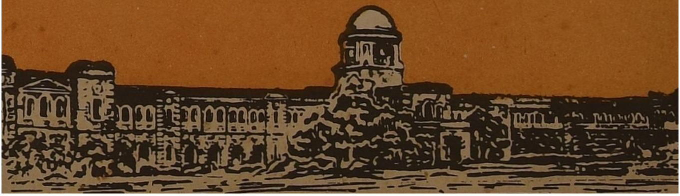
களஞ்சியம்

வளர்தமிழ் மன்ற வெளியீடு

அண்ணா பல்கலைக் கழகம்
சென்னை

தொகுதி - 13
இதழ் - 4
அக்டோபர் - 1999



நிறுவன ஆசிரியர்

பேராசிரியர் டாக்டர் வா.செ. குழந்தைசாமி
முன்னாள் துணைவேந்தர்,
23, எம்.ஜி.ஆர். சாலை, சென்னை - 600 090.

நிருவாக ஆசிரியர்

முனைவர் ஆதி. கலாநிதி
துணைவேந்தர்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

ஆசிரியர் குழு

தலைவர்

முனைவர் அ. இளங்கோவன்
பேராசிரியர், கட்டடவியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

செயலர்

திரு. நு.ர. ஆறுமுகம்
தனி அலுவலர், வளர்தமிழ் மன்றம்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

உறுப்பினர்கள்

முனைவர் அ. மதியழகன், பேராசிரியர் (ஓய்வு),
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்,
எண். 6, மகாதேவன் தெரு, குரோம்பேட்டை, சென்னை - 44.

முனைவர் வி. சுப்பிரமணியம்
பேராசிரியர், துறைத் தலைவர்,
நெசவியல் தொழில்நுட்பத்துறை,
அழகப்பா தொழில்நுட்ப நிறுவனம்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் கு. மணிவாசகன்
பேராசிரியர், கணிதவியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் ப.அர. நக்கீரன்
பேராசிரியர், துறைத் தலைவர், உற்பத்திப் பொறியியல்,
சென்னைத் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், குரோம்பேட்டை,
சென்னை - 600 044.

(தொடர்ச்சி பின் அட்டையில்)

களஞ்சியம்

தொகுதி 13 இதழ் 4

வளர்தமிழ் மன்ற

வெளியீடு

காலாண்டிதழ்
அக்டோபர் 1999

அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 025.

தனி இதழ் உரூ. 10.00

ஆண்டுக்கட்டணம்

உள்நாடு : உரூ. 40.00

வெளிநாடு : உரூ. 160.00

அல்லது$ 5.0

வாழ்நாள் கட்டணம்

உள்நாடு : உரூ. 400.00

வெளிநாடு : உரூ.1600.00

அல்லது$ 50.0

உற்பத்தி அமைப்பில் துல்லியமும் சரிநுட்பமும்

(Precision and Accuracy in Production System)

*முனைவர் ப. அர. நக்கீரன்**

சுருக்கம்

துல்லியம் (Precision) என்பது ஒரே அளவில் ஒன்றுக் கொன்று வேறுபாடு எதுவும் இல்லாமல் பொருட்களைச் செய்வது; சரிநுட்பம் (Accuracy) என்பது சரியாக உண்மையான அளவில் செய்வது. குறையில்லாத தரம் வாய்ந்த பொருட் களை உற்பத்தி செய்ய வேண்டிய கட்டாயத்தில் இருக்கும் தொழிற் சாலைகள் துல்லியத்தையும், சரிநுட்பத்தையும் போற்றிக் கடைபிடிக்க வேண்டும். துல்லியம், சரிநுட்பம் ஆகியவற்றின் தேவை, அவற்றை அளக்கும் முறைகள், கண் காணிக்கும் வகைகள், அவை குறைபடுவதற்கான அடிப் படைக் காரணங்கள், குறைகளை நீக்கும் வழிகள் ஆகிய வற்றை இக்கட்டுரை விளக்குகிறது.

உற்பத்தி அமைப்பிலும், அளவிடும் அமைப்பிலும் உள்ள கூறுபாடுகள் பற்றியும், கண்காணிக்கும் வரைபடங்கள் (Control Charts) எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பது பற்றியும், இவற்றிற்கெல்லாம் அடிப்படையான புள்ளியியல் கோட்பாடு கள் பற்றியும் இங்கு ஆராயப்பட்டுள்ளன.

முன்னுரை

செய்வனத் திருத்தச் செய்யவேண்டும் என்பது நமக் குத் தெரியும். திருத்தம் மட்டும் போதாது. ஒரே சீராகவும்

* பேராசிரியர், உற்பத்திப் பொறியியறர் துறை, சென்னைத் தொழில் நுட்ப நிறுவனம்,அண்ணா பல்கலைக்கழகம், குரோம்பேட்டை, சென்னை - 600 044.

செயல்கள் இருக்க வேண்டும். யார் செய்தாலும், எந்த நேரத்தில் செய்தாலும் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டு இருக்கக் கூடாது. ஏனென்றால் இம் மாறுபாடுதான் எல்லாச் சிக்கல்களுக்கும் காரணமாய் அமையும். உடல் வளத்தொடு வாழ உணவு நெறிமுறையை மருத்துவர்கள் வலியுறுத்துகிறார்கள். இந் நெறிமுறை மாறுபடும்போது உடல் நலம் கெடுகிறது. ஒரு முறை 100 ஓட்டங்களும் மறுமுறை வாத்து ஓட்டங்களும் எடுக்கும் வீரரைவிட எப்பொழுதும் சீராக 50 ஓட்டங்கள் எடுக்கும் வீரர் சிறந்தவராய், நம்பத் தகுந்தவராய் மதிக்கப்படுகிறார். வாழ்க்கையின் எந் நிலைக்கும் இது பொருந்தும். தொழிற் சாலைகளில் உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருட்களுக்கும், செயல் களுக்கும் இது மிகுதியாகவே பொருந்தும்.

உற்பத்தி செய்யப்படும் ஒவ்வொரு பொருளும் துல்லியமாய் இருக்க வேண்டும்; அப்பொழுதுதான் அதை வேறொரு உறுப்பொடு சரியாய் இணைக்க முடியும்; இணைப்பு சரியாய் இருந்தால்தான் அது சரியாய் இயங்கும்.

இன்று உற்பத்தி முறைகள் வெகுவாய் மாறிவிட்டிருக் கின்றன. மாட்டு வண்டிகள் எத்துனை செய்யப்பட்டன? ஆண்டுக்கு ஒன்றிரண்டுதான். ஆகவே அவற்றைச் செய்தற்கு தச்சர்கள் எவ்வளவு நேரம் வேண்டுமானாலும் எடுத்துக் கொள்ளலாம். சக்கரங்களைச் செய்துவிட்டு, அதற்கேற்ப அச்சு செய்யலாம். அதேபோல் வாசற்கால்களைச் செய்துவிட்டு அதற்கேற்பக் கதவுகளைச் செதுக்கி சரிசெய்துவிடலாம்.

ஆனால் இன்று ஆயிரக்கணக்கான பொருட்கள் செய் யப்படுகின்றன. ஒரே நாளில் 5 ஆயிரம் கார்கள் செய்யப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு உறுப்பும் வெவ்வேறு இடங்களில் ஒரே நேரத்தில் செய்யப்பட்டு, ஒரு இடத்தில் இணைத்து ஒரு பொருள் உருவாக்கப்படுகிறது. ஆகவே ஒரு உறுப்பைச் செய் யும் போது அதைத் துல்லியமாகவும், சரியாகவும் செய்ய வேண்டும். 50 மி.மீ. விட்டமுள்ள ஒரு உருளையைக் கடை யும்போது அது சரியாக 50 மி.மீ. விட்டம் தான் இருக்க வேண் டும். சற்று ஏறக்குறைய இருந்தாலும், அதை 50 மி.மீ. விட்டத்

துளையில் பொருத்த முடியாது. இதேபோன்று, ஒரு பொரு ளைச் சரியாக இருக்கிறதா என்று அளந்து பார்க்கும் போது, அளக்கும் கருவியில், அளக்கும் முறையில், அளக்கும் பணி யாளரின் பயிற்சியில் குறையிருந்தால், ஒவ்வொரு முறையும் ஒரு அளவைக்காட்டும், பொருளின் தரத்தை நிர்ணயிப்பது சிக்கலாகிவிடும்.

ஆகவே செய்யும் முறையும் சரியாய் இருக்க வேண்டும், அளக்கும் முறையும் சரியாய் இருக்க வேண்டும். இதனைக் கண்காணிக்கச் சரிநுட்பமும் (Accuracy), துல்லியமும் (Precision) பயன்படுகின்றன.

துல்லியமும் சரிநுட்பமும்

சரிநுட்பம் என்பது சராசரி அளவு உண்மையான அள வுக்கு எவ்வளவு அண்மையில் இருக்கிறது என்பதைக் குறிக் கும். ஆனால் துல்லியம் என்பது எல்லா அளவும் ஒன்றுக் கொன்று வேறுபாடு இல்லாமல் இருக்கிறதா என்பதைக் குறிக்கும். எடுத்துக்காட்டாய்த் துப்பாக்கி சுடும் போட்டியில் ஒருவர் எல்லா குண்டுகளையும், சரியாய் ஒரு வட்டத்தில் செலுத்துகிறாரா என்பதைப் பொருத்தே அவர் வெற்றி பெறு கிறார்.

ஒருவர் எப்படியெல்லாம் சுடக்கூடும் என்பதைப் படம் 1 காட்டுகிறது. முதற் படம் ஒருவர் எல்லாக் குண்டுகளையும் சரியாக நடுவட்டத்தில் செலுத்தியிருக்கிறார். நடுவட்டம்தான் உண்மையான அளவு என்றால், அவர் சரியாகவும், துல்லிய மாகவும் குண்டுகளைச் செலுத்தியிருக்கிறார் என்று பொருள். இரண்டாம் படத்தில் எல்லாக் குண்டுகளும் ஒரே இடத்தில் செலுத்தப்பட்டு இருக்கிறது; ஆனால் நடுவட்டத்திற்கு, உண்மையான அளவுக்கு மிகவும் தள்ளியிருக்கிறது. ஆகவே இதனைத் துல்லியமானது என்றாலும் சரிநுட்பமானது என்று கொள்ள முடியாது. மூன்றாம் படத்தில் குண்டுகள் இலக்கின் எல்லா பகுதிகளிலும் செலுத்தப்பட்டு இருக்கிறது. எனவே இது சரியானதும் அல்ல; துல்லியமானதும் அல்ல.

இரண்டாம் இலக்கு அட்டையில் உள்ளதுபோல் ஒருவர் துல்லியமாய்க் குண்டுகளைச் செலுத்த முடியுமென்றால், அவரால் சரியாக நடுவட்டத்துக்குள் செலுத்த முடியாதா? முடியும், தவறு சுடுபவரின் குறிபார்க்கும் நோக்கில் இருக்கலாம். துப்பாக்கியின் அமைப்பில் இருக்கலாம்; காற்று வேகமும் கூட குண்டின் திசையை மாற்றிவிடலாம். ஆகவே அவற்றிற்கான அடிப்படைக் காரணத்தைக் கண்டறிந்து அதை நீக்கிவிட்டால், அவரால் சரியாக நடுவட்டத்துக்குள் எல்லா குண்டுகளையும் செலுத்த முடியும்.

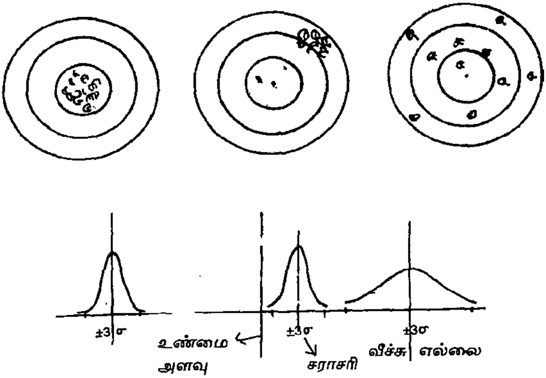
ஆகவே சரிநுட்பமும், துல்லியமும் ஒரு உற்பத்தி அமைப்பின் கூறுகளான பொறிகள், கச்சாப் பொருட்கள், பணியாளர், சூழ்நிலை, செந்தரம் என பலவற்றால் பாதிக்கப்படுகின்றன. சரி நுட்பத்தையும், துல்லியத்தையும் எப்படி அளப்பது? இதைத் தெரிந்து கொள்ளச் சில புள்ளியியல் அடிப்படைகளைப் புரிந்து கொள்வது பயனுள்ளதாய் அமையும்.

சில புள்ளியியல் அடிப்படைகள்

ஒரே மாதிரியான இரண்டு பொருட்களைச் செய்வது மிகவும் கடினம். அவற்றிற்கிடையே சிறு வேறுபாடு இருக்கத்தான் செய்யும். இது இயற்கை, ஏதேச்சையாய்த் தேர்வு செய்யப்பட்ட 10 பேரின் உயரத்தை அளந்து பார்த்தால் சிலர் உயரமாகவும், சிலர் குள்ளமாகவும், பலர் சராசரி உயரத்திலும் இருப்பார்கள். இதைப் போலவே ஒரு வகுப்பில் உள்ள மாணவர்களில் சிலர் மிக அதிகமான மதிப்பெண்களையும், சிலர் மிகக் குறைந்த மதிப்பெண்களையும், பலர் சராசரி மதிப்பெண்களையும் பெற்றிருப்பார்கள். ஒரு தொழிற்சாலையில் 50 மி.மீ. விட்டமுள்ள உருளைகளைக் கடையும்போது, அளவுகளில் சில கூடவும், சில குறைவாகவும், பல சராசரி அளவிலும் இருக்கும். 49 மி.மீ. அளவில் எத்துனை பொருட்கள், 50 மி.மீ. அளவில் எத்துனை பொருட்கள் 51 மி.மீ. அளவில் எத்துனை பொருட்கள் என்று கணக்கிட்டு அதை ஒரு வரைபடமாய் வரைந்தால் அது ஒரு மணியைப் போலக் காட்சிதரும். உலகில் இயற்கையாய் நடைபெறும் எல்லாச் செயல்களுக்கும் இது

பொருந்தும். ஆகவே இதனை இயல்வரைபடம் (Normal Curve) என்று கூறுவர்.

முன்னர் கூறிய துப்பாக்கிச் சுடும் போட்டியின் முடிவு களை இப்படி இயல் வரைபடங்களாய் வரைந்தால் எப்படி யிருக்கும் என்பது கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது (படம் 1).



படம் 1

துல்லியமும், சரிநுட்பமும்

முதல் படத்தில் சராசரி அளவும், உண்மை அளவும் ஒன்றாகவே இருக்கிறது. ஆனால் இரண்டாம் படத்தில் சராசரி அளவு உண்மை அளவிலிருந்து சற்று விலகியிருக்கிறது. இந்த இரண்டு படங்களிலும் குண்டுகள் ஏறக்குறைய ஒரே இடத் தில் செலுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. மூன்றாம் படத்தில் சராசரி உண்மை அளவுக்கு வெகு அருகில் இருக்கிறது. அப்படி யென்றால், முதல் படமும் மூன்றாம் படமும் ஒரே மாதிரியான முடிவைத்தான் காட்டுகின்றனவா? அல்ல என்பது பார்த் தாலே புலப்படுகிறது. முதல் படத்தில் எல்லா புள்ளிகளும் நெருக்கமாய் அமைந்து துல்லியத்தை எடுத்துக் காட்டுகிறது. ஆனால் மூன்றாம் படத்தில் புள்ளிகள் எல்லாம் 'கண்டபடி' சிதறி இருக்கின்றன. அதனால் இயல்வரைபடத்தின் வீச்சு

கலம் (மணியின் வாய் அகலம்) முதல் படத்தைவிட மிகவும் அதிகமாய் இருக்கிறது.

ஆகவே துல்லியத்தை அளக்க வீச்சு அகலமும், அதன் மறுவடிவான செந்தரவிலக்கமும் (Standard Deviation) பயன் படுகின்றன. இந்த விலக்கம் குறையக் குறையத் துல்லியம் உயருகிறது என்று பொருள். ஏனென்றால் ஒரு இயல் வரை படத்தில் உள்ள 99.97% அளவுகளும் $\pm 3\sigma$ வீச்சு எல்லைக்குள் விழுந்திருக்கும்.

எனவே ஒரு செயலை ஆராயும்போது அதன் சராசரி மட்டும் போதாது. செந்தர விலக்கமும் தேவைப்படும். ஒரு ஆற்றில் சராசரியாய் 2 அடி தண்ணீர்தான் ஓடிக்கொண்டிருக் கிறது என்று நீச்சல் தெரியாத ஒருவர் கடக்க முயலக்கூடாது. ஆற்றின் நடுவில் 20 அடி ஆழப் பள்ளம் இருக்கக் கூடும். விலக்கமும் தெரிந்தால்தான் பாதுகாப்பாய் இருக்கும். இதே போல் பனிக்கட்டியின் மேல் நின்று கொண்டு நெருப்பைத் தலையில் சுமந்து கொண்டிருக்கிற ஒருவர் சராசரி வெப்ப நிலையில் சுகமாய் இருக்கிறார் என்று கூறமுடியாதல்லவா?

ஒரு தொழிற்சாலையில் உற்பத்தியாகும் பொருட்கள் சரியாகவும், துல்லியமாகவும் செய்யப்படுகின்றனவா என்பதை எப்படி தெரிந்து கொள்வது? இதற்கு கண்காணிப்பு வரைபடங் கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

கண்காணிப்பு வரைபடங்கள்

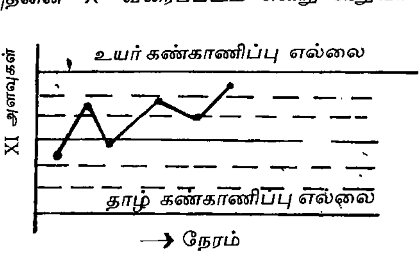
மருத்துவமனைகளில் நோயாளிகள் கட்டிலில் ஒரு அட்டை தொங்கிக் கொண்டிருப்பதைப் பார்த்திருப்பீர்கள். மருத்துவர் மணிக் கொருமுறை அல்லது குறிப்பிட்ட இடை வெளியில் நோயாளியின் வெப்பநிலை, இரத்த அழுத்தம் போன்றவற்றை அளந்து அதில் குறித்துக் கொண்டிருப்பார். ஏன் அப்படிச் செய்கிறார் தெரியுமா?

நோயாளியின் வெப்ப நிலை சீராக இருக்கிறதா, குறை கிறதா ஏறுகிறதா, எவ்வளவு குறைகிறது, எந்த வேகத்தில்

குறைகிறது என்பதைத் தெளிவாய்த் தெரிந்து கொள்ள இவ் வரைபடம் பயன்படுகிறது. படிப்படியாய்க் குறைந்து கொண்டு இயல்பான வெப்ப நிலைக்குத் திரும்புகிறது என்றால் நோயாளி குணமடைகிறார் என்று பொருள், படிப்படியாய் உயர்ந்து கொண்டே போனால் நோயாளி அபாயக் கட்டத்தை நெருங்கிக் கொண்டிருக்கிறார் என்று பொருள். உடனே மருத்துவர்கள் மாற்று மருத்துவம் செய்தாக வேண்டும். இல்லையென்றால் இறக்க நேரிடும்.

