# जलसुरक्षा

## इयत्ता नववी

# भारताचे संविधान

## भाग ४ क

## नागरिकांची मूलभूत कर्तव्ये

**अनुच्छेद ५१ क**

**मूलभूत कर्तव्ये – प्रत्येक भारतीय नागरिकाचे हे कर्तव्य असेल की त्याने –**

(क) प्रत्येक नागरिकाने संविधानाचे पालन करावे. संविधानातील आदर्शांचा, राष्ट्रध्वज व राष्ट्रगीताचा आदर करावा.

(ख) स्वातंत्र्याच्या चळवळीला प्रेरणा देणाऱ्या आदर्शांचे पालन करावे.

(ग) देशाचे सार्वभौमत्व, एकता व अखंडत्व सुरक्षित ठेवण्यासाठी प्रयत्नशील असावे.

(घ) आपल्या देशाचे रक्षण करावे, देशाची सेवा करावी.

(ङ) सर्व प्रकारचे भेद विसरून एकोपा वाढवावा व बंधुत्वाची भावना जोपासावी. स्त्रियांच्या प्रतिष्ठेला कमीपणा आणतील अशा प्रथांचा त्याग करावा.

(च) आपल्या संमिश्र संस्कृतीच्या वारशाचे जतन करावे.

(छ) नैसर्गिक पर्यावरणाचे जतन करावे. सजीव प्राण्यांबद्दल दयाबुद्धी बाळगावी.

(ज) वैज्ञानिक दृष्टी, मानवतावाद आणि जिज्ञासूवृत्ती अंगी बाळगावी.

(झ) सार्वजनिक मालमत्तेचे जतन करावे. हिंसेचा त्याग करावा.

(ञ) देशाची उत्तरोत्तर प्रगती होण्यासाठी व्यक्तिगत व सामूहिक कार्यात उच्चत्वाची पातळी गाठण्याचा प्रयत्न करावा.

(ट) ६ ते १४ वयोगटातील आपल्या पाल्यांना पालकांनी शिक्षणाच्या संधी उपलब्ध करून द्याव्यात.

शासन निर्णय क्रमांक : अभ्यास – २११६ (प्र.क्र.४३/१६) एसडी–४ दिनांक २५.०४.२०१६ अन्वये स्थापन करण्यात आलेल्या समन्वय समितीच्या दिनांक ३०.०१.२०२० रोजीच्या बैठकीमध्ये हे पाठ्यपुस्तक सन २०२०–२१ या शैक्षणिक वर्षापासून निर्धारित करण्यास मान्यता देण्यात आली आहे.

# जलसुरक्षा

## इयत्ता नववी

U1V9X9

आपल्या स्मार्टफोनवरील DIKSHA APP द्वारे पाठ्यपुस्तकाच्या पहिल्या पृष्ठावरील Q. R. Code द्वारे डिजिटल पाठ्यपुस्तक व पाठासंबंधित अध्ययन अध्यापनासाठी उपयुक्त दृक्–श्राव्य साहित्य उपलब्ध होईल.

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे

प्रथमावृत्ती : 2020
पुनर्मुद्रण : 2022

© महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे 411 004.
महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळाकडे या पुस्तकाचे सर्व हक्क राहतील. या पुस्तकातील कोणताही भाग संचालक, महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ यांच्या लेखी परवानगीशिवाय उद्‍धृत करता येणार नाही.

**विषय समिती :**

**श्री. चंद्रकांत दळवी, अध्यक्ष**
श्री. पोपटराव पवार
श्री. सुरेश खानापूरकर
डॉ. दत्ता देशकर
श्री. उपेंद्र धोंडे
डॉ. उमेश मुंडल्ये
डॉ. दि. मा. मोरे
डॉ. इरफान अजिज इनामदार
डॉ. मंजुषा मोरे
डॉ. प्राची राहुल चौधरी
डॉ. नंदा संतोष हरम
श्री. विकास गुणवंतराव जाधव
श्री. रुपेश दिनकर ठाकूर
श्री. शितलकुमार सोपानराव भोंग
श्री. राजीव अरुण पाटोळे, सदस्य सचिव

**विषय अभ्यास गट :**

श्री . प्रमोद बळीराम जाधव
श्री . सुधीर आप्पया आमनगी
श्री. दयाशंकर विष्णू वैद्य
श्री. दिलिप विष्णू धनावडे
श्री. प्रशांत पंडीतराव कोळसे
श्री. गजानन नागोजीराव मानकर
डॉ. शेख मोहम्मद वाकिओद्‌दीन एच.
श्री. सिराज अन्वर मोहम्मद मिरान
श्री. सचिन शंकर जाधव

**मुखपृष्ठ व सजावट :**
**श्री. विवेकानंद शिवशंकर पाटील**

**अक्षरजुळणी :**
मुद्रा विभाग, पाठ्यपुस्तक मंडळ, पुणे.

**संयोजक**
**श्री. राजीव अरुण पाटोळे**
विशेषाधिकारी, शास्त्र विभाग
विषय - जलसुरक्षा
पाठ्यपुस्तक मंडळ, पुणे.

**कागद :**
70 जी.एस.एम. क्रिमवोव्ह

**मुद्रणादेश :**
N/PB/2022-23/30,000

**मुद्रक :**
ELEGANT OFFSET PRINTERS PVT. LTD., KOLHAPUR

**निर्मिती**
**श्री. सच्चितानंद आफळे**
मुख्य निर्मिती अधिकारी
**श्री. प्रशांत हरणे**
निर्मिती अधिकारी

**प्रकाशक**
**श्री. विवेक उत्तम गोसावी**
**नियंत्रक**
पाठ्यपुस्तक निर्मिती मंडळ,
प्रभादेवी, मुंबई-25.

DISCLAIMER Note: All attempts have been made to contact copy righters © but we have not heard from them. We will be pleased to acknowledge the copy right holder (s) in our next edition if we learn from them.

# भारताचे संविधान

## उद्देशिका

**आम्ही, भारताचे लोक, भारताचे एक सार्वभौम समाजवादी धर्मनिरपेक्ष लोकशाही गणराज्य** घडविण्याचा
व त्याच्या सर्व नागरिकांस:

सामाजिक, आर्थिक व राजनैतिक **न्याय;**
विचार, अभिव्यक्ती, विश्वास, श्रद्धा
व उपासना यांचे **स्वातंत्र्य;**
दर्जाची व संधीची **समानता;**

निश्चितपणे प्राप्त करून देण्याचा
आणि त्या सर्वांमध्ये व्यक्तीची प्रतिष्ठा
व राष्ट्राची एकता आणि एकात्मता
यांचे आश्वासन देणारी **बंधुता**
प्रवर्धित करण्याचा संकल्पपूर्वक निर्धार करून;

**आमच्या संविधानसभेत**
आज दिनांक सव्वीस नोव्हेंबर, १९४९ रोजी
**याद्वारे हे संविधान अंगीकृत आणि अधिनियमित करून स्वत:प्रत अर्पण करीत आहोत.**

## राष्ट्रगीत

जनगणमन–अधिनायक जय हे
भारत–भाग्यविधाता ।
पंजाब, सिंधु, गुजरात, मराठा,
द्राविड, उत्कल, बंग,
विंध्य, हिमाचल, यमुना, गंगा,
उच्छल जलधितरंग,
तव शुभ नामे जागे, तव शुभ आशिस मागे,
गाहे तव जयगाथा,
जनगण मंगलदायक जय हे,
भारत–भाग्यविधाता ।
जय हे, जय हे, जय हे,
जय जय जय, जय हे ।।

## प्रतिज्ञा

भारत माझा देश आहे. सारे भारतीय माझे बांधव आहेत.

माझ्या देशावर माझे प्रेम आहे. माझ्या देशातल्या समृद्ध आणि विविधतेने नटलेल्या परंपरांचा मला अभिमान आहे. त्या परंपरांचा पाईक होण्याची पात्रता माझ्या अंगी यावी म्हणून मी सदैव प्रयत्न करीन.

मी माझ्या पालकांचा, गुरुजनांचा आणि वडीलधाऱ्या माणसांचा मान ठेवीन आणि प्रत्येकाशी सौजन्याने वागेन.

माझा देश आणि माझे देशबांधव यांच्याशी निष्ठा राखण्याची मी प्रतिज्ञा करीत आहे. त्यांचे कल्याण आणि त्यांची समृद्धी ह्यांतच माझे सौख्य सामावले आहे.

# प्रस्तावना

विद्यार्थी मित्रांनो,

इयत्ता नववीच्या वर्गात तुम्हां सर्वांचे स्वागत आहे. राष्ट्रीय अभ्यासक्रम आराखडा 2005, राज्य अभ्यासक्रम आराखडा 2010, राज्य माध्यमिक शिक्षण अभ्यासक्रम 2012 आणि पुनर्रचित माध्यमिक शिक्षण अभ्यासक्रम 2016 नुसार तुम्ही विविध विषयांचे अध्ययन करत आहात. माध्यमिक शिक्षण पुनर्रचित अभ्यासक्रमानुसार शासन निर्णय क्र. संकीर्ण 2019/ प्र.क्र. (243/19) एस.डी 4 दिनांक 8 ऑगस्ट 2019 नुसार माध्यमिक शिक्षण स्तरासाठी जलसुरक्षा हा अनिवार्य श्रेणी विषय सन 2020-21 या शालेय वर्षापासून निर्धारित करण्यात आला आहे. जलसुरक्षा ह्या विषयाचे इयत्ता नववीचे पाठ्यपुस्तक तुमच्या हाती देताना आम्हांला विशेष आनंद होत आहे. प्राथमिक स्तरापासून ते आतापर्यंत विविध विषयांच्या अध्ययनातून तुमच्या व्यक्तिमत्वामध्ये विविध क्षमतांचा विकास झालेला आहे.

तुम्हां सर्वांना माहीतच आहे की सभोवताली , पर्यावरणामध्ये विविध प्रकारच्या समस्या निर्माण झालेल्या आहेत. त्या विविध घटकांवर आधारित आहेत. शालेय स्तरावर विद्यार्थ्यांनी या समस्यांचा अभ्यास करून त्यावर उपाययोजना सुचविणे व त्यादृष्टीने वर्तन करणे हा मुख्य उद्देशसुद्धा अभ्यासक्रमाने निश्चित केलेला आहे. तोच उद्देश समोर ठेवून जलसुरक्षा या विषयाची मांडणी करण्यात आलेली आहे. जलसुरक्षा या विषयाचे अध्ययन करताना तुम्हांला तुमच्या आजूबाजूची परिस्थिती, संबंधित घटक यांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करावे लागेल. या विषयातील विविध संकल्पना, संबोध, तत्वे, सिद्धांत समजून घ्या व त्यांची दैनंदिन व्यवहाराशी सांगड घाला. जलशिक्षण, जलसंधारण, जलव्यवस्थापन व जलगुणवत्ता या प्रमुख घटकांचा समावेश या विषयामध्ये करण्यात आला आहे. जलसुरक्षा विषयाची मांडणी करताना पाठ्यपुस्तक जाणीवपूर्वक माहिती व कृतीवर आधारित असे तयार करण्यात आलेले आहे. विषयाच्या संपूर्ण माहितीचे उपयोजन तुम्हाला उपक्रम व प्रकल्पांच्या माध्यमातून करावयाचे आहे .

जलसुरक्षा या पाठ्यपुस्तकाचा मूळ हेतू हा आपल्या दैनंदिन जीवनाशी निगडित असलेले जलसुरक्षाविषयक ज्ञान आणि त्याचे उपयोजन समजून घ्या व इतरांना समजावा हा आहे. पाठ्यपुस्तकामध्ये विविध संकल्पना , संबोध हे आकृती, कृतींच्या माध्यमातून स्पष्ट करून सांगितल्या आहेत. सोबत स्वाध्यायही दिलेले आहेत. विषय व्यवस्थित समजण्यासाठी या सर्व कृती , प्रयोग तुम्ही स्वत: करून पहा. विविध कृती तसेच प्रयोग करत असताना तुमच्या शिक्षकांची, पालकांची आणि वर्गातील सहकाऱ्यांची मदत घ्या. अध्ययन केलेल्या ज्ञानाचा सहसंबंध तुमच्या दैनंदिन जीवनाशी जोडा.

आजच्या तंत्रज्ञानाच्या वेगवान युगात संगणक, स्मार्टफोन हे तर तुमच्या परिचयाचे आहेत. त्यामुळे जलसुरक्षा या पाठ्यपुस्तकातून अध्ययन करताना माहिती संप्रेषण तंत्रज्ञानाच्या साधनांचा सुयोग्य वापर करा. कृती व प्रयोग करताना विविध उपकरणे, महत्त्वाचे साहित्य हाताळताना काळजी घ्या व इतरांनाही काळजी घ्यायला सांगा. कृती, निरीक्षणे करताना पर्यावरण संवर्धनाचाही प्रयत्न करा. वनस्पती, प्राणी यांना इजा, त्यांची हानी होणार नाही याची काळजी घ्या. हे पाठ्यपुस्तक वाचताना, अभ्यासताना आणि समजून घेताना तुम्हांला त्यातील आवडलेला भाग तसेच अभ्यास करताना येणाऱ्या अडचणी, पडणारे प्रश्न आम्हांला जरूर कळवा.

तुम्हांला तुमच्या शैक्षणिक प्रगतीसाठी हार्दिक शुभेच्छा.

( विवेक गोसावी )
**संचालक**
महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व
अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ , पुणे

पुणे
दिनांक : 21फेब्रुवारी 2020
भारतीय सौर : 2 फाल्गुन 1941

## इयत्ता 9 वी जलसुरक्षा : क्षमता विधाने

| प्रकरण | क्षमता विधाने |
|---|---|
| घटक 1 : जलशिक्षण | 1. जलचक्रातील विविध पायऱ्यांची नावे सांगता येणे.<br>2. जलचक्र यातील प्रत्येक पायरीत घडणाऱ्या प्रक्रियांचे वर्णन करता येणे.<br>3. जलचक्राची शास्त्रीय कारणमीमांसा स्पष्ट करता येणे.<br>4. आपल्या परिसरातील ढग पाहून त्यांचा प्रकार ओळखता येणे.<br>5. पाऊस पडण्याची प्रक्रिया वर्णन करता येणे.<br>6. स्वतःच्या प्रदेशातील पावसाचा प्रकार ओळखता येणे.<br>7. झिरपा आणि अपधाव यांतील फरक सांगता येणे.<br>8. आपल्या परिसरातील नद्यांचा प्रकार सांगता येणे.<br>9. नदीमुळे तयार होणाऱ्या भूरूपांचा प्रकार सांगता येणे.<br>10. नदी परिसंस्थेतील घटकांचा सहभाग स्पष्ट करता येणे.<br>11. आपल्या जिल्ह्यातील नदी प्रणालीचा नकाशा तयार करता येणे.<br>12. नदीचे उपयोग सांगता येणे.<br>13. नदीकाठी होणारे विविध धार्मिक विधी, विविध प्रकारच्या कृती यांचे योग्य व अयोग्य असे वर्गीकरण करता येणे.<br>14. नदी बचावासाठी उपाययोजना स्पष्ट करून नदीची काळजी घेता येणे.<br>15. पाणलोट क्षेत्राचे वर्गीकरण सांगता येणे.<br>16. आपल्या परिसरातील पाणलोट क्षेत्राचा प्रकार सांगता येणे.<br>17. पर्जन्याचे गुणधर्म स्पष्ट करता येणे.<br>18. पावसाच्या पाण्याचे वितरण आणि भूजलाचे प्रकार स्पष्ट करता येणे.<br>19. जलधराचे प्रकार आणि वैशिष्ट्ये समजून घेऊन आपल्या जिल्ह्याचे जलधर प्रकार ओळखता येणे.<br>20. आपल्या जिल्ह्यातील / तालुक्यातील माती व खडकांचे निरीक्षण करून प्रकार ओळखता येणे. |
| घटक 2 : जलसंधारण | 1. जलसंधारण विभागाचे कार्य समजून घेऊन आपल्या भागातील या विभागाच्या कार्याचा आढावा घेता येणे.<br>2. विविध जलसंधारण पद्धतींतून आपल्या परिसरासाठी उपयुक्त अशी पद्धती सुचविता येणे.<br>3. पर्जन्य जलसंधारणाचे फायदे लक्षात घेऊन त्यासंबंधीची उपाययोजना करता येणे.<br>4. भूजल पुनर्भरण आणि भूगर्भाची रचना यांचा संबंध समजून घेता येणे आणि त्यानुसार पुनर्भरण पद्धतीची निवड करता येणे.<br>5. छतावरील पाण्याचा उपयोग पुनर्भरणासाठी करता येणे.<br>6. आपल्या परिसरात पडणाऱ्या पावसाचे गणित करता येणे.<br>7. भूजल पुनर्भरण प्रक्रियेत शोषखड्ड्यांचे महत्त्व सांगता येणे.<br>8. विहिरी आणि कूपनलिका यांचे पुनर्भरण करताना घ्यावयाची काळजी स्पष्ट करता येणे. |

| | |
|---|---|
| **घटक 3 : जलव्यवस्थापन** | 1. पाणी वापराचा हिशेब मांडून त्यावरून कुटुंब, गाव, शहर यांच्यासाठी लागणाऱ्या पाण्याचा वापर काढता येणे.<br>2. उद्योगधंद्यासाठी लागणाऱ्या पाण्याचे महत्त्व स्पष्ट करता येणे.<br>3. पाणी बचतीचे महत्त्व लक्षात घेऊन पाणीगळती थांबवण्यासाठी समाजामध्ये जागृती निर्माण करता येणे.<br>4. पाणी बचतीच्या विविध पद्धती समजून घेऊन त्यांचा अंगीकार करता येणे.<br>5. शासनातर्फे राबविण्यात येणाऱ्या पाणीबचतविषयक प्रयत्नांची माहिती मिळविता येणे.<br>6. पाण्याचा अपव्यय टाळण्यासंबंधीच्या सवयींची समाजात जाणीव जागृती करता येणे.<br>7. पाण्याचे महत्त्व इतरांना पटवून देता येणे.<br>8. पाण्याचे विविध स्रोत ते घर हा पाण्याचा प्रवास स्पष्ट करता येणे.<br>9. जलशुद्धीकरणाच्या प्रक्रियेचे वर्णन करता येणे. |
| **घटक 4 : जल गुणवत्ता** | 1. पाण्याच्या गुणवत्तेवर परिणाम करणाऱ्या घटकांची माहिती सांगता येणे.<br>2. पाण्याच्या गुणवत्तेसाठी आवश्यक असणाऱ्या घटकांची नावे सांगता येणे.<br>3. सांडपाणी व्यवस्थापनासाठी आवश्यक उपाययोजना सुचविता येणे.<br>4. पिण्यायोग्य पाण्याचे गुणधर्म / पाण्याच्या गुणवत्तेचे निकष सांगता येणे.<br>5. घरगुती पातळीवर पाण्याची गुणवत्ता टिकविण्यासाठी योग्य पाणी साठवणुकीच्या पद्धती तसेच पाणी निर्जंतुक करण्याच्या पद्धतींचे वर्णन करता येणे.<br>6. जलप्रदूषणाची कारणे समजून घेऊन परिसरातील जलस्रोताच्या प्रदूषणाचा आढावा येणे.<br>7. परिसरातील जलप्रदूषण थांबविण्यासाठी आवश्यक उपाययोजना सुचविता येणे. |

## शिक्षक व विद्यार्थ्यांसाठी ....

इयत्ता नववी जलसुरक्षा या विषयाच्या माध्यमातून दैनंदिन जीवनामध्ये आवश्यक अशा माहितीची ओळख करून दिलेली आहे. आपल्या सभोवताली असणारी विविध प्रकारची परिस्थिती, काही महत्त्वाच्या समस्या व त्यांच्या दैनंदिन जीवनावर विपरीत परिणाम होऊ नये यासाठी करावयाच्या उपाययोजना या संदर्भाने जाणीव निर्माण करणे आणि त्यातून सकारात्मक दृष्टिकोन विकसित करण्याचा प्रयत्न करण्यात आलेला आहे. व्यक्तिमत्त्वातील शोधक वृत्ती, कार्यक्षमता व नेतृत्व करण्याची भावना या सर्वांच्या विकासासाठी प्रयत्न करणे आवश्यक आहे. जलसुरक्षा विषयाचे अध्ययन आणि अध्यापन करताना विषयातील माहिती फक्त जाणून घेणे हा उद्देश न ठेवता निरीक्षणाच्या, तुलनेच्या माध्यमातून तर्क लावणे, अनुमान करणे आणि त्या आधारे निष्कर्ष मांडणी करणे या पायऱ्यांचा वापर करावा लागणार आहे. हा विषय समजून घेताना व इतरांना समजावताना देण्यात आलेल्या कृती करून, त्यांचा स्वत: अनुभव घेऊन व मिळालेल्या माहितीचे योग्य उपयोजन करणे आवश्यक आहे. विषयाची मांडणी करत असताना जलसुरक्षा या मुख्य विषयामध्ये जलशिक्षण, जलसंधारण, जलव्यवस्थापन आणि जलगुणवत्ता या मुख्य घटकांचा अंतर्भाव करण्यात आलेला आहे. त्यानुसार प्रत्येक घटकाच्या अंतर्गत विविध प्रकरणे समाविष्ट करण्यात आलेली आहेत. या प्रकरणाची मांडणी करत असताना ती फक्त माहिती स्वरूपात न देता विविध आकृत्या, छायाचित्रे यांनी युक्त अशी करण्यात आली आहेत. देण्यात आलेली माहिती ही विविध कृती, प्रयोग यांनी युक्त अशी आहे. विचारप्रक्रियेला चालना मिळावी यासाठी चर्चा करा, निरीक्षण करा, सांगा पाहू अशी शीर्षके देण्यात आलेली आहेत. जादाच्या महत्वपूर्ण माहितीसाठी माहीत आहे का तुम्हाला हे शीर्षक देण्यात आले आहे. या विषयाच्या माध्यमातून आपल्या सभोवताली आढळून येणाऱ्या किंबहुना आपल्याला व्यक्तीश: जाणवणाऱ्या पाणी संकट, पाणी टंचाई अशा अनेक समस्यांवर आपली भूमिका, कृती व वर्तन समाजोपयोगी करायचे आहे. त्यातून स्वत:ला व समाजाला घडविण्यासाठी मदत करायची आहे.

# जलसुरक्षा

## इयत्ता नववी

# अनुक्रमणिका


| अ.क्र | घटक | प्रकरण | पृष्ठ क्र |
|---|---|---|---|
| 1 | जलशिक्षण | 1. जलचक्र | 1 |
| | | 2. नदी प्रणाली | 7 |
| | | 3. पाणलोट क्षेत्र आणि पाणी प्रकार | 13 |
| | | 4. माती व खडक प्रकार | 23 |
| 2 | जलसंधारण | 1. जलसंरचना | 26 |
| | | 2. जलसंधारण – संकल्पना | 31 |
| | | 3. पाणलोट क्षेत्र व उपचार | 36 |
| | | 4. जलपुनर्भरण | 41 |
| 3 | जलव्यवस्थापन | 1. पाणी जीवनाचा आधार | 47 |
| | | 2. आपला पाणी वापर | 49 |
| | | 3. पाण्याचा प्रवास – धरण ते घर | 52 |
| | | 4. जल व्यवस्थापन म्हणजे काय ? | 56 |
| 4 | जलगुणवत्ता | 1. पाण्याची गुणवत्ता व निकष | 61 |
| | | 2. पाण्याची गुणवत्ता कशी टिकवावी ? | 68 |
| | | 3. जलप्रदूषण – कारणे, परिणाम व उपाय | 71 |

# घटक 1 : जलशिक्षण

## प्रकरण 1 : जलचक्र

पृथ्वीवरील एकूण पृष्ठभागाच्या सुमारे 71 टक्के भाग पाण्याने व्यापलेला आहे. हे पाणी बर्फाळ प्रदेश, गोड पाणी, महासागरातील खारे पाणी आणि वातावरणीय बाष्प अशा विविध स्वरूपांत आढळते. हा पाणीसाठा सतत एका स्वरूपातून दुसऱ्या स्वरूपात रूपांतरित होत असतो. म्हणजेच नद्यांमधून महासागरामध्ये आणि महासागरातून बाष्पीभवनाच्या प्रक्रियेने पुन्हा वातावरणामध्ये जात असतो. हे चक्र अविनाशी आहे आणि अखंडपणे सुरू असते.

### जलचक्र समजून घेऊ या.

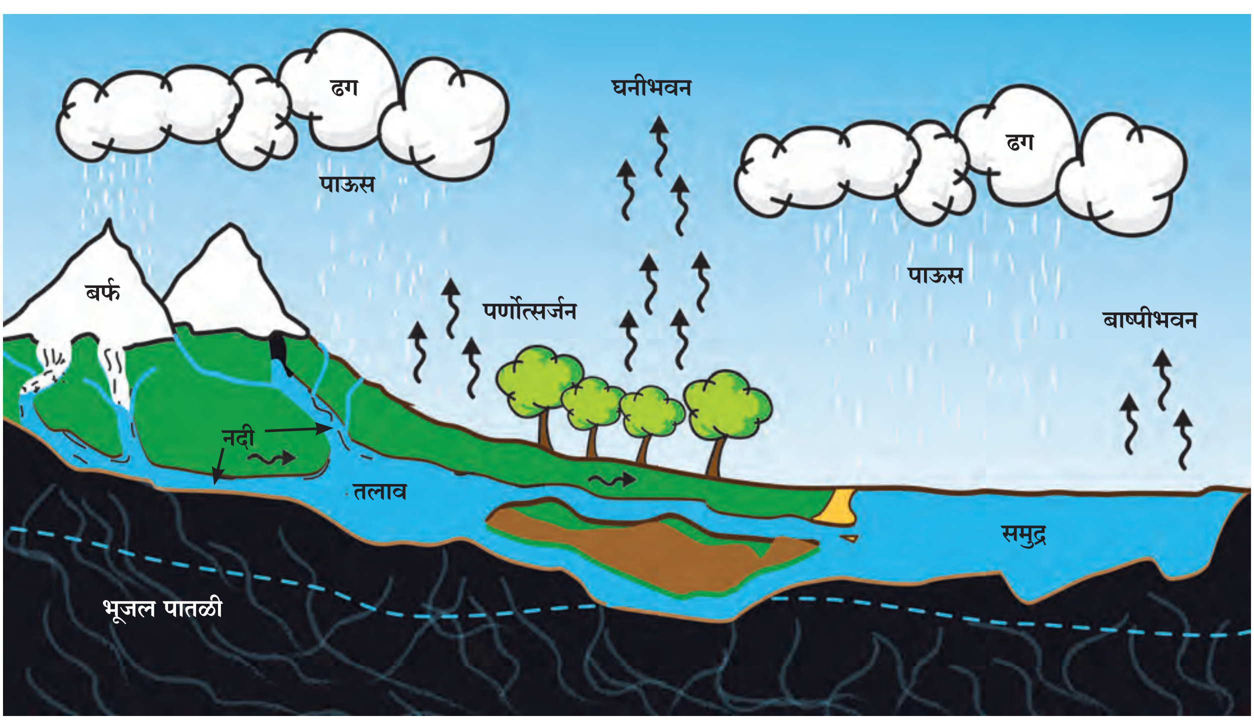
"सूर्याच्या उष्णतेमुळे समुद्रातील पाण्याची वाफ होते, ती हलकी असल्याने आकाशात वरवर जाते, त्यांचे एकत्रित ढग बनतात, त्यात पाणी असल्याने ते जड होतात, मग थंड हवा लागून त्या ढगांतून पाणी पावसाच्या रुपात खाली जमिनीवर पडते, हे पाणी नदी – ओढ्यांतून वाहत जाऊन पुन्हा समुद्राला मिळते" अशा प्रकारे समुद्रापासून निघून वेगवेगळ्या स्थितीतून प्रवास करत पाणी पुन्हा समुद्रालाच येऊन मिळते. म्हणजेच एक चक्र पूर्ण होते, यालाच जलचक्र असे म्हणतात.

समुद्राकडून समुद्राकडचा हा प्रवास पृथ्वीच्या वातावरणात, पृष्ठभागावर आणि भूगर्भात सातत्याने होत असणाऱ्या पाण्याच्या हालचाली आणि बाष्पीभवन, बाष्पोत्सर्जन, वनस्पतींच्या पानांतून होणारे बाष्पाचे पर्णोत्सर्जन, द्रवीभवन, पर्जन्य, झिरपा (जमिनीत मुरणे), अपधाव (पृष्ठभागावरून वाहणे), भूगर्भातून वाहणे इत्यादी क्रियांमुळे होत असतो. हे होत असताना पाणी द्रवरूप, वायुरूप आणि घनरूप अशा विविध अवस्थांमधून जाते.

प्रामुख्याने सागराच्या पाण्याचे बाष्पीभवन करणारा सूर्य हा जलचक्राचा प्रमुख भाग किंवा मुख्य घटक किंवा चालक आहे. जलचक्रातील बाष्पीभवन ही प्रक्रिया पाणी शुद्ध करून त्याचे भूजलावर पुनर्भरण करते. जलचक्र पृथ्वीवरील जीवसृष्टीच्या अस्तित्वासाठी अनिवार्य आहे.

### बाष्पीभवन :

उष्णतेमुळे पाण्याची वाफ होणे या प्रक्रियेला बाष्पीभवन असे म्हणतात. बाष्पीभवन हा जलचक्राचा एक आवश्यक भाग आहे. सूर्याच्या उष्णतेने (सौर ऊर्जा)




1.1.1 जलचक्र

समुद्र, तलाव, जमिनीतील ओलावा आणि पाण्याच्या इतर स्रोतांमधून पाण्याचे बाष्पीभवन होते.

जेवढे तापमान जास्त असेल, तेवढे बाष्पीभवनाचे प्रमाण जास्त असते. कमी तापमानास कमी बाष्पीभवन होते. द्रवाचा पृष्ठभाग जेवढा अधिक, तेवढा द्रवाच्या बाष्पीभवनाचा दर जास्त असतो. वायू स्वरूपातील पाण्याला (अथवा पाण्याच्या वाफेला) बाष्प असे म्हणतात.

**हे करून पहा :**

एका काचेच्या पेल्यात पाणी घेऊन उन्हात ठेवा व त्यावर झाकण ठेवा. तीस मिनिटानंतर पेल्याच्या आतील बाजूचे निरीक्षण करा. काय दिसले ते नोंदवा.

### घनीभवन :

जास्त उंचीवर हवेचा दाब कमी असल्याने बाष्पाचे तापमान कमी होऊ लागते. तापमान कमी झाल्यामुळे बाष्पाचे द्रवीभवन व्हायला सुरुवात होते. जोपर्यंत पाण्याचा सूक्ष्म थेंब वजनाने हलका असतो तोपर्यंत हवेत तोलून धरला जातो. जसजसे हे सूक्ष्म थेंब एकत्रित येऊन त्यांचे मोठे थेंब होऊ लागतात तसतसे त्यांचे आकाशाच्या मोठ्या भागात दिसू लागणाऱ्या ढगांत रूपांतर होते. अगदी जमिनीलगतच्या भागात हे बाष्प धुके म्हणूनही दिसते. वाऱ्यामुळे या बाष्पाचे वहन होते. ढगांमधील पाण्याचे सूक्ष्म बिंदू आकाराने आणि वजनाने वाढतात, एकमेकांवर आपटतात आणि अनुकूल परिस्थितीनुसार पृथ्वीवर पर्जन्यवृष्टी म्हणून पडतात. पर्जन्याचे विविध प्रकार आहेत. पाणी, पाणी आणि गारा यांची मिश्रवृष्टी, केवळ गारा, हिम असे प्रकार पृथ्वीवरील वातावरणाच्या भिन्न परिस्थितीनुसार पडतात.

### ढग म्हणजे नेमके काय ?

आकाशात जमून येणारे ढग हे सुद्धा पाण्याचेच एक रूप आहे. सूर्याच्या उष्णतेमुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून तसेच समुद्राच्या जलपृष्ठावरून पाण्याची वाफ होते. ती हलकी असल्यामुळे वातावरणात वरवर जाते. उंच वातावरणातील थंड हवेमुळे हवेतील रेणूंची वर जाण्याची क्रिया मंदावते. या मंदगतीमुळे हे वाफेचे रेणू त्यांच्या हालचालींमुळे एकत्र येऊन ते गोठण्याची क्रिया सुरू होते. याच काळात हवेमधील सूक्ष्म धूलिकण त्याच्याभोवती जमा होऊ लागतात. या कणांना गोठण्याचे केंद्रबिंदू (Condensation nuclei) असे म्हणतात. अशा प्रकारच्या अनेक सूक्ष्म कणांजवळ जमा झालेले बाष्प एकत्र येऊन त्यांचे घोस/पुंजके (droplets) तयार होतात. म्हणजेच त्यांचे ढगात रूपांतर होते.

### ढगांचे प्रकार :

आकाशातील ढगांचे दोन प्रकार पडतात.

**1. महाकाय किंवा प्रचंड मोठे ढग (Comulonimbus)**

पाण्याची वाफ गोठल्यामुळे, मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा निर्माण होते. ती या महाकाय ढगांमध्ये साठते. परिणामी गडगडाटी आवाज होऊन विजा चमकू लागतात. कधी मोठ्या अग्निगोलकाच्या रूपाने पृथ्वीवर कोसळतात. कधीकधी मोठे तुफान किंवा चक्रीवादळ होऊ शकते.

**2. वेड्या वाकड्या आकाराचे काळेकुट्ट किंवा राखट काळे ढग (Nimbostratus ) –**

या प्रकारच्या अतिशय मोठ्या ढगांमधून केव्हाही प्रचंड पर्जन्यवृष्टी होऊ शकते. कधी कधी हिमवर्षावही होऊ शकतो.

### ढग हवेमध्ये कसे तरंगतात ?

सूर्याच्या उष्णतेमुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग तापत असतो. त्यामुळे, भूपृष्ठावरील हवा हलकी होऊन वरवर जात असते. त्या वर जाणाऱ्या गरम हवेमुळे, ढगांमुळे सूक्ष्म स्वरूपातील जलकण जमिनीवर न पडता हवेत राहतात. त्याचप्रमाणे, वादळामुळेही, जमिनीवरची गरम हवा ढगांना तरंगत ठेवण्यास मदत करते.

पाण्याची वाफ हवेतील धूलिकणांवर गोठत गेल्यामुळे अति सूक्ष्म अशा या केंद्रकणांची निर्मिती होते. साध्या डोळ्यांनी हे कण दिसू शकत नाहीत. पण अशा केंद्रस्थानी राहणाऱ्या लाखो बाष्पयुक्त धूलिकणांमुळेच ढगांची निर्मिती होते. धूलिकणांवरील बाष्प गोठून राहताना, स्वत:बरोबर ढगांना तरंगत ठेवण्यास मदत करते.

### सांद्रीभवन :

हवेतील किंवा वातावरणातील बाष्पाचे तापमान कमी झाल्यामुळे पुन्हा जलकणांत रुपांतरित होण्याच्या क्रियेला सांद्रीभवन किंवा संघनन असे म्हणतात. असंपृक्त हवा किंवा 100% पेक्षा कमी सापेक्ष आर्द्रता असलेली हवा तापमान कमी होत गेल्याने थंड होऊ लागते. परिणामी तिची बाष्पधारण क्षमता कमी कमी होत जाते. शेवटी ही हवा बाष्पसंपृक्त बनते म्हणजेच तिची सापेक्ष आर्द्रता 100% होते.

असंपृक्त हवा ज्या विशिष्ट तापमानाच्या पातळींवर बाष्पसंपृक्त होते त्या तापमानाला किंवा तापमानाच्या पातळीला **दवबिंदू किंवा दवांक** असे म्हणतात.

वातावरणातील सांद्रीभवनाची क्रिया दोन घटकांवर अवलंबून असते. ते म्हणजे तेथील हवेची सापेक्ष आर्द्रता व हवेचे तापमान. आर्द्रतायुक्त हवेचे तापमान कमी होत गेल्यास ती बाष्पसंपृक्त बनते व मोठ्या प्रमाणात सांद्रीभवनाची क्रिया घडून येते. सांद्रीभवनाची क्रिया होताना वाफेचे रुपांतर जलकणात किंवा हिमकणात होत असते. या जलकणांच्या किंवा हिमकणांच्या निर्मितीस ज्या धूलिकणांची आवश्यकता असते त्यांना जलाकर्षण धुलीकण असे म्हणतात. सांद्रीभवनाची क्रिया होत असताना तापमानाची पातळी (दवबिंदू किंवा दवांक) जर गोठणबिंदूच्या वरती असेल तर बाष्पाचे रुपांतर (जलकणात) दव, धुके, ढग किंवा पाऊस अशा भिन्न स्वरुपात होताना दिसते. आणि जर, सांद्रीभवनाची क्रिया होताना दवबिंदू किंवा दवांक गोठणबिंदूच्या ($0^0$ c) च्या खाली असेल तर बाष्पाचे रुपांतर हिमकणात होते व दहिवर, गारा किंवा हिमवर्षा होते.

एकूणच सांद्रीभवनाच्या क्रियेसाठी हवेमध्ये भरपूर आर्द्रता असावी लागते आणि त्या हवेचे तापमानही कमी व्हावे लागते.

**माहीत आहे का तुम्हाला?**

1. वातावरणाचे तापमान खूप थंड होते, तेव्हाच बाष्प थंड होऊन ढगातील छोट्या थेंबाच्या रूपाने एकत्र येते. या तापमानाला जलबिंदू तापमान असे म्हणतात.
2. ढग निर्माण होण्याकरिता धूलिकणांची आवश्यकता असते.
3. स्नानगृहामध्ये गरम पाण्याची वाफ ज्याप्रमाणे आरशाच्या काचेवर गोठते, त्याचप्रमाणे, हवेतील बाष्प थंड तापमानात धूलिकणांभोवती जमते.
4. ढगातील जलदवबिंदू आणि पर्जन्यबिंदू यामध्ये फक्त आकाराचा फरक असतो.
5. ढगातून जमिनीवर येणारे सर्वच पावसाचे थेंब जमिनीपर्यंत पोहोचत नाहीत. अशा थेंबांना “Vibra” असे म्हणतात.

### पर्जन्यवृष्टी (वृष्टी/पर्जन्य) :

ढगांमधील आकाराने मोठे जलकण हवेत तरंगू न शकल्याने जलकणांची पावसाच्या स्वरूपात वृष्टी होते. ढगातून जमिनीकडे द्रवरूपात किंवा घनरूपात होणाऱ्या पाण्याच्या वर्षावास वृष्टी म्हणतात.

वृष्टीची रूपे खालीलप्रमाणे आहेत.

1. **हिमवर्षाव :** हवेचे तापमान गोठणबिंदूखाली गेल्यास बाष्पाचे थेट हिमकणांत रूपांतर होऊन होणाऱ्या घनरूपातील वृष्टीला हिमवृष्टी म्हणतात.
2. **गारपीट :** गारांच्या वृष्टीला गारपीट म्हणतात.

### पाऊस कसा पडतो?

भारतीय उपखंडात जो पाऊस पडतो त्याला मान्सून म्हणतात. मान्सून हा ‘माऊस्म’ या अरबी शब्दाचा अपभ्रंश आहे. त्याचा अर्थ मोसम असा होतो.

ढगांना वाऱ्याची जोड मिळाली की, त्यातील ढगांचे पुंजके पाण्याच्या वजनामुळे थेंबांच्या रूपाने खाली येऊ लागतात. काही मध्येच विरतात पण बहुतांशी थेंब वातावरणातून पृथ्वीपर्यंत पोहोचतात. त्यालाच आपण पाऊस असे म्हणतो. या काळात बाष्पयुक्त धूलिकणांचा आकार मोठा झालेला असतो. जेव्हा त्यांना स्वत:चे वजन पेलवत नाही, तेव्हा ढगांपासून वेगळे होऊन जमिनीवर पावसाच्या रूपाने कोसळतात.

1.1.2 पाऊस

बाष्पयुक्त गुच्छ जेव्हा मोठ्या प्रमाणात एकत्र येतात, तेव्हा दाट काळपट किंवा राखाडी रंगाचे ढग तयार होतात. सूर्यकिरणसुद्धा त्यांना भेदून पृथ्वीपर्यंत पोहोचू शकत नाहीत. अशा वेळी दिवसभरात सूर्यदर्शन होत नाही. एकत्र झालेले हे काळे ढग खूप उंचीपर्यंत वर जाऊ शकतात. खूप मोठे व काळे ढग उष्ण कटिबंधामध्ये सुमारे 15 किलोमीटरपर्यंत उंची गाठू शकतात. अशा प्रकारच्या ढगांमधून अतिशय जोरदार किंवा मुसळधार पर्जन्यवृष्टी होऊ शकते. काही वेळा ढगफुटी होऊन तेवढ्याच भागात पाणीच पाणी होऊन जाते.

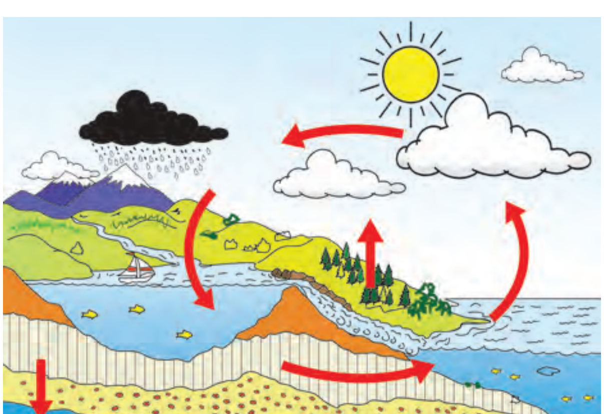
### पाण्याचा प्रवास :

वाफ, द्रव किंवा बर्फ अशा स्वरूपात पाणी पृथ्वीवर सर्वत्र उपलब्ध आहे. सूर्याच्या उष्णतेमुळे, उच्च तापमानामुळे, पाण्याचे स्थित्यंतर वाफेमध्ये होण्याचे कार्य अखंडपणे चालूच असते. तलाव, नदी, समुद्र अशा कोणत्याही प्रकारच्या उघड्या पाणीसाठ्यामध्ये हे कार्य अविरत सुरू असते. त्याचप्रमाणे, प्राणी आणि वनस्पती यांच्यामध्ये मुरलेल्या पाण्याचे बाष्पीभवनही चालूच असते. या बाष्पीभवनामुळे निर्माण झालेली वाफ हलकी होऊन वरवर जात असते. या सर्व वाफेचे ढग तयार होऊन, ते वातावरणात उंच-उंच जातात.

त्यामध्ये सूक्ष्म धुळीचे कण मिसळून निर्माण झालेले ढग उंचावरील वातावरणातील थंड हवेमुळे गोठून पाण्याचे थेंब तयार होतात. हे ढग वाऱ्याबरोबर वाहत असताना डोंगर किंवा उंच पर्वतरांगांमुळे अडतात व अधिक उंचावर जातात. एकत्र आलेल्या अशा ढगांचा आकारही वाढतो. त्याबरोबरच सूक्ष्म कणांनी बनलेले पाण्याचे थेंबही आकाराने मोठे व जड होतात आणि शेवटी पावसाच्या रूपाने, पुन्हा जमिनीवर कोसळतात.

हे पावसाचे पाणी डोंगरउतारावरून परत वाहत जाऊन त्याचे छोटे ओहळ - ओढ्यांचे स्वरूप घेतात आणि पुढे स्वत:च नदीचे रूप घेतात किंवा नदीला जाऊन मिळतात. काही वेळा तलावरूपाने मध्येच साठून राहू शकतात. दरम्यान हेच पाणी वनस्पती, अन्य प्राणी व मनुष्य यांची तहान भागवीत असते. सर्व वनस्पती जमिनीत मुरलेले पाणी त्यांच्या गरजेनुसार शोषून घेतात व पानांच्या माध्यमातून बाष्पोत्सर्जनाद्वारे वातावरणात सोडतात. असे हे चक्र वर्षानुवर्षे अखंडपणे चालू असते.

