3 DEC

களஞ்சியம்

வளர்தமிழ்
மன்ற
வெளியீடு

அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை

நிருவாக ஆசிரியர்

டாக்டர் வா. செ. குழந்தைசாமி
துணைவேந்தர், அண்ணா பல்கலைக்கழகம்.

ஆசிரியர் குழு

டாக்டர் அ. இளங்கோவன்
துணைப் பேராசிரியர், அண்ணா பல்கலைக்கழகம்.

திரு. வை. கண்ணபுரக் கண்ணன்
தனி அலுவலர், வளர்தமிழ் மன்றம், அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை.

டாக்டர் ஸ்டீபன் சாண்டக்ரன்
பதிவாளர், அண்ணா பல்கலைக்கழகம்.

டாக்டர் சே. சாதிக்
தலைவர், முதுகலை ஆய்வுத் துறை, அண்ணா பல்கலைக்
கழகம்.

திரு அ. மா. சாமி
ஆசிரியர், 'ராணி' வார ஏடு, சென்னை.

டாக்டர் த. வி. சுப்பிரமணியம்
பேராசிரியர், வேதிப் பொறியியல் துறை, அழகப்பா தொழில்
நுட்பக் கல்லூரி, அண்ணா பல்கலைக்கழகம்.

வித்துவான் டாக்டர் தி. முத்து-கண்ணப்பன்
அவ்வையகம், 9, 8-ஆவது தெரு,
பக்தவச்சலம் நகர், சென்னை.

திரு மணவை முஸ்தபா
நிருவாக ஆசிரியர், 'யுனெஸ்கோ கூரியர்', சென்னை.

டாக்டர் கதிர். விசுவலிங்கம்
துணைப் பேராசிரியர், வேதிப் பொறியியல் துறை,
அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி.

களஞ்சியம்

தொகுதி 5 இதழ் 2

வளர்தமிழ் மன்ற
வெளியீடு

காலாண்டு இதழ்

ஏப்ரல் 1990

அண்ணா பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை-600025.

தனி இதழ்: ரூ. 5.00

ஆண்டுக் கட்டணம்
உள்நாடு: ரூ. 20-00
வெளிநாடு: ரூ. 75-00

1

அணுக்கருப் பிணைப்புலைகள்-புதிய அணுகுமுறைகள்

டாக்டர் மெ. மெய்யப்பன்*

21ஆம் நூற்றாண்டில் நமது தலையாய பிரச்சினை ஆற்றல் பற்றாக் குறையாகத்தான் இருக்கும் என்று பொதுவாக எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. இந்த உணர்வு இன்றைக்கு ஆற்றல் தொழில் நுட்பங்களில் பல புதிய அணுகுமுறைகளை மேற்கொள்ளத்தூண்டியிருக்கின்றது.

புதுப்பிக்கக்கூடிய (renewable) ஆற்றல் மூலங்கள் முழுமையான மாற்றாக அமையாது என்பதால் சூரிய மற்றும் அணு வாற்றல்களைப் பற்றிச் சிந்திக்கத் தொடங்கினார்கள். பூமியின் ஓரலகுப் பரப்பில் விழும் சூரிய ஆற்றலின் அளவு மிகவும் குறைவு. இவ்வாற்றலை மின்னாற்றலாகச் சூரிய மின்கலன்கள் (Solor cells) மாற்றிக் கொடுக்கின்றன என்றாலும் பயனுறுதிறன் மிகவும் சொற்பமே. சூரிய ஆற்றல் பரிமாற்றிகளுக்குப் பல புதிய பொருட்கள் தொடர்ந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன என்றாலும், அவற்றின் பயனுறுதிறனை 30 விழுக்காட்டிற்கு மேல் அதிகரிக்க முடியவில்லை. எனவே அணுவாற்றலையே பெரிதும் நம்ப வேண்டியதிருக்கின்றது.

அணுவாற்றல்

அணுவிலிருந்து ஆற்றல் இரு வகைகளில் பெறப்படுகின்றது. கனமான ஓர் அணுக்கருவைப் பிளந்தும், லேசான இரு அணுக்கருக்களை இணைத்தும், அணுவாற்றலைப் பெறலாம். முன்னது அணுக் கருப்பிளப்பு என்றும், பின்னது, அணுக்கருப் பிணைப்பு என்றும் கூறப்படும். அணுவாற்றல் என்பது அணுக்கரு வினையின் போது ஏற்படும் நிறைவேறுபாடே ஆகும். அணுவாற்றலைப் பயனுறு மின்னாற்றலாக மாற்றும் பணியை அணுஉலைகள் செய்து வருகின்றன. அணுஉலைப் பொறியியலை விரிவாக வளர்த்துக் கொண்டதாலும், அணுப்பிளப்பு வினையை

* இயற்பியல் பேராசிரியர், அழகப்பா அரசு கலைக்கல்லூரி, காரைக்குடி.

எளிதாகக் கட்டுப்படுத்த முடிவதாலும் பிளப்பணுவுலைகள் அதிகம் நடைமுறைக்கு வந்தன. ஆனால் இவ்வணுவுலைகள் வெளித்தள்ளும் கதிரியக்கக் கழிவுகள் இவ்வுலகைத் தொடர்ந்து மாசுபடுத்திக் கொண்டு வருவதை எவ்விதத்திலும் தவிர்க்க இயலாததாக இருக்கின்றது இதனால் இவ்வணுவுலைகளை மேலும் விரிவுபடுத்திக் கொள்வது பாதுகாப்பிற்கு உகந்ததில்லை என்று அறிவியல் அறிஞர்களில் ஒருசாரார் சுட்டிக்காட்டியிருக்கின்றார்கள். அப்போது அணுவாற்றலை இன்னும் பாதுகாப்பான வழிமுறையில் எப்படிப் பயன்படுத்தலாம் என்ற சிந்தனை முடுக்கப்பட்டது.

அணுக்கருப் பிணைவாற்றல்

வினையில் கதிரியக்கக் கழிவு ஏற்பட வழியில்லை என்பதாலும் வினை மூலப் பொருட்களான ஹைட்ரசன் மற்றும் அதன் ஐசோடோப்புகளான டியூட்ரியம், டிரைடியம் போன்றவைகள் உலகில் எளிதாகவும் அதிகமாகவும்கிடைக்கக்கூடியதாக இருப்பதாலும், அணுப்பிணைப்பு, அணுப்பிளப்பை விட அனுகூலமானது என்றாலும், இதில் வேறுவிதமான தொழில் நுட்பச் சிக்கல்கள் காணப்படுகின்றன. நேர்மின்னூட்டமுடையதால் இரு அணுக்கருக்கள் தாமாக இணைந்துவிடுவதில்லை. அவற்றிற்கிடையே செயல்படும் மின் விலகுவிசையையும் விஞ்சிய அளவில் உந்துவிசையொன்று ஊட்டப்பட்டாலே அவைகள் பிணைக்கூடிய வாய்ப்பைப் பெறுகின்றன. இச்சூழலை ஏற்படுத்த 8000 டிகிரி கெல்வின் அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உயர்வெப்பநிலைஅவசியம். உயர் வெப்பநிலைகளில் பொதுவாக மூலக்கூறுகளும் அணுக்களும் பகுக்கப்பட்டு அயனிகளின் கலவையாலான பிளாஸ்மா (Plasma) என்ற நிலை எய்தப் பெறுகின்றது. மின் விலகு விசை காரணமாக இவ்வயனிகள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்துத் தள்ளிக் கொள்ளுவதால், அவைகளை ஒரு வெளியில் நிலைப்படுத்துவது சிக்கலாகின்றது. வலிமையான காந்தப் புலத்தைச் செயல்படுத்தியும், லேசர் ஒளிக்கற்றையை உட்பாய்ச்சியும் பிளாஸ்மாவை ஒரு குறுகிய வெளியில் நிலைப்படுத்தி ஓரளவு வெற்றிகண்டுள்ளார்கள். ஒருபிளாஸ்மா பிணைவுப் பொருளாகப் பயன்பட வேண்டுமானால் அது சில நிபந்தனைகளுக்கு உட்பட்டிருக்க வேண்டும். அதாவது அதன் வெப்பநிலை, அடர்த்தி மற்றும் குறிப்பிட்ட மிகக் குறுகிய வெளியில் பிளாஸ்மா நிலைப்படு நேரம் (Confinement time) ஆகிய இவை மூன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்பிற்கு மேற்பட்டதாக இருக்க வேண்டும் ஒரு கட்டுப்படுத்தப் பட்ட பிணைப்பு அணுவுலையைப் பெற வேண்டுமெனில் இம்மூன்று பண்புகளோடு தொடர்பு உடைய இந்நிபந்தனை எளிதில் செயல்படுத்தக் கூடியதாக இருக்கவேண்டும். அணுப்பிணைப்பால் எண்ணிறந்த விண்மீன்களுக்கு ஆற்றலூட்டி இயற்கை வெற்றி கண்ட

லதைப்போல, நம்மால் முடியவில்லை. இதற்குக் காரணம் நம்முடைய வழிமுறைகளில் காணப்படும் தொழில்நுட்பச் சிக்கல்களே. எடுத்துக்காட்டாக, இயற்கைக்கு ஈர்ப்பு சக்தி பிளாஸ்மாவை நிலைப்படுத்தப்பயன்படுகின்றது. அதற்கு நாம் வலிமையான காந்தப் புலத்தைத்தான் பயன்படுத்துகின்றோம். பிளாஸ்மா நிலைப்படுத்தப்படுவதை அதிகரிப்பதற்காகக் காந்தப் புலத்தில் வலிமையை உயர்த்தலாம். அதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்காந்தத்தில் உள்ள மின் சுருளில் மின்னோட்டத்தின் அளவை உயர்த்தினால், ஆற்றல் இழப்பு அதிகரிக்கின்றது. இக் குறைபாட்டைப் போக்க மிகைக் கடத்தும் காந்தங்களைப் (Super conducting magnets) பயன்படுத்த வேண்டியது அவசியமாகின்றது. மிகைக்கடத்தும் மின்காந்தங்கள் சூழி நிலைக்கு அருகாமையில் உள்ள மிகத் தாழ்ந்த வெப்ப நிலைகளிலேயே செயல்படக் கூடியனவாக இருப்பதால், வெப்பக் காப்பீடு செய்ய வேண்டியது தவிர்க்க இயலாததாகின்றது. இப்பிரச்சினையைக் களைய அறைவெப்ப நிலையில் மிகைக்கடத்தும்பொருட்களைக் கண்டறிய முயன்றார்கள். முழு வெற்றிபெற முடியவில்லை என்றாலும் 77K வெப்பநிலையில் மிகைக்கடத்தும் காட்மியம் சல்பைடு மற்றும் சிலவகைப் பீங்கான் பொருட்கள், 90K வெப்பநிலையில் மிகைக்கடத்தும் யெட்ரியம்-பேரியம்- செம்பு ஆக்சைடு கலவை 115K வெப்பநிலையில் மிகைக்கடத்தும் யெட்ரியம்-பேரியம்-செம்பு புளூரின் ஆக்சைடுகளின் பன்னிலை போன்ற வளர்ச்சிப்படிகளைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லலாம்.

ஒரு சிக்கலை விடுவிக்கப்போய் அடுத்தடுத்துப் பல சிக்கல்களை எதிர்கொள்வதைவிட, மூலச் சிக்கலையே அவிழ்க்க முடியுமா என்று ஒரு சிலர் சிந்திக்கவும் தொடங்கினார்கள். அதன் விளைவாக, அறை வெப்பநிலையில் மிகைக் கடத்தும் காந்தங்களை அமைத்துப் பிளாஸ்மாவைக்கட்டுப்படுத்த முயற்சிப்பதைவிட அறை வெப்பநிலையிலேயே அணுக்கருப் பிணைப்பு வினைகள் நிகழுமாறு முயற்சித்தால் என்ன? என்று ஆய்வுகளை மேற்கொண்டார்கள். இவ்வாய்வுகள் அணுப்பிணைப்பு வினைகள் பற்றிய இரு புதிய வழிமுறைகளைத் தெரியப்படுத்தி இருக்கின்றன. முதலாவது வழிமுறை மியூயான் வினையூக்கப் பிணைவு (Muon catalyzed fusion) என்றும், இரண்டாவது வழிமுறை மின்னாற் பகுப்பூடகப் பிணைவு அல்லது குளிர் அணுக்கருப் பிணைவு (Cold fusion) என்றும் குறிப்பிட்டுச் சொல்லப்படுகின்றது.

மியூயான் வினையூக்கப் பிணைவு

அணுக்கருப் பிணைவு வினை மியூயான் என்ற அடிப்படைத் துகளால் தூண்டப்பட்டு 1000 டிகிரி கெல்வின் அளவு தாழ்ந்த வெப்ப நிலையில்கூட நிகழக் கூடிய வாய்ப்பைப் பெறுகின்றது

என்பதைக் கொள்கை அளவில் ப்ராங் (F.C. Frank) மற்றும் சக்காரோவ் (A.D. Sakharov) போன்ற அறிவியல் அறிஞர்கள் 1947 ஆம் ஆண்டில் தெரிவித்தனர். 1956 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க நாட்டில் கலிபோர்னியா பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த லூயிஸ் அல்வாரிஸ் மற்றும் அவரது குழுவினர் முதன் முதலில் மியூயான் வினையூக்கப் பிணைவை நிகழ்த்திக் காட்டினாரர்கள்.

மியூயான் என்பது லெப்டான் (lepton) வகையைச் சார்ந்த நிலையற்றதோர் அடிப்படைத் துகள். இதில் நேர் மற்றும் எதிர்மின் வகை மின்னூட்டங்கள் உண்டு. இதைக் கன எலக்ட்ரான் என்று குறிப்பிட்டுச் சொல்வார்கள். இத்துகள் மின்காந்த (Electro Magnetics) மற்றும் குறைவலிமை (Weak) வினைகளில் மட்டுமே ஈடுபடும் புரோட்டான், நியூட்ரான் போல மிகு வலிமை (Strong) வினைகளில் ஈடுபடுவதில்லை. இதன் சராசரி வாழ்வுக் காலம் ஏறக்குறைய வினாடியில் பத்து இலட்சத்தில் ஒரு பங்கு.

ஓரளவு தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பிணைவூடகத்தின் வழியாக எதிர்மின் மியூயான்களை உட்செலுத்தும்போது, ஓர் எதிர்மின் மியூயான் சிதைந்து அழிவதற்குள் ஏறக்குறைய 10^{-5} அணுக்கருப் பிணைவுகளுக்கு வினையூக்கியாகச் செயல்பட்டு விடுகின்றது. இச்செயல்பாடு டியூட்டிரியம்-டிரைடியம் (Deuterium-tritium) கலவையில் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது.

மியூயான், எலக்ட்ரானைவிட 207 மடங்கு கனமானது. இது கருப்பிணைவு ஊடகத்தின் வழியாகச் செல்லும்போது, மோதலின் காரணமாக, அதன்வேகம் மட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. 10^{-12} வினாடிக்குள், ஒரு மியூயானின் வேகம், கருப்பிணைவு ஊடகத்தில் உள்ள ஹைடிரசனின் வெப்ப இயக்க வேகத்திற்குக் குறைந்து விடுகின்றது. அப்போது ஹைடிரசன் அணுக்கருவால் ஈர்க்கப்பட்டு, அங்குச் சுற்றிவரும் எலக்ட்ரானை வெளித்தள்ளிவிட்டு, அதைப் போலவே அணுக்கருவை வலம் வரத் தொடங்குகின்றது. மியூயானின் நிறை அதிகமாதலால், அது அணுக்கருவிற்கு மிக நெருக்கமான பாதையின் வலம வரும் எனலாம். ஒரு மியூயான் சுற்றுப்பாதையின் ஆரம், ஓர் எலக்ட்ரான் சுற்றுப் பாதையில் ஆரத்தைவிட 200 மடங்கு குறைவானது. புறச்சுற்றுப் பாதையின் உட்கவரப்பட்டு பின்னர் படிப்படியாக அகச்சுற்றுப் பாதைக்குத் தாவிச்சென்று இறுதியில் அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையில் நிலைபெறும்போது மின்காந்த அலைகளை உமிழ்கின்றது. வட்டப் பாதையில் எலக்ட்ரானுக்குப் பதிலாக மியூயான் உள்ள மியூயான் அணு, எலக்ட்ரான் அணுவைவிட 200 மடங்கு நுண்ணிய அளவினதாகும். அதனால் மியூயான் அணுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருக்கமாக வரக்கூடிய

வாய்ப்பைப் பெறுகின்றன. அந்நெடுக்கையில், ஹைடிரசன் அணுக்கருவில் உள்ள 'புரோட்டான்களுக்கிடையே செயல்படுகின்ற அணுக்கருவிசை, மின் விலகுவிசையைவிடச் சற்று கூடுதலாக இருப்பதால் அவை எளிதாகப் பிணைவுற்று விடுகின்றன.

இவ்வழிமுறையில் உள்ள ஒரு சிக்கல் முறையான மியூயான் கற்றையைப் பெறுவதே ஆகும். பயான், கேயான், லாம்டா ஹைபரான், சிக்மா ஹைபரான் போன்ற அடிப்படைத் துகள்களின் சிதைவிலிருந்து மியூயான் துகளைப் பெறலாம்.

மின்னாற் பகுப்பூடக வழிமுறை

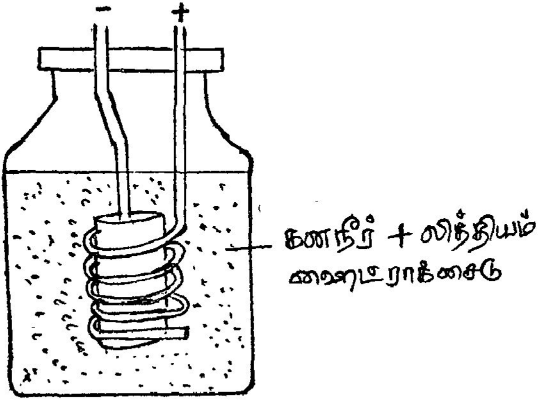
அமெரிக்க நாட்டின் ஸ்டான்லி போன் (B. Stanely pons) என்பாரும், இங்கிலாந்து நாட்டின் மார்ட்டின் பிளிஸ்மானும் (Martin Fleischmann) இணைந்து இப்புதிய வழிமுறையைக் கண்டறிவித்துள்ளார்கள். கனநீரில் லித்தியம் ஹைட்ராக்ஸைடு எனும் மின்னாற் பகு பொருளைக் கரைத்து அக்கரைசலில் எதிர்மின் முனையாகப் பல்லேடியத்தையும் நேர்மின் முனையாகப் பிளாட்டினத்தையும் கொண்டுள்ளார்கள். பல்லேடியம் நீள் உருளைத் தண்டாகவும் பிளாட்டினம் அதைச் சுற்றிய வாறுள்ள சுருளாகவும் அமைக்கப் பட்டிருப்பது இதன் சிறப்பாகும். (படம்: பக். 8)

சாதாரண மின்கலத்தோடு மின்னிணைப்பு செய்ய, சுற்றில் எப்போதும்போல மின்னாற்பகு மின்னோட்டம் நிகழ்கின்றது. என்றாலும், அளப்பரிய வெப்பம் உண்டாவது வேறாகக் காணப்படுகின்றது. இயல்பான மின்னாற் பகுப்பூடகத்தில் ஏற்படும் வெப்பத்தைவிட இது 100 மடங்கு அதிகமானதாக இருக்கின்றனது. வெளியிடும் ஆற்றலைக் கணக்கிடும்போது, அது உட்கவரப்படும் ஆற்றலைவிட நான்கு மடங்கு கூடுதலாக இருப்பது தெரிய வந்தது. இயற்பியல் நெறிமுறைகளுக்கு எதிராக இது எப்படி ஏற்படக்கூடும்?

ஆய்வின்போது பல்லேடியம் மின்முனையின் கீழ்ப்பகுதி எரித்தெடுக்கப்படுவதும், ஊடகத்தில் அதிகமான நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் டிரைடியம் இருப்பதும் தெரிய வந்தது கனநீரில் டிரைடியம் எப்படி வந்திருக்க முடியும்?

ஹைடிரசனின் ஐசோடாப்பான டியூட்ரான்கள் இரண்டு பிணையும் பொழுதுதான் டிரைடியம் உருவாக முடியும். ஊடகத்தில் தோன்றியிருக்கும் டிரைடியம் மற்றும் நியூட்ரான்களும் அங்கு அணுக்கருப் பிணைப்பு வினை நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும் என்பதை ஓரளவு வலிமையாகச் சுட்டிக் காட்டுகின்றன. இவ்வினை பல்லேடியம் மின் முனைக்குள் நிகழ்வதால் அங்கு வெப்பம் அதிகரித்து அரித்தெடுக்கப்பட்டிருக்கலாம் என்று சொல்லப்பட்டது.

நம் நாட்டில் டாடா அடிப்படை ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தில் இத் துறையில் மேலும் விரிவாக ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொண்டு வருகின்றார்கள். டைட்டேனியம் எதிர்மின் முனையையும், பிளாட்டினம் நேர்மின் முனையையும், கனநீரில் கரைக்கப்பட்ட சாதாரண உப்புக் கரைசலில் வைத்து ஆய்வு நடத்தியபோது அளப்பரிய வெப்பம் வெளிப்பட்டதையும் ஊடகத்தில் உள்ள நியூட்ரானின் எண்ணிக்கை சுற்றுப் புறத்தைவிட 80 விழுக்காடு அதிகரிப்பதையும் கண்டு பிடித்துள்ளார்கள். இவ் வெப்பம் அணுக்கருப்பிணைப்பால் வந்ததுதானா என்பது ஐயத்திற்குரியதாக இருக்கின்றது என்று ஒரு சில அறிவியலார் கருத்து தெரிவித்திருக்கின்றார்கள். எனினும் எதிர் காலத்தில் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அணுக்கருப் பிணைப்புலைகளை நடைமுறைப்படுத்துவதில் புதிய அணுகுமுறைகளுக்கு இது நம்பிக்கை அளித்திருக்கின்றது என்று சொன்னால் அது மிகையில்லை.



[படம்]

2

நாளைய ஆற்றலுக்கு நம்பிக்கை தரும் நல்தொழில்- ப்ளூட்டோனியத் தொழில்

கு ரா. பாலசுப்ரமணியன் *

கோவையில் அகில இந்திய வானொலி நடத்திய விஞ்ஞான மாநாட்டில் 2000த்தில் அணு ஆற்றல் என்ற தலைப்பில் உரை யாற்றப்பட்டது. அப்போது 21 ஆம் நூற்றாண்டில் இந்தியாவில் கரிவளம் குன்றி எண்ணெய் வளம் இனி இல்லையென்ற நிலையில் அணு ஆற்றல் மாற்று சக்தியாக மலர்ந்து ஆற்றல் பற்றாக்குறை யினை அகற்றி அரும்பயன் தரும் என விளக்கப்பட்டது. அந்த நிலையில் எவ்வாறு வேக ஈனுலைகள் (Fast breeder reactors) வேகமாக வளர்ந்து வியத்தகு வகையில் முக்கியப் பங்காற்ற இருக்கின்றது என்பது விவரிக்கப்பட்டது. இவ் வேக ஈனுலையில், கட்டுப்பட்ட தொடர் இயக்கம் வேக எடையணு (Fast nutron) வாயிலாக நடை பெறுகின்றது. இவ்வுலையில் பிளவு படும் மூலகத்தின் செறிவு உலை மையத்திலே (Core) அதிகம் வேண்டும். உலையின் சுற்று வட்டத்தில் (Blank.t) வைக்கப்பட்டுள்ள கருவான மூலகத்தில் (Fertile) எடையணு சேர்க்கையால் புதிய பிளவுபடும் மூலகம் புதிய எரிபொருளாய்த் தோன்று கின்றது. இதனால் இந்த உலை தான் உண்ணும் எரிபொருளைவிட அதிகப்படியான எரிபொருளை உண்டாக்குகின்றது. பிளவுபடும் மூலகஎரிபொருளாக ப்ளூட்டோனி யத்தையும், கருமூலகமாக யு-239 ஐயும் பயன்படுத்துவதும், உலை பௌதிக ரீதியாக உகந்தது என்ற உண்மையால், முதல் கட்டமாக ப்ளூட்டோனியம்-2 9, யுரேனி யம்-233 மூலகங்களையும், பின்பு, படிப்படியாகப் பிளவுபடும் தன்மை யுள்ள யு-233ஐயும் கருமூலகமாகத் தோரியத்தையும் பயன்படுத்து வதும் சிறந்தது எனத் திட்டமிடப் பட்டுள்ளது, எனவே இந்த வேக ஈனுலைகள் வெற்றிபெற, வேண் டிய அளவு எரிபொருளான ப்ளூட் டோனியத்தைத் தயாரிப்பதும்,

* கல்பாக்கம் அணுஉலை ஆராய்ச்சி நிலையம், கல்பாக்கம்.

