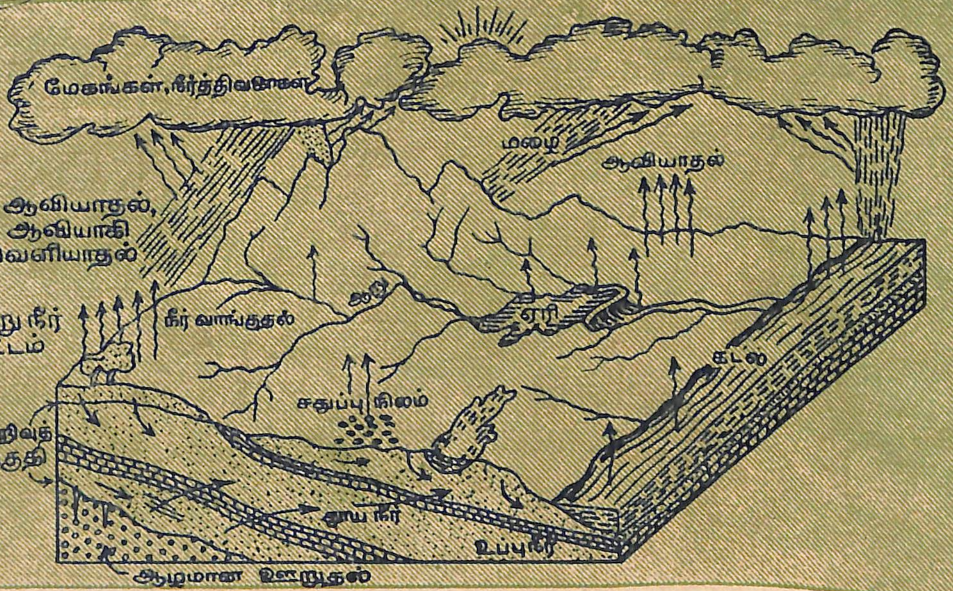
ஊற்றுநீர்ப் பொறியியல்-
அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்

(FUNDAMENTALS OF GROUND WATER ENGINEERING)

56
496 - 505



பி. எஸ். சேஷாத்திரி

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—588

ஊற்றுநீர்ப் பொறியியல்

அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்

ஆசிரியர்
பி. எஸ். சேஷாத்திரி,
விரிவுரையாளர்,
அழகப்பச் செட்டியார் பொறியியல்
தொழில்நுட்பக் கல்லூரி, காரைக்குடி.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—October, 1974

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 588

© Tamilnadu Textbook Society

Fundamentals of Ground Water Engineering

P. S. SESHADRI

Price Rs. 6-40

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by

VENKATESAN PRESS,
2/65, Broadway, Madras-1.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினான்கு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப் படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக, இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ் வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங் களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவை யான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இருவகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'ஊற்றுநீர்ப் பொறியியல்—அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறு வனத்தின் 588ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழு வின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 623 நூல்கள் வெளி வந்துள்ளன. இந்நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
1.	தோற்றுவாய்	...	1
1-1.	பொது	...	1
1-2.	ஊற்றுநீர்ப் பொறி இயல்	...	1
1-3.	நோக்கம்	...	2
1-4.	ஊற்று நீரின் வரலாறு	...	2
1-5.	நீர்மவியற் சுழல்	...	4
1-6.	ஊற்று நீரின் தோற்றம்	...	4
1-7.	இந்தியாவின் ஊற்று நீரியற் பிரிவுகள்	...	6
2.	ஊற்று நீர் நிலவியல்	...	8
2- 1.	பொது	...	8
2- 2.	ஊற்று நீர் கிடைக்கும் விதம்	...	9
2- 3.	மண் நீர்ப் பகுதி	...	11
2- 4.	இடைப் பகுதி	...	11
2- 5.	நுண்புழைப் பகுதி	...	11
2- 6.	ஊற்று நீரின் அடி எல்லே	...	13
2- 7.	ஊற்று நீர்ச் சமன்பாடு	...	14
2- 8.	ஊற்று நீருக்கு ஊறு விளேவிக்கும் பாறை இயல்புகள்	...	14
2- 9.	நுண் துளேத் தன்மை	...	15
2-10.	இயல்நிலே இயக்கஞ் சார்ந்த ஆக்க அமைவு	...	16
2-11.	ஊற்று நீர்க் கொள்ளமைவுகளின் வகைகள்	...	17
2-12.	நீர்க் கொள்ளமைவுகளின் நீர்மவியல் இயல்புகள்-நீர் உட்புகும் தன்மையும் ஊடுகடத்தும் தன்மையும்	...	20

			பக்கம்
2-13	ஒப்புப் பயனும், ஒப்புத் தேக்கும் திறனும்	...	21
2-14.	கொள்ளளவுக் குணகம்	...	23
3.	**ஊற்று நீரை ஆராய்ந்து கண்டுபிடித்தல்**	...	25
3- 1.	அறிமுகம்	...	25
3- 2.	நிலவியல் முறைகள்	...	25
3- 3.	நீர்மவியல் முறைகள்	...	26
3- 4.	நிலப்பரப்பு நில இயல்பு முறைகள்	...	27
3- 5.	காந்த வழி முறைகள்	...	27
3- 6.	நில ஈர்ப்பு முறைகள்	...	28
3- 7.	நில நடுக்க முறைகள்	...	29
3- 8.	மின்னியல் முறைகள்	...	34
3- 9.	துளை முறை ஆய்வுகள்	...	37
3-10.	நில இயல்பு முறைக் குறிப்புகள்	...	38
3-11.	தன்னியல் மின்னழுத்தக் குறிப்புகள்	...	39
3-12.	மின் தடைத் திறன் குறிப்புகள்	...	40
4.	**ஊற்று நீர் இயக்கம்**	...	44
4- 1.	ஊற்று நீரின் இயக்கம்	...	44
4- 2.	கசிவு	...	44
4- 3.	ஊற்று நீரியக்கத்தின் வழிச்சுவடறிதல்	...	45
4- 4.	நீரின் பிரிதல்	...	45
4- 5.	சுவடறி பொருள்கள்	...	47
4- 6.	ஊற்று நீரின் காலத்தை அறிதல்	...	49
4- 7.	நீர்க்கொள்ளமையின் வழியே ஏற்படும் பாய்வுக்கான இடார்சி விதி	...	49
4- 8.	இடார்சி விதியின் சரியான எல்லைகள்	...	52
4- 9.	நீர்க் கொள்ளமையின் உட்புகும் தன்மைக் குணகங்கள்	...	55
4-10.	ஒப்பு அல்லது உள்ளார்ந்த உட்புகும் தன்மை	...	57
4-11.	நில நீரியக்கச் சமன்பாடு	...	58

பக்கம்

4-12. இடையருப் பாய்வு நிலை ... 60
4-13. இடையுறுப் பாய்வு நிலை ... 61
4-14. சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தும் முறை ... 63

5. நீர்க் கிணறுகள் ... 64
5-1. பொது ... 64
5-2. ஆய்வுத் துளைகள் ... 65
5-3. ஆழமில்லாக் கிணறுகள் ... 65
5-3. (a) தோண்டப்படும் கிணறுகள் ... 65
5-3. (b) துளைக் கிணறுகள் ... 67
5-3. (c) விசையாற்றலால் செலுத்தப்படும் குழாய்க் கிணறுகள் ... 68
5-3. (d) நீர்த்தாரையால் தோண்டப்பட்ட கிணறுகள் ... 70
5-4. ஆழ் கிணறுகளைத் தோண்டும் முறைகள் 71
5-4. (a) கம்பிக் கருவி முறை ... 75
5-4. (b) நீரழுத்தச் சுழல் முறை ... 77
5-4. (c) எதிர்ச் சுழற்சி முறை ... 78
5-5. கிணற்றை முடித்தல் ... 79
5-6. சரளைகளாலான அடுக்கமைப்பு ... 79
5-7. கிணறுகளை வளமாக்கல் ... 81
5-8. கிணற்றின் பயனை ஆய்வு மூலம் அறிதல் 85
5-9. கிணறுகளைப் பாதுகாத்தலும், சரி செய்தலும் ... 86

6. நீர்க் கிணறுகள் பற்றிய வினாக்களுக்கு விடைகாணும் முறைகள் ... 88
6-1. பொது ... 88
6-2. (a) இடையரு ஒரு திசைப்பாய்வு—கட்டுப் படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவுகள் 88
6-2. (b) கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளமைவுகள் ... 89

பக்கம்

6-3.	கிணற்றில் ஏற்படும் இடையருஆரப் பாய்வு ...	91
6-3. (a)	கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவுகள் ...	92
6-3. (b)	கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளமைவு ...	95
6-4.	ஒரு சீரான பாய்வு கொண்ட கிணறுகள்	96
6-5.	சீரான நீரூட்டல் பெறும் இடையருப் பாய்வு ...	99
6-6.	இடையரு ஆரப்பாய்வு கொண்ட கிணறுகள் ...	101
6-7.	சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டிற்கான மற்ற விடை காணும் முறைகள் ...	102
6-7. (a)	தீய்சு முறை ...	103
6-7. (b)	சேகப்பு முறை ...	109
6-7. (c)	செள முறை ...	111
6-8.	இறைக்கப்பட்ட கிணற்றின் நீர் மீட்பு ...	113
7.	ஊற்று நீரின் தரம் ...	115
7- 1.	பொது ...	115
7- 2.	ஊற்று நீரின் உப்புநிலை ...	115
7- 3.	ஊற்று நீர் மாதிரிகள் ...	117
7- 4.	நீரின் தரத்தை அளக்கும் அளவைகள் ...	117
7- 5.	வேதியற் பகுப்பு ...	119
7- 6.	எடை மூலம் செறிவை வெளியிடுதல் ...	120
7- 7.	வேதியற் சரிநிகர் இணைவு மதிப்பு ...	120
7- 8.	மின்கடத்தும் திறன்மூலம் கரைந்துள்ள பொருள்களின் மொத்த அளவு ...	122
7- 9.	மொத்தக் கடினத் தன்மை ...	122
7-10.	வரைபட முறையில் சுட்டுரைத்தல் ...	123
7-11.	இயல்பியல் முறைப் பகுப்பு ...	123
7-12.	நுண்ணுயிரியல் முறைப் பகுப்பு ...	124
7-13.	நீரின் தரத்துக்கான அடிப்படைகள் ...	124
7-14.	குடிநீர் அடிப்படைகள் ...	124

பக்கம்

7-15. தொழில் முறைகளில் பயனுகும் நீரின் அடைப்படைகள் ... 126
7-16. நீர்ப்பாசன நீரின் அடிப்படைகள் ... 126
7-17. உப்பு மூலப் பரிமாற்றம் ... 130
7-18. ஊற்று நீரின் தரங்குறையக் காரணங்கள் 131
7-19. ஊற்று நீரின் வெப்ப நிலை ... 133

8. ஊற்று நீரை விரிவுபடுத்தல் ... 134
8- 1. பொது ... 134
8- 2. பாதுகாப்பான பயனும், இருப்புக்கு மேல் பற்றும் ... 134
8- 3. பாதுகாப்புப் பயனை நிலை நாட்டும் காரணங்கள் ... 135
8- 4. நீரளிப்பின் அளவு ... 136
8- 5. பொருளாட்சி ... 136
8- 6. நீரின் தரம் ... 137
8- 7. நீர் உரிமைகள் ... 137
8- 8. நீர்மவியற் சமன்பாடு ... 138
8- 9. நீர்வடி நிலத்தின் ஆராய்ச்சிக்கான விவரங்களைச் சேகரித்தல் ... 139
8-10. நிலப் பரப்பு நீரின் உள்பாய்வு, வெளிப் பாய்வு, வெளி யிடங்களிலிருந்துவரும் மற்றும் அவ்விடங்களுக்குச் செல்லும் நீர் ... 139
8-11. மழை நீர் ... 140
8-12. பயனுகும் நீரினளவு ... 140
8-13. நிலப்பரப்பு நீரின் கொள்ளளவு மாறுதல்கள் ... 140
8-14. ஊற்று நீரின் கொள்ளளவு மாறுதல்கள் 140
8-15. நிலத்தினடியில் நீரின் உள் மற்றும் வெளிப்பாய்வு ... 141
8-16. பாதுகாப்பான பயனைக் கணக்கிடும் முறைகள் ... 142

			பக்கம்
8-16. (a)	ஹில் முறை	...	142
8-16. (b)	ஹார்டிங் முறை	...	143
8-16. (c)	ஊற்று நீர்மட்ட மாறுதலின் அளவு சுழி என்ற அடிப்படையிலான முறை	...	144
8-16. (d)	சிம்சன் முறை	...	145
8-16. (e)	இடார்சி விதியை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறை	...	148
8-16. (f)	ஒப்புப் பயன் மற்றும் ஊற்றுநீர் மட்டத்தின் வருடாந்திரச் சராசரி உயர்வு இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறை	...	149
8-17.	பாதுகாப்புப் பயனில் வேறுபடும் தன்மை	...	149
8-18.	நிலப் பரப்பு நீர் மற்றும் ஊற்று நீர்த் தேக்கிகளை இணைத்துப் பயன் பெறுதல்		152
8-19.	இணைந்த முறையில் நீர்களைப் பயன் படுத்துவதால் விளையும் நன்மைகள்	...	153
8-20.	மேற்கூறிய முறையால் விளையும் தீமைகள்		155
9.	செயற்கை முறையில் ஊற்று நீருக்கு நீரூட்டல்	...	157
9-1.	பொது	...	157
9-2.	அமெரிக்காவில் கையாளப்படும் நீரூட்டல் முறைகள்	...	157
9-2. (a)	நீரைப் பரப்பும் முறை	...	158
9-2. (b)	வெள்ளப் பெருக்குமுறை	...	158
9-2. (c)	வடிநில முறை	...	158
9-2. (d)	கால்வாய் அல்லது கீற்றுமுறை	...	159
9-2. (e)	இயற்கைக் கால்வாய் முறை	...	160
9-2. (f)	நீர்ப்பாசன முறை	...	160
9-3.	நீர் பரப்பும் முறைகளில் ஆய்வுகள்	...	161
9-4.	கழிவு நீரால் நீரூட்டல்	...	163
9-5.	பெரிய துளைகள் மற்றும் பள்ளங்களின் மூலம் நீரூட்டல்	...	165
9-6.	கிணறுகள் மூலம் நீரூட்டல்	...	167

பக்கம்

9-7.	மழைநீர் வடிவை வெளியேற்ற நீரூட்டல் கிணறுகள்	...	170
9-8.	தூண்டப்பட்ட நீரூட்டல்	...	171
10.	**கடல் நீர் ஊடுருவல்**	...	174
10-1.	பொது	...	174
10-2.	கடல் நீர் ஊடுருவும் விதம்	...	174
10-3.	கடல் நீருக்கும் தூய நீருக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும் கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாடு	...	175
10-4.	ஊற்றுநீர் மற்றும் கடல் நீருக்கிடையேயான பொதுமுகத்தின் அமைப்பு	...	178
10-5.	ஊடுருவிய கடல்நீர் ஆப்புப் பகுதியின் நீளம்	...	179
10-6.	தூய நீர்ப் பொது முகத்தினமைப்பு	...	180
10-7.	கடல் நீர் ஊடுருவலைத் தடுத்தல் மற்றும் கட்டுப்படுத்தல்	...	180
10-7. (a)	நீரிறைப்பு அமைப்பை மாற்றியமைத்தல்	...	181
10-7. (b)	செயற்கை வழி நீரூட்டல்	...	182
10-7. (c)	நீரழுத்த முகடு	...	183
10-7. (d)	நீரிறைப்புப் பள்ளத்தை ஏற்படுத்தும் முறை	...	185
10-7. (e)	நிலத்தினடியில் அமைக்கப்படும் பாதுகாப்புத் தடுப்புகள்	...	186
10-8.	கடல் தீவுகளிலுள்ள கடல் மற்றும் தூய நீரின் தொடர்பு	...	187
10-9.	ஊற்று நீரில் புகுந்த கடல் நீரை அறிந்து கொள்ளல்	...	189
11.	**ஊற்று நீர்ப் பகுப்பு—சிற்றுரு முறைகள்**	...	192
11-1.	பொது	...	192
11-2.	மணல் சிற்றுருக்கள்	...	193
11-3.	பாகியற் பாய்வுச் சிற்றுரு	...	196
11-4.	மின்சார ஒப்புப் பொருள்	...	199

			பக்கம்
11-5.	மின்பகு பொருள் கொண்ட தேக்கிச் சிற்றுருக்கள்	...	200
11-6.	மின் கடத்தும் தாள் சிற்றுருக்கள்	...	202
11-7.	மின் தடை-மின் தேக்கித் திறன் வலை யமைப்புகள்	...	202
11-8.	சவ்வுச் சிற்றுருக்கள்	...	203
	மேற்கோள் நூற் பட்டியல்	...	205
	கலைச் சொற்கள்	...	207

1. தோற்றுவாய்

1-1. பொது

மனித இனத்திற்கு நீர் இன்றியமையாத தொன்றாகும். நாகரிகமும் தொழில் வளர்ச்சியும் அடைந்துள்ள முன்னேற்றத்தின் காரணமாக, நீரின் பயன்களும் படிப்படியாக அதிகமாகிக்கொண்டு வருகின்றன. ஒருநாட்டின் பொருளாதாரமே, அதன் நீர்வளத்தைச் சார்ந்திருக்கும்நிலை வளர்ந்துகொண்டு வருகிறது. சமீப காலமாக, அதிகரித்துக்கொண்டு வரும் நீரின் தேவைகள் (demands), தூயநீரை ஏராளமாகத் தரவல்ல ஊற்றுநீர்ப் பிறப்பிடங்களை (sources) விரிவுபடுத்தும் நோக்கத்திற்குத் தூண்டுகோலாக அமைந்தன. ஊற்று நீர், உலகெங்கும் கிடைக்கும் நீரில் பெரும் பகுதியானது என இன்று கருதப்படுகிறது. நீர்ப்பாசனம், தொழில்கள், நகராட்சிகள் முதலியவற்றிற்கும், மற்றும் கிராமங்களுக்கும், ஊற்றுநீரின் தேவைகள் பெருகிக்கொண்டு வருகின்றன. ஊற்று நீரின் வெப்பம், ஒரே தன்மையாக இருப்பதால் குளிரூட்டுங் கருவிகளிலும், அமைப்புகளிலும் (coolers and cooling systems) அதன் தேவை மிக அதிகமாகியுள்ளது. ஊற்று நீர் வளம் குறைந்த இடங்களில், அது எப்போதும் கிடைக்கக்கூடிய நிலையிலிருக்க, அதன் அளவு, வளர்ச்சி மற்றும் பாதுகாப்பு மிக முக்கியமானவைகளாகும்.

1-2. ஊற்றுநீர்ப் பொறி இயல்

நிலத்தினடியில் உள்ள நீரின் இட அமைவு, இயக்கம் (movement) இவை பற்றிய படிப்பான ஊற்று நீர்ப் பொறியியல், நீர்மவியலின் (Hydrology) ஒரு சிறு பகுதியாகும். ஊற்று நீர்மவியல் (Ground Water Hydrology), நில நீர்மவியல் (Geo-Hydrology) போன்ற தொடர்கள் ஊற்று நீர்ப் பொறி

யியலைக் குறிக்கக் கையாளப்படுகின்றன. டாட் (Todd) என்பவர், நிலத்தினடியில் கிடைக்கக்கூடிய நீரின் இட அமைவு, பரவல் (distribution), இயக்கம் இவை பற்றிய இயலே, ஊற்று நீர்மவியலாகும் என்கிறார். மெயின்சர் (Meinzer), 1939ஆம் ஆண்டில் ஊற்று நீர்மவியல் என்ற தொடரை அறிமுகப்படுத்தி, நிலத்தினடியில் உள்ள நீரின் இட அமைவு, இயக்கம், கொள்ளளவு (storage), தன்மை ஆகியவை பற்றிய இயலே, அது குறிப்பதாகும் என்றார். உடீவிஸ்ட் (Dewiest) என்பவர், நீர் நிலவியல் (Hydro-Geology) என்பது, ஊற்று நீரை மட்டுமன்றி, அதனால் ஏற்படும் நில அரிப்பு (erosion), படிவு (sedimentation) ஆகிய இவற்றையும் குறிக்கும் இயலாகும் என்றார். மேற்கூறப்பட்டவற்றை ஆராய்ந்து பார்ப்பின் இறுதியாகக் கூறப்பட்ட நீர் நிலவியல் என்ற தொடரைத் தவிர, மற்றத் தொடர்களெல்லாம் ஒன்றையே குறிப்பன என்பது விளங்கும்.

1-3. நோக்கம் (Scope)

ஊற்று நீர்ப் பொறியியற் படிப்பினால், ஊற்று நீர்ப் பிறப்பிடங்களின் சரியான மதிப்பீடு, தகுந்த விரிவுபடுத்தும் முறைகள், அவற்றின் பாதுகாப்பு, இவைகளை அறிய முடிகிறது. மேலும், நிலத்திலும், நிலத்தினடியிலும் கிடைக்கக்கூடிய நீர்ப் பிறப்பிடங்களை எப்படிச் சிக்கனமாக உரிய முறையிலே பயன் படுத்தலாம் என்பனவற்றையும் அறிய உதவுகிறது. ஊற்று நீர்ப் பொறியியல், துளைவழி ஊடகப் பாய்வின் (flow through porous media) ஒரு பெரிய தனிப்பகுதியாகும். மேற்கூறிய இயக்கம் வேதியல் (Chemical), இயல்நிலை இயக்க (Mechanical) மண்ணரியல்களில் மிக முக்கியமானதொன்றாகும். ஆக, பொதுவியற் பொறியாளர்களுக்கும், ஊற்று நீர்மவியல் வல்லுநர்களுக்கும் இந்தத் துறையில் ஒரே வகையான ஈடுபாடு இருந்து வருகிறது. பாறை எண்ணெய் (Petroleum) எடுக்கும் தொழிலில், பொறியாளர்களால் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் விரவிப்பரவல் (diffusion), சிதறுகைக் (dispersion) கோட்பாடுகள், ஊற்று நீர்ப் பொறியியற் துறையின் கணிப்பு முறைகளில் நல்ல முன்னேற்றம் காணக் காரணமாக அமைந்தன.

1-4. ஊற்று நீரின் வரலாறு

பன்னெடுங்காலமாக, ஊற்று நீரை விரிவுபடுத்தும் முயற்சிகள் நடந்து வருகின்றன. ஊற்று நீர்க் கிணறுகள் (wells), ஊற்றுகள் (springs), இவை பற்றிய குறிப்புகள்

விவிலியத்தின் பழைய ஏற்பாட்டில் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. உடால்மன் (Tolman), பெர்சியா, எகிப்து போன்ற நாடுகளிலுள்ள ஊற்று நீர்ச் சுரங்க வழிகள் (tunnels) பற்றி விவரித்திருக்கிறார். ஊற்று நீரின் தோற்றம், இட அமைவு, இயக்கம் இவை பற்றி அறிந்த பின்னரே, அதனைப் பயன்படுத்தும் முறைகள் பெருகலாயின. முற்காலத்தில், ஊற்று நீரைப் பற்றிய கருத்துகள் யாவும் ஊற்றுகளைக் கண்டுபிடித்தல், அவைகளிலிருந்து வெளியாகும் நீர் இவை பற்றியனவாகவே இருந்தன. கிரேக்க நாட்டின் மெய்யறிவாளர்களான ஹோமர், தேல்ஸ் (Thales), பிளாட்டோ (Plato) போன்றவர்கள், கடல் நீரானது, அடி நிலக் கால்வாய்கள் (subterranean channels) மூலம் மலைகளுக் கடியில் சென்று, தூய்மைப்படுத்தப்பட்டு, நிலத்தின் மேற்பரப்பிற்கு உயர்ந்து, ஊற்று நீராக வெளிப்படுகிறது என்று நம்பினார்கள்.

அதற்குப் பின் தோன்றிய அரிஸ்டாட்டில் கொள்கைப்படி காற்றுவெளியானது (atmosphere) குளிர்ச்சியான மலைக் குகைகளில் உறையும்போது (condense) தோன்றுவதே, ஊற்றுக்களாகும் என்றாயிற்று. எல்லோராலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட ஊடுபரவல் புனைகருத்தை (Infiltration theory) ரோமானியக் கட்டடக் கலைஞன் விட்ருவியஸ் (Vitruvius) ஏற்படுத்திய பிறகே, ஊற்று நீர்த் துறையில் நல்ல முன்னேற்றம் ஏற்படலாயிற்று.

நீர்மவியற் சுழற்சியைப் (cycle) பற்றியும் அதன் பகுதிகளைப் பற்றியும் பதினேழாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில்தான் நன்கு தெளிவாக அறிய முடிந்தது. முதன் முதலாக நடைமுறைப்படியும், அளவீடுகளின்படியும் புனைகருத்துக்கள் தோன்றலாயின. பியரி பெரால்ட் (Pierrie Perrault) (1608—1680), எட்மீ மேரியாட் (Edme Mariatte) (1620—1684), மற்றும் எட்மண்ட் ஹேலி (Edmund Halley) (1656—1742) ஆகிய மூன்று ஐரோப்பியர்களும் ஊற்று நீர்மவியலின் முன்னேற்றத்திற்குப் பெரிதும் உதவினர். பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் உருவான நிலவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளினால், ஊற்று நீரின் தோற்றம், இயக்கம் இவைகளை நன்கு அறிய முடிந்தது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் பிரான்சில் தோண்டப்பட்ட பொங்கு கேணிகள் (artesian) மேலும் ஊற்று நீரைப் பற்றி அறியும் ஆவலைத் தூண்டின. பிரெஞ்சு நாட்டுப் பொறியாளர் இடார்சி (Darcy), 1856-ல் மணல் வழியாக ஏற்படும் நீர் ஊடுபரவலை ஆராய்ந்து, மணற் பாங்கான

மற்றும் படிவுப் பகுதிகளில் ஊற்று நீரானது, எப்படி ஊடு பரவுகிறது என்ற புதுகருத்தை வெளியிட்டார்.

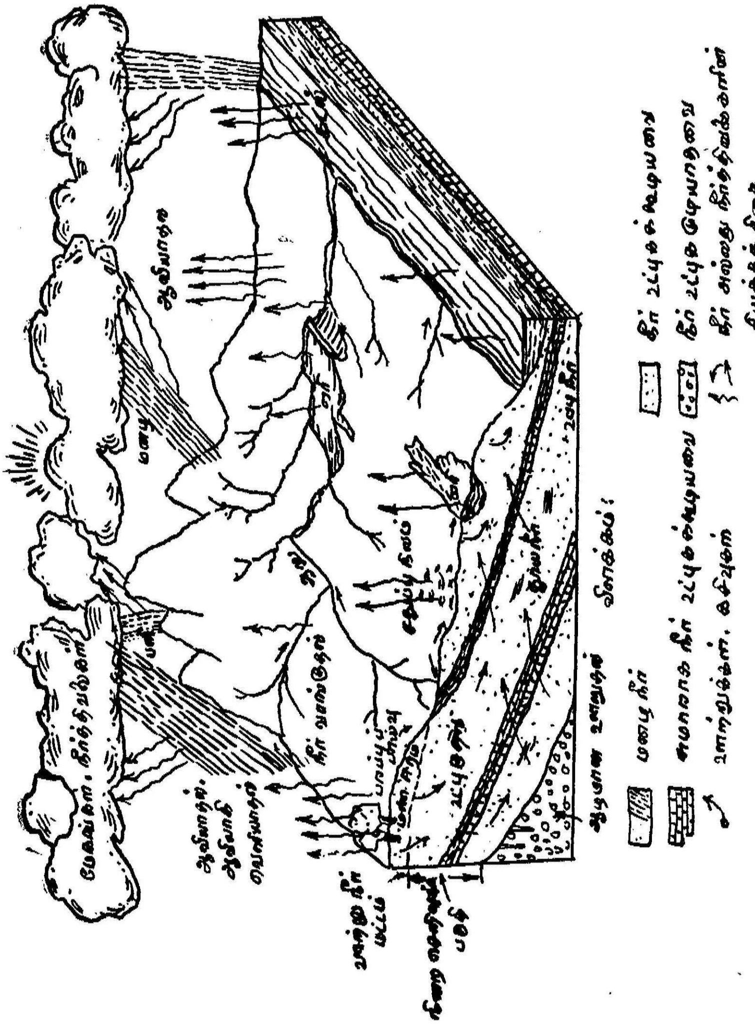
இருப்பினும், ஊற்று நீர் ஊடுபரவல், கசிவு முதலியன பற்றிய அறிவானது, கடந்த நூற்றாண்டில்தான் விரிவடைந்தது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் பிரான்சு, ஜெர்மனி, அமெரிக்கா போன்ற நாடுகள், தனித்தனியே இத் துறையில் ஆழ்ந்த கவனம் செலுத்தத் தொடங்கின. மறுபடி, ஊற்று நீர் பற்றிய அறிவில், தீம் (Theim) ஃபோர்க்கிமர் (Forchheimer) ஆகியோரின் ஆய்வுக் குறிப்புகளை ஐரோப்பாவும், நிலவியல் வல்லுநர்களின் ஆய்வுகளை அமெரிக்காவும் தங்களுக்குள் பரிமாறிக்கொண்ட பின்னரே, ஊற்று நீர்மவியல் முன்னேறத் தொடங்கியது. ஆனால், 1925-க்குப் பிறகுதான், குறிப்பாக, 1930, 40 வருடங்களில் ஊற்று நீர் பற்றிய கணிப்புகள், விவரங்கள் இவைகளைச் சேகரிப்பதிலும் படிப்பதிலும் பெரிய அளவில் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டன.

1-5. நீர்மவியற் சுழல்

காற்றுவெளியில் உள்ள நீர்த்திவலைகளின் எல்லாவிதமான இயக்கங்களும் சேர்ந்தது நீர்மவியற் சுழல். காற்று வெளியில் நீராகவும், பனியாகவும் மாறுதல்; பனி, மழை முதலியன நிலத்தில் பெய்தல்; நிலப்பரப்பில் பனி, பனிக்கட்டி முதலியன உருகுதல்; ஆவியாதல்; ஆவியின் ஒரு பகுதி, நீர்த்திவலைகளாகக் காற்றுவெளிக்குத் திரும்பச் சென்று அடைதல், நிலப் பரப்பின் மீதுள்ள பனிக்கட்டி, பனித்திரை உருகுதல், ஆவியாதல், காற்றுவெளியை நீர்த் திவலைகளாகச் சென்றடைதல்; கடலை நோக்கிப் பாய்தல், நிலத்தினடியில்ஏற்படும்நீரியக்கங்கள், ஆவியாதல், ஆவிவெளியீடு (transpiration) முதலியன, நிலப்பரப்பு, கடற்பரப்பு ஆகியவற்றில் ஏற்பட்டு நீர்த்திவலைகளாகக் காற்று வெளியை அடைதல், ஆகிய எல்லா நிகழ்ச்சிகளும் அடங்கியது நீர்மவியற் சுழல் (படம் –1) இதனை விவரிக்கிறது. பொறியாளர்கள், மேற்கூறியவற்றில் முக்கியமெனக் கருதுவது, சுழலின் ஒரு பகுதியான, நீர் ஏற்கக்கூடிய பொருள்களிலிருந்து (water bearing materials) கிணறுகளை நோக்கிப் பாயும் நீரியக்கம் என்னும் நிகழ்ச்சியாகும்.

1-6. ஊற்றுநீரின் தோற்றம்

காற்றுவெளி, நிலப்பரப்பு ஆகியவற்றில் உள்ள நீரடங்கிய நீர்மவியற் சுழலின் ஒரு பகுதியே ஊற்று நீராகும்.



படம் 1·1. நீர்மலியற் சுழல்

ஊற்று நீர், மிகச் சிறிய அளவுகளில் வேறு விதமாகவும் இச் சுழலில் இடம் பெறுவதுண்டு. படிவுப் பாறைகள் தோன்றும் போதே அதனிடுக்குகளில் படிந்துள்ள நீர், உடன் தோன்றிய நீர் (connate water) எனப்படும். அந்நீர், கடல் அல்லது தூய நீர்ப் பிறப்பிடங்களிலிருந்து தோன்றியிருக்கலாம். மேலும், அது நிறைய கனிப் பொருள்களைக் (minerals) கொண்டது. நிலப்பரப்புக்குரிய நீரோடு சேர்ந்த எரிமலைத் தொடர்பான (volcanic) அல்லது கற்குழம்புத் தொடர்பான (magmatic) நீர், இளமையான (juvenile) நீர் எனப்படும். ஒரு நீர்ப் பிறப்பிடத்தினின்று கிடைக்கக்கூடிய நீரைக் குறிக்கும் போது, கற்குழம்பு நீர், எரிமலைத் தொடர்பான நீர் அல்லது இயலுலகோடு (Cosmic) சேர்ந்த நீர் எனத் தனியே குறிக்க வேண்டும்.

1-7. இந்தியாவின் ஊற்றுநீரியற் பிரிவுகள்

இந்தியாவைப் பொதுவாக மூன்று தனிப்பட்ட ஊற்று நீரியற் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை :

(1) இமாலயப் பகுதிகள்.

(2) சிந்து கங்கைச் சமவெளி

(3) குறுகிய கடலோரப் பகுதிகள் கொண்ட தீவக்குறை மாநிலம்.

மேற்கூறிய பகுதிகள், சிக்கலான நிலவியல் முறைப்படி தோன்றியன. இப் பகுதிகளில் கிடைக்கும் ஊற்று நீர், அவற்றின் புதுமையான வடிவ மற்றும் நிலவமைப்புகளால் கட்டுப் படுத்தப்படுகிறது. தீவக் குறைப் பகுதியும், இமாலயப் பகுதியும், ஏறத்தாழ, நம் நாட்டின் முக்கால் பகுதியை அடக்கியுள்ளன. அவை, கடினப் பாறைகளால் ஆனவை. இவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் ஊற்று நீரின் அளவு, இயக்கம், மற்றும் அதைப் பெருமளவிலே வெளிக் கொண்டுவரும் வாய்ப்புகள், பாறைகளின் தன்மை, அவற்றுளமைந்த இணைப்புகள் (joints), பிளவுகள் (faults) முதலியவற்றைப் பொறுத்தனவாகும்.

கடலோரம் அமைந்த வண்டற் படிவுப் பகுதிகளில், பல நூற்றுண்டுக் காலமாக விவசாயம் நடந்து வந்துள்ளது. மிகுதியாக விவசாயம் செய்யப்படும் இடங்கள், இந்த வண்டற் படிவப் பகுதிகளில் அமைந்துள்ளன இப் படிவுகள், களிமண்

வண்டல் (silt) மற்றும் சரளைக்கல் (gravel) முதலியவற்றாலானவை.

நம் நாட்டில், 300 மீட்டர் ஆழம் வரை அமைந்துள்ள ஊற்று நீரின் அளவு, ஏறத்தாழ, 37000×10^9 கன மீட்டர் எனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. இது இந்நாட்டின் மொத்த வருட மழையளவைப் போல் பத்து மடங்காகும். தற்போது, நாட்டின் 24×10^6 எக்டேர் நீர்ப்பாசனத்தில் 7×10^6 எக்டேர்தான், கிணறுகளின் உதவியால் நடைபெறுகிறது. இதற்கான ஊற்றுநீரின் அளவு 62×10^9 கன மீட்டராக இருந்த போதிலும், ஊற்றுநீர் பயனுறுதற்கு நிறைய வாய்ப்புகள் நாட்டில் இருக்கின்றன.

2. ஊற்றுநீர் நிலவியல்

2-1. பொது

நிலத்தினடியில் கிடைக்கும் நீரைக் காண முடியாது; அதனை அடைவதும் கடினம். அதன் பலனாக, அது எப்போதுமே ஒரு புதிராக இருந்து வந்தது. அது எப்படி நிகழ்கிறது, அதன் அளவென்ன, அதற்கு இயக்கமுண்டா, இல்லையா, அப்படியிருப்பின் அதன் அளவு, முடிவு அதை நிகழ்த்தும் இயக்குவிசை முதலியன யாவை? ஓரிடத்தில் குறைவாகவும், மற்றப் பல இடங்களில், பாறைகளில் அதிகமாகவும் அது கிடைத்ததற்குக் காரணமென்ன? இவை போன்ற வினாக்கள் நில மற்றும் நீர்மவியல் வல்லுநர்களுக்கு முடிவில்லாப் புதிர்களாம்.

நிலத்திற்கடியில் கிடைக்கும் நீரை, நில அடிநீர் அல்லது ஊற்று நீர் என்று குறிக்கலாம். அது கிடைக்குமிடம், அளவு, தன்மை முதலியன நிலவியல் காரணங்களைப் பொறுத்தது. ஆதலால், முதலில் ஊற்று நீர்மவியலின் அளவு முறைகளை அறிவதைவிட, நிலவியலின் கோட்பாடுகளைப்பற்றி யறிதல் அவசியமாகும். நிலவியற்பட்ட இயற்கையமைப்பில் ஊற்று நீர் கிடைக்கிறது. ஆகவே, இந்த இயற்கையமைப்பைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்ளாமல், ஊற்றுநீர்பற்றிய சமன்பாடுகள் (equations), ஊற்று நீர் கொள் அமைவுகளை (aquifers) வகை பிரிக்கும் முறைகள் பற்றித் தெளிதல் பொருளற்றது.

ஊற்றுநீர் வினாக்கள் பற்றிய படிப்பில் தொடர்பான, நிலவியற் காரணங்களை அறிய, நிலவியற் கோட்பாடுகள், பாறைகள், கனிப் பொருள்கள், இவைகளை இனங்காணுதல், நிலவியல் வரைபடங்களின் விளக்கங்கள், இவைகளைப் பற்றியும் அறிதல் அநேகமாக அவசியமாகிறது. நிலவியலின் அடிப்படையை

அறியுமுன், ஊற்றுநீர் குறிப்பாக, எங்கே; எப்படிக் கிடைக்கிறது என்பதை ஆராய்வோம்.

2–2. ஊற்றுநீர் கிடைக்கும் விதம்

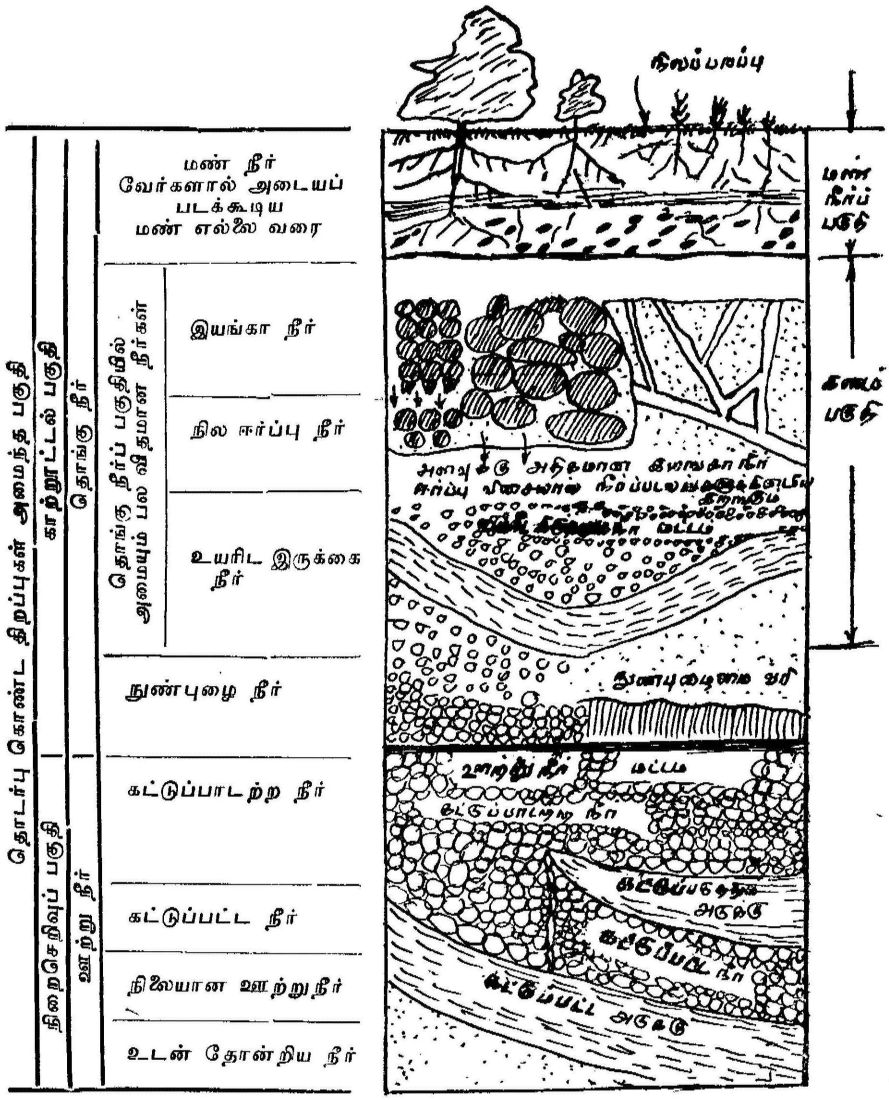
கற்கோளம் (Lithosphere) இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

(1) பாறைப் பிளவுப் பகுதி

(2) பாறை நெகிழ்வுப் பகுதி (Flowage zone).

உள் உருமாறுதல் மூலம் துளையிடங்களை (pores) மூடுவதற்குத் தேவையான அழுத்தத்தை விடக் குறைவான அழுத்தம் அமைந்த பாறைகளாலானது பாறைப் பிளவுப் பகுதியாகும். பாறை நெகிழ்வுப் பகுதி பாறைப் பிளவுப் பகுதிக்குக் கீழமைந்தது. இந்தப் பகுதியின் பாறைகள் மீட்சி எல்லைக்கு (elastic limit) மேற்பட்ட அழுத்தத்தைக் கொண்டன. இந்தப் பகுதியில் துளையிடங்களே இல்லாமலோ அல்லது அவை மிகக் குறைந்த அளவிலோ இருக்கும். இதனுள் அமைந்த நீர் உள் நீர் (internal water) எனப்படும். பாறைப் பிளவுப் பகுதியில் உள்ள நீர், இடுக்கு (interstial) நீர் எனப்படும்.

பாறைப் பிளவுப் பகுதி, இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒன்று நிறை செறிவுப் (saturation) பகுதி. மற்றது காற்றூட்டல் (aeration) பகுதி. நிறை செறிவுப் பகுதியில் உள்ள இடுக்குகள் நிலை நீரமுக்கம் (hydrostatic pressure) கொண்ட நீரால் நிரம்பியவை. காற்றூட்டற் பகுதியிலமைந்த இடுக்குகள் நீராலும் காற்றாலும் நிரம்பியவை. (படம் 2-1) ஊற்று நீர்ப் பிரிவுகளை விளக்குகிறது. நிறை செறிவுப் பகுதியின் மேற்பரப்பு, நிறை செறிவுப் பரப்பு எல்லையாலோ, அல்லது ஊறி உட்புக முடியாத (impermeable) அடுக்காலோ (strata) அடக்கப்பட்டிருக்கிறது. இப்பகுதி அடிப்பாறை (Bed rock) வரை நீண்டிருக்கிறது. ஊறி உட்புக முடியாத அடுக்குகள் இல்லாதிருந்தால், நிறை செறிவுப்பகுதியின் மேற்பரப்பு, ஊற்றுநீர் மட்டம் (water table) எனப்படும். இதனைக் காற்றுவெளியமுக்கப் பரப்பு என்றும் வரையறுக்கலாம். நீர்க்கொள் அமைவைத் துளைத்த கிணற்றில் நிற்கும் நீரின் மட்டத்தைக்கொண்டு இதனையறியலாம். நிறை செறிவுப் பகுதியிலமைந்த நீரைப் பொதுவாக ஊற்றுநீர் அல்லது நிலநீர் எனலாம். காற்றூட்டற் பகுதியில் உள்ளநீர் தொங்கு (suspended) நீராகும். இந்தப் பகுதி மண் நீர்ப் (soil water) பகுதி, இடைப் பகுதி, நுண் புழைப் (capillary) பகுதி என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.



தொடர்பற்ற
திறப்புகள்
கொண்ட பகுதி

உள் நீர்

படுக்கைப் பாறை

a. வேதியல் முறையில் சேர்ந்த நீர்
b. தொடர்பற்ற இடுக்குகளில் இருக்கும் நிலையான நீர்
c. எரிமலைக் குழம்புகளில் கரைந்த நீர்

படம் 2-1

நிலத்தினடியில் கிடைக்கும் நீரின் பிரிவுகள்

2-3. மண் நீர்ப்பகுதி

மழை அல்லது நீர்ப்பாசனத்தின் மூலம் மிகுதியான நீர் வந்தடையும் நேரங்களைத்தவிர, மற்றெல்லாக் காலங்களிலும், மண் நீர், நிறைசெறிவுத் தன்மையிலிருந்து குறைவான நிலையிலேயே இருக்கிறது. இந்தப் பகுதி, நிலப் பரப்பிலிருந்து தாவரங்களின் மிகுதியான வேர்ப்பகுதிவரை நீடிக்கிறது. அதன் உயரம், மண் வகை, தாவர இனம் இவற்றைப் பொறுத்தது. பிரிக்ஸ் (Briggs) என்பவர், மண்நீரை, அதன் செறிவைப் (concentration) பொறுத்து, மூன்று விதமாகப் பிரித்துள்ளார். ஈரப் பாங்கு (Hygroscopic) நீர் என்பது, காற்றிலிருந்து மண் துகள்களின் மீது படிந்த ஈரமாகும். இதற்கு ஒட்டும் தன்மை (adhesion) அதிகமாதலால், இது செடிகளுக்குக் கிடைப்பதில்லை. நுண்புழை நீர், மண்துகள்களைச் சுற்றித் தொடர்ச்சியாக மென் படலம் (film) போல் பரவியுள்ளது. மேற்பரப்பு இழு விசையால் (surface tension), அந் நீர் தேக்கப்பட்டு நுண்புழை ஈர்ப்பு விசையால் செடிகளுக்குக் கிடைக்கிறது. நில ஈர்ப்பு (gravitational) நீர், ஈர்ப்பு விசையால் நிலத்தினூடே தோன்றும் மிகுதியான மண் நீராகும்.

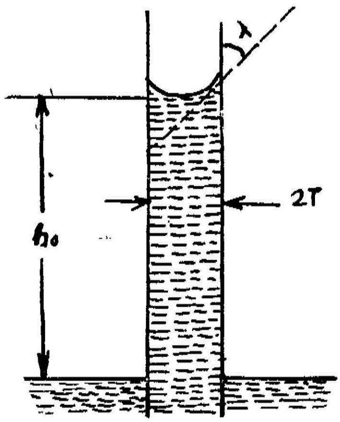
2-4. இடைப்பகுதி

இடைப் பகுதி, மண் நீர்ப்பகுதியின் அடியிலிருந்து, நுண்புழைப்பகுதியின் மேல் எல்லைவரை அமைந்துள்ளது. (படம் 2-1) ஊற்று நீர் மட்டம், நிலப் பரப்போடு ஒன்றிய நிலையில், இந்தப் பகுதியின் ஆழம், ஒன்றுமேயில்லாமலோ, நிலப்பரப்புக்கு மிக அடியிலிருக்கும்போது நூற்றுக்கணக்கான மீட்டர்களாகவோ இருக்கும். இது முக்கியமாக, நிலப்பரப்பருகேயுள்ள பகுதியையும் ஊற்று நீர் மட்டத்திற்கு அருகேயுள்ள பகுதியையும் சேர்த்து வைத்து, நீர், நேர்கீழாகப் பாய்வதற்கு உதவியாக இருக்கிறது. இடைப் பகுதியில் உள்ள இயங்கா (non-moving or pellicular) நீர், ஈரத்தன்மை மற்றும் நுண்புழைத் தன்மைகளால் தேக்கப்பட்டு இருக்கிறது. நில ஈர்ப்பு விசையால் இயக்கப்படும் நீர், நில ஈர்ப்பு நீர் எனப்படும்.

2-5. நுண்புழைப் பகுதி

ஊற்று நீர் மட்டத்திலிருந்து, நீரின் நுண்புழை உயர்வு எல்லை வரை நுண்புழைப் பகுதி பரவியிருக்கிறது. ஒரு நிலத் துளையிடத்தை (pore space) நுண்புழைக் குழாயாக உருவகப் படுத்திக்கொண்டால், மேற்பரப்பு இழுவிசையையும், உயர்ந்த-

நீரின் எடையையும் இணைப்படுத்தி, நுண்புழை நீர் உயரம் '*hc*' என்பதைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் கணக்கிடலாம் (படம் 2–2).



படம் 2–2
நுண்புழைக் குழாயில் ஏற்படும் நீர் உயர்வு

$$hc = \frac{2T}{\gamma r} \cos \lambda \qquad (2\text{–}1)$$

இதில் T என்பது நீரின் மேற்பரப்பு இழுவிசையையும்,
γ என்பது நீரின் தன் எடையையும் (specific weight),
r என்பது குழாய் ஆரத்தையும்,
λ என்பது குழாய்ச் சுவருக்கும் நீரின் பிறைத்தலம் (meniscus) தொடுமிடத்திற்கு மிடையே அமைந்த கோணத்தையும் குறிப்பன.

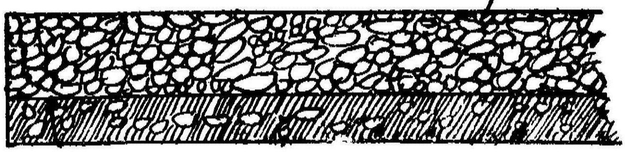
50°F வெப்பத்தில் $T =$ 0·074 கிராம் / செ.மீ. என்றும்
$\gamma =$ 1 கிராம் / க.செ.மீ. எனவும்

எடுத்துக்கொண்டால் நுண்புழை உயரம் சற்றேறக்குறைய

$$hc = \frac{0{\cdot}15}{r} \cos \lambda \text{ செ. மீட்டராகும்} \qquad (2\text{-}2)$$

நுண்புழைப் பகுதியின் உயரம், மண் அல்லது பாறையமைப்பைப் பொறுத்து வேறுபடுவது மட்டுமன்றி, கணக்கற்ற துளையிடங்கள் அடங்கிய அடுக்குகளில் இதன் மேல் எல்லையானது, பற்பல ஏற்ற இறக்கங்களைக் கொண்டிருப்பது நுண்ணோக்கி (microscope) கொண்டு பார்க்கும்போது தெரியவரும்.

இந்த மேல் எல்லையின் உயரத்தை நெருங்க நெருங்க, நீரின் அளவும் குறைகிறது. இந்தஅமைப்பு நுண்புழை ஓரம் (fringe)



படம் 2-3 நுண்புழை வரி

எனப்படும். (படம் 2-3) இதனை விளக்குகிறது. பொதுவான பல நிலவகைகளும், அவற்றில் நுண்புழை நீர் உயரங்களும் கீழ்க் காணும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 2-1.

நிலவகை	நுண்புழை உயரம் (செ.மீ.)
சரளை மண் (Coarse)	1 to 5
நடுத்தரமான மண் (Medium)	12 to 35
நுண் துகள் (Fine)	35 to 70
வண்டல் (Silt)	70 to 150
களிமண் (Clay)	200 to 400

2-6. ஊற்றுநீரின் அடி எல்லை

நிலத்தினடியில் மிக ஆழமான பகுதிகளில், மேலே படிந்துள்ள படிவங்களின் மிகுதியான எடையால், பாறைகளில் துளைகளே இல்லாமலிருக்க முடியும் என நம்பப்படுகிறது. ஆதலால், இந்தப் பகுதியே, ஊற்று நீரின் அடி எல்லையாகும் இது நில அமைப்பை ஒட்டி வேறுபடும். படிகப் (crystalline) பாறைகளில் ஊற்று நீர், 100 மீட்டர் ஆழத்திற்குள் கிடைக்கிறது. ஆனால்,

படிவுப் பாறைகளில் 600 மீட்டருக்கு மேலே ஆழமான கிணறுகளில் கூட நீரே கிடைப்பதில்லை.

2–7. ஊற்றுநீர்ச் சமன்பாடு

நிலப்பரப்பில் பொழியும் மழை எவ்வாறு பல பகுதிகளாகப் பிரிந்து, திரும்பவும் அதனை வந்தடைகிறது என்பதைக் கணித முறைப்படி விளக்கும் விவரமே, ஊற்றுநீர்ச் சமன்பாடாகும். அதனைப் பொதுவாக,

$$R = E + S + I$$ என எழுதலாம். (2-3)

இதில் R என்பது மழையளவையும்,

E என்பது ஆவியாதல், தாவரநீர் வெளியீடு இவற்றால் ஏற்படும் இழப்பையும்,

S என்பது நிலப்பரப்பிலிருந்து ஆறு, ஓடை இவற்றுக்குப் பாயும் நீரளவையும்,

I என்பது ஊற்று நீரியக்க அளவையும் குறிப்பன.

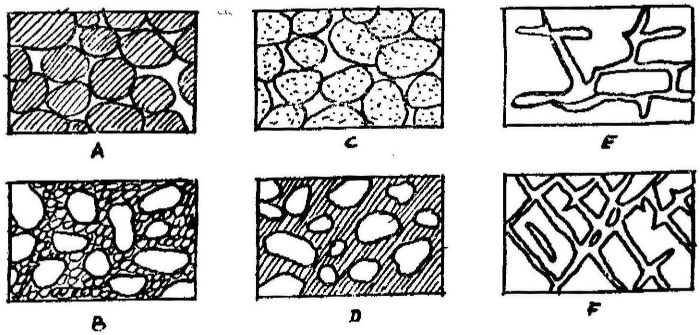
இதில் I என்பதன் அளவு தெரியாத தொன்றுதலால், அதன் அளவை மற்றவற்றின் அளவுகளைக் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

2–8. ஊற்றுநீருக்கு ஊறு விளைவிக்கும் பாறை இயல்புகள்

பாறைகளின் இடுக்குகள், திறந்த பகுதிகள் முதலியன, ஊற்று நீரைத் தேக்குவதற்கும், பாயச் செய்வதற்கும் உதவுகின்றன என்பது ஊற்று நீர்மவியலின் அடிப்படையான கோட்பாடாகும். நீர்மவியலில், பாறைகளின் அளவு, வடிவம், இடுக்குகளின் அமைப்பு, அவைகளின் மொத்தக் கொள்ளளவு, இவற்றின் மாற்றங்கள் முதலியன அதிகமாகக் கவனம் செலுத்தப்படக் கூடியவைகளாகும். திறந்த பகுதிகளின் அளவு, நுண்ணோக்கிக் கொண்டு பார்க்குமளவிற்குச்சிறியதாகவோ அல்லது சுண்ணம்புக் கற்களில் (Lime stones) அமையும் குழிகள் போன்று மிகப் பெரியதாகவோ அமையலாம். பாறைகளின் இயல்புகளைப் பொறுத்து, இடுக்குகளின் வடிவமைப்பு வேறுபடும். (படம் 2–4) இதனை விளக்கும். அநேகமாக, எல்லாப் பாறைகளிலும் இடுக்குகள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டனவாக இருக்கும். ஆனால், சில பாறைகளில் அவை தொடர்பற்றுத் தனித்து இருப்பதால், நீர் ஊடுருவ முடியாமற் போய்விடுகிறது.

2-9. நுண் துளைத் தன்மை (Porosity)

நுண் துளைத் தன்மை என்பது பாறைகளின் ஓர் இயல்பாகும். பாறைகளில் எத்துணை அளவிற்கு இடுக்குகள் அமைந்துள் ளன என்பதைக் குறிப்பதே, நுண் துளைத் தன்மையாகும். இது இடுக்குகளின் கொள்ளளவிற்கும், பாறையின் மொத்தக் கொள் ளளவிற்கும் உள்ள விழுக்காடாக (percent) அளவிடப்படும். இடுக்குகள் முழுவதும் நீரால் நிரம்பியிருந்தால் அப் பாறை, நிறை செறிவுப் பாறையாகும்.



படம் 2-4 பல்வேறு வகையான பாறையிடுக்குகள்.

A. அதிக நுண் துளைமையுள்ள நன்கு பிரிக்கப்பட்ட படிவுப் பாறை.
B. குறைந்த நுண் துளைமையுள்ள சரியாகப்பிரிக்கப்பட்ட படிவுப் பாறை.
C. கூழாங்கற்கள் கலந்துள்ள நன்கு பிரிக்கப்பட்ட, அதிக நுண் துளைமையுள்ள படிவுப் பாறை.
D. கனிப் பொருள்கள் இடுக்குகளில் கலந்துள்ளதால் நுண் துளைத் தன்மை குறைவாயுள்ள நன்கு பிரிக்கப்பட்ட படிவுப் பாறை.
E. கரைதலால், எளிதில் உட்புகவல்லதாக ஆக்கப்பட்ட பாறை.
F. உடைப்புக்களால் எளிதில் உட்புகவல்லதாக ஆக்கப்பட்ட பாறை.

இறுக்கமான (consolidated), நீர்ஊடுருவக் கூடிய (pervious) அல்லது படிவுப் பாறைகளில், நுண் துளைத்தன்மை, அவற்றின் பகுதிகளின் அளவு, அமைப்பு, பிரிவு முறைகள் (sorting) ஆகிய வற்றின் தொடர்பைப் பொறுத்தது; சுண்ணும்புக்கல் போன்ற கரையக்கூடிய பாறைகளில் அவற்றின் துளை வழிக் குழாயமைப் பைப் பொறுத்தது எரிமலைச் சார்புடைய பாறைகள், படிவுப் பாறைகள், உருமாற்றப் (metamorphic) பாறைகள். இவற்றில், பிரிவுகளின் அமைப்பைப் பொறுத்தது. பொதுவாக, நுண் துளைத் தன்மையில் 20%-க்கு மேலானதை அதிகமானதாகவும் 5%-க்கும் 20%-க்கும் இடையே நடுநிலையானதாகவும், 5%-க்குக் கீழே குறைவானதாகவும் கொள்ளலாம்.

கொள்ளளவு அல்லது ஒப்பு எடைமான வீத எண் (specific gravity), அளவுமுறைகள், இவற்றைப் பொறுத்து, நுண்துளைத் தன்மையைக் கணக்கிடப் பல வழிகள் உள்ளன.

$$P = 100\left(\frac{W}{V}\right) = 100\left(\frac{V-v}{V}\right) = 100\left(\frac{s-a}{s}\right)$$

$$= 100\,(b-a) \qquad (2\text{-}4)$$

இதில் P என்பது நுண்துளைத் தன்மையையும்

W என்பது உலர்ந்த பாறையை அல்லது மண்ணை நிறை செறிவடையச் செய்யத் தேவையான நீரளவையும்,

V என்பது பாறை அல்லது மண்ணின் கொள்ளளவையும்,

v என்பது பாறை அல்லது மண்ணிலுள்ள மண் துகள்களின் மொத்தக் கொள்ளளவையும்,

s என்பது பாறை அல்லது மண்ணில் கலந்துள்ள எல்லாக் கனிப்பொருள்களின் ஒப்பு எடைமான வீத எண்ணையும்,

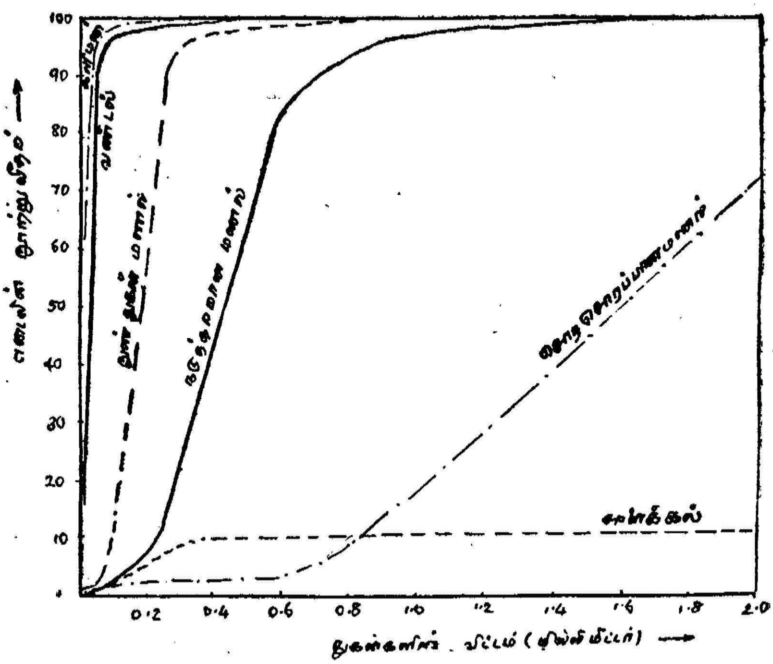
a என்பது பாறை அல்லது மண்ணின் ஒப்பு எடைமான வீத எண்ணையும்,

b என்பது நிறை செறிவுப் பாறை அல்லது மண்ணின் ஒப்பு எடைமான வீத எண்ணையும் முறையே குறிப்பன.

2–10. இயல்நிலை இயக்கஞ் சார்ந்த ஆக்க அமைவு (Composition)

பாறை இடுக்குகளின் அளவு முற்றிலும் இயல்நிலை இயக்கஞ் சார்ந்த ஆக்க அமைவைப்பொறுத்தது. அதிலும் பாறைத்துகள்களின் அளவை மட்டுமன்றிப் பிரிவு வகைகளையும் பொறுத்தது இதனால், களிமண் சிறிதளவே கலந்த மண், அதே போன்று தோற்றமுடைய வேறு மண்ணைவிடக் குறைந்த அளவிலே நீரைக்கொள்ளும் ஆற்றல் கொண்டதாக இருக்கும். ஏனெனில், இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட மண்ணில் உள்ள இடுக்குகள், களிமண் அதிகமாகப் படிந்துள்ளனவாக இருக்கும்.

பலதரப்பட்ட மண்களின் இயல்நிலை இயக்கஞ் சார்ந்த ஆக்க அமைவுகள், வரைபடமாகப் (படம் 2-5)-ல் தரப்பட்டுள்ளன. துகள்கள் கிட்டத்தட்ட ஒரேவிதமாக அமைய அமைய, படத்திலுள்ள கோடுகளின் ஏற்றத்தன்மையும் அதிகமாக உள்ளது. துகள்களின் சொரசொரப்புத் தன்மையும், பிரிவு முறையையும் விளக்கப் பயனளவு (effective size), ஒருசீர்க் குணகம் (uniformity coefficient) போன்ற தொடர்கள் வழக்-



படம் 2-5

சில பொருட்களின் இயல்நிலை ஆக்கஞ்சார்ந்த ஆக்க அமைவை விளக்கும் வளை கோடுகள்

கத்தில் வந்தன. துகள்களின் 10% அளவு, பயனளவையும், 60% அளவிற்கும் 10% அளவிற்கும் உள்ள விகிதம் ஒருசீர்க் குணகத்தையும் குறிக்கும். அதாவது, எல்லாத் துகள்களின் அளவும் ஒரே நிலையில் உள்ள மண்ணின் ஒரு சீர்க்குணகமும் ஒன்றாகும்.

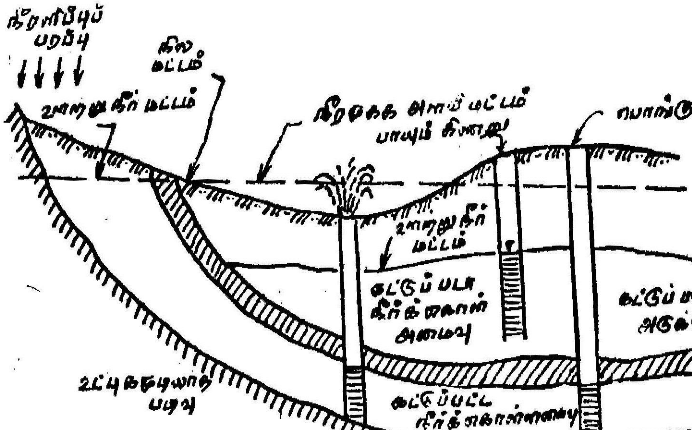
2-11. ஊற்றுநீர்க் கொள்ளமைவுகளின் வகைகள்

குறிப்பிடத்தக்க அளவில் நீரைத் தரவல்ல பாறையமைப்போ அல்லது வகையோ, ஊற்றுநீர்க் கொள்ளமைவு

எனப்படும். பரவலான அமைப்பு கொண்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகளை, ஊற்றுநீர்ப் பிறப்பிடங்கள் எனலாம். ஊற்றுநீர் மட்டம் இருப்பதைப் பொறுத்து, நீர்க் கொள்ளமைவுகளைக் கட்டுப்படுத்தப்படா அல்லது கட்டுப்படா நீர்க் கொள்ளமைவுகள், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அல்லது கட்டுப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகள் எனப் பிரிக்கலாம்.

கட்டுப்படுத்தப்படா (unconfined) நீர்க்கொள்ளமைவு என்பது நிறை செறிவுப் பகுதியின் மேல் எல்லையாக, ஊற்று நீர் மட்டத்தைக் கொண்டது. அதனைக் கட்டுப்பாடில்லாத அல்லது ஊற்றுத் தொடர்பில்லாத நீர்க் கொள்ளமைவு எனலாம். ஊற்று நீரின், விரிவு, கசிவுப் பகுதிகளைப் பொறுத்து, ஊற்று நீர் மட்டம், அதிகமான ஏற்ற இறக்கங்களையும், வளைவுகளையும் கொண்டதாக இருக்கும். படம் 2-6 கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைக் குறிக்கிறது. படம் 2-3-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மேல்பகுதியும், ஒரு கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவே யாகும்.

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட (confined) நீர்க் கொள்ளமைவுகளை ஊற்று அல்லது பொங்குகேணி நீர்க் கொள்ளமைவு எனலாம். மேலே உள்ள நீர் உட்புகாப்பாறைகளால் மூடப்பட்ட



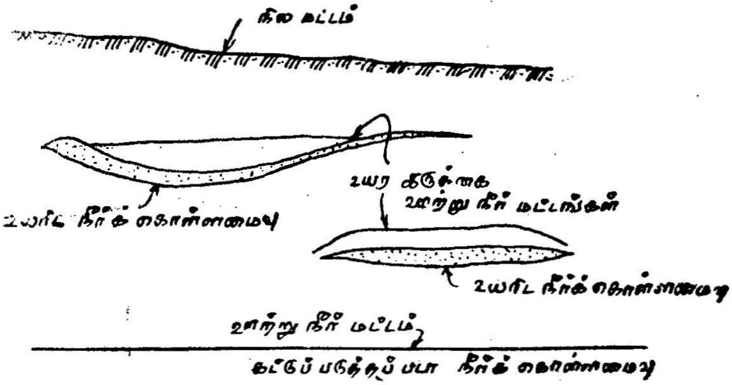
படம் 2-6

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட மற்றும் கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவுகள்

இத்தகைய நீர்க்கொள்ளமைவுகளில் உள்ள ஊற்றுநீர் காற்றமுக்கத்தை விட அதிகமான அமுக்கங் கொண்டது.

இந்நீர்க் கொள்ளமைவைத் துளைத்துத் தோண்டப்பட்டக் கிணறுகளில் நீர்மட்டமானது படம் 2-6-ல் காட்டியுள்ள; ஊற்று அல்லது பொங்கு கேணிகளின் நீர் மட்டத்திற்கு உயரும். இக் கிணறுகளிலுள்ள நீர் மட்டங்களின் ஏற்றத் தாழ்வுகள், ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவு வேறுபாடுகளை விட, அமுக்க வேறுபாடுகளைப் பொறுத்தன. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவைத் துளைத்த கிணற்றின் நீர்மட்டம், நீரமுக்க அளவி (piezometric) மட்டத்தைக் குறிக்கும். பொதுவாக, கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவு, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவின் மேல் பகுதியாக அமையும் (படம் 2-6).

உயர இருக்கை (perched) நீர்க் கொள்ளமைவு என்பது, கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவின் ஒரு தனிவகையாகும். படம் 2-7 இதனைக்காட்டுகிறது. காற்றூட்டற் பகுதியில்



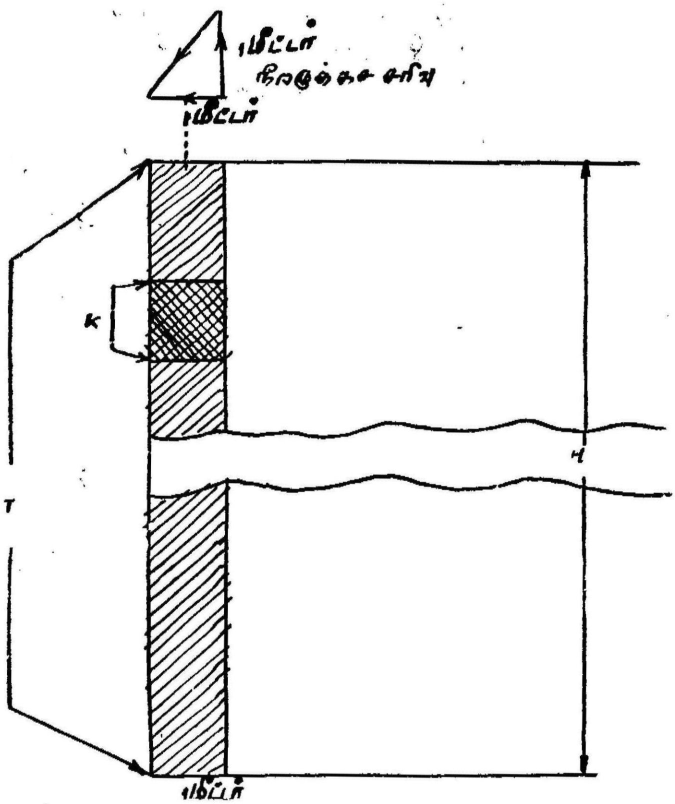
படம் 2–7

உயர இருக்கை நீர்க்கொள்ளமைவு

முக்கிய (main) ஊற்று நீர்ப்பகுதியிலிருந்து, ஒரு கிளைப்பகுதி பிரிந்து அமையும் போது, இத்தகைய நீர்க் கொள்ளமைவு ஏற்படுகிறது. படிவு அமைப்புகளில், களிமண் குழிவுகளுக்கு (lenses) மேலே, ஆழங்குறைவான இடங்களில் உயர இருக்கை நீர்க்கொள்ளமைவுகளிருக்கும். இந் நீர்க் கொள்ளமைவுகளைத் துளைத்த கிணறுகளில் ஊற்று நீர் குறைவான அளவிலும், அதிலும் தற்காலிகமாகவும்தான் கிடைக்கும்.

2–12. நீர்க் கொள்ளமைவுகளின் நீர்மவியல் இயல்புகள்: நீர் உட்பரவும் தன்மையும் (Permeability) ஊடு கடத்தும் தன்மையும் (Transmissibility)

நுண்புழை இடுக்குகளின் மூலம் மேலிருந்து கீழ் பரவும் ஊற்று நீர், ஒரு நீர்ச்சரிவை (gradient) ஏற்படுத்துகிறது. இதன் விளைவால், இடுக்குகளின் மூலம், ஊற்று நீர், பக்கவாட்டிலும் பரவ முடிகிறது. ஓர் அமைப்பின் ஊற்று நீர் ஊடு



படம் 2–8

உட்புகும் தன்மையும், ஊடு கடத்தும் தன்மையும்

K= நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகம் (லிட்டர்/ச. மீட்டர்/நாள்)

T= நீர் ஊடு கடத்தும் தன்மை குணகம் (லிட்டர்/நாள்/மீட்டர்)

T= kH

கடத்தும் திறனை, அதன் நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தின் மூலம் அளக்கலாம். நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தை

"இயல்பான வெப்ப நிலையிலுள்ள ஊற்றுநீர், அதன் சரிவின் அளவு ஒன்ருக இருக்கையில், குறுக்கு வெட்டாக, ஒரு சதுர மீட்டர் பகுதியின் மூலம் நாளுக்கு இவ்வளவு லிட்டர்கள் (litres) என்ற கணக்கில் பாயும் அளவு" என வரையறுக்கலாம்.

நீர் ஊடு கடத்தும் தன்மைக் குணகமும் ஊற்று நீர்ம வியலில் அதிகமாகப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இந்தக் குணகம், "இயல்பான வெப்பநிலையிலுள்ள ஊற்றுநீர், அதன் சரிவின் அளவு ஒன்ருக இருக்கையில், 1 மீட்டர் அகலமும், நீர்க் கொள்ளமைவின் முழு உயர அளவும் கொண்ட ஒரு குறுக்குப்பகுதியின் மூலம் நாளுக்கு இவ்வளவு லிட்டர்கள் என்ற கணக்கில் பாயும் அளவு" எனக் குறிக்கப்படும். மேலே உள்ள இரு குணகங்களுக்கு முள்ள வேறுபாட்டை விளக்குகிறது.

2-13. ஒப்புப் பயனும் (Specific Yield), ஒப்புத்தேக்கும் திறனும் (Specific Retention)

நில ஈர்ப்பு விசையின் மூலம், நீர்க் கொள்ளமைவோ அல்லது பாறையோ, நிறை செறிவுத்தன்மைக்கு மேற்பட்டு ஊற்று நீரை வெளிப்படுத்தும் திறனே, ஒப்புப்பயன் எனலாம். இந்த ஆற்றலுக்கு எதிராக, நீரைத் தேக்கி வைக்கக் கூடிய திறனே, ஒப்புத் தேக்கும் திறன் என்று கூறலாம். கொள்ளளவுக் குணகம் என்பதும் ஒப்புப் பயன் என்பதும் ஒரு பொருட் தொடர்களே.

ஒரு நீர்க் கொள்ளமைவின் நில ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராக நிறை செறிவுத்தன்மைக்கு மேற்பட்டுத் தேக்கப்படும் நீரினளவுக்கும் அதன் மொத்தக் கொள்ளளவிற்கும் உள்ள விழுக்காடே 'ஒப்புத் தேக்கும் திறன்' எனப்படும். S_r என்பது ஒப்புத்தேக்கும் திறனுனல். $S_r = 100 \frac{W_r}{V}$ (2-5)

இதில் W_r என்பது தேக்கப்பட்ட நீரின் கொள்ளளவையும்; V என்பது பாறை அல்லது நீர்க்கொள்ளமைவின் மொத்தக் கொள்ளளவையும் குறிப்பன.

ஒப்புப்பயன் S_y என்பது, நீர்க் கொள்ளமைவு அல்லது பாறையின், நிறை செறிவுத்தன்மைக்கு மேற்பட்டு வெளிப் படுத்தப்படும் நீரினளவிற்கும், அதன் மொத்தக் கொள்ளள விற்கும் உள்ள விழுக்காடாகும்.

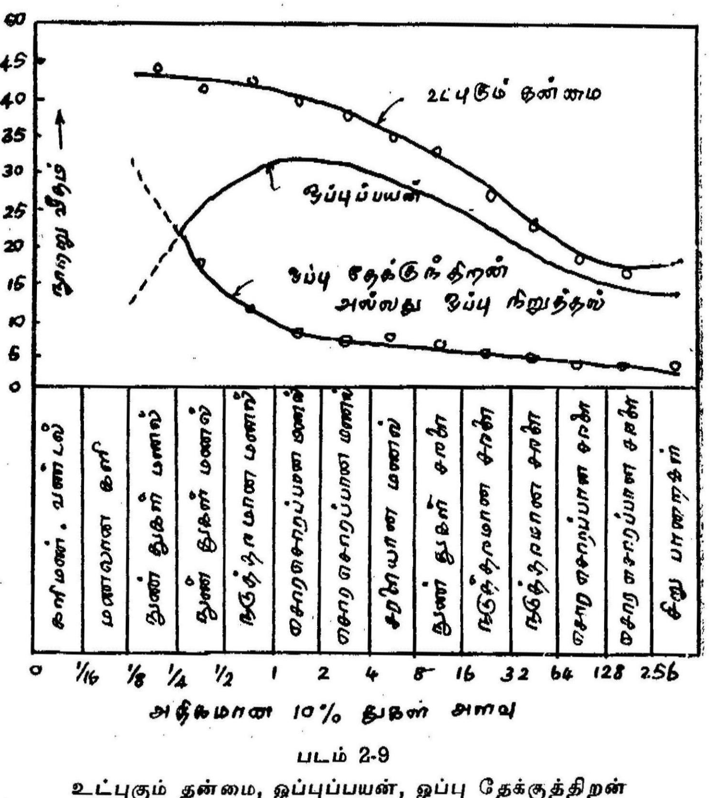
$$S_y = 100 \frac{W_y}{V} \quad (2\text{-}6)$$

இதில் W_y என்பது வெளியேற்றப்படும் நீரினளவைக் குறிக்கும்.

$W_r + W_y = W$ என்பதால்.