पृथ्वीवरील पाण्याचे अखंडपणे सुरू असलेले अभिसरण, महासागरावरून वातावरणात जाणाऱ्या, वातावरणातून जमिनीवर येणाऱ्या आणि जमिनीवरून पुन्हा महासागरात जाणाऱ्या पाण्याचे अभिसरण जलस्थित्यंतर चक्र किंवा जलचक्र या संज्ञेने संबोधिले जाते. पाण्याचे पृथ्वीवरील प्रमाण जवळपास स्थिर असले तरी वातावरणातून पाण्याचे रेणू बाहेर पडत असतात किंवा आत येत असतात. पाणी एका साठ्याकडून दुसऱ्या साठ्याकडे बाष्पीभवन, संघनन, अवक्षेपण (प्रेसिपिटेशन), अंतर्व्यापन (रन-ऑफ) आणि जमिनीखालील प्रवाह यांसारख्या भौतिक प्रक्रियांद्वारे वाहत असते. जसे नद्यांचे पाणी समुद्राला मिळते किंवा समुद्रातील पाणी वाफेच्या स्वरूपात वातावरणात मिसळते.



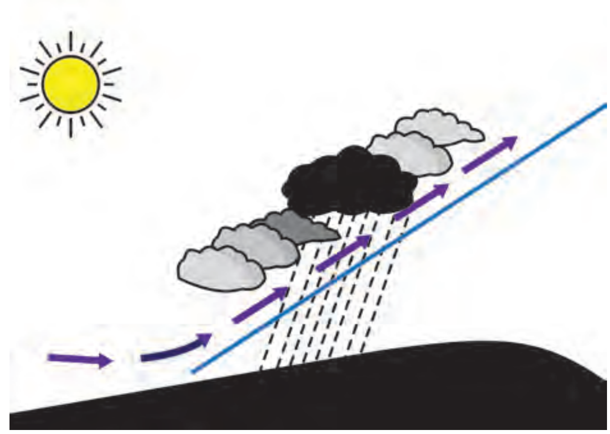
1.1.3 जलचक्र

हे घडत असताना पाणी स्थायू, द्रव, वायू या तीनही अवस्थांमधून रूपांतरित होते. जमिनीवर पडणाऱ्या पाण्यापैकी एक-तृतीयांश पाणी महासागराकडे पृष्ठीय अथवा अध:पृष्ठीय जलप्रवाहातून परत जाते. उरलेले दोन-तृतीयांश पाणी बाष्पीभवनामुळे व वनस्पतीच्या बाष्पोच्छ्वासामुळे पुन्हा वातावरणात प्रवेश करते. असे स्थूलमानाने पाण्याचे स्थित्यंतर चक्र सतत चालू असते.

### पावसाचे (पर्जन्याचे) प्रकार

#### 1. आरोह किंवा अभिसरण पर्जन्य :

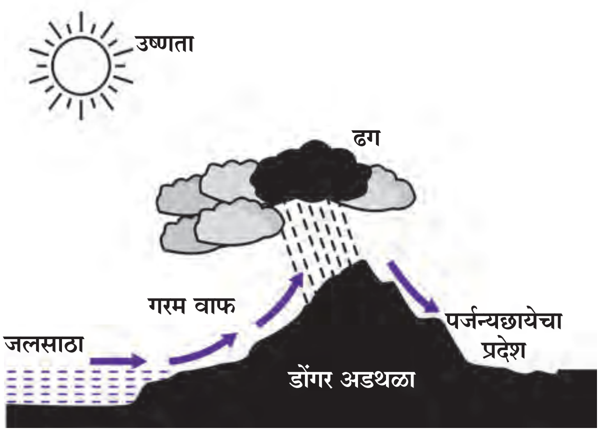
विशिष्ट उंचीवर गेल्यानंतर हवा थंड होते. हवेच्या अशा प्रकारे वरच्या दिशेस जाण्याच्या प्रक्रियेला 'आरोह' असे म्हणतात. थंड हवेची बाष्पधारण क्षमता कमी असते त्यामुळे या हवेचे सांद्रीभवन होऊन जलकणात रूपांतर होऊन पाऊस पडतो. ज्या प्रदेशात हवेची उर्ध्वगामी हालचाल मोठ्या प्रमाणात होते, तसेच क्षितिजसमांतर रेषेत ती फारशी होत नाही अशा प्रदेशात या प्रकारचा पाऊस पडतो. विषुववृत्तीय प्रदेशात असा पाऊस बहुधा दररोज दुपारनंतर पडतो.



1.1.4 आरोह किंवा अभिसरण पर्जन्य

### 2. प्रतिरोध पर्जन्य :

समुद्रावरून किंवा मोठ्या जलाशयावरून येणारे बाष्पयुक्त वारे मार्गात येणाऱ्या उंच पर्वतरांगांमुळे अडवले जाऊन पर्वताला अनुसरून वरवर जाऊ लागतात. उंचीवरील कमी तापमानामुळे या हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होते आणि पाऊस पडतो. अडथळ्यामुळे हा पाऊस पडतो म्हणून अशा पावसाला प्रतिरोध पर्जन्य म्हणतात.

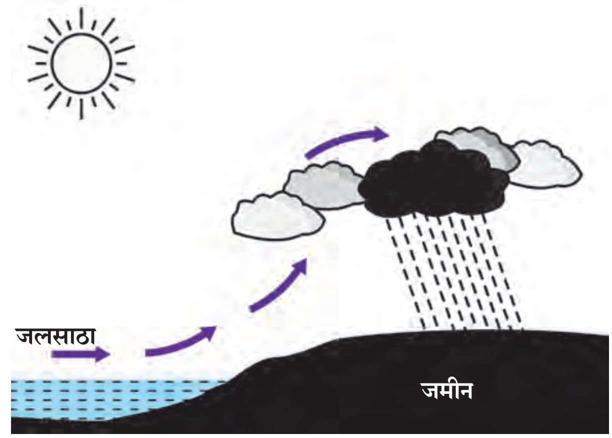



1.1.5 प्रतिरोध पर्जन्य

ज्या दिशेने वारे पर्वताला अनुसरून वरवर जातात, त्या उतारावर पाऊस जास्त पडतो, तर पर्वत ओलांडल्यावर येणाऱ्या भागात वाऱ्यातील बाष्पाचे प्रमाण कमी झाल्याने व हवेची बाष्पधारण क्षमता वाढल्यामुळे पावसाचे प्रमाण अतिशय कमी होते. अशा कमी पाऊस पडणाऱ्या प्रदेशाला 'पर्जन्यछायेचा प्रदेश' असे म्हणतात.

### 3. आवर्त पर्जन्य :

हवेत विशिष्ट ठिकाणी हवेचा कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो, त्यामुळे बाजूच्या प्रदेशातील वारे त्या दिशेने आकर्षिले जातात. चक्राकार दिशेत व प्रचंड वेगाने फिरणारे हे वारे वरच्या दिशेने जातात. यालाच चक्रवात किंवा **आवर्त** असे म्हणतात. एखाद्या प्रदेशात आवर्ताची किंवा चक्रवाताची निर्मिती होत असताना आवर्तातील हवा वर जाऊ लागते. हवा वर जात असताना तिचे तापमान कमी होऊन हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होते व पाऊस पडतो, अशा पर्जन्यास आवर्त पर्जन्य किंवा चक्रवात पर्जन्य म्हणतात. आवर्त एका ठिकाणाहून दुसरीकडे जात असतात ते ज्या प्रदेशावरून जातात तेथे पाऊस पडतो. अशा प्रकारचा पाऊस समशीतोष्ण पट्ट्यांमध्ये जास्त प्रमाणात पडतो. तसेच उष्ण पट्ट्यांमध्येदेखील काही प्रमाणात आवर्त पर्जन्य पडतो तो वादळी स्वरूपाचा असतो.




1.1.6 आवर्त पर्जन्य

जगात सर्वांत जास्त भागात वरील तीनही प्रकारच्या पावसापैकी प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस पडतो. आरोह प्रकारच्या पावसात तशी निश्चितता असते परंतु त्यामानाने प्रतिरोध व आवर्त पर्जन्यात अनिश्चितता असते. त्यामुळे या प्रकारांत काही वेळेस अतिवृष्टी, पूर, तर काही वेळा अवर्षणासारख्या आपत्तींना तोंड द्यावे लागते. महाराष्ट्राचा विचार करता पश्चिम घाटात प्रतिरोध पर्जन्य, मराठवाडा भागात पर्जन्यछायेचा प्रदेश म्हणून अवर्षण प्रवणता आणि विदर्भात बऱ्यापैकी निश्चितता आढळते.

पावसाचे पाणी झिरपून भूजल बनते किंवा जमिनीवरून वाहत जाऊन (अपधाव) समुद्राला मिळते.

### झिरपा :

भूपृष्ठावरून वाहणारे सगळेच प्रवाही पाणी नद्यांमध्ये जात नाही. काही पाण्याचा जमिनीत झिरपा होतो. असे जमिनीत मुरलेले पाणी म्हणजे भूजल. पृष्ठभागावरील पाण्याच्या अस्तित्वाचा (वाहण्याचा) काळ हा जमिनीची सच्छिद्रता, मृदेचा प्रकार, भूभागाचा उतार इ. बाबींवर अवलंबून असून पाणी प्रथम जमिनीलगतच्या मातीत आणि त्यानंतर खोलवर भूगर्भात झिरपते. जमिनीलगतच्या भूजलाचा पुनर्भरणा होतो. काही प्रमाणात हे पाणी जिवंत पाण्याचा झरा म्हणून भूपृष्ठावर येऊ शकते. खोलवर मुरलेले पाणी खूप काळपर्यंत जमिनीत साठवलेल्या अवस्थेत राहू शकते.

### अपधाव :

पाणलोट म्हणजे जमिनीचे असे क्षेत्र, ज्यावर पडणारे पावसाचे सर्व पाणी, एखाद्या विशिष्ट पाणीसाठ्यास येऊन मिळते. पाणलोट आकार, लांबी रुंदी, पर्जन्यमान, जमिनीचा पोत असे गुणधर्म जे एकमेकांशी निगडीत

असतात आणि त्यावरून पाणलोट क्षेत्राची पाणी जमा करण्याची वा जमिनीत मुरण्याची मर्यादा ठरते, ही मर्यादा ओलांडल्यानंतर पाणी जमिनीवरून धावू लागते त्यास अपधाव असे म्हणतात. अपधाव हा जलचक्राचा एक अविभाज्य भाग आहे. त्याचे नियमन व व्यवस्थापन करणे पाणलोट क्षेत्र विकासात अभिप्रेत असते. हे पाणी भूपृष्ठावरून ओहोळ, ओढे, नाले, नद्या यांच्या प्रवाहांद्वारे सागराकडे जाते.

भूपृष्ठावरील जलप्रवाह आणि भूजलातून येणारे पाणी हे भूसंरचनेनुसार तयार झालेल्या सरोवरांमध्येही साठवले जाते. नदीखोऱ्यांमध्ये सातत्याने पृष्ठीय जल आणि भूजल यांचे एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वहन होत असते. कालांतराने पाणी सागराला मिळते आणि जलचक्रातील त्यांचे स्थान बदलते.

## स्वाध्याय

1. जलचक्र म्हणजे काय?
2. जलचक्राचे मुख्य घटक कोणते?
3. जलचक्रातील विविध पायऱ्यांची नावे लिहा.
4. भारतातील खालील सर्वाधिक पावसाच्या ठिकाणांची माहिती घ्या.
   - अ. मौसीनराम
   - ब. चेरापुंजी
   - क. अगुंबे
   - ड. आंबोली
   - इ. ताम्हिणी
5. जलचक्रातील मुख्य प्रक्रिया सांगा.
6. जलचक्राची प्रतिकृती तयार करून वर्गात सादर करा.
7. पावसाच्या प्रवासाचे थोडक्यात वर्णन करा.
8. अपधाव आणि झिरपा यावर परिणाम करणारे घटक कोणते ?
9. पावसाचे प्रकार सांगा.
10. पर्जन्यमानाचा आणि जलचक्रातील इतर घटकांचा हिशेब ठेवणाऱ्या संस्थेस भेट द्या.
11. अपधाव आणि भूजलसंबंधी भूरूपे निरिक्षण करा.

# घटक 1 : जलशिक्षण

## प्रकरण 2 : नदी प्रणाली

आपण सर्वांनी मागील प्रकरणात जलचक्र समजून घेतलेच आहे.

**सांगा पाहू.**

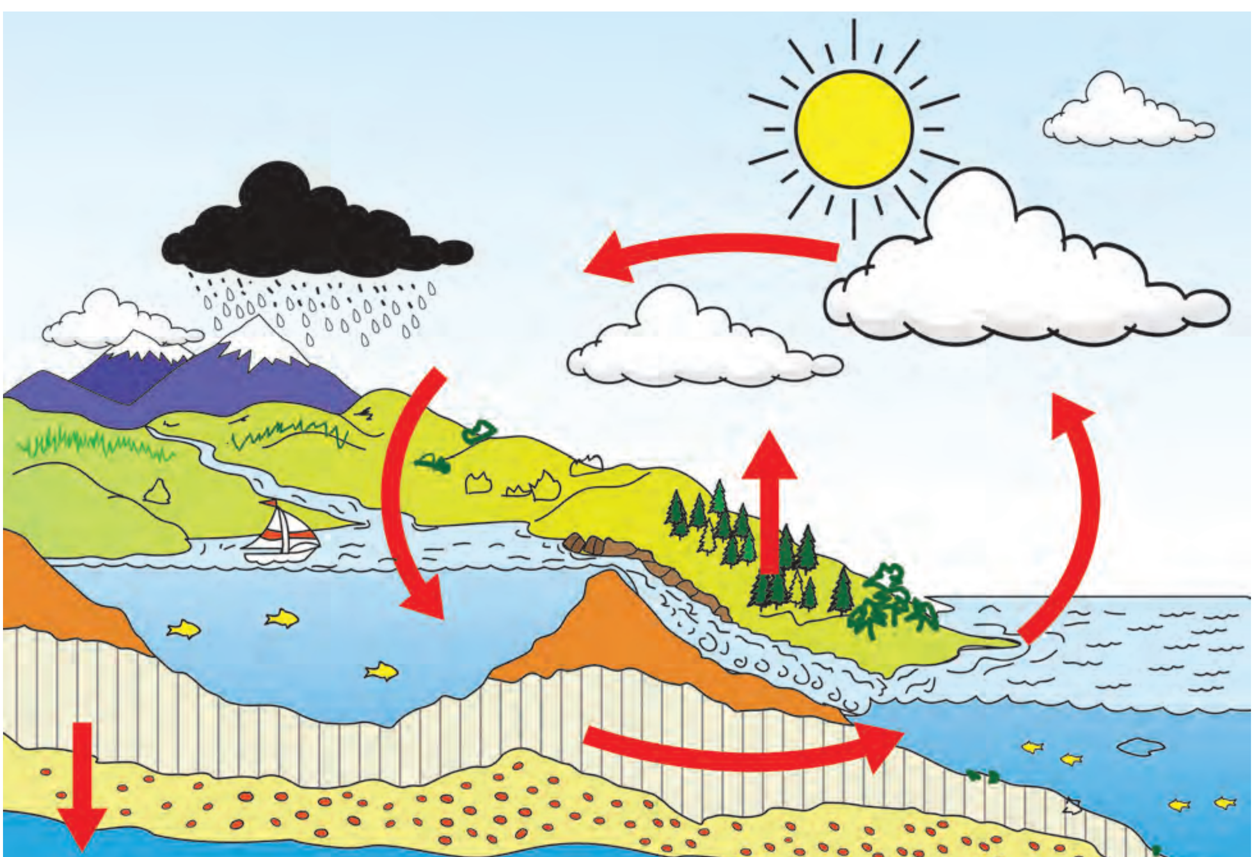
जलचक्रामध्ये कोणकोणत्या टप्प्यांमधून पाण्याचा प्रवास होत असतो ? आकृती पाहून प्रत्येक टप्प्यांची नावे लिहा.

सृष्टीमध्ये हे जलचक्र अव्याहतपणे चालू असते. नदी हा पाण्याच्या या चक्राचाच एक भाग आहे.

**नदीचा उगम :**

पाऊस पडला की लगेचच पाणी जमिनीवरून वाहताना दिसत नाही. पाऊस जसा सपाट जमिनीवर पडतो, तसाच तो डोंगर उतार, तलाव, समुद्र अशा जलसाठ्यांवरही पडतो. पाण्याच्या काही भागाचे, जमीन गरम असल्याने लगेचच बाष्पीभवन होते, काही भाग वनस्पती शोषून घेतात तर काही भाग माती खडकात झिरपून भूगर्भात जातो. जेव्हा कमी कालावधीत जास्त पाऊस पडतो, जमिनीत झिरपण्याची अथवा एका जागी साठण्याची मर्यादा ओलांडतो, तेव्हा हे पाणी काही वेळाने जमिनीवरून वाहताना दिसते त्यास अपधाव किंवा पाण्याचा प्रवाह म्हणतात. पाण्याचा असा प्रवाह मग सतत उताराच्या दिशेने वाहू लागतो. काही ठिकाणी त्यास अडथळेही येतात, सखल भागात हे पाणी साठून राहू शकते तसेच जमिनीत झिरपलेले पाणी जमिनीच्या आतल्या भेगा व फटीतूनही वाहत राहते. असा हा नैसर्गिक जलप्रवाह जसे की, ओहोळ, ओढा, नाला, उपनदी, नदी, इ. विविध रूपांत दिसतो.

नदी म्हणजे मोठ्या भूप्रदेशावरून वाहत जाणारा निसर्गोत्पन्न जलप्रवाह. अशा विविध प्रकारच्या जल प्रवाहांस मिळून 'नदी प्रणाली' म्हणतात.



1.2.1 जलचक्र

### नदीचा आकार :

नदी हा देखील एक नैसर्गिक रुंद प्रवाहच होय, पण अशी नदी एकदम बनत नाही. पावसाचे पाणी लहान स्वरूपात जमिनीवरून वाहते त्यास ओहोळ म्हणतात. असे अनेक ओहोळ एकत्र येतात व जमिनीवर असलेल्या सखल भागांतून वाहतात त्यास ओढा म्हणतात. असे बरेच ओढे मिळून पुढे एक मोठा प्रवाह बनतो तीच "नदी" होय. नदीच्या उगमाजवळ पात्र अरुंद व उतार तीव्र असतो. जेथे ती समुद्राला मिळते तिथे तिची रुंदी जास्त व उतार कमी कमी होत जातो.

### नदी व भूरूपे :

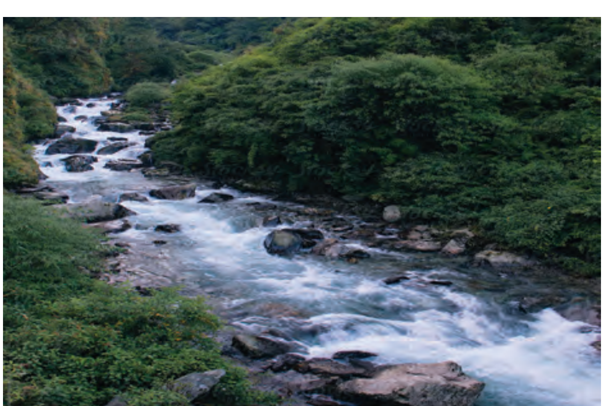
नदीचे वरचे अंग म्हणजे नदीच्या उगमाजवळील भाग होय. सखल भागातून ठराविक रुंदीतून पाणी प्रवाह विशिष्ट दिशेने वाहतो त्यास नदीचे पात्र म्हणतात. नदीचे पात्र हे खोल, उथळ, रुंद, अरुंद असू शकते. सहसा ते एकच असते परंतु काही वेळा नदीचे पात्र विभागले जाते. काही ठिकाणी नदीपात्रात बेटंही तयार झालेली दिसतात.

### नदी प्रकार :

पाण्याचा नैसर्गिक प्रवाह हा त्या-त्या ठिकाणच्या भूपृष्ठाची ठेवण, वातावरणातील बदल, पाणी वापरासाठीचे मानवी अडथळे यांवरही अवलंबून असतो. त्यानुसार नदीचे प्रकार ठरतात जसे की,

#### खळखळती नदी :

सहसा उगमानंतर लगेचच तीव्र डोंगर उतारावरून पाण्याचा प्रवाह वेगाने वाहत असेल आणि त्या भागातील नदीपात्र अरुंद व खोल असेल तर अशा नदीस खळखळती नदी अथवा अवखळ नदी असे संबोधले जाते. ही नदी आपल्या पात्राची सतत वेगाने झीज करत राहते. अशा नद्या डोंगराळ प्रदेशात आढळतात.



1.2.2 खळखळती नदी

**संथ नदी :** जिथे भूपृष्ठाचा उतार कमी होतो, पात्र रुंद पसरट होत जाते त्या ठिकाणी नदीचे पाणी हळूवार वाहायला लागते म्हणून अशा नदीला संथ नदी म्हणतात. या ठिकाणी नदीपात्र खोलही असू शकते त्यामुळे नदीपात्रात पाण्याचे प्रमाणही जास्त असते. अशा नद्या पठारी प्रदेशात आढळतात.

1.2.3 संथ नदी

#### जुनी नदी :

ज्या नदीचा उतार अतिशय कमी होतो आणि काठाची झीज करण्याची क्षमताही संपलेली असते अशा नद्या जुन्या नद्या या प्रकारात येतात. अशा नद्या शक्यतो समुद्राजवळ आढळतात.

#### पुनरुज्जीवित नदी :

अनेक कारणांनी एखादी नदी कोरडी पडते व भूस्तरीय हालचालींमुळे भूपृष्ठ उचलले गेले असता पुन्हा वाहू लागते अशा नदीला पुनरुज्जीवित नदी म्हणतात.

#### जिवंत नदी :

नदीपात्रास विविध मार्गाने पाणी मिळत असते. थेट पावसाने, इतर ठिकाणाचे ओढे-प्रवाहाचे पाणी आणि भूगर्भातील पाणी झरे रूपाने नदीपात्रात येत असते. परंतु ही स्थिती वर्षभर असतेच असे नाही. पावसाळा थांबला की काही नद्या वाहायच्या थांबतात, तर काही बाराही महिने वाहू शकतात. जी नदी पाऊस नसतानाही भूगर्भातील पाणी झरे रूपाने नदीपात्रात येऊन उन्हाळ्यात देखील वाहते तिला जिवंत नदी म्हणतात. पावसाळा थांबताच वाहणे थांबणाऱ्या नदीस मृत नदी असे म्हणतात.

**माहीत आहे का तुम्हांला ?**

नदीच्या पाण्याचा वेग हा त्याच्या वाहणाऱ्या आकारमानानुसार क्युसेकमध्ये - एका सेकंदात किती घनफुट पाणी वाहिले - यावर ठरवला जातो. (क्युसेक = 1 $ft^3$ of water = 28.31 लिटर प्रति सेकंद) तसेच काही वेळा हे गॅलन मध्येही मोजले जाते.

नदीचा वेग नियंत्रित करण्यासाठी बांधलेले काठ उपयोगी पडतात. अशा बांधलेल्या रुंद दगडी काठांना घाट असे म्हणतात. भारतात पवित्र समजल्या जाणाऱ्या सर्व मोठ्या नद्यांना घाट आहेत.

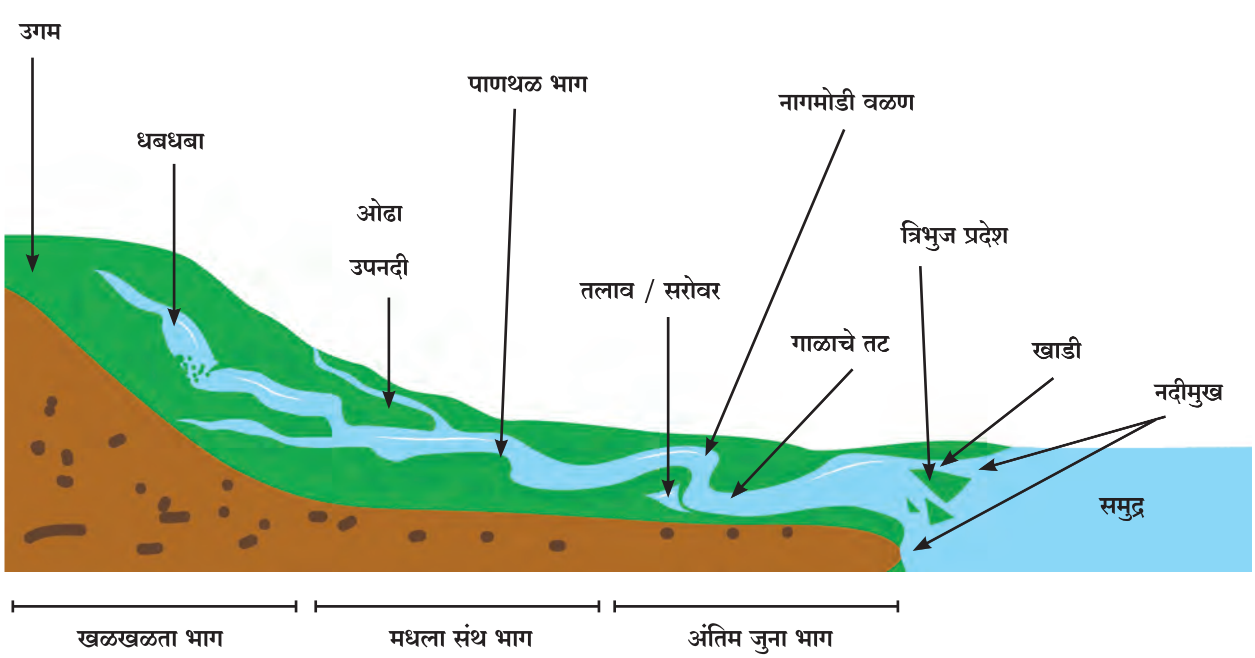
## नदीमुळे निर्माण होणारी भूरूपे :

नदीच्या खनन कार्यामुळे व्ही आकाराची दरी, घळई, घळ, धबधबा, रांजणखळगे अशी भूरूपे तयार होतात. नदीच्या संचयन कार्यामुळे पूर मैदान, पूर तट, त्रिभुज प्रदेश, पंखाकृती मैदान, नागमोडी वळणे, नालाकृती सरोवर अशी भूरूपे तयार होतात.

डोंगराळ पर्वतीय प्रदेशात पाण्याच्या वेगवान प्रवाहामुळे कठीण खडकांचीही धूप झालेली आढळून येते. त्यामुळे खडकांच्या बारीक तुकड्यांची वाळू बनते. नदीपात्र अधिक खोल होते. बरेचदा काही ठिकाणी पाणीप्रवाह उंचावरून कोसळतो त्यास धबधबा म्हणतात.

काही वेळा पठारी प्रदेशात प्रवाहाच्या ताकदीमुळे नदी आपला मार्ग बदलते आणि मार्ग छोटा होतो. काही वेळा नदी काठावरचा गाळ प्रवाहात ओढते, तर कधी नदी आपल्या पात्रातील गाळ काठांवर सोडते. हा गाळ प्रवाहाच्या मध्य भागात जमत जातो आणि त्याचे बेट तयार होते. असे गाळाने बनलेले भाग शेतीसाठी अत्यंत सुपीक असतात. महाराष्ट्रात देखील गोदावरी, भीमा व कृष्णेच्या पात्रात अशी बेटे आढळतात

नदीच्या मुखाजवळ तयार होणाऱ्या अशा सुपीक गाळाच्या भूभागांना त्रिभुज प्रदेश असे म्हणतात. उदा. गंगा नदीत व ब्रम्हपुत्रा नदीत असे अनेक त्रिभुज प्रदेश बनले आहेत.



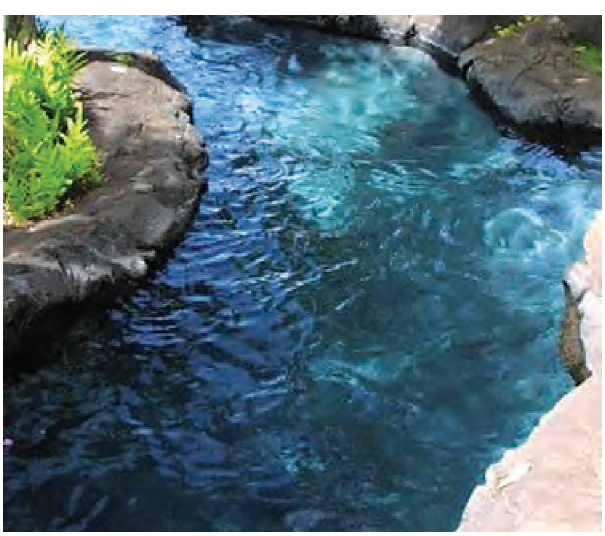

1.2.4 नदीमुळे निर्माण होणारी भूरूपे

नदीपात्रात कुठे कुठे अचानक सखल भाग वा खडकांच्या कपारी आल्यास तिथे पाणी वेग घेते वा त्यास चक्राकार गती प्राप्त होते त्यास 'नदीतील भोवरे' असे म्हणतात.

1.2.5 नदीतील भोवरा

नदीपात्रातील ठराविक खडकाळ भागात पाणी दीर्घकाळ साठून राहते त्यास 'नदीतला डोह' असे म्हणतात.

पावसाळ्यात जेंव्हा नदीपात्रात खूप मोठ्या प्रमाणावर पाणी येते तेव्हा ते पात्राच्या रुंदीची मर्यादा ओलांडते अशा ठराविक अंतरापर्यंत विस्तारलेल्या नदीपात्राच्या सीमेस नदीची पूररेषा असे म्हणतात. बहुतेक सर्व नद्या भूपृष्ठावरच वाहतात. परंतु काही नद्या भूपृष्ठाखालून गुहांमधून वाहतात. अशा नद्यांमुळे अनेक गुहा मोठ्या झालेल्या असतात. अनेकदा अशा नद्या लवणखडक फोडतात व गुहा बनवत जातात. यामुळे अनेक चमत्कृतीपूर्ण आकार बनलेले दिसून येतात.



1.2.6 लवणखडकातील आकार

**नदी परिसंस्था :** नदीतल्या पाण्यात राहणारे जीवजंतू, प्राणी व वनस्पती हे नदीतील नैसर्गिकरीत्या तयार झालेल्या साधनांचा व राहत्या बनलेल्या जागेचाच वापर करतात. असे हे नदीवर अवलंबून असलेले एक स्वतंत्र जीवसृष्टीचे चक्र अस्तित्वात असते त्यास 'नदी परिसंस्था' असे म्हणतात. यामधे अनेक प्रकारचे सजीव, परजीवी सजीव व वनस्पती अंतर्भूत होतात. नदीतील बहुतेक सजीव हे गोड्या पाण्यात जगणारे असतात परंतु काही खाऱ्या पाण्यातही जगू शकतात.

1.2.7 नदी परिसंस्था

## नदीचे उपयोग

### मूलभूत उपयोग :

नद्यांचा प्रमुख उपयोग सजीवांना पाण्याचा स्रोत म्हणून होतो. माणूस नदीचे पाणी पिण्यासाठी, उद्योगांसाठी, वाहतुकीसाठी, वीजनिर्मिती, आणि मोठी यंत्रे चालवण्यासाठीही करतो. नदीचा उपयोग भूभागांची सरहद्द सुनिश्चित करत देशाच्या व राज्याच्या सीमा म्हणूनही करून घेतला जातो.

वाहतुकीचे माध्यम व दिशादर्शक म्हणून नदीचा उपयोग शतकानुशतके होत आला आहे. नदीतल्या नौकानयनाचा पहिला पुरावा इ.स. पूर्व 3300 पासून सिंधू संस्कृतीमध्ये सापडतो. नदीपात्रातली वाहतूक ही अतिशय स्वस्त पडते. आज ही जगातल्या महत्वाच्या आणि मोठ्या नद्यांमध्ये अशी वाहतूक केली जाते. अरण्यांच्या प्रदेशांत तोडलेले वृक्ष वाहून इच्छित ठिकाणी नेण्यासाठीही नद्यांचा उपयोग केला जातो.

अनादी काळापासून अन्न मिळवण्यासाठी नद्यांचा उपयोग होत आला आहे. नद्यांतील जीवसृष्टीचे एक चक्र असते. यामुळे अनेक प्रकारचे मासे मिळतात. फक्त मासेमारीच नव्हे तर शेतीसाठी व पर्यायाने अन्न उत्पादनासाठी नदीच्या पाण्याचा उपयोग होत आहे.

भारतातील बहुतेक नद्यांच्या काठावर मनोरंजनासाठी व नदीत जाण्याकरता उपयुक्त असे काठ (घाट) बनवले गेले आहेत.

नदीतील वाळूचा उपयोग बांधकामासाठी केला जातो. सुशोभित केलेले नदीचे काठ जास्त पर्यटक आकर्षित करतात, आणि स्थानिक समाजातील लोकांना जलपर्यटनाची सेवा देण्याची संधी देतात. काही वेळा पर्वतीय प्रदेशात वाहणाऱ्या नद्या धबधबे निर्माण करतात. अशी ठिकाणे सहलींचे केंद्र बनतात. काही वेळा खळखळत वाहणाऱ्या पाण्यात कयाकिंग (Kayaking) नावाचे वेगवान नौकानयन केले जाते.

1.2.8 नौकानयन

1.2.9 भांबवली – वजराई धबधबा, सातारा

**नदीचे धार्मिक महत्व :**

नदीच्या काठी संपूर्ण गावाचे जीवन घडत असते. नदीच्या काठावर संस्कृती तयार होते. त्यामुळे लोकांचे दैनंदिन व्यवहार हे नदीच्या संपर्कानेच अधिक होतात. त्यामुळे धर्माचरण म्हणजे दैनंदिन अंघोळ, संध्या, जप, तर्पण यांसारख्या गोष्टी प्राचीन कालापासून नदीकिनारीच होऊ लागल्या. त्यामुळे नदी हे त्या त्या गावाचे प्रमुख सामाजिक आणि धार्मिक केंद्र मानले गेले. त्यामुळे नदीविषयी जी कृतज्ञता वाटते ती व्यक्त करण्यासाठी विविध प्रकारचे उत्सव नदीकाठी केले जातात.

1.2.10 नदीचे धार्मिक महत्त्व

## स्वाध्याय

1. आपल्या तालुक्यातून जी मुख्य नदी वाहते तिचे नाव सांगा.
2. या नदीचा प्रकार कोणता? तिच्या पात्राची साधारण लांबी, रुंदी, खोली किती असेल?
3. आपल्या परिसरात नदीमुळे उत्पन्न होणारी कोणकोणती भूरूपे दिसतात?
4. त्या नदीस किती उपनद्या वा झरे–ओहोळ–ओढे येऊन मिळतात?
5. ती नदी पुढे कोणत्या मोठ्या नदीस जावून मिळते?
6. नदीवरील प्रमुख बंधारे, तलाव, धरणे कोणती? (यासाठी आपल्या पालकांची मदत घ्या.)
7. नदीचे कोणकोणते उपयोग असतात?
8. नदीची हानी करणारे घटक ओळखा.
9. नदी प्रदूषणाचा प्रकार आढळला तर तुम्ही काय कराल ? तो मोठ्यांच्या नजरेस आणून द्या.
10. आपण भेट दिलेल्या वा अभ्यासलेल्या जवळच्या नदीची माहिती वर्गात सादर करा.
11. नदीकाठावर धर्माचरणासारख्या गोष्टी करणे योग्य की अयोग्य चर्चा करा.
12. जवळच्या नदीस भेट देऊन तिथल्या परिसंस्थेचे निरिक्षण करा. तिथे कोणत्या वनस्पती, प्राणी, भूरूपे आढळतात ती पहा, नोंदी करा व इतरांनाही सांगा.
13. नदीचे मुख्य प्रकार कोणते?
14. नदीमुळे कोणकोणती भूरूपे तयार होतात?
15. जिवंत नदी व मृत नदी यांमधील फरक सांगा.
16. महाराष्ट्रातील नद्या व उपनद्यांच्या नावांचा तक्ता बनवा.
17. आपल्या जिल्ह्यातील नदीप्रणालीचा नकाशा मिळवा.

# प्रकरण 3 : पाणलोट क्षेत्र आणि पाणी प्रकार

ज्या क्षेत्रामधील पावसाचे पडणारे पाणी भौगोलिक परिस्थितीनुसार नैसर्गिकरीत्या वाहत येऊन एका स्रोताच्या रूपाने (ओढा, नदी, इत्यादी) एका ठिकाणाहून वाहते, एखाद्या प्रवाहास (ओढा, उपनदी, नदी, इत्यादी) प्रमाण मानून त्यामध्ये ज्या क्षेत्रामधून पावसाचे पाणी वाहत येऊन मिळते त्या संपूर्ण क्षेत्रास त्या प्रवाहाचे पाणलोट क्षेत्र म्हणतात.

### पाणलोट क्षेत्राचे प्रकार व आकार :

भूपृष्ठावरील प्रत्येक जलाशयास व प्रत्येक जल प्रवाहास त्याचे स्वत:चे वेगळे पाणलोट क्षेत्र असते. असे अनेक लहान लहान पाणलोट क्षेत्र एकत्र आल्यावर त्यांचे मोठे पाणलोट क्षेत्र तयार होते व असे अनेक पाणलोट प्रवाह एकत्र येऊन जेव्हा ते एखाद्या नदीस मिळतात तेव्हा त्यांचे नदीखोरे तयार होते.

### पाणलोट क्षेत्राचे क्षेत्रानुसार वर्गीकरण :

| | |
|---|---|
| सूक्ष्म पाणलोट क्षेत्र (Micro Watershed) | 10 हेक्टरपर्यंत |
| लघु पाणलोट क्षेत्र (Mini Watershed) | 200 हेक्टरपर्यंत |
| उप पाणलोट क्षेत्र (Sub Watershed) | 4000 हेक्टरपर्यंत |
| नदी खोरे (River Valley) | याला क्षेत्र मर्यादा नाही |

### पाणलोट क्षेत्राचे गुणधर्म :

पाणलोट क्षेत्र विकासाचा आराखडा तयार करण्याआधी त्या पाणलोट क्षेत्राचे सर्व गुणधर्म तपासणे आवश्यक आहेत. पाणलोट क्षेत्र तीन प्रकारांत विभागले जातात, भुरुपीय, पर्जन्यविषयक आणि मृदाभौतिक (Geophysical).

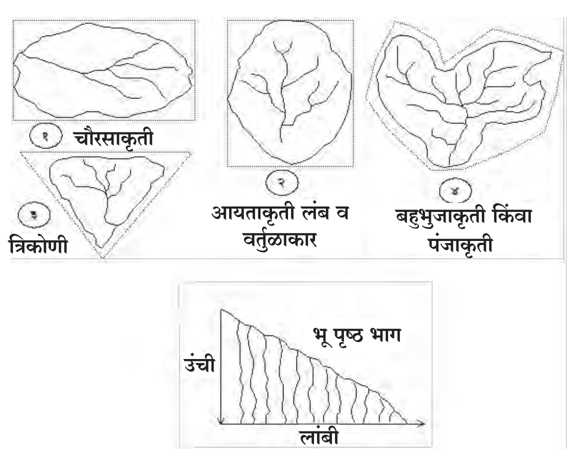
पाणलोट क्षेत्राची वैशिट्ये ज्या गुणधर्मावर अवलंबून असतात.त्या गुणधर्मांची माहिती घेऊ.

### 1. आकारमान :

पाणलोट क्षेत्रातील किती पाणलोटाचे व्यवस्थापन करायचं आहे, हे त्या पाणलोट क्षेत्राच्या क्षेत्रफळाच्या आकारावर ठरते. त्याचप्रमाणे पाण्याचा निचरा करावयाचा झाल्यास त्यासाठी मोठे पाणलोट क्षेत्र फायदेशीर असते. परंतु, पाणलोट क्षेत्र जसजसे विस्तारत जाते तसतशी त्याच्या भूगर्भाची रचना, मातीचा प्रकार, उतार इत्यादी गुणधर्मातील भिन्नताही वाढत जाते. त्यामुळे, प्रत्येक पाणलोट क्षेत्राचा अभ्यास स्वतंत्रपणे करून योग्य उपाययोजना आखणे हाच योग्य मार्ग आहे.

### 2. आकार :

पाणलोट क्षेत्राच्या आकाराचा परिणाम त्या क्षेत्रातून वाहणाऱ्या स्रोतावर होत असतो. पाणलोट क्षेत्रातून येणाऱ्या प्रवाहाचे प्रमाण हे त्याच्या लांबी व रुंदी यांच्या गुणोत्तराशी संबंधित असते, ते लांबीशी व्यस्त प्रमाणात तर रुंदीशी सम प्रमाणात असते. पाणलोट क्षेत्राची लांबी त्याच्या रुंदीपेक्षा जास्त असेल तर पाणी पाणलोट क्षेत्राच्या बाहेर येण्यास जास्त वेळ लागतो. त्यामुळे पाणी साठून राहण्यास आणि जमिनीत मुरण्यास वाव मिळतो व कमी प्रमाणात पाणी बाहेर जाते. हीच परिस्थिती जर उलट असेल म्हणजे रुंदी लांबीपेक्षा जास्त असेल तर संपूर्ण पाणलोट क्षेत्रातील पाणी स्रोतामध्ये लवकर येते. त्यामुळे ते कमी प्रमाणात अडविले जाते व जमिनीत कमी मुरविले जाते.




1.3.1 पाणलोट आकार

### 3. उतार :

पाणलोट क्षेत्रातील सर्वोच्च बिंदूची उंची आणि उताराच्या दिशेने असलेली जास्तीत जास्त लांबी यांवरुन त्या पाणलोट क्षेत्राचा सरासरी उतार कळतो. सर्वांत वरच्या दूरच्या बिंदूवरुन वाहात येणाऱ्या पाण्याच्या थेंबास पाणलोट क्षेत्राच्या बाहेर जाण्यासाठी स्रोतामध्ये येण्यास लागणारा कालावधी हा त्या मार्गापासूनच्या आडव्या अंतराशी उंचीच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. म्हणजेच तीव्र उताराच्या पाणलोट क्षेत्रात पाणी प्रवाहास वाहून जाण्यास सपाट पाणलोट क्षेत्रापेक्षा कमी वेळ लागतो. पाणी प्रवाह वाहून जाण्यास जर वेळ जास्त लागला तर, पाणी जमिनीत जास्त प्रमाणात मुरते व प्रवाह कमी होतो. तीव्र उताराच्या पाणलोट क्षेत्राच्या स्रोतामध्ये येणारा प्रवाह हा तेवढ्याच क्षेत्रफळाच्या सपाट पाणलोट क्षेत्रातील प्रवाहापेक्षा केव्हाही जास्त असतो.

### 4. जमिनीवरील आच्छादन :

जमिनीवरील आच्छादन म्हणजे भूपृष्ठावरील वनस्पती, याचा परिणाम भूपृष्ठावरुन वाहणारा प्रवाह, तसेच जमिनीची धूप या दोहोंवर होतो. जर जमिनीवर सर्वत्र गवत असेल तर, त्यामुळे मातीचे कण घट्ट धरुन ठेवले जातात व जमिनीची धूप कमी प्रमाणात होते. जर जमिनीवर दाट झाडी असेल, तर जमिनीवर होणाऱ्या पावसाच्या माऱ्याची तीव्रता मध्येच अडकल्याने कमी होते आणि त्यामुळे मातीचे कण कमी प्रमाणात उडून धूप कमी होईल, पण जर जमीन मशागत करून पिकाखाली आणलेली असेल, तर अशा जमिनीत मातीचे कण मोकळे असल्याने धूप मोठ्या प्रमाणात होते. यावरून कोणत्या प्रकारच्या जमिनीत कोणते उपचार करावयाचे हे आपल्याला ठरविता येईल. तसेच वनस्पतींची मूळे मातीची सच्छिद्रता वाढवितात. त्यामुळे जास्तीत जास्त पाणी जमिनीत जिरते व पृष्ठभागावरून वाहणारा पाणी प्रवाह कमी होतो.

### 5. प्रवाहाची घनता :

पाणलोट क्षेत्रात वाहणारे झरे, ओहोळ, नाले, ओढे इत्यादी जलप्रवाह किती आहेत याचाही अभ्यास करणे आवश्यक असते. कारण त्यावरही पाणलोट क्षेत्रातील पाणीप्रवाहाचे प्रमाण, जमिनीची धूप तसेच पुराची समस्या अवलंबून असते. त्याचप्रमाणे प्रवाहाचे विभाजन व क्षेत्राबाहेर जाण्याची दिशा त्यावरून पाणलोटाचे व्यवस्थापन आणि मातीची धूप कमी करण्याचे उपाय याचे नियोजन करणे सोपे होते.

### 6. जमिनीचा उपयोग :

पाणलोट क्षेत्रातील जमिनीचा उपयोग सध्या कसा केला जात आहे याचा अभ्यास करणे व जमिनीच्या उपयोगिता क्षमतेनुसार भविष्यात तिचा उपयोग कसा करावा ? याचे नियोजन करणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे. जमिनीच्या होणाऱ्या उपयोगावर, त्यावर घेतली जाणारी पिके व अवलंबिण्यात येणारी लागवड पद्धत यावर त्या पाणलोट क्षेत्रातील पाणलोटाचा वापर, जलअंत:सरण व निचरा अवलंबून असतो. तसेच मातीची धूप होण्याची तीव्रता देखील काही प्रमाणात यावरुन ठरत असते.

### 7. जलअंत:सरण :

जमिनीची जलधारणाशक्ती व निचराशक्ती यांवर त्या जमिनीतील जलअंत:सरणाचे प्रमाण ठरते. जमिनीची जलधारणाशक्ती जर जास्त असेल तर पावसाच्या पाण्याचा बराचसा मोठा भाग ती शोषून घेईल. परंतु अशा जमिनीत पाण्याचा नैसर्गिक निचरा होत नसल्याने पाण्यामुळे त्या नापिक होण्याचा धोका असतो. उलट ज्या जमिनीची निचराशक्ती जास्त असेल अशा जमिनीत जास्तीत जास्त पाणी जिरविले जाईल व भूपृष्ठावरून वाहणारा प्रवाह कमी होईल. ज्या जमिनीची जलधारणा व निचरा अशा दोन्ही क्षमता कमी असतील अशा जमिनीवरुन वाहणारा प्रवाह जास्त असेल.

### 8. माती :

हा अत्यंत महत्वाचा घटक आहे. यावर जमिनीची जलधारणाशक्ती, निचरा व जलअंत:सरणाचे प्रमाण अवलंबून असते. म्हणजेच प्रवाह व धुप होण्याचे प्रमाणही बऱ्याच अंशी यावर अवलंबून असते. यासाठी मातीची रचना, पोत, रंग इत्यादी अनेक गुणधर्मांचा अभ्यास करून मातीचा प्रकार ठरवावा लागतो. हे काम मृदा सर्वेक्षण यंत्रणेमार्फत केले जाते. मातीच्या प्रकारावर जमिनीच्या धूपेचे प्रमाण अवलंबून असते.

### 9. भूगर्भ :

भूगर्भाचे स्तर व खडक यांवर मातीचा प्रकार अवलंबून असतो. म्हणून याचाही अभ्यास करणे पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापनाचे दृष्टीने महत्वाचे आहे.

### 10. मातीची खोली :

मातीची खोली देखील जमिनीची धूप, तिच्यावरून वाहणारा पाणलोट प्रवाह इत्यादी बाबींवर परिणाम करणारा एक घटक आहे. याचाही अभ्यास मृदा सर्वेक्षणात केला जातो.

### पर्जन्य व त्याचे गुणधर्म :

पर्जन्य हा प्रवाहाचे व जमिनीच्या धूपेचे प्रमाण ठरविणारा सर्वांत मोठा व अत्यंत महत्त्वाचा घटक आहे. तेव्हा पाणलोट क्षेत्रातील पर्जन्याचा अभ्यास केल्याशिवाय पाणलोट क्षेत्र व्यवस्थापनाचे नियोजन करणे केवळ अशक्य आहे. पर्जन्याचे अनेक गुणधर्म वेगवेगळ्या प्रकारे प्रवाहाच्या परिमाणावर व जमिनीची धूप होण्यावर परिणाम करत असतात.

### पर्जन्यमान :

पर्जन्यमान म्हणजे भूपृष्ठावर पडणारे पावसाचे पाणी. ते मिलीमीटरमध्ये मोजले जाते. पृष्ठभागाच्या ठराविक क्षेत्रावर जेवढे जाडीचे पावसाचे पाणी ठराविक कालावधीत पडते, ते त्या संपूर्ण क्षेत्राचे त्या कालावधीचे पर्जन्यमान समजले जाते. संपूर्ण वर्षात ठराविक दिनांकापर्यंत अशा प्रकारे मोजलेले पाणी म्हणजे त्या दिनांकापर्यंतचे संचित पर्जन्यमान व संपूर्ण वर्षात पडलेल्या अशा प्रकारे मोजलेल्या पावसाचे एकूण पर्जन्य म्हणजे त्या क्षेत्राचे वार्षिक पर्जन्यमान समजले जाते. अशा प्रकारे मागील काही वर्षांत (उदा.10, 25, 50) पडलेल्या पर्जन्याची सरासरी काढून त्या क्षेत्राचे सरासरी वार्षिक पर्जन्यमान ठरविले जाते.

### पर्जन्यकाळ :

पाऊस सहसा सतत पडत नाही, तर काही वेळा पडून थांबतो व नंतर काही वेळाने पुन्हा पडू लागतो. जितक्या काळापर्यंत पाऊस एका वेळी पडत राहतो त्यास पर्जन्यकाळ असे म्हणतात. जर पर्जन्यकाळ कमी असेल तर जास्तीत जास्त पाणी जमिनीत शोषले जाते व भूपृष्ठावरून वाहणाऱ्या प्रवाहाचे प्रमाण कमी होते. उलट पर्जन्यकाळ जर जास्त असेल तर जमीन संपृक्त होत जाऊन तिची पाणी शोषण्याची क्षमता कमी कमी होत जाऊन संपुष्टात येते.

### पर्जन्य घनता :

पर्जन्य घनता म्हणजे ठराविक काळात पडलेले पर्जन्यमान. याची गणना साधारणपणे दर ताशी मि. मी. अशी केली जाते. एका विशिष्ट तासात पडलेले एकूण पर्जन्यमान म्हणजे त्याची त्या तासातील पर्जन्य घनता. पर्जन्य घनता ठरविण्यासाठी स्वयंचलित आरेखन प्रकारच्या पर्जन्यमापक उपकरणाचा वापर करावा लागतो. यातील आलेखावरून प्रत्येक दिवसाच्या, प्रत्येक तासाची पर्जन्य घनता काढली जाते. संपूर्ण वर्षात ज्या तासात अशा प्रकारे जास्तीत जास्त पर्जन्य घनता आढळली असेल, ती त्या वर्षाची त्या पाणलोट क्षेत्राची महत्तम पर्जन्य घनता धरली जाते. अशा मागील काही वर्षांच्या (उदा. 10, 25, 50) पर्जन्य घनता धरुन त्यांतून जी सर्वांत जास्त असेल ती, त्या कालावधींची प्रत्यावर्ती शिखर घनता समजली जाते. मृद संधारण उपाययोजनांचे आकृतिबंध ठरविण्यासाठी साधारणपणे 10 ते 25 वर्ष कालावधीची प्रत्यावर्ती शिखर पर्जन्य घनता विचारात घ्यावी लागते.

### वारंवारता :

प्रतिवर्षी एकूण पडलेले पर्जन्यमान विचारात घेऊन मागील काही वर्षांतील (उदा.10, 25, 50) जास्तीत जास्त पर्जन्यमान म्हणजे त्या पर्जन्यमानाची वारंवारता होय. उदा. एखाद्या क्षेत्राची 1250 मि.मी. पर्जन्यमानाची वारंवारता म्हणजे त्या क्षेत्रात 10 वर्षातून एकदा जास्तीत जास्त 1250 मि.मी.पाऊस पडतो.

### वितरण :

पाऊस संपूर्ण क्षेत्रात सारखाच पडत नाही किंवा प्रत्येक वेळीही सारखा पडत नाही, तेव्हा ज्या ज्या भागात व ज्या ज्या काळात तो जसा जसा पडत असेल त्या प्रमाणे त्याचे वितरण ठरते.

पर्जन्याचे वरील गुणधर्म हे सर्वसाधारणपणे एकमेकांशी निगडीत असतात. यासाठी काही ठोकताळे लक्षात ठेवणे उपयुक्त ठरेल.

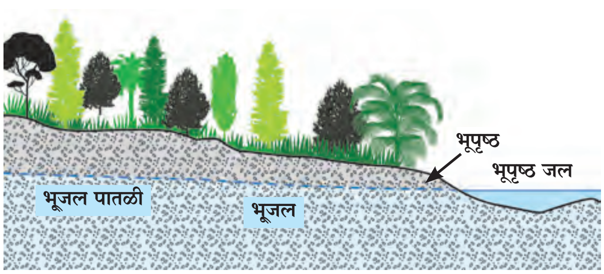
- जास्त पर्जन्यमानाची वारंवारता कमी असते व घनता जास्त असते. तसेच त्याचा कालावधी कमी असतो.
- जास्त पर्जन्य घनतेचा कालावधी व वारंवारता कमी असते.

**थोडे आठवा :**

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे मुख्य दोन घटक कोणते ?

### भूजल:

भूजल म्हणजे जमिनीच्या खाली असलेले पाणी. ते जमिनीखालील सच्छिद्र मातीत, खडकांच्या भेगांत किंवा एखाद्या पोकळीत असू शकते.




1.3.2 भूजल

1. या पाण्याची रासायनिक संरचना ही साधी, सोपी व सरळ असते. तसेच हे पाणी खडकांत व काही वेळा भूगर्भात अगदी खोल अडकले असल्यामुळे हे पाणी गढूळपणा (Condensation), आक्षेपार्ह रंग किंवा घातक सूक्ष्मजीवांपासून मुक्त असते. त्यामुळे याला वापरायोग्य करण्यासाठी यावर फार क्रिया कराव्या लागत नाहीत.
2. हे पाणी कोणत्याही रासायनिक, किरणोत्सारिक किंवा जैविक प्रदूषणापासून पृष्ठभागावरील पाण्यापेक्षा तुलनात्मकरीत्या फार जास्त सुरक्षित असते.
3. हे पाणी भूगर्भात असल्यामुळे कोणत्याही प्रकारच्या वातावरणीय बदलांचा, अगदी दुष्काळाचाही याच्यावर फारसा परिणाम होत नाही.
4. साधारणपणे हे पाणी स्थानिक पातळीवर मिळत असल्यामुळे पुरवठ्यासाठीची साधने स्वस्त दरात उपलब्ध होऊ शकतात. त्यामुळे हे पाणी आर्थिकदृष्ट्याही फायद्याचे आहे.

### भूजलाचे स्रोत:

#### 1. पर्जन्य :

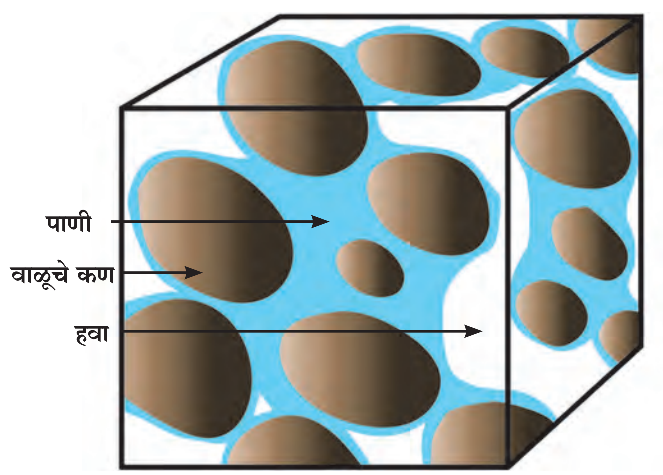
हा पाण्याचा स्रोत आहे. पाऊस, हिम किंवा असे पाणी, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून भूगर्भात झिरपते. या प्रकाराचे किती पाणी एखाद्या भागात जमा होईल, हे त्या भागातील खडकांच्या प्रकारावर आणि त्यांच्या वैशिष्ट्यांवर अवलंबून असते. साधारण जेथे गाळाचे खडक असतात, तेथे हे झिरपण्याचे प्रमाण जास्त असते. कारण, गाळाच्या खडकांमध्ये रिक्त जागा सर्वांत जास्त असतात.

पाऊस, हिम यांचबरोबर नदी तसेच, सरोवर हेदेखील या पाण्याचे स्रोत असू शकतात.

जर माती आणि खडकांची सच्छिद्रता जास्त असेल, तर भूजल पातळी एखाद्या प्रवाहाच्याही वर असते. उदाहरणार्थ, आपण असे मानू की, दोन प्रवाह एकमेकांपासून कमी-जास्त उंचीवर आहेत. जर त्या दोन प्रवाहांमधील खडकांची रंध्रता जास्त असेल, तर जास्त उंचीवर असलेल्या प्रवाहामधून पाणी कमी उंचीवर असलेल्या प्रवाहामध्ये झिरपेल. परंतु हे घडण्यासाठी पार्यताही गरजेची असते. पार्यता म्हणजे एकमेकांस छिद्रे जोडलेली असणे व त्याद्वारे पाण्याचा वहनास मार्ग तयार होणे.

#### 2. सहजात जल (Connate Water):

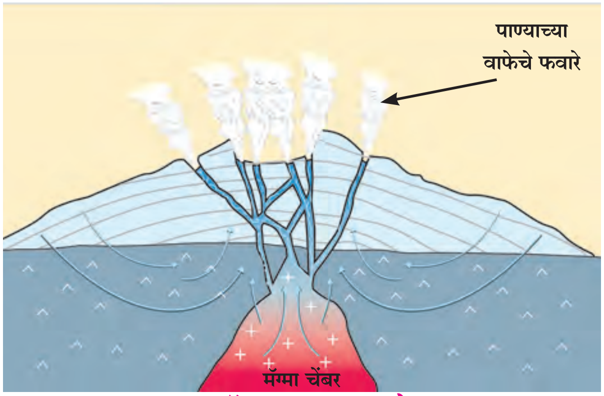
हे पाणी पृष्ठभागावरून जमिनीत झिरपत नाही. गाळाच्या खडकात जे पाणी अडकून पडते, त्याला सहजात जल म्हणतात.




1.3.3 सहजात जल

#### 3. मॅग्मा/ज्वालामुखीय जल (Volcanic Water):

जेव्हा भूगर्भातील मॅग्मामुळे वितळलेल्या खडकांतील पाण्याची वाफ तयार होते, तेव्हा ती मिळेल त्या खाच-खळग्यांमधून वर यायचा प्रयत्न करते. जर तिला वर यायला कोणतीच जागा मिळाली नाही, तर कालांतराने तिचे सांद्रीभवन (Condensation) होते आणि तिचे पाण्यात रूपांतर होते. हेच आहे 'मॅग्मा जल'.



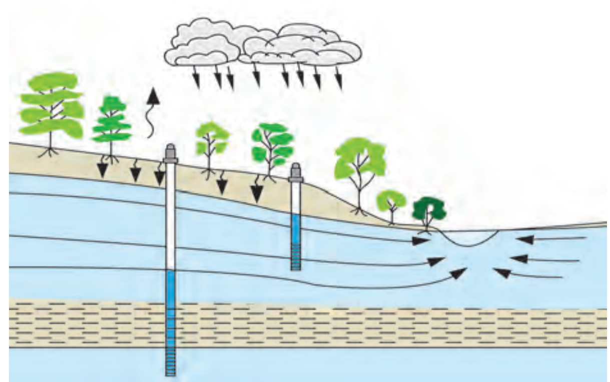

1.3.4 मॅग्मा जल तयार होताना

### भूजल पुन्हा भूपृष्ठावर पुढील मार्गाने येते.

1. पाणी जवळच्या जलाशयात उदा. नदी, झरा, तळे, तलाव इत्यादीमध्ये झिरपते किंवा जाऊन मिळते.
2. गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार भूजलाचा प्रवास उताराच्या दिशेने होत असताना डोंगराळ भागांत जिथे भूपृष्ठास छेदते, तिथे झऱ्याच्या रूपाने बाहेर पडताना आढळते.
3. विहिरीद्वारे वापरासाठी बाहेर काढले जाते.

**सांगा पाहू.**

चित्रातील भूपृष्ठाखालील थरांमध्ये तुम्हांला काय फरक आढळतो?

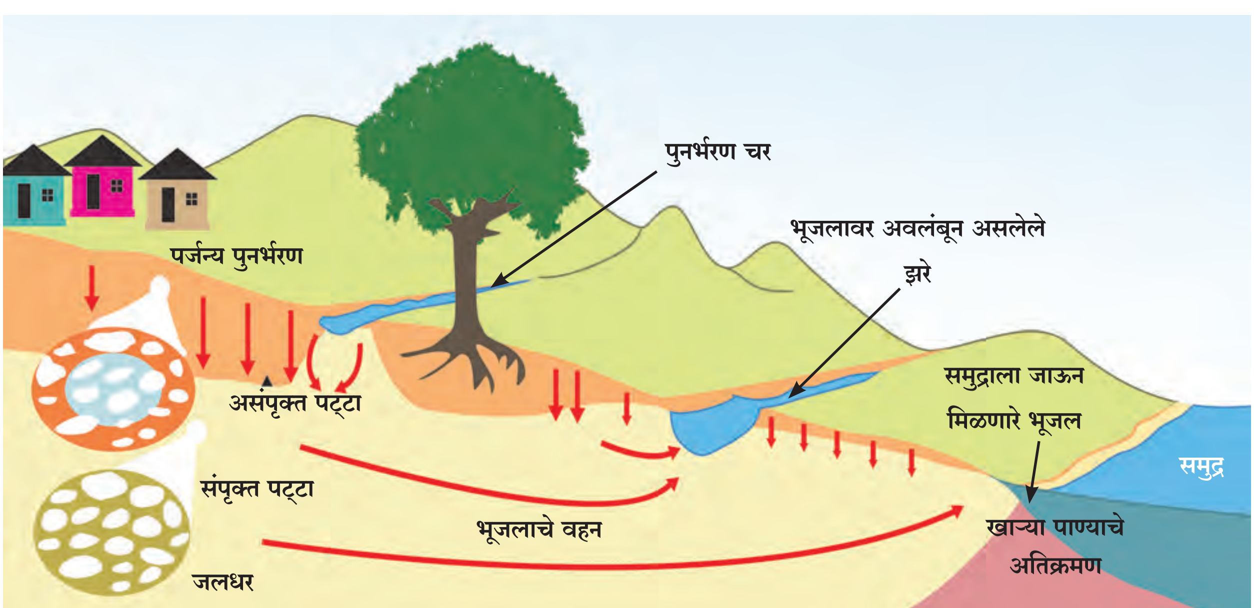


1.3.5 भुपृष्ठाखालील थर

**थोडक्यात :**

पृथ्वीवर पडणाऱ्या पावसाच्या पाण्याचा प्रवास पुढीलप्रमाणे चालतो :

1. जलाशयात पाणी पडते.
2. जमिनीवरून वाहत ते जवळपासच्या जलाशयास मिळते.
3. जमिनीत झिरपून भूजलाचा साठा वाढतो.

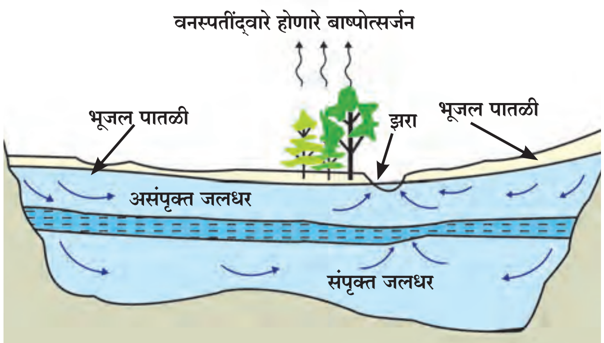



1.3.6 भूजलाचे वहन

### भौगोलिक निर्मितीच्या आधारे भूजलाचे वर्गीकरण

**1. जलधर (Aquifer):** जलधर हा माती, रेताड माती, मुरूम, भेगाळलेला खडक, चुनखडी इत्यादी पासून बनलेला असतो. या भागात एकमेकांना जोडल्या जातील अशा पोकळ जागा असतात, ज्यांमधून पाणी झिरपू शकते. यातून झिरपणाऱ्या भूजलाचा वेग माती किंवा खडकांमध्ये असलेल्या पोकळीचा आकार तसेच त्या एकमेकांना कशा जोडल्या गेल्या आहेत, यांवर अवलंबून असतो. याचे मुख्य वैशिष्ट्य म्हणजे जलधर पाणी साठवू शकतो तसेच पार्यता (permeability) असल्यामुळे पाणी पुरवू शकतो.

जमिनीतील त्यांच्या स्थानाप्रमाणे त्यांचे दोन प्रकार आहेत.




1.3.7 जलधर

**(अ) असंपृक्त जलधर (Unconfined Aquifer):** या भागातील माती आणि खडकांच्या छिद्रांमध्ये हवा तसेच पाणीही असते. भूपृष्ठाजवळ हा भाग असल्यामुळे वातावरणाच्या दाबाचा यावर परिणाम होतो. जिथे तलाव तसेच दलदलीचा भाग असतो, तिथे हा भाग अस्तित्वात नसतो तर वाळवंटी प्रदेशात शेकडो मीटर याची व्याप्ती असते.

सजीव सृष्टीला पाणी व पोषक द्रव्य पुरवण्यामध्ये या भूजलाचा महत्त्वाचा वाटा आहे.

**वैशिष्ट्ये :**

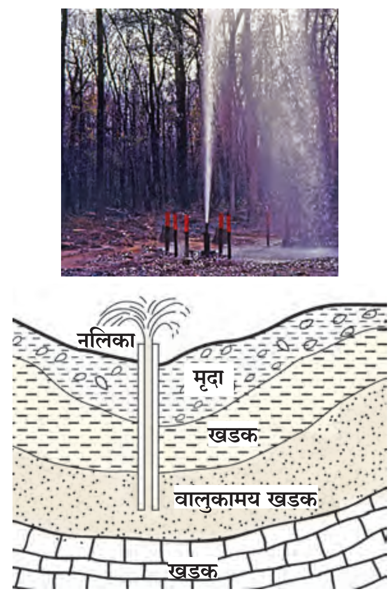
- हा असंपृक्त जलधर भूपृष्ठावरून संपृक्त जलधराकडे होणाऱ्या पाण्याच्या वहनावर नियंत्रण करतो.
- याचा जलधराच्या पुनर्भरणावर परिणाम होतो.
- भूजलाचा वापर आणि व्यवस्थापनात हा निर्णायक ठरतो.
- नको असलेले पदार्थ काढून टाकण्यास याची मदत होते.

**(ब) संपृक्त जलधर (Confined Aquifer):** संपृक्त जलधराचा थर असंपृक्त थराखाली असतो.तसेच या थरातील खडकांमधील भेगा व सर्व प्रकारच्या रिक्त जागा पाण्याने भरलेल्या असतात.

संपृक्त थरावर अनेक थर असल्यामुळे हा थर भूपृष्ठ किंवा वातावरणापासून अलिप्त असतो.

**सांगा पाहू.**

संपृक्त जलधारक थरावर प्रचंड दाब असल्यास काय होते?

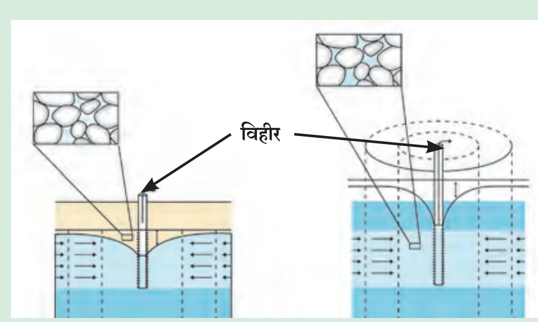



1.3.8 उत्पिड किंवा कारंजी विहीर व तिची आतील रचना

**उत्पिड किंवा कारंजी विहीर :** विहीर खणल्यावर जर नैसर्गिक दाबामुळे भूपृष्ठावर पाणी आले, तर त्या विहीरीला उत्पिड किंवा कारंजी विहीर म्हणतात.

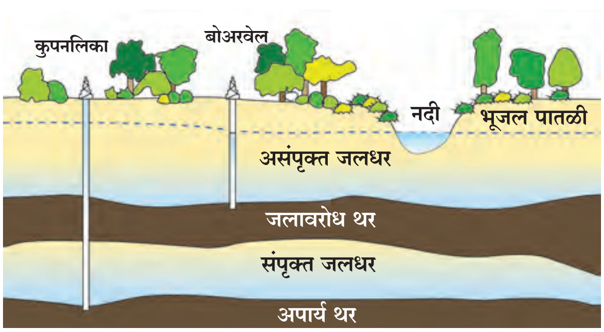
**सांगा पाहू.**

वेगवेगळ्या जलधारक थरांतून पंपाच्या साहाय्याने विहिरीतून पाणी उपसल्यास काय होते?



- असंपृक्त जलधरांतून पाणी उपसल्यास पाण्याची पातळी घटते, तसेच रिक्त जागांमधील पाणी कमी होते.
- संपृक्त जलधरांतून पाणी उपसल्यास पाण्याचा दाब कमी होतो, मात्र रिक्त जागा पाण्याने भरलेल्या राहतात.

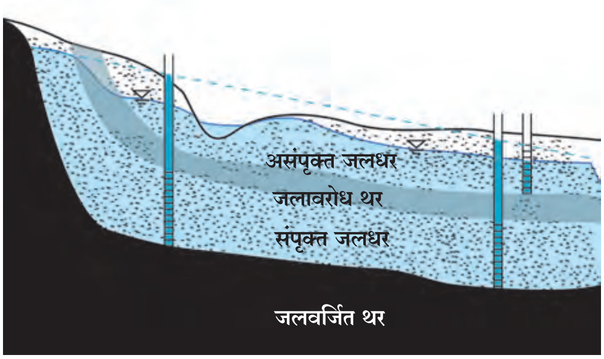
**2. जलावरोध थर (Aquitard):** या थराची पार्यता कमी असल्यामुळे पाणी सहज उपलब्ध होऊ शकत नाही. पण या थराखाली जलधर असेल तर यांतील पाणी जलधरात झिरपते. वालुकामय माती या थराचे उदाहरण आहे.




1.3.9 जलावरोध थर

**3. अपार्य थर (Aquiclude):** हा थर सच्छिद्र असल्यामुळे यांत पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता चांगली असते, परंतु यांतून पाणी झिरपत नाही. त्यामुळे यापासून पाणी उपलब्ध होत नाही. माती हे याचे उदाहरण आहे.

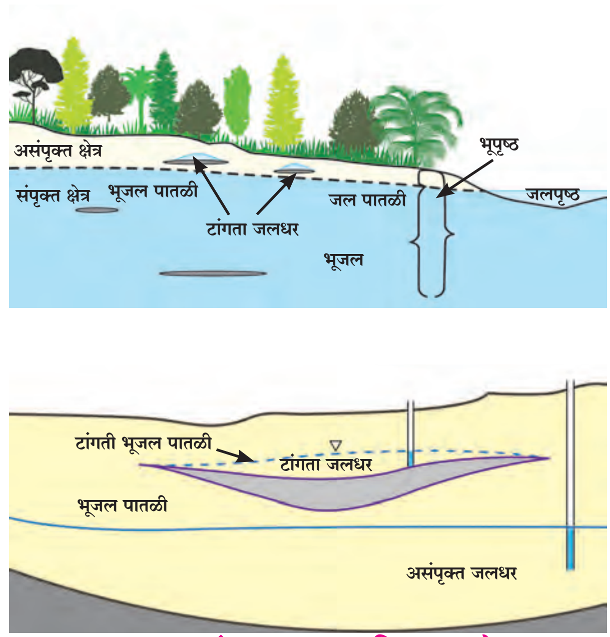
**4. जलवर्जित थर (Aquifuge):** हा थर अपार्य असतो, तसेच सच्छिद्र नसतो. त्यामुळे पाणी धरून ठेवू शकत नाही तसेच यातून पाणी झिरपतही नाही. कठीण खडक हे याचे उदाहरण आहे.




1.3.10 जलवर्जित थर

| भौगोलिक निर्मिती / गुणधर्म | जलधर | जलावरोध थर | अपार्य थर | जलवर्जित थर |
|---|---|---|---|---|
| पाणी धारण क्षमता | आहे | आहे | आहे | नाही |
| पार्यता | पार्य | अर्धपार्य | अपार्य | अपार्य |
| पाणी देण्याची क्षमता | आहे | आहे, परंतु वेग कमी | नाही | नाही |
| उदाहरण | वाळू, रेव | वालुकामय माती | माती | कठीण खडक उदा. ग्रॅनाईट, बेसाल्ट |

**5. टांगता जलधर :** हा थर असंपृक्त जलधराच्या वर असतो. त्याचे आकारमान साधारणपणे लहान असते. त्यातील पाण्याचे प्रमाण हवामानाच्या परिस्थितीवर अवलंबून असते.




1.3.11 टांगता जलधर आणि त्याचा छेद

## भूपृष्ठजल

भूपृष्ठजल म्हणजे भूपृष्ठभागावर आढळणारे पाणी होय. यात नदी, तलाव, झरा, जलाशय, तळी, खाडी यांचा समावेश होतो. समुद्राचे पाणी खारट असले तरी तरी ते भूपृष्ठजलच आहे.

भूपृष्ठजलाचे तीन प्रकार आहेत.

**1. बारमाही :** याला वर्षभर पाणी असते. जर पाऊस कमी पडला तर याचं पुनर्भरण भूजलाने होते.

1.3.12 भूपृष्ठजल

**2. तात्कालिक :** वर्षातील काही महिनेच यात पाणी असते. छोटी खाडी, समुद्रालगतचे खाजण यांचा यात समावेश होतो.

**3. मानवनिर्मित :** धरणे तसेच बांधीव पाणलोट क्षेत्र यातील पाणी, थोडक्यात कृत्रिमरीत्या साठवलेले पाणी होय.

**महाराष्ट्र राज्य पाणीसाठा :**

**धरणे :** एकूण 1821 मोठी धरणे

| विभाग | क्षमता (दशलक्ष लीटर) | 2019 मधील स्थिती (दशलक्ष लीटर) सुमारे |
|---|---|---|
| अमरावती | 4131000 | 2531000 |
| कोकण | 3511000 | 2661000 |
| मराठवाडा | 7259000 | 4544000 |
| नागपूर | 4604000 | 2996000 |
| नाशिक | 5823000 | 4848000 |
| पुणे | 15199000 | 11942000 |

**महाराष्ट्र राज्य जल संरचना :**

| जल संरचना प्रकार | एकूण संख्या | पाण्याचा उपसा (BCM) |
|---|---|---|
| विहीरी | 21 लाख | > 14. 85 |
| कूपनलिका | 1.91 लाख | 1.29 |

(BCM =Billion Cubic Meters)

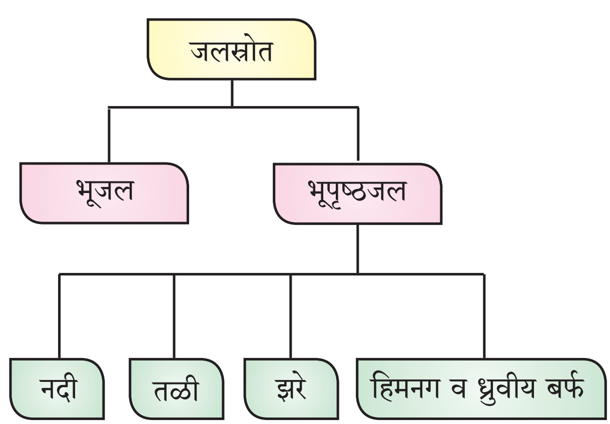
**निरीक्षण करा व चर्चा करा.**

1.3.13 हातपंप

**या दोन्ही चित्रांत समान काय आहे? चित्रामधील बोअरवेलमधील येणारे पाणी कोठून येत असेल? याचा विचार करा. हे जमिनीखालचे पाणी आले कुठून?**

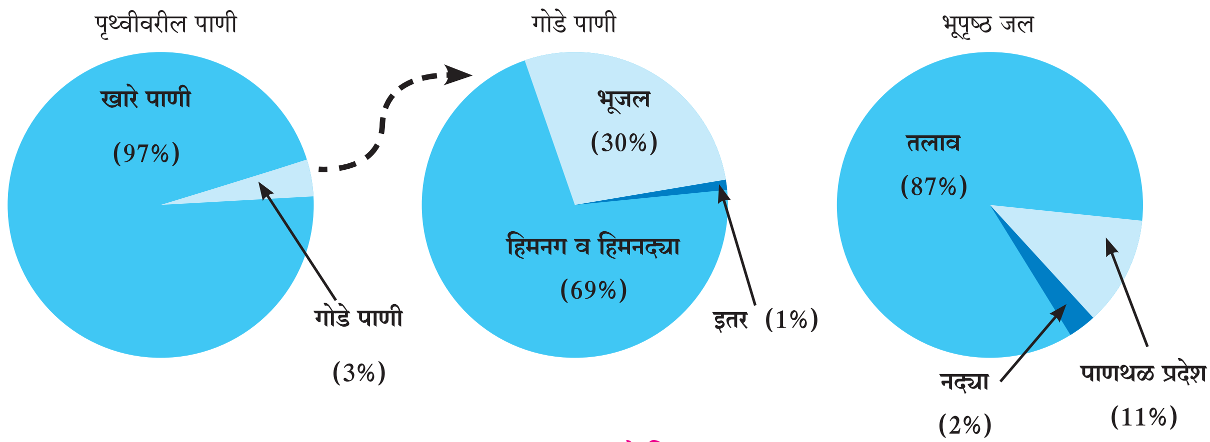
जलस्रोतांचे वर्गीकरण करायचे झाले तर त्याचे मुख्यत्वे दोन प्रकार आहेत :

1. **भूजल म्हणजे जमिनीखालील पाणी**
2. **भूपृष्ठजल म्हणजे पृष्ठभागावरील पाणी**



## निरीक्षण करा व चर्चा करा.

**पृथ्वीवरील पाण्याचे वितरण कसे आहे?**




1.3.14 पाण्याचे वितरण

**आकृतीवरून लक्षात येते की,**

- पृथ्वीवर असलेल्या एकूण पाण्यापैकी बहुतांश भाग सागरामध्ये आहे व हे पाणी खारे आहे.
- गोड्या पाण्याचा पुष्कळसा भाग हिम व बर्फात घन रुपाने आहे तर उरलेल्या भागामध्ये नद्या, तलावातील पाणी, भूजल व हवेतील बाष्प यांचा समावेश आहे.
- म्हणजेच पृथ्वीवर पाण्याचे प्रमाण जास्त असूनही वापरास योग्य पाणी 1% पेक्षाही खूप कमी आहे.

**सांगा पाहू.**

पृथ्वीवर किती प्रकारचे जलस्रोत आहेत?

1.3.15 जलस्रोत

1.3.16 हिमनदी

## स्वाध्याय

1. पाणलोट क्षेत्राचे वर्गीकरण लिहा.
2. पाणलोट क्षेत्राचे कोणतेही चार गुणधर्म लिहा.
3. तुमच्या परिसरात कोणत्या प्रकारचे पाणलोट क्षेत्र आहे ते लिहा.
4. इंटरनेट वापरून तुमच्या जिल्ह्याचे सरासरी पर्जन्यमान किती आहे ते लिहा.
5. पर्जन्याचे कोणतेही दोन गुणधर्म थोडक्यात स्पष्ट करा.
6. तुमच्या परिसरातील पर्जन्य घनता आणि वारंवारता यांबाबतीत कोणता ठोकताळा लावता येईल ?
7. भूजलाच्या विविध स्रोतांची नावे लिहा.
8. मॅग्मा जल कसे तयार होते ते लिहा.
9. पृथ्वीवरील पाण्याचे वाटप आकृतीच्या साहाय्याने स्पष्ट करा.
10. असंपृक्त जलधराची वैशिष्ट्ये लिहा.
11. भूपृष्ठजल म्हणजे काय ते सांगून त्याचे प्रकार स्पष्ट करा.
12. इंटरनेटवरून भूजल आणि भूपृष्ठजल यांचा वरील कारणांसाठी आपल्या राज्यात कसा वापर केला जातो, त्या टक्केवारीची माहिती मिळवा.
13. भूजलाचे भौगोलिक स्थानानुसार केले जाणारे वर्गीकरण लिहा.

## घटक 1 : जलशिक्षण

### प्रकरण 4 : माती व खडक प्रकार

भारत देशात भौगोलिक विविधता असल्याने प्रत्येक प्रदेशातील जमीन ही वेगवेगळ्या प्रकारची आढळते. आपण पाहतो की भूपृष्ठावर सर्वांत वर माती दिसते, मग जमीन खणल्यानंतर मातीचे थर संपले की त्याखाली आधी मुरूम व नंतर कठीण खडक लागतात.

**काळा पाषाण :**

महाराष्ट्रात काळा पाषाण बहुतांश आडव्या, थोड्या कमी-अधिक ठिकाणी उतार असलेल्या थरांच्या स्वरूपात आढळतो. कोट्यावधी वर्षांपूर्वी लाव्हा उद्रेक होऊन जमिनीवर जसजसा तो थंड झाला तसतसे हे काळ्या पाषाणाचे थर तयार झालेले आहेत.

1.4.1 काळा पाषाण

एका थरात साधारण दोन भाग पडतात. पहिला, एकजीव-एकसंध काळा खडक, दुसरा सच्छिद्र, हिरव्या-पांढऱ्या गारगोटींनी भरलेला. असा प्रत्येक थर किमान पाच मीटर ते कमाल पस्तीस मीटर जाडीचा असू शकतो. अशा काळ्या पाषाणाच्या दोन थरांमध्ये लाल-तांबूस किंवा क्वचित हिरवट-मातकट रंगाचा, एक ते पाच मीटर जाडीचा मातीचा थर दिसतो, त्याला "गेरू" म्हणतात. शिवाय काही ठिकाणी लाव्हा उद्रेकात उडालेली राख एका ठिकाणी एकत्रित जमा झाल्याने करड्या-पांढऱ्या रंगाचा राखेचा थर आढळतो.

काळा पाषाण हा महाराष्ट्रातील प्रमुख खडक असला तरी याव्यतिरिक्तही जे खडकांचे प्रकार दिसतात ते म्हणजे याच पाषाणाची झीज होऊन, रुपांतर होऊन तयार झालेले खडक. जसे की, मुरूम, माण-चुनखडक, वाळूसरा (गाळ खडक) आणि जांभा (लैटेराईट) खडक.

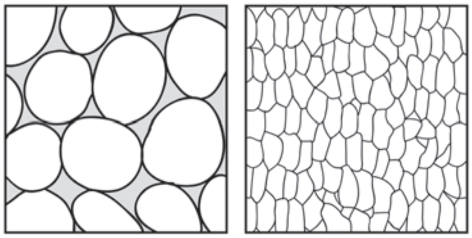
**इंटरनेट माझा मित्र :**

इंटरनेटचा वापर करून वरीलप्रमाणे विविध खडकांची चित्रे गोळा करून त्यांची माहिती देणारे प्रेझेंटेशन तयार करून वर्गात सादर करा.

हे खडक प्रकार भूजल धारणक्षमतेच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाचे, म्हणूनच भूजलाचा शोध घेताना, भूजलपुनर्भरणाचा विचार करताना या खडक प्रकारांच्या सच्छिद्रतेचा व पार्यतेचा व भेगांचा विशेष अभ्यास असावा लागतो. द्रायूच्या (वायू व द्रव यांच्या) मूळच्या स्वरूपात काहीही बदल न होता ते खडकांतून आरपार वाहून जाण्याच्या गुणधर्मास पार्यता म्हणतात. काही ठराविक वेळात खडकातून द्रायू आरपार वाहून गेले, तर त्यास पार्य खडक म्हणतात व ते आरपार वाहून जाण्याचे प्रमाण नगण्य असेल, तर त्यास अपार्य खडक म्हणतात.

**खडकाची सच्छिद्रता :**

प्रस्तराची सच्छिद्रता म्हणजे, त्यातील पोकळीच्या घनफ़ळाचे एकूण घनफ़ळाशी प्रमाण. प्रस्तरातील खडकांचे नमुने तपासून प्रस्तराच्या सच्छिद्रतेचा अंदाज बांधता येऊ शकतो. खडकाचा नमुना हातात घेतल्यावर मोकळ्या डोळ्यांनी दिसतीलच असे नाही.



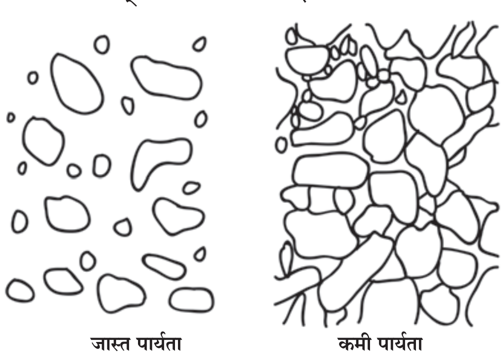
1.4.2 काळा पाषाण

| प्रस्तर | सच्छिद्रता (%) | प्रस्तर | सच्छिद्रता(%) |
|---|---|---|---|
| काळा कठीण खडक | 0.14 – 1 | वाळूसरा | 10 -30 |
| मांजऱ्या | 3 - 5 | गेरू | 35 |
| कठीण मुरूम | 1 - 8 | गाळवट | 35 |
| मऊ मुरूम | 2 - 14 | वाळुयुक्त गाळवट | 45 – 50 |
| चुनखडक | 14 | चिकण माती | 45 – 50 |

## खडकाची पार्यता

भूजलाच्या दृष्टीने केवळ खडकांत सच्छिद्रता असणे पुरेसे नाही, त्यासोबतच जो महत्त्वाचा गुणधर्म आवश्यक आहे तो म्हणजे पार्यता. उदाहरणार्थ, सारखीच सच्छिद्रता असलेल्या चिकणमाती आणि गाळवट या दोहोंत पाणी वाहण्याच्या वेगात मात्र बराच फरक आढळतो. थोडक्यात काय तर पार्यता जास्त असलेल्या प्रस्तरातून अधिक प्रमाणात पाणी वाहते.

20 मिमी व्यास आणि 40 मिमी उंचीचा दंडगोलाकार खडकाचा नमुना घेऊन पार्यता मोजण्याचा प्रयोग करता येईल. खडकाचा नमुना घेताना तो ज्या जागेवरून घ्यायचा तो फ़क्त एकाच दिशेत असावा. एका मोठ्या अंशांकित (मोजण्याकरिता खुणा असलेले) मोजपात्रात ऊर्ध्वपातित पाणी (डिस्टिल्ड वॉटर) भरून 6-8 तासांकरिता तो ठेवावा. नंतर त्या मोजपात्रातील पाणी कमी झालेले दिसेल जे मोजपट्टीवर मोजता येईल.




1.4.3 खडकाची पार्यता

## भेगा :

काळ्या पाषाणाचा मूळ तडकण्याचा गुण, ठराविक खनिजांची होणारी झीज (गुणधर्मामुळे), ऊन-थंडी-पाऊसाचा परिणाम, तापमानातील असमतोल, पाण्याची रासायनिक प्रक्रिया आणि जमिनीवरील दबाव आणि आतील पोकळीमुळे होणारे लहान-मोठे भूभ्रंश या सर्व घटकांचा एकत्रित परिणाम म्हणजे खडकांतील भेगा.

## माती :

खडकांचे मातीत रूपांतर होणे या क्रियेला खडकांचे अपक्षीणन वा झीज म्हणतात. यात हवा, पाणी, तापमान आणि दाब इत्यादी सतत होणारे बदल यांमुळे खडक आणि शिलाखंड फुटतात, त्यांची झीज होऊन कालांतराने त्यांचे बारीक कणांमध्ये रूपांतर होते आणि त्याची माती होते.

1.4.4 खडकांची झीज

माती ही दगड, गोटे, वाळू, बारीक माती, तसेच कार्बनी पदार्थांपासून बनलेली असते. यात मातीच्या कणांचा आकार वेगवेगळा असतो, जसे की

1. चिकणमाती : 0.0002 मिमी. पेक्षा लहान
2. गाळ (silt) : 2.022 मिमी. – 0.05 मिमी.
3. वाळू : 0.5 मिमी. – 2 मिमी.
4. खडी : 2 मिमी. पेक्षा मोठे

**हे करून पहा :**

1. कोरड्या नदीपात्रात, खाणकाम परिसरात, टेकडी जवळ उघडे भूस्तर दिसतात त्यांचे निरिक्षण करा व अपक्षन निरिक्षण करा.
2. सच्छिद्रता व पार्यता मोजमाप प्रयोग करून पहा.

### जमिनीतील ह्युमस निर्मिती :

मातीमध्ये वनस्पती आणि प्राण्यांचे अवशेष मिसळले, की तिच्यातील सूक्ष्मजीव या अवशेषांचे अपघटन/विघटन घडवून आणतात. त्यातून नायट्रोजनयुक्त संयुगांची निर्मिती होऊन जमिनीची सुपीकता वाढते. वनस्पती आणि प्राणी अवशेषांच्या अपघटनातून तयार झालेल्या मातीला कुथित मृदा (ह्युमस) म्हणतात. माती हे सूक्ष्मजीवांचे आगर आहे. विविध प्रकारचे असंख्य सूक्ष्मजीव मातीत आढळून येतात. सुपीक जमिनीचा 2.5 सेंटीमीटर जाडीचा मातीचा थर नैसर्गिकरीत्या तयार होण्यास सुमारे 800 ते 1000 वर्षे लागू शकतात.

**इंटरनेट माझा मित्र :**

1. गाळाची मृदा 2. तांबडी मृदा 3. काळी/ रेगुर मृदा 4. वालुकामय मृदा 5. जांभी मृदा 6. खडकाळ मृदा या मातीच्या प्रकारांची माहिती मिळवा. सुपीकता आणि मातीचा प्रकार यांतील संबंध स्पष्ट करा.

### मातीचे महत्त्व:

1. माती वनस्पतींना आधार देते.
2. वनस्पतींच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारी विविध खनिजे, अन्नद्रव्ये मातीतून मिळतात.
3. वनस्पतींच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारे पाणी माती साठवून ठेवते.
4. माती वनस्पतींच्या वाढीसाठी आवश्यक असणाऱ्या विविध सूक्ष्मजीवांचेही घर असते.

**सांगा पाहू.**

1. आपल्या तालुक्यात-जिल्ह्यात कोणत्या प्रकारचा खडक आहे ?
2. आपल्या परिसरातील माती प्रकार अभ्यासा.
3. शहरातील माती परिक्षण केंद्रास भेट द्या.

### स्वाध्याय

1. काळा पाषाण कसा तयार होतो ?
2. काळ्या पाषाणाचे मुख्य घटक कोणते?
3. अपक्षनातील मुख्य प्रक्रिया सांगा
4. मातीतील कणांचे प्रकार सांगा?
5. माती जमीन सुपिकतेस कशी मदत करते?

# घटक 2 : जलसंधारण

## प्रकरण 1 : जलसंरचना

### विहीर

जमिनीखालील पाणी काढण्यासाठी केलेल्या खड्ड्यावजा बांधकामास विहीर असे म्हणतात. भूपृष्ठाखाली असलेल्या पाण्याच्या पातळीपर्यंत पोहोचून पाणीवापरासाठी उपलब्ध करण्यासाठी ज्या संरचना तयार केल्या जातात, त्यात विहीर ही सर्वांत जास्त प्रचलित संरचना आहे. विहिरीतील पाणी विद्युत् उपकरण वा मनुष्यबळ लावून काढले जाते आणि घरगुती वापरासाठी तसेच सिंचनासाठी वापरले जाते.

**रचना** – प्रथम योग्य जागा निवडून तिथे खड्डा करतात. तो भूगर्भातील पाण्याच्या पातळीपर्यंत खोल नेतात. नंतर खड्ड्याच्या भिंतींचे दगड/विटा/काँक्रीटने बांधकाम करतात. पाणी बाहेर काढण्यासाठी मोट वा विजेवर अथवा अन्य उर्जेवर (डिझेल, सौरऊर्जा, इत्यादी) चालणाऱ्या पंपाची व्यवस्था करतात. पाणी किती साठवायचे त्यावर विहिरीची गोलाई (रुंदी) अवलंबून असते. विहिरीची रचना साधारणतः वर्तुळाकार असते.

### विहिरींचे प्रकार

1. **आड** – जी विहीर अरुंद आणि बहुतेक वेळा चौकोनी आकाराची असते आणि खोल असते, तिला आड असं म्हटलं जातं. ज्या भागात भूजल खूप खाली असतं, त्या भागात या विहिरी बघायला मिळतात.
2. **कूप (अरुंद आणि खोल विहीर)** – अरुंद असलेल्या खोल विहिरीला कूप म्हटलं जातं. याचा आकार चौकोनी नसतो. विहीर आणि आड हे सारख्या प्रकारचे स्रोत आहेत.

2.1.1 कूप

3. **गोल विहीर** – ही सर्वांत जास्त प्रसार झालेली आणि दिसणारी विहीर आहे. याचा आकार वर्तुळासारखा असतो. यात फरक फक्त त्याच्या व्यासामध्ये होतो आणि बांधकामाच्या साहित्यामध्ये होतो ( दगडी, विटा वापरून, काँक्रीट, काँक्रीट रिंग वापरून)

2.1.2 गोल विहीर

4. **चौकोनी विहीर** – हिचा आकार चौकोनी असतो. बाकी ही विहीर गोल विहिरीसारखीच असते.

2.1.3 चौकोनी विहीर

5. **दीर्घिका** – नावाप्रमाणेच, ही विहीर लांबट असते. बाकी सगळी वैशिष्ट्ये गोल विहिरीसारखीच असतात.
6. **नलिका कूप** – ज्या भागात मातीचे प्रमाण खूप जास्त असते, तिथे माती सतत पडत राहिल्याने विहीर खणत जाणे खूप अवघड असते. अशा

2.1.4 नलिका कूप

ठिकाणी नलिका वापरून खोल पाणी पातळीपर्यंत जाऊन पाणी उपलब्ध करून घेतले जाते. ही विहीर कमी जागेत आणि कमी खर्चात होते. पण याची साठवण क्षमता विहिरीपेक्षा कमी असते.

7. **पुष्करणी –** सर्वसाधारणपणे, चौकोनी आकाराचा, घडवलेल्या दगडांमध्ये पायऱ्या असलेला हा तलावाचा एक लोकप्रिय प्रकार आहे. बहुतेक वेळा ही संरचना मंदिर, राजमहाल, इत्यादि ठिकाणी बांधली आणि राखली गेली आहे.

2.1.5 पुष्करणी

**माहीत आहे का तुम्हाला?**

सातारा जिल्ह्यामध्ये लिंब येथील बारामोटाची इतिहासकालीन विहीर म्हणजे शिवकालीन स्थापत्य शास्त्राचा अद्‌भूत नमुना पहायला मिळतो. विहिरीत प्रशस्त महाल देखिल असून ही बारा मोटांची विहीर पाहण्यासाठी पर्यटक नेहमी गर्दी करतात.

8. **बारव –** काही ठिकाणी उत्तम दगडी बांधकामात असलेल्या मोठ्या, पायऱ्या असलेल्या विहीरी बघायला मिळतात. त्यामध्ये जमिनीपासून पाण्यापर्यंत जाण्यासाठी पायऱ्या असतात. अनेक ठिकाणी बाजूने राहण्याची सोयही केलेली आढळते. अनेक बारवांमध्ये पाणी वर ओढून काढण्यासाठी मोट वापरता येईल याचीही सोय केलेली आढळून येते.

2.1.6 बारव

9. **बुडकी –** ज्या विहिरीला केवळ पावसाळ्यात पाणी असतं आणि नंतर जिवंत झरे नसल्याने जी विहीर कोरडी पडते, अशा छोट्या विहिरीला बुडकी असं म्हटलं जातं. सह्याद्रीच्या डोंगररांगांमध्ये असलेल्या आदिवासी भागात या प्रकारच्या संरचना मोठ्या प्रमाणावर बघायला मिळतात. सर्वसाधारणपणे ही संरचना ओढा किंवा नदीकाठी केली जाते.

2.1.7 बुडकी

10. **विंधन विहीर** – जेव्हा भूजल पातळी खोल असते, मातीचा थर कमी असतो आणि कातळ भाग जास्त असतो, तिथे विंधन विहीर केली जाते. यामध्ये

2.1.8 विंधन विहीर

योग्य जागा निवडून, यंत्राद्वारे खणून जलधरापर्यंत जाऊन तेथील पाणीसाठा वापरला जातो. जिथे भूजल पातळी खूप खोल आहे, अशा ठिकाणी हा अत्यंत उपयोगी उपाय आहे. दुर्दैवाने, कमी खर्च, लागणारी कमी जागा आणि कमी वेळ, यंत्राद्वारे होणारं काम, इत्यादी फायद्याच्या गोष्टींच्या मोहाने सध्या या उपायाचा खूप गैरवापर होतो आहे.

11. **रिंगवेल** – ही लहान व्यास असलेली विहीर काँक्रीट रिंगा वापरून केली जाते. जिथे भूजल पातळी चांगली असते आणि समुद्रकिनारा जवळ

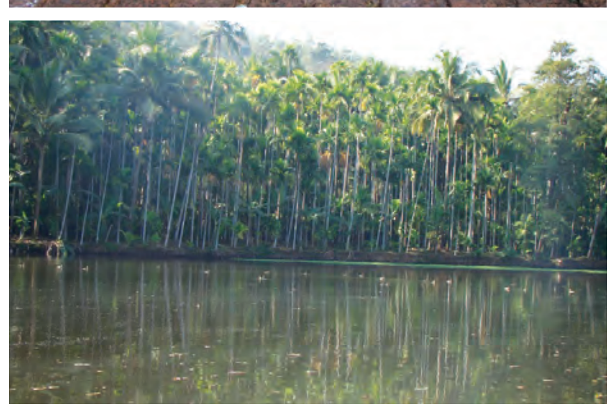
2.1.9 रिंगवेल

असतो, अशा ठिकाणी हा उपाय उत्तम परिणाम देतो. ही विहीर साधारणपणे १० फूट ते २० फूट इतकीच खोल असते. हा उपाय विशेषत: नागरी भागात पर्जन्य जलसंधारण करताना विशेष उपयोगी पडतो.

## तलाव

जमिनीच्या खोलगट भागात नैसर्गिक वा कृत्रिमरीत्या झालेल्या जलसंचयास काठ, पाळ, शिल्पे इत्यादींच्या बांधकामाने वास्तुदृष्ट्या जे निश्चित स्वरूप दिले जाते, त्याला तलाव म्हणतात. तलाव हे आकारमानाने सामान्यतः सरोवरापेक्षा लहान व विहिरीपेक्षा मोठे असतात. तलावाला, पुष्करणी, वापी, वापिका अशीही नावे आहेत. यांपैकी काही नावे वैशिष्ट्यनिदर्शक आहेत. उदा., पुष्करणी म्हणजे कमळांचे तळे. आकारानुसार त्याचे सूर्यपुष्करणी, चंद्रपुष्करणी असे उपप्रकार आढळून येतात.

भारतात नद्यांप्रमाणेच तलावांनाही धार्मिक महत्त्व प्राप्त झालेले आहे. बहुसंख्य देवालयांच्या आवारात तलाव, विशेषत: पुष्करणी बांधलेल्या आढळून येतात. ज्या भागांत मोठ्या नद्या कमी; तिथे तलावांची संख्या जास्त आढळून येते. या तलावांकाठी घाट, दीपमाळा, ओवऱ्या, स्तंभ, महाद्वारे इ. बांधण्याची प्रथा होती. त्या काळी पाणी पुरवणं हे राजाचं काम नव्हतं, तर लोक आपली पाण्याची गरज आपापल्या प्रयत्नांनी पूर्ण करत असत. त्याकाळी सार्वजनिक उपयोगासाठी तलाव बांधणे, हे धर्मशास्त्रानुसार पुण्यपद मानले गेले आहे. असे तलाव बांधून ते सार्वजनिक कार्यासाठी अर्पण केले जात. याची



2.1.10 तलाव

नोंद आपल्याला अशा तलावांच्या ठिकाणी आजही बघायला मिळते.

तलावाचा उपयोग गावास पाणीपुरवठा, देवळास शोभा, धार्मिक कार्ये, अग्निशमन, सृष्टिशोभा, पांथस्थाची सोय अशा अनेक कारणांनी प्राचीन काळापासून होत आलेला आहे. तलाव नैसर्गिक झऱ्याचे किंवा कृत्रिम साठवलेल्या पाण्याचे असल्यास त्याप्रमाणे त्यांच्या पाण्याची गोडी बदलते. बंधारे बांधून किंवा जमिनीत खणून साठवलेल्या पाण्याचे तलाव दीर्घकाळ टिकावे, यासाठी त्यातील गाळ वाहून नेण्याची सोय पूर्वी करत असल्याचं लक्षात येतं. तलावाचे बांधकाम दगडी करून तलावातील पाण्याची मुरून जाण्याची प्रक्रिया लांबवता येते.

ऐतिहासिक काळात बंधाऱ्याच्या तलावाकाठी शीतगृहे, बारादरी, बगिचे तसेच शोभादायक सज्जे व कमानी बांधण्याचा प्रघात होता. उदयपूरचा राजसमंद (सु. 1662–76), अजमीरचा अनासागर (बारावे शतक) ही याची उत्तम उदाहरणे आहेत. वाराणसीमध्ये तर पूर्वी तलावांच्या जाळ्याच्या साहाय्याने वरुणा, अस्सी आणि गंगा या तीन नद्या जोडल्या होत्या असं म्हटलं जातं. इंदूरजवळील मांडवगढ येथील नगररचनेत तलावांची योजना केलेली आहे. जहाजमहालचा (मांडू) परिसरही तलावांसाठी प्रसिद्ध आहे. मदुरा येथील मीनाक्षी मंदिरातील 'सोनेरी कमळांचा तलाव' प्रसिद्ध आहे. इंद्राने ब्रम्हहत्येच्या पातकातून मुक्त होण्यासाठी या तलावात स्नान केले, अशी पौराणिक आख्यायिका रूढ आहे. या तलावाभोवती मोठा सभामंडप आणि ओवऱ्या आहेत. ह्याच ठिकाणी तिरूमल नायकाने बांधलेला 'बंदियुर' किंवा 'मरिय्यमन तेप्पकुलम्' (1645) हा दक्षिण भारतातील सर्वांत मोठा दगडी तलाव मानला जातो. त्याची लांबी 304 X 80 मी. व रुंदी 289 X 56 मी. आहे. त्यातील पाणी वैगाई नदीच्या पात्रातून घेतले असल्याने जलाशयात खंड पडत नाही. त्याच्या मध्यभागी एक छोटे बेट असून त्यावर लहान घुमट व मध्यभागी एक देवालय आहे.

आधुनिक नगररचनेतही तलावांना महत्त्वपूर्ण स्थान लाभले आहे. तलावाकाठी बागा, स्नानगृहे, घाट इ. योजिले जातात. अठराव्या–एकोणिसाव्या शतकांत मुंबईमध्ये अनेक मोठे तलाव बांधले गेले. महालक्ष्मी, गावदेवी, लक्ष्मीनारायण इ. ठिकाणच्या देवालयांत मोठे बांधीव तलाव होते. शहराच्या वाढीमुळे आणि पिण्याच्या आणि वापराच्या पाण्याच्या पुरवठ्याच्या सरकारी सोयीमुळे काही तलाव बुजवण्यात आले. मुंबादेवी व महालक्ष्मी येथील तलाव अलीकडे बुजवून टाकले आहेत.

**शेत तळे :**

शेतजमिनीच्या वरील बाजूस पावसाचे वाहून जाणारे पाणी साठवून ठेवण्यासाठी शेततळ्यांची निर्मिती केली जाते. पिकांना पाण्याची कमतरता भासेल अशा वेळी पिकास पाण्याची उपलब्धता होण्याच्या दृष्टीने खोदलेल्या तळयास शेत तळे असे म्हणतात. शेततळे हे नाला ओघळीच्या काठावरील पडिक क्षेत्रात घेतले जाते. ज्या जमिनीतून पाणी पाझरण्याचे प्रमाण कमी आहे अशी जमीन असलेल्या जागेची निवड करण्यात येते. अशी काळी जमीन ज्यात चिकणमातीचे प्रमाण जास्त आहे अशी जमीन शेततळ्यास योग्य असते. मात्र मुरमाड, वालुकामय, सच्छिद्र खडक किंवा खारवट अशी जमीन असलेली जागा शेततळ्यास अयोग्य असते. जेथे सहजासहजी विहीर खोदणे शक्य होत नाही तेथे वाहून जाणारे पाणी साठविण्यासाठी शेततळे तयार करता येते. नैसर्गिक घळ अथवा ओघळ विचारात घेऊन पाणी शेततळ्यात येईल अशा पद्धतीने शेततळे बांधण्यावरून दोन प्रकार पडतात.

नैसर्गिक घळामधील पाण्याचा स्रोत असणारे तळे आणि सपाट जमिनीतील शेततळे.

पाणलोट क्षेत्रातील भूगर्भातील पाण्याचे पुनर्भरण, पिकांना पाण्याची कमतरता भासेल त्यावेळी पिकास पाणी उपलब्ध होणे, मत्स्यसंवर्धनासाठी उपयोग तसेच चिबड व पाणथळ जमीन सुधारणेसाठी शेततळ्याचा चांगला उपयोग होतो.

2.1.11 शेत तळे

**बोडी दुरुस्ती :**

विदर्भातील जिल्हयांत पूर्वपार पद्धतीने भातशेताच्या जमिनीच्या वरच्या भागात मातीचे बांध करुन छोटे जलाशय तयार करतात व त्यांत पाणी साठवितात. साठविलेले पाणी आवश्यकतेनुसार जलाशयाच्या खालच्या भागातील भात शेतीला देतात. या छोटया तलावास विदर्भात बोडी असे म्हणतात. पूर्वापार बांधलेल्या बोडीची आता फुटतूट झाल्याने तसेच त्यात गाळ साठलेला असल्याने या जुन्या बोडींचे खोलीकरण व नूतनीकरण करणे आवश्यक ठरले आहे. पूर्व विदर्भातील भंडारा, गोंदिया, चंद्रपूर व गडचिरोली या जिल्ह्यांमध्ये जलसंधारणाचा एक परिणामकारक उपाय म्हणून जुन्या बोडीचे नूतनीकरण केले जाते. भुपृष्ठावरून वाहून जाणारे पाणी अडविणे व पुर्नभरण करणे आणि आत्पकालीन परिस्थितीत भातपिकास संरक्षित जलसिंचन करणे हे बोडी नूतनीकरणाचे उद्देश आहेत.

2.1.12 बोडी

## स्वाध्याय

1. विहीर म्हणजे काय? विहिरीचे विविध प्रकार कोणते.
2. बोडी कशाला म्हणतात ?
3. शेततळे कुठे करावे?
4. तलावाचे उपयोग कोणते आहेत ?

# घटक 2 : जलसंधारण

## प्रकरण 2 : जलसंधारण संकल्पना

### पाऊस पाण्याचे वितरण

निसर्गात उन्हाळा, पावसाळा आणि हिवाळा असे ऋतुचक्र सुरु असते. जीवनासाठी आवश्यक असणारे पाणी आपल्याला पावसाळा या ऋतूत उपलब्ध होते. महाराष्ट्रातील सर्व भागात एकसमान पाऊस पडत नाही. पावसाळ्यात विशिष्ट भागात पडणारे पाणी काही प्रमाणात नैसर्गिकरीत्या जमिनीत मुरते, काही भूपृष्ठजल म्हणून साठवले जाते. याव्यतिरिक्त या पाण्याचा काही भाग बाष्पीभवनामुळे परत जातो, काही वनस्पतींकडून थेटपणेही वापरला जातो आणि बाकी अपधाव स्वरूपात पुढे वाहून जातो. अपधाव म्हणजे भूपृष्ठावरून वाहणारे पाणी प्रवाह.

डोंगरकपारी, नदीपात्रात, विहिरीत झरे रूपाने आढळणारे पाण्याचे स्रोत पावसाळा संपल्यानंतर काही दिवसातच आटू लागतात. अशा वेळी पाण्याची गरज भासत असते. काही भागास सततपणे दुष्काळी परिस्थितीचा सामना करावा लागत असतो. अशा वेळी हा वाया जाणारा अपधाव थांबवून पावसाचे हे पाणी जास्तीत जास्त प्रमाणात अडवणे, सुयोग्य ठिकाणी साठवणे किंवा जमिनीत मुरवणे गरजेचे असते.

### जलसंधारण म्हणजे काय?

एखाद्या परिसरात पडलेले, स्रोतांमधून वाहून आलेले पावसाचे पाणी मानवनिर्मित उपाययोजना करून, विविध संरचना बांधून त्यात अडवणे, साठवणे आणि भूगर्भात जिरवणे आणि पावसाळा संपल्यावर पुढचा पावसाळा येईपर्यंत माणसाला पिण्यासाठी, वापरासाठी, उद्योगासाठी आणि शेतीसाठी वापर करता येईल याची सोय करणे म्हणजेच “जलसंधारण” होय.

2.2.1 डोंगर उतार, प्रवाह, जंगल तोड आणि त्यामुळे वाहून गेलेले पाणी आणि माती

### जलसंधारणाची वाढती गरज

अलीकडे काही वर्षात पाऊस पडण्याचा कालावधी बदलतोय तसेच एकावेळी पडणाऱ्या पावसाचे प्रमाणही अनियमित झालेले आहे. चार महिने कमी जास्त प्रमाणात पण सातत्यपूर्ण पडणारा पाऊस आता वातावरणीय बदलामुळे लहरी बनला आहे. कधी तो कमी कालावधीत जास्तीत जास्त पाऊस पडतो तर कधी दोन पावसातला कोरडा कालखंड दीर्घकाळ लांबतो अशी उदाहरणे वारंवार दिसत आहेत. परिणामी पावसाचे पाणी वेगाने जमिनीवरून वाहून ते जमिनीत मुरण्याचे प्रमाण कमी होत आहे.

वनस्पती पावसाच्या वाहत्या पाण्याचा वेग नियंत्रित करतात. जमिनीवरील पाणी भूगर्भात पोचवण्याचे काम झाडांची मुळे करत असतात, मोठ्या प्रमाणावर होत असलेली वृक्षतोड आणि वृक्षलागवडीचे प्रमाण याबाबतीत सुद्धा निर्माण झालेल्या विषमतेमुळे जमिनीवरून पाणी वेगाने वाहून जात आहे.

2.2.2 जलसंधारण न केल्यामुळे उद्भवलेल्या समस्या

शहरात किंवा खेड्यात घर, रस्ते वगैरे बांधकामं केल्यानंतर अशा जागेत सिमेंट, वाळू यांचा जो जाड थर पसरला जातो त्यामुळे पावसाचे पाणी जमिनीत मुरण्याच्या जागा कमी होतात आणि नैसर्गिक भूजल पुनर्भरनाचे प्रमाण कमी झाले आहे.

पूर्वी जितके पाणी मिळत असे तितकेच पाणी आजही उपलब्ध होत आहे परंतु बेसुमार लोकसंख्या वाढीमुळे पाण्याचा वापरही वाढत आहे. एकूण उपलब्ध पाण्याचे प्रमाण आणि प्रत्यक्षात वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण पाहता जलसंधारण आणि पाण्याच्या व्यवस्थापनाची आवश्यकता निर्माण झाली आहे.

### जलसंधारणाची उपयुक्तता

लोकसहभाग तसेच नैसर्गिक साधनसंपत्ती आधारीत राज्यातील ग्रामिण भागाचा आर्थिक विकास करण्याच्या दृष्टिने जलसंधारणातून पुढील बाबी साध्य होऊ शकतात :

शाश्वतता : पाणलोट परिसंस्थेतील पाण्याचा उपसा त्यातील पुनर्भरणाच्या प्रमाणापेक्षा कमी केल्यास तसेच दरडोई पाणीवापरात घट केल्यास नकळत जलसंधारण घडून येईल आणि पाण्याचा शाश्वत पुरवठा होऊ शकेल.

ऊर्जा संधारण: जलव्यवस्थापनासाठी विजेचा वापर होतो. त्यासाठी 15 % वीज वापरली जाते. पाण्याचा वापर घटल्यास ऊर्जेचीही बचत होईल व ऊर्जासंधारण साधता येईल.

अधिवास संधारण: गोड्या पाण्याचा वापर कमी झाल्यास गोड्या पाण्याचे जलसाठे अबाधित राहून, ते कोरडे न पडल्याने त्यातील सजीवांना संरक्षण मिळेल.

### पर्जन्य जलसंधारण :

पावसाचं पडलेले पाणी त्याच परिसरात योग्य जागी, योग्य प्रकारे, शास्त्रीय पद्धतीने अडवणे, जिरवणे आणि नंतरच्या काळात वापरण्यासाठी उपलब्ध करून ठेवणे म्हणजे पर्जन्य जलसंधारण. याचे दोन प्रकार आहेत,

अ. **तात्पुरता वापर :** पावसाळा चालू असताना, पावसाचे पाणी (साधारण 4-5 दिवस पुरेल एवढे) साठवून ठेवून ते वापरणे.

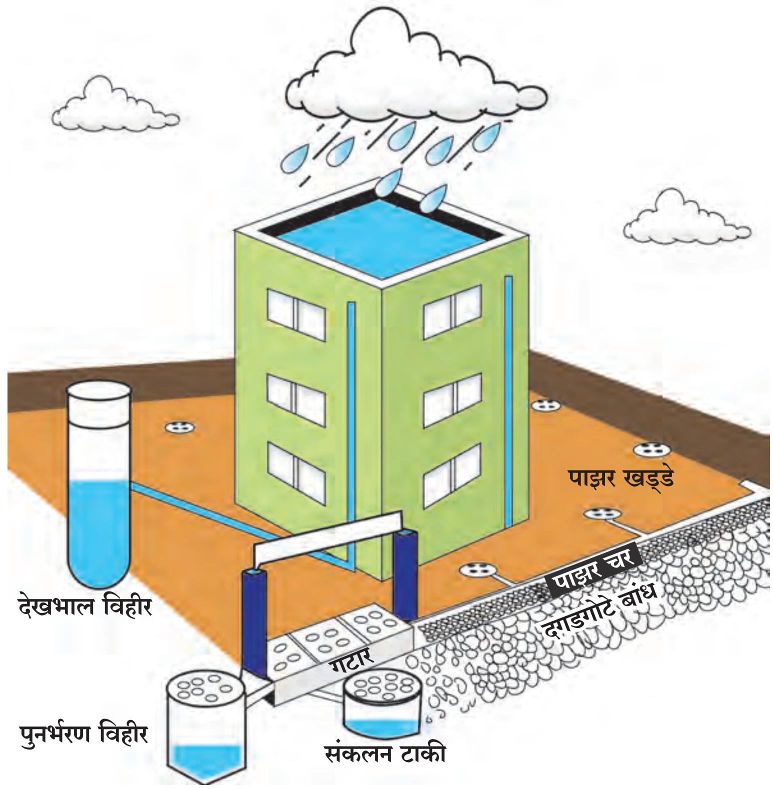
आ. **पावसाळा संपल्यावर वापर :** पावसाचे पडलेले पाणी टाकीत, विहिरीत, बोरवेलमध्ये, किंवा इतर ठिकाणी साठवून ठेवून ते पावसाळा संपल्यावर वापरणे.

पर्जन्य जलसंधारण हे शहरांत आणि खेड्यांत, दोन्हीकडे उत्तम प्रकारे करता येते आणि त्याचा फायदाही चांगला दिसून येतो.

### शहरी भागात जल संधारण

शहरात पाऊस पडतो तेव्हा पाणी इमारतीच्या छतावरून खाली येते. ते पाईपमधून खाली असलेल्या (बहुसंख्य ठिकाणी) फरशी किंवा काँक्रीटवरून वाहून पालिकेच्या नाल्याला मिळते. तिथून ते एकत्र होत जवळच्या ओढा, नाले, नदी, खाडी किंवा समुद्र यांना जाऊन मिळते.

पृष्ठभाग कोणता आहे यावर पाणी जिरणार की वाहून जाईल आणि किती प्रमाणात जिरेल आणि किती प्रमाणात वाहणार हे ठरते. जर मोकळे मैदान किंवा माती असलेली जागा असेल तर पडणाऱ्या पाण्याच्या 50% जमिनीत मुरते. पण काँक्रीट असेल तर जेमतेम 10% पण मुरत नाही, सगळे वाहून जाते. पूर्वी इमारतीच्या आवारात माती असायची. खूप मैदाने आणि मोकळ्या जागा असायच्या. त्यामुळे पाणी आधी जमिनीत मुरायचे आणि मग आवाराबाहेर यायचे. त्यामुळे पाणी हळूहळू यायचे आणि नाले भरून वाहाण्यास वेळ लागायचा. आता, माती कमी किंवा नाहीशी झाल्याने पाणी लगेच आणि पूर्णपणे नाल्यांत येते आणि परिसरात पूरसदृश्य परिस्थिती निर्माण होते. हे सध्या शहरभर झाले आहे आणि त्यात अनधिकृत बांधकामे, रस्ते आणि फुटपाथ (जिथे आहेत तिथे) करताना, रस्ता दुभाजक करताना झालेलं दुर्लक्ष हेही आहे. यात नालेसफाईमधील अनियमितता किंवा कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्यात होत असलेले कथित गैरप्रकार वगैरे गोष्टी भर घालतात, आणि त्यामुळे आताची बिकट परिस्थिती निर्माण होते. शहरातील जास्तीत जास्त भागाचे काँक्रीटीकरण केल्यामुळे त्याचा उपयोग पाणी जमिनीत जिरवण्यासाठी करता येत नाही. त्यातच, पावसाचे पडलेले पाणी लवकरात लवकर समुद्राच्या दिशेने कसे जाईल हे बघितले जाते. त्यामुळे, पूर्वी जमिनीत पाणी जिरायचे ते खूप कमी झाले आहे. त्यामुळे पावसाळ्यात पाणी साठून पूरसदृश्य परिस्थिती निर्माण होते आणि उन्हाळ्यात पाणी टंचाईला तोंड द्यावे लागते. जर प्रत्येक इमारतींमध्ये पर्जन्य जलसंधारण केले तर हे चित्र नक्की बदलता येते. परिसरातील विहीर, बोअरवेल, इत्यादी स्रोतांचे पुनर्भरण केले तर त्या स्रोतांचे आयुष्य वाढतेच पण पावसाळ्यात पूर आणि उन्हाळ्यात टंचाई, हे चित्र पण दिसत नाही. आणि, सर्वांत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे, तो परिसर




2.2.3 पर्जन्य जलसंधारण

पाण्यासाठी स्वयंपूर्ण होतो, शासनावर पाण्यासाठी पूर्णपणे अवलंबून राहावं लागत नाही. फक्त, यासाठी लोकसहभागाची गरज आहे.

### खेड्यांतील जलसंधारण :

गावाला लागणारं पाणी त्याच परिसरात अडवणे, जिरवणे आणि साठवणे यांतून गावाच्या पाण्याच्या गरजेची पूर्तता होऊ शकते. यात केवळ पिण्याचेच नाही तर घरगुती वापराचे, गुरांसाठी, इतर वापरासाठी, आणि दुसऱ्या, तिसऱ्या हंगामातील पिकासाठी पाणी याचा विचार करून उपाययोजना करणे गरजेचे असते. गाव कुठे आहे, लोकसंख्या किती, गावाची पाण्याची गरज काय, पाण्याचे स्रोत किती, त्यांची क्षमता काय, शेतीसाठी पाणी किती लागणार, गावात गुरे किती, जमीन कोणत्या प्रकारची आहे, माती कोणत्या प्रकारची आहे, किती थर आहेत, दगड किती खोल आणि कसा आहे, उतार कसे आहेत, इत्यादी गोष्टी विचारात घेऊन जलसंधारण योजना आखली आणि राबवली तर निश्चित यशस्वी होते. जलसंधारण जर यशस्वीपणे दीर्घकाळ राबवायचे असेल तर त्यात स्थानिक लोकांचा सहभाग आवश्यक असतो.

2.2.4 पाणी साठवण पद्धत

**हे करून पहा :**

1. शहरी आणि ग्रामीण भागातील जलसंधारण पद्धतींचा तक्ता तयार करा
2. गडकोट किल्ल्यांस भेट द्या व जलसंधारण संरचना निरीक्षणे नोंदवा.
3. शाळेच्या परीसरातील पावसाचे पाणी अडवून जिरवण्याकरिता जलसंधारण हा उपक्रम शिक्षकांच्या मदतीने राबवा.

#### पर्जन्यजल संधारणाचे फायदे :

1. अस्तित्वात असलेल्या पाण्याच्या स्रोताचे बळकटीकरण केलं जाते.
2. पाण्याचा दर्जा सुधारतो.
3. विहीर किंवा बोअरवेल यांचे आयुष्य वाढते.
4. परिसरात पाणी तुंबणे, पूर परिस्थिती निर्माण होणे, इत्यादी गोष्टी टाळता येतात.
5. बोअरवेलच्या पाण्यामधील क्षार कमी करता येतात आणि पाणी पिण्यायोग्य करणे शक्य होते.
6. पाण्याच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण होण्याच्या दिशेने वाटचाल चालू राहते.
7. सरकारी यंत्रणेवर पाण्यासाठी पूर्णपणे अवलंबून राहावे लागत नाही.

#### जलसंधारण विभाग

महाराष्ट्र शासनाने 5 जून, 1992 मध्ये जलसंधारण विभागाची स्थापना केली. या विभागाकडे जलसंधारण, मृदासंधारण, एकात्मिक पाणलोट विकास, लघुसिंचन, पडीक जमीन विकास यांसारख्या महत्वपूर्ण केंद्र व राज्य पुरस्कृत योजनांचे संनियंत्रणाची जबाबदारी सोपविण्यात आली आहे. कमीत कमी भूसंपादन प्रक्रिया राबवून, कमी खर्चात लघु व मध्यम आकाराचे सिंचन प्रकल्प 1 ते 2 वर्षात मार्गी लावणे, भूगर्भातील पाणी पातळी वाढविणे, मोठया व मध्यम प्रकल्पांसाठी गाळ अडविणे, जमिनीची धूप थांबविणे, विकेंद्रित जलसाठे तयार करणे या सर्व कार्यासाठी शासन निर्णय दि. 31 मे 2017 नुसार जलसंधारण विभागाची पुनर्रचना होऊन मृदा व जलसंधारण असा स्वतंत्र विभाग स्थापन करण्यात आला आहे.

महाराष्ट्र राज्यात लघुसिंचन प्रकल्प यासह पाणलोट व जल संधारण कामाचे प्रचलन आणि शीघ्र विकास आणि नियमन करण्यासाठी व त्यांच्याशी संबंधित बाबींकरिता विशेष तरतूद करण्यासाठी महाराष्ट्र जलसंधारण महामंडळाची स्थापना 22 ऑगस्ट 2000 मध्ये करण्यात आली असून त्याचे मुख्यालय औरंगाबाद येथे आहे. राज्याच्या एकूण निर्मित सिंचनक्षमतेमध्ये जलसंधारण विभागाचा 21% वाटा आहे.

#### इतिहासकालीन जल संधारण संरचना

समुद्रातील बेटावर असो, किनाऱ्याजवळ असो, भुईकोट असो किंवा डोंगरी किल्ले असोत, प्रत्येक ठिकाणी पर्जन्यजल संधारण करून आवश्यक पाणीसाठा उपलब्ध करून ठेवला जात होता हे सहज लक्षात येईल. विहीर, टाकी, तलाव, पुष्करणी, इत्यादि संरचनांच्या माध्यमातून पुरेसा पाणीसाठा त्या ठिकाणी असणाऱ्या लोकांसाठी उपलब्ध कसा होईल याची व्यवस्थित काळजी घेऊन स्थलानुरूप संरचना बांधल्या आणि राखल्या गेल्या होत्या.

#### सागरी किल्ल्यांवर केले गेलेले उपाय :

कुलाबा, जंजिरा, सिंधदुर्ग किंवा इतर कोणताही सागरी किल्ला पाहिला तर लक्षात येते की आजूबाजूला खारं पाणी असूनही, या सर्व किल्ल्यांवर गोड पाण्याचे साठे आहेत, मग ते तलावाच्या स्वरुपात आहेत किंवा विहिरींच्या! हे कसे शक्य झाले? हे स्थलानुरूप जलसंधारणाचे उत्कृष्ट उदाहरण आहे. किल्ल्याची तटबंदी बांधताना ही काळजी घेतली गेली की किल्ल्याच्या परिसरात पडणारे पावसाचे पाणी बाहेर वाहून जाणार नाही. किल्ल्यावर एक पाण्याचा साठा तयार केला गेला आणि मग ते पाणी गरजेनुसार वर्षभर वापरले गेले. त्या मर्यादित पाण्याच्या साठ्याचे बाष्पीभवन कमी व्हावे यासाठी बांधकामात आणि आरेखनात अनेक उपाय केले गेले. थेट सूर्यप्रकाश पाण्यापर्यंत पोहोचणार नाही याची काळजी घेतली गेली, ते पाणी स्वच्छ राहील याची काळजी घेतली गेली. हे सर्व आजही व्यवस्थित परिणामकारकपणे काम करत आहे.

2.2.5 किल्ले जंजिरा मुरूड येथील तलाव

#### डोंगरी आणि नागरी किल्ल्यांवरील जलसंधारण :

देशातील जवळपास सर्वच ठिकाणी असलेल्या अशा किल्ल्यांवर जलसंधारणाची अनेक उदाहरणे सापडतात. जमिनीवरील नळदुर्ग किंवा औसा, महाराष्ट्रातील बहुसंख्य डोंगरी किल्ले तसेच सागरी दुर्ग अशा ठिकाणी सुद्धा जलसंधारण आणि व्यवस्थापन उपाय वापर होण्याच्या परिस्थितीत दिसून येतात. येथेही किल्ल्याची तटबंदी

बांधताना त्या किल्ल्याच्या परिसरात पडलेले पावसाचे पाणी बाहेर वाहून जाणार नाही याची काळजी घेतली होती. हे पाणी त्या परिसरात जिरवून, मग ते विहिरीच्या मार्गाने वापरले जात होते आणि तलावांमध्ये किंवा कुंडांमध्ये साठवून वापरले जात होते. आजही ही यंत्रणा आपल्याला व्यवस्थित काम करताना दिसते. हे तत्त्व वापरून अगदी सागरी किल्ल्यांवरही जलसंधारण आणि व्यवस्थापन करून गोड पाण्याची सोय केली होती.

2.2.6 किल्ले रायगड येथील तलाव

## स्वाध्याय

1. जलसंधारण म्हणजे काय ?
2. पावसाच्या पाण्याची विभागणी स्पष्ट करा.
3. जलसंधारणाची गरज का वाटते ?
4. जलसंधारण कोणत्या प्रकारच्या जमिनीत केले जाते व कोणती काळजी घेणे आवश्यक आहे ?
5. जलसंधारणाची उपयुक्तता सांगा.
6. महाराष्ट्र जलसंधारण विभागाची कामे काय ?
7. शहरी भागात पावसाचे पाणी जिरवण्यास मर्यादा का येतात. ? त्यासाठी लोकसहभागातून जलसंधारण कसे करता येईल ?

# घटक 2 : जलसंधारण

## प्रकरण 3 : पाणलोट क्षेत्र उपचार

### पाणलोट क्षेत्र

एखाद्या जलप्रवाहास प्रमाण मानता ज्या क्षेत्रामधून पाणी नैसर्गिकरीत्या वाहत येऊन त्या प्रवाहाद्वारे एका विशिष्ट ठिकाणाहून वाहते, त्या संपूर्ण क्षेत्रास त्या प्रवाहाचे पाणलोट क्षेत्र असे म्हणतात. भूपृष्ठावरील प्रत्येक जलाशयास व प्रत्येक जलप्रवाहास त्याचे स्वंतत्र पाणलोट क्षेत्र असते.

अशा पाणलोटात पावसाळ्यात पडणारे पाणी जमिनीत मुरवण्यासाठी काही पद्धती वापरतात त्यास पाणलोट क्षेत्र उपचार म्हणतात. या पद्धतीत मृदा संधारण म्हणजे जमिनीची धूप थांबविणे आणि वनस्पती वाढीकरिता संरक्षित सिंचन असे दोन्ही हेतू साध्य होतात.

### (अ) मुलस्थानी उपचार

**1. शेतजमिनीतील बांधबंदिस्ती :**

2.3.1 बांध

पावसाळ्यात शेतात पडणारे पाणी वाहून जाऊ नये यासाठी पेरणीअगोदर शेतातील उताराच्या भागात बांध घातला जातो. उतारास आडवे असलेल्या बांधास मुख्य बांध संबोधले जाते व उतारास उभे असलेल्या बांधास बाजू बांध संबोधले जाते. पाऊस पडत असताना बांध फुटू नये आणि जमिनीची धूप होऊ नये यासाठी पाणी बाहेर जाण्यासाठी मोठा नळ घालून पाणी शेताबाहेर काढले जाते.

**2. ढाळीचे किंवा समपातळीचे बांध :**

ढाळीचे बांधबंदिस्तीची कामे हमखास पावसाच्या प्रदेशात घेण्यात येतात. हे बांध शेतातील वाफ्यांच्या कडेने घातले जातात. त्यानुसार समपातळी मातीचे बांध किंवा ढाळीचे मातीचे बांध व जैविक बांध यांची सांगड घालून समपातळी बांध घातला जातो. वाफ्यातील पाणी एका बाजूने जाण्यासाठी सुद्धा या बांधाचा उपयोग होतो. यांचा

2.3.2 समपातळी बांध

वापर पाणी साठविण्यासाठी होत नाही तर वेगाने जाणारे पाणी सावकाश जाण्यासाठी होतो. जमिनीची धूप कमी करण्यासाठी आणि भूगर्भात पाणी मुरवण्यासाठी ढाळीच्या बांधाचा उपयोग होतो.

**3. मजगी :**

तीव्र डोंगरउतार असलेल्या जमिनीवर पाणी अतिशय वेगाने धावते. अशा ठिकाणी जमिनीत पाणी मुरवण्यासाठी जमिनीच्या उतारास आडव्या टप्प्याटप्प्यांची किंवा पायऱ्यांसारखी अर्धा भाग खोदून व अर्धा भाग भरुन तयार केलेली शेते म्हणजे मजगी. या डोंगरउतारावरील मजगी लांब अंतरावरून पाहिल्यास जणू काही डोंगरावरील पायऱ्या असल्याचा भास होतो. ज्या ठिकाणी मातीची खोली पुरेशी आहे व पाण्याची सोय उपलब्ध आहे अशा

2.3.3 मजगी

उताराचे मजगीत रूपांतर केले जाते. महाराष्ट्रात अतिपावसाच्या प्रदेशात डोंगरउतारावर जमिनीचे मजगीत रुपांतर केले जाते व भातखाचरे तयार करुन भात पिकाखाली जमीन आणण्यात येते. या पायऱ्यांच्या मजगीचे सपाट खाचरांची मजगी, आतील बाजूस उतार असलेली मजगी आणि बाहेरील बाजूस उतार असलेली मजगी असे प्रकार असतात.

**4. समतल चर :**

डोंगरउतारावरील पडीक जमिनीत समतल चर काढले जातात. यामध्ये 0 ते 33 टक्के उताराच्या जमिनीवर 0.60 मी. रुंद व 0.30 मी. खोल तसेच 0.60 मी. रुंद व 0.45 मी. खोल या आकाराचे सलग समपातळी चर खोदण्यात येतात. जमिनीच्या उतारानुसार चराची लांबी 833 मी. ते 2174 मी. ठेवली जाते. साधारणपणे प्रति हजार रनिंग मीटर लांबीमध्ये 0.30 मी. खोलीच्या चरामध्ये 180 घ.मी. व 0.45 मी. खोलीच्या चरामध्ये 270 घ.मी. पाणीसाठा होतो. समतल चरांमुळे डोंगरमाथ्यावर वेगाने वाहत येणाऱ्या पावसाच्या पाण्याची गती कमी होते आणि जमिनीची धूप कमी होते. वाहत येणारे पाणी चरामुळे व गवत अगर झाडांमुळे अडून राहून जमिनीमध्ये पाणी मुरण्यास मदत होते. संरक्षित सिंचनामुळे पडीक जमीन उत्पादनक्षम बनून काही प्रमाणात हे क्षेत्र लागवडीखाली आणले जाते.

2.3.4 समतल चर

**5. खोल सलग समपातळी चर :**

शेतीस अयोग्य असलेल्या पडीक जमिनीवर सलग समपातळी चर हा उपचार राबविण्यात येतो. पडीक जमिनीवर 1 मी. रुंद व 1 मी. खोल आकाराचे खोल सलग समपातळी चर खोदल्यास डोंगरउतारावरुन वाहून जाणारे पाणी चरांमध्ये साठून चांगल्या प्रकारे मृद व जलसंधारण होते, प्रति हेक्टरी 240 मी. लांबीचे 1 मी. रुंद व 1 मी. खोल आकाराचे चर खोदण्यात यावेत. दोन चरातील उभे अंतर 33 मी. व प्रत्येक 20 मी. लांबीचे चर खोदल्यानंतर जादा पाणी काढून देण्यासाठी दोन मी.चे अंतर (गॅप) सोडून दुसरा 20 मी. लांबीचा चर काढावा. दोन चरात अंतर ठेवले जाते दुसरी ओळ खोदताना त्यातील सुरुवातीच्या चराची लांबी 20 मी. ऐवजी 10 मी. लांबीचे खोदून 2 मी. अंतर (गॅप) सोडून त्याच समपातळीत 20 मी. लांबीचा दुसरा चर खोदावा. चराच्या भरावावर पूर्ण

2.3.5 खोल सलग समपातळी चर

लांबीला हॅमाटा, पवना, मारवेल, डोंगरी गवत, मद्रास अंजन, शेडा, नील गवत अशा प्रजातीच्या हेक्टरी 4.80 किलो गवताच्या बियाणांची पेरणी करावी.

जमिनीवरील सुपीक मातीचा थर त्याच ठिकाणी अडवून ठेवण्यासाठी आणि पाणी जमिनीत मुरवण्यासाठी या खोल चरांचा फार मोठा उपयोग होतो. जमिनीची धूप होण्यास प्रतिबंध होतो. डोंगरामध्ये पाणी मुरल्यामुळे भूगर्भामध्ये पाणी जास्त काळ टिकून राहते. वृक्ष संवर्धन व गवत वाढण्यास मदत होते.

### (ब) ओघळ नियंत्रण उपचार

ओघळ म्हणजे उतारावरून किंवा समतल जमिनीवरून वाहणारे पाण्याचे नैसर्गिक प्रवाह. ओढे, नाले यांचा ओघळामध्ये समावेश होतो. ओघळ नियंत्रण करताना या सर्वांचा विचार केला जातो. पाऊस थांबल्यानंतर काही काळ हे प्रवाह वाहत असतात. त्यामधील पाणी एखादे पिक घेण्यासाठी, यांच्यामधील पाणी अडवून जलसंधारण केले जाते. या पद्धतीमध्ये या प्रवाहावर खालील प्रकारचे बांध घातले जातात.

**1. अनघड दगडाचे बांध :**

पाणलोट क्षेत्रात वरच्या भागात ओघळ / घळीच्या पात्राची धूप थांबविण्यासाठी करण्यासाठी अनगड दगडांचे बांध घातले जातात. अनघड दगड म्हणजे निसर्गात आढळणारे दगड. हे दगड ओबडधोबड, लहानमोठ्या

2.3.6 अनघड दगडाचे बांध

कोणत्याही आकारांचे असतात. ओघळीवर आडवे असे अनघड दगडाचे बांध घातले जातात. या ओघळामधून वाहणारे पाणी या बांधामुळे अडवून ठेवले जाते. यामुळे जमिनीत पाणी मुरण्याचे प्रमाण वाढते. तसेच जमिनीच्या होणाऱ्या धुपीस प्रतिबंध होतो.

### 2. गॅबियन बंधारे :

नाल्यामध्ये तारेच्या वेष्टनात अनगड दगडाचा जो बांध घालतात त्यास गॅबीयन बंधारा असे म्हणतात. ज्या ठिकाणी नाल्याचा उतार जास्त आहे तसेच पर्जन्यमान जादा असल्यामुळे अनगड दगडाचे बांध टिकू शकत नाहीत

2.3.7 गॅबियन बंधारे

अशा ठिकाणी जलसंधारण करण्यासाठी असे गॅबियन पद्धतीचे बंधारे बांधले जातात. तारेच्या जाळीमध्ये अनघड मोठे आणि लहान दगड घालून हा बंधारा पाणी वाहणाऱ्या ओघळीमध्ये घातला जातो. गॅबीयन बंधारा नाला काठात दोन्ही बाजूस 2 मी. पर्यंत घुसविला जातो. बांधाचे बांधकाम करताना दगडामधील पोकळी छोट्या दगडंनी किंवा चिपांनी बंद केली जाते. पुरामुळे बांधाचा आकार कोणत्याही परीस्थितीत बदलणार नाही यासाठी याची खबरदारी घेण्यात येते. बांधाची माथा रुंदी 0.45 मी. ठेवली जाते. बांधाच्या आतील व मागील बाजूची जाळी उचलून माथ्यावर किमान 15 सें.मी. ओव्हरलॅप होईल अशी घेऊन व माथ्यावर ती बाईडींग वायरने बांधून घेतली जाते. जाळी दगडी बांधास घासून घट्ट बांधून घेतली जाते. नालाकाठाच्या दोन्ही बाजूची पोकळी मातीने भरून माती दाबून नालाकाठ पूर्वीसारखा जसा होता तसा करुन घेतला जातो. बांधाचे आतील व मागील बाजूस एक एक मी. रुंदीचे नालाकाठापर्यंत उंचीचे व काठाकडे निमुळते होत जाणारे दगडी पिचींग केले जाते. नालाकाठाच्या ठिकाणी पिचींग रूंदी गॅबीयन स्ट्रक्चरच्या पायारुंदीएवढी ठेवली जाते.

### 3. माती नाला बांध :

माती नाला बांध हा पूर नियंत्रण तसेच घळ नियंत्रण असा दोन्ही प्रकारचा उपचार आहे. माती नाला बांधाचे उद्द्‌देश व फायदे खालीलप्रमाणे :

2.3.8 मातीचा नाला बांध

घळ व नाला तयार झाल्यानंतर त्यातून पावसाचे पाणी अतिवेगाने वाहते. त्यामुळे नाल्याच्या काठाची धूप होवून नाल्याचे पात्र विस्तारित होते व आजूबाजूची पिकाऊ जमीन कमी होत जाते. अशा वेळी नाल्यात योग्य त्या ठिकाणी बांध घालून पाणी अडविले व अतिरिक्त पाणी नियंत्रित गतीने बाहेर काढून दिले तर नाल्याच्या दिवसेंदिवस होणाऱ्या विस्तारास आळा बसतो. दुष्काळी भागात अशा तऱ्हेने अडविलेले पाणी जमिनीत मुरते व त्यामुळे भूजलसाठा वाढण्यास मदत होते. बांधाच्या प्रभावक्षेत्रातील विहिरींच्या पाण्याच्या पातळीत वाढ होते. हमखास किंवा जास्त पावसाच्या प्रदेशात नाला बांधाच्या ठिकाणी साठलेल्या पाण्याचा उपयोग तात्पुरत्या अवर्षण काळात करुन पावसाअभावी सुकणाऱ्या पिकांना काही प्रमाणात जीवदान देता येते तसेच जनावरांना पिण्यासाठी हंगामी स्वरुपात पाणी उपलब्ध होते. पाणलोट क्षेत्रानुसार मातीचे नालाबांधाचे 10 ते 40 हे. पाणलोट क्षेत्र असलेले नालाबांध आणि 40 ते 500 हे. पाणलोट क्षेत्र असलेले नालाबांध असे प्रकार आहेत.

### 4. सिमेंट काँक्रीट नालाबांधणी :

पावसाचे पाणी जागीच मुरवण्याच्या दृष्टीने आणि बंधाऱ्यामधून पाण्याची गळती होऊ नये यासाठी सिमेंट कॉक्रीट नालाबांधणीची संकल्पना अस्तित्वात आली. नालाबांधामुळे मोठ्या प्रमाणात पाण्याचा साठा वाढलेला असून त्यामुळे अनेक विहिरींतील पाण्याची पातळी तसेच भूगर्भातील पाणी पातळी वाढलेली आहे. सिमेंट बंधाऱ्याची कामे दगडी बांधकामाऐवजी सिमेंट काँक्रीटचा वापर

2.3.9 काँक्रीट सिमेंट नाला

केल्यामुळे बांधाची गुणवत्ता वाढणार असून बांधाचे आर्युमानही वाढणार आहे.

### 5. नालाखोलीकरण

सिमेंट काँक्रीट नालाबांधणी किंवा इतर प्रकारची नालाबांधणी केल्यानंतर काही वर्षांत ते दगड, माती किंवा जमा होणारे वनस्पतीजन्य पदार्थ यामुळे ते भरले जातात अशावेळी पावसाळ्यात जास्तीचे पाणी नजीकच्या शेतातून किंवा भरलेल्या नाल्यावरून वेगाने जात राहते. परिणामी शेतातील सुपीक मातीचा थर किंवा जमिनीची मोठ्या प्रमाणावर धूप होत असल्याचे आढळलेले आहे. म्हणून अशा भरलेल्या नाल्यांचे खोलीकरण करणे आवश्यक ठरते. नाल्यांचे खोलीकरण करताना काही निकष आहेत. उदा. ज्या ठिकाणी नालापात्रात वाळूसाठा आहे अशा नाल्यांचे खोलीकरण करू नये. अतिशोषित व शोषित पाणलोट क्षेत्रामध्ये ही कामे अग्रक्रमाने राबविण्यात यावीत. गाळाच्या प्रदेशात नाला खोलीकरणाचे काम हाती घेणे योग्य नाही कारण चिकण मातीमुळे मातीचा थर अच्छिद्र झालेला असतो. त्यामुळे पाणी जमिनीत मुरून भूजलामध्ये रूपांतरित होणार नाही. मात्र गाळाच्या भूभागातील "बझाडा" भूस्तराचा म्हणजे वाळूगोटे असलेला भाग हा नालाखोलीकरण या उपाययोजनेसाठी अत्यंत योग्य आहे.

### 6. वळण बंधारा

नाल्यामधून वाहून जाणारे पाणी पाटाद्वारे शेतात वळविण्यासाठी नालापात्रात जो सिमेंट बांध घातला जातो, त्यास वळण बंधारा असे म्हणतात. कोकण तसेच घाटमाथ्यावर बऱ्याच ठिकाणी डिसेंबर / जानेवारी महिन्यापर्यंत नाल्यातून पाणी वाहताना आढळते. अशा नाल्यावर प्रत्येक वर्षी गरजेनुसार शेतकरी दगड मातीचे कच्चे बंधारे घालून पाणी शेतात वळवून पिकांना पाणी देतात, मातीचे बंधारे दरवर्षी फुटतात. तेंव्हा हेच बंधारे पक्के करुन नाल्यातून वाहून जाणारे पाणी शेतात वळवून पिकांना उपलब्ध करुन दिल्यास त्या ठिकाणचे भिजक्षेत्रात वाढ होते आणि पर्यायाने उत्पन्नात वाढ होते. अशा बंधाऱ्याचा खर्चही कमी येतो. अशा प्रकारे पाणी नैसर्गिकरीत्या वळवून जोपर्यंत नाल्यातून पाणी वाहते तोपर्यंत 24 तास प्रवाहाचे पाणी शेतात पिकांना उपलब्ध होते. यामुळे पावसाळ्यामध्ये पावसाने ताण दिल्यास तसेच रब्बी हंगामात घेतल्या जाणाऱ्या पिकांना 1 ते 2

2.3.10 वळण बंधारा

खात्रीच्या पाण्याच्या पाळ्या देता येतात त्यामुळे या कामाची शेतकऱ्यांची मोठया प्रमाणात मागणी आहे.

**पाणलोट उपचार करताना घ्यायची काळजी**

1. जमिनीचा प्रकार, उतार, मातीच्या थराची जाडी, मातीचा प्रकार, भौगोलिक परिस्थिती आदि गोष्टींचा अभ्यास करून योग्य प्रकारे उपाय केले तर निश्चित फायदा होतो.
2. पाण्याचा स्रोत कसा आहे, कुठे आहे, त्याची क्षमता किती आहे हे थेटपणे सांगता येत नाही, त्याचा फ़क्त अंदाज बांधता येतो. त्यामुळे हे काम तज्ञ व अनुभवी अधिकारी व्यक्तीकडून करून घेणे चांगले, त्यामुळे यश मिळण्याचे प्रमाण खूप वाढते.

3. विहिरीला पाणी मिळाले म्हणजे बोअरवेललाही पाणी येईल हा समज चुकीचा आहे.

4. मुख्य नदीवर काम करण्याआधी उपनद्या, ओढे, झरे, इत्यादी स्रोतांवर पाणलोट उपचारांचे काम करावे.

5. गाळ काढण्याआधी, कामाचे स्वरूप ठरवताना, आधी आजूबाजूचे उतार, भौगोलिक परिस्थिती, पाण्याच्या प्रवाहाचा वेग इत्यादी बाबींचा अभ्यास करून नंतरच गाळ किती काढायचा याबद्दल निर्णय घ्यावा. योग्य अनुभवी व्यक्तीचा सल्ला घ्यावा. प्रवाहाच्या वरच्या भागात Gabion बंधारे (किमान 2) बांधावेत. त्यामुळे पावसात लगेच परत गाळ येणार नाही. गाळ काढताना, स्रोताचा नैसर्गिक उतार कायम ठेवावा. त्यांत फेरफार करू नये. काम करताना त्याच्या दोन्ही बाजूंचा उतार 45 अंशात ठेवावा. त्याने स्थिरता येते आणि बाजू ढासळून पडत नाहीत.

6. जर बंधारा बांधायचा निर्णय घेत असाल तर संबंधित विभागातील त्या विषयातील अधिकारी व्यक्तीकडून आराखडा तयार करून घ्यावा. बंधाऱ्यांत गाळ साठू नये यासाठी त्यात गाळ बाहेर जाण्यासाठी मार्ग ठेवावेत. स्थानिक भौगोलिक परिस्थितीनुसार बंधाऱ्याचा प्रकार निवडावा. कोणत्याही बंधारा प्रकाराची स्वतःच्या मर्जीने निवड करू नये. त्यामुळे स्रोत कायमस्वरूपी नष्ट होण्याचाही धोका असतो.

## स्वाध्याय

1. तुमच्या परिसरात पाणलोट उपचारांची कोणकोणती कामे झालेली आढळतात त्यांची यादी करा.
2. नालाखोलीकरण करताना घ्यावयाची काळजी स्पष्ट करा.
3. पाणलोट उपचारांचे मुख्य फायदे सांगा.
4. बंधारे ढासळू नयेत म्हणून काय काळजी घ्यावी ?

### निरिक्षणे नोंदवा

1. जोराचा पाऊस पडणाऱ्या पाणलोट क्षेत्रातील अनघड दगडाचा बांध आणि गॅबियन बंधारा यांपैकी कोणता बंधारा जलसंधारणासाठी उपयुक्त असेल ?
2. जमिनीची होणारी धूप जलसंधारणाच्या कामात अडथळा ठरते काय ? तुमच्या मताचे स्पष्टीकरण करा.
3. “प्लॅस्टिकचा तळ असणारे शेततळे हे जलपुनर्भरणाचा भाग होऊ शकत नाही” या विधानाचे स्पष्टीकरण करा.
4. पाणलोट क्षेत्रातील कोणत्या उपचारामुळे डोंगरउतारावर शेती करणे शक्य झाले आहे ?
5. पावसाचे प्रमाण भरपूर असलेल्या सपाट भूपृष्ठभागावर जलसंधारणाची कामे उपयुक्त ठरतील का ?

### भेट द्या

1. मृदा व जलसंधारण विभागाच्या संकेतस्थळाला भेट द्या आणि विभागाचे कार्य समजून घ्या.
2. तुमच्या परिसरात बंधाऱ्यांची स्थिती काय आहे ते पहा.
3. मातीचा बंधारा आणि सिमेंटचा बंधारा यांतील फरक पहा.

# घटक 2 : जलसंधारण

## प्रकरण 4 : जल पुनर्भरण

### भूजल पुनर्भरण

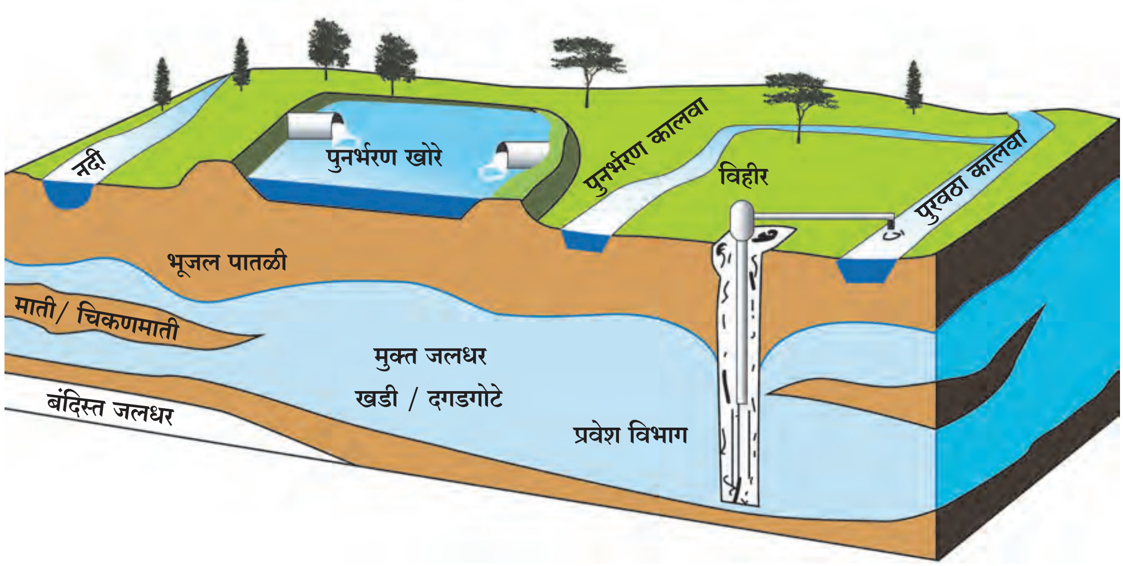
पावसाचे पाणी विविध मार्गांनी जमिनीमध्ये मुरवणे परिणामी भूजलसाठ्यामध्ये वाढ होईल यालाच भूजल पुनर्भरण असे म्हणतात. जल पुनर्भरण हे वेगवेगळ्या मार्गांनी करता येते. पावसाचे पाणी काही ठराविक कालावधीसाठी साठवून ठेवणे.

### भूजल

भूजल म्हणजे जमिनीतील पाणी होय. पावसाचे पडणारे पाणी जमिनीच्या अंतर्भागात मुरण्याची प्रक्रिया सुरु असते. वरचा मातीचा थर संपृक्त झाला की पाणी खालच्या थरात जात राहाते. हे पाणी जमिनीतील मुरूम, खडकांतील भेगा यांमधून मुरत असते. जमिनीत पाणी मुरण्याचे प्रमाण हे त्या त्या ठिकाणच्या भूगर्भ स्थितीवर अवलंबून असते. जमिनीचा उतार जास्त असल्यास पाणी कमी मुरते. याउलट जमिनीचा उतार कमी आणि मंद असल्यास पाणी मुरण्याचे प्रमाण जास्त असते. दुसरा घटक म्हणजे खडकांची सच्छिद्रता. ज्या जमिनीत सच्छिद्र, सांधे असलेले खडक, भेगाळलेले खडक, विलय छिद्रे असलेले खडक, गुहा असलेले खडक असतात अशा खडकांत पाणी मुरण्याचे प्रमाण जास्त असते. साहजिकच भूजलसाठे जास्त निर्माण होतात. या भूजलाचा वापर पिण्यासाठी, शेतीसाठी केला जातो.

### भूजल पुनर्भरणाची गरज

आपल्या आजूबाजूला पाणी नसलेल्या बोअरवेल असतात तर काही विहिरी पाणी नसलेल्या दिसून येतात. याचे मुख्य कारण म्हणजे जमिनीतील खालावलेली पाणी पातळी. यासाठी सामुदायिकरीत्या प्रयत्न करून जल पुनर्भरण करावे लागते. जिथे नदी, कालवे यांच्यामार्फत पाणी उपलब्ध नसते अशा ठिकाणी विहीर, कूपनलिका यांचा वापर केला जातो. शेतीला लागणारे पाणी सुद्‌धा कूपनलिकेद्‌वारे मिळविले जाते. सध्या या स्रोतांची पाणीपातळी साधारणतः 400 ते 500 फूट खोल गेली आहे. दिवसेंदिवस भूजलपातळी खालावत असल्याने विहीर आणि कूपनलिका यांचे पुनर्भरण करणे गरजेचे बनले आहे. ज्या प्रमाणात भूजलाचा उपसा करण्यात येत आहे, त्याप्रमाणात भूजलाचे पुनर्भरण होत नाही, त्यामुळे भूजल पातळी दिवसेंदिवस खोल गेलेली आहे. भूजल पातळी वाढवण्यासाठी पावसाचे पाणी जिथे जिथे शक्य आहे, त्या ठिकाणी जिरविण्याचे प्रयत्न करणे आवश्यक तर आहेच, सोबतच उपलब्ध असलेल्या भूजलाचा काटकसरीने व शास्त्रीय पद्‌धतीने वापर करणेसुद्‌धा गरजेचे आहे. अशा विविध कारणांमुळे भूजलसाठे संपत चालले आहेत. परिणामी त्यांच्या पुनर्भरणाची आवश्यकता आहे.




2.4.1 भूजल पुनर्भरण

पावसाचे पाणी चर खणून, शोष खड्डे करून, जमिनीमध्ये ठराविक ठिकाणी आणि अंतरावर पाणी जमिनीच्या विविध थरांमध्ये जिरेल यासाठी प्रयत्न केले जातात आणि जास्तीत जास्त पाणी भूगर्भात साठवून, भूजलपातळी पूर्ववत करण्याचा प्रयत्न केला जातो. सध्याच्या काळात, नागरी भागांमध्ये मोकळ्या जागा आणि माती कमी झाल्यामुळे आणि काँक्रीट किंवा फरशी यांचे प्रमाण खुप वाढले असल्याने नैसर्गिकरीत्या होणारे जलपुनर्भरण खूप कमी होत चालले आहे आणि याचा तोटा आपल्याला जाणवायला लागला आहे. यासाठी आपण आता तरी प्रयत्न करून भूगर्भात पावसाचे जास्तीत जास्त पाणी कसे जिरेल यासाठी शास्त्रीय पद्धतीने अभ्यास करून स्थलानुरूप उपाययोजना करण्याची आणि त्यात स्थानिक लोकांचा सहभाग घेण्याची नितांत आवश्यकता निर्माण झाली आहे.

### भूजल पुनर्भरण करताना घ्यावयाची काळजी

पावसाच्या पाण्याचे भूजलात पुनर्भरण करताना किंवा साठविण्यासाठी वापरताना योग्य ती काळजी घेतली पाहिजे. कोणत्याही ठिकाणी पाणी मुरवताना पावसाचे पाणी योग्य अशा गाळण यंत्रणेतून पाणी गाळणे अत्यंत आवश्यक असते. कदाचित पावसाचे पाणी एखाद्या वेळेस आम्लयुक्त असू शकते किंवा छतावरील पृष्ठभाग अस्वच्छ असू शकतो. त्यामुळे पावसाळा सुरू झाल्यानंतर पहिल्या एक दोन पावसाच्या पाण्याचे पुनर्भरण करणे टाळावे. आपल्याला जमिनीवरील प्रदूषित पाण्याचे शुद्धीकरण करता येते. पण भूजलस्रोत दूषित झाल्यास त्यामधील पाण्याचे शुद्धीकरण करणे अशक्य असते.

फक्त भूगर्भात पाणी जिरवून त्याचा पुरेसा उपयोग होतोच असं नाही हे लक्षात ठेवले पाहिजे. विशेषत: जेव्हा आपण विंधन विहिरी (बोअरवेल) करताना हे लक्षात घेतले पाहिजे. प्रत्येक बोअरवेलचे पुनर्भरण केले गेलेच पाहिजे हे आपण प्रत्येकाने नीट लक्षात ठेवणे गरजेचे आहे. आपल्याकडे असलेल्या भूगर्भाच्या वैशिष्ट्यपूर्ण रचनेमुळे जर आपण बोअरवेल केल्यावर तिचे पुनर्भरण केले नाही तर ती कधीही अचानक कोरडी पडू शकते हे ध्यानात ठेवणे आवश्यक आहे.

भूगर्भ आणि स्रोत यांचे पुनर्भरण केले तर त्यांची जलधारण क्षमता तर वाढतेच, पण शहरात किंवा नागरी वस्तीत त्याचा आणखी एक फायदा दिसतो, तो म्हणजे, पावसाचे पाणी भूगर्भात किंवा स्रोतांमध्ये जाईल अशी व्यवस्था केली तर त्या भागात कधी पाणी साठणे किंवा तुंबणे या घटना घडत नाहीत.

थोडक्यात काय, तर वर्षभर पाणी मिळावे म्हणून आपल्याला पावसाळ्यात प्रयत्न करून, उपाय योजून उपलब्ध पाण्याचा योग्य विनिमय करून ते पाणी पावसाळा संपल्यानंतर वापरता यावे यासाठी स्थलानुरूप उपाययोजना करणे ही सर्वांत महत्त्वाची आणि आवश्यक गोष्ट आहे, हे लक्षात घेऊन योग्य तज्ज्ञ आणि अनुभवी व्यक्तीचे मार्गदर्शन घेऊन त्याप्रमाणे काम करण्याची गरज आहे. हे केल्याने वर्षभर पाणी मिळू शकेल असे स्रोत आणि भूगर्भ तयार करता येईल.

### भूजलपुनर्भरण आणि पाऊस

भूजलपुनर्भरणाच्या विविध पद्धती अवलंबण्यापूर्वी आपल्याला त्या भागातील पावसाचे प्रमाण माहीत असणे आवश्यक आहे. पावसाच्या प्रमाणावरून त्या परिसरात किती पाणी जमा होऊ शकते याचे गणित मांडता येते.

पावसाच्या पाण्याचे गणित :

परिसराचे क्षेत्रफळ = 500 चौरस मीटर

इमारतीच्या छताचे क्षेत्रफळ = 100 चौरस मीटर

एकूण वार्षिक पाऊस = 2.2 मीटर

पाण्याचे एकूण प्रमाण = परिसराचे क्षेत्रफळ × एकूण पाऊस

500 चौरस मीटर साठी = 500 × 2.2

= 1100 घन मीटर (11,00,000 लीटर)

आपण गृहीत धरले की फक्त 60% पाणी आपण घेणार आहोत,

पाण्याचे प्रमाण = 11,00,000 × 0.6

= 6,60,000 लीटर

इमारतीच्या छतावरील पाणी = 100 × 2.2

= 220 घनमीटर (2,20,000 लीटर)

यापैकी 80% पाणी घेतले तर,

पाण्याचे प्रमाण = 2,20,000 × 0.8

= 1,76,000 लीटर

साधारणपणे, एका माणसाला एका दिवसाला 10 लीटर पाणी पुरते. त्यामुळे, वरील गणिताप्रमाणे विचार केला तर ते पाणी साधारण 50 लोकांना फक्त पिण्यासाठी वर्षभर पुरेल.

भौगोलिक परिस्थितीनुसार पावसाचे प्रमाण बदलते आणि त्यानुसार प्रत्येक ठिकाणी पाण्याचे प्रमाण बदलत राहील.

### पावसाचे पाणी गाळण्यासाठी आवश्यक असणाऱ्या गाळप यंत्रणा :

पावसाच्या पाण्याच्या गाळण यंत्रणेतील महत्त्वाचा भाग म्हणजे शोषखड्डा. भूगर्भात किंवा विहीर, कुपनलिका अशा स्रोतात जलपुनर्भरणासाठी. शोषखड्डा हा गाळणी म्हणून काम करीत असतो. तसेच छतावरील पाणी साठविण्यासाठी पुनर्भरण करावयाचे असल्यास वेगवेगळ्या गाळण यंत्रणा असतात या सर्वांची माहिती घेऊया.

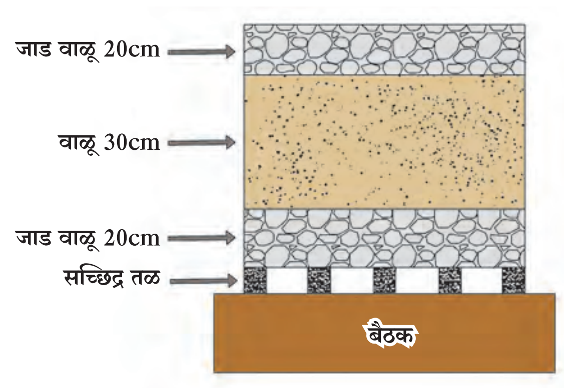
### शोषखड्ड्याची रचना :

ज्या जमिनीत पाण्याचे पुनर्भरण करायचे आहे. त्या ठिकाणी पाणी मुरवण्यासाठी एक खड्डा काढला जातो. शोषखड्ड्याचे आकारमान हे विहीर, कूपनलिका, छतावरील पाणी यांपैकी ज्या घटकाचे जलपुनर्भरण करायचे आहे त्यावर ठरविले जाते. शोषखड्ड्यामधील घटकांचे, म्हणजे दगड, वाळू यांचे प्रमाण सुद्धा खड्ड्याच्या आकारमानानुसार घेतले जाते. सर्वांत तळाला गाळलेले पाणी वाहून नेणारी, तीन किंवा चार इंची व्यासाची पाईप टाकली जाते. ह्या पाईपमधून गाळलेले पाणी विहीर, कूपनलिका तसेच भूगर्भात जाते. खड्ड्याचे तीन ते चार भाग केले जातात सर्वांत तळाला मोठे दगड टाकले जातात. त्यानंतर त्याच दगडांचे लहान आकारमानाचे दगड टाकले जातात. या थरावर जाड वाळूचा थर आणि सर्वांत वरचा थर, एकदम बारीक वाळूचा असतो. पावसाचे किंवा स्रोताचे पालापाचोळा किंवा अन्य घटक गाळून आलेले पाणी या बारीक वाळूच्या थरावर सोडले जाते. हे पाणी या तीन -चार थरांमधून गाळले जाते. हे पाणी जमिनीत, विहीर आणि कूपनालिकेत जमा होते.

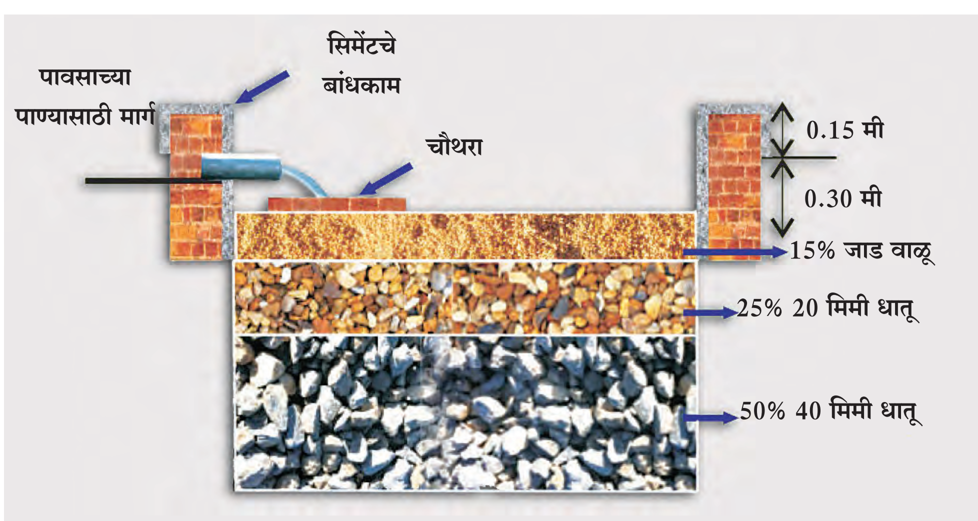
### विविध प्रकारची गाळण साधने :

छतावर पडणारे पावसाचे पाणी सरळपणे आपण वापरू शकत नाही. ते गाळून घ्यावे लागते. त्यासाठी आपल्याला गाळणी तयार कराव्या लागतात. हे तयार करताना त्यांचे आकारमान व त्यांच्यामधील घटकांचे प्रमाण, हे किती प्रमाणात पाण्याचे पुनर्भरण करावयाचे आहे यावर ठरविले जाते. गाळण यंत्रणेमध्ये असणाऱ्या घटकावरून खालील प्रकार पडतात.

1. **वाळूची गाळणी :** एका योग्य आकारमानाच्या पात्रात बारीक वाळू आणि बारीक खडी यांचे एकमेकावर थर असतात. एका तळाच्या बाजूला सच्छिद्र पदार्थांचा थर असतो. त्याच्यावर मध्यम आकाराच्या दगडांची खडी असलेला थर असतो.



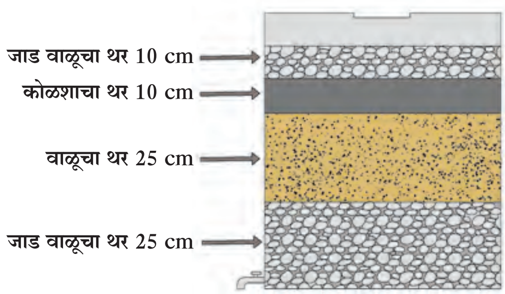

2.4.3 वाळूची गाळणी




2.4.2 शोष खड्डा

खडीच्या थरावर बारीक वाळूचा थर असतो. सर्वांत वरचा थर खडीचा असतो. या थरातून पुनर्भरण करावयाचे पाणी सोडले जाते. पाणी गाळले जाऊन सच्छिद्र थरामधून बाहेर पडते. याची रचना खालील आकृतीत दाखविली आहे.

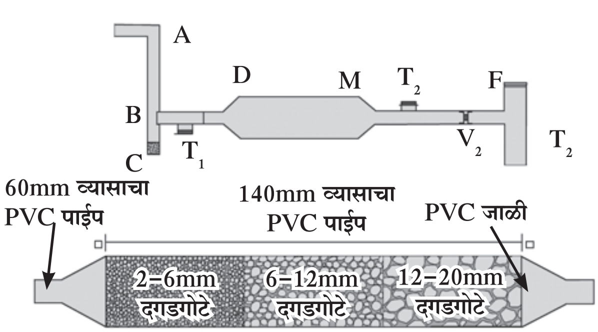
2. **कोळशाची गाळणी :** याची रचना वाळूच्या गाळणी सारखी असते. मात्र आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे वाळूच्या थरावर बारीक केलेल्या कोळशाचा थर असतो. सर्वांत वरच्या या थरातून पुनर्भरण




2.4.4 कोळशाची गाळणी

करावयाचे पाणी सोडले जाते. पाणी गाळले जाऊन ते वापरासाठी खालच्या थरातून घेता येते. याची रचना आकृतीत दाखविली आहे.

3. **नळामध्ये बसवायची गाळणी:** खालील आकृतीत दाखवलेली गाळणी एका प्लॅस्टिकच्या पाईपमध्ये तयार करतात. हा पाईप साधारणत: 140 मिमी व्यासाची आणि 1.2 मीटर लांबीची असते. बारीक मोठ्या खडीचे तीन थर असतात पहिला थर हा 2-6 मिमी आकाराच्या बारीक दगडांचा असतो. दुसरा थर 6-12 मिमी जाडीच्या दगडांचा असतो आणि तिसरा थर 12-20 मिमी जाडीच्या दगडांचा थर असतो. पुनर्भरण करावयाचे पाणी बारीक आकाराचे दगड असलेल्या बाजूकडून सोडले जाते आणि गाळलेले पाणी दुसऱ्या बाजूकडून बाहेर




2.4.5 नळातील गाळणी

पडते. असे पाणी जलस्रोतांचे पुनर्भरण करते. या गाळणीने विहिरींचे पुनर्भरण केले जाते. या गाळणची निर्मिती ग्रामीण अभियांत्रिकी सेवा देवास (मध्यप्रदेश) या संस्थेने केली आहे. म्हणून हिला "देवास" गाळणी, असे म्हणतात.

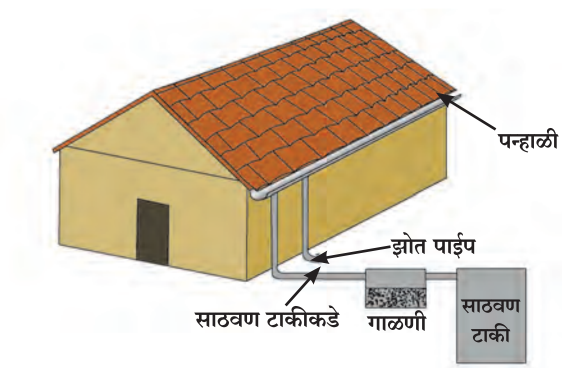
जलपुनर्भरणासाठीच्या आवश्यक असणाऱ्या विविध गाळणी घटकानंतर आपण जलपुनर्भरणाच्या विविध पद्धती पाहू.

### छतावरील पावसाच्या पाण्याचे पुनर्भरण :

पावसाच्या पाण्याकडे पुनर्वापर आणि पुनर्भरण या दोन्ही माध्यमांतून पाहिले जाते. पावसाच्या पाण्याचे पुनर्भरण म्हणजेच रेन वॉटर हार्वेस्टिंग होय. त्याचे वेगवेगळे प्रकार आहेत. पहिल्या प्रकारात टाकीत पावसाचे पाणी साठवले जाते आणि ते काही कालावधीसाठी पिण्यासाठी किंवा इतर कारणासाठी वापरले जाते. दुसरा प्रकार म्हणजे जमिनीत पावसाचे पाणी शोषखड्ड्याच्या माध्यमातून जमिनीत मुरवले जाते.असे पाणी भूजलाचा भाग बनते.

**1. पावसाचे पाणी टाकीत साठविणे**

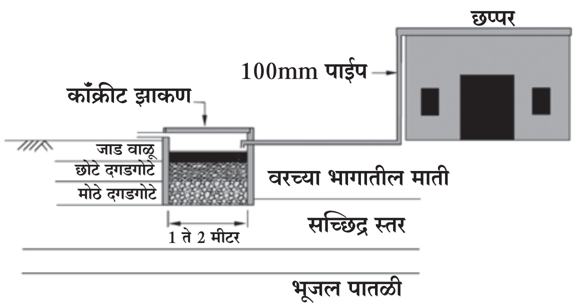
पाण्याची बचत करण्याच्या उद्देशाने आणि ज्या ठिकाणी पिण्याच्या पाण्याची सोय नाही, अशा जागी छतावर पडणारे पावसाचे पाणी बंद टाकीमध्ये साठवले तर ते पिण्यासाठी उपयोगात येऊ शकते एक-दोन पावसाने छत स्वच्छ झाल्यानंतरचे पावसाचे पाणी हे पन्हाळीद्वारे टाकीमध्ये गाळून साठवावे. यासाठी विशिष्ट प्रकारची गाळणी वापरली जाते.पाणी गाळणीतून गाळल्याशिवाय पाण्याचा वापर करू नये. पाणी पिण्यास वापरतेवेळी शिफारशीत प्रमाणात लिक्विड क्लोरिन किंवा गोळ्यांचा योग्य तो वापर करावा.




2.4.6 पर्जन्यजल साठवण

## 2.पावसाच्या पाण्याचे जमिनीत पुनर्भरण:

भूजल पातळी वाढविणे ही काळाची गरज आहे. यासाठी पावसाच्या पाण्याचे पुनर्भरण महत्त्वाचे आहे. पावसाळ्यात पडणारे पाणी छतावरून गोळा करून ते एका जाळीतून जाऊ देतात परिणामी पालापाचोळा किंवा अन्य

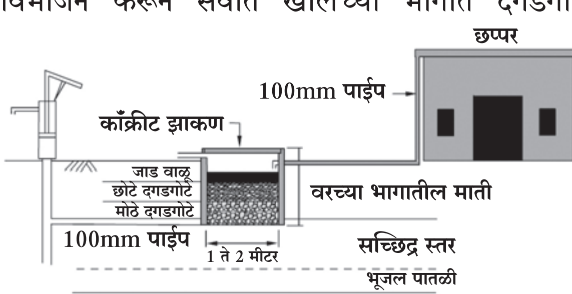



2.4.7 शोषखड्डा

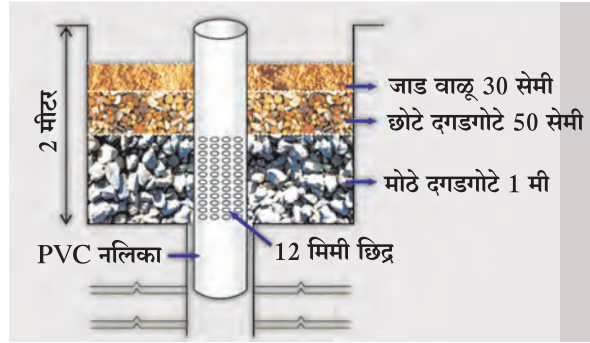
घटक अडकून राहतील. असे गाळलेले पाणी शोषखड्ड्यात सोडले जाते. यासाठी योग्य पद्धतीचा शोषखड्डा काढला जातो. याची रचना सोबतच्या आकृतीत दाखवली आहे.

## 3. पावसाच्या पाण्याने कूपनलिकेचे पुनर्भरण :

शेतातील, गावातील किंवा मोठ्या घरकुलाच्या परिसरात असलेल्या कोरड्या कूपनलिकेसाठी ह्या प्रकारचे पुनर्भरण केले जाते. शेतातील कूपनलिकेचे पुनर्भरण करायचे असल्यास, स्रोत म्हणून नाला अथवा ओढ्याचे पाणी वळवले जाते. गावातील किंवा घरकुलातील कूपनलिकेचे पुनर्भरण करायचे असल्यास छतावरील पाणी शोषखड्ड्याकडे वळविले जाते. कूपनलिकेच्या सभोवताली दोन मीटर रुंद व दोन मीटर खोल आकाराचा खड्डा खोदला जातो किंवा योग्य आकारमानाचा खड्डा खोदला जातो. खड्ड्यातील कूपनलिकेच्या केसिंग पाइपच्या भागात एक-दोन सें. मी. अंतरावर सर्व बाजूंनी विशिष्ट व्यासाची छिद्रे पाडतात. या छिद्रांवर गाळणी म्हणून नारळदोरी (काथ्या) घट्ट गुंडाळली जाते किंवा प्लॅस्टिक ची जाळी बसवली जाते. खड्ड्याचे चार भागांत विभाजन करून सर्वांत खालच्या भागात दगडगोटे,




2.4.8 कुपनलिकेचे पुनर्भरण

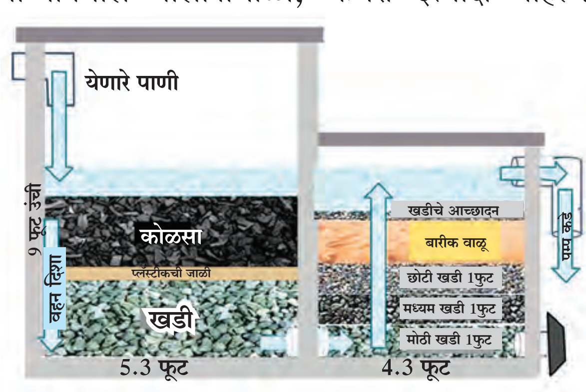



2.4.9 कुपनलिका रचना

त्यावरील भागात खडी, त्यानंतरच्या भागात जाड वाळू आणि सर्वांत वरच्या भागात बारीक वाळू भरली जाते. स्रोताचे पाणी आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे वरच्या बाजूला सोडले जाते. गाळणप्रक्रियेतून खाली गेलेले पाणी भूजलाचा भाग बनते.

## 4. पावसाच्या पाण्याने विहिरीचे पुनर्भरण :

विहीर व ओढ्याच्या अंतरामध्ये तीन मीटर व दोन मीटर लांबीचे दोन स्वतंत्र खड्डे खोदले जातात. पहिला खड्डा तीन मीटर लांब, तीन मीटर रुंद व एक मीटर खोल खणला जातो. दुसरा खड्डा पहिल्या खड्ड्यापासून तीन मीटर अंतरावर खोदला जातो. दुसरा खड्डा दोन मीटर लांब, 1.5 मीटर रुंद व दोन मीटर खोल काढला जातो. पहिल्या खड्ड्याच्या मध्यभागी एक आडवे छिद्र घेऊन हा खड्डा सहा इंची पीव्हीसी पाइपद्वारे दुसऱ्या खड्ड्यास जोडला जातो. पहिला खड्डा दगडगोट्यांनी भरला जातो. दुसऱ्या खड्ड्याच्या तळाशी 0.45 मीटर जाडीचा खडीचा थर भरला जातो. त्या थरावर 0.45 मीटर जाडीचा वाळूचा थर घालावा. त्यानंतर 0.45 मीटर जाडीचा बारीक वाळूचा थर भरून त्यावर 0.15 मीटर जाडीचा कोळशाचा थर भरून पसरावा. हा खड्डा तळापासून चार इंची पीव्हीसी पाइपद्वारे विहिरीशी जोडला जातो. ओढ्यातील पाण्यामधील पालापाचोळा, कचरा इत्यादी पहिल्या




2.4.10 विहिरीचे पुनर्भरण

खड्ड्यात स्थिरावतील आणि कणविरहित पाणी पाइपद्वारे दोन मीटर लांब, 1.5 मीटर रुंद व दोन मीटर खोल खड्ड्यात जाईल. दुसऱ्या खड्ड्यातून गाळलेले स्वच्छ पाणी विहिरीत पाइपद्वारे जाऊन विहीरचे पुनर्भरण होईल.

**विहीर आणि कूपनलिका पुनर्भरणाच्या वेळी घ्यावयाची काळजी :**

1. ओढ्याला येणारे पाणी हे क्षार व रसायनविरहित असावे.
2. विहिरीत पाणी तळापर्यंत पाइपद्वारे पोचवावे.
3. पुनर्भरणापूर्वी दोन गाळणी खड्डे असावेत.
4. पुनर्भरणापूर्वी विहिरीतील गाळ काढून टाकावा.
5. पुनर्भरण हे गाळलेल्या व स्वच्छ पाण्यानेच करावे.
6. ज्या क्षेत्रावर मीठ फुटले असेल म्हणजेच क्षार जमा झाले असतील, त्या क्षेत्रावरील पाणी विहीर पुनर्भरणास वापरू नये.
7. वाळू, गोटे यांचा वापर करून तयार केलेली गाळणी पावसाळ्यापूर्वी एकदा स्वच्छ करावी.

**माहीत आहे का तुम्हांला ?**

सन 1946 मध्ये जिऑलॉजिकल सर्वे ऑफ इंडिया या सरकारी संस्थेत "अभियांत्रिकी भूशास्त्र आणि भूजल विभाग" स्वतंत्रपणे कार्यरत करण्यात आले. भारत – अमेरिका यांच्या दरम्यान, स्वातंत्र्यानंतर तांत्रिक सहकार्याचा एक करार करण्यात आला. या करारानुसार तयार करण्यात आलेल्या योजनेअंतर्गत गंगा नदीच्या गाळाच्या पट्ट्यात पंजाबपासून बिहारपर्यंत एकूण 2650 ट्यूबवेल आणि बोअरवेल खोदणे, भूअंतर्गत भूशास्त्रीय माहिती मिळवणे, नमुना विहिरी खोदणे आणि भविष्यातील कृती कार्यक्रमांची आखणी करणे.अशी उद्दिष्टे ठरवण्यात आली होती.

सध्या जिऑलॉजिकल सर्वे ऑफ इंडिया या संस्थेव्यतिरिक्त प्रत्येक राज्यात आणि केंद्रशासित प्रदेशात भूजल सर्वेक्षण आणि विकास यंत्रणा उभारल्या गेल्या आहेत. महाराष्ट्रात सुद्धा 16 जुलै 1971 रोजी भूजल सर्वेक्षण आणि विकास यंत्रणेची स्थापना करण्यात आली. या संस्थेचे कार्य म्हणजे पिण्याचे पाणी, शेती व औद्योगिक गरजा यांसाठी भूजल सर्वेक्षण, संशोधन, भूजल मूल्यांकन, विकास, संनियंत्रण, व्यवस्थापन तसेच भूजल उद्भावासाठी सर्वेक्षण आणि संशोधन करणे.

**इंटरनेट माझा मित्र :**

https://gsda.maharashtra.gov.in/index.php/GWRechargePriorityMap

वरील संकेतस्थळ महाराष्ट्राच्या भूजल विकास यंत्रणेचे असून त्या ठिकाणी तुमच्या गावाचा नकाशा उपलब्ध असून तुमच्या गावाची भूजल पातळी उंचावण्यासाठीचे कृत्रिम जल पुनर्भरण प्राधान्यक्रमाचे नकाशे उपलब्ध आहेत.

तुमच्या गावात कोणत्या भूभागात कोणत्या प्रकारची कृत्रिम जल पुनर्भरणसाठीची कामे करणे अपेक्षित आहे याचे विविध रंगांच्या माध्यमातून मार्गदर्शन केले आहे. त्या अनुषंगाने आपल्याला कृत्रिम जल पुनर्भरणाचे काम हाती घेता येते.

**शासनयंत्रणेचे विभाग व बोध चिन्हे :**

**स्वाध्याय**

1. जलपुनर्भरणाच्या पद्धती लिहा.
2. जलपुनर्भरणाची आवश्यकता थोडक्यात स्पष्ट करा.
3. जलपुनर्भरणाच्या प्रक्रियेत शोषखड्ड्याचे महत्त्व स्पष्ट करा.
4. विहीर किंवा कूपनलिकेचे पुनर्भरण करताना कोणती काळजी घ्यावी लागते ?
5. तुमच्या परिसरात पाणी गाळण्याची कोणती पद्धत अधिक उपयुक्त ठरेल ते सकारण लिहा.

# घटक 3 : जलव्यवस्थापन

## प्रकरण 1 : पाणी जीवनाचा आधार

### पाणी आणि सजीवसृष्टी :

'बहुरत्ना वसुंधरा' असे पृथ्वीचे वर्णन केले जाते. पृथ्वीवरील बहुविध रत्नांपैकीच पाणी ही महत्त्वाची नैसर्गिक साधनसंपत्ती आहे. या पृथ्वीतलावरील सर्व जीवांची निर्मिती ही पाण्यामधूनच झालेली आहे. वनस्पती व प्राणी यांचा जीवनाधार स्रोत हा पाणी आहे. प्राचीन काळापासून मानवाचा विकास हा पाणी जेथे उपलब्ध असते तेथे म्हणजे नदी व जलाशयाच्या ठिकाणीच दिसून-येतो. प्राचीन काळात मेसोपोटोमिया, इजिप्त, हडप्पा अशा ज्या संस्कृतीचा उदय व विकास झाला तो नद्यांच्या किनारीच झाला असे इतिहास सांगतो. त्यामुळे पाण्याचा काळजीपूर्वक वापर अत्यंत महत्त्वाचा आहे आणि ती आपणा सर्वांची जबाबदारी आहे.

3.1.1 संकल्पना चित्र - पृथ्वी

3.1.2 पाणीटंचाईची काही उदाहरणे

### महाराष्ट्रातील पाणीटंचाई

फाल्कन मापदंडानुसार दरवर्षी दरडोई 1700 घनमीटरपेक्षा जास्त पाणी जर उपलब्ध असेल तरच तो प्रदेश पाण्याच्या बाबतीत सुस्थितीत मानला जातो. पाण्याची वार्षिक दरडोई उपलब्धता 1000 घनमीटरपेक्षा कमी असेल तर पाण्याच्या दुर्मिळतेचा लोकांच्या जीवनमानावर दुष्परिणाम होतो. हिच पाण्याची वार्षिक दरडोई उपलब्धता 500 घनमीटर पेक्षा कमी झाली असेल तर ती प्राणीजीवनासही अडचणीची असते. महाराष्ट्राचा वर्तमान विचार करता दरवर्षी दरडोई केवळ 788 घनमीटर एवढेच पाणी वापरासाठी उपलब्ध होते त्यामुळे आपले राज्य हा टंचाईचा प्रदेशच म्हणावा लागेल आणि नजीकच्या काळात जर दरडोई दरवर्षीची पाण्याची उपलब्धता 500 घनमीटर एवढ्या प्रमाणात खालवली तर ते मानवी जीवनासाठी अत्यंत कठीण अशा व्याख्येत बसेल.

### दुष्काळ मानवनिर्मित की नैसर्गिक?

महाराष्ट्रात हजारो वर्षांपासून दुष्काळ पडतो आहे. आजही जिथे-तिथे पाण्याची कमतरता भासते आहे. महाराष्ट्रात पुरेसा पाउस आहे तसेच धरणांच्या संख्येतही मोठी वाढ होऊनसुद्धा पिण्याच्या पाण्याचा दुष्काळ असण्याचे कारण काय? एकीकडे ओला दुष्काळ तर दुसरीकडे प्यायलादेखील पाणी नाही, एकीकडे उस

बागायत आणि त्याच गावात पिण्यासाठी टँकर अशी चमत्कारिक परिस्थिती देखील अनेक ठिकाणी आढळून येते. महाराष्ट्रातील पाण्याची एकूण उपलब्धता, आवश्यकता व प्रत्यक्ष दुष्काळ परीस्थिती पाहता यांमधील असमानतेची कारणं नैसर्गिक की मानवनिर्मित म्हणावी लागतील ?

### भूजल उपसा

आपल्या देशातील शेतकरी हा पिकांना पाणी देण्यासाठी परंपरागत पद्धतीने विहिरीमधून पाण्याचा उपसा

3.1.3 भूजल उपसा

काढून संपूर्ण शेतजमिनीला ओलीत करतो. त्यामुळे गरजेपेक्षा अधिक पाणी वापरल्याने मोठ्या प्रमाणात पाण्याचा अपव्यय होतो आणि भूजलपातळी खालावते. आता तर विंधन विहिरी (Tube well) 400-500 फुटापेक्षा अधिक खोल खणून भूगर्भातून अक्षरश: पाणी ओरबाडून काढले जात आहे. आपल्या देशात सिंचनासाठी 65% आणि घरगुती उपयोगाकरिता 03% पाणी हे भूगर्भातून उपसा केले जाते. सिंचनाकरिता अशा बेसुमार पाण्याच्या उपशामुळे भूगर्भातील पाण्याचा साठा झपाट्याने कमी होत आहे. भूगर्भातील पाण्याची पातळी खालावणे ही चिंताजनक बाब आहे.

### नदी दुरावस्था

प्रत्येक देशातील नद्यांना अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. अनेक शहरे, औद्योगिक प्रकल्प-कारखाने हे मोठ्या नद्यांच्या काठावर वसलेले आहे.त्यामुळे नदीमध्ये मोठ्या प्रमाणात जलप्रदूषण झाले आहे. कारखान्यातील सांडपाणी व कचरा यांमुळे नद्यांचे स्वास्थ्य बिघडले आहे. नद्याचे झरे बुजून बंद पडले आहेत. अतिरेकी भूजल उपशामुळे नदीचे वाहणे थांबले आहे. अशा प्रदूषित नद्यांचे पुनरुज्जीवन करून त्यांचे स्वास्थ्य सुधारणे अत्यंत आवश्यक आहे.

**निरिक्षण करा**

परिसरातील नदी, विहीर, कूपनलिका तसेच अन्य जलाशयांना भेट देऊन पाणीवापराची स्थिती पहा तसेच प्रदूषणाची कारणे तपासा.

## स्वाध्याय

1. पाणी आणि सजीवसृष्टी यांतील संबंध स्पष्ट करा.
2. फाल्कन मापदंडानुसार पाणीटंचाई तीव्रता विभागनी कशी करतात ?
3. पाऊस सारखाच असूनही वापरासाठी पाण्याची असमान उपलब्धता दिसणारी उदाहरणे सांगा.
4. भूगर्भातील पाणीसाठा का संपत आहे ?
5. नद्यांचे स्वास्थ्य आणि शहरीकरणाचा संबंध काय ?

# घटक 3 : जलव्यवस्थापन

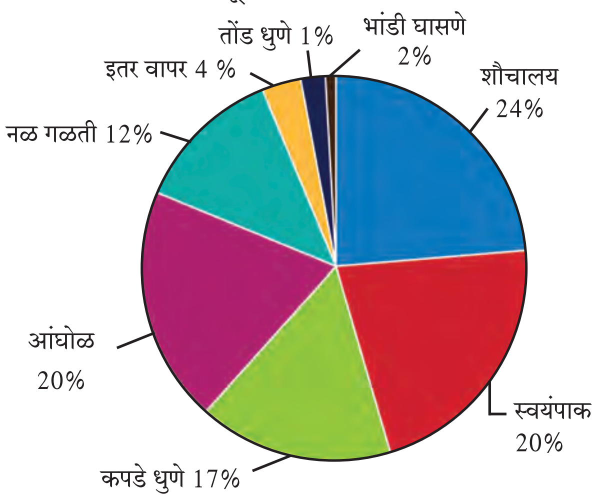
## प्रकरण 2 : आपला पाणी वापर

### पाणीवापर

पृथ्वीतलावरील उपलब्ध पाणी हे विविध कारणांसाठी वापरले जाते या प्रकरणामध्ये आपण पाणी वापराविषयी अधिक जाणून घेऊया.

### घरगुती पाणीवापर

मानवाला पिण्याच्या पाण्यासोबतच स्वयंपाक, अंघोळ, कपडे धुणे, गाड्या धुणे, स्वच्छतागृह वापर इत्यादी कामाकरिता पाण्याची आवश्यकता असते. मानवाच्या अशा प्राथमिक गरजेपासून ते औद्योगिक प्रक्रियेपर्यंत पाण्याची भूमिका महत्त्वाची आहे.




3.2.1 घरगुती पाणीवापर प्रमाण

### शेती सिंचन आणि उद्योगासाठी पाणी वापर

पाणी हा घटक ग्रामीण भागात विचारात घेतला असता, शेतकरी हा त्या घटकाचा केंद्रबिंदू आहे. सिंचनव्यवस्थेच्या माध्यमातून पिकांना पाणी दिले जाते. त्या पाण्याच्या उपलब्धतेवर तेथील आर्थिक विकास अवलंबून असतो. त्यामुळे शेतीसाठी पाणी व्यवस्थित मिळाले पाहिजे, तिचे व्यवस्थापन झाले पाहिजे व सर्व शेतकऱ्यांना न्याय मिळाला पाहिजे अशा विचारातून पाणीवापर संस्था, निर्माण झाल्या व पाण्याचे वाटप करण्यात आले. प्रत्येक पिकांना पाण्याची गरज वेगवेगळी असते. "पाणी हवे पिकाला, नको साऱ्या जमिनीला" यानुसार पिकांच्या आवश्यकतेनुसार सिंचनाच्या आधुनिक तंत्रज्ञानयुक्त पद्धतीचा अवलंब करण्याची गरज आहे. कृषी आधारित उद्योग जसे की साखर कारखाना,

3.2.2 शेतीसाठी पाण्याचा वापर

फळप्रक्रिया आणि अकृषी उद्योग जसे की धरणे, रस्ते, लोकवसाहती, विविध कारखाने इत्यादींकरिताही पाण्याचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो.

### वीजनिर्मिती

देशामध्ये अनेक धरणांच्या ठिकाणी वीजनिर्मिती केली जाते. जलविद्युत निर्मितीकरिता धरणातील पाण्याचा वापर केला जातो. धरणातील पाण्याचा प्रवाह उंचावरून वेगाने सोडला जातो, त्यामुळे जनित्र फिरतात आणि

3.2.3 कोयना धरण

वीजनिर्मिती केली जाते. महाराष्ट्रात कोयना ,पोफळी, भिरा, भिवपुरी, खोपोली, वारणा, वैतरणा इत्यादी जलविद्युत प्रकल्प आहेत.

### मासेमारी आणि मत्सपालन

समुद्र, खाडी, धरणे, नद्या, तलाव तसेच विविध जलाशयांत मासेमारी हा व्यवसाय मोठ्या प्रमाणात केला जातो. साधारण समुद्र किनारपट्टीवर तसेच अनेक बंदराच्या ठिकाणी या व्यवसायामधून मोठी आर्थिक उलाढाल होते. महाराष्ट्रामध्ये लहानमोठ्या धरणांमध्ये

3.2.4 मासेमारी व मत्स्यपालन

मत्स्यबीजोत्पादनाद्वारे मासेमारी व्यवसाय केला जातो. तसेच शेतीला पूरक व्यवसाय म्हणून शेततळी, छोटे तलाव मधून मत्स्यशेती केली जाते. यातून आर्थिक उत्पादन मोठ्या प्रमाणात मिळत आहे.

### जलवाहतूक

आज दळणवळण सुविधेकरिता वाहतुकीचे अनेक पर्याय उपलब्ध आहे. यामध्ये सर्वांत स्वस्त पर्याय हा जलवाहतूक आहे. भारतामध्ये काही प्रमुख जलवाहतूक बंदरे आहेत. उदा. कांडला, मुंबई, कोचीन, विशाखापट्टण, चेन्नई इ. जगातील उत्तर अटलांटिक, सुएझ कालवा, पनामा कालवा हे जलवाहतुकीचे प्रमुख जलमार्ग आहेत.

3.2.5 जलवाहतूक – लॉंच

### पर्यटन व्यवसाय

भारतातील पर्यटन हे देशातील अर्थव्यवस्थेसाठी महत्त्वाचे आहे. म्हणून पर्यटकाकरिता पाण्यासह इतर सुविधा त्या ठिकाणी असणे महत्त्वाचे आहे. पर्यटन स्थळी स्वच्छता, सर्व सोयी–सुविधा, आकर्षक बगिचा, तरण तलाव, निवास सुविधा आणि सर्वांत महत्त्वाचे पाण्याची मुबलकता महत्त्वपूर्ण असते. पर्यटन ठिकाणी पाण्याचे संगीतमय कारंजे बघायला मिळते. महाराष्ट्रात औरंगाबाद येथील जायकवाडी प्रकल्प, पैठण येथील ज्ञानेश्वर उद्यान, शेगाव येथील आनंद सागर तसेच काही ठिकाणी तयार केलेले कृत्रिम धबधबे असे विलोभनीय दृश्य बघायला मिळते. जलाशयावर इतर देशांतील अनेक स्थलांतरित पक्षी येतात. उदा. भरतपूर, (राजस्थान), उजनी धरण – जलाशय (महाराष्ट्र)

3.2.6 पर्यटन ठिकाणे

### पर्यावरण रक्षणासाठी पाणी

सजीवसृष्टीमधील सर्व प्राणिमात्रांना पिण्यासाठी पाण्याची आवश्यकता आहे तसेच शेतातील पिके, जंगल-वने आणि विविध वनस्पती यांनासुद्‌धा पाण्याची गरज आहे. माती व खडकांनी बनलेली भूरूपे देखील पाण्यामुळे प्रभावित होतात. एकूणच काय तर पाण्याशिवाय सजीवसृष्टीचे अस्तित्वच नाही. केवळ पाण्यामुळेच निसर्गातील सर्व जैविक-अजैविक घटकांत संतुलन राहते आणि वनस्पती, प्राणी, पक्षी, कीटक या निसर्गातील अन्नसाखळीच्या रक्षणासाठी मदत होते.

3.2.7 पर्यावरण असंतुलन

**हे करून पहा :**

1. एक व्यक्ती दिवसाला साधारणपणे किती लीटर पाणी वापरतो याचा तक्ता तयार करा
2. शहरी व ग्रामीण भागातील पाणी वापरात जे फरक आढळतात त्याची यादी करा.

**स्वाध्याय**

1. पाणीवापराचे एकूण प्रकार सांगा.
2. घरगुती पाणीवापर म्हणून आपण पाणी कसे वापरतो ?
3. शेतीसाठी कोणकोणत्या प्रकारे पाणी वापरले जाते ?
4. कोणत्या क्षेत्रासाठी सर्वांत जास्त पाणी लागते ?
5. पर्यावरण रक्षण आणि पाण्याचा संबंध सांगा.
6. पाण्याचा व्यावसायसंबंधी वापर सांगा.

# घटक 3 : जलव्यवस्थापन

## प्रकरण 3 : पाण्याचा प्रवास : धरण ते घर

आपल्याला नागरी भागात पाणी नळाने पुरवलं जातं. अगदी, जेव्हा उन्हाळ्यात नळाने पाणी मिळत नाही तेव्हा टँकर वापरून पाणीपुरवठा केला जातो. त्यामुळे आपल्यापैकी अनेकांना हे पाणी धरणापासून आपल्यापर्यंत कसं पोहोचतं आणि त्यावर काय काय प्रक्रिया केल्या जातात हे जाणून घ्यायला नक्कीच आवडेल.

### पाण्याचा स्रोत

पृथ्वी या ग्रहावरील पाण्याचे अस्तित्व हा एक विश्वातील अत्यंत महत्वाचा चमत्कार आहे. पृथ्वीच्या सुमारे 71% भाग पाण्यानेच व्यापला आहे. भूपृष्ठावर पाण्याचे विविध स्रोत आहेत. पृथ्वीवर पडणाऱ्या पावसाच्या पाण्याचा प्रवास प्रामुख्याने पाऊस पडल्यानंतर तेथील-स्थानिक भौगोलिक परिस्थितीनुसार डोंगर/माथा-ओहोळ-झरे, ओढे, नाले-नदी, समुद्र- महासागर, या पद्धतीने असतो.

### धरणे, बंधारे, तलाव

अनेक नद्यांवर लहान-मोठ्या क्षमतेची धरणे बांधलेली आहेत. जगात अंदाजे 45000 मोठी धरणे आहेत. त्यांपैकी चीनमध्ये सुमारे 22,000 धरणे आहेत. तर भारतामध्ये सुमारे 4200 धरणे बांधलेली आहेत. भारतातील मोठ्या धरणांपैकी जवळपास 40 धरणे ही महाराष्ट्रात आहेत. शिवाय पावसाचे पाणी साठवण्यासाठी अनेक प्रकारचे तलाव सरोवरे असतात. यांपैकी काही नैसर्गिकही बनलेली असतात, तर बरीच मानवनिर्मित असतात. पावसाळा थांबल्यावर नंतरच्या काळात वापरण्यासाठी पाणी राखून ठेवणे हा यांचा उद्देश असतो.

3.3.1 धरण

योग्य पाणलोट क्षेत्र बघून, योग्य जागा बघून धरणाची जागा निश्चित होते. यात पाण्याची गरज, पर्जन्यमान आणि पाणलोटाची क्षमता या गोष्टी विचारांत घेतल्या जातात. धरण पूर्ण झाल्यावर आणि पुढची पाणी वितरणाची व पाणी उपयोगाची, वापराची सर्व यंत्रणा विकसित केल्यानंतर पाणीपुरवठा सुरु केला जातो.

### धरण ते जलशुद्धीकरण केंद्र

पाणी प्रथम धरणांमधून वाहिन्यांद्वारे ऊर्जा वापरून किंवा उताराचा वापर करून जलशुद्धीकरण केंद्राकडे आणले जाते.

**कालवा :** पाणी धरणापासून ते इच्छित ठिकाणी वाहून नेण्याकरिता तयार केलेली वाट म्हणजे कालवा होय.

**उपकालवे –** मुख्य कालव्यात जोडूनच पाणी वाहून नेण्याकरिता किंवा शेताला पाणीपुरवठा करण्याकरिता तयार केलेली वाट म्हणजे उपकालवे होय.

3.3.2 कालवा

पावसाळ्यात ओहोळ, ओढे, नाले, नदी यांतून आलेले पाणी धरणात साठवले जाते. ते विविध भूभागांवरून वाहत येत असल्याने त्यात अनेक प्रकारच्या अशुद्धी मिसळल्या गेलेल्या असतात. त्यामुळे हे नैसर्गिक पाण्याच्या स्रोतातून मिळणारे पाणी नेहमीच पिण्यायोग्य असेल असे नाही. धरणात साठलेले हे पाणी पिण्यायोग्य करण्यासाठी जिथे विविध प्रक्रिया केल्या जातात, त्याला जलशुद्धीकरण केंद्र असे म्हणतात.

## उपादान/उपसा केंद्र :

नदी, नाला, कालवा, तळी, जलाशय इत्यादींतील पाणी शुद्धीकरणासाठी वाहिनीद्वारे बाहेर काढून घेण्याकरिता जे बांधकाम केले जाते त्याला उपादान असे म्हणतात. पाण्याच्या स्रोताच्या ठिकाणानुसार उपादानासाठी वेगवेगळ्या पद्धतीचे बांधकाम करावे लागते. नदीवर बांधावयाच्या उपादानाची पद्धत ही जलसंचयावर बांधावयाच्या उपादानापेक्षा वेगळी असते. तसेच कालव्यावरील उपादान वेगळे असते. उपादानातील नळाद्वारे पाणी उपादान बुरुजांमधून लहानशा विहिरीत सोडण्यात येते. या विहिरीतून पंपाच्या साहाय्याने हे पाणी उपसून शुद्धीकरण प्रक्रियेसाठी पाठविले जाते. साधारणपणे पाण्याचे शुद्धीकरण केंद्र हे उपादानापासून दूर असते म्हणून उपादानातून बाहेर घेतलेले पाणी शुद्धीकरण केंद्रात पाठविण्यासाठी पाण्याच्या प्रेषण व्यवस्थेचा विचार करावा लागतो. पाणी वाहून नेण्यासाठी पंपाचा अथवा जमिनीच्या उताराचा (शक्य असल्यास) वापर करण्यात येतो. जागेची निवड करताना (1) पाण्याचे गुणधर्म बिघडू नयेत, (2) पाणी वाटप व्यवस्थेतील गोष्टी सोप्या व्हाव्यात, (3) विद्यूत वा तत्सम उर्जेची उपलब्धता, (4) पूर, आग इ. संकटांपासून सुरक्षितता, इत्यादी गोष्टींचा विचार करावा लागतो. त्याचप्रमाणे पंप वापरतानाही कुठल्या प्रकारचे पंप वापरावयाचे हेही निश्चित करणे भाग आहे. कमी खर्च हे मुख्य तत्त्व असले, तरी विश्वासार्ह काम करणारे पंप असावेत हेही पाहिले जावे. सामान्यतः जितके पंप लागतील त्यापेक्षा अधिक पंप ठेवण्यात येतात. म्हणजे मोडतोड झाली वा नादुरुस्ती झाली, तरीही काम चालू राहून पाणीपुरवठा सातत्याने सुरू ठेवता येतो.

3.3.3 उपादान/उपसा केंद्र

## पाणीपुरवठा नियोजन

मोठ्या शहरांच्या पाणीपुरवठ्याची योजना करताना पुढील पद्धत स्वीकारतात. (1) पाणीपुरवठ्याबद्दल प्राथमिक माहिती मिळवून पाण्याचे उगमस्थान निवडणे. उगमस्थानाची निवड करताना पाण्याचे परिमाण आणि गुणधर्म पाहणे जरूर असते. (2) भविष्यकाळात असणाऱ्या लोकसंख्येचा अंदाज बांधून दर माणशी दर दिवशी किती पाणीपुरवठा करावयाचा हे ठरवून एकूण मागणी काढणे. यामध्ये उद्योगधंदे व आगनिवारण यांना लागणाऱ्या पाण्याच्या मागणीचा अंतर्भाव असावा लागतो. (3) संपूर्ण शहराची, उगमाची व तेथील पाणलोटाची पाहणी व मोजणी करून सर्व भूमिस्वरूपाची दखल घेणे. (4) उगमस्थान ठरल्यावर तेथपासून शुद्धीकरणाच्या स्थानापर्यंत पाणी कसे आणावयाचे याचा विचार करणे. (5) पाण्याचे गुणधर्म तपासून शुद्धीकरण प्रक्रिया ठरविणे व या प्रक्रियेतील घटकांची सचित्र योजना तयार करून त्यांची स्थाने व पातळ्या-निश्चित करणे. पाणी शुद्ध केल्यावर पाणी साठवण्याची व संग्राहक टाक्यांमध्ये नेण्याची व्यवस्था करणे. (6) संग्राहक टाक्या व पाणीवाटपासाठी वापरावयाचे नळांचे जाळे इ. गोष्टींची योजना करणे व त्यामधील दाब ठरविणे.

वरील सर्व घटकांकरिता एकाहून अधिक पर्यायी योजनांचा विचार करून त्यांचा खर्च निश्चित करून नंतर कमीत कमी खर्चाची व सर्वमान्य अशी योजना निवडतात. अशा प्रकारे सर्व योजना तयार झाली की, तिची तांत्रिक तपासणी सरकारी खात्यातर्फे करून घ्यावी लागते. योजना पुष्कळ मोठी असल्यास वरील सर्व गोष्टी राज्य सरकारच्या पाणी पुरवठा खात्यातर्फे करता येतात. पाणीपुरवठ्याची योजना करताना ती एकदम एका टप्प्यात तिची दोन-तीन टप्प्यांत केव्हाही वाढ करता येईल अशी सोय करतात. त्यामुळे संपूर्ण योजनेला लागणारे आर्थिक साहाय्य एकदम मिळविणे अवघड झाल्यास जसजसा पैसा उपलब्ध होईल तसतशी वाढ करता येते.

शहरांना जास्त प्रमाणात पाणी लागत असल्याने सामान्यतः फार दूर अंतरावरून पाणी आणावे लागते. मुंबईला तानसा-वैतरणा अशा दूरवर असलेल्या तलावांपासून पाणी आणावे लागते. जी शहरे समुद्रानजिक बसलेली असतात (उदा., मुंबई, चेन्नई, कलकत्ता इ.)

3.3.4 पाण्याची टाकी

त्यांना पाणी कमी पडल्यास समुद्राच्या पाण्याचे निर्लवणीकरण करून पाणीपुरवठा करण्याखेरीज आता यापुढे अन्य मार्ग दिसत नाही. सध्या अशा शहरांना दूरवरच्या तलावांवरच अवलंबून राहावे लागते. ही शहरे बंदरे असल्याने तेथील लोकसंख्या व उद्योगधंदे वाढत आहेत. त्यामुळे अशा शहरांच्या पाणीपुरवठ्याची अधिक काळजी द्यावी लागते.

### जलशुद्धीकरण म्हणजे काय ?

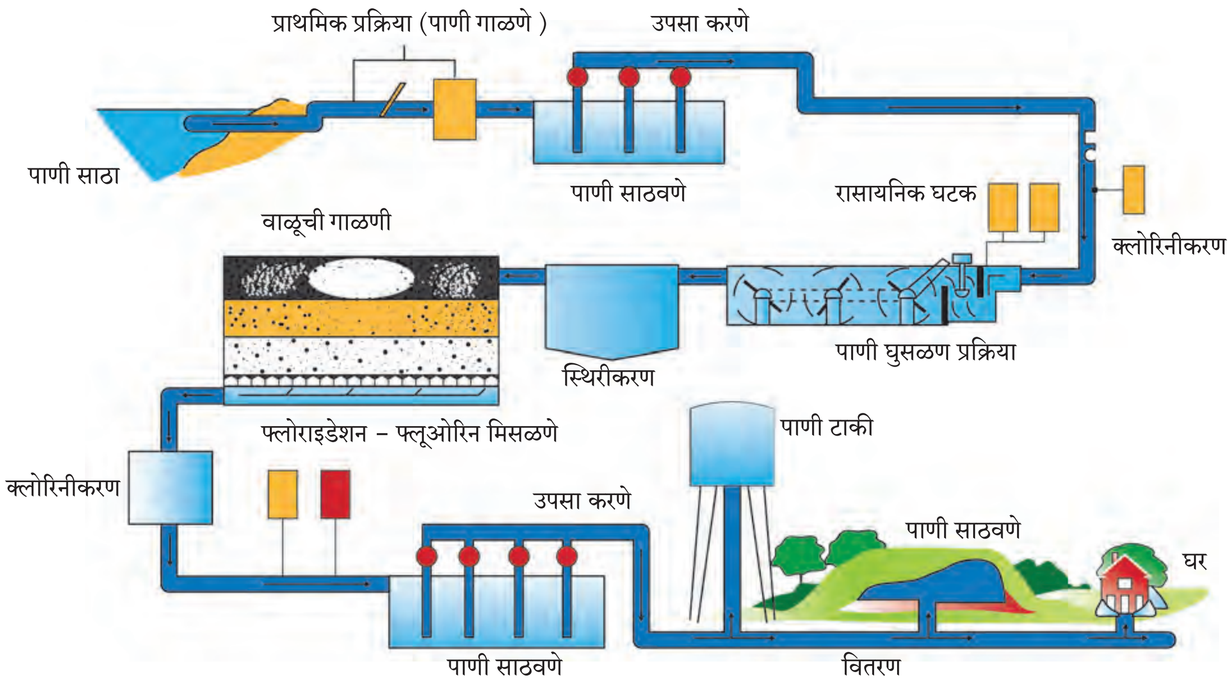
पाणी कोणत्या मर्यादेपर्यंत शुद्ध करावे हे त्याच्या वापरावर अवलंबून असते; उदा., घरगुती वापरासाठी पाणी रंगहीन, वासहीन, चांगल्या चवीचे आणि आरोग्यदृष्ट्या सुरक्षित असले पाहिजे. औद्योगिक वापरासाठी पाण्यामध्ये उत्पादन यंत्रणेवर अनिष्ट परिणाम करणारे आणि तयार मालाची प्रत बिघडविणारे पदार्थ असता कामा नयेत. शेतीसाठी वापरण्याच्या पाण्यामध्ये मातीवर आणि पिकांवर दुष्परिणाम करणारे पदार्थ असता कामा नयेत. जलाशयातून मिळणाऱ्या पाण्यात अनेक प्रकारची खनिजे, कार्बनी संयुगे, लवणे, अळ्या, सूक्ष्मजंतू, व्हायरस, निरनिराळ्या वनस्पती इ. पदार्थ विद्राव्य (विरघळलेल्या) अगर निलंबित (लोंबकळत्या) स्थितीत असतात. यामुळे पाणी दूषित होऊन अनेक रोगांचा फैलाव होण्याचा संभव असतो. तसेच हे पाणी निरनिराळ्या कारखान्यांत वापरण्यात येत असल्याने आणि कारखान्यांत उत्पादन करावयाच्या वस्तू चांगल्या होण्यासाठी विशिष्ट दर्जाचे पाणी लागत असल्याने पाण्याच्या शुद्धीकरणाची अत्यंत आवश्यकता असते. पाण्यामधील रासायनिक पदार्थांचा शरीरावर अनिष्ट परिणाम होतो. फ्ल्युओराइडाचे जास्त प्रमाण असलेल्या पाण्यामुळे लहान मुलांच्या दातांवर अनिष्ट परिणाम होतो. या सर्व कारणांमुळे पाणी शक्य तितके स्वच्छ, आरोग्यदायी आणि पिण्यास योग्य असे करण्याच्या हेतूने ते शुद्ध करण्यात येते.

3.2.5 जलशुद्धीकरण केंद्र

### जलशुद्धीकरण प्रक्रिया

जलशुद्धीकरण केंद्रात त्यात रसायने टाकून घुसळले जाते. पाण्यातील गाळ खाली बसल्यानंतर पाणी गाळून घेतले जाते. पाण्यामध्ये असलेले अनिष्ट वायू ($CO_2$, $H_2S$), पाण्याला दुर्गंधी व अनिष्ट चव देणारे पदार्थ, पाण्यातील बाष्पनशील पदार्थ, उदा., क्लोरोफॉर्म व क्षपित अवस्थेतील लोह आणि मँगॅनीज ह्यांची संयुगे काढून टाकण्यासाठी वायुमिश्रण करतात. ह्या प्रक्रियेचा उपयोग मुख्यतः भूगर्भातील पाणी शुद्ध करण्यासाठी करतात. तसेच भूगर्भातील पाण्यामध्ये विरघळलेल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढविण्यास ह्या प्रक्रियेचा उपयोग होतो. पाण्यामधील कार्बन डाय-ऑक्साइड काढून टाकल्यामुळे पाण्याच्या संपर्कातील धातू गंजण्याचे प्रमाण कमी होते. त्यानंतर जंतुनाशके वापरून ते शुद्ध केले जाते. शुद्ध केलेल्या पाण्याच्या विविध चाचण्या करून त्याची गुणवत्ता तपासली जाते. या शुद्ध पाण्याचा उंचावर बसवलेल्या साठवणटाक्यांमध्ये साठा केला जातो. या टाक्यांतून मुख्य जलवाहिनी, उपवाहिनी, नळजोडणी या मार्गाने प्रत्येक घरामध्ये पिण्याचे पाणी पोहोचवले जाते.

देशाच्या अंतर्भागात असलेल्या दिल्ली, अहमदाबाद, कानपूर, सोलापूर, पुणे यांसारख्या शहरांजवळून नद्या वाहत असल्याने पाण्याचा उगम हा नदी व त्यावरील धरण हा असतो परंतु त्याच नदीत घाण व सांडपाणी सोडण्याची शक्यता असल्याने उपादान बुरूजाची जागा नक्की करताना काळजी घेणे आवश्यक असते. तसेच रोगजंतुनाशनाचीही योग्य ती खबरदारी घेणे आवश्यक असते. अशा प्रकारच्या शहरांना विहिरी खणून पाणी मिळण्याचीही शक्यता असते.




3.2.6 जलशुद्‌धीकरण प्रक्रिया

## देखभाल व्यवस्था

पाणीपुरवठ्याची व्यवस्था योजनेच्या खर्चानुसार सामान्यतः बांधकाम पुरे होईपर्यंत सरकारकडे असते परंतु सर्व काम पूर्ण झाल्यावर ती ग्रामपंचायत, नगरपालिका किंवा महानगरपालिका यांच्याकडे दिली जाते. या व्यवस्थेमध्ये लहान गावापेक्षा मोठ्या शहराच्या पाणीपुरवठ्याची व्यवस्था ठेवणे अधिक कठीण असते. कारण त्यात अनेक यंत्रोपकरणांचा वापर करावा लागत असल्याने त्यांची दुरुस्ती करणे, नळ फुटल्यास वा कुठे अधिक गळती असल्यास दुरुस्ती करणे, सर्वत्र योग्य प्रकारे व योग्य दाबाने जरूर तितके पाणी पोहोचविणे इ. सर्व गोष्टींचा व्यवस्थापनात समावेश होतो. दररोज उगमापासून येणाऱ्या पाण्याची, अवसादन टाक्यांतून व निस्यंदकामधून बाहेर जाणाऱ्या पाण्याची आणि प्रत्यक्ष पिण्याला मिळणाऱ्या पाण्याची अशा सर्व टप्प्यांमधील पाण्याची परीक्षा करून शुद्‌धीकरण प्रक्रिया योग्यतेने होत आहेत, याची खात्री करून घेणे आवश्यक असते. तसेच सर्व रसायने योग्य प्रमाणात घातली जात आहेत की नाहीत, किलाटके व क्लोरीन यांचा साठा पुरेसा आहे की नाही हे पाहणे आवश्यक ठरते. कारण पुरेसा साठा नसल्यास तो मिळेपर्यंत लोकांचे आरोग्य धोक्यात येण्याची शक्यता आहे, ही महत्त्वाची जाणीव असली पाहिजे. तसेच यंत्रे, पंप इत्यादींची संख्या प्रत्यक्ष कामासाठी जितकी आवश्यक आहे त्यापेक्षा एक एक तरी अधिक ठेवावी लागते. यांचा उपयोग ज्या वेळी नादुरुस्त यंत्राची अगर पंपाची दुरुस्ती चालू असते त्या वेळी होतो. पंपापाशी असलेले चालक, रसायनतज्ज्ञ, यंत्रज्ञ, तंत्रज्ञ ह्या सर्वांकडून योग्य प्रकारे काम करून घेणे हे मुख्य व्यवस्थापकाचे काम ठरते. शहरातील पाणी शुद्‌धीकरण केंद्राजवळ प्रयोगशाळा असावी म्हणजे नवीन प्रकारच्या शोधांसंबंधी प्रयोग करून किंवा नवीन काही मूलभूत संशोधन करण्याची शक्यता निर्माण होते.

**हे करून पहा :**

जवळच्या जलशुद्‌धीकरण प्रकल्पास भेट द्या व शुद्‌धीकरण प्रक्रियेचे निरिक्षण करा.

### स्वाध्याय

1. धरण ते घर पाण्याच्या प्रवाहातील टप्पे सांगा
2. जलशुद्‌धीकरण म्हणजे काय ?
3. पाणी शुद्‌धीकरण प्रक्रियेचे थोडक्यात वर्णन करा.
4. पाणी शुद्‌धीकरण प्रकल्प देखभाल व्यवस्था कशी असते ?

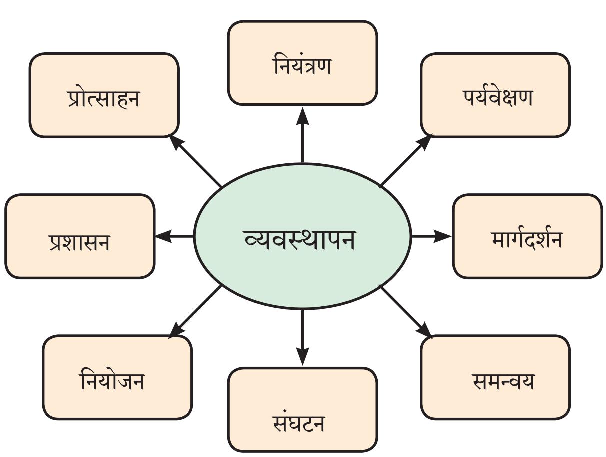
# घटक 3 : जलव्यवस्थापन

## प्रकरण 4 : जलव्यवस्थापन म्हणजे काय ?

### व्यवस्थापन म्हणजे काय ?

साधं एका लहान कुटुंबातील उदाहरण पहा. एक कुटुंब चालवायचं म्हणजे त्याच्या गरजा, उत्पन्न, व्यवस्था व प्रत्येक सदस्यांना कुवतीनुसार वाटून घ्यावे लागते ते काम. आता जसं कुटुंब लहान-मोठे, ज्या परिसरात रहाते, अवतीभवती काय वातावरण आहे त्यानुसार गरजा-उत्पन्न कमी-जास्त होणं शक्य आहे, त्याप्रमाणे व्यवस्था लावावी लागते आणि त्यावरून प्रत्येकाची भूमिका ठरते. कुटुंब आनंदी रहाण्याची खात्रीची गुरुकिल्ली म्हणजे गरजा किमान ठेवण्याची सवय, योग्य उत्पन्नाकरिता शिस्तबद्ध प्रयत्न, आपापल्या भूमिकेस योग्य प्रकारे पार पाडण्यासाठी पूरेसे शिक्षण आणि त्यानंतर त्यावर प्रामाणिक मेहनत. मात्र जर कुटुंबातील सदस्यांना घरातील एकूण आर्थिक आवक किती आहे याची नेमकी कल्पनाच नसेल तर ते आपल्या गरजा मर्यादित ठेवतील का ? सर्वच नियोजन बिघडणार नाही का ? व्यवस्थापन सुयोग्य हवे असेल तर आवक - जावक हिशेब ठेवण्याची सवय महत्वाची होय.

प्रत्येकाच्या जीवनामध्ये व्यवस्थापन महत्वाचे आहे. एखादी कृती कार्य पूर्ण करण्यासाठी उपलब्ध परिस्थिती सोयी सुविधा, मानवी व भौतिक साधन सामग्री इत्यादींचा नियोजनबद्ध वापर करून केलेली कार्यवाही म्हणजेच व्यवस्थापन. दैनंदिन जीवनात पाणी वापर हा अविभाज्य घटक आहे. त्यामुळे जलव्यवस्थापन व त्याचे महत्व प्रत्येकाला जाणून घ्यावे लागेल.




3.4.1 व्यवस्थापन एक तंत्र

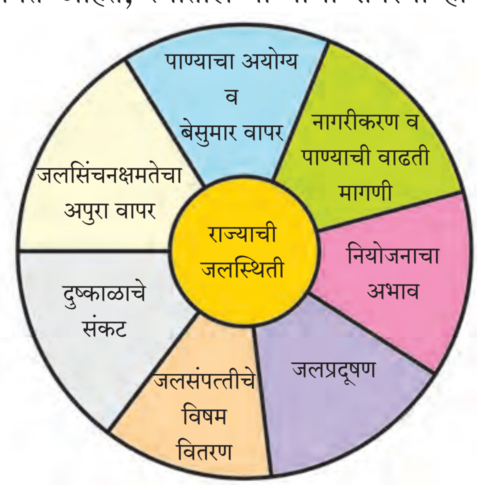
**निरीक्षण करा व चर्चा करा.**

व्यवस्थापन ही संकल्पना विचारात घेता तुमच्या दैनंदिन व्यवहारातील ठळक बाबींची नोंद करा.

### जलव्यवस्थापनाची गरज

प्राचीन काळापासून ते आतापर्यंत पाणी या घटकाचा विचार केला असता त्यांच्या वापरासंबधी अनेक बदल घडून आलेले दिसतात. सुरुवातीच्या काळामध्ये मनुष्य पिण्यासाठी व स्वतःची गरज भागविण्यासाठी पाण्याचा वापर करीत होता. पुढे शेतीचा शोध लागल्यांनतर शेतीसाठी पाण्याचा वापर करू लागला. औद्योगिक क्रांतीनंतर उद्योगधंदे व इतर पूरक व्यवसायासाठी पाण्याचा वापर वाढला. नद्यावर लहान - मोठी धरणे बांधून पाण्याची साठवणूक करण्याचे धोरण अवलंबले, ज्यामुळे काही प्रमाणता पाण्याची उपलब्धता निर्माण झाली खरी पण आधुनिक कार्यामध्ये माणसाच्या विकासाची भूक वाढू लागल्यामुळे या नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा मोठ्या प्रमाणात ऱ्हास होऊ लागला आणि आता एकूण जगातीलच पाणीसाठ्याची स्थिती दिवसेंदिवस चिंताजनक बनत चालली आहे.

एकंदर लोकसंख्यावाढ, राहणीमान आणि शेतीपद्धती यांतील बदलत्या परिस्थितीचा विचार करता आगामी काळ कठीण असेल. जगाला ज्या काही समस्या भेडसावत आहेत, त्यांतील पाण्याची समस्या ही सर्वांत




3.4.2 महाराष्ट्र राज्यापुढील आव्हाने

मोठी आहे. दुर्दैवाने अजूनही या प्रश्नाकडे गांभिर्याने पाहिले जात नाही. एका निश्चित लोकसंख्येसाठी पिण्याचे पाणी, शेतीसाठी पाणी आणि उद्योगांसाठी पाणी या तीनही क्षेत्रांतील सर्व समस्या-प्रश्नांचा विचार करून, सर्वांना समान न्याय या तत्त्वावर पाणीवाटपाचे धोरण ठरविणे म्हणजेच जलव्यवस्थापन होय.

### जलव्यवस्थापन कसे होईल ?

यासाठी आपल्या पाणीवापराची एकूण गरज, नेमकी अचूक जलउपलब्धता आणि प्रत्यक्ष पाणीवापर याचे गणित मांडणे आवश्यक आहे. हे गणित चुकले तर जल उपलब्धता असूनही नियोजनाअभावी समन्यायी पाणीवाटपास अडचण निर्माण होईल. राज्यातील जलसमस्या ही दिवसेंदिवस अधिकच गंभीर होत चालली असून या समस्येची तीव्रता कमी करण्यासाठी पुढील उपायायेजना आवश्यक आहेत.

3.4.3 प्राचीनकालीन जलव्यवस्थापन

1. **जलसंधारण :** दुष्काळी परिस्थितीवर कायमस्वरूपी उपाययोजना म्हणून जलसंधारणाकडे पाहिले जाते. पाणलोटक्षेत्र विकासाच्या माध्यमातून जलसंधारणाद्‌वारे जलसमस्येवर कायमस्वरूपी तोडगा काढता येऊ शकेल. जलसंधारणाची कामे राज्यात ठिकठिकाणी झाल्यास पडणाऱ्या पावसाच्या प्रत्येक थेंबाचा वापर करता येऊ शकेल. विहिरींचे पुनर्भरण, नाल्यांचे खोलीकरण व रुंदीकरण, ठिकठिकाणी बंधारे घालून पाणी अडवा पाणी जिरवा ही निती प्रत्यक्षात आणली तर पाण्याचा प्रश्न कायमस्वरूपी सुटू शकेल.

3.4.4 जलसंधारण

2. **भूजल पुनर्भरण :** भूजल पुनर्भरणामुळे भूजल पातळीत वाढ घडून येते शिवाय वाहून जाणाऱ्या पावसाच्या पाण्याचा योग्य विनियोग करता येईल. शासनाने, स्वयंसेवी संस्थांनी व आपण सर्वांनीच पुढाकार घेऊन भूजलपातळीत प्रभावीपणे वाढ घडवून आणण्यासाठी कूपनलिका पुनर्भरण व विहीर पुनर्भरण करणे गरजेचे आहे.

3.4.5 कूपनलिका पुनर्भरण

3. **जलप्रदूषणास आळा घालणे:** नागरिकांनी नदी, नाले, ओढे, विहिरी, कूपनलिका इत्यादी ठिकाणी किंवा पिण्याच्या पाण्याच्या प्रवाहात धार्मिक विधी करू नये तसेच त्याद्‌वारे प्राप्त वस्तूंचे विसर्जन करू नये. पाण्याचा जास्तीत-जास्त काटकसरीने वापर करावा. कारखान्यांतून बाहेर टाकल्या जाणाऱ्या टाकाऊ पदार्थ उदा. घातक रसायने, घातक द्रव पदार्थ, सांडपाणी इ. पदार्थांची पर्यावरणाला हानी पोहोचणार नाही, अशा पद्‌धतीने विल्हेवाट लावावी. प्रदूषित पाण्यावर प्रक्रिया करून त्याचा पुनर्वापर करावा.

3.4.6 जलप्रदुषण

4. **शेतीक्षेत्रात पाण्याचा काटकसरीने वापर :** शेतीक्षेत्रातील पाण्याचा अपव्यय टाळण्यासाठी ठिबक सिंचन, तुषार सिंचन, सूक्ष्म जलसिंचन या पद्धतींचा अवलंब करावा. त्यासाठी फळबागा बरोबरच सर्व प्रकारच्या पिकांना गरजेप्रमाणे ठिबक सिंचन, तुषार सिंचन व सूक्ष्म जलसिंचनासाठी शेतकऱ्यांना खर्चाच्या 75 ते 100 टक्के शासकीय अनुदान उपलब्ध करून द्यावे. पाण्याचा बाष्पीभवनाद्वारे होणारा अपव्यय थांबविण्यासाठी फळझाडांच्या भोवताली वनस्पतीजन्य अथवा पॉलीथिनच्या आच्छादनाचा वापर करावा. तसेच टंचाईकाळात झाडांच्या फांद्या व पानांची संख्या मर्यादित ठेवावी त्यामुळे पानांद्वारे होणाऱ्या बाष्पीभवनात घट होऊन कमी पाण्यातही फळबागा तग धरू शकतील.

3.4.7 तुषार सिंचन व ठिबक सिंचन

5. **लोकसहभाग वाढविणे :** लोकसहभागाचा अभाव असल्याने जलसिंचनावर हजारो कोटी रुपये खर्च होऊनही राज्यातील सिंचनस्रोतांची व सिंचनक्षेत्राची फारशी प्रगती होऊ शकली नाही. जलसंधारण, लाभक्षेत्र विकास, भूजलपुनर्भरण, शेततळी, पाझर तलाव इत्यादींचे महत्त्व पटवून देऊन व जागृती करून या सर्व प्रकल्पांत लोकसहभाग वाढविणे अत्यावश्यक आहे तरच पाण्याचा योग्य, काटकसरीने व नियोजनबद्ध वापर करता येणे

3.4.8 जलव्यवस्थापनासाठी लोकसहभाग

शक्य होईल. यासाठी वृत्तपत्रे, आकाशवाणी, दूरदर्शन या माध्यमांद्वारे व्यापक पातळीवर लोकजागृती घडवून आणणे आवश्यक आहे. याबरोबर संत गाडगेबाबा ग्रामस्वच्छता व हागणदारीमुक्त गाव अभियानाच्या धर्तीवर टँकरमुक्ती व जलसमृद्ध ग्राम अशी अभियाने राबविण्याची गरज निर्माण झाली आहे.

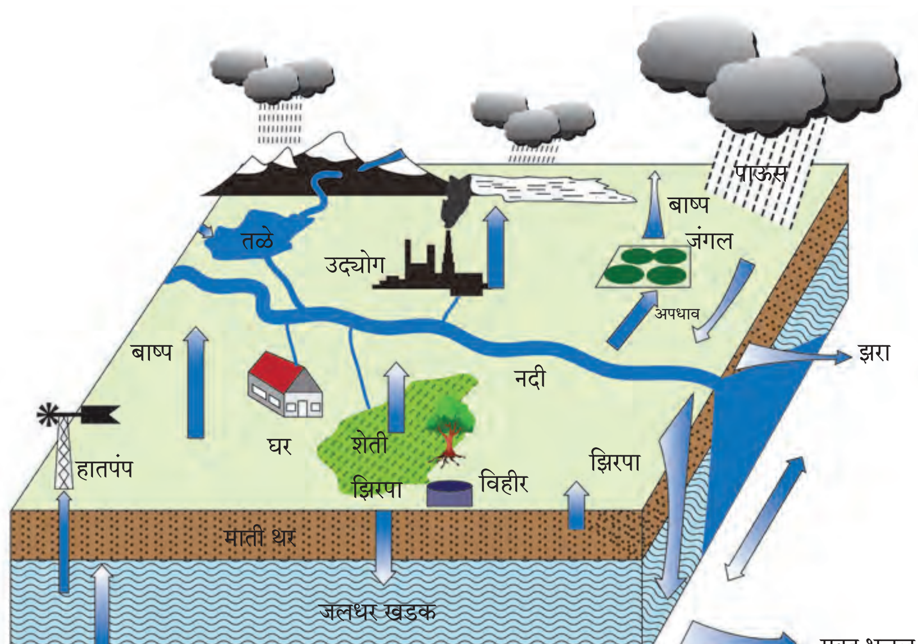
6. **सांडपाण्याचा पुनर्वापर :** ज्याप्रमाणे कागद, प्लॅस्टिक, धातू यांचा पुनर्वापर केला जातो त्याप्रमाणे सांडपाण्यावर प्रक्रिया करून त्याचा पुनर्वापर करणे शक्य असते. इस्त्राईलमध्ये उपलब्ध पाण्याचा 21 टक्के (13.7 टीएमसी) पाणी हे सांडपाणी व टाकाऊ पाण्याच्या पुनर्वापरातून उपलब्ध केले जाते. हे पाणी शेतीसाठी वापरले जाते. याच धर्तीवर राज्यातील, शहरी भागातील तसेच औद्योगिक वापरातून बाहेर पडणाऱ्या पाण्याचा पुनर्वापर करता येणे शक्य आहे, परंतु त्यासाठी शासन व स्थानिक स्वराज्य संस्थांनी सक्षम यंत्रणा उभारणे आवश्यक आहे.

3.4.9 सांडपाणी शुद्धीकरण प्रकल्प

7. **सिंचनक्षमतेचा पूर्ण वापर :** राज्यातील साठवण क्षमता विकसित झालेल्या सर्व प्रकल्पांच्या निर्मित सिंचन क्षमतेच्या पूर्णपणे वापर करण्यासाठी कालवे, वितरिका यांची अपूर्ण असलेली कामे प्राधान्याने करून निर्मित सिंचनक्षमता व प्रत्यक्ष सिंचनक्षेत्र यांतील अंतर कमी करणे गरजेचे आहे. याशिवाय सिंचन प्रकल्प हे निर्धारित कालावधीत पूर्ण करण्यासंबंधीचे बंधन ठेकेदारांवर घालून कालाव्यय झाल्यास संबंधित ठेकेदाराला दंड आकारावा व प्रसंगी त्याचा परवाना रद्द करण्यात यावा. याशिवाय पावसाळ्याच्या दिवसात जलसाठ्यांतील पाणी नद्यांच्या पात्रात सोडण्याऐवजी ते कालव्यांच्या माध्यमातून लाभक्षेत्रातील तळी, पाझर तलाव, लघु व मध्यम जलसिंचन प्रकल्प यांत सोडून पाण्याच्या टंचाईच्या काळासाठी साठा करून ठेवावा. धरणातून पाणी मुख्य कालव्यामध्ये सोडले जाते. त्यावेळी मुख्य कालव्यातून हजारो लीटर पाणी दोन्ही बाजूस व तळभागातून जमिनीत मुरत असते. ते मुरणारे पाणी रोखण्यासाठी मुख्य कालव्यांना व उपकालव्यांना चांगल्याप्रकारे अस्तरीकरण (सिमेंट मुलामा) होणे गरजेचे आहे. कालवे व उपकालवे यांची वेळच्या वेळी दुरुस्ती देखभाल झाल्यास पाण्याचा अपव्यय टाळता येतो. कालवे व उपकालवे यांच्याऐवजी सिमेंट पाईप किंवा लोखंडी पाईपचा वापर केला तर पाणी मुरण्यामुळे होणाऱ्या मोठ्या अपव्ययाला आळा बसतो. कालवे व उपकालवे यांचे गेट उघडण्याच्या वेळी व बंद करण्याच्या वेळी पाण्याचा अपव्यय, होऊ नये म्हणून स्वयंचलित गेट बसविण्यात यावेत म्हणजे पाण्याची बचत होईल.

8. **जललेखा परिक्षण :** पाण्याचा काटकसरीने वापर होण्यासाठी नागरी भागात नळ जोडणीस मीटर बसवून मीटरप्रमाणे पाणी पाणीपट्टी आकारावी जेणेकरून लोक विजेप्रमाणे पाण्याचा जपून वापर करतील. तसेच अधिक पाणी वापरकर्त्यांवर अधिक दराने कर आकारणी करावी आणि उपलब्ध होणाऱ्या निधीतून सांडपाण्यावर प्रक्रिया करणारी यंत्रणा उभारावी. याशिवाय सर्व जलसिंचन प्रकल्पांना जललेखा परिक्षण बंधनकारक करावे तसेच पाणीपुरवठा संस्थांना घनमापन पद्धतीने पाणी मोजण्याची साधने पुरवावीत, त्यामुळे पाण्याचा वापर काटकसरीने केला जाईल.

9. **जलसाक्षरता :** पाण्याची उपलब्धता आणि गरज लक्षात घेऊन परिसरात उपलब्ध असणाऱ्या पाण्याचा काटकसरीने व सुयोग्य वापर करण्याची माहिती व प्रत्यक्षातील कृती याला जलसाक्षरता असे म्हणता येईल. पाण्याची बचत ही सर्वांत मोठी संपत्ती आहे अशी समाजाची मानसिकता होणे गरजेचे आहे. कारण जलसाक्षर समाजच भविष्यात विकासाकडे झेप घेऊ शकतो. परंतु त्यासाठी सरकारबरोबरच स्वयंसेवी संस्था, प्रसारमाध्यमे,




3.4.10 जल आराखडा (स्रोत, वापर, इत्यादी)

विविध संस्था व संघटनांनी जलसाक्षतेच्या दिशेने पावले उचलणे आवश्यक आहे.

10. **घरगुती स्तरावर :** पाण्याची बचत जशी सामूहिक पद्धतीने करणे गरजेचेच आहे तशीच ती वैयक्तिक पातळीवर स्वतःच्या घरातून करणे गरजेचे आहे. आपण रोजच्या कामासाठी वापरत असलेले पाणी वाचवून आपण देशावर/राज्यांवर येणारे पाणी टंचाईचे संकट कमी करण्यासाठी हातभार लावू शकतो. यासाठी घरात पाण्याची बचत करण्यासाठी सोपे मार्ग अवंलबावे म्हणजे पाण्याची बचत होईल. पिण्याकरिता आवश्यकतेनुसार पेल्यात पाणी घ्यावे. बागेला किंवा शेताला सूर्योदयापूर्वी आणि सूर्यास्तानंतर पाणी द्यावे त्यामुळे पाण्याचे बाष्पीभवन कमी होईल पाणीबचत होईल. सांडपाण्याचा वापर / उपयोग बागेतल्या झांडासाठी करावा. भाज्या, फळे वाहत्या नळाखाली धुण्यापेक्षा भांड्यात पाणी घेऊन धुवावे, त्यामुळे पाण्याची बचत होते. सकाळी तोंड धुताना पाण्याचा अपव्यय टाळावा. दाढी करताना मगमध्ये पाणी घेऊन दाढी केल्यास पाण्याची खूप बचत होते. बादलीत पाणी घेऊन अंघोळ करावी शॉवरखाली किंवा नळाने अंघोळ करू नये. भांडी घासताना बादलीत पाणी घेऊन ती घासवीत नळाच्या तोटीखाली भांडी घासू नये. घरातल्या फरशा व जिने पाण्याने धुऊ नये ओल्या फडक्याने पुसल्याने काम होते. मोटार सायकल, गाड्या इ. सुद्धा ओल्या फडक्याने पुसून काढाव्यात. घरावरच्या पाण्याची टाकी बरेचदा भरून वाहत असते तिला भरल्यावर नळ आपोआप बंद होणारी यंत्रणा बसवून घ्यावी. पाण्याच्या वापरात स्वतः काटकसर करावी व इतरांनाही तसे करायला प्रवृत्त करा.

**हे करून पहा :**

1. घरात – सोसायटीत आपण कोणकोणत्या प्रकारे पाणी वाचवू शकतो याची यादी करा.
2. पाणी वाचवण्यासाठीचे नियम तयार करून ते घराच्या –सोसायटीच्या दर्शनी भागात लावा.
3. आपण बाहेर सार्वजनिक ठिकाणी फिरत असताना कुठे गळका नळ अथवा फुटलेली पाईपलाईन दिसली तर तात्काळ मोठ्यांच्या निदर्शनास आणून देत ती दुरुस्त व्हावी यासाठी प्रयत्न करा.

**निरिक्षण करा**

1. तुमच्या परिसरात पाण्याच्या अपव्यय होण्याच्या कोणत्या घटना घडत आहेत, त्या थोडक्यात लिहा.
2. घरात पाण्याचा अपव्यय टाळण्यासाठी कोणकोणत्या सवयी अंगिकाराव्यात ?
3. सोसायटीमध्ये पाण्याची बचत कशी करता येईल ?

## स्वाध्याय

1. व्यवस्थापन म्हणजे काय ते उदाहरणासह स्पष्ट करा.
2. जलव्यवस्थापनाची गरज स्पष्ट करा.
3. जलव्यवस्थापन करताना कोणकोणत्या अडचणी येतात ?
4. जलव्यवस्थापन करण्यासाठी महत्त्वाचे उपक्रम कोणते ?
5. ग्रामीण व शहरी भागात पाण्याची बचत कशी करता येईल ?

# घटक 4 : जलगुणवत्ता

## प्रकरण 1 : पाण्याची गुणवत्ता व निकष

### पाण्याची गुणवत्ता

आपल्यासमोर पाण्याचा एक ग्लास भरुन ठेवला आहे. ते पाणी पिण्यायोग्य आहे की नाही हे आपण खात्रीने सांगू शकतो काय? याचे उत्तर नाही हेच येते. पाण्यात धातू, क्षार, रसायने किंवा काही सेंद्रिय पदार्थ मिसळले असण्याची शक्यता असते. यापैकी काही डोळ्याने दिसणारे व काही न दिसणारे असतात. काही मुळे रंग, चव, वास बदलतो. ते डोळ्याने दिसणारे असले तर पाण्याच्या गुणवत्तेचा अंदाज बांधणे सोपे जाते. पण ते दिसणारे नसतील तर मात्र निव्वळ त्या पाण्याकडे पाहून गुणवत्ता तपासता येत नाही.

### पाण्याची गुणवत्ता म्हणजे नक्की काय?

पाण्यातील विरघळलेल्या भौतिक आणि रासायनिक पदार्थांच्या टक्केवारीवर पाण्याची गुणवत्ता अवलंबून असते. ज्यावेळी हे पदार्थ ठराविक मात्रेपेक्षा जास्त प्रमाणात पाण्यात मिसळलेले असतात तेव्हा पाण्याची गुणवत्ता घसरली असे समजले जाते. सर्व वापरांसाठी (जसे शेती, कारखान्यासाठी वापरले गेलेले पाणी, पिण्यासाठी वापरले जाणारे पाणी) पाण्याची गुणवत्ता सारखी असण्याची आवश्यकता नाही. माणूस हा संवेदशील प्राणी असल्यामुळे त्याला लागणारी पाण्याची गुणवत्ता जास्त असावी. पण त्याचबरोबर वनस्पतीला जमिनीला मिळणारे पाणीही बऱ्याच प्रमाणात शुद्ध असावे. प्रदूषित पाण्यामुळे असे प्रदूषण धान्यात आणि भाजीपाल्यात पसरते आणि शेवटी त्यांचा वापर माणूस करणार असल्यामुळे त्यालाही त्यापासून प्रदूषणाचा परिणाम भोगावा लागतो. यंत्रांना दिले जाणारे पाणी तुलनात्मकदृष्ट्या कमी गुणवत्तेचे असले तरी चालते. नागपूरला कोराडी विद्युत प्रकल्पात यंत्रे थंड ठेवण्यासाठी नागपूर शहरातील सांडपाणी थोडे शुद्ध करून वापरले जाते. या वापराला पाण्याचा पुनर्वापर म्हणतात. तेच ते पाणी पुन्हा वापरल्यामुळे साहजिकच पाण्याची मागणीही कमी होते.

गुणवत्ता असलेले पाणी सजीवांच्या म्हणजेच मानव, प्राणी आणि वनस्पती यांच्या योग्य वाढीसाठी उपयुक्त असते. आज जगातल्या सुमारे 29 टक्के जनतेला शुद्ध पाणी पिण्यासाठी मिळत नाही ही दुर्दैवाची बाब आहे. असे पाणी पिण्यामुळे विविध विकारांना सामोरे जावे लागत आहे. नैसर्गिक आणि रासायनिक प्रक्रिया करून पाण्याची गुणवत्ता वाढविता येते.

### पाणी प्रदुषित कसे होते?

निसर्ग आणि मानव या दोघांमुळेही पाणी प्रदुषित होते. आपल्याला पाणी पावसामुळे मिळते. पाऊस कसा पडतो हे आपण जलचक्राद्वारे समजवून घेतलेच आहे. उष्णतेमुळे समुद्राच्या पाण्याची वाफ होते, या वाफेचे ढग बनतात, वाहत्या वाऱ्यामुळे हे ढग जमिनीकडे वळतात. त्यातूनच हा पाऊस पडतो. हे पावसाचे पाणी शुद्ध असते. पण जेव्हा हे पाणी उंच भागाकडून सपाट भागाकडे प्रवास करते तेव्हा त्याचा संपर्क विविध गोष्टींशी येत राहतो. पाणी चांगल्या आणि त्याच बरोबर वाईट गोष्टीही स्वीकारत राहते. त्यामुळे प्रदूषण होऊ शकते. एवढेच नव्हे तर जेव्हा ते जमिनीत मुरते तेव्हा माती, मुरूम, खडकामधून झिरपतांना त्यामधील खनिजे, क्षार व रसायने सुद्धा मिसळल्या जातात. तसेच बांगलादेश व आपल्या देशातील कोकणासारख्या काही प्रदेशातील जमिनीमध्ये आर्सेनिक हे विषारी रसायन आढळते. त्यामुळे तेथील जमिनीमधून पिण्याच्या पाण्याकरिता उपसा करतांना सहाजिकच हे विषारी रसायन या माध्यमातून मानवी शरीरात जाते आणि मानवी आरोग्यावर दुष्परिणाम करते.

निसर्गाप्रमाणेच मानवही पाण्यातील प्रदुषण वाढविण्यासाठी जबाबदार आहे. घरात निर्माण होणारे सांडपाणी, शेतीतील रासायनिक खते व कीटकनाशके यांचेमुळे प्रदुषित होणारे पाणी, कारखान्यांमधून बाहेर पडणारी रसायने व खनिजे यांचे मिश्रण असलेले पाणी यामुळेही जल प्रदूषण वाढीला लागले आहे. आपल्याला नदी, सरोवर आणि जमीन या तीन स्त्रोतांपासून पाणी मिळते. यापैकी नदीचे पाणी वाहते असल्यामुळे त्यात प्राणवायू मिसळून ते बऱ्यापैकी शुद्ध होत असते पण

सरोवरातील साचलेले पाणी आणि जमिनीतील पाणी (भूजल) यात असे होत नसल्यामुळे त्यात झालेले प्रदूषण दूर करणे अडचणीचे ठरते.

आपल्या देशात घरात, शेतीत, कारखान्यात निर्माण झालेले सांडपाणी नाल्यांमध्ये शुद्ध न करताच सोडून दिले जाते. हे नाले नदीला येऊन मिळतात. त्यामुळे आपल्या देशातील सर्व नद्या प्रदुषणाच्या विळख्यात सापडल्या आहेत. काही नद्यांच्या पाण्यात आंघोळ केली तर आपल्या शरीरावर त्याचे विपरीत परिणाम झालेले आढळतात. आधीच जलसाठे मर्यादित आहेत आणि त्यातही जर प्रदूषण झाले तर पाण्याची उपलब्धता आणखी कमी होते. उदाहरणच द्यायचे झाल्यास मुंबईतील पवई तलावाचे देता येईल. शहराच्या मध्यभागात एवढा मोठा जलसाठा असून सुद्धा त्यातील पाणी प्रदुषित असल्यामळे पिण्यासाठी वापरता येत नाही. म्हणून 100 किलोमीटरच्या पेक्षा जास्त अंतरावरुन पाणी आणण्याचा खटाटोप करावा लागत आहे.

पाणी नेहमी भूपृष्ठावरील आणि भूगर्भातील अशा दोन प्रकारात विभागले जाते. भूपृष्ठावरील पाणी शुद्ध करायचे झाल्यास ते सहजपणे शुद्ध केले जाऊ शकते. पण अशुद्ध पाणी भूगर्भात शिरल्यास ते शुद्ध करणे अत्यंत कठीण ठरते. म्हणून हे अशुद्ध पाणी जमिनीत न गेलेले बरे. त्यासाठी आपल्याला नेहमीच जागरुक राहावे लागते.

## पाण्याची गुणवत्ता – महत्वाच्या संकल्पना

### पाण्याचा सामू: (Potential of Hydrogen) (pH)

पाण्यात आम्ल धर्मीय किंवा अल्क धर्मीय पदार्थ किती प्रमाणात मिसळले आहेत यावर पाण्याचा सामू ठरत असतो. सामू मोजण्याकरिता वैश्विक द्रावक (Universal Indicator ) वापरतात. दिलेल्या मोजपट्टीवर 0 पासून 14 पर्यंत अंक विविध रंगाचे खुणांनी दर्शविलेले असतात. आम्ल धर्मीय पदार्थाचे प्रमाण 0 अंकापासून 7 या अंकापर्यंत कमी कमी दर्शविते तर अल्कधर्मीय पदार्थाचे प्रमाण 7 या अंकापासून 14 या अंकापर्यंत वाढत जात असल्याचे दर्शविते. आणि 7 हा अंक दर्शविणारा सामू उदासीन असते. उदा. पावसाचे पाणी

वाहत्या पाण्याचा सामू साधारणपणे 6.5 ते 8.5 असतो. भूजलाचा मात्र तो 6.0 ते 8.5 असतो. पाण्यात लोह, मँगनीज, तांबे, शिसे, जस्त या धातूंची आयने जास्त असतील तर पाण्यातील आम्लाचे प्रमाण वाढलेले असते. अशा पाण्यामुळे धातूंना गंज चढतो, कपड्यांवर डाग पडतात, त्याच्या सेवनाने माणसाच्या प्रकृतीत बिघाड होतो. या उलट कॅल्शियम कार्बोनेट वाढले तर क्षारात वाढ होते. काही पदार्थांचा सामू खालीलप्रमाणे आहेः

सफरचंदाचा रस : 3
संत्र्याचा रस : 3.5
कॉफी : 5.5
दूध : 6.2
साबणाचे पाणी : 10
ब्लिचिंग पावडर मिश्रित पाणी : 12

### पाण्यात विरघळलेला प्राणवायू : (Disolved Oxygen)

पाण्याच्या गुणवत्तेत सर्वात महत्वाचा घटक म्हणजे पाण्यात विरघळलेला प्राणवायू. पाण्यात असलेले मासे आणि इतर जीव यांच्या जगण्यासाठी पाण्यात प्राणवायू असणे आवश्यक आहे. हवेच्या हालचालीमुळे पाण्याच्या पृष्ठभागातून हा प्राणवायू पाण्यात प्रवेश करतो आणि विरघळलेल्या अवस्थेत अस्तित्वात असतो. पाण्याखाली असलेल्या, पाणथळ जमिनीत असलेल्या वा चिखलात असलेल्या जलीय वनस्पतींच्या प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रियेत तयार झालेला प्राणवायूही पाण्यात विरघळत असतो. हा प्राणवायू मासळी आणि इतर सजीवांना श्वास घेण्यासाठी उपयोगी ठरतो. वाहत्या व खळाळत्या पाण्यात म्हणजेच ओढ्यातील वा नदीतील पाण्यात प्राणवायूचे प्रमाण सरोवरातील स्थिर असलेल्या पाण्यापेक्षा जास्त असते. हे विरघळणे तोपर्यंत चालू असते जोपर्यंत संपृक्तता येत नाही.

पाण्याच्या उष्णतेचा आणि विरघळलेल्या प्राणवायूचा परस्पर संबंध असतो. गरम पाण्यात हे प्रमाण कमी असते तर थंड पाण्यात ते जास्त असते. पाण्यात कृत्रिम खळखळाट निर्माण करून किंवा प्राणवायूचा पाण्याशी संबंध आणून विरघळलेल्या प्राणवायूचे प्रमाण वाढविले जाऊ शकते. थोडक्यात सांगायचे झाल्यास विरघळलेल्या प्राणवायूचे प्रमाण तापमान, हवेचा दाब आणि पाण्यातील क्षारता यावर अवलंबून असते. पाण्यातील प्राणवायूचे प्रमाण हे पृष्ठभागा कडून खोल पाण्यामध्ये कमी कमी होत जाते.याचे कारण असे की खोल पाण्यातील जीव त्याचा वापर करीत असल्यामुळे साहाजिकच हे प्रमाण घसरते.

### जैविक प्राणवायू गरज : (Biological Oxygen Demand – B.O.D.)

पाण्याची गुणवत्ता टिकवून ठेवण्यासाठी जे जीवाणू आवश्यक असतात त्यांची प्राणवायूची गरज भागविण्याइतका प्राणवायू पाण्यात विरघळलेला असावा. तो कमी झाला तर ते जिवाणू जगू शकणार नाहीत. वाहत्या पाण्याला निसर्ग प्राणवायूचा सतत पुरवठा करीत असतो. पाण्याचा आणि प्राणवायूचा संपर्क आला तर प्राणवायू त्यात विरघळतो. तो किती असावा हे मानक ठरविण्यात आले आहेत. हे प्रमाण एक लिटरमागे 1 ते 2 मिलीग्रॅम इतके असेल तर पाणी फारच चांगले आहे असे समजले जाते. ते 3 ते 5 मिलीग्रॅम असेल तर समाधानकारक समजले जाते. ते 6 ते 9 मिलीग्रॅम असेल तर त्यात प्रदुषण करणारे सेंद्रिय घटक अस्तित्वात आहेत असे समजले जाते. जसजसे हे प्रमाण वाढत जाते तसतसे प्रदूषण वाढत चालले आहे असे समजावे. शेतीसाठी व कारखानदारीसाठी लागणाऱ्या पाण्यासाठी बीओडीची पातळी आणखी वर असते.

### रासायनिक प्राणवायू गरज : (Chemical Oxygen Demand – C.O.D.)

सांडपाणी शुद्धीकरणाच्या यंत्रणेची कार्यक्षमता तपासण्यासाठी पाण्याची रासायनिक प्राणवायू गरज तपासून पाहिली जाते. पाण्याचा सीओडी जास्त असेल तर जलीय जीवांसाठी ते पाणी घातक आहे असे समजले जाते. सेंद्रिय घटक पाण्यात जास्त प्रमाणात विरघळले असतील तर सीओडी जास्त असतो. तो कमी करण्यासाठी यंत्रणा उभारली जाते. या यंत्रणेच्या साहाय्याने सांडपाण्यातील सीओडी कमी करून मगच ते नदीत सोडले तर ते हितकारक ठरते. बहुतांश शहरात अशा यंत्रणा उभारण्यात आलेल्या नाहीत. म्हणूनच आपल्या देशातील नद्या प्रदूषणाच्या विळख्यात सापडलेल्या आढळतात. पाण्यातील सीओडी एका लिटरमध्ये 250 मिलीग्रॅम पेक्षा जास्त नसावा.

### पावसाचे पाणी शुद्ध असलेच पाहिजे काय?

उष्णतेमुळे पाण्याची वाफ हाऊन ढग आणि जलबिंदू तयार होत असल्यामुळे पावसाचे पाणी शुद्ध असते. पूर्वी इंजेक्शन देण्यासाठी डिस्टील्ड वाटरची गरज भागविण्यासाठी प्रसंगी पावसाचे स्वच्छ पाणी शुद्ध समजून वापरले जात होते.

पण यात एक बाब विचारात घेतली गेलेली नाही. जेव्हा पावसाला सुरुवात होते तेव्हा पाण्याच्या थेंबाचा प्रवास ढगांपासून जमिनीपर्यंत होत असतो. वाटेतील वातावरणातील हवा किती शुद्ध आहे याचाही विचार करणेही आवश्यक ठरते. हवेत मातीचे कण, धुरांद्वारे त्यात असलेली सूक्ष्म रसायने या पावसाच्या थेंबांना प्रदुषित करत असतात. जेव्हा हा थेंब जमिनीवर पडतो तेव्हा त्यातील पाणी शुद्ध असेलच याची हमी देता येत नाही. डोंबिवली या मुंबईच्या उपनगरात जी औद्योगिक वसाहत आहे त्या भागात हिरवा पाऊस पडला होता. जेव्हा याचा अभ्यास करण्यात आला तेव्हा असे लक्षात आले की या वसाहतीत काही रासायनिक उद्योग आहेत, त्यातील रसायने हवेत वाफेच्यारुपात पसरली होती. त्याचा परिणाम पावसावर झाला व पावसाचे थेंब हिरवे झाले. पुण्याला जो पहिला पाऊस पडतो त्याचा सामू 4 ते 6 असतो. याच कारणामुळे ज्या वेळी छतावरील पाणी पुनर्भरणासाठी वापरले जाते तेव्हा पहिल्या पावसाचे पाणी जमिनीत सोडू नये असे सांगितले जाते.

**माहीत आहे का तुम्हांला?**

**सिंगापूरमधील न्यू वॉटरचा प्रयोग :**

सिंगापूर हे जगातील एक प्रगत राष्ट्र मानले जाते. या देशाचा पाणी प्रश्न फारच तीव्र आहे. पावसाचे प्रमाण चांगले असून सुद्धा या देशात डोंगर, नद्या, ओढे फारच कमी असल्यामुळे व पाणी साठवायला जागा कमी असल्यामुळे हा प्रश्न निर्माण झाला आहे. त्यामुळे पाणी प्रश्न सोडविण्यासाठी हा देश मलेशिया या देशातून पाणी आयात करतो. त्या देशाशी दीर्घ मुदतीचा करार करून पाणी आयात केले जाते. पण मागणी जास्त व पुरवठा मर्यादित या संकटात देश सापडला आहे. खूप संशोधन करून या देशाने प्रश्नाला योग्य उत्तर शोधून काढले. यासाठी त्यांनी दोन मार्गांचा वापर केला. पहिला मार्ग म्हणजे समुद्राच्या पाण्याचे निर्लवणीकरण (Desalination) करणे. मोठे कारखाने स्थापन करून समुद्राचे खारे पाणी पिण्यायोग्य बनवले जाते. देशाच्या गरजेच्या 35 टक्के पाणी या मार्गाने मिळविले जाते.

इतके करूनही मागणी पूर्ण करता येत नसल्यामुळे आणखी एक प्रयोग केला गेला. तो म्हणजे शहरांमध्ये जे सांडपाणी निर्माण होते ते इतके शुद्ध केले जाते की त्या पाण्याचा पिण्यासाठीही वापर करण्यात येतो.

यासाठी वेगवेगळ्या 47 चाचण्या लावल्या जातात व नंतरच त्या पाण्याचा वापर केला जातो. या पाण्याला ते न्यू वॉटर म्हणतात. सुरुवातीला जनतेने ते पाणी वापरण्याला तीव्र विरोध केला. पण सरकारी प्रयत्नांद्‌वारे आणि प्रसार माध्यमांद्‌वारे त्यांना हे पाणी शुद्‌ध आहे हे पटवून देण्यात आले. आता लोकांच्या मनातील भीति पूर्णपणे नाहिशी झाली असून सर्रास ते पाणी पिण्यासाठीही वापरले जात आहे. या मार्गाद्‌वारे 35 टक्के गरज पूर्ण केली जात आहे. हळूहळू या दोनही मार्गांद्‌वारे पाणी पुरवठा इतका वाढविला जाणार आहे की देशाला मलेशियाकडून पाणी आयात करण्याची गरजही पडणार नाही.

**सांगा पाहू.**

आपल्या शहरातील किंवा गावातील सांडपाण्याचा पुनर्वापर करायचे ठरविल्यास त्याचे वापराचे नियोजन कसे कराल ते लिहा.

पाण्याच्या गुणवत्तेचा विचार करीत असताना, पाणी कोणत्या कारणासाठी वापरले जाणार आहे याचा विचार करावा लागेल. पिण्याकरिता, वापरण्याकरिता, जलतरणाकरिता, शेतीकरिता असे विविध कारणांनी पाणी वापरले जाते. त्यानुसार पाण्याच्या आवश्यक गुणवत्तेत बदल होतो. पाण्यातील भौतिक, रासायनिक व जैविक घटकांची असलेली मात्रा म्हणजेच पाण्याची गुणवत्ता होय. पाणी हे वैश्विक द्रावक आहे. पाण्यात जास्तीत जास्त घटक सामावून, विरघळवून घेण्याची क्षमता असते. भारतीय मानक संस्थेने पिण्याच्या पाण्याच्या गुणवत्तेबाबत ठरवून दिलेल्या निकषांनुसार, एक किंवा अनेक घटक कमाल मर्यादेपेक्षा जास्त आढळून आल्यास पाणी दूषित झाले असे म्हणतात. हे दूषित झालेले पाणी सजीवांच्या म्हणजेच मानव व वनस्पतींच्या योग्य वाढीसाठी अपायकारक असते. एकूण लोकसंख्या वाढीमुळे, बदलत्या जीवनशैलीमुळे ग्रामीण व शहरी भागातील वाढत्या भूजलाच्या वापरामुळे, तसेच कारखाने व त्यांचे सांडपाणी, शेती व त्यातील खतांचा व कीटकनाशकांचा वापर इत्यादींमुळे भूजल गुणवत्तेवर परिणाम होत आहे.

4.1.1 जलपरिक्षण

पाण्याची चव, स्वाद, वास, रंग व स्वच्छता या सर्व गोष्टी पाण्याच्या गुणवत्तेच्या निदर्शक असल्या, तरी पाणी पिण्याच्या दृष्टीने सुरक्षित आहे असे म्हणण्याकरिता, पिण्याच्या पाण्याची भौतिक, रासायनिक आणि जंतुविषयक चाचणी करणे आवश्यक असते. पाण्यामधील रेतीचे बारीक कण किंवा चिखल – माती यामुळे आलेला गढूळपणा आणि हायड्रोजन सल्फाइडसारख्या द्रव्यामुळे आलेली दुर्गंधी याचा परिणाम पाण्याच्या स्वीकारार्हतेवर होऊ शकतो. हे सर्व आक्षेपार्ह घटक पाणी योग्य पद्‌धतीने गाळून घेतल्यावर कमी होतात. तसेच पाण्याचा स्वच्छ वातावरणाशी आणि सूर्यप्रकाशाशी संपर्क आल्यावरही त्याची दुर्गंधी कमी होते.

**पाणी पिण्यायोग्य असण्याच्या दृष्टीने पुढील गोष्टी आवश्यक असतात :**

1. पाणी चवीला चांगले असावे. तुरट, खारट, तेलकट नसावे.
2. दिसायला स्फटिकासारखे स्वच्छ, रंगहीन आणि तळ दाखविणारे असावे.
3. पाण्याला कसलाही वास नसावा, शैवाल नसावे.
4. अपायकारक रासायनिक द्रव्ये प्रमाणाबाहेर किंवा मुळीच नसावी.
5. पाण्यात अपायकारक जिवाणू किंवा विषाणू नसावेत.
6. पाण्याचा सामू pH 6.5 ते 8.5 इतका असावा.
7. पाणी स्वच्छ, झाकण असलेल्या व सोयीस्कर अशा भांड्यात साठविलेले असावे.

4.1.2 जलगुणवत्ता तपासणी यंत्र

आपल्या शरीराला लोह, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम अशा घटकांची निश्चितच विशिष्ट प्रमाणात गरज असते. पण पाण्यात यांचे प्रमाण वाढल्यास मानवासहित सर्व सजीव सृष्टीला ते धोकादायक ठरू शकतात. शिवाय आर्सेनिक, बेरियम, कॅडमियम, क्रोमियम, शिसे हे विषारी धातू मानवनिर्मित पदार्थातून पाण्यात जाऊ शकतात.

भारतीय मानकांनुसार (सेंट्रल पब्लिक हेल्थ इंजिनिअरिंग कोड ऑफ प्रॅक्टिस) घेतलेल्या पाण्याच्या महत्त्वाच्या गुणधर्मांच्या (अथवा घटकद्रव्यांच्या प्रमाणाच्या) कमाल मर्यादा खाली दिल्या आहेत.

**पाण्याच्या गुणवत्तेची मानके**

| पाण्यातील घटक | प्रमाणित मानक | अनुज्ञेय प्रमाण |
|---|---|---|
| पाण्याचा सामू pH | 6.5-8.5 | 8.5 |
| पाण्याचा कठीणपणा ($CaCO_3$) | 300 mg/litre | 600 mg/litre |
| क्लोराइड्स ($Cl^-$) | 250 mg/litre | 1000 mg/litre |
| सल्फेट ($SO_4^{2-}$) | 200 mg/litre | 400 mg/litre |
| फ्लोराईडस ($F^-$) | 1.0 mg/litre | 1.5 mg/litre |
| नायट्रेटस ($NO_3^-$) | 45 mg/litre | 45 mg/litre |
| कॅल्शियम ($Ca^{2+}$) | 75 mg/litre | 200 mg/litre |
| आयर्न ($Fe^{2+}$) | 0.3 mg/litre | 0.3 mg/litre |
| मँगनीज ($Mn^{2+}$) | 0.1 mg/litre | 0.3 mg/litre |
| तांबे ($Cu^{2+}$) | 0.05 mg/litre | 1.5 mg/litre |
| झिंक ($Zn^{2+}$) | 5.0 mg/litre | 15 mg/litre |
| आर्सेनिक ($As^{3+}$), क्रोमिअम($Cr^{2+}$), लेड ($Pb^{2+}$) | 0.05 mg/litre | 0.05 mg/litre पेक्षा जास्त नाही |
| कॅडमियम ($Cd^{2+}$) | 0.01 mg/litre | 0.01 mg/litre पेक्षा जास्त नाही |
| पारा ($Hg^{2+}$) | 0.001 mg/litre | 0.001 mg/litre पेक्षा जास्त नाही |
| टी. डी. एस. (TDS) | 500 mg/litre | 2000 mg/litre |

सूक्ष्मजंतू-कॉलिफॉर्म जातीच्या सूक्ष्मजंतूंचा सर्वाधिक शक्यता निर्देशांक शून्य किंवा 100 मिलि. मध्ये एकापेक्षा कमी असावा. तसेच कुठल्याही नमुन्यात सूक्ष्मजंतूंच्या एकंदर संख्येचा सर्वाधिक शक्यता निर्देशांक 100 मिलि. मध्ये 10 हून अधिक नसावा. या द्रव्यांच्या प्रमाणांच्या कमाल मर्यादांचा उल्लेख केलेला आहे. याशिवाय या मानकांमध्ये व्हायरस, ॲस्बेस्टस व क्लोरिनीकरण केलेली कार्बनी द्रव्ये यांच्या प्रमाणांच्या कमाल मर्यादांचाही समावेश असावा.

## पाण्यातील विघातक द्रव्यांमूळे होणारे परिणाम

| अ.क्र. | द्रव्ये | मर्यादा ओलांडल्यामुळे होणारे परिणाम |
|---|---|---|
| 1. | गढूळता | गढूळतेमुळे पाण्यात रोगजंतू वाढण्यास वाव राहतो. गढूळ पाणी आकर्षक न वाटल्याने लोक ते पिण्यासाठी वापरणार नाहीत. |
| 2. | सामू (pH) | सामू 7 पेक्षा कमी अथवा 8.5 पेक्षा जास्त झाल्यास शरीरातील जीवरासायनिक क्रिया योग्य रीतीने पार पडत नाहीत. |
| 3. | जडपणा | अन्न शिजवण्यासाठी वेळ लागणे, साबणाला फेस न येणे, कपड्यावर भांड्यांवर डाग पडणे, इ. |
| 4. | लोह व मँगनीज | क्वचित प्रसंगी जठरात व्रण निर्माण करू शकते. |
| 5. | क्लोराईड | 1000 मिलीग्रॅम प्रती लिटरपेक्षा अधिक क्लोराईडमुळे पाणी खारे होते आणि पिण्यासाठी लोक ते वापरत नाहीत. तसेच पाण्यात क्लोराईड हे विष्ठेचे प्रदूषण झाल्याचे निदर्शक आहे. |
| 6. | फ्लोराईड | फ्लोराईडचे प्रमाण 1 मिलीग्रॅम प्रती लिटरपेक्षा कमी असल्यास दातावर ठिपके पडतात. फ्लोराईडचे प्रमाण 1.5 मिलीग्रॅम प्रती लिटरपेक्षा जास्त झाल्यास हाडांचे विकार होतात. |
| 7. | फॉस्फेट | शैवाले व इतर पाणवनस्पती वाढीस मदत होउन पाण्याची प्रत खराब होते. |
| 8. | नायट्रेट | ब्ल्यू बेबीसारखा रक्ताभिसरणासंबंधीचा जीवघेणा आजार |
| 9. | आर्सेनिक | कातडीला अपाय, स्नायू कमजोर होणे, अधिक काळ पिण्यात आले तर कातडीचा किंवा फुप्फुसाचा कॅन्सर होऊ शकतो. |
| 10. | जिवाणू आणि विषाणू | टायफॉईड, अतिसार, हगवण, कॉलरा, काविळ, पोलिओ, खरूज यासारखे रोग जिवाणू व विषाणूंमुळे होतात. |
| 11. | कृमी आणि किटाणू | पोटामध्ये जंत होणे, मलेरिया, फिलेरिया इत्यादींसारखे रोग निर्माण होऊ शकतात. |

थोडक्यात, पाण्याची गुणवत्ता ही पाण्याच्या वापरासंबंधातील अतिशय महत्त्वाची बाब आहे. म्हणजेच पाण्याचा उपयोग कोणकोणत्या वापराशी संलग्न आहे हे ठरविण्याचे महत्त्वाचे परिमाण सुद्धा पाण्याची गुणवत्ता आहे. ढोबळमानाने विचार केला असता, पिण्याचे पाणी, घरगुती वापरासाठी पाणी, शेतीसाठी उपयुक्त पाणी तसेच कारखान्यासाठी उपयोगात येऊ शकणारे पाणी असे विविधांगी पाण्याच्या गुणवत्तेचे प्रकार लक्षात येतात. अर्थातच या सर्वांमध्येही पिण्याच्या पाण्याची गुणवत्ता अत्युच्च असणे आवश्यक आहे.

## स्वाध्याय

1. BOD आणि COD या संकल्पना स्पष्ट करा.
2. न्यू वॉटर प्रयोगाची अधिक माहिती मिळवून वर्गात सादर करा.
3. पिण्याच्या पाण्याच्या गुणवत्तेचे कोणतेही चार निकष लिहा.
4. गुणवत्तेच्या मर्यादा ओलांडल्यास कोणते परिणाम होतात ते थोडक्यात लिहा.
5. दूषित पाण्याची व्याख्या लिहा.
6. घरातील मोठ्या व्यक्तींच्या मदतीने आपल्या घरात येणाऱ्या पाण्याची गुणवत्ता पाणीपुरवठा विभागाने पुरवलेल्या तपासणी केंद्रातून तपासून घ्या.
7. गावातील किंवा परिसरातील विविध पाण्याच्या स्रोताचे सामू परीक्षण करा.

# घटक 4 : जलगुणवत्ता

## प्रकरण 2 : पाण्याची गुणवत्ता कशी टिकवावी ?

**सांगा पाहू.**

पाण्याचे उपलब्ध स्रोत कोणकोणते आहेत ?

पाण्याचे उपलब्ध स्रोत खालीलप्रमाणे सांगता येतील.

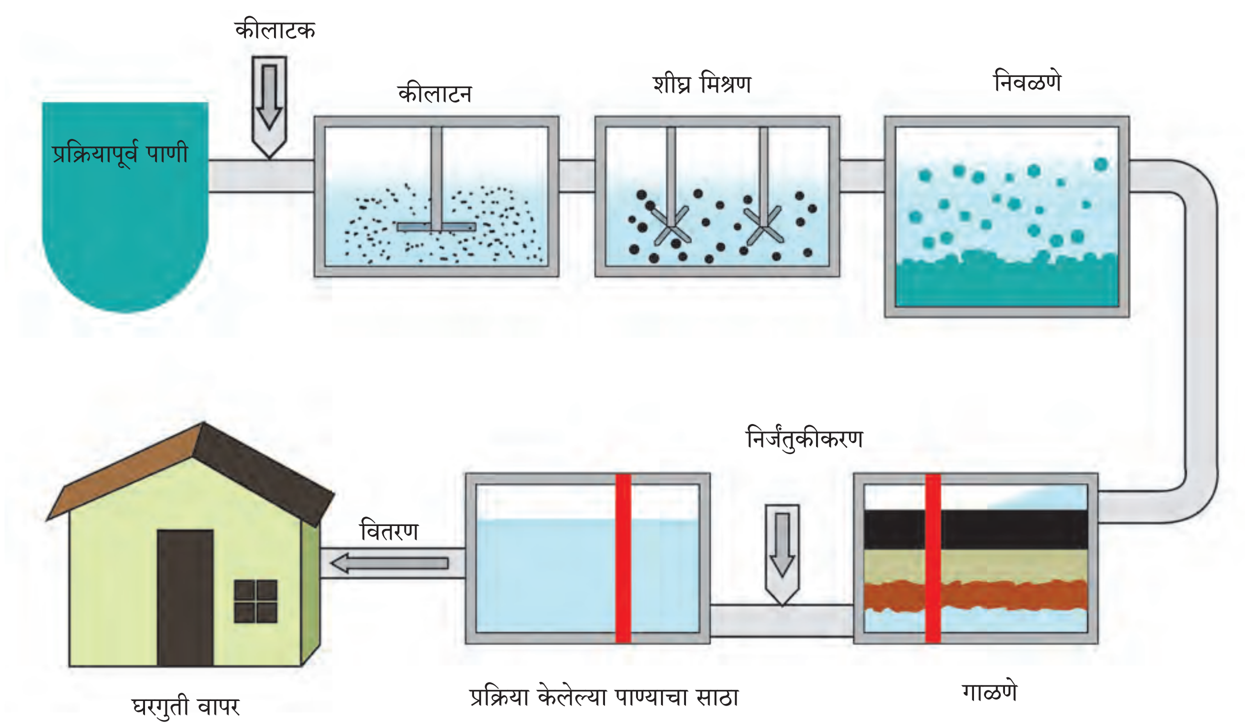
1. ओढ्यातील, नदीतील किंवा कालव्यातील वाहते पाणी
2. धरणातील पाणी
3. नैसर्गिक तळ्यांमधील पाणी
4. भूगर्भातील पाणी

निसर्गात उपलब्ध असलेल्या पाण्यामध्ये अनेक पदार्थ मिसळले जातात. उदा. जमिनीवर पोहोचण्यापूर्वी पावसाच्या पाण्यात हवेतील धूळ, जिवाणू, परागकण ह्यासारखे घन पदार्थ आणि कार्बनडायऑक्साईड, ऑक्सिजन ह्यासारखे वायु मिसळतात. जमिनीवरून वाहत असताना तिच्यावरील पदार्थ पाण्यात येतात, जे पाणी जमिनीत मुरते, त्यामध्ये मातीतील कार्बनी आणि अकार्बनी पदार्थ विरघळतात .

### पाणी गुणवत्ता टिकविणे

सर्व घटकांचा विचार करून पाणी हे खालीलप्रमाणे शुद्ध केले जाते.

1. तरंगणारे पदार्थ काढून टाकणे.
2. पाणी संथ करून गाळ खाली बसविणे.
3. आवश्यक असल्यास पाणी मृदू करणे.
4. गाळणे
5. क्लोरिन वायूने निर्जंतुक करणे.

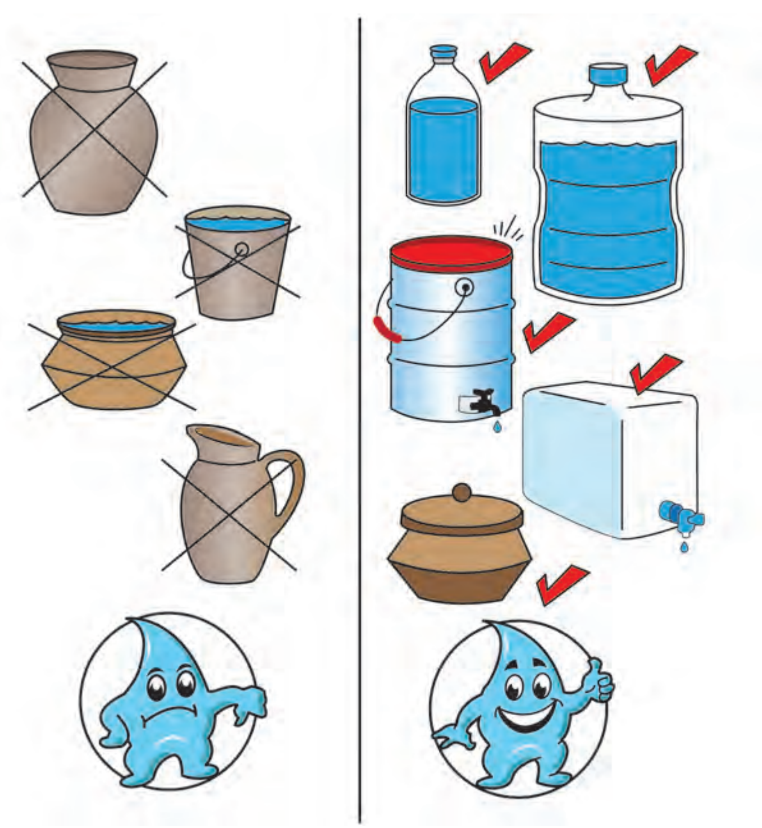



4.2.1 जलशुद्धिकरण

स्वच्छ दिसणाऱ्या पाण्यात न दिसणारे रोगकारक जंतु असू शकतात. जीवजंतु व विषाणूंमुळे पाणी दूषित होऊ शकते. हेच दूषित पाणी पिण्यामुळे वेगवेगळ्या प्रकारचे रोग होऊ शकतात. टायफॉईड, कॉलरा, कावीळ, अतिसार, हगवण, गॅस्ट्रो यासारखे रोग बळावतात, म्हणून पाणी शुद्ध असणे आवश्यक आहे. याकरिता पाण्याचे नियमितपणे निर्जंतुकीकरण करणे अत्यावश्यक आहे. क्लोरीनीकरण करणे हा निर्जंतुकीकरण करण्यासाठीचा सोपा उपाय आहे. ब्लिचिंग पावडरच्या स्वरूपात क्लोरीनीकरण करतात. त्यामुळे जीवजंतु व विषाणू नष्ट होतात आणि शुद्ध पाणी सहज प्राप्त होते. चुन्यामध्ये यंत्राद्वारे क्लोरिन वायु मिसळून ब्लिचिंग पावडर तयार होते. (याला टी.सी.एल. पावडर या नावानेसुध्दा संबोधले जाते.) ताज्या ब्लिचिंग पावडरमध्ये क्लोरीनचे प्रमाण 33 टक्क्यांपेक्षा जास्त असावे. क्लोरीनचे हे प्रमाण टिकवून ठेवण्यासाठी, बंद डब्यात, बंद पिशवीत परंतु कोरड्या जागी ब्लिचिंग पावडर ठेवणे अत्यावश्यक आहे. अशा प्रकारची नीट काळजी घेतली नाही तर कालांतराने ब्लिचिंग पावडरमधील क्लोरिन वायु हवेत जातो व पावडरची निर्जंतुकीकरणाची शक्ती कमी होते.

क्लोरिन निघून गेलेली ब्लिचिंग पावडर निर्जंतुकीकरणासाठी अनवधानाने वापरली जाते, त्यामुळे अपेक्षित शुद्धीकरण होत नाही. म्हणूनच ओ.टी. टेस्ट (Orthotolidine Test) नियमित कालावधीनंतर करवून घेणे गरजेचे आहे. ओ. टी. टेस्ट सकारात्मक (पॉझिटिव्ह) आल्यास विहिरीच्या अथवा हातपंपच्या पाणी शुद्धीकरणास अशा ब्लिचिंग पावडरचा अपेक्षित फायदा होतो. तथापि, कालांतराने निर्जंतुकीकरण केलेल्या पाण्याची गुणवत्ता कायम राखणे व जल प्रदूषण होऊ नये यासाठी विशेष दक्षता घ्यावी लागते.

घरांमध्ये शुद्ध पाण्याचा पुरवठा झाल्यानंतर त्या पाण्याची योग्य प्रकारे साठवण करणे गरजेचे आहे. घरगुती पातळीवर साठवण करण्यात आलेल्या पाण्याची योग्य प्रकारे हाताळणी अत्यावश्यक आहे. यात कसूर झाल्यास पाण्याची गुणवत्ता बाधित होऊन रोगराईस निमंत्रण दिल्यासारखे होते. घरगुती पातळीवर साठवणुकीची भांडी दररोज स्वच्छ करावीत, ती भांडी स्वच्छ जागी अथवा लहान मुलांच्या हाताला येणार नाही इतक्या उंच ठिकाणी ठेवावीत, बाहेरील धूळ, कचरा यांनी पाण्यास बाधा होऊ नये यासाठी पाणी साठवणुकीचे भांडे व्यवस्थित झाकलेले असावे.



4.2.2 पिण्याच्या पाण्याची साठवण

शक्यतो शुद्ध पाण्यास हाताचा स्पर्श होऊ नये याची दक्षता घ्यावी, त्याकरिता ओगराळ्याचा वापर करावा. चुकूनही जमिनीमध्ये माठ किंवा रांजण ठेऊ नये. जमिनीत खड्डा करून त्यात माठ अथवा रांजण ठेवलेले आपण पाहतोच. पाणी थंड राहण्यासाठी असा प्रयोग करतात. तथापि, अशा माठातील किंवा रांजणातील पाणी आरोग्यास बाधक ठरू शकते. पाणी पिण्यासाठी तांब्या, गडवा किंवा प्याल्यास तोंड न लावता वरून पाणी पिण्याची सवय लावणे गरजेचे आहे. यामुळे प्रत्येकवेळी प्याला धुण्याचे प्रमाण कमी होऊन पाण्याची बचत होईल आणि शुद्धता टिकविणे सहज शक्य होईल.

पावसाळ्यात भूपृष्ठावरील आणि भूजल साठे प्रदूषित होण्याची शक्यता जास्त प्रमाणात असते. याच प्रदूषित पाण्यातून साथींच्या रोगांची लागण होते. म्हणून अशा दिवसात निर्जंतुकीकरणासाठी विशेष काळजी घेणे क्रमप्राप्त असते. अशावेळी निर्जंतुकीकरणासाठी ब्लिचिंग पावडरची मात्रा वाढवावी, तसेच नियमितपणे ओ. टी. टेस्ट करवून घ्यावी.

पाण्याचा रंग, वास, चव आणि सर्व प्रकारचे जिवाणू काढून टाकण्यासाठी पाण्याचे वायुमिश्रण, निवळण, निर्जंतुकीकरण केले जाते. यामध्ये निवळण परिणामकारक होण्यासाठी तुरटी, फेरीक क्लोराईड, फेरस सल्फेट वापरतात. कार्बन डायऑक्साईड, हायड्रोजन सल्फाईड ह्यासारखे वायू काढण्यासाठी आणि पाण्यामध्ये विरघळलेल्या ऑक्सिजनचे प्रमाण वाढविण्यासाठी, तसेच पाण्यात विरघळलेले लोह आणि मँगेनीज ह्यांची संयुगे अलग करण्यासाठी वायुमिश्रण केले जाते.

## स्वाध्याय

1. पाणी शुद्ध करण्यासाठी कोणत्या पायऱ्या आहेत ?
2. पाण्याची गुणवत्ता कशी टिकवता येते ?
3. गढूळ पाणी घेऊन त्यात तुरटीचा एक तुकडा फिरवून त्या पाण्यावर होणाऱ्या परिणामाचे निरीक्षण करा.
4. आरोग्यासाठी पिण्याचे शुद्ध पाणी या विषयावर घोषवाक्ये तयार करा.

# प्रकरण 3 : जलप्रदूषण : कारणे, परिणाम व उपाय

नैसर्गिक संसाधनांचा वापर मानव विविध कारणांसाठी करत आला आहे. उपलब्ध नैसर्गिक संसाधनांचा विचार करता यासंदर्भाने सद्यस्थितीत मानवासमोर अनेक समस्या निर्माण झाल्या आहेत.

**थोडा विचार करा**

चित्रात नदीची दोन रूपे आहेत. निसर्गातून वाहणारी नदी आणि मानवी वस्तीतून वाहणारी नदी. या दोन्ही नदीमध्ये तुम्हाला कोणता फरक आढळून येतो. याबाबत चर्चा करा. नदीमध्ये झालेला बदल कोणकोणत्या कारणामुळे झालेला आहे असे तुम्हाला वाटते?

4.3.1 निरीक्षण करा

### जल प्रदूषण :

मानवी कृतीमुळे किंवा अन्य कारणामुळे पाण्याच्या नैसर्गिक गुणवत्तेमध्ये प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे बदल होतात आणि पाणी कोणत्याही कारणासाठी वापरण्यास अयोग्य ठरते याला जलप्रदूषण म्हणतात.

**सांगा पाहू.**

1. तुमच्या घरातील टाकाऊ पाणी कोठे जाते?
2. तुमच्या गावामध्ये ज्या ठिकाणी टाकाऊ पाणी मिसळते तिथे कोणकोणते पदार्थ जमा झालेले दिसतात?
3. हे सर्व पदार्थ कोठून आलेले असतील?

### जल प्रदूषके :

नैसर्गिक पाण्यामध्ये जे निरुपयोगी स्थायुरूप, द्रवरूप, वायुरूप टाकाऊ पदार्थ (सजीव सृष्टीस अपायकारक पदार्थ) मिसळतात त्यांना जल प्रदूषके म्हणतात.

### जल प्रदूषकांचे स्रोत :

नैसर्गिक प्रक्रियेतून किंवा मानवाच्या ज्या कृतीमधून पाण्याचे प्रदूषण होते. त्यांना जल प्रदूषकांचे स्रोत म्हणतात.

1. घराघरामधून बाहेर पडणारे पदार्थ – सेफ्टी टँक मधून बाहेर पडणारे पाणी, मुतारीमधील मानवी मूत्र, आंघोळीचे पाणी, जनावरांचे मलमूत्र
2. औद्योगिक परिसरातून बाहेर पडलेले पदार्थ– वाहने धुताना बाहेर पडणारे तेल, ग्रीस मिश्रीत पाणी
3. शेतीमधून बाहेर पडणारे घटक – पिकांवर फवारलेली कीटकनाशके किंवा रासायनिक खते घातल्यानंतर पावसाच्या पाण्याबरोबर ही खते नदीत मिसळतात
4. कारखान्यांमधून बाहेर पडणारे सांडपाणी , खनिजद्रव्ये आणि रासायनिक टाकाऊ पदार्थ
5. सांडपाण्यातील गाळ आणि पाणलोटातील गाळ
6. कारखान्याच्या बॉयलरमधील प्रक्रियेनंतर सोडलेले उष्ण पाणी

**थोडा विचार करा**

खालील दोन दृश्ये पहा. हे असे होऊ नये म्हणून तुम्हाला कोणकोणत्या गोष्टी कराव्या लागतील त्यांची यादी करा.

4.3.2 जल प्रदूषण

**वरील छायाचित्राचे निरीक्षण करा.** या परिस्थितीमुळे कोणकोणते परिणाम होत असतील ? त्यांची माहिती खालील तक्त्यात भरा.

| प्रदूषित पाण्याविषयी मुद्दे | प्रदूषणाचा दिसून येणारा बदल |
|---|---|
| पिण्याविषयक योग्यता | |
| रंग | |
| वास | |
| पाण्यातील मासे | |
| पाण्यातील वनस्पती | |
| पाण्यात असणारी खनिजे | |
| पाण्यामुळे होणारे रोग | |
| भूजल साठ्यावर होणारा परिणाम | |

**इंटरनेट माझा मित्र :**

इंटरनेट वरून देशातील प्रदूषित नद्यांची माहिती मिळवा.

**पाण्यातील सूक्ष्मजीवामुळे होणारे रोग :**

| अ. क्र. | पाण्यातील रोगकारक सूक्ष्मजीव | होणारा रोग |
|---|---|---|
| 1 | एन्टामिबा हिस्टोलिटीका | अतिसार |
| 2 | सालमोनेला टायफी | विषमज्वर |
| 3 | व्हिब्रिओ कॉलरी | पटकी(cholera) |
| 4 | हेपॅटीटीस (A, B, C, D, E) | कावीळ |
| 5 | प्लाझ्मोडीयम विषाणू (ॲनाफिलस मादी डासाच्या माध्यमातून) | मलेरिया |

**माहीत आहे का तुम्हांला?**

आपण सर्वत्र नदी प्रदूषणाच्या बातम्या वाचत असतो, मात्र मेघालयची राजधानी शिलाँगपासून सुमारे 95 किलोमीटर अंतरावर उमंगोट नावाची नदी आहे. ही नदी मेघालयातील डॉकी या छोट्याश्या शहराजवळ आहे. हे शहर उमंगोट नदीमुळे प्रसिध्द आहे. हे शहर बांगलादेशाच्या सीमेलगत आहे. ही नदी डॉकी,दारंग,आणि शेंनान्ग या गावापासून उगम पावते. उमंगोट नदीचे पाणी इतके स्वच्छ आहे, की त्या नदीच्या पाण्याचा तळ दिसतो. पाण्याच्या तळाला असणाऱ्या वनस्पती दगड, गोटे, असे सर्व काही घटक दिसतात. ते पाणी काचेसारखे स्वच्छ दिसते. पाण्यावरुन चाललेल्या होडीचे प्रतिबिंब नदीच्या तळाला पडलेले दिसते. या नदीच्या पाण्यात मोठया प्रमाणावर मासे असतात. नदीची स्वच्छता नेहमी केली जाते. तसेच कोणत्याही प्रकारचे प्रदूषण करू दिले जात नाही. मोठया प्रमाणावर पर्यटक ही नदी पाहण्यासाठी येतात. पर्यटकांना होडीमधून नदीचा फेरफटका मारता येतो. मात्र हे ही लक्षात ठेवा की नदी प्रदूषित केल्यास दंड भरावा लागतो.

**सांगा पाहू**

1. समुद्राचे प्रदूषण कोणकोणत्या प्रकारे होत असते ?
2. समुद्रकिनारी प्रदूषणाची तीव्रता जास्त असते की समुदामध्ये ?
3. समुद्रामध्ये झालेल्या प्रदूषणाच्या संदर्भातील दुर्घटना सांगा पाहू.

### समुद्रामधील तेल गळती आणि पर्यावरण प्रदूषण :

समुद्रात खनिज तेलाचे साठे असतात, ते पृष्ठभागावर आणले जातात. अशावेळी मानवी चुकांमुळे समुद्रात तेल गळती होते. तेलाचा व्यापार आखाती देशाकडून इतर देशाकडे होत असताना, जहाजे अपघातग्रस्त होतात आणि लाखो टन तेल समुद्राच्या पाण्यावर पसरले जाते. हे तेल समुद्राच्या किनारी भागात येते, त्यावेळी मोठ्या प्रमाणावर पर्यावरणाची हानी होते.

#### माहीत आहे का तुम्हांला?

ऑगस्ट 2010 मध्ये मुंबई जवळील अरबी समुद्रात एमएससी चित्रा आणि एमव्ही खलीजा-3 या जहाजांची टक्कर झाली. या टकरीमुळे समुद्रात मोठया प्रमाणावर तेल गळती झाली. सुमारे 800 टन तेल समुद्रावर सांडले गेले. ते तेल 100 ते 120 किलोमीटर समुद्र किनाऱ्यावरील प्रदेशात पसरले. दुसरी घटना जानेवारी 2017 मध्ये चेन्नईच्या कामराज बंदराजवळ घडली. दोन जहाजांच्या टक्करीतून सुमारे 60 टन तेल गळती झाली.

#### थोडा विचार करा

जहाजाच्या तेल गळतीमुळे समुद्रात मिसळलेले तेल सागराच्या भरतीमुळे, जोरदार वाऱ्यामुळे किनारी प्रदेशात पोहोचते. त्यावेळी समुद्र किनाऱ्यावरील जलीय जीवांची फार मोठ्या प्रमाणावर हानी होते. किनाऱ्यावरील खडकांना ऑयस्टर प्राणी चिकटून बसलेले असतात, त्यांची हानी होते. बिळात वास्तव्य करणारे खेकड्यासारखे प्राणी मृत्यूमुखी पडतात. त्यांच्या शरीरावर तेलाचा तवंग चिकटल्यामुळे त्यांना श्वसन करता येत नाही त्यामुळे ते मरतात.

खारफुटी वनस्पतीवरसुद्‌धा या गळती झालेल्या तेलाचा परिणाम होतो. खारफुटीची मूळे जमिनीच्यावर असतात. मुळावर तेलाचे आवरण बसल्यावर मुळाद्‌वारे होणारी जैविके प्रक्रिया थांबून खारफुटीचे झाड वाळते. पानावर तेल आल्याने पाने पिवळी पडून गळून जातात. सर्वात जास्त परिणाम पक्ष्यांवर होतो. पक्ष्यांच्या शरीरात असलेल्या तैलग्रंथीमधून स्त्रवलेल्या तेलाचा हलकासा थर त्यांच्या पंखावर असतो. त्यामुळे पाणी चिकटत नाही. परंतु पक्षी तेल तवंगाच्या सान्निध्यात आल्यावर तेल पटकन त्यांच्या पंखात शिरते परिणामी पंखाच्या कार्यावर परिणाम होऊन त्यांना उडणे अशक्य होते. ते जड बनतात आणि समुद्रात बुडून मरतात.

#### इंटरनेट माझा मित्र :

इंटरनेटवरून समुद्रामधील तेल गळतीमुळे होणाऱ्या प्रदूषणाची माहिती मिळवा.

### जलसाठे आणि त्यांचे प्रदूषण :

#### माहिती मिळवा

1. तुमच्या आजी किंवा आजोबांना गावातील तलावा संदर्भात माहिती विचारा.
2. शहरामधील किंवा गावामधील तलावाचे पाणी पिण्यायोग्य असते का? याची माहिती घ्या.

### तलाव :

पूर्वी प्रत्येक गावात पाण्याच्या उपलब्धतेनुसार तलाव अस्तित्वात होते. काही शहरे तलावासाठी प्रसिद्‌ध होती. आज अशा गावातील किंवा शहरातील काहीच तलाव शिल्लक आहेत. हे असे का झाले असेल? गावातील किंवा शहरातील सांडपाणी तलावात मिसळून पाणी दूषित झालेले आपणास दिसून येते. काही धार्मिक प्रसंगीसुद्‌धा तलावाचे प्रदूषण होतांना दिसते. उदा. पाण्यात तेलाचे दिवे सोडणे, मूर्ती विसर्जन, निर्माल्य विसर्जित करणे यांमुळे माशांच्या अंड्यांवर परिणाम होतो. ती अंडी नष्ट होतात. तसेच माशांना अन्न म्हणून काही पदार्थ टाकले जातात. त्याचे इतके प्रमाण वाढते की ते अन्नपदार्थ कुजून पाण्यात कार्बनडायऑक्साईडचे प्रमाण वाढते आणि पाण्यातील सजीवांवर परिणाम होतो. पुरेसा ऑक्सिजन न मिळाल्यामुळे सजीव पाण्यातच मरतात. पाण्यात कुजण्याच्या प्रक्रियेतून हायड्रोजन सल्फाइड वायू तयार होतो, परिणामी पाण्याला दुर्गंधी सुटते. वाढत्या नागरीकरणामुळे तलावांच्या जागी टाकाऊ पदार्थांची भर टाकल्यामुळे तलावाचा आकार कमी झाला. काही गावात तर तलावच नष्ट झाले आहेत. तेथे एकतर बांधकामे उभी राहिली आहेत किंवा मैदाने आहेत.

**माहिती मिळवा.**

1. महाराष्ट्रातील विविध शहरातील तलावांची संख्या व त्यांची नावे यांचा तक्ता बनवा.
2. हे ही माहिती करून घ्या की पूर्वी असणाऱ्या तलावांची संख्या आणि आता अस्तित्वात असलेल्या तलावांची संख्या किती आहे.

### पाणथळ जागा :

आपल्या आजूबाजूला विविध ठिकाणी पाणथळ जागा असतात, त्यांचे निरीक्षण केले आहे का? त्या जागेत उगवलेल्या वनस्पतींचे निरीक्षण करा. तेथे येणाऱ्या पक्ष्यांचे निरीक्षण करा. पाणथळ जागेवर बांधकामांचे झालेले अतिक्रमण आणि मिसळणारे सांडपाणी यामुळे त्यांचे अस्तित्व संपलेले आहे. पाणथळ जागेत विविध प्रकारचे पक्षी आढळतात. पाणथळ जागा पक्ष्यांचे निवासस्थान असते.

**माहीत आहे का तुम्हांला?**

इराण मधील कॅस्पियन समुद्राच्या किनाऱ्यावरील रामसर या शहरी पाणथळ प्रदेशाचे महत्त्व या विषयावर परिषद आयोजित करण्यात आली होती. पाणथळ जागांचे मानवी जीवनात महत्त्व जाणावे आणि त्यांचे होणारे प्रदूषण कमी होऊन संरक्षण व्हावे, या हेतूने 2 फेब्रुवारी हा दिवस जागतिक पाणथळ दिवस म्हणून साजरा केला जातो. पहिला दिवस 1997 साली साजरा केला.

केंद्रसरकारने प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रणासाठी कायदे व मार्गदर्शक सूचना केल्या आहेत.त्यासाठी काही कायदे केले आहेत.या कायद्यासंदर्भात माहिती घेऊ या.

### पाणी ( प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण ) कायदा 1974 :

पाण्याचे प्रदूषण व पाण्याची गुणवत्ता मूल्ये निश्चित करण्यासाठी काही मार्गदर्शक तत्वे सांगितली आहेत. या तत्वांचे पालन न करणाऱ्यास दंडात्मक कारवाई (पाणी कायदा) निर्धारित करतो.

### पाणी प्रदूषण कायद्याची वैशिष्ट्ये :

1. पाणी प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रण करणे.
2. पाण्याची सकसता जपणे किंवा पुनर्स्थापित करणे.
3. पाणी प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रणासाठी मंडळांची स्थापना करणे.

या कायद्याची अंमलबजावणीसाठी केंद्र आणि राज्यसरकार यांच्या पातळीवर विभाग स्थापन केले आहेत. केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळ (Central Pollution Control Board - PCB) आणि (State Pollution Control Board- SPCB) हे विभाग पाणी प्रदूषणासंदर्भात नियंत्रण ठेवण्याचे काम करते.

### महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळाची कार्ये :

1. प्रदूषण प्रतिबंध व नियंत्रणासाठी सर्वंकष कार्यक्रमाचे नियोजन करणे.
2. मलनि:सारण किंवा औद्योगिक सांडपाणी क्रयविक्रय अभिक्रिया, कचरा विल्हेवाट सुविधा यांची तपासणी करणे.
3. प्रदूषण नियंत्रण, टाकाऊ पदार्थांचा पुनर्वापर, चक्रीकरण, पर्यावरण-स्नेही कार्यक्रमांना सहकार्य व उत्तेजन देणे.
4. नवीन उद्योजकांना प्रदूषण नियंत्रणाचे सुयोग्य तंत्रज्ञान आणि पद्धती समजावून त्यांना शिक्षित करणे व मार्गदर्शन करणे.
5. लोकांमध्ये स्वच्छ आणि आरोग्यदायी वातावरणासाठी जागरूकता निर्माण करणे तसेच प्रदूषण विषयक तक्रारींची दखल घेणे.

### महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळाचे अधिकार :

1. पर्यावरण कायदा आणि प्रदूषण नियंत्रण कायदयाची अंमलबजावणी.
2. प्रदूषण विषयक मानांकने ठरविणे आणि त्यांची पूर्तता तपासणे.
3. प्रदूषणांच्या सर्व स्रोतांचे निरीक्षण व नियंत्रण करणे.
4. विहित कालावधीत सूचना देऊन कायदेशीर बाबींची परिपूर्तता करून घेणे.
5. प्रदूषणाबाबतच्या नियमाचे उल्लंघन करणाऱ्या चिंताजनक प्रकरणांचा निकाल लावणे.
6. नियमांचे उल्लंघन करणाऱ्या चिंताजनक प्रकरणांबाबत न्यायालयात दावा करणे.

## स्वाध्याय

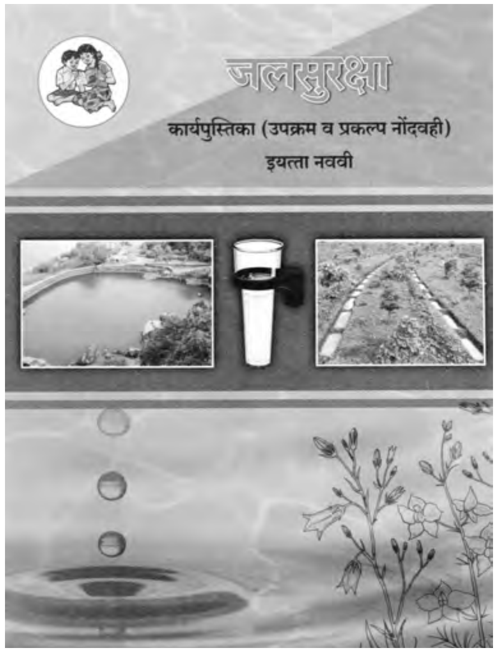
1. तुमच्या परिसरात जलप्रदूषण होत असल्यास त्याविषयीचा अहवाल लिहून वर्गात सादर करा.
2. जलप्रदूषणासाठी कोणते घटक कारणीभूत आहेत ते लिहा?
3. समूद्रातील तेलगळतीमुळे पर्यावरणाची हानी कशी होते, हे उदाहरणासह स्पष्ट करा.
4. तुमच्या गावातील वा शहरातील सांडपाण्यामुळे होणारे जलप्रदूषण रोखण्याकरिता गाव / शहर पातळीवर काय नियोजन करावे लागेल याची माहिती तयार करा व वर्गात सादर करा.

# नोंदी

# इयत्ता ९ वी प्रात्यक्षिक नोंदवही कार्यपुस्तिका - जलसुरक्षा

मराठी माध्यम

मूल्य ६१ रूपये




- शासनमान्य अभ्यासक्रम व पाठ्यपुस्तकावर आधारित.
- मूल्यमापन योजनेनुसार सर्व पाठांवर आधारित प्रात्यक्षिकांचा समावेश.
- विविध कृती, चित्रे, आकृत्या इत्यादींनी युक्त.
- वस्तुनिष्ठ/बहुपर्यायी प्रश्नांचा समावेश.
- तोंडी परिक्षेसाठी उपयुक्त प्रश्नांचा समावेश.
- सरावासाठी अधिकचे प्रश्न व उत्तर लिखाणासाठी स्वतंत्र जागा

## कार्यपुस्तिका पाठ्यपुस्तक मंडळाच्या विभागीय भांडारांमध्ये विक्रीसाठी उपलब्ध आहे.

(१) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, सेनापती बापट मार्ग, पुणे ४११००४, ☎ २५६५९४६५ (२) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, पी - ४१, औद्योगिक वसाहत, मुंबई-बंगलोर महामार्गावर, सकाळ कार्यालयासमोर, कोल्हापूर ४१६१२२ ☎ २४६८५७६ (३) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, १० उद्योग नगर, एस. व्ही. रोड, गोरेगाव, पश्चिम मुंबई ४०० ०६२ ☎ २८७७१८४२ (४) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, सिडको प्लॉट नं. १४, डब्ल्यू सेक्टर १२, वावंजा रोड, न्यू पनवेल, जि. रायगड, पनवेल ४१० २०६ ☎ २७४६२६४६५ (५) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, लेखानगर जवळ, प्लॉट नं. २४, 'माघ' सेक्टर, सिडको, नवीन मुंबई-आग्रा रोड, नाशिक ४२२००९ ☎ २३९१५११ (६) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, एम आय डी सी शेड क्रमांक २ व ३, रेल्वे स्टेशनजवळ, औरंगाबाद ४३१ ००१ ☎ २३३२१७१ (७) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, रवींद्रनाथ टागोर सायन्स कॉलेजसमोर, महाराजा बाग रोड, नागपूर ४४० ००१ ☎ २५४७७१६/२५२३०७८ (८) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, प्लॉट नं, एफ ९१, एम आय डी सी, लातूर ४१३५३१ ☎ २२०९३० (९) महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक भांडार व वितरण केंद्र, शांकुतल कॉलनी, व्ही. एम. व्ही. कॉलेजमागे, अमरावती ४४४ ६०४ ☎ २५३०९६५

महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ

ebalbharati

पाठ्यपुस्तक मंडळ, बालभारती मार्फत इयत्ता १ ली ते १२ वी ई-लर्निंग साहित्य (Audio-Visual) उपलब्ध...

- शेजारील Q.R.Code स्कॅन करून ई-लर्निंग साहित्य मागणीसाठी नोंदणी करा.
- Google play store वरून ebalbharati app डाऊनलोड करून ई लर्निंग साहित्यासाठी मागणी नोंदवा.

www.ebalbharati.in, www.balbharati.in

# जलसुरक्षा विषय अभ्यासक्रम व मूल्यमापन योजनेनुसार कार्यपुस्तिका उपलब्ध.....

**महाराष्ट्र राज्य पाठ्यपुस्तक निर्मिती व अभ्यासक्रम संशोधन मंडळ, पुणे**

जलसुरक्षा इयत्ता नववी (मराठी माध्यम) ₹ 76.00