் கன அளவும் குறிப்பிட்ட அளவில் இருப்பதால், முறையாக (periodic) ஏற்படும் வெப்பமானது அக் காற்றை விரிவடையவும், சுருங்கவும் செய்கின்றது. எனவே ஒரு முறையான அழுத்த வேறுபாடு தொடர்ந்து உண்டாக்கப் படுகிறது. இவ்வழுத்த வேறுபாடு மிக மெல்லிய ஒலியே அன்றி வேறெதுவும் இல்லையென்பதால், ஒலிவாங்கி அதைச் சேகரித்துக் கொள்கிறது. அவ்வொலி பின்னர் செறிவுடையதாக்கப்படுகிறது; சுற்றுப்புற ஓசைகள் வடிகட்டப்படுகின்றன; மின்சாரத் துடிப்புகளாக மாற்றப்படுகிறது இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட மின்சாரத் துடிப்புகள் x - y வரை வானின் மூலம் வரைபடத்தைத் தருகின்றது. இங்ஙனம் ஒளி,ஒலி நிறமாலை பதிவு செய்யப்படுகிறது.

பயன்கள் :

நாம் அறிந்துகொண்ட செய்திகளிலிருந்து இவ்விளைவானது, பொதுவாக எல்லாப் பொருட்களிலும் நிகழுகின்றது என்பது

புலனாகிறது. நாம் பயன்படுத்தும் ஒளியானது பின்னர் ஒலியாக மாற்றப்பட்டே கிரகிக்கப்படுவதால் அகச்சிவப்புக் கதிர், புற ஊதாக் கதிர் மற்றும் நுண் அலைப் பகுதிகளிலும் இவ்விளைவைக் கொண்டு பலவற்றைக் கண்டறியலாம். பொதுவாக இதன்மூலம் பொருட்களின் சக்தி மட்டங்களைப் (electronic states) பற்றி அறிய முடிகின்றது. இந் நிறமாலையியலில் பொருட்களின் நிலை மிகவும் வசதியாக அமைந்துள்ளது. பொருள் (sample) திடப் பொருளாகவோ, திரவப் பொருளாகவோ, வாயுவாகவோ, அரைத் திடப் பொளாகவோ, கூழாகவோகூட இருக்கலாம். எனவே இது தொன்மையான புற ஊதா பார்க்கும் ஒளி (UV - Vis) நிறமாலையைவிடச் சக்தி வாய்ந்ததாக அமைந்துள்ளது. மேலும், மேற்சொன்ன நிறமாலையைப் பயன்படுத்தி ஒளிபுகாப் பொருளின் தன்மைகளைக் கண்டறிய முடியாது. ஆனால் ஒளி, ஒலி நிறமாலை அப்பொருட்களை ஆராய நமக்குப் பெரிதும் உதவுகின்றது. மேலும், ஒளியைச் சிதறடிக்கும் பொருட்களையும், பச்சை இலைகள் தொடங்கி இரத்தத் துளிகள் வரை எதை வேண்டுமானாலும்கூட ஆராயலாம் என்றால் அது மிகையாகாது.

இங்ஙனம் வளர்ந்துவரும் இத்துறையில் பலநாட்டு அறிஞர்கள் கண்டறிந்து உண்மைகளை நம்மவர் உணரும்படிச் செய்து, நம் நாட்டவரும் பல அரிய உண்மைகளைக் கண்டறிந்து உலகுக்கு வெளிப்படுத்தி மனித வாழ்க்கையைச் செம்மையுறச் செய்வோமானால் நம் பாட்டுப்புலவன் பாரதி கண்ட புதிய விஞ்ஞானத் தமிழ்ச் சமுதாயம் மலரும் நாள் வெகு தொலைவில் இல்லை.

44

சுவை தரும் வேதியியல்*

தோற்றுவாய் :

'செந்தமிழ் நாடெனும் போதினிலே இன்பத் தேன் வந்து பாயுது காதினிலே' என்பது பாரதியாரின் புகழ்மிக்க வாக்கு. இது தமிழறிஞர்கள் விரும்பும் சொற்சுவையும் பொருட்சுவையும் நிரம்பியது. அதுமட்டுமன்றிப் பாரதியாரின் புதுமையான, தன்னிகரற்ற சுவையுணர்வுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகவும் இது இலங்குகிறது. தேனின் சுவையை நாவால் மட்டுமே உணரமுடியும் என்றிருக்கும்போது, ஐம்புலன்களில் பிரிதொன்ருன காதில் தேன்வந்து பாய்ந்தால் அதன் சுவை நாக்கிற்கு எப்படி எட்டும் என்பது இலக்கியத் திறனாய்வாளருக்குகந்த ஒரு சுவையான தலைப்பாகும். இது ஒருபுறமிருக்க, கண்ணுக்கு இனிமை, நாவிற்கு இனிமை, கருத்துக்கு இனிமை என இன்சுவை என்ற ஒரே சுவையைப் பாரதியார் போலக் காதுக்கு உடைமையாக்காமல், சிலசமயம் கவிதையுணர்வு மிக்கவர்கள் புலன்களனைத்துக்குமே பொதுவுடைமையாக்கி விடுகிறார்கள். தெய்வீக உணர்வு கொண்டவர்கள் இன்னும் ஒருபடி மேலே சென்று 'மனத்துக்கு இனியானை' எனப் புலனறிவுக்கு அப்பாற்பட்ட மனத்துடன் இன்சுவையை இணைத்துப் பாடுகின்றனர்.

நறுஞ்சுவை :

இத்தகைய இன்சுவையைக் கவிதைக் கண்ணோடும், தெய்வீகக் கண்ணோடும் நோக்குவதல்லாமல் அறிவியற் கண் கொண்டு சற்று நோக்குவோம். அறுசுவையில் ஒன்றான இனிப்பு மட்டுமன்றிப் பிற சுவைகளையும் நாக்கு எவ்வாறு உணர்கிறது எனக் காண்போம். நாவால் உணரும் பொருள்களுக்குச் சிலசமயம் வெறும்

---

* டாக்டர் சுப. சண்முகநாதன் & டாக்டர் சு. விவேகானந்தன், பச்சையப்பன் கல்லூரி, சென்னை.

சுவை மட்டுமன்றி மணமும் இருக்கக் காண்கிறோம். சிலவற்றிற்கு நாசியால் உணரப்படும் மணம் மட்டுமே உள்ளது. முதல் வகையில் அடங்கும் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டு 'நெய்' ஆகும். இதன் 'ருசி'யினை ஆங்கிலத்தில் 'flavour' என்கிறோம். தேர்ந்த மணத்தை நறுமணம் எனவும், தேர்ந்த சுவையைத் தீஞ்சுவை எனவும் சொல்வதால் 'flavour' என்பதனை நறுஞ்சுவை என அழைப்போம். சில வகைப்பட்ட பொருள்களுக்கு மட்டுமே அமையும் நறுஞ்சுவையை வேதியியற் கண்ணோட்டத்துடன் ஆய்வதே அடிப்படை உண்மைக்கு வழிகோலும்.

பொருள்களின் பண்பையும், அவற்றின் உள்ளமைப்பையும் (structure or constitution) தொடர்புபடுத்தும் இத்தகைய பிரிவு வேதியியலின் முக்கியமானதொரு துறையாகும். இதைப்போன்றே நிறமும் அமைப்பும் தொடர்புபடுத்தப்படுகின்றன என்றாலும், மனிதனின் ஐம்புலன்களாலும் அறியப்படும் பண்புகளுள் ஒன்றாக நிறத்துடன் உள்ளமைப்பு வெற்றிகரமாகத் தொடர்புபடுத்தப்படும் அளவுக்கு நறுஞ்சுவையுடனோ அன்றி நறுமணத்துடனோ அவ்வளவு வெற்றிகரமாக இன்னும் தொடர்புபடுத்தப்படவில்லை. சுவை பற்றிய அல்லது நறுஞ்சுவை பற்றிய வேதியியல் இன்னும் தொடக்க நிலையிலேயே இருக்கும் ஓர் அறிவியலாகும். ஊக்கம் மிக்கவர்களுக்கும், சிந்தனைத்திறம் பெற்றவர்களுக்கும் இத்துறையில் ஆக்கம் செறிந்த பாதைகள் நிறைய இருக்கின்றன. மேலும் இது ஓர் இடை ஒழுங்கு அறிவியல் (Inter-disciplinary science) எனவும் கூறலாம். வேதியியலார், உயிரியல் வல்லுநர்(Biologist), உளநூல் அறிவியலார் (Psychologist) ஆகிய மூவரும் இணைந்து ஆய்வதற்குகந்தது இத்துறையாகும். இதில் இதுவரைக் கண்டறிந்த, ஆய்ந்த முடிவுகளின் சுருக்கமே இக்கட்டுரை.

நறுஞ்சுவையுணர்வுக்கு முக்கியமானவை மணம், சுவை ஆகிய இரண்டு மட்டுமல்ல, பொருளின் புறப்பரப்புத் தோற்றமும்(texture) அடங்கும். இப்பண்புகள் நாசி, நாக்கு, கண் ஆகியவற்றில் உள்ள வாங்கிகள்(receptors) மூலம் தூண்டல்களை (impulses) மூளைக்கு அனுப்புகின்றன. மூளை அந்த நறுஞ்சுவையை உணர்கிறது. இவ்வினை மனவியலுடனும் தொடர்புபட்டது. எனவே மனம் எவ்வளவு சிக்கலானதோ அவ்வளவுக்கு இத்துறையும் சிக்கலானது எனலாம்.

நறுஞ்சுவையுணர்வில் அடிப்படையாகத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியவை மூன்று. அவையாவன : நறுஞ்சுவையை உண்டாக்கு

வது எது? அது எவ்வாறு உற்றறியப்(perceive)படுகிறது? நறுஞ் சுவையுணர்வுக்கான மனித இசைவை(response) எங்ஙனம் முன் னுரைக்க (predict) இயலும்? இவற்றிற்கான விடைகாணும் முயற்சியை எளிதாக்க முதலில் சுவை பற்றி மட்டும் ஆராயலாம்.

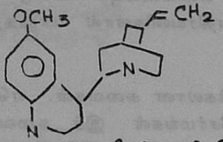
சுவை :

தொழில்துறையில் பயன்படும் மணமும் சுவையும் உடைய வேதியியற் சேர்மங்கள் மூவாயிரத்துக்கும் மேற்பட்டன. சிலசமயம் வேதியியல் அமைப்புகளில் மாறுபட்ட சேர்மங்கள் பல ஒரேவிதமான நறுஞ்சுவை உடையனவாயிருக்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் உணர் வுத்தன்மை (intensity) சிறிதளவாவது வேறுபட்டுக்காணும். உலகில் எத்தனை விதமான நறுஞ்சுவை உள்ளன என அறுதியிட்டுக் கூற இயலாது. ஆனால் நறுஞ்சுவை வகைகளின் எண்ணிக்கை, அவ் வுணர்வைத் தரும் வேதியியற் சேர்மங்களின் எண்ணிக்கையைவிடக் குறைவே எனலாம்.

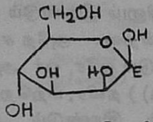
சுவையுணர்வு பற்றிய அறிவியலில் தொன்றுதொட்டு ஓர் அடிப்படைக் கருத்து நிலவி வருகிறது. அதாவது ஒரு சிறு எண்ணிக்கை கொண்ட நறுஞ்சுவைப் பண்புகள் 'முதனிலைகள்'(primaries) என வரையறுக்கப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு வகைப் பட்ட புலன்களின் வாங்கும் தளங்களால் (receptor sites) உணரப் படுகின்றன. சிலசமயம் சில வேதிச் சேர்மங்கள் ஒன்றுக்கு மேற் பட்ட வாங்கும் தளங்களுடன் இடையீடுற்றுப் பலவகை நறுமணங் களையோ அல்லது நறுஞ்சுவைகளையோ ஒரே நேரத்தில் உணர்த்த இயலும். இத்தகைய பண்பிற்கு மனோரஞ்சித மலரை எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம். முதனிலைச் சுவைகள் மொத்தம் நான்கு. அவை இனிப்பு, புளிப்பு, உவர்ப்பு, கசப்பு என்பன. இவற்றைத் தரும் பொருள்கள் முறையே, சுக்ரோஸ் (sucrose)ஹைட்ரோகுளோரிக் (hydrochloric) அமிலம், சோடியம் குளோரைடு Sodium chloride) குவினைன் (quinine) ஆகும். சில பொருள்களுக்கு ஒன்றுக்கு மேற் பட்ட சுவைகளும் இருப்பதுண்டு. சாக்கரின் இனிப்பாக இருப்பினும் சிறிதளவு கசப்புச் சுவையும் பெற்றிருக்கும். ஒரு கூட்டுணவின் (complex food) சுவையை, ஒன்றிரண்டு முதனிலை நறுஞ்சுவைகள் குறிப்பிட்ட திண்மையுடன் ஒன்றுகலந்து இணைந்த உணர்வு என வரையறுக்கலாம். இனி, சில பொருள்களின் அமைப்பையும் அவற்றின் சுவையையும் இணைத்துப் பார்க்க முயல்வோம்.

அட்டவணை 1

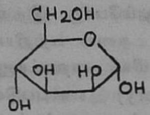
அமைப்பு	சுவை
ஹைட்ரஜன் அயனி (Hydrogen ion - H^+)	புளிப்பு (sour)
சோடியம் அயனி (Na^+)	உவர்ப்பு(salty)
பொட்டாசியம் அயனி (K^+)	உவர்ப்பு
பொட்டாசியம் அயோடைடு (Potassium Iodide+KI)	கசப்பு (bitter)
குவினைன்	கசப்பு

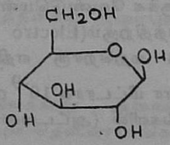


β D-மேன்னோஸ் (β, D-mannose) கசப்பு



α D- மேன்னோஸ் (α, D-mannose) இனிப்பு





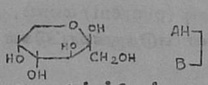
β, D க்ளுகோஸ் (β, D- glucose) இனிப்பு

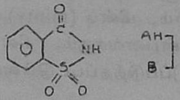
புளிப்புச் சுவையின் முக்கியக் காரணம் H^+ அயனி. இச்சுவை உடனிருக்கும் எதிரயனி(anion)களால் சற்று மாறுதலுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரே pH மதிப்புப் பெற்ற கரைசல்களில், அசட்டிக் (acetic) அமிலம், சிட்ரிக் (citric) அமிலத்தை விட அதிகம் புளிப்புச் சுவையைக் காட்டுகிறது. பொதுவாக, உவர்ப்புச் சுவை ஆல்கலி(alkali) உலோக உப்புகளால் விளைகின்றன. என்றாலும், சீசியம்(caesium)குளோரைடும், பொட்டாசியம் அயோடைடும் கசப்புச் சுவையையும், பொட்டாசியம் புரோமைடு (Potassium bromide) உவர்ப்பும் கசப்பும் கலந்த சுவையையும் காட்டுகின்றன. உவர்ப்பும் புளிப்பினைப் போன்ற எதிரயனிகளால் மாறுதலுக்குட் படுகின்றன.

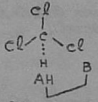
இனிப்பும் கசப்பும் சற்றுச் சிக்கலான சுவைகள். ஏனெனில் தமக்குள் பெருமளவு வேறுபட்ட சேர்மங்கள் இச் சுவைகளைப் பெற்றிருப்பதில் ஒற்றுமை காட்டுகின்றன. சில மாதிரிகளைக் குறிப்பிடலாம். அட்டவணை 1இன்படி, குவினைன், β, D-மேன்னோஸ் இரண்டும் முற்றிலும் வேறுபட்ட சேர்மங்களாயினும் இரண்டும் ஒத்த சுவையை, அதாவது கசப்புச்சுவை பெற்றிருக்கின்றன. அதே சமயம் β, D - மேன்னோஸ், α, D-மேன்னோஸ் இரண்டும் ஒரே ஓர் அம்சம் (—OH தொகுதியின் வடிவமைப்பு (configuration)) தவிர, மற்றெல்லாவற்றிலும் பெருமளவு ஒத்த சேர்மங்களாயினும் இரண்டும் அடிப்படையில் வேறுபட்ட சுவைகளையே காட்டுகின்றன. இவ்வாறு அமைப்பையும் சுவையையும் இணைக்க முயலும்போது இத்தகைய தொடக்கநிலை இடர்ப்பாடுகள் தென்படினும், சுவை பற்றிய ஒரு கொள்கை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இது அமில ஹைட்ரஜனால் காரக்கொள்கை(Acid Hydrogen-Base Theory) எனப்படுகிறது. இதனை AH-B கொள்கை எனச் சுருக்கமாகவும் அழைப்பர்.

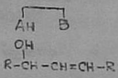
இதன்படி ஒரு சேர்மம் இனிப்பாக இருக்க வேண்டுமென்றால், அச் சேர்மத்தில் உள்ள ஓர் எதிர்மின் மையத்திற்கும்(Electro negative centre), ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்த மற்றொரு எதிர்மின் மையத்திற்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 0.3 நானோ மீட்டராக 10^{-9} metre) இருக்க வேண்டும். பெரும்பாலான சேர்மங்களில் (அட்டவணை 2)

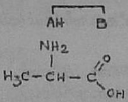
அட்டவணை.2.

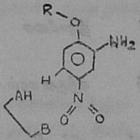

β,D - ∴ப்ரக்டோஸ்
(β,D- fructose)


சாக்கரின்


கிளோரோ∴பார்ம்
(Chloro-form)


நிறைவுறா ஆல்கஹால்கள்
(unsaturated alcohols)


அலனின்
(alanine)


2 - அல்காக்ஸி - 5 நைட்ரோ அனிலின்
2 - alkoxy - nitro aniline

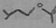
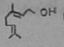
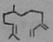
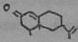
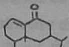
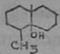
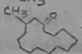
இந்த AH -- B அமைவு பொருந்தியிருப்பதால் இக்கொள்கை அவற்றிற்குச் சரியாகி வருகிறது எனலாம். என்றாலும் இக்கொள்கையில் இரண்டு குறைபாடுகள் உணரப்படுகின்றன. இதன்படிச் சுவைக்குக் காரணம் இத்தகைய ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பு எனச் சொல்ல முடிந்தாலும், ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பைப் பெற்ற சேர்மம் எத்தகைய சுவையுடையதாக இருக்கும் எனச் சொல்வதற்கு இயலவில்லை. மேலும், சில கசப்பான அல்லது சுவையற்ற சேர்மங்களும் கூட இத்தகைய அமைப்பைப் பெற்றிருக்கின்றன.

மணம் :

மூலக்கூறு அமைப்புக்கும் மணத்துக்கும் இடைப்பட்ட தொடர்பும் தெளிவான கொள்கைகளுக்குள் இன்னும் பிடிபடவில்லை. சுவைகள் போன்றே அடிப்படை மணங்கள் உணரப்பட்டுள்ளன.

அவை ஏழு அவை, ஈதர் மணம், கற்பூர மணம், கஸ்தூரி மணம், மலர் மணம், மின்டி (minty) மணம், நெடி (pungent) மணம், அழுகல் மணம் என்பனவாகும். சில குறிப்பான எடுத்துக்காட்டுகள் அட்டவணை(3)ப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை-3

மணத்தின் பெயர்	மணம் தரும் பொருள்	மணத்திற்குக் காரணமான வேதியியற் சேர்மத்தின் அமைப்பு
பழ மணம் (fruity)	வாழைப் பழம்	 ஐஸோ அமைல் அசெட்டேட் (isoamyl acetate)
பூ மணம் (floral)	ரோஜா மலர்	 ஜெரானியால் (geraniol)
பழ மணம்	ஆரஞ்சு	 ட்ரான்ஸ் β - சினெஸல் (trans β - sinesal)
பழ மணம்	திராட்சை	 நூட்கடோன் (nutkatone)
மர மணம்	சந்தனமரம்	 எரிமோ..பிலோன் (eremophilone)
மண் மணம்	பீட் கிழங்கு	 ஜியோஸ்மின் (geosmin)
கஸ்தூரி மணம்	கஸ்தூரி மான்	 மஸ்கோன் (muscone)
அழுகல் மணம்	கெட்டுப்போன முட்டைகள்	H_2S ஹைட்ரஜன் சல்.:.பைடு (hydrogen sulphide)

இவை இயற்கை மணங்களில் முக்கியமானவை. இவை மிகச் சிறு அளவு செறிவுடையதாய் இருந்தாலும் தொலைதூரத்திலும் உணரப்படவல்லவை. எடுத்துக்காட்டாக, ஜியோஸ்மின் என்ற சேர்மம் பீட் கிழங்குக்கும், ஈர மண்ணுக்கும் உரிய மணத்திற்குக் காரணமாகிறது ஒரு கிராம் கரைசலில் இதன் செறிவு 10^{-12} கிராம் அளவு இருந்தால்கூட இது உணரப்பட்டுவிடும். இதனைப் பிரித்தெடுத்து இனமறிய எடுத்துக்கொண்ட முயற்சி நறுஞ்சுவை வேதியியலில் ஒரு பெரிய சாதனை என்றே கூறலாம். இதற்கான உபகரணங்களையும், செயல் நுணுக்கங்களையும் உருவாக்குவதே ஒரு பெரும் சிக்கலான பணியாகும். இச் சேர்மத்தின் புரோட்டான் காந்த உடனிசைவு நிரலைப் (proton magnetic resonance spectrum)

பெறத் தேவைப்படும் 20 மில்லி கிராம் ஜியோஸ்டினைப் பிரித் தெடுக்க 10,000 கிலோ பீட்ரூட் கிழங்குகள் தேவைப்படுகின்றன. அதாவது 10 ஹெக்டேரில் விளைந்த அவ்வளவு பீட்ரூட் கிழங்கு களையும் நாம் பயன்படுத்தியாக வேண்டும்.

இத்தகைய சிக்கல்கள் ஓரளவு பொதுவானவைதான் என் றாலும், நறுஞ்சுவை வேதியியலில் இவை மேலும் தனித்தன்மை பெறுவதன் மூலம் சிக்கல்கள் அதிகமாகிவிடுகின்றன. சுருங்கச் சொல்வதானால் ஒவ்வொரு நறுஞ்சுவை பற்றி ஆய்ந்து அறிவதும் ஒரு தனி அறிவியலாகவே முகிழ்க்க வேண்டியுள்ளது. இது மிகைப் படக் கூறியதல்ல. ஏனெனில் மிக உயர்ந்த துல்லியமும், நுணுக்கமும் நிறைந்த கருவிகள், தேர்ந்து செயல்படுத்த வேண்டிய செய்முறை கள், மென்மையான மணங்களையும் நறுஞ்சுவைகளையும் ஆய்ந் தறியும் வரையாவது பாதுகாத்து வைக்கத்தக்க வழிவகைகள் போன் றவை இத் துறையின் ஒருசில கவனமான முறைகள்தான்.

முடிவுரை :

நறுஞ்சுவையுணர்விலும், நறுமணவியலிலும் வேதியியலின் பங்கு 160 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே உணரப்பட்டுவிட்டது. இத்துறை யில் ஆழ்ந்த ஈடுபாடு கொண்ட சுவைஞர் ஒருவரின் கூற்றுப்படி, சுவை, மணம் இரண்டின் அடிப்படைகளையும் உணரவைப்பது வேதியியல் மட்டுமே என்றாலும், இத்துறையில் எத்தகைய மிகப் பெரிய கண்டுபிடிப்பும் இதுவரை நிகழவில்லை. சில அடிப்படைகளே புரிந்துகொள்ளப்பட்டுள்ளன. இது ஒரு கசப்பான உண்மையாய் இருந்தாலும், நறுஞ்சுவை வேதியியலில் தொடர்ந்து ஈடுபடும் ஆய்வாளர்களுக்குப் புகழ்மணம் மிக்க இனிய எதிர்காலம் உண்டு என்பதில் ஐயமில்லை.

45

லேசர் ஒளியின் தன்மைகளும் பயன்களும்*

முன்னுரை :

சேலர் ஒளியை நோக்குங்கால் சிவபெருமானின் நெற்றிக்கண் தான் நினைவிற்கு வருகிறது. அதற்கும் இதற்கும் என்ன தொடர்பு என்று வியக்கலாம். சிவபெருமானுக்கு முக்கண்ணன் என்றும், அவர் நெற்றிக்கண்ணைத் திறந்தால் அதன் ஒளி எதிரில் உள்ள யாவற்றையும் சாம்பலாக்கிவிடும் என்றும் நமது புராணங்கள் கூறுகின்றன. கேவலம் மனிதர்களாலேயே இம்மாதிரி ஓர் ஒளி சக்தியை உண்டாக்க முடியுமென்றால், சிவபெருமானிடம் இதைப்போன்ற பன்மடங்கு சக்தி உண்டென்பதில் ஐயமில்லை. சிவபெருமான் சக்தியின் இருப்பிடம் அல்லவா. ஹைட்ரஜன் இணைப்பால் (Hydrogen Fusion) சக்தி உண்டாக்க அமெரிக்காவில் தற்போது ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன. இந்த இணைப்பைத் தொடங்க விஞ்ஞானிகள் மிகவும் சக்தி வாய்ந்த லேசர் ஒளிச் சாதனத்தைக் கலிபோர்னியாவில் நிருமாணித்துள்ளார்கள். அதற்குச் 'சிவா' என்று பொருத்தமான பெயரையும் கொடுத்துள்ளார்கள்.

