

Diploma in Health Sanitary Inspector



DHSI-102

જીવ સ્વચ્છતા

2024

DHSI-102

ଝଟ ସମ୍ବନ୍ଧ

Dr. Babasaheb Ambedkar Open University



નિષ્ણાત સમિતિ

પ્રો. (ડૉ.) નિલેશ મોદી પ્રોફેસર અને ડિરેક્ટર, સ્કૂલ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ, ડો. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ	(ચેરમેન)
પ્રો. (ડૉ.) અજય પરીખ પ્રોફેસર અને હેડ, ડિપાર્ટમેન્ટ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ, ગૂજરાત વિદ્યાપીઠ, અમદાવાદ	(સભ્ય)
પ્રો. (ડૉ.) સત્યેન પરીખ ડીન, સ્કૂલ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ એન્ડ એપ્લીકેશન, ગણપત યુનિવર્સિટી, ખેરવા, મહેસાણા	(સભ્ય)
પ્રો. એમ. ટી. સાવલીયા એસોસિયેટ પ્રોફેસર અને હેડ (નિવૃત્ત), કોમ્પ્યુટર એન્જિનિયરિંગ વિભાગ, વિશ્વકર્મા એન્જિનિયરિંગ કોલેજ, અમદાવાદ	(સભ્ય)
ડો. હિમાંશુ પટેલ આસિસ્ટન્ટ પ્રોફેસર, સ્કૂલ ઓફ કોમ્પ્યુટર સાયન્સ, ડો.બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ	(સભ્યસાચંવ)

અભ્યાસક્રમ લેખક

ડૉ. અજય દેસાઈ, નિષ્ણાત ફેકલ્ટી, ડીપ્લોમાં ઇન હેલ્થ એન્ડ સેનેટરી
ઋતુલ એસ દેસાઈ, નિષ્ણાત ફેકલ્ટી, ડીપ્લોમાં ઇન હેલ્થ એન્ડ સેનેટરી ઇન્સ્પેક્ટર કોર્સ
રેવતસિંહ બી. રાજપુરોહિત, નિષ્ણાત ફેકલ્ટી, ડીપ્લોમાં ઇન હેલ્થ એન્ડ સેનેટરી ઇન્સ્પેક્ટર કોર્સ

ભાષા પરામર્શક

દાનેશભાઈ આર. મોદી લેખક, જિ.સી.ઈ.આર.ટી અને એસ.ટી.ટી.આઈ ગાંધીનગર લેખક, સમગ્ર શિક્ષા અભિયાન, ગાંધીનગર
--

ISBN- 978-81-940577-8-9

મુદ્રિત અને પ્રકાશિત: બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ

આ પાઠ્યપુસ્તક ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટીનાં ઉપક્રમે વિદ્યાર્થીલક્ષી સ્વઅધ્યયન હેતુથી; દૂરવર્તી શિક્ષણના ઉદ્દેશને કેન્દ્રમાં રાખીને તૈયાર કરવામાં આવેલ છે. આ અભ્યાસ સામગ્રીની ચોક્કસાઈ ચકાસવા માટે સંપાદકો દ્વારા તમામ પ્રયાસો કરવામાં આવ્યા છે, જેના તથ્યો, સિદ્ધાંતો, વર્ણનો સંબંધિત લખાણ અંગેના અભિપ્રાયો જે તે લેખકોનાં છે. આ સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીમાં ઉપલબ્ધ તમામ લખાણ અને માહિતી જે સર્વાધિકાર સુરક્ષિત છે. આ સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીનો કોઈપણ પ્રકારનો પુનઃઉપયોગ, નકલ, વિતરણ, પ્રકાશન અથવા વ્યવસાયિક ઉપયોગ યુનિવર્સિટીની પૂર્વલિખિત મંજૂરી વગર કાનૂની કાર્યવાહી માટે પાત્ર છે.

હકક ગ્રંથ © ઓક્ટોબર ૨૦૨૪. ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ. સર્વ હકો સુરક્ષિત છે.

જળ સ્વચ્છતા

પ્રકરણ	પ્રકરણનું નામ	પાન નં.
1.	પાણીનો પરિચય (Introduction to Water Sanitation)	1
2.	જળની આવશ્યકતા અને માંગ	18
3.	જળ ગુણવત્તા માપદંડો (Water Quality Standards)	35
4.	જળસ્રોતોનું સર્વેક્ષણ	52
5.	જળસંરક્ષણ તકનીકો	70
6.	પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન	86
7.	જલ ઉપચાર - પ્રારંભિક ચરણ	105
8.	જળ શુદ્ધિકરણ - જીવાણુનાશકતા (ક્રીટાણુનાશ)	123
9.	પાણીનું નરમ પડવું (Water Softening)	138
10.	વિશિષ્ટ જળ ઉપચાર	154
11.	ગ્રામીણ જળ પુરવઠો	173
12.	શહેરી જળ પુરવઠો	189
13.	ઔદ્યોગિક જળ પુરવઠો અને ઉપચાર	205
14.	જળ પ્રયોગશાળા અભ્યાસ	222
15.	જળજન્ય રોગો અને રોકથામ	239
16.	અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર - પરિચય	255
17.	ગંદાપાણીનો ઉપચાર - પ્રાથમિક સારવાર	271
18.	અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર - દ્વિતીયક ઉપચાર	286
19.	ગંદાપાણીનો ઉપચાર - તૃતીય સ્તરનો ઉપચાર	302
20.	ગંદા પાણીનો નિકાલ અને પુનઃઉપયોગ	319

પાણીનો પરિચય (Introduction to Water Sanitation)

1

- 1.1 પ્રસ્તાવના
- 1.2 પાણીનું મહત્વ
- 1.3 પાણીના ગુણધર્મો
- 1.4 જળચક્ર
- 1.5 પાણીના સ્ત્રોતો
- 1.6 જળપ્રદૂષણ
- 1.7 સારાંશ
- 1.8 પ્રશ્નો

1.1 પ્રસ્તાવના:

આ યુનિટ "પાણીનો પરિચય" પાણીના જીવનમાં અત્યંત મહત્વ અને તેની વિશેષતાઓ પર કેન્દ્રિત છે. આ યુનિટમાં આપણે પાણીના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મો, જળચક્ર, પાણીના વિવિધ સ્ત્રોતો અને જળપ્રદૂષણના કારણો અને અસરોનો અભ્યાસ કરીશું.

- 1. પાણીનું મહત્વ:** પાણી જીવનનો આધાર છે. આપણે જાણીશું કે તે કેવી રીતે તમામ જીવંત પ્રાણીઓ, કૃષિ, ઉદ્યોગો અને રોજિંદા જીવન માટે આવશ્યક છે. તેની ગેરહાજરી જીવનની કલ્પનાને પણ અશક્ય બનાવે છે.
- 2. પાણીના ગુણધર્મો:** આ ભાગમાં આપણે પાણીના વિશિષ્ટ ગુણધર્મો, જેમ કે તેનો રંગહીન, ગંધહીન અને સ્વાદહીન હોવા, ઉચ્ચ ઘનતા, દ્રાવક ક્ષમતા, રાસાયણિક સૂત્ર (H₂O), ધ્રુવીય પ્રકૃતિ અને જૈવિક રીતે સૂક્ષ્મજીવોના વિકાસના આધાર પર ચર્ચા કરીશું. આ ગુણધર્મો પાણીને જીવન માટે અત્યંત આવશ્યક બનાવે છે.
- 3. જળચક્ર:** અહીં આપણે સમજીશું કે કેવી રીતે પાણી બાષ્પીભવન, ઘનીકરણ અને વર્ષાના ચક્રમાંથી સતત પસાર થાય છે, જેનાથી પૃથ્વી પર પાણીનું સંતુલન જળવાય છે. આ ચક્ર પાણીના નવીકરણ અને વિતરણમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- 4. પાણીના સ્ત્રોતો:** આપણે આ ભાગમાં વિવિધ પાણીના સ્ત્રોતો, જેમ કે સપાટી પરનું પાણી (નદીઓ, તળાવો, કુંડ) અને ભૂગર્ભ જળ (કૂવા, નળકૂપ)નો અભ્યાસ કરીશું. આપણને પાણી ક્યાંથી મળે છે અને આ સ્ત્રોતોનું સંરક્ષણ કેવી રીતે કરવું તે જાણવું મહત્વપૂર્ણ છે.
- 5. જળપ્રદૂષણના કારણો અને અસરો:** અંતમાં, આપણે જળપ્રદૂષણના વિવિધ સ્ત્રોતો, જેમ કે ઔદ્યોગિક કચરો, કૃષિ રસાયણો અને ઘરગથ્થુ કચરા પર ધ્યાન આપીશું. આપણે એ પણ જાણીશું કે કેવી રીતે પ્રદૂષિત પાણી માનવ સ્વાસ્થ્ય, જળચર જીવન અને સમગ્ર પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચાડે છે.

આ યુનિટનો ઉદ્દેશ્ય પાણીના મહત્વને સમજવાનો, તેના વિવિધ પાસાઓનું જ્ઞાન મેળવવાનો અને પાણીના સંરક્ષણ પ્રત્યે જાગૃતિ વધારવાનો છે.

પાણીનું મહત્વ

ભારતીય સંસ્કૃતિમાં પાણીને હંમેશાંથી જ મહત્વપૂર્ણ અને પૂજનીય માનવામાં આવ્યું છે. મહાન વ્યક્તિઓનાં વિચારો અને પ્રાચીન ગ્રંથોમાં તેનો ઉલ્લેખ એ વાતનો પુરાવો છે કે પાણી આપણા જીવનનો આધાર છે અને આપણે તેનું સંરક્ષણ કરવું જોઈએ. જળ સંરક્ષણ માત્ર એક ફરજ નથી, પરંતુ આપણી સંસ્કૃતિનો અલિન્ન ભાગ પણ છે. આપણે આપણી આવનારી પેઢીઓ માટે પાણી બચાવવું જોઈએ, જેથી તેઓ પણ આ અમૂલ્ય સંસાધનનો લાભ ઉઠાવી શકે.

મહાત્મા ગાંધી: "પાણી જીવનનો સાર છે, તેને બરબાદ કરવું પાપ છે."

ઋગ્વેદ: ઋગ્વેદમાં પાણીને "આપ:" કહ્યું છે અને તેને જીવનદાયી, શુદ્ધિકરણ કરનારું અને દેવી સમાન પૂજનીય માનવામાં આવે છે. ઘણા સૂક્તોમાં પાણીની સ્તુતિ કરવામાં આવી છે. ઉદાહરણ: "આપો હિ ષ્ઠા મયોભુવસ્તા ન ઋર્જે દધાતન। મહે રણાય ચક્ષસે॥" (એટલે કે હે જળ, તમે સુખ આપનારા છો, અમને ઊર્જા પ્રદાન કરો અને અમને મહાન અને રમણીય દૃષ્ટિ પ્રદાન કરો.)

પાણી આ ધરતી પર જીવનનો આધાર છે. એવું કહેવામાં જરાય અતિશયોક્તિ નથી કે જળ છે તો કાલ છે. આ રંગહીન, ગંધહીન અને સ્વાદહીન પ્રવાહી પદાર્થ ફક્ત જીવંત પ્રાણીઓની તરસ છીપાવે છે એટલું જ નહિ, પરંતુ તેમના જીવનની બધી પ્રક્રિયાઓમાં પણ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ચાલો, ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજીએ કે શા માટે પાણી આટલું મહત્વનું છે:

1.2 જીવન માટે અનિવાર્ય:

1. જીવનમાં પાણીનું મહત્વ :

- **માનવ શરીરમાં પાણી:** માનવ શરીરનો લગભગ 60-70% ભાગ પાણીથી બનેલો છે. તે લોહી, લાળ, પાચક રસ અને અન્ય શારીરિક પ્રવાહીનો મુખ્ય ઘટક છે. પાણી પોષક તત્વોને કોષો સુધી પહોંચાડવામાં, કચરાના પદાર્થોને બહાર કાઢવામાં, શરીરના તાપમાનને નિયંત્રિત કરવામાં અને સાંધાને લુબ્રિકેટ કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ઉદાહરણ: ડિહાઇડ્રેશન (નિર્જલીકરણ) ત્યારે થાય છે જ્યારે શરીરમાં પાણીની ઉણપ હોય છે, જેના પરિણામે થાક, ચક્કર આવે છે અને ગંભીર કિસ્સાઓમાં મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે.
- **છોડમાં પાણી:** છોડમાં પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા માટે પાણી આવશ્યક છે, જેના દ્વારા તેઓ તેમનો ખોરાક બનાવે છે. પાણી જમીનમાંથી પોષક તત્વોને શોષી લેવામાં અને છોડના જુદા જુદા ભાગો સુધી પહોંચાડવામાં પણ મદદ કરે છે. ઉદાહરણ: દુષ્કાળ દરમિયાન, છોડમાં પાણીની અછત હોય છે, જેનાથી તેઓ કરમાઈ જાય છે અને અંતે મૃત્યુ પામે છે.
- **જળચર જીવન:** નદીઓ, તળાવો, સમુદ્રો અને મહાસાગરો જળચર જીવોના નિવાસસ્થાન છે. પાણી આ જીવોને જીવવા, ખોરાક મેળવવા અને પ્રજનન કરવા માટે જરૂરી વાતાવરણ પૂરું પાડે છે. ઉદાહરણ: માછલી, જળચર છોડ અને અન્ય જળચર જીવોના જીવન માટે પાણી અનિવાર્ય છે. જો પાણી પ્રદૂષિત થાય છે, તો તે જળચર જીવનનો નાશ કરી શકે છે.

2. કૃષિમાં પાણીનું મહત્વ:

- **સિંચાઈ:** પાકની વૃદ્ધિ અને ઉપજ માટે સિંચાઈ આવશ્યક છે. પાણી પાકને જરૂરી પોષક તત્વો પૂરા પાડે છે અને તેમને સ્વસ્થ રાખે છે. ઉદાહરણ: ભારતમાં, કૃષિ ચોમાસા પર આધારિત છે, પરંતુ નહેરો, કુવાઓ અને નળકૂપ દ્વારા પણ સિંચાઈ મોટા પાયે કરવામાં આવે છે. પંજાબ અને હરિયાણા જેવા રાજ્યોમાં સિંચાઈને કારણે કૃષિ ઉત્પાદનમાં ભારે વધારો થયો છે.
- **પશુપાલન:** પશુઓને પીવા માટે સ્વચ્છ પાણીની જરૂર હોય છે. પાણી તેમના શરીરના તાપમાનને નિયંત્રિત કરવામાં અને તેમને સ્વસ્થ રાખવામાં પણ મદદ કરે છે. ઉદાહરણ: ડેરી ફાર્મમાં, ગાયોને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પીવડાવવું આવશ્યક છે જેથી તેઓ વધુ દૂધનું ઉત્પાદન કરી શકે.

3. ઉદ્યોગોમાં પાણીનું મહત્વ:

- **ઉત્પાદન પ્રક્રિયા:** ઘણા ઉદ્યોગોમાં ઉત્પાદન પ્રક્રિયા દરમિયાન કાચા માલને ઓગાળવા, મશીનોને ઠંડા કરવા અને ઉત્પાદનોને સાફ કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ: કાપડ ઉદ્યોગમાં, કાપડને રંગવા અને ધોવા માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

- **ઊર્જા ઉત્પાદન:** જળવિદ્યુત મથકોમાં, વહેતા પાણીની ગતિશક્તિને ટર્બાઇન ચલાવીને વિદ્યુત ઊર્જામાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ: ભારતમાં, ભાખરા નાંગલ ડેમ અને ટિહરી ડેમ જેવા મોટા બંધ જળવિદ્યુત ઉત્પાદનના મુખ્ય સ્ત્રોત છે.
- **ઠંડક:** વીજમથકો અને અન્ય ઉદ્યોગોમાં મશીનોને ઠંડા કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ: પરમાણુ ઊર્જા મથકોમાં, રિએક્ટરને ઠંડુ રાખવા માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

4. ઘરેલું ઉપયોગમાં પાણીનું મહત્વ:

- **પીવાનું પાણી:** સ્વચ્છ અને સલામત પીવાનું પાણી માનવસ્વાસ્થ્ય માટે અત્યંત મહત્વનું છે. તે શરીરને હાઇડ્રેટેડ રાખે છે અને બીમારીઓથી બચાવે છે. ઉદાહરણ: ભારત સરકારે "હર ઘર જલ" યોજના દ્વારા તમામ ઘરો સુધી સ્વચ્છ પીવાનું પાણી પહોંચાડવાનું લક્ષ્ય રાખ્યું છે.
- **રસોઈ:** ભોજન રાંધવા માટે પાણી આવશ્યક છે. તે ભોજનને નરમ બનાવે છે અને તેને રાંધવામાં મદદ કરે છે. ઉદાહરણ: ચોખા, દાળ અને શાકભાજી રાંધવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **સફાઈ અને સ્વચ્છતા:** ઘરો, કપડાં અને વાસણોની સફાઈ માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. તે સ્વચ્છતા જાળવવામાં અને બીમારીઓ ફેલાતી રોકવામાં મદદ કરે છે. ઉદાહરણ: શૌચાલય, બાથરૂમ અને રસોડાની સફાઈ માટે પાણી આવશ્યક છે.

5. પરિવહન અને મનોરંજનમાં પાણીનું મહત્વ:

- **જળમાર્ગ:** નદીઓ, નહેરો અને સમુદ્રોનો ઉપયોગ માલ અને મુસાફરોના પરિવહન માટે થાય છે. તે પરિવહનનું સસ્તું અને પર્યાવરણને અનુકૂળ માધ્યમ છે. ઉદાહરણ: ગંગા નદી ભારતમાં એક મહત્વપૂર્ણ જળમાર્ગ છે, જેનો ઉપયોગ સદીઓથી પરિવહન માટે થાય છે.
- **મનોરંજન:** તરવું, નૌકાવિહાર, માછીમારી અને અન્ય જળ રમતો લોકોને મનોરંજન પૂરા પાડે છે. ઉદાહરણ: દરિયાકિનારા, તળાવો અને નદીઓ પ્રવાસન માટે લોકપ્રિય સ્થળો છે.

નિષ્કર્ષ:

- પાણીનું મહત્વ શબ્દોમાં વ્યક્ત કરી શકાતું નથી. તે જીવનનો આધાર છે અને તેનો કોઈ વિકલ્પ નથી. આપણે પાણીના સંરક્ષણના મહત્વને સમજવું જોઈએ અને તેને બચાવવાનું તંત્ર રોકવું જોઈએ. પાણીના સંરક્ષણ માટે આપણે વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ, જળ પુનઃઉપયોગ અને પાણી-કાર્યક્ષમ તકનીકોનો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ. આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે પાણી એક અમૂલ્ય સંસાધન છે અને તેને બચાવવું એ આપણી જવાબદારી છે, જેથી આવનારી પેઢીઓ પણ તેનો લાભ ઉઠાવી શકે. "જળ એ જ જીવન છે" એ માત્ર એક નારો નથી, પણ એક હકીકત છે, જેને આપણે હંમેશા યાદ રાખવી જોઈએ અને તેને અનુરૂપ કાર્ય કરવું જોઈએ.

1.3 પાણીના ગુણધર્મો: ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક :

પાણી જીવનનો આધાર, એક અદ્ભુત પદાર્થ છે જેના અનન્ય ગુણધર્મો તેને પૃથ્વી પર જીવન માટે અનિવાર્ય બનાવે છે. આ ગુણધર્મોને મુખ્યત્વે ત્રણ શ્રેણીઓમાં વિભાજિત કરી શકાય છે: ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક. ચાલો, આ ગુણધર્મોને ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજીએ.

1. ભૌતિક ગુણધર્મો:

- **રંગહીન, ગંધહીન અને સ્વાદહીન:** શુદ્ધ પાણી રંગહીન, ગંધહીન અને સ્વાદહીન હોય છે. આ ગુણધર્મ તેને પીવા યોગ્ય બનાવે છે અને વિવિધ ઉપયોગો માટે યોગ્ય બનાવે છે. ઉદાહરણ: જો પાણીમાં રંગ, ગંધ અથવા સ્વાદ હોય, તો તે અશુદ્ધિઓની હાજરીનો સંકેત આપે છે.
- **ઉચ્ચ ઘનતા:** પાણીની ઘનતા 4 ડિગ્રી સેલ્સિયસ પર મહત્તમ (1 g/cm^3) હોય છે. આ ગુણધર્મ જળચર જીવન માટે મહત્વપૂર્ણ છે કારણકે, તે શિયાળામાં તળાવો અને નદીઓને સંપૂર્ણપણે ઠરી જવાથી રોકે છે. ઉદાહરણ: બરફ પાણી કરતા હળવો હોય છે તેથી તે પાણી પર તરે છે, જેનાથી જળચર જીવો ઠંડા હવામાનમાં પણ જીવિત રહી શકે છે.
- **ઉચ્ચ વિશિષ્ટ ઉષ્મા ક્ષમતા:** પાણીની વિશિષ્ટ ઉષ્મા ક્ષમતા ઉચ્ચ હોય છે, જેનો અર્થ છે કે તેને ગરમ કરવા અથવા ઠંડુ કરવા માટે વધુ ઊર્જાની જરૂર પડે છે. આ ગુણધર્મ પૃથ્વીના તાપમાનને સ્થિર રાખવામાં મદદ કરે છે. ઉદાહરણ: સમુદ્રો અને મહાસાગરો દિવસ દરમિયાન ગરમીને શોષી લે છે અને રાત્રે ધીમે ધીમે તેને છોડે છે, જેનાથી દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં તાપમાનમાં ફેરફાર ઓછો થાય છે.
- **ઉચ્ચ પૃષ્ઠતાણ:** પાણીમાં ઉચ્ચ પૃષ્ઠતાણ હોય છે, જેના કારણે તે નાના ટીપાં બનાવે છે અને કેશિકા ક્રિયા (capillary action) દર્શાવે છે. ઉદાહરણ: છોડમાં મૂળથી પાંદડા સુધી પાણીનું ચઢાણ કેશિકા ક્રિયાને કારણે થાય છે. આ ગુણધર્મ પાણીને પાતળી નળીઓ અને છિદ્રોમાંથી વહેવા સક્ષમ બનાવે છે.
- **ઉચ્ચ દ્રાવક ક્ષમતા:** પાણી એક "સાર્વત્રિક દ્રાવક" છે કારણ કે તે ઘણા પદાર્થોને ઓગાળી શકે છે, ખાસ કરીને આયનીય સંયોજનો અને ધ્રુવીય અણુઓને. ઉદાહરણ: મીઠું (NaCl) અને ખાંડ ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) પાણીમાં સરળતાથી ઓગાળી જાય છે. આ ગુણધર્મ પોષક તત્ત્વોના પરિવહન અને નકામા પદાર્થોને દૂર કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.
- **અવસ્થા પરિવર્તન:** પાણી ત્રણેય અવસ્થાઓ - ઘન (બરફ), પ્રવાહી (પાણી) અને વાયુ (વરાળ) માં હાજર હોઈ શકે છે. આ અવસ્થા પરિવર્તન પૃથ્વી પર જળચક્ર અને હવામાનને નિયંત્રિત કરે છે. ઉદાહરણ: બાષ્પીભવન, ઘનીકરણ અને વર્ષા એ જળચક્રના મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે.

2. રાસાયણિક ગુણધર્મો:

- **H_2O સૂત્ર:** પાણીનું રાસાયણિક સૂત્ર H_2O છે, જેનો અર્થ છે કે દરેક પાણીના અણુમાં બે હાઇડ્રોજન પરમાણુ અને એક ઓક્સિજન પરમાણુ હોય છે.
- **ધ્રુવીય અણુ:** પાણી એક ધ્રુવીય અણુ છે કારણકે, ઓક્સિજન પરમાણુ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓ કરતાં વધુ વિદ્યુતઋણ હોય છે, જેના પરિણામે ઓક્સિજન પર આંશિક ઋણ વીજભાર અને હાઇડ્રોજન પર આંશિક ધન વીજભાર હોય છે. આ ધ્રુવીયતા પાણીને અન્ય ધ્રુવીય અણુઓ અને આયનીય સંયોજનોને ઓગાળવા સક્ષમ બનાવે છે. ઉદાહરણ: પાણીના અણુઓ એકબીજા સાથે હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે, જે પાણીના ઘણા અનન્ય ગુણધર્મો માટે જવાબદાર છે.
- **ઉલ્લેખ્ય (Amphoteric):** પાણી એસિડ અને બેઝ બંને તરીકે કાર્ય કરી શકે છે. તે સ્વયં-આયનીકરણમાંથી પસાર થાય છે, જેમાં પાણીના અણુઓ H^+ (હાઇડ્રોજન આયન) અને OH^- (હાઇડ્રોક્સાઇડ આયન) બનાવે છે. ઉદાહરણ: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
- **હાઇડ્રોજન બંધ:** પાણીના અણુઓ એકબીજા સાથે હાઇડ્રોજન બંધ બનાવે છે, જે એક નબળો આકર્ષણ બળ છે જે પાણીના અણુઓને એકસાથે રાખે છે. આ હાઇડ્રોજન બંધ પાણીના ઉચ્ચ

ઉત્કલન બિંદુ, ઉચ્ચ વિશિષ્ટ ઉષ્મા ક્ષમતા અને ઉચ્ચ પૃષ્ઠતાણ માટે જવાબદાર છે. ઉદાહરણ: પાણીને ઉકાળવા માટે, હાઇડ્રોજન બંધોને તોડવા માટે પૂરતી ઊર્જાની જરૂર હોય છે.

3. જૈવિક ગુણધર્મો:

- **જીવન માટે આવશ્યક:** પાણી બધા જીવંત પ્રાણીઓ માટે આવશ્યક છે. તે જૈવિક પ્રક્રિયાઓ, જેમ કે પ્રકાશસંશ્લેષણ, શ્વસન અને પાચન માટે માધ્યમ પૂરું પાડે છે. ઉદાહરણ: માનવશરીરનો લગભગ 60-70% ભાગ પાણીથી બનેલો છે અને તે બધી શારીરિક ક્રિયાઓ માટે આવશ્યક છે.
- **સૂક્ષ્મજીવોનું નિવાસસ્થાન:** પાણી વિવિધ પ્રકારના સૂક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, શેવાળ અને પ્રજીવો માટે નિવાસસ્થાન પૂરું પાડે છે. આ સૂક્ષ્મજીવો જળચર નિવસનતંત્રમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ઉદાહરણ: તળાવો, નદીઓ અને સમુદ્ર સૂક્ષ્મજીવોથી સમૃદ્ધ હોય છે જે ખાદ્ય શૃંખલાનો આધાર બનાવે છે.
- **જૈવિક દ્રાવક:** પાણી ઘણા જૈવિક અણુઓ, જેમ કે કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ, પ્રોટીન અને ન્યુક્લિક એસિડને ઓગાળી શકે છે. આ ગુણધર્મ કોષીય પ્રક્રિયાઓ માટે આવશ્યક છે. ઉદાહરણ: રક્ત, જે મુખ્યત્વે પાણીથી બનેલું હોય છે, તે પોષક તત્ત્વો અને ઓક્સિજનને શરીરના જુદા જુદા ભાગોમાં પહોંચાડે છે.
- **પ્રતિક્રિયાઓનું માધ્યમ:** પાણી ઘણી જૈવિક પ્રતિક્રિયાઓ, જેમ કે પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસન માટે માધ્યમ પૂરું પાડે છે. ઉદાહરણ: પ્રકાશસંશ્લેષણમાં, છોડ સૂર્યપ્રકાશ, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણીનો ઉપયોગ કરીને ખોરાક (ગ્લુકોઝ) બનાવે છે.
- **તાપમાન નિયમન:** પાણી જીવોના શરીરના તાપમાનને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. ઉચ્ચ વિશિષ્ટ ઉષ્મા ક્ષમતાને કારણે, પાણી તાપમાનમાં મોટા ફેરફારોનો પ્રતિકાર કરે છે. ઉદાહરણ: પરસેવો બાષ્પીભવન દ્વારા શરીરને ઠંડુ કરવામાં મદદ કરે છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણી, તેના અનન્ય ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મોને કારણે, પૃથ્વી પર જીવન માટે અનિવાર્ય છે. તે ફક્ત જીવંત પ્રાણીઓની તરસ છીપાવે છે એટલું જ નહિ, પણ તેમના અસ્તિત્વ અને વિકાસ માટે જરૂરી વાતાવરણ પણ પૂરું પાડે છે. પાણીના આ ગુણધર્મોને સમજવું અને તેનું સંરક્ષણ કરવું એ આપણી જવાબદારી છે જેથી આપણે અને આવનારી પેઢીઓ આ અમૂલ્ય સંસાધનનો લાભ ઉઠાવી શકીએ.

1. 4 જળચક્ર: જીવનનો અવિરત પ્રવાહ

જળચક્ર, જેને હાઇડ્રોલોજિકલ ચક્ર (hydrological cycle) પણ કહેવામાં આવે છે, તે પૃથ્વી પર પાણીના અવિરત પરિભ્રમણનું વર્ણન કરે છે. આ એક કુદરતી પ્રક્રિયા છે જે દર્શાવે છે કે કેવી રીતે પાણી પૃથ્વીના વાતાવરણ, સ્થળમંડળ અને જળમંડળ વચ્ચે ફરતું રહે છે. આ પ્રક્રિયામાં પાણી પોતાની અવસ્થા બદલતું રહે છે - પ્રવાહી, ઘન (બરફ) અને વાયુ (પાણીની વરાળ) - અને વિવિધ જળાશયો, જેમ કે મહાસાગરો, નદીઓ, તળાવો, માટી અને વાતાવરણમાં સ્થાનાંતરિત થતું રહે છે.

જળચક્રના મુખ્ય તબક્કા:

જળચક્રને સમજવા માટે, આપણે તેને નીચેના મુખ્ય તબક્કામાં વિભાજિત કરી શકીએ છીએ:

1. બાષ્પીભવન (Evaporation):

- આ પ્રક્રિયા છે જેમાં પ્રવાહી પાણી ઉષ્મા ઊર્જા, મુખ્યત્વે સૂર્યમાંથી પ્રાપ્ત, શોષીને પાણીની વરાળ (વાયુ)માં રૂપાંતરિત થાય છે.
- મહાસાગરો, સમુદ્રો, તળાવો, નદીઓ અને માટીમાંથી પાણીનું બાષ્પીભવન થતું રહે છે.
- છોડમાંથી પણ પાણીનું બાષ્પીભવન થાય છે, જેને બાષ્પોત્સર્જન (transpiration) કહેવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** ભીના કપડાંનું સૂકાવું, તડકામાં રાખેલી પાણીની વાટકી ખાલી થવી, અને છોડના પાંદડામાંથી પાણીની વરાળ નીકળવી એ બાષ્પીભવનના ઉદાહરણો છે.

2. ઘનીકરણ (Condensation):

- આ પ્રક્રિયા છે જેમાં પાણીની વરાળ ઠંડી થઈને પ્રવાહી પાણીમાં રૂપાંતરિત થાય છે.
- જ્યારે ગરમ, ભેજવાળી હવા ઉપર ઉઠે છે અને ઠંડી થાય છે, ત્યારે પાણીની વરાળ ઘનીકરણ પામીને વાદળ બનાવે છે.
- વાદળો પાણીના નાના ટીપાં અથવા બરફના સ્ફટિકોથી બનેલા હોય છે.
- **ઉદાહરણ:** ઠંડા પાણીના ગ્લાસની બહાર પાણીના ટીપાંનું બનવું, સવારના સમયે ઘાસ પર ઝાકળનું જામવું, અને ધુમ્મસનું નિર્માણ ઘનીકરણના ઉદાહરણો છે.

3. વર્ષણ (Precipitation):

- જ્યારે વાદળમાં પાણીના ટીપાં અથવા બરફના સ્ફટિકો ભારે થઈ જાય છે, ત્યારે તે ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે પૃથ્વી પર પડવા લાગે છે. તેને વર્ષણ કહે છે.
- વર્ષણ વિવિધ સ્વરૂપોમાં હોઈ શકે છે, જેમ કે વરસાદ, હિમવર્ષા, કરા પડવા અને ઝરમર વરસાદ.
- **ઉદાહરણ:** વરસાદ, બરફ પડવો, અને કરા પડવા એ વર્ષણના સામાન્ય ઉદાહરણો છે.

4. સંગ્રહ (Collection):

- વરસાદનું પાણી વિવિધ જળાશયોમાં સંગ્રહિત થાય છે.
- કેટલુંક પાણી નદીઓ, તળાવો અને મહાસાગરોમાં વહી જાય છે, જેને સપાટી જળપ્રવાહ (surface runoff) કહેવામાં આવે છે.
- કેટલુંક પાણી જમીનમાં ઉતરીને ભૂગર્ભજળ (groundwater) બને છે.
- બરફ અને હિમનદીઓ (glaciers) પણ પાણીને ઘન સ્વરૂપમાં સંગ્રહિત કરે છે.
- **ઉદાહરણ:** નદીઓમાં વહેતું પાણી, તળાવોમાં એકત્રિત થયેલું પાણી, અને જમીનની નીચે હાજર ભૂગર્ભજળ એ સંગ્રહના ઉદાહરણો છે.

5. અંતઃસ્રાવણ (Infiltration):

- આ પ્રક્રિયા છે જેમાં વરસાદનું પાણી જમીનમાં ઉતરીને ભૂગર્ભજળ બને છે.
- માટીની રચના અને પારગમ્યતા (permeability) અંતઃસ્રાવણના દરને પ્રભાવિત કરે છે.
- **ઉદાહરણ:** વરસાદ પછી, માટીનું ભીનું થવું અને જમીનની અંદર પાણી ઉતરવું એ અંતઃસ્રાવણનું ઉદાહરણ છે.

જળચક્રનું મહત્વ:

જળચક્ર પૃથ્વી પર જીવન માટે અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. તેના કેટલાક મુખ્ય કારણો નીચે મુજબ છે:

- **સ્વચ્છ પાણીનો પુરવઠો:** જળચક્ર બાષ્પીભવન અને વર્ષા દ્વારા પૃથ્વી પર સ્વચ્છ પાણીનું વિતરણ કરે છે. આ પ્રક્રિયા પાણીને શુદ્ધ કરે છે અને તેને પીવા, ખેતી અને અન્ય ઉપયોગો માટે યોગ્ય બનાવે છે.
- **તાપમાનનું નિયમન:** જળચક્ર પૃથ્વીના તાપમાનને નિયંત્રિત કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. બાષ્પીભવન પૃથ્વીની સપાટીને ઠંડી કરે છે, જ્યારે ઘનીકરણ વાતાવરણને ગરમ કરે છે.
- **પોષક તત્ત્વોનું પરિવહન:** વહેતું પાણી માટીમાંથી પોષક તત્ત્વોને ઓગાળીને છોડ અને અન્ય જીવો સુધી પહોંચાડે છે.
- **હવામાનનું નિર્માણ:** જળચક્ર વાદળોના નિર્માણ, વરસાદ અને અન્ય હવામાન સંબંધિત ઘટનાઓ માટે જવાબદાર છે.
- **જૈવવિવિધતાને આધાર:** જળચક્ર વિવિધ પ્રકારના નિવાસસ્થાનો, જેમ કે નદીઓ, તળાવો અને જલપ્લાવિત વિસ્તારો (wetlands)નું નિર્માણ કરે છે, જે વિવિધ પ્રકારના છોડ અને પ્રાણીઓને આધાર પૂરો પાડે છે.

માનવીય અસરો:

માનવીય પ્રવૃત્તિઓ જળચક્રને પ્રભાવિત કરી શકે છે, જેના નકારાત્મક પરિણામો આવી શકે છે:

- **જંગલોનો નાશ:** વૃક્ષો બાષ્પોત્સર્જન દ્વારા જળચક્રમાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. જંગલોનો નાશ બાષ્પોત્સર્જન ઘટાડે છે, જેનાથી વરસાદ ઓછો થઈ શકે છે અને દુષ્કાળ પડી શકે છે.
- **શહેરીકરણ:** શહેરોમાં, કોંક્રિટ અને ડામરથી ઢંકાયેલી સપાટીઓ અંતઃસ્રાવણ ઘટાડે છે, જેનાથી સપાટી જળપ્રવાહ વધે છે અને પૂરનું જોખમ વધે છે.
- **આબોહવા પરિવર્તન:** ગ્લોબલ વોર્મિંગને કારણે બાષ્પીભવનનો દર વધી રહ્યો છે, જેનાથી કેટલાક વિસ્તારોમાં વધુ તીવ્ર વરસાદ અને પૂર આવી શકે છે, જ્યારે અન્ય વિસ્તારોમાં દુષ્કાળ પડી શકે છે.
- **પ્રદૂષણ:** ઔદ્યોગિક અને કૃષિ કચરો પાણીને પ્રદૂષિત કરી શકે છે, જેનાથી તે ઉપયોગ માટે અયોગ્ય બની જાય છે.

ઉદાહરણો સાથે જળચક્રની સમજૂતી:

ચાલો, એક ઉદાહરણ દ્વારા જળચક્રને સમજીએ:

1. સૂર્યની ગરમીથી સમુદ્રનું પાણી બાષ્પીભવન પામીને પાણીની વરાળ બને છે.
2. આ પાણીની વરાળ હવા સાથે ઉપર ઉઠે છે અને ઠંડી થઈને ઘનીકરણ પામે છે, જેનાથી વાદળો બને છે.
3. વાદળમાં પાણીના ટીપાં એકબીજા સાથે મળીને મોટા ટીપાં બનાવે છે.
4. જ્યારે આ ટીપાં ભારે થઈ જાય છે, ત્યારે તે વરસાદ સ્વરૂપે પૃથ્વી પર પડે છે.
5. વરસાદનું કેટલુંક પાણી નદીઓ અને નાળાઓમાં વહી જાય છે, અને અંતે ફરીથી સમુદ્રમાં ભળી જાય છે.
6. કેટલુંક પાણી જમીનમાં ઉતરીને ભૂગર્ભજળ બને છે, જેનો ઉપયોગ છોડ કરે છે અથવા કુવાઓ અને નળકૂપ દ્વારા બહાર કાઢવામાં આવે છે.
7. છોડ પોતાની જડો દ્વારા પાણી શોષી લે છે અને બાષ્પોત્સર્જન દ્વારા તેને વાતાવરણમાં છોડે છે.
8. આ પાણીની વરાળ ફરીથી ઘનીકરણ પામીને વાદળ બનાવે છે અને આ ચક્ર અવિરત ચાલતું રહે છે.

નિષ્કર્ષ:

જળચક્ર એક જટિલ અને ગતિશીલ પ્રક્રિયા છે જે પૃથ્વી પર જીવન માટે આવશ્યક છે. આપણે જળચક્રના મહત્વને સમજવું જોઈએ અને તેને પ્રભાવિત કરનારી માનવીય પ્રવૃત્તિઓ પ્રત્યે સભાન રહેવું જોઈએ. જળસંરક્ષણ અને પ્રદૂષણ નિયંત્રણ દ્વારા આપણે આ મહત્વપૂર્ણ કુદરતી પ્રક્રિયાને સંતુલિત અને સ્વસ્થ રાખી શકીએ છીએ, જેથી આવનારી પેઢીઓ પણ સ્વચ્છ અને પૂરતા પાણીનો લાભ ઉઠાવી શકે.

1.5 જળના સ્ત્રોત: સપાટી જળ અને ભૂગર્ભ જળ :

પૃથ્વી પર જીવન માટે પાણી એ એક અનિવાર્ય સંસાધન છે. આ પાણી આપણને મુખ્યત્વે બે સ્ત્રોતોમાંથી મળે છે: સપાટી જળ (Surface Water) અને ભૂગર્ભ જળ (Groundwater). આપણે આ બંને સ્ત્રોતો વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

1. સપાટી જળ (Surface Water):

- સપાટી જળ એ પાણી છે જે પૃથ્વીની સપાટી પર જોવા મળે છે, જેમ કે નદીઓ, તળાવો, કુંડ, નહેરો અને જળાશયોમાં.
- આ પાણી મુખ્યત્વે વરસાદ અને બરફ પીગળવાથી પ્રાપ્ત થાય છે.
- સપાટી જળ સરળતાથી ઉપલબ્ધ હોય છે અને તેનો ઉપયોગ સિંચાઈ, પીવા, ઉદ્યોગો અને વીજળી ઉત્પાદન માટે થાય છે.

સપાટી જળના પ્રકાર અને ઉદાહરણો:

- **નદીઓ (Rivers):** નદીઓ કુદરતી જળપ્રવાહ છે જે પહાડો, હિમનદીઓ અથવા તળાવોમાંથી નીકળે છે અને સમુદ્ર અથવા અન્ય કોઈ જળાશયમાં ભળી જાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગંગા, યમુના, બ્રહ્મપુત્ર, સિંધુ, એમેઝોન, નાઇલ, યાંગ્ત્ઝી.
- **તળાવો (Lakes):** તળાવો ચારે બાજુથી જમીનથી ઘેરાયેલા જળાશયો છે. તે કુદરતી અથવા કૃત્રિમ હોઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ચિલ્ડા તળાવ, વુલર તળાવ, ડાલ તળાવ, બૈકાલ તળાવ, સુપિરિયર તળાવ.
- **કુંડ (Ponds):** કુંડ તળાવો કરતા નાના અને છીછરા જળાશયો હોય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગામડાઓ અને શહેરોમાં જોવા મળતા નાના કુંડ.
- **જળાશયો (Reservoirs):** જળાશયો નદીઓ પર બંધ બાંધીને બનાવેલા કૃત્રિમ તળાવો છે. તેમનો ઉપયોગ જળ સંગ્રહ, પૂર નિયંત્રણ અને વીજળી ઉત્પાદન માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ભાખરા નાંગલ બંધ, ટિહરી બંધ, સરદાર સરોવર બંધ.
- **નહેરો (Canals):** નહેરો કૃત્રિમ જળમાર્ગો છે જેનો ઉપયોગ સિંચાઈ, પરિવહન અને પાણીના નિકાલ માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઇન્દિરા ગાંધી નહેર, ઉપરી ગંગા નહેર.
- **જલપ્લાવિત વિસ્તારો (Wetlands):** જલપ્લાવિત વિસ્તારો એવા ક્ષેત્રો છે જ્યાં માટી પાણીથી સંતૃપ્ત હોય છે અથવા પાણીથી ઢંકાયેલી રહે છે, જેમ કે કળણ અને કચ્છ. તે જૈવવિવિધતા માટે મહત્વપૂર્ણ છે અને પાણીને શુદ્ધ કરવામાં પણ મદદ કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** સુંદરવન ડેલ્ટા, કેરળના બેકવોટર.

સપાટી જળના લાભ:

- સરળતાથી ઉપલબ્ધ
- પુનઃપ્રાપ્ય સંસાધન (renewable resource)
- સિંચાઈ, પીવા અને ઉદ્યોગો માટે ઉપયોગ
- જળચર જીવનને આધાર
- પરિવહન અને મનોરંજન માટે ઉપયોગી

સપાટી જળના ગેરલાભ:

- પ્રદૂષણનું જોખમ
- દુષ્કાળ દરમિયાન પાણીના સ્તરમાં ઘટાડો
- પૂરનું જોખમ
- મોસમી પરિવર્તનશીલતા

2. ભૂગર્ભ જળ (Groundwater):

- ભૂગર્ભ જળ એ પાણી છે જે પૃથ્વીની સપાટી નીચે ખડકો અને માટીના છિદ્રો અને તિરાડોમાં જોવા મળે છે.
- આ પાણી મુખ્યત્વે વરસાદ અને બરફ પીગળવાથી ઝમતા પાણીથી બને છે.
- ભૂગર્ભ જળ એ એક મહત્વપૂર્ણ જળસ્ત્રોત છે, ખાસ કરીને એવા વિસ્તારોમાં જ્યાં સપાટી જળની અછત હોય છે.

ભૂગર્ભ જળના પ્રકાર અને ઉદાહરણો:

- **અસંતૃપ્ત ક્ષેત્ર (Unsaturated Zone):** આ ક્ષેત્ર જમીનની સપાટીની નીચે હોય છે જ્યાં માટી અને ખડકોના છિદ્રોમાં હવા અને પાણી બંને હાજર હોય છે.
- **સંતૃપ્ત ક્ષેત્ર (Saturated Zone):** આ ક્ષેત્રમાં, માટી અને ખડકોના બધા છિદ્રો પાણીથી ભરેલા હોય છે. આ ક્ષેત્રના ઉપરના સ્તરને જળ સ્તર (water table) કહેવામાં આવે છે.
- **જલભૂત (Aquifer):** જલભૂત ખડકો અથવા માટીના સ્તરો છે જે મોટા પ્રમાણમાં ભૂગર્ભ જળ ધારણ કરે છે અને જેમાંથી પાણી કાઢી શકાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગંગા-યમુના દોઆબનો કાંપવાળો જલભૂત, રાજસ્થાનનો રેતાળ જલભૂત.
- **એક્વિટાર્ડ (Aquitard):** એક્વિટાર્ડ ઓછી પારગમ્યતાવાળા ખડક અથવા માટીના સ્તરો છે જે ભૂગર્ભ જળના પ્રવાહને ધીમો પાડે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ચીકણી માટી અને શેલના સ્તરો.
- **એક્વિક્લુડ (Aquiclude):** એક્વિક્લુડ અપારગમ્ય ખડક અથવા માટીના સ્તરો છે જે ભૂગર્ભ જળના પ્રવાહને સંપૂર્ણપણે રોકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગ્રેનાઈટ અને બેસાલ્ટ જેવા નક્કર ખડકો.

ભૂગર્ભ જળ પ્રાપ્તિની રીતો:

- **કુવાઓ (Wells):** કુવાઓ જમીનમાં ખોદેલા ખાડા હોય છે જે ભૂગર્ભ જળ સ્તર સુધી પહોંચે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખુલ્લા કુવાઓ, નળકૂપ (ટ્યુબવેલ).
- **ઝરણાં (Springs):** ઝરણાં કુદરતી રીતે ભૂગર્ભ જળ સપાટી પર નીકળવાના સ્થાનો હોય છે.
 - **ઉદાહરણ:** પહાડી વિસ્તારોમાં જોવા મળતા ઝરણાં.

ભૂગર્ભ જળના લાભ:

- દુષ્કાળ દરમિયાન પણ ઉપલબ્ધ

- સામાન્ય રીતે સ્વચ્છ અને શુદ્ધ
- આખું વર્ષ અપેક્ષાકૃત સ્થિર તાપમાન
- સપાટી જળની તુલનામાં ઓછું બાષ્પીભવન

ભૂગર્ભ જળના ગેરલાભ:

- વધારે પડતા શોષણથી જળ સ્તરમાં ઘટાડો
- દૂષિત થવાનું જોખમ (જેમ કે, કૃષિ રસાયણો અને ઔદ્યોગિક કચરાથી)
- ખારા પાણીનું અતિક્રમણ (દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં)
- જમીન બેસી જવાનું જોખમ (વધારે પડતા શોષણને કારણે)

સપાટી જળ અને ભૂગર્ભ જળ વચ્ચેનો સંબંધ:

સપાટી જળ અને ભૂગર્ભ જળ એકબીજા સાથે જોડાયેલા છે. ઘણી નદીઓ અને તળાવો ભૂગર્ભ જળથી પોષાય છે, અને ભૂગર્ભ જળ સ્તર વરસાદ અને સપાટી જળના ઝમવાથી પ્રભાવિત થાય છે. આ આંતરસંબંધને સમજવો એ જળ સંસાધનોના યોગ્ય વ્યવસ્થાપન માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

1.6 જળપ્રદૂષણ: કારણો અને અસરો

જળપ્રદૂષણ એટલે કે પાણીમાં અનિચ્છનીય પદાર્થોનું ભળવું, જે તેને ઉપયોગ માટે અયોગ્ય બનાવે છે. તે આજે એક ગંભીર પર્યાવરણીય સમસ્યા બની ગયું છે. આ સમસ્યા માત્ર માનવસ્વાસ્થ્ય માટે ખતરો નથી, પરંતુ જળચર જીવન અને સમગ્ર જીવસૃષ્ટિને પણ નકારાત્મક રીતે અસર કરે છે. આ લેખમાં આપણે જળપ્રદૂષણના વિવિધ કારણો અને અસરોને ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજીશું.

જળપ્રદૂષણના કારણો:

જળપ્રદૂષણના કારણોને મુખ્યત્વે બે શ્રેણીઓમાં વિભાજિત કરી શકાય છે:

1. બિંદુ સ્ત્રોત (Point Sources):

- બિંદુ સ્ત્રોત પ્રદૂષણના તે સ્ત્રોત હોય છે જેમને કોઈ ચોક્કસ સ્થાનથી ઓળખી શકાય છે.
- **ઉદાહરણ:** કારખાનાઓમાંથી નીકળતો કચરો, ગટર વ્યવસ્થા પ્લાન્ટમાંથી નીકળતો બિનપ્રક્રિયા કરેલ અથવા આંશિક રીતે પ્રક્રિયા કરેલ ગંદુ પાણી, તેલ લીકેજ, અને ખાણોમાંથી નીકળતું પાણી.
 - **ઔદ્યોગિક કચરો (Industrial Waste):** ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીમાં વિવિધ પ્રકારના હાનિકારક રસાયણો, ભારે ધાતુઓ અને ઝેરી પદાર્થો હોય છે, જે પાણીને પ્રદૂષિત કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ચામડા ઉદ્યોગમાંથી નીકળતો ક્રોમિયમ યુક્ત કચરો, કાપડ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતા રંગો અને રસાયણો, અને રાસાયણિક કારખાનાઓમાંથી નીકળતા ઝેરી પદાર્થો.
 - **ગંદુ પાણી (Sewage):** ઘરો, હોસ્પિટલો અને અન્ય સંસ્થાઓમાંથી નીકળતા બિનપ્રક્રિયા કરેલ અથવા આંશિક રીતે પ્રક્રિયા કરેલ ગંદા પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થો, પોષકતત્ત્વો અને રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો હોય છે, જે જળપ્રદૂષણનું એક મુખ્ય કારણ છે.

- **ઉદાહરણ:** ગંગા નદીમાં ઠલવાતા અનેક શહેરોના બિનપ્રક્રિયા કરેલ ગંદા પાણી.
- **તેલ લીકેજ (Oil Spills):** જહાજોમાંથી થતા તેલ લીકેજ સમુદ્રી પાણીને ગંભીર રીતે પ્રદૂષિત કરે છે, જેનાથી જળચર જીવનને ભારે નુકસાન પહોંચે છે.
 - **ઉદાહરણ:** 1989માં અલાસ્કામાં એક્ઝોન વાલ્ડેઝ તેલ લીકેજ, 2010માં મેક્સિકોના અખાતમાં ડીપવોટર હોરાઇઝન તેલ લીકેજ.
- **ખાણ કચરો (Mining Waste):** ખાણોમાંથી નીકળતા પાણીમાં ભારે ધાતુઓ, એસિડ અને અન્ય હાનિકારક પદાર્થો હોય છે, જે પાણીને પ્રદૂષિત કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** કોલસાની ખાણોમાંથી નીકળતું એસિડિક પાણી (acid mine drainage).

2. અનિયંત્રિત સ્ત્રોત (Non-point Sources):

- અનિયંત્રિત સ્ત્રોત પ્રદૂષણના તે સ્ત્રોત હોય છે જેને કોઈ એક ચોક્કસ સ્થાનથી ઓળખી શકાતા નથી. આ પ્રદૂષણ વિવિધ સ્ત્રોતોમાંથી ધીમે ધીમે પાણીમાં ભળે છે.
- **ઉદાહરણ:** કૃષિ પ્રવાહ, શહેરી પ્રવાહ, અને વાતાવરણીય નિક્ષેપણ (atmospheric deposition).
 - **કૃષિ પ્રવાહ (Agricultural Runoff):** ખેતીમાં ઉપયોગમાં લેવાતા ખાતરો, જંતુનાશકો અને પશુઓના કચરા વરસાદી પાણી સાથે વહીને નદીઓ, તળાવો અને અન્ય જળાશયોમાં ભળી જાય છે, જેનાથી જળપ્રદૂષણ થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખેતરોમાંથી વહીને નદીઓમાં ભળતા નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ યુક્ત ખાતરો, જે શેવાળના ફૂલો (algal bloom)નું કારણ બને છે.
 - **શહેરી પ્રવાહ (Urban Runoff):** શહેરોમાં, રસ્તાઓ, છત અને અન્ય સપાટી પરથી વહેતું વરસાદી પાણી પોતાની સાથે તેલ, ગ્રીસ, કચરો અને અન્ય પ્રદૂષકો લઈ જાય છે, જે અંતે જળાશયોમાં ભળી જાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ભારે વરસાદ પછી શહેરોના રસ્તાઓ પરથી વહીને ગટરો અને નદીઓમાં ભળતું પ્રદૂષિત પાણી.
 - **વાતાવરણીય નિક્ષેપણ (Atmospheric Deposition):** વાયુ પ્રદૂષણને કારણે હવામાં રહેલા પ્રદૂષકો, જેમ કે સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજન ઓક્સાઇડ, વરસાદી પાણી સાથે ભળીને એસિડ વર્ષા (acid rain) તરીકે પૃથ્વી પર પડે છે, જેનાથી જળપ્રદૂષણ થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઉદ્યોગો અને વાહનોમાંથી નીકળતા ધુમાડાથી થતી એસિડ વર્ષા.
 - **બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓ (Construction Activities):** બાંધકામ સ્થળો પરથી માટીનું ધોવાણ અને કાંપ (sediment) જળાશયોમાં ભળી જાય છે, જેનાથી પાણીની ગુણવત્તા ખરાબ થાય છે.
 - **ગેરકાયદેસર કચરો ઠાલવવો (Illegal Dumping):** નદીઓ, તળાવો અને અન્ય જળાશયોમાં કચરો ફેંકવાથી જળપ્રદૂષણ થાય છે.

જળપ્રદૂષણની અસરો:

જળપ્રદૂષણની માનવ સ્વાસ્થ્ય, જળચર જીવન અને સમગ્ર પર્યાવરણ પર ગંભીર અસરો પડે છે.

1. માનવસ્વાસ્થ્ય પર અસરો:

- **બીમારીઓ:** પ્રદૂષિત પાણી પીવાથી ટાઇફોઇડ, કૉલેરા, મરડો, કમળો અને અન્ય પાણીજન્ય બીમારીઓ થઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ભારતમાં, દૂષિત પાણી પીવાથી દર વર્ષે લાખો લોકો બીમાર પડે છે, અને હજારો લોકો મૃત્યુ પામે છે.
- **લાંબાગાળાની સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ:** પ્રદૂષિત પાણીમાં રહેલા ભારે ધાતુઓ અને રસાયણોના સંપર્કમાં આવવાથી કેન્સર, ચેતાતંત્ર સંબંધી વિકૃતિઓ અને પ્રજનન સંબંધી સમસ્યાઓ થઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** આર્સેનિક યુક્ત પાણી પીવાથી ચામડીના રોગો, ફેફસાંનું કેન્સર અને મૂત્રાશયનું કેન્સર થઈ શકે છે.

2. જળચર જીવન પર અસરો:

- **ઓક્સિજનની ઉણપ (Hypoxia):** કૃષિ પ્રવાહ અને ગંદા પાણીથી જળાશયોમાં પોષકતત્વોનું પ્રમાણ વધી જાય છે, જેનાથી શેવાળના ફૂલો થાય છે. શેવાળના મૃત્યુ અને સડવાથી પાણીમાં ઓક્સિજનની ઉણપ સર્જાય છે, જેનાથી માછલીઓ અને અન્ય જળચર જીવો મૃત્યુ પામે છે.
 - **ઉદાહરણ:** મેક્સિકોના અખાતમાં "મૃત ક્ષેત્ર" (dead zone), જ્યાં ઓક્સિજનની ઉણપને કારણે જળચર જીવન લગભગ સમાપ્ત થઈ ગયું છે.
- **ઝેરી અસર (Toxicity):** ઔદ્યોગિક કચરા અને ખાણ કચરામાંથી પાણીમાં ભળતા ભારે ધાતુઓ અને રસાયણો જળચર જીવો માટે ઝેરી હોય છે, જેનાથી તેમનું મૃત્યુ થઈ શકે છે અથવા તેમની પ્રજનન ક્ષમતા પ્રભાવિત થઈ શકે છે.
- **આવાસનો વિનાશ:** કાંપ અને અન્ય પ્રદૂષકો જળચર જીવોના આવાસનો નાશ કરી શકે છે, જેનાથી તેમની વસ્તીમાં ઘટાડો થઈ શકે છે.
- **જૈવવિવિધતામાં ઘટાડો:** જળ પ્રદૂષણને કારણે જળચર જીવોની ઘણી પ્રજાતિઓ લુપ્ત થવાના આરે પહોંચી ગઈ છે.

3. પર્યાવરણીય અસરો:

- **જીવસૃષ્ટિનું અસંતુલન:** જળ પ્રદૂષણ જળચર જીવસૃષ્ટિને અસંતુલિત કરી શકે છે, જેનાથી ખાધ શૃંખલા પ્રભાવિત થઈ શકે છે અને જૈવવિવિધતામાં ઘટાડો થઈ શકે છે.
- **જૈવ સંચય (Bioaccumulation):** પ્રદૂષકો, જેમ કે ભારે ધાતુઓ અને જંતુનાશકો, જળચર જીવોના કોષોમાં જમા થઈ શકે છે અને ખાધ શૃંખલા દ્વારા ઉચ્ચ સ્તરના જીવો સુધી પહોંચી શકે છે, જેનાથી તેમને ખતરો થઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** માછલીમાં પારાનું સંચય, જે માછલી ખાનારા મનુષ્યો માટે પણ હાનિકારક હોઈ શકે છે.
- **જૈવ વૃદ્ધિકરણ (Biomagnification):** જેમ જેમ પ્રદૂષકો ખાધ શૃંખલામાં ઉપર જાય છે તેમ તેમ તેમની સાંદ્રતા વધતી જાય છે, જેનાથી ટોચના શિકારી (top predators) સૌથી વધુ પ્રભાવિત થાય છે.

- **એસિડ વર્ષા:** વાતાવરણીય નિક્ષેપણને કારણે થતી એસિડ વર્ષા તળાવો અને નદીઓને એસિડિક બનાવી શકે છે, જેનાથી જળચર જીવનને નુકસાન પહોંચે છે.
- **આબોહવા પરિવર્તન:** જળ પ્રદૂષણ આડકતરી રીતે આબોહવા પરિવર્તનને પણ પ્રભાવિત કરી શકે છે, કારણ કે મૃત ક્ષેત્રો (dead zones)માંથી ગ્રીનહાઉસ વાયુઓ નીકળે છે.

4. આર્થિક અસરો:

- **મત્સ્યઉદ્યોગ પર અસર:** જળ પ્રદૂષણથી માછલીના ઉત્પાદનમાં ઘટાડો થઈ શકે છે, જેનાથી માછીમારોની આજીવિકા પ્રભાવિત થઈ શકે છે.
- **પ્રવાસન પર અસર:** પ્રદૂષિત જળાશયો પ્રવાસનને નકારાત્મક રીતે પ્રભાવિત કરી શકે છે.
- **પાણી શુદ્ધિકરણના ખર્ચમાં વધારો:** પ્રદૂષિત પાણીને પીવા યોગ્ય બનાવવા માટે વધુ ખર્ચાળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાઓની જરૂર પડે છે.
- **સ્વાસ્થ્ય સંભાળના ખર્ચમાં વધારો:** પાણીજન્ય બીમારીઓની સારવાર માટે સ્વાસ્થ્ય સંભાળનો ખર્ચ વધી જાય છે.

નિષ્કર્ષ:

જળપ્રદૂષણ એક ગંભીર સમસ્યા છે જેના દૂરગામી પરિણામો હોય છે. આ સમસ્યાનો સામનો કરવા માટે આપણે જળપ્રદૂષણના કારણોને સમજવા પડશે અને તેને રોકવા માટે અસરકારક પગલાં લેવા પડશે. ઉદ્યોગોએ ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ, કૃષિમાં રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકોના ઉપયોગમાં ઘટાડો, અને શહેરી પ્રવાહનું નિયંત્રણ કરવું આવશ્યક છે. આ ઉપરાંત, આપણે જળસંરક્ષણની પદ્ધતિઓ અપનાવવી જોઈએ અને પાણીના મહત્વ વિશે જાગૃતિ ફેલાવવી જોઈએ. સરકાર, ઉદ્યોગો અને નાગરિકોના સામૂહિક પ્રયાસો દ્વારા જ આપણે આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવી શકીશું અને સ્વચ્છ જળ સંસાધનોને સુરક્ષિત રાખી શકીશું.

1.7 સારાંશ :

આ પ્રકરણમાં, આપણે પાણીના પરિચયથી શરૂઆત કરીને, જીવનમાં તેના અત્યંત મહત્વ અને તેની વિવિધ વિશિષ્ટતાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે પાણીના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મો, જળચક્ર, પાણીના વિવિધ સ્ત્રોતો, અને જળપ્રદૂષણના કારણો અને અસરોને ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજ્યા.

આપણે જોયું કે કેવી રીતે પાણી રંગહીન, ગંધહીન અને સ્વાદહીન હોવા છતાં, ઉચ્ચ ઘનતા, વિશિષ્ટ ઉષ્માક્ષમતા, પૃષ્ઠતાણ અને દ્રાવક ક્ષમતા જેવા અનન્ય ભૌતિક ગુણધર્મો ધરાવે છે. રાસાયણિક રીતે, પાણી H₂Oનું બનેલું એક ધ્રુવીય અણુ છે જે ઉભયધર્મી ગુણધર્મો ધરાવે છે અને હાઈડ્રોજન બંધ બનાવે છે. જૈવિક રીતે, પાણી તમામ જીવંત પ્રાણીઓ માટે આવશ્યક છે, જે વિવિધ જૈવિક પ્રક્રિયાઓ માટે માધ્યમ પૂરું પાડે છે અને સૂક્ષ્મજીવો માટે નિવાસસ્થાન બનાવે છે.

આપણે જળચક્રની પ્રક્રિયાને પણ સમજી, જેમાં બાષ્પીભવન, ઘનીકરણ, વર્ષણ, સંગ્રહ અને અંતઃસ્રાવણ જેવા તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે. આપણે જોયું કે કેવી રીતે આ ચક્ર પૃથ્વી પર સ્વચ્છ પાણીનું વિતરણ કરે છે, તાપમાનનું નિયમન કરે છે અને હવામાનનું નિર્માણ કરે છે.

આપણે પૃથ્વી પર પાણીના બે મુખ્ય સ્ત્રોતો - સપાટી જળ અને ભૂગર્ભ જળ - વિશે પણ શીખ્યા. આપણે નદીઓ, તળાવો, કુંડ, જળાશયો, નહેરો અને જલપ્લાવિત વિસ્તારો જેવા સપાટી જળના વિવિધ પ્રકારો અને તેના લાભો અને ગેરલાભોનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે ભૂગર્ભ જળના પ્રકારો, જેમ કે અસંતૃપ્ત ક્ષેત્ર, સંતૃપ્ત ક્ષેત્ર, જલભૂત, એક્ટિવટાર્ડ અને એક્ટિવક્લુડ વિશે પણ જાણ્યું. કુવાઓ અને ઝરણાં દ્વારા ભૂગર્ભ જળ કેવી રીતે મેળવી શકાય છે તે પણ આપણે સમજ્યા.

છેલ્લે, આપણે જળપ્રદૂષણના ગંભીર મુદ્દા પર ધ્યાન આપ્યું. આપણે ઔદ્યોગિક કચરો, ગંદુ પાણી, તેલ લીકેજ અને ખાણ કચરા જેવા બિંદુ સ્ત્રોતો, અને કૃષિ પ્રવાહ, શહેરી પ્રવાહ અને વાતાવરણીય નિક્ષેપણ જેવા અનિયંત્રિત સ્ત્રોતો વિશે ચર્ચા કરી. આપણે માનવ સ્વાસ્થ્ય, જળચર જીવન, પર્યાવરણ અને અર્થતંત્ર પર જળપ્રદૂષણની નકારાત્મક અસરોને પણ સમજી.

આ પ્રકરણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પાણીના મહત્વને સમજવાનો, તેના વિવિધ પાસાઓનું જ્ઞાન મેળવવાનો, અને પાણીના સંરક્ષણ અને પ્રદૂષણ નિયંત્રણ પ્રત્યે જાગૃતિ કેળવવાનો હતો. આપણે શીખ્યા કે પાણી એક અમૂલ્ય સંસાધન છે અને તેને બચાવવું એ આપણી સહિયારી જવાબદારી છે, જેથી આપણે અને આવનારી પેઢીઓ સ્વચ્છ અને પૂરતા પાણીનો લાભ ઉઠાવી શકીએ.

1.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ):

1. પાણીનું રાસાયણિક સૂત્ર શું છે?
 - (a) H₃O
 - (b) H₂O
 - (c) HO₂
 - (d) O₂H
2. નીચેનામાંથી કયું જળપ્રદૂષણનું બિંદુ સ્ત્રોત નથી?
 - (a) કારખાનામાંથી નીકળતો કચરો
 - (b) ગટર વ્યવસ્થા પ્લાન્ટનું ગંદુ પાણી
 - (c) ખેતરોમાંથી વહી આવતો કૃષિ પ્રવાહ
 - (d) તેલ રિસાવ
3. પૃથ્વી પર પાણીનું સંતુલન જાળવવા માટે કઈ પ્રક્રિયા જવાબદાર છે?
 - (a) પ્રકાશસંશ્લેષણ
 - (b) શ્વસન
 - (c) જળચક્ર
 - (d) પાચન

4. કયો વાયુ "એસિડ વર્ષા" માટે મુખ્યત્વે જવાબદાર છે?
 - (a) કાર્બન ડાયોક્સાઇડ
 - (b) સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ
 - (c) મિથેન
 - (d) ઓઝોન
5. નીચેનામાંથી કયું સપાટી જળનું ઉદાહરણ નથી?
 - (a) નદી
 - (b) તળાવ
 - (c) કૂવો
 - (d) નહેર
6. જમીનની નીચે પાણીથી સંતૃપ્ત સ્તરને શું કહે છે?
 - (a) અસંતૃપ્ત ક્ષેત્ર
 - (b) જળ સ્તર
 - (c) જલભૂત
 - (d) એક્વિફલુડ
7. કૃષિ પ્રવાહમાં મુખ્યત્વે કયા પોષક તત્ત્વો જોવા મળે છે?
 - (a) સોડિયમ અને પોટેશિયમ
 - (b) નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ
 - (c) કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ
 - (d) આયર્ન અને ઝીંક
8. પાણી કઈ અવસ્થામાં સૌથી વધુ ઘનતા ધરાવે છે?
 - (a) ઘન (બરફ)
 - (b) પ્રવાહી (પાણી)
 - (c) વાયુ (વરાળ)
 - (d) બધામાં સમાન
9. નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયામાં પાણી વાતાવરણમાં પાછું ફરે છે?
 - (a) ઘનીકરણ
 - (b) વર્ષણ
 - (c) અંતઃસ્રાવણ
 - (d) બાષ્પીભવન
10. માનવશરીરનો કેટલા ટકા ભાગ પાણીથી બનેલો છે?
 - (a) 20-30%
 - (b) 40-50%
 - (c) 60-70%
 - (d) 80-90%

જવાબો: 1.(b), 2.(c), 3.(c), 4.(b), 5.(c), 6.(b), 7.(b), 8.(b), 9.(d), 10.(c)

10 ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions):

1. જળપ્રદૂષણ એટલે શું?
2. જળ ચક્રના મુખ્ય તબક્કાઓ કયા છે?
3. પાણીના ભૌતિક ગુણધર્મો જણાવો.
4. પાણીના રાસાયણિક ગુણધર્મો જણાવો.
5. ભૂગર્ભ જળ કેવી રીતે મેળવી શકાય છે?
6. જૈવ સંચય અને જૈવ વૃદ્ધિકરણ વચ્ચે શો તફાવત છે?
7. જળપ્રદૂષણના કોઈપણ બે માનવ સ્વાસ્થ્ય પરના પ્રભાવો જણાવો.
8. સપાટી જળ અને ભૂગર્ભ જળ વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત શું છે?
9. જળપ્રદૂષણ રોકવા માટે બે ઉપાયો સૂચવો.
10. એસિડ વર્ષા કેવી રીતે થાય છે?

5 લાંબા પ્રશ્નો (Long Questions):

1. જળચક્રનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને દરેક તબક્કાને ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.
2. જળપ્રદૂષણના મુખ્ય કારણોની ચર્ચા કરો અને તેના માનવસ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ પરના પ્રભાવોનું વર્ણન કરો.
3. સપાટી જળ અને ભૂગર્ભ જળના પ્રકારો, લાભો અને ગેરલાભોનું વર્ણન કરો.
4. પાણીના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મોનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને ઉદાહરણો સાથે સમજાવો કે આ ગુણધર્મો તેને જીવન માટે શા માટે અનિવાર્ય બનાવે છે.
5. તમારા વિસ્તારમાં જળપ્રદૂષણની સમસ્યાનું વિશ્લેષણ કરો. તેના કારણો, અસરો અને તેને રોકવા માટેના સંભવિત ઉપાયો સૂચવો.

*** **

જળની આવશ્યકતા અને માંગ

2

- 2.1 પ્રસ્તાવના
- 2.2 ઘરેલું વપરાશ માટે પાણીની જરૂરિયાત
- 2.3 ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત
- 2.4 કૃષિ ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત
- 2.5 જળ સંરક્ષણની આવશ્યકતા
- 2.6 જળની માંગનું આકલન
- 2.7 જળની માંગના આકલનની પદ્ધતિઓ
- 2.8 સારાંશ
- 2.9 સ્વાધ્યાય

2.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી માનવીના જીવનનો આધાર છે. તે પૃથ્વી પર ઉપસ્થિત સૌથી મહત્વપૂર્ણ સંસાધનોમાંથી એક છે, જેના વિના જીવનની કલ્પના પણ કરી શકાતી નથી. મનુષ્ય, પશુ-પક્ષી, વનસ્પતિ, બધાં જીવ-જંતુઓ પાણી પર આધારિત છે. ફક્ત જીવન માટે જ નહીં, પરંતુ વિવિધ દૈનિક ક્રિયાકલાપો, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ, કૃષિ અને ઊર્જા ઉત્પાદનમાં પણ પાણીની મહત્વની ભૂમિકા છે.

વધતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે. બીજી તરફ, પ્રદૂષણ, આબોહવા પરિવર્તન અને અવિવેકપૂર્ણ ઉપયોગને કારણે પાણીના સંસાધનો પર દબાણ વધી રહ્યું છે. આ અસંતુલન એક ગંભીર જળ સંકટ તરફ ઈશારો કરે છે, જે ભવિષ્યમાં વધુ ભયાનક રૂપ ધારણ કરી શકે છે.

આ એકમમાં આપણે પાણીની જરૂરિયાત અને માંગના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે એ જાણવાનો પ્રયાસ કરીશું કે ઘરેલુ, ઔદ્યોગિક અને કૃષિક્ષેત્રોમાં પાણીની કેટલી જરૂરિયાત છે અને તેનો કેવી રીતે ઉપયોગ થાય છે. આપણે એ પણ સમજીશું કે વધતી જતી માંગને પૂર્ણ કરવા માટે પાણીનું સંરક્ષણ શા માટે જરૂરી છે અને તેના માટે શું ઉપાય કરી શકાય છે. અંતે, આપણે પાણીની માંગનું આકલન કરવાની પદ્ધતિઓ પર પણ પ્રકાશ પાડીશું, જેથી ભવિષ્ય માટે યોગ્ય જળવ્યવસ્થાપન યોજનાઓ બનાવી શકાય.

આ એકમનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય વિદ્યાર્થીઓને પાણીના મહત્વથી પરિચિત કરાવવાનો, પાણીની જરૂરિયાત અને માંગના વિવિધ પાસાઓને સમજાવવાનો અને પાણીના સંરક્ષણ પ્રત્યે જાગૃત કરવાનો છે. આશા છે કે આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી, વિદ્યાર્થીઓ પાણીના વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ, સંરક્ષણ અને વ્યવસ્થાપન પ્રત્યે પોતાની જવાબદારીને સમજશે અને એક સારા ભવિષ્યના નિર્માણમાં યોગદાન આપશે. કારણકે જળ એ જ જીવન છે, અને જળનું સંરક્ષણ એ જ જીવનનું સંરક્ષણ છે. આવનારી પેઢીઓ માટે એક સુરક્ષિત અને સમૃદ્ધ ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરવા માટે જળ સંસાધનોનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન આજની સૌથી મોટી જરૂરિયાત છે.

2.2 ઘરેલું વપરાશ માટે પાણીની જરૂરિયાત :

ઘરેલું વપરાશ માટે પાણીની જરૂરિયાત એ જીવનના સૌથી મૂળભૂત અને આવશ્યક પાસાઓમાંથી એક છે. તે ફક્ત પીવા પૂરતું મર્યાદિત નથી, પરંતુ આપણા રોજિંદા જીવનના અનેક કાર્યોનો આધાર પણ છે. સ્વસ્થ અને સ્વચ્છ જીવન જીવવા માટે પૂરતા પ્રમાણમાં સ્વચ્છ પાણીની ઉપલબ્ધતા અત્યંત આવશ્યક છે. ચાલો, ઘરેલું વપરાશ માટે પાણીની જરૂરિયાતને વિવિધ ઉપયોગો અને ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજીએ.

1. પીવા અને રસોઈ બનાવવા માટે:

પાણી સૌથી મહત્વપૂર્ણ જરૂરિયાત છે. માનવ શરીરનો લગભગ 60% ભાગ પાણીથી બનેલો છે, અને તેને સુચારુ રૂપે કાર્ય કરવા માટે નિયમિત રૂપે પાણીનો પુરવઠો જરૂરી છે. નિર્જલીકરણ (dehydration)થી થાક, માથાનો દુખાવો, ચક્કર આવવા અને ગંભીર કિસ્સાઓમાં મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે. રસોઈ બનાવવામાં પણ પાણીની અત્યંત આવશ્યકતા રહેલી હોય છે. ભોજન ઉકાળવા, વરાળ આપવા, ધોવા અને વિવિધ પ્રકારની વાનગીઓ બનાવવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

ઉદાહરણ:

- એક પુખ્ત વ્યક્તિએ દરરોજ લગભગ 2-3 લિટર પાણી પીવું જોઈએ.
- ચોખા, દાળ, શાકભાજી રાંધવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- સૂપ, ચા, કોફી જેવા પીણાં બનાવવામાં પણ પાણી મુખ્ય ઘટક હોય છે.

2. સાફ-સફાઈ અને સ્વચ્છતા માટે:

સ્વચ્છતા જાળવવા અને બીમારીઓથી બચવા માટે પાણી આવશ્યક છે. નિયમિતરૂપે સ્નાન કરવું, હાથ ધોવા, કપડાં ધોવા અને ઘરની સફાઈ કરવી, આ બધી ક્રિયાઓ પાણી પર આધારિત છે. સ્વચ્છ પાણી વિના, ચેપ અને બીમારીઓનું જોખમ વધી જાય છે.

ઉદાહરણ:

- શૌચ પછી અને જમતા પહેલાં હાથ ધોવા માટે પાણીનો ઉપયોગ.
- સ્નાન કરવા અને શરીરને સ્વચ્છ રાખવા માટે.
- કપડાં ધોવા માટે, જેનાથી ગંદકી અને કીટાણુઓ દૂર થાય છે.
- વાસણો, ફર્શ અને ઘરના અન્ય ભાગોની સફાઈ માટે.

3. શૌચાલય અને મળ-નિકાલ:

શૌચાલયમાં ફલશ કરવા અને મળ-નિકાલ વ્યવસ્થાને સુચારુ રૂપે ચલાવવા માટે પૂરતાં પ્રમાણમાં પાણીની જરૂરિયાત હોય છે. સ્વચ્છતા જાળવવા અને બીમારીઓના ફેલાવાને રોકવા પાણી અગત્યનો ભાગ ભજવે છે.

ઉદાહરણ:

- દરેક વખતે શૌચાલયનો ઉપયોગ કર્યા પછી ફલશ કરવા માટે.
- શહેરી વિસ્તારોમાં ગટર વ્યવસ્થાને અસરકારક રીતે ચલાવવા માટે.

4. બાગકામ અને છોડ માટે:

ઘરોમાં બગીચાઓ અને છોડને જીવંત રાખવા અને તેમને લીલાછમ રાખવા માટે નિયમિત રૂપે પાણી આપવું આવશ્યક છે. છોડ પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા માટે પાણીનો ઉપયોગ કરે છે, જે તેમને ખોરાક બનાવવામાં મદદ કરે છે.

ઉદાહરણ:

- કુંડામાં ઉગાડેલા છોડને દરરોજ અથવા જરૂરિયાત મુજબ પાણી આપવું.
- લોન અને બગીચાઓમાં સિંચાઈની વ્યવસ્થા કરવી.
- શાકભાજી અને ફળોના છોડને પૂરતું પાણી આપવું જેથી તે સારી રીતે વિકાસ પામી શકે.

5. અન્ય ઘરેલું ઉપયોગ:

ઉપર જણાવેલા મુખ્ય ઉપયોગો ઉપરાંત, પાણીનો ઉપયોગ ઘણા અન્ય ઘરેલું કાર્યોમાં પણ થાય છે, જેમ કે:

- **વાહન ધોવા માટે:** કાર, બાઈક અથવા અન્ય વાહનોને સાફ કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **પાલતુ પ્રાણીઓ માટે:** પાલતુ પ્રાણીઓને પીવા અને નહાવા માટે પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **ફૂલર અને એર કન્ડિશનરમાં:** કેટલાક પ્રકારના ફૂલર અને એર કન્ડિશનરમાં પાણીનો ઉપયોગ હવાને ઠંડી કરવા માટે થાય છે.

- **આગ બુઝાવવા માટે:** કટોકટીની સ્થિતિમાં આગ બુઝાવવા માટે પાણી સૌથી અસરકારક સાધન છે.

પાણીનો જથ્થો અને પરિવારનું કદ:

ઘરેલું વપરાશ માટે આવશ્યક પાણીનો જથ્થો પરિવારના કદ, જીવનશૈલી અને આબોહવા પર આધારિત છે. એક મોટા પરિવારને નાના પરિવારની તુલનામાં વધુ પાણીની જરૂર પડશે. તે જ રીતે, ગરમ આબોહવાવાળા વિસ્તારોમાં રહેતા લોકોને ઠંડા વિસ્તારોમાં રહેનારા લોકો કરતા વધુ પાણીની જરૂર હોય છે, કારણ કે તેમને પરસેવા દ્વારા વધુ પાણી ગુમાવવું પડે છે.

અંદાજિત પાણીનો વપરાશ:

એક સરેરાશ ભારતીય પરિવાર દરરોજ લગભગ 135 લિટર પ્રતિ વ્યક્તિ (એલપીસીડી) પાણીનો ઉપયોગ કરે છે. જોકે, આ આંકડો શહેરી અને ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં ભિન્ન હોઈ શકે છે. શહેરી વિસ્તારોમાં, જ્યાં પાણીનો પુરવઠો વધુ સુલભ હોય છે, ત્યાં વ્યક્તિ દીઠ વપરાશ 150-200 એલપીસીડી સુધી હોઈ શકે છે.

પાણીના સંરક્ષણનું મહત્વ:

વધતી વસ્તી અને ઘટતા જળ સંસાધનોને ધ્યાનમાં રાખીને, ઘરેલું સ્તરે પાણીનું સંરક્ષણ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. આપણે આપણી આદતોમાં નાના-નાના ફેરફારો લાવીને પાણીની બચત કરવી જોઈએ, જેમ કે:

- લીક થતા નળ અને પાઈપોને તરત જ ઠીક કરાવવા.
- બ્રશ કરતી વખતે અથવા દાઢી કરતી વખતે નળ બંધ રાખવો.
- શાવરનો સમય ઓછો કરવો અને ડોલથી નહાવું.
- વૉશિંગ મશીન અને ડીશવોશરને સંપૂર્ણપણે ભરીને ચલાવવા.
- વરસાદી પાણીના સંગ્રહ (Rainwater Harvesting) જેવી તકનીકો અપનાવવી.

નિષ્કર્ષ:

ઘરેલું વપરાશ માટે પાણીની જરૂરિયાત અનિવાર્ય છે. તે જીવનનો આધાર છે અને આપણા રોજિંદા જીવનના દરેક પાસાને પ્રભાવિત કરે છે. આપણે પાણીના મહત્વને સમજવું જોઈએ અને તેને બચાવવા માટે દરેક સંભવ પ્રયાસ કરવો જોઈએ. એક જવાબદાર નાગરિક બનીને, આપણે ફક્ત આપણા માટે જ નહીં, પણ આવનારી પેઢીઓ માટે પણ પાણીની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ. યાદ રાખો, જળ એ જ જીવન છે, અને આપણે તેની દરેક ટીપું બચાવવાની જરૂર છે.

2.3 ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત :

ઔદ્યોગિક ક્ષેત્ર દેશના આર્થિક વિકાસનો એક મહત્વપૂર્ણ સ્તંભ છે અને તેની પ્રક્રિયાઓમાં પાણી એક અનિવાર્ય સંસાધન તરીકે ભૂમિકા ભજવે છે. વિવિધ ઉદ્યોગોમાં પાણીનો ઉપયોગ કાચા માલની પ્રક્રિયા, ઠંડક, સફાઈ, ઉત્પાદન અને ઊર્જા ઉત્પાદન જેવી વિવિધ પ્રક્રિયાઓ માટે થાય છે. ચાલો, ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાતને વિગતવાર સમજીએ. વિવિધ ઉદ્યોગોમાં તેના ઉપયોગ અને ઉદાહરણોનો અભ્યાસ કરીશું.

1. ઉત્પાદન ઉદ્યોગ (Manufacturing Industry):

ઉત્પાદન ઉદ્યોગમાં પાણીનો ઉપયોગ કાચા માલને તૈયાર ઉત્પાદનોમાં રૂપાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયામાં થાય છે. તેનો ઉપયોગ મશીનોને ઠંડા કરવા, ઉત્પાદનોની સફાઈ અને વિવિધ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં દ્રાવક (solvent) તરીકે પણ થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **કાપડ ઉદ્યોગ:** કાપડની રંગાઈ, છાપકામ, ધોલાઈ અને પરિષ્કરણ (finishing)માં મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. એક કિલોગ્રામ સુતરાઉ કાપડ તૈયાર કરવા માટે લગભગ 200-250 લિટર પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **કાગળ ઉદ્યોગ:** લાકડાના માવામાંથી કાગળ બનાવવાની પ્રક્રિયામાં, માવો (pulp) બનાવવા, ધોવા, બ્લીચિંગ (bleaching) અને કાગળને સૂકવવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ચામડા ઉદ્યોગ:** કાચા ચામડા પર પ્રક્રિયા કરવા, રંગકામ અને પરિષ્કરણ માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. આ ઉદ્યોગમાં જળપ્રદૂષણ એક ગંભીર સમસ્યા છે.
- **ધાતુ ઉદ્યોગ:** ધાતુઓને ઠંડા કરવા, સાફ કરવા અને ઇલેક્ટ્રોપ્લેટિંગ (electroplating) જેવી પ્રક્રિયાઓમાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

2. ઊર્જા ઉત્પાદન (Energy Production):

ઊર્જા ઉત્પાદન, ખાસ કરીને તાપ વિદ્યુત મથકો (thermal power plants)માં, ટર્બાઈનને ઠંડા કરવા અને વરાળ ઉત્પન્ન કરવા માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીની જરૂરિયાત હોય છે. જળવિદ્યુત મથકો (hydroelectric plants)માં, ઊર્જા ઉત્પાદન માટે પાણીની ગતિ ઊર્જા (kinetic energy)નો ઉપયોગ થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **તાપ વિદ્યુત મથક:** કોલસા અથવા અન્ય અશ્મિભૂત બળતણને બાળીને પાણીને વરાળમાં ફેરવવામાં આવે છે, જે ટર્બાઈન ચલાવે છે. વરાળને ઠંડી કરવા માટે પણ પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **જળવિદ્યુત મથક:** બંધોમાં જમા થયેલા પાણીને ઊંચાઈ પરથી નીચે પાડીને ટર્બાઈન ચલાવવામાં આવે છે, જેનાથી વીજળી ઉત્પન્ન થાય છે.
- **પરમાણુ ઊર્જા મથક:** પરમાણુ રિએક્ટરને ઠંડા રાખવા અને વરાળ ઉત્પન્ન કરવા માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

3. ઠંડક પ્રક્રિયાઓ (Cooling Processes):

ઘણા ઉદ્યોગોમાં મશીનો અને ઉપકરણોને ઠંડા રાખવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. આ પ્રક્રિયા ઉષ્માને દૂર કરીને મશીનોને સુચારુરૂપે કાર્ય કરવામાં મદદ કરે છે.

ઉદાહરણ:

- **ડેટા સેન્ટર:** સર્વરને ઠંડા રાખવા માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **રાસાયણિક ઉદ્યોગ:** રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાઓ દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી ઉષ્માને નિયંત્રિત કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ ઠંડક એજન્ટ તરીકે થાય છે.
- **સ્ટીલ ઉદ્યોગ:** ગરમ સ્ટીલને ઠંડુ કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

4. ખાણકામ ઉદ્યોગ (Mining Industry):

ખાણકામ કાર્યોમાં ધૂળને દબાવવા, ખનિજો (ores)ને ધોવા અને ખાણકામ ઉપકરણોને ઠંડા કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **કોલસાનું ખાણકામ:** કોલસાની ધૂળને નિયંત્રિત કરવા અને ખાણકામ ઉપકરણોને ઠંડા કરવા માટે પાણીનો છંટકાવ કરવામાં આવે છે.
- **ધાતુનું ખાણકામ:** ખનિજોમાંથી ધાતુઓને અલગ કરવાની પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

5. ખાદ્ય અને પીણા ઉદ્યોગ (Food and Beverage Industry):

ખાદ્ય અને પીણા પદાર્થોના ઉત્પાદનમાં પાણી એક મહત્વપૂર્ણ ઘટક છે. તેનો ઉપયોગ કાચા માલની ધોલાઈ, પ્રક્રિયા, રસોઈ અને બોટલિંગ (bottling)માં થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **પીણા ઉદ્યોગ:** ઠંડા પીણા, જ્યુસ અને બોટલ પાણીના ઉત્પાદનમાં.
- **ડેરી ઉદ્યોગ:** દૂધની પ્રક્રિયા, પનીર અને દહીં બનાવવા અને ઉપકરણોની સફાઈમાં.
- **ખાદ્ય પ્રક્રિયા ઉદ્યોગ:** ફળો અને શાકભાજીની ધોલાઈ, સબ્બાબંધી (canning) અને પેકેજિંગમાં.

6. રાસાયણિક ઉદ્યોગ (Chemical Industry):

રાસાયણિક ઉદ્યોગમાં પાણીનો ઉપયોગ વિવિધ રાસાયણિક પ્રતિક્રિયાઓમાં દ્રાવક, શીતક અને સફાઈ એજન્ટ તરીકે થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ખાતર ઉત્પાદન:** ખાતર બનાવવાની પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **દવા ઉદ્યોગ:** દવાઓના ઉત્પાદન અને ઉપકરણોની સફાઈમાં.
- **પ્લાસ્ટિક ઉદ્યોગ:** પ્લાસ્ટિકના ઉત્પાદન અને પ્રક્રિયામાં.

ઔદ્યોગિક પાણીના ઉપયોગના પડકારો:

- **જળપ્રદૂષણ:** ઔદ્યોગિક કચરા (industrial effluents)ના અનુપચારિત (untreated) નિકાલથી જળપ્રદૂષણ એક ગંભીર સમસ્યા બની ગયું છે.
- **અતિશય પાણીનો ઉપાડ:** ઉદ્યોગો દ્વારા અતિશય પાણીના ઉપાડથી ભૂગર્ભજળ સ્તરમાં ઘટાડો થઈ રહ્યો છે.
- **પાણીની અછત:** ઘણા વિસ્તારોમાં ઉદ્યોગોને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી ઉપલબ્ધ થઈ શકતું નથી, જેનાથી ઉત્પાદન પ્રભાવિત થાય છે.

પાણીના સંરક્ષણના ઉપાયો:

- **પાણી કાર્યક્ષમ તકનીકોનો ઉપયોગ:** ઉદ્યોગોએ પાણી કાર્યક્ષમ તકનીકો અપનાવવી જોઈએ, જેનાથી પાણીનો વપરાશ ઓછો થઈ શકે.
- **પાણીનું પુનઃચક્રણ (Water Recycling) અને પુનઃઉપયોગ (Water Reuse):** ઉપચારિત કચરા પાણીનું પુનઃચક્રણ અને પુનઃઉપયોગ કરીને પાણીની બચત કરી શકાય છે.
- **વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:** ઉદ્યોગોએ વરસાદી પાણીના સંગ્રહને પ્રોત્સાહન આપવું જોઈએ.

- **સખત પ્રદૂષણ નિયંત્રણ ઉપાયો લાગુ કરવા:** ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતા કચરાના ઉપચાર માટે સખત ધોરણો લાગુ કરવા આવશ્યક છે.

નિષ્કર્ષ:

ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત મહત્વપૂર્ણ અને અનિવાર્ય છે. જોકે, ઉદ્યોગોએ પાણીના સંરક્ષણ પ્રત્યે પોતાની જવાબદારી સમજવી પડશે અને પાણી કાર્યક્રમ તકનીકો અપનાવીને, પાણીના પુનઃચક્રણ અને પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપીને અને પ્રદૂષણ નિયંત્રણ ઉપાયોને સખતાઈથી લાગુ કરીને જળ સંસાધનોના ટકાઉ ઉપયોગમાં યોગદાન આપવું પડશે. સરકાર, ઉદ્યોગો અને નાગરિકોના સંયુક્ત પ્રયાસોથી જ આપણે જળસંકટનો સામનો કરી શકીશું અને આવનારી પેઢીઓ માટે જળ સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરી શકીશું.

2.4 કૃષિ ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત :

કૃષિ, માનવ સભ્યતાના સૌથી જૂના વ્યવસાયોમાંથી એક છે અને તે આજે પણ દુનિયાભરમાં ભોજનનો પ્રાથમિક સ્ત્રોત છે. તે સર્વવિદિત છે કે કૃષિ માટે પાણી એક અનિવાર્ય સંસાધન છે, જેના વિના પાકનું ઉત્પાદન શક્ય નથી. છોડના વિકાસ, પોષણ અને પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા માટે પાણી અત્યંત આવશ્યક છે. ચાલો, કૃષિ ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાતને વિગતવાર સમજીએ, વિવિધ પાકો, સિંચાઈ પદ્ધતિઓ અને ઉદાહરણો સાથે અભ્યાસ કરીશું.

1. પાક માટે પાણીની જરૂરિયાત:

વિવિધ પાકોને અલગ-અલગ માત્રામાં પાણીની જરૂરિયાત હોય છે. આ જરૂરિયાત આબોહવા, જમીનના પ્રકાર, પાકના વિકાસના તબક્કા અને બાષ્પીભવન દર (evaporation rate) જેવા પરિબલો પર આધારિત હોય છે. કેટલાક પાકો, જેમ કે ડાંગર, ને વધુ પાણીની જરૂરિયાત હોય છે, જ્યારે કેટલાક, જેમ કે બાજરી, ઓછા પાણીમાં પણ ઉગી શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **ડાંગર:** ડાંગરની ખેતી માટે, ખેતરને સતત પાણીથી ભરેલું રાખવું પડે છે, ખાસ કરીને શરૂઆતના તબક્કાઓમાં. એક કિલોગ્રામ ચોખા ઉગાડવામાં લગભગ 3,000-5,000 લિટર પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **ઘઉં:** ઘઉં, ડાંગરની તુલનામાં ઓછા પાણીમાં ઉગી શકે છે. સિંચાઈની જરૂરિયાત પાકના વિકાસના તબક્કાઓ પર આધારિત હોય છે, જેમ કે અંકુરણ, ડાળી ફૂટવી અને દાણા ભરવા. એક કિલોગ્રામ ઘઉં ઉગાડવામાં લગભગ 1,300-1,500 લિટર પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **કઠોળ:** કઠોળના પાકો, જેમ કે ચણા, તુવેર અને મગ, ઓછા પાણીમાં ઉગી શકે છે. આ પાકોના મૂળ ઊંડા હોય છે, જે તેમને જમીનની ઊંડાઈથી પાણી શોષવામાં મદદ કરે છે.
- **શાકભાજી:** શાકભાજીની ખેતી માટે નિયમિત રૂપે સિંચાઈની જરૂરિયાત હોય છે, ખાસ કરીને ઉનાળાની ઋતુમાં. ટામેટા, મરચા, રીંગણ અને પાંદડાવાળા શાકભાજીને વધુ પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **ફળો:** ફળોના ઝાડને પણ નિયમિત રૂપે પાણીની જરૂરિયાત હોય છે, ખાસ કરીને ફળ લાગવાના સમયે. કેરી, કેળા, સંતરા અને દ્રાક્ષ જેવા ફળો માટે પૂરતું પાણી આવશ્યક છે.

2. સિંચાઈ પદ્ધતિઓ (Irrigation Methods):

કૃષિમાં પાકને પાણી આપવા માટે વિવિધ સિંચાઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિઓની પસંદગી પાણીની ઉપલબ્ધતા, જમીનના પ્રકાર, પાકની જરૂરિયાત અને ખર્ચ જેવા પરિબલો પર આધારિત હોય છે.

ઉદાહરણ:

- **પૂર સિંચાઈ (Flood Irrigation):** આ સૌથી પરંપરાગત સિંચાઈ પદ્ધતિ છે, જેમાં ખેતરને પાણીથી ભરી દેવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ ડાંગરની ખેતી માટે યોગ્ય છે, પરંતુ તેમાં પાણીનો વધુ ઉપયોગ થાય છે અને જળબંબાકાર (waterlogging)નું જોખમ પણ રહે છે.
- **સપાટી સિંચાઈ (Surface Irrigation):** આ પદ્ધતિમાં નાળા કે નીક દ્વારા ખેતરમાં પાણી પહોંચાડવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ ઘઉં, શેરડી અને કપાસ જેવા પાક માટે યોગ્ય છે.
- **હુવારા સિંચાઈ (Sprinkler Irrigation):** આ પદ્ધતિમાં હુવારા દ્વારા પાણીનો છંટકાવ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ શાકભાજી, ફળો અને એવા પાક માટે યોગ્ય છે, જેમને ઓછા પાણીની જરૂરિયાત હોય છે.
- **ટપક સિંચાઈ (Drip Irrigation):** આ પદ્ધતિમાં પાઈપ દ્વારા છોડના મૂળ સુધી સીધું પાણી પહોંચાડવામાં આવે છે. આ સૌથી કાર્યક્ષમ સિંચાઈ પદ્ધતિ છે, જેમાં પાણીની બચત થાય છે અને નીંદણ પણ ઓછા ઉગે છે. આ પદ્ધતિ ફળો, શાકભાજી અને એવા પાક માટે યોગ્ય છે, જે હારમાં રોપવામાં આવે છે.
- **ભૂગર્ભ સિંચાઈ (Subsurface Irrigation):** આ પદ્ધતિમાં જમીનની નીચે પાઈપ પાથરીને છોડના મૂળ સુધી પાણી પહોંચાડવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ એવા વિસ્તારો માટે યોગ્ય છે, જ્યાં પાણીની અછત છે.

3. પાણીની ગુણવત્તા:

કૃષિ માટે ફક્ત પાણીનો જથ્થો જ મહત્વનો નથી, પરંતુ પાણીની ગુણવત્તા પણ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. સિંચાઈ માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીમાં ક્ષાર (salts), ક્ષારીયતા (alkalinity) અને અન્ય હાનિકારક તત્ત્વોનું પ્રમાણ ઓછું હોવું જોઈએ. ખરાબ ગુણવત્તાવાળું પાણી જમીન અને પાકને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **ક્ષારતા (Salinity):** વધુ ક્ષારયુક્ત પાણીથી સિંચાઈ કરવાથી જમીનમાં ક્ષાર જમા થાય છે, જેનાથી જમીનની ફળદ્રુપતા ઓછી થાય છે અને પાકની ઉત્પાદકતા ઘટે છે.
- **ક્ષારીયતા (Alkalinity):** ક્ષારીય પાણીથી સિંચાઈ કરવાથી જમીનનો pH સ્તર વધી જાય છે, જેનાથી છોડ માટે પોષકતત્ત્વો ગ્રહણ કરવાનું મુશ્કેલ બને છે.

4. કૃષિમાં પાણીના સંરક્ષણનું મહત્વ:

વધતી જતી વસ્તી અને ઘટતા જળ સંસાધનોને ધ્યાનમાં રાખીને, કૃષિમાં પાણીનું સંરક્ષણ અત્યંત જરૂરી છે. આપણે એવી તકનીકો અને પદ્ધતિઓ અપનાવવી પડશે, જેનાથી પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ થઈ શકે અને પાણીનો બગાડ અટકાવી શકાય.

પાણીના સંરક્ષણના ઉપાયો:

- ટપક અને ડ્રુવારા સિંચાઈ જેવી કાર્યક્ષમ સિંચાઈ પદ્ધતિઓ અપનાવવી.
- મલ્ચિંગ (Mulching) કરવું, જેનાથી જમીનમાં ભેજ જળવાઈ રહે અને બાષ્પીભવન ઓછું થાય.
- વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ (Rainwater Harvesting) કરવો અને તેનો ઉપયોગ સિંચાઈ માટે કરવો.
- ઓછા પાણીની જરૂરિયાત વાળા પાકની ખેતી કરવી.
- લેસર લેન્ડ લેવલિંગ (Laser Land Levelling) કરવું, જેનાથી ખેતરમાં પાણી સમાન રીતે વિતરિત થઈ શકે.
- પાક ચક્ર (Crop Rotation) અપનાવવું, જેનાથી જમીનની પાણી ધારણ ક્ષમતામાં સુધારો થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

કૃષિ ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત નિર્વિવાદ છે. તે ભોજન ઉત્પાદન અને ગ્રામીણ અર્થતંત્રનો આધાર છે. આપણે પાણીના મહત્વને સમજવું પડશે અને કૃષિમાં પાણીના કાર્યક્ષમ ઉપયોગ માટે દરેક સંભવ પ્રયાસ કરવો પડશે. પાણી સંરક્ષણ તકનીકો અપનાવીને, આપણે ફક્ત વર્તમાન પેઢી માટે ભોજન સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ, પરંતુ આવનારી પેઢીઓ માટે પણ જળ સંસાધનો બચાવી શકીએ છીએ. આ આપણી સામૂહિક જવાબદારી છે કે આપણે પાણીનો સદુપયોગ કરીએ અને એક ટકાઉ કૃષિ પ્રણાલી વિકસાવીએ, જે પર્યાવરણને અનુકૂળ હોય અને સૌના માટે ખાધ સુરક્ષા પ્રદાન કરે.

2.5 જળ સંરક્ષણની આવશ્યકતા :

જળ એ જીવન છે. આ પૃથ્વી પરના તમામ જીવો માટે પાણી અનિવાર્ય છે. માનવ શરીરનો મોટો ભાગ પાણીથી બનેલો છે અને આપણા અસ્તિત્વ માટે તે અત્યંત જરૂરી છે. પરંતુ, વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ, શહેરીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે. બીજી તરફ, પ્રદૂષણ, આબોહવા પરિવર્તન અને પાણીનો બેફામ બગાડ જેવા પરિબળોને કારણે વિશ્વભરમાં પાણીના સંસાધનો પર દબાણ વધી રહ્યું છે. આ અસંતુલન ભવિષ્યમાં જળસંકટ તરફ દોરી શકે છે, જે માનવજાત માટે ગંભીર ખતરો ઊભો કરશે. તેથી, જળ સંરક્ષણ આજની તાતી જરૂરિયાત બની ગયું છે.

જળ સંરક્ષણ શા માટે જરૂરી છે?

- **જીવન ટકાવી રાખવા:** મનુષ્ય, પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ સહિત તમામ જીવોના અસ્તિત્વ માટે પાણી આવશ્યક છે. પીવા, રસોઈ બનાવવા, સાફ-સફાઈ કરવા, અને સ્વચ્છતા જાળવવા માટે પૂરતા પ્રમાણમાં સ્વચ્છ પાણીની ઉપલબ્ધતા અનિવાર્ય છે.
- **ખાધ સુરક્ષા:** કૃષિ ક્ષેત્ર પાણીનો સૌથી મોટો ઉપભોક્તા છે. પાક ઉગાડવા અને પશુધન જાળવવા માટે સિંચાઈ અત્યંત જરૂરી છે. પાણીની અછત પાકની નિષ્ફળતા અને ખાધ અસુરક્ષા તરફ દોરી શકે છે.
- **આર્થિક વિકાસ:** ઉદ્યોગોને ઉત્પાદન પ્રક્રિયાઓ, ઠંડક અને સફાઈ માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીની જરૂર પડે છે. પાણીની અછત ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન અને આર્થિક વિકાસને અવરોધી શકે છે.

- **પર્યાવરણીય સંતુલન:** નદીઓ, તળાવો અને જળાશયો જેવા જળસ્રોતો અનેક જીવસૃષ્ટિઓનું ઘર છે. પાણીનું સ્તર ઘટવાથી આ જીવસૃષ્ટિઓ જોખમમાં મુકાય છે અને પર્યાવરણીય અસંતુલન સર્જાય છે.
- **સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી:** સ્વચ્છ પાણીનો અભાવ પાણીજન્ય રોગો ફેલાવી શકે છે, જે ખાસ કરીને બાળકો અને વૃદ્ધો માટે ઘાતક સાબિત થઈ શકે છે. પૂરતું પાણી ઉપલબ્ધ ન હોય તો સ્વચ્છતા જાળવવી મુશ્કેલ બને છે, જેનાથી આરોગ્ય સંબંધી સમસ્યાઓ સર્જાઈ શકે છે.

જળ સંરક્ષણના ઉદાહરણો:

1. ઘરેલું સ્તરે:

- **લીકેજ અટકાવવા:** ઘરમાં નળ, પાઇપલાઇન અને શૌચાલયમાં થતા લીકેજને તાત્કાલિક રિપેર કરાવીને પાણીનો બગાડ અટકાવી શકાય છે. એક ટપકતો નળ દર વર્ષે હજારો લિટર પાણીનો બગાડ કરી શકે છે.
- **પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ:** બ્રશ કરતી વખતે, દાઢી કરતી વખતે, વાસણો ધોતી વખતે અને કપડાં ધોતી વખતે નળ ચાલુ રાખવાને બદલે જરૂરિયાત મુજબ જ ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
- **શાવરનો સમય ઘટાડવો:** લાંબા સમય સુધી શાવર લેવાને બદલે ટૂંકા સમયમાં સ્નાન કરવાથી પાણીની બચત થાય છે. ડોલથી નહાવાથી પણ પાણીનો વપરાશ ઘટાડી શકાય છે.
- **વોશિંગ મશીન અને ડીશવોશરનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ:** વોશિંગ મશીન અને ડીશવોશરને પૂરેપૂરા ભરીને ચલાવવાથી પાણી અને વીજળી બંનેની બચત થાય છે.
- **વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:** છત પરથી પડતા વરસાદી પાણીને ટાંકીમાં સંગ્રહીને તેનો ઉપયોગ બાગકામ, વાહન ધોવા અને શૌચાલયમાં ફ્લશ કરવા માટે કરી શકાય છે.

2. કૃષિક્ષેત્રે:

- **ટપક સિંચાઈ અને ફુવારા સિંચાઈ:** આ આધુનિક સિંચાઈ પદ્ધતિઓ પરંપરાગત પૂર સિંચાઈની તુલનામાં પાણીનો વપરાશ ઘટાડે છે અને પાકને જરૂરી માત્રામાં જ પાણી પૂરું પાડે છે.
- **મલ્ચિંગ:** ખેતરમાં પાકના અવશેષો, ઘાસ કે પ્લાસ્ટિકનું આવરણ પાથરવાથી જમીનમાં ભેજ જળવાઈ રહે છે અને બાષ્પીભવન ઘટે છે.
- **ઓછા પાણીની જરૂરિયાત વાળા પાકની પસંદગી:** ઓછા પાણીની જરૂરિયાત વાળા પાક, જેમ કે બાજરી, જુવાર અને કઠોળની ખેતીને પ્રોત્સાહન આપવું જોઈએ.
- **જમીન સમતલ કરવી:** લેસર લેન્ડ લેવલિંગ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને જમીનને સમાન રીતે સમતલ કરવાથી પાણીનો બગાડ અટકે છે અને સિંચાઈ કાર્યક્ષમ બને છે.

3. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે:

- **પાણીનું પુનઃચક્રણ અને પુનઃઉપયોગ:** ઉદ્યોગોએ વપરાયેલા પાણીને ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ દ્વારા શુદ્ધ કરીને તેનો ફરીથી ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
- **પાણી કાર્યક્ષમ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ:** ઉદ્યોગોએ એવી ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ જેમાં પાણીનો વપરાશ ઓછો થાય.
- **લીકેજ અટકાવવા અને જાળવણી:** ઉદ્યોગોમાં પાણીની પાઇપલાઇન અને મશીનરીનું નિયમિત નિરીક્ષણ અને જાળવણી કરવાથી લીકેજ અટકાવી શકાય છે.

4. સરકારી પહેલ:

- ભારત સરકાર જળ સંરક્ષણના મહત્વને સમજે છે અને તેણે આ દિશામાં અનેક પહેલ કરી છે. આ પહેલનો ઉદ્દેશ્ય પાણીના કાર્યક્રમ ઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવો, જળ સંચયન ક્ષમતામાં વધારો કરવો, અને જળપ્રદૂષણ ઘટાડવાનો છે. અહીં કેટલીક નોંધપાત્ર સરકારી પહેલ અને તેમના ઉદાહરણો નીચે મુજબ છે:
- 1. જળશક્તિ અભિયાન (Jal Shakti Abhiyan):**

આ એક રાષ્ટ્રવ્યાપી ઝુંબેશ છે જેનો પ્રારંભ 2019માં કરવામાં આવ્યો હતો. તેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય લોકોમાં જળસંરક્ષણ પ્રત્યે જાગૃતિ લાવવાનો અને જળ સંચયન માળખાઓનું નિર્માણ કરવાનો છે.

 - ઉદાહરણ: આ અભિયાન હેઠળ, દેશભરમાં લાખો જળ સંચયન માળખાઓ, જેમ કે ચેક ડેમ, તળાવો અને ટાંકીઓનું નિર્માણ અને પુનર્જીવન કરવામાં આવ્યું છે.
- 2. પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana - PMKSY):**

આ યોજનાનો ઉદ્દેશ્ય કૃષિક્ષેત્રે પાણીના કાર્યક્રમ ઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવાનો અને "પ્રતિ ટીપે વધુ પાક" ("Per Drop More Crop") ના ધ્યેયને હાંસલ કરવાનો છે.

 - ઉદાહરણ: આ યોજના હેઠળ, ટપક સિંચાઈ અને ફુવારા સિંચાઈ જેવી સૂક્ષ્મ સિંચાઈ પદ્ધતિઓ અપનાવવા માટે ખેડૂતોને સબસિડી આપવામાં આવે છે.
- 3. અટલ ભુજલ યોજના (Atal Bhujal Yojana - ABHY):**

આ યોજનાનો ઉદ્દેશ્ય ભૂગર્ભજળના સ્તરને સુધારવાનો અને સમુદાયની ભાગીદારી દ્વારા ભૂગર્ભજળનું ટકાવિ વ્યવસ્થાપન કરવાનો છે.

 - ઉદાહરણ: આ યોજના હેઠળ, પાણીની અછત ધરાવતા વિસ્તારોમાં ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ માળખાઓનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે અને લોકોને પાણીના વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ માટે પ્રોત્સાહિત કરવામાં આવે છે.
- 4. રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પીવાના પાણી કાર્યક્રમ (National Rural Drinking Water Programme - NRDWP):**

આ કાર્યક્રમનો ઉદ્દેશ્ય ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં લોકોને સુરક્ષિત અને પૂરતા પ્રમાણમાં પીવાનું પાણી પૂરું પાડવાનો છે.

 - ઉદાહરણ: આ કાર્યક્રમ હેઠળ, ગામડાઓમાં હેન્ડપંપ, પાઇપલાઇન દ્વારા પાણી પુરવઠા યોજનાઓ અને શૌચાલયોનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે.
- 5. નમમિ ગંગે કાર્યક્રમ (Namami Gange Programme):**

આ કાર્યક્રમનો ઉદ્દેશ્ય ગંગા નદીને પ્રદૂષણમુક્ત કરવાનો અને તેના કિનારાના વિસ્તારોનો સર્વાંગી વિકાસ કરવાનો છે.

 - ઉદાહરણ: આ કાર્યક્રમ હેઠળ, ગંગા નદીમાં વહેતા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ સ્થાપવામાં આવી રહ્યા છે, અને નદી કિનારે ઘાટ અને શૌચાલયોનું નિર્માણ કરવામાં આવી રહ્યું છે.
 - આ ઉપરાંત, કેન્દ્ર અને રાજ્ય સરકારો દ્વારા જળ સંરક્ષણ માટે અન્ય ઘણી યોજનાઓ અને કાર્યક્રમો પણ ચલાવવામાં આવે છે, જેમ કે જળ સંચયન યોજનાઓ, જળ જાગૃતિ અભિયાન, અને

જળપ્રદૂષણ નિયંત્રણ માટેના કાયદાકીય પગલાં. આ સરકારી પહેલ જળ સંરક્ષણને પ્રોત્સાહન આપવામાં અને દેશમાં જળ સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **કાયદાકીય પગલાં:** પાણીનો બગાડ કરનારાઓ સામે કડક કાયદાકીય પગલાં લેવા જોઈએ.

નિષ્કર્ષ:

જળ સંરક્ષણ એ માત્ર સરકારની જ નહીં, પરંતુ આપણા સૌની સહિયારી જવાબદારી છે. આપણે વ્યક્તિગત સ્તરે, સમુદાય સ્તરે અને રાષ્ટ્રીય સ્તરે જળ સંરક્ષણ માટે પ્રયાસો કરવા પડશે. પાણી એ અમૂલ્ય કુદરતી સંસાધન છે અને તેનું રક્ષણ કરવું એ આપણી નૈતિક ફરજ છે. આપણે આજે જાગૃત નહીં થઈએ તો આવનારી પેઢીઓને પાણીની ગંભીર કટોકટીનો સામનો કરવો પડશે. ચાલો, આપણે સૌ સાથે મળીને પાણી બચાવીએ અને એક સુરક્ષિત અને સમૃદ્ધ ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરીએ. યાદ રાખો, જળ એ જ જીવન છે!

2.6 જળની માંગનું આકલન :

જળની માંગનું આકલન એ ભવિષ્યમાં પાણીની જરૂરિયાતનો અંદાજ લગાવવાની પ્રક્રિયા છે. આ પ્રક્રિયા જળ સંસાધનોના અસરકારક વ્યવસ્થાપન અને ટકાઉ વિકાસ માટે નિર્ણાયક છે. પાણીની માંગનો અંદાજ વિવિધ પરિબલોને ધ્યાનમાં રાખીને કરવામાં આવે છે, જેમ કે વસ્તી વૃદ્ધિ, આર્થિક વિકાસ, ઔદ્યોગિકરણ, શહેરીકરણ, આબોહવા પરિવર્તન અને બદલાતી જીવનશૈલી. આ આકલન આપણને ભવિષ્યમાં પાણીની અછતને ટાળવા અને પાણી પુરવઠાની યોજનાઓ બનાવવા માટે સજ્જ કરે છે.

જળની માંગના આકલનના મુખ્ય ઘટકો:

1. **વસ્તી વિષયક માહિતી:** ભવિષ્યમાં વસ્તી વૃદ્ધિનો દર, વસ્તીનું વિતરણ (શહેરી/ગ્રામીણ), અને વય માળખું એ જળની માંગને પ્રભાવિત કરતા મુખ્ય પરિબલો છે.
2. **આર્થિક પ્રવૃત્તિઓ:** કૃષિ, ઉદ્યોગ અને સેવા ક્ષેત્ર જેવા વિવિધ આર્થિક ક્ષેત્રોમાં પાણીની જરૂરિયાતનું આકલન કરવું જરૂરી છે.
3. **જીવનશૈલીમાં પરિવર્તન:** બદલાતી જીવનશૈલી, જેમ કે વધતું શહેરીકરણ, વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા પ્રત્યેની જાગૃતિ, અને આધુનિક ઉપકરણોનો વધતો ઉપયોગ પાણીની માંગને પ્રભાવિત કરે છે.
4. **આબોહવા પરિવર્તન:** તાપમાનમાં વધારો, વરસાદની અનિશ્ચિતતા અને બાષ્પીભવન દરમાં ફેરફાર પાણીની ઉપલબ્ધતા અને માંગને અસર કરે છે.
5. **ટેકનોલોજીકલ પ્રગતિ:** પાણી બચાવતી ટેકનોલોજી, જેમ કે ટપક સિંચાઈ અને ઓછા વપરાશવાળા ઉપકરણો, પાણીની માંગને ઘટાડી શકે છે.
6. **સરકારી નીતિઓ:** જળ સંરક્ષણ, પ્રદૂષણ નિયંત્રણ અને પાણીના ભાવોને લગતી સરકારી નીતિઓ પાણીની માંગને પ્રભાવિત કરે છે.

2.7 જળની માંગના આકલનની પદ્ધતિઓ:

જળની માંગનું આકલન કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેમાંથી કેટલીક નીચે મુજબ છે:

1. **વલણ વિશ્લેષણ (Trend Analysis):** આ પદ્ધતિમાં, ભૂતકાળના પાણીના વપરાશના આંકડાઓનો ઉપયોગ કરીને ભવિષ્યની માંગનો અંદાજ લગાવવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ સરળ અને ઓછી ખર્ચાળ છે, પરંતુ તે ભવિષ્યમાં થનારા નોંધપાત્ર ફેરફારોને ધ્યાનમાં લઈ શકતી નથી.
2. **પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ પદ્ધતિ (Per Capita Consumption Method):** આ પદ્ધતિમાં, વર્તમાન પ્રતિ વ્યક્તિ પાણીના વપરાશને ભવિષ્યની અંદાજિત વસ્તી સાથે ગુણાકાર કરીને કુલ પાણીની માંગનો અંદાજ લગાવવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ વસ્તી વૃદ્ધિને ધ્યાનમાં લે છે, પરંતુ જીવનશૈલીમાં થતા ફેરફારોને ધ્યાનમાં લેતી નથી.
3. **ક્ષેત્ર-આધારિત પદ્ધતિ (Sector-Based Method):** આ પદ્ધતિમાં, વિવિધ ક્ષેત્રો (જેમ કે ઘરેલું, કૃષિ, ઔદ્યોગિક) માટે અલગ-અલગ પાણીની માંગનો અંદાજ લગાવવામાં આવે છે અને પછી તે બધાનો સરવાળો કરીને કુલ માંગ મેળવવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ વધુ સચોટ પરિણામો આપે છે કારણ કે તે દરેક ક્ષેત્રની વિશિષ્ટ જરૂરિયાતોને ધ્યાનમાં લે છે.
4. **આર્થિક મોડેલિંગ (Economic Modelling):** આ પદ્ધતિમાં, આર્થિક પરિબળો, જેમ કે આવક, પાણીના ભાવો અને ઉત્પાદન ખર્ચ, અને પાણીની માંગ વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ જટિલ છે પરંતુ તે નીતિ વિષયક નિર્ણયોની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે ઉપયોગી છે.
5. **સિસ્ટમ ડાયનેમિક્સ મોડેલિંગ (System Dynamics Modelling):** આ પદ્ધતિ જળ સંસાધન પ્રણાલીના વિવિધ ઘટકો, જેમ કે પાણી પુરવઠો, માંગ, વસ્તી વૃદ્ધિ, અને આબોહવા પરિવર્તન વચ્ચેના ગતિશીલ સંબંધોનું અનુકરણ કરે છે. આ પદ્ધતિ જટિલ છે પરંતુ તે લાંબા ગાળાના આયોજન માટે ઉપયોગી છે.

ઉદાહરણો:

1. શહેરી વિસ્તાર માટે પાણીની માંગનું આકલન:

ધારો કે એક શહેરની વર્તમાન વસ્તી 10 લાખ છે અને પ્રતિ વ્યક્તિ પાણીનો વપરાશ 150 લિટર પ્રતિ દિવસ છે. આગામી 20 વર્ષોમાં વસ્તી 2% ના દરે વૃદ્ધિ પામવાની ધારણા છે.

- **વલણ વિશ્લેષણ:** જો ભૂતકાળમાં પાણીના વપરાશમાં કોઈ નોંધપાત્ર ફેરફાર ન થયો હોય, તો આપણે ધારી શકીએ કે પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ 150 લિટર પ્રતિ દિવસ રહેશે. 20 વર્ષ પછી, શહેરની વસ્તી આશરે 14.86 લાખ થશે. તેથી, 20 વર્ષ પછી પાણીની માંગ $14.86 \text{ લાખ} * 150 \text{ લિટર} = 222.9 \text{ મિલિયન લિટર પ્રતિ દિવસ}$ થશે.
- **પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ પદ્ધતિ:** આ પદ્ધતિ પણ ઉપર મુજબ સમાન પરિણામ આપશે, કારણકે આપણે પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ સ્થિર ધાર્યો છે.
- **ક્ષેત્ર-આધારિત પદ્ધતિ:** આ પદ્ધતિમાં, આપણે ઘરેલું, ઔદ્યોગિક અને વ્યાપારી ક્ષેત્રો માટે અલગ-અલગ માંગનો અંદાજ લગાવીશું. ધારો કે, શહેરીકરણ અને ઔદ્યોગિક વિકાસને કારણે ઔદ્યોગિક

ક્ષેત્રની માંગ 3% ના દરે અને ઘરેલું વપરાશ 1%ના દરે વધશે. આ પરિબલોને ધ્યાનમાં લેતા, કુલ માંગ 222.9 મિલિયન લિટર પ્રતિ દિવસથી વધુ થશે.

2. કૃષિક્ષેત્ર માટે પાણીની માંગનું આકલન:

એક વિસ્તારમાં મુખ્ય પાક ઘઉં છે, જેની સિંચાઈ માટે પ્રતિ હેક્ટર 5000 ઘન મીટર પાણીની જરૂર પડે છે. ધારો કે, આ વિસ્તારમાં 10,000 હેક્ટરમાં ઘઉંની ખેતી થાય છે.

- **કુલ પાણીની માંગ:** 10,000 હેક્ટર * 5000 ઘન મીટર/હેક્ટર = 50 મિલિયન ઘન મીટર.
- **ભવિષ્યમાં માંગ:** જો ભવિષ્યમાં ખેતીલાયક વિસ્તારમાં વધારો થાય, નવી સિંચાઈ પદ્ધતિઓ અપનાવવામાં આવે, અથવા પાક પદ્ધતિમાં ફેરફાર કરવામાં આવે, તો પાણીની માંગમાં પણ ફેરફાર થશે. ટપક સિંચાઈ અપનાવવાથી પાણીની માંગમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો થઈ શકે છે.

3. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્ર માટે પાણીની માંગનું આકલન:

એક ઔદ્યોગિક એકમ દરરોજ 10,000 લિટર પાણીનો ઉપયોગ કરે છે. જો ભવિષ્યમાં આવા 100 નવા ઔદ્યોગિક એકમો સ્થાપવામાં આવે, તો પાણીની માંગમાં નોંધપાત્ર વધારો થશે.

- **કુલ વધારાની માંગ:** 100 એકમો * 10,000 લિટર/એકમ = 1 મિલિયન લિટર પ્રતિ દિવસ.
- **પાણી કાર્યક્ષમ ટેકનોલોજી:** જો આ ઔદ્યોગિક એકમો પાણી કાર્યક્ષમ ટેકનોલોજી અપનાવે, તો પાણીની માંગમાં ઘટાડો કરી શકાય છે.

જળની માંગના આકલનના ફાયદા:

- **પાણી પુરવઠાની યોજના:** ભવિષ્યની માંગને આધારે પાણી પુરવઠાના સ્ત્રોતો, સંગ્રહ ક્ષમતા અને વિતરણ વ્યવસ્થાનું આયોજન કરી શકાય છે.
- **પાણીની અછતને ટાળવી:** માંગ અને પુરવઠા વચ્ચેના અસંતુલનને ઓળખીને પાણીની અછતને ટાળવા માટે સમયસર પગલાં લઈ શકાય છે.
- **સંસાધનોનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ:** પાણીના કાર્યક્ષમ ઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવા માટે નીતિઓ બનાવી શકાય છે.
- **ટકાઉ વિકાસ:** જળ સંસાધનોના ટકાઉ ઉપયોગ અને વ્યવસ્થાપન દ્વારા ભાવિ પેઢીઓ માટે પાણીની સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે.

નિષ્કર્ષ:

જળની માંગનું આકલન એ જળ સંસાધનોના અસરકારક વ્યવસ્થાપન માટેનું એક મહત્વપૂર્ણ સાધન છે. આ પ્રક્રિયા આપણને ભવિષ્યની જરૂરિયાતોને સમજવા અને તે મુજબ યોજના બનાવવા માટે સજ્જ કરે છે. યોગ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને અને વિવિધ પરિબલોને ધ્યાનમાં રાખીને, આપણે પાણીની માંગનો સચોટ અંદાજ લગાવી શકીએ છીએ અને પાણીની સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ. આ માટે સરકાર, ઉદ્યોગો, કૃષિ ક્ષેત્ર અને નાગરિકોએ સાથે મળીને પ્રયાસો કરવા પડશે અને પાણીના સંરક્ષણ અને કાર્યક્ષમ ઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવું પડશે.

2.8 સારાંશ :

આ પ્રકરણમાં, આપણે જળની આવશ્યકતા અને માંગના વિવિધ પાસાઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે જળ એ જીવનનો આધાર છે અને તે પૃથ્વી પરના તમામ જીવો માટે અનિવાર્ય છે. આપણે માનવ જીવન, કૃષિ, ઉદ્યોગો અને પર્યાવરણ માટે પાણીના મહત્વને સમજ્યા.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે ઘરેલું ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાત વિષે ચર્ચા કરી. આપણે જોયું કે પીવા, રસોઈ બનાવવા, સાફ-સફાઈ, સ્વચ્છતા જાળવવા અને બાગકામ જેવા કાર્યો માટે પાણી કેટલું જરૂરી છે. ત્યારબાદ, આપણે ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે પાણીની જરૂરિયાતનો અભ્યાસ કર્યો. ઉત્પાદન પ્રક્રિયાઓ, ઠંડક, સફાઈ અને ઊર્જા ઉત્પાદન જેવા કાર્યોમાં પાણીની ભૂમિકા અને વિવિધ ઉદ્યોગો, જેવા કે કાપડ, કાગળ, ચામડા, ધાતુ, વીજળી, ખાદ્ય અને પીણા, અને રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં પાણીના ઉપયોગના ઉદાહરણો આપણે જોયા.

કૃષિક્ષેત્રે પાણીની આવશ્યકતાને સમજતા, આપણે વિવિધ પાકો માટે પાણીની જરૂરિયાત, સિંચાઈની પદ્ધતિઓ, અને પાણીની ગુણવત્તાના મહત્વને ઉદાહરણો સાથે સમજ્યા. આપણે એ પણ શીખ્યા કે ટપક સિંચાઈ, ફુવારા સિંચાઈ, મલ્ટિંગ અને ઓછા પાણીની જરૂરિયાતવાળા પાકની પસંદગી જેવા ઉપાયો દ્વારા કૃષિક્ષેત્રે પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ કેવી રીતે કરી શકાય છે.

આગળ, આપણે જળ સંરક્ષણની આવશ્યકતા પર ભાર મૂક્યો. વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકરણ, શહેરીકરણ અને આબોહવા પરિવર્તનને કારણે પાણીના સંસાધનો પર વધી રહેલા દબાણને આપણે સમજ્યા. આપણે જોયું કે કેવી રીતે ઘરેલું સ્તરે, કૃષિક્ષેત્રે, અને ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે વિવિધ ઉપાયો દ્વારા પાણીનો બગાડ અટકાવી શકાય અને પાણીનું સંરક્ષણ કરી શકાય. સરકારી યોજનાઓ, જાગૃતિ અભિયાન અને કાયદાકીય પગલાં પણ જળ સંરક્ષણમાં મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે.

છેલ્લે, આપણે જળની માંગના આકલન વિષે ચર્ચા કરી. ભવિષ્યમાં પાણીની જરૂરિયાતનો અંદાજ લગાવવાની વિવિધ પદ્ધતિઓ, જેમ કે વલણ વિશ્લેષણ, પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ પદ્ધતિ, ક્ષેત્ર-આધારિત પદ્ધતિ, આર્થિક મોડેલિંગ અને સિસ્ટમ ડાયનેમિક્સ મોડેલિંગનો આપણે અભ્યાસ કર્યો. આપણે એ પણ સમજ્યા કે વસ્તી વૃદ્ધિ, આર્થિક વિકાસ, જીવનશૈલીમાં પરિવર્તન, આબોહવા પરિવર્તન અને ટેકનોલોજીકલ પ્રગતિ જેવા પરિબળો પાણીની માંગને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે.

આ પ્રકરણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય આપણને પાણીના મહત્વ, તેની જરૂરિયાત, તેના સંરક્ષણ અને ભવિષ્યમાં તેની માંગના આકલન વિષે જાગૃત કરવાનો હતો. આ પ્રકરણ દ્વારા આપણે એ શીખ્યા કે પાણી એક અમૂલ્ય કુદરતી સંપત્તિ છે અને તેનું સંરક્ષણ અને યોગ્ય વ્યવસ્થાપન એ આપણા સૌની સહિયારી જવાબદારી છે. આપણે વ્યક્તિગત, સામુદાયિક અને રાષ્ટ્રીય સ્તરે પાણી બચાવવા માટે પ્રયત્નો કરવા જોઈએ, જેથી આપણે અને આપણી આવનારી પેઢીઓ માટે જળ સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરી શકાય.

2.9 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ):

પ્રશ્ન 1: માનવ શરીરનો કેટલો ભાગ પાણીથી બનેલો છે?

(A) 50% (B) 60% (C) 70% (D) 80%

જવાબ: (B) 60%

પ્રશ્ન 2: નીચેનામાંથી કયો પાક સૌથી વધુ પાણીનો ઉપયોગ કરે છે?

(A) ઘઉં (B) બાજરી (C) ડાંગર (D) ચણા

જવાબ: (C) ડાંગર

પ્રશ્ન 3: ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિ કયા પ્રકારના પાક માટે સૌથી વધુ યોગ્ય છે?

(A) ડાંગર (B) ઘઉં (C) કપાસ (D) ફળો અને શાકભાજી

જવાબ: (D) ફળો અને શાકભાજી

પ્રશ્ન 4: નીચેનામાંથી કયો ઉદ્યોગ સૌથી વધુ પાણીનો ઉપયોગ કરે છે?

(A) ચામડા ઉદ્યોગ (B) કાગળ ઉદ્યોગ (C) કાપડ ઉદ્યોગ (D) રાસાયણિક ઉદ્યોગ

જવાબ: (C) કાપડ ઉદ્યોગ

પ્રશ્ન 5: જળ શક્તિ અભિયાનનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?

(A) કૃષિ ઉત્પાદન વધારવું (B) ઔદ્યોગિક વિકાસને પ્રોત્સાહન આપવું (C) જળ સંરક્ષણ પ્રત્યે જાગૃતિ લાવવી (D) શહેરીકરણને પ્રોત્સાહન આપવું

જવાબ: (C) જળ સંરક્ષણ પ્રત્યે જાગૃતિ લાવવી

પ્રશ્ન 6: નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ જળની માંગના આકલન માટે વપરાતી નથી?

(A) વલણ વિશ્લેષણ (B) પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ પદ્ધતિ (C) ભૂકંપ માપન (D) ક્ષેત્ર-આધારિત પદ્ધતિ

જવાબ: (C) ભૂકંપ માપન

પ્રશ્ન 7: મલ્ટિંગ કઈ રીતે પાણી બચાવવામાં મદદ કરે છે?

(A) જમીનમાં ભેજ જાળવી રાખે છે (B) સિંચાઈની જરૂરિયાત વધારે છે (C) પાકને પોષક તત્વો પૂરા પાડે છે (D) નીંદણનો નાશ કરે છે

જવાબ: (A) જમીનમાં ભેજ જાળવી રાખે છે

પ્રશ્ન 8: નમમિ ગંગે કાર્યક્રમનો ઉદ્દેશ્ય કઈ નદીને પ્રદૂષણ મુક્ત કરવાનો છે?

(A) યમુના (B) ગોદાવરી (C) ગંગા (D) કાવેરી

જવાબ: (C) ગંગા

પ્રશ્ન 9: નીચેનામાંથી કયું જળ સંરક્ષણનું ઉદાહરણ નથી?

(A) વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ (B) ટપક સિંચાઈ (C) લાંબા સમય સુધી શાવર લેવો (D) લીકેજ થતા નળને રિપેર કરાવવા

જવાબ: (C) લાંબા સમય સુધી શાવર લેવો

પ્રશ્ન 10: "પ્રતિ ટીપે વધુ પાક" ("Per Drop More Crop")નો ધ્યેય કઈ યોજના સાથે સંકળાયેલો છે?

(A) જળ શક્તિ અભિયાન (B) પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (C) અટલ ભુજલ યોજના (D) નમામિ ગંગે કાર્યક્રમ

જવાબ: (B) પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions):

1. જળ સંરક્ષણ શા માટે જરૂરી છે?
2. ઘરેલું સ્તરે પાણી બચાવવા માટેના ચાર ઉપાયો જણાવો.
3. ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિના બે ફાયદા જણાવો.
4. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે પાણીનો પુનઃઉપયોગ કેવી રીતે કરી શકાય?
5. જળપ્રદૂષણના મુખ્ય સ્ત્રોત કયા છે?
6. વરસાદી પાણીના સંગ્રહના બે ફાયદા જણાવો.
7. પ્રતિ વ્યક્તિ વપરાશ પદ્ધતિ એટલે શું?
8. જળની માંગના આકલનને અસર કરતા ચાર પરિબલો જણાવો.
9. મલિંગ એટલે શું?
10. જળશક્તિ અભિયાનનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો (Long Questions):

1. વિવિધ ક્ષેત્રોમાં પાણીની જરૂરિયાતનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને ઉદાહરણો આપો.
2. જળ સંરક્ષણના મહત્વ પર ચર્ચા કરો અને કૃષિક્ષેત્રે પાણી બચાવવા માટેના વિવિધ ઉપાયો સૂચવો.
3. જળની માંગના આકલન એટલે શું? જળની માંગના આકલન માટેની વિવિધ પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો.
4. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે પાણીના ઉપયોગ અને તેના પ્રદૂષણની સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરો. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રે પાણી બચાવવા અને પ્રદૂષણ ઘટાડવા માટેના ઉપાયો સૂચવો.
5. આબોહવા પરિવર્તન જળ સંસાધનોને કેવી રીતે અસર કરે છે? ભવિષ્યમાં જળ સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરવા માટે આપણે શું પગલાં લઈ શકીએ?

*** **

જળ ગુણવત્તા માપદંડો (Water Quality Standards)

3

- 3.1 પ્રસ્તાવના
- 3.2 પીવાલાયક જળના માપદંડ (WHO, BIS)
- 3.3 જળની ભૌતિક ગુણવત્તા
- 3.4 જળની રાસાયણિક ગુણવત્તા
- 3.5 જળની જૈવિક ગુણવત્તા
- 3.6 જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ
- 3.7 સારાંશ
- 3.8 સ્વાધ્યાય

3.1 પ્રસ્તાવના:

જળ એ જીવનનો આધાર છે. પૃથ્વી પરના તમામ જીવોના અસ્તિત્વ માટે તે આવશ્યક ઘટક છે. માનવ શરીરનો લગભગ 60% ભાગ પાણીથી બનેલો છે, અને આપણા શરીરમાં થતી વિવિધ જૈવિક પ્રક્રિયાઓ માટે પાણી જરૂરી છે. સ્વસ્થ રહેવા માટે અને રોજિંદા જીવનની પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટે આપણને શુદ્ધ અને સલામત પાણીની જરૂર છે.

યુનિટમાં, આપણે જળ ગુણવત્તાના માપદંડોનો અભ્યાસ કરીશું. આ યુનિટમાં આપણે નીચેના મુદ્દાઓનો અભ્યાસ કરીશું:

1. **પીવાલાયક જળના માપદંડ (WHO, BIS):** વિશ્વ આરોગ્ય સંસ્થા (WHO) અને ભારતીય માનક બ્યૂરો (BIS) એ પીવાલાયક પાણી માટે ગુણવત્તાના માપદંડ નિર્ધારિત કર્યા છે. આ માપદંડો પાણીમાં રહેલા વિવિધ દૂષકોની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા નક્કી કરે છે, જે સુનિશ્ચિત કરે છે કે પાણી પીવા માટે સલામત છે.
2. **જળની ભૌતિક ગુણવત્તા:** પાણીના ભૌતિક ગુણો જેવા કે રંગ, ગંધ, સ્વાદ અને ધૂંધળાપણું પણ તેની ગુણવત્તા સૂચવે છે. પીવાલાયક પાણી રંગહીન, ગંધહીન અને સ્વાદહીન હોવું જોઈએ, અને તેમાં કોઈ દેખીતી ધૂંધળાપણું ન હોવું જોઈએ.
3. **જળની રાસાયણિક ગુણવત્તા:** પાણીના રાસાયણિક ગુણો, જેમ કે pH, કઠિનતા, ક્લોરાઈડ અને ફ્લોરાઈડનું પ્રમાણ પણ મહત્વપૂર્ણ છે. આ ઘટકોની ઉચ્ચ માત્રા પાણીને પીવા માટે અસુરક્ષિત બનાવી શકે છે અને સ્વાસ્થ્ય પર પ્રતિકૂળ અસર કરી શકે છે.
4. **જળની જૈવિક ગુણવત્તા:** પાણીમાં બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રજીવ જેવા સૂક્ષ્મજીવો પણ હોઈ શકે છે, જે પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે. પીવાના પાણીમાં આ સૂક્ષ્મજીવોની હાજરી ન હોવી જોઈએ.
5. **જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ:** પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે વિવિધ પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે. આ પદ્ધતિઓ પાણીમાં રહેલા દૂષકોની માત્રા માપવામાં મદદ કરે છે અને પાણી પીવા માટે યોગ્ય છે કે નહીં તે નક્કી કરે છે.

આ યુનિટનો અભ્યાસ આપણને પાણીની ગુણવત્તાના મહત્વ વિશે અને પીવાલાયક પાણીના માપદંડો વિશે શીખવશે. આપણે પાણીના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણો વિશે પણ જાણીશું, જે આપણને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં મદદ કરશે. અંતમાં, આપણે પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પદ્ધતિઓ વિશે પણ શીખીશું.

આમ, આપણને પાણીની ગુણવત્તાના મહત્વના પાસાઓ વિશે શીખવશે, જે આપણા સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે આવશ્યક છે. સ્વસ્થ રહેવા માટે અને પાણીજન્ય રોગોથી બચવા માટે શુદ્ધ અને સલામત પાણીનું સેવન કરવું મહત્વપૂર્ણ છે. આ યુનિટ આપણને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં અને આપણા પરિવાર અને સમુદાય માટે સુરક્ષિત પાણી સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે.

3.2 પીવાલાયક જળના માપદંડ (WHO, BIS) :

પાણી જીવનનો આધાર છે અને સ્વસ્થ રહેવા માટે શુદ્ધ અને સલામત પાણી પીવું ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. વિશ્વ આરોગ્ય સંસ્થા (WHO) અને ભારતીય માનક બ્યૂરો (BIS) એ પીવાલાયક પાણી માટે ગુણવત્તાના માપદંડો નિર્ધારિત કર્યા છે, જે સુનિશ્ચિત કરે છે કે પાણી પીવા માટે સલામત છે અને સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક નથી. આ માપદંડો પાણીમાં રહેલા વિવિધ દૂષકોની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા નક્કી કરે છે.

WHO અને BIS દ્વારા નિર્ધારિત કેટલાક મુખ્ય માપદંડો નીચે મુજબ છે:

1. ભૌતિક માપદંડો:

- **રંગ:** પીવાલાયક પાણી રંગહીન હોવું જોઈએ. WHO મુજબ, પાણીનો રંગ 15 TCU (ટુ કલર યુનિટ) થી ઓછો હોવો જોઈએ, જ્યારે BIS 5 TCU ની ભલામણ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો પાણીમાં પીળો રંગ દેખાય, તો તે તેમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોની ઉચ્ચ માત્રા સૂચવે છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે.
- **ગંધ:** પાણી ગંધહીન હોવું જોઈએ. કોઈપણ પ્રકારની અપ્રિય ગંધ પાણીમાં અશુદ્ધિઓની હાજરી સૂચવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો પાણીમાં સડેલા ઈંડા જેવી ગંધ આવે, તો તે સ્ક્રૂર સંયોજનોની હાજરી સૂચવે છે.
- **સ્વાદ:** પાણી સ્વાદહીન હોવું જોઈએ. કોઈપણ પ્રકારનો ખરાબ સ્વાદ પાણીમાં ખનિજો, ધાતુઓ અથવા અન્ય દૂષકોની ઉચ્ચ માત્રા સૂચવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો પાણીમાં ખારો સ્વાદ આવે, તો તે સોડિયમ ક્લોરાઇડની ઉચ્ચ માત્રા સૂચવે છે.
- **ધૂંધળાપણું:** પાણીમાં કોઈ દેખીતી ધૂંધળાપણું ન હોવું જોઈએ. WHO મુજબ, પાણીનું ધૂંધળાપણું 5 NTU (નેફેલોમેટ્રિક ટર્બિડિટી યુનિટ) થી ઓછું હોવું જોઈએ, જ્યારે BIS 1 NTU ની ભલામણ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો પાણીમાં માટીના કણો દેખાય, તો તે ઉચ્ચ ધૂંધળાપણું સૂચવે છે.

2. રાસાયણિક માપદંડો:

- **pH:** પાણીનું pH મૂલ્ય 6.5 થી 8.5 ની વચ્ચે હોવું જોઈએ. ઉદાહરણ તરીકે, જો પાણીનું pH 6.5 થી ઓછું હોય, તો તે એસિડિક હશે અને પાઈપોને ખરાબ કરી શકે છે, જેના પરિણામે ધાતુઓ પાણીમાં ભળી શકે છે.
- **કઠિનતા:** પાણીમાં કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ જેવા ખનિજોની હાજરીને કારણે પાણીની કઠિનતા ઉભી થાય છે. WHO મુજબ, પાણીની કઠિનતા 500 mg/L (કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ તરીકે) થી ઓછી હોવી જોઈએ, જ્યારે BIS 300 mg/L ની ભલામણ કરે છે. ઉચ્ચ કઠિનતા ધરાવતું પાણી પીવા માટે યોગ્ય હોય છે, પરંતુ તે સાબુનો ઓછો ફીણ બનાવે છે અને પાઈપોમાં સ્કેલ જમા કરી શકે છે.
- **ક્લોરાઇડ:** પાણીમાં ક્લોરાઇડની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા 250 mg/L (WHO અને BIS બંને મુજબ) છે. ઉચ્ચ ક્લોરાઇડ ધરાવતું પાણી ખારું સ્વાદ ધરાવે છે અને પાઈપોને ખરાબ કરી શકે છે.
- **ફ્લોરાઇડ:** પાણીમાં ફ્લોરાઇડની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા 1.5 mg/L (WHO) અને 1 mg/L (BIS) છે. ફ્લોરાઇડ દાંતના સ્વાસ્થ્ય માટે સારું છે, પરંતુ તેની ઉચ્ચ માત્રા દાંતના ફ્લોરોસિસનું કારણ બની શકે છે.

- **નાઈટ્રેટ:** પાણીમાં નાઈટ્રેટની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા 50 mg/L (WHO) અને 45 mg/L (BIS) છે. ઉચ્ચ નાઈટ્રેટ ધરાવતું પાણી બાળકો માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે અને મેથેમોગ્લોબિનેમિયા નામની બીમારીનું કારણ બની શકે છે.
- **આર્સેનિક:** પાણીમાં આર્સેનિકની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા 0.01 mg/L (WHO અને BIS બંને મુજબ) છે. આર્સેનિક એક ઝેરી તત્વ છે અને લાંબા સમય સુધી તેના સંપર્કમાં રહેવાથી કેન્સર અને અન્ય ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ થઈ શકે છે.
- **લીડ:** પાણીમાં લીડની મહત્તમ મંજૂરીપાત્ર મર્યાદા 0.01 mg/L (WHO અને BIS બંને મુજબ) છે. લીડ પણ એક ઝેરી ધાતુ છે અને બાળકોના વિકાસ પર પ્રતિકૂળ અસર કરી શકે છે.

3. જૈવિક માપદંડો:

- **કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા:** પીવાના પાણીમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા ન હોવા જોઈએ. કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા માનવ અને પ્રાણીઓના મળમાં જોવા મળે છે અને તે પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, E.coli એ કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાનો એક પ્રકાર છે જે ઝાડા, ઉલ્ટી અને પેટમાં દુખાવો જેવા લક્ષણોનું કારણ બની શકે છે.
- **ફેકલ સ્ટ્રેપ્ટોકોકી:** પીવાના પાણીમાં ફેકલ સ્ટ્રેપ્ટોકોકી પણ ન હોવા જોઈએ. આ બેક્ટેરિયા પણ માનવ અને પ્રાણીઓના મળમાં જોવા મળે છે અને તે પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે.

ઉદાહરણો દ્વારા સમજૂતી:

- **ઉદાહરણ 1:** જો કોઈ ગ્રામીણ વિસ્તારમાં કૂવાના પાણીનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે અને તેમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની હાજરી જોવા મળે, તો તેનો અર્થ એ છે કે પાણી મળથી દૂષિત થયેલું છે અને પીવા માટે અસુરક્ષિત છે. ગ્રામીણ લોકોને સલાહ આપવામાં આવશે કે તેઓ પાણી ઉકાળીને પીવે અથવા અન્ય કોઈ સુરક્ષિત સ્ત્રોતોનો ઉપયોગ કરે.
- **ઉદાહરણ 2:** જો કોઈ શહેરી વિસ્તારમાં નગરપાલિકા દ્વારા પૂરા પાડવામાં આવતા પાણીનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે અને તેમાં લીડની માત્રા 0.01 mg/L થી વધુ જોવા મળે, તો તેનો અર્થ એ છે કે પાણી પીવા માટે અસુરક્ષિત છે અને નગરપાલિકાએ પાણીમાં લીડનું પ્રમાણ ઘટાડવા માટે તાત્કાલિક પગલાં લેવાની જરૂર છે.
- **ઉદાહરણ 3:** જો કોઈ બોટલ્સ પાણીના ઉત્પાદક દ્વારા ઉત્પાદિત પાણીનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે અને તેમાં pH, કઠિનતા, ક્લોરાઈડ, ફ્લોરાઈડ, નાઈટ્રેટ, આર્સેનિક અને લીડનું પ્રમાણ WHO અને BIS દ્વારા નિર્ધારિત મર્યાદાની અંદર હોય અને તેમાં કોઈ કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા ન હોય, તો તે પાણી પીવા માટે સુરક્ષિત માનવામાં આવશે.

નિષ્કર્ષ:

WHO અને BIS દ્વારા નિર્ધારિત પીવાલાયક પાણીના માપદંડોનું પાલન કરવું ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. આ માપદંડો સુનિશ્ચિત કરે છે કે આપણે જે પાણી પીએ છીએ તે શુદ્ધ, સલામત અને સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક નથી. પાણીના નિયમિત પરીક્ષણ અને ગુણવત્તા નિયંત્રણ દ્વારા આપણે પાણીજન્ય રોગોથી બચી શકીએ છીએ અને સ્વસ્થ રહી શકીએ છીએ. પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓનું યોગ્ય સંચાલન, જળપ્રદૂષણ પર નિયંત્રણ

અને જળ શુદ્ધિકરણની યોગ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ એ સુનિશ્ચિત કરવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે કે દરેકને પીવા માટે શુદ્ધ અને સલામત પાણી મળી રહે.

3.3 જળની ભૌતિક ગુણવત્તા (રંગ, ગંધ, સ્વાદ, મેલાપણું) :

પાણીની ભૌતિક ગુણવત્તા એ પાણીના એવા ગુણો છે જે આપણે આપણી ઇન્દ્રિયો દ્વારા અનુભવી શકીએ છીએ, જેમ કે રંગ, ગંધ, સ્વાદ અને મેલાપણું (અથવા ધૂંધળાપણું). આ ગુણો પાણીની ગુણવત્તા અને ઉપયોગિતા વિશે મહત્વપૂર્ણ માહિતી આપે છે. ચાલો, દરેક ગુણ પર વિગતવાર ચર્ચા કરીએ:

1. રંગ:

પાણી સામાન્ય રીતે રંગહીન હોવું જોઈએ. જો કે, પાણીમાં રહેલા વિવિધ પદાર્થો તેને રંગીન બનાવી શકે છે. પાણીનો રંગ તેમાં રહેલા દ્રાવ્ય પદાર્થોના પ્રકાર અને માત્રા પર આધાર રાખે છે.

• ઉદાહરણો:

- **પીળો રંગ:** પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થો, જેમ કે સડતા પાંદડા અને છોડ, પાણીને પીળો રંગ આપી શકે છે. ટેનીન અને લિગ્નીન જેવા ધુમિક પદાર્થો પણ પીળાશ પડતા ભૂરા રંગ માટે જવાબદાર હોઈ શકે છે.
- **લાલ કે ભૂરો રંગ:** પાણીમાં રહેલા આયર્ન અને મેંગેનીઝ જેવા ખનિજો પાણીને લાલ કે ભૂરો રંગ આપી શકે છે. આયર્ન ઓક્સાઇડ (કાટ) પાણીને લાલ રંગ આપે છે, જ્યારે મેંગેનીઝ ઓક્સાઇડ ભૂરો કે કાળો રંગ આપે છે.
- **લીલો રંગ:** પાણીમાં રહેલી લીલ (આલ્ગી) પાણીને લીલો રંગ આપી શકે છે. લીલનો અતિશય વિકાસ પાણીની ગુણવત્તામાં ઘટાડો સૂચવે છે.
- **દૂધિયો રંગ:** પાણીમાં રહેલા સૂક્ષ્મ હવાના પરપોટા અથવા અત્યંત બારીક માટીના કણો પાણીને દૂધિયો રંગ આપી શકે છે.
- **માપન:** પાણીના રંગનું માપન "ટુ કલર યુનિટ" (TCU) માં કરવામાં આવે છે. પીવાલાયક પાણી માટે, WHO 15 TCU થી ઓછા રંગની ભલામણ કરે છે, જ્યારે BIS 5 TCU ની ભલામણ કરે છે. રંગનું માપન કરવા માટે સ્પેક્ટ્રોફોટોમીટર જેવા ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

2. ગંધ:

શુદ્ધ પાણી ગંધહીન હોવું જોઈએ. પાણીમાં કોઈપણ પ્રકારની ગંધ તેમાં રહેલા અશુદ્ધિઓની હાજરી સૂચવે છે. ગંધના સ્ત્રોત અનેક હોઈ શકે છે.

• ઉદાહરણો:

- **સડેલા ઈંડા જેવી ગંધ:** પાણીમાં રહેલા હાઈડ્રોજન સલ્ફાઇડ (H₂S) વાયુને કારણે આ ગંધ આવે છે. આ વાયુ ભૂગર્ભજળમાં કુદરતી રીતે મળી શકે છે અથવા ગટરના પાણીના પ્રદૂષણને કારણે પણ પાણીમાં ભળી શકે છે.
- **માછલી જેવી ગંધ:** પાણીમાં રહેલા અમુક પ્રકારના બેક્ટેરિયા અથવા લીલને કારણે આ ગંધ આવી શકે છે.
- **ક્લોરિન જેવી ગંધ:** પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ક્લોરિનને કારણે આ ગંધ આવે છે. જો ક્લોરિનની માત્રા વધારે હોય, તો ગંધ તીવ્ર બની શકે છે.

- **રાસાયણિક ગંધ:** ઔદ્યોગિક કચરાના પ્રદૂષણને કારણે પાણીમાં વિવિધ પ્રકારની રાસાયણિક ગંધ આવી શકે છે.
- **માપન:** ગંધનું કોઈ ચોક્કસ એકમમાં માપન કરવું મુશ્કેલ છે. ગંધની તીવ્રતાનો અંદાજ "થ્રેશોલ્ડ ઓડર નંબર" (TON) દ્વારા લગાવી શકાય છે. TON એ પાણીના નમૂનાને કેટલા પ્રમાણમાં ગંધહીન પાણીથી પાતવું કરવું પડે છે જેથી ગંધ અનુભવી ન શકાય તેનો સૂચક છે. પીવાલાયક પાણી માટે, ગંધ ન્યૂનતમ હોવી જોઈએ.

3. સ્વાદ:

શુદ્ધ પાણી સ્વાદહીન હોવું જોઈએ. કોઈપણ પ્રકારનો અસામાન્ય સ્વાદ પાણીમાં રહેલા ખનિજો, ધાતુઓ, કાર્બનિક પદાર્થો અથવા અન્ય દૂષકોની હાજરી સૂચવે છે.

● ઉદાહરણો:

- **ખારો સ્વાદ:** પાણીમાં સોડિયમ ક્લોરાઇડ (મીઠું) ની ઉચ્ચ માત્રાને કારણે ખારો સ્વાદ આવી શકે છે. આ દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં ભૂગર્ભજળમાં સામાન્ય સમસ્યા છે.
- **કડવો સ્વાદ:** પાણીમાં મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ જેવા ખનિજોની ઉચ્ચ માત્રાને કારણે કડવો સ્વાદ આવી શકે છે.
- **ધાતુ જેવો સ્વાદ:** પાણીમાં આયર્ન, કોપર અથવા ઝિંક જેવા ધાતુઓની હાજરીને કારણે ધાતુ જેવો સ્વાદ આવી શકે છે. આ પાઈપોના ખવાણને કારણે હોઈ શકે છે.
- **મીઠો સ્વાદ:** પાણીમાં અમુક પ્રકારના કાર્બનિક પદાર્થોની હાજરીને કારણે મીઠો સ્વાદ આવી શકે છે.
- **માપન:** સ્વાદનું કોઈ ચોક્કસ એકમમાં માપન કરવું મુશ્કેલ છે. સ્વાદની તીવ્રતાનો અંદાજ "ફ્લેવર પ્રોફાઇલ એનાલિસિસ" (FPA) દ્વારા લગાવી શકાય છે. FPA માં, પ્રશિક્ષિત પેનલિસ્ટ પાણીના નમૂનાનો સ્વાદ ચાખે છે અને વિવિધ સ્વાદ ગુણોનું મૂલ્યાંકન કરે છે. પીવાલાયક પાણી માટે, સ્વાદ ન્યૂનતમ હોવો જોઈએ.

4. મેલાપણું (ધૂંધળાપણું):

પાણીમાં રહેલા અદ્રાવ્ય કણો, જેમ કે માટી, કાદવ, સૂક્ષ્મજીવો અને અન્ય કાર્બનિક અને અકાર્બનિક પદાર્થો, પાણીને મેલું બનાવે છે, જેને મેલાપણું અથવા ધૂંધળાપણું કહેવામાં આવે છે. આ કણો પ્રકાશને વિખેરી નાખે છે, જેના કારણે પાણી અપારદર્શક દેખાય છે.

● ઉદાહરણો:

- **વરસાદ પછી નદીનું પાણી:** વરસાદને કારણે જમીનનું ધોવાણ થાય છે અને માટી અને કાદવના કણો નદીના પાણીમાં ભળી જાય છે, જેના કારણે પાણી મેલું દેખાય છે.
- **બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓ:** બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓને કારણે પણ આસપાસના જળાશયોમાં માટી અને ધૂળના કણો ભળી શકે છે, જેના કારણે પાણીનું મેલાપણું વધી શકે છે.
- **લીલનો વિકાસ:** પાણીમાં લીલનો અતિશય વિકાસ પણ પાણીને મેલું બનાવી શકે છે.
- **માપન:** પાણીના મેલાપણાનું માપન "નેફેલોમેટ્રિક ટર્બિડિટી યુનિટ" (NTU) માં કરવામાં આવે છે. નેફેલોમીટર નામના ઉપકરણનો ઉપયોગ કરીને પાણીના નમૂનામાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વિખેરાઈ જવાની માત્રાને માપવામાં આવે છે. WHO પીવાલાયક પાણી માટે 5 NTU થી ઓછા મેલાપણાની ભલામણ કરે છે, જ્યારે BIS 1 NTU ની ભલામણ કરે છે.

ભૌતિક ગુણવત્તાનું મહત્વ:

પાણીની ભૌતિક ગુણવત્તા પાણીની ઉપયોગિતા અને સલામતી સૂચવે છે. રંગીન, ગંધયુક્ત, અસામાન્ય સ્વાદવાળું અથવા મેલું પાણી પીવા માટે અયોગ્ય અને અસ્વીકાર્ય હોય છે. આ ઉપરાંત, ઉચ્ચ મેલાપણું ધરાવતું પાણી પાણીજન્ય રોગો ફેલાવતા સૂક્ષ્મજીવો માટે આશ્રયસ્થાન બની શકે છે. પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં, મેલાપણું ઘટાડવા માટે ગાળણ અને નિતારણ જેવી પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણીના ભૌતિક ગુણો, જેમ કે રંગ, ગંધ, સ્વાદ અને મેલાપણું, પાણીની ગુણવત્તાના મહત્વપૂર્ણ સૂચકાંકો છે. આ ગુણોનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું અને કોઈપણ અસામાન્ય ફેરફારોની તપાસ કરવી જરૂરી છે. શુદ્ધ અને સલામત પાણી સુનિશ્ચિત કરવા માટે પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓનું યોગ્ય સંચાલન, જળપ્રદૂષણ પર નિયંત્રણ અને જળ શુદ્ધિકરણની યોગ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવો આવશ્યક છે.

3.4 જળની રાસાયણિક ગુણવત્તા (pH, કઠિનતા, ક્લોરાઈડ, ફ્લોરાઈડ):

જળની રાસાયણિક ગુણવત્તા એ પાણીમાં રહેલા વિવિધ રાસાયણિક ઘટકો અને તેમના ગુણધર્મોનો ઉલ્લેખ કરે છે. આ ગુણધર્મો પાણીની ઉપયોગિતા અને સલામતીને નોંધપાત્ર રીતે અસર કરે છે. ચાલો, pH, કઠિનતા, ક્લોરાઈડ અને ફ્લોરાઈડ જેવા રાસાયણિક ગુણો પર વિગતવાર ચર્ચા કરીએ.

1. pH:

પાણીનું pH મૂલ્ય પાણી કેટલું એસિડિક કે બેઝિક (આલ્કલાઇન) છે તેનું માપ છે. pH સ્કેલ 0 થી 14 સુધીનો હોય છે, જેમાં 7 તટસ્થ હોય છે. 7 થી નીચેનું pH મૂલ્ય એસિડિક ગુણધર્મ સૂચવે છે, જ્યારે 7 થી ઉપરનું pH મૂલ્ય બેઝિક ગુણધર્મ સૂચવે છે.

- **મહત્વ:** પાણીનું pH મૂલ્ય પાણીમાં રહેલા ધાતુના આયનોની દ્રાવ્યતાને અસર કરે છે. એસિડિક પાણી ધાતુઓને ઓગાળી શકે છે, જેના કારણે તે પાણીમાં ભળી શકે છે અને પાણીને ઝેરી બનાવી શકે છે. pH મૂલ્ય જળચર જીવો માટે પણ મહત્વનું બની રહે છે, કારણ કે ઘણા જીવો ચોક્કસ pH શ્રેણીમાં જ જીવી શકે છે.
- **ઉદાહરણો:**
 - **એસિડ વરસાદ:** વાતાવરણમાં પ્રદૂષકોને કારણે થતા એસિડ વરસાદનું pH મૂલ્ય 5.6 થી ઓછું હોય છે. આ પાણી જળાશયોને એસિડિક બનાવે છે અને જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડે છે.
 - **બોરવેલનું પાણી:** કેટલાક વિસ્તારોમાં, બોરવેલના પાણીમાં ચૂનાના પથ્થર જેવા ખનિજો ઓગળવાને કારણે pH મૂલ્ય ઊંચું (બેઝિક) હોઈ શકે છે.
- **માપન:** પાણીનું pH મૂલ્ય માપવા માટે pH મીટર અથવા pH પેપરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. WHO અને BIS પીવાલાયક પાણી માટે 6.5 થી 8.5ની pH શ્રેણીની ભલામણ કરે છે.

2. કઠિનતા:

પાણીની કઠિનતા એ પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ (Ca²⁺) અને મેગ્નેશિયમ (Mg²⁺) જેવા દ્વિસંયોજક ધાતુ આયનોની સાંદ્રતાનું માપ છે. આ ખનિજો પાણીમાં ઓગળેલા ખડકોમાંથી આવે છે.

- **મહત્વ:** કઠિનતા ધરાવતું પાણી સાબુ સાથે ઓછો ફીણ બનાવે છે અને કપડાં ધોવામાં મુશ્કેલી ઊભી કરે છે. વધુમાં, કઠિન પાણી પાઈપો અને ઉપકરણોમાં સ્કેલ (ખનિજ જમાવટ) જમા કરી શકે

છે, જેના કારણે કાર્યક્ષમતા ઘટે છે અને નુકસાન થઈ શકે છે. જો કે, પીવાના પાણીમાં થોડી માત્રામાં કઠિનતા સ્વાસ્થ્ય માટે ફાયદાકારક હોઈ શકે છે, કારણ કે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આવશ્યક ખનિજો છે.

- **ઉદાહરણો:**

- **ચૂનાના પથ્થરવાળા વિસ્તારો:** જે વિસ્તારોમાં ચૂનાના પથ્થર જેવા ખનિજોનું પ્રમાણ વધારે હોય છે, ત્યાંના ભૂગર્ભજળમાં કઠિનતાનું પ્રમાણ વધારે હોય છે.
- **દરિયાકાંઠાના વિસ્તારો:** દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં દરિયાના પાણીના ભૂગર્ભજળમાં ભળવાને કારણે પણ કઠિનતા વધી શકે છે.

- **માપન:** પાણીની કઠિનતાનું માપન mg/L (મિલિગ્રામ પ્રતિ લિટર) માં કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ (CaCO₃) તરીકે કરવામાં આવે છે. WHO 500 mg/L થી ઓછી કઠિનતાની ભલામણ કરે છે, જ્યારે BIS 300 mg/L ની ભલામણ કરે છે. કઠિનતા માપવા માટે ટાઇટ્રેશન જેવી રાસાયણિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

3. ક્લોરાઇડ:

ક્લોરાઇડ (Cl⁻) એ પાણીમાં રહેલું એક સામાન્ય ઋણ આયન (એનાયન) છે. તે કુદરતી રીતે ખનિજોના વિયોજનથી અને માનવપ્રવૃત્તિઓ, જેમ કે ગટરનું પાણી, ઔદ્યોગિક કચરો અને કૃષિમાં વપરાતા ખાતરો, દ્વારા પાણીમાં પ્રવેશે છે.

- **મહત્વ:** ઓછી માત્રામાં ક્લોરાઇડ સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક નથી, પરંતુ ઉચ્ચ ક્લોરાઇડ ધરાવતું પાણી ખારું સ્વાદ ધરાવે છે અને પાઈપોને કાટ લગાડી શકે છે. વધુમાં, ઉચ્ચ ક્લોરાઇડ ધરાવતું પાણી છોડના વિકાસને પણ નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.

- **ઉદાહરણો:**

- **દરિયાકાંઠાના વિસ્તારો:** દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં દરિયાના પાણીના ભૂગર્ભજળમાં ભળવાને કારણે ક્લોરાઇડનું પ્રમાણ વધારે હોઈ શકે છે.
- **ખાતરનો ઉપયોગ:** કૃષિમાં વધુ પડતા ખાતરનો ઉપયોગ ભૂગર્ભજળમાં ક્લોરાઇડનું પ્રમાણ વધારી શકે છે.

- **માપન:** પાણીમાં ક્લોરાઇડનું પ્રમાણ mg/L માં માપવામાં આવે છે. WHO અને BIS પીવાલાયક પાણી માટે 250 mg/L ની મહત્તમ મર્યાદાની ભલામણ કરે છે. ક્લોરાઇડનું પ્રમાણ માપવા માટે ટાઇટ્રેશન અથવા આયન ક્રોમેટોગ્રાફી જેવી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

4. ફ્લોરાઇડ:

ફ્લોરાઇડ (F⁻) એ કુદરતી રીતે ખડકો અને જમીનમાં મળી આવતું એક ખનિજ છે. તે પાણીમાં ઓગળીને ફ્લોરાઇડ આયન બનાવે છે.

- **મહત્વ:** દાંતના સ્વાસ્થ્ય માટે ફ્લોરાઇડ મહત્વપૂર્ણ છે. તે દાંતના સડાને રોકવામાં મદદ કરે છે. જો કે, પાણીમાં ફ્લોરાઇડની વધુ પડતી માત્રા દાંતના ફ્લોરોસિસ (દાંત પર ડાઘા પડવા) અને હાડકાના ફ્લોરોસિસ (હાડકાં નબળા પડવા) જેવી સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનું કારણ બની શકે છે.

- **ઉદાહરણો:**

- **ભૂગર્ભજળ:** કેટલાક વિસ્તારોમાં, ભૂગર્ભજળમાં કુદરતી રીતે ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ વધારે હોઈ શકે છે.

- **ફ્લોરિડેટ્સ પાણી:** દાંતના સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટે ઘણી નગરપાલિકાઓ પીવાના પાણીમાં ફ્લોરાઈડ ઉમેરે છે.
- **માપન:** પાણીમાં ફ્લોરાઈડનું પ્રમાણ mg/L માં માપવામાં આવે છે. WHO પીવાલાયક પાણી માટે 1.5 mg/L ની મહત્તમ મર્યાદાની ભલામણ કરે છે, જ્યારે BIS 1 mg/L ની ભલામણ કરે છે. ફ્લોરાઈડનું પ્રમાણ માપવા માટે આયન-સિલેક્ટિવ ઇલેક્ટ્રોડ અથવા કલરમેટ્રિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

રાસાયણિક ગુણવત્તાનું મહત્વ:

પાણીની રાસાયણિક ગુણવત્તા પીવાના પાણીની યોગ્યતા, કૃષિ અને ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે પાણીની ઉપયોગિતા અને જળચર જીવોના સ્વાસ્થ્યને સીધી રીતે અસર કરે છે. પાણીમાં રહેલા વિવિધ રાસાયણિક ઘટકોનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું અને કોઈપણ અસામાન્ય ફેરફારોની તપાસ કરવી જરૂરી છે.

નિષ્કર્ષ:

pH, કઠિનતા, ક્લોરાઈડ અને ફ્લોરાઈડ એ પાણીની રાસાયણિક ગુણવત્તાના મહત્વપૂર્ણ સૂચકાંકો છે. આ ગુણધર્મોનું યોગ્ય સ્તરે જાળવણી કરવું એ સુનિશ્ચિત કરવા માટે મહત્વનું છે કે પાણી વિવિધ ઉપયોગો માટે યોગ્ય અને સલામત રહે. જળપ્રદૂષણ પર નિયંત્રણ, પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓનું યોગ્ય સંચાલન અને જળ શુદ્ધિકરણની યોગ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ એ સુનિશ્ચિત કરવા માટે આવશ્યક છે કે દરેકને શુદ્ધ અને સલામત પાણી મળી રહે.

3.5 જળની જૈવિક ગુણવત્તા (બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પ્રજીવ):

જળની જૈવિક ગુણવત્તા એ પાણીમાં રહેલા સૂક્ષ્મ જીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રજીવ (પ્રોટોઝોઆ) ની હાજરી અને તેમની સંખ્યાનો ઉલ્લેખ કરે છે. આ સૂક્ષ્મજીવો પાણીજન્ય રોગો ફેલાવી શકે છે અને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે જોખમ ઊભું કરી શકે છે. ચાલો, દરેક પ્રકારનાં સૂક્ષ્મ જીવો અને તેમના દ્વારા ફેલાતા રોગો પર વિગતવાર ચર્ચા કરીએ.

1. બેક્ટેરિયા:

બેક્ટેરિયા એકકોષીય સૂક્ષ્મજીવો છે જે સર્વવ્યાપી છે. પાણીમાં ઘણા પ્રકારના બેક્ટેરિયા હોઈ શકે છે, જેમાંથી કેટલાક હાનિકારક હોય છે અને રોગોનું કારણ બની શકે છે.

● ઉદાહરણો:

- **ઇ. કોલી (E. coli):** ઇ. કોલી બેક્ટેરિયાનો એક સમૂહ છે જે સામાન્ય રીતે મનુષ્ય અને પ્રાણીઓના આંતરડામાં જોવા મળે છે. ઇ. કોલીના મોટાભાગના પ્રકારો હાનિકારક નથી, પરંતુ કેટલાક પ્રકારો, જેમ કે E. coli O157:H7, ગંભીર ઝાડા, પેટમાં દુખાવો અને ઉલ્ટીનું કારણ બની શકે છે. આ બેક્ટેરિયા દૂષિત પાણી અથવા ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે.
- **સાલ્મોનેલ્લા (Salmonella):** સાલ્મોનેલ્લા બેક્ટેરિયા પણ મનુષ્ય અને પ્રાણીઓના આંતરડામાં જોવા મળે છે. સાલ્મોનેલ્લા ટાયફી (Salmonella Typhi) ટાઈફોઈડ તાવનું કારણ બને છે, જે એક ગંભીર બીમારી છે. અન્ય સાલ્મોનેલ્લા પ્રકારો ઝાડા, તાવ અને પેટમાં

દુખાવોનું કારણ બની શકે છે. આ બેક્ટેરિયા દૂષિત પાણી, ખોરાક અથવા ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના સંપર્ક દ્વારા ફેલાય છે.

- **વિબ્રિઓ કોલેરી (Vibrio cholerae):** વિબ્રિઓ કોલેરી કોલેરાનું કારણ બને છે, જે એક ગંભીર ઝાડાનો રોગ છે. આ બેક્ટેરિયા દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે. કોલેરા ઝડપથી નિર્જલીકરણ (ડિહાઇડ્રેશન) અને મૃત્યુનું કારણ પણ બની શકે છે.
- **શિગેલા (Shigella):** શિગેલા બેક્ટેરિયા શિગેલોસિસ નામનો રોગ પેદા કરે છે, જેના લક્ષણોમાં ઝાડા, તાવ અને પેટમાં દુખાવો સામેલ છે. આ બેક્ટેરિયા દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે.
- **રોગો:** બેક્ટેરિયા દ્વારા ફેલાતા પાણીજન્ય રોગોમાં ટાઇફોઇડ, કોલેરા, ઝાડા, મરડો, અને ગેસ્ટ્રોએન્ટેરાઇટિસ (આંતરડાનો સોજો) શામેલ છે.

2. વાયરસ:

વાયરસ એ અતિ સૂક્ષ્મ પરોપજીવીઓ છે જે જીવંત કોષોની અંદર જ પ્રજનન કરી શકે છે. પાણીમાં ઘણા પ્રકારના વાયરસ હોઈ શકે છે જે માનવસ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી હોય છે.

● ઉદાહરણો:

- **નોરોવાયરસ (Norovirus):** નોરોવાયરસ એ વાયરસનો એક સમૂહ છે જે ગેસ્ટ્રોએન્ટેરાઇટિસનું કારણ બને છે. આ વાયરસ ખૂબ જ ચેપી હોય છે અને દૂષિત પાણી, ખોરાક અથવા સપાટીઓના સંપર્ક દ્વારા ફેલાય છે. નોરોવાયરસના લક્ષણોમાં ઉબકા, ઉલ્ટી, ઝાડા અને પેટમાં દુખાવો શામેલ છે.
- **રોટાવાયરસ (Rotavirus):** રોટાવાયરસ એ વાયરસનો એક સમૂહ છે જે બાળકોમાં ગંભીર ઝાડાનું મુખ્ય કારણ છે. આ વાયરસ દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે.
- **હેપેટાઇટિસ A વાયરસ (Hepatitis A virus):** હેપેટાઇટિસ A વાયરસ ચક્રતનો ચેપ (લિવર ઇન્ફેક્શન) ફેલાવે છે. આ વાયરસ દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે. હેપેટાઇટિસ A ના લક્ષણોમાં તાવ, થાક, કમળો (ત્વચા અને આંખો પીળી થવી), અને ભૂખ ન લાગવી સામેલ છે.
- **પોલિયો વાયરસ (Poliovirus):** પોલિયો વાયરસ પોલિયોમેલિટિસ (પોલિયો) નામનો રોગ ફેલાવે છે, જે લકવો અને મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે. આ વાયરસ દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે.
- **રોગો:** વાયરસ દ્વારા ફેલાતા પાણીજન્ય રોગોમાં ગેસ્ટ્રોએન્ટેરાઇટિસ, હેપેટાઇટિસ A, પોલિયો અને મેનિન્જાઇટિસ (મગજનો ચેપ) સામેલ છે.

3. પ્રજીવ (પ્રોટોઝોઆ):

પ્રજીવ એ એકકોષીય સૂક્ષ્મજીવો છે જે પરોપજીવી તરીકે જીવી શકે છે. કેટલાક પ્રજીવ પાણીમાં રહે છે અને મનુષ્યમાં રોગો ફેલાવી શકે છે.

● ઉદાહરણો:

- **ગિઆર્ડિઆ લેમ્બલિઆ (Giardia lamblia):** ગિઆર્ડિઆ એક પ્રજીવ છે જે ગિઆર્ડિઆસિસ નામનો રોગ ફેલાવે છે. આ પરોપજીવી દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા

ફેલાય છે. ગિઆર્ડિઆસિસના લક્ષણોમાં ઝાડા, પેટમાં દુખાવો, ગેસ અને વજન ઘટવું સામેલ છે.

- **ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિયમ (Cryptosporidium):** ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિયમ એક પ્રજીવ છે જે ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિઓસિસ નામનો રોગ ફેલાવે છે. આ પરોપજીવી દૂષિત પાણી દ્વારા ફેલાય છે. ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિઓસિસના લક્ષણોમાં ઝાડા, પેટમાં દુખાવો, ઉબકા અને તાવ સામેલ છે.
- **એન્ટામોઇબા હિસ્ટોલિટિકા (Entamoeba histolytica):** એન્ટામોઇબા હિસ્ટોલિટિકા એક પ્રજીવ છે જે અમીબિઆસિસ (મરડો) નામનો રોગ ફેલાવે છે. આ પરોપજીવી દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે. અમીબિઆસિસના લક્ષણોમાં ઝાડા, પેટમાં દુખાવો અને ક્યારેક લોહીવાળા ઝાડા સામેલ છે.
- **રોગો:** પ્રજીવ દ્વારા ફેલાતા પાણીજન્ય રોગોમાં ગિઆર્ડિઆસિસ, ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિઓસિસ અને અમીબિઆસિસ સામેલ છે.

જૈવિક ગુણવત્તાનું મહત્વ:

પાણીની જૈવિક ગુણવત્તા માનવસ્વાસ્થ્ય માટે અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. દૂષિત પાણી પીવાથી બાળકો, વૃદ્ધો અને નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકોમાં ગંભીર પાણીજન્ય રોગો થઈ શકે છે.

પાણીનું શુદ્ધિકરણ:

પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે ઘણી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેમ કે:

- **ઉકાળવું:** પાણીને 1 મિનિટ માટે ઉકાળવાથી મોટાભાગના બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રજીવનો નાશ થાય છે.
- **ક્લોરિનેશન:** પાણીમાં ક્લોરિન ઉમેરવાથી બેક્ટેરિયા અને કેટલાક વાયરસનો નાશ થાય છે.
- **ગાળણ:** પાણીને ફિલ્ટર કરવાથી મોટાભાગના પ્રજીવ અને બેક્ટેરિયા દૂર થાય છે.
- **અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) શુદ્ધિકરણ:** UV પ્રકાશ બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રજીવના DNA ને નુકસાન પહોંચાડીને તેમનો નાશ કરે છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણીની જૈવિક ગુણવત્તાનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું અને પાણીજન્ય રોગોથી બચવા માટે યોગ્ય પાણી શુદ્ધિકરણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવો એ સુનિશ્ચિત કરવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે કે દરેકને શુદ્ધ અને સલામત પાણી મળી રહે. જળપ્રદૂષણ પર નિયંત્રણ, સ્વચ્છતા જાળવવી અને પાણીજન્ય રોગો વિશે જાગૃતિ ફેલાવવી એ પણ આ દિશામાં યોગ્ય પગલાં છે.

3.6 જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ:

પાણીની ગુણવત્તા સુનિશ્ચિત કરવા માટે, વિવિધ ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પરિમાણોને માપવા માટે જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ કરવું આવશ્યક છે. આ પરીક્ષણો પાણી કેટલું શુદ્ધ અને સુરક્ષિત છે તે નક્કી કરવામાં મદદ કરે છે. ચાલો, કેટલીક સામાન્ય જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ અને તેના ઉદાહરણો પર વિગતવાર ચર્ચા કરીએ.

1. ભૌતિક પરીક્ષણો:

ભૌતિક પરીક્ષણો પાણીના એવા ગુણોનું મૂલ્યાંકન કરે છે જે આપણે આપણી ઇન્દ્રિયો દ્વારા અનુભવી શકીએ છીએ.

• રંગનું પરીક્ષણ:

- **પદ્ધતિ:** પાણીના રંગનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે સ્પેક્ટ્રોફોટોમીટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ ઉપકરણ પાણીના નમૂનામાંથી પ્રકાશ પસાર કરે છે અને શોષાયેલા પ્રકાશની માત્રાને માપે છે. રંગનું માપન "ટુ કલર યુનિટ" (TCU) માં કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** જો નદીના પાણીનો રંગ ભૂરો દેખાય, તો તેનું TCU મૂલ્ય માપવા માટે સ્પેક્ટ્રોફોટોમીટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવશે. જો TCU મૂલ્ય 15 થી વધુ હોય, તો તે સૂચવે છે કે પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થોનું પ્રમાણ વધારે છે અને પાણી પીવા માટે યોગ્ય નથી.

• ગંધનું પરીક્ષણ:

- **પદ્ધતિ:** ગંધનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે કોઈ ચોક્કસ ઉપકરણ નથી. "ગ્રેશોલ્ડ ઓડર નંબર" (TON) દ્વારા ગંધની તીવ્રતાનો અંદાજ લગાવવામાં આવે છે. આ માટે, પાણીના નમૂનાને ગંધહીન પાણીથી ત્યાં સુધી પાતળો કરવામાં આવે છે જ્યાં સુધી ગંધ અનુભવી ન શકાય.
- **ઉદાહરણ:** જો બોરવેલના પાણીમાં સડેલા ઈંડા જેવી ગંધ આવતી હોય, તો તેનો TON નક્કી કરવા માટે પાણીને ક્રમશઃ પાતળું કરવામાં આવશે. ઉચ્ચ TON મૂલ્ય પાણીમાં હાઈડ્રોજન સલ્ફાઈડની હાજરી સૂચવે છે.

• સ્વાદનું પરીક્ષણ:

- **પદ્ધતિ:** સ્વાદનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે "ફ્લેવર પ્રોફાઇલ એનાલિસિસ" (FPA) નામની પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં, પ્રશિક્ષિત પેનલિસ્ટ પાણીના નમૂનાનો સ્વાદ ચાખે છે અને વિવિધ સ્વાદ ગુણોનું મૂલ્યાંકન કરે છે.
- **ઉદાહરણ:** જો નગરપાલિકા દ્વારા પૂરા પાડવામાં આવતા પાણીમાં ક્લોરિનનો તીવ્ર સ્વાદ આવતો હોય, તો FPA દ્વારા સ્વાદની તીવ્રતાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે અને ક્લોરિનનું પ્રમાણ ઘટાડવા માટે યોગ્ય પગલાં લેવામાં આવશે.

• મેલાપણું (ધૂંધળાપણું) નું પરીક્ષણ:

- **પદ્ધતિ:** પાણીના મેલાપણાનું માપન "નેફેલોમેટ્રિક ટર્બિડિટી યુનિટ" (NTU) માં નેફેલોમીટર નામના ઉપકરણ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આ ઉપકરણ પાણીના નમૂનામાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વિખેરાઈ જવાની માત્રાને માપે છે.
- **ઉદાહરણ:** જો તળાવના પાણીમાં લીલનો વિકાસ થયો હોય અને પાણી મેલું દેખાતું હોય, તો તેનું NTU મૂલ્ય માપવા માટે નેફેલોમીટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવશે. ઉચ્ચ NTU મૂલ્ય પાણીમાં સૂક્ષ્મ જીવોની હાજરી સૂચવે છે અને પાણીની ગુણવત્તામાં ઘટાડો દર્શાવે છે.

2. રાસાયણિક પરીક્ષણો:

રાસાયણિક પરીક્ષણો પાણીમાં રહેલા વિવિધ રાસાયણિક ઘટકોની સાંદ્રતાને માપે છે.

• pH પરીક્ષણ:

- **પદ્ધતિ:** પાણીનું pH મૂલ્ય માપવા માટે pH મીટર અથવા pH પેપરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. pH મીટર ઇલેક્ટ્રોડનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાં હાઇડ્રોજન આયનો (H+) ની સાંદ્રતાને માપે છે, જ્યારે pH પેપર રંગ પરિવર્તન દ્વારા pH મૂલ્ય સૂચવે છે.
- **ઉદાહરણ:** જો એસિડ વરસાદને કારણે તળાવના પાણીનું pH મૂલ્ય 5.0 માલુમ પડે, તો તે સૂચવે છે કે પાણી એસિડિક છે અને જળચર જીવો માટે હાનિકારક છે.
- **કઠિનતા પરીક્ષણ:**
 - **પદ્ધતિ:** પાણીની કઠિનતા માપવા માટે ટાઇટ્રેશન નામની પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં, EDTA જેવા રસાયણનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોની સાંદ્રતા માપવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો બોરવેલના પાણીની કઠિનતા 400 mg/L (CaCO₃ તરીકે) માલુમ પડે, તો તે સૂચવે છે કે પાણી કઠિન છે અને કપડાં ધોવા માટે વધારે સાબુની જરૂર પડશે.
- **ક્લોરાઇડ પરીક્ષણ:**
 - **પદ્ધતિ:** પાણીમાં ક્લોરાઇડનું પ્રમાણ માપવા માટે ટાઇટ્રેશન અથવા આયન ક્રોમેટોગ્રાફી જેવી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ટાઇટ્રેશનમાં, સિલ્વર નાઇટ્રેટ જેવા રસાયણનો ઉપયોગ કરીને ક્લોરાઇડ આયનોની સાંદ્રતા માપવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો દરિયાકાંઠાના વિસ્તારમાં કૂવાના પાણીમાં ક્લોરાઇડનું પ્રમાણ 300 mg/L માલુમ પડે, તો તે સૂચવે છે કે દરિયાનું ખારું પાણી ભૂગર્ભજળમાં ભળી રહ્યું છે અને પાણી ખારું બની રહ્યું છે.
- **ફ્લોરાઇડ પરીક્ષણ:**
 - **પદ્ધતિ:** પાણીમાં ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ માપવા માટે આયન-સિલેક્ટિવ ઇલેક્ટ્રોડ અથવા કલરમેટ્રિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આયન-સિલેક્ટિવ ઇલેક્ટ્રોડ ફ્લોરાઇડ આયનોની સાંદ્રતાને સીધી રીતે માપે છે, જ્યારે કલરમેટ્રિક પદ્ધતિમાં રંગ પરિવર્તનના આધારે ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ નક્કી કરવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો કોઈ વિસ્તારના ભૂગર્ભજળમાં ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ 2.0 mg/L માલુમ પડે, તો તે સૂચવે છે કે પાણીમાં ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ વધારે છે અને લાંબા ગાળાના ઉપયોગથી દાંતના ફ્લોરોસિસનું જોખમ રહેલું છે.

3. જૈવિક પરીક્ષણો:

જૈવિક પરીક્ષણો પાણીમાં રહેલા સૂક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રજીવની હાજરી અને સંખ્યા નક્કી કરે છે.

- **કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા પરીક્ષણ:**
 - **પદ્ધતિ:** કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા, ખાસ કરીને ઇ. કોલી, ની હાજરી નક્કી કરવા માટે મેમ્બ્રેન ફિલ્ટ્રેશન અથવા પ્રેઝેન્સ-એબસેન્સ (P-A) ટેસ્ટ જેવી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. મેમ્બ્રેન ફિલ્ટ્રેશન પદ્ધતિમાં, પાણીના નમૂનાને ફિલ્ટરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જે બેક્ટેરિયાને ફસાવે છે. ત્યારબાદ ફિલ્ટરને પોષક માધ્યમ પર મૂકવામાં આવે છે અને બેક્ટેરિયાની કોલોની ગણવામાં આવે છે. P-A ટેસ્ટમાં, પાણીના નમૂનાને પોષક દ્રાવણમાં

ઉમેરવામાં આવે છે અને રંગ પરિવર્તન દ્વારા કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની હાજરી નક્કી કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** જો ગ્રામીણ વિસ્તારમાં કૂવાના પાણીના નમૂનામાં ઇ. કોલી બેક્ટેરિયાની હાજરી જોવા મળે, તો તે સૂચવે છે કે પાણી મળથી દૂષિત થયેલું છે અને પીવા માટે અસુરક્ષિત છે. ગ્રામીણ લોકોને પાણી ઉકાળીને પીવાની સલાહ આપવામાં આવશે.

નિષ્કર્ષ:

જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ એ સુનિશ્ચિત કરવા માટેનું એક મહત્વપૂર્ણ સાધન છે કે પાણી પીવા, કૃષિ, ઔદ્યોગિક અને અન્ય ઉપયોગો માટે સુરક્ષિત અને યોગ્ય છે. વિવિધ ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પરિમાણોનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું અને કોઈપણ પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોને ઓળખીને તેને દૂર કરવા માટે તાત્કાલિક પગલાં લેવા એ જળસંપત્તિના સંરક્ષણ અને માનવસ્વાસ્થ્યની જાળવણી માટે આવશ્યક છે.

3.7 સારાંશ:

આ યુનિટમાં, આપણે જળ ગુણવત્તાના મહત્વનાં પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે શુદ્ધ અને સલામત પાણી એ માનવજીવન અને સ્વાસ્થ્ય માટે પાયાની જરૂરિયાત છે. આપણે જળ ગુણવત્તા માપદંડો, પાણીના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણો, અને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ વિશે વિસ્તૃત ચર્ચા કરી.

શરૂઆતમાં, આપણે **પ્રસ્તાવના**માં જળનું મહત્વ અને જળ ગુણવત્તાની જાળવણીની આવશ્યકતા સમજી. ત્યારબાદ, આપણે **પીવાલાયક જળના માપદંડો (WHO, BIS)** ની ચર્ચા કરી, જેમાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક માપદંડો શામેલ છે જે પાણી પીવા માટે યોગ્ય છે કે નહીં તે નક્કી કરે છે.

આગળ, આપણે **જળની ભૌતિક ગુણવત્તા** પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું, જેમાં રંગ, ગંધ, સ્વાદ અને મેલાપણું જેવા પરિબલો સામેલ છે. આપણે જોયું કે કેવી રીતે આ ગુણો પાણીની ઉપયોગિતા અને સ્વીકૃતિને અસર કરે છે.

ત્યારબાદ, આપણે **જળની રાસાયણિક ગુણવત્તા**નો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં pH, કઠિનતા, ક્લોરાઇડ અને ફ્લોરાઇડ જેવા પરિમાણો મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે આ રાસાયણિક ઘટકોની અસંતુલિત માત્રા પાણીને અસુરક્ષિત બનાવી શકે છે અને સ્વાસ્થ્ય પર પ્રતિકૂળ અસર કરી શકે છે.

આપણે **જળની જૈવિક ગુણવત્તા**ને પણ આવરી લીધી, જેમાં બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રજીવ જેવા સૂક્ષ્મજીવોની હાજરી અને તેનાથી ફેલાતા પાણીજન્ય રોગો વિશે ચર્ચા કરવામાં આવી.

છેલ્લે, આપણે **જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ**નો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પરીક્ષણોનો સમાવેશ થાય છે. આપણે વિવિધ પરીક્ષણ પદ્ધતિઓ અને તેના ઉદાહરણો દ્વારા સમજ્યા કે કેવી રીતે પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.

આમ, આ યુનિટમાં આપણે પાણીની ગુણવત્તાના વિવિધ પાસાઓનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. આ જ્ઞાન આપણને પાણીના મહત્વને સમજવામાં, જળ ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં અને આપણા પરિવાર અને સમુદાય માટે સુરક્ષિત પાણી સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે. આપણે શીખ્યા કે જળપ્રદૂષણ પર નિયંત્રણ, પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓનું યોગ્ય સંચાલન અને જળ શુદ્ધિકરણની યોગ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ એ સુનિશ્ચિત કરવા માટે આવશ્યક છે કે દરેકને શુદ્ધ અને સલામત પાણી મળી રહે.

3.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ):

1. પીવાલાયક પાણી માટે WHO દ્વારા ભલામણ કરાયેલ pH ની શ્રેણી કઈ છે?
 - (a) 5.5 - 7.5
 - (b) 6.5 - 8.5
 - (c) 7.0 - 9.0
 - (d) 4.5 - 6.5
2. પાણીની કઠિનતા મુખ્યત્વે કયા આયનોની હાજરીને કારણે હોય છે?
 - (a) સોડિયમ અને પોટેશિયમ
 - (b) ક્લોરાઈડ અને સલ્ફેટ
 - (c) કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ
 - (d) નાઈટ્રેટ અને ફોસ્ફેટ
3. પાણીમાં કયા બેક્ટેરિયાની હાજરી મળના પ્રદૂષણનો સંકેત આપે છે?
 - (a) સ્ટ્રેપ્ટોકોકસ
 - (b) સ્ટેફાયલોકોકસ
 - (c) ઇ. કોલી
 - (d) બેસિલસ
4. પાણીમાં ઉચ્ચ ક્લોરાઈડનું પ્રમાણ શું સૂચવે છે?
 - (a) એસિડ વરસાદ
 - (b) ઔદ્યોગિક પ્રદૂષણ
 - (c) ખારા પાણીનું અંતઃપ્રવેશ
 - (d) ચૂનાના પથ્થરની હાજરી
5. દાંતના સડાને રોકવામાં કયું ખનિજ મદદ કરે છે?
 - (a) ક્લોરાઈડ
 - (b) ફ્લોરાઈડ
 - (c) કેલ્શિયમ
 - (d) મેગ્નેશિયમ
6. પાણીના મેલાપણાનું માપન કયા એકમમાં કરવામાં આવે છે?
 - (a) TCU
 - (b) TON
 - (c) NTU
 - (d) mg/L

7. પાણીજન્ય રોગ 'ટાઈફોઈડ' કયા સૂક્ષ્મ જીવ દ્વારા ફેલાય છે?
 - (a) વિબ્રિઓ કોલેરી
 - (b) સાલ્મોનેલ્લા ટાયફી
 - (c) રોટાવાયરસ
 - (d) ગિઆર્ડિઆ લેમ્બલિઆ
8. પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ સૌથી અસરકારક છે?
 - (a) ગાળણ
 - (b) નિતારણ
 - (c) ઉકાળવું
 - (d) ઠંડુ કરવું
9. પાણીમાં કયા પ્રજીવની હાજરી 'અમીબિઆસિસ' રોગનું કારણ બને છે?
 - (a) ગિઆર્ડિઆ લેમ્બલિઆ
 - (b) ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિયમ
 - (c) એન્ટામોબીઆ હિસ્ટોલિટિકા
 - (d) પ્લાઝમોડિયમ
10. નીચેનામાંથી કયું પાણીની ભૌતિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ નથી?
 - (a) રંગ
 - (b) ગંધ
 - (c) સ્વાદ
 - (d) pH

જવાબો: 1-b, 2-c, 3-c, 4-c, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-c, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
2. પીવાલાયક પાણી માટે BIS દ્વારા ભલામણ કરાયેલ કઠિનતાનું મહત્તમ સ્તર કેટલું છે?
3. પાણીમાં pH મૂલ્યનું મહત્વ સમજાવો.
4. પાણીમાં ક્લોરાઈડના મુખ્ય સ્ત્રોત કયા છે?
5. દાંતના ફ્લોરોસિસનું કારણ શું છે?
6. પાણીના મેલાપણાને માપવા માટે કયા ઉપકરણનો ઉપયોગ થાય છે?
7. કોલેરા રોગ ફેલાવતા બેક્ટેરિયાનું નામ આપો.
8. પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે વપરાતી ક્લોરિનેશન પદ્ધતિ ટૂંકમાં સમજાવો.
9. પાણીમાં ગિઆર્ડિઆસિસ રોગ ફેલાવતા પ્રજીવનું નામ આપો.
10. મેમ્બ્રેન ફિલ્ટ્રેશન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કયા પ્રકારના જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણ માટે થાય છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. પાણીની ભૌતિક ગુણવત્તાના વિવિધ પરિમાણોનું વર્ણન કરો અને દરેક પરિમાણનું મહત્વ સમજાવો. ઉદાહરણો આપો.
2. પાણીની રાસાયણિક ગુણવત્તા પર ટૂંકનોંધ લખો. pH, કઠિનતા, ક્લોરાઈડ અને ફ્લોરાઈડના મહત્વ અને તેમના સ્વીકાર્ય સ્તરો વિશે ચર્ચા કરો.
3. પાણીની જૈવિક ગુણવત્તા એટલે શું? પાણીમાં જોવા મળતા વિવિધ પ્રકારના સૂક્ષ્મજીવો (બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પ્રજીવ) અને તેમના દ્વારા ફેલાતા રોગોનું વર્ણન કરો.
4. જળ ગુણવત્તા પરીક્ષણની વિવિધ પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો. ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પરીક્ષણો માટે ઓછામાં ઓછી બે પદ્ધતિઓ સમજાવો.
5. પાણીજન્ય રોગોથી બચવા માટે કયા પગલાં લઈ શકાય? પાણીના શુદ્ધિકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓ સમજાવો અને દરેક પદ્ધતિના ફાયદા અને ગેરફાયદાની ચર્ચા કરો.

*** **

જળસ્રોતોનું સર્વેક્ષણ

4

- 4.1 પ્રસ્તાવના
- 4.2 સપાટીય જળસ્રોતોનું સર્વેક્ષણ (નદીઓ, તળાવો, ઝરણાં)
- 4.3 ભૂગર્ભ જળસ્રોતોનું સર્વેક્ષણ (કુવાઓ, નળકૂપ)
- 4.4 જળસ્રોતોનું નકશા નિર્માણ (મેપિંગ)
- 4.5 જળસ્રોતોના પ્રદૂષણનું આકલન
- 4.6 જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા
- 4.7 સારાંશ
- 4.8 સ્વાધ્યાય

4.1 પ્રસ્તાવના:

આપણા જીવનનો આધાર, પૃથ્વી પરના જીવનનો અમૃત એટલે પાણી. માનવસભ્યતાના ઉદય અને વિકાસમાં જળસ્રોતોએ મહત્વનો ભાગ ભજવ્યો છે. નદીઓ, તળાવો, ઝરણાં, કુવાઓ અને ઝરણાં જેવા જળસ્રોતો ફક્ત આપણી તરસ છીંપાવવા માટે જ નહીં, પરંતુ ખેતી, ઉદ્યોગો, અને દૈનિક જીવન માટે પણ અનિવાર્ય છે. પરંતુ, શું આપણે આ અમૂલ્ય સંપત્તિની કાળજી રાખી રહ્યા છીએ? શું આપણે જાણીએ છીએ કે આપણા જળસ્રોતોની સ્થિતિ કેવી છે?

વર્તમાન સમયમાં દુનિયાભરમાં પાણીની અછત વધી રહી છે, ત્યારે જળસ્રોતોનું સંરક્ષણ અને વ્યવસ્થાપન એ એક તાતી જરૂરિયાત બની ગયું છે. આ માટે, સૌ પ્રથમ, આપણી પાસે જળસ્રોતો વિશે સંપૂર્ણ અને સચોટ માહિતી હોવી જરૂરી છે. આ માહિતી એકત્રિત કરવા માટે જળસ્રોતોનું સર્વેક્ષણ કરવું ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે.

આ પ્રકરણમાં, આપણે જળસ્રોતોના સર્વેક્ષણની પ્રક્રિયાનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું. જેમાં આપણે સપાટીય જળસ્રોતો જેવા કે નદીઓ, તળાવો અને ઝરણાં, તેમજ ભૂગર્ભ જળસ્રોતો જેવા કે કુવાઓ અને નળકૂપનો સમાવેશ કરીશું. આ સર્વેક્ષણ અંતર્ગત, આપણે જળસ્રોતોની ભૌગોલિક સ્થિતિ, પાણીનું સ્તર, પાણીની ગુણવત્તા, પ્રદૂષણનું સ્તર અને સ્વચ્છતા જેવી બાબતોનો અભ્યાસ કરીશું.

આ