பின்பு உலையிலே உற்பத்தியான அதிகப்படியான ப்ளூட்டோனியத்தை, கதிர்வீச்சல் தரும் பிளவின் இறுதி மூலகங்களிலிருந்து பிரிப்பதும், மீண்டும் உலைக்கு எரிபொருளாகத் தயாரிக்கத்தக்க தூய நிலையிலும், பதத்திலும் தருவதும் இன்றியமையாதது மற்றும் செறிவிழந்த யுரேனியமும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுத் தூய்மைப் படுத்தப்பட வேண்டும். இவ்வாறு உலையிலே எரிந்த எரிபொருளிலிருந்து, ப்ளூட்டோனியத்தையும் யுரேனியத்தையும், பிளவுக் கழிவுப் பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுத்துத் தூய நிலையில் திருப்பித் தருவது எரிபொருள் மறு சீராக்குதல் எனப்படும். இந்தத் துறையைப் பற்றி இங்கு விளக்கப்படுகிறது. இத்துறையிலே நாம் மேலைநாட்டாரும் மெச்சும் நிலையில் முன்னேற்றம் கண்டுள்ளதால், இதனை நவீன இந்தியாவின் விஞ்ஞானத் துறையில் விந்தைமிகு சாதனை எனலாம். ப்ளூட்டோனியம் மனிதனால் தயாரிக்கப்பட்ட பிளவுபடும் தன்மை வாய்ந்த முதல் செயற்கை மூலகம். 1941இல் மரிக்காவில் யுரேனிய ஆக்ஸைடைக் கன எரி வாயுவின் கருவின (Deutron) தாக்கியபோது நிகழ்ந்த அணு வினையினால் பியூ-238 உண்டாகும் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் பிளவுபடுந் தன்மை வாய்ந்த பியூ-239 சைக்கிரோட்ரான் என்ற கருவியிலே யுரேனியத்தை எடையணு என்ற நியூட்ரானால் தாக்கிய போது தோன்ற அது கண்ணுறும் அளவிலே பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. பிளவுபடும் தன்மையது என்பதினாலும், அதுசமயம் உலகப்போர் நடந்துகொண்டிருந்ததாலும், பியூ-239 ராணுவத்தில் அணுகுண்டாக மாற வாய்ப்பு இருந்ததாலும், இந்தத் தனிமத்தின் குணங்கள் குண்டூசித் தலை அளவிலே மட்டும் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட மூலப்பொருளைக் கொண்டே கண்டறியப்பட்டது. அந்தக் கண்டுபிடிப்புகளால் நேராகக் கிலோ கணக்கிலே பியூ-239 பிரித்தெடுக்கும் முறை திட்டமிடப்பட்டு ஹான்போர்டில் (Hanford) தொழிற்சாலை நிறுவப்பட்டு, அணுகுண்டிற்கு வேண்டிய ப்ளூட்டோனியம் பெரிய அளவில் தயாரிக்கப்பட்டுப் பின்பு குண்டுகள் செய்யப்பட்டன. மிகச் சிறிய அளவில் சோதனை நடத்தி, பெரிய அளவில் உற்பத்தி நடத்திய இந்தச்செயல், செயல் முறையிலும் எந்திரங்கள் திட்டமிடும் கலையிலும் பெரிய சாதனையாகும். உலகப்போர் முடிந்து அணுப் பிளவு, அணு உலைகளிலே அமைதிப் பணிக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட போது ப்ளூட்டோனியம் பிரித்து எடுக்கும் கலை, பல மாற்றங்களுக்கும், முன்னேற்றத்திற்கும் உள்ளாகி இன்றைய எரிபொருள் மறுசீராக்கும் (Fuel Reprocessing) தொழிலாய் நிலை பெற்றுள்ளது. முதலில் இது ப்ளூட்டோனியத்தைப் பிரித்தெடுப்பதையே குறித்தாலும், பின்பு அணு உலையிலே உற்பத்தியான பிளவுபடும் யு-233ஐயும் கருமூலகமாதத் தோரியத்தையும் வீண் கழிவுப் பொருள்களிலிருந்து

பிரித்தெடுப்பதையும் குறிக்க விரிவாக்கப்பட்டது.

பிளவுபடும் யு 235 தன்னுள் 0.7% ஆகக் கொண்ட இயற்கை யுரேனிய எரிபொருள், மிதமான கதிர்வீச்சில் உலையிலே(Thermal-Reactors) எரிக்கப் படும்போது உண்டாகும் ப்ளுட்டோனியத்தில் பெரும்பாலும் பியூ-239 என்ற பிளவு படுந் தன்மையுள்ள ஒற்றெண் தனிமம் (Isofope) இருக்கும் இது ஆயுதப் பணிக்குச் சிறந்தது. ஆனால் அதே எரிபொருள் ஆற்றல் உலைகளில் எரிக்கப் படும்போது உண்டாகும் ப்ளுட்டோனியத்தில் மற்ற ஒற்றெண் தனிமங்கள் முக்கியமாக பியூ-240. 20-25% வரை இடம்பெறும் வேதியியல் ரீதியாக ப்ளுட்டோனியம் ஒரு நச்சு. அரை மைக்ரோ கிராம் (1 கிராமின் 2×10^6 பகுதிகள்) அளவும் ஆயுள்கேடு விளைவிக்கும் வரம்பாகும். அதன் அரை ஆயுள் 24, 000 வருடங்களாகும். இது (Alpha) கதிரை உமிழும் தன்மையது முன்பு கூறிய வண்ணம் ப்ளுட்டோனியம் இயற்கையிலே கிடைப்பதில்லை. அணு உலையில் யு-238 அணுவுடன் எடையணு சேர்க்கை (Neutron Captaule) வினை நிகழ்ந்து பின்பு அதன் பயனாக நெப்ட்யூனியம் என்ற இடைக்காலத் தனிமம் தோன்றி, அதுவே சிதைவுற்று ப்ளுட்டோனியம்-239 ஆக மாறுகின்றது.

எரிபொருள் மறுசீராக்கும் பணியில் நிறைந்துள்ள சிக்கல்களையும் அவைகளை வெற்றி காணுவது எத்தகைய சாதனை என்பதையும் உணர சில அடிப்படை அளவுகளையும் விவரங்களையும் கவனிப்போம். முதலில் உலையிலே எரிந்த எரிபொருள் தன்மையையும் அதிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டிய ப்ளுட்டோனிம், யுரேனியம் இவைகளின் தூய்மை நிலைகளையும் கவனிப்போம். பின்பு பிரித்தெடுக்கும் செயல் முறையில் கைக்கொள்ள வேண்டிய பாதுகாப்புக் கட்டுப்பாடுகளையும் கவனிப்போம்.

மித அணுஆற்றல் உலை	வேக அணுஉலை
அடிப்படை	அடிப்படை
1 கிலோ கிராம் எரிந்த எரிபொருள்	1 கிலோகிராம் எரிந்த எரிபொருள்
எரிந்த நிலை 10,000மெ.வாட் நாள்/டன் குளிர்விக்கப்பட்ட நாட்கள்-100 ப்ளுட்டோனியம் 2-4 கிராம்	எரிந்த நிலை 50,000மெ.வாட் நாள்/டன் குளிர்விக்கப்பட்ட நாட்கள்-100 ப்ளுட்டோனியம் 150-200 கிராம்

பிளவு கழிவுப்பொருட்கள்	
ஜிர்கோனியம், ருதேனியம், பேரியம், சீரியம், சீசியம் என 25க்கு மேற்பட்ட குணம் கொண்ட தனிமங்கள்	
மொத்தம் 0.2-0.5 கிராம்	மொத்தம் 15-20 கிராம்
கதிர்வீச்சல் 3,000 க்யூரிகள்	60,000 க்யூரிகள்
மீதி யு-235 செறிவு குறைந்த யு-238	மீதி யு-235 செறிவு குறைந்த யு.238
வெப்ப அளவு 1.5 வாட்	வெப்ப அளவு 100 வாட்
பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ப்ளூட்டோனியத்தின் வரையறுக்கப்பட்ட தூய்மை நிலை	பிரித்தெடுக்கப்பட்ட யுரேனியத்தின் வரையறுக்கப்பட்ட தூய்மை நிலை
அடிப்படை அளவு 1 கிலோ	அடிப்படைஅளவு 1 கிலோ
யுரேனியம் உட்பட எல்லா மாற்றுப் பொருள் 5 கிராம்	
கழிவுப் பொருள் கதிர்வீச்சு 25 மில்லி க்யூரி (மி.க்- ஒரு க்யூரியில் ஆயிரம் பகுதி)	ப்ளூட்டோனியம் 0.2மி. கிராம் 0.2மி. க்யூரி

மேற்கூறிய விவரங்களிலிருந்து உதாரணமாகக் கதிர்வீச்சளவை, எரிந்த எரிபொருள் யுரேனியத்திலும் ஒப்பிட்டால் தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட யுரேனியத்திலும் இது போன்று மற்றும் பியூ/யு விகிதங்களையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம். பிரித்தெடுக்கும் முறை குறைந்த அளவு 10^7 பிரிவு எண் தருவதாக இருக்கவேண்டும். பாதுகாப்புக் கட்டுப்பாடுகளை நோக்கில் எரிந்த எரிபொருளோ பல மில்லியன் க்யூரி கதிர்வீச்சைச் சிந்துவன. மனிதன் பாதுகாப்பாக இருக்க அனுமதிக்கப்பட்ட அளவு, ஒருக்யூரியிலே10 கோடியில் ஒரு பகுதி. காற்றிலே அனுமதிக்கப்பட்ட

டோனிய அளவோ 1 கன செ. மீட்டருக்கு ஒரு கிராமில் 3×10^{-18} பகுதி கழிவுப் பொருட்களை நேராகச் சுற்றுப்புறத்தில் வெளியேற்றுவது தடை செய்யப்படும். கழிவு நீர் பல கொள் சிறைக்கு உட்பட்டுப் பாதுகாப்பாகக் கொதிக்காமல் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும். கழிவுக் காற்றுகள் பல தூய்மை முறைகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு பலமுறை வடிகட்டப்பட்ட 100 அடிக்கு மேற்பட்ட கான்கிரீட் சிமினி குழாய் வழியே கட்டுப்பாட்டுக்கு உட்பட்டு வெளியேற்றப்படும். எந்திரங்களும், கருவிகளும், சாதனங்களும் நீடிய தவறாத உழைப்பு தருவனவாகவும், பராமரிப்பின்றிப் பல ஆண்டுகள் இயக்குவனவாயும் இருத்தல் வேண்டும். அவை தொலைவிலேயிருந்து கண்காணிக்கப்பட்டு இயக்கத்தக்கனவாயிருத்தல் வேண்டும். இங்கு பயன்படுத்தப்படும் பொருள் கதிர்வீச்சையும், பலவித அரிப்பையும் தாங்குவனவாயிருத்தல் வேண்டும். எந்திரம், சாதனங்கள் தயாரிக்கும் முறைகள் சிறந்த தரமுள்ளனவாயும், தரக் கட்டுப்பாட்டுச் சோதனைக்குட் படுத்தப்பட்டுத் தேறியவைகளாகவும் இருத்தல் அவசியம். கரைசல் போக்கும், அவற்றின் அடர்த்தி கன அளவு வெப்ப அளவு ஆகியவையும் தொலைவிலிருந்து கணிக்கப்பட்டுக் கட்டுப்படுத்தப்படவேண்டும் ப்ளூட்டோனியம் இழப்பு 0. விழுக்காட்டிற்கும் குறைவாயிருத்தல் வேண்டும். ப்ளூட்டோனியம் அளவு ஒரு வரம்புக்கு மேலானால் தொடர் இயக்கம் உண்டாகிப் பலத்த வெடிப்பு விபத்து உண்டாகும். அதுவன்றித்தானே தவறாது இயங்கும் பல பாதுகாப்புக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் பலவகை வைக்கப்படவேண்டும். செய்முறைதிட்டமிடப்பட்டபடி இயங்குகின்றதா எனக் கண்காணிக்க மாதிரிகள் தொலைவாக எடுக்கப்பட்டுச் சோதிக்கப்பட வேண்டும். கரைசல்கள் இடமாற்றத்திற்கும் தொலை இயக்கத்திற்கு இயைந்ததாயும் அமையவேண்டும். இதுவன்றித் தொழிற்சாலை, நெருப்பு, மனிதத் தவறுகள், இயற்கைக் கோளாறுகளான புயல், புவி அதிர்வு இவைகளினின்றும் காக்கவும் திட்டமிடப்படவேண்டும்.

இராணுவ முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பொருளாய் ப்ளூட்டோனியம் இருந்ததால் இந்தத் துறையைப் பற்றிய விவரங்கள் இருட்டறையாக இருந்து வந்தன இந்திய அணுத் திட்டத்தின் சிற்பியான சிறந்த விஞ்ஞானி டாக்டர் ஹோமி பாபா அவர்கள் நல்ல வருங்கால உணர்வோடு நம் நாட்டில் இத்துறையில் தன்னிறைவு பெறுவது அவசியம் எனக் கருதினார். ட்ராம்பேயடிய இந்திய உலையில் கதிர்வீச்சுக்குள்ளாகும் யுரேனிய எரிபொருளிலிருந்து ப்ளூட்டோனியத்தைப் பிரித்தெடுக்க ப்ளூட்டோனியம் ஆலை என்ற எரிபொருள் மறுசீராக்கும் முதல் உலையை ட்ராம்பேயில் நிறுவத் தீர்மானித்தார் முற்றிலும் இந்திய முயற்சியால் திட்டமிடப்பட்டுக் குறித்த கால வரம்பிற்குள்ளும், மதிப்பிடப்பட்ட

செலவிற்குள்ளும் நிர்மாணிக்கப் பட்ட ஆலை 1964 ஆம் ஆண்டில் செயல்படத் துவங்கியது இந்த ஆலையில் பல ஆயிரம் கனமீட்டர் தனி கன கான்கிரீட் பயன்படுத்தப் பட்டது. சுமார் நானூறு டன் எடைக்கு மேல் யு 238 + நியூட் ரான் → யு 239 β→ நெப்ட்யூனியம் 239 β → ப்ளூட்டோனியம், ஸ்டெ யின்லெஸ் ஸ்டீல் என்ற மங்கா எஃகு உலோகம் பல கொள்கலன் களையும், இரசாயனப் பொறியியல் சாதனங்களையும்தயாரிக்கப்பயன் படுத்தப்பட்டன. இங்கு பயன்படுத் தப்பட்ட பலவகை மங்கா எஃகுக் குழாய்களின் நீளம் சுமார் 80 கிலோ மீட்டராகும் இங்கு தயாரிக் கப்பட்ட சாதனங்கள் பல முதன் முறையாக இந்தியாவிலேயே படைக்கப்பட்டன. அவை பாபா அணு ஆய்வு மையத்தின் பொறி யியல் வல்லுநர்கள் கருத்திலே உயிர்பெற்றுப் பின்பு அவைகள் தொழிற்கூடத்திலேயே உருவாக் கப்பட்டன. இங்கு செலவழிக்கப் பட்ட அந்நியச் செலாவணியும் மிக குறைவே. அதுவும் முக்கியமான தனி ரக எஃகுத் தகடுகளுக்காக வும், குழாய்களுக்காகவுமே ஆன தாகும்.

கனடிய இந்திய அணு உலை யில் எரிந்த அலுமினிய உறை யிடப்பட்ட யுரேனிய எரிபொருள் தண்டுகள் அணுஉலையிலிருந்து, ஈயத்தால் திரையிடப்பட்ட தனிப் பெட்டிகளில் ப்ளூட்டோனிய ஆலைக்குக் கொணரப்பட்டு, தனி தூய நீர்த்தேக்கத்தின் ஆழத்தில் எடுக்கப்பட்டன. பின்பு திட்டமிடப் பட்ட காலத்தில், கதிர் இயக்கத் தைத்தடுத்து திரையிடும்கான்க்ரீட் சிறையிலே உள்ள கரைக்கும் கொள்கலத்தில் தொலை இயக்கும் முறையால் வைக்கப்பட்டன. எரி பொருளின் அலுமினிய உறை இர சாயன முறையில் சோடாவில் நீக்கப்பட்டு, யுரேனியம் நைட்ரிக் அமிலத்தில்கரைக்கப்பட்டது.பின்பு இக்கரைசலிலிருந்து ப்ளூட்டோனி யம் கரைப்பானில் கொள்ளல் (solvent exdtraction) என்ற முறையால் டி.பி.பி. (Tributyl phoshate) என்ற கரைப்பானால் கதிர் இயக்கம் தரும் கழிவுப் பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு அயனி மாற்று முறையால் (ion exchange) செறி வூட்டப்பட்டுத் தேவைக்கு ஏற்பத் தக்க திட இறுதிப் பொருளாய் மாற்றப்பட்டது. யுரேனியம் மூன்று வட்ட கரைப்பான் கொள்முறை யால் தூய்மைப் படுத்தப்பட்டு, காய்ச்சும் முறையால் செறிவூட்டப் பட்டு பின்பு அம்மோனிய இரட்டை யுரேனேட்டாக மாற்றப் பட்டது. இங்கு இரசாயனப் பொறி யியல் துறையில் காணும் எல்லா முறைகளும் அநேகமாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இந்த ஆலை தொலைவு இயக்கம் நேரடிப் பரா மரிப்பு என்ற தத்துவத்தில் வடிக் கப்பட்டது. கதிர் வீச்சல் தரும் கழிவுப் பொருட்கள் நீக்கப்படும் வரை செய்முறைகள் 3-5 அடி கன மான கான்க்ரீட் சுவர்களின் பின் இயக்கப்பட்டன. தூய்மைப்படுத் தப்பட்ட ப்ளூட்டோனியக் கரை சல் அதன் OC கதிர்வீச்சைக் கருதி கையுறைப் பெட்டிகளுக்குக்

கொணரப்பட்டுத் தேவையான தக்க திடப்பொருளாக மாற்றப்பட்டது. துவங்கியவுடன் பல விஞ்ஞான, தொழில் ரீதியான சிக்கல்கள் தலை தூக்கினபோதிலும், விரைவில் அவைகள் வெல்லப்பட்டு ஆலை பத்தாண்டுக்காலம் சிறந்த பாதுகாப்புத் தரத்தோடு பணிபுரிந்தது. பல டன் எரிபொருட்கள் கரைக்கப்பட்டன. பல கிலோ கிராம் ப்ளூட்டோனியம் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன. இங்கு உருவான ப்ளூட்டோனியம் பல துறையிலே ஆய்வுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. பூர்ணிமா என்ற வேக உலை முன்னோடிக்கு எரிபொருள் குழலாக ஆக்கவும் உதவியது. பொகரானில் நிகழ்ந்த அமைதிப்பணிக்கு வெடித்த அணுவிசைக்கு வேண்டிய பொருளும் இவ்வாலை வழி வந்ததே. ஏறக்குறைய பத்தாண்டு இயக்கத்திற்குப் பின், ட்ராம்பேயில் கட்டப்படும் ஆர்-5 அணு உலையிலிருந்து வர இருக்கும் எரிபொருளை மறு சீராக்க, இந்த ஆலையை விரிவாக்கத் தீர்மானிக்கப்பட்டது. இந்த ஆலையில் முக்கியமாகக் கொள்கலனும் சாதனங்களும் கழிவுப் பொருளிலிருந்து தொலைவியக்க முறையால் சுத்தமாக்கப்பட்டன. பின்பு கான்க்ரீட் சிறைகள் சுத்தமாக்கப்பட்டன. பழைய சாதனங்கள் நீக்கப்பட்டுப் புதியவைகள் நிறுவப்பட்டன அங்கு மறு நிர்மாணத்தின்போது 'பணிபுரிந்தவர் பெற்ற கதிர்வீச்சல் அளவு வரையறுக்கப்பட்ட பாதுகாப்பு வரம்பைவிடக் குறைந்திருந்ததோடன்றி, மற்ற நாட்டில் இத்தகைய பணியில் அங்கே பணிபுரிந்தோர் அடைந்த அளவைவிடக் குறைந்தே இருந்தது. இது மறு நிர்மாணப் பணியிலே பெரிய சாதனை.

இரண்டாவது இந்திய எரிபொருள் மறுசீராக்கும் ஆலை தாராபூரில் உள்ளது. தாராபூர் ப்ராஜெக்ட்தான் ஆற்றல் அணு உலையிலிருந்து வரும் எரிபொருட்களைப் பதமாக்க நிர்மாணிக்கப்பட்டது இந்த ஆலை பல விரிவான சோதனைகளுக்குப் பிறகு துவங்கப்பட்டுள்ளது தாராப்பூர் அணு உலையில் எரிந்தபொருளை மறுசீராக்குவது அமெரிக்காவுடன் அரசியல் பிரச்சினையாகி, எரிந்த எரிபொருள் குவிந்துவந்த நிலைமையைச் செய்தித்தாளில் பலர் அறிந்திருக்கக்கூடும். ராஜஸ்தான் அணு உலையில் எரிந்த எரிபொருள் தாராபூருக்குத்தக்க பாதுகாப்போடு கொணரப்பட்டு இப்போது அகில தேச அணு நிர்வாகத்தின் மேற்பார்வையில் மறுசீராக்கப்பட்டு வருகின்றது. இவ்வுலைகளில் ஜிர்கோனிய உறையிலடங்கிய யுரேனிய ஆக்ஸைட் எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டதால் உறை நீக்க, கண்டதுண்டமாக்கிக் கரைக்கும் முறை கைக்கொள்ளப்பட்டது. இம்முறையில் எரிபொருள் துண்டாக்கப்பட்டு, உறையிலிருந்து நைட்ரிக் அமிலத்தால் கரைக்கப்பட்டது. ஜிர்கோனியம் அதில் கரையாததால் திட கழிவுப் பொருளாகக் கழிவுப்பொருள் திருத்தும் ஆலைக்கு அனுப்பப்படுகிறது. ப்ளூட்டோனிய யுரேனியக் கலவை வேக அணுஉலையில் எரிபொருள்

எரிந்த எரிபொருளில் ப்ளூட்டோனியத்தின் கதிர் வீச்சல் அளவும், செறிவின் அளவும் அதன் எரிநிலையும் பல மடங்காய்ப் பெருகியிருப்பதால் அந்த எரிபொருளை மறுசீராக்கும் பணி, இரசாயன, பொறியியல் சிக்கல்கள் பெருகிய கடினப் பணியாகின்றது. ஆனால், எரிபொருள் மறுசீராக்கும் பணி வேக ஈனுலைகள் இயக்கத்திற்குஉயிர் நாடி. கல்பாக்கத்தில் ஒரு எரிபொருள் மறு சீராக்கும் வளர்ச்சி ஆய்வகம் தோற்றுவிக்கப்பட்டு இத்துறை குறித்து ஆய்வு நடத்தி, செய்முறைக் கருவிகள் சாதனங்கள் இவற்றில் பல தீர்வு கண்டு இயங்கி வருகின்றது கல்பாக்க வேக உலைக்கு எரிபொருளாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ள யுரேனிய ப்ளூட்டோனியக் கலவை கார்பைட் எரிபொருள் முற்றிலும் புதிய நவீன எரிபொருள் இந்த மறுசீராக்கல் சிக்கல் நிறைந்த பணி. இதுவரை தொடரப்பட்ட சோதனைகள் இச்சிக்கல்கள் அவிழ்க்கப்பட்டு வெற்றிஅடைவது எளிதென்ற நம்பிக்கையை உறுதிப்படுத்துகின்றன. இத்துறையிலே நம் அனுபவத்தை மேலை நாடுகளும் ஆவலோடு எதிர் நோக்கியுள்ளன. இந்தியாவின் மூன்றாவது எரிபொருள் மறுசீராக்கும் ஆலை தமிழ்நாட்டில் உள்ள கல்பாக்கத்திலே நிறுவப்பட்டு அங்கு இயங்கும் ஆற்றல் உலையில் இருந்து வரும் எரிபொருளைச் சீராக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது. திட்டமிடப்பட்டுள்ள 500 மெகாவாட் வேக ஈனுலையின் எரிபொருளையும் சோதனை அளவில் மறு சீராக்கவும் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

70 ஆவது ஆண்டுத் துவக்கத்தில் உலகில் அமெரிக்கா, ரஷ்யா, இங்கிலாந்து, ஃபிரான்சு, ஜப்பான் இந்தியா போன்ற நாடுகளே மறுசீராக்கும் ஆலைகளைப் பெற்றிருந்தன. அமெரிக்காவில் கார்ட்டர் அவர்கள் ஜனாதிபதியாக இருந்த போது வாணிப மறுசீராக்கும் ஆலைகள் இயக்கம் நிறுத்தி வைக்கப்பட்டு, வேக ஈனுலைத் திட்டமும் நிறுத்தப்பட்டு, அணுவாயுதப் பெருக்கத் தடுப்புத் திட்டத்தின் கீழ் சோதனைக்குள்ளாக்கப்பட்டன. அவர் அனைத்து நாட்டு எரிபொருள் வட்ட மதிப்பீட்டுக் குழு என்ற ஒன்றை நிறுவி மறுசீராக்கும் பணியையும் வேக ஈனுலைத் திட்டத்தையும் சோதிக்க விரும்பினார். பல நாட்டு நிபுணர் கவுளக்கொண்ட அக்குழு கார்ட்டரின் கருத்தை நிராகரித்து மறுசீராக்கும் பணியும், வேக ஈனுலைத் திட்டமும் தடைப்படுத்தப்படுவதால் மட்டும் உலகத்தில் அணு ஆயுதப் பெருக்கத்தைத் தடையிட்டுவிடலாம் என்பது இயலாத செயல் என்றும், மாறாகப் பல வளரும் நாடுகளின் வேக ஈனுலைத் திட்டமும் எரிபொருள் மறுசீராக்கும் பணியும் ஆற்றல் பசியைக் குறைத்துமுன்னேற்றத்திற்கு வழி வகுக்கலாம் என்றும் கூறியது. கார்ட்டரின் இந்தச் செய்கையால் அமெரிக்காவில் இத்துறையிலே பணிபுரிந்து வந்த தலையாய தனியார் நிறுவனங்கள் தாமடைந்த கனி நிலையிலிருந்து சறுக்கிப் பல

ஆண்டுகள் பின்னே தள்ளப்பட்டன. இங்கிலாந்தில் வின்ட்ஸ்கேல் ப்ளுட்டோனிய ஆலை தீவிர பரிசீலனைக்குப்பின் போதுமான பாதுகாப்பு பெற்றுள்ளது என ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டுத் தொடர்ந்து இயங்க அனுமதிக்கப்பட்டது. அதுவன்றித் 'த்ராப்' என்ற புதியதிட்டமும் வளர வாய்ப்பு அளிக்கப்பட்டிருக்கிறது. வேக ஆற்றல் ஈனுலையிலிருந்து வந்த எரிபொருளை மறுசீராக்கி முடித்த சிலநாடுகளில் இங்கிலாந்தும் ஒன்று. ஃபிரான்சில் மார்க்கூலிலும், லஹாக் என்ற இடத்திலும் ஆலைகள் நிறுவப்பட்டுப் பல ஆண்டுகளாய் இயங்கி வருகின்றன. லஹாக் ஆலை விரிவாக்கலும் அண்மையில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது. வேக ஈனுலைத்துறையில் அதன் வெற்றிநடைக்கு ஒரு காரணம் இந்த ஆலைகளின் இடைவிடாத இயக்கமும் ஆகும். மேற்கு ஜெர்மனியிலும், இத்தாலியிலும் ஒரு சிறு ஆலை 70ஆம் ஆண்டிலே துவக்கப்பட்டுச் சில ஆண்டுகளே இயங்கிப்பல ஆண்டுகளாக மூடிவைக்கப்பட்டுள்ளது. பெல்ஜியத்தில் ஐரோப்பிய நாடுகளில் கூட்டு முயற்சியால் தொடங்கப்பட்ட 'யூரோ கெமிக்' ஆலையும் சில ஆண்டு இயக்கத்துக்குப் பின் மூடப்பட்டுள்ளது. தற்போது பெல்ஜிய அரசு மீண்டும் இவ்வாலையைச் சீராக்கி, விரிவான அளவில் இயங்க அனுமதித்துள்ளது. ஜப்பானில் ஃபிரெஞ்சு நாட்டுக் கூட்டுறவில் ஒரு ஆலை அமைக்கப்பட்டுத் தற்போது இயங்கி வருகிறது. இந்தக்கணக்கெடுப்பு மூலம் தற்போது உலகில் நான்கே நாடுகள்தாம் இராணுவம் அல்லாத மறுசீராக்கும் ஆலைகளை இயக்கி வருகின்றன. அவற்றிலே இந்தியாவும் ஒன்று என்பது இன்பம் தரும் செய்தி.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து மறுசீராக்கும் தொழில் இரசாயனம், பௌதிகம், கருவியியல், பொறியியல் போன்ற பலதுறைகள் ஒருங்கிணைந்து வளர்க்கும் தொழில் என்பது உறுதியாகின்றது. இந்தத் துறையிலே ஏற்பட்டுள்ள வெற்றி வரலாற்றுக்குப் பின்னால் அமைதியாகப் பணியாற்றும் விஞ்ஞானப் பொறியியற்கரங்களின் கூட்டுப் பணி மறைந்திருக்கின்றது. இத்துறையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சாதனங்கள், முறைகள், வேறு பல மாற்றுத்துறைகளிலும் பயன்பட வளமான வாய்ப்புண்டு. இதே அளவு முன்னேற்றத்தை எரிபொருள் தயாரிக்கும் துறையிலும் இந்தியா பெற்றுள்ளது. வெகுவிரைவிலேயே இந்தியா இத்தகைய முன்னேற்றத்தை வேக அணு உலைத் துறையிலும் நிகழ்த்திக் காட்டப்போகின்றது என்பது உறுதி.

மண்ணின் அடிப்படைத் தன்மைகளும் வகைப்படுத்தலும்

டாக்டர் ச. அருணாசலம்*

மண்ணின் இயற்கை

பூமி உருவாகிய நிலையில் வெளிப்புறப் பாறையில் ஏற்பட்ட இயற்பியல், வேதியியல் மாறுதல்களால் மண் உருவானது; மண் துளைகளில் நீர் நுழைந்தது; வளி மண்டலத்தின் பலவிதச் செயல்பாடுகளால் மண்ணில் உள்ள நுண் துறைகளில் உயிர்ப் பொருள்கள் உருவாயின; தாவரங்கள் வளரத் தொடங்கின.

மண்ணில் சிறு துகள்களுடன் அழிந்த தாவரங்கள் சேர்ந்து மண்ணின் சிறப்பு இயல்புகளை முறையின்றி மாற்றுகின்றன. இயற்பியல் மாறுதலால் மணலும், பொடி மண்ணும் (வண்டல்) உருவாயின. களிமண் துணுக்கு காய்ந்து இறுகும் போது உலர்ந்த இலை போலாகும்; ஈரமாக இருக்கும்போது விரிவடைந்து பருமனாகவும் இருக்கும். களிமண்ணின் தன்மை கீழே காண் பவைகளைப் பொருத்துள்ளது:

* களி மண்ணின் தாய்ப்பாறையின் தன்மைகள்
* ஈரப்பதம்
* தாய்ப்பாறையிலிருந்து துகள்களான காலமும் அப்பொழுது ஏற்பட்ட வேதியல் மாறுதல்களும்.

ஈரப்பதத்தால் மூலக்கூறுகளின் கவர்ச்சியும், வெளிப்புறச் செயல்களும் களிமண்ணில் உருவாகின்றன. இவை களிமண்ணில் பசைத் தன்மையை உருவாக்குகின்றன.

மணலின் தன்மை கீழே காண்பவைகளைப் பொருத்துள்ளன:

* துணுக்குகளின் அளவு
* கடினத்துவம்
* வடிவமும் சொரசொரப்புத் தன்மையும்

---

*உதவிப்பேராசிரியர், கிண்டி பொறியியற் கல்லூரி, அண்ணா பல்கலைக் கழகம்.

* நுணுக்குகளின் அடர்த்தியும் பிணைப்புறுதியும்

பொதுவாக மண் பசையுள்ள துகள்களையும் (களிமண்), பசையற்ற துகள்களையும் (மணல்) பெற்றிருக்கும்.

பொதுவியலில் மண்

கட்டடத்தை மண் தாங்குகிறது. மண்ணின் பண்புகளைப் பொருத்து கடைக்காலின் ஆழமும், வடிவமும், அளவும் வரையறுக்கப்படுகின்றன. கடைக்காலில் பகுதிகளின் அளவு அதில் அடங்கியுள்ள பொருள்களின் வலிமையைப் பொருத்து வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஆற்று மணல் சுத்தமாகவும், நல்ல பிணைப்புறுதியுள்ள கோண வடிவத் துகள்களைப் பெற்றும் இருப்பதால், கட்டுமானத்தில் கான்கிரீட், கலவை போன்ற பொருள்களை உருவாக்கப் பயன்படுகிறது. கீழ்க்காண்பவைகளால் கட்டுமானத்தில் கடல் மணலைப் பயன் பயன்படுத்துவதில்லை.

* உருண்டை வடிவ சிறிய மிகக் குறைந்த பிணைப்புறுதியுடைய துகள்கள் உள்ளவை.

* உப்பு கலந்திருப்பது.

மண்ணில் பசைத் தன்மையுடைய சிறு துகள்கள் அடங்கியுள்ளதால் அது செங்கல், ஓடு, பீங்கான் போன்ற கட்டடப் பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகிறது. தாவரப் பொருள்கள் கட்டுமானப் பொருளில் இணையாது. இவை கட்டடப் பொருள்களில் வெற்றிடங்களை உருவாக்கி அதன் வலிமையைக் குறைக்கும்.

மண்ணின் அடையாளப் பண்புகள்

மண்ணின் அடையாளம்

* வீத எடைமானம்

* பகுதித் தொடர்பு

* பசை குறைவுள்ள அல்லது பசையற்ற மண்ணின் துகள் தன்மை

* சிறு துகள் மண்ணின் பசைத் தன்மை

மண்ணை வகைப்படுத்தவும், மண்ணின் கத்தரிப்பு வலிமை, அழுந்தும் தன்மை, நீரோட்டத் தன்மை போன்ற பொறியியல் தன்மைகளைக் கணிக்கவும் மண்ணின் அடையாளப் பண்புகள் பயன்படுகின்றன.

வீத எடைமானம்

திட்ட வெப்பத்தில் காற்றில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கன அளவுள்ள துகள்களின் எடைக்கும் அதே கன அளவுள்ள நீரின் எடைக்கும் உள்ள விகிதம், வீத எடைமானம் எனப்படும்.

$$\text{விதஎடைமானம்} = \frac{\text{துகள்எடை}}{\text{நீர் எடை}} \quad \ldots \quad (1)$$

$$\left[G = \frac{rs}{rw}\right]$$

வெவ்வேறு மண்ணின் வித எடைமானம் அட்டவணை 1இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பகுதித் தொடர்பு

மண்ணில் திடநிலை மண்துகள்களும், திரவநிலை நீரும், வாயுநிலை காற்றும் கலந்துள்ளதால் இது ஒரு முப்பகுதி மண்டலமாகும் மண்ணின் வலிமைப் பொருள் மண்துகள் ஆகும். திரவப் பகுதி வலிமையைக் குறைக்கும். வாயு வெளியேறும் போது மண்துகள்களின் இடைவெளி குறைந்து மண்ணின் கன அளவு கூடும். படம் 1 அ) இயற்கை மண்ணின் பகுதிகளின் கருத்தை எடுத்துக்காட்டுகிறது. படம் 1 ஆ) முப்பகுதிகளின் எடை-கன அளவு தொடர்புகளைச் சுருக்கிக் கூறுகிறது.

கன அளவுத் தொடர்பு

திடப் பகுதிக்கும் அதன் வெற்றிடப் பகுதிக்கும் உள்ள தொடர்பானது வெற்றிட விகிதம், உட்குடைவு என இரண்டு வகையாக விவரிக்கப்படுகிறது.

$$\text{வெற்றிட விகிதம்} = \frac{\text{வெற்றிடக்கன அளவு}}{\text{துகள் கன அளவு}} \quad \ldots \quad (2)$$

$$\left[e = \frac{Vv}{Vs}\right]$$

இது எப்பொழுதும் தசம பின்னமாக விவரிக்கப்படுகிறது. கணிப்பிட இது பெரிதும் உதவும்,

$$\text{உட்குடைவு} = \frac{\text{வெற்றிட கன அளவு}}{\text{மொத்த கன அளவு}} \times 100 \quad \ldots \quad (3)$$

$$\left[\eta = \frac{V_v}{V} \times 100\right]$$

இது எப்பொழுதும் சதவிகிதமாக விவரிக்கப்படுகிறது. உட்குடைவு மண்ணில் நீரோட்டத்தைக் கணிப்பிட மிகவும் உதவும். வெற்றிட விகிதத்திற்கும் உட்குடைவுக்கும் உள்ள தொடர்பாவது:

$$\text{வெற்றிட விகிதம்} = \frac{\text{உட்குடைவு}}{1 \text{ உட்குடைவு}} \quad \ldots \quad (4)$$

$$\left[e = \frac{n}{1-n}\right]$$

$$\text{உட்குடைவு} = \frac{\text{வெற்றிட விகிதம்}}{1\text{-வெற்றிட விகிதம்}} \times 100 \quad \ldots \quad (5)$$

$$n = \frac{e}{1+e} \times 100$$

பசையற்ற மண்ணின் e,η மதிப்புகளாவது அட்டவணை-2இல் வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

அதிகப் பசையுள்ள களி மண்ணின் வெற்றிட விகிதத்தின் பெருமமானது 3 முதல் 10வரையும், உட்குடைவு 75 முதல் 90 சதவிகிதம் வரையும் இருக்கும். இதன் வெற்றிட விகிதத்தின் சிறுமம் 0.55ம் உட்குடைவு 35 சதவிகிதமும் இருக்கும். மிக அதிக அடர்த்தியுள்ள மண்ணில் குறைந்த வெற்றிட விகிதம் 0.15ம் உட்குடைவு 13 சதவிகிதமும் இருக்கும்.

செறிவுநிலை அளவு

இது வெற்றிடத்தில் உள்ள நீரின் விகிதத்தை எடுத்துக் காட்டுகிறது.

$$\text{செறிவு நிலையின் அளவு} = \frac{\text{நீர் கன அளவு}}{\text{வெற்றிட கன அளவு}} \times 100 \ldots (6)$$

நிறைவு செறிவு நிலையில் வெற்றிடம் முற்றிலும் நீர் இருக்கும். நீர் மட்டத்திற்கு அடியில் உள்ள மண் நிறைசெறிவு நிலையில் இருக்கும். நீர் மட்டத்திற்கு மேலே உள்ள மண் முப்பகுதிகளை யும் பெற்றிருக்கலாம். அதாவது (O<S< 100).

எடைத் தொடர்பு

மண்ணின் ஓர் அலகு எடையானது (அடர்த்தி) மண்ணின் எடைக்கும், கன அளவிற்கும் உள்ள விகிதமாகும்.

$$\text{மண் உலர்ந்த நிலையில் உலர்ந்த அடர்த்தி} = \frac{\text{உலர்ந்த எடை}}{\text{மொத்த கன எடை}} \ldots (8)$$

$$\left[r = \frac{W}{V} \right]$$

ஈர நிலையில்,

$$\text{ஈர அடர்த்தி} = \frac{\text{ஈர எடை}}{\text{மொத்த கன அளவு}} \ldots (9)$$

செறிவு நிலையில்,

$$\text{செறிவு அடர்த்தி} = \frac{\text{செறிவு எடை}}{\text{மொத்த எடை}} \ldots\ldots (10)$$

நீரின் அளவு

நீரின் அளவு சதவிகிதமானது, நீரின் எடைக்கும் துகளின் எடைக்கும் உள்ள விகிதம்

$$\text{நீர் அளவு} = \frac{(\text{மொத்த எடை-துகள் எடை})}{\text{துகள் எடை}} \times 100 \ldots (11)$$

$$\left[\omega = \frac{(W - Ws)}{Ws} \times 100\right] \quad \ldots \quad (12)$$

கன அளவுக்கும் எடைக்கும் உள்ள விகிதத்தின் மற்ற பயன் பாடுகளைப் பகுதிப் படத்தின் உதவி கொண்டு கீழ்க்கண்ட வாறு அமைக்கலாம்.

$$\left[\omega = \frac{Ww}{Ws} = \frac{rw\ rw}{rs\ rs}\right] \quad \ldots \quad (13)$$

முழு செறிவு நிலையில்,

வெற்றிட விகிதம் = வித எடைமானம் × நீர் அளவு

ஏனெனில் $S=1$

$$[e = G\omega]$$

எனவே சமன்பாடு 13இல் இருந்து

$$\text{செறிவு அடர்த்தி} = \frac{\text{வித எடைமானம்} + \text{வெற்றிட விகிதம்}}{1 + \text{வெற்றிட விகிதம்}} \times \text{நீர் அடர்த்தி}$$

$$r\ sat = \left(\frac{G + e}{1 + e}\right) r\ w$$

மூழ்கிய அடர்த்தி = செறிவு அடர்த்தி — நீர் அடர்த்தி.
பெரும்பாலும் நடைமுறையில்

செறிவு அடர்த்தி	2 கி/க.செ.
மூழ்கிய அடர்த்தி	1 கி/க. செ.

என்று தோராயமாகப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒப்பீடு அடர்த்தி

அடர்த்தியாக்குதலால் மணலின் வெற்றிட விகித மாறுதல் ஏற்படுகிறது. இதன்படி மணலைத் தளர்ந்த, நடுத்தர, அடர்ந்த என விவரிக்கலாம் (அட்டவணை-3). ஆதலால் இயல்பு வெற்றிட விகிதத்திற்கும், உச்ச வெற்றிட விகிதத்திற்கும் குறைந்த வெற்றிட விகிதத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை ஒப்பீடு அடர்த்தியால் விவரிக்கலாம். *

மிகத் தளர்ந்த மண்ணுக்கு $D_r = 0$

மிக அடர்ந்த மண்ணுக்கு $D_r = 100$

மண்துகள் பண்புகள்:

துகளின் அளவும், வடிவமும் மண் துகளின் முக்கியப் பண்புகள், துகளின் அளவைப் பெரிய கல் முதல், சிறிய களிமண்வரை வரிசையாக்கலாம். இந்திய முறையில் துகளின் வெவ்வேறு அளவுகளின் பெயர்களைப் படம் 2 இல் காணலாம்.

துகள் வடிவம் அதன் தரத்தால் விவரிக்கப்படுகிறது.(படம்3)சிதைவால் உருவாகும் பெருமத் துகள்கள் கரடுமுரடான வடிவில் இருக்கும். கூர் முனைகள் ஒழுங்கானது நடுத்தரம் எனப்படும். முனைகளிடையே உள்ள பரப்பு மழுமழுப்பானது, நடுத்தர உருண்டை எனப்படும். நடுத்தர உருண்டை முதல் ஒழுங்கான உருண்டை வரையுள்ள துகள்கள் கூழாங்கல் எனப்படும்.

விசையினால் ஒழுங்கற்ற துகள்கள் சிக்கிக் கொள்வதால் இடம் பெயராது. உருண்டைத் துகள்கள் மிகக் குறைந்த தடுப்பு சக்தியுடையவை.

பசையற்ற மண்ணின் பொறியியல் பண்புகள், துகள் கலப்பின் விதம், துகளின் வடிவம், கடினம், ஒப்பீடு அடர்த்தி. பொடி மண், களிமண், சதவீதம் ஆகியவற்றைப் பெரிதும் பொருத்துள்ளது.

மண் துகள்களின் கலப்பை இயந்திரத்துவ ஆய்வினால் இரண்டு வழிகளில் அறியலாம்.

1. வடிகட்டும் முறை
2. நீர்மாணி முறை

பெருந்துகள் மண்ணுக்கு, பெருமணலுக்கு, வடிகட்டுதல் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். நீரில் படிவு அல்லது நீர் மாணி முறையைச் சிறு துகள் மண்ணுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மணல் அல்லது பசையற்ற துகள்களுடைய மண்ணுக்கு உலர் வடித்தலைப் பயன்

$$*\text{ஒப்பீடுஅடர்த்தி} = \frac{\text{உச்சவெற்றிடவிகிதம்} - \text{இயல்புவெற்றிடவிகிதம்}}{\text{உச்ச வெற்றிட} - \text{விகிதம் குறைந்த வெற்றிட விகிதம்}} \times 100$$

படுத்தலாம். பசையுள்ள மண்ணுக்கு ஈரநிலை வடித்தலைப் பயன்படுத்தலாம்.

வடித்தல் ஆய்வில் கீழிருந்து மேலாகச் சிறிய துளையிலிருந்து பெரிய துளைவரை வெவ்வேறு அளவு துளையுள்ள ஒருவரிசைச் சல்லடைகளை அடுக்கிச் சோதனை மண்ணை எல்லாச் சல்லடை வழியாகவும் சலித்து ஒவ்வொரு சல்லடையில் நிற்கும் மண்ணின் எடையைக் கண்டு இதன் மொத்த எடையைச் சதவீதத்தில் ஒப்பிட்டு வரைபடத்தில் குறித்து வளைகோடு வரைய வேண்டும்.

நீர் மாணி முறையில் சிறு மணலை வடிநீரில் குழைத்துக் கரைசலில் கலந்து துகள்களைப் படியச் செய்ய வேண்டும். மண் படிவதால் கரைசலின் சராசரி வீத எடைமானம் குறைகிறது. வெவ்வேறு கால இடைவெளியில் மண்ணின் எடையைக் குறிப்பதோடு, படிந்த மண் துகள்களின் விட்டத்தையும் ஸ்டோக் விதியின் மூலம் பரிசோதனைத் தரவுகளில் இருந்து கணிக்கமுடியும்.

திரவத்தில் தானாக இறங்கும் உருண்டையின் வேகத்தை

$$v = \frac{G_s - 1}{18 \rho_0 \eta} D^2$$ என

ஸ்டோக்ஸ் விதிப்படி வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

அதில் η திரவத்தின் குழைமநிலை

D துகளின் இணை மாற்று விட்டம்

GS துகள்களின் சராசரி வீத எடைமானம்

v துகள் வேகம்.

மண்ணில் உள்ள பலவிதத்துகள் அளவுகளின் உள் தொடர்பை வளைகோடுகளின் வடிவத்திலிருந்து அறியலாம். குத்து வளைகோடு சம துகள்களை உடைய மண்ணைக் காட்டும். சாய்ந்த வளைகோடு எல்லா அளவுத் துகள்களும் பரவலாகக் கலந்து சீராக இருப்பதைக் காட்டும். மண்ணில் சில அளவுத் துகள்கள் இல்லாததைக் கூனலுடைய வளைகோடு காட்டும் (படம் 2)

ஒரே அளவுள்ள துகள் பெற்ற மண்ணை வரையறுக்கும் குணகத்திற்குச் சீர் குணகம் எனப்பெயர், அதைக் கீழ்க்கண்ட தொடர்பால் வரையறுக்கலாம்.

சம அளவு துகள் மண்ணுக்கு Cu நான்கைவிடக்குறைவாக இருக்கும். சீர் பரவல் துகள் மண்ணுக்கு ஆறை விட அதிகமாக இருக்கும்பொதுவாக ஒன்றிலிருந்து அதிகரிக்கும்போது மண் துகள் கலப்பு விஸ்தீரணம் அதிகரிக்கும். சீர் பரவல் துகள் மண்ணுக்கு C ஒன்று முதல் 3 வரை இருக்கும். சீர்பரவல் சரளைக்

கல்லுக்கு Cc 1 முதல் வரையும் இருக்கும்.

சிறு துகள் மண்ணின் பசைத் தன்மை

பொடி மண்ணும், களி மண்ணும் இயற்கையில் ஒன்றாகக் சலந்து காணப்படுகின்றது. இவைகளை இயல்பு வெளிப்புறப் பிடிப்பு விசையைப் பொருத்துள்ளது. பசையுள்ள மண்ணின் தன்மை வெளிப்புறப் பிடிப்பு விசையைக் கட்டுப்படுத்துவதால், துகள்களின் அளவைப் பொருத்து அதன் தன்மையை விவரிப்பது பொருத்தமற்றது. நடைமுறையில் பொடி மண்ணுக்கும் களி மண்ணுக்கும் உள்ள வித்தியாசம், நீரின் முன்னிலையில் அதன் செயல்பாட்டைப் பொருத்தது பசை மண்ணின் நிலைத் தன்மையானது அதில் உள்ள நீரின் அளவைப் பொருத்து மாறுபடுகிறது. அட்டவணை 3 படம்-4 இதை விளக்குகிறது.

வறண்ட நிலையில் பசை மண் கடினமாக இருக்கும். அதிக நீர் கொண்டிருப்பின் அநேகமாக அது கூழ்போன்று இருக்கும். இவை இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட நிலையானது பசைக் களிப்பாகவோ, உதிர் களிப்பாகவோ இருக்கும். விரிசலோ, நொறுங்கலோ இன்றிப் பசை மண் எளிதில் உருமாறும். இந்த நிலைகளின் எல்லைகளை அதில் உள்ள நீரின் அளவைப் பொருத்து வரையறுக்கலாம். திரவ எல்லையென்பது பசை நிலையிலிருந்து திரவ நிலைக்கு மாறும் போது உள்ள நீரின் அளவாகும். அதேபோல் பசை எல்லையானது உதிர் களிப்பிலிருந்து பசைக் களிப்புக்கு மாறும்போது உள்ள நீரின் அளவாகும். இந்த இரு எல்லைகளின் இடையே உள்ள நீரின் அளவு பசை அளவு எனப்படும்.

பசை எண் = திரவ எல்லை − பசை எல்லை

பசை அளவு எண் அதிகமாக (குறைவாக) இருப்பின் மண்ணின் களிப்புத் தன்மை அதிகமாக (குறைவாக) இருக்கும். பசைத் தன்மை வரைபடம் (படம் 5) பசையுள்ள மண்ணின் தரத்தைக் காட்டுகிறது. திட நிலையில் மிகக் குறைந்த கன அளவில் மண் இருக்கும் போது அது கன அளவு மாறாமல் உதிர் களிப்பு நிலைக்கு மாறத் தேவையான நீரின் அளவு சுருங்கும் எல்லை எனப்படும். சுருங்கும் எல்லையானது அதிக அளவில் பாக பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

மண்ணின் அடையாளப் படுத்தலும் வகைப்படுத்தலும்

நிலத்தில் மண்ணின் தன்மையைக் காண மண் அடையாளமும் மண் வகைப்பாடும் அவசியம். வழக்கத்தாலும், பொறியியல் தத்துவத் தன்மைகளாலும் மண்ணுக்குப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. மண்ணி

னைக் கண்ணால் பார்த்தும், நிலத்திலேயே செய்யக்கூடிய எளிய ஆய்வுகளாலும் அடையாளப்படுத்தலாம். ஒரே தன்மையுடைய பல வகை மண்ணை ஒரு தொகுதியில் சேர்ப்பது மண் வகைப்படுத்துதல். நிலத்தில் அடையாளம் காண்பதாலும், ஆய்வகப் பரிசோதனைகளின் பலன்களாலும் பொதுவாக மண் வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

மண்ணின் வழக்கப் பெயர்கள் (காரணப் பெயர்கள்)

மண்ணுக்குப் பொறியியல் பெயர்கள் இடப்படும்முன் அது தோன்றிய விதம், பயன்பாடு, அதன் பொதுத்தன்மை, நிறம், கிடைக்கும் இடம் போன்ற பல காரணங்கள் கவனத்தில் கொள்ளப்படுகின்றன. பொதுவாக இவைகள் பொறியியல் அடையாளத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மண்ணின் சில வழக்கப் பெயர்களைக் கீழே காணலாம்.

பென்டோனைட்: எரிமலைச் சாம்பலில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களால் உருவான அதிகக் களிப்புடைய களிமண், இந்தியாவில் ராஜஸ்தானில் இவ்வகை மண் காணப்படுகிறது. நிலத்தைத் தோண்டும் போது ஏற்படும் நீர் ஊற்றை அடைக்க இக்களிமண் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

களிச்சேறு: மிகக் குறைந்த களிப்புடைய மணல் கலந்த பொடி மண் இது. செங்கல் செய்யவும் பள்ளங்களை நிரப்பவும் சிறந்தது.

கரிசல் மண்: இது கருப்பு நிறமுடைய, மிருதுவான, எளிதில் அழுந்தக்கூடிய களிமண் ஈரப்பதத்தில் விரிவடையும். உலர்ந்த நிலையில் சுருங்கும்.

வண்டல் மண்: இது ஏரி, குளத்தில் அடியில் படிந்து காணப்படும் மிருதுவான, கரிம மண். விளை நிலத்தில் உலர்ந்த நிலையில் வெடிப்புடன் காணப்படும் மண்ணும் இதில் அடங்கும்.

காரை: பொதுவாக இது மலையின் அடிவாரத்தில் அழுத்தமாகப் படிந்து இருக்கும். மலைப்பாறைச் சிதைவாலான செந்நிற கரளைக் கல், மணல், களிமண் கலந்து இருக்கும்.

செம்மண்: இது சிவப்பு நிறமண். இதில் பொடி மண் அதிகமாகவும், களிமண் குறைவாகவும் இருக்கும். சில இடங்களில் சிறு சரளைக்கல் கலந்தும் காணப்படும்.

மேல்மண்: பூமியின் மேல்மண். இது தாவர வளர்ச்சியால் கரிமம் கலந்து கட்டடம் கட்டத் தகுதியற்றதாக இருக்கும்.

போடு மண்: மனிதனால் கொட்டப்பட்ட மண். பள்ளங்களில் அல்லது

கடைக்காலின் அடியில் போடவும், தரை மட்டத்தை உயர்த்தவும் போடப்படும் மண்.

பொதிமண்: மணல், சரளைக்கல், பொடி மண் எல்லாம் கலந்து, மித மாக ஓடும் ஆற்றுநீரால் தளர்த்தி ஒதுக்கப்பட்ட மண்.

படிமண்: ஆற்றுமுசத்துவாரத்தில் தாக்குபோன்று படிந்துள்ள மேட்டு மண்.

வரிப்படிவுக் களிமண்: பொடிமண் ணும், களிமண்ணும் அடுத்தடுத் துப் படிந்து அல்லது களிமண்ணே அடுத்தடுத்து காலத்தால் படிந்து காணப்படும் மெல்லிய படிவு.

தாவரக் களிப்பு மண்: மக்கிய தாவ ரத்துடன் மண் கலந்து படிந்து இருக்கும் மண். மர நிறத்துடன் தாவர வாசனையுடன் மிருதுவாக இருக்கும். காலத்தாலும்பளுவாலும் அழுந்திக்கொண்டே இருக்கும்.

பொறியியல் ரீதியில் மண் அடையா ளம் காணுதல்:

நிறம்: தாய்க் கனிமத்திலிருந்து உருவான மண் ஒரே நிறத்தில் இருக்கும். கருப்பு, இருண்ட கருப்பு போன்ற நிறங்கள் தாவரம் கலந் திருப்பதைக் காட்டும். மஞ்சள், பழுப்பு, பச்சை, சிவப்பு போன்ற நிறன் இரும்புத்தாது கலந்திருக்கப் பதைக் காட்டும். வெள்ளத்தாலோ அல்லது பூமியில் ஏற்படும் வேறு மாறுதலாலோ கொண்டு சென்று கலந்து படிந்துள்ள மண்ணில்நிறங் கள் திட்டுத் திட்டாகக் காணப் படும்.

மண்துகளின் அளவும் பரப்பு நயமும்: துகள் அளவைக் கண்ணால் பார்த்தும், பரப்பு நயத்தைத் தொட்டுப் பார்த்தும் சரளைக் கற் களையும் மணலையும் அடையா ளம் காணலாம். பொதுவாகக் களி மண்ணும், பொடிமண்ணும்கலந்தே காணப்படும். களி மண்ணையும், பொடி மண்ணையும் கீழ்க்காணும் சோதனைகள் மூலம் அடையாளம் காணலாம்.

* மண் கம்பி ஆய்வு
* ஈர மண் ஆய்வு
* காய்ந்த மண் ஆய்வு

களிமண் அதிகமாக இருப்பின் மெல்லிய கம்பி செய்யலாம். பொடி மண் அதிகமாக இருப்பின்மெல்லிய கம்பி செய்யும்போது உடையும்.

ஈரமண் வழுவழுப்பாக இருந்தா லும் கையில் ஒட்டினாலும், மண் உருண்டையை அழுத்தினால் நீர் கசியாமல் உள்ளேசிக்கிக்கொண்டு இருந்தாலும் அதில் களிமண் அதிகமாக இருக்கும். ஈரமண் சொரசொரப்பாகவும், கையில் ஒட்டாமலும், மண் உருண்டையை

விரலால் அழுத்தும்போது நீர் மேலே கசிந்தும், விரலை எடுத்தும் நீர் உருண்டைக்குள் உறிஞ்சப்பட்டாலும் அதில் பொடி மண் அதிகம் இருப்பதை அறியலாம். காய்ந்த மண் கட்டியை அழுத்தும்போது அது நொறுங்கினால் மணல் அதிகமாக இருக்கும். கத்தியால் கீறும்போது அது உடைந்தால் பொடி மண் அதிகமாக இருக்கும். கோடு விழுந்தால் களிமண் அதிகமாக இருக்கும்.

பக்கத் தோற்ற வடிவம்: நிலவியல் மாறுதலால் ஏற்படும் மண் படுகை ஒரே மாதிரியாக இருக்கும். கால வித்தியாசத்தில் ஏற்பட்ட படுகையாதலால் ஆழத்திலிருந்து மேல் மட்டம் வரை ஒரே நிறம் அடர்த்தி வித்தியாசத்தில் காணப்படும். வெள்ளப் படுகை அல்லது கடற் படுகை போன்ற மண் இடப் பெயர்ச்சி படுகை பலவித மண்ணையும், நிறத்தையும் பெற்று இருக்கும்.

இந்திய நியமத்தின் மண் அடையாளப் படுத்துதலும் வகைப்படுத்துதலும்:

ஒரு மண்ணில் சரளைக்கல் வீதம் மற்றவைகளின் வீதத்தை விட அதிகமாக இருந்தால் அம் மண்ணை சரளைக்கல் எனவும், மணலின் வீதம் அதிகமாக இருந்தால் அதை மணல் எனவும் கூறலாம். சரளைக்கல் (மணல்) சுத்தமாகவும் வெவ்வேறு அளவு துகள்கள் நன்றாகக்கலந்துஇருந்தாலும் அது செந்தர சரளைக்கல் (மணல்) எனப்படும். (அதில் களிமண் அல்லது பொடி மண், மணல் கலந்துஇருந்தால் களிப்பு சரளைக்கல் (களிப்பு மணல்) மணல் சரளைக்கல் எனப்படும். அதில் துகள்களின் கலப்பு சரிவர இல்லையென்றால் தரக்குறைவு சரளைக்கல் (மணல்) எனப்படும்.

சில துகள் மண்ணின் வகையைப் பசைத்தன்மை வரைபடத்தின் உதவியால் அறியலாம். இந்த வரைபடம் சிறுதுகள் மண்ணின் தொகுதியைக் காட்டுகிறது. இத் தொகுதிகளாவது: குறைபசை, மிதபசை, அதிகபசை களிமண் (படம் 5). மிக அதிக கரிமம் உள்ள மண் (மட்கு) பழுப்பு நிறத்திலும், நாள் நயம் பெற்றிருப்பதையும் காணலாம்.

துகள் வீத வகைப்படுத்துதல்

அமெரிக்க தாவரத்துறை, துகள் வீதத்தைப் பொருத்து முக்கோண வரைபடத்தின் உதவியுடன் மண்ணைவகைப்படுத்தியுள்ளனர். அதாவது படம் 6 இல் 50 சதவிகிதம் களிமண், 20 சதவிகிதம் மணல், 30 சதவிகிதம் பொடிமண், உள்ள மண்ணை களிமண் என்பர், இது கட்டடப் பொறியாளர்களை

விட வேளாண்மை விஞ்ஞானிகளுக்கு மிகவும் பயன்பாட்டில் உள்ளது. இதில் பசைத்தன்மை சேராததால் சிறுதுகள் மண்ணுக்குரிய பொறியியல் தன்மை பெற இயலாது.

சிறு மணலின் பொறியியல் தன்மை மணலின் தன்மைக்கும் களிமண்ணின் தன்மைக்கும் இடையில் இருக்கும். பொதுவாக பொடிமண் பசையற்றது. இதன் தன்மை சிறு மணலின் தன்மை போலவே இருக்கும். இவை குறைந்த வெட்டு சக்தியையும், அதிக நீர் ஈர்ப்பு விசையையும் குறைந்த நீரோட்டத் தடத்தையும் குறைந்த ஒப்பீடு அடர்த்தியையும் பெற்றிருக்கும். எனவே இதைக் காட்டுவது கடினம்.

களிமண் குறைந்த வெட்டு சக்தியையும், இளகும், அழுந்தும் தன்மையையும், ஈரம் அதிகரிப்பாலும் வெட்டு சக்தி குறையும் தன்மையையும், பளுவால் தொடர்ந்து இளகும் தன்மையையும், சொற்ப நீரோட்டத் தடத்தையும் பெற்று இருக்கும். போடு மண்ணாகவோ, அணை கட்டவோ இதைப் பயன்படுத்த முடியாது. மக்கிய தாவரம் கலந்த மண்ணின் தன்மையைத் திடமாக நிர்ணயிக்க முடிவதில்லை. இது குறைந்த வெட்டு சக்தியையும், மிக அழுந்தும் சக்தியையும், பளு இல்லாமல் தானாகவே அழுந்தும் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. அமிலத்துவம் போன்ற மற்ற கொடூரப் பொறியியல் தன்மையையும் இம்மண் பெற்றிருக்கும். எனவே இம்மண்ணின் மேல் கட்டடத்தைக் கட்டுவதைத் தவிர்ப்பது நல்லது.

அட்டவணை-1
மண்ணின் வீத எடைமானம்

மண் வகை	வீத எடைமானம்
மணல்	2.62—2.65
பொடிமண்	2.65—2.70
களிமண்	2.70—2.80

அட்டவணை-2

வெற்றிட விகிதமும் உட்குடைவும்

மண்	e	η
அடர்ந்த	0.35	26.0
தளர்ந்த	0.92	47.6

அட்டவணை-3

ஒப்பீடு அடர்த்திக்குப் பொருந்துகள் மண்ணின் பெயர்கள்

ஒப்பீடு அடர்த்தி	சார்ந்த பெயர்கள்	ஓர் அலகு எடையின் மாதிரி வீச்சு
0 — 15	மிகத் தளர்ந்த	1.1 — 1.6
15 — 35	தளர்ந்த	1.45 — 1.85
35 — 65	நடுத்தர	1.5—2.1
65 — 85	அடர்ந்த	1.75 — 2.25
85 — 100	மிக அடர்ந்த	2.1—2.4

அட்டவணை 4

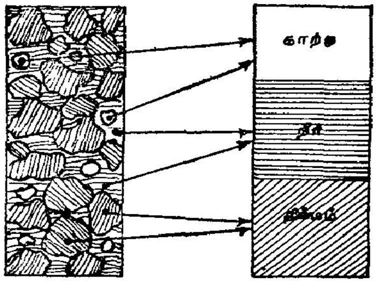
பசை மண்ணின் நிலை விவரம்

நிலை	விவரம்	எல்லை
திரவம்	கூழ் போன்ற நிலை பசையுடைய வெண்ணை, பாகுத் தன்மையுடைய திரவம்	திரவஎல்லை
பசைக் களிப்பு	உருட்டினால் மண்புழுபோல் நீளும். ஆனால் விரிசல் விடாது	பசை எல்லை
உதிர் களிப்பு	பாலாடைக்கட்டி, நிரந்தர மீட்சி, உருட்டினால் விரிசல் விடும்.	சுருங்கும் எல்லை
திடம்	கடினக் கட்டி, மீட்சியால் நொறுங்கும்	

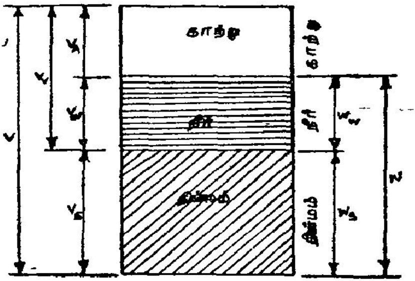
களஞ்சியம் இதழுக்கு 1990ஆம் ஆண்டுச் சந்தா செலுத்த வேண்டியுள்ளவர்கள் உடன்செலுத்துமாறு அன்புடன் கேட்டுக் கொள்கிறோம்.

—ஆசிரியர்

படம்-1. மண்ணின் பகுதிக் கோட்பாடு

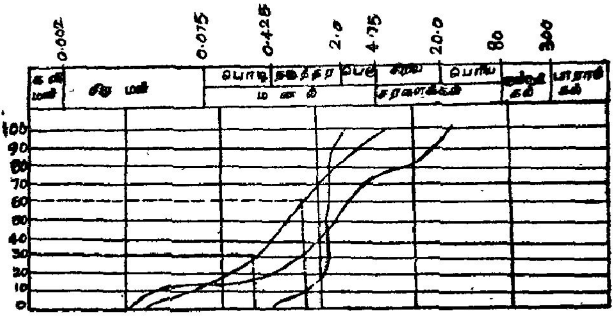


அ) இயற்கை மண் பகுதிகளை எடுத்துக்காட்டும் மாதிரி

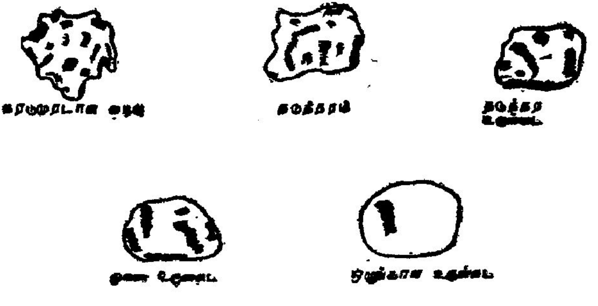


V – மொத்த மண்ணின் கன அளவு
V_v – மொத்த வெற்றிட கன அளவு
V_a – காற்றின் கன அளவு
V_w – நீரின் கன அளவு
V_s – திண்ம கன அளவு
W – மொத்த எடை
W_w – நீரின் எடை
W_s – திண்ம எடை

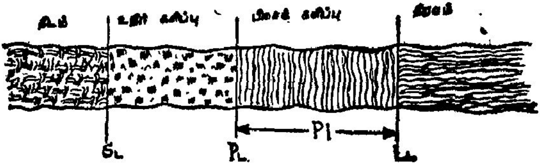
ஆ) காற்று, நீர், திண்மம் எடை-கன அளவு தொடர்பு



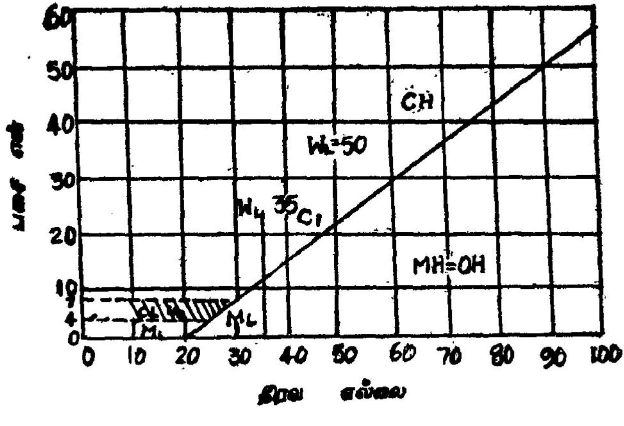
படம்-2 இந்திய முறையில் மண் துகள் பரப்பு



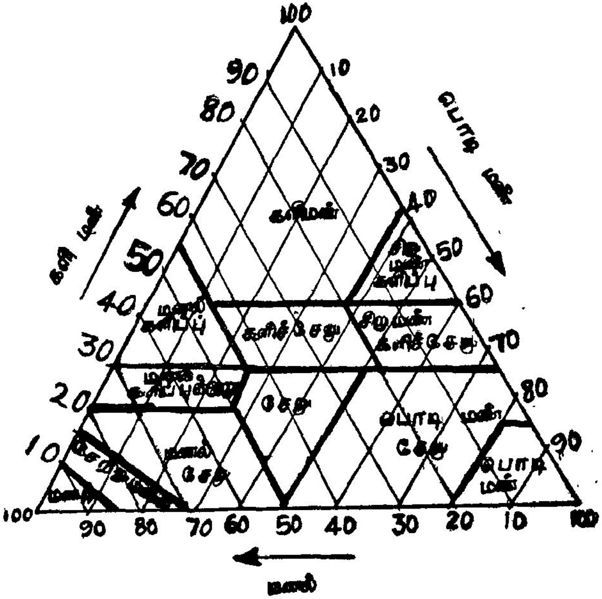
படம்-3 துகள் வடிவத்தரம்



படம்-4 [illegible]



படம்-5 பசைத்தன்மை வரைபடம்



படம்-6 துகள் வீத வகைப்படுத்தல்

கி.பி. 2001இ பாசன-வேளாண்மை

டாக்டர் ஆர். சக்திவடிவேல் *

எல். ஜெயசேகர் **

உணவு மற்றும் வேளாண்மை நிறுவனத்தில் (FAO) சமீபத்திய புள்ளி விவர அறிக்கை ஒன்றில், அனைத்து நாட்டளவில் 2270 இலட்சம் எக்டேர் நிலம், பாசன நிலமாக இருப்பதாகக் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது. இந்நிலத்தின் மூன்றில் இரண்டு பகுதி நிலம் அல்லது 1480 இலட்சம் எக்டேர் நிலம் ஐந்து நாடுகளில் காணப்படுகின்றது. அவை செஞ்சீனா (450 இலட்சம் எக்டேர்), இந்தியா (440 இலட்சம் எக்டேர்), ருஷ்யா (200 இலட்சம் எக்டேர்), அமெரிக்கா (180 இலட்சம் எக்டேர்) மற்றும் பாகிஸ்தான் (160 இலட்சம் எக்டேர்) ஆகியனவாகும். அனைத்து நாட்டுப்பாசன நிலத்தில் 89 விழுக்காடு பாசன நிலம், தூரக்கிழக்கு, அண்டைக் கிழக்கு மற்றும் வட ஆப்பிரிக்க நாடுகளில் உட்படுகின்றது. மீதமுள்ள 11 விழுக்காட்டில் மத்திய மற்றும் தென் அமெரிக்காவில் 9 விழுக்காடும், அமெரிக்கப் பாலைவனக் கீழ் மண்டலப் பகுதிகளில் 2 விழுக்காடும் காணப்படுகின்றது.

பாசன நில வினியோக அமைப்பை ஆயும்பொழுது, இரண்டு முக்கியத்தன்மைகள் அறிய வருகின்றன. அவை தட்ப வெப்ப நிலை மற்றும் புவியியல் அமைப்பு ஆகியனவாகும். அனைத்து நாட்டு அளவில் ஓடுகின்ற முக்கிய ஆறுகளில் சில, வறண்ட பகுதிகளான தூரக்கிழக்கு, அண்டைக்கிழக்கு மற்றும் வட ஆப்பிரிக்கா நாடுகளில் ஓடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக நைல் நதி (சூடான், எகிப்து நாடுகளில் ஓடுகின்றன), டைக்ரஸ், யூப்ரட்டஸ் நதிகள் (டர்க்கி, சிரியா, ஈராக்), சிந்து நதி (பாகிஸ்தான், இந்தியா), கங்கை (இந்

* மூத்த பாசன நிபுணர், பன்னாட்டுப்பாசன மேலாண்மை நிறுவனம் (IIMI) கொழும்பு, இலங்கை.

** சமூகவியலாளர், நீர் வளமையம், அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை.

தியா), குவாங்-கூ (செஞ்சீனா) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இப்பகுதிகளில் காணப்படும் மழைப்பொழிவு வேளாண்மைக்குப் போதுமான அளவில் இல்லையென்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மேற்கண்ட நதிகள் நிரந்தர நீர் வினியோகம் செய்வதோடு மட்டுமல்லாமல் சம வெளிகளில் வண்டல் குவியலையும் பரப்புகின்றன. இதனால் நிலம் செழுமையுடையதாக ஆக்கப்படுவதுடன் கோடிக்கணக்கான மக்களுக்கு உணவளிக்கும் பாசனப் பகுதியாகவும் திகழ்கின்றது.

பெரும்பாலும் வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் நிலப்பாசன முறைகள் தான் பின்பற்றப்பட்டுவருகின்றன. தெளிப்புப் பாசனமுறை மற்றும் நுண் பாசன முறை ஆகியன பின்பற்றப்படுதல் மிகவும் குறைவு. வளரும் நாடுகளில் தெளிப்புப் பாசன முறை மூலம் 15 இலட்சம் எக்டேர் நிலத்திலும், நுண் பாசன முறை மூலம் 2 இலட்சம் எக்டேர் நிலத்திலும் மட்டுமே பாசனம் செய்விக்கப்படுகின்றது. இவை மொத்தம் பாசனம் பெறும் நிலத்தில் ஒரு விழுக்காடேயாகும். ஆனால் வளர்ந்த நாடுகளில் மொத்தம் பாசனம் பெறும் நிலத்தில் 20 விழுக்காடு பகுதியில் தெளிப்பு மற்றும் நுண் பாசனமுறைகள் மூலம் பாசனம் செய்விக்கப்படுகின்றது. நுண் பாசன முறை மூலம் மட்டுமே 10 இலட்சம் எக்டேர் நிலம் பயன்பெறுகின்றது.

இந்திய துணைக் கண்டம் மற்றும் செஞ்சீனா உட்பட தூரக்கிழக்குப் பகுதிகளில் புவியியல் அமைப்பு மற்றும் தட்ப வெப்பநிலை பல்வேறு விதமாக அமைந்துள்ளதைக் காணலாம். ஈர வனத் தன்மையிலிருந்து பாலைவனத் தன்மைவரை இப்பகுதிகளில் காணலாம். இந்தியத் துணைக் கண்டத்தின் மேற்குப் பகுதிகளிலும், செஞ்சீனா, மங்கோலியாவின் வடக்குப் பகுதிகளிலும் வண்டல் தன்மை மிகுந்த பகுதியாகக் காணலாம். தென்கிழக்குப் பகுதிகளில் ஆண்டிற்கு 2000 மி.மீ. அளவிற்கு நீராவியிலிருந்து நீராக மாற்றமடைகின்றது.

சிறிய ஆறுகள் மற்றும் ஊற்றுகள் மூலம் பாசனம் செய்வது என்பது தொன்று தொட்ட வழக்கமாகவே இருந்து வருகின்றது. இந்தியா, இலங்கை, தாய்லாந்து போன்ற நாடுகளில் குறிப்பிடத்தக்க அளவிற்கு ஏரிப் பாசனம் மூலம் வேளாண்மை செய்விக்கப்படுகின்றது. வங்காள தேசம், பாகிஸ்தான், இந்தியா போன்ற நாடுகளில் நிலத்தடி நீரைக்குழாய்க் கிணறுகள் மூலம் பாசனம் செய்யும் முறை முக்கியமானதாகத் திகழ்கின்றது.

சாகுபடிக்கேற்ற நிலத்தில் பாசனம் செய்யும் முறை நாட்டிற்கு நாடு வேறுபடுகின்றது. பாகிஸ்தானில் 77 விழுக்காடும், செஞ்சீனாவில் 46 விழுக்காடும், இந்தி

யாவில் 23 விழுக்காடு மட்டுமே பாசன வசதி பெறுகின்றது. இதன் மூலம் கோதுமை, பருத்தி, நெல் போன்ற பயிர்கள் மகசூல் ஆகின்றன. ஆனால் இம்மூன்று நாடுகளிலும், நீர்த் தேங்குதல், உவர்ப்புத் தன்மை ஆகியன முக்கியப் பிரச்சினையாகும். இப்பிரச்சினையிலிருந்து செஞ்சீனா சிறுகச் சிறுக மீண்டு வருகின்றது. ஆனால் இந்தியா மற்றும் பாகிஸ்தானில் இப்பிரச்சினையால் உற்பத்தி பெருமளவில் பாதிக்கின்றது.

தூரக்கிழக்கு நாடுகளில் பாசன அபிவிருத்திக்கு, அதன் தட்ப வெப்பநிலை புவியியல் அமைப்பு ஆகியன சாதகமாகவே இருக்கின்றன. வளரும் நாடுகளிலுள்ள 70 விழுக்காடு மக்கள் தூரக்கிழக்கு நாடுகள் உற்பத்தி செய்யும் உணவுப் பொருட்களையே நம்பி உள்ளனர். மக்கள் பெருக்கம் என்ற தூண்டுகோல்தான், பாசன அபிவிருத்திக்கு அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது ஆனால் 1986 முதல் 2001 வரை மக்கள் பெருக்கம் 1.7 விழுக்காடுதான் அதிகரிக்கும் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் சமீப காலத்தில் பாசனப் பரப்பு அதிகரித்துள்ள காரணத்தினால் உற்பத்திப் பெருக்கமும் அதிகரிக்கின்றது. இதனால், தனி நபருக்குக் கிடைக்கும் உணவுப் பங்கு அதிகரிக்கும் என்று கருதப்படுகின்றது.

பல்வேறு நாடுகள் உணவுத் தேவைகளில் தன்னிறைவு பெற்றுள்ளமையால், பாசன வசதிக்குச் செலவிடப்படும் மூலதனம் பெருமளவில் குறைந்துள்ளது. பாசன வசதி என்பதற்குப் பதிலாகத் தற்பொழுது, பாசன மேலாண்மைத் திறமை வலியுறுத்தப்படுகின்றது. பாசன மேலாண்மை எனக் குறிப்பிடப்படுவது, நெல் பயிராகும் பகுதிகளில் மாற்றுப் பயிர்முறைகள், பாசன முறைகளைச்சீர்படுத்தல் மற்றும் நவீனப்படுத்துதல் மேலாண்மை செயல் முறைகளில் திறமை மற்றும் புதுமையைப் புகுத்துதல் மூலம் உற்பத்தியை மேம்படுத்துதல் ஆகியவையாகும் மேலும் வளரும் நாடுகளில் புதிய பாசன நிலையங்களை உருவாக்கி, புதுமையான நுட்பங்களை ஆய்வதும் பாசன மேலாண்மைத் திறமையின் நோக்கமாகும்.

இந்தியப் பாசன முறையின் போக்கு :

தொன்று தொட்ட காலம் முதல் 'இந்தியாவில் பாசனம்' எனக் குறிப்பிடப்படுவது அதன் வடக்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ள பஞ்சாப் மற்றும் இந்து பள்ளத்தாக்கிலுள்ள சிந்து பகுதி, தெற்கிலுள்ள காவிரிப் படுகை ஆகியவற்றில் செய்யப்படும் பாசனமேயாகும். கி. மு. இரண்டாம் நூற்றாண்டில் கரிகால் சோழன் என்ற அரசனால், காவிரிப் படுகையில் கட்டப்பட்ட 'கல்லணை'யே தற்பொழுது பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்தும் திட்டங்களில் பெருமையாகப் பேசப்படுகின்றது. நாடெங்கிலும் காணப்படும் ஏராளமான கல்வெட்டுக்

கள் ஏரிகள் தோன்றிய வரலாறு களை எடுத்துரைப்பதோடு, நமது நாகரிகத்தை வளர்ச்சி அடையச் செய்யும் மதிப்பு வாய்ந்த சொத்தான நீர்த் தேக்கங்களைப் பராமரிக்க வேண்டிய பணிகளையும் எடுத்துரைக்கின்றன.

முகலாய மன்னர்கள் தில்லியில் ஆட்சி நடத்திக் கொண்டிருந்த நேரத்தில் கிழக்கத்திய மற்றும் மேற்கத்திய கால்வாய்களை விரிவு படுத்தினர். 19ஆம் நூற்றாண்டில் பிரோபி டி கேன்ட்லி மற்றும் ஸ்ரீ ஆர்தர் காட்டன் என்ற இரு புகழ்பெற்ற பொறியாளர்களின் முயற்சிகள் இந்தியப் பாசனத் துறைக்கு நன்மைகளைச் சேர்த்தன. இதில் பிரோபி டி கேன்ட்லி 1854ஆம் ஆண்டு வெட்டிய மேல் கங்கை கால்வாயானது அது வெட்டப்பட்ட காலத்தில் உலகத்திலேயே மிகப்பெரியது என ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட ஒன்றாகும். ஸ்ரீ ஆர்தர் காட்டன் கோதாவரி அணைக்கட்டு, கிருஷ்ணா அணைக்கட்டு ஆகியவற்றைக் கட்டியதோடு, காவிரிப் படுகை அபிவிருத்திக்கான செயல்முறைகளையும் வகுத்தார். இவை அனைத்தையும் சுமார் 25 ஆண்டிற்குள் (1830-1855) நடைமுறைப்படுத்தினார் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

சுதந்திரத்திற்குப்பின் இந்தியாவின் பாசன வளர்ச்சி கணிசமான அளவில் முன்னேறியுள்ளது. சுதந்திரம் பெறும்போதே 226 இலட்சம் எக்டேராக இருந்த பாசனப் பரப்பளவு இந்நூற்றாண்டின் இறுதியில் 1130 இலட்சம் எக்டேராகப் பெருகும் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. 1950ஆம் ஆண்டு மத்தியத் திட்டம் துவங்கியதிலிருந்து (1951முதல்1988வரை) வருடம் ஒன்றிற்கு, மொத்த பாசனப் பரப்பு 2.2. விழுக்காடு கூட்டு விகிதத்தில் அதிகரித்துள்ளது. பாசன முறைகளை நோக்கும்பொழுது, ஒவ்வொரு வருடமும் கால்வாய்ப் பாசனம் மற்றும் கிணற்றுப் பாசனம் முறையே 2.4,3.9 விழுக்காடு கூட்டு விகிதத்தில் அதிகரித்துள்ளது. ஆனால் ஏரிப்பாசனம் 0.5 விழுக்காடு குறைந்துள்ளது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. 1973-74ஆம் ஆண்டில் தான் கிணற்றுப் பாசனத்தின் அளவு கால்வாய்ப் பாசனத்தை விட அதிகரித்தது. அதிலிருந்து இரண்டிற்குமுள்ள இடைவெளி அதிகரித்து வந்துள்ளது.

பசுமைப் புரட்சிக்கு முன்னரும், பின்னரும் பாசனத்தை ஒப்பிட்டு நோக்கினால், பசுமைப் புரட்சிக்கு முன்னர் ஆண்டிற்கு 1.7 விழுக்காடும், பசுமைப் புரட்சிக்குப் பின்னர் 2.4 விழுக்காடும் பாசனம் அதிகரித்து வந்துள்ளது. பல்வேறு விதமான பாசன முறைகளை இக்காலக் கட்டத்தில் நோக்கினால், கால்வாய்ப் பாசனம் பசுமைப் புரட்சிக்கு முன்னரும் பின்னரும் ஆண்டிற்கு 2.3 விழுக்காடே அதிகரித்து வந்துள்ளது. இதில் எந்தவிதமான மாற்றமுமில்லை. ஏரிப் பாச

ணம் பசுமைப் புரட்சிக்கு முன்னர் 2.4 விழுக்காடாக அதிகரித்து வந்த நிலை, பசுமைப் புரட்சிக்குப் பின்னர் 1.7 விழுக்காடு அளவிற்கே அதிகரிக்கும் நிலையாக மாறியுள்ளது. ஆனால் கிணற்றுப் பாசனம் பசுமைப் புரட்சிக்கு முன்னர் 1.6 விழுக்காடு அதிகரித்து வந்த நிலையிலிருந்து பசுமைப் புரட்சிக்குப் பின்னர் 4 4 விழுக்காடு அதிகரிக்கும் அளவிற்கு மாறியுள்ளது. இந்நிலையினை ஆயும் பொழுது, கிணற்றுப் பாசனம் எதிர்காலத்தில் மேலும் அதிகரித்துக் கொண்டே செல்லும் என்பது தெளிவாகின்றது

மேற்கண்ட புள்ளி விவரங்களை நோக்கும்பொழுது எதிர்காலத்தில் பாசனப் பரப்பின் வளர்ச்சி, பொது மூலதனமான கால்வாய்ப் பாசனம் மட்டுமல்ல, தனியார் மூலதனமான கிணற்றுப் பாசனத்தையும் சார்ந்திருக்கின்றது. 1965 ஆம் ஆண்டிலிருந்தே கிணற்றுப் பாசனம் அதிகரித்துக் கொண்டே வருகின்றது. எனினும் அதன் வளர்ச்சியில் சில உச்சவரம்புகள் தென்படுகின்றன. அவை நீர் வளம் இயற்கையாகக் கிடைக்கும் தன்மை, நீர் வளம் அருகிலுள்ள பொருத்தமான பாசன நிலம், பொருளாதாரத் தன்மை. அரசியல் இசைவு, ஆற்றுப் படுகையுள்ள அண்டை மாநிலம், நாடுகளிடையே உள்ள அரசியல் தொடர்பு மற்றும் நிறுவனத்தடைகள் ஆகியவற்றுடன் தொடர்புடையனவாகும்.

பாசன வேளாண்மையில் நீர் வளம் தொடர்பான முக்கியமான அடிப்படைத்தடைகளை நோக்கும் பொழுது இந்நாட்டில் ஆதாரமான பாசன சாத்தியக் கூறுகள் 1135 இலட்சம் எக்டேர் எனக் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. 1984-85 வரை ஆதாரமான பாசன சாத்தியக் கூறுகள் 59 விழுக்காடு வரை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

பெரிய மற்றும் நடுத்தர நீர் நிலைகளை அமைப்பதற்கு 1950 இலிருந்து 1980 வரையான 30 ஆண்டுகளில் செலவு நிதி இருமடங்காகப்பெருகியுள்ளது, 1970-71ஆம் ஆண்டின்படி நீர் நிலைகளை அமைக்க எக்டேர் ஒன்றிற்கு ரூ. 2770 செலவாகியிருப்பது தெரியவருகின்றது. ஆனால் 1979-80ஆம் ஆண்டில் அது ரூ. 5880 ஆக அதிகரித்துள்ளது வரும் ஐந்தாண்டுத் திட்டத்தில் அது ரூ. 6696 ஆக அதிகரிக்கும் என எதிர் பார்க்கப்படுகிறது தற்பொழுதைய ஆதாரமான பாசன சாத்தியக் கூறுகளை நோக்கும்பொழுது, மீதமுள்ள பகுதிகள் பாசனத்திற்குட்படுத்தப்பட்டு வருவது குறைந்து கொண்டே வருகின்றது. ஏனெனில் 1984-85ஆம் ஆண்டுவரை, நான்கில் மூன்று பங்கு சாத்தியக் கூறுகளைப் பயன் படுத்தியாகி விட்டது.

புதிதான பாசன மேம்பாட்டிற்கான வழிமுறைகளைக்கண்டுபிடிக்கும் நிலை வெகுதூரத்தில் இல்லை. புதிய பாதையை உணரும் நிலை

யும் வெகு தூரத்தில் இல்லை. புதியபாதை என்பது தற்போதைய நில மற்றும் நீர் முறைகளை அபி விருத்திசெய்வதோடு நிலநீரையும் நிலத்தடி நீரையும்சரியான விகிதத் தில் பயன்படுத்தும் வழிவகையை யும்காணுவதாகும். இந்நிலைமூலம் ஆதாரமான தேசிய பாசன சாத் தியக் கூறுகள் பெருகும் என்பது உறுதி.

சரியான விகிதத்தில் நீரைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், பாசன சாத்தியக் கூறுகள் பெருகுவதால், 50 விழுக்காடு வரை அதிகப் பயிர் களுக்குப் பாசனம் செய்விக்க முடி யும். நில நீரும் நிலத்தடி நீரும் சரி யான விகிதத்தில் பயன்படுத்தப்படு கின்ற முறை கால்வாய் அபிவிருத்து யுடன் நேரிடையாகத் தொடர் புடையதாகின்றது இதன் காரண மாகக் கால்வாயின் சக்தியையும் நீண்ட காலத்திற்குப்பேணமுடியும்,

தமிழ்நாட்டில் பாசன அபிவிருத்தி

இந்தியாவின் பரப்பளவில் தமிழ் நாடு. 4. 3 விழுக்காடு ஆகும். தமிழ்நாடு வேளாண்மை முக்கிய மாக மழைப் பொழிவையே நம்பி யுள்ளது. இம்மழைப் பொழிவு இரண்டு வழிகளில் பயன்படுகின் றது. ஒன்று ஆறுகள் வழியாக ஓடு கின்றது. மற்றொன்று ஏரிகளில் விழுந்து நிரம்புகின்றது இது கிணற்று நீருக்கு ஆதாரபூர்வமாகப் பயன்படுகின்றது. நீர் பற்றாக் குறைக் காலங்களில் இவை நன்கு பயன்படுகின்றன.

தமிழ்நாட்டின் அண்டைமாநிலங் களிடையே நீரைப் பயன்படுத்துவ தில் உள்ள பிரச்சினைகளைஇலகு வாகத் தீர்க்க இயலும். ஆனால் அவை அரசியல் காரணங்களுக் காகத் தீர்க்க இயலாதது போன்று காட்சியளிக்கின்றன. இம்மாநிலம் காவிரி ஆற்றுப்படுகையின் கடைப் பகுதியாகத் திகழ்வதும் ஒருபாரச்சி னையாக இருக்கின்றது. 1984-85 வரை பெரிய மற்றும்நடுத்தரத் திட் டங்கள் மூலம் 12 ± இலட்சம் எக் டேர் நிலத்திலும், சிறிய திட்டங் கள் மூலம் 19.6 இலட்சம் எக்டேர் நிலத்திலும் பாசன வசதி கிடைக் கின்றன மொத்தம் பாசன வசதி பெறும் பரப்பு 35 இலட்சம் எக் டேர் ஆகும்.

இம்மாநிலம். இதுவரை நில நீர் சாத்தியக் கூற்றில் 95விழுக்காடும், நிலத்தடி நீரில் 70 விழுக்காடும் பயன்படுத்தியாகிவிட்டது. ஆகவே வருகின்ற காலங்களில் உற்பத்திப் பெருக்கம் என்பது, அபூர்வமாகக் கிடைக்கின்ற நீரைச் சேமித்து வைத்துஅதைப்பயன்படுத்தும்விதத் தில்தான் இருக்கின்றது. நிலநீரை யும் நிலத்தடிநீரையும்சேர்த்துபயன் படுத்துவதாலும்,நவீன பாசன நுட் பத்தைச் செயல்படுத்துவதனாலும். பயிரியல் மாற்ற முறையினாலும் சிறந்த உற்பத்தியைக் காணலாம். நீர் விநியோக முறையைக் கட்டுப் பாடுடன் அபிவிருத்தி செய்வது அவசியமான, அவசரமான தேவையாகும். அது பாசன நிறு வனங்களை மாற்றி அமைப்பதன் மூலமும். புதுமையான

மேலாண்மை நுட்பத்தின் மூலமுமே இயலுவதாகும்.

உடனடி ஆய்வுத் தேவைகள்:

நவீன வேளாண்மை சாத்தியக் கூறுகளை உற்பத்தியோடு ஒப்பிடும்போது பாசன மேலாண்மை ஏமாற்றம் அளிப்பதாகவே இருக்கின்றது. 40 விழுக்காடு பகுதி பாசனம் கிடைத்தும், உற்பத்தியின் அளவு குறைவாகவே இருக்கின்றது. இந்தியாவில் 1 எக்டேரில் உற்பத்தி 1.6 டன் கிடைக்கின்றது. ஆனால் ஜப்பானில் 5 8 டன்னும், அமெரிக்காவில் 4.8 டன்னும், செஞ்சீனாவில் 8.9 டன்னும் கிடைக்கின்றது இந்தியாவின் உற்பத்திக் குறைவானது, மேலாண்மைப்பிரச்சினைகளினாலும், பாசன நுட்பத்தின் தேக்கத்தினாலும் ஏற்பட்டதாகும்.

கி.பி. 2001இல் மற்ற நாடுகளுடன் உற்பத்தியில் நாம் சமமாக உயரவேண்டுமெனில், கட்டுப்பாடான நீர் வினியோக முறையை அபிவிருத்தி செய்யவேண்டும். அபிவிருத்தி என்பது, தற்பொழுதைய பாசன முறைகளிலிருந்து மாறுபட்ட நிலையில் பாசன முறைகளை மேற்கொள்ளுவதாகும்.

இயற்கைக் காரணத்தினாலும், மேலாண்மை ரீதியிலும் நீர் வினியோகத்திறன் பலவகைகளில் பாதிக்கப்படுகிறது. இயற்கைக் காரணம் என்பது நீரியல் தன்மையிலிருந்து, நீரை ஒழுங்குபடுத்துவது முதல் அந்நீரினால் அடித்துவரப்படும் வண்டல் தேங்குவது வரையானது; மேலாண்மை என்பது பாசன வேளாண்மையில் பயன்பெறும் உழவர்கள் முதல் பணிபுரியும் அலுவலர்கள், பயன்படுத்தப்படும் நிதி, நிதியைப் பராமரிக்கும்வரைமுறை,மற்றும் சமூகப் பொருளாதார நிலை வரையிலானதாகும். ஆனால் அனைத்துக்கும் அடிப்படை, உழவர்களின் தேவைகள் ஆகும்.

இது குறித்த ஆய்வுகளைப், பல்வேறு பிரிவுகள் தற்பொழுது தனித்தனியாக நடத்தி வருகின்றன. அதனால் அவை குறுகிய கண்ணோட்டம் உடையனவாக ஆகி விடுகின்றன.ஆகவே ஒன்றுபட்ட பரந்த ஆய்வு நடத்த வேண்டும். இதனால் பாசனத் திட்டத்தின் செயல்பாடுகளின் அபிவிருத்திக்கு மிக அதிகமான வாய்ப்புகள் பெருகும். இதன் மூலம் மிகப் பெரிய நீர் வினியோக ஆதாயம் உடனடியாகக் கிடைப்பதற்கு வாய்ப்புகள் உள்ளன.

கீழ்க்கண்ட பிரிவுகளில் நமது ஆய்வுக் கண்ணோட்டம் திரும்ப வேண்டும். அவை

1. நீரியல் மற்றும் வானிலை ஆராய்ச்சிதொடர்பாகச்செய்திகளைச் சேகரிக்கும் புதுவிதமான கருவிகளைக் கண்டு பிடிப்பது.

2. குறைந்த செலவில் தெளிப்பு மற்றும்சொட்டுப்பாசனக்கருவி களைக் கண்டுபிடித்தல்.

3. பாசன அமைப்பு குறித்த சீரமைப்பு.

4. உழவர்கள் அமைப்பு உட்படப் பாசன நிறுவனங்களின் செயல் பாடுகள் குறித்த ஆய்வுகள்.

5. பாசன வேளாண்மையில் புது மையான மேலாண்மை உத்தி கள்.

6. நிலநீர், நிலத்தடி நீரைச் சேர்த்துப் பயன்படுத்தும் முறை.

7. முதன்மைமுறை மேலாண்மை.

8. பாசன வேளாண்மை தொடர் பான பயிற்சித் தேவைகள் பற்றிய மதிப்பீடு.

கி.பி. 2001 என்பது வெகுதூரத் தில் இல்லை. இப்பொழுதி லிருந்தே நமது திறனை மேற் கண்ட ஆய்வுகள்பால் திருப்புவது நல்ல பலனை நிச்சயம் தருவ தோடு, பாசன வேளாண்மை சிறக்கவும் வழி வகுக்கும் என்பது உறுதி.

களஞ்சியம் இதழில் வெளியிட அறிவியல், தொழில் நுட்ப வியல், மொழிபெயர்ப்பு, கலைச் சொல்லாக்கம், தமிழ்வளர்ச்சி தொடர்பான தரமான கட்டுரைகள் வரவேற்கப்படுகின்றன.

—ஆசிரியர்

5

மீன் குஞ்சு சேகரிப்பில் நீரின்-தன்மைக்கேற்பக் குஞ்சுகளின் செயல்தன்மை

பி. கோபாலகிருஷ்ணன்*

தூண்டுதல் முறையில் மீன் குஞ்சு உற்பத்தி செய்வது மட்டுமன்றி, மழைக் காலங்களில் ஆறுகளில் நீர் கரைபுரண்டோடும் காலத்தில் மீன் குஞ்சுகளைச் சேகரிக்கவும் முடியும். நாடு முழுவதும் குறிப்பாக, வட மாநிலங்களில் இம்முறையில் குஞ்சு சேகரிக்கும் பணி நடைமுறையில் உள்ளது. பருவ கால மழையைத் தொடர்ந்து ஆற்றில் உள்ள பெரும் கெண்டை இன மீன்கள் இனப்பெருக்கம் செய்வதால், ஆற்றின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில், நீரில் துள்ளிக் குதித்து வரும் மீன் குஞ்சுகளை வலைகளால் சேகரிக்கின்றனர். இனி இக்குஞ்சுகள் எவ்வாறு நீரின் தன்மைக்கு ஏற்றாற்போல் நடந்து கொள்கின்றன என்பதைப் பற்றி இங்கு காண்போம்.

ஆற்று வெள்ளம் மற்ற நீர் நிலைகளைக் காட்டிலும் மீன் குஞ்சுகளுக்கு மிகவும் சாதகமாக அமைகின்றது ஓர் ஆண்டில் மூன்று முறை ஆற்றில் வெள்ளம் வருகின்றது. பொதுவாக வெள்ளம் வரும்போது முதலில் நீர் நிலைகள் மெதுவாக உயர்ந்து பிறகு மிகவும் உச்சிக்குச் சென்று, கடைசியில் வேகம் குறைந்து தாழ்வாகச் செல்லும் சில தினங்கள் நிலையில்லாமல் சென்றபின், மீண்டும் நீரானது மேலே எழும்பி இரண்டாம் முறை வெள்ளப் பெருக்கெடுக்கும் கெண்டையின மீன்கள் பொதுவாக வெள்ளம் வரும் சமயத்தில் இனவிருத்தி செய்யத் தொடங்கும். இதனால் எளிதாக ஒரு மீனின் இனவிருத்தி செய்யும் இடத்தைக் கண்டுபிடித்துவிடலாம்.

பிற இன மீன் குஞ்சுகள் பொதுவாக ஆண்டின் முதல் வெள்ளத்தில்தான் அதிகமாகக் காணப்

* உதவிப் பேராசிரியர், மீன் வளக் கல்லூரி, தூத்துக்குடி.

படும். வளர்ப்பின மீன்களின் இளம் குஞ்சுகள் இரண்டாம் முறைவரும் வெள்ள நீரில் அடித்து வரக்காணலாம். இவை முறையே வெள்ள நீர் தாழ்வாக, மற்றும் மேலே உயர்ந்து செல்லும் சமயங்களில் காணப்பட்டாலும், அதிகமான மீன் குஞ்சுகள் வெள்ள நீர் வடியும் சமயங்களில்தான் ஆற்றில் தோன்றுகின்றன. இதற்கு நடுவில் நிலையில்லா நீர் மட்டதில் ஒரு சில மீன் குஞ்சுகள் அகப்படும். வெள்ள நீரின் உச்சக் கட்டத்திற்குச் சென்று சினை மீன்கள் இனவிருததி செய்யும் இடத்தைச் சூழ்ந்து கொள்ளும் சமயத்தில் குறிப்பிட்ட நல்ல இனமீன்குஞ்சுகள் தென்படுகின்றன. பின் வெள்ள நீர் மெதுவாக வடிந்து வரும் சமயம அதனுடன் இனமீன் குஞ்சுகளும் சேர்ந்தே அடித்து வரப்படுகின்றன. சில வேளையில் வெள்ளம் உச்சக் கட்டத்தில் இருக்கும்போதும் குஞ்சுகள் ஆற்றில் காணப்படுகின்றன. இது அநேகமாகப் பெரிய ஆறுகளில் திடீரென அருகிலிருக்கும் துணை ஆற்றிலிருந்து வேகமாக நீர் நுழைவதினால் ஏற்படுகின்றது. பொதுவாக மீன் குஞ்சுகள் காலை மாலை என்ற இரு வேளைகளிலும் அகப்படும். இருப்பினும் மாலை வேளையில் சேகரிப்பதே சாலச்சிறந்தது.

நீரின் சுழற்சி மற்றும் ஆழம்:

மூன்று சாதாரண வலையை மஹாநதி ஆற்றில், படகில் கட்டி வைத்தபொழுது இளமீன் குஞ்சுகள் மிகவும் மெதுவாக வரும் நீர்ச் சுழற்சியினால் தூண்டப்பட்டு ஒன்றாகச் சேர்ந்து வலையில் விழுந்தன என்றும், களை இன மீன் குஞ்சுகள் சுமார் ஒரு மீட்டர் ஆழத்தில் கிடைத்தன என்றும், சேதமடைந்த மற்றும் இறந்து போன குஞ்சுகள் 2 முதல் 2.8 மீட்டர் ஆழத்தில் கிடைத்தன என்றும் ஆய்வினை மேற்கொண்ட மித்ரா (1968) கூறுகிறார். இதையே ஒரு மாதிரியாகக் கொண்டு மீன் குஞ்சுகளின் செயல் தன்மையை (spawn behaviour) ஆராய மித்ரா மேற்கொண்ட பரிசோதனையின் முடிவு இங்கு தரப்பட்டுள்ளது.

சிமின்டினாலான மாதிரித் தொட்டியில் ஆற்று நீரின் வேகம், சுழற்சி போன்றவற்றை ஏற்படுத்தி 45°, 90°, 120° போன்ற கோணங்களில் அது இருக்குமாறு தயார் செய்யப்பட்டது. பிறகு இதில் உயிருள்ள இளமீன் குஞ்சுகள் வெவ்வேறு நீர்ச் சுழற்சி வேகத்தில் விடப்பட்டன. இவ்வாய்வில் பின் வரும் முடிவுகள் தெரியவந்தன. நீர்ச் சுழற்சி மெதுவாக இருக்கும் சமயத்தில் (மணிக்கு 0.086 கி.மீ.) குஞ்சுகள் நீர்ச் சுழற்சியை எதிர்த்து நீந்தி வந்தன. சில குஞ்சுகள் மறைவிடத்தை நோக்கிச் சென்றன. இப்படிச் சென்ற எல்லாக் குஞ்சுகளும் 45 டிகிரி கோண அளவில் சென்றன. எஞ்சிய குஞ்சுகள் நீர்ச் சுழற்சியை எதிர்த்து அப்படியே நின்றன என்பதும் கண்டறியப்பட்டது.

சிறிது சிறிதாக நீரின் வேகத்தை அதிகப்படுத்தும்போது (மணிக்கு 0.36 முதல் 0.42 கி மீ.) குஞ்சுகள் தொட்டியின் கீழ்ப்பகுதிக்கு அடித்துச் செல்லப்பட்டன. மறைவிடத்தில் உள்ள குஞ்சுகளுக்குச் சிறிது நேரம்வரை எந்த ஒரு பாதிப்பும் உண்டாகவில்லை. ஆனால் நீர்ச் சுழற்சி மிகவும் அதிகரிக்கும்போது, எல்லாக் குஞ்சுகளும் மறைவிடத்திலிருந்து அடித்துச் செல்லப்பட்டன என்பதும் கண்டறியப்பட்டது. இதனைக் கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் தெளிவாகக் காணலாம்:

அட்டவணை

வ எண்	நீரின் வேகம் கி.மீ./மணி	ஆய்வின் முடிவு
1.	,- இல்லை-	குஞ்சுகள் அங்குமிங்கும் தடையின்றிச் சென்றன.
2.	0.086	நீரின் வேகத்திற்கு அனைத்துக் குஞ்சுகளும் நிலையாக நின்றன.
3.	0.14	நீரின் வேகத்தை எதிர்த்துச் சென்றன. சில மறைவிடத்தை நோக்கிச் சென்றன.
4.		,, ,, ,,
5.	0.36 - 0.42	குஞ்சுகள் எல்லாம் அடித்துச் செல்லப்பட்டன,

நீரின் வேகம் மணிக்கு 0.4 கி. மீட்டருக்கு மேல் அதிகமாகும்போது மீன்குஞ்சுகளால் நீரின் வேகத்தை எதிர்த்து நிற்க முடியாது என்பது மேற்காணும் ஆய்வு முடிவால் புலனாகிறது.

மணிக்கு 0.5 முதல் 3 கி.மீ. என்ற வேகம் நீரில் குஞ்சுகளைப் பிடிக்க ஏற்றதாக உள்ளது. நீரின் வேகம் மிக அதிகமாக இருக்கும் போதுகுறைந்த அளவு மீன் குஞ்சுகள் கிடைப்பதாலும், அதேபோல்

நீரின் வேகம் மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது, குஞ்சு சேகரிப்பதற்குச் சாதகமற்ற சூழ்நிலை நிலவுவதாலும் இவ்விரண்டுமே குஞ்சு சேகரிப்பதற்கு உகந்ததல்ல என்பது தெரியவருகிறது. ஆறுகளில் நீரின் வேகம் இல்லாத இடத்திலும் மற்றும் சுழல் இருக்குமிடத்திலும் குஞ்சுகள் வலையில் சிக்காது. ஆற்றில் குஞ்சுகள் கரையோரமாகச் செல்லும் என்பதால் அந்த இடம்தான் குஞ்சு சேகரிப்புக்குச் சிறந்த இடமாகும். ஆனால் 25 முதல் 50 மீட்டர் தொலைவிலுள்ள நட்டாற்றில் நீரின் ஆழம் 4.1 லிருந்து 8.3 மீட்டராகவும், வேகம் நொடிக்கு 45 முதல் 1 58 செ. மீட்டராகவும் இருக்கும்போது அங்கு வலையில் ஒரு மீன் குஞ்சுகூடக் கிடைப்பது அரிது என்பதும் கண்டறியப் பட்டது.

நீர் செல்லும் திசை:

ஆற்று நீரின் வேகம், அது செல்லும் திசை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே, கட்டுவலையைப் (Shooting net) பயன்படுதத் வேண்டும். நீரின் வேகம் மிதமாக (1.3 கி.மி./மணி) இருக்கும்போது அதிக அளவில் மீன் குஞ்சுகளைப் பிடிக்க முடியும். சில நேரங்களில் ஆற்று நீர் செல்லும் திசை மாறும் போது, குஞ்சு சேகரிக்க ஏதுவாக உள்ள இடத்தைத் தற்காலிகமாகவோ அல்லது நிலையாகவோ மாற்ற நேரிடும்.

நீரின் கலங்கல், கார அமிலத்தன்மை மற்றும் உயிர்வளி:

மீன் குஞ்சு கிடைப்பதில் நீரின் கலங்கள், கார அமிலத் தன்மை மற்றும் உயிர்வளி போன்றவை எவ்வித நேரடித் தொடர்பும் கொண்டிருக்கவில்லை என்பது தெரியவருகிறது. எனினும் நீரின் வேகத்துடன் தொடர்புடைய நீர்க் கலங்கல் மீன் குஞ்சு சேகரிப்பு வலையின் திறனை]! நிர்ணயிக்கின்றது. நீர்க்கலங்கல் வலைக் கண்களின் அளவைக் குறைத்து விடுகின்றது. வலைகளை உரிய சமயத்தில் சுத்தப்படுத்தாவிடில் வலைக் கண்களில் மீன்குஞ்சுகள் பிடிபடா.

வெப்பநிலை:

எந்த வெப்பநிலை மீன் குஞ்சு சேகரிப்பதற்கு அனுகூலமானது என்பதைக் கண்டறிய மின் சூடேற்றியைப் பயன்படுத்திப் பல வெப்பநிலைகளில் நீர்த்தொட்டியில் சோதனை மேற்கொள்ளப்பட்டது. 25.5° செ.கி., 28° செ.கி, 29.5° செ.கி. என்ற வெப்ப நிலை உள்ள பல்வேறு நீர்ப்பகுதிக்குப் பல இனத்தைச் சேர்ந்த மீன் குஞ்சுகள் செல்கின்றன என்பதும், 31°செ.கி. முதல் 3 ,5° செ.கி. வெப்பநிலை உள்ள நீர்ப் பகுதிக்கு ஏராளமான மீன்குஞ்சுகள் ஒட்டு மொத்தமாகச்

செல்கின்றன என்பதும் கண்டறியப்பட்டன. ஆக, 31° முதல் 31.5° செ.கி. வெப்ப நிலையுள்ள நீர் நிலையைத்தான் எல்லா மீன் குஞ்சுகளும் விரும்புகின்றன.

வானிலை;

மேகம் சூழ்ந்த வானம், குளிர்ந்த காற்று, இதனுடன் கலந்த மெல்லிய தூறல் அல்லது தூறல் இல்லாத வேளைதான் மீன் குஞ்சு சேகரிக்க ஏற்ற காலமாகும். பலத்த காற்று ஏற்றதல்ல. இது ஏற்படும்போது மீன்குஞ்சு சேகரிக்கும் வலை அடித்துச் செல்லப்படுகின்றது. இதனால் ஏற்படும்சுழற்சியினால் வலை பலத்த சேதத்திற்கு உள்ளாகும்.

மிதவை நுண்ணுயிர்கள்;

ஆற்றில் மீன்குஞ்சு கிடைப்பதற்கும், மிதவை நுண்ணுயிர் இருப்பிற்கும் எவ்வித நேரடித் தொடர்பும் இல்லையென்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. குஞ்சு சேகரிப்பு ஆராய்ச்சியில் ஒவ்வொரு ஆற்றிலும் நீர் நிலவியல், உயிரியல், வானிலைகள் போன்றவை ஒரேமாதிரியாக இருக்கும் என்பதற்கில்லையென்பதும், குஞ்சு வளத்தில் பல்வேறு காரணிகள் பங்கு வகிக்கின்றன என்பதும் தெரியவந்துள்ளன.

களஞ்சியம் உறுப்பினர்களாயுள்ள அறிஞர்கள் தங்களோடு தொடர்புடைய அறிஞர்கள் பலருக்கும் இதுபற்றித் தெரிவித்து அவர்களும் அறிவியல் தமிழ் வளர்ச்சிக்கு உதவிட வாய்ப்பினை நல்குமாறு அன்புடன் கேட்டுக்கொள்கிறோம்.

—ஆசிரியர்

இறாலில் விந்தையான செயற்கை முறை இனப்பெருக்கம்

திரு. சு.க.:பெலிக்ஸ், திரு. ஐ. ரேச்சல்.*

'கண்களை அகற்றுதல்' என்றவுடன் பலருக்குப் பகல்பூர் சிறைச்சாலையில் நடந்த அந்தக் கோரமான நிகழ்ச்சி நினைவுக்கு வரும். கைதிகள் பலரின் கண்கள் கொடூரமாகத் தோண்டியெடுக்கப்பட்ட அந்நிகழ்ச்சியானது இன்று நினைத்தாலும் நம் இரத்தத்தை உறையச் செய்துவிடும். ஆனால் அறிவியல் அடிப்படையில், சில உயிரினங்களின் கண்களை அகற்றுவதன் மூலம் தூண்டுதல் இனப்பெருக்கம் (Induced Breeding) செய்ய முடியும் என அறிவியல் வல்லுநர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். இதனடிப்படையில் இறால் (Prawns), சிங்கி இறால் (Lobster) போன்றவற்றையும் தூண்டுதல் இனப்பெருக்கம் செய்ய முடியும்.

இறால் வளர்ப்பில் இந்தியாவின் நிலை

இறால் வளர்ப்பு இன்று உலகில் மிகவிரைவாகப் பல நாடுகளிலும் வளர்ந்து வரும் ஒரு முக்கியத் தொழிலாக அமைந்துள்ளது. இந்தியாவை எடுத்துக் கொண்டால், கடல்பொருள் உணவுப் பொருட்களை ஏற்றுமதி செய்வதன் மூலம் நம் நாட்டுக்குக் கிடைத்து வரும் ரு. 560 கோடியில் சுமார் 85 விழுக்காடு இறால் ஏற்றுமதி வாயிலாகக் கிடைக்கின்றது. மேலும் இறால் வளர்ப்பின் முக்கியத்துவம் கடந்த சில ஆண்டுகளாக அதிகமாக மக்களிடையே பரவி வருகிறது. நம் நாட்டில் சுமார் 1.4 மில்லியன் எக்டர் நிலப் பரப்பானது இறால் வளர்ப்புக்கேற்ற பரப்பாகக் கருதப்படுகின்றது. கேரளம், மேற்கு வங்காளம், ஒரிசா, ஆந்திரா மற்றும் தமிழ்நாடுபோன்ற மாநிலங்களின் கடற்கரையை ஒட்டிய பகுதிகளில் முழு வேகத்துடன் இறால் வளர்ப்புப் பண்ணைகள் அமைக்கும் பணி நடைபெற்று வருகிறது. மேலும், இறால் பண்ணைகள் மூலமாக அதிகமாகப் பணம் ஈட்ட முடியும் என்ற எண்ணம் மக்களிடையே

* மீன் வளர்ப்புத்துறை, மீன்வளக் கல்லூரி, தூத்துக்குடி

வேருன்றி வருவதால் தனியார் துறைகள் மட்டுமன்றி வேலையற்ற பட்டதாரிகள் பலரும், வங்கிகளின் உதவியுடன் தற்போது இத் தொழிலில் ஈடுபட்டு வருகின்றனர்.

இவ்வாறு அமைக்கப்படும் இறால் பண்ணைகளில் இருப்பு செய்ய இறால் குஞ்சுகள் வேண்டுமல்லவா? அவற்றைப் பெறுவதற்கு இரண்டு வழிகள் உள்ளன. ஒன்று, இயற்கையாகக் கடலிலிருந்து ஆற்று முகத்துவாரங்கள் வழியாக உப்பங்கழிகளை வந்தடையும் இறால் குஞ்சுகளைச் சேகரித்துப் பண்ணைகளுக்குப் பயன்படுத்துதல் (Naturae collection). மற்றொன்று குஞ்சுகளைப் பொரிப்பகங்களிலிருந்து (Hatcheries) சேகரித்தல்.

பொரிப்பகங்களின் தேவை

இறால் குஞ்சுகளை இயற்கையாகச் சேகரிக்கும் முறையில் பல விதமான சிக்கல்கள் இருக்கின்றன. குளத்தில் இருப்பு செய்ய ஒரே அளவு எடையுள்ள இறால் குஞ்சுகள் உகந்தவை. இது இயற்கையாகச் சேகரிக்கும் முறையில் இயலாத ஒன்று. மேலும் தேவையான குறிப்பிட்ட காலங்களில் இறால் குஞ்சுகள் கிடைக்காமல் போய்விடலாம். இதனால் பலவிதமான இடர்ப்பாடுகள் ஏற்பட வாய்ப்பேற்படுகிறது.

எப்படி ஒரு கோழிப் பண்ணையில் கோழிக்குஞ்சுகள் செயற்கை முறையில் (ncuba ion) பொரிக்கப் படுகின்றனவோ அதேபோன்று எந்த ஒரு இனத்தை வளர்ப்புக்குரியதாகத் தெரிந்தெடுத்தாலும், அதில் தூண்டுதல் இனப்பெருக்கம் செய்யும் முறையை அறிந்திருத்தல் மிகமிக அவசியம். இல்லையேல் இவ்வினத்தை நம் கட்டுப்பாட்டுக்குள் (in-capacity) வளர்க்கவோ, பெருக்கவோ இயலாது. எனவே இறால் பண்ணைகள் அதிகமாக அமைக்கப்பட்டு இறால் உற்பத்தியைப் பெருக்க வேண்டுமாயின் இறால் பொரிப்பகங்கள் மிகமிக இன்றியமையாதனவாகும்.

இறாலில் தூண்டுதல் இனப் பெருக்கம்

இறால்கள் பொதுவாகக் கடலில் முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கும் இயல்புடையன. வளர்ப்புக் குளங்களில் இறால்கள் பொதுவாக வளர்க்கப்பட்டாலும் இனப்பெருக்கம் செய்வதில்லை. எனவே பொரிப்பகங்களுக்குத் தேவையான பருவமடைந்த பெண் இறால்கள் (Brood female shrimps) கடலிலிருந்து பிடித்தெடுக்கப்பட்டுப் பொரிப்பகங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்யப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தன. இம்முறை அதிக சிரமமான ஒன்றாகும். கடலிலிருந்து இறால்களைப் பிடித்தல் பாதுகாப்பாகப் பொரிப்பகங்களுக்குக் கொண்டு வருதல் போன்றவற்றில் பல இடர்ப்பாடுகள் இருப்பதால்,

பொரிப்பகங்களுக்குத் தேவை யான இறால்களைத் தொடர்ச்சி யாகக் கொடுக்க முடியாத நிலை இருந்து வந்தது.

முதல வெற்றி

மேற்கண்ட பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண உலகின் பல இடங் களில் ஆராய்ச்சிகள் மேற்கொள் ளப்பட்டன. 1943ஆம் ஆண்டு முதல் இத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் நடந்துவந்தன என்றாலும் 1973 ஆம் ஆண்டில் காலியட் என்ற விஞ்ஞானி இறாலில் கண்களை அகற்றுவதன் மூலம் இனப்பெருக் கம் செய்ய முடியும் என்று முதன் முதலாகக் கண்டறிந்தார். இதைத் தொடர்ந்து உலகின் பல பகுதி களில் நடைபெற்ற ஆராய்ச்சிகள் இம்முறையை வெற்றிகரமாக்கின. 'எலக்ட்ரோ, காட்டரைசேசன்' (Electro Cauterisation) என்ற முறை இன்று அதிக அளவில் இறாலின் கண்களை அகற்றப் பயன்பட்டு வருகிறது. பெண் இறா லில் கண்ணை அகற்றுவதன் மூலம் இறாலில் இனப்பெருக்க உறுப்பா கிய ஓவரி (overy) யைத் துரிதமாக முழு வளர்ச்சியடையச் செய்து, இனப்பெருக்கம் செய்யும் நிலை யைக் (Maturation) கண் டார்கள். இதுவே இறாலில் தூண்டு தல் இனப்பெருக்கம் செய்ய அடிப் படையாக அமைந்தது.

கண் இழப்பில இனப்பெருக்கம்

இறால்களுக்குப் பப்பாளி விதை போன்ற தோற்றமும், அளவும் உடைய இரண்டு கண்கள் உண்டு இக்கண்கள் ஒரு சிறிய தண்டுபோன்ற (Eve-Stalk) பகுதி யின் மூலம் உடலோடு இணைக்கப் பட்டிருக்கும். உடலின் பல பாகங் களில் நடக்கும் பல்வேறு வேலை களைக் கவனிக்கும் முக்கியமான ஹார்மோன்கள் இப்பகுதியிலிருந்து தான் சுரக்கிறது. இவற்றுள் முக் கியமான இரண்டு ஹார்மோன்கள் உண்டு. ஒன்று இனப்பெருக்க உந்து ஹார்மோன் (Gonad stimulating hormone-GSH). மற்றொன்று இனப்பெருக்கத் தடை ஹார்மோன் (Gonad Inhibiting Hormone-GIH).

இறாலின் இளம் பருவத்தில் இனப்பெருக்கத் தடை ஹார் மோன் (GIH) அதிகமாகச் சுரந்து ஓவரியின் வளர்ச்சியைக் கட்டுப் படுத்தி வைத்திருக்கும். இதன் சுரக் கும் அளவும் இனப்பெருக்க உந்து ஹார்மோனைவிட பல மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். இறால் வளர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்யும் நிலையை அடைந்ததும், இனப் பெருக்க உந்து ஹார்மோன் அதிக மாகச்சுரந்து இனப்பெருக்கத்தடை ஹார்மோனின் அளவைக் கட்டுப் படுத்தும். இப்போது இனப்பெருக் கத்தடை ஹார்மோனின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் இனப் பெருக்க உந்து ஹார்மோனின் அளவு அதிகமாகி ஓவரி முழு வளர்ச்சியடைந்து இறால் பருவ மடைந்து பக்குவமான நிலையை அடையும். இந்த நிலையை இறால் தன் கண்ணை இழந்த ஒரு வாரத்

திற்குள் அடைந்துவிடும். இம்முறை யிலான தூண்டுதல் இனப்பெருக் கத்திற்கு இறாலின் ஒரு கண்ணை மட்டுமேஅகற்றவேண்டும். இரண்டு கண்களை அகற்றுவதால் இறாலின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுவதோடு இறால் இறந்தும் போகலாம்.

இத்தூண்டுதல் இனப்பெருக்க முறைக்கு முதலில் வெகுவாக எதிர்ப்புகள் உலகெங்கும் இருந்து வந்த போதிலும் அதன்மூலம் கிடைக்கின்ற மிகுதியான பயன் களை எண்ணி இம்முறையைத் தற் போது ஒருவாறு ஆதரிக்க ஆரம் பித்திருக்கிறார்கள் உலகின் பல ஆராய்ச்சி மையங்களில் இதற்கு மாற்று முறை கண்டுபிடிக்க முயற்சிகள் நடந்து வருகின்றன. விரைவில் இம்முயற்சி வெற்றி பெற லாம். இவ்வாறு இறாலைச் செயற்கை முறையில் இனப் பெருக்கம் செய்வதன் மூலம் இறால் குஞ்சு உற்பத்தியை எளிதில் பல மடங்கு அதிகமாக்கிட முடியும் என்பது திண்ணம்.

அறிவியல், தொழில்நுட்பவியல், கலைச் சொல்லாக்கம் தொடர்பான கட்டுரைகளைத் தமிழில் எழுதவல்ல அறிஞர் களின் பெயர்களை முகவரிகளோடு தெரிவிக்குமாறு அன் புடன் கேட்டுக் கொள்கிறோம்.

—ஆசிரியர்

7

கடலுணவும் மருத்துவமும்-II

சி. சேதுராமலிங்கம், எஸ். அஜ்மல்கான், பி எஸ். லைலா,*

கடற்கரையோரங்களிலும், கண்டத்திட்டுகளிலும் காணப்படும் கடற்பாசிகள் (sea weeds) தாவரக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த ஆல்கா (algae) இனத்தைச் சார்ந்தவையே. இவை முதல்நிலை உயிர்க்குழும உற்பத்தியில் (primary biomass production) சிறப்பாகச் செயல்படுபவை. இந்த வகை உயிர்க் குழுமம் பல்வேறு வகையான கடலுயிர்களுக்கு ஆதார உணவாகின்றன. மேலும் இந்தக் கடற்பாசியினங்கள் உள்ள பகுதியில்தான் வருவாய் தரக்கூடிய, பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பல கடலுயிரிகள் உள.

காலம் காலமாக இத்தகைய கடற்பாசிகள் உணவாக உட்கொள்ளப்பட்டாலும், இவை மருந்தாகவும பயன்படுத்தப்பட்டதாக வரலாற்றுச் சான்றுகள் சொல்கின்றன. இத்தகைய கடற்பாசிகளின் பயன்களைத் தொகுத்துத் தருவதே இக்கட்டுரையின் நோக்கமாகும்.

சைனாவில் நெடுங்காலமாக முன் கழுத்துக் கழலை என்கிற நோய்க்கு கடற்பாசிகளே மூலிகை மருந்தாகத் தரப்பட்டு வந்ததாகச் செய்திகள் தெரிவிக்கின்றன, இவ்வகைத் தாவரங்களில் அயோடின் சத்து மிகுந்து இருப்பதே இம் மருத்துவ குணத்திற்குக் காரணமாகும். மருத்துவர்கள் எத்தியோபீஸ் வெஜிடபிளீஸ் (Aethiops vegetabilis) என்கிற பெயரில் நெடுங்காலமாக மூலிகை வில்லைகளாகவும், மூலிகை பஸ்பமாகவும் 'பேஸ்டவ்' நோய்க்கு (Basedow's-disease) கடற்பாசிகளையே மருந்தாகத் தந்துள்ளனர் என்று மற்றொரு ஆய்வுக்குறிப்பு கூறுகிறது. மலேயா நாட்டிலும், நியூசிலாந்து நாட்டிலும் கூட லாமினேரியா (Laminaria) என்றழைக்கப்படும் கடற்பாசியினங்கள் முன் கழுத்துக் கழலை நோய்க்கு மருந்தாக இன்றும் பரிந்துரை செய்யப்படுகின்றன. இதைப்போலவே ஜப்பானியர் கடற்பாசிகளை அதிகமாக உட்கொள்ளுவதால் அங்கு முன் கழுத்துக் கழலை என்பது மிகவும் அரிதான நோயாகும்.

*கடலுயிரின உயராய்வு மையம், பரங்கிப்பேட்டை.

தென் அமெரிக்காவில் சர்காசம் பேக்சிஃபெரம் (sargassum bacciferum என்னும் கடற்பாசி இந்த வகை மருந்தாகப் பயன்படுவதுடன் சிறுநீரகக் கோளாறினையும் சரிசெய்ய வல்லதென்று பிறிதொரு ஆய்வறிக்கை பகர்கிறது. நமது நாட்டில் லாமினேரியா சக்காரினா (Laminaria saccharina) இதே வகையில் பயன்படுகிறது.

கடற்பாசிகளில் உள்ள உயிர்ச் சத்துகளும் அவை வெளியேற்றும் கழிவுகளும் மருந்தக மூலப்பொருட்களுக்கான தளமாகவும் நோய் நீக்கும் காரணியாகவும் இருக்கின்றன. டர்வில்லியா (Durvillea) என்றழைக்கப்படும் ஒரு வகைக் கடற்பாசி சொறி சிரங்கு விடமுறிவு மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. என்டிரோ மார்ஃபா (Enteromorpha) என்கிற மற்றொரு கடற்பாசி காச நோய்க்கு மருந்தாகிறது. பொடியாக்கப்பட்ட லாமினேரியா (Laminaria) என்கிற கடற்பாசி உடம்பை வலுவாக்கிக் காச நோயை எதிர்க்கும் சக்தியைப் பெருக்குகிறது. இவையே நுரையீரல் காச நோய்க்கும் பரிந்துரை செய்யப்படுகிறது.

சீனாவில் மகளிர்க்கு மாதாந்திரச் சுழற்சியில் ஏற்படும் குறைகளைக் களைய லாமினேரியா பிராக்டியேட்டா (Laminaria bracteata) என்கிற கடற்பாசி திரவமாக்கப்பட்டுக் கொடுக்கப்பட்டு வருகிறது. இதே லாமினேரியா பாசி அறுவை சிகிச்சையிலும் கூடப் பயன்படுகிறது. லாமினேரியா கைப்பர்போரியா (Laminaria hyperborea) என்கிற கடற்பாசி காய வெடிப்பை அகலமாக்க (widening fistulae) உதவுகிறது.

மேலும் கடற்பாசிகளின் 'காரகீனன்'த் (carrageenam) திலிருந்து வடித்தெடுக்கப்பட்ட நீரில் கரையும் தன்மையுள்ள திரவம் இரத்தம் உறைவதைத் தடை செய்யும் மருந்தாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதே வகையில் பயன்படும் லாமினேரியா வகைப் பாசியிலிருந்து எடுக்கப்படும் திரவம் அடர்த்தி மிகுந்தது இதைப்போலவே அஸ்கோஃபைலம் (Ascophyllum) என்னும் பாசியிலிருந்து வடிக்கப்படும் பழுப்புத் திரவம் சுளுக்கு, மற்றும் வாத நோய்க்கு மருந்காகப்பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது பொதுவாகக் கடல்பாசிகளிலிருந்து வடித்தெடுக்கப்படுகிற திரவம் நோய்க் கிருமிகளால் தாக்கப்பட்ட காயத்தைக் குணமாக்கும் சக்தியுடையது.

கட்லீரியா மல்டிஃபிடா (Cutleeria multifida) என்னும் கடற்பாசியிலிருந்து எடுக்கப்படும் வழவழப்பான திரவப்பொருள் குடற்புண்ணை ஆற்ற வல்லது என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது.

கடற்பாசி எனும் ஆல்காக்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் 'பைகோ

கொலாய்டு அல்காசோல் டி 331' (Algal phyco colloid algasol T-31) மூச்சுத்திணறல் நோய் கொண்டவருக்கும், அன்கோலாஜிக் (onco logic) நோயாளிகளுக்கும் மற்றும் எம்ஃபிசீமா (emphysema)நோயாளிகளுக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

இதைப்போலவே இரத்தஅழுத்த நோய் கொண்டோருக்கும் இவ் வகைக் கடற்பாசிகள் குறைந்த கொழுப்பு (கொலஸ்டிரால்) செயல்பாடு உடையதாகவும் (hypocholes terolemic) பயன்படுகிறது. மேலும் கடற்பாசிகளிலிருந்து வடித்துஎடுக்கப்படும் 'லாமைன் மோனோசிட்ரேட்' (lamirine monocitrate) என்னும் கூட்டுப்பொருள் வயிற்றிலுள்ள புழுக்களைக் கொல்லவும் பயன்படுகிறது. மேலும் உயரழுத்தத் தன்மைகளை இரத்தத்தில் கொண்டோருக்கு எதிர்வினையாற்றலுக்காகவும் இதுவே பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. மத்திய தரைக் கடல் பகுதியில் கிடைக்கும் அல்சிடியம் கெல்மின்தோ கோர்டான் (Alsidium helminthochorton) எனப்படும் சிவப்பு ஆல்கா கடற்புழுக்களை அழித்து ஒழிக்க மருத்துவர்களால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆசியாக் கண்டத்தில் கிடைக்கும சிவப்புக் கடற்பாசியான டைசினியா சிம்பிளக்ஸ் (Digenia simplex) புழுக்களை அகற்றும் சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஜப்பான் நாட்டில் ஜெலிடியம் காட்டிலாஜீனியம் (Gelidium cartilagineum) என்னும் கடற்பாசி நுரையீரல் நோய்களுக்கு மருந்தாகிறது. மத்திய தரைக் கடல் பகுதியில் காணப்படும் பழுப்பு நிறப் பாசிகளான டிக்டையோபடீரஸ் பாலிபாய்டியோடஸ் (Dictyopteris polypodioides) மற்றும் ஸ்டிலோஃபோரா ரைசாய்டெஸ் (Stilophora rhizoides) இதே வகையில் பயன்படுகிறது. நமது இந்தியாவில் சிறுநீரகப்பை தொடர்பான நோய் நீக்கத்திற்குச் சர்காசம் லினிஃபோலியம் (Sargassum linifolium) என்றழைக்கப்படும் மற்றொரு பழுப்பு நிறக் கடற்பாசி பயன்படுத்தப்படுகிறது. பல்மேரியா பல்மேட்டா (Palmaria palmata) என்கிற பாசி காய்ச்சலின்போது ஏற்படும் அதிகப்படியான உடல் வெப்பத்தைக் குறைக்க, வியர்வைச் சுரப்பிகளைத் தூண்டிவிடக் கூடிய மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் இதுவே மலமிளக்கியாகவும் பயன்படுகிறது. ஹவாய்த்தீவுகளில் கிடைக்கும் சிவப்பு நிறக் கடற்பாசியாகிய ஹைப்னியா நீடிஃபிகா (Hypnea nidifica) மற்றும் சென்ட்ரோசிராஸ் கிளாவலேடம் (Centroceras clavulatum) ஆகியவை வயிற்று நோய்களைக் குணப்படுத்தவும் பயன்படுகின்றன.

கடற்பாசிகளிலிருந்து வடித்து எடுக்கப்படும் பொருட்களில் புரதமும், ஏ,பி,சி, மற்றும் ஈ உயிர்ச்சத்துகளும், கனிமங்களும் உள்

ன. மேலும் ஃபோலிக் அமிலம் (Folic acid), ஃபோலினிக் அமிலம் (Folinic acid), நையசின் (Niacin), ஃபீனாலிக் கூட்டுப் பொருட்கள் (Phenolic compounds) ஸ்டீரால்கள் (Sterols), டெர்பெனஸ் (Terpenes), டெர்பனாய்டுகள் (Terpenoids) ஆகியவை கடற் பாசிகளிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப் பட்டுப் பல்வேறு மருந்துகளும், பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிர்களை அழிக்கும் மருந்து வகைகளும் தயாரிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

கொலஸ்டிரால் என்னும் கொழுப்புச் சத்தைக் குறைக்க உதவும் பல்வேறு மருந்துகளிலும், ஆன்டி-பைரெடிக் (Antipyretic) மருந்துகளிலும், மூலப்பொருளாக விளங்குவது கடற்பாசிகளே. மேற்கிந்தியாவில் (west indies) காண்ட்ராலிட்டோராலிஸ் (Chondralittoralis) இனக் கடற்பாசியிலிருந்தும் ஃபால்கென்பெர்ஜியா கில்லிபிராண்டி (Falkenbergia hillebrandii). முரேயெல்லா பெரிகிளாடோஸ் (Murrayella periclados), ராஞ்சீலிய (Wrangelia spp). லௌரென்சியா அப்டியூசா (Laurencia obtusa), டிக்டையோப்டெரிஸ் ஜஸ்டி (Dictyopteris justii) போன்ற கடற்பாசியிலிருந்தும் எதிர் உயிரிகள் (Antibiotic) பெறப்படுகின்றன.

இந்தியாவில் கிடைக்கும் கடற் பாசிகளான சர்காசம் தன்பெர்ஜி (Sargassum thunbergii), கிரைசிமேனியா ரைட்டியை (Chrysymenia wrightii), அல்வா (Ulva pretusa), உண்டாரியா (Undaria sp.), அமான்சியா (Amansia sp.) போன்றவற்றை எதிர் உயிர்க் குணத்திற்குப் பரிசோதனை செய்தபோது அவை வியக்கத்தக்க வகையில் பென்சிலீன் காளானிலிருந்து பெறப்படும் உயிர் ாகும் 'எதிர்உயிரி'களை விடப் பல மடங்கு ஆற்றல் மிக்கவை என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது மேலும் காலெர்ப்பா (Caulerpa) இனப் பச்சைப் பாசியிலுள்ள காலெர்ப்பின் (Caulerpin), காலெர்ப்பிசின் (Caulerpicin) என்கிற பொருட்கள் மயங்க வைக்கும் தன்மையுடையதாக அறியப்பட்டிருப்பதால் இவற்றை மருத்துவர்கள் அறுவை சிகிச்சையின் போது பயன்படுத்தக்கூடிய வாய்ப்பும் உள்ளது. இந்தியாவில் சிறப்பாகக் கடற்பாசிகளிலிருந்து தயாரிக்கப் படும் 'அகார்' (Agar) காலரா என்னும் வயிற்றோட்ட நோய்த் தடுப்பூசி மருந்து தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இந்தியாவின் கடற்கரையோரப் பகுதியான 7,500 கி.மீ. தொலைவும் அடர்ந்த கடற்பாசிப் படுகை உளது. உயிர் மருத்துவ ஆற்றல் கடற்பாசிகளுக்கு உள என்பதையறிந்த தேசிய கடல்கள் நிறுவனம் (National institute of oceanography), மத்திய மருந்தக ஆய்வகம் (Central drug research institute, lucknow), கல்கத்தாவி

லுள்ள போஸ் நிறுவனம் ஆகியவை அமெரிக்காவிலுள்ள மூன்று ஆய்வகங்களுடன் இணைந்து இந்தியக் கடற்பாசிகளின் மருந்தகக் குணங்களை ஆராய்ந்து வருகின்றன. இந்த நிறுவனங்கள் பாராட்டிற்குரியன. அனைத்துலக அளவில் கூட்டு முயற்சியாகக் கடற்பாசிகளை அறிவதும், ஆய்வதும் இன்றியமை யாததாகும், தற்போது கிடைக்கும் மிக நவீன தொழில் நுட்பக் கருவிகளின் உதவியால் மேலும் முனைப்புடன் ஆய்வை மேற்கொண்டால் இன்னும் வியக்கத்தக்க வகையில் கடற்பாசிகளின் மருத்துவக் குணங்கள் தெரியவரும். அதே வேளையில் கடற்பாசிகளுக்கும், கடலுயிரிகளுக்கும் உள்ள இயற்கையான சூழல் சமன்பாடு (Eco-balance) சிதையா வண்ணம் ஆய்வு நடத்த வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். ஆய்வின் முடிவாக 'அற்புதமான மருந்துகள்' கண்டுபிடிக்கப்பட்டு உலக மக்களின் தீராத நோய்கள்கூடத் தீர்க்கப்பட்டு விடலாம்! கடற்பாசியினம் குறையும்போது நோய் தீர்க்கும் இயற்கையான கடற்பாசியின் வேதியல் மூலக்கூறுகளுக்கு இணையான செயற்கை மூலகங்களை நமது மருத்துவ விஞ்ஞானிகள் கண்டறிவர் என்பதுவும் திண்ணம்!

கடற்பாசிகளின் ஆற்றலும், நோய்களும்

நோய்	கடற்பாசியின்பெயர்
கருத்தடை Antifertility	படைனா டெட்ராஸ்ட்ரோமாடிக்கா **Padina tetrastromatica**
	அகான்தோபோரா ஸ்பெசி:ஃபெரா **Acanthophora specifera**
	பெலிடையில்லா அக்ரோசா **Belidiella acerosa**
	அல்வா பெசியேட்டா **Ulva fasciata**
	அல்வா ரெட்டிகுலேடா **Ulva reticulata**

குறைவழுத்தம் Hypotensive	காலெர்ப்பா செர்ட்டுலேரியோடெஸ் Caulerpa sertulareoides
	காலெர்ப்பா ரசிமோசா Caulerpa racemosa
	சின்டிரியா ஆர்மேட்டா Chindria armata
	டிக்டையோப்டீரசஸ் ஆஸ்டிரேலிஸ் Dictyopteris australis
	காடியம் எலாங்கேட்டம் Codium elongatum
	ஸ்பைரிடியா பியூசிஃபார்மிஸ் Spyridia fusiformis
நீரிழிவு Diuretic	என்டிரோமார்ஃபா இனம் Enteromorpha sp.
	டிரைகோடெஸ்மியம் எரித்ரேயம் Trichodesmium erythraeum
	ஹைப்னியா மியூசிஃபார்மிஸ் Hypnea musciformis
	டிக்டயோப்டீரஸ் ஆஸ்ட்ரேலிஸ் Dictyopteris australis
	ஹாலிமேடா மாக்ரோலோபா Halimeda macroloba
தசை கசிவு Spasmolytic	ஸ்டோகோஸ்பெர்மம் மார்ஜினேட்டம் Stoechospermum marginatum
Spasmogenic	ஆம்ஃபிரோ ஃபிரஜீலிசிமா Amphiroa fragilisslma
	க்லோஸ்போரம் ஸ்பெக்டபைல் cheilosporum spectabile
வைரஸ் எதிர்ப்பு Anti-viral	கோடியம் எலாங்கேட்டம் Codium elongatum
	ஹைப்னியா மியூசிஃபார்மிஸ் Hypnea musciformis
வலி நிவாரணி Analgesic	அக்கான்தஸ் இலிசிஃபோலியஸ் Acanthus illicifolius

கணிணியக் குறுக்குப் படல வரைவு (CAT Scan)

டாக்டர் சுதா சேஷய்யன்*

காற்றையும்விடக் கடிது முன்னேறிவரும் பற்பல மேன்மைகளில் மருத்துவ உலகமும் ஒன்று. "காயமே இது பொய்யடா!" என உடலையும், அதன் நலத்தையும் துச்சமாய்க் கருதிய காலங்கள் மாறி, "உடம்பிற்குள் உறுபொருள் கண்டேன், உடம்பிற்குள் உறுபொருள் இருக்கக் கண்டபின் உடம்பை வளர்க்கும் உபாயம்தேடினேன்" என விளங்கும் வேளைகளில், வெவ்வேறான உடல் உபாதைகளைத் தெள்ளத் தெளியக் கண்டறியவும், அவற்றிற்கானக் காரணங்களைத் தெரியவும் புதுப் புது முறைகள் பெருகிவிட்டன. அவற்றுள் ஒன்றுதான் கணிணியக் குறுக்குடபடல வரைவு (Computarized axial Tomography) என்பது.

சி. டி. ஸ்கேன்

சி. டி., காட் ஸ்கேன், ஸ்கேனிங் என்றெல்லாம் பலவாறு அழைக்கப்பட்டுப் பிரபலமடைந்திருப்பது இம்முறை. உடலின் பல பாகங்களையும் உறுப்புகளையும் உடலுக்குள் புகுந்து நேரடியாகக் காண்பது போல் கண்ணுறவைப்பது இம்முறையின் சிறப்பு. உடலினுள் ஊடுபாயும் ஊடுகதிர்கள் அவ்வாறு பாய்கையில் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒவ்வொரு விதமாக உறிஞ்சப்படுவதிலுள்ள வேறுபாடுகளை ஒரு கணிணி மூலமாகப்பகுத்தாய்ந்து தெரிவதே இதன் இயக்கமாகும். 1969 ஆம் ஆண்டு, ஹவுன்ஸ்ஃபீல்ட் (Hounsfield)என்பாரால் இது வகுக்கப்பட்டது.

இயக்க முறைமை

உடலினைக் குறுக்காக வெட்டி, மெல்லிய படலங்களை எடுத்து அவை ஒவ்வொன்றையும் தனித் தனியாகப் பார்வையிடுவது போல, கணிணியக் குறுக்குப் படல வரைவினில் நோக்க இயலுகின்றது.

---

* உதவிப் பேராசிரியர், சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி, சென்னை,

இம்முறை ஒரு கணிணியின் உதவியோடு இயங்குகின்றது.

கணிணியக் குறுக்குப் படல வரைவினில் ஒரு குழாய்போன்ற அமைப்பு உள்ளது. மேடை போன்ற இன்னொரு அமைப்பினில் படுக்க வைக்கப்பட்டிருக்கும் நோயாளி, சிறிது சிறிதாக அம்மேடை நகர நகர, அந்தக்குழாய்க்குள் தள்ளப்படுகிறார். குழாயைச் சுற்றி இவ்வரைவின் பிரதான அமைப்பு உள்ளது. குழாயைச் சுற்றியுள்ள பகுதியினின்று, ஊடுகதிர்கள் ((X-rays) ஆராயப்பட வேண்டிய உடற்பகுதிக்குள் பாய்கின்றன. நோயாளி உடலின் சரியான பகுதி குழாய்க்குள் சென்றுவிட்டதென்று கருவியைப் பயன்படுத்துபவர் அறிந்தவுடன் ஊடுகதிர்களைப் பாய்ச்சுதற்கான பொறியைத் தட்டுகிறார். அவ்வாறே ஊடுகதிர்கள் நோயாளியின் உடலுக்குள் பாய்கின்றன.

நம்முடலின் ஒவ்வொரு உறுப்பும் ஊடுகதிர்களைப் பொறுத்தமட்டில் வெவ்வேறு வகையான பண்புகளைக் கொண்டன. சில ஊடுகதிர்கள் உட்புக முடியாத உறுப்புகளாம்; இவையே 'கதிரிகையா பாகங்கள் (Radio opaque parts) எனலாம். எலும்பு ஒரு முக்கியமான கதிரிகையா உறுப்பு. எலும்பைத் தவிர மனிதவுடலின் மற்ற பாகங்கள் யாவும் ஊடுகதிர்களால் துளைக்கப்படக் கூடியவையே! இத்தகைய கதிரிகைப்பு பாகங்கள் (Radio lucent parts) யாவும் ஒரே அளவில் ஊடுகதிர்களைத் தம்முள் உட்புகவிடுவதில்லை. சிலவற்றுள் அதிகமாகவும், சிலவற்றுள் குறைவாகவும் ஊடுகதிர்கள் ஊடுருவுகின்றன.

நோயாளி உடலின் குறிப்பிட்ட பகுதி குழாய்க்குள் நுழைந்தவுடன், ஊடுகதிர்கள் பாய்கின்றன. இப்பாய்வு குறிப்பிட்ட பகுதியைப் பலமுறை குறுக்கிலே வெட்டி, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட மெல்லிய படலத்தினுள் நுழைவதாக அமைகின்றது. ஒரு மில்லி மீட்டருக்குக் குறைவாக இன்னுஞ் சொல்லப்போனால், ஒரு சில மைக்ரான்களே (Microns) கொண்ட கன பரிமாணமுள்ள மெல்லிய படலங்களைப் பெறுவதற்கான வசதி இவ்வரைவு இயந்திரங்களில் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, தலை வரைவு (Head scan) அல்லது மூளை வரைவு (Brain scan) என வழங்கப்பெறும் முறையினில், ஒரு மனிதனுடைய தலைப்பகுதியை [உள்ளிருக்கும் மூளை மற்றும் வேறு பகுதிகள், மூளை வடநீர் (Cerebrospinal fluid) உட்பட] கழுத்து-தலை சந்திப்புப் பகுதியில் தொடங்கி உச்சந்தலை வரை சில மைக்ரான்கள் கனமுள்ள குறுக்குப் படலங்களாக வெட்டி, ஒவ்வொன்றையும் தெள்ளிதாக ஆராயக்கூடிய வசதிகள் உண்டு. ஒருவேளை இவ்வாறு மொத்தம் நூறு படலங்களைப்

பெற முடியுமெனில், அதில் குறிப்பிட்ட படலத்தை (ஐம்பதாவது அல்லது எண்பதாவது என்பதாக) தெரிந்தெடுத்துக் கொள்ளும் வசதியும் இக்கருவிகளில் உண்டு. இதனால் அநாவசியமாக எல்லாப் படலங்களையும் பார்வையிடாமல், நோய்க் குறியீடு தென்படும் குறிப்பிட்ட பகுதியை மட்டும் ஆராய்வது முடிகின்றது.

ஊடுகதிர் அடர்த்திகள்

முன்னர்க் குறிப்பிட்டதுபோல், உடலின் ஒவ்வொரு பாகமும் ஊடுகதிர் துளைப்புப் பண்பினில் மாறுபடுகின்றது. அந்தந்த பாகத்தின் செறிவு, திட்பம். நுண்ணமைப்பு, அதன் அணு மற்றும் திசுக்களின் வடிவமைப்பு போன்றவற்றுக்குத் தக்கவாறு இவ்வேறுபாடு இருக்கும். ஊடுகதிர்கள் பாய்கையில் வெவ்வேறு பாகங்களின் ஊடுகதிர் அடர்த்திக்குத் (X-ray density) தக்கவாறு ஏற்படும் மாற்றங்களை வரைவுக் கருவியின் கணிணி பதிவித்துக் கொள்கின்றது வரைவுக் கருவியில் மற்றொரு முனையில் உள்ள காட்சித் திரையில் (monitor screen) அடர்த்தி மாற்றங்களைக் காட்சிப் படமாக மாற்றி இக் கணிணி அளிக்கின்றது. எனவே, நோயாளி குழாய்க்குள் இருக்கையிலேயே அவர் உடலின் இக்குறுக்குப்படல வரைவு காட்சித் திரையில் ஆய்வாளரால் கண்ணுறப் படவியலும். பின்னர் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவும், பதிவிட்டிற்காகவும், காட்சித் திரையின் படத்தைப் புகைப்படமாகப் பிடித்து வைக்கவும் முடியும்.

குறுக்குப் படலப் படம்

சாதாரணமாக, உடலுறுப்புகளின் ஊடுகதிர் அடர்த்திகளோடு, குறிப்பிட்ட நோயாளியின் படல வரைவு காட்டும் வேறுபாடு அல்லது மாற்றத்தைக் கொண்டு அவரின் உறுப்புகளில் உள்ள குறைகளையோ, நோயையோ கண்டு பிடிக்கலாம் எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தலைவரைவில் (headscan) அடர்த்திமிகு, கதிரிகையா பாகமாய்ச் சுற்றியுள்ள எலும்பு வெண்மை நிறத்தில் தெரியும். அதற்குள் இருக்கும் அடர்த்தி குறைவான மூளை சாம்பல் நிறத்தில் தெரியும். மூளையின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு அடர்த்தி கொண்டிருப்பதால், அவை சாம்பல் நிறத்திலேயேவெவ்வேறு படிமங்களாகக் காணப்படுகின்றன. மூளையின் புறணிப்பகுதி (Cortical part-cortex), அகணியைக் (medulla) காட்டிலும் அடர்த்தி மிக்கதாய் அதாவது கருஞ்சாம்பல் நிறமானதாய் இருக்கும் அகணியின் வெண்பொருள் (medullary whitematter), அகணியின் சாம்பற் பொருளினும் (medullary grey matter) அடர்த்தி குறைவானது. மிகமிக அடர்த்தி குறைவான மூளை வடநீர் (Cerebro sdinal fluid, ஏறத்தாழ கருமை நிறத்த

தாய் அமையும். இந்த அடர்த்தி மற்றும் நிறப் பாகுபாடுகளை ஒரு குறுக்குப் படலத்தில் கண்ணுறுங்கால், தலையின் வெளிப்புற மண்டையோடு, உள்ளே மூளையின் பற்பல பகுதிகள் இருக்க வேண்டிய, இருக்கக்கூடிய அமைப்பு, மற்றும் மூளைவடநீர் உள்ள இடம் இப்படி யாவற்றையும் ஒரு படமாகப் பார்க்கலாம். தலையை அப்படியே குறுக்காக வெட்டிப் பார்த்தால் என்னென்ன தெரியுமோ அவற்றை அவ்வாறே எவ்வித அறுவை சிகிச்சையுமின்றி, நோயாளிகளுக்கு எவ்வித இடையூறோ, தாக்குதலோ இன்றி, கணிணிய வரைவு காட்டிவிடுகின்றது. மூளையில் ஏதேனும் கட்டி இருந்தாலோ, மூளைத் திசுக்கள் சேதமடைந்திருந்தாலோ, அணுச்சிதைவு ஆகியிருந்தாலோ, மூளையில் சாதாரணமாக உள்ள பிளவுகள் (Sulci or fissures) விரிவடைந்திருந்தாலோ, எங்கேனும் இரத்தம் கட்டியிருந்தாலோ, இப்படி எம்மாற்றமாயினும் அது வரைவு படத்தில் புலப்பட்டுவிடும். இதனால் நோய்க் கண்டுபிடிப்பு எளிமையாகின்றது.

இப்போதைய வகைகளில், கணிணிய வரைவு தலை வரைவு (head scan). முழு உடல் வரைவு (total body scan) என்னும் இரு முறைகளில் உள்ளது. தலை வரைவினில் தலை மற்றும் மூளைப் பகுதிகளும், உடல் வரைவினில் உடலின் பற்பல பகுதிகளும் குறுக்குப் படலங்களாக கணிணிய வெட்டுப்பட்டுக் கண்ணுறப்படுகின்றன.

தலை வரைவு (Head scan)

உட்கபால நோய்களைக் கண்டு பிடிக்கவும், அவை உள்ள குறிப்பிட்ட பகுதியை அறியவும் இது முக்கியமாய்ப் பயன்படுகின்றது. தலைக் காயங்கள் ஏற்படும் சமயங்களில் இரத்தக்கட்டு, வாவி மாற்றமைப்புகள் (Ventricular dislocation), மூளை நீர்க்கோப்பு (Brain edema) அணுச்சிதைவு போன்றவற்றை எடைபோட்டு உடனடி சிகிச்சையளிக்க இதுவொரு அவசரகால ஆய்வாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. பக்கவாதம் போன்ற பாதிப்புகளில் இதன் மதிப்பு ஈடற்றது. கண்டுபிடிப்புக்கு மட்டுமல்லாது, நோயின் உக்கிரம் குறைந்துள்ளதா என அறியவும் சிகிச்சையின் விளைவுகளைப் புரியவும் இது பயன்படும். சிலகால இடைவெளிக்குப்பின் வரைவு எடுத்து முதல் வரைவோடு ஒப்பிட்டுப் பார்த்து விளைவுகளை உணரலாம்.

வயிற்று-குடல் நோய்களில் கணிணி வரைவு

வயிற்றுப்பகுதி, வயிற்றுறுப்புகள் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் நோய்

களைக் கண்டுபிடிக்கவும் கணி ணிய வரைவு பயன்கொள்ளப்படு கின்றது. கல்லீரல் (liver), இரப்பை (Stomach), மண்ணீரல் (Spleen), கணையம் (Pancreas), சிறுநீரகம் (Kidney) ஆகிய உறுப்புகளின் குறைபாடுகளைக் காண இவ் வரைவு பெருமளவில் உதவும்.

நாளைய வகையில்......

தற்போது கணிணிய வரைவு முறை குறுக்குப்பட்ல வரைவிற்கே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. கணிணி உதவியைக் கொண்டு நெடுக்கு மற்றும் முன்பின் படலங்களையும் வரைவுபடுத்தும் முயற்சிகள் மேற் கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. அது தவிர சில கதிரிகையா வேதியங் களை (Radio opaque chemicals) பயன்படுத்தி அதன்மூலமும் கணி ணிய வரைவின் நல்விளைவைப் பெருக்க மு , யும்.

களஞ்சியம் இதழுக்கு 1990 ஆம் ஆண்டு சந்தா செலுத்த வேண்டியுள்ளவர்கள் உடன் செலுத்துமாறு அன்புடன் கேட்டுக் கொள்கிறோம்.

ஆசிரியர்

9

பொறியியல் துறைகளில் கலைச்சொல்லாக்கம்

டாக்டர் கதிர். விசுவலிங்கம்☆

முன்னுரை: ஆறறிவு படைத்த மனிதன் எதையும் நுணுகிப் பார்க்கவும், பகுத்தும் தொகுத்தும் உய்த்தறியவும் திறம் பெற்றவனாகையால், அவன் அறிவியல் கண்ணோட்டத்தில் உலகையும் பிரபஞ்சத்தையும் பார்க்கத் தலைப்பட்டான். அப்படி, தலைப்பட்ட மனிதன் தன் உணர்ச்சிகளையும் எண்ணங்களையும் வெளிப்படுத்தவும் பிறருடன் தொடர்பு கொள்ளவும் மொழியைப் பயன்படுத்தினான். மொழியைப் பயன்படுத்தும் மனிதனுக்கு, அவன் கண்ட அறிவியல் உண்மைகளை, கட்டுரை அல்லது உரைவடிவத்தில் செவ்வனே எடுத்துக்கூற அவனுக்குத் தேவைப்பட்டது கலைச் சொற்களே! பல வார்த்தைகளால் தெளிவு படுத்தக்கூடிய ஒரு கருத்தை ஒரே ஒரு சொல்லால் குறிப்பிட்டுப் புரிய வைக்க முடியும். அப்படி ஒரு தனிச் சொல்லையே கலைச்சொல் என்கிறோம். இத்தகைய கலைச்சொல், ஒரே சொல்லாகவும், தனிச் சொல்லாகவும் எளிய சொல்லாகவும் இருக்க வேண்டும். நடைமுறையில் 'கலைச்சொல் என்பது ஒரு தங்கக் காசைப் போன்ற மதிப்பீட்டையும், உபயோகத்தையும் பெற்றிருக்க வேண்டும். எனவேதான் புதியதாக 'கலைச்சொல்' ஒன்றினை உருவாக்குவதை ஆங்கிலத்தில் 'காயினிங்' (Coining) என்றழைக்கிறோம்.

தமிழில் கலைச் சொல்லாக்கம்: கடந்த 150 ஆண்டுகளாக அறிவியலைத் தமிழில் வடிக்கும் முயற்சிகள் ஆங்காங்கு தொடங்கப் பெறினும், இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாக கட்டுகளுக்கும் நூல்களும் எழுதப் பெற்றன தமிழ் மொழியானது பள்ளியில் பயிற்று மொழியாகவும், பின்னர் கல்லூரிகளில் இணை பயிற்று மொழியாகவும் வந்த பின்

☆ இணைப்பேராசிரியர், வேதிப்பொறியியல் துறை, அழகப்பா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி, அண்ணா பல்கலைக் கழகம், சென்னை

ளர் பல அறிவியல் நூல்கள் எழுதப் பெற்று அதன்மூலம் பல கலைச் சொற்கள் படைக்கப்பட்டுள்ளன.[2] சென்னையில் அமைந்துள்ள 'எண்ணெய் வித்துக்கள் இயக்ககம்' (Directorate of oil seeds) என்ற பெயர்ப்பலகை தமிழ் ஆர்வலர்களின் கவனத்தை மிகவும் ஈர்ப்பதைக்கண்கூடாகக்காண்கிறோம். oil seeds என்பதற்கு 'எண்ணெய் வித்துக்கள்' என்றும், Directorate என்பதற்கு 'இயக்ககம்' என்றும் கலைச் சொற்களை உருவாக்கிய அந்த முன்னோடிகளை நாம் பாராட்டக் கடமைப்பட்டுள்ளோம். இன்று பேருந்து (Bus) தடம் எண் (Rout No.) கட்டணம் (Charge), பொறியியல் கல்லூரி (Engineering College), துணைவேந்தர் (Vice Chancellor), மின்விசிறி (Fan), காசோலை (Cheque), சட்டமன்ற உறுப்பினர் (M.L.A) போன்ற கலைச் சொற்களை மிகச் சாதாரண மக்களும் பயன்படுத்துகின்ற அளவிற்கு இன்று கலைச் சொல்லாக்க முயற்சி வெற்றி பெற்றுள்ளது எனக்கூறலாம். இதற்குத் தமிழ அரசின் ஆட்சி மொழிக் கொள்கையும் தமிழ்பால் காதல் கொண்ட பல அறிஞர் பெருமக்களின் இடைவிடாத முயற்சிகளுமே காரணம் எனக் கூறலாம்.

அறிவியலும் பொறியியலும்:

அறிவியலையும் பொறியியலையும் பொதுப்படையாகப் பார்க்கும் போது ஒரே பண்பை உடையதாக இருந்தாலும், இரண்டிற்கும் அடிப்படையான தனிப் பண்புகள் வேறானவை ஆகும். 'அறிவியல் தமிழ் வளர்ச்சி' என்று பார்ப்போமானால் இதுவரை அறிவியலையும் பொறியியலையும் இணைத்த ஒரு ஒட்டுமொத்த வளர்ச்சியைத்தான் குறிப்பிடுகின்றோம். இதற்கு, அறிவியல் தமிழ் வளர்ச்சியில் நாம் சமீப காலமாகத்தான் மிகவும் அக்கறை காட்டுகிறோம் என்பதும் மற்ற கலை, இலக்கியம், பொருளாதாரம் போன்ற துறைகளைக் காட்டிலும், அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் துறைகளின் முக்கியத்துவம் கடந்த காலங்களில் சிறிய பங்கினையே வகித்தன என்பதும் காரணங்களாகும். 'அறிவியல் தமிழ்' வளர்ச்சிக்குப் பாடுபட்டவர்கள் என்ற பட்டியலில் விஞ்ஞானிகளை (Scientists) விடப் பொறியாளர்களே (Engineers) அதிகம் என்று துணிந்து குறிப்பிடலாம். அறிவியல் (Science) என்ற தனித்தனிப்பாகங்களைக்கொண்டு உருவாக்குகின்ற இயந்திரந்தான் பொறியியல் (Engineering) என்றாலும் இயந்திரத்தை உருவாக்கத் தேவைப்படும் தொழில்நுட்பம் (Technology) என்பது அறிவியலிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டதாகும். எனவே பொறியியல் துறைகளில் கலைச் சொற்களை உருவாக்கும்போது சில சிறப்பு உத்திகளைக் கையில் கொள்ள வேண்டும்.

கலைச்சொற்களும் படைப்பாளனும்:

நூல் எழுதுவது என்று சொன்னால் அது இப்படித்தான் இருக்க

வேண்டும்; அதன் உரைக்கோவை இப்படித்தான் அமைய வேண்டும்; கலைச்சொற்களை இப்படித்தான் அமைக்கவேண்டும் என்று யாரும் ஆசிரியனைக் கட்டுப்படுத்த முடியாது. இது லிஸ் ஹாம்ப், லயன்ஸ், பென்ஹெல்லே [4] போன்ற அறிஞர் களின் கருத்தாகும். ஏனென்றால், எழுத்து மக்களைப் போன்றது. மக்கள் எல்லோரும் ஒரே மாதிரி இருப்பதில்லை. ஆனாலும் மக்கள் மாறுபட்டாலும் மானுடப் பண்பு கள் என்று சில அடிப்படைகள் பொதுவாயிருப்பதுபோல நூல்களுக்கும் சில பண்புகள் உண்டு. டி.பொனால்டு என்பார் 'இலக்கியம் என்பது ஒரு சமுதாய வெளிப்பாடு' என்று குறிப்பிடுகிறார். [5] அதைப் போலத்தான் கலைச்சொல் என்பது ஒரு மொழியின் வெளிப்பாடாக அமையவேண்டும். அப்போதுதான் 'கலைச்சொல்' அதன் உண்மையான பொருளை அந்த மொழியைச் சார்ந்தோர்க்கு அறிவிக்க முடியும். கலைச்சொற்களை படைப்பாளன் அறிவியல் கண்ணோட்டத்தோடு நோக்கும்போது முருகியல்(Beauty) உணர்வுக்கு இரண்டாம் இடமே தரவேண்டும். ஆனாலும் கலைச் சொல்லில் முருகியல் உணர்வைப் படைப்பாளர் முற்றிலும் புறக்கணிக்கக்கூடாது.

கலைச்சொல்லாக்க உத்திகள்:

இதுவரை சிறியனவும், பெரியனவுமாக 200 தொகுப்புகள் வெளிவந்திருப்பதாகவும் அவற்றில் ஏறத்தாழ 2,00,000 கலைச்சொற்கள் இடம்பெற்றிருப்பதாகவும் கூறப்படுகிறது. அறிஞர் வா செ.குழந்தைசாமி [6] கீழ்க்கண்ட ஏழு வழிகளை கலைச்சொல்லாக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தச் சொல்கிறார்கள். அவை:

1. பழந்தமிழ் இலக்கியங்களை ஆய்ந்து, சொற்களைப் பயன்படுத்துதல்.
2. தற்கால இலக்கியங்களிலிருந்து சொற்களைப் பயன்படுத்துதல்.
3. பேச்சு வழக்கிலிருந்து தகுந்த சொற்களை எடுத்தாளல்.
4. தொடர்புள்ள பிறமொழிச் சொற்களைக் கடன் வாங்குதல்.
5. பிறமொழித் துறைச் சொற்களை மொழி பெயர்த்தல்.
6. புதுச்சொற்களைப் படைத்தல்.
7. உலக வழக்கை அப்படியே ஏற்றல்.

இவ்வாறு கலைச் சொல்லாக்கத்தில் உருவாக்கப்படும் கலைச் சொற்கள் தெளிவாக இருக்க வேண்டும். பிழையின்றி இருக்க வேண்டும். திட்பமாக இருக்க வேண்டும். எளிமையாக இருக்க வேண்டும். அத்தோடு கலைச் சொல் தான் எடுத்துக்கொண்ட பொருளை தெளிவுபடக் கூற வேண்டும். படிப்பவர் எளிதில் புரிந்து கொள்ளும் வகையில் இருக்க வேண்டும். கலைச்சொல்

கூறுகின்ற அர்த்தம் அதுவா இதுவா என மயங்கா வண்ணம் இருக்கவேண்டும். அறிவியலுக்கும் பொறியியலுக்கும் மிக முக்கியமான கூறு 'கலைச்சொற்கள்' என்பதால், கலைச்சொல் படைப்பாளிகள் இம்முயற்சியில் முழுக் கவனம் செலுத்த வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். எனவே பொறியியல் துறைகளில் கலைச்சொற்களைப் புதியதாகப் படைக்க வருவோர் கீழ்க்கண்ட உத்திகளை (Techniques) துணைக்குக் கொள்ளலாம்.

1. அறிஞர் வா.செ.குழந்தைசாமி அவர்கள் கூறும் ஏழு வழிகளில் ஒன்றின் மூலம் தேர்வு செய்வது.

2. முன்ஒட்டு (Prefix), பின்ஒட்டு (Safix) களைப் பயன்படுத்துவது.

3. ஒரே சொல்லாகவும் தனிச் சொல்லாகவும் எளிய சொல்லாகவும் உருவாக்குவது.

4. பல சொல்தொடர், பல அசைச்சொல் போன்றவைகளைத் தவிர்ப்பது.

5. பிறமொழியிலிருந்து உருவாக்கும் போது, மொழிபெயர்ப்பு (Translation), ஒலிபெயர்ப்பு (Transliteration), தமதாக்கிக் கொள்ளுதல் (Transcreation) இவை மூன்றில் எது சிறந்த பயனை அளிக்கிறதோ அதனைத் தேர்வு செய்வது.

6. ஒரு சொல்லின் வேர் எந்த மொழியில் உள்ளதோ, அந்த மொழியிலிருந்து புதிய சொல்லைப் படைப்பது.

7. துறை முன்னோரால் பயன்படுத்தப்பட்ட சொற்களை 'மறு உருவாக்கம்' செய்தல்

8. புதியதாக உருவாக்கம் செய்யப்பட்ட கலைச்சொற்களை அந்தந்த வட்டத்துக்குள் 'கலைச்சொல்லாக்க மேடை' மூலம் அரங்கேற்றம் செய்தல்.

9. பல கலைச் சொற்களை உருவாக்கி, அதில் சிறந்த தொன்றை அந்தத்துறைவல்லுநர்களிடம் காட்டித் தேர்வு செய்வது.

10. மாநில அளவில் உருவாக்கப்படும் அறிஞர் கூட்டத்தில் 'கலைச்சொற்கள்' முன்மொழியப்பட்டு 'தரப்படுத்தம்' (Standardisation) செய்தல்.

இளம் பொறியாளர்களின் பங்கு:

"நம்மில் அறிவியல் தொழில்நுட்ப அறிஞர்கள் இருக்கிறார்கள்.

உலக அளவில் ஒப்புக்கொள்ளப் பட்ட நிபுணர்கள் இருக்கிறார்கள். அவர்கள் எழுதிய நூல்கள் பல வளர்ந்த நாடுகளில் பாடப் புத்த கங்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின் றன. ஆனால் அந்த அறிவு தமிழில் இடம்பெறவில்லை.

தமிழர் அறிந்ததைத் தமிழ் அறிய வில்லை. தமிழ் நிலம் கண்டதைத் தமிழ் காணவில்லை''என்று வேத னையோடு குறிப்பிடுகிறார் டாக்டர் வா.செ. குழந்தைசாமி அவர்கள். ஆம்! தமிழில் கட்டுரை கள் நிறைய எழுதவேண்டும். தொழில்நுட்ப நூல்கள் நிறைய படைக்க வேண்டும் என்று நாம் விரும்புகின்றோம். ஆனால் அவற் றிற்கெல்லாம் 'கலைச் சொற்கள்' மிகவும் தடையாகவும் இடையூறாக வும் இருக்கிறது தமிழில்அறிவியல், தொழில்நுட்பக் கட்டுரைகள் சிறப் பாக எழுதும் ஆற்றல் பெற்றவர் களுக்கும் ஒரு சில வகை கலைச் சொற்களை மொழிபெயர்க்கும் போது தடங்கல் ஏற்படுகிறது. இந்தத்தடையை நீக்குவோர் யார்? 'எதிர்காலம் எங்கள் கையில்' என அறைகூவல் விடுக்கும் இளைய தலைமுறையினர்தாம் என்றால் அது மிகையாகாது. கலைச்சொல் லாக்கம் என்பது வெறும் மொழி பெயர்ப்புப் பணி மட்டுமன்று. அது பொறியியல் இலக்கியம் படைப்ப தாகும். எனவே தமிழுக்குப் பொறி யில் இலக்கியம் எனும் புதுப்பரி மாணத்தைச் சேர்க்க நாம் என்ன செய்ய வேண்டும் என்ற கேள்வி இளம் பொறியாளர்களிடையே எழ வேண்டும். அந்தக்கேள்வியின் அடிப்படையில் புதிய திட்டத்தை உருவாக்கிச் செயல்பட வேண்டும். புதிய சொற்களைப் படைப்பதிலும் மொழுபெயர்ப்பதிலும், ஒரு சொல் லின் வேர் என்ன என்பதை ஆராய்வதிலும் இளம் பொறியா ளர்கள் ஆர்வம் கொள்ள வேண் டும். ஒவ்வொரு வகுப்பிலும்-கல் லூரியிலும் - விடுதியிலும் இளம் பொறியாளர்கள் கூடி 'கலைச் சொல்லாக்க மேடை' அமைக்க வேண்டும். இதற்கான முயற்சியை நாம் விடுதலை பெறுவதற்கு மேற் கொண்டது போன்று ஒரு இயக்க மாக நடத்த வேண்டும். அதற்கு அறிஞர்கள் தலைமை ஏற்க வேண்டும்.

முடிவுரை: இன்று வேளாண்மைத் துறை அறிவியலை, தொழில்நுட் பத்தை கிராமங்களுக்கு வெற்றிகர மாக எடுத்துச் சென்றுள்ளது. நாளேடுகள்கூட பாமரர்க்கான பல்வேறு அறிவியல் செய்திகளை வெளியிடுகின்றன. எனவே பொறி யியல், தொழில்நுட்பத்திற்கேற்பத் தமிழ் நூல்களும், கலைச்சொற் களும் உருவாக்கப்பட வேண்டு மென்பது கட்டாயம் ஆகிறது தாய் மொழி மூலமே ரஷ்யா, ஜப்பான் போன்ற நாடுகள் அறிவியலிலும் பொறியியலிலும் புதிய சாதனை களைப் படைத்து அகில உலகப் புகழ் பெற்றிருக்கின்றன என்பதை நாம் அறிவோம். அத்தகைய தாய்

மொழிக் கல்விக்குத் தளவாடமாக அமையும் கலைச்சொல்லாக்கப் பணியில் நம்மை நாமே இணைத்துக் கொள்வோம்.

மேற்கோள் குறிப்புகள்

1. இராதா. செல்லப்பன் எழுதிய 'கலைச் சொல்லாக்க முயற்சி இதுவரை'.
2. பேராசிரியர் ச.சம்பத் அவர்களின் 'அறிவியல் பாடநூல்களின் உரைக்கோவை'- ஒரு கண்ணோட்டம்.
3. பொள்ளாச்சி ந. மகாலிங்கம் அவர்களின் 1988-தமிழ்ச் சோலைக்கு வழங்கிய வாழ்த்துரை.
4. Book on Science Discourse
5. 'இலக்கிய ஒப்பாய்வியல்', சென்னைப் பல்கலைக் கழக எம்.ஏ.(தமிழ்)பாடத்தொகுப்பு.
6. டாக்டர் வா.செ குழந்தைசாமியின் 'கல்வியுகத்திற்குத் தமிழ்.

சொல்லாக்க மேடை

இரா. விஜயராகவன்*

பொறியியல் வரைபடம் (Engineering Drawing)

பொறியியல் வரைபடம் என்பது பொறியாளர்கட்கிடையே வழங்கும், ஒலியற்ற ஒரு மொழி எனக் கூறலாம். பேச்சு வழக்கில் இருக்கும் மொழிகளுக்கு உள்ளது போன்றே இதற்கும் இலக்கண வரைமுறைகள் உண்டு. இலக்கியச் செல்வங்களும் உண்டு. நாம் பேசுகின்ற மொழியில் சொற்களுக்கும் சொற்றொடர்களுக்கும் மிகவும் முக்கியத்துவம் அளிக்கின்றோம். அத்தகைய முக்கியத்துவம் இம் மொழியில் வரையப்படும் ஒவ்வொரு கோட்டிற்கும் உண்டு. மொழியில் ஒவ்வொரு சொல்லுக்கும் பொருள் உள்ளது. அதைப் போன்றே பொறியியல் வரைபடத்தில் ஒவ்வொரு கோட்டிற்கும் பொருள் உண்டு.

பாடப் புத்தகங்கட்கும் மாணவர்கட்கும் உள்ள உறவைப் போன்றதுதான் பொறியியல் வரைபடத்திற்கும் தொழிற்சாலைகட்கும் உள்ள உறவாகும். பொறியியலின் எந்த ஒரு பிரிவும் வரைபடம் இன்றி இயங்காது. எனவே இவ்வரைபடம் பொறியியலின் அடிப்படைத் துறையெனறால் மிகையாகாது.

இத்துறையின் கலைச் சொற்கள் சிலவற்றிற்கான தமிழ் வடிவங்கள் இவண் தரப்பட்டுள்ளன.

Engineering drawing	: பொறியியல் வரைபடம்
Abbrevation	: சுருக்கக் குறியீடு
Acme thread	: அக்மே மரை
Addendudm,	: மேல்முகம்
gear teeth	: பற்சக்கர மேல்முகம்
helical teeth	: சாய்வுப் பற்சக்கர மேல்முகம்

* ஆசிரியர், வட்டார ஆசிரியர் பயிற்சிக் கல்லூரி, மைசூர்.

Thread : மரையின் மேல்முகம்
Worm teeth : திருகுப் பற்சக்கர மேல்முகம்
Aligned system : நேர்ப்படுத்தும் அமைப்பு
Allowance : விடுவெளி
Angles, kinds of : கோணங்கள், வகைகள்
Acute angle : குறுங்கோணம்
Adjacent angle : பக்கக் கோணம்
Complement angle : செங்கோண நிறைவு
Dihedral angle : சமதளக் கோணம்
Oblique angle : சாய்கோணம்
Obtuse angle : விரிகோணம்
Reflex angle : பின்வளைகோணம்
Right angle : செங்கோணம்
Straight angle : நேர்க்கோணம்
Supplement angle : நேர்க்கோண நிறைவு
Arc of contact : தொடுவில்
Archimedean spiral : ஆர்க்கிமிடீயன் சுருள்
Assembly drawing : தொகுதி வரைபடம்
Ball bearing : கோளந்தாங்கி
B.A. Thread : பிரிட்டிஷ் அசோசியேஷன் மரை
Basic size : அடிப்படை அளவு
Bearing : தாங்கி
Belt shifting gear : நாடா மாற்றக்கூடியபற்சக்கரம்
Bevel gear : கூம்புப் பற்சக்கரம்
Blue printing : நீல வரைபடம்
Butt joint : முட்டிய இணைப்பு
Chain coupling : தொடர் பிணைப்பி
Chain drive : சங்கிலி இயக்கம்
Circular pitch : வட்டப்புரி
Circumscribing : சுற்றுவரை
Clearance : இடைவெளி, சந்து
Clutch : கூடிணைப்பி
Compass set : கவராயத் தொகுதி
Compound gear : கூட்டுப் பற்சக்கரம்

Conic section : கூம்பு வெட்டுப் பரப்பு
Cotter bolt : ஆப்பு மரையாணி
Curves, kinds of : வளைவுகள், வகைகள்
Circle : வட்டம்
Cycliod : வட்டப்புள்ளி நெறி வளைவு
Epi-cycloid : மேல்வட்டப்புள்ளி நெறி வளைவு
Hypo-cycloid : கீழ்வட்டப்புள்ளி நெறி வளைவு
Ellipse : நீள்வட்டம்
Hyperbola : அதிபரவளைவு
Involute : புறச்சுருள் வளைவு
Parabola : பரவளைவு
Denedum : கீழ்முகம்
Design size : வடிவமைப்பு அளவு
Detail drawing : விளக்க வரைபடம்
Development : விரிவமைப்பு
Diagonal scale : மூலைவிட்ட அளவி
Diametral pitch : விட்டப் புரியளவு
Dimensioning : அலகிடுதல்
Drawing board : வரைபலகை
Geometrical drawing : அமைப்பு வரைபடம்
Mechanical drawing : எந்திர வரைபடம்
Eccentric : மையப் பெயர்வு
hatching : வரியிடல், கோடிடல்
Helix : திருகுச் சுழலி
inscribing : உள்வரை
jockey pulley : ஏறுகப்பி
joist : துலாக்கட்டை, உத்திரம்
journal bearing : அச்சுத்தாங்கி
key : ஆப்பு
key way : ஆப்புத்துளை
knuckle joint : கணுமூட்டு
knuckle thread : கணுமரை
lap joint : மடிப்பு இணைப்பு
Lathe, head stock : கடைசல் எந்திரம், தலைப்பகுதி

Tail stock : கடைசல் எந்திரம் பின்பகுதி
Left hand screw : இடக்கை மரை
Lettering : எழுத்துப் பொறிப்பு
Stenciled lettering : செதுக்கருத் தகட்டு எழுத்துப் பொறிப்பு
Limit and fit : எல்லையும் பொருத்தமும்
Line : கோடு
Sroken line : துண்டுக்கோடு
Centre line : மையக்கோடு
Dimension line : அலகுக்கோடு
Out line : புறகோடு
Projection line : எறிஉருக்கோடு
Section line : குறுக்கு வெட்டுக்கோடு
Lhade line : நிழற்கோடு
Busco : புள்ளி வரைபாதை
Machining : எந்திரவேலை
Matric thread : மெட்ரிக் மரை
Milling machine : துருவல் எந்திரம்
Minor diameter thread : மறையின் குறைவிட்டம்
Muff coupling : மூக்காட்டுப் பிணைப்பு
Nose radius : முனை ஆரம்
Nut : திருகி
Pitch : புரி
Pitch circle : புரிவட்டம்
Planes, kinds of : தளங்கள், வகைகள்
Auxiliary plane : துணைத்தளம்
Horizontal plane : கிடைத்தளம்
Vertical plane : செங்குத்துத்தளம்
Polygons, kinds of : பலகோட்டு/பலகோண உருவங்கள், வகைகள்
Heptagon : எழுகோட்டு உருவம்/ எழுகோணம்
Hexagon : அறுகோட்டு உருவம்/ அறுகோணம்

Irregular : ஒழுங்கற்ற பல்கோட்டு/ பலகோண உருவம்

Octogon : எண்கோட்டு உருவம்/ எண்கோணம்

Pentagon : ஐங்கோட்டு உருவம்/ ஐங்கோணம்

Regular : சமஅளவு பலகோட்டு/ பலகோண உருவம்

Projections, kinds of : எறிஉருக்கள், வகைகள்

First angle projection : முதற்கோண எறிஉரு

Isometric projection : சமமட்ட எறிஉரு

Oblique projection : சாய்மான எறிஉரு

Orthographic projection : தொலைத்தோற்ற எறிஉரு

Third angle projection : மூன்றாம் கோண எறிஉரு

Quadrant : காற்பகுதி, கால் வட்டம்

Radial axle : ஆர இருசு

Right hand screw : வலக்கை மரை

Rivet : குடையாணி

Scales : அளவுகோல், அளவி, அளவை

Set square : மூலைமட்டம்

Sub assembly drawing : தொகுதி வரைபடத்தின் பகுதி

Symbols : குறியீடுகள்

Tangent : தொடுகோடு

Tapers : தளச்சாய்வு

Tee-square : T - மட்டம்

Title block : விவரப்பகுதி

Tolerance : இசைவு

torque : திருகு விசை

Tracing : வரைபடப்படி

Uni-directional dimensioning: ஒருதிசை அலகிடுதல்

Uniformity : சீர்மை

Universal joint : பல்வகை இணைப்பு

Valve : தடுக்கிதழ்

V-belt : V-நாடா

Views, kinds of : தோற்றங்கள், வகைகள்
Auxiliary view : துணைத் தோற்றம்
Front view : முன் தோற்றம்/முகப்புத் தோற்றம்
  Sectional view : குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்
  Half- sectional view : அரைக்குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்
  Full sectional view . முழுக் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்
  Side view/end view : பக்கத் தோற்றம்
  Three dimensional view : முவ்வலகு உருவத் தோற்றம்
  Top view (plan) : மேல் தோற்றம்
Washer : துளைத்தகடு
Welding : உருக்கி இணைத்தல்
Wall bracket : சுவர்ப் போதிகை

Bibliography

1. Parkinson A,C., 1966 A First year engineering Drawing. The English Language Book Society and Sir Issac pitman & sons. Ltd., London 190 pp

2. Parkinson A.C. 1966, 'Intermediate Engineering Drawing' The English Language Book Society and Sir Issac Pitman & sons. ltd., London 247 pp

3. Chidambranatha Chettiar A. 1965. 'English-Tamil Dictio nary'. University of Madras 1223 pp.

4. தாமோதரன், ஜி.ஆர். (பதிப்பகம் 1985). கலைச்சொல் அகராதி பயனுறு அறிவியல், கலைக்கதிர் வெளியீடு, கோய முத்தூர் (181 பக்.)

* கட்டுரையில் இடம்பெறும் கருத்துகட்கும் செய்திகட்கும் கட்டுரையாளர்களே பொறுப்பாவர்.

* பிறமொழிச் சொற்களை ஒலிபெயர்ப்பதில் (இயன்ற அளவில்) கம்பன் காட்டிய வழியே களஞ்சியம் ஆசிரியர் குழுவின் வழியு மாகும். எனினும் கட்டுரையாளர்களின் உணர்வுகளை மதித்து அவர்கள் எழுதியவண்ணமே வெளியிட்டிருக்கிறோம்.

* கட்டுரையாளர்கள் கையாண்ட துறைச் சொற்கள் மாற்றம் ஏதுமின்றி அவ்வண்ணமே வெளியிடப்பட்டுள்ளன.

களஞ்சியம், 1987 முதல் காலாண்டு இதழாக வெளிவருகிறது.

வெளியீட்டாளர் : *டாக்டர் ஸ்டீபன் சாண்டக்ரன், பதிவாளர், அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை-600 025.*

அச்சிட்டோர் : *திருமதி சௌதா, மீரா பிரஸ், AE-103, அண்ணாநகர், சென்னை-600 040.*

களஞ்சியம்

தொகுதி 5 இதழ் 2

சித்திரை, திருவள்ளுவர் ஆண்டு 2021, ஏப்ரல், 1990

பொருளடக்கம்

		பக்கம்
1.	அணுக்கருப் பிணைப்புலைகள்-புதிய அணுகு முறைகள் டாக்டர் மெய்யப்பன்	3
2.	நாளைய ஆற்றலுக்கு நம்பிக்கை தரும் நல்தொழில்-ப்ளுட்டோனியத் தொழில் க. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்	9
3.	மண்ணின் அடிப்படைத் தன்மைகளும் வகைப்படுத்தலும் டாக்டர் ச. அருணாசலம்	18
4.	கி.பி. 2001இல் பாசன வேளாண்மை டாக்டர் ஆர். சக்திவடிவேல், எல். ஜெயசேகர்	36
5.	மீன் குஞ்சு சேகரிப்பில் நீரின் தன்மைக்கேற்பக் குஞ்சுகளின் செயல்தன்மை பி. கோபாலகிருஷ்ணன்	44
6.	இறாலில் விந்தையான செயற்கை முறை இனப்பெருக்கம் சுகஃபெலிக்ஸ், ஐ. ரேச்சல்	49
7.	கடலுணவும் மருத்துவமும் -II சி. சேதுராமலிங்கம், எஸ். அஜ்மல்கான், பி.எஸ். லைலா.	53
8.	கணிணியக் குறுக்குப் படல வரைவு (CAT Scan) டாக்டர் சுதா சேஷய்யன்	60
9.	பொறியியல் துறைகளில் கலைச் சொல்லாக்கம் டாக்டர் கதிர் விசுவலிங்கம்	64
10.	சொல்லாக்க மேடை இரா. விஜய ராகவன்	70