லேசர் ஒளியை 1960 ஆம் ஆண்டு தியோடர் மெய்மான் என்ற ஓர் அமெரிக்க விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார். கடந்த 20 ஆண்டுகளில் லேசர் ஆராய்ச்சி வியக்கத்தக்க வகையில் முன்னேறியுள்ளது. தற்சமயம் பௌதிக, இரசாயன, உயர் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளிலே லேசர் ஓர் இன்றியமையாத சாதனம். மற்றும், லேசர் ஒளியின் பயன்கள் எண்ணிறந்தவையாகப் பெருகியுள்ளன. வருங்காலத் தொலைபேசி, மருத்துவத் துறை முதலியவற்றில் லேசர் ஒளி முழு அளவிற்குப் பயன்படும். இந்தக் கட்டுரையில் லேசர் ஒளியின் தனித் தன்மைகளையும் அதன் புதுமையான பயன்களைப் பற்றியும் காணலாம்.

---

* டாக்டர் ஏ. ஜயராமன், பெல் ஆய்வுக்கூடம், நியு ஜெர்ஜரி 07974.

லேசர் ஒளி :

ஒளி என்றால் நம் அனுபவத்தில் சூரிய ஒளி, மின்னல் ஒளி, மின்சார விளக்கின் ஒளி என்று அறிகிறோம். இந்த ஒளி யாவும் பெரும்பாலும் வெண்மை நிறமுடையன. வெண்ணிற ஒளியை முக் கோணக் கண்ணாடி (prism) வழியாகச் செலுத்தினால் ஏழு நிறங் களாகப் பிரிகிறது. ஏனெனில், வெப்பத்திலிருந்து தோன்றும் ஒளிகள் 'ப்ளாங்க்ஸ் ரேடியேசன் லா' என்னும் தத்துவத்தின்படிப் பல நிறங் களால் ஆனவை. ஆனால் லேசர்ஒளி வெப்பத்திலிருந்து தோன்றாமல், அணுக்களைச் சுற்றியுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் உயர்சக்தி நிலை யிலிருந்து தாழ்சக்தி நிலைக்கு மாறும்பொழுது வெளிவரும் ஒளி. இந்த சக்தி நிலைகளுக்கு 'குவாண்டம் லெவல்ஸ்' (Quantam levels) என்று பெயர். இத்தகைய சக்திநிலை மாற்றத்தால் வெளிவரும் லேசர் ஒளி ஒரே அலைவரிசை எண்ணிக்கை உடையது (monochro matic). வெண்ணிற ஒளி சுமார் 4000 ஆங்ஸ்ட்ராம் விரிவுடையது என்றால் லேசர் ஒளியின் விரிவு அரைக்கால் ஆங்ஸ்ட்ராம். ஊசி முனைக்கும் மீட்டர் அளவுகோலுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்று வைத்துக்கொள்ளுங்களேன்.

லேசர் ஒளிக்கு மற்றுமொரு தனித்தன்மையுண்டு. இதை 'கோஹிரண்ட் லைட்' (coherent light) என்று பௌதிகம் கூறுகிறது. லேசர் ஒளி பிறக்கும் விதத்தைப் படம் விளக்குகிறது(பக்கம் 314). ஒளி அலைகள் மேற்கண்டவாறு இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கு(mirrors) நடுவே முன்னும் பின்னும் அசைந்து கொண்டிருக்கும் பொழுது, உயர்சக்தி அணுக்கள் தங்கள் சக்தியை லேசர் ஒளி அலைக்குக் கொடுத்து அதனைப் பலப்படுத்துகின்றன. இதை 'கோஹிரண்ட் எமிசன்' அல்லது 'ஸ்டிமுலேட்டட் எமிசன்' (stimulated emission) என்பார்கள் இத்தத்துவத்தைக் காலம்சென்ற விஞ்ஞான மேதை ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டைன் 1917 ஆம் ஆண்டிலேயே விளக்கினார். இம்மாதிரி ஒளி அலை லேசர் குழாயில் கோடிக்கணக்கான மடங்கு வலுப்பட்டு, முன்னே பொதித்துள்ள கண்ணாடி வழியாக ஒரே நிறத்துடன், மிக்க சக்தி வாய்ந்த மெல்லிய ஒளிக்கதிராக வெளி வருகிறது. லேசர் ஒளிக்கதிர் (laser beam) வெகுதூரம் சென்றாலும் விரிவடைவதில்லை. லேசர் ஒளிக்கதிரைப் பூமியிலிருந்து விண்ணிற் கனுப்பிச் சந்திரனின் ஒரு மிகச்சிறிய பகுதியை வெளிச்சமாக்கிப் பார்க்க முடியுமென்றால், அதன் விரிப்புத்தன்மை (Divergence) எத்தனைக் குறைவாக இருக்கவேண்டும் என்பதைப் பற்றிக் கூறவேண்டுவதில்லை

லேசர் ஒளியின் சக்தியை (power) மின்சக்தியைப் போலவே 'வாட்ஸ்' (watts) என்ற அளவுமட்டத்தால் கணக்கிடுகிறார்கள்.

லேசர் ஒளியைச் சில வாயுநிலை அல்லது திடப்பொருள்களைக் கொண்டு, மின்சார சக்தித் தூண்டுதலால் உற்பத்தி செய்யலாம். இப்படி இயங்கும் லேசர் சாதனங்கள் முறையே வாயுநிலை லேசர் (Gas Laser), திரவநிலை லேசர் (Liquid Laser), திடப்பொருள் லேசர் (Solid State Laser) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சான்றாக, ஹிலியம் நியான், ஆர்கான், குருப்டான், கார்பன் டை ஆக்சைடு லேசர்கள் முதல் வர்க்கத்தையும், டை லேசர் (Dye Laser) இரண்டாவது வர்க்கத்தையும், ரூபி (Ruby), யாக் (Yag), செமிக் கண்டக்டர் லேசர் மூன்றாவது வர்க்கத்தையும் சேர்ந்தன.

லேசரும் தொலைபேசியும் :

தொலைபேசி, பெரும்பாலும் மின்சக்தியினால் மின் அலைகளைச் செப்புக்கம்பிகள் மூலம் அனுப்பும் தத்துவத்தைக்கொண்டு இயங்குகிறது. மேலும் நெடுந்தூர இணைப்பிற்கு 'மைக்ரோ வேவ்' (Micro wave) என்னும் மின் அலைகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒலி அலைகளை இந்த மின் அலைகள்மீது பதிவுசெய்து, வேண்டிய இடத்தில் மீண்டும் ஒலி அலைகளாக மாற்றுவதே தற்காலத் தொலைபேசியின் இயக்குமுறை. இம்மாதிரி ஒலியை ஏற்றிச் செல்லும் மின் அலைக்கு, 'காரியர் வேவ்' (Carrier wave) என்று பெயர். இப்பொழுது காரியர் வேவ் மூலம் சுமார் நூறு தனிப்பட்ட ஒலி அலைகளை ஒரே சமயத்தில் அனுப்பிப் பிரித்தெடுக்க முடியும். காரியர் அலையின் அசைவு (Frequency) பெருகப்பெருகத் தனிப்பட்ட ஒலி அலைகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்க இயலும். லேசர் ஒளியின் அசைவு தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் மின் அலைகளின் அசைவுகளைவிடச் சுமார் முப்பதினாயிரம் மடங்கு அதிகமாகும். சான்றாக, 'எக்ஸ் பாண்ட்' (X-Band) மைக்ரோ வேவ் வினாடிக்கு ஆயிரம்கோடித் தடவை (10^{10} CPS) அசையுமொன்றால் லேசர் ஒளி வினாடிக்கு மூன்று கோடித் தடவை (3×10^{14} CPS) அசையும் ஆதலால் லேசர் ஒளியைக் காரியர் வேவாகப் பயன்படுத்தினால் ஆயிரக்கணக்கான தனிப்பட்ட ஒலி அலைகளை ஒரே சமயத்தில் அனுப்பலாம். உலகத்தில் தற்சமயம் செப்பு உலோகம் குறைந்துகொண்டு வருகிறது. இதன் விளைவு, செப்பின் விலை பலமடங்கு அதிகரித்துவிட்டது. ஆனால் லேசர்

ஒளியை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எவ்வாறு அனுப்புவது? மின் அலைக்குச் செப்புக்கம்பியைப் போலவே, லேசர் ஒளிக்குக் 'கண்ணாடிக் கம்பி'யைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். 'லேசர் ஆப்டிகல் கம்யூனிகேசன் டெக்னாலஜி' (Laser Optical Communication Technology) என்னும் ஓர் அரிய சாதனையைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூற விரும்புகிறேன்.

லேசர் ஒளியால் தொலைபேசி எவ்வாறு இயங்குகிறது என்பதைப் படம் விளக்குகிறது(பக்கம்415,.செமிக் கண்டக்டர் ஜங்ஷன் லேசர் என்ற மின்சாரச் சாதனத்தின் மூலம் உண்டாக்கப்படும் லேசர் ஒளி, கண்ணாடிக் கம்பிகள் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. ஒளியை மிகக் குறைவான சேதத்துடன் வெகுதூரம் எடுத்துச் செல்வதற்கு இந்தக் கண்ணாடிக் கம்பிகள் அப்பழுக்கில்லாமலும், மிக்க வலிவுள்ளதாகவும், மயிரிழைபோல் மெல்லியதாகவும், அளப்பரிய நீளத்திற்கு ஒரே கம்பியாகவும் இருக்கவேண்டும். இத்தகைய கண்ணாடிக் கம்பிகள் தயாரிப்பது ஓர் பெரிய சாதனை. இது மண்ணைக் கயிறாகத் திரிக்கும் செப்படி வித்தையே ஆகும். சுத்தமான வெண்ணிற மணல் சிலிகன்-டை - ஆக்சைடு (Silicon di-oxide) அல்லது 'சிலிகா' (Silica) என்று அழைக்கப்படும் இரசாயனப் பொருள் ஆகும். மண்ணுக்குப் பஞ்ச மில்லை அல்லவா! இந்த வெண்மணலைச் சுத்தப்படுத்தி, இரசாயன முறைப்படி, சிலிகன் - டெட்ரா-புளோரைடு (Silicon-tetra flouride என்ற வாயுப் பொருளாக மாற்றுகிறார்கள். இந்த வாயுப் பொருளைப் பிராணவாயுவுடன் கலந்து மிக்க சூடாக்கப்பட்ட (சுமார் 1700°c) சுழலும் கண்ணாடிக் குழாய் மூலம் செலுத்தும்பொழுது, அது சிலிகன்-டை-ஆக்சைடாக மாறிக் குழாயினுள் அடுக்கடுக்காகப் படிகிறது. இந்த இரசாயன மாற்றம் நடக்கும்பொழுது குழாய் ஒரே வேகத்தில் சுழற்றப்படுவதால் சிலிகா, குழாயின் உள்பக்கத்தில் சமமாகப் படிகிறது. இப்படி வேண்டுமளவுக்குப் படிந்தபின், குழாயை 2000°c க்கு மேல் சூடாக்கும்பொழுது, குழாய் சூட்டினால் இளகி, உள்ளிழுக்கப் பட்டு, சுமார் மூன்று அடி நீளமும், முக்கால் அங்குல விட்டமும் உள்ள கோலாக மாறுகிறது (படம் 3, பக்கம் 415).

மேற்கூறியவாறு தயாரிக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் கோலின் உட் பகுதி (core) சுத்தமான சிலிகா கண்ணாடியாகவும், கண்ணாடிக் குழாய் அதன் வெளிப்பகுதி உறையாகவும் (sheath) ஆகிறது. இந்தக் கண் ணாடிக் கோல் பதமான சூட்டில் வைக்கப்பட்டுக் கம்பி இழுக்கும் இயந்திரம் கொண்டு பல கிலோமீட்டர் நீளமுள்ள மெல்லிய கம்பி

களாக இழுக்கப்படுகிறது. இந்த மெல்லிய கம்பிகளின் உட்பகுதி வழியாகத்தான் ஒளி ஓரிடத்திலிருந்து வேறிடத்திற்குச் செல்கிறது. அலை அசைவின் விரிவாலும், செல்லும் பாதையின் வேறுபாடுகளினாலும் ஏற்படும் சில இடையூறுகளைத் தடுக்க (Chromatic and Mode Dispersion) இந்த உட்பகுதியின் இரசாயனம், ஜெர்மேனியம், போரான் (Boron), பாஸ்பரஸ் முதலிய பொருள்களின் கலப்பால் மாற்றப்படுகிறது. இதற்கு 'கிரேடட் ரிப்ராக்டிவ் இண்டக்ஸ் கோர்' (Graded Refractive Intex Core) என்று பெயர். இந்தக் கண்ணாடிக் கம்பியின் தராதரம் அது ஒரு கிலோ மீட்டர் நீளத்தில் இழக்கும் ஒளி சக்தியின் அளவைக்கொண்டு மதிப்பிடப்படுகிறது (டெசிபெல்/கி மீ.). பத்து ஆண்டுகளுக்கு முன் இந்தக் கண்ணாடிக் கம்பிகள் முதன் முதலாகத் தயாரிக்கப்பட்டபொழுது அவைகள் 20 முதல் 30 டெசிபெல் சக்தியை ஒரு கிலோமீட்டரில் இழந்தன. இந்த இழப்பு ஏற்றுக் கொள்ளமுடியாதபடி அதிகமாக இருந்ததால் பற்பல ஆராய்ச்சிகள் மூலம் இதனை ஒரு டெசிபெல்லிற்கும் கீழே குறைத்துள்ளார்கள். தற்சமயம் தயாரிக்கப்படும் கண்ணாடிக் கம்பிகளின் இழப்பு அரைக் கால் டெசிபெல்/கி மீ. தரத்தைத் தொடுகிறது. கண்ணாடிக் கம்பியின் தரம் இத்தனை உயர்வாக இல்லாவிடில் ஒளி மிக்க சேதமடைந்து அதனை அடிக்கடி உயர்த்த நேர்ந்து, அதன் விளைவாக ஒளி மூலம் அனுப்பப்படும் விவரங்கள் தன்மை மாறிவிடும்.

இப்படித் தயாரிக்கப்பட்ட தூய்மையான கம்பிகளை நூற்றுக் கணக்கில் வரிசைக்கட்டுகளாக அமைத்து நீளமுள்ள கேபிளாகத் தயாரிக்கிறார்கள். இந்தக் கேபிள்களை ஒன்றோடொன்று சேர்க்கும் பொழுது தவறு நேர்ந்துவிட்டால் கேடுதான். ஆனால் அம்மாதிரித் தவறுகள் நேராமலிருக்கத் தக்க இணைப்பு முறைகளைக் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். இனி வருங்காலத்தில் ஒளி மூலம் 'டிசிடல் கம்யூனிகேசன்' என்ற புதிய முறைப்படிச் செய்திப் போக்குவரத்து நடக்கும். இந்த முறைப்படி ஒளி அலைகள் வினாடிக்கு 8000 துண்டுகளாகக் (8 kilo bits) கத்தரிக்கப்பட்டு, அதன் சக்தியைப் பொறுத்து மேலும் 8 துண்டுகளாக்கப்பட்டு, மொத்தம் 64000 பிட்ஸ்/வாய்ஸ் சானல் (64 Kilo bits/Voice Channel) என்று மாற்றப்படுகிறது. இம்மாதிரி 4000 தனிப்பட்ட வாய்ஸ் சானல்களில் உள்ள செய்திகளை ஒரு கண்ணாடிக் கம்பி மூலம் 274 மெகா பிட்ஸாக அனுப்பமுடியும். "1" அல்லது "0" என்று அனுப்பப்படும் இந்த ஒளித் துணுக்குகள் வேண்டிய இடத்தில் தக்க வடிகட்டிகள் (Filters) உதவியினால் மீண்டும் ஒலி அலைகளாக மாற்றப்படுகின்றன.

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியில் லேசர் ஒளி — லேசர் இராமன் எபெக்ட் :

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியில் லேசர் ஒளியின் பயன்கள் பல. ஆனால் இங்கு இராமன் எபெக்ட் என்னும் ஓர் ஆராய்ச்சித் துறையில் லேசர் ஒளி எவ்வாறு ஓர் இன்றியமையாத சாதனம் என்பதை விளக்கு கிறேன். நம் நாட்டின் மாபெரும் விஞ்ஞானியான சர் சி.வி. இராமன் 1928ஆம் ஆண்டில் ஒளிச்சிதைவு பற்றிய ஓர் அரிய உண்மையை ஆராய்ந்துணர்ந்து விளக்கினார். ஓர் ஒளிக்கதிர் வாயு, திரவ, திடப்பொருள் வழியே ஊடுருவிச் செல்கையில் அந் நிலைப்பொருள் களிலுள்ள அணுக்களின் ஆட்டத்தினால் தன் அலைவரிசை எண்ணிக் கையில் மாற்றமடைந்து சிதைவடைகிறது. இதனை இராமன் ஒளிச்சிதைவு என்பர். இச்சிதைவினைக் காண்பதற்கு மிக்க சக்தி வாய்ந்த ஓரலை வரிசை ஒளி (Monochromatic light) தேவை. ஆனால் வல்லவருக்குப் புல்லும் ஆயுதம் அல்லவா? சர் சி.வி. இராமன் ஒரு சாதாரணப் பாதரச விளக்கிலிருந்து வரும் 4358°A அலை நீளமுள்ள நீல ஒளியையும் ஒரு சிறிய ஸ்பெக்ட்ராமீட்டரும் கொண்டு மேற்கூறிய ஒளிச்சிதைவை நிலைநாட்டினார்.

இராமன் ஒளிச்சிதைவு என்பது ஒரு முக்கியமான கண்டுபிடிப்பு என்பதை உணர்ந்த நோபல் பரிசுக் குழுவினர் 1930ஆம் ஆண்டிற் கான பௌதிகத்துறை நோபல் பரிசை இராமனுக்கு அளித்தனர். இதனால் விஞ்ஞான உலகில் இந்தியாவின் மதிப்புப் பன்மடங்குப் பெருகியது.

மேற்கூறிய இராமன் ஒளிச்சிதைவு இன்றும் பௌதிக, இரசாயன, உயர் விஞ்ஞானத் துறைகளில் விஞ்ஞானிகளுக்கு ஓர் அரிய சாதனையாக விளங்குகிறது. 1960 ஆம் ஆண்டில் உண்டாக் கப்பட்ட லேசர் ஒளி, கனிந்துகொண்டிருக்கும் இராமன் ஒளிச்சிதைவு என்னும் ஆராய்ச்சிக் கனலுக்கு எரிபொருளாயிற்று. லேசர் ஒளி பாதரச ஒளியைக் காட்டிலும் கோடிக்கணக்கான மடங்கு சக்தி வாய்ந்த ஒளி யானதால் இராமன் ஒளிச்சிதைவு பற்றிய பல புதிய உண்மைகளை ஆராயமுடிகிறது. லேசர் ஒளி பிறக்குமுன்னே இராமன் ஒளிச்சிதைவால் ஏற்படும் அலைவரிசை மாற்றங்களைக் காண மணிக்கணக்கில் காத்தி ருக்க வேண்டும். ஆனால் தற்காலத்தில் காத்திருக்க வேண்டியதோ சில நிமிடங்களே. சான்றாக, வைரம் போன்ற ஒரு கல்லை ஒருவர் நம்மிடம் காண்பித்து இது உண்மை வைரம்தானா? என்று வினவினால்,

நமது கண் நம்மை ஏமாற்றலாம், ஆனால் இராமன் ஒளிச்சிதைவின் மூலம் லேசர் ஒளியின் உதவிகொண்டு அக்கல்லின் உண்மை நிலையை ஓரிரு நிமிடங்களில் அறிந்துகொள்ளலாம். காலம்சென்ற சர் சி. வி. இராமன் கரியிலிருந்து உண்டாகும் வைரக்கல்லைத் ‘திடப்பொருள் வேந்தன்’ (King of Solids) என்று கூறுவதுண்டு. வைரத்தில் உள்ள கரி அணுக்கள் ஒற்றையொன்று எதிர்த்து வினாடிக்கு 4×10^{13} தடவை அசைகின்றன. எனவே வைரத்தில் இராமன் ஒளிச்சிதைவால் ஏற்படும் அலைவரிசை மாற்றம் 1332 cm^{-1} ஆகும். பரிசோதிக்கும் பொருள் வைரமாக இருந்தால் இராமன் சிதைவடைந்த ஒளி, லேசர் ஒளிக்கோட்டின் அலைவரிசை எண்ணிக்கையிலிருந்து 1332 குறைந்திருக்கும்; இல்லாவிடில் அக்கல் வைரமல்ல.

இராமன் ஒளிச்சிதைவின் மூலம் பொருள்களின் அணுக்களை இணைக்கும் சக்தியைப் பற்றிய விவரங்களை அறியமுடிகிறது. மேலும், சூட்டினாலும், அழுத்த சக்தியினாலும் பொருள்களில் ஏற்படும் நிலைமாற்றங்களையும் அறியலாம். தற்சமயம் எங்கள் ஆராய்ச்சியில் உயர் அழுத்த சக்தியினால் (High Pressure) பொருள்களில் உண்டாகும் மாறுதல்களை இராமன் ஒளிச்சிதைவினால் தீர்மானிக்கின்றோம். இதற்கு இரண்டு உயர்ந்த தரமுள்ள வைரக் கற்களுக்கு நடுவே ஆராயப்படும் பொருளைத் தக்க முறைப்படி அமைக்கவேண்டும். பிறகு, வைரங்களை ஒன்றோடொன்றாக அழுத்தும்பொழுது, ஆராயச்சிப் பொருள்மீது மிகவும் உயர்ந்த அழுத்தம் உண்டாகிறது. இந்நிலையில் லேசர் ஒளி வைரம் வழியாக ஊடுருவிச் சென்று, ஆராய்ச்சிப் பொருள்மீது இராமன் ஒளிச் சிதைவடைந்து, மீண்டும் அதே வைரம் வழியாக வெளிவந்து, ஸ்பெக்ட்ராமீட்டரில் பரிசோதிக்கப்படுகிறது. இப் பரிசோதனையை படம் (பக்கம்416) விளக்குகிறது. லேசர் ஒளி இல்லாவிடில், ஆராய்ச்சிப் பொருளில் உயர் அழுத்தத்தினால் உண்டாகும் பல அற்புதமான மாறுதல்களைக் கண்டுபிடிக்க இயலாது.

ஹைட்ரஜன் என்ற வாயுநிலைப் பொருளை மிக்க அழுத்த சக்தியினால் ஓர் உலோகப் பொருளாக மாற்றமுடியும் என்ற ஒரு கொள்கை நிலவுகிறது. இதற்கு இரண்டிலிருந்து மூன்று மெகாபார் அழுத்தம் வேண்டுமென்று கணக்கிட்டுள்ளார்கள். கடல் மட்டத்தில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் ஒரு பார் என்றால், மூன்று மெகாபார் எத்தனை அழுத்த சக்தி என்பதை மனக்கண் கொண்டுதான் உணர வேண்டும். முன்னே விவரித்த வைரக்கல் கருவியில் தற்சமயம் 1.7

மெகாபார் அழுத்தம் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் மூன்று மெகாபார் அழுத்தமும் உண்டாக்கமுடியும் என்று கருதுகிறார்கள். முதலில் ஹைட்ரஜனைக் குளிரவைத்துத் திரவமாக மாற்ற வேண்டும். இந்தத் திரவ ஹைட்ரஜனை இரு வைரங்களின் இடையே பதிக்கப்பட்டுள்ள காஸ்கேட் (Gasket) டினுள் செலுத்தி வைரங்களை அழுத்த வேண்டும். பிறகு இந்தக் கருவியைச் சாதாரண வெப்பநிலைக்குக் கொண்டுதந்து வைரங்களை மேலும் அழுத்தினால் ஹைட்ரஜனைத் திடப்பொருளாக மாற்றமுடியும். அப்படி மாறிய ஹைட்ரஜன் பனிக்கட்டிபோல் தெளிவாக உறையும். இராமன் ஒளிச்சிதைவின் மூலம் ஹைட்ரஜனில் உள்ள இரண்டு அணுக்களை இணைக்கும் சக்தி எவ்வாறு மாற்றமடைகிறது என்பதைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. உலோகமாவதற்கு முன் ஹைட்ரஜன் தனது இயற்கையான மாலிக்யூல் நிலையிலிருந்து அணு நிலைக்கு மாறுகிறது என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. அன்று இராமன் கண்டறிந்த ஒளிச்சிதைவுத் தத்துவம் காலவரையின்றிப் புதுப்புது ஆராய்ச்சிக் கதவுகளைத் திறக்கும் திறவுகோலாக விளங்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

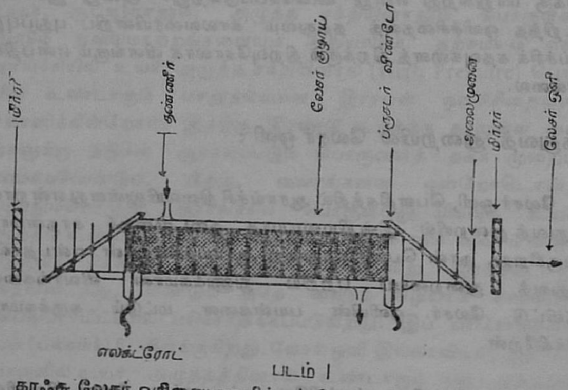
மருத்துவத் துறையில் லேசர் ஒளி :

லேசர் ஒளி, பௌதிகத்தில் ஆராய்ச்சி நிலையிலுள்ளது என்றால் மருத்துவத் துறையில் இன்றியமையாத நடைமுறைச் சாதனமாக விளங்குகிறது. நான் பௌதிகத்துறை ஆராய்ச்சியாளன் என்பதால், மருத்துவத் துறையைப் பற்றிய நுணுக்கமான விவரங்களை விட்டுவிட்டு லேசர் ஒளியின் பயன்களை மட்டும் சுருக்கமாக விவரிக்கிறேன்.