நுண்துளைத்தன்மை $P = S_y + S_r$ (2-7)

ஒப்புப்பயன் நீர்க் கொள்ளமைவின் நுண்துளைத் தன்மையைப் பொறுத்தது. இதனளவு, மண் அல்லது பாறைத் துகள்களின் அளவு, துளைகளின் பரவல், படிவு, இவற்றைக்



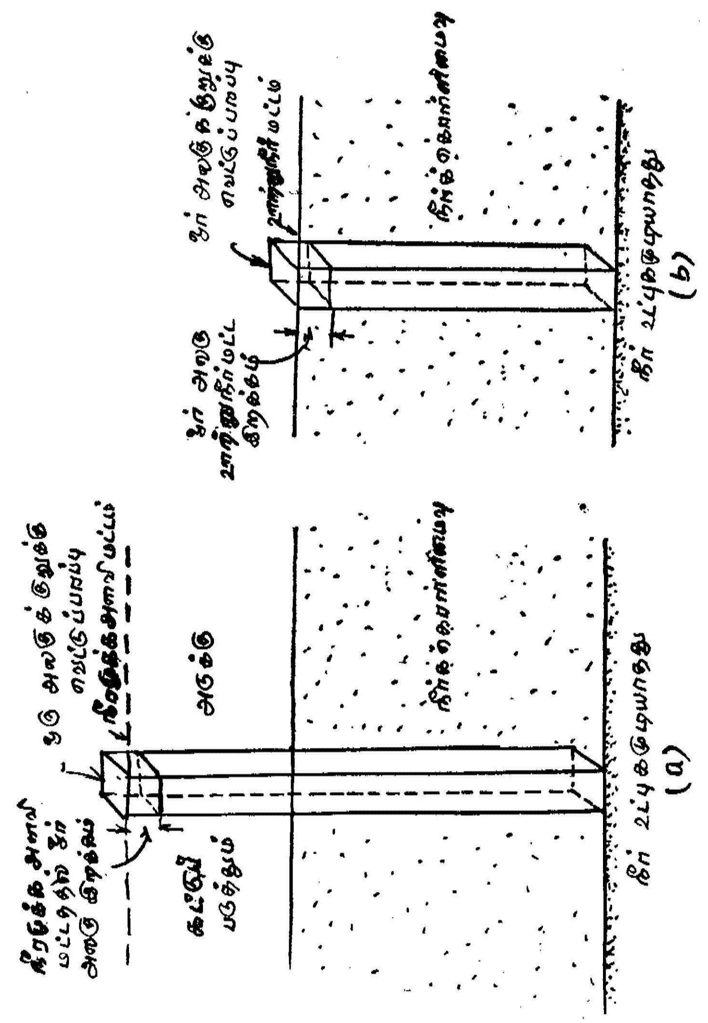
படம் 2-9

உட்புகும் தன்மை, ஒப்புப்பயன், ஒப்பு தேக்குத்திறன் இவைகளின் துகள் அளவோடு இணைந்த வேறுபாடுகள்

கொண்டு மாறுபடும். கலிபோர்னியாவில் லாஸ் ஏஞ்சல்ஸ் என்னுமிடத்தில் நடத்தப்பட்ட ஆய்வுகளின் முடிவுகள், வரைபடங்களாகப் படம் 2-9-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

2-14. கொள்ளளவுக் குணகம் (Storage Coefficient)

கட்டுப் படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவின் நீரளிக்கும் திறன், அதன் கொள்ளளவுக் குணகத்தைப் பொறுத்தது. ஒரு



படம் 2–10 கொள்ளளவுக் குணகத்தை விளக்கும் படங்கள்
(a) கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவு (b) கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள்ளமைவு

நீர்க் கொள்ளமைவில் ஒரு சதுரமீட்டர் பரப்பின் வழியாக அதன் செங்குத்து நீரமுக்க (normal head) வேறு பாட்டின் அளவு ஒன்றாக இருக்கையில், உள்ளே பாயக்கூடிய அல்லது

வெளிப்படக்கூடிய ஊற்றுநீரின்கொள்ளளவே, கொள்ளளவுக் குணகமாகும். கட்டுப் படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமையின் ஆழம் முழுதும் அமைந்த 1 மீட்டருக்கு 1 மீட்டர் பரப்பின் கொள்ளளவுக்குணகம் S, படம் 2–10–(a) அதன் நீரமுக்க மட்டம் 1 மீட்டர் இறங்கும் போது அதனின்று வெளி யாகும் அல்லது அதனுட்புகும் ஊற்று நீரின் கன மீட்டர் அளவாகும். நீரேற்று (pumping) ஆய்வுகளின் மூலமும், நீரமுக்க அளவி மட்டத்தின் ஏற்ற இறக்கவேறுபாடு களின் மூலமும், கொள்ளளவுக்குணகத்தைக் கணக்கிடலாம். கட்டுப்படுத்தப் பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவின் கொள்ளளவுக் குணகம், அதன் ஒப்புப்பயனையே குறிக்கும் என்பதைப் படம் 2–10-(b) காட்டுகிறது.

3. ஊற்று நீரை ஆராய்ந்து கண்டுபிடித்தல்

3-1. அறிமுகம்

இப்பொழுது, அநேகமாக எல்லா நீர்க்கிணறுகளும். நீர் நிலவியல் வல்லுநர்களின் உதவியின்றியே, துளைக்கப் பட்டுச் சோதிக்கப் பட்டாலும் கூட, கிணறுகளை அமைக்கச் சரி யான இடம், அதன் துளைக்கப்படவேண்டிய ஆழம், அதனின்று வெளிவரும் நீரின் அளவு, முதலிய விவரங்களுக்கு அவர்களின் உதவியை நாடுவதால் பொருட்சேதத்தைத் தவிர்க்க முடியும். ஏதோ ஒரு சில கிணறுகளைத் தவிர, மற்றக் கிணறுகளில் அவற்றின் நீரளவு, அதிகமாகவே கணக்கிடப்படுவதால், அநேகமாக அவை முதலுக்குத் தகுந்த பயனைத் தருவதில்லை. அறிவியலையொட்டிய முறைகளை. ஊற்று நீர்க்கொள்ளமைவு களைக் கண்டுபிடிக்கக் கடினமான இடங்களில் மேற்கொள்ளு வதை விட, அந்நீர், உறுதியாகக்கிடைக்கு மிடங்களில் கையாளுவதால் உண்டாகும் இலாபம் அதிகமாகும்.

3-2. நிலவியல் முறைகள்

அதிக இடங்களில், நிலவியல் வல்லுநர்கள், கிட்டத்தட்ட 60,000 எக்டேர் பரப்பில் கிடைக்கக்கூடிய ஊற்று நீர் பற்றிய தொடக்க ஆய்வுகளை, ஒரே நாளுக்குள் செய்யமுடியும். இப்படிச் செய்ய, வானவெளிப் (aerial) புகைப்படங்கள், வட்டார நில வியல் வரைபடங்கள், வேகமான ஊற்றுநீர் ஆராய்ச்சி முதலிய வற்றின் உதவி தேவை. அதிகமான பரப்புள்ள ஓரே சீரான ஆழங்கொண்ட. நீரளிக்கும் பகுதிகளில் நிலவியல் முறைகளால் அதிகப் பயனில்லை. ஆனால், அதிக வேறுபாடான நில அமைப்பு கொண்ட வட்டாரங்களில், ஊற்று நீரளிக்கும் பகுதிகளை அநேகமாக நிலவியல் உதவியின்றிக் கண்டு பிடிக்கவே இயலாது.

ஊற்று நீரைத் தேடும் முயற்சிகளில், நிலவியல் வல்லுநர்கள் கற்பாறை ஆய்வு (petrography), அடுக்கியற்படிவாய்வுள் (stratigraphy), நிலஉருமாற்றவியல் (geomorphology) இவைகளை நன்கு பயன் படுத்துகின்றனர். கற்பாறை ஆய்வுதான் மிக முக்கியமானது. ஒரு குறிப்பிட்ட பாறைவகை, பொதுவாக, தனிப்பட்ட நுண்துளைத்தன்மையும் உட்புகும் தன்மையும் கொண்டதாக இருக்கும். நீர் நிலவியல் வல்லுநர்களின் முதற் கடமை, நீர் ஏற்கக்கூடிய பொருள்களின் மீது, அதிகக்கவனம் செலுத்தி, அந்நிலப்பரப்பிலமைந்த பல்வேறு கற்கோளப் பகுதிகளை, வரைபடமாகத் தயாரிப்பதாகும். நன்கு பரந்த படிவு மற்றும் எரிமலை பாறைப்பகுதிகளில், நீர் தேடும் முயற்சியில் அடுக்கியற்படிவாய்வு மிக உதவுகிறது. கட்டமைப்பு (structural) அடுக்கியற்படிவாய்வோடு இணைந்து நில இயக்கங்களால் இடம் பெயர்ந்துள்ள நீர் ஏற்கும் பகுதிகளைக் கண்டுபிடிக்க உதவும். சமீபகாலப் படிவுகளால் அமைந்த பகுதிகளில் ஊற்று நீரைக்கண்டுபிடிக்க நிலஉருமாற்றவியல் பெரிதும் பயனுகும். வானவெளிப்புகைப்பட முறைகள், குறிப்பாக, நில உருமாற்றவியல் ஆய்வுக்கு அதிகமாகப் பயன் படுவன.

3-3. நீர்மவியல் முறைகள்

ஊற்று நீரைக் கண்டுபிடிக்கப் பயனுகும் நீர்மவியல் முறைகளுள், திரும்பப் பெறக் கூடிய நீரின் அளவு, எளிதாகத் திரும்பப் பெறும் முறை, அதன் சரியான இடம், நிலத்தின் மீது பாயக்கூடிய ஊற்று நீரின் அளவு, இவை பற்றிய விவரங்களும் அடங்கும். பொதுவாக நிலத்தினடியில் கிடைக்கக் கூடிய நீரின் அளவு, அதனைத் திரும்பப் பெறும் தன்மையைப் பொறுத்தது. ஒரே மாதிரியான நிலவியலமைப்பு கொண்ட ஈரமான பகுதியுடன், பாலைவனப் பகுதிகளை ஒப்பிடும் போது, பாலைவனப் பகுதிகளில் ஊற்று நீரைக் கண்டுபிடிப்பதில் அதிக இடையூறுகளை எதிர்பார்க்கலாம். நீரைத் திரும்பப் பெறும் வழியின் எளிதான தன்மையும் இன்னொரு நிலவியற் காரணமாகும். உட்புக முடியாத அமைப்புக்கொண்ட களிமண், ஷேல் (shale), குவார்ட்சைட்டு (quartzite) போன்ற பாறைகளில், நிறைய நீர்ப்பாய்வு இருப்பதால், திரும்பப் பெறும் நீரின் அளவை, அவை கணிசமாகக் குறைக்கின்றன. ஈரமான பகுதிகளில் அமையும் ஊற்றுகளின் அளவு, எண்ணிக்கை முதலிய விவரங்கள் அப் பகுதிகளின் பொதுவான நீர்மவியல் நிலை பற்றிக் குறிப்பிட வல்லன.

எந்த ஓர் ஊற்றுநீர் ஆராய்ச்சியிலும், ஊற்றுகளாலும், ஆவியாகி வெளியிடாதல் (evapo-transpiration) இவற்றாலும் வெளிவரும் நீரின் அளவு அளக்கப்படவோ அல்லது கணிக்கப்படவோ வேண்டும். நீர்மவியல் மற்றும் நிலவியல் முறைகள் யாவும் ஒருங்கே மேற்கொள்ளப்பட்டால், நல்ல பயன்களை எதிர்பார்க்கலாம். நிலவியல் அமைப்புப்படி, ஊற்றுநீர்கிடைக்க உதவியாக உள்ள பகுதிகள், நீர்மவியல் முறைப்படிச் சாதகமாக இருக்க வேண்டிய கட்டாயமில்லை. அதே போல், அதன் மறுதலையும் உண்மையே.

3-4. நிலப்பரப்பு நில இயல்பு (Geo-physical) முறைகள்

கிணறுகள் தோண்டப்பட வேண்டிய இடத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் உள்ள இடர்களை மேற்கூறிய முறைகளால் அநேகமாகத் தவிர்க்க முடியும். நிலஇயல்பு முறைகள், மற்றமுறைகளை விட அதிகச் செலவை, ஏற்படுத்துவதால், அம் முறைகளைப் பயன்படுத்துமுன், பொருளாதார நிலையைப்பொறுத்து, அவற்றைப் பயன்படுத்துவதா, வேண்டாமா என்ற முடிவெடுத்தல் அவசியம். நிலவியலமைப்பு உதவியாக இருக்கும் நிலையில், பொருளாதார நிலையைப் பொறுத்து ஆராய்வுமுறைக் கண்டுபிடிப்பு, மிக அவசியம், என இருக்குமெனில், நில இயல்பியல் முறைகளை உறுதியாகப் பயன்படுத்தலாம்.

நிலஇயல்பு முறைகளின் வெற்றி, நிலத்தின் அடர்த்தி, மின் கடத்தும் திறன் (electrical conductivity). காந்தத்தகைவின் (magnetic susceptibility), மின்னழுத்த நிலை (electric potential), மீள்தன்மை (elasticity) மற்றும் அளவிடப்படக்கூடிய இதர இயல்புகளைப் பொறுத்தது. இத்தன்மைகளின் வேறுபாடு மிகவும் குறைவாக இருப்பின், நில இயல்பு முறைகளின் அளவுகள், பயன்படுத்தக் கூடிய அளவுக்குச் சரியாக இல்லாதிருக்கலாம். நிலவியல் பிரிவுகளின் பரவலான அமைப்பு, சிக்கலாக இருக்கும் நிலையில், நிலவியல்பு முறைப்படி முடிவுகள்காணுதல் எளிதல்ல. இம் முறைகளால், நிலவியலமைப்பு, அடுக்கமைப்பு இவற்றை எளிதாக அறிய முடிவதால் பெரிய பரவலான துளைமுறைத் திட்டங்களைத் (drilling programmes) தடுக்க முடிகிறது.

3-5. காந்த வழி (Magnetic) முறைகள்

நில இயல்பு முறைகளிலேயே, நிலத்தின் காந்தச் சக்தி வேறுபாடுகளை அளக்கும் இம்முறைதான், அநேகமாக எளிதானது. முள் முனைகளில் (knife edges) தொங்க விடப்பட்ட காந்தமுறை அமைப்பால், நிலத்தின் செங்குத்து மற்றும் பக்க-

வாட்டுத் தளங்களின் காந்தச் செறிவு (intensity) அளக்கப்படுகிறது. மாக்னடைட்டு என்ற பொருள் நிலத்தில் இருப்பதால், இந்த அளவுகள் அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றன. இரும்பு கலந்த மூலகங்களான ஹேமடைட்டு, கிளேகானைட்டு; ஹார்ன்ப்ளெண்டக்கு, லிமோனைட்டு போன்றவைகளும் கணிசமான அளவுக்கு, இந்த அளவுகளைப் பாதிக்கின்றன. இந்த அளவுகளின் வேறுபாடுகள், நிலத்தின் காந்தச் செறிவில் $\frac{1}{10}$ லிருந்து $\frac{1}{1000}$ பங்கு வரை வேறுபடுகின்றன.

பாறைகளில் இயற்கையாக அமைந்த காந்தத் தன்மை வேறுபாடுகள் தவிர, அளவை முறைகளால் வரும் வேறுபாடுகளும் சேருவதால் முடிவெடுப்பதில் அதிக இடையூறுகள் உண்டு. மூன்றிலிருந்து 1,500 மீட்டர் நீளம் வரை உள்ள இரயில் பாதைகள், சாலைகள், பாலங்கள், குழாய்த் தொடர்கள் முதலியன இயற்கையான காந்தத் தன்மை வேறுபாடுகளை மறைக்கக் கூடும். நீர்மவியலில் தொடர்பு இல்லாத, சுற்றுப்புற வேறுபாடுகள், அதிக ஆழம் இவை போன்றவும் இத்தகைய வேறுபாடுகளைக் காட்டமுடியும். உதாரணமாக, வண்டற்பகுதிகளிலுள்ள மாக்னடைட் படிவுகளால் உண்டாகும் வேறுபாடுகள், நீர்க்கொள் அமைவுகளின் உட்புகும் தன்மையையோ, எல்லையமைப்புகளையோ பொறுத்ததல்ல. இவை போன்ற இடையூறுகள் பல இருந்தாலும், எளிமையான நிலவியல் அமைப்புகளில், காந்தமுறை ஆராய்ச்சிபயனுள்ளது. மேலும், இம் முறையின் சுற்றுய்வுகளால் (survey), நிலத்தினடியில் பதிந்த குழாய்த் தொடர்கள், மற்றும் கைவிடப்பட்ட கிணற்றுக்கூடுகள் (casings) இவற்றை இடங்காண முடிகிறது.

3-6. நில ஈர்ப்பு முறைகள்

நில அமைப்பு மற்றும் எண்ணெய்க் கண்டுபிடிப்பு ஆகியவை பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் நில ஈர்ப்பின் இயற்கையான வேறு பாடுகள் அதிகமாகப் பயனுகின்றன. நில ஈர்ப்பு அளக்கப்படும் இடங்களின் உயரங்கள் முதலிலேயே கணிக்கப்பட்டு விட்டால், மற்ற முறைகளோடு ஒத்து நோக்கின், நில ஈர்ப்புச் சுற்றுய்வுகள் வேகமாகவும் குறைந்த செலவிலும் செய்யப்படுகின்றன.

நிலஈர்ப்பு விசையின் வேறுபாடுகளை அளக்கும் கருவிகளை மூன்று விதமாகப் பிரிக்கலாம்: அவையாவன :

(1) ஊசல் (Pendulum),
(2) ஈர்ப்பு மானி (Gravimeter),
(3) முறுக்குத் தராசு (Torsion balance).

ஊசல்களின் நீளம் ஒன்ருக இருப்பதால், நிலஈர்ப்பு வேறுபாடுகளை அலைவு நேர வேறுபாடுகளால் அறியலாம். நுண்ணிய சுருள் கம்பி (spring) யின் உதவியால் தொங்கவிடப்பட்ட எடையின் மீது நிலஈர்ப்பு வேறுபாடுகளால் ஏற்படும் விளைவுகளை, ஈர்ப்புமானி அளக்கிறது. நுண்சுருள் கம்பியின் நீட்சியில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் செங்குத்துத் திசையில் உள்ள ஈர்ப்பு விசைக்கு ஒப்பிடப்படுகின்றன. முறுக்குத் தராசு, ஈர்ப்பு விசையை நேராக அளப்பதற்குப் பதில், அதன் மாறுதல் சரிவை அளக்கிறது.

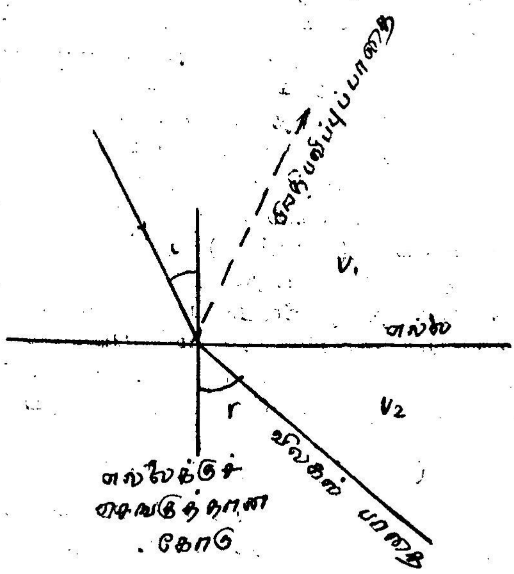
ஈர்ப்பு மாறுதல்களை ஆராய்ந்து முடிவெடுப்பது, இடங்களின் உயரம், குறுக்கு வரை (latitude) பரப்பமைப்பு (topography), வட்டார நிலவியல் இவற்றின் திருத்தங்களைப் பொறுத்தது. இவை தவிர, திருத்தங்களுக்குப் பிறகும் வேறுபாடுகளை விளைவிக்கவல்ல நிலவியல், தற்கோள்களையும் (assumptions) பொறுத்தது. வட்டார நிலவியல், பாறைகளின் அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் இவற்றைப் பற்றித் தற்கோள்கள் ஏற்படுத்த முடிந்தால், அவைகளில் உள்ள பிளவுகள், மடிப்புகள் (folds), ஊடுருவல்கள் (intrusions) முதலியன பற்றி அறிய முடியும். சிறியஅளவில் ஏற்படும் நிலவியல் மாறுதல்களைக் கண்டுபிடிக்க முடியாததுதான், ஈர்ப்பு முறையின் மிகப்பெரிய குறை. புதைந்த பள்ளங்களின் அமைப்பைப் படமாக வரைவதற்கு இந்த முறை பயனுகும் என்பதைத் தவிர, ஊற்று நீர்மவியலைச் சார்ந்த ஆய்வுகளில் இதனுல் அவ்வளவு பலனில்லை.

3–7. நில நடுக்க (Seismic) முறைகள்

மிகச் சரியானதும், அதிகப் பயனும் உள்ள நில இயல்பு முறைகள்தான் நிலநடுக்க முறைகளாகும். இயற்கையாக அநேகமாக இயக்கமில்லாமல் அமைந்த விசைக்களத்தை (force field) காந்த மற்றும் ஈர்ப்புமுறைகள் அளப்பது போல், நடுக்க முறைகள் அளப்பதில்லை. மாருக, வேண்டுமென்று உண்டாக்கப்பட்ட அலைகளினுல் நிலவியலமைப்புக்களில் ஏற்படும் மாறுதல்களை, இம் முறைகள் அளக்கின்றன. இந்த அலை மாறுதல்கள், நிலப்பேசிகள் (geophones)அல்லது காட்டிகள் (detectors)

எனப்படும் நிலநடுக்க மானிகளால் பல்வேறு திசைகளிலும், தூரங்களிலும் கண்டுபிடிக்கப் படுகின்றன. இந்த மாறுதல்கள், புகைப்படத்தாள்கள், அல்லது காந்த நாடாக்களில் (tape) பதிவு செய்யப்படுகின்றன. வேலைக்குத் தகுந்த வண்ணம், இக் கருவிகள் அமைக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, பதிந்துள்ள ஒரு நீர் வழியைக் கண்டுபிடிக்க, இக் கருவிகள், விசிறி போன்ற அமைப்பில், வெடி வெடிக்கப்படும் இடத்திலிருந்து (அலைகளை உண்டாக்க) சமமான தூரங்களில் அமைக்கப்படுகின்றன. படிகப்பாறைகளை விட அதிகத் தூளான பொருட்கள், இந்த மீட்சி அலைகளை (elastic waves) மெதுவாகச் செலுத்துகின்றன. அலைகளின் குறைந்த பயணத்திசை, நீர்வழித் திசையை எடுத்துக் காட்டும். இம்முறைப்படி, நீர்வழியின் அகலம், திசை இவற்றை அறியலாமே ஒழிய அது அமைந்துள்ள ஆழத்தை அறிய முடியாது.

வெடி வெடிக்கப்படும் இடத்திலிருந்து, ஒரே நேர்க்கோட்டில், கண்டுபிடிக்கும் கருவிகள் அமைக்கப்பட்ட, விலகல் (ref-



படம் 3–1
வேகமாறுதல்களை ஏற்படுத்தக்கூடிய இரண்டு பொருள்களின் எல்லையின் குறுக்கே ஏற்படும் அலை விலகல்

raction) முறை, ஓர் அளவின் (quantitative) முறையாகும். ஒரு படித்தான (homogeneous) திசையொப்பியலான (isotropic)

பொருளாக இருப்பின், வெடிக்கும் இடத்திலிருந்து வெளிப்படும் அலைகள், கோள வடிவில் பரவும். ஆனால் பொருட்களின் இயற்கையமைப்பில் வேறுபாடுகளிருந்தால், இவ்வலைகள் கீழ்க் கண்ட சமன்பாட்டின்படி விலகிப் பரவும். படம் 3-1 இதனை விளக்கும்.

$$\frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r} = \frac{V_1}{V_2} \qquad (3\text{–}1)$$

இதில் i என்பது அலைகளின் விழுகைக் (incidence) கோணம்

V என்பது அலைகளின் விலகல் கோணம்.

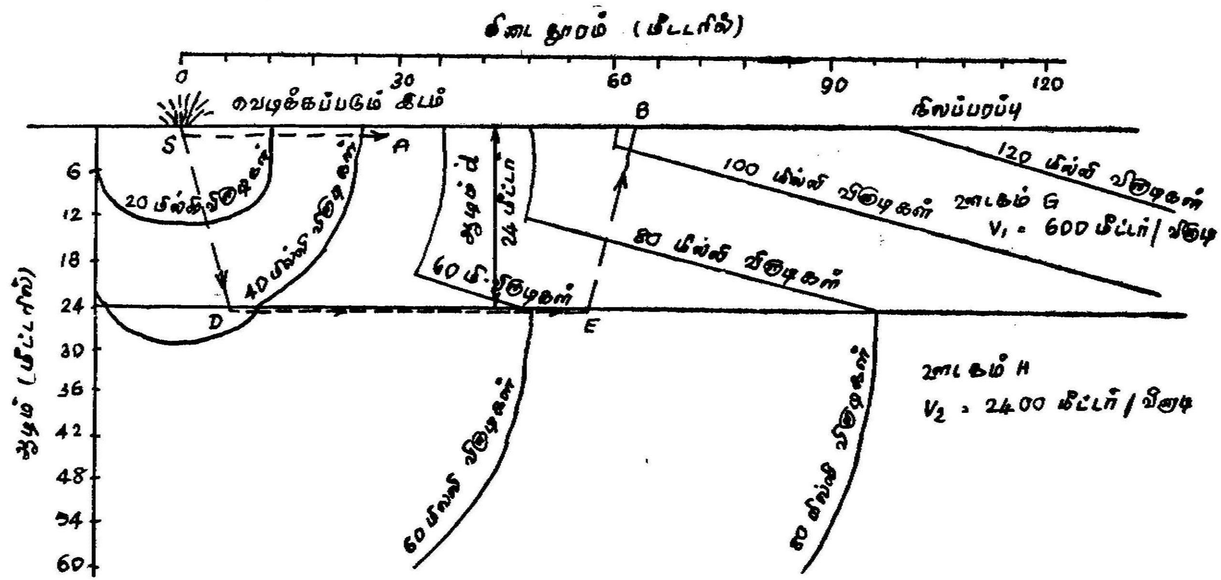
r_1 என்பது முதல் ஊடகத்தின் அலைகளின் வேகம்

V_2 என்பது இரண்டாவது ஊடகத்தில் அலைகளின் வேகம்.

அலைகள் பரவும் திசையில் வேக மாறுதல் அதிகமானால், விலகல் கோணம் 90° வரை உயரலாம் இந்நிலையில் அலைகளின் முழு பிரதிபலித்தல் (total reflection) ஏற்படுகிறது. அடுக்குப் பாறைகளின் வழியே செலுத்தப்படும் அலைகளின் படிப்படியான பரவல் அமைப்பைப் படம் 3–2 விளக்கும்.

A என்ற இடத்தில் வந்தடையும் முதல் அலையானது, நேராக ஊடகம் G-யின் வழியே செலுத்தப்பட்டு வந்துள்ளது. ஆனால் B-க்கு பிறகுள்ள இடங்களில், வந்தடையும் முதல் அலை, சிறிது தூரம் ஊடகம் H-ன் வழியே அதிக வேகத்தோடு பரவிய பிறகே வந்து சேரும். அலை வந்தடையும் நேரத்தையும், இடத்தின் தூரத்தையும் இணைத்து வரையப்பட்ட வரைபடம் 3–3 மூலம், ஊடகங்களில் அலைகளின் மாறுன வேகங்களையும், மேல் ஊடகத்தின் ஆழத்தையும் கணக்கிடலாம்.

அலைகள் S-லிருந்து B-வரை நேர்கோட்டில் செல்லுவதால் வரைபடத்தின் வளைவுகோட்டின் முதல் பகுதியின் சரிவு, ஊடகம் G-ல் அலையின்வேகத்தினைப்போல் தலைகீழாக வேறுபடும். தவிர, B-க்குப் பிறகுள்ள இடங்களில் வந்தடையும்அலைகள் எல்லாமே ஊடகம் G-ல் சமமான தூரங்களைக் கடப்பதால், வளைவு கோட்டின் இரண்டாம் பகுதியின் சரிவு, ஊடகம்H-ல், அலையின் வேகத்தைப் போல் நேர்முறையில் வேறுபடும். கீழே குறிப்பிட்டுள்ள அலைவேக விவரங்களைக் கொண்டு, ஊடகத்தின் உயரத்தைக் கணக்கிடலாம். படம் 3–2-ல் முதலாவதாக வந்தடையும் அலை, பாதை SDEB வழியே செலுத்தப்பட்டு வருகிறது: ஊடகம் G-யில் அதே அலை SB என்ற பாதை வழியே செலுத்தப்படுகிறது.

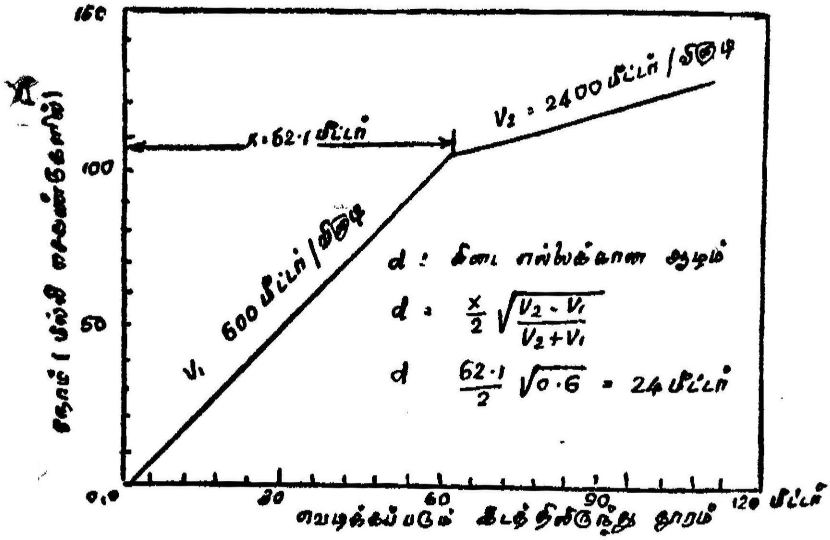


படம் 3–2

20 மில்லி விநாடிகள் இடைவெளிகளில் ஆரம்ப அலையின் படிப்படியான பரவல்

அலையின் நேரான பயணநேரத்தை t_1 எனக் கொண்டால்,

$$t_1 = \frac{SB}{V_1} = \frac{X}{V_1} \qquad (3\text{-}2)$$



படம் 3–3
படம் (3-2)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள மாதிரிக் கணக்குக்கான வரைபடம்

அலையின் சுற்றுவழிப்பயண நேரத்தை t_2 என எடுத்துக் கொண்டால்,

$$t_2 = \frac{SD}{V_1} + \frac{DE}{V_2} + \frac{EB}{V_1} \qquad (3\text{-}3)$$

ஆனால், $SD = EB = \dfrac{d}{\cos i}$ [இதில் d என்பது ஊடகம் G-யின் உயரத்தைக் குறிக்கும். i என்பது அலையின் விழுகைக் கோணம்.]

மேலும் $t_1 = t_2$

ஆகவே, $$\frac{X}{V_1} = \frac{2d}{V_1 \cos i} + \frac{DE}{V_2} \qquad (3\text{-}4)$$

ஆனால், $DE = X - 2d \tan i$

$$\therefore \frac{X}{V_1} = \frac{2d}{V_1 \cos i} + \frac{X}{V_2} - \frac{2d \tan i}{V_2} \qquad (3\text{-}5)$$

ஆக, $$d = \frac{X}{2}\sqrt{\frac{V_2 - V_1}{(V_2 + V_1)}} \qquad (3\text{-}6)$$

இந்தச் சமன்பாடு, அலையின் வேகம், மேலே உள்ள பகுதியிலுள்ளதை விடக் கீழே அதிகமாக அமைந்த, படுக்கை நிலையிலமைந்த பகுதிகளின் உயரங்களைக் கணக்கிட உதவும்.

நில நடுக்க முறைகளைக் கையாளுகையில், இரண்டு உச்சவரம்புகளைமனத்தில் கொள்ளவேண்டும். முதலாவதாக, அடர்த்தியான கடினமான பகுதிகளின் கீழே செல்லும் அலைகளின் மூலம் தெளிவான விவரங்களை அறிவது கடினம். இரண்டாவது வரம்பு, இந்த முறைகளுக்கு ஏற்படும் பொருட்செலவு, தரமான கருவிகளும் அதிக ஆட்களும் தேவையாக இருப்பதால், மற்றெல்லா முறைகளை விட இம் முறைகள், அதிகச் செலவை ஏற்படுத்துவன.

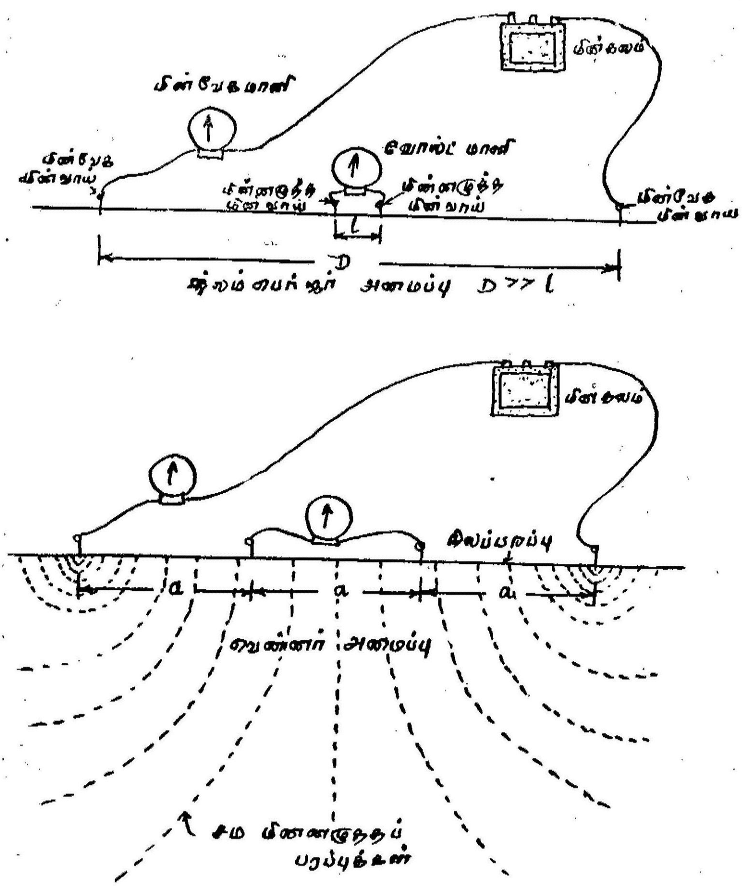
3-8. மின்னியல் (Electrical) முறைகள்

ஊற்று நீர்க் கண்டுபிடிப்பில் அதிகமாகப் பயனுகும் முறை, மின்னியல் முறையாகும். கருவிகளின் விலையும் குறைவு; 2 அல்லது 3 நபர்களே ஆராய்ச்சிக்குத் தேவை. ஆகவே, இம் முறை சிக்கனமானது.

இரண்டு வகையான மின்னழுத்தங்களை அளக்க முடியும். ஒன்று நிலத்தின் மீது பதிக்கப்பட்ட இரண்டு மின்வாய் (electrode) களுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தம். மற்றொன்று, மின்சாரத்தை நிலத்தின் மூலம் பாயச்செய்வதால் ஏற்படும் தற்காலிக மின்னழுத்தம். முதற்கூறிய இயற்கையான மின்னழுத்தத்தையும், மின்தடைத் திறனையும் ஒரே கருவி அளக்கிறது. பல்வேறு விதமாக, மின்வாய்களை நிலப் பரப்பின்மீது அமைக்கலாம். பொதுவாகப்பயன்படும் வென்னர்ஸ்(Wenners), மற்றும் சுலம்பெர்ஜர் (Schlumberger) அமைப்புகளைப் படம் 3-4 விளக்குகிறது.

வென்னர் அமைப்பில் ஒரு நன்மை உள்ளது. மின்வாய்களின் இடைதூரங்களுக்கும் (spacings), மின்சாரம் பாயும் ஆழத்திற்கும் நேரான தொடர்பு இருக்கிறது. சுலம்பெர்ஜர் அமைப்பில், நிலத்தின் அடிப்பகுதியின் விவரங்களைத் தெளிவாக அறிய முடிகிறது. நடுவில் உள்ள மின்வாய்களை, ஒவ்வொரு முறையும் மற்ற மின்வாய்களை மாற்றும் போது, மாற்ருமலிருப்பதால், அதிக ஆள் உதவியும் தேவையில்லை.

இயற்கைப் பொருட்களின் மின் தடைத்திறன்கள் அதிக அளவில் வேறு படுகின்றன. அடர்த்தியான கிரேனைட்



படம் 3-4
நிலத்தின் மின் தடைத் திறனை அளப்பதற்கான சுலம்பெர்ஜர், மற்றும் வென்னர் அமைப்புகள்

(granite) டின் மின்தடைத்திறன் 10^6 ஓம் மீட்டர். ஆனால் உப்பு நீரினால் நிறைவுத் தன்மையடைந்த களிமண்ணின் மின்தடைத் திறன் 1 ஓம் மீட்டர்தான். பொதுவாக திண்ம (solid) மூலகங்களான குவார்ட்சு, பெல்சுபர் (Felspar) ஆகியவை அதிக மின்தடைத்திறன் கொண்டன. உப்புக்கரைசல் (brine) இயற்கைப் பொருள்களிலேயே, மிகக் குறைந்த மின்தடையைக்

கொண்டது. கால்சைட்டு, குவார்ட்சு இவற்றின் மின்தடைத் திறன் அதிகமாக இருப்பதால், அவைகளின் துளைகளில் நிரம்பிய பாய்மங்களின் வழியே எல்லா மின்சாரமும் பாய்கிறது. ஆகவே பாறையின் மின்தடைத்திறன் அதன் நுண்துளைத் தன்மையையும், நிரம்பிய பாய்மங்களின் வேதியியலையும் பொறுத்தது.

2 மின்வாய்களுக்கிடையேயான மின்னழுத்தப் பரவலைப் படம் 3–4 விளக்குகிறது, மின்வாய்கள், சமமான இடைத்தூரத்தில் பதிக்கப்பட்டால், கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டால், தோற்றவியலான (apparent) மின்தடைத்திறனைக் கணக்கிடலாம்.

$$Ra = 2a\pi\frac{V}{I} \qquad (3\text{–}7)$$

Ra என்பது தோற்றவியலான மின்தடைத்திறன்
a என்பது மின்வாய்களின் இடைத்தூரம்.
V ,, மின்னழுத்த வேறுபாடு.
I ,, செலுத்தப்பட்ட மின்சார வேகம்.

தோற்றவியலான மின்தடைத் திறனையும், மின்வாய் இடைத்தூரத்தையும் இணைத்து வரைந்த வரைபடம் மூலம் அதிக ஆழங்களில் அமைந்த பகுதிகளின் மின்தடைத்திறன்களை அறியலாம். தோற்றவியலான மின்தடைத்திறன், செலுத்தப்பட்ட மின்சாரம் அமைந்த மிக அதிக ஆழத்திற்கும், மேற்பரப்பிற்கும் இடையே அமைந்த எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஏற்படும் மொத்த விளைவுகளின் அளவாகும். இரண்டு பகுதிகள் மட்டுமே அமைந்த அமைப்புக்களில், இந்த முறையால் அதிக வெற்றி காணமுடியும். இம் முறையில் மூன்று அடிப்படை வரம்புகள் உள்ளன:

(1) குழாய்கள், தண்டவாளங்கள், நிலத்தின் மீது எழுப்பப்பட்ட கட்டடங்கள் இவைகள் மின்சாரம் பாயும் திசையை மாற்றிவிடுவதால், நகரப் பகுதிகளில், இயற்கையான மின்தடைத்திறனை அளவிடுதல் கடினம்.

(2) முரண்பாடற்ற நிலவியல் அமைப்புக்களையே இம்முறையால் ஆராய முடியும்.

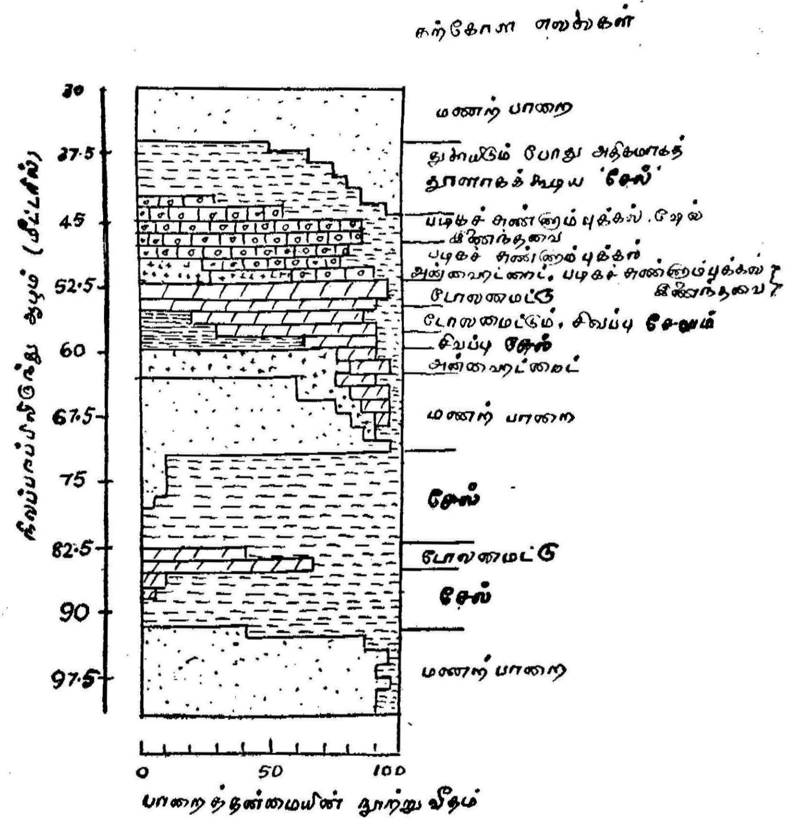
(3) இம்முறையில் பயன்படும் தூக்கிச் செல்ல, எளிதான கருவிகளின் மின்சாரத்தைச் செலுத்தும் ஆழம், 500 மீட்டருக்கு மேல் இருப்பதில்லை.

3-9. துளைமுறை ஆய்வுகள்

நிலத்தின் மேற்பரப்பில் செய்யப்படும் ஆய்வுகளால் நிலவியல் அமைப்பின் ஒரு விவரமும் அறிய முடியாத நிலையில், நில இயல்பு முறைகளாலோ அல்லது துளைமுறை ஆய்வுகளாலோ, வேண்டிய விவரங்களை அறிய வேண்டும். முறைப்படி, துளைமுறை ஆய்வுகள், நிலஇயல்பு முறைகள் இரண்டுமே செய்யப்படவேண்டும். சிக்கனத்தின் காரணமாக, ஏதாவதொரு முறையைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். அவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கையில், 2 காரணங்களை முக்கியமாகக் கருத வேண்டும். முதலாவதாக, துளைமுறை ஆய்வுகள் உறுதியான முடிவுகளைத் தரவல்லது. ஆனால், நிலஇயல்பு முறைகளால் கிடைக்கும் விவரங்களால், பலதரப்பட்ட முடிவுகள் எடுக்க வகையுண்டு. இரண்டாவதாக, பாறையின் கடினத் தன்மையையும், துளையிடவேண்டிய ஆழத்தையும் பொறுத்துத் துளைமுறையில் செலவு மிக அதிகமாகிறது. 100 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் குறைவாக உள்ள மிருதுவான படிவுகள் உள்ள மட்டமான நிலைஅமைப்புக் கொண்ட இடங்களில், துளைமுறை ஆய்வுகள் அதிகப் பயன்தர வல்லன. இத்தகைய படிவுகளில், வேகமாகவும், குறைந்த செலவிலும் துளைகள் அமைக்க முடியும்.

கிணற்றுக்காக அமைக்கப்படும் துளை முறையின் விவரங்களடங்கிய பதிவை, மடக்கைக் குறிப்பு (log) எனலாம். துளையிடப்படும் நேரம், சுற்றி அமையும் கூடு, நிலவியல் அமைப்புகள், நில இயல்பு மாறுதல்கள், கூட்டின் நுண்துளைகள் முதலிய விவரங்கள் இக் குறிப்பில் இருக்கும். எல்லாவிதக் குறிப்புகளிலும் நிலவியல் குறிப்பு மிக முதன்மையானது. பல்வேறு கிணறுகளின் விவரங்களை இணைத்தல், நீர்தரவல்ல பகுதிகளைக் கண்டுபிடித்தல், கிணற்றுக் கூட்டின் இறுதியான, சரியான அமைப்பு—இவைபோன்ற விவரங்களைச் சரியான நிலவியல் குறிப்பினால் மட்டுமே அறிய முடியும். ஆனால் சரியான நிலவியல் குறிப்புக்களைத் தயாரித்தல் அவ்வளவு எளிதன்று. துளையிடப்படும் கிணறுகளின் அளவு, சிறியதாக இருப்பதாலும், அவை மண்ணோடு சேர்ந்திருப்பதாலும், இன்னல்கள் அதிகம். துளையிடுபவரின் (driller) ஒத்துழைப்போடுதான், நிலவியல் குறிப்பைத் தயாரிக்க முடியும். கம்பிக் கருவி (cable-tool) துளை முறையிலே, துளைமுனை (drill bit)-யில் ஏற்படும் எதிர்வினையாலும் (reaction) சுழல் துளை முறையிலே (rotary) ஏற்படும் அலைவுகளாலும், மற்றும் துளையிடப்படும் வேகத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களாலும், பாறைத் தன்மைகளின்

வேறுபாடுகள் எடுத்துக் காட்டப்படுகின்றன. இத்தகைய வேறுபாடுகளை அனுபவம் வாய்ந்த துளையிடுபவர்கள் அறிந்து



படம் 3–5
(துளையின் ஒவ்வொரு 7·5 மீட்டர் ஆழத்திலும் எடுக்கப்பட்ட மாதிரிகள்)
படிவுப் பாறைகளைத் துளைத்த ஒரு கிணற்றின் மடக்கைக் குறிப்பின ஒரு பகுதி

நிலவியல் வல்லுநர்களுக்குத் தெரிவிக்க வேண்டும். படம் 3–5 ஒரு சரியான நிலவியல் குறிப்பை விளக்குகிறது.

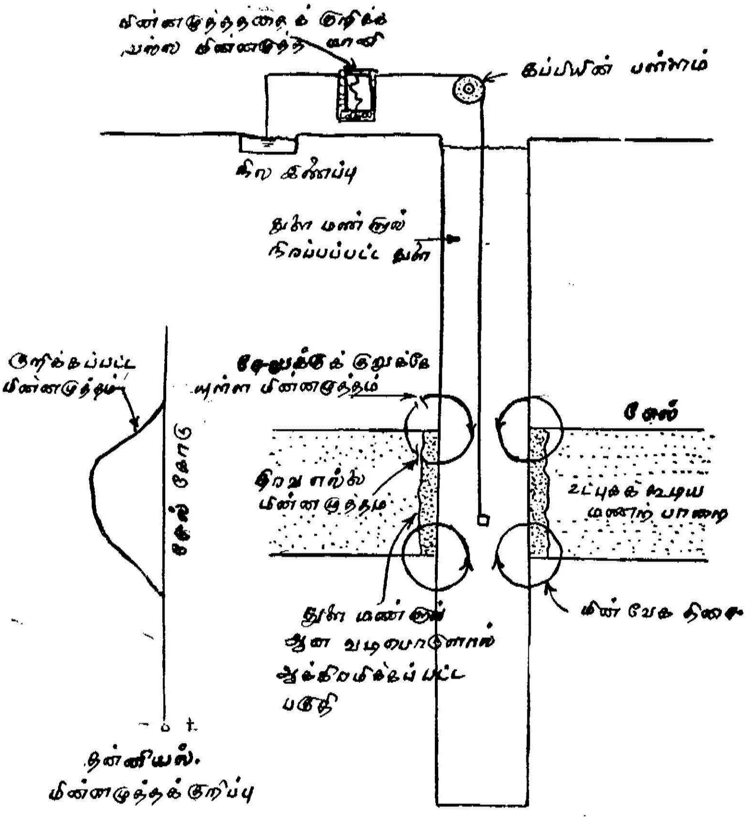
3–10. நிலை இயல்பு முறைக் குறிப்புகள்

அநேகமாக, எல்லா நில இயல்பு முறைகளும், கடந்த 40 ஆண்டுகளுக்குள், அதுவும் பாறை எண்ணெய் கண்டு பிடிக்கும் தொழிலுக்காக ஏற்படுத்தப்பட்டவை. அவைகளில் அநேக முறைகள் நீர்க் கிணறுகள் தோண்டுவதற்கும் பயனு

கின்றன. கூடில்லாத கிணறுகளைத் தோண்ட, இந்த முறைகள் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கூட்டோடு கூடிய கிணறுகளுக்கு, காமா—கதிரியக்க (Gamma radio active) முறையைப் பயன் படுத்தலாம். தன்னியலான மின்னழுத்த மற்றும் மின்தடைத்திறன் குறிப்பு முறைகள்தான் மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறைகள்.

3–11. தன்னியல் (Spontaneous) மின்னழுத்தக் குறிப்புகள்

நீர்க்கிணறு பற்றிய வேலைகளுக்குத் தன்னியல் மின்னழுத் தக் குறிப்பு முறை மிகவும் பயனுள்ளது. முதலில் மின்சார



படம் 3-6
தன்னியல் மின்னழுத்த மடக்கைக் குறிப்பு

வேதியியல் மின்கலத்தின் உதவியால், சேல், உட்புக முடியும் பொருள்கள், மற்றும் துளை வழிகள் சேருமிடம்—இவற்றில்

மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப்படுகிறது. படம் 3–6 இதனை விளக்கும். இரண்டாவதாக, உட்புக முடியும் பொருள்களின் வழியே பாயும் பாய்மங்களின் மின் இயங்கியல் (electro-kinetic) விளைவால் மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப் படுகிறது. அதிகமான அமைப்புகளில், தன்னியல் மின்னழுத்தம் வேதியியல் விளைவால் ஏற்படுகிறது. ஒரு கிணற்றின் தன்னியல் மின்ன ழுத்தம், கூடில்லாத துளையில் இறக்கப்பட்ட ஒரு மின்வாய் மூலமாகவும், நிலப்பரப்பில் துளைமண் (drilling mud) நிரப்பப்பட்ட சிறு குழியில் பதிக்கப் பட்ட மற்றொரு மின்வாய் மூலமாகவும் அளக்கப் படுகிறது. ஆழமான, உட்புக முடியாத சேல், களிமண் இவற்றில் அளிக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் சுழி (zero) எனக் கொள்ள வேண்டும். இம் மாதிரியான சுழி மின்னழுத்தம் உள்ள இடங்களைச் சேர்க்கும் கோட்டிற்கு 'சேல் கோடு' எனப் பெயர். இந்தக் கோட்டிற்கு இடப்புற முள்ள மின்னழுத்தங்களைக் கழித்தல் குறி (negative) கொண்டும், வலப்புறமுள்ள மின்னழுத்தங்களைக் கூட்டல் குறி (positive) கொண்டும் குறிப்பிடுவது பொதுவான வழக்கம். உட்புகக்கூடிய பகுதிகள், அவற்றின் மேல், கீழ் எல்லைகள், நீரின்தரம் இவைபற்றிய விவரங்களறிய மேற்கூறப்பட்ட குறிப்புகள் பயன்படும்.

3–12. மின்தடைத்திறன் குறிப்புகள்

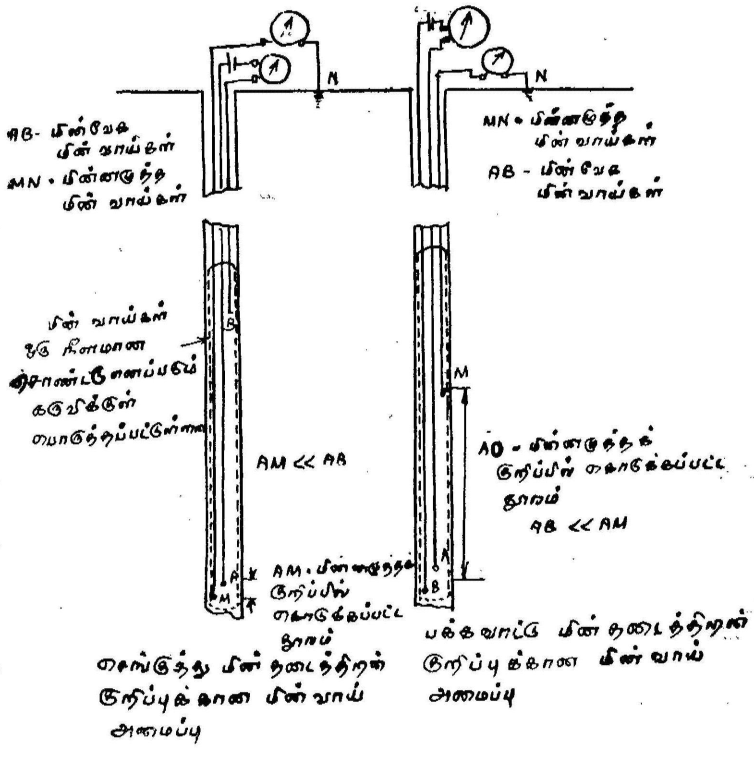
குறிப்புகள் தயாரிக்க உதவும் ஊர்திகளில் (trucks) உண்டாக்கப்பட்டு, சொண்ட்டு (sonde) எனப்படும் கருவியினுல் அமைந்த மின்வாய்களின் மூலம் நில அமைப்பில் செலுத்தப்படும் சிறுபோழ்து மின்சார வேகத்தால் ஏற்படும் விளைவுகளை மின்தடைத் திறன் குறிப்புகள் அளக்கின்றன. பல்வேறு விதமான மின்வாய் அமைப்புகள், இக் குறிப்பு முறைகளில் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. அவைகளில் சில படம் 3–7–ல் காட்டப் பட்டுள்ளன. பல முறைகள் 3 அல்லது 4 விதமான மின்வாய் அமைப்புகளின் சேர்க்கையைப் பயன் படுத்துகின்றன. இதனுல் மின் வேகத்தைப் பல்வேறு ஆழங் களுக்குச் செலுத்த முடிகிறது. பாய்மங்களால் நிறைசெறிவுத் தன்மை பெற்ற பாறைகளின் மின்தடைத்திறன் 3 காரணங் களைப் பொறுத்தது:

(1) பாய்மங்களின் உப்பு நிலை (Salinity),

(2) பாறையின் நுண்துளைத் தன்மை,

(3) பாறை, பாய்மங்கள் இவற்றின் வெப்ப நிலை.

மற்றக் காரணங்களில், திண்பொருளின் கனிப் பொருளியலும் (minerology) நுண் துளையிடங்களின் வடிவியலும் (geometry) முதன்மையானவை.



படம் 3–7

மின் தடைத் திறன் குறிப்புக்கான மின் வாய் அமைப்புகளின் திட்டப்படம்

மாறுபடும் தன்மைகளை இணைக்கும் சமன்பாடுகள் கீழே தரப் பட்டுள்ளன.

$$F = \frac{R_o}{R_w} \qquad (3\text{-}8)$$

$$F = \frac{C}{\theta M} \qquad (3\text{-}9)$$

இதில் F என்பது அமைப்புக் காரணி (Formation Factor)

R_w ,, அமைப்பிலமைந்த நீரின் மின்தடைத் திறன்.

R_o ,, அமைப்பின்மொத்த நீரின் மின்தடைத்திறன்

θ ,, நுண்துளைத் தன்மை.

C மற்றும் M கனிப் பொருளியலையும், வடிவியலையும் பொறுத்த நிலையெண்கள் (constants).

இயற்கையான பொருள்களில் F–ன் மதிப்பு 3-லிருந்து 200 வரை வேறுபடும். C-ன் மதிப்பு அநேகமாக ஒன்றுக்குச் சமம்; ஆனால் M-ன் மதிப்பு இறுக்கப்படாத பாறைகளில் 0·3-லிருந்து இறுக்கப்பட்ட பாறைகளில் 2·2 வரையிலும் வேறுபடும்.

பாறை வகைகள், துளையிடங்களில் நிரம்பிய பாய்மங்களின் வேதியற்றன்மை—இவைபற்றி அறிய மின்தடைத்திறன் குறிப்புகள் பயன்படுகின்றன. 3–9 என்ற சமன்பாட்டின் படி, சுண்ணாம்புக்கல் போன்ற அடர்த்தியான நுண்துளையற்ற பாறைகள், அதிகமான மின்தடைத்திறன் கொண்டவை. மாறாக, உப்புநீரால் நிறைவுத் தன்மை பெற்ற நுண்துளை மிகுந்த பொருள்கள், குறைந்த மின்தடைத்திறன் கொண்டன. களிமண் மூலகங்கள் மின்தடைத்திறனைக்குறைக்கும். ஏனெனில் மூலகப்பரப்பில் படிந்த குறைமின் அயனிகள் (ions), படிவுப் பொருளின் மின்கடத்தும் திறனை அதிகமாக்குகின்றன. மிகவும் குறைவான மின்தடைத்திறன்; சேல் மற்றும் களிமண் பகுதிகளில் இருக்கும்.

மேற்கூறிய குறிப்புகளைச் சரிசெய்து மாற்றப்பட்ட குறிப்பு, தொடர்புக் (contact) குறிப்பு எனப்படும்.

மின்தடைத்திறன் குறிப்பு முறையில் மின்வாய்கள், துளை மண்ணால் சூழப்பட்டுத் துளையின் நடுவே அமைக்கப் படுகின்றன. மின்வாய்களின் இடைத்தூரம் 45 முதல் 600 செ. மீ. ஆக உள்ளன. மாறாக, தொடர்புக் குறிப்பு முறையில், துளைச் சுவர்களை அழுத்தியுள்ள இரப்பர் அட்டை பயன்படுத் தப் படுகிறது. மின்வாய்கள் இந்த அட்டையில் குறைந்த இடைவெளிகளில் அமைக்கப் படுகின்றன. இதனால் மின் வாய்களைச் சுற்றியுள்ள மண்ணால் ஏற்படும் விளைவுகள் அகற்றப் படுகின்றன. மின்தடைத்திறன் அளக்கப்படும் ஆழம் குறைவாகிறது. இந்த ஆழம் குறைவாக இருப்பதால், நில

அமைப்பின் நுண்துளைத் தன்மையைச் சரியாக அறிய முடிகிறது. நில அமைப்பின் சரியான மின்தடைத்திறன், அமைப்புக் காரணியைப் பொறுத்தது.

இவைதவிர, நிறைய, சிறிய குறிப்பு முறைகள் உள்ளன. அவைகளில்; நீர் நிலவியலில், முக்கியமாக, வெப்பநிலை, விட்டமானி (caliper), பாய்ம மின்தடைத்திறன், ஒலித் தொடர்பான (acoustic) முறை, கதிரியக்க முறைக்குறிப்புகள் அதிகமாகப் பயனுகின்றன.

4. ஊற்று நீர் இயக்கம்

4–1. ஊற்று நீரின் இயக்கம்

நிலத்தினடியில் உள்ள நீருக்கு நான்கு விதமான இயக்கங்கள் உள்ளன. அவற்றில் இரண்டு, ஊற்று நீர் மட்டத்திற்கு மேலேயும்; ஒன்று அதற்குக் கீழே அல்லது மேலேயும், இன்னொன்று நிறைசெறிவுப் பகுதியிலுமாக அமைகின்றன. ஒவ்வொர் இயக்கமும் மற்றதிலிருந்து வேறுபடுவது மட்டுமன்றி அதனை இயக்கும் விதியும் மற்றவற்றினின்று வேறுபடும். ஊற்று நீர் மட்டத்திற்கு மேலே உள்ள இயக்கங்கள் பின் வருமாறு :

(1) மேலிருந்து கீழாகச் செங்குத்துத் திசையில் ஏற்படும் கசிவு.

(2) நுண்புழை உயர்வு.

(3) ஊற்று நீர் மட்டத்திலோ, அதற்குக் கீழோ அல்லது மேலோ அமைந்த பெரிய திறப்புகளின் மூலம் ஏற்படும் ஊற்று நீரின் கொந்தளிப்புப் (turbulent) பாய்வு.

(4) நிலத்தினடியில் அமைந்த நீரின் நீர்ச்சரிவின் மூலம் ஒன்றுக் கொன்று தொடர்புள்ள சிறு துளைகள் மூலம் நிறை செறிவுப் பகுதியில் ஏற்படும் ஊறுதல் (percolation).

4–2. கசிவு

கசிவு என்பது நிலப்பரப்பிலிருந்து ஊற்று நீர் மட்டத்தற்கு மெதுவாக இறங்கும் நீராகும். முதலில் அது மெதுவாக இறங்கி நிலத்தினடியில் உள்ள திறப்புகளை ஈரமாக்குகிறது. பிறகு, நில ஈர்ப்பு விசையால், திறப்புச் சுவர்களை ஒட்டியுள்ள நீர்ப்படலங்களின் ஊடே இறங்குகிறது நிலத்தினடியில் அடைபட்ட காற்றும், உயர்ந்து வரும் ஊற்று மட்டத்தால் முழுவதும் வெளியேற்றப்படலாம். அல்லது, மேற்கூறிய முறைகளால், கசிந்து இறங்கும் நீரின் ஒரு பகுதிமட்டும் வெளியேற்

றப் படலாம். இத்தகைய காற்று வெளியேற்றத்தால் கசிவு தடைப்படுகிறது.

கசிவு இருவகைப்படும். நிலப்பரப்பிலுள்ள நீர் நிலைகளி லிருந்து ஊற்று நீர் மட்டத்தை வந்தடையும் கசிவுக்கு உள்கசிவு என்றும், ஊற்று நீர் மூலங்களிலிருந்து, நீர் நிலைகளை நோக்கி ஏறும் கசிவுக்கு வெளிக்கசிவு என்றும் பெயர். அதன் பலனாக, நிலப் பரப்பின் நீர் நிலைகள் ஊற்று நீர் மட்டத்திற்குக் கசிவை ஏற்படுத்தினால் உள் நீர் நிலைகள் என்றும், நீர் நிலைகள், ஊற்று நீர் மட்டத்திலிருந்து கசிவு மூலம் நீர் பெறுமானால், வெளிநீர் நிலைகள் எனவும் பெயர் பெறும்.

நுண்புழைமை இயக்கம், நுண்புழைமை எல்லைக்குட் பட்டது. ஊற்று நீரின் கொந்தளிப்புப் பாய்வு, கடினமான படிவுப் பொருள்களிலோ அல்லது வண்டல் படிவுகளிலோ மிகப் பெரிய அளவில் திறப்புகளும் பிளவுகளும் இருந்து, அதிக நீரழுத்தச் சரிவும் இருந்தால் ஏற்படும்.

பொதுவாக நிலத்தினடியில், நிறைவுத் தன்மை கொண்ட ஒருதிசைப் பண்பியலான பொருள்கள் மூலம் ஏற்படும் மெதுவான நீரியக்கமே ஊறுதல் எனப்படும். இந்த இயக்கம் மெதுவாகவும், சீராகவும் இருப்பதால், தகட்டுப் பாய்வு (laminar flow) வகையைச் சேர்ந்தது.

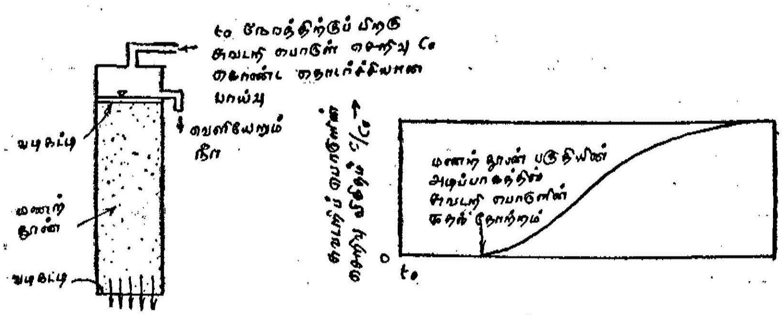
4-3. ஊற்று நீர் இயக்கத்தின் வழிச்சுவடறிதல் (Tracing)

ஊற்று நீர் இயக்கத்தின் பாதையைக் கண்டறிய, சுவடறிப் பொருள்களைப் (tracers) பற்றிய விளக்கம் தேவை. பல ஆண்டுகளாகச் சாயங்கள், உப்புகள் இவற்றைச் சுவடறிப் பொருள்களாகப் பயன்படுத்தும் வழக்கம் இருந்து வருகிறது இந்தப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் முறைகளின் நுணுக் கங்களை ஆராய்ந்து பார்ப்பின், அவற்றுக்கு அதிக வரம்புகள் உண்டு என்பது தெரியவரும்.

4-4. நீரின் பிரிதல்

துளை நிறைந்த ஊடகத்தில், ஒரு துளைமூலம் பாயும் நீரின் வேகம், அதிக அளவில் வேறுபடுவதால், சுவடறிப் பொருள் களின் செறிவு, நீர்ப்பாய்வுத் திசையில், பயணம் செய்த தூரத்தைப் பொறுத்து, மிகப் பெரிய அளவில் பிரிகிறது. ஒரு தூண் போன்ற பகுதியை மணலால் நிரப்பி, அதன் மூலம், t_0 நேரத்திற்குப் பிறகு, சுவடறிப் பொருள் செறிவு

C_0 கொண்ட நீரை இடைவிடாது செலுத்தி, நீளவாட்டில் பொருள் எப்படிப் பிரிகிறது என்பதை அளக்கலாம். படம் 4-1 (a) இதனை விளக்கும். மண்பகுதியிலிருந்து வெளிவரும் நீரின் மாதிரிகளைக் கொண்டு, சுவடறிப் பொருள் செறிவு C-ஐக் கணக்கிடலாம். படம் 4-1 (b) அப் பொருள் செறிவு விகிதம், C/c_0 ஐப்பொறுத்த அதன் பிரிதலின் வேறுபாட்டை விளக்குகிறது.



(a) (b)

படம் 4-1
மணல் தூண் வழியே பாயும் ஒரு சுவடறி பொருளின் நீளவாட்டுப் பிரிதல்

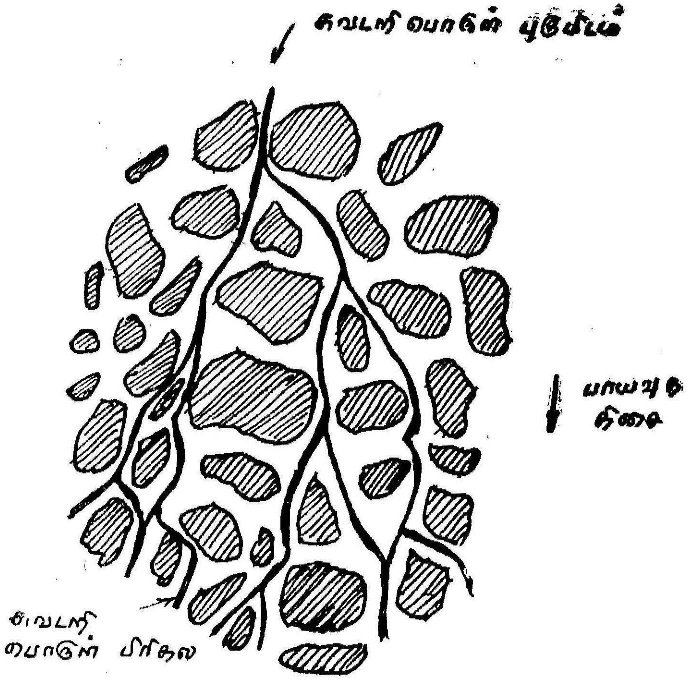
(a) மணல் தூண் அமைப்பு (b) பிரிதல் வளைவு கோடு

நீளவாட்டுப் பிரிதலைத் தவிர இப் பொருள்களின் செறிவு பக்கவாட்டிலும் பிரிகின்றன. ஏனெனில், ஊடகத்தின்துகள்கள் (grains) வழியாக நீர் தொடர்ந்து பாயும்போது, பல இடங்களில் பிரிந்தும் சேர்ந்தும் செல்கின்றன. இதனைப் படம் 4 – 2 விளக்குகிறது.

இந்த இரண்டு வகைப் பிரிதல்களையும். முப்பருமான முறைப்படி (three-dimensional) உருவகப் படுத்திப் பார்த்தால், தொடக்க இடத்தில் உச்சியும், அதன்பின் நீர் செல்லும் திசையில் பிரிந்தும் அமைவதுமான ஒரு நடுப்பகுதி (core) ஏற்படும். டேனியல் (Daniel) என்பவரின் ஆய்வுகளின்படி, இந்த நடுப்பகுதியின் மேற்பரப்பு அதிகமாகப் போனால், அதன் அச்சில் இருந்து (axis) 3° வரை சாய்ந்திருக்கும். துளைபொருள் ஊடகத்தின் வழியே பாயும் தகட்டுப் பாய்வில் ஏற்படும் மிக நுண்ணிய வேக மாற்றங்களே இத்தகைய சுவடறிப் பொருளின் பிரிதலுக்குக் காரணமாக எண்ணப்படுகிறது,

4-5. சுவடறிப்பொருள்கள்

ஊற்று நீர்ப் பாதையை வரைந்து தெளிவுபடுத்தும்



படம் 4-2

உட்புகும் தன்மை கொண்ட ஊடகம் வழியே, ஒரு புள்ளி யிலிருந்து பாயும் சுவடறி பொருளின் பக்கவாட்டுப் பிரிதல்

சுவடறிப் பொருள்கள் கீழ்க்கண்ட கட்டுப்பாடுகளுக்கு ஏற்றதாக அமைய வேண்டும்:

(1) சிறிய அளவு செறிவில், அவைகளை அளவை முறையில் அளக்க ஏற்றதாக அமைய வேண்டும்.

(2) இயற்கையான நீரில் அவை கொஞ்சம் கூட இல்லா திருக்க வேண்டும்.

(3) துளை பொருள் ஊடகத்திஞல் உறிஞ்சப்படும் தன்மை உடையதாகவோ அல்லது இயற்கையான நீரோடு கலந்து, ஒரு வீழ்படிவு (precipitate) உண்டாக்கக் கூடியதாகவோ இருக்கக் கூடாது.

(4) அது எளிதில் கிடைக்கக் கூடியதாகவும், மலிவான விலையுள்ளதாகவும் இருக்க வேண்டும்.

எவ்வொரு சுவட்டறிப்பொருளும், எல்லாத் தேவைகளையும் ஈடுசெய்யக் கூடியதாக அமைவதில்லை. ஆனால், சூழ்நிலைக் கேற்றவாறு தேவைகளை ஈடுசெய்யும் சுவடறிப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுக்க முடியும். பயன்படுத்தும்முறைகளைப்பொறுத்துச் சுவடறிப் பொருள்களை இங்ஙனம் வகை பிரிக்கலாம்:

அட்டவணை 4 – 1

முறைகள்	சுவடறிப் பொருள்கள்
நிறமுறை அளவை (Calorimetry)	சாயங்கள், நீரில் கரையும் கரை பொருள்கள், குரோமேட்டு உப்புகள், மெதிலீன் நீலம், சோடியம் புளுரோசின்.
வண்ணத் தொடர் வரை படமுறை (Spectrography)	ஹீலியம், நைட்ரஜன் (21). ஆக்சிஜன் (18)
சுடர் நிறமாலை புகைப்பட முறை (Flame Spectro-photometry)	கரையக் கூடிய இலிதியம் (Lithium) உப்புகள்.
வேதியல் கணக்கீடு முறை (Chemical Determination)	கரையக்கூடிய குளோரைடு உப்புகள், போரான் (Boron) போரக்சு, போரிக் அமிலம், தாமிர சல்பேட்டு, கரையக் கூடிய அயோடைட்டு முதலியன.
கருக்கதிர் முறை (Nuclear Radiation)	புரோமின், கால்சியம், கோபால்ட்டு, அயோடின், உருபீடியம் முதலியன.
மின்கடத்தும் திறன்	ஏதாவதோர் ஆற்றல் மிகுந்த மின்பகுபடுபொருள்.

4-6. ஊற்று நீரின் காலத்தை (Dating) அறிதல்

இலிப்பி (Libby) என்பவர், திரீசியம் (Tritium) என்னும் பொருளைப் பயன்படுத்தி, எப்படி ஊற்று நீரின் காலத்தை அறிய முடியும் என்ற சுவையான முறையைத் தந்திருக்கிறார். திரீசியம் என்பது காற்றுவெளியில் அண்டக்கதிர் முறை (cosmic radiation) யால் ஏற்படும் பொருள். அது மழை நீரில் இருக்கும் அளவு, சற்றேறக் குறைய கடல்நீரின் ஆவி, மழையாக மாறுமுன் எவ்வளவு தூரம் பயணம் செய்ய வேண்டுமோ, அந்தத் தூரத்தைப் பொறுத்தது. மழைநீர் நிலப்பரப்பின் வழியே, நிலத்தினடியில் உட்புகுந்த பிறகு அதனுள் திரீசியம் கலக்கப்பட வகையில்லை. இருப்பினும், நீரிலுள்ள திரீசியத்தின் அளவு சிறிது குறையலாம். இவ்விதமாகக் கிணற்று நீரின் மாதிரிகளில் உள்ள திரீசியத்தின் அளவைக்கொண்டு ஒவ்வோர் ஊற்று நீரும் எவ்வளவு காலமாக நிலத்தினடியில் இருந்து வருகிறது என்பதைக் கணிக்கலாம். இம் முறை, நீரளிக்கும் பகுதி ஒன்றே ஒன்று மட்டும் கொண்ட கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்கு மிகவும் ஏற்றது.

ஒரு வடிநிலத்தின் (basin) பரவலான இடங்களில் அமைந்த வெவ்வேறு கிணறுகளின் நீர் மாதிரிகளைக்கொண்டு, ஊற்று நீரின் பாயும் திசை, அளவு முதலியன பற்றிக் கணிக்கலாம். ஆனால் இம் முறைக்கு அதிக நேரம், மற்று செலவும் ஏற்படுவதால், விரிவாக ஆராயப்பட வில்லை.

4-7 நீர்கொள் அமைவுகள் வழியே ஏற்படும் பாய்வுக்கான இடார்சி விதி.

எகன் மற்றும் பாய்சல் (Hagen and Poiseiulle) என்ற இருவரும் நுண்புழைக் குழாய்கள் மூலம் ஏற்படும் நீர்ப்பாய்வைப் பற்றி ஆய்வுகள் மூலம் அறிந்து, நீரழுத்தச் சரிவைப் பொறுத்து, நீர்ப்பாய்வின் அளவு வேறுபடும் என்று காட்டினர்.

இருப்பினும், இடார்சி என்பவர்தான், 1856-ல் இந்த விளக்கத்தை உறுதிப்படுத்தி வடிமணலின் (filter sand) ஊடே ஊறிவரும் நீர்ப்பாய்வை அளக்கப் பயன்படுத்தினார். படம் 4-3 காட்டியது போன்ற அமைப்பு ஒன்றில் ஆய்வுகள் பல செய்து, கீழ்க்கண்ட அவரது விதியை ஏற்படுத்தினார்.

$$\phi = \frac{KA}{L} \quad (H+L) \qquad (4\text{-}1)$$

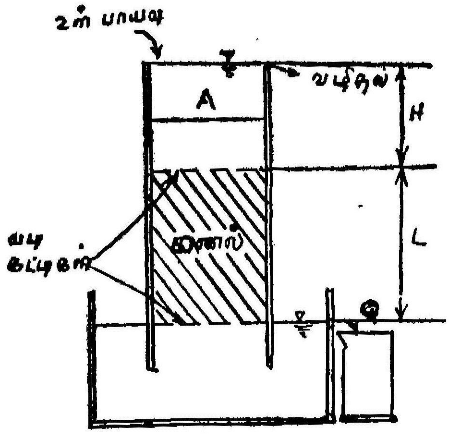
இதில் ϕ என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட காலவரையில் வெளியேறிய நீரின் கொள்ளளவு.

K என்பது மணலின் தன்மைகளைப் பொறுத்து மாறுபடும் ஒரு குணகம்.

H என்பது வடிமணலின் மேல் மட்டத்திலிருந்து நீர் மட்ட உயரம்.

L என்பது பாய்வு திசையில் வடிமணலின் நீளம்.

A என்பது வடிமணல் ஊடகத்தின் பாய்வுப் பரப்பு (குறுக்குப் பரப்பு)



படம் 4-3

இடார்சியின் வடிகட்டி அமைப்புக் கருவி

மேலே கூறிய விதியை எளிதாகப்பயன் படுத்தும் வகையில், சிறிது மாற்றி இவ்வாறு எழுதலாம்:

$$\phi = K. I. A \qquad (4\text{–}2)$$

இதில் I என்பது பாய்வு நீரின் நீரழுத்தச் சரிவைக் குறிக்கும்.

அதாவது $I = \left(\frac{H+L}{L}\right)$; மற்றவையெல்லாம் முன் கூறிய மாதிரியே.

பொதுவாக ϕ லிட்டர்/நாள் என்ற கணக்கிலும்.

K லிட்டர்/நாள்/ச. மீட்டர் (சதுரமீட்டர்) கணக்கிலும்.

A ச. மீட்டரிலும் குறிக்கப்படுகின்றன.