இதைப்போலவே உற்பத்தியாகும் பொருட்கள் நல்ல நிலையில், தரமானதாய் இருக்கின்றதா, சராசரி அளவும், துல் லியமும் சரியாய் இருக்கின்றனவா என்பதைக் கண்காணிப்ப தற்குப் பயன்படும் வரைபடங்களே கண்காணிப்பு வரை படங்கள் (Control Chart) எனப்படும்.

பொறிகளையும், மூலப்பொருட்களையும் பயன் படுத்திப் பணியாளர்கள் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கிறார் கள். இதில் எங்காவது குறை ஏற்பட்டால் பொருளின் அளவு களிலும் மாற்றம் ஏற்பட்டுவிடும். எடுத்துக்காட்டாய், ஒரு கடைசல் பொறியில் ஒரு உருளையைக் கடைவதாய்க் கொள் வோம். கடைவதற்கு பயன்படும் உளியின் கூர் மழுங்க மழுங்க, உருளையின் விட்டமும் மிகுதியாகிக் கொண்டே யிருக்கும், இயல்படம் ஒரேமாதிரி இருந்தாலும் சராசரி அளவு மேல்நோக்கி உயர்ந்து கொண்டே போவதைக் காணலாம் (படம் 2) இதனை -$\overline{X}$- வரைப்படம் என்று கூறுவர்.



படம் 2 : கண்காணிப்பு வரைபடம்

அமைப்பு நிலையில் (Setup) மாற்றம் எதுவும் இல்லாமல், பொறியின் கட்டுமானத்திலும், இயக்கத்திலும் மாற்றம் ஏற்பட்டால் பொறியின் துல்லியம் கெட்டுச் செய்யும் பெருநாட்களின் வீச்சு எல்லை அதிகரித்துவிடும். இவ் வேறுபாட்டை வைத்துப் பொறி சரியாய் இயங்கிக் கொண்டிருக்கிறதா என்பதை எளிதிற் கண்டறியலாம். இதனை R- வரைபடம் என்று கூறுவர்.

ஒரு பொருளை அளந்து அதன் மூலம் செயல் முறையைக் கண்காணிப்பதற்குச் சராசரி ($\bar{X}$) வீச்சு எல்லை (R) வரைபடங்கள் பயன்படுகின்றன. ஆனால் தொழிற்சாலைகளில் எப்பொழுதும் பொருட்களை அளந்து பார்த்துக் கொண்டிருப்பதில்லை. GO-NOGO என்ற கடிகைகளைக் கொண்டு ஒப்பிட்டுச் சரியாய் இருக்கிறதா இல்லையா என்றுமட்டும் ஒப்பிடுவார்கள். அப்பொழுது P- வரைபடமும், C-வரைபடமும் பயன்படும்.

P-வரைபடம் என்பது எத்துனை விழுக்காடு (%) குறையுள்ள பொருட்கள் உள்ளன என்பதைக் கணக்கிட்டுக் குறைகள் மிகாமல் கண்காணிப்பதற்குப் பயன்படும். ஆனால் ஒரே பொருளில் பல குறைகள் இருக்கக் கூடும். ஒரு மிதி வண்டியில், அல்லது ஒரு தொலைக்காட்சிப் பெட்டியில் பல குறைகள் நேர வாய்ப்புண்டு. ஒரு பொருளில் எத்துனை குறைகள் உள்ளன என்பதைக் கண்காணிக்க C-வரைபடம் பயன்படுகிறது.

அளவிடும் அமைப்பில் துல்லியமும், சரிநுட்பமும்

ஒரு அளவிடும் அமைப்பு என்பது, செந்தரம் (Standard) அளவிட வேண்டிய உறுப்பு, அளவிடும் கருவி, அளவிடும் பணியாள், அளவிடும் சூழல் என்பவற்றால் ஆனது. இந்த அமைப்புக் கூறுகளும் சரிநுட்பத்தையும், துல்லியத்தையும் கொடுக்கக் கூடும். அளவீடும் அமைப்பின் சரிநுட்பம் என்பது ஒரு உறுப்பின் உண்மையான அளவுக்கு எவ்வளவு நெருக்கமாய் அளந்த அளவு இருக்கிறது என்பதைக் குறிக்கும். ஒரு பொருளைப் பலமுறை அளந்தாலும், எல்லா அளவுகளும் ஒரே மாதிரியாய், ஒரே அளவினதாய் இருக்கிறதா என்பதைத்

துல்லியம் குறிக்கிறது. ஒரு அளவிடும் அமைப்பில் உள்ள கூறுகள் எப்படியெல்லாம் சரிநுட்பத்தையும், துல்லியத்தையும் கெடுக்கக் கூடும் என்பதை அட்டவணை 1 காட்டுகிறது.

அட்டவணை - 1

செந்தரம் Standard	அளக்கப் படும் உறுப்பு Work Piece	அளக்கும் கருவி Instrument	அளக்கும் பணியாள் Person	அளக்கப் படும் சூழல் Environment
தரப்படு முறை ஒப்பிடு சூழல்/ பயன்பாட்டு சூழல் / நிலை தன்மை வடிவ ஒப்பு நெகிழ் தன்மை	உருவ மைப்பு பரப்பு மென்மை பரப்புத் தூய்மை நெகிழ்தன்மை சூழல்	கருவிஅமைப்பு உராய்வு பின் னீடு சரிவு உருக்குலைவு அளவீடு முறை வடிவ ஒற்றுமை உணர்தன்மை உணர்தன்மை அளவெடுக்கும் எளிமை அள விடும் அழுத்தம்	பயிற்சி கருவி தேர்வு துல்லிய சரி நுட்ப தேவை உணர்வு அளக்கும் முறை திறமை	வெப்பம் காற்று மின் புலம் அணுபுலம் ஈரப்பதம், அதிர்வு வெளிச்சம் அழுத்தம்

சரிநுட்பமும் துல்லியமும் கெடுவதற்கான அடிப் படைக் காரணங்களைக் கட்டுப்படுத்தக் கூடிய காரணங்கள் (Controllable Causes) என்றும், தற்செயல் காரணங்கள் (Random Causes) என்றும் பிரிக்கலாம். ஒரு அளக்கும் கருவியின் 0-பிழை, அளக்கும் அழுத்தம், அளக்கும் முறை, அளவெடுக் கும் முறை எனப் பலவற்றால் ஏற்படும் பிழைகள் கட்டுப் படுத்தக் கூடிய காரணங்களால் ஏற்படும். அவற்றை எளிதில் கண்டறிந்து நீக்கிவிடலாம். எதிர்பாராமல் ஏற்படும் அதிர்வு கள், வெப்பம், இயக்கம் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் பிழைகளைக் கணிக்க வியலாது. இவை தற்செயற் காரணங்களால் ஏற்படு வனவாகும்.

முடிவுரை

கட்டுப்படுத்தக் கூடிய காரணங்களைக் கண்டறிந்து நீக்குதலும், தற்செயற் காரணங்களைக் குறைப்பதும் தான் துல்லியத்தையும், சரி நுட்பத்தையும் உயர்த்தும் வழிகளாகும். மிக வேகமாகவும், குறைந்த அளவிலும் (Small Batches) பொருட்களை உற்பத்தி செய்யும்போது கண்காணிக்கும் வரை படங்கள் கூடப் பயன்படாமற் போகும். ஏனென்றால் பதம் எடுத்து செயலை ஆராய்வதற்குள் குறைகள் ஏற்படுவதற்கு வாய்ப்புகளும், அதனால் எல்லா பொருட்களையும் புறந் தள்ள வேண்டிய தேவையும் ஏற்படலாம். அதனால் இன்று ஒரு பொருள் உருவாகும் போதே செயலைக் கண்காணிக்கும் முறைகள் பரவலாய்ப் பயன்படுகின்றன.

பார்வை நூல்கள்

1. Doeblin, 'Measurement Systems'

2. R.K. Jain, 'Engineering Metrology', Khanna Publishers.

★★★

மின்னணுப் படப்பகுப்பாய்வு மூலம் துகிற்பொருட்களின் குறைகாணல்

முனைவர் வெ. நடராசன்*,
முதுநுட்பர், கோ. திலகவதி** &
நுட்பர். இரா. இரங்கசாமி,***,
முதுநுட்பர். க. தங்கமணி,****

சாரம்

மின்னணுப் படப்பகுப்பாய்வு நுட்பமும் கணிப்பொறியும் பொருட்களின் தோற்றம் சார்ந்த பண்புகளையும், மேற்புற அமைப்பையும் மற்றும் குறைகளையும் கண்டறிவதில் வெகுவாய்ப் பயன்படுகின்றன. இக்கட்டுரையில் மின்னணுப் படப் பகுப்பாய்வைக் கொண்டு துகிற்பொருகளின் குறைகாணலில் மேற்கொள்ளப்பட்டு வரும் ஆராய்ச்சி விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. மைய அரசின் அறிவியல் & தொழில் நுட்ப அமைச்சின் உதவியுடன் படப்பகுப்பாய்வு சார் நேரடித் துணிக் குறை காண் கருவி ஒன்று வடிவமைக்கப்பட்டு வருகிறது. குறைகாண் கருவியில் ஓடும் துணியிலிருந்து ஒளி அழுத்தத்திற்கேற்ப மின் விசையைத் தூண்டும் மின்னணுப் படக்கருவி மின்விசையைத் தூண்ட, சைகை (சமிக்ஞை) செயலுறுத்தும் அட்டைகள் பொறுத்தப்பட்ட கணிப்பொறிச் சைகை (சமிக்ஞை)களை ஆய்ந்து குறைகளை அடையாளம் காட்டுவதே இதன் கோட்பாடு.

1. முன்னுரை

பொருட்களின் தோற்றம் & மேற்புற அமைப்பு சார்ந்த பண்புகள் மற்றும் தோற்றக்குறைகள் கண்ணால் பார்த்து

* பி.எஸ்.ஜி. பொறியியற் கல்லூரி, கோவை - 641 004
** பி.எஸ்.ஜி. பொறியியற் கல்லூரி, கோவை - 641 004
*** பி.எஸ்.ஜி. பொறியியற் கல்லூரி, கோவை - 641 004
**** குமரகுரு பொறியியற் கல்லூரி, கோவை - 641 006.

விவரிக்கப்படும் போது அல்லது அடையாளம் காணப்படும் போது ஆளுக்கு ஆள் வேறுபடும் வாய்ப்புகள் உள்ளன. ஒரே ஆள் கூட இருமுறை அளக்கும் போது மாறுபட்ட முடிவு களைத் தரவும் வாய்ப்புள்ளது. மின்னணுப் படப்பகுப்பாய்வு நுட்பம் இக்குறையைப் போக்கிச் சீரான ஒளியில் ஒரே முடிவு களைத் தருகின்றது. ஆகையால் இந் நுட்பம் பலதுறைகளி லும் வேகமாய்ப் பயன்தரத் தொடங்கியிருக்கிறது. துகில் நுட்பத் துறையிலும் இழை, நூல், துணி, ஆடை, நெய்யாத்துணி எனப் பல பொருட்களின் தோற்றம் & குறை காணலில் மின் னணுப் பகுப் பாய்வு நுட்பம் பயன்படத் தொடங்கியிருக்கிறது. இக்கட்டுரை இந் நுட்பம் கொண்டு செயற்படும் நேரடித் துணிக் குறைகாண் கருவி வடிவமைப்பு பற்றி விளக்குகிறது.

2. மின்னணு படப்பகுப்பாய்வு நுட்பக் கோட்பாடு (1, 2)

சாதாரணப் படக்கருவியில் ஒளி யளவிற்கேற்பப் படச் சுருளில் வேதியியல் மாற்றம் ஏற்படுவது போல மின்னணுப் படக்கருவியில் ஒளி அளவிற்கேற்ப மின்விசை ஏற்படு கிறது.

படப்பரப்பில் உள்ள ஒரு புள்ளி (p (x,y) இல் உள்ள ஒளி அளவைக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.

$g = f(x,y)$ --------- 1

இதில் $0 < f(x,y) < oo$ --------- 2

இந்த ஒளிஅழுத்த அளவு, படும் ஒளி அளவு மற்றும் எதிரொலி அளவைப்பொறுத்தது.

$f(x,y) = i(x,y)\ x r(x,y)$ --------- 3

படும் ஒளி அளவு கொடுக்கும் மூலத்தைப் பொறுத்த தாகும்.

எனவே, $0 < i(x,y) < oo$ --------- 4

ஆனால் எதிரொளி அளவு, பொருளின் எதிரொளிக்கும் தன்மையைப் பொறுத்தது.

எனவே, $0 < r(x,y) < 1$ ---------- 5

ஆக, ஒளிஅழுத்த அளவு $f(x,y)$ ஆகக் கூடுதல், மற்றும் மிகக்குறைந்த எல்லைகளுள்ளேயே இருக்கும்.

$L_{min} <= 1 <= L_{max}$ ---------- 6

$L_{min} = i_{min.} r_{min}$ ---------- 7

$L_{max} = i_{max.} r_{max}$ ---------- 8

மிகக்குறைந்த அளவான L_{min}ஐ பூஜ்ஜியமாகவும் ஆகக்கூடுதல் அளவான L_{mzx}ஐ L என்றும் மாற்றி அமைத்தால்

$0 < 1 < L$ ---------- 9

இதில் முழுக்கருப்பு பூஜ்ஜியம் என்ற மதிப்பையும் முழுவெள்ளை L என்ற மதிப்பையும் பெறுகின்றன.

இவ்வாறு மின்னணுப்படக்கருவி படத்தோற்றத்தைப் (x,y) புள்ளிகளாகவும் ஒளி அழுத்தத்தை பூஜ்ஜியம் முதல் L வரை ஒளி அளவாகவும் மாற்றம் செய்து அதற்கேற்ப மின் விசையை உருவாக்குகிறது.

பரப்புவகை மின்னணுப் படக்கருவியில் (MXN) புள்ளிகளும் அவற்றிற்கான ஒளிஅளவுக்கேற்ற மின்விசையும் கிட்டும்.

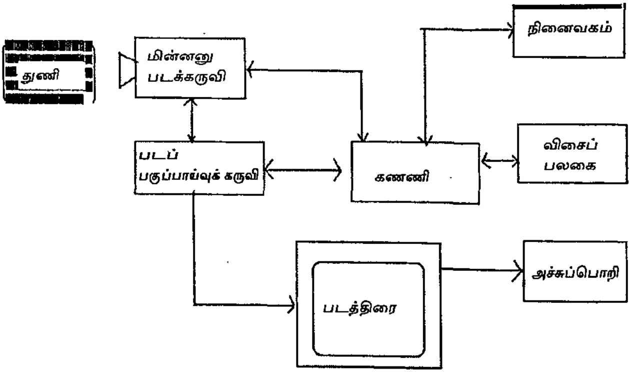
கோட்டுவகை மின்னணுப் படக்கருவியில் (1XN) புள்ளிகளும் அவற்றிற்கான ஒளிஅளவுக்கேற்ற மின்விசையும் கிட்டும்.

ஒரு கோட்டில் அளக்கப்படும் புள்ளிகளையும் ஒளி அழுத்த அளவையும் 2இன் மடங்காய்க் குறிக்கலாம்.

$$N = 2n \quad \text{----------} \quad (10)$$

$$G = 2m \quad \text{----------} \quad (11)$$

கோடு வகை மின்னணுப் படக்கருவியில் N = 2 (12) = = 4096 மற்றும் G = 2 (8) = 256 என்ற மதிப்புகளை எடுத்துக் காட்டக் கூறலாம். மின்னணுப் படப்பாய்வுக் கருவியில் நான்கு செயற்பகுதிகள் உள்ளன. (படம் 1). அவையாவன: மின்னணுப்படக்கருவி, பதிவுப்பகுதி, சமிக்ஞை செயலுறுத்தும் பகுதி மற்றும் படத்திரை. நவீன படப்பாய்வுக் கருவிகளில் மின்னணுப்படக்கருவி (சிசிடி) ஒளித்தட்டு (சிலிகான் உறுப்பு கள்) ஒளி அளவிற்கேற்ப மின்விசையைத் தூண்டுகிறது. கோட்டுவகை மின்னணுப் படக்கருவியில் ஒரே ஒரு கோடு மட்டுமே தோன்றுவதால் பொருளின் முழுத்தோற்றத்தைப் பெறப் படக்கருவி அல்லது ஆய்வுப்பொருள் நகரவேண்டும்.



படம் 1 : படப்பகுப்பாய்வுக்கருவியின் செயல்பாட்டுப்பகுதிகள்

மின்னணுப் படத்தைப் பிடித்ததைப் போலவே சமிக்ஞைகளைத் தரம் குன்றாமல் செயலுறுத்தி ஆய்வை மேற்

கொள்வதும் இன்றியமையாத தாகும். இதற்கெனச் சைகை செயலாக்க வழிமுறைகள் பல ஏற்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

2. துணியினகுறைகள்

துகிற்றுறையில் இழையும் நூலும் ஒரு பரிமாணம் என்று கொள்வதும், துணி இரு பரிமாணம் எனக் கொள்வதும் வழக்கமாகும். துணியில் இரு பரிமாணத் திசையிலும் பண்புகள் மாறுபடுவது நூலின் பண்புகளை ஒட்டியும் உற்பத்தியின் போது ஏற்படும் இழுவிசை வேறபாடுகளும் தவிர்க்க முடியாத தாகும். துணியை வரையறுக்கும் காரணிகள் : பாவு / ஊடை நூல் நேர்த்தி எண், பாவு / ஊடை எண்ணிக்கை, நெசவு, எடைவீதம், அகலம், வெற்றிடமில்லா வீதம், பாவு / ஊடை அலை மேற்கண்ட காரணிகள் நீங்கலாய், நூல்களில் உள்ள இழை ரகமும் ஒளி எதிரொளிக்கும் தன்மையை மாறுபடச் செய்கிறது.

துணியிற் குறைகள் பல காரணங்களால் உண்டாகின்றன.

அ. பாவு/ஊடை நூல் அறுந்து தொடர்ச்சியின்றியிருத்தல்

ஆ. பாவு / ஊடை இடைவெளி மாறுபடுதல்

இ. பாவு / ஊடை நூலே நேர்த்தி மாறி தடித்தோ / மெலிந்தோ இருத்தல்

ஈ. பாவு / ஊடை நூலில் தடியிடம் / ஒல்லியம் / சிக்கிடம் இருத்தல்

உ. நெசவு மாறியிருத்தல்

ஊ. எண்ணெய்க் கறை

எ. நாடாக்கறை

ஏ. நூல் முறுக்கியிருத்தல்

ஐ. மாசு / தூசு சிக்கியிருத்தல்

இவற்றை ஏற்படும் இடத்தைக் கொண்டு

அ. நூற்புசார் துணிக்குறைகள்

ஆ. நெசவு சார் துணிக்குறைகள்

இ. மெருகூட்டல் சார் துணிக்குறைகள்

எனப்பிரிக்கலாம்.