கட்டுரையின் தொடக்கத்திலே தற்காலத்து லேசர் சிவனின் நெற்றிக்கண் போல என்று கூறினேன். அந்த நெற்றிக்கண்ணின் சக்தியினால் மனிதக் கண்களின் விழித்திரை அறுவைச் சாதனங் களின்றித் தைக்கப்படுகிறது. இன்றைய கண் அறுவைச் சிகிச்சையில் லேசர் ஒளி உயிர்நாடியாக விளங்குகிறது உடம்பின் எப்பகுதியிலும் உள்ளே வளரும் கட்டிகளை (Tumor) இன்று லேசர் ஒளியினால் அப்படியே சுட்டெரித்துவிட முடியும். லேசர் ஒளியை மேன்மேலும் எப்படிப் பயன்படுத்தலாம் என்னும் ஆராய்ச்சியும் நடந்துகொண்டே இருக்கிறது.

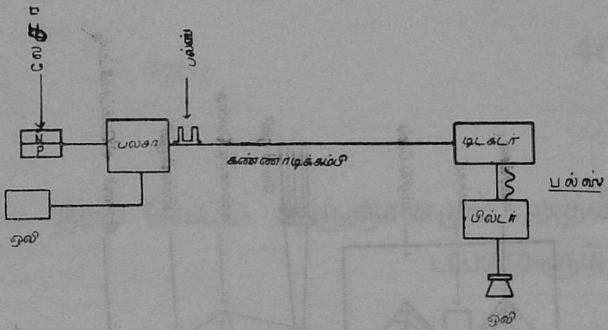
முடிவுரை :

ஒளியைப் பற்றி விவரிப்பது கரையில் நின்றுகொண்டு கடலின் ஆழத்தை ஆராய்வது போல. மனித சமுதாயம் அன்றுமுதல் ஏன் என்ற கேள்வி கேட்பதை நிறுத்தியதில்லை. இதன் விளைவாக விஞ்ஞானமும், ஆராய்ச்சியும் கங்கை போன்று என்றும் வற்றாத ஜீவ நதி போல் பெருகிப் படர்ந்துகொண்டே செல்கிறது. அத்தகைய நதியின் ஒரு நீரணுபோல நான் லேசர் ஒளியைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறினேன். லேசர் ஒளியின் எதிர்காலம் என்ன? இந்த இருபது ஆண்டில் நிகழ்ந்ததை வைத்துக் கணக்கிட்டால், நமக்குக் கிடைத்துள்ள மதிப்பிடற்கரிய அரும்பொருள் லேசர் ஒளி என்பதில் ஐயமில்லை.

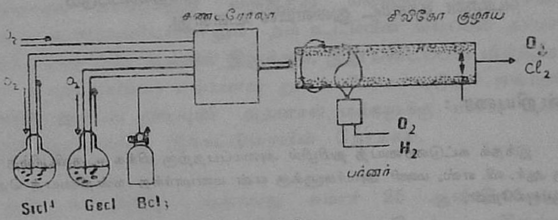


படம் 1

காஃசு லேசர் வரிசையாக நிற்கும் கோடுகள் ஒளி அலை முனைகளைக் (Wave Front) காட்டுகின்றன. புள்ளிகள் குழாய்க்குள் உயர்ந்த சக்திநிலையில் உள்ள அணுக்களைக் குறிக்கின்றன. லேசர் குழாய் தண்ணீரால் குளிர்ச்சி செய்யப்படுகின்றது.

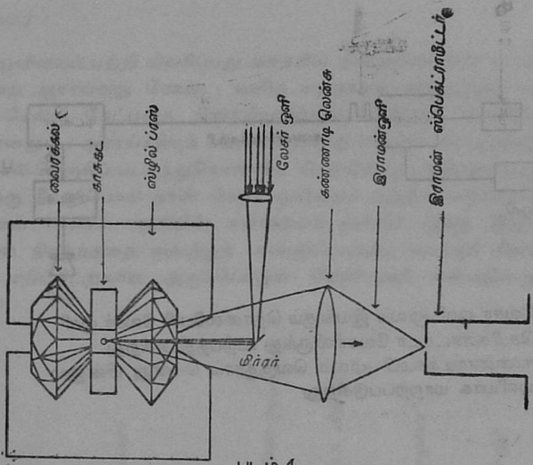


லேசா ஒளி மூலம் இயங்கும் தொலைபேசி. லேசர் ஒளி செமிகண்டக்டா லேசரிலிருந்து உற்பத்தியாகிறது. கணணாடிக்கமபி மூலம் வெகுதூரம் சென்று பின்னும் ஒளியாக மாறறபபடுகிறது



படம் 3

கண்ணாடிக்கமபி தயாரிக்கும் முறை. பானர் சிலிகா குழாயின நீளததிற்கு முன்னும் பின்னும் ஒரே வேகத்தில் நகருகிறது உள்படியும் சிலிகோவின் இரசாயனத்தை வேணடுமளவுககு மாறற கண்ட்ரோலர் உதவுகிறது.



படம் 4

மேலுள்ள படம் டயமண்ட் ஆன்வில் செல், மற்றும் இராமன்ஒளி பரிசோதனையில் அமைக்கப்படும் சாதனங்களைக் காட்டுகிறது. பரிசோதிக்கப்படும் பொருள் காசுகட் துளையில் உளளது.

நன்றியுரை :

இந்தக் கட்டுரையைத் தமிழில் அமைப்பதற்கு மிக்க உதவிபுரிந்த நண்பர் திரு ஆர். வி. எஸ். மணி அவர்களுக்கு என் மனமார்ந்த நன்றியைத் தெரிவிக்க விரும்புகிறேன்.

46

தாழ் வெப்ப விஞ்ஞானமும் அதன் பயன்களும்*

''ஓர் ஊரில் குளிரின் கடுமையால் மக்கள் வாயிலிருந்து வார்த்தைகள் உறைகட்டியாக வெளிவந்தன''

புளூடார்க் - கிரேக்கக் கதையில் ஒரு வாசகம் (கி. மு.)

ஒரு மனிதன் உயிர் வாழ அவன் உடம்பின் வெப்பம் ஓர் அளவுக்கு மேற்படாமலும், குறையாமலும் இருக்கவேண்டும். இது மொத்தம் 10 டிகிரி அளவுக்கும் குறைவானதே (96°–106°F). நம் உடலில் உள்ள இரசாயனக் கலவைகள் உயிருள்ளவரை இதை வெகு நேர்த்தியாகக் காப்பாற்றி வருகிறது. வெளியில் 110° வெப்பமானாலும் உறைபனியானாலும் நம் உடம்பின் வெப்பம் தர்மாஸ் பிளாஸ்க் போல் ஒரே அளவில் இருக்கும். இது படைப்பின் விசித்திரம். வெப்பம் (temperature) எவ்வளவு தூரம் போகக்கூடும்? எவ்வளவு குறைவாக அடைய முடியும்? அதனால் மக்களுக்கு என்ன பயன்? என்பதை ஆராய்வதே இக்கட்டுரையின் நோக்கம்.

ஒரு காலத்தில், அதாவது சுமார் 25 ஆண்டுகட்குமுன் உயர்ந்தபட்ச வெப்பம் என்பது 2000° வரை இருக்கும். இரும்பை உருக்குவது, பெரிய கொதிகலன்களை உருவாக்குவது இந்த அளவிலேயே இருந்தது. அதேபோல நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன் குறைந்தபட்ச வெப்பமும் தண்ணீர் உறைவதற்குக் கீழே வெகுவாகச்

---

* பேராசிரியர் ரா. விஜயராகவன், டாட்டா ஆராய்ச்சிக் கழகம், பம்பாய்.

செல்ல இயலவில்லை. ஆனால் இன்றைய நிலை என்ன? படம் 1இன் (பக்கம்425) மூலம் இது தெளிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது. நம் சுற்றுப்புற வெப்பம் 27°C என்றால், விஞ்ஞானிகள் அத்துடன் 273°ஐ கூட்டி, 300° K (கெல்வின்) என்று கூறுவார்கள். இந்தக் கணக்கில் ஜலவாயுக் குண்டு வெடிக்கும்போது ஏற்படும் வெப்பமும் பத்துக்கோடி (108° K) க்கும் மேல் இருக்கும். சூரியனின் மேற்பரப்பு சுமார் சில ஆயிரம் °K. பனிக்கட்டியை 273° K என்று வைத்துக்கொண்டால், காற்றும், நைட்ரஜன் வாயுவும் முறையே 90°K, 80°K இல் திரவமாகும்(liguids). ஜல வாயு 20° K யிலும், ஹீலியம் 4°K யிலும் திரவமாகும். இக்கட்டுரையில், திரவமாக்கப்பட்ட வாயுக்களின் பயன்களைப் பற்றிச் சிறிது கூறுவோம். இதில் மிக முக்கியமானது ஹீலியத் திரவமே. நம் நாட்டில் ஏராளமாகக் கிடைக்கும் மானசைட் (Monazite) மணலிலிருந்து இவ்வாயு கிடைக்கிறது.

போலந்தில் முதன் முதலாக பிராணவாயு 1883 இல் திரவமாக்கப்பட்டது. சில நாட்களில் நைட்ரஜன் வாயுவும் திரவமாகியது. இது எவ்வாறு நடைபெற்றது? ஒரு பொருளின் சூட்டைக் குறைக்க, இன்னொரு பொருள் சூட்டை ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டும். சூடு குறையக் குறைய பேரணுக்கள் (molecules) ஒன்றோடு ஒன்று ஒட்டிக்கொள்ளும் நேரமும், சக்தியும் மிகுதிப்படும். ஓரளவுக்குப்பின் இவை நிரந்தரமாகச் சேர்ந்து நிற்கும். இந்நிலையே திரவ நிலை. தண்ணீருக்கு இது 283°Kஇல் ஏற்படும். நாம் சூடேற்றினால் தண்ணீர் 373°Kஇல் நீராவியாக வெளியேறும். குளிரச் செய்தால் (273°K இல்) ஐஸ் கட்டியாகித் திடப் பொருளாக மாறும். பிராணவாயு திரவ நிலை 90° K. இதுவே 20°K இல் திட நிலைக்கு மாறும். ஹீலியம் வாயுவாக 20°K யிலும், திரவமாக4°K யிலும் மாறும். எனவே ஒவ்வொரு வாயுவும் வெவ்வேறு வெப்ப நிலையில் திரவமாகிறது.

பிராண வாயுவை மிக உயர்ந்த அழுத்தத்துக்கு உள்ளாக்கி (3000 psi), பிறகு திடீரென அழுத்தத்தை நீக்கினால், வாயு குளிர்ச்சி அடைகிறது. இது உடனே திரவமாவதில்லை. இக் குளிர்ந்த வாயுவைப் பலமுறை அழுத்தத்துக்கு உள்ளாக்கி, மீதமுள்ள வெப்பத்தையும் வெளிவாங்கினால் (Heat exchavger), ஒரு கட்டத்தில் வாயு திரவ ரூபத்தை அடைகிறது. இதையே ஹீலியம் திரவமாவதற்கும் நாம் எடுத்துக்கொள்ளலாம். படம் 2(பக்கம்426) இம்முறையைக் காட்டு

கிறது. ஜல வாயுவும், பிராண வாயுவும் திரவ ரூபத்தில் இருந்தாலும் மிக முன்னெச்சரிக்கையாகக் கையாளவேண்டும். இவை எளிதில் நெருப்புப் பிடிக்கக் கூடியவை (வாயு அல்லது திரவ ரூபத்தில்). ஹீலியம் மிகக் குறைந்த வெப்பத்தை அளிப்பதாலும் (4°K), அபாய மில்லாததாலும் பலவிதத் தொழில்களுக்கு இதைப் பயன்படுத்த முடிகிறது. சக்தி வாய்ந்த இராக்கெட்டுகளுக்கு ஜல வாயுவும், பிராண வாயுவும் ஏராளமாகத் தேவைப்படுகின்றன. பூஜ்யத்தில் (0°K) எல்லாச் சலனங்களும் நின்றுவிடும். அதை நெருங்குவதே மனிதனின் சிறந்த ஆராய்ச்சியாய்விட்டது. கோடியில் ஒரு பாகம் (10^{-8} °K) வரை அடைந்தாய்விட்டது. 0°K சூன்ய நிலையை எட்டும் நாள் எந்நாளோ?

திரவமாக்கப்பட்ட வாயுவைச் சாதாரணப் பாத்திரத்தில் நிரப்பி வைக்க முடியாது; உடனே கொதித்து ஆவியாகிவிடும் எனவே வெளி வெப்பம் தாக்காத கண்ணாடிக் குப்பியிலோ, இதற்கென்று தயாரிக்கப் பட்ட விசேடக் கொள்கலன்களிலோ (Dewars) தான் வைக்கப்படும். இவை பொதுவாக இரட்டைச் சுவர் கொண்ட தர்மாஸ் பிளாஸ்க். இடையே சூன்யம்; உள்ளே ஒளியைப் பிரதிபலிக்கக்கூடிய பாதரசப் பூச்சு; சூடு பரவ இயலாத பிரத்யோக பொருட்கள் இவற்றின் மூலம் திரவத்தை ஒரு வாரம் வரைப் பாதுகாக்க முடியும். இப்பொழுது பெரிய எண்ணெய் டாங்குகள் போல் திரவமாக்கப்பட்ட பிராணவாயு லாரிகளில் செல்கிறது (ஜலவாயுவும்கூட).

திரவ நிலையில் வெப்பத்தைக் கணக்கிடுவது எப்படி? சாதாரணப் பாதரச வெப்பமானியைக் கொண்டு 0°C வரை எளிதில் அளக்கலாம் (237°K முதல் 373°K வரை) கீழே செல்லச் செல்ல இம்முறை பயன்படாது. பிளாட்டினம் என்னும் உலோகம் ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையில் ஒவ்வொரு எதிர்ப்புச் சக்தியைக் காட்டும் (Resistance). 300°K இல் எதிர்ப்பு ஒரு பாகம் என்றால் 100°K இல் இதில் ஐந்தில் ஒரு பாகமே இருக்கும். எதிர்ப்பின் அளவு வெப்பத்தின் அளவை மறைமுகமாகக் காட்டிவிடும். கார்பன், ஜெர்மேனியம் போன்ற அரைகுறைக் கடத்திகள் (Semi-conductors) இதற்கும் கீழே உள்ள வெப்ப நிலையை அளக்கப் பயன்படுகின்றன. 1°K கீழே செல்ல வேண்டுமானால், ஒரு பொருளின் காந்த நிலையைக்(magnetism) கொண்டு அளவிடலாம். இரு உலோகங்களின் சேர்க்கையில் (Thermo couple) உண்டாகும் 'கரண்ட்' அளவைக் கொண்டே பொதுவாக வெப்பநிலை கணக்கிடப்படுகிறது.

ஹீலியத் திரவம் :

இது ஒரு விசேடமான திரவம். முதன் முதலாக ஹாலந்தில் காமர்லிங் ஓனசு என்பவரால் இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் திரவமாக்கப்பட்டது. இதற்குத் தேவைப்பட்ட ஹீலியம் வாயு நம் நாட்டுக் கேரள மானசைட் கனிசத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டது. இந்தத் திரவம் பல்வேறு வியக்கத்தக்க குணங்களைக் கொண்டது; மிகவும் இலேசானது ஹீலியம் பரமாணு ஹீலியம்4 அல்லது ஹீலியம்3 என்று இருவிதத்தில் இருக்கும். ஹீலியம்3 வாயு இன்னும் கீழ் வெப்ப நிலையில் (ல 2°K) திரவமாகும். ஹீலியம்4, ஹீலியம்3 கலவையைப் பயன்படுத்தி மிகவும் கீழான வெப்பநிலையை (10^{-3}°K) அடைந்துள்ளனர். ஹீலியம் திரவம் எல்லாத் திரவங்களைப் போலவும் அகன்ற வாயுள்ள குழாய்களில் ஏறும். மற்ற திரவங்களுக்கோ வாய் அகலம் குறையக் குறையக் ஏறும் சக்தியில் தடை ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. ஹீலியமோ (He II) 10^{-2}cm -10^{-5}cm வரைக் குறுக்களவுள்ள கண்ணாடிக் குழாயில் மிக விரைவாக ஏறும். இதை ஆங்கிலத்தில் 'Super fluidity' என்று அழைப்பார்கள். இங்கு இதன் காரணத்தைக் கூறுவது அவ்வளவு எளிதில்லை.

இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல் முதலிய உலோகங்கள் காந்த சக்தி வாய்ந்தவை. எல்லாப் பொருளுமே ஓரளவு வெப்ப நிலைக்கு மேலே போனால் அச் சக்தியை இழந்துவிடும். சுமார் 1000°K க்கு மேலே சென்றால் இம் மூன்று உலோகங்களும் காந்தத்தைப் பெருமளவு இழந்துவிடும். இதேபோல் நாம் பார்க்கும் சில தாதுக்கள் சாதாரண வெப்ப நிலையில் காந்தமில்லாவிட்டாலும், தாழ் வெப்ப நிலையை அடைந்தவுடன் காந்த சக்தியைப் பெறும். உயர் வெப்ப நிலையில் அணுக்கள் பலவிதத்தில் சிதறுகின்றன; ஒரே இடத்தில் நிலை கொள்ளாது ஆடுகின்றன. இந்த ஆட்டமெல்லாம் தாழ் வெப்ப நிலையில் ஒடுங்கிவிடும். அணுவும், அணுவும் (atoms) ஒன்றையொன்று ஈர்த்து, காந்த சக்தியை உண்டாக்கிக்கொள்ளும். மிகவும் பிடிவாதமாக இதை எதிர்க்கும் பொருட்கள்கூட ஹீலியத் திரவநிலை வெப்பத்தில் காந்தசக்தி பெறுகின்றன. அப்படியும் இல்லாவிட்டால், 1°K இல் இந்நிலை ஏற்படும். இவை யாவற்றிற்கும் தப்பிய உலோகங்கள் தங்கம், வெள்ளி, தாமிரம் ஆகியனவாகும். இதைவிட்டு, மிக முக்கியமான தாழ் வெப்பக் குணாதிசயத்தைப் பார்ப்போம்.

சிறப்புக் கடத்திகள் (Super-conductivity and Super-conductors) :

இது இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மிக முக்கியமான ஒன்றாகும். எந்த உலோகமும் வெப்பநிலை (temperature) குறையும்பொழுது அதன் எதிர்ப்புச் சக்தியும் (resistance) குறையும் என்று முன்பே கூறப்பட்டது. சில உலோகங்கள் ஓரளவு வெப்பநிலை வரை ஒரே சீராகக் குறைந்துவிட்டுத் திடீரென்று எதிர்ப்புச் சக்தியை முற்றும் இழந்துவிடும். சாதாரணக் கடத்திகள் (ordinary conductors) விசேடக் கடத்திகளாக (sup-conductors) ஆகிவிடுகின்றன. எதிர்ப்பு பூஜ்யமாகி எதிர்ப்பின்றிச் செயல்படும் மின்சாரத்திற்கு அழிவே இல்லாமல் இருக்கும். நாம் வெளியிலிருந்து மின்சார அழுத்தம் (Volts) செய்துக்கொண்டே இருக்கவேண்டாம். இக் குணத்தைக் காட்டும் உலோகங்கள் காரீயம் (Lead), அலுமினியம், பாதரசம், உலோகக் கலவைகள் (Alloys) நியோபியம்-தகரம் (Niobium-tin), நியோபியம்-ஜெர்மேனியம் போன்றவை. இதன் முக்கியப் பயன், இவற்றைக்கொண்டு கம்பி வளையங்களாக்கி (Coils) ஹீலியத் திரவத்தில் மூழ்கச்செய்து மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால், இதில் உண்டாகும் காந்தம் மிக உயர்ந்த அளவை எட்டும். அழியவும் அழியாது; மாறவும் மாறாது.

ஒருசில இடத்தில் பல வருடங்களாகச் சிறிதுகூடக் குறையாமல் உழைக்கும் காந்தங்களை (Electromagnets) நான் பார்த்திருக்கிறேன். இதே அளவு சக்தி கொடுக்கும் இரும்புக் காந்தம் மிகப்பெரிய வடிவுடையதாகி, ஏராளமான மின்சக்தியை விழுங்கி வீணாக்கிவிடுகிறது. நிலையான காந்தமும் கிடைப்பதில்லை. மின்சாரத் தடை ஏற்பட்டால் மாறியும்போகிறது. எனவே இப் புதுவிதக் காந்தம் இப்பொழுது பல இடங்களில் பயன்படுகிறது. அணுவைப் பிளக்கும் மிகப்பெரிய இயந்திரங்கள், பரமாணுவைச் சுழற்றும் இயந்திரங்கள், விண்வெளிக் கலன்கள் இவை யாவும் சிறப்புக் கடத்திக் காந்தங்களையே (Super-conducting magnets) பயன்படுத்துகின்றன. இரும்பு இல்லாததால் கனமும் குறையும்; கிடைக்கும் சக்தியோ ஏராளம். இது பலகோடி டாலர் வியாபாரப் பொருளாகிவிட்டது. பரிசோதனைக் கூடங்களில் இவற்றை ஏராளமாகக் காணலாம். இத் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்த காமர்லிங் ஒனசுக்கும், இதை விளக்கிய அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளான பார்டீன், கூப்பர், ஷ்ரைபர் என்ற

மூவர்க்கும் வெவ்வேறு சமயங்களில் பரிசுகள் கிடைத்துள்ளன. இத் தத்துவத்தில் மனங்கொள்ளத்தக்கச் சிறப்புச் செய்திகள் பலவற்றை விரிப்பின் பெருகும்.

சிறப்புக் கடத்திகளின் பயன்கள் (Super-conductivity and the uses of Super-conductors) :

1. கைரோஸ்கோப்(Gyroscope): சாதாரண க் கைரோஸ்கோப்பில் உள்ள கெடுதல்கள் இவற்றில் இருப்பதில்லை. காந்த சக்தியில் உரசலின்றி மிதப்பதால் தன்னிச்சையாகச் செயல்படும். சிறிது தடங்கலின்றி மாதக்கணக்கில் சுழலும். இதுபோன்றதே இயந்திரங்களில் பயன்படும் bearings.

2. மோட்டார்கள் : சிறிதுகூட மின்சக்தியையோ, இயந்திர சக்தியையோ வீணாக்காத மோட்டார்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

3. க்ரையோட்ரான் : தாழ்வெப்ப நிலைத் தத்துவத்தின் மிக முக்கியமான முன்னேற்றம் கணிப்பான் (Computer) துறையில் காணலாம். இதற்கெல்லாம் முன்னோடியாக இருந்தவர் ஜோஸப்சன் என்னும் பட்டக் கல்லூரி மாணவர். அண்மையில் நோபல்பரிசு பெற்ற ஆண்டெர்சன் திடநிலைப் பௌதிகப் பாடம்(Solid State Physics) நடத்திக் கொண்டிருக்கும் பொழுது ஒரு வினாவை எழுப்பி அதற்கு விடை கேட்டார். மாணவரான ஜோஸப்சன் அளித்த விடையும், அதன்மேல் ஏற்பட்ட ஆராய்ச்சியும் மாணவருக்கு, குருவுக்கு 15 வருடங்களுக்கு முன்பே நோபல் பரிசை அளித்தது. ஹீலியத் திரவத்தின் இயல்பையும், சிறப்புக் கடத்திகளின் குணங்களையும் சேர்த்து ஜோஸப்சன் சந்திப்புகள் (Josephson Junction) உருவாக்கப்பட்டன. சிறப்புக் கடத்திகளின் மேல் காந்த சக்தியைச் செலுத்தினால் சாதாரணக் கடத்திகளாய்விடும் (Super conductors become normal in external field). படம் 4 இல் (பக்கம்427)Cryotron விளக்கப்பட்டுள்ளது. I_c மூலம் மின்சாரத்தினால் உண்டாகும் காந்தம், 'Gate-wire' எனப்படும் சிறப்புக் கடத்தியைச் சாதாரணக் கடத்தியாக்கிவிடும். இதையே நம்மால் ஒரு செகண்டுக்குப் பத்து லட்சம் முறை செய்யமுடியும். அதாவது பத்து லட்சம் முறை மாற்றி மாற்றிச் சமிக்சை வரும். சிறப்புக் கடத்தியை Yes என்றும், சாதாரணக் கடத்தியை No என்றும் வைத்துக்கொண்டால் இதுவே கம்ப்யூட்டரின் ஸ்விட்சின் தத்துவமாகிவிடுகிறது. விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தால் இலேசான உலோகப் பட்டைகள் மூலம்(Thin film Cryotron)

155 உறுப்புக்களை ஒருதபால்தலை அளவில் வைத்துவிடலாம். வேகமும் 10^{-8} செகண்டு ஒரு கனச் சதுர சென்டிமீட்டரில் (1 cubic cm 100) கோடி துண்டுகளைப் bits பொறுத்தலாம். இதன் விலையும் மலிவு. மனிதனின் மூளையிலுள்ள செல்களைவிட இது அதிக எண்ணிக்கை கொண்டது.

படம் 4 இல் (பக்கம் 427) இதைப் பயன்படுத்திச் செய்யும் லாஜிக் (logic) கணக்குகளைக் காட்டியுள்ளேன். இது *and* (a), *or* (b) என்னும் தத்துவக் கணக்கைச் செய்யும். இதேபோல் ஞாபகச் (memory) சர்க்யூட்டுகளும் செய்யப்பட்டுள்ளன. மின்சாரச் செலவு குறைவான இக் கம்ப்யூட்டர்கள் 1980லும், 90லும் பரவலாக எல்லா நாடுகளுக்கும் வந்துவிடும். 10^{7} துண்டுகள் bits) உள்ள கம்ப்யூட்டர் ஒரு சிறிய கால்குலேட்டர் (calculator) அளவே இருக்கும்.