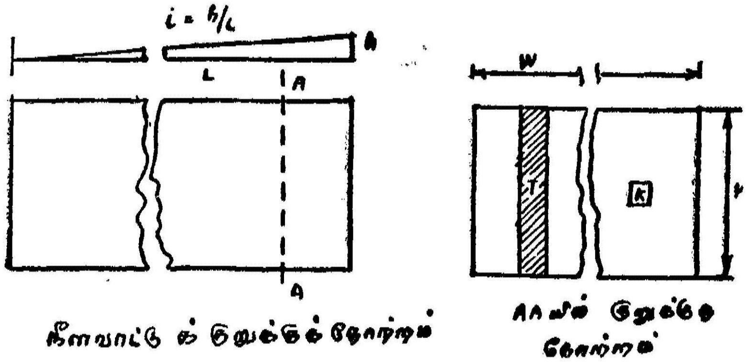
உட்புகும் தன்மைக் குணகத்திற்கும், ஊடுகடத்தும் தன்மைக் குணகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைப் புகுத்தி. மேலேகண்ட சமன்பாட்டைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் எழுதலாம்:

$$\phi = T.\ I.\ W \qquad (4\text{–}3)$$

இதில் T=ஊடு கடத்தும் தன்மைக் குணகம் (லிட்டர்/ நாள்) 1 மீட்டர்.

W=பாய்வுக் குறுக்குப் பரப்பின் அகலம் (மீட்டர்)

பாய்வுக் குறுக்குப் பரப்பைக் செவ்வகமாகக் கொண்டால், அநேகமாக எல்லா ஊற்று நீர்ப்பாய்வு வினாக்களும் எளிதாக அமையும். உண்மையில், குறுக்குப் பரப்பின் உருவம், கிட்டத் தட்டச் செவ்வகமாகவே இருக்கும். தகுந்த விளக்கங்களோடு படம் 4-4-ல் செவ்வகக் கட்டக் கணக்கீட்டுமுறை (Rectangular co-ordinate) காட்டப்பட்டுள்ளது:



படம் 4-4

K-க்கும் T-க்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும் செவ்வக கட்டக் கணக்கீட்டுமுறை

கொடுக்கப் பட்ட பல்வேறு அளவுகளைக் கொண்டு எப்படிப் பாய்வு நீரின் அளவைக் கணக்கிடலாம் என்பதைக் கீழேயுள்ள மாதிரிக் கணக்குகள் விளக்கும்.

K = 2000 லிட்டர்/நாள்/சதுர மீட்டர்

I = 10 மீட்டர்/1 கிலோ மீட்டர்

A = HW இதில் H = 100 மீட்டர் = (நீர்க்கொள்ளமை வின் சராசரி உயரம்)

W = 5000 மீட்டர் = (நீர்க்கொள்ளமை வின் சராசரி அகலம்)

சமன்பாடு (4 - 2)-ன்படி,

$$\phi = K.I.A = 2000 \times \frac{10}{1000} \times 100 \times 5000$$

$$= 10 \times 10^6 \text{ லிட்டர்/நாள்}$$

சமன்பாடு (4 - 3)-ன் படி.

$$\phi = T.I.W$$

$$T = KH = 2000 \times 100 \text{ லிட்டர்/நாள்/மீட்டர்}$$

$$\phi = 200000 \times \frac{10}{1000} \times 5000$$

$$= 10 \times 10^6 \text{ லிட்டர்/நாள்}$$

4–8 இடார்சி விதியின் சரியான எல்லைகள்

இடார்சி விதியைப் பயன் படுத்தும்போது, அதை எந்த அளவுக்குப் பயன் படுத்தலாம் என்பதை அறிவது மிக அவசியம். நுண்புழைக் குழாய்கள் மூலம் ஏற்படும் தகட்டுப் பாய்வில், நீரின் வேகம், அதன் நீரழுத்தச் சரிவின் முதல் அடுக்கைப் (power) பொறுத்து வேறுபடுவதால் இடார்சி விதியைத் துளை பொருள் ஊடகத்தின் வழியே ஏற்படும் தகட்டுப் பாய்வுக்குப் பயன்படுத்தலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

குழாய்ப் பாய்வோடு, இந்தப் பாய்வை ஒப்பிட்டு இரெனல்டுசு (Reynolds) எண்ணைப் பயன்படுத்தி இடார்சி விதியின் எல்லைகளைக் கணிக்கலாம். குழாய்ப் பாய்வுக்கான இரெனல்டுசு எண் N_r, கீழே கண்டபடி குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$N_r = \frac{PVD}{\mu} \qquad (4\text{–}4)$$

இதில், P என்பது பாயும் பாய்மரத்தின் அடர்த்தி
V என்பது பாய்மரத்தின் வேகம்.
D என்பது குழாயின் விட்டம்
μ என்பது பாய்மரத்தின் பாகுத்தன்மை (viscosity)

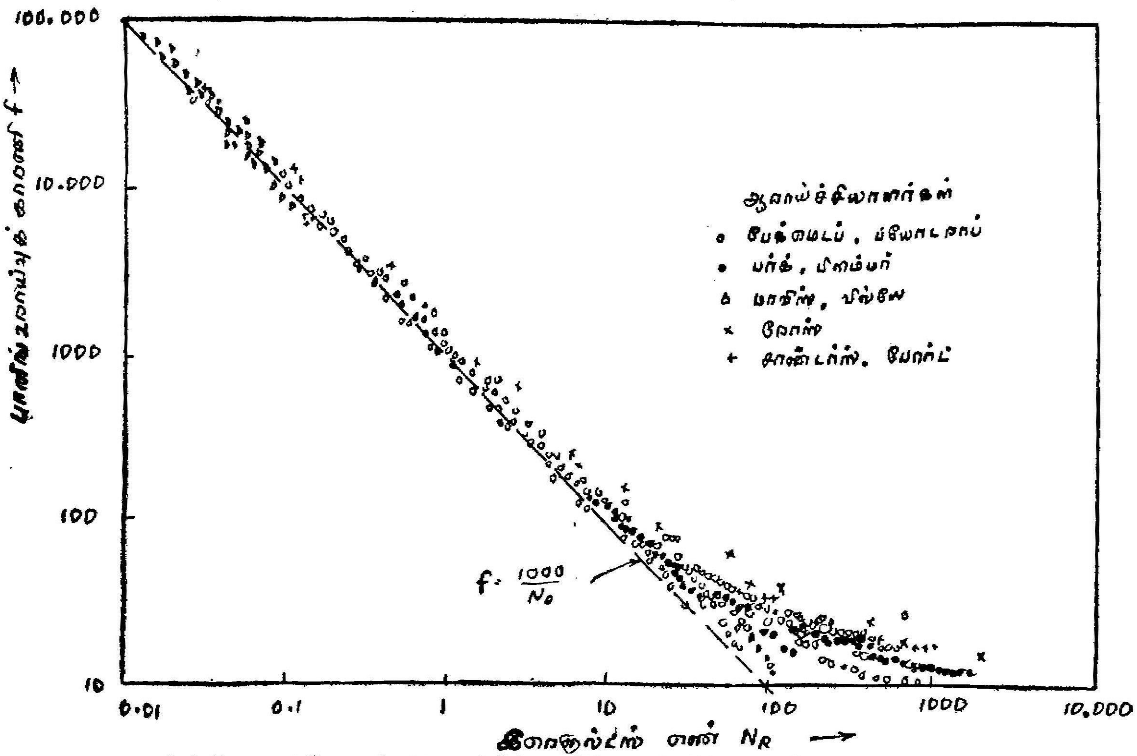
மேற்கூறிய எண்ணைத் துளைபொருள் ஊடகப் பாய்வுக்குப் பயன் படுத்த, இடார்சி விதிப்படி ஏற்பட்ட தோற்றவியலான நீரின் வேகம் $V_a = \phi\, IA = KI$ என்ற சமன்பாடு V-க்குப் பதிலாகவும் துளை பொருளின் சராசரித் துளைவிட்டமான ‘d’ என்பதை D-க்குப் பதிலாகவும் பயன்படுத்த வேண்டும்.

நீர்ப் பாய்வு வேகம் குறைவாக உள்ளவரை, தகட்டுப் பாய்வு நிகழ்கிறது. ஆதலால் செய்முறைப் படியும், அறிமுறைப்படியும் இடார்சி விதிக்கான கீழ்எல்லை என ஒன்று இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. மாறாக, மணல் மற்றும் மணற் கோளங்களைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் மூலம், ஒரு மேல்எல்லையை வகுக்க முடியும். ஃபானிங் உராய்வுக் காரணி (Fanning Friction Factor) Fஐயும், Nrஐயும் இணைத்து வரையப்பட்ட வரைபடம் மூலம் மேல்எல்லையைக் கணிக்கலாம்.

$$f = \frac{d \triangle p}{2 \overline{\text{PL}\, U^2}} \qquad (4\text{–}5)$$

இதில் $\triangle$p என்பது துளைபொருள் ஊடகத்தில் நீர்ப்பாய்வு திசையில் L தூரத்திற்குள் ஏற்படும் நீரழுத்த வேறுபாட்டைக் குறிக்கும். மற்றவை, முன் கூறப்பட்ட மாதிரியே, பல தரப்பட்ட ஆய்வாளர்களின் புள்ளிவிபரங்கள் வரைபடமாக படம் 4–5-ல் தரப்பட்டுள்ளன. நேர்க்கோட்டுத் தன்மையிலிருந்து விலகிய புள்ளிவிவரங்கள் இரெனல்டுசு எண் ஒன்றிலிருந்து 10 வரை வேறுபடும் பகுதியில் காணப்படுகிறது. இதன் மூலம் இடார்சி விதிக்கான மேல் எல்லையைக் கணக்கிட முடிகிறது. ஆகவே, அநேகமாக, எல்லாவிதமான ஊற்று நீர் இயக்கங்களிலும், இரெனல்டுசு எண் ஒன்றுக்குக் குறைவாக இருக்கும் வரையில், இடார்சி விதியைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆகவே, துளைபொருள் ஊடகப் பாய்வில். கொந்தளிப்புப் பாய்வு, இடார்சி விதியின் மேல் எல்லைக்குப் பிறகு ஆரம்பிக்கும் எனக் கொள்ளலாம். ஆனால், சமீபத்தில் சினெக்பெலி (Shnecbeli), மற்றும் ஹியூபர்ட் (Hubbert) இருவரின் ஆய்வுகளின்படி அப்படிக் கொள்வதற்கில்லை. இடார்சி விதியின் மேல் எல்லைக்கான, N_rஐப் போலப் பன்மடங்கு அதிகமான N_r-ல்தான் கொந்தளிப்புப் பாய்வு ஏற்படும் என இருவரும் கண்டறிந்தனர். இதனால், ஊற்று நீர்ப்பாய்வில், எதிர்க்கும் உந்து விசைகள் அதிகமாக இருக்கும்போதுதான் இடார்சி விதியைப் பயன்படுத்த முடியும் என்பதும், எதிர்க்கும் உந்து விசைகளும் நிலைம (inertia) உந்து விசைகளும் சமமாக இருக்கும்போது, அதனைப்பயன் படுத்த முடியாது என்பதும் பெறப்படுகிறது. இத்தகைய மாறுதல் கொந்தளிப்புப் பாய்வு ஏற்படு முன்னமேயே நிகழ்கிறது.



படம் 4-5 துகட்பொருள் ஊடகத்தின் வழியே ஏற்படும் பாய்விற்கான இரெனால்டுசு எண்ணுக்கும், ஃபானிங் அமைப்புக் காரணிக்கும் உள்ள தொடர்பைக் காட்டும் வரைபடம்.

4–8 நீர்க்கொள் அமைவின் உட்புகும் தன்மைக்குணகங்கள்

(4–2) என்ற சமன்பாட்டை, உட்புகும் தன்மைக் குண கத்துக்காக மாற்றி எழுதும்போது,

$$K = \frac{\phi}{AI}$$ என்றாகிறது. (4-6)

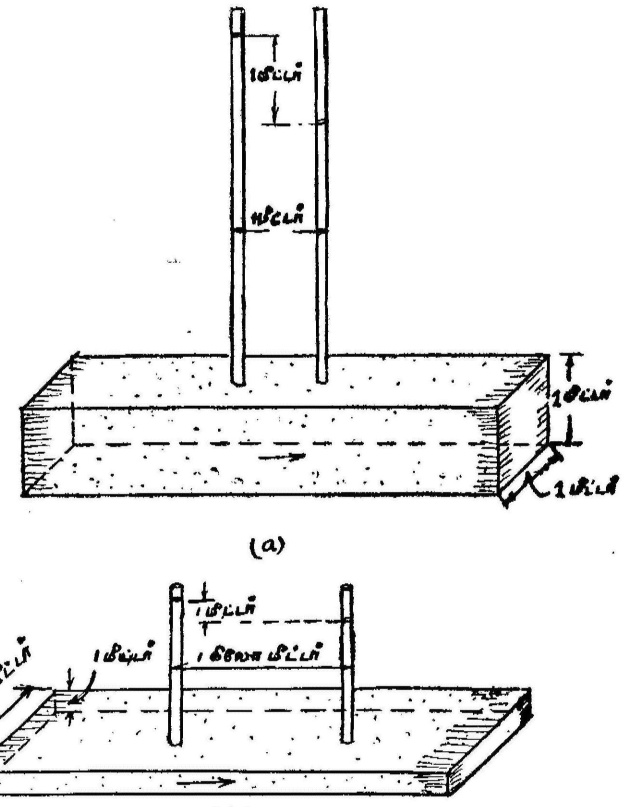
இதிலிருந்து K–ன் பரிமாணம், வேகத்திறகான பரி மாணம் என விளங்கும். உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தைக் குறிக்கப் பல்வேறு முறைகள் கையாளப் படுகின்றன.

ஐக்கிய அமெரிக்க நிலவியல் ஆய்வுக் குழுவின்படி (U. S. Geological Survey) இருவிதமான குணகங்கள் உள்ளன.

சோதனைச்சாலை அல்லது பொதுவான உட்புகும் தன் மைக் குணகம் K_B என்பதும் 60°F வெப்பமுள்ள நீர், ஊட கத்தின் ஒரு சதுர மீட்டர் குறுக்குப் பரப்பின் வழியே 1 மீட்டருக்கு ஒரு மீட்டர் என்ற அளவான நீரழுத்தச் சரிவின் கீழ், நாளுக்கு இவ்வளவு லிட்டர் என்ற வீதத்தில் பாயும் அளவு என வரையறுக்கப்படுகிறது. ஆய்வுச்சாலையில் செய் யப்பட்ட ஆய்வுகள் மூலம், இந்தக் குணகம் 1×10^3-லிருந்து $4 5 \times 10^5$ வரை வேறுபடுகிறது எனக் கண்டாலும், அநேக இயற்கையான நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்கு. இந்தக் குண கத்தின் அளவு 50-லிருந்து 25000 வரை நீடிக்கிறது. செய் முறைகளில் செய்யப்படும் ஆய்வுகளுக்காக ஏற்படுத்தப்பட்டது செய்முறையில் உட்புகும் தன்மைக் குணகம். இது "செய் முறையில் வெப்ப நிலையில் உள்ள நீர், 1 மீட்டர் உயர மும், 1 கிலோ மீட்டர் அகலமும் குறுக்குப் பரப்புக் கொண்ட நீர்க்கொள் அமைவின் ஒருபகுதி மூலம். 1கிலோ மீட்டருக்கு ஒரு மீட்டர் என்ற நீரழுத்தச்சரிவின்கீழ், நாளுக்கு இவ்வளவு லிட் டர் என்றஅளவில் பாயும் அளவு" என வரையறுக்கப்படுகிறது. மேற்கூறிய இரண்டு குணகங்களுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைப் படம் 4–6 விளக்குகிறது.

இரண்டு குணகங்களுக்கும் உள்ள விகிதத்தைப் பார்க் கையில், இரண்டுக்குமான மாறுதல், நீரின் வெப்பநிலை வேறு பாட்டை மட்டும் பொறுத்தது என விளங்கும். வெப்பநிலை மாறுபடுவதைப் பொறுத்து, பாய்மத்தின் அடர்த்தி மாறுபடு வதை நீக்கி, பாய்மத்தின் பாகுத்தன்மை, அதன் வெப்ப நிலையைப் பொறுத்துத் தலைகீழ் விகிதத்தில் வேறுபடும் என்

பதை நினைவில் கொண்டு, கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டை எழுதலாம்.



(a) (b)

படம் 4·6

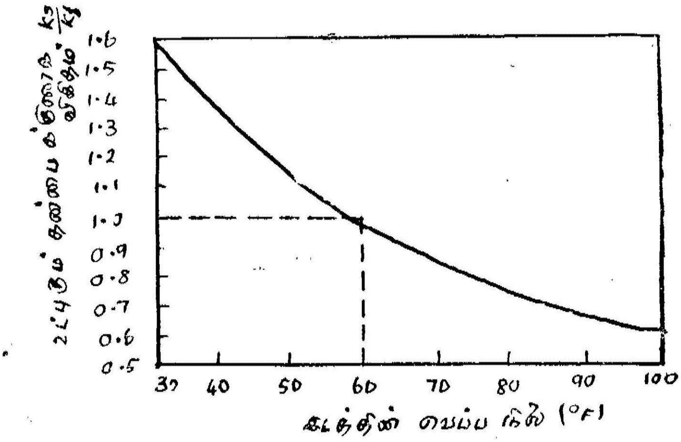
பொதுவான உட்புகும் தன்மைக் குணகத்திற்கும், சோதனையிட உட்புகும் தன்மைக் குணகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

$$\frac{K_s}{K_t} = \frac{\mu_t}{\mu_{60}} \qquad (4\text{–}7)$$

இதில், μ_t என்பது சோதனையிட வெப்பநிலையில் நீரின் பாகுத் தன்மையையும்,

$\mu\epsilon_0$ என்பது $60°F$ வெப்பநிலையில் நீரின் பாகுத் தன்மையையும் குறிக்கும்.

இரண்டு குணகங்களுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கீழுள்ள வரைபடம் விளக்குகிறது.



படம் 4-7

பொதுவான மற்றும் சோதனையிட உட்புகும் தன்மைக் குணகங்களின் விகிதத்திற்கும் இடத்தின் வெப்ப நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பு

4-10 ஒப்பு அல்லது உள்ளார்ந்த (Intrinsic) உட்புகும் தன்மை

பாய்மங்களின் தன்மைகளைச் சார்ந்திராத ஒரு குணகத்தை ஏற்படுத்துவதன் மூலம், உட்புகும் தன்மைக்கு மிக நேர்மையான (rational) விளக்கம் தர முடிகிறது. பாகுத் தன்மை μ, பாய்மத்தின் கத்தரிப்பு விசைத் (shear) தடையையும், ஒப்பு எடை, r பாய்மத்தின் செலுத்தும் விசையையும் குறிப்பிடுகின்றன. ஊடகத்தின் ஊடே ஏற்படும் பாய்வை அது ஏற்படும் துளையின் குறுக்களவோடு ஒப்பிடுதல் வேண்டும். துளையின் குறுக்களவு, ஊடகத்தின் சராசரி துகளின் குறுக்களவு d ஆல் விளக்கப்படுகிறது எனக் கொண்டால்,

$$K = f[\mu, r, d] \quad \text{என எழுதலாம்} \qquad (4\text{-}8)$$

பருமான முறைப் பகுப்பின் படி

$$K = \frac{cd^2\gamma}{\mu} \qquad (4\text{-}9)$$

இதில் c என்பது பருமானமற்ற ஒரு நிலை எண். cd^2 என்னும் பெருக்குத் தொகை, துளை பொருள் ஊடகத்தின் தன்மையை மட்டும் பொறுத்திருப்பதால், ஒப்பு அல்லது உள்ளார்ந்த உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தை $K = cd^2$ என

வரையறுக்கலாம். இதைப் பயனக்கி, இடார்சி விதியைக் கீழே உள்ள மாதிரி எழுதலாம்.

$$\phi = A \frac{k\gamma}{\mu} I \qquad (4\text{-}10)$$

k-ன் பருமானம் L^2 அல்லது பரப்பு ஆக இருப்பதால், அதனை நீர்பாய்வைக் கட்டுப்படுத்தக் கூடிய ஒரு தனியான பரப்பு எனக் கொள்ளலாம். பருமானமற்ற நிலை எண், c-ன் மதிப்பு, ஊடகத்தின் துகள் குறுக்களவைத் தவிர, நுண் துளைத் தன்மை, சேர்க்கை முறை, துகள் அளவின் பரவல், அமைப்பு இவற்றையும் பொறுத்தது. k-ன் அளவைச் சதுர அடியிலோ, சதுர சென்டிமீட்டரிலோ குறிக்கும் போது, அதன் மதிப்பு, மிகச் சிறியதாக இருப்பதால் 'இடார்சி' என்ற அலகு பயனகிறது.

$$K = \frac{\mu\phi}{A} / \gamma I \qquad (4\text{-}11)$$

இந்தச் சமன்பாட்டின்படி,

$$1 \text{ இடார்சி} = \frac{1 \text{ சென்டி பாய்சு} \times 1 \text{ க.செ.மீ/வினடி) } 1 \text{ ச.செ.மீ.}}{1 \text{ காற்று வெளியழுத்தம்}/1 \text{ செ.மீ}} \qquad (4\text{-}12)$$

(4-9) சமன்பாட்டின்படி

$$K = \frac{K\gamma}{\mu} \qquad (4\text{-}13)$$

$60°F$ வெப்பமுள்ள நீரின் γ, μ மதிப்புகளைப் பயன்படுத்தி இடார்சிக்கும், ஆய்வக உட்புகும் தன்மைக் குணகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் குறிக்கலாம்.

$$1 \text{ இடார்சி} = 689 \text{ Ks (லிட்டர்/நாள் / ச.மீ)} \qquad (4\text{-}14)$$

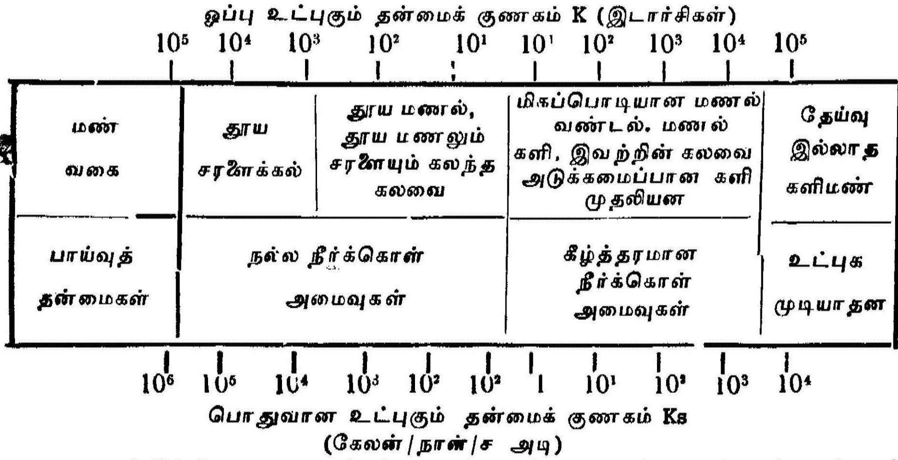
பல்வேறு மண்வகைகளின் ஒப்பு உட்புகும் தன்மைக்குணகங்களும், ஆய்வக உட்புகும் தன்மைக் குணகங்களும் படம் 4-8-ல் தரப்பட்டுள்ளன.

4-11 நில நீரியக்கச் சமன்பாடு

பொதுவாக இடார்சி விதியை $V = K \frac{dh}{ds}$ (4-15)

எனக் குறிக்கலாம்.

இதில் *V*, *K* மற்றும் *h* முதலியன முதலில் விளக்கப்பட்ட படியும், *s* என்பது சராசரிப் பாய்வுத் திசையில் பயண தூரத்



படம் 4-8 பல தரப்பட்ட மண்களுக்கான ஒப்பு உட்புகும் தன்மைக் குணகம். பொதுவான உட்புகும் தன்மைக்குணகம் இவற்றின் மதிப்புக்கள்.

தையும் குறிக்கும்: ஒரு துளை பொருள் ஊடகத்தின் உட்புகும் தன்மை, பாய்வுத் திசையில் வேறுபடும். இந்த நிலைக்குத் திசையொப்பியலற்ற உட்புகும் தன்மை எனப் பெயர். செவ்வக கட்டக் கணக்கீட்டு முறைப்படி, நீர் வேகத்தின் பகுதிகள்

$$Vx = Kx \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$Vy = Ky \frac{\partial h}{\partial y} \qquad (4\text{-}16)$$

$$Vz = Kz \frac{\partial h}{\partial z}$$ என விளக்கப்படுகின்றன.

இதில் *Kx*, *Ky* மற்றும் *Kz* என்பன. *x*, *y*, *z* திசைகளில் உள்ள உட்புகும் தன்மைக் குணகங்களைக் குறிக்கின்றன. நீர்க்கொள் அமைவின் எந்த இடத்திலும் நீரின் வேகத்தை, பகுதி வேகங்களின் திசையில் (vector) முறைக் கூட்டுத் தொகையாகக் கணக்கிடலாம். கணக்கு முறையை எளிதாக்க. நீர்க்கொள் அமைவு ஒருபடித்தான, ஒரே திசைப் பண்பியலான அமைப்புக் கொண்டதாக, அதாவது ஒரே உட்புகும் தன்மை கொண்டதாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

ஆகவே

$$V_x = K \frac{\partial h}{\partial x}$$

$$V_y = K \frac{\partial h}{\partial y} \qquad (4\text{-}17)$$

$$V_z = K \frac{\partial h}{\partial z}$$

நீரியக்க இயலில் (Hydro Dynamics) வேக அழுத்தம் ϕ என்பது (velocity potential), இடத்தையும் நேரத்தையும் பொறுத்த ஒரு நிகழ்ச்சி என்றும், அதனுடைய கழித்தற் வகைக் கெழு (derivative) எந்தத் திசையிலும், அந்த நீர் வேகத்தைக் குறிப்பிடும் என வரையறுக்கப் பட்டிருக்கிறது.

$\phi = -Kh$ எனக் கொண்டால்

$$V_x = \frac{-\partial \phi}{\partial x}$$

$$V_y = \frac{-\partial \phi}{\partial y} \qquad (4\text{-}18)$$

$$V_z = \frac{-\partial \phi}{\partial z}$$

ஊற்று நீரியக்கத்திற்கு நீரழுத்தம் இருக்க வேண்டும் என்பது கண்கூடு. வேக அழுத்தம் இருக்கிறது என்பது, நீர்ப்பாய்வு, சுழலாத (irrotational) பாய்வு வகையைச் சேர்ந்தது என்பதை உறுதிப்படுத்தும். மேற்கூறிய விளக்கம், சிறிது குழப்பத்தை விளைவிக்கலாம். ஏனெனில், ஊற்று நீரியக்கம், ஊடகத்தின் துகள்களைச் சுற்றி நிகழும் பாய்வாகும். ஆனால் பெரிய அளவில் பார்க்கும்போது, துளைகளில் நிகழும் சுற்றுப் பாய்வுகள் மொத்தத்தில், ஒன்றுக்கொன்று தமக்குள் ஈடு செய்யப்பட்டு விடுவதால் கடைசியில் பாய்வு சுழலாத பாய்வாக ஆகி விடுகிறது.

4-12- இடையுறுப் பாய்வு நிலை (Steady Flow)

எல்லா நீரியக்கங்களும், தொடர்ச்சிச் (continuity) சமன்பாட்டை ஏற்கும் நிலையுள்ளனவாக இருக்க வேண்டும். தொடர்ச்சிச் சமன்பாடு என்பது,

$$-\left[\frac{\partial}{\partial x}(\rho v x) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v y) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho v z)\right] = \frac{\partial \rho}{\partial t} \qquad (4\text{-}19)$$

எனக் குறிக்கப்படும். இதில் ρ என்பது நீரின் அடர்த்தியையும் t என்பது நேரத்தையும் குறிக்கும். இடையுறுப் பாய்வில், நேரத்தைப் பொறுத்துப் பாய்வு நிலையில் எந்த மாறுதலும் நிகழ்வதில்லை. ஊற்று நீரை, இறுக்கமில்லாப் (incompressible) பாய் மமாகக் கொண்டால், அடர்த்தி ρவை நிலை எண்ணாகக் கொள்ளலாம். ஆகவே. சமன்பாடு (4-19) கீழ்க்கண்ட வகையில் மாறுகின்றது;

$$\frac{\partial vx}{\partial x} + \frac{\partial vy}{\partial y} + \frac{\partial vz}{\partial z} = 0 \qquad (4\text{-}20)$$

சுழலாத பாய்வுக்கான விதிகளையும், மேலுள்ள சமன்பாட்டில் பயன்படுத்தினால்,

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} = 0 \text{ என்ற இலாப்ளேசு} \qquad (4\text{-}21)$$

சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$\phi = -Kh$ என்பதைப் புகுத்தினால்,

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \text{ என எழுதலாம்.} \qquad (4\text{-}22)$$

இதற்கு ஒரு படித்தான, ஒரு திசைப் பண்பியலான அமைப்புக் கொண்ட, ஊடக வழிப் பாய்வுக்கான பகுதி வகையீட்டுச் சமன்பாடு எனப் பெயர் (Differential Equation).

4–13. இடையுறுப் பாய்வு நிலை (Unsteady Flow)

மேற்கூறிய சமன்பாட்டிற்கு இணையான, சமன்பாட்டை இடையுறும் பாய்வுக்கு ஏற்படுத்தக் கொள்ளளவுக் குணகத்தைக் கையாளுதல் அவசியமாகிறது. கட்டுப்படா நீர்க் கொள் அமைவுகளில், கொள்ளளவுக் குணகம், அதன் ஒப்புப் புயனுக்குச் சமம். ஆனால் கட்டுப்பட்ட நீர்க் கொள் அமைவுகளில் இது, நீர்க்கொள் அமைவின் இறுகும் தன்மை (compressibility) β-வைப் பொறுத்தது.

$$\beta = \frac{-\partial \forall / \forall}{\partial \rho} \qquad (4\text{-}23)$$

$\forall$ என்பது கொள்ளளவையும், ρ என்பது நீரழுத்தத்தையும் குறிக்கும். கட்டுப்பட்ட நீர்க் கொள் அமைவின் முழு உயரத்திற்கும் பரவிய 1 ச. மீட்டர் குறுக்குப் பரப்புப் பகுதியில் ஏற்படும் கொள்ளளவு, மற்றும் நீரழுத்த மாற்றங்களைக் கொண்டு β-ன் அளவைக் கணிக்கலாம். அமுக்கும் சக்தி, நீர்க்

கொள் அமைவின் மிகப் பெரிய பரப்பிலமைந்த தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செயல் படுவதாகக் கொண்டால், பக்க வாட்டிலும், படுக்கை வாட்டிலும் ஏற்படும் அமுக்க மாறுதல்களை மிகச்சிறியன எனத்தவிர்க்கலாம். நீர் அழுத்த மட்டம் 1 மீட்டர் தூரம் கீழே இறங்கும் போது, நீர்க்கொள் அமைவின் 1 ச. மீட்டர் குறுக்குப் பரப்புக் கொண்ட பகுதியிலிருந்து, நீரழுத்த மாற்றத்தால் வெளியேறும் நீரின் கொள்ளளவு; $S = \partial \forall$

நீர்க்கொள் அமைவின் கொள்ளளவு = (1) b

'b' என்பது நீர்க்கொள் அமைவின் உயரத்தைக்குறிக்கும். நீரழுத்த வேறுபாடு $\partial P = -\gamma$ இதில் γ என்பது நீரின் தன் எடையைக் குறிக்கும். (4 - 23) சமன்பாட்டை;

$$\beta = -\frac{S}{b} \quad \frac{1}{(1-\gamma} = \frac{S}{\gamma b} \tag{4-24}$$

என எழுதலாம்.

மீள் சக்தியுள்ள ஒரு பொருளில்.

$$\frac{\partial \forall}{\forall} = \frac{\partial \rho}{\rho} \tag{4-25}$$

இதனைப் பயனுக்கிச் சமன்பாடு (4 - 23) ஐக் கீழ்க்கண்ட முறையில் எழுதலாம்:

$$\partial \rho = \beta \rho \ \partial \rho \tag{4-26}$$

ஆனால் $\beta = \dfrac{S}{\gamma b}$

$$\text{ஆகவே} \quad \partial \rho = \frac{\rho S}{\partial \gamma} \ \partial \rho \tag{4-27}$$

இந்தச் சமன் பாட்டைத் தொடர்ச்சிச் சமன்பாட்டில் பயன்படுத்தினல்.

$$-\left[\frac{\partial}{\partial x}(\rho v x) + \frac{\partial}{\partial \gamma}(\rho v y) + \frac{\partial}{\partial_2}(\rho v_2)\right] = \frac{\rho s}{b\gamma} \ \frac{\partial p}{\partial t} \tag{4-28}$$

இதனை விரித்து. நீர்வேகத்தின் பகுதிகளுக்கான சமன் பாடுகளைப் புகுத்தி, ∂-வை நிலையெண்ணுகக் கொண்டு,

$$-\left[\frac{\partial^2 h}{d x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2}\right] = \frac{S}{b\gamma} \ \frac{\partial p}{\partial t} \tag{4-29}$$

எனக் குறிக்கலாம்.

ஆனால் $p=\gamma h$ மேலும் $\partial p=\gamma\partial h$

ஆகவே $$\left[\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 h}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 h}{\partial z^2}\right]=\frac{S}{kb}\quad\frac{\partial h}{\partial t}\qquad(4\text{-}30)$$

இந்தச் சமன்பாட்டிற்குச் சீரான உயரம் 'b' உள்ள கட்டுப்பட்ட இறுகும் தன்மை கொண்ட, நீர்க்கொள் அமைவினூடே ஏற்படும் நீர்ப்பாய்வுக்கான பகுதி வகையீட்டுச் சமன்பாடு எனப் பெயர். கட்டுப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்கான இதே மாதிரிச் சமன்பாடு, நேர்கோட்டுத் தன்மையில்லாத வொன்றாதலால், நேரான விடை காணுதல் அநேகமாகக் கடினம். இருந்தாலும் ஏறக்குறைய (approximation) (4 - 30) என்ற சமன்பாட்டை நிறைவுத் தன்மையடைந்த, கட்டுப்படா நீர்க்கொள் அமைவின் உயர மாறுதல்கள் அதிக அளவில் இல்லாத போது, பயன்படுத்தலாம்.

4-14. சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தும் முறை

மேலே விளக்கப்பட்டச் சமன்பாடுகளைத் தனிப்பட்ட ஊற்று நீரியக்க வினைக்களுக்குப் பயன்படுத்தி, எளிதாக விடை காண முடியும். எந்த வினைவுக்கும் விடைகாணும் போது, நீர்க் கொள் அமைவையும், அதன் எல்லைகளையும் எளிய முறையில் உருவகப்படுத்திக் கொள்ளுதல் அவசியம். இந்த முறையில் கிடைக்கும் விடைகள், உண்மையான விடைகளினின்று சற்றே மாறுபட்டிருந்தாலும், விடையே காணா நிலையைவிட, இந்நிலை எவ்வளவோ மேல் எனக் கொள்ளலாம். நீர்க்கொள் அமைவை, ஒரு படித்தான ஓரே திசைப் பண்பியலானதாகக் கொள்ளுதல் பொதுவான வழக்கம், மேலும் நீர்க் கொள் அமைவுகளை அளவிலாப் பரப்பு கொண்டனவாகக் கொள்ளலாம். இல்லையெனில், அதன் எல்லைகளை இப்படி உருவகப் படுத்திக் கொள்ளலாம்.

(1) எல்லைகள் நீர் உட்புக முடியாதன: அதாவது நீர்க் கொள் அமைவின் மேலும், கீழும், பாறைகளோ களி மண் படிவுகளோ, பிளவுகளோ அமைந்துள்ளன.

(2) எல்லைகள் நீர் உட்புகக் கூடியன: அதாவது நீர்க் கொள் அமைவோடு நீர் நிலைகளோ, நீர் பிறப்பிடத்திலிருந்து நீர் வெளிவிடும் நிலப்பரப்போ தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

மேலே கண்ட சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி; ஊற்று நீரியக்க வினைக்களுக்கு விடைகாணும் பல் வேறு முறைகள் இந் நூலின் பகுதி 6-ல் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

5. நீர்க் கிணறுகள்

5-1. பொது

ஊற்று நீரைத் தரை மட்டத்திற்குக் கொண்டு வருவதற்காகப் பொதுவாகச் செங்குத்தாகத் தோண்டப்படும் துளை அல்லது வட்டவடிவமான குழியே நீர்க் கிணறு எனப் படும். ஒரு சில சமயங்களில். கிணறுகள், நிலத்தின் அடியில் ஆராய்ந்து விவரங்களறியவோ. செயற்கை முறையில் நீர்க் கொள் அமைவுக்கு நீரூட்டவோ (recharge) தொழிற்சாலை மற்றும் இதரக் கழிவுகளை அப்புறப்படுத்தவோ, பயன்படுத் தப்படுகின்றன.

கிணறுகளைத் தோண்டுவதற்கு எத்தனையோ முறைகள் வழக்கில் உள்ளன. முறைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கையில், நீரின் பயன், அளவு, மட்டம், நிலவியல் அமைப்புகள், பொருளாதார விவரங்கள் இவற்றை மனத்தில் கொள்ளுதல் அவசியம். ஆழமில்லாக் (shallow) கிணறுகள் தோண்டப்பட்டுப் பிறகு நில அரிப்பு முறையினலோ அல்லது துளை முறையாலோ விரிவாக்கப்படுகிறது. ஆழ்கிணறுகள் கம்பிக்கருவி அல்லது நீரழுத்தச் சுழல்முறைப்படித் தோண்டப் படுகின்றன. ஓர் ஆழ் கிணற்றைத் தோண்டிய பின், அதிலிருந்து அதிகப் பயன் பெற, நீரேற்றியைப் (pump) பொருத்து முன், அதனை விரிவு படுத்தச் சோதித்துப் பார்த்தல் அவசியம். நீண்டகாலப் பயன் பெற, நிலப்பரப்பிலுள்ள, அழுக்கு மற்றும் கழிவுகள், கிணற்று நீரோடு சேர்ந்து அதனைக் கெடுக்காதவாறு, அவ்வப்போது பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். கிடைநிலை (horizontal) யில் தோண்டப்படும் கிணறுகள் நீர் உட்புகும் சுரங்கப் பாதைகள் (galleries) முதலியன தனிப்பட்ட ஊற்று நீர்த் திட்டங்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

5-2. ஆய்வுத் துளைகள்

ஒரு புதிய இடத்தில் கிணறு தோண்டுமுன், ஓர் ஆய்வுத் துளை துளையிடப்படுகிறது. உண்மையான கிணற்றைத் தோண்டுமுன் இத் துளையின் மூலம் ஊற்று நீர் கிடைக்கும் ஆழம், நீரின் தரம், நீர்க் கொள் அமைவின் ஆழம் முதலிய விவரங்களை அறிந்து கொள்வதால், பணச்செலவைக் குறைக்க முடிகிறது. இத்தகைய துளைகளின் குறுக்களவு பொதுவாக 20 செமீ.முதல் 25 செ. மீட்டர் வரை இருக்கும்.

இதற்காக எந்த முறையையும் பயன்படுத்தலாம் என்றாலும், வழக்கமாகக் கம்பிக் கருவி அல்லது நீரழுத்தச்சுழல் முறைகளே பயன்பட்டு வருகின்றன. ஆய்வுத் துளையே, உண்மையான கிணறு தோண்டப் படுவதற்கான வசதிகளோடு இருந்தால். நீரழுத்தச் சுழல் முறையைப் பயன்படுத்தி அத் துளையைச்சீராக்கிக் கிணருக அமைக்கலாம். துளையிடும்போது சரியான படிப் படியான நிலவியல் அமைப்புகளின் விவரங்களைத் தெரிவிக்கக் கூடிய குறிப்புகளைப் பதிவு செய்தல் அவசியம். ஒவ்வோர் ஆழத்திலும் கிடைத்த மாதிரிகளைத் தனித்தனியே குப்பிகளில் பெயரிட்டு வைத்தல் நலம். இதன் மூலம், படிவுகளின் துகள்களின் பரவலை நன்கு அறிய முடியும். நீரழுத்தச் சுழல்முறையில் துளையிடும் மண் பயன்படுவதால், படிவுகளை இன்னதென்று இனம்காணச் சரியான திறமை வேண்டும்.

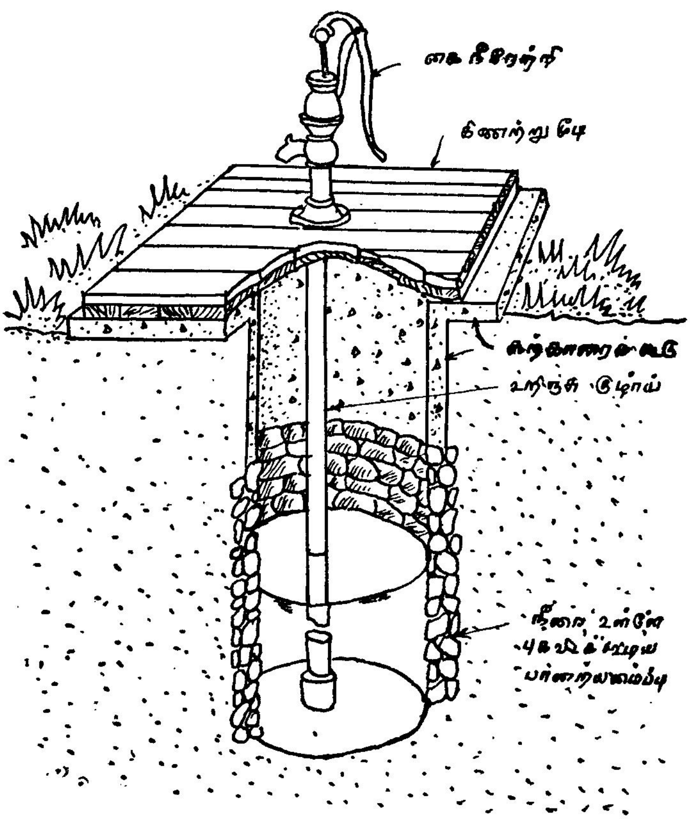
5-3. ஆழமில்லாக் கிணறுகள்

ஆழமில்லாக்கிணறுகள், பொதுவாக 15 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் குறைவானவை. இவை தோண்டப்பட்டோ, துளையிடப்பட்டோ, சக்தியைப் பயன் படுத்திக் குழாய்களைச் செலுத்தியோ, நீரை வேகத்தோடு பாய்ச்சியோ, உண்டாக்கப்படுகின்றன. மேற்கூறிய முறைகள் பற்றிய விவரங்களைக் கீழே காணலாம்.

5-3 (a). தோண்டப்படும் (Dug) கிணறுகள்

பன்னெடுங்காலமாக, உலகெங்கும், தோண்டப்படும் கிணறுகள் தேவையான நீரை அளித்து வந்துள்ளன. ஊற்று நீர் மட்டத்தைப் பொறுத்து 3 மீட்டர் முதல் 12 மீட்டர் ஆழம் வரை. அதிக அளவில் குறுக்களவு கொண்டதாக அவை அமைந்துள்ளன. இந்த முறைக் கிணறுகள் இறுக்கப்படாத (unconsolidated) வண்டற் படிவுப் பகுதிகளில் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவைகளில் குறுக்களவு அதிகமாக இருப்பதால், நிறைய நீர் சேர்த்து வைக்க எளிதாகிறது.

அநேகமாக, கடந்த காலங்களில், இப்போதுங்கூட, இந்தக் கிணறுகள் மனித உதவியாலேயே தோண்டப்பட்டு வருகின்றன. ஒரு குந்தாலியும், மண்வெட்டியுந்தான் இதற்கான கருவிகள். தோண்டப்பட்ட மண்ணை வெளியேற்றக் கப்பி (pulley) களின் உதவி நாடப்பட்டது. பெரிய கிணறுகளைச் சீக்கிரம் தோண்ட, எளிதில் தூக்கிச் செல்லக் கூடிய, தோண்டிடும் கருவிகள் இருப்பது நலம். சில சமயம் மண்சரிவுகள் ஏற்படலாம். அதனைத் தடுக்க மரப் பலகைகளைக்கொண்டு கிணற்றுச் சுவர்களைச் சுற்றிக் கூடு போன்ற அமைப்பை உண்டாக்கலாம். கிணற்றுச் சுவர்களுக்குப் பொதுவாக, மரத்தாலோ, செங்கல் அல்லது கற்காரை (concrete) பாறை அல்



படம் 5·1.
ஒரு தோண்டப்பட்ட கிணறு

லது உலோகத்தாலோ ஒரு கிணற்றுக் கோவளம் (curb) கட்

டப்படுகிறது. இவைகளின் அடியில் சரியாகப் பொருந்தியும், நீர் பாய்வதற்காகத் துளைகள் கொண்டதாகவும் இருக்கவேண்டும் ஊற்று நீர் மட்டத்திற்குக் கீழ், குறைந்தது 5 மீட்டர் முதல் 12 மீட்டர் ஆழம்வரை கிணற்றின் ஆழம் இருக்க வேண்டும்.

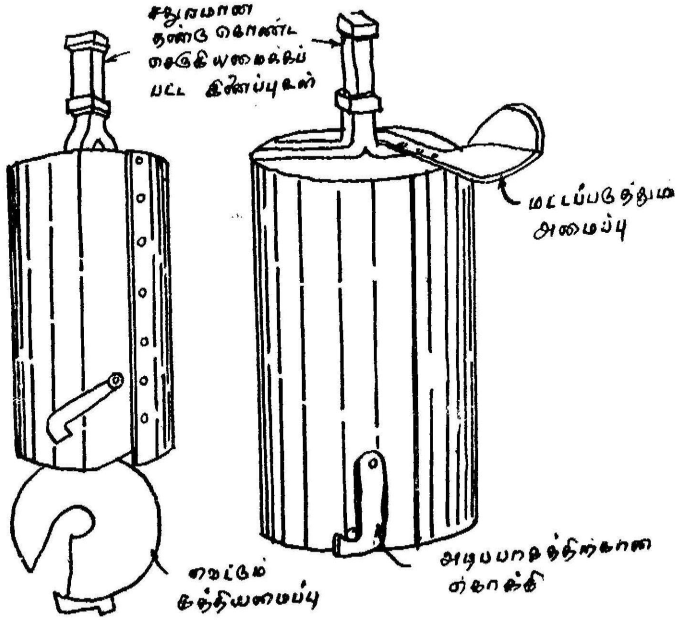
கிணற்றினுள் பாயும் அல்லது ஊறும் நீரோடு மணலும் சேர்ந்து வருவதைத் தடுக்க, கோவளத்தைச் சுற்றிலும் சிறு சரளைகள் பரப்பப்பட்டிருக்க வேண்டும். சரியாகத் தோண்டப்பட்ட இத்தகைய கிணறுகள் நிமிடத்திற்கு 2,250 முதல் 6,750 லிட்டர்கள் வரை நீரைத் தரவல்லன. இருப்பினும் அநேகக் கிணறுகள் நிமிடத்திற்கு 450 லிட்டருக்கு மேல் நீரளிப்பதில்லை. படம் 5-1 ஒரு தோண்டப்பட்ட கிணற்றின் பல பகுதிகளை விவரிக்கிறது.

5-3 (b) துளை (Bore) கிணறுகள்

இறுக்கப்படாத நீர்க்கொள் அமைவுகளில், ஊற்று நீர் மட்டம் அதிக ஆழத்தில் இல்லாதிருந்தால், குறைந்த செலவில், துளை கிணறுகளின் மூலம் நீர் பெறமுடியும். மனித உதவியாலோ அல்லது இயந்திர உதவியால் இயக்கப்படும் துளையிடும் கருவிகள், மூலமாகவோ துளை கிணறுகள் தோண்டப்படும். மனித உதவியால் இயக்கப்படும் துளையிடும் கருவிகள் பல்வேறு விதமாக அமைந்தாலும், அவை யாவும் அடிப்பாகத்தில் கத்திமுனை போன்ற அமைப்புக் கொண்டவை. வட்டவடிவிலும், செங்குத்தாகவும் இயக்கி, மண்ணைத் தோண்ட வேண்டும். கத்தி முனைகளில் முழுவதும் மண் நிரம்பிய பின், அதனை வெளியேற்றிவிட்டுப் பிறகு, அதே முறையில் இயக்கிப் படிப்படியாக ஆழத்தை அதிகரிக்க வேண்டும். இம்முறையில் கிணறுகளின் குறுக்களவு 15 செ. மீ. அல்லது 20 செ. மீட்டரும், ஆழம் 15 மீட்டர் வரையிலும் இருக்கும்.

இயந்திர உதவியால் இயங்கும் துளைக் கருவிகளின் மூலம் 90 செ. மீ. குறுக்களவு வரையிலும், 30 மீட்டர் ஆழம் வரை கூடக் கிணறுகளைத் தோண்ட முடியும். இத்தகையத் துளை கருவிகள் அடியில் கத்திமுனை அமைப்போடு, மேலே வட்ட வடிவ வாளி போன்ற (bucket) அமைப்பும் கொண்டதாக இருக்கும். படம் 5-2 இதனை விளக்கும். இயந்திர உதவியோடு, கருவியை நிலத்தில் செலுத்தி, வாளியில் முழுதும் மண் நிரம்பிய பின், வெளியே எடுத்துப் படிப்படியாகக் கிணறு தோண்டப்படுகிறது. துளையிடும் கருவியோடு, நீண்ட கத்தி போன்ற

அமைப்பைப் பொருத்திக் கருவியின் குறுக்களவை விடப் பெரிய அளவிலும் கிணற்றைத் தோண்ட முடியும்.



படம் 5–2

துளை கிணறுகளுக்கான துளை கருவிகள்

தூளான அமைப்புக் கொண்ட மணற் பாகங்களான நிலங்களில், துளைபோடும் கருவிகளைப் பயன்படுத்தும் போது, ஊற்றுநீர் மட்டத்தைத் தொடும்போது, நிலத்தின் அடிப் பாகம் வரை ஒரு கூட்டைச் செலுத்திப் பின்னர் துளைபோடுவதைத் தொடர வேண்டும். இந்தக் கூடு, ஓடுகள், கான்க்ரீட் அல்லது உலோகத்தாலோ செய்யப்படலாம். மற்றக் கிணறு தோண்டும் முறைகளில் கூட, இறுகிய களிமண் படிவுகள் அமைந்த பகுதிகளில் துளை போடுவதற்கு இத்தகைய துளை கருவிகள் பயனுகின்றன.

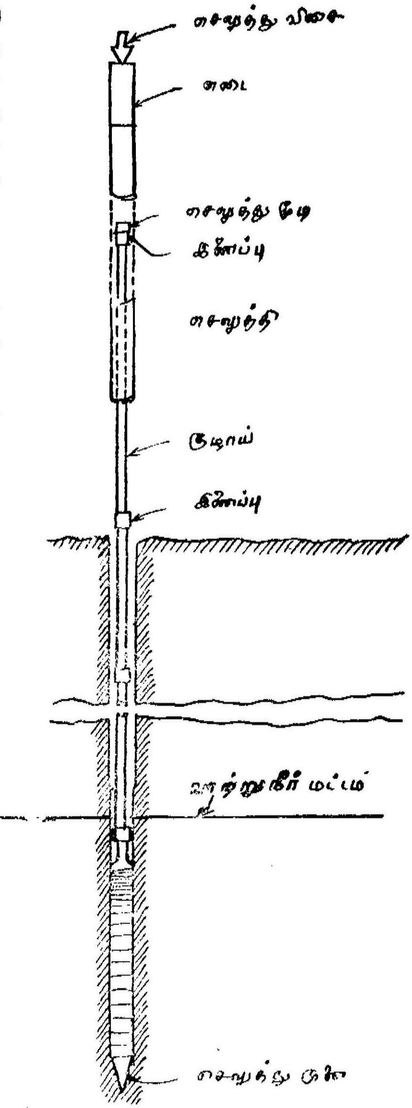
5-3 (c). விசையாற்றலால் செலுத்தப்படும் குழாய்க் கிணறுகள்

இத்தகைய கிணறுகள், தொடர்ச்சியான அமுக்கு விசையால் நிலத்தின் கீழ், செலுத்தப்பட்டக் குழாய்த் தொடர்களால் அமைக்கப்படுகின்றன. இந்தத் தொடர், ஊற்று நீர் மட்டத்திற்கும் கீழ் வரை நீண்டிருக்கும். அடியே உள்ள, செலுத்தும்

முனை அல்லது மணல் வழியே நீர், கிணற்றுக்குள் நுழைகிறது. படம் 5-3, இத்தகைய கிணற்றின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது. இக் கிணற்றின் அடிப்பாகத்தில் ஒரு வட்ட வடிவமான வடி கட்டும் அமைப்பு இருக்கிறது. கிணற்றின் குறுக்களவு 3 செ. மீ. முதல் 10 செ.மீ. வரை வேறுபடும். மறைகள் (threads) போடப்பட்டச் சரியான எடையுள்ள நீர்க் குழாய்கள், கிணற்றுக்குக் கூடமைக்கப் பயன்படுகின்றன. அநேகமாகக் கிணறுகளின் ஆழம் 15 மீட்டருக்கு அதிகமாவதில்லை. என்றாலும் சில சமயம் 30 மீட்டர் வரை கூடத் தோண்டப்படுவதுண்டு

உறிஞ்சு வகை நீரேற்றிகள் நீரை வெளிக் கொண்டு வரப் பயன்படுத்தப் படுவதால், தொடர்ச்சியாக இக் கிணறுகளினின்று நீர் கிடைக்க வேண்டுமானல், ஊற்றுநீர் மட்டம், நிலப் பரப்பிலிருந்து அதிக ஆழத்திற்குச் செல்லாதவாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

3 அல்லது 4·5 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழே ஊற்று நீர் மட்டம் இறங்காமலிருந்தால் நல்ல பலன்களைக் காணலாம். கிணற்றிலிருந்து கிடைக்கும் நீரின் அளவு, நாளுக்கு 90 முதல் 225 லிட்டர் வரை வேறுபடும்.



படம் 5–3
செலுத்தும் அமைப் போடு கூடிய ஒரு விசையாற்றலால் செலுத்தப்பட்டக் கிணறு

இறுக்கப்படாத படிவங்களில், செலுத்து முனையைப் பாதிக்காத அளவில், பாறை, கருங்கல் முதலியன இருந்தால், மேற் கூறிய முறையில் கிணறுகள் அமைக்கப்படலாம். குழாயை நிலத்தின் கீழ்ச் செலுத்தும் போது, அதன் மறைகளும் மேல் பாகமும் பழுதாகாதிருக்க மேலே மூடி போன்ற ஓர் அமைப்பு இருக்க வேண்டும். தானாக விழக்கூடிய அல்லது அழுத்தக் காற்றால் இயங்கக் கூடிய சம்மட்டியின் (hammer) உதவி கொண்டு குழாயைச் செலுத்தலாம். துளை முனையோடு இணைக்கப்பட்ட கயிற்றின் உதவியால், நிலப் பரப்பிலிருந்து நேராகத் துளைமுனையின் மீதே அமுக்கு விசையைச் செலுத்தவும் கூடும். வடிகட்டி அமைப்புகள் பல வகைகளில் கிடைக்கின்றன. நீர்க் கொள் அமைவில் அமைந்த துகள்களின் அளவைப் பொறுத்து, பொருத்தமான வடிகட்டியைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம்.

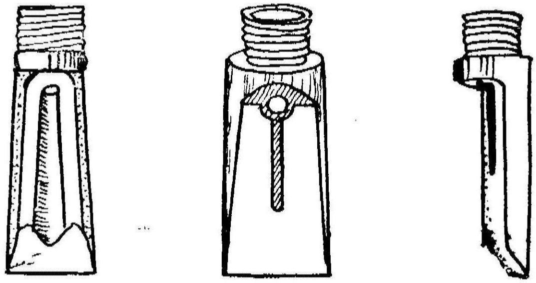
இத்தகைய கிணறுகள், மிக விரைவில், குறைந்த செலவில் ஓரே நபரால் கூட அமைக்கப்பட முடியும் என்பதுதான் இம் முறையின் முக்கியமான அனுகூலமாகும்.

5-3 (d) நீர்த் தாரையால் (Jetted) தோண்டப்பட்ட கிணறுகள்

கீழ்நோக்கித் திருப்பப்பட்ட நீர் ஒழுக்கின் (stream,) அரிப்பு முறையால் அமைக்கப்படும் கிணறுகளே, நீர்த் தாரையால் தோண்டப்பட்ட கிணறுகளாகும். அதிக வேகம் கொண்ட நீர்த்தாரை, மண்ணைக் கழுவியெடுக்கக் கீழேப் படிப்படியாக ஆழமாக இறங்கும் கிணற்றுக்கூடு, கழுவிய மண்ணையும், நீரையும் தரைமட்டத்திற்குக் கொண்டு வர உதவுகிறது. இந்த முறைப்படி கிணற்றின் குறுக்களவு 30 செ.மீட்டர் வரை இருக்க முடியும் என்றாலும், பொதுவாக 3·75 முதல் 7·5 செ.மீ குறுக்களவும், 15 மீட்டருக்குக்குக் குறைவான ஆழமும் கொண்ட கிணறுகளே அமைக்கப்படுகின்றன. இறுக்கப்படாத படிவுகளில், இக் கிணறுகள் மிக உகந்தவை. இவற்றின் மூலம வெளிப்படும் நீரின் அளவு மிகக் குறைவானது. ஆய்வுக் கிணறுகள் தோண்ட இம் முறை மிக ஏற்றது. ஏனெனில், இம் முறைக்கான கருவிகளை எளிதாக எடுத்துச் சொல்ல முடிவதோடு, தோண்டும் வேகமும் அதிகம்.

படம் 5-4 பல்வேறு வகையான துளைமுனைகளை விளக்குகிறது. கடினமான, கட்டி போன்ற அமைப்புகளிலோ அல்லது களிமண்ணிலோ துளையிடும் போது, துளைமுனைகளை மேலே ஏற்றியும் கீழே இறக்கியும் அமைப்புகளை எளிதில் தகர்க்க முடியும். பாய்ச்சு முறையில், தோண்டும் போதே, துளையிடும்

குழாய்களைச் சிறிது சிறிதாகத் திருப்பிக் கிணறு நேராக அமையச் செய்ய வேண்டும். இத்தகைய கிணறு, ஊற்று நீர்



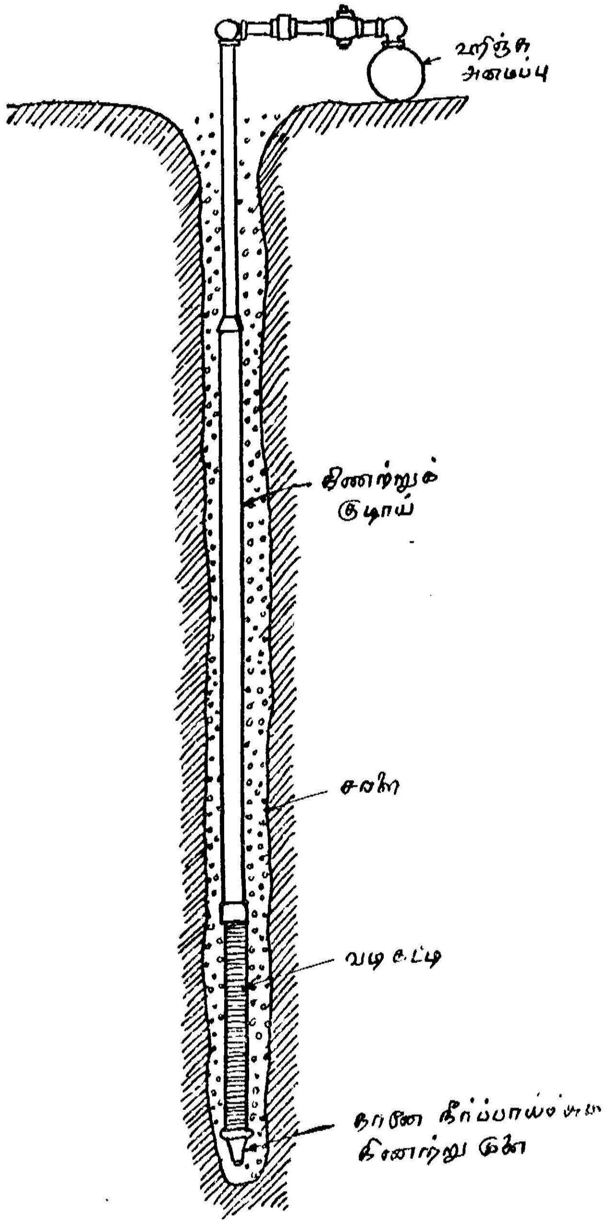
படம் 5–4
நீர்த்தாரை முறைக்கான பல்வேறு துளை முனைகள்

மட்டத்திற்குக் கீழ் வரை தோண்டப்பட்ட பிறகு, வடிகட்டிப் பொருத்தப்பட்ட ஒரு குழாயைக் கிணற்றின் அடிவரை இறக்கிப் பிறகு, முதலில் இறக்கிய வெளிக்கூட்டை மேலே இழுத்து வெளியேற்ற வேண்டும். இதன் பின், கிணற்று நீரை மேலேற்ற, ஏற்றதாக அமைகிறது.

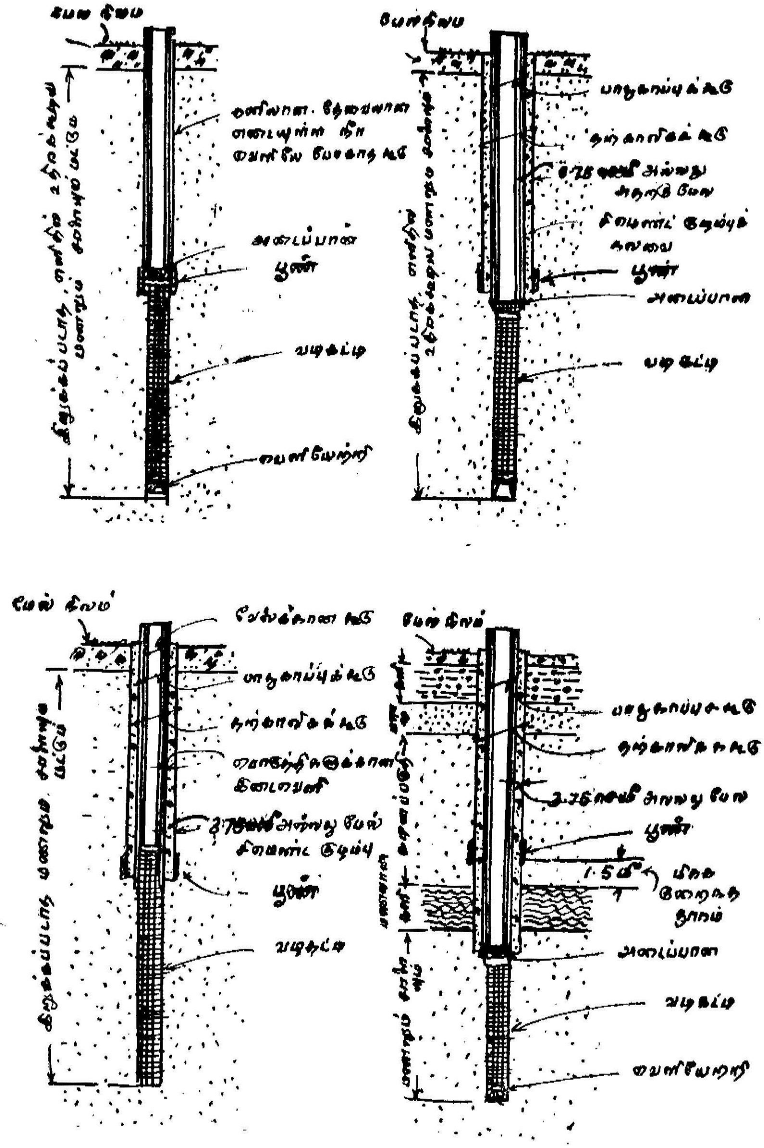
மேற்கூறிய முறையை எளிதாக்கத் தானே இயங்கும் நீர்த் தாரை அமைப்பைப் பயன்படுத்தலாம். வடிகட்டியமைப்பைச் சேர்ந்த ஒரு பீச்சி (nozzle) போன்ற அடிமுனை கொண்ட பித்தளைக் குழாயை நேராகவே கிணற்றின் தேவையான ஆழம் வரைப் பயன் படுத்தினால்; உடனே கிணறு நீரேற்றுவதற்கு ஏற்றவாறு அமைகின்றது. சிறு கருங்கற்களை அடிப்பாகத்தில் வடிகட்டியமைப்பைச் சுற்றிப் பரவலாக அமைக்கலாம். படம் 5-5 இம்முறையை விளக்குகிறது.

5–4. ஆழ்கிணறுகளைத் தோண்டும் முறைகள்

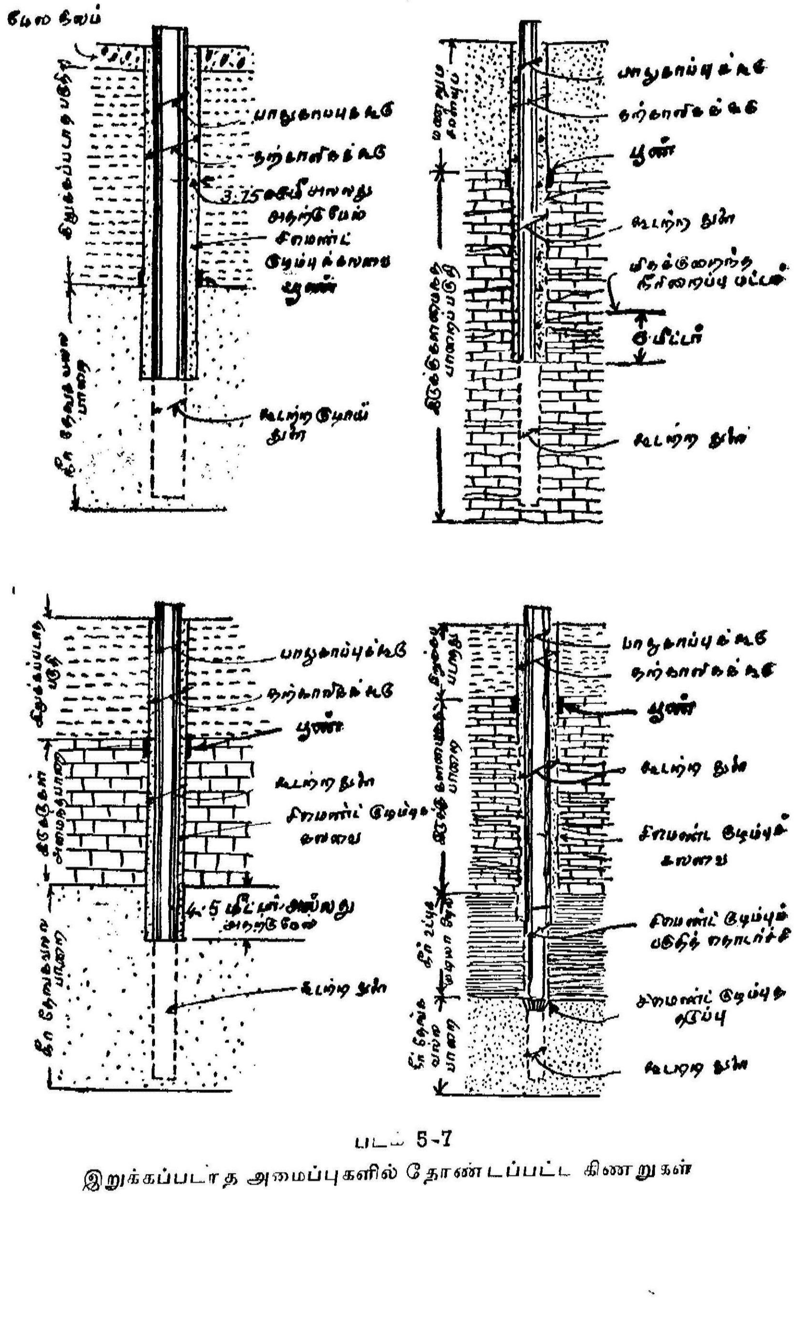
நிறைய நீரைத் தரவல்ல பெரிய ஆழமான கிணறுகள், துளை முறையின் மூலம் அமைக்கப்பட்டவை. மூன்று விதமான முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. கம்பிக்கருவிமுறை, நீரழுத்தச் சுழல் முறை, எதிர்ச்சுழல் (reverse) முறை என்பன. ஒவ்வொரு முறையும் ஒவ்வொரு வகையான அமைப்புக்கு ஏற்றது. இந்த உண்மையை அறிந்ததன் பலனாக, அநேகமாகத் துளை இடுபவர்கள், தங்கள் கருவிகளை அமைப்புக்கேற்ற துளை முனைகளைப் பொருத்த ஏற்றதாக அமைத்துக் கொள்கிறார்கள். இறுக்கப்பட்ட, இறுக்கப்படாத படிவங்களில் அமைக்கப்பட்ட இத்தகைய கிணறுகளை படம் 5–6, படம் 5–7 காட்டுகின்றன.



படம் 5-5
தானே இயங்கும் முனையைக் கொண்ட நீர்த்தாரை முறைக் கிணறு



படம் 5-6
இறுக்கப்படாத அமைப்புகளில் தோண்டப்பட்ட கிணறுகள்



படம் 5-7

இறுக்கப்படாத அமைப்புகளில் தோண்டப்பட்ட கிணறுகள்

5-4. (a) கம்பிக் கருவி முறை.

இந்த முறையில் தோண்டப்படும் கிணறுகள், தரமான துளைபோடும் அமைப்பு துளைபோடும் கருவிகள் அவற்றுக்கான இறைப்பான்கள் (bailers) முதலியவற்றினல் அமைக்கப்படுகின்றன. இறுக்கப்பட்ட பாறைப் பொருள்களில் 7·5 முதல் 60 செ.மீ வரை குறுக்களவுள்ள துளைகள் போட, இம் முறை பயனுகிறது. துகளான பிடிப்பில்லாத பொருள்கள் கொண்ட பகுதிகளில் இம்முறை உதவாது. ஏனெனில், தோண்டப்படும் மண் அவ்வப்போது, துளையை மூடிவிடும். துளைமுனையில் உள்ள பகுதிகளை மேலே தொடர்ந்து தூக்கியும் கீழே இறக்கியும் துளைபோடப்படுகிறது. துளை முனையின் அடிப்பகுதி வெட்டுமுனை போன்ற அமைப்போடு இருப்பதால் பாறைகளைத் தகர்க்க எளிதாகிறது.

மேலிருந்து கீழாகத் துளைபோடும் கருவி, கம்பி அல்லது கயிற்றுக் கூடு, சிலவகையான குடுவை (jar) போன்ற அமைப்புகள் துளைத்தண்டு (stem), துளைமுனை இவற்றை வரிசையாகக் கொண்டது. இதன் மொத்த எடை ஆயிரக்கணக்கான கிலோ கிராமாக இருக்கும். கருவிகள் எஃகினல் (steel) செய்யப்பட்டு, உறுதியாகப் பொருத்தப்பட்டவை. இந்த அமைப்பிலேயே மிகவும் முக்கியமான பகுதி துளைமுனையாகும். ஏனெனில், அது தான் துளைபோடும் வேலையைச் செய்கிறது. இவை 90 செ.மீ. முதல் 3 மீட்டர் நீளம் 1,400 கிலோகிராம் வரை எடையும் கொண்டன.

துளைத்தண்டு என்பது ஒரு நீளமான எஃகுக் கழி. இதனல் துளைமுனையின் எடையும், நீளமும் அதிகரிப்பதால் வேகமாகவும் செங்குத்தாகவும் துளைபோட முடிகிறது. இதன் நீளம் 1·8 முதல் 9 மீட்டர் வரையிலும் குறுக்களவு 6 முதல் 15 செ.மீ. வரையும், எடை 40 முதல் 1,400 கிலோ கிராம் வரையிலும் இருக்கும். குடுவை போன்ற அமைப்புகள் குறுகிய பொருந்து முனைகளைக் கொண்டன. துளைபோடும் வேலையில் அவை பங்கு கொள்ளாவிடினும், துளைமுனை, துளையில் சிக்கிக் கொள்ளும் வேளைகளில் அதனை நெகிழவைக்கப் பயன்படுகிறது. கம்பியின் இயற்கையான இழுப்பு விசையில் துளைகருவி இயங்கும்போது, இவை முழுதும் நீண்டிருக்கும். கருவி, சிக்கிக்கொள்ளும்போது பொருத்து முனைகள் திறந்து கொண்டு, துளைமுனையை நெகிழச் செய்கின்றன. கம்பி அல்லது கயிற்றுக் கூடு, துளைக் கருவியமைப்பைத் துளைக் கம்பியோடோ அல்லது கயிற்றோடோ, இணைக்க உதவுகிறது.

துளையிலிருந்து வெளிவரும் மண் முதலியவற்றை வெளியே கொண்டு வர, இறைப்பான்கள் உதவுகின்றன. இவை அமைப்பில் வேறுபட்டாலும், முக்கியமாக, ஒரு குழாய்ப் பகுதி, அடியில் ஒரு வழித்தடுப்பு (valve), மேலே கம்பியோடு இணைக்க ஒரு வளையம், இவைகளைக் கொண்டவை. கிணற்றின் கீழே இறக்கிய பின்னர், ஒரு வழித்தடுப்பு வழியாக மணல் போன்ற பொருட்களை, உள்ளே செல்ல மட்டும் அனுமதிக்கும், இறைப்பான் முழுதும் நிரம்பிய பிறகு, அது மேலே கொண்டு வரப்பட்டுக் காலியாக்கப் படுகிறது. இவை, பல்வேறு குறுக் களவுகளிலும் 3 முதல் 9 மீட்டர் நீளங்களிலும், 9 முதல் 380 லிட்டர் வரை கொள்ளளவுகளிலும் கிடைக்கின்றன.

துளைபோடும் அமைப்பு, ஒரு பெரிய கம்பம், பல கம்பிகள் கொண்ட மேல்தூக்கும் கருவி, இயங்கு உத்தரம் (walking beam), மற்றும் ஒரு பொறி (engine) இவை கொண்டது. முழு அமைப்பும் எடுத்துச் செல்ல எளிதாக வண்டிகளில் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். கம்பத்தின் உயரம் மிக அதிகமாக இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், மிக நீளமான இறைப்பானைக் கூடத் துளையிலிருந்து வெளிக் கொண்டு வர ஏற்றதாக இருக்க வேண்டும். 9 முதல் 15 மீட்டர் வரை உயரம் இருக்கலாம். கம்பிகள் கம்பிகளோடு, இயங்கு உத்தரங்களோடும் இணைக்கப் பட்டிருப்பதால், உத்தரங்களின் இயக்கத்திற்கேற்ப, துளை கருவி மேலேயோ கீழேயோ ஏறவோ இறங்கவோ, முடிகிறது.

துளைபோடும்போது கருவி, நிமிடத்திற்கு 40 முதல் 60 முறை இயங்குகிறது. கருவியின் ஏற்ற இறக்க உயரங்கள் ஓர் இயக்கத்திற்கு 40 முதல் 100 செ.மீ. வரை இருக்கும். துளை போடும் போதே, முனையைச் சிறிது சிறிதாகச் சுழற்றி நகர்த்தி, வட்டவடிவில் துளையை அமைக்க முடிகிறது. துளையில் அடிக்கடி நீர் இடுவதால், துளை போடும்போது உராய்வு குறைகிறது. 1·2 அல்லது 1·5 மீட்டர் ஆழம் தோண்டிய பிறகு கருவியை வெளியே எடுத்து, இறைப்பானைக் கொண்டு காலி செய்ய வேண்டும்.

இறுக்கப்படாத படிவங்களில் தோண்டப்பட்ட மண் துளையை மூடாமலிருக்கத் துளையைச் சுற்றி, அதனடி வரையில் கூடு அமைக்கவேண்டும் இந்தக்கூடு துளைத்தண்டோடு பொருத் தப்பட்டுக் கீழே இறக்கப்படுகிறது. கூட்டின் அடியில் சாய்ந்த கத்தி முனையமைப்புக் கொண்டு பூண் (shoe) ஒன்று பொருத்தப் பட்டுள்ளதால், அது கீழே இறக்கப்படும்போது, சரியாகப் பாதுகாக்கப் படுகிறது. படம் 5-6 இதனைக் காட்டுகிறது.

ஆழ்கிணறுகளைத் தோண்டும்போது, துளையை நேராக, செங்குத்தாக அமைக்க வேண்டும். இல்லையெனில், நீரேற்றியைப் பொருத்தும்போது இடையூறுகள் ஏற்படலாம். செங்குத்துத் திசையில் பொதுவாக 30 மீட்டருக்கு 15 செ.மீ.வரை, துளைப் பாதை சாயலாம். பாறைகளில் துளைபோடும் போது, அதிக இன்னல்கள் ஏற்படலாம். அத்தகைய சமயங்களில் வெடிகளைக் கொண்டு துளைத்து, துளையை நேர் செங்குத்துப் பாதையில் அமைக்கலாம்.

4-5 (b). நீரழுத்தச் சுழல் முறை

இறுக்கப்படாத படிவங்களில் வேகமாகத் துளையிடுவதற்கு இந்த முறை ஏற்றது. 45 செ.மீ. அதற்கு மேற்பட்ட குறுக்களவு கொண்ட கிணறுகளை இம் முறையால் அமைக்கலாம். இந்த முறையில் தொடர்ச்சியாக இயங்கும் வட்டத் துளை முனை கொண்ட, புழையுள்ள (hollow) குழாய்மூலம் நீரும் களிமண்ணும் கலந்த கலவை, அல்லது துளைமண் செலுத்தப்படுகிறது. துளை முனையால், நெகிழ்விக்கப்படும் பொருள்கள் உயர்ந்து வரும் துளைமண் கலவையாகக் குழாய்க்கு வெளியே கொண்டு வரப்படுகின்றன. துளைமண் கலவையே ஒரு கூடு போன்ற அமைப்பை உண்டாக்குவதால், பொதுவாக இம்முறையில் கூடு தேவையில்லை.