குறையின் திசையைக் கொண்டு,

அ. பா வாக்குக் குறை

ஆ. ஊடை யாக்குக் குறை

இ. பரவிய குறை எனவும் பிரிக்கலாம்.

குறைவின் அளவைக் கொண்டு.

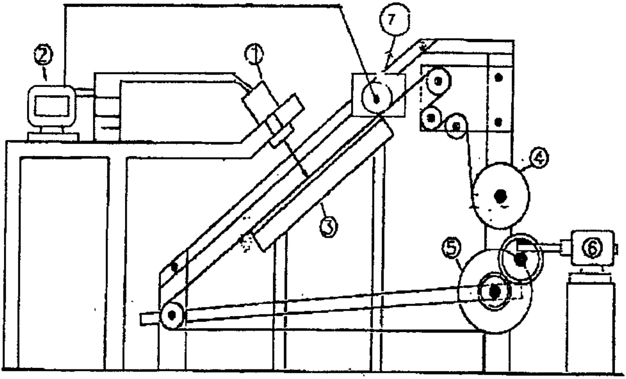
புள்ளி, கோடு, பரப்பு எனவும் குறையைப் பிரிப்பது படப்பகுப்பாய்வில் ஒப்பிட ஏதுவானதாகும்.

வர்த்தக நோக்கில் குறைகள் சிறுங் குறைகள் எனவும் பெருங் குறைகள் எனவும் பிரிக்கப்படுகின்றன. துணியின் தரத் தேவையையும் விலையையும் பொறுத்து ஒரு வகைத் துணியில் சிறுங் குறையாய்க் கருதப்படும் ஒரு குறை மற்றொரு துணியில் பெருங் குறையெனக் கொள்ளப்படுதலும் இயற்கையே.

3. நேரடி துணிக்குறைக் காண் கருவி வடிவமைப்பு

இக்கட்டுரையில் விளக்கப்பட்டுள்ள ஆராய்ச்சியின் மூலம் வடிவமைக்கப்பட்டு வரும் நேரடித் துணிக் குறை காண் கருவியின் படம் 2 இல் தரப்பட்டுள்ளது. இக்கருவியின் துணைக்கருவிகளாவன: படப்பகுப்பாய்வுக்கருவி, மின்னணுத் துணி நீளமளவைக் கருவி, மற்றும் குறைகாண் கருவிக் கானக் கணிப்பொறிக் கட்டுப்பட்ட மோட்டார்.

படம் 2 : புதிதாய் வடிவமைக்கப்பட்டு வரும் நேரடி துணிக் குறைகாண் கருவி



1. மின்னணுப் படக்கருவி
2. கணணி
3. துணி ஆய்வு மேசை
4. துணி விடும் இயக்கம்
5. துணி சுற்றும் இயக்கம்
6. கணணி கட்டுப்பட்ட மோட்டார்
7. துணி நீள அளவைக்கருவி

3.1 திடப் பொருள்

படப்பகுப்பாய்வுக் கருவிகளில் உள்ள முக்கியமான திடப்பொருள்களாவன:

கோட்டுவகை மின்னணுபடக் கருவி - டால்சா சிஎல் சி 74096 ஏ

- 7.2 கிலோ ஹெர்ட்ஸ் (கோடு/ வினாடி)
- எண்ணிய சைகை - 8 பிட்
- புள்ளி அளவு - 7 மைக்ரோமீட்டர் சதுரம்

நேரடிப் படக்கருவி சைகை சேகரிப்புப் பலகை
நேரடி படப்பகுப்பாய்வு அடிப்பலகை (6 மெகாபைட் நினைவு)
நேரடிக் கணக்கீட்டுப் பலகை (தோற்றம், தூண் வரைப் படக் கணக்கீடு மற்றும் வெளித் தோற்றம் கணக்கிட)
படம் கட்டுப்படுத்தும் இயக்கம்
கணிப்பொறி, விசைப்பலகை, & படம் காண் பெட்டி

3.2 மென்பொருள்

சைகையைச் சேகரித்து அடிப்படைக் கணக்கீடுகள் செய்யும் ஐடெக்ஸ் - கோர் மென்பொருள்

துணிக் குறை காணலுக்கென மென்பொருள் உருவாக்கப்பட்டு வருகிறது. அவற்றிற்கான செயற்பாட்டு வரிசைகளாவன:

அ. படப்பகுப்பாய்வு செய்யப்பட வேண்டிய பகுதியைப் பல கோட்டங்களாய்ப் பிரித்துக் கோட்ட சராசரி ஒளி அளவு படத்தின் ஒட்டுமொத்த சராசரியை விடக் கூடவோ குறைந்தோ இருப்பின் அக்கோட்டம் குறை கொண்டது என அறிதல்.

ஆ. முதலிற் குறையில்லாத் துணியின் ஒளி அளவு தூண் வரைபடத்தை எடுத்துக் கொண்டு பின்னர் ஆய்வு செய்யப் படும் துணிப்பகுதியின் ஒளி அளவு தூண் வரைபடத்தை எடுத்து ஒப்பிட்டு மாறுபாடு இருப்பின் குறையுள்ளதாகவும் மாறுபாடு இல்லையெனில் குறையற்றதெனவும் அறிதல்.

இ. ஒளி அளவு கணத்திலிருந்து ஒளி அளவு மாறுப்பாட்டுக் கணத்தை ஏற்படுத்தி அதிலிருந்து பல திசைகளிலும் இரண்டாம் மொமென்ட் மற்றும் மாறுபாடு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுதல் (3,4). இச்செயற்பாட்டு வரிசையில் முதலில் குறையற்ற துணிப்பகுதியையும், ஒவ்வொரு வகைக் குறையுள்ள துணியையும் அளந்து கோண இரண்டாம் மொமென்ட் மற்றும் ஒளி மாறுபாடு ஆகியவற்றை கணக்கிட்டு வைத்துக் கொண்டு ஆய்வு செய்யப்படும்

துணியில் எந்த நிலைக்கு ஒப்ப அளவீடுகள் வருகின் றனவோ அவ்விதம் தரம் பிரிக்கலாம்.

4.0 முடிவுரை

துணிக்குறைகாண் கருவிகள் ஆள் செய்யும் வேலைக்கு மாற்றாக வடிவமைக்கப்படுவதால், சரியான அளவைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பது ஒரு பிரச்சனையாகவே இருந்து வருகிறது. நேரடிக் குறைகாணலில் ஆய்வு வேகம் முக்கியமான ஒன்றாத லால் அறிவுப்பூர்வ செயற்பாட்டு வரிசையை வடிவமைத் தல் முதன்மையான தேவையாகும். இந்த ஆராய்ச்சியில் எளிய புள்ளியியல் கோட்பாடுகள் முதல் செயற்கை நிரம்பிய முடிச்சு கள் வரை ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன.

நன்றியறிக்கை

இவ்வாராய்ச்சிக்கு உதவிவரும் மைய அரசின் அறி வியல் & தொழில் நுட்ப அமைச்சகத்தின் கருவி வடிவமைப் புத்துறைக்கும் எம் கல்லூரி முதல்வர் பி. இராதாகிருட்டினன் அவர்களுக்கும் எங்கள் நன்றிகளை உரித்தாக்குகிறோம்.

மேற்கோள்கள்

1. கொன்சாலெஸ் ஆர்.சி. டிஜிட்டல் இமேஜ் புராசஸிங், அடிசன் - வில்லி பப்ளிஸிங் கம்பெனி, கலிபோர்னியா (அஐநா) 1987.
2. ஹால் ஈஎல் கம்யூட்டர் இமேஜ் புராசஸிங் & ரெகனியன், கோடெமிக் பிராய், நியூயார்க் (அஐநா), 1979.
3. ஹார்லிக் ஆர்.எம் மற்றயோர் ஐஈஈஈ டிரான்சாக்ஸன் ஆன் சிஸ்டம், மேன் & சைபர் நாட்டிக்ஸ், இ தொ.எஸ்எம்சி-3, எண். 6, நவம்பர் 1976.
4. இசைய் டிசைய் & மற்றயோர், அப்ளையிங் இன் ஃபேப்ரிக் டிபெக்டஸ், டெக்ஸ்டைல் ரிசெர்ச் ஜர்னல், 1965 (3) பக். 123-130.

★★★

பாறைகளின் நீர்ச்சேமிப்பு

முனைவர் கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி*

பாறைப் புரையிடைப் போந்துறை கின்றநீர்
பாரைப் புரந்திடும் பார்!

நிலப்பரப்பின் மீது பெரும்பாலும் மண்ணும் அதன் அடியிற் பாறைகளும் அமைந்துள்ளன. பொதுவாய் மண்ணில் நீர் இறங்கும்; நீர் பூரிக்கும், அதன் பக்க வாட்டத்திலும் அடியிலும் நீர் இயங்கும். பாறையிலுள்ள விரிசல், இடுக்கு, புரை, உடைப்பு, சந்து முதலாயவற்றிலும் மழைநீர் இயங்கிச் சேமிக்கப் படுவதுடன், ஒரு இடத்திலிருந்து பிறிதொரு பகுதிக்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. இதுவே நில நீருக்கு (Ground Water) ஆதாரமாகின்றது. ஆகவே பாறைகள் ஈரமுடையவை என்பதனை உணர வேண்டும். நிலநீருக்குப் பாறைகள் பயன்படும் பாங்கு இங்கு விளக்கப்படுகின்றது.

சில பாறைகள் துளையுடையவை, சில சிறிதும் இடைவெளிகளின்றி அடர்ந்திருக்கும். துளையுடைய பாறைகள் எளிதில் நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும். பாறைகளிலுள்ள இடைவெளிகள் நீரைச் சேமிக்கவும், ஒரு பகுதியிலிருந்து பிற பகுதிக்கு நீரைச் செலுத்தவும் உதவும். இவ்விரு செயல்களும் நீர் கொள்ளும் தன்மைகளுக்கும் நீர் ஈனும் தன்மைக்கும் அடிப்படையாகும். பாறைகளின் தோற்றத்திலுள்ள பல வேறுபாடுகளையும், கனிம அடக்கத்தையும், நில மேற்பரப்பு வரலாற்றையும் (Geological history), பாறைகள் உண்டாவதில் அடங்கிய பல வானியல் அம்சங்களின் தனித்த அல்லது இணைந்த செயற்பாட்டினையும் ஒத்து இவை மாறும்.

பாறைகள் நீரை ஏற்கும் அளவு (Bearing capacity)

பாறைகளின் வெற்றிடங்களில் (voids) நீர் செறிந்து இயங்குகின்றது. இவ்வெற்றிடங்களின் உருவம், பருமன்,

* D-9 சுதர்மா, எண். 99 ஏ.கே. சாமி நகர் முதல் தெரு, கீழ்ப்பாக்கம், சென்னை - 600 010.

அமைப்பு, பரவல், அவற்றினிடையே அமைந்த தொடர்பு முதலியவைகளைப் பொருத்து அவைகளின் நீர் ஏற்கும் தன்மைகள் அமையும். பாறைகளின் நீர் ஏற்கும் தன்மைகள் பெருமளவு மாறுபடுகின்றன. பாறையின் வெற்றிடங்களில் உள்ள நீரே நிலநீர் வளமாகும்.

துளைமை (Porosity) என்பது பாறையில் அமைந்த இடுக்குத் துளைமையாகும். பாறைப் பரிமாணத்தின் வெற்றிடப் பரிமாணமாய் இது குறிப்பிடப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட பரிமாணமுள்ள மண்ணினைப் (பாறையினை) பூரிக்கச் செய்யும் நீரின் அளவினால் அதில் அடங்கிய வெற்றிடப் பரிமாணத்தினை அறியலாம். மண்ணில் ஏற்கனவே நீர் இருந்தால் அதனை வெப்பமூட்டி, நீக்கிய பின் அதன் எடையினையும், பூரித்த நிலையில் அம்மண்ணின் எடையினையும் அறிந்து இவ்விரண்டனுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டின் மூலம் வெற்றிடப் பரிமாணத்தினைக் காணலாம்.

ஒரு மாதிரியில் (Sample) அடங்கியதன் இம்மி அடர்த்தியின் (Particle density) மூலமும், பருமப் பரிமாணத்தின் (Bulk Volume) மூலமும் துளைமையினை மதிப்பிடலாம். காற்றுப் பைக்னோ மீட்டரின் (Air pycnometer) உதவியால் இம்மி அடர்தியினை அறியலாம்.

பருமப் பரிமாணமானது நேரடி அளவினால் அல்லது பாதரசம் இடம் பெயரும் முறையினாலும் பெறப்படும். மண் மாதிரியின் உலர் எடையின் பரிமாணத்தினாலும், எடையினாலும் காணலாம். துளைமை காணும் வாய்ப்பாடும் :

$$\text{துளைமை} = \left[\frac{\text{ச.அ - உ.தோ}}{\text{ச.அ}}\right] 100 = \left[\frac{\text{1-உ. தோ}}{\text{ச.அ}}\right] 100$$

$$\phi = \left[\frac{P_m - P_d}{P_m}\right] 100 = \left[\frac{1 - pd\ \ 100}{P_m}\right]$$

இங்கு,

ச.அ = குறுணை - இம்மியின் சராசரி அடர்த்தி P_m

உ.தோ உலர்ந்த மாதிரியின் தோற்ற அடர்த்தி P_d

பல மண் வகைகளின் இம்மி அடர்த்தி சராசரியாய்க் கன செண்டி மீட்டருக்கு 2.65 கிராமும், பரும அடர்த்தி (Bylk density), 1 கன செண்டி மீட்டருக்கும் இருக்கும். இது ஒரு அலகு மண் கணிசத்தின் (mass) பரிமாணமாகும்.

முதல் நிலைத்துளைமை எனவும், இரண்டாம் நிலை எனவும் துளைமையாவது இருவாறானது. பாறை தோன்றும் போது உண்டாவது முதல் நிலைத்துளைமை. ஒருமைப் பாடான படிகள் தோன்றுவதில் நெருப்புப்பாறை, உருமாற் றப்பாறை, எரிமலைப்பாறை ஆகியவை தோன்றுவதிலும் உண்டானது இரண்டாம் நிலைத்துளைமை எனப்படும், படிவுப் பாறைகளின் முதல் நிலைத்துளைமையானது, பாறை உண்டான குறுணையின் உருவத்தினையும், குறுணைகள் அமைந்த பாங்கினையும், பாறைத்துகள்கள் சீராய்ப் படிந் தமை (Sorted), இறுக்கப்பட்ட நிலை (Compaction), துகள்கள் இணைப்பு (Cementation) என்பனவற்றைப் பொருத்தது.

நாற் சதுரத்தினுள் அதன் ஓரம் வரை பரவும் விட்ட முள்ள உருண்டை உள்ளபோது அதன் துளைமையினைக் காணும் வாய்ப்பாடு.

$$\text{து} = \frac{\text{வி}^3 - 1}{6} \quad \text{வி}^3 \qquad\qquad \theta \left[\frac{d^3 - 1}{6} \quad d^3 \right]$$

இங்கு விட்டம் எதுவாய் இருப்பினும் துளைமை மாறாதிருக்கும். செஞ்சாய்வுச்சதுர (Rhombohedral) அடுக்கு நிலையில் துளைமை மிகவும் குறைவாய் இருக்கும். நாற்சதுர அடுக்கு நிலையில் துளைமை உயர் அளவாய் 57.6 விழுக் காடும், செஞ்சாய்வுச் சதுர அடுக்கில் அதில் பாதியாய் 26.0 விழுக்காடும் இருக்கும். இயற்கையான படிவுகளின் குறுணை கள் பெரும்பாலும் செஞ்சாய்வுச்சதுர அடுக்காகவே இருக்கும்; நாற்சதுர அடுக்காய் இருப்பது குறைவு. பாறையிலுள்ள குறுணைகளே துணையுள்ளதாய் அமையும் போது, துளைமை மிகுதியாகும். சான்றாய் முறுநிலும் இறுகாத மணற்கற்களி

லும் (Semiconsolidated sand stones) சில பொருள்கள் கரைந்து பொந்தான (Cavity) சுண்ணங்களிலும் உள்ள சிறு கற்களில் துளைகள் இருப்பதால் இவைகளை உள்ளடக்கிய பாறைகளின் துளைமை மிகுதியாகும்.

நிலமேற்பகுதியின் அடியில் உயர்ந்த வெப்பமும், மிகுதியான அழுத்தமும் உள்ள நிலையில் உருவான நெருப்புப் பாறையிலும் (igneous), உருமாறிய பாறைகளிலும் (metamorphic) முதல் நிலைத்துளைமைகளே இருக்கும். சில சமயங்களில் படிகங்களுக்கிடையே இருக்கும்; இவை முக்கிய மானவையன்று. அடிப்படைக்காரப்பாறையும், ரியோலிட் (rhyolite) பாறையும் பருப்பொருளாகும்போது வாயுக்கள் வெளியானதால் உண்டான பொந்துகள், நிலநீர் இருப்புக்கு உதவும். சில சமயங்களில் பொந்துகள் சுரங்கம் போல நீண் டிருக்கும். வளைந்து நெழிந்து படிந்த எரிமலைக் குழம்பு மிகவும் துளையுள்ளதா யிருக்கும்.

இறுகிய பாறைகளிலும் (consolidated rocks), ஓரளவு இறுகிய பாறைகளிலும் இரண்டாம் நிலைத்துளைமை நில வும். இது வானிலையாற் சிதைவுறுவதனாலும், (Weathering) உறுக்குலைதல், (deformation) சுருங்குதல், விரிதல், வெப்பம் மாறுதல், சுண்ணப்பாறைகளிலும், டோலமைட் பாறைகளிலும் உள்ள கனிமங்கள் கரைதல் ஆகியவற்றால், குறிப்பாய்ச் சுண்ணக் கரிக்கன்களும் (Carbonates), மக்னிசியக் கரிக்கன் களும் கரைவதனால் இணைப்புகள் ஏற்பட்டுத் துளைமை உண்டாகின்றது. ஈரம் செறிந்த (Wet) களிமண் வகைகள் வறளும்போது, சுருங்கி விரிசல்கள் தோன்றும். ஏற்கனவே முதல் நிலைத்துளைமை கொண்ட மணற்கல்லில் இணைப்பு களினால் இரண்டாம் நிலைத்துளைமை தோன்றும்.

பாறைகளின் இணைப்புகளுக்கு இணையாய்ப் பிரிந்த பாறைகளில் இயக்கம் ஏதும் இல்லை. பாறை இணைப்பின் திறப்பானது, சுட்டு விரலும் நடு விரலும் விரித்தவாறு (V) மேற்பகுதி விரிந்து அடி சிறுத்து இருக்கும். இணைப்புத் திறப் பில் நிறைந்த பொருளின் நுண்மை, துகள்கள் பொருந்துதல்

(Assortment), அமைப்பு (Arrangement) என்பவைகளைப் பொறுத்துத் துளைமை அமையும். இதன் ஊடே நிலநீர் இயங்குவது இதனால் அமையும்.

