

CE 9306 நீர்வள இயலும் நீர்வளப் பொறியியலும்

அலகு 1: நீரியல் சுழற்சி நிகழ்வுகள்

1.1 அறிமுகம்

“நீர்வள இயல்” நீரைப் பற்றிய அறிவியல் படிப்பு ஆகும். பூமியிலும், பூமியைச் சுற்றியுள்ள சுற்றுப்புற வான் வெளியிலும், நீரின் தோற்றம், சுழற்சி, மற்றும் நீர் எங்ஙனம் பரவியுள்ளது என்பதைப் பற்றிய அறிவியல் செய்திகளை உள்ளடக்கியது. இந்த நீர்வள இயல் புவியியலின் ஒரு கிளையான இந்த இயலில் நீரோடைகள், ஆறுகள், குளங்கள், மழைப் பொழிவு, பனிப்பொழிவு, நிலத்தில் விழும் பனிக் கட்டிகள், நிலத்தடி நீர், பாறை இடுக்குகளில் தங்கும் நீர் மற்றும் மண் இடுக்குகளின் ஊடே நிற்கும் நீர் பற்றிய அனைத்துச் செய்திகளும் அடங்கும். பொதுவாகச் சொல்ல வேண்டுமானால், வானியல், புவியியல், புள்ளியியல், வேதியியல், இயற்பியல், பாய்ம விசையியல் ஆகிய அனைத்து இயல்களையும் உள்ளடக்கிய அறிவியல் இதுவாகும்.

நீர்வள இயல் இயல்பாகவே அறிவியல் சார்ந்த படிப்பாகும். இது எந்த அளவுக்கு அறிவியல் பயன்பாட்டுச் செய்திகளை உள்ளடக்கியது என்பதற்கு எடுத்துக்காட்டு, இதனை :

1. அறிவியல் சார்ந்த நீர்வள இயல்
2. பயன்பாட்டு நீர்வள இயல் (அல்லது) பொறியியல் சார்பு நீர்வள இயல் என்று அனைவராலும் அழைக்கப் பெறுவதே ஆகும்

அறிவியல் சார்ந்த நீர்வள இயல் – அறிவியல் உண்மைகளைத் தெளிவாக்கும் இயலாகும். பொறியியல் சார்பு நீர்வள இயல் (அல்லது) பயன்பாட்டு நீர்வள இயல் என்பது நீர்வள இயல் எவ்வாறு பல பொறியியல் பயன்பாடுகளுக்கு உதவியாயிருக்கிறது என்பதைத் தெளிவாக்கும் ஒன்றாகும். பொது நோக்கில், பொறியியல் சார்பு நீர்வள இயல்

- (i) நீர்வள ஆதாரங்களை நிர்ணயித்தல்
- (ii) மழைப் பொழிவு, நீர் ஓட்டம், நீராவிப் போக்கு, இவற்றின் பிணைப்புகள்
- (iii) இவற்றைத் தொடர்ந்து வெள்ளப் பெருக்கு, வறட்சி ஆகியவற்றைச் சமாளிக்கும் வழி முறைகளைப் பற்றி விவரிக்கும் ஒன்றாகும்.

இந்த நூல், பொறியியல் நீர்வள இயலின் அடிப்படை அறிவியல் உண்மைகளை அறிந்து கொள்ளவும், நீர்வள ஓட்டத்தை அளவிடல் பற்றியும், பொது மற்றும் சிறப்புத் தன்மைகள் பற்றியும் அறிந்து கொள்ள குடிமைப் பொறியியல் வல்லுநருக்குப் பெரிதும் உறுதுணையாயிருக்கும்.

1.2 நீர்வானிலையியல்

வானிலையியற் காரணிகள் மழைப் பொழிவையும், நீர்வள இயலின் தாக்கத்தையும், கட்டுப்படுத்தும் தன்மையும் கொண்டவை. இவற்றில் வெப்பச் சுழற்சி, காற்று வீசும் திசை, புவி அழுத்தம், வெளிமண்டல அழுத்தம், இவை சிறப்பான பங்கு ஆற்றுகின்றன.

வெப்பச் சுழற்சி

சூரியக் கதிர்வீச்சு புவியில் வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சுழற்சி, வெப்பக் கதிர் வீச்சு முறைகளில் நிலத்திலும், நீர் நிலைகளிலும் வெப்ப ஏற்றத்தாழ்வுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. கடற்பரப்பில் வெப்ப ஏற்றத் தாழ்வு ஏற்படும் போது சூறாவளி தோன்றுகிறது. காற்றழுத்த வேறுபாடும் இத்துடன் இணையும் போது குறைந்த தாழ்வு அழுத்தமும், சூறாவளி துவங்கும் தாழியும் ஏற்பட்டு நீர் ஆவியைச் சுமந்து நிலம் நோக்கி நகர்ந்து மழைப் பொழிவையும், சேதங்களையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

காற்று வீசும் திசை

புவியியல் காற்று வீசும் திசை, ஆண்டுப் பருவகால மாற்றங்களையும், மற்ற செயல்களையும் தீர்மானிக்கும் காரணியாக உள்ளது. வணிகக் காற்றுகள் வெப்ப மண்டலக் காற்றுத் திரள் (Tropical winds) சுழலும் குதிரைக் காற்று வீச்சுகள் ஆகியவை திசை மாறி, மாறி வெப்பக் கதிர் வீச்சைப் பரவலாக இடம் மாற்றுவதும், கடல் நீர் ஆவி அழுத்தத்தைக் குளிர்விப்பதுமான செயல்களைத் தொடர்கின்றன. இவை மழைப் பொழிவின் மூல காரணிகளாக விளங்குகின்றன.

வெளிமண்டலக் காற்றழுத்தம்

வெளி மண்டலக் காற்றழுத்தம், புவியின் சுழற்சி, காற்று வீச்சு, வெப்பக் கதிர் வீச்சு ஆகியவற்றின் தாக்கத்தால் காலநிலையும், பருவநிலை மாற்றங்களையும் தோற்றுவிக்கின்றது. இதன் வெளிப்பாடுதான் பருவமழைக் காலங்களும், மழைப் பொழிவும்.

- இதை
1. தென்மேற்குப் பருவ மழை
 2. வடகிழக்குப் பருவ மழை
 3. கோடை மழை
 4. குளிர் கால மழை, எனவரிசைப்படுத்தலாம்.

தென்மேற்குப் பருவமழை: (ஜூன் – செப்டம்பர்)

இது மே மாத இறுதியில் கேரள கடற்கரையில் துவங்கி வடகிழக்காக நாட்டின் மேற்குக் கடற்கரை ஓரமாகப் பொழிந்து பிறகு மராட்டிய மாநிலத்தில் உட்புகுந்து வட கிழக்குப்பகுதிகளான அஸ்ஸாம் மாநிலம் செல்கிறது. நாட்டு மழைப் பொழிவின் 75 விழுக்காடு இப்பருவத்தில் தான், நிகழ்கிறது.

குளிர்மழை

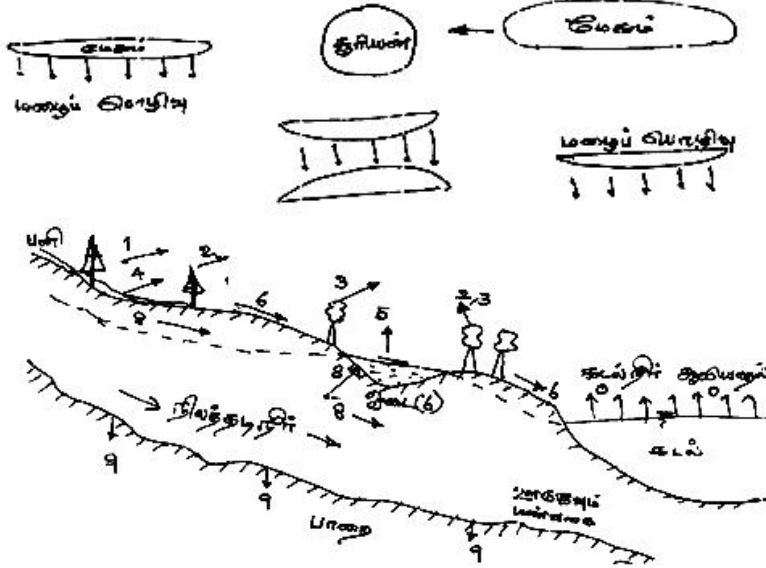
தென்மேற்குப் பருவமழை குறையும் வேளையில் வங்க விரிகுடாவில் காற்றழுத்தத் தாழிகள் தோன்றி மழைப் பொழிவைச் சூறாவளி மூலம் நிகழ்த்துகிறது. இது அக்டோபர் – நவம்பர் மாதங்களில் நிகழும்.

வடகிழக்குப் பருவமழை: (நவம்பர் – பிப்ரவரி)

நவம்பர் கடைசியில் ஆப்கனிஸ்தான் – பாகிஸ்தான் மண்டலத்திலிருந்து வரும் புவி வெப்பக் காற்றுத்திரள், வங்கத்திலிருந்து வரும் புவிவெப்பக் காற்றுத் திரள், வங்க விரிகுடாவில் காற்றழுத்தத் தாழிகளைத் தொடர்ந்து உண்டாக்கி சூறாவளிகளைத் தோற்று விக்கின்றன. இவை வட மேற்குத் திசையில் நகர்ந்து கிழக்குக் கடற்கரை ஓரப் பகுதிகளில் மழைப் பொழிவைத் தருகின்றன.

கோடை மழை

மார்ச் - மே மாதங்களில் சுட்டெரிக்கும் வெப்பக்கதிர் வீச்சால் ஆவியாகும் நீர்க்கற்றை சில இடி-மின்னலுடன் கூடிய மழைப் பொழிவை நிகழ்த்துகின்றன. இதன் தாக்கம் பொதுவாக கிழக்கு, வடகிழக்கு மாநிலங்களில் மட்டுமிருக்கும்.



படம் 1.1 நீரியற் சுழற்சி

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| 0= கடல் நீர் ஆவியாதல் | 6. மேற்பரப்பு நீரோட்டம் |
| 1= மழைத்துளி ஆவியாதல் | 7. நீர் ஊடுருவல் |
| 2= இடையீடு | 8. நிலத்தடி நீர் |
| 3= சுவாசப் போக்கீடு | 9. ஆழ்நிலை ஊடுருவல் |
| 4= நிலத்து நீர் ஆவியாதல் | |
| 5= நீர் நிலையிலிருந்து ஆவியாதல் | |

1.3 நீரியற் சுழற்சி:

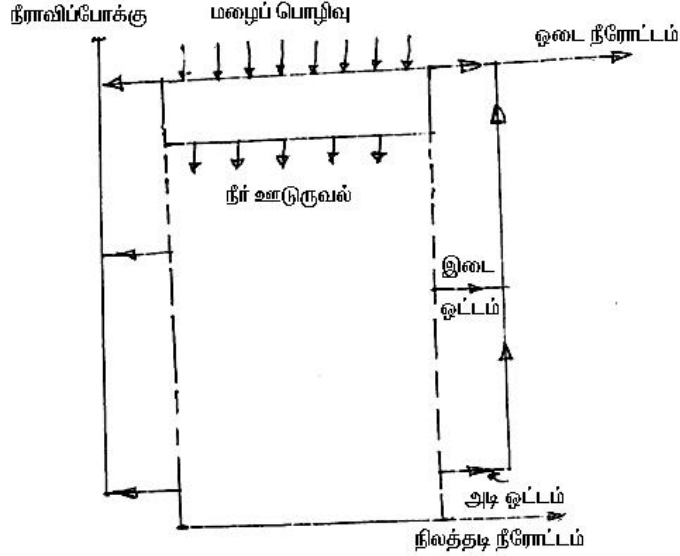
பூமியில் நீர் அதன் மூன்று நிலைகளிலும் தோன்றுகின்றது. அதாவது, திரவ, திண்ம மற்றும் ஆவி வடிவிலும், பல நிலை வினைகளிலும் தோன்றுகிறது. நீரின் வினையாற்றலுக்கு எடுத்துக் காட்டுகளாவன:

- ஏரிகள், குளங்கள், கடற்பரப்பு போன்ற நீர் நிலைகளிலிருந்து நீர் ஆவியாதல்
- தோன்றி நகரும், மேகங்கள், மழை, பனிப் பொழிவு, நீர் ஓட்டம், நிலத்தடி நீர் ஓட்டம்.

பூமியில் நீரின் தோற்றம், ஓட்டம் இவை சார்ந்த அனைத்து செய்திகளையும், ஒரு சுழற்சிச் செயலாகச் சொல்லுவதை “நீரியற் சுழற்சி” எனலாம்.

படம் 1, நீரியற் சுழற்சியை விளக்கும் வரைபடம் ஆகும். இந்த சுழற்சியை விளக்கும் முதல் கட்டம், கடல் நீர் ஆவியாதல். சூரியக் கதிர்களின் வெப்பத்தில் கடல் நீர் ஆவியாகிறது. ஆவியாகும் நீர் வானில் உயர்ந்து மேகமாகவும், மேகக் கூட்டமாகவும் உருவெடுக்கிறது.

மேகங்கள் குளிர்ந்து, ஒரு பகுதி கடல் பகுதியில் மழையாகப் பொழிகிறது. மீதி மேகங்கள் காற்றின் விசையால் நிலப் பரப்புக்கு விரைந்து, குளிர்ந்து நிலப் பரப்பில் மழை, பனி, பனிக்கட்டி மழை, ஆலங்கட்டி மழை என விழுகின்றன.



படம் 1.1 (அ) நீரியல் சுழற்சியின் அங்கங்கள்

மழை பொழியும் பொழுதே, ஒரு பகுதி நீர் ஆவியாகிவிடுகிறது. மற்ற பகுதி மழை நீர் இடைப்பட்ட பயிர்கள், செடிகள், மரங்கள். ஆகியவற்றால் தடைப்படுத்தப்பட்டுப் பிறகு ஆவியாகி விடும். இதையும் தாண்டி நிலத்தில் விழும் நீர் ஓட்டமாக நிலத்தில் ஓடும்.

நிலத்தில் விழும் நீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தில் ஊடுருவி மண்துகள்களின் ஊடே நீராக ஓடி நிலத்தடி நீராக மாறிவிடுகிறது. நிலத்தில் வளரும் செடி, கொடிகள் நிலத்தடி நீரை உறிஞ்சி இலைகள், தண்டு வழியாக ஆவியாகும். இந்த முறை “நீர் ஆவிப்போக்கு” எனப்படும். இத்தனை தடைகளையும் தாண்டி நிலத்தில் விழும் நீர், நிலத்தின் மேடு பள்ளங்கள் வழியாக ஓடைகள்,

ஆறுகள் வழியாக ஓடி கடலில் கலக்கின்றன. நிலத்தடி நீர் சுனைகள், நீர் ஊற்றுக்கள் வழியே மீண்டும் நிலப் பரப்புக்கு வருகிற வாய்ப்பும் உண்டு. இந்த வினைகள் அனைத்தையும் தாண்டி நிலப்பரப்பில் வழிந்தோடும் நீர் “நீர்ப்போக்கு” எனப்படும். இந்த நீர்ப்போக்கு ஓடைகளில் சேர்ந்ததும், “ஓடை நீரோட்டமாக மாறிவிடுகிறது”.

இதுவரை விளக்கமாகப் பார்த்த நீரியல் சுழற்சி பல நிலைகளை உள்ளடக்கியது. இது ஒரு தொடர்ச்சியான சூழல் நிகழ்ச்சியாகும். ஒவ்வொரு செயலும் கீழ்க்கண்ட வினைகளைத் தனியாகவோ பிணைப்பாகவோ உள்ளடக்கியவை:

1. நீர்ப் போக்குவரத்து
2. தற்காலிகத் தேக்கம்
3. நிலை மாற்றம். எடுத்துக்காட்டாக, மழைப்பொழிவின் செயலாக்கம் நிலைமாற்றம் மற்றும் நீர்ப்போக்குவரத்து இணைந்தது; நிலத்தடி நீர், தேக்கம் மற்றும் நீர்ப்போக்குவரத்து இணைந்தது. இந்தச் செயல்களான மழைப் பொழிவு நீராவிடாதல், மற்றும் நிலத்தடி நீர் பற்றிய அறிவு, நீர்வள அறிவியலை முறையாகத் தெரிந்து கொள்ள உதவும் மனிதன் இந்த இயற்கைச் செயல்களில் எதில் வேண்டுமானாலும் இடையிட்டு மேம்படுத்த இயலும் நீர்வளச் சுழற்சி கீழ்க்கண்ட துறைகளில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்த வல்லது:
 - விவசாயம்
 - வன வளம்
 - புவியியல்
 - பொருளாதாரம்
 - சமூகவியல்
 - ஆட்சியியல்

ஆதலின் நீர்வள அறிவியல், கீழ்க்கண்ட திட்டங்களில் பெரும் பங்கு ஆற்றுகிறது.

1. நீர் வழங்கு திட்டம்
2. நீர்ப்பாசனம் மற்றும் வடிகால்
3. நீர் மின்சக்தி
4. வெள்ளக் கட்டுப்பாடு
5. நீர்ப்போக்குவரத்து
6. கடலோர மேம்பாடு
7. உப்பு நீர் ஊடுருவல் கட்டுப்பாடு.

1.4 மழைப் பொழிவின் வகைகளும் அளவீடுகளும்:

மழைப் பொழிவின் பொதுவான வடிவங்களாவன:
(தோற்றங்கள்)

- மழை
- பனி
- தூறல்
- நீராடி / நீர்ப்பளிங்கு
- ஆலங்கட்டி மழை
- பனிக்கட்டி மழை

மழை

இந்தியாவின் மழைப் பொழிவு வடிவங்களில் முதன்மையான வடிவம் மழை. 0.5 மி.மீ அளவை விட பெரிய மழைத் துளிகள் விழும் போது 'மழை' எனப்படும். மிகப் பெரிய மழைத் துளியின் அளவு 6 மி.மீ ஆகும். இதனை விட பெரிய மழைத்துளிகள் நிலத்தில் விழு முன்பே உடைந்து விடும். மழையின் இறுக்கத்தைப் பொறுத்து கீழ்வருமாறு பிரிக்கப்படுகிறது.

வ.எண்	வகை	இறுக்கம்
1.	சிறு மழை	தூறலிலிருந்து 2.5 மி.மீ/ மணி வரை
2.	மித மழை	2.5 மி.மீ/ மணியிலிருந்து 7.5 மி.மீ/ மணி வரை
3.	கன மழை	7.5 மி.மீ/ மணி க்கு அதிகமாக

பனி

பனிப்பொழிவு, மழைப் பொழிவின் மற்றொரு வடிவமாகும். பனிக்கட்டிகள் உராய்ந்து சிறு துகள்களாக விழுவது பனிப் பொழிவாகும் முதலாக விழும் பனிப்பொழிவின் எடை ஒரு கன சென்டி மீட்டருக்கு 0.06 லிருந்து 0.15 கிராம் வரையாகும். இதன் சராசரி அளவு ஒரு கன சென்டி மீட்டருக்கு 0.1 கிராம் ஆகும். இந்தியாவில், இமாலய மலைப் பகுதிகளில் மட்டுமே பனிப்பொழிவு நிகழும்.

தூறல்

0.5 மி.மீ அளவிற்குக் கீழேயான மழைத் துளிகளின் வீழ்ச்சி 'தூறல்' எனப்படும். இதன் இறுக்கம் 1.0 மி.மீ/மணி. இவை காற்றில் மிதப்பது போன்ற தோற்றத்தைத் தரும்.

நீராடி / நீர்ப் பளிங்கு

மழைத் தூறல் பூமியைத் தொடும் போது பூமியின் வெப்ப அளவு 0° சென்டி கிரேட் என்றால் மழைத் துளிகள் இணைந்து உறைந்து பனிப் போர்வையைப் போலத் தோன்றும். இதனை நீர் ஆடி / நீர்ப் பளிங்கு என்று சொல்வர்.

ஆலங்கட்டி மழை

உறைந்த மழைத்துளிகள் நிலத்தில் மழையாக உறையும் வெப்ப அளவிற்குக் கீழே தோன்றும் போது ஆலங்கட்டி மழையாக விழும். பிரிட்டனில் பனிக் கட்டியும் மழைநீரும் ஒரே சமயத்தில் வீழ்வதை ஆலங்கட்டி மழை என்பர்.

பனிக்கட்டி மழை

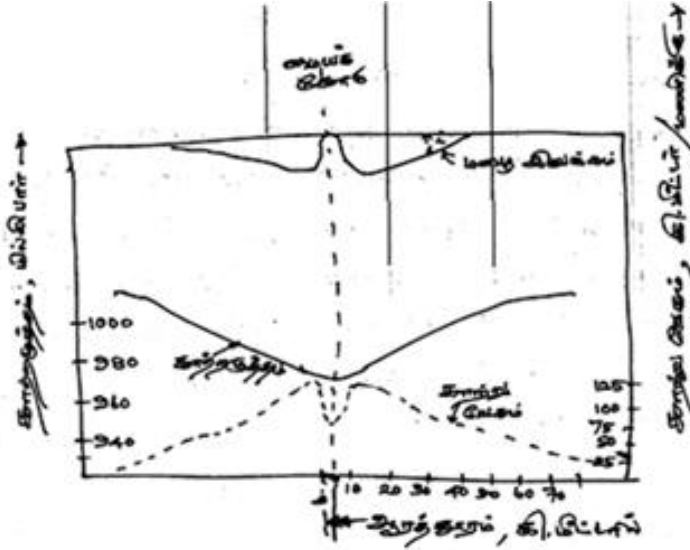
3 மி.மீ அளவிற்கு அதிகமான பனிக்கட்டிகள் மழையோடு இணைந்து மழைப் பொழிவு நிகழ்வதை 'பனிக்கட்டி மழை' என்று அழைக்கிறோம். நேர்க்குத்து சூறாவளி அடிக்கிற சமயங்களில் பனிக்கட்டி மழைப் பொழிவு நிகழும்.

1.4.1 மழைப் பொழிவின் வகைகள்

மேகங்கள் உருவாகிக் குளிர்ந்து மழைப் பொழிவு நிகழ்வதற்கு காற்றுத் துகள்கள் இணைந்து குளிர்வது மிக அவசியம். இது நீர் ஆவித் துகள்கள் இணைந்து வானில் உயரச் சென்று கலக்க வேண்டிய 'வெப்பச் சுழற்சி' இயக்கமாகும். இது தொடர்பான வகைகளையும் அவற்றின் இயக்கத்தையும் பார்ப்போம்.

முனையம்

இரண்டு வேறுபட்ட காற்றுத் திரட்சிகள் சந்திக்கும் இடம் 'முனையம்' ஆகும். வாய்ப்பான சில நேரங்களில் வெப்பக் காற்றுத் திரட்சி ஒரு குளிர்ந்த காற்றுத் திரட்சிக்கு மேலாக உயர்த்தப்பட்டு "முனையம்" தோன்றுகிறது. உயரச் செல்லும் வெப்பக் காற்றுத் திரட்சி வெப்பச் சுழற்சியால் குளிர்ந்து, மேகத் திரளாகி மழைப் பொழிவு நிகழ்கிறது. இதை முனைய மழைப் பொழிவு என்று சொல்கிறோம்.



படம் : 1.2 சமவெப்பச் சூறாவளியின் வரைபடம்

சூறாவளி

ஒரு பெரிய காற்றழுத்த நிலை வட்டக் காற்று விசையோடு நகர்வதை சூறாவளி என்கிறோம். இதில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. அவை, சமவெப்பச் சூறாவளி, அதி சம வெப்பச் சூறாவளி என்பவை ஆகும்.

சமவெப்பச் சூறாவளி

915 மில்லி பாருக்குக் குறைவான மிகத் தாழ்வான காற்றழுத்த மண்டலத்தில் தோன்றுபவை இவை. இந்தச் சூறாவளியின் விட்டம் 100 இலிருந்து 200 கிலோ மீட்டருக்கு உள்ளடங்கியிருக்கும். இந்தக் காற்றுத் திரட்சி மிக நெருக்கமாகவும் புவிமத்திய ரேகைக்கு

வடக்கே எதிர்க் கடிக்கார சுழற்சியில் இயங்குபவை. இந்தச் சூறாவளியின் மையத்தின் விட்டம் 10 முதல் 50 கிலோ மீட்டர் வரை அமைதியான திரட்சியாக இருக்கும். ஆனால் இந்த மையத்திற்கு வெளியில் மணிக்கு 200 கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் காற்று வீசும். இது சூறாவளியின் மேல் விளிம்புக்கு அருகே வரும் போது காற்றின் வேகம் குறையும் அப்போது காற்றழுத்தமும் அதிகரிக்கும். சூறாவளியைச் சுற்றிய இடங்களில் மழைப் பொழிவு மிக அதிகமாக இருக்கும்.

வெப்ப மாதங்களில், 5 முதல் 10 அட்ச ரேகைகளில் வடகோளத்துக் கடற்பரப்பில் இந்த சமவெப்பச் சூறாவளி தோன்றி மணிக்கு 10 முதல் 30 கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் வடக்குத் திசையில் சீரற்ற பாதையில் நகரும். இவை கடற்பரப்பு நீர் ஆவிகளிலிருந்து சக்தியைப் பெற்றுக் கொண்டு வேகமாக நிலத்தை நோக்கி நகரும். இவை நிலப்பரப்பை அணுகும் போது பேரழிவை உண்டாக்க வல்லவை. இதைத் தொடர்ந்து பெருமழையும், வெள்ளமும் நிகழ்வது கண்கூடு. பல்லாயிரக் கணக்கான சதுர கிலோமீட்டர் பரப்பில் கன, மற்றும் மித மழையைத் தொடர்ந்து அதிக நாட்களுக்கு அளிக்கும் வல்லமை இந்தச் சூறாவளிக்கு உண்டு.

அதி சமவெப்பச் சூறாவளி

சம வெப்ப அட்ச ரேகைகளைத் தாண்டிய இடங்களில் தோன்றும் சூறாவளி “அதிசமவெப்பச் சூறாவளி” எனப்படும். முனையப் பொழிவோடு தொடர்புடைய, எதிர்க்கடிக்கார திசையில் வேகமான காற்று விசையுடன் தாக்கும் இந்தச் சூறாவளி சற்றுக் குறைவான மழைப் பொழிவை நீண்ட நாட்களுக்குத் தொடர்ந்து அளிக்க வல்லது.

எதிர்மறைச் சூறாவளி

பெரிய நிலப்பரப்பில் இயங்கும் பெரிய காற்றழுத்த மண்டலம் சார்ந்தவை இவை. பொதுவாக, இதன் மையத்தில் அமைதியாயிருக்கும் இவை வட கோளத்தில் கடிக்காரச் சுழற்சி திசையில் இயங்க வல்லவை. இவை மிதமான காற்று வேகத்தில் குறைவான மழைப் பொழிவைத் தரும்.

சுழற்சி மழைப் பொழிவு

இந்த வகையில் வெப்பக் காற்றுத் திரட்சி, சுற்றுச் சூழல் நிலைமைகளுக்குட்பட்டு மேல் நோக்கி வானில் உயரும். அவற்றின் இடத்தைக் குளிக்காற்றுத் திரட்சி பிடிக்கும். இவையும் சூடாகி உயரும் போது புதிய குளிர் திரள் மேலே வரும். இந்த தொடர் சங்கிலி வினை “சுழற்சி மழைப் பொழிவு” எனப்படும், இந்த வகை மழைப் பொழிவு சுற்றுச் சூழல் நிலைமைகளுக்கு உட்பட்டு, மிதமான மழை முதல் பெருங்கன மழை வரை பொழியும். இவை 10 கி.மீட்டர் விட்டத்திற்குட்பட்ட பரப்பில் மட்டும் மழை பொழியும்.

மலை மழைப்பொழிவு

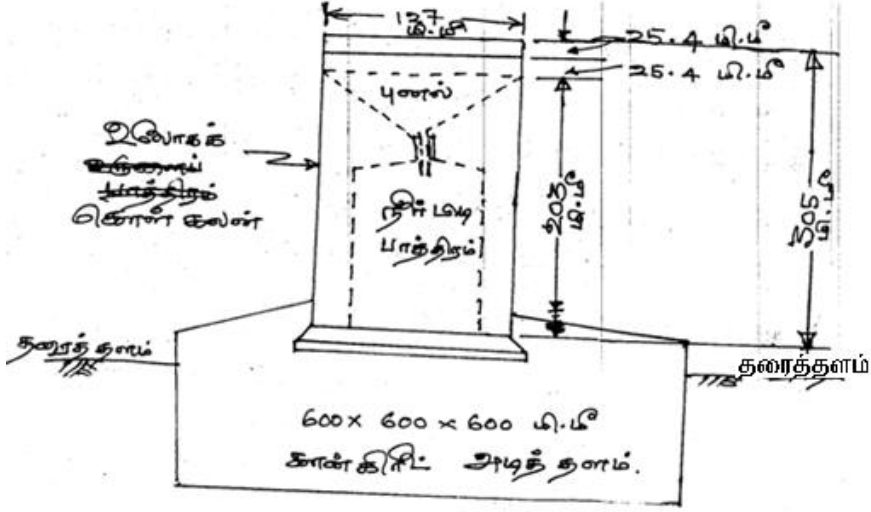
மலைகள் தடுப்பதால் குளிர் காற்றுத் திரட்சிகள் உயர் உயரச் சென்று குளிர்ந்து மழையாகப் பொழியும். இதனை ‘மலை மழைப் பொழிவு’ என்பர். மலைச் சிகரங்களின் காற்றுத் திசைச் சரிவுகளில் அதிக மழையும், மலைகளின் மறுபக்கச் சரிவில் (மழை மறைவுப் பிரதேசம்) குறைந்த மழையும் பொழியும்.

1.4.2 மழை அளவீடு

மழைப் பொழிவின் அளவீடு ‘மழை தேங்கும் உயரம்’ என்று அழைக்கப் பெறும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பில் பொழிகின்ற மழை அங்கேயே நிற்குமானால், உயரும் அளவு ஆகும். இதன்படி 1 செ.மீ மழை, 1 சதுர கிலோ மீட்டர் பரப்பில் பொழிந்தால் கிடைக்கும் நீரின் கன அளவு பத்தாயிரம் (10,000) கன மீட்டர் ஆகும். பனிப் பொழிவை அதற்கு ஈடான மழைப் பொழிவின் அளவாக கணக்கிடப்படும் “மழை அளவி” மழைப் பொழிவின் அளவைக் கணக்கீடு செய்யும். “ஆழ, அளவி (pluviometer)” “ஆம்ப்ரோ அளவி”, “மழை நீர் அளவி (Hyetometer)” என்ற பெயரிலும் மழை அளவியை அழைப்பது உண்டு.

ஒரு மழை அளவியின் முக்கிய பாகமான உருளை வடிவப் பாத்திரம் வெட்ட வெளியில் அமைக்கப் பட்டு, மழை நீரைப் பிடிக்கும். மழைப் பொழிவின் போது நிகழும் சுற்றுச் சூழல் காற்று மழையைப் பெறும் போது மழை அளவிக்கு சில இடர்களைத் தரும். இதனைத் தவிர்க்க, “மழை அளவியை” நிறுவ சில தரக்கட்டுப்பாடுகள் விதிக்கப் பட்டுள்ளன. மழை அளவியை அமைக்கும் இடங்கள் கீழ்வரும் கட்டுப்பாடுகளை பின்பற்றுதல் அவசியம்.

1. அமைக்கும் இடம் சமதளமாக இருக்க வேண்டும். மழை அளவியின் வாய்ப்புறம் சமதளத்தில் இருக்க வேண்டும்.



படம் 1.3 “சைமன் மழை அளவி” (கணக்கீடு செய்ய இயலாத மழை அளவி)

2. அளவி தரை உயரத்தில் இருப்பது அவசியம். மழைப் பொழிவின் போது வீசும் காற்று, நீர் விழும் போது தளும்புவது, வெள்ள ஓட்டம் இவைகளால் பாதிக்கப்படாத உயரத்திலும் நிறுவ வேண்டும்.
3. “மழை அளவி” யைச் சுற்றிக் குறைந்தது 5.5 மீட்டர் x 5.5 மீட்டர் கம்பி வேலி அமைக்கப்பட வேண்டும். குறைந்தது 30 மீட்டர் சுற்றளவுக்கு இடையூறு எதுவும் இல்லாமல் திறந்த வெளியாயிருக்க வேண்டும். தடைகள் ஏதும் இருப்பின் அவற்றின் உயரத்தின் இருமடங்கு தொலைவு வெட்ட வெளியாக இருக்க வேண்டும். பொதுவாக “மழை அளவிகள்” இருவகைப்படும். அவை

- (1) கணக்கீடு செய்ய இயலாத மழை அளவிகள்
- (2) கணக்கீடு செய்யவல்ல மழை அளவிகள்

கணக்கீடு செய்ய இயலாத மழை அளவிகள்

இந்தியாவில் நிறுவப்படும் இந்த வகை மழை அளவிக்கு “சைமன் அளவி” என்று பெயர். இதன் வட்ட வடிவ மழை வாங்கும் வாய்ப்புறம் 12.7 செ.மீ விட்டமுள்ள புனல் வடிவில் இருக்கும். இதன்

விளிம்பு சமதளத்தில் தரையிலிருந்து 30.5 செ.மீ உயரத்தில் இருக்கும் புனல் வழியே கீழிறங்கும் மழை நீர் அளவிப் பாத்திரத்தில் பிடிக்கப்படும். புனலும் அதை இணைத்த பாத்திரமும் ஒரு உலோகக் கொள்கலனுக்கு உள்ளே பொருத்தப் பட்டிருக்கும் பிடிக்கப்பட்ட மழை நீர் ஒரு அளவி உருளையில் அளக்கப்படும் . 0.1 மி.மீட்டர் அளவுக்குச் சரியாக அளக்கப்படும். ஒரு சைமன் அளவியின் அமைப்பு படம் 3 ல் தரப்பட்டிருக்கிறது.

தற்போது இந்திய வானிலைத் துறை கண்ணாடி இழையூடு உறுதியான பிளாஸ்டிக் மழை அளவியைப் பயன்படுத்துகிறது. சைமன் அளவியின் நீர் தினசரி காலை 8.30 மணிக்கு மழை அளவைக் கணக்கெடுக்க எடுத்துக் கொள்ளப் படுகிறது.

கணக்கீடு செய்யும் மழை அளவிகள்

இந்த மழை அளவிகள் மழைநீரைப் பிடிக்கும் பொழுது, கூடவே நேரத்தோடு, மழை அளவையும் குறிக்கும் வரைபடத்தையும் தயாரித்துக் கொள்கிறது. இந்த வகை மழை அளவிகள்

1. கவிழும் வாளி வகை
2. எடை அளக்கும் வாளிவகை
3. மிதவை அளவி (அல்லது) “சைபன்” அளவி வகை எனப்படும்.

1.5 ஆவியாதல்

தரைப்பரப்பில், கொதி நிலைக்குக் கீழே வெப்ப சக்தி பரிமாற்றத்தால் நீர் ஆவி நிலைக்கு மாறுவதை “ஆவியாதல்” என்பர். ஒரு நீர்நிலையை எடுத்துக் கொண்டால்,

அதில் தேங்கியிருக்கும் நீரின் மூலக் கூறுகள் தொடர்ந்து அலைந்து கொண்டிருக்கும். அவை ஒன்றோடு ஒன்று மோதுகிறபோது வெளிப்படும் வெப்ப சக்தியால் நீர் மூலக் கூறுகள் நிலை மாறி நீர் ஆவியாக மாறி மேல் பரப்பை விட்டு வெளியேறி எடை குறைந்து வான்வெளியில் மேல் நோக்கிச் செல்கிறது. இதை “ஆவியாதல்” என்கிறோம். “ஆவியாதலின்” வேக அளவு கீழ்வரும் காரணிகளைப் பொறுத்து வேறுபடும் :

1. நீர் நிலை மட்டத்திலான ஆவி அழுத்தம், மற்றும் நீர் நிலைக்கு மேலிருக்கும் வான் ஆவி அழுத்தம்
2. காற்று மட்டும் நீர்நிலை வெப்ப அளவு
3. காற்று வேகம்

4. சுற்றுச் சூழல் காற்றழுத்தம்
5. நீரின் குணங்கள் மற்றும்
6. நீர் நிலையின் கொள்ளளவு

ஆவி அழுத்தம்

ஆவியாதலின் வேக அளவு நீர்நிலை வெப்பத்தின் முழுமையான ஆவி அழுத்தத்திற்கு நேரிடை அளவிலான காற்றின் ஆவி அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. இதனை $E_L = C(e_w - e_a)$ -----(1.1) என்ற டால்டன் விதியாகச் சொல்லப்படுகிறது. இந்தச் சமன்பாட்டில் E_L என்பது ஆவியாதலின் வேக அளவு ஒரு நாளைக்கு மில்லி மீட்டரில், C என்பது ஒரு மாறிலி. e_w என்பது நீர்நிலை வெப்பத்தின் பூரித ஆவி அழுத்தம், மில்லி மீட்டர் பாதரச அளவில் e_a என்பது காற்று மண்டலத்தில் நிகழ் ஆவி அழுத்தம், மில்லி மீட்டர் பாதரச அளவில் குறிப்பிடப்படும் $e_w = e_a$ என்ற நிலை வரும் வரை ஆவியாதல் தொடரும் $e_w > e_a$ என்றால் குளிர்நிலை அடையும்.

வெப்பம்

மற்ற காரணிகள் மாறாமல் இருந்தாலும் நீர்நிலை வெப்பம் அதிகமானால் ஆவியாகும் வேகமும் அதிகரிக்கும். காற்று மண்டலத்தின் வெப்பம் அதிகமாகும் போது பொதுவாக ஆவியாகும் வேகம் அதிகரிக்கும் என்றாலும், இரண்டு வெப்ப வேறுபாடுகளுக்கும், ஆவியாகும் வேகத்திற்கு மிடையேயான உறவு நிலை அறுதியிட்டுச் சொல்ல இயலாத நிலை தொடர்கிறது. ஆகவே தான் ஒரு ஏரியின் மாத சராசரி வெப்ப நிலை ஒன்றாகவோ இருந்தாலும், ஆவியாகும் வேகம் ஒவ்வொரு மாதத்திலும் வேறுபடும்.

காற்று

ஆவியாகும் பரப்புக்கு மேலுள்ள நீர் ஆவி அழுத்தத்தைக் காற்றின் வேகம் தள்ளிவிடுவதால் ஆவியாதல் தொடரும். இப்படி மிக வேகமான காற்றின் வலிமை தொடர்ந்து ஆவி அழுத்தத்தை புறந்தள்ளினால், ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் ஆவி அழுத்தம் தொடர்வதில்லை. இந்த வேகம், காற்றின் குறியீட்டு வேகமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். இது நீர்நிலையின் கொள்ளளவைச் சார்ந்த

காரணியாகும். பெரும்பரப்பு கொண்ட நீர்நிலைகளின் அதிவேக சுழல் காற்று அதிகமான ஆவியாதலை ஊக்குவிக்கும்.

சுற்றுச் சூழல் அழுத்தம்

மற்ற காரணிகள் மாறாமலிருந்தாலும், உயர் மலைப் பகுதிகளில் காற்றின் அழுத்தம் குறையும் போது ஆவியாதலின் வேகம் கூடும்.

கரையும் உப்புகள்

சுத்த நீர் ஆவியாகும் வேகத்தை விட குறைந்த உப்பு நீரில் ஆவியாகும் வேகம் குறைவாக இருக்கும். ஆதலின் நீரின் அடர்த்தி அதிகரிப்பு ஆவியாதலின் வேகத்தைக் குறைக்கிறது. ஆகவே, காரணிகள் எல்லாம் ஒரே அளவிலிருந்தாலும் கடல் நீரின் ஆவியாகும் வேகம் நல்ல நீரின் ஆவியாகும் வேகத்தை விட 2 முதல் 3 விழுக்காடு குறைவாகவே இருக்கும்.

நீர்நிலைகள் தேக்கும் வெப்பம்

ஆழமான நீர்நிலைகள் ஆழம் குறைந்த நீர்நிலைகளை விட அதிக வெப்பத்தைத் தேக்க வல்லவை. வெயில் காலக் கதிர்வீச்சு வெப்பத்தைத் தேக்கிக் குளிர்காலங்களில் வெளிவிடும் தன்மை கொண்டதால் குளிர்காலங்களை விட வெப்ப காலங்களில் ஆவியாதலின் வேகம் அதிகமாகவே இருக்கும். இந்த செயல் காலநிலை ஒட்டிய தற்காலிக ஆவியாதலை மாற்றுமே ஒழிய ஆண்டுக்கான சராசரி ஆவியாதலை மாற்றாது.

1.5.1 ஆவியாதல் அளவிகள்

நீர்ப்பரப்பின் ஆவியாதலைக் கணக்கீடு செய்வது மிக முக்கியமான வேலை. இதை அளவிகளால் கணக்கிடுவது சுலபமான வேலை இல்லை. ஆனாலும் கீழ் வரும் முறைகளில் ஆவியாதல் அளவீடு செய்யப் படுகிறது.

- (i) ஆவியாதல் அளவிகள் மூலமான விபரங்கள்
- (ii) ஆவியாதலைக் கணக்கிடும் பாரம்பரியச் சமன்பாடுகள்
- (iii) மற்ற கணக்கீட்டு முறைகள்

ஆவியாதல் அளவிகளின் வகைகள்

இவைகள் நீர் நிரம்பிய உருளை வடிவக் கொள்கலன்கள். இவை சுற்றுச் சூழலில் திறந்த வெளியில் வைக்கப்பட்டு நீர் குறைவதைத் திட்டமிட்ட இடைவெளிகளில் குறிக்கப்படும்.

மற்ற வானியல் விவரங்களான காற்றின் ஈரப்பதம், காற்றடிக்கும் திசை, காற்று மற்றும் நீர்ப்பரப்பு வெப்பநிலை, மற்றும் மழைப் பொழிவு பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் சில அளவிகள் :

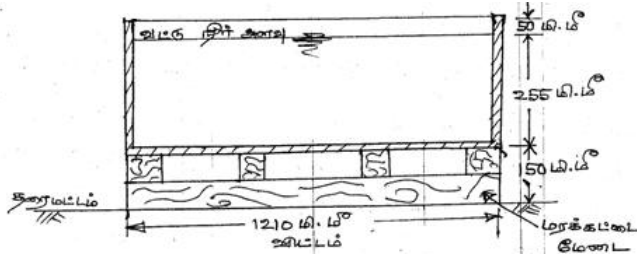
- (i) முதல் தர ஆவி அளவி வட்டு
- (ii) இந்தியத்தரக் கட்டுப்பாட்டுக் கழக வட்டு
- (iii) கொலரடோ புதை வட்டு , மற்றும்
- (iv) அமெரிக்க புவியியல் அளவீட்டு மிதவை வட்டு, ஆகியவையாகும்.

முதல் தர ஆவி அளவி வட்டு

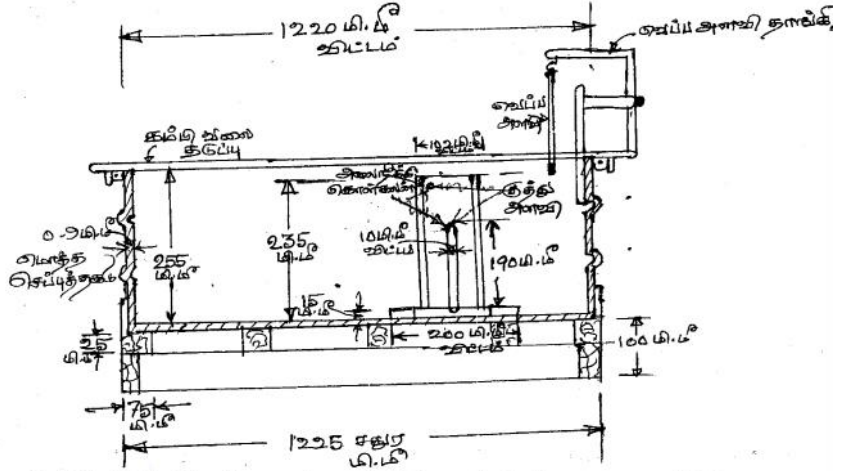
இவ்வகை வட்டு 1210 மில்லி மீட்டர் விட்டமும், 255 மில்லி மீட்டர் ஆழமும் கொண்டவை. இவை அமெரிக்க வானிலைக் கழகம் பயன்படுத்தும் வட்டுகள். இவற்றில் 180 இலிருந்து 200 மில்லி மீட்டர் ஆழத்துக்கு நீர் நிரப்பப்படும். இந்த வட்டு தரைமட்டத்திலிருந்து 15 சென்டி மீட்டர் உயரத்தில் மரக் கட்டைகள் மீது வைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் வட்டின் அடிப்பகுதியில் காற்றோட்டம் இயற்கையாக இருக்கும். ஆவியாதலை இதோடு இணைந்த தெளிந்த உருளைவட்டில் கொக்கி அளவியைப் பொருத்தி குறிப்பெடுக்கப்படும்.

இந்தியத் தரக்கட்டுப்பாட்டுக் கழக வட்டு

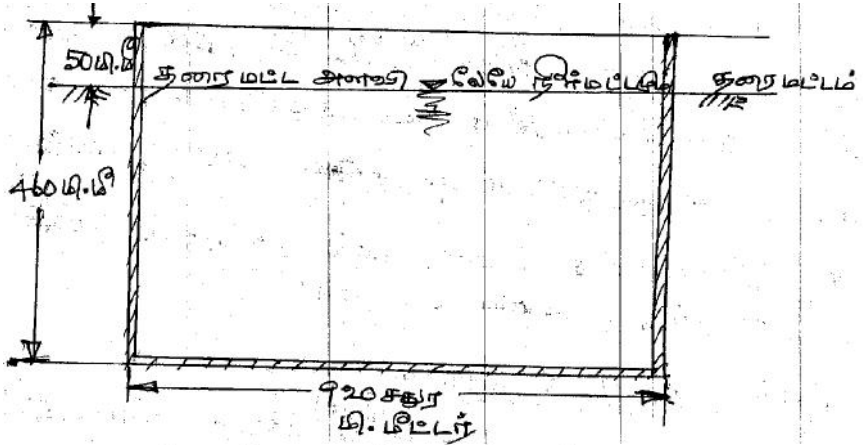
தரக்கட்டுப்பாட்டு எண் 5973-1970 ல் தெரிவிக்கப் பட்ட தரக் குறிப்புகளை ஒட்டிய வட்டு இது. இதனை மாற்றியமைக்கப் பட்ட முதல் தர வட்டு என்றும் சொல்வர்.



படம் 1.4. முதல் தர ஆவி அளவி வட்டு



படம் 1.5. இந்தியத் தரக் கட்டுப்பாட்டுக் கழக வட்டு



படம் 1.6 கொலராடோ புதை வட்டு

இவை 1220 மி.மீ விட்டமும் 255 மி.மீ ஆழமும் கொண்டவை. 0.9 மி.மீ பருமனுள்ள செப்புத் தகடுகளாலான வட்டு இதுவாகும். இதன் மையத்தில் ஒரு குத்து அளவி நிறுவி நீரின் உயரம் அவ்வப்போது கணக்கிடப்படும் அளவீடு செய்யப்பட்ட ஒரு கண்ணாடி உருளை நீரைச் சேர்க்கவும். வெளியே எடுக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வட்டின் மேற்புறம் அறுகோண வடிவ இரும்புக் கம்பி வலையால் மூடப்பட்டிருக்கும். இது பறவைகளின் தொல்லைகளைக் கட்டுப்படுத்தும். இதோடு கம்பி வலை நீரின் வெப்பத்தைப் பகலிலும் இரவிலும் ஒரே சீராக வைக்க வல்லது. வலைபோடாத வட்டோடு ஒப்பிடும்போது வலையிட்ட வட்டின் ஆவியாதல் 14 விழுக்காடு குறைவாக உள்ளது. இந்த வட்டு 1225 மி.மீ பக்க அளவுள்ள ஒரு சதுர மேடை மீது தரைமட்டத்திலிருந்து 100 மி.மீ உயரத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதனால் வட்டின் கீழ்ப்புறத்தில் காற்றோட்டம் சீராக இருக்கும்.

கொலராடோ புதை வட்டு

இந்த வட்டு 920 மி.மீ சதுர வடிவில் 460 மி.மீ ஆழமான பதப்படுத்தப்பட்ட இரும்புத் தகட்டால் ஆனது. இது தரை மட்டத்திலிருந்து

100 மி.மீ ஆழத்துக்கு புதைக்கப்பட்டிருக்கும். வெப்பக் கதிர்வீச்சு மற்றும் காற்றோட்டக் குணங்கள் ஏரியின் குணங்களை ஒத்ததாக இருப்பது இந்த வட்டின் சிறப்பம்சமாகும். இருந்தாலும் இதன் மற்றக் குறைகள் பின்வருமாறு.

1. நீர்க்கசிவைக் கண்டறிதலின் இயலாமை.
2. உயர வளரும் செடி, கொடிகளின் தொல்லையைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டிய அவசியம்.
3. அமைப்பதற்கான அதிக விலை

அமெரிக்கப் புவியியல் அளவீட்டு மிதவை வட்டு

பெரிய பரப்புள்ள நீர்நிலையின் குணங்களை உருவகப்படுத்துவற்காக இந்த 900 மி.மீ சதுரமும் 450 மி.மீ ஆழமும் உள்ள இந்த வட்டு (4.25 மீட்டர் X 4.87 மீ) அளவுள்ள மிதவைகளில் பொருத்தப்பட்டு ஏரியில் மிதக்க விடப்படுகிறது. வட்டின் நீர் அளவு வெளிப்புற ஏரியின் நீர் அளவிலேயே வைக்கப்படுகிறது. இதற்கு மேலே விளிம்பு வரை 75 மி.மீ உயரத்திற்குக் காலியாக விடப்படுகிறது. வட்டின் உள்ளே விட்ட கோணங்களில் அமைக்கப்படும் குழப்பிகள் ஏரி நீர் அலைகளால் உயரும் வட்டு நீர் மட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இதன் உயர்ந்த விலை கடினமான கட்டமைப்பு, தொல்லை மிகுந்த பராமரிப்பு ஆகியவை இந்த வட்டின் குறைகளாகும்.

வட்டுக் குணகம் : C_p

பெரிய நீர்த்தேக்கங்களின் சரியான மாதிரிகளாக வட்டுகள் அமைவதில்லை. அதன் முதன்மைக் காரணங்களாவன.

1. வட்டின் உள்ளும்புறமுமான வெப்பத் தேக்க அளவு மிகவும் மாறுபடுகின்றது. இந்தக்குறையை புதை வட்டும், மிதவை வட்டும் நிறைவாக்க முனைகின்றன. இதனால் வட்டின் ஆவியாகும்வேகம் அதன் அளவைப் பொருத்ததாகி

விடுகிறது. 3 மீட்டர் விட்டமுள்ள வட்டு அருகிலுள்ள ஏரியின் ஆவியாதலுக்கு ஏறக்குறைய சம அளவு ஆகிறது.