துளைமுனைகள் பல்வேறு வகைப்படும். எல்லாமே, புழையுள்ள குழாய்களோடு, துளை மண்ணைச் செலுத்த, ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஓட்டைகளைக் கொண்டன. துளைமுனை, சதுர வடிவமாக, அடிப்பாகம் கொண்ட ஒரு கனமான குழாயின் அடிப்பகுதியோடு இணைக்கப் படுகிறது. ஒரு சுழலக்கூடிய இருத்தி (table) போன்ற அமைப்பின் உதவியால், துளைமுனை சுழற்றப்படவும். துளை ஆழம் அதிகமாகக் கீழே இறங்கவும் முடிகிறது. துளைபோடும் அமைப்பு, ஓர் உயரக்கம்பம், சுழலும் இருத்தி, துளைமண்ணைச் செலுத்தும் நீரேற்றி, ஒரு மேல் தூக்கும் கருவி, பொறி முதலியவற்றைக் கொண்டவை.

துளையிலிருந்து வெளியே வரும் துளை மண்ணைச் சேகரிக்க, ஓர் ஆழமற்ற பள்ளம் அல்லது தொட்டி பயன்படுகிறது. இந்த மண் நன்ருகப் படிந்த பிறகு, மறுமுறைப் பயன் படுத்த ஏற்றதாகிறது. துளைமண் கலவையின் அளவுக்கும் அடர்த்திக்கும் ஏற்றவாறு, நீரும் களிமண்ணும் அவ்வப்போது கலக்கப் படுகின்றன.

கிணறு தோண்டி முடிந்த பின், துளைகளுள்ள ஒரு வடி கட்டிப் பகுதி கீழே இறக்கப்படுகிறது. கிணற்றுச் சுவர்களில் ஒட்டியிருக்கும் களி மண்ணை நீக்கத், துளைமுனையைக் கீழே இறக்கி, நீரைச் செலுத்திச் சுவர்கள் கழுவப் படுகின்றன. கழுவப் பயன்படும் நீரோடு சோடியம் எக்சா மெடா பாஸ் பேட்டு கலக்கப்படுகிறது. படிப்படியாகக் கிணற்றின் முழு ஆழத்தையும் நன்றாகக் கழுவியபின், சிறு சரளைகளைக் கிணற்றுக் கூட்டுக்கு வெளியே பரப்ப வேண்டும்.

5–4 (c) எதிர்ச் சுழற்சி முறை.

நீரழுத்தச் சுழற்சி முறையில் ஒரு சிறிய மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி இம் முறையை ஏற்படுத்தலாம். இம் முறை ஐரோப்பா அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் மிகவும் புழக்கத்துக்கு வந்து கொண்டிருக்கிறது. இறுக்கப்படாத படிவங்களில், 120 செ. மீட்டர் குறுக்களவுள்ள கிணறுகள் வரை இம் முறையால் தோண்ட முடியும்.

இம் முறையில், முக்கியமாக உறிஞ்சுத் தோண்டு (suction dredging) அமைப்பால் தோண்டப்பட்ட மண் உறிஞ்சு குழாய் மூலம் வெளியே கொண்டு வரப்படுகிறது. துளைபோடும் அமைப்பு நீரழுத்தச் சுழல் முறைக்கானதே. ஆனால் அதிகத் திறன் கொண்ட மையவிலக்கு (centrifugal) நீரேற்றி ஒன்றும், ஒரு 15 செ. மீட்டர் துளைபோடும் குழாயும் அதிகமாகத் தேவை. துளைமுனை உறிஞ்சுத் தோண்டுமுறைக்கு ஏற்றதாக இருக்க வேண்டும்,

தோண்டும்போது, கிணற்றின் சுவர்கள் உறுதியாக இருக்கத் துளைமுனையின் வழியே, நீரோடு, தூள் போன்ற பொருளைச் செலுத்தி ஒரு படலப்படிவை ஏற்படுத்தலாம். துளை மண்ணின் உதவியின்றி, நீரின் உதவியால் தோண்டப்பட்ட பொருள்கள் வெளியேற்றப் படுகின்றன. இந்த வெளியேறிய கலவையைப் பள்ளம் அல்லது தொட்டிகளில் நிரப்பிப் படியச் செய்து அதிற்படிந்த தூள் பொருள்களை மறுபடி கிணற்றுச் சுவர்களுக்குப் படலப்படிவை ஏற்படுத்தப் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. இம்முறையால், கிணறு தோண்டுவதற்கு, ஊற்று நீர மட்டம் மிக அதிக ஆழத்தில் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் நீர்க்கொள் அமைவுக்கும் கிணற்றுக்கும் இடையே நல்ல நீரழுத்த வேறுபாடு அப்போது தான் உண்டாகும். கிணற்றுச் சுவர்களைக் கழுவும் முறையும், கூடு அமைக்கும் முறையும் முன் முறையில் கூறப்பட்டன மாதிரியே ஆகும்.

5-5. கிணற்றை முடித்தல் (Completion)

தோண்டப்பட்ட பிறகு, ஆழ்கிணறுகளைச் சரியான முறையில் முடிக்க வேண்டும். கிணறு சரியான முறையில் முடிக்கப்பட்டால்தான் கூடுவழியே கிணற்றுக்குள், ஊற்று நீர் புக எளிதாக இருக்கும்.

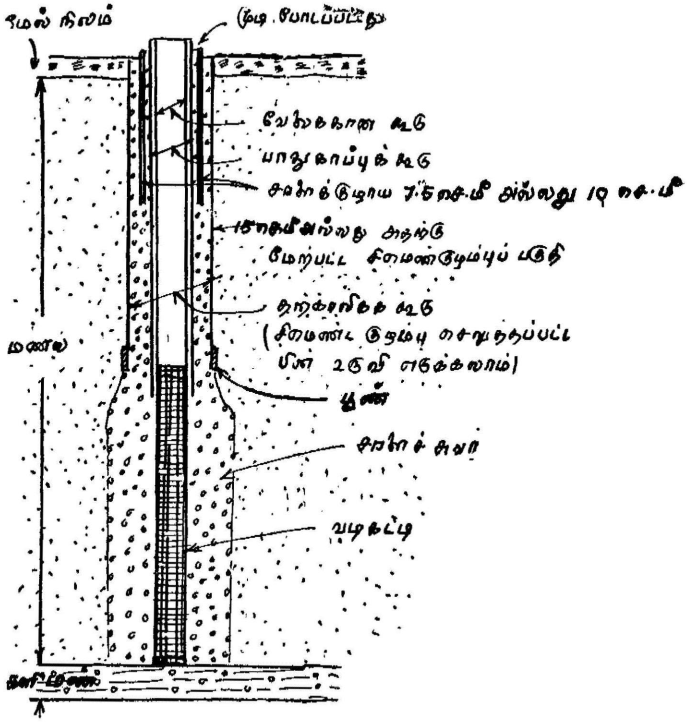
இறுக்கப்பட்டப் படிவங்களில் கிணற்றைச் சுற்றியுள்ள பகுதி உறுதியாக இருப்பதால் ஊற்று நீர் நேராகக் கிணற்றுக்குள் எளிதாகப் புக முடிகிறது. இறுக்கப்படாதப் படிவங்களில், எப்படியும் கிணற்றுக்குக் கூடு தேவை. இக் கூடு கிணற்றுச் சுவர்களை உறுதிப் படுத்துவது மட்டுமின்றி, ஊற்று நீர் எளிதாகப் புக வகை செய்கிறது. கூடு சிறு துளைகளைக் கொண்டதாகவோ, அல்லது கூட்டிற்குப் பதிலாக ஒரு வடிகட்டியமைப்போ இருக்க வேண்டும். பலவகையான படிவங்கள் நிறைந்த நில அமைப்பைத் துளைத்த, ஒரு கிணற்றினுள் எல்லா நீர் உட்புகும் பகுதிகள் வழியாகவும் ஊற்று நீர் பாயும் படி அமைக்க வேண்டும். இதனுல் ஊற்று நீரின் தரம், சீராக இருக்க முடியும். மீதிப்பகுதிகளில் துளையில்லாத கூடுகளை அமைப்பதால், கூட்டின் வழியே செங்குத்தாக நீர் இறங்குவதைத் தடுக்கமுடிகிறது.

கூட்டின் துளைகளை இயந்திரங்களின் உதவி கொண்டோ அல்லது கத்திமுனை இவற்றுலோ உண்டாக்கலாம். கிடைநிலையில் ஏற்படுத்தப்பட்ட துளைகள், பொதுவாக செங்குத்துத் துளைகளைவிட நன்றுகப் பயன்படுகின்றன. கூட்டைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களில், 50 முதல் 80 விழுக்காடு வரை, உள்ளே புக ஏற்றவாறு துளைகளின் அளவு இருத்தல் வேண்டும். துளைகளின் அளவு கூட்டின் உள்ளிருந்து வெளியே செல்லச் செல்லக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். இதனுல் துளைமூலம் உட்புகும் பொருள்கள், அவற்றில் தங்கி, அவை அடைபடாமலிருக்க உதவுகிறது. கூடு அல்லது வடிகட்டியமைப்பின் துளைகளின் அளவைக் கிணற்றைச் சுற்றியுள்ள நீர்க் கொள் அமைவின் துகள் பரவலைக் கொண்டு நிர்ணயிக்கலாம்.

5–6 சரளைகளாலான அடுக்கமைப்பு

துளையிடப்பட்ட கூட்டைச் சுற்றிச் சரளைகளாலான வடிகட்டி போன்ற அமைப்பைக் கொண்ட கிணறு, சரளை அடுக்கமைப்புக் கொண்ட கிணருகும். படம் 5–8 இதனை விளக்குகிறது. கூட்டை வளையாமற் பாதுகாக்கவும், துகள் போன்ற பொருள்கள் கிணற்றில் நுழையாமல் தடுக்கவும்

கிணற்றின் குறுக்களவை அதிகரிக்கவும், சரளையமைப்புப் பயனுகிறது. சரளை அடுக்கமைப்பு இல்லாத கிணற்றைவிட இறுக்கப் படாத படிவங்களில், அவ்வமைப்புக் கொண்டகிணறு



படம் 5-8
சரளைக்கல் அமைப்புக் கொண்ட ஒரு கிணறு

களின் ஒப்புக் கொள்ளளவு இருக்கிறது. மணற் பாங்கான அமைப்புகளில், நீரேற்றியின் மூலம், நீருக்குப்பதில் மண் வெளியேற்றப் படுவதைத் தடுக்க இத்தகைய வடிகட்டும் அமைப்பு அவசியம். அநேகமாக, இறுக்கப்படாத படிவங்களில் அமைந்த கிணறுகள் எல்லாம் இத்தகைய அமைப்புக் கொண் டவை.

சரளை அமைப்பின் உயரம், படிவ அமைப்பையும் துளை முறையையும் பொறுத்து வேறுபடும். இருந்தாலும் குறைந்த அளவில், 15 செ. மீட்டர் உயரமேனும் இருக்க வேண்டும். சரளைகளின் அளவை நிர்ணயிக்கையில், அதனல் மணலைத் தடுக்க இயலுமா. கிணற்றைச்சுற்றி நீர் எளிதில் புக வழி

ஏற்படுமா என்பனவற்றைக் கவனிக்க வேண்டும் மணலின் அளவிலிருந்து 0·6 செ. மீ. அளவு வரை சரளையின் அளவு வேறுபடலாம் என்பது அனுபவத்தால் அறிந்த உண்மை. இந்த அமைப்பின் பரவல் நீர்க்கொள் அமைவின் துகளமைப்பையும் கூட்டின் துளையளவையும் பொறுத்தது. இதைத்தவிரச் சரளை மிக அருகிலேயே கிடைக்கக் கூடியதாக இருத்தல், அநேக சமயங்களில் மிக முக்கியமானதாகும்.

மணற்பாங்கான அமைப்புக் கொண்ட நீர்க்கொள் அமைவுகளில் சரளையமைப்பு மிக அவசியம் என்றால், ஆழ் கிணறுகள் நீரழுத்தச் சுழல் முறையாலோ, எதிர்ச்சுழல் முறையாலோ, தோண்டப்பட வேண்டும், கிணற்றுக் கூட்டைச் சுற்றித் தோண்டியபின் நீரின் உதவிகொண்டு, சரளைகளைக் கீழே இறக்கலாம். சில சமயங்களில், சிறு குழாய்கள் மூலமோ அல்லது சிறுதுவாரங்கள் மூலமோ, கூட்டைச்சுற்றிச் சரளைகளைச் செலுத்தி, அவற்றை அடுக்காக அமைக்கலாம். இம் முறையால் ஏற்படும் அடுக்கமைப்பு, மிகச் சீரானதாக இருக்கும். கத்தியமைப்பு (blades) இல்லாத நீரேற்றிகளைக் கொண்டும், சரளைகளைக் கீழே செலுத்தலாம்.

கம்பிக்கருவி முறையால் தோண்டப்பட்ட ஆழமில்லாத கிணறுகளைச் சுற்றியும் சரளை அடுக்கமைப்பை ஏற்படுத்தலாம், துளை போடும் போதே, காலியான கூடு ஒன்றைக் கிணற்றைச் சுற்றி இறக்கிப் பின்னர் வடிகட்டி அமைப்புக் கொண்ட கூட்டை அதனுள் இறக்கி, இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள இடத்தில். சரளைகளைச் செலுத்தி இத்தகைய அமைப்பை ஏற்படுத்தலாம். சரளைகளைச் செலுத்தியபின் வெளிக்கூட்டை உருவி வெளியே எடுத்து விடலாம்.

5-7. கிணறுகளை வளமாக்கல் (Development)

கிணறு தோண்டப்பட்டபின், அதனுடைய ஒப்புப் பயனை அதிகரிக்கவும், மணல் வந்து அடைக்காதிருக்கவும் வழிசெய்து, அதன், பயன் கொடுக்கும் காலத்தை அதிகரிக்க, அது சரியான முறையில் வளமாக்கப்பட வேண்டும். கிணற்றுக் கூட்டின் துளைகளைச் சுற்றிப் படிந்துள்ள துகள்களை முதலில் அறவே நீக்க வேண்டும். சரளை அடுக்கமைப்புக் கொண்ட கிணறுகளில், இது தானுகவே ஏற்பட்டாலும் வளமாக்கும் முறைகள் நன்மையே பயக்க வல்லன.

நீரேற்றிகளின் உதவி கொண்டோ அல்லது அலையெழுச்சி (surge) முறைப்படியோ, அழுத்தப்பட்டக் காற்றைச் செலுத்து

தல் மூலமோ, எதிர்க்கழுவல் (back washing) முறைப்படியோ அல்லது கரியமில வாயுவின் உதவி கொண்டோ, கிணறுகள் எப்படி வளமாக்கப் படுகின்றன என்பதை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் காண்போம். சிலசமயம், வெடி மருந்தின் உதவி கொண்டு கூடப் பாறைகளில் அமைந்த கிணறுகளை வளமாக்கலாம்.

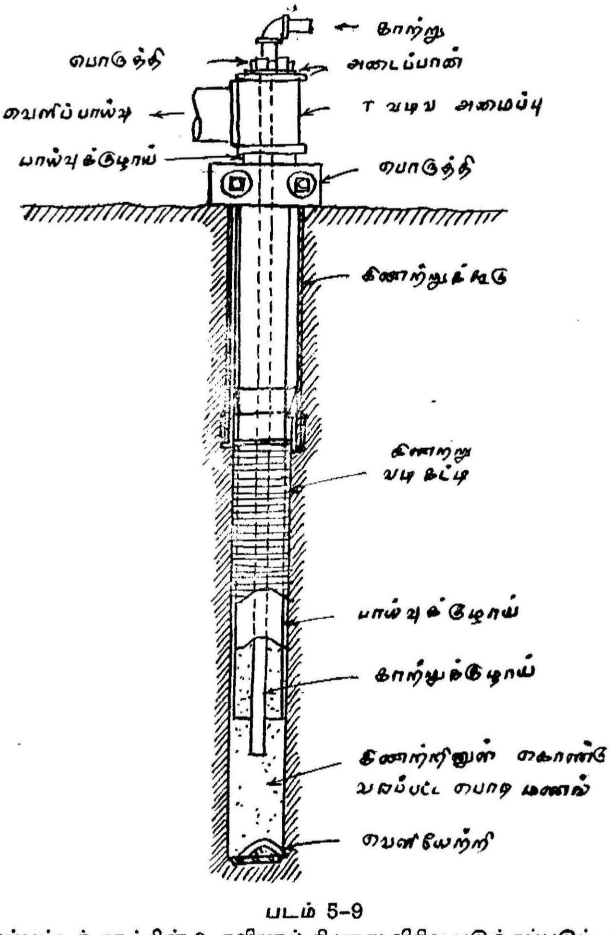
நீரேற்றியின் உதவியால், கிணற்றை விரிவுபடுத்தக் கிணற்று வடிகட்டி அமைப்பின் துளைகள் வரை செல்லக் கூடிய உறிஞ்சு குழாய் கொண்ட நீரேற்றி தேவை. குறைந்த நீர்ப் பாய்வுக்காக முதலில் நீரேற்றியை இயக்கி நீரை முழுதும் வெளியேற்றியபின், படிப்படியாக அதிகப்படியான, நீர்ப் பாய்வுகளுக்காக நீரேற்றியை இயக்க வேண்டும். எல்லா நீரும், துகள்களும் வெளியேற்றப்பட்டபின், நீரேற்றியின் இயக்கத்தை நிறுத்திக் கிணற்றினுள் நீர் மறுபடி சேர அனுமதிக்க வேண்டும். பிறகு, மேலே கண்டபடி எல்லாச் செய்முறைகளையும் திரும்பச் செய்ய வெண்டும், நீர்ப்பாய்வின் அளவு, ஒரே சீராக இல்லா திருப்பதால், கிணற்றைச் சுற்றிப் படிந்த துகள்கள் எளிதாகக் கிளறப்பட்டு வெளியேற்றப் படுகின்றன. கிணற்றினுள் புகுந்த கடினப் பொருள்களை; மணற் பொருளை வெளியேற்றும் அமைப்புக் கொண்ட நீரேற்றிகளின் உதவியால் வெளியேற்றலாம்.

மேலும் கீழும் வேகமாக இயங்கக்கூடிய ஓர் உந்து தண்டின் (piston) இயக்கத்தால் ஏற்படும் எழுச்சியின் உதவியால், கிணற்றை நல்ல முறையில் வளமாக்கலாம். இறுக்கப் படாத நீர்க்கொள் அமைவுகளில் துளையமைப்புக் கொண்ட கிணற்றுக் கூட்டுக்கு மேலேயும் பாறையாலான நீர்க் கொள் அமைவுகளில் கிணற்றுக் கூட்டுக்கு உள்ளேயும் உந்து தண்டு இயக்கப் படுகிறது. கிணற்று நீரோடு "கால்கன்" (calgon) என்ற பொருள் சேர்க்கப் படுகிறது. உந்து தண்டு மேலேறும்போது, கிணற்றினுள் நீர் நுழைகிறது. அது கீழே இறங்கும் போது, கிணற்றில் நுழைந்த நீர் அதிக அழுத்தத்தோடு வெளியேற்றப் படுகிறது. இத்தகைய, நீர் எதிர்ப்பாய்வு முறையால் துகள்கள் கிணற்றினுள் வந்து படிகின்றன. பிறகு அதனை நீரேற்றியின் உதவி கொண்டு வெளியேற்றலாம்.

உந்துதண்டு உருளையமைப்போடு இல்லாது, நடுவில் புழையோடு கூடிய குழாயமைப்போடு இருந்தால், ஒவ்வொரு முறையும் அது மேலும் கீழும் இயங்கும் போது, கிணற்று நீரை எளிதாக வெளியேற்ற முடியும். எழுப்பு முறை. கிணற்றிலிருந்து

இனி மண்ணோ, மணலோ வெளிவராது என்ற நிலைவரைத் தொடர்ந்து செய்யப்பட வேண்டும்.

அழுத்தப்பட்ட காற்றின் உதவிகொண்டு கிணற்றை வளமாக்க அழுத்தப்பட்டக் காற்றைக் குழாய் மூலம் கிணற்றினுள்



படம் 5-9
அழுத்தப்பட்டக் காற்றின் உதவியால் கிணறு விரிவு படுத்தப்படும் அமைப்பு

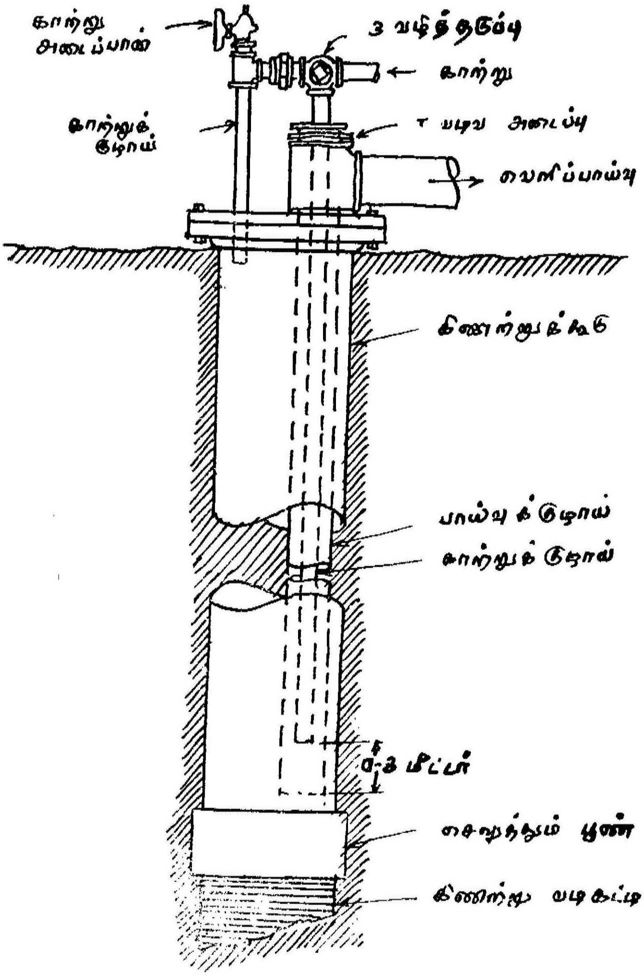
செலுத்தக் கூடிய காற்றழுத்தி (air-compressor) அவசியம். காற்றுக் குழாயைச் சுற்றிப் படம் 5-9-ல் காட்டியுள்ளதுபோல் ஒரு பாய்வுக்குழாயும் பொருத்தப்பட்டிருக்க வேண்டும். இரண்டு குழாய்களும் தனித்தனியே, எந்த ஆழத்திலும், இயங்கப்படக்கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். கிணற்றைச் சுற்றிய

வடிகட்டியமைப்பின் ஆழம் வரை, இரண்டு குழாய்களும் இறக்கப்பட வேண்டும். காற்றுக்குழாயை முதலில் மூடிக் காற்றின் அழுத்தத்தைச் ச. செ. மீட்டருக்கு 6 முதல் 10 கிலோகிராம் வரை உயர்த்திப் பிறகு, திடீரென்று கிணற்றினுள் அதனைச் செலுத்த வேண்டும். இந்த அழுத்தக் காற்றின் வேகத்தால், கிணற்று நீரில் ஓர் எழுச்சி ஏற்பட்டு. பாய்வுக் குழாய் மூலம் நீர் வெளியேறுகிறது. அழுத்தக் காற்றின் உதவியால், வடிகட்டியைச் சுற்றியுள்ளத் துகள் படிவு நெகிழ்விக்கப்பட்டு, நீரோடு, துகள்களும் எளிதாக வெளியேற முடிகிறது. இந்தச் செய்முறை அநேக தடவைகள், எல்லாத் துகள்களும், கிணற்றிலிருந்து நீங்கும் வரை, நீடிக்கப்படுகிறது.

எதிர்க் கழுவல் முறையில். கிணற்றின் மேல்பாகம் காற்றுப் புக முடியாத ஒரு அமைப்பால் மூடப்படுகிறது. பாய்வு மற்றும். காற்றுக் குழாய்கள், மேலே உள்ள முறையில் கூறியபடி அமைக்கப்படுகின்றன. இவை தவிர, ஒரு சிறிய காற்றுக் குழாயும் ஒரு மூன்று வழித்தடுப்பும் படம் 5–10-ல் காட்டியபடி பொருத்தப்படும். நீண்ட காற்றுக் குழாய் மூலம் செலுத்தப்பட்டக் காற்றின் உதவியால், கிணற்று நீர், காற்ருேடு பாய்வுக்குழாய் மூலமாக வெளியேறுகிறது. எல்லா நீரும் வெளிவந்த பிறகு, காற்றுக் குழாயை மூடி, திரும்பவும் கிணறு, நீரால் நிரம்ப அனுமதிக்க வேண்டும். பின்னர்; சிறிய காற்றுக் குழாய் மூலமாக காற்றைச் செலுத்தி, கிணற்று நீரை எழுப்பி, மணல், துகள்கள் முதலியவற்றை நன்கு கலக்க வைத்துப் பின்னர், பாய்வுக் குழாய் மூலமாக வெளியேற்ற வேண்டும்: செலுத்தப்பட்ட காற்றே, பாய்வுக் குழாய் மூலம் வெளியே வரும் நிலைவரை. காற்று செலுத்தப்படல் வேண்டும். பின்னர் மூன்று வழித் தடுப்பின் உதவியால் சிறுகுழாய் வழியே செல்லும் காற்றை நிறுத்திப் பெரிய குழாய் மூலமாக மறுபடி செலுத்த வேண்டும். கிணறு நன்ருக வளமாக்கப்படும் வரை இந்த எதிர்க்கழுவல் முறையை நீடிக்க வேண்டும்.

உலர்ந்த பனித்துண்டு (கட்டிக் கரியமிலவாயு) களின் உதவியால் கிணற்று நீரில் எழுச்சி ஏற்படுத்தி அதன் மூலம் கிணற்றை வளமாக்கும் முறை புதிய முறையாகும். கிணற்றுக் கூட்டைச் சுற்றிப் படிந்த களி மற்றும் இதரப் படிவுகளை நெகிழ்விக்க ஹைட்ரோ குளோரிக்கு அமிலம் கிணற்றில் ஊற்றப்படும் கிணற்றின் மேல்பகுதியை நன்கு மூடி, அழுத்தக் காற்றைச் செலுத்த வேண்டும். கடைசியாக கிணற்று மூடியை அகற்றி விட்டு உலர்ந்த பனித்துண்டுகளைக்கிணற்றில் போடவேண்டும் பனித்துண்டுகளிலிருந்து வெளியாகும் கரியமிலவாயு, கிணற்

றினுள் அழுத்தத்தை ஏற்படுத்திக் கிணற்றை விட்டு வெளியே



படம் 5-10
எதிர்க் கழுவல் முறையில் கிணற்றை விரிவுபடுத்தும் அமைப்பு

வரும்போது. மண்ணும் மணலும் கலந்த நீர்ப்பாய்ச்சாக அதிக உயரத்திற்குப் பீறியடிக்கிறது.

5-8. கிணற்றின் பயனை ஆய்வு மூலம் அறிதல்

கிணற்றை வளமாக்கிய பின், அதன்பயன், நீரிறக்கம் (drawdown) முதலியவைகளை ஆய்வுகள் மூலம் அறிய

வேண்டும். இந்த அறிவின் மூலம் கிணற்றிலிருந்து கிடைக்கக் கூடிய நீரின் அளவு, அதை வெளிக் கொண்டுவரப் பயன் படும்; நீரேற்றியின் தன்மை, அதற்கான செலவுகள் முதலிய வற்றைக் கணிக்க முடியும். கிணற்று நீரின் மட்டத்தை முதலில் அளக்க வேண்டும். பின்னர் நீரை நீரேற்றியின் உதவி கொண்டு, மட்டம் மேலும் இறங்காமல் இடையுருநிலை அமையும் வரை வெளியேற்றி, அந் நிலையில் நீரின் மட்டத்தை அளக்க வேண்டும். இந்த இரண்டு மட்டங்களுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடே நீரிறக்கம் எனக் கணக்கிடப்பட்டு நீர்ப் பாய்வுக்கும் நீரிறக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பின் உதவியால் கிணற்றின் ஒப்புப்பயன் கணிக்கப்படுகிறது. நீர்ப்பாய்வை, எந்தவொரு முறையாலும் எளிதாக அளக்கலாம். நீரின் மட்டத்தை அளக்கச் சுண்ணும்பு தடவப்பட்ட அளவு நாடாவையோ அல்லது மின்சாரம் பாயும் கம்பியின் உதவியையோ நாடலாம்.

5–9. கிணறுகளைப் பாதுகாத்தலும் சரிசெய்தலும்

சரியான முறையிலே தோண்டப்பட்டுக் கூடு அமைக்கப் பட்டு, வளமாக்கப்பட்ட ஒரு கிணறு சரியான முறையில் பாது காக்கப் படாவிடினும், பல ஆண்டுகளுக்குப் பலனளிக்கிறது. இருப்பினும், எண்ணற்றக் கிணறுகள் சிறிது காலத்திலேயே பயனளிக்கத் தவறுகின்றன. அதாவது, அது தரவல்ல நீரின் அளவு படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இக் குறையைச் சில சமயங்களில் நீரேற்றியைச் சரி செய்வதன் மூலம் தவிர்க்கலாம். சில சமயங்களில் கிணற்றை நன்கு ஆழப் படுத்தியும் ஒப்பேற்றலாம்.

தோண்டும் முறையில் ஏற்படும் தவறுகளால் மற்ருெரு விதமான குறைகள் ஏற்படுகின்றன. கூடுகள் சரியாகப் பொருத்தப்படாமல் இருத்தல், சரளை அடுக்கமைப்பு சீராக அமையாமை போன்றவற்ருல் ஏற்படும் குறைகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தன. காலத்திற்கேற்றபடி இக் குறைகளைச் சரி செய்ய வழிகளைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும். திடீரென்று, கிணற்றுக்கூடு உடைந்தாலோ அல்லது கிணற்றினுள் கூட்டின் வழியே நீர்புகும் துளைகள் தடைப்பட்டாலோ புதிதாகவே, மறுபடியும் கிணற்றைத் தோண்டக்கூடிய நிலை, சில வேளை களில் ஏற்படலாம்.

மூன்ருவது வகையான குறை, துளைகள் கொண்ட கிணற் றுக் கூட்டில் ஏற்படும் துருப்பிடித்தலினுல் உண்டாகிறது

இந்தத் துருப்பிடித்தல் கிணற்று நீரின் தன்மையாலோ அல்லது கிணற்றுக் கூட்டிலமைந்த இரு வேறு உலோகங்(metal) களுக்கிடையே ஏற்படும் மின்னாற்பகுபடு முறையாலோ ஏற்படலாம் (electrolysis).

கிணற்றுக்கூட்டை நிக்கலாலோ, தாமிரத்தாலோ அல்லது துருப்பிடியா எஃகாலோ (stainless steel) அமைப்பதன் மூலம் துருப்பிடித்தலைத் தவிர்க்கலாம். ஊற்று நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்களின் மூலம், கூட்டின் துணைப்பகுதிகளில் வீழ்படிவுகள் ஏற்படலாம். நீரேற்றியின் மூலம் ஏற்படும் அதிக நீர்ப்பாய்வினுல் கிணற்றை அடையும் நீரின் அழுத்தம் குறைந்து. கரியமிலவாயு வெளியாகி அதன் மூலம் கால்சியம் கார்பனேட்டு என்ற பொருள் படிகிறது. கிணற்றிலுள்ள உயிர்வளியின் (oxygen) உதவியால் கரையக்கூடிய இரும்புப் பொருள்கள், கரையமுடியாத இரும்புப் பொருள்களாக மாற்றப் படுகின்றன. கூட்டின் துளைகளில் ஏற்படும் இத்தகைய வீழ்படிவுகளை ஐட்ரோகுளோரிக்கு அமிலம் அல்லது கால்கன் இவற்றின் உதவியால் நீக்கி, எழுப்பு முறைப்படி அவற்றை வெளியேற்றலாம். அழுத்தப்பட்ட காற்று அல்லது உலர்ந்த பனித்துண்டுகள் மூலம் செய்யப்படும் கிணறு வளமாக்கும் முறைகளையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

குறிப்பாகச் செயற்கை முறையில் நீரூட்டப்படக்கூடிய கிணறுகளில் கூட்டின் துளைகள் நுண்ணியிரி (bacteria) களின் வளர்ச்சியால் மூடப்படலாம். அச்சமயங்களில், திரும்பிச் செலுத்தப்படும் நீரில் குளோரினைக் கலந்தால் இத்தகைய வளர்ச்சிகள் தடைப்படும். மற்றக் கிணறுகளில் நீரேற்றி மூலம் குளோரின் கலந்த நீரைக் கிணற்றுக்குள் செலுத்தி மேற்கண்ட குறையைத் தவிர்க்கலாம்.

6. நீர்க் கிணறுகள் பற்றிய வினுக்களுக்கு விடை காணும் முறைகள்

6-1. பொது இடார்சி விதியையும் ஊற்று நீரியக்கத்தின் அடிப்படைச் சமன்பாடுகளும் பகுதி 4-ல் நன்கு விளக்கப் பட்டுள்ளன. அவற்றை எவ்வாறு பலவகையான வினுக்களுக்கு விடை காணப் பயன் படுத்தலாம் என்பதை இப்போது காண் போம். ஊற்று நீர் பற்றிய எந்த வினுவிற்கும் விடைகாண, நிலத்தின் நீர் உட்புகும் தன்மை, ஊற்று நீர்ப்பாய்வின் வகை, நீர்ப்பாய்வின் எல்லைகள், இவற்றைப் பற்றிய தற்கோள்கள் தேவை. இதனுல் கிடைக்கக் கூடிய விடைகள், உண்மையான அமைப்புக்கு அப்படியே பொருந்தாமலிருப்பினும், ஊற்று நீர்ப் பாய்வில் ஏற்படும் சிக்கலான பொருள்களைத் தெளிவாக்கிக் காட்ட உதவுகின்றன. கிணற்றிலிருந்து நீரேற்றி மூலம் ஊற்று நீர் வெளியேற்றப்படும் முறைகளும், அதன் அளவும் அதிக மாக வேறுபடுவதால், அவைகளைப் பற்றிய வினுக்களுக்கு விடை காணுதல் மிக அவசியம்.

6-2 இடையரு ஒரு திசைப் பாய்வு

6-2 (a) கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்கொள் அமைவுகள்

ஒரே சீரான ஆழம் கொண்ட ஒரு கட்டுப் பட்ட நீர்கொள் அமைவினூடே x திசையில் பாயும் ஊற்று நீரின் வேகம் v, எனக் கொண்டால் இடையருப் பாய்வுச் சமன்பாடான

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \text{ என்பது}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial^2 x} = 0 \text{ என ஆகிறது.} \qquad (6\text{-}1)$$

இதனைத் தீர்க்கும் போது,

$$h = c_1 x + c_2 \text{ என்றாகிறது.} \qquad (6\text{-}2)$$

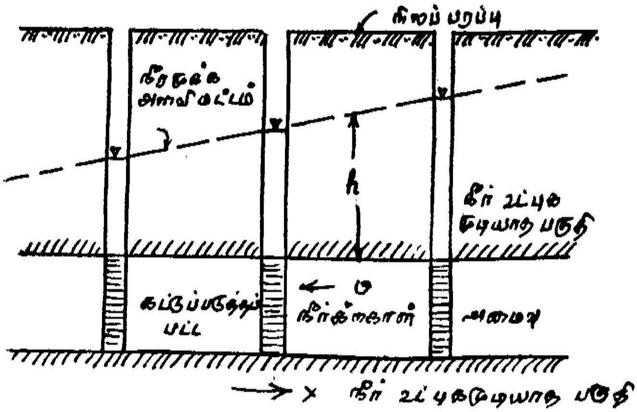
இதில் h என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்திற்கு மேலே உள்ள நீரழுத்த அளவைக் குறிக்கிறது. C_1 மற்றும் C_2 என்பன நிலை எண்களாகும்;

$x = o$ ஆக இருக்கும் போது, $h = o$ எனக் கொண்டு மற்றும்.

$$\text{இடார்சி விதிப்படி} \quad \frac{\partial h}{\partial x} = \frac{v}{k} \quad \text{என்பதையும்}$$

$$\text{சேர்த்தால்,}\ h = \frac{vx}{k} \quad \text{என ஆகிறது.} \qquad (6\text{-}3)$$

இதன் மூலம் படம் 6-1-ல் காட்டியபடி, x-ன் குறைவுத் திசையில் ஏற்படும் பாய்வில் நீரழுத்தம் நேர்விகிதப்படி



படம் 6–1

ஒரே சீரான பருமன் உள்ள ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவில் ஏற்படும் இடையறு ஒரு திசைப்பாய்வு

(linearly) குறைந்து கொண்டு போகிறது என அறியலாம்.

6•2 (*b*). கட்டுப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகள்

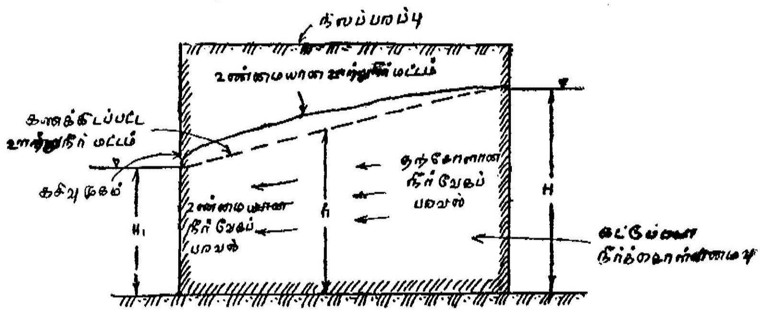
மேற்கூறிய நிலையில், அமைந்த கட்டுப்படா நீர்க்கொள் அமைவில் இலாப்ளேசு சமன்பாட்டை அப்படியே பயன் படுத்தி, நேரான முறையில் விடை காணுதல் இயலாத செயல். இம் முறையில் ஏற்படும் இடையூறுகள் என்ன வெனில், இருபரு மான முறைப்படி, ஊற்று நீர் மட்டம் ஒரு பாய்வு வழியைக் (flow line) குறிப்பிடுகிறது. அதுமட்டுமன்றி, ஊற்று நீர் மட் டத்தின் அமைப்பும், நீர்ப்பாய்வின் பரவலும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டவைகளாகும். உடுஃபிட்டு என்பவர் இம்

மாதிரி வினாக்களில் விடைகாண வேண்டி, கீழ்க்கண்டவற்றை முதலிலேயே அமைந்த தற்கோள்களாகக் கொண்டார்.

(1) பாய்வின் வேகம். நீரழுத்தச் சரிவின் உயர, நீள விகிதத்தைப் (sine) பொறுத்து வேறுபடாமல் உயர, கிடைதூர விகிதத்தைப் (tangent) பொறுத்து வேறுபடும்.

(2) ஒரு செங்குத்துப் பகுதியில் பார்ப்பின், நீர்ப்பாய்வு, கிடைநிலையாக இருப்பது மட்டுமன்றி ஒரே சீராகவும் இருக்கும்.

இந்தத் தற்கோள்கள், வினாக்களுக்கான விடையை எளிதில் தந்தாலும், இந்த விடைகளை அப்படியே பயன் படுத்த முடியாது. படம் 6-2-ல் காட்டியுள்ள படியான ஒரு திசைப்



படம் 6–2
செங்குத்தான எல்லைகளுடைய இரண்டு நீர்நிலைகளுக்கிடையே, கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளமைவின் வழியே ஏற்படும் இடையறா உறுதிப் பாய்வு

பாய்வில், அகல அளவு ஒன்றின் வழியாகப் பாய்வு g என்பதை

$$g = Kh \frac{dh}{dx}$$ என்னும் சமன்பாட்டால்

கணக்கிடலாம் (6-4)

இதில் k என்பது நீர்க்கொள் அமைவின் நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தையும், h என்பது உட்புக முடியாத ஓர் அடி எல்லையிலிருந்து ஊற்று நீர் மட்டத்தின் உயரத்தையும், x என்பது நீர்ப்பாயும் திசையையும் குறிப்பன.

$$qx = \frac{kh^2}{2} + c \qquad (6–5)$$

$x = o$ ஆக இருக்கும் போது $h = H$ ஆனால்.

$$q = \frac{k}{2x}(h^2 - H^2) \quad \text{என்ற உடுஃபிட்டு சமன்பாடு} \quad (6–6)$$

கிடைக்கிறது. இதனால் ஊற்று நீர் மட்டம் பரவளைவு (parabola) போன்ற அமைப்புக் கொண்டது என்பது பெறப்படுகிறது.

முறையே H மற்றும் H_1 நீரழுத்தம் கொண்ட இரண்டு நீர் நிலைகளுக்கிடையே படம் 6-2-ல் உள்ள ஊற்று நீர் மட்டச் சரிவு (நுண்புழைமைப் பகுதியை நீக்கி, நீர்க்கொள் அமைவின் மேற்பாய்வு எல்லையில் (v/s boundary) $\frac{dh}{dx} = \frac{q}{kH}$ என்ற சமன்பாட்டால் அளக்கப்படுகிறது. (6-7)

ஆனல் $h = H$ என்ற மேற்பாய்வு எல்லை, நீர்ப்பாய்வின் சம அழுத்த நீர்வழி (equipotential line) யாகும். ஏனெனில் அந்த எல்லையில் நீரழுத்தம் மாருததொன்று. ஆகவே, இந்த எல்லையில் ஊற்றுநீர் மட்டம் கிடைநிலையாக இருக்கவேண்டும். ஆனல், சமன்பாடு 6-7-ன் படி இது முரணை நீர்ப்பாய்வுத் திசையில், பரவளைவு அமைப்புக் கொண்ட ஊற்றுநீர் மட்டத்தின் சரிவு அதிகமாகிக் கொண்டே வருகிறது. இப்படிச் செய்வதால் உடுஃபிட்டின் தற்கோள்கள், நீர்ப்பாய்வுத் திசையில் செல்லச் செல்ல, உண்மையான நீர்ப்பாய்வு அமைப்பிலிருந்து வேறுபட்டுக் கொண்டே வருகின்றன. ஆதலால் உண்மையான ஊற்று நீர் மட்டம். (கணக்கிடப்பட்ட ஊற்று நீர் மட்டத்தை விட)நீர்ப்பாய்வுத் திசையில் படம் (6-2)-ல் காட்டியபடி போகப் போக அதிகமாக வேறுபடுகிறது.

கணக்கிடப்பட்ட ஊற்றுநீர் மட்டத்தைவிட உண்மையான ஊற்றுநீர் மட்டம் மேலே அமைந்துள்ளதை இப்படி விளக்கலாம். உடுஃபிட்டின் தற்கோள்களின் படி (நீர்ப்பாய்வு) கிடையிலேயே இருக்க வேண்டும். ஆனல், உண்மையில் அதன் திசை சரிந்து இருப்பதால், அதே அளவு நீர்ப்பாய்வுக்கு நீர்க்கொள் அமைவில் அதிக உயரமான திறை செறிவும் பகுதி தேவையாகிறது. நீர்க்கொள்ளியின் கீழ்ப்பாய்வு (down stream) எல்லை கசிவு முனையாக இருப்பதால் அந்த இடத்தில் ஊற்று நீர் மட்டம், நீர் நிலையின் நீர் மட்டத்திற்குச் சிறிது மேலாக நின்று விடுகிறது.

இவ்வளவு வேறுபாடுகள் இருந்த போதிலும் சமன்பாடு (6-6) ஊற்று நீர் மட்டத்தின் குறைந்த சரிவுகளுக்குக் கொடுக்கப்பட்ட q மற்றும் k அளவுகளுக்குக் கிட்டத் தட்டச் சரியான ஊற்று நீர் மட்டத்தை எல்லைகளிலும் இதரப் பகுதிகளிலும் கணக்கிடப் பெரிதும் உதவுகிறது. ஏனெனில். குறைந்த சரிவுகளுக்கு, சைனும், டேனும் கிட்டத்தட்டச் சமம்.

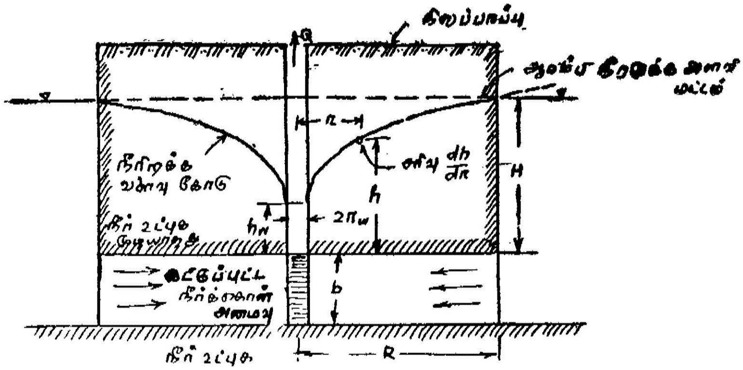
6-3. கிணற்றில் ஏற்படும் இடையரு ஆரப்பாய்வு (Radial flow)

ஒரு கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைக்கப்படும்போது, நீர்க்கொள் அமைவில் கிணற்றைச் சுற்றியுள்ள பகுதியிலிருந்து நீர்

குறைக்கப்பட்டு, ஊற்று நீர் மட்டம் அல்லது நீரழுத்த மட்டம் இறக்கப்படுகிறது. ஊற்று நீரின் நீரிறக்கம், எந்தப் பகுதியிலும். முதலிலிருந்த நீர் மட்டத்திலிருந்து அது இறக்கப்பட்டுள்ள தூரத்தைக் குறிக்கும். நீரிறக்கு வளைவுகோடு என்பது, நீரிறக்க வேறு பாட்டைக் காட்டும் இந்தக் கோடு ஒரு குழிவுக் கூம்புப் பகுதியை(cone of depression) நீர்க்கொள் அமைவில் ஏற்படுத்து கிறது. இந்தக் கூம்புப் பகுதி, கிணற்றின் நீரளிக்கும் பரப் பைக் குறிப்பதால், அந்தக் கூம்பின் ஆரம் நீரளிப்புப் பகுதி ஆரம் (radius of influence) எனப்படும்.

6-3 (*a*) கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவுகள்

கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவை முழுதும் துளைத்த ஒரு கிணற்றின் ஆரவழிப் பாய்வுக்கான சமன்பாட்டைக் கணிக்க அதாவது, கிணற்றின் நீர்ப்பாய்வுக்கும் நீரிறக்கத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும் சமன்பாட்டை நிர்ணயிக்கப் படம் 6-3-ஐ ஊன்றிக் கவனிக்க வேண்டும்.



படம் 6-3

ஒரு தீவில் அமைந்த கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவைத் துளைத்த கிணற்றில் ஏற்படும் இடையறு ஆரவழிப்பாய்வு ;

நீர்ப்பாய்வு, இருபருமான முறையைச் சேர்ந்தது எனக் கொள்ள வேண்டும். கிணறுனது, ஒரு படித்தான, ஒரு திசைப்பண்பியலான, நீர்க்கொள் அமைவின் வட்டவடிவமான பகுதியின் மையத்தில் முழுவதும் துளைத்திருப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும். எல்லாப் பகுதிகளிலும் நீர்ப்பாய்வு கிடைநிலையாக இருப்பதால், உடுஃபிட்டின் தற்கோள்களைத் தப்பில்லாத சரியான விடையைக் காண அப்படியே பயன் படுத்தலாம். கோணக் கட்டக் கணக்கீட்டில் (Polar coordina-

tes) படி, கிணற்றை மையமாக்கி, எந்த ஓர் ஆரத்திலும் கிணற்றின் நீர்ப்பாய்வு ϕ என்பது,

$$\phi = Av = 2\pi r\ bk \ \frac{dt}{dr} \qquad (6\text{-}8)$$

இதில் r என்பது ஆர தூரத்தைக் குறிக்கும்.

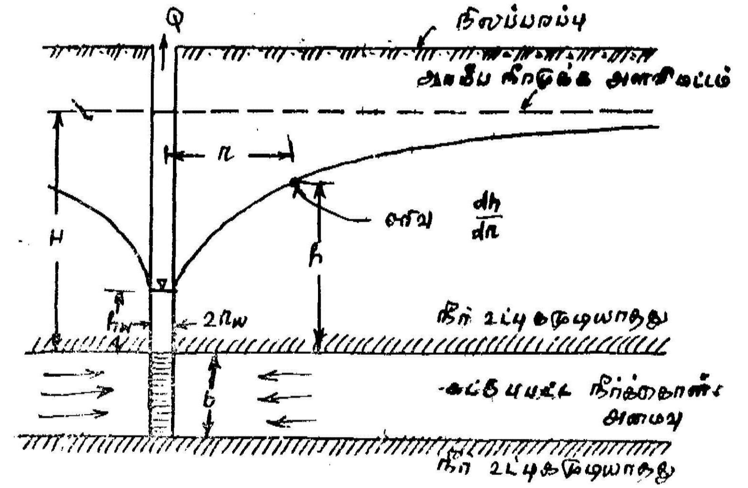
இது இடையறு ஆரப்பாய்வுக்கான சமன்பாடு.

கிணற்றுப் பகுதியில் $h = hw$; மேலும் $r = rw$; என்ற எல்லை நிலைகளையும் வட்டவடிவப் பகுதியின் ஓரத்தில் $h = H$, மேலும் $r = R$ என்ற எல்லை நிலைகளையும் பயன்படுத்தி, தொகைக்காண் முறையால் (integration) கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டை உண்டாக்கலாம்.

$$(H - hw) = \frac{\phi}{2\pi kb} \ Log\, e \ \frac{R}{rw} \qquad (6\text{-}9)$$

அல்லது $\phi \ \ \frac{2\pi kb\ (H - hw)}{Log\, e\ R/rw}$ எனவும் எழுதலாம். (6-10)

பொதுவான, நிலையில் பரந்த கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவைத் துளைத்த கிணறுகளுக்கு படம் (6-4) r-க்கான புற



படம் 6–4
ஒரு பரந்த கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவைத் துளைத்த ஒரு கிணற்றில் ஏற்படும் ஆரவழிப் பாய்வு

எல்லை ஏதும் இல்லை. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட r-ன் அளவுக்கு.

$$= \phi \quad \frac{2\pi\ Kb\ (h-hw)}{Log\ e\ \dfrac{r}{rw}} \qquad (6\text{-}11)$$

இது '*r*' அதிகமாக அதிகமாக, *h* வரையறையின்றி உயர்ந்து கொண்டு போகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. இருந்தாலும் *h*-ன் அதிக அளவு, முதலில் இருந்த சீரான நீரழுத்த அளவு *H* ஆகும். இவ்விதமாக, அறிமுறைப் படி பார்ப்பின், ஆர வழிப்பாய்வு, பரந்த அமைப்புக் கொண்ட நீர்க்கொள் அமைவில் ஏற்பட ஏதுவில்லை. இருப்பினும், உண்மைநிலைப்படி, கிணற்றிலிருந்து தூரம் அதிகமாக அதிகமாக *h* என்பது, அதன் அதிக அளவான *H*-ஐ அடைவதாகக் கொள்ளலாம்.

கிணற்றின் நீரளிப்பு பகுதியின் ஆரத்தை *R* எனக் கொண்டு, அந்த ஆரத்தில் *h*-ன் அளவு *H* என்றும் கொண்டால் சமன்பாடுகள் (6–10) மற்றும் (6—11) இவற்றை ஏற்படுத்தி இவையிடையே ϕ வை நீக்கினல்.

$$(h-hw) = (H-hw)\ \frac{Log\ e\ \dfrac{r}{rw}}{Log\ e\ \dfrac{R}{rw}} \qquad (6\text{-}12)$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கும்.

இதனால் நீரழுத்தம், எந்தவொரு நீர்ப்பாய்வுக்கும், ஆரதூரத்தின் மடக்கையைப் பொறுத்து நேர்க்கோட்டு முறையில் வேறுபடுகிறது என்பது பெறப்படும்.

(6-11) என்ற சமன்பாடு சமநிலை (equilibrium) அல்லது தீம் சமன்பாடு எனப்படும். நீர்க் கொள்ளியின் நீர் உட்புகும் தன்மையைக் கணக்கிட இதனைப் பயன்படுத்தலாம். கிணற்றினின்று இறைக்கப்படும் நீரின் அளவு மாருதிருக்கையில் வேருன ஆரதூரங்களில் ஏற்படுத்தப்பட்ட இரண்டு ஆய்வுக் கிணறுகளில் நீரிறக்கங்களைக் கண்டுபிடித்து, அவற்றைக் கொண்டு *K*-ன் அளவைத் தீர்மானிக்கலாம்.

$$K = \frac{\phi}{2\pi b}\ (h_2-h_1)\ Log\ e\ \frac{r_2}{r_1} \qquad (6\text{-}13)$$

இதில் r_1 மற்றும் r_2 சோதனைக் கிணறுகளின் ஆர தூரங்களையும் h_1 மற்றும் h_2 சோதனைக் கிணறுகளில் நீரழுத்த அளவுகளையும் குறிப்பன. மேற்கூறிய சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த கீழ்க் கண்ட நிலைகள் உள்ளனவா என உறுதிப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும்:

(1) இடையறு நிலையை அடையும் வரை கிணற்றிலிருந்து சீரான அளவில் நீர் இறைக்கப்பட்டவாறே இருக்க வேண்டும்.

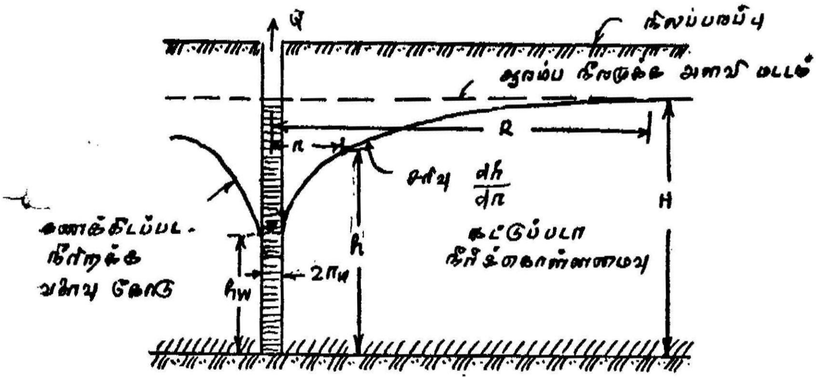
(2) ஆய்வுக் கிணறுகளை, கிணற்றின் அருகிலேயே ஏற் படுத்தவேண்டும். இதனால் நீரிறக்கங்களின் அள வுகள் அதிகமாக இருப்பது மட்டுமன்றி எளிதாகவும் அளக்க முடியும்.

(3) நீர்க்கொள் அமைவு, ஒருபடித்தான, ஒரு திசைப் பண்பியலானதாகவும், மிகப் பரந்த அமைப்புக் கொண்டதாகவும் கிணறு நீர்க் கொள்ளியை முழுதும் துளைத்ததாகவும் இருக்க வேண்டும்.

(4) ஊற்று நீர்ப்பாய்வு, தகட்டுப் பாய்வு வகையைச் சேர்ந்ததாக இருத்தல் வேண்டும்.

இத்தகைய வரம்புகள் இருந்தும் கூட. நீர் உட்புகும் தன்மை யைக் கணக்கிட இந்தச் சமன்பாடு மிக அதிகமாகப் பயன் படுகிறது.

6-3 (b). கட்டுப்படா நீர்க்கொள் அமைவு



படம் 6-5
ஒரு கட்டுப்படா நீர்க் கொள்ளமைவைத் துளைத்த கிணற்றில் ஏற்படும் ஆரவழிப் பாய்வு

கட்டுப்படா நீர்க்கொள் அமைவில், இடையரு ஆரப் பாய்வுக்கான சமன்பாட்டை, உடுஃபிட்டின் தற்கோள்களைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். படம் 6-5-ல்காட்டியபடி, நீர்க்கொள் அமைவின் கிடையாக அமைந்த அடிஎல்லைவரை, கிணறு முழுதும் துளைத்திருப்பதாகவும், கிணற்றைச் சுற்றி, நிலையான நீரழுத்தம் கொண்ட ஒரு வட்டப்பகுதி அமைந்திருப்பதாகவும் கொள்ளவேண்டும்.

$$\text{கிணற்று நீர்ப்பாய்வு } \phi = 2\pi r k h \frac{dh}{dr} \qquad (6\text{-}14)$$

$r = rw$ என்ற எல்லையில் $h = hw$ என்றும் $r = R$ என்ற எல்லையில் $h = H$ என்றும் வரம்புகளை ஏற்படுத்தி, தொகைகாண் முறைப்படிச் சமன்பாடு.

$$(6\text{-}14)\text{ஐ விரித்தால் } \phi = \frac{\pi k (H^2 - hw^2)}{\text{Log e} \frac{R}{rw}} \text{ என்ற} \qquad (6\text{-}15)$$

சமன்பாடு கிடைக்கும்

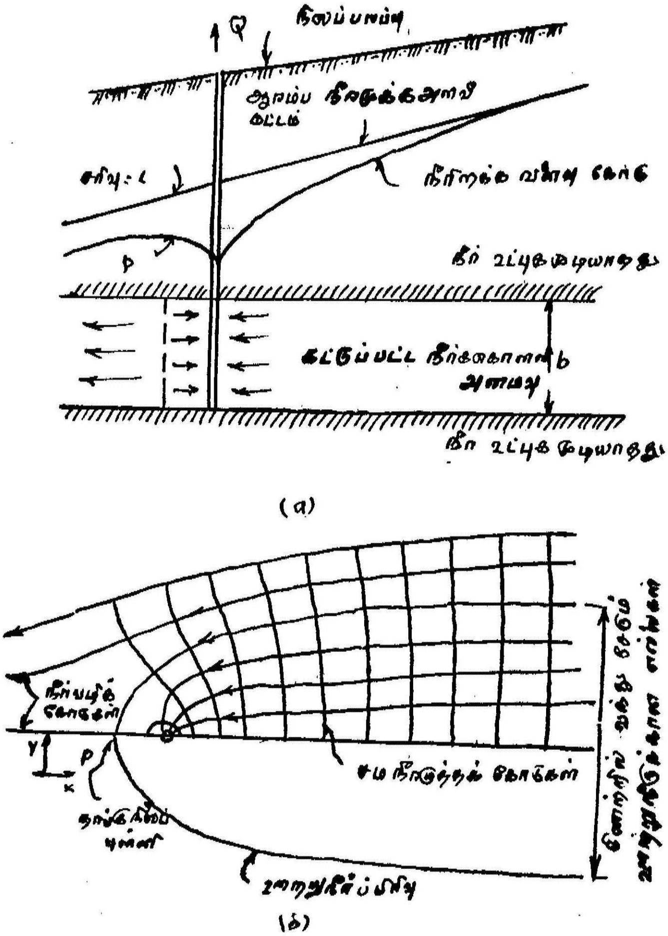
கிணற்றுக்கு அருகே, நீரின் செங்குத்துப் பாய்வு வேகம் அதிகமாக இருப்பதால். கிணற்றருகே அமைந்த நீரிறக்கக் கோட்டை இந்தச் சமன்பாடு சரியாக விளக்குவதில்லை. ஆனால் கொடுக்கப்பட்ட நீரழுத்தங்களுக்கான, நீர்ப்பாய்வுகள் கிட்டத்தட்டச் சரியாகவே கணக்கிடப்படுகின்றன. இருந்தாலும், உண்மை நிலையில் மேற்கூறிய சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தும்போது R-ன் அளவு 150 முதல் 300 மீட்டர்களுக்குள் இருப்பது நல்லது. இரண்டு வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கான நீரழுத்தங்களையும் தூரங்களையும்கூட மேற்கூறிய சமன்பாட்டில் பயன்படுத்தித் தேவையான விடையைக் கணக்கிடலாம்.

6-4. ஒரு சீரான (Uniform) பாய்வு கொண்ட கிணறுகள்

இதுவரை, ஆரம்பத்தில், நீரிறக்கக்கோடு கிடைநிலையாக அமைந்த கிணறுகளின் பாய்வு பற்றிய விவரங்களைக் கண்டோம். ஆனால், சில சமயங்களில், சீரான பாய்வு அமைந்த நீர்க்கொள் அமைவின் ஆரம்பத்தில், சாய்வான நீரிறக்கக் கோடு கொண்ட கிணறுகள் அமையலாம். அக்கிணறுகளின் நீர்ப்பாய்வை ஆராய்வோம்.

படம் 6-6 நீரிறக்கக் கோடு சாய்வாகக் கொண்ட, கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவினை முழுதும் துளைத்த ஒரு கிணற்றின் குறுக்கு வெட்டு மற்றும் கிடைநிலைத் தோற்றங்களை

(Plan) விளக்குகிறது. இக் கிணற்றில் வட்ட வடிவ நீரளிப்புப் பகுதி ஒழுங்காக அமையாது என்பது கண்கூடு. இருந்தாலும்



படம் 6–6
சாய்வான நீரமுக்க அளவி மட்டம் கொண்ட ஒரு கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவைத்துளைத்த கிணற்றில் ஏற்படும் பாய்வு
(a) செங்குத்துக் குறுக்குத் தோற்றம் (b) கிடைநிலைத் தோற்றம்

குறைந்த அளவு சரிவுகொண்ட நீர் மட்டங்களுக்கு உடுஃபிட் சமன்பாடு பயன்படுத்தப் படுவதில் அதிகத் தவறு ஏற்படுவதில்லை.

வென்ஸல் (Wenzel) என்பவர், குறைந்த அளவில் நீரழுத்த மட்டச் சரிவு கொண்ட கிணறுகளில், நீர்க்கொள் அமைவின் நீர் உட்புகும் தன்மையைக் கிணற்றின் இருபக்கமும் அமைந்த சராசரி நீரழுத்தச் சரிவுகளின் அளவுகளைக் கொண்டு கணக்கிடலாம் எனக் கண்டுள்ளார். அவரது சமன்பாடு சரிவு வாய்ப்பாடு (formula) எனப்படும்.

$$k = \frac{2\phi}{\pi r\ (hu + hd)\ \ (iu + id)} \qquad (6\text{–}16)$$

இது கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள் அமைவுகளுக்கான வாய்பாடு. இதில் ϕ என்பது கிணற்று நீர்ப்பாய்வு அல்லது நீரிறைக்கப்படும் அளவையும் hw மற்றும் hd என்பன நிறைவு உயரங்களையும் iu மற்றும் id கிணற்றிலிருந்து ஆர தூரம் r அளவுள்ள மேற்பாய்வு கீழ்ப்பாய்வு எல்லைகளில் அமைந்த ஊற்று நீர் மட்டச் சரிவுகளையும் குறிப்பன. கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவில் ஊற்று நீர் மட்டச் சரிவுகள், நீரழுத்த மட்டச் சரிவுகளாகவும் $(hw + hd)$ என்பது '$2b$' என்றும் மாற்றப் படுகின்றன. இதில் 'b' என்பது நீர்க்கொள் அமைவின் உயரத்தைக் குறிக்கும். படம் 6–6-ல் கிணற்றுக்குள் நீர் செல்லும் பகுதியின் எல்லையான ஊற்று நீர்ப் பிரிவு (divide) காட்டப்பட்டுள்ளது. நீரிறைக்கப் படும் கிணறுகளில் இந்த எல்லை, நீர்க்கொள் அமைவின் வரம்பு வரை நீடிக்கும்.

உடு∴பிட் உருவங்களைப் பயன்படுத்தி, இந்த நீர் செல்லும் பகுதியின் எல்லையை,

$$-\frac{y}{x} = \tan\left(\frac{2\pi kbi}{\phi}y\right) \text{ என்று கணக்கிடலாம்.} \qquad (6\text{–}17)$$

இதில் y மற்றும் x, கிணற்றை துவக்கப்புள்ளி (origin) யாகக் கொண்ட இருபருமானக் கூறுகளையும்

b என்பது நீர்க்கொள் அமைவின் உயரத்தையும்;

ϕ என்பது நீர்ப்பாய்வின் அளவையும்,

i என்பது ஊற்று நீர் மட்டத்தின் சரிவையும்,

k என்பது நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தையும் முறையே குறிப்பன.

x–ன் அளவு எல்லையற்றதாக (Infinite) இருக்கையில்,

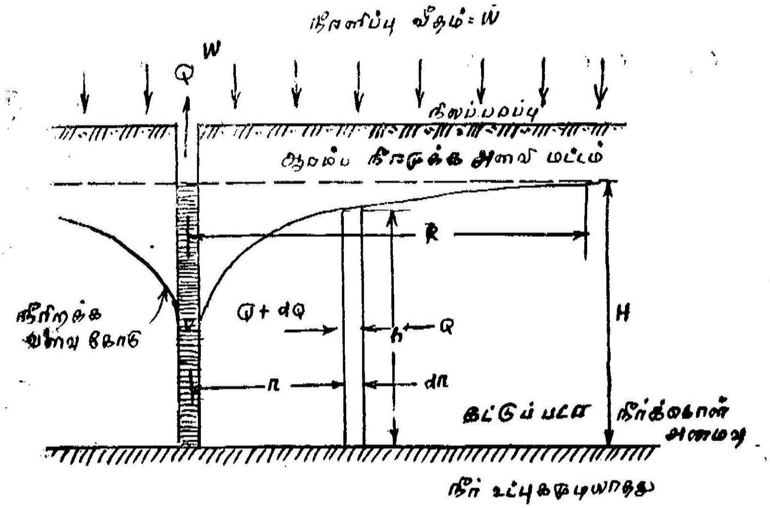
$$y = \pm\frac{\phi}{2\pi k\,bi} \qquad (6\text{-}18)$$

நீர் செல்லும் அல்லது அளிக்கும் பகுதியின் எல்லை, கீழ்ப்பாய்வு திசையில் $x = -\dfrac{\phi}{2\pi k\ bi}$ என்ற தங்கு நிலைப் புள்ளி (stagnation) வரை நீடிக்கிறது. (6-19)

(6-17) முதல் (6-19) வரையுள்ள சமன்பாடுகளைக் கட்டுப் படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் 'b' என்பதற்குப் பதில் நிறைவு உயரமான H-ஐப் பயன்படுத்த வேண்டும். இதில், நீர்க்கொள் அமைவின் உயரத்தோடு ஒப்பிடும்போது, நீரிறக்கம் குறைந்த அளவில் இருக்கும்.

6-5. சீரான நீரூட்டல் பெறும் இடையுறுப் பாய்வு

படம் 6-7 ஒரு கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவைத் துளைத்த, மழைநீர் அல்லது நிலப் பரப்பு நீர், இதனால்



படம் 6-7

சீரான நீரளிப்போடுகூடிய ஒரு கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளமைவைத் துளைத்த கிணற்றில் ஏற்படும் இடையுறுப் பாய்வு

w என்ற அளவில் சீரான நீரூட்டப் பெறும் அமைப்புக் கொண்ட ஒரு கிணற்றைக் காட்டுகிறது. நீரூட்டல் அமைப்பால், நீர்ப் பாய்வின் அளவு முதலில் ϕ ஆக இருந்து பிறகு

கிணற்றை அடையும் போது ϕw ஆக அதிகரிக்கிறது. கிணற்றின் மையத்திலிருந்து ஆரதூரம் 'r' கனம் '$2r$'ம் கொண்ட ஓர் உருளை போன்ற நீர்க்கொள் அமைவின் வழியே ஏற்படும் நீர்ப்பாய்வு அதிகரிப்பு $d\phi$ என்பது,

$$d\phi = - 2\pi r dr\, w \qquad (6\text{-}20)$$

தொகைகாண் முறைப்படி, $\phi = - \pi r^2 W + e$ — (6-21)

கிணற்றுப் பகுதியில் $r = o$ மற்றும் $\phi = \phi w$ ஆதலால்

$$\phi = -\pi r^2 w + \phi w \qquad (6\text{-}22)$$

இந்த முடிவைச் சமன்பாடு (6-14)ல் பொருத்தினல்.

தொகைகாண் முறையைப் பயன்படுத்தி, $r + R$ ஆகும்போது $h = H$ என்பதையும் சேர்த்தால், நீரிறக்க வளைவு கோட்டுக்கான சமன்பாடு கீழுள்ள மாதிரிக் கிடைக்கும்.

$$2\pi Rkh \frac{dh}{dr} = - \pi r^2 w + \phi w \qquad (6\text{-}23)$$

இந்தச் சமன்பாட்டை (6-15) உடன் ஒப்பிடுகையில் திரும்பப் பெறும் நீரால் ஏற்படும் மாறுதல் நன்கு விளங்கும். இதே முறையே மேலும் விரித்து அதன் மூலம் எப்படி நீரளிப்புப் பரப்பின் ஆரம் R, K-ஐப் பொறுத்ததல்ல என நிலை நாட்டலாம்.

சமன்பாடு (6-24)-ல் ∂-ஐப் பொறுத்து வகையீட்டுமுறையைப் பயனுக்கினல்,

$$- 2h \frac{dh}{dr} = \frac{TRw}{k} \quad \frac{\phi h}{\pi k} \frac{1}{r} \qquad (6\text{-}25)$$

ஆனல், ஒரு பரந்த அமைப்புக் கொண்ட நீர்க்கொள் அமைவில் $r = R$ ஆக இருக்கும் போது $\frac{dh}{dr} = 0$. ஆகவே

சமன்பாடு (6-25) $\phi w = TR^2 w$ என ஆகின்றது (6-26)

அதாவது, கிணற்றுக்குள் ஏற்படும் மொத்த நீர்ப் பாய்வு, நீரளிப்புப் பரப்பு ஆரம் R கொண்ட ஒரு வட்டப் பகுதியில் ஏற்படும் நிரூட்டல் நீரின் அளவாகும், வேறு விதமாக, நீரளிப்புப் பரப்பின் ஆரம், நீரூட்டல் நீரின் பாய்வளவைப் பொறுத்தது எனவும் கூறலாம்.

இடையரு ஆரப்பாய்வு கொண்ட கிணறுகள்

ஒரு பரந்த நீர்க் கொள்ளியைத் துளைத்த கிணற்றில் இருந்து, ஒரே அளவில் நீர் வெளியேற்றப்படும்போது காலத்தைப் பொறுத்து, நீர்ப்பாய்வின் பரவல் மெதுவாக அதிகரித்துக் கொண்டே போகிறது. கொள்ளளவுக் குணகத்தை, நீரழுத்தம் குறையும் விதத்தால் பெருக்கி அந்தத் தொகையை நீரளிப்புப் பரப்பு முழுவதற்கும் விரித்து, மொத்தத்தைக் கூட்டினால், நீர்ப்பாய்வின் அளவைக் கணக்கிடலாம். நீரழுத்தக் குறைவினால், நீர்ப்பாய்வு ஏற்படுவதால், நீர்க்கொள் அமைவின் பரப்பு அளவிட முடியாதபடி, அதிகமாக, அதிகமாக, நீரழுத்தம் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. ஆகவே, இடையருப் பாய்வு ஏற்பட வழியே இல்லாது போய் விடுகிறது. இருந்தாலும், நீரளிப்புப் பரப்பு, அதிகமாக. அதிகமாக நீரழுத்தக் குறைவின் அளவு குறைந்து கொண்டே வருகிறது.

இந்த நிகழ்ச்சியை விளக்கவல்ல சமன்பாடு நூலின் 4-ஆம் பகுதியில் கண்ட (4–30) என்ற சமன்பாடாகும். அதனைக் கோணக் கட்டக்கீட்டு முறைக் கூறுகளாக மாற்றும் போது,

$$\frac{\partial h^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\ \frac{\partial h}{\partial r} = \frac{s}{r}\quad \frac{\partial h}{\partial t} \quad \text{என்றாகிறது.} \qquad (6\text{–}27)$$

இதில் T என்பது நீர்க் கொள்ளமைவின் நீர் கடத்தும் தன்மைக் குணகத்தையும் t என்பது நீரிறைக்கப்படும் நேரத்திலிருந்து கணக்கிடப்படும் நேரத்தையும் குறிப்பன. *C. V.* தீய்சு (Theis) என்பவர், வெப்பம் கடத்தும் நிகழ்ச்சியை ஊற்று நீர்ப் பாய்வோடு ஒப்பிட்டு, அந்த முறையில் மேலே உள்ள சமன்பாட்டிற்கு விடை கண்டிருக்கிறார்.

கிணற்றை மாற்ற மற்றத் திறன் (strength) கொண்ட கணித முறை நோக்கியாகவும் (sink) நீர்ப்பாய்வு அல்லது நீரிறைப்பு ஆரம்பமாகுமுன் $h = H$ என்றும் (படம் 6–4, 6–5 முதலியவற்றைக் காண்க) நீர்ப்பாய்வு ஆரம்பமான பின் அதாவது $t \geq 0$ ஆக இருக்கும் போது r அளவில்லாமல் அதிகரிக்கையில் h-ன் அளவு H-ஐ நெருங்கும் என்று கொண்டால்,

$$(H-h) = \frac{\phi}{4\pi T}\int_{\frac{r^2 s}{4Tt}}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u}\, du \qquad (6\text{–}28)$$

என்ற சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

இதில் $u = \frac{r^2 s}{4 Tt}$ ஆகவும், ϕ என்பது கிணற்றின் நிலையான நீர்ப்பாய்வையும் குறிப்பன.

(6-28) என்ற சமன்பாடு, சமநிலையிலா அல்லது தீய்சு சமன்பாடு எனப்படும். சமன்பாட்டிலுள்ள ஒருங்கிணைப்புத் தொகை அதனுடைய கீழ் எல்லையைப் பொறுத்தது. அதனைக் குவித்தொடர்ப்படி (convergent series) விரித்தால், சமன்பாடு

(6-28) ஆனது $H - h = \frac{\phi}{4\pi T}\left[-0{\cdot}5772 - \log_e H + u + \frac{u^2}{2\cdot 2!} + \frac{u^3}{3\cdot 3!} + \frac{u^4}{4\cdot 4!}\right]$ என்றாகிறது. (6-29)

இதே போன்ற சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டிற்கான, தோராயமான விடைகள், பல உண்மையான கிணற்று நீர்ப் பாய்வு வினாக்களுக்குச் சரியான விடைகாண எளிதில் வகை செய்கின்றன.

6–7. சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டிற்கான மற்ற விடை காணும் முறைகள்:

இந்தச் சமன்பாடு, நீரிறைப்பு ஆய்வுகளின்மூலம் எளிதாக S மற்றும் T-ன் அளவுகளைக் கணக்கிட வகை செய்கிறது; அல்லது S மற்றும் T-ன் அளவுகள் தெரிந்தால், நீரிறக்க வளைவு கோட்டை நிறுவுகிறது.

இந்தச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தக் கீழ்க்கண்ட தற்கோள்கள் தேவை:

(1) நீர்க் கொள் அமைவு, மிகப் பரந்த அமைப்பு கொண்டதாகவும், ஒரே சீரான, நிலையான தன்மை கொண்டதாகவும் அமைந்துள்ளது.

(2) கிணறு நீர்க்கொள்ளமைவின் மொத்த ஆழத்தையும் துளைத்ததாகவும், நீர்க்கொள் அமைவின் ஆரம் அளவிட முடியாததாகவும் இருக்கும்.

(3) நீர்க்கொள் அமைவிலிருந்து கசிந்து வரும் நீர், நீரழுத்தம் குறைந்தவுடனேயே கிணற்றிலிருந்து வெளியேற்றப் படுகிறது.

