

पाणी पुरावा

प्रा. वि. न. घारपुरे

९०८



सं. पृ.
१२८

विज्ञानमाला क्र. ३४

पाणीपुरवठा

लेखक

विनायक न. घारपुरे,

प्राध्यापक व विभागप्रभुत्व, स्थापत्य अभियांत्रिकी,
अभियांत्रिकी महाविद्यालय, औरंगाबाद.



महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृति मंडळ, मुंबई.

प्रकाशन : १९७६ (शके १८९८)

प्रकाशक :

(C) सचिव,

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृति मंडळ,
सचिवालय, मुंबई—३२.

मुद्रक :

शशिकान्त महादेव देव
व्यवस्थापक,
सुलभ मुद्रणालय,
२९१, शनिवार पेठ, पुणे ३०.

किंमत

रु. १५=००

सर्व हक्क शासनाने स्वाधीन ठेवले आहेत.

अशुद्ध पाण्यामुळे संकट ओढवल्याशिवाय
शुद्ध पाण्याचे महत्त्व समजून येत नाही.

निवेदन

१. आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञाने, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी क्षेत्रांत, त्याचप्रमाणे भारतीय प्राचीन संरक्षती, इतिहास, कला इत्यादी विषयांत मराठी भाषेला विद्यापीठाच्या स्तरावर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य यावे हा मुख्य उद्देश लक्षात ठेवून साहित्य-संरक्षती मंडळाने वाढग्यनिर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे. मराठी विद्यवकोश, मराठी भाषेचा महाकोश, विज्ञानमाला, भाषांतरमाला, आंतरभारती-विद्यवभारती, महाराष्ट्रितिहास इत्यादी योजना या कार्यक्रमात अंतर्भूत केल्या आहेत.

२. मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगल्भ स्वरूप व दर्जा येण्याकरिता मराठीत विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे आणि तंत्रविज्ञान या विषयांवरील संशोधनात्मक व अद्याकृत् माहितीने युक्त अशा ग्रंथांची रचना मोळ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. शिक्षणाच्या प्रसाराने मराठी भाषेचा विकास होईल ही गोष्ट तर निर्विद्यादच आहे. पण मराठी भाषेत निर्माण होणारे उत्कृष्ट वाढग्य हे होय. जीवनाच्या भाषेतच ज्ञान व संरक्षती यांचे अधिग्रहन तयार व्हावे लागते. जोपर्यंत माणसे परकीय भाषेच्याच आशयाने शिक्षण घेतात, कामे करतात व विचार व्यक्त करतात तोपर्यंत शिक्षण सक्से बनत नाही, संशोधनाला परावलंबित्व राहते, व विचाराला अस्सलपणा येत नाही. एवढेच नव्हे तर वेगाने वाढणाऱ्या ज्ञानविज्ञानापासून सर्वसामान्य माणसे वंचित राहतात.

३. वरील विषयांवर केवळ परिभाषाकोश अथवा पाठ्यपुस्तके प्रकाशित करून विद्यापीठीय स्तरावर अशा प्रकारचे स्वरूप व दर्जा मराठी भाषेला प्राप्त होणार नाही. सर्वसामान्य सुशिक्षितांपासून तो प्रशांवेत पंडितांपर्यंत मान्य होतील अशा ग्रंथांची रचना व्हावयास पाहिजे. मराठी भाषेत किंवा अन्य भारतीय भाषांमध्ये विज्ञान, सामाजिक शास्त्रे व तंत्रविज्ञान या विषयांचे प्रतिपादन करावयास उपयुक्त अशा परिभाषासूची किंवा परिभाषा-कोश तयार होत आहेत. पश्चिमी भाषांना अशा प्रकारच्या कोशांची गरज नसते. याचे कारण उघड आहे. पश्चिमी भाषांत ज्या विद्यांचा संग्रह केलेला असतो, त्या विद्यांची परिभाषा सतत वापराने रुट झालेली असते. त्या शब्दांचे अर्थ त्याच्या उच्चारांवरोवर वा वाचनावरोवर वाचकांच्या लक्षात येतात. निदान त्या त्या विषयांतील जिज्ञासूना तरी ते माहीत असतात. अशी स्थिती मराठी किंवा अन्य भारतीय भाषांची नाही. परिभाषा किंवा शब्द यांचा प्रतिपादनाच्या ओघात समर्पकपणे वारंवार प्रतिष्ठित लेखांत व ग्रंथांत उपयोग केल्याने अर्थ व्यक्त

करण्याची त्यांत शक्ती येते. अशा तन्हेने उपयोगात न आलेले शब्द केवळ कोशात पडून राहिल्याने अर्धशून्य राहतात. म्हणून मराठीला आधुनिक ज्ञानविज्ञानाची भाषा वनविण्याकरिता शासन, विद्यारीठे, प्राकाशनसंस्था व त्या त्या विषयांचे कुशल लेखक यांनी मराठी ग्रंथरचना करणे आवश्यक आहे.

४. वरील उद्देश ध्यानात ठेवून मंडळाने जो बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आलला आहे त्यातील पहिली पायरी हणून सामान्य सुशिक्षित वाचकर्वाकरिता, इंग्रजी न येणाऱ्या कुशल कामगाराकरिता व पदवी किंवा पदविका घेतलेल्या अभियंत्याकरिता मुऱ्योंव भाषेत लिहिलेली विज्ञान व तंत्रविषयक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किंमतीस देण्याचो व्यवस्था केलेली आहे. मंडळाने आजवर आरोग्यशास्त्र, शरीरविज्ञान, जीवशास्त्र, आयुर्वेद, गणित, ज्योतिषशास्त्र, भौतिकी, रेडिओ, अगुविज्ञान, सांख्यिकी, स्थापन्यशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र इत्यादी विषयांवर ३३ दर्जेदार पुस्तके विज्ञानमालेत प्रकाशित केली आहेत. एकाशविभृतकला, गणकयंत्रे, रंग, कृत्रिम धारे, पुस्तक-बांधणी-मोटर-दुरुस्ती, टेलिविजन, वैमानिक विद्या, अवकाशायान, साखर-निर्मिती इत्यादी इतर विषयांवरील पुस्तके तयार होत आहेत.

५. प्रा. विनायक न. घारपुरे यांनी स्थापत्य अभियांत्रिकी या विभागातील—“पांगीपुरवठा” हे शास्त्रीय विषयावरील पुस्तक मराठीत लिहून विज्ञान व तंत्रविषयक आधुनिक मराठी साहित्यात मोलाची भर वातली आहे. सदर पुस्तक मंडळाच्या विज्ञानमालेत प्रकाशित करून मराठी वाचकांना सादर करताना मंडळास आनंद होत आहे.

मुंबई :

५ आषाढ, शके १८९८

२६ जून, १९७६.

लक्ष्मणशास्त्री जोशी,
अध्यक्ष,
महाराष्ट्र राज्य-साहित्य संस्कृती मंडळ

प्रस्तावना

महाराष्ट्र राज्यात दैनंदिन ध्यवहारात आणि इतर सर्वे खाजगी व शासकीय कामकाजात मराठी भाषेचा शक्य तितका वापर करून त्यायोगे निरनिराळ्या विभागात जलद प्रगती साधण्याचा सर्वमान्य असा निर्णय पूर्वीच घेण्यात आला. स्थापत्य अभियांत्रिकी या विभागातील 'पाणीपुरवठा' या विषयादी सर्वे जनतेचा प्रत्यक्ष वा अप्रत्यक्ष संबंध दररोज येत असतो. तेव्हा त्या दृष्टीने पाणीपुरवठा करण्याचे शास्त्र काय आहे हे कल्यासाठी सर्वसामान्य मराठी वाचकासही सहजगत्या समजेल अशा सोप्या व तांत्रिक मराठी भाषेत 'पाणीपुरवठा' या विषयावर पुस्तक लिहिण्याचा एक प्रयत्न केला आहे.

या पुस्तकात पाण्याच्या उगमापासून सुरुवात करून नंतर पाणी शुद्ध करण्यासाठी प्रचारात असलेल्या निरनिराळ्या प्रक्रियासंबंधी माहिती देऊन शेवटी पाण्याचे वाटप कसे केले जाते याचाबत लिहिले आहे. सर्व ठिकाणी निरनिराळी मापे मेट्रिक पद्धतीत दिली आहेत. प्रक्रियेतील घटकांची रचना व कार्य सुलभपणे समज-ण्याच्या दृष्टीने योग्य त्या आकृत्या दिल्या असून पुस्तकाच्या शेवटी पारिमाणिक शब्दांची सूची (मराठी-इंग्रजी) जोडली आहे. त्यामुळे पुस्तकातील माहिती समजण्यास सोपे जाईल अशी खात्री वाटते.

पाणीपुरवठा हे पुस्तक महाराष्ट्र शासनाच्या साहित्य आणि संस्कृति मंडळाने स्वीकारून ते छापून व प्रकाशित करून मराठी वाचक व तंत्रज्ञ यांच्यासमोर ठेवल्या-वद्दल मी मंडळाचा अत्यंत आभारी आहे.

विशेषतः मंडळाचे मानसेवी संपादक, श्री. वा. रं. सुंठणकर यांनी पुस्तक लिहिण्यास प्रोत्साहन देऊन काम पुरे होण्याच्या दृष्टीने साहाय्य केले त्यावद्दल मी त्यांचा व्यक्तिशः आभारी आहे.

तसेच निवृत्त मुख्य अभियंते श्री. म. ल. चाफेकर यांनी पुस्तकाचे हस्त-लिखित अत्यंत आस्थेने व कल्कलीने वाचून व प्रत्यक्ष भेटीत चर्चा करून या सूचना केल्या त्यावद्दल त्यांचाही मी आभारी आहे.

प्रिय वाचकांनी या पुस्तकाबाबत काही सूचना करावयाच्या झाल्यास त्या जऱ्हर कराव्यात ही नम्र विनंती.

अनुक्रमणिका

१ प्रास्ताविक	१-३
२ पाण्याचे उगम	४-१८
३ भूभिगत पाणी	१९-३०
४ पाण्याची मागणी व परिमाण	३१-४०
५ पाण्याचे गुणधर्म आणि पृथक्करण	४१-४८
६ जलशुद्धीकरण	४९-६५
७ जल-निःस्पर्दन किंवा गलंतिका	६६-८८
८ पाण्यातील रोगजंतुविनाशन	८९-९९
९ पाण्याचे फेनदीकरण	१००-११०
१० जलपंप-बहन	१११-१२२
११ जल-वाटप विषय-सूची	१२३-१४० १४१-१४५
पारिभाषिक शब्दांची सूची	१४६-१६०

प्रकरण पहिले प्रास्ताविक

१-१. पाण्याचे महत्त्व :

हवा, पाणी व अन ह्या तीन गोष्ठी मानवादी सर्व सजीव प्राण्यांना जीवन जगण्यासाठी अत्यावश्यक आहेत. हवा शुद्ध नसेल तर विषमज्वर, पटकी, अतिसार, निरनिराळे ज्वर, हाडांचे व दातांचे रोग इत्यादी रोगांचे प्रकार उद्भवून मनुष्य-प्राण्यांच्या जीवितास घोका पोहोचतो व त्यामुळे मृत्यूचे प्रमाण वाढते. घाणेरड्या अन्नामुळे त्वचा व पोटाचे विकार जडतात. पाणी आपल्या रोजऱ्या जीवनात लागणारी महत्त्वपूर्ण गोष्ट असल्याने आरोग्यरक्षणार्थ व सार्थीच्या रोगांपासून निवारण करण्यासाठी ते शुद्ध असणे अत्यंत जरूरीचे आहे. स्वच्छ व शुद्ध म्हणजेच सूक्ष्म जंतुविरहित पाणी लोकांना पुरविणे हा जलशुद्धीकरण केंद्राचा मुख्य उद्देश आहे; व त्याचबरोबर घरगुती वापरासाठी, उथोगधंयासाठी, आणि अग्रिशमन, मलमूत्र व औद्योगिक अपशिष्ट मानवी वस्तीपासून दूर सोडणे इत्यादी अनेक बाबीसाठी लागणाऱ्या पाण्याचा निश्चित स्वरूपात पुरवठा करणे हेही महत्त्वपूर्ण व जबाबदारीचे काम आहे. वर निर्दिष्ट केलेल्या प्रत्येक प्रकारच्या वापरासाठी पाण्याचे भौतिक व रसायनशास्त्र यांच्या नियमांत बसणारे काही विशिष्ट गुणधर्म असण्याची जरूरी असल्यामुळे नैसर्गिक उपलब्ध पाण्यावर निरनिराळ्या प्रकारच्या प्रक्रिया करूनच ते पाणी वापरावे लागते.

१-२. पाणीपुरवळ्याचा इतिहास :

पाण्याचे महत्त्व हे पुरातन काळापासून ओळखले गेले असून पाणीपुरवळ्याचा इतिहास हा मानवाहतकाच तुना आहे. विण्यासाठी ज्या ज्या ठिकाणी भरपूर प्रमाणात नैसर्गिक पाणी उपलब्ध होईल त्या त्या ठिकाणी पृथ्वीवर लोकवस्ती होत गेली. विहिरी खणून पाणी मिळविणे ही पूर्वीच्या काळातील एकमेव पद्धत होय. अद्या विहिरी म्हणजे पाण्यथल जमिनीत खणलेले खड्हे होते. त्यानंतर म्हणजे सुमारे तहासात हजार वर्षांपूर्वीपासून पाणीपुरवळ्याची व्यवस्था बुद्धिपुरःसर केल्याचे आढळून येते. इजिस देशातील कैरो गावी 'जोसेफ' नावाची पुरातन काळातील विहीर प्रसिद्ध आहे. ही विहीर दगडांत खोदलेली असून तिची खोली जवळ जवळ ९० मीटर आहे. त्या विहिरीतील पाणी उपसण्याची सोब साखळ्यांना लावलेल्या बादल्यांच्या साहाय्याने दोन टप्प्यांत केलेली आहे.

विहिरीदिवाचाय पावसाचे पाणी साठविण्याकरिता जमिनीखाली बांधलेल्या टाक्या जेसुसलेम शहरात होत्या. साठविलेले पाणी वाहून नेण्यासाठी दगडी नळ,

जलसेतु, प्रतिवेलांची इत्यादींचा उपयोग पुरातन असे देशात केला होता. रोमन लोकांनी रोमन साम्राज्यात बन्याच्या ठिकाणी पाणीपुरवठाचा उत्तम सोय केलेली होती. रोमन्या पाढावात पाणीपुरवठा केंद्रांचा नाश झाला. नवव्या शतकात स्पेनमध्ये मूर लोकांनी काही महत्वाची बांधकामे केली. जगात पाणीपुरवठाची काही महत्वाची झालेली कामे खालीलप्रमाणे होते :

इसवी सन ११८३ — पॅरिसमध्ये लहान जलसेतु बांधला.

इसवी सन १२३५ — लंडनमध्ये झन्यांचे पाणी शिसे व दगडाच्या नळांतून आणले.

इसवी सन १४१२ — जर्मनीमध्ये पाणीपुरवठा केंद्र बांधले.

इसवी सन १५२७ — जर्मनीतील हॅनोवरमध्ये पंप बसविले गेले.

इसवी सन १५५३ आणि १५७० — मेकिस्कोमध्ये झेपोला जलसेतु बांधला.

इसवी सन १५८२ — चुन्या लंडन पुलावर शहराला शिथाच्या नळांतून पाणीपुरवठा करण्यासाठी पहिला पंप बसविला गेला.

इसवी सन १६०८ — जलशक्तीवर चालणारे पंप पॅरिसमध्ये वसविले व घासे-वर चालणारे पंप अठराब्या शतकात लंडन व पॅरिसमध्ये वसविण्यात आले.

इसवी सन १८०० पासून लंडन व पॅरिस येथील पाणीपुरवठात मोठ्या प्रमाणावर वाढ होत गेली. अमेरिकेमध्येही इ. स. १६५२ मध्ये बोस्टन गावाला सर्वप्रथम झन्यांचे पाणी संकर्षक पद्धतीने पुरविण्यात आले; तर इ. स. १७५४ मध्ये बेथलेहेम, पा. मध्ये सर्वप्रथम यंत्रासुमुक्ती वसविण्यात आली. इ. स. १८०० मध्ये अमेरिकेत पाणीपुरवठा केंद्रांची संख्या १६ होती.

आफ्रिका व मध्य आशियातील देशांतीही इसवी सनाच्या सुरुवातीपासून पाणी-पुरवठा अस्तित्वात होता. भारतातही खिस्ती सनाच्या शुमारे चार हजार वर्षीपूर्वीच्या क्रग्वेद, रामायण, महाभारत इत्यादी विख्यात ग्रंथांत आणि इतर पुराणांमध्येही विहिरीतून पाणीपुरवठा केल्यावदल जागोजागी उढेल्या सापडतो. इतकेच नव्हे तर यजुर्वेद, याजवल्य संहिता, मनु संहिता, अवसूत्र संहिता, आयुर्वेद इत्यादी अनेक ग्रंथांतून पाणी शुद्ध कसे राखावे यासंबंधी मार्गदर्शन केलेले सापडते. जवळ जवळ सात हजार वर्षीपूर्वी मोहेंजोदरो शहरात पाणीपुरवठा व सांडपाणी झांची उत्तम व्यवस्था केलेली होती झांचा पुरावा मिळालेला आहे. इतकेच नव्हे तर महाराष्ट्रातही औरंगाबाद, अहमदनगर, बीड इत्यादी ठिकाणी आणि अगदी अलीकडे म्हणजे पेशवे-कालात पुण्यापासून जवळच कात्रज या ठिकाणाहून सतत पाणीपुरवठा करण्याच्या दृष्टीने केलेल्या सोयी अद्यापही पाहावयास मिळतात.

१-३. जलशुद्धीकरण :

सांप्रतच्या जलशुद्धीकरणाच्या प्रक्रियांनी सुरुवात इसवी सन १८५० पासून झाली व त्यानंतर यासंबंधात वरीच्च प्रभागी होत मेणी. याचे मुख्य कारण वैद्यकशाळीय शोधांमुळे पाणी हे अनेक रोगांचे (विशेषतः मुदतीचा ताप, पटकी, अतिसार इत्यादी) कारण असू शकते हे सिद्ध होऊन पाणी शुद्ध (निर्जन्तुक नसले तरी रोगजंतुमुक्त) क्षमता, पिण्याचे महत्त्व सर्वत्र पटले. विसाव्या शतकात जलशुद्धीकरण शाळातील प्रक्रियांच्या संदर्भांनाचा वेग पुष्टकळच्च वाढलेला दिसून येतो.

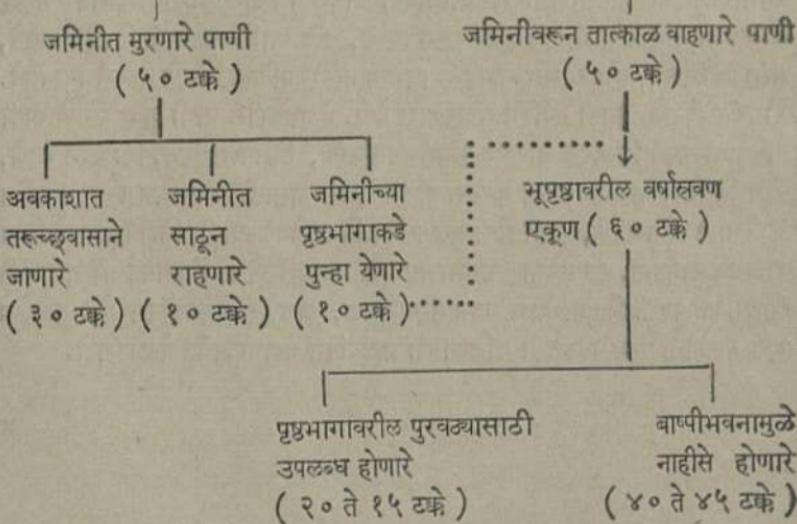
पाणीपुरवद्यातील सर्वात महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे पाण्याच्या उगमस्थानाची योग्य निवड. पावसाचे पाणी हे जमिनीच्या पृष्ठमावावर अगर जमिनीखाली साठविता येते. तली, झरे, नद्या, नाले, जलाशय, इत्यादी गोष्टी भू-पृष्ठावरील पाणी पुरविणारी उगमस्थाने होत; तर विहिरी, नल्कूप, अंतर्हरण विहिरी व पासरबोळ इत्यादी गोष्टी भूमिगत पाणी पुरविणारी उगमस्थाने होत. जलशुद्धीकरणाच्या प्रक्रिया छ्या पाण्याच्या उगमस्थानावर व पाण्यातील अशुद्धाच्या प्रमाण-प्रकारावर अवलंबून असतात. सर्व-साधारणपणे पाण्यात तरंगणारी, आलंवित, कलिल व विदुत अशा प्रकारांत अशुद्धे असतात. भूमिगत पाणी हे व्हृतेकरून स्वच्छ, थंड आणि सूखम जंतुविरहित असते, परंतु अफेनदेता, लोह'व्यंग काढून टाकण्यासाठी प्रक्रिया करणे जरुरीचे असते. रोगजंतू विनाशनासाठी कोरिन वापरण्यात येतो. भू-पृष्ठावरील पाणी शुद्ध करण्यासाठी सर्वसाधारणपणे किलोटकै वापरून क्रूणसंकलन करणे, निषेपण करणे, निःसंदेन करणे, रोगजंतू विनाशन करणे, चव व वास काढून टाकण्यासाठी वायुमिश्रण व प्रभावित कर्वीचा उपयोग करणे, काही प्रमाणात प्रविदे मिसळणे इत्यादी निरनिराळ्या प्रक्रिया कराव्या लागतात. पाण्याच्या उगमापासून ते जलशुद्धीकरण केंद्रापवर्येत किंवा पाणी वाटपाच्या पद्धतीपर्यंत पाण्याचे वहन मुख्य नळ, जलसेतू इत्यादीतून केले जाते व शुद्ध पाण्याचा पुरवठा नळ व नलिकांच्या जाळ्यातून घराघरापर्यंत केला जातो.

प्रकरण दुसरे

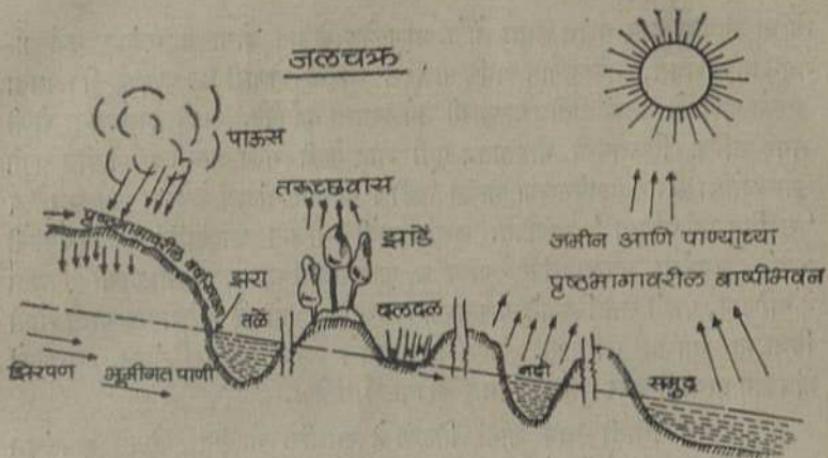
पाण्याचे उगम

२-१. पाण्याचे सर्व तंहेचे उगम हे पावसाच्या पाण्यापासून तयार होतात. आकाशातून पडणाऱ्या पावसाचे सर्व पाणी खालील तक्त्यांत दर्शविल्याप्रमाणे नाहीसे होते व तेच पाणी जलचकात दर्शविल्याप्रमाणे पुन्हा उपलब्ध होते. जलचक आकृती १ मध्ये पाहा.

पाऊस (एकंदर १०० टके पर्जन्य)



पाण्याची मुख्यत: दोन उगमस्थाने मानली जातात ती म्हणजे भू-पृष्ठभागावरील पाणी व भूमिगत पाणी. नदी, नाले, ओढे, झरे, तळी, सरोवरे, सागर, जलाशय, इत्यादीमधून मिळणारे पाणी हे भू-पृष्ठावरील पाणी होय. उथल किंवा खोल विहिरी, पाझर-बोळ, नल्कूप, अंतर्ज्ञरण व कारंजी विहिरी इत्यादीमधून मिळणारे पाणी हे भूमिगत पाणी होय.



आकृती १

२-२. भू-पृष्ठावरील पाणी :

भू-पृष्ठावरील पाणी हे पिण्यायोग्यच असते. परंतु त्याची स्वच्छता व शुद्धता ही जमिनीच्या ज्या भागावरून ते पाणी वाहते त्या भागाच्या भू-गर्भरचना, भू-प्रस्तर भाग, उंचसखलपणा, भू-पृष्ठावरील झाडे-झडे, हिरवळ, वर्षातील कृत् इत्यादी अनेक गोष्टींवर अवलंबून असते. तरी किंवा सरोवरे, डोहे इत्यादीमधील पाण्याचा साठा हा नदी, नाले अगर ओढे यांतील पाण्याच्या साक्षात्प्रमाणे सहसा बदलणारा किंवा कमी-जास्त होणारा नसतो. तरी भरून वाहू लागल्यावर तसेच परस्पर वर्षात्ववणामुळे किंवा उंच भू-भागाकडून सखल भागाकडे पाझरणाऱ्या पाण्यामुळे ओढे, नाले यांचे प्रवाह तयार होतात. अशा प्रवाहातील पाणी नैसर्गिकपणे (गळूलपणा, रंग, स्वाद, सेंद्रिय पदार्थ, विरघळलेले अगर विद्युत पदार्थ इत्यादीमुळे) अगर मानवामुळे (मलमूत्र व औद्योगिक अपशिष्टांमुळे) अशुद्ध वनते; आणि म्हणून असे पाणी घरगुती वापरासाठी व उद्योग-धर्यांसाठी पुरविण्याआधी त्याचे शुद्धीकरण करणे अत्यावश्यक ठरते.

२-३. जलाशय :

नदीच्या वाहत्या पाण्यास दरीसारख्या टिकाणी बांध घालून अगर धरण बांधून अटकाव केल्याने जलसंचय तयार होतो. असा जलसंचय ज्या भागात होतो त्या भागास 'जलाशय' असे म्हणतात. नदीच्या पाणलोट-क्षेत्रातील वर्षात्ववणाचे पाणी जलाशयात साठविले जाते. नदीच्या प्रवाहाचे पाणी नेहमीच सारखे नसते; त्यामुळे उन्हाळ्यासारख्या कळून पाणी-पुरवण्यासाठी पाणी पुरेसे पडत नाही. म्हणून पावसाळ्यात नदीच्या प्रवाहात अधिक असलेले पाणी जलाशयात साठविले जाऊन

त्याचा उपयोग इतर कऱ्यात करता येतो. पाणलोट क्षेत्रात होणाऱ्या एकंदर पर्जन्यामध्ये वाढीभवन, तस्यावास आणि पाझरां यामुळे होणारी घट वजा केली असता उरलेले पाणी हे जलाशयातील पाण्याची उपलब्धता दर्शविते. अशी उपलब्धता रोजी अगर वार्षिक लिटर्समध्ये मोजतात, पूर्वी नोंद केली गेली असलेल्या कमीत कमी उपलब्धतेला अगर अवर्धणाऱ्या अत्यंत कठीण काळात अंदाज केलेल्या उपलब्धतेला 'सुरक्षित उपलब्धता' म्हणतात. जलाशयाची योजना आखताना जलसंचयाची अपेक्षित समर्थता, प्रवाहावरोबर येणाऱ्या व जलाशयांत साठणाऱ्या गाळाची शक्यता व परिणाम, पाणी साठविल्याने पाण्याच्या गुणधर्मावर होणारे परिणाम इत्यादी गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतात. याखेरीज लोकांचे आरोग्य, पूरनियंत्रण, धरणाचे बांधकाम इत्यादी इतर प्रश्नांचा विचार करावा लागतोच.

जलाशयासाठी उत्तम जागा मिळणे हे खालील गोष्टीवर वरेचसे अवलंबून असते. सर्वोक्तुष्ट जागा मिळणे अशक्यच म्हणून त्यातल्यात्यात जास्तीत जास्त गोष्टी शक्य होऊ शकतील अशी जागा जलाशयासाठी निवडाची लागते.

(१) भूस्तर शास्त्रीय— पाणी जमिनीत मुरुर न जाता ते भू-पृथिव्यावर राहील अशी जागा हवी.

(२) स्थलवाचक— धरण अगर वाधाची लांबी कमी लागण्यासाठी दूरी असंद असावी व जलाशयाकडील दरीचा भाग खोल व रुदावत गेलेला असावा.

(३) आर्थिक— जलाशयातील पाण्याखाली जागारी जमीन शक्य तो नापीक व निर्मनुष्य असावी. अशी जमीन खरेदी करण्यासाठी कमी किंमत यावी लागते.

(४) पाण्याचे गुणधर्म— जलाशयाच्या आसमंतातील भू-भाग, झाडे-झुडपे, हिरवळ इत्यादी गोष्टीमुळे अडविलेल्या पाण्याचे गुणधर्म फारसे बदलले जाऊ नयेत व साठविलेले पाणी पिण्यास योग्य ठरावे.

पाण्याची एकंदर मागणी व त्यानुसार पाण्याचा पुरवठा या वाचीती समतोल पणा राखण्याचे कार्य जलाशय करीत असल्याने अशा दोन्ही गोष्टीची माहिती असेही अत्यावश्यक ठरते. जलाशयांत जलसंचय किंती लागेल याचे अनुमान काढण्यासंबंधीचे विवेचन क्रमशः पुढील भागांत केले आहे.

२-४. वर्षाक्षवण :

पाऊस जमिनीवर पडल्यावर पाण्याचा काही भाग जमिनीत मुरतो व काही भाग जमिनीच्या पृष्ठभागावरून वाहू लागतो. अशा वाहणाऱ्या पाण्याला 'वर्षाक्षवण' म्हणतात. पावसामुळे पडणाऱ्या पाण्यापैकी नदी-नाल्यांतून वाहणाऱ्या पाण्याचा अंदाज वर्षाक्षवण मोजणीवरून करता येतो. वर्षाक्षवण म्हणजे पावसाचे एकंदर पाणी वजा घट, किंवा वर्षाक्षवण = पाऊस – (वाढीभवन + तस्यावास + जमिनीत मुरणारे पाणी). वर्षाक्षवण हे पाणलोट क्षेत्र, वार्षिक पर्जन्यमान, पाणलोट क्षेत्रातील

निरनिराळ्यां भागांवर पडणाऱ्या पावसाचे प्रमाण, सरासरी तपमान, बाधीभवन व भूमिशेषणाचे प्रमाण, पाणलोट क्षेत्राचा उतार व त्यामधील झाडेझुडपे व हिरवळ, पाणलोट क्षेत्राचा आकार इत्यादी अनेक गोर्धींवर, अवलंबून असते. पाणलोट क्षेत्रात जास्त प्रमाणात खडे अगर तली असतील तर वर्षाखवण कमी असते. तसेच भूमि-शेषणाचे प्रमाण जास्त असेल तर वर्षाखवण कमी असते. पाणलोट क्षेत्राचा आकार फंख्याऱ्या आकाराचा असेल तर वर्षाखवण जास्त असते व 'फर्न' पानाऱ्या आकाराचा असेल तर कमी असेल. इतकेच नव्हे तर पाणलोट क्षेत्रात जास्त झाडी व हिरवळ असेल तर तलुळ्यासामुळे जास्त घट वाढून वर्षाखवण कमी होते.

२-५. सरासरी वर्षाखवण मापनाऱ्या पद्धती :

पाणीपुरवळ्यासाठी अगर सिंचाईसाठी किंवा दोन्हीसाठी जलाशयात जल-संचयासाठी सरासरी वर्षाखवण किती प्रमाणात उपलब्ध होऊ शकेल हे खालील पद्धतीनी काढता येते :

- (१) पावसाऱ्या नोंदीवरून व वर्षाखवणांक गृहीत घरून;
- (२) नदी-नाल्यांच्या पाण्याऱ्या प्रवाहाची प्रत्यक्ष मोजणी करून;
- (३) वर्षाखवणांच्या सूत्रांवरून;
- (४) वर्षाखवणाचे तके व आलेख वापरून.

१. पहिल्या पद्धतीत मागील सुमारे ३० वर्षातील नोंदीवरून सरासरी पाऊस किती पडला ते काढतात. पाणलोट क्षेत्रात पडलेल्या पावसाचे मान, स्थल इत्यादी गोष्टी विचारात घेऊन वर्षाखवणांक गृहीत घरतात. साधारणपणे वर्षाखवणांकाची किंमत खालीलप्रमाणे घरतात. वार्षिक पाऊस ३७५ ते ७५० मि. मी. असणाऱ्या कमी पावसाऱ्या प्रदेशासाठी १५ ते २० टके वर्षाखवणांक, ७५० ते १५०० मि. मी. मध्यम पावसाऱ्या प्रदेशासाठी २० ते ३० टके वर्षाखवणांक, आणि १५०० मि. मी. पेक्षा जास्त पावसाऱ्या प्रदेशासाठी ३० ते ५५ टके वर्षाखवणांक गृहीत घरतात. अशा तन्हेने वर्षाखवणाची किंमत म्हणजे—

$$\text{वर्षाखवण} = \text{वर्षाखवणांक} \times \text{पाऊस} (\text{मीटर}) \times \text{पाणलोट क्षेत्राचे क्षेत्रफळ} \\ (\text{पाणलोट क्षेत्रातील,} \quad \quad \quad (\text{चौरस मीटरमध्ये}) \\ \text{घन मीटरमध्ये})$$

पर्जन्यमापक यंत्राने पाऊस मोजतात व त्यावरून वार्षिक सरासरी पाऊस किती पडला हे कळते. तसेच नकाशावर 'समपर्जन्य रेषा' दाखविल्या असल्यास त्यावरूनही पावसाचे मापन करता येते. उदा.— पाणलोट क्षेत्रातील ज्या ज्या जागी सांखाच पाऊस पडतो अशा सर्व जागा एकाच रेषेने जोडलेल्या असतात व किती

पाणीपुरवठा

पाऊस पडतो हे त्या रेपेवर आकड्याने.....मि.मी.असे दर्शविलेले असते. पाऊस ८०० मि.मी.झाला याचा अर्थ पाणलोट क्षेत्रांत एका वर्षात पावसाचे पाणी ८०० मि.मी. उंचीपर्यंत साठले असा होतो. अशा रीतीने निरनिराळ्या जागी बदलत जाणाऱ्या पावसाऱ्या प्रमाणासाठी निरनिराळ्या 'समपर्जन्य रेखा' दाखविलेल्या असत्याने पाहिजे त्या जागेवरील पावसाचे वार्षिक सरासरी माप कळू शकते. पावसाचे माप, पाणलोट क्षेत्राचे क्षेत्रफल, व वर्षात्क्षणांक माहीत झाल्यावर या सर्व गोष्टीवरून वर्षात्क्षणाचे मापन करता येते.

पावसाचे मान प्रत्येक वर्षी सारखेच न राहता ते बदलत असत्याने पाणलोट क्षेत्रातील पाण्याची उपलब्धता अजमावताना सरासरी वाईट वर्षातील पाऊस विचारात घेतात व त्यासाठी अशा पावसाची किंमत सरासरी वार्षिक पावसाऱ्या $\frac{1}{3}$ ते $\frac{2}{3}$ इतकी घरतात.

पावसाऱ्या तीव्रतेवरूनही पाण्याची उपलब्धता काढता येते. समजा १०,००० चौरस मीटर क्षेत्रफलावर (एक हेक्टर जागेकर) ताशी २५ मि. मी. याप्रमाणे तीव्रता असलेला पाऊस पडत असला तर $10,000 \times \frac{1}{3} \text{ वर्ष } \times \frac{2}{3} = 0.007$ घन मीटर दर सेकंदास इतकी पाण्याची उपलब्धता असेल.

२. दुसऱ्या पद्धतीत पाण्याऱ्या प्रवाहाची प्रत्यक्ष मोजणी करण्यासाठी प्रवाहात एक लहानसा बंधारा घालतात. अशा बंधान्यावरून प्रवाहाचे पाणी ओसंझून वाहात असते. बंधान्यावरून वाहगाऱ्या पाण्याची उंची व बंधान्याची लांबी मोजून फान्सिसन्या सूत्राचा उपयोग करून वर्षात्क्षणाचे मापन करता येते.

बंधान्याच्या माश्याची जाडी अरुद असेल तर——

$$v = 10.84 \text{ ल उ } \frac{3}{2}$$

'व' म्हणजे वर्षात्क्षण (घनमीटर, दर सेकंदास), 'ल' म्हणजे बंधान्याची लांबी (मीटरमध्ये), आणि 'उ' म्हणजे बंधान्याच्या माश्यावरून वाहणाऱ्या पाण्याची उंची (मीटरमध्ये).

बंधान्याच्या माश्याची जाडी रुद असेल तर——

$$v = 10.71 \text{ ल उ } \frac{3}{2}$$

प्रवाह मोजणीची ही पद्धत जास्त खर्चाची व जास्त वेळ लागणारी असली तरी जास्त विधासार्ह आहे. म्हणून ज्या वेळी एखाद्या प्रकल्पाची आखणी करतात त्या वेळी कोरड्या व ओल्या वर्षीमध्ये वरील पद्धतीने प्रवाहाची प्रत्यक्ष मोजणी करतात.

३. तिसऱ्या पद्धतीत वर्षात्क्षणाची उपलब्धता जलदरीत्या काढण्यासाठी खालील अनुमत्यासिद्ध सूत्रे वापरतात. प्रकल्पाच्या अगदी प्राथमिक अवस्थेत सूत्रे वापरून केलेले वर्षात्क्षणाचे मापन समाधानकारक असते.

(अ) हूँलीसची सूत्रे—

घाटातील जागांसाठी :

व (पाणलोट क्षेत्रातील वर्षाक्षवण, सै. मी. मध्ये) = (०.८५ प) - ३०.४८
प म्हणजे पाणलोट क्षेत्रात पडणारा सरासरी वार्षिक पाऊस, सै. मी. मध्ये.

दिगर घाटातील जागांसाठी :

$$व = \frac{प}{इपृष्ठ} (प - १७.७८)$$

(च) खोसलांचे सूत्र—

$$व = प - १.२७ (१०८ त + ३२) + २.५४ \text{ क}$$

त म्हणजे सरासरी वार्षिक तपमान, सेटिग्रेडमध्ये. क म्हणजे स्थिरांक.

४. चवश्या पद्धतीत वर्षाक्षवणाचे तके अगर आलेल (उदा.— बालोंचे तके आणि स्ट्रेन्जचे आलेल) वापरून माहीत असलेल्या पाणलोट क्षेत्रातील वर्षाक्षवणाचे मापन अंदाजे करता येते.

वरील चार पद्धती वापरून सरासरी वर्षाक्षवणाचे मापन केले असता जल-संचयाची आवश्यकता आहे किंवा नाही हे ठरविता येते. पाण्याची मागणी उपलब्धतेपेक्षा (वर्षाक्षवणापेक्षा) चाढती असेल तर जलसंचय करणे अत्यावश्यक ठरतेच. मागणी व पुरवठा या दोन गोर्ध्वांशून जलाशयाची जलसंचयाची समर्थता किंती पाहिजे त्याचा विचार करणे सोपे जाते. जलसंचय वर्षभरातील काही क्रमांतर लागेल का पूर्ण वर्षभर लागेल हे पर्जन्यमानावर किंवा त्यातल्यात्यात पाण्याची मागणी व वर्षाक्षवणाची उपलब्धता यांच्या तुलनेवर अवलंबून राहील. एखादे वेळी कदाचित जलसंचय करण्याची आवश्यकताही भासणार नाही; कारण नदीतील पाण्याचा प्रवाह वारामास असू शकेल व पाणी ही मागणी पुरविण्याइतके उपलब्ध असू शकेल. परंतु अशी शक्यता फार कमी. व्हुतेकक्षून आपल्याकडील नद्यांना पांवसाळ्यात भरपूर पाणी असते, तर इतर वेळी ते फार कमी असते. अशा वेळी पाण्याचा तुटवडा, विशेषत: उन्हाळ्यात भासतो व म्हणून वर्षभर समाधानकाऱ्यक पाणीपुरवठा करण्यासाठी ‘वार्षिक साठा’ करणे प्राप्तन ठरते.

अशा रीतीने जलाशयाचे महत्त्व दुहेरी ठरते. एक म्हणजे काही क्रमांत कमी पडणाऱ्या पाणीपुरवड्याविशुद्ध इलाज, व दुसरे म्हणजे ओल्या वर्षातील पावसाळ्यात जास्त प्रमाणात उपलब्ध होणाऱ्या पाण्याचा साठा करून ते पाणी पुढील कोरड्या वर्षात पुरविणे. ज्या ठिकाणी नैसर्गिक तळी असून त्यात भरपूर पाणी असेल त्या ठिकाणी मात्र कृत्रिम जलाशयाची आवश्यकता नसते.

२-६. जलसंचय समर्थता (Size of storage reservoir) :)

जलाशयाची जलसंचय समर्थता किंती पाहिजे हे गणिताने काढण्याच्या दोन पद्धती आहेत. पहिली पद्धत म्हणजे अंकगणिती पद्धतीने नदीतील पाण्याच्या प्रवाहाचे दरमहा उपलब्ध होणारे पाणी व त्या त्या महिन्यातील पाण्याची मागणी यांची वजाबाबी करून ज्या ज्या महिन्यात मागणीपेक्षा पुरवठा कमी असेल त्या त्या महिन्यातील कमी पडणाऱ्या पुरवठ्याची वेरीज करून तितका जलसंचय करणे. प्रत्येक महिन्यातील नदीच्या पाण्याची उपलब्धता काढताना वापीभवन व पाझरण यामुळे येणारी घट लक्षात यावी लागते.

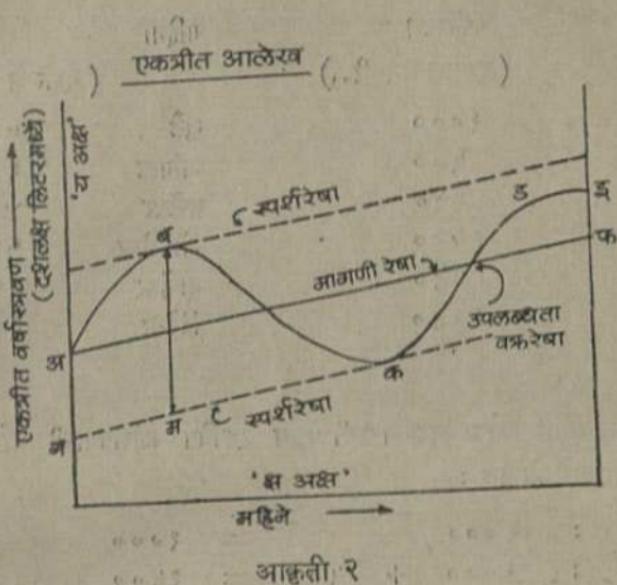
()
दुसरी पद्धत म्हणजे एकनित आलेखाची. काही प्रमाणभूत आलेख व अनुभव-सिद्ध झालेले आलेख विचारात घेऊन एकनित आलेख काढतात व त्याकरून जलसंचय किंती ठागोल ते काढता येते. आलेख काढण्याची रीत खाली दिली आहे (आकृती २ पाहा).

१. प्रथम मागील २० वर्षांच्या वार्षिक पर्जन्याची केलेली नोंद घेऊन त्यातील एकापुढील एक अशा ज्या तीन वर्षांत कमीत कमी पाऊस पडला असेल तो काळ विचारात घेतात. कारण वाईट कालातील पुरवठा व मागणी या दोन गोष्टी लक्षात यावयाच्या असतात. नंतर अशा कालातील दरमहा पडलेल्या पावसाची टिप्पणी करून घेतात.

२. वरील कालातील पाणलोट भेत्रात प्रत्येक महिन्यात होणाऱ्या वर्षांखंडाचे मापन, पाण्याच्या प्रवाहाची प्रत्यक्ष मोजणी करून केलेल्या नोंदीवरून करतात. असे मापन दुसऱ्या तंहेने म्हणजे प्रत्येक महिन्यातील पाऊस वजा घट (वर्षांखंडांक गृहीत धरून) यावरून करता येते.

३. आलेख काशदावर खालची आडवी बाजू 'क्ष अक्ष' यावर कालाच्या सुरुवातीपासूनचे महिने मांडतात व उभी बाजू 'य अक्ष' यावर त्या त्या महिन्यातील एकनित वर्षांखंडाची मापे मांडतात. अशा तंहेने आलेले विंदू एकमेकांस जोडल्यावर 'उपलब्धता वक्रेषा' तयार होते.

४. पाण्याची 'मागणी रेषा' काढण्यासाठी वार्षिक मागणी माहीत हवी. त्यासाठी प्रत्येक महिन्यात किंती पाणी लागले ते काढून सुरुवातीपासून पुढील प्रत्येक महिन्यातील एकनित पाण्याचा खप जमेस धरतात, आणि ही आलेली किंमत एका सरळ तिरप्या रेषेने दर्शवितात; तीच 'मागणी रेषा' होय. उपलब्धता वक्रेषा आणि मागणी रेषा द्या दोन्ही रेषांची सुरुवात एकाच विंदूतून करावी लागते.



अबकडृ ही 'उपलब्धता वक्ररेषा' आहे आणि अफ ही 'मागणी रेषा' आहे. 'इ' हा विंदू 'फ' या विंदूच्या वर येत असल्यास वर्षास्वत्वापासून उपलब्ध होणारे पाणी मागणीपेक्षा जास्त आहे व म्हणून जलसंचय करणे शक्य आहे असे समजावे. उपलब्धता वक्ररेषेवरील 'क' हा विंदू मागणीरेषेच्या सर्वात खाली राहणारा विंदू असल्याने त्या ठराविक कालात पुरवण्यापेक्षा मागणी जास्त असल्याचे दर्शवितो व म्हणून कृत याच कालात जलसंचयाची आवश्यकता असल्याचे निर्दर्शनास पेते.

५. यानंतर जलाशयातील जलसंचयाची समर्थता खालीलप्रमाणे काढतात :

गक रेषा उपलब्धता-वक रेषेवरील 'क' या सर्वात खालच्या विंदूतून अफ या मागणी रेषेला समान्तर काढावयाची. गक रेषा व उपलब्धता वक्ररेषा यातील सर्वात जास्त उभे अंतर म्हणजे 'बम' हे 'क' विंदूपाशील तारखेच्या कोणत्याही अगोदरच्या तारखेस आवश्यक असणारी जलाशयातील जलसंचयाची समर्थता होय. याचे मापण 'य' अक्षावर 'बम' च्या उंचीइतके राहील व ते दशलक्ष लिटरमध्ये असेल.

उदाहरण :

पाण्याची मागणी दरमहा २,५०० दशलक्ष घनमीटर असल्यास जलाशयातील जलसंचयाची जास्तीत जास्त समर्थता किती लागेल हे खाली दिलेल्या माहितीक्रून का एकत्रित आलेखावरून काढा.

महिना	वर्षास्त्रवण (दशलक्ष घन मी.)	महिना	वर्षास्त्रवण (दशलक्ष घन मी.)
जानेवारी	१०००	जुलै	७६३०
फेब्रुवारी	५००	ऑगस्ट	६४३०
मार्च	३५०	सप्टेंबर	४१००
एप्रिल	२४०	ऑक्टोबर	५२००
मे	६८०	नोव्हेंबर	३४१०
जून	२६८०	डिसेंबर	२३१०

रीत :

उपलब्धता वक्रेषा काढण्यासाठी प्रथम एकत्रित वर्षास्त्रवणाची मापे काढा.
ती खालीलप्रमाणे होईल :

जानेवारी	:	१०००	=	१०००
फेब्रुवारी	:	१०००	+	५००
मार्च	:	१५००	+	३५०
एप्रिल	:	१८५०	+	२४०
मे	:	२०९०	+	६८०
जून	:	२७७०	+	२६८०
जुलै	:	५४५०	+	७६३०
ऑगस्ट	:	१३०८०	+	६४३०
सप्टेंबर	:	१९५१०	+	४१००
ऑक्टोबर	:	२३६१०	+	५२००
नोव्हेंबर	:	२८८१०	+	३४१०
डिसेंबर	:	३२२२०	+	२३१०

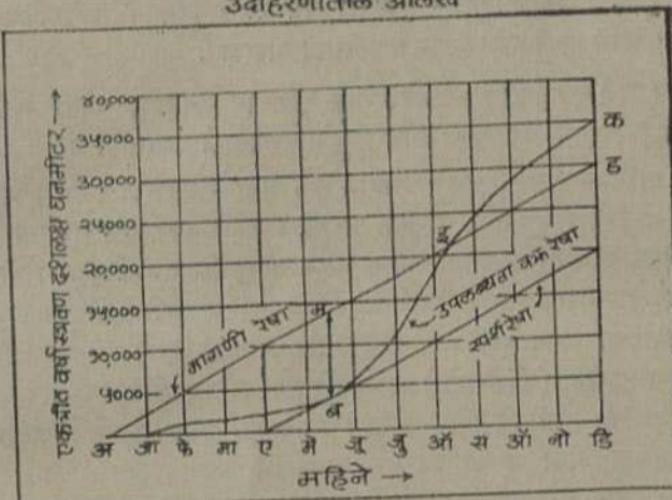
वरील मापांवरून उपलब्धता वक्रेषा 'अबक' काढा. (आकृती ३ पाहा.)

नंतर एकत्रित मागणी ही $२५०० \times १२ = ३०,०००$ दशलक्ष घनमीटर
इतकी होईल. त्यावरून मागणीरेषा अड काढा.

उपलब्धता वक्रेषा व मागणीरेषा यांची सुरुवात एकाच विंदूपासून करून आलेल पुरा करा. दोन्ही रेषा एकमेकांस 'इ' विंदूत ऑगस्ट महिन्याच्या आसपास छेदतात असे दिसून येते. तत्पूर्वी म्हणजे ऑगस्ट महिन्यापर्यंत पाण्याची मागणी पाण्याच्या उपलब्धतेपेक्षा जास्त आहे आणि म्हणून या काळात जलसंचय करण्याची आवश्यकता आहे. या काळातील दोन रेषांमधील जास्तीत जास्त उमे अंतर 'बम'

म्हणजेच जलाशयातील जलसंचयाची जास्तीत जास्त समर्थता असून तिची किंमत 'y' अक्षावर १०,००० दशलक्ष घनमीटर आहे.

उदाहरणातील आलेख



आकृती ३

२-७. उपादान :

नदी, कालवा, तळे, जलाशय इत्यादीमधून पाणी नळावाटे वाहेर काढून घेण्यासाठी जे वांधकाम केलेले असते त्यास 'उपादान' म्हणातात. नळावाटे वाहेर काढून घेतलेले पाणी पुढे जलशुद्धीकरण केंद्राकडे पाठविले जाते. उपादानासाठी जागा निवडताना व एकंदर रचना करताना पाणी दूषित होणार नाही, वाळू किंवा इतर तरंगणारे पदार्थ उपादानातील पाणी आत घेण्याचे मार्ग वंद करणार नाहीत इत्यादी गोष्टींची काळजी घ्यावी लागते. जोरदार वान्यासुले उपादानाला धोका पोहोचण्याचा संभव असतो. तसेच वान्यासुले प्रवाहाच्या तळातील चिखल व वारीक वाळू ढवळली जाऊन पाणी घाणेरडे वनते. जोरदार प्रवाहाच्या टिकाणी उपादान वांधल्यास तरंगणारे पदार्थ, वर्फ, इत्यादी गोष्टी उपादानावर जोरात वाहात येऊन आदलण्याचा संभव असतो. ज्या कालव्यादून नावा व लहान वोटी इत्यादींची वाहतुक होते अशा कालव्यात शक्य तो उपादान वांधू नये; कारण तेथील पाणी वोटीतील सांडपाणी व इतर घाण पदार्थ वाहेर टाकल्याने दूषित झालेले असते. उपादानासाठी योग्य जागा निवडताना आजू-बाजूच्या अनेक किलोमीटर अंतरातील जमीन व पाणी यांची आरोग्यदृष्ट्या पाहणी करणे आणि नजीकच्या आसमंतातील जलशाखांदृष्ट्या पाहणी करणे या दोन गोष्टी

‘श्रस्यावश्यक आहेत. उपादान बांधकमासाठी लागण्यारा खर्च, पाण्याच्या उपलब्धतेची निश्चितता व पाण्याचे गुणधर्म इत्यादी बाबीचा विचार करणेही जरुरीज्ञे आहे. ताणा—

उपादानांचे वर्गीकरण मुख्यतः दोन प्रकारांत करतात—

(अ) पाण्याखालील — बुडलेले? असे उपादान लहान तळी किंवा लहान सरोवरे यांतील पाणी बाहेर काढून घेण्यासाठी वापरतात.

(ब) पाण्यावरील — उघडे, असे उपादान जलाशय, मोठी तळी किंवा मोठी सरोवरे इत्यादींतील पाणी बाहेर काढून घेण्यासाठी वापरतात.

पाण्याखालील — बुडलेले उपादान तके अगर सरोवराच्या तळाशी चर खणून व त्यात नलिका बसवून तयार करतात. चरातील नलिकेमोवती मऊ साहित्य भरतात व नलिकेवरील भागावर कटीण साहित्य भरून चर बुजवितात. नलिकेच्या जोडासाठी लवचिक जोड वापरतात व पाणी नलिकेत शिरणाऱ्या बाजूकडील तोंडासाठी घेण्याच्या आकारासारखा तुकडा बसवितात. तोंडाकडील बाजू सुरक्षिततेसाठी लाकडी किंवा कॉकीट गव्हाणीने (पिंजन्याने) आच्छादितात, व खुद तोंडावर आडव्या-उम्या पोलादी गजांची जाळी किंवा तार-चाळणी बसवितात. अशा प्रकारचे उपादान कमी खर्चाचे असतात व ते पाण्यात लोलवर असल्याने जलबाहतुकीस त्यांचा अडथळा होत नाही. मात्र असे उपादान गाळामुळे बुजले जाण्याची किंवा नलिकेच्या तोंडाशी वारंवार गाळ साठण्याची शक्यता फार असते. नलिकेएवजी तळाशी बोगदा खणून पाणी बाहेर घेण्याचीही पद्धत आहे.

पाण्यावरील — उघडे उपादान नदीच्या काठाशी अगर मोठे तळे किंवा जलाशय असेल तर किंवा पाण्यासून आतील बाजूस काही अंतरावर बुरुजासारखे बांधलेले असतात व त्यांना ‘उपादान बुरुज’ म्हणतात. उपादान बुरुज जेव्हा बाहेरील पाण्याच्या पातळीइतक्या पाण्याने आतील बाजूसही भरलेला असतो तेव्हा त्यास ‘ओला उपादान बुरुज’ म्हणतात, व जेव्हा उपादान बुरुजातून नलिकेच्या साहाय्याने बाहेरील पाणी परस्पर नलिकेवाटे नेले जाते. अशा घेळी खुद बुरुजात पाणी नसते म्हणून त्यास ‘कोरडा उपादान बुरुज’ म्हणतात.

२-८. उपादानासाठी योग्य ठिकाणाची निवड :

उपादानासाठी योग्य ठिकाण निवडताना खालील गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतात :

(१) जेथे शीत्र प्रवाह नसतील ते ठिकाण निवडावे.

(२) जमीन रिथर हवी. नदीचा सरळ मार्ग जेथे असेल तो भाग सर्वात चांगला; कारण तेथे गाळ साचणे किंवा नदीकाठची धूप होणे अशा प्रकारांचा संभव कमी असतो.

(३) उपादानापर्यंत पोहोचण्यासाठीच्या मार्गात (पहुंच मार्गात) अडथळे नसावेत.

(४) उपादानात येणाऱ्या पाण्याची तळ-पातळी ही नदीच्या पाण्याच्या सर्वात खालच्या प्रातलीच्याही खाली असावी.

(५) पाण्यात असलेले आलंबित पदार्थ ते पाणी उपादानात येण्यापूर्वी रिथराचून खाली बसण्यासाठी उपादानाबाहेर योग्य तितकी जागा हवी. अशी जागा पाण्याच्या पहुंच-मार्गातील गाळ खरखड्हन काढ्हन तयार करता येते.

(६) उपादानाजवळील हमारतीच्या जमिनीची पातळी नदीच्या पाण्याच्या जास्तीत जास्त पूर-पातळीच्या वर हवी.

(७) थेंड पाणी मिळण्यासाठी नदीच्या पाण्याच्या पृष्ठभागाखालील पाणी उपादानाचून बाहेर काढ्हन घेण्याची व्यवस्था करावी. मात्र असे करताना नदीच्या तळापाशील गढूळ पाणी (आलंबित पदार्थयुक्त) उपादानात येण्याचा संभव असतो.

(८) काठापासून उपादान काही अंतरावर बांधल्यास पाणी दूषित होण्याची शक्यता कमी असते.

(९) उपादानात पाणी घेण्यासाठी पुरेवी विक्रे (प्रवेशनलिका) ठेवावीत. म्हणजे ज्या वेळी जास्तीत जास्त पाणी उपादानात येईल त्या वेळी भोवरायुक्त प्रवाह तयार होणार नाहीत व त्यामुळे उपादानात नदीच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंगणारे पदार्थ खेचले जाणार नाहीत.

(१०) उपादानात येणाऱ्या नलिकेच्या शेवटी पाण्यातील मासे व तरंगणारे पदार्थ येऊ नयेत म्हणून संरक्षणव्यवस्था केली पाहिजे.

पाणी उपादान बुरुजात आल्यावर तेथून ते संकर्षक नलिकेवाटे ' जॅक-विहिरी ' त नेले जाते. जॅक-विहिरीतील पाणी पंपाच्या साहाय्याने उपसून पुढे शुद्धीकरण प्रक्रियेसाठी नेतात. संकर्षक नलिकेतून वाण्याच्या पाण्याचा वेग दर सेकंदास 0.6 ते 1 मीटर इतका असतो. या वेगावरून नलिकेचा व्यास किती पाहिजे ते ठरविता येते. मात्र त्यासाठी दर सेकंदास नलिकेतून किती पाणी जावयास हवे (धन मीटरमध्ये) ते माहीत असावयास पाहिजे.

२-९. उपादानाचे प्रकार :

सर्वसाधारणपणे उपादानाचे तीन प्रकार आहेत, ते म्हणजे—

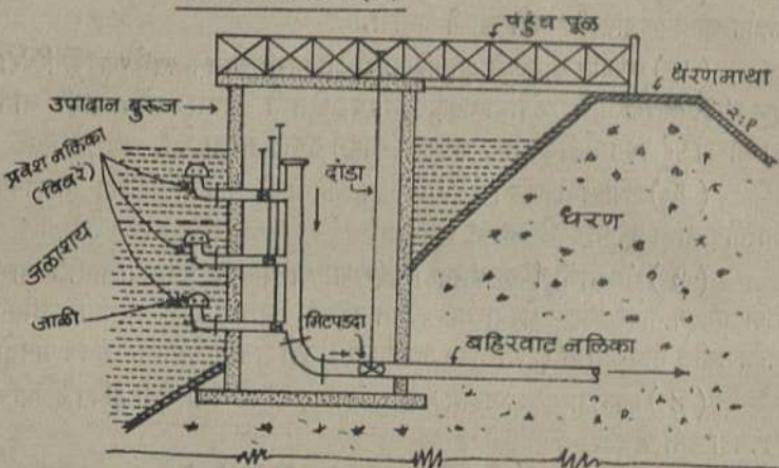
(अ) जलाशय किंवा सरोवरासाठी उपादान (Reservoir intake),

(ब) नदीसाठी उपादान (River intake),

(क) कालव्यासाठी उपादान (Canal intake).

(अ) जलाशय उपादान : आकृती ४ पाहा.