அதே வேளையில் 1.0 மீட்டர் விட்ட வட்டு 3.0 மீட்டர் விட்ட வட்டை விட 20 விழுக்காடு அதிகமாக ஆவியாக்குகிறது.

2. விளிம்பின் உயரம் காற்றோட்டத்தைத் தடுக்கிறது. அதோடு வட்டின் நிழல் ஏரிப் பரப்பில் விழுகிறது.

3. நீர்த்தேக்கத்தின் வெப்ப மாற்றுச் சக்தி வட்டிலிருந்து மிக வேறுபடுகிறது. இந்த காரணங்களினால் வட்டி கணக்கிடப்படும் ஆவியாதல் ஏரியின் ஆவியாதலுக்கு ஏற்ப சரிசெய்யப்பட வேண்டியது அவசியம். இதற்காக ஒரு குணகம் சேர்க்கப்படுகிறது.

ஏரியின் ஆவியாதல் = (குணகம்) C_p X வட்டு ஆவியாதல்
வட்டுக் குணகம் வெவ்வேறாக மாறுபடுவதை அட்டவணை குறிக்கிறது.

அட்டவணை 1.1 வட்டுக் குணக அளவு (C_p)

வரிசை எண்	வட்டின் வகை	சராசரி அளவு	அளவின் வீச்சு
1.	முதல் தர நில வட்டு	0.70	0.6 – 0.8
2.	இந்தியத் தரக் கட்டுப்பாட்டுக் கழக வட்டு	0.80	0.6 – 1.10
3.	கொலராடோ புதை வட்டு	0.78	0.75 – 0.86
4.	அமெரிக்கப் புவியியல் அளவீட்டு மிதவை வட்டு	0.80	0.70 – 0.82

ஆவியாதல் நிலையங்கள்

வழக்கமாக வானிலை விவரங்கள் சேகரிக்கும் இடங்களில் ஆவி அளவி வட்டும் வைக்கப்படும். உலக வானிலையியல் குழுமம் (WMO) கீழ்வரும் தரக் கட்டுப்பாடுகளைப் பரிந்துரைக்கிறது.

1. வெப்ப மண்டலங்கள் – 30,000 சதுர கிலோ மீட்டருக்கு ஒரு வட்டு
2. ஈரப்பத வெப்ப காலநிலை மண்டலங்கள் – 50,000 சதுர கிலோ மீட்டருக்கு ஒன்று
3. குளிர் மண்டலங்கள் – 1,00,000 சதுர கிலோ மீட்டருக்கு ஒன்று

தற்சமயம் ஏறத்தாழ 200 க்கும் மேற்பட்ட ஆவி அளவி வட்டுகளை இந்திய வானிலையியல் துறை பராமரித்து வருகிறது.

ஒரு நீர்வானிலையியல் நிலையத்தில் கீழ்க்கண்டவை இருக்கும்.

1. சாதாரண சைமன் மழை அளவி
2. கணக்கீடு செய்யும் மழை அளவி
3. அதிக மற்றும் குறைந்த வெப்ப அளவிகள்
4. ஈர மற்றும் வறண்ட குமிழ் வெப்ப அளவிகள்
5. காற்று வேக அளவி
6. காற்றுத் திசை காட்டி
7. சூரிய ஒளி அளவி
8. வெப்ப நீர் வரைபடம் மற்றும்
9. ஆவியாதல் அளவி வட்டு

ஆவியாதல் கணக்கிடும் நடைமுறைச் சமன்பாடுகள்

மேயரின் சமன்பாடு

$$E_L = K_M (e_w - e_a) \left[1 + \frac{u_9}{16} \right] \rightarrow (2)$$

E_L, e_w, e_a ஆகியவை முறையே தினசரி ஏரி ஆவியாதல் வேகம், பூரித ஆவி அழுத்தம் மற்றும் காற்றும் மண்டல நிகழ் ஆவி அழுத்தம் ஆகும்.

u_9 = பூமியிலிருந்து 9 மீட்டர் உயரத்தில் வீசும் மாத சராசரி காற்றின் வேகம், மணிக்கு கிலோமீட்டரில்

K_M = மற்ற காரணிகளுக்கான குணகம். அளவு பெரிய ஆழ நீர் நிலைகளுக்கு 0.36, சிறிய குட்டைகளுக்கு 0.50

ரோவர் சமன்பாடு

$$E_L = 0.771(1.465 - 0.000732 P_a) \times (0.44 + 0.0733 u_0) (e_w - e_a) \rightarrow (3)$$

இதில் P_a = சராசரி புவியழுத்தம், மி.மீ பாதரச அளவு

u_0 = தரைமட்டத்திலிருந்து 0.6 மீட்டர் உயரத்தில் வீசும், சராசரி காற்று வேகம்

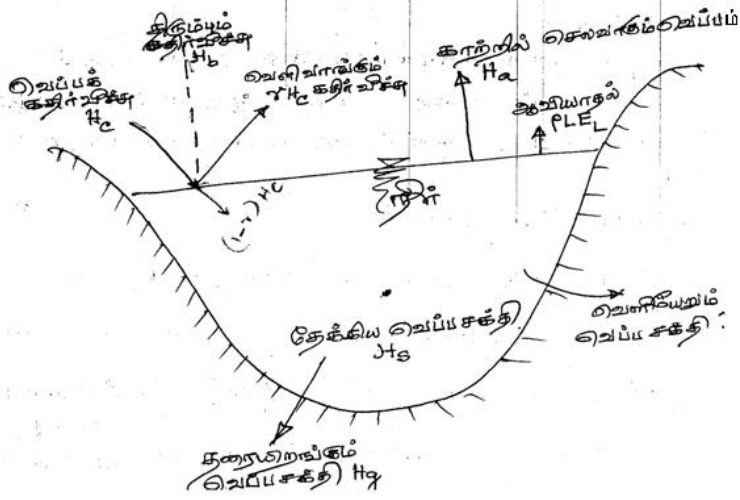
ஆவியாதலை அளக்கும் கணக்கீட்டு முறை : நீர் வரவு செலவு முறை

$$P + V_{is} + V_{ig} = V_{os} + V_{og} + E_L + \Delta s + T_L \rightarrow (4)$$

P = தினசரி மழைப்பொழிவு

V_{is} = ஏரியின் தினசரி நீர் வரத்து

V_{ig} = தினசரி நிலத்தடி நீர் உட்போக்கு



படம் 1.7. நீர்நிலையின் சக்தி தேக்கம்

V_{os} = ஏரியிலிருந்து வெளியேறும் தினசரி மேற்புற நீரோட்டம்

V_{og} = தினசரி வெளியேறும் நீர்க்கசிவு

E_L = தினசரி ஏரிநீர் ஆவியாதல்

Δ_s = ஏரியின் தினசரி கொள்ளளவின் ஏற்றம்

T_L = தினசரி நீர் ஆவிப்போக்கின் இழப்பு

இந்தச் சமன்பாட்டை இப்படியும் எழுதலாம்.

$$E_L = P + (V_{is} - V_{os}) + (V_{ig} - V_{og}) - T_L - \Delta_s \rightarrow (5)$$

வெப்பசக்தி வரவு செலவு முறை

$$H_m = H_a + H_e + H_g + H_s + H_i \rightarrow (6)$$

$$H_m = \text{நீர் நிலை பெறும் நிகர சக்தி} = H_c(1-r) - H_b \rightarrow (6a)$$

$H_c(1-r)$ = நீர்ப்பரப்பின் உள்வாங்கும் சூரியக் கதிர்வீச்சு,

கதிர்வீச்சின் வெளிப்பாட்டுக் குணகம் 'r' ஐச் சாரந்தது.

H_b = நீர்நிலையிலிருந்து திரும்பும் வெப்பக் கதிர்வீச்சு

H_a = நீர்ப்பரப்பிலிருந்து வான்வழி செல்லும் வெப்ப சக்தி

H_e = ஆவியாதலில் செலவாகும் வெப்பசக்தி = $\dots_L E_L$

\dots = நீரின் அடர்த்தி

L = ஆவியாதலின் தன்னக வெப்பம்

$E_L =$ ஆவியாதல் மி.மீட்டரில்

$H_g =$ தரையிறங்கும் வெப்ப சக்தி

$H_s =$ நீர் நிலை தேக்கும் வெப்ப சக்தி

$H_i =$ நீரோட்டத்தால் வெளியாகும் நிகர வெப்ப சக்தி

நீர்த்தேக்க ஆவியாதலும், கட்டுப்படுத்தும் முறைகளும்

$$V_E = A E_{pm} C_p \rightarrow (7)$$

$V_E =$ ஆவியாதலால் இழக்கும் மாத நீர் அளவு கன மீட்டரில்

$A =$ நீர்த்தேக்க மாத சராசரி பரப்பளவு

$E_{pm} =$ ஒரு மாத மொத்த வட்டு ஆவியாதல் மீட்டரில்

$C_p =$ வட்டுக் குணகம்

கட்டுப்படுத்தும் முறைகள்

1. நீர்ப்பரப்பைக் குறைத்தல்

இது நீர்த்தேக்கம் அமைக்கு முன்னரே திட்டமிடப்பட்டு அகலத் தேக்கத்திற்கு மாறாக ஆழத் தேக்கமாக அமைக்கப்படவேண்டும்.

2. நீர்த்தேக்கத்துக்கு மேற்கூரை அமைத்தல்

நிரந்தர மேற்கூரைகள், மிதவைக் கூரைகள், வெப்ப காலத்திற்கான தற்காலிக கூரைகள் அமைக்கலாம்.

3. வேதிப் படலங்கள்

இம்முறையில் நீரில் கரையும் வேதிப் பொருட்கள் மூலம் நீர்ப்பரப்பில் படலங்கள் ஏற்படுத்தினால் ஆவியாதல் குறையும். இதற்காக சிடைல் ஆல்கஹால் மற்றும் ஸ்டெரைல் ஆல்கஹால் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இந்தப் படலங்கள் கீழ்க்கண்ட குணங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

1. இப்படலம் அலைகள் வேகத்தில் அழியக் கூடாது
2. மழைத்துளிகள், பறவைகள், பூச்சிகளால் கிழிக்கப்பட்டாலும் தானாக மறுபடியும் மூடிக் கொள்ள வேண்டும்.
3. உயிர் வளியும், கரியமில வளியும் ஊடுருவ வேண்டும்.
4. நிறம், வாடை இராமலும் நச்சுத் தன்மையில்லாமலும் இருத்தல் வேண்டும்.

1.6 நீராவிப் போக்கு

ஆவிப்போக்கு:

உயிருள்ள செடிகளின் வழியே நீர் வெளியேறி மண்டலத்தில் நீர் ஆவியாக மாறும் செயலுக்கு “ஆவிப்போக்கு” என்று பெயர். செடியின் வேர் வழியாக நீர் மேலேறி இலைகள் வழியே வெளியேறுவது ஆவிப்போக்கு ஆவிப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள் “வெளிமண்டல ஆவி அழுத்தம், வெப்பம், காற்று, சூரிய ஒளி வீச்சு செடியின் வேர்கள், தண்டுகள் மற்றும் இலைகளின் குணங்களாகும். குறிப்பிட்ட செடியின் நீர் ஆவியாதல், ஆவிப்போக்கையும் கட்டுப்படுத்தும். இவைகளுக்குள் மிக முக்கிய வேறுபாடுகள்.

ஆவிப்போக்கு பகல் வெளிச்ச நேரங்களில் மட்டும் நிகழும். இதன் வேகம் செடிகளின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்தது. இதற்கு மாறாக ஆவியாதல் இரவும் பகலும் தொடர்ந்து நடக்கும்.

நீராவிப்போக்கு:

ஆவிப்போக்கு நிகழும்போது அதைச் சுற்றியுள்ள செடிகள் வளர்ந்துள்ள நிலப்பரப்பில் மண்ணின் ஈரம் ஆவியாகிறது. நீரியலிலும் நீர்ப்பாசன முறைகளிலும் ஆவியாதலும், ஆவிப்போக்கும் இணைந்து பயன்தருவதால், இவற்றை இணைத்து ‘நீராவிப்போக்கு’ என அழைத்தனர். ‘உட்கொள்ளும் பயன்பாடு’ என்ற சொல்லும் ‘நீராவிப்போக்கையே’ குறிக்கும். குறிப்பிட்ட வெளிமண்டலச் சூழ்நிலையில் நீர் இருப்பைப் பொறுத்தே நீராவிப்போக்கு நிகழும். பசுமைச் செடிகளின் பயன்பாட்டுக்குத் தேவையான ஈரம் கிடைத்து நீராவிப்போக்கு நிகழ்வதை நீராவிப்போக்கு என்று சொல்வர். நிலை நீராவிப்போக்கு மண், செடிகளின் காரணிகளை மட்டும் சார்ந்திராமல் மற்ற காலநிலைகளைப் பொறுத்தும் நிகழ்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட சூழலில் நிகழும் நீராவிப்போக்கு நிகழ் நீராவிப்போக்கு எனப்படும். இந்தச் சூழ்நிலையில் நிலக் கொள்ளளவு ‘நிரந்தர வாட்டப் புள்ளி’ என்ற இரு சொற்றொடர்களை அறிமுகப்படுத்துவோம்.

புவியீர்ப்பு விசைக்கு எதிராக மண் துகள்களுக்கிடையே நிறுத்தப்படும் அதிகப்படியான நீரின் அளவையே நிலக்கொள்ளளவு திறன் என்கிறோம். இந்த அளவிற்கு மேல் நீர் ஊற்றினால் அது

வழிந்தோடிவிடும். 'பயிர்களைக் காப்பாற்றத் தேவையான ஈரம் மண் துகள்களுக்கிடையே இருந்து கிடைக்கும் வாய்ப்பு இல்லாத நிலைமை, நிரந்தர வாட்டப் புள்ளி எனப்படும். இந்த நிலையில் ஈரம் மண்ணில் இருந்தாலும் செடிகளின் வேர்களால் அதை உறிஞ்ச இயலாமல் செடிகள் வாடிவிடும். நிலக்கொள்ளாவு திறனும் நிரந்தர வாட்டப்புள்ளியும் மண் வளத்தின் குணங்களைப் பொறுத்தே அமைகின்றன. இவை இரண்டின் வேறுபாடுதான் செடிகள் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நீர் இருப்பு அளவாகும்.

செடிகளுக்குத் தேவையான நீர் சரியான அளவில் கிடைத்தால் மண் துகள்களின் ஈரம் வயல் கொள்ளாவுக்குச் சமமாக இருக்கும். இந்நிலையின் நிலை நீராவிப்போக்கும், நிகழ் நீராவிப்போக்கும் சரிசமமாயிருக்கும். நீர் இருப்பு, நிலை நீராவிப்போக்கை விட அளவு குறைந்தால் மண்ணின் ஈரம் காய்ந்து நிகழ் நீராவிப்போக்கு நிலை நீராவிப்போக்கு இடையேயான விகிதம் ஒன்றை விடக் குறைந்துவிடும் (AET/PET). இந்த விகிதத்தின் இறக்கம் மண் வகையையும், ஈரம் காயும் வேகத்தையும் பொறுத்தது. பொதுவாகக் களிமண் நிலங்களில் மண் ஈரப்பதம் 50 விழுக்காடாகக் குறையும் வரையில் இந்த விகித அளவு 1.0 ஆகவே இருக்கும். மண்ணின் ஈரம் நிரந்தர வாட்டப் புள்ளியை நெருங்கும்போது நிகழ் நீராவிப்போக்கு பூஜ்ஜியமாகிவிடும். ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் வடிநிலத்தின் நீரியல் வரவு செலவு

$$P - R_s - G_o - E_{act} = \Delta s \rightarrow (8) \text{ என்ற சமன்பாட்டை ஒத்திருக்கும்.}$$

இதில்

P = மழைப்பொழிவு

R_s = மேற்பரப்பு நீர் ஓட்டம்

G_o = நிலத்தடி நீர் ஓட்டம்

E_{act} = நிகழ் நீராவிப்போக்கு

Δs = ஈரக் கொள்ளாவின் மாற்றம்

R_s மற்றும் G_o இரண்டின் கூடுதல் தொகை ஓடை நீரோட்டம் R எனவும் கொள்ளலாம். பொதுவாக எல்லா ஆய்வுகளிலும் நிலை நீராவிப்போக்கு அளவையே உத்தேசமாக எடுத்துக்கொள்கிறார்கள். ஏரி ஆவியாதலை நிர்ணயிக்க நிலை நீராவிப்போக்கு சரியான உத்தேச அளவியாகும்.

நீராவிப்போக்கின் அளவீடு

இது லைஸி அளவிகள் மூலமோ வயல் வெளிகள் மூலமோ அளவீடு செய்யப்படும்.

லைஸி அளவிகள்

லைஸி அளவி என்பது நீர் கசிய இயலாத இறுக்கமான கொள்கலன். இதை வயல் வெளியில் பயிர்களுக்கு இடையே அமைத்து, வெளியில் வளரும் பயிர் வகைகளையே இங்கும் வளர்க்க வேண்டும். இந்தக் கொள்கலனின் நீராவிப்போக்கு, கன கொள்ளளவிலோ நீர் குறையும் எடை அளவிலோ கணக்கிட்டு அறியப்படும். லைஸி மீட்டர் சோதனைகளில் வயல்களில் வளரும் பயிர்களையே வளர்த்து கொள்கலன் வயலில் சரியாகப் புதைத்து பயிர் உயரம், வளர்ச்சி ஆகியன உள்ளும் புறமும் ஒரே சாயலில் வளர்க்கப்பட வேண்டியது மிக அவசியம். இவை அதிக காலத்தை எடுத்துக்கொள்வன.

வயல் வெளிகள்

குறிப்பிட்ட வயல் வெளிகளில் நீர் வரவு செலவுச் சமன்பாட்டின் அனைத்து அங்கங்களையும் குறிப்பிட்ட கால அளவில் அளவிட்டு நீராவிப்போக்கைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{நீராவிப்போக்கு} = \left\{ \begin{array}{l} \text{மழைப்பொழிவு} + \text{நீர்ப்பாசன உள்ளீடு நீர் ஓட்டம்} - \\ \text{மண்கொள்ளளவின் ஏற்றம்} - \text{நிலத்தடி நீர் இழப்பு} \end{array} \right\} \dots (9)$$

இந்த முறையில் நிலத்தடி நீர் இழப்பைத் தவிர மற்ற காரணிகளை எளிதில் அளவிடலாம். மண்ணின் ஈரத்தை வயல் கொள்ளளவு நிலையிலேயே தக்க வைத்துக் கொண்டால் இந்தக் காரணிகளையும் கணக்கிடுவது சுலபம்.

நீராவிப்போக்குச் சமன்பாடுகள் “பென்மேன் சமன்பாடு”

இந்தச் சமன்பாடு சக்திச் சமன்பாட்டையும் பொருள் மாற்றக் கோட்பாட்டையும் இணைத்த ஒன்றாகும்.

$$PET = \frac{[AH_n + E_a r]}{(A + r)} \dots\dots\dots(10)$$

இதில்

PET = தினசரி நிலை நீராவிப்போக்கின் அளவு மில்லி மீட்டரில்

A = பூரித ஆவி அழுத்தம், வெப்ப வளைவு ஆகியவற்றினிடையேயான சரிவு, காற்றின் சராசரி வெப்ப அளவில் பாதரச அளவில் மில்லி மீட்டரில்

H_n = தினசரி ஆவியாகும் நீரின் நிகர வெப்பக் கதிர்வீச்சு மில்லி மீட்டரில்

E_a = காற்று வேகமும் பூரிதக் குறைபாடும் இணைந்த குணகம்

r = வெப்பச் சுழற்சிக் குணகம் = 0.49 மி.மீட்டர் / ஒரு டிகிரி பாதரச அளவில்

நிகர வெப்பக் கதிர்வீச்சைக் கணக்கிடும் சமன்பாடு

$$H_n = H_a (1+r) \left[a + b \frac{n}{N} \right] - \dagger T_a^4 [0.56 - 0.092 \sqrt{e_a}] \times \left[0.10 + 0.90 \frac{n}{N} \right] \dots\dots(11)$$

H_a = வெளிமண்டலத்திற்கு வெளியே சமதளத்தில் வீழும் சூரிய வெப்பக் கதிர்வீச்சு மி.மீட்டரில்

$a = 0.29 \cos w$, w அட்சரேகையின் அளவு

$b = 0.52$

n = நிகழும் சூரிய வெளிச்ச நேரம், மணியில்

N = அதிக அளவிலான சூரிய வெளிச்ச நேரம், மணியில்

r = எதிர்வீச்சுக் குணகம்

பரப்பு	எதிர்வீச்சுக் குணக அளவின் வீச்சு
தரைப்பயிர்களுக்கு அருகே	0.15 – 0.25
தூரிக நிலங்கள்	0.05 – 0.45
நீர்ப்பரப்பு	0.05
பனி	0.45 – 0.95

\dagger = ஸ்டீபன் - போல்ட்ஸ்மேன் மாறிலி 2.01×10^{-9} மி.மீ / தினசரி

T_a = சராசரி காற்று வெப்பம் செல்வின் டிகிரியில் = 273 + டிகிரி சென்டி கிரேடு

e_a = நிகழ் சராசரி ஆவி அழுத்தம் மில்லி மீட்டர் பாதரசத்தில்

$$E_a = 0.35 \left[1 + \frac{u_2}{160} \right] (e_w - e_a) \dots\dots\dots(12)$$

இதில் $u_2 =$ தரைக்கு 2 மீட்டர் உயரத்தில் காற்றின் வேகம் தினசரி கி.மீட்டரில்

$e_w =$ பூரித ஆவி அழுத்தம் பாதரச மி.மீட்டரில் சராசரி காற்று வெப்பத்தில்

$e_a =$ நிகழ் ஆவி அழுத்தம்

பென்மேன்சமன்பாடு இந்தியா, பிரிட்டன் மற்றும் ஆஸ்திரேலியாவில் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அட்டவணை 1.2 நீரின் பூரித ஆவி அழுத்தம்

வெப்பம் (டிகிரி சென்டிகிரேடு)	பூரித ஆவி அழுத்தம் (மில்லி மீட்டரில் பாதரச அளவில்)	மி.மீட்டர் / டிகிரி சென்டிகிரேடில்)
0	4.58	0.30
5.0	6.54	0.45
7.5	7.78	0.54
10.0	9.21	0.60
12.5	10.87	0.71
15.0	12.79	0.80
20.0	17.54	1.05
30.0	31.82	1.85
40.0	55.32	2.95

நடைமுறைச் சமன்பாடுகள்

வானிலை சார்ந்த பல நடைமுறைச் சமன்பாடுகள் நீராவிப்போக்கினைக் கணக்கிடப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவைகளைக் கவனத்துடன் கையாள வேண்டும்.

பிளேனி கிரிடில் சமன்பாடு

இது அமெரிக்க வெப்ப மண்டலங்களில் பயன்படுத்தும் சமன்பாடு. சூரிய ஒளிபடும் நேரத்தையும் வெப்பத்தையும் மட்டுமே சார்ந்து வெப்பக் கதிர்வீச்சு அமைகிறது என்ற எண்ண ஓட்டத்தைக் கொண்டது.

பயிர் விளையும் காலத்தின் நிலை நீராவிப்போக்கு

$$E_T = 2.54 KF \dots \dots \dots (12)$$

$$F = \sum P_h \times \bar{T}_f / 100 \dots \dots \dots (12)a$$

என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

இதில் $E_T =$ பயிர்விளையும் காலத்தின் நிலை நீராவிப்போக்கு, சென்டிமீட்டரில்

$K =$ நடைமுறை மாறிலி, பயிர்வகையைச் சார்ந்து மாறுபடும்

$F =$ பயிர்விளையும் காலத்தின் ஒரு மாத மொத்த உட்கொள்ளும் பயன்பாட்டுக் காரணிகள்

$P_h =$ ஆண்டுக்கான பகல் நேரத்தின் மாத விழுக்காடு இடத்தின் அட்சரேகை சார்ந்தது.

$\overline{T}_f =$ மாத சராசரி வெப்பம், டிகிரி ஃபாரன்ஹீட்டில்

பிளேனி கிரிடில் சமன்பாடு நீர்ப்பாசனப் பொறியாளர்களால் பயிர்களின் நீர்த்தேவையை அறிந்து கொள்ளப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த அளவு நிலை நீராவிப்போக்கின் அளவுக்கும், பயனுள்ள மழைப்பொழிவுக்குமான வேறுபாடாக கணிக்கப்படுகிறது.

அட்டவணை 1.3 : மாத பகல்நேர விழுக்காடு, P_h , பிளேனி கிரிடில் சமன்பாட்டில் பயன்படுத்த

வடகோள அட்சரேகை (டிகிரியில்)	ஜன	பிப்	மார்ச்	ஏப்	மே	ஜூன்	ஜூலை	ஆக	செப்	அக்	நவம்	டிச
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.22	8.22	8.6
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.87	8.6	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.8	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.82
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.0	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66
25	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.28	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42
30	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
35	7.05	6.88	8.35	8.83	9.76	9.77	9.93	9.37	8.36	7.87	6.97	6.80
40	7.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	6.50

அட்டவணை 1.4 தோந்தெடுத்த சில பயிர்களின் K மதிப்பீடு

பயிர்வகை	K மதிப்பு	மாத மதிப்புகள் வீச்சு
நெல்	1.10	0.85 – 1.30
கோதுமை	0.65	0.50 – 0.75
மக்காச்சோளம்	0.65	0.50 – 0.80
கரும்பு	0.90	0.75 – 1.00
பருத்தி	0.65	0.50 – 0.90
உருளைக் கிழங்கு	0.70	0.65 – 0.75

இயற்கைச் செடி கொடிகள்		
a) மிக அடர்த்தி		1.30
b) அடர்த்தி		1.20
c) மித அடர்த்தி		1.00
d) குறை அடர்த்தி		0.80

தார்பன் த்வைட் சமன்பாடு

$$E_T = 1.6L_a \left[\frac{10\bar{T}}{I_t} \right]^a \dots\dots\dots(13)$$

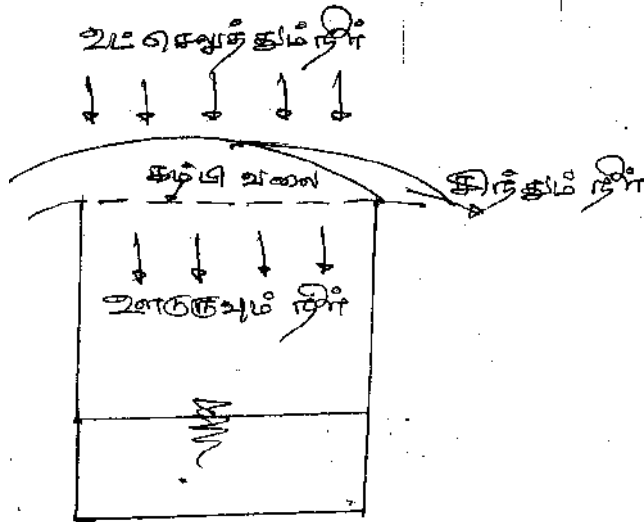
E_T = மாத நிலை நீராவிப் போக்கு, சென்டி மீட்டரில்

L_a = பகல் நேர தினசரி வெளிச்ச நேரத்திற்கும், மாதத்தின் நாட்களுக்குமான ஈடுகட்டும் அளவு இடத்தின் அச்சரேகையைப் பொறுத்து

\bar{T} = காற்றின் மாத சராசரி வெப்பம், டிகிரி சென்டி கிரேடில்

$I_t = 12$ மாதங்களின் வெப்பக் குறியீட்டு மொத்தம்

$$I_t = \sum_1^{12} i,$$



படம் 1.8 நீர்ஊடுருவலின் உருவகம்

இதில் $i = \left[\frac{\bar{T}}{5} \right]^{1.514}$

a = ஒரு நடைமுறைக் குணகம்

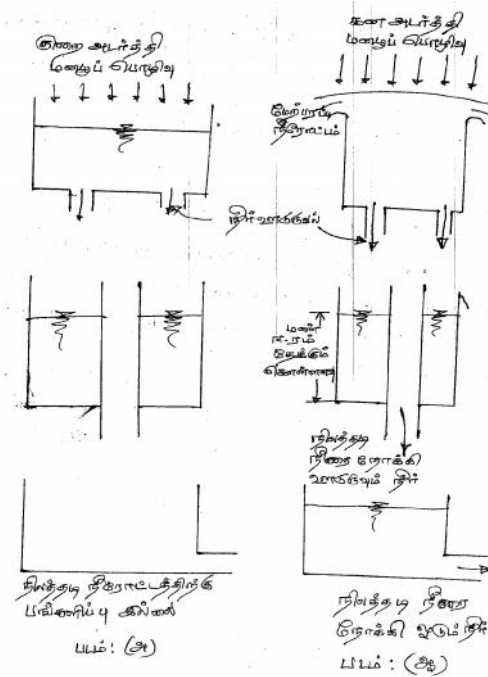
$$= 6.75 \times 10^{-7} I_t^3 - 7.71 \times 10^{-5} I_t^2 + 1.792 \times 10^{-2} I_t + 0.49329$$

அட்டவணை 1.5: ஈடுகட்டும் காரணி L_a

வடகோள அட்சரேகை (டிகிரியில்)	ஐன	பிப்	மார்க்	ஏப்	மே	ஜூன்	ஜூலை	ஆக	செப்	அக்	நவம்	டிச
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04
10	1.00	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
15	0.97	0.91	1.03	1.04	1.11	1.08	1.12	1.08	1.02	1.01	0.95	0.97
20	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94
25	0.93	0.89	1.03	1.06	1.15	1.14	1.17	1.12	1.02	0.99	0.91	0.91
30	0.90	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.20	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81

1.7 நீர்ஊறி நிலத்தில் ஊடுருவல்

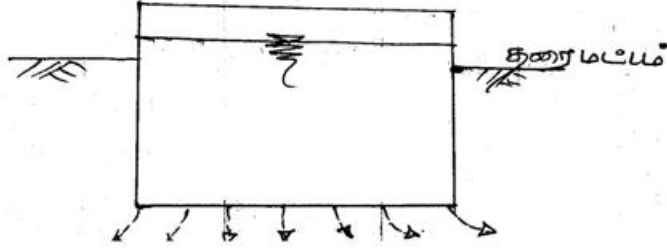
ஒரு மண் பரப்பில் நீரைச் செலுத்தினால் அதன் ஒரு பகுதி மண் துகள்களுக்கு இடையே கசிந்து சென்று விடும். இதை நீர் ஊடுருவல் என்று சொல்லப்படும். மழைப்பொழிவுக்கும் மழைநீரோட்டத்திற்குமான வேறுபாட்டு அளவில் நீர் ஊடுருவல் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. நீர் ஊடுருவல் இயற்கையான நிலத்தடி நீர் சேமிப்புக்கு வகை செய்யும்.



படம் 1.9. நீர்ஊடுருவலைச் சித்தரிக்கும் மாதிரி வரைபடம்

இதை ஒரு சிறிய சோதனையில் சொல்லலாம். ஒரு சிறிய கொள்கலனின் மேற்புறம் கம்பி வலை அமைத்து நீரைத் தொடர்ந்து ஊற்றினால் வலை இடுக்குகள் வழியே நீர் உட்புகும் இதற்கு அதிகமான நீர் வெளியே சிந்திவிடும். இந்த உருவகம் நீர் ஊடுருவலைப் புரிந்து கொள்ள உதவும். இந்த உருவகம் கீழ்வரும் இரண்டு கோட்பாடுகளைத் தெரிவிக்கிறது.

1. நீர் ஊடுருவும் திறன்
2. நிலக் கொள்ளளவு திறன்



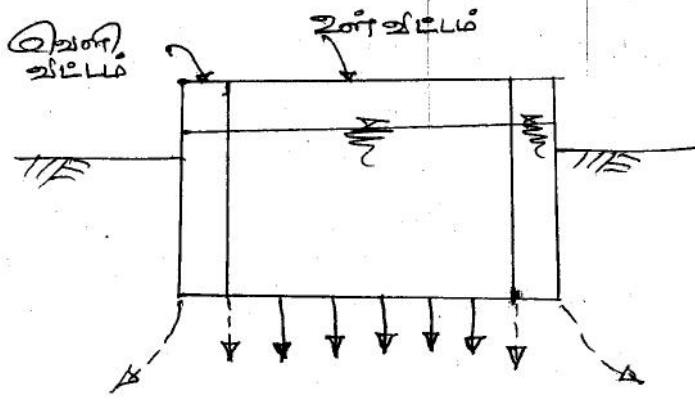
படம் 1.10. சாதாரண ஊடுருவல் அளவி

நீர் ஊடுருவும் திறன்

ஒரு குறிப்பிட்ட கால அளவில் ஒரு மண்திரளின் அதிகவேக நீர் ஈர்க்கும் திறனை நீர் ஊடுருவும் திறன் என்று குறிப்பிடுவர். இதை f_c என்று மணிக்கு செ.மீட்டர் அளவில் குறியீடு செய்வார். நிகழ் நீர் ஊடுருவும் வேகத்தை f எனக்குறிப்பிடுவர்.

$$\left. \begin{array}{l} i \geq f_c \text{ ஆக இருந்தால் } f = f_c \text{ ஆகும்} \\ i < f_c \text{ ஆக இருந்தால் } f = i \text{ ஆகும்} \end{array} \right\} \dots\dots(14)$$

இதில் i = மழைப்பொழிவின் அடர்த்தியாகும். ஒரு மண் திரளின் நீர் ஊடுருவும் திறன் மழைப்பொழிவின் ஆரம்பத்தில் மிக அதிகமாக இருக்கும். நேரம் செல்லச்செல்ல இந்த அளவு அதிவேகத்தில் குறைந்துவிடும். நீர் ஊடுருவுந் திறனைக் கட்டுப்படுத்தும் பல்வேறு காரணிகளாவன.



படம் 1.11 இருவட்ட ஊடுருவல் அளவி

1.7.1. ஊடுருவல் அளவீடு

மண்ணின் நீர் ஊடுருவும் தன்மையைக் கண்டறிய சோதனைகள் நடத்தலாம். இந்த சோதனை அமைப்பு 'ஊடுருவல் அளவி' எனப்படும். அவை இருவகைப்படும். (1) வெள்ள வகை ஊடுருவல் அளவி (2) மழைப்பொழிவு உருவக மாதிரி.

வெள்ளவகை ஊடுருவல் அளவி

இது முதன்மையாக உலோக உருளைக் கொள்கலனைக் கொண்டது. இது 30 செ.மீ விட்டமும், 60 செ.மீ உயரமும் கொண்டு இரு புறமும் திறந்திருக்கும். இது நிலத்தடியில் 50 செ.மீட்டருக்குப் புதைக்கப்பட்டிருக்கும். நீர் மேலே 5 செ.மீ ஆழத்திற்கு ஊற்றப்பட்டு நீர் அளவைக் குறிக்கும் புள்ளிகள் குறிப்பிட்டு இருக்கும். நீர் ஊடுருவல் தொடர்வதற்கேற்ப நீரை அளந்து உள்ளே ஊற்றி வைப்பார். இது தொடர்ச்சியாக நேரத்தோடு குறிக்கப்பட்டு ஊடுருவல் வேகம் சீராக வரும் வரை சோதனை தொடரப்படும். இந்த சோதனையில் இன்றியமையாத குறைபாடு ஊடுருவும் நீர் மண்துகள்களில் நேராக இறங்காமல் பக்கவாட்டிலும் கசியவல்லது என்பதுதான். இதைத் தடுப்பதற்காக இந்த உருளை வட்டை இரண்டு வட்டங்கள் கொண்டதாக அமைத்து வெளிவட்டம் கீழே மூடப்பட்டு உள்ளவட்டம் இருபுறமும் திறந்து வைக்கப்படும். இதில் வெளிவட்டத்து நீர் அளவோடு ஒப்பிட்டு உள்ளவட்டத்தில் குறையும் நீர் அளவும், ஊடுருவும் வேகமும் கணக்கிடப்படும்.

இவ்வகை அளவிகளின் குறைகளாவன

1. மழைத்துளியின் தாக்கம் உருவகப் படுத்தப்படவில்லை
2. வட்டு நிலத்தில் புதைக்கும்போது மண்துகள்களின் குணங்கள் தொல்லைக்குள்ளாகின்றன.
3. அளவிகளின் விட்ட அளவைப் பொறுத்து சோதனை முடிவுகள் வேறுபடுகின்றன.

மழைப்பொழிவு உருவக மாதிரி

இம்முறையில் ஒரு சிறிய நிலப்பரப்பை 2 மீட்டர் 4 மீ அளவிற்கு எடுத்துக் கொண்டு நிறைய சிறு துளைகளடங்கிய குழாய் மூலம் நீளமான பக்கத்தில் உயரே இருந்து மழைப்பொழிவு போல பூவாளித் தூறல் உருவகப்படுத்தப்படும். மழைப்பொழிவு 2 மீ உயரத்திலிருந்து விழவைத்து இந்தப் பரப்பின் ஒரு மூலையில் வழிந்தோடும் நீர் பிடிக்கப்பட்டு அளவிடப்படும். மழைப்பொழிவு அளவில் வழிந்தோடும் நீர் கணக்கிடப்படும்.

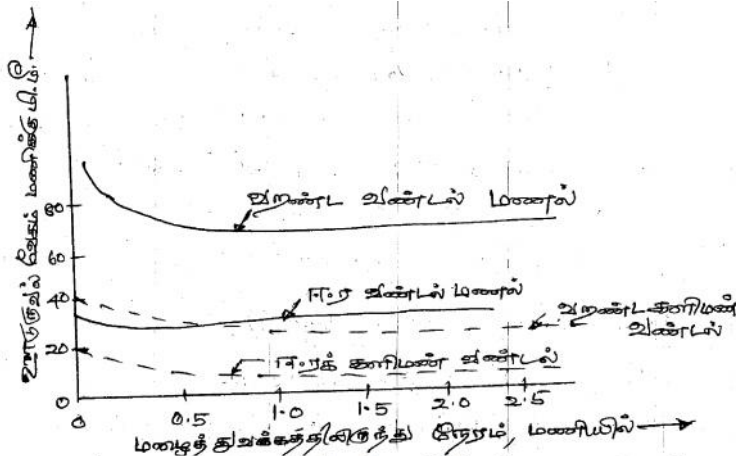
1.7.2. ஊடுருவல் திறன் மதிப்பீடு

மழைப்பொழிவின் துவக்கத்தைவிட நேரம் செல்லச் செல்ல நீர் ஊடுருவும் திறன் வேகமாகக் குறைந்து சீரான நிலையை அடைந்து விடும். இதைக் குறிக்கும் ஹார்ட்டன் சமன்பாடு,

$$f_{act} = f_{cf} + (f_{co} - f_{cf})e^{-kt}, \dots\dots(15)$$

$$0 \geq t \leq t_d$$

இதில் f_{act} = மழைப்பொழிவின் துவக்கத்தில் இருந்து எந்த நேரத்திலும் நிகழும் ஊடுருவல் திறன்



படம் 1.12 ஊடுருவல் திறனின் வேறுபாடுகள்

f_{co} = துவக்க ஊடுருவல் திறன், $t = 0$

f_{cf} = இறுதி சீரான ஊடுருவல் திறன் மதிப்பு

t_d = மழைப்பொழிவின் காலநேரம்

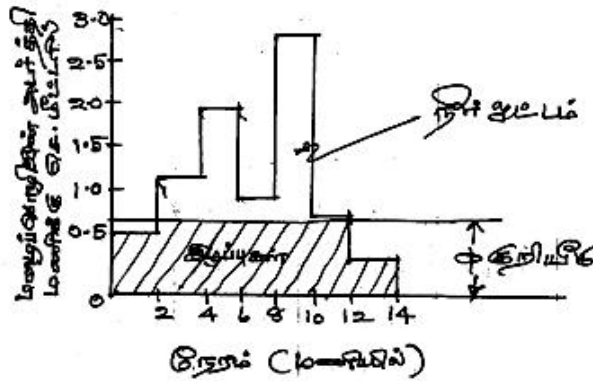
K = மாறிலி, மண் குணங்களையும் பசுமைத் தரையையும் சார்ந்தது

ஊடுருவல் திறன் மதிப்பீடுகள் பல காரணிகளைச் சார்ந்து அதிக வேறுபாடுகள் கொண்டவையாயிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, தரிசு மணல் பரப்பில் மணிக்கு 1.20 செ.மீ அளவும், தரிசு களிமண் பரப்பில் மணிக்கு 0.15 செ.மீ அளவாகவும் இருக்கும். நல்ல புல் தரைகள் இந்த மதிப்பை 10 மடங்கு உயர்த்தக் கூடும்.

1.7.3 ஊடுருவல் குறியீடுகள்

நீரியல் கணக்கீடுகளில் வெள்ளப் பெருக்கு சமயங்களில் ஊடுருவல் வேகத்தை மாறிலியாகக் கொள்வர். இது மழைப்பொழிவின் கால முழுவதற்கும் பொருந்தும். இவ்வகைக் குறியீடுகள் இரண்டு. ஒன்று w குறியீடு மற்றது W குறியீடு

w குறியீடு சராசரி மழைப்பொழிவாகும். இதற்கு மேற்படும் மழைப்பொழிவின் அளவு, வழிந்தோடும் நீர் அளவிற்குச் சமமாகும். w குறியீடு மழைப்பொழிவு வரைபடத்திலிருந்து வரையறுக்கப்படுகிறது. துவக்க நீரிழப்பும் ஊடுருவலாகக் கொள்ளப்படுகிறது. மழைப்பொழிவின் அடர்த்தி w குறியீட்டை விடக் குறைவாக இருந்தால் ஊடுருவல் வேகம் மழைப்பொழிவின் அடர்த்திக்கு சமமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.



படம் 1.13 w குறியீடு

மழைப் பொழிவின் அடர்த்தி w குறியீட்டை மிஞ்சினால், இந்த மாறுபாடு மழைநீர் ஓட்டக் கண அளவாக எடுத்துக் கொண்டு, அந்தக் கால நேரத்தோடு கணக்கிட்டு அதிகப்படி மழைப் பொழிவு வேகமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

W - குறியீடு

w குறியீட்டு மதிப்பைச் செம்மைப்படுத்த, துவக்க இழப்புகளைக் கழித்துவிட்டு, மற்ற மதிப்பீடுகளின் சராசரியாக w - குறியீடு கணக்கிடப்படுகிறது.

$$W = \frac{P - R - I_a}{t_a} \text{ -----(16)}$$

இதில் P = மொத்த மழைப் பொழிவு, செ.மீட்டரில்

R = மொத்த மழை நீரோட்டம், செ.மீட்டரில்

I_a = துவக்க இழப்புகள், செ.மீட்டரில்

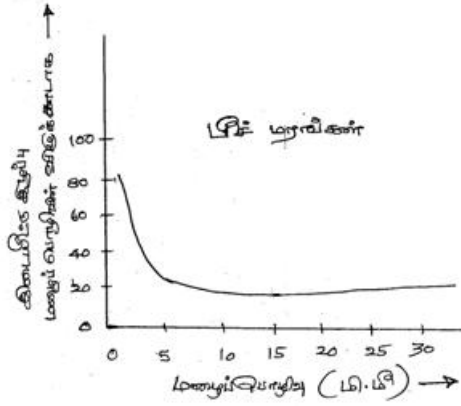
t_a = அதிக மழைப் பொழிவு நிகழும் கால அளவு, மழைப் பொழிவின் அடர்த்தி w - குறியீட்டை மிஞ்சும் கால அளவு, மணியில்

w = சராசரி ஊடுருவல் வேகம், மணிக்கு சென்டி மீட்டரில்

1.8 பிற நீர்வடிதல்கள் / நீர் இடையீடுகள்

மழைப்பொழிவு வடி நிலத்தை அடையுமுன் எற்படும் இழப்புகளில் முதன்மையானது நீர் உடுருவல் தான். இதைத் தவிரவும் இரண்டு இடையீடுகள் உள்ளன. அவை

1. இடையீட்டு இழப்பு
2. மற்றும் பள்ளத் தேக்கம் இவையிரண்டையும் இணைத்துத் துவக்க இழப்புகள் எனக் குறிப்பிடுவர். இவற்றையும் மிஞ்சுவதே நிலமேல் நீரோட்டமாகும்.



படம் 1.14 இடையீட்டு இழப்பு வரைபடம்

1.8.1 இடையீட்டு

மழைப்பொழிவு வடி நிலத்தில் விழுமுன்னரே, மரங்களின் இலைகளில் தேங்கி ஆவியாகிவிடுகிறது. இப்படிப் பிடிக்கப்படும் நீரின் கன அளவு “இடையீட்டு” இழப்பு என்று கொள்ளப்படுகிறது. இது கீழ்வரும் மூன்று வழிகளில் ஒன்றில் தடைபடுகிறது. அவை:

- பயிர்கள், செடி, கொடிகளால் தடுக்கப்பட்டு, மேல்பரப்பில் தேங்கி, ஆவியாகி வெளிமண்டலத்தை அடைகிறது. இதை “இடையீட்டு இழப்பு” என்பர்.
- மர இலைகளிலிருந்து சிந்தி தரையில் விழுந்து நீரோட்டத்தில் சேருகிறது. இதைத் தள “தொடர் வீழ்ச்சி” என்பர்.
- மற்றும் விழும் மழைநீர் மரக்கிளைகள், இலைகள், செடித் தண்டுகள் வழியே தரையை அடைகிறது. இதனைத் “தண்டு ஓட்டம்” என்பர்.

இடையீட்டு இழப்பு ஆவியாதல் மூலம் தானே தவிர, நீராவிப்போக்கு, தொடர் வீழ்ச்சி மற்றும் தண்டு ஓட்டம் சார்ந்தது அல்ல. இதைக் கணக்கிடுவது சுலபமான செயலல்ல. ஆனாலும் ஒரு மழைப் பொழிவின் போது இடையீட்டு இழப்பு

$I_i = S_i + k_i Et$ என்று உத்தேசமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

இதில் I_i = இடையீட்டு இழப்பு, மி.மீட்டரில்

S_i = இடையீட்டுத் தேக்கம், இது 0.25 முதல் 1.25 மி.மீ வரை, பசுந்தரையைப் பொறுத்து வேறுபடும்

K_i = பசுந்தரைப் பரப்புக்கும், விரிக்கப்பட்ட பரப்புக்குமான விகிதம்.

E = ஆவியாதலின் வேகம் மணிக்கு மி.மீட்டரில், மழைப் பொழிவு நேரம் முழுவதும்.

t = மழைப் பொழிவின் நேரம், மணியில்

ஊசி இலை மரக்காடுகள், அகண்ட இலை மரக்காடுகளை விட அதிக இடையீட்டு இழப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. விவசாய பயிர்களும், பயிர்ப் பருவ காலத்தில் அதிக இடையீட்டு இழப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. நீரியல் ஆய்வுகளில் இடையீட்டு இழப்பு குறிப்பிடத்தக்க அளவில் இல்லை என்பதால் இந்த இழப்பை உத்தேசமான குத்து மதிப்பாகக் கொள்ளப் படுகிறது.

பள்ளத் தேக்கம்

மழைப் பொழிவு தரையில் விழுந்ததும், அங்குள்ள பள்ளங்கள் நிரம்பிய பின்னர்தான் நீர் வழிந்தோடும். இப்படிப் பள்ளங்களில் தேங்கிய நீரின் கன அளவை “பள்ளத் தேக்கம்” எனலாம். இந்த நீர், நீர் ஊடுருவுதலாலும், ஆவியாதலாலும் இழப்பை ஏற்படுத்துகிறது. ஆதலின் இது துவக்க இழப்பாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. இது சார்ந்த காரணிகள்:

- (i) மண்வகை
- (ii) பள்ளங்கள், அவற்றின் வடிவங்கள் பற்றிய விவரங்கள்
- (iii) நீர்ப்பிடிப் பரப்பின் சரிவு
- (iv) மற்றும் மழைப் பொழிவுக்கு முன்பான நிலைமை, மண்துகள் ஈர அளவில். இந்த அளவீடு முறை சரியாக முறைப்படுத்தப்படவில்லை மழைக்கு முன்பான நிலைமைகள் இந்தத் தேக்கத்தை நிர்ணயிப்பதில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. இந்த மதிப்புகள், மணலில் 0.50 செ.மீ, வண்டலில் 0.40 செ.மீ, களி மண்ணில் 0.25 செ.மீ, என்று கணக்கிடப்படும்.

அலகு I

பயிற்சி வினாக்கள்

1. நீர்வள சுழற்சியை வரைபடம் மூலம் விளக்கவும்.
2. நீர்வள சுழற்சியின் அங்கங்களை விளக்கும் கோட்டு வரைபடம் வரைந்து, தெளிவு படுத்தவும்.
3. நீரியல் படிப்பின் முக்கிய பயன்பாடுகளை விளக்குக.
4. மழைப் பொழிவின் வடிவங்களை விவரிக்கவும்.
5. மழைப் பொழிவின் வகைகளை விவரிக்கவும்.
6. மழை அளவிகளின் வகைகளையும், அளவீட்டு முறைகளையும் எடுத்துரைக்கவும்.
7. ஆவியாதல் என்பதையும், அதன் காரணிகளையும் விவரிக்கவும்.
8. டால்டன் சமன்பாட்டை எழுதி, அதன் காரணிகளை விவரிக்கவும்.
9. ஆவியாதல் அளவிகளின் வகைகளை வரை படத்துடன் விளக்கவும்.
10. நீர்த் தேக்க ஆவியாதலைக் கணக்கிடவும், கட்டுப்படுத்தும் முறைகளையும் விளக்கமாக விவரிக்கவும்.
11. நீராவிப் போக்கைப் பற்றி வரையறுக்கவும்.
12. நீராவிப் போக்கை அளவிடும் முறைகளை விவரிக்கவும்.
13. நீராவிப் போக்கை அளவிடும் நடைமுறைச் சமன்பாடுகளை எழுதி விளக்கவும்.
14. பென்மேன் சமன்பாட்டின் மூலம் நிலை நீராவிப் போக்கை கணக்கிடவும்.

அட்சரேகை	:	30 டிகிரி வடக்கு
உயரம்	:	230 மீ (கடல் மட்டத்திற்கு மேல்)
மாத சராசரி வெப்பம்	:	19 டிகிரி சென்டிகிரேடு
சராசரி ஒப்பீட்டு ஈரப்பதம்	:	75 விழுக்காடு
சராசரி சூரிய வெளிச்ச நேரம் :		10 மணி
தரையிலிருந்து 2 மீ உயரே,	:	தினத்திற்கு 85 கி.மீ
காற்றின் வேகம்		
தரைநிலை	:	தரையை ஒட்டிய பசுமைப் பயிர்.