கிணற்றின் மிக அருகே தோண்டப்பட்ட ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஆய்வுக் கிணறுகளில், நிலையான நீர்ப் பாய்வினால் நேரத்தைப் பொறுத்து, வேறுபடும் நீரழுத்த மாற்றங்களைக் கொண்டு s மற்றும் T-ன் மதிப்பை அறியலாம். சமன்பாடுகள் (6-28) மற்றும் (6-29) இவைகளைக் கணித முறையில் தீர்ப்பதற்கு ஏற்படும் இடையூறுகள் அதிகமாக இருப்பதால், பல்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்கள், கிட்டத்தட்டச் சரியான விடையைத் தரவல்ல முறைகளை வகுத்துள்ளனர். அவற்றின் தீய்சு, சேகப்பு (Jacob) மற்றும், சௌ (Chow) இவர்களின் முறைகள், மாதிரிக்கணக்குகள், மற்றும் வரைபடங்களுடன் கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

6-7 (a). தீய்சு முறை :

சரியான, தகுந்த அளவைகளைப் பயன் படுத்திச் சமன்பாடு (6-28) ஐக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$(H—h) = p = \frac{114{\cdot}6\ \phi}{T}\ F(u) \qquad (6\text{-}30)$$

இதில் (H-h.) என்பது நீரிறக்கத்தை மீட்டர் கணக்கிலும் ϕ என்பது கிணற்று நீர்ப்பார்வை, கனமீட்டர் / நிமிடம் என்ற வீதத்திலும்,

T. என்பது உட்புகும்தன்மைக் குணகத்தை நீர்கொள்ளமையின் ஒரு மீட்டர் அகலத்திற்குக் கன மீட்டர்/நாள் என்ற அளவிலும்.

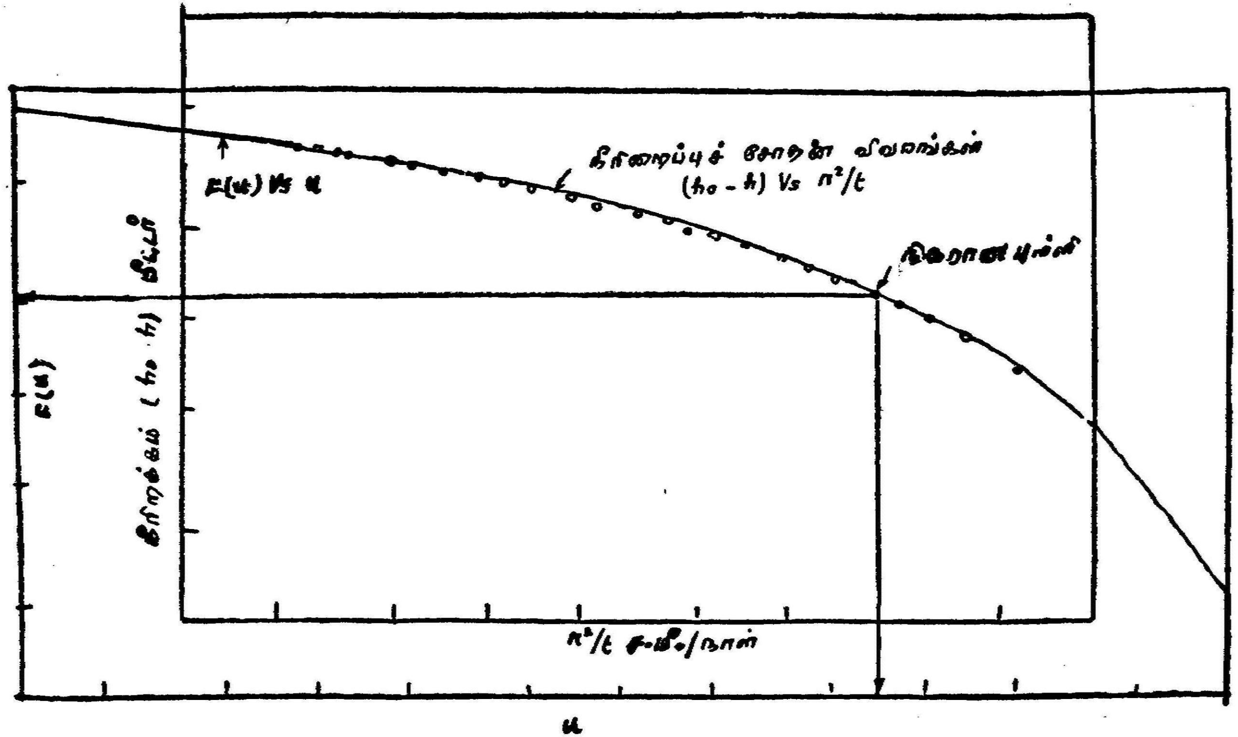
மற்றும் F(u) என்பது u என்ற கிணற்றுச் சார்புத் தொடரின் (well function) ஒருங்கிணைப்புத் தொகையையும் குறிப்பன.

ஆனால். $$u = \frac{0{\cdot}25r^2\ s.}{Tt} \qquad \ldots \qquad (6\text{-}31)$$

இதில் s என்பது அளவையில்லாத கொள்ளளவுக் குணகம்.

r என்பது ஆய்வுக்கிணறுக்கு, நீரிறைக்கப்படும் கிணற்றிலிருந்து உள்ள ஆரம் (மீட்டரில்)

t என்பது நீரிறைப்பு துவங்கிய நேரத்திலிருந்து ஆன நேரம் (நாள்களில்)



படம் 5–8 சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டிற்கு விடை காணும் முறை : தீய்சு நிகரான புள்ளி

S மற்றும் T-ஐக் கணக்கிட, தீய்சு வரைபடத்தின் உதவி கொண்ட கீழ்க்கண்ட முறையை வகுத்துள்ளார்.

(1) F(u) யையும், u யையும் இணைத்த ஒரு மடக்கை முறை வரைபடத்தை முதலில் தயாரிக்க வேண்டும்.

u-க்கு இணையான F(u)-ன் மதிப்புகள் அட்டவணை (6-1)-ல் கொடுக்கப் பட்டிருக்கிறது.

(2) இன்னொரு மடக்கை முறைவரை படத்தாளில் (p) அல்லது (H-h) ஐயும் r^2/t ஐயும் இணைத்து வரைபடம் தயாரிக்கவேண்டும்.

(3) இப்படித் தயாரித்த வரைபடத்தை, முதலில் தயாரித்த வரைபடத்தினது இரண்டு படங்களின் அச்சுக்களும் இணையாக இருக்கும்படி அமைத்துப்பரப்ப வேண்டும். அதன் பின்னர், மேலே பரப்பிய தாளைச் சரியான முறையில் நகர்த்தி, இரண்டு வரைபடங்களுக்கும் ஏறத்தாழ ஒத்ததான ஒருபுள்ளியைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். படம் 6-8 இதனை விளக்குகிறது.

(4) அப் புள்ளியை நிகரான புள்ளி (match point) எனக் கூறி, அதற்கான கூறுகளை இரண்டு வரைபடங்களிலிருந்தும் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

(5) F(u), u, (H—h)=p, மற்றும் r^2/t இவற்றுக்கான மதிப்புகள், தெரிந்துள்ளதால், சமன்பாடுகள் (6–30), (6–31) இவற்றைப் பயன்படுத்தி, S மற்றும் T-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். மேற்கூறிய முறை. சில நேரங்களில் நிகரப்புள்ளி முறை எனவும் குறிக்கப்படும்.

மாதிரிக் கணக்கு :

ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவைத் துளைத்த கிணற்றில் செய்யப்பட்ட நீரேற்ற ஆய்வின் விவரங்கள் அட்டவணை (6-2)ல் தரப்பட்டுள்ளன. கிணற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும் நிலையான நீரளவு 30 லிட்டர்/விநாடி. நீரிறக்கங்கள், 130 மீட்டர்கள் தள்ளியுள்ள ஓர் ஆய்வுக் கிணற்றில் அமைக்கப்பட்டன.

அட்டவணை (6—1)

u	1·0	2·0	3·0	4·0	5·0	6·0	7·0	8·0	9·0
x 1	0·219	0·049	0·013	0 0038	0·0011	0·00036	0·00012	0·000038	0·000012
x 10^{-1}	1·82	1·22	0.91	0·70	0 56	0·45	0·37	0 31	0·26
x 10^{-2}	4·04	3·35	2·96	2·68	2·47	2·30	2·15	2·03	1·92
x 10^{-3}	6·33	5·34	5·23	4·95	4·73	4·54	4·39	4·26	4·14
x 10^{-4}	8·63	7·94	7·53	7·25	7·02	6·84	6·69	6·55	6·44
x 10^{-5}	10·94	10·24	9 84	9·55	9·33	9·14	8·99	8·86	8·74
x 10^{-6}	13·24	12·55	12·14	11·85	11 63	11·45	11·29	11·16	11 04
x 10^{-7}	15·54	14·85	14·44	14·15	13·93	13·75	13 6	13·46	13 34
x 10^{-8}	17·84	17·15	16·74	16·46	16·23	16·05	15 9	15 76	15·64
x 10^{-9}	20·15	19·45	19·05	18·76	18 54	18 35	18·2	18·07	17·95
x 10^{-10}	22 45	21·76	21·35	21 06	20·84	20·66	20 50	20 37	20·25
x 10^{-11}	24·75	24 06	23·65	23·36	23·14	22·96	22·81	22·67	22·55
x 10^{-12}	27·05	26·36	25 96	25·67	25 44	25·26	25·11	24 97	24·86
x 10^{-13}	29·36	28·66	28 26	27·97	27·75	27·56	27·41	27·28	27 16
x 10^{-14}	31·66	30·97	30·56	30·27	30·05	29·87	29 71	29·58	29·46
x 10^{-15}	33·96	33·27	32·86	32 58	32·35	32·17	32 02	31·88	31·76

அட்டவணை (6-2)

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளளவு :

கிணற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும் நிலையான நீரளவு 30 லிட்டர்/வினாடி

$$= \frac{30}{1000} \times 60 = 1·8 \text{ க. மீட்டர்/நிமிடம்}$$

ஆய்வுக் கிணற்றின் ஆரவழிக் கிணற்றின் மையத்திலிருந்து

நீரிறைப்பு துவங்கியதிலிருந்து ஆன நேரம் 't' நிமிடங்களில்/நாள்களில்		ஆய்வுக் கிணற்றின் நீரிறக்கம் $(H\text{-}h)=p$ 1 மீட்டரில்	r^2/t (10^4 ச. மீட்டர்/நாளில்)
1·0	7·106 × 10^{-4}	0·05	2433
1·5	10·42 × 10^{-4}	0·08	1627
2·0	14·21 × 10^{-4}	0·11	1217
2·5	17·36 × 10^{-4}	0·14	973·6
3·0	21·32 × 10^{-4}	0·16	811·2
4·0	28·42 × 10^{-4}	0·20	608·4
5·0	35·53 × 10^{-4}	0·23	486·7
6·0	42·64 × 10^{-4}	0·27	405·7
8·0	56·85 × 10^{-4}	0·30	304·3
10·0	71·06 × 10^{-4}	0·34	243·5
12·0	85·27 × 10^{-4}	0·37	202·7
14·0	99·48 × 10^{-4}	0·40	174·2
18·0	128·81 × 10^{-4}	0·44	135·2
24·0	170·54 × 10^{-4}	0·48	101·4
30·0	213·18 × 10^{-4}	0·52	81·52
40·0	284·24 × 10^{-4}	0·57	60·84
50·0	355·3 × 10^{-4}	0·61	48·67
60·0	426·36 × 10^{-4}	0·64	40·57
80·0	568·48 × 10^{-4}	0·68	30·43
100·0	710·60 × 10^{-4}	0·72	24·33
120·0	852·72 × 10^{-4}	0·76	20·27
150·0	1042·0 × 10^{-4}	0·80	16·27
180·0	1288·0 × 10^{-4}	0·83	13·52
210·0	1492·0 × 10^{-4}	0·86	11·60
240·0	1705·0 × 10^{-4}	0·88	10·14

தூரம் = 130 மீட்டர்

தீய்சு முறை :

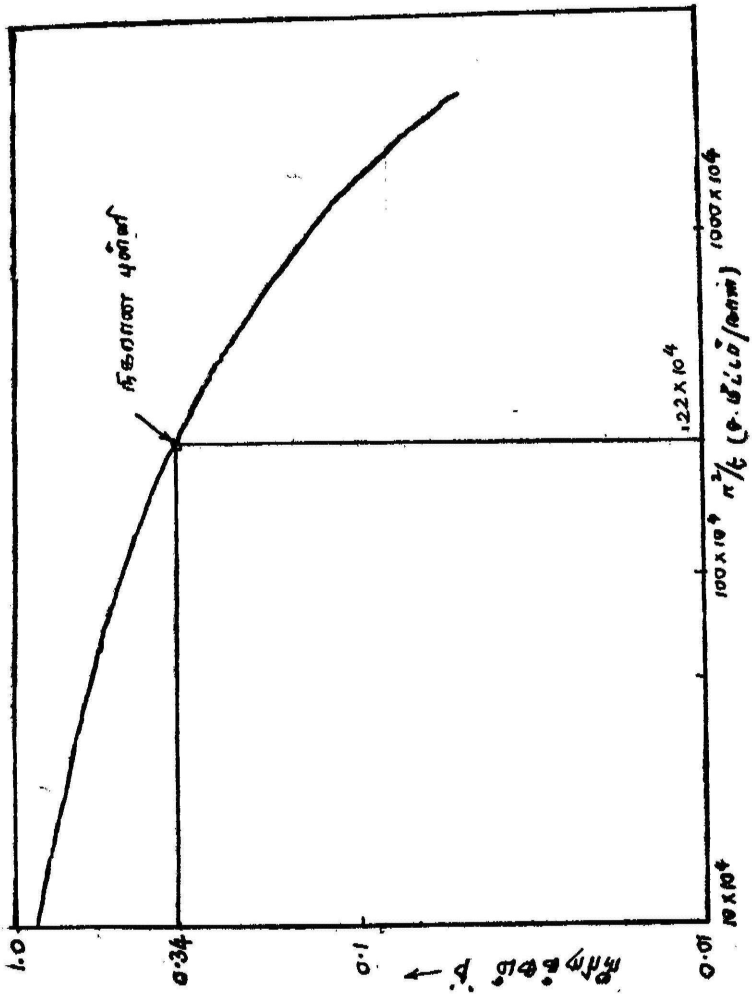
ஆய்வு விவரங்களின் P மற்றும் r^2/t வரை படத்தை படம் (6-9) u மற்றும் F(u) வரைபடத்தோடு பொருத்தி, நிகரான புள்ளி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

அதன் கூறுகளாவன : F(u) $= 2 \cdot 1$

u $= 7 \cdot 5 \times 10^{-2}$

p $= 0 \cdot 34$ மீட்டர்

r^2/t $= 122 \times 10^4$ ச. மீட்டர்/நாள்



படம் 6-9 நீரிறக்கம் p-க்கும் r^2/t-க்கும் உள்ள மாறுதல்களை விளக்கும் வரைபடம்

ஊடு கடத்தும் தன்மை $T = \frac{114 \cdot 6 \, \phi \, [F(u)]}{p}$

ϕ (க. மீட்டர் /நிமிடம்)

P (மீட்டரில்) $= \frac{114{\cdot}6 \times 1{\cdot}8 \times 2{\cdot}1}{0{\cdot}34}$

T (ச. மீட்டர்/நாள்/மீட்டர்)

$=1275$ க. மீட்டர்/நாள்/மீட்டர்

கொள்ளளவுக் குணகம் $S = \frac{u\,T}{0{\cdot}25\, r^2/t}$

$= \frac{7{\cdot}5 \times 10^{-2} \times 1275}{0{\cdot}25 \times 122 \times 10^{-4}}$

$= 313{\cdot}6 \times 10^{-6}$

6-7 (b) சேகப்பு முறை :

சேகப்பு, r-ன் மிகச் சிறிய மதிப்புக்களுக்கும், t-ன் மிக அதிகமான மதிப்புகளுக்கும் சமன்பாடு (6–29)ல் உள்ள வரிசைத் தொடரில் முதல் இரண்டு பகுதிகளை மட்டுமே எடுத்துக்கொண்டு, மீதிப் பகுதிகளை மிகச் சிறிய மதிப்புக் கொண்டவை என்பதால் நீக்கி விடலாம் எனக் கண்டார். அதன்படி,

$$p = (H\text{-}h) = \frac{\phi}{4\pi T}\left[-0{\cdot}5772 - \log_e \frac{r^2S}{4Tt}\right] \quad \dots \quad (6\text{-}32)$$

அதாவது $(H\text{-}h) = p = \frac{P}{4\pi T}\left[\left(\log_e \frac{4Tt}{r^2S} - 0{\cdot}5772\right]\right. \quad \dots (6\text{-}33)$

கடைசியாக, $p = \frac{2{\cdot}30\phi}{4\pi T} \log_e \frac{2{\cdot}25\,Tt}{r^2S} \quad \dots \quad (6{\cdot}34)$

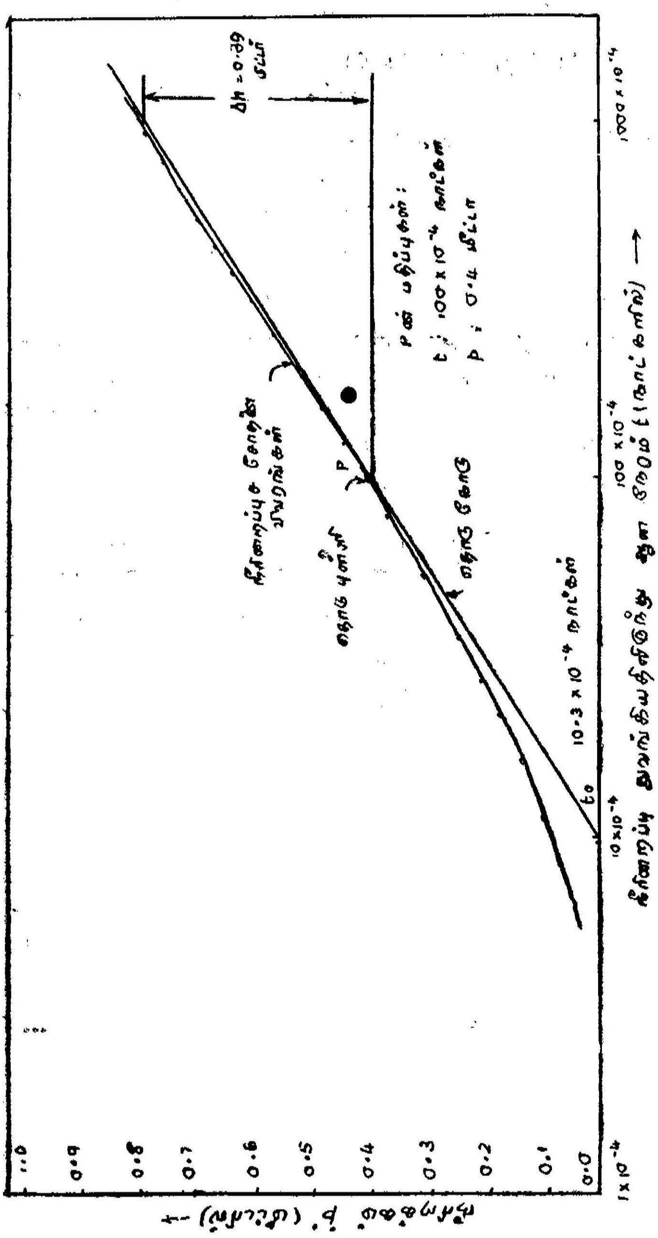
என்றாகிறது.

ஆகவே, நீரிறக்கத்தையும், t-ன் மடக்கை மதிப்பையும் இணைத்த வரைபடம் ஒரு நேர் கோடாக இருக்கும். ஆய்வுக் கிணற்றில் எடுக்கப்பட்ட நீரிறக்க மற்றும் நேர அளவுகளின் உதவி கொண்டு, p மற்றும் t-ஐ இணைத்த நேர்க்கோடு வரையப் பட முடியும். அக் கோட்டின் சரிவைக் கொண்டு, T மற்றும் S-ஐத் தீர்மானிக்கலாம்

$$T = \frac{264\,\phi}{\Delta h} \quad \dots (6\text{-}35)$$

$$S = \frac{2{\cdot}25\,T\,t_o}{r^2} \quad \dots (6\text{-}36)$$

இதில் 'Δh' என்பது நீரிறக்கத்தை, ஒரு மடக்கைச் சுற்றுக்கான (Log Cycle) நேரத்திற்கு இவ்வளவு மீட்டர் என்ற கணக்கிலும், t_o என்பது, நீரிறக்கத்தின் மதிப்பு சுழிக்கு (zero) இணையான நேரத்தை, நாள் கணக்கிலும்,



படம் 6-10

சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டிற்கு விடைகாணும் சேகப்பு, ஜேகா முறைகள்

ϕ மற்றும் T முதலில் கூறப்பட்டப் படியும் குறிக்கின்றன. இம்முறையில் 'u' ன் மதிப்பு அதிக அளவில் 0·01-க்கு மிகாமல் பார்த்துக் கொள்வதால், விடைகளின் தவறுகள் அதிகமாக ஏற்படாது.

மாதிரிக் கணக்கு

அட்டவணை (6–2)-ல், ஓர் ஆய்வுக் கிணற்றிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட விவரங்கள் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணையில் உள்ள p மற்றும் t-ன் மதிப்புகளைக் கொண்டு, படம் 6–10 தயாரிக்கப்படுகிறது. புள்ளிகளின் வழியே அமைந்த நேர்கோட்டில், ஒரு புள்ளியை எடுத்து அதன் மதிப்புகள்,

$\triangle h = 0{\cdot}39$ மீட்டர்

$t_o = 10{\cdot}3 \times 10^{-4}$ நாள்கள் எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆகவே, $T = \dfrac{264\phi}{\triangle h} = \dfrac{264 \times 1{\cdot}8}{0{\cdot}39}$

$= \underline{1218}$ க. மீட்டர்/நாள்/மீட்டர்

$$S = \frac{2{\cdot}25\ T\ t_o}{r^2} = \frac{2{\cdot}25 \times 1218 \times 10{\cdot}3 \times 10^{-4}}{(130)^2}$$

$$= \underline{222{\cdot}7 \times 10^{-6}}$$

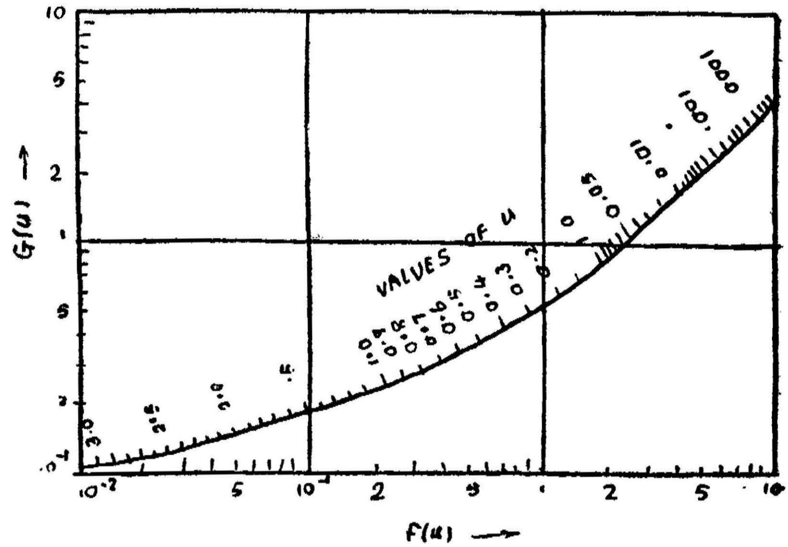
6–7 (c). சௌ முறை

இம் முறைப்படி, வரைபடத்தின் புள்ளிகள் நேர் கோட்டில் அமையாவிட்டாலும், சரியான விடை கிடைக்க முடியும். பின் மதிப்பு எவ்வளவாயினும் பரவாயில்லை. ஒரு ஆய்வுக் கிணற்றின் மூலம் நீரிறக்க அளவுகள் எடுக்கப்படுகின்றன. சேகப்பு முறையில், கூறியுள்ளபடி கிடைத்த விவரங்களைக் கொண்டு, p மற்றும் t-ன் மதிப்புகள் வரைபடமாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது ஏதேனும், ஒரு புள்ளியை வரைபடக்கோட்டில் தேர்ந்தெடுத்து அதன் t மற்றும் p-ன் மதிப்புகளைக் குறிக்க வேண்டும்.

வரைபடக் கோட்டிற்கு, தேர்ந்தெடுத்த புள்ளியின் வழியே, ஒரு தொடுகோடு (tangent) வரைய வேண்டும். பிறகு, ஒரு மடக்கைச் சுற்றுக்கான நேரத்திற்கு, நீரிறக்கத்தை இவ்வளவு மீட்டர் எனக் குறிக்க வேண்டும்.

G(u) என்பது, $G(u) = \dfrac{p}{\triangle h}$ என்ற சமன்பாட்டின்படி(6·37) கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

படம் 6–11-ஐப் பயன்படுத்தி, G(u)-க்கு இணையான u. மற்றும் F(u) மதிப்புக்களைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிறகு



படம் 6–11
G(u), F(u) மற்றும் u இவற்றுக்கான தொடர்பைக்
காட்டும் வரைபடம் (சௌ முறை)

S, T-ன் மதிப்புக்களைச் சமன்பாடுகள் (6–30), (6–31) இவற்றின் உதவி கொண்டு நிர்ணயிக்கலாம்.

மாதிரிக் கணக்கு :

சேகப்பு முறைக்குப் பயன்பட்ட அதே அட்டவணை விவரங்களைக் கொண்டு t மற்றும் p-ஐ இணைத்த வரைபடம்- வரையப்படுகிறது. P என்ற புள்ளியை வரைபடக் கோட்டில் தேர்ந்தெடுத்து அதற்கான t-ன் மதிப்பு 100×10^{-4} நாள்கள் என்றும் p-ன் மதிப்பு 0 4 மீட்டர் என்றும் குறிக்கப்படுகின்றன.

P-ன் வழியே ஒரு தொடுகோடு வரைந்து, ஒரு மடக்கைச் சுற்றுக்கான நேரத்திற்கு, நீரிறக்கம் $\triangle h = 0{\cdot}39$ மீட்டர் எனவும் காணப்பட்டது.

$$G(u) = \frac{P}{\triangle h} = \frac{0\ 04}{0{\cdot}39} = 1{\cdot}03$$

படம் (6–11) லிருந்து G(u) = 1·03க்கான F(u) = 2·2

u = 0·065

$$T = \frac{114{\cdot}6\,\phi\, F(u)}{P} = \frac{114{\cdot}6 \times 1{\cdot}8 \times 2{\cdot}2}{0{\cdot}4}$$

$= \underline{1{\cdot}134}$ க. மீட்டர்/நாள்/மீட்டர்

$$S = \frac{uTt}{0{\cdot}25\,r^2} = \frac{0{\cdot}065 \times 1134 \times 100 \times 10^{-4}}{0{\cdot}25\,(130)^2}$$

$$= \underline{174{\cdot}6 \times 10^{-6}}$$

மேலே உள்ள மாதிரிக் கணக்கு, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவிலமைந்த கிணற்றுக்கானது. கட்டுப்படா நீர்க் கொள்ளமைவுகளிலும், நீரிறக்கம், நிறை செறிவுப் பகுதியின் உயரத்தோடு, ஒப்பிடும்போது குறைவாக இருக்கும் நிலையில், சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். இந்தச் சமன்பாட்டை ஏற்படுத்தும்போது, கிணற்றுநீர், நீர்க் கொள்ளமைவின் கொள்ளளவிலிருந்து நீரழுத்தம் குறைந்த உடனேயே வெளியாகிறது என உருவகப்படுத்திக்கொள்ளப் பட்டது. ஆனால், கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவு களில், கொள்ளளவென்பது, ஒப்புப் பயனுக்குச் சமமாதலால், கிணற்றின் நீர், நீரழுத்தம் குறைந்து, நீர் சிறிது நேரம் பாய்ந்த பின்னரே வெளியாகிறது.

ஆகவே, சமநிலையிலாச் சமன்பாட்டை, கட்டுப்படுத்தப் படா நீர்க்கொள்ளமைவுகளுக்குப் பயன்படுத்துகையில், T-ஐ முதலில் எப்போதும்போல் கணக்கிடவேண்டும். பிறகு t-ன் பல்வேறு மதிப்புக்களுக்கு S-ஐக் கணக்கிட்டு அவற்றை log t-க்கு எதிராக இணைத்து வரைபடம் வரைந்து, அக் கோட்டை நீட்டித்து அதன்மூலம் ஏறத்தாழ, சரியான S-ன் மதிப்பை அறியவேண்டும். சேகப்பு. T மற்றும் S-ன் மிகச் சரியான மதிப்பு களைக் காண, ஒவ்வொரு நீரிறக்கத்திலிருந்தும் $\frac{H-h)}{2H}$ என் பதைக் கழிக்கலாம் எனக் கூறுகிறார்.

6-8. இறைக்கப்பட்ட கிணற்றின் நீர் மீட்பு (Recovery)

சமநிலையிலாச் சமன்பாடு, நீரிறைக்கப்பட்ட கிணற்றில் திரும்ப நீர் ஊறும் அளவைக் கணக்கிடவும் பயன்படும். ஒரு கிணற்றிலிருந்து குறித்த நேரத்திற்கு நீரை இறைத்தபின் நீரிறைப்பதை நிறுத்திவிட்டால், அதற்குப் பிறகான நீரிறக்கம், அதே அளவு நீர்ப்பாய்வு கொண்ட, நீரூட்டல் பெறும் ஒரு கிணற்றை, நீரிறைக்கப்பட்ட கிணற்றுக்குப் பதில், நீரிறைப்பு நிறுத்தப்பட்டவுடனே பொருத்தி, அதில் நீரிறைப்பைத் தொடருவதால் ஏற்படும் நீரிறக்கத்திற்குச் சமம்.

மீதியான (residual) நீரிறக்கம் $(H-h^1)$ என்பது.

$$(H-h^1) = \frac{\phi}{4\pi T}\left[\int_{\frac{r^2S}{4Tt}}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u}\,du - \int_{\frac{r^2S}{4Tt^1}}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u}\,du\right] \qquad (6\text{–}38)$$

என்ற சமன்பாட்டால் கணக்கிடப்படும்.

இதில் h^1 என்பது திரும்ப நீர் மீட்பு நேரத்திலுள்ள நீரழுத்தத்தையும்

t என்பது நீரிறைப்புத் துவங்கிய முதல் ஆன நேரத்தையும்

t^1 என்பது நீரிறைப்பு நிறுத்தப்பட்ட பின் ஆன நேரத்தையும் குறிக்கும்.

r-ன் சிறிய மதிப்புக்கும், மற்றும் t-ன் பெரிய மதிப்புக்கும், ஒருங்கிணைப்புத் தொடர்களின் மதிப்பைச் சமன்பாடு (6-39)ன் முதல் இரண்டு பகுதிகளோடு நிறுத்திக்கொள்ளலாம்.

ஆகவே, அதன்படி, $T = \frac{2{\cdot}30\,\phi}{4\pi(H-h^1)} \log \frac{t}{t^1}$ (6-39)

நீரிறைக்கப்பட்ட கிணற்றிலிருந்தோ, அதனருகே அமைந்த ஆய்வுக் கிணற்றிலிருந்தோ எடுக்கப்பட்ட, திரும்ப ஊறும் நீரின் ஏற்ற அளவுகளைக் கொண்டு T-ஐக் கணக்கிடலாம். அனுகூலத்திற்காக, $(H-h^1)$ ஐயும் t/t^1 ஐ மடக்கை முறைப்படியும் வரைபடத்தில் இணைத்து, சேகப்பு முறையைப் பயன்படுத்தி,

$$T = \frac{264\,\phi}{\triangle h^1} \text{ எனக் கணக்கிடலாம்.} \qquad (6\text{-}40)$$

இதில் T என்பது க. மீட்டர்/நாள்/மீட்டர் என்ற கணக்கிலும்,

ϕ ,, க. மீட்டர்/நிமிடம்

$\triangle h^1$,, மீதியான நீரிறக்கத்தில் ஒரு மடக்கைச் சுற்றுக்கான நேரத்தில் ஏற்படும் மாறுதல் அளவை மீட்டர் கணக்கிலும் குறிக்கும். சமன்பாடு (6–36)-ன் உதவியால் S கணக்கிடப்படும்.

7. ஊற்றுநீரின் தரம்

7-1. பொது

அண்மையில், ஊற்று நீரின் அளவு, எவ்வளவு முக்கியமோ, அதே போன்று அதன் தரமும் முக்கியம் என்பது உணரப்பட்டுள்ளது. ஊற்று நீரின் பயன்கள் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அதன் தரம் குறைந்துகொண்டே வருவதால், அதனைப் பாதுகாத்தல் மிக அவசியம். அநேகமாக, மனிதனுல், ஊற்றுநீர் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப் படுவதால், அதன் தரம் கெடுவதற்கு அதிக வாய்ப்புகள் உள்ளன. ஊற்று நீரின் தரம், அது பயன்படும் முறையைப் பொறுத்து வேறுபடும். ஊற்று நீரின் தரத்தை நிலை நாட்ட, அதில் வேதியல் இயல்பு மற்றும் நுண்ணுயிரியல் முறைப்படி இருக்க வேண்டிய பொருள் களின் அளவு, மற்றும் தரத்தை வெளிப்படுத்தக் கூடிய ஆய்வு களின் விவரங்களை எப்படிக் குறிப்பது போன்ற விவரங்கள் தேவை. இந்த விவரங்களைக் கொண்டு ஊற்று நீரை எப்படிப் பாதுகாப்பது, அதனை எப்படி விரிவுபடுத்துவது என்பதைப் பின்னர் முடிவு செய்ய முடியும்.

7-2. ஊற்று நீரின் உப்பு நிலை

எல்லா ஊற்று நீர்க்கும் சிறிதளவு உப்பைத் தன்னுள்கரைசலாகக் கொண்டவையே; ஆனல் கலந்திருக்கும் உப்பின் அளவு, சூழ்நிலை, இயக்கம் மற்றும் கிடைக்கும் இடம் இவற்றைப் பொறுத்தது. நிலவியல் அமைப்பில் அமைந்த படிவங்களோடு அதிகத் தொடர்பு கொள்ள வாய்ப்புகள் இருப்பதால் ஊற்று நீரில், நிலப்பரப்பு நீரில் இருக்கும் உப்பை விட அதிக உப்பு இருக்க முறையுண்டு. இந்த உப்புகள், முக்கியமாகப் பாறைப் பொருள்களின் கரைசல்களால் ஏற்படுகின்றன.

இயற்கையாகவே, நீர் திரும்பப் பெறும் அமைப்புப் பெற்ற நீர்க்கொள் அமைவுகளில், திரும்ப வந்து சேரும் நீரின் தரம், ஊற்று நீரின் தரத்தை வேறுபடுத்துவதுண்டு. பாறைகளில்

அமைந்த வாயுக்கள் ஊற்று நீரில் கரைவதால், அதில் கனிமப் பொருள்கள் கரைந்திருப்பதற்கும் ஏதுவுண்டு. கனிமப் பொருள் அதிகம் கரைந்த நீரைக் கொண்ட நீரூற்றுக்கள் இதற்கான எடுத்துக்காட்டு. படிவுப் பாறைகளின் இடுக்கு களில் பல்லாண்டு காலமாகத் தேங்கியுள்ள நீரே, உடன் தோன்றிய நீர் எனப்படுவதால், அது கனிமப் பொருள்கள் நிறைய நிறைந்ததாக இருக்கும். காற்று வெளியில், சிறிய அளவில் படிந்துள்ள உப்புகளைக் கரைத்துக் கொண்டு வருவதால், நிலத்தினுள் செல்லும் மழை நீரால் கூட, ஊற்று நீரில் உப்புத் தன்மை ஏற்படலாம்.

நிலத்தின் வழியே பாயும் ஊற்றுநீரில், மழை நீர், மற்றும் நிலப்பரப்பு நீர் இவைகளால் ஏற்படும் இயனிலைத் தேய்ப்பு (weathering) மற்றும் நில அரிப்புக் காரணமாக, உப்புகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. மிகுதியான நீர்ப்பாசன நீர் நிலத்தி னுள் இறங்குவதாலும் ஊற்று நீரில் அதிக அளவில் உப்புகள் காணப்படும். பயிர் செய்யப்படும் நிலங்களில், செடிகளின் வேர்ப்பகுதி வழியே பாயும் ஊற்று நீரில், நிலப்பரப்பில் பயிர் களினூடே பாயும் நீரைவிட உப்புகள் அதிகமாக இருக்கும். பயிர்களின் ஆவியாகி வெளியாதல் என்ற நிகழ்ச்சியால், கழிவு நீர்களில் உப்புகள் அதிகமாக இருக்கும். நிலத்தில் உள்ள கரையக் கூடிய பொருள்கள், நில உரங்கள் (fertilizers) செடி களின் உப்பு,உறிஞ்சும் தன்மை இவற்றால் நிலப்பரப்பிலிருந்து கீழிறங்கும் நீரின் உப்பு நிலை மாறுபாடு அடைகிறது. இதைத் தவிர, நிலத்தின் நீர் உட்புகும் தன்மை, நீர்ப்பாய்வு, பயிர் வகை, வெப்பதட்ப நிலை இவைகளும் இதற்கான காரணங்க ளாகும்.

எரிமலைப் பாறைகள் வழியே ஊடுருவி வரும் நீரில், கனிமப் பொருள்கள் அதிகமாக இருப்பதில்லை. ஏனெனில், அப் பாறைகள் எளிதில் கரைவதில்லை. காற்று வெளியி லமைந்த கரியமிலவாயு, மழை நீரில் கரைந்துள்ளதால், அதன் பொருள்களைக் கரைக்கும் திறன் அதிகமாகிறது. எரிமலைப் பாறைகளில் அமைந்துள்ள சிலிகான் பொருள்கள், ஊற்று நீரினல் கரைக்கப் படுவதால், ஊற்று நீரில் சிறிதளவு சிலி கான் கலந்திருக்கும்.

எரிமலைப் பாறைகளை விடப் படிவுப் பாறைகள் எளிதில் கரைய வல்லவை. அவற்றின் எளிதில் கரையும் தன்மையாலும் நிலத்தின் மேற்பரப்பில் இத்தகைய பாறைகளே மிகுந்து இருப் பதாலும், ஊற்று நீரில் அதிகமாகக்கரைந்துள்ள பொருள்கள்

இருப்பதற்கு இப் பாறைகளே காரணம். சோடியமும், கால்சிய மும், பைகார்பனேட்டு, கார்பனேட்டு மற்றும் சல்பேட்டும் ஊற்று நீரில் பொதுவாகக் கரைந்துள்ள பொருள்கள். சில சமயங்களில் சிறிய அளவில் குளோரைடும் கலந்திருக்கும். உடன் தோன்றிய நீர், கழிவு நீர் மற்றும் கடலிலிருந்து உட்புகுந்த நீர், இவற்றின் மூலம் ஊற்றுநீரில் குளோரைடு கலக்கிறது. நைட்ரேட்டு, பொதுவாக ஊற்று நீரில் இருப்பதில்லை. அது அதிகமாகக் கலந்திருந்தால், வேறு ஏதோ ஒன்றின் மூலமாக அண்மையிலோ, பல நாள்கள் முன்னதாகவோ, ஊற்றுநீரின் தரம் கெடுக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பதைக் காட்டுகிறது. சுண்ணும்புக் கல் பாறைகளமைந்த பகுதிகளில் ஊற்றுநீரில் கால்சியமும் கார்பனேட்டும் அதிகமாக இருக்கும்.

7–3. ஊற்று நீர் மாதிரிகள்

ஆய்வுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் ஊற்றுநீர் மாதிரிகள் அரை கேலன் குப்பிகளில் நிரப்பப்பட வேண்டும். நிரப்பப்படப் போகும் ஊற்று நீராலேயே குப்பியை முதலில் நன்கு உள்ளே கழுவிப் பின்னர் நீரை நிரப்பி அதன் வாயை நன்கு கார்க்கு (cork) மூலம் உறுதியாக மூடவேண்டும். இந்தக் குப்பிகளைக் குளிர்ச்சியான இடத்தில் வைத்திருந்து உடனே ஆய்வு நிலையத்திற்கு ஆய்வுகள் செய்வதற்காக மாற்றப்பட வேண்டும். கிணற்றிலிருந்து மாதிரிகள் எடுக்கும்போது, கிணற்றுநீர் சிறிது இறைக்கப்பட்ட பின்னரே எடுக்க வேண்டும். இல்லாவிடில், ஆய்வுக்கான சரியான ஊற்று நீர் கிடைக்காமல், வேறு தேங்கிய அல்லது கெடுக்கப்பட்ட நீர், மாதிரியாகக் கிடைக்கும். ஒவ்வொரு மாதிரியுடன், அது எடுக்கப்பட்ட கிணற்றின் இடம், எடுக்கப்பட்ட ஆழம், கிணற்றுக் கூட்டின் அளவு, தேதி, நீரின் வெப்பநிலை, மணம், நிறம் கலங்கல் தன்மை (turbidity) கிணறு பயன் படுத்தப்படும் நிலை, முதலிய விவரங்கள் குறிக்கப்பட வேண்டும்.

7–4. நீரின் தரத்தை அளக்கும் அளவைகள்

நீரின் தரத்தை விளக்கும் தன்மைகளைக் குறிப்பிடும் போது, வேதியல், இயல்பு, சுகாதார (sanitary), மற்றும் நுண்ணுயிரியல்கள் தொடர்பான அளவைகள் கொண்ட முழுக் குறிப்பு அவசியம். ஆனால் ஊற்று நீரைப் பொறுத்தவரை வேதியல், இயல்பு மற்றும் நுண்ணுயிர் சார்ந்த இயல் பற்றிய அளவைகளே, மிக அவசியமானவை மீதி. இடத்திற்குத் தக்கவாறு தேவைப்படும். ஊற்று நீரைப் பற்றிய முழுமையான வேதியற் பகுப்பு, அதில் கலந்துள்ள கரியமற்ற (inorganic)

அட்டவணை (7-1)

அதிகமான ஆக்கக் கூறுகள் (CONSTITUENTS)				குறைந்த ஆக்கக் கூறுகள்
பொதுவான நேர் அயனிகள்	சமான எடை எண்	பொதுவான எதிர் அயனிகள்	சமான எடை எண்	
கால்சியம்	20·04	கார்பனேட்டு	30·00	இரும்பு (F_2)
மகினீஷியம்	12·16	பைகார்பனேட்டு	61·01	அலுமினியம்
சோடியம்	23·00	சல்பேட்டு	48·03	சிலிகா
பொடாசியம்	39·10	குளோரைடு	35·46	போரான்
		நைட்ரேட்டு	62·01	புளூரைடு
				செலீனியம்

பொருள்களின் செறிவுகளைத் தரவல்லதாக இருக்க வேண்டும். கரைந்துள்ள உப்புகள், சேர்க்கையற்ற அயனிகளாக ஊற்றுநீரில் இருக்கும் மீதிப் பொருள்கள் எல்லாம் கனிம வடிவிலேயே இருக்கும். ஊற்று நீரில் பொதுவாக அமைந்துள்ள எதிர் அயனிகளும் (anions), நேர் அயனிகளும் (cations) ஒரு அட்டவணை (7-1) வடிவில் பக்கம் 118 தரப்பட்டுள்ளது.

இந்தப் பகுப்பு முறையில், நீரின் PH மதிப்பைக் கண்டு பிடித்தலும், ஒப்புமின் கடத்தும் திறனைக் (specific electrical conductance) கண்டு பிடித்தலும் அடங்கியவை. ஊற்று நீரின் பயன்படும் முறையைப் பொறுத்து, சில தனிப்பட்ட பொருள்கள் மட்டும் அடங்கியுள்ளனவா இல்லையா என்று மட்டும் கண்டால் சில சமயங்களில் போதுமானது.

இயல்பியல் முறைப்படிக் கண்டு பிடிக்கப்படும் ஊற்றுநீரின் பண்புகள், அதன் வெப்பநிலை, நிறம், கலங்கல் தன்மை, மணம், மற்றும் சுவை இவைபற்றிய விவரங்களைத் தரும்.

மனித இனத்திற்கு ஏற்றதா இல்லையா என நிலை நாட்டும் வகையில் ஊற்றுநீரில் ஒரு கோலிஃபாம் (Coli-Form) உயிரணுக்கள் இருக்கின்றனவா என்பதை நுண்ணுயிரியல் சம்பந்தப்பட்ட பகுப்பு தரவல்லது. இது ஊற்று நீரில் கலந்திருப்பது, அது கழிவுநீர்ப் பாய்வோடு கலக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதை உணர்த்தும். ஏனெனில் இந்த உயிரணுக்கள், மனித மற்றும் மிருகங்களின் குடல்களில்தான் மிகுதியாகக் காணப்படுவன. அமெரிக்கப் பொதுநலச் சுகாதாரச் சங்கம் (U.S. Public Health Association) மற்றும் பல சங்கங்களும் பின்பற்றும் நீர்ப்பகுப்பு முறை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

7-5. வேதியற் பகுப்பு

ஊற்றுநீரின் மாதிரி கிடைக்கப்பட்டு, அதனை ஆய்வு நிலையத்தில் பகுத்தறிந்தபின் அதன் விவரங்களை முடிவுகள் வடிவாக எப்படி வெளியிடுவது என்பதைக் காணவேண்டும். நீரின் தரத்தைச் சரியான முறையில் கண்டு பிடிக்க, திட்ட அளவைகள் (standards) தேவை. வேதியற் பகுப்பு முறையில், அயனிகளின் செறிவை அதன் எடை மூலமாகவோ, அல்லது சரிநிகர் இணைவுமதிப்பு (equivalence) மூலமாகவோ வெளியிடலாம். இவை, மற்றும் இதர, நீரின் வேதியற்பகுப்பு முறை அளவைகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

7-6. எடை மூலம் செறிவை வெளியிடுதல்

ஊற்று நீரில் கலந்துள்ள, பொதுவான அயனிகளின் செறிவு மில்லியனுக்கு இவ்வளவு பகுதிகள் (parts per million) என்ற எடையளவில் குறிக்கப்படுகிறது. ஒரு மில்லியனுக்கு ஒரு பகுதி என்பது 100 பகுதி எடையுள்ள நீரில் 1 பகுதி எடையுள்ள அயனியைக் குறிக்கும். எண் மூலமாகப் பார்க்கையில் ஒரு லிட்டருக்கு இவ்வளவு மில்லிகிராம்கள் என்ற கணக்காகிறது. மொத்த அயனிகளின் செறிவு அல்லது மொத்தம் கரைந்துள்ள பொருள்களின் செறிவும் இதே முறையில் குறிக்கப் படுகிறது நீர்ப்பாசன முறையில் நீரில் கரைந்த பொருள்களை, ஓர் ஏக்கர் அடி நீருக்கு இவ்வளவு டன் (ton) என்ற கணக்கில் வெளியிடுவது வழக்கம்.

7-7. வேதியற் சரிநிகர் இணைவு மதிப்பு

நேர் முகமாகத் தூண்டப்பட்ட நேர் அயனிகளும், எதிர் முகமாகத் தூண்டப்பட்ட எதிர் அயனிகளும் சேர்ந்து பின்னர் ஒரு நிலையான எடை விகிதத்தில் பிரிகின்றன. அயனிகளின் செறிவை, சமான எடை எண் மூலம் குறிப்பது மூலம் இந்த எடை விகிதங்களை எளிதாகக் கணக்கிடலாம். ஏனெனில், ஒரு சமான எடையுள்ள நேர் அயனி மற்றொரு சமான எடையுள்ள எதிர் அயனியோடு சரியாகச் சேரும். அயனியின் சமான எடை என்பது அதன் அணு எடைக்கும், (atomic wt.) இணை திறனுக்கும் (valency) உள்ள விகிதம். அட்டவணை (7–1) ஊற்று நீரில் பொதுவாகக் கலந்துள்ள அயனிகளின் சமான எடை எண்ணையும் குறிக்கின்றது. ஐட்ரசனின் சமான எடை ஒன்று ஆதலால், அதனைத் திட்ட அளவையாகக் கொண்டால், எல்லாப் பொருள்களின் சமான எடைகளும் ஐட்ரசனின் சமான எடை மூலம் குறிப்பிடப்படுவனவாகும். அதாவது, ஓர் அயனியின் எடை, கிராம் கணக்கில், அது ஒரு கிராம் ஐட்ரசனோடு சேரும் எடையின் அளவு. இந்தச் சமான எடையைக் கிராம் சமான எடை என்றும் கூறலாம்.

அனுகூலம் கருதிச் செறிவுகள், 1 லிட்டர் நீருக்கு இவ்வளவு $\frac{1}{1000}$ கிராம் சமான எடை என்ற கணக்கில் குறிக்கப்படுகின்றன. $\frac{1}{1000}$ கிராம் என்பது மில்லிகிராம். ஆதலால், இந்த எடை, ஒரு லிட்டருக்கு இவ்வளவு மில்லிகிராம் சமான எடை அல்லது 'மில்லி சமான எடை' என்று குறிப்பிடப்படும். மேலும் ஐட்ரசனின் ஒரு மில்லி சமான எடை/லிட்டர் என்பது ஒரு சமான எடை/மில்லியன் என்றாகும் அதாவது சமான எடை/மில்லியன் என்பது அந்த அயனி அல்லது உப்பின் எடையை,

1 மில்லியன் கிராம் நீரில் இவ்வளவு கிராம் என்ற கணக்கில் குறிக்கிறது. இந்த விளக்கம், நீரின் அடர்த்தி எண் ஒன்றாக இருக்கும் போது, சரியானதாகும். ஆனால் ஊற்று நீரின் அடர்த்தி எண் ஒன்றிலிருந்து சிறிது மாறுபட்டாலும் அதனால் அவ்வளவு தவறுகள் ஏற்படுவதில்லை. அயனியின் செறிவு; மில்லியனுக்கு இவ்வளவு பகுதி என்ற, கணக்கில் வெளியிடப் பட்டால், அதனை, அதன் சமான எடையால், வகுத்தால் கிடைப்பது இவ்வளவு மில்லி சமான எடை/லிட்டர் என்பதாகும். அட்டவணை (7-2)ல் நீரின் தரத்தைக் குறிக்கவல்ல மேற்கூறிய அளவைகளின் ஒன்றுக்கொன்றான தொடர்பைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை (7—2)

1 மில்லியனின் ஒரு பகுதி (ppm)	=	1 மில்லி கிராம்/லிட்டர்
1 டன்/ஏகர்-அடி (taf)	=	735 ppm.
1 துகள்/அமெரிக்கக் கேலன்	=	17·1 ppm.
1 மில்லி கிராம் சமான எடை/லிட்டர் (meq/l)	=	1 மில்லி சமான எடை/லிட்டர். (me/l)
	=	1 சமான எடை/மில்லியன் (epm)
அயனியின் meq/l	=	அயனியின் ppm/அயனியின் சமான எடை எண்
எதிர் அயனிகளின் 1 meq/l	=	100 EC $\times 10^6$
1 ppm.	=	1·56 EC $\times 10^6$
இதில் EC	=	0·001250 மோ/செ. மீ.

ஆகவே, ஊற்றுநீர் மாதிரியில் கரைந்துள்ள மொத்தப் பொருள்களில் எதிர் அயனிகளும், நேர் அயனிகளும், மில்லி சமான எடை/லிட்டர் என்ற கணக்கில் குறிக்கப்படும் போது, ஒவ்வொன்றும் மொத்தச் செறிவில் பாதியைக் குறிக்கும். வேதியற்பகுப்பு முறை இந்தவிதமான செறிவைக் காட்டாதிருந்தால், கண்டுபிடிக்கப்படாத சில அயனிகள் இருப்பதாகவோ அல்லது பகுப்பு முறையில் தவறுகள் ஏற்பட்டுள்ளதாகவோ முடிவு செய்ய வேண்டும்.

7–8. மின்கடத்தும் திறன் மூலம் கரைந்துள்ள பொருள்களின் மொத்த அளவு

ஊற்று நீரின் மின்கடத்தும் திறனைக் கொண்டு, அதனுள் கரைந்துள்ள பொருள்களின் மொத்த அளவை விரைவாகக் கணக்கிடலாம். மின்தடை, உப்பு அளவோடு அதிகரிப்பதால் அதனுடைய எதிரிடையான மின்கடத்தும் திறன், விரும்பப் படுகிறது. ஒன்றோடொன்று ஒத்து நோக்க எளிதாக, முடிவுகள் மின் கடத்தும் திறன் (EC) அல்லது ஒப்பு மின் கடத்தும் திறன் மூலம் வெளிப்படுத்தப் படுகின்றன. இவைகளுக்கான அளவை, மோ/செ.மீ. அடிக்கடி, மின் கடத்தும் திறன் EC என்பது K என்றும் குறிக்கப்படுகிறது. ஆனல், இரண்டின் பொருளும் ஒன்றேதான். பொதுவாக, எல்லா ஊற்று நீர்களின் மின்கடத்தும் திறன்களும் மோ/செ.மீக்குக் குறைவாகவே உள்ளதால், அவை அந்த அலகின் பின்னங் (fraction) களாகக் குறிக்கப்படுகின்றன. மாதிரியாக, ஓர் ஊற்றுநீரின் மின்கடத்தும் திறன் 00125 மோ/செ. மீ என்றால்,

Ec = 0 00125 மோ/செ. மீ.

1-250 Ec × 10³ மில்லி மோ/செ. மீ.

= ·125 Ec × 10⁵

= 1250 Ec × 10⁶ மைக்ரோமோ/செ. மீ.

மின் கடத்தும் திறன், நீரின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுவதால் எப்போதும் அதனைக் குறிக்கும்போது, அதனுடன் ஒரு திட்டவெப்பநிலையான 25°C என்பது சேர்க்கப்பட வேண்டும். 100 முதல் 5,000 மைக்ரோ மோ/செ. மீ (25°C வெப்பநிலையில்) வரை மின்கடத்தும் திறன் உள்ள எல்லா நீர்களுக்கும், மின் கடத்தும் திறனுக்கும் அதன் கரை பொருள் செறிவுக்கும், கிட்டத்தட்டக் கீழே காட்டப்பட்ட தொடர்பு உள்ளது.

1 மில்லி சமானஎடை/லிட்டர் = 100EC × 10⁶

மில்லியனின் ஒரு பகுதி (1 PPM) = 1·56 EC × 10⁶

7–9. மொத்தக் கடினத்தன்மை (Hardness)

மொத்தக் கடினத் தன்மை (TH) என்பது கால்சியம் மற்றும் மக்னீசயம், நீரில் கலந்துள்ள அளவாகும். அது வழக்கமாகக் கால்சியம் கார்பனேட்டின் இணையாகக் குறிக்கப் படுகிறது.

$$TH = Ca \frac{CaCO_3}{Ca} + Mg \frac{CaCO_3}{Mg} \qquad (7\text{-}1)$$

இதில் TH மில்லியன் கால்சியம் கார்பனேட்டுக்கு இவ்வளவு பகுதி என்ற அளவிலும், கால்சியம் மற்றும் மக்னீசியம் மில்லியனுக்கு இவ்வளவு பகுதி என்ற அளவிலும். விகிதங்கள் சமான எடைகள் மூலமாகவும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே (7-1) என்ற சமன்பாடு.

$$T\ H = 2{\cdot}497\ Ca + 4{\cdot}115\ Mg \text{ என்றாகிறது} \qquad (7\text{-}2)$$

7-10. வரைபட முறையில் சுட்டுரைத்தல் (Representation)

வேதியற் பகுப்பிற்குப் பிறகு நீரின் தேவைக்குத் தகுந்த முறையில் அந்தவிவரங்களை எப்படிப் பயன்படுத்துவது என்பது அடுத்த கட்டம் ஆகும். இத்தகைய பகுப்பு விவரங்கள் நீர் ஒரு குறிப்பிட்ட பயனுக்கு ஏற்றதா என்பதையும் அதன் தரம் எப்படி மாறுகிறது, உப்புத்தன்மை வாய்ந்த நீர் எப்படிப் பாய்கிறது என்பன போன்றவற்றையும் அறிய உதவும். இம்மாதிரி வினாக்களுக்கு எளிதில் விடைகாணும் வகையில் பல்வேறு வரைபட உருவமைப்பு முறைகள் கையாளப் படுகின்றன. காலின்ஸ் (Collins) என்பவர் ஏற்படுத்திய முறையைப் படம் (10-10) பகுதி 10-ல் காணலாம்.

இதைத் தவிர ஹில்,(Hill) இலாங்லியர் (Langlier), இலட்விக் (Ludwig), மற்றும் பைப்பர் (Piper) இவர்களின் முறைகளும் உள்ளன. இவைகளில் எந்த முறையும் நிறைவானதாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை. ஏனெனில் நீர்ப்பகுப்பில் பல்வேறு தேவைகள் இருப்பதாலும், எளிய முறையில் உருவமைப்புகள் இல்லாததும்தான் காரணங்கள்: ஒரு முறையைச் சரியானதாகத் தேர்ந்தெடுப்பது, அந்த முறைப்படி, பகுப்பு விவரங்களிலிருந்து ஊற்றுநீரின் தரத்தை எளிதில் பிரித்தறிய முடிகிறதா என்பதைப் பொறுத்தது.

7-11. இயல்பியல் முறைப்பகுப்பு

இம் முறையில் வெப்பநிலை சென்டிகிரேட் பாகை (degree) யில் குறிக்கப்படுகிறது. ஊற்று நீர் மாதிரி எடுக்கப்பட்டவுடனேயே, அதன் வெப்பநிலை அளக்கப்பட வேண்டும். கனிப் பொருள் அல்லது உயிர்ப் பொருள் கரைந்திருந்தால், ஊற்று நீருக்கு நிறம் இருக்கும். திட்டமான பல கரைசல்களோடு ஒப்பிடப்பட்டு, மில்லியனுக்கு இவ்வளவு பகுதிகள் என்ற அளவில் வெளியிடப்படும். நீரின் கலங்கல்தன்மை. களி, வண்டல், உயிர்ப்பொருள்கள் மற்றும் நுண்ணுயிரிப் பொருள்கள் இவைகளாலான தொங்கு (suspended) மற்றும் கூழ்நிலையில் (colloidal) அமைந்த பொருள்களின் அளவாகும்.

ஒரு திட்டமான மெழுகுவர்த்தியின் தீப்பிழம்பின் நிழல் மறையும் படியான ஓர் ஒளியின் நீர் கடக்கும் தூரத்தைக் கொண்டு, கலங்கலற்ற தன்மை அளக்கப்படுகிறது. கட்டுப் படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளில், இயற்கையான வடி கட்டும் செயலால் கலங்கற்தன்மை முழுதும் இல்லாமல் இருக்கிறது. ஆனால், மற்றவகை நீர்க்கொள் அமைவுகள், கலங்கிய ஊற்றுநீரையே வெளிப்படுத்துவன. சுவையும், மணமும் கரியகக்காடி (phenol) கனிப் பொருள்கள், கரைந் துள்ள வாயுக்கள், நுண்ணுயிரிகள் இவற்றால் ஏற்படுவன. இவை மனித நுகர்ச்சியால் மட்டுமே உணரப்படக் கூடியன.

7-12. நுண்ணுயிரியல் முறைப்பகுப்பு

ஊற்று நீர், கழிவு நீரால் கெடுக்கப் பட்டுள்ளதா என் பதைக் கண்டுபிடிக்க இம் முறைப் பகுப்பு அவசியம். அநேக நோய் உண்டு பண்ணும் (pathogenic) நுண்ணுயிரிகள், மனித மற்றும் மிருகங்களின் குடலிலிருந்து நீரில் சேருகின்றன. ஆனால், இவற்றை ஆய்வு நிலையத்தில் நீரிலிருந்து பிரிப்பது மிகக் கடினம். கோலிஃபாம் நுண்ணுயிரிகளை நீரிலிருந்து பிரித் தறிவது எளிதாதலால் அவை உள்ளனவா, இல்லையா என்று திட்டமிட்ட ஆய்வுகள் மூலம் அறிவதன் மூலம் நீர் குடிப்பதற்கு ஏற்றதா இல்லையா எனத் தீர்மானிக்கலாம்.

கோலிஃபாம் ஆய்வு முடிவுகள், கொடுக்கப்பட்ட நீரின் கொள்ளளவில் கோலிஃபாம் உயிரிகள் சேர்க்கையின் பெரும் பாலாக நிகழக்கூடிய எண் (most probable number)ஆக வெளிப் படுத்தப்படுகிறது. ஊற்று நீர் மாதிரியின் பல்வேறுபகுதிகளின் பகுப்புக்கள்மூலமாக, நிகழ்ச்சித் தகவு (probability)அட்டவணை களின் உதவி கொண்டு, அதன் MPN கணக்கிடப்படுகிறது.

7-13. நீரின் தரத்துக்கான அடிப்படைகள் (Criteria)

ஒரு குறிப்பிட்ட தரம் அமைந்த ஊற்று நீர், ஒரு குறித்த பயனுக்கு ஏற்றதா, இல்லையா என்பது, அந்தப் பயனுக்காக ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட திட்ட அடிப்படைகளைப் பொறுத்தது. குடிநீர், தொழில் முறைகளில் பயனாகும் நீர், நீர்ப்பாசனத் துக்கு உதவும் நீர் ஆகிய இவற்றுக்கான அடிப்படைகள் ஊற்று நீருக்கும் தேவையே. ஏனெனில், மேற்கூறிய எல்லா வகைத் தேவைகளுக்கும் ஊற்றுநீர், பயன் படுத்தப்படுகிறது.

7-14. குடிநீர் அடிப்படைகள்

அமெரிக்காவில் எல்லா இடங்களிலும், மற்றும் பல பொது நலச் சுகாதாரப் பிரிவுகளிலும் பயனாகும் அடிப்படைகள், பின்வரும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை (7-3)

நுண்ணுயிரியல் முறைப்படியான தரம் :

ஒவ்வொரு மாதமும் பகுக்கப்பட வேண்டிய நீர் மாதிரிகளின் எண்ணிக்கையும், அவற்றில் கோலிஃபாம் நுண்ணுயிரிகள் கலந்துள்ள பகுதிகளின் எண்ணிக்கையும் குறிக்கப்பட வேண்டும். இதன் மூலம், மாதத்திற்கு, கோலிஃபாம் நுண்ணுயிரிகளின் அளவு, நீரில் 100 மில்லி லிட்டருக்கு 1 MPN என்பதை மீறக்கூடாது என்பது பெறப்படும்.

இயல்பியல் தன்மைகள் :

தன்மை	மேல் எல்லை
கலங்கற் தன்மை	10ppm (சிலிகா அளவுகோல்)
நிறம்	20 (திட்டமான கோபால்ட்டு அளவு கோல்)

தொடர்ச்சி :

சுவை	பிடிக்கும் அளவுக்கு
மணம்	,,

இந்த எல்லைகள், வடிகட்டப்பட்ட நீர் மாதிரிகளுக்கானவை. மற்றவைகளுக்குச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு, முறையான தேவையான அளவுகளை வரையறுக்க வேண்டும்.

வேதியற் தன்மைகள்

பகுதி	மேல் எல்லை (ppm)
காரீயம் (Pb)	0·1
புளூரைடு (F)	1.5
ஆர்ஸனிக்கு (As)	0·05
செலினியம் (Se)	0·05
ஆறு-இணை திறன் குரோமியம் (Hexavalent)	0·05
தாமிரம் (Cu)	3·0
இரும்பும், மக்னீசயமும் சேர்ந்து	0·3
மக்னீசயம் (Mg)	125
துத்தநாகம் (Zn)	15
குளோரைடு (Cl)	250
சல்பேட்டு (SO_4)	250
கரியக் காடி	0·001
மொத்த விரும்பக்கூடிய திண்மங்கள்	500
மொத்த அனுமதிக்கப்பட்ட திண்மங்கள்	1,000

முதல் ஐந்து பகுதிகளின் எல்லைகள் முக்கியமானவை. மற்றவை பரிந்துரை செய்யப்பட்ட அளவுகள்.

7-15. தொழில் முறைகளில் பயனுகும் நீரின் அடிப்படைகள்

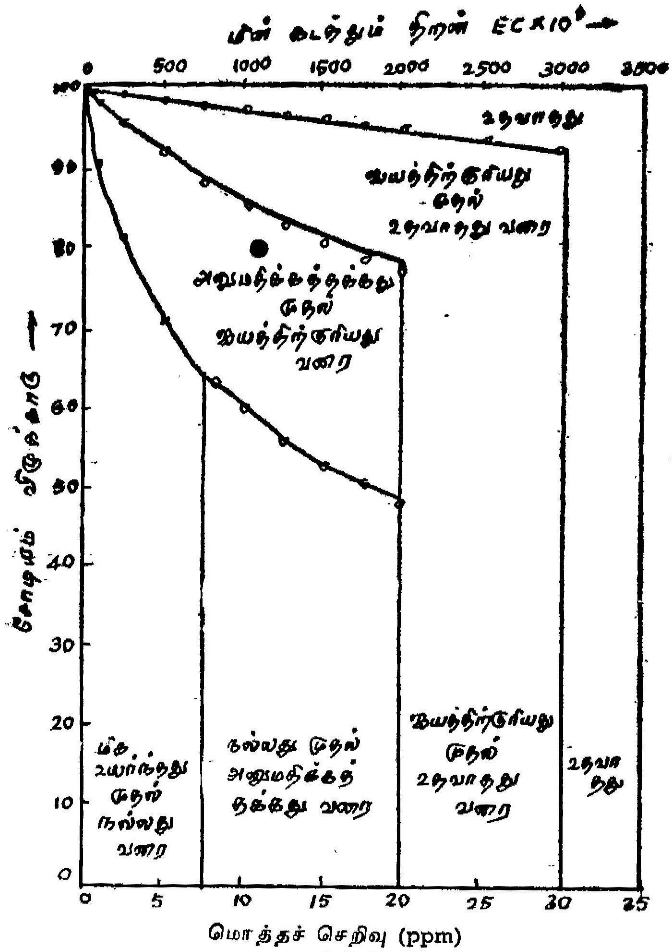
தொழில் முறைகளுக்குத் தகுந்த மாதிரி, அவற்றில் பயனுகும் நீரின் தரத்தின் அடிப்படைகள் மாறுபடும். அதிக அழுத்தக் கொதி கலங்களுக்கான (boilers) நீரின் தரம் சரியான அடிப்படையைக் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் வடிகலங்களில் (condensers) பயனுகும் நீரின் தரம் குறைவாக இருப்பினும் போதுமானது. ஒரு தொழில் முறையில் கூட, நீரின் தரத்துக்குச் சரியான அடிப்படையைத் தீர்மானிக்க முடியாது. வேண்டுமானல் வரம்புகளை ஏற்படுத்தலாம். நீரின் வெப்ப மாற்றங்கள் தொழில் முறைக்கு ஏற்றதல்ல. இந்த நோக்கத்தில், அடிக்கடி இயல்பியல் மற்றும் வேதியல் முறைப் படியான தரம் மாறக் கூடிய நிலப் பரப்பு நீரைக் காட்டிலும் ஊற்றுநீர் பெரிதும் விரும்பப் படுகிறது. இதன் பயனுகப் பயனுக்குத் தகுந்த தரமுள்ள ஊற்றுநீர் கிடைக்கக் கூடுமா என்ற விவரம், ஒரு தொழிற்சாலையை அந்த இடத்தில் நிறுவு முன் ஆராயப்படுகிறது.

7-16. நீர்ப்பாசன நீரின் அடிப்படைகள்

ஊற்று நீர், நீர்ப்பாசனத்திற்கு ஏற்றதா, இல்லையா என்பது பயிர்களிலும், நிலத்திலும், அதில் கலந்துள்ள கனிப் பொருள்களினுல் ஏற்படும் விளைவுகளைப் பொறுத்தது. நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகள் பயிர் வளர்ச்சியைத் தடுக்க வல்லன. மேலும் நில அமைப்பு, நீர் உட்புகும் தன்மை, காற்றூட்டல் இவைகளில் மாறுதல்களை ஏற்படுத்தி, அதன் மூலம் மறைமுக மாகப் பயிர் வளர்ச்சியைத் தடுக்கக் கூடியன. பயிரின் உப்பு நிலை தாங்கும் தன்மை (tolerance) அதிக அளவில் வேறுபடுவ தால், நீரில் உப்பு இன்ன அளவுதான் இருக்க வேண்டும் என்று திட்டமாகக் கூற முடியாது.

பயிர் வளர்ச்சிக்கும், நீரின் தரத்திற்கும் உள்ள தொடர் பைத் தீர்மானிப்பது நிலத்தின் நீர்வடியும் தன்மை (drainage) யாகும். நிலம் நல்ல நீர் வடியும் தன்மையும் திறப்புகளும் உடையனவாக இருப்பின், உப்பு நீரைப் பயன்படுத்திப் பயிர்களை விளைவிக்கலாம். ஆனல், அத் தன்மை குறைவாக உள்ள நிலையில், நல்ல தரமான நீரைப் பயன்படுத்தியும், பயிரை நன்கு விளைவிக்க இயலாது. வடியும் தன்மை குறைவாக இருப்பின் அதனுல் பயிர்களின் வேர்ப்பகுதிகளில் நச்சியலான (toxic) அளவுக்கு உப்பு தங்க நேரிடுகிறது. ஆகவே, நிலத்தில் நீர் வடிவது மிக அவசியம். நீர்ப்பாசன நீரால் ஆண்டுதோறும் நிலத்தின்மீது கொண்டுவரப்பட்டுப்

படியும் பொருள்களின் அளவு, அந்நிலத்தின் வழியே ஆண்டு தோறும் வடிந்து செல்லும் நீரில் கரைந்த பொருள்களின் அளவைவிடக் குறைவாயிருத்தல் அவசியம். இந்த நிலை சரியாக அமையாததால் மிகப் பெரிய நீர்ப் பாசனத் திட்டங்கள், வரலாற்றில், தோல்வி கண்டுள்ளன. நீர்ப்பாசன நீரின் உப்பு நிலை வரம்பை அடிப்படையாக்குவதற்குப் பதில், அதன் ஒப்புப் பயனைப் பயன்படுத்தி, அதன் தர அடிப்படை, பொது



படம் 7–1

சோடியம் விழுக்காடு, மொத்தச் செறிவு, மின் கடத்தும் திறன் இவற்றைப் பொறுத்த நீர்ப்பாசன நீர் வகைகளைக் காட்டும் படம் (வில்காக்சு முறை)

வாக உறுதிப்படுத்தப் படுகிறது. இம் முறையில் வில்காக்சு (Wilcox) என்பவர் ஏற்படுத்திய அட்டவணை (7–4)-ல் தரப்பட்டுள்ளது.

இம்முறையில் நீரின் பயன், அதன் மின் கடத்தும் திறன், சோடியச் செறிவின் விழுக்காடு, போரன் செறிவு இவற்றின் மூலம் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

பட வடிவில் படம் (7–1ல்)-ல் தரப்பட்டுள்ள வகுப்பு முறை அட்டவணை (7–4)-ஐ விடச் சிறப்பானது.

நீர்ப்பாசன நீரின் தரத்தை வகைப்படுத்த அதன் சோடியச் செறிவு மிக அவசியம். ஏனெனில், சோடியம் நிலத்தோடு கலந்து செயலாற்றி, அதன் நீர் உட்புகும் தன்மையைக் குறைக்கிறது. கார்பனேட்டு என்ற எதிர் அயனி வடிவில், அதிகமான சோடியம் கலந்துள்ள நிலங்கள் கார நிலங்கள் (alkalin) எனப்படும். குளோரைடு அல்லது சல்பைடு எதிர் அயனிகள் கொண்ட நிலங்கள் உப்பு நிலங்கள் எனப்படும். பொதுவாக, இரண்டு வகை நிலங்களும் பயிர் விளைச்சலுக்கு உதவாது. சோடியத்தின் செறிவு, இவ்வளவு விழுக்காடு சோடியம், என உரைக்கப்படுகிறது.

$$\% \text{ சோடியம் அல்லது } \% \text{ Na} = \frac{(Na+K)\ 100}{Ca+Mg+Na+K} \quad \ldots(7\text{-}3)$$

இவற்றில் எல்லா அயனிச் செறிவுகளும் மில்லி சமான எடை/லிட்டர் என்ற கணக்கில் உரைக்கப்படும்.

சில சமயங்களில், இது சோடியத்தின் ஈர்க்கப்படும் விகிதம் (s i um absorptive ratio) (SAR) மூலமாகவும் உரைக்கப்படுகிறது.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca+Mg)/2}} \text{ என்ற சமன்பாட்டால் பெறப்படும்} \quad (7\text{-}4)$$

இதில் எல்லாப் பொருள்களின் செறிவுகளும் முதலில் உள்ளது போலவே மில்லி சமான எடை/லிட்டர் என்ற அளவில் உரைக்கப்படும். பரிந்துரை செய்யப்பட்ட SAR வகுப்பு முறை கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

SAR	நீரின் வகுப்பு
<10	மிக உயர்ந்தது
10-18	நல்லது
18-26	சுமாரானது
>26	மட்டமானது.

அட்டவணை (7-4)

நீரின் தரம்	சோடியச் செறிவின் விழுக்காடு	EC × 10^6 at 25°C.	போரான் (ppm)		
			உணர்வு நுட்பப் பயிர்கள்	பாதி தாங்கும் தன்மை கொண்ட பயிர்கள்	தாங்கும் தன்மை கொண்ட பயிர்கள்
மிக உயர்ந்தது	<20	<250	<0·33	<0·67	<1·00
நல்லது	20–40	250–750	0·33–0·67	0·67–1·33	1·00–2·00
அனுமதிக்கக் கூடியது	40–60	750–2000	0·67–1·00	1·33–2·00	2·00–3·00
ஐயத்திற்குரியது	60–80	2000–3000	1·00–1·25	2·00–2·50	3·00–3·75
உதவாதது	>80	>3000	>1·25	>2·50	>3·75

போரான், பயிரின் வளர்ச்சிக்குக் கொஞ்சம் அவசியம். ஆனால், அது அதிகமானால் அதுவே நச்சுப் பொருளாகிவிடும்: பயிர் வகையைப் பொறுத்து அதன் தேவை வேறுபடும். எளிதில் உணரும் நுட்பம் மிகுந்த பயிர்களுக்குக் குறைந்த அளவிலும்; தாங்கும் சக்தி அதிகமுள்ள பயிர்களுக்கு இதைப் போன்று பன்மடங்கிலும் தேவை. சில பயிர்களின் நட்பு போரான் தாங்கும் சக்தி அட்டவணை (7-5) மூலம் தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை (7-5)

[தாங்கும் தன்மை அதிகமாகும் வரிசையில் தரப்படுள்ளது]

உணர்வு நுட்பமான பயிர்கள்	பாதி தாங்கும் தன்மை கொண்ட பயிர்கள்	தாங்கும் தன்மை கொண்ட பயிர்கள்
எலுமிச்சை	லிமா பீன்ஸ்	கேரட்
திராட்சை	சர்க்கரை வள்ளி	முட்டைக் கோசு
ஆரஞ்சு	மிளகு	இடர்னிப்
ஆப்ரிகாட்	பூசணி	வெங்காயம்
பீச்சு	சீனியா	பட்டை பீன்ஸ்
செர்ரீ	ஓட்ஸ்	ஆல்பால்பா
ஆப்பிள்	மைலோ	பீட்ரூட்டு
பியர்	கார்ன்	பேரீச்சை
பிளம்	கோதுமை	பனை
பீன்ஸ்	பார்லி	அஸ்பராகசு
வால்நட்	ஆலிவ்வு	
பீகன்	இராபின் ரோஸ்	
	பட்டாணி	
	முள்ளங்கி	
	தக்காளி	
	பருத்தி	
	உருளைக்கிழங்கு	
	சூரியகாந்தி	

7–17. உப்பு மூல பரிமாற்றம் (Base Exchange)

நீர்க் கொள்ளமைவுகளின் நுண்ணிய வண்டல், களி மற்றும் உயிர்ப் பொருள்களின் பகுதிகள், நேர் அயனிகளை ஈர்த்து, அவற்றின் பரப்பில் தேக்கிக் கொள்கின்றன. இவ்வயனிகள் நுண்ணிய மின்னேற்றங்களால் (charges) துகள்களின் வெளிப் பரப்பில் தேக்கப்படுகின்றன. ஆனால், இவை

ஊற்று நீரில் கலந்துள்ள மற்ற நேர் அயனிகளால் இடம் மாற்றப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு, உப்பு மூல அல்லது நேர் அயனி மாற்றம் எனப் பெயர். முக்கியமாக அமையும் நேர் அயனிகள் சோடியம், கால்சியம், மக்னீசயம் இவற்றைச் சேர்ந்தவை. மாற்றத்தின் திசை, நீரிலுள்ள உப்பு மூலங்களுக்கும், நீர்க் கொள் அமைவிலுள்ள துகள் பொருள்களுக்கு மிடையேயான சம நிலையை நோக்கியதாகும். சோடியம் அதிகம் கலந்த நீர், நிலத்தில் பரவும்போது, நிலத்தோடு சேரும் சோடிய அயனிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. அதே சமயம் அதே அளவுக்குக் கால்சியம் மற்றும் இதர அயனிகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிகள், நிலத்தின் தன்மைகளை மாற்றி, நீர் உட்புகும் தன்மையைக் குறைக்கிறது. எதிராக, கால்சியம் அயனி அதிகமாக இருப்பின் இந்த மாற்ற நிகழ்ச்சிகள், தலைகீழாக நடந்து நீர் உட்புகும் தன்மையை அதிகரிக்கிறது, நிலத்தில் சிப்சம் அல்லது கால்சியம் சல்பேட்டைக் கலப்பதால், மேற்கூறியபடி உப்பு மூல மாற்றம் ஏற்பட்டு, நிலத்தின் நீர் வடிக்கும் தன்மை, அதன் அமைப்பு முதலியவற்றில் முன்னேற்றம் உண்டாகிறது.

7-18. ஊற்று நீரின் தரம் குறையக் காரணங்கள்

ஊற்று நீரின் தரம், அது பெருக்கெடுத்த நீரின் தரத்தைப் பொறுத்தது. ஆகவே பெருக்கெடுத்த நீரின் தரத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் முக்கியமானவை. இந்த மாறுதல்கள், வேறு புதிய நீராலோ, குறைந்த தரம் கொண்ட நீராலோ ஏற்படலாம். கழிவு அல்லது தொழிற்சாலைக் கழிவு நீரோ ஒரு நீர்க் கொள் அமைவில் புகுந்து, அதன் ஊற்று நீரைக் கெடுக்கலாம். இம்மாதிரி ஊற்று நீரின் தரம் குறைவதற்கான பல்வேறு காரணங்கள் அட்டவணை வடிவில் அட்டவணை (7-6)ல் கீழே தரப்பட்டுள்ளது (பக்கம் 108).

இந்த அட்டவணை மூலம் ஊற்று நீரின் தரம் ஏன் காக்கப்பட வேண்டும் என்பதன் அவசியத்தையும், அதன் தரம் கெட, எப்படிப்பட்ட பல்வேறு காரணங்கள் உள்ளன என்பதையும் நன்கு அறியலாம்.