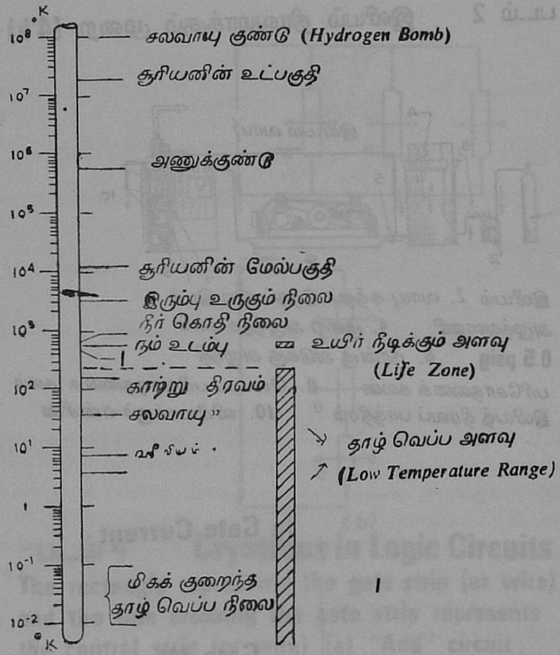
மருத்துவத் துறையும் உயிரியல் துறையும் எவ்வாறு தாழ் வெப்ப விஞ்ஞானத்தால் பயன் பெற்றன? பொதுவாக இதற்கு நைட்ரஜன் திரவ அளவுக்குத் கீழே செல்வதில்லை. சைபீரியா போன்ற மிகக் குளிர் பிரதேசத்தில் தோண்டினால் பனிப்பாறைகளுக்கு அடியே பல ஆயிரம் வருடங்களுக்கு முன்பு மடிந்த விலங்கினங்களின் உடல்கள் அழியாமல் கிடைக்கின்றன. மிகக் குளிரால் எப்பொளும் கெடுவதில்லை. குளிர்பதனப் பெட்டியும் இதனால்தான் நமக்குப் பயன்படுகிறது. சில இடங்களில் இரத்தத்தையும், பிளாசுமா (plasma) என்னும் உயிர்ச் சத்தையும் மிகக் குளிர் நிலையில் பாதுகாக்கிறார்கள். இதற்கென் விசேடக் கொள்கலன்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இதே போல் உயர்ரகக் காளைகளின் விந்துக்களை (semen) நைட்ரஜன் வெப்ப நிலையில் பல நாட்கள் கெடாமல் வைத்திருக்கலாம்; வேண்டும்பொழுது பசுக்களுக்கு பயன்படுத்தலாம். இந்தியாவில் இதற்காகவே பல கம்பெனிகள் விசேடக் கொள்கலன்களைத் தயாரித்துள்ளன.

அறுவைச் சிகிச்சையில் இப்பொழுது திரவ நைட்ரஜனை ஏராளமாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். மூளையின் மத்திய நரம்புப் பகுதியில் கோளாறு ஏற்பட்டால், கை, கால்கள் கட்டுக்கடங்காமல் ஆடத் தொடங்கும். இதற்கு ஆங்கிலத்தில் 'பார்கின்சன் நோய்' என்று பெயர். இதை நிவர்த்திக்கப் பின்வரும் வழி கையாளப்படுகிறது. படம் 5இல் (பக்கம் 428) ஒருமனிதனின் மூளைப்பகுதி காட்டப்

பட்டுள்ளது. சஸ்திர ஆயுதத்தின் முடிவில் ஓர் ஊசி இருக்கும். திரவ நைட்ரஜனிலிருந்து வரும் குளிர்ந்த வாயுவை நுனியில் கொண்டுபோய் மூளையின் வெவ்வேறு பகுதியைத் தொடுவார்கள். நோயாளியும் விழிப்புடனேஇருப்பான். நோயுள்ள பகுதியில் ஊசி பட்டவுடன் அந்த இடம் உணர்ச்சியற்றுப் போய்விடும் உடனே உடல் ஆட்டமும் தானே நின்றுவிடும். அந்த இடத்திலேயே ஊசியைச் சில நிமிடங்கள் $-60°F$ வெப்பத்தில் வைத்தால் அப்பகுதி அழிந்துவிடும். சில நாட்களில் கட்டியும் ஆறிவிடும்; நோயும் மறைந்துவிடும். 100க்கு 90 பேருக்கு இதன்மூலம் நிவாரணம் கிடைக்கிறது; புறவிளைவுகளும் (side effects) இருப்பதில்லை. ஒரே நாளில் நோயாளி நடக்கத் தொடங்கிவிடுவான். இதேபோல் கண் சிகிச்சையும் நடக்கிறது. 'காட்ராக்ட்' சிகிச்சை மிக எளிதில் முடிந்துவிடும். புற்று நோய்க்கும், கட்டிகளுக்கும் அறுப்பதற்கு குளிர்நிலை சஸ்திர வழி பயன்படுகிறது. இப்படி அடுக்கிக்கொண்டே போகலாம்.

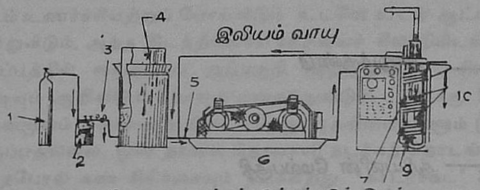
விண்வெளியில் இராக்கெட் செல்வதற்கு வேண்டிய எரிபொருள், ஜலவாயு அல்லது பிராணவாயுத் திரவமாகும். அமெரிக்காவின் மிகப் பெரிய இராக்கெட்டுகள் இவற்றையே பயன்படுத்துகின்றன. அணு உலைகள் (Reactors) பௌதிக, இரசாயன ஆராய்ச்சிக் கருவிகள் யாவும் இந்தத் திரவங்களையே நம்பியுள்ளன. உறைய வைக்கப்பட்ட உணவுப் பொருள் (Frozen Foods) பலகாலம் கெடுவதில்லை.

நம் நாட்டில் இந்த இயல் எவ்வாறு உள்ளது? தலை சிறந்த விஞ்ஞானக் கழகங்களில் ஹீலியம், நைட்ரஜன் ஆகியவற்றைத் திரவமாக்கும் கருவிகள் உள்ளன. தனியார் நிறுவனங்களும் இதை வியாபாரப் பொருளாக விற்கின்றன. சில கூட்டுறவு நிறுவனங்கள் உயர்ரகப் பசுக்களை உருவாக்க விசேடத் தாதுக்களைப் பயன் படுத்த நைட்ரஜன் கொள்கலனைத் (Dewars) தயாரிக்கின்றன. விஞ்ஞானிகள் திடப்பொருள்களின் (Soild state) குண மாறுதல்களை வெவ்வேறு திரவத்தைப் பயன்படுத்தி ஆராய்கின்றனர். இருப்பினும் நம் நாட்டில் தாழ் வெப்ப இயல் தொழில்நுட்பம் (Low temperature technology) அவ்வளவாகப் பரவவில்லை. இது குறையே. 'வெளி நாட்டிலுள்ள பல்வேறு சாத்திரங்களைக் கொண்டுவந்து இங்கு சேர்ப்பீர்' என்ற பாரதியின் கனவு நனவாக வேண்டுமானால் நம் விஞ்ஞானிகளும், பொறியியல் நிபுணர்களும் இன்னும் கடுமையாக உழைக்க வேண்டும்.

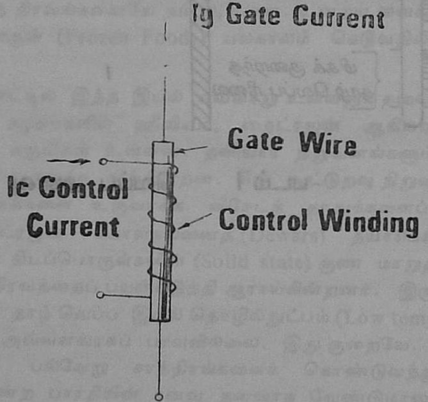

°K
10^8
10^7
10^6
10^5
10^4
10^3
10^2
10^1
1
10^{-1}
10^{-2}
°K
சலவாயு குண்டு (Hydrogen Bomb)
சூரியனின் உட்பகுதி
அணுக்குண்டு
சூரியனின் மேல்பகுதி
இரும்பு உருகும் நிலை
நீர் கொதி நிலை
நம் உடம்பு
உயிர் நீடிக்கும் அளவு
(Life Zone)
காற்று திரவம்
சலவாயு ”
தாழ் வெப்ப அளவு
(Low Temperature Range)
மிகக் குறைந்த
தாழ் வெப்ப நிலை

படம் 1 வெப்ப அளவு

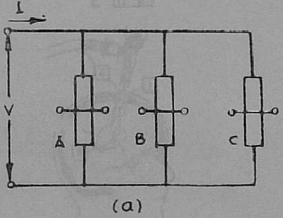
படம் 2 இலியம் திரவமாக்கும் முறை (4'k)

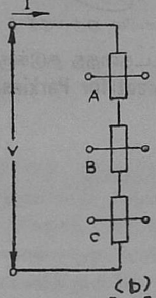


1. இலியம் 2. வாயு சுத்தப்படுத்தப்படும் இடம்
3. அழுத்தமாணி 4. குறை அழுத்தக் கலம்
5. 0.5 psig 6. நான்கு அடுக்கு அழுத்தி
7. பரிசோதனைக் கலன் 8. வெப்பப் பரிவர்த்தனை கலம்
9. இலியத் திரவப் பாத்திரம் 10. விரிவாக்கும் என்சின்



படம் 3 Wire-Wound Cryotron

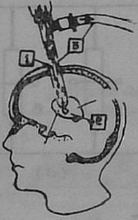




படம் 4 Cryotrons in Logic Circuits

The rectangle represents the gate strip (or wire), and the line crossing the gate strip represents the control strip (or wire) (a) "And" circuit ; (b) "Or" circuit.

படம் 5



' சஸ்திர ஆயுதம் 2. மூளையின் ஒரு பகுதி 3. நைட்ரசன் திரவம்|வாயு

உறுப்பு ஆட்டத்தைத் தடுக்கும் முறை
(Cryogenic treatment for Parkinson's disease)

கன்னியாகுமரிக் கடற்கரை வண்ண மணல்களைப் பற்றிய கனிமவியல் ஆய்வும் முடிவுகளும்*

கனிமவியல்–ஒரு முன்னுரை (An Introduction to Mineralogy):

கனிமங்கள் எனப்படுபவை இயற்கையில் உருவாகும் திட நிலைப் படிகங்களாகும். இவைகளே பூமியையும், இதரக் கோளங் களையும் நிரப்பும் அடிப்படைப் பொருட்களாகும். ஒவ்வொரு கனிமமும் குறிப்பிட்ட பௌதீகக் குணங்களையுடையதாக இருக்கும். இந்தக் குணங்கள், ஒரு கனிமப் படிகத்தினுள்ளே திசையைப் பொருத்து மாறலாம். சான்றாக, ஒரு திசையைவிட மற்றொரு திசையில் விரைவாக வளரலாம். ஆனால், இந்த இயல்புகள், ஒரு கனிமத்தின் எல்லாத் துகள்களிலும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கும். ஒவ்வொரு கனிமமும், குறிப்பிடத்தக்க மாறாத வேதியற் கூறுகளைப் (chemical composition) பெற்றிருக்கும். எல்லாக் கனிமங்களும் குறிப்பிட்ட படிக வடிவங்களைப் (crystal structures) பெற்றிருக்கும். எனவே, கனிமங்களைப் பற்றி அறிவதற்கு வழக்கமான படிகவியல் முறை களையே (crystallographic techniques) பயன்படுத்தலாம்.

கனிமங்களை இனங்காணுதலும் அறிதலும் (Identification and study of minerals) :

ஒவ்வொரு கனிமமும் அதன் வேதியற் கூறுகளாலும், அது படிகமாகும் முறையாலும், மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடுகிறது.

* டாக்டர் எஸ். நடராசன், இயற்பியல் துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம், மதுரை-21.

எனவே, ஒரு கனிமத்தை இனங் கண்டுகொள்ள முழுமையான ஆய்வு தேவையில்லை. பெரும்பாலான கனிமங்களை, படிக ஒப்புமையைத் (symmetry) தெரிவிக்கும் புறத்தோற்றங்களினாலும் கனிமத்தின் வேதியற் கூறுகளையும் படிகவமைப்பையும் பொறுத்து அமையும் பல்வேறு பௌதீகப் பண்புகளாலுமே இனங்காண முடிகிறது.

இனங்காண உதவும் பௌதீகப் பண்புகள் :

பல கனிமங்களும் அவற்றின் அடர்த்தியைப் (density) பொறுத்தே வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. படிக வளர்ச்சி வீதமும் ஒரு முக்கியமான பண்பாக அமைகிறது ஒரு கனிமப் படிகம் உடைக்கப் படும்போது ஒழுங்கற்ற உருவமுள்ள துண்டுகளாகவோ, படிகத் தளங்கள் முறையாக உள்ள துண்டுகளாகவோ உடையலாம். பிளவுபடும் முறையைக் கொண்டும் கனிமங்களை இனங் காணலாம். கனிமத்தின் உடன்பிணைத் தன்மையைப் (cohesion) பொறுத்து அமையும் ஒரு பண்பு உறுதிப்பாடு (tenacity or toughness) என்பதாகும். இப்பண்பின் அளவைப் பொறுத்தும் கனிமங்களைப் பாகு படுத்தலாம்.

கடினத் தன்மை (Hardness) :

கடினத் தன்மையாவது பிறழ்ச்சி (abrasion) அல்லது உராய் தலை எதிர்க்கும் தன்மையாகும். இதுவும் படிகவமைப்பின் பலத்தைப் பொறுத்துள்ளது. ஆனாலும், இது உறுதிப்பாட்டுக்கு (toughness) பலவகையில் மாறுபட்டது. சான்றாக, வைரத்தை (diamond) எடுத்துக்கொண்டால், அது மிகக் கடினமானதுதான்; ஆனால் அடிக்கப்படும்போது நொறுங்கிவிடுகிறது. கடினத் தன்மை மோச் அளவினால் (Mohs scale) குறிக்கப்படுகிறது (அட்டவணை எண் 1ஐப் பார்க்க, பக்கம் 436). இந்த மோச் அளவுகளாக இடம்பெறும் கனிமங்கள் ஒவ்வொன்றும் அந்த அட்டவணையில் அதற்கு முன்னால் வரும் கனிமத்தை உராயக்கூடியனவாகவும், அதற்குப் பின்னால் வரும் கனிமங்களால் உராயப்படக் கூடியனவாகவும் அமைந்துள்ளன. மோச் அளவினைவிடவும் நடைமுறைக்கு எளிதான ஒரு பாகுபாட்டு முறை அட்டவணை எண் 2இல் (பக்கம் 437) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மின்னியல், காந்தவியல் பண்புகளும் கதிரியக்கப் பண்புகளும் (Electrical, magnetic and radioactive properties):

உலோகங்களின் கனிமங்கள், சில சல்பைடுகள் மற்றும் சில ஆக்சைடுகள் நல்ல மின்கடத்திகள் (good conductors). அயனி இணைப்பு அல்லது கோவாலண்ட் இணைப்புக்களையுடைய கனிமங்களில் பெரும்பாலானவை அரிதி மின்கடத்திகள் (poor conductors). வெளி காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படும்போது சில கனிமங்கள் மிக அதிகமாக ஈர்க்கப்படுகின்றன. இவை பெர்ரோமாக்னடிக் (ferro magnetic) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. சில கனிமங்கள் மிகச் சிறிதளவே ஈர்க்கப்படுகின்றன. இவை பாராமாக்னடிக் (para magnetic) எனப்படுகின்றன. பெரும்பாலான கனிமங்கள் எதிர்த்துத் தள்ளப்படுகின்றன. இவை டயாமாக்னடிக் (diamagnetic) என அழைக்கப்படுகின்றன. சில கனிமங்கள் கதிரியக்கத் தன்மையுடையவை. இவற்றைப் புகைப்பட முறையினாலோ அல்லது வேறு முறைகளினாலோ கண்டறியலாம்.

ஒளியியல் பண்புகள் (Optical Properties):

ஒளி, படிகங்களின் பரப்புகளினால் எந்த அளவுக்குப் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது என்பதைப் பொறுத்து அமையும் பண்பே பளப்பளப்பாகும் (lustre). இது, ஒளிவிலகல் எண்ணையும் (refractive index), படிகத்தின் பக்க ஒழுங்கையும் (perfection of faces), ஒளி ஏற்புத் தன்மையையும் (chromatic absorption) பொறுத்ததாகும். பளபளப்பின் அளவைப் பொறுத்துக் கனிமங்களை, உலோகப் பளபளப்புடையன (metallic lustre), உலோகமல்லாதவை போன்ற பளபளப்புடையன (non-metallic lustre), நடுநிலைப் பளபளப்புடையன (sub-metallic lustre) என்று பிரிப்பதுண்டு. உலோகமல்லாதவை போன்ற பளபளப்பையும், முத்துப் போன்ற (pearly), பட்டைப் போன்ற (silky), பூமியைப் போன்ற (earthy), கண்ணாடியைப் போன்ற (glassy), மெழுகைப்போன்ற (waxy) என்று பல்வேறு பளபளப்பு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். நிறம் (colour) என்பதும் ஓர் ஒளியியற் பண்பாகும். ஆனால், நிறத்தை மட்டும் வைத்துக் கனிமங்களை இனங்காணுவது தவறான முடிவைத் தரலாம். இதற்குக் காரணம் ஒரு கனிமத்தில் சேர்ந்துள்ள சில அசுத்தப் பொருட்களால் (impurities) உண்டாகும் நிறம், அக்கனிமத்தின் வழக்கமான நிறத்திலிருந்து வேறுபட்டு அமைவதுதான்.

சுவைப் பண்புகள் (Sensate Properties) :

சில கனிமங்களே சுவைப் பண்புடையனவாக அமைந்துள்ளன. இப்பண்பு வலிமையற்ற அயனி இணைப்புள்ள கனிமங்களிலேயே பெரும்பாலும் இருக்கும். கரிப்பு, கசப்பு, புளிப்பு முதலிய சுவைகள் நீரில் எளிதில் கரையும் தன்மையுள்ள பல கனிமங்களில் அமைந் துள்ளன. எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய சில கனிமங்கள் மணமும் (smell) உள்ளனவாக அமைந்திருக்கின்றன.

கனிமங்களைப் பற்றி அறிதல் (Studying the Minerals) :

கனிமவியல் நுண்நோக்கியைப் (mineralogical or petrographic microscope) பயன்படுத்தியும், எக்ஸ்-கதிர்களைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் சோதனைகளாலும், வேதியியல் சோதனைகள் (chemical analysis) மூலமும் கனிமங்களைப் பற்றி அறிந்துகொள்ளலாம். தற்போது ஏறத்தாழ 3000க்கும் மேற்பட்ட கனிமங்கள் இனங்கண்டு, வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு ஆண்டும் சுமார் 60 கனிமங்கள் இப் பட்டியலில் புதிதாகச் சேருகின்றன. கனிமவியலைப் பற்றிய செய்திகளை இத்துடன் சுருக்கிக்கொண்டு, கன்னியாகுமரிக் கடற் கரையின் வண்ண மணல்களைப் பற்றிய கனிமவியல் ஆய்வினைப் பற்றிக் கீழே காண்போம்.

கன்னியாகுமரியின் வண்ண மணல்கள் :

நம் இந்திய நாட்டின் தென்கோடி முனையில் கன்னியாகுமரி எனும் ஊர் அமைந்துள்ளது. இங்குள்ள கடற்கரை பல வண்ண மணல்களையுடையது. இளஞ்சிவப்பு (pink), கருமை (black) மற்றும் லேசான வெண்மை (dull-white) நிறமுடையவைகளே அதிகமாகக் காணப்படும் வண்ண மணல்கள். இந்த மணல் படிகங்களைப் பற்றிய ஆய்வே இந்தக் கட்டுரையின் கருப்பொருள். இவ்வகை மண்களில் என்னென்ன கனிமங்கள் உள்ளன என அறிதலும், அவற்றின் பயன் களைப் பற்றி சிந்திக்க வைத்தலும், அவை எந்த அளவுக்கு நல்ல படிகங்களாக அமைந்துள்ளன என ஆராய்தலுமே இந்த ஆய்வின் முக்கியக் குறிக்கோள்களாகும்.

எக்ஸ்–கதிர் சோதனைகள் :

இந்த வண்ண மணல்களை எக்ஸ்-கதிர் சோதனைக்கு உள்ளாக்குவது கீழ்க்கண்டவாறு செய்யப்பட்டது. கிடைத்த மணல்களில், சுமாரான கனபரிமாணங்களுள்ள வண்ண மணல்களை அதற்கான உபகரணத்தில் பொருத்தி 'லாவே எக்ஸ்–கதிர் நிழற்படங்கள்' (X-ray Laue photographs) பெறப்பட்டன. இந்தச் சோதனைக்குப் பல அலை நீளம் கொண்ட தாமிர எக்ஸ்-கதிர் வீச்சு (polychromatic copper X-radiation) பயன்படுத்தப்பட்டது. இளஞ்சிவப்புப் படிகத்தால் பெறப்பட்ட நிழற்படத்தின் 'லாவே புள்ளிகள்' (Laue spots) ஒரு தரமான படிகம் தருவது போலவே சிறப்பான, தெளிவான புள்ளிகளாக இருந்தன. ஆனால், கருமை மற்றும் லேசான வெண்மைநிற மணல்கள் தெளிவற்ற லாவே புள்ளிகளையே கொடுத்தன. இதிலிருந்து, இளஞ்சிவப்பு வகை மணல்கள் நல்ல தரமான படிகங்களாக அமைந்துள்ளன என்பது தெரியவருகிறது. மற்ற இரண்டு மணல் வகைகளும், தனிப் படிகங்களாக (single crystals) இருந்தபோதிலும் அவை தந்த லாவே புள்ளிகளின் அமைப்பிலிருந்து, இந்தப் படிகங்களின் தரக்குறைவு புலனாகிறது[1]. இந்த மூன்று மணல் வகைகளுமே ஒழுங்கற்ற வடிவமுடையனவாக இருந்ததால், அவற்றைப் படிகவியல் முக்கிய அச்சுக்களுக்கு ஏற்ப நெறிப்படுத்துதல் மிகக் கடினமானதாக இருந்தது. இருந்தபோதிலும், நிக்கலால் வடிக்கப்பட்ட தாமிரக் கதிர் வீச்சைப் பயன்படுத்திச் சில மணல் மாதிரிகளுக்கு 'எக்ஸ்-கதிர் அலைவு நிழற்படங்கள்' (X-ray oscillation photographs) எடுக்கப்பட்டபோது அவைகளில் காணப்பட்ட புள்ளிகளும் லாவே நிழற்படங்களில் காணப்பட்ட மாதிரியே அமைந்திருந்தன. மேலும், இவ்வகை மணலை நன்கு பொடியாக்கி, அதை மெல்லிய சுவர்களுள்ள சிறிய கண்ணாடிக் குழாயில் அடைத்து 'டிபை-ஷெரர்' (Debye Scherrer) நிழற்படங்கள் பெறப்பட்டன.

மேற்கூறப்பட்ட சோதனைக்கும் நிக்கலால் வடிக்கப்பட்ட தாமிரக் கதிர்வீச்சே (nickel filtered copper radiation) பயன்படுத்தப் பட்டது. எடுக்கப்பட்ட நிழற்படங்களில், இளஞ்சிவப்பு மற்றும் கருமை நிற மணல் வகைகள் எதிர்பார்த்த பொடிக்கோடுகளைத் (powder lines) தரவில்லை. அவை பொடி செய்யப்பட்டபோது தம் படிகத் தன்மையை (crystallinity) இழந்துவிட்டதையே இது எடுத்துக்காட்டுகிறது. இவ்வகை மணல்கள் எளிதில் உருகாதவை (infusible) என்ப

தால் அவற்றை அன்னீலிங் முறைக்கு (annealing procedure) உட்படுத்த முயலவில்லை.

மற்ற இரண்டு மணல் வகைகளும் பயனுள்ள எக்ஸ்-கதிர் பொடி நிழற்படங்களைத் (X-ray powder photographs or Debye-Scherrer photographs) தராவிட்டாலும், லேசான வெண்மைநிற மணலின் பொடிகள் ஒரு தெளிவான பொடி நிழற்படத்தைத் தந்தது. இந்த நிழற்படத்திலிருந்து கணக்கிடப்பட்ட டி-இடைவெளிகள் (d-spacings), குவார்ட்ஸ்(quarts) கனிமத்துக்கான இடைவெளிகளுடன் ஒத்திருந்தது[2]. மேலும், உண்மையான குவார்ட்ஸ் படிகங்களுக்கே தனியாக எடுக்கப்பட்ட எக்ஸ்-கதிர் பொடி நிழற்படமும், பொட்டாசியம் புரோமைடோடு கலந்து எடுக்கப்பட்ட அகச்சிவப்பு உட்கொள்ளும் நிறமாலையும் (infrared absorption spectra), லேசான வெண்மைநிற மணல் வகைக்கு எடுக்கப்பட்ட இவ்வகைச் சோதனைகளின் முடிவுகளும் ஒரே மாதிரியாக இருந்ததால், இவ்வகை மணல் குவார்ட்ஸ் வகையைச் சேர்ந்ததே என அறுதியிட்டுக் கூறமுடிகிறது

பௌதீகக் குணங்களைக் கொண்டு பெறப்பட்ட முடிவுகள் :

இளஞ்சிவப்பு மற்றும் கருமைநிற மணல் வகைகளுக்கு டிபைஷெரர் நிழற்படத்தைப் பெறமுடியாததினால், இவற்றின் நிறம், பளபளப்பு, அடர்வு எண் போன்ற பௌதீகக் குணங்களை மட்டும் பயன்படுத்தியே இம் மணல் வகைகள் இனங்காணப்பட்டன. கருமைநிற மற்றும் இளஞ்சிவப்பு மணல்களின் மேற்சொன்ன பௌதீகக் குணங்கள் முறையே, இல்மனைட் (ilmenite) மற்றும் காலக்ஸ்சைட் (galaxite) என்ற கனிமங்களுடன் ஒத்திருந்தன. எனவே, இந்த மணல் வகைகள் மேற்கண்ட கனிமங்களே என முடிவு செய்யப்பட்டன.[3] மேலும், கருமைநிற மணல், இல்மனைட்டைப் போல் அடர் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தில் மிகக்குறைவான அளவுக்குக் கரைவது, அவை இல்மனைட்தான் என்பதை உறுதிப்படுத்துகிறது. இளஞ்சிவப்பு மணல் வகையின் இயற்கை நிறமும், அதன் எக்ஸ்-கதிர் படத்தில் உள்ள ஒளிபடர்ந்த பின்னணியும் (background due to fluorescence) காலக்ஸ்சைட் கனிமத்துக்குள்ள குணங்கள் போல் தோன்றுகிறது.