जलाशय उपादान

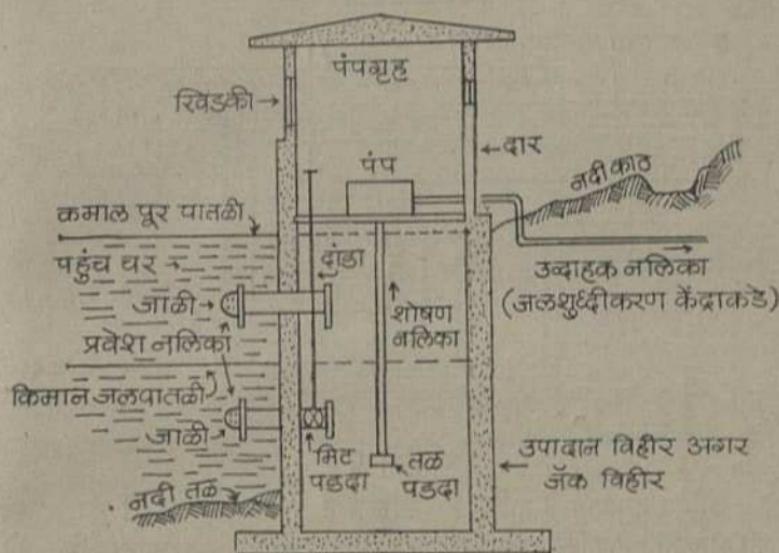


आकृती ४

वरील आकृतीवरून जलाशय उपादानाची कल्पना येईल. अशा उपादानाच्या साहाय्याने दर खेपेस पृष्ठभागापासून खालच्या पातळीवरील पाणी काढून घेता येते. उपादान बुरुजात अनेक पातळीवर प्रवेशनलिका किंवा विवरे टेबल्याने व प्रत्येक प्रवेशनलिकेस मिट-पडदा बसविल्याने एका वेळी एक किंवा अनेक प्रवेशनलिकांदून पाण्याच्या योग्य वा अयोग्य गुणधर्मानुसार पाणी उपादान बुरुजात घेता येते व ते बहिरवाट नलिकेमार्गे जॅक-विहिरीत सोडता येते. निरनिराळ्या पातळीवरील प्रवेशनलिकांमुळे दर खेपेस शक्य तो निवळलेले पाणी मिळू शकते. जलाशय उपादान बुरुजाची भिंत वरुळाकार असून ती कँकीट किंवा दगडी वांधकाम केलेली असते. ज्या वेळी मातीचे धरण असते अशा वेळी उपादान बुरुज पाण्याच्या बाजूस धरणाच्या पायथ्याशी वांधलेला असतो व दगड अगर कँकीट धरणांच्या बाबतीत तो खुदू धरणाच्या भिंतीतच असू शकतो. प्रत्येक प्रवेशनलिकेच्या तोऱावर जाळी बसविलेली असते व त्यामुळे पाण्यातील तरंगणारे पदार्थ आत येऊ शकत नाहीत व बहिरवाट नलिकेत अडथळा होत नाही. धरणमाध्यापासून उपादान बुरुजापर्यंत पोहोचण्यासाठी पहुंच पूल वांधलेला असतो त्यामुळे प्रवेशनलिका व बहिरवाट नलिका यांच्यावरील मिट-पडद्यांची उघडझाप करणे सोपे जाते.

(ब) नदी उपादान : आकृती ५ पाहा.

नदी उपादान

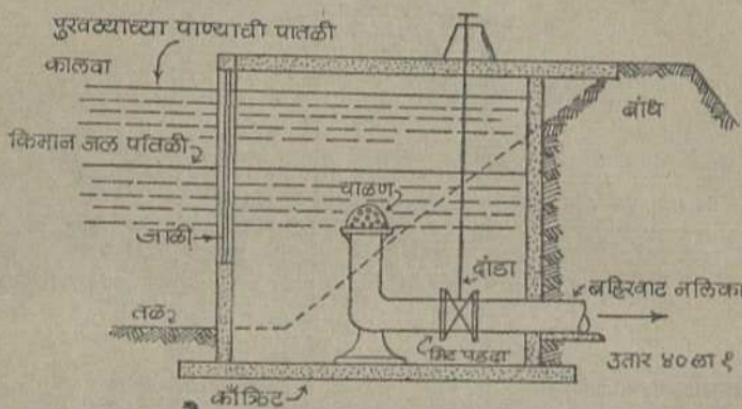


आकृती ५

नदी उपादानासाठी कॉकीटचे बांधकाम केलेली उपादान विहीर असते. उपादान विहीरीत पाणी येण्यासाठी नदीतील पाण्याच्या बाजूस आकृतीत दाखविल्या-प्रमाणे प्रवेशनलिका बसविलेल्या असतात. प्रवेशनलिकेच्या तोंडाच्या बाजूस जाळी व मागील बाजूस मिट-पडदा बसविलेला असतो. प्रवेशनलिका पाण्याच्या निरनिराळ्या पातळीवर बसविलेल्या असतात. सर्वांत खालची प्रवेशनलिका नदीच्या किमान जल-पातळीच्या खाली परंतु नदीतलापासून वर बसविलेली असते; त्यामुळे नदी-उपादानात सतत पाणी आत येऊ शकते व ते गाळविरहित असते. उपादान विहीरीत अगर 'जॅक-विहीरी' त कमाल पूर-पातळीच्या वर कॉकीटची जमीन बांधून त्यावर विहीरीतील पाणी वर खेचण्यासाठी पंप बसविलेला असतो. उद्घाहक पंप असल्यास त्याच्या शोषण-नलिकेच्या तळाशी तळपडदा असतो, त्यामुळे पंपाचे कार्य वंद असल्यास पंपातील व शोषण-नलिकेतील पाणी गुरुत्वाकर्षणामुळे निघून जाऊ शकत नाही व त्यामुळे पंप पुढ्या सुरु करते वेळी पंपात व शोषण-नलिकेत पाणी भरावे लागत नाही. पंपाने वर खेचलेले पाणी उद्घाहक नलिकेतून जलशुद्धीकरण केंद्राकडे पाठविले जाते. पंपाच्या सुरक्षिततेसाठी व इतर यंत्रसामग्री, मिट-पडद्यांची उघडव्याप इत्यादी गोर्धीसाठी पंपय्यावांधलेले असते.

(क) कालवा उपादान : आकृती ६ पाहा.

कालवा उपादान



आकृती ६

कालवा-उपादान हे नालिका उपादानाच्या स्वरूपात असून ते कालव्याच्या तळाशी आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे कॉकीटच्या भिंती व तळ बांधून तयार केलेले असते. कालव्यातील पुरवव्याच्या पाण्याची पातळी बहुतांशी कायम राहात असल्याने कालवा-उपादानात एकच प्रवेश-नालिका पुरेशी असते. नालिकेचे तोड घंटेच्या आकाराचे वापरून त्यावर तारचाळण बसविलेली असते. तसेच उपादानात ज्या वाजूकडून पाणी आत व्यावयाचे त्या वाजूसू गजांची जाळी बसविलेली असते. यामुळे तरंगणारे पदार्थ आत येण्यास व बहिरवाट नालिकेत शिरण्यास मज्जाव केला जातो. बहिरवाट नालिकेच्या तोडाची पातळी कालव्यातील किमान जलपातळीच्या खाली ठेवलेली असते; त्यामुळे कालव्यातील पाणी सदैव मिळू शकते.

प्रकरण तिसरे

भूमिगत पाणी

३-१. भू-पृथग्खालील भूस्तरांच्या विशिष्ट रचनेमुळे मोऱ्या प्रमाणात पाणी साठविले जाते. भूपृष्ठावर साठारे व साठविलेल्या पाण्यापैकीही बरेच पाणी जमिनीत मुरते. असे सर्व पाणी डोंगरातील झरे, उथळ व खोल विहिरी, नलकूप, कारंजी-विहिरी, अंतर्दृश्यरण विहिरी, पाझर-बोळ इत्यादीमधून उपलब्ध होते. याच पाण्याला भूमिगत पाणी असे म्हणतात. अशा पाण्याचे गुणधर्म चांगले असल्याकारणाने भूमिगत पाण्याची उगमस्थाने महस्त्वाची मानली जातात.

पाण्यात जबळजबळ सर्व पदार्थ विरघळत असल्यामुळे भूमिगत पाण्याचे गुणधर्म ते पाणी जमिनीतील ज्या तन्हेच्या पदार्थीमधून वाहते व त्यातील कोणकोणते पदार्थ किंती किंती प्रमाणात विरघळले गेले त्यावर मुख्यत्वे अवलंबून असतात. कॅलिशियम, मेंग्रेशियम, सोडियम, पोटेशियम, लोह, मॅर्गेनीज इत्यादी पदार्थ पाण्यात विरघळणारे असून ते भूपृथग्खालील भागात निरनिराक्या जाडीच्या थरांच्या स्वरूपात आढळून येतात. भूमिगत पाण्याचा सांडपाण्यादी किंवा औयोगिक अपशिष्टादी संबंध आला नसेल तर त्या पाण्यात जंदू नसतात. समुद्रानजीफ्या भागातील विहिरीत समुद्राचे खारे पाणी येते. भूमिगत पाण्यात भिशुन, कर्बडी-प्राणिल, उज्जगाद्विद इत्यादी वायू विरघळलेल्या स्वरूपात असण्याचा संभव असतो. तसेच भूमिगत पाणी वहुतेक-करून कठीण असते. अशा सर्व कारणामुळे भूमिगत पाणी वापरण्याआधी ते शुद्ध करून घेणे आवश्यक ठरते.

३-२. विहिरी व त्यांचे प्रकार :

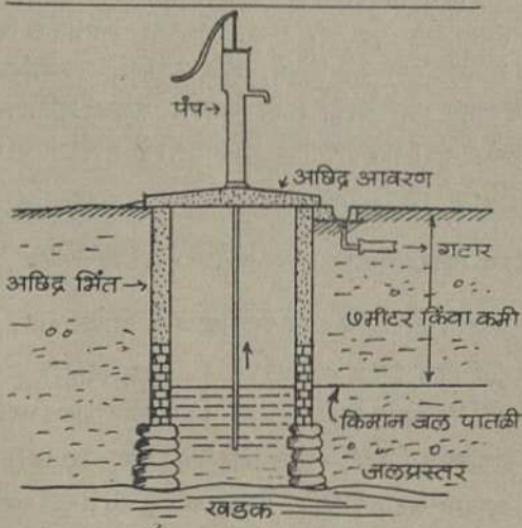
सर्वसाधारणपणे विहिरींचे प्रकार खालीलप्रमाणे आहेत :

- | | | |
|--|--|---------------------|
| (१) खोदीव विहिरी (Dug wells ) | \| | उथळ विहिरी |
| (२) नलिका विहिरी अगर नलकूप | | } (Shallow wells) |
| (३) ड्रिलने खणलेल्या विहिरी— खोल विहिरी (Deep wells) | | |
| (अ) आधात छेदन विहिरी (Percussion drilled wells) | | |
| (व) पाणझोतांच्या मदतीने खणलेल्या विहिरी (Jetted wells) | | |
| (क) कोअर (गर्भ) ड्रिल विहिरी (Core-drill wells) | | |
- विहिरी खणण्याच्या पद्धतीवरून त्यांचे प्रकार तयार झाले आहेत.

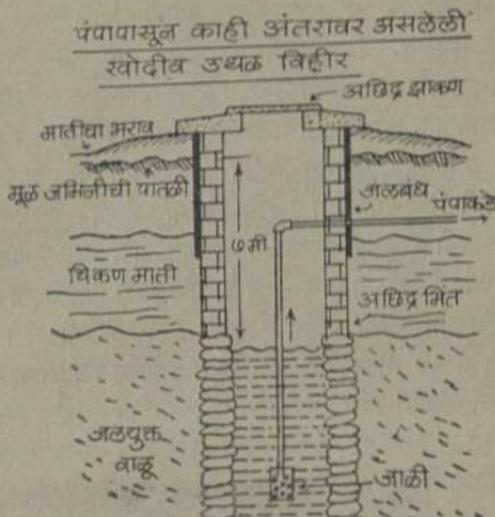
(१) खोदीव विहिरी : आकृत्या ७-अ आणि ७-ब पाहा.

खोदीव विहिरी या उथळ असून त्या कमी खर्चात तयार होत असल्याने कुषिप्रधान देशांमध्ये त्या सर्वत्र आढळून येतात. लहान विहिरी सामान्त: १ ते ३ मीटरपर्यंत व्यासाच्या असतात व मोठ्या विहिरी १२ मीटर व्यासाच्याही असू शकतात. अशा विहिरीची खोली ३० मीटरपर्यंतही असू शकते. खोदीव विहिरीचे खोदकाम कुदली, पहारी, फावडी इत्यादी आयुधे वापरून करतात. खोदीव विहिरींना आतील बाजूस विटा, दगड अगर कॉकीटचे बांधकाम केलेले असते; त्याला 'अस्तर' म्हणतात. अस्तरामुळे विहिरीच्या परिधाभोवतीची ढिली अगर भुसमुशीत माती अगर मुर्म विहिरीत कोसळत नाही. या अस्तरास 'कडे' असेही म्हणतात. ज्या विहिरीच्या पाण्याचा उपयोग पिण्यासाठी करावयाचा असतो त्या विहिरीच्या अस्तराचा सर्वोत्तरील २ ते ३ मीटर उंचीचा भाग अछिद्र केलेला असतो व विहिरीच्या तोंडावर कॉकीट अगर त्यासारख्या पदार्थाचे अछिद्र आवरण टाकलेले असते. यामुळे भूमिगत जंतू व भू-पृष्ठावरील अपशिष्टे यांच्यायोगे विहिरीतील पाणी दूषित होण्याचे टळते.

माथ्यावर पंप बसवलेली खोदीव उथळ विहीर



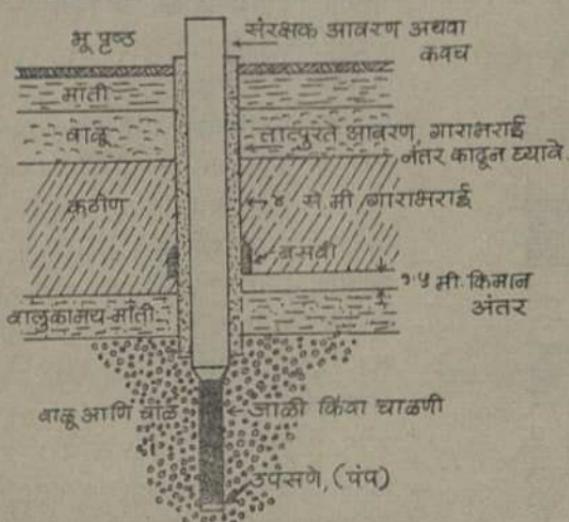
आकृती ७-अ



आकृती ७-व

(२) नलिका-विहीरी अगर नलकूप : आकृती ८ पांहा.

नलिका विहीर अगर नलकूप.



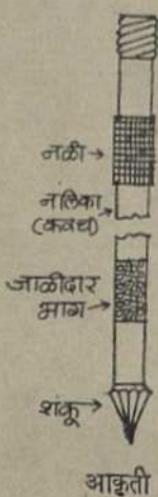
आकृती ८

अद्या प्रकारच्या विहिरी भुसभुशीत जमिनीत 'खोलवत' अगर सामत्यासारख्या हत्याराने खणतात. जमिनीचा प्रकार, विहिरीचा व्यास व खोली या गोष्ठी विचारात घेऊन त्याप्रमाणे खोलवत हातांनी, अश्वशक्तीने अगर गेंसोलिन (पेट्रोल) शक्ती वापरून फिरवितात. खोलवतात माती भरली गेल्यावर ते बाहेर ओढून माती काढून टाकून स्वच्छ करतात, व पुन्हा विहीर खणण्याची किया खोलवत फिरवून सुरु करतात. खणण्याची किया ज्या वेळी भूमिजल पातळीच्या खालील वाढूमध्ये सुरु होते त्या वेळी खणलेली वाढू पंप वापरून उपसण्यात येते. साधारणतः ५ सेंटिमीटर ते ७५ सेंटिमीटरपर्यंत व्यासाच्या व ९ ते १२ मीटरपर्यंत खोलीच्या नलिका-विहिरी हातांनी फिरवायच्या खोलवतांनी खणता येतात. २० सेंटिमीटर ते ७५ सेंटिमीटर व्यासाच्या व ७०.५ ते ९० मीटरपर्यंत खोलीच्या नलिका-विहिरी खणण्यासाठी मात्र यांत्रिक खोलवतांचा उपयोग करावा लागतो. नलिका-विहिरीत एक किंवा जास्त जल-प्रस्तरांतील पाणी गोळा केले जाते, व ही गोष्ठ विहिरीच्या एकंदर खोलीवर अवलंबून राहते. ज्या ज्या ठिकाणी जल-प्रस्तराचा भाग येईल त्या त्या ठिकाणी जाळी वसविण्यात येते, व त्यामुळे जल-प्रस्तरावील फक्त पाणी विहिरीत येऊ शकते; वाढूचे कण येऊ शकत नाहीत.

(३) ड्रिलने खणलेल्या विहिरी :

(अ) आघात-छेदन विहिरी :

ज्या ठिकाणी जमीन भुसभुशीत व रवाळ मातीची असेल त्या ठिकाणी आघात-आघात छेदन विहिरीसाठी नव्ही



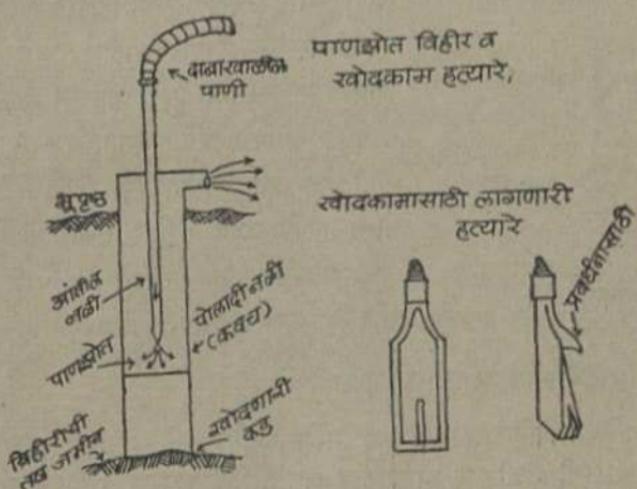
छेदन विहिरी खणतात. अद्यी विहीर खणताना आफूती ९ मध्ये दालविल्याप्रमाणे पोलादी नव्हीच्या बुंध्यादी शंकूच्या आकाराचा पोलादी तुकडा वसवून ती नव्ही घणाच्या साहाय्याने जमिनीत पाणी लागेपर्यंत वरून ठोकतात. नंतर या नव्हीत एक नलिका घालतात. या नलिकेचा बुंध्याकडील काही भाग जाळीदार असतो व त्यावरील भागावर छिद्रे असतात. नलिकेचा व्यास २.५ ते १५ सें.मी.पर्यंत असतो. जमिनीखाली ज्या ठिकाणी वाढू असलेला प्रस्तर येईल त्या त्या ठिकाणातील वाढू नव्हीत येऊ नये म्हणून नलिके-वरील छिद्रावर जाळीचे आवरण घालतात. नव्ही जमिनीत ठोकताना जाळीदार भागाला घका पोहोचू नये म्हणून व छिद्रे बुजून जाऊ नयेत म्हणून बुंध्याकडील शंकूच्या व्यास नव्हीच्या व्यासापेक्षा मोठा

ठेवलेला असतो. त्यामुळे नव्हीच्या व्यासापेक्षा जमिनीत पडणाऱ्या भोकाचा व्यास मोठा राहतो. पाणी लागल्यावर बाहेरील नव्ही काढून घेतात.

आधात-छेदन विहिरी कमी व्यासाच्या व कमी खोलीच्या असतात. कारण नव्ही जास्त खोलीपर्यंत ठोकणे अवघड जाते, व त्यामुळे अशा एका विहिरीपासून सर्वसाधारणपणे दर मिनिटाळा १०० ते १५० लिटर इतके पाणी मिळू शकते. यापेक्षा जास्त पाणी लागल्यास एका विहिरीमोवती वर्तुलाकार जागेत अनेक विहिरी खणतात व शोषण-पंपाच्या साहाय्याने त्यांतील पाणी खेचून काढतात.

(च) पाणझोताच्या मदतीने खणलेल्या विहिरी :

पाणझोताच्या मदतीने खणावयाच्या विहिरीसाठी ज्या नव्हीतून पाणझोत सोडावयाचा ती आतील नव्ही, बाहेरील पोलाडी नव्ही (कवच), आणि आतील नव्हीतून सतत दाखाखाली पाणी सोडण्यासाठी पंप असे साहित्य लागते. खुद खण-प्याच्या कियेसाठी आकृती क. १० मध्ये दाखविल्याप्रमाणे हत्यारे लागतात व ती आतील नव्हीच्या कुंध्याशी वसवून माती, वाळू, चाळ इत्यादी प्रकारची भुसमुशीत जमीन खणतात. ज्या जागी विहीर खणावयाची त्या जागेवर सर्वप्रथम बाहेरील पोलाडी



आकृती १०

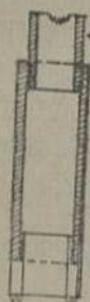
नव्ही (कवच) उभी करून त्या नव्हीत आतील नव्ही सोडून खोदकामास सुरुवात करतात. खणून झालेली माती व सैल झालेली माती पाण्याच्या झोताने पाण्यात मिसळली जाऊन ते पाणी बाहेरील नव्ही व आतील नव्ही या दोन नव्ह्यांमधील पोकळ जागेदून वर येते व मग ते भू-पृष्ठावर पडते. काही वेळा बाहेर पडणारे गढूळ पाणी निक्षेपण टाक्यात साठवून ते निवलल्यावर पाणझोतासाठी पुन्हा वापरतात. पाणझोताने

खण्लेल्या विहिरी १०.५ मीटर व्यासापर्यंत असू शकतात, व त्या फार जलद रीतीने खण्टा येतात. उकरलेली माती पाण्याबरोब्र जसजशी बाहेर येऊ लागते तस्तशी बाहेरील पोलादी नली तिच्या वजनाने खाली खाली जाते, व अशा रीतीने पाहिजे त्या खोलीची विहीर खण्टा येते.

(क) कोअर (गर्भ) ड्रिल विहीर : आकृती ११ पाहा.

कठीण दगडात विहीर खोदण्यासाठी कोअर (गर्भ) ड्रिल पदत वापरतात. या पदतीत एका पोकळ नलीच्या दुंध्यादी परिधासमवेत काटेरी दात (काळे हिरे)

कोअर ड्रिल



→ दांडा

→ पोकळ नली



काळे हिरे

आकृती ११

वसविलेले असतात. हे दात दगडापेक्षा कठीण असल्याने नली फिरविली असता दगडात भोक पडत जाते व सैल होऊन निघालेले दगडाचे तुकडे व भुकटी पोकळ नलीतून वर येऊन बाहेर निघू शकते. काही वेळा पाणी वापरून दगडाचे तुकडे व भुकटी बाहेर काढता येते. भूमिगत पाणी लागेपर्यंत विहीर खोदाई चालू ठेवतात. अशा विहिरी दगडात खोदलेल्या असल्यामुळे त्यांना आतील बाजूस आवरणाची आवश्यकता नसते. मात्र धातूच्या नलीचे कवच थेटपर्यंत कायमचे ठेवलेले असते, व त्यामुळे नलीतून पाणी वर खेचता येते. विहीरही बुजली जाण्याचा घोका नसतो. अशा विहिरी एक मीटर व्यासापर्यंत असू शकतात. सर्वसाधारणपणे ३०० मीटर खोलीपर्यंत त्या खण्टा येतात.

३-३. विहीरीसाठी कवच व चाळणी :

नलिका-विहीरी अगर नलकूप आणि ड्रिलने खगलेल्या विहीरी यांच्यासाठी कवच व चाळणी यांची फार आवश्यकता असते. विहीर खण्णून झाल्यावर नलिकातुक कवच खगलेल्या भोकामध्ये सोडतात. निरनिराळ्या लांबीच्या नलिका एकमेकाना स्कू-सॉकेट सांध्यामुळे जोडता येतात व त्यामुळे पाहिजे तेवढ्या लांबीचे कवच तयार होऊ शकते. कवचाचा व्यास थेटपर्यंत एकच असू शकतो, किंवा एक अगर दोन ठिकाणी लहानही करता येतो. लहान व्यासाचे कवच विहीरीच्या खालच्या पातळीवर वापरतात. कवच वापरल्याने विहीरीच्या व्यास मोठा मोठा होत जात नाही; कोरड्या भू-प्रस्तरात विहीरीत लागलेले पाणी निघून जाऊ शकत नाही; भू-वृत्तावरील धाण विहीरीत पडून पाणी दूषित होऊ शकत नाही; तसेच विहीरीच्या वरच्या बाजूच्या

जल-प्रस्तरातील वाईट गुणधर्म असलेले पाणी विहिरीत येऊ शकत नाही, व त्यामुळे विहिरीतील पाण्याचे गुणधर्म अवाधित राहू शकतात. कवच वापरल्याने अयोग्य अशा भू-रचनेतही विहिरी खणणे शक्य होते.

विहिरीतील कवच-नलिका थोडी वर उच्चदून घेऊन तिच्या तळाळी चाळणी अगर जाळी वसवितात. चाळणीचा उपयोग जल-प्रस्तरातील वाळूचे कण विहिरीत येऊ नयेत यासाठी होतो. चाळणीमुळे फक्त पाणीच्या विहिरीत येते. चाळणीला अनेक बारीक बारीक छिंद्रे असतात. अशा सर्वे छिंद्रांचे क्षेत्रफल असे असते की, त्यादून विहिरीत येणाऱ्या पाण्याचा वेग दर सेकंदास ७.५ सें. मीटरपेक्षा जास्त नसतो. चाळणीतील छिंद्रांचा आकार किंती पाहिजे हे ज्या वाळुकामय प्रस्तरात चाळणी वापरावयाची त्या प्रस्तरातील कोरड्या वाळूच्या कांगांचे पृथक्करण करून ठरवितात. छिंद्रांची एकूण संख्या अशी ठेवतात की, सामान्यतः जल-प्रस्तरातील ७० टके वाळूचे कण चाळणीदून पलीकडे जाऊ शकतील व निदान ३० टके कण तरी विहिरीत येऊ शकणार नाहीत. छिंद्रे बुजणार नाहीत व पाणी भरपूर प्रमाणात विहिरीत येईल हेही पाहावे लागते. चाळणी गंजू नये म्हणून ब्रॉश, पितळ अगर स्टेनलेस स्टील यांसारख्या न गंजणाऱ्या धारूपासून बनविलेली असते.

बरेच वेळा जल-प्रस्तरातील वाळूचे कण व नलिकेचे कवच ह्या दोन्हीमधील सापटीत कंकर टाकून विहिरीत येणारे पाणी वाढविण्याची पद्धत आहे.

३-४. विहिरीतील पाण्याची उपलब्धता :

विहिरीतून किंती पाणी उपलब्ध होऊ शकेल ते सूत्रे वापरून काढता येते. अशी सूत्रे डारसीच्या नियमावर आधारालेली आहेत. डारसीचा नियम हा पाणी झिरप-ण्याचा वेग, जल-प्रस्तरातील पदार्थांची वाहकता आणि जल-पातळीचा उतार या गोर्धीच्या परस्पर संबंधावद्दल आहे. या नियमाप्रमाणे—

$$\text{उ} = \frac{\text{स्व}}{\text{प}}$$

उ = जल-पातळीचा उतार =

जल-पातळीवरील कोणत्याही दोन विवूंच्या उंचीतील फरक
त्या दोन विवूंमधील उतारांची लांबी

स्व = एक चौरस मीटर क्षेत्रफलातून झिरपणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण दर दिक्षी लिटरमध्ये;

प = वाहकता गुणांक (माइन्झरच्या व्याख्येनुसार).

डारसीच्या नियमावर आधारित डयुमिटचे सूत्र खालीलप्रमाणे आहे :

$$x = \frac{\pi \times p (\frac{d_1^2}{4} - \frac{d_2^2}{4})}{r} \text{ लिटर प्रतिदिनी;}$$

२.३ लॉग_{१०} $\frac{r}{R}$

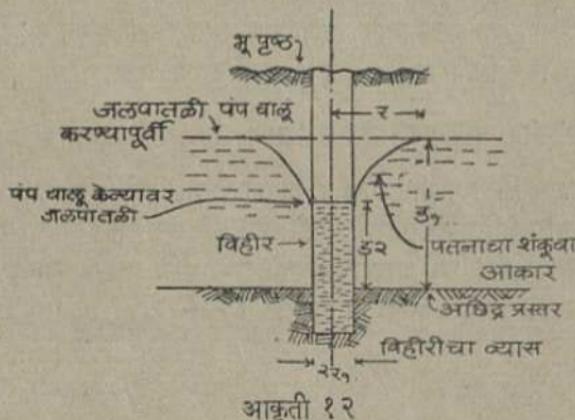
किंवा—

$$x = k \left(\frac{\frac{d_1^2}{4} - \frac{d_2^2}{4}}{\frac{r}{R}} \right) \text{ लिटर दर मिनिटाळा.}$$

क हा स्थिरांक असून त्याची किंमत $\frac{p \times 1000 \times \pi}{2.3 \times 60 \times 24}$ इतकी आहे.

d_1, d_2, r आणि R हे आकृती क. १२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे असून त्याच्या किंमती मीटरमध्ये आहेत. r या त्रिज्येची किंमत सर्वसाधारणपणे ३०० मीटर धरतात.

साईं विहीर-पाण्याची उपलब्धता



विहीरीतील पाण्याची उपलब्धता अजमावण्यासाठी सूत्रांखेरीज सोम्या अशा दुसऱ्या दोन पद्धती प्रचारात आहेत, त्या म्हणजे : (अ) पंप-चाचणी पद्धत, आणि (ब) पुनर्भरण पद्धत.

(अ) पंप-चाचणी पद्धत :

या पद्धतीत विहीरीवर पंप बसवून विहीरीतील पाणी बाहेर उपसतात. पाणी विहीरीबाहेर उपसण्याची क्रिया अशा रीतीने चालू ठेवतात की, विहीरीतील पाण्याची पातळी एका विवक्षित (सुरक्षित) पातळीच्या खाली जाणार नाही, व पाणी या

सुरक्षित पातळीवरच कायम राहील. म्हणजे त्या विहिरीत जेवढे पाणी आत येते तेवढेच पाणी पंपाच्या साहाय्याने बाहेर उपसले जाते. तेव्हा पंपादून बाहेर येणारे पाणी मोजले म्हणजे विहिरीतील पाण्याची उपलब्धता कळून येते.

सुरक्षित पातळी कोणती हे खालील गोष्टीवरून ठरवितात—

विहिरीतील पाणी उपसण्याचे प्रमाण बाढवत गेले तर एका ठराविक मर्यादेपलीकडे भू-जलप्रस्तरादून विहिरीत येणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण कमी पडत जाते व त्यामुळे पाणी आपणहून आत येण्याएवजी तेही विहिरीत खेचले जाऊन त्यावरोवर जलप्रस्तरातील बाळूही आत येऊ लागेल व त्यामुळे गढूळ पाणी पंपाबाहेर पळू लागेल. तेव्हा अशा ज्या कमाल मर्यादेपर्यंत गढूळ पाणी पंपाबाहेर येणार नाही, म्हणजेच विहिरीत बाळूचे कण येणार नाहीत व ही गोष्ट विहिरीतील पाण्याच्या ज्या कमाल पातळीपर्यंतच शक्य आहे ती पातळी सुरक्षित पातळी होय.

पंप-चाचणी पद्धत ही वर्षातील पावसाचा मोसम सोडून राहिलेल्या मोसमातच वापरतात.

पंप-चाचणी पद्धतीत जर 'ख' इतके पाणी 'त' तासात उपसले व पंप बंद केल्यावर त, तासात जर विहिरीतील पाण्याची पातळी मूळ पातळीइतकी झाली तर—

$$\text{सुरक्षित उपलब्धता} = \frac{\text{ख}}{\text{त} + \text{त}} \text{ लिटर, दर ताशी, इतकी होईल.}$$

(च) पुनर्भरण पद्धत : (Recuperation test)

या पद्धतीत विहिरीतील पाणी कोणत्याही एका पातळीपर्यंत पंपाच्या साहाय्याने उपसतात. नंतर पंप बंद करून विहिरीतील पाण्याची पातळी पूर्ववत (मूळ पातळीपर्यंत) होण्यासाठी लागणारा वेळ मोजतात. पंप सुरु करण्यापूर्वी पाण्याची मूळ पातळी विहिरीच्या तळापासून ड_1 , उंचीवर असेल, आणि ही पातळी पंपाने उपसा केल्यावर व पंप बंद केल्यावर ड_2 , उंचीवर असेल, तर ($\text{ड}_1 - \text{ड}_2$) इतक्या उंचीचे पाणी विहिरीत परत येईल. त्यासाठी समजा, त इतके तास लागले असतील तर पाण्याची उपलब्धता खालील सूत्रावरून काढता येते—

$$\text{ख} = 2 \cdot 3 \times \frac{\text{क्ष}}{\text{त}} \times \text{लॉग} \frac{\text{ड}_1}{\text{ड}_2} \text{ घनमीटर, दर ताशी, एक मीटर उंचीसाठी.}$$

क्ष = विहिरीचे क्षेत्रफळ, चौरस मीटरमध्ये.

त = पुनर्भरणासाठी लागलेला वेळ, तासात.

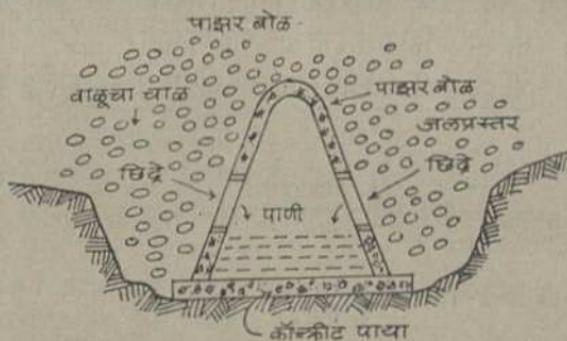
$\text{ड}_1 - \text{ड}_2$ = त तासात विहिरीत आलेल्या पाण्याची उंची, मीटरमध्ये.

∴ पाण्याची उपलब्धता = ख $\times \text{ड}_2$ घनमीटर, दर ताशी, ड_2 उंचीसाठी.

३-५. अंतर्झरण विहिरी किंवा पाझरबोळ (Infiltration wells or gallery) :

अंतर्झरण विहिरी या जलप्रस्तरातील पाण्याच्या प्रवाहात खण्लेल्या असतात. बहुधा त्या प्रवाहास लंबायमान अशा असतात. त्या नदीच्या काटाशी किंवा काही वेळा नदीच्या पात्रातही वांधतात. अशा विहिरीमध्ये पाणी झिरपून आत येते. काही वेळेस अनेक विहिरी एकादोजारी एक वांधून त्या सर्वांचे पाणी एकत्र करतात व मग पंपाच्या साहाय्याने पाणी वाहेर काढून त्याचा पुरवठा करतात.

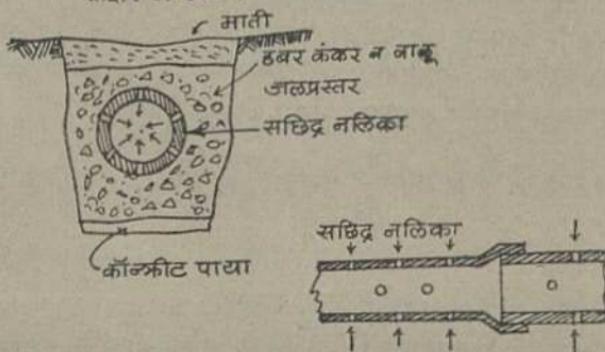
पाझरबोळ म्हणजे आडव्या विहिरी होत व ते जल-प्रस्तरात बोगदा खण्ल्याप्रमाणे असतात. आकृती १३ पाहा. यातही पाणी झिरपून आत येते.



आकृती १३

कॉन्क्रीट किंवा विटा वापरून पाझरबोळांचे बांधकाम केलेले असते. या बांधकामात ठिकिटिकाणी अशुचिद्रे किंवा जलछिद्रे ठेवलेली असतात. या छिद्रांदूनच जल-

पाझर नलिका.



आकृती १४

प्रस्तरातील पाणी द्विरपून पाझरबोळात येऊन साठते. ज्या ठिकाणी पाझर-नलिका वापरली असेल त्या ठिकाणीही नलिकेतील छिद्रांतून पाणी आत येते. आकृती १४ पाहा. दोन नलिकेतील जोडही सैल ठेवलेला असल्यामुळे त्यातूनही पाणी आत येऊ शकते. अशा रीतीने पाझरबोळ किंवा पाझर-नलिकेत साठलेले पाणी पंपाच्या साहाय्याने उपसरात व ते शुद्ध केल्यावर दैनंदिन व्यवहारासाठी वापरतात. पाझरबोळ अगर पाझर-नलिकेच्या वाहेरील बाजूस डवर, बाळूचा चाळ अगर कंकर याचे आवरण ठेवलेले असते. त्यामुळे जल-प्रस्तरातील बाळूचे वारीक कण व माती पाण्याबरोबर जलछिद्रांतून पाझरबोळात अगर पाझर-नलिकेत येऊ शकत नाही. पाझरबोळ जमिनीच्या पृष्ठभागाखाली ६ ते १० मीटर खोलीपर्यंतच वांधतात.

३-६. झरे :

भू-पृष्ठाखालील जल-प्रस्तर जेव्हा उघडा पडतो त्या वेळी त्यातील पाणी झन्याच्या रूपाने बाहेर पडते. सर्वसाधारणपणे डोंगर किंवा टेकडीच्या उतारावर झरे आढळून येतात. झरे दोन प्रकारचे असू शकतात. एक प्रकार म्हणजे 'भूतलस्थ झरा'. व दुसरा प्रकार म्हणजे 'भूगर्भस्थ झरा'.

भूतलस्थ झरा



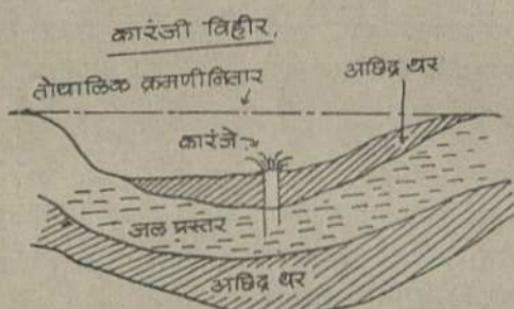
आकृती १५

भूतलस्थ झरा हा जमिनीच्या तोंडावर, आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे असतो. भूगर्भस्थ झरा हा जमिनीच्या खालचा झरा होय. असा झरा दोन अछिद्र यरांमधील जलप्रस्तर उघडा झाला की तयार होतो. उदा.— जमिनीत विहीर खणताना असे झरे लागतात. याच झन्यांमुळे विहीरीत पाणी येते.

भूतलस्थ झन्याला येणारे पाणी हे भूमिजल पातळीवर अवलंबून असते. पावसाळ्यात पावसाचे पाणी जमिनीत सतत मुरत राहिल्याने भूमिजलपातळी बाढत राहते व त्यामुळे भूतलस्थ झन्यांतून सतत पाणी बाहेर पडत असते. परंतु पावसाळ्यानंतर भूमिजल पातळी जेव्हा खाली खाली जाते त्या वेळी भूतलस्थ झन्यातून बाहणारे

पाणी कमी-कमी होत जाऊन उन्हाळ्यात तर पाणी येण्याचे बंदच होते, व आपण ‘झरा आटला’ असे म्हणतो. भूगर्भस्थ झन्यांच्या बाबतीतही असाच प्रकार घडत असतो. ज्या वेळेस झन्यांतून येणारे पाणी अजिवात बंद होते त्या वेळी विहीर कोरँडी पडते व आपण ‘विहीर आटली’ असे म्हणतो.

‘आर्टिशिअन झरा’ अगर ‘कारंजी विहीर’ हाही भूगर्भस्थ झन्याचा प्रकार आहे. आकृती १६ पाहा. अशा प्रकारात जल-प्रस्तरातील पाणी दोन अछिद्र



आकृती १६

थरांमध्ये दावाखाली असते. त्यामुळे भूपृष्ठ-भागापासून जलप्रस्तरापर्यंत छिद्र खणताच पाणी उसक्कून वर येते व ते एखाच्या कारंज्याप्रमाणे पडत राहते. अशा विहीरी क्रान्स देशात आर्टीशस नाचाच्या स्वेच्छात प्रथम पाडल्या, व त्यावरून त्यास ‘आर्टिशन’ किंवा ‘आर्टिशियन’ विहीरी असे नाव पडले.

भूतलस्थ झन्यातील पाण्यापेक्षा भूगर्भस्थ झन्यातील पाण्याचे गुणधर्म जास्त चांगले असतात. याचे कारण पावसाचे पाणी जमिनीत मुरताना जमीन गाळणीचे कार्य करते व त्यामुळे पाण्यातील अशुद्धे दूर केली जाऊन त्वच्छ पाणी जमिनी-खालील खोलवरच्या जल-प्रस्तरात साठते व हैच पाणी भूगर्भस्थ झन्यादून बाहेर पडते.

प्रकरण चवथे

पाण्याची मागणी व परिमाण

४-१. पाण्याची गरज :

कोणत्याही शहरास पाणी-पुरवठा करताना पाण्याची गरज व त्यानुसार एकंदर मागणी या गोष्ठीचा विचार करावा लागतो. पाण्याची एकंदर मागणी ही शहरातील लोकसंख्या, कारखाने, उद्योगधंडे इत्यादी गोष्ठीवर अवलंबून राहते. सर्वसाधारणपणे पाण्याची मागणी ही खालील कारणांसाठी असते :

(अ) घरगुती वापरासाठी : द्यामध्ये विण्यासाठी, स्नानासाठी, स्वयं-पाकासाठी, कपडे धुण्यासाठी, संडास व मुतान्यांसाठी, मांडी धासण्यासाठी, जनावरांसाठी, बागांसाठी इत्यादी गोष्ठीचा समावेश होतो. घरगुती वापरासाठी दर-डोई दरदिवशी साधारणतः सरासरी १३५ ते २२५ लिटर पाणी लागते.

(च) उद्योगधंडांसाठी : द्यामध्ये कारखान्यांसाठी लागणारे पाणी, हॉटेल्स, भुवने, दुग्धशाळा, कचन्या, व्यापारी केन्द्रे, इत्यादींसाठी लागणान्या पाण्याचा समावेश होतो. लोकसंख्येच्या आधारे सर्वेसाधारणपणे दर-डोई दरदिवशी सरासरी ४५ ते २२५ लिटर इतके पाणी उद्योगधंडांसाठी लागेल, असा प्राथमिक अंदाज करण्यास हरकत नाही.

(क) सार्वजनिक वापरासाठी : द्यामध्ये सांडपाणी व मैला वाहून नेणारे भूमिगत नळ साफ करण्यासाठी लागणारे पाणी, रस्त्यांवर शिपडावे लागणारे पाणी, उद्यानांसाठी, पोहोण्यान्या तलावांसाठी, कारंज्यांसाठी, व सर्वात महत्त्वाचे अशा अग्रिशमनासाठी लागणान्या पाण्याचा समावेश होतो. सार्वजनिक वापरासाठी साधारणतः दर-डोई दरदिवशी सरासरी २० ते ७५ लिटर इतके पाणी लागेल असे समजावे.

(ढ) वाया जाणारे पाणी : पाण्याच्या नळांचे जोड वरोवर नसल्यास, नळांना तडे गेले असल्यास किंवा ते फुटले असल्यास, घरांतील नळांचे जोड ठीक नसल्यास, तसेच संडास, मुतांया, इत्यादींसाठी वसविलेल्या टाक्यांतील झडपा गळत असल्यास, घरांतील पाण्याच्या तोळ्या गळक्या असल्यास वरेचसे पाणी वाया जाते. चोवीस तास पाणीपुरवठा नसल्यामुळे ज्या वेळी पाणीपुरवठा बंद असतो त्या वेळी घरातील पाण्याच्या तोळ्या उघड्याच ठेवल्या जातात व पुन्हा पाणी सुरु झाल्यावर पाणी येण्यापूर्वी तोळ्या संपूर्णतः बंद करून ठेवण्याची काळजी न घेतल्याने वरेच पाणी वाया जाते. दर-डोई दरदिवशी सरासरी ६० ते २०० लिटर इतके पाणी वाया जाते असा अंदाज आहे.

वरील चारही गोर्टीसाठी पाण्याच्या मागणीचे प्रमाण खालीलप्रमाणे मानता येईल :

घरगुती वापरासाठी	...	३५ टके
उद्योगधंयासाठी	...	३५ टके
सार्वजनिक वापरासाठी	...	१० टके
वाया जाणारे पाणी व नासधूस होणारे पाणी	}	२० टके
	एकूण...	<u>१०० टके</u>

पाण्याची एकंद्र मागणी ही खालील गोर्टीवर अवलंबून असते :

- (१) शहराचे आकारमान,
- (२) लोकांची राहणीमान पद्धत,
- (३) पाण्याचा पुरवव्याचा व वाटपाचा दाव,
- (४) पाण्याची स्वच्छता, शुद्धता व पुरवव्याची किंमत,
- (५) औद्योगिक कारखाने व उद्योगधंयासाठी लागणारे परिमाण,
- (६) सार्वजनिक उपयोसाठी लागणारे परिमाण,
- (७) वाया जाणारे पाणी व नासधूस होणारे पाणी,
- (८) अग्निशमनासाठी लागणारे परिमाण,
- (९) मीटर पद्धतीनुसार करण्यात येणाऱ्या पाणी-वाटपाचे शेकडा प्रमाण,
- (१०) मैला पाण्याने धुवून काढण्याच्या पद्धतीची सोय.

भारतात निरनिराळ्या गोर्टीसाठी सामान्यतः खालील प्रमाणात पाणी लागते :

घरगुती वापरासाठी :

दर-डोई दरदिवशी लिटर

पिण्यासाठी	...	३
स्वच्छपाकासाठी	...	५
संडासातील वापरासाठी	...	२०
भांडी घासणे व घरसफाईसाठी	...	१५
कपडे धुण्यासाठी	...	१५
संडास, मुतारी इ. सफाईसाठी	...	३०
साध्या स्नानासाठी (आंघोळीसाठी)	...	१३५ ते १८०
द्रोणीतील (टब) आंघोळीसाठी	...	३० ते ३५
कारंज्याखालील (शॉवर) आंघोळीसाठी	...	१५ ते २०

गुरे न जनावरे यांच्या वापरासाठी :

	लिटर प्रत्येकी
घोडा	... ७०
खेचर व गाढव	... ३०
गाय अगर म्हैस	... ३५
शेळी, मेंटी, डुकर	... ५

नगरपालिकेच्या वापरासाठी :

दर-डोई दरदिवशी लिटर

रस्त्यावर शिंपडण्यासाठी ... ७

(१० चौरस मीटरला ५ लिटर, याप्रमाणे)

सांडपाणी व मैला वाहून नेणाऱ्या नळ-सफाईसाठी ... ३

अग्रिशमनासाठी ... १

उद्यानांसाठी दर चौरस मीटरला २ लिटर याप्रमाणे.

कोणत्याही इकाणांची एकंदर लोकवस्ती विचारात घेतली तर सवेसाधारणपणे खालीलप्रमाणे पाणी लागते :

(१) १००० ते ५००० पर्यंत लोकवस्तीच्या ठिकाणांना, भुयारी गटार योजना नसल्यास, दरडोई दरदिवशी ७० लिटर.

(२) ५००० ते २०,००० पर्यंत लोकवस्तीच्या ठिकाणांना, भुयारी गटार योजना नसल्यास, दरडोई दरदिवशी ९० लिटर.

(३) २०,००० ते ५०,००० पर्यंत लोकवस्तीच्या ठिकाणांना, भुयारी गटार योजना असेल तर, दरडोई दरदिवशी १४० लिटर.

(४) ५०,००० ते २,००,००० पर्यंत लोकवस्तीच्या ठिकाणांना दर-डोई दरदिवशी १८० लिटर.

(५) २,००,००० च्या वरील लोकवस्तीच्या ठिकाणांसाठी दरडोई दर-दिवशी २१० लिटर. यामध्ये उद्योगधंद्यांसाठी लागणाऱ्या पाण्याचा समावेश केलेला आहे.

ग्रामीण भागांच्या बाबतीत ज्या विहिरी किंवा नलकूप यांमधून पाणीपुरवठा होतो त्यामधील पाण्याची उपलब्धता दरडोई दरदिवशी कमीत कमी २५ लिटर तरी असावयास हवी. तसेच अशा विहिरीचे राहण्याच्या जागेपासूनचे अंतर जास्तीत जास्त ४०० मीटरपर्यंतच असावे. त्याच्यप्रमाणे साधारणपणे ५०० लोकांसाठी कमीत कमी एक विहिर घरांपासून जास्तीत जास्त १२०० मीटर अंतरापर्यंत असावी.

४-२. अग्निशमनासाठी लागणारे पाणी :

ज्या ठिकाणांची लोकवस्ती १०,००० पेक्षा जास्त आहे अशा ठिकाणी अग्निशमनाची सोय असावयास हवी; व ज्या वेळी लोकसंख्या ५०,००० पेक्षा जास्त असेल अशा वेळी अग्निशमनासाठी अव्यावत यंत्रसामुग्ही व भरपूर पाणीपुरवठा पाहिजेच. भारतात अग्निशमनासाठी दरडोई दरदिवशी एक लिटर या प्रमाणात पाण्याचा अंदाज घरतात; परंतु अमेरिकेसारख्या प्रगत देशांत अग्निशमनासाठी एकूण किती पाणी लागेल त्याचा अंदाज सूत्र वापरून करतात. काही सूत्रे खाली दित्याप्रमाणे आहेत व त्यांचा उपयोग अमेरिकेसारख्या देशांत करतात :

$$\text{कुइचिंगचे सूत्र : } p = 145 \sqrt{l}$$

$$\text{फ्रीमनचे सूत्र : } p = 45 \left(\frac{l}{5} + 10 \right)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{नेशनल बोर्ड ऑफ फायर} \\ \text{अंडररायट्सचे (अमेरिका) सूत्र} \end{array} \right\} p = 225 \sqrt{l} \left(1 - \frac{\sqrt{l}}{100} \right)$$

वरील सूत्रांत 'प' म्हणजे पाणी दर मिनिटास लिटरमध्ये, आणि 'ल' म्हणजे लोकसंख्या, हजारांत.

४-३. लोकसंख्या : सांप्रत व भावी :

प्रत्येक माणसाला दररोज किती पाणी लागेल याचा सर्वसाधारणपणे कसा अंदाज करावयाचा हे आपण पाहिले. आता एखाद्या शहरासाठी पाणीपुरवठा योजना करावयाची झाल्यास सध्या पाणी किती लागेल व भावी काळात पाणी किती लागेल हे ठरवावे लागते. सध्या पाणी किती लागेल ते नुकत्याच झालेल्या शिरणाती किंवा खानेसुमारीतील सांप्रतच्या लोकसंख्येच्या आकड्यांवरून काढता येईल. परंतु भावी काळात पाणी किती लागेल ते काढण्यासाठी भावी लोकसंख्येचा अंदाज करावा लागेल. सर्वसाधारणपणे भावी काळ २५ ते ५० वर्षे इतका घेतात. पैकी ५ वर्षांचा काळ पाणीपुरवठा योजनेचा आराखडा मंजूर झाल्यापासून योजना प्रत्यक्ष अंमलात येई-पर्यंत (कार्यान्वित होईपर्यंत) लागेल असे गृहीत घरतात. भावी काळाच्या शेवटी पाण्याची एकंदर मागणी किती राहील हे कळण्यासाठी 'भावी लोकसंख्ये'चा अंदाज करावा लागतो व त्यासाठी खालील पद्धती प्रचलित आहेत :

पद्धत १ ली : अंकगणितानुसार वाढ (Arithmetical method) :

या पद्धतीत लोकसंख्येतील वाढ स्थिर घरली जाते. गेल्या तीन किंवा चार दशकांतील लोकसंख्येच्या वाढीची सरासरी घेऊन ती वाढ सांप्रतच्या लोकसंख्येत

मिळवितात; म्हणजेच—

$$\text{ल}_\text{भावी} = \text{ल}_\text{सांप्रत} + (\text{व} \times \text{प})' \text{ हे सूत्र वापरता येईल.}$$

यांत 'ल' म्हणजे लोकसंख्या, 'व' म्हणजे जितक्या दशकांनंतरची भावी लोकसंख्या हवी असेल तितकी दशके, आणि 'प' म्हणजे लोकसंख्येच्या वाढीचे प्रमाण. या पद्धतीनुसार केलेला भावी लोकसंख्येचा अंदाज कमी ठरतो. लोकसंख्या विरुद्ध दशक वर्ष याचा आलेख जर सरळ रेष येत असेल तरच वरील पद्धतीनुसारचा अंदाज बरोबर येतो.

पद्धत २ री : भूमितीनुसार वाढ (Geometrical method) :

या पद्धतीत दशकापासून दशकापर्यंतची लोकसंख्येतील वाढीची टक्केवारी स्थिर घरली जाते. लोकसंख्या विरुद्ध दशकवर्ष याचा आलेख जर वक्ररेषा असेल तर ही पद्धत वापरतात. मात्र या पद्धतीनुसार केलेला भावी लोकसंख्येचा अंदाज जास्त ठरतो. कारण जेव्हा शहराचा विकास स्थिरावतो तेव्हा लोकसंख्येच्या वाढीची टक्केवारी कमी होत जाते.

$$\text{ल}_\text{भावी} = \text{ल}_\text{सांप्रत} \times \left(1 + \frac{\text{प}'}{100} \right)^\text{व}$$

या सूत्रात प्र' म्हणजे लोकसंख्येची वाढीची टक्केवारी.

पद्धत ३ री : वृद्धिगत वाढ (Incremental increase method) :

या पद्धतीत अंकगणितानुसार वाढ व भूमितीनुसार वाढ अशा दोन्ही पद्धतीचा मिळाफ करण्यात आला असून त्यामुळे कायदा मिळतो. शहराच्या मागील दशकांतील लोकसंख्येचे जितके आकडे उपलब्ध असतील तितके घेतात. नंतर दर दोन दशकांतील लोकसंख्येची वाढ काढतात. आणि त्यावरून दर दोन दशकांतील वाढीतील फरक काढतात. यावरून वाढीची सरासरी आणि वाढीतील फरकांची सरासरी असे दोन निरानिराळे सरासरीचे आकडे उपलब्ध होतात. त्यावरून भावी काळातील कोणत्याही दशकाअखेरची लोकसंख्या काढता येते ती अशी—

$$\text{ल}_\text{भावी} = \text{ल}_\text{सांप्रत} + \text{द}_\text{वा} + \frac{\text{द}(\text{द}+1)}{2} \times \text{व}$$

यांत 'द' म्हणजे दशकांची संख्या, 'व' म्हणजे दशकांमधील सरासरी वाढ, आणि 'व' म्हणजे वृद्धिगत वाढीची सरासरी (वाढीतील फरकांची सरासरी).

पद्धत ४ थी : तुलनात्मक वाढ :

निरनिराळ्या पण सारख्या असलेल्या (शिक्षण, औद्योगिक वर्गे) शहरांच्या मार्गील दशकांतील लोकसंख्येचे आकडे जमा करतात. आता जर नवीन शहराची लोकसंख्या (भावी) काढावयाची असेल तर त्या शहराची एकंदर वाढ, रचना, स्थिती इत्यादी गोर्धंवाबत माहीत असलेल्या कोणत्या शहराची साम्यता आहे ते पाहतात व अशा शहराची मार्गील दशकांतील माहीत असलेल्या लोकसंख्येच्या आकड्यांवरून तुलनात्मक घटिकोणाठून नवीन शहराची भावी लोकसंख्या ठरवितात.

पद्धत ५ थी : आलेख :

दर दशकाला शिरगणती केली जाते व लोकसंख्येचे आकडे प्रसिद्ध केले जातात. त्यावरून दशकांचे वर्ष व त्या वर्षीची लोकसंख्या यांचा आलेख काढतात. 'क्ष' अक्षावर दशकांची वर्षे व 'य' अक्षावर संबंधित लोकसंख्येचे आकडे स्थापतात व त्यावरून आलेख काढतात. हा आलेख शक्य तो ताणलेल्या इंग्रजी 'S' या अक्षरांच्या आकाराप्रमाणे असावा. अशा आलेखावरून भावी काढातील दशकांतील म्हणजेच माहीत असलेल्या शेवटच्या दशकापुढील दोन किंवा तीन दशकांनंतरची भावी लोकसंख्या काढता येते. त्यासाठी आलेख पुढील दोन किंवा तीन दशकांपर्यंत योग्य तर्फे वाढवावा लागतो. आकृती १७ पाहा.

उदाहरण : खालील उपलब्ध माहितीवरून निरनिराळ्या पद्धतीनी 'भावी लोकसंख्या' काढा :

शिरगणती वर्ष :	१८६०	१८७०	१८८०	१८९०	१९००
लोकसंख्या :	१९४०	६०३०	१०२१५	१८१२५	२५८५०
शिरगणती वर्ष :	१९१०	१९२०	१९३०	१९४०	
लोकसंख्या :	३३११०	४५६००	५५९१०	६२७७२	

भावी लोकसंख्या साल १९८० मधील काढावयाची आहे असे मानू. म्हणजेच भावी काळ साल १९४० पासून साल १९८० पर्यंत ४० वर्षीचा धरला आहे.

उत्तर :

पद्धत १ ली : अंकगणितानुसार वाढ :

$$\text{सूत्र : } \overset{\text{ल}}{\text{मावी}} = \overset{\text{ल}}{\text{सांप्रत}} + (\text{व} \times \text{प्र})$$

ल ची म्हणजे शेवटचे दिलेले साल १९४० मधील लोकसंख्या सांप्रत

६२७७२ आहे. भावी लोकसंख्या साल १९८० मधील म्हणजे साल १९४० पासून पुढच्या ४ दशकांनंतरची हवी आहे. म्हणून 'व'ची किंमत ४ राहील. साल १९३० पासून साल १९४० पर्यंत लोकसंख्येतील वाढ ६२७७२ वजा ५५९१० म्हणजेच ६८६२ इतकी आहे, आणि ती प्र'ची किंमत आहे. म्हणून—

$$\text{ल} = ६२७७२ + (४ \times ६८६२) = ९०२२०.$$

भावी

पद्धत २ री : भूमितीनुसार वाढ :

$$\text{सूत्र : } \text{ल}_\text{भावी} = \text{ल}_\text{साम्राज्य} \times \left(1 + \frac{\text{प्र}'}{100} \right)^v$$

प्रथम प्र'ची किंमत पाहू. त्यासाठी दिलेल्या शेवटच्या दोन दशकातील लोकसंख्येचे आकडे घेऊ.

साल १९३० मधील लोकसंख्या ५५९१० आणि साल १९४० मधील लोकसंख्या ६२७७२, म्हणून दशकातील वाढ ६२७७२ - ५५९१० = ६८६२; म्हणून वाढीची टक्केवारी $\frac{६८६२ \times १००}{५५९१०} = १२ = \text{प्र}'$

$$\text{साल } १९८० \text{ मधील लोकसंख्या} = ६२७७२ \times \left(1 + \frac{12}{100} \right)^8 \\ = ९८७७४.$$

किंवा, साल १९४० नंतरच्या प्रत्येक दशकातील लोकसंख्या खालीलप्रमाणे काढता येईल—

$$\text{साल } १९५० : ६२७७२ + ६२७७२ \times 0.12 = ७०३०५$$

$$\text{साल } १९६० : ७०३०५ + ७०३०५ \times 0.12 = ७८७४२$$

$$\text{साल } १९७० : ७८७४२ + ७८७४२ \times 0.12 = ८८१९१$$

$$\text{साल } १९८० : ८८१९१ + ८८१९१ \times 0.12 = ९८७७४$$

पद्धत १ ली व पद्धत २ री वरून काढलेल्या भावी लोकसंख्येच्या आकड्यांवरून असे दिसून येईल की अंकगणितानुसार आलेल्या आकड्याची किंमत कमी आहे व भूमितीनुसार आलेल्या आकड्याची किंमत जास्त आहे; आणि हे विधान वृद्धिंगत वाढ पद्धत व आलेल्या पद्धतीवरून मिळालेल्या भावी लोकसंख्येच्या आकड्यावरून स्पष्ट होईल.

पद्धत ३ री : वृद्धिगत वाढे.

प्रथम खालीलप्रमाणे तका भरावा :

दशक	दशकातील वाढ	दशकातील यादीतील फरक
१८६०	४०९०	
१८७० >	४२८५	+ ९५
१८८०	७९१०	+ ३७२५
१८९०	७७२५	- १८५
१९००	७२६०	- ४६५
१९१०	१२४९०	+ ५२३०
१९२०	१०३१०	- २१८०
१९३०	६८६२	- ३४४८
१९४०		

एकूण ६०८३२

एकूण + २७७२

$$\therefore \text{सरासरी} : \frac{60832}{6} = 7604 \quad \therefore \text{सरासरी} : \frac{2772}{4} = 396$$

त्यानंतर वृद्धिगत वाढीचे सूत्र वापरावे.

$$ल = \frac{ल}{सांप्रत} + द वा + \frac{द(द+१)}{२} \times \text{ह}$$

यात ल सांप्रत ची किंमत म्हणजे शेवटच्या दशकातील, १९४० सालातील लोकसंख्या ६२७७२, 'द'ची किंमत १९४० पासून १९८० पर्यंत म्हणजे ४ दशके, 'वा'ची किंमत म्हणजे दशकांमधील सरासरी वाढ ७६०४, आणि 'ह'ची किंमत म्हणजे दशकातील यादीतील फरकांची सरासरी ३९६.

$$\therefore ल = ६२७७२ + (४ \times ७६०४) + \left[\frac{४(४+१)}{२} \times ३९६ \right] \\ = ९७१४८.$$

वरीलप्रमाणेच साल १९४० नंतरच्या प्रत्येक दशकाच्या शेवटीची भावी लोकसंख्या काढता येते. उदाहरणार्थ—

साल १९५० : ६२७७२ + ७६०४ + (१ \times ३९६) = ७०७७२

साल १९६० : ७०७७२ + ७६०४ + (२ \times ३९६) = ७९१६८

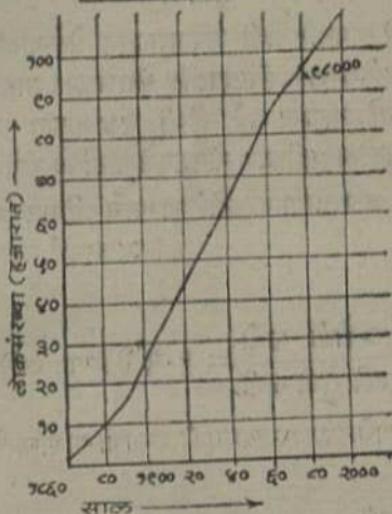
साल १९७० : ७९१६८ + ७६०४ + (३ \times ३९६) = ८७९६०

साल १९८० : ८७९६० + ७६०४ + (४ \times ३९६) = ९७१४८

पद्धत ५ ची : आलेख (आकृती १७ पाहा)

आलेख पद्धतीवरून असे दिसून येईल की, साल १९८० मधील भावी लोक-
संख्या अंदाजे ९८,००० होईल.

लोकसंख्या आलेख.



आकृती १७

४.४. पाणीपुरवठा योजनेतील पाण्याचे परिमाण :

कोणत्याही शहरात पाण्याची मागणी सर्वकाळ रिश्वर नसते. साधारणपणे उन्हाळी मोसमात मागणी जास्त असते. आणि त्यातही जास्त उकाडा होणाऱ्या महिन्यातील जास्तीत जास्त तपमान असणाऱ्या दिवशी पाण्याची मागणी सर्वात जास्त असते; आणि अशाच एखाद्या दिवशी आगीचा उद्भव झाल्यास ती विझविण्याकरता पाणी आवश्यक असते. तेव्हा अशा सर्व गोष्टी जमेस धरून पाणीपुरवठा योजनेतील पाण्याचे परिमाण ठरवितात, व हे परिमाण दररोज लागणाऱ्या पाण्याच्या सरासरी परिमाणाऱ्या तिप्पट धरण्याचा प्रवात आहे. आणि यातच अभिशमनासाठी लागण्याऱ्या पाण्याच्या परिमाणाचा समावेश करण्याची पद्धत भारतात रुढ आहे.

तेव्हा दर मिनिटास लागणारे जास्तीत जास्त पाणी, लिटरमध्ये

$$= \frac{3 \times \text{दररोज लागणाऱ्या पाण्याची सरासरी, लिटर}}{24 \times 60}$$

एकूण दररोज लागणारे पाणी, लिटर, = भावी लोकसंख्या \times दरडोई
दर दिवशीचे पाणी, लिटर.

पाणीपुरवठा म्हटल्यानंतर दोन गोष्टी येतात :

(१) शुद्धीकरणासाठी लागणाऱ्या पाण्याचे परिमाण;

(२) शुद्ध पाण्याचे वाटप करण्यासाठी लागणाऱ्या पाण्याचे परिमाण.

शुद्धीकरणासाठी लागणारे पाणी उपादानातून घेतल्यावर ते पंपयहाद्वारे जल-
शुद्धीकरण केन्द्राकडे पाठविले जाते. पंपयहातील पंपाचे काम साधारणतः दोन पाळ्यांत
म्हणजे १६ तास केले जाते. यानाच अर्थे रोजी २४ तासांत लागणारे एकूण पाणी
१६ तासांत उपरूप घेऊन जालशुद्धीकरण केन्द्राकडे पाठविले जाते. यावरून—

शुद्धीकरणासाठी लागणाऱ्या दर-डोई पाण्याचे परिमाण =

$\frac{१६}{३६} \times$ दरडोई लागणारे सरासरी पाणी.

महाजेच—

$$\frac{\text{कमाल रोजी पाणी}}{\text{सरासरी रोजी पाणी}} = १.५ \text{ हे प्रमाण पडते.}$$

तसेच, शुद्ध पाण्याचे वाटप करण्यासाठी लागणाऱ्या पाण्याचे परिमाण खालील-
प्रमाणे घेतात :

$$\frac{\text{कमाल ताशी पाणी}}{\text{सरासरी ताशी पाणी}} = २ \text{ ते } ३ \text{ हे प्रमाण.}$$

(कमी लोकसंख्या असलेल्या गावांना ३ हे प्रमाण धरावे, व जास्त लोक-
संख्या असलेल्या गावांना २ ते २.५ हे प्रमाण धरावे).

प्रकरण पाचवे

पाण्याचे गुणधर्म आणि पृथकरण

५-१. हितकारक पाणी (Wholesome water) :

रासायनिक दृष्ट्या शुद्ध (निर्भेल) पाणी हे दोन भाग हैंड्रोजन व एक भाग ऑक्सिजन (धनफलाने), किंवा एक भाग हैंड्रोजन आणि आठ भाग ऑक्सिजन (वजनाने) यांच्या संयोगाने बनलेले आहे. पिण्याच्या योग्यतेच्या दृष्टीने पाण्याच्या रासायनिक शुद्धलेवरोबरच सूक्ष्म जीवजंतुविरहित अशी शुद्धता जास्त महस्त्वाची आहे.

स्वयंपाकासाठी आणि पिण्यासाठी वापरावाच्या शुद्ध पाण्याबाबत निरनिराळ्या शास्त्रज्ञांनी आपली मते प्रकट केली आहेत. सर्वसाधारणपणे शुद्ध पाण्याच्या बाबतीत खालील गोष्टी पाहणे इष्ट ठरते.—

(१) ज्यापासून रोग उद्भवतील असे कोणत्याही तन्हेचे जीवजंतू पाण्यात असता कामा नयेत.

(२) पाणी स्फटिकाप्रमाणे स्वच्छ व रंगविरहित असावे.

(३) चवीस चांगले, वासविरहित व शक्य तो थंड असे पाणी असावे.

(४) पाणी शक्य तिके मृदू असावे.

(५) वस्तूंवर पापुदे तयार होणे आणि गंज चढणे या किया होणार नाहीत असे पाणी असावे.

(६) हैंड्रोजन सल्फाइड सारखे घातुक वायू आणि लोह व मँगनीज यांसारखी घातक खनिजे पाण्यात असू नयेत.

(७) फार्जील चुना आणि मंगेशियम क्षार असू नयेत.

(८) आलंबित व कलिल पदार्थ असू नयेत.

(९) पाण्यात प्राणवायू भरपूर प्रमाणात विरघळलेला असावा.

(१०) सेंद्रिय पदार्थ आणि नायट्राइडस असू नयेत.

वर दिल्याप्रमाणे पाण्यात अशुद्ध व घातक पदार्थ आहेत किंवा नाहीत हे पाहण्यासाठी पाण्याचे पृथकरण करणे इष्ट आहे. असे पृथकरण भौतिक (पदार्थ-विशान) दृष्टीने, रासायनिक दृष्टीने, आणि जीवशास्त्र दृष्टीने करावे लागते.

५-२. पाण्याचे पृथकरण :

नैसर्गिकरीत्या उपलब्ध असणाऱ्या पाण्यात निरनिराळ्या प्रकाराची खनिजे, क्षार, सेंद्रिये, शेवाळी, बनस्पती, जीवजंतू इत्यादी अनेक तन्हेची अशुद्धे असतात.

अशा अशुद्धांचे वर्गीकरण (अ) रासायनिक पदार्थ (सेंट्रिय, निरिंद्रिय), (ब) प्राणी व बनस्पतिजन्य पदार्थ, (क) सूक्ष्म जीवजंतू व जीवाणू, आणि (ढ) किरणो-त्सारी पदार्थ. पाणी शुद्ध करण्याच्या कियाच्या दृष्टीने वरील अशुद्धांची वर्गवारी अशीही करता येईल :

(१) विरघळलेले (विदुत) वायू, (२) विरघळलेले (विदुत) क्षार, (३) आलंबित पदार्थ—निवळू शकारे, (४) आलंबित पदार्थ—न निवळू शकारे किंवा कलिल पदार्थ, (५) सेंट्रिय पदार्थ—कार्बनी किंवा कर्बयुक्त, (६) सेंट्रिय पदार्थ—नत्रयुक्त, (७) सजीव वर्गातील प्राणी, (८) सूक्ष्म जीवजंतू व जीवाणू, (९) किरणोत्सारी पदार्थ.

वरील सर्व अशुद्धांमुळे पाण्याला रंग, वास, चव, गढळता इत्यादी गोष्टी निर्माण होऊन विषारी पदार्थांमुळे अशा तन्हेचे पाणी पिण्यात आल्यास प्राणिमात्रांच्या जीवितास फार मोठा धोका उद्भवतो. पाण्यामध्ये सांडपाणी व मैलापाणी मिसळलेले गेले आहे किंवा नाही ते पाण्याच्या पृथक्करणावरून समजून येते.

साधारणपणे पाण्यात खालील तीन प्रकारांत अशुद्धे आढळतात :

(१) आलंबित अशुद्धे, (२) विदुत अशुद्धे, आणि (३) कलिल अशुद्धे.

आलंबित अशुद्धे सूक्ष्म कणांच्या स्वरूपात असतात. जी अशुद्धे पाण्यापेक्षा हलकी असतात ती पाण्यावर तरंगतात. ज्याचे विशिष्टगुरुत्व पाण्याहूतके असते ती पाण्यात मिसळलेली असतात. ओवड-धोवड आणि जड असलेले कण वाहत्या पाण्यातही निवळून खाली वसतात. माती, खनिज पदार्थ, अलगी, सूक्ष्म जंतू, सेंट्रिय पदार्थ इत्यादी गोष्टी आलंबित अशुद्धांत असतात.

विदुत किंवा विरघळलेली अशुद्धे ही पाण्याच्या प्रक्रियेमुळे निर्माण होतात. जेव्हा पाऊस पडतो त्या वेळी हवेतील कार्बन-डायॉक्साइड व पावसाचे पाणी यांचा संयोग होऊन कॅर्बोनिक आम्ल तयार होते. तसेच जमिनीवरील बनस्पतींच्या व पाण्याच्या संयोगानेही आम्ल तयार होते. अशी आम्ले जमिनीतील क्षारांवर प्रक्रिया करतात व त्यामुळे पाण्यात विदुत अशुद्धे तयार होऊन पाण्यास कठिणता किंवा अफेनदता निर्माण होते. असे पाणी सावणाच्या संयोगावरोवर केस निर्माण करू शकत नाही. विदुत अशुद्धांत खालील गोष्टींचा समावेश होतो :

(अ) कॅल्यियम, मॅग्नेशियम, सोडियम आणि पोटॅशियम या क्षारांपासून बनलेली बाय-कार्बोनेटस, सल्फेट्स, कार्बोनेट्स, क्लोराइड्स आणि नायट्रोट्स.

(ब) आर्यन्तची (लोहाची) बायकार्बोनेट, सल्फेट आणि हायड्रॉक्साइड.

(क) मॅग्नेशियाची मिश्रणे.

(ड) हायड्रोजन मलकाइड आणि कार्बन-डायऑक्साइड.

(इ) रंग प्राप्त करणारे पदार्थ, सेंद्रिय आम्ले, इत्यादी.

कलिल अशुद्ध ही अतिशय सूक्ष्म स्वरूपात असतात, त्यामुळे ती साध्या ढोल्याना दिसू शकत नाहीत. अशा अशुद्धांबरोबर सेंद्रिय पदार्थातील अतिसूक्ष्म जंदू हमेशा आढळून येतात, आणि त्यांची उपरिथिती पाण्याच्या मैला-पाण्याबरोबर झालेले मिश्रण निर्दर्शनास आणते. रोगांचे प्रादुर्भाव होण्यास अशी अशुद्धे कारणीभूत ठरतात.

वर दिल्याप्रमाणे अशुद्ध पाण्यातील अशुद्ध माहीत होण्यासाठी अगर शोधून काढण्याच्या दृष्टीने पाण्याचे पृथक्करण करण्याची जरुरी भासते व त्यासाठी पदार्थ-विज्ञान, रासायनिक आणि जीवशास्त्रविषयक अशा तीन प्रकारच्या चाचण्याच्या घटात. अशा चाचण्यामुळे हाती आलेल्या माहितीकरून अशुद्ध पाणी शुद्ध करून ते पिण्यायोग्य करण्यासाठी कोणकोणते उपाय योजावे लागतील ते ठरविता येते.

५-३. चाचण्यांसाठी पाण्याचे नमुने :

चाचण्यांसाठी पाण्याचे नमुने गोळा करताना खालील मुद्दे विचारात घ्यावे लागतात :

- (अ) प्रयोगशाळेत कोणत्या प्रकारच्या चाचण्या करावयाच्या त्यांची लक्षणे;
- (ब) पृथक्करणपासून मिळणाऱ्या माहितीचा उपयोग कोणत्या कारणांसाठी करावयाचा त्याचा तपशील;
- (क) गोळा केलेल्या नमुन्याची लक्षणे आणि नमुने गोळा करताना लागलेल्या वेळात लक्षणांत झालेला फेरवदल;
- (ड) नमुने गोळा करताना लागलेल्या वेळात पाण्याच्या प्रवाहाच्या वेगात पडलेला फरक.

पाण्याचे नमुने गोळा करताना माणसांची जागरूकता आणि स्वच्छता या दोन गोष्टी फार महत्वाच्या आहेत. जागरूकतेमुळे मूलभूत माहिती मिळायास मदत होते, तर स्वच्छतेमुळे नमुन्याचे पाणी दूषित होत नाही. नमुन्यांसाठी ज्या वाटल्या वापरावयाच्या त्या अतिशय स्वच्छ असाव्या लागतात. अशा वाटल्या स्वच्छ व पारदर्शक काचेच्या, रुंद तोङ्डाच्या आणि चांगल्या काचेच्या बुचाच्या असावयास पाहिजेत. प्रथम अशा वाटल्या कॉस्टिक सोड्याच्या द्रवाने खळवळवून व मग अनेक वेळा पाण्याने खळवळवून व स्वच्छ करून वापरावयास घ्याव्या लागतात. लिटमस कागदावर कोणताही परिणाम दाखविला गेला नाही म्हणजे या वाटल्या नमुने गोळा करण्यायोग्य झाल्या असे समजावे.

पदार्थविज्ञान, रासायनिक आणि जीवशास्त्रविषयक अशा तीन चाचण्यांसाठी मिळून जर्मन शास्त्रज्ञ हार्डेनबर्ग यांच्या मते पाण्याचा दरमहा गोळा करावयाच्या नमुन्यांची संख्या एकंदर लोकसंख्येच्या प्रमाणावर अवलंबून असते व ते आकडे खालीलप्रमाणे आहेत :

लोकसंख्या	नमुन्यांची संख्या
२,५०० हून कमी	१
२,५०० ते १०,०००	७
१०,००० ते २५,०००	२५
२५,००० ते १ लाख	१००
१ लाख ते १० लाख	३००
१० लाख ते २० लाख	३९०
२० लाख ते ५० लाख	५००

त्रिटिश शास्त्रांच्या मते नमुन्यांची संख्या लोकसंख्येवर अवलंबून नसून ती तज्ज्ञांच्या सळशावर अवलंबून आहे. सर्वेसाधारणपणे निरनिराळ्या उगमांपासून उपलब्ध होणाऱ्या पाण्याच्या अवस्थेवर नमुन्यांची संख्या अवलंबून आहे. यात खोकांना नव्हावाटे मिळणाऱ्या पिण्याच्या पाण्याचाही समावेश होतो.

एकट्या जीवशास्त्रविषयक चाचारीसाठी १०० घन सेंटीमीटर पाणी निर्जन्तुक बाटलीत ठेवलेले लागते. तसेच अशा नमुन्यांचे तपमान १० अंश सेंटिमीटर ठेवावे लागते व त्यासाठी वर्कच्या पेट्या वापरतात.

नमुने गोळा केल्यापासून ते प्रत्यक्ष चाचारीस सुरुवात करीपर्यंतचा कालावधी खाली दिल्याप्रमाणे असावा—

पदार्थविज्ञान आणि रासायनिक पृथक्करणासाठी :

(अ) शुद्ध पाणी	... ७२ तास
(ब) बन्याच प्रमाणात शुद्ध असलेले पाणी	... ४८ तास
(क) दूषित किंवा अशुद्ध पाणी	... १२ तास
(ड) सांडपाणी आणि मैलापाणी	... ४ ते ६ तास
जीवशास्त्र पृथक्करणासाठी :	
(अ) शुद्ध पाणी	... १२ तास
(ब) अशुद्ध पाणी	... ६ तास

५-४. पाण्याचा नमुना घेण्याची कृती :

पाण्याचा नमुना गोळा करताना सर्वप्रथम बाटलीत निम्म्यापर्यंत प्रत्यक्ष उगमातील पाणी भरून, बाटली हालवून ती रिकामी करतात. नंतर बाटली संपूर्णपणे भरून चूच लावून त्यावर कागद बांधतात व त्याला लेवल लावून त्यावर नमुनाक्रमांक व इतर नोंदी करतात. नदीच्या अगर वाहत्या पाण्यांचा नमुना गोळा करताना पाण्याच्या पातळीच्या खाली बाटलीचे तोंड धरतात व पाण्याचा नमुना घेतात. पाण्याचा प्रवाह उथळ असेल तर नमुना घेताना तळावरील गाळाला घक्का लागणार नाही किंवा तो घिवचला जाणार नाही याची काळजी घ्यावी लागते.

नमुने गोळा केल्यावर काही ठराविक माहितीची नोंद करावी लागते. उदा.— नमुन्यांची संख्या, नमुने घेतल्याची तारीख, पाण्याचा उगम (विहिरी, झरा, नदी, जलाशय इत्यादी), आजूबाजूऱ्या भू-प्रदेशाची परिस्थिती, (उदा.— जवळपास उकिरडा, राख, घाणपाण्याची कुंडी किंवा मलकूप कुंड, उघडी गटारे, खताचे ढीग इत्यादीचे अस्तित्व) विहिरी किंवा झन्यांच्या वावतीत विरपणान्या पाण्याच्या संवंधात जमिनीची किंवा दगडाची क्षमता माहीत होण्याच्या हर्षीने बाजूऱ्या प्रदेशाचा प्रकार किंवा जाती यावावतही नोंद करावी लागते. विहिरीचा व्यास व खोली यांचीही नोंद ठेवावी लागते.

सर्व नमुने घेऊन झाल्यावर शक्य तितक्या लबकर त्यावरील चाचण्या घेतात. जीवशास्त्र चाचण्याबाबत वेळ दवडून चालत नाही. उण हवेमध्ये नमुने प्रयोगशाळेत पाठविण्याचा काल एका तासाहून अधिक लागत असल्यास नमुने वर्कात ठेवावे लागतात. कोणत्याही परिस्थितीत नमुने पाठविण्याचा आणि ते प्रयोगशाळेत साठवून ठेवण्याचा काल अगुद्ध पाण्याच्या वावतीत सहा तासांपेक्षा जास्त व वन्याचे प्रमाणात शुद्ध असलेल्या पाण्याच्या वावतीत वारा तासांपेक्षा जास्त असता कामा नये.

जलशुद्धीकरण करताना गलंतिकेकडे जाणारे पाणी, गलंतिकेतन बाहेर येणारे (गाळलेले) पाणी, कोरिन मिसळलेले पाणी, आणि पाणीपुरवठा करणान्या नलांच्या कोंडाळ्यातील पाणी यांचेही नमुने गोळा करून त्यांचे पृथकरण करावे लागते. त्याशिवाय पिण्यासाठी पुरविण्यात येणान्या शुद्ध पाण्याची अवस्था (स्वच्छ, निर्जन्तुक पाणी) कळून येत नाही.

५-५. चाचण्या व मानके (Tests and standards) :

अगुद्ध पाण्याच्या पृथकरणासाठी भौतिक, रासायनिक आणि जीवशास्त्र-विषयक चाचण्या आवश्यक असल्याचे यापूर्वी पाहिलेच आहे. भौतिक चाचणीपासून पाण्याचा रंग, रुची, वास, स्वच्छपणा आणि गढूळता यांवदल माहिती मिळते. या माहितीवरून पाणी अगुद्ध किंवा दूषित का बनले आहे ते कळू शकते.

रासायनिक चाचणीपासून पाण्यातील एकूण घनपदार्थ, मुक्त अमोनिया, अल्युमिनाइड अमोनिया, नायट्रेट्स स्वरूपातील नायट्रोजन, नायट्राइट्स स्वरूपातील नायट्रोजन, शोधित ऑक्सिजन, आणि क्लोरिन यावदल माहिती मिळते. तसेच पाण्यातील हैड्रोजन अयनच्या समाहरणाबाबत माहिती मिळते. तसेच विद्युत वायू, अफेनदता (कठिणता), विशारी धातू, शिशावरील परिणाम, सेंद्रिय व निरिंद्रिय पदार्थ, प्लविदे, सल्फेट्स, फॉस्फेट्स इत्यादींवावतची माहिती रासायनिक चाचणी-पासून उपलब्ध होते.

जीवशास्त्रविषयक चाचणीवरून पाण्यातील जीवजंतूंचे प्रकार कळू शकतात. पाण्यापासून होणारे बहुतेक रोग हे मानवाच्या किंवा प्राण्यांच्या आतड्यांतील जंतू पाण्यात मिसळले गेल्याने उद्भवतात; आणि म्हणून जीवशास्त्रविषयक चाचणीचा

मुख्य उद्देश पाण्यात मैला-पाणी मिसळले गेले आहे किंवा काय हे पाण्यातील जीव-जंतुंच्या प्रकारावरून ठरवण्याचा आहे.

वरील तिन्ही प्रकारच्या चाचण्या प्रयोगशाळेत केल्यानंतर त्यासंबंधातील माहितीची नोंद खाली दर्शविलेल्या तक्त्यात नोंदवितात.

तत्त्व

(नाव) उगमापासून गोळा केलेल्या पाण्याच्या नमुन्यावरील चाचण्यांचा सारांश—
 नमुना घेतल्याचा दिनांक :
 नमुना घेणाऱ्याचे नाव :
 नमुना मिळाल्याचा (प्रयोगशाळेत पोहोचल्याचा) दिनांक :
 लेवलावर नोंद केल्याप्रमाणे पाण्याचा उगम :

भौतिक गुणधर्म :

तपमान : वास :

रंग : गडवळता : स्वाद* :

* अतिदूषित पाण्यावर ही चाचणी घेत नाहीत.

रासायनिक गुणधर्म :

(भाग प्रतिदशलक्ष)

एकंदर घन पदार्थ	.....
विद्रुत पदार्थ	.....
एकंदर कठिणता CaCO_3 प्रमाणात	.....
कायमची कठिणता CaCO_3 प्रमाणात	.....
हंगामी कठिणता CaCO_3 प्रमाणात	.....
उद्धनांक	
अल्कला CaCO_3 प्रमाणात येथील ऑरेजशी	.....
आम्लता CaCO_3 प्रमाणात फेनॉलपैथलिनशी	.....
क्लोरोइड, क्लोरिनच्या स्वरूपात	.....
अमोनियाच्या स्वरूपात नायट्रोजन	.....
अल्ब्युमिनाइड नायट्रोजन	.....
नायट्रिक नायट्रोजन	.....
कार्बन-डायॉक्साइड	.....
झविदे	.....
विद्रुत ऑक्सिजन	..... भाग प्रतिदशलक्ष, किंवा घन सेटिमीटर प्रतिलिटरला..... °C ला.

गुणगुणात्मक तपासणी :

नायट्रोइट्स , सलफेट्स , फॉस्फेट्स ,
शिसे, लोखंड, इत्यादी.....

सूक्ष्मदर्शक तपासणी :

जीवशास्त्रविषयक चाचणी :
एकंदर वसाहती, दर घनसें.मी.ला ३७° सें.ला 'अगार' खायावर
कोलिफोर्म जातीचे जंतू किती घनसेंटीमीटर मध्ये आहेत ?
पाणी पिण्यायोग्य आहे किंवा नाही त्याबाबत शेरा

५.६. पिण्याच्या पाण्याची भारतीय मानके

(Indian standards for drinking water) :

भौतिक मानके :

तपमान : १०° ते १६° सेंटिग्रेड; वास : ० ते ४ P.O माप.

रंग : १० ते २० (प्लॅटिनम् कोवाल्ट स्केल)

गढळता : ५ ते १० भाग प्रतिदशलक्ष (सिलिका स्केल)

रासायनिक मानके :

	भाग प्रतिदशलक्ष
एकूण घनपदार्थ	५००
अफेनदता (कठिणता)	१०° किंवा १००
उद्धनांक	६.५ ते ८
कार्बोनेट अल्कता	१२०
क्लोराइड्स	२५०
लोह व मग	०.५ ते १००
विद्युत ऑक्सिजन	५ ते ६
शिसे	०.१
प्लविदे	१०५
असेनिक	०.००५
सेलेनियम	३.०
तांबे	०.३
मंगेश्चियम	१२५
मुक्त अमोनिया	०.१५

अल्ब्युमिनाइड अमोनिया	००३
नायट्रोइट्स	०
नायट्रेट्स	४
फेनोलिक संयुग	०००१
सायनाइड	०००१

जीवशाखा मानके :

- (अ) कोलिफॉर्म जातीच्या (E. coli) सूक्ष्म जीवजंतूचा सर्वाधिक शक्यता निर्देशांक (MPN) शून्य किंवा १०० घन सें. मी. मध्ये एकापर्यंत असावा.
- (व) दर घन सेंटिमीटरमध्ये एकदर वसाहती १०० पर्यंत चालतील.



प्रकरण सहावे

जलशुद्धीकरण

६-१. शुद्धीकरण :

अशुद्ध पाण्यात तरंगणारी, आलंबित, कलिल, आणि विद्युत अशा अवस्थेत अनेक अशुद्धे असतात. अशा प्रकारची अशुद्धे वेगळी करून अशुद्ध पाणी शुद्ध करण्याच्या कियेला 'जलशुद्धीकरण' म्हणतात; आणि शुद्धीकरणासाठी ज्या निरनिराळ्या क्रिया केल्या जातात त्यास 'शुद्धीकरण प्रक्रिया' असे म्हणतात. कोणकोणत्या प्रक्रिया करावयाच्या हे पाणी कशासाठी वापरावयाचे आहे त्यावर अवलंबून राहील. पिण्याचे पाणी स्वच्छ, पारदर्शक आणि निर्जनुक असावे लागते. त्यामुळे जबळ जबळ सर्व तंहेच्या प्रक्रिया कराव्या लागतात. जेये खोल विहीरीचे किंवा नलिकाकूपांचे पाणी वापरले जाते तेथे फारच थोड्या प्रक्रियांची गरज असते. फंतु मोठ्या शाहरांच्या बाबतीत पाणीपुरवठा वहुधा नव्यांपासून किंवा जलाशयांपासून होत असल्यामुळे पाणी शुद्ध करण्यासाठी बन्याच प्रक्रिया कराव्या लागतात. जलशुद्धीकरण करण्याचे उद्देश खालीलप्रमाणे आहेत—

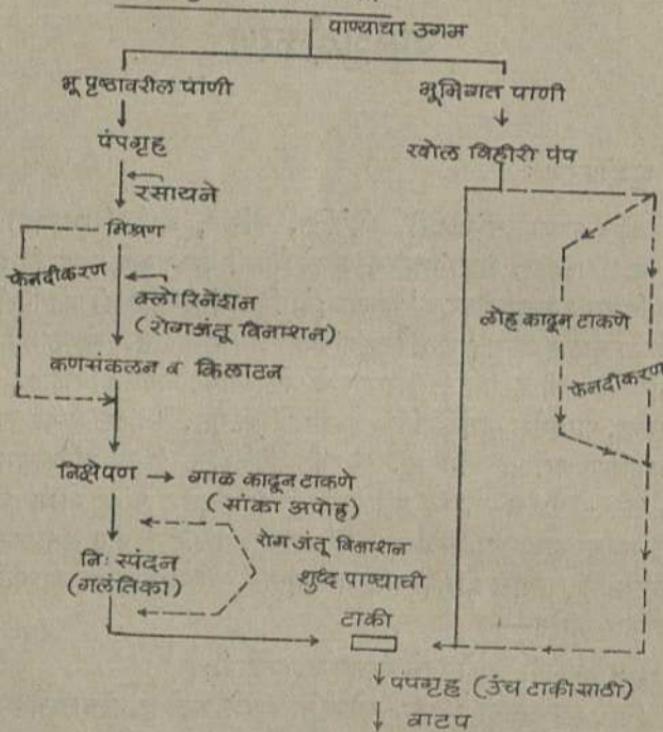
- (अ) मानवी आरोग्याचे संरक्षण करण्यासाठी;
- (ब) बचतीसाठी : उदा.— फेनद पाण्यामुळे कपडे खुराईचा खर्च कमी होतो.
- (क) सौंदर्यासाठी : उदा.— रुची, वास, रंग आणि गढवलपणा काढून टाकावा लागतो.
- (ढ) कारखान्यांसाठी : उदा.— बॉयलरमध्ये वापरण्यासाठी फेनद पाणी असावे लागते.
- (इ) इतर कारणांसाठी : उदा.— पोहोण्याचा तलाव, प्लिविडे काढून टाकाण्यासाठी, गंजण्याची क्रिया कमी करण्यासाठी वगैरे.

६-२. शुद्धीकरण प्रक्रिया :

आकृती १८ मध्ये दिलेल्या तक्त्यावरून भू-पुष्टावरील पाणी व भूमिगत पाणी शुद्ध करण्यासाठी कोणकोणत्या प्रक्रिया कराव्या लागतात याची साधारण कल्पना येऊ शकेल.

पाण्यावर तरंगणारे पदार्थ मोठ्या आकाराच्या फटी असलेल्या आणि लहान आकाराच्या फटी किंवा भोके असलेल्या जाळ्या वापरून वाजूला करण्यात येतात. मोठ्या आकाराच्या फटींची जाळी धातूंच्या पट्ट्या २५ ते ५० मिलिमीटर अंतरावर

जलशुद्धीकरण प्रक्रिया.



आकृती १८

ठेवून तयार करतात. अशा जाळ्या उपादानात वसविलेल्या असतात, त्यामुळे मोळ्या आकाराचे तरंगणारे पदार्थ उपादानातून व पुढे पंपवृहातून जलशुद्धीकरण प्रक्रिया स्थळाकडे पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर जाऊ शकत नाहीत. लहान आकाराच्या फटी ५ मि. मी. चौरस किंवा त्याहूनही लहान भोके असलेल्या गंजणार नाहीत अशा धाद-पासून बनवितात. अशा जाळ्या जलशुद्धीकरण प्रक्रिया स्थळात प्रवेशणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहाच्या तोंडाशी वसवितात. ज्या पाणवाट किंवा पाटात, किंवा नलिकेच्या तोंडावर जाळ्या वसविल्या असतील त्या जाळ्यांतील फटीचे किंवा भोकांचे एकूण क्षेत्रफल पाटाच्या किंवा नलिकेच्या क्षेत्रफलाच्या २५० ते २०० टक्के असावे लागते. यामुळे फटीतून पुढे जाणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहाचा वेग शक्य तो दर सेकंदास ०.६ मीटरपेक्षा जास्त होणार नाही, व तरंगणारे पदार्थ फटीतून घुसणार नाहीत. तरंगणारे पदार्थ बाजूला करून फटी किंवा भोके सतत मोकळी राखण्यासाठी जाळ्या वारंवार स्वच्छ कराव्या लागतात.

आलंबित पदार्थ आणि रंग या गोष्टी खालील प्रक्रियांनी काढून ठाकळ्या जातात. —

(अ) मोठमोळ्या निकेपण ठाक्यांत पाणी स्थिर ठेवल्याने पाण्यातील आलंबित अवस्थेतील जड पदार्थ गुरुत्वाकर्षणाच्या प्राबळ्यामुळे ठाकीच्या तळावर गाळाच्या स्वरूपात निवळून बसतात.

(ब) तुरटीसारखी काही रसायनिक द्रव्ये किलाटके पाण्यात मिसळल्यावर न विरबळणारा डिंक, किंवा सरसासारखा कणसंकलनाचा साका तयार होतो. हा साका पाण्यातील सूक्ष्म आलंबित पदार्थ शोधून व पकळून धरतो. हीच पृष्ठशोषण किया होय. त्यामुळे अर्थातच कणांचे वजन वाढून गुरुत्वाकर्षणामुळे ते खाली निवळून बसतात. या क्रियेला ‘ किलाटन व निकेपण ’ असे म्हणतात.

(क) रसायने अगर किलाटके वापरूनही जे अतिसूक्ष्म कण किंवा कलिले गुरुत्वाकर्षणाने निवळून खाली बसू शकत नाहीत ती निःसंदेन किंवा गलंतिकेचा उपयोग करून काढून ठाकतात. गलंतिकेत वाळूच्या थरांचा उपयोग केला जातो, त्यामुळे गाळण्याची क्रिया होऊन बहुतेक सर्व जीव-जंतुही बाजूला काढले जातात.

गलंतिकेतून गाळून वाहेर येणाऱ्या पाण्यात जर रोगजंतु राहिले तर ते नष्ट करण्यासाठी छोरिन किंवा इतर रोगजंतु-विनाशके वापरतात.

प्राणवायू शोषणासाठी नैसर्गिक हवेमध्ये कारंड्याच्या स्वरूपात पाणी फवारून किंवा अन्य उपायांनी पाण्याची रुची, वास इत्यादी नको असलेल्या गोष्टी नाहीशा करता येतात.

फेनदीकरण प्रक्रियेत काही रसायने वापरून अफेनद (कठीण) पाणी फेनद (मृदू) करण्यात येते.

काही वेळा पाण्यामध्ये इविदांचे प्रमाण जास्त असल्यास अनिष्ट परिणाम होऊन दांत किंवा संडणे, दातांत फटी तयार होणे यांसारखे प्रकार घडतात. त्यासाठी इविदांचे प्रमाण ठराविक पातळीवर राखण्यासाठी इविदीकरण किंवा इविदी-करणनिरास यांपैकी आवश्यक ती प्रक्रिया करावी लागते.

६-३. अशुद्ध (दूषित) पाण्यामुळे होणारे रोग :

नद्या, सरोवरे, तळी, जलशाय, काल्ये इत्यादीतील नैसर्गिक पाणी अनेक कारणामुळे दूषित होते. विशेषत: मलभूत मिसळले गेल्याने, गुरेदोरे धुण्याने, तसेच कारखान्यांतील कुजके-सडके पदार्थ व इतर धारेरडे सेंद्रिय पदार्थ यांची योग्य ती विलेवाट न लावता ते पदार्थ नैसर्गिक पाण्यात सोडून दिल्याने पाणी दूषित वनते. अशा दूषित पाण्यात सूक्ष्म जीवजंतु निर्माण होतात व त्यामुळे असे पाणी पिण्यात आल्यास आंतळ्यांचे रोग— विशेषत: टाइफॉइड, कॉलरा, जंत, आमांश, हगवण इत्यादी इतकेच नव्हे तर अतिसूक्ष्म जीवाणुमुळे (व्हायरस) कावील, पोलिओ, हत्तीरोग इत्यादी रोग

किंवा साथी उद्द्रवतात व मानवी आरोग्यास धोका निर्माण होतो. प्रत्येक रोगाचे जीवजंतू वेगलाले असतात. सामान्यतः जीवजंतुंची (बॅक्टेरिया) लांबी १ ते ४ मायकॉन्स इतकी असते (१ मायकॉन = १०^३ मिलिमीटर). त्यांची वाढ विभाजन पद्धतीने होते, व ती अतिशय वेगवान असते. वहुतेक जीवजंतू दमट हवेत ६०° से. तपमान सुमारे १० मिनिटांत मरतात, व तेच कोरड्या हवेत १७०° से. तपमान व सुमारे ६० मिनिटांचा अवधी लागतो. शक्तिमान अशा सूर्यप्रकाशामुळे उथळ पाण्यातील जीवजंतू बन्याच्या प्रमाणात मारले जातात. जीवजंतूंचे वर्गीकरण निरनिराळ्या प्रकारे केले जाते.

(१) आकारमानाप्रमाणे :

- (अ) वाटोळे किंवा गोल जीवजंतू,
- (ब) काठीच्या आकाराचे जीवजंतू,
- (क) नागमोडी किंवा मळसूत्राप्रमाणे.

(२) जातीप्रमाणे :

- (अ) परजीवी किंवा परान्पुष्ट जीवजंतू : असे जीवजंतू दुसऱ्या मोळ्या सजीव जीवजंतुंच्या शरीरावर किंवा शरीरात राहतात व वाढतात.
- (ब) सेंप्रोफिटिक जीवजंतू : असे जीवजंतू दुसऱ्या मेलेल्या जंतूंच्या शरीरावर किंवा शरीरात राहतात व वाढतात.

- (क) रोगकारक जीवजंतू : सजीव प्राण्याच्या शरीरात राहून रोग उत्पन्न करणारे जीवजंतू. असे जीवजंतू प्रामुख्याने आतड्यांत राहतात; आणि कॉलरा, टाइ-फॉइड, आमाश यांसारखे रोग होतात. असे जंतू विषेतून वाहेर पडून मलमूत्र विसर्जनामार्गे पाण्यात मिसळले जाऊन पाणी दूषित करतात.

- (ड) रोग उत्पन्न न करणारे जीवजंतू : असे जीवजंतू मानवी शरीराला धोकादायक नसतात.

(३) प्राणवायूच्या आवश्यकतेप्रमाणे :

- (अ) सानिक जंतू (Aerobic bacteria) : ह्या जीवजंतुंना वाढीसाठी व जगण्यासाठी मुक्त प्राणवायू किंवा हवेतील प्राणवायू लागतो. पाण्यातील जीवजंतू व रोगकारक जीवजंतू या गटात येतात.

- (ब) अनौविजंतू (Anaerobic bacteria) : प्राणवायूशिवाय जगणारे व वाढारे सर्व जीवजंतू या गटात येतात. मैला-पाणी व सांडपाणी यात हे जीवजंतू असतात.

- (क) फॅक्टल्टेटिव जंतू (Facultative bacteria) : प्राणवायू असताना किंवा सतनानाही असे जीवजंतू जगू शकतात व वाढू शकतात.

६-४. निक्षेपण (Sedimentation) :

पाणी जेव्हा अस्येत गढळ असते तेव्हा जाडेभरडे आलंबित पदार्थ दूर करण्यासाठी प्राथमिक निक्षेपण फार कायद्याचे किंवा काटकसरीचे ठरते. कारण जाडेभरडे आलंबित-पदार्थ-विरहित पाण्यावर शुद्धीकरणाच्या निक्षेपण प्रक्रियेनंतरच्या प्रक्रिया करणे सोपे जाते.

निक्षेपण प्रक्रिया दोन प्रकारच्या आहेत :

(अ) निव्वळ निक्षेपण (Plain Sedimentation),

(व) किलाटनाच्या साहाय्याने निक्षेपण (Sedimentation with Coagulation).

निव्वळ निक्षेपण प्रक्रियेत पाण्याच्या टाकीत पाणी स्थिर ठेवतात. त्यामुळे पाण्यातील ज्या आलंबित पदार्थांचे विशिष्टशुरुत्व पाण्याच्या विशिष्टशुरुत्वापेक्षा (म्हणजे एकापेक्षा) जास्त असते असे पदार्थ गुरुत्वाकर्षण व इतर प्रेरणांमुळे टाकीच्या तळावर निवळून वसतात. जे पाणी बन्याच्या प्रमाणात शुद्ध असते व ज्याच्यात नको असलेले जाडेभरडे आलंबित जड पदार्थ असतात असे पाणी शुद्ध करण्यासाठी निव्वळ निक्षेपण प्रक्रिया उपयुक्त ठरते.

किलाटकांच्या साहाय्याने निक्षेपण प्रक्रिया करताना पाण्यात काही रसायने म्हणजेच किलाटके व्यवस्थितपणे मिसळतात. यामुळे पाण्यात जे हलके आलंबित पदार्थ असतात (ज्यांचे विशिष्टशुरुत्व एक किंवा एकापेक्षा कमी असते) त्या पदार्थांच्या कणासमोबद्धी किलाटकांचे आवरण तयार होते व पाणी हल्कवारणे शुसळल्याने असे कण एकत्र घेऊन त्यांचे अनेक समूह (साका) तयार होतात. यालाच ‘ कणसंकलन ’ म्हणतात. पाण्यात किलाटन मिसळून ते कणसंकलन होईपर्यंतच्या प्रक्रियेला ‘ किलाटन प्रक्रिया ’ असे म्हणतात. असे कणसंकलनमिश्रित पाणी निक्षेपण टाकीत घेतल्यावर व पाणी स्थिर ठेवल्यावर पूर्वी न निवळणारे कण याता त्यांचे विशिष्टशुरुत्व एकापेक्षा जास्त झाल्याने ते आपोआप निवळून टाकीच्या तळावर वसतात. अशा रीतीने पाण्यातील आलंबित स्थितीतील सूक्ष्म कण व कलिल पदार्थ वेगले करण्यास किलाटनाच्या साहाय्याने केलेले निक्षेपण फार उपयोगी पडते.

६-५. निक्षेपणशास्त्र (Theory of Sedimentation) :

स्थिर आणि कायम वाहात असलेल्या द्रवातील आलंबित पदार्थांच्या निक्षेपणाच्या दृष्टीने शास्त्रीय व प्रायोगिक अभ्यास आतापर्यंत पुष्कळच करण्यात आले. इ. स. १८५० मध्ये स्टोक नावाच्या शास्त्रज्ञाने ‘ द्रवातील सूक्ष्म कणांच्या निवळण्याच्या वेगा ’ बाबत सूक्ष्म तयार केले. त्यानंतर याच निक्षेपण प्रक्रियांचा अभ्यास हेज्जन, स्लेह कॅप्प व इतर शास्त्रज्ञांनीकी केला.

स्थिर पाण्यात ज्या कणांचे विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या विशिष्टगुरुत्वापेक्षा जास्त असते असे कण गुरुत्वाकर्धणामुळे निवळन खाली बसतात. मात्र निवळत असताना पाण्याचा चिकटपणा, घर्षण, आणि पाण्याची जडता यांच्या प्रतिकाराला तोंड याचे लागते. लहान लहान कणांचा निशेपणाचा वेग आणि निशेपणावरील इतर गोष्टींचे प्रावल्य यांमध्ये संबंध दर्शविणारे सूत्र स्टोक्सने तयार केले :

$$v = \frac{2}{9} g \frac{\eta - \eta'}{c} \times n^2$$

v = विशेपणाचा वेग

g = गुरुत्वाकर्धणाचा वेग.

η = कणाची घनता.

η' = द्रवाची घनता

c = द्रवाचा चिकटपणा.

n = कणाची त्रिज्या.

वरील सर्व गुणकांची किंमत सेंटीमीटर, ग्रॅम, सेकंदमध्ये आहे.

चिकटपणा हा तपमानावर अवलंबून असल्याने सूत्रांत चिकटपणाच्या गुणकाएवजी तपमानाचा गुणक वापरावा. 'च' ची किंमत 0.01303 धरल्यास द्रवाचा कोणत्याही तपमानाला असणारा चिकटपणा आणि 10^0 सेंटिग्रेड तपमानाला

असणारा चिकटपणा यांचे प्रमाण $\frac{10}{0.3t + 7}$ इतके असते. (t = तपमान).

$$\text{म्हणून } v = 418 (\eta - \eta') \frac{10}{0.3t + 7} \text{ मि. मी. दर सेकंदास.}$$

η = कणाचा व्यास. कणाचा आकार 0.10 ते 1.00 मिलिमीटरपर्यंत. सर्व किंमती मिलिमीटरमध्ये आहेत.

वाळूच्या कणांच्या वावतीत विशिष्टगुरुत्व 2.65 असल्याने सूत्र—

$$v = 610 \frac{10}{10} \frac{0.3t + 7}{10} \text{ मि. मी. दर सेकंदास होईल.}$$

तसेच मैला-पाण्यातील सेंद्रिय कणांच्या वावतीत विशिष्टगुरुत्व 1.2

$$\text{असल्याने सूत्र } v = 84 \frac{10}{10} \frac{0.3t + 7}{10} \text{ मि. मी. दर सेकंदास होईल.}$$

ज्या वेळी कणाचा आकार ००१ मि.मी. पेशाही लहान असेल त्या वेळी 'व' ची किंमत सूत्रातील 'ड'च्या किंमतीप्रमाणे बदलेल.

खालील तपत्यात कणांचे विशिष्टगुरुत्व अनुकमे २०६५ आणि १०२ असताना निक्षेपण वेग किंती असेल ते दिले आहे :

कणाचा व्यास मि.मी.	निक्षेपण वेग मिलिमीटर		कणाचा व्यास मि.मी.	निक्षेपण वेग मिलिमीटर	
	दर सेकंदास	विन्गु. २०६५		दर सेकंदास	विन्गु. २०६५, विन्गु. १०२
१०००	१००	१२	०००८	६	००५४
००८०	८३	९०६	०००६	३८	००३०
००६०	६३	७०२	०००४	२०१	००१३
००४०	४२	४०८	०००२	००६२	०००३४
००२०	२१	२०४	०००१	००१५४	००००८
००१०	८	१०२	००००८	००९८	००००५

इ.स. १९०४ च्या सुमारास हेजन् नावाच्या शाखाशाने गणितशास्त्राधारे निक्षेपण प्रक्रियेचा अन्यास करून असा निष्कर्ष काढला की, “निक्षेपणात टाकीच्या क्षमतेपेशा टाकीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ हे जास्त महत्वाचे आहे.” याचे कारण खोल टाकीपेशा उथल टाकीत निक्षेपणकिया होत असताना कणांना तळाकडे जाण्यासाठी कमी अंतर कापावे लागते आणि त्यामुळे उथल टाकीत निक्षेपण जलद होऊ शकते. यासाठी टाकीतील पाणी स्थिर ठेवण्याचा जो काळ असेल त्या कालात लहानात लहान कण तळाकडे पोहोचला पाहिजे. तरच निक्षेपण जास्त कार्यक्रम राहील.

बरील वावतीत हेजनने दोन गोष्टी याही धरल्या आहेत, त्या म्हणजे :

(१) जेव्हा आलंबित पदार्थाचा कण तळावर आपटेल तेव्हापासून तो कण तळावर त्याच ठिकाणी राहील; आणि कधीही तो कण पुढे नेला जाणार नाही किंवा पुन्हा वरही उचलला जाणार नाही.

(२) सर्व कणांचा निक्षेपणाचा वेग सारखाच असेल.

हेजनचे शास्त्र जड आणि जाड्याभरण्या कणांच्या वावतीत जास्त सयुक्तिक असल्याचे दिसते. निक्षेपण टाकीची मापे ठरविताना टाकीच्या खोलीपेशा क्षेत्रफळ जास्त महत्वाचे असल्याचे, लांबी आणि खोली यांच्या प्रमाणाला मर्यादा हवी असल्याचे, आडपड्यांमुळे कार्यक्रमता २५ टक्क्यांनी तरी वाढत असल्याचे, तपमानाचे महत्व जास्त असल्याचे, आणि पाण्याच्या पृष्ठभागावरील वान्याचा परिणाम कमीत कमी ठेवणे इष्ट असल्याचे दिसून येते.

६-६. निक्षेपण टाक्यांची कार्यपद्धती आणि प्रकार :

निक्षेपण टाक्यांची कार्यपद्धती दोन तळेने चालू शकते :

(१) स्थिर किंवा भरणे आणि काढणे.

(२) सतत प्रवाहित.

पहिल्या कार्यपद्धतीत पाणी काही उराविक कालापर्यंत टाकीत स्थिर ठेवले जाते. या कालात आलंबित पदार्थ निवळून टाकीच्या तळावर बसतात व त्यांचा साका तयार होतो. नंतर निवळलेले वरचे वरचे पाणी टाकीबाहेर काढून घेतात व तळावरील साका काढून टाकून रिकामी टाकी पुन्हा नवीन पाण्याने भरतात. या पद्धतीत फार वेळ खर्च होतो.

दुसरी पद्धत सध्याच्या व्हुतेक सर्व जलशुद्धीकरण केंद्रांत वापरली जाते. या कार्यपद्धतीत पाणी टाकीच्या एका वाजूकडून समोरच्या दुसऱ्या वाजूकडे सतत प्रवाहित ठेवतात. पाण्यातील आलंबित पदार्थांच्या जड कणांनी टाकीत प्रवेश केल्यावर ते टाकीच्या दुसऱ्या वाजूकडून बाहेर पडण्यापूर्वीच टाकीच्या तळावर जाऊन पडतात. लहान जागा आणि कमी किंमत हे या कार्यपद्धतीचे फायदे आहेत. सतत प्रवाहित टाक्यांचे तीन प्रकार आहेत :

(अ) आडवा प्रवाह, आयताकृती टाकी.

(ब) कैन्द्रिक प्रवाह, वर्तुळाकार टाकी.

(क) उभा प्रवाह, चौरस सूचीच्या आकाराचा तळ असलेली टाकी.

(अ) आयताकृती टाक्या (आडवा प्रवाह) : आयताकृती टाकीची लांबी रुदीच्या दुष्पट किंवा तिष्पट असते. टाकीतील पाण्याचा प्रवाह आडव्या पातळीत असतो. प्रवाहाचा जास्तीत जास्त वेग दर मिनिटाला ००.३ मीटरपेक्षा जास्त नसतो. टाकीच्या तळाचा उतार २० सांत १ पासून ४० सांत १ पर्यंत असतो. या उतारामुळे तळावर साठणारा साका (गाळ) एकनित करून तो टाकीबाहेर काढणे सोपे जाते. टाकीची सर्वसाधारण खोली ३ ते ५.५ मीटर असते. उथळ टाक्यांची खोली २ मीटरपर्यंतीही असू शकते. साधारणतः दोन टाक्यांची तरतुद केलेली असते. त्यामुळे एक टाकी स्वच्छ किंवा दुख्स्त करावयाची झाल्यास दुसरी टाकी कार्यान्वित राहून जलशुद्धीकरणकार्यात खंड पडत नाही. दोन टाक्यांमुळे एक टाकी हातची राहते. पाणी टाकीत राहण्याचा काल २ ते ४ तास असतो. टाकीची क्षमता साधारणपणे दर ताशी दर चौरस मीटरला १००० लिटर इतकी असते. याचा अर्ध दर तासाला टाकीच्या एक चौरस मीटर क्षेत्रफलाद्वारा १००० लिटर पाणी निक्षेपण होऊन टाकीबाहेर जाईल. ही गोष्ट ध्यानात घेऊन टाकीचा आकार उराविता येतो. उदा.- दर ताशी ३०,००० लिटर पाण्याचे निक्षेपण करावयाचे असेल व निक्षेपण टाकीतील पाणी ठेवण्याचा काल २ तास असेल तर टाकीची क्षमता $30,000 \times 2 =$

६०,००० लिटर इतकी राहील. म्हणजेच $\frac{६०,०००}{३०} = २०$ घनमीटर घनफल होईल. टाकीतील पाण्याची खोली ३ मीटर ठेवल्यास टाकीच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफल $\frac{३}{२०} = १५$ चौरस मीटर पाहिजे. आता २० चौ. मीटर क्षेत्रफल ठेवल्यास पाणी ओसेंड्न वाहण्याचा वेग $\frac{३}{१५} = १५०$ लिटर, दर ताशी दर चौ. मीटरला राहील. परंतु तो १००० लिटर इतका असावयास पाहिजे, म्हणून $\frac{१०००}{१५०} = ६०$ चौरस मीटर इतके टाकीचे क्षेत्रफल ठेवणे रास्त होईल. टाकीची रुंदी लांबीच्या दुप्पट घरल्यास, ३० चौ. मी. क्षेत्रफलासाठी ८ मीटर लांबी व ४ मीटर रुंदी जास्त सयुक्तिक राहील. टाकीच्या तळावर साठणाऱ्या गाळासाठी ०.५ मीटर खोली घरल्यास आणि पाण्याच्या पृष्ठभागावरील उंची (मोकांश) ०.५ मीटर घरल्यास टाकीची एकूण खोली $0.5 + 3.0 + 0.5 = 4$ मीटर होईल, व टाकीची एकंदर मापे ८ मीटर लांबी, ४ मीटर रुंदी व ४ मीटर खोली अशी होतील.

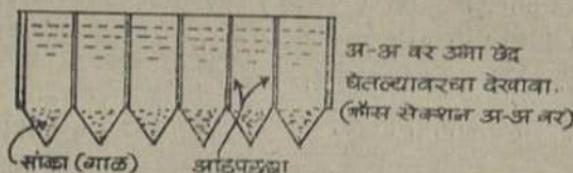
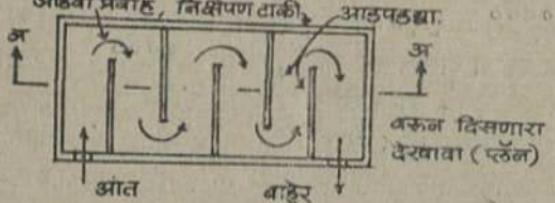
हेज्ञनन्या शाळाप्रमाणे टाकीचे क्षेत्रफल जास्त महत्वाचे आहे. म्हणून

$$\text{क्षेत्रफल (चौ. मी.)} = \frac{\text{दर ताशी (लिटरमध्ये) येणारे पाणी}}{\text{दर ताशी दर चौरस मीटरमध्यून वाहेर पटणारे पाणी (लिटरमध्ये)}} \\ (\text{किंवा ओसेंड्न वाहणाऱ्या पाण्याचा दर})$$

वरील उदाहरणात ओसेंड्न वाहणाऱ्या पाण्याचा दर ३० चौरस मीटर क्षेत्रफलासाठी $\frac{३०}{१५०} = १०००$ लिटर दर ताशी दर चौ. मी. ला राहील. किंवद्दुना प्रत्यक्षात क्षेत्रफल $8 \times 4 = 32$ चौ. मी. असल्याने प्रत्यक्ष दर १००० लिटर-पेक्षाही कमी असेल, व म्हणून टाकीची निक्षेपणाची कार्पेक्षमता जास्त समाधानकारक राहील.

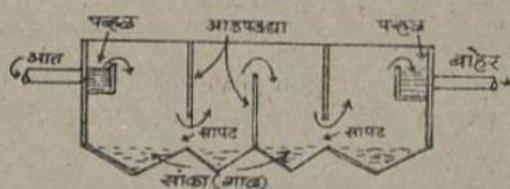
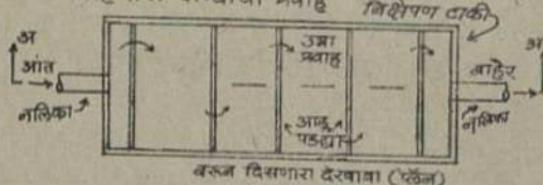
ज्या वेळी दर ताशी जास्त पाण्याचे निक्षेपण करावे लागते त्या वेळी निक्षेपण टाकीचा आकार मोठा लागतो, व विशेषत: टाकीची लांबी फारच मोठी असावी लागते. त्यासाठी जागाही जास्त लागते आणि ती महागही असते. अशा वेळी टाकीची एकंदर लांबी लहान ठेवून टाकीत आडपडवा घालून पाण्याच्या प्रवाहाची एकूण अंतर्गत लांबी पूर्वीहतकीच म्हणजे मोठी ठेवता येते. समान्तर आडपडवांमुळे टाकीत लहान लहान भाग तयार होतात. टाकीतील पाणी आडपडवांच्या एका बाजूच्या परस्पर विरोधी उभ्या कडेमोवताली आडव्या दिशेने वाहात जाते व त्याच वेळी पाण्यातील आलंकित पदार्थांच्या कणांचे निक्षेपण होते. काही वेळा समान्तर आडपडव्या एक खाली व दुसरी वर अशा ठेवतात. त्यामुळे पाण्याचा प्रवाह खाली असलेल्या पडदी-वरून व नंतरच्या वर असलेल्या पडदीच्या खालूनन्या सापटीदून व नंतर पुन्हाच्या खाली असलेल्या पडदीच्या वरून असे नागमोठी उभ्या दिशेत वाहात जाते, व तसे होतानो कणांचे निक्षेपण होते. आकृत्या १९ व २० पाहा. कोणत्याही परिस्थितीत पाणी टाकीत आल्यावर व ते टाकीवाहेर पडेपर्यंत पाण्याचे लघुमंडल (शॉर्ट सर्किंट)

- आयताकृती निष्टेपण टाकी -
निष्टेपण टाकीतील आडपड्यांच्या कणोंवताळून
वाहणारा पाण्याचा प्रवाह
आडवा मवाह, निष्टेपण टाकी, आडपड्या.



आकृती १९

आयताकृती निष्टेपण टाकी
निष्टेपण टाकीतील आडपड्यांच्या वर्जन व रवाळून
वाहणारा पाण्याचा मवाह निष्टेपण टाकी



अ-अ वर अमा छेद येतल्यावरचा देखावा
(ओस सेक्षन अ-अ वर)

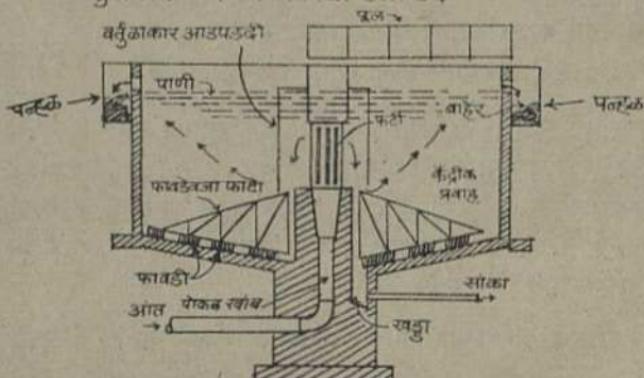
आकृती २०

होता कामा नये. म्हणजेच पाणी आत येणाऱ्या बाजूकढून बाहेर जाणाऱ्या बाजूकडे सरल लघुमागीने वाहता कामा नये. कारण तसे झाल्यास आलंबित कणांचे निष्टेपण कार्य योग्य रीतीने होणार नाही. लघुमंडल टाळणे ही निष्टेपण टाक्यांच्या घावतीतील

अतिशय महत्वाची गोष्ट आहे. या दृष्टीने आकृती २० मध्ये पाणी आत येण्याच्या बाजूस व बाहेर जाण्याच्या बाजूस दाखविलेली पन्हळांची व्यवस्था फार उपयोगी पडते.

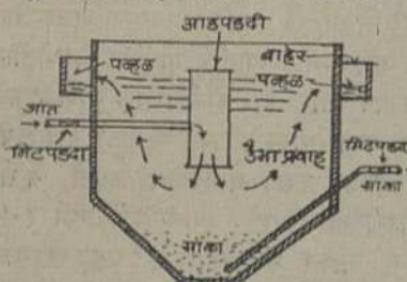
(व) वर्तुळाकार टाकी (कैन्ट्रिक प्रवाह) : आकृती २१ पाहा. अशी टाकी मधून मधून किंवा सतत निक्षेपण किया करू शकते. सतत कार्ये करणाऱ्या निक्षेपण टाकीत पाण्याचा प्रवाह टाकीच्या मध्याकडून परिघाकडे असतो म्हणून त्यास कैन्ट्रिक प्रवाह म्हणतात. अशा टाकीची क्षमता किंवा ओसंझून वाहणाऱ्या पाण्याचा दर प्रत्येक चौरस मीटर क्षेत्रफळास दर तासाला १५०० लिटर असतो. टाकीच्या मध्यभागी एक पोकळ खांब असतो. या खांबाच्या वरच्या बाजूस उभ्या फटी असतात, व फटीभोवती एक वर्तुळाकार आडपडदी असते. पोकळ खांबाच्या वरच्या बाजूकडील फटीदून पाणी टाकीत आल्यावर आडपडदीमुळे ते पाणी प्रथम टाकीच्या तळाच्या दिशेला जाते व मग आडपडदीखालून बाहेर निघून ते टाकीच्या वरच्या बाजूकडील परिघाकडे जाऊन पन्हळात येते. असे होत असताना पाण्यातील आलंबित पदार्थांतील कणांचे निक्षेपण होऊन ते कण टाकीच्या तळावर साठतात. टाकीचा तळ मध्यविंदुकडे उत्तरता ठेवलेला असतो. तळावरील साका मध्यभागाकडे ढकलण्यासाठी टाकीच्या तळावर अलगद मंद गतीने फिरणारा फावडेक्जा फाटा बसविलेला असतो, व तो पोकळ खांबाभोवती खांबावरील विशुद्ध मोटरीमुळे फिरतो. त्याची गती ताशी ३.५ ते ४.५ मीटर इतकी असते. फावडेमुळे सर्व साका मध्यभागाकडील एका खडूयात येऊन पडतो व तेथून तो नलीवाटे बाहेर काढला जातो. टाकीतील मध्यावरील पोकळ खांबापर्यंत पोहोचण्यासाठी छोटा पूल बसविलेला असतो. टाकीतील पाण्याचा ओसंझून वाहण्याचा दर प्रत्येक तासाला एका चौरस मीटरला १५०० लिटर घेऊन टाकीची क्षमता काढतात.

वर्तुळाकार निक्षेपण टाकीचा उभा छेद



(क) सूची-तळ टाकी (उभा प्रवाह) : आकृती २२ पाहा. उभा प्रवाह असणाऱ्या टाक्या वर्तुळाकार किंवा चौरस पृष्ठमागाच्या आणि सूचीप्रमाणे आकाराचा तळ असलेल्या असतात. टाक्यांची खोली ४.५ ते ७.५ मीटर पर्यंत असते. अशा टाक्या आलंबित स्थितीतील अतिसूक्ष्म कण व कलिल पदार्थ यांचे निश्चेपण करण्यासाठी उपयोगात आणतात. टाकीच्या मध्यावर एक नलिका असते व तिच्यामधून पाणी टाकीत येते. नलिकेच्या तोंडाभोवती एक वर्तुळाकार किंवा चौरस आडपडदी असते, त्यामुळे टाकीत येणारे पाणी प्रथम टाकीच्या तळाकडे जाऊन मग उभ्या प्रवाहात रूपांतरित होते; आणि शेवटी टाकीच्या वरच्या बाजूस परिघालगत असलेल्या पन्हळात जमा होते. टाकीतील पाण्याचा उभा प्रवाह चालू असतानाच

सूची-तळ निश्चेपण टाकीचा उभा छेद



आकृती २२

पाण्यातील आलंबित सूक्ष्म कण व कलिल पदार्थ यांचे निश्चेपण होऊन ते टाकीच्या सूचीच्या आकाराच्या तळावर साक्याच्या रूपात साठतात. हा साका एका नलिकेवाटे बाहेर काढता येतो. कारण तळावरील साक्यावर टाकीतील पाण्याचा दाव असतो. अशा तळेच्या उभ्या प्रवाहाच्या टाक्या बहुतेककरून सांडपाण्यावरील अंतिम निश्चेपणप्रक्रियेसाठी वापरतात. टाक्यांची कार्यक्रमता

७० ते ८० टके असते. टाकीची क्षमता काढण्यासाठी पाणी ओसंडून वाहण्याचा दर प्रत्येक तासाला एका चौरस मीटरला २००० लिटर धरतात.

६-७. मिश्रण, कणसंकलन, आणि किलाटन

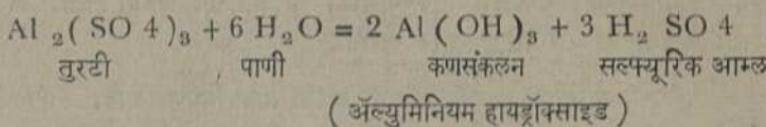
(Mixing, flocculation and coagulation) :

अशुद्ध पाण्यातील आलंबित पदार्थाच्या अतिसूक्ष्म व हलक्या कणांचे निश्चेपण करण्यासाठी तुरटीसारख्या किलाटकांची मदत ध्यावी लागते, हे मागे दिलेच आहे. तसेच 'किलाटन प्रक्रिया' कशी होते व 'कणसंकलन' कसे होते त्याचाही खुलासा मागे केलेला आहे. आता किलाटकांचे पाण्यात मिश्रण व त्यानंतर कणसंकलन प्रत्यक्षात कसे करतात ते खाली दिले आहे.

किलाटके (Coagulants) : सर्वसाधारणपणे खालील किलाटके वापर-प्रयात येतात :

(अ) अँल्युमिनियम सल्फेट [$\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$, 18 H_2O] किंवा फिल्टर

अॅलम (तुरटी). पाण्यात तुरटी मिसळल्यावर खालील किया घडते :



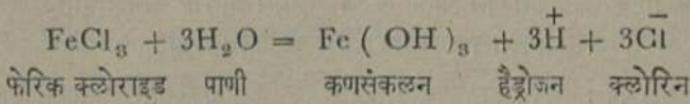
जेवहा पाण्याचा उद्धनांक ६.५ ते ८.५ असतो त्या वेळी तुरटी वापरून चांगल्या प्रकारे कणसंकलन होते. साधारणत: १५ ते ३० मिलिग्रॅम तुरटी दर लिटर पाण्यात मिसळतात. जर पाणी वरेचसे स्वच्छ असेल तर कमीत कमी ४ मिलिग्रॅम तुरटी दर लिटरला, आणि पाणी फारच गढूळ असेल तर जास्तीत जास्त ७५ मिलिग्रॅम तुरटी दर लिटरला वापरावी लागते. मात्र तुरटी जास्त प्रमाणात वापरल्यास सल्फ्यूरिक आम्लता वाढून त्यामुळे पाण्यात सल्फेट कठिणता वाढते.

खालील फायदामुळे कणसंकलनासाठी तुरटीच वापरतात :

(१) स्फटिकाप्रमाणे स्वच्छ पाणी होते; (२) चांगल्या तन्हेने कणसंकलन होते; (३) निक्षेपण चांगले होऊन गलंतिका जास्त वेळ कार्यान्वित राहते; (४) स्वाद व वास नाहीसे होतात; (५) तुरटी किंमतीने स्वत्त असते; (६) प्रयोग-शाळेत तुरटीचे प्रमाण फार जलद ठरवता येते.

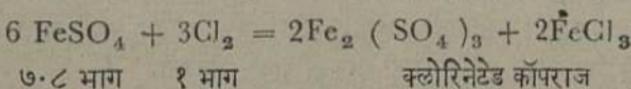
(व) लोह-शार (आवर्न सॉल्ट्स) : फेरस सल्फेट (FeSO_4 , ७ H_2O), फेरिक क्लोराइड (FeCl_3), फेरिक सल्फेट [$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$].

पाण्यात लोहक्षार मिसळल्यावर खालील किया होते :



कमी तपमान असताना लोहक्षारामुळे तुरटीपेक्षा जलद कणसंकलन होते. तसेच कणसंकलन घट, जलद निक्षेपण होणारे, आणि सहजासहजी न फुटणारे बनते. पाण्यात नैसर्गिक अल्कता फार असून गढूळताही असल्यास फेरस सल्फेट हा लोहक्षार वापरणे जास्त परिणामकारक ठरते. आणि उद्धनांक ९ च्या आसपास पाण्यातील मग काढण्यासाठी फेरिक क्लोराइड किंवा फेरिक सल्फेट जास्त उपयोगी पडते.

(क) क्लोरिनेटेड कॉपराज : फेरिक सल्फेट आणि फेरिक क्लोराइड यांचे हे मिश्रण असते. फेरस सल्फेट द्रवात क्लोरिन मिसळून हे द्रावण तयार होते.



या क्षारामुळे गेजण्याची क्रिया फार जलद होते. चिवट कणाचे संकलन करण्या-साठी व पाण्याचा रंग काढून टाकण्यासाठी या क्षाराचा उपयोग होतो. ६ ते ९ उद्दनांकापर्यंत हा क्षार परिणामकारक असतो.

(ड) सोडियम ऑल्युमिनेट : हे अल्कतामय मिश्रण आहे. पाण्यात गंज निर्माण करण्याचा अवगुण असेल तर हे मिश्रण जास्त उपयोगी पडते. त्यामुळे जलद कणसंकलन होऊन पाण्यात वेगाले अल्क मिसलावे लाभत नाही. तरेच त्यामुळे पाण्याची कायम अफेनदता (कॅलशियम सल्फेटमुळेची) वाढत नाही. परंतु हा क्षार महाग असल्यामुळे सहसा वापरण्यात येत नाही.

मिश्रण :

किलाटक योग्य प्रमाणात पाण्यात टाकल्यावर ते चांगल्या प्रकारे मिसळून त्याचे उत्तम मिश्रण होणे फार जरूरीचे असते. यासाठी ज्या निरनिराळ्या पद्धती वापरतात त्या अशा :

(अ) मिश्रण पाठ : मिश्रण पाठात पाणी व किलाटक यांचे चांगले मिश्रण होण्यासाठी एकाइएक तिरप्प्या पडव्या टेवतात; त्यामुळे पाण्याचा प्रवाह नागमोडी होतो. प्रवाहाचा वेग दर सेंकंदाला १५ ते ३० सें. मी. इतका असतो, त्यामुळे पाठातील पाणी पुढे-मागे पुढे-मागे होत राहून मिश्रण चांगले होते.

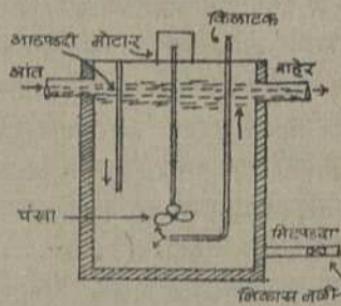
(ब) जल-झेप : ठराविक ठिकाणी पाठाची रुंदी कमी केल्याने आकुंचित पाठ तयार होतो; व त्यातच नव्हाच्चा उतार वाढविल्याने पाठातून वाहणारे पाणी आकुंचित भागात उसळून झेप घेतलेल्या अवस्थेत असते. पाणी आकुंचित भागामधी ठोहोच-ण्यापूर्वी किलाटक घाटल्यास जल-झेपेमुळे त्याचे मिश्रण अधिक चांगले होते. जल-झेप योजनेमुळे प्रवीच्या मिश्रण-पाठाला लागणारी लांबी वरीच कमी होते.

(क) पंप : पंपादून जाण्यापूर्वी पाण्यात किलाटक टाकल्यास ते पाणी पंपादून जाताना चांगले मिश्रण तयार होऊन किलाटकमिश्रित पाणी पंपावाहेर येते.

(ड) शीघ्र मिश्रण आणि विचालक तकट मिश्रण : (आकृत्या २३ व २४पाहा)

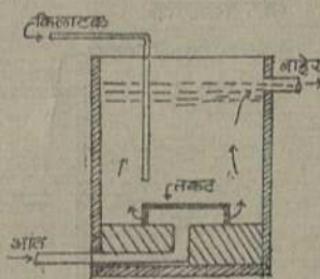
शीघ्र मिश्रणासाठी एक वर्तुळाकार टाकी असते. टाकीत मध्यावर रवीप्रमाणे एक पंखा वसविलेला असतो. टाकीत पाणी आल्यावर एका नलिकेवाटे किलाटक घालण्यात येते व पंख्याच्या गतीमुळे पाणी व किलाटक घुसळले जाऊन चांगले मिश्रण तयार होते. घुसळण्याची क्रिया साधारण ३० सेंकंद चालते. पाणी टाकीत आल्यावर त्याचे लघुमंडल टाळण्यासाठी जी नलिका पाणी आणते त्या नलिकेच्या तोंडापाशी टाकीत एक आडपडदी वसविलेली असते. शीघ्रमिश्रण टाकीत पाणी आत येण्याचा मार्ग व बाहेर जाण्याचा मार्ग हे दोन्ही वरच्या बाजूस असतात.

शिंग्र मिश्रण टाकीच्या उभा छेद



आकृती २३

विचालक तकट मिश्रण टाकीच्या उभा छेद



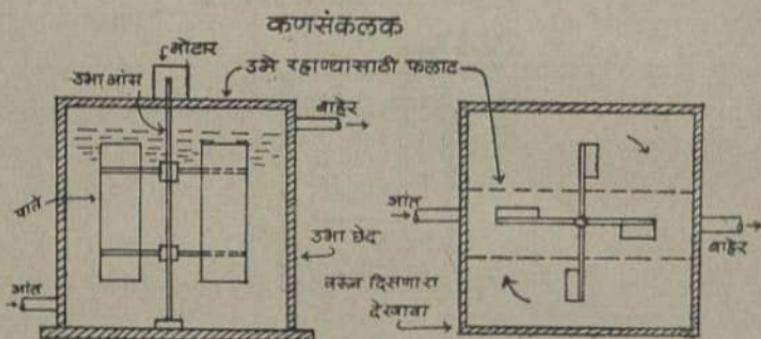
आकृती २४

विचालक तकट मिश्रणसाठी टाकीत पाणी आत आणणारी नलिका टाकीच्या बुडाशी बसविलेली असते व नलिकेच्या तोंडावर किंचित अंतरावर एक तकट किंवा तवकडी बसविलेली असते. टाकीच्या वरच्या बाजूकडून एका नलिकेवाटे किलाटक पाण्यात टाकले जाते. पाणी टाकीत येताच्च तकटामुळे ते सर्व बाजूस विघुरले जाऊन त्याच्च वेळी किलाटकाशी संयोग पावून योग्य ते मिश्रण तयार होते. पाणी टाकीबाहेर जाण्याचा मार्ग टाकीच्या वरच्या बाजूस असतो.

कणसंकलन :

पाण्यात किलाटकाचे चांगल्या प्रकारे मिश्रण झाल्यावर ते पाणी कण-संकलकात येते. आइस्किम तयार करण्याच्या भांड्यात ज्याप्रमाणे लाकडी पट्ट्यांचा पंखा असतो, त्याप्रमाणे कणसंकलकात लाकडी किंवा लोखंडी पट्ट्या असलेला एक पंखा असतो. हा पंखा विजेच्या मोटरच्या साहाय्याने मंद गतीने फिरत असतो. त्याचा परिघ-वेग दर सेंकंदास ३० ते ६० सें. मी. इतका असतो. कणसंकलकात पाणी ३० ते ६० मिनिटे

कालापर्यंत राहते. या कालात पंख्याच्या मंद गतीमुळे सर्व पाणी सावकाशापणे ढबळले जाऊन किलाटक वेश्टित सूश्म कण एकत्र येऊन त्याचे अनेक लहान लहान समूह तयार होतात; म्हणजेच ‘ कणसंकलन ’ होते. कणांच्या समूहांचे वजन जड झाल्याने म्हणजेच प्रत्येक समूहाचे विशिष्टगुरुत्व एकापेक्षा अधिक झाल्याने कणसंकलकातील पाणी निक्षेपण टाकीत येऊन ते स्थिर राहताच कणसमूहांचे निक्षेपण होते व पाणी स्वच्छ बनते. कणसंकलकातील पंख्याची गती मर्यादितत्र असावी लागते. कारण गती वाजवीपेक्षा जास्त झाल्यास तयार झालेले कणसमूह फुटवात. एकदा फुटलेल्या कणसमूहातील कण पुन्हा एकत्र येऊन समूह तयार करू शकत नाहीत. (उदा.— जसे ताक करताना लोणी तयार होऊन ते पृष्ठभागावर जमल्यावरही ताक खुसळण्याची किंवा चालूच ठेवली तर तयार झालेले लोणी फुटते व नाहीसे होते, व मग ताक किंतीही खुसळले तरी पुन्हा लोणी तयार होत नाही.)



आकृती २५

कणसंकलक टाकी वर्तुळाकार असली तर आतील पंख्याची पाती उम्या आसाभोवती वसविलेली असतात, आणि टाकी जर आयताकृती असेल तर पाती आडव्या आसाभोवती वसविलेली असतात. पात्यांची योजना करताना एक गोष्ट पाहावी लागते ती म्हणजे, पाती फिरत असताना टाकीतील सर्व भागातील पाणी खुसळले गेले पाहिजे. कोणताही भाग मृतभाग राहता कामा नये.

किलाटन टाकी किंवा निर्मळ टाकी

(Coagulation basins or clarifier) :

कणसंकलनातील पाण्यात कणांचे समूह तयार झाल्यावर ते पाणी निर्मळ किंवा साफ करण्यासाठी किलाटन टाकीत येते. या टाकीत पाणी $2\frac{1}{2}$ ते 3 तास राहते. त्यामुळे बहुतेक सर्व कणसमूह टाकीतील तळावर वसतात, व साका तयार होतो, वरचे

वरचे पाणी निर्मळ किंवा स्वच्छ होऊन ते टाकीबाहेर पडत राहते, व हेच स्वच्छ पाणी त्यातील अतिसूखम व कलिल पदार्थ बाजूला करण्यासाठी गलंतिकेकडे जाते.

किलाटन टाकी किंवा निर्मळ टाकीची रचना व कार्य सतत प्रवाहित निवळ निशेपण टाकीप्रमाणेच असते; व वहुधा वरुळाकार टाकी (कैन्द्रिक प्रवाह) वापरण्यात येते (आकृती २१ पाहा).

आजकाल एक नवीन प्रकारची टाकी वापरण्यात येते. या टाकीत कणसंकलक मध्यभागी असतो व त्याभोवताली निशेपण भाग असतो. अशा एकत्रित टाकीस 'निशेपणादी कणसंकलक' असे म्हणता येईल. अशा टाकीचे फायदे म्हणजे—

(१) मध्य भागातील कणसंकलन झालेले पाणी सभोवतालन्या निशेपण भागात अति मंद वेगाने जाते. त्यामुळे कणसमूहांना धक्का पोहोचत नाही.

(२) कणसंकलन झालेले पाणी निशेपण भागात सर्वच सारखे विखुरले जाते.

(३) एकत्रित टाक्कयांमुळे स्थापत्यकामाचा खर्च वराच कमी येतो.

किलाटक वापरन निशेपण केल्याने पाण्यातील गढूळता ५० टक्कयांनी तरी कमी होते. तसेच जीवजंतूंचे प्रमाणही ५० ते ७० टक्कयांनी कमी होते. किलाटन टाकीदून बाहेर पडणाऱ्या पाण्यात शिळ्क राहिलेली कलिले, जीवजंतू इत्यादी बाजूला करण्यासाठी ते पाणी गलंतिकेदून नेऊन त्याचे रोगजंतु-विनाशन केले जाते.

प्रकरण सातवे

जल-निःस्पंदन किंवा गलंतिका

७-१. निःस्पंदन शास्त्र (Theory of Filtration) :

आजपर्यंतच्या अनुभवावरून असे दिसून आले आहे की, अशुद्ध पाणी जर वाळूच्या थरांदून नेले तर पाण्यातील आलंबित आणि कलिल अशुद्ध वाळूच्या थरात अडकून राहून वाहेर येणारे पाणी शुद्ध असते. याच क्रियेला 'निःस्पंदन' किया म्हणतात. या क्रियेमुळे पाण्याचे रासायनिक गुणधर्म बदलतात व तसेच पाण्यातील जीवजंतूचे प्रमाण बन्याच अंशांनी घटते. निःस्पंदन क्रियेत खालील गोष्टीचा समावेश होतो :

(अ) यांत्रिक गालन, (ब) निक्षेपण, (क) पृष्ठशोषण, (ड) जीवजंतूची जीवनक्रिया, आणि (इ) विद्युत विघटनादी फरक.

(अ) यांत्रिक गालन : वाळूच्या थरांत कणाकणांमध्ये असंख्य पोकळ्या (पोकळ जागा) असतात. जेव्हा पाणी वाळूच्या थरांदून झिरपू लागते तेव्हा पोकळ्यांच्या आकारापेक्षा मोठ्या आकाराचे आलंबित पदार्थ वाळूच्या थराच्या पृष्ठभागावरच अडकून राहतात व वाकी पाणी तेवढे झिरपून थरांखाली साठते. या क्रियेला यांत्रिक गालन म्हणतात, व त्यामुळे आलंबित कण बाजूला काढता येतात.

(ब) निक्षेपण : वाळूच्या थरात असणाऱ्या पोकळ्या म्हणजे जणू असंख्य लहान निक्षेपण टाक्याच होते. याच टाक्यांत वाळूच्या कणांच्या बाजूवर सूक्ष्म आलंबित कणाचे निक्षेपण होते. वाळूच्या कणांवर पूर्वी साठलेले जीवजंतू आणि कलिले यांच्यामुळे एक चिकट आवरण तयार झालेले असते. त्यामुळे वाळूचे कण व आलंबित पदार्थाचे कण यांच्यामध्ये भौतिक आकर्षण तयार होऊन निक्षेपण क्रिया जास्त जलद होते.

(क) पृष्ठशोषण : पृष्ठभागाकडे पदार्थ ओढून घेऊन तो तेथेच धरून ठेवणे या क्रियेला 'पृष्ठशोषण' असे म्हणतात. वाळूच्या कणांमध्ये अशीच पृष्ठशोषण शक्ती तयार झाल्याने पाण्यातील कलिल आणि विद्युत पदार्थाच्या कणांवर पृष्ठशोषण होऊन ही अशुद्ध वाजूला काढली जातात. तसेच १५ ते २५ टक्क्यांपर्यंत पाण्यातील रंग व चास काढून टाकला जातो.

अशा प्रकारे निक्षेपण आणि पृष्ठशोषण यांच्यामुळे पाण्यातील राहिलेले आलंबित पदार्थांचे सूक्ष्म कण, कलिले व जीवजंतू, इत्यादी गोष्टी वाजूला काढल्या जातात

(ड आणि इ) जीवजंतूंची जीवनक्रिया आणि विद्युत विघटनादी फरक : गलंतिकेतून ज्या वेळी पाणी गाळले जात असते त्या वेळी वाळूच्या थरातील सजीव वेळीची वाढ आणि विद्युत विघटन यांच्या संयुक्त परिणामामुळे पाण्यात रासायनिक किया घडून येतात. वाळूच्या कणांवरील विद्युतभार व पाण्यातील आयनी-करण झालेल्या पदार्थावरील भार यांच्यामुळे पाण्यातील रासायनिक घटकांत बदल घडतात. या सधे गोष्टीमुळे गलंतिकेतून गाळून बाहेर आलेले पाणी शुद्ध स्वरूपात असते. काळान्तराने गलंतिकेतील विद्युतभार नाहीसा होतो, आणि हा विद्युतभार पूर्ववत आणण्यासाठी गलंतिका स्वच्छ करणे भाग पडते.

सर्वसाधारणपणे गलंतिकेतील गाळण्याची मुख्य क्रिया ही वाळूच्या पृष्ठभागावर व त्यावर साठलेल्या पदार्थांच्या थरांत घडून येते. वाकी किया गलंतिकेत वाळूच्या कणांभोवती जमा झालेल्या चिकट आवरणात घडते. वाळूच्या थराच्या पृष्ठभागावरील थरात प्राणिजन्य चिकट पदार्थात जीवशास्त्रीय क्रिया ठळकपणे घडत असतात. अशा पृष्ठभागावरील थराला जर्मन भाषेत Schmutzdecke (श्मूट्ज डेक्के), किंवा ‘घागेरडी त्वचा’ म्हणतात. आणि यावरच मंदगती गलंतिकेचे यशस्वी कार्य अवलंबून असते.

७-२. गलंतिकेचे प्रकार :

मुख्यत्वेकरून गलंतिकेचे दोन प्रकार आहेत :

(१) मंदगती गलंतिका, (२) जलदगती गलंतिका.

जलदगती गलंतिकेचेही दोन प्रकार आहेत : (अ) संकर्षक जलदगती गलंतिका— नेहमी वापरण्यात येणारी. (ब) दावयुक्त जलदगती गलंतिका— अंग्राफिल्ट किंवा डायाटोमेशि अस मातीचा थर वापरून केलेली.

वरील गलंतिकेच्या प्रकारात गलंतिकेतून पाणी गाळून येण्याचा दर निरनिराळा असतो. उदा.— मंदगती गलंतिकेच्या वाबतीत दर तासाला दर चौरस मीटरला १०० ते २०० लिटर, जलदगती गलंतिकेच्या वाबतीत दर तासाला दर चौरस मीटरला ५००० ते ७५०० लिटर, तर दावयुक्त जलदगती गलंतिकेच्या वाबतीत दर तासाला दर चौरस मीटरला १०,००० ते १२,५०० लिटर इतका असतो.

७-३. गलंतिकेतील वाळूचा थर :

गलंतिकेत वापरावयाची वाळू अतिशय स्वच्छ असावी लागते. वाळूत कोणत्याही प्रकारातीची साधी किंवा चिकणमाती, वनस्पतिजन्य पदार्थ, चुना, सेंद्रिय पदार्थ, अशांसारख्या गोष्टी असता कामा नयेत. तसेच वाळू एकाच दर्जाची व

सारख्या प्रकारची व आकाराची असावयास हवी. फार बारीक वाळू वापरल्यास वाळूतील पोकळ्यात व पुढीभागावर पाण्यातील घाण (सूक्ष्म आलंबित कण, कलिले, इत्यादी) अडकून वाळूच्या थरातील पाण्याचा प्रवाह अडला जातो. याउलट जाढ वाळू वापरल्यास मोळ्या आकाराच्या पोकळ्या निर्माण होऊन पाण्यातील घाण अडकून न राहता प्रवाहावरोवरच वाहात राहते. त्यामुळे पाणी शुद्ध होऊ शकत नाही. यासाठी गलंतिकेत वापरावयाच्या वाळूदावत मुख्यत्वे दोन गोळी विचारात घेतात : (१) प्रभावी आकार, (२) एकरूपता गुणांक. प्रभावी आकार म्हणजे वाळूच्या सर्व कणांपैकी १० टके कणाच्या आकारापेक्षा (वजनाने) मोठा आकार. उदा.—एका टराविक आकाराची छिंदे असलेली चाळणी घेऊन त्यात वाळू टेवून चाळणी हालविली आणि चाळणीतील एकंदर वाळूच्या कणांपैकी १० टके कण चाळले जाऊन चाळणीत ९० टके कण उरले, तर या ९० टके कणांचा जो आकार (म्हणजेच चाळणीच्या छिंदाचा जो आकार) तो प्रभावी आकार होय. मंदगती गलंतिकेसाठी वाळूच्या कणांचा प्रभावी आकार ०.२५ ते ०.३५ मिलिमीटर, आणि जलदगती गलंतिकेतील वाळूच्या कणांचा प्रभावी आकार ०.३५ ते ०.६० मिलिमीटर असावा लागतो.

वाळूची एकरूपता : वर उलेखिलेल्या वाळूच्या १० टके कणाचा फक्त कमीत कमी आकार प्रभावी आकाराने दर्शविला जातो. परंतु वास्तविक प्रभावी आकारापासून ते जास्तीत जास्त आकार असलेले कण या १० टके कणांत असतात. पण या कमी-अधिक आकारांची काहीच कल्पना येऊ शकत नाही. म्हणून ‘एकरूपता गुणांक’ काढून त्यावरून प्रभावी आकारापासून जास्तीत जास्त आकार-पर्यंतच्या अंतराची (फरकाची) कल्पना येऊ शकते. एकरूपता गुणांक काढण्याची पदत अदी :

एकंदर वाळूच्या कणांपैकी ६० टके कणाच्या आकारापेक्षा मोठा आकार (वजनाने) कोणता आहे ते चाळणी वापरन काढावयाचे (म्हणजेच चाळणीतून ६० टके कण चाळून निघून गेले पाहिजेत, व चाळणीत ४० टके कण उरले पाहिजेत. असे झाल्यावर चाळणीतील छिंदाचा जो आकार तो मोठा आकार होय.) या मोळ्या आकारास प्रभावी आकाराने भागल्यावर जो भागाकार येईल तो एकरूपता गुणांक होय. उदा.—मोठा आकार जर ०.६० मिलिमीटर असेल आणि प्रभावी आकार जर ०.३० मिलिमीटर असेल तर एकरूपता गुणांक = $\frac{०.६०}{०.३०} = २$. मंदगती गलंतिकेतील वाळूचा एकरूपता गुणांक २ ते ३, आणि जलदगती गलंतिकेतील वाळूचा एकरूपता गुणांक १.२ ते १.७ असावा.

वाळूचा नमुना दिला असता प्रभावी आकार आणि एकरूपता गुणांक कसा काढावयाचा हे पुढे दिलेल्या (उदाहरणार्थ) तक्ष्यावरून कळून येईल. वाळू चाळण्यासाठी ‘टेलर’च्या चाळण्यांची एक क्रमवार माला वापरतात. या मालेत छिंदांचा

आकार कमी कमी होत गेलेल्या चाळण्या असतात; व अगदी शेवटी छिद्रे नसलेली याळी असते.

(मंदगती गलंतिकेसाठी वाळूच्या घराची जाई ६० ते १०० सें. मी. आणि जलदगती गलंतिकेसाठी ६० ते ९० सें. मी. इतकी ठेवतात.)

वाळूच्या नमुन्याचे वजन १००० ग्रॅम

टेलरच्या मालेतील चाळणी क्रमांक	छिद्राचा आकार मि. मी.	चाळणीचर राहि- लेल्या वाळूचे वजन ग्रॅम.	चाळणाविर राहिलेल्या वाळूचे संक- लित वजन ग्रॅम	संकलित टके	सूखमता टके
८	२०३६	०	०	०	१००
१०	१०६५	५८	५८	५०८	९४०२
१४	१०१७	२३७	२९५	२९०५	७००५
२०	००८३३	१०७	४०२	४००२	५९०८
३५	००४२	३४९	७५१	७५०१	२४०९
४८	००२९	१४०	८९१	८९०१	१००१
६०	००२६	३०	९२१	९२०१	७०९
१००	००१५	२२	९४३	९४०३	५०७
२००	०.०७	४६	९८९	९८०९	१०९
थाळी	—	११	१०००	१००००	०
	एकूण	१०००			

वरील तत्त्वात १००१ टके सूखमतेसाठी ०.२९ मि. मी. छिद्राचा आकार लागतो. हाच प्रभावी आकार होय. आणि ५९.८ टके सूखमतेसाठी ०.८३३ मि. मी. छिद्राचा आकार लागतो. म्हणून एकरूपता गुणांक = $\frac{0.833}{0.29} = 2.81$.

म्हणजेच वरील ०.२९ मि. मी. प्रभावी आकाराची आणि २.८१ एकरूपता गुणांक असलेली वाळू मंदगती गलंतिकेसाठी योग्य आहे.

७-४. मंदगती गलंतिका (Slow sand filter) :

मंदगती गलंतिका ही एक जलबंद टाकी असते, व ती सिमेंट कॉकिट, दगड-काम अगर बीटकामात बांधलेली असते. टाकीच्या तळावर चाळ किंवा २५ ते ५० मि. मी. आकाराच्या दगडी खडीचा थर असतो. या थराखाली गाळठेले पाणी

जमा करण्याकरिता तळ-गटारे असतात. खडीच्या थरान्यावर वाढूचा थर असतो. वाळूच्या थराची जाडी १ ते १.५ मीटरपर्यंत असते, तर खडीच्या थराची जाडी १५ ते ३० सें. मी. पर्यंत असते. टाकीच्या भिंतीपाशी सर्व वाजूना तळापर्यंत वाळूच्या ठेणो इष्ट असते. वाढू दोन किंवा तीन थरांत पसरतात. वाढू जर एकसारखी नसेल तर वारीक वाढू पृष्ठभागावर पसरतात.

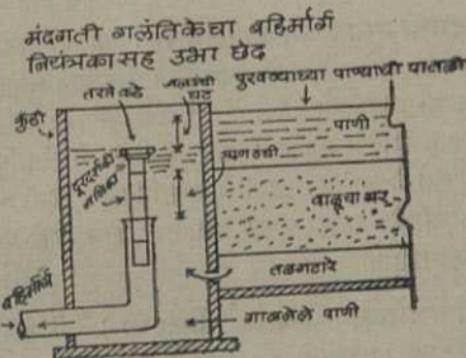
७.५. मंदगती गलंतिकेची कार्यपद्धती :

(१) तळ-गटारे : गलंतिकेतील वाढू व खडीच्या थरान्यावर गाळले गेलेले पाणी जमा करण्यासाठी गलंतिकेच्या तळावर तळगटारे असतात. गलंतिकेच्या लांबीला समान्तर असे मध्यावर एक मुख्य गटार असते, व मुख्य गटारास काटकोनात २.४ ते ३ मीटर अंतरां-अंतरावर उपगटारे असतात. उपगटारे ही १५० ते २०० मि. मी. छिद्रित नलिकांची किंवा अर्धवर्तुळाकार कौले किंवा समान श्वमतेच्या पोकळ ठोकळ्यांची केलेली असतात. भिंतीपासून साधारणतः ४५ ते ७५ सें. मी. अंतरावर उपगटारे थांवितात. गटारातील जोड मोकळे ठेवलेले असतात.

(२) गलंतिकेचे कार्य : निक्षेपण टाकीकढून निक्षेपण होऊन येणारे पाणी गलंतिकेतील वाढूच्या पृष्ठभागावर आणून सोडले जाते. पृष्ठभागावर पाण्याची उंची १ ते १.५ मीटर पर्यंत राहते. मंदगती गलंतिकेने पाणी शुद्ध करावयाचे असेल तर त्यापूर्वीच्या निक्षेपण प्रक्रियेकरिता कोणतेही किलाटक वापरलेले असता कामा नये. कारण किलाटक वापरल्याने तयार होणारा जास्त साका गलंतिकेतील वाढूच्या पृष्ठभागावर साच्च राहून पाणी गाळले जाण्याची किंवा खंडित होईल व त्यामुळे खर्च वाढेल. तसेच वाढूच्या पृष्ठभागावरील पाण्याची उंची जास्त असता कामा नये. कारण तसे झाल्यास वाढू पाण्याच्या वजनाने दोवली जाऊन थरांतील पाण्याच्या प्रवाहाला अडथळा निर्माण होईल. तसेच पाण्याची उंची फार कमी असूनही चालत नाही. कारण तसे झाल्यास वारा किंवा आत येणा-या पाण्यामुळे निर्माण होणाऱ्या लाटा, पृष्ठभागावरील झोत, इत्यादी गोर्ध्नेमुळे वाढूच्या पृष्ठभाग विचटित होईल. गलंतिकेदून होणाऱ्या पाण्याच्या झिरप्याचा दर प्रत्येक तासाला दर चौरस मीटरला २०० लिटरपर्यंत असतो. गलंतिकेदून झिरपून बाहेर पडणारे पाणी एका कुंडीत येऊन पडते व तेथेन ते भूमिगत टाकीत साठिविले जाते. गलंतिकेतील पाण्याच्या उंचीपेक्षा वाहेरील कुंडीतील पाण्याची उंची कमी राहते; या दोन उंचीतील फरकास ‘जल-उंची घट’ असे म्हणतात. जसजशी गलंतिका कार्यान्वित राहील तसतशी जल-उंचीतील घट वाढत वाढत जाईल. याचे कारण गलंतिकेतील वाढूच्या थरातील पोकळ्या पाण्यातील आलंदित कण, कलिले, जीवजंदू, इत्यादी गोर्ध्नेनी हळूहळू भरत जातील, व त्यामुळे पाण्याच्या प्रवाहास जास्त जास्त अडथळा वाढत जाईल तसतशी जलउंची घट वाढत जाईल. कोणत्याही परिस्थितीत ही घट गलंतिकेतील पाण्याच्या

उंचीपेक्षा जास्त होता कामा नये. तसे होण्यापूर्वीच गलंतिका स्वच्छ करण्याची जबाबदारी व्यावयास पाहिजे. गलंतिका स्वच्छ केल्यावर जलउंची घट साधारण १५ सें. मी. इतकी राहिली तरी चालेल. मंदगती गलंतिका अंदाजे २ ते ३ महिन्यांनी एकदा स्वच्छ करावी लागते.

(३) गलंतिकेत आत येणाऱ्या आणि बाहेर जाणाऱ्या पाण्याचे नियंत्रण : मंदगती गलंतिकेतील वाळूच्या पृष्ठभागावरील पाण्याची उंची नियंत्रित राहण्यासाठी गलंतिकेत येणाऱ्या पाण्याचे नियंत्रण करणे आवश्यक असते. तसेच गलंतिकेदून गाळून बाहेर पडणाऱ्या पाण्याचेही नियंत्रण करणे आवश्यक असते. गलंतिकेतील वाळूच्या थरांच्या पोकळ्यांमध्ये अशुद्ध पाण्यातील धाण जसजशी साढू डागेल तसेच गलंतिकेदून बाहेर पडणाऱ्या पाण्याचे परिमाण कमी कमी होईल. परंतु



आकृती २६

हे परिमाण कायम राहणे आवश्यक असते. तेव्हा यासाठी बहिर्मार्ग नियंत्रक वापरण्यात येतो. आकृती २६ पाहा. बहिर्मार्गनियंत्रक गलंतिकेबाहेरील कुंडीत वसविलेला असतो. नलिकेचे लहान लहान तुकडे एकमेकांत वसवून दूरदर्शकी नलिका तयार केलेली असते. त्यामुळे नलिकेची एकूण लांबी कमी अगर पूर्ववत होऊ शकते. या नलिकेच्या वरच्या वाजूच्या तोंडावर एक तरते कडे वसविलेले असते. नलिकेची खालची वाजू बहिर्मार्ग नलिकेत वसविलेली असते. कुंडीतील गाळलेल्या पाण्याची पातळी कमी अगर जास्त झाल्यास त्यावरोवरच तरते कडे खाली किंवा वर होते व ही किया दूरदर्शकी नलिकेमुळे होऊ शकते. तरते कडे व दूरदर्शकी नलिकेचे वरचे तोंड यांत एक कायम वरुळाकार फट ठेवली असल्याने त्या फटीदून बाहेर जाणाऱ्या माळलेल्या पाण्याचे परिमाण कायम राहते. ही फट वरुळाकार वीरकाचे कार्य करते.

(४) गलंतिकेची स्वच्छता : जल-उंची घट ठराविक मर्यादिपर्यंत पोहो-

चल्यावर गलंतिका स्वच्छ करणे भाग पडते. यासाठी प्रथम गलंतिकेतील सर्व पाणी काढून घेतात व. मग वाळूच्या थराची ६ ते २५ मिलिमीटर खोलीची पृष्ठभागाची वारीक वाळू रुंद फावडयाने गोळा करून गलंतिकेबाहेर काढतात. ही पृष्ठभागाची वाळू स्वच्छ पाण्याने धुतात आणि मग पुन्हा पूर्वच्या जागी गलंतिकेत पसरतात. पृष्ठभागाची वाळू काढल्यावर बाकीचा थर स्वच्छ करावयाचा असल्यास गलंतिकेत तळ-गाठारातून स्वच्छ पाण्याचा उलट प्रवाह (खालून वर) सोडतात; त्यामुळे वाळूच्या पोकळ्यांत साठलेली घाण पाण्याच्या उलट प्रवाहावरोवर गलंतिकेबाहेर काढणे शक्य होते. उलट प्रवाहाचे पाणी वाळूच्या थराबाहेर स्वच्छ येऊ लागले म्हणजे सर्व घाण निघून गेली असे समजावे व उलट प्रवाह बंद करावा. त्यानंतर वाळूच्या पृष्ठभागावरील स्वच्छ केलेली वारीक वाळू परत पहिल्या जागी पसरावी. गलंतिका स्वच्छ झाल्यावर निझेपण टाकीकडून घेणारे पाणी पुन्हा आत घेऊन गलंतिकेचे कार्य पूर्ववत मुळ करावे.

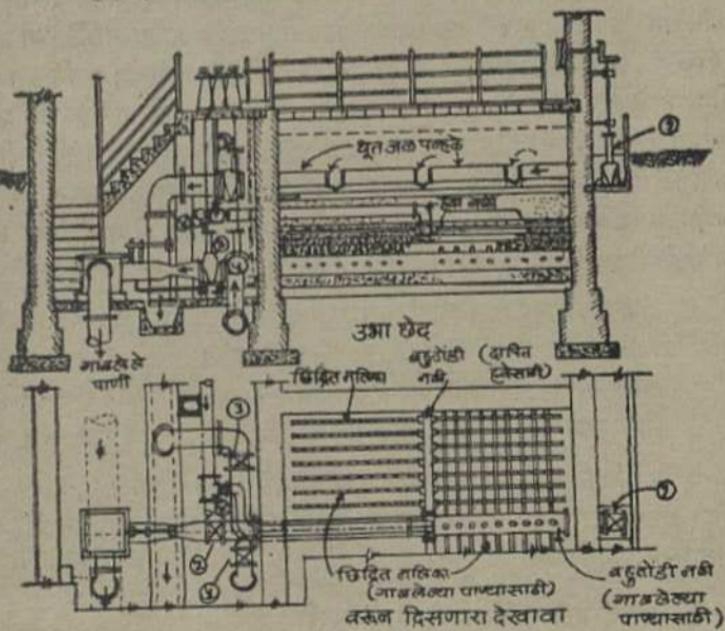
(५) मंदगती गलंतिकेची कार्यक्षमता : ज्या पाण्याची गढळता ५० माग प्रति दशलक्षणपर्यंत आहे असे पाणी मंदगती गलंतिकेदून चांगल्या प्रकारे स्वच्छ होऊ शकते. तसेच अशा पाण्यातील ९८ ते ९९ टक्के जीवजंतू मंदगती गलंतिकेमुळे बाजूला काढता येतात. राहिलेल्या जीवजंतूसाठी अर्थोत्तच रोगजंतू विनाशन करणे इष्ट असते. निझेपण टाकीत जि आलंबित पदार्थाचे कण निवालून खाली वसू शकत नाहीत असे कण मंदगती गलंतिकेत बाजूला काढले जातात. तसेच काही प्रमाणात पाण्याचा वास व त्वादही नाहीसा होतो.

७-६. जलदगती गलंतिका (संकर्षक प्रकारची) (Rapid sand filter gravity type) : आकृती २७ पाहा.

संकर्षक प्रकारची जलदगती गलंतिका ही मंदगती गलंतिकेप्रमाणेच एक जलबंद टाकी असते. १५ ते ३० सें. मी. जाडीच्या चाळ किंवा खडीच्या थरावर ६० ते ९० सें. मी. जाडीचा वाळूच्या थर जलदगती गलंतिकेत असतो. चाळाच्या थरालाली तळ-गाठारे नलिकांच्या स्वरूपात असतात व या सर्व गटारांतील पाणी एका वहिर्मोर्गावर वारे बाहेर येते. बाहेर पडणाऱ्या पाण्याचे परिमाण कायम राहण्यासाठी वहिर्मोर्गावर परिमाण (दर) नियंत्रक वसविलेला असतो. गलंतिकेतील वाळूच्या पृष्ठभागावर धूतजल पन्हळे वसविलेली असतात. निझेपण टाकीकडून घेणारे पाणी प्रथम धूतजल पन्हळांमध्ये येऊन ते ओसंडून वाळूच्या पृष्ठभागावर पडते. हल्दूहल्दू पाण्याची उंची चाढत जाऊन धूतजल पन्हळे पाण्यात बुडलेली राहतात. कार्यान्वित गलंतिकेत पाण्याची पन्हळांच्यावरील उंची १ ते १.५ मीटरपर्यंत असते. ज्या वेळी गलंतिका धुण्याचे किंवा स्वच्छ करण्याचे कार्य सुरु होते त्या वेळी वाळूचे घनफल मूळ घनफलाच्या १५० टक्के तरी चाढते, आणि म्हणून वाळूच्या पृष्ठभाग मुख्य धूतजल पन्हळाच्या तळाच्या खाली ५ ते ८ सें. मी. अंतरावर ठेवलेला असतो. गलंतिका स्वच्छ करण्या-

साठी प्रथम गलंतिकेतील सर्व पाणी काढून ठारतात. नंतर तळ-गटाराऱ्यान चाळ अ पण वाळू यांच्या थारामधून स्वच्छ पाण्याचा उलट प्रवाह चाळ करतात. याउलट प्रवाहा-मुळे वाळूतील पोकळ्यांमध्ये साचलेली घाण पाण्याबाटे धूतजल फूहळात घाण-पाण्याच्या रूपाने एकचित केली जाऊन हे घाण पाणी गलंतिकेवाहर पाठविले जाते. या वर्हिमर्गावर एक मिट-पडदा वसविलेला असतोच. काही गलंतिकेच्या बाबतीत वाळू स्वच्छ करण्यासाठी दावयुक्त हवा व स्वच्छ पाणी अद्या दोहँचा वापर करतात. दावयुक्त हवेसाठी वेगाले नलिकाचे जाळे गलंतिकेतील तळाशी वसविलेले असते. जलदगती गलंतिकेच्या साहाय्याने पाणी स्वच्छ करण्यासाठी किलाटन ठारीदून निसेण होऊन बाहेर पडणारे पाणीचे वापरावे ठागते. तसेच न केल्यास गलंतिकेच्या कार्याला मर्यादा पडते. कारण वाळूच्या पोकळ्यांत लघकर घाण साठते, व त्यामुळे वाळूच्या थरातील पाण्याचा मार्ग अडविला जातो.

जलवगाटी गलंतिका



① अंतर्मिंगी लिट पठदा

② घाण पाण्यासाठी लिट पठदा

③ धूत जळासाठी लिटपठदा

④ वर्हिमर्गी मिटपठदा

(गोळेल्या पाण्यासाठी)

⑤ दापित ल्येसाठी लिटपठदा

जलदगती गलंतिकेची क्षमता :

गलंतिकेची क्षमता तीन गोष्टीवर अवलंबून राहते :

(१) पाण्याचा सरासरी मागणीचा दर, (२) मागणीच्या दरातील चढ-उतार, (३) स्वच्छ पाणी साठविण्याची केलेली तरतुद.

अभिशमनासाठीही योग्य त्या साख्याची तरतुद करून ठेवावी लागते. अशी तरतुद गावाला ज्या उंच टाकीतून पाणी पुरविले जाते त्या टाकीतच करण्याची पद्धत आहे. गलंतिकेतून बाहेर येणारे स्वच्छ पाणी ज्या भूमिगत टाकीत साठवितात त्या टाकीची क्षमता सर्वसाधारणपणे तीन तासांना लागणाऱ्या पाण्याच्या सरासरी खर्चाइतकी असते. अशी टाकी गलंतिकेच्या जबळच बांधावयाची झाल्यास तिची खोली वाढते व त्यामुळे बांधकामाचा खर्चेही वाढतो. टाकीचा आकार जर लहान ठेवला तर बापरण्यासाठी लागणारे जास्तीत जास्त पाणी सामावू शकेल इतका मोठा आकार गलंतिकेचा ठेवावा लागतो. तेव्हा यासाठी एकापेक्षा अधिक गलंतिका बांधणे भाग पडते.

मोळ्या गलंतिका सर्वसाधारणपणे ५.४ मीटर रुंद आणि ६ मीटर लांब बांधतात व त्या २४ तास कार्यान्वित ठेवतात. लहान गलंतिकेचा आकार २.७ मी. \times ३ मी. पासून ३.६ मी. \times ५.४ मी. पर्यंत असतो; आणि त्या दिवसातील ८ ते १२ तासपर्यंत कार्यान्वित ठेवतात. सर्वसाधारणपणे गलंतिकेची प्रतिदिनी क्षमता १.१, २.२, किंवा ४.५ दशलक्ष लिटर इतकी असते. गलंतिकेची लांबी आणि रुंदी यांचे गुणोत्तर १.०२५ पासून १.३३ पर्यंत असावे. लहान गलंतिकेची कमीत कमी क्षमता पाण्याच्या सरासरी मागणीच्या दुप्पट किंवा तिप्पट असावी. गलंतिकेची एकूण कमीत-कमी खोली ३ ते ४ मीटर तरी असावी लागते, ती अशी :

तळ-गटाराच्या रचनेची उंची : ४.५ ते ६.० सें. मी.

चाळ आणि वाळू यांच्या थरांची एकूण जाडी : १ ते १.२ मी.

वाळूच्या पृष्ठभागावरील पाण्याची उंची : १ ते १.५ मी.

पाण्याच्या पृष्ठभागावरील मोकांश : ३.० ते ४.५ सें. मी.

गलंतिकेतून पाणी गाळले जाण्याचा दर प्रत्येक मिनियाला, प्रत्येक चौरस मीटर क्षेत्रफलाला, १०० लिटर असतो. कमीत कमी तीन लहान गलंतिका तरी असाव्यात.

७-७. जलदगती गलंतिकेची कार्यपद्धती :

(१) धूतजळ पन्हळे : (Wash water gutters or troughs)

धूतजळ पन्हळे कॉकिटची, लोखंडाची किंवा पोलादाची बनविलेली असतात. गलंतिकेच्या पृष्ठभागावरील घाण पाणी धूतजळ पन्हळापाशी पोहोचेपर्यंत पाणी वाहण्याचे आडवे अंतर एका मीटरपेक्षा कमी असावे. यासाठी लगोलगच्या दोन पन्हळांच्या

कडमधील अंतर १३५ ते १८० सें. मी. ठेवावे लागते. धूतजल पन्हळाच्या जागा ठरबण्यासाठी गलंतिकेच्या एकूण रुदीत प्रत्येकी १८० सें. मी. रुदीच्या कल्पून प्रत्येक पट्टीच्या मध्यावर एक पन्हळ याप्रमाणे योजना करतात. प्रत्येक पन्हळाच्या बाजूच्या माथा वाळूच्या थराच्या पृष्ठमागावर ४५ ते ७५ सें. मी. अंतरावर पाहिजे, आणि पन्हळाचा तल वाळूच्या थराच्या पृष्ठमागापासून ५ सें. मी. अंतरावर पाहिजे. गलंतिका धूत असताना घाण पाणी प्रथम पन्हळात जमा होऊन तेशून ते मध्यावरील मुख्य पन्हळात जाते व शेवटी गलंतिकेवाहेर घाण पाण्याच्या पाठात जाऊन फडते. घाण पाणी जमा होऊन त्याच्या द्यवस्थित निकालासाठी गलंतिकेतील पन्हळाना योग्य तो उतार यावा लागते.

(२) गलंतिकेतील वाळूचा थर (आकार व जाडी) : गलंतिकेतील तळ-गटार रचनेवर २२ ते ४५ सें. मी. जाडीचा चाळाचा थर असतो. चाळाचा आकार वरच्या बाजूस ३ मि. मी. व खालच्या बाजूस २७ मि. मी. असतो. चाळाचा आकार व थराची जाडी गलंतिका धुण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या पाण्याच्या दाचावर अवलंबून असते. चाळाच्या थरामुळे गलंतिकेतील वाळूचे कण तळ-गटारात जाऊ शकत नाहीत. तसेच या थरामुळे गलंतिका धुण्यासाठी वापरावयाचे पाणी सर्वत्र सारखे पसरविले जाते.

वाळूचा थर चाळाच्या थरावर असतो. जाड्या वाळूचा थर वारीक वाळूच्या थरपेक्षा जाड (जास्त उंचीचा) असावा. जाड्या वाळूमुळे गलंतिकेतून गाळल्यां जाणाऱ्या पाण्याचा दर जास्त राहील, परंतु जीवंजतू नाहीसे करण्याचे प्रमाण कमी राहील. वाळूचा प्रभावी आकार ०.३५ ते ०.६० मि. मी. आणि एकरूपता गुणांक १०२ ते १०७ पर्यंत असावा लागतो. वाळूचा आकार शक्य तो असा असावा की, पाण्यातील जास्तीत जास्त साकान वाळूच्या पृष्ठमागावर अडून राहील; पोकळ्यांमध्ये जाणार नाही. तसेच गलंतिका धुण्याच्या वेळी अडचणी निर्माण करणार नाहीत, आणि गलंतिकेचे पाणी गाळण्याचे कार्य पुळकळ वेळ चाळू शकेल. तसेच गलंतिका धूत असताना पाण्यातील अशुद्धाचे कण वाळूच्या कणांना चिकटून बसणार नाहीत. कारण अशुद्धाचे कण चिकटून राहू लागल्यास धूतजलाचा दाब वाढवावा लागेल, आणि त्यामुळे अशुद्धाच्या कणांवरेवर वाळूचे कणही निघून जाण्याची भीती उत्पन्न होईल. अति वारीक नाही आणि अति जाड नाही अशा मध्यम आकाराच्या वाळूमुळे खालील फायदे मिळू शकतील :

(अ) दोन धुण्यांमधील गलंतिकेचे कार्य जास्त वेळ चाढू शकेल.

(ब) वाळूचे कण चांगल्या प्रकारे स्वच्छ धूतले जाऊ शकतील.

(क) गलंतिकेत तयार होणाऱ्या घाणीप्रासूनच्या मातीच्या गोळ्यांचा आकार आणि संख्या कमी राहील.

(ड) वाळू वारंवार काढून धुवावी लागणार नाही.

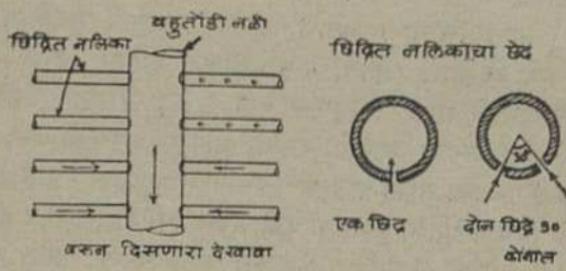
(३) तळ-गटारांचे प्रकार : तळ-गटारी योजनेमुळे गलंतिकेतील वाळूच्या थरांदून गाळले गेलेले पाणी एकत्रित होऊन ते गलंतिकेवाहेर आणले जाते. तसेच तळ-गटारांमुळे धूतजल वाळूच्या थराच्या खालच्या वाजूस सर्वत्र सारखे पसरले जाते. त्यामुळे वाळूस घका न पोहोचता वाळूतील पोकळ्यांत अडकलेली धाण वाहेर काढली जाते व गलंतिका स्वच्छ होते. तळगटारांचे खालील प्रकार निय वापरात आहेत :

(अ) छिद्रित नलिकांची तळ-गटारे (आकृती २८ पाहा).

(ब) छिद्रित तकटांचा तळ (आकृती २९ पाहा).

वरील दोन प्रकारांपैकी पहिला प्रकार : (अ) छिद्रित नलिकांची तळ-गटारे सर्वत्र वापरला जातो. या प्रकारात एका बहुतोडी नलीला लहान छिद्रित नलिका जोडलेल्या असतात. नलिकेतील छिद्रांचे तोंड गलंतिकेच्या तळाच्या दिशेला असते. यामुळे धूतजल छिद्रांदून खाळ्डून वर येते, व धूतजलाचा दाढ जास्त राहिला तरी नलिकांवरील वाळूच्या थरात दाढामुळे फटी निर्माण होत नाहीत. काही वेळा नलिकेत छिद्रे एकमेकांना 30° ते 60° चा कोन करून पाढलेली असतात व त्याचीही तोंडे तळाच्या वाजूस असतात. नलिकेतील छिद्रांचे तोंड गलंतिकेतील तळाच्या धिरुद्ध

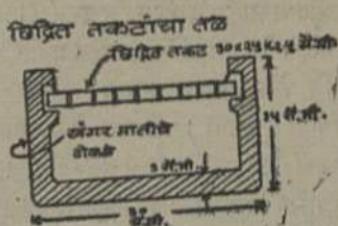
छिद्रित नलिकांची तळगटारे



आकृती २८

दिशेला म्हणजेच पृष्ठभागाकडे तोंड करून टेवयाचे झाल्यास प्रत्येक छिद्रावर एक चाप्रमाणे 'गाळणी' (स्ट्रेनर) बसवावा लागतो, व त्यामुळे खर्च वाढतो.

दुसरा प्रकार : (ब) छिद्रित तकटाच्या तळांचावत प्रमुख गोष्ट म्हणजे तकटावर एकदम वाळूचाच थर ठेवलेला असतो. चाळाचा थर आजिबात नसतोच. छिद्रित तकटाच्या तळांमुळे गलंतिका कार्यान्वित ठेवण्याचा खर्च कमी येतो. तसेच अशा तळामुळे वाळूच्या थराच्या पोकळ्यांत हवेचे बुडबुडे वांधले जाणे, धूतजल सर्वत्र सारखे पसरले न जाणे इत्यादी गोष्टी टाळल्या जातात. छिद्रित तकटे वापरलेल्या गलंतिकेचा खालील गोर्टीसाठीही चांगला उपयोग होतो.



आकृती २९

(अ) सामयाच्या स्वरूपातील आर्यने किंवा मँगेनीझ हायड्रोक्साइड बाजूला काढणे; (ब) कमी गुढलता असलेले पाणी गालण्यासाठी (पोहोण्याच्या तलावातील पाणी स्वच्छ करण्यासाठी); (क) पाण्याचे फेनदीकरण करण्यासाठी वापराव्या लागण्याच्या गारगोट्यांच्या (बिओलाइट) थराला आधार देण्यासाठी.

(४) तळ-गटारांची योजना : बहुतोंडी नळी व छिद्रित नलिका यांचे आकार ठरवताना खालील गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतात :

(अ) नलिकेच्या छिद्रांच्या तोडांची ध्रुतजलाचा दाब दर चौरस सेंटी-मीटरला एक किलोग्रॅमपेक्षा जास्त असता कामा नये. तसेच नलिकेतून वाहणाऱ्या पाण्याचा वेग दर सेंकंदाला २ मीटरपेक्षा जास्त असू नये.

(ब) छिद्रित नलिकांच्या मध्यापासून मध्यापर्यंतचे अंतर १५ ते ३० सें.मी. पर्यंत असावे.

(क) छिद्रित नलिकेची जास्तीत जास्त लांबी तिच्या व्यासाच्या ६० पट इतकीच असावी.

(द) नलिकेतील छिद्रांचा व्यास ६ ते १२ मि.मी. इतका असावा.

(ह) ६ मि. मी. व्यासाच्या छिद्रांमधील अंतर ७.५ सें. मी. आणि १२ मि. मी. व्यासाच्या छिद्रांमधील अंतर २० सें. मी. इतके असावे.

(फ) सर्व छिद्रांचे क्षेत्रफल गलंतिकेच्या क्षेत्रफलाच्या ०.३ ते ०.५ टके असावे.

(ग) सर्व छिद्रित नलिकांच्या छेदाचे क्षेत्रफल त्यातील १२ मि.मी. व्यासाच्या छिद्रांच्या क्षेत्रफलाच्या दुपटीपासून ते ६ मि. मी. व्यासाच्या छिद्रांच्या क्षेत्रफलाच्या चौपटीपर्यंत असावे.

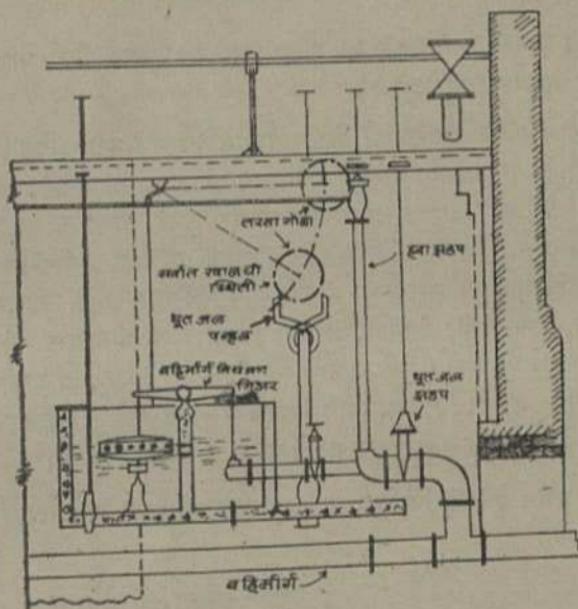
(ह) छिद्रित नलिकांना पाणी पुरविण्याच्या बहुतोंडी नळीच्या छेदाचे क्षेत्रफल छिद्रित नलिकांच्या क्षेत्रफलाच्या १.७५ ते २.० पट असावे.

(५) गलंतिका धुण्यासाठी दापित हवा (Compressed air for washing) : गलंतिका ब्रांच वेळ कार्यान्वित राहिल्यानंतर अशुद्ध पाण्यातील धाण वाळूच्या पृष्ठभागावर आणि पोकळ्यांमध्ये साठत जाऊने गलंतिकेतून गाळल्या जाणाऱ्या पाण्याच्या परिमाणावर (दशावर) परिणाम होऊन वाळून बाहेर पडणारे पाणी कमी कमी होऊ लागते. अशा वेळी गलंतिका पूर्वस्थितीत आण्यासाठी वाळू धुवून स्वच्छ करावी लागते. धुण्याच्या क्रियेसाठी धूत-जलाचा प्रवाह तळ-गटाराकडून पृष्ठभागाकडे मुऱ करण्यापूर्वी दापित हवेचा प्रवाह मुऱ करतात व तो ४ ते ५ मिनिटांपर्यंत ठेवतात. दापित हवेमुळे वाळूचे कण हालविके गेल्याने एकमेकांपासून योडे अलग होतात व त्यामुळे पोकळ्यांमध्ये अडफुलेली धाण मोकळी होते. दापित हवेचा प्रवाह चाळू असताना वाळूच्या पृष्ठभागावर असेंख्य बुडवुडे दिसतात. ४ ते ५ मिनिटांनंतर दापित हवेचा प्रवाह बंद करून धूतजलाचा प्रवाह मुऱ करतात. या वेळी धूत-प्रवाहावरोवर वाळूतील सर्व धाण पृष्ठभागावरील धूत-जल पन्हळात धाण-पाण्याच्या रूपाने जमा होऊन ती गलंतिकेबाहेर नेली जाते.

दापित हवेचा प्रवाह तळ-गटारातील छिद्रित नलिका आणि बहुतोडी नळी यातूनच सोडला तरी चालतो. परंतु जास्त चांगली गोष्ट म्हणजे दापित हवेच्या प्रवाहासाठी गलंतिकेत नलिकाचे एक वेगळे जाळे ठेवणे. हे जाळे तळ-गटार योजनेच्या योडे वर ठेवावे लागते. २ मि. मी. व्यासाची छिद्रे १५ सें. मी. अंतरावर असालेल्या पितळी नलिका दापित हवेच्या नलिकांच्या जाळ्यासाठी वापरणे सर्वोत चांगले. या नलिका एकमेकीपासून १५ सें. मी. अंतरावर असाव्यात. दापित हवेचा दाव गलंतिकेतील पाण्याच्या नेहमीच्या उंचीच्या दाबापेक्षा योडा जास्त असावा. पाण्याची उंची १०.५ मीटर असेल तर हवेचा दाव दर चौरस सेटिमीटरला ००.१५ किलोग्रॅम-पेक्षा योडा जास्त पाहिजे. कार जास्त दाबामुळे मात्र वाळूचे आणि चाळाचे थर विस्कलित होतील. धुण्याच्या क्रियेसाठी दापित हवेचा दर गलंतिकेच्या पृष्ठभागाच्या दर चौरस मीटरला दर मिनिटाला १ ते १.५ घनमीटर इतका ५ मिनिटांच्या कालावधीपर्यंत लागेल. दापित हवा आणि धूत-जल एकाच वेळी वापरणे घोक्याचे आहे; कारण असे करण्याने बारीक वाळूच वाळून जाईल.

(६) गाळलेल्या पाण्याची पेटी (तपासणी पेटी) : गलंतिकेत गाळले गेलेले पाणी तळ-गटार योजनेने एकत्रित केल्यावर ते गलंतिकेबाहेरील गाळलेल्या पाण्याच्या पेटीत येत राहते व तेथूनच ते भूमिगत शुद्ध पाण्याच्या टाकीकडे जाते. गाळलेल्या पाण्याच्या पेटीत एक तरती झडप असते, आणि एका निकोच वीरक पद्धतीने जलपरिमाण मापनाची सोय केलेली असते. त्यामुळे गलंतिकेतून किती पाणी गाळून होत आहे ते कळते (आकृती ३० पाहा).

तपासणी पेटीया छेव (वहिर्मार्ग निवापन मित्रारम्भ)



आकृती ३०

(७) गलंतिकेच्या कार्यासाठी लागणारे नळ आणि मिट-पडदे : गलंतिकेच्या कार्यासाठी लागणारे सर्व नळ आणि त्यावरील मिट-पडदे ' नळ-सज्जा ' त वसविलेले असतात. हा नळसज्जा गलंतिकेच्या पुढ्रमागालगतच्या फलाटाऱ्या वरोबर खाली सज्जाच्या स्वरूपात असतो. जर दोन गलंतिका एकमेहेकीकडे तोड करून असतील तर नळसज्जा या दोन गलंतिकेच्या मध्ये असतो, व जर गलंतिका एकाच ओळीत एकाच बाजूस तोड करून असतील तर नळसज्जा गलंतिकांच्या ओळीच्या पुढच्या बाजूस असतो. नळसज्जापासून गलंतिकेच्या पुढ्रमागालगतच्या फलाटाऱ्या नळाची उंची कमीत कमी 2.25 मीटर असावी.

नळ-सज्जातील नळ आणि मिट-पडदे खालील गोर्धासाठी असतात :

(अ) निक्षेपण टाकीतील निवळलेले पाणी गलंतिकेकडे अंतर्मार्ग नळीतून आणणे.

(ब) गलंतिकेत गाळले गेलेले पाणी नळगटार योजनेदून स्वच्छ पाण्याच्या भूमिगत टाकीकडे वहिर्मार्ग नळीतून नेणे.

(क) धूत-जल टाकीकळून गलंतिकेतील नळगटार योजनेकडे धूत-जल नळीतून धूत-जल आणणे.

(इ) गलंतिकेतील वाळूचा थर धुण्यासाठी दापित हवा दापित हवेच्या नवीतन आणगे.

(इ) गलंतिका धुवून झाल्यावर धूत-जल पन्हळातील घाण पाणी घाण-गटाराकडे घाणपाणी-नवीतन नेणे.

वरीलपैकी प्रत्येक नवीवर मिट-पडदा बसविलेला असतो. प्रत्येक मिट-पडद्याचा दांडा गलंतिकेच्या पुष्टभागालगतच्या फलाटाच्यावर आणलेला असतो, व त्यावर एक चक बसविलेले असते. प्रत्येक चकावर मिट-पडदा उघडण्यासाठी व बंद करण्यासाठी चक फिरविण्याची दिशा दाखविलेली असते. तसेच कोणत्या नवीवरील मिट-पडदा आहे हे दर्शविण्यासाठी चकावर त्या नवीने नाव लिहिलेले असते. उदा.— धूत-जल, दापित हवा, घाण-पाणी, अंतर्मार्ग, बहिर्मार्ग इत्यादी. वरीलपैकी फक्त अंतर्मार्ग न न गलंतिकेच्या एका वाजूस (निकेपण टाकीच्या दिशेला) असतो, व वाकी सर्व चारही न न अंतर्मार्ग न नाळाच्या विरुद्ध वाजूना असतात. सर्व मिट-पडदे हातांनीच उघडण्यात व मिटवण्यात येतात, व त्यासाठी एक गलंतिका-सेवक नेमलेला असतो.

वर वर्णन केलेल्या निरनिराळ्या नव्यांतील प्रवाहाची वेगमर्यादा खालीलप्रमाणे ठेवावी लागते :

	मीटर, दर सेकंदास
अंतर्मार्ग न न	०.३ ते ०.६
बहिर्मार्ग न न	१०० ते १२२
धूत-जल न न	३००
दापित हवा न न	३०२
घाण-पाणी न न	१०५ ते ३००

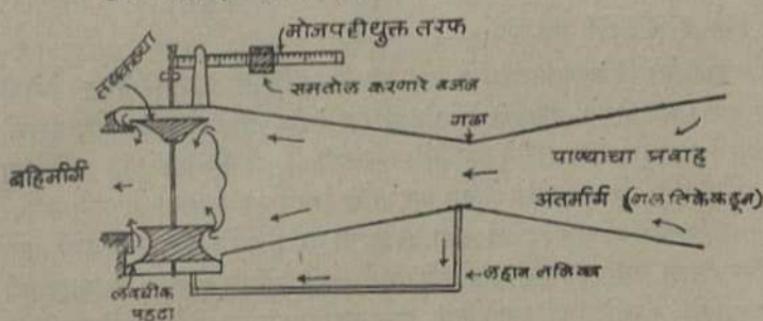
(८) गाळलेल्या पाण्याच्या दराचे नियंत्रण :

गलंतिकेतन गाळून बाहेर पेणाऱ्या पाण्याच्या दराचे नियंत्रण करणे कार आवश्यक असते. कारण या दरात जर एकदम बाढ झाली तर गलंतिकेतील पाणी चांगल्या तहेने गाळले न जाताच वाळूच्या थरांदन विरपू लागेल; किंवा कण-दावात अचानक बाढ झाल्याने विढुत वायू मुक्त होतील. याच्या उलट गाळीव जल-दरात एकदम घट झाली तरीसुद्धा वाळूतील वायूचे तुडवुडे मुक्त होतील आणि त्यामुळे वाळूच्या थरातन छिंदे तयार होतील. तेव्हा गाळलेल्या पाण्याचा कायम दर राखणे आवश्यक असते, आणि त्यासाठी बहिर्मार्ग नवीवर एक 'दर-नियंत्रक' बसविलेला असतो. हा दर-नियंत्रक पाहिजे त्या दरासाठी नियंत्रित करता येतो व त्यामुळे दरात फार तर ३ टक्के जास्त किंवा कमी इतकाच फरक पढू शकतो. उदा.— प्रत्येक चौरस मीटरला दर मिनिटाला १०० लिटर इतका दर पाहिजे असल्यास दर-

नियंत्रकामुळे फार तर ९७ आणि १०३ लिटर या दरम्यान दर राहील. दर-नियंत्रक खाली दिल्याप्रमाणे दोन प्रकारचे असतात :

(अ) 'सिस्टेम' दर नियंत्रक (व्ययकोन्च दर नियंत्रक) : आकृती ३१ पाहा. या दरनियंत्रकामध्ये दोन तबकड्या वापरन एक झडप तयार केलेली असते. खालची तबकडी एका लवचिक पड्याला जोडलेली असते, दोन्ही तबकड्या एका उभ्या दांड्याने जोडलेल्या असतात व हा दांडा वरच्या बाजूस एका मोजपटीयुक्त तरफेला जोडलेला असतो. या तरफेवर समतोल करणारे सरकते वजन असते. व्ययकोन्च दरनियंत्रकाच्या गव्याजवळचा दाव एका लहान नलिकेमार्गे लवचिक पड्याखाली बदली केला जातो. व्ययकोन्च दरनियंत्रकातून पाण्याचा प्रवाह बाणाच्या दिशानी.

व्ययकोन्च दर नियंत्रकाचा उभा छेद



आकृती ३१

बहिर्मार्गिकडे वाहात राहतो. मोजपटीयुक्त तरफेवरील समतोल करणारे वजन पुढेमागे सरकविल्याने तबकड्यांमोवतालची फट कमीजास्त करता येते, व त्यामुळे नियंत्रकातून बाहेर जाणा-न्या पाण्याचे परिमाण कमीजास्त होऊ शकते.

व्ययकोन्च दर नियंत्रक कार्यान्वित होण्यासाठी प्रथम पाण्याचा जो दर पाहिजे असेल तो मिळण्यासाठी मोजपटीयुक्त तरफेवरील समतोल करणारे वजन पुढेमागे सरकवावे लागते. त्यामुळे तबकड्यांमोवतालच्या फटीवर परिणाम होऊन पाहिजे तो दर मिळू शकतो. आता नियंत्रकातील अंतर्मार्गात येणारा पाण्याचा प्रवाह बाढला तर तबकड्यांच्या वरच्या बाजूच्या आणि खालच्या बाजूच्या दाबातील फरक वाढेल. त्यामुळे झडप खालच्या बाजूस सरकेल. ही सरकण्याची किया दाबातील फरक कमी होईपर्यंत चालू राहील की ज्यामुळे तरफेवरील ओढ समतोल राहून ज्या दरासाठी नियंत्रक सुरुवातीलाच अनुयोजित केला होता तो दर मिळू लागेल. याच्या उलट गलंतिकेतील वाढूच्या थरातील पोकळ्या जेव्हा धाणीने भरू लागतात तेव्हा गाळून.

बाहेर येणारा पाण्याचा प्रवाह कमी होऊ लागतो; आणि त्यामुळे दावातील फरक कमी होऊन तबकडपांच्या वरील भागावरील दाव कमी होतो. यामुळे तरफ आणि समतोल करणारे बजन झडप वरच्या बाजूस ओढू लागते व ही किंवा समतोल निर्माण होऊन पूर्वीचा अनुयोजित दर मिळेपर्यंत चालू राहते.

(व) बहिर्मार्ग नियंत्रण गिअर (Outlet control gear): गलंतिकेतून गाढून स्वच्छ झालेले पाणी तपासणी पेटीत येते. या पेटीत बहिर्मार्ग नियंत्रण गिअर बसविलेला असतो. यामुळे (१) गाढून बाहेर येणाऱ्या पाण्याचा दर पूर्वी कायम केलेल्या संरक्षित मर्यादेपेक्षा जास्त होऊ शकत नाही. (२) जर गलंतिकेतून येणाऱ्या पाण्याचा दर गाढून बाहेर येणाऱ्या दरापेक्षा कमी झाला किंवा गलंतिकेतून निशेपण टाकीकडून येणारे पाणीचे येईनासे झाले तर बहिर्मार्ग नियंत्रण गिअरमुळे गलंतिकेचे कार्यच आपोआप थांबविले जाते. (३) गलंतिका धुवून स्वच्छ झाल्यावर तिचे कार्य हल्दहल्द सुरु केले जाते.

बहिर्मार्ग नियंत्रण गिअरमध्ये एक तरफ आणि तर यांनी नियंत्रित केलेली दुहेरी थाप-झडप असते. तपासणी पेटीतील वीरक कुंडीत तर टेबलेला असतो. तराच्या उंची तर-दांड्यावर अशा रीतीने अनुयोजित केलेली असते की गाळलेल्या पाण्याचा दर ठाराविक नियोजित दरापेक्षा जेव्हा वाढतो तेव्हा तर वर उच्चलला जाऊन झडपेतील मार्ग आवळला जातो. तसेच जेव्हा प्रवाहाचा दर नियोजित दरापेक्षा कमी होतो तेव्हा तर खाली उतरला जाऊन झडपेतील मार्ग जास्त मोकळा होतो. तराच्या खाली आणि वर नियंत्रण-फिरक्या बसविलेल्या असतात. त्यामुळे पाहिजे त्या ठिकाणी तर घट करता येतो (आकृती ३० पाहा).

गलंतिकेमध्ये आणखी एक तरफ व तिला जाडेलेला तरता गोळा असतो. ही तरफ तपासणी पेटीतील झडपेला सांधलेली असते. यामुळे जेव्हा गलंतिकेतील पाण्याची पातळी ठाराविक पातळीच्या खाली जाते तेव्हा गलंतिकेतील तरता गोळाही खाली जातो, व त्यास जोडलेली तरफ आणि दांडा यांची ओढ बहिर्मार्ग नियंत्रण गिअर-मधील तरफेवर बसून बहिर्मार्ग नलीवरील झडप बंद होऊ लागते. त्याच्चप्रमाणे जेव्हा गलंतिकेतील पाण्याची पातळी धूत-जल पन्हलाच्या पृष्ठभागापर्यंत येऊन पोहोचते तेव्हा तरता गोळा सर्वात खालच्या स्थितीत जाऊन पोहोचतो, व त्यामुळे तरफेवर पुरी ओढ बसून बहिर्मार्गवरील झडप पूर्णपणे बंद होते. या वेळी गलंतिका धुण्यासाठी तिच्यातील पाणी वाढूच्या पृष्ठभागापर्यंत काढून वेतात त्या वेळीही तरफेवर पुरी ओढ राहून झडप पूर्णपणे बंद झालेली असते. याच्या उल्ट गलंतिका स्वच्छ करून निशेपण टाकीतील पाणी गलंतिकेतून गाळण्यासाठी सोडल्यावर व पाणी साढू लागल्यावर तरता गोळा हल्दहल्द तरंगून वरवर जाऊ लागतो. व त्याच वेळी बहिर्मार्गवरील झडपही हल्दहल्द उघडू लागते.

(९) गलंतिकेवरील आणाऱ्बी काही उपकरणे :

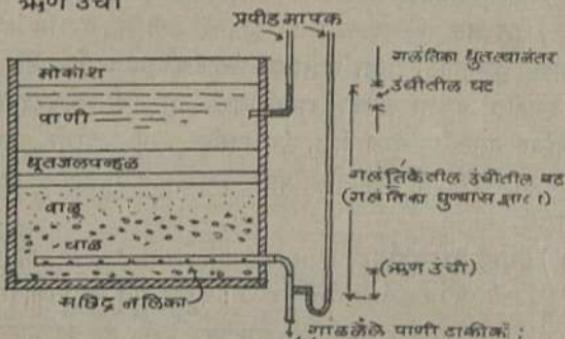
(अ) धूत-जल नियंत्रक : हा नियंत्रक जलप्रवाह दर-नियंत्रकासारखाच असतो. गलंतिका धुण्यासाठी जेव्हा धूत-जल उंच टाकीतून पुराविले जाते तेव्हा जल-पुरवण्याच्या दरातील एकसारखेपणा राखण्यासाठी धूत-जल नियंत्रकाचा उपयोग होतो. हा नियंत्रक नसेल तर मुरुवातीला उंच टाकीत भरपूर पाणी असल्याने धूत-जलाचा दर जास्त राहील व टाकीतील पाणी जसजसे कमी होईल तसेतसा दरही कमी होत राहील.

(ब) प्रवाह दर-दर्शक (Rate of flow indicator) आणि उंचीतील घट-दर्शक : (Loss of head indicator) : वहुतेक सर्व गलंतिकावर प्रवाह दर-दर्शक आणि उंचीतील घटदर्शक वसविलेले असतात. प्रवाह दर-दर्शकामुळे गलंतिकेतून गाळून बाहेर पडणाऱ्या पाण्याचा दर ताशी लिटरमध्ये दर्शविला जातो. प्रवाह दर-दर्शकात एक ल्हान तर तपासणी पेटीतील पाण्यावर किंवा तपासणी पेटीला जोडून ठेवलेल्या एका छोट्या टाकीतील पाण्यावर तरंगत ठेवलेला असतो. दांडा किंवा दोरीचे एक टोक तराला जोडलेले असते व दुसरे टोक दर्शकाला जोडलेले असते. हा दर्शक स्केल-पट्टीवर पाण्याच्या प्रवाहाचा दर दाखवितो. काही दर्शकात दोरीचे दुसरे टोक एका चक्राला जोडलेले असते व हा चक्रावर दर्शक वसविलेला असतो; आणि दर्शक गोलाकार स्केलवर पाण्याच्या प्रवाहाचा दर दाखवितो.

उंचीतील घट-दर्शकामुळे गलंतिकेतील वाळूच्या गृष्मभागावर असणारी पाण्याची उंची आणि गलंतिकेतून गाळून पडणाऱ्या पाण्याची उंची यांतील फरक दर्शविला जातो. गलंतिकेतून जसजशी धाण साचत जाते तसेतशी उंचीतील घट बाढत जाते. काही ठराविक मर्यादेपर्यंत उंचीतील घट दर्शविली मेली की गलंतिकेचे कार्य बंद करून धाण काळून टाकण्यासाठी गलंतिका धुण्याचे कार्य मुळ करावे लागते. अशा रीतीने उंचीतील घट-दर्शकामुळे गलंतिका धुवावयास झाल्याची वेळ कळून येते.

(१०) अण-उंची : गलंतिका कार्यान्वित असताना चाळ व वाळू आणि तळ-गटारे याच्यामुळे गलंतिकेतील पाण्याच्या प्रवाहास घर्षणजन्य अडथळा होऊन उंचीतील घट निर्माण होते. ही घट गलंतिकेतील पाण्याची पातळी आणि बहिर्मांतील पाण्याची पातळी यांतील फरकावरोवर असते. गलंतिका धुवून स्वच्छ केल्यावरोवरची उंचीतील घट १० ते १५ सेंटिमीटरपेक्षा जास्त नसावी. गलंतिकेतील वाळूमधील पोकळ्या धाणीमुळे जसजशा भरत जातील तसेतशा गाळून बाहेर पडणाऱ्या पाण्याचा दर कमी कमी होऊ लागेल; आणि तेव्हा गलंतिकेचे कार्य पूर्ववत् आणण्यासाठी धुण्याचे कार्य हाती घ्यावे लागेल. तरच पूर्वाचा गाळूलेल्या पाण्याचा नियोजित दर मिळू शकेल. गलंतिकेवर वसविलेल्या उंचीतील घट-दर्शकामुळे गलंतिकेची स्थिती कळून येते. जेव्हा उंचीतील घट २ मीटरला येऊन पोहोचते तेव्हा गलंतिका धुवावयास पाहिजे असा त्याचा अर्थ होतो (आकृती ३२ पाहा).

म्हण उंची



आकृती ३२

जेव्हा गलंतिकेतील वाळूच्या पृष्ठभागावरील पाण्याच्या उंचीपेक्षा वाळूच्या वरच्या थरात घाण साचव्याने घट जास्त होते तेव्हा वाळूच्या थरातील फक्त खालच्या भागातील पाणी ओढले जाऊन तेथे खंडळः निर्वात स्थिती निर्माण होते. या स्थितीला 'ऋण-उंची' म्हणतात. यावरून गलंतिकेतील कोणत्याही विंदूजवळील 'ऋण-उंची' ही त्या विंदूजवळील निर्वात तीव्रतेइतकी असते. सर्वात जास्त ऋण-उंची गलंतिकेतील तळ-गटार योजनेत ज्या विंदूपाशी पाणी प्रवेश करते त्या विंदूपाशी असते.

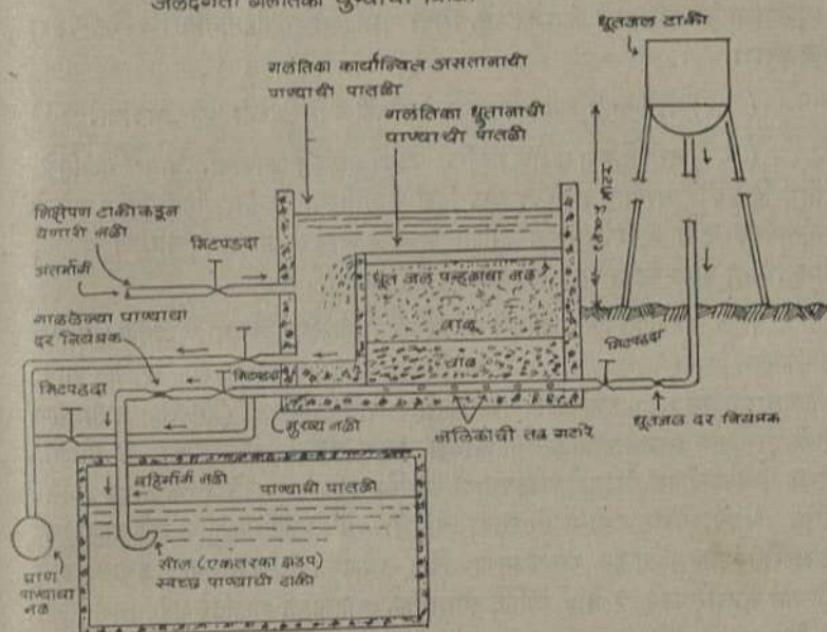
गलंतिकेत ऋण-उंची निर्माण होणे हे धोक्याचे असते. कारण निर्वात स्थिती-मुळे वाळूच्या थराचा भाग घाणीसह त्याखालील ओढीमुळे घट बनतो आणि गलंतिका निकामी होते.

(११) गलंतिका धुण्याची कार्यपद्धती :

गलंतिकेतील उंचीतील घट जेव्हा जास्तीत जास्त संरक्षित (धोक्याच्या) मर्यादेपर्यंत पोहोचते तेव्हा गलंतिका धुण्याचे कार्य सुरु करावे लागते. जेव्हा अशुद्ध पाण्यात अशुद्ध (आलंबित व कलिल पदार्थ) फार कमी असतात तेव्हा गलंतिका जास्त काळ कार्यान्वित राहू शकते. तरी पण अशा वेळी गलंतिका साधारण ५ दिवसांनी धुणे इष्ट असते. असे जर केले नाही तर गलंतिकेतील वाळूच्या थरात अडकून राहिलेले काही सेंद्रिय पदार्थ कुण्याची व त्यामुळे गलंतिका आणि गाळले जाणारे पाणी विघडण्याची शक्यता असते. त्यामुळे उण कटिवंधातील प्रदेशात गलंतिका आठवड्यातून दोनदा तरी धुतलीच पाहिजे. जेव्हा गलंतिका दिवसातील काही तासच कार्यान्वित असते तेव्हा दिवसअखेरीस ती धुणे योग्य असते. त्यामुळे गलंतिका कार्यान्वित नसता-नाच्या काळात जर सेंद्रिय पदार्थ कुजले असतील तर ते निघून जातात.

गलंतिका धुण्यासाठी कमवार करावयाच्या गोष्टी : आकृती ३३ पाहा.

अलंदगारी गलंतिका धुण्याची क्रिया



आकृती ३३

(१) दापित हवेचा दाब दर चौरस सेटिमीटरला $3\cdot6$ किलोग्रॅमपेक्षा कमी नाही ना त्याची खात्री करून ध्यावी लागते.

(२) उंचावरील धूत-जल टाकीमध्ये पुरेसे स्वच्छ (गाळलेले) पाणी आहे ना ते पाहावे लागते. धूत-जलाचा तळ-गटार योजनेतील दाब $4\cdot5$ मीटर जल-उंची-इतका तरी पाहिजे. तळ-गटार योजनेतील उंचीतील घट, आणि वाळूच्या थरातील घर्षण प्रतिकार, या दोन गोष्टी लक्षात घेता धूत-जलाचा एकूण दाब 9 मीटर उंची-इतका आवश्यक असतो, आणि त्यासाठीच धूत-जल टाकी उंचावर ठेवतात. अगर धूत-जल पंपाच्या साहाय्याने किंवा दाबयुक्त गाळलेले पाणी पुराविणाऱ्या नठादून पाणी घेऊन ते गलंतिका धुण्यासाठी वापरावे.

(३) गलंतिका धुण्यापूर्वी 15 ते 20 मिनिटे अंतर्मार्गातील मिट-पडदा बंद करून निश्चेपण टाकीकडून गलंतिकेत येणारे पाणी थांबवून गलंतिकेतील तरता गोळा वर उच्चलावा लागतो. त्यामुळे गलंतिकेतील पाण्याची पातळी धूत-जल पन्हळा-पर्यंत खाली जाईल. असे करण्याने गलंतिकेतील पाणी वाया न जाता ते भूमिगत टाकीकडे जाते.

(४) जेव्हा गलंतिकेतील पाण्याची पातळी घाण पाणी वाहून नेणाऱ्या पन्हळाच्या पातळीखाली अंदाजे ८ सें. मीटर असेल तेव्हा बहिर्मार्गिवरील मिट-पडदा बंद करावा.

(५) घाण पाणी वाहून नेणाऱ्या नळीवरील मिट-पडदा पुरा उघडावा.

(६) दापित हवा नळीवरील मिट-पडदा हळूहळू उघडावा. त्यामुळे गलंतिकेतील शिलकी पाण्यात हवेचे बुडवुडे दिसू लागतील. त्यानंतर मिट-पडदा पूर्णपणे उघडावा व २ ते ३ मिनिटांपर्यंत दापित हवेमुळे वाक्खचा पुष्टभाग चांगला खदखदू यावा. नंतर मिट-पडदा पुन्हा सावकाशपणे बंद करावा.

(७) दापित हवा नळीवरील मिट-पडदा हळूहळू उघडावा, आणि धूत-जल टाकीकडून येणारे दाबयुक्त धूत-जल गलंतिकेत तळगटार योजनेकडून वर येऊ यावे. थोळ्याच वेळात धूत-जलावरोबर गलंतिकेतील घाण मिसळली जाऊन आता घाण पाणी धूत-जल पन्हळात सर्व बांजूनी ओसंझून वाहू लागेल. धूत-जलाचा दर गलंतिकेच्या प्रत्येक चौरस मीटर क्षेत्रफलाला दर मिनिटाळा ५०० लिटर किंवा दर मिनिटाळा ४५ सें. मीटर उभी-भरती इतका पाहिजे. गलंतिकेतील बहुतेक सर्व घाण धूत-जलावरोबर वाहून जाऊन स्वच्छ पाणी दिसू लागेपर्यंत धूत-जल चालू ठेवावे. असे होण्यास साधारणपणे ३ ते ४ मिनिटे लागतील. घाणपाणी गलंतिकेवाहेर घाण-पाणी नळीदून वाहून जाईल. कारण त्या नळीवरील मिट-पडदा पूर्वीच उघडून ठेवलेला आहे (वरील क्रमांक ५ पाहा).

(८) धूत-जल नळीवरील मिट-पडदा बंद करावा. तसेच सर्व घाणपाणी गलंतिकेतील पन्हळातून वाहून गेले की घाण-पाणी नळीवरील मिट-पडदाही बंद करावा. आता गलंतिकेतील तरता गोळा खाली करावा.

(९) अंतर्मार्ग नळीवरील मिट-पडदा $\frac{3}{4}$ ते $\frac{5}{4}$ पर्यंत उघडावा, आणि बहिर्मार्ग नळीवरील मिट-पडदा पूर्ण उघडावा. साधारणतः १० ते १५ मिनिटांत गलंतिका हळूहळू पूर्ववत कार्यान्वित होईल. त्या वेळी अंतर्मार्ग नळीवरील मिट-पडदा पूर्ण उघडावा.

(१०) गलंतिका कार्यान्वित झाल्यावरोबर तपासणी पेटीत स्वच्छ पाणी याच्यास पाहिजे. तसे न होता पाणी थोडे जरी गढूळ येत असले तर काही मिनिटे ते पाणी घाण-पाणी नळीवाटे वाहेर जाऊ यावे; स्वच्छ पाण्याच्या टाकीकडे जाऊ देऊ नये. तपासणी पेटीत स्वच्छ पाणी येऊ लागल्यावरच ते पाणी भूमिगत स्वच्छ पाण्याच्या टाकीत जाऊ यावे व साठवावे.

गलंतिका धुण्याचे कार्य चालू असताना वाळूचे घनफल १४० ते १५० टक्कशांनी वाढावयास पाहिजे.

(१२) जलदगती गलंतिकेची कार्यक्षमता :

जलदगती गलंतिकेमुळे निश्चेपण टाकीकडून येणाऱ्या पाण्यातील शिहळक राहिलेले आलंबित पदार्थ, रंग, वास, आणि जीवजंतू बाजूला काढले जातील. ज्या अशुद्ध पाण्याची गुद्दलता जास्तीत जास्त ३५ ते ४० भाग प्रतिदशलक्षणापर्यंत आहे असे पाणी गलंतिकेमध्ये जास्त चांगल्या प्रकारे शुद्ध होते. कमी गुद्दलता असणाऱ्या पाण्यातील जवळ जवळ ९८ ते ९९ टक्के जीवजंतू जलदगती गलंतिकेत दूर होतात. जेव्हा अशुद्ध पाण्यातील जीवजंतूचे प्रमाण जास्त असते तेव्हा गलंतिकेदून गाढून बाहेर येणाऱ्या पाण्यावर रोगजंतू विनाशन प्रक्रिया करावी लागते.

७-८. दाबयुक्त जलदगती गलंतिका :

दाबयुक्त जलदगती गलंतिका धारूची दंडगोलाकृती (नळकांड्यासारखी) दोन्ही बाजूची तोंडे बंद असलेली जलामेय टाकीच्या स्वरूपात असते. या टाकीचा व्यास १०.५ ते ३ मीटर असतो. आणि ती आडवी ठेवलेली असते. याही गलंतिकेत वाळूचा थर असतो; आणि त्याखाली तळ-गटार योजना असते. वाळूच्या वरच्या बाजूस छिद्रित नलिका असते. या नलिकेच्या छिद्रातून निश्चेपण केलेले पाणी वाळूच्या थराच्या पुष्टभागावर पसरविले जाते. वाळूच्या थरामधून पाणी गाळले गेल्यावर ते तळ-गटार योजनेतून जास्त दावाने बाहेर येते. या पाण्याचा दर गलंतिकेच्या प्रत्येक चौरस मीटरला प्रत्येक तासाला १०,००० ते १२,५०० लिटर इतका असतो. ज्या अशुद्ध पाण्यात आलंबित पदार्थांचे प्रमाण कमी आहे असे पाणी शुद्ध करण्यासाठी दाबयुक्त जलदगती गलंतिका चांगले साधन आहे. रोगजंतू निवारण प्रक्रियेसह अशा गलंतिका खाजगी पाणीपुरवण्यासाठी आणि पोहोण्याच्या तलावासाठी कमी खर्चाच्या ठरतात. दाबयुक्त जलदगती गलंतिकेतील वाळूचा थर धुण्याचीही सोय गलंतिकेत केलेली असते.

७-९. डायाटोमाइट गलंतिका :

या गलंतिकेत वाळूच्या थराएवजी डायाटोमेशियस मातीचा उपयोग केलेला असतो. ही माती तोंडाला लावावयाच्या पांढऱ्या पावडरसारखी किंवा वारीक दललेल्या पांढऱ्या पिठासारखी दिसते. डायाटोमाइट गलंतिका ही नेहमीच्या गलंतिकेपेक्षा किंवा दाबयुक्त गलंतिकेपेक्षा वजनाने हल्की आणि घनफळानेही कमी असते. या गलंतिकेत संछिद्र पोकळ नळकांडी असतात. नळकांड्यांभोवती डायाटोमेशियस मातीचा पातळ थर बसविलेला असतो. याच थरातून गलंतिकेतील पाणी गाळले जाऊन ते पोकळ नळकांड्यांत येते व तेथून बाहेर येते. नळकांडी टिकाऊ, न गंजणारी आणि धुताना लवकर स्वच्छ होणारी अशी असतात. ही गलंतिका दोन प्रकारे कार्यान्वित करता येते. एक म्हणजे गलंतिकेत नळकांड्यांभोवती पाण्यावर दाव निर्माण

करून, आणि दुसऱ्या प्रकारात नळकांडथात निर्वात स्थिती निर्माण करून. पैकी पहिला प्रकार चांगला आहे. उलट जलप्रवाह पाठवून गलंतिका स्वच्छ करता येते. अशा गलंतिका परदेशांत जत्रेच्या ठिकाणी, निरनिराळ्या खेड्यांतील पाणी स्वच्छ करण्यासाठी, तसेच घरगुती वापरासाठी, पोहोण्याच्या तलावातील पाणी स्वच्छ करण्यासाठी वापरतात. पोहोण्याच्या तलावातील पाणी स्वच्छ करण्याचा दर प्रत्येक चौरस मीटरला १५० लिटरपर्यंत आणि कारखाने किंवा घरगुती वापरण्यासाठी लागणाऱ्या स्वच्छ पाण्याचा दर प्रत्येक चौरस मीटरला ५० लिटरपर्यंत असतो. १०० भाग प्रतिदशलक्षापर्यंत गढूळ असलेले पाणी डायाटोमाइट गलंतिकेत स्वच्छ केल्यावर त्याची गढूळता ०.१ ते ०.२ भाग प्रतिदशलक्षाइतकीच राहते. पाण्यातील बनस्पतियुक्त अशुद्धे दूर करण्यासाठीही ही गलंतिका चांगली असते. मात्र पाण्यास आम्लामुळे आलेला रंग काढून टाकण्याच्या कामी ती निरुपयोगी ठरते.



प्रकरण आठवे

पाण्यातील रोगजंतुविनाशन

८१. हरिनीकरणाची आवश्यकता (Necessity of Chlorination) :

अशुद्ध पाणी शुद्ध करण्यासाठी किलाटन, निक्षेपण, निःस्पंदन वरैरे प्रक्रिया करून सुद्धा पाण्यातील सर्व जीवजंतू बाजूळा काढले जातीलच असे नाही. तसेच गावामध्ये जलवाहन नलिकांतून पाण्याचा सतत पाणी पुरवठा न करता खंडित पाणीपुरवठा होत असल्यास, नलिकांतील पाणी दूषित होण्याची शक्यता असते. म्हणून सुरक्षिततेसाठी गलंतिकेतून पाणी गाळून बाहेर आल्यावर त्या पाण्यात क्लोरिन किंवा हरन अगर क्लोरिन आणि अमोनिया (क्लोरोमाइन) मिसळून पाण्यातील रोगजंतूचे विनाशन करतात. जेव्हा पाण्यातील सर्व जीवजंतू मारले जातात तेव्हा ते पाणी निर्जन्तुक होते व अशा प्रक्रियेला 'निर्जन्तुकीकरण प्रक्रिया' म्हणतात. जेव्हा क्लोरिन वापरून पाण्यातील रोगजंतू मारले जातात तेव्हा 'रोगजंतू विनाशन' म्हणतात. निर्जन्तुक पाण्यात एकही जंतू शिळ्डक राहात नाही; परंतु रोगजंतुविरहित पाण्यात रोगजंतूखेरीज इतर अनेक जंतू असू शक्तील की ज्यांच्यामुळे काही अपाय होणार नाही.

क्लोरिन हे सर्वमान्य रोगजंतुनिवारक आहे. वास्तविक रोगजंतुविनाशनासाठी फारच योड्या क्लोरिनची आवश्यकता असते. परंतु पाण्यात बहुधा सेंद्रिय पदार्थ हजर असल्याने क्लोरिन जास्त प्रमाणात शोषला जातो. क्लोरिन हा तीव्र प्रवर्धक असल्यामुळे पाण्यातील काही पदार्थाच्या प्राणीकरणासाठी तो शोषला जातो. तेव्हा प्रत्यक्ष रोगजंतुविनाशनासाठी क्लोरिनची जरी अल्प प्रमाणात आवश्यकता असली तरी दीर्घकाल टिकणाऱ्या अवशिष्ट रोगजंतुविनाशक परिणामासाठी पाण्यात पुष्कळ प्रमाणात क्लोरिन मिसळावा लागतो. यामुळे पाणी पुरविणाऱ्या जलवाहिन्यांमधून पाणी मिसळून ग्राहकाने पाणी प्रत्यक्षात उपयोगात आणीपर्यंत ते दूषित होण्याची भीती मुळीच राहात नाही.

गलंतिकेतून गाळून बाहेर आलेल्या पाण्यात क्लोरिन मिसळल्यानंतर ते पाणी वापरण्यापूर्वी कमीत कमी २० ते ३० मिनिटांचा तरी कालावधी जावयास पाहिजे. पूर्ण संयोगासाठी एवढ्या कालावधीची आवश्यकता आहे. तसेच या कालावधीनंतर पुढे पाण्यातील अवशिष्ट क्लोरिन ०.१ वे ०.२ भाग प्रतिदशलक्ष इतका राहवयास पाहिजे. पोहोण्याच्या तलावातील पाण्याच्या बाबतीत अवशिष्ट क्लोरिन ०.४ ते ०.६ भाग प्रतिदशलक्ष इतका तरी पाहिजे. जास्त प्रमाणात क्लोरिन राहिल्यास पोहोण्याच्या डोळ्यांची आग होईल. पाण्यात क्लोरिन मिसळण्यासाठी 'क्लोरोनोम'

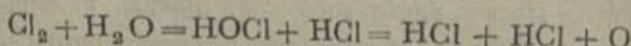
नावाचे वास उपकरण वापरतात.

८-२. क्लोरिनची प्रक्रिया :

इसवी सन १७७४ मध्ये शिले नावाच्या स्विडिश रसायन शास्त्राने क्लोरिन शोधून काढला. ग्रीक शब्द 'क्लोरोस', याचा अर्थ हिरवा. यावरून क्लोरिन म्हणजे हर किंवा हरिन हे नाव पडले. रोगजंतुविनाशनासाठी क्लोरिनचा उपयोग चालू शतकाच्या मुख्यातीपासून होऊ लागला व त्यावर अधिक संशोधन दुसऱ्या महायुद्धाच्या वेळी होऊन अधिक प्रगती झाली. सर्वसाधारण तपमान आणि दाव असताना क्लोरिन हिरव्या वायूच्या स्वरूपात असतो; आणि त्याचे रेणुमार ७०.९१४ इतका असतो. दर चौरस सेटिमीटरला ३०.५ ते १०.५ किलोग्रॅम दावास क्लोरिन वायूचे द्रवत रूपांतर होते. त्यामुळे क्लोरिनचा पुरवठा वर्तुळाकार नलकांडथांतून (सिलिंडर्स) आणि पिपांतून करतात. क्लोरिन वायू पाण्यात विरघळतो. वाढत्या तपमानावरोबर द्रावणातील क्लोरिनचे प्रतिशतमान कमी कमी होते.

क्लोरिन आणि क्लोरिन-अमोनियामुळे पाण्यातील सूक्ष्म जीवजंतू कसे मारले जातात, म्हणजेच नेमकी कोणती प्रक्रिया होते ते अद्यापिही निश्चितपणे माहीत झालेले नाही. यावाबत खालील तीन गोष्टी मानल्या जातात :

(अ) नवजात प्राणवायू तयार होऊन जीवजंतूतील जीवनरसाचे प्राणीकरण होऊन जीवजंतू नाहीसे केले जातात. ही किया अशी :



(हायपोक्लोरस आम्ल) (नवजात प्राणवायू)

(ब) वरीलग्रमाणे न घडता जीवनरसाशी क्लोरिनचाच संयोग होऊन त्याचे हरिनीकरण होते व जीवजंतू मरतात.

(क) जीवजंतूच्या पेशी-भिंतीतील लिपॉइड प्रथिनांशी क्लोरिनचे संयोजन होऊन आमली क्लोरिन मिश्रण तयार होते, व त्यामुळे जीवजंतू मरतात.

क्लोरिन प्रक्रियेवर उद्धनांकाचा परिणाम होतो. जेव्हा उद्धनांक ७ पेशा कमी असतो तेव्हा रोगजंतुनिवारण प्रक्रिया जलद होते. तसेच वाढणारा उद्धनांक आणि कमी होणारे तपमान यावरोबर कार्यक्षमता कमी होते. पाण्यात लोह आणि गंधक असल्यास क्लोरिनची त्यांचा सर्वांगोदर संयोग होतो व त्यामुळे त्याचा परिणाम रोगजंतुनिवारण चांगले न होण्यावर होतो.

८-३. अवशिष्ट क्लोरिन (Residual Chlorine)

गलंतिकेदून गाळून बाहेर आलेल्या स्वच्छ व शुद्ध पाण्यात मिसळावयाच्या क्लोरिनचे परिमाण पाण्यातील सेंद्रिय पदार्थांशी संयोगासाठी लागणाऱ्या आणि

आवश्यक तो अवशिष्ट या दोघांच्या परिमाणाहतके पाहिजे. नगरपालिकांकडून ग्राहकांना पुरविल्या जाणान्या तोटीच्या पाण्यात ०.१ ते ०.२ भाग प्रतिदशलक्ष अवशिष्ट क्लोरिन ठेवतात. यासाठी अंदाजे १ भाग प्रतिदशलक्ष क्लोरिन पाण्यात मिसळावा लागतो व तो मिसळल्यावर २० मिनिटांचा अवधी संयोगासाठी जाऊ दिल्यावर मग ग्राहकांना पाणी पुरविले जाते. जेव्हा एखाच्या रोगाची साथ पसरली असेल तेव्हा अवशिष्ट क्लोरिन ०.५ भाग प्रतिदशलक्ष इतका ठेवतात. पाण्यात अवशिष्ट क्लोरिन किती आहे हे तपासण्यासाठी ऑरथोटोलिडिन चाचणी किंवा स्टार्च-आयोडाइड चाचणी घेतात.

ऑरथोटोलिडिन चाचणी (क्लोरोस्कोप) :

ज्या पाण्यात ०.३ भाग प्रतिदशलक्षापेक्षा कमी लोह, ०.०१ भाग प्रतिदशलक्षापेक्षा कमी मग, आणि ०.१ भाग प्रतिदशलक्षापेक्षा कमी नव आहे अशा पाण्यांच्या बाबतीत ऑरथोटोलिडिन चाचणी करण्यात येते. या चाचणीसाठी क्लोरोस्कोप नावाचे उपकरण वापरतात. या उपकरणात दोन पारदर्शक काचेच्या नव्या असतात. पैकी एका नवीत अवशिष्ट क्लोरिन असलेल्या पाण्याचा रंगविरहित नमुना ठेवतात. दुसऱ्या नवीत १०० मिलिलिटर पाण्यांच्या नमुन्यात १ मिलिलिटर ऑरथोटोलिडिन द्राव घाटलेले मिश्रण ठेवतात. या मिश्रणास साधारणतः ४ मिनिटांत पिवळा रंग येतो. उपकरणावरोवर कमी अधिक गडदपणा असलेल्या पिवळ्या रंगांच्या पारदर्शक पट्ट्या दिलेल्या असतात. आणि प्रत्येक पट्टीवर अवशिष्ट क्लोरिनची किंमत भाग प्रतिदशलक्षमध्ये लिहिलेली असते. आता वर उलेखिलेल्या दोन पारदर्शक काचेच्या नव्या शेजारी शेजारी ठेवून पहिल्या नवीतसमेर (ज्यात फक्त पाण्याचा रंगविरहित नमुना आहे) रंगीत पारदर्शक पट्टी धरतात, व हा रंग शेजारच्या नवीत (ज्यात ऑरथोटोलिडिन मिश्रित पाण्याचा नमुना आहे) दिसणाऱ्या पिवळ्या रंगाशी तुलना करून पाहतात. तुलना न झाल्यास दुसरी कमी किंवा अधिक गडदपणा असलेल्या रंगांची पट्टी पहिल्या पट्टीऐवजी ठेवून पुन्हा तुलना करून पाहतात. पट्टीचा आणि नवीतील मिश्रण द्रावाचा रंग हुवेहूव जमला म्हणजे पट्टीवरील अवशिष्ट क्लोरिनची लिहिलेली किंमत हीच पाण्यांच्या नमुन्यातील अवशिष्ट क्लोरिनची किंमत मानण्यात येते.

जर पाण्यात लोह, मग, आणि नव थोड्या जास्त प्रमाणात असेल तर ऑरथोटोलिडिन चाचणी सोडियम आरसेनाइटच्या मदतीने करतात.

स्टार्च आयोडाइड चाचणी :

जेव्हा नायट्रोइट नायट्रोजन किंवा मॅर्गेनिक मॅर्गेनीज असल्यामुळे ऑरथोटोलिडिन चाचणी निष्प्रभ ठरते तेव्हा स्टार्च आयोडाइड चाचणी करतात. अवशिष्ट क्लोरिन असलेल्या एक लिटर पाण्यांच्या नमुन्यात १० मिलिलिटर पोटेशियम आयोडाइडचा द्राव ठाकून चांगले मिश्रण तयार करतात. मग या मिश्रणात ५ मिलिलिटर स्टार्चचा

द्राव घालतात; त्यामुळे मिश्रणाला निळा रंग येतो. हा निळा रंग N/१०० सोडियम थायो-सल्फेटचा द्राव घेऊन वहमापनाने घालवून ठाकतात.

नमुन्यातील अवशिष्ट क्लोरिन भाग प्रतिलक्ष = $0.3546 \times$ निळा रंग घालविण्यासाठी लागलेल्या थायो-सल्फेटचे मिलिलिटर्स.

८-४. विरंजक चूर्ण (ब्लीचिंग पावडर) :

विरंजक चूर्ण बाजारात ब्लीचिंग पावडर नावाने मिळते. ब्लीचिंग पावडर किंवा कॅल्चिअम हायपोक्लोराइट (CaOCl_2) मधून साधारणपणे वजनाने ३३ टके क्लोरिन उपलब्ध होते. पाण्याच्या रोगजंतु-विनाशनासाठी विरंजक चूर्णाचे द्रावण तयार करून ते ठराविक प्रमाणात पाण्यात मिसळतात. द्रावण झिल्हईदार कॉकिटच्या किंवा चिनी मातीच्या भांड्यात ठेवलेले असते. या भांड्याची क्षमता अंदाजे १३५ लिटर असते. भांड्यातील द्रावण एका झिल्हईदार लहान मोज-टाकीत येते. या टाकीत द्रावणाची कायम पातळी राखण्यासाठी गोल तोटी (बॉल-कॉक) बसविलेली असते. टाकीतील द्रावण एका रवरी नवीमार्गे गलंतिकेदून गाळून आलेल्या पाण्यात पडते व मिसळले जाते. द्रावणाचे ठराविक परिमाण रवरी नवीमार्गे पाण्यात पडण्यासाठी खास सूखमापक झडप वापरली जाते. प्रत्येक वेळी २४ तास पुरेल इतके द्रावण तयार करावे लागते. द्रावणात योग्य प्रमाणात क्लोरिन आहे किंवा नाही याची वेळोवेळी चाचणी घेऊन खात्री करून व्यावी लागते.

समजा, ३ दशलक्ष लिटर पाण्याचे रोगजंतु-विनाशन करावयाचे आहे. विरंजक चूर्णातील क्लोरिनची उपलब्धता ३० टके आहे. क्लोरिन ०.३ भाग प्रतिदशलक्ष या प्रमाणात पाण्यात मिसळावयाचा आहे; तर एकूण किती विरंजक चूर्ण लागेल?

आता १ भाग प्रतिदशलक्ष = १ किलोग्रॅम प्रतिदशलक्ष लिटर

$$\therefore 0.3 \text{ भाग प्रतिदशलक्ष} = 0.3 \times 1 = 0.3 \text{ कि. ग्र. क्लोरिन प्रति-दशलक्ष लिटर.}$$

$$\therefore 3 \text{ दशलक्ष लिटर पाण्यासाठी } 3 \times 0.3 = 0.9 \text{ कि. ग्र. क्लोरिन लागेल. विरंजक चूर्णात } 30 \text{ टके क्लोरिन उपलब्ध आहे.}$$

$$\therefore \frac{0.9 \times 100}{30} = 3 \text{ कि. ग्र. विरंजक चूर्ण लागेल.}$$

या विरंजक चूर्णाचे द्रावण तयार करून ते पाण्यात मिसळावे लागेल. विरंजक चूर्णपेक्षा क्लोरिन द्राव जास्त प्रभावी असल्यामुळे हृषी बहुतेक सर्व जलशुद्धीकरण केंद्रात क्लोरिन वायू व क्लोरोनोम उपकरण यांचा वापर करतात.

८-५. हरिनीकरणाच्या सर्वसाधारण पद्धती

(General methods of chlorination) :

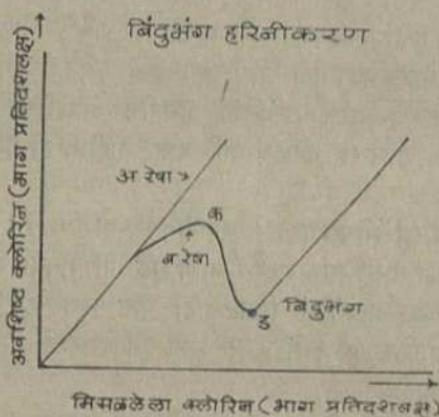
(अ) पूर्वहरिनीकरण (Pre-chlorination) : फार अशुद्ध असलेल्या पाण्याच्या बाबतीत पूर्व हरिनीकरण करावे लागते. उदा.-शेवाळे, बनस्पती यांसारख्या गोर्धंची सतत वाढ असणारे मोड्या जलाशयातील पाणी, नदीतून घेतलेले परंतु जल-शुद्धीकरणापूर्वी वराच काळ साठबून ठेवलेले पाणी, तसेच द्या पाण्यात जीवजंतूंची संख्या फार आहे असे पाणी. अशा बाबतीत निःस्पंदन प्रक्रियेपूर्वीच पाण्यात क्लोरिन मिसळतात, त्यालाच पूर्व हरिनीकरण असे म्हणतात. यामुळे किलाटनाचे परिमाणाही कमी लागते. कारण सेंद्रिय पदार्थांचे प्राणीकरण होते. पूर्व हरिनीकरणामुळे पाण्याचा रंग नाहीसा होतो, टाक्या आणि गलंतिका यांमधील अलगीची वाढ खुटते, आणि प्राणीकरणामुळे उत्पन्न होणारा स्वाद आणि वास नाहीसा होऊन गलंतिका जास्त काळ कार्यान्वित राहते.

(च) उत्तर-हरिनीकरण (Post chlorination) : गलंतिकेतून गाळ-लेले पाणी बाहेर येऊन ते भूमिगत स्वच्छ आणि शुद्ध पाण्याच्या टाकीत साठविण्यासाठी जाण्यापूर्वी त्यात क्लोरिन मिसळतात; यास उत्तर-हरिनीकरण म्हणतात. पाण्यात अवशिष्ट क्लोरिन ०.१ ते ०.२ भाग प्रतिदशलक्ष राहील अशा मानाने क्लोरिन मिसळला जातो.

(क) दुहेची हरिनीकरण (Double Chlorination) : जेव्हा पाण्यात पूर्व हरिनीकरण आणि उत्तर हरिनीकरण असे दोन वेळा हरिनीकरण केले जाते तेव्हा त्यास दुहेची हरिनीकरण म्हणतात. तसेच जेव्हा दोनपेक्षा जास्त वेळा हरिनीकरण केले जाते तेव्हा त्यास बहुगुणित हरिनीकरण असे म्हणतात. जीव-जंतूंवरील कमी वेळातील तीव्र हरिनीकरणाचा परिणाम जास्त वेळातील सौम्य हरिनीकरणापेक्षा फार चांगला असतो. दुहेची हरिनीकरणासाठी दोन उपकरणे लागतात आणि याचा रक्षणांश म्हणून फायदा होतो.

(ढ) जादा हरिनीकरण (Super chlorination) : नेहमीच्या हरिनीकरणासाठी (अवशिष्ट क्लोरिन ०.१ ते ०.२ भाग प्रतिदशलक्ष) पाण्यात कमीतकमी क्लोरिन मिसळल्यावर त्या पाण्यास एक प्रकारची निराळीच चव येते व पुष्कळ वेळा ग्राहकांना ही चव नकोशी वाटते. अशी चव व वास धालविण्यासाठी जास्त प्रमाणात क्लोरिन मिसळून अवशिष्ट क्लोरिन १ ते ३ भाग प्रतिदशलक्ष इतका ठेवतात. क्लोरिन मिसळल्यावर संयोगकाळ ३० ते ६० मिनिटे ठेवावा लागतो. त्यानंतर जास्त अवशिष्ट क्लोरिन काढून टाकण्यासाठी सल्फर डार्योक्साइड वायू, कार्बन, सोडियम वाय सल्काइट, किंवा सोडियम यायोसल्केट यांसारखे हरिनीकरण निरासकारक वापरतात. जेव्हा पाण्यातील क्लोरिनची मागणी आणि जीवजंतूंचे प्रमाण एकदम बदलत असते अशा वेळी जादा हरिनीकरण उपयुक्त ठरते.

(इ) विंदुभंग हरिनीकरण (Break point chlorination) : विंदुभंग हरिनीकरणास नियंत्रित जादा हरिनीकरण असेही म्हणता येहील. पाण्यात निरनिराळ्या कारणांसाठी क्लोरिनला मागणी असते. क्लोरिनला मागणी नसताना जर पाण्यात जास्त जास्त प्रमाणात क्लोरिन मिसळला तर त्याच प्रमाणात अवशिष्ट क्लोरिन उपलब्ध व्हावयास हवा (आकृती ३४ मधील ' अ ' रेषा पाहा). परंतु प्रत्यक्षात असे घडत नाही. मुश्वातीला फक्त ' अ ' रेषा आढळून येते व त्यानंतर



आकृती ३४

लगेच क्लोराइड (स्थिर) आणि क्लोरामाइन्स (अस्थिर) क्लोरिन संयोगामुळे तयार झाल्याचे ' व ' रेषा दर्शविते. क्लोरामाइन्समुळे ऑरथोटोलिडिन चाचणीत रंग दिसून येतो, आणि अवशिष्ट क्लोरिन म्हणून दर्शविले जाते. जास्त क्लोरिन मिसळल्यावर ' क ' विंदूपासून पुढे अस्थिर क्लोरामाइन्स (जे अवशिष्ट क्लोरिन म्हणून दर्शविले गेले होते) क्लोरिनची मागणी पूर्ण झाल्याने भंग पावू लागतात आणि ही किया ' ड ' विंदूपाशी पूर्ण होऊन त्यापुढे जास्त मिसळत गेलेला क्लोरिन खारा अवशिष्ट मुक्त क्लोरिन म्हणूनच दर्शविला जातो. कारण क्लोरिनची सर्व मागणी पुरी झालेली असते. ' ड ' या विंदूसन्च विंदुभंग म्हणतात. विंदुभंग साधारणत: ३ आणि ७ भाग प्रतिदशलक्ष क्लोरिन मात्रा (डोस) यामध्ये असतो. मात्र पाण्यातील मुक्त अमोनियाचा याच्यावर परिणाम होतो.

विंदुभंग हरिनीकरणाचे फायदे :

- (१) पाण्यातील अमोनिया आणि इतर संयुक्तांचे संपूर्ण प्रागिकरण केले जाते.
- (२) जीवजंतू, फेनॉल इत्यादीमुळे येणारे स्वाद आणि वास यांचे उचाटन होते.

(३) सेंद्रिय पदार्थासुले पाण्याला आलेले रंग ३० टक्क्यांनी काढून टाकले जातात.

(४) मम दूर केले जाते.

(५) पाण्यापासून उद्भवणाऱ्या काबिळीसारख्या रोगाचे विषारी अतिसूखम जीवाणू व इतर रोगजंतु यांचा नाश केला जातो.

(६) पाणीपुरवठा करणाऱ्या नलांमध्ये वनस्पतींची वाढ होत नाही व त्यामुळे पाणी दूषित होऊ शकत नाही.

८-६. हरिनीकरण निरास (Dechlorination) :

पाण्यात हरिनीकरणासाठी जास्त क्लोरिन मिसळल्यास त्या पाण्याला क्लोरिनचा उग्र वास आणि चव येते व असे पाणी ग्राहकांना आवडत नाही. अशा प्रकारचा उग्र वास काढून टाकण्याचा सोपा उपाय म्हणजे पाण्याचा हवेदी आणि सूखप्रकाशाशी संपर्क आणणे. यापेक्षा खात्रीचा उपाय म्हणून क्लोरिनचा उग्र वास येणाऱ्या पाण्यात रासायनिक हारक मिसळणे. उदा.—(१) सल्फर डायॉक्साइड (SO_2), (२) सोडियम बाय सल्फाइट (NaHSO_3), (३) सोडियम सल्फाइट (Na_2SO_3), (४) सोडियम थायोसलफेट ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), आणि (५) रवाळ प्रभावित कर्वन्या थरातून पाणी गाळणे. यात क्लोरिन कार्बनचे कार्बन-डायॉक्साइडमध्ये रूपान्तर करतो. तसेच कार्बनमुळे वास, स्वाद आणि रंगही नाहीसा केला जातो.

८-७. क्लोरिन डायॉक्साइड (ClO_2) :

क्लोरिन डायॉक्साइड हा शक्तिमान प्राणिकरणकारक (प्रवर्धक) असून तो क्लोरिनच्या दुष्पटीने किंवा तिप्पटीने प्रभावी आहे. विशेषत: फेनालमुळे आणि अलगीमुळे पाण्याला येणारा स्वाद त्वरित दूर केला जातो. परंतु क्लोरिन डायॉक्साइड वापरणे जास्त खर्चाचे आहे. त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर तो वापरण्यात येत नाही.

८-८. क्लोरिन-अमोनिया :

रोगजंतु विनाशनासाठी जेव्हा फक्त क्लोरिन वापरला जातो तेव्हा पाण्याला एक प्रकारची अप्रिय चव, उग्र वास आणि अलगीसारख्या सेंद्रिय पदार्थाशी झालेल्या संयोगासुले काही विचित्र वास येतात. म्हणून क्लोरिनबोवरच पाण्यात अमोनिया मिसळतात, आणि त्यामुळे 'क्लोरामाइन्स' तयार होऊन ते अवशिष्ट रोगजंतु-विनाशनकारक म्हणून पाण्यात किंत्येक तास राहू शकतात. मात्र त्यामुळे रोगजंतु-विनाशनाचा वेग कमी होतो. हा एक गैरफायदा आहे. यासाठी ज्या जलशुद्धीकरण केंद्रात पाणी वांपरण्यापूर्वी ते मोठाल्या स्वच्छ पाण्याऱ्या टाक्यांत साठवून ठेवण्याची सोय आहे, अगर गावात पाणीपुरवठाऱ्या जास्त क्षमतेच्या उंच टाक्या आहेत अशा

बाबतीत क्लोरिन-अमोनिया ही पद्धत वापरतात. अमोनिया वायुरूपात किंवा अमोनियम सल्फेटच्या स्वरूपात पाण्यात मिसळतात. क्लोरिन मिसळल्यानंतर अमोनिया मिसळला तरी चालते. सर्व-साधारणणे क्लोरिन मिसळल्यापूर्वी अमोनियम सल्फेटच्ये द्रावण पाण्यात टाकून चांगले मिसळण्यात येते. अमोनिया वायू वापरावयाचा झाल्यास त्यासाठी क्लोरोनोमग्रमाणेच ‘अमोनियाटर’ नावाचे उपकरण असते. अमोनियम सल्फेटमध्ये २५ टक्के अमोनिया असतो. क्लोरिनच्या $\frac{1}{2}$ ते $\frac{1}{3}$ भाग अमोनियाचे प्रमाण ठेवतात. क्लोरामाइन्सपासून तयार होणारे अवशिष्ट क्लोरिनच्या दुष्पट तरी असावेत. तसेच क्लोरामाइन्स पाण्यात तयार झाल्यापासून ते पाणी ग्राहकांनी वापरण्यापर्यंत २ तासांचा संयोग-अवधी जावयास हवा. क्लोरिन-अमोनिया पद्धती वापरल्याने फेनालमुळे पाण्याला येणारी विशिष्ट चव जाते. रोगजंतु-विनाशनाचा परिणाम निव्वळ क्लोरिनपेक्षा जास्त शक्तिमान असतो. क्लोरिन कमी पुरतो; पोहोण्याच्या तलावातील पाण्याने डोळ्यांची आणि नाकात आग होत नाही. थोड्या जास्त प्रमाणात क्लोरिन अमोनिया मिसळला गेला तरी त्यापासून काही अपाय होत नाही.

काही इतर पद्धती :

८-९. ओझोन (O_3) :

ओझोन हा प्राणवायूचा आयसोटोप आहे. तो अतिशय अस्थिर असून त्याचे विघटन होते व त्यामुळे प्राणवायू (O_2) तयार होऊन राहिलेल्या एका नवजात प्राणवायूच्या (O) अणूमुळे प्राणिकरण होऊन पाण्यातील वास, स्वाद व रंग नाहीसे होतात. तसेच ओझोनचा रोगजंतु-विनाशनासाठीही उपयोग होतो. एका बंद पेटीतील हवेच्या झोतात विजेचा शक्तिमान प्रवाह सोडून ओझोन कृत्रिमरीत्या तयार करता येतो. ०.४५ कि. ग्रॅ. ओझोन तयार करण्यास अंदाजे १४ ते १६ किलोवैंट तास लागतात. हरिनीकरणपेक्षा ओझोन वापरणे जास्त खर्चाचे पडते. गालून झालेल्या आणि स्वच्छ अशा पाण्याच्या बाबतीत ओझोन वापरणे किफायतशीर पडते. मात्र अशा पाण्याची ओझोनसाठीची मागणी २ ते ३ भाग प्रतिदशलक्षपेक्षा जास्त असता कामा नये. ०.१ भाग प्रतिदशलक्ष इतके अवशिष्ट ठेवल्याने कोणत्याही प्रकारचे रसायन मागे न राहता पाण्याचे उत्तम तर्फे रोगजंतुविनाशन होऊ शकते. पाण्यात ओझोन बुडबुड्यांच्या स्वरूपात सोडल्याने मिश्रण चांगल्या प्रकारे होते.

८-१०. नीलातीत किरण :

गरेच्या गोलात पान्याच्या वाफेने जळणारा विजेचा दिवा ठेवल्याने नीलातीत किरण तयार होतात. नीलातीत किरणांची संहारशक्ति-लहरीची लांबी ०.४९०५

इतकी होताच सुरु होते, आणि ०.१४९ μ पर्यंत वाढत राहते. पाण्यातील रोगजंतू मारण्यासाठी नीलातीत किरणांसमोर जास्तीत जास्त ३० सें. मी. अंतरावर स्वच्छ आणि रंगहीन पाण्याचे पातळ थर सरकविले जातात. नीलातीत दिवे २२० व्होल्ट्स दाब आणि ३.५ अॅम्पिअर प्रवाह (एकदिक् प्रवाह) यावर चालतात. नीलातीत किरण पद्धत जरी जास्त कार्बनम असली तरी ती खर्चाची असल्याने जलशुद्धीकरणात वापरण्यात येत नाही.

८-११. आयोडिन :

क्लोरिनप्रमाणेच आयोडिन व ब्रोमिन यांच्या पाण्यावरोवर रासायनिक क्रिया असतात. ७ भाग आयोडिन, ३ भाग पोटशियम आयोडाइड, आणि ९० भाग अल्कोहोल असलेला १ घन सेंटिमीटर अर्के ७ लिंडर पाण्यात मिसळल्यास चांगल्या प्रकारे रोगजंतुविनाशन होते. संयोगासाठी फक्त पाच मिनिटांचा अवधी पुरतो. आयोडिन गोळयांच्या स्वरूपातही मिळतो. आयोडिन मात्रा ८ भाग प्रतिदशलक्ष इतकी असावी. आयोडिनचा उपयोग विशेषत: लहान लहान पाणीपुरवठा केंद्रांवर करतात. उदा.— युद्धभूमीवर, जब्रेची ठिकाणे, प्रदर्शने इत्यादी.

८-१२. मोरचूद (Copper sulphate) :

यालाच कॉपर सल्फेट म्हणतात. त्याचे निक्या रंगाचे खडे असतात. उघडे जलाशय, मोठाले नळ, आणि पाणी वाठपाच्या नव्यांचे जाळे यांतील अलगी बन-स्पतीची वाढ रोखून धरण्यासाठी मोरचूदाचा उपयोग करतात. मोरचूदामुळे अतिसूक्ष्म जंतू मारले जाऊन पाण्याचा स्वाद आणि वास नाहीसा केला जातो. जलाशयांच्या बाबतीत बोटीतून मोरचूदाचे द्रावण फवारण्यात येते, किंवा बोटीतून अगर विमानातून मोरचूदाची कोरडी भुकटी टाकतात. किंवा गोणपाटात अगर पोत्यात मोरचूद भरून ते पोते होडीच्या मागच्या बाजूस चांधून जलाशयात सर्वत्र किरविलात. नव्यांच्या बाबतीत ०.५ ते ०.६५ भाग प्रतिदशलक्ष तीव्रतेचे मोरचूदाचे द्रावण पाण्यात मिसळतात. मोरचूदाचे द्रावण पाण्यात सतत मिसळल्यास जास्त प्रभावी ठरते. जलाशयाच्या बाबतीत जास्त मोरचूद टाकला गेल्यास पाण्यातील मासे मरण्याचा धोका असतो. मोरचूदामध्ये २५ टक्के तांबे असते. (यासाठीच पिण्याचे पाणी तांब्याच्या कळशीत अगर हंड्यात किंवा तांब्यात ठेवण्याची पद्धत रुढ होती).

८-१३. प्रभावित कर्ब (Activated carbon) :

बंदिस्त जागेत कार्बन-डायॉक्साइड, हवा, वाफ किंवा क्लोरिन ठेवून त्यात लोणारी कोळसा तापविला असता त्यावर रासायनिक प्रक्रिया घडून प्रभावित कर्ब तयार होते. फॉस्फॉरिक आम्ल किंवा झिंक क्लोरोआइड हे रासायनिक कारकही कधी

कधी घालतात. यामुळे कर्ब प्रभावित होऊन त्याची शोषणशक्ती वाढते. प्रभावित कर्ब वायू, द्रव, घनपदार्थांचे सूक्ष्म कण, इत्यादी खतःकडे फार जलद रीतीने खेचून घेतात. चांगल्या प्रकारच्या प्रभावित कर्बांचे वजन दर घनमीटरला १६० ते १७५ किलोग्रॅम असते. त्यामध्ये ९० टक्के शुद्ध कर्ब आढळते. प्रभावित कर्बांची वारीक पूळ असते, व ६ टक्कापेक्षा जास्त पूळ २०० नंबरच्या चाळणीने चाळली असता चाळणीवर राहू शकत नाही.

पाण्यामध्ये किलाटनापूर्वी किंवा नंतर प्रभावित कर्ब मिसळतात. कोरडी पूळ किंवा अल्युमिनियम सल्फेट अगर चुना यांच्यावरोबर प्रभावी कर्बांचे मिश्रण करून ते पाण्यात ठाकतात. यामुळे पाण्याचा रंग, वास, स्वाद नाहीसा होतो. प्रभावित कर्बांचे कण निक्षेपण टाकीतील गाळावरोबर व त्यानंतर गलंतिकेतील घाणीवरोबर पाण्यापासून वेगळे काढले जातात. एक दशलक्ष लिटर पाण्यासाठी २ ते २.५ किलो-ग्रॅम प्रभावित कर्ब लागते. स्फोटाची शक्यता असल्यामुळे कोरडा प्रभावित कर्ब क्लोरिनच्या संयुक्तावरोबर कधीही मिसळू नये. एक ठन कोरडा प्रभावित कर्ब साठ-विण्यासाठी १ ते १.४ घन मीटर इतकी जागा लागते. त्यामुळे उण्णता निर्माण होणार नाही व प्रभावित कर्बांच्या शक्तिमान शोषण गुणधर्मामुळे स्फोट होणार नाही. प्रभावित कर्बांचा ओलसर घट द्राव करून साठविल्यास धूळ आणि आगीची भीती नसते.

८-१४. वायुमिश्रण :

पाण्यातील वायु-परिणामशील अशुद्धे काढून टाकण्यासाठी हवेमध्ये पाण्याचे फवारे उडवितात. असे फवारे उडविल्याने पाणी हवेमधील प्राणवायू शोषून घेते व त्यामुळे पाण्यातील सेंद्रिय पदार्थांचे हरनीकरण होते. अशा वायुमिश्रणामुळे फेरस वायकार्बो-नेटसचे न विरघळणाऱ्या फेरिक ऑक्साइडमध्ये रूपान्तर होते, आणि फेरिक ऑक्साइड निःर्पंदन प्रक्रियेने पाण्यातून वाजूला काढता येते. तसेच पाण्याचा उद्धनांक ९.८ असल्यास वायुमिश्रणाने मँगॉनीजीही वाजूला काढता येते. कार्बन डायॉक्साइड आणि हैड्रोजन सल्फाइड हे विरघळलेले अनिष्ट वायूही वायुमिश्रणाने दूर होतात.

पाण्याचा प्रवाह हवेच्या विरुद्ध दिशेला ठेवल्यास म्हणजेच हवेमध्ये पाणी वरून खाली पडत राहिल्यास वायुमिश्रण चांगल्या प्रकारे होते. वायुमिश्रणाच्या अनेक पद्धती आहेत. त्या म्हणजे : (अ) हवेशी नेहमीच सानिध्य असलेले उघडे जलवाहक पूल आणि जलाशय; (व) धवधवा, बंधारा किंवा वीरक, पायन्या, तसराळी इत्यादीवरून वाहणारा पाण्याचा प्रवाह; (क) दगडी कोलशाच्या (कोक) यरादून किंवा सछिद्र तवकांतून ठिवकत ठेवलेले पाणी; (ढ) कारंज्यामधून हवेत फवार-लेले पाणी (दर चौरस सेटिमीटरला ०.७ कि. ॲ. इतका दाव पाहिजे); (इ) पाण्यात दापित हवा सोडणे.

वायुमिश्रणाने पाण्यात तयार झालेले बुडवुडे टाकीत पाणी १५ मिनिटे ते

२ तासपर्यंत स्थिर ठेवून काढून ठाकता येतात. दापित हवा मिश्रणासाठी टाकीची खोली ३ ते ४.५ मीटर असल्यास दर १००० लिटर पाण्याला ०.३ ते ०.६ घनमीटर मुक्त हवा लागते, आणि मिश्रणासाठी १५ मिनिटांचा अवधी लागतो.

८-१५. प्लविदे (Fluorides) :

जर पाण्यात १ भाग प्रतिदशलक्षापेक्षा जास्त प्रमाणात प्लविदे असतील तर असे पाणी पिण्यात आल्याने दातांचे रोग जडतात, असे अलीकडील संशोधनावरून मिळ झाले आहे. विशेषतः लहान मुलांच्या बाबतीत त्यांच्या दातांबरील कवच तयार होत असताना जेव्हा १०.५ भाग प्रतिदशलक्षापेक्षा जास्त प्लविदे असलेले पाणी पिण्यात येते तेव्हा हट्कून दातांबर वाईट परिणाम झालेला दिसून येतो. ६ भाग प्रतिदशलक्ष प्लविदे असल्यावर तर दात वाकडेतिकडे होतातच. इतकेच नव्हे तर दातांतील फटी रुदावत जाऊन वाईट दंतरोग जडतात. या कारणास्तव प्लविदांचे प्रमाण ०.५ ते १०.५ भाग प्रतिदशलक्ष इतके राखणे फार महत्वाचे आहे. पाण्यात प्लविदांचे प्रमाण कमी असल्यास ते सोडियम फ्ल्युओराइडसारखी फ्ल्युओराइड संयुक्ते मिसळतात. याला प्लविदीकरण प्रक्रिया म्हणतात. याउलट प्लविदांचे प्रमाण वाजवीपेक्षा जास्त असल्यास प्लविदीकरण-निरास प्रक्रिया करावी लागते.

प्रकरण नववे

पाण्याचे फेनदीकरण

१-१. फेनदीकरणाची आवश्यकता :

संछिद्र जाळ्या वापरून, किलाठनाच्या साहाय्याने निशेपण करून, गलंतिका वापरून आणि रोगजंतु-विनाशन करून अशुद्ध पाण्यातील तरंगणारी, आलंबित आणि कलिल अशुद्ध वाजूला काढून पाणी शुद्ध केले तरी त्यात विद्रुत अशुद्ध राहतातच. अशी विद्रुत अशुद्ध काढून टाकण्यासाठी काही खास प्रक्रिया कराव्या लागतात. जेव्हा पाण्यामध्ये मोठ्या प्रमाणात कॅलशीयम आणि मैगेशियम यांची बायकांनेट, क्लोराइड किंवा सलेट यांच्यावरोवर संयुक्त तयार करून विरघळलेल्या स्वरूपात असतात तेव्हा ते पाणी ‘अफेनद पाणी’ (कठीण पाणी) म्हणून ओळखले जाते. अशा पाण्याने सावणावरोवर फेस तयार होत नाही, तर उलट बादलीच्या कडेच्या भागावर साका तयार होतो. तसेच कठीण पाणी भांड्यात उकळले असता किंवा त्याची वाफ केली असता भांड्याच्या तळादी साका साठतो. तेव्हा पिण्यासाठी आणि कारखानदारीसाठी असे कठीण पाणी वापरण्यास अयोग्य असते. (पिण्याच्या पाण्याच्या बावतीत 10° किंवा 100 भाग प्रतिदशालक्षापर्यंत अफेनदता चालू शकते.) लोकांना जास्तकरून मृदू किंवा फेनद पाणीच आवडते. त्याचे कारण कपडे धुण्यासाठी सावण कमी लागतो; अन्न लवकर शिजते व जळण वाचते; पाण्यातील रंग, लोह आणि मम नाहीसे झालेले असतात; पाण्यामुळे गंज चढत नाही; वाफेच्या वॉयलर्समध्ये साका साठत नाही वरैरे. याच कारणासाठी निरनिराळ्या कंपन्यांनी पाणी मृदू करण्याची घरगुती उपकरणे शोधून काढून ती वाजारात विक्री-साठी आणली आहेत.

१-२. फेनदीकरणाच्या पद्धती :

पाण्याची कठिणता किंवा अफेनदता डिग्री किंवा भाग प्रतिदशालक्षमध्ये मोजतात किंवा लिहितात. 140.3 मिलिग्रॅम कॅलशीयम कावॉनेट 1 लिटर पाण्यात विरघळवले तर 1 डिग्री अफेनदता येते, आणि 100 मिलिग्रॅम कॅलशीयम कावॉनेट 1 लिटर पाण्यात विरघळवले तर 7 डिग्री अफेनदता येते. (1 डिग्री = 140.3 भाग प्रतिदशालक्ष) पाण्यातील अफेनदता दोन तन्हेची असते. एक म्हणजे हंगामी किंवा कच्ची, आणि दुसरी म्हणजे कायमची किंवा पक्की. हंगामी अफेनदता पाणी उकळल्यास नाहीशी होऊन पाणी मृदू होते. तसेच पाण्यात चुना मिसळल्यानेही हंगामी अफेनदता जाऊ शकते. कायमच्या अफेनदतेच्या बावतीत मात्र निरनिराळ्या प्रक्रिया कराव्या

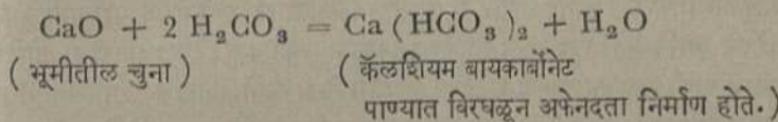
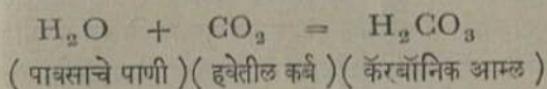
लागतात. कॅलशियम किंवा मंगेशियम यांचा बायकार्बोनेटद्वी संयोग होऊन कर्बनित अफेनदता तयार होते, आणि ती हंगामी असते. याउलट क्लोराइड किंवा सल्फेट यांच्याशी संयोग झाल्याने अकर्बनित अफेनदता तयार होऊन ती कायमची असते.

केनदीकरणाच्या एकूण चार पद्धती रुढ आहेत; त्या म्हणजे :

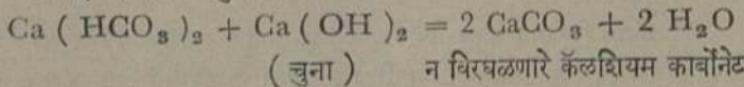
(अ) चुना-पद्धत, (ब) चुना-सोडा पद्धत, (क) जिथोलाइट (आयन-विनिमय) पद्धत, आणि (ढ) अ-खनिजीकरण किंवा अ-आयनीभवन पद्धत.

(अ) चुनापद्धत : पाण्यातील फक्त कर्बनीय अफेनदता चुना-पद्धतीने दूर करता येते. पाण्यात चुना मिसळल्याने कॅलशियम आणि मंगेशियम यांच्या संयुक्ताचे रूपान्तर अनुक्रमे कार्बोनेटस आणि हायड्रॉक्साइडसमध्ये होते व पाणी मृदू बनते. कार्बोनेटस आणि हायड्रॉक्साइडस ही पाण्यात न विरघळणारी असल्यामुळे ती गलंगिकेत वाजूला काढली जातात.

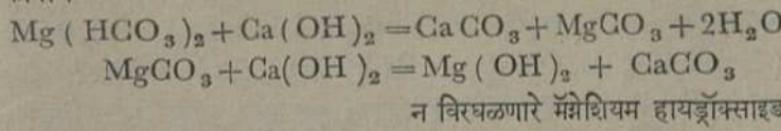
कर्बनीय अफेनदता निर्माण होण्याची किया—



अफेनद पाण्यावरील चुन्याची किया—

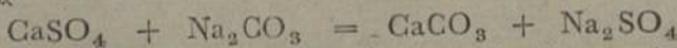


याचप्रमाणे—



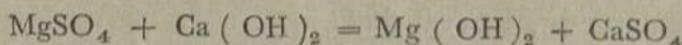
पाण्यात न विरघळणारे कॅलशियम कार्बोनेट आणि मंगेशियम हायड्रॉक्साइडचे कण त्वरित निवळण्यासाठी तुरटीसारखे किलाठन वापरतात.

(ब) चुना-सोडा पद्धत : या पद्धतीमुळे पाण्यातील अ-कर्बनित अफेनदता-मुद्दा दूर करता येते.



कॅलशियम सल्फेट सोडियम कार्बोनेट कॅलशियम कार्बोनेट सोडियम सल्फेट
(अफेनदता निर्माण होते) (सोडा-अॅश) (न विरघळणारे) (विरघळणारे)

तसेच—



वरील दोन्ही रासायनिक क्रियेतील सोडियम सलफेट आणि कॅलशियम सलफेट पाण्यात विरघळणारे असल्याने पाणी मृदू बनते. अशा रीतीने पाण्यात चुना आणि सोडा-अॅश मिसळल्याने कर्बनित आणि अकर्बनित अफेनदता दूर करता येते. आणि म्हणूनच या पद्धतीला चुना-सोडा पद्धत म्हणतात. चुना आणि सोडा घेगवेगले अगर एकत्र पाण्यात मिसळतात. पाण्यात चांगले मिश्रण होऊन रासायनिक क्रिया घडून येण्यासाठी ३० ते ६० मिनिटांचा अवधी लागतो. यानंतर पाण्यावर कणसंकलन आणि निक्षेपणाची किया करण्यात येते, व त्यातील साका बाजूला होऊन उरलेले पाणी गलंतिकेत पाठविण्यात येते. गलंतिकेतून बाहेर येणारे पाणी अर्थातच स्वच्छ, शुद्ध आणि मृदू असते.

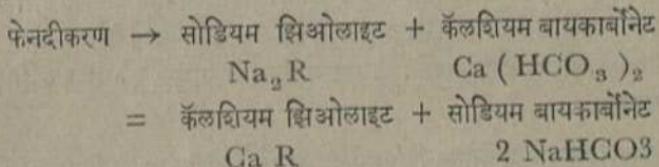
(क) झिओलाइट पद्धत (आयन-विनिमय पद्धत) : फेनदीकरणाच्या मारील दोन्ही पद्धतींत चुना आणि सोडा-अॅश ही रसायने पाण्यात मिसळावी लागली व त्यासुले साका तयार झाला. परंतु झिओलाइट पद्धतीत कोणत्याही प्रकारचे रसायन पाण्यात मिसळावे लागत नाही. या पद्धतीत झिओलाइट पदार्थाच्या पाण्यातील कॅल-शियम आणि मॅग्नेशियम स्वतःकडे खेचून होऊन त्याएवजी स्वतःजवळील सोडियम देऊन पाणी मृदू करण्याच्या शक्तीचा उपयोग केला जातो. यालाच आयन विनिमय पद्धत म्हणतात, व ती झिओलाइटसारख्या क्रणायन आणि धनायन विनिमय गुणधर्मामुळे शक्य होते.

आयन विनिमय पदार्थ जास्त शक्तीच्या आयनी द्रावणात ठेवले तर क्रणायनाची अदलावदल क्रणायन विनिमयांनी होते आणि धनायनाची अदलावदल धनायन विनिमयांनी होते. याचे कारण पदार्थांमधील आयनांची सैलसर रचना होय. क्रणायन विनिमय पदार्थांमध्ये (अ) झिओलाइट-हायड्रेटेड सोडियम अॅल्युमिनियम सिलिकेटस् ($\text{NaAlSiO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), (ब) हिरवी वाळू, (क) सल्फोनेटेड कोलसे, (ड) कृत्रिम राळ—फेनॉल फॉरमालडेहाइड, सल्फोनेटेड पॉलिस्ट्रीन रेजिन्स वरैरे यांचा समावेश होतो. धनामय विनियत पदार्थांमध्ये विशेषतः कृत्रिम राळांचा समावेश होतो व त्यांचा वापर उद्योगांचासाठी करतात.

नैसर्गिक झिओलाइटस् हिरव्या रंगाचे असतात व त्यांना ‘हिरवी वाळू’ (ग्रीन सॅड) म्हणतात. कृत्रिम झिओलाइटस् पांढर्या रंगाचे व मोळ्या दाण्यांचे असतात व त्यांना ‘परम्युटिट’ म्हणतात. हिरव्या वाळूची अदलावदल क्षमता दर धनमीटरला ६८०० ते ९००० ग्रॅम अफेनदता असते, तर परम्युटिटची क्षमता ३४,००० ते ४०,००० ग्रॅम असते. वरेचसे अफेनद पाणी झिओलाइट थरातून पाझरल्यावर अदलावदल प्रक्रियेत झिओलाइटमधील सोडियम पूर्णपणे वापरला

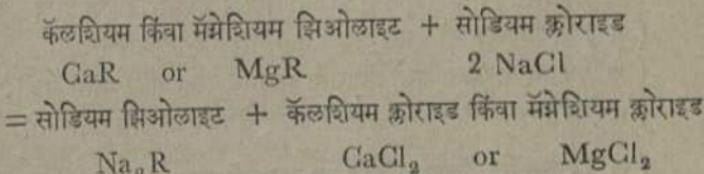
जाऊन फेनदीकरणाचा गुणवर्म नाहीसा होतो. या वेळी सोडियमची जागा अफेनद पाण्यातील कॅलशियम आणि मंगेशियम यांनी अदलाबदलीत घेतलेली असते. जिओ-लाइट्ला पूर्वरिथी प्राप्त करून देण्यासाठी त्याचे 'पुनरुज्जीवन' करता येते. त्यासाठी पूर्वीच्याचे जिओलाइट्च्या थरांदून मिठाऱ्ये पाणी (सोडियम क्लोराइड) उलट दिशेने पाठवितात. त्यामुळे पुन्हा अदलाबदल प्रक्रियेने कॅलशियम आणि मंगेशियमची जागा सोडियमने घेतली जाऊन जिओलाइट्चे पुनरुज्जीवन होते. आता कॅलशियम आणि मंगेशियम ही अनुक्रमे कॅलशियम क्लोराइडच्या आणि मंगेशियम क्लोराइडच्या स्वरूपात घाण पाण्यावरोवर वाहेर पडते. यानंतर स्वच्छ पाण्याने जिओलाइट्चे थर धुण्यात येऊन पुन्हा अफेनद पाण्याचे फेनदीकरण करण्यासाठी ते वापरता येतात. या रासायनिक क्रिया खाली दिल्या आहेत.

रासायनिक क्रिया :



वरीलप्रमाणेच कॅलशियम क्लोराइड, मंगेशियम बायकार्बोनेट आणि कॅलशियम व मंगेशियम सल्फेट यांच्यामुळे तयार झालेल्या अफेनद पाण्याच्या बाबतीत रासायनिक क्रिया घडून येतात व पाणी फेनद बनते.

पुनरुज्जीवन :



जिओलाइट फेनदीकरण टाकी :

जिओलाइट फेनदीकरण टाकी गलंतिकेप्रमाणेच असते. मात्र वाढूऐवजी त्यात जिओलाइट्चे थर असतात. हे थर जाड चाळाच्या थरावर ठेवलेले असतात. चाळाच्या थराखाली तळ-गटार योजना असते. जिओलाइट थराची जाडी ०.७५ ते १.० मीटर असते. या थरांदून पाणी झिरण्याचा दर प्रत्येक चौरस मीटरला दर मिनिटाला २५० ते ५०० लिटर असतो. अफेनद पाणी अंतर्मार्ग नलिकेदून जिओलाइट थरांवर पडते आणि फेनद पाणी तळ-गटार योजनेला जोडलेल्या वहिमार्ग नलिकेदून मापनयंत्रातून मोजून बाहेर येते. टाकीती जिओलाइटची फेनदीकरण क्षमता

नाहीशी झाल्यावर पुनरुज्जीवनासाठी ५ ते ७ टके शक्तीचा मिठाचा द्राव वापरतात. एका पुनरुज्जीवनासाठी १००० मिलिंग्रम कॅलशियम काबोनेटसाठी ३ ते ३.३ ग्रॅम मीठ लागते. म्हणजेच १ ग्रॅम कॅलशियम ऑक्साइड साठी ५.६ ते ६.२ ग्रॅम मीठ लागेल, किंवा १ ग्रॅम कॅलशियम काबोनेटसाठी ३.१५ ते ३.५ ग्रॅम मीठ लागेल. दोनदा पुनरुज्जीवनासाठी १००० मिलिंग्रम कॅलशियम काबोनेटसाठी २ ते २.३ ग्रॅम मीठ लागेल. फक्त पुनरुज्जीवनासाठी साधारणतः ५ मिनिटांचा अवधी लागतो. या अवधीत मिठाचे पाणी तळ-गटार योजनेमार्गे झिओलाइट थरांतन उलट दिशेने पाठविले जाते. पुनरुज्जीवन झाल्यावर मिठाचे पाणी बंद करून त्याएवजी स्वच्छ पाणी उलट दिशेनेच सोडले जाते. त्यामुळे झिओलाइटचे थर स्वच्छ होतात व मिठाचा अंश राहात नाही. संपूर्ण पुनरुज्जीवनासाठी म्हणजे (१) नुसत्या पाण्याचा उलट प्रवाह सोडून झिओलाइटच्या थरांतील कण व इतर घाणीचे कण 'मोकळे होऊन ते बाहेर निघून जाणे, (२) मिठाचे द्रावण सोडून झिओलाइट कार्यक्षम करणे, आणि (३) पुन्हा स्वच्छ पाणी उलट दिशेने सोडून झिओलाइट स्वच्छ करून घेणे व जास्त राहिलेले मिठाचे पाणी काढून टाकणे. या सर्व गोर्ध्वसाठी एकूण २० ते ३० मिनिटांचा अवधी लागतो.

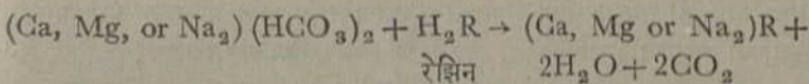
फेनदीकरणाच्या आयन-विनिमय पद्धतीमुळे खालील फायदे मिळतात :

- (१) अफेनद पाण्याचे कोणत्याही डिग्रीपर्यंत फेनदीकरण करता येते.
- (२) कोणत्याही प्रकारचा साका अजिवात तयार होत नाही.
- (३) पाणीवाटप योजनेत गाळ साठत नाही.
- (४) तुलनात्मक दृष्ट्या झिओलाइट टाक्यांना कमी जागा पुरते.
- (५) आयन-विनिमय प्रक्रिया ही आपोआप घडणारी किया आहे.
- (६) या प्रक्रियेसाठी जास्त कुशल कामगार लागत नाहीत.
- (७) फेनद पाण्यात जास्त प्रमाणात रसायने राहण्याची भीती नाही.
- (८) प्रथमचा आणि नंतर प्रक्रिया चाळू ठेवण्याचा खर्च कमी येतो.

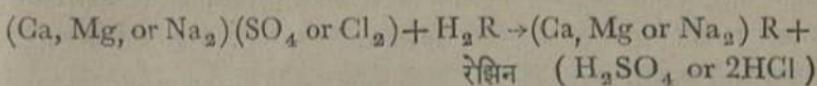
(द) अ-खनिजीकरण किंवा अ-आयनीभवन पद्धत (Demineralization or deionisation process) : धातूच्या आयनची अदलावदल हैड्रो-जनने करणे यालाच अ-खनिजीकरण म्हणतात. आयनविनिमय प्रक्रियेत सोडियम द्या मुख्य घटकाची अदलावदल कॅलशियम आणि मॅग्नेशियमकरता होते तर अ-खनिजीकरण प्रक्रियेत सोडियमएवजी हैड्रोजन द्या मुख्य घटकाची अदलावदल होते. अ-खनिजीकरण किंवा अ-आयनीभवन पद्धत ही अलीकडेच शोधून काढलेली नवीन पद्धत आहे. आणि त्यासाठी रेझिन्सचा वापर करण्यात येतो. ही पद्धत कारखान्यांना लागणाऱ्या पाण्यासाठी उपयोगात आणली जाते. द्रावणातील सर्व धादू किंवा मुख्य घटक काढून घेणारी शक्ती असलेले दोन पदार्थ आहेत. पाण्याच्या बाबतीत हैड्रोजनची

अदलाबदल होत असल्याने अशा प्रक्रियेत शिळ्हक राहणारे स्थाव्य हे अफेनद पाण्याच्या आयन-विनिमय फेनदीकरण प्रक्रियेतील सोडियम क्षाराच्या सौम्य द्रावणाएवजी कॅरबॉनिक, सल्फुरिक, हैड्रोक्लोरिक आणि नायट्रिक यांचे सौम्य आम्लांचे मिश्रण असते.

फक्त रेजिन्स वापरनंच आयनांची अदलाबदल करून आम्लांचे मूलक काढून ठाकता येतात. हैड्रोजन अवस्थेतील रेजिन्सच्या किंवा कर्बन्य पदार्थाच्या थरातून एकदा गेलेले पाणी जर पुन्हा हैड्रोक्सील अवस्थेतील रेजिन्सच्या थरातून पाठविले तर त्यातील आम्लमूलक रेजिन्समुळे वाजूला काढले जातात. उदा.— सल्फुरिक, हैड्रोक्लोरिक, नायट्रिक, आणि त्यांच्या बदल्यात त्यांचा हैड्रोक्सील समूह तयार होतो; व अशा तन्हेने राहिलेले पाणी हे क्षारविरहित असते. खाच प्रक्रियेला अ-आयनीभवन किंवा अ-खनिजीकरण म्हणतात. खाली दिलेल्या रासायनिक क्रियावरून याची कल्पना येईल :

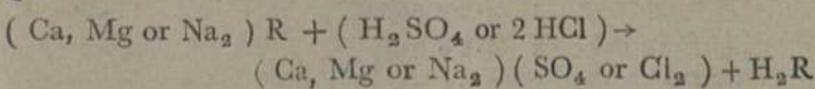


त्याच्वप्रमाणे—

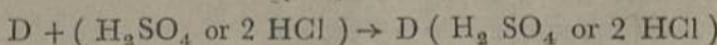


वरीलप्रमाणे अ-आयनीभवन प्रक्रिया होता होता काही वेळाने रेजिनची कार्ड-क्षमता नाहीशी होते. त्यामुळे सल्फुरिक किंवा हैड्रोक्लोरिक आम्ल वापरून रेजिनच्या कार्डक्षमतेचे पुनरुज्जीवन करावे लागते. त्याच्या क्रिया खालीलप्रमाणे आहेत :

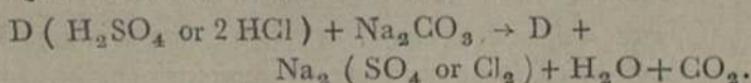
पुनरुज्जीवन :



जास्त झालेले आम्ल डी-ऑसिडाइट ('D') वापरून काढून ठाकता येते.



D च्या पुनरुज्जीवनासाठी सोडियम कार्बोनेट वापरतात.



अ-खनिजीकरण प्रक्रियेत कणायन विनिमयाचे पुनरुज्जीवनासाठी आम्लाचा उपयोग आणि घनायन विनिमयाच्या पुनरुज्जीवनासाठी आल्कलीचा उपयोग करावा लागत असल्यामुळे उपकरणासाठी वापरण्यात येणारे पदार्थ आम्ल आणि आल्कली-विरोधक असावे लागतात. या कारणास्तव अ-आयनीभवनाच्या टाकीचे नळकांडे

पारदर्शक प्लॅस्टिकचे, आणि नव्या पॉलिथिनच्या व झडपा पॉलिथिन किंवा एचो-नाइट्रोज्युन केलेल्या असतात. नल्कांड्यात रेजिन्सचे थर असतात. पुनर्जीवनासाठी वापरावयाच्या द्रावणाच्या म्हणजे सौम्य हैंड्रोक्लोरिक किंवा सल्फ्युरिक आम्लाच्या टाक्याही पारदर्शक प्लॅस्टिकच्या बनविलेल्या असतात. या सर्व कारणांस्तव पाण्याच्या व धातूंचा संपर्क कोटेही येत नसल्याने पाणी शुद्ध राहते.

९-३. खारट पाण्याचे अलवणीकरण :

जगातील सर्व राष्ट्रांना पावसाच्या पाण्यावर अवलंबून राहावे लागते. सतत वाढणाऱ्या उद्योगवर्धांमुळे पिण्यासाठी, स्वच्छतेसाठी, घेतीसाठी, वीज निर्मितीसाठी, आणि इतर कारखान्यांसाठी लागणाऱ्या पाण्याची मागणी वाढतच आहे. आणि त्यामुळे मुख्य पिण्याच्या पाण्याची कमतरता ही आज सर्व जगापुढील मोठी समस्या झाली आहे. ही समस्या सोडविण्यासाठी म्हणजेच जास्त पाणी उपलब्ध करण्यासाठी समुद्राच्या पाण्याचे अलवणीकरण, मेघवीजन करून कृत्रिम पाऊस पाडणे, शुद्धीकरण-साठी अणुशक्तीचा वापर करणे, आणि सांडपाणी पुन्हा उपयोगात आणणे यांसारखे प्रयत्न चालू आहेत. समुद्रामध्ये खारे पाणी विपुल असल्याने त्याचे अलवणीकरण करून गोड्या पाण्यात रूपांतर होऊन ते कमी किमतीत उपलब्ध होण्याच्या दृष्टीचे अखंड प्रयत्न चालू आहेत.

समुद्राच्या पाण्याचे पृथक्करण केल्यावर सर्वसाधारणपणे त्यात खालील गोष्टींचा समावेश असल्याचे आढळून येते :

सोडियम क्लोराइड :	७७.७६ टक्के
मॅग्नेशियम क्लोराइड :	१०.८८ टक्के
मॅग्नेशियम सल्फेट :	४.७४ टक्के
कॅलशियम सल्फेट :	३.६० टक्के
पोटेशियम सल्फेट :	२.४६ टक्के
कॅलशियम कार्बोनेट :	०.३४ टक्के
मॅग्नेशियम ब्रोमाइड :	०.२२ टक्के

घनता : १००.२६ (शुद्ध पाण्याची घनता → १ असते.)

खारट पाणी गोडे करण्यासाठी क्षारांपासून (खारट पदार्थांपासून) पाणी बाजूला काढले पाहिजे, किंवा पाण्यातून क्षार तरी बाजूला काढले पाहिजेत. आणि गोष्टी करण्यासाठी सध्या प्रचलित असलेल्या पद्धती म्हणजे ऊर्ध्वपातन, गोठविणे, विग्रुत-द्विविशेषण, विपरीत जलाभिसरण आणि अन्य काही पद्धती या होत. यावहल थोड-क्यात माहिती खाली दिली आहे.

(१) ऊर्ध्वपातन (Distillation) : ऊर्ध्वपातनाच्या प्रचलित अशा

चार पद्धती असून वाष्णीभवनासाठी निरनिराळी उष्णता वापरली जाते. ऊर्ध्वपातन पद्धतीत खान्या पाण्याचे उष्णतेने वाष्णीभवन करणे आणि तयार झालेल्या वाफेचे रूपान्तर गोड्या पाण्यात करणे या गोष्टींचा समावेश केला आहे.

(अ) गुणित टप्प्याचे ऊर्ध्वपातन (Multistage distillation) : एका कमी दाबाच्या टाकीतील मोकळ्या पाटात तापविलेले खारे पाणी सोडतात. यामुळे खान्या पाण्याचा उत्कलनबिंदू खाली येतो आणि काही पाण्याचे त्वरित वाष्णीभवन होऊन वाफेत रूपातर होते. वाफेचे रूपान्तर द्रवात (पाण्यात) करण्यासाठी थंड आडव्या नव्यांचा उपयोग करतात. नव्या थंड ठेवण्यासाठी त्यात समुद्राचे थंड पाणी खेळवतात. नव्यांच्या खालच्या वाजूस परातीसारखी भांडी असतात. त्यामध्ये वाफेत समुद्र तयार झालेले गोडे पाणी पडते व साठते. अशा रीतीने कमी कमी दाब होत मेलेल्या अनेक टाक्या वापरून व त्यांमधील थंड नव्यांचा उपयोग करून खान्या पाण्यापासून गोडे पाणी तयार करतात व पंपाच्या साहाय्याने ते टाक्यावाहेर काढून घेऊन साठवतात. नव्यांमध्ये समुद्राचे खारे पाणी खेळवले असल्याने नव्यांवाहेरील तपमान 85° सॅ.च्या खाली राहिल्यास नव्यांत कॅलशियम कार्बोनेटचे आवरण तयार होऊन उष्णता स्थानान्तर गुणांक आणि त्यामुळे एकंदर कार्यक्षमता कमी होते. तसेच तपमान जास्त वाढल्यास मंग्रेशियम हायड्रॉनसाइडचे आवरण तयार होते म्हणून तपमान जास्तीत जास्त 121° सेंटिग्रेडवर वाढू देत नाहीत.

(व) गुणित परिणामकारक ऊर्ध्वपातन (Multiple effect distillation) : या पद्धतीत समुद्राच्या खान्या पाण्याचे वाष्णीभवन करण्यासाठी वाफेचा उपयोग करण्यात येतो. लौंब चिंचोळ्या उभ्या नव्या वापरून वाष्णीभवन यंत्र तयार करतात व अदी अनेक यंत्रे एकाच वेळी टप्प्या-टप्प्याने उपयोगात आणतात. पहिल्या वाष्णीभवन यंत्रातील नव्यांमधील खारे पाणी नव्यांवाहेरील वाफेच्या साहाय्याने तापवतात. हे पाणी उकळत्या अवस्थेत नव्यांमधून खाली पडत राहते. त्याच वेळी नव्यांवाहेरील वाफ आणि नव्यांमधून खाली पडणारे उकळते खारे पाणी यांचे मिश्रण तयार होते. पैकी उकळणारे खारे पाणी पंपाच्या साहाय्याने लगतच्या दुसऱ्या वाष्णीभवन यंत्रातील नव्यांच्या वरच्या वाजूच्या तोंडात सोडले जाते व वाफेचा उपयोग या नव्यांतील पाणी आणखी तापवण्यासाठी करतात. या दुसऱ्या वाष्णीभवन यंत्रातील दाब थोडा कमी ठेवलेला असतो. त्यामुळे पाण्याचा उत्कलन बिंदू खाली येऊन पाणी लवकर उकळण्यास मदत होते. याच पद्धतीने पुढच्या सर्व वाष्णीभवन यंत्रातून वाफेच्या साहाय्याने नव्यांतील खारे पाणी उकळण्याचे कार्य चालू ठेवले जाते. प्रत्येक वेळी नव्यांतून बाहेर पडणाऱ्या उकळत्या पाण्यावरोवरच्या काही वाफेचे रूपातर द्रवात म्हणजेच गोड्या पाण्यात होऊन असे गोडे पाणी यंत्राच्या तळाशी साठत राहते. पंप वापरून हे गोडे पाणी प्रत्येक वाष्णीभवन यंत्रावाहेर काढले जाते. सर्वांत

शेवटच्या यंत्रातील नव्यांमधील खान्या पाण्याचा खारटपणा मूळच्या समुद्राच्या खारटपणाच्या चौपट झालेला असतो.

(क) वाष्पदाव ऊर्ध्वपातन (Vapour compression distillation) : या पद्धतीत खारे पाणी उकळले असताना तयार होणारी वाफ यांत्रिक पद्धतीने दावतात. त्यामुळे वाष्पदाव आणि तपमान वाढते. अशी वाफ वापीभवन यंत्रातील नव्यांमधील खारे पाणी तापविण्याकरता करतात. त्याच वेळी काही वाफेचे गोड्या पाण्यात रुपान्तर होते.

(ड) सौर ऊर्ध्वपातन (Solar distillation) : या पद्धतीत समुद्राच्या खान्या पाण्याचे वापीभवन करण्यासाठी सूर्याच्या किरणांपासून मिळणाऱ्या उष्णतेचा उपयोग करण्यात येतो. पसरट आणि उथल भांड्यांमध्ये खारे पाणी ठेवून त्यावर पारदर्शक काचेचे किंवा प्लॅस्टिक पच्यांचे उत्तरते आवरण घालतात. खान्या पाण्याची उष्णतेमुळे तयार झालेली वाफ उत्तरत्या आवरणाच्या आतील बाजूवर साठते व आवरण यंड असल्याने वाफेचे गोड्या पाण्यात रुपान्तर होऊन हे पाणी उत्तरत्या आवरणाच्या तळाशी असलेल्या पन्हळात ओघवून पडत राहते. खान्या पाण्याचे मोळ्या प्रमाणावर गोडे पाणी करावयाचे झाल्यास ही पद्धत सोयीची पडत नाही. कारण मोठी जागा व खार्चिक वांधणीची जरूरी असते. उष्ण प्रदेशात जेथे विपुल सूर्यप्रकाश उपलब्ध होतो व खारे पाणी जवळच मिळू शकते अशाच ठिकाणी सौर ऊर्ध्वपातन पद्धत जास्त सोयीची ठरते.

(२) गोठवणे : पाण्यातील क्षारांमुळे त्याचा गोठणविन्द साली येतो. समुद्राचे खारे पाणी सर्वसाधारणपणे – २° सैंटिग्रेड तपमानाला गौठते. क्षारांची तीव्रता वाढवून हे तपमान आणखीही खाली आणता येते. आणि अशा तपमानातील फरकाचा उपयोग क्षारयुक्त खान्या पाण्यापासून गोडे पाणी बाजूला करण्याकरता होतो. गोड्या पाण्याचा गोठणविन्दू पोहोचताच त्याचे वर्फ बनते व बाकी खारट पाणी द्रव-रूपातच राहते. त्यामुळे वर्फाचे तुकडे बाजूला काढून, स्वच्छ धुवून, वितळवले असता गोडे पाणी मिळू शकते. गोठवणे या तच्याचा उपयोग करून गोडे पाणी मिळवण्याच्या खालील दोन पद्धती आहेत :

(अ) निर्वात गोठण पद्धत : या पद्धतीत एका निर्वात टाकीतील परिपूर्ण दाव ३ मिलिमीटर पान्याहतका ठेवलेला असतो. या टाकीत यंड केलेल्या खान्या पाण्याचा फवारा उडवण्यात येतो. फवान्यातील काही पाण्याची तावडतोब वाफ होते आणि त्याच वेळी राहिलेल्या पाण्यातील उष्णता काढून घेतली जाते. टाकीत पाणी गोठण्यास आवश्यक अशी स्थिती ठेवल्यामुळे वर्फाचे खडे तावडतोब तयार होतात. वर्फ व राहिलेला खारा द्राव हा टाकीतून बाहेर काढून त्यातील वर्फ बाजूला करून ते स्वच्छ धुवून व वितळवून गोडे पाणी तयार करण्यात येते.

(२) दुव्यम शीतकारी पदार्थ : या पद्धतीत ब्युटेनसारख्या पाण्यात न मिसलण्यान्या हायड्रोकार्बन शीतकारी द्रव पदार्थ वापरतात. हा पदार्थ खान्या पाण्यात मिसलण्यावरोबर खान्या पाण्यातील उज्ज्ञतेमुळे त्या पदार्थाचे तावडतोब बाणीभवन होते. अशा रीतीने खान्या पाण्याचे तपमान खाली येत येत त्यातील गोळ्या पाण्याचे वर्फ बनते व ते राहिलेल्या खान्या पाण्यापासून वेगळे काढण्यात येते. वर्फाचे खडे स्वच्छ धुण्यात येतात व ब्युटेनच्या दावलेल्या वाफेपासून तयार होणाऱ्या उज्ज्ञतेने वितलवाण्यात येऊन गोडे पाणी तयार होते.

(३) विशुत द्विविश्लेषण (Electro-dialysis) : काही अर्धप्रवेशकम पड्यांचा गुणधर्म असा असतो की, ते फक्त घनायन किंवा कणायन यांनाच त्यांच्यातून जाऊ देतात. अशा पड्यांचा उपयोग विशुत द्विविश्लेषण पद्धतीत केला जातो. मोठाल्या टाक्यांमध्ये असे अनेक पड्डे ठेवलेले असतात व पड्यांमध्ये अंतर ठेवून तेथे पन्हळे बसविलेली असतात. या पन्हळांत खारे पाणी वाहात ठेवतात व त्याच वेळी कमी दावाचा विशुत प्रवाह खान्या पाण्याच्या प्रवाहाच्या काटकोनात पड्यांमधून सोडतात. या विशुत प्रवाहाच्या दिशेत खान्या पाण्यातील सोडियमचे घन आयन घनायन वाहू पड्यांमधून जातात आणि विशुत प्रवाहाच्या उलट दिशेला क्लोरिनचे कण आयन कणायनवाहू पड्यांमधून जातात. अशा रीतीने पड्यांमधील एकाडाएक पन्हळांतील क्षार वाजूला जाऊन त्यात गोडे पाणी राहते तर त्याच्याच शेजारील पन्हळातील खान्या पाण्याची तीव्रता अधिक वाढते. अशा पद्धतीने केलेले खान्या पाण्याचे अलवणीकरण हे वापरलेल्या विशुत प्रवाहाच्या सम-राशी प्रमाणात असते.

(४) विपरीत जलाभिसरण (Reverse osmosis) : यालाच व्युत्कम जलाभिसरण असेही म्हणतात. अर्धप्रवेशकम पड्यांच्या एका बाजूस खारे पाणी व दुसऱ्या बाजूस गोडे पाणी ठेवले तर जलाभिसरण दाव असताना गोडे पाणी पड्यांमधून दुसऱ्या बाजूच्या खान्या पाण्याकडे जाते. याच्या उलट आता खान्या पाण्याकडील बाजूवर जर नेहमीच्या जलाभिसरण दावपेक्षा जास्त दाव दिला तर खान्या पाण्यातील फक्त गोडे पाणी पड्यांच्या दुसऱ्या बाजूकडील गोड्या पाण्याकडे जाईल. यालाच विपरीत जलाभिसरण म्हणतात. हेच तत्त्व दुसऱ्या प्रकारेही मांडता येईल. अतिसूक्ष्म छिंद्रे असलेल्या चाळणीच्या एका बाजूस खारे पाणी ठेवून त्यावर दाव बाढवला तर फक्त गोड्या पाण्याचे कण चाळणीतील छिंद्रांतून पलीकडे जाऊ शकतील, आणि क्षारांच्या कणांचा आकार चाळणीतील छिंद्रांच्या आकारापेक्षा मोठा राहिल्याने ते पलीकडे जाऊ शकणार नाहीत व अशा रीतीने गोडे पाणी वेगळे करता येईल. याच तत्त्वाचा उपयोग करून सेल्युलोज ॲसिटेनचे पड्डे वापरून दर चौरस सेटिमीटरला ४० ते १०५ किलोग्रॅम इतका दाव ठेवून ५००० ते ३५,००० भाग प्रतिदशालक्ष भाग विशुत क्षार असलेल्या पाण्यापासून गोडे पाणी मिळवता येते व अशा गोड्या पाण्याचे परिमाण १२०० ते ६०० लिटर, दर दिक्षी पड्यांच्या दर चौरस

मीटरला, इतके राहते.

(५) इतर काही पद्धती :

(अ) आयन विनिमय पद्धत : (Ion-exchange process) खान्या पाण्यातील एकूण विद्रुत पदार्थ ३००० भाग प्रतिदशलक्ष आहेत अशा पाण्याचे गोड्या पाण्यात रूपान्तर करण्यासाठी आयन विनिमय पद्धत उपयोगी पडते. ही पद्धत विशेषकरून कारखान्यासाठी लागणाऱ्या पाण्यातील थोड्या प्रमाणात असणारे क्षार काढून टाकण्यासाठी अगर पाण्याचे फेनदीकरण करण्यासाठी वापरतात व ते करण्यासाठी पाणी विशिष्ट राळांच्या मिश्रणाच्या थरांतून पाठवितात. क्षार काढून घेण्याचे कार्य राळ (रेसिन) करते व हे कार्य कळ व धन आयन विनिमय तत्वावर चालते. काही काळानंतर राळातील शक्ती नाहीशी होते व त्याचे पुनरुज्जीवन करण्यासाठी काही रसायने वापरावी लागतात.

(ब) हायड्रेट पद्धत : या पद्धतीत खारे पाणी प्रोपेनसारख्या हायड्रेट तयार करण्याऱ्या वायूबरोवर मिसळतात व त्यामुळे न विरघळण्याऱ्या धन हायड्रेटचे स्फटिक तयार होतात. हे स्फटिक व राहिलेले खारे पाणी यांमधून स्फटिक बाजूला काढून ते स्वच्छ बुतात आणि उण्णता व दाव यांचा उपयोग करून स्फटिकापासून गोडे पाणी तयार होते.

(क) हायड्रोकार्बन पद्धत : या पद्धतीत तापविलेल्या खान्या पाण्याचा उण्ण हायड्रोकार्बन द्रवाशी दाबाखाली संयोग घडवून आणून खान्या पाण्यापासून गोडे पाणी बाजूला काढतात. हायड्रोकार्बन आणि गोडे पाणी यांचा बनलेला संमिश्र पदार्थ राहिलेल्या खान्या पाण्यापासून बाजूला काढून पुन्हा उण्णतेच्या साहाय्याने त्यातील फक्त गोडे पाणी दूर करता येते, व हायड्रोकार्बन द्राव पुन्हा उपयोगात आणता येते.

(ड) तृणस्फटिक पद्धत (Amber process) : फॉर्मिलिन व फॉर्मिक आम्लांपासून कृत्रिम तृणस्फटिक (अंबर) तयार करून त्यापासून नव्या बनवितात. तसेच अॅनिलिन व फॉर्मिलिन यांच्यापासून कृत्रिम राळ तयार करून त्यापासून दुसऱ्या नव्या तयार करतात. समुद्राचे खारे पाणी प्रथम तृणस्फटिकाच्या अनेक नव्यांतून सोडण्यात येते. तेव्हा त्या पाण्यातील धातू व अल्कली हे पदार्थ नव्या शोधून घेतात. त्यानंतर या नव्यांतून बाहेर पडणारे पाणी राळेच्या तब्यांत सोडतात; तेव्हा पाण्यातील आम्लदुक भाग नव्यांकडून शोषला जाऊन बाहेर पडणारे पाणी पिण्यायोग्य गोडे बनलेले असते.

(इ) अणुशक्तीचा वापर : अणुभट्टीत अणुंचे विभाजन होत असताना निर्माण होण्याऱ्या प्रचंड उण्णतेचा उपयोग करून खान्या पाण्याचे गोड्या पाण्यात रूपान्तर करण्याचे प्रयोग सध्या चालू असून ते बरेच आशादायी ठरत आहेत. खर्चाच्या दृष्टीनेही अणुशक्ती वापरण्याची वरील पद्धत किफायतशीरच आहे.

प्रकरण दहावे

जलपंप-वहन

१०-१. पंपाची आवश्यकता :

पाणीपुरवठा योजनेमध्ये एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी पाणी वाहून नेण्यासाठी पंपाचा उपयोग करावा लागतो. ज्या कारणांसाठी पंप वापरावा लागतो ती कारणे अशी :

(अ) पाण्याच्या उगमस्थानापासून अशुद्ध पाणी जलशुद्धीकरण केंद्रापर्यंत नेण्यासाठी. (ब) शुद्ध केलेले पाणी उंचावरील टाकीत साठवण्यासाठी. (क) शुद्ध पाणी वाटप-नळ्यांमध्ये थेट नेऊन सोडण्यासाठी. (ढ) विहिरीतील पाणी उपसून ते उंचावरील टाकीत साठवण्यासाठी. यासाठी दोनदा पंप वापरावे लागतात. एक म्हणजे विहिरीतील पाणी जमिनीच्या पातळीपर्यंत आणण्यासाठी व दुसरे म्हणजे जमिनीपासून ते टाकीच्या उंचीपर्यंत नेण्यासाठी. (इ) पाणीवाटपाच्या नळ्यांतील पाण्याचा दाव पंपाच्या साहाय्याने वाढवण्यासाठी. (फ) शहरातील विवक्षित भागास पाणी पुरवणाऱ्या उंच पातळीवरील टाकीत पाणी भरण्यासाठी. (ग) अग्निशमनाकरिता पाणी दावाने पुरवण्यासाठी, जमिनीखालील मोठमोळा टाळ्यांतील पाणी उपसून टाक्या मोकळ्या करण्यासाठी, जलशुद्धीकरण प्रक्रियेत रासायनिक द्राव पुरवण्यासाठी, गलंतिका खुण्यासाठी, इत्यादी अनेक गोष्टीकरता पंप वापरावे लागतात.

थोडक्यात म्हणजे, जेथे जेथे पाणी केवळ गुरुत्वाकर्धणाने वाहून नेणे शक्य नसते आणि तसेच जेथे जेथे दाबयुक्त पाणी पाहिजे असते तेथे तेथे पंप वापरणे आवश्यक ठरते.

१०-२. पंपाची योग्य निवड :

पंपाची योग्य निवड करण्यासाठी खालील माहितीची आवश्यकता असते :

(अ) किती पंप वापरावयाचे त्याचा आकडा, (ब) पंपाने खेचावयाच्या द्रावाचा प्रकार, (क) पंपाची क्षमता, (ढ) पंपाच्या शोषण बाजूची स्थिती, (इ) पंपाच्या वितरण बाजूची स्थिती, (फ) पाणी चढवण्याची एकूण उंची, (ग) खंडित किंवा अखंड पाणीपुरवठा, (ह) पंपाची स्थिती—आडवी का उभी, (ज) पंप बसविण्याची जागा, (ल) पंपासाठी वापरावयाच्या शक्तीचा प्रकार.

१०-३. पंप चालविण्यासाठी लागणाऱ्या शक्तीचे प्रकार :

पाणी खेचण्यासाठी पंपातील पंखा (इमेलर) फिरवावा लागतो व त्यासाठी

सर्वसाधारणणे वाफेचे इंजिन, पेट्रोल इंजिन, डिझेल इंजिन, किंवा विशुत चलिन्ह (मोटर) वापरण्यात येते. कोणत्या प्रकारची शक्ती वापरावयाची ते अर्थोतच काटकसरीवर अवलंबून राहील.

(अ) वाफेची शक्ती : जेथे विजेचा प्रवाह उपलब्ध नाही आणि पंपग्याचे ठिकाण अलग आहे अशा ठिकाणी वाफेवर चालणाऱ्या इंजिनाचा वापर करतात. वाफ तयार करण्यासाठी लागणारे जळण जर विपुल प्रमाणात उपलब्ध असेल तर वाफेवर इंजिन चालविणे स्वस्त पडते. अशा इंजिनाची कार्यक्षमता मात्र कमी असते. मोठ्या पंपग्यांकरिता वाफेची इंजिने वापरण्यात येतात.

(ब) विशुत शक्ती : मध्यम आणि लहान पंपग्यांसाठी विशुत शक्तीवर चालणारी इंजिने वापरतात. विशुत शक्तीवर चालणारे पंप आटोपदीर बांधणीचे, कमी जागा लागणारे, मोठ्या कार्यक्षमतेचे आणि दिसण्यात स्वच्छ व सुव्हक असतात. आजकाल विशुतप्रवाह उपलब्ध असल्याने ही शक्ती वापरण्यासाठी लागणारा सुरुवातीचा खर्च फारच कमी येतो.

(क) डिझेल शक्ती : केन्द्रोत्सारी (सेन्ट्रिफ्युगल) पंपाला थेट जोडण्यासाठी लागणाऱ्या गतीपेक्षा डिझेल इंजिनाची गती कमी पडत असल्यामुळे डिझेल शक्तीवर चालणारी इंजिने कारदारी वापरीत नाहीत. मात्र अशी इंजिने विश्वासपात्र आणि कमी खर्च येणारी असतात.

(द) गॅसोलिन शक्ती : गॅसोलिन किंवा पेट्रोलवर चालणाऱ्या इंजिनाची गती वरीच असल्याने पंपाला थेट जोडणे शक्य होते. मात्र अशी इंजिने कायम वापरवयाची झाल्यास ते जास्त खर्चाचे पडते. वहुतेककरून पेट्रोलवर चालणारी इंजिने हातचे राखून ठेवण्यासाठी किंवा राखीव (स्टॅन्ड बाय) म्हणूनच वापरतात.

१०-४. पंपाचे प्रकार :

पंपांची वर्गवारी ते ज्या तत्त्वावर चालतात किंवा ज्या कारणासाठी वापरतात त्याप्रमाणे करतात. पंपांची वर्गवारी खालीलप्रमाणे करता येईल :

(१) जलोत्सारण (सरक) पंप (Displacement pump).

(अ) इतस्ततोगामी पंप (Reciprocating pump).

(ब) परिपंप किंवा परिघूर्ण पंप (Rotary pump).

(२) वेगीय पंप (Velocity pump).

(अ) केन्द्रोत्सारी पंप (Centrifugal pump).

(ब) फवारा पंप (Jet pump).

(३) उद्धरणशक्ती पंप (Buoyancy pump).

वाताकर्षक पंप (Air-lift pump).

(४) जोस (धक्का) पंप (Impulse pump).

जलमेष पंप (Hydraulic ram).

(१) जलोत्सारण पंप : एका दंडगोलामध्ये दृश्या बसविलेला असतो. दंडगोलातील दृश्या मागे ओढल्यावर दंडगोलात निर्वात जागा तयार होते व त्याच वेळेस अंतर्मार्ग नळी व झडपेतून पाणी खेचले जाते. दृश्या पुढे ठकलताच अंतर्मार्ग झडप बंद होऊन बहिर्मार्ग झडप उघडली जाते व या झडपेतून बहिर्मार्ग नळीतून खेचलेले पाणी बाहेर उंच पातळीवर रेटले जाते. पूर्वीप्रमाणे दृश्या पुन्हा पुढे सरकू लागताच बहिर्मार्ग झडप बंद होते आणि त्यामुळे एकदा उंच पातळीवर रेटलेले पाणी परदून दंडगोलात येऊ शकत नाही. दृश्याची पुढे व मागे होण्याची क्रिया सतत. चालू राहिल्यावर पाणी खालच्या पातळीबरून वरच्या पातळीकडे सतत वाहात राहते.

(१-अ) शास्त्रतोगामी (रिसिप्रोकेटिंग) पंप : यात वरील तत्त्वाचा उपयोग केला आहे. या पंपाचेही दोन प्रकार आहेत. ते म्हणजे एककिया पंप, आणि द्विक्रिया पंप. एककिया पंपात एक अंतर्मार्ग झडप व एक बहिर्मार्ग झडप असते; व वर क्वान केल्याप्रमाणे या पंपाचे कार्य चालते. द्विक्रिया पंपात दृश्याच्या दोन्ही बाजूस दोन दोन झडपा असतात. दोन झडपांत एक अंतर्मार्ग व दुसरी बहिर्मार्ग झडप असते. अशा झडपांमुळे दृश्या पुढे आणि मागे सरकताना दोन्ही वेळेस पाणी उपसले जाऊन बाहेर पाठविले जाते. द्विक्रिया पंपाने एककिया पंपापेक्षा दुपट पाणी खेचता येते.

(१-ब) परिपंप किंवा परिशूर्ण पंप : हा पण जलोत्सारण पंपाचाच एक प्रकार असून या पंपात झडपा नसतात. पंपाच्या आवरणात दोन विशिष्ट आकाराचे घटक (फिरणारी चक्रे) असतात. या घटकांच्या एका बाजूस पाण्याचा अंतर्मार्ग असतो तर विरुद्ध बाजूस बहिर्मार्ग असतो. घटक फिरु लागताच पाणी पंपात खेचले जाते व विरुद्ध बाजूच्या बहिर्मार्गातून बाहेर पाठविले जाते. या पंपामुळे पाण्याचा एकसारखा (सम वेगाचा) प्रवाह मिळू शकतो. परंतु मोठ्या प्रमाणावर पाणी खेचण्यासाठी हा पंप योग्य नाही. जलकेंद्रात हा पंप फारसा वापरत नाहीत.

(२-अ) केन्द्रोत्सारी पंप :

या पंपात मध्यभागी एक फिरणारा पंखा असतो. पंख्याची पाती (पडदे) केन्द्रापासून निघतात व ती काहीव्ही वक आणि खोलगट असतात. पंखा फिरु लागताच अंतर्मार्गातून पाणी पंपात खेचले जाते व केन्द्रोत्सारी शक्तीमुळे ते बहिर्मार्गातून पंपाबाहेर फेकले जाते. केन्द्रोत्सारी पंपाची वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत :

केन्द्रोत्सारी पंप हा जास्त वेगाचा पंप असून त्याचा वेग दर मिनिटाला १००० फेन्यांपेक्षा जास्त असतो.

पंपाने बाहेर टाकल्या जाणाऱ्या पाण्याचे परिमाण एकसारखे असते, आणि त्यामुळे पंप चालविण्यासाठी लागणारी शक्तीही एकसारखीच लागते. पंपाचा वेग जास्त असल्यामुळे तो विद्युत-मोटरीला थेट जोडता येतो. या पंपाच्या साहाय्याने पाणी ज्या उंचीपर्यंत खेचून नेता येईल ती उंची पंपातील पंख्याच्या वेगावर अवलंबून राहील.

केन्द्रोत्सारी पंपाची योजना फारच आटोफटीर असल्याकारणाने पंप बसविण्याकरता जलोत्सारण पंपापेक्षा कमी जागा पुरते.

पंपाच्या देखभालीचा खर्च जलोत्सारण पंपापेक्षा कमी येतो.

केन्द्रोत्सारी पंपाची कार्यक्षमता ५५ ते ७५ टक्क्यांपर्यंत असते.

केन्द्रोत्सारी पंप जलोत्सारण पंपापेक्षा लवकर सुरु करता येतो.

केन्द्रोत्सारी पंपाचे फायदे :

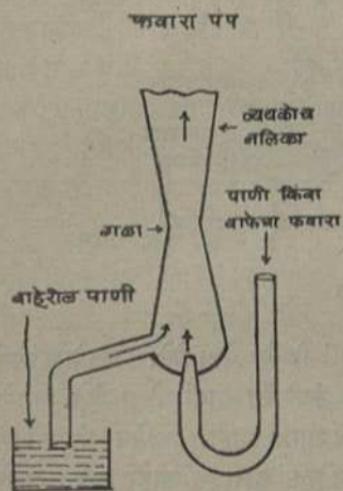
पंपाचा सावेपणा, विश्वासपात्रता आणि चालू करण्यातील सोपेणा हे केन्द्रोत्सारी पंपाचे मुख्य फायदे आहेत. पंपादून बाहेर पडणारे पाणी एकसारखे सतत पडते; त्यामध्ये धक्के किंवा संपंदन नसते. केन्द्रोत्सारी पंपात थरथर किंवा कंपने नसल्यामुळे पंप बसविण्यासाठी लागणारा पाया साध्या प्रकारे बांधता येतो. या पंपाच्या वावतीत जास्त वेग, कमी जागा, कमी वजन, आणि इतर पंपांच्या मानाने कमी किंमत, असे दुसरेही फायदे आहेत. केन्द्रोत्सारी पंपादून बाहेर पडणारे पाणी वहिर्मार्ग नवीवरील झाडप बंद करून थांवविता येते. असे करताना घोकादायक दाब निर्माण होत नाही, किंवा पंपास जोडलेली विद्युत-मोटरही बंद करावी लागत नाही. हा एक फार मोठा फायदा आहे.

(२-व) फवारा पंप :

एका व्यक्तोच नलिकेच्या गळ्यामध्ये पाण्याचा किंवा वाफेचा जोरदार फवारा सोडला असता तेथे कमी दाब निर्माण होतो व त्यामुळे बाहेरील पाणी व्यक्तोच नलिकेचे खेचले जाते. या नलिकेच्या दुसऱ्या तोंडापर्यंत पाणी पोहोचेतो वरीच दाब-उंची निर्माण झालेली असते. फवारा पंपाला उत्सर्जक उत्क्षेपक असेही म्हणतात. याची कार्यक्षमता १५ ते ३० टक्के असते. विशेषत: खोल विहिरीनुन पाणी खेचण्यासाठी, बॉइलरपर्यंत पाणी पोहोचविण्यासाठी, मैला-पाण्यातील साका उपसण्यासाठी या पंपाचा उपयोग करतात (आकृती ३५ पाहा).

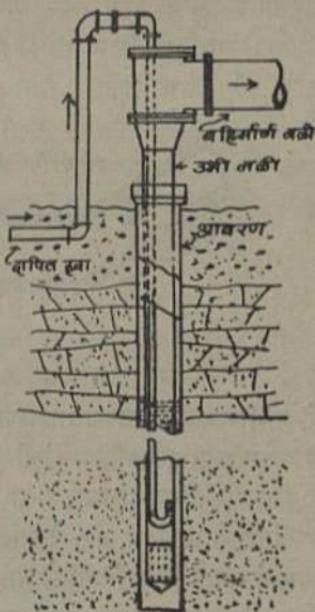
(३) वाताकर्षक पंप :

हा पंप खोल विहिरीतील पाणी उपस्थियासाठी वापरतात. या पंपात हालणारे असे कोणतेच भाग नसतात. त्यामुळे याचा उपयोग मातीमिश्रित पाणी, तीव्र आम्ल किंवा अल्कलीयुक्त पाणी खेचण्यासाठी होतो. एरवी अशा पदार्थांच्या संयोगामुळे पंपातील हालणारे भाग गंजतात. मात्र अशा पंपाची कार्यक्षमता फारच कमी असते.



आकृती ३५

वाताकर्षक पंप



आकृती ३६

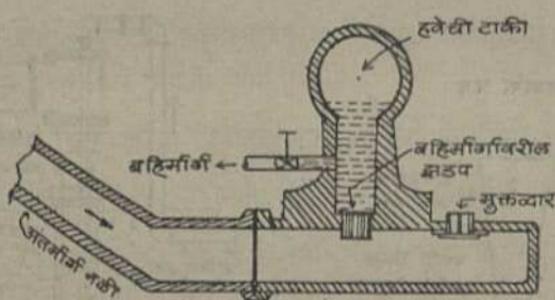
वाताकर्षक पंपाची रचना अत्यंत साधी असते. एका उम्या नलीबाहेर दुसऱ्या नलीचे आवरण असते. उभी नली बहिर्भारी नलीला जोडलेली असते. उम्या नलीत खालच्या टोकापर्यंत एक वारीक नलिका असते व ती हवा-दावयंत्राला जोडलेली असते. सुखवातीला उम्या नलीत व नलीबाहेर (नलीच्या बाहेरील वाजू आणि दुसऱ्या नलीचे आवरण यांमधील जागेत) पाण्याची पातळी एकच असते. जेव्हा हवा-दावयंत्राला जोडलेल्या नलिकेच्या खालच्या तोंडावर वसविलेल्या जाळीदून दापित हवा उम्या नलीत येते तेव्हा नलीतील पाणी व हवा यांचे मिश्रण तयार होते. या मिश्रणाचे वजन तितक्याच परिमाणाच्या निवळ पाण्याच्या वजनापेक्षा कमी

झाल्याने उम्या नळीतील दाब नळीवाहेरील दावापेक्षा कमी होतो व त्यामुळे नळी-बाहेरील पाणी नळीत शिरते; आणि जेव्हा पुरेशी दापित हवा उम्या नळीत येते तेव्हा पाणी वहिर्मार्ग नळीतून बाहेर पडू लागते.

(४) जलमेघ पंप :

एखाच्या वाहत्या पाण्याच्या प्रवाहात पाणी थोड्या उंचीवृहन जर पडत असेल

जलमेघ पंप



आकृती ३७

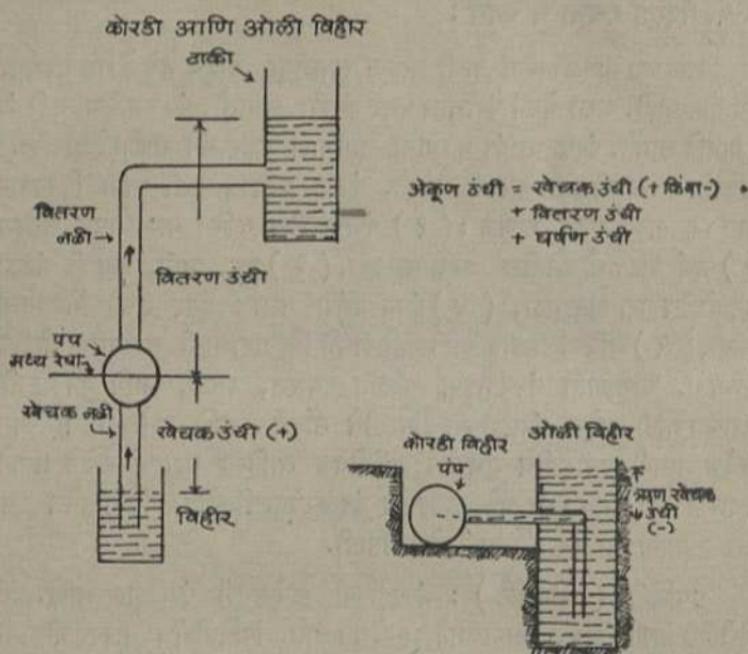
तर ते पाणी जलमेघ पंपाच्या साहाय्याने जास्त उंचीपर्यंत नेता येते. जलमेघ पंपाने पाणी पडण्याच्या सुरुवातीच्या उंचीच्या ३० पट उंचीपर्यंत पाणी नेता येते. जलमेघ पंप एकदा मुरु केल्यावर त्याकडे फारसे लक्ष यावे लागत नाही. जलमेघ पंपात पाणी प्रथम अंतर्मार्ग नळीतून आत येऊ लागते व एका मुक्त द्वारातून बाहेर पडत राहते. गुरुत्वार्कषणामुळे किंवा स्प्रिंगामुळे मुक्तद्वार उघडे राहते. अंतर्मार्ग नळीतून येणाऱ्या पाण्याचा वेग वाढताच मुक्तद्वार एकदम बंद होते आणि त्यामुळे आत येणाऱ्या पाण्याला एकदम धक्का बसतो. या धक्कामुळे पंपातील पाण्याच्या वहिर्मार्ग वाजूवर बसविलेली झडप उघडली जाते. या झडपेवर एक हवेची लहान टाकी असते. धक्कामुळे काही पाणी वहिर्मार्ग झडपेतून हवेच्या टाकीत जाते व तेथून ते वहिर्मार्ग नळीवाटे पंपाबाहेर जाते. जेव्हा धक्का नाहीसा होतो तेव्हा मुक्तद्वार उघडले जाते व त्यातून पाणी बाहेर पडू लागते. पुन्हा पाण्याच्या वेगामुळे मुक्तद्वार बंद होते, धक्का निर्माण होतो, काही पाणी हवेच्या टाकीत जाते व तेथून वहिर्मार्ग नळीवाटे बाहेर पडते. हीच क्रिया पुन्हा होत राहून जलमेघ पंप पाणी उंचावर खेचून नेतो या पंपाची कार्यक्षमता ५० टक्क्यांपर्यंत असते. हवेच्या टाकीतील काही हवा विरघळली जाते व पाण्यावरोबर बाहेर जाते. परंतु एका वेगव्या झडपेमुळे कमी झालेली हवा पुन्हा हवेच्या टाकीत घेतली जाते; आणि अशा प्रकारे टाकीतील हवेचे योग्य ते परिमाण राखले जाते.

१०-५. पंपगृह-रचना व कार्य :

खालच्या पातळीवरून पाणी वरूया पातळीवर वाहून नेणे हे गुरुत्वाकर्षणाने शक्य होत नाही. अशा वेळी पंपाचाच वापर करावा लागतो. पंप बसविण्यासाठी पंप-गृह बांधावे लागते. पंपगृहात पंप व त्याला लागणारी इतर यंत्रे आणि देखरेखीसाठी चालकाळा बसण्याची सोय करावी लागते. पंपगृह बांधण्यासाठी जागा निवडताना लक्षात घ्यावयाच्या गोष्टी म्हणजे : (१) पंपविहिरीचे दूषित पाण्यापासून संरक्षण, (२) पाणी वाटप योजनेतील आवश्यक दाढ, (३) पूर, आग, इत्यादी संकटां-प्रासूत पोहोचणारा अडथळा, (४) इंधन किंवा तत्सम इतर शक्ती मिळण्याची मुलभता, (५) भविष्यकाळात वाढीसाठी आणि विस्तारासाठी लागणाऱ्या सोरींची उपलब्धता. कोणत्याही पंपगृहाच्या बाबतीत इमारत, स्थळ, आणि यंत्रे या तीन महत्त्वाच्या गोष्टी आहेत. पंपगृहाच्या इमारतीचे सौंदर्य आणि सभोवतालची जागा आकर्षक असावी. इमारतीचे बांधकाम अग्रिरोधक साहित्य वापरून केलेले असावे. धोक्याच्या वेळी पंप व इतर यंत्रे तावडतोव बंद करण्याची सोय, आणि तसेच इतर संरक्षक उपाययोजना करता येणारी सोय असावी.

पंपविहीर (जँकवेल) : पंपगृहाच्या पटईखाली पंपविहीर असते. याच विहिरीतील पाणी पंपाच्या साहाय्याने वर खेचले जाते. पंपविहिरीचा आकार चौकोनी-आयताकृती किंवा गोलाकार असतो. विहिरीचे बांधकाम वीटकाम, दगडी बांधकाम किंवा सलोह सिमेंट-कॉकीटमध्ये केलेले असते. कोणत्या प्रकारचे बांधकाम करावयाचे हे जमिनीखालील भूगर्भीय अवस्थेवर अवलंबून असते. पंपविहिरीची क्षमता पाण्याच्या १५ ते ३० मिनिटांच्या सर्वसाधारण मागणीइतकी ठेवतात आणि विहिरीतील पाण्याची एकूण खोली ४.५ मीटरपर्यंत असते. आजूबाजूच्या जमिनीत मुरलेले पाणी अगर दूषित पाणी पंपविहीरित येणार नाही याची खवरदारी घ्यावी लागते.

सर्वसाधारणपणे पाणी उपसण्याचे पंप विहीरीवर म्हणजेच पंपगृहाच्या जमिनी-वर बसविलेले असतात. परंतु जेव्हा जमिनीच्या पृष्ठभागाखालील विहिरीची तळापर्यंतची एकूण खोली ठराविक मर्यादेपेक्षाही जास्त ठेवणे प्राप्त होते, तेव्हा एक तर खोल विहीरीवर बसविण्याचे वेगळे टरबाइन पंप वापरावे लागतात; नाही तर सधे केन्द्रोत्सारी पंप खुद विहीरीत अशा उंचीवर बसवावे लागतात की ते पाण्यात केव्हाही बुडणार नाहीत. आणखी दुसरी पद्धत म्हणजे, कोरड्या आणि ओल्या विहिरीची रचना होय. या रचनेत मध्यभागी कोरडी विहीर ठेवून त्या भोवताली ओली विहीर असते; व दोनहींमध्ये जलाभेद भिंत असते. कोरड्या विहीरीत कमी उंचीवर पंप बसविता येतात; तर ओल्या विहीरीत पंपाच्या पातळीवरही पाणी राहू शकते. या योजनेमुळे केन्द्रोत्सारी पंप चाळू करताना पंपाचा अंतर्भूग बाहेरून पाणी ओढून भरण्याची (प्रायमिंग) आवश्यकता भासत नाही.



आकृती ३८

खेचक नळी : पंपास जोडलेली खेचक नळी पंप-विहीरीत बुडविलेली असते. पंप सुरु झाल्यावर या खेचक नळीत पाणी ओढून घेतले जाते. पाणी किती उंचीपर्यंत ओढून घेतले जाईल ते विहीरीतील पाण्यावरील वातावरणाच्या दावावर अवलंबून राहते. शास्त्राप्रमाणे पंपामुळे खेचक नळीत जास्तीत जास्त १० मीटर उंचीपर्यंत पाणी ओढले गेले पाहिजे. परंतु प्रत्यक्षात खेचक नळीच्या बुडाशी असलेल्या जाळी व पाय-झडप, आणि खुद खेचक नळी यांतील घर्षण-घट, वेगीय उंची घट, इत्यादीमुळे खेचक उंची ६ ते ७ मीटरपर्यंतच राहते. केन्द्रोत्सारी पंपाच्या वाबतीत हीच उंची ४.५ ते ५ मीटरपर्यंतच घरावी.

एकूण उंची : पंपाच्या साहाय्याने ज्या उंचीपर्यंत पाणी वाहून न्यावयाचे आहे त्या एकूण उंचीत तीन गोष्टींचा समावेश करावा लागतो : (अ) खेचक नळी, (ब) वितरण उंची, (क) घर्षणामुळे होणारी उंचीतील घट. खेचक उंची पंप विहीरी-तील पाण्याच्या पातळीपासून ते पंपाच्या मध्यापर्यंत मोजतात. वितरण उंची पंपाच्या मध्यापासून ज्या पातळीपर्यंत पाणी पंपाच्या साहाय्याने चढवावयाचे तेथपर्यंतची उंची घरतात. घर्षणामुळे होणारी उंचीतील घट ही सूत्र वापरून काढतात, ते सूत्र असे :

$$\frac{\text{उंचीतील घट}}{(\text{धर्षणामुळे})} = \frac{4 \text{ फ} \times \text{लांबी}}{\text{व्यास}} \times \frac{(\text{वेग})^2}{2 \times \text{गुरुत्वाकर्षणांक}}, \text{मीटरमध्ये.}$$

यात : फ = धर्षणांक = ०००१;

लांबी = नलीची लांबी, मीटरमध्ये;

वेग = नलीतील पाण्याच्या प्रवाहाचा वेग, दर सेकंदास, मीटरमध्ये;

व्यास = नलीचा आतील व्यास, मीटरमध्ये;

गुरुत्वाकर्षणांक = १०८१, मीटरमध्ये;

वरील सूत्र दुसऱ्याही प्रकाराने लिहिता येते. ते म्हणजे—

$$\frac{\text{उंचीतील घट}}{(\text{धर्षणामुळे})} = \frac{\text{फ} \times \text{लांबी} \times (\text{प्रवाह परिमाण})^2}{3 \times (\text{व्यास})^3}, \text{मीटरमध्ये.}$$

यात : फ = ०००१;

लांबी = नलीची लांबी, मीटरमध्ये.

प्रवाह-परिमाण, = प्रवाह वेग \times प्रवाहाचे आडवे क्षेत्रफळ
(दर सेकंदास धनमीटरमध्ये) (दर सेकंदास, मीटरमध्ये) (चौरस मीटरमध्ये)

व्यास = नलीचा आतील व्यास, मीटरमध्ये.

अशा रीतीने धर्षणामुळे होणारी उंचीतील घट सूत्र वापरून काढल्यावर अ, ब, आणि क यांची बेरीज करतात. म्हणजेच—

एकूण उंची = खेचक उंची + वितरण उंची + उंचीतील घट
(धर्षणामुळे होणारी)

पंपाची अश्वशक्ती :

एखाद्या उंचीवर पाणी चंदविण्यासाठी लागणारी पंपाची अश्वशक्ती खाली दिल्याप्रमाणे काढतात :

$$\text{पाण्याची अश्वशक्ती} = \frac{\text{प्रवाह} (\text{दर सेकंदास लिटरमध्ये}) \times \text{एकूण उंची} (\text{मीटर})}{75}$$

$$\text{पंपाची अश्वशक्ती} = \frac{\text{पाण्याची अश्वशक्ती}}{\text{पंपाची कार्यक्षमता}}$$

पंप चालविण्यासाठी जेव्हा विद्युत-शक्ती वापरली जाते तेव्हा विद्युत अश्वशक्ती खालीलप्रमाणे काढतात :

$$\text{विद्युत अश्वशक्ती} = \frac{\text{पंपाची अश्वशक्ती} \times १००}{\text{पंप आणि मोटरची समावेशक कार्यक्षमता (टके)}}$$

(१ अश्वशक्ती = ७४६ वैटस, आणि १००० वैटस = १ किलोवैट)

पंपाची अश्वशक्ती मोटरची कार्यशक्ती (टके)

१०	८५
२०	८७
४०	८९
८०	९०

पाणी-पुरवठा योजनेच्या बाबतीत पंपाची एकूण अश्वशक्ती किती लागेल हे कल्ख्यावर त्या सर्व अश्वशक्तीचा एकच पंप बसवीत नाहीत. ही सर्व अश्वशक्ती तीन पंपांमध्ये अशा रीतीने विभागतात की पाण्याची कमीत कमी, सर्वसाधारण, आणि जास्तीत जास्त मागणी या तीन पंपांच्या साहाय्याने निरनिराळ्या वेळी जशी लागेल तशी पुरी करता येईल. कोणत्याही पंपग्यहाची तरतुद करताना कमीत कमी दोन पंप असावेच लागतात. त्यामुळे दोनपैकी एक पंप राखीव ठेवता येतो; व ज्या वेळी चालू पंप नावुस्त होतो अगर मोडतो त्या वेळी राखीव ठेवलेला पंप तावडतोव सुरु करता येऊन पाणी-पुरवठा काही प्रमाणात तरी चालू ठेवता येतो.

उद्घाक नवी (Rising main) :

पंपाच्या साहाय्याने पाण्याचा उपसा होऊन पंपाचाहेर ज्या नवीतून पाणी वाहते ती वितरण नवी होय. याच वितरण नवीतील पाणी जेव्हा गुरुत्वाकर्षणाने न वाहता त्याच्या विरुद्ध आणि दाबामुळे वाहात राहते तेव्हा त्या नवीला 'उद्घाक नवी' म्हणतात. या नवीतील पाणी दाबाखाली वाहात असल्यामुळे ती सामान्यतः पोलादाची बनवितात. उद्घाक नवीवर वेगवेगळ्या कारणांसाठी निरनिराळ्या प्रकारच्या झडपा वसविलेल्या असतात. उदाहरणार्थ, नवीतील फक्त हवा वाहेर काढून टाकण्यासाठी हवा-मुक्ता-झडप, जादा दाब कमी करण्यासाठी दाब-झडप, पाणी उलट दिशेने मागे येऊ नये म्हणून उलट प्रवाह रोखणारी एक-तरफा झडप, नवीतील गाळ काढून टाकण्यासाठी धूप-झडप, आणि नवीतील प्रवाह बंद करण्यासाठी पाणतोड झडप. अशा पाच प्रकारच्या झडपा उद्घाक नवीवर योग्य त्या टिकाणी बसवाव्या लागतात. उद्घाक नवीतील पाण्याचा प्रवाह चालू असताना पाणतोड झडप एकदम बंद केल्यास जलधप्प तयार होऊन फार मोठा दाब तयार होतो, व त्यामुळे नवी फुटण्याची शक्यता असते. म्हणून पाणतोड झडप नेहमी सावकाशापणे बंद करावी लागते. उद्घाक नवीतील पाण्याच्या प्रवाहाचा वेग दर सेकंदास ०.७ ते १०० मीटर इतका ठेवतात. हा वेग लक्षात घेऊन नवीचा व्यास किती लागेल ते काढून टाकण्यास एकंदर नवीला लागणारा खर्च किफायतशीर पडतो.

पंपाच्या अद्वशक्तीवरील उद्वाहरण :

एका जलाशयातून टेकडीवरील टाकीत पाणी दर मिनिटाला २८,००० लिटर याप्रमाणे चढवावयाचे आहे. जलाशयातील पाण्याची पातळी ६० असून टाकीच्या तळाची पातळी ११८ आहे. टाकीतील पाण्याची खोली जास्तीत जास्त ६ मीटर असते. पंपाच्या मध्यरेषेची पातळी ६४ आहे. खेचक नळीचा व्यास ७५० मिलिमीटर असून १०० मीटर लांबीच्या उद्वाहक नळीचा व्यास ६०० मिलिमीटर आहे. जर पंप अणि मोटर यांची समावेशक कार्यशमता ६५ ठके असेल, तर किती अश्वशक्तीचे पंप लागतील?

उत्तर : प्रथम पाणी जलाशयातून टेकडीवरील टाकीत चढविण्याची एकूण उंची काढू :

$$\text{टाकीतील पाण्याची पातळी} = ११८ + ६ = १२४ \text{ मीटर};$$

$$\therefore \text{वितरण उंची} = १२४ - ६४ = ६० \text{ मीटर.}$$

$$\text{खेचक उंची} = ६४ - ६० = ४ \text{ मीटर.}$$

$$\text{उंचीतील घट} = \frac{\text{फ} \times \text{लांबी} \times (\text{प्रवाह परिमाण})^3}{3 \times (\text{व्यास})^4}$$

$$(\text{उद्वाहक नळीतील घर्षणासुळे })$$

$$\text{प्रवाह परिमाण} = \frac{२८०००}{१००० \times ६०} = ०.४७ \text{ घनमीटर; दर सेकंदाला.}$$

$$\therefore \text{उंचीतील घट} = \frac{०.०१ \times १०० \times ०.४७ \times ०.४७}{3 \times (0.6)^4}$$

$$= ०.९५ \text{ मीटर}$$

खेचक नळी व उद्वाहक नळी यांमधील कोपरे, झडपा, इत्यादी गोष्टीमुळे थोडीफार होणारी उंचीतील घट १०० मीटर घरू.

$$\therefore \text{एकूण उंची} = ६० + ४ + ०.९५ + १०$$

$$= ६५.९५ \text{ अगर } ६६ \text{ मीटर.}$$

$$\text{आता पाण्याची अश्वशक्ती} = \frac{\text{प्रवाह (लिटर / सेकंद) } \times \text{एकूण उंची (मीटर)}}{७५}$$

$$\text{प्रवाह (लिटर / सेकंद)} = \frac{२८०००}{६०} \text{ आणि}$$

$$\text{एकूण उंची} = ६६ \text{ मीटर}$$

$$\therefore \text{पाण्याची अश्वशक्ती} = \frac{२८०००}{६०} \times \frac{६६}{७५}$$

$$= ४११$$

$$\begin{aligned}\text{पंपाची अश्वशक्ती} &= \frac{\text{पाण्याची अश्वशक्ती} \times १००}{\text{पंप आणि मोटरची समावेशक कार्यक्षमता}} \\ &= \frac{४११ \times १००}{६५} \\ &= ६३२\end{aligned}$$

समुद्रसपाठीपासूनची उंची आणि तपमान यासाठी थोडी जास्त अश्वशक्ती लागेल. त्याचा विचार करता पंपाची एकूण अश्वशक्ती ६४० लागेल. इतक्या अश्वशक्तीचा एकन्ह पंप उपलब्ध नसल्यास कमी अश्वशक्तीचे दोन अगर तीन पंप वापरणे सोयीने पडेल.

प्रकरण अकरावे

जल-वाटप

११-१. उद्देशः :

जलशुद्धीकरण केन्द्रात अशुद्ध पाण्यावर निरनिराळ्या प्रक्रिया करून शुद्ध केलेले पाणी जमिनीखालील शुद्ध पाण्याच्या टाकीत साठवितात. नंतर शुद्ध पाणी पंपाच्या साहाय्याने शहरातील मध्यभागी असलेल्या उंच टाकीत नेतात आणि तेथून शहरातील लोकांना नव्यांच्या द्वारे पाण्याचे वाटप करतात. अशा रीतीने पाणीपुरवठा योजनेचे दोन मुख्य भाग पडतात. एक भाग म्हणजे जलशुद्धीकरण, आणि दुसरा भाग म्हणजे पाणी-वाटप. पाणीपुरवठा योजनेच्या एकूण खर्चापैकी जबळ जबळ ६० ते ६५ टके खर्च पाणी वाटपासाठी लागतो. यावरून पाणी वाटपाची एकंदर योजना किंती महत्त्वाची आहे याची कल्पना येईल. शहरातील लोकांना पाणी सहजगत्या उपलब्ध करून देण्यासाठी संबंध शहरभर नव्यांचे जाळेच तथार केलेले असते, व त्यात १०० मि. मी. पासून ३०० मि. मी. व्यासाच्या लहान नव्या, मध्यम आकाराच्या नव्या, आणि मोठ्या आकाराने नव वापरलेले असतात. याशिवाय झडपा, अग्निशमनासाठी नव्यांब (हैंड्रन्ट) रस्त्यावरील पाण्याच्या नवीमधून घरातील नव्यांना पाणी पुरविण्यासाठी करावयाचे सांधे (सर्विंस कनेक्शन्स) इत्यादी अनेक गोर्टींचा समावेश पाणी-वाटप योजनेत केलेला असतो.

११-२. पाणीवाटपाचे विभाग :

या शहराला पाणी वाटप करावयाचे त्या संबंध शहराची जमीन एकाच समपातळीत असू शकत नाही; किंवा एकसारखी उताराचीही असू शकत नाही. शहराच्या जमिनीचा समपातळी दर्शविणाऱ्या नकाशाचा (कान्ट्रिअर ॲन) अभ्यास करून, जलशुद्धीकरण केन्द्राच्या जमिनीच्या पातळीशी तुलना करता, खोलगट भाग आणि उंच भाग ठरवता येतात. आणि यावरूनच पाणी वाटपाचा सखल पातळी विभाग, मध्यम पातळी-विभाग, आणि उंच पातळी विभाग असे विभाग ठरविता येतात. सखल पातळी विभागाला गुरुवार्कर्षणाने पाणी पुरविता येईल. मध्यम पातळी विभाग म्हणजे ज्याची पातळी जलशुद्धीकरण केन्द्राच्या जमिनीच्या पातळीइतकीच आहे अशा विभागाला पाणी पुरविण्यासाठी मध्यम उंचीवर एक पाण्याची टाकी बांधावी लागेल. उंच पातळी विभागाला पाणी पुरविण्यासाठी उंच पातळीवर एक टाकी बांधावी लागेल. जलशुद्धीकरण केन्द्रातून पंपाच्या साहाय्याने या टाक्यांत प्रथम शुद्ध पाणी आणावे

लागते, आणि मग त्या त्या विभागाला पाणी-वाटप करावे लागते. वरील निरनिराळ्या तीन पातळ्यांवरील प्रत्येक विभागाचे आणखी लहान लहान भाग पडतात. प्रत्येक लहान भागात अंदाजे २० ते २५ हजार लोकसंख्या असते. यामुळे पाण्याचे वाटप करणे आणि देखभाल करणे फार सोयीचे जाते. कोणत्याही भागातील शेवटच्या नलीतील पाण्याचा दाब साधारणपणे ७०.५ ते ९ मीटर इतका असावा लागतो. तरच लोकांना दुसऱ्या तिसऱ्या मजल्यावरही पाण्याच्या तोटीदून सहजगत्या पाणी मिळू शकते.

११-३. पाणी-वाटपाच्या टाक्या (Service Reservoirs) :

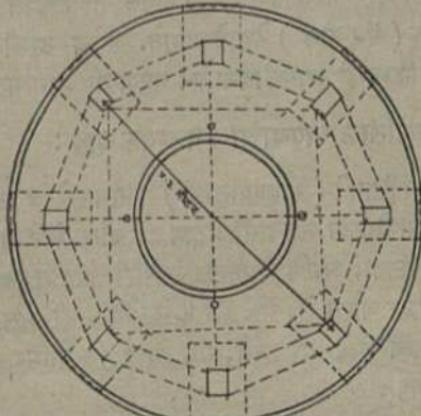
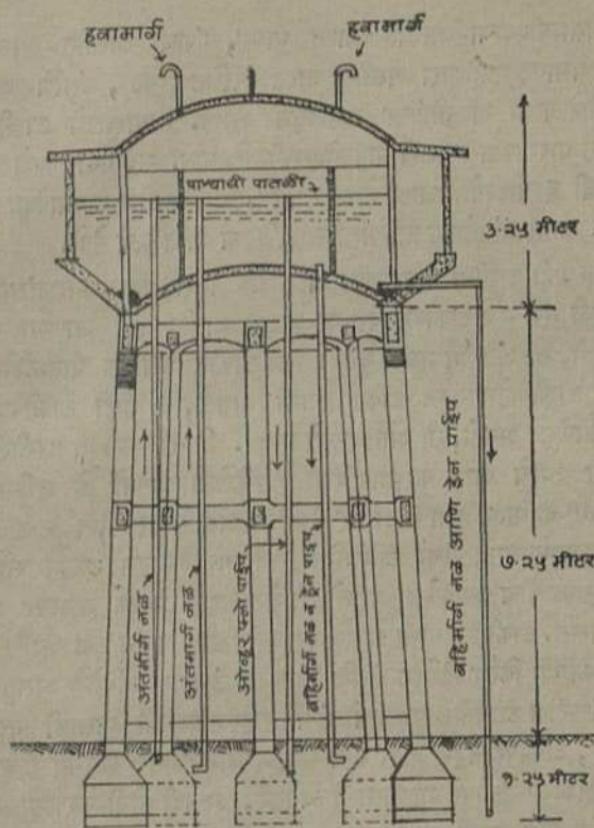
पाणी-वाटप योजनेत पाणी वाटपाच्या टाक्या खालील कारणास्तव लागतात :

- (अ) पाण्याच्या ताशी किंवा दैनिक प्रवाहाचे समानीकरण करणे;
- (ब) दूरदूरच्या भागांत आवश्यक तो पाण्याचा दाब राखणे;
- (क) अग्निशमनासाठी आयत्या वेळी लागणारा पाण्याचा साठा राखणे;
- (ड) पाणी पंपाच्या साहाय्याने चढवण्याच्या उंचीचे समानीकरण करणे;
- (इ) लहान विभागाच्या बाबतीत २४ तास पंप चालू ठेवण्याचे टाळणे;
- (फ) दावातील चढ-उतार कमी करणे.

लोकांची पाण्याची मागणी एकसारखी नसते, तर ती बदलती असते. त्यामुळे पाण्याचा पुरवठा व पाण्याची मागणी यात फरक पडतो. खा फरकाची तोंडमिळवणी करण्यासाठी पाणी-वाटपाच्या टाकीचा उपयोग होतो. तसेच अशा टाक्या सतत भरून ठेवल्याने जर एखाद्या वेळी पंप नाढुरुत झाले किंवा दुसरा काही अपघात अगर संकट कोसळले तर लोकांना योडेकार तरी पाणी देता येते. तसेच अग्निशमनासाठी लागणारे पाणीही अशाच टाक्यांमधून पुरवता येते. कारण सर्वसाधारणपणे किती पाणी लागेल याचा अंदाज बांधून तेवळा पाण्याचा साठा टाकीत राखून ठेवलेला असतोच. पाणी वाटपाच्या टाक्यांमुळे पाणी वाटप योजनेतील नळ्यांच्या जाल्यांमध्ये पाण्याचा योग्य तो दाब राखणे सोपे जाते. तसेच पाण्याच्या पंपावरील दाब बदलत राहणे इट नसते. त्याही दृष्टीने दावातील समतोल राखण्याच्या कामी टाक्या उपयोगी पडतात.

पाणी-वाटप टाकी ही सर्वसाधारणपणे ज्या भागास पाणी वाटावयाचे त्या जागेच्या मध्यमासी, ज्या भागातील पाण्याचा दाब वाढवून पाहिजे असेल त्या भाग-जवळ, शक्य तितक्या उंच पातळीवर (टेकडी असल्यास तिचा उपयोग करून), आणि ज्या टिकाणी बांधकामाचा खर्च कमीत कमी येईल अशा जागी बांधतात. अशा टाक्या शक्य तो लोखंडी किंवा सलोह सिमेन्ट कॉकीटच्या बांधलेल्या असतात. पाण्याला योग्य तो दाब मिळावा यासाठी जमिनीला उंचवटा असल्यास (टेकडी) जमिनीच्या पृथग्मागावर आणि उंचवटा नसल्यास उंच खांब बांधून त्यावर टाक्या ठेवतात. नैसर्गिक उंचवट्यावरील टाकीचे बांधकाम दगडाचे अगर विटांचेही चालते.

इन्द्रज्ञ टाकी



दोन मात्रा मिळून (२७००० लिटर क्षमता)

आकृति ३९

टाकीची क्षमता पाण्याचा जास्तीत जास्त वापर, पंपाची जास्तीत जास्त क्षमता, पाण्याच्या उगमाकडून होणारा जास्तीत जास्त संरक्षित पुरवठा, आणि अग्रिशमना-साठी लागणारे पाणी या गोष्टीवर अवलंबून असते. साधारणपणे टाकीची क्षमता ४ ते ६ तास पाण्याच्या सरासरी मागणीइतकी ठेवतात. सर्वसाधारणपणे टाकीतील पाण्याची उंची ६ मीटरपेक्षा जास्त ठेवत नाहीत. जमिनीवरील टाक्यापेक्षा उंच खांब तयार करून त्यावर बांधलेल्या टाक्यांना साहजिकच जास्त खर्च येतो.

कोणत्याही टाकीला साधारणतः चार नळ निरनिराळ्या कारणांसाठी जोडवे लागतात. पैकी एक नळ टाकीच्या वरच्या बाजूस टाकीत पाणी आण्यासाठी बस-विलेला असतो, तो अंतर्मार्ग नळ. दुसरा नळ टाकीत ठराविक पातळीपेक्षा जास्त झालेले पाणी टाकीबाहेर काढून टाक्यासाठी असतो, व तोही टाकीच्या वरच्या बाजूसच बसविलेला असतो, तो ओव्हर-फ्लॉ पाइप. तिसरा नळ हा टाकीतील पाणी बाहेर काढून त्याचे वाटप करण्याकरिता बसविलेला असतो तो वहिर्मार्ग नळ, टाकीच्या तळाच्या पातळीच्या थोडा वर ठेवलेला असतो; तर चौथा नळ टाकीतील गाल बाहेर काढण्यासाठी किंवा टाकीतील सर्व पाणी काढून घारीन ती रिकामी करण्यासाठी तळाशीच बसविलेला असतो तो ड्रेन-पाइप. प्रत्येक नळावर एक झडप बसविलेली असते. टाकीतील पाणी खेलते राहण्यासाठी अंतर्मार्ग नळ आणि वहिर्मार्ग नळ हे एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेला आणि निराळ्या उंचीवर बसविलेले असतात. अशा या चार नळांखेरीज टाकीतील पाण्याची उंची बाहेरून कळावी यासाठी पातळी दर्शविणारा दर्शक, टाकीवर चढून जाता यावे म्हणून जमिनीपासून वरपर्यंत एक लोखंडी शिडी, निरनिराळ्या उंचीवर पाहणीसाठी च्वातरे, इत्यादी सोयी कराव्या लागतात. टाकी वरून बंद करण्यासाठी जर आच्छादन केलेले असेल तर टाकीत उतरण्यासाठी त्या आच्छादनात प्रवेशद्वार (मॅन-होल) ठेवावे लागते. तसेच टाकीतील पाण्याला हवा मिळण्यासाठी हवेच्या नळ्याही आच्छादनातच बसवाव्या लागतात.

११-४. पाणी-वाटप नळ्यांतील पाण्याचा आवश्यक दाव :

जे विभाग फक्त बसतीसाठी (राहण्यासाठी) असून तेथे ४ मजल्यापर्यंत घरे आहेत अशा विभागातील पाणीवाटप नळ्यांतील दाव दर चौरस सेंटीमीटरला १०.७५ ते ३०.० किलोग्रॅम इतका असावा. आणि जे केवळ व्यापारी विभाग असतील तेथील पाणी-वाटप नळ्यांतील दाव दर चौरस सें. मी. ला ५ किलोग्रॅम तरी असावा. साधारणपणे घरगुती पाणी पुरवव्याचा दाव दर चौ. मी. ला १ किलोग्रॅमहून कमी आणि ८ किलोग्रॅमपेक्षा जास्त नसावा.

लोकसंख्या आणि घरांचे मजले या गोष्टी विचारात वेतल्यास पाणी-वाटप योजनेतील नळांच्या जाव्यांतील अगदी शेवटच्या नळीतील टोकापादी खाली दिल्या-प्रमाणे पाण्याचा दाव असावा.—

२ लाखांवर लोकसंख्या असून जेथे ३ किंवा अधिक मजल्यांची घरे आहेत तेथे कमीत कमी १५ मीटरपर्यंत पाण्याचा दाब असावा.

२०,००० ते २ लाखांपर्यंत लोकसंख्या असून जेथे २ मजली घरे आहेत तेथे कमीत कमी १०.५ मीटरपर्यंत पाण्याचा दाब असावा.

जेथे एक-मजलीच घरे असतील तेथे कमीत कमी ६ मीटर पाण्याचा दाब असावा.

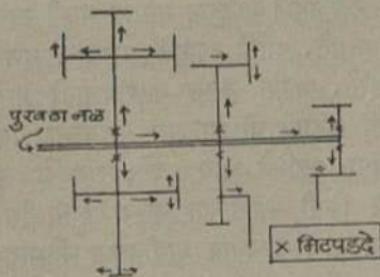
११-५. पाणी वाटप योजनेच्या पद्धती :

शहरातील विभागांमध्ये पाणी पुरवण्यासाठी प्रत्येक विभागात नळाचे जाले पसरवलेले असते. प्रत्येक विभागातील नळांच्या जाळीची सुरुवात त्या विभागातील पाणी-वाटप टाकीपासून होते, व शेवट दूर अंतरावरील शेवटच्या घरापाशी होतो. पाणी-वाटप योजनेच्या एकूण चार पद्धती आहेत :

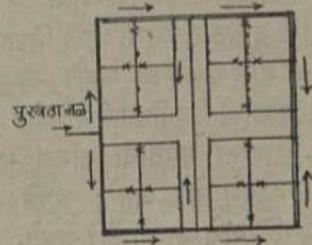
- (१) अंतिम टोक किंवा तुक्षवत पद्धत (Dead end tree system);
- (२) जाळी पद्धत (Grid iron system);

पाणी वाटप योजनेच्या पद्धती

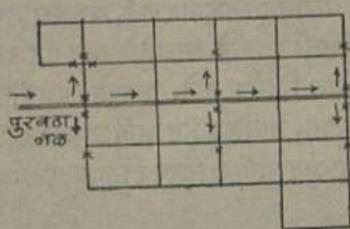
अंतिम टोक किंवा तुक्षवत पद्धत



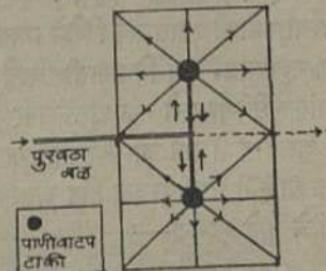
जाळी पद्धत



यक्की किंवा वळय पद्धत



अरीय किंवा मिञ्जीय पद्धत



- (३) चक्री किंवा वलय पद्धत (Circular or Ring system);
- (४) अरीय किंवा त्रिजीय पद्धत (Radial system).

वरील प्रत्येक पद्धतीची खास वैशिष्ट्ये असतात; आणि ती ज्या भागास पाणी बाटावयाचे त्या भागाची स्थिती, आकार, प्रकार आणि इतर गोष्ठी यांवर अवलंबून असतात. सर्वसाधारणपणे कोणत्याही विभागातील अस्तित्वात असलेले रस्ते आणि पुढे होणारे रस्ते यांच्याखाली पाणीवाटप नळ टाकल्यावर कोणत्या तरी पद्धतीची पाणीवाटप योजना आपोआपच तयार होते. काही वेळेस दोन पद्धतींचे मिश्रणही तयार झालेले आढळते.

(१) अंतिम टोक किंवा वृक्षवत पद्धत : ज्या विभागातील लोकसंख्या साधारणपणे सारख्या प्रमाणात पसरलेली असते त्या विभागासाठी वृक्षवत पद्धत फार सोयीची पडते. अशा विभागातील मध्यरेषेवर पाणी पुरवणारा एक मोठा नळ टाकल्यातील पाणीसून टाकलेला असतो. या मोऱ्या नळाच्या दोन्ही बाजूंस झाडाच्या फांच्यांप्रमाणे अनेक उप-नळ काटकोनात जोडलेले असतात. अशा उप-नळांना आणखी लहान नळ्या जोडतात व त्यांपासून घरांना पाणी पुरविले जाते. अशा तळेने संबंध विभागात एखादे झाड आणि त्याच्या फांच्यांप्रमाणे नळांने जाळेच तयार होते; म्हणून यास वृक्षवत पद्धत म्हणतात. या पद्धतीत अनेक अंतिम टोके निर्माण होतात, आणि अशी अंतिम टोके एकमेकांस जोडली न गेल्याने नळ्यांच्या शेवटच्या भागात पाणी साचून राहते व गाळ्याची साढून राहण्याची शक्यता असते. आणि त्यामुळे पाण्याचे गुणधर्म विघडून ते दूषित होण्याची भीती निर्माण होते. नळ्या स्वच्छ करण्यासाठी प्रत्येक अंतिम-टोकास धूप-झडप आणि नव्युदुरुस्ती करावयाची झाल्यास पाण्याचा प्रवाह बंद करण्यासाठी ठिकिठिकाणी पाण्यातोड झडपा बसविणे भाग पडते; त्यामुळे खर्च वाढतो. वृक्षवत पद्धतीचा फायदा म्हणजे किती व्यासाच्या नळ्या लागतील ते गणिताने काढणे सोपे असते; आणि त्याचप्रमाणे प्रत्यक्षात पाणीवाटप विभागात नळ्या बसविण्याचे कामही सोपे असते.

(२) जाळी पद्धत : वृक्षवत पद्धतीतील सर्व अंतिम टोके एकमेकांस जोडल्यास पाणी सतत सर्व दिशेने नळ्यांच्या जाळीमधून वाहात राहते, यालाच जाळी पद्धत म्हणतात. ज्या विभागातील रस्ते आयताकृती पद्धतीने आखलेले असतात अशा रस्त्यांखाली पाण्याचे नळ टाकल्यावर जाळीपद्धत निर्माण होते. वृक्षवत पद्धतीत जे तोटे असतात ते सर्व जाळीपद्धतीत मरुन निघतात. जाळीपद्धतीत अग्रिशामक नळाला अनेक बाजूंनी पाणीपुरवठा होत असल्यामुळे पुण्यकळ पाणी उपलब्ध होऊ शकते. या पद्धतीचे तोटे म्हणजे—

(अ) पुण्यकळ झडपा लागतात, (ब) नळांची लांबी वाढते, आणि मोऱ्या व्यासाचे नळ लागतात. (क) किती व्यासाचे नळ लागतील हे गणिताने काढणे

अबघड जाते, (३) सर्व जास्त येतो. या शहरातील विभागांची अलग अलग वाट होत राहते अशा विभागांच्या बाबतीत जाळी पद्धत तितकीशी सोयीची नाही.

(४) चक्री किंवा वल्य पद्धत : या विभागाला पाणीवाटप करावयाचे त्या विभागांच्या सर्व सीमेलगत पाण्याचा प्रमुख नळ टाकलेला असतो. आतील भागांसाठी लहान नळ एकमेकांस आडव्या (कुलीच्या) पद्धतीने टाकून ते प्रमुख नळाला जोडलेले असतात. आडव्ये नळ एकमेकांनाही जोडलेले असतात. नळ अशा पद्धतीने जोडल्याने अभिशामक नळाला भरपूर पाणी उपलब्ध होऊ शकते. तसेच चक्री पद्धतीत पाण्याला पाहिजे तसा दाव राहून ग्राहकांना स्टकन पाणी मिळू शकते.

(५) अरीय किंवा त्रिजंजीय पद्धत : जेव्हा विभागातील रस्त्यांची रचना एखादे गोल चाक आणि त्याच्या अन्यांप्रमाणे असते तेव्हा पाणी वाटपासाठी अरीय पद्धत वापरतात. या पद्धतीत मध्यभागी पाणी वाटप टाकी असते, आणि टाकीपासून अन्यांप्रमाणे नळ टाकलेले असतात, व ते विभागांच्या सीमेपर्यंत नेलेले असतात. या पद्धतीमुळे पाणीवाटप जलद आणि चांगल्या प्रकारे होऊ शकते.

११-६. पाणीवाटप योजनेतील नळांमधील पाण्याच्या दावाचे पृथक्करण :

शहरातील विभागासाठी पाणी वाटपाची एखादी पद्धत निश्चित केल्यानंतर त्या पद्धतीनुसार पाण्याचे नळ टाकून जाळी तयार झाल्यावर नळांमध्ये निरनिराळ्या ठिकाणी पाण्याचा दाव किंती राहील ते पाहणे आवश्यक असते. योग्य तो पाण्याचा दाव राहात नसल्यास नळ टाक्याच्या रचनेत योग्य तो फेरफार करावा लागतो. पाण्याचा दाव किंती राहील ते पाहण्यासाठी पृथक्करण करावे लागते. अशा पृथक्करणाच्या काही पद्धती आहेत. पैकी (१) समान-नळ पद्धत (हेजन-विल्यम्स सूत्रावर आधारित), (२) हार्डी कॉस पद्धत, आणि (३) विशुत जाळी पृथक्करण पद्धत. या तीन पद्धती सर्वमान्य अशा आहेत. कोणतीही पद्धत वापरण्यापूर्वी नळांच्या जाळीतील निरनिराळ्या विंदूंही येणाऱ्या पाण्याचे परिमाण आणि जाणाऱ्या पाण्याचे परिमाण माहीत असणे आवश्यक असते. लोकसंख्या आणि दरडोई पाण्याच्या पुरवव्याचा दर यावरून ते काढता येते. समान-नळ पद्धतीत सर्व नळांचे रूपान्तर एकांच व्यासाच्या (२०० मिलिमीटर) नळांत कूळून घ्यावे लागते, व नळाचा स्थिरांक १०० घ्यावा लागतो. त्यामुळे निरनिराळ्या नळांमधील पाण्याच्या सारख्याच परिमाणाच्या बाबतीत उंचीतील घटही सारखीच राहते. यासाठी वापरावयाचे सूत्र—

$$I_{200} = \left(\frac{100}{Cn} \right)^{1.85} \times \left(\frac{200}{dn} \right)^{4.87} \times In$$

या सूत्रांत $I_{200} = 200$ मिलिमीटर व्यासाच्या नळीची रूपान्तरित लंबी मीटरमध्ये.

Cn = ज्या नळाचा व्यास dn मिलिमीटर आहे अशा नळाचा स्थिरांक.

In = ज्या नळाचा व्यास dn मिलिमीटर आहे अशा नळाची लांबी. चरील सूत्र हेजन—चिल्यम्स सूत्रावर आधारलेले आहे. ते सूत्र म्हणजे—

$$V = 0.85 CR^{0.63} S^{0.54}.$$

या सूत्रात V = पाण्याच्या प्रवाहाचा वेग, दर सेकंदास मीटरमध्ये.

C = नळाचा स्थिरांक.

R = (हैड्रॉलिक मीन डेप्थ) तोयालिक मध्यम गाह, मीटरमध्ये म्हणजे प्रवाहाचे ठेंद-क्षेत्र व पर्युक्त यांचे गुणोत्तर.

S = तोयालिक क्रमणीनितार (उतार).

चरील सूत्रावर आधारित वापरण्यास अतिशय सोपा असा तक्का असतो. या तत्कात पाण्याचे परिमाण, नळीचा व्यास, उंचीतील घट आणि प्रवाहाचा वेग अशा चार किमती दर्शविलेल्या असतात. चारपैकी कोणत्याही दोन किमती माहीत असल्यास बाकी दोन किमती तावडतोब काढता येतात.

नळाच्या जाळीमध्ये जेव्हा अखंड प्रवाह चालू राहात असतो तेव्हा पाण्याच्या दाबाचे पृथक्करण करण्यासाठी हार्डी-कॉस पद्धत वापरता येते. ही पद्धत प्राध्यापक हार्डी नावाच्या गृहस्थाने शोधून काढली. नळाच्या जाळीमध्ये कोणतेही दोन बिंदू येतले तर एका बिंदूकडून दुसऱ्या बिंदूकडे पाणी दोन निरनिराळ्या मार्गांनी जात असल्याचे दिसून येईल. या दोन मार्गांवरील नळाचे व्यास आणि त्यातून जाणाच्या पाण्याच्या प्रवाहाचे परिमाण असे ठेवावयाचे की प्रत्येक मार्गातील उंचीची घट सारखीच राहील, व त्याची किंमत उपलब्ध उंचीतील घटापेक्षा कमी असेल. हे हार्डी-कॉस पद्धतीचे मूळ तत्व आहे. हे तत्व सांभाळण्यासाठी एकदा नळीतील प्रवाहाची किंमत आणि नंतर नळाच्या व्यासाची किंमत यांत फेरफार करून गणिताच्या साहाय्याने उत्तरे काढत बसावे लागते; आणि दोन्ही मार्गातील उंचीतील घट जवळजवळ सारखीच येईतोवर असे फेरफार करून पाहावे लागतात.

विद्युत जाळी पृथक्करण पद्धत ही सर्वांत नवीन पद्धत असून त्यायोगे थोड्या वेळात आणि बन्याच प्रमाणात अनूकणे पृथक्करण होऊ शकते. विद्युत प्रवाहाच्या बाबतीत ओहमच्चा नियम $V = RI$ ($V = \text{व्होल्टेज} : \text{दाब}, R = \text{रिझिस्टन्स} : \text{प्रतिबंध}, I = \text{करंट} : \text{प्रवाह}$) प्रसिद्ध आहे. विद्युत प्रवाह आणि पाण्याचा प्रवाह यांतील साम्य लक्षात घेऊन त्याला अनुलक्षित अशी ही विद्युत जाळी पृथक्करण पद्धत अ हे. पाण्याच्या प्रवाहाएवजी विजेचा प्रवाह, घर्षणामुळे होणाच्या उंचीतील घटी-एवजी व्होल्टेज दाब घट, आणि नळाच्या स्थिरांकाएवजी विद्युत प्रतिबंध हे साम्य घरून नळाच्या जाळीएवजी विद्युत जाळी तयार करता येते, व त्यावरून प्रत्यक्षात

किंतु व्यासांचे नळ वापरले म्हणजे कोणत्याही ठिकाणी योग्य तो पाण्याचा प्रवाह आणि दाढ मिळू शकेल हे समजू शकते.

११-७. पाण्याच्या नळांचे प्रकार आणि अंगभूत वस्तू :

(Types of water pipes and appurtenances)

पाण्याचे नळ तयार करण्यासाठी निरनिराळे पदार्थ वापरतात. प्रत्येक पदार्थाचे गुणधर्म मिळून नळांमध्येही ते गुणधर्म दिसून येतात. खाली दिलेले निरनिराळ्या प्रकारचे पाण्याचे नळ वापरात आहेत :

- (१) ओतीव लोखंडाचे किंवा विडाचे नळ (cast-iron pipes) ;
- (२) पोलादचे किंवा शुद्ध लोखंडाचे नळ (Steel or wrought iron pipes) ;
- (३) सिमेंट कॉकीटचे नळ;
- (४) लाकडाचे नळ;
- (५) प्लस्टिकचे नळ;
- (६) अंसबेस्टॉस सिमेंटचे नळ;
- (७) जस्ताचा लेप लावलेल्या लोखंडाच्या नव्या.

वरील सर्व प्रकारच्या नळांच्या गुणधर्माबाबत निश्चित अशी मानके ठरवलेली असतात; व त्यानुसार नियमही आव्याले असतात. अशा मानकांना पूर्णपणे उत्तरणे र नळच वापरण्याचा प्रधात आहे. हीच गोष्ट नव्यावर व निरनिराळ्या कारणांसाठी वसवावयाच्या वेगवेगळ्या अंगभूत वस्तूंच्या बाबतीतही घावी लागते.

ओतीव लोखंडाचे नळ : हे नळ तयार करण्याच्या दोन पद्धती आहेत. एक म्हणजे बालूचा साचा तयार करून त्यात लोखंडाचा रस ओढून नळ तयार करणे; आणि दुसरी म्हणजे, धातूचा साचा तयार करून त्यात लोखंडाचा रस केन्द्रोत्सारी पद्धतीने घालून नळ तयार करणे. लोखंडी नळांना गंज चढू नये म्हणून आदून व वाहेहून ओले डांवर (कोलटार) लावतात. प्रत्येक नळाची पाण्याचा दाढ सहन करण्याची शक्ती अजमावण्यासाठी जलदाढ चाचणी घेतात. पाण्याच्या ज्या दावासाठी नळ तयार केला असेल त्याच्या दुष्पट दावास चाचणी घेण्यात येते. चाचणी यशस्वी ठरल्यावर नळाचे वजन करण्यात येऊन ते वजन नळाच्या तोंडाच्या आतील बाजूस तेली रँगाने लिहितात. ७५ मि. मी. पासून १२०० मि. मी. व्यासापर्यंतचे नळ बनवितात. नळांची लांबी ३ ते ६ मीटरपर्यंत असते. ओतीव लोखंडाच्या (विडाच्या) नळांचे आयुष्य १०० वर्षे तरी असतेच. मात्र नवीन नळ वापरात आणल्यापासून जसजशी जास्त वर्षे होत जातात तसेतशी त्यांची पाण्याचे परिमाण वाढून नेण्याची क्षमता कमी कमी होत जाते. कारण नळाच्या आतील भागावर एक प्रकारचा साका

तयार होत राहून व्यास कमी कमी होत जातो. हे नळ वजनाने जड असतात. त्यामुळे ते एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी नेण्या-आणण्याचे वाहतुकीचे काम अवघड होऊन बसते. तसेच फूटवूट मोळ्या प्रमाणावर होऊ शकते. मात्र नव्हांची किंमत माफक असते. आणि नळ घडपणे बसविला गेल्यावर तो टिकाऊ असतो. दोन नळ एकमेकांस जोडण्यासाठी नरमादी सांधा, आटे असलेला सांधा, किंवा नव्हांच्या टोकाई असलेल्या थाळ्या (फान्ज) नठवोलटच्या साहाय्याने जोडावयाचा सांधा यांची सोय केलेली असते. पाइपलाइनसाठी लागणारे वेंड, टी, वाय, इत्यादींसारखे विशिष्ट भाग व झडपा सहज उपलब्ध होऊ शकतात हाही एक फायदा आहे. पाण्या-साठी वापरावयाच्या नव्हांचे नरमादी सांधे शिसे वापरून घट करतात; तर सांडपाण्या-साठी वापरावयाच्या नव्हांचे नरमादी सांधे पॅकिंग-रस्सी आणि सिमेंट वापरून घट करतात. कारण तेथे प्रवाहाच्या दावाचा प्रभ येत नाही.

पोलादाचे नळ : पोलादी सपाट पत्रा रोलिंग मिलमध्ये घारून पाहिजे त्या व्यासाचे नळकांडे तयार करतात. या नळकांडयाच्या उभ्या कडा रिविट, वापरून किंवा वेलिंग करून जोडतात. जोडविरहित पोलादी नव्या ३ मिलिमीटर पासून ६०० मिलिमीटर व्यासापर्यंत तयार करता येतात. यापेक्षा मोळ्या व्यासासाठी मात्र वर दिल्याप्रमाणे जोडाचे नळ तयार कराये लागतात. पोलादी नळ बाहेलून पडणारा जास्त दाव सहन करू शकत नाहीत. पोलादाचे किंवा शुद्ध लोखंडाचे नळ विडाच्या नव्हापेक्षा जास्त ताकदीचे असतात; आणि वजनाने हलके पण असतात. पोलादी नव्हाचे सुटे भाग एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी पाठविता येतात, आणि मग रिविटच्या अगर वेलिंगच्या साहाय्याने ते जोडून पूर्ण नळ तयार करता येतात. हा पोलादी नव्हाचा फार मोठा फायदा आहे. मात्र पाइप लाइनसाठी लागणारे विशिष्ट भाग सहजासहजी तयार करता येत नाहीत. पोलादी नव्हांवर गंज चढतो; त्यामुळे त्यांचे आयुष्य ३५ ते ५० वर्षे इतकेच असते. पोलादी नव्हांवर गंज चढू नये म्हणून आणि नव्हांची थोडीकार ताकद वाढावी म्हणून आदून बाहेरून सिमेंट कॉकिटचा लेप देण्याची प्रया आहे.

सिमेंट कॉकिटचे नळ : हे नळ दोन प्रकारे तयार करतात: एक म्हणजे सलोह सिमेंट कॉकिटचे (आर.सी.सी.), आणि दुसरे म्हणजे पूर्वतन्य कॉकिटचे (प्रीस्ट्रेस कॉकिट). पाणीपुरवण्याच्या मोळ्या व्यासाच्या पाइप लाइनसाठी कॉकिटचे नळ वापरतात, पण पाणीवाटपाच्या लहान नव्यांसाठी ते वापरत नाहीत. पुष्कळं वर्षे वापरात राहूनमुद्धा कॉकिटच्या नव्हीचे जलशाळीय गुणधर्म चांगलेच राहतात (नव्हाचा स्थिरांक १४० ते १५०). कॉकिटचे नळ खंदकातील त्यांच्यावरील भरावाचे वजन आणि बाहेरून पडणारा दाव चांगल्या प्रकारे सहन करू शकतात. तसेच अशा नव्हांवर गंज चढू शकत नाही. त्यांच्यावरील देखभालीचा खर्च कमी येतो. मात्र आकुंचनासुले तडे पडल्याने नव्हांतून पणी झिरपू शकते. अशा वेळी नव्हांची दुरुस्ती करणे कठीण जाते. कॉकिटचे नळ पूर्वनिर्मित किंवा जागेवर ओतलेले

असू शकतात. पूर्वनिर्मित नळांची जाढी कमी असते. जेव्हा नळाचा व्यास १५०० मि. मी. पेक्षा जास्त लागतो तेव्हा जागेवर ओतलेले कॉकिटचे नळ वापरतात. वजनाने हलके असलेले नळ वापरावयाचे स्थाव्यास पूर्वतन्य कॉकिटचे नळ वापरतात. अशा नळांची कॉकिट नेहमीच दडपणाखाली ठेवलेले असते. जागेवर कॉकिट ओदून तयार केलेल्या नळांच्या बाबतीत वाहुतुकीचा खन्च कमी येतो. कॉकिटचे नळ जसजसे वापरात येतात तसेतदी त्यांची क्षमता वाढत जाते. अशा नळांची आयुर्मर्यादा वरीच वर्षे असते. सर्व प्रकारच्या कॉकिटच्या नळांच्या बाबतीत विडाचेच विशिष्ट भाग वापरतात.

लाकडाचे नळ : लाकडाचे नळ जास्तकरून थंड प्रदेशात वापरण्यात येतात. पाइन, फर, रेडबुइ, रेडसीटर आणि सायप्रस झाडे यांच्या लाकडापासून नळ बनवितात. हे नळ लाकडांच्या वर्तुळाकार फळ्या वापरून पाहिजे त्या व्यासाचे तयार करता येतात. लहान व्यासाचे नळ ओंडकयांना मधोमध भोक पाहून बनविता येतात. लाकडी नळांच्या वाहेरच्या बाजूवर भक्कमण्णासाठी पोलाडी अगर लोखंडी पट्ट्या बसवितात, किंवा तार गुंडाळतात. लाकडी नळ वजनाने हलके असतात आणि त्यांच्यावर गंज चढत नाही. मात्र हे नळ वाहेरून पडणारा जास्त दाब सहन करू शकत नाहीत. तसेच जेथे हवा कोरडी किंवा आलीपालीने कोरडी व ओली असेल अशा टिकाणी लाकडी नळ फारसे उपयोगी पडत नाहीत. लाकडी नळांच्या बाबतीत गंज चढू शकत नसल्याने त्यांची क्षमता कमी होत नाही. त्यांची आयुर्मर्यादा २५ ते ४० वर्षांपर्यंत असते. लाकडी नळांच्या वाहेरच्या बाजूकील लोखंडी पट्ट्या अगर तारा गंजू नयेत म्हणून डांवर किंवा त्यासारखा गंज चढू न देणाऱ्या पदार्थाचा भर देतात. लाकडी नळांना रुच कमी येतो. मात्र पाण्याच्या जास्त दावासाठी ते टिकाऊ नसतात. दोन नळ जोडण्यासाठी लाकडी अगर पोलाद किंवा विडाचा गळपटा (कॉलर) वापरतात, व नेहमी लागणारे विशिष्ट भाग विडाचेच वापरतात.

प्लॅस्टिकचे नळ : प्लॅस्टिक या पदार्थावर काम करणे सोपे असल्यामुळे अलीकडे दिवसेंदिवस प्लॅस्टिकच्या नळांचा वापर वाढू लागला आहे. अशा नळांवर गंज चढू शकत नाही. त्यामुळे त्यांची क्षमता टिकून राहते. हे नळ वजनाने हलके असून किमतीने स्वस्त असतात. नळ एकमेकांना जोडणे, विशिष्ट भाग बसविणे इत्यादी गोष्टी प्लॅस्टिक नळांच्या बाबतीत करणे सोपे जाते. प्लॅस्टिक हा पदार्थ कृत्रिमरीत्या तयार होत असल्याने पाहिजे ते गुणधर्म त्यात आणता येतात. त्यामुळे जास्त दाब सहन करू शकतील असे प्लॅस्टिकचे नळ तयार करणे शक्य होते.

अॅसवेस्टॉस सिमेंटचे नळ : अॅसवेस्टॉसचे धागे, सिमेंट आणि वाळू यांचे मिश्रण तयार करतात व पुळक दाब देऊन सांच्यात अॅसवेस्टॉस सिमेंटचे नळ बनवितात. हे नळ वजनाने पुळकच हलके असतात, व सहजपणे ते कापता व जोडता येतात. अशा नळांवर गंज चढू शकत नाही. नळांचा स्थिरांक १४० पर्यंत असल्याने

पाणी वाहून नेण्याची कमता चांगली असते. असेहेस्टॉस सिमेंट नलांच्यासाठी विस्तार-संधी-जोड लागत नाहीत. अशा नलांना भोक पाढून सर्विंहस कनेक्शन करता घेते. दोन नल एकमेकांना जोडण्यासाठी गळपटी आणि रबराचे कडे वापरतात. वाहेरून जास्त दावाखाली हे नल टिकू शकत नाहीत.

जस्ताचा लेप लावलेल्या लोखंडाच्या नव्या (गॅल्वनाइज्ड पाइप्स) : गंज चढू नये म्हणून लोखंडी नव्यांना आत्मन व वाहेरून जस्ताचा लेप लावलेला असते. हा लेप जस्ताचा गरम रस ठेवलेल्या टाकीत नव्या चुडवून लावतात. वहुधा अशा। नव्या रस्त्यावरील पाण्याच्या नव्यापासून ते घरापर्यंतच्या यावयाच्या सर्विंहस कनेक्शनसाठी वापरतात. तसेच घरामध्ये जे पाणी खेळवावे लागते त्यासाठीही वापरतात. या नव्यांवर बसवावी लागणारी टी, वाय, सॉकेट, वैड, इत्यादी सर्व प्रकारची विशिष्ट उपलब्ध असतात. १२ मिलिमीटर पासून ते १५० मिलिमीटर व्यासापर्यंत अशा नव्या मिळू शकतात.

११-८. नलांच्या अंगभूत वस्तू :

नलांच्या अंगभूत वस्तूंमध्ये विस्तार-संधी-जोड, मिट-पडदा किंवा पाणतोड झडप, गोलक झडप, एक-तरफा झडप, हवा मुक्तता झडप, उच्चांश झडप, धूप झडप, दाव सडप, इत्यादी झडपा, आणि अग्रिशामक नल यांचा समावेश होतो. पाणी वाटप योजनेतील नलांच्या जाल्यांमध्ये ठिकठिकाणी, अशा अंगभूत वस्तू वसवाच्या लागतात. प्रत्येक अंगभूत वस्तूचे विशिष्ट कार्य असते, आणि त्यानुसार कोणत्या ठिकाणी कोणती अंगभूत वस्तू पाहिजे ते ठरवावे लागते. वरील प्रत्येक अंगभूत वस्तूचे कार्य थोडक्यात खाली दिले आहे.

विस्तार-संधी-जोड (Expansion joints) : उज्जिता आणि इतर दंबाव यांच्यामुळे धातुंच्या नलांची लांधी वाटते. तसेच तपमान कमी झाल्यावर आकुंचन कियाही होते. यावर उपाय म्हणून दोन नलांमध्ये थोडे अंतर ठेवून तेथे विस्तार-संधी-जोड केलेला असतो.

मिट-पडदा किंवा पाणतोड झडप (Gate valve or Cut-off valve) : सरळ पाइप लाईनवर साधारणत: १५० ते २४० मीटर अंतरावर मिट-पडदे वसवितात पाणी वाटप योजनेतील नलावर अशा रीतीने मिट-पडदे वसवितात. की दुस्स्ती किंवा इतर कारणासाठी जर नलांच्या एखाच्या भागातील पाणी वंद करावे लागले तर ते इतर भागातील पाणी वंद न पडता करता आले पाहिजे.

गोलक झडप (Globe valve) : अशा झडपा १०० मिलिमीटर किंवा त्यापेक्षा कमी व्यासाच्या नव्यांवर वसवितात. गोलक झडपेमुळे पाण्याचा प्रवाह कमी-

जास्त करता येतो. विशेषतः घरांमध्ये जे प्लंबिंगचे काम केले जाते त्यातील हात पुण्याचे भाडे, आंघोलीचे टव, शॉवर, पाण्याची टाकी, इत्यादी ठिकाणी गोलक झडपा बसवितात.

एक-तरफा झडप (Non-return valve, check valve or reflex valve) : या झडपेचे कार्य आपोआप चालते. ही झडप बसविल्यावर पाणी नलातून एकाच दिशेने वाहू शकते. प्रवाहाने उलट दिशेने वाहण्याचा प्रयत्न केल्यास झडप आपोआप बंद होते. एक-तरफा झडपा उद्भाक नलीवर बसवितात. तसेच जास्त लांबीच्या पाईप लाइनवर साधारण ३०० मीटर अंतरावर या झडपा बसवितात. त्यामुळे लाइन कोणःयाही ठिकाणी फुटल्यास कक्ष ३०० मीटर लांबीतील पाणीच वाहून बाया जाते.

हवा मुक्तता झडप (Air relief valve) : पाण्याच्या प्रवाहात हवा असते. पाईप लाइनमधील उंच उंच ठिकाणी ही हवा साठते, आणि त्यामुळे पाण्याचे परिमाण कमी होते. यासाठी नलीवरील प्रत्येक उंच ठिकाणी हवा-मुक्तता झडप बसवितात. त्यामुळे नलीत साठलेली कक्ष हवा नलीबाहेर निघून जाऊ शकते. हवा निघून जाताच झडप बंद होते.

उच्चांश झडप (Altitude valve) : उंच पातळीवरील टाक्यांना पाणीपुरवठा करणाऱ्या नलांवर उच्चांश झडपा बसवितात. ज्या वेळी पाण्याची टाकी पूर्ण भरेल त्या वेळी उच्चांश झडप आपोआप बंद होते व पंपाकडून टाकीकडे जाणारा पाण्याचा प्रवाह थांबतो.

धूप-झडप (Scour valve) : पाईप लाइनच्या ज्या ज्या ठिकाणी सर्वांत खोलगट भाग असेल अशा खोल बिंदूपाशी धूप-झडप बसवितात. तसेच पाणीवाटप योजनेतील नलांच्या अंतिम टोकांशी (उदा.— वृक्षवत पद्धत) धूप-झडप बसवितात. अशा झडपा उघडल्याने नलातील साचलेला गाल किंवा साका पाण्याच्या दावाबरोवर नलाबाहेर पडतो व नल स्वच्छ करता येतात. झडपेतून स्वच्छ पाणी बाहेर पडू लागताच झडप बंद करतात. या झडपा मिट-पड्याप्रमाणेच असतात.

दाव-झडप : यात दोन प्रकार आहेत. जेव्हा जास्त दावाकडून कमी दावाच्या योजनेकडे पाणी पाठवायचे असते तेव्हा दाव-नियंत्रण झडप वापरतात; आणि दुसरा प्रकार, जेव्हा बंद टाकीत निर्माण झालेला जास्तीचा दाव कमी करावयाचा असेल तेव्हा वापरतात.

अग्निशामक नल : अग्निशामक नल किंवा फायर हायड्रन्ट रस्त्यावरील पाण्याच्या मुख्य नलाला जोडलेले असतात. अशा अग्निशामक नलावर झडप बसवून एर्बी ती बंद ठेवलेली असते. आगीच्या वेळी झडप खोलून नलातून आग विसरण्या-साठी पाणी घेण्यात येते. काही अग्निशामक नलांची तोंडे रस्त्याच्या पातळीवर एक

मीटर उंचीवर असतात, त्याला नळखांब म्हणतात. काही तोंडे मात्र रस्त्याच्या पातळी-तच पेटीमध्ये असतात. पाणीवाटप योजनेतील नळांच्या जाढीवर अग्रिशामक नळ अशा रीतीने बसवितात की, प्रत्येक अग्रिशामक नळ हा मध्यविंदू कल्पून ६० ते ९० मीटर विजेची वर्तुळे काढव्यास ती वर्तुळे एकमेकांस छेदतील; याचाच अर्थ कोणत्याही १५० मीटर अंतरावर अग्रिशामक नळ उपलब्ध होऊ शकतो.

११-९. पाण्याचे नळ टाकणे, चाचणी घेणे, आणि निर्जंतुक करणे :

पाण्याचे नळ टाकणे : पाणीवाटप योजनेचा आराखडा तयार झाल्यानंतर त्याप्रमाणे प्रत्यक्ष नळ टाकण्याचे काम सुरु करतात. साधारणतः जमीन किंवा रस्त्याच्या पातळीला समान्तर आणि पातळीच्या खाली अशा रीतीने नळ टाकतात की, नळाच्या पृष्ठभागावर कमीत कमी ०.६ ते १ मीटर जाडीचा मातीचा भराव होईल. रस्त्यावरील रहदारी व वाहतूक यांपासून उत्पन्न होणाऱ्या दावापासून नळाचे पूर्ण संरक्षण होईल याची काळजी ध्यावी लागते. नळ टाकण्यासाठी जे चर खणतात त्यांची रुंदी नळाच्या बाहेरील व्यासापेक्षा ३० ते ४५ सें. मी. ने जास्त ठेवतात. नळाचे सांधे योग्य प्रकारे जोडता यावेत म्हणून प्रत्येक सांध्याखाली जमिनीत लहानसा खड्हा ठेवावा लागतो. चर खणताना काढलेली माती रस्त्याच्या एका बाजूला ठेवतात. आणि नळ विरुद्ध बाजूला ठेवतात. नळ जड असल्यास प्रत्येक नळ यारीच्या किंवा इतर साहाय्याने चरामध्ये ठेवतात. नळाचे तोंड (सॉकेट) उंच पातळीच्या बाजूस करतात. त्यानंतर दुसरा नळ चरात उतरवून पहिल्या नळाला जोडतात. (नर-मादी जोड किंवा इतर जोड) नळ सखल पातळीकडून उंच पातळीकडे बसवीत जातात. जोड केल्यावर नळात माती राहिली नसल्याची खात्री करून ध्यावी लागते. सांधे-जोड पक्के करण्यासाठी वितळलेले शिसे किंवा शिशाचे धागे वापरतात. पोलादी नळासाठी रिबिट किंवा वेल्सिंग करून सांधेजोड करतात. सिमेंट कॉकिट नळांसाठी गळपटी (कॉलर), पॉकिंग-रस्सी आणि सिमेंट वापरून सांधेजोड करतात.

चाचणी घेणे : वरीलप्रमाणे सर्व नळ व आवश्यक त्या अंगभूत वस्तू जोडून झाल्यावर (पाइप लाहन तयार झाल्यावर) दर ३०० मीटर लांबीची चाचणी घेतात. ही चाचणी मुख्यतः नळांची शक्ती आणि गळती तपासण्यासाठी असते व ती दाखवुक्त पाण्याच्या साहाय्याने घेतली जाते. जेव्हा झडपा बसविलेल्या असतील तेव्हा दोन जवळ जवळच्या झडपांमधील नळांच्या लांबीची चाचणी घेतात. नळांमध्ये पाणी भरून छोऱ्या हातपंथाच्या साहाय्याने पाण्यावरील दाव वाढवतात. हा दाव नळांच्या जास्तीत जास्त कार्यान्वित दाव सहन करण्याच्या ताकदीपेक्षा १० ते १५ टक्क्यांनी जास्त ठेवतात. दाव कळण्यासाठी दाव मोजण्याचे धब्याळ (प्रेशरगेज) वापरतात आणि दिलेला दाव जशाचा तसा २० मिनिटपर्यंत राहिल्यास नळांमध्ये अगर सांध्यांत दोष नाही (गळती नाही) असे मानतात. दाव जशाचा तसा न राहता कमीकमी होत

राहिल्यास कोठे तरी गळती होत आहे असे मानून गळती शोधून दुरुस्ती करावी लागते. सांधाजोड नीट झाला नसल्यास परत पुन्हा करावा लागतो.

चाचणी योग्य प्रकारे करून सर्व नळ व अंगभूत वस्तू नीट बसल्या आहेत याची खात्री झाल्यावर माती टाकून चर बुजवण्यास सुखात करतात. प्रथम दगडा-विरहित निवडलेली माती नलंबोवती टाकून त्यावर पाणी शिंपून दाखून बसवितात. नळावर अशा मातीचा योग्य त्या जाडीचा थर तयार झाल्यावर वाकी राहिलेला चराचा भाग उरलेले सर्व डबर व माती टाकून भरतात व चांगल्या प्रकारे घट करतात. त्यासाठी त्यावर रुळ फिरवतात.

नळ (पाइप लाइन) निर्जन्तुक करणे : पाणीवाटप योजनेच्या आराखड्या-नुसार पाइप-लाइन टाकून तयार झाल्यावर ती वापरण्यात आणण्यापूर्वी सर्व नळांचे निर्जन्तुकीकरण करावे लागते. यासाठी परकलोरान, हायकलोर, कॅप्रोइट, सोडियम हायपोक्लोराइटचा द्राव, विरंजकचूर्णाचा (ब्लीचिंग पावडर) द्राव किंवा क्लोरिन वायू यांचा उपयोग करतात. नळातील पाण्यात भरपूर प्रमाणात क्लोरिन मिसळतात. इतका की, १२ तासांच्या संयोगकालानंतर पाण्यात ५० भाग प्रतिदशलक्ष इतका अवशिष्ट क्लोरिन राहील. या कालावधीत नळातील सर्व जीवजंतू मरतात, आणि अशा प्रकारे निर्जन्तुकीकरण होते. हे झाल्यावर पाइप लाइनवरील सर्व झडपा आणि अग्निशामक नळ उघडून त्यामार्गे क्लोरिनमिश्रित पाणी काढून टाकतात व नवीन शुद्ध पाणी चालू करतात. क्लोरिनचा वास येणे बंद झाल्यावर सर्व झडपा आणि अग्निशामक नळ बंद करून टाकतात. नंतर नळातील पाण्याचा नमुना घेऊन त्याचे पृथक्करण करतात, आणि सर्व दृष्टीने पाणी पिण्यायोग्य झाले आहे अशी खात्री पटल्यावर ग्राहकांना पाण्याचे वाटप सुरु करतात. सुखातीला खवरदारी म्हणून ‘ पाणी उकळून प्यावे ’ अशी ग्राहकांना नोंदिव्याद्वारे विनंती करण्यात येते.

११-१०. पाणीवाटप यंत्रणेची देखभाल :

पाणीवाटप यंत्रणा विना-अडथळा व्यवस्थित चालण्यासाठी देखभालीची अत्यंत आवश्यकता असते. तसेच तडकलेले किंवा मुटलेले नळ, क्षिजलेल्या झडपा, इत्यादी गोर्धांची त्वरित दुरुस्ती करणे फार महत्त्वाचे असते. पाणीवाटप यंत्रणेच्या देखभालीत खालील गोर्धांचा समावेश होतो : (अ) नोंदी (रेकॉर्ड) ठेवणे, (ब) मुख्य नळ स्वच्छ करणे, (क) पाण्याचा नाश यांवधिणे, (ढ) अग्निशामक नळ, झडपा, आणि इतर अंगभूत वस्तू सुस्थितीत राखणे, (इ) नळ आणि होणारी गळती शोधून काढणे.

(अ) नोंदी ठेवणे : देखभालीच्या दृष्टीने सर्व पाणी वाटप योजनेचे अद्यावत नकाशे ठेवणे फार जरूरीचे असते. प्रत्येक महिन्यात जुने नळ किंती काढले व नवीन नळ किंती लांबीचे, कोणत्या व्यासाचे व कोटकोठे वसविले त्याची सविस्तर नोंद;

तसेच आज तारखेपर्यंत वसविलेल्या निरनिराळ्या व्यासांच्या नळांची पकूण लांधी; अग्रिंशामक नळांचे प्रकार, आकार, आणि वसविलेले एकूण नग व जागा, दिलेल्या सर्विंस कनेक्शन्सची संख्या आणि तपशील इत्यादी अनेक गोर्झांचा सारांश आणि नोंदी करून ठेवणे आवश्यक असते. झालेल्या कामाची आणि त्यासाठी लागलेल्या खर्चांची नोंद, तसेच काम करण्यासाठी दिलेल्या हुक्मांची (वर्क ऑर्डर) नोंदही ठेवावी लागते.

(ब) मुख्य नळ स्वच्छ करणे : काही वर्षे नळ वापरात राहिल्यावर त्यांच्या आतील भागावर साका साटून एक प्रकारचा थर जमा होतो व त्यामुळे पाणी वाहून नेण्याची नळांची क्षमता कमी होते. अशा वेळी नळांच्या आतील भागावर साचलेला थर यंत्र वापरून खरवडून काढावा लागतो. नळ स्वच्छ करण्याचा एक उपाय म्हणजे रबरी चैंडूवर तारेची जाळी घट गुंडाळून नळावरील टी किंवा वाय सांध्यातून नळात घालणे आणि त्या पाठोपाठ जास्त दाबाने पाणी सोडणे. पाण्यांच्या दाबाने चैंडू पुढे रेटला जाऊन त्यावरील जाळीमुळे नळांच्या आतील भागावर साचलेला थर खरवडून निश्तो. पाण्याएवजी चैंडूला साखळी किंवा केवळ बांधून तो ओढला असताही वरीलप्रमाणेच किया होऊन नळ स्वच्छ होतो. खरवडून निघालेली घाण वाहेर काढून टाकण्यासाठी अग्रिंशामक नळखांवांचा उपयोग करतात. लहान व्यासांचे नळ स्वच्छ करण्यासाठी रसायने किंवा आम्ल यांचा उपयोग करतात. सर्विंस नळ स्वच्छ करण्यासाठी दापित हवेचा उपयोग करता येतो. पाणीवाटप योजनेतील ज्या नळांवर अंतिम टोके असतात त्यांतील साचून राहिलेले पाणी धूप-झडपा उघडून काढून टाकावे लागते. ज्या वेळी गलंतिकेचा उपयोग न करता फक्त निषेपण केलेले पाणीच पुरवले जाते अशा वाबतीत नळ स्वच्छ करणे भागच असते.

(क) पाण्याचा नाश थांबविणे : गळणे आणि वाया जाणे यामुळे पाण्याचा वराच नाश होतो. तसेच मुख्य नळातील पाण्याचा दाबही कमी होतो. वाया जाणारे पाणी शोधून काढण्यासाठी ' पिटॉमीटर सर्वें ' करतात. यासाठी सर्व पाणीवाटप-विभागांचे लहान लहान भाग अशा रीतीने पाढतात की प्रत्येक लहान भागास पाणी पुरवणारा एक मुख्य नळ राहील. या मुख्य नळांच्या दोन्ही वाजूंच्या तोंडात पिटॉ-मीटर वसवून नळादून वाहणाऱ्या पाण्यांच्या प्रवाहाचे परिमाण मोजतात. ज्या वेळी पाण्याचा वापर जवळ जवळ नसतोच (म्हणजे अगदी पहाटे), अशा वेळी दोन्ही पिटॉमीटरमध्ये सारखेच रीडिंग (मापन नोंद) असावयास पाहिजे. परंतु त्या भागात नळांदून पाणी वाया जात असल्यास, गळत असल्यास, किंवा वाजवीपेक्षा जास्त वापर होत असल्यास मुख्य नळांच्या दोन वाजूंच्या मापन नोंदीत वराच फरक येईल. असे झाल्यास त्या लहान भागाचे आणखी लहान लहान भाग पाढून आणि घराघरांतील प्लंबिंगच्या कामाची तपासणी करून पाणी कोठे वाया जात आहे हे शोधून काढता येते. आणि मग त्यावर योग्य तो इलाज करून पाण्याचा नाश थांबविता येतो.

(ड) अग्रिशामक नळ, झडपा आणि इतर अंगभूत वस्तू सुस्थितीत राखणे : पाण्याचा नाश यालण्यासाठी आग्रिशामक नळ, झडपा, इत्यादी गोष्टी सुस्थितीत ठेवाव्या लागतात. तसेच गंज चढू नये म्हणून आणि वापरण्यास सोपे जावे म्हणून सर्व अग्रिशामक नळ, झडपा आणि इतर अंगभूत वस्तू यांना मधून मधून वंगण लावावे लागते. अग्रिशामक नळखांब तुटले अगर मोडले जाऊ नयेत म्हणून ते शक्य तितक्या सुरक्षित जागीच वसवावे लागतात.

(इ) नळ आणि होणारी गळती शोधून काढणे : पाणीवाटप योजनेचे अग्रयावत आराखडे उपलब्ध नसतील किंवा नळांची व इतर गोष्टींची सविस्तर नोंद ठेवलेली नसेल तर अशा वेळी दुरुस्तीसाठी जमिनीखालील नळ आणि त्यातून होणारी गळती शोधून काढावी लागते. नळ शोधण्यासाठी 'नळ-शोध यंत्रा'चा उपयोग करतात. यंत्राच्या साहाय्याने नळ शोधल्यावर तेथे चर खणून नळ सर्व बाजूंनी मोकळा करतात. त्यानंतर गळती शोधण्यासाठी खालील पद्धतींपैकी योग्य व सोयीची पडेल ती पद्धत वापरतात : (१) घनिगज, (२) मीठ किंवा रंगाचा उपयोग, (३) नळात हवा सोडणे, (४) तोयालिक कमणी नितार (हैड्रॉलिक प्रेड लाइन), (५) जलधर्प इत्यादी.

घनिगज पद्धत जेव्हा नळ जमिनीखाली थोड्याच अंतरावर असेल तेव्हाच उपयोगी पडते. एका धातुच्या गजाचे टोक टोकदार केलेले असते. हा गज जमिनीत ठिकाठिकाणी प्रथम खुपसून व मग लगेच बाहेर काढून वधतात. ज्या ठिकाणी गजाला ओली माती चिकटेल त्या ठिकाणी नळातून पाणी गळत असल्याचे आढळेल.

मीठ, रंग किंवा नळात हवा सोडणे या सोप्या पद्धती आहेत. ज्या ठिकाणी गळती असेल त्या ठिकाणी रंग किंवा हवेचे बुडवुडे नळावाहेर येताना दृष्टीस पडतील.

लांब नळांच्या (पाइप लाइन) वावतीत तोयालिक कमणीनितार पद्धत उपयोगी पडते. पूर्ण लांबीवर ठिकाठिकाणी नळातील पाण्याचा दाव मोजून त्याचा आलेख काढतात. ज्या ठिकाणी गळती असेल त्या विंदूच्या दोन्ही बांजूस आलेख रेपा उतरती होत गेल्याचे आढळून येईल. याचे कारण गळतीच्या विंदूकडील दाव कमी कमी होत जातो.

जलधर्प पद्धतही लांब नळांच्या व झडपा असलेल्या आणि नळांवर महत्वाच्या शाखा नसलेल्या पाइप लाइनच्या वावतीत योग्य ठरते. प्रथम झडप उधडून पाइप लाइनमध्ये पाण्याचा स्थिर प्रवाह चालू ठेवतात; आणि मग तीच झडप एकदम बंद करून नळातील दावाची नोंद वेतात. झडप एकदम बंद केल्याने पाइप लाइनमध्ये तयार आलेली दावाची लहर गळतीच्या ठिकाणापर्यंत पोहोचते व त्याच विंदूशी तिचा दाव वन्याच प्रमाणात कमी होतो. आणि आता पूर्वीचीच परंतु कमी दावाची लहर पुन्हा झडपेकडे परत जाते. याच वेळी झडपेपाशी कमी झालेल्या दावाची पुन्हा नोंद

घेतात व पूर्वीच्या म्हणजे सुखवातीच्यां व आत्ताच्या दावांतील फरक काढतात. झडप आणि गळतीचा विंदू यांतील अंतर दावाच्या लहरीने एकूण दोनदा कापलेले असते (सुखवातीला गळतीच्या विंदूकडे जाताना आणि नंतर तेथून झडपेकडे परत येताना). हे घड्हन येण्यासाठी किंती वेळ लागला त्याची नोंद करून गळतीच्या विंदूचे झडपेपासून अंतर खालील सूत्र वापरून काढतात :

$$\text{अंतर (मीटरमध्ये)} = \frac{\text{वेळ (सेकंद)} \times \text{वेग (दावाच्या लहरीचा दर सेकंदास मीटर)}}{2}$$

क्रं क्रं



विषय-सूची

अ			
अ-आयनीभवन पद्धत	१०४	उत्तर-हरिनीकरण	९३
अ-खनिजीकरण पद्धत	१०४	उद्ग्राहक नली	१२०
अग्निशमनासाठी लागणारे पाणी	३४	उपलब्धता वक्रेषा	११
अग्निशामक नल	१३५	उपादान	१३
अग्निशामक नल, झडपा आणि इतर		उपादान बुरुज	१४
अंगभूत वस्तू सुस्थितीत राखणे	१३९	उपादानाचे वर्गीकरण	१४
अण्युक्तीचा वापर	११०	उपादानाचे प्रकार	१५
अंतर्भूत विहिरी	२८	उपादानासाठी योग्य ठिकाणाची	
अंतिम टोक पद्धत	१२८	निवड	१४
अमोनियाटर	९६	उभा प्रवाह	६०
अरीय पद्धत	१२९	ऊर्ध्वपातन	१०६
अवशिष्ट क्लोरिन	९०		
अशुद्ध पाण्यामुळे होणारे रोग	५१	ऋ	
आ		ऋण उंची	८३
आघात छेदन विहिरी	२२		
आटेशियन झरा	३०		
आडवा प्रवाह	५६	ए	
आयताकृती निक्षेपण टाकी	५६	एक-तरफा झडप	१३५
आयन विनिमय पद्धत	११०	एकरूपता गुणांक	६८
आयोडिन	९७	एकूण उंची	११८
ऑरथोटोलिडिन चाचणी	९१		
ॲसब्रेस्टोस सिमेंटचे नल	१३३	ओ	
इ		ओझोन	९६
इतस्ततोगामी पंप	११३	ओतीव लोखंडाचे नल	१३१
इन्टज्या-टाकी	१२४	ओला उपादान बुरुज	१४
इंगिलसचे सूत्र	९	ओसेङ्गन बाहण्याचा वेग	५७
उ			
उंचीतील घटदर्शक	८३	क	
उच्चांश झडप	१३५	कणसंकलन	६३

केन्द्रोत्सारी पंपाचे फायदे	११४	गोठवणे	१०८
कैन्द्रिक प्रवाह	५९	गोलक झडप	१३४
कोअर (गर्भ) ड्रिल विहीर	२४	घ	
कोरडा उपादान बुरुज	१४	धांगेरडी त्वचा	६७
क्लोरामाइन्स	१५	च	
क्लोरिन-अमोनिया	१५	चक्रीपद्धत	१२९
क्लोरिन डायऑक्साइड	१५	चाचणी घेणे	१३६
क्लोरिनची प्रक्रिया	१०	चाचण्या (भौतिक, रासायनिक आणि जीवशास्त्रविषयक)	४९
क्लोरोनोम	८९	चाचण्यांसाठी पाण्याचे नमुने	४३
क्लोरोस्ट्रोप	९१	चुना पढत	१०१
ख			
खारट पाण्याचे अलवणीकरण	१०६	चुना-सोडा पढत	१०१
खेचक नली	११८	ज	
खोदीव विहीरी	२०	जलचक्र	५
खोसलांचे सूत्र	९	जलदगती गलंतिका	७२
ग			
गलंतिका	६६	जलदगती गलंतिकेची कार्यपद्धती	७४
गलंतिका धुण्याची कार्यपद्धती	८४	जलदगती गलंतिकेची कार्यशक्तमता	८७
गलंतिका धुण्यासाठी दापित हवा	७८	जलनिःस्पंदन	७४
गलंतिकेची स्वच्छता	७१	जल-नंपवहन	६६
गलंतिकेचे कार्य	७०	जलमेष पंप	११६
गलंतिकेचे प्रकार	६७	जलबाटप	१२३
गलंतिकेच्या कार्यांसाठी लागणारे नळ आणि मिट-पडदे	७९	जलशुद्धीकरण	३, ४९
गलंतिकेत आत येणाऱ्या आणि बाहेर जाणाऱ्या पाण्याचे नियंत्रण	७१	जलसंचय समर्थता	१०
गलंतिकेतील वाढूचा थर	६७, ७५	जलाशय	५
गलंतिकेवरील आणखी काही उपकरणे	८३	जलाशय उपादान	१६
गॅसोलिन शक्ती	११२	जलाशयासाठी जागा	६
गाळलेल्या पाण्याच्या दराचे नियंत्रण	८०	जलोत्सारण पंप	११३
गाळलेल्या पाण्याची पेटी	७८	जस्ताचा लेप लावलेल्या लोखंडाच्या नळ्या	१३४
गुणित टप्प्याचे ऊर्ध्वपातन	१०७	जॅक-विहीर (जॅक्वेल)	१७, ११७
गुणित परिणामकारक ऊर्ध्वपातन	१०७	जादा हरिनीकरण	९३
		जाळी पढत	१२८

जीवजंतूंची जीवनकिया	६७	नळ निर्जन्तुक करणे	१३७
जीवजंतूंचे वर्गीकरण	५२	नळांच्या अंगभूत वस्तु	१३४
अ		निःसंदेन शास्त्र	६६
झरे	२९	निर्जन्तुकीकरण प्रक्रिया	८९
झिंओलाइट पद्धत	१०२	निर्मल टाकी	३४
झिंओलाइट फेनदीकरण टाकी	१०३	निर्वात गोठण पद्धत	१०८
इ		निक्षेपण	५३, ६६
डायाटोमाइट गलेंतिका	८७	निक्षेपण टाक्यांची कार्यपद्धती	
डिझेल शक्ती	११२	आणि प्रकार	५६
ड्रिलने खणलेल्या विहिरी	२२	निक्षेपण शास्त्र	५३
त		नीलातीत किरण	९६
तपासणी पेटी	७८	नोंदी ठेवणे	१३७
तळ-गटारांची योजना	७७		
तळ-गटारांचे प्रकार	७६		
तळ-गटारे	७०		
त्रृणस्फटिक पद्धत	११०		
त्रिजीय पद्धत	१२९		
द			
दाव सऱ्डप	१३५	परिधूर्णी पंप	११३
दावयुक्त जलदगती गलेंतिका	८७	परिपंप	११३
दावाचे पृथक्करण	१२९	पाझरबोल	२८
दुर्घट शीतकारी पदार्थ	१०९	पाण्यज्ञोतांच्या मदतीने खणलेल्या	
दुहेची हरिनीकरण	९३	विहिरी	२३
ध		पाण्यतोड सऱ्डप	१३४
धूतजल नियंत्रक	८३	पाणीपुरवठा योजनेतील पाण्याचे	
धूतजल पन्हळे	७४	परिमाण	३९
धूत सऱ्डप	१३५	पाणीपुरवठाचा इतिहास	१
न		पाणीवाटप नळातील पाण्याचा	
नदी उपादान	१७	आवश्यक दाव	१२६
नलकूप	२१	पाणीवाटप योजनेच्या पद्धती	१२७
नलिका विहिरी	२१	पाणीवाटप योजनेतील नळामधील	
नळ आणि होणारी गळती		पाण्याच्या दावाचे पृथक्करण	१२९
शोधून काढणे	१३९	पाणीवाटप यंत्रणेची देखभाल	१३७

पाण्याची मागणी व परिमाण	३१	फेनदीकरणाच्या पद्धती	१००
पाण्याचे उगम	४	फ्रान्सिसचे सूत्र	८
पाण्याचे गुणधर्म आणि पृथकरण	४१	व	
पाण्याचे नळ टाकणे, चाचणी घेणे, आणि निर्जन्तुक करणे	१३६	वहिर्मार्ग नियंत्रण गिअर	८२
पाण्याचे पृथकरण	४१	बाष्पदाव ऊर्ध्वपातन	१०८
पाण्याचे फेनदीकरण	१००	विदुभंग हरिनीकरण	९४
पाण्याचे महत्व	१	भ	
पाण्याच्या नळाचे प्रकार	१३१	भूर्गमस्थ झरा	२९
पाण्यातील रोगजंतु-विनाशन	८९	भूतलस्थ झरा	२९
पिण्याच्या पाण्याची भारतीय मानके	४७	भू-पृष्ठावरील पाणी	५
पुनर्भरण पद्धत	२७	भूमिगत पाणी	१९
पुनरुज्जीवन	१०३, १०५	म	
पूर्व हरिनीकरण	९३	मागणी रेखा	१०
पोलादाने नळ	१३२	मिश्रण	६२
पंपश्यह रचना व कार्य	११७	मिट-पडदा	१३४
पंप चाचणी पद्धत	२६	मुख्य नळ स्वच्छ करणे	१३८
पंप चालविण्यासाठी लागणाच्या शक्तीचे प्रकार	१११	मोरचूद	९७
पंप-विहीर	११७	मंदगती गलंतिका	६९
पंपाची अश्वशक्ती	११९	मंदगती गलंतिकेची कार्यपद्धती	७०
पंपाची आवश्यकता	१११	मंदगती गलंतिकेची कार्यक्रमता	७२
पंपाची योग्य निवड	१११	य	
पंपाचे प्रकार	११२	यांत्रिक गालन	६६
प्रभावित कर्डे	९७	र	
प्रभावी आकार	६८	रोगजंतु-विनाशन	८९
प्रवाह दरदर्शक	८३	ल	
पृष्ठशोषण	६६	लाकडाचे नळ	१३३
प्लविंदे	९९	लोकसंख्या : सांप्रत व भावी	३४
प्लॅस्टिकचे नळ	१३३	व	
फ		वर्तुलाकार निक्षेपण टाकी	५९
फवारा-पंप	११४	वल्य पद्धत	१२९
फेनदीकरणाची आवश्यकता	१००	वर्षास्वत्रण	६
		वृक्षवत पद्धत	१२८
		वाताकर्वक पंप	११५

वाफेची शक्ती	११२	सरासरी वर्धालवण मापनाच्या पद्धती	७
वायुमिश्रण	९८	‘सिम्लेक्स’ दर नियंत्रक	८१
वार्षिक साठा	९	सिमेट कॉकीटचे तळ	१३२
वाळूची एकरूपता	६८	मुरक्षित उपलब्धता	६
विश्रुत जाळी पृथक्करण पद्धत	१३०	सूची-तळ निक्षेपण टाकी	६०
विश्रुत-द्विविश्लेषण	१०९	सौर ऊर्ध्वपातन	१०८
विश्रुत विघटनादी फरक	६७	स्टार्च आयोडाइड चाचणी	९१
विश्रुत शक्ती	११२	स्टोकसचे निक्षेपण-वेगाचे सूत्र	५४
विपरीत जलाभिसरण	१०९		
विरंजक चूर्ण	९२		
विस्तार संधी जोड	१३४	ह	
विहिरी व त्यांचे प्रकार	१९	हरिनीकरण निरास	९५
विहिरीतील पाण्याची उपलब्धता	२५	हरिनीकरणाची आवश्यकता	८९
विहिरीसाठी कवच व चाळणी	२४	हरिनीकरणाच्या सर्वसाधारण पद्धती	९३
श		हवामुक्तता झडप	१३५
शुद्धीकरण प्रक्रिया	४९	हार्डीकॉस पद्धत	१३०
स		हायड्रेट पद्धत	११०
समर्पजन्य रेषा	७	हायड्रोकार्बन पद्धत	११०
समान नळ पद्धत	१२९	हितकारक पाणी	४१
		हेज्जनचा निक्षेपण प्रक्रियेबाबतचा	
		निष्कर्ष	५५

॥

पारिभाषिक शब्दांची सूची

अ

अ-आयनी भवन	Deionisation
अकर्बेनित	Non-carbonate
अ-खनिजीकरण	Demineralisation
अग्निरोधक	Fire-proof
अग्निशमन	Fire-fighting
आछिद्र	Impervious
अतिसूखम कण	Very fine particles
अतिसूखम जीवाणु	Virus
अदलावदल क्षमता	Exchange value
अर्धप्रवेशकम पडदा	Semi-permeable membrane
अर्धवर्तुळाकार कॉले	Half-round tiles
अनुभवसिद्ध सूत्रे	Empirical formulæ
अनुयोजना करणे	Adjust
अफेनद	Hard
अफेनदता	Hardness
अरीय पद्धत	Radial system
अवशिष्ट	Residual
अशुद्ध पदार्थ	Impure substances
अशुद्धे	Impurities
अस्तर	Lining
अशुछिद्रे	Perforations, weep holes
अंगभूत वस्तु	Appurtenances
अंतर्झरण विहीर	Infiltration well
अंतर्मार्ग नियंत्रक	Inlet control
अंतिम टोक पद्धत	Radial system

आ

आधात छेदन विहीर	Percussion drilled well
आडपड्या	Baffle walls
आडवा प्रवाह	Horizontal flow

आर्थिक	Economical
आयताकृती	Rectangular
आयन विनिमय पद्धत	Ion-exchange process
आयनीभवन विश्लेषण	Ionization
आयसोटोप	Isotope
आरोग्यदृष्ट्या पाहणी	Sanitary survey
आलेख	Graph
आलंबित	Suspended
आवरण	Scaling

इ

इतस्ततोगामी पंप Reciprocating pump

उ

उच्चांश झडप	Altitude valve
उज्जगन्धिद	Sulphuretted hydrogen
उत्कलन विन्दू	Boiling point
उत्तर	Post
उत्सर्जक उत्क्षेपक	Ejector
उथळ विहीर	Shallow wall
उद्धनांक	pH
उद्धरण शक्ति-पंप	Buoyancy pump
उद्धाहक नळी	Rising main
उद्धाहक पंप	Centrifugal pump
उद्योगधंद्यासाठी	Industrial use
उपलब्धता	Yield
उपलब्धता वक्रेत्रा	Yield curve
उपादान	Intake
उपादान खुरूज	Intake tower
उभी भरती	Vertical rise
उलट जलप्रवाह	Reverse water flow
उण्णता स्थानांतर गुणांक	Heat transfer coefficient
ऊर्ध्वपातन	Distillation
उंच पातळी	High level

ऋ

ऋण उंची	Negative head
ऋणायन	Cation

प्र

एकक्रिया	Single acting
एक-तरफा सङ्डप	Non-return valve, check valve, or reflux valve
एकत्रित आलेख	Mass curve
एकदिक् प्रवाह	Direct current
एकल्पना गुणांक	Uniformity coefficient
एकसारखे	Similar
एकंदर कठीणता	Total hardness
एकंदर घनपदार्थ	Total solids
एकंदर वसाहती	Total counts

ओ

ओलसर घट्ट द्राव	Slurry
ओला उपादान बुरुज	Wet intake tower
ओली विहीर	Wet well
ओले डांबर	Coal tar
ओसंझन वाहणे	Overflow

औ

औद्योगिक अपशिष्ट	Industrial waste
------------------	------------------

क

कठीण	Hard
कणसंकलक	Flocculator
कणसंकलन	Flocculation
कणसंकलनाचा साका	Flocculant precipitate
कणाची घनता	Density of particle
कर्बनिट	Carbonate
कर्बद्धि-प्राणिल	Carbon dioxide
कमाल पूरपातळी	High flood level
कलिल	Colloidal

कलिले	Colloids
कवच	Casing
कंकर	Gravel
कृती	Practice
कृत्रिम जलाशय	Artificial reservoir
कायमची कठीणता	Permanent hardness
कायम दर	Constant rate
कारक	Agent
कारंजी विहीर	Artesian well
किरणोत्सारी	Radioactive
किलाटके	Coagulants
किलाटन	Coagulation
किलाटन टाकी	Clarifier
कुंडी	Chamber
केन्द्रोत्सारी पंप	Centrifugal pump
कैन्ड्रिक प्रवाह	Radial flow
कोरडा उपादान त्रुरुज	Dry intake tower
कोरडी विहीर	Dry well

ख

खंडशः निर्वात स्थिती	Partial vacuum condition
खंडित	Intermittent
खारट पाण्याचे अलवणीकरण	Desalination
खोदीब विहीरी	Dug wells
खोलवत	Auger
खोल विहीर	Deep well

ग

गदुळता	Turbidity
गलंतिका	Filter
गव्हाणी	Crib
गळपटी	Collar
गारगोटी	Quartz
गाळणी	Strainer
गाळलेले पाणी	Filtered water

गुणक	Factor
गुणगुणात्मक तपासणी	Qualitative examination
गुणधर्म	Quality
गुणित टप्प्यांचे ऊर्ध्वपातन	Multistage distillation
गुणित परिणामकारक ऊर्ध्वपातन	Multiple effect distillation
गुरुत्वाकर्धगाचा वेग	Acceleration due to gravity
गोठवणे	Freezing
गोलक झडप	Globe valve
गोल तोटी	Ball cock

घ

घट	Loss
घनायन	Anion
घरगुती वापरासाठी	Domestic use
घर्षण घट	Friction loss
घर्षणजन्य अडथळा	Frictional resistance
घंटेचा आकार	Bell mouth
घातक पदार्थ	Dangerous substances
घाटातील जागा	Ghat areas
घाण पाण्याचा पाठ	Waste water channel

च

चक्री पद्धत	Circular system
च्वुतरे	Platform
चलित्र	Motor
चाळणी	Screen
चाळण्यांची कमवार माला	Series of sieves
चैतन्य द्रव्य	Protoplasm

छ

छेद क्षेत्र	Cross-sectional area
-------------	----------------------

ज

जमिनीच्या पृष्ठभागाकडे पुन्हा येणारे	Seepage to ground surface
जमिनीत साढून राहणारे	Ground storage
जलउंची घट	Water head loss

जलचक	Water cycle
जलछिद्र	Perforation, weep hole
जलझेप	Hydraulic jump
जलदगती गलंतिका	Rapid sand filter
जलधम्प	Water hammer
जलप्रस्तर	Aquifer, water bearing formation
जलवंद	Water-tight
जलमेप पंप	Hydraulic ram
जलबाटप	Water distribution
जलशक्ती	Water power
जल-शास्त्रदृष्ट्या पाहणी	Hydrological survey
जलशुद्धीकरण केन्द्र	Water purification works
जलशुद्धीकरणाच्या प्रक्रिया	Water purification processes
जलसंचय	Water storage
जलसेतू	Aqueduct
जलसूखम जीवशाख	Water microbiology
जलाशय	Reservoir
जलाशयातील जलसंचयाची समर्थता	Storage capacity of reservoir
जलोत्सारण पंप	Displacement pump
जागेवर ओतलेले	Cast-in-situ
जाडेभरडे कण	Coarse particles
जाळीपद्धत	Grid iron system
जिवाणू	Virus
जीवजंतूची जीवनक्रिया	Biological metabolism
जीवनरस	Protoplasm
जीवशाख	Biology
जीवशाखविषयक चाचणी	Bacteriological test
जोसंपंप (धक्का पंप)	Impulse pump

झ

झिओलाइट	Zeolite
झिरपणे	Percolation
झिल्हैदार	Glazed

त

तकट	Plate
तक्ता	Chart
तपासणी पेटी	Inspection box
तर	Float
तरती झडप	Floating valve
तरते कडे	Floating ring
तरफ	Level
तरुच्छवास	Transpiration
तरंगणारी	Floating
तसराळी	Cascades
तळ-नाटारे	Under-drains
तळ-पडदा	Foot valve
तळ-पातली	Sill reduced level
तृणस्फटिक	Amber
तार-चालणी	Wire mesh
त्रिजीय पद्धत	Radial system
तीव्रता	Intensity
तोयालिक कमणी नितार	Hydraulic gradient line
तोयालिक मध्यम गाह	Hydraulic mean depth

द

दरडोई दर दिवशी	Per capita per day
द्रवाचा चिकटपणा	Viscosity of liquid
दाव मुक्ता झडप	Pressure relief valve
दावयुक्त जलदगती गलंतिका	Pressure type rapid filter
दावयुक्त हवा	Compressed air
दापित हवा नली	Compressed air
द्रावण	Compressed air pipe
द्विक्रिया	Solution
दुहेरी थाप झडप	Double acting
दूरदर्शकी नलिका	Double beat valve
दूषित होणे	Telescopic pipe
	Pollution

ध

ध्वनिगज
धूतजल पन्हळ
धूप झडप

Sounding rod
Wash water gutter
Scour valve

न

न विरघळणारा
नलकूप
नवजात प्राणवायू
नळखांब
नळशोधक यंत्र
नळसज्जा
नळांचे कोडाळे, नलिकांचे जाळे
निःस्पंदन
निकास नली
निकोच वीरक
निर्जन्तुक करणे
निर्मल टाकी
नियंत्रण फिरक्या
निरिंद्रिय
निवळून वसणे
निक्षेपण
निक्षेपण टाकी
निक्षेपणाचा वेग
निक्षेपणादी कणसंकलन

Insoluble
Tube well
Nascent oxygen
Hydrant
Pipe locator
Pipe gallery
Network of pipes
Filtration
Drain pipe
Notched weir
Sterilization
Clarifier
Check nuts
Inorganic
Settle
Sedimentation
Settling tank, sedimentation basin
Velocity of subsidence
Clariflocculator

प

पर्युक्त
परजीवी
परानपुष्ट जीवजंतू
परिपंप, परिघूण पंप
पहुंच पूल
पहुंच मार्ग

Wetted perimeter
Parasitic
Parasitic bacteria
Rotary pump
Approach bridge
Approach

पंखा	Impeller
पंखाचा आकार	Fan shape
पंगळ	Pump house
पंचविहीर	Jack well, pump well
पाझरण	Seepage
पाझरबोळ	Infiltration gallery
पातली दर्शविणारा दर्शक	Level indicator
पाणझोताच्या मदतीने खणलेल्या विहिरी	Jetted wells
पाणतोड झडप	Cut-off valve
पाणथळ जमीन	Water bearing soil
पाणलोट क्षेत्र	Catchment area
पाणवाट	Channel
पाणीपुरवठा नळ व नळिका	Water distribution mains and pipes
पाणीपुरवठा योजना	Water supply scheme
पाणीवाटप फूट	Water distribution system
पाणीवाटपाचे विभाग	Zoning of areas
पाणीवाटपाच्या टाक्या	Service reservoirs
पाण्याखालील बुडलेले	Submerged
पाण्याचा फ़िरफा	Filtration
पाण्याचे उगम	Sources of water supply
पाण्याचे गुणधर्म	Quality of water
पाण्याकरील उघडे	Exposed
पायझडप	Foot valve
पिंजरा	Cage
पुनरुज्जीवन	Regeneration
पूर-नियंत्रण	Flood control
पूर्व-	Pre
पूर्वतन्य	Prestress
पूर्वनिर्मित	Precast
पेशी-भिंत	Cell wall
पोकळ्या	Voids
प्रतवार	Graded
प्रतिवेलांटी	Inverted siphon

प्रतिशतमान	Percentage
प्रभावित कर्ब	Activated carbon
प्रभावी आकार	Effective size
प्रवर्धक	Oxidising agent
प्रवाहाची प्रत्यक्ष मोजणी	Actual gauging of stream flow
प्रस्तर	Stratum, strata
पुथकरण	Analysis
पुष्टशोधण क्रिया	Adsorption
प्रविदीकरण	Fluoridation
प्रविदीकरण निरास	Defluoridation
प्रविदे	Fluorides
प्राणिजन्य चिकट पदार्थ	Zoological jelly
प्राणी व वनस्पतिजन्य	Biological
प्राणीकरण	Oxidation
प्राथमिक निशेपण	Preliminary sedimentation

फ

फर्न पानाचा आकार	Fern shape
फ्लाट	Platform
फ्लारा पंप	Jet pump
फिरणारा फाटा	Rotating arm
फेनद	Soft
फेनदीकरण प्रक्रिया	Softening process

च

बसवी	Shoe
बहिर्मार्ग नियंत्रक	Outlet control
बहीरचाट नलिका	Outlet pipe
बहुतोडी नली	Manifold
बहुगुणित	Multiple
बंधरा	Weir
बाष्पदाव ऊर्ध्वपातन	Vapour compression distillation
बाष्पीभवन	Evaporation
विगर घाटातील जागा	Non-ghat areas
बिदुभंग हरिनीकरण	Break point chlorination

भ

भाग प्रतिदशलक्ष	Parts per million
भुयारी गटार योजना	Under ground drainage system
भूगर्भस्थ चर्चना	Geology
भूगर्भस्थ झरा	Under-ground spring
भूतलस्थ झरा	Surface spring
भूग्रस्तर भाग	Topography
भूपृष्ठमागावरील पाणी	Surface water
भूपृष्ठावरील एकूण वर्षात्क्वाण	Total surface run-off
भूस्तर शास्त्रीय	Geological
भूमिगत टाकी	Under-ground reservoir
भूमिगत पाणी	Ground water
भूमिजल पातळी	Ground water table
भूमिशोषण	Absorption
भोवरायुक्त प्रवाह	Eddies
भौतिक	Physical
भौतिक गुणधर्म	Physical characteristics

म

मध्यम पातळी	Medium level
मध्यापासून मध्यापर्यंतचे	Centre to centre
मलमूत्र	Sewage
मलिन जल	Waste water
मागणी रेषा	Demand line
मातीचे गोळे	Mud balls
मात्रा	Dose
मानके	Standards
मिश्रण पाट	Mixing channel
मिथून	Methane
मिठ-पडदा	Control valve, stop valve, cut-off valve
मुख्य गटार	Main drain
मुख्य पन्हळ	Main trough
मुक्त अमोनिया	Free ammonia

मुक्त क्लोरिन	Free chlorine
मुक्त द्वार	Waste valve
मूलक	Radicals
मेघवीजन	Seeding clouds
मैलापाणी	Sewage
मोकांश	Free board
मोज-टाकी	Measuring tank
मोजपट्टीयुक्त तरफ	Scale beam
मंदगती गलंतिका	Slow sand filter
मृत भाग	Dead zone

य

यांत्रिक गालन	Mechanical straining
---------------	----------------------

र

रचना	Design
रवराचे बळे	Rubber ring
रक्षणांश	Factor of safety
राखीव	Stand-by
रासायनिक	Chemical
रासायनिक गुणधर्म	Chemical properties
रासायनिक शुद्धता	Chemical purity
रेणुभार	Molecular weight
रोग उत्पन्न न करणारे जीवजंतू	Non-pathogenic bacteria
रोगजंतू	Bacteria causing diseases
रोगजंतुमुक्त	Disinfection
रोगजंतु-विनाशके	Disinfectants
रोगजंतु-विनाशन	Disinfection

ल

लघुमंडल	Short circuit
लहरीची लांबी	Wave length

व

वर्गवारी	Classification
वर्तुलाकार वीरक	Circular weir

चलय पद्धत	Ring system
बर्वालिवणांक	Coefficient of run-off
बहमापन	Titration
ब्ययकोच दर नियंत्रक	Venturi rate controller
व्युत्कम जलाभिसरण	Reverse osmosis
वृक्षवत पद्धत	Tree system
वाताकर्पक पंप	Air lift pump
वाया जाणारे व नासधूस होणारे	Leakage and wastage
वायुमिश्रण	Aeration
वार्षिक साठा	Annual storage
वाहकता	Permeability
वाहकता गुणांक	Permeability coefficient
विकुरलेले	Disturbed
विचालक	Deflector
वितरण उंची	Delivery head
वितरण नळी	Delivery pipe
विद्युत जाळी पृथक्करण पद्धत	Electrical network analyzer method
विद्युत द्विविश्लेषण	Electric-dialysis
विद्युत भार	Electric charge
विद्युत विघटनादी बदल	Electrolytic changes
विद्युत	Dissolved
विद्युत अशुद्धे	Dissolved impurities
विनिमय	Exchange
विपरीत जलाभिसरण	Reverse osmosis
विभाग	Zone
विभाजन पद्धत	Fission
विरंजक चूर्ण	Bleaching powder
विवरे	Intake openings
विश्वासपत्र	Reliable
विशिष्ट भाग	Specials
विस्तार-संधि-जोड	Expansion joint
वेगीय उंची घट	Velocity head loss
वेगीय पंप	Velocity pump

श

शाखा
शोषण नलिका
शोधित ऑक्सिजन

Theory
Suction pipe
Oxygen absorbed

स

सखल पातळी
समतोल करणारे सरकते वजन
समपर्जन्य रेषा
समराशी प्रमाण
समान-नळ-पद्धत
समानीकरण
समावेश कार्यशमता
समाहरण
सरसासारखा
सर्वेत्र सारखे
सर्वाधिक शक्यता निर्देशांक
संकलित
संकर्षक
संकर्षक जलदगती गलंतिका
संकर्षक पद्धती
संयुक्ते
संयोग
संहारशक्ती
सिंचाई
सुरक्षित उपलब्धता
सूत्र
सूक्ष्मजंतु
सूक्ष्म जीवजंतु-विरहित

Low lying area
Moving counter weight
Isohyetal lines
Direct proportion
Equivalent pipe method
Equalisation
Overall efficiency
Concentration
Gelatinous
Uniformly
Most probable number
Cumulative
Gravitational force
Gravity type rapid filter
Gravity system
Compounds
Contact
Destructive power
Irrigation
Safe yield
Formula
Bacteria
Bacteriological purity, bacteria
free
Fineness
Microscopic examination
Micrometer valve
Organic

सौर ऊर्ध्वपातन	Solar distillation
स्थलवाचक	Topographical
स्थिरांक	Constant
खाल्य	Effluent
स्पर्शरेषा	Tangent line

ह

हरिनीकरण	Chlorination
हरिनीकरण निरास	Dechlorination
हरिनीकरण निरासकारक	Dechlorination agent
हवामुक्तता झडप	Air release valve
हवेची टाकी	Air chamber
हवेचे बुडबुडे बांधले जाणे	Air binding
हंगामी कठिणता	Temporary hardness
हार्डी क्रॉस पद्धत	Hardy cross method
हितकारक	Wholesome
हिरवी वाळू	Green sand

क्ष

क्षमता	Capacity
--------	----------