உயிர்ப் பொருள்கள் கலப்பதன் மூலம், ஊற்று நீரின் தரம் முழுவதும் கெடுவது என்பது அரிதானது. ஏனெனில் அதிக அளவில் கழிவுகளை நிலத்திற்கடியில் செலுத்துவதில் நிறைய இடையூறுகள் ஏற்படும். இறுக்கப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகளைத் தவிர, மற்றவைகளில், நீரிலுள்ள தொங்கு பொருள்கள், ஊடுருவல், நுண்ணுயிரி மற்றும் கூழ் பொருள்களின் உயிர்நூல் முறையான செயல்கள் இவைகளால் நீக்கப்

அட்டவணை (7-6)

மாசுபடலும் (Contamination)
தூய்மைக்கேடும் (Pollution)

1. வீட்டு மற்றும் பொதுக் கழிவு :
2. தொழில் முறைக் கழிவுகள் :
   (a) உயிர்ப்பொருள் கழிவுகள் ;
   (b) உணவுச் செய் முறைகள் :
3. கனிப் பொருள் கழிவுகள் :
   (a) உலோகச் செய்முறைத் தொழில்கள்
   (b) தோண்டுதல் மற்றும் கனிப்பொருள் எடுக்கும் தொழில்கள்.
   (c) எண்ணெய்த் தொழில்கள்
   (d) வேதியற் தொழில்கள்
   (e) இதர பல்வேறு வகைப்பட்டவை.
4. குளிர்ச்சியாகும் நீர்
5. திண்ம மற்றும் பாதித் திண்மக் (semi-solid) கழிவுகள்.

நீரின் தரங்குறைதல் (degradation)

1. விரித்தல், பயன்படுத்தல், திரும்பப் பயன்படுத்தல் ஆகியவற்ருல் நீரில் ஏற்படும் விளைவுகள்.
2. நீர்ப்பாசனக் கழிவு நீர்.
   (a) நிலப் பரப்பு வடிதல்
   (b) ஊறுதல்
3. சரியாகக் கட்டப்படாத, குறையுள்ள அல்லது கைவிடப்பட்ட கிணறுகளால் இரண்டு நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்கிடையே ஏற்படும் மாறுதல்கள்.
4. அதிகமான நீரிறைப்பிஞல் ஏற்படும் நீரழுத்த வேறுபாடால், இரண்டு நீர்க்கொள் அமைவுகளிடையே விளையும் மாறுதல்கள்.
5. இருப்புக்கு மேல் பற்று நிலை :
   (a) கடல் நீர் ஊடுருவல், (b) உப்புச் சம நிலை,
   (e) மேல் நோக்கியோ அல்லது பக்க வாட்டிலோ அதிக நீரிறைப்பால் ஏற்படும் உப்பு அல்லது இளமை நீரின் பரவல்.
6. சரியாகக் கட்டப்படாத கிணற்றில், நீர்ப் பரப்பில் ஏற்படும் மாசுபடல்.
7. இயற்கைக் காரணங்கள் :
   கனிப் பொருட்கள் நிறைந்த நீரூற்று அல்லது நீரோடை நீரால் ஏற்படும் உள்பாய்வு அல்லது ஊறுதல்.
8. மற்றக் காரணங்கள் :
   (a) அதிகரித்த நில அரிப்பு
   (b) ஆவியாதல் மற்றும் ஆவி வெளியீடு போன்ற தாவர நிகழ்ச்சிகளால் சேர்க்கப்படும் கனிப் பொருள்கள்.

படுகின்றன. உயிர் சார்பற்ற பொருள்கள் நிலத்தினூடே எளிதில் பாயவல்லனவாகையால், அவற்றை நீக்குவது கடினம்: இயற்கையாக ஏற்படும் கரைதல் நிகழ்ச்சி மெதுவானது. செயற்கை முறைப்படி இவற்றைக் கரைப்பதும் அதிகச் செலவைக் கொடுக்கும். ஆகவே இத்தகைய பொருள்களின் விளைவுகள் காலவரையின்றி நீடிக்கலாம். ஆகவே, எந்தக் கழிவு நீரையும் நிலத்திற்கடியில் செலுத்துமுன், அதனால் நிலத்திலமைந்த ஊற்று நீருக்கு ஏதேனும் ஊறு விளையுமா என்பது நன்கு ஆராயப்பட வேண்டும்.

7-19. ஊற்று நீரின் வெப்பநிலை

ஊற்று நீரின் மிக முக்கியமான, பாதுகாப்பான தன்மைகளில் வெப்பநிலையும் ஒன்று. பொதுவாக, இதில் ஆண்டுதோறும் ஏற்படும் மாறுதல்கள் மிகக் குறைந்தவை. நிலப் பரப்பின் புறத்தோட்டின் (crust) மின்பாயாத் (insulation) தன்மைகள் அதன்மேல் ஏற்படும் தீவிர வெப்ப நிலை மாறுதல்களை அடக்கி விடுகின்றன. நிலத்தினடியில் 10 மீட்டர் ஆழத்தில் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாறுதல் 1°F-க்கு குறைந்த அளவே எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இதற்குக் கீழே, ஒவ்வொரு 30 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் கிட்டத்தட்ட வெப்ப நிலை 1°C அதிகமாகலாம். ஊற்று நீரின் வெப்பநிலை மிகக் குறைந்த நிலையில் பனி உறை வெப்ப நிலைக்குக் கீழாக (freezing) நிலை பனியிலும், (perma frost) மிக அதிகமான நிலையில், வெந்நீர் ஊற்றுகளிலிருந்து (geysers) வெளியாகும் அதிகச் சூடான நீரில், நீர் கொதி வெப்பநிலை (boiling point)க்கு மேலானதாகவும் இருக்க வாய்ப்புகள் உண்டு.

8. ஊற்று நீரை விரிவுபடுத்தல்

8-1. பொது

ஊற்று நீரை, நன்கு பயன்படுத்தும் பொருட்டு, விரிவு படுத்த, அவை கிடைக்குமிடங்களை ஒரு மொத்தமான வடிநிலம் எனக் கொள்ள வேண்டும். இப்படிப்பட்ட ஒரு வடி நிலத்தை ஓர் இயற்கையாக அமைந்த ஒரு பெரிய ஊற்று நீர் ஏரி எனக் கொண்டால், அந்த நீரைப் பயன் படுத்துகையில், மற்றவர்களுக்கும் அதனால் ஊறு ஏற்படுகிறது. இத்தகைய ஏரியை நீண்ட காலத்திற்குப் பயன்படுத்துவதற்கு, அந்த ஏரியில் வந்து சேரும் எல்லா நீர்களுக்கும் ஏரியிலிருந்து வெளியேறும் எல்லா நீர்களுக்கும் இடையே ஒரு நீர்மவியற் சமநிலை ஏற்படச் செய்ய வேண்டும். அதே நேரத்தில் பொருளாதார, சட்ட மற்றும் தரஞ்சார்ந்த தன்மைகளும் கவனிக்கப்பட வேண்டும்.

ஓர் ஏரியிலிருந்து மற்றவர்களுக்கு இடையூறு ஏற்படா வண்ணம் எப்போதும் தடையின்றிப் பெறக்கூடிய நீரின் அளவைப் பாதுகாப்பான பயன் (safe yield) எனக் குறிக்கலாம். பாதுகாப்பான பயனுக்கு மேலே நீரின் அளவு அதிகரித்தால், அது இருப்புக்கு மேல் பற்று (overdraft) எனப்படும். குறிப்பிட்ட நிலைக்குத் தகுந்த முறையில், பாதுகாப்பான பயனைக் கணக்கிட அநேக முறைகள் உள்ளன. ஒரு பகுதியிலமைந்த நில மற்றும் நீர்ப்பரப்பு நீர்களை எவ்வளவு அதிகமாகப் பயன் படுத்த முடியுமோ அம் முறையில் பயன்படுத்தினால் பொருளாதார நன்மைகள் ஏற்படும். இந்தக் கோட்பாட்டை மனத்தில் கொண்டு எந்தவொரு புது நீர்காணும் திட்டமோ அல்லது இருக்கும் நீரின் முன்னேற்றத்திற்கான திட்டமோ, செயல்படுத்தப்பட வேண்டும்.

8-2. பாதுகாப்பான பயனும் இருப்புக்கு மேல் பற்றும்

வேண்டத்தகாத விளைவுகள் ஏற்படா வண்ணம், ஒரு வடிநிலத்திலிருந்து பெறப்படும் நீரின் அளவே அதன் பாது

காப்புப்பயனாகும். இதற்கு மேற்பட்ட எந்தஅளவும் இருப்புக்கு மேல் பற்றாகும். மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்க்கையில், பாது காப்பான பயன் என்பது ஓர் எளிதான தொடராகக் காண லாம். அதாவது வடிநிலத்தில் எவ்வளவு அளவுக்கு நீர் வந்து சேருகிறதோ அந்த அளவுக்கு நீரைப் பயன்படுத்து வது பாதுகாப்பான பயன் எனத் தோன்றும். ஆனால் நீரை நீரேற்றிகள் மூலம் கிணறுகளிலிருந்து இறைப்பதால் உண் டாகும் வேண்டத்தகாத விளைவுகள் பல உள்ளன. ஆகவே பாதுகாப்பான பயன், வந்து—சேரும் மொத்த நீரின் அளவை விடக் குறைவாக இருத்தல் அவசியம். இந்தப்பயன், அதன் சார்பான நிலைகள் மாறுவதை யொட்டி வேறுபடலாம்.

ஓர் ஊற்றுநீர்க் கிடங்கு, அவ்வப்போது இயற்கையால் நீர் திரும்பப் பெறும் தன்மை கொண்டதாயிருப்பின், ஓர் ஊற்றுநீர் வடிநிலத்திலிருந்து ஆண்டுதோறும் குறிப்பிட்ட அளவு நீரையே பயன்படுத்தலாம். ஓர் ஊற்று நீர் பிறப் பிடத்திலிருந்து அதற்குள் இயற்கையாகத் திரும்ப வந்து சேரும் நீரின் அளவுகேடுறுத வகையில் அதிகமான அளவில் பயன்படுத்தப்படும் நீரின் அளவு அதன் பாதுகாப்புப்பயனைப் பொறுத்தது. இருப்புக்கு மேல்பற்று என்ற நிலையிலமைந்த பகுதிகள், ஊற்று நீர்த் திட்டங்களில் எப்போதுமே ஒரு புதிர். இப்பகுதிகளில் இருப்புக்கு மேல் பற்றை, அதன் பாதுகாப் புப்பயனுக்குக் குறைக்காதவரை ஊற்றுநீர்க் கொள்ளளவில் குறைவை எந்த நிலையிலும் எதிர்பார்க்க வேண்டியதுதான்.

8-3. பாதுகாப்புப் பயனை நிலைநாட்டும் காரணங்கள்

ஓர் ஊற்று நீர் வடிநிலத்தின் பாதுகாப்புப் பயனை, அப் பயனை மீறுவதால் ஏற்படும் வேண்டத்தகாத விளைவுகளை ஆராய்வதன் மூலம் நிலைநாட்டலாம். நான்கு காரணங்கள் முதன்மையானவைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. அவை, நீர் வடிநிலத்திற்கு நீர் அளிக்கப்படும் அளவு, நீர் வடிநிலத்தி லிருந்து நிரை நீரேற்றியின் மூலம் வெளியிறைப்பதற்காகும் பொருளாதார வசதிகள், ஊற்று நீரின் தரம் நீர் வடிநிலத் திலும் அதன் அருகேயுள்ள பகுதிகளிலும் உள்ள நீரின் உரி மைகள் (water rights) என்பன. இந்த நான்கில் ஏதேனும் ஒன்று மாற்றப்படுவதால், வேண்டத்தகாத விளைவுகள் ஏற்பட் டால், இருப்புக்குமேல் பற்று இருக்கும். இவற்றில் வடிநிலத் திற்குவந்து சேரும் நீரின் அளவு, மிக முதன்மையானது. அதனை அளவின முறையில் எளிதாகத் தீர்மானிக்கலாம்.

8-4. நீரளிப்பின் அளவு (Water Supply)

பல ஆண்டுகளுக்கான சராசரி நீரளிப்பைவிட ஓர் ஊற்று நீர் வடிநிலத்தின் பாதுகாப்புப்பயன் அதிகமாகக்கூடாது. இதற்கு மேற்பட்டு எடுக்கப்படும் நீர், நீர்க்கொள் அமைவின் கொள்ளளவு நீரிலிருந்தே வெளிப்படுத்தப் படவேண்டும். இம் மாதிரி ஏற்படும் நீர்க்குறைவை, ஊற்று நீரைத் தோண்டுதல் என்றும் குறிப்பிடலாம். அநேகமாக எல்லா வடிநிலங்களிலும் அமைந்த கொள்ளளவு நீர் ஒரு வருடத்தில் அதற்குள் வந்து சேரும் அல்லது அதனின்று எடுக்கப்படும் நீரின் அளவைப் போல் பன்மடங்கானது. ஆகவே ஏதேனும் ஒரு வருடம் நீரளிப்பைவிட, வெளியே எடுக்கப்படும் நீரின் அளவு அதிக மாக இருப்பதால் எப்பொழுதும் கொள்ளளவு நீரில் குறைவு ஏற்படாது. ஆனல் பல ஆண்டுகளுக்கான கணக்கில் பார்க் கும்போது, இத்தகைய குறைவினல், இருப்புக்கு மேல் பற்று ஏற்பட வாய்ப்பு உள்ளது.

நீர் வடிநிலத்திற்கு அளிக்கப்படும் நீரின் அளவு, வடிநிலத் தின் வடிவைப் பொறுத்தோ, அல்லது அளிக்கப்படும் நீர் பாயும் வேகத்தின் அளவையோ பொறுத்து மாறுபடும். ஆகவே பாதுகாப்புப்பயனைக் கண்டுபிடிக்க அளவு அல்லது அளவு வீதக் கருத்துகள் (rate concepts) தேவை. கட்டுப்படுத் தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளில், நீரளிப்புப் பகுதியும், நீர் வெளியேறும் பகுதியும் அருகருகே இருப்பதால், அளவுக் கருத்துகளே மிக கட்டாயமானவை. ஆனல் கட்டுப்படுத்தப் பட்ட நீர் கொள் அமைவுகளில் இப்பகுதிகளுக்கிடையே கிலோ மீட்டர் கணக்கில் இடைவெளியிருப்பதால் வீதக் கருத்துகள் அதிகமாகப் பயன் படுகின்றன.

8-5. பொருளாட்சி (Economics)

ஊற்று நீரை நீரேற்றிகள் மூலம் வெளியேற்றுவதற் காக ஆகும் செலவு மிக அதிகமாக உள்ள வடி நிலங்களில், பாதுகாப்புப்பயனை, நிலைநாட்ட பொருள்வளக் கூறுகளின் விவரங்கள் தேவைப்படும். ஊற்று நீர் அளவை விரிவாக்கச் சிறிது மூலதனத்தைப் பயன்படுத்தியபின், வேறு சிக்கனமான செலவில் நீரளிக்கக்கூடிய மூலங்களுக்காக அந்தத்திட்டம் கைவிடப்பட்டால், அதனல் பெரிய இழப்பு ஏற்பட்டதாகவே கொள்ளவேண்டும். ஊற்று நீரின் மட்டம் மிகக் கீழே போகப் போக, கிணற்றின் ஆழத்தை அதிகப்படுத்துவதால், நீரேற் றியின் சக்தியை மாற்ற, வேறு நீரேற்றிகளைப் பொருத்துதல் போன்ற செயல்களால் செலவினங்கள் அதிகமாகின்றன.

ஆகவே, வடிநிலத்தின் பாதுகாப்புப்பயனுக்காக நீரேற்றம் செய்யப்படும் நீரின் அளவுக்கு ஒரு வரம்பு அவசியமாகிறது. இந்த வரம்பு; நீர் நீரேற்றம் செய்யப்பட வேண்டிய உயரம் மற்றும் ஊற்று நீரின் குறைந்த அளவு மட்டம் இவற்றைப் பொறுத்தது.

8–6. நீரின் தரம்

வடிநிலத்தினின்று வெளியிறைக்கப்படும் நீரின் தரம் குறைவாக இருந்தாலும், பாதுகாப்புப் பயனைவிடப் பயனுகும் நீரின் அளவு அதிகமாக, வாய்ப்பு உள்ளது. கரையோரம் அமைந்த நீர் கொள் அமைவிலிருந்து நீர் இறைக்கப்படுவதால், நீர் வடிநிலத்திற்குள், கடல்நீர் ஊடுருவலாம். ஊற்றுநீர் மட்டம் அதிகமாக இறங்குவதால் மிக ஆழத்தில் உள்ள உப்பு நிலை கொண்ட உடன் தோன்றிய நீர், நீரேற்றியின் மூலம் வெளியேற்றப்படலாம். பக்கத்திலமைந்த மட்டமான தரங்கொண்ட நீர் நீர்க்கொள் அமைவில் நீரிறைக்கப்படும் போது, அதில் வந்து சேரலாம். இத்தகைய வாய்ப்புகளால் ஊற்று நீரின், தரம் வேறுபடலாம். ஆகவே, பாதுகாப்புப்பயனைக் கருதி நீரின் தரம் ஓர் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட திட்ட அளவுக்குள் இருக்கவேண்டும். ஆகவே, நீர்பயன்படும் துறையைப் பொறுத்துக்கூடப் பாதுகாப்புப் பயனில் மாற்றம் ஏற்படலாம்.

8–7. நீர் உரிமைகள்

ஓர் ஊற்று நீர் வடி நிலத்தில் முன்னமேயே இருக்கக் கூடிய நீர் உரிமைகளுக்கோ அல்லது பக்கத்து வடிநிலங்களில் அமைந்த நீர் உரிமைகளுக்கோ வெளியேற்றப்படும். நீரின் அளவால் ஊறு நேர்ந்தால் சட்டக் கருத்துகளால் பாதுகாப்புப் பயனின் அளவு, ஒரு வரம்பிற்குட்படுத்தப்படும். பாதுகாப்புப் பயனை உறுதி செய்வதற்கு முன்னரே, வெளியிறைக்கப்படும் நீரின் அளவில் சட்ட முறைப்படி ஏதேனும் தடை இருப்பின் அதனைச் சரி செய்து கொள்ளவேண்டும். பொருள் வள, தர மற்றும் சட்டப்படியான தடைகள் ஏதும் வெளியிறைக்கப்படும் நீரின் அளவால் ஏற்படாதிருக்கும் நிலையில் பாதுகாப்புப் பயன், ஊற்று நீர் வடிநிலத்தில் அமைந்த நீரளிப்பின் அளவைப் பொறுத்திருக்கும். நீரளிப்பைக் காட்டிலும் நீரிறைப்பு அதிகமானால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வேண்டத்தகாத விளைவுகளும் ஏற்படலாம். நீரளிப்பு மட்டுமே காரணமாக இருப்பின் பாதுகாப்புப் பயனை அந்த நீர்வடிநிலத்தின் நீர்மவியல் விவரங்களைக் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

எல்லா முறைகளும், அநேகமாக, நீர்மவியல் சமநிலைக்கான சமன்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டன.

8-8. நீர்மவியற் சமன்பாடு

நீர்மவியற் சுழற்சியைப் பற்றி முதல் பகுதியிலேயே அறிந்துள்ளோம். அச் சுழற்சியின்படி நீர் வடிநிலத்துக்கு அளிக்கப்பட்ட நீருக்கும் அதனுள் தங்கும் அல்லது அதனின்று வெளியாகும் நீருக்குமிடையே ஒரு சரியீடு (balance) இருக்கவேண்டும். இத்தகைய சரியீட்டை, அளவின் முறையில் நீர்மவியற் சமன்பாடு குறிக்கிறது. அந்தச் சமன்பாடு பொதுவாகக் கீழே கண்ட வண்ணம் எழுதப்படுகிறது.

[நிலப் பரப்பு உள் பாய்வு + நில அடி உள்பாய்வு + மழைநீர் + வெளியிடங்களிலிருந்து வரும் நீர் + பரப்பு நீர்க் கொள்ளளவில் குறைந்த நீர் + ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவில் குறையும் நீர்] = [நிலப் பரப்பு வெளிப் பாய்வு + நில அடி வெளிப் பாய்வு + பயனுகும் நீர் + வெளியிடங்களுக்குச் செல்லும் நீர் + பரப்பு நீர்க் கொள்ளளவில் அதிகரிக்கும் நீர் + ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவில் அதிகரிக்கும் நீர்] (8–1)

இவ்வமைப்பில், வடிநிலத்தின் பரப்பு மற்றும் அடியிலமைந்த நீர், மற்றும் உள்ளேயும் வெளியேயும் பாயும் நீர் யாவும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. பல சூழ்நிலைகளில் இந்தச் சமன்பாட்டில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உறுப்புகளை நீக்க முடியும். ஏனெனில், அவைகளின் அளவு, மிகக் குறைவாக இருக்கும், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவுகளில், நிலப் பரப்பில் உள்ள நீரைப் பற்றிக் கவலையில்லை. அவையில்லாமலேயே நீர்மவியற் சமநிலை அமைய முடியும், ஆகவே, நிலப் பரப்புப் பாய்வுகள், மழை நீர், பயனுகும் நீர்; பரப்புக் கொள்ளளவில் ஏற்படும் மாறுதல்கள், வெளியிடங்களுக்குச் செல்லும் நீர், முதலியன சமன்பாட்டிலிருந்து நீக்கப்படலாம். சமன்பாட்டின் ஒவ்வோர் உறுப்பும் நீர்ப்பாய்வை, ஒரு நேர அலகுக்கு இவ்வளவு கொள்ளளவு என்ற கணக்கில் குறிக்கின்றன. ஏதேனும் ஒரு பொருத்தமான அலகுகளைப் பயன்படுத்தலாம். அமெரிக்காவில், பொதுவாக ஏக்கர் அடி/வருடம் என்ற அலகு பயனுகிறது. பாதுகாப்புப் பயனைக் கணக்கிட, ஒவ்வோர் உறுப்புக்கும் நீண்ட கால சராசரி மதிப்புகள் மிக அவசியம். இந்தச் சமன்பாடு, எந்த அளவு கொண்ட வடிநிலத்துக்கும் பயன்படும். இருப்பினும் ஊற்று நீர் வடிநிலம், நீர்க்கொள் அமைவு ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு,

போன்றவற்றுக்குப் பயன்படுத்தும்போது கிடைக்கும் முடிவுகள் நல்ல விவரங்களைத் தரவல்லனவாக இருக்கும்.

அறிவியல் முறைப்படி நீர்மவியற் சமன்பாடு சரியீடு செய்யப்பட வேண்டும். ஆனால் செய்முறையில், எல்லா உறுப்புகளும் மதிப்பிடப்பட்டால் சரியீடு அமைவது மிக அரிது. அளவினமுறைகளில் ஏற்படும் தவறுகள், தேவையான விவரங்கள் இல்லாமை, சரியற்ற நெருங்கிய அளவீடுகள், இவற்றை இதற்கான காரணங்களாகக் கொள்ளலாம். சரியீடு இல்லா நிலையின் அளவு அடிப்படை விவரங்களின் சரியான மதிப்புக்கான வரம்புகளை மீறக்கூடாது. சரியான சரியீட்டை ஏற்படுத்தப் பிழைகள் அதிகமாக இருக்கலாம் என்ற உறுப்புக்களில், சரிப்படுத்தல்கள் (adjustments) செய்யலாம். சரியீடு இல்லா நிலையின் அளவு, அடிப்படை விவரங்களின் சரியான மதிப்புகளின் எல்லைகளை மீறினால், மேலும் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட வேண்டும். சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்த, நல்ல சீர்தூக்கிப் பார்க்கும் திறன், தேவையான, நீர்மவியல் விவரங்கள், குறிப்பிடப்பட்ட பரப்பின் கவனமான நிலவியல் மற்றும் நீர்மவியற் பகுப்பு, இவை தேவை.

சமன்பாட்டைக் கொண்டு, ஓர் நீர் வடிநிலத்தின் தற்போதைய மற்றும் எதிர்கால பாதுகாப்புப் பயன் அல்லது இருப்புக்கு மேல் பற்று இவற்றைக் கணக்கிட முடியும். எந்த ஓர் உறுப்பும், மற்ற உறுப்புகளின் மதிப்புகள் தெரிந்தால், கணக்கிடப்பட முடியும். ஆனால், மற்ற உறுப்புகளின் வழுவால் (inaccurate) கணக்கிடப்பட்ட உறுப்பின் மதிப்பின் செம்மை குறையலாம்.

8-9. நீர் வடிநிலத்தின் ஆராய்ச்சிக்கான விவரங்களைச் சேகரித்தல்

நீர் வடிநிலத்திற்கான நீர்மவியற் சமநிலைச் சமன்பாட்டை வரையறுக்க, அவ் வடிநிலத்தைப் பற்றிய அடிப்படை விவரங்கள் தேவை. எவ் வகையான விவரங்கள் தேவை என்பதையும் அவற்றைச் சமன்பாட்டில் பயன்படுத்த உதவும் பகுப்பு முறைகளும் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

8-10. நிலப் பரப்பு நீரின் உள்பாய்வு, வெளிப் பாய்வு வெளியிடங்களிலிருந்து வரும் மற்றும் அவ்விடங்களுக்குச் செல்லும் நீர்

இந்தக் கணிப்புகள், திட்டமான நீரியல் வரைபட (hydrographic) மற்றும் நீர்மவியல் முறைகளாலும் அளக்கப்படு

கின்றன. நிலப்பரப்பு நீர்ப் பாய்வுகள் பற்றிய விவரங்கள், நிலவியல் அளவெடுப்பு மூலமாகவோ அல்லது மற்ற முறைகள் மூலமோ கிடைக்கப்படாவிட்டால், அளவை நிலையங்கள் (gauge stations) நிறுவப்பட வேண்டும்.

8-11. மழை நீர்

மழை நீர் பற்றிய குறிப்புகளை வானிலை ஆய்வு நிலையங்களிலிருந்து (weather bureau) பெறலாம். நீர் வடிநிலத்தில் அமைக்கப்பட்ட அளவை நிலையங்கள் பரவலாகவும், அந்த இடத்தின் சராசரி வருடாந்திர மழையைச் சரியாகக் கணக்கிட ஏற்றதாகவும் இருக்கவேண்டும். அவ்வாறில்லையெனில் அதற்குத் தகுந்த நிலையில் புதிய நிலையங்கள் ஏற்படுத்தப்பட வேண்டும்.

8-12. பயனுகும் நீரின் அளவு

நிலப்பரப்பு மற்றும் நிலத்தடியினின்று ஆவியாதல் ஆவியாகி வெளியாதல் போன்ற முறைகளால் வெளியாகும் எல்லா நீரும், பயனுகும் நீர் அல்லது ஆவி மூலம் வெளியாகும் நீர் எனப்படும். இந்த நீரைக் கணக்கிட, ஒவ்வொரு வகையான பயனுகும் நீர் அளவு கொண்ட நிலப் பகுதிகளைச் சுட்டிக் காட்டும் ஒரு நிலச் சுற்றுய்வு செய்யப்பட வேண்டும். பயிர்களுக்கும், செடிகளுக்கும் இருக்கும் வெப்ப நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டு, அவற்றின் பயனுகும் நீரின் அளவை அளக்கலாம். நிலப் பரப்பில் ஏற்படும் ஆவியாதல் குறிப்புகளைக் கொண்டு, அவற்றின் பயனுகும் நீரை அளக்கலாம். இவ்வாறு ஒவ்வொரு பகுதிக்கும், பயனுகும் நீரின் அலகை ஏற்படுத்தி, அதைக் கொண்டு பகுதிகளின் பரப்பைப் பெருக்கி அத் தொகைகளைக் கூட்டி மொத்தமாக வரும் நீரின் அளவே பயனுகும் நீரின் அளவாகும்.

8-13. நிலப்பரப்பு நீரின் கொள்ளளவு மாறுதல்கள்

நிலப் பரப்பு நீர்த் தேக்கங்களில் ஏற்படும் நீர் மட்ட மாறுதல்களைக் கொண்டு இவற்றைக் கணக்கிடலாம்.

8-14. ஊற்று நீரின் கொள்ளளவு மாறுதல்கள்

செய்முறையில், நிறைவுப் பகுதியில் ஏற்படும் கொள்ளளவு மாறுதல்கள் மட்டுமே கணக்கிடப்படுகின்றன. காற்றூட்டுப் பகுதியிலும் இம் மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. இருப்பினும் நிறை செறிவுப் பகுதியில்லாத அமைப்புகளில் தொடக்கத்திலும், இறுதியிலும் ஏறத்தாழ சமமான கொள்ளளவு இருக்கும்

வகையில் காலத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதால், இம் மாறுதல்களைக் குறைக்க முடியும். நீர்ப்பாசனம் அமைந்த பரப்புகளில் இக் காலம் பயிர்களின் நீர்ப்பாசனப் பருவக் காலமாக இருக்கும்.

ஊற்று நீர், வடிநிலத்தில் எப்படித் தோன்றியுள்ளது என்பதன் விவரங்களைக் கொண்டுதான் ஊற்று நீர் கொள்ளளவு மாறுதல்களைக் கணக்கிட முடியும். பொதுவான கிணற்றுக் குறிப்புகளின் பகுப்புக்களைக் கொண்ட ஒரு நிலவியல் ஆராய்ச்சி, அவ்விடத்துக்குத் தேவை. முன்னிருந்த ஊற்று நீர் மட்டங்கள், நீரிறைப்புக் குறிப்புக்கள், நீரிறைப்பு ஆய்வுகள் முதலியனவற்றைத் தொகுக்க வேண்டும். நீர் வடி நிலத்தில் அமைந்த கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளின் ஒப்புப்பயன்களும், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவுகளின் கொள்ளளவுக் குணகங்களும் மதிப்பிடப்பட வேண்டும்.

1-2 கி. மீ. இடைவெளிக் கொண்டுகக் கிணறுகள் குறுக்கு நெடுக்காக நீர் வடி நிலத்தில் அமைக்கப்பட வேண்டும். தேவையென்றால் நீர்த்தாரைகளால் ஆய்வுத் துளைகளும் ஏற்படுத்தலாம். இக் கிணறுகளில் நீர்மட்டங்கள் கிட்டத்தட்ட அசைவற்ற நிலையில் அளக்கப்பட வேண்டும். கட்டுப்படுத்தப் பட்ட (control) கிணறுகளில், தானாக நீர்மட்டங்களை அளக்க வல்ல அளவிகளை நிறுவி, ஒவ்வொரு மாதமும் அவை மட்டங்களை அளக்கும் நிலையில் பொருத்தவேண்டும். சம ஊற்று நீர் மட்ட மாறுதல்களமைந்த பகுதிகளை இணைக்கும் கோடுகளமைந்த ஒரு படம் நீர் வடிநிலத்திற்கு வரையப்படுகிறது. நீர்மட்ட மாறுதல், ஒப்புப் பயன் அல்லது கொள்ளளவுக் குணகம், பரப்பு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை நீர்வடி நிலத்தின் ஒவ்வொரு அடுக்குக்கும் கணக்கிடப்பட்டு அவை கூட்டப்பட்டால் அக் கூட்டுத்தொகை ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவில் ஏற்படும் மாறுதல் அளவைக் குறிக்கும்.

8–15. நிலத்தின் அடியில் நீரின் உள் மற்றும் வெளிப்பாய்வு

சமன்பாட்டிலுள்ள இந்த உறுப்புகள் தான் கணக்கிடப் படுவதற்கு மிகக்கடினமானவை. ஏனெனில், அவைகளை நேராக அளக்கமுடியாது. இவற்றுள் ஒன்று அநேகமாகச் சமன்பாட்டின் மற்ற எல்லா அளவுகளிலிருந்தும் நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. நிலவியல் ஆராய்ச்சிமூலம், இந்தப் பாய்வுகளைக் கண்டுபிடிக்க இயலாது. அநேக சமயங்களில் இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகக் கருதப்பட்டுச் சமன்பாட்டிலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன. ஊற்று நீர்ப்பாய்வு ஒரு

வடிநிலத்திலிருந்து மற்றொரு வடிநிலத்துக்கு ஏற்படும் பகுதிகளில் அதிக இடையூறுகள் ஏற்படும். இப் பாய்வின் திசை, ஊற்றுநீர் மட்டங்களைக் கொண்டு உறுதிப்படுத்தப்பட வேண்டும். பின்னர் ஊற்று நீர் மட்டச்சரிவு நீர் உட்புகும் தன்மை, நீர்பாயும் பகுதியின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு இவற்றைக் கணித்து இடார்சி விதியைப் பயன்படுத்தி, நிலத்தினடியில் ஏற்படும் நீர்ப்பாய்வைக் கணக்கிட வேண்டும்.

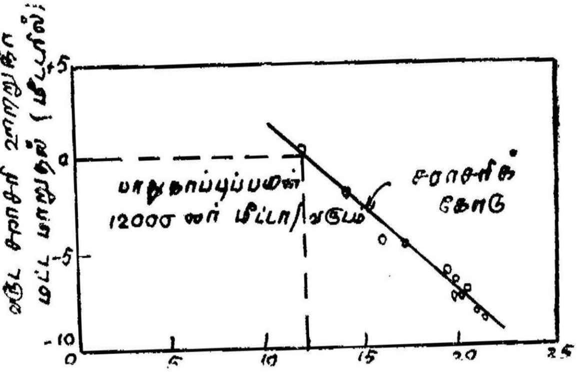
8-16 பாதுகாப்பான பயனைக் கணக்கிடும் முறைகள்

பாதுகாப்பான பயன் என்பது ஒரு நீர்வடிநிலத்திலிருந்து ஒரு வருடத்திற்கு எடுக்கப்படும் நீரின் அளவின் மூலம் விவரிக்கப்பட்டது. நிலப்பரப்பு நீரோடு தொடர்பு இல்லாத கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள் அமைவுகளில் பாதுகாப்புப் பயன், அதிலிருந்து வருடத்திற்கு இறைக்கப்படும் நீரின் அளவு மூலம் வரையறுக்கப்படும். கட்டுப் படுத்தப்படாத நீர்க் கொள்ளளமைவுகளில்இது, வருடத்துக்குஇறைக்கப்பட்ட நீரின் அளவு மற்றும் வெளியிடங்களுக்குப் பாய்ந்த நீர், இவற்றின் மூலம் வரையறுக்கப்படும். அதாவது இது வருட நீரிரைப்பிலிருந்து நீர்க்கொள் அமைவிலிருந்து வந்து சேரும் நீர்ப்பாய்வைக் கழித்துவரும் அளவுக்குச் சமம். கிடைத்துள்ள விவரங்கள் ஊற்றுநீர் விரிப்பு மற்றும் நிலவியல் அமைப்புக்கள் இவற்றைப் பொறுத்து பாதுகாப்புப்பயனைக்கணக்கிட, ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட முறைகள் கையாளப்படலாம். எல்லா முறைகளும் நீர்ம இயற் சமன்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

8-16 (a) ஹில் (Hill) முறை

இம்முறை நீரிழுவை (draft) மற்றும் ஊற்றுநீர் மட்ட மாறுதல்கள், இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டது. வருடாந்திர நீரிழுவைக்கு எதிராக வருடாந்திர ஊற்று நீர் மட்ட மாறுதல்களை இணைத்து ஒரு வரைபடம் தயார் செய்ய வேண்டும். நீர்வடி நிலத்திற்கு அளிக்கப்படும் நீரின் அளவு, நிலையானதாக இருப்பின், புள்ளிகளை நேர்கோட்டின் மூலமாகச் சேர்க்கலாம். மட்ட மாறுதல், சுழியென்றால். அதன் இணையான நீரிழுவை, பாதுகாப்புப் பயனுக்குச் சமம். வரைபடத்தில் அமைந்தநீரளிப்பு அளவு கிட்டத்தட்ட நீண்டகால சராசரி நீரளிப்பு அளவாக இருத்தல் வேண்டும். வரைபடத்தில் குறிக்கப்பட்ட ஆண்டுகள் இருப்புக்கு மேல் பற்றுக்காலத்தில் இருப்பினும் நேர்கோட்டை நீட்டி, சுழி மட்டத்திற்கு இணை

யான பாதுகாப்புப் பயனைப் பெற முடியும். அது இந்த முறையின் அனுகூலம் படம் 8-1 இம் முறையை விளக்குகிறது.



படம் 8-1

சராசரி வருட நீரிழுவை (1000 ஏர். மீட்டரில்)
பாதுகாப்புப் பயனைக் கண்டுபிடிக்கும் ஹில் முறை

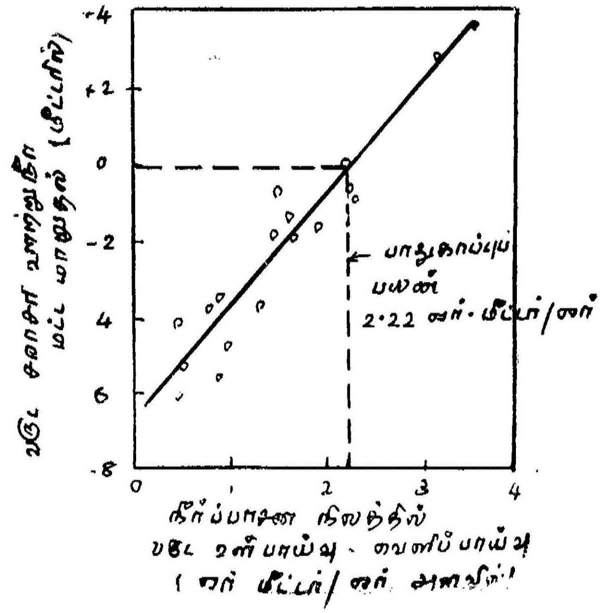
8-16 (b). ஹார்டிங் (Harding) முறை

இம்முறை, வருடாந்திர தேக்கப்பட்ட உள்பாய்வு நீர் மற்றும் ஊற்று நீர் மட்ட மாறுதல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது. நீர் வடிநிலத்தின் தேக்கப்பட்ட உள்பாய்வு நீரின் வருடாந்தர அளவுகளுக்கு எதிராக, வருடாந்தர ஊற்றுநீர் மட்ட மாறுதல்களை இணைத்து வரைபடம் வரைய வேண்டும். புள்ளிகளை முன்கூறிய முறைப்படி நேர்க்கோட்டால் சேர்த்து, நீர் மட்ட மாறுதல் சுழிக்கு எதிரான தேக்கப்பட்ட உள்பாய்வு நீரின் அளவு, பாதுகாப்புப் பயனாகும்.

வருடத்திற்கு வருடம் ஏற்படும் நீரிழுவை, நீர் வடிநிலத்தில் கிட்டத்தட்ட நிலையானதாக இருக்க வேண்டும். இந்நிலை பொதுவாக வறண்ட (arid) நீர்ப்பாசனப் பகுதிகளில் இருக்கும். ஏனெனில் மழையால் அளிக்கப்படும் நீர் குறைவாக இருப்பதால், மீதி ஊற்று நீரிலிருந்து நீரேற்றம் செய்யப்படும் நீரால் ஈடு செய்யப்படுகிறது. வருடாந்திர. தேக்கப்படும் நீரின் அளவு, வெளிப்பாய்வு நீருக்கும் உள்பாய்வு நீருக்கும் உள்ள வேறுபாடு வரைபடத்தின் காலவரையில் வடிநிலத்திற்கு

அளிக்கப்படும் நீர், இவை ஏறத்தாழ, அவற்றின் நீண்ட காலச் சராசரியளவுக்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். நிலப் பரப்பு நீருக்கும் நிலத்தின் அடியிலமைந்த நீருக்கும் தொடர்பு இருக்க வேண்டும் என்பது இம்முறையில் அவசியமாதலால், இம் முறை கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்குத் தான் பெரிதும் பயனாகிறது.

படம் 8-2 இம்முறையை விளக்க வல்லது.

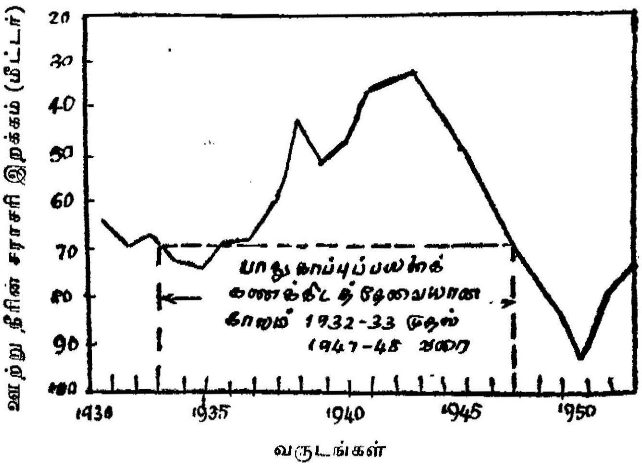


படம் 8-2
பாதுகாப்புப் பயனைத் தீர்மானிக்கும் ஹார்டிங் முறை

8-16 (c). ஊற்று நீர் மட்ட மாறுதலின் அளவு சுழி என்ற அடிப்படையிலான முறை

ஒரு குறிப்பிட்ட பல ஆண்டுகளில், ஊற்று நீர் மட்டம் ஆரம்பத்திலும் கடைசியிலும் கிட்டதட்ட ஒன்றாக இருப்பின் அந்த வடிநிலத்தின் வருடாந்தர நீரிழுவை, அதன் பாதுகாப்புப்பயனுக்கு சமம் எனக் கொள்ளலாம். கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளில் வருடாந்தர நீரிழுவை இறைக்கப் பட்ட பயனாகும் ஊற்று நீரின் அளவும் சேர்ந்தது. கட்டுப் படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள் அமைவுகளின் இது இறைக்கப்

பட்ட நீரின் மொத்த அளவைக் குறிக்கும். சராசரி வருடாந்திர நீரளிப்பு, அதன் நீண்டகாலச் சராசரிக்குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாகவும், காலவரையின் ஆரம்பத்திலும் மற்றும் முடிவிலும் நீரிழுவை, இருப்புக்கு மேல்பற்று என்ற நிலையை நோக்கியும் இருக்க வேண்டும். படம் 8-3 இம்முறையைக் காட்டுகிறது.



	ஏர்-மீட்டரில்
சொல்லப்பட்ட காலத்தில் வருடச் சராசரி நீரிழுவை	41,600
காலத்தில் சராசரி நீரிழுவைக்கும் சராசரி ஊறுதலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு	1,000
காலத்தில் சராசரி நீரிழுவைக்கும் சராசரி மழையளவுக்கும் உள்ள வேறுபாடு	—2,400
காலத்தில் சராசரி ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவு மாறுதல்	—900
பாதுகாப்புப் பயன்	39,300

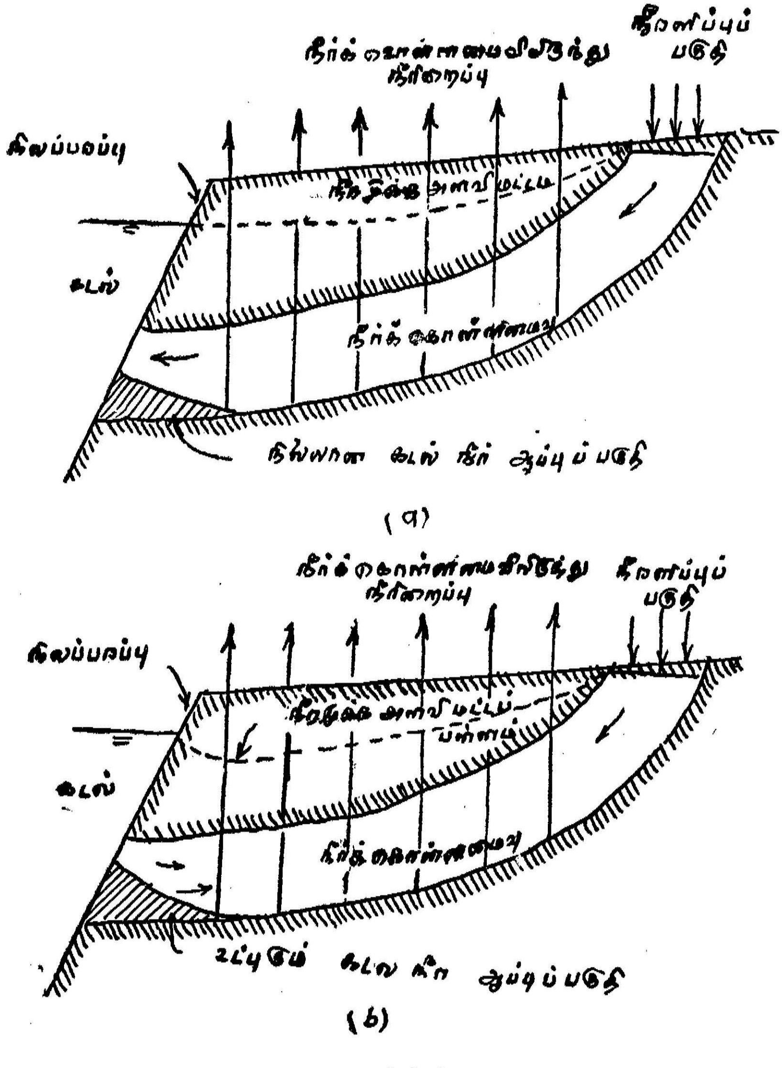
படம் 8-3

ஊற்றுநீர் மட்ட மாறுதல் 'சுழி' என்ற அடிப்படையிலான, பாதுகாப்புப்பயன் கணக்கிடும் முறை

8-16 (d). சிம்ஸன் (Simpson) முறை

இம்முறை, கடற்கரைப் பகுதிகளில் அமைந்த நீர்க்கொள்ளமைவுகளில் உருவாகும் நீரிறைப்புப் பள்ளத்தை (pumping trough) அடிப்படையாகக் கொண்டது. கடற்கரையருகிலமைந்த பகுதிகளில் எடுக்கப்படும் நீரளவு, இருப்புக்கு மேற்பற்று என்ற நிலையில் இருந்தால், ஊற்று நீரின் மட்டம், கடல் நீர் மட்டத்தைவிடக் கீழிறங்குவதால், கடல் நீர் நிலத்தினுள்

புக ஏதுவாகிறது. படம் 8-4 -ல் காட்டப்பட்டபடி, ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவு கடலோடு ஒட்டி அமைந்துள்ளதாகக் கொள்வோம். நீர் வடிநிலத்தின் நீரிழுவை,



படம் 8-4
கடற்கரையை ஒட்டியமைந்த கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவில் ஏற்படும் பாதுகாப்பான பயன், இருப்புக்கு மேல் பற்று நிலைகள்

அதன் பாதுகாப்புப் பயனுக்குச் சமமாக இருக்கும்போது நீரழுத்த மட்டம் கடலை நோக்கிச் சரிந்திருக்கும் படம் 8-4 (a). இதனால், தூய நீரின் ஒரு பகுதி, கடல் நீரால் அமைந்த துண்டுப்பகுதியை அதிகரிக்கவிடாது, நிலைநிறுத்தும் பணியில் கடலுக்குள் சென்று வீணாகிறது. இருப்புக்கு மேல் பற்று, என்ற நிலையில் நீரிழுவை இருக்கையில், நீர்க் கொள்ளமைவுக்குள் பாயும் நீரின் அளவு நீரிழுவையைவிடக் குறைவாக இருப்பதால் நீரழுத்த மட்டம் குறைந்து ஒரு நீரிறைப்புப் பள்ளம் போன்ற அமைப்புப் படம் 8-4 (b)-ல் காட்டியுள்ளது போல் உருவாகிறது. அதனுடைய இடம், அளவுகள் போன்றவை, நீர் வடிநிலத்திலிருந்து இறைக்கப்படும் நீரின் அளவு, முறை இவற்றைப் பொறுத்தது. நீர்மட்டச் சரிவுகளைக் கொண்டு, நீரிறைப்புப் பள்ளத்தின் நிலப்பக்கப் பகுதியில், நீரிழுவை, திரும்ப வரும் நீரின் பாய்வினாலும் ஏற்படுகின்றன எனத் தீர்மானிக்கலாம். பின் சொல்லப்பட்ட செயலால், கடல் நீர்த் துண்டுப்பகுதி மேலும் மேலும் நீர்க்கொள் அமைவில் பரவ வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. கடலோரமாகத் தோண்டப்பட்ட கிணறுகள், நீர்க்கொள் அமைவின் கடல்நீர்த்துண்டுப் பகுதியிலுள்ள உப்பு நீரை இறைக்கத் தொடங்குகின்றன. ஆகவே, அக் கிணறுகள் கைவிடப்படுகின்றன. நீரழுத்த மட்டத்தில் பள்ளம் தோன்ற ஆரம்பிக்கும் நிலையில் அல்லது நீங்க இருக்கும் நிலையில் இருக்கும் நீரிறைப்பின் அளவைப் பாதுகாப்புப் பயனாகக் கணக்கிடலாம்.

சலினாஸ் நதிப் பள்ளத்தாக்கில் (Salinas river valley) படம் (8-4)-ல் காட்டியபடி நீர்க் கொள்ளமைவின் அமைப்பு இருக்கிறது. நீரழுத்த மட்டத்தில், ஒவ்வொரு முறை நீர்ப் பாசனப் பருவம் தோன்றும்போது, அது உச்ச நிலையை அடையும்போதும் பள்ளம் தோன்றியது. பள்ளம் ஏற்பட்டபோது, தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஆய்வுக் கிணறுகளின் மூலம், நீர்க் கொள்ளமைவை நோக்கிப் பாயும் நீரின் அளவு கணக்கிடப்பட்டது. அதே சமயத்தில் பள்ளத்தின் நடுப்பகுதியிலிருந்து, திரும்ப அளிக்கும் நீர்ப்பகுதியின் பரப்புக்கும் இடையே உள்ள நீரழுத்த மட்டத்தின் சராசரிச்சரிவு அளக்கப்பட்டது. இந்த மதிப்புகளை இடார்சி சமன்பாட்டில் பொருத்தித் தோராய (approximation) முறையில், நீர்க்கொள் அமைவின் நீர் உட்புகும் தன்மை, குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு, இவற்றின் பெருக்குத் தொகை '*KA*' கணக்கிடப்பட்டது. கடைசியில், கடல் நீர்ப் பக்கத்திலிருந்து, நீர்க் கொள் அமைவுக்கு நீர் பாயும்போது, நீரழுத்த மட்டப் பள்ளம் நீங்கும் சமயத்தில், அதாவது நீர்மட்டம், கடல் நீர்மட்டத்தோடு

ஒன்றிக் கடற்கரையில் சரியாக அமையும்போது. நீரழுத்த மட்டத்தின் சரிவு அளக்கப்பட்டது. இந்தச் சரிவையும், முதலி லேயே கணக்கிடப்பட்ட '*KA*'-ன் மதிப்பையும் இடார்சி சமன் பாட்டில் பொருத்திக் கிடைக்கும் நீரிழுவையே, பாதுகாப்புப் பயன் எனக் கூறப்பட்டது. சிம்ஸனின் குறிப்புகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு மாதிரிக் கணக்கு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

பள்ளம் அளக்கப்பட்ட தேதி 3—6—45

நீர்க்கொள்ளமைவினைத் தொடர்ச்சியாக நோக்கிப் பாயும் நீரளவு } 10 கன மீட்டர்/விநாடி

நீரளிப்புப் பகுதிப் பரப்புக்கும் பள்ளத்தின் நடுப்பகுதிக்கும் இடையே உள்ள நீரழுத்த மட்ட வேறுபாடு } 30 மீட்டர்

இப் பகுதிகளின் இடையே உள்ள தூரம் : 39,000 மீட்டர்

இடார்சி விதிப்படி $KA = \frac{\phi}{h/L} \quad \frac{10}{30/39000}$

$= 13{,}000$ கனமீட்டர்/விநாடி

நீரளிப்புப் பகுதிப் பரப்புக்கும் கடல் நீர் மட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள நீரழுத்த மட்ட வேறுபாடு } 30 மீட்டர்

இவைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் = 40,000 மீட்டர்

KA (மேலே உள்ளபடி) $= 13{,}000$ கன மீட்டர்/விநாடி

பாதுகாப்புப் பயன் $\phi = KA\frac{h}{l}$

$$= 13{,}000 \left[\frac{30}{40000} \right]$$

$= 9{\cdot}75$ கன மீட்டர்/விநாடி.

நீரளிப்புப் பகுதியிலிருந்து பெறப்படும் நீரளவு அதன் நீண்ட காலச் சராசரிக்குச் சமமாக இருத்தல் வேண்டும். இடார்சி விதியைப் பயன்படுத்துவதாலும், தனியாக நீர்க் கொள்ளமைவின் நீர் உட்புகும் தன்மை, குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு இவற்றைக் கணக்கிட வேண்டாததாலும் இம் முறை தனித்தன்மை பெற்றது. இம்முறை, கடல் பகுதிகளில் உள்ள நீர்க்கொள்ளமைவுகளில் நீரளிப்புப் பகுதியின் மட்டம் கிட்டத் தட்ட சீராக உள்ள நிலையில், நீர்ப்பாய்வு கிடைநிலையாக இருக்குமானால் மிக ஏற்றது.

8–16 (c). இடார்சி விதியை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறை

ஒரு நீர்வடிநிலத்தின் உள் பாய்வு, கிடைநிலையாக இருந்து அதன் திசை தெரியுமானால், பாதுகாப்புப் பயனை இடார்சி விதி

மூலம் நீண்டகாலச் சராசரி உள்பாய்வைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். சராசரி ஊற்று நீர் மட்டச் சரிவு, நீர்க் கொள்ளமையின் நீர் உட்புகும் தன்மை, பாய்வுக்குச் செங்குத்துத் திசையில், அதன் குறுக்குப் பரப்பு இவைகளின் அளவு தெரிய வேண்டும். இவை முறையே ஊற்றுநீர் மட்டங்கள், நீரிறைப்புச் சோதனைகள், நிலவியலமைப்பு விவரங்கள் முதலியவற்றைக் கொண்டு அளக்கப்படலாம். இம் முறை, ஒரே திசைப்பாய்வு கொண்ட கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகளுக்கு மிக ஏற்றது.

8–16 (f). ஒப்புப்பயன் மற்றும், ஊற்றுநீர் மட்டத்தின் வருடாந்திரச் சராசரி உயர்வு இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறை

கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள்ளமைவுகளில் வருடாந்திர நீரளிப்பு, ஒப்புப்பயன், வருடத்தின் ஊற்று நீர் மட்ட உயர்வு மற்றும் நீர்க் கொள்ளமையின் பரப்பு இவற்றின் பெருக்குத் தொகையாக உரைக்கப்படலாம். முன்பே கூறப்பட்ட வழிகளில் ஒப்புப்பயனும், ஆய்வுக் கிணறுகளைக் கொண்டு ஊற்று நீர் மட்ட மாறுதல்களையும், நிலவியல் அமைப்பு விவரங்களைக் கொண்டு நீர்க்கொள் அமைவின் பரப்பையும் கணக்கிடலாம். வருடாந்திரச் சராசரி நீர்மட்ட உயர்வு அதன் நீண்டகாலச் சராசரிக்குச் சமமாக இருத்தல் வேண்டும்.

8–17. பாதுகாப்புப் பயனின் வேறுபடும் தன்மை

நீண்ட காலக் கணக்கில், நீர் வடிநிலத்தின் பாதுகாப்புப் பயன் ஒரே மதிப்புடையதாக இருக்க முடியாது. அப் பயன், ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டுப்பாடுகளுக்கே, அவை தானாகவே அமைந்தனவோ அல்லது தற்கோள்களாகக் கொள்ளப்பட்டனவோ, எப்படியிருந்தாலும், கணக்கிடப்பட முடியும். இந்தக் கட்டுப்பாடுகளில் எந்த மாறுதல் இருப்பினும், பாதுகாப்புப் பயனும் வேறுபடும். இது அப் பயனைச் சார்ந்துள்ள மற்றக் காரணங்களுக்கும் பொருந்தும். ஊற்று நீர்மவியலைப் பற்றிச் சரியாகத் தெரியாத அநேகம் பேர், அப் பயனை நீர்வடி நிலத்தின் நிலையான ஊற்றுநீர் அளிப்பு என்று அர்த்தம் கொள்வதால் ஏற்படும் இன்னல்களால், பாதுகாப்புப் பயன் என்ற கருத்தே ஒப்புக்கொள்ளப்பட முடியாது என்று தாக்கப்பட்டது.

பாதுகாப்புப் பயனை மதிப்பிடும் எல்லா முறைகளும், அநேகமாக நீர்வடி நிலத்தின் பல வருட நீர்மவியற் குறிப்புக்கள் மற்றும் ஊற்றுநீர்ப் பயன் இவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டன. நீர்வடி நிலம் நன்கு விரிவடைந்த பின்னரே

இம் முறைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. ஆகவே, ஒரு புதிய நீர் வடிநிலத்தின் சரியான பாதுகாப்புப் பயனை மதிப்பிடுதல் மிகக் கடினம். அதே போன்று, நீர் வடிநிலத்தின் எதிர்காலத்திற்கான பாதுகாப்புப் பயனும் நீர்மவியற் சமன்பாட்டின் உறுப்புகள், கவனமான முறையில் அளவிடப்பட்டாலன்றி, அவ்வளவு எளிதாகக் கணக்கிடப்பட முடியாதது.

ஊற்று நீரின் கொள்ளளவால் பாதுகாப்புப் பயன் மாறுபடக் கூடிய நீர் வடிநிலங்களில் ஊற்று நீர் மட்டம் குறைவதால் நீரளிப்பின் அளவு கீழ்க்கண்ட முறைகளால் அதிகமாகிறது.

(1) நிலத்தின் அடியில் ஏற்படும் உள்பாய்வு அதிகரிப்பு.

(2) உள்ளே பாயும் நீரோடைகளால் ஏற்படும் நீரளிப்பின் அதிகரிப்பு.

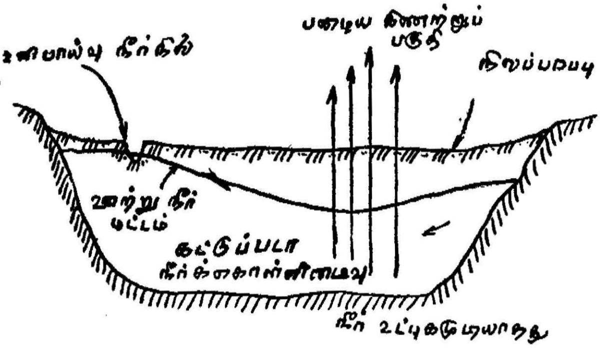
(3) வெளியே பாயும் நீர் ஓடைகளின் நீர்பாய்வின் குறைப்பு.

(4) ஆவி மூலம் வெளியாகும் நீர்களின் அளவுக் குறைப்பு.

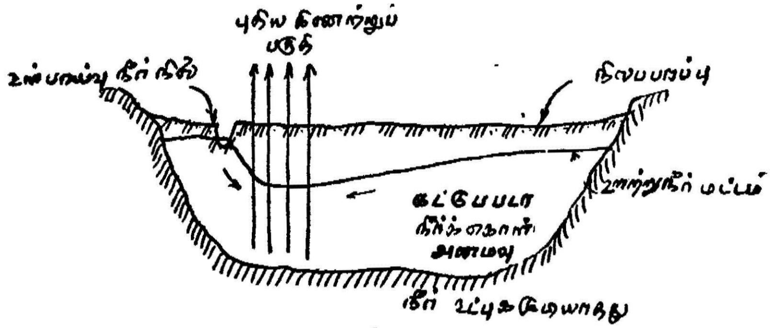
மாருக, ஊற்று நீர் மட்டத்தில் ஏற்படும் உயர்வினல் இதற்கு எதிரான விளைவுகள் தோன்றும். ஊற்றுநீர் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு, நீரளிப்பும் அதிகமாக இருப்பின், பாதுகாப்புப் பயனும் அதிகமாக இருக்கும். உச்ச பாதுகாப்புப் பயன், நீரின் தரம், அது ஏற்றப்படும் உயரம் மற்றச் சட்ட விவரங்களைப் பொறுத்தது. ஒரு கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள்ளமைவில் நீரளிப்புத் தேவையான அளவுக்கு இருப்பின் நீரேற்றம் செய்யப்படும் நீரின் அளவை அதிகரிப்பது மட்டுமின்றி நீரேற்றம் செய்யப்படும் முறைகளை மாற்றியமைப்பதன் மூலமும் பாதுகாப்புப் பயனை அதிகரிக்கலாம். நிறையக் கிணறுகளை நீரளிப்புப் பகுதியில் ஏற்படுத்தினல், நீர் உள்பாய்வின் அளவு அதிகரிக்கலாம். நீரிறைப்பு முறைகளை மாற்றியமைப்பதன் மூலம் நீர் உயர்த்தப்பட வேண்டிய உயரத்தை அதிகரிக்காமலேயே, அதிக நீரைப் பெற முடியும். உதாரணமாக, படம் 8–5(a)-ல் காட்டப்பட்டுள்ள நீரோடை முக்கிய நீரளிப்புப் பிறப்பிடமாகக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது. கிணற்றுப் பகுதியை நீரோடைக்கு அருகில் மாற்றியமைப்பதால் [படம் 8–5(b)-ல் உள்ளது] ஊற்றுநீர் மட்டத்தின் சரிவு அதிகமாகி, அதே நீரிறைப்பு ஆழத்திற்கு அதிகப் பயன்பெற முடிகிறது.

ஒரு கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவில், நீரளிப்புப் பகுதி, கிணற்றுப் பகுதியிலிருந்து சற்றுத் தூரத்தில் அமைந்திருந்தால், இரண்டுக்குமிடையே ஏற்படும் பாய்வு வீதம், பாதுகாப்

புப் பயனை நிர்ணயிக்கவல்லது. பெரிய கட்டுப்பட்ட நீர்க் கொள் அமைவுகளில், நீரளிப்போடு சமநிலை ஏற்படாமலே,



(a)



(b)

படம் 8–5
நீரளிப்புப் பகுதியின் பக்கமாகக் கிணற்றுப் பகுதியை மாற்றுவதால், ஓரே நீரிறைப்பு ஆழத்தில் ஏற்படும் அதிகரித்த நீர்ப்பயனைக் காட்டும் நிலைகள்

நீரிறைப்பைப் பல வருடங்களுக்குத் தொடர்ந்து நிகழ்த்தலாம். நீரழுத்த மட்டத்தின் சரிவு அதிகமானால் கூட, நீர்க்கொள் அமைவின் நீர் உட்புகும் தன்மை, நீரளிப்பை அதிகரிக்கும் அளவுக்கு மாறுபடுவதில்லை.

பேக்கர் (Baker) என்பவர், குறிப்பிட்டுள்ளபடி, வடிநிலத்தின் படிப்படியான சிறிய மாறுதல்கள் அதன் பாதுகாப்புப் பயனை மாற்றக் கூடியன. பயிர்களின் மாறுதல்கள், தாவர வளர்ச்சியின் மாறுதல்கள், குறிப்பாக வேர்களின் ஆழம் மாறு

வதால், ஊற்றுநீர் மட்டத்தை வந்தடையும் உட்புகும் நீரின் அளவைப் பாதிக்கக் கூடியன. இடங்களை நகரமாக மாற்றுவதால் ஏற்படும் அதிக நிலப் பரப்பு, நீர்ப்பாய்வு முதலியன நீரளிப்பின் அளவைக் குறைக்கின்றன. நீர்ப்பாசனத்திற்குப் பதில் தொழில் முறைகளுக்கு மாற்றி, ஊற்று நீரைப் பயன் படுத்தும்போது, அதிக உயரங்களுக்கு நீரை எடுத்துச் செல்ல முடிவதால், பாதுகாப்புப் பயன் அதிகமாகலாம். நீரேற்றுக் குழாய் மற்றும் கிணறுகளின் இயக்குதிறம் அதிகமானாலோ, அல்லது பயிர்களின் மதிப்பு அதிகரித்தாலோ, பொருளாதார ரீதியில் சிக்கனம் ஏற்படலாம்.

8-18. நிலப்பரப்பு, நீர் மற்றும் ஊற்றுநீர்த் தேக்கிகளை இணைத்துப் பயன் பெறுதல்

அமெரிக்காவின் மேற்குப் பகுதியில் புதிய நிலப் பரப்பு நீர்த் தேக்கிகளின் மூலம் எதிர்கால நீர்த் தேவைகளை முழுதும் ஈடு செய்ய முடியாத நிலையாக இருந்தது. ஆகவே, நீரின் அளவை, அதன் உச்ச மதிப்புக்கு உயர்த்த, நிலப் பரப்பு மற்றும் ஊற்றுநீர் இவற்றை இணைத்துப் பயன்பெறும் வழிகள் ஆராயப்பட்டன. இம்முறையில், முதலில் நிலப் பரப்பு நீர்த் தேக்கிகளின் நீரளவு அதிகமாக்கப்பட்டு அதன் மூலம் ஊற்று நீர்த் தேக்கிகளுக்கு நீரைச் செலுத்தி, அந் நீரின் அளவு அதிக மாக்கப்பட வேண்டும். நிலப் பரப்பு நீரிலிருந்து வருடத்தின் தேவைகளையெல்லாம் ஈடு செய்து, அதைப் போல் அதிக மடங்கு கொள்ளளவு கொண்ட ஊற்று நீர்த் தேக்கிகளின் நீரை, மழை சரியாகப் பெய்யாத வருடங்களின் நீர்த் தேவை களுக்காகப் பயன்படுத்தலாம். ஆகவே, மழையில்லாத வருடங் களில், ஊற்று நீரின் அளவு குறைந்தும், மழை அதிகமான வருடங்களில் அது அதிகரித்தும் காணப்படும்.

நிலப்பரப்பு நீர்த் தேக்கிகளிலிருந்து, ஊற்று நீர்த் தேக்கி களுக்கு மாற்றப்படும் நீரின் அளவு, நிலப் பரப்பு நீர்த் தேக்கி யின் மட்டம் குறையும் அளவுக்கு, அடுத்த பருவத்தில் ஏற்படும் மழை நீரின் பரப்புப் பாய்வை ஏற்கக் கூடிய வகையில், அவ் வளவு பெரியதாக இருக்க வேண்டும்; இந்த நீர் மாற்றத்தின் அளவை அதன் உச்ச நிலைக்கு உயர்த்த, நிலத்தினடியில், சயற்கை முறையில் நீரூட்டவேண்டும்.

பொதுவான முறைகளாவன :

(1) குளங்கள், நீர்வடி நிலங்கள் இவற்றில் நீரைப் பரப்பி ஊடுருவல் முறையில் நில அடிக்கு நீர் செல்லச் செய்தல்.

(2) நீரைச் செலுத்த உதவும் தோண்டப்பட்ட குழிகள் அல்லது தோண்டப்பட்ட கிணறுகள்.

(3) நீர்ப்பாசன நீரிலிருந்து திரும்பச் செலுத்தப்படும் நீர்.

(4) நிலப் பரப்பு நீர்த் தேக்கிகள், ஆறுகள் இவற்றிலிருந்து கசிந்து வரும் நீரும் ஊற்று நீரின் அளவை உயர்த்து கிறது.

இப்போதைய முறைகள், அவ்வளவு சீரானதாக அமையா விடினும் ஊற்று நீரளவைச் செயற்கை முறையில் விரிவுபடுத்தும் ஆய்வுகள் எதிர்பார்க்கப்படுகின்றன.

நிலப் பரப்பு மற்றும் ஊற்று நீரைத் தனித்தனியே விரிவு படுத்துவதற்கும் இரண்டு நீர்களையும் இணைத்துப் பயன் பெறும் முறையை விரிவு படுத்துவதற்கும் உள்ள வேறுபாடு என்னவெனில், முதல் முறையில் ஒவ்வொரு நீரிலிருந்தும் தனித்தனியாகப் பெறும் பயன், இரண்டாவது முறையில் கிடைக்கும் சிக்கனமான இணைந்த பயனாக மாற்றப்படுகிறது.

இந்த இணைந்த முறையில் நீரைப் பயன்படுத்துவதால், குறைந்த செலவில் நிறைய நீர் கிடைக்க முடிகிறது. இது, முதல் முறையின்படி கிடைக்க முடியாததொன்று. மேலும் இம் முறைக் காக, செயற்கை வழி நீரூட்டலைத் தவிர வேறு ஒன்றும் தனி யான ஏற்பாடுகள் ஏதும் தேவையில்லை. இரண்டு நீர்களையும் இணைத்துப் பயன்படுத்தும் முறையில், அதிகக் கவனம் செலுத்து வதுதான் இதன் வெற்றிக்கு அவசியம். இம் முறையை மேற் கொள்ள நீரளிப்பு அளவு, நீரின் தேவைகள், நிலவியற் கோட்பாடுகள் இவைகளைக் கவனமான முறையில் பகுத்தறிய வேண்டும்.

ஒவ்வொரு நீர் விரிவுத் திட்டமும் தனித் தன்மை பெற்ற தாக இருக்குமாதலால், இம் முறையால் ஏற்படும் சிக்கனங்களைப் பொதுவாக விளக்க இயலாது. இருப்பினும், இவற்றில் முக்கியமானவைகளை வரிசைப்படுத்தலாம். நிலப் பரப்பு நீரை, விரிவுபடுத்தும் திட்டத்தோடு ஒப்பிடும்போது மட்டும் ஏற்படும் நன்மை தீமைகள் கீழே தொகுத்துத் தரப்பட்டுள்ளன.

8-19. இணைந்த முறையில் நீர்களைப் பயன்படுத்துவதால் விளையும் நன்மைகள்

(1) இரண்டு நீர்களும் பயன்படுத்தப் படுவதால் நீரின் கொள்ளளவு அதிகரிக்கிறது.

(2) நிலப்பரப்பு நீர்க்கொள்ளளவு குறைந்து, ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவு அதிகரிப்பதால், மழையில்லாத வருடங்களில் நீர்த் தேவைகள் ஈடு செய்யப்பட முடிகிறது.

(3) நிலப்பரப்பு நீரின் பகிர்ந்தளிக்கப்படும் அளவு குறைந்து, கிணறுகள் மூலம் பயன்படும் நீரின் அளவு அதிகரிக்கிறது.

(4) ஊற்று நீர்மட்டம், கிணறுகள் மூலம் செய்யப்படும் நீரிறைப்புகளால் சரியாக நிலைநிறுத்தப்படுகிறது.

(5) ஆறுகள் மூலம் ஏற்படும் நீர்க்கசிவுகளில், செயற்கை முறை நீரூட்டலுக்கு உதவுவதால் அதன் கரைகளில் கசிவுத் தடுப்பமைப்பு (lining) தேவையில்லை.

(6) நிலப்பரப்பு நீர், செயற்கை முறை நீரூட்டலுக்காக அதிகம் பயன்படுத்தப் படுவதால், வெள்ளத்தடுப்புத் திட்டங்கள் அதிகமாகத் தேவைப்படாது. இதன்மூலம் வெள்ளத்தினால் பாதுகாப்பு, நீர்க் கொள்ளளவின் அளவு அதிகரிப்பு, ஏற்படுகிறது.

(7) முன்னமே இருக்கும் நீர்த் திட்டங்களோடு எளிதில் சேரக் கூடிய தன்மையுடையதால், நீரேற்றிகளுக்காக அதிகம் செலவழிக்காமலேயே, நீர் கிடைக்கும் அளவு அதிகமாகிறது.

(8) பொதுவாக, ஒரு நீர்த்திட்டம் முடிய 20 அல்லது 40 ஆண்டுகள் தேவையாகும். ஆதலால் படிப்படியாகச் செயல்படுத்த எளிதான முறையில் வாய்ப்புகள் கிடைக்கின்றன.

(9) ஊற்றுநீர்க் கொள்ளளவு அதிகமாகி, ஊற்றுநீர் மட்டம் கீழே இருப்பதால், ஆவி மூலம் வெளியாகும் நீரினளவு குறைகிறது.

(10) நிலப்பரப்பு நீரிலிருந்து வீணாகும் நீர், ஊற்றுநீரின் வெளிப் பாய்வு முதலியன கணிசமாகக் குறைக்கப்படுகிறது.

(11) நீர்ப் பாசனத்துக்கான நீரின் தேவை உச்சமாக இருக்கையில் நீரேற்றம் செய்யப்படும் நீரைப் பாயச் செய்வதால், நீரேற்றிக்காக ஏற்படும் மின்சக்திச் செலவு குறைகிறது.

(12) அணைக்கட்டு உடைதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகளில் ஏற்படும் தீமைகள் குறைகின்றன.

(13) நிலப் பரப்பு நீர்ப்பாய்வு குறைவாக இருப்பதால், களைச்செடிகளின் விதைகள் பரவுதல் குறைகிறது.

(14) நீர் பகிர்ந்தளிக்கப்படும் காலங்கள், பயனுக்குத் தக்கவாறு மாற்றப்பட முடியும்.

8-20. மேற்கூறிய முறையால் விளையும் தீமைகள்

(1) நிலப்பரப்பு நீரின் அளவு குறைவாக இருப்பதால் உற்பத்தி செய்யப்படும் நீர் மின்சக்தி குறைகிறது.

(2) நீரிறைப்பின் அளவு, மற்றும் ஆழம் அதிகரிப்பதால் அதிக மின்சக்தி விரயமாகிறது.

(3) ஊற்றுநீர் மட்டம் அதிக அளவில் வேறுபடுவதால் நீரேற்றிகளின் இயக்குதிறன் குறைகின்றது.

(4) நிலப் பரப்பு நீரைவிடச் செயற்கை முறையால் செலுத்தப்படும் நீரால் ஊற்று நீரில் கரைந்த கனிமப் பொருள்கள் அதிகமாகின்றன.

(5) திட்டத்தைச் செயல்படுத்தும் முறையில் அதிக வேறு பாடுகள் ஏற்படுகின்றன. செயற்கை முறையில் நீரூட்டலுக்கு மிகக் கவனமான மேற்பார்வை தேவை.

(6) இரண்டு நீர்களும் பயன்படுத்தப்படும் அளவு மாறிக் கொண்டே இருப்பதால் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒதுக்கப்பட வேண்டிய நிதி விவரங்களில் இடையூறுகள் ஏற்படலாம்.

(7) நிலத்தின் நீர் உட்புகும் தன்மை குறைவாக இருப்பதாலும், விவசாயத்துக்குப் பயன்பட வேண்டிய நிலத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டியிருப்பதாலும் இவை மூலம் செயற்கை முறை நீரூட்டலுக்கான செலவு மிக அதிகமாகிறது.

(8) குறைந்த ஊற்றுநீர் மட்டங்களால், குறிப்பாக, கட்டுப் படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவுகளில், நிலமட்டம் இறங்குவதற்கு வாய்ப்புகள் ஏற்படுவதால் ஆறுகள்

மற்றும் நிலப்பரப்பு நீருக்கான அமைப்புகள் இவற்றில் தீமைகள் ஏற்படலாம்.

ஆகவே, இரண்டு நீர்களையும் இணைந்த முறையில் பயன் படுத்த நல்லதொரு திட்டத்தை நிறுவ, நீர்ப் பகிர்ந்தளிப்பு, மற்றும் நீர் கிடைக்கும் வகை இவை பற்றிய சரியான கணிப்புத் தேவை. மிகக் குறைந்த மழையளவு உள்ள ஆண்டுக்கான விவரங்களைக் கொண்டு, முன் மாதிரியாக ஒரு திட்டம் வகுக்கப் படும். பின்னர், முதலில் செய்த கணிப்புகள் தகுந்த முறை யில், திட்டத்திற்குத் தேவையான முறையில் மாற்றியமைக்கப் படுகின்றன.

9. செயற்கை முறையில் ஊற்று நீருக்கு நீரூட்டல்

9-1. பொது

இயற்கையாகக் கிடைக்கும் நீரின் அளவை அதிகப்படுத்த, ஊற்று நீர் வடிநிலங்களுக்குச் செயற்கை முறையில் நீரூட்ட மனிதன் முயற்சி செய்யலானான். இயற்கை நிலைகளை மாற்றியோ, நீரைப் பரப்பியோ அல்லது ஏதேனும் கட்டட அமைப்பாலோ, இயற்கையின் நிலத்தினூடே ஊடுருவிப் பாயும் மழை நீரின் அளவையோ, அல்லது நிலப்பரப்பு நீரின் அளவையோ அதிகரிப்பதே செயற்கை முறையில் நீரூட்டல் என்பது. இதற்குப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றுள் முக்கியமானவை, நீரைப் பரப்புதல், பள்ளங்கள் அல்லது குழிகளின் வழியாக நீரூட்டல், கிணறுகள், நிலப்பரப்பு நீரில் அதிக நீரை நீரேற்றிகள் மூலம் செலுத்தி அதன்மூலம் நிலத்தில் இறங்கும் நீரை அதிகப்படுத்துதல் முதலியன.

செயற்கை முறையில் நீரூட்டப்படும் நீரின் அளவு, நிலவியல் மற்றும் இடவியல் அமைப்பு இவற்றைப் பொறுத்து. நீரைப் பயன்படுத்தும் முறை தீர்மானிக்கப்படும். குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் நீரின் தரம், பருவ நிலை இவை போன்ற காரணங்கள் கூட முக்கியமானவைகளாக எடுத்துக்கொள்ளப்படும்.

9-2. அமெரிக்காவில் கையாளப்படும் நீரூட்டல் முறைகள்

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில்தான் செயற்கை நீரூட்டல் முறைகள் கையாளப்பட்டன. ஏறக்குறைய அமெரிக்காவில் செயற்கை முறையில் நீரூட்டப்படும் நீரில் பாதி கலிபோர்னியாவில் பயன் படுத்தப்படுகிறது, நீரூட்டும் முறைகள் அடுத்துத் தரப்பட்டுள்ளன.