காந்த ஈர்ப்புத் தன்மைச் சோதனைகள் :

இந்த மூவகை மணல்களையும் நுண்துகள்களாக்கி, அவற்றிற்கு 'காய் முறை'யில் (Gouy method) காந்த ஈர்ப்புத் தன்மைச் சோதனைகள் (magnetic susceptibility measurements) செய்யப்பட்டன. இந்தச் சோதனைகளுக்கு $HgCO(CNS)_4$ என்னும் ஓர் இரசாயனப் பொருள் அளவையாகப் (calibrant) பயன்படுத்தப்பட்டது. எல்லா மணல் வகைகளுக்கும் நிறம், பளபளப்பு, அடர்வு எண், காந்த ஈர்ப்புத் தன்மை அளவுகள் ஆகிய அனைத்து விவரங்களும் அட்டவணை எண் 3இல் (பக்கம் 438) கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தக் காந்த ஈர்ப்புத் தன்மை அளவுகளிலிருந்து, இளஞ்சிவப்பு மற்றும் கருமைநிற மணல் வகைகள் காந்த ஈர்ப்பு மிக்கவை (paramagnetic) என்றும், லேசான வெண்மைநிற மணல் வகைகள் காந்த ஈர்ப்பு அற்றவை (diamagnetic) என்றும் தெரியவருகிறது. மேற்கூறிய சோதனையின்போது, லேசான வெண்மைநிற மணலைக் கொண்ட 'காய் குழாய்' (Gouy tube) காந்தப் புலத்தினால் எதிர்த்துத் தள்ளப்பட்டது.

இதே காந்தப்புலம் கருமைநிற மணலைக் கொண்ட காய் குழாயை ஈர்த்ததும் காணப்பட்டது. ஒரு சாதாரணக் காந்தத்துண்டு (bar magnet) கூட இந்தக் கருமைநிற மணல் வகையை இலேசான முறையில் ஈர்ப்பதைக் காணலாம். இது இல்மனைட் கனிமத்தின் குணமாகும். மேற்கூறப்பட்டுள்ள ஆய்வு முடிவுகள் யாவும், எங்களால், இந்தியக் கனிமவியல் கழகத்துக்கு எழுதப்பட்டு, அந்தக் கட்டுரை அவர்களது ஆராய்ச்சி இதழில் பிரசுரத்துக்கு ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.[4]

வண்ண மணலின் பயன்கள் :

இளஞ்சிவப்பு மணல்வகை, பல நிறங்களில் காணப்படும் அழகிய ஸ்பைனல் வகையைச் (spinel gpoup) சேர்ந்த கற்களாகும். இவை ரூபி மற்றும் நீலம் போன்ற விலையுயர்ந்த கற்களைப்போல ஆபரணக் கற்களாக பயன்படலாம். கருமைநிற மணலான இல்மனைட் கனிமத்தில் 30 விழுக்காட்டுக்கு மேல் டைட்டேனியம் இருப்பதால் இது ஒரு முக்கியமான தொழிலகக் கனிமமாகும். இந்த மிகக் கரிய நிறத்துக் கனிமம் மிக வெண்மையான பெயிண்ட்டுகளை உற்பத்தி செய்யப் பயன்படுவது ஒரு விந்தையான செய்தியாகும். மேலும், புகைத்திரைக்கும் (smoke screen), வானத்தில் புகையால் எழுதுவதற்கும் (sky - writing) இந்தக் கனிமம்தான்பயன் படுகிறது.[5]

இக் கனிமத்திலிருந்து எடுக்கப்படக்கூடிய டைட்டேனியம், உலோகம், தன்னுடைய வெப்பம் மற்றும் அரிப்பு (corrosion) எதிர்ப்புச் சக்தியினாலும், பற்றவைக்கும் தன்மையினாலும் (welding capacity), குறைந்த அடர்வு எண்ணினாலும், வானூர்தித் தொழிலுக்கு மிகவும் பயன்படுவதாகும். குவார்ட்ஸ் கனிமமான லேசான வெண்மைநிற மணல்வகை, சோதனைச்சாலை உபகரணங்களைத் தயார் செய்யவும் மூலப்பொருளாகப் பயன்படக்கூடியது.

அட்டவணை 1

கடினத் தன்மையைக் குறிக்கும் மோச் அளவில் (1 முதல் 10 வரை) பயன்படும் கனிமங்கள்

கடினத் தன்மை அளவு	குறிக்கப்பட்ட கனிமம்	கடினத் தன்மை அளவு	குறிக்கப்பட்ட கனிமம்
1	சுண்ணாம்பு(talc)	6	ஆர்த்தோ கிளேசு
2	ஜிப்சம்	7	குவார்ட்ஸ்
3	கால்சைட்	8	டோபாஸ்
4	புளுரைட்	9	கோரண்டம்
5	அபடைட்	10	வைரம்

அட்டவணை 2

கடினத் தன்மையை அறிய உதவும் நடைமுறை அளவுகள்

கடினத் தன்மையை அறிய உதவும் செயல்முறை	கடினப் பாகுபாடு	சமமான மோச் அளவு
நகத்தாலேயே உராயப்படக் கூடிய கனிமங்கள்	மிகவும் மென்மை யானவை	1—2
சிறிய தாமிரக் கம்பியாலேயோ அல்லது நாணயத்தாலோ உராயப்படக்கூடியவை	மென்மையானவை	2—3
பேனாக்கத்தியால் எளிதாக உராயப்படக்கூடியவை	சிறிது கடினமானவை	3.5—4.5
பேனாக்கத்தியால் எளிதில் உராய்விக்கப்பட முடியாதவை	கடினமானவை	5—6.5
எஃகு அரத்தாலும் தேய்மானம் அடையாதவை	மிகக் கடினமானவை	7—10

அட்டவணை 3

வண்ண மணல்களின் சில பௌதிகக் குணங்களும், எக்ஸ்-கதிர் சோதனை மற்றும் காந்த ஈர்ப்புத் தன்மைச் சோதனைகளின் முடிவுகளும் அவற்றின் கனிம வகையும்

மணலின் நிறம் colour	மணல் மாதிரி-களின் சுமாரான அளவுகள் (மூன்று பரிமாணத்திலும்) (size)	(பளபளப்பு) (lustre)	அடர்வு எண் (specific gravity)	படிகத்தன்மை (crystallinity)	காந்த ஈர்ப்புத் தன்மை அளவு (gram susceptibility 10^{-6} cgs units)	கண்டுபிடிக்கப் பட்ட கனிம வகை
இளஞ்சிவப்பு (pink)	0.25—1.00 மில்லி மீட்டர்	கண்ணாடி போன்ற (vitreous)	3 84 ± 0.05	தரமான தனிப் படிகங்கள்	36 ± 2	காலக்ஸைட் $MnAl_2O_4$ — ஸ்பைனல் வகை
கருமை (black)	0.10—0.25 மில்லி மீட்டர்	உலோகம் போலல்லாத (sub-metallic)	4 56 ± 0.05	அதிகத் தரமற்ற தனிப் படிகங்கள்	83 ± 4	இல்மனைட் ($FeTiO_3$)
லேசான வெண்மை dull-white	1 00—3.00 மில்லி மீட்டர்	கண்ணாடி போன்ற (vitreous)	2.63 ± 0.05	அதிகத் தரமற்ற தனிப் படிகங்கள்	2.9 ± 0.5	குவார்ட்ஸ் (SiO_2)

நன்றியுரை :

அறிஞர் எஸ் கே. மோகன்லாலும், திரு கே. பாண்டியும் மேற்கூறப் பட்டுள்ள சோதனைகளில் எனக்குத் துணை புரிந்தவர்கள். திரு நசீர் உசேன் (வேதியற் துறை) அவர்கள் காந்த ஈர்ப்புத் தன்மைச் சோதனைகளைச் செய்து உதவினார். காரைக்குடி அழகப்பா கல்லூரியைச் சேர்ந்த திருவாளர்கள் இராமச்சந்திரனும் (வேதியற் துறை), பாண்டியும் (பௌதிகத் துறை), முருகப்பனும் (தமிழ்த் துறை) இக்கட்டுரையைத் தமிழில் எழுத உதவி செய்தார்கள். அவர்கள் யாவர்க்கும் என் நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன்.

மேற்கோள்கள் :

1. Auleytner, J (1967), X-ray Methods in the Study of Defects in Single Crystals (Oxford : Pergamon Press).

2. Powder Diffraction File (1967), Sets 1·5 Inorganic volume No. PD IS - 5 iRB, Ed : Berry, L G. (Pennsylvania : Joint Committee on Powder Diffraction Standard), page 627.

3. Prinz, M., Harlow, G and Peters, J. (1977), Guide to Rocks and Minerals (New York : Simon and Schuster).

4. Natarajan, S, Mohanlal, S. K. and Pandi, K. (1982), Investigations on the beach sands of Cape Comorin, India Mineralogist (In print).

5. Pearl, R.M. (1955), How to know the Minerals and Rocks (New York : McGraw Hill Book Co.), page 84.

நுண்செயலியும் நுண்கணிப்பானும்*

சுருக்கம் :

கம்ப்யூட்டர் எனப்பெறும் கணிப்பானின் வரலாற்று வளர்ச்சியும், நுண்செயலியின் கண்டுபிடிப்பிற்குக் காரணமான குறைக்கடத்தித் தொழில் நுட்பத்தின் முன்னேற்றமும் இக்கட்டுரையில் கூறப்பட்டுள்ளன. நுண்கணிப்பானின் (Micro Computer), ஒழுங்கமைப்பும், அது செயல்படும் முறையும், நுண்கணிப்பானை ஆக்கும் நுண்செயலி (Micro processor) உள் செலுத்தி-வெளியேற்றி, நினைவிருத்தி ஆகிய வற்றின் உள்ளமைப்பும் செயல்படும் முறையும் படங்களுடன் விளக்கப்பட்டுள்ளன. நுண்கணிப்பான் பற்பல துறைகளிலும் எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதும் கூறப்பட்டுள்ளது.

1. 1. முன்னுரை :

நாளொரு மேனியும் பொழுதொரு வண்ணமுமாக வளர்ந்து வருபவை அறிவியலும் தொழில் நுட்பமும். இவை இவ்வுலகிற்குத் தந்த கண்டுபிடிப்புக்கள் எண்ணிலடங்கா. இக் கண்டுபிடிப்பிற் கெல்லாம் சிகரம் வைத்தாற்போல, குன்றின் மேலிட்ட விளக் கெனத் திகழ்பவை கணிப்பான்களாகும்.

1. 2. வரலாற்று முன்னேற்றம் :

கணிப்பான் வளர்ச்சியின் முக்கியக் காலகட்டங்கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. 10 ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதிப் பகுதியில் இயந்திர சாதன முறையில் கணிப்பான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

★ பேராசிரியர் பா. கிருஷ்ணமூர்த்தி, எம். சயி., எம். டெக்., பௌதிகத் துறை, இந்திய அறிவியற் கழகம், பெங்களூர் - 12.

1930 ஆம் ஆண்டில் மோட்டாரால் (Motor Driven) இயக்கப்பட்ட கணிப்பான்கள் கண்டுபிடித்துப் பயன்படுத்தப்பட்டன. இம் முதல் தலைமுறைக் கணிப்பான்கள்(First Generation of Computers) வெற்றிடக் குழல்களைக்(Vacuum Tubes) கொண்டு செய்யப் பட்டவை ஆகும். இரண்டாம் தலைமுறைக் கணிப்பான்கள் (Second Generation of Computers) குறைக்கடத்தி தொழில்நுட்ப முறையில் (Semi Conductor Technology) செய்யப்பட்டவை. இவை குறைந்த அளவு ஒருங்கிணைப்பு முறையில்(Small scale integration) உருவாக்கப்பட்ட, ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட மின்சுற்றுத் துண்டு(Integrated Circuit Chips)களைக் கொண்டு தயார் செய்யப்பட்டவையாகும். மூன்றாம் தலைமுறைக் கணிப்பான்கள் (Third Generation of Computers) மித அளவு ஒருங்கிணைப்பு முறையில் (Medium scale integration) உருவாக்கப்பட்ட, ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட மின்சுற்றுத் துண்டுகளால் தயார் செய்யப்பட்டனவாகும். இக்கட்டுரையில் ஆராயப்படவிருக்கும் நான்காம் தலைமுறைக் கணிப்பான்கள் அதிக அளவு ஒருங்கிணைப்பு முறையில்(Large scale integration) செய்யப் பட்டனவாகும்.

2. 1. நுண்செயலி (Micro Processor)-அறிமுகம் :

நுண்செயலி முதன் முதலில் 1971 ஆம் ஆண்டு, டாக்டர் எம். இ. ஹாஃப்(Dr. M.E.Hoff) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவர் கலிபோர்னியாவிலுள்ள Intel Corporation ஐச் சேர்ந்தவர். இவர் கண்டுபிடித்த நுண்செயலியின் பெயர் INTEL 4004 : இரும இலக்க விவரண அகலம் 4 (Binary Data Width) அறிமுகப்படுத்தப் பட்டபோது இது (INTEL 4004) விஞ்ஞானிகளாலும், தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களாலும் ஒதுக்கப்பட்டது. எனினும் INTEL இன் முயற்சியால் INTEL 4004 இன் முக்கியத் திறன்களும், சக்திகளும், விரும்பிய வல்லுநர்களுக்குச் சிறப்பு வகுப்புக்கள் வாயிலாக விளக்கப்பட்டன. அதன்பின் அவர்கள் INTEL 4004 ஐ விரும்பிப் பயன்படுத்தினர். இரும இலக்க விவரண அகலம் 4 உள்ள நுண்செயலி ஒன்றை-INTEL 8008ஐ - மேலும் அறிமுகப்படுத்தியது. 1973 ஆம் ஆண்டு INTEL 8008 ஐ விடச் சக்தி வாய்ந்த INTEL 8080 ஐ வெளியிட்டது. இதற்குப் பின்னும் பற்பல சக்தி வாய்ந்த நுண் செயலிகளும் அவற்றுடன் இணைந்து இயங்கும் ஒருங்கிணைக்கப் பட்ட மின்சுற்றுத் துண்டுகளும் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. நுண் செயலிகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை INTEL 8085, INTEL 8086,

IAPX 432 போன்றவையாகும். மற்றும் பல கம்பெனிகளும் நுண் செயலி தயாரிப்பில் ஈடுபட்டன. குறிப்பிடத்தக்கவை Zilog, Motorola R.C.A., National Semi Conductors, Texas Instruments, Fairchild போன்றவையாகும்.

3.1. குறைக்கடத்தி தொழில் நுட்பம் (Semi Conductor Technology) - ஒரு கண்ணோட்டம்:

பொதுவாக, கண்களின் வளர்ச்சிக்கு முக்கியக் காரணமாக இருந்தது குறைக்கடத்தி தொழில் நுட்பத்தின் முன்னேற்றமாகும். இதன் முதல் கட்டம், குறைந்த அளவு ஒருங்கிணைப்பு முறையாகும் (Small scale integration). இதில் ஓர் அலகு பரப்பில் (1 Mil) 10-100 Logic Gates ஒருங்கிணைக்கப்பட்டிருக்கும். மித அளவு ஒருங்கிணைப்பில்(Medium scale integration) ஓர் அலகு பரப்பளவில் 100-1000 Logic Gatesம், அதிக அளவு ஒருங்கிணைப்பால் (Large scale integration) 1000த்திற்கும் அதிகமான Logic Gatesம் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டிருக்கும். அண்மையில் மிக அதிக அளவு ஒருங்கிணைப்பு(Very large Scale integration) முறையின் மூலம் 10000க்கும் அதிகமான LogicG atesகள் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டுள்ளன.

3.2. MOS தொழில் நுட்பம் :

அதிக அளவு ஒருங்கிணைப்பிற்கு Mos (Metal Oxide Semi Conductor) தொழில் நுட்பம் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கான முக்கியக் காரணங்கள் வருமாறு :

1. MOSக்கு ஒருங்கிணைப்பு அடர்த்தி (Density)மிக அதிகம்
2. MOS-ன் சக்தி விரயம் (Power Dissipation) குறைவு

ஆனால், இதன் செயல் வேகம் (Operating Speed) இருதுருவ தொழில் நுட்பத்தைவிடக் (Bipolar Technology) குறைவு. மேற்குறிப்பிட்ட இரண்டு காரணங்களால் MOS தொழில் நுட்பம் அதிக அளவு ஒருங்கிணைப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனினும் செயல்வேகம் எங்கு முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறதோ அங்கு இருதுருவத் தொழில் நுட்பம்தான் பயன்படுத்தப்படும். நான்காம் தலைமுறைக் கணிப்பான்கள் அனைத்தும் அனேகமாக MOS தொழில்நுட்பத்தின் மூலம் உருவாக்கப்பட்டவை எனலாம்.

4.0. நுண்கணிப்பானின் ஒழுங்கமைப்பு (Organisation of a Micro computer)

4.1. நுண்செயலி முன்குறிப்பிட்டது போல நான்காம் தலைமுறையைச் சேர்ந்ததாகும். இந் நுண்செயலியால் தனித்தியங்க இயலாது. ஆனால், நினைவிருத்தி, (Memory), உள்செலுத்தி - வெளியேற்றி (Input-Output I/o) ஆகிய உபகரணங்களுடன் சேர்ந்து நுண்செயலியால் செய்யமுடியாத செயல் இல்லை எனலாம். நுண்செயலி, நினைவிருத்தி, உள்செலுத்தி - வெளியேற்றி ஆகியன இணைந்த அமைப்பிற்கு நுண்கணிப்பான் (Micro computer) என்று பெயர். நுண்கணிப்பானுக்கு, கணிப்பானைப் போலக் குளிர்சாதன வசதிகள் தேவையில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது நுண்கணிப்பானைப் படம் 1 (பக்கம் 450) காட்டுகிறது.

4.2. நுண்செயலி (Micro processor):

இது இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டது. 1. கணிதத் தர்க்கப் பிரிவு (ALU). 2. கட்டுப்பாட்டுப் பிரிவு(Control unit). இவை பற்றி விளக்கமாகப் பின்வரும் பகுதியில் கூறப்பட்டுள்ளது.

4.3. உள்செலுத்தி - வெளியேற்றி(Input-Output):

விவரணங்களை (Data) நுண்செயலிக்குள் அனுப்பவும், பெறவும் அமைப்புக்கள் தேவை. அவை முறையே தட்டெழுத்துப் பலகை மற்றும் காட்டி (Key board and Display) மூலமாகச் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. நுண்கணிப்பானை உள்செலுத்தி வெளியேற்றியுடன் இணைக்க இரு வழிகள் உள்ளன. 1. நினைவிருத்தியுடன் இணைந்த உள்செலுத்தி - வெளியேற்றி (Memory Mapped input-output), 2. தனித்த உள்செலுத்தி - வெளியேற்றி (Isolated input-output). முதலாவதில் உள்செலுத்தி-வெளியேற்றியும் நினைவிருத்தியின் ஒரு பாகமாக இருக்கும். 64K நினைவிருத்தி ஒரு நுண்செயலியுடன் இணைக்கப்பட்டால் உள்செலுத்தி-வெளியேற்றியும் 64 Kஇல் ஒரு பகுதியாக இருக்கும். இரண்டாவது வகையில் உள்செலுத்தி - வெளியேற்றி, நினைவிருத்தியுடன் இணையாது; தனித்து இயங்கும். இவ்வாறு இயங்குவதால் இவை இரண்டுக்கும் ஒரே விலாசம் வழங்கப்படலாம். ஆனால் அவ்விலாசம் உள்செலுத்தி-வெளியேற்றிக்கா அல்லது நினைவிருத்திக்கா எனப் பிரித்தறிய நுண்செயலியில் ஓர் இணைப்பு ஊசி [(Pin, IO/H)]

தேவை. தவிர, இரண்டு அதிகப்படியான உத்தரவுகளும் தேவை. நுண்கணிப்பானில் மேற்சொன்ன இரு முறைகளில் ஏதாவது ஒன்றினைப் பயன்படுத்துவார்கள்.

4. 4. நினைவிருத்தி (Memory):

நுண்செயலிக்குத் தேவையான உத்தரவுத் தொகுப்புகளையும், (Program a set of Instructions) விவரங்களையும் தேக்கிவைக்க இப்பகுதி பயன்படுகிறது. நினைவிருத்தியில் குறைக்கடத்தி இருத்தி (Semi-conductor memory), காந்த நாடா இருத்தி (Magnetic tape memory), காந்தத் தட்டு இருத்தி (Magnetic disc memory) எனப் பலவகை உண்டு. இவற்றில் நுண்கணிப்பானுடன் அதிகமாகப் பயன் படுத்தப்படுவது குறைக்கடத்தி இருத்தியே ஆகும். குறைக்கடத்தி இருத்தியில் இருவகை உண்டு. நுண்கணிப்பானுடன் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுவது (¬¬) Rom ம் Rom ம். நினைவிருத்தி பல பதிப்பி களைக் (Registers) கொண்டதாகவும், ஒவ்வொரு பதிப்பியும் ஒரு விவரத்தை இருத்தப் பயன்படுவதாகவும் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு பதிப்பிக்கும் தனிப்பட்டதொரு (Unique) விலாசமுண்டு. படம் 2 (பக்கம் 450) இதனைக் காட்டுகிறது. பதிப்பியின் விலாசம் சரியான முறையில் சங்கேத விளக்கம்(Decode) செய்யப்பட வேண்டும். இருத்தியிலிருந்து படிக்கும் செயலாயின் (Read operation) விவரணம் அழைக்கப்பட்ட பதிப்பிலிருந்து வெளிக்கொணரப்படும். இருத்தியில் எழுதும் செயலாயின் (Write operation) விவரணம் அழைக்கப்பட்ட பதிப்பியில் எழுதப்படும். நினைவிருத்தியிலிருந்து விவரணம் படிக்கப் படவேண்டுமா அல்லது இருத்தியில் எழுதப்படவேண்டுமா என்பது R/W என்ற சமிக்கை (Signal) ஆணையால் தீர்மானிக்கப்படும். (¬¬) பிற்சேர்க்கையைக் காண்க (பக்கம் 448).

5. 1. கணிப்பான் மென்னியல் (Soft ware):

கணிப்பானின் ஹார்டுவேரால்(Hard ware). ஸாப்ட்வேர் என்றழைக்கப்படும் கணிப்பான் மென்னியல் இன்றி ஒரு பயனும் இல்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட செயலைச் செய்ய, கணிப்பானைக் கட்டுப் படுத்தும் உத்தரவுகளை (Instructions) இரும இலக்கத் தொகுதிகளாக (Binary strings) இருத்தி வைப்பதற்கு 'ஆணைத் தொகுதி' (Program) என்று பெயர். இவ்வாறு இரும இலக்கத் தொகுதியாலான மொழியை 'இயந்திர மொழி' (Machine language) என்று அழைப்பார்கள்.

நுண்கணிப்பான் இயந்திர மொழியை மட்டும்தான் அறிந்து செயல் படும். ஆனால் இயந்திர மொழியில் பெரிய ஆணைத் தொகுதிகள் எழுதுவது கடினம். எனவே, ஆங்கிலம் போன்ற மொழி நடை முறையில் பயன்பாட்டில் இருக்கிறது. நுண்கணிப்பானுக்கு ஆணைத் தொகுதி எழுதப் பயன்படும் மொழியான அசம்பிளி நிலை (Assembly level) மொழியில் ஆங்கில எழுத்துக்களாலான நினைவுக் குறிப்புக்கள் (Mnemonics) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வகை ஆணைத் தொகுதிகள் நுண்கணிப்பானால் முதலில் இயந்திர மொழிக்குச் சங்கேத விளக்கம் செய்யப்பட்டுப் பின்னர்தான் செயல்படுத்தப்படும். Fortran, Basic, Pascal, Cobol, Algol போன்ற மொழிகள் கணிப்பான் களில் (Maingrame and Mini computers) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேற்சொன்ன மொழிகளில் ஆங்கிலத்தை ஒத்த வாக்கியங்களில் ஆணைத் தொகுதி எழுதப்படுகிறது. எனவே, அம் மொழிகளுக்கு உயர்நிலை மொழிகள் (Higher level language) என்று பெயர்.