15. நீர் ஊடுருவதலின் முறையை விவரிக்கவும்.
16. ஊடுருவதலின் காரணிகளை விவரிக்கவும்.
17. சுருக்கமாக விவரிக்கவும்:—

(1) நீர் ஊடுருவும் திறன்

(2) ^w குறியீடு

(3) w குறியீடு

18. இடையீட்டு இழப்பையும், பள்ளத் தேக்கத்தையும் விவரிக்கவும்.
19. ஹார்ட்டன் ஊடுருவல் திறனைக் கணக்கிடும் சோதனை விவரங்கள்:

நேரம் (மணியில்)	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00
f_{ct} (செ.மீ/மணி)	5.60	3.20	2.10	1.50	1.20	1.10	1.00	1.00

ஊடுருவல் திறனைக் கணக்கிடும் ஹார்ட்டன் சமன்பாட்டை வரையறுக்கவும்.

20. 140 நிமிடம் தொடர்ந்த மழைப் பொழிவின் 20 நிமிட இடைவேளையில் குறிக்கப் பட்ட மழைப் பொழிவு வேகம் பின் வருமாறு: 3.0, 3.0, 9.0, 6.6, 1.2 மற்றும் 6 மணிக்கு மி.மீ அளவில், w குறியீட்டை 3.0 மி.மீ/மணி என்றும், துவக்க இழப்பை 0.8 மி.மீ எனவும் எடுத்து, மொத்த மழைப் பொழிவு, நிகர நீர் ஓட்டம் மற்றும் w குறியீட்டைக் கணக்கிடுக.
21. 50 ஹெக்டேர் பரப்புள்ள வடி நிலத்தில் பொழிந்த மழைப்பொழிவு மி.மீட்டரில் பதிவாகி உள்ளது. வழிந்தோடிய நீரோட்டக் கன அளவு 25×10^3 கனமீட்டர் என்றால், w குறியீட்டைக் கணக்கிடுக.

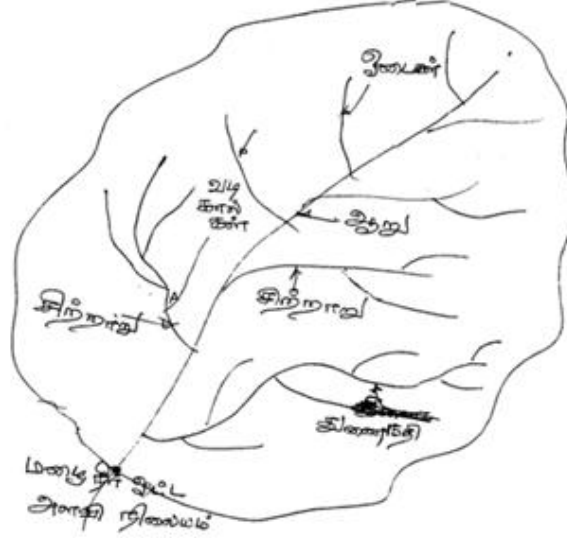
நேரம் (மணியில்)	0	1	2	3	4	5	6	7
மழைப்பொழிவு (மி.மீ)	0	6.0	11.0	34.0	28.0	12.0	6.0	0

22. இருவட்ட ஊடுருவல் வட்டுச் சோதனையை விளக்கி எழுதுக
23. நீர் வானிலையியலின் தாக்கத்தை விவரிக்கவும்.
24. பருவமழைக்காலம் என்றால் என்ன? அவை ஏற்படும் முறைகளை விவரித்து எழுதுக.
25. எந்தெந்தப் பருவமழை இந்திய நாட்டிற்கு அதிக மழைப் பொழிவைத் தருகிறது. இதனை விவரிக்கவும்.

அலகு II

மழைநீர்ஓட்டம் (மேற்பரப்பு நீரோட்டம்)

2.1 வடிவப் படுகைகள் (வடிநிலங்கள்)



படம். 2.1 ஆற்று வடிநிலப்பரப்பின் வரைபடம்

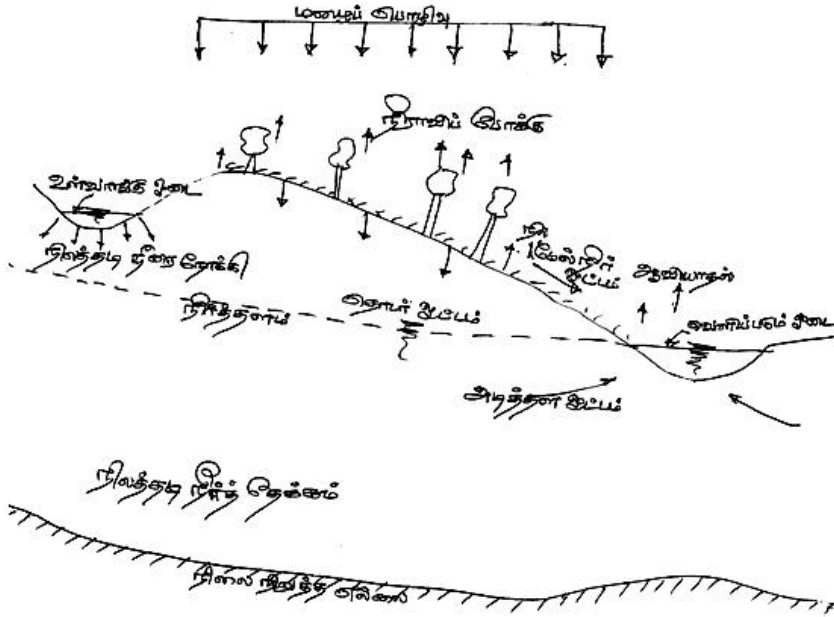
ஒரு குறிப்பிட்ட மழைநீர் ஓட்ட அளவி நிலைமத்தை வந்தடையும் ஆற்றுப்போக்கின் நிலப்பரப்பை “நீர்ப்பிடிப்பரப்பு” என்று சொல்வர். இதையே “வடிகால் பரப்பு”, “ஆற்றுப் படுகை”, “வடிநிலப் படுகை”, “வடிநிலப்பரப்பு” என்றும் அழைப்பர். நீரோட்ட அளவைக் கணக்கிட வடிநிலத்தின் எல்லையில் அளவி நிலையம் அமைக்கப்படும். இந்த நிலையத்தை தாண்டிச் செல்லும் ஆற்றுக்கு வடிநிலத்தில் பொழியும் மழைநீர் முழுதும் வடிந்து ஓடைகள், வழிகால்கள், சிற்றாறுகள், துணை நதிகள் வழியே ஓடி வந்தடையும். இந்த வடிநிலப்பரப்பு அதன் அருகே உள்ள இடங்களிலிருந்து தனது மேட்டுப் பகுதிகளை எல்லையாகக் கொண்டிருக்கும் இந்த முகடுகளில் பொழியும் மழைநீர் முழுதும் இந்தப் படுகையில் மட்டுமே விழும். இந்தப் பரப்பை இந்திய நிலப்பரப்பு அளவீட்டு ஆவணப் படங்களிலிருந்து தெரிந்து அளந்து கொள்ளலாம். இந்தப் படுகையின் நிலத்தடி நீரோட்டமும் இந்த அளவி நிலையம் வழியே ஓடுவதை உறுதி செய்து கொள்ளலாம் என்பது இதன் தனிச்சிறப்பு.

இப்படி இந்த நீர்ப்பிடிப்பரப்பு, நீர்நிலைப் பகுப்பாய்வின் முக்கிய அங்கமாகத் திகழ்கிறது.

2.2. நீரிய இழப்புகளும், நீரோட்ட மிச்சங்களும் :

“நீர் ஓட்டப் போக்கு” அல்லது “நீரோட்டம்” என்பது ஒரு மழைப்பொழிவின் நீரை வடிகால்கள் மூலம் நீர்ப்பிடிப்பரப்பிலிருந்து மேற்பரப்பில் வழிந்து ஆற்று ஓட்டமாக வெளிப்படுவது தான். ஆகவே இதை ஒரு வடிநிலப்பரப்பின் குறிப்பிட்ட காலவரம்பின் வெளிப்பாடு என்று குறிப்பிடலாம்.

நீர்ப்பிடிப் பரப்பில் மழைப் பொழிவு நிகழ்ந்ததும், இடையீட்டு இழப்பு, நில ஊடுவல் இழப்பு, நீராவிப் போக்கு ஆவியாதல் இழப்பு, பள்ளத்தேக்கம் ஆகியவற்றைத் தாண்டி சிறு வடிகால்கள், ஓடைகள், சிற்றாறுகள் வழியே வெளிப்பட்டு நிலத்தில் ஓடி நீர்ப்பிடிப்பரப்பிலிருந்து வெளிப்பட்டு ஓடும் ஆற்று நீரோட்டத்தை “மேற்பரப்பு ஓட்டம்” என்று சொல்லுவர்.



படம்: 2.2 நீரோட்டத்தின் வேறுபட்ட வழிகள்

மழைப் பொழிவிலிருந்து நிலத்தில் ஊடுருவும் நீரின் ஒரு பகுதி மேற்பரப்புக்கு திரும்பி ‘இடை ஓட்டம்’, ‘தொடர் ஓட்டம்’, ‘மழைக் கசிவு’, ‘நிலத்தடி நீரோட்டம்’, ‘விரைவு வெளிப்பாடு ஓட்டம்’ என்று வெவ்வேறு வழிகளில் மேற்பரப்பு நீரோட்டத்தை வந்தடையும். இதைப் படம்: 2.2 விளக்குகிறது. ஊடுருவும் நீர் ஆழத்தில் உள்ள

நிலத்தடி நீர்த் தேக்கத்தை அடைந்து நீர்த் தேக்க அளவு அதிகரிக்கும் பொழுது நிலத்தடி நீர் ஓட்டமாக ஓடி வெளிப்படுவதும் ஒரு வழி. ஆனால் இது மழைப் பொழிவு நிகழ்ந்த நீண்ட இடைவெளிக்குப் பின்னரும் நிகழும், இந்த இடைவெளி சில மாத இடைவெளியாகவும் இருக்கலாம். வறண்ட காலங்களில் இந்த நீரோட்டம் ஆறுகளில் சென்று ஆறுகளில் இடையறாமர் நீரோட்டத்தைத் தொடரும்போது தான் அவை வற்றாத உயிர் நதிகளாகக் கருதப்படுகின்றன. மழைப்பொழிவுக்கும் மழை நீரோட்டத்திற்குமான இடைவெளியைப் பொறுத்து மழை நீரோட்டம்

(1) உடனடி நீரோட்டம்

(2) அடித்தள ஓட்டம், என்று பிரிக்கப்படுகிறது.

உடனடி நீரோட்டம்

மழைப்பொழிவு நிகழ்ந்ததும், நீர் இழப்புகள் தவிர்த்த மழைநீரோட்டம், “உடனடி நீரோட்டம்” எனப்படுகிறது.

அடித்தள ஓட்டம்

மழைப்பொழிவுக்கு நீண்ட இடைவெளிக்குப் பிறகு வெளிப்படும் நீரோட்டம் அடித்தள ஓட்டம் எனப்படும். மழைப்பொழிவின் நீரோட்டம் செயற்கைக் கட்டுமானங்களால் தடுக்கப்படாமல் இருந்தால் அதனைக் கன்னி ஓட்டம் என்பர். ஆற்று ஓட்டம் தொடரும் போது பல்வேறு காரணங்களுக்கான கட்டுமானங்கள் ஆற்று நீரோட்டத்தை தடைப்படுத்தும்.

2.2.1. நீர் வரைவு

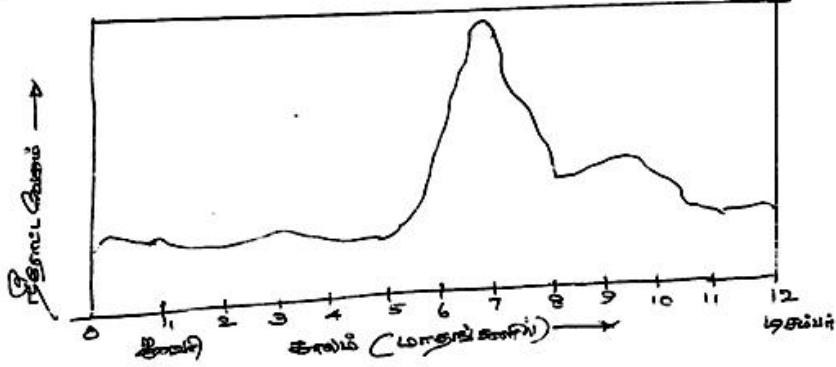
ஒரு ஆற்றின் நீரோட்ட வேகத்தை நேகத்தோடு ஒப்பிட்ட வரைபடத்தை நீர் வரைவு என்பர். கால அளவை ஒட்டி, இது

- i. ஆண்டு வரைவு
- ii. மாத வரைவு
- iii. பருவ வரைவு
- iv. வெள்ள வரைவு, என்று வகைப்படுத்தப்படும்.

2.2.2. ஆறுகளின் நீரோட்டம் குணங்கள்

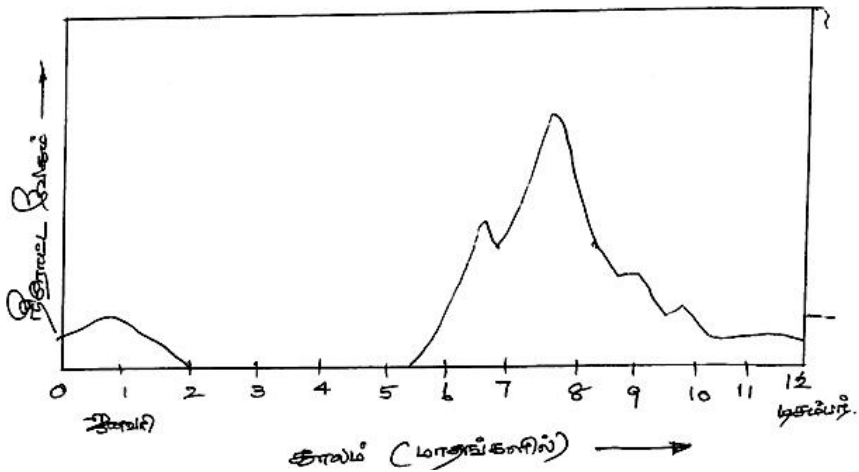
ஆண்டு வரைபடத்தை ஆய்வு செய்து அதனை (i) வற்றாத உயிர் நதி, (ii) இடையிட்ட ஓட்ட நதி, (iii) ஓட்டமற்ற நதி, என்று வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

ஆண்டு முழுவதும், எப்பொழுதும் நீரோட்டமுள்ள ஆறு, “வற்றாத உயிர்நதி” எனப்படும். வறண்ட காலங்களிலும் நீர்த்தளம் தரைப்பரப்பில் இருக்கும்.



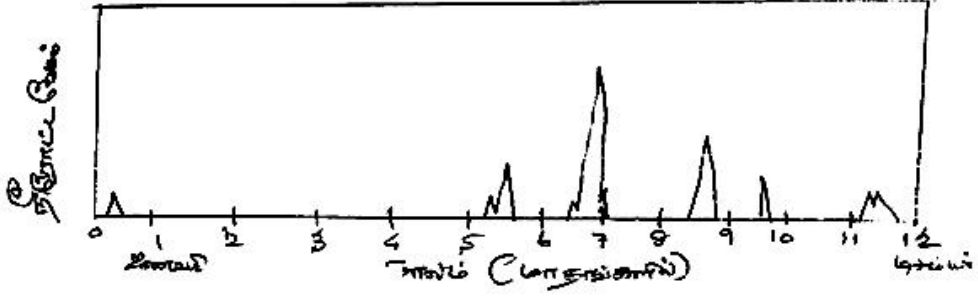
படம் : 2.3. வற்றாத உயிர்நதி

மழைக்காலங்களில் மட்டும் ஆற்றோட்டம் காணப்படும் நதிகள் “இடையிட்ட ஓட்ட நதி” எனப்படும். நிலத்தடி நீரின் பங்கு இவ்வகை நதிகளுக்கு குறைந்த அளவோடு தான் கிடைக்கும். வறண்ட காலங்களில் நீர்த்தளம் தரைமட்டத்திற்குக் கீழே சென்றுவிடும்.



படம் : 2.4. இடையிட்ட ஓட்ட நதி

“ஓட்டமற்ற நதி”க்கு அடித்தள ஓட்டத்தின் பங்கு அறவே இருக்காது இவ்வகை நதிகளில் எப்போதாவது நிகழும் எதிர்பாராத வெள்ளப்பெருக்கு மட்டும் இருக்கலாம்.



படம் : 2.5. ஓட்டமற்ற நதி

ஒரு ஆற்றோட்டத்தின் குணங்கள் கீழ்க்கண்ட காரணிகளைச் சார்ந்திருக்கின்றன:

1. மழைப்பொழிவின் குணங்களான, மழை அடர்த்தி அளவு காலத்தையும், பரப்பையும் இணைக்கும் பரவலான மழைப்பொழிவு.
2. நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பின் குணங்களான மண்வகை, பசுமைப் பயிர்வகைகள், பள்ளத்தாக்கின் சரிவு, புவியியல் தன்மை வடிவம், வடிகால் அடர்த்தி.
3. நீராவிப் போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் வானிலைக் காரணிகள்.

இந்தக் காரணிகள் இடையீட்டு இணைப்பு சிக்கல் நிறைந்த ஒன்று இருப்பினும் இவற்றைக் கணக்கிடும் வழிகளாவன :

1. பருவ மழைப்பொழிவின் மாறுதல்கள் நீரோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. பருவ மழைக் காலங்களில் அதிக நீரோட்டமும், மற்ற மாதங்களில் அடித்தள ஓட்டத்தைச் சார்ந்த குறைந்த நீரோட்டமும் நிகழும்.
2. மழைவரைவின் வடிவமும், அதிகமான அளவும் இந்தக் காரணிகளைச் சார்ந்தே இருக்கும்.
3. ஆண்டு மழைநீரோட்டக் கனஅளவு மழைப்பொழிவின் அளவையும் நீராவிப் போக்கையும் சார்ந்தே இருக்கும்.

2.2.3. ஆண்டு நீரோட்டக் கனஅளவு (நீர்வரத்துக் கொள்ளளவு)

ஒரு ஆண்டின் ஆற்றின் சராசரி நீர்வரத்தைக் கணக்கீடு செய்வது பல பயன்பாட்டுத் திட்டங்களுக்கு அடிப்படையாகும். அதன் உத்தேசக் கணக்கீடு கீழ்க்கண்ட முறைகளில் செய்யப்படுகிறது.

1. மழைப்பொழிவு, மழை நீரோட்டம் இவற்றின் இடைப்பட்ட உறவு
2. பாரம்பரியச் சமன்பாடுகள்
3. நீர்வடி நிலத்தின் உருவகம்

2.2.3.1. மழைப்பொழிவு – மழை நீரோட்டம் இடையீட்டு உறவு

ஒரு மண்டலத்தைச் சார்ந்த பல்வேறு வடிநிலப்படுகைகளை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். அவற்றின் பரப்பு சிறிய அளவிலிருந்து பெரிய அளவு வரை மாறுபட்டிருக்க வேண்டும். இவற்றின் ஆண்டு மழைப்பொழிவும் அது சார்ந்த மழை நீரோட்ட அளவும் ஒரே வரைபடத்தில் குறிக்கப்படவேண்டும். வரைபடத்தில் X அச்சில் மழைப்பொழிவின் அளவுகளும், Y அச்சில் நீரோட்ட அளவும் குறிக்கப்பட வேண்டும். இந்த இரு அளவுகளின் உறவுப் புள்ளிகளை இணைத்து உத்தேச நேர்க்கோடு வரைய வேண்டும். இந்த நேர்க்கோட்டை வேறுபாடுகள் குறையும்வண்ணம் இறுக்கப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும். பண்படுத்தப்பட்ட இறுதி நேர்க்கோடு தெரிவிக்கும் உறவுமுறைக் கணக்கீடுகளுக்கான சமன்பாடாகக் கொள்ளப்படும்.

$$R = a P + b$$

இதில் R = நீரோட்டக் கொள்ளளவு, செ. மீட்டரில்

$$P = \text{மழைப்பொழிவு, செ. மீட்டரில்}$$

குணங்களாவன a மற்றும் b

$$a = \frac{N[(\sum PR)] - [(\sum P)(\sum R)]}{N(\sum P^2) - (\sum P)^2} \dots\dots(2.2)$$

$$b = \frac{[\sum R - a \sum P]}{N} \dots\dots(2.3)$$

இதில் N = கணக்கீட்டுப் பயன்பாட்டு அளவு இணைப்புள்ளிகள் (R மற்றும் P சார்ந்தவை)

r = இறுக்கப் பயன்பாட்டு உறவுக் குணகம்.

$$r = \frac{N[\sum PR] - (\sum P)(\sum R)}{\sqrt{[N(\sum P^2) - (\sum P)^2] \times [N(\sum R^2) - (\sum R)^2]}} \dots\dots\dots(2.4)$$

'r' குணகம் 0 விலிருந்து + 1 க்கு இடைப்பட்ட மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும்.

0.6 < r < 1.0 என்பது பண்பட்ட உறவைக் குறிப்பது. எப்பொழுதும் R ≥ 0 ஆகத்தானிருக்கும். பெரிய வடிநிலங்களுக்கான உறவை R + BP^m(2.5) எனக் குறிப்பிடலாம். இச்சமன்பாட்டில் B மற்றும் m மாறிலிகள்.

2.2.3.2. பாரம்பரியச் சமன்பாடுகள்

இந்தச் சமன்பாடுகள் குறிப்பிட்ட மண்டலங்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தக் கூடியவை. அவை:

- i. பின்னியின் விழுக்காடுகள்
பின்னி நாக்பூரின் ஒரு குறிப்பிட்ட நீர்ப்பிடிப்பு பரப்பின் மொத்த மழைப் பொழிவு அளவையும் மொத்த நீரோட்டக் கனஅளவையும் இணைத்து 1869 மற்றும் 1872 ஆண்டுகளில் வரைபடம் வரைந்தார். இரண்டு வரைபட வளைவுகள் ஒத்திருந்தன. இவைகளின் விழுக்காடுகள் மத்தியப்பிரதேசம் மற்றும் மராட்டிய மாநிலத்தின் விதர்ப்ப மண்டலத்திற்குமான நீர்ப்பிடிப்பு பரப்புகளுக்கு பயன்படுத்தக்கூடியவை.
- ii. பார்லோவின் அட்டவணைகள்
உத்திரப்பிரதேசத்தின் நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்புகளுக்கு பார்லோ கண்டுபிடித்த சமன்பாடு,
R = KP ----- (2.6)
இதில் R = நீரோட்டக் கனஅளவு, செ.மீட்டரில்
P = மழைப்பொழிவு, செ.மீட்டரில்
K = நீரோட்டக் குணகம்.

இந்தக் குணகத்தின் மதிப்பை பார்லோ நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பின் குணங்களைப் பொறுத்து, பருவங்களைச் சார்ந்த விழுக்காடாக அட்டவணைப்படுத்தியுள்ளனர்.

அட்டவணை 2.1 பார்வோ நீரோட்டக் குணகம் K (விழுக்காடு அளவில்)

வகை	நீர்ப்பிடிப்பின் விவரம்	நீரோட்டக் குணக மதிப்பு (விழுக்காட்டில்)		
		பருவம் 1	பருவம் 2	பருவம் 3
அ	சமதள முழுக்க சாகுபடி செய்த ஈர்க்கும் மண்வகைகள்	7	10	15
ஆ	சமதள பகுதி சாகுபடி செய்த கடின மண்வகைகள்	12	15	18
இ	சராசரி நீர்ப்பிடிப்பு பரப்பு	16	20	32
ஈ	குறைந்த சாகுபடி செய்யும் மலை மற்றும் சமவெளிகள்	28	35	60
உ	சாகுபடி செய்வதற்கு இயலாத அடர்ந்த மலை, மலைச் சரிவுகள்	36	45	81
பருவம் 1 :	தூறல், அடர்த்தி இல்லா மழைப் பொலிவு			
பருவம் 2 :	சராசரி மழைப்பொழிவு, இடைபட்டு மழைப்பொழிவு			
பருவம் 3 :	தொடர் அடை மழை			

iii. “ஸ்டிரேஞ்சின் அட்டவணைகள்”

இன்றைய மராட்டிய – கர்நாடக நீர்ப்பிடிப்புப் பிரதேசங்களின் மழைப்பொழிவு மழை நீரோட்டம் பற்றிய விவரங்களை பகுப்பாய்வு செய்த ‘ஸ்டிரேஞ்ச்’ மழை நீரோட்டக் குணகத்தைக் குறியீடு செய்து ஏற்படுத்திய சமன்பாடு,

$$K = R/P \quad \text{----- (2.7)}$$

மொத்த பருவ மழை நீரோட்டக் கனஅளவைக் கணக்கு நீர்வடிநிலங்களை “நல்ல”, “சராசரியான”, “மோசமான” வடிநிலங்கள் என வகைப்படுத்தினார். அவற்றிற்கான குணகத்தின் மதிப்பைக் கணக்கிட்டு அட்டவணைப்படுத்தியுள்ளார். இத்தோடு “ஸ்டிரேஞ்ச்” தினசரி மழைப்பொழிவின் நீரோட்டக் கனஅளவையும் கணக்கீடு செய்யும் அட்டவணையையும் தயாரித்துள்ளார். இதில் மற்ற குணங்களோடு, மழைப்பொழிவிற்கு முன்பு நிலவியிருந்த தன்மையையும் கணக்கிலெடுத்துக் கொண்டார். இதை “வறண்ட”, “ஈரப்பசை கொண்ட” மற்றும் “ஈரமான” நிலம் என்று வகைப்படுத்தியுள்ளார்.

அட்டவணை 2.2. ஸ்டிரேஞ்ச் மழை நீரோட்டக் குணகம் K மதிப்பு (விழுக்காட்டில்) [மராட்டிய - கர்நாடக எல்லைப் பரப்புகளுக்கு மட்டும்]

மொத்தப் பருவ மழை அளவு (செ.மீட்டரில்)	மழை நீரோட்டக் குணகம், K (விழுக்காடு)		
	நல்ல வடிநிலம்	சராசரி வடிநிலம்	மோசமான வடிநிலம்
25	4.3	3.2	2.1
50	15.0	11.3	7.5
75	26.3	19.7	13.1
100	37.5	28.0	18.7
125	47.6	35.7	23.8
150	58.9	44.1	29.4

(iv) இங்கிலிஷ் மற்றும் டிசெளசா சூத்திரம்

மேற்கிந்தியாவின் 53 வடிநிலங்களின் நீரோட்டக் கொள்ளளவு விவரங்களைச் சேகரித்து ஆய்வு செய்ததின் விளைவாக இங்கிலிஷ் மற்றும் டிசெளசா கீழ்க்கண்ட சூத்திரங்களை உண்டாக்கினார்கள்.

1. மேற்கிந்திய மலைப்பிரதேசங்கள்

$$R = 0.85 P - 30.5 \text{ ----- (2.8)}$$

2. தென்னிந்தியப் பீடபூமி

$$R = 1/254 P (P - 17.8) \text{ ----- (2.9)}$$

(v) கோஸ்லா சூத்திரம்

மழைப் பொலிவு, மழை நீரோட்டம் மற்றும் வெப்ப அளவுகள் பற்றிய விவரங்களைச் சேகரித்த “கோஸ்லா” பகுப்பாய்வு செய்து உண்டாக்கிய சூத்திரம் ஒரு மாத மழைப்பொழிவு, மழைநீரோட்டங்களை இணைப்பது.

$$R_m = P_m - L_m \text{(2.10)}$$

$$L_m = 0.48 T_m \text{ for } T_m > 4.5^\circ \text{ சென்டிகிரேடு}$$

இதில் R_m = மாத நீரோட்டம் செ.மீட்டரில், $R_m \geq 0$

P_m = மாத மழைப்பொழிவு செ. மீட்டரில்

L_m = மாத இழப்புகள் செ. மீட்டரில்

T_m = வடிநிலப் பரப்பானது மாதசராசரி வெப்ப அளவு சென்டிகிரேடில்.

T_m , 4.5 சென்டிகிரேடுக்கும் குறைவாக இருந்தால், இழப்பு L_m கீழ்க்கண்டவாறு உத்தேசமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

T_m டிகிரி சென்டிகிரேடில்	4.5	-1.0	-6.5
L_m இழப்பு சென்டிகிரேடில்	2.17	1.78	1.52

ஆண்டு மழைநீரோட்ட அளவு = $\sum R_m$

கோஸ்லாவின் சூத்திரம் விவரங்கள் இல்லாத வடிநிலங்களின் நீரோட்ட அளவை செயற்கை முறையில் ஏற்படுத்தும் கணக்கீட்டுக்குப் பொருத்தமாக இருக்கும்.

2.2.3.3: வடிநிலத்தின் உருவகம்

நீரியல் நீர் வரவு செலவு சமன்பாடு,

$$R = R_s + G_o = P - E_{et} - \Delta S \dots \dots \dots (2.11)$$

இதில் R_s = மேற்பரப்பு நீரோட்டம்

P = மழைப்பொழிவு

E_{et} = நிகழும் நீராவிப்போக்கு

G_o = நிகர நிலத்தடி நீர் வெளிப்போக்கு

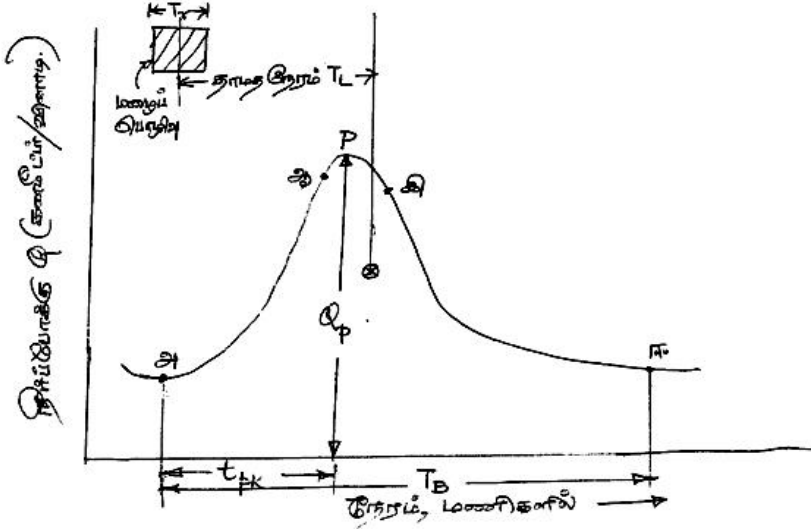
ΔS = மண் ஈரத்தேக்க அளவு

R_s மற்றும் G_o வின் கூட்டல் மொத்த நீரோட்ட அளவான R க்குச் சமமாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட விவரங்களிலிருந்து தொடங்கி அனைத்து கணக்கீடுகளும் செய்து மொத்த நீரோட்ட அளவைக் கண்டுபிடிக்கலாம். பிறகு வரிசைப்படியான கணக்கீடுகள் செய்து எந்த நேரத்திலும் அது தொடர்பான நீரோட்ட அளவைக் கண்டறியலாம். இந்தக் கணக்கீட்டு முறை “அறியும் வடிநில உருவகம்” என்று அறியப்படும். இதில் கணக்கீட்டு மாதிரி, உருவக மாதிரி எனப்படும். பிறகு உருவக மாதிரியின் செயல்பாட்டுத் திறன் கண்டறியப்படும்.

கிராஃபோர்டும், லின்ஸ்லியும் இணைந்து முதன்முதலாக 1953 ஆம் ஆண்டு உருவாக்கிய உருவக மாதிரி “ஸ்டான்ஃபோர்டு வடிநில உருவகம்” என்று அழைக்கப்பட்டது. இது படிப்படியாக பண்படுத்தப்பட்டு தற்போது “ஸ்டான்ஃபோர்டு வடிநில உருவக மாதிரி IV” என்ற சிறப்பு மாதிரியாக வடிவெடுத்துள்ளது. இதைப் போன்ற பல சிறப்பு மாதிரிகள் பல ஆராய்ச்சியாளர்களால் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

2.3 நீர் நிலைப் பகுப்பாய்வு



படம் : 2.6. வெள்ள நீர்வரைபடத்தின் அங்கங்கள்

ஒரு மழைப்பொழிவை எடுத்துக் கொள்வோம். இது சீரான மழையாக T_r என்ற நேரத்திற்கு பொழிவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். துவக்க நீர் இழப்புகள், நீர் ஊடுருவல் இழப்புகள் ஆகியவை கழிந்த பின்னர் நீரோட்டப் போக்கு மெதுவாக அதிகரித்து, உச்சநிலையை அடைந்து பிறகு அளவு குறைந்து சீரான ஆற்றோட்டமாக சமநிலை பெறும் நேரம், மழைப்பொழிவு நின்ற பின் நீண்ட நேரத்தைக் கடந்த பின் வருவதான நேரமாகும். இந்த வடிவத்தின் வரைபடம் படம்: 2.6ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வரைபடத்தில் மூன்று முக்கிய பகுதிகள் அடங்கியுள்ளன. அவை (i) “அ ஆ”வை இணைக்கும் வளர்முகம் (ii) திசை மாற்றத்தைக் காட்டும் புள்ளி ‘ஆ’ (iii) முகட்டுப் பகுதி “ஆஇ” இரண்டு திசைமாற்றங்களுக்கு இடையிட்ட பகுதி. இதற்கிடையில் உச்ச அளவு காட்டும் புள்ளி ‘P’ உள்ளது. (iv) இறுதியான பகுதி தளர்முகம். இது “இஈ” இணைக்கும் பகுதி. மற்ற முக்கிய விவரங்கள் t_{pk} , மழைப்பொழிவுப் போக்கு ஆரம்பத்திலிருந்து உச்சப் போக்கு வரையிலான நேரம். மழைப்பொழிவு மையப் புள்ளியிலிருந்து நீர்வரைபடத்தின் மொத்த மையப்புள்ளி வரையிலான காலம் T_L , உச்ச நீர்ப்போக்கு Q_p மற்றும் நீர்வரைபடத்தில் அடித்தள நேரம் T_B ஆகியவையே. நீர் வடிநிலைப்படி, ஒரு குறிப்பிட்ட மழைப்பொழிவுக்குத் தகும் பதில். இது நீர்ப்போக்கின் மூன்று நிலைகளை உள்ளடக்கியது. அவை மேற்படி நீர்ப்போக்கு, இடை ஓட்டம் மற்றும் அடித்தள

ஓட்டம் ஆகியவையே. இந்த நீர்வரைபடம் ஒவ்வொரு மழைப்பொழிவுக்கும் வெவ்வேறாக இருக்கும். ஆகவே ஒரு குறியிட்ட மழைப்பொழிவையும் அதன் நீர்ப்போக்கையும் இணைக்கும் நீர்வரைபடம் பகுப்பாய்வுக்கு ஏற்றது.

2.3.1. வெள்ள நீர்வரைபடத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள்

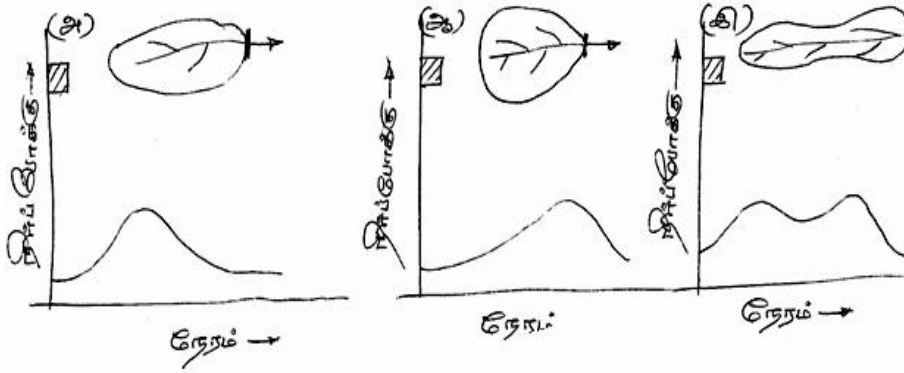
வெள்ள நீர்வரைபடத்தின் வடிவத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளை இரண்டு முக்கிய வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை (i) வானிலைக் காரணிகள் (ii) நீர்ப்பிடிப் பரப்பின் இயல்புக் காரணிகள். இவற்றை அட்டவணை 2.3 விவரிக்கிறது.

அட்டவணை 2.3. வெள்ள நீர்வரைபடத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள்

இயல்புக் காரணிகள்	வானிலைக் காரணிகள்
1. படுகைக் குணங்கள் (அ) வடிவம் (ஆ) பருமன் (இ) சரிவு (ஈ) பள்ளத்தாக்கின் பண்பு (உ) உயரம் (ஊ) வடிகால் அடர்த்தி 2. ஊடுருவல் குணங்கள் (அ) நிலப் பயன்பாடும், மேற்பரப்பும் (ஆ) மண்வகைகளும் புவியியல் நிலைமைகளும் (இ) ஏரிகள், சதுப்பு நிலங்கள் மற்ற தேக்கங்கள் 3. வாய்க்கால் குணங்கள் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் சொரசொரப்பு, தேக்கக் கொள்ளளவு	1. மழைப்பொழிவின் குணங்கள் மழைப்பொழிவு, அதன் அடர்த்தி, பொழிவு நேரம் அளவு மற்றும் மழைப் பொழிவின் ஓட்டத்திசை. 2. ஆரம்ப இழப்புகள் 3. நீராவிப் போக்கு

படுகையின் வடிவம்

படுகையின் வடிவம் மழைப்பொழிவின் துவக்கத்திலிருந்து நீர்ப்போக்கின் இயல்பை மாற்றவல்லது. காற்றாடி வடிவம், அரைவட்ட வடிவம், நீண்ட குறுகிய வடிவம் ஆகியவை ஒரே மழைப்பொழிவின் பதில் வெவ்வேறாக இருப்பதைப் படம் 2.7 விளக்கிக் காட்டுகிறது.



படம் 2.7 நீர் வடிவப் பரப்பின் வடிவம் நீர்வரைபடத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் வரைபடம்

படம் 2.7ல் காட்டப்பட்டுள்ள மூன்று நீர்வடிவநிலங்களின் நீர்ஊடுருவல் குணங்கள் ஒரே மாதிரியாகவும் மழைப்பொழிவும் ஒரே மாதிரியாகவும் உத்தேசமாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது. ஆனாலும் நீர்வரைவு வேறுபட்டுள்ளது. படம் (அ) வில் வரைவு இடது பக்கம் சாய்ந்துள்ளது. உச்ச நீர்ப்போக்கு குறைந்த கால தாமத்தில் கிடைத்துள்ளது. படம் (ஆ) வில் இது வலதுபுறம் சாய்ந்துள்ளது. உச்ச நீர்ப்போக்கு அதிக நேர இடைவெளியில் கிடைத்துள்ளது. படம் (இ) நீர்ப்பிடிப்பின் நீர்வரைவு சிக்கலானதாகவும், சிக்கலான உருவத்தையும் பெற்றுள்ளது.

படுகையின் பருமன்

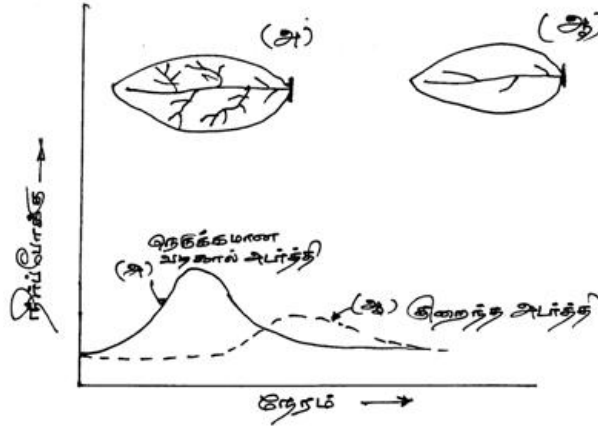
சிறிய நீர்ப்பிடிப்பு பெரிய நீர்ப்பிடிப்பைக் காட்டிலும் வேறுபட்டிருக்கும். சிறிய படுகைகளில் மேற்பரப்பு நீர்ப்போக்கு அதிகமாக இருக்கும். ஆகவே நிலப்பயன்பாடும், மழைப்பொழிவின் அடர்த்தியும் உச்ச நீர்ப்போக்கைத் தீர்மானிக்க வல்லவை. ஆனால் பெரிய படுகைகளில் இவை இரண்டும் அடங்கியிருக்கும். ஏனெனில் இங்கு ஆற்றோட்டம் முக்கியத்துவம் பெறும். உச்ச நீர்ப்போக்கு படுகை நிலப்பரப்பை ஒட்டி மாறும். இதை $Q_p r A^n$(2.12) இதில் Q_p உச்ச நீர்ப்போக்கு A படுகை நிலப்பரப்பு, n என்பது குறியீடு. இதைப் பொதுவாக 0.5 என்று கொள்ளலாம். நீர்வரைவுப் படத்தில் அடித்தள நேரம் பெரிய படுக்கைகளுக்கு அதிகமாக இருக்கும். நீர்ப்போக்கு நிகழும் நேரம், உச்ச நீர்ப்போக்கு அடைந்த நேரத்துக்கு இடைப்பட்டு A^m என்ற அளவைச் சார்ந்திருக்கும். m என்ற குறியீடு 0.2 என்று கொள்ளலாம்.

படுகைச் சரிவு

முதன்மை ஆற்றின் சரிவு ஆற்றோட்ட வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும். நீர்வரை படத்தின் இறங்கு முகம்படுகை மழைப்பொழிவுத் தேக்கத்தை குறைப்பதால், அந்தப் பணியில் படுகைச் சரிவின் பங்கு முதன்மையானதாகும். ஆற்றின் அதிக சரிவு செங்குத்து இறங்கு முகத்தை ஏற்படுத்தும். இது அடித்தள நேரத்தைக் குறைக்கும். சிறிய படுகைகளில் சரிவின் அமைப்பு முக்கியமானது. பெரும் சரிவு அதிக உச்ச நீர்ப்போக்கை ஏற்படுத்தும்.

வடிகால் அடர்த்தி

வடிகால் அடர்த்தி மொத்த ஆற்று நீளத்திற்கும் மொத்த வடிகால் பரப்பிற்குமான விகிதமாக வரையறுக்கப்படுகிறது. நெருக்கமான வடிகால் அமைப்பு மழைநீர்ப் போக்கை விரைவாக வடிகால்கள் வழியே வடியச் செய்யப்படும்.



படம் 2.8. நீர்வரைபடிவ அமைப்பில் வடிகால் அடர்த்தியின் பங்கு

நிலப்பயன்பாடு

பசுஞ்செடிகளும், வனங்களும் நீர் ஊடுருவலையும் இடையீட்டுத் தேக்கத்தையும் அதிகரிப்பன. இத்தோடு மேற்பரப்பு நில ஓட்டத்தின் வேகத்தையும் குறைக்க வல்லன. இதனால் உச்ச நீர்ப்போக்கையும் குறைக்கும். உச்ச நீர்ப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளில் நம்மால் மாற்றக்கூடிய ஒரே காரணி நிலப்பயன்பாடு மட்டும்தான்.

வாணிலைக் காரணிகள்

வாணிலைக் காரணிகளில் முக்கியமான மூன்று. மழை அடர்த்தி, மழைப்பொழிவின் நேரம் மற்றும் மழைப்பொழிவு தொடரும் திசை. குறிப்பிட்ட மழைப்பொழிவு நேரத்தில் மழை அடர்த்தி உச்சப்போக்கையும் அதன் கன அளவையும் நேர் விகிதத்தில் கட்டுப்படுத்தும். இந்தக் குணகம் அலகு நீர் வரைவிற்கு மிக பயனுள்ளதாயிருக்கும். மழைப்பொழிவின் நேரம் நீர் வரைவின் வளர்முகத்தையும் உச்சப்போக்கையும் கட்டுப்படுத்தும்.

மழைப்பொழிவு படுகையின் மேற்புறத்திலிருந்து கீழ்ப்புறத்திற்கு நகர்ந்தால் 54 படுகையின் வெளிப்புறத்தின் நீர்ப்போக்கு அடர்த்தி விரைவில் நிகழும். இது உச்ச நீர்ப்போக்கை நிர்ணயிக்கும். இதற்கு மாறாக மழைப்பொழிவு படுகையின் கீழ்ப்புறத்திலிருந்து மேற்புறத்தை நோக்கி நகர்ந்தால் நீர்வரைவின் உச்ச நீர்ப்போக்கு குறைவாகவும், நீண்ட அடித்தள நேரம் கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

2.3.2. நீர் வரைபடத்தின் அங்கங்கள்

ஏற்கனவே குறிப்பிட்டுருந்தபடி ஒரு நீர்வரைபடத்தின் முக்கிய அங்கங்கள் (1) வளர்முகம் (2) முகட்டுப்பகுதி மற்றும் (3) தளர்முக அவைகளைப் பற்றிய சில விவரங்கள்.

2.3.2.1. வளர்முகம்

நீர்வரைவுப் படத்தின் வளர்முகம் நோக்க வளைவு என்றும் அழைக்கப்படும். இது ஆற்றுக் கால்களின் நீர்த்தேக்கத்தை படுகை முழுவதும் ஏற்படுத்துவதைப் பொறுத்து இருக்கும். மழைநீர்ப் பொழிவு தொடரும்பொழுது படுகை மற்றும் மழைப்பொழிவின் குணங்கள்வளர்முகத்தின் வடிவத்தை கட்டுப்படுத்த வல்லவை.

2.3. 2.2. முகட்டுப்பகுதி

முகட்டுப் பகுதி நீர்வரைவுப் படத்தின் முக்கிய பகுதி. இது உச்ச நீர்ப்போக்கை தன்னகத்தே கொண்டப் படுகையின் பல பகுதிகளிலிருந்து வடியும் நீரு படுகையின் வெளிப்புறத்தை ஒன்றாக அடைந்தால் நீர்ப்போக்கின் உச்சம் விரைவாகவும் அதிக அளவிலும்

இருக்கும். பகுப்பாய்வுக்கு நீர்ப்போக்கின் உச்சம் இன்றியமையாதது. சிறிய இடைவெளியில் இரண்டு மழைப்பொழிவு ஏற்பட்டால் சிக்கலான தொடர் வரைவு ஏற்படும்.

2.3. 2.3. தளர்முகம்

முகட்டுப் பகுதியின் முடிவில் இருக்கும் திசைமாற்றுப் புள்ளியில் துவங்கி நிலத்தடி நீரின் போக்கை மட்டும் சார்ந்த அடித்தள ஓட்டம் வரை நீடிக்கிறது. தளர்முகம் இந்த திசைமாறுபுள்ளி உச்ச அளவு தேக்கத்தைக் குறிப்பது. மழைப்பொழிவு நின்ற பின்னர் தேக்கக் குறைவு நிகழ்வதால் இந்தத் தளர்முக வடிவம் முழுக்க முழுக்க வடிவுப் படுகையின் குணங்களைச் சார்ந்ததே. படுகையின் நீர்த்தேக்கம் (1) மேற்பரப்புத் தேக்கம் (பள்ளத் தேக்கம், வடிகால் தேக்கம் இணைந்தது) (2) இடைப்போக்குத் தேக்கம் (3) மற்றும் நிலத்தடி நீர்த்தேக்கம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.

பார்னெஸ் என்பவர் கண்டுபிடித்த சமன்பாட்டின்படி

$$Q_t = Q_0 K_r^t \dots \dots \dots (2.13) \text{ என்று தளர்முக தேக்கத்தைக் கணக்கிடலாம்.}$$

இதில் Q_0 = என்பது ஆரம்ப நீர்ப்போக்கு

Q_t என்பது 't' நாட்கள் இடைவெளி கடந்த நீர்ப்போக்கு

K_r என்பது தளர்முக மாறிலி. இதன் மதிப்பு 1.0 ஐ விடக் குறைந்தது. சமன்பாடு (2.13) ன் வேறுவடிவம்

$$Q_t = Q_0 e^{-at} \dots \dots \dots (2.14)$$

இதில் $a = -\ln K_r \dots \dots \dots (2.14) \text{ (அ)}$

தளர்முக மாறிலி K_r என்பது மூன்று பாகங்களின் பெருக்கத் தொகையாக

$$K_r = K_{rs} \cdot K_{ri} \cdot K_{rb} \dots \dots \dots (2.15)$$

எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

இதில்

K_{rs} = மேற்பரப்புத் தேக்க மாறிலி, 0.05 to 0.20

K_{ri} = இடையீட்டு ஓட்ட மாறிலி, 0.50 to 0.85

K_{rb} = அடித்தள ஓட்ட மாறிலி, 0.85 to 0.99

't' யின் மதிப்பு நாட்களில் குறிப்பிட வேண்டும்.

2.4. அடித்தள நீரோட்டப் பிரிப்பு

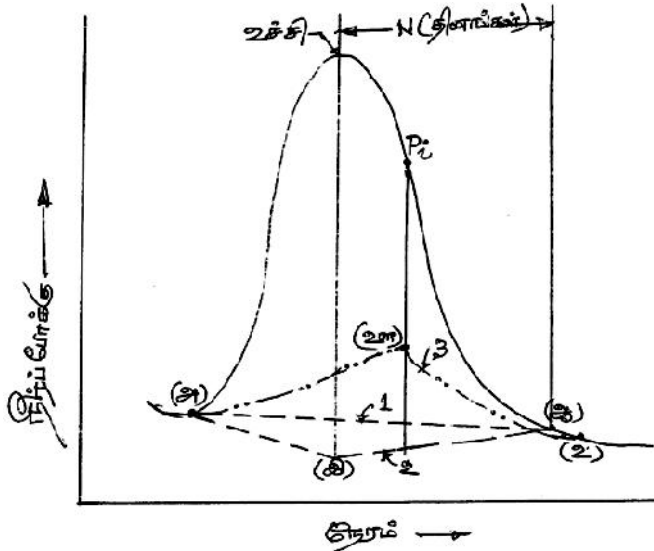
நிறைய நீர்வரைவுப் பகுப்பாய்வில் மேற்பரப்பு நீரோட்ட நீர்வரைவுக்கும் செயல்படு மழைப்பொழிவுக்கும் (மழைப்பொழிவு இழப்புகள்) இடையேயான உறவை நிர்ணயித்தல் தேவையான கணக்கீடாகும். இந்த நீரோட்ட நீர்வரைவு மொத்த மழைப்பொழிவு ஓட்டத்தின் அதிவேக வரத்திலிருந்து மெதுவான வரத்தைக் கழித்து மதிப்பீட்டால் கணக்கிடப்படும். ஆதலின் அடித்தள ஓட்ட மதிப்பு பிரித்தெடுக்கப்படும். இதனை மூன்று முறைகளால் செயல்படுத்தலாம்.