9-2 (a). நீரைப் பரப்பும் முறை

ஊற்றுநீர் மட்டத்திற்கு, நிலத்தின் வழியே தரையிலிருந்து ஊடுருவிச் செல்லும் நீரை அதிகரிக்கச் செயற்கை முறையில் நீரை நிலப் பரப்பில் பரவச் செய்வதற்கு, நீரைப் பரப்புதல் எனப் பெயர். நிலத்தினூடே இறங்கும் நீரின் அளவு, பல காரணங்களைப் பொறுத்திருந்தாலும், அவற்றுள், அளவின முறையில் முக்கியமானவை, நீரூட்டல் பகுதியின் பரப்பு மற்றும் நிலப்பரப்பின் மீது நீர் நிற்கக் கூடிய நேரத்தின் அளவு முதலியன. நிலத்தினடியில் இறங்கும் நீரின் வேகத்தின் அளவாக உரைக்கப்படும் நீரூட்டல் அளவைக் கொண்டு நீர்ப்பரவல் இயங்கு திறன் அளக்கப்படுகிறது. இதற்கு மீட்டர்/நாள் அல்லது ஹெக்டேர் மீட்டர்/ஹெக்டேர்/நாள் என்ற அலகைப் பயன்படுத்தலாம்.

9-2 (b). வெள்ளப் பெருக்கு முறை

மட்டமான நிலங்களில், பெரிய பரப்புகளில் சமமாக நீர் பரவும்படி, நீரைப் பாயச் செய்யலாம். கால்வாய்கள் அல்லது நீர் பரப்பும் பள்ளங்கள் இவைகளின் மூலம், நீர் வெள்ளமாகப் பாய வேண்டிய பரப்பின் மேற்பகுதியில், தேவைக்கேற்ற வகையில் நீர் செலுத்தப்பட வேண்டும். நிலப்பரப்பின் நிலத்தைப் பாதிக்காத முறையில் ஒரு மென்படலம் போன்ற அமைப்போடு, மெதுவான வேகத்தில் நீர் பாயும் வகையில், நீர் செலுத்தப்படுதல் நல்லது.

நில அமைப்பையோ, தாவர அமைப்பையோ ஊறு விளைவிக்காத முறையில் நீரை வெள்ளமாகச் செலுத்தும்போது, மிக அதிகமான அளவுக்கு நீர் நிலத்தினடிக்குச் சென்றடைகிறது என்பது ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறிந்த உண்மையாகும். மற்ற முறைகளோடு ஒப்பிடும்போது நிலத்தைப் பதஞ் செய்ய ஆகும் செலவு, வெள்ளமுறையில்தான் குறைவானது. வெள்ளத்தைக் கட்டுப்படுத்த, நீர்பாயும் பரப்பைச் சுற்றிக் கரைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். அவ்வப்போது, நீரில் ஒதுக்கப்படும் குப்பை முதலிய அழுக்குகளை நீக்கி, நீர்பாயும் பரப்பை அதிகப்படுத்த, ஒருவர் எப்போதும் இருக்க வேண்டும்.

9-2 (c). வடிநில முறை

நிலத்தைத் தோண்டியோ அல்லது சிறு அணைக்கட்டுகள் கட்டியோ வடிநிலங்களை ஏற்படுத்தி, அதில் நீரைச் செயற்கை

முறையில் தேக்கி, நிலத்திற்கு நீரூட்டலாம். அதன் கிடைத் தூரங்கள், நூற்றுக்கணக்கான அல்லது ஆயிரக்கணக்கான மீட்டர்கள் வரை இருக்கலாம். வடிநிலங்களை ஏற்படுத்தி, அதனருகே அமைந்துள்ள, நிலப்பரப்பு, நீர் நிலைகளிலிருந்து நீரை நீரேற்றிகள் மூலம் இறைக்கப்படுகிறது. இம்முறை பொது வாகச் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு இறைக்கப்படும் நீரில் வண்டல் கலக்காதிருந்தால், அது நிலத்தின் மீது படிந்து அதனால் நிலத்தினுள் இறங்கும் நீரின் அளவு குறைவது தடுக்கப்படும். இருப்பினும் எல்லா வடிநிலங்களிலும், சில நாட்களுக்கொரு முறை நீரையகற்றி அதன் மேற்பரப்பைக் கிளறித் தூய்மைப் படுத்த வேண்டும்

ஏற்கெனவே ஏற்படுத்தப்பட்டுக் கைவிடப்பட்ட நீர்க் கால் வாய்களை வடிநிலங்களாகப் பயன்படுத்தலாம். வண்டல் படிந்த நிலங்களில் இந்த வடிநிலங்கள் ஆறுகளுக்கு இணையான திசையில் தோண்டப்பட்டு, ஆறுகளிலிருந்து நீர் செலுத்தப் படுகிறது. முதலில் மிக அதிக உயரத்தில் அமைந்த வடி நிலத்தில் நீர் நிரப்பப்பட்டுப் பின்னர், படிப்படியாக, அதன் கீழமைந்த வடிநிலங்களுக்குப் பாய்ச்சப்படுகிறது. கடைசி வடி நிலத்திலிருந்து நீர் மீண்டும் முதல் வடிநிலத்துக்கே எடுத்துச் செல்லப்பட்டு மீண்டும் இம்முறை மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இத்தகைய அமைப்பால் நிலத்தில் ஏறக்குறைய 75 முதல் 80 விழுக்காடு வரை நீர்த் தொடர்பு ஏற்பட வாய்ப்பிருக்கிறது.

வடிநிலங்களின் பாதுகாப்பு, அவற்றை அமைக்க இடம் எளிதாகக் கிடைக்கும் தன்மை, இடத்தை நன்கு பயன் படுத்தக் கூடிய வாய்ப்பு முதலியன இருப்பதால், செயற்கை நீரூட்டலுக்கு இம் முறையே சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

9-2 (d). கால்வாய் அல்லது கீற்று (ditch or furrow) முறை

இம்முறையில் ஆழங் குறைந்த, மட்டமாக அடிப்பாகம் அமைந்த, குறைந்த இடைத் தூரம் கொண்ட, கால்வாய்கள் அல்லது கீற்றுகளில் நீர் நிரப்பப்பட்டு, நிலத்திற்கு நீரூட்டப் படுகிறது. கால்வாய்களின் அடிப்பாகத்தின் சரிவு, நீரோடு கலந்துவரும் மணல் முதலியவற்றைக்கொண்டு செல்லக் கூடிய வேகத்தை ஏற்படுத்தும் வகையில் அமைய வேண்டும். சிறிய துகள்கள் படிவதால் நீரிறங்கும் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. இடத்திற்கு ஏற்றவகையில் கால்வாய்களின் அமைப்பு உண் டாக்கப்பட வேண்டும்.

கடைசியாக அமைந்த கால்வாய், எல்லா நீரையும் சேகரித்து மீண்டும் முதல் கால்வாய்க்கே திரும்பச் செலுத்த ஏற்ற வகையில் இருத்தல் வேண்டும். நில அமைப்பு ஒரே சீராக இல்லாத பகுதிகளில் இம்முறை ஏற்றது. ஆனால், இம்முறை மூலம் வடி நில முறைக்கான நன்மையைப் பெற முடியாது.

9–2 (e). இயற்கைக் கால்வாய் முறை

இயற்கையாக அமைந்த கால்வாய்களில் பாயும் நீரை, மேற்கூறிய ஏதேனும் ஒரு முறையைப் பயன்படுத்தி, நீரூட்டலுக்குப் பயன்படுத்தலாம். வெள்ளத்தால் ஏற்படும் ஆபத்துகள் அதிகமிருக்கக்கூடிய கால்வாய்களில், கால்வாய் அல்லது கீற்று முறையே ஏற்றது. எம்முறை பயன்படுத்தப்படினும் நீர் பாயும் பரப்பு, நேரம் முதலியன மிக அதிகமாக இருக்க வேண்டும். கால்வாய்களின் குறுக்கே கட்டப்பட்ட சிறு அணைகள் மூலம், மட்டமான அடிப்பகுதி அமைந்த பள்ளங்களுக்கு நீர் செலுத்தப்பட்டு, வெற்றிகரமாக நீரூட்டல்முறை செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வணைகள், வலுவூக்கிய கற்காரை (reinforced concrete) அல்லது பாறைகள் மூலம் கட்டப்படலாம்.

குறிப்பிட்ட முறைகளை மேற்கொள்ளாமலே, கால்வாய் நீரை நன்கு பரப்பி, நிலத்திற்கு நீரூட்ட முடியும். வெள்ளப் பாதுகாப்புக்கான நீர்த் தேக்கிகளினின்று அமைந்த கால்வாய்களிலிருந்து தெளிந்த நீரை வெளியேற்றுவதால், கால்வாய்களின் கீழ்ப் பகுதிகளில் நீரூட்டல் ஏற்படும்.

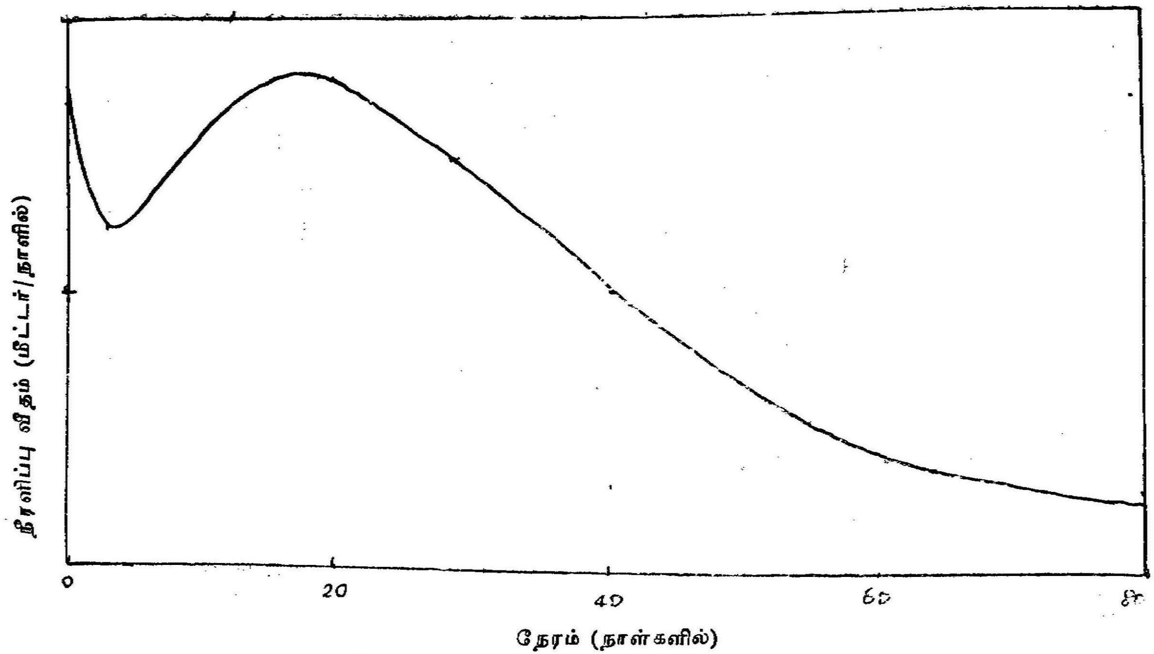
9–2 (f). நீர்ப்பாசன முறை

நீர்ப்பாசனம் செய்யப்படாத காலங்களில் அல்லது பனிக் காலங்களில் நீர்ப்பாசனக் கிணறுகளில் நீரைச் செலுத்தி, நீரூட்டலை மேற்கொள்ளலாம். நீரை நிலங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லும் ஓடைகள் முதலிலேயே அமைந்திருப்பதால், நீரூட்டலுக்காக நிலத்தை ஆயத்தம் செய்யும் செலவு குறைகிறது. நீர்ப்பாசனத்திற்காகப் பயன்படும் கால்வாய்களில் நீரை எப்போதும் அதிகமாக நிரப்புவதால்கூட நீரூட்டல் நடைபெறச் செய்யலாம். மிக அதிகமாக நீரேற்றிகள் மூலம் நீர் இறைக்கப்படும் பகுதிகளில் ஊற்றுநீர் மட்டம் நன்கு உயருவதால், நீரேற்றிகளுக்குப் பயனாகும் மின் ஆற்றல் குறைந்து செலவும் குறைகிறது.

9-3. நீர்ப்பரப்பும் முறைகளின் ஆய்வுகள்

நீர்ப் பரவல் முறைகளின் சிக்கனம், அதனால் ஏற்படும் அதிக அளவு நீர் ஊடுருவலைப் பொறுத்தது. காலப் போக்கில் இந்த ஊடுருவல் அளவு குறைந்து கொண்டே வருமெனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இக் குறைவுக்கான காரணம் அதனைச் சரிப்படுத்தும் வழிகள் முதலியவற்றைக் கண்டறிய ஏராளமான ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. நிலத்தைப் பயன் படுத்த வெவ்வேறு விதமான முறைகள், இவ் வாய்வுகளை நடத்த மேற்கொள்ளப்பட்டன. நீரூட்டப்படும் அளவும் அதற்கான நேரமும் எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன என்பதைப் படம் (9-1) விளக்குகிறது. இப் படத்தில் முதலில் உள்ள நீரூட்டல் குறைவு. நீர், நிலத்தின் மீது அதிகமாகப் பரவு வதாலும், ஏற்படுகிறது. நிலத்துகள்கள் ஈரத்தினால் கொள்ள ளவில் அதிகமாவதாலும், ஏற்படுகிறது. பின்னர் ஏற்படும் நீரூட்டல் அதிகரிப்பு, ஊடுருவும் நீர் அடைந்துள்ள காற்றை வெளியேற்றுவதால் ஏற்படுகிறது. அதன்பின் காணப்படும் படிப்படியான நீரூட்டல் குறைவு, நிலத்துகள்கள்களுக்கிடையே அமைந்த துளையிடங்களில் ஏற்படும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியால் ஏற்படுகிறது. ஆய்வுக் கூடங்களில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி ஏற்பட முடியாத மண்ணைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட ஆய்வு களில் இந்த படிப்படியான நீரூட்டற் குறைவு ஏற்படாமல் ஒரே சீராக இருந்தது என்பது மேற்கூறிய உண்மையை மேலும் வலியுறுத்தவல்லது.

அமெரிக்காவில், நீரூட்டல் அளவைப் பொறுத்த கார ணங்கள் என்ன என்பதைக்கண்டறிய இணைப்பான ஆய்வுகள் நடந்தன. பொதுவாக நீரூட்டல் அளவு நீர் பரப்பப்படும் நிலத்திலமைந்த நிலத் துகள்களின் அளவைப் பொறுத்துக் குறைகிறது. நிலத்துகள்களின் துளையிடங்களில் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சி ஏற்படாமல் பாதுகாக்கும் முயற்சிகளால், வேதியற் பொருட்கள் நிலத்தில் தங்கவும், தாவர வளர்ச்சி உண்டாகவும் வாய்ப்புகள் ஏற்பட்டன. நிலப்பரபபில் பரப்பப்படும் நீர் தொடர்ந்து அதன் மேல் நிற்பதால், ஏற்படும் நீரூட்டலின் அளவைவிட, அதை விட்டு விட்டுப் பரப்புவதால் ஏற்படும் நீரூட்டல் அளவு அதிகமாகிறது; நிலம் உலரும் போது, நுண் ணுயிர்கள் கொல்லப்படுவதால் நிலத்துகள்களின் துளையிடங் கள் அடைபடாமலிருக்கின்றன. மேலும் நிலப்பரப்பை அடிக் கடிச் சுரண்டி விடுவதாலும் இப்பயனை அடையலாம்.



படம் 9-1
அலைக்கப்படாத மண்ணில் ஏற்படும் நீரளிப்பு வீதத்திற்கும் நீரளிப்பு நேரத்திற்குமான வேறுபாடு

நிலப்பரப்பை ஆயத்தஞ் செய்யும் போது, பயனுகும் மிகப்பெரிய பொறிகளால் ஏற்படும் நிலத்தின் பருமானக் குறைவு, நீர் ஊடுருவிப் பாயக் கூடிய அளவைக் கணிசமாகக் குறைக்கிறது சிறிய குளங்களில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் நீரூட்டல் அளவு பரவி நிற்கும் நீரின் அழுத்தத்தைப் பொறுத் தது என்று காட்டியுள்ளன. நிலப்பரப்பின் கீழ், குறைந்த ஊடுருவும் தன்மை கொண்ட படிவம் அமைந்தால் அதனுள் பக்கவாட்டில் நீர் பாயக் கூடிய அளவைப் பொறுத்து, நீரூட்டல் அளவு வேறுபடும். ஆகவே, நன்கு இடம் விட்டு அமைந்த குறுகிய பட்டை (strip) போன்ற நிலப் பரப்புப் பகுதிகள் மூலம். நீரூட்டப்படும் அளவும், நிலப்பரப்பு முழுவதும் பரப்பப்பட்ட நீரினுல் ஏற்படும் நிரூட்டல் அளவும் ஏறக்குறைய ஒன்றே.

நிலத்தில் ஏற்படும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியைத் தடை செய்யவும். நீரின் வெப்ப நிலையை உயர்த்தவும் கூடிய சூரிய ஒளி, நீரூட்டல் அளவை வேறுபடுத்த வல்ல காரண மாக இன்னும் எடுத்துக் கொள்ளப்படவில்லை. நீரின் வெப்ப நிலை அதிகமாவதால், பாகுத்தன்மை குறைந்து. நீர் ஊடுரு விப் பாயும் அளவு அதிகமானுலும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சியில் ஏற்படும் அதிகரிப்பால் இது ஈடு செய்யப்படுகிறது.

நீர், வண்டல் மற்றும் களிமண் கலந்ததாக இருப்பின் இவை நிலத்துளையிடங்களை அடைத்துக் கொள்வதால், நீர் ஊடுருவும் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. இம்மாதிரியான பொருட்களை வடிகட்டும் முறைகளால் நீக்கி அதிகப்பயனைப் பெறலாம். இதுநகர நீரளிப்புத் திட்டங்களில் முடியும். பெரிய ஆழங்குறைந்த குளங்களில் ஏற்படும் அலைகளால் கீழே படிந் துள்ள நுண் பொருட்கள் கிளறப்பட்டு, நிலத்துளையிடங்கள் அடைபட வாய்ப்புகள் உள்ளன. நீரின் தரத்தையும் ஒரு முக்கியக்காரணமாகக் கொள்ளலாம். சோடியம் அதிகம் கலந்த நீரால், கூழ் பொருள்கள் அதிகமாகி, நீர் ஊடுருவும் வழி தடைப்படுகிறது. ஊற்று நீர் மட்டம் உயர்ந்திருந்தால், நீரூட்டல் அளவு குறையுமாதலால் நீர் பரப்பப்படும் இடங் களில், இம்மட்டம் 3 முதல் 6 மீட்டருக்கு நிலப்பரப்பின் கீழ் இருக்கும்படியாகக் கொள்ள வேண்டும்.

9-4. கழிவு நீரால் நீரூட்டல்

ஊற்று நீரை, நீரூட்ட, கழிவு நீர் ஒரு நல்ல பிறப்பிட மாகப் பயனுகிறது. நீரைப்பாதுகாத்து, விரிவுபடுத்தி மீண் டும் பயன்படுத்தும் இக்காலத்தில், கழிவு நீரால் நீரூட்டல்

முறை, உலகெங்கிலும் வெவ்வேறு வகைகளில் பயன் படுத்தப் படுகிறது. நச்சு நீக்கிக் (septic) குளங்கள் நீரூட்டலுக்கு ஏற்ற அமைப்பாக விளங்குகின்றன. கழிவு நீரை நீரூட்டலுக்காகப் பயன் படுத்துவதை மக்கள் விரும்பாவிட்டாலும், சரியான விளக்கங்கள் ஆய்வுகள் மூலம் இம் முறையால் ஊறு ஒன்றும் ஏற்படாது என்பதை அவர்களை நன்கு அறியவைப்பதன் மூலம், போகப்போக இம் முறையை வெற்றியடையச் செய்யலாம்.

தொங்கு பொருள்களும் நுண்ணுயிர் வளர்ச்சிகளும் அதிகமாக இருப்பதால்; கழிவு நீரால் ஏற்படும் நீரூட்டல் அளவு தூய நீரால் ஏற்படும் அளவைவிடக் குறையும். கழிவு நீர்ப்பண்ணைகளில் ஏற்படும் இந்த அளவு கிட்டத்தட்ட நாளுக்கு 0·3 முதல் 3 செ. மீட்டர்வரை நீடிக்கும் கழிவு நீரை 7 நாள்களுக்கு நிலத்தின்மீது பரப்பிய பின்னர், 14 நாள் களுக்கு நிலத்தை அப்படியே காயவைப்பதன் மூலம் நீரூட்டல் அதிக அளவில் ஏற்படும் என ஆய்வுகள் கூறுகின்றன. நிலம் காயும் நாள்களில் பயிரிடுதலை மேற்கொண்டால் நீர்ப்பரவலின் அளவு அதிகமாகிறது.

கழிவு நீர் நீரூட்டலைக் கிணறுகளின் மூலம் மேற்கொள்ள முடியுமா என்பது இன்னும் தெரியாத தொன்று. கழிவுநீரைக் கிணறுகள் மூலம் செலுத்தும்போது, கிணறுகள்; படிப்படியாகக் கழிவு நீர்ப் பொருள்கள் தங்குவதால் அடைபட்டு விடுகின்றன என்று ஆய்வுகள் மூலம் அறியப்பட்டது. மேலும்; இது, தூய நீருக்குப் பொருந்தாது என்பதும் அறியப்பட்டது. நீரூட்டப்பயனுகும் கிணற்றுநீரின் அழுத்த அளவு, அதிகமாவதன் மூலம் காட்டப்படும். கிணறு அடைபடும் அளவு, கழிவு நீரில் கலந்துள்ள தொங்கு பொருள்களின் அளவைப் பொறுத்தது. உயிரியல் வளர்ச்சிகள் மற்றும் நீர் கொள் அமைவில் ஏற்படும் வாயுக்கள் இவைகளாலும் கிணறுகள் அடைபடுகின்றன.

வாரத்திற் கொருமுறை குளோரினை நீரோடு கலப்பதாலும், நீரூட்டல் மூலம் பெறப்பட்ட நீரையே மறுபடி நீரேற்றம் செய்து பயன் படுத்துவதன் மூலமும் கிணறு அடைப்படாமல் தொடர்ந்து பயனுக முடிகிறது. சுழலும் குழாய்ப் பீச்சிகள், (nozzles) மூலம் கழிவு நீரைக் காட்டுப் பாங்கான பகுதிகளில் பரவலாக வீசி, மணற்பாங்கான நிலங்களில் 1·5 செ. மீட்டர் 1 நாள் வரை நீரூட்டல் உண்டாக்கப்படலாம். இந்நீர் நிலத்தின் மூலம் வடிகட்டப்படுவதால். குடிப்பதற்குக் கூடப்பயனுகலாம். நீரூட்டலினுல், பொதுவாக ஊற்று நீர் மட்டம் உயரத்

தலைநீட்டாலும் நிலத்தினடியில் ஏற்படும் நீர்பாய்வால் அது குறைக்கப்பட்டு விடுகிறது.

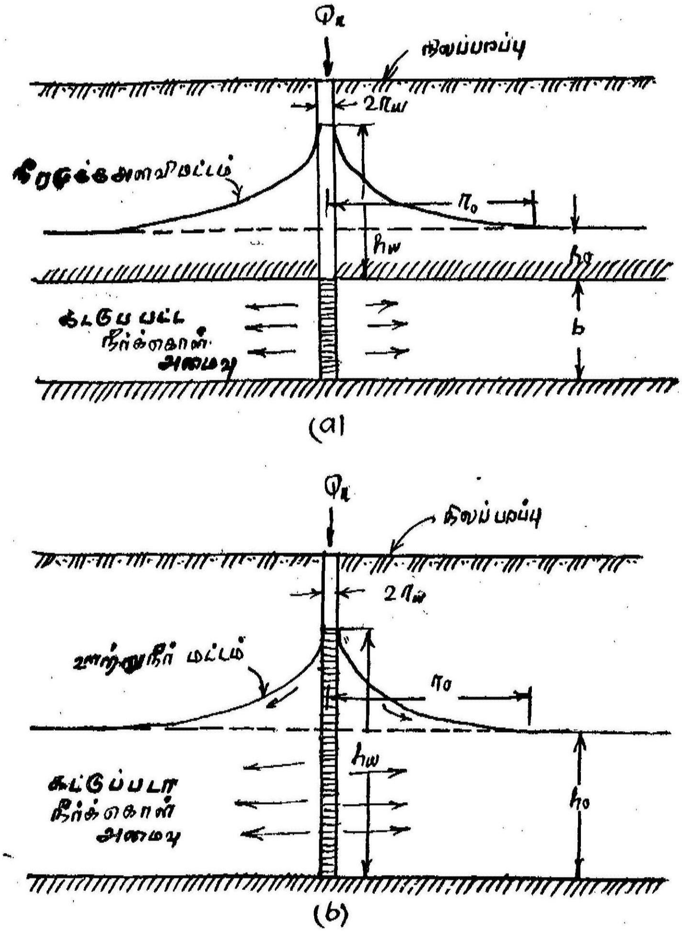
9-5. பெரிய துளைகள் மற்றும் பள்ளங்களின் (shafts and pits) மூலம் நீரூட்டல்.

நிலத்தினடியில் அமைப்பு, நீர் உட்புகமுடியாத தன்மை கொண்டதாக இருப்பின், நீரைப்பரப்பி நீரூட்ட முடியாது. இம்மாதிரியான நீர் எளிதில் உட்புகமுடியாத படிவங்கள், வெகு ஆழத்தில் அமையாத இடங்களில். பெரியதுளைகள் அல்லது பள்ளங்களின் உதவி கொண்டு ஊற்று நீருக்கு நீரூட்ட முடியும். இத் துளைகள் அல்லது பள்ளங்கள், நீர் எளிதான வடிவங்களை அடையும் ஆழத்திற்கு வெட்டப்பட்டால் நீரூட்டல் எளிதாக நடைபெற இயலும். தோண்டுவதற்கு ஆகும் செலவு அதிகமாவதாலும், குறைந்த அளவு நீரே நீரூட்டப்படமுடியும் என்பதாலும் இம் முறை அதிகமாகப் பயனுவதில்லை

இவ் வகையில் மிக முக்கியமான ஆராய்ச்சி விவரம் ஒன்றை, இல்லினாஸ் மாநில நீர்ச்சுற்றுய்வுக்குழு (Illinois state water survey) அளித்திருக்கிறது. தொழில் மற்றும் நகர்ப் புறங்களுக்கு, இல்லினாஸ் நதியிலமைந்த மணற்பகுதியிலிருந்து நீர் கொண்டு வரப்படுகிறது. நீரின் தேவை அதிகமாக அதிகமாக, இருப்புக்கு மேல் பற்று என்றநிலை உருவாகியது. நதியின் மூலம் கிடைக்கும் நீரின் அளவோ, வண்டற் படிவின் மூலம் குறைவாகவே இருந்தது. ஆரம்ப ஆய்வுகள், நீரூட்டல் முறையைப் பயன் படுத்தி, நிலைமையைச் சமாளிக்கலாம் எனக் கூறின.

12 மீட்டருக்கு × 18·75 மீட்டர் அளவுக்கு, 10 மீட்டர் ஆழம் கொண்ட ஒரு பள்ளம் படம் 9-2-ல் காட்டியுள்ளபடி வெட்டப்பட்டது. ஒரு குழாய் மூலம் நதி நீரானது, குளோரின் கலக்கும் அமைப்பு இதர அளவைக் கருவிகள், கொண்ட ஒரு கட்டுப்படுத்தும் நிலையத்தினுள் (tower) எடுத்துச் செல்லப் பட்டது. குளிர் காலத்தில் மட்டும் பள்ளம் நிரப்பப்பட்டது. ஏனெனில், அப்போதுதான் நீரின் வெப்பநிலை 60°F ஆக இருக்கும். பள்ளத்தின் பக்கங்களிலும் அடியிலும் 15 செ. மீட்டர் உயரமுள்ள சிறு கருங்கல் படிவு பரப்பப்பட்டது. பள்ளத்தில் படியும் வண்டல், உறிஞ்சுகருவிகள் மூலமாக அவ்வப் போது தூய்மைப் படுத்தப்பட்டது. இம் முறையின் வெற்றிக்கான முக்கிய காரணங்களாவன :

(1) பள்ளம் தோண்டப்பட்ட பகுதி, நீர் எளிதாக ஊடுருவக் கூடியது.



படம் 9–2
கட்டுப்பட்ட மற்றும் கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளமைவுகளைத் துளைத்த நீரூட்டல் கிணறுகளில் ஏற்படும் ஆரவழிப்பாய்வு

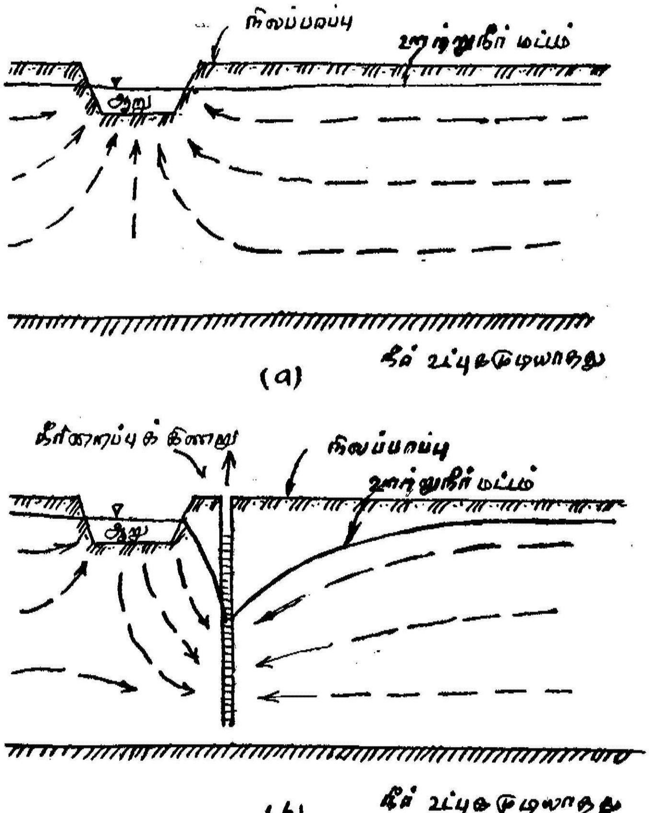
(2) ஊற்று நீர் அதிகமாகப் பயன் படுத்தப்படுவதால் அப் பகுதியில் ஊற்று நீர் மட்டம் மிகக் கீழே இருந்தது.

(3) நீரோடு குளோரின் கலக்கப்பட்டது. மற்றும்,

(4) பள்ளத்தின் கொள்ளளவு குறையாமல் கவனிக்கப் பட்டது.

9–6. கிணறுகள் மூலம் நீரூட்டல்

ஒரு நீரூட்டல் கிணறு என்பது, நிலப்பரப்பிலிருந்து நீரை, நிலத்தினடியில் உள்ள அமைப்புக்குச் செலுத்த உதவும் கிணறாகும். நீரிறைக்கப்படும் கிணற்றில் ஏற்படும் பாய்வுக்கு. இக்கிணற்று நீரின் பாய்வு நேர் மாறானது. ஆனால் இதன் கட்டிட அமைப்பு அதேபோல் இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. அதிக ஆழத்தில் அமைந்த கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள் அமைவுகள் கொண்ட இடங்களுக்கும் நீரூட்டலுக்கும் அதிக இடம் கிடைக்காத நகர்ப்பகுதிகளுக்கும் இம்முறை ஏற்றது.



படம் 9-3
ஆற்றுக்கருகே அமைக்கப்பட்ட ஒரு கிணற்றின் நீரிறைப்பால் ஏற்படும் தூண்டப்பட்ட நீரூட்டல்
(a) இயற்கையான பாய்வமைப்பு
(b) நீரிறைப்புக் கிணற்றோடு சேர்ந்த பாய்வமைப்பு

நீர் ஒரு கிணற்றினுள் செலுத்தப்படும் போதும். நீரூட்டற் கூம்பு (cone of recharge) என்ற ஓர் அமைப்பு உருவாகிறது. இது நீரிறைப்புக் கிணற்றில் ஏற்படும் நீரளிப்புக் கூம்பு என்ற அமைப்புக்குத் தலை கீழானது. நீரிறைக்கும் கிணற்றுக்கு ஏற்படுத்திய முறையில், உடுஃபிட்டின் தற்கோள்களைக் கொண்டு, நீரழுத்தமட்டக் கோட்டுக்கான சமன்பாட்டை உருவாக்கலாம்.

ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள் அமைவை முழுவதும் துளைத்த ஒரு கிணற்றில் ϕ_r என்ற அளவில் நீரூட்டப்படுமானல்,

$$\phi_r \qquad \frac{2_r \pi k\ 6\ (h_w - h_o)}{\log_e \frac{r_o}{r_w}} \qquad (9\text{-}2)$$

படம் 9-3-ல் இந்தச் சமன்பாட்டில் அடங்கிய அளவுகள் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவில்

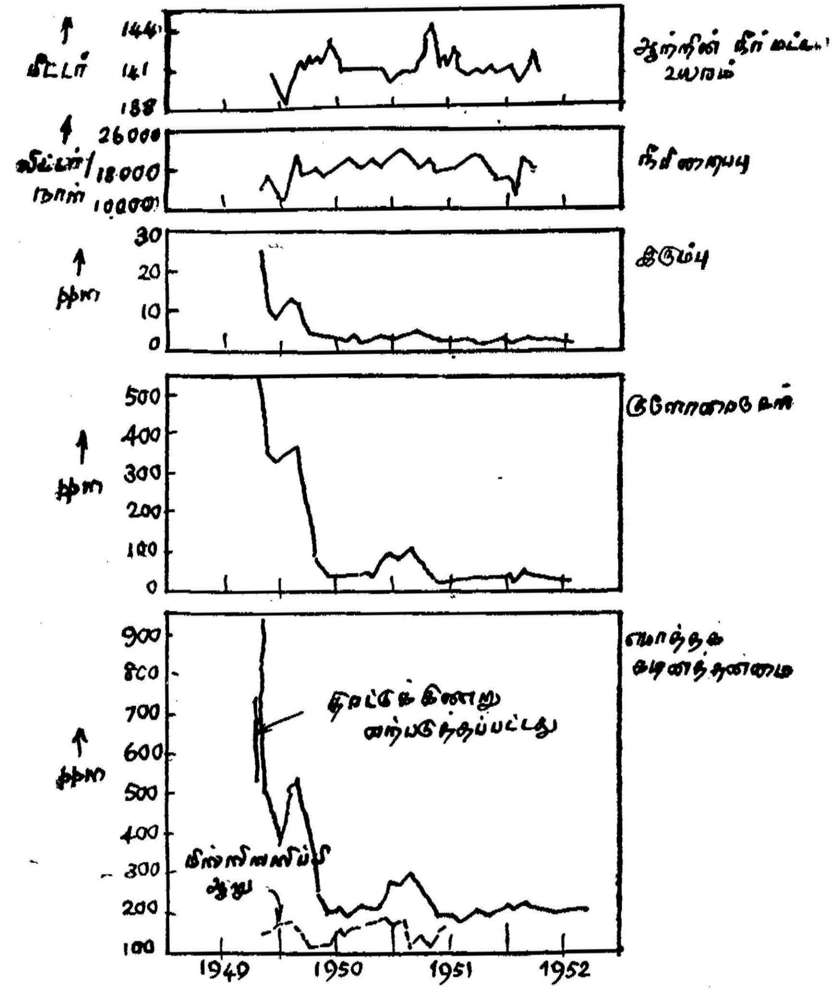
$$\phi_r \qquad \frac{\pi k\ (h_w^2\ h_o^2)}{\log_e \frac{r_o}{r_w}} \qquad (9\text{-}2)$$

இதனைப்படம் (9-4) விளக்குகிறது.

இச் சமன்பாடுகளை நீரிறைப்புக் கிணற்றுக்கான சமன்பாடுகளுடன் ஒப்பிடும் போது; நீரூட்டல் கூம்பு, நீரளிப்புக் கூம்பு இவைகளின் அளவுகள் ஒன்ருக இருப்பின், நீரிறைப்புக் கிணற்றின் நீரிறைக்கப்படும் அளவும், நீரூட்டற் கிணற்றின் நீர் செலுத்தப்படும் அளவும் ஒன்று எனக் கொள்ளலாம். ஆனல் நடைமுறையில் இவை ஒன்ருக இருப்பதில்லை. நீரூட்டலும் நீரிறைப்பும் நீர் பாயும் திசையைப் பொறுத்து மட்டும் வேறு படுவதில்லை.

நீர், கிணற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும்போது, நீர்க்கொள் அமைவிலுள்ள துகள் பொருட்கள், கடினப் பொருட்கள் ஊடே நகர்த்தப்பட்டுக் கிணற்றுக்குள் கொண்டு வரப்படுகின்றன. ஆனல், நீரூட்டல் மூலம் செலுத்தப்படும் நீரிலுள்ள வண்டல், கிணற்றைச் சுற்றியமைந்த நீர்க்கொள் அமைவின் துளையிடங்களை அடைக்க வாய்ப்பு இருக்கிறது. அதேபோல், நீரூட்டல் நீர், அதிகமான காற்று கலந்ததாக இருப்பின், நீர்க்கொள் அமைவினூடே அமைந்துள்ள துளைகளைக் காற்ருல்

நிரப்பி, நீர் எளிதில் ஊடுருவ முடியாமல் செய்து விடுகிறது. மேலும், நுண்ணுயிரிகள் அதிகம் கலந்த நீர் நீரூட்டலுக்குப்



படம் 9–4

மிஸ்ஸிஸிப்பி நதியின் ஊடே அமைந்த ஒரு திரட்டுக் கிணற்றிலிருந்து நீர்மட்ட, நீரிறைப்பு, இரும்பு, குளோரைடுகள், மொத்தக் கடினத்தன்மை இவற்றின் விவரங்கள்

பயனுகையில் கிணற்றைச் சுற்றிய வடிகட்டியமைப்பை அடைத்து, நீர் பாயும் துளையளவைக் கணிசமாகக் குறைக்

கிறது. நீரூட்டல் நீரில் கலந்த வேதியற் பொருட்கள், ஊற்று நீரிலுள்ள பொருட்களோடு சேர்ந்து வேண்டத் தகாத வேதியல் விளைவுகளை ஏற்படுத்தலாம். மேற் கூறிய காரணங்களால், நீரூட்டல் நீரின் அளவு குறைக்கப்படும். ஆகவே, இம்முறை, இடத்திற்கு ஏற்றதெனத் தெரிந்தாலன்றி மேற்கொள்ளப்பட மாட்டாது.

நீரூட்டற் கிணறுகளில், நீர்ப்பரவல் பரப்புக்களைப் போல், நீரூட்டல் நீரின் அளவு முதலில் அதிகமாக இருப்பினும், பிறகு ஏறக் குறைய ஒரே சீராகவோ அல்லது படிப்படியாகக் குறைந்தோ இருக்கிறது. சுண்ணும்புக்கல் மற்றும் எரிமலைக் குழம்பும் (lava) படிவங்களில் மிக அதிகமான நீரூட்டல் அளவு இருக்க முடியும்.

9-7. மழை நீர் வடிவை வெளியேற்ற நீரூட்டற் கிணறுகள்

சில இடங்களில், மழை நீர் வடிவை வெளியேற்றக் கழிவு நீர்க் குழாய்களுக்குப் பதில், நீரூட்டற் கிணறுகள் பயனுகின்றன. ஆர்லண்டோ (Arlando) என்னுமிடத்தில், இக் கிணறுகள், சுண்ணும்புக்கல் படிவங்களில் 30 முதல் 300 மீட்டர் ஆழம், மற்றும் 12·5 செ. மீட்டர் முதல் 45 செ. மீட்டர் கொண்டவைகளாகவும் இருந்தன. இவற்றின் நீர்பாயும் அளவு 8 லிட்டர்/12 வினுடி முதல் அதற்கு மேற்பட்ட அளவானதாக இருந்தது. குப்பை, கூளங்கள் இக் கிணற்றினுள் மழை நீரால் கொண்டு வரப்பட்டாலும், அவை நீர்க்கொள் அமைவின் துளைகளை அடைக்கவில்லை. ஊற்று நீர் மட்டம் 9 முதல் 15 மீட்டருக்குக் கீழே இருந்தது. நில அமைப்பு, நீர் வடிகட்டப்பட ஏற்றதாக இல்லாத இடங்களில் ஊற்று நீரை நேரடியாகக் குடிநீர் மற்றும் பலவற்றிற்கோ பயன்படுத்த முடியாது. ஏனெனில், அதன் தரம் குறைவுற்று இருக்க, அதிக வாய்ப்புக்கள் உண்டு.

ஃபிரெஸ்னே, (Fresno) என்ற இடத்தில், கழிவு நீர்க் குழாய்களுக்கடியில், அவைகளோடு இணைக்கப்பட்ட நூற்றுக்கணக்கான கிணறுகள், மழைநீர்க் கழிவை நிலத்தினடியில் செலுத்தத் தோண்டப்பட்டன. இவைகளின் ஆழம் 9 முதல் 12 மீட்டர்களாகவும், விட்டம் 75 செ. மீட்டராகவும் இருந்தன. இக் கிணற்றின் அடிப்பாகம் ஊற்றுநீர் மட்டத்தைவிடக் குறைந்தது 3 மீட்டர் மேலே உள்ளபடி அமைக்கப்பட்டிருந்தது. இதன் மூலம், ஊற்றுநீரின் தரம் கெடாமலிருக்க முடிந்தது. நீர்க்கொள் அமைவின் துளைகள் அடைபடாது, நீர் எளிதாக இறங்க உதவி செய்யும் வகையில், ஒவ்வொரு கிணற்றின்மேல்

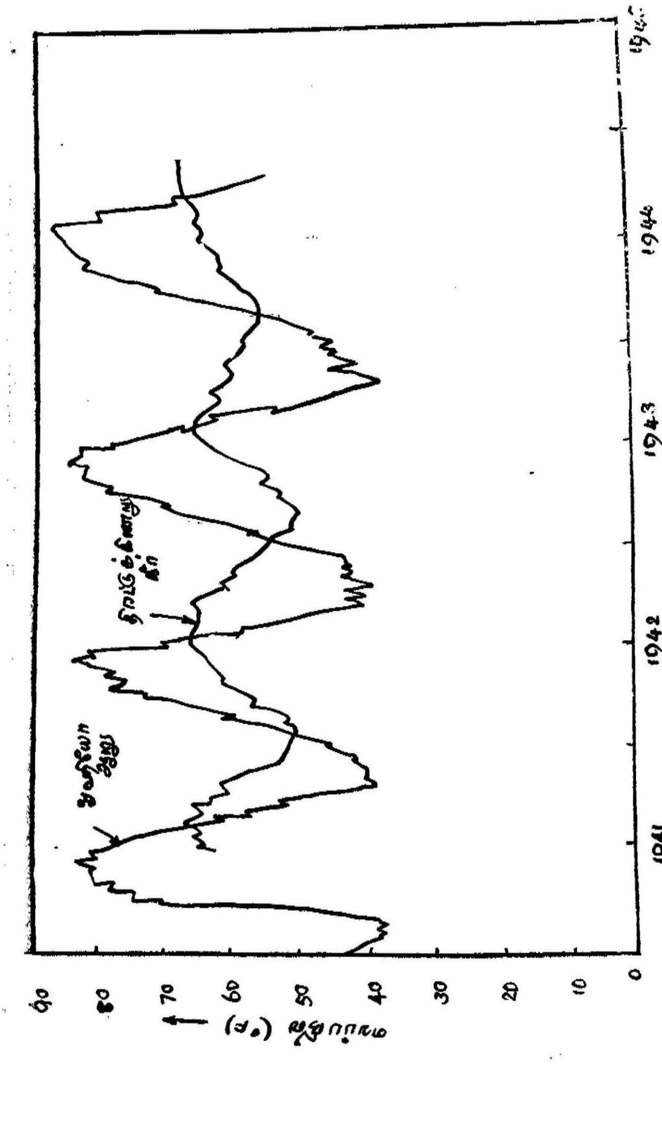
பாகத்திலும் ஒரு வடி கட்டி அமைப்பு ஏற்படுத்தப்பட்டது. அவ்வமைப்பு, துளைகொண்ட ஒரு உலோகக் கூடை போன்றிருந்ததால், இலை, தழை மற்றும் தேங்கிய பொருட்களையகற்ற எளிதாக உதவியது, 24 மணி நேரத்திற்கு, நீரூட்டல் அளவு சராசரியாக 8 லிட்டர்/வினடி என இருந்தது. இம் முறையால் மழை நீர்க் கழிவும் எளிதாக அகற்றப்பட முடிந்தது.

9–8. தூண்டப்பட்ட (Induced) நீரூட்டல்

மேற்கூறிய முறைகளில் நீர் எளிதாக நிலத்தினடிக்குப் புகவல்ல இடங்களுக்கு, நிலப் பரப்பு நீர் கொண்டு வரப்பட வேண்டும். தூண்டப்பட்ட நீரூட்டல் முறை, இவைகளிலிருந்து முற்றும் மாறுபட்டது. நதி அல்லது ஏரிக்கு அருகாமையிலிருந்து ஊற்று நீரை இறைத்து அதிகமாகப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், ஊற்றுநீர் மட்டம் கீழே இறங்கி அதனல் நிலப் பரப்பு நீர், நிலத்தினடிக்குச் செல்லுமாறு தூண்டப்படுகிறது. தூண்டப்பட்ட நீரூட்டல், இல்லாத மற்றும் இருக்கக் கூடிய திட்டங்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்கள், நீர்பாயும் அமைப்போடு, படம் 9–5-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இம் முறைப்படி, நிலப் பரப்பு நீர் நிலைகளிலமைந்த கிணறுகள், திரட்டுக் (collector) கிணறுகள், நீர் ஊடுருவும் சுரங்கப் பாதைகள் முதலியன செயற்கை வழி நீரூட்டலுக்கு உகந்ததாக அமைகின்றன. தூண்டப்பட்ட நீரூட்டல், நீர் வற்றாத நீர் நிலைகள் மூலம் செயற்படுத்தப்பட்டால், இயற்கை வழி நீரூட்டலினல் ஏற்படும் நீரளவைவிட அதிகமான, தொடர்ந்த நீரளிப்பைப் பெற முடியும். நீர் நிலைக்கும் நீர்க்கொள் அமைவுக்கும் இயற்கையான தொடர்புள்ள, நீர் உட்புகவல்ல இறுக்கப்படாத படிவங்கள் கொண்ட பகுதிகளில் இம் முறை அதிகப் பயனளிக்கவல்லது. நீரூட்டப்படும் நீரின் அளவு, கிணற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும் நீரின் அளவையும், அது நீர் நிலையிலிருந்து அமைந்துள்ள தூரத்தையும் மற்றும் அப்பகுதியில் இயற்கையான ஊற்று நீரியக்கத்தையும் பொறுத்தது.

இம் முறையில், நீர்நிலையின் நீர் பாயும் வேகம், வண்டல் படியாத அளவுக்கு இருக்க வேண்டியது மிக முக்கியமான தொன்ருகும். இல்லாவிடில், நீரூட்டல், நிலத்தினடிக்கே செல்ல முடியாத நிலை ஏற்படலாம். வண்டற் படிவுகளைத் தோண்டியகற்றவல்ல வெள்ளப் பாய்வுகள் இல்லாத நீர் நிலைகளிலோ அல்லது நீர் வேகம் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர் நிலைகளிலோ நீரூட்டலின் அளவு படிப்படியாகக் குறைகிறது.



படம் 9-5
திரட்டுக் கிணறுகளிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட நீர், மற்றும் ஒஹியோ ஆற்றுநீர் இவற்றின் வெப்பநிலை விவரங்கள்

இம் முறையில் பயனாகும் பல நீர்த்திரட்டுக் கிணறுகளில் நீரின் தரம் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. அதன்மூலம், இந்த நீரில் உயிர்ப் பொருட்கள் அல்லது நுண்ணுயிரிகள் இவற்றின் கலப்போ இல்லையென்பதை அறிய முடிந்தது. நிலப் பரப்பு நீரில் அதிகக் கனிப்பொருட்கள் கலந்திருப்பதில்லையாதலால், தூண்டப்பட்ட நீரூட்டலின் மூலம் நீர் கலக்கப்பட்ட ஊற்று நீரின் தரம், இயற்கையான ஊற்று நீரின் தரத்தைவிட உயர்ந்ததாக இருக்கிறது. மிஸ்ஸிஸிப்பி (Mississippi) நதியில், திரட்டுக் கிணறு கட்டப்பட்ட பின் ஏற்பட்ட நீரின் தரத்தைப் படம் (9-6) விளக்குகிறது. நீரில் கலந்த இரும்பு, குளோரைடு, நீரின் கடினத் தன்மை ஆகியவற்றின் அதிகரிப்பை நன்கு காண முடியும்.

அதேபோல், படம் (9-7), ஓஹியோ (Ohio) நதியில், திரட்டுக் கிணறுகள் கட்டப்பட்டபின் ஏற்பட்ட நீரின் வெப்ப நிலை மாறுதல்களை விளக்குகிறது. தூண்டப்பட்ட நீரூட்டலுக்கும் பின், ஊற்று நீரின் வெப்பநிலை, நிலப்பரப்பு நீரின் வெப்ப நிலைக்கும் இயற்கையான ஊற்று நீரின் வெப்ப நிலைக்கும் இடையே அமைகிறது.

10. கடல் நீர் ஊடுருவல்

10-1. பொது

கடலருகே அமைந்த நீர்க் கொள்ளமைவுகள், கடலோடு தொடர்பு கொண்டிருப்பதால், தூய ஊற்று நீரானது, இயற்கையான சூழ்நிலைகளில் கடலுக்குள் பாய்வதற்கான வாய்ப்புக்கள் உள்ளன. ஊற்றுநீரின் தேவை அதிகரிக்க அதிக ரிக்க, கடலோரப் பகுதிகளில் ஊற்றுநீரின் மட்டம் குறைந்து; அதனால், கடலிலிருந்து நீர் நிலத்தை நோக்கிப் பாயும் இந் நிகழ்ச்சியே, கடல் நீர் ஊடுருவல் எனப்படும். கிணறுகளை நோக்கிக் கடல் நீர்பாய ஆரம்பிக்குமானால், நிலத்திலிருந்து பெறப்படும் எல்லா நீரும் பயனற்றதாகி விடுகிறது.

அதைத் தவிர, நீர்க் கொள்ளமைவுகளில், கடல் நீரோடு கலந்த உப்பு படிந்து விடுவதால், எவ்வளவுதான் தூய நீரைக் கொண்டு அதனை நீரூட்டினாலும் பல வருடங்கள் ஆனாலும் உப்பு நீரை வெளியேற்றுவது மிகக் கடினம். ஆகவே, கட லோரப் பகுதிகளில் அமைந்த நீர்க் கொள்ளமைவுகளில், இந் நிகழ்ச்சியைத் தடுப்பதற்கான பாதுகாப்பு முறைகளை மேற் கொள்ளும் வகையில் நிறைய ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

10-2. கடல் நீர் ஊடுருவும் விதம்

இருப்புக்கு மேல் பற்று (overdraft) என்ற நிலையில் எங் கெல்லாம் ஊற்று நீரின் தேவை அதிகரிக்கின்றதோ, அத் தகைய கடலோரப் பகுதிகளிலெல்லாம் கடல் நீர் நிலத்தை நோக்கி ஊடுருவும். கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க் கொள் ளமைவுகளில், ஊற்று நீர் மட்டத்தை இறங்கச் செய்வதாலோ அல்லது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகளில் நீரழுத்த மட்டத்தை இறங்கச் செய்வதாலோ, இயற்கையாகக் கடலை நோக்கியமைந்த நீரழுத்தச் சரிவு குறைந்து திசைமாறி விடுகிறது. இங்கு இரண்டு பாய்மங்கள் தொடர்பு கொள்வ தால், அவ்விடங்களில் ஒரு பொது முகம் (inter-face) ஏற்படு கின்றது. இப்பொது முகத்தின் அமைப்பும், இயக்கமும், தூய

மற்றும் கடல் நீர்க்களுக்கிடையேயான நீரியங்கியற் சமநிலையைப் பொறுத்து வேறுபடும்.

ஊற்று நீருக்கும், கடல் நீருக்குமிடையே செயற்கையான நுழைவு (access) ஏதேனும் இருப்பின் அதனால் கடல்நீர் ஊடுருவல் ஏற்படலாம். அதே போல், பயனற்றதெனக் கைவிடப்பட்டக் கிணறுகளின் மூலமும் இந் நிகழ்ச்சி ஏற்படலாம். இக் கடல் நீரின் ஊடுருவலால் ஏற்படும் புதிர்கள்; மக்கட் தொகை, மற்றும் தேவைகள் இவற்றின் அதிகரிப்பைப் பொறுத்து, அதிகரித்துக்கொண்டே வருகின்றன. தற்சமயம், இந் நிகழ்ச்சிகள், சப்பான், நெதர்லாந்து மற்றும் செர்மனி ஆகிய நாடுகளின் கடலோரப் பகுதிகளில் ஏற்பட்டு வருகின்றன. அமெரிக்காவில் ஏறக்குறைய 13 கடலோரப் பகுதிகளில், 36,500 ஹெக்டேர் அளவுக்குக் கடல்நீர் ஊடுறுவி, தூய நீரின் தரத்தைக் குறைத்து, இன்னல்களை விளைவித்து விடுகின்றன.

10–3. கடல் நீருக்கும் தூயநீருக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும் கைபன்-ஹெர்சுபர்க் (Ghyben–Hersberg) சமன்பாடு

50 வருடங்களுக்கு முன்னால்; ஐரோப்பியக் கடலோரப் பகுதிகளில் இரண்டு ஆராய்ச்சியாளர்கள் தனித் தனியே சோதனைகள் நிகழ்த்திக் கடல்நீர் ஊடுருவல், கடல் மட்டத்திலல்லாது, கடல்நீர் மட்டத்திலிருந்து மேலே அமைந்த ஊற்று நீர் மட்டத்தின் உயரத்தைப்போல் 40 மடங்கு கீழே நிகழ்ந்திருக்கிறது எனக் கண்டு பிடித்தனர். இது வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள இரண்டு பாய்மங்களுக்கிடையேயான நீர்நிலை இயற் சமநிலை (hydrostatic)யால் விளக்கப்படுகிறது. இந் நிகழ்ச்சியை விளக்கவல்லச் சமன்பாடு கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாடு என அதை ஏற்படுத்தியவர்கள் பெயராலேயே கூறப்பட்டது.

படம் 10–1-ல் காட்டியபடி, குறுக்குத் தோற்றம் அமைந்த கடலோரம் கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள்ளமைவில் A-ன் நீரழுத்த மட்டம்.

$P_a = P_s\, g\, h_s$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது. (10-1)

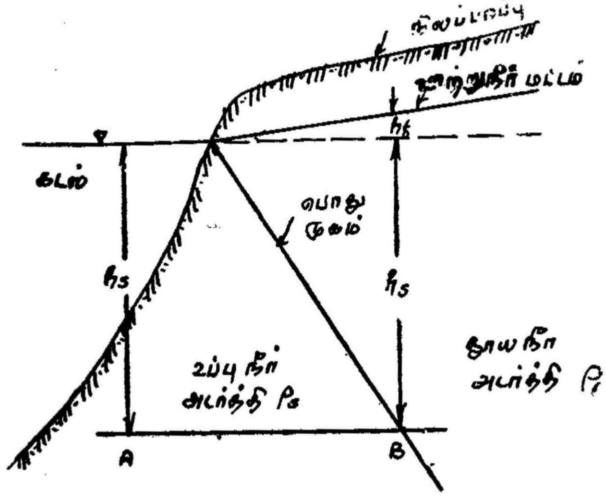
இதில் P_s என்பது கடல் நீரின் அடர்த்தியையும்,

g ,, நில ஈர்ப்பு முடுக்கத்தையும் (acceleration)
h_s ,, படத்தில் காட்டியதையும் குறிப்பன.

அதேபோல், A-ன் மட்டத்திலேயே, நிலத்தினுள் பக்கமாக அமைந்த B-ல் அழுத்தம்.

$P_b = P_f\, g\, h_f + P_s\, g\, h_s$ எனக் குறிக்கப்படும். (10-2)

இதில் P_f - தூய நீரின் அடர்த்தியையும்.
h_f – என்பது படத்தில் காட்டியதையும் குறிப்பன.



படம் 10–1
கைபன்–ஹெர்ஸ்பர்க் சமன்பாட்டை விளக்க, கடலோரம் அமைந்த ஒரு கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளமைவில் உண்டாகும் தூய மற்றும் கடல் நீர்ப் பரவலைக் காட்டும் படம்

இவ்விரண்டு அழுத்தங்களையும் இணைத்துக் கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாடு பெறப்படுகிறது.

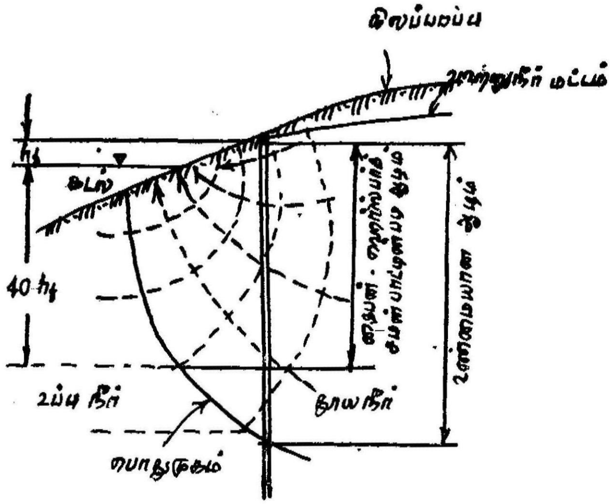
$$h_s = \frac{P_f}{P_s - p_f} (h_f). \qquad (10\text{-}3)$$

P_s = 1·025 கிராம்/க. செ. மீ. என்றும்
P_f = 1 கிராம்/க. செ. மீ. என்றும் கொண்டால்.

$$h_s = 40\, h_f \qquad (10\text{–}4)$$

செய்முறை வகையில் பல இடங்களில் இச் சமன்பாடு உறுதியாக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச் சமன்பாட்டைத் தொடர்ந்து பல சுருக்கங்களும் (simplifications) வரம்புகளும் பல ஆய்வாளர்களால் ஏற்படுத்தப்பட்டன. கடல் நீரின் ஊடுருவல், நீர்க்கொள்ளமைவின் பரவலாலும், ஊற்று நீர் மட்டத்தின் உயரத்தாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது, இதைத் தவிர, இச் சமன்பாட்டின்படி, கடற்கரையில், தூய நீர் பாய்வதற்கான ஒரு பாய்வுமுகம் (face) எற்பட வேண்டும். ர் நிலை இயற் சமநிலைப்படிப் பாய்வே ஏற்படக் கூடாது.

இருப்பினும் ஊற்று நீர்ப்பாய்வு, கடலோரத்தில் அநேக மாக ஏற்படவே செய்கிறது. அடர்த்தியை மட்டும் முக்கியப் படுத்திப் பார்ப்பின், பாய்வில்லாத போது, இடைநிலைப் பொது முகம்ஒன்று ஏற்பட்டுக் கடல் நீரின் மேல் எல்லா இடங் களிலும், தூயநீர் மிதக்கும் நிலை உண்டாக வேண்டும். கடல் நீர் ஊடுருவலின் அதிக அளவின் சரியான படம் 10-2-ல் காட்



படம் 10-2
கைபன் - ஹெர்ஸ்பர்க் சமன்பாட்டின் படியான உப்புநீர் ஆழத்திற்கும், அதன் உண்மையான ஆழத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு

டப்பட்டுள்ளது. இப்படத்தில் நீர் வழிக் கோடுகள் (streamlines), மற்றும் சம அழுத்தக் கோடுகள் (equipotential lines) இவை பயன் படுத்தப்பட்டன.

நீர் வழிக் கோடுகள், மேல் நோக்கியிருப்பதாலும் சம அழுத்தக் கோடுகளில் அழுத்தம் நிலையாக இருப்பதாலும், கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாட்டின்படி, கணக்கிடப்படும் பொது முகத்திற்கான ஆழம், உண்மையான ஆழத்தை விடக் குறைவாக உள்ளது. தாழ்ந்த நீர்ச்சரிவுகளுக்கு, இந்தவேறு பாடு, குறைவாகவும், அதிகமான நீர்ச்சரிவுகளுக்கு இந்த வேறுபாடு மிக அதிகமானதாகவும் இருக்கும்.

கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகளில் மேற் கூறிய முறையை ஊற்று நீர் மட்டத்திற்குப்பதில், நீரழுத்த அளவி மட்டத்தை மாற்றியமைத்துப் பயன் படுத்தலாம்.

கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாட்டைப் பயன் படுத்தக் கீழ்க் கண்ட கட்டுப்பாடுகள் அவசியம்.

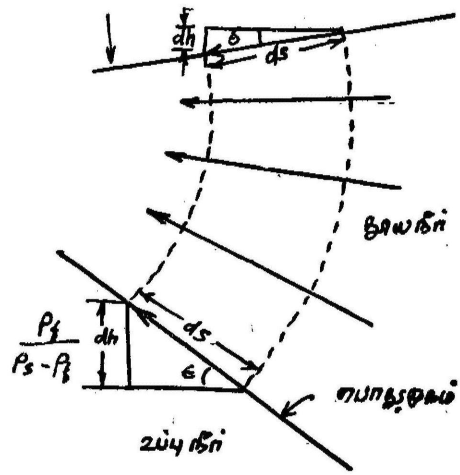
(1) ஊற்று நீர் மட்டமோ, நீரழுத்த அளவி மட்டமோ, கடல் நீர் மட்டத்தைவிட மேலே இருக்க வேண்டும்.

(2) நீரழுத்தச் சரிவு, கடலை நோக்கியதாக இருக்க வேண்டும். இக் கட்டுப்பாடுகளில்லாத நிலையில் கடல் நீர் நேராகவே நிலத்தை ஊடுருவ ஆரம்பிக்கும்.

10–4. ஊற்று நீர் மற்றும் கடல் நீர் இவற்றுக் கிடையேயான பொதுமுகத்தின் அமைப்பு

கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாட்டை ஏற்படுத்தும் போது, ஊற்று நீர் கடல் நீர் பொது முகம் கரையை நோக்கிச் சரிந்ததாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. இப்பொது முகத்தின் சரிவு, அமைப்பு, இவற்றைத் தூய நீர்பாயும் பகுதியில் மட்டும் நிர்ணயிக்க முடியும்.

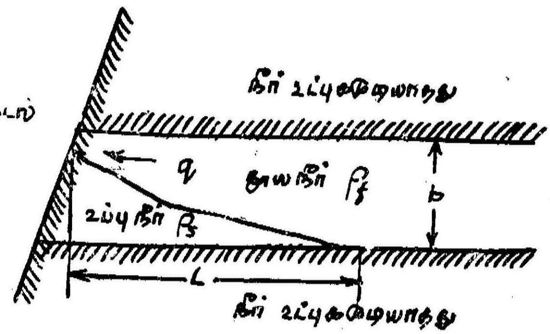
ஊற்று நீர் மட்டச் சரிவை ∂ எனக் கொண்டால், படம் 10–3 இடார்சி விதிப்படி,



படம் 10–3
தூய - கடல் நீர் பொது முகத்திற்கும், ஊற்றுநீர் மட்டச் சரிவுகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு

$$\sin \delta = \frac{dh}{ds} = \frac{v}{k}$$

இதில் v என்பது நீர்ப்பாய்வின் வேகத்தையும்
k ,, நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தையும்
குறிப்பன. இந்நீர் மட்டச் சரிவில் ஊற்றுநீர் மட்டத்தின் உயரம் நீர் பாயும் திசையில் போகப் போகக் குறைகிறது.



படம் 10–4

உப்பு நீர் ஆப்புப்பகுதி (கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவில்)

அதன் பலகைச் சமன்பாடு 10–3-ன் படி, ஊற்று நீர்–கடல் நீர் பொது முகம் உயர வேண்டும். அதன் சரிவு,

$$\sin \epsilon = \frac{P_f}{P_s - P_f} \frac{v}{k}$$ எனப் பெறப்படும் (10-6)

நீர்ப்பாய்வின் எல்லைகள் குவிந்திருப்பதால் (converging) தூரத்தைப் பொறுத்துப் பாய்வு வேகம் அதிகமாக வேண்டும். அதன்படி, நீரழுத்தச் சரிவுகளும் அதிகரிக்க வேண்டும். இதன் விளைவாக, படம் 10–2-ல் காட்டியபடி, குழிவான (concave) பொதுமுகம் உண்டாகிறது.

10–5. ஊடுருவிய கடல் நீர் ஆப்புப் (Wedge) பகுதியின் நீளம்

கைபன்–ஹெர்சுபர்க் சமன்பாட்டின்படி, நீர்க் கொள்ளமைவும், கடலும் சேருமிடத்தில் ஓர் ஆப்பு வடிவக் கடல் நீர்ப் பகுதி அமைந்திருக்கவேண்டும். கடலை நோக்கிப்பாயும் தூய நீரின் அளவு, கடல் நீர் உயரத்தின் ஒரு மீட்டருக்கு q எனக் கொண்டால், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவுகளில்,

$$q = \frac{1}{2} \left(\frac{P_s - P_f}{P_f} \right) \frac{K b^2}{L} \qquad (10\text{-}7)$$

என்று இடார்சி விதியைக் கொண்டு எழுதலாம்,

இதில் P_f மற்றும் P_s, தூய மற்றும் கடல் நீர்களின் அடர்த்தியையும், b மற்றும் *L* படம் 10-4-ல் காட்டியுள்ளபடியும், *K* என்பது நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தையும் குறிப்பன.

சீரான நீர்க் கொள்ளமைவு மற்றும் பாய்மச் சூழ்நிலைகள் இருப்பின் ஊடுருவிய கடல் நீர் ஆப்புப் பகுதியின் நீளம், தூய நீர்ப்பாய்வைப் பொறுத்துத் தலைகீழ் விகிதத்தில் மாறுபடும் என்று சமன்பாடு (10–7) காட்டுகிறது. இச் சமன்பாட்டைக் கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள்மைவுகளிலும் b-க்குப் பதிலாக நிறைவு உயரத்தைமாற்றி யெழுதிப் பயன் படுத்தலாம். ஆனால் நீர்ப்பாய்வுத்திசை, கிடை நிலையிலிருந்து அதிகம் மாறுபடலாகாது.

10–6. தூயநீர்ப் பொது முகத்தின் அமைப்பு

அறிமுறைப்படி, தூய நீருக்கும் கடல்நீருக்கு மிடையேயான பொது முகம் ஒரு நீர் வழிக் கோட்டை எடுத்துக் காட்ட வேண்டும். அப்படியாயின் பொது முகத்தின் குறுக்கே எவ் விதப்பாய்வும் ஏற்படக்கூடாது. ஆனால் ஆய்வுகள் மூலம், இப் பொதுமுகங்கள், ஒரு சில மீட்டர்தூரம் அகலம் கொண்டவைகளாக இருக்கும்என்பது உணரப்பட்டது. நுண் துளைப்பொருள் ஊடாக வழிப்பாய்வில் ஏற்படும் நீர்ப்பிரிதல், மூலக்கூறுபரவல் மற்றும் வேலை அலைவுகளினால் (tides) ஏற்படும் ஊற்று நீர் மட்ட வேறுபாடுகள், இவற்றால் மேற்கூறிய உண்மை விளக்கப்படுகிறது, இவற்றில் கடைசியாகக் கூறப்பட்ட வேலை அலைவுகளால் ஏற்படும் விளைவு அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல. ஏனெனில், ஊற்று நீர்ப்பாய்வுகளில் அதன் அளவு மிகக் குறைவானது.

10–7. கடல் நீர் ஊடுருவலைத்தடுத்தல் மற்றும் கட்டுப்படுத்தல்

கடல் நீர் ஊடுருவலைக் கட்டுப்படுத்த மொத்தம் 5 முறைகள் கையாளப் படுகின்றன.

(1) நீரிரைப்பின் அளவைக் குறைத்தல் அல்லது அமைப்பைமாற்றி யமைத்தல்.

(2) நேரிடையான செயற்கை முறை நீரூட்டல்

(3) கடற்கரை யோரத்தில் கடல் நீர் மட்டத்திற்கு மேல் ஒரு தூயநீர் முகட்டை (ridge) ஏற்படுத்துதல்.

(4) கடற்கரைக்கருகே ஒரு நீரிறைப்புப் பள்ளத்தை ஏற்படுத்தல்.

(5) நிலத்தினடியில் செயற்கை முறையில் பாதுகாப்புத் தடுப்புகள் (barriers) அமைத்தல்.

இம்முறைகள், அவற்றின் நன்மைகள் கட்டுப்பாடுகள் இவற்ருேடு கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

10–7 (a). நீரிறைப்பு அமைப்பை மாற்றியமைத்தல்

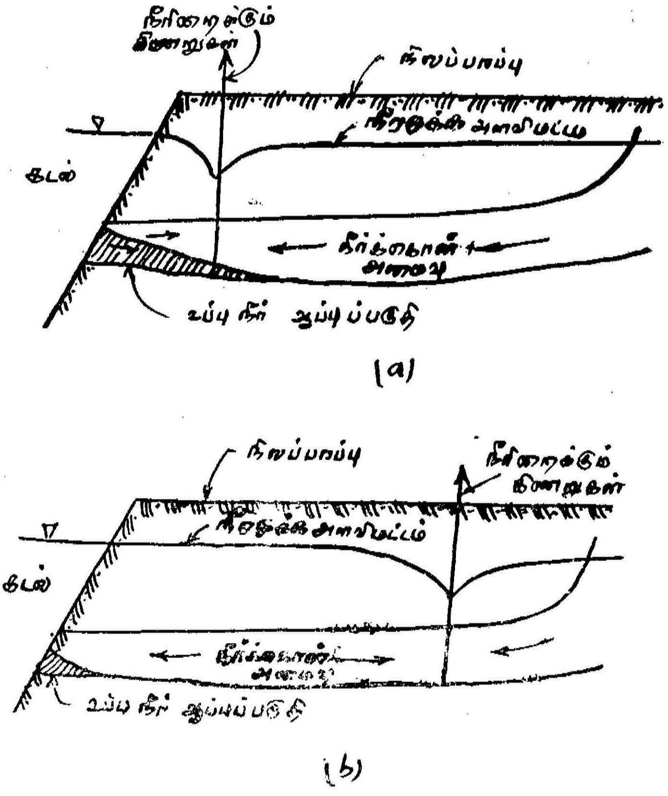
நீரிறைக்கப்படும் ஆழத்தைக் குறைப்பதால், கடலோரப் பகுதிகளில் இருப்புக்கு மேல் பற்று என்ற நிலையைக் குறைத்துக் கடல் நீர் ஊடுருவலைத் தடுக்கலாம். இதனுல் ஊற்றுநீர் மட்டம் கடல்நீர் மட்டத்தைவிட உயர்ந்து, நீர் மட்டச் சரிவு கடலை நோக்கி இருக்குமாறு செய்யப் படுகிறது. பணச் செலவைக் கொண்டு பார்க்கும் போது, இது நேரான வழியாகத் தோன்றலாம். ஆனுல் நீர்த் தேவையைக் குறைத்துக் கொள்ள, நீரைப் பயன்படுத்துபவர்கள் ஆயத்தமாயிருக்க வேண்டும். அல்லது குறைக்கப்பட்ட நீரின் அளவை, பணச்செலவு அதிகமாகாமல் வேறெந்த முறையிலாவது சரிக்கட்ட வேண்டும். ஆக, எதுவாயிருப்பினும், இரண்டிலும் சட்ட உரிமை பற்றிய பிரச்சினைகள் சமாளிக்கப்பட வேண்டும்.

சில நேரங்களில் நீர் வடிநிலங்களில் நீரிறைக்கப்படும் அமைப்பை மாற்றுவதன் மூலம் மேற்கூறிய விளைவைப் பெற முடியும். நீர் வடி நிலத்தில் நீர் பாயும் பகுதிகளில் நீரிறைப்பு அதிகமாக இருக்குமாருல், நீர் பாயும் அளவை அது அதிகப் படுத்தும். அதே போல், கரையோரங்களில் நீரிறைப்பு குறைவாக இருப்பின் நீர் மட்டம் உயர்ந்து, ஊடுருவும் கடல் நீரைத் தடுக்கலாம்.

அதிகமான நீரிறைக்கப்படும் பகுதியைக் கரையோரத்திலிருந்து மிகவும் உள்பக்கமாக அமைப்பதால், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர் கொள்ளமைவில் ஏற்படும் நீரழுத்த அளவு மாறுதலைப் படம் 10–5 நன்கு விளக்கும். நிரிறைப்புப் பகுதியை மாற்றியமைத்தலோ, அல்லது அதன் அளவைக் குறைப்பதோ கிடைக்கக்கூடிய மொத்த ஊற்று நீரின்கொள்ளளவை முழுமையான முறையில் பயன்படுத்த வகை செய்யாது. ஆனுல், வேறு நீரளிப்பு பிறப்பிடங்களில்லாத நிலையில், நீர்க் கொள்ளமையின் மொத்த நீரும் கலப்பு நீராக மாருமல் இருப்பதற்காக, இம் முறை ஏற்றது.

10–7 (b). செயற்கை வழி நீரூட்டல்

கடல் நீர், ஊடுருவலைத் தடுக்கக் கண்கூடான முறை, நிலப் பரப்பு நீர் அல்லது கிணறுகள் மூலம் செயற்கை வழியில் ஊடுரு



படம் 10–5

நீரிறைப்பு இடத்தை மாற்றுவதால் கடல் நீர் ஊடுருவலில் ஏற்படும் விளைவு
(a) கடற்கரையருகே நீரிறைப்பு
(b) நிலத்தை நோக்கி உள்ளே நீரிறைப்பு

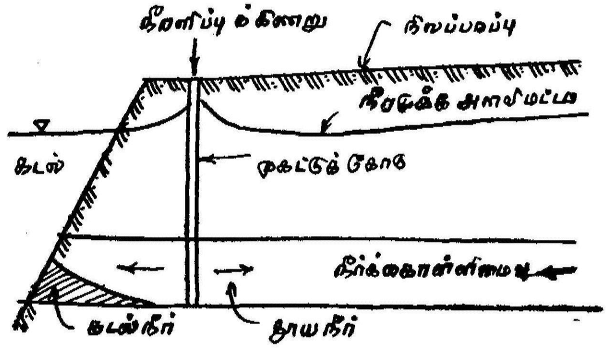
வப்பட்ட பகுதிகளுக்கு நீரையளித்தலாகும் இருப்புக்கு மேல் பற்று என்ற நிலை தவிர்க்கப்பட்டு, நீரழுத்தச் சரிவுகள் சரி யானமுறையில் பாதுகாக்கப்பட முடியும். கட்டுப் படுத்தப்படா நீர் கொள்ளமைவுகளில், நீரூட்டற் கிணறுகள் மூலமாகவும். இம் முறையை எளிதாக மேற்கொள்ளலாம். நீர் வடிநிலத்தி லிருந்து இறைக்கப்படும் நீரின் அளவைக் குறைக்காமல், நீரூட்டல் முறையை மேற்கொள்ளுவது அவ்வளவு சிக்கனமல்ல.

நல்ல தரமுள்ள நீரை, வேறு இடங்களிலிருந்து கொண்டு வந்து, செயற்கை நீரூட்டலுக்குப் பயன் படுத்தி, பிறகு அதே நீரை, நீரேற்றிகள் மூலம் இறைத்துப் பயன் பெறுவது; தொடர்ந்து நடக்கும் போது அதிகப் பண விரயத்தை உண்டாக்கும்.

10-7 (c). நீரழுத்த முகடு

இம் முறை, நீரிறைப்புப் பள்ள முறைக்கு நேரெதிரான முறையாகும். கடற்கரைக்கு இணையாக ஒரு தூய நீர் முகட்டை ஏற்படுத்திக் கடல் நீர் ஊடுருவல் தடுக்கப்படுகிறது. கட்டுப் படுத்தபடா நீர் கொள்ளமைவுகளில் நிலப்பரப்பு முறை நீரூட்டல், ஒரு ஊற்றுநீர் மட்ட முகட்டை ஏற்படுத்துகிறது. அதே போன்று, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர் கொள்ளமைவுகளில், வரிசையாக அமைந்த நீரூட்டற் கிணறுகள், நீரழுத்த மட்டத்தில் ஒரு முகட்டை ஏற்படுத்துகிறது.