6. 1. நுண்செயலி (Micro processor) :

படம் 3 (பக்கம் 451) நுண்செயலியின் உள்ளமைப்பைக் காட்டு கிறது. இதில் ALU எனக் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் பகுதி கணிதத் தர்க்க ரீதியாகச் (Arithmatic-Logic Unit) செயல்படுவதாகும். பதிப்புப் பிரிவில் உள்ள பதிப்பிகள் செயல் முடிவுகளையும் (Results), விவரணங் களையும் (Datas) தற்காலிகமாக இருத்திக்கொள்ள உதவுகின்றன. இவற்றுள் தனிப்பட்ட செயல்களைச் செய்ய சில பதிப்பிகள் ஒதுக்கப் பட்டுள்ளன. இவற்றுள் நிகழ்ச்சி எண்ணி (Program count) சேமிப்பு அடுக்குக் காட்டி (Stack pointer) ஆகியன முக்கியமானவை. கட்டுப் பாட்டுப் பகுதி (Control unit) நுண்செயலியின் இருதயம் போன்றது. இப்பகுதி நுண்செயலியின் எல்லா இயக்கங்களையும் கட்டுப்படுத்தும் ஆணைகளையும் (Control signals), காலத் துடிப்புகளையும் (Timing signals) உருவாக்குகிறது. விலாசப் பாதையின் அகலம் ஒரு நுண் செயலியின் நினைவிருத்தி விலாச அழைப்புத்திறனை (Memory addressing capability) வெளிப்படுத்தும். விலாசப் பாதையின் அகலம் 16 இரும இலக்க எண்ணாயின், விலாச அழைப்புத்திறன் 64 K ஆகும். 216 = 65536. அதாவது மிக அதிகமாக 64K நினைவிருத்தியை நுண்செயலியுடன் இணைக்கலாம். (1K என்பது 1024 விலாசங்களைக் கொண்டதாகும்).

6.2. இயங்கும் முறை :

நுண்செயலியின் இயக்கத்தை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. உத்தரவுச் சுற்று (Instruction cycle). 2. செயல் நிறைவேற்றுச் சுற்று (Execution cycle). உத்தரவுச் சுற்றின் நிகழ்ச்சி எண்ணி காட்டும் விலாசத்திலுள்ள விவரணம் எடுத்துவரப்படுகிறது. அவ் விவரணம் சங்கேத விளக்கம் செய்யப்பட்டு, கட்டுப்பாட்டு ஆணை பிறப்பிக்கும் பகுதிக்குத் தேவையான ஆணைகளைப் பிறப்பிப்பதற்காக அனுப்பப்படுகிறது. நிகழ்ச்சி எண்ணியானது ஓர் எண் உயர்த்தப்படுகிறது.

செயல் நிறைவேற்றுச் சுற்றில் சங்கேத விளக்கம் செய்யப்பட்ட உத்தரவுக்கு ஏற்பக் கட்டுப்பாட்டு ஆணைகள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாணைகளைக் கொண்டு உத்தரவு செயல்படுத்தப்படுகிறது.

6.3. எடுத்துக்காட்டு : 8080A படம் 4 (பக்கம் 451) 8080 A இன் உள்ளமைப்பைக் காட்டுகிறது. இதில் உள்ள ALUவும் மற்றும் மூன்று பாதைகளும் முன்னர் விளக்கப்பட்டபடிச் செயல்படுவனவாகும்.8080A இல் மொத்தம் 10 பதிப்பிகள் உள்ளன. இவற்றில் ஆறு (B, C, D, E, H, L) பொதுப் பதிப்பிகள் ஆகும் (General purpose registers). என்றழைக்கப்படும் சேர்ப்பிப் பதிப்பி செயல் முடிவுகளை (Results) இருத்திவைத்துக் கொள்வதுடன், கணிதத் தர்க்க செயல்பாடுகளில் (Arithmatic and logic operation) பங்கு பெறுகிறது. நிகழ்ச்சி எண்ணி உத்தரவு விலாசத்தை (Instruction address) விலாசப் பாதையில் (Address bus) அனுப்ப உதவுகிறது. சேமிப்பு அடுக்குக் காட்டி (Stack pointer) இருத்தியிலுள்ள அடுக்குப் பகுதியை (Stack part of memory) அழைக்கப் பயன்படுகிறது.

Status Register என்று அழைக்கப்படும் காரிய முடிவுக் காட்டியானது சுழி(Zero) அடையாளம் (Sign) Carry போன்றவற்றை ஒரு செயலின் முடிவில் உணர்த்துகிறது. 8080 Aக்கு இரண்டு காலத் துடிப்பு உள்செலுத்திகளும் (Clock Inputs). மூன்று சக்தியூட்டும் இணைப்புகளும்(Power supply, +5V −5V, +12V) தேவை. இதில் பயன்படுத்தப்படும் காலத் துடிப்பின் மிக அதிக அதிர்வெண் (Maximum clock frequency) 2MHz ஆகும். 8080A விலாசப் பாதையின் இரும இலக்க அகலம் 16. எனவே மிக அதிக நினை

விருத்தி அழைப்புத்திறன் 64K; அதாவது 64K நினைவிருத்தியை 8080A யுடன் இணைக்கலாம். இதன் விவரணப் பாதையின் இரும இலக்க அகலம் 8. அட்டவணை 1 (பக்கம் 449)சில நுண்செயலிகளின் முக்கிய அம்சங்களைக் காட்டுகிறது.

7.0. நுண்கணிப்பானின் பயன்கள் (Applications of Micro computers) :

நுண்கணிப்பானின் பயன் உண்மையில் பயன்படுத்துவோரின் திறமையைப் பொறுத்ததாகும். நுண்கணிப்பானை, 1. பொதுமுறை நுண்கணிப்பானாகவும் (General purpose Micro computer), 2. கட்டுப்பாட்டுப் பயன்களிலும் (Control application), 3. கருவியியலிலும் (Instrumentation), 4. இல்லங்களிலும், பொழுதுபோக்கு உபகரணமாயும்(Home and Entertainment appliances) பயன் படுத்தலாம்.

7.1. பொதுத்துறைக் கணிப்பான்கள்:

இவை பள்ளி, கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையங்களில் கணக்கீடு போன்ற செயல்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிறிய தொழிற் சாலைகளில் சம்பளக் கணக்கீடு போன்றவற்றிற்கு SBC எனப்படும் சிறுப்பணி (நுண்) கணிப்பான் (Small Business (Micro) Computer) களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

7.2. கட்டுப்பாட்டுப் பயன்கள் :

தொழிற்சாலைகளில் வெப்பநிலை (Temperature), அழுத்த நிலை (Pressure), சக்தி (power) முதலியவற்றின் கட்டுப்பாட்டிற்கு நுண்கணிப்பானைப் பயன்படுத்தலாம். இதன்மூலம் குறிப்பிட்ட செயலை மாறா உறுதியுடன் (Fool-proof) செயல்படச் செய்ய முடிகிறது. அதே நுண்கணிப்பானைச் சம்பந்தப்பட்ட கட்டுப் பாட்டில், விவரணச் சேகரிப்பிற்கும் (Data collection) பயன் படுத்தலாம். பளு மாற்றத்திற்கு(Load change) ஏற்ப மோட்டார் (Motor) ஏற்கும் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்த நுண்கணிப்பானைப் பயன்படுத்தலாம். இதன்மூலம் சக்தி விரயம் (Power dissipation) தடுக்கப்படுகிறது.

7.3. கருவியியல் பயன்கள் :

இதில் ஒரு காரியத்தின் செயல்களை வரிசைப்படுத்தப் பயன் படுகிறது. மின் அணுச் சுற்றுக்களுக்குப் (Electronic Circuitary) பதிலாக நுண்கணிப்பானைக் கருவியியலில் பயன்படுத்துவதால் செலவு பெருமளவு குறைக்கப்படுகிறது. ஏனெனில், நுண்கணிப்பான் ஆணைத் தொகுதிகளின் மூலம் காரியங்களைச் செயல்படுத்துகிறது. எனவே, ஒரே நுண்கணிப்பானையே பல்வேறு காரியங்களைக் கட்டுப் படுத்தப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் அதிவேகக் கட்டுப்பாட்டுப் பயன் களுக்கு நுண்கணிப்பான்கள் பயன்படா. ஆணைத் தொகுதி நிறை வேற்றும் நேரம் (Program execution time) அதிகமாயிருப்பதால் அவற்றை அதிவேகக் கட்டுப்பாடுகளில் பயன்படுத்த இயலாது. அப்பயன்களுக்கு மின் அணுச் சுற்றுக்கள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

7.4. இல்லங்கள் மற்றும் பொழுதுபோக்குப் பயன்கள் :

தொலைபேசி நிலையங்களில் 200க்கு மேற்பட்ட தொலை பேசித் தொடர்புகளைத் தொலைபேசி முன்பதிவு (Telephone Call Reservation) போன்ற வசதிகளுடன் நுண்கணிப்பானால் கட்டுப் பாடு செய்யமுடியும். இதுபோன்ற அமைப்பு பெங்களூரிலுள்ள 'பெல்' நிறுவனத்தால் தயார் செய்யப்பட்டு, அங்கு இயங்கி வருவது குறிப்பிடத்தக்கது. வெளிநாடுகளில், நுண்கணிப்பானைக் கொண்டு பல்வேறு விளையாட்டுப் பொருட்களும் வீட்டுவேலைச் சாதனங்களும் தயாரித்து விற்பனை செய்யப்படுகின்றன.

7.5 மேற்குறிப்பிட்டவை தவிர, விவரணச் சேகரிப்பில்(Data Logging) தொலைவில் உள்ள மையக் கணிப்பானுக்கு (General Computer) விவரணத்தை அனுப்புவதற்கு முன், விவரணங்களை முன் கணிப்பு (Pre process) செய்து அனுப்ப நுண்கணிப்பான்கள் பயன்படுகின்றன. நுண்செயலியால் இயங்கும் ஓட்டுப்பதிவு இயந் திரம் ஒன்று பெங்களூரிலுள்ள 'பெல்' நிறுவனத்தால் தயார் செய்யப்பட்டுள்ளது. இவ்வியந்திரத்தைப் பயன்படுத்துவதால் செல் லாத ஓட்டுக்களைத் தவிர்ப்பதுடன் தேர்தல் முடிவுகளையும் உடனே அறிந்துகொள்ள முடியும். இவை தவிர, இராணுவத்திலும் நுண் கணிப்பான்கள் பலவகைகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

8.0. முடிவுரை :

நுண்கணிப்பான்கள் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட பத்தாண்டுகளுக்குள், பெருமளவில் பல்வேறு துறைகளிலும் அவை மிகவும் விரும்பிப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நுண்கணிப்பான் தயாரிப்பாளர்களும், அதிகரிக்கப்பட்ட திறன்களுடன் பலவகையில் மேம்பட்ட நுண்கணிப் பான்களை அடிக்கடி வெளியிட்டுக்கொண்டுள்ளார்கள். எடுத்துக்காட்டாக INTEL-ன் அண்மையில் அறிமுகமான IAPX 432 என்ற நுண் செயலியின் இரும இலக்க விவரணம் அகலம் 32ஐக் கூறலாம். இதன் செயல்திறன் மித அளவு கணிப்பானான (Medium size computer) IBM 360/370ஐ ஒத்தது எனத் தயாரிப்பாளர் விளம்பரம் பறை சாற்றுகிறது. நுண்கணிப்பானியல் என்ற துறை தனிப்பட்ட துறையாக வளரத் தொடங்கி விட்டது. இந்தியாவும் நுண்செயலித் தயாரிப்பிலும், அதிக அளவு ஒருங்கிணைப்பிலும் உலக நாடுகளுடன் போட்டியிடத் தயாராகிவிட்டது. சண்டிகாரில் இதற்கான தொழிற் சாலை நிறுவப்பட்டுள்ளது. நாமும் உலக நாடுகளுடன் நுண் கணிப்பான் துறையில் முன்னேறும் நாள் வெகு தூரத்தில் இல்லை.

பிற்சேர்க்கை :

(ROM=) Read Only Memory : This class of Memory encompasses those types that are designed for having data read from them. During normal operation no new data can be written into the ROM. These memories are non-volatile in nature. Even after the power is shut off ROM retains the information.

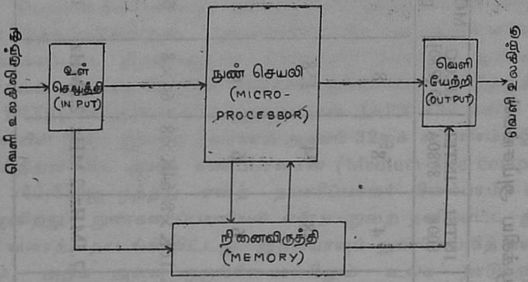
(RAM=) Random Access Memory : In this class of memories, data can be read from and written into with equal ease; hence called Read - Write memories. In this memory any one of the locations can be accessed without having to sequence through other location; hence called Randon Access Memory. These memories are volatile in nature : Information lost as soon as power is shut off.

அட்டவணை 1 : சில நுண்செயலிகளின் முக்கிய அம்சங்கள்

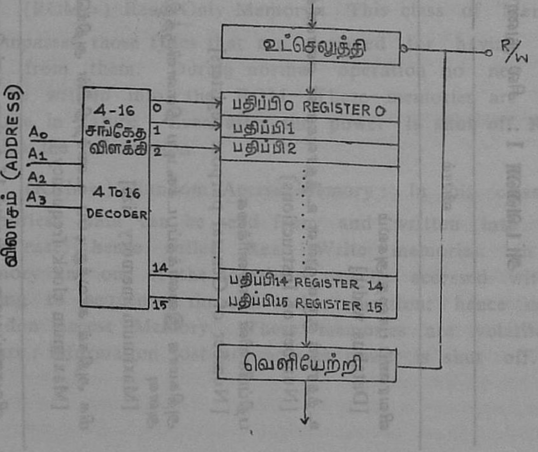
விபரம்	INTEL 4004	INTEL 8008	INTEL 8080A	ZILOG 80 [Z80]	MOTOROLA 6800 [M 6800]
விவரணப் பாதை அகலம் [Databus width]	4	4	8	8	8
உத்தரவுக் குழுவிலுள்ள உத்தரவுகளின் எண்ணிக்கை [Number of Instructions]	45	48	74	158	72
பதிப்பிகளின் எண்ணிக்கை [Number of General purpose registers]	16	6	6	6	6
அதிகமாக இணைக்கப்படக்கூடிய நினைவிருத்தியின் அளவு [Maximum memory size]	4K×8	16K×8	64K×8	64×8	64K×8
மிக அதிகக் காலத்துடிப்பு உணர்த்தியின் அதிர்வெண் [Maximum clock frequency]	10.8 MHz	7.5MHz	2 MHz	2.5MHz	1 MHz

விவரணப் பாதை அகலம் 16 உள்ள நுண்செயலிகள் ; INTEL 8086; MOTOROLA - M 68000, Zilog Z 8000 மற்றும் TMS 9900.

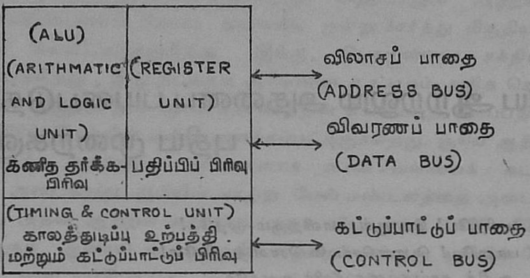
படம் 1: நுண் கணிப்பானின் ஒழுங்கமைப்பு
(ORGANIZATION OF A MICROCOMPUTER)



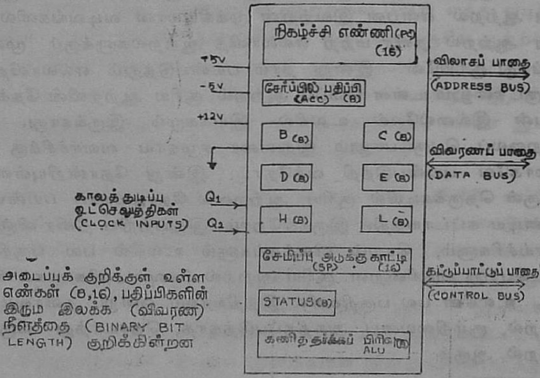
படம் 2: நினைவிருத்தியின் உள்ளமைப்பு
(ARCHITECTURE OF MEMORY)



படம் 3: நுண் செயலியின் உள்ளமைப்பு
(ARCHITECTURE OF A MICROPROCESSOR)



படம் 4 '8'8 A ன் உள்ளமைப்பு



49

சூரிய ஆற்றலும் அதனைப் பயன்படுத்தும் புதிய முறைகளும்*

'பரிதியே! பொருள் யாவிற்கும் முதலே!
பானுவே! பொன்செய் பேரொளித் திரளே!
ஆதித் தாய்தந்தை நீவிர் உமக்கே
ஆயிரந்தரம் அஞ்சலி செய்வேன்' — பாரதியார்

'ஞாயிறு போற்றுதும் ஞாயிறு போற்றுதும்'
— சிலப்பதிகாரம்

மனித வாழ்வின் இயக்கத்திற்கு அடிப்படை ஆற்றலே; இந்த ஆற்றல் உலகில் பல வடிவங்களில் உள்ளது. வெப்ப ஆற்றல், மின்சார ஆற்றல், ஒளி ஆற்றல், இயக்க ஆற்றல், நிலை ஆற்றல், அணு ஆற்றல் என்பன இவற்றின் முக்கியமான வடிவங்களில் சில. அணு ஆற்றல் தவிர மற்ற எல்லாவித ஆற்றல்களுக்கும் மூலமாய் இருப்பது சூரியனே. இன்று நாம் பயன்படுத்தும் எல்லாவித எரி பொருட்களிலும் உள்ள வெப்ப ஆற்றல், சூரிய ஆற்றலின் தேக்கமே. சூரியன் இல்லையேல் உலகில் இயக்கமும் இருக்காது. சூரிய ஆற்றலைப் பெரும்பாலும் இதுவரை சமுதாய வளர்ச்சிக்கு மறை முகமாகவே பயன்படுத்தி வந்தோம். இன்று தோன்றியுள்ள எரி பொருள் நெருக்கடியில் சூரிய ஆற்றலை நேரடியாகப் பயன்படுத்த வேண்டிய கட்டாயத்தில் இருக்கிறோம். இதுபற்றிய தீவிர விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளும், செயல் விளக்கங்களும் உலகில் பல பகுதிகளில் நடைபெற்று வருகின்றன. சூரிய ஆற்றல் மிகவும் அதிகமாகக் கிடைக்கும். உலகின் பல பகுதிகளில் இந்தியாவும் ஒன்று. தவிரவும் சூரிய ஆற்றல், சூழ்நிலையை அசுத்தப்படுத்தாத, தொடர்ந்து வருகின்ற ஆற்றல் ஆகும்.

---

*டாக்டர் செ. ஈ. சூரியமூர்த்தி, எரியந்துறை, மதுரை காமராசர் பல்கலைக் கழகம், மதுரை-21.

சூரிய ஆற்றலை வெளிப்படுத்தும் சூரியனில் அணுச்சேர்க்கை இடையறாது நடந்துகொண்டிருக்கிறது. ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் பல்லாயிரக்கணக்கான வெப்ப நிலையில் ஒன்றுசேர்ந்து மிகுதியான சக்தியை வெளிப்படுத்துகிறது. இங்கு, பொருண்மை சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. இது நடக்கும் சூரியனின் உட்புறம் அதிக வெப்ப நிலையில் இருந்தாலும் சூரிய கோணத்தின் வெளிப்புற வெப்பநிலை சுமார் 5800° கெல்வின் என்று அளக்கப்பட்டிருக்கிறது. சூரிய ஆற்றல் மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு அலைகளாக வானவெளியைக் கடந்து பூமியை அடைகிறது. பூமியின் காற்று மேல் மண்டலத்தை அடையும் பொழுது அதன் ஆற்றல் சுமாராக, சதுர மீட்டருக்கு 1.35 கிலோ வாட் ஆகும். ஆனால் காற்று மண்டலத்தைக் கடந்து பூமியின் மேற் பரப்பை அடையும்பொழுது அந்த ஆற்றல் 0.9 கிலோ வாட்டாகக் குறைந்துவிடுகிறது. காற்றிலுள்ள நீராவியும், கரியமல வாயுவும் சூரிய ஆற்றலிலுள்ள வெப்ப அலைகளையும் ஊதா கதிர்களையும் கவர்ந்துகொள்வதால் இந்தக் குறைபாடு உண்டாகிறது. ஆக, பூமியின் மேற்பரப்பை அடையும் சூரிய ஆற்றலாகிய வெயிலில் பெரும்பகுதி ஒளி ஆற்றலே ஆகும். இந்த வடிவத்தில் உள்ள ஆற்றலை நேரடியாகப் பல காரியங்களுக்கு நாம் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனால் ஒரு வடிவிலுள்ள ஆற்றலை வேறு எந்த வடிவுக் கும் மாற்ற முடியும். பூமியில் குறைவிலாது கிடைக்கும் சூரிய ஆற்றலை நமக்கு வசதியான வடிவத்தில் மாற்றி அமைத்தால் என்றும் குறை யாத ஒரு சுத்தமான ஆற்றல் அமைப்பு நமக்குக் கிடைக்கும். இந்தியா போன்ற நாடுகளில் சூரிய ஆற்றல் ஆண்டு முழுவதும் எல்லா இடங் களிலும் தாராளமாகக் கிடைத்துக்கொண்டிருக்கிறது.

ஆயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் சூரிய ஒளி பூமியில் பட்டுக் கொண்டிருந்தும் மனிதன் அதனை நேரடியாகப் பயன்படுத்தத் தீவிரமாகச் சிந்திக்கவில்லை. காரணம், வசதியான வடிவில் மலிவான விலையில், ஆற்றல் நமக்கு விறகிலிருந்தும், நிலக்கரியிலிருந்தும், எண்ணெயிலிருந்தும் கிடைத்துக்கொண்டிருந்தது. ஆனால் இவைகள் புதுப்பிக்கப்படமுடியாத ஆற்றல் தரும் பொருட்கள்; சூழ்நிலையையும் அசுத்தப்படுத்துபவைகள். மேலும் இவைகளை இன்று பயன்படுத்தும் வேகத்தில், இந்த நூற்றாண்டிற்குள் இவைகள் தீர்ந்துவிடும்; அல்லது குறைவாகக் கிடைக்கும். பின் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி அணு ஆற்றலைப்

பயன்படுத்தும் விதத்தைக் கண்டுபிடித்துச் செயல்படுத்தியது. ஆனால் அதில் பல சிக்கல்களும் அபாயமும் உள்ளதால் எதிர்பார்த்த அளவுக்கு அதன் பயன்பாடு பெருகவில்லை. எல்லா நாடுகளும் அதனைப் பயன்படுத்தும் அளவுக்குப் பொருளாதார வசதியும், அறிவு வளர்ச்சியும் பல நாடுகளில் இல்லை. பிறகுதான் சூரிய ஆற்றலின் முக்கியத்துவம் உணரப்பட்டது. இன்று சூரிய ஆற்றலை நேரடியாகப் பயன்படுத்தத் தீவிர ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வெற்றி கிடைத்துள்ளது. சூரிய ஒளியைப் பெறும் எந்த நாடும் அதிகப் பொருளாதாரச் சிக்கல்கள் இல்லாமல் இதைப் பயன்படுத்தி நாட்டின் வாழ்க்கை நிலையை உயர்த்த முடியும். இந்த நூற்றாண்டு முடிவதற்குள் சூரிய ஆற்றல் நம் வாழ்க்கையை வசதிப்படுத்தும் ஒரு முக்கிய அமைப்பாக வந்துவிடும்.

முற்கூறியதுபோல் சூரிய ஆற்றலின் பெரும்பாகம் ஒளி ஆற்றலாக உள்ளது. ஆனால் நமக்கு மிக வசதியுடைய ஆற்றல் வடிவங்கள் வெப்ப ஆற்றலும், மின்சார ஆற்றலும் ஆகும். வெப்ப ஆற்றல் பல இயந்திரங்களை இயக்கவும், சமையல் செய்யவும், இன்னும் பல தொழிற் காரியங்களுக்கும் பயன்படும். மின்சார ஆற்றல் மிக வசதியானது. ஏனென்றால் அதை எளிதாக எந்த இடத்திற்கும் எடுத்துச் செல்லலாம். வேறு எந்த ஆற்றல் வடிவத்திற்கும் அதை மாற்றலாம். மின்சாரத்தைப் போன்ற மற்ற தொழிலாளியும் நண்பனும் நமக்கு இல்லை. சூரிய ஆற்றலை வெப்ப ஆற்றலாகவும், மின்சார ஆற்றலாகவும் மாற்றும் சில முறைகளைப் பற்றிய அடிப்படையான கருத்துக்களையும் அதற்குண்டான கருவிகளையும் இனி விவரமாகக் காண்போம்.

வெப்ப ஆற்றல் ஒளியைவிட அதிக அலை நீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகளாக உள்ளது. ஒளி மின்காந்த அலைகளைக் கருமை வண்ணம் பூசப்பட்ட உலோகத் தகட்டின்மேல் விழவைத்தால், வண்ணப் பொருட்கள் ஒளியைக் கிரகித்து மீண்டும் வெப்ப அலைகளாக வெளிவிடுகின்றது. இந்த மாற்றத்தின் திறனளவு வண்ணப் பொருட்களின் பல தன்மைகளைப் பொறுத்துள்ளது. அடிப்படையில் வண்ணப் பொருளானது ஒளியைக் கிரகிப்பதில் சிறந்ததாகவும், அதே நேரத்தில் வெப்ப ஆற்றலைக் கதிர் வீசுவதில் திறன் உடையதாகவும் இருக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட மின்காந்த அலை நீளத்திற்கு ஒரு பொருளின் கிரகிக்கும் திறன் α எனவும், கதிர் வீசும் திறன் ϵ எனவும் வைத்துக்கொள்வோம். இவற்றை அளக்க ஏற்ற கருவிகள் உள்ளன. எந்தப் பொருளிற்கு $\frac{\alpha}{\epsilon}$ எண்ணம்

கிரகிக்கப்படும் மின்காந்த அலை நீளத்திற்குக் அதிகமாகவும், கதிர்வீசும் அலை நீளத்திற்குக் குறைவாகவும் உள்ளதோ, அந்தப் பொருளே, வண்ணம் பூசச் சிறந்த பொருளாகும். இவ்வகைப் பொருட்களைச் சிறப்பு வண்ணப் பூச்சுப் பொருட்கள் எனக் குறிப்பிடுவார்கள் ஆராய்ச்சியாளர்கள். தகுந்த பொருட்களை உண்டாக்குவதிலும் ஆராய்ச்சிகள் நடந்துகொண்டிருக்கின்றன. மேலும், உலோகப் பரப்பின் தன்மை, பூச்சின் திண்மை இவைகளை மாற்றுவதன் மூலமும் வெப்ப ஆற்றலை வெளிப்படுத்தும் திறனைக் கூட்டலாம். அடுக்கடுக்காகப் பூசுவதன் மூலமும் வெப்ப ஆற்றலை வெளிப்படுத்தும் திறனளவு அதிகமாவதாக ஆராய்ச்சிகள் காட்டுகின்றன.