2.4.1. முறை - I நேர்க்கோட்டு முறை

இந்த முறையில் மேல் நீரோட்ட ஆரம்பத்திலிருந்து தளர்முகத்தின் நீரோட்டக் கடைசி புள்ளி வரை ஒரு நேர்க்கோடு வரைந்து அடித்தள ஓட்டத்தைப் பிரித்து விடலாம். படம் 2.9 இல் புள்ளி (அ) மேல் நீரோட்ட ஆரம்பத்தைக் குறிக்கும். இதைச் சுலபமாகக் கண்டறியலாம். மேல் நீரோட்டக் கடைசிப்புள்ளி (ஆ) யைக் கண்டறியவது சற்றுக் கடினம். உச்ச நீர்ப்போக்கிலிருந்து இந்தப் புள்ளியைக் கணக்கிடும் சமன்பாடு

$$N = 0.83A^{0.2} \dots\dots(2.16)$$

இதில் N என்பது நேரம், தினங்களில் குறியிடப்படும் A என்பது வடிநிலப்பரப்பு சதுர கிலோமீட்டரில். இந்த முறை மிகவும் எளிய முறையாகும்.



படம் 2.9 அடித்தள ஓட்ட பிரிப்பு முறைகள்

2.4.2. முறை – II

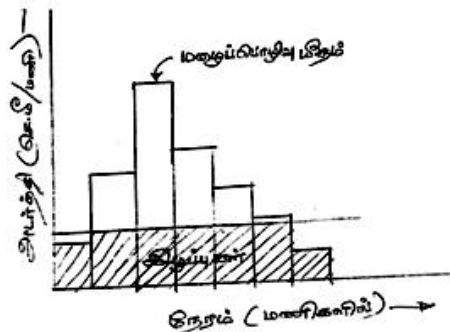
இந்த முறையில் மேற்பரப்பு நீர்ப்போக்கு ஆரம்பிக்கும் முன்னர் இருந்த வளைவு நீட்டிக்கப்பட்டு உச்சியிலிருந்து வரையப்பட்ட செங்குத்துக் கோட்டில் இடைவெட்டும் புள்ளி (இ) வரை எடுத்துப் பிறகு புள்ளி (ஆ) வுடன் நேர்க்கோட்டில் இணைக்கப்படும். பகுதி 'அ,ஆ,யும் 'இஆ'வும் அடித்தள பிரிக்கும் கோடுகளாகக் கொள்ளப்படும்.

2.4.3. முறை –III

தளர்முகம் முகட்டுப் பகுதியின் முடிவிலிருந்து துவங்கு முன்னர் திசை மாற்றுப் புள்ளி P_i குறிக்கப்படும். இதிலிருந்து ஒரு செங்குத்துக் கோடு வரையறுக்கப்படும். பின்னர் தளர்முகத்தில் வெள்ள ஓட்டம் நிற்கும் புள்ளி (உ) குறிக்கப்படும். இங்கிருந்து பின்புறமாக வளைவு நீட்டிக்கப்பட்டு புள்ளி (ஊ) வில் இடைவெட்டு பிறகு ஊ விலிருந்து புள்ளி அவரை ஒரு வளைவு வரையப்படும். இந்த மூன்று முறைகளில் அடித்தள ஓட்டம் பிரிக்கப்படும். இந்த மூன்று முறைகளில் அடித்தள ஓட்டம் பிரிக்கப்பட்டாலும் மூன்று முறைகளுமே உத்தேச முறைகள் தான். மேற்பரப்பு ஓட்ட நீர்வரைவுப் படத்திலிருந்து அடித்தள ஓட்டம் பிரிக்கப்பட்ட பின் உள்ள நீர் வரைவுப் படம் நேரிடை நீரோட்ட 57 நீர்வரைவுப் படம் என அழைக்கப்படும்.

2.5 செயல்படு மழைப்பொழிவு

மழைப்பொழிவோடு செயல்படு மழைப்பொழிவை இணைக்கும் முயற்சியில் மழைப்பொழிவின் வரைபடம் நீரிழப்புகளைத் தவிர்த்து எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.



படம் 2.10 செயல்படு மழைப்பொழிவு வரைபடம்

செயல்படு மழைப்பொழிவும்” மழைப்பொழிவு மீதமும் ஒரே விவரத்தைக் குறித்தாலும் அவற்றின் அலகுகள் வெவ்வேறாகும்.

விளக்கக் கணக்கு 2.1

5.0 சதுர கிலோ மீட்டர் வடிநிலப்பரப்பில் 14 மணி நேரத்திற்கு மழைப்பொழிவு நிகழ்கிறது. அந்த மழைப்பொழிவின் மொத்த மழைப்பொழிவு வரைவு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

மழைப்பொழிவின் நேரம் (மணியில்)	0	2	4	6	8	10	12	14
மொத்த மழைப்பொழிவு (செ.மீ)	0	0.6	2.8	5.2	6.6	7.5	9.2	9.6

வடிநிலப்பரப்பின் w குறியீடு 0.4 செ.மீ/மணியாக இருந்தால், செயல்படு மழைப்பொழிவு வரைபடத்தையும், வடிநிலத்தின் நேரிடை நீர்ப்போக்கு கொள்ளளவையும் கணக்கிடுக.

செய்முறை :

முதலில் இரண்டு மணி நேர இடைவெளியில் நிகழ்ந்த மழைப்பொழிவு மதிப்பைக் கணக்கிடவேண்டும். இது அட்டவணை 2.4 இல் நான்காம் வரிசையில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

குறிக்கப்பட்ட நேர இடைவெளியில் செயல்படு மழைப்பொழிவு
 $= (\text{மழைப்பொழிவு மதிப்பு} - w \times 2)$

அல்லது = 0. இவற்றில் பெரிய அளவு எடுத்துக்கொள்ளப்படும்.

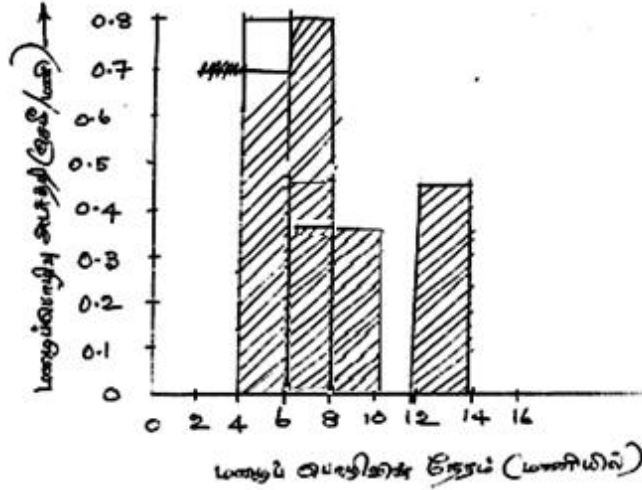
மற்ற கணக்கீடுகள் அட்டவணை 2.4 ல் தரப்பட்டுள்ளன. மழைப்பொழிவு வரைபடம் படம் 2.11 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

மொத்த செயல்படு மழைப்பொழிவு = நேரிடை மழைநீர்ப்போக்கு
 = மழைப்பொழிவு மீதத்தின் பரப்பு
 $= (0.7 + 0.8 + 0.35 + 0.45) \times 2 = 4.6 \text{ செ.மீ}$

நேரிடை நீரோட்டக் கன அளவு = $\frac{4.6}{1000} \times 5.0 \times (1000)^2 = 23,000$ கனமீட்டர்

அட்டவணை 2.4 கணக்கீட்டு விவரங்கள்

மழைப் பொழிவு நேரம் (மணியில்)	கால இடைவெளி Δt (மணியில்)	மொத்த மழைப் பொழிவு (செ.மீ)	மழைப் பொழிவு ஆழம் (செ.மீ)	$W \Delta t$ (செ.மீ)	செயல்படு மழைப் பொழிவு (செ.மீ)	செயல்படு மழைப் பொழிவின் அடர்த்தி (செ.மீ /மணி)
0	-	0	-	-	-	-
2	2	0.6	0.6	0.8	0	0
4	2	2.8	2.2	0.8	1.4	0.7
6	2	5.2	2.4	0.8	1.6	0.8
8	2	6.7	1.5	0.8	0.7	0.35
10	2	7.5	0.8	0.8	0	0
12	2	9.2	1.7	0.8	0.9	0.45
14	2	9.6	0.4	0.8	0	0



படம். 2.11 மழைப்பொழிவு வரைபடம் – விளக்கக் கணக்கு 2.1

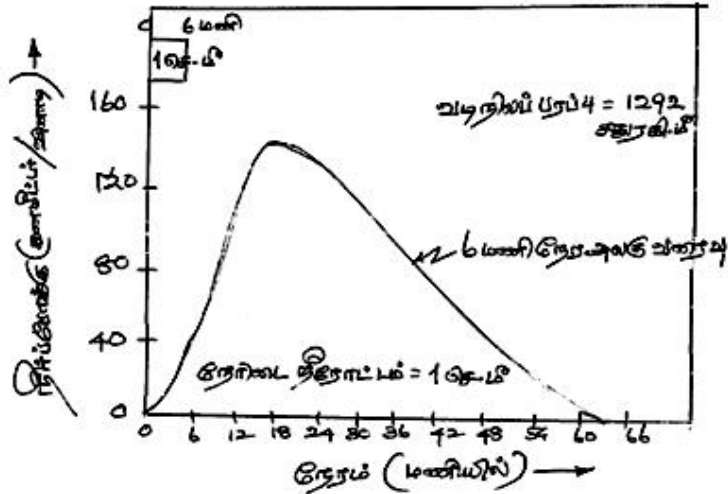
2.6. அலகு நீர் வரைவு

ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பின் மழைப்பொழிவால் ஏற்படும். வெள்ள நீர்வரவைக் கணிக்கும் முயற்சி பலரது கவனத்தை ஈர்த்தது. இந்த முயற்சியில் அனைவரது கவனத்தையும் பெருமளவில் அலகு நீர் வரைவு (Unit Hydrograph) தான். இது ஷெர்மன் என்பவரால் வரையறுக்கப்பட்டு பல சீர்த்திருத்தங்களை சந்தித்துள்ள ஒரு நீர்வடிநிலப்பரப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பொழியும் 1.0 செ.மீ மழைப்பொழிவு மீதம் ஏற்படுத்தும் நேரிடை நீர்ப்போக்கு

வரைபடந்தான். அலகு நீர் வரைவுப்படம் என்று சொல்லப்படுகிறது. இங்கு அலகு என்று குறியிடப்படுவது மழைப்பொழிவு மீதத்தின் அலகான 1.0 செ.மீ அளவுதான். மழைப்பொழிவின் நேரம் அலகு நீர்வரைவுக்கு அடைமொழியாக கொள்ளப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 6 மணி நேர அலகு வரைவு 12 மணி நேர அலகு வரைவு என்றழைக்கப்படுவதுதான். அலகு நீர் வரைவின் வரையறுத்தலின் உள்ளடக்கமாவன.

1. அலகு நீர்வரைவு, ஒரு வடிநிலப் படுகையில் மொழியும் 1.0 செ.மீ மழைப்பொழிவின் மீதம், அது மொழியும் நேரத்தில் உண்டாகும். நீர்ப்போக்கின் கொள்ளளவின் கணக்கீடுதான். இது நேரிடை மழைப்பொழிவு மீதத்தை சரியாகக் குறிப்பிடுகிறது. 1.0 செ.மீ மழைப்பொழிவு மீதான அலகாக இருப்பதால், அலகு நீர் வரைவின் பரப்பு, வடிநிலப்படுகையின் பரப்பில் 1 செ.மீ நீர்மட்டத்தால் கிடைக்கும் கன அளவு நீருக்கு சமம்.
2. மழைப்பொழிவு மீதத்தின் சராசரி அடர்த்தி $\frac{1}{D}$ செ.மீ /மணி, மழைப்பொழிவு நேரமான D மணிக்கு நிலைப்படும்.
3. மழைப்பொழிவு நீர் வடிநில முழுதும் சீராகப் பொழிவதாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

கீழே காணப்படும் படம் 2.12, ஒரு 6 மணி நேர அலகு வரை படத்தின் மாதிரி. இங்கு மழைப்பொழிவு மீதத்தின் நேரம் 6 மணி ஆகும்.



படம் 2.12. 6 மணி நேர அலகு வரைவின் மாதிரி

அலகு வரைவின் பரப்பு = 12.92×10^6 கன மீட்டர்
ஆகவே படுகையின் நீர்ப்பிடிப்பரப்பு = 1292 சதுர. கி.மீ

அலகு வரைவுக் கணிப்பீட்டின் இரு இன்றியமையாத குறிப்பீடுகள்
(1) மாறாத நேரக் கணக்கு (2) நேர்க்கோட்டுப் பதில்

மாறாத நேரக் கணக்கு

அடிப்படை முதல் குறிப்பீடு, குறியிட்ட செயல்படு மழைப்பொழிவின் நேரிடை நீர்ப்போக்கு காலத்தால் மாறாதது. அதாவது, ஒரு குறியிட்ட செயல்படு மழைப்பொழிவின் நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு எப்பொழுதும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கும்.

நேர்க்கோட்டுப்பதில்

மழைப்பொழிவு மீதத்தின் நேரிடை நீர்ப்போக்குப் பதில் நேர்க்கோட்டுக் கணக்கிடலேயே இருக்கும். இதன் பொருள் $x_1(t)$ என்னும் உள்ளீட்டின் வெளிப்பாடு $y_1(t)$ ஆகவும் $x_2(t)$ என்னும் உள்ளீட்டின் வெளிப்பாடு $y_2(t)$ ஆகவும் இருந்தால்

$[x_1(t) + x_2(t)]$ யின் உள்ளீட்டின் வெளிப்பாடு $[y_1(t) + y_2(t)]$ ஆகவும். இதன் தொடர்ச்சியாக

$x_2(t) = rx_1(t)$ ஆனால் $y_2(t) = ry_1(t)$ ஆகும். இதன்படி D கால நேரத்திலான மழைப்பொழிவு மீதம் அலகு ஆழத்தைப்போல் R அளவு இருந்தால், D கால நீர்வரைவுப் படத்தின் அச்சுப் புள்ளிகள், D கால வரைவுப் படத்தின் அச்சுப்புள்ளிகளை r அளவுக்கு இருக்கும். நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவின் பரப்பும் r அளவுக்கு மாறும், என்பதால் இதன் அடித்தளம் நீர் வரைவில் மாறாமல் இருக்கும்.

இந்த நேர்க்கோட்டுப் பதில் என்ற குறியீட்டால் மேலடுக்கு முறையில் நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவுகளைக் கண்டறியலாம். ஆகவே இரண்டு மழைப்பொழிவு மீதங்கள், ஒரே கால அளவில் அடுத்தடுத்து ஏற்பட்டால் அவற்றின் 61 இணைந்த நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவைக் கண்டறியலாம். இதை விளக்க கீழ்க்கண்ட கணக்கீடுகள் உதவும்.

விளக்கக் கணக்கு 2.2

ஒரு 6 மணி நேர அலகு வரைபடத்தின் அச்சப்புள்ளிகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மூலம் 2.5 செ.மீ மழைப்பொழிவு மீதத்தின் 6 மணி நேர நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவில் அச்சப்புள்ளிகளின் மதிப்பைக் கணக்கிடுக.

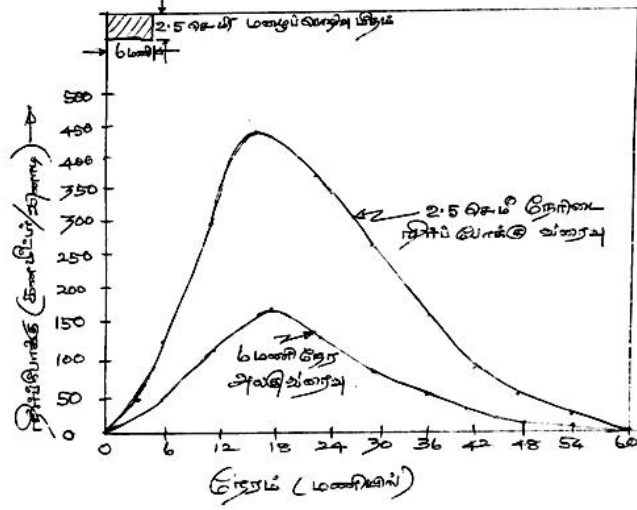
நேரம் (மணியில்)	0	3	6	9	12	15	18	24	30	36	42	48	54	60
அலகு வரைவு அச்சப் புள்ளி கனமீட்டர்/ வினாடி	0	20	50	80	120	150	180	150	110	70	40	25	10	

செய்முறை: அலகு வரைபட அச்சக்களின் மதிப்பை 2.5 என்ற எண்ணால் (மழைப்பொழிவு மீதம் 2.5 செ.மீ) பெருக்கினால் நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு அச்சக்களின் மதிப்பு கிடைக்கும். இது அட்டவணை 2.5 விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2.5

2.5 செ.மீ மழைப்பொழிவு மீதத்தின் நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவின் அச்சப்புள்ளிகளின் கணக்கீடு

நேரம் (மணி)	6 மணி நேர அலகு வரைவின் அச்சப்புள்ளி மதிப்பு (கன மீட்டர்/வினாடி)	2.5 செ.மீ மழையின் நேரிடை நீர்ப்போக்கு விரைவு அச்சப்புள்ளி (கன மீட்டர் /வினாடி)
0	0	0
3	20	50
6	50	125
9	80	200
12	120	300
15	150	375
18	180	450
24	150	375
30	110	275
36	70	175
42	40	100
48	25	62.5
54	10	25
60	0	0



படம் 2.13. 6 மணி நேர அலகு வரைவிலிருந்து கணக்கீடு செய்த 2.5 செ.மீ மழைப்போக்கு மீத நேரிடைப் போக்கு வரைவு – விளக்கக் கணக்கு 2.2

விளக்கக் கணக்கு 2.3

இரண்டு 4 மணி நேர மழைப்பொழிவுகள் தொடர்ந்து பொழிந்தன. அவற்றின் மழைப்பொழிவு மீதங்கள் (முறையே 3.0 செ.மீ, மற்றும் 2.0 செ.மீ, 30 செ.மீ மழை மீதத்தைத் தொடர்ந்து 2.0 செ.மீ மழை மீதம் நிகழ்ந்தது. 4 மணி நேர அலகு வரைவின் அப்புள்ளி கீழே தரப்பட்டுள்ளன. நிகழ்ந்த நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவைக் கணக்கிடுக.

நேரம் (மணிமில்)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
அலகு வரைவின் அச்சுப்புள்ளி (கன மீட்டர் /வினாடி)	0	10	20	50	100	180	150	120	80	60	20	

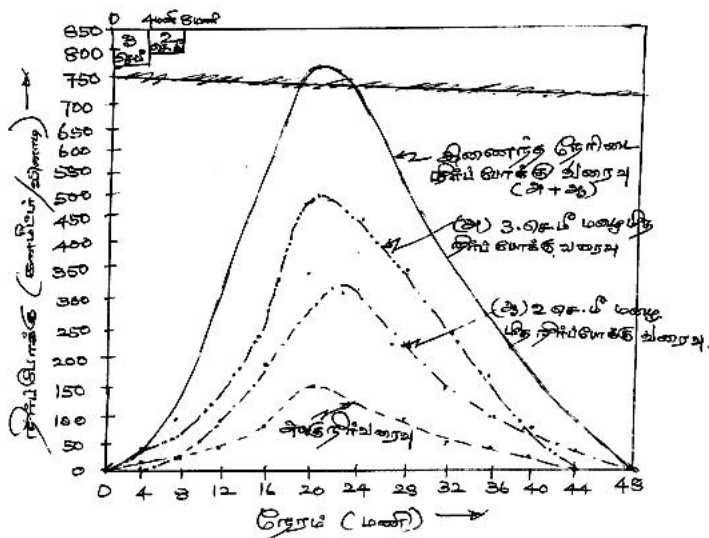
செய்முறை

முதலில் 3.0 செ.மீ மழை மீத அச்சுக்கள் அலகு வரைவு மதிப்பை 3 ஆல் பெருக்கி எடுத்துக்கொள்ளவும். தொடர்ந்து அலகு வரைவு அச்சுக்களை 2 ஆல் பெருக்கவும். 2.0 செ.மீ மழை 3.0 செ.மீ மழையைத் தொடர்ந்து 4 மணி நேர இடைவெளியில் நிகழ்வதால் இந்த அச்சுக்களை 4 மணி நேர தாமதத்தில் குறிக்கவும். பின்னர் இரண்டு அச்சுக்களையும் கூட்ட வேண்டும். கூட்டி வரும் மொத்த

மதிப்பு இரு மழைமீத இணைப்பு நேரிடை நீர்ப்போல வரைவின் அச்சுக்களாகும். இது அட்டவணை 2.6 இல் விவரமாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 2.6: நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு அச்சு மதிப்பீடு மேலடுக்கு முறையைக் கணக்கிடுக.

நேரம் (மணியில்)	6 மணி நேர அலகு வரைவு அச்சு (க.மீ /வி)	3 செ.மீ நேர்க்கோட்டு நீர் வரைவு அச்சு (க.மீ /வி)	2 செ.மீ நேர்க்கோட்டு நீர் வரைவு அச்சு (க.மீ /வி)	5 செ.மீ நேர்க்கோட்டு வரிசை + 3 வரிசை (க.மீ / வினாடி)
0	0	0	-	0
4	10	30	0	30
8	20	60	20	80
12	50	150	40	190
16	100	300	100	400
20	180	540	200	740
24	150	450	360	810
28	120	360	300	660
32	80	240	240	480
36	60	180	160	340
40	20	60	120	180
44	0	0	40	40
48	-	-	0	0



படம் 2.14. மேலடுக்கு முறை கணக்கீடு விளக்கக் கணக்கு

2.6.1. அலகு வரைவின் பயன்பாடுகள்

அலகு வரைவின் அடிப்படைத் தத்துவங்கள் மூலம் சரியான அலகு வரைவு உள்ள நீர் வடிநிலத்தின் நேரிடை மழைப்பொழிவு வரைவை கணக்கிடலாம். ஒரு D நேர அலகுவரைவும், ஒரு மழைப்பொழிவுகள் வரைபடமும் இருப்பதாக எடுத்துக்கொள்வோம். ஆரம்ப இழப்புகளையும், ஊடுருவல் இழப்புகளையும் நீக்கியபின் மழைப்பொழிவு மீத வரைவு கிடைக்கும் இந்த வரைவை D நேரக் கட்டங்களாகப் பிரிக்க வேண்டும். பிறகு ஒவ்வொரு கட்ட மதிப்பும் அலகு வரைவோடு கணக்கிடவேண்டும். இதிலிருந்து பல நேரிடை மழைப்பொழிவு வரைவுகள் கிடைக்கும். இவற்றின் அச்சுக்கள் தக்கவாறு தாமதப்படுத்தி அமைக்கப்பட்டு அவற்றின் அச்சு மதிப்புகளை கூட்ட வேண்டும். இறுதியில் அந்த மழைப்பொழிவுகள் நிரை நேரிடை மழைப்பொழிவு வரைவு கிடைக்கப்பெறும்.

படம் 2.15 ஐ எடுத்துக் கொள்வோம். இதில் னு நேர மழைப்பொழிவு மிச்சக் கட்டங்கள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் மதிப்புகள் $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_m$ என்பதாகக் கொள்வோம். இதில் $u(t)$ என்ற அச்சு, D நேர அலகு வரைவின் அச்சு மதிப்பாக இருக்கட்டும்.

't' நேர, நேரிடை நீர்ப்போக்கு மூலம் கிடைத்தால், அதன் நீர்ப்போக்கு $Q_1 = R_1 u(t)$

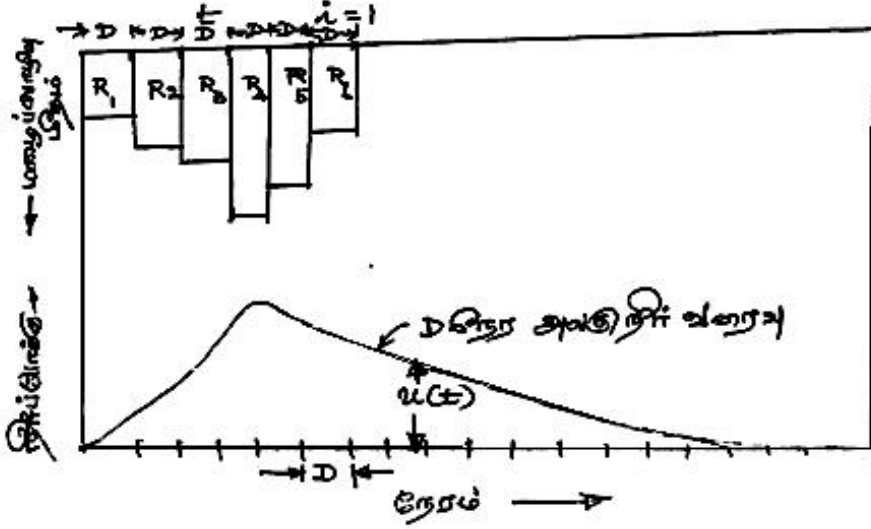
நேரிடை நீர்ப்போக்கு (t - D) கால நேரத்தில் R_2 மழை மீதத்தால் கிடைத்ததும் $Q_2 = R_2 u(t - D)$

இதே போன்று $Q_i = R_i .u [t - (i - 1) D]$

மற்றும் $Q_m = R_m .u [t - (M - 1) D]$

ஆக, எந்தக் குறிப்பிட்ட நேரம் 't' யின் மொத்த நேரிடை நீர்ப்போக்கு,

$$Q_t = \sum_{i=1}^M R_i .u [t - (i - 1) D] \dots \dots (2.17)$$



படம் 2.15 நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு மழைமீத நீர்ப்போக்கு வரைவிலிருந்து

2.6.2. ஒரு சிக்கலான மழைப்பொழிவிலிருந்து அலகு வரைவு கணக்கு

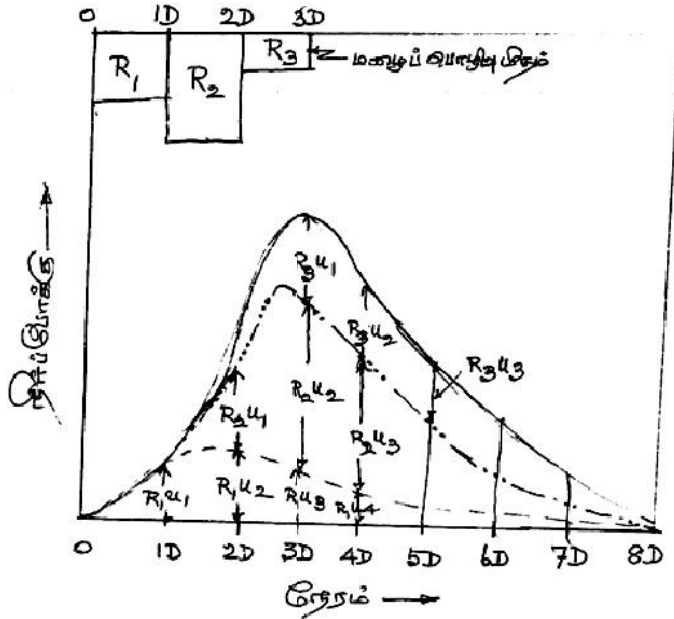
தனிப்பட்ட மழைப்பொழிவு விவரங்கள் கிடைக்காத சமயங்களில் நீண்ட நேர சிக்கலான மழைப்பொழிவுகளின் விவரங்களை எடுத்து அலகு வரைவைக் கணக்கிடலாம். கணக்கிட்ட சிக்கலான வெள்ள நீர்வரவை அதன் அங்கங்களான நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளவேண்டும். பிறகு அடித்தள ஓட்டத்தையும் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இப்பொழுது இந்தக் கணக்கீடு சமன்பாடு (2.17) குறிப்பிட்டதன் தலைகீழ் முறையில் செயல்படவேண்டும்.

மூன்று D கால மழைப்பொழிவு இருப்பதாகக் கொள்வோம். இவற்றின் மழைப்போக்கு மீதங்கள் R_1, R_2, R_3 ஆக இருக்கும். அடித்தள ஓட்டத்தைப் பிரித்தெடுத்த பின்னர் இந்த சிக்கலான வெள்ள நீர்வரைவின் நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு கிடைக்கும். இவற்றின் அச்சுப்புள்ளிகள் $66 D$ நேர இடைவெளியில் வரையப்பட வேண்டும். வெவ்வேறு நேர அளவில் $1D, 2D, 3D$ யின் அலகு வரைவு அச்சுப்புள்ளிகள் u_1, u_2, u_3 ஆக இருக்கட்டும். நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு அச்சுப்புள்ளிகள் Q_1, Q_2, Q_3 ஆக இருக்கட்டும்.

பிறகு,

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= R_1 U_1 \\ Q_2 &= R_1 U_2 + R_2 U_1 \\ Q_3 &= R_1 U_3 + R_2 U_2 + R_3 U_1 \\ Q_4 &= R_1 U_4 + R_2 U_3 + R_3 U_2 \\ Q_5 &= R_1 U_5 + R_2 U_4 + R_3 U_3 \end{aligned} \right\} \dots\dots(2.18)$$

சமன்பாடு (2.18)ஐ தீர்வு செய்தால், $U_1, U_2, U_3, \dots\dots$ மதிப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்படலாம். இம்முறையில் தவறுகள் தொடரலாம். ஆதலின் மிகுந்த கவனத்துடன் இவை கணக்கிடப்பட வேண்டும்.



படம் : 2.16 சிக்கலான மழைப்பொழிவின் அலகுவரைவு

2.7 : 'S' வளைவு தொகுப்பாய்வு நீர்வரைவு

சிறப்பாகச் சொல்ல வேண்டுமெனில், அலகு வரைவுகள் தனிப்பட்ட மழைப்பொழிவுகளிலிருந்து கணக்கிடப்படுகின்றன. மழைப்பொழிவின் காலநேர வேறுபாடு 20D விழுக்காட்டுக்குள் இருக்க வேண்டும். ஆனால் செயல்படு பயன்பாட்டுக்களில் வெவ்வேறு கால அளவைவச் சார்ந்த அலகு வரைவுகளிலிருந்து nD காலநேர அலகு வரைவுகள் கணக்கீடு செய்யப்படுகின்றன. இதைச் செய்ய இருமுறைகள் பயனில் உள்ளன.

1. மேலடுக்கு முறை
2. 'S' வளைவு

2.7.1. மேலடுக்கு முறை

ஒரு D நேர அலகு வரைவு கிடைத்து, அதிலிருந்து nD நேர அலகு வரைவு தேவைப்பட்டால், (n முழு எண்ணாயிருத்தல் அவசியம்) n அலகு வரைவுகளை ஒவ்வொன்றாய் D நேர இடைவெளியில் கணக்கிடலாம். படம்: 2.17 மூன்று அலகு வரைவுகள் அ, ஆ, இ - யை இணைத்து புதிய அலகு வரைவைக் கணக்கிடுகிறது. மூல அலகு 4 மணி நேர அலகு வரைவாகும். கணக்கிட்ட பின்னர் 12 மணி நேர அலகு வரைவைக் கணக்கிடும் வழி: அடுக்கி வைத்த அலகு வரைவு அச்சுப் புள்ளிகளைக் கூட்டினால் 3 செ.மீ மழை மீத வரைவு, 12 மணி நேர காலத்திலான அச்சுப் புள்ளிகளாகும். இவற்றை 3 ஆல் வகுத்தால் 12 மணி நேர அலகு வரைவின் அச்சுப் புள்ளிகள் கிடைக்கும். இதை விளக்கும் விளக்கக்கணக்கு கீழே தரப்பட்டுள்ளது. கணக்கீடு அட்டவணையிலும் தரலாம்.

விளக்கக் கணக்கு 2.4

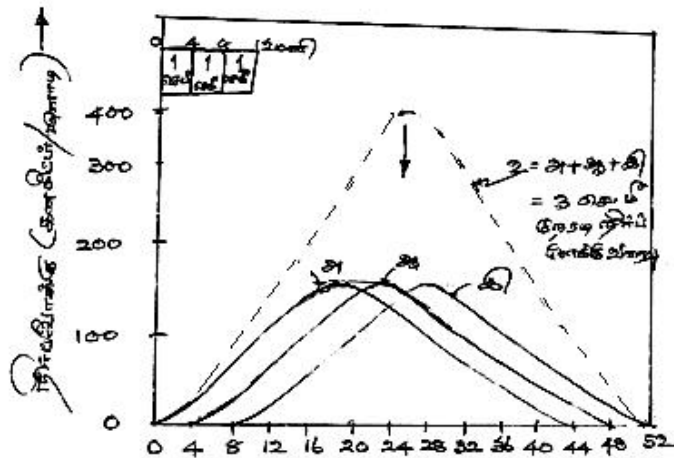
ஒரு 4 மணி நேர அலகு வரைவின் அச்சுப் புள்ளிகய் கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இதிலிருந்து அதே வடிநிலப் பரப்பின் 12 மணி நேர அலகு வரைவின் அச்சுப் புள்ளிகளைக் கணக்கிடுக.

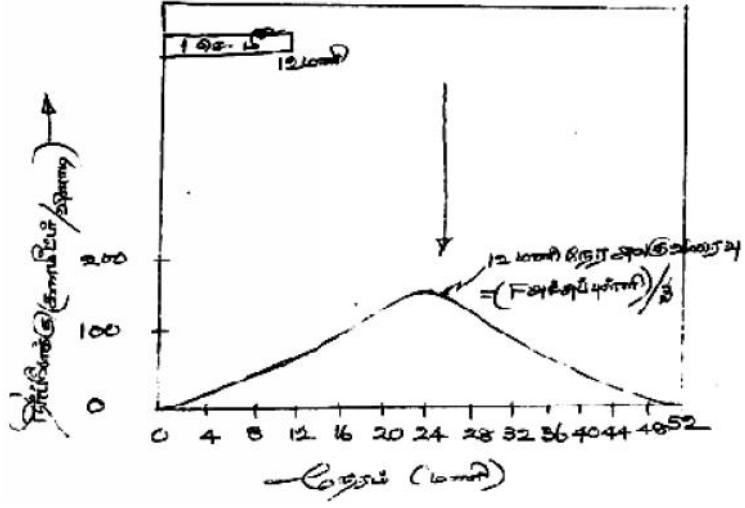
நேரம் (மணி)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
4 மணி நேர அலகு வரைவின் அச்சுப் புள்ளிகள் (கனமீட்டர்/வினாடி)	0	10	20	60	120	160	130	100	80	50	20	0

செய்முறை: கணக்கீடு அட்டவணை 2.7ல் தரப்பட்டுள்ளது. இதில்
 வரிசை 3 = 4 மணி நேர அலகு வரைவு அச்சுப் புள்ளிகள் 4 மணி நேரம் இடைவெளியில்
 வரிசை 4 = 4 மணி நேர அலகு வரைவு அச்சுப் புள்ளிகள் 8மணி நேர தாமதத்தில்
 வரிசை 5 = 12 மணி நேர நேரிடை நீரோட்ட வரைவு அச்சுப் புள்ளிகள் 3 செ.மீ மழை மீத மதிப்பை ஒட்டி.
 வரிசை 6 = 12 மணி நேர அலகு வரைவு = (வரிசை 5) / 3

அட்டவணை: 2.7. 4மணி நேர அலகு வரைவு அச்சிலிருந்து கணக்கிட்ட 12 மணி நேர அலகு வரைவு அச்சப்பள்ளிகள்.

நேரம் (மணி)	4 மணி நேர அலகு வரைவு அச்சப்பள்ளிகள் (கனமீட்டர் / வினாடி)			நேரிடை நீர்ப்போக்கு வரைவு அச்சப்பள்ளிகள் மணி நேர 3செ.மீ. மழை மீதத்திலிருந்து (கனமீட்டர்/வினாடி) (வரிசை 2+3+4)	12மணி நேர அலகு வரைவு அச்சப்பள்ளிகள் (வரிசை 5)
	அ	ஆ 4 மணி நேர இடைவெளி	இ 8 மணி நேர இடைவெளி		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0	0	-	-	0	0
4	10	0	-	10	3.33
8	20	10	0	30	10.0
12	60	20	10	90	30
16	120	60	20	200	66.66
20	160	120	60	340	113.3
24	130	160	120	410	136.66
28	100	130	160	390	130.0
32	80	100	130	310	103.33
36	50	80	100	230	76.66
40	20	50	80	150	50.0
44	0	20	50	70	23.33
48	-	0	20	20	6.66
52	-	-	0	0	0





படம் : 2.17. 4 மணிநேர அலகு வரைவிலிருந்து கணக்கீடு செய்த
12 மணிநேர அலகு வரைவு

அலகு III

நிலத்தடி நீர்

3.1 கருத்துருக்கள்

நிலத்தடி நீர் மிகவும் மதிப்பு வாய்ந்த வளங்களில் சிறந்தது. உலகின் நீர்வளம் ஆண்டுக்கு ஆண்டு மழைப்பொழிவால் புதுப்பிக்கப் பெறுகின்றன. உலக நீர்வளம் 1.37×10^8 மில்லியன் ஹெக்டேர் மீட்டர் என உத்தேசமாக கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இதில் 97.2 விழுக்காடு கடல்நீர். மீதமுள்ள 2.8 விழுக்காடு தான் நல்ல நீர் ஆதாரம். இதில் 2.2 விழுக்காடு மேற்பரப்பு நீர்வள ஆதாரம், 0.6 விழுக்காடு நிலத்தடி நீர். இந்த 2.20 விழுக்காட்டில், 2.15 விழுக்காடு பனிப் பாறைகளிலும், பனிச்சரிவுகளிலும் தேக்கப்பட்டுள்ளது. 0.05 விழுக்காடான 1.36×10^4 மில்லியன் ஹெக்டேர் மீட்டர் மட்டும்தான் ஏரிகளிலும் நீர்த்தேக்கங்களிலும் உள்ளது. 0.0001 விழுக்காடு ஆறுகளிலும், சுனைகளிலும் ஓடுகிறது. மீதியுள்ள நீர், காற்றுமண்டலத்தில் ஆவி அழுத்தமாகவும் (0.001 விழுக்காடு), தரையின் உள்ளே 0.6 மீட்டர் ஆழத்திற்குள் மண்ஈரமாகவும் (0.002 விழுக்காடு) இருக்கிறது. 0.6 விழுக்காடு தேக்கப்பட்டுள்ள நிலத்தடி நீரில், 0.3 விழுக்காடு மட்டுமே (41.4×10^4 மில்லியன் ஹெக்டேர் மீட்டர்) சுலபப் பயன்பாட்டுக்கு உதவும். மீதமுள்ள நீர் 800 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் கீழே இருப்பதால் சுலபமாக பயன்படுத்த இயலாது.

இதிலிருந்து நல்ல நீரின் மிகப்பெரிய ஆதாரம் நிலத்தடி நீர் தான் என்பது புலனாகிறது. எந்த நேரத்திலும் 800 மீட்டர் ஆழத்திற்கு மேல் உள்ள நிலத்தடி நீர் மற்ற ஏரிகள், தேக்கங்களின் கொள்ளளவை விட 30 மடங்கும், ஓடுகிற ஆற்று, சுனை நீர்களைப் போல் 3000 மடங்கும் இருக்கும் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

தற்பொழுது உலகம் முழுதும் பயன்படுத்தப்படும் நீரில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு நிலத்தடி 0நீர் தான். மொத்த நீரில் 80 விழுக்காடு வேளாண்மைக்குச் செலவாகிறது. இதைத் தொடர்ந்து கால்நடைப் பராமரிப்பும், மீன்வளர்ப்பும் அதிக நீரை எடுத்துக் கொள்கின்றன. இந்தியாவில் 60 மில்லியன் ஹெக்டேரில் வேளாண்மைத் தொழில் நடக்கிறது. இதற்கான நீர்ப்பாசனத்தில் 40 விழுக்காடு நிலத்தடி நீர்தான் தருகிறது.

3.2. நிலத்தடி நீரகத்தின் இயல்புகளும், வகைகளும் :

3.2.1. நிலத்தடி நீரின் தோற்றங்கள்

மண்துளைகளுக்கிடையே உள்ள நீர் நிலத்தடி நீர் என்று சொல்லப்படுகிறது. இது இரண்டு மண்டலங்களில் உள்ளது. அவை (1) நீர் நிறைவு மண்டலம், மற்றும் (2) காற்றோட்ட மண்டலம் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

நீர் நிறைவு மண்டலம்

இதை நிலத்தடி நீர் மண்டலம் என்றும் அழைப்பர். இந்த மண்டலத்தில் மண்துளைகளுக்கிடையே நீர் நிறைந்து இருக்கும். இதன் மேற்புற எல்லையின் நீர்மட்டம் காற்று மண்டல அழுத்தத்தில் காணப்படும்.

காற்றோட்ட மண்டலம்

இந்த மண்டலத்தில் மண்துளைகள் பாதி அளவிலேயே நீர் நிறைந்து காணப்படும். தரைப் பரப்புக்கும் நீர்த்தளத்திற்கும் இடையேயான பகுதி இதில் அடங்கும். இந்தக் காற்றோட்ட மண்டலத்தை மூன்று உட்பிரிவுகளாகப் பகுக்கலாம்.

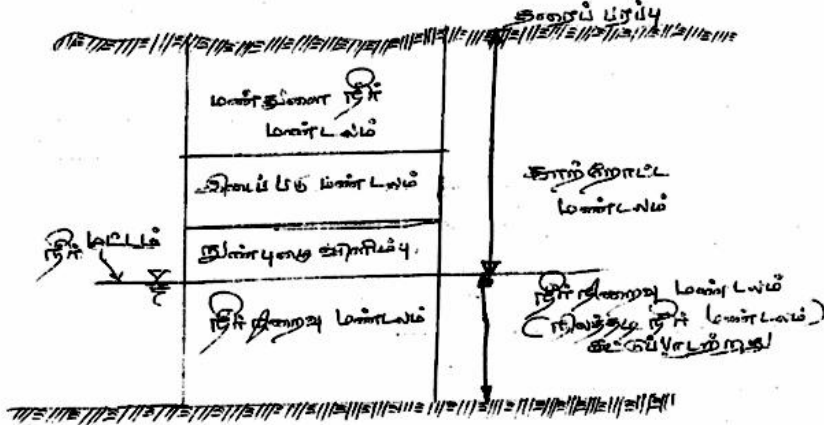
- (i) **மண்துளை நீர் மண்டலம்:** இது தரைப்பகுதிக்கு மிக அருகில் இருக்கும். பச்சைக் கொடிகள், செடிகள், வேர்கள் மூலம் இங்கிருந்துதான் நீரை உறிஞ்சி நீர் ஆவிப்போக்கு முறையில் காற்று மண்டலத்துக்கு நீரை வெளியேற்றுகின்றன.
- (ii) **நுண் புழை விளிம்பு :** இங்கு நுண்புழைச் செயல் திறனால் நீர் தேக்கப்படுகிறது. இந்த மண்டலம் நீர்த் தளத்திலிருந்து மேல்புறம் நுண்புழை ஏற்ற எல்லை வரையிலானது.
- (iii) **இடைப்படுமண்டலம்:** இது மண்துளை நீர் மண்டலத்துக்கும் நுண்புழை விளிம்புக்கும் இடைப்பட்டது. காற்றோட்ட மண்டலத்தின் ஆழமும், அதன் உட்பிரிவுகளின் ஆழமும், மண்ணின் தரம், ஈரப்பத அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இடத்திற்கு இடம் வேறுபடும். காற்றோட்ட மண்டலத்தின் மண்ணின் ஈரம், வேளாண்மைக்கும், நீர்ப்பாசனப் பொறியியலுக்கும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. ஆதலின் நாம் நீர்நிறைவு மண்டலத்தைப் பற்றி மட்டும் கவனிப்போம்.

புவியில் அடங்கியுள்ள பாறைகளிலிருந்து மண்வகைகள் வரை அனைத்துக்கும் துளைகள் உள்ளன. இந்தத் துளைகளிலெல்லாம் நீர் நிறைந்திருந்தாலும், நிலத்தடி நீரின் பயன்பாட்டிற்கு ஏற்ப இவை சலபமாக மேலே இழுக்கப்படும் வரைதான் இவற்றின் முக்கியத்துவம் இருக்கும். இந்தக் கருத்துருவின்படி, நீர்நிறைவுப் படமங்கள் நான்கு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

அவை : (i) செறிவு நீரகம், (ii) வேகத்தடை நீரகம், (iii) இறுக்க நீரகம், (iv) அகதி நீரகம் எனப்படும்.

செறிவு நீரகம்

நீர்நிறைவு மண்டலத்தின் இந்த செறிவு நீரக அமைப்பு , அதிகமான நீரைத் தேக்கிவைப்பது மட்டுமல்லாமல் எளிதாக அதிக நீரை வெளியேற்றவும், தேக்கவும் வல்லமை படைத்தது. இறுக்கமற்ற மணல் மற்றும் சரளை மண்தரைகள் செறிவு நீரகங்களைக் கொண்டிருக்கும்.



படம் : 3.1 நிலத்தடி நீரின் வகைகள்

வேகத்தடை நீரகம்

இந்த வகை அமைப்பில் நீர்க்கசிவு மட்டுந்தான் நடைபெறும். ஆதலின் இவ்வகை அமைப்பில் இருந்து கிடைக்கும் நீரின் அளவு செறிவு நீரகத்தைவிட மிகக் குறைவாகவே இருக்கும். இவ்வகை மண் பாதித்துளைகள் கொண்டவையாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக களிமண் கலந்த மணற்பரப்பு இப்படி இருக்கும். இவ்வகை நீரகத்திலிருந்து நிறைய நீர் இதற்குக் கீழ்ப்பரப்புக்கு கசிந்து செல்ல வாய்ப்புள்ளது.

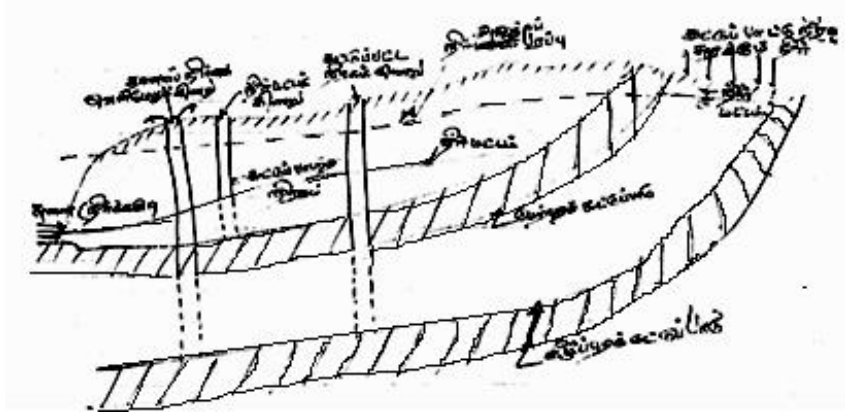
இறுக்க நீரகம்

இவ்வகை புவியியல் அமைப்பு நீர்ப்போக்குவரத்துக்கு வசதியில்லா அமைப்பாக இருக்கும். இருந்தபோதிலும் இவ்வமைப்பில் நிறைய நீர்தேங்கியிருக்கும் களிமண் பூமி இதற்கான எடுத்துக்காட்டாகும்.

அகதி நீரகம்

இவ்வகை புவியியல் அமைப்பில் துளைகளோ நீர் ஊடுருவும் வசதிகளோ இராது. ஆதலின் இங்கிருந்து நீர் வெளியேறுதல் சாத்தியமில்லை. அடர்ந்த கற்பாறைகள் இவ்வகை அமைப்புக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

இந்த நான்கு வரையறைகளும் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்தவை. காலநிலை, வானிலை, நீர்கிடைக்கும் காலவரம்பு இவற்றை ஒட்டி, ஒரு செறிவு நீரகம், வேகத்தடை நீரகமாகவோ, இறுக்க நீரகமாகவோ மாற வாய்ப்பு உண்டு. நிலத்தடி நீர் ஒரு நீரகத்திலிருந்து கிடைப்பது நீர் வெளியேற்றும் வேகத்தையும், நீர் சுரக்கும் வேகத்தையும் பொறுத்ததேயாகும். அதனால் நீரகங்கள் நீர் வெளியேறுதல் மட்டுமன்றி நீரை உள்வாங்கும் திறமையையும் பெற்று தேக்கமாகவும், குழாயாகவும் செயல்படவேண்டும். நீரகங்கள் “கட்டுப்பாடற்ற நீரகம்”, “கட்டுப்பட்ட நீரகம்”, என்றும் வகைப்படுத்தப்படும். ஒரு “கட்டுப்பாடற்ற நீரகம்” என்பது நீர்த்தளத்தோடு, காற்று மண்டல அழுத்தத்தோடு இருக்கும். இவ்வகை நீரகங்களுள் நீர்நிறைந்த மண்டலங்கள் மட்டுமே நிலத்தடி நீர் ஆய்வுகளுக்கு ஏற்றவையாகும். இவ்வகை நீரகங்கள் மழைப்பொழிவிலிருந்து ஊடுருவும் நீர்ப்போக்கிலிருந்து நீரைப் பெற்று உள்வாங்கி சுரக்கும் தன்மையுடையது. இவ்வகை நீரகங்களில் தோண்டும் கிணறுகளில் நீர்மட்டம் அந்த இடத்தின் நீர்த்தள மட்ட அளவிலேயே இருக்கும்.



படம் : 3.2 கட்டுப்பாடற்ற மற்றும் கட்டுப்பட்ட நீரகங்கள்

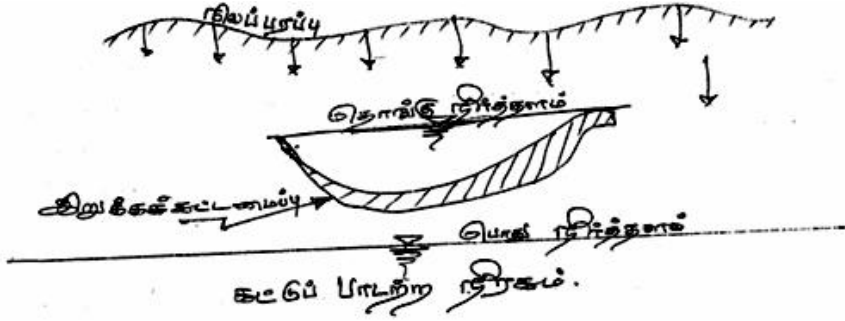
ஒரு “கட்டுப்பட்ட நீரகம்” “ஆர்ட்டிசியன் நீரகம்” என்றும் அழைக்கப்படும். இவ்வகை நீரகங்கள் இரண்டு இறுக்கப் படுகைகளுக்கு இடையே கட்டுப்பட்டவையாய் இருக்கும். இவை எங்கே தரைப்பகுதியோடு சேர்ந்திருக்கிறதோ அங்குதான் நீர் சுரக்க உள்வாங்கும் தன்மையுடையவை. இவை கட்டுப்பட்டிருப்பதால் இவை எப்பொழுதும் அழுத்தத்தோடே செயல்படும். எனவே இவற்றின் நீர் அழுத்தப் பரப்பு நீரக மட்டத்தை விட உயரமாகவே இருக்கும். சில இடங்களில் இந்த அழுத்தம் தரைமட்டத்தைவிட உயரமாகவே இருக்கும். அந்த இடங்களில் கிணறு தோண்டினால் தண்ணீர் தானாகவே வெளியேறிக் கொட்டும். இவற்றை “ஆர்ட்டிசியன் கிணறுகள்” என்று சொல்வர். பிரான்ஸ் நாட்டின் “ஆர்டாய்ஸ்” நகரத்தை ஒட்டி இவ்வகைக் கிணறுகள் நிறைந்திருப்பதால் இக்கிணறுகளுக்கு இந்தப் பெயர் தரப்பட்டுள்ளது. இவ்வகைக் கிணறுகள் சில இடங்களில் 50 மீட்டர் உயரத்திற்குக் கூட பீய்ச்சி அடிக்கவல்லன.