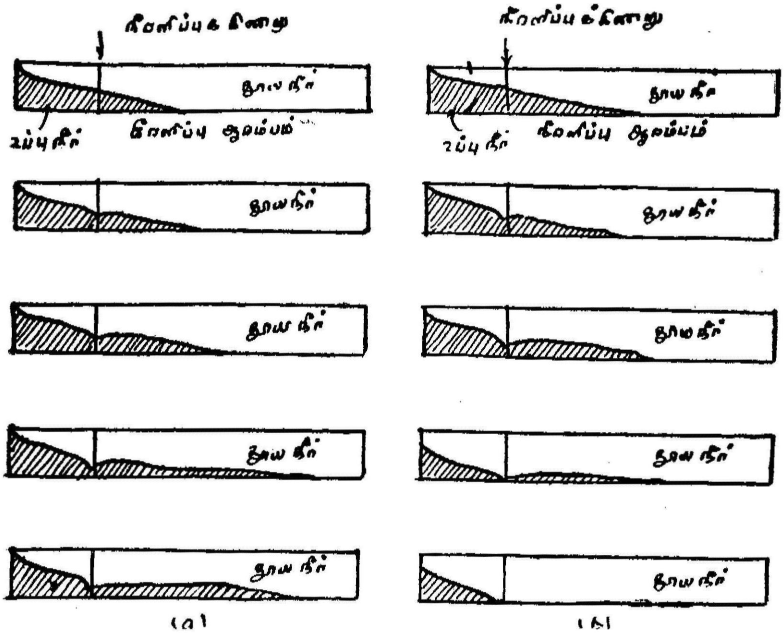
படம் 10-6-ல் காட்டியுள்ளபடி, இம் முகட்டின் உயரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து ஊடுருவும் கடல் நீர்ப் பாய்வை எதிர்க்க



படம் 10-6
கடற்கரையோடு இணையான நீரழுத்த முகட்டின் மூலம், கடல் நீர் ஊடுருவலை அடக்குதல்

வல்ல முறையில் அமைய வேண்டும். சிறிதளவு நீரூட்டல் நீர் வீணாகப் போனாலும், மீதியளவு, நிலத்தை நோக்கிப் பாய்ந்து, இறைப்பதற்கு உதவுகிறது. நீரூட்டற் கிணறுகள் உண்டாகும் முகடுகள் ஒவ்வொரு கிணற்றிலும் உயர்ந்தும் கிணற்றுகளுக்கிடையே தாழ்ந்தும் இருக்கும். இத் தாழ்வுகளின் அளவைக் கொண்டு, கடல் நீரை வெளியேற்றுவதற்கான கிணற்றிடை தூரம், நீரூட்டல் அளவு இவை நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. இம் முகடு, கடல்நீர் முகத்திலிருந்து தள்ளி,

நிலத்தின் பக்கமாக ஏற்பட வகை செய்யவேண்டும். இல்லாவிடில், நீரூட்டல் நீர், கடல் நீர் ஊடுருவலைத் தடுப்பதற்கு மாறாக, அது எளிதில் உள்ளே புக வழி செய்துவிடும். இதனை விளக்கவல்ல, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்கொள் அமைவிலமைந்த நீரூட்டற் கிணறுகளின் மணல் சிற்றுரு ஆராய்ச்சி முடிவுகள் படம் 10–7 மூலம் தரப்பட்டுள்ளன.



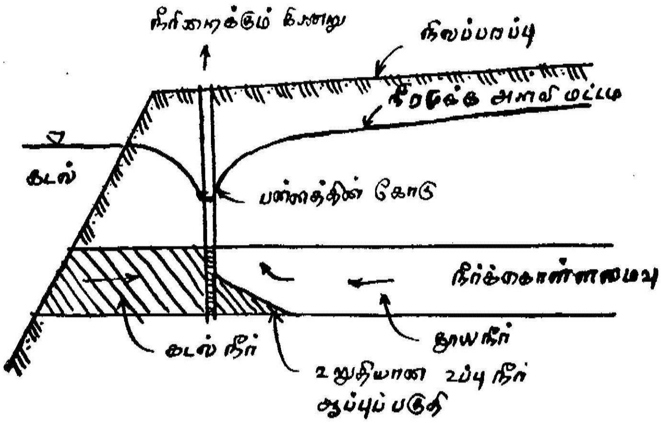
படம் 10–7
உப்புநீர் ஆப்புப்பகுதியைத் துளைத்த ஒரு நீரூட்டற் கிணற்றின் மூலம் நீரூட்டுவதால், ஒரு கட்டுப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவின் மணல் சிற்றுருவில் ஏற்படும் உப்புநீர்ப் பகுதியின் படிப்படியான மாறுதல்கள்
(a) குறைவான நீரூட்டல் அளவு
(b) அதிகமான நீரூட்டல் அளவு

நீர் கொள்ளமைவு, ஒரு செவ்வகம் போன்றும், அதன் இடப்புறம் கடல் நீரும், வலப்புறம் தூய நீரும் காட்டப்பட்டுள்ளன. படம் 10–7 (a)-ல், கடல் நீர் ஊடுருவலைத் தடுக்குமளவிற்குத் தூய நீர் செலுத்தப்படவில்லை. ஆனால், படம் 10–7 (b)-ல், தூய நீர் அதிகமாகச் செலுத்தப்படும்போது, ஊடுருவல் எதிர்க்கப்பட்டுத் தூயநீர்ப் பகுதியில் பாயும் கடல் நீரினளவு குறைகிறது. இம் முறையில், ஊற்று நீரின் பயன்

படுத்தப்படும் அளவு குறைவதில்லே. ஆனால், செலுத்தப்பட வேண்டிய தூய நீர், வேறு இடங்களிலிருந்து கொண்டுவரப் படுவதால் இம் முறையில் செலவு மிக அதிகம். தரங்குன்றுத கழிவு நீரை, செலுத்தப்பட வேண்டிய தூய நீராகப் பயன் படுத்தினுல் செலவு குறையலாம்.

10–7 (d). நீரிறைப்புப் பள்ளத்தை ஏற்படுத்தும் முறை

கடற்கரைக்கு இணையாக, வரிசையாகக் கிணறுகளே யமைத்து, அவை மூலம் நீரிறைக்கப்பட்டால், ஊற்றுநீர் மட்டம் ஒரு நீரிறைப்புப் பள்ளத்தை ஏற்படுத்தும், படம் 10–8-ல் காட்டியுள்ளபடி இப் பள்ளம், நீரழுத்தச் சரிவுகளேச்



படம் 10–8
கடற்கரையோடு இணையான நீரிறைப்புப் பள்ளத்தின் மூலம் கடல் நீர் ஊடுருவலே அடக்குதல்

சரியான முறையில் ஏற்படுத்தி கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்கொள் ளமைவில் ஊடுருவும் கடல்நீரை, ஆப்பு போன்ற அமைப்புக்குட் படுத்தி, அது நிலத்தினுள் மேலும் பரவுவதைத் தடுக்கிறது.

இம் முறையால், ஊற்று நீரைப் பயன்படுத்தும் அளவு குறைகிறது. மேலும் இம்முறை அதிகச் செலவு ஏற்படுத்துவது மட்டுமன்றி, நீர்ப்பள்ளத்திலிருந்து கடல் நீர் கலந்த தூய நீரை இறைப்பதால் அந்த அளவுக்குத் தூய நீரை வீணுக்கவும் செய்கிறது. ஆகவே, பொருளாதார நோக்கில் இம் முறை சிக்கனமானதல்ல. ஆனல், வேறு ஒரு நல்ல முறையைப் பயன் படுத்தும்வரை, தற்காலிகமாக, நீர் கொள்ளமைவில் ஊடுருவிய கடல் நீரின் உப்புத் தன்மையைக் குறைக்க இம் முறையை மேற்

கொள்ளலாம். மற்றபடி, ஊற்று நீரே உப்புத் தன்மைகொண்ட தாயிருந்து, அதனைக் குறைக்கும் வகையில், தூய நீரை வீணாக்குவதானால், இம் முறை ஏற்றது எனக் கொள்ளலாம்.

10-7 (e). நிலத்தினடியில் அமைக்கப்படும் பாதுகாப்புத் தடுப்புகள்

கடைசி முறையான இதில், நிலத்தினடியில் தடுப்புகளை ஏற்படுத்தி, நீர் கொள்ளமைவின் நீர் உட்புகும் தன்மையைக் குறைத்து, ஊடுருவும் கடல் நீரின் அளவு குறைக்கப்படுகிறது. ஆழங் குறைந்த நீர் கொள்ளமைவுகளில், கற்காரை அல்லது கடினக் களி மண்ணைக் கொண்டு, ஒரு தடுப்புச் சுவர் அமைக்கலாம். இத்தகைய சுவர் கட்ட, நிலத்தில் முதலில் பள்ளம் வெட்டப்பட வேண்டும். இதனைத் தவிர்க்க, வரிசையாய்த் துளைகள் அமைத்து அதன் வழியே அஸ்பால்ட் (asphalt), சிமெண்டு குழம்பு, பென்டொனைட்டு குழம்பு அல்லது கால்சியம் அக்ரிலேட்டு இவைகளில் ஒன்றைச் செலுத்தி, ஒரு சவ்வு போன்ற தடுப்பை ஏற்படுத்தலாம்.

பென்டொனைட்டுக் குழம்பால் ஏற்படுத்தப்படும் இத் தகைய தடுப்பு, கடல் நீர் ஊடுருவலை முழுதும் தடுக்கவல்லதல்ல என்பது ஆய்வுகள் மூலம் அறியப்படுகிறது. இத் தகைய தடுப்புகளை ஏற்படுத்தச் செலவு அதிகமாகும் என்பதால், கடல் நீர் ஊடுருவலின் நிரந்தரமான தடுப்புக்கே இம்முறை நியாய மானதாகும். நில நடுக்கம் ஏற்படக் கூடிய பகுதிகளில் அவற்றால் தடுப்புக்களில் ஏற்படும் கசிவையும் முக்கியமாகக் கருத வேண்டும். ஒரு பெரிய நீர் கொள்ளமைவை இணைக்கும் குறுகிய ஆழமற்ற வண்டற்பகுதி கொண்ட பகுதிகளில், இத் தடுப்புகளைக் கட்டுவது எளிது. இம்முறை அதிகமாகப் பயன் படுத்தப்படுவதில்லை ஏனெனில், தொடக்கச் செலவு மிக அதிகம். மற்றும் பாதுகாப்புச் செலவு மிகக் குறைவாக இருத்தல் வேண்டும். ஆனால், இம்முறையில், கிடைக்கக் கூடிய மொத்த ஊற்று நீரையும் பயன்படுத்தமுடியும்.

மேற்கூறிய 5 முறைகளிலும், கடல் நீர் ஊடுருவலுக்கு அடிப்படையான காரணமான இருப்புக்கு மேல் பற்று நிலையை நீரிறைப்புப் பள்ளம்நீரழுத்த முகட்டு முறைகள் தவிர்க்கவல்லன வல்ல. இக் குறை நீக்கப்பட்டாலன்றி, முழு வெற்றி காண இயலாது. வேறு இடங்களிலிருந்து அதிகமான அளவுக்குத் தூய நீர் கிடைக்குமிடங்களில், பொருளாதாரக் கட்டுப்பாட்டில், கடல் நீர் ஊடுருவலைத் தடுத்தல் சிக்கனமாகாது. கடல் நீரைச் சிக்கனமான முறையில், தூய நீராக மாற்றுவதற்கான முறை கள், எதிர்காலத்தில் எளிதில் ஏற்படுத்தப்பட்டால், நீரிறைப்

பதற்கான செலவைப் பற்றியோ, கடல் நீர் ஊடுருவலைப் பற்றியோ, கவலையின்றியிருக்கலாம்.

10–8. கடற் தீவுகளிலுள்ள கடல் மற்றும் தூய நீரின் தொடர்பு

அநேகமாக, எல்லாச் சிறிய கடற் தீவுகளும், மணல், எரிமலைக் குழம்பு அல்லது சுண்ணாம்புக்கல் முதலியவற்றுலானவையே. ஆதலால், கடல் நீர், ஊற்று நீரோடு எல்லாப் பக்கங்களிலும் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இவ்விடங்களில், ஊற்று நீர், மழைநீரினால் மட்டுமே பெறப்படுவதால், அதன் அளவு குறைந்தே இருக்கும். தூய நீர், ஆர முறைப்படிக் கரையோரங்களைச் சுற்றிப் பாயும்போது ஏற்படும் வில்லை (lens) போன்ற அமைப்பைப் படம் 10–9 (a) விளக்குகிறது.

உடுஃபீட்டின் தற்கோள்களின்படியும், கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாட்டின்படியும் ஊற்று நீர் எல்லையை ஏறத்தாழ நிர்ணயிக்க முடியும். படம் 10–9 (b)-ல் காட்டியுள்ளதுபோல் ஒரு வட்ட வடிவத் தீவை உருவகப்படுத்திக் கொண்டு, அதன் ஆரத்தைக் '*R*' எனக் கொள்ள வேண்டும். அத் தீவில் மழை நீரால் ஏற்படும் நீரூட்டல் அளவை '*w*' எனக் கொண்டால், ஆரம் *r*-ல் வெளியேறும் நீரின் அளவு ϕ என்பது,

$$\phi = 2\pi r\, k\,(1{\cdot}025\, h)\ \frac{d}{dr}\ (0{\cdot}025\, h) \qquad (10\text{-}8)$$

இதில் k என்பது நீர் உட்புகும் தன்மையையும்,

h ,, படத்தில் காட்டிய உயரத்தையும் குறிப்பன.

ஆரம் r-ம் கனம் 'dr'ம் கொண்ட உருளை வழியே ஏற்படும். நீர்ப் பாய்வின் வேறுபாடு $d\,\phi = 2\pi r\, w\, dr.$ (10–9)

தொகைச் சார்பு அல்லது ஒருங்கிணைப்பு முறைப்படியும், $r=0$ ஆக இருக்கும்போது $\phi=0$ என்பதாலும்

$$\phi = \pi r^2\, w \qquad (10\text{-}10)$$

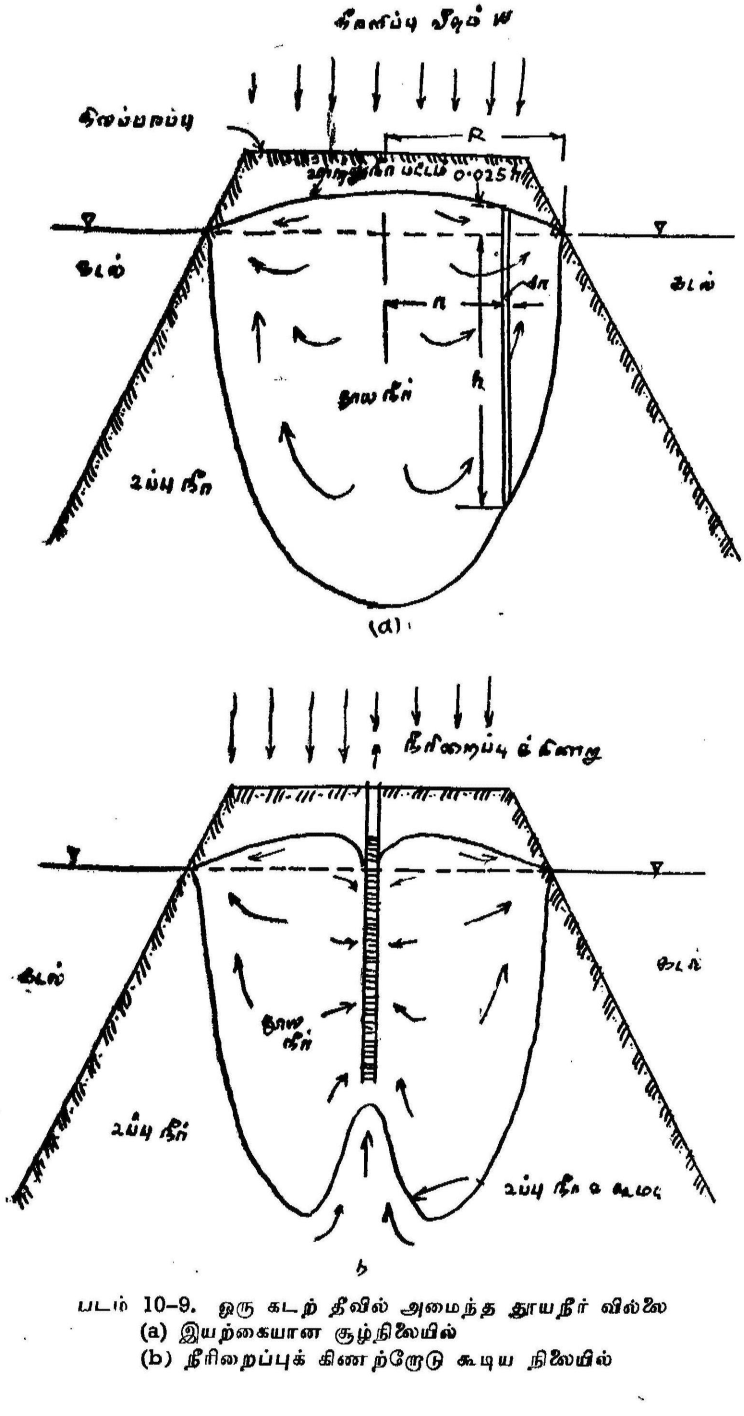
சமன்பாடுகள் (10–8)-ஐயும் (10-10)-ஐயும் இணைத்து,

$$\frac{wr\ dr}{0{\cdot}0512\ k} = h\,dh \text{ என்று காணலாம்} \qquad (10\text{-}11)$$

மேலும் தொகைச் சார்பு முறையைப் பயன்படுத்தி $r = R$ ஆக இருக்கையில் $h=0$ என்பதால்,

$$h^2 = \frac{w}{0{\cdot}0512\ k}\ (R^2 - r^2) \text{ என்றாகும்} \qquad (10\text{-}12)$$

ஆதலால், கடல் நீர் மட்டத்தின் ஆழம் எந்த இடத்திலும்



படம் 10–9. ஒரு கடற் தீவில் அமைந்த தூயநீர் வில்லை
(a) இயற்கையான சூழ்நிலையில்
(b) நீரிறைப்புக் கிணற்றோடு கூடிய நிலையில்

மழை நீர் நீரூட்டல் அளவு w, தீவின் அளவு, நீர் உட்புகும் தன்மை இவற்றைப் பொறுத்தது. வேலை அலைவுக் காலங்களில் ஏற்படும் நீர் மட்ட மாறுதல்கள் கடல் மற்றும் ஊற்று நீருக்கிடையே ஒரு இடைப் பகுதியை (transition) ஏற்படுத்துகிறது. அதே போன்று கரையோரப் பகுதிகளில், கசிவு முகங்களின் நீர்கள் வெவ்வேறு உப்புத்தன்மை கொண்டதாக ஆகின்றன.

கடல்நீர், ஊற்று நீருக்கு மிக அருகிலேயே இருப்பதால், இருப்புக்கு மேல் பற்று என்ற நிலை இல்லாமலேயே, கடல்நீர் ஊடுருவ வாய்ப்புகள் ஏற்படலாம். ஒரு தீவில் அமைந்த கிணற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும் நீரின் அளவு, ஊற்று நீர் மட்டத்தைக் கடல் மட்டத்தைவிடக் குறைக்குமளவுக்கு இருப்பின், தூய நீர், கடல்-நீரின் சமநிலை பாதிக்கப்படுகிறது.

கைபன்-ஹெர்சுபர்க் சமன்பாட்டின்படி, படம் 10-9(b)-ல் காட்டியுள்ளதுபோல், கடல் நீர் கூம்பு வடிவத்தில் உயர்ந்து கிணற்றினுள் பாய ஆரம்பிக்கிறது. கடல் நீரின் உப்புத்தன்மையை அடையுமுன்னரே, தூய நீரும் கடல் நீரும் கலந்துள்ளதால் ஏற்படும் உப்புத் தன்மையால், கிணற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும் நீரே பயனற்றது எனக் கைவிடப்படக் கூடிய நிலை உருவாகிறது, இவ் விளைவைத் தவிர்க்கவும், ஊற்றுநீரின் பயன்படும் அளவு அதிகமாக இருக்கவும், தீவுகளில் அமைக்கப்படும் கிணறுகள், அவற்றிலிருந்து இறைக்கப்படும் நீரின் அளவு, குறைந்த நீரிறக்கத்தை ஏற்படுத்தும் வகையில் இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். இதற்காக, கிடைநிலையாக அமைந்த புழல்கள் அல்லது சுரங்கப் பாதைகள் கொண்டதாக நீர் ஊடுருவும் மாடங்கள் அமைக்கப்பட வேண்டும். இம் மாடங்களில், சில சென்டி மீட்டரளவில் ஏற்படும் நீரிறக்கங்களே, தேவையான அளவுக்கு நீரை அளிக்க வல்லதாக இருக்கும்.

10-9. ஊற்று நீரில் புகுந்த கடல்நீரை அறிந்து கொள்ளல்

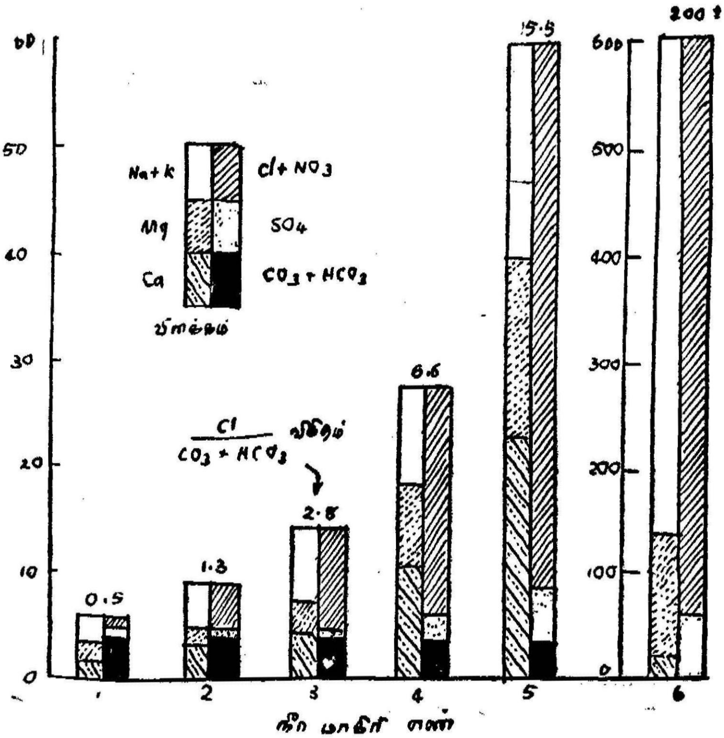
விகித முறைப்படி, எளிதாகக் கலக்கப்பட்ட கடல் நீர்-ஊற்று நீர்ச் சேர்க்கையின் இயைபினின்று, கடல் நீர் ஊடுருவப்பட்ட பகுதிகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் நீர் மாதிரிகள் வேறு இயைபு கொண்டனவாக இருக்கும் எனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வியைபு மாறுதல், கீழ்க்காணும் 3 முறைகளால் ஏற்படலாம்.

(1) நீருக்கும், நீர் கொள்ளமைவிலிருந்த கனிப்பொருள்களுக்குமிடையே ஏற்படும் மூல மாற்றங்கள்.

(2) சல்பேட்டு குறைக்கப்படுதல் அல்லது கார்பானிக்கு அல்லது ஆற்றல் குறைந்த அமில உறுப்புகள் (radicals) மாற்றப்படுதல்.

(3) கரைதல் மற்றும் வீழ்படிதல்

இவைகளில் கடைசியாகச் சொல்லப்பட்ட முறையே உப்புத் தன்மையை மாற்றவல்லது. ஆனால், முதல் இரண்டு முறை



படம் 10-10

செலினஸ் பள்ளத்தாக்கில் எடுக்கப்பட்ட நீர் மாதிரிகளின் வேதியற் பகுப்புகள்

மாதிரி எண்	விவரம்
1.	நீர்க்கொள்ளமையில் உள்ள இயற்கையான ஊற்றுநீர்
2.	சிறிதளவு கெடுக்கப்பட்ட ஊற்றுநீர்
3.	சுமாராகக் கெடுக்கப்பட்ட ஊற்றுநீர்
4	தீங்கு விளைவிக்குமளவில் கெடுக்கப்பட்ட ஊற்றுநீர்
5.	மிக அதிகமாகக் கெடுக்கப்பட்ட ஊற்றுநீர் (கடலருகே)
6.	கடல் நீர்

களில் அயனிகளின் சமநிலை மாற்றப்படுவதால், நீரில் கரைந்த மொத்தப் பொருள்களின் அளவு வேறுகிறது.

நீரில் கரைந்த மொத்தப் பொருள்களின் அளவில் ஏற்படும் தற்காலிக மாறுதல்களைக் கடல் நீர் ஊடுருவலுக்கான அடையாளமாக எடுத்துக் கொள்வதைத் தவிர்க்க, இரிவல் (Revelle) என்பவர், குளோரைடு,பைகார்பனேட்டுவிகிதத்தைஅடிப்படையாகக் கொண்ட முறையை ஏற்படுத்தியுள்ளார். கடல் நீரில் அதிகமாகக் கலந்துள்ள குளோரைடு அயனிகள் மேற்கூறிய முறைகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மேலும், இவை, ஊற்று நீரில் மிகக் குறைந்த அளவிலேயே இருக்கும். ஆனால், பைகார்பனேட்டு அயனிகள் மிக அதிகமாக ஊற்று நீரில் காணப்பட்டுக் கடல் நீரில் மிகக் குறைவாகக் காணப்படும். வேறு விதமான சேர்க்கையிலும் கூட இந்த குளோரைடு-பை கார்பனேட்டு விகிதம் மாறுபடும் என்றாலும், இம் மாறுதல்கள் கடல் நீர் ஊடுருவல் பகுதிகளில் அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல.

இவ் விகிதத்தைப் பயனுக்கும் முறை படம் 10-10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இப் படத்தில் அமைந்த நீர் மாதிரிகள், சாலினுசு பள்ளத்தாக்கில், நீர்க் கொள்ளமைவிலிருந்து, கடற்கரையை கடல் நீர் ஊடுருவல் பகுதியின் மூலம் இணைத்த நேர்க் கோட்டுப் பகுதியில், கடலை நோக்கி, ஒவ்வொன்றாக எடுக்கப்பட்டவை. மாதிரி 1 முதல் 6 வரை குளோரைடு-கார்பனேட்டு விகிதம் மற்றும் உப்புத்தன்மை கடலை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அதிகரிப்பதைப் படம் மூலம் அறியலாம்.

11. ஊற்றுநீர்ப் பகுப்பு-சிற்றுரு முறைகள்

11-1. பொது

செயல் முறையில் வினாக்களுக்கு விடைகாணும் போது, ஓர் அறிவியல் வல்லுநர், பாய்மப் பொருள்களின் பாய்வின் மொத்த விவரங்களை அறிவதில் கவனமாக இருப்பார். ஆனால், ஒரு பொறி இயல் வல்லுநர், அம்மாதிரி வினாக்களை அணுகும் போது, அந்தப் பாய்வின் மொத்த விவரங்களை அறிவதில் ஊக்கம் காட்டுவதில்லை. ஆனால் குறைந்த செலவு, நேரம் மற்றும் உழைப்பில் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளுக்குக் குறிப்பிட்ட வரம்புக்குள்ளான அதன் விடையைக் காணவே முயலுவார்.

கணித முறையில் காணப்படும் மொத்த விடைதான் மிகச் சரியானது என்பதைப் பொறி இயல் வல்லுநர்கள் மறக்கக் கூடாது என்றாலும், அவ் விடைகள், பொறி இயல் நடை முறைக்கு அவ்வளவாக ஒத்து வருவதில்லை. அநேகக் கணித முறை உத்திகள் (techniques) எளிதான வடிவியல் வினாக்களுக்கே ஏற்றனவாக உள்ளன. சில சமயங்களில், கணித முறை விடைகளை நடைமுறைக்கு ஏற்ற வகையில் பயன்படுத்துதல் கடினம்.

மாதிரி அல்லது ஒப்பு முறைகள் (analogues), கணித வழி முறைகளின் குறைகளைப் போக்குவதற்கான முயற்சியாகும். சரியான நிலையில் உள்ளனவா என்பதை நிர்ணயிக்கும் வகையில் தற்கோள்கள் கருத்துகள் அமைந்த கணித வழி விடைகளைச் சரிபார்க்கவே, ஓர் அறிவியல் வல்லுனரால் அடிக்கடி ஒப்புப்பொருள்கள் அல்லது சிற்றுருக்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஊற்று நீர்ப் பாய்வைப் பொறுத்தவரை உள்ள சிற்றுருக்கள் அல்லது ஒப்புப்பொருள்களைக் கீழ்க் கண்ட ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) மணல் சிற்றுருவங்கள்.

(2) பாகுத் தன்மை கொண்ட பாய்மச் சிற்றுருக்கள் அல்லது ஹெலிஷா சிற்றுரு.

(3) மின்சார ஒப்புப்பொருள்.

(4) சவ்வு ஒப்புப் பொருள்.

(5) கணித முறைச் சிற்றுருவங்கள்.

11-2. மணல் சிற்றுருக்கள்

மணல் சிற்றுருதான் ஊற்று நீர் வினாக்களுக்கேற்ற விடையைத் தரவல்லது. ஏனெனில் சிற்றுருவிலும், உண்மை நிலையிலும், இரண்டிலும் துகள் பொருள் ஊடகப் பாய்வு ஏற்படுகிறது. ஆய்வு செய்யப்படும் உண்மையிடத்தைப் பொறுத்து மணல் சிற்றுருக்கள் செவ்வகமாகவோ, தூண் வடிவிலோ அல்லது கோணப் பகுதி வடிவிலோ இருக்கலாம். பொதுவாக, சிற்றுருவத்தில் பயன்படுத்தப்படும் மணல், நீரைக் கடத்தும் தன்மையைக் கொண்டு பார்க்கையில், திசை யொப்புப் பண்பியலானதாக இருக்கவேண்டும்.

மணல் சிற்றுருக்கள், ஊற்றுநீர் வினாக்களுக்கு விடைகாண மிக அதிகமாகப் பயனுவதற்கு, அதற்கேற்ற காரணங்கள் சில உள்ளன. உதாரணமாக, ஒரு நுண்ணியலான அமைப்புக் கொண்ட ஊடகம் வழியே ஏற்படும் பாய்வு நிகழ்ச்சியை எடுத்துக்கொண்டால், நீரின் நுண்புழைமை நிகழ்ச்சி, நீரியங்கியிற் பிரிதல், இரண்டு பாய்மங்களின் ஒரே சமயப்பாய்வுகள், இவைகளை அப்படியே பிரதிபலிக்க வல்லது. மணல் சிற்றுருக்கள் அடிக்கடி, கடல்நீர் ஊடுருவல், மண்ணணைகளில் (earth dams) ஏற்படும் கசிவு, குளங்களுக்குச் செயற்கை முறையில் நீரூட்டல் போன்ற வினாக்களுக்கு விடை காணப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய எல்லா வினாக்களிலும் நில ஈர்ப்புத் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

எலிஷா சிற்றுரு இரு பரிமாண வினாக்களுக்கு மட்டுமே பயனாகும் என்பதால், 3 பரிமாண அளவு நீர்ப்பாய்வு வினாக்களுக்கு, முயற்சியும் தவறும் (trial and error) என்ற முறையில் அல்லாமல் சரியாக விடை காண, மணல் சிற்றுருக்களை விட்டால் வேறு வழியில்லை.

இயல்பு நீர்ப் பரப்பு (free surface) வினாக்களுக்கு விடை காண மணல் சிற்றுருக்கள் சிறந்தன என்றாலும், ஊற்று நீர் வினாக்களுக்கு அவை பயனாகும் அளவுக்கு அவ்வளவு அதிக

மில்லை. ஏனெனில், கீழ்க்கண்ட கட்டுப்பாடுகளே அதற்கான காரணங்கள் :

(1) ஒரே சீரான நிறை செறிவுப் பகுதி கொண்ட அமைப்பைக் காற்று ஊடே அடைபடாத வண்ணம் தயார் செய்வது சற்றுக் கடினம். இதைத் தவிர்க்க, சிற்றுருவில் முதலில் நிரப்பிய மணலில் சிறிது உயரத்திற்கு நீர் நிற்கும்படி செய்து, பிறகு அடுத்த வரிசை மண்ணைப் போடலாம். மேலும் சரியான முறையில் மணல் பொதிவுற (packing) சிற்றுருப் பெட்டியை அதிர்க்கலாம் (vibrate). சில சமயங்களில் சிற்றுருச் சுவர்களால் ஏற்படும் விளைவுகளைத் தவிர்க்க, மணலைச் சுவரோடு பசை மூலம் ஒட்டி விடலாம்.

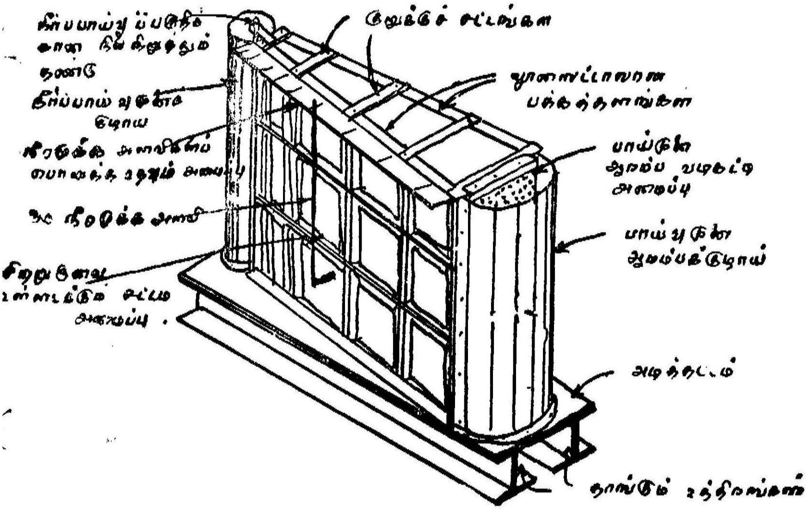
(2) சிற்றுருவின் உயர அளவுத் திட்டத்தில் (vertical scale) சிற்றுருவில் ஏற்படும் நுண்புழைமை உயர்வு, உண்மையில் ஏற்படும் உயர்வைவிடப் பன்மடங்கு அதிகரித்துக் காட்டப்படும். இந் நிலை, மணல் சிற்றுருவின், கட்டுப்படுத்தப்படா நீர்க்கொள் அமைவுகளுக்குப் பயன்படும் அளவை மிகக் குறைக்கிறது. இயல்பு நீர்ப் பரப்பிற்கு மேலேயுள்ள நுண்புழைமை ஓரத்தில் ஏற்படும் பாய்வு இன்னொரு தொல்லையாகும். இந்தப் பாய்வு, நீர்மட்டத்திற்குக் கீழேயுள்ள பாய்வு மிகக் குறைவாக இருக்கும்போது, அதிக முக்கியம் வாய்ந்தது. ஆகவே, இப் பகுதியில் ஏற்படும் பாய்வுக்குத் தனி அளவுத் திட்டம் தேவையாகிறது.

(3) சிற்றுருவின் அளவுத் திட்டத்திற்குச் சரியான நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகம் K_mஐக் கண்டு பிடித்தல் கடினமானது. சில நேரங்களில் சரியான K_mஐப் பெற, நீரைத் தவிர வேறு திரவங்களும் பயன்படுகின்றன. கட்டுப்படுத்தப்படாத நீர்க்கொள் அமைவைத் துளைத்த ஒரு கிணற்றில் ஏற்படும் உறுதிப் பாய்வை ஆராயவல்ல ஒரு வட்டக் கோண மணல் சிற்றுருக் கிணற்றைப் படம் 11-1 விளக்கும்.

சிற்றுருவிலும், உண்மையிலும் பாய்வானது துகள் பொருள் ஊடகம் பாய்வாதலால் இயக்கவிசை இயல் (Dynamics) மற்றும் இயக்க இயல் (Kinematics) ஒற்றுமை ஏற்படுகிறது. வடிவியல்; ஒற்றுமை சிற்றுருவிற்கும் உண்மைக்குமிடையேயான நீள் விகிதத்தின் மூலம்

$L_r = \frac{L_m}{L_p}$ என விளக்கப்படுகிறது (11-1)

இதில் r, m மற்றும் p முதலியன விகிதத்தையும், சிற்றுருவையும், உண்மை நிலையையும் குறிக்கின்றன.



படம் 11-1
கட்டுப்படா நீர்க்கொள்ளியில் அமைந்த கிணற்றில் ஏற்படும் இடையுருப் பாய்வை ஆராய அமைக்கப்பட்ட வட்டக் கோண மணல் சிற்றுரு

இடார்சி விதி, சிற்றுருவிற்கும் உண்மை நிலைக்கும் பயனாகக் கூடியதாதலால் திசையொப்பும் பண்பியலான சிற்றுருவிற்கு நீர் வேக விகிதம் U_r என்பது,

$U_r = \frac{U_m}{U_p} = \frac{K_m\, i_m}{K_p\, i_p}$ என்றாகும். (11-2)

இதில் K என்பது நீர் உட்புகும் தன்மைக் குணகத்தையும் i என்பது நீரழுத்தச் சரிவையும் குறிப்பன.

சரிவுகள் சமமாக இருக்கும்போது,

உண்மை நீர் வேகம் $U_p = \frac{U_m}{K_r}$ (11-3)

இதில் $K_r = \frac{K_m}{K_p}$ ஆகும்.

மேலும் உண்மையான நீர்ப்பாய்வின் அளவு

$$\phi_p = \frac{\phi_m}{K_r \; L_r^2} \qquad (11\text{-}4)$$

11-3. பாகியற் பாய்வுச்சிற்றுரு

பாகியற் பாய்வுச் சிற்றுரு அல்லது ஹெலிஷா சிற்றுரு, இரு பரிமாண அளவு ஊற்று நீர் ஆராய்ச்சிகளுக்கு மிகவும் அதிகமாகப் பயனுகும் ஒன்று. துகள்பொருள் ஊடகம் வழியே ஏற்படும் நிறைவுப் பாய்வுக்கான வகைக் கெழுச் சமன்பாடுகளுக்கும், இரு இணை தளங்களுக்கிடையே, நுண்புழைமைப் பொதுமுகத்தோடு கூடிய, பாகியற் பாய்வுக்கான சமன்பாடுகளுக்கும் இடையே உள்ள ஒற்றுமையை அடிப்படையாகக் கொண்டது, இச் சிற்றுரு.

சிற்றுரு எந்தவிதமாகவும் அமைக்கப்படலாம். அது, செங்குத்தாக இருக்கும்போது, நீர்ப்பாய்வின் செங்குத்துத் திசைக் குறுக்குத் தோற்றத்தைப் பிரதிபலிக்கும்.

கிடைநிலையில், அது கிடைநிலையிலமைந்த ஒரு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க் கொள்ளமைவை எடுத்துக்காட்டும். அதன் நீர் கடத்தும் தன்மையில் ஏற்படும் மாறுதல்களைப் பொதுமுகத்தின் அகலத்தை வேறுபடுத்தி ஏற்படுத்திக் கொள்ளலாம். கொள்ளளவுக் குணகத்தை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு கொண்ட; செங்குத்துக் குழாய்களின் வலைபோன்ற அமைப்பால் ஒற்றுமைப் படுத்தலாம்.

இரண்டு செங்குத்தான இணை தளங்களை எடுத்துக்கொள்வோம். அமுத்தப்பட முடியாத, பாகியல் பாய்மத்திற்கான, நேவியர்—ஸ்டோக்கு (Navier–Stoke) சமன்பாட்டை இப்படி எழுதலாம்:

$$\left.\begin{aligned} \frac{Du}{Dt} &= F_1 - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \nu\Delta^2 u \\ \frac{Dv}{Dt} &= F_2 - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} + \nu\Delta^2 w \\ \frac{Dw}{Dt} &= F_3 - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} + \nu\Delta^2 w \end{aligned}\right\} \qquad (11\text{-}5)$$

இதில் $\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u . \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w . \frac{\partial}{\partial z}$

என்பதையும், u, v மற்றும் w என்பன x, y, z என்ற திசைகளில் நீர்ப்பாய்வு வேகத்தின் பகுதிகளையும், F_1, F_2, F_3 என்பன ஒரு

அலகு பொருண்மை (mass) கொண்ட பாய்மத்தில் உள்ள வெளி விசைகளையும் குறிக்கும்.

இணை தளங்களுக்கிடையே உள்ள குறுகிய இடைவெளியான $b = 2a$-ன் வழியே பாயும் பாய்மத்திற்கு $v = 0$. மேலும் y திசையில் மற்ற x, z திசைகளில் ஏற்படும் நீர் வேக மாறுதல்களைவிட அதிக மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆகவே,

$$\frac{\partial u}{\partial y},\ \frac{\partial u^2}{\partial y^2},\ \frac{\partial w}{\partial y},\ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}$$ இவைகளைப் பொறுத்த,

$$\frac{\partial u}{\partial x},\ \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},\ \frac{\partial w}{\partial x},\ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$$ ஆகியவைகளை

நீக்கிவிடலாம்.

இயங்கக் கூடிய ஒரே விசை ஈர்ப்பு விசையாகும். அதன் அழுத்தம் g^2 ஆகும் எனவே.

$$\left.\begin{aligned} F_1 &= -\frac{\partial}{\partial x}(gz) = 0 \\ F_2 &= -\frac{\partial}{\partial y}(gz) = 0 \\ F_3 &= -\frac{\partial}{\partial z}(gz) = 0 \end{aligned}\right\} \qquad (11\text{–}6)$$

இதைச் சமன்பாடு (11-5)ல் பொருத்தி,

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x}(p+vz) &= \mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \\ \frac{\partial}{\partial y}(p+rz) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial z}(p+rz) &= \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \end{aligned}\right\} \qquad (11\text{-}7)$$

என்பதைப் பெறலாம்.

சமன்பாடு (11–7)-ன் முதல் மற்றும் மூன்றும் சமன்பாடுகளை, y-ஐப் பொறுத்த ஒருங்கிணைப்புத் தொகை காண்முறைப்படியும்

$y = 0,\ \frac{\partial u}{\partial y} = 0;\ \frac{\partial w}{\partial y} = 0$ என்ற எல்லைக் கட்டுப்பாடுகளைப் பயன்படுத்தியும்,

$$\left.\begin{aligned} y.\ \frac{\partial}{\partial x}(p+rz) &= \mu\frac{\partial u}{\partial y} \\ y.\ \frac{\partial}{\partial z}(p+rz) &= \mu\frac{\partial w}{\partial y} \end{aligned}\right\} \qquad (11\text{–}8)$$

என எழுதலாம்.

மறுபடியும் தொகைகாண் முறைப்படியும்,

$Y = \pm a$ ஆகும்போது $v = w = 0$ என்பதையும் பயனக்கினல்,

$$\left.\begin{aligned} u &= \frac{1}{2\mu}(y^2-a^2)\ \frac{\partial}{\partial x}\ (p+rz) \\ w &= \frac{1}{2\mu}(y^2-a^2)\ \frac{\partial}{\partial z}\ (p+rz) \end{aligned}\right\} \qquad (11\text{-}9)$$

மறுபடியும் சமன்பாடு (11-9)-ல் தொகை காண் முறையை மேற்கொண்டால், இணை தளங்களின் இடைவெளி, 'b' வழியே ஏற்படும் ஒப்பு நீர்ப்பாய்வை,

$$q_x = \int_{y=-a}^{y=+a} u\,(y)\,dy = -\frac{1}{12}\ \frac{gb^2}{v}\ \frac{\partial\phi}{\partial x} \qquad (11\text{-}10)$$

என்ற சமன்பாட்டால் நிர்ணயிக்கலாம்.

$$q_z = \int_{y=-a}^{y=+a} w\,(y)\,dy - = \frac{1}{12}\ \frac{gb^2}{v}\ \frac{\partial\phi}{\partial z} \qquad (11\text{-}11)$$

$$\left.\begin{aligned} \text{அதாவது } q_x &= -K_m\ \frac{\partial\phi}{\partial x} \\ q_z &= -K_m\ \frac{\partial\phi}{\partial z} \end{aligned}\right\} \qquad (11\text{-}12)$$

இதில் $K_m = \frac{1}{12}\ \frac{gb^2}{v} = \left(\frac{p}{r} + z\right)$

தொடர்ச்சிச் சமன்பாட்டின் மூலம்

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} = 0 \qquad (11\text{-}13)$$

சமன்பாடுகள் (11–12)-ம், (11–13)-ம் முறையே இடார்சி விதி மற்றும் இலாப்ளேசு சமன்பாடு இரண்டோடு பொருந்துவது தான் இந்த முறையின் அடிப்படையாகும். சான்டிங் (Santing) என்பவர், இந்த ஒற்றுமை, இரெனல்டசு எண் $NR = \frac{gb}{v} = 1000$ வரைதான் பயனகும் எனக் கூறுகிருர். ஏனெனில் அதற்குமேல், பாய்வு நேர்த் திசையாக இருப்பதில்லையாதலால், ஒற்றுமை காண முடியாது.

ஆறுகள், ஏரிகள் போன்ற திறந்த நீர் நிலைகளோடு அடிக்கடி ஒப்புக்காண வேண்டியிருக்கும். இச் சமயங்களில்

சிற்றுரு, 3 தகடுகளை உடையதாக இருக்கும். இரண்டு தகடு களில், இடையே குறுகிய இடைவெளி இருக்குமாறு அமைக்கப் படும். மூன்றாவது தகடும் வேண்டிய வடிவத்திற்கு வெட்டப் பட்ட நடுத்தகடும் சேர்ந்து, இடைவெளித் தூரத்தை, நடுத் தகட்டின் பருமன் மற்றும் நுண்புழைமை இடைவெளி இவை களின் கூட்டுத் தொகையளவிற்கு அதிகமாக்குகிறது. வெவ் வேறு நீர் கடத்தும் திறன் கொண்ட பல வடிவங்களமைந்த ஒரு திசைப் பண்பியலற்ற நீர்க் கொள்ளமையை, சிற்றுருவி லுள்ள, தகடுகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியை மாற்றி ஏற்படுத்தலாம். குறைந்த கனமுள்ள பர்ஸ்பெக்ஸ் (perspex) அல்லது பிளாஸ்டிக் தகடுகளை வேண்டிய வடிவத்திற்கு வெட்டி, இடைவெளியில் செருகித் தகடுகளின் இடைவெளித் தூரத்தைக் குறைத்து, சிற்றுருவை உண்மையான நீர்க்கொள் ளமையின் படிவங்களோடு ஒப்பிட ஏற்றதாக்கலாம்.

இடையுரு மற்றும் இடையறு நீர்ப்பாய்வை ஆராய, இந்தச் சிற்றுரு அதிகம் பயன்படக் காரணம் என்னவெனில், நீர்க் கொள்ளமையின் வெவ்வேறு நீர்கடத்தும் தன்மைகளை, சிற்றுருவில் இடைவெளி தூரம் b மற்றும் பாய்மத் தன்மைகள் ρ, மற்றும் μ இவைகளை மாற்றுவதன் மூலம் எளிதில் உருவாக்க முடிகிறது. செங்குத்தான சிற்றுருவில் மழைநீரை, நீர்வழியின் மேல் தெளிப்பது மூலமாகவும், ஊற்றுநீர் இறைப்பு அல்லது நீரூட்டல் இவற்றைத் தகுந்த இடங்களில் நீரை உறிஞ்சுவதன் மூலமும், சேர்ப்பதன் மூலமும் ஏற்படுத்தலாம். நிலையான மற்றும் மாறக் கூடிய நீரழுத்தங்களைச் செங்குத்தாக மேலே அல்லது கீழே ஏற்றி இறக்கக் கூடிய கலங்களில் நீரை நிரப்பி அதனைத் தகடுகளின் இடைவெளிகளில் இணைப்பதன் மூலம் பெறலாம். கடல் மற்றும் ஊற்று நீருக்குப் பதில், இரண்டு வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள பாய்மங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

11-4. மின்சார ஒப்புப் பொருள்

மூன்று விதமான ஒப்புப்பொருள்கள் வழக்கில் பயன்படு கின்றன:

(1) தொடர்ச்சியான மின்சார ஒப்புப் பொருள்.

மின் பகு பொருள்கொண்ட தேக்கியும் மின் கடத்தும் தாளும்.

(2) தனியான மின்சார ஒப்புப் பொருள் (ஆர்-ஸி வலை யமைப்பு—(R. C. Network).

(3) மின்சார ஒப்புப் பொருள் கணிப்பி (computer).

இவை மூன்றுமே, துகள் வழி ஊடகம் பாய்வு மற்றும் நீர்க் கொள் அமைவுகளில் ஏற்படும் ஊற்று நீர்ப்பாய்வு இவற்றுக்கு ஏற்றவை.

தொடர்ச்சியான மற்றும் தனியான மின்சார ஒப்புப் பொருள்களுக்கிடையே உள்ள வேறுபாடு இதுதான்: தொடர்ச்சியான ஒப்புப் பொருளில், நீரப்பாய்வின் ஒவ்வொரு புள்ளிக்கும் இணையான புள்ளி இருப்பது மட்டுமன்றி, மின்சாரத் துணையலகுகளான (parameters) கடத்தும் திறன், தேக்கும் திறன் (capacitance), உண்மையான பாய்வில் பரவிய துணை யலகுகளோடு ஒத்தவையாக இருக்கும். ஆனால் தனியான, ஒப்புப் பொருளில், உண்மையான, தொடர்ந்த நீர்ப்பாய்வை எடுத்துக் காட்ட மின் சுற்று மூலகங்கள் (electric circuit elements) சேர்க்கப்பட்டு ஒரே தொகுதியாக அமைக்கப்பட்டுள் ளது. இந்தத் தனியான ஒப்புப் பொருள், இரண்டு மின் முனைகளுக்கான தூரம் மிக அதிகமாக இல்லாமலும், அதன் மூலம் ஏற்படும் விளைவுகள் மிகக் குறைந்த நிலையிலும் இருக்கும் போதுதான் சரியான விடைகளைத் தரவல்லது. தனியான ஒப்புப் பொருள் முறை தீர்க்கப்பட வேண்டிய சமன்பாடு களின், அளவுடைய வேறுபாட்டுத் தோராயத்தைப் (finite-difference approximation) பொறுத்தது. ஆகவே, அந்தத் தோராயத்தில் ஏற்படும் தவறுகளே, இம் முறையின் விடை களிலும் ஏற்படும்.

11–5. மின்பகு பொருள் கொண்ட தேக்கி சிற்றுருக்கள்

ஊற்று நீரியலில் பயனுகும் மின்சார ஒப்புப்பொருள் சுற் றுருக்கள் ஓம் (ohm) விதிக்கும், இடார்சி விதிக்கும் இடையே உள்ள இணைவை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. ஓம் விதியை $I = \frac{1}{R} A \frac{V}{L}$ என எழுதலாம். (11–14)

இதில் I என்பது மின்னோட்ட வேகத்தையும்

$\frac{1}{R}$	,,	மின்கடத்தும் திறனையும்
A	,,	மின்வேகம் பாயக்கூடிய குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பையும்,
V	,,	மின்வேகத்தை ஏற்படுத்திய மின்னழுத் தத்தையும்,
L	,,	மின்பாதையின் நீளத்தையும் குறிப்பன.

இதனை இடார்சி விதியோடு ஒத்து நோக்கும்போது, மின்னோட்டம் நீர்ப்பாய்வுக்கும், மின்கடத்தும் திறன், நீர் உட்புகும் தன்மைக்கும், மற்றும் மின்னழுத்தம் நீரழுத்தத்திற்கும் ஒத்திருப்பதைக் காணலாம். மின் கடத்தும் பொருள்கள், நீர்க்கொள் அமைவை உவமை யாக்குமாறு சிற்றுருக்கள் செய்யப்படுகின்றன. ஒரு நீரூட்டும் எல்லையை, சிற்றுருவில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தக் கூடிய ஒரு மின்வாய் மூலமாகவும், ஒரு வெளியேறும் எல்லை அல்லது கோட்டை, மின்சாரம் அதனை நோக்கிப் பாயக்கூடிய மின்வாய் மூலமாகவும் ஏற்படுத்தலாம். நீர் உட்புக முடியாத எல்லையை ஒரு மின் காப்பான் (insulator) மூலமாக உண்டாக்கலாம். மின்சாரம் சிற்றுருவில் பரவும் அமைப்பு உண்மையில் நீர்க் கொள்ளமைவில் நீரழுத்தம் பரவுவதைக் காட்டும். மின்பகு பொருள் சிற்றுரு, தாமிர சல்பேட்டு போன்ற மின்பகு பொருள் அதிகமான நீரோடு கலக்கப்பட்ட ஒரு சக்தியற்ற கரைசலை ஓர் ஆழமற்ற தேக்கியில் கொண்டுள்ளதாக இருக்கும். பொதுவாக, 1000 பங்கு நீருக்கு, 3 பங்கு தாமிர சல்பேட்டு கலக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய கரைசல், மின்தடை ஏற்படுத்தக்கூடியதல்லாததாகவும் அதன் மின் கடத்தும் திறன், ஒரே சீராக இருக்கும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும், அது வேதியல் முறையில் மின்வாய்களோடு செயலாற்ற முடியாததாகவும், ஆய்வு நேரத்தில் அதன் கடத்தும் திறன் குறையாத வகையில், குறைந்த ஆவியாகும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்க வேண்டும்.

குறைந்த மின்னழுத்தம் கொண்ட மாறுதிசை மின் ஓட்டமே (alternating current) பாதுகாப்பைக் கருதிப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னோட்டம், சிற்றுரு வழியே செலுத்தப்பட்டு அழுத்தம் அளவிடப்படுகிறது. அழுத்தங்கள் அளக்கப்படும் போதே; பாண்டோகிராப் (pantograph) மற்றும் சலாகை (probe) இவற்றின் உதவி கொண்டு படமாக வரையப்படலாம். இந்தஅளவுகள்சுழிகாட்டி (null indicator), மற்றும் மின்னழுத்தமானி இவற்றைக் கொண்டு அளக்கப் படலாம். ஒரு நுட்பமான வோல்ட்மானியைச் சுழிகாட்டியாகப் பயன்படுத்தலாம். சிற்றுருவில் தேக்கப்பட்டுள்ள பாய்மத்தின் மட்டத்தில் பல புள்ளிகளில் மின் அழுத்தம் அளவிடப்படுகிறது. சிற்றுரு 2 பரிமாணப் பாய்வை ஆராயப் பயன்படுத்தப்பட்டால் சிற்றுருவின் அமைப்பையும் எல்லைகளையும் தகுந்த முறையிலமைத்து நீர்க்கொள் அமைவின் கிடைநிலை அல்லது செங்குத்துப் பரப்பின் பாய்வை ஏற்படுத்தலாம்.

மாதிரியில் தேக்கப்பட்ட பாய்மத்திற்குள்ளும் மின்னழுத்தம் அமைக்கப்பட்டால்; 3 பரிமாண முறைப் பாய்வையும் உவமைப்படுத்தலாம். பாய்மத்தின் மின் கடத்தும் திறன் மாறுது இருப்பதால், திசையொப்புப் பண்பியலான நீர்க் கொள்ளமைவை உவமைப்படுத்த முடியும். இருந்தாலும், நீர்க்கொள்ளமைவின்கடத்துப் திறனில்உள்ளவேறுபாடுகளைப் பாய்மத்தின் உயர அளவுகளை வேறுபடுத்தி எடுத்துக் காட்டலாம். அநேகச் சிக்கலான விளுக்களில், நீர்வழிக் கோடுகளையும், நீரழுத்தக் கோடுகளையும் சரியான இடங்களில் சரியான முறையில் மின் வாய்களை அமைத்துச் சிற்றுருவிலேயே நேராகப் பெற முடியும்.

11–6. மின் கடத்தும் தாள் சிற்றுருக்கள்

மிக அதிகமாகப் பயனுகும் மின் கடத்தும் தாள், இடெலிடெல்டாசு (Teledeltos) தாளாகும். இத்தாள், பிரிந்த கரி, அரக்குச் சாயம்(lacquer), படிவுகள் ஒரு பக்கமும், அலுமினியத் தூள்கள் மற்றொரு பக்கமும் பூசப்பட்ட ஒரு மின் கடத்தி, இவைகளைக் கொண்ட ஒரு நுட்பமான குறிப்புத்தாள். இத் தாளை இரு பரிமாணப் பாய்வுகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம். இத் தாளை, ஓர் இருத்தியின் மீதோ அல்லது பலகையில் பொருத்தியோ எளிதாகப் பயன்படுத்தலாம்.

நீருட்டும்எல்லைகளைப் பல்வேறுபட்ட மின்கடத்தும்பொருள்கள் மூலம், குறிப்பாக, வெள்ளிச் சாயம் (silver paint) மூலம் உண்டாக்கலாம். நீர்பாய முடியாத எல்லைகளைத் தேவையான வடிவிற்குத் தாளை வெட்டி ஏற்படுத்தலாம். தாளானது, ஏறக்குறைய ஒரு திசைப் பண்பியலானதாக இருப்பினும், அத்தன்மையைத் தாளில் வேண்டிய இடங்களில், துளையிடுவதன் மூலம் அமைக்கலாம். முதலில் கூறப்பட்ட கருவிகளைப் பயன்படுத்தி நீர் வழிக்கோடுகள், சம அழுத்தக் கோடுகள், இவற்றின் நீரழுத்த வேறுபாடுகளை மின் கடத்தும் தாளின் மேல் பரப்பில் அளக்கலாம். சிற்றுருவில் நேராகவே, இக் கோடுகளை வரையலாம்.

11–7. மின் தடை–மின்தேக்கித் திறன் வலையமைப்புகள்

ஊற்றுநீர்ப்பாய்வு ஆராய்ச்சிக்கு அதிகமாகப் பயன்படும் அண்மைகாலச் சிற்றுரு, மின்தடை–தேக்கித் திறன்வலையமைப்பு. நீர்க்கொள் அமைவில் நீர்ப்பாய்வுக்கு ஏற்படும் தடைகளை, மின்தடைகளைக் கொண்டும், ஊற்று நீர்க் கொள்ளளவில் ஏற்படும் மாறுதல்களை மின் தேக்கிகள் மூலமும்

உவமைப்படுத்தப்படுகின்றன. இச்சிற்றுரு, முழுமையாக எல்லா எல்லைகளையும் கொண்ட நீர்க்கொள்ளமைவில் உருவம் மற்றும் அளவுகளை எடுத்துக் காட்டவல்ல, மின் தேக்கிகள், மின் தடைகள் அமைந்த ஒரு சதுர வலையமைப்பையும், நீர்க்கொள் அமைவில் ஏற்படும் நீரூட்டல் மற்றும் நீர்ப்பாய்வு இவற்றை வெளியிட ஏற்ற, மின்கிளர்ச்சிக் (excitation) கருவிகளையும் மற்றும் இத்தகைவுகளின் விளைவுகளை அளக்கவல்ல கருவிகளையும் கொண்டது. இந்த வலையமைப்பின் வலைகளின் அளவு, சிற்றுருவின் அளவை விடக் குறைவாக இருப்பின், தொடர்ச்சியான நீர்க்கொள் அமைவின் தன்மையை ஏறக்குறைய சரியாக வெளிப்படுத்த முடியும்.

11-8. சவ்வுச் சிற்றுருக்கள்

சவ்வுச் சிற்றுருக்கள், இரப்பர் விரிப்புக்களாலானவை. சிறிய சரிவுகளுக்கு, சவ்வின் மேற்பரப்பு, உருளைக் கட்டக் கூறுகள் மூலம் (cylindrical co-ordinates)

$$\frac{d^2Z}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dz}{dr} = -\frac{W_m}{T_m}$$ எனக்குறிக்கப் படலாம். (11-15)

இதில் dz என்பது ஒரு தொய்வும் புள்ளியிலிருந்து ஆர தூரம் dr-ல் ஏற்படும் கொள்ளளவையும், T_m என்பது சவ்வின் சீரான இழுப்பு விசையையும் (tension), W_m என்பது, சவ்வின் ஓர் அலகு பரப்புக்கான எடையையும் குறிக்கும்.

இலாப்ளேசு சமன்பாட்டை உருளைக் கூறுகள் மூலம் கீழ்க் கண்ட முறையில் எழுதலாம்.

$$\frac{\partial^2 h}{\partial^2 r} + \frac{1}{r} \frac{\partial h}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0. \quad (11\text{-}16)$$

இதில் h என்பது நீரழுத்தத்தையும், r என்பது ஆர தூரத்தையும், θ என்பது கோணக் கூறையும், z என்பது செங்குத்துக் கூறையும் குறிக்கும் உறுதியான அச்சைப் பொறுத்துச் செஞ்சீரான (axially symmetrical) ஓர் அழுக்கமில்லாப் பாய்மத்தின் பாய்விற்கு,

$$\frac{d^2h}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dh}{dr} = 0$$ எனச் சமன்பாடு (11-16) ஆகிறது—(11-17)

இது கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நீர்க்கொள்ளமைவு, மற்றும் கட்டுப் படுத்தப்படாத நீர்க்கொள்ளமைவில் ஏற்படும் கிணற்று நீர்ப்

பாய்விற்கும் பயன்படுத்தப்படக் கூடியது. — $\frac{W_m}{T_m}$ என்பது ஏறக்குறைய சுழியை அணுகும்போது, சமன்பாடு (11-15), சமன்பாடு (11-17) ஐப் போன்றதாக ஆகிறது.

ஒரு கிணற்றைச் சுற்றிய நீர் மட்டத்தை ஆராய, ஒரு வட்ட எல்லையின்மேல், ஒரேசீரான இழுப்புக் கொண்ட, இரப்பர் சவ்வைக் கிடைநிலையாகப் பரப்ப வேண்டும். நீரிறைப்புக் கிணற்றை உவமைப்படுத்த, ஒரு சலாகை நடுவில் பொருத்தப் பட்டுச் சவ்வில் தொய்வு ஏற்படுத்த வேண்டும்.

அளக்கப்பட்ட தொய்வுகள், அறிமுறைப்படியான நீரிறைக்க வேறுபாடுகளை ஏறக்குறைய காட்டின என்றாலும் நிலஈர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் படிப்படியான மாறுதல் விளைவுகளும் காணப்பட்டன. — $\frac{W_m}{T_m}$ சுழியாக இருக்க முடியாது. இருப்பினும், சவ்வைச் செங்குத்தாக அமைப்பதன் மூலம், இதனால் ஏற்படும் தவற்றைக் குறைக்கலாம்.

சவ்வுச் சட்டத்தின் (frame) அமைப்பைப் பொறுத்து, அமையக்கூடிய எல்லைகள், மற்றும் சலாகைத் தொகுதிகள் மூலம் உவமைப்படுத்தப்படக்கூடிய ஒன்றுக்கதிகமான கிணறுகள் கொண்ட நீர்க்கொள்ளமைவுக்குத்தான் குறிப்பாக இம்முறை ஏற்றது.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(REFERENCE BOOKS)

1. American Society of Civil Engineers, Hydrology Handbook, 1949.

2. Babbitt, H. E. and Doland, J. J., Water Supply Engineering, McGraw Hill Company, 1955.

3. Butler, J., Engineering Hydrology, Prentice Hall Company.

4. Central Board of Irrigation and Power (India) Publication No. 69, Tubewell and Groundwater Resources, 1961.

5. Fair, G. M. and Geyer, J. C., Water Supply and Waste Water Disposal, John Wiley, 1954.

6. Hall, H. P., "A Historical Review of the Investigations of Seepage to-wards Wells", Boston Society of Civil Engineers, Vol. 41, 1954.

7. Hanbush, M. S., Hydraulics of Gravity Wells in Sloping Sands—Proceedings ASCE, Vol. 88, July 1962.

8. Jacob, C. E., 'Flow of Groundwater', 'Engineering Hydraulics' Edited, by H. Rouse, John Wiley, 1950.

10. Jaegu, C., Engineering Fluid Mechanics, Blackie & Sons, 1956.

11. Muskat, M., Flow of Homogeneous Fluids thro' porous media, McGraw Hill Company, 1937.

12. Meriszer, O. E., Hydrology, Dover Publications, 1942.

13. Peterson, D. F., Jr., Hydraulics of Wells, Proceedings of ASCE, Vol. 81, 1955.

14. Taylor, D. W., Fundamentals of Soil Mechanics, John Wiley, 1948.

15. Todd, D. K., Groundwater Hydrology, John Wiley, 1959.

16. Tolman, C. F., Ground water, McGraw Hill Company, 1937.

17. Wisler and Brater, Hydrology, John Wiley, 1949.

கலைச்சொற்கள்

A

Acceleration — முடுக்கம்
Access — நுழைவு
Acoustic — ஒலித் தொடர்பான
Adhesion — ஒட்டுந் தன்மை
Adjustment — சரிப்படுத்தல்
Aeration — காற்றூட்டல்
Air compressor — காற்றமுக்கி
Alkaline — காரமான
Analogues — ஒப்புப் பொருள்கள்
Anions — எதிர் அயனிகள்
Apparent — தோற்றவியலான
Approximation — ஏறக்குறைய
Aquifer — நீர்கொள் அமைவு
Arid — வறண்ட
Artesian well — பொங்கு கேணி
Asphalt — அஸ்பால்ட்
Atmosphere — காற்று வெளி
Atomic weight — அணு எடை
Axially symmetrical — அச்சைப் பொறுத்துச் செஞ்சீரான
Axis — அச்சு

B

Backwash — எதிர்க் கழுவல்
Bacteria — நுண்ணுயிரி
Bailers — இறைப்பான்
Barrier — தடுப்பு
Base exchange — உப்புமூலப் பரிமாற்றம்
Basin — வடிநிலம்
Bedrock — அடிப்பாறை
Boiler — கொதிகலம்
Boiling point — கொதிநிலை
Bore — துளை

Boron — போரான்
Boundary — எல்லை, வரம்பு
Brine — உப்புக் கரைசல்
Bucket — வாளி

C

Cable tool — கம்பிக் கருவி
Caliper — விட்டமானி
Capacitance — மின் தேக்கு திறன்
Capillary — நுண் புழை
Casing — கூடு
Cations — எதிர் அயனிகள்
Centrifugal — மைய விலக்கு
Charges — மின்னேற்றங்கள்
Chemical — வேதியலான
Clay — களி மண்
Collector — திரட்டி
Colloid — கூழ் பொருள்
Coarse gravel — சரளை
Calorimetry — நிற அளவை முறை
Composition — ஆக்க அமைவு
Computer — கணிப்பி
Completion — முடித்தல்
Concave — குழிந்த
Concentration — செறிவு
Concrete — கற்காரை
Condenser — உறைகலம்
Cone of depression — குழிவுக் கூம்பு
,, ,, Recharge — நீரூட்டற் கூம்பு
Connate — உடன் தோன்றிய
Coolers — குளிரூட்டுங் கருவிகள்
Constant — நிலை எண்
Consolidated — இறுக்கப்பட்ட
Constituents — ஆக்கக் கூறுகள்
Contact — தொடர்பு
Contamination — மாசு படல்
Continuity — தொடர்ச்சி
Core — நடுப்பகுதி
Cork — கார்க்
Cosmic — இயலுலகோடு சேர்ந்த

Cosmic radiation — அண்டக் கதிர் முறை
Crust — புறத் தோடு
Crystalline — படிக
Curb — கிணற்றுக் கோவளம்

D

Dating — காலத்தை அறிதல்
Degradation — தரக் குறைவு
Degree — பாகை
Demands — தேவைகள்
Derivative — வகைக் கெழு
Detectors — காட்டிகள்
Development — வளமாக்கல்
Diffusion — விரவிப் பரவல்
Dimensional — பருமான முறை
Dispersion — சிதறுகை
Ditch — கால்வாய்
Distribution — பரவல்
Divide — பிரிவு
Downstream — கீழ்ப்பாய்வு எல்லை
Draft — நீரிழுவை
Drainage — வடிதல்
Draw down — நீரிறக்கம்
Drill bit — துளை முனை
Driller — துளையிடுபவர்
Drilling mud — துளைமண்
Dug — தோண்டப்பட்ட
Dynamics — இயக்கவிசை இயல்

E

Earth Dams — மண் அணைகள்
Effective size — பயனளவு
Elasticity — மீள் தன்மை
Elastic waves — மீள் அலைகள்
,, limit — மீள் எல்லை
Electrical — மின்னியலான
Electrode — மின்வாய்
Electric potential — மின்னழுத்தம்
Engine — பொறி
Equation — சமன்பாடு

Equipotential	— சம அழுத்த
Equilibrium	— சம நிலை
Equivalent weight	— சமான எடை எண்
Equivalence	— இணைவு மதிப்பு
Erosion	— அரிப்பு
Error	— தவறு
Evaporation	— ஆவியாதல்
Evapo-transpiration	— ஆவியாகி வெளியிடாதல்
Excitation	— ஏற்றம்

F

Face	— பாய்முகம்
Fanning friction factor	— பானிங் உராய்வுக் காரணி
Faults	— பிளவுகள்
Fertilizer	— உரம்
Film	— மென்படலம்
Filter sand	— வடி மணல்
Fine	— நுண் துகள்
Finite difference approximation	— நிலையான வேறுபாட்டுத் தோராயம்
Flame spectrometry	— சுடர் வண்ணத் தொடர் முறை
Flowage zone	— நெகிழ்வுப் பகுதி
Flow line	— நீர் வழிக்கோடு
Flow thro' porous media	— துகள் வழி ஊடகப் பாய்வு
Folds	— மடிப்புகள்
Force field	— விசைக் களம்
Formation factor	— அமைப்புக் காரணி
Formula	— வாய்பாடு
Fraction	— பின்னம்
Frame	— சட்டம்
Free surface	— இயைபு நீர்த்தளம்
Freezing	— உறைதல்
Fringe	— ஓரம்
Furrow	— கீற்று

G

Galleries	— சுரங்கப் பாதைகள்
Gamma radio-active	— காமா கதிரியக்க

Gallon	—	கேலன்
Gauge	—	அளவை
Geo-hydrology	—	நில நீர்மவியல்
Geology	—	நிலவியல்
Geomorphology	—	நில உருமாற்றவியல்
Geo-phones	—	நில பேசிகள்
Geo-physical	—	நில இயல்பான
Geyser	—	வெந்நீரூற்று
Gradient	—	சரிவு
Grains	—	துகள்கள்
Gravel	—	சரளைக்கல்
Gravimeter	—	ஈர்ப்புமானி
Gravitation	—	நில ஈர்ப்பு
Groundwater	—	ஊற்று நீர்

H

Hammer	—	சம்மட்டி
Hardness	—	கடினத் தன்மை
Hollow	—	புழையுள்ள
Homogenous	—	ஒருபடித்தான
Horizontal	—	கிடை நிலையாக
Hydro-dynamics	—	நீரியக்க விசை இயல்
Hydrologic cycle	—	நீர்மவியற் சுழற்சி
Hydro-geology	—	நீர் நிலவியல்
Hydrology	—	நீர்மவியல்
Hydrostatic pressure	—	நிலை நீரழுக்கம்
Hygroscopic	—	ஈரப்பாங்கான

I

Impermeable	—	உட்புகா
Incompressible	—	அழுக்க முடியாத
Inaccurate	—	வழுவான
Induced	—	தூண்டப்பட்ட
Infiltration	—	ஊடு பரவல்
Infinite	—	எல்லையற்ற
Incidence	—	விழுகை
Insulator	—	மின் பாயாத் தடுப்பு
Integration	—	தொகை காண் முறை
Intensity	—	செறிவு
Internal	—	உள்ளான

Interstice — இடுக்கு
Intrinsic — உள்ளார்ந்த
Intrusion — ஊடுருவல்
Irrotational — சுழல் இல்லாத
Isotropic — திசையொப்பியலான

J

Jar — குடுவை
Jet — நீர்த்தாரை
Juvenile — இளமையான

K

Kinematics — இயக்கவியல்
Knife edge — முள் முனை

L

Lacquer — அரக்குச் சாயம்
Laminar flow — தகட்டுப் பாய்வு
Latitude — குறுக்கு வரை
Lava — எரிமலைக் குழம்பு
Lens — வில்லை
Linear — நேர்விகிதப்படி
Limit — எல்லை, வரம்பு
Lithosphere — கற்கோளம்
Log — மடக்கைக் குறிப்பு
Log cycle — மடக்கைச் சுற்று

M

Magmatic — எரிமலை சம்பந்தமான
Magnetic — காந்தமுறையான
Main — முக்கியமான, முதலான
Mass — பொருண்மை
Matching — நிறையான
Mechanical — இயல் நிலை இயக்க
Medium — ஊடகம்
Metal — உலோகம்
Metamorphic — உருமாற்ற
Microscopic — நுண்ணியலான
Minerals — கனிப் பொருள்கள்

Most probable number — அநேகமாக நிகழக்கூடிய எண்
Movement — இயக்கம்

N

Negative — கழித்தல்
Normal — செங்குத்தான
Nozzle — பீச்சி
Nuclear radiation — கருக்கதிர் முறை
Null indicator — சுழி காட்டி

O

Origin — துவக்கப்புள்ளி
Overdraft — இருப்புக்கு மேல் பற்று

P

Packing — பொதிவு
Pathogenic — நோய் உண்டுபண்ணும்
Parabola — பர வளைவு
Parameter — துணை யலகு
Pellicular — இயங்கா
Pendulun — ஊசல்
Percolation — ஊறுதல்
Perched — உயர இருக்கை
Perma frost — உறைபனி
Permeability — நீர் உட்புகும் தன்மை
Pervious — உட்புகு
Petrography — கற்பாறை ஆய்வியல்
Piston — உந்து தண்டு
Pits — பள்ளங்கள்
Plan — கிடைப்படம்
Porosity — துளைத்தன்மை
Polar co-ordinates — கோணக்கட்டக் கணக்கீடு
Pollution — தூய்மைக் கேடு
Potential — அழுத்த நிலை
Power — இயக்கு விசை
Precipitate — வீழ் படிவு
Properties — தன்மைகள்
Pulley — கப்பி

Pump — நீரேற்றி
Pumping — நீரேற்று

Q

Quantitative — அளவின முறைப்படி
Quartzite — குவார்ட்சைட்டு

R

Radial flow — ஆர வழிப் பாய்வு
Radical — அமில மூலம்
Rate concepts — அளவு வீதக் கருத்துகள்
Rational — மிக நேர்மையான
Radius of influence — நீரளிப்பு ஆரம்
Reaction — எதிர் வினை
Recharge — நீரூட்டல்
Recovery — நீர் மீட்புத்தன்மை
Reflection — பிரதிபலித்தல்
Refraction — விலகல்
Reinforced — வலுவூக்கிய
Representation — சுட்டுறை
Reverse — எதிர் முறை
Ridge — முகடு
Rotary — சுழலும்

S

Salinity — உப்பு நிலை
Sanitary — சுகாதார
Safe yield — பாதுகாப்புப் பயன்
Saturation — நிறை செறிவு
Scope — நோக்கம்
Sedimentation — படிவு
Seismic — நில நடுக்க
Septic — நச்சு
Shaft — துளை
Shallow — ஆழமற்ற
Shear — கத்தரிப்பு விசை
Shoe — பூண்
Silt — வண்டல்
Sink — தேக்கி
Size — அளவு

Solid — திண்மம்
Sorting — பிரித்தல்
Source — பிறப்பிடம்
Spacing — இடைத் தூரம்
Spectrography — வண்ணத் தொடர் வரைபட முறை
Specific Gravity — ஒப்பு எடைமான வீத எண்
,, Retention — ஒப்புத் தேக்குந்திறன்
,, Weight — தன் எடை
,, Yield — ஒப்புப் பயன்
Spring — நீரூற்று, சுருள் கம்பி
Standards — திட்ட அளவுகள்
Stagnation — தங்கு நிலை
Steady — இடையறு
Steel — எஃகு
Stem — கம்பி
Storage — கொள்ளளவு
Strata — அடுக்குகள்
Strati-graphy — அடுக்கியலாய்வு
Stream — நீரொழுக்கு
Strength — திறன், சக்தி
Strip — பட்டை
Stress — தகைவு
Structural — கட்டமைப்பு
Subterranean — அடி நில
Suction dredger — உறிஞ்சு தோண்டி
Surge — அலையெழுச்சி
Survey — சுற்றாய்வு

T

Table — இருத்தி
Tangent — தொடு கோடு
Tape — நாடா
Techniques — நுணுக்கங்கள்
Tension — இழுப்பு விசை
Tides — வேலை அலைவுகள்
Thread — மறை
Topography — பரப்பமைப்பு
Tolerance — தாங்கு தன்மை
Torsion — முறுக்கு விசை

Toxic — நச்சியலான
Tracer — சுவடறி பொருள்
Transition — இடை நிலை
Transmissibility — ஊடுகடத்துந் தன்மை
Transpiration — ஆவி வெளியீடு
Trial — ஆய்வு
Trucks — ஊர்திகள்
Tunnel — சுரங்க வழி
Turbidity — கலங்கற்தன்மை
Turbulent — கொந்தளிப்பான

U

Un-confined — கட்டுப்படுத்தப்படா
Un-consolidated — இறுக்கப்படாத
Uniform — சீரான
Uniformity coefficient — ஒரு சீர்க் குணகம்
Unsteady — இடையுறு

V

Valency — இணை திறன்
Valve — ஒரு வழிக்கதவு
Vector — திசையி
Velocity potential — நீர்வேக அழுத்தம்
Vertical scale — செங்குத்தளவுத் திட்டம்
Vibrate — அதிர்த்தல்
Volcanic — எரிமலையாலான
Volume — கன அளவு

W

Water-bearing — நீர் பெறும்
Water Right — நீர் உரிமைகள்
,, Supply — நீரளிப்பு
,, Table — ஊற்று நீர் மட்டம்
Weathering — இயநிலைத் தேய்வு
Wedge — ஆப்பு
Well function — கிணற்றுச் சார்புத் தொடர்

Z

— சுழி