சூரிய ஆற்றலை வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றும் கருவிகளில் இரண்டு கருவிகள் இன்று மிக அதிகமாக நடைமுறையில் உள்ளன. ஒன்று சூரிய அடுப்பு; மற்றது வெந்நீர் தயாரிக்கும் தட்டைப் பரப்பு சூரிய சேகரிப்புகள் (Flat - plate solar collectors).

சூரிய அடுப்பின் தத்துவம் யாவரும் புரிந்துகொள்ளக்கூடிய ஒன்று. அதைப் புரிந்துகொண்டால் நம் அன்றாட வாழ்வில் சமையலுக்குச் சூரிய அடுப்புகளைப் பயன்படுத்தக் கற்றுக் கொள்ளலாம். எரிபொருளும் மிச்சம்; அதற்குண்டான செலவும் மிச்சம்.

சூரிய அடுப்பின் அமைப்பாவது: ஒரு மூடி இல்லாத சதுரத் தகரத்தினாலான பெட்டி, அதைவிடச் சற்றுப் பெரிய சதுர மரப் பெட்டியினுள் வைக்கப்பட்டு, இரண்டிற்கும் இடையிலுள்ள இடைவெளி மரத்தூள், உமி போன்ற அரிதில் வெப்பக்கடத்திப் பொருட்களால் நிறைவாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும். உலோகப் பெட்டியின் உட்புறம் முழுவதும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு கருமைநிற வண்ணப் பொருளால் பூசப்பட்டிருக்கும். இந்தப் பகுதியிலேயே சூரிய ஒளி பட்டு வெப்பமாக மாறும். தோன்றிய வெப்பம் வெளித்தப்பிச் செல்லாமல் இருக்க, தகரப் பெட்டியின் திறந்த வாயை ஒரு தகுந்த ஊடுறுவும் சாதாரணக் கண்ணாடித் தகடால் மூடவேண்டும். ஒளியைத் தன்வழியே போகவிட்டு, வெப்பத்தைப் போகவிடாத தன்மை கொண்டது கண்ணாடி.

மேற்சொன்ன அமைப்பை நல்ல வெயில்படும் இடத்தில் வைத்தால், சூரிய ஒளி கண்ணாடி வழியே உட்சென்று கருமைநிற வண்ணப் பூச்சில் பட்டு வெப்பமாக மாறும். இந்த வெப்பக் கதிர்வீசலை வெளிச் செல்லாதபடி அதைக் கண்ணாடி தடுத்துவிடும். ஆக,

கண்ணாடிக்குக் கீழ் உள்ள இடைவெளி சூடாகத் தொடங்குகிறது. வெயில் மேலும் மேலும் பட வெப்பநிலை அதிகரிக்கும். வெப்பம் வெளிக் கடத்தப்படாமலிருக்கத் தகரப் பெட்டியைச் சுற்றியுள்ள அரிதிற் கடத்திகள் உதவும். சமையல் செய்ய வேண்டிய பொருட்களைப் பாத்திரங்களில் இட்டு, கண்ணாடியை எடுத்து, பாத்திரங்களைப் பெட்டியில் வைத்து, மறுபடியும் கண்ணாடியால் மூடி அதன்மேல் வெயில் படும்படி வைத்துவிட வேண்டும். இப்போது சூரிய அடுப்பு வேலை செய்யத் தொடங்குகிறது. உட்புற வெப்பநிலை சிறிது நேரத்தில் 100° சென்டிகிரேட்டிற்கு மேல் போவதால், தண்ணீர் கொதிக்கத் தொடங்கிப் பொருட்கள் வேக ஆரம்பிக்கும். சாதாரண மாக ஒருமணி நேரத்தில் வைத்த பொருட்கள் வெந்துவிடுகின்றன. சூரிய அடுப்புகளை வீட்டு மாடியில், சூரிய ஒளி தடைப்படாத திறந்த வெளியில் வைத்தல் அவசியம். அதற்கேற்றபடி சமையல் முறை களையும், அமைப்புகளையும் மாற்றிக்கொண்டால், இதைப் பயன் படுத்துவதில் கடினம் தெரியாது. சுமாராக ரூ. 100 க்குள் சூரிய அடுப்பைச் செய்து முடிக்கலாம்.

மேலே விளக்கப்பட்ட தத்துவத்தின் அடிப்படையிலேயே வெந் நீர் தயாரிக்கும் உபகரணங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. இது மருத்துவ விடுதிகளுக்கும், தொழிற்சாலைகளுக்கும் மிகப் பயனுடையதாக அமைகிறது.

வெந்நீர் தயாரிக்கும் கருவியின் அமைப்பாவது: வளைந்து வளைந்து செல்லும் ஓர் இரும்புக் குழாய் ஒரு நீண்ட சதுரத் தகரப் பெட்டியினுள் வைக்கப்பட்டு, பெட்டியின் திறந்த வாய் கண்ணாடி யால் மூடப்பட்டு உள்ளது. குழாய்க்கடியில் அரிதில் வெப்பக்கடத்திப் பொருட்கள் உள்ளன. பெட்டியின் உட்புறமும் குழாயும் சிறந்த கருமை வண்ணப் பூச்சால் பூசப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்பைக் கிழக்கு மேற்கு வாக்கில் கண்ணாடிப் பகுதி தெற்குநோக்கி (இந்தி யாவில்) இருக்கும்படிச் சிறிது சாய்வாக வைக்கவேண்டும்.

இந்தியா போன்ற நாடுகளில் சூரியன் தெற்குச் சாய்வில், கிழக்கிலிருந்து மேற்கு முகமாகப் போவதால், வெயில் எப்போதும் மேற்சொன்ன அமைப்பில் பட்டுக்கொண்டிருக்கும். குழாயின் ஒரு முனையைக் குளிர்ந்த நீர் வரும் மற்றொரு குழாயோடு இணைத்து விட்டால் குளிர்ந்த நீர் வளைந்து செல்லும் சூடான குழாய்க்கும் பாயும்போது வெந்நீராக மாறி வெளிவருகிறது. வெயில் தொடர்ந்து

இருக்கும்வரை வெந்நீர் தயாரிக்கலாம். மேலும் வெந்நீரைச் சூடு பாதுகாக்கும் தொட்டிகளில் சேகரித்துக்கொண்டால், இரவிலும் சூடான நீர் கிடைக்கும். இந்தத் தட்டைப்பரப்பு சூரிய சேகரிப்பு களைப் பக்கவாட்டில் தொடர் இணைப்பாக அமைத்தால் நீராவியைக் கூட எளிதாகத் தயாரித்துவிடலாம். இதைக்கொண்டு இயந்திரங் களை இயக்க முடியும். தட்டைப்பரப்பு சூரிய சேகரிப்புகளை வணிக முறையில் பல நிறுவனங்கள் அமைத்து மருத்துவ விடுதிகளுக்கும், பயணிகள் விடுதிகளுக்கும் வெந்நீர் தடையில்லாமல் கிடைக்கச் செய்து விடுகின்றன.

இனி, சூரிய ஒளி மின்சாரமாக மாற்றப்படும் முறை பற்றிச் சிறிது தெரிந்துகொள்வோம். 1877 இல்தான் முதன்முதல் சூரிய ஒளியைக் கொண்டு மின்னழுத்தம் உண்டாக்கலாம் என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஆடம்சு, டே என்பவர்கள் செலினியம் என்ற தனிம மும் ஓர் உலோகமும் தொடும் சந்திப்பில் சூரிய ஒளி பட்டால் மின்னழுத்தம் தோன்றுகிறது என்று கண்டார்கள். ஆனால் அந்த மின்னழுத்தம் ஒரு சிறிய கருவியைக்கூட இயக்கப் போதுமானதாக இல்லை. இந்த அமைப்பில் படும் சூரிய ஆற்றலில் ஒரு விழுக் காடுக்குக் குறைவான ஆற்றலே மின்சாரமாக மாறுகிறது. ஆக, இதன் மாற்றுந்திறன் குறைவாக இருந்தது. இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் சூரிய ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றத் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சிகள் நடந்தன; எதிர்பார்த்த வெற்றி கிடைக்கவில்லை.

1954இல் இந்தத் துறையில் ஒரு திருப்பம் தோன்றியது. அப்போது திறன் வாய்ந்த சூரிய மின்கலங்கள் அமைக்கும் முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதற்குக் காரணமாய் இருந்தவர்கள் சாப்பின், புல்லர், பியர்சன் என்ற விஞ்ஞானிகள் ஆவர். அவர்கள் அமைத்த சூரிய மின்கலத்தில் சிலிக்கான் என்ற தனிமத்தினாலான படிகத் தகடு பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்தப் படிகத் தகட்டின் ஒரு பக்கம் p என்று கூறப்படும் பொருளாகவும், மறுபக்கம் n என்று கூறப்படும் பொருளாக வும் மாற்றப்பட்டது. மத்தியில் p - n என்ற சந்திப்பு உண்டாகிறது. தகட்டின் ஒருபக்கம் வெயில் பட்டால், உயர்ந்த மின்னழுத்தம் இரண்டு பக்கங்களுக்கிடையில் தோன்றுகிறது. இது உயர்ந்த அளவு மின்சாரத்தைக் கொடுக்கக்கூடியதாக உள்ளது. தொடக்கத் தில் இந்த அமைப்பின் மாற்றுந்திறன் 6 விழுக்காடுகளுக்கு மேல் இருந்தது பிறகு தொடர்ந்த ஆராய்ச்சிகளின் பயனாய் மாற்றுந் திறனின் அளவு கணிசமாக உயர்ந்தது. வேறொரு துறையில்

நிகழ்ந்த கண்டுபிடிப்புகளும் இதற்கு உதவியது. சிலிக்கான் ஒரு குறைக்கடத்தி. 1930 ஆம் ஆண்டை ஒட்டி, குறைக்கடத்தி பற்றி நிகழ்ந்த ஆராய்ச்சிகளும் முடிவுகளும், சூரிய மின்கல ஆராய்ச்சிக்குப் பெரிதும் உதவின. இதன் பிறகுதான் சூரிய மின்கலங்களின் உள்ளிட நிகழ்ச்சிகளைத் தெளிவாகப் புரிந்துகொள்ள முடிந்தது. இதுபோல, ஒரு துறையில் நடக்கும் ஆராய்ச்சி மறு துறைக்குப் பெரிதும் உதவுவது, விஞ்ஞான உலகில் மிகுதியும் உண்டு. குறைக் கடத்திகளைப் பற்றித் தெளிவாக அறிந்தபின் சூரிய மின்கல ஆராய்ச்சிகள் வேகமாக முன்னேறின. மிகத் திறன் வாய்ந்த மின் கலங்கள் தோன்றத் தொடங்கின. இனி இந்த மின்கலங்களின் தத்துவத்தை விளக்கமாகக் காண்போம்.

ஒளியினால் மின்னழுத்தம் தோன்றும் முறைக்கு ஒளி மின்னழுத்த நிகழ்ச்சி(Photo voltaic effect) என்று பெயர். இது தோன்ற ஒரு சிறந்த பொருள் குறைக்கடத்தித் (Semi-conductor) தன்மை கொண்ட பொருளாகும். சிலிக்கான் என்ற தனிமம் ஓர் ஏற்ற குறைக் கடத்தியாகும். இது பிராணவாயுடன் சேர்ந்து சிலிக்கான் ஆக்சைடு என்ற விஞ்ஞானப் பெயருடன், சாதாரண மணலாக உலகம் முழுவதும் பரவிக் கிடக்கிறது. இதிலிருந்து சிலிக்கான் படிகங்கள் தயாரிக்கலாம். அதிலிருந்து படிகப் பண்பு மாறாத தகடுகள் தயாரிக்கலாம். அத் தகட்டின் ஒரு பக்கத்தில் குறிப்பிட்ட மிகக் குறைந்த அளவு பாசுபரம் என்ற தனிமத்தைச் சேர்ப்பதன் மூலம் அப் பக்கத்தை n என்று கூறப்படும் பொருளாக மாற்றலாம். இப் பகுதியில் எதிர் மின்னணுக்கள் (electron) அதிகமாக இருக்கும். மறுபக்கத்தைப் போரான் என்ற தனிமத்தைக் குறிப்பிட்ட குறைந்த அளவு சேர்ப்பதன் மூலம் p என்று கூறப்படும் பொருளாக மாற்றலாம். இதில் நேர் மின்னணுக்கள் போன்ற இயல்புடைய துவாரங்கள்(holes) இருக்கும். இவை எலக்ட்ரான் இருக்கக் கூடிய காலி இடங்கள் ஆகும். அதனால் இவைகள் நேர் மின்னணு போலவே இயங்கும்.

p-பொருளும் n-பொருளும் சந்திக்கும் இடத்தில் ஒரு மின் புலம் இருந்துகொண்டிருக்கும். இந்தச் சிலிக்கான் தகட்டின் ஒரு பக்கம் சூரிய ஒளி படும்பொழுது, ஒளித் துகள்கள்(Photons) உள்ளே சென்று ஏராளமான எலக்ட்ரான்களையும், துவாரங்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இவைகள் ஒன்றையொன்று மறுபடியும் சேரக் காத்திருக்கும். அதற்குள் சந்திப்பில் உள்ள மின்புலம் இவை

களைப் பிரித்துவிட்டால், ஒருபக்கம் நேர் வாயாகவும்(positive) மறுபுறம் எதிர் வாயாகவும்(negative) அமைந்து இதற்கிடையில் சுமார் 0.6 வோல்ட் அதிகமாகக் கிடைக்கும்.

சிலிக்கான் தகட்டின் தடிமம் ஒரு முக்கியமான அளவை யாகும். அதற்குக் கீழ்க்கண்ட நிகழ்ச்சி விளக்கம் தரும். எலக்ட்ரானும், துவாரங்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குமேல் சிலிக் கானுக்குள் ஒன்றுசேராமல் இருக்காது. இதற்கு அதன் வாழ்க்கை நேரம் (life-time) என்று பெயர். அந்த நேரத்தில் அவைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரம்தான் நகரமுடியும். சந்திப்பில் உள்ள மின்புலம் தான் எலக்ட்ரானையும் துவாரங்களையும் பிரித்து மின்னழுத்தம் உண்டாக்குகிறது. ஆகவே எலக்ட்ரான்களும் துவாரங்களும் ஒளியி னால் பிரிந்து மின்புலத்தை அடையும் நேரம் அதன் வாழ்க்கை நேரத்திற்குக் குறைவாக இருந்தால் அவைகள் பகுக்கப்பட்டு ஒரு பக்கத்தை அடையும்; இல்லாவிட்டால் அவைகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து வெளிப்பயன் கொடுக்காது. கணிப்புப்படி அந்தத் தடி மத்தின் அளவு சுமார் 250 மைக்ரான்களாக இருக்கலாம். இந்தத் தடிமன் கொண்ட சிலிக்கான் தகடே திறனுடன் இயங்கும். இரண்டு பக்கமும் தோன்றும் நேர், எதிர் மின்னணுக்களைச் சேகரித்து கம்பியினால் இணைத்தால் வெளிப்புறம் மின்சார ஓட்டம் அமையும்.

மணலில் உள்ள பிராணவாயுவை நீக்கிச் சுத்தமான சிலிக்கான் தயாரிப்பார்கள். பின் அதை அதிக வெப்பநிலையில் உருக்கி, உருகின சிலிக்கானைப் பக்குவமாகக் குளிர வைப்பதன்மூலம் உருளை வடிவ மான சிலிக்கான் படிகங்கள் தயாரிக்கப்படும். இந்த உருளைகளைச் சிறுசிறு வட்டங்களாக அறுத்து எடுத்து, ஒரு பக்கத்தை p ஆகவும், மறுபக்கத்தை n ஆகவும் மாற்றுவார்கள். ஒளி படாத பக்கம் ஓர் உலோகத் தகட்டைப் பொறுத்துவார்கள். ஒளி படும் பக்கம் வெள்ளியினால் ஆகிய கம்பிகளைப் பதிப்பார்கள். இதற்கு விரல்கள் (fingers) என்று பெயர். இவைகளே மின்னணுக்களைச் சேகரிப்பவை. இந்த இணைப்புகளை வெளிச்சுற்றில் இணைத்தால் மின்சாரம் கிடைக்கும்.

இன்றுள்ள மின்கலங்கள் 16 விழுக்காடு திறன் கொண்டு, ஒவ்வொரு மின்கலமும் சுமார் 0.4 வால்ட் மின்னழுத்தம் கொடுக் கிறது. இதுபோன்ற ஆயிரக்கணக்கான மின்கலங்களைத் தொடர் இணைப்பில் இணைத்தால் நமக்கு வேண்டிய மின்னழுத்தம் பெறலாம். இதோடு மின்சாரத்தைச் சேகரித்து வைக்கும் சாதனங்களையும்

பொறுத்திவிட்டால் இரவு பகல் எப்போதும் செலவில்லாமல் மின்சாரம் கிடைக்கும். வீட்டின் கூரையின்மேல் வேண்டிய மின்கலங்களைப் பொறுத்தி வைத்தால் மின்சாரத் தட்டு இல்லாமல் ஆற்றல் கிடைத்துக் கொண்டிருக்கும்.

பெரிய அளவில் தடங்கல் இல்லாமல் சூரியனிலிருந்து மின்சாரம் பெற ஒரு திட்டம் உள்ளது. அதன்படி ஓர் ஏவுகணையின் உதவியுடன் பல இலட்சக்கணக்கான சூரிய சிலிக்கான் மின்கலங்களைப் பூமிக்கு மிக உயரத்தில் பரப்பி வைத்துவிட வேண்டும். அங்கு இரவு பகல் இல்லாததால் எப்போதும் சூரிய ஒளி பட்டுக்கொண்டிருக்கும். அங்குக் கிடைக்கும் மின்சாரத்தை மைக்ரோ அலைகள் மூலம் பூமிக்குப் பாய்ச்சி, அதைத் தகுந்த முறையில் சேகரித்து விநியோகம் செய்தால் எல்லோருக்கும் மின்சார வசதி கிடைக்க வாய்ப்பு உள்ளது. இந்த அமைப்பு இன்று ஏதோ கனவாகத் தோன்றினாலும், நனவாகும் நாள் அதிகத் தூரத்தில் இல்லை.

இவ்வளவு பயனுடைய சிலிக்கான் மின்கலங்கள் இன்று எல்லோரும் வாங்கிப் பயன்படுத்தும் அளவுக்கு மலிவாக இல்லை. இந்தியாவில் இன்று உற்பத்தியாகும் மின்கலங்களின் விலை ஒரு வாட்டிற்கு 150 ரூபாயாக உள்ளது. அதாவது ஒரு 100 வால்ட் பல்பு எரிய வேண்டிய சூரிய மின்கலங்களின் விலை சுமார் 15,000 ருபாயாகும். இது மிக அதிகமானதாகும். இந்த அதிக விலைக்குக் காரணமே சிலிக்கானின் உற்பத்திச் செலவாகும். சிலிக்கானைத் தூய படிகமாக்க அதிகச் செலவாகிறது. அதனால் இன்றைய ஆராய்ச்சி சிலிக்கான் உற்பத்திச் செலவை எவ்வாறு குறைப்பது என்பதே. இதற்குப் பல ஆலோசனைகளும் கூறப்பட்டன. அவற்றில் ஒன்று சிலிக்கானை உருக்க சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்துவது ஆகும். குழி ஆடி கொண்டு சூரிய ஒளியை ஒன்றுகூட்டி மிக அதிக வெப்பநிலை (சுமார் 2000° செ) உண்டாக்கி அதில் சிலிக்கானை உருக்கினால் உற்பத்திச் செலவு மிகக் குறையும். மற்றொரு ஆலோசனை, படிகமற்ற சிலிக்கானைக் கொண்டு மின்கலம் அமைப்பது. இதில் ஓர் அமெரிக்க நிறுவனம் வெற்றி பெற்றுள்ளது. இதன் திறன் 6 விழுக்காடாக இருந்தாலும், உற்பத்திச் செலவு மிகக் குறைவு.

இன்று நடக்கின்ற ஆராய்ச்சிகள் ஊக்கமூட்டுவதாய் உள்ளன. பல நாடுகளின் விஞ்ஞானிகள் ஒன்றுகூடி ஆக்கபூர்வமாகச் செயல்பட்டு வருகிறார்கள். அவர்களின் கணிப்புப்படி 1985 இல் சூரிய மின்கலங்

களின் மூலம் கிடைக்கும் மின்சாரம், மற்ற முறைகளின்படிக் கிடைக்கும் செலவுக்குச் சமமாகி, அதற்குப்பின் குறைய ஆரம்பிக்கும். இன்று எரிபொருள் மூலம் உற்பத்தியாகும் மின்சாரச் செலவு அதிகமாகிக் கொண்டு வருகிறது. சிலிக்கான் உற்பத்திச் செலவு ஆராய்ச்சி களினால் குறைந்து வருகிறது. 1985 இல் அவைகள் இரண்டும் சந்திக்கும். டிரான்சிஸ்டர்கள் தொடக்க காலத்தில் அதிக விலையா யிருந்து இன்று மிக மலிவாகிவிட்டது. அதுபோல் சிலிக்கான் மின்கலங்களும் ஆகலாம்.

வீடுகள்தோறும் சூரிய மின்கலங்களைப் பயன்படுத்தும் காலம் வந்தால் நம் வாழ்க்கைத்தரம் நிச்சயமாக உயரும். குறைபடாத, சுத்தமான சூரிய ஆற்றல் நம்மை வாழ்விக்கும் நாள் அருகில் உள்ளது. இன்றைய விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் நம்மை அந்த எல்லையை நோக்கி அழைத்துச் செல்கின்றன.

சூரியன் ஒரு வற்றாத ஆற்றலுடைய கடலாகும். அதில் மூழ்கி நாமெல்லாம் வளமடையப் போகிறோம்.

50

தடய அறிவியல் துறையில் தமிழக ஆய்வகத்தின் புதிய கண்டுபிடிப்பு*

கொலைக்குற்ற வழக்குகளில் கொலையுண்டு இறந்தவரின் உடல் (சடலம்) ஒரு முக்கியமான சாட்சியாக அமையும். எனவே இத்தகைய குற்றங்களில் சம்பந்தப்பட்ட குற்றவாளிகள், தம்மால் கொலை செய்யப்பட்டவரின் உடலை அப்புறப்படுத்துவதிலும், மறைப்பதிலும், அழிப்பதிலும் தமது திறமைகள் அனைத்தையும் கையாளுவர். ஆற்றங்கரை அல்லது கடற்கரை மற்றும் மக்கள் நடமாட்டம் இல்லாத ஓரிடத்து உடலைப் புதைத்தும், எரித்தும் தடயங்களை மறைத்துவிடுவர்.

தட்ப வெப்ப நிலைகளில் மிகவும் வேறுபாட்டைக் கொண்ட நமது நாட்டில் இவ்வாறு மறைக்கப்பட்ட உடல்கள் வெகு விரைவில் உருத்தெரியாமல் போய்விடும். அப்படி உருத்தெரியாமல் போன உடல்களின் எலும்புக்கூடுகளே எஞ்சி நிற்கும். இவ்வாறு கண்டு பிடிக்கப்பட்ட எலும்புக் கூடுகள், கொலை செய்யப்பட்டவரின் எலும்புக் கூடுகளே என்று அறுதியிட்டுக் கூறத் தடய அறிவியல் வல்லுநர்கள் பல முறைகளைக் கண்டுபிடிப்பதில் ஈடுபட்டு வந்தனர்.

அவற்றில் மிகவும் முக்கியமான முறை இறந்தவரின் மண்டை ஓட்டை எடுத்து அம் மண்டை ஓட்டை நிழற்படம்(புகைப்படம்) பிடித்து, அப்படி எடுத்த மண்டை ஓட்டின் நிழற்படத்தையும் கொலை செய்யப்பட்டவர் உயிரோடு இருக்கும்போது எடுக்கப்பட்ட நிழற் படம் இருக்குமாயின் அந் நிழற்படத்தையும் ஒன்றாக ஒப்பிட்டுப் பார்த்து சந்தேகப்பட்ட மண்டைஓடு நிழற்படத்தில் இருக்கின்ற நபரின் மண்டை ஓடுதானா என்று கண்டுபிடிக்க முற்படுவதாகும்.

★ பேராசிரியர் ப சந்திரசேகரன், இயக்குநர், தடய அறிவியல் ஆய்வகம், சென்னை-4.

இம்முறைக்கு ஒன்றின்மேல் ஒன்றாய்ப் பொருத்திப் பார்க்கும் முறை (Super - Imposition Technique) என்று கூறுவார்கள்.