நீர்த்தள மட்டம் (நீர் மட்டம்)

நீர்மட்டம் அல்லது நீர்த்தள மட்டம் என்பது கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தின் காற்று மண்டல அழுத்தத்தில் உள்ள தளம். கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தில் கிணறு தோண்டினால் அக்கிணற்று நீர்மட்டம் அந்த இடத்தின் நீர்த்தள மட்டத்திலேயே இருக்கும். நீர்த்தள மட்டம் நீர் வெளியேறும் அளவையும் நீர் சுரக்கும் அளவையும் பொறுத்து அவ்வப்பொழுது மாறிக்கொண்டே இருக்கும். ஆண்டின் வெவ்வேறு பருவங்களில் மழைப்பொழிவுக்கு ஏற்ப நீர் ஊடுருவும் போதும், நீர்ப்பாசனத்துக்கு நிறைய நீரை

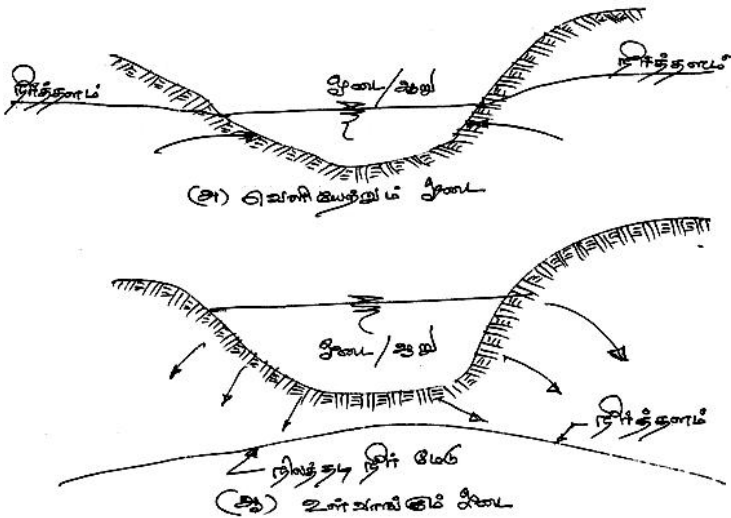
வெளியேற்றும் போதும், நீர்த்தள மட்டம் ஏறி இறங்குதல் இயல்பு. பொதுவாக புவி அமைப்பை ஒட்டி நீர்த்தள மட்டம் அமையும். நீர்த்தள மட்டம் நிலப்பரப்பை வெட்டும் போது சுனைகள், நீர்க்கசிவுகள் தோன்றும்.

சில நேரங்களில் கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தின் உள்ளே கொஞ்ச தூரத்திற்கு இறுக்கமான கட்டமைப்பு இருக்கும். அது பொதுவான நீர்த்தளத்திற்கு மேலே தனியான நீர்த்தளத்தைத் தாங்கும். இதைத் “தொங்கு நீர்த்தளம்” என்று சொல்வர். சாதாரணமாகத் தொங்கு நீர்த்தளம் குறிப்பிட்ட அளவில் தான் இருக்கும் இதிலிருந்து கிடைக்கும் நீரினளவு மிகக் குறைவாகவே இருக்கும்.



படம் : 3.3 தொங்கு நீர்த்தளம்

ஒரு ஆற்றின் நீர்மட்டம் நீர்த்தள அளவோடு சம்பந்தப்பட்டு, நீர்த்தளத்திலிருந்து நீர்வெளியேறி ஆற்றுக்குப் போனால் அதனை “வெளியேற்றும் ஓடை” என்றும். ஆற்றிலிருந்து நீர்த்தளத்திற்கு நீர்வெளியேறினால் “உள்வாங்கும் ஓடை” என்றும் பெயர் பெறும்.



படம் : 3.4 வெளியேற்றும் மற்றும் உள்வாங்கும் ஓடைகள்

3.2.2. நீரகத்தின் இயல்புகள்

ஒரு நீரகத்தின் இன்றியமையாத இயல்பு, அது தேக்கியிருக்கும் நீரை எளிதில் வெளியேற்றவும், மழைப்பொழிவு நீர் அதன் துளைகளில் எளிதில் உட்புகவும், ஏதுவான ஒன்றுதான். இவை நீரகத்தின் கட்டமைப்பைப் பொறுத்தே அமையும்.

துளையகம்

நீரகத்தின் அலகு கனஅளவில் உள்ள துளைகளின் அளவு “துளையகம்” எனப்படும். இதனை $n = \frac{V_v}{V_o}$(3.1) என்ற சமன்பாட்டில் குறிப்பிடலாம்.

இதில், n = துளையகம், V_v = துளைகளின் கனஅளவு, V_o = துளை ஊடகத்தின் கனஅளவு. இறுக்கமில்லாத பொருட்குவியலின் இறுக்கம், பொருட்களின் உருவம் மற்றும் அவற்றின் பருமன் பரவல் ஆகிய மூன்றும் ‘துளையகத்தை’ நிர்ணயிக்கின்றன. கடினப்பாறைகளில், பாறைப் பிளவுகளின் பரப்பு, பிளவின் அமைப்பு, பிளவுகளின் இடைப்பட்ட தூரம், பிளவுத் துளைகளின் அமைப்பு ஆகியவை ‘துளையகத்தை’ நிர்ணயிக்கின்றன. பொதுவான சொற்களில் 20 விழுக்காட்டிற்கு மேற்பட்ட துளையகம் ‘பெருந்துளையகம்’ என்றும், 5 விழுக்காடு முதல் 20 விழுக்காடு வரை ‘மித துளையகம்’ என்றும், 5 விழுக்காட்டிற்கும் குறைவானால் ‘குறுந்துளையகம்’ என்றும் அழைக்கப்படும்.

சீர் வெளியேற்றம்

‘துளையகம்’ ஒரு நீரகக் கட்டமைப்பின் நீர்த்தேக்கும் திறனை வெளிப்படுத்தும் என்றாலும், அதன் துகள்களுக்கிடையேயான அனைத்து நீரும் புவிஈர்ப்பு விசையினாலோ, விசைக்கருவி இழுப்பாலோ வெளியேறாது. துளைகள் அவற்றின் ‘மூலக்கூறு இணைப்பாலும்’, ‘மேற்புற இழுப்பாலும்’ கொஞ்சம் நீரைத் தக்க வைத்துக் கொள்ளும். நீரகத்தின் அலகு கனஅளவிலிருந்து புவிஈர்ப்பு விசையினால் வெளியேற்றும் நிகழ் அலகு கனஅளவு நீர் ‘சீர் வெளியேற்றம்’ (Specific Yield) என்றழைக்கப்படும். நீரகத்தின் உள்ளே தங்கிவிடும் நீர் அளவை ‘சீர்த்தேக்கம்’ (Specific retention) என்றழைக்கப்படும். ஆகவே துளையகம், ‘சீர்வெளியேற்றம்’

‘சீர்தேக்கம்’ ஆகியவற்றின் கூட்டலாகும். இதைச் சமன்பாட்டில்,
 $n = S_y + S_r, \dots \dots \dots (3.2)$ எனக் குறிப்பிடலாம்.

இதில் n = துளையகம்,
 S_y = சீர் வெளியேற்றம், மற்றும்
 S_r = சீர்தேக்கம் ஆகும்.

அட்டவணை 3.1 பொதுவான மண்வகைகளின் ‘துளையகம்’ மற்றும் ‘சீர் வெளியேற்றம்’ இவற்றின் மதிப்புகளைத் தருகிறது.

அட்டவணை 3.1 தேர்ந்தெடுத்த கட்டமைப்புகளின் ‘துளையகம்’ மற்றும் ‘சீர் வெளியேற்றம்’ மதிப்புகள்

கட்டமைப்பு	துளையகம் (விழுக்காடு)	சீர் வெளியேற்றம் (விழுக்காடு)
களிமண்	45-55	1-10
மணல்	35-40	10-31
சரளை	30-40	15-30
மணல் கற்பாறை	10-20	5-15
வெள்ளைக் கற்பாறை	1-10	0.5-5.0
சுண்ணாம்புக்கல்	1-10	0.5-5.0

அட்டவணை 3.1 ஐக் கவனித்துப் பார்த்தால், களிமண், மணல் ஆகியவற்றின் துளையகம் மிக அதிகமாயிருப்பினும் களிமண் புவியின் ‘சீர்வெளியேற்றம்’, மணல் பாங்கான புவியின் ‘சீர் வெளியேற்றம்’ த்தோடு ஒப்பிடுகையில் மிகமிகக் குறைவேயாகும்.

‘டார்சியின் விதி’

தனது பரிசோதனைகளின் முடிவில் ‘டார்சி’ ஒரு துளை ஊடகத்தில் நீர்வேகத்தைக் கணக்கிடும் விதியைக் கூறினார். அதை, $V = ki, \dots \dots \dots (3.3)$ என்ற சமன்பாடு விளக்குகிறது. இதில் V = நீர்க்கசிவின் உத்தேசவேகம் $V = \frac{Q}{A}$ இதில் Q என்பது நீர்ப்போக்கு வேகவிகிதம், மற்றும் A என்பது துளை ஊடகத்தின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு ஆகும். சில நேரங்களில் V நீர்ப்போக்கு வேகவிகித வேகம் என்றும் அழைக்கப்படும். $i = -\frac{dh}{ds}$ = நீரியல் சரிவு, இதில் $h =$

அழுத்த உயரம், $s =$ நீரோட்டத் திசையிலான தூரம். இந்த திசையில் தூரம் அதிகமாகும் போது அழுத்த உயர அளவு குறைந்து கொண்டே வருவதால் கழித்தல் குறி போட்டிருக்கிறது. $K =$ ஒரு குணகம் , இதனைக் 'ஊடுருவக் குணகம் (coefficient of permeability) என்று, வேக அலகில் குறிப்பிடப்படும். நீர்ப்போக்கு வேக விகிதம் $Q = KiA.....(3.4)$

$$= KA\left(-\frac{\Delta H}{\Delta S}\right).....(3.4 \text{ அ})$$

இதில் $(-\Delta H)$ என்பது ΔS என்ற தூரத்தில் குறையும் நீரியல் தரச் சரிவாகும்.

டார்சி விதி பொதுவான சீர்ப்பாய்மத்தின் குறிப்பிட்ட சமயங்களுக்கு மட்டும் பொருந்தும். நிகழ் செயல்பாட்டுக்கு, 'ரெய்னால்ட்ஸ் எண்' ஒன்றுக்கு (1.0) மிகாத வரைதான் 'டார்சி விதி' பொருந்தும்.

$$\text{அதாவது } N_R = \frac{v d_a}{\chi} = 1.....(3.5)$$

இதில் $N_R =$ ரெய்னால்ட்ஸ் எண்

$d_a =$ மண்துகளின் பருமன் அளவு, பொதுவாக $d_a = d_{10}$

d_{10} என்பது மொத்த மண்துகள்களில் 10 விழுக்காடு இந்தப் பருமனை விடக் குறைந்த அளவில் இருப்பதைக் குறிக்கும்.

$\chi =$ நீரின் 'பாய்ம வேக இழுவை'.

பாறைப்பிளவுகள், துளைசங்கிலிகளைத் தவிர மற்ற இடங்களில் நிலத்தடி நீரோட்டம் 'டார்சி விதியை' மீறாமல் இருக்கும். இந்த விதி பயன்படும் கீழ்மட்ட அளவு நிர்ணயிக்கப்படவில்லை.

டார்சி விதியில் குறிப்பிட்ட உத்தேச வேகம், உண்மை நிகழ் வேகத்துக்கு சமமாகாது. துளைகளின் ஒழுங்கற்ற வடிவ அமைப்புகளால் நிகழ்வேகம் இடத்திற்கு இடம் வேறுபடும். ஆகவே துளை ஊடகத்தில் நிகழும் நீர் வேகத்தைக் குறிப்பிட மொத்த கன துளை வேகத்தை (V_a) பயன்படுத்தலாம்.

$$V_a = \frac{V}{n}.....(3.6) \text{ இதில் } n = \text{துளையகம், } V = \text{உத்தேச துளை}$$

ஊடக வேகம், $V_a =$ மொத்த கன துளை வேகம்.

ஊடுருவக் குணகம்

ஊடுருவக் குணகம் 'நீரியக் கடத்தி' (Hydraulic Conductivity) என்றும் அழைக்கப்படும். இது பாய்மக் குணங்களையும் துளையக குணங்களையும் சார்ந்திருக்கலாம். சீர்ப் பாய்ம ஓட்டத்தின் 'ஹேகன் பாய்செல்' பாய்ம ஓட்டத்தை ஒத்த துளையக ஓட்டத்தோடு ஒப்பிட்டால், ஊடுருவக் குணகத்தைத் தீர்மானிக்கும் சமன்பாடு கிடைக்கும். அது

$$K = C d_{50}^2 \frac{\chi}{\sim}, \text{ என்பதாகும் } \text{----} (3.7)$$

இதில் d_{50} = துளையக ஊடகத்தின் சராசரி துகள்களின் பருமன், χ = நீரின் சீர் எடை, \sim = பாய்ம விசை இழுவை, C = வடிவக் காரணி. C என்னும் வடிவக் காரணி துளை ஊடகத்தின் மண்துகள்களின் வடிவம், மண்துகள்களின் இறுக்கம், அவைகளின் பருமப் பரவல், துளையகம் ஆகியவைகளைச் சார்ந்திருக்கும்.

துளை ஊடகத்தின் ஊடுருவக் காரணியை ஆய்வகத்தில் சோதனை மூலம் கணிக்கலாம். இதைக் கணிக்கும் அளவியை 'ஊடுருவ அளவி' என்று சொல்வர். ஊடுருவக் காரணியை 'நிலைத்த அழுத்த ஊடுருவ அளவி' முறையிலோ 'மாறுபடும் அழுத்த ஊடுருவ அளவி' முறையிலோ தீர்மானிக்கலாம்.

3.3 நிறைநிலை நீர் ஓட்டம்

நிறைநிலை ஓட்டம், நிலத்தடி நீரின் ஓட்டப் பகுப்பாய்வுகளில் முக்கியத்துவம் பெற்றது.

3.3.1 நிலத்தடி நீரின் நிலைச்சக்தி

நிலத்தடி நீரோட்டத்தின் குறிப்பிட்ட புள்ளியின் மொத்த சக்தி, அதன் அலகு எடை விகிதத்தில் கீழே வரும் சமன்பாட்டில் தரப்பட்டுள்ளது.

$$h = \frac{p}{\chi} + \frac{v^2}{2g} + z \rightarrow (3.8)$$

இதில் h = மொத்த சக்தி, $\frac{p}{\chi}$ = நிலைச்சக்தி, $\frac{v^2}{2g}$ = நீரின் ஓட்ட சக்தி, z = புள்ளியின் உயரம் (ஓப்பீட்டுத் தளத்திலிருந்து) பொதுவாக நிலத்தடி

நீரின் ஓட்ட வேகம், மிகமிகக் குறைவு என்பதால் அதை விட்டுவிடலாம். எனவே மொத்த சக்தியை

$$h = \frac{P}{\rho} + z \rightarrow (3.9)$$

டார்சி விதியிலிருந்து $V = Ki$,

$$\text{இதில் } i = -\frac{dh}{ds} = -\frac{d}{ds} \left(\frac{P}{\rho} + Z \right) \rightarrow (3.10)$$

$$\text{ஆதலின் } V = -K \frac{dh}{ds} \rightarrow (3.11)$$

நீர்ஓட்ட சக்தியை w என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடுவோம். முப்பரிமாணங்களில் இதன் ஓட்ட வேக அங்கங்களாக,

$$u = \frac{-\partial w}{\partial x}, v = \frac{-\partial w}{\partial y}, w = \frac{-\partial w}{\partial z} \dots\dots\dots(3.12)$$

என்று எடுத்துக் கொள்வோம். அப்போது $V = \frac{-\partial w}{\partial s} \dots\dots\dots(3.13)$

என்றாகும். இதில் S என்ற திசையின் பொது நீரோட்ட வேகம் V ஆகும். சமன்பாடுகள் (3.12) மற்றும் (3.13)ல் இருந்து

$$\frac{dw}{ds} = K \frac{dh}{ds} \quad (\text{அல்லது}) \quad w = Kh + C. \quad C \text{ என்பது ஒரு மாறிலி.}$$

இது நீரோட்டத்தின் அமைப்பைப் பாதிக்காது என்பதால் இதை விட்டு விடலாம்.

ஆகவே $w = Kh \dots\dots\dots(3.14)$ என்றே குறிப்பிடலாம்.

சீரான தன்மையும், ஒத்த வடிவத் துளையக அமைப்பையும் கொண்ட துளை ஊடகங்களில், முப்பரிமாண ஓட்ட வேக அங்கங்களான

$$u = -K_x \frac{\partial h}{\partial x}, v = -K_y \frac{\partial h}{\partial y}, w = -K_z \frac{\partial h}{\partial z} \rightarrow (3.15)$$

ஆகியவற்றை நிலைத்த நிலை ஓட்டங்களில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

முப்பரிமாணங்களில் தொடர் ஓட்டச்சமன்பாடு, நிலைத்த நிலை,

$$\text{அழுத்தமிலா சமயங்களில் } \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad \text{ஆகும்} \quad \text{---(3.16)}$$

இதில் சமன்பாடு (3.12) ஐ இணைத்தால். வரும் புதிய சமன்பாடு

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \rightarrow (3.17)$$

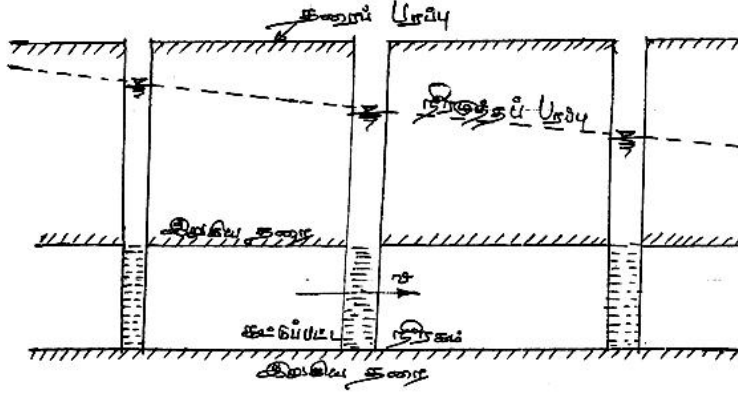
3.4 ஒற்றைப் பரிமாண நிலைத்த நிலை நீரோட்டம் (பாய்வு)

சமன்பாடு (3.17) $\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0$ என்று சொல்கிறது.

இது முப்பரிமாணச் சமன்பாடு. ஒற்றைப் பரிமாணத்தில் இது

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = 0 \text{ ----- (3.18) என்று குறுகும்.}$$

கட்டுப்பட்ட நீரகம்



படம் : 3.5 நிலைத்த நிலை ஒற்றைப் பரிமாண நீரோட்டம்
சீரான பருமன் கொண்ட கட்டுப்பட்ட நீரகம்

இந்தச் சமன்பாட்டை ஒருங்கிணைத்தால் வருவது,

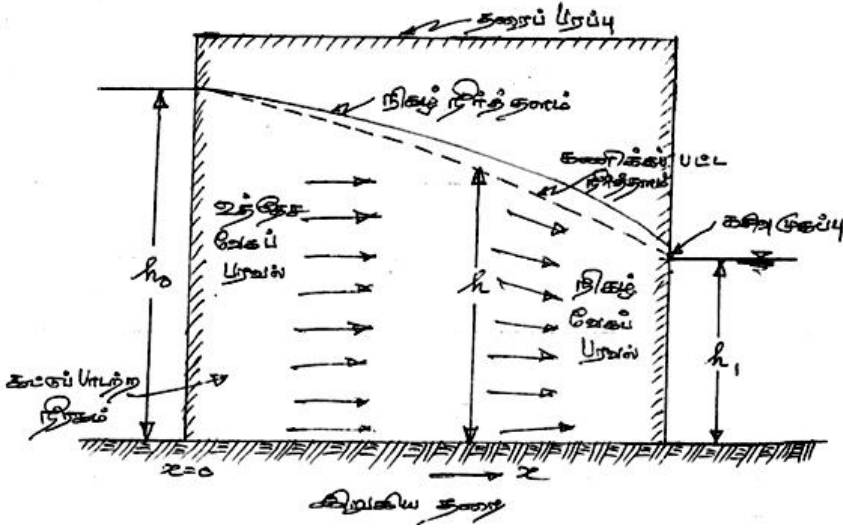
$$h = C_1x + C_2 \text{(3.19)}$$

h என்பது ஒப்பீட்டுத் தளத்திற்கு மேலான அழுத்த உயரம், C_1 மற்றும் C_2 என்பவை ஒருங்கிணைப்பு மாறிலிகள் $x=0$ ஆக இருக்கும் போது $h=0$ ஆகும். அத்தோடு டார்சி விதியின் படி $\frac{\partial h}{\partial x} = -(V/K)$, ஆகவே

$$\text{சமன்பாடு ..(3.19) இலிருந்து } h = \frac{-Vx}{K} \text{(3.20) இதைப் படம் 3.5}$$

உடன் இணைத்துப் பார்த்தால் x ன் மதிப்பு அதிகமாகும் போது h ன் மதிப்பு குறைவது தெரியும்.

கட்டுப்பாடற்ற நீரகம் :



படம் : 3.6 ஒரு கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தில் செங்குத்து எல்லைகள் கொண்ட இரு நீர்நிலைகளுக்கிடையேயான நிலைத்த நிலைப் பாய்வு

கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தில் சமன்பாடு 3.18 லிருந்து நேரடியான கணக்கீடு செய்ய இயலாது. ஏனெனில் இரு பரிமாணத்தில் நீர்த்தளம் நீரோட்ட கோட்டைத் தீர்மானிக்கும். இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து கணக்கீடு செய்ய “டியூபிட்” கீழ்க்கண்ட கணிப்புகளை உத்தேசமாக வரையறை செய்தார். அவை :

- (1) நீரோட்ட வேகம் நீரியற்சரிவின் தொடுகோட்டிற்கு (Tangent) நேர் விகிதத்தில் மாறுபடும்.
- (2) ஒவ்வொரு செங்குத்து வெட்டுப் பரப்பிலும், நீரோட்டம் சமச்சீராகவும், நேர்த்தளத்திலும் இருக்கும்.

இந்த உத்தேச வரையறைகள் கணிப்பீடு செய்ய உதவியாக இருந்தாலும், இதன் பயன்பாடுகள் ஒரு வரையறைக்குள் அடங்குபவையாகவே இருக்கும்.

படம் : 3.6 ஒற்றைப் பரிமாண நீர்ப்பாய்வுக்கான கணிப்புப் படம்.

இதில் நீர்ப்போக்கு விகிதம் அலகு அகலத்திற்கு q என்று கொள்ளலாம். ஆகவே

$$q = -Kh \frac{dh}{dx} \dots \dots \dots (3.21)$$

இந்தச் சமன்பாட்டில் K = நீரியக் கடத்தி, h = ஒரு இறுகிய தளத்திற்கு மேற்பட்ட உயரம், x = நீரோட்டத் திசை.

சமன்பாடு (3.21)ஐ ஒருங்கிணைத்தால், கிடைப்பது

$$qx = -\frac{Kh^2}{2} + C \dots \dots \dots (3.22)$$

$x=0$ ஆக இருக்கும் போது $h = h_0$ ஆக இருக்கும். எனவே,

$$C = \frac{Kh_0^2}{2} \text{ என்றாகும். ஆதலின் 'டியூபிட்' சமன்பாடு}$$

$$q = \frac{K}{2h} (h_0^2 - h^2) \text{ என்றாகும். } \text{-----(3.23)}$$

இதிலிருந்து நீர்த்தளம் பரவளைய வடிவில் (parabolic) இருக்கும் என்பது புலனாகிறது.

படம் : 3.6 இல் இருப்பது போன்ற இரு நீர்நிலைகளுக்கிடையே மாறாத அழுத்த உயரங்கள் h_0, h_1 என்று இருக்குமானால், ஓடை மேற்புற எல்லையின் நீர்த்தளச் சரிவு, $\frac{dh}{dx} = -\frac{q}{Kh_0} \rightarrow (3.24)$ ஆனால்

$h = h_0$ என்ற எல்லை, ஒரு சமநிலைச் சக்திக்கோடு; ஏனெனில் ஒரு நீர் நிலையின் நிலைச்சக்தி மாறாதது. இதன் காரணமாக நீர்த்தளம் இங்கு நேராக நேர்த்தளத்தில் இருக்கும். இது சமன்பாடு (3.24)க்கு முரணானது. சமன்பாடு (3.23)ன் படி பரவளைய நீர்த்தளம், நீரோட்டத் திசையில் நீர்ச்சரிவை அதிகரிக்கும். இவ்விரண்டு செய்திகளும் 'டியூபிட்' உத்தேச வரையறைகளின் நிலையற்ற பண்பைத் தெளிவாக்குகிறது. அதனால் தான் படம் 3.6இல் நிகழ் நீர்த்தளம் கணிக்கப்பட்ட நீர்த்தளத்திலிருந்து மிகவே வேறுபடுகிறது. நிகழ் நீரோட்ட வேகம், டியூபிட் உத்தேசங்களிலிருந்து வேறுபடுவதால், ஓடையின் கீழ்ப்புற எல்லையில் கசிவு முகப்பு தோன்றுகிறது (படம் 3.6) இருப்பினும் சமன்பாடு (3.23) கூடுமான வரையிலும் ஏற்கக்கூடிய கணிப்புகளைத் தருகிறது.

3.5 கிணற்று நீரியக்கவியல்

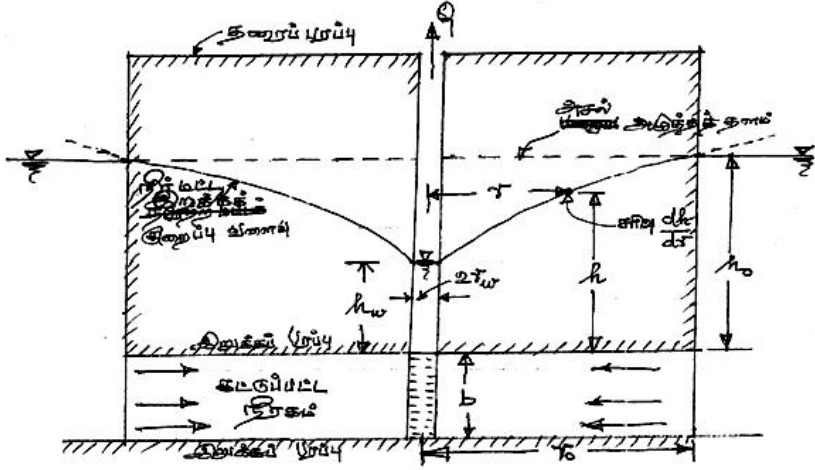
நிலத்தடி நீர்ப் பயன்பாட்டில் கிணறுகள் மிக இன்றியமையாத பங்களிப்பைத் தருகின்றன. குடிநீர்த் தேவைகளையும், நீர்ப்பாசனத் தேவைகளையும் நிறைவேற்றுவதில் கிணறுகள் சிறப்பான பணியாற்றுகின்றன. ஆகவே 'கிணற்று நீரியக்கவியல்' குறிப்பிடத்தக்க இடத்தைத் தக்க வைத்துக் கொண்டிருக்கிறது.

3.5.1. நிலைத்த கிணற்று ஆர நீரோட்டப் பாய்வு

ஒரு கிணற்றிலிருந்து நீரை உந்து விசைமூலம் வெளியேற்றினால் நீரகத்தின் சுற்றுப் புறங்களிலிருந்து நீர் பாய்ந்து எல்லா ஆரத்திசைகளிலிருந்தும் கிணற்றுக்கு வந்து சேர்ந்து வெளியேறும் அதனால் கிணற்றின் நீர் அழுத்த மட்டம் குறையும். இதனை “நீர் மட்ட இறக்கம்” (Draw down) என்று சொல்வர். ‘நீர் மட்ட இறக்கம்’ என்பதை ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் குறையும் நீரேற்ற மட்டத் தூரம் என்று சொல்லலாம். ஒரு ‘நீர் மட்ட இறக்க வளைவு’ ஒரு கிணற்றின் நீர் மட்ட இறக்கத்தையும், அது பாதிக்கும் தூரத்தையும் தீர்மானிப்பது ‘நீர் மட்ட இறக்க வளைவு’. முப்பரிமாணத்தில் நீர் மட்ட இறக்க வளைவு ஒரு கூம்பு வடிவில் இருக்குமென்பதால் அதனை ‘கூம்புக் குழிவு’ என்று குறிப்பிடுவர். இந்தக் கூம்புக் குழிவின் வெளிப்புற எல்லை ஒரு கிணற்றின் “செல்வாக்குப் பரப்பைக் குறிப்பிடும்.

3.5.1.1. கட்டுப்பட்ட நீரகம்

ஆரப்பாய்வு சமன்பாட்டை வரையறை செய்ய (கிணற்று நீர்ப்போக்கு விகிதத்தையும் நீர்மட்ட இறக்கத்தையும் இணைக்கும்) (படம் 3.7) உதவும். இது ஒரு கட்டுப்பட்ட நீரகத்தை முழுதுமாக ஊடுருவும் கிணறு. இது ஒரு இரட்டைப் பரிமாண நீரோட்டப் பாய்வாகவும், ஒரு வட்டத்தீவில் மையங்கொண்ட சீரான தன்மையும், ஒத்த வடிவத்துளையக அமைப்பையும் கொண்ட கட்டுப்பட்ட நீரகத்தை முழுதுமாக துளைக்கும் கிணறாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும். நீரோட்டம் எங்கெங்கிலும் நேர்த்தளத்தில் பாய்வதால் ‘டியூபிட்’டன் உத்தேச வரையறைகள் தவறுகளின்றிப் பயன்படுத்தப்படலாம்.



படம் : 3.7 வட்டத்தீவில் மையங்கொண்ட நிலைத்த ஆரப்பாய்வு நிகழும் கட்டுப்பட்ட நீரகக் கிணறு.

கிணற்று நீரோட்டப்பாய்வு, நீரகத்தின் ஆரத்திசைகளிலிருந்து வருவதால் செவ்வக அச்சப் புள்ளிகளுக்குப் பதிலாக துருவப் புள்ளிகளைப் பயன்படுத்துவோம். இம்முறையில் நீர்ப்போக்கு விகிதம் 'Q' கிணற்று மையத்திலிருந்து 'r' தூரத்தில் கணக்கிடும் போது, $Q = AV = -2f rb K \frac{dh}{dr}$(3.25) இதை மாற்றி அமைத்தால்,

$$\frac{Q}{-2f rb K} dr = dh, \quad \text{இதை ஒருங்கிணைத்தால்}$$

$$-\int_{r_w}^{r_o} \frac{Q}{-2f rb K} dr = \int_{h_w}^{h_o} dh, \quad \text{கிடைப்பது}$$

$$(h_o - h_w) = \frac{Q}{2f Kb} \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right) \rightarrow (3.26) \quad \text{அல்லது}$$

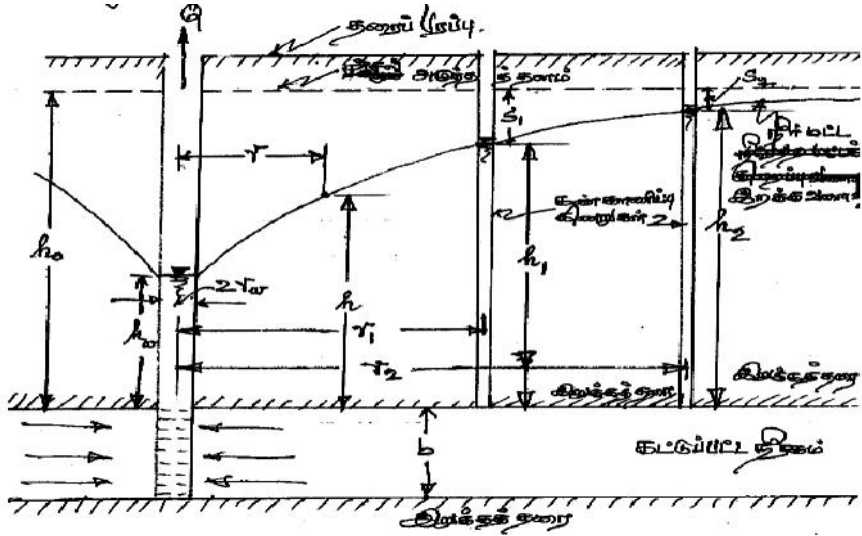
$$Q = 2f Kb \frac{h_o - h_w}{\ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} \dots\dots\dots(3.27)$$

இதில் கழித்தல்குறி விட்டுவிடப்பட்டது. சமன்பாடு (3.27) ன் படி r மதிப்பு உயர உயர, h ன் மதிப்பு, பொதுவாக

$$Q = 2f Kb \frac{h - h_w}{\ln\left(\frac{r}{r_w}\right)} \dots\dots\dots(3.28) \quad \text{என்று சமன்பாடு (3.28) ன் படி}$$

அதிகப்படியான அழுத்த உயரம் h, துவக்க அழுத்த உயரம் h_o. தத்துவப்படி எல்லையில்லாத நீரகம் இருக்க சாத்தியமில்லை, ஏனெனில் 'கூம்புக் குழிவு' எல்லை தாண்டி விரிய இயலாது,

எனினும் செயல்பாட்டு வரையறையில் h , h_0 ஐ நெருங்கும் போது நீரேற்ற மட்டக்குறைவு தூரம் கிணற்றிலிருந்து மடக்கை விகிதத்தில் மாறும் (logarithmic) இதைப் படம் 3.8 விளக்குகிறது.



படம் : 3.8 விரிந்த கட்டுப்பட்ட நீரகத்தை துளைத்த கிணற்றின் ஆரப்பாய்வு

சமன்பாடு 3.28 'சமநிலை' அல்லது 'தியம்' (Thiem) சமன்பாடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து ஒரு நீரகத்தின் 'நீரியக் கடத்தி (Hydraulic Conductivity) அல்லது 'கடத்துந்திறன்' (Transmissivity) இரண்டையும் தீர்மானிக்க இயலும். செயல்முறையில் இக்கிணற்றிலிருந்து தோண்டப்பட்ட இரு கண்காணிப்புக் கிணறுகளின் தூரம் r_1 , r_2 என்று எடுத்துக் கொள்வோம். அவற்றின் அழுத்த உயரம் h_1 , h_2 என்று எடுத்துக் கொள்வோமானால், இந்த நீரகத்தின் 'கடத்துந் திறன்'

$$T = Kb = \frac{Q}{(h_2 - h_1)} l_n \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \dots \dots (3.29) \text{ என்ற சமன்பாட்டின்படி கணக்கீடு}$$

செய்யலாம். இதில் நீர் மட்ட இறைப்பின் மதிப்புகள் s_1 , s_2 என்றால்,

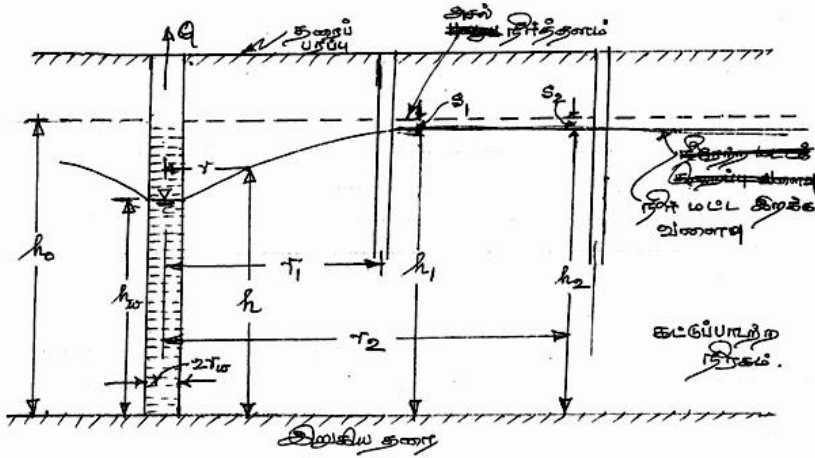
$$\text{சமன்பாடு (3.29) மாறி } T = \frac{Q}{2f(s_1 - s_2)} l_n \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \dots \dots (3.30) \text{ என்று}$$

பயன்படுத்தப்படும். சமன்பாடு 3.30ஐ பயன்படுத்த நீர் இறைப்பு சீரான வேக விகிதத்தில் தொடர வேண்டும். அப்பொழுது நீர் மட்ட இறக்க நேரத்தைப் பொறுத்து மாறாமல் இருக்க வேண்டும். அல்லது $(s_1 - s_2)$ மதிப்புகள் நிலையாய் இருக்கும். இந்தச் சமன்பாடு பயன்படுத்தும் உத்தேசக் கட்டுப்பாடுகளாவன :

- (1) நீரகம் சீரான தன்மையும், ஒத்த வடிவத் துளையக அமைப்பையும் கொண்டிருக்க வேண்டும்.
- (2) இந்த நீரகத்தின் மொத்தப் பருமனும் ஒரே சீராயிருக்க வேண்டும்.
- (3) இந்த கட்டுப்பட்ட நீரகத்தின் எல்லை பரந்து விரிந்து இருக்க வேண்டும்.
- (4) கிணறு நீரகத்தை முழுமையாகத் துளைக்க வேண்டும்.

3.5.1.2 கட்டுப்பாடற்ற நீரகம்

டியூபிட் உத்தேச வரையறைகள் மூலம் கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தில் துளையிடும் கிணற்றில் பாயும் நிலைத்த நிலை நீரோட்டத்தைக் கணக்கிடும் சமன்பாட்டைக் கணிக்கலாம். இதைப் படம் 3.9 தெளிவாய் விளக்குகிறது.



படம் : 3.9 கட்டுப்பாடற்ற நீரகத்தைத் துளைக்கும் கிணற்றில் பாயும் ஆர் நீரோட்டம்

கிணறு நீரகத்தின் அடித்தளம் வரை முழுதுமாகத் துளைத்து வட்டக் கிணறாய் உள்ளது. இதன் நீரழுத்த உயரம் நிலையாய் உள்ளது. இந்தக் கிணற்றின் நீர்ப்போக்கு விகிதம்,

$$Q = -2\pi rKh \frac{dh}{dr} \dots \dots \dots (3.31)$$

இந்தச் சமன்பாட்டை $h = h_w$, $r = r_w$ ஆக இருக்குமாறும்,
 $h = h_o$, $r = r_o$ ஆக இருக்குமாறும்,

ஆன எல்லைகளுக்கிடையே ஒருங்கிணைத்தால்

$$\int_{r_w}^{r_o} Q \frac{dr}{r} = \int_{h_w}^{h_o} -2f Kh dh \dots\dots\dots (3.31) \text{ அ) கணிக்கப்படும் சமன்பாடு}$$

$$Q = f K \frac{h_o^2 - h_w^2}{l_n \left(\frac{r_o}{r_w} \right)} \dots\dots\dots (3.32) \text{ சமன்பாடு 3.32இல் } h_1, h_2 \text{ மற்றும் } r_1, r_2$$

$$\text{ஆகியவற்றை இணைத்தால் கிடைப்பது } Q = f K \frac{(h_2^2 - h_1^2)}{l_n \left(\frac{r_2}{r_1} \right)} \dots\dots\dots (3.33)$$

இதை நீரியக் கடத்தியைக் கணிப்பதற்கு மாற்றியமைத்தால்,
 $K = \frac{Q}{f (h_2^2 - h_1^2)} l_n \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \dots\dots\dots (3.34) \text{ என்று வரும். இதிலிருந்து}$

நீரகத்தின் கடத்துந்திறன், $T = K \frac{(h_1 + h_2)}{2} \dots\dots\dots (3.35) \text{ எங்கெல்லாம்}$

நீர்மட்ட இறக்கம் அதிகமாக உள்ளதோ, அங்கெல்லாம் h_1 மற்றும் h_2 விற்கு பதிலாக, $(h_o - s_1)$ மற்றும் $(h_o - s_2)$ என்று எழுதலாம். ஆகவே நீரகத்தின் கடத்துந்திறனைக் குறிப்பிடும் சமன்பாடு

$$T = Kh_o = \frac{Q}{2f \left[\left(s_1 - \frac{s_1^2}{2h_o} \right) \right]} l_n \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \dots\dots\dots (3.36)$$

3.6 நிலையற்ற நிலத்தடி நீரோட்டப் பாய்வு

ஒரு நிலையற்ற (நேரத்தோடு மாறும்) ஆரப்பாய்வு கணிப்புகளை கணக்கீடு செய்வதில் சிக்கல்களை ஏற்படுத்தும். ஆதலின் இதன் கணக்கீடுகள் கவனமாகச் செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

3.6.1 கட்டுப்பட்ட நீரகத்தின் நிலையற்ற ஆரப்பாய்வு

ஒரு பரந்த கட்டுப்பட்ட நீரகத்தின் முழுதுமான துளைக்கப்பட்ட கிணற்றிலிருந்து சீரான வேக விகிதத்தில் நீர் இறைக்கப்பட்டால் நீர்ப்போக்கு விகிதம் நேரம் செல்லச் செல்ல வெளிப்புறமாகவும் விரிவடையும். 'நீர் மட்ட இறக்க விகிதத்தால்' தேக்க மாறிலியைப் பெருக்கி வரும் தொகையைச் செல்வாக்குப் பரப்பு முழுதுக்குமாய் கூட்டினால் வரும் மதிப்பு நீர்ப்போக்கு விகிதத்துக்கு சமமாய் இருக்கும். ஏனெனில் நீரகத்தின் உள்ளே தேக்கப்பட்டிருக்கும் நீரளவிலிருந்து தண்ணீர் வெளிவரவேண்டும்.

ஆகவே இந்த நீரகத்தின் பரந்த எல்லையிலிருந்து நீர் மட்ட இறக்கம் தொடர்ந்து நிகழும். எனவே இங்கு நிகழும் நீரோட்டப் பாய்வு நிலையற்று அல்லது நிலைமாறும் தன்மையதாக இருக்கும். ஆனாலும் இதன் செல்வாக்குப் பரப்பு விரிய விரிய மட்டக் குறைவு தொடரும்.

இந்தச் செயல்பாட்டைக் கணிக்கும் பகுப்புச் சமன்பாடு துருவ அச்சப் புள்ளிகளில் குறிப்பிட்டால்

$$\frac{\partial^2 h}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial h}{\partial r} = \frac{S}{T} \frac{\partial h}{\partial t} \dots\dots\dots(3.37)$$

இதில் $h =$ நீரழுத்த உயரம்

$r =$ இறைக்கும் கிணற்றிலிருந்து ஆர தூரம்

$S =$ தேக்க மாறிலி

$T =$ கடத்துந்திறன்

$t =$ நீர் இறைக்கத் தொடங்கியதிலிருந்து கணக்கிடும் நேரம்

‘தையிசு’ சமன்பாடு (3.37) க்கான கணிப்பை, வெப்பக் கடத்தும் திறனோடு, நிலத்தடி நீலோட்டப் பாய்வை ஒப்பிட்டுக் கொடுத்துள்ளார். கணித முறையில் கிணற்றை மாறாத திறன் கொண்ட குழியாக மாற்றி, அதன் எல்லைகளாக $t = 0$ ஆக இருக்கும் போது $h = h_0$ என்றும், $h \rightarrow h_0$ ஐ நெருங்கும் போது $r \rightarrow \infty$ ஐ நெருங்கும் என்றும் நேரம் t எப்பொழுதும் நேர் விகிதத்தில் அதிகரிக்கும் என்றும் எடுத்துக் கொண்டு, கொடுத்த கணிப்பின்படி

$$S = \frac{Q}{4fT} \int_u^\infty e^{-u} \frac{d_u}{u} \dots\dots\dots(3.38) \text{ இதில் } S \text{ என்பது மட்ட இறக்கம் ,}$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \dots\dots\dots(3.39) \text{ சமன்பாடு (3.39) ‘சமநிலையற்ற’ (அல்லது)}$$

‘தையிசு’ சமன்பாடு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த இணைப்புக் கணிப்பு அதன் கீழ் எல்லை u ஐச் சார்ந்தது என்பதால் இதனை ‘அடுக்கு இணைப்பு’ (exponential integral) என்று சொல்லலாம். இதை சுருங்கி நிலைப்படும் தொடராக விரித்தால்

$$S = \frac{Q}{4fT} \left[-0.5772 - \ln u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \frac{u^4}{4.4!} + \dots \right] \text{-----(3.40)}$$

என்று விரியும். கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைப்புச் சோதனைகள் மூலம் சமன்பாடு (3.38)ஐப் பயன்படுத்தி ‘தேக்கமாறிலி S’ மற்றும் ‘கடத்துந்திறன் T’ ஆகியவற்றை கணிக்கலாம். இந்தச் சமன்பாடு எல்லோர்க்கும் செயல்முறைப் பயன்பாட்டிற்கு உதவுகிறது. இந்தச்

சமன்பாட்டை, தியம் சமன்பாட்டை (3.28)ஐக் காட்டிலும் அதிகமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதற்கான காரணங்கள் : (1) தேக்க மாறிலி S தீர்மானிக்கப்படுகிறது. (2) ஒரே ஒரு கண்காணிப்புக் கிணறு மட்டுமே தேவை. (3) குறைந்த நேர நீர் இறைப்பே போதுமானது. (4) நிலைத்த நிலை நீரேற்றம் தேவைப்படாது. சமன்பாடு (3.38) ல் உள்ளடங்கிய உத்தேசங்களைத் தெளிவாகத் தெரிந்து கொண்டால்தான் தவறான முடிவுகள் வராமலிருக்கும். உத்தேசத் தீர்மானங்களின் உள்ளடக்கம் :

1. இந்த நீரகம் சீரான தன்மையும், ஒத்த வடிவத்துளையக அமைப்பைக் கொண்டதாகவும் மிகப் பரந்து விரிந்த எல்லையைக் கொண்டதாகவும் இருக்க வேண்டும்.
2. நீரிறைப்பதற்கு முன்னர் நீரழுத்தப் பரப்பு நேர்த்தளத்தில் இருக்க வேண்டும்.
3. கிணற்று நீர் சீரான நீரேற்று விகிதத்தில் இறைக்கப்பட வேண்டும்.
4. நீரிறைக்கும் கிணறு மொத்த நீரகத்தையும் துளைக்க வேண்டும். நீரகத்திலிருந்து கிணற்றுக்குப் பாயும் நீரோட்டம் நேர்த்தளத்தில் இருக்கும்.
5. கிணற்று விட்டம் மிக மிகக் குறைவாக இருப்பதால், கிணற்றுத் தேக்கம் விடப்படலாம்.
6. இறைக்கப்பட்ட நீர் உடனடியாக வெளியேற்றப்பட வேண்டும். அதோடு மட்டக் குறைப்பும் நிகழ வேண்டும்.

S மற்றும் T இன் சராசரி மதிப்பீடுகள் நீரிறைக்கும் கிணறுகளுக்கு அருகில் இருக்கும் கண்காணிப்புக் கிணறுகளின் நீர்மட்ட இறக்கத்தையும் அதன் தொடர்பு நேரத்தையும் பொறுத்து செய்யப்படலாம். சமன்பாடு 3.38 மற்றும் 3.40ன் கணிப்பு சுலபமானது இல்லை என்றாலும் சில ஆய்வாளர்கள் முயற்சி செய்து உத்தேசக் கணிப்பீடுகளைக் கொடுத்திருக்கிறார்கள். அவற்றில் 'தையிசு' மற்றும் 'யாக்கோப்பு' முறைகள் பிரபலமானவை. அவற்றைப் பார்ப்போம்.

3.7 'தையிசு' முறையும், 'யாக்கோப்பு' முறையும்

நிலையற்ற நீரோட்டப் பாய்வுக் கணிப்பு சிறிது கடினமானது என்று பார்த்தோம். கட்டுப்பட்ட நீரகக் கிணற்றின் ஆரப் பாய்வைக் கணிக்கும் முறைகளில் 'தையிசு'முறையும், 'யாக்கோப்பு'முறையும்

குறிப்பிடத்தக்கவை. ‘யாக்கோபு’ முறையை ‘கூப்பர் – யாக்கோபு’ முறை என்றும் சொல்வார்கள்.

3.7.1 “தையிசு’முறைக் கணிப்பு

சமன்பாடு 3.38ஐச் சுருக்கி $s = \left(\frac{Q}{4fT} \right) W(u) \dots (3.41)$ என்று எழுதலாம். இதில் $W(u)$ என்பதை ‘கிணற்றுச் சார்பமைப்பு’ (Well function) என்று சொல்லலாம். இது ‘அடுக்கு இணைப்பின்’ (exponential integral) எனிய தோற்றுவாய். சமன்பாடு 3.39இத் திருத்தி, $\frac{r^2}{t} = \left(\frac{4T}{S} \right) u \dots (3.42)$ என்று எழுதலாம். $W(u)$ க்கும் u க்குமான உறவு s க்கும் $\left(\frac{r^2}{t} \right)$ க்குமான உறவுக்கு ஒத்ததாக இருக்கம். ஏனெனில் அடைப்புக் குறியில் உள்ளவை ‘மாறிலிகள்’. இந்த ஒப்புறவை வைத்து ‘தையிசு’ S மற்றும் Tஐ இணைத்து ஒரு உத்தேசக் கணிப்பீட்டைக் கொடுத்தார். இது மேலிணைப்பு வரைபட முறையில் உள்ளது.

மடக்கைத்தாளில் (logarithmic paper) $W(u)$ க்கும் u க்குமான உறவைக் கணித்து ஒரு ‘செயல் வளைவு’ வெளியிட்டுள்ளார். அட்டவணை 3.2 $W(u)$ க்கும் u க்குமான மதிப்பீடுகளைத் தருகிறது. ‘மட்ட இறக்கத்து’ (s), $\left(\frac{r^2}{t} \right)$ க்குமான மதிப்பீடுகள் மடக்கைத் தாளில் ‘செயல் வளைவு’ வரைபட அளவிலேயே குறிக்கப்பட்டு ஒன்றின் மீது ஒன்று இணை கோட்டுப் பரப்பில் பொருத்தப்பட்டு, எங்கு நிறைய புள்ளிகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று இணைகிறதோ, அதுவரை முயற்சி செய்து அந்தப் புள்ளிக்கு $W(u)$, u , s மற்றும் $\left(\frac{r^2}{t} \right)$ மதிப்புகளைக் குறிப்பிட்டுக் கொண்டு, சமன்பாடுகள் 3.41 மற்றும் 3.42 மூலம் S மற்றும் T மதிப்புகள் காணப்படவேண்டும்.