ஒருங்கமைப்பு (Consolidation), உருமாற்றம் (Metamorphosis), அமுக்குதல் (Compaction), மாரி பொழிதல், (Precipitation) / வேதியியல் மாற்றங்கள், கனிமங்கள் விரிதல், வினை செயல் (Reaction) முதலாயவற்றினால் முதல் நிலைத்துளைமையும், இரண்டாம் நிலைத்துளைமையும் குறையும். படிமண் வகை களிலும் (Alluvial) காற்றுப்படி வித்த நுண் மண் (Loess) வகைகளிலும், கரிக்கன்கள் வீழ்படிவாகித் துளைமை குறைவது பொதுவான நிகழ்ச்சியாகும். இது குறிப்பாய் வறட்சிப் பகுதியில் காணப்படுவது. இது போலவே சிலிகா, வார்ப்புச் சுண்ணம் என்பனவும் வீழ் படிவாகும். கோளியல் நீர், (Meteoric) இணைப்பு நீர் (Connate) அல்லது இளைய நீர் வகைகளின் வழியாய்க் கனிமப் பொருள்கள் வீழ்படிவாகும். சில சூழ்நிலைகளில் அடிப்படைக்கார எரிமலைக் குழம்பில் (Basaltic lavas) உள்ள முதல் நிலைத்துளைமை சியோட் (Geodes), அமிக்டுல், (Amygudules) சிலிகா டுரூஸ், (Silica druses) சியோடைட் (Zeolites) என்பவைகளினால் மாற்றப் படும்.

வெற்றிட விகிதம் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட அலகு பரிமாணமுள்ள கனிமக்குறுணைப் பொருளுக்கும், அதிலுள்ள சந்துப் பகுதியின் பரிமாணத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும்.

துகள் பகுப்பாய்வு : நிலைநீர் பற்றி அறிவதற்குப் பாறைக்குறுணைகளின் பருமனும், அவைகளின் நிரலாக்கமும் மிகவும் பயனுள்ளவை. இவற்றைத்துகள் பருமன் பகுப்பாய்வின் மூலம் அறியாலம். பல பருமன்கள் கொண்ட குறுணைகளைப் பல பருமனுள்ள தொகுதிகளாய்ப் பிரித்து, குறுணைகளின் பருமன் 25,20, 16, 10, 6, 3, 4, 2, 1 மி.மீ. எனவும், 710, 600, 425, 300, 125, 90, 75, 63, 45 நுணுக்கன் (Micron) உள்ளவை எனவும் பிரிக்கலாம். ஒரு நுணுக்கன் என்பது 11000 மி.மீ. ஆகும்.

துகள் பருமன் 0.0625 மி.மீ.ருக்கும் சிறியதாய் அதாவது, வண்டலும், களியும் பரவிய நிலையாக இருந்தால் ஸ்டோக் விதியின் (Stoke's law) மூலம் அறியலாம். பல பருமன் கூறுகளின் எடையும், மொத்தப் பொருள்களிலுள்ள ஒவ்வொன்றினது விழுக்காட்டு எடையும் காணப்படும். இல்மனைட் மணல் (Ilmenite sand) போன்ற நிறைமிக்கனிமப்படிவில் அடங்கிய ஒவ்வொரு பகுதியின் பரிமாணத்தையும் அறிந்து கொள்ள வேண்டும்.

இச்சோதனைகளில் பெற்ற விவரங்களைக் கொண்டு நிறுத்த வரைவு (Histogram), எளிய இடைவெளி நெழிவு (Simple Frequency Curve) அல்லது மொத்த இடைவெளி நெழிவு (Cumulative curve) என்பவைகளை வரையலாம். நிறுத்த வரைவிலும், எளிய இடைவெளி நெழிவிலும், ஒவ்வொரு பருமன் உள்ள மண்துகளும் படுகிடையிலும், அதன் செங்குத்துக் கிடையிலும் இடம் பெறும். பருமன் விழுக்காடு சமசதுரத்தொகுப்பாகவும் (rectangular block), விழுக்காடு மழமழப்பான கோடாகவும் அமையும். மொத்த இடைவெளி நெழிவே நிலநீர் ஆய்வில் பெரும்பாலும் பயன்படும். மொத்த இடைவெளி நெழிவின் பொருட்டு பரிமாணத்தின் மொத்த விழுக்காடு அல்லது எடை காணப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட பருமன் உள்ள துளைச் சல்லடையில் மொத்த விழுக்காடானது, சல்லடையில் தங்கியதும் சேர்ந்ததாகும். மொத்த விழுக்காட்டு நெழிவில் சல்லடைத் துளையின் பருமன் படுகிடையிலும், செங்குத்து அச்சில் விழுக்காடும் இடம் பெறும்.

பல பருமன்துகள் சீராகப்படியாமை (ill-sorted), படிவுகள் (Sediments) நிறுத்த வரைவில், ஒத்த பருமனுள்ள சமசதுரங்களாகவும், எளிய இடைவெளி நெழிவிலும், மொத்த இடைவெளி நெழிவிலும் தட்டையான கோடாகவும் காட்டப்படும். துகள்கள் சீராகப் படிந்த (Well Sorted) பொருள்கள், ஒன்று அல்லது அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு பெரும் தொகுதிகளாய் நிறுத்த வரையிலும், எளிய இடைவெளி நெழிவில் தெளிவான உயர் பகுதியாகவும் (peak), மொத்த இடைவெளி நெழிவின் மூலம் குறுணைப் பொருள்களின் புள்ளியியல் பருமன்,

துகள்கள் சீராய்ப்படிவது, (Sorting), குறுணைப் பருமன்களின் சீரான பரவல் (Uniformity of grain size distribution) ஆகியவை பெறப்படும். நில நீரியலில் பயனுள்ள புள்ளியில் பெருமானங்கள் வருமாறு :

காலளவு d_{75} I Quartile)	பருமனுள்ள பொருளில் 25 விழுக்காட்டினைப் பிரிக்கும் சல்லடை
நடுமையானது d_{50} Medium	பொருளில் இரு பகுதிகளாய்ப் பிரிக்கும் சல்லடை
முக்கால் d_{25} 3rd Quartile	பருமனுள்ள பொருளில் 75 விழுக்காட்டினைப் பிரிக்கும் சல்லடை
சல்லடை பருமன் d_{60}	பொருளில் 40 விழுக்காட்டினைப் பிரிக்கும் சல்லடை.
பயனுள்ள பருமன் d_{10} Medium (effective size)	பொருளில் 90 விழுக்காடினைப் பிரிக்கும் சல்லடை
தரப்படும் கெழு (தெ.கெ)	(Sorting Coefficience) ப - பருமன் $\sqrt{\frac{d_{75}}{d_{25}}}$
சீர்மைக்கெழு (சீ.கெ.) (Uniformity Coefficient	$\sqrt{\frac{d_{60}}{d_{10}}}$

குறுணையின் உகப்பான பருமன் (Critical Size) ப - d குறிக்கப்படும். இதனுடன் நுண்துகள் கூற்றின் விழுக்காடும் சேர்க்கப்படும். சான்றாகப் பயனுள்ள பருமன் d_{10} என்றவாறு குறிக்கப்படும்.

பாறையின் வெற்றிடங்களிலுள்ள நீர் வடிந்த பின்னர், மூலக்கூறு ஈர்ப்பினால் இடுக்குகளில் (Interstitial pore spaces) நீர் பற்றியிருக்கும்; இதற்கு மிஞ்சிய நீர் புவியீர்ப்பு ஆற்றலினால் ஊடுருவிச் செல்லும். துளைகளில் ஒட்டிணைவு (Adhesion), பரப்பு விசு (Surface Tension) நுண்ணிழைமை என்ற விசைகளினால் நீர் தங்குகின்றது.

ஒட்டிணைவு : பருப்பொருள் - திரவ இடை முகத்தில் பருப்பொருள் பருமத்துகள்களில் வலுவான மூலக்கூறு ஈர்ப்பினால் பாறைப் பரப்பின் சந்துகளில் நீர்பற்றப்படுகிறது. குறுணைப் பரப்பினைப் பொருத்து ஒட்டிணைவினால் நீர் இருக்கும் அளவு அமையும். உருண்டையான குறுணையின் பரப்பு -π X வி² (வி = விட்டம்) என்பதனால் பெறப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட பரிமாணத்தினுள் அடங்கிய உருண்டையான துளைகளின் பரப்பானது குறுணையின் பருமன் குறைவதனை ஒத்துக்கூடுதலாகும்.

பரப்பு விகு : குறுணைகளின் இடைவெளியிலும், குறுணையும், நீரும் ஒட்டும் பகுதியிலும் பரப்பு விகுவினால் நீர் பற்றப்படுகின்றது. ஒட்டிணைவினால் பற்றிய நீரின் தடிப்பத்தை விட, பரப்பு விகுவினால் பற்றிய நீர்ப்படலத்தின் தடிப்பம் மிகுதி. நீர் மூலக்கூறுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஈர்க்கப்படுவதே பரப்பு விகுவுக்கு ஆதாரமாகும். ஒத்த உருவமுள்ள குறுணைகள் கொண்ட பாறையில் மிக நுண்ணிய (நயமுள்ள) இடுக்குகளைப் பொருத்துப்பரப்பு விகுவினால் பற்றிய நீரின் அளவு மிகுதியாகும். ஆகவே பாறையிலுள்ள நீரின் பெரும் பகுதி பரப்பு விகுவினால் தங்குகின்றது.

நுண்ணிழைமை (Capillarity) நுண்ணிய இடுக்கில் புவியீர்ப்பு ஆற்றலுக்கு எதிராய் நீர் உயருவது நுண்ணிழைமை எனப்படும்; இது நீரின் பரப்பு விகுவினாலும், பாறை வெற்றிடத்தினுள் உள்ள ஒட்டிணைவினாலும் உண்டாகின்றது. ஒரு சீரான குழாய் போன்ற திறப்பில் நீர் ஏறக்கூடிய உயரமானது, அக்குழாயின் பருனையும், நீரின் அடர்த்தியினையும் பொருத்தது. இதனைக் கீழ்வருமாறு கூறலாம்:

$$\text{நீ.உ.} = \frac{4 \times \text{ப.வி.}}{\text{குவி} \times \text{நீ. அ} \times \text{பு}} \qquad h_c = \frac{4T \cos \theta}{d_{pg}}$$

நீ.உ. = நீர் ஏறும் உயரம் செ.மீ. h_c

ப.வி. = பரப்பு விகு

தொ.கு. = காற்று - நீர் இடைமுகத்திற்கும் நுண்ணிழைக் குழாயின் சுவற்றுக்கும் இடையே உள்ள தொடுகோணம் θ

கு.வி.	குழாயின் விட்டம்	d
நீ.அ.	நீரின் அடர்த்தி	p
பு	புவியீர்ப்பு	g

தடையில்லாத நீர்ப்பரப்புக்கு மேல், நுண்ணிழை ஆற்றலினால் நீர் ஏறும் உயரம் - நீ.உ. சென்டி மீட்டர்கள். பரப்புவிசு என்பது காற்று - நீர் இடைமுகம். இது 6^0 செல்சியஸ் வெப்பத்தில் 75.5; 20^0 செல்சியஸ் வெப்பத்தில், 73.0; 25^0 C வெப்பத்தில் சென்டி மீட்டருக்கு 72.1 டைன்கள்' ஆகும். தூய்மை யான கண்ணாடிக்குழாயின் தொடுகோணம் பூச்சியம். வெற் றிடங்களின் அளவுகளையும், சந்துச்சுவர்களின் தூய்மை, வெப் பம்., நீரின் கனிம அடக்கம் என்பவைகளினால் வேறுபாடு தெளிவாகும். நீரின் அடர்த்தி, அதில் கலந்துள்ள வேதிப் பொருள்களினால் வேறுபடும். இவைகளின்றி நுண்ணிழை விசை செயல்படுவதனை அந்நிலப்பகுதியின் நெடுஉயரமும் (Altitude) பாதிக்கின்றது. ஒரு பகுதியில் அமைந்த பாறைத் துளை களின் பருமன் - குறுணைகளின் பருமன் படிவில் அவை பொருந்தித் தரப்பட்ட பாங்கு, திறந்த இணைப்புகளின் அகலம், இணைப்புகளை அடைத்துள்ள பொருள்கள் படிந்த நிலை முதலயிவை நீர் உயருவதைப் பாதிக்கும்.

★★★

நன்னீர் இறால் வளர்ப்பு - ஒரு பொருளாதாரக் கண்ணோட்டம்

ஜா. ஸ்டீபன் சம்பத்குமார்*,
வெ. சுந்தரராஜ்,**

இந்தியாவின் நன்னீர் வளம் 5.47 மில்லியன் எக்டர்கள். இவற்றொடு, 1.47 எக்டர் உவர்நீர் நிலைகளும், மழைக் காலங்களில் நன்னீர் மீன்வளர்ப்பிற்கு உறுதுணையாய் அமைகின்றன. வேளாண்மையிற் சிறந்து விளங்கும் நாம், நம் நாட்டின் நன்னீர் மீன்வள மேலாண்மையில் மேம்பட, நன்னீர் இறால் வளர்ப்பு உறுதுணை யாகும்.

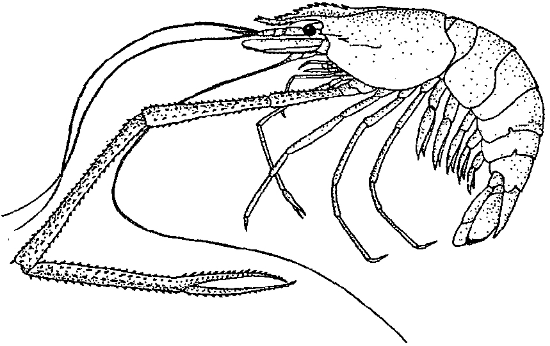
நன்னீர் இறால்கள்

நம் நாட்டில், ஐம்பதுக்கும் சற்று அதிகமான இறால் சிற்றினங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் மே. ரோசன்பெர்ஜி, மே. மால்கம்சோனி மற்றும் மே. சோப்ராய் எனும் மூன்று சிற்றினங்கள் குளங்களில் வளர்ந்து உற்பத்தி செய்தற்கு ஏற்றவை ஆகும். இவை மூன்றனுள்ளும் மே. ரோசன் பெர்ஜி மிகச்சிறந்த தாகும். இதனை, இராட்சச நன்னீர் இறால் என்றும் அழைப்பர். உலக அளவிலான நன்னீர் இறாலின் உற்பத்தி, 1995-ம் வருடம், 27,000 டன்களாய் இருந்தது. இதில், இந்தியாவின் பங்கு 0.7 விழுக்காடு மட்டுமே.

நன்னீர் இறால் வளர்ப்பை, இரண்டு முக்கியப் பகுதிகளாய்ப் பிரிக்கலாம். அவையாவன (1) நாற்றங்கால் வளர்ப்பு, (2) வளர்ப்புக்குள வளர்ப்பு (அல்லது உற்பத்திக்குள வளர்ப்பு).

* துணைப் பேராசிரியர், மீன்வளக் கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம் தூத்துக்குடி - 628 008.

** முதல்வர், மீன்வளக்கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம் தூத்துக்குடி - 628 008.



படம் 1 : இராட்சத நன்னீர் இறால்

நாற்றங்கால் வளர்ப்பு

பொரிப்பகங்களில் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட நுண்ணிய நன்னீர் இறால் குஞ்சுகளைச் சிறிய நாற்றங்கால் குளங்களில் (0.005 - 0.05 எக்டர் வரை) சதுர மீட்டருக்கு 100 முதல் 500 என்ற அடர்த்தியில் இருப்புச்செய்து, இயற்கை உணவுகளொடு மேலுணவு தந்து, தரமாய் நீர்ப்பராமரிப்பும் செய்து, 30 முதல் 60 நாட்கள் வரை வளர்த்து, வளம்மிகு இறால் குஞ்சுகளைப் பெறுவது, நாற்றங்கால் வளர்ப்பாகும்.

நாற்றங்கால் குளத்தில் குஞ்சுகளை இருப்புச்செய்யும் முன்னர், அதன் அடிமட்டத்தை ஆழமாய் உழுது, எக்டருக்கு 250 கிலோகிராம் என்ற அளவில் சுண்ணாம்பிட்டு, நன்கு காயவிட வேண்டும். பின்னர், 0.5 மீட்டர் உயரத்திற்குத் தரமான நீரைப்பாய்ச்சி, இயற்கை மற்றும் இரசாயன உரங்களிட்டு, நுண்ணுயிர் மிதவைகளை உற்பத்திசெய்ய வேண்டும். இயற்கை உரமான பசுஞ்சாணத்தை, எக்டருக்கு 2,000 கிலோ கிராம் என்ற அளவில் இடவேண்டும். இரசாயன உரங்களான தழைச்சத்து மற்றும் சாம்பல் சத்தை எக்டருக்கு முறையே 33 கிலோ 40 கிலோ என்னும் அளவிற் கொண்டு ஆறு பங்குகளாய்ப்

பிரித்து இடவேண்டும். உரங்களிட்ட 10-15 நாட்களில், குளத்தில் நுண்ணுயிர் மிதவைகளின் உற்பத்தி ஏற்படும். அதனைத் தொடர்ந்து, குளத்து நீரின் ஆழம் ஒரு மீட்டராய் உயருமாறு, மீண்டும் நீர்ப்பாய்ச்ச வேண்டும். நாற்றங்கால் குளங்களில் அதி காலையிலோ மாலை வேளையிலோ பின் லார்வாப்பருவ இறால் குஞ்சுகளை (Post larvae) சதுரமீட்டருக்கு 100 என்ற அளவில் இருப்புச்செய்தல் வேண்டும். நாற்றங்கால் குளங்களில் இளம் குஞ்சுகளின் மறைந்து வாழும் தன்மைக் கேற்பவும், தேவைக் கேற்பவும் உடைந்த குழாய்களையோ, வளைந்த ஓடுகளையோ, துளையுடைய மூங்கில் துண்டுகளையோ, பனை ஓலைகளையோ இட்டு, மறைவிடங்களை அமைத்துக் கொடுக்க வேண்டும்.

இளம் குஞ்சுகளின் வளர்ச்சிக்கு, நுண்ணுயிர் மிதவை கள் நல்லுணவாய்ப் பயன்படுகின்றன. குஞ்சுகள் வளர வளர, அவற்றின் உணவுப் பழக்கத்தில் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டுச் செயற்கை உணவுகளையும் (Supplementary feed) ஏற்றுக் கொள்ளும் தன்மையை அடைகின்றன. பொதுவாய், மேற் குறிப்பிட்ட அடர்த்தியில் இருப்புச் செய்யும்பொழுது, இறால் குஞ்சுகள் 60 நாட்களில் 0.5 முதல் 2.5 கிராம் எடை பெறும்.

உற்பத்திக்குள வளர்ப்பு

தனியின வளர்ப்பு (Monoculture)

நன்னீர் இறால் வளர்ப்புக் குளங்கள், சதுரமாய் அல்லது செவ்வகமாய் இருக்க வேண்டும். இருப்புச் செய்யும் முன்னர் வளர்ப்புக் குளங்களை நாற்றங்கால் குளங்களைத் தயார் செய்வது போன்றே தயார்செய்தல் வேண்டும்.