பேராசிரியர் பிராஷ் (Brash) என்பவர் 1935 ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்தில் புகழ்பெற்ற கொலை வழக்கு ஒன்றில் இம்முறையைக் கையாண்டார். இப்படி பிராஷ் கையாண்டதும், இதன்பிறகு பல முக்கியமான வழக்குகளில் மற்றும் பலரால் கையாளப்பட்டதுமான இம்முறையை நீதிமன்றங்கள் விஞ்ஞானபூர்வமான முறை என்று ஒத்துக்கொள்வதில்லை. இம்முறையில் கொலை செய்யப்பட்டவர் உயிரோடு இருக்கும்பொழுது எடுக்கப்பட்ட நிழற்படத்தினுடைய எதிர்மறையான பிம்பத்தை (Negative) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் உள்ள ஒரு நிழற்படப் பிலிமில் எடுத்துக் கொள்வார்கள். பிறகு மண்டை ஓட்டை ஒரு முக்காலியின்மீது வைத்து இறந்தவர் எந்தக் கோணத்தில் கிட்டத்தட்ட நிழற்படத்தில் தோற்றமளிக்கிறாரோ அந்தக் கோணத்தில் மண்டை ஓட்டை வைத்து அதன் பிம்பத்தை அதே அளவுள்ள பிலிமில் நிழற்படமாக எடுத்துக்கொள்வார்கள். மண்டை ஓட்டின் படம், கிட்டத்தட்ட இறந்தவரின் முக பிம்பத்தின் அளவுக்குச் சமமானதாக வருமாறு எடுத்துக்கொள்வார்கள். காமிராவை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, காமிராவின் நிழல் ஆடியில் (Ground Glass) தெரியும் மண்டை ஓட்டுப் பிம்பத்தின்மேல் நிழற்பட நெகடிவை வைத்து அதன் பிம்பமும் மண்டை ஓட்டின் பிம்பமும், ஒரே அளவு வருமாறு செய்துகொண்டு, பின்னர் மண்டை ஓட்டின் நிழற்படத்தை எடுப்பார்கள். பிறகு இந்த இரண்டு நெகடிவ்களையும், எதிர்மறைப் பிம்பங்களையும் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக வைத்துப் பொருத்திப் பார்த்து, இரண்டிற்கும் ஒற்றுமை இருக்குமாயின், சந்தேகத்திற்குரிய மண்டை ஓடு இறந்தவருடைய மண்டை ஓடுதான் என்று நீதிமன்றத்திற்குச் சான்றிதழ் வழங்குவார்கள். ஆனால் நீதிமன்றங்கள் இம்முறையை விஞ்ஞானபூர்வமாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட முறை என்று ஒத்துக் கொள்வது இல்லை. இப்படி ஒத்துக்கொள்ளாததற்கு அவை கூறியுள்ள காரணங்கள் இரண்டாகும்.

இறந்தவருடைய முகத்தின் உண்மையான நீள, அகலம் போன்ற அளவுகளை ஒரு நிழற்படத்திலிருந்து எவ்வாறு கணக்கிட இயலும் என்ற வினா ஒரு காரணமாகும்.

இறந்தவருடைய முகம் நிழற்படத்தில் எந்தக் கோணத்தில் தோற்றம் அளிக்கிறது என்பதை இரு பரிமாணமே கொண்ட நிழற்

படத்திலிருந்து சரியாகக் கணக்கிட இயலவே இயலாது என்னும் கருத்து இரண்டாவது காரணமாகும்.

இவ்விரண்டு குறைபாடுகளையும் நிவர்த்தி செய்யாமல் இம் முறையைக் கையாண்டால் எவருடைய நிழற்படத்தை வேண்டு மானாலும் சந்தேகப்பட்ட மண்டை ஓட்டுடன் பொருத்திவிட இயலும் என்று இம்முறையைத் தள்ளிவிட்டனர். எனவே 1935க்குப் பிறகு இம்முறை விஞ்ஞானபூர்வமாக அறுதியிட்டுக் கூறமுடியாத ஒரு முறையாகவே தடய அறிவியல் வல்லுநர்களால் கருதப்பட்டு வந்தது. இம்முறையிலுள்ள மேற்கூறிய இரு குறைகளையும் நீக்கிவிட வேண் டும் என்ற ஆர்வத்தோடு இக்கட்டுரையாசிரியர் உதவி இயக்குநராக இருந்தபோதே ஓர் ஆராய்ச்சித் திட்டத்தை மேற்கொண்டார். இவ் வாராய்ச்சித் திட்டத்தின் விளைவாகக் நிழற்படத்தில் இருப்பவர் இறந்துவிட்டாலும் அவருடைய முக நீள, அகலங்களை உயிருடன் இருந்தபோது இருந்த அதே அளவுக்குக் கண்டுபிடிக்கும் முறை 1971ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இறந்தவர் நிழற்படம் எடுக்கும்பொழுது அணிந்திருந்த சட்டை, மூக்குக் கண்ணாடி, நிழற்படத்தில் அவர் அமர்ந்திருக்கும் நாற்காலி, கட்டியிருக்கும் புடவை போன்ற பொருட்களை வர வழைத்து அவைகளிலிருந்து இறந்தவரின் முக அளவைக் கணக்கிடும் முறையை இக்கட்டுரையாசிரியர் முதலில் கண்டுபிடித்தார் (படம்1முதல் 3 வரை, பக்கங்கள்470 = 472) இறந்தவர் தமது மனைவியுடனோ அல்லது உறவினருடனோ, நிழற்படம் எடுத்துக்கொண்டிருப்பாரே யானால் உயிருடன் இருக்கும் மற்றவர்களுடைய முக அளவை எடுத்து, அந்த அளவிலிருந்து இறந்தவரின் முக அளவைக் கணக் கிட்டுவிட முடியும் என்ற முறையையும் வகுத்தார். சான்றாக, நிழற்படத்தில் இறந்தவர் அணிந்திருந்த சட்டை கிடைத்தால் அச் சட்டையிலுள்ள இரண்டு பொத்தான்களுக்கு இடையிலுள்ள தூரத் தைக் கணக்கிட்டு, நிழற்படத்தில் இருந்த தூரம் எந்த விகிதத் தில் குறைந்திருக்கிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்து, அந்த விகித எண்ணைப் பயன்படுத்தி, அந்த அளவுக்கு நிழற்படத்தை விரிவு படுத்தினால், அவருடைய முழுஉருவத் தோற்றம் கிடைக்கும் என்ற உண்மை இவ்வாராய்ச்சியால் வெளிக்கொணரப்பட்டது. இதே உத்தியின்படி நிழற்படத்தில் தோன்றும் மற்றவர்கள் உயிருடன் இருப்பின், அவர்களுடைய அளவுகளை எடுத்து, அந்த அளவி லிருந்து விகிதாச்சார எண்ணைக் கணக்கிட்டு நிழற்படத்தை அந்த

அளவுக்குப் பெரிதாக ஆக்கினால் இறந்தவரின் உண்மையான (நிஜ) உருவ அளவுகள் கிடைக்கும் என்ற முறையும் உருவாக்கப் பட்டது

இப்படி முழு உருவத்திற்குப் பெரிதாக்கிய முகத்தோற்ற நிழற்படத்தை ஒரு பிலிமில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். மண்டை ஓட்டின் நிழற்படத்தையும் ஒரு பிலிமில் அதன் உண்மையான உருவ அளவில் எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். இவை இரண்டையும் பின் னர் ஒன்றோடொன்று பொருத்திப் படம் பார்க்கும் கருவியில் (view ing lobby) வைத்து முகத்தோற்றத்துடன் மண்டை ஓட்டின் தோற் றம் பொருந்துகிறதா என்று பார்க்கவேண்டும் (படம் 4, பக்கம்-473). மண்டை ஓட்டின் பல பாகங்கள் முகத்தோடு பொருந்தினால், மண்டை ஓடு நிழற்படத்தில் இருப்பவருக்குரியதே என்று கூறிவிட முடியும். இம்முறை பற்றிய விரிவான ஆராய்ச்சிக் கட்டுரை வட மேற்கு அமெரிக்கப் பல்கலைக்கழக சட்ட நிறுவனம் வெளியிடும் ஆராய்ச்சி இதழில் 1971 ஆம் ஆண்டு வெளியிடப்பட்டது.

நீதிமன்றங்கள் சுட்டிக்காட்டிய இரண்டாவது குறைபாட் டைக் களைவது அவ்வளவு எளிதான செயலாகத் தோன்றவில்லை. இரு பரிமாணமே கொண்ட நிழற்படத்திலிருந்து நிழற்படத்திலிருப் பவர், தன் தலையை எவ்வளவு கோணம் தாழ்த்தியிருக்கிறார் அல்லது திருப்பியிருக்கிறார் என்பதில் சரியான கோண அளவு களை எவ்வாறு கணக்கிட இயலும்? ஒருவர் நிழற்படம் எடுத்துக் கொள்ளும்பொழுது தன்னுடைய தலையை மூன்று அசைவுகளுக்கு உள்ளாக்கித் தோற்றமளித்திருக்கலாம். உடற்கூறு இயலின்படி தலை குனிந்து நிமிர்கின்ற அசைவு, பக்கவாட்டில் சாய்கின்ற அசைவு, இடது அல்லது வலதுபுறமாகத் திரும்புகின்ற அசைவு ஆகிய மூன்று அசைவுகளைக் கொண்டதாகும். நிழற்படத்தில் இருப்பவர் படம் எடுக்கும்பொழுது சிறிது குனிந்தும் சிறிது சாய்ந்தும், சிறிது இடது அல்லது வலது புறமாகத் திரும்பியும் நிழற்படத்தில் தோற் றமளித்திருக்கக்கூடும். இந்த மூன்று அசைவுகளின் சரியான கோணங் களைக் கணக்கிட்டு அதே கோணத்தில் மண்டை ஓட்டைப் பொருத்தி நிழற்படம் எடுத்தால்தான் மண்டை ஓட்டின் படமும், முகத்தின் நிழற்படமும் ஒரே கோணத்தில் அமையும். அப்படி இல்லையாயின் மண்டைஓடு வேறு விதமாகத் தோற்றமளிக்கும். வெவ்வேறு இரு கோணங்களில் எடுக்கப்பட்ட ஒரே மண்டை ஓட்டின் படம் எப்படித் தோன்றுகிறது என்பதைப் படம் 5ம், 6ம் (பக்கங்கள் 473,474) விளக்கு

கின்றன. இரு பரிமாணப் படத்திலிருந்து அம்மூன்று அசைவுகளின் சரியான கோண அளவுகளைக் கணக்கிட்டுவிட முடியும் என்ற கண்டுபிடிப்பை 1972 இல் இக்கட்டுரையாளர் பாரிஸ் மாநகரத்தில் நடந்த சர்வதேசக் கருத்தரங்கத்திலும், எடின்பரோ நகரத்தில் நடந்த சர்வ தேசத் தடய அறிவியல் வல்லுநர்கள் மாநாட்டிலும் விளக்கியுள்ளார்.

குனிந்து நிமிர்வதால் உண்டாகும் கோண அளவுகளைச் நிர்ணயித்தல் :

ஒருவரின் தலையைப் பக்கவாட்டிலிருந்து பார்க்கும்போது கண்ணின் பக்கமூலையின் (lateral angle) மேலாகவும், புறச்செவியின் வெளித்திட்டு வழியாகவும் இரண்டு அடிமட்டச் சமதளங்கள் (Horizontal plane) ஓடுவதாகக் கற்பனை செய்துகொள்வோம். முன்னால் கூறிய கண்ணின் பக்கமூலை வழியிலான சமதளம் 'அ', 'ஆ' எனவும், புறச்செவியின் வெளித்திட்டு வழியிலான (external auditory meatus) சமதளம் 'எ' 'ஏ' எனவும் கொள்வோம் (படம் 7, பக்கம் 474), இந்த இரண்டு சமதளங்களுக்கு இடையிலான தூரத்தை 'ஐ' எனக் கொள்வோம். இந்தத் தூரம் 'ஐ' ஆனது தலை எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குனிந்தோ அல்லது நிமிர்ந்தோ இருக்கிறதோ அதைப் பொறுத்து மாறும். ஆகையால் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு குனிந்தால் மேற்சொன்ன இரண்டு சமதளங்களும் ஒன்றன்மீது ஒன்றாக அமைவதினால் 'ஐ' '0' ஆகிறது (படம் 8, பக்கம் 475). இவ்வாறாக 'ஐ' எனப்படும் தூரத்தை நிர்ணயம் செய்துகொள்ளும்பொழுது தலையின் குனிந்து நிமிர்தலை நிர்ணயம் செய்ய முடிகிறது. தலையின் பக்கவாட்டிலிருந்து கணக்கெடுக்கப்பட்ட 'ஐ' தூரத்தை முகத்தின் சாதாரண முன் தோற்றத்தினைக் காட்டும் (norma frontalis) நிழற்படத்தின் வாயிலாகவும் கணக்கிடமுடியும். முகத்தின் முன்தோற்றத்தில் இந்தச் சமதளங்களை அ' ஆ' எனவும், எ' ஏ' எனவும் காட்டுவதாகக் கொள்வோம் (படம்9, பக்கம் 475). பக்கவாட்டுத் தோற்றத்தில் ஏற்படும் அ ஆ என்ற கோட்டை முகத்தின் முன்பக்கத் தோற்றத்திலும் எளிதாக அ' ஆ' என்று கொள்கிறோம். பக்கவாட்டுத் தோற்றத்தில் ஏற்படும் எ ஏ என்ற கோட்டினை முன்பக்கத் தோற்றத்தில் எ' ஏ'எனக் காட்டும் போது இரண்டுக்கும் இடையான தூரம் 'ஐ' கணக்கிடப்படுகிறது.

'ஐ' கணக்கிடப்பட்டவுடன் இந்த 'ஐ' யும் பக்கவாட்டுத் தோற்றத்தில் ஏற்படும்'ஐ' யும் சமமாகவே இருக்கும். இந்த 'ஐ'

தூரத்தைக் கொண்டு கொடுக்கப்பட்ட மண்டை ஓட்டினையும் அதே போன்ற குனிந்து நிமிர்தலுக்கு உட்படுத்தும் விதத்தில் அமைக்க வேண்டும் இதற்கென ஒரு தனிப்பட்ட உபகரணம் ஒன்று (படம் 10, பக்கம் 476) கட்டுரையாசிரியரால் உருவாக்கப்பட்டது. இந்த உபகரணத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல 'ஐ' தூரத்தை நிச்சயித்துக் கொண்டு மண்டை ஓட்டைப் பக்கவாட்டுத் திசையில் ஒரு பீடத்தின்மீது நிறுத்திக்கொள்ள வேண்டும். இந்தப் பீடமானது சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் மண்டை ஓட்டுப் பீடத்தைக் காட்டிலும் மாறு பட்டது இதில் முன்னும் பின்னும், மேலும் கீழும், பக்கவாட்டிலும், சுற்று வட்டத்திலுமாக மண்டை ஓட்டை அசைக்க முடியும் இந்த ஏற்பாட்டிற்குப் பிறகு 'ஐ' காட்டும் உபகரணத்தை மண்டை ஓட்டின் பக்கவாட்டில் ஒட்டி நிறுத்துகிறோம். அ ஆ சமதளத்தைக் காட்டும் நீள்கம்பி குழியின் ஓரத்திலுள்ள இ' எனப்படும் புள்ளியின் வழியாகச் செல்லும்படி அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும். இந்த 'இ' எனப்படும் தானமானது கண்விழிக் குழியின் சுற்றுவட்டத்தின் மேலும் கீழும் வரையப்படும் மட்டக் கோடுகளுக்கு இடையேயான 'ஈ' எனப்படும் தூரத்தின் 1/3 பகுதியில் அமைகிறது (படம் 11, பக்கம் 476). இந்த 1/3 பகுதியைக் கண்விழியின் கீழ்ச் சமதளத்திலிருந்து கணக்கிட்டுக் கொண்டால் அந்தத் தானமும் (இ) கண்ணின் பக்கவாட்டு மூலையும் (lateral angle of eye) ஒன்றாக இருக்கும். இந்த'இ'யை மண்டைஓட்டில் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். எ ஏ என்ற மட்டக் கோட்டினைக் காட்டும் நீள்கம்பியானது மண்டை ஓட்டின் பக்கவாட்டில் ஒட்டி மண்டை ஓட்டின் காது துவாரத்தில் வெளித்திட்டின் வழியாக அமையும்படி நிறுத்திக்கொள்ள வேண்டும்(படம் 12, பக்கம் 477).

இவ்வாறு 'அ ஆ' மற்றும் 'எ ஏ' சமதளக் கோடுகளைக் குறிக்கும் கம்பிகளைப் மண்டை ஓட்டின் பக்கவாட்டில் நிறுத்தி மேற் சொன்னபடி 'இ' மேல்கம்பி வழியாகவும், கீழ்க்கம்பி காதுத்துவாரத் தின் வெளித்திட்டு வழியாகவும் செல்லும்படி அமைத்துக்கொண்ட பிறகு மண்டை ஓட்டின் நேர்முன்னேயிருந்து முன்பக்கத் தோற்றத் தின் நிழற்படத்தினை எடுத்துக்கொண்டால் அது முகத்தின் நிழற் படத்தில் உள்ள முகத்தின் சாயலில் காணப்படும் அதே அளவி லான குனிந்து நிமிர்தலைக் கொண்டதாக இருக்கும்.

இந்த முறையினால் நிழற்படத்தில் உள்ள முகம் எந்த அளவிற்குக் குனிந்து அல்லது நிமிர்ந்து இருக்கிறதோ அதே நிலை

யில் ஒரு கோண அளவுகூட வித்தியாசப்படாத அளவிற்கு மண்டை ஓட்டையும் அமைத்துக் கொள்கிறோம்.

பக்கவாட்டுச் சாய்வை (Lateral Flexion) நிர்ணயித்தல்:

பக்கவாட்டுச் சாய்வினை நிர்ணயிக்கப் நிழற்படத்தில் உள்ள பக்கவாட்டுச் சாய்வுடன்கூடிய முகத்தின் மத்தியில் நேர்கோட்டு அச்சின் வழியாக (vertical axis) செல்லும் கோட்டினை (உ, ஊ) வரைந்து கொண்டு, முகம் பக்கவாட்டுச் சாய்வின்றி இருக்குமாயின் ஏற்படும் நேர்கோட்டு அச்சின்வழிச் செல்லும் கோட்டிற்கும் (ஒ, ஓ) இடையேயுள்ள கோணத்தைக் கணக்கிட்டுக்கொள்ள வேண்டும். இந்தக் கோணத்திற்கு ஏற்ப மண்டை ஓட்டினையும் சரிசெய்துகொள்ள வேண்டும் (படம் 13, பக்கம் 477 . முகத்தின் வளைவின்போது முகத்தின் எல்லா அம்சங்ளும் இணைந்து சாய்வதால் இந்தக் கோணம் மிகத் துல்லியமாக அமையவேண்டிய தேவையில்லை.

முகத்தின் திருப்பத்தை (Rotation) நிர்ணயித்தல் :

நிழற்படத்தில் உள்ள முகமானது சரிநேராகவோ அல்லது சிறிது வலது இடது புறமாகவோ திரும்பியிருக்கக்கூடும். முக அமைப்பானது இடைமட்டக் கோட்டிலிருந்து(medium line) பின்பக்க வாட்டுப்புறமாக (Postero-laterally) அங்கங்கள் சமதள அமைப்பில் (Symmetrical) உள்ளதால் முகம் எந்தப் பக்கம் திரும்பியுள்ளதோ அப்பக்கத்து முகப்பரப்பளவு குறைந்தும், மறுபக்கத்து முகப்பரப்பளவு அதிகமாகவும் தோன்றும்.

இடைமட்டக் கோட்டிலிருந்து இந்தத் தூரங்களைக் கணக் கிட்டால், இத் தூரங்கள் முகம் திரும்பும்போது ஒருபக்கம் அதிகமாகிக் கொண்டும், ஒருபக்கம் குறைந்துகொண்டும் போகும். இவ்விரு தூரங்களின் விகிதம் குறிப்பிட்ட ஒரு திருப்பத்திற்கு ஒரு தனிப்பட்ட அளவுடையதாக இருக்கும். இந்த விகிதத்தைப் நிழற்படத்திலிருந்து கணக்கிட்டு அதிலிருந்து திருப்புக் கோணத்தின் சரியான அளவைக் கணக்கிடும் முறையும் கணிதவியலைக் கையாண்டு கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.

இவ்வாறாக இந்த மூன்று அசைவுகளையும் கணக்கிட்ட பின்னர், அதே அளவில் மண்டை ஓட்டை வைத்து நிழற்படம் எடுத்தால், மண்டை ஓட்டின் தோற்றமும், நிழற்படத்தில் இருப்பவர் நிழற்படத்திற்கு எந்தக் கோணத்தில் தோற்றமளித்தாரோ, அதே

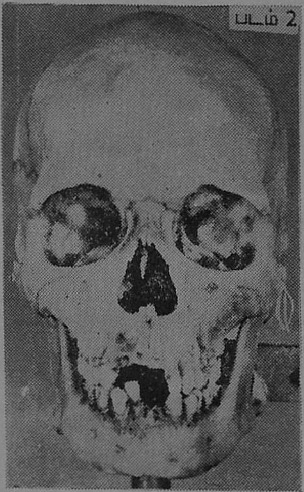
கோணத்தில் அமையும். இப்படி எடுக்கப்பட்ட இரு பிம்பங்களையும் ஒன்றின்மீது ஒன்றாகப் பொருத்திப் பார்த்தால் அது விஞ்ஞான முறையில் தனித்தனியே உண்மையான உருவத்திற்கு கொண்டுவரப் பட்டதோடு, நீதிமன்றங்கள் சுட்டிக்காட்டிய இரு குறைபாடுகளும் நீக்கப்பட்ட ஒரு புதிய முறையாக அமைகிறது.

புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இம்முறை புகழ்பெற்ற நச்சு ஊசி வழக்கிலும், டாக்சி டிரைவர் கொலை வழக்குகளிலும் கையாளப் பட்டு, கொலை செய்யப்பட்டவர்களின் உடல் அடையாளம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. சென்னை உயர்நீதி மன்றத்தின் நீதிபதிகளின் குழு (Bench) இக் கட்டுரையாசிரியரை உயர் நீதிமன்றத்திற்கு வரவழைத்து இம்முறை பற்றிய விளக்கங்களைக் கேட்டறிந்த பின்னர் இம்முறை விஞ்ஞானபூர்வமாகக் கண்டறிப்பட்ட, ஒத்துக்கொள்ளக்கூடிய ஒரு முறையே என்பதை ஒப்புக்கொண்டு மேற்கூறிய வழக்கில் தீர்ப் பளித்தது. அதன் பின்னர் இம்முறை பல நாடுகளிலுமுள்ள தடய அறிவியல் வல்லுநர்களால் கையாளப்பட்டு வருகிறது.

A
N83

84021

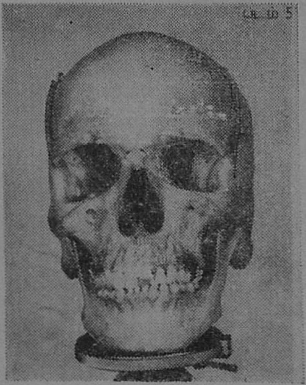
கொலை செய்யப்பட்டவர் உயிருடன் இருந்தபோது எடுத்த புகைப்படம். இதில் அவர் நாற்காலியின்மீது அமர்ந்துள்ளதைக் காணலாம்.

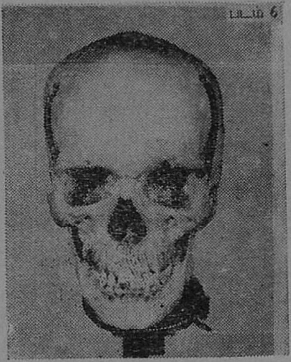


சந்தேகிக்கப்பட்ட
மண்டை ஓடு

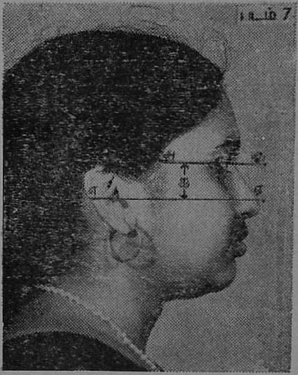
முதல் புகைப்படத்தில் காணப்பட்ட நாற்காலி காவல் துறையினரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு ஆய்வகத் திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டது.

முகத்தின் நிசஉருவிலான
புகைப்படமும் மண்டை
ஓட்டின் புகைப்படமும்
ஒன்றின்மீது ஒன்றாகப்
பொருத்தப்பட்டுள்ள
தோற்றம்.



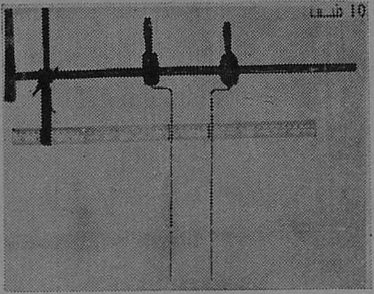


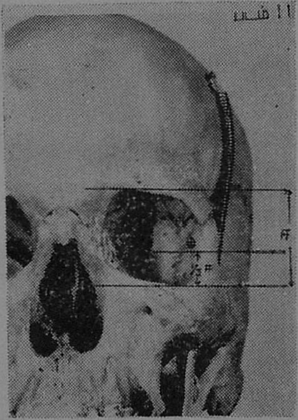
படங்கள் 5ம் 6ம் ஒரே மண்டை ஓட்டின் தோற்றங்களே. ஒன்று நிமிர்ந்த நிலையிலும் மற்றது குனிந்த நிலையிலும் எடுக்கப் பட்டுள்ளது. ஆனால் தோற் றத்திற்கு இரண்டு வெவ்வேறு மண்டை ஓடுகள் போன்று தோற்றமளிக் கின்றன.

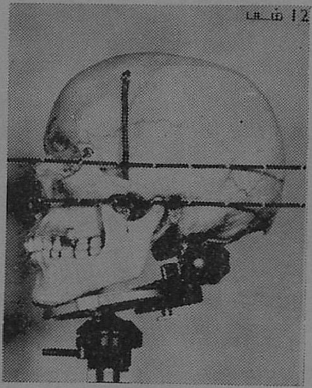


படம் 8

படம் 9


படம் 10


படம் 11



84021