தையிசு முறையை விளக்கும் எடுத்துக்காட்டு

ஒரு கட்டுப்பட்ட நீரகத்தை முழுதுமாகத் துளைக்கும் கிணற்றில் ஒரு நாளைக்கு 3000கன மீட்டர் விகிதத்தில் சீரான வேகத்தில் நீரிறைக்கப்படுகிறது. இந்தக் காலத்தின் மட்ட இறக்கம்

50மீட்டர் தொலைவில் உள்ள ஒரு கண்காணிப்புக் கிணற்றில் நேரத்தோடு குறிக்கப்பட்டு அட்டவணை 3.3 ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. $\frac{r^2}{t}$ யின் மதிப்புகள் நிமிடத்துக்கு சதுரமீட்டரில் கணிக்கப்பட்டு அதே அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது. s மற்றும் $\frac{r^2}{t}$ மடக்கைத்தாளில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன $W(u)$ மற்றும் u மதிப்புகள் வேறொரு மடக்கைத்தாளில் குறிக்கப்பட்டு, அவற்றை இணைத்து ஒரு வளைவு வரையப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு மடக்கைத்தாள்களும் ஒன்றின் மீது ஒன்று வைக்கப்பட்டு அவற்றின் அச்சுகள் இணைகோட்டில் இருக்குமாறு வைத்து மேலும் கீழுமாகவும் இடமும் வலமுமாகவும் இழுத்துக் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகள் இணையும் வரை முயற்சி செய்யப்பட்டுள்ளன. இதனைப் படம். 3.10 விளக்குகிறது. [முக்கிய குறிப்பு: மடக்கைத் தாள்கள் வெளிப்படையாகத் தெரியுமாறு அமைந்து இருக்க வேண்டும் (Transparent Sheets)]

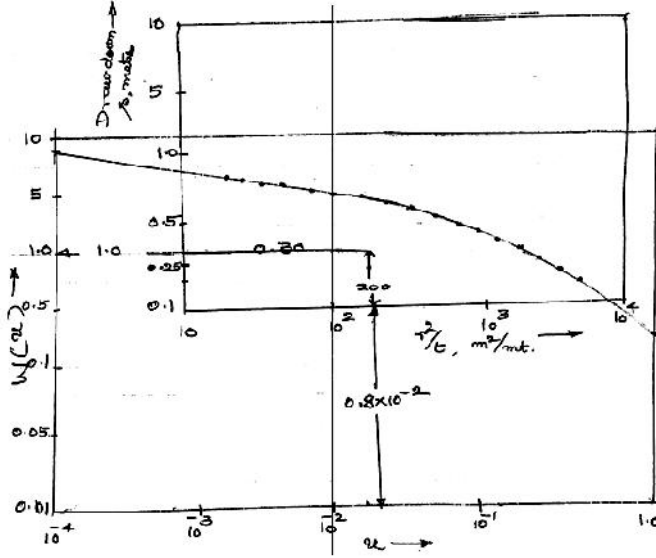
அட்டவணை 3.2. $W(u)$ மற்றும் u வின் மதிப்புகள்

u	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
$X1$	0.219	0.049	0.013	0.0038	0.0011	0.00036	0.00012	0.000038	0.000012
$X10^{-1}$	1.82	1.22	0.91	0.70	0.56	0.45	0.37	0.31	0.26
$X10^{-2}$	4.04	3.35	2.96	2.68	2.47	2.30	2.15	2.03	1.92
$X10^{-3}$	6.33	5.64	5.23	4.95	4.73	4.54	4.39	4.26	4.14
$X10^{-4}$	8.63	7.94	7.53	7.25	7.02	6.84	6.69	6.55	6.44
$X10^{-5}$	10.94	10.24	9.84	9.55	9.33	9.14	8.99	8.86	8.74
$X10^{-6}$	13.24	12.55	12.14	11.85	11.68	11.45	11.29	11.16	11.04
$X10^{-7}$	15.54	14.85	14.44	14.15	13.93	13.75	13.60	13.46	13.34
$X10^{-8}$	17.84	17.15	16.74	16.46	16.23	16.05	15.9	15.76	15.65
$X10^{-9}$	20.15	19.45	19.05	18.76	18.54	18.35	18.2	18.07	17.95
$X10^{-10}$	22.45	21.76	21.35	21.06	20.84	20.66	20.5	20.37	20.25
$X10^{-11}$	24.75	24.06	23.65	23.36	23.14	22.96	22.81	22.67	22.55
$X10^{-12}$	27.05	26.36	25.96	25.67	25.44	25.26	25.11	24.97	24.86
$X10^{-13}$	29.36	28.66	28.26	27.97	27.75	27.56	27.41	27.28	27.16
$X10^{-14}$	31.66	30.97	30.56	30.27	30.05	29.07	29.71	29.58	29.46
$X10^{-15}$	33.96	33.27	32.86	32.58	32.35	32.17	32.02	31.88	31.76

அட்டவணை 3.3 நீர் இறைப்புச் சோதனை விவரங்கள்
($r = 50m$)

t நிமிடங்கள்	0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10	15	20
s மீட்டர்	0	0.20	0.30	0.37	0.41	0.48	0.53	0.57	0.63	0.67
r^2/t சதுரமீட்டர்/ நிமிடம்	∞	2500	1250	833	625	417	313	250	166	125

t	30	60	100	120	150	180	210	240
s	0.76	0.90	0.96	1.00	1.04	1.07	1.10	1.12
r^2/t	83.3	41.7	25	20.8	16.6	13.9	11.9	10.4



படம் : 3.10 'தையிசு' முறை விளக்கச் செய்முறைக் கணக்கீடு

படம். 3.10ன்படி சேரும் புள்ளிகளில் $W(u) = 1.0$, $u = 0.8 \times 10^2$

$$s = 0.30 \text{ மீ}, \quad \frac{r^2}{t} = 200 \text{ சதுரமீட்டர்/நிமிடத்திற்கு}$$

$$= 200 \times 60 \times 24 \text{ ச.மீ/நிமிடம்}$$

சமன்பாடு 3.41ன்படி

$$T = \frac{Q}{4f s} W(u)$$

$$= \frac{3000 \times 1.0}{4f \times 0.3} = \frac{10000}{4f} \text{ சதுரமீட்டர்/தினம்}$$

$$= 795.50 \text{ சமீ/தினம்}$$

சமன்பாடு 3.42ன் படி

$$S = \frac{4Tu}{\left(\frac{r^2}{t}\right)} = \frac{4 \times 10000 \times 0.8 \times 10^{-2}}{4f \times 200 \times 60 \times 24}$$

$$= \frac{100 \times 0.8}{200 \times 60 \times 24} = 0.00028$$

3.7.2. 'யாக்கோபு' முறைக் கணிப்பு

யாக்கோபு முறை ('கூப்பர் - யாக்கோபு' முறை என்றும் சிலர் கூறுவர்)யில் சமன்பாடு 3.40 எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. 'r' ன் மதிப்பு மிகச் சிறியதாகவும், 't'ன் மதிப்பு மிகப் பெரியதாகவும் இருப்பின், 'U'ன் மதிப்பு மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆதலின் சமன்பாடு 3.40இல் இருக்கும் தொடரில் முதல் இரண்டு மதிப்புகளுக்குப் பிறகு மற்றவற்றின் மதிப்பு மிகமிகக் குறைவாக இருக்கும் என்பதால் அவற்றை விட்டுவிடலாம். ஆகவே சுருக்கப்பட்ட சமன்பாடு 3.40, மாறி மட்ட இறக்கம்

$$s = \frac{Q}{4fT} \left[-0.5772 - l_n \frac{r^2 s}{4Tt} \right] \dots \dots (3.43) \text{ என மாற்றிக் குறிப்பிடலாம். இதில்}$$

l_n என்பது இயற்கை மடக்கை. இதை பொது மடக்கையாக ($l_n = 2.3 \log$) மாற்றி, மடக்கை விதிகளின்படி (3.43)ஐ மாற்றி

$$\text{அமைத்தால் } s = \frac{2.30Q}{4fT} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S} \dots \dots (3.44) \text{ என்றாகும்.}$$

[குறிப்பு : $+\log a + \log b = \log ab$;

$$-\log \frac{c}{d} = \log \frac{d}{c}]$$

சமன்பாடு 3.44ன்படி, மட்ட இறக்கம் s உடன் மடக்கை 't' இணைத்த அரை மடக்கை வரைபடம் ஒரு நோர்க்கோட்டில் இருக்கும். இந்த நோர்க்கோட்டை $s = 0$ என்ற மதிப்புக்கு

இழுத்தால், $t = t_0$ என்று வரும். அதாவது $0 = \frac{2.30Q}{4fT} \log \frac{Tt_0}{r^2S}$

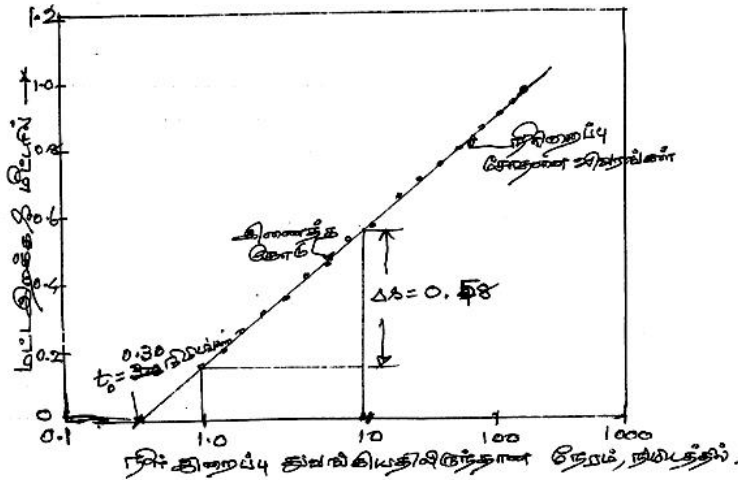
.....(3.45) இதிலிருந்து $\frac{2.25Tt_0}{r^2S} = 1$(3.46) என்று மாறி, பின்பு

$s = \frac{2.25Tt_0}{r^2}$(3.47) என்றாகிவிடும். $t/t_0 = 10$ என்றால் மடக்கை

$t/t_0 = 1$ என்றாகிவிடும். ஆக s ஐ Δs ; [அதாவது ஒரு மடக்கை சுழற்சிக்கு Δs மட்ட இறக்க வேறுபாடு ($s_2 - s_1$) என்றாகும்.] என்று

மாற்றி அமைத்தால் சமன்பாடு 3.44 சுருங்கி $T = \frac{2.30Q}{4f\Delta s}$ என்று மாறும்

...(3.48). யாக்கோபு நோக்கோடு முறை சிறிய u மதிப்புகளுக்கு மட்டுமே ($u < 0.01$) பயன்படுத்தப்பட்டால் தவறுகள் பெரிதாக ஏற்படாமல் இருக்கும்.



படம் : 3.11. 'யாக்கோபு' முறை விளக்கச் செய்முறை கணக்கீடு

'யாக்கோபு' முறையை விளக்கும் எடுத்துக்காட்டு

'தையிசு' முறை விளக்க எடுத்துக்காட்டையே எடுத்துக் கொள்வோம். நீரிறைக்கும் விகிதம் தினசரி 3000 கனமீட்டர். மட்ட இறக்கம் 50 மீட்டர் தொலைவிலான ஒரு கண்காணிப்புக் கிணற்றிலிருந்து குறிக்கப்பட்டது. இந்த விவரங்கள் அட்டவணை 3.3இல் தரப்பட்டுள்ளன. இதிலிருந்து 's' மற்றும் 't' மதிப்புகளை மட்டும் எடுத்து வரைந்த நோக்கோடு படம் 3.11 இல் உள்ளது. இந்த வரைபடம் அரை மடக்கைத்தாளில் (Semi logarithmic plot) வரையப்பட்டுள்ளது.

$$t_0 = 0.30 \text{ நிமிடங்கள்} = \frac{0.30}{60 \times 24} \text{ தினம்} = 2.07 \times 10^{-4} \text{ தினம்}$$

$$\Delta s = 0.48 \text{ மீட்டர்}$$

$$\%T = \frac{2.30 \times 3000}{4f \times 0.48} = 878 \text{ சதுரமீட்டர்/ தினம்}$$

$$\text{and } S = \frac{2.25 \times 878 \times 2.07 \times 10^{-4}}{(50)^2} = 0.00018.$$

3.8 புவிசூழல் நிலவர வரைமுறைப்படி நிலத்தடிநீர் மதிப்பீடு

நிலத்தடிநீர் மதிப்பீடு எந்த அளவுக்கு நீரிறைத்தால் நீரகம் பாதுகாப்பாய் இருக்கும் என்று தெளிவாகச் சொல்லும். உந்து சக்தியால் நீர் வெளியேற்றும் அதே வேகத்தில் நீர் நிலத்தடி சேர வேண்டுமானால் தொடர் மழைப்பொழிவு இருக்க வேண்டும். இதனால் மட்ட இறக்கம் குறைக்கும் நீர்மட்டம் மேலே ஏறிவரும். இந்த நீரக நீர்மட்ட ஏற்றத் தாழ்வுகள் மூலம் நிலத்தடி நீர் மதிப்பீடு செய்யலாம். நிலத்தடி நீர்வள மதிப்பீட்டுக் குழுவின் பரிந்துரைப்படி இரண்டு முறைகளைப் பின்பற்றலாம்.

அவை (i) நிலத்தடி நீர்மட்ட ஏற்ற இறக்க மதிப்பீடு.

(ii) மழைப்பொழிவு ஊடுருவும் காரணி முறை .

3.8.1 நீர்மட்ட ஏற்ற இறக்க மதிப்பீடு

பருவ மழைக் காலத்தில் நீர்மட்ட ஏற்ற இறக்கம் நீரகக் கேணி ஊற்று மதிப்பீட்டுக்கு உதவும். இந்த முறையைப் பயன்படுத்த (i) சீர்வெளியேற்றம் மதிப்பிடப்பட வேண்டும். பருவமழைக்கு முன்னும் பின்னுமான நீர்மட்ட ஏற்ற இறக்கத்தைக் கணிக்கும் சமன்பாடு :

$$\text{தேக்க மாறுதல்} = V_s = h \times s_y \times A \dots (3.49)$$

இதில் Δs = தேக்க மாறுதல் ; h = பருவ மழைக் காலத்தில் நீர் மட்ட ஏற்றம் ;

A = நீருற்றுக்கானபரப்பு ; s_y = சீர் வெளியேற்றம் தரை மட்டங்களில் சோதனைகள் நடத்துவதன் மூலம் சீர்வெளியேற்றத்தை மதிப்பிடலாம். அது இயலாத போது அட்டவணை 3.4இல் தரப்பட்டுள்ளது போல் மதிப்புகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

அட்டவணை 3.4 வெவ்வேறு துளையக அமைப்புகளுக்கான சீர் வெளியேற்றம்

துளையக அமைப்புகள்		சீர் வெளியேற்ற மதிப்பு
இறுக்கமற்ற அமைப்புகள்	வண்டல்	0.04 முதல் 0.20 வரை
பாதி இறுக்க அமைப்புகள்	படிவப் பாறைகள்	0.01 முதல் 0.15 வரை
இறுக்க அமைப்புகள்	படிகப் பாறைகள் மற்றும் கடினப் பாறைகள்	0.002 முதல் 0.04 வரை

ஆதாரம் : நீர்வள அமைச்சக வெளியீடு, 1997. சமன்பாடு 3.49 பருவ மழைக்கால மொத்த நீருற்று சுரத்தலையும், மொத்த நீரிறைப்பையும் கணக்கீடு செய்யும். இவற்றைப் பிரித்தெடுக்கும் சமன்பாடு

$$R_{rf} = h \times s_y \times A + DG - R_c - R_{sw} - R_t - R_{gw} - R_{wc} \text{ --- (3.50)}$$

இதில் DG = பருவம் முழுதும் பல பயன்பாட்டுக்கு இறைத்த மொத்த நீரளவு

R_c = பருவ காலத்தில் கால்வாய்களிலிருந்து கசிந்த நீரினால் சுரந்த நீருற்று

R_{sw} = பருவகாலத்தில் மேற்புற நீர்ப்பாசனத்திலிருந்து சுரந்த நீருற்று

R_t = ஏரிகள், குளங்களிலிருந்து சுரந்த நீருற்று

R_{gw} = பருவ காலத்தில் நிலத்தடி நீர்ப்பாசனத்திலிருந்து சுரந்த நீருற்று

R_{wc} = நீர்க்காவல் கட்டுமானங்களிலிருந்து பருவகாலத்தில் சுரந்த நீருற்று

R_{rf} = மழைப்பொழிவு மூலம் சுரந்த நீருற்று

இப்படி கணக்கிடப்பட்ட மழைப்பொழிவு நீர்ச்சுரப்பு இயல்பான பருவமழைக்கான தரக்கட்டுப்பாடு செய்த ஒன்றாகும்.

3.8.2. மழைப்பொழிவு ஊடுருவு காரணிமுறை

சமன்பாடு: $R_{rf} = f \times A \times$ இயல்பு பருவ மழைப் பொழிவு (3.50)

இதில் f = மழைப்பொழிவு ஊடுருவும் காரணி A = பரப்பு.

இந்தக் காரணி பருவமழைக் காலத்திலும், மற்ற மழைக்காலத்திலும் பயன்படுத்தப்படலாம். இதற்கான மதிப்பீடுகளை அட்டவணை 3.5 தருகிறது.

அட்டவணை 3.5 மழைப்பொழிவு ஊடுருவும் காரணி, வெவ்வேறு துளையாக அமைப்புகளுக்கு

துளையாக அமைப்புகள்		மழைப் பொழிவு ஊடுருவும் காரணி
இறுக்கமற்ற அமைப்புகள்	வண்டல்	0.08 முதல் 0.25 வரை
பாதி இறுக்க அமைப்புகள்	படிவப் பாறைகள்	0.03 முதல் 0.14 வரை
இறுக்க அமைப்புகள்	படிவப் பாறைகள் மற்றும் கடினப் பாறைகள்	0.01 முதல் 0.12 வரை

இந்த இரண்டு முறைகளிலும் கணக்கீடு செய்த மழைப்பொழிவு நீருற்றுச் சுரப்பி மதிப்புகளை ஒன்றோடொன்றை ஒப்பீடு செய்தல் வேண்டும். இவை இரண்டிற்குமான வேறுபாடு 20 விழுக்காட்டை மிகுமானால், மழைப் பொழிவு ஊடுருவும் காரணியை பகுப்பாய்வு செய்து அதைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இல்லையேல் நீர்மட்ட ஏற்ற இறுக்க மதிப்பீட்டை ஏற்க வேண்டும். எங்கெல்லாம் வேறுபாடு 20 விழுக்காட்டை விட குறைவாக உள்ளதோ அங்கு மழைப் பொழிவு ஊடுருவும் காரணி மூலம் கணக்கீடு செய்த நீருற்றுச் சுரப்பி மதிப்பை 80 விழுக்காட்டுக்கு எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். எங்கெல்லாம் வேறுபாடு 20 விழுக்காட்டிற்கு அதிகமாக உள்ளதோ, அங்கெல்லாம் கணக்கீடு செய்த நீருற்றுச் சுரப்பி மதிப்பின் 120 விழுக்காட்டை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

3.9 நிலத்தடி நீர் தேடல்

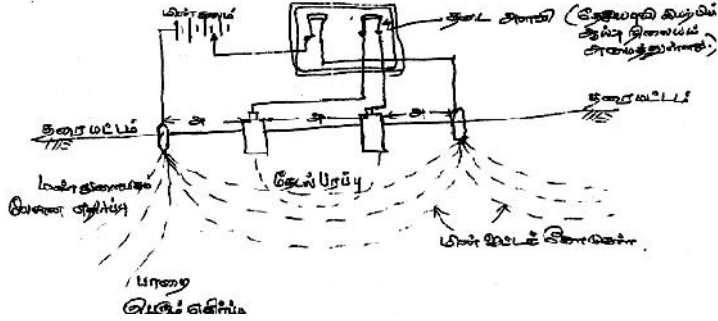
நிலத்தடி நீர் எங்கு கிடைக்கும் என்று தெரிந்தால் தான் கிணறுகள் தோண்டி நீரை எடுக்கலாம். இது கடலோர மணற் பகுதிகளில் மிகச் சலபம். உள்நாட்டுத் தரைப்பிரதேசத்தில், கடற்கரை ஓரத்தை விட்டு உள்ளே செல்லச் செல்ல நிலத்தடி நீர் தேடல் பெரிய முயற்சி ஆகும். காரணங்களாவன; தரைக்குக் கீழே மண்துளையாகமா? அல்லது படிவப் பாறைகளோ அல்லது கடினப் பாறைகளோ என்று மேலிருந்து சொல்வது கடினம். இதற்கு உதவும் முறை புவி இயற்பியல் முறைகள் ஆகும்.

3.9.1. மேல் தரையில் நிகழ்த்தும் புவி இயற்பியல் தேடல் முறைகள்

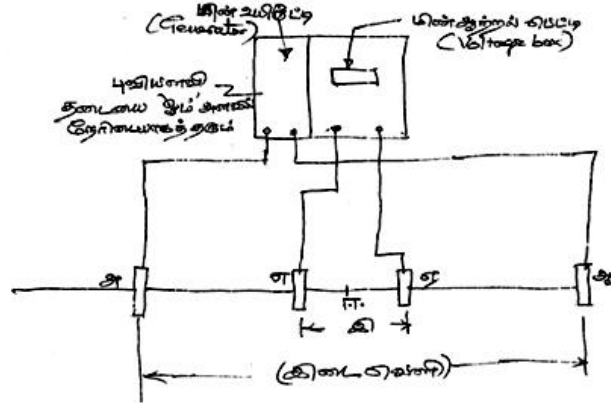
- இதில் (i) மின்தடைமுறை
- (ii) புவி அசைவுப் பிளவு மற்றும் பிரதிபலிப்பு முறை
- (iii) தொலை நுண்ணுணர்வு முறை

3.9.1.1. மின்தடைமுறை

இம்முறையில் தரையில் இரு மின் கடத்திகளை அடித்து அதில் மின்சாரத்தை செலுத்தி மின்தடையை அளந்து அதன் மூலம் நீர் நிலத்தடியில் உள்ளதா என்று அறிந்து கொள்ளுதல். இந்த முறையை 'வென்னர் முறை' என்று சொல்லலாம். இன்னொரு முறையை 'ஸ்லெம்பார்க் முறை' என்று சொல்வார்கள்.



படம் : 3.12 வென்னர்முறை ஒரே சீரான இடைவெளி



படம் : 3.13 ஸ்லெம்பார்க் மின்கடத்தி அமைப்பு (இடைவெளி)

3.9.1.2. புவி அசைவுப் பிளவு மற்றும் பிரதிபலிப்பு முறை

வெடிகள் வைத்துப் பாறைகளைப் பிளக்கும் போது தோன்றும் மீட்சி அலைகள் பாறைப் பிளவுகள் உள்ளே சென்று துளைகள் வழியே அலைகள் பிளந்து பாறைப் படிவங்கள் இருப்பிடத்தை உணர்த்தும். இதைப் புவித் தொலைக் கருவிகள் வழியே கேட்டு அலைகள் மூலம் நிலத்தடி நீர்த்தள மட்டத்தை அறியலாம். இம்முறையில் 750 மீட்டர் ஆழம் வரையில் கண்டறியலாம்.

3.9.1.3. தொலை நுண்ணுணர்வு முறை

நாம் விண்ணில் செலுத்தியிருக்கும் தொலைவிண் கலங்கள் (Satellites) புவியை வலம் வந்து கொண்டிருக்கும். புவியின் சுழற்சிக்கு ஒத்த வேகத்தில் புவியீர்ப்பு விசைக்கு அப்பால் நிலை கொண்டு சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். இவற்றிலிருந்து வரும் மின்காந்த அலைகளும், சூரிய ஒளியில் இருந்து வரும் மிக அதிக ஊதாக் கதிர்களும் இணைந்து பூமிக்கு ஒளிச் செய்திகளை (Signals) அனுப்புகின்றன. இவை பூமியின் மேல்பகுதியை ஊடுருவி நிலத்தடி நீர் இருக்கும் ஆழத்தில் சென்று திரும்பி வரும். இப்படித் திரும்பி வரும் மின்காந்த அலைகளை ஈர்த்து அவற்றை உருவங்களாக்கி வரைபட வடிவில் தருகிறார்கள். இந்த வடிவச் செய்முறை (Image Processing) நிலத்தடி நீர்த் தேடலில் மிக்க பயனுள்ளதாக விருக்கிறது.

3.9.2 மற்ற முறைகள்:

பின்பற்றப்படும் மற்ற முறைகளாவன:

மண்துளையக வெப்ப ஓட்டம் அறிதல்

நிலத்தடிநீரின் மிகு சீர்வெப்பம் ஆழம் குறைந்த நீரகத்தை வெப்பத்தாழி அல்லது வெப்ப உயிரியாக மாற்ற வல்லது. இது தரை மட்டத்திலிருந்து 50 செ.மீட்டர் ஆழம் வரை செல்ல வல்லது. இதே போல காந்த அளவிகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

3.9.3 துளையிடும் புவி இயற்பியல் முறைகள்

பூமியில் துளையிட்டு முன்விசைக் கடத்தும் முறை மூலம் நீரின் இருப்பை அறியும் முறை 'மின் ஆழக் கடத்தி' முறை. இதே போல 'கதிரியக்க அலைகளை'ச் செலுத்தி அவற்றின் மூலமும் தேடுதல் நடத்தலாம். மின் கடத்தும் ஆற்றலை அளந்தும் தேடுதல் செய்யலாம். இதே போன்று ஒலி அலைகளைச் செலுத்தி அவை திரும்பி வரும் நேரம், ஒலி மாற்றம் முதலியவற்றை அளவிடுதல் மூலம் நீரகங்கள் அமைப்பை அறிந்து கொள்ளலாம். இதே போல் தரையில் ஆழத் துளையிட்டு பூமிக்கு உள்ளே வெவ்வேறு ஆழங்களில் உள்ள மண்வகைகள், அவற்றின் ஆழம், பருமன் ஆகியவற்றைத் தொடர்க் குறியீடு செய்தல் முறையில் நிலத்தடிநீரின்

இருப்பு, அதன் தேக்க அளவு ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்ளலாம். இதே போன்று “பாய்ம் அளவீட்டுக் குறிப்பேடும்” தயார் செய்யலாம். இதில் வெப்பப் பரவல், துளைக்கு உள்ளே பாய்ம் ஓட்டம், அதன் அளவுகள் ஆகியவற்றையும் அறிந்து கொள்ளலாம். சோதனையாளரின் திறமையான விவரப் பகுப்பாய்வுகள் மிக இன்றியமையாதவை. இருப்பினும் புவி இயற்பியல் முறைகளில் வெற்றியின் விழுக்காடு அதிகம் இல்லை.

3.9.4. நீர் அறியும் மனித ஆற்றல்

இது தவிர மக்களின் நம்பிக்கையைப் பெற்றிருப்பது சில மனிதர்களின் நிலத்தடிநீர் நிலை கொண்டுள்ள இடத்தைக் கண்டுபிடிக்கும் ஆற்றல். இவர்களை ‘நீர் தேவதைகள்’ என்று அழைக்கிறார்கள். இவர்கள் ஒரு y வடிவமுள்ள குச்சியை எடுத்துக் கொண்டு தரையின் பல திசைகளில் நடப்பார்கள். சில இடங்களில் அவர்கள் கையில் இருக்கும் குச்சி மிகவேகமாகச் சுழலும். அவ்விடங்களில் தோண்டினால் நிலத்தடிநீர் கிடைப்பது நிச்சயம். இவர்களது ஆற்றலுக்கு அறிவியல் விளக்கம் ஏதுமில்லை பூமிக்குக் கீழே ஓடும் நிலத்தடி நீரோட்ட அதிர்வுகளும் இவர்களுடைய அதிர்வுகளும் ஒன்றாக இருக்குமிடங்களில் ஒருங்கிணைந்த (Synchronised) அதிர்வுகள் தோன்றுவதற்கான சாத்தியக்கூறு இருக்கலாம்.

3.10. கடல் நீர் ஊடுருவல் :

கடல் ஓர் நீரகங்களின் நிலத்தடிநீர் கவலையற்று தொடர்ந்து மட்ட இறக்கம் அதிகமாகக் கொண்டே போவதைக் கண்டு கொள்ளாமல் இருந்தால் நல்ல நீரின் எதிர்ப்பு குறைந்து கடல்நீர் ஊடுருவும். கீழ்க்கண்ட காரணங்களால் நிலத்தடிநீர் உப்புநீராகி விடும்.

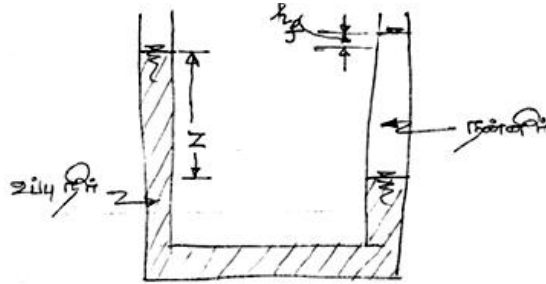
1. கடலோரங்களில் கடல்நீர் ஊடுருவல்
2. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் புவியியல் சுழற்சியில் நீர் ஊடுருவியது.
3. முகத்துவார உப்பங்கழிகள், நீர்க்காயல்கள் வழியே கடல்நீர் ஊடுருவல்.

இதற்கான வழிமுறைகள் மூன்று வகைப்படும்

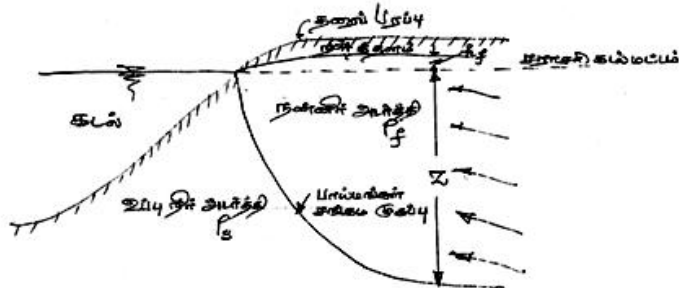
- (i) நிலத்தடிநீர் மட்டச்சரிவு திசை மாறுதல். இதனால் உப்புநீர் எதிர்ப்பின்றி ஊடுருவும். இது கடல் ஓர் நீரகங்களில் தொடர்ந்து நீரிறைத்து மட்ட இறக்கம் அதிகமாகும் போது நீரியல் உந்து சக்திகள் செயலிழக்கின்றன.
- (ii) இயற்கை அரண்களை அழிப்பதன் மூலம் உப்புநீர் ஊடுருவ வழிசெய்தல். இதற்கான எடுத்துக்காட்டு: கடலோர வடிகால் கால்வாய் வெட்டுதல். இதனால் கடல்நீர் மட்டம் உயரும் போது உப்புநீர் ஊடுருவிடும்.
- (iii) தரை மட்டத்திற்கு கீழே உப்பு கலந்த கழிவுகளைத் தேக்கி வெளியேற்றும் போது உப்புநீர் தங்கிவிடும்.

3.10.1 'கைபன் - ஹொர்ஸ்பர்க்' உறவுக் கோட்பாடு

நன்னீர், உப்புநீர் சந்திக்கும் உறவுநிலை பற்றிய கோட்பாட்டை 'கைபன்-ஹொர்ஸ்பர்க்' வெளியிட்டு இருக்கிறார்கள். உப்புநீர் கடல் மட்டத்திலிருந்து கீழே, கடல் மட்டத்திற்கு மேலே 40 மடங்கு நன்னீர் ஆழத்தில் ஊடுருவுகிறது என்று கணித்திருக்கிறார்கள், இது இரண்டு வேறுபட்ட பாய்மங்களின் அடர்த்தியைப் பொறுத்த நிலைச்சக்தி சமநிலை என்று நிரூபித்திருக்கிறார்கள்.



படம் 3.14. நீரியல் நிலைச்சக்தி சமநிலை விளக்கப்படம் (இரு பாய்மங்களின் வேறுபட்ட அடர்த்தியின் காரணமாக)



படம் 3.15 கட்டுப்பாடற்ற கடலோர நீரகத்தில் உப்புநீர் - நன்னீர் சங்கம முகப்பு பற்றிய விளக்கப் படம்.

படம் 3.14 ஐக் கவனித்தால் $\hat{}$ வடிவக் குழாயின் இருபுறமும் உள்ள அழுத்தங்கள் சமநிலையில் இருக்கும். ஆகவே

$$\dots_s gz = \dots_f g(z + h_f) \text{-----} (3.51 \text{ அ})$$

இதில் \dots_s உப்பு நீரின் அடர்த்தி, \dots_f நன்னீரின் அடர்த்தி, g புவி ஈர்ப்பு விசை வேகவிகிதம், z மற்றும் h_f படத்தில் உள்ள நிலைச் சக்தி அழுத்த உயரங்கள். சமநிலையின் சமன்பாடு (3.51 அ) ஐச் சுருக்கினால்,

$$z = \frac{\dots_f}{(\dots_s - \dots_f)} h_f \text{-----} (3.51)$$

இதுதான் 'கைபன் - ஹெர்ஸ்பர்க்' உறவுச்சமன்பாடு. கடல்நீரின் ஒப்பு அடர்த்தி $\dots_f = 1.025$ என்றும், நன்னீரின் அடர்த்தி $\dots_f = 1.00$ என்றும் கொள்வோமேயானால்,

$$Z = 40hf \text{-----} (3.52)$$

$\hat{}$ வடிவக் குழாய் உறவினை கடல் ஓர் நிகழ் செயலுக்கு அப்படியே மாற்றினோமானால், படம் 3.15 இல் குறிப்பிட்டிருப்பது போல் h_f என்பது கடல் மட்டத்திற்கு மேல் நீர்த்தள உயரம், மற்றும் Z என்பது கடல் மட்டத்திற்குக் கீழே நன்னீர் - உப்புநீர் சங்கம முகப்பின் ஆழம். இது நீர் உந்துசக்தி சமநிலை, (நீர் நிலைச்சக்தி சமநிலை அல்ல) ஏனெனில் நன்னீர் கடல்நீரை நோக்கிப் பாய்கிற நிலை. அடர்த்தி ஒன்றை மட்டும் கணிப்புக்கு எடுத்துக் கொண்டால் முகப்பு நேர்ச் சமதளத்தில் இருக்கும். முகப்புக்கு மேல் நன்னீரும், கீழே உப்பு நீரும் மிதக்கும்.

3.10.2 உப்புநீர் ஊடுருவல் தடுப்பு முறைகள்

உப்புநீர் ஊடுருவல் தடுப்பு முறைகள் காலத்திற்கும், இடத்திற்கும் பொறுத்து வேறுபடும். பொதுவான தடுப்பு முறைகளாவன:

- (1) நீரிறைப்பு முறையை மாற்றி அமைத்தல்
- (2) செயற்கை ஊற்றுக் கேணிகள் அமைத்தல்
- (3) வெளியேற்றத் தடை
- (4) ஊடுருவத் தடை
- (5) நிலத்தடித் தடை

1. நீரிறைப்பு முறையை மாற்றி அமைத்தல்

நீரிறைப்பு நிலையங்களைக் கடலோரங்களிலிருந்து தள்ளி உள்நாட்டு இடங்களில் பரவலாக அமைத்தால், கிணற்றுடி நீரோட்டம் கதல் நீர்த் திசையில் பெரிய நீரியல் சரிவோடு செல்லும். இதோடு நீரிறைப்பு வேக விகிதத்தையும் குறைத்துக் கொண்டால் உப்பு நீர் ஊடுரு வலைத் தவிர்க்கலாம்.

2. செயற்கை ஊற்றுக்கேணி அமைத்தல்

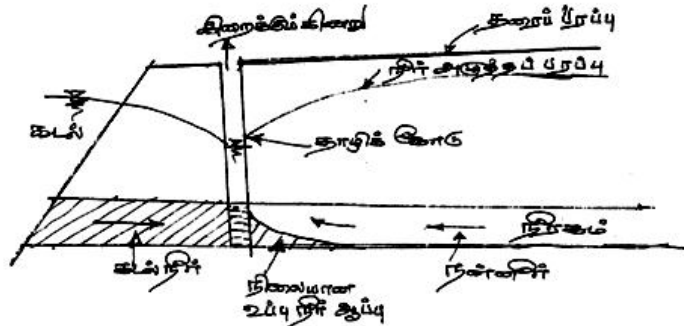
நிலத்தடி நீர் மட்டத்தை, செயற்கைக் ஊற்றுக் கேணிகள் அதிகரிக்கலாம். சமதளப் பரப்பில் நீர் தேக்கி கட்டுப்பாடற்ற நீரகங்களிலும், செயற்கை ஊற்றுக் கேணிகளை கட்டுப்பட்ட நீரகங்களிலும் அமைப்பது நல்ல முறை.

3. வெளியேற்றத் தடை

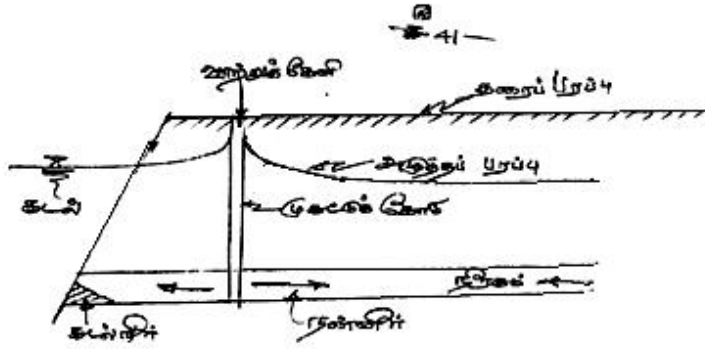
வெளியேற்றத் தடையை, கடலை ஓட்டி நிறைய நீரிறைப்புக் கிணறுகளை அமைத்து “தொடர் நீரிறைப்புத் தாழி” ஒன்றை ஏற்படுத்தினால், கடல் நீர் தாழிகளுக்குள் பாயும். நல்ல நீர் கிணறுகளுக்குப் பாயும்.

4. ஊடுருவத்தடை

இந்த முறையில் கடலோரமாக ஒரு அழுத்த முகடு ஏற்படுத்தப்படும். இதனை வரிசையாக செயற்கை ஊற்றுக் கேணிகளை அமைத்து செயல்படுத்துவர் உட்செலுத்தப்படும் நல்ல நீர் கடல் திசையிலும், நிலத்திசையிலும் பாய்ந்து ஊடுருவலைத் தடுக்கும். வெளியேற்றத்தடை மற்றும் ஊடுருவத் தடை இரண்டையும் இணைத்து அமைத்தால் இன்னும் சிறப்பாகச் செயல்பாடு இருக்கும்.



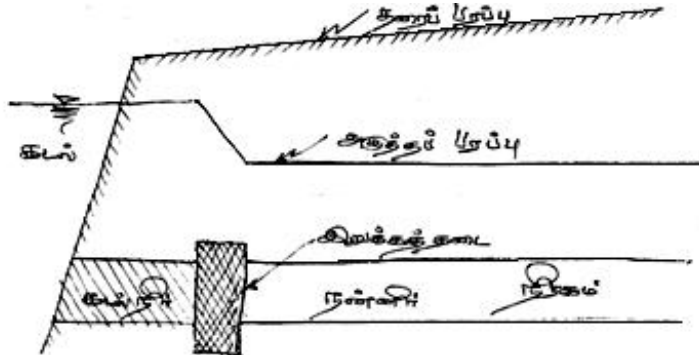
படம் : 3.16 வெளியேற்றத்தடை மூலம் நீரிறைக்கும் தாழி ஊடுருவல் தடுத்தல்



படம் : 3.17 ஊடுருவத்தடைமூலம் கடல்நீர் ஊடுருவல் தடுப்பு முறை

5. நிலத்தடித் தடை

கடற்கரைக்கு இணையாக இறுக்கமான நிலத்தடித்தடை அமைத்து நீரகக் கிணற்று செங்குத்து குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பின் உள்ளேயும் செல்லுமாறு அமைத்தால், கடல்நீர் நிலத்தடி நீருக்குள்ளே செல்லாமலிருக்கும். இதற்கு இரும்புத் தகடுத் தூண்கள், குழப்பிய களிமண், குழம்புத் தார், சிமெண்ட் கலவை, சிலிகா பஞ்சு, பிளாஸ்டிக் பொருட்களை உபயோகித்து தடை அமைக்கலாம்.



படம் : 3.18 கடற்கரைக்கு இணையாக கட்டப்பட்ட இறுக்கத்தடை மூலம் கடல்நீர் ஊடுருவல் தடுப்பு முறை.

பயிற்சி வினாக்கள்:

1. நிலத்தடி நீரின் முக்கியத்துவத்தை விவரிக்கவும்.
2. நிலத்தடி நீரின் தோற்றங்கள் யாவை? விளக்கப்படத்துடன் விவரிக்கவும்
3. நீரகத்தின் அமைப்புகள் எவை என்று வரையறை செய்க
4. கட்டுப்பட்ட நீரகம், தொங்கு நீர்த்தளம், கட்டுப்பாடற்ற நீரகம், ஆகியவற்றை விளக்குக.
5. டார்சியின் விதியை எழுதி, அதன் பயன்பாட்டையும், எல்லைகளையும் விளக்குக.
6. ஊடுருவக் குணகம் என்றால் என்ன?
7. ஒற்றைப் பரிமாண நிலைத்த நிலைப் பாய்வின் சமன்பாட்டை எழுது இதை கட்டுப்பட்ட, கட்டுப்படாத நீரகங்களுக்குப் பயன்படுத்துக.
8. 'தையிசு' முறையையும், யாக்கோபு முறையையும் ஒரு எடுத்துக்காட்டு மூலம் விளக்குக.
9. புவிச் சூழல் நில வர முறைப்படி நிலத்தடி நீர் மதிப்பீடு செய்யும் இருமுறைகளை விவரிக்கவும்
10. நிலத்தடி நீர்த் தேடல் முறைகளைப் பட்டியலிட்டு ஒவ்வொன்றாய் விளக்குக.
11. தொலை நுண்ணுணர்வு முறை மூலம் நீர்த்தேடல் செய்வதை விளக்குக.
12. மனித ஆற்றலில் எப்படி நீர்த்தேடல் நடை பெறுகிறது?
13. கடல் நீர் ஊடுருவல் எப்படி நிகழ்கிறது.
14. 'கைபன் - ஹெர்ஸ்பர்க்' கோட்பாட்டை விளக்குக.
15. தகுந்த விளக்கப் படங்களோடு கடல் நீர் ஊடுருவல் தடுப்பு முறைகளை விளக்கவும்.

அலகு 4

அணைக்கட்டுகள் திட்டமிடலும் மேலாண்மையும்

4.1 ஒரு நோக்கு மற்றும் பல்நோக்குத் திட்டங்கள்

பொதுவாக ஆறுகளுக்குக்குறுக்கே அணைக்கட்டுகள் அமைக்கப்பட்டு, மக்கள் பயன்பாட்டுக்கும், நாட்டு முன்னேற்றத்துக்கும் வழிவகுக்கின்றன என்பது கண்கூடு. அணைக்கட்டுகள் நிறுவவதற்கான நோக்கங்களாவன:

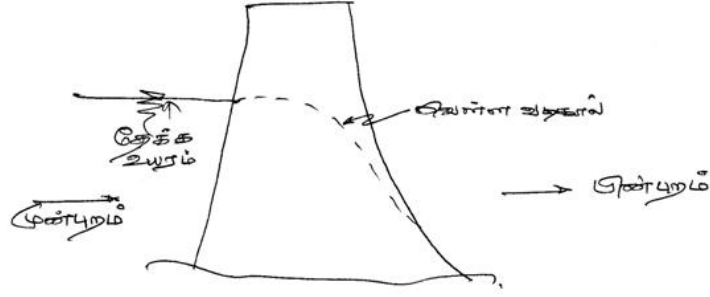
1. நீர்ப்பாசனத் தேக்கங்கள்
2. மின் உற்பத்தித் தேக்கங்கள்
3. வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டுத் தேக்கங்கள்
4. குடிநீர் வழங்கும் தேக்கங்கள்
5. வனவிலங்குகள் பாதுகாப்புத் தேக்கங்கள்
6. மக்கள் மனமகிழ் படகு சவாரித் தேக்கங்கள்
7. மீன் பெருக்கத் தேக்கங்கள்
8. ஆற்றுப் போக்குவரத்துத் தேக்கங்கள்
9. சமன்படுத்தும் தேக்கங்கள்
10. துணைத் தேக்கங்கள், நீர்க்கசிவுக் குட்டைகள்
11. தொடர் தேக்கங்கள்.

அணைக்கட்டுகள் மிக அத்தியாவசியமான ஒரு நோக்கத்திற்காக நிறுவப்பட்டாலும்,மற்ற பயன்பாட்டுக்களுக்காகவும் இணைந்து செயல்படும்.

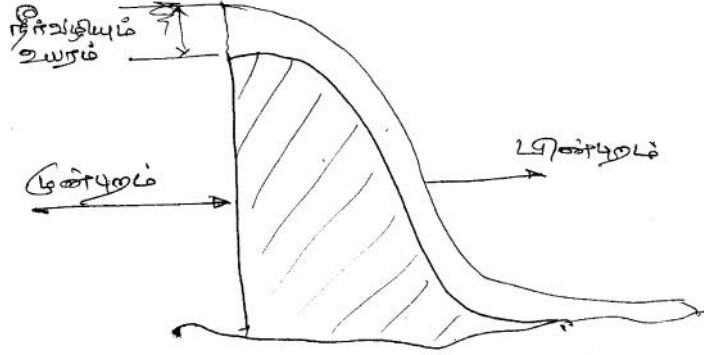
4.2 அணைகள்:

அணைகளைகீழ்க்கண்டவாறும் வகைப்படுத்தலாம்

1. அதன் பயன்பாட்டுக் காரணமாக
 - i. நீர்த்தேக்கம் காரணமாக அதிக வெள்ள நீரைத் தேக்கி, வறட்சிக் காலத்தில் தருவதற்கான காரணம்.
 - ii. வெள்ளக் கட்டுப்பாடு செய்ய வேண்டி: இது வெள்ளக் குறைப்பணை, கதவுகளமைத்த தேக்க அணை, முதலியன



படம் 4.1 நீர் மேலே வழியா அணை



படம் 4.2 வெள்ளநீர் வடிகால் அணை

2. முறைப்படுத்தப்படும் விதத்தில் வகைப்படுத்துவது
 1. வழங்கும் தேக்கம்
 2. ஒரு நோக்குத் தேக்கம்
 3. பல நோக்குத் தேக்கம்
 4. சமன்செய்யும் தேக்கம்
 5. துணைத் தேக்கம்
 6. தொடர்த் தேக்கம்.
3. தண்ணீரின் குணத்தை ஒட்டிய வகைப்பாடு, இவைகளைத் தவிரவும் பலவகையாகவும் அணைகளைத் தரம் பிரிக்கலாம்.

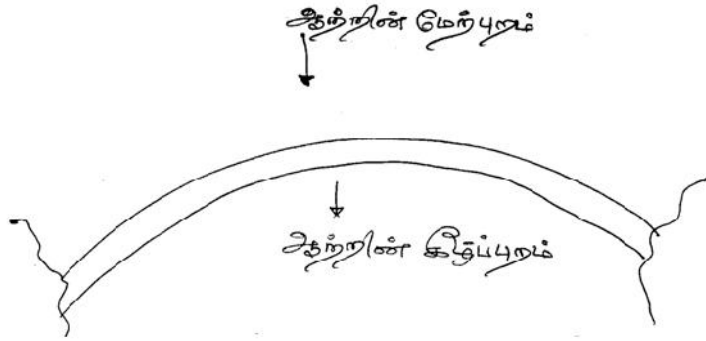
4.3 அணைகளின் வகைகள்

பொதுவாக அணைகளை அவற்றின் நீரியல் கணிப்பு முறை, கட்டுமானக் கணிப்புமுறை, அணையின் பயன்பாடு, பயன்பட்ட கட்டுமானப் பொருட்கள் மற்றும் அணையின் கொள்ளளவு ஆகியவற்றைக் கொண்டு வகைப்படுத்துவர்.

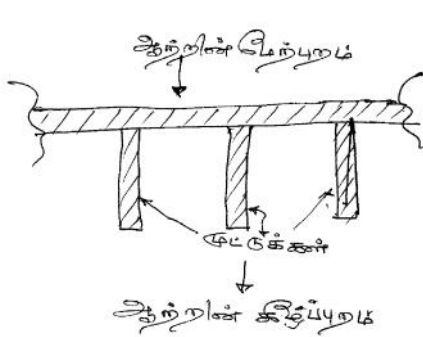
4.3.1 நீரியல் கணிப்பு முறை

இவ்வகையில் வெள்ள நீர் வடிகால் அணை என்று பிரிக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக அடங்காத பெருவெள்ளம் வரும்போது, கொள்ளளவை மீறிய வெள்ளத்தை வடிக்கும் வகையான வெள்ள நீர் வழியும் அணை ஒரு வகை.

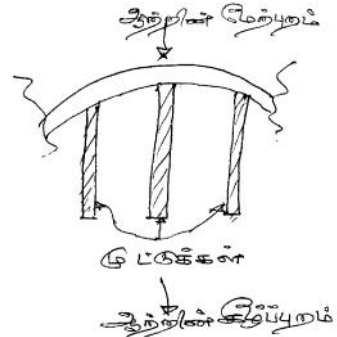
(ii) மற்றவகை, நீர் மேலே வழியாமல் தேக்கும் அணை. இது அணையை மூழ்கி வெள்ளம் ஓடும் வகையில் இல்லாமல், மீதமான வெள்ளத்தை மட்டும் வெள்ள நீர் வடிகால்களில் வெளியேற்ற வல்லவை.