நீரில் உள்ள உயிர்வளியையும், நைட்ரஜனையும் அவ் வப்போது ஆராய்ந்தறிந்து குறித்துக் கொள்வது நல்லது. இயற்கை உயிருணவுகள் நன்கு உற்பத்தியான குளத்தில் (உரமிட்டு 10 முதல் 15 நாட்கள் சென்றபின்பு), நாற்றங்காலில் வளர்ந்த இறால் குஞ்சுகளைத் தயார் நிலையில் இருக்கும் குளங்களில் இருப்புச் செய்யலாம். நாற்றங்கால் குளங்களில், 20 முதல் 40

மில்லிமீட்டர் நீளமும், 0.5 முதல் 2.0 கிராம் எடையும் வளர்ந்த குஞ்சுகளை, ஒரு சதுரமீட்டருக்கு 3 முதல் 6 குஞ்சுகள் என்ற அடர்த்தியில் இருப்புச் செய்யலாம். வளர்ப்புக் குளத்தின் பரப்பு, 0.2 எக்டர் முதல் 0.5 வரை இருக்கலாம். வளர்ப்புக் குளங்களில், ஐந்து முதல் ஆறு மாதங்கள் வரை சீரான உண விட்டுச் சிறப்பான நீர் மேலாண்மையும் செய்து வளர்க்க வேண்டும்.

உற்பத்திக் குளத்தில் உணவு மற்றும் உணவிடல்

இறால் குஞ்சுகள், குளத்தின் அடிமட்டத்தில் வாழ்ந்து, இயற்கை உணவுகளை விரும்பி உண்கின்றன. இயற்கை உணவுகள் தொடர்ந்து உற்பத்தியாக, வாராந்திர அல்லது மாதாந் திர அடிப்படையில் உரமிட வேண்டும். இறால்களுக்குக் கிடைக் கும் இயற்கை உணவுகளுடன், மேலுணவாய் 21 முதல் 25 விழுக் காடு புரதச்சத்துள்ள உணவையும் கொடுப்பது, இறால் களின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும். தினமும் வழங்கப்படும் மேலுணவின் அளவு, இறால்களின் மொத்த உடல் எடையின் அடிப்படையில், அவற்றின் வளர்ச்சி நிலையைப் பொறுத்து, 3 முதல் 20 விழுக்காடு வரை இருக்கலாம். தினசரி எவ்வளவு உணவிட வேண்டும் என்பதை, 15 நாட்களுக்கு ஒரு முறை இறால்களின் வளர்ச்சியைக் (எடை) கணக்கிட்டு, கவனமுடன் நிர்ணயிக்க வேண்டும். இதற்கு, மாதிரி கூறெடுப்பு மீன்பிடிப்பு (Sampling) நடத்திக் கண்காணிக்க வேண்டும்.

பகலிலும் இரவிலுமாய்த் தினமும் இருமுறை இறால் களுக்கு உணவிடுதல் நன்று. நன்னீர் இறால்கள் அனைத் துண்ணிக ளாதலால், நீரில் வாழும் புழுக்கள், பூச்சிகள், சிறிய மெல்லுடலிகள் போன்ற வற்றையும், மக்கிய உணவுகளையும், காய்கறிகளையும், மாமிசக் கழிவுகளையும், மீன்களையும் இவற் றிற்கு மேலுணவாய் இடலாம். இறால்கள் வளர வளர, தின உணவின் மொத்த எடையை அதிகரித்து வரவேண்டும். வளர்ச்சி குன்றாமலிருக்க, நீரின் தன்மையைத் திறமுடன் மேலாண்மை செய்ய வேண்டும்.

இறால்களுக்குக் கொடுக்கும் உணவில், புரதத்தின் அளவு 22 - 30 விழுக்காடும், கொழுப்புச் சத்தின் அளவு 6 - 9 விழுக் காடும், நார்ச்சத்தின் அளவு 30 விழுக்காட்டிற்குக் குறைவா யும் இருத்தல் வேண்டும். வாரத்திற்கு ஒரு முறை குளத்தில் நீர்மாற்றம் (10 - 30%) செய்வது, இறால் வளர்ச்சியை ஊக்கு விக்கும்.

நீரின் தரமேலாண்மை மற்றும் உற்பத்தி

நீரின் தர மேலாண்மையில், கவனிக்கத் தக்க கூறு களைச் சீராய்க் கண்காணிக்க வேண்டும். நாற்றங்கால் குளப் பராமரிப்பு போன்றே உற்பத்திக் குளத்திலும் நீரின் தரப்பரா மரிப்பு செய்திடல் வேணடும். உப்புத்திறன் 10 பிபிடிக்குக் (ppt) குறைவாயும், வெப்பநிலையின் அளவு 29 - 31 செ.கி. ஆக வும், உயிர்வளியின் அளவு 4-6 பிபிஎம்மும், (ppm) நீரில் ஒளி புகுதிறன் 40 செ.மீட்டரும், கார அமிலத்தன்மை 7-85ம், நீரின் கடினத்தன்மை 80-120 பிபிஎம்மும் (ppm) ஆக இருப்பது, வளர்ப் பிற்கு உகந்தது. தேவையானபோது, காற்றுக் கலப்பான்களை உபயோகித்து, நீரின் தரத்தை மேம்படுத்தலாம். மேலும், மாதம் ஓரிமுறை உரமிட்டு, நீர் மேலாண்மை செய்வது அவசியம்.

நாற்றங்கால் வளர்ப்பிற்குப் பின் இருப்புச் செய்யப் படும் இளம் இறால் குஞ்சுகள் (Suveniles) ஐந்து முதல் ஆறு மாதங்கள் தனியின வளர்ப்பாய் வளர்க்கப்படுகின்றன. வேறு பட்ட வளர்ச்சி காரணமாய் அறுவடையின்போது இறால்கள் வெவ்வேறு எடையுடன் காணப்படும். இதனைக் கருத்திற் கொண்டு, அனைத்து இறால்களையும் ஒரே நேரத்தில் அறுவடை செய்வதைவிட, இரண்டு அல்லது மூன்று தவணைகளாய் அறு வடை செய்யப் பரிந்துரைக்கப் படுகிறது. இதனால், சிறிய இறால்கள் வளர்வதற்கென விட்டுவைக்கப்பட்டு (அல்லது மறு இருப்புச் செய்யப்பட்டு) உற்பத்தி உயர்த்தப் படுகிறது. நன்கு மேலாண்மை செய்யப்பட்ட உற்பத்திக் குளத்தில், தனியின வளர்ப்பு மூலம் எக்டருக்கு 2 முதல் 3 டன்கள் வரை நன்னீர் இறால்கள் உற்பத்தி செய்யப் படுகின்றன. பிழைப் புத் திறன் பொதுவாய் 50-60 விழுக்காடாகும்.

பலயின வளர்ப்பு

நன்னீர் இறால்களைத் தனியினமாய் வளர்ப்பதை விடக் கெண்டை மீன்களுடன் சேர்த்துப் பலயினமுறையில் வளர்ப்பது நல்லது.

இந்தியாவில் காணப்படும் நன்னீர் இறால்களில், மேக்ரோபிராக்கியம் ரோசன்பெர்ஜி மற்றும் மே. மால்கம் சோனி எனும் நன்னீர் இறால்களுடன் கட்லா, ரோகு, வெள்ளிக் கெண்டை, புல்கெண்டை, மடவை மற்றும் பால்மீன் ஆகிய மீன் இனங்களை இணைத்துப் பலயின வளர்ப்பாய் வளர்த்தால், அதிக உற்பத்தி பெறலாம், அதிக இலாபமும் ஈட்டலாம். இறால்களுடன் இணைத்து வளர்க்கப்படும் மீனினங்கள், தாவர மற்றும் விலங்கின நுண்ணுயிர் மிதவைகளையும், மக்கிய பொருட்களையும் உண்ணும் குணம் கொண்டவைகளாய் இருந்தால், இறால்களுக்கு எவ்விதி பாதிப்பும் ஏற்படாது.

ஆண்டுக்குப் பத்துமாதம் நீர்வளம் நிறைந்திருக்கும் இடங்களும், இயற்கையாய்க் குளத்திற்கு நீர் வந்து சேரும் இடங்களும், பலயின வளர்ப்பிறர்குச் சிறந்தவை. குளத்தின் பரப்பளவு, அறுவடை செய்தற்கு ஏற்றவாறு 0.1 முதல் 0.2 எக்டரும், குளத்தின் மண், சிறிதளவு களிகலந்த நிலையிலும் இருப்பது நலம். மண்ணின் காரஅமிலத்தன்மை 7-8 வரையிலும், கடினத்தன்மை 50-75 பிபிஎம் (ppm) கால்சியம் கார்பனேட்டாகவும் இருத்தல் விரும்பத்தக்கது. குளத்தை நன்றாய் உழுது, காயவிட்டுத் தேவையான அளவு சுண்ணாம்பிட்டு, குறைந்த அளவு நீரை நிரப்பி, உரமிட்டு, ஒன்றிரண்டு வாரங்கள் சென்றபின், நுண்ணுயிர் மிதவைகள் உற்பத்தியாகி நிறைந்த நிலையில், 1-15மீ உயரத்திற்கு நீர்நிரப்பி, இறால்களையும் பின்னர் மீன்களையும் இருப்புச் செய்ய வேண்டும். நாற்றங்கால் குளங்களில் வளர்ந்த இறால் குஞ்சுகளையும் (3-5 செ.மீ. நீளம்) மீன் குஞ்சுகளையும் (3-4 செ.மீ. நீளம்) இருப்புச் செய்தல் சிறந்தது. இறால் குஞ்சுகளை எக்டருக்கு 15,000 - 25,000 வரையிலும், மீன்குஞ்சுகளை 3000-5000 வரையிலும் இருப்புச் செய்யலாம்.

வளர்ப்புக் குளங்களிலும், அவ்வப்போது உரமிடுவதனால் உற்பத்தியாகும், இயற்கை உணவே இறால்களுக்கும், மீன்களுக்கும் சிறந்த அடிப்படை உணவாகும். வளர்ப்பினங்களின் இருப்படர்த்தி அதிகமெனில், மேலுணவாய் இறால்களுக்கு மாமிசம், மீன் மற்றும் காய்கறிக் கழிவுகளையும், மீன்களுக்குத் தவிடு மற்றும் கடலைப் பிண்ணாக்கு கலந்த கலவையையும் கொடுக்கலாம். உற்பத்தி செய்யப்பட்ட தரமான செயற்கை உணவுகளையும், வளர்ப்பினங்களின் எடைக்கு ஏற்றபடி அளிக்கலாம்.

நன்கு மேலாண்மை செய்யப்படும் குளங்களில், இறால் மற்றும் மீன்களின் பிழைக்கும் (Survival rate) திறன், முறையே 50-60 மற்றும் 80-85 விழுக்காடாகும்.

அறுவடை மற்றும் உற்பத்தி

வேறுபட்ட வளர்ச்சி என்பது, நன்னீர் இறால்களின் தனிப்பட்ட குணம். மேலாண்மை ஒரே மாதிரி இருப்பினும், வளர்ச்சி வேறுபடும். அனைத்தும் வளர்ந்தபின் அறுவடை என்பது, நன்னீர் இறால்களுக்கு ஏற்புடையதன்று; எனவே, அறுவடைக்கேற்ற வளர்ச்சியைப் பெற்றுவிட்டவற்றை அறுவடை செய்வது அவசியம். நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த இறால்களை (50 கிராமுக்கு மேல்) முதலில் அறுவடை செய்ய வேண்டும். சிறிய இறால்களையும், மீன்களையும் குளத்தில் தொடர்ந்து வளரவிட்டு, அவற்றைப் பின்னர் அறுவடை செய்வது, சிறந்த முறையாகும். பொதுவாய், இருப்புச்செய்த 6 மாத காலத்தில் வளர்ப்பை முடிப்பதால், வருடத்திற்கு இரு போகம் அறுவடை என்ற அளவில் உற்பத்தி செய்து, வருட வருமானத்தை உயர்த்தலாம்.

குளத்தின் மேல்மட்டம், நடுமட்டம், அடிமட்டம் ஆகியவற்றில் உற்பத்தியாகும் இயற்கை உணவுப் பொருட்களை முழு அளவில் பயன்படுத்தவும், குளத்து நீரின் தரம் நன்கு பராமரிக்கப்படவும், நன்னீர் இறால்களையும் மீன்களையும் சேர்த்து, ஒரே குளத்தில் வளர்க்கலாம். மீன்கள், வளர்ப்புக் குளத்தில் தேவையற்ற தீங்கு விளைவிக்கும் பாசியினத்தையும், மிதவை உயிரிகளின் பெருக்கத்தையும்

கட்டுப்படுத்தி, இறால்களுக்குச் சிறந்த வாழ்விடத்தை அமைக்க உதவுகின்றன. இறால்களும், மீன்களின் கழிவுகளையும் மீத முள்ள உணவுகளையும் உண்டு வளர்ப்புக் குளத்திற்கும், மீனுக்கும் சுகாதாரமான சூழ்நிலையைக் கொடுக்கின்றன. இத்தகைய பலன்களை மனத்திற் கொண்டு, கெண்டை மீன் களையும் இறால்களையும் தனித்தனியாய்க் குளங்களில் வளர்ப்பதைவிட அவற்றை இணைத்து, ஒரே குளத்தில் வளர்ப் பது நன்று.

பல இன வளர்ப்பின் பொருளாதாரக் கூறுகள்
(0.5 எக்டர் பரப்பளவுள்ள குளத்திற்கு)

நிலையான செலவினங்கள்	ரூ. பை.
நிலத்தின் மதிப்பு (விலை)	25,000.00
குளம் மற்றும் மடை அமைக்க	50,000.00
ஆழ்குழாய்க் கிணறு அமைக்க	20,000.00
நீர் இறைப்பான் (7.5 குதிரை சக்தி) மற்றும் இதர சாதனங்கள்	20,000.00
வேலையாட்கள் தங்கும் அறை அமைக்கக்	10,000.00
குளத்தைச் சுற்றி வலை வேலி அமைக்க	10,000.00
நாற்றங்கால் குளம் அமைக்க	15,000.00
மொத்தம்	**1,50,000.00**
வளர்ப்புக்கால செலவினங்கள்	**ரூ. பை.**
இறால் குஞ்சுகள் வாங்க, கொண்டு வருவது உட்பட	25,000.00
மீன்குஞ்சுகள் வாங்க	2,000.00
உரங்கள் செலவு	2,000.00
உணவு (500 கி.கி.)	10,000.00
மின்சாரம் மற்றும் எரிபொருள் செலவு	10,000.00
கூலி மற்றும் வேலையாட்கள் சம்பளம்	6,000.00
நிருவாகச் செலவினங்கள்	2,000.00
இதர செலவினங்கள்	2,000.00
நிலையான செலவினத்திற்கான வட்டி (12 என்ற அடிப்படையில்)	18,000.00
மொத்தம்	**76,000.00**

உற்பத்தி மற்றும் வருவாய்	ரூ. பை.
இறால் உற்பத்தி	540 கி.கி.
மீன் உற்பத்தி	1000 கி.கி.
இறால் விற்பனையின் மூலம்	ரூ. 94,500.00
மீன் விற்பனையின் மூலம்	ரூ. 25,000.00
இலாபம்	
மொத்த வருவாய்	ரூ. 1,19,500.00
மொத்த வளர்ப்புச் செலவு	ரூ. 76,000.00
இலாபம்	ரூ. 43,500.00

நன்னீர் இறால் தனியின வளர்ப்பில் பொருளாதாரக் கூறுகள் (0.5 எக்டர் பரப்பளவுள்ள குளத்திற்கு)

நிலையான செலவினங்கள்	ரூ. பை.
நிலத்தின் விலை	25,000.00
குளம் மற்றும் மடை அமைக்க	50,000.00
ஆழ்குழாய் கிணறு அமைக்க	20,000.00
நீர் இறைப்பான் (7.5 குதிரை சக்தி) மற்றும் இதர சாதனங்கள்	20,000.00
வேலையாட்கள் தங்கும் அறை அமைக்க	10,000.00
குளத்தைச் சுற்றி வலை வேலி அமைக்க	10,000.00
நாற்றங்கால் குளம் அமைக்க	15,000.00
மொத்தம்	**1,50,000.00**
வளர்ப்புக்கால செலவினங்கள்	**ரூ. பை.**
இறால் குஞ்சுகள் வாங்க கொண்டு வருவது உட்பட	40,000.00
உரங்கள் செலவு	2,000.00
உணவு (500 கி.கி)	42,000.00
மின்சாரம் மற்றும் எரிபொருள் செலவு	10,000.00

கூலி மற்றும் வேலையாட்கள் சம்பளம்	6,000.00
நிருவாகச் செலவினங்கள்	2,000.00
இதர செலவினங்கள்	2,000.00
நிலையான செலவினத்திற்கான வட்டி (12 என்ற அடிப்படையில்)	18,000.00
மொத்தம்	**1,22,000.00**
உற்பத்தி மற்றும் வருவாய்	
இறால் உற்பத்தி	1050 கி.கி.
இறால் விற்பனையின் மூலம் (1050 கி.கி. ரூ. 175)	ரூ. 1,83,750.00
இலாபம்	
மொத்த வருவாய்	ரூ. 1,83,750.00
மொத்த வளர்ப்புச் செலவு	ரூ. 1,22,000.00
இலாபம்	**ரூ. 61,750.00**

★★★

மீன்களுக்கு நோய்த்தடுப்பு மருந்து

முனைவர் வெ. சுந்தரராஜ்*

வேளாண் பயிர்களுக்கும் கால்நடைகளுக்கும் நோய்கள் ஏற்படுவதுபோலத் திறந்த நீர்நிலைகளிற் பரந்து வாழும் மீனினங்களுக்கும் நோய்கள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இயற்கைச் சூழ்நிலைகளிலும், நோய்கள் தவிர்க்க முடியாதவையாய் உள்ளபோது, செயற்கைச் சூழலில் மீன்களை வளர்க்கையில் அவை நோயின் தாக்குதலுக்குட்படுவதில் வியப்பில்லை.

மீன்வளர்ப்புக் குளங்களில், மொத்த உற்பத்தியையும் உற்பத்தித் திறனையும் உயர்த்தும் நோக்குடன், இருப்பு அடர்த்தியை அதிகரிக்கையில் மீன்களிடையே நெருக்கம் ஏற்படுவதால், ஒன்றிரண்டு மீன்கள் நோயுற்றாலும்கூட, அந்நோய் மற்ற மீன்களுக்கும் எளிதிற் பரவ வாய்ப்பு ஏற்படும். இது, தீவிர மீன்வளர்ப்பின் குறைபாடு; எனினும், மீன் உற்பத்தி அதிகம் தேவை என்பதாலும், முதலீட்டுக்கு மேலான வருமானம் அவசியமென்பதாலும், இருப்படர்த்தியினை அதிகமாகக் கொள்வது தவிர்க்க முடியாத தாகிவிடுகிறது.