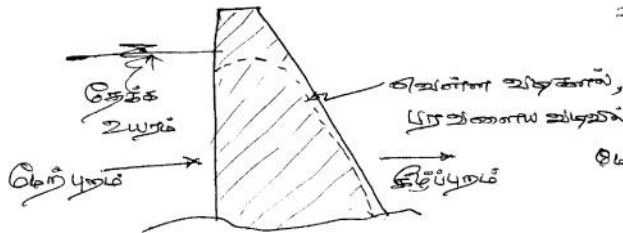
படம் : 4.3 வளைவு அணை



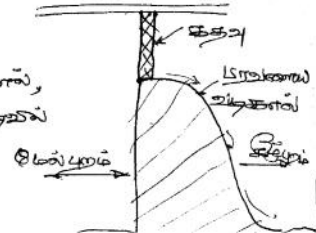
படம் 4.4 (அ) முட்டு அணைபடம்:



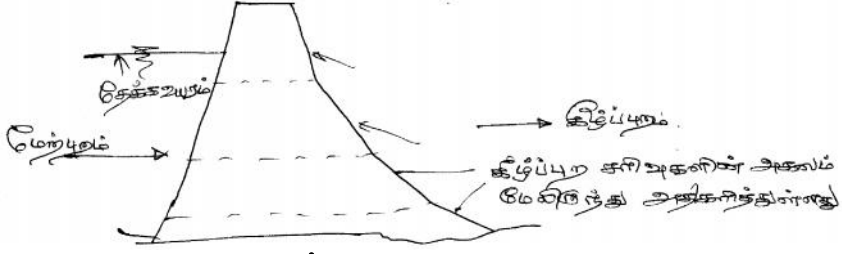
4.4(ஆ) முட்டு வளை அணை



படம் 4.5 (அ) தாழ்வணை



படம்:(ஆ)பரவளை வெள்ளவடிகால்



படம் 4.6 உயர அணை

4.3.2 கட்டுமானக் கணிப்புமுறை: இம்முறையில்

(1) கடின அணை

இந்த வகை அணைகளின் மொத்த எடை தேக்கும் நீரின் உந்து சக்தியை எதிரிக்கும் வல்லமையைப் பெற்றிருக்கும். இதுமிகவும் கடினமான கட்டுமானமாக இருக்கும். பொதுவாக மொத்தக் கான்கிரீட்டால் கட்டப்பட்ட அணையாகவும், மிகச் சீரான இறுக்கப் பாறையை அடித்தளமாகவும் கொண்டு இயங்கும். வெள்ளம் வழிந்தோட இதன் அங்கமாக கதவுகள் அமைத்த வெள்ள வடிகால் வழி பரவளைய வடிவில் அமைக்கப் பட்டிருக்கும்.

(2) வளைவு அணை

ஆற்றின் குறுக்கே வளைவாக கட்டப்படும் இவ்வகை அணையின் குவிந்த வளைவு முகப்பு அணையின் மேற்புறம் அமைந்திருக்கும். வலிமைமிக்க பக்கவாட்டுப் பாறைகள் உள்ள பள்ளத்தாக்குகள் இவ்வகை அணைகள் அமையச் சரியானவை.

(3) முட்டு அணை

இவ்வகை அணைகள் நீளமான செவ்வக முகப்போடு இடையிடையே முட்டுக்களோடோ, குவிந்த வளைவு முகப்புகளுக்கு இடையிடையே முட்டுக்களோடோ அமைக்கப்படும்.

(4) தாழ்வணை

இவ்வகை அணைகளின் மொத்த எதிர்ப்பு சக்தியும் அடித்தள அகலத்தின் மூன்றில் ஒரு பகுதியிலேயே பாயும் வண்ணம் வடிவமைக்கப்படும். இதன் உயரம் குறைவாகவும் முன்புறம் செங்குத்தாகவும், பின்புறம் சரிவாகவும் இருக்கும்.

(5) உயர அணை

இவ்வகை அணைகளின் கீழ்ப்புற அகலம் மேலிருந்து கொஞ்சம் கொஞ்சமாக விரிவாக அமைக்கப்பட்டு மொத்த கீழ்ப்புற சரிவும் மிக அகலங்களில், பல விரிவுச் சரிவுகளில் அமைந்திருக்கும்.

4.3.3 அணையின் பயன்பாட்டு வகை

1. தேக்க அணை:- வெள்ளக் காலங்களில் நீரைத் (Storage Dam) தேக்கும்
2. திசை மாற்றி அணை:- நீர்ப் பாசனத்திற்கும், (Diversion Dam) மின் தயாரிப்புக்குமான அணை
3. வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு அணை:- வெள்ளத்தை (Detection Dam) நிறுத்தி, வெள்ள வேகத்தை மட்டுப்படுத்தும் அணை.
4. தடுப்பணை :- மண்வள பாதுகாப்புக்கும், (Check Dam) வண்டல் மண் ஓட்டத் தடுப்புக்கும் பயன்படும் தாழ்வணை.
5. தற்காலிக அணை:- அணைகட்டும் போது (Coffex Dam) ஆற்றோட்டத்திலிருந்து கட்டுமான இடத்தைப் பிரித்துக் காக்கும்.
6. ஒரு நோக்கு அணை
7. பல்நோக்கு அணை

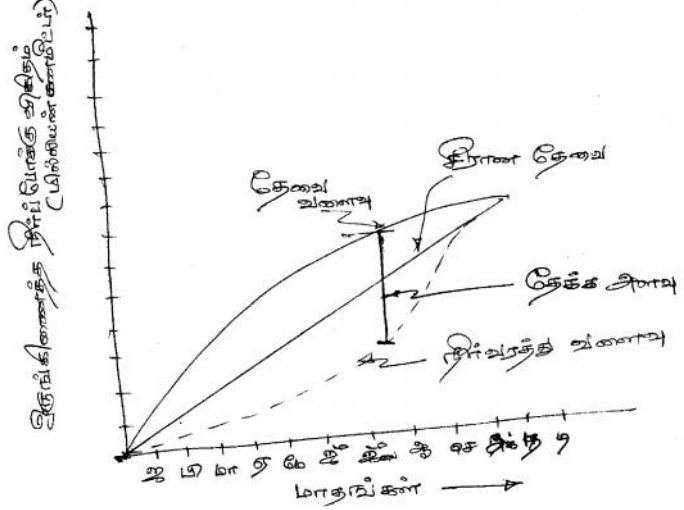
நோக்கங்கள் பொறுத்தவை

4.3.4 பயன்படுத்தப்பட்ட கட்டுமானப் பொருட்கள் வகை

1. கான்கிரீட் அணை(Gravity Dam):
கான்கிரீட்டால் அமைத்த அணை
2. கல்லணை(Masonry Gravity Dam):
கருங்கற்கள் கொண்டு அமைத்த அணை
3. மண் அணை(Earth Dam):
கெட்டிப்படுத்தப்பட்ட மண் அணை
5. பாறை அணை(Rock Fill Dam):
பாறைகள் கொண்டு அமைத்த அணை
6. மரவணை (Timber Dam):
மரப்பலகைகள் கொண்டு அமைத்த தாழ்வணை.

4.4 தேக்கக் கொள்ளளவைத் தீர்மானித்தல்

தேக்க அணைக்கட்டுகளின் கொள்ளளவின் வடிவமைப்பு, தேக்க நீர் அடிக்கடி அல்லது குறைந்தது வருடத்திற்கு இருமுறையாவது அணையில் நிரம்புமாறு இருக்க வேண்டும். கொள்ளளவு வடிவமைப்பு கீழ்க்கண்ட காரணிகளால் தீர்மானிக்கப்படும்.



படம் 4.7 நிறை வளைவு

- அ) நீர்ப்பிடிப்பரப்பின் மழைப்பொழிவுபற்றிய நீண்டகால ஆவணங்கள்
- ஆ) வடி நிலப்பரப்பில் இருந்து வெளியேறும் நீர்வரத்து விகிதத்தின் நீண்டகால ஆவணங்கள்
- இ) வடிநிலப் பரப்பிலிருந்து நீர்த்தேக்கத்திற்கு வந்து சேரும் வண்டல் மண்ணின் கொள்ளளவு.
- ஈ) நீர்ப்பரப்பு மற்றும் கொள்ளளவு வடிவமைப்பு வளைவுகள்
- உ) வண்டல் தேக்கும் முனைப்பு
- ஊ) நீர்த்தேக்க இழப்புகள்
- ஐ) நீர்த்தேக்கத்திலிருந்து பல்வேறு தேவைகளுக்கான அதிக அளவு தண்ணீர். இது தேக்கத்திலிருந்தும், நேரடியாகவும் கணித்துக் கொள்ளலாம்.
- எ) நம்பகத் தன்மை
- ஏ) தேக்கத்தின் மேற்புறத் தேவை
- ஒ) அடர்த்தி ஓட்டச்சுழல் மற்றும் வெளியேற்ற அமைப்புகள்; முதலியன

நிறை வளைவு (Mass curve)

இது ஒருங்கிணைத்த மழைப்பொழிவு அல்லது நீர்ப்போக்கு விகிதத்தை மாதங்களோடு இணைத்த வரைபட வளைவு. இதன் குணங்கள்: இது தொடர்ந்து ஏறும் வளைவு. நீர்வரத்து அதிகமானால் வளைவின் சரிவு செங்குத்து ஏற்றமாயிருக்கும். நீர்வரத்து குறையும் போது வளைவின் சரிவு ஏற்றம் குறையும், நீர்வரத்து சுத்தமாக நின்று போனால் வளைவின் சரிவு நேர்க்கோடாக இருக்கும். இந்த வளைவின் எந்தப் புள்ளியை துவக்கத்திலிருந்து அதுவரையிலான காலத்தின் மொத்த ஒருங்கிணைத்த நீர்வரத்தின் மில்லியன் கனமீட்டர் அளவைக் குறிக்கும். இந்தப் புள்ளியின் சரிவின் தொடுகோடு நீர்வரத்து விகிதத்தை வினாடிக்கான கனமீட்டரில் குறிப்பிடும்.

தேவை வளைவு

இது காலத்தோடு ஒப்பீடு செய்த ஒருங்கிணைத்த நீர்த்தேவையைக் குறிப்பிடும், வளைவு. தேவை ஒரே சீராக இருந்தால், தேவை வளைவு நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்.

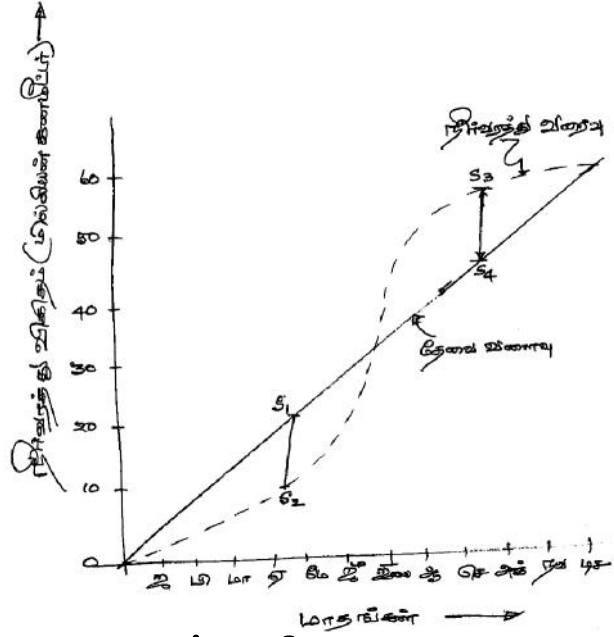
4.4.1. தேக்கக் கொள்ளளவை வடிவமைத்தல்

நீர்வரத்து, மற்றும் தேவைக்கான மதிப்பீடுகள் ஆற்றில் தேக்கம் அமைய விருக்கும் இடத்தில் குறைந்தது 30 ஆண்டுகளுக்காவது ஆவணங்கள் இருக்க வேண்டும். இதில் வறட்சிக் காலங்கள் கூடுதலாய் இருப்பின் மிகச் சிறப்பு. தேக்கக் கொள்ளளவை வடிவமைக்கும் முறைகளாவன:

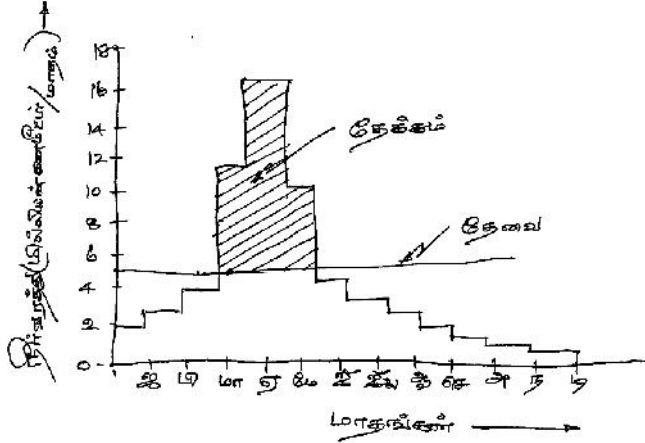
1. பகுப்பாய்வு முறை
2. நிறை வளைவு முறை
3. செவ்வகக் கட்டி வரைவு முறை

4.4.1.1 பகுப்பாய்வு முறை

இம்முறையில் ஒவ்வொரு மாதமும் நீர்வரத்து விகிதத்தையும், தேவையின் மதிப்பையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். தேவையின் மதிப்பில், நீர் ஆதார உரிமைகள், நீர்த்தேக்க இழப்புகள், மழைப் பொழிவு அனைத்தையும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.



படம் 4.8 நிறை வளைவு



படம் 4.9 செவ்வகக் கட்டி வரைபடம்

நீர்க்குறைபாடு மற்றும் நீர்மிகும் அளவு என்பது, நீர்வரத்துக் கன அளவில் இருந்து தேவையின் அளவை ஈடு செய்த பின் நிகழ்வதாகத் தீர்மானிக்க வேண்டும். நீர்வரத்துக்கு மிகுதியான தேவையால் ஏற்படும் நீர்க்குறைபாட்டின் ஒருங்கிணைத்த மொத்த அளவுதான் குறைந்த நீர்த்தேக்க அளவாகும். தேவையைப் பூர்த்தி செய்த பின் உள்ள மிகுதி நீர் வரத்து அளவை ஒருங்கிணைத்தால், தேக்க அளவுக்கு மீறிய நீர்வரத்தின் அளவு தெரியவரும். இதனை வெள்ள வடிகாலில் வெளியேற்றிவிடலாம். இம்முறையில் எப்போழுது நீரைத் தேக்க இயலும், வருடத்திற்கு எத்தனை முறை தேக்கலாம், எப்போழுது வெளியேற்றலாம் என்பதனைத்தையும் கணக்கீடு செய்யலாம்.

4.4.1.2. நிறை வளைவு முறை

இம்முறையில் தேக்கக் கொள்ளளவு நீர்வரத்து மற்றும் நீர்த்தேவை நிறை வளைவு மதிப்புகளில் இருந்து கணிக்கப்படுகிறது. ஒரே அளவீட்டில் நீர்வரத்து மற்றும் தேவை வளைவுகளை அமைத்து சோதித்தால் தேக்குவது எப்போழுது என்று தெரிந்து கொள்ளலாம். நீர்வரத்து குறைவாக இருந்தால், அதாவது நீர்வரத்து வளைவு சமதள நோக்கோடாயிருந்தால், தேவை வளைவின் சரிவு அதிகமாயிருக்கும். அது தான் தேக்கக் கொள்ளளவைத் தீர்மானிக்கும் கணிப்பு.

படம் 4.8. இதை விளக்குகிறது

4.4.1.3. செவ்வகக் கட்டி வரைவு முறை

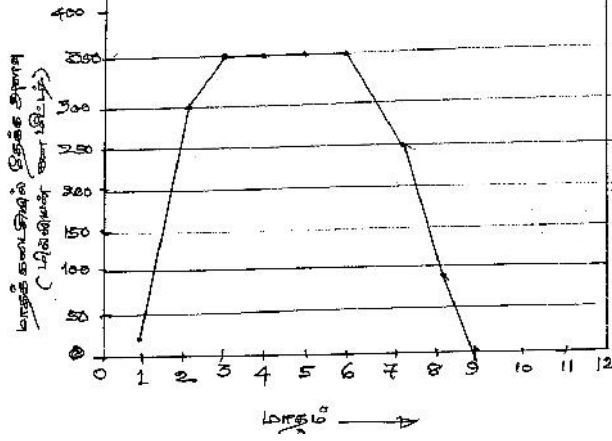
இம்முறையில் மிகவும் வறண்ட ஆண்டின் நீர்வரத்துக்களின் மதிப்பையும், அதற்கான காலத்தையும் கட்டி வரைபடமாக வரைந்து கொள்ள வேண்டும். இந்த வரைபடப் பரப்பு அந்த ஆண்டு தேக்கப்பட்ட நீராகும். இதே போன்று சராசரி தேவையை வரைந்து கொள்ள வேண்டும். சீரான தேவையானால் நோக்கோட்டிலும், மாறும் தேவையானால் கட்டி வரைவாகவும் இருக்கும். இந்த இருவரைவுகளையும் ஒப்பிட்டு , மிக அதிகமான குறைபாட்டுப் பரப்பு, குறைந்த அளவு தேக்கும் கொள்ளளவு ஆகும். தேவையை மீறிய பரப்பு நீர்த்தேக்க இழப்புகளைத் தவிர்த்து, வெள்ள வடிகால் வெளியேற்றத்தையும் தவிர்த்த அதிக அளவு தேக்கக் கொள்ளளவு ஆகும். இதைப் படம் 4.9 விளக்குகிறது.

4.5 நீர்த்தேக்க இயக்கக் கோட்பாடுகள்

நீர்த்தேக்க இயக்கத்துக்கு சில வரைமுறைகளையும், கோட்பாடுகளையும் சிந்தித்து நிர்ணயித்திருக்கிறார்கள். இதற்கு

1. நீர்த்தேக்கத்தின் இன்றைய இருப்பு
2. எதிர்பார்க்கின்ற வெள்ள நீர்வரத்து
3. எதிர்பார்க்கின்ற வெள்ள வரத்து விகிதமும், வேகமும்
4. நீரின் எதிர்வரும் காலத் தேவைகள்
5. பாசனக் கொள்கை முதலிய பல காரணிகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். பல நீர்த் தேக்கங்கள், அவை அமைப்பதற்கு முன்பாக ஆற்றுப் பாசனத்தால் பயனடைந்த

உழவர்களுக்கும், வேளாண்மைப் பாசனத்துக்கும் முன்னுரிமை வழங்கியிருக்கிறார்கள். தேக்கம் அமைந்த பின்னர் விவசாய மேம்பாட்டுக்குப் புதியதாக கால்வாய்கள் அமைத்து அதிக நிலங்களுக்கு பாசனத்திற்காகத் தண்ணீர் வழங்கி இருக்கிறார்கள்.



படம் : 4.10 மாதிரி நீர்த்தேக்க சட்ட வளைவு

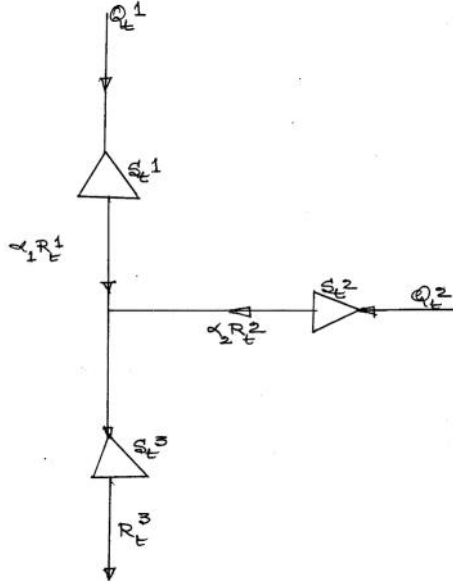
ஆகவே இவற்றை எல்லாம் கருத்தில் கொண்டு நீர்த்தேக்க இயக்க செயல்முறைக் கோட்பாடுகளை வரையறுத்துக் கொள்ளுதல் அவசியம்.

4.5.1 நீர்த்தேக்க இயக்க சட்டவளைவுகள்

நீர்த்தேக்க இயக்க சட்டவளைவுகள், அணையை நிர்வகித்து இயக்குபவர்களுக்கு வழிகாட்டியாக இருக்கும். இது தேக்கங்களை நிலைத்த நிலையில் இயக்க வழிகாட்டும். ஒரு ஆண்டின் குறிப்பிட்ட காலங்களில் எந்த அளவு நீரைத் தேக்க வேண்டும், எந்த அளவு நீரை வெளியேற்ற வேண்டும் என்று காட்டும் சில சட்டங்கள் தேக்கத் கொள்ளளவு எல்லைகளைக் குறியிடும். சில தேக்க நிலைகளை நீர் வெளியேற்றக் கோட்பாட்டுடன் இணைத்தும் சட்ட வளைவுகள் அமைக்கப்படும். இவை குறிப்பிட்ட நோக்கங்களை நிறைவேற்றவும், தேவை, இருப்பு இவையிரண்டையும் சீரான மேலாண்மை செய்ய வசதியாகவும் வரையறுக்கப்படும்.

4.5.2 தொடர் நீர்த்தேக்க இயக்கம்

ஒரு தொடர் நீர்த்தேக்க இயக்கம் ஒரு நேரிடை வடிவமைப்புக் கணக்காக மாற்றி அமைக்கப்பட்டு, சுலபமாக இயக்க சட்ட வழிமுறைகளை அமைக்கலாம். இதில் நீர் வழங்கல், வெள்ளக் கட்டுப்பாடு, நீர் மின்தயாரித்தல், என பல காரணங்களுக்காக இயக்கப்படும் தேக்கங்கள் இயக்கப்படுவதை எடுத்துக்காட்டாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.



படம்: 4.11 தொடர் நீர்த்தேக்க இயக்கம்

இதில் Q_1^1, Q_2^2, Q_3^3 ஆகியவை முதல், இரண்டாவது மூன்றாவது தேக்கங்களின் நீர்வரத்து அளவு.

S_1^1, S_2^2, S_3^3 ஆகியவை முறையே முதல், இரண்டாம் மூன்றாம் தேக்கங்களின் தேக்க அளவு.

R_1^1, R_2^2, R_3^3 முறையே நீர் வெளியேற்ற அளவு.

4.6 நீர்த்தேக்க வண்டல் படிவு

ஆறுகள் ஓடி வரும் போது வண்டல்களைச் சுமந்து வருவது இயல்பு. மழைப் பொழிவு, பருவ மழைக்கால வெள்ளை ஓட்டங்களில் வண்டல் சுமக்கும் அளவு, கரையோர அரிப்புகளால் அதிகம் நிகழும். ஓடி வருகிற ஆற்றின் வேகத்தை நீர்த்தேக்கங்கள் தடுத்தி நிறுத்தி விடுகின்றன. இதனால் ஆறுகள் சுமந்து வருகிற வண்டல்கள் தேக்கங்களில் படிந்து விடுகின்றன. மிகச் சிறு பருமனுள்ள

வண்டல்கள் நீரோடு மிதந்து வரும். பருமண் அதிகமுள்ள வண்டல்கள் ஆற்றுப் படுகையோடு ஓடி வந்து உடனே படிந்து விடும். நீரில் கலந்து வரும் வண்டல்கள் ஆற்று வேகம் அறவே குறைந்து விட்டதால், புவி ஈர்ப்பு விசையினால் மெதுவாகப் படையும் படுகை வண்டல்கள் ஆற்றங்கரையோரங்களில் பெரும்பாலும் தங்கிவிடும். நீரோடு மிதந்து ஓடிவரும் வண்டல் துகள்கள் தேக்கப் பரப்பில் பரவலாக மெதுவாகப் படையும். தேக்கத்தின் ஆழ்பகுதிகளில் இவை தங்கி நீர் கொள்ளளவைக் குறைத்து விடும் தேக்கத்திலிருந்து வெளியேறும் நீரில் படிந்த வண்டலின் மேற்புறமுள்ள படிமங்கள் கரைந்து வெளியேறும். இந்த நடைமுறை பருவமழை வெள்ள அளவையும், வெள்ளக் காலத்தையும், தேக்கக் கொள்ளளவையும், பொறுத்தது. தேக்க வண்டல் படிவு அளவைக் கணிக்கும் முறைகள்:

- (அ) இதை ஒத்த தேக்கங்களின் நீண்டகால வண்டல் படிமத்தைக் கணக்கிட்டு ஒப்பு நோக்கல்
- (ஆ) வெள்ளக் கடத்தலில் நீரோடு மிதந்து செல்லும் வண்டலை கணக்கீடு செய்தல்
- (இ) தேக்க நீர்ப்பிடிப் பரப்பின் மண் அரிப்பைக் கணக்கிட்டு, உத்தேசத் தீர்மானிப்புக் கணிப்புகள்
- (ஈ) தொலை நுண்ணுணர்வு முறைகள்.

4.6.1 வண்டல் சுமை

வண்டல் சுமை, படுகைச் சுமையாகவும், மிதக்கும் சுமையாகவும் வரும். ஒரு குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பில் பருமனுள்ள வண்டல் ஆற்றுப் படுகையில் உருண்டு கொண்டு வரும். இந்தப் படுகைக்கு மேலே ஒரு மெல்லிய படிவம் கொஞ்சம் பருமனான, அடர்த்தி மிக்க வண்டலாக படுகைக் சுமையாகவோ, மிதக்கும் சுமையாகவோ வரும். அதற்கும் மேலே நீர்த்தள பரப்பு வரை ஒரு மொத்த படிவம் மிகச் சிறிய பருமன் உள்ள வண்டலாக, அடர்த்தியாக மிதந்து கொண்டிருக்கும்.

4.6.1.1 மிதக்கும் சுமை

மொத்த வண்டலின் பெரும் பங்கு இந்த மிதக்கும் சுமைதான். நீர்த்தேக்க வண்டல் படிதலின் பெரும் பங்கு இது தான். கால்வாய்களில் செல்லும் பாசன நீரில் பெரும் பங்கு மிதக்கும் சுமை வெளியேறும். பருமனான வண்டல் 0.20 மில்லி மீட்டரை விட அதிகமாக இருக்கும். நடுத்தர வண்டலின் பருமன் 0.20 மி.மீ இல்

இருந்து 0.075 மி.மீ வரையிருக்கும். மென்மையான வண்டல் 0.075 மி.மீ விட்டத்தை விட குறைவாயிருக்கும்.

4.6.1.2. படுகைச் சுவை

இது படுகையில் தாவித் தாவி உருண்டு வரும். மிதவைச் சுவையின் அளவில் இது 10 முதல் 20 விழுக்காடு வரை இருக்கும். வண்டல் பரவல் தேக்கத் திட்டமிடலிலும், வடிவமைப்பிலும் பெரும் பங்கு வகிக்கும். ஒரு தேக்கத்தில் எந்த உயரத்திற்கு வண்டல் படியும் என்று கணித்தால் தான் நீர் வெளியேற்ற துளைகளின் அடிப்பாக பட்ட அளவைக்குறிக்க இயலும். இதேபோல மின்சாரம் தயாரிக்கும் குழாய்க் கற்றைகளின் துளைகளை அமைப்பதிலும் இக்கணிப்பு பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. வண்டல் படிவப் பரவல் கீழ்க்கண்ட காரணிகளைச் சார்ந்திருந்தாலும் தேக்க இயக்கமே மிக முக்கியமானது.

(அ) ஆற்றுப் படுகைச் சரிவு : மிகுந்த சரிவுகளில் தேக்க உயரம் ஆற்று நீளத்தோடு ஒப்பிட்டால் குறைவாக இருக்கும். கீழ்ப்பக்கங்களில் வண்டல் படியும்.

(ஆ) தேக்க நீளம்

(இ) தேக்கக் குறுக்கும்

(ஈ) வண்டலின் பருமன்

(உ) கொள்ளளவு – நீர்வரத்து விகிதம்

(ஊ) தேக்க இயக்கம்

(எ) பசுமை வளர்ச்சி

(ஏ) ஆற்றின் நீர்வரத்துக் கோலம்

(ஐ) வண்டல் சுவை

(ஓ) தேக்க வடிவம்

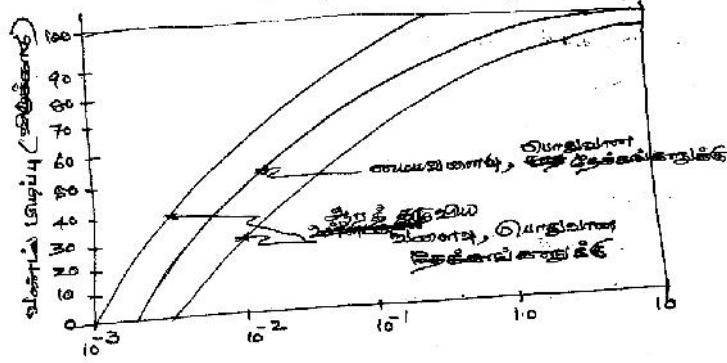
(ஔ) வெளியேற்ற மதகுகள்

(ஐ) வண்டல் – தேக்கக் கொள்ளளவு விகிதம்

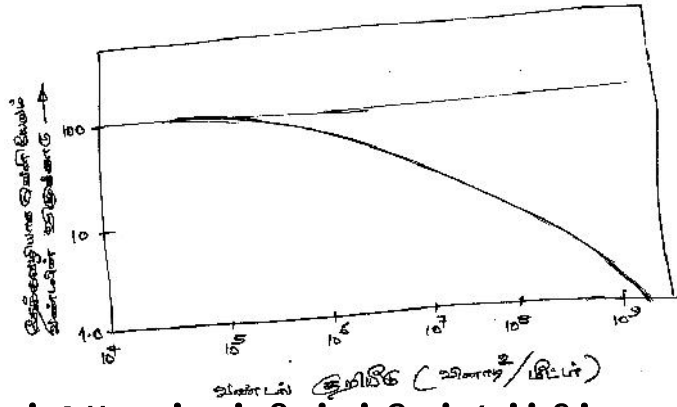
4.6.1.3 தேக்க வண்டல் படிவதை ஊக்கும் காரணிகள்

1. ஆறு கொண்டு வரும் வண்டலின் அளவு, அடர்த்தி, மற்றும் அதன் பண்பு.
2. மேற்புற தேக்கத்தில் தடுக்கப்பட்ட வண்டல் சுவை
3. வருகிற வண்டலின் பிடிப்பு விழுக்காடு
4. ஒரு அலகுக் கன அளவில் உள்ள வண்டலின் எடை

5. நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பின் மண்துகள்களின் பண்புகள்
6. மழைப் பொழிவின் அளவும், வகையும்
7. புவியதிர்ச்சி போன்ற பேரிடர்கள்



படம் 4.10 வண்டல் பிடிப்புத் திறன் (புருனேமுறை)



படம் 4.11 வண்டல் பிடிப்புத்திறன் (சர்ச்சில் முறை)

4.6.2. வண்டல் பிடிப்புத்திறன் (Trap efficiency)

வண்டல் பிடிப்புத்திறன், ஆறு கொண்டுவரும் வண்டல் சுமைக்கும், தேக்கத்தில் படியும் வண்டல் கொள்ளளவுக்குமான விகிதம். இது பொதுவாக வண்டலின் பண்புகள், நீர்வரத்துத் தடுப்பு நேரம், தேக்க இயக்கம், தேக்க வயது ஆகியவற்றைச் சார்ந்திருக்கும்.

நிகழ் நீர்வரத்து சுமந்து வரும் வண்டல், வண்டல் வெளியேற்றம் ஆகியவற்றை தேக்க உள்வரத்து, வெளியேற்ற வண்டல் ஆகியவற்றின் அளவீடுகளைத் தீர்மானித்து வண்டல் பிடிப்புத்திறனை மதிப்பிடலாம். தேக்கத்தில் வண்டல் படியும் கொள்ளளவினை வண்டலின் சீர் அடர்த்தி எடையைக் கொண்டு

கணக்கிடலாம். தேக்கத்தின் பயனில்லாக் கொள்ளளவு (Dead Storage) மதிப்பில் பொதுவாக 95 விழுக்காடு வண்டல் பிடிப்புத் திறனாக இருக்கும். வண்டல் பிடிப்புத் திறனைக் கணக்கிட 'புருனே முறை' மற்றும் 'சர்ச்சில் முறை' பயன்படுத்தப்படுகிறது.

4.6.3. வண்டல் படியும் ஆண்டு விகிதம்:-

இதை 'கோஸ்லா' சமன்பாடு மூலம் தீர்மானிக்கலாம்.

$$Y = \frac{0.597}{A^{0.24}}$$

இதில்,

Y = வண்டல் படியும் விகிதம் (ஹெக்டேர் மீட்டர்/100 சதுர கிலோ மீட்டர்/ ஆண்டு)

A = நீர்ப்பிடிப் பரப்பு (சதுர கிலோ மீட்டர்)

இந்தியத் தரக்கட்டுப்பாட்டுக் கழகம் வண்டல் படியும் விகிதத்தை 0.1 முதல் 0.2 (ஹெ.மீ / ஆண்டு / சதுர.கி.மீ நீர்ப்பிடிப் பரப்பு) என்று கணக்கிடப் பரிந்துரை செய்கிறது.

4.6.4 வண்டல் படிவதைத் தடுக்கும் முறைகள்

வண்டல் படிவு, தேக்க நீர்க் கொள்ளளவை வெகுவாகக் குறைப்பதுடன் தேக்கம் பயன் தரும் ஆயுளையும் குறைக்கிறது. 'வருமுன் காப்பது சிறந்தது' என்பதற்கேற்ப வண்டல் படிவதைத் தடுக்கும் முறைகளாவன:

- (அ) தேக்கம் அமைக்க சிறந்த இடத் தேர்வு:- வண்டல் வரத்து மிகக் குறைவாக உள்ள இடத்தைத் தேர்ந்து தேக்கம் அமைப்பது.
- (ஆ) ஆற்றின் போக்கைத் தள்ளித் தேக்கம் அமைப்பது:- இதில் ஆற்றின் போக்கில் ஆழத்தில் வண்டல் படியும் என்பதால், தள்ளி தேக்கம் அமைத்து வண்டல் வெளியேற வடிகால் அமைப்பது.
- (இ) சிறந்த தேக்க வடிவமைப்பு
- (ஈ) வண்டல் வரத்தை குறைக்கும் முறைகளைக் கையாள்வது
- (உ) மிகப்பெரும் வெள்ளத்தை வடித்துப் பின்னர் தேக்குவது.

- (ஊ) நீர்பிடிப்பரப்பில் மண் அரிப்புத் தடுப்பு முறைகள் கையாள்வது.
- (எ) ஆண்டுக்கு ஒருமுறை ஆழப்பகுதியில் அமைக்கும் சுரண்டல் மதகு மூலம் வண்டல் படிவை வெளியேற்றல்.

அலகு 4

பயிற்சி வினாக்கள் :

1. நீர்த்தேக்கங்கள் அமைப்பதின் காரணங்கள், அவற்றின் வகைகள் பற்றி விளக்கி எழுதுக.
2. நீர்த்தேக்க வடிவமைப்பு, கட்டுமானப்பொருள்கள் சார்ந்த வகைகளை விவரிக்கவும்.
3. நீர்த்தேக்கக் கொள்ளவைத் தீர்மானிக்கும் வழிமுறையை ஒரு எடுத்துக்காட்டுடன் விளக்குக.
4. நீர்த்தேக்க இயக்கத்துக்கு ஏன் விதிகள் தேவை? பயன்படுத்தப்படும் கோட்பாடுகள் யாவை?
5. வண்டல்படிவு என்றால் என்ன? இதன் தாக்கம் என்ன என்று எழுதுக.
6. ஆற்று நீரோட்டத்தில் வரும் வண்டல்கமையின் வகைகள் யாவை?
7. வண்டல்படிவை ஊக்குவிக்கும் காரணிகள் எவை? இதைக் கட்டுப்படுத்தும் நடவடிக்கைகள் என்னென்ன?
8. வண்டல்பிடிப்புத் திறன் என்றால் என்ன? இதனைக் கணக்கிடும் முறைகளை விவரிக்கவும்.
9. வண்டல்படிவு வெளியேற்றும் முறைகளை விவரி.
10. கால்வாய்களில் வெளியேற்றப்படும் வண்டல்களால் ஏற்படும் நிறை குறைகளை விவரித்து எழுதுக.

அலகு 5

வெள்ளமும் வறட்சியும்

வெள்ளமும், வறட்சியும் எல்லை தொடும் இயற்கை நிகழ்வுகள். இரண்டிற்கும் பொதுவான மூலகாரணம் நீரியற் சுழற்சிதான். வெள்ளத்தையும், வறட்சியையும் தனித்தனியாக ஆய்வோம்.

5.1 வெள்ளம் – வரையறை

ஒரு ஆற்றுப்போக்கின் ஓட்டத்தில் குறிப்பிடத்தக்க பெருக்கம் தொடர்ந்து முன்னேறி உச்சஅளவை எட்டி, முகட்டைத்தொட்டு பின் குறைவு ஏற்படும் நிலையை 'வெள்ளம்' என்று வரையறுக்கலாம். இது ஆற்றின் நீர் உயரத்தின் அசாதாரண உச்சம். இந்நிலை எட்டும்போது ஆறு கரைபுரண்டு ஓடி இரு கரையோரங்களிலும் வெள்ளம் சூழ்ந்துவிடும். வெள்ளத்தின் தாக்கத்தில் உயிரிழப்புகளும், அசையாச் சொத்துக்களின் சேதமும், இயல்பு வாழ்க்கை பாதிப்பும் இதனை ஒரு இயற்கைப்பேரிடர் என்றே கூறும் வகையாகிவிட்டது கண்கூடு. நீரியற் கட்டுமானங்களில் உச்சவெள்ளம் முக்கியமான வடிவமைப்புக் காரணியாகிறது. 'வெள்ள இடைவெளிக் கணிப்பு' மிக இன்றியமையாதது. வெள்ள மதிப்பீட்டைக் கணிக்கும் முறைகள் :

- 1) பகுக்கும் முறை
- 2) பாரம்பரிய சமன்பாடுகள்
- 3) அலகு நீர்வரைவு நுட்பமுறை
- 4) வெள்ள இடைவெளி ஆய்வுமுறை

5.1.1 பகுக்கும் முறை

இம்முறையில் ஒரு வடிநிலப் பரப்பில் நிகழும் மழைப்பொழிவால் தோன்றும் வெள்ள உச்சஅளவைக் கணிக்கும் சமன்பாடு :

$$Q = CIA \dots\dots\dots (5.1)$$

இதில் Q வெள்ள உச்ச நீர்வரத்து விகிதம்,

$$\text{வினாடிக்கு கனமீட்டரில் } \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

C என்பது நீர்வரத்துக் குணகம்.இது நீர்வரத்து மழைப்பொழிவு விகிதத்தைப் பொறுத்தது. I மழைப்பொழிவின் அடர்த்தி

அட்டவணை. 5.1

நீர்வரத்துக் குணக மதிப்புகள்

மழைப்பொழிவு நிகழும் பரப்பு	C குணக மதிப்பு
நகர்ப்புறங்கள்	
பரவலான மணல்தரைகள்	0.05 - 0.10
சரிவுள்ள மணல்தரைகள்	0.15 - 0.20
எடைகூடிய மண்துளையகம்	0.18 - 0.22
குடியிருப்பு பகுதிகள்	
சிறு வீடுகள், தனி வீடுகள்	0.30 - 0.50
தொகுப்பு வீடுகள்	0.60 - 0.75
தொழிற்பேட்டைகள்	
சிறு தொழிற்கூடங்கள்	0.50 - 0.80
கனரக தொழிற்கூடங்கள்	0.60 - 0.90
சாலைகள்	0.70 - 0.95
வேளாண்மை புலங்கள்	
பரவலான சமதளம் இறுகிய களிமண்	
விவசாய நிலம்	0.50
வனப்பகுதி	0.40
மணற்பாங்கான வண்டல்மண்	
விவசாய நிலம்	0.20
வனப்பகுதி	0.10
மலைப்பிரதேசம்	
இறுகிய களிமண்	
விவசாய நிலம்	0.70
வனப்பகுதி	0.60
மணற்பாங்கான வண்டல்மண்	
விவசாய நிலம்	0.40
வனப்பகுதி	0.30

5.1.2 பாரம்பரிய சமன்பாடுகள்

பாரம்பரிய சமன்பாடுகள் ஒவ்வொரு மண்டலத்திற்கும் வேறுபடும். கண்டறிந்த வெள்ளங்களின் ஆவணங்களிலிருந்து கணிப்பீடு செய்த சமன்பாடுகள் இவை. இவை எல்லாமே உச்ச வெள்ளவரத்து விகிதத்தையும் நீர்ப்பிடிப் பரப்பையும் இணைத்தவையே.

“டிக்கன்ஸ் சமன்பாடு”

$$Q = CA^{3/4} \dots \dots \dots (5.2)$$

இதில் Q = உச்ச வெள்ளவரத்து விகிதம் (கனமீட்டர்/ வினாடி)

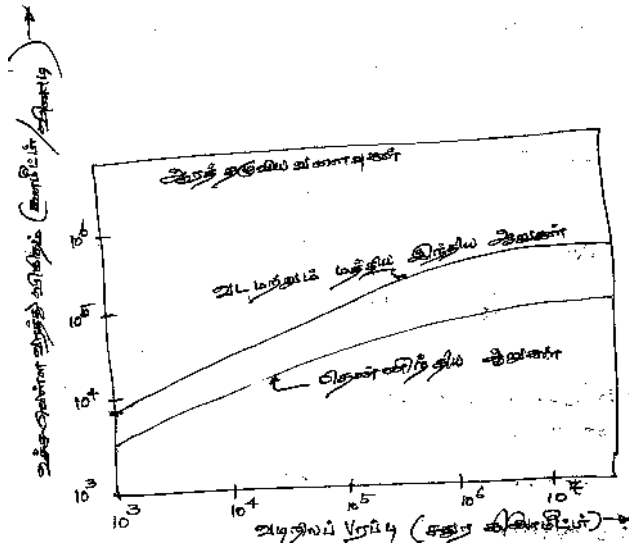
A = நீர்ப்பிடிப் பரப்பு (சதுர கிலோ மீட்டரில்)

C = டிக்கன்ஸ் மாறிலி. இதன் மதிப்பு 6 முதல் 30 வரை.
‘டிக்கன்ஸ் சமன்பாடு’ மத்திய மற்றும் வடஇந்தியாவில் மட்டும் பயன்படும்.

அட்டவணை. 5.2

டிக்கன்ஸ் மாறிலி மதிப்புகள்

மண்டலம்	டிக்கன்ஸ் மாறிலி
வடஇந்தியச் சமவெளி	6.0
வடஇந்திய மலைப் பகுதிகள்	11 முதல் 14 வரை
மத்திய இந்தியா	14 முதல் 28வரை
கடலோர ஆந்திரா மற்றும் ஓரிஸ்ஸா	22 முதல் 28 வரை



படம்: 5.1 இந்திய ஆறுகளின் ஆரத்தழுவிய வளைவுகள் ரைவ்ஸ் சமன்பாடு

$$Q = CA^{2/3} \dots \dots \dots (5.3)$$

இதில் Q = உச்ச வெள்ளவரத்து விகிதம் (கனமீட்டர்/ வினாடி)

A = நீர்ப்பிடிப் பரப்பு (சதுர கிலோ மீட்டரில்)

C = ரைவ்ஸ் மாறிலி. இதன் மதிப்புகள்

C = 6.8 கிழக்குக் கடற்கரையிலிருந்து 80 கிலோ மீட்டர் வரை

C = 8.5 கிழக்குக் கடற்கரையிலிருந்து 80 முதல் 160 கிலோ மீட்டர் வரை

C = 10.2 மலைப்பாங்கான இடங்களில்

இந்தச் சமன்பாடு தமிழ்நாட்டு மண்டலங்களிலும், கர்நாடக, ஆந்திரப் பிரதேசங்களின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

‘இங்லிஸ் சமன்பாடு’

$$Q = \frac{124A}{\sqrt{A+10.4}} \dots\dots\dots(5.4)$$

இதில் Q = உச்ச வெள்ளவரத்து விகிதம் (கனமீட்டர்/ வினாடி)

A = நீர்ப்பிடிப் பரப்பு (சதுர கிலோ மீட்டரில்)

இந்தச் சமன்பாடு மராட்டிய மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப் பிரதேசங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஆரத்தழுவிய வளைவுகள் (Envelope Curves)

வானிலை ஒத்த இடங்களின் நீர்ப்பிடிப்பு பரப்புகளின் மழைப்பொழிவையும், நீர்வரத்தையும் மதிப்பீடு செய்து, சிறியது முதல் பெரியது வரையான வடிநிலங்களின் மதிப்பீடுகளை உள்ளடக்கி முழு மடக்கைத்தாளில் வரையும் வரைபடம் இது.

5.1.3. அலகு நீர்வரைவு முறை

முந்தைய அலகுகளில் விவரித்துள்ள அலகு நீர்வரைவு நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி உச்ச வெள்ளவரத்து விகிதத்தை அறிந்து கொள்ளலாம். இதற்கு மழைப்பொழிவு, நீர் ஊடுருவும் பண்புகள், வடிநிலத்தின் பண்புகள் முதலியன தெரிய வேண்டும். முதன்மையாக உச்ச மழைப்பொழிவு வரை படமும், மழைப்பொழிவின் மிச்சமும் கணக்கிடப்படவேண்டும். வடிவமைக்கப்பட்ட அலகு நீர்வரைவில், வெள்ள மழைப்பொழிவு மீத மதிப்பை இணைத்து உச்சவெள்ள மதிப்பீடு செய்யலாம்.

5.1.4. வெள்ள நிகழ்வு அடுக்க ஆய்வு முறை

வெள்ளம் போன்ற நீரியல் நிகழ்வுகளைக் கணிப்பது மிகவும் சிக்கலானது. ஏனெனில் இது பல காரணிகளைச் சார்ந்தது. வெள்ள வரத்தைக் கணிப்பதற்கும், இயற்கை நிகழ்வான மழைப்பொழிவை முன்கூட்டியே கணிப்பதற்கும் நிகழ்வு அடுக்க

ஆய்வு முறையினைப் பயன்படுத்தலாம். இது ஒரு புள்ளியியல் பகுப்பாய்வு முறை. வருடாந்திர உச்ச வெள்ள விவரங்களைக் குறிப்பிட்ட நீர்ப்பிடிப் பரப்புக்கு குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இந்த ஆவணம் பல ஆண்டுகளின் மதிப்பு விவரங்களை தொடர்ச்சியாக தொகுக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். இதனை ஆண்டு விவரத் தொடர் என்று குறிப்பிடுவர். பிறகு இந்த ஆண்டு விவரங்களை மிக அதிக மதிப்பிலிருந்து வரிசையாக குறையும்படி குறிப்பிட்டுத் தொகுக்க வேண்டும். பிறகு நிகழும் உத்தேசம் P (Probability) கணிக்கப்படும். இந்தச் சமன்பாட்டின்படி, வெள்ள அளவு இந்த உத்தேச அளவுக்குச் சமமாகவோ இல்லையேல் அதிகமாகவோ இருக்கும். இதனைக் குறியீட்டுப்புள்ளிச் சமன்பாடு என்பர்.

இதன்படி $P = \frac{m}{N+1}$(5.5) இது 'வெய்புல்' சமன்பாடாகும்.

இதில் P என்பது உத்தேச மதிப்பீடு

m என்பது நிகழ்வின் வரிசை எண்

N மொத்த நிகழ்வுகளின் எண்ணிக்கை

மறுநிகழ்வின் காலஇடைவெளி (அல்லது) நிகழ்வு திரும்பவரும் காலம் (அல்லது) நிகழ்வு இடைவெளியின் கணக்கீடு சமன்பாடு

$T = 1/P$(4.7) ன் மூலம் செய்யப்படும்.

இதனை தொடர் ஆண்டுகளில் இந்த நிகழ்வு r முறை ஏற்படுமானால், அதன் உத்தேச நிகழ்வை,

$$P_m = {}^n C_r P^r q^{n-r} \dots\dots\dots (5.6)$$

$$P_m = \frac{n!}{(n-r)!r!} P^r q^{n-r} \dots\dots\dots (5.7) \text{ என்று குறிப்பிடலாம்.}$$

இதில் $q = 1 - P$

பயன்பாட்டில் உள்ள குறியீட்டுப்புள்ளிச் சமன்பாடுகள் அட்டவணை 4.3இல் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 5.3 குறியீட்டுப்புள்ளிச் சமன்பாடுகள்

வ.எண்.	முறையின் பெயர்	$P =$
1.	கலிபோர்னியா	$\frac{m}{N}$
2.	ஹேஜன்	$\frac{(m-0.5)}{N}$
3.	வெய்புல்	$\frac{m}{(N+1)}$

4.	செகோடயேவ்	$\frac{(m-0.3)}{(N+0.4)}$
5.	பிளாம்	$\frac{(m-0.44)}{(N+0.12)}$
6.	கிரிங் கோர்ட்டன்	$\frac{(m-3/8)}{(N+1/4)}$

விளக்கக் கணக்கு

ஒரு வெள்ளநீர்வரத்து அளவியின் ஆவணம் மருதையாற்றின் 20 ஆண்டு வெள்ள மதிப்பீடுகளைத் தந்துள்ளது. இதிலிருந்து (i) 12 ஆண்டு நிகழ்வு இடைவெளி (ii) 40 ஆண்டு நிகழ்வு அடுக்க வெள்ள அளவீட்டை மதிப்பீடு செய்க.

வருடம்	1960	61	62	63	64	65	66	67	68	69
வெள்ள வரத்து (கனமீட்டர்/ விளாடி)	140	160	200	300	500	600	400	250	150	100
வருடம்	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
வெள்ள வரத்து	180	220	350	450	550	650	700	360	420	120

செயல்முறை

வெள்ள வரத்துகளை அதிக அளவிலிருந்து குறைந்த அளவிற்கு இறங்குமுகத்தில் வரிசைப்படுத்தி எழுதவேண்டும். அதற்கு வரிசை எண்கள் தந்து ஏதாவது ஒரு குறியீட்டுப்புள்ளிச் சமன்பாட்டு முறையில் உத்தேச வெள்ள அளவைக் கணக்கிடவேண்டும். பிறகு பாதி மடக்கைத்தாளில் செங்குத்து அச்சுகளில் வெள்ள அளவையும் சமதள அச்சுகளில் நிகழ்வு இடைவெளியின் மதிப்புகளையும் குறிப்பிட்டு, இரண்டையும் இணைத்த புள்ளிகளைக் குறியிட வேண்டும். பின்னர் புள்ளிகளை இணைத்தால் வரும் நேர்க்கோட்டை வரையவேண்டும். இந்த வரைபடத்திலிருந்து தேவைப்படும் அளவுகளை தெரிவு செய்யவேண்டும். இச்செயல்முறை அட்டவணை 4.4 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 5.4

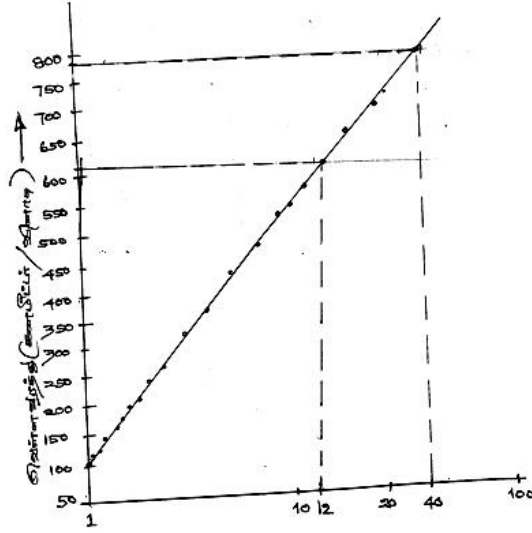
நிகழ்வு அடுக்க ஆய்வுக் கணக்கீடு

மொத்த ஆண்டுகள் $N = 20$.

கலிபோர்னியாமுறை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதன்படி உத்தேச நிகழ்வு $P = \frac{m}{N}$. இதில் m என்பது வரிசைப்படுத்தப்பட்ட

வெள்ள அளவு வரிசைஎண் நிகழ்வு இடைவெளி $T = 1/P$.

m	வெள்ள வரத்து (கனமீட்டர்/ வினாடி)	$P = \frac{m}{N}$	$T = 1/P$
1	700	0.05	20
2	650	0.10	10
3	600	0.15	6.67
4	550	0.20	5.00
5	500	0.25	4.00
6	450	0.33	3.03
7	420	0.35	2.86
8	400	0.40	2.50
9	360	0.45	2.22
10	350	0.50	2.00
11	300	0.55	1.81
12	250	0.60	1.67
13	220	0.65	1.54
14	200	0.70	1.43
15	180	0.75	1.33
16	160	0.80	1.25
17	150	0.85	1.76
18	140	0.90	1.11
19	120	0.95	1.05
20	100	1.00	1.00



நிகழ்ச்சி கிடைவதற்கு (T ஆண்டுகள்)

படம் : 5.2 விளக்கக் கணக்கு செயல்முறை (அரை மடக்கைத்தாளில்).
 (சிறை மடக்கைத்தாளில்)
 அரை: T = 12 ஆண்டுகள் (சிறை, வெள்ளை 600 கனம்/செயல் முறை)
 T = 40 ஆண்டுகள் (சிறை, வெள்ளை 800 கனம்/செயல் முறை)

படம் : 5.2 விளக்கக் கணக்கு செயல்முறை (அரை மடக்கைத்தாளில்)

5.2 வறட்சி வரையறை

பருவமழைக் காலங்களில் மழைப்பொழிவு பொய்த்துப்போய், குறைந்தால் அதன் தாக்கம்தான் வறட்சி. வறட்சியின் மூலகாரணம் வானிலைக் காரணிகள். இதன் விளைவு நீரியல் அழுத்தியின் சமநிலை வீழ்ச்சி. இதன் தாக்கம் குறைந்த, மிகக்குறைந்த மழைப்பொழிவு. இதன் ஒட்டு மொத்தமுடிவு பொய்த்துப்போன வேளாண்மையும் (வறண்டுபோன வேளாண் விளைநிலங்களும்) கருகிய பயிர்களும், விவசாயிகளின் ஒட்டிய வயிறும், ஏமாற்றமுமே. இதைத் தொடர்ந்து வரும் பஞ்சம், இது இயற்கைப் பேரிடர். வெள்ளத்தைப் போலன்றி வறட்சி மெதுவாக நீண்டகாலம் தொடர்ந்து தொல்லைதரும் நிகழ்வு. இதற்கான பல வரையறைகள் உண்டு. அவைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

(அ) வானிலை வறட்சி

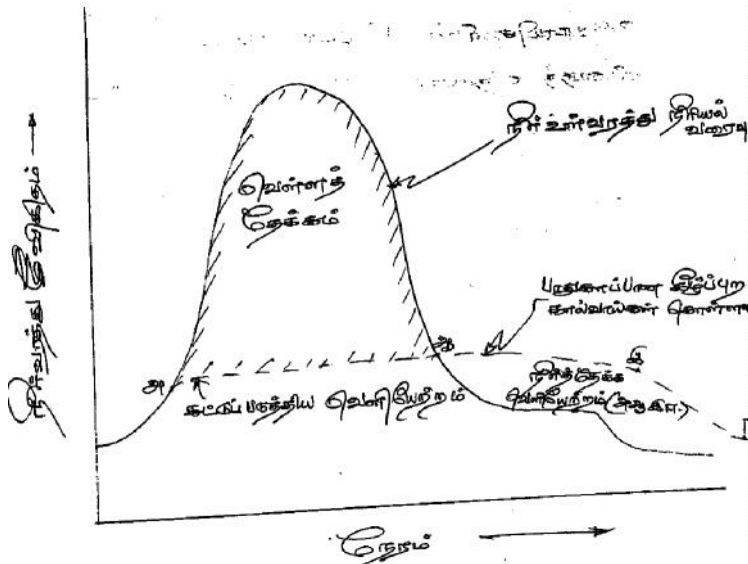
எந்த இடத்தில் சராசரி மழைப்பொழிவைவிட 25 விழுக்காடு குறைவாக இருக்கிறதோ அங்கே வானிலை வறட்சி நிலவுவதாக கணிக்கிறார்கள்.

(ஆ) நீரியல் வறட்சி

வானிலை வறட்சி நீண்ட காலத்துக்குத் தொடர்ந்தால் ஏற்படுவது நீரியல் வறட்சி. இதன் விளைவு வற்றிப்போன ஏரிகள், குளங்கள், நீர்த்தேக்கங்கள், ஓடைகள், ஆறுகள், சுனைகள் ஆகும். நிலத்தடி நீர்மட்டம் மிகவும் குறைந்து போகும்.

(இ) வேளாண்மை வறட்சி

மண்துளையகத்தின் ஈரமும், மழைப்பொழிவும் மிகக் குறைவாக இருந்தால் பயிர்விளையும் பருவத்தில் பயிர்விளைச்சல் குறையும். பயிர்கள் வளர்ந்து அறுவடைக்கு வருமுன்னே கருகிவிடும்.



படம். 5.3 ஒரு நீர்த்தேக்கத்தின் வெள்ளக்கட்டுப்பாட்டு இயக்கம்

5.3 வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு நடவடிக்கைகள்

வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு என்பது பொதுவாக வெள்ளம் சார்ந்த அனைத்து நடவடிக்கைகளுக்கும் பொருந்தும். இதன் மைய நோக்கம் உயிருக்கும், உடைமைக்குமான இழப்புகளைக் குறைப்பது மட்டுமே. இருந்தாலும், எதிர்பாராத பெருவெள்ளம் ஏற்படும் சமயங்கள் மிக அரிதானவையாக இருந்தாலும் மிக விரைவில் இந்த நிகழ்வு ஏற்படுவதால் முழுமையான நூறுவிழுக்காடு வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டை ஏற்படுத்த இயலாமலும், உயிர், உடைமை சேதத்தைத் தடுக்க இயலாமலும் போய்விடுவது இயல்பாய் இருந்து வருகிறது. வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு நடவடிக்கைகளை கீழ்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

5.3.1. கட்டுமான முறைகள்

- (அ) நீர்த்தேக்க மற்றும் வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு அணைகள் நிறுவுதல் (அமைத்தல்)
- (ஆ) வெள்ளக் கரைகள் அமைத்தல்
- (இ) வாய்க்கால் புனரமைப்பு
- (ஈ) வெள்ள வடிகால்கள் நிறுவுதல்(அமைத்தல்)
- (உ) மண்வள பாதுகாப்பு

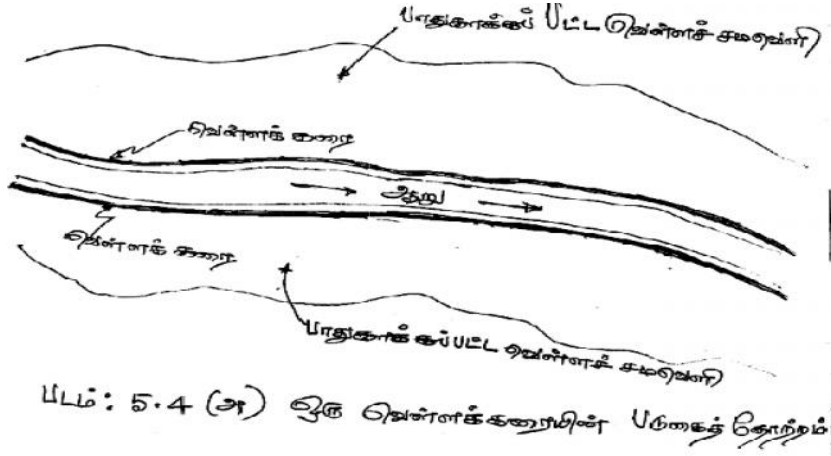
5.3.2. மற்ற முறைகள்

- (அ) வெள்ள சமவெளி மண்டலங்கள் அமைத்தல்
- (ஆ) வெள்ளஎச்சரிக்கை. மக்களையும் மற்றும் உயிரினங்களையும் பாதுகாப்பான இடங்களுக்கு அப்புறப்படுத்தி இடம்பெயரச் செய்தல்.

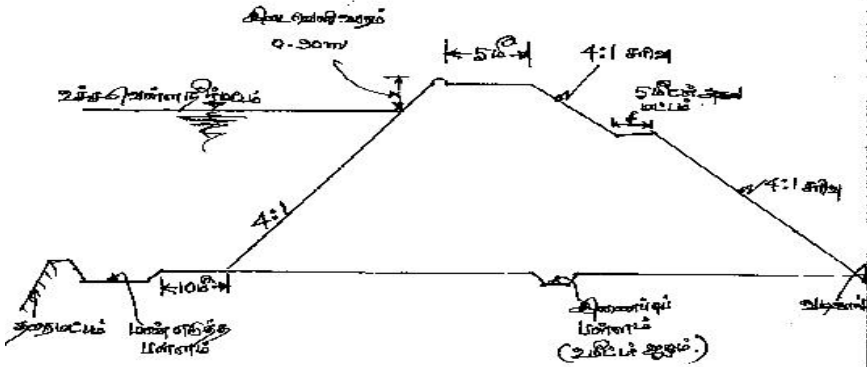
தேக்க அணைகள்

தேக்க அணைகள் நிறுவுதல் (அமைத்தல்) வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டுக்கு உகந்த சிறந்த நடவடிக்கையாகும். இவ்வகை அணைகளின் கொள்ளளவில் ஒரு பகுதி வருகின்ற வெள்ளத்தை உள்வாங்கி அதன் வீரியத்தைக் குறைக்கும். அதோடு தேக்கப்பட்ட தண்ணீர் ஒரு சீரான அளவில் நீண்டநேரத்துக்கு திறந்து விடப்பட்டு

ஆற்றுப்போக்கின் கீழ்ப்புறத்தில் வேகமாக வெள்ளம் சேருவதை கட்டுப்படுத்தும். உயிரோட்டமுள்ள ஜீவநதிகளில் முக்கியமான இடங்களில் தேக்க அணைகள் அமைப்பது வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டுக்கு நல்ல (சிறந்த வழியாகும்) வழி வகுக்கும்.



படம் : 5.4 (அ) ஒரு வெள்ளக் கரையின் படுகைத் தோற்றம்



படம் : 5.4 (ஆ) ஒரு வெள்ளக் கரையின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு அணைகள்

இவைகள் ஆற்றுக்கு குறுக்கே கட்டப்படும் சிற்றணைகள் ஆகும். வருகின்ற வெள்ளநீர் தடுக்கப்பட்டு, தங்குதடையின்றி வழிந்தோடும் வகையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை வெள்ள உச்சத்தைக் குறைத்து வெளியேற்றத்தை ஏற்படுத்துவன. பொதுவாக இவ்வகை அணைகள் நம்நாட்டில் அமைக்கப்படுவதில்லை.

வெள்ளக் கரைகள் அமைத்தல்

வெள்ளக்கரைகள் கரையணை என்றும் அழைக்கப்படும். இவை கெட்டிக்கப்பட்ட மண்அணைகளாகும். இக்கரைகள் ஆற்றோட்டத்துக்கு இணையாக அமைக்கப்பட்டு ஆற்றுவெள்ள நீரோட்டத்தை சீர்ப்படுத்துவன. கரைகளின் உயரம், வெள்ள நீரோட்டத்தைவிட அதிகமான உயரமாயிருக்கும். இவை குறைந்த செலவில் அமைக்கப்பட்டாலும், சீரான பராமரிப்பு இல்லையெனில் இவை உடைந்து சேதம் விளைவிக்கக் கூடியவை. ஆகவே வெள்ளக் கரைகளின் வடிவமைப்பு மிக இன்றியமையாத ஒன்றாக இருக்கும். இதே போன்று கான்கிரீட்டால் கட்டப்படும் வெள்ளக் கரைகளை வெள்ளச்சுவர்கள் என்று அழைப்பார்கள்.

வெள்ள வடிகால்கள்

வெள்ள வடிகால்கள் இயற்கையாய் அமைந்த வடிகால் வழித்தடங்கள் ஆகும். அதிக வெள்ளம் வரும்போது, அவை இவ்வழித்தடங்களில் திருப்பி விடப்படும். இவை பூமியின் மேடுபள்ளங்களுக்கேற்ப தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட இடங்களில் அமைக்கப்படுவன. இவை மற்ற முறைகளைக் காட்டிலும் சிக்கனமான நடவடிக்கையாகும்.

வாய்க்கால் புனரமைப்பு

இந்த வகை நடவடிக்கைகளில்,

- (அ) வாய்க்கால்கள் தூர்வாரப்பட்டு ஆழப்படுத்தப்படுவதுடன், அகலப்படுத்துவதும் செய்யப்படும். மேலும் வாய்க்காலின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு அகலப்படுத்தப்படும்.
- (ஆ) வாய்க்காலின் நீரோட்டப் பகுதிகளில் வளரும் புல், பூண்டுகள், செடி, கொடிகள் அகற்றப்பட்டு வாய்க்காலின் நீர்ப்போக்கு எதிர்ப்புத்தன்மை மிகவும் குறைக்கப்படும்.
- (இ) நீர், வாய்க்காலில் வளைந்து வளைந்து வரும்இடங்களை வெட்டி நேராக்கி படுகைச் சரிவுகளை பெரிதாக்கி நீரோட்ட வேகத்தை அதிகப்படுத்த நடவடிக்கை எடுக்கப்படும். இந்நடவடிக்கைகள் பராமரிப்பு மிகுந்த குறைந்தகால வெற்றியை அளிக்கக்கூடியவை.

மண்வள பாதுகாப்பு

மண்வள பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் நீர்ப்பிடிப் பகுதியின் சகல அம்சங்களிலும் மேன்மை செய்து அதிக நீர்ஊடுருவல், அதிக நீராவிப்போக்கு முதலியவற்றால் அதிக நீரிழிப்பை ஏற்படுத்தி மண் அரிப்பைத் தடுக்கவல்லவை. இந்நடவடிக்கை சிறிய, மிதமான வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டை உறுதி செய்யவல்லவை.

வெள்ள முன் அறிவிப்பு

முன்கூட்டியே வெள்ளம் வரக்கூடுமென்பதை எச்சரிக்கை செய்யும்பொழுது ஆற்றோட்ட வழியில் உள்ள மக்கள் எச்சரிக்கை நடவடிக்கையாக தங்கள் உடைமைகளுடன் இருப்பிடங்களைக் காலி செய்துவிட்டு பாதுகாப்பான இடங்களுக்கு சென்றுவிட ஏதுவாக இருக்கும். வெள்ள முன்னறிவிப்பை குறுகிய கால எச்சரிக்கை, மிதமான கால எச்சரிக்கை, நீண்டகால எச்சரிக்கை என்று மூன்று வகையாக குறிப்பிடலாம். குறுகிய கால எச்சரிக்கை என்பது வெள்ளம் வருவதற்கு 12 முதல் 40 மணி நேரத்திற்கு முன்னர் தரப்படும். மிதமான கால எச்சரிக்கை என்பது 2 முதல் 5 நாட்களுக்கு முன் தரப்படும். நீண்டகால எச்சரிக்கை வெகு நாட்களுக்கு முன்னதாக தரப்படுவதாகும்.

5.4 படுகையிடை நீர் பரிமாற்றம் :

நீர்ப்படுகைகளில் நிகழும்மழைப்பொழிவு வெள்ளப்பெருக்காக அந்தந்த ஆறுகளில் ஓடும். சில ஆற்றுப்படுகைகளில் நீரின் பயன்பாடு குறைவாகவும், அதை ஒட்டிய படுகைகளில் நீரின் தேவை அதிகமாகவும் இருக்கும். அந்த சமயங்களில் அணைகள் மூலம் நீரோட்டத்தை தடுத்து நிறுத்தி சுரங்கங்கள் வழியாக வேறு படுகைக்கு நீர் திருப்பிவிடப்படும். இதற்கு மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள்:

1. சிந்து சமவெளி ஆறுகளான ரவியிலிருந்து பியாஸ் ஆற்றுக்கு நீர் பரிமாற்றம் செய்வது
2. பரம்பிக்குளம் ஆற்றிலிருந்து சர்க்கார் பதி மின்உற்பத்தி நிலையத்துக்கு நீர் பரிமாற்றம் செய்வது
3. மேற்கு நோக்கிப்பாயும் முல்லைப்பெரியாறு அணையிலிருந்து கிழக்கு நோக்கி வைகை அணைக்கு நீர் பரிமாற்றம் செய்தல்.

5.4.1 படுகையிடைப் பரிமாற்றத்தின் பயன்கள்

- தேவைகள் பெருகுவதை சரிசெய்யும் வழிமுறை இது
- எதிர்வரும் தேவைகளை சரிசெய்யும் நல்லவழி
- மின்உற்பத்தி பெருகுவதை உறுதி செய்யும்
- வெள்ளச்சேதக் கட்டுப்பாடு
- மாசுக்கழிவுநீர் தொல்லைகள் நீக்கம்

5.4.2 சட்ட ச்சிக்கல்கள்

இந்த நீர்ப்பரிமாற்றம் இரு படுகையைச் சுற்றியுள்ள மக்களுக்கிடையே கருத்து வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்தக்கூடியவை. எனவே இத்திட்டங்கள் நிறைவேற்று முன்னரே இரு படுகை பயனீட்டாளர்களின் நீண்டகால நலனைக் கருத்தில் கொண்டு சட்டரீதியான ஆவணங்கள் உருவாக்கப்படவேண்டும். பின்வரும் நாட்களில் கருத்து வேறுபாடுகள் ஏற்படுமானால் அவற்றை எப்படி தீர்ப்பது என்பதற்கான வழிவகைகளையும் முதலிலேயே சட்டப்பூர்வ ஆவணமாக்க வேண்டும்.

5.5 வறட்சிக் குறியீடுகள்

வறட்சியின் வகைகளைப் பார்த்த பின்னர் அதை விளக்கும் வகைகளையும் குறியீடுகளையும் காண்போம்.

வானிலை வறட்சி

இந்திய வானிலைத்துறை (IMD) கீழ்க்கண்ட முறைப்படுத்தலைப் பயன்படுத்துகிறது. ஒரு வானிலைக்குட்பட்ட சார்பு மண்டலத்தில் இயல்பான மழைப்பொழிவிற்கு 75 விழுக்காடு குறைவாக இருந்தால் அது வறட்சியால் பாதிக்கப்பட்ட பகுதி என்று சொல்கிறார்கள். பருவகால மழைக்குறைவு 26 முதல் 50விழுக்காடு வரையிலிருந்தால் அது மிதமான வறட்சி என்றும், 50 விழுக்காட்டுக்கு மேலிருந்தால் தீவிர வறட்சி என்றும் குறிக்கப்படுகிறது. நாட்டின் மொத்தப் பரப்பில் 20விழுக்காட்டுக்கு மேல் தீவிர அல்லது மித வறட்சி நிலவினால் அது வறண்ட வருடமாகக் கருதப்படும்.

வறட்சி ஒரு இடத்தில் நிகழும்போது அதன் உத்தேச வறட்சி நிகழ்வு $0.2 \leq P \leq 0.4$ ஆக இருந்தால் அந்த இடம் வறட்சிக்கு ஆட்படும் இடமாகக் கருதப்படும். இந்நிகழ்வின் உத்தேச நிகழ்வு 0.4க்கு மேற்படுமானால், அந்த இடம் தொடர் வறட்சி நிகழ்விடமாகக் கருதப்படுகிறது.

$$D_i = \frac{P - \bar{p}}{\bar{p}} \times 100 \text{ for any time period(5.8)}$$

D_i = வேறுபாட்டு விழுக்காடு

P = நிகழும் மழைப்பொழிவு

\bar{p} = நீண்டகால சராசரி மழைப்பொழிவு

$D_i = -ve$ என்றால் வறட்சி

$D_i = +ve$ என்றால் மழை மிகுதி

அட்டவணை 5.5 வானிலைக் கழக வறட்சிக் குறியீடு

D_i = மதிப்புகள்	வறட்சியின் தீவிரம்	குறியீடு
0 மற்றும் அதிகம்	வறட்சி இல்லை	M_0
0 முதல் 25 %	லேசான வறட்சி	M_1
25 முதல் 50 %	மிதமான வறட்சி	M_2
50ஊக்கு மேல்	தீவிர வறட்சி	M_3

சீர்படுத்தப்பட்ட இந்திய வானிலைத்துறைக் குறியீடு :

(i) அளவீட்டுக் காரணி

மழை வருமுன்பான நிலைமை : அக்டோபரில் மழை இருந்தால் அதன் பாதித்தாக்கம் நவம்பரிலும் இருக்கும்.

$$W_{i-1} = 0.1 \left[1 + P_{i-1} \times \frac{12}{P_y} \right] \text{(5.9)}$$

W_{i-1} = (i - 1)ஆவது காலத்தின் அளவீட்டுக் காரணி

P_{i-1} = (i - 1)ஆவது காலத்தின் மழைப்பொழிவு

\bar{P}_y = சராசரி மழைப்பொழிவு

P_{ei} = $P_i + (W_{i-1} \times P_{i-1})$ மழைப்பொழிவின் தொடர்ச்சி

P_{ei} = i காலத்தின் மழைப்பொழிவின் மீதம் சமன்பாடு (5.10) ஐ சமன்பாடு (5.8) இல் இணைத்தால்

$$D_i = \frac{P_{ei} - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100 \dots \dots \dots (5.11)$$

(ii) அடுக்கு நிபந்தனை

$$D_i = \frac{P_c - \bar{P}_c}{\bar{P}} \times 100 \dots \dots \dots (5.12)$$

\bar{P} = நீண்டகால சராசரி மழைப்பொழிவு

P_c = அடுக்கு மழைப்பொழிவு

\bar{P}_c = அடுக்கு சராசரி மழைப்பொழிவு

வேளாண் வறட்சிக் குறியீடு

வேளாண்மை வறட்சிக் குறியீட்டை “வெப்பப் பகுதி குறியீடு” என்று சொல்வர்.

$$\text{வெப்பப்பகுதி குறியீடு} = \frac{P.E - E.T_a}{P.E} \dots \dots \dots (5.13)$$

AI (Aridity Index) = வெப்பப்பகுதி குறியீடு

$P.E$ = நிலை நீராவிப்போக்கு

$E.T_a$ = நிகழ் நீராவிப்போக்கு

$E.T_a$ = இது நிகழும் சுவாசத்தாலும், நீர்

ஆவியாதலினாலும் ஏற்படும் இழப்பு

வழக்கமான வெப்பப்பகுதி குறியீட்டிலிருந்து விலகும் மதிப்பை ‘வெப்பப்பகுதி குறியீட்டுக் குழப்பம்’ என்று சொல்வர். இந்த AI குழப்பத்தைப் பொறுத்தும் வறட்சியின் தீவிரம் வரையறுக்கப்படுகிறது.

அட்டவணை. 5.6 AI குழப்பக் குறியீடு

AI குழப்பம்	வறட்சி வகை
1 முதல் 25 வரை	லேசான வெப்பம்
26 முதல் 50 வரை	மித வெப்பம்
50 க்கு மேல்	தீவிர வெப்பம்

இவைகளைத் தவிர பால்மர் குறியீடு, ஹெர்ப்ஸ்ட் குறியீடு, இருக்கும் ஈரப்பதக் குறியீடு ஆகியவையும் வறட்சியைச் சுட்டுவனவாகும்.

5.6. வறட்சி நிகழ்தகு பகுதித்திட்டம்

வறட்சி நிகழ்வதற்கான காரணங்கள் காலந்தவறியும், இடங்களை விட்டுவிட்டும் தவறிய மழைப்பொழிவும், இருக்கின்ற தண்ணீரையும், நீர் ஆதாரங்களையும் ஒழுங்காக மேலாண்மை செய்யாததாலும், நீரோட்ட, நிலத்தடி நீரோட்டசீராய்வு இல்லாததாலும் ஆகியவையே. ஆகவே வறட்சி நிகழ்தகு பகுதித்திட்டம் கீழ்க்காணும் நடவடிக்கைகளை எடுக்க வேண்டும்.

- (அ) எங்கெல்லாம் இயலுமோ அங்கெல்லாம் நீர் ஆதார மேம்பாட்டுத்திட்டத் தேக்கங்களை உருவாக்க வேண்டும்.
- (ஆ) நீர் மிகுந்த படுகைகளிலிருந்து வறட்சி தோன்றும் படுகைகளுக்கு படுகையிடைப் பரிமாற்றம் செய்தல் வேண்டும்.
- (இ) நிலத்தடி நீர் மேம்பாட்டுத்திட்டம் செயல்படுத்துதல்.
- (ஈ) நீர்ப்பிடிப்பு/ நீர் அறுவடைத் திட்டங்களைச் செயலாக்க வேண்டும்.
- (உ) மண்வள பாதுகாப்புத் திட்டங்களைச் செயல்படுத்துதல் வேண்டும்.
- (ஊ) நீர் நிலைகளிலிருந்து நீரிழப்பைக் கட்டுப்படுத்திக் குறைக்க வேண்டும்.
- (எ) நீர்த்தேவை குறைந்த வேளாண்மை மேம்பாட்டுத் திட்டங்களை ஊக்குவித்து செயல்படுத்த வேண்டும்.

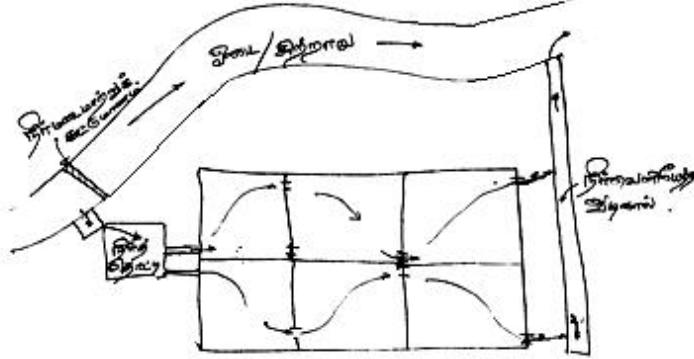
5.7 செயற்கை நீருற்றுத் திட்டம்

நிலத்தடி நீரின் இயங்கையான பயன்பாட்டை அதிகரிக்க செயற்கை நீருற்று / மீளுட்டம் கையாளப்படுகிறது. செயற்கை மீளுட்டம் என்பது கட்டுமானங்கள் அல்லது எந்த முறையினாலோ நிலத்தடி நீர்மட்டத்தை உயர்த்தி நீரோட்டத்தை அதிகரிப்பதுதான்.

5.7.1 செயற்கை மீளுட்டக் கருத்துரு

செயற்கை மீளுட்டத் திட்டங்கள் கீழ்க்கண்ட பயன்களுக்காக வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

1. இயற்கையான நிலத்தடி நீர் அளவைப் பாதுகாத்தும், அதிகரித்தும் இதை ஒரு பொருளாதார வளமாகக் காத்தல்.
2. மேற்பரப்பு நீர்த்தேக்க மற்றும் நிலத்தடி நீர்த்தேக்க இணைப்பு இயக்கத்திற்காக.
3. நிலத்தடி நீர்மட்டக் குறைவு, உப்புநீர் ஊடுருவல் ஆகியவற்றைத் தடுத்துக் கட்டுப்படுத்துதல்.
4. நிலமட்டம் இறங்குவதை தடுத்துக் காத்தல்.
5. நன்றாக இயங்கும் கிணற்றுத் தொகுப்புகளுக்கு நீர்பரிமாற்றம் பரவலாகக் கிடைத்தல்.
6. மாசுபட்ட நீரின் மாசுகளைக் களைந்து நன்னீராக்கி சுழற்சி செய்தல்.



படம். 5.5 படுகை முறை மீளுட்டம்

5.7.2 மீளுட்ட வழிமுறைகள்

மீளுட்ட வழிமுறைகள் காலத்தால் பரவலாகவும், பெரிய பரப்புக்குப் பரவலாகவும் அமையுமாறு நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை

- (அ) படுகை முறை
- (ஆ) ஓடைக்கால் ஓட்டமுறை
- (இ) மேடும் சிறுபள்ளமும் இணைந்த தொகுப்புமுறை
- (ஈ) வெள்ளநீர் பரவல் முறை
- (உ) பாசன முறை
- (ஊ) குழிகள் அமைத்தல்
- (எ) மீளுட்டக் கிணறுகள் அமைத்தல்

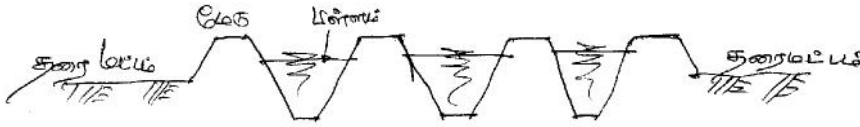
இம்முறைகள் அனைத்திற்கும் ஆழ்குழிகளும், மீளூட்டக் கிணறுகளும் இணைந்து செயல்படுத்தப்படும்.

5.7.2.1 படுகை முறை

நிலத்தைப் பாத்திகளாக அமைத்து, பாத்திகளுக்கு கரைகள் உண்டாக்கி பாத்திகளின் உள்ளே நீர்தேங்கச் செய்தல். தேங்கிய நீர் மண்துளையகத்தை ஊடுருவி நிலத்தடி நீர்த்தேக்கத்தை சென்றடையும். நீர்மட்டம் குறையக்குறைய பாத்திகளுக்கு மறுபடியும் நீரை வழங்கி நீர் ஊடுருவலை ஊக்குவித்தல் இம்முறையில் செய்யப்படுகிறது.

5.7.2.2 ஓடைக்கால் ஓட்டமுறை

இம்முறையில் நீரோட்டம் குறைந்து வருகிற இயற்கை வடிகால்களான ஓடைகள், சிற்றாறுகளுக்கு நீரை வழங்கி அந்த நீரோட்டம் பெரும்பரப்பில் ஓடி நிலத்தில் ஊடுருவச் செய்தல்.



படம். 5.6 மேடுபள்ளம் இணைந்த முறை

5.7.2.3 மேடும் பள்ளமும் இணைந்த தொகுப்புமுறை

இம்முறையில் மேடான கரையை ஒட்டி சிறுபள்ளம், மறுபடியும் கரை, பின்னர் பள்ளம் என்று தொடர்ச்சியாக கரைகளும், பள்ளங்களும் இணைந்த தொகுப்பை உருவாக்கி பள்ளங்களில் நீரைத் தேக்கி வைத்தல்வேண்டும். தேங்கியுள்ள நீர் நிலத்தை ஊடுருவி நிலத்தடிநீரைச் சென்றடையும்.

5.7.2.4 வெள்ளநீர் பரவல் முறை

சமவெளியான இடங்களில் சிறு போர்வையைப் போன்று நீர் பரவலாக வழங்கப்படுகிறது. இது வெள்ளச்சமவெளிகளில் வழிந்தோடும் நீரைப்போன்று உருவகப்படுத்தி வழங்கப்படுகிறது. இம்முறையில் நீர் தொல்லையின்றி வேகமாக நிலத்தை ஊடுருவி நிலத்தடி நீரைச் சென்றடைகிறது.

5.7.2.5 பாசனமுறை

பாசன பரப்புகளில் வேளாண்மை செய்யாத நேரங்களில் நீரை அதிக அளவு வழங்கித் தேக்கவைக்கும் இம்முறையால் நீர் ஊடுருவி நிலத்தடி நீரைச் சென்றடைகிறது.

5.7.2.6 குழிகள் அமைத்தல்

இறுக்கமில்லாத மண்துளையகங்களில் ஆழக் குழிகளைத் தோண்டி நீரை நிரப்பும் இம்முறையால் நீர் வேகமாக ஊடுருவி நிலத்தடி நீரைச் சென்றடையும்.

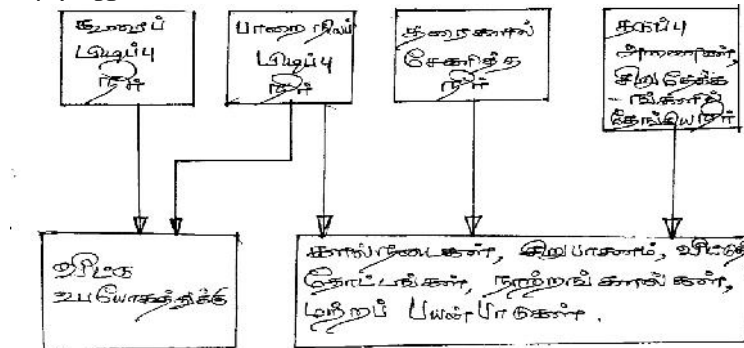
5.7.2.7 மீளுட்டக் கிணறுகள் அமைத்தல்

நீர் இறைக்கும் கிணறுகளைப் போன்றே பரவலாக கிணறுகளைத் தோண்டி நீரை நிரப்பவேண்டும். இவை நிலத்தை ஊடுருவி நிலத்தடி நன்னீர் தேக்கத்தைச் சென்றடைய வல்லன.

மேற்கண்ட அத்தனை முறைகளிலும் மழைப்பொழிவு நீரோ ஆற்றோட்டநீரோ செலுத்தப்படுவது இயல்பு. இது தவிர மாசுபட்ட தண்ணீரைச் சுத்திகரித்து நன்னீராக்கி மறுசுழற்சிக்காகவும் பயன்படுத்தலாம்.

5.8 மழைநீர் சேகரிப்பு

மழைப்பொழிவு நிகழும்போது சுத்தமான இடங்களில் பொழியும் மழைநீரை சேகரித்து வைத்துக்கொண்டு பின்னர் தேவைப்படும் சமயங்களில் பயன்படுத்திக் கொள்வதுதான், 'மழைநீர் சேகரிப்பு' ஆகும். சுத்தமான இடங்களான பாறை நீர்ப்பிடிப்பிரதேசங்கள், கூரைகள், சமவெளிகள் முதலியன மழைநீர் சேகரிக்க உகந்த இடங்களாகும்.



படம். 5.7 சிறிய அளவில் மழைநீர் சேகரிப்பு முறைகளும், பயன்களும்

இப்படிச் சேகரித்த தண்ணீரை பெரிய தொட்டிகளில் நிரப்பிவைக்கலாம்; நிலத்தடி நீர் சென்றடைய விடலாம்; மற்ற பயன்பாட்டுகளுக்கு வைத்துக் கொள்ளலாம். இது மழைநீர் மேலாண்மையில் பெரும் அங்கம். இம்முறை, கிட்டத்தட்ட 4000 ஆண்டுகள் பழமையானது. வெப்பப் பிரதேசங்களிலும், மழை அளவு குறைவான இடங்களிலும் இந்த எளிய முறை காலங்காலமாக பின்பற்றப் பட்டு வருகிறது. இதைக் காய்ச்சிக் குடிப்பதற்கும், கால்நடைகளின் தேவைக்கும், வீடுகளின் பயன் பாட்டுக்கும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். இந்த எளிய முறையை (அ) நிலம் சார்ந்த தொழில்நுட்பம் (ஆ) கூரைகள் சார்ந்த தொழில்நுட்பம் என்று வகைப்படுத்தலாம்.

நிலங்களில் பெய்த மழையினால் ஏற்படும் நீர்வரத்து சிறு குட்டைகள், குளங்கள், ஏரிகள், ஆறுகள், அணைகள் ஆகியவற்றில் தேக்கப்பட்டுப் பயன்படுகின்றன. கூரைகளில் சேகரிக்கப்படும் மழைநீர் மக்களுக்கு மிக வசதியானது. ஏன் எனில் இதற்காக சக்தியைச் செலவு செய்து அலையாமல், மழை நீரை நம்மைத் தேடி வந்து விடுகிறது. இதைச் சேகரித்துப் பயன்படுத்துவது அவரவர் விருப்பம். எவரையும் கேட்கவோ அனுமதி பெறவோ அவசியம் இல்லை.

5.8.1. மழைநீரை ஏன் சேகரிக்க வேண்டும்

உலகின் பலபகுதிகளில் சுத்தமான குடிநீர் கிடைப்பதில்லை. எந்தக் கட்டுமானங்களோ, சுத்திகரிப்பு முறைகளோ, அதற்கான பணச் செலவோ இல்லாமல் இயற்கை அளிக்கும் சுத்தமான, சுகாதாரமான, புனிதவரம் மழைநீர். இத்துடன் மழைப்பொழிவின் காரணமாக பெருக்கெடுத்தோடும் சாக்கடைகள், கழிவு நீர் சுத்திகரிப்பு நிலையங்களின் வேலைப்பளு, வெள்ளக் கட்டுப்பாடு, மண்வளப் பாதுகாப்பு, நிலத்தடி நீர் மீளுட்டம் ஆகிய பலவகைகளில் மழைநீர் சேகரிப்பு பெரும் உதவியாயிருக்கிறது. முக்கியமாகத் தரமான குடிநீர்த் தேவையைக் குறைத்து, கழிவு நீர் வரத்தையும் குறைக்கிறது.

5.8.2. பயன்பாட்டுப் பரப்புகள்

மழை நீர் சேகரிப்பு அமைப்புகளை பழைய கட்டிடங்களிலும், புதிதாகக் கட்டப்பட்டு வரும் கட்டிடங்களிலும் சலபமாக நிறுவலாம்.

இந்தத் தண்ணீரைத் தோட்டங்களுக்கும், வீடு கழுவதல், துணி துவைத்தல், நீர்ப்பாசனம் போன்ற தேவைகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மழை நீரில் கடினத் தன்மை அறவே இல்லை என்பதால் வீட்டுத் தேவையில் 50 விழுக்காடு வரை சேமிப்பு ஏற்படுகிறது.

5.8.3. மழைநீர் சேகரிப்புத் தொழில் நுட்பத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும் காரணிகள்

மழைநீர் சேகரிப்புத் தொழில்நுட்பத்தை வீட்டு உபயோகங்களுக்காகத் தேர்ந்தெடுக்க உதவும் காரணிகளாவன:

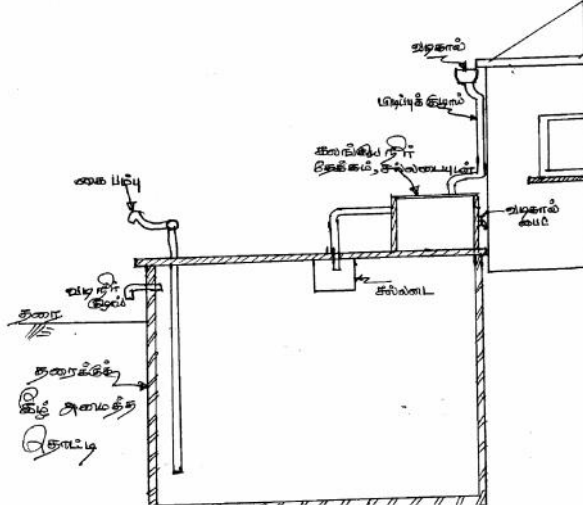
- (அ) நீர்பிடிப்பரப்பின் அளவும், வகையும்
- (ஆ) வானிலை விவரமும், மழைப்பொழிவின் அளவும்
- (இ) குடும்பத்தின் எண்ணிக்கை
- (ஈ) வறட்சிக் காலத்தின் நீட்டம்
- (உ) மற்ற நீர் ஆதாரங்கள்
- (ஊ) மழைநீர் சேகரிப்பு அமைக்க ஆகும் செலவு

இதே போன்று மழைநீர் சேகரிப்பு நீர்ப்பாசனத்துக்கு பயன்படவேண்டுமெனில், அதைத் தீர்மானிக்கும் காரணிகள்:

- (அ) மழை அளவு, அடர்த்தி, நீராவிப்போக்கு விகிதம்
- (ஆ) மண் துளையக ஊடுருவும் விகிதம், நீரைத் தேக்கும் வசதி, வளம் மற்றும் மண்வள ஆழம்.
- (இ) பயிர்க்குணங்கள், தண்ணீர்த்தேவை, பயிர்வளரும் காலம்
- (ஈ) இடத்தின் நீர்ப்புவியியல்
- (உ) சமூகப் பொருளாதாரக் காரணிகள், மக்கட்தொகை இறுக்கம், உழைப்பாளிகள், பொருட்களின் விலை, நீர் ஆதாரப் பயன்பாட்டுக் கட்டுப்பாடுகள், முதலியன.

5.8.4. கூரை மழை நீர் சேகரிப்பு அமைப்பின் அங்கங்கள்

மழைநீர் சேகரிப்பு பல இடங்களில் நிகழ்ந்தாலும், நன்கு பராமரிக்கப்பட்டு வரும் கூரைகளிலிருந்து சேகரிக்கப்படும் மழைத்தண்ணீரின் தரம் மிகச் சுத்தமாக இருக்கும். கூரையின் பயன்பாட்டுப் பரப்பு, கூரைகள் அமைக்க உதவும் கட்டுமானப் பொருட்கள் ஆகியவை நீர்சேகரிப்பின் திறமையையும்,



படம் 5.8 கூரை மழைநீர் சேகரிப்பு அமைப்பின் வரைபடம்

தண்ணீரின் தரத்தையும் நிர்ணயிக்கிறது.

மழைநீர் சேகரிப்பில் கீழ்க்கண்ட நான்கு அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் கடைப்பிடிக்கப்படுகின்றன:

- (1) சேகரிப்பு (நீர்ப்பிடிப்பு) பரப்பு.
- (2) நீர் சேகரித்துக் கொண்டு வரும் குழாய்கள், கால்கள் கொண்ட அமைப்பு.
- (3) தேக்கிவைக்கும் வசதிகள், மற்றும்
- (4) நீர் வழங்கும் அமைப்பு, குழாய்கள் அல்லது பம்புகள் உட்பட.

சேகரிப்பு பரப்பு

இந்த அமைப்பில் கூரைகள், மழைநீர் ஓடும் வடிகால்கள் உள்ளன. மழை நீர் சேகரிப்பில் கூரைகள் மிகவும் வசதியானவை. இவை எளிதில் அதிகமாக மழைநீரைச் சேகரிக்க வல்லவை. கூரைகளில் சேகரிக்கப்படும் மழைநீர் அளவு, மழை அடர்த்தி, கூரைப் பரப்பு, கூரைப்பொருட்கள், சுற்றுச் சூழல் ஆகிய காரணிகளைச் சார்ந்தது வேதியியல் செயல் இல்லாத மரம், பிளாஸ்டிக், அலுமினியம், கண்ணாடி இழைகள் ஆகியவையால் கூரைகள் வேயலாம். களிமண் ஓடுகள், கான்கிரீட் பாவும் கற்கள், சிலேட்டுகள் ஆகியவை கூரையில் பாவ பயன்படுபவை. வண்ணப்பூச்சுகள் அடித்தால் அவை நஞ்சு கலக்காதவையாக (ஈயம் கலக்காத வண்ணங்கள்) இருக்க வேண்டும்.

நீர் கொண்டு வரும் அமைப்பு

இவை கூரையில் இருந்து தண்ணீர்த் தொட்டி வரையிலான அமைப்பு. இவை கூரையிலிருந்து தண்ணீர் வெளியேறி கீழே கொண்டு வரும் குழாய்கள், தண்ணீரை வடிகட்டி, தொட்டிகளில் சேரும் வரையிலான அமைப்பு. தொட்டியில் தண்ணீரைத் தேக்குமுன்பாக, அதை வடிகட்டி குப்பைகள், சிறு மணல் , கற்கள் போன்றவற்றை நீக்கி விட வேண்டும். பிளாஸ்டிக் அல்லது எவர்சில்வர் குழாய்கள் இவ்வமைப்புக்கு உகந்தவை. முதலில் வரும் மழைப் பொழிவு நீரை வெளியேற்றிவிட்டால் மாசுக்கள் அறவே அகன்றுவிடும்.

நீர்த்தேக்கத் தொட்டி

இருக்கின்ற இடப் பரப்புக்கு ஏற்ப இவை மேல்நிலை அல்லது தரைக்குக் கீழே பதிக்கப்பட்ட / கட்டப்பட்ட தொட்டியாகவோ அமைக்கப்படலாம். தரைக்கு மேலும் இது அமைக்கப்படலாம். இது வீடு/ கட்டிடத்தின் அங்கமாகவோ அல்லது தனியான கட்டுமானமாகவோ அமைக்கப்படலாம்.

தேக்கத் தொட்டி உறுதிப்படுத்தப்பட்ட கான்கிரீட், இரும்பு சிமெண்ட், கண்ணாடி இழைகள், எவர்சில்வர் ஆகியவற்றால் அமைக்கப்படலாம். பாலி எத்திலீன் தொட்டிகளும் வைக்கலாம். இவை எளிதான இடமாற்றம் செய்ய வசதியானவை. ஒற்றைத் தொட்டி அல்லது தொட்டித் தொடர்களையும் ஏற்படுத்தலாம்.

தொட்டிக்குள் தண்ணீர் செல்லும் அமைப்பும் கவனமாக அமைக்கப்பட வேண்டும். அது தண்ணீரின் தன்மையைக் காக்கும். மழைநீர் மெதுவாக தொட்டியில் விழுந்தால் தொட்டியில் கீழே மண்டி இருக்கும் வண்டலைக் கலக்காது. தொட்டியில் இருந்து தண்ணீரை, தொட்டியின் மேல் பகுதியில் அமைக்கும் மிதவைத் திறப்பு வழியாக, திறந்து விட வேண்டும். தொட்டியின் அடிப்பகுதியில் மண்டி இருக்கும் வண்டல்களை கீழே அமைக்கும் திறப்பு வழியாகத் திறந்து விட்டுத் தொட்டியைச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்வது அவசியம்.

நீர் வெளியேற்றும் அமைப்பு

மழைநீர் சேகரிப்புத் தொட்டியில் இருந்து கைப்பம்பு ஒன்றின் மூலம் வெளியேற்றலாம். மழை நீரைக் கிருமி நாசினிகளான குளோரின் மூலம் சுத்தப்படுத்தி குடி நீராகவும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

முடிவாக வெப்பப் பிரதேசங்களில், மழைப்பொழிவு ஏமாற்றும் காலங்கள் தவிர மற்ற சமயங்களில் மழைநீர் சேகரிப்புத் திட்டம் மிக எளிமையான, பயன்பாட்டுக்கும், கையாள்வதற்கும் சுலபமான திட்டம். இதைச் செய்யத் தவறினால் இயற்கை நமக்கு அளிக்கும் வரத்தை வீண் செய்தவர்களாவோம். இதனை உணர்ந்துதான் தமிழக அரசு ஒவ்வொரு வீட்டிலும், கட்டிடத்திலும் மழை நீர் சேகரிப்பு அமைப்பைக் கட்டாயமாக்கி இருக்கிறது.

அலகு 5:

பயிற்சி வினாக்கள்

1. 'வெள்ளம் - வறட்சி' இவற்றின் ஒற்றுமைகள், வேற்றுமைகளை விளக்குக.
2. வெள்ளத்தைக் கணக்கிடும் பாரம்பரியச் சமன்பாடுகளை விளக்கி எழுதுக
3. நகர்ப்புற வெள்ள வரத்தைக் கணக்கிடும் முறையை விளக்கி எழுதுக.
4. வெள்ள அடுக்குமுறை அளவீடு என்றால் என்ன ?
5. ஒரு நீர்ப்பிடிப்புப் பரப்பின் அளவு 3600 சதுர கிலோ மீட்டர். இதன் 30 ஆண்டுகால வெள்ள வரத்து கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது:

ஆண்டு	வெள்ள வரத்து (கனமீட்டர்/வினாடி)
1964	3600
1965	5200
1966	5400
1967	1800
1968	1100
1969	2100
1970	2400
1971	1200
1972	1400
1973	1000
1974	1900
1975	2300
1976	2500
1977	2900
1978	4800
1979	5550
1980	6300
1981	5600
1982	5300
1983	5100
1984	5000
1985	4700
1986	4300
1987	4400
1988	4000
1989	1500
1990	1200
1991	2700
1992	3700
1993	4500

இதனை வரிசைப்படுத்தி

- (1) கலிபோர்னியா
 - (2) வெய்புல் குறியீட்டுப் புள்ளிச் சமன்பாடுகள் மூலம்
 - (அ) 20 ஆண்டு நிகழ்வு இடைவெளி வெள்ள அளவையும்
 - (ஆ) 50 ஆண்டு நிகழ்வு இடைவெளி வெள்ள அளவையும் கணக்கிடுக.
 - (இ) 9500 கனமீட்டர்/வினாடி வெள்ள வரத்தின் நிகழ்வு இடைவெளி எவ்வளவாக இருக்கும்?
6. வறட்சி எத்தனை வகையாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது? அவைகளை விளக்குக
 7. வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு நடவடிக்கைகளை விவரித்து விவாதிக்கவும்.
 8. 'வெள்ளக்கரைகள்' என்றால் என்ன? அவற்றை எவ்வாறு, ஏன் அமைக்க வேண்டும்? தகுந்த வரை படத்துடன் விளக்கி எழுதுக?
 9. 'வெள்ளம் வருமுன்', 'வெள்ளம் வந்தபின்' எடுக்க வேண்டிய நடவடிக்கைகளை விவரித்து எழுதுக
 10. படுகையிடை நீர்ப் பரிமாற்றத்தின் பயன்கள் யாவை? சில எடுத்துக்காட்டுகளைச் சுட்டி, இதனால் வரும் சட்டச் சிக்கல்களைத் தீர்க்கும் வழிகளையும் எழுதுக.
 11. வறட்சிக் குறியீடுகள்' என்றால் என்ன? இவற்றை விவரிக்கவும்
 12. 'வறட்சி நிகழ்தகு பகுதித் திட்டம்' என்றால் என்ன? இதனை விவரித்து எழுதுக.
 13. 'செயற்கை நீர் ஊற்றுத் திட்டம்' என்றால் என்ன? அதை நடைமுறைப்படுத்தும் வழிமுறைகளைத் தகுந்த வரைபடத்துடன் விவரிக்கவும்.
 14. 'மழை நீர் சேகரிப்பு' முறைகளின் பயன்கள் யாவை?
 15. மழைநீர் சேகரிப்புத் திட்ட முறைகளையும், அவற்றைத் தீர்மானிக்கும் காரணிகளையும் விளக்கி எழுதுக.
 16. கூரை மழைநீர் சேகரிப்பு முறையின் பயன்கள் யாவை? இதனை செயல்படுத்தும் முறையை விவரித்து எழுதவும்.
 17. மழை நீர் சேகரிப்புத் தேக்கத் தொட்டிகள் பற்றியும், இந்த நீரின் பயன்பாட்டுக்குமுன் செய்ய வேண்டிய சுத்திகரிப்பு, முறைகளையும் விவரித்து எழுதவும்.