மீன்களைத் தாக்கும் நோய்களைக் குணப்படுத்த, மருந்துகள் உதவுகின்றன. சில வேதிப் பொருட்கள், நோய் நீக்கப் பயன்படுதல், பொதுவானதோர் பயனைத் தருவதில்லை, மருத்துவம் பல்வேறு மீனினங்களுக்கும் ஏற்பப் பலவாறு அமைய வேண்டியதிருக்கிறது. சில வேதிப் பொருட்கள், மருந்தாய்ப் பயன்படினும், மீனில் நஞ்சைச் சேர்த்துவிடுகின்றன. இத்தகைய மீன்களை யார் உண்பது? எனவே, எதனை,

* முதல்வர் மீன்வளக்கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம் தமிழ்நாடு கால்நடை மருத்துவ அறிவியல் பல்கலைக்கழகம் தூத்துக்குடி - 8.

ஏன் எப்படி மருந்தாய்ப் பயன்படுத்துவது என்ற கேள்விகள் எழுகின்றன.

உயிர் எதிர்க்கொல்லிகளைப் (Antibiotics) பயன்படுத்தினால், நாளடைவில் அவை உரிய பயன்களைத் தருவதில்லை. ஏனெனில், மீன்களில் காணப்படும் நோய்க்காரணிகள் (Pathogens) உயிர் எதிர்க்கொல்லிகளைத் தாங்கும் திறன்பெற்று விடுகின்றன. இத்தகைய குறைபாடுகளுக்கிடையே, மீன்களுக் கேற்படும் நோய்களினின்று, அவற்றைக்காப்பது முக்கியத்துவம் பெறுகின்றது.

இந்நிலையில், மீன்களின் நலம் பெருக்கி, அவற்றின் வளம் சிறக்க உதவுவதும், மீன்களுக்கு நோய்வாராமல், வருமுன் காப்பதுவும் தடுப்பு மருந்து (Vaccine) ஆகும். நோய்த்தடுப்பு மருந்துகள் மீன்களுக்கு நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலைத் (Immunity) தருவதால் மீன்கள் நோயுறுவதில்லை. இத்தகைய நன்மைகளைப்பெற, பண்ணைகளில் வளர்க்கும் மீன்களுக்கும், தாய் தந்தை மீன்களுக்கும், மீன் குஞ்சுகளுக்கும், அவற்றின் நலன் பேண, பல்வேறு முறைகளில் தடுப்பு மருந்துகளைப் பயன் படுத்தலாம்.

நோய்க்காரணிகளிலிருந்து (Pathogens) பெறப்பட்ட உயிர்க் காப்புமூலம் (Antigen) உடலில் நோய் எதிர்ப்பை ஏற் படுத்துகின்றன. இவை நோய்க்காரணிகளி லிருந்தே பெறப் பட்டவை யாயினும், உயிரினத்தில், வளர்ப்பினத்தில் அல்லது மீனில், நோயை ஏற்படுத்தாது. மாறாகப், பின்னர் தாக்கக்கூடிய நோய்க்காரணியை எதிர்க்கும். நோய்க்காரணிகளின் செயல் பாட்டை மங்கச் செய்யும். இப்பணி, முள்ளை முள்ளால் எடுப் பது போன்றதாகும். நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலை உயிர்க் காப்பு மூலம் ஏற்படுத்துகின்றன.

தடுப்பு மருந்தின் தன்மைகள்

தடுப்பு மருந்தானது, பத்திரமானதாகவும் பாதுகாப் பானதாகவும் இருக்க வேண்டும். இம்மருந்தால், பக்க விளைவு கள் எதுவும் ஏற்படக்கூடாது. தடுப்பு மருந்தானது, மீனின்

நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலை (Immunity) அதிகரிப்பதோடு, திறன் குன்றாமலும் இருக்க வேண்டும்.

தடுப்பு மருந்து என்ன செய்யும்?

தடுப்பு மருந்து, மீனில் நோய்க்கான எதிர்ப்பு ஆற்றலை ஏற்படுத்தும். நோயால் அல்லது நோய்க்காரணியால் பாதிப் புக்குள்ளாகாமல், அதன்மீது ஆதிக்கம் செலுத்தவும் அதற்குப் பழகிப்போகவும் தக்க திறனைத் தந்துவிடும். இயற்கை யாகவே, ஒரு உயிரினமானது, குறிப்பிட்டதொரு நோய்க் காரணி யால் ஒருமுறை நோயால் பாதிக்கப்பட்டால், அல்லது தாக்கப்பட்டால், பின்னர் அந்நோயினை எதிர்க்கும் தீவிரத் திறனைப் பெற்றுவிடும். இத்தகைய பயனை அல்லது நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலை வளர்ப்புக்குள்ளாகும் மீன்கள் பெற்றிட, அவற்றுக்குத் தடுப்பு மருந்து அவசியமாகின்றது.

தடுப்பு மருந்து வகைகள்

பொதுவாய், நோய்த் தடுப்பு மருந்துகளைக் கீழ்க்கண்ட வாறு மூன்று வகைகளாய் வரிசைப்படுத்தலாம்.

1. நோய்க்காரணிகளைக் கொன்று (அல்லது உயிரிழக்கச் செய்து) தயாரிக்கப்படும் தடுப்பு மருந்துகள் (Killed Vaccines) : முற்றிலும் செயலிழக்கப்பட்ட தடுப்பு மருந்து
2. நோய்க்காரணிகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும் தடுப்பு மருந்துகள் : செயலுறு மாற்றியமை தடுப்பு மருந்து (Live modified vaccines)
3. சுத்திகரிக்கப்பெற்ற உயிர் காப்புமூலங்கள் (Purified antigens)

மேலும் விளங்கக் கூறினால், குறிப்பிட்ட நோய்க் காரணிகள் சேகரிக்கப்பட்டு, அவற்றை உயிரிழக்கச்செய்து பெறப்படும் பொருட்கள் செயலிழக்கப்பட்ட நோய்த்தடுப்பு மருந்து (Killed vaccine) எனப்படும்.

செயலுறு மாற்றியமை தடுப்புமருந்து (Live attenuated vaccine) என்பது, நோய்க்காரணிகளை, உயிருள்ளவையாகவே வைத்திருந்து, அவற்றின் தீவிரத்தையும் தாக்கும் திறனையும் குறைத்து, தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தல் ஆகும்.

தடுப்பு மருந்தை மீன்களில் பயன்படுத்தும் முறைகள்

நோய்த்தடுப்பு மருந்துகளை மீன்களில் பயன்படுத்துவதற்கு, மீன்களின் வளர்ச்சிநிலை அல்லது அளவு (Size) உயிரியல் (Biology), அவை வளர்க்கப்படும் பண்ணையின் தன்மை ஆகியவை கூறுகளாய் அமைகின்றன. மருந்தைப் பயன்படுத்துவதால் ஏற்படும் செலவையும், வசதியையும், பெறத்தக்க பயன்களையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு, தடுப்பு மருந்தைப் பயன்படுத்தும் முறையைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். நீர்வாழ் உயிரினங்களில் பின்பற்ற, நான்கு முறைகள் உள்ளன.

1. ஊசிமூலம் தடுப்பு மருந்தைச் செலுத்துதல்

கிளெம் (Clem), சிகெல் (Sigel) *(1963)*, சாயர் (Sawer), ஸ்ட்ரௌட் (Strout) ஆகியோரும், வேறு சிலரும், ஊசி மூலம் மீன்களுக்குத் தடுப்பு மருந்தைச் செலுத்தியுள்ளனர். இம் முறையில், எம்.எஸ். 222 (MS 222), பென்சோகெய்ன் (Benzocaine) ஆகிய மயக்க மருந்துகள், செலுத்தப்பட்டுள்ளன.

மயக்க மருந்தை ஊசி மூலம் செலுத்துமுன்னர், மருந்தைச் செலுத்த வேண்டிய மீனுக்கு உணவைத் தவிர்க்க வேண்டும். அதனைத் தொடர்ந்து, மயக்க மருந்தில் சற்றுக் குளியல் சிகிச்சை (bath treatment) அளிக்க வேண்டும். பின்னர், பலநோக்கு ஊசியைப் (Multi-purpose syringe) பயன்படுத்தி, மீனின் உடலில், செதிலுக்கும் தோலுக்கும் அடியில், 250 சாய்வில், மருந்தினைச் செலுத்தலாம். ஊசியின் மூலம் மருந்தைச் செலுத்த, மீனானது, சற்றுப் பெரியதாய் இருக்க வேண்டும். பெருமளவில் (ஆயிரக்கணக்கில்) வளர்க்கப்படும் மீன்களுக்கு, ஊசிமூலம் மருந்தைச் செலுத்துவது, (வசதிக் குறைவினால்) நடைமுறைக்கு ஏற்றதன்று. எனவே, இனப்

பெருக்கத்திற்கான குறிப்பிட்ட சில சினை மீன்களுக்கு இம் முறையினைப் பின்பற்றலாம். கண்காட்சித் தொட்டிகளில் இடம்பெற்றிருக்கும் வண்ண மீன்களுக்கும் இம்முறையில் மருத்துவம் செய்யலாம்.

முழுக்கு முறை (Immerson)

அமென்ட (Ament - 1976) அனிப்பா, அமென்ட் (Anipa and Ament, 1977) கோல்ட் (Gould 1979) போன்றோரால், முழுக்கு முறையில் தடுப்பு மருந்துகள் பயன்படுத்தப்பட் டுள்ளன. இம்முறையின்படி, முதலில் உப்புக்கரைசல் நீரில் (Salt solution) மீன்களுக்குக் குளியல் சிகிச்சையளிக்க வேண்டும். இதனைத் தொடர்ந்து, நோய்த்தடுப்பு மருந்துக்கரைசலில் (Antigen) குளியல் சிகிச்சை அளிக்கலாம்.

குளியல் சிகிச்சைக்கான மொத்த நேரம், மீனைப் பொறுத்தும், மருந்தின் தன்மையைப் (வீரியத்தைப்) பொறுத் தும், நோயின் தீவிரத்தைப் பொறுத்தும் அமையலாம். குறைந்தது, 20 நொடிகள் முதல், ஒரு நிமிடம் வரை குளியல் சிகிச்சை அளிக்கவேண்டும். அதிகப்படியாய் 1 மணி நேரம் வரை குளியல் சிகிச்சையை நீடித்துக் கொள்ளலாம். குளியல் சிகிச்சைக்கான மொத்த நேரம், மீனின் பல்வேறு உயிரியல் கூறுகளையும் பொறுத்து அமையும்.

பெருமளவான மீன்குஞ்சுகளுக்கு, இம்முறையில் எளிதில் சிகிச்சை அளிக்கலாம். மீன்குஞ்சுப் பொரிப்பகங்களில் அல்லது நாற்றங்கால்களில் பின்பற்ற, இம்முறை மிகவும் ஏற்ற தாகும். எனினும், குளியல் சிகிச்சையின் பயன், ஊசி மூலம் மருந்தைச் செலுத்துவது போல் சிறப்பாய் அமைவதில்லை.

வாய் மூலம் (தீனி மூலம்) மருந்து தருதல்

மீனின் வாய் மூலம் தடுப்பு மருந்தைச் செலுத்துவது, டஃப் (Duff 1942) ப்ரையர், குழுவினர் (Fryer et al. 1976), ஏஜியஸ் குழுவினர் (Agius et al. 1983) ஆகியோரால் பின்பற்றப் பட்டது; பரவலான முறையில் (Extension method) மீன்கள்

வளர்க்கப்படும் குளங்களில் அல்லது பண்ணைகளில், இம்முறையினை எளிதிற் பின்பற்றலாம். மீன்களுக்கு வழங்கப்படும் உணவில், தடுப்பு மருந்தைக் கலந்து மீன்களுக்குத் தரலாம். இம்முறையில் பயன்படுத்த அதிகமான மருந்து தேவைப்படும். மருந்து, வீணாகும் வாய்ப்பும் உண்டு.

தெளிப்பு (Spray) முறை மருந்தளிப்பு

இம்முறை, மிகுதியும் பயன்பாட்டில் இல்லை. பூச்சரங்கள் வாடிவிடாமல் இருக்க, அவற்றின்மீது நீரைத் தெளிப்பதுபோல், ஆனால் சற்று வேகமாக, மீன்களில் முழுவதும் படர்ந்து படும்படி, 2-5 நொடிகள் அழுத்தத்துடன் தடுப்பு மருந்தைத் தெளித்தல் (Spray), ஒரு வினோத முறையாகும். வயல்வெளிகளில், பயிர்களுக்கு மருந்தைத் தெளிப்பதைத் தற்போது நினைத்தால், இம்முறையின் எளிமை புரியும். இம்முறை மூலமும், அதிகமான மீன்களுக்குக் குறைந்த நேரத்தில் சிகிச்சை அளிக்க முடியும்.

மீனுக்கான தடுப்பு மருந்தின் சரித்திரம்

மீனிற்கான தடுப்பு மருந்து, முதன்முதலாய், 1942 ஆம் ஆண்டு, டஃப் (Duff) என்பவரால், புயூரன்குலோசிஸ் (Furunculosis) என்னும் நோயினைத் தடுக்கப் பயன்படுத்தப் பட்டது. இத்தடுப்பு மருந்து களோரோபாமைப் பயன்படுத்தி, ஏரோமோனாஸ் சால்மோனிசைடா என்ற, முழுவதும் செயலிழக்கப்பட்ட பாக்டீரியாக்களிலிருந்து பெற்றதாகும். வணிக அளவிலான, மீன்நோய்த் தடுப்பிற்கான உரிமம் (License), 1976 ஆம் ஆண்டு, அமெரிக்காவில், முழுச்சிவப்பு வாய் (Enteric Red Mouth - ERM) என்ற நோயைக் கட்டுப்படுத்தும் பொருட்டு வழங்கப்பட்டது. இதனைத் தொடர்ந்து, விப்ரியோ (Vibrio) தடுப்பு மருந்து, உலகின் பல பாகங்களில் வழங்கப் பட்டது. ஏரோமோனாஸ் ஹைடியோபிலா எனும் தடுப்பு மருந்து (Aeromonas hydrophila), முக்கியமானதும் நவீனமானதும் ஆகும். இதனைக் கெண்டைகள், விலாங்கு, திலேப்பியா மற்றும் கெழுத்தி ஆகிய மீன்களுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

மீன்களில் நோய்த்தடுப்பு அல்லது எதிர்ப்பாற்றலை ஏற்படுத்த, பேக்டரின்ஸ் (Bacterins) இருவகைகளில் உண் டாக்கப்படுகின்றன.

1. நோய்த்தடுப்புக்கான செல்களை, பார்மலினால் கொன்று தயாரிப்பது.
2. நோய்த்தடுப்புக்கான செல்களை, வெப்பத்தால் கொல்வது (இம்முறையில், பாக்டீரியா செல்கள், 100^0 C வெப்பத்தில் 30 நிமிடம் வெப்பத்தாக்குதலுக்கு உட்படுத்தப் பட்டு இறப்புக் குள்ளாக்கப் படுகின்றன.)

பாக்டீரியாக்களின் சத்து அல்லது சாரம் (Extract), வளர்க்கப்படும் பாக்டீரியாக்களின் கரைசல் (Suspension) அல்லது, அவற்றின் செல் சுவர்களிலிருந்து (Cell Walls) பிரித்தெடுக்கப் படுகின்றன.

எதிர்காலத்தில் தடுப்பு மருந்துகள்

மனித குலத்துக்கும், மீனினங் களுக்குமான நோய்த் தடுப்பு மருந்துகளின் தயாரிப்பு மற்றும் பயன்பாட்டில், இம்மியூனாலஜி (Immunology) மற்றும் பயோடெக்னாலஜி (Biotechnology) போன்ற பயன்பாட்டு அறிவியல் அணுகு முறைகளால், பெரும் புரட்சி ஏற்படும். அதனால், உடல்நலக் குறைகள் மறைந்து, நிறைவான நன்மைகள் பெருகும்.

டி.என்.ஏவை (DNA) மாற்றும், ஜெனிட்டிக் எஞ்சினியரிங் (Genetic Engineering) நுட்பங்களால், பாதுகாப்பான அல்லது பாதுகாப்புக்கான (Protective) ஆன்டிஜென்களை (Antigens) உற்பத்திசெய்ய இயலும். நோய்க்காரணி அல்லது நோய்க்காரணிகளில் இருக்கும், நோயுண்டாக்கும் தீவிரத்துக் கான ஜீன் அல்லது ஜீனோம்களை (Gene or genomes) நீக்குவதன் மூலம், மற்ற ஆன்டிஜன்களை நிலைக்கச்செய்து, அட்டெனு வேட்டட் (Attenuated) வேக்சின்களை உற்பத்தி செய்யலாம். இந்த நுட்பத்தின் மூலம், லைவ் வேக்சினின் திறத்தை அதிகரிக்கலாம்.

ஆண்டிஜெனில் இருக்கும் புரொட்டெக்டிவ் எப்பிட்டோப்கள் (Protective epitopes) சில அமினோ அமிலங்களின் கூறுகளால் ஆனவை. இவற்றைச் செயற்கையிற் சீராகச் செய்திடக் கூடும். எனவே, குறைந்த விலையில் இத் தடுப்புமருந்தைத் தயாரித்து, கேரியர் ஆன்டிஜன்களோடு (Carrier antigen) சேர்த்துப் பயன் படுத்தலாம்.

எதிர்காலத்தில், பாதுகாப்பளிக்கும் உயிர்எதிரிகளின் (Protective antibodies) உற்பத்தியை நம்பிக்கையுடன் எதிர்பார்க்கலாம். இந்த எதிர்பார்ப்பு உண்மையாகும்போது, தனித்தன்மையான உயிர் எதிரிகளின் திறன், மேலும் மேம்படும். ஆன்டி-இடியோடைப்புகளின் ஆன்டிஜன் பைன்டிங் பகுதிகளை, தடுப்பு மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய தடுப்பு மருந்துகளால் பக்கவிளைவுகள் எதுவும் இருக்காது. இவற்றைப் பெருமளவில் தயாரிக்க இயலுமாதலால், எதிர்காலத்தில் இவற்றுக்குத் தட்டுப்பாடும் இராது. இக்கூற்றுகள், சோதிடம் அல்ல. அறிவியலின் அடிப்படையில் ஏற்பட்டிருக்கும் நம்பிக்கை முனைகள் ஆகும். நம்பிக்கைதானே வாழ்க்கை. வெற்றிகமான வாழ்விற்கு, நமது செயற்பாடுகளோடு, இத்தகைய நம்பிக்கையும் அவசியமன்றோ!

மருந்தைத் தயாரிக்கலாம் என்பதற்காக, நலவாழ்வுக்கான நடைமுறை வழிகளைப் பின்பற்ற மறந்து, மருந்தைத் தேடலாகாது. உடல்நலம் பேண, அவசியமான அனைத்தையும் பின்பற்ற வேண்டும். அதற்கான, அடிப்படை அறிவியல் உண்மைகளை அறிந்து செயல்படுவோம். இக்கருத்து, மீனினத் திற்கு மாத்திரமல்ல, அனைத்து உயிரினங்களுக்குமே பொருந்தும்.

★★★

அறிவியல் விந்தைகள் - 1

முனைவர் இரா. விஜயராகவன்

கண்கள் சிலருக்கு நீலநிறமாயும், சிலருக்குப் பழுப் பாயும் , வேறு சிலருக்குக் கருமையாயும் இருப்பது ஏன்?

மனிதர்களின் கண்ணில் ஒளி புகுந்து செல்லக்கூடிய விழிவெண்படலம் (Cornea) முன்னாலும், அதற்குப் பின்னால் கருவிழிப் படலம் (Iris) என்ற தசையாலான திரையும் உள்ளன. கருவிழிப்படலம் ஒளி உள்ளே செல்வதைக் கட்டுப்படுத்து வது; மெலானின் (Melanin) என்ற நிறமி (Pigment) அடங்கிய உயிரணுக்களால் ஆனது. கண்களின் நிறத்திற்குக் காரணமாய் அமைவது இந்நிறமியே ஆகும்.

கருவிழிப்படலத்தில் நிறமி இல்லாமற் போகுமானால் கண் நீல நிறமாய்த் தோன்றும். இதற்குக் காரணம் கண்ணின் விழிப்படலத்திற்கும் ஒளிவில்லைக்கும் இடையேயுள்ள கண் முன் நீர் (aqueous humour) என்ற திரவப்பகுதியில் ஒளிக்கதிர் ஊடுருவிச் சென்று நீல நிறத்தை உண்டாக்குதலேயாகும். வானம் நீல நிறமாய்க் காட்சியளிப்பதற்கும் இவ்விளைவே காரணம் எனலாம்.

நிறமி அடர்த்தியாய் இருக்குமானால் கண் பழுப்பு நிறமாயும், மிகவும் அடர்த்தியுடன் இருப்பின் கருமை நிற மாயும் இருக்கும். இந்நிறமிப் பொருள் கருவிழிப்படலத்தில் இல்லாமல் இருப்பதும் அல்லது குறைந்தோ கூடுதலாகவோ இருப்பதும் மரபுவழிப்பட்ட பரம்பரை இயல்பாகும். இன் னும் சிலருக்குக் குழந்தைப் பருவத்தில் நீல நிறக் கண்களும், வளர வளரக் கண்கள் பழுப்பு நிறமாயும் மாறுவதுண்டு; கருவிழிப்படலத்தில் நிறமி வயது கூடக்கூட, அடர்த்தி யாய்ச் சேருவதே இதற்குக் காரணம்.

***

எக்ஸ்-கதிர் படத்தாள்

பேராசிரியர் அரு. தாணுமாலையன் (ஓய்வு)*

முன்னுரை

மருத்துவத்துறை வளர்ச் சியில் X- கதிர்களின் பங்களிப் பினைக் குறைத்து மதிப்பிடமுடியாது. பல்வேறு வகையான எக்ஸ்-கதிர் கருவிகள் இன்று பயன்பாட்டிலுள்ளன. உடலின் உள்ளுறுப்புகளின் படத்தினைப் பதிவு செய்ய ஓர் ஊடகம் தேவை. இவ் ஊடகம் தான் எக்ஸ்-கதிர் படத்தாள், கதிர் படத் தாள் எவ்வாறு ஆக்கப்படுகிறது, அதன் பண்புகள் யாவை? அது எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பனவற்றைத் தெரிந்து கொண்டால், படத்தாளினைப் பயன்படுத்தும்போது நிறைந்த நன்மைகள் விளையும் என்பதால் அவைகளைப்பற்றிச் சிறிது பார்ப்போம்.

நம் நாட்டில் உதகையிலுள்ள HPF இந்துஸ்தான் புகைப் படத்தாள் நிறுவனம் - எக்ஸ்-கதிர் படத்தாள்களையும் பிற படத்தாள்களையும் உற்பத்தி செய்து வருகிறது.

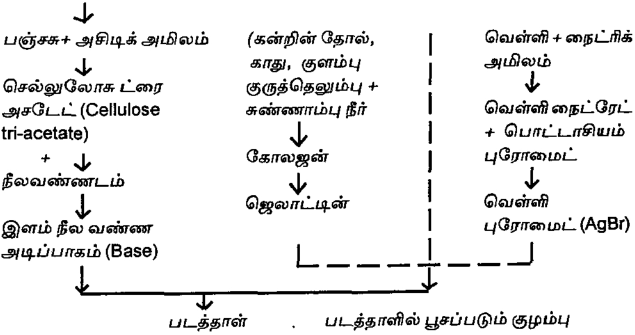
படத்தாள் தயாரித்தல்

X-கதிர் படத்தாள் செல்லுலோசு ட்ரை அசிடேட் (CTA) என்னும் பொருளால் ஆன அடிப்பாகத்தைக் கொண்டது. அண்மைக் காலங்களில் 'பாலியஸ்டர்' என்னும் செயற்கைப் பொருளால் ஆன அடிப்பாகத்தைக் கொண்ட படத்தாட்களும் விற்பனைக்கு வரத் தொடங்கியுள்ளன. பாலியஸ்டர் அடிப் பாகம் மிகவும் நிலையானது. படத்தாளின் பரப்பளவில் மாற்றம் ஏற்படாது. எனவே CTA படத்தாள் போல் அதில் நாள் பட்டபின் வலைப்பின்னல், தோன்றாது (Reticulation), உணர்

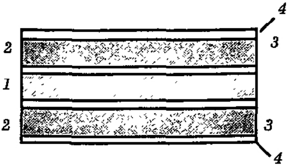
---

* பேராசிரியர் (ஓய்வு) எண். 10, 2 - ஆவது சந்து, 12 - ஆவது தெரு, மங்கள நகர், போரூர், சென்னை - 600 116.

திறன் மிக்கக் குழம்பில் வெள்ளி புரோமைட் படிகங்களுடன் மிகக் குறைந்த அளவில் வெள்ளி கெலைடுகளும் கந்தகக் கூட்டும் காணப்படுகின்றன. இந்த மாசுப் (impurity) பொருள் களும் படிகத்திலுள்ள குறைகளும் (Defects) படிமம் (image) தோன்றக் காரணமாய் அமைகின்றன. படத்தாள் பற்றிய ஆக்கநிலைப்படம் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது.



அடிப்பகுதியில் (Base) இருபக்கமும் X-கதிர்களை ஏற்று படத்தினைக் கொடுக்கும் குழம்பு (emulsion) சீராகப் பூசப்பட்டுள்ளது. இம்முக்கியமான பகுதியிற் சிராய்ப்பு, கீறல் முதலாயன ஏற்படாவண்ணம் காப்புப் பூச்சி (T Coat) இருபக்க மும் உள்ளன. இவை யாவும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



1. அடிப்பாகம் 0.2 மி. மீட்டர்
2. ஒட்டும் தன்மையுடைய பூச்சு 0.01 மி.மீ.
3. குழம்பு 0.026 மி.மீ.
4. காப்பு உறை 0.01 மி.மீ.

படம் 1

ஜெலாட்டினில் வெள்ளி புரோமைட் படிகங்கள் மிகவும் சீராகப் பரவும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன.

இது போன்றப் படத்தாளில் X கதிர்கள் விழும்போது வெள்ளி புரோமைட், உலோக வெள்ளியாய் மாற்றப்படுகிறது. உலோக வெள்ளி காணப்படும் இடங்கள் கருமையாய்த் தோன்றுகின்றன. தோற்றுவிக்கப்படும் வெள்ளியின் அளவு அவ் விடத்தினை வந்தடையும் ஒளி, எக்ஸ்-கதிர்கள் அல்லது காமாக்கதிர்களின் அளவினைப் பொறுத்தமைகிறது.

படத்தாளில் ஓரிடத்தில் காணப்படும் கருமையின் அளவு 'ஒளியியல் அடர்த்தி' (Optical density) அல்லது 'அடர்த்தி' என்று அறியப்படுகிறது. இதனை அளவிடச் சாதாரண ஒளிக்கற்றையுடன், விழும் கதிரின் செறிவையும் (intensity) படத்தாளிலிருந்து வெளிப்படும் கதிரின் செறிவையும் அளவீடு செய்து கணக்கிட முடியும். இதற்காக அடர்த்தியளவி (Densitometer) பயன்படுத்தப் படுகிறது.

படத்தில் விழும் கதிரின் செறிவு I_o என்றும் வெளிப்படும் கதிரின் செறிவு I_t என்றும் காட்டப்பட்டுள்ளன.
இப்போது

$$\text{அடர்த்தி (D)} = \text{லாக்}_{10} \frac{I_o}{I_t} \quad \text{ஆகும்.}$$

படம் 2

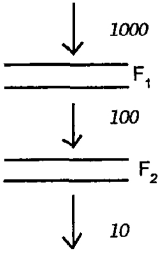
அதாவது அடர்த்தி, என்பது படுகதிர், விடுகதிர் இவைகளின் விகிதத்தின் மடக்கை மதிப்பிற்குச் சமம்.

படுகதிரின் செறிவு 1000 அலகுகள் என்றும் விடுகதிரின் செறிவு 10 என்றும் கொண்டால், அடர்த்தி = லாக் (I_o / I_t) = லாக் 1000/10=2 ஆகும். இப்போது இரு படங்களை படம் 3ல் காட்டியவாறு ஒளிர்திரைக்கு முன் வைத்திருப்பதாய்க் கருதினால்,

ஃபிதாள் F_1-இன் அடர்த்தி D_1 எனில்,
D_1 = லாக் (1000 / 100) = லாக் 10 = 1

அதே போல் ஃபிதாள் F_2-இன் அடர்த்தி
D_2 எனில் லாக் 100 / 10 = லாக் 10 = 1

மொத்த அடர்த்தி



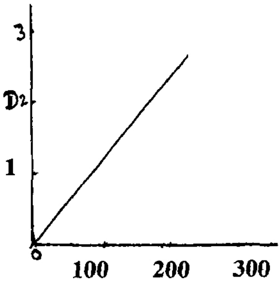
படம் 3

D = லாக் 1000 / 10 = லாக் 100 = 2

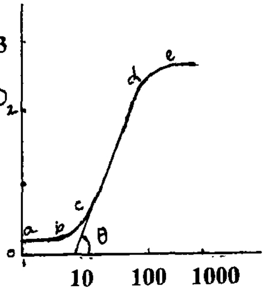
இதிலிருந்து மொத்த அடர்த்தியை இரு அடர்த்திகளைக் கூட்டிப் பெறமுடியும் என்பது விளங்கும். $D = D_1 + D_2$

பண்புக்கோடு Characteristic Curve)

ஒளியியல் அடர்த்தியினை Y அச்சிலும், விழுகதிரின் அளவினை X அச்சிலும் எடுத்துக்கொண்டு வரைபடம் பெறும் போது, படத்திலிருந்து அடர்த்தி விழுகதிரின் அளவிற்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பது தெரியவரும்.



விழுகதிர் MR-ல்
(MR. மில்லி இராண்ஜன்)
படம் - 4 (திரை இல்லாமல்)



லாக்கரிதத்தில் விழுகதிர்
அளவு log E (திரையுடன்)
படம் 5

ஒரு பெரிய படத்தாளிலிருந்து 2 செ.மீ. x 10 செ.மீ. அளவுகளில் பல துண்டுகளை வெட்டி எடுத்துக்கொண்டு, ஒவ்வொரு துண்டினையும் வலுவூட்டும் திரையுடன் கூடிய தாள் பேழையில் வைத்து விழுகதிரின் அளவினைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய்க் கூட்டிக் கதிர் பாய்ச்ச வேண்டும். எல்லாத் துண்டுகளையும் ஒரே சமயத்தில் உருவூட்டிப் (develope); பின்னர் நிலைப்படுத்த (Fix) வேண்டும். ஒவ்வொரு துண்டின் அடர்த்தியினையும் அடர்த்தியளவிற் கொண்டு அளவிட வேண்டும். இப்போது D-log E வரைபடம் வரைய வேண்டும். (Hurter - Driffield graph - H.D curve) அடர்த்தியினையும், விழுகதிரின் லாக் மதிப்பினையும் முறையே Y, X அச்சு களில் எடுத்துக்கொண்டு பெறப்படும் வரைபடங்கள் பண்பு கோடுகள் அல்லது D-log E கோடுகள் எனப்படுகின்றன. இக்கோடு படத்தாளின் பண்பினையும், கதிரின் பண்பினை யும் பொறுத்து அமையும் படம் நான்கு பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. பனிமூட்ட அளவு (fog level) ab : முதலில் குறைந்த அடர்த்தியே காணப்படுகிறது. இது விழுகதிரின் அளவினைப் பொறுத்து அமைவதில்லை. இது படத்தாளின் அடிப்பாகம் (Base) கதிர்களை ஏற்பதால் ஏற்படுகிறது. இது விழுகதிர் கூடும்போது, கூடுவதில்லை. கால் பகுதி (toe level) : bc : இந்த நிலையில் அடர்த்தி சற்றுக் கூடுகிறது.

நேர் கோட்டுப்பகுதி (Straight line) cd : இப்பகுதி மிக வும் முக்கியமான பகுதியாகும். கதிர்ப்படம் எடுக்கும்போது இப்பகுதியில் தான் எடுக்கப்படுகிறது.

தோள் பகுதி (Shoulder) de : இப்பகுதி வளைந்து காணப்படும். பின் நிலையான அளவுடன் இருக்கும்.

கால் பகுதியில் படம் எடுக்கப்படும்போது படம் போதுமான அடர்த்தி இன்றியும் தோள் பகுதியில் படம் எடுக்கப்பட்டால் அதிக அடர்த்தியுடனும், படம் காணப் படும். இப்படிப்பட்ட படங்கள் உண்மையான ஆய்விற்கு ஏற்றனவல்ல. நேர்கோட்டுப் பகுதியில் படம் எடுத்தால், நல்ல தெளிவான படம் கிடைக்கிறது. இதனாலேயே நேர்கோட்டுப் பகுதி முக்கியத்துவம் பெறுகிறது.

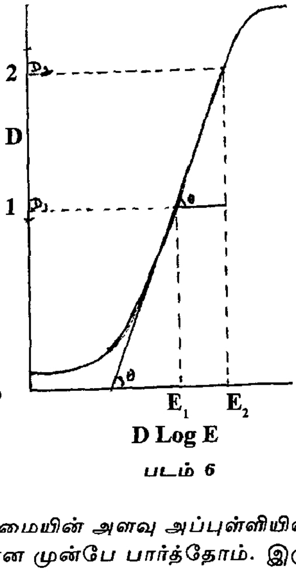
இவ்வடர்த்தி - லாக் விழுகதிர் அளவு - D to gE - வரைபடம் பண்புக்கோடு எனப்படுகிறது.

படத்தாள் காமா (Film Gamma)

பண்புக்கோட்டின் உச்ச சரிவு (Slope) பொதுவாய் காமா (γ) எனப்படுகிறது. படம் 6ல் இருந்தது காமா கணக்கிட்டுத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

$$\text{காமா } \gamma = \frac{D_2 - D_1}{\log E_2 - \log E_1}$$

இங்கு D_2, D_1 என்பன முறையே E_2, E_1 என்ற கதிர் வீச்சளவிற் குரிய அடர்த்தியாகும். பொதுவாய் $\gamma = \tan\theta$ என்று குறிக்கப்படும். இங்கு θ என்பது நேர்கோட்டுப் பகுதி யினை பின்னால் நீட்டி அது கிடை அச்சினை வெட்டும் புள்ளியில், இரு கோடுகளுக்கும் இடைப்பட்ட கோணமாகும்.



படம் 6

ஒரு புள்ளியிலுள்ள கருமையின் அளவு அப்புள்ளியில் அடர்த்தியைக் கொடுக்கிறது என முன்பே பார்த்தோம். இரு அடுத்தடுத்த புள்ளியிலுள்ள கருமையின் வேறுபாடு, ஒப்புமை (contrast) எனப்படும்.

$$\gamma = \frac{D_2 - D_1}{\log E_2 - \log E_1}$$

$$\therefore D_2 - D_1 = \gamma (\log E_2 - \log E_1) = \gamma \log E_2 / E_1$$

எனவே $C = D_2 - D_1 = \gamma \log E_2 / E_1$, இங்கு C என்பது ஒப்புமை யின் அளவாகும்.

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து ஒப்புமை (contrast)

1. படத்தாளின் காமா γ வைப் பொறுத்திருக்கிறது என்றும்,

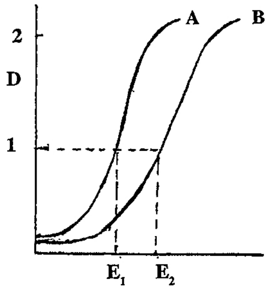
2. ஒப்புக்கதிர்வீச்சளவின் E_2 / E_1 லாக் மதிப்பினைச் சார்ந்து இருக்கிறது என்றும் தெளிவாகிறது. $\log E_2 / E_1$

படத்தாளின் வேகம் = (Speed of a film) : படத்தாளில் அடர்த்தி ஒன்றாய் இருக்கத் தேவைப்படும் கதிர்வீச்சின் அளவு கதிர்வீச்சளவு இராண்ஜனில் அளவிடப்பட வேண்டும்.

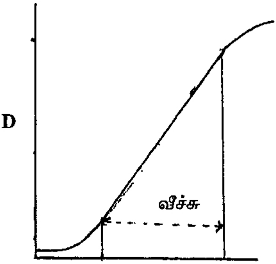
$$\text{வேகம் } S = \frac{1000}{\text{அடர்த்தி ஒன்றாக இருக்கத் தேவைப்படும் கதிர் வீச்சளவு (mR)-ல்}}$$

$$= \frac{1000}{\text{மில்லி இராண்ஜன்}} \text{ அடர்த்தி ஒன்றிற்கு}$$

குறைந்த அளவு கதிர்களை ஏற்று அடர்த்தி ஒன்றனைக் கொடுக் கும் படத்தாள் வேகமானப் படத்தாள் என்றும், அதே அடர்த் தியை அதிக கதிர்களை ஏற்றுக் கொடுக்கும் படத்தாள் வேகம் குறைந்த படத்தாள் என்றும் அறியப்படுகின்றன.



படம் 7



கதிர் வீச்சு - log E

படம் 8

படம் 7ல், தாள் A வேகம் கூடியது என்பது தெளிவாகிறது. படத்தாள் Bல் அடர்த்தி ஒன்றனைப் பெற அதிகக் கதிர்வீச்சுத் தேவைப்படுகிறது. தாளின் வீச்சு (Film latitude) : பண்புக் கோட்டின் மிகவும் பயனுள்ள பகுதியாய் நேர்கோட்டுப்பகுதி குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு படத்தாளின் இந்த பயனுள்ள பகுதியினைக் கொடுக்கும் 'கதிர்வீச்சளவு', வீச்சு எனப்படும். இந்த வீச்சு காமாவைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. காமா அதிகமானால் வீச்சு குறைவாயும், காமா குறைவானால் வீச்சு அதிகமாயும் இருக்கும். படம் 8-ல், E_1 - E_2 என்கிற கதிர்வீச்சிற்கு நேர்கோட்டுப் பகுதி கிடைக்கிறது. எனவே E_1 - E_2 வீச்சு எனப்படும்.

படத்தாளில் இரு பக்கமும் குழம்பு பூசப்பட்டிருப்பதால் கருமை இரட்டிப்பாகிறது. அடர்த்தி இரட்டிப்பாகிறது. இரு பக்கமும் பழு ஒரே மாதிரி இருப்பதால் படத்தாள் சுருண்டு விடுவதில்லை. ஒப்புமையும் இரட்டிப்பாகிறது.

வலுவூட்டும் திரைகள்

X- கதிர்களைப் பயன்படுத்திப் படம் எடுக்கும்போது இலக்கிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களின் ஆற்றலில் 1% தான் படிமத்தினைத் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுகிறது. எனவே தோற்று விக்கப்படும் படிமம் போதிய கருமையுடன் இருப்பதில்லை. படிமத்திற்கு வலிமை சேர்க்க - செறிவினை அதிகரிக்க - வலு வூட்டும் திரைகள் (intensifying screen) பயன்படுத்தப்படு கின்றன. இத்திரைகள் உடனொளிர் பண்புடையன. இருபக்க மும் பூச்சுடைய படத்தாளின் இருபக்கமும் இரு திரைகள் இருக்குமாறு வைத்துக் கதிர்படம் எடுக்கப்படுகின்றன. விற் பனைக்கு வரும் படத்தாள்கள், திரைத்தாள்கள் (screen film) என்றும் (இவைகள் வலுவூட்டும் திரையுடன் பயன்படுத்தப் பட வேண்டும்). நேரடியாய் வலுவூட்டும் திரையில்லாமல் (Non-screen film) பயன்படும் படத்தாள்கள் என்றும் வரு கின்றன.

தாள்பேழை (cassetee) என்னும் படத்தாளினை வைக் கும் மெல்லிய பெட்டியினுள், வலுவூட்டும் திரைகள் ஒன்று ஃபிலிமின் முன்னும் ஒன்று பின்னும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. திரையுடன் படம் எடுக்கும்போது படத்தின் அடர்த்தியில் 95% உடனொளிர் திரையிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளிக்கதிர்க ளால் தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. 5% தான் X- கதிர்களால் தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. இப்படிப்பட்ட ஒளிர் திரையி லிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் பொதுவாய் நீல நிறத்தில் உள்ளன. படத்தாள் இந்த வண்ணத்திற்கு அதிக உணர் திறன் கொண்டன.

கால்சியம் டங்ஸ்டேட் (C_2 WO_4), சீங்சல்பைட் (Zn S) பேரியம் ஈய சல்பேட்டு ($BaPbSO_4$) போன்ற பொருள்களில் X கதிர்கள் விழும்போது, உடன் ஒளிர்கின்றன (Fluorese) அதா வது ஒளிக்கதிர்களைத் தோற்றுவிக் கின்றன. வெளிப்படும் ஒளியின் அளவு அவைகளில் விழும் X- கதிர்களின் அளவி னுக்கு நேர் வீதத்தில் இருக்கின்றது. மேற்கூறிய கூட்டுப் பொருள்கள் நன்றாய்ப் பொடி செய்யப்பட்டு அதிக ஒட்டும் தன்மையுள்ள பசையுடன் கலந்து சிறப்புத் தன்மையுடைய

கட்டி அட்டையில் சீராகப் பூசப்பட்டுள்ளன. இவையாவும் வேதியியல்படி உப்பு என்பதால், இந்த ஒளிர்திரைகள் ''உப்புத் திரைகள்'' (Salt screen) எனப்படுகின்றன.

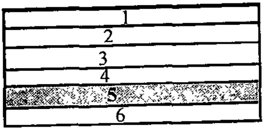
நல்ல திரைக்கு இருக்க வேண்டிய பண்புகள்

1. X -கதிர்கள் தம்மில் விழும்போது அதிக உடன் ஒளிர் பண்பு இருத்தல் வேண்டும்.
2. ஊதா மற்றும் நீலநிற ஒளிக்கதிர்களை உமிழ வேண்டும். படத்தாள்கள் இந் நிறங்களுக்கு அதிக உணர்திறன் பெற்றுள்ளன.
3. திரைகளில், கதிர்கள் தாக்கும்போது நிறத்திலோ அல்லது பிற வகையிலோ எந்த மாற்றமும் நிகழக்கூடாது.
4. திரையில் பின்னும் ஒளிர்தல் பண்பு (Phosphorecence) இருத்தல் கூடாது. இருப்பின், ஒரு முறை படம் எடுத்த பின், மறு முறை பயன்படுத்தும்போது, இந்த பின்னும் ஒளிர்தல் பண்பு இடையூறாய் அமையும்.

வலுவூட்டும் திரை

1. கட்டிக் காகித அட்டை அல்லது பிளாஸ்டிக் அட்டை
2. ஒளி திருப்பும் டைடேனியம் டை ஆக்சைட்
3. உடனொளிர் பொருட்கள்
4. காப்புப்பூச்சு

படம் 9



1. பிளாஸ்டிக், அலுமினியத்தால் ஆன கேசட்டின் முன் பகுதி
2. ஒளிர்திரை - முன் பக்கம்
3. படத்தாள்
4. எளிர்திரை - பின்பக்கம்
5. மெத்தென்று அமுக்கப் பயன்படும் நுரை (Sponge)
6. ஈய பூச்சுடைய உலோகக் கேசட்டின் பின் பகுதி

படம் 10

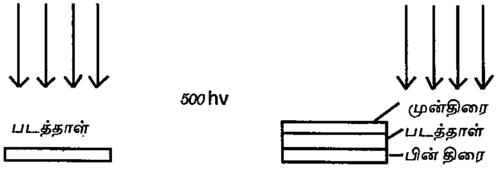
படம் 10ல் கேசட்டில் திரைகளும், படத்தாளும் எவ்வாறு உள்ளன என்பதனை விளக்கும், ஒளிரும் பகுதி படத்தாளி னைப் பார்த்து இருக்கிறது.

வலுவூட்டும் திரை செயல்படும் முறை

திரையிலுள்ள உடனொளிர் பொருட்களின் அதிக அணு எண்ணும் அதனால் ஏற்படும் அதிக ஏற்புத் திறனும் வலுவூட்டும் பண்பினை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. படத்தாட் களை விட வலுவூட்டும் திரையில் X-கதிர்கள் அதிகமாய் ஏற்கப்படுகின்றன. இதன் காரணமாய் அதிக ஒளி Plotons ஒளியன்கள் - தோன்றுகின்றன. படிமத்தினைத் தோற்றுவிக்க அதிக ஒளியன்கள் தேவை என்றாலும் முடிவில் அதிக மறை படிமங்கள் தோற்றுவிக்கப் படுகின்றன. அடியிற் காட்டப் பட்டுள்ள எடுத்துக்காட்டு இதனை தெளிவுபடுத்தும்.

அட்டவணை ஒரு சாதாரண படத்தாளும், படத் தாளும் திரையும் சேர்ந்த அமைப்பும் எவ்வாறு படிமத் தினைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றது.

இரு அமைப்பிலும் 500 X-கதிர் ஒளியன்கள் விழுவ தாய்க் கொள்வோம். இதில் 100 போட்டான்கள் திரையினால் ஏற்றுக்கொள்ளப் படுகின்றன. 3 போட்டான்களே இந்த அமைப்பில் நேரடியாய்ப் படத்தாளில் ஏற்கப் படுகின்றன. ஆனால் திரையில்லாப் படத்தாளில் 5 ஒளியன்கள் ஏற்கப் படுகின்றன. எனவே இத்தாளில் 5 மறைப்படிமங்கள் தோற்று விக்கப் படுகின்றன.



விழுமம் X-கதிர் 500
ஒளியன்

படத்தாளில் ஏற்கப்பட்டவை	5	3
திரையில் ஏற்கப்பட்டவை	-	100
தோற்றுவிக்கப்படும் ஒளியன்கள்	-	100 X 450 = 45000
படத்தாளினை அடையும் ஒளியன்கள்	-	1/3 X 45000 = 15000
தோன்றிய மறைபடிமம்	5	15000/100 = 150
ஒப்பு விளைவு	5 :	150
	1 :	30

இங்கு தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஒளியன்களில் 1/3 மட்டுமே படத்தாளினை அடைவதாய்க் காட்டப்பட்டுள்ளது. மீதி திரையிலும், வேறு திசையிலும் செல்வதாய்க் காணப்படுகின்றன.

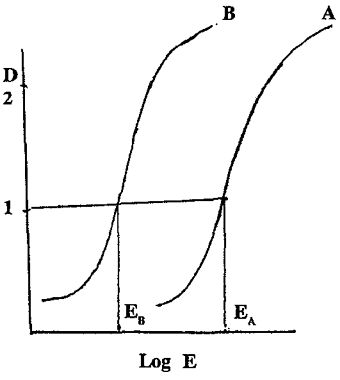
ஒவ்வொரு X-கதிர் ஒளியனும் திரையில் 450 ஒளி ஃபோட்டான்களைத் தோற்றுவிக்கின்ற. மேலும் ஒரு படிமத்தினைத் தோற்றுவிக்க ஒரு X-கதிர் போட்டான் போதுமானது என்றால், குறைந்த ஆற்றல் காரணமாய் ஒரு படிமத்தினைத் தோற்றுவிக்க 100 ஒளியன்கள் தேவைப்படுகிறது என்பதும் கவனிக்கத் தக்கது.

திரையுடன் கூடியப் படத்தாளில் நேரடியாய் X- கதிர்கள் சில படிமங்கள் தோற்றுவிக்கப் படலாம். ஆனால் அது 3-ஐ விடவும் குறைவாகவே யுள்ளது.

சில உடனொளிர் பொருட்களும், அவை வெளிவிடும் ஒளியின் அலை நீளங்களும் தூண்டு பொருளும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

உடனொளிர் பொருள்	அலை நீளம் mm-யில்	தூண் பொருள் (activator)	உச்ச அலை நீளம்	நிறம்	பயன்
ZnCdS	460-640	Cu	530	பச்சை	ஒளிர் திரை
Ba PbSO4 (10% Pb)	260-400	-	300	ஊதா	,,
ZnS	400-540	Ag	440	நீலம்	வலுவூட்டும் திரை
ZnS	530-660	Mn	580	மஞ்சள்	ஒளிர் காட்சி ஆரஞ்சு

வலுவூட்டும் காரணி (Intensification factor) வலுவூட்டும் திரை இல்லாப் படத்தாளுடையதும் திரையுடன் கூடியதுமான இரு படத்தாள்களுடைய பண்புக்கோடுகள் காட்டப் பட்டுள்ளன. படத்திலிருந்து திரை இல்லாப் படத்தாள் Aக்கு, அடர்த்தி ஒன்றனைக் கொடுக்க EA அளவு கதிர் வீச்சுத் தேவை என்றும் அதே அடர்த்தியினைக் கொடுக்க படத்தாள் Bக்கு EB அளவு கதிர்வீச்சுத் தேவை என்றும் தெரிகிறது.



படம் 11

$$\text{வலுவூட்டும் காரணி - I.F.} = \frac{\text{திரை இல்லாத போது அலகு அடர்த்திக்கும் தேவை}}{\text{திரையுள்ளபோது அலகு அடர்த்திக்கும்}}$$

யான கதிர்வீச்சளவின் விகிதமாகும்

I.F. = EA / EB ஆகும்.

திரைகள் வேகத்திரைகள் (I.F. 100 வரை)
சாதாரணத்திரை (I.F. 75 வரை)
குறைந்த வேகத்திரை (I.F. 30 வரை) என்று வகைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அருமண் (rare earth) வலுவூட்டும் திரைகள் : உப்புத் திரைகளை விட அருமண் திரைகள் சிறப்பானதாய்க் காணப் படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாய்க், கால்சியம் டங்ஸ்டேட் திரையின் வேகம் 50 என்றால் அருமண் திரையின் வேகம் 250 ஆகக் காணப்படுகிறது. அருமண் திரை 5 மடங்கு அதிக

வேகமுடையதாய் உள்ளது. அதாவது அவைகளின் ஒப்பு திரைக்காரணி 250/50 = 5 எனலாம்.

அருமண் தனிமத் திரைகள் இப்போது பெரிதும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இத்தனிமங்களின் அணு எண். 57 முதல் 71 வரையிலுள்ளன. டெர்பியத்தால் தூண்டப்பட்ட லாந்தனம் ஆக்சி சல்பைட் (La_2O_2S = Tb) அதுபோல் டெர்பியத்தால் தூண்டப்பட்ட கடோலினியம் ஆக்சி சல்பைட் (Gd_2O_2S - Tb) டும் சிறந்து எடுத்துக் காட்டுகளாகும். இதிலுள்ள அருமண தனிமங்களின் அணு எண் கூடுதலாதலால் அவைகள் சிறப்பாய் X-கதிர்களை ஏற்கின்றன. மேலும் X- கதிர்களை ஏற்று அதிக ஒளிக்கதிர்களை வெளிவிடுகின்றன.

கட்டுரையில் பொதுவாய் எக்ஸ்-கதிர் படத்தாளி னைப் பற்றியும், அவற்றுடன் பயன்படுத்தப்படும் வலு வூட்டும் திரைகள் பற்றியும் பார்த்தோம். இவை கதிரியல் துறையில் பணிபுரியும் நுட்பநர்களுக்கு உதவியாய் அமையும்.

துணை நூல் :

Fundamental Physics of Radiology - Massy and Meredith.

★★★

அறிவியல் விந்தைகள் 2

முனைவர் இரா. விசுஜயராகவன்*

கொதிக்கும் நீரை ஊற்றினால் மெல்லிய கண்ணாடிக் குவளையை விடத் தடித்த குவளை எளிதில் உடைந்துவிடுவது ஏன்?

கண்ணாடி ஓர் அரிதில் வெப்பக்கடத்தி; கண்ணாடியில் வெப்பம் மிக மெதுவாய்ச் செல்லும். எனவே கொதிநீரைத் தடித்த கண்ணாடிக் குவளையில் ஊற்றினால் அதன் தடித்த சுவர்ப்பகுதியில் வெப்பம் மிகவும் மெதுவாய்ப் பரவுகிறது. இதன் விளைவாய்க் குவளையின் உட்பகுதியிலுள்ள வெப்பமானது வெளிப்பகுதியில் பரவியிருக்கும் வெப்பத்தைவிட மிக அதிகமாய் இருக்கும்; அதாவது வெப்பம் சமச்சீரற்றுப் பரவுகிறது எனலாம். இதனால் சுவர்ப்பகுதியில் சமமற்ற விரிவாக்கம் நிகழ்ந்து உள்ளழுத்தம் உண்டாகிக் கண்ணாடியில் விரிசல் ஏற்படுகிறது.

மாறாகக், கொதிநீரை மெல்லிய கண்ணாடிக் குவளையில் ஊற்றும்போது, அதன் சுவர்ப்பகுதி தடிமன் குறைந்து இருப்பதால் வெப்பம் ஓரளவு சமச்சீராய்ப் பரவ வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. எனவே கண்ணாடியில் விரிசல் உண்டாவதும் தடுக்கப்படுகிறது.

தற்போது பைரக்ஸ் (Pyrex) எனும் புதுவகைக் கண்ணாடி புழக்கத்தில் வந்துள்ளது. வெப்பநிலை உயர்வு காரணமாய்ச் சுவர்ப்பகுதியில் சமச்சீரற்ற விரிவாக்கம் நிகழாமல் விரிசல் ஏற்படுவது தடுக்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் கண்ணாடியைக் கொண்டு செய்யப்படும் குவளைகள் வெப்பநிலை உயர்வு காரணமாய் எளிதில் உடைவதில்லை.

முனைவர் வெ. கிருட்டிணமூர்த்தி
பேராசிரியர், கணிப்பொறி அறிவியல் தொழில்நுட்பப் பள்ளி,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் மு. ஆறுமுகம்
துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் இரா.து. இராசன்
துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 600 025.

முனைவர் தி.சே. சுப்பராமன்
துணைப் பேராசிரியர், இயற்பியல்,
சென்னைத் தொழில்நுட்ப நிறுவனம்,
அண்ணா பல்கலைக்கழகம், குரோம்பேட்டை,
சென்னை - 600 044.

முனைவர் கொடுமுடி ச. சண்முகன்
பதிப்பாசிரியர்,
செந்தமிழ்ச் சொற்பிறப்பியல் அகரமுதலித் திட்டம்,
சென்னை - 600 008.

பொறிஞர் உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
செயற்பொறியாளர், தமிழ்நாட்டு மின்வாரியம்,
எண். 1, சின்னசாமி சாஸ்திரி தெரு, வெங்கடாபுரம்,
அம்பத்தூர், சென்னை - 600 053.

திரு. மணவை முஸ்தபா,
ஆசிரியர், யுனெஸ்கோ கூரியர்,
ஏ.ஈ, 103, அண்ணா நகர், சென்னை - 600 040.

முனைவர் இரா. இளவரசு
பேராசிரியர், தமிழியல் துறை (ஓய்வு), மாநிலக் கல்லூரி,
ஆர்.என். 5, பட்டினப்பாக்கம், சென்னை - 600 028.

வெளியீட்டாளர்:

முனைவர் சொ. கணபதி
பதிவாளர், அண்ணா பல்கலைக்கழகம், சென்னை - 25.

அச்சிட்டோர்:

பாவை அச்சகம் (பி) லிமிடெட்,
142, சானி சான் கான் சாலை, இராயப்பேட்டை,
சென்னை - 600 014. தொலைபேசி: 8532441, 8532973.

களஞ்சியம்

தொகுதி 13 அக்டோபர் 1999 இதழ் 4

பொருளடக்கம்

1. **உற்பத்தி அமைப்பில் துல்லியமும் சரிநுட்பமும்**
முனைவர் ப.அர. நக்கீரன் ... 3

2. **மின்னணு படப்பகுப்பாய்வு மூலம் துகிற்பொருட்களின் குறைகாணல்**
முனைவர் வெ. நடராசன், கோ. திலகவதி, இரா. இரங்கசாமி, க. தங்கமணி ... 13

3. **பாறைகளின் நீர்ச்சேமிப்பு**
முனைவர் கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி ... 22

4. **நன்னீர் இறால் வளர்ப்பு - ஒரு பொருளாதாரக் கண்ணோட்டம்**
ஜா. ஸ்டீபன் சம்பத்குமார், வெ. சுந்தரராஜ் ... 31

5. **மீன்களுக்கு நோய்த்தடுப்பு மருந்து**
முனைவர் வெ. சுந்தரராசு ... 41

6. **அறிவியல் விந்தைகள் - 1**
முனைவர் இரா. விஜயராகவன் ... 49

7. **எக்ஸ்-கதிர் படத்தாள்**
பேராசிரியர் அரு. தாணுமாலையன் (ஓய்வு) ... 50

8. **அறிவியல் விந்தைகள் - 2**
முனைவர் இரா. விஜயராகவன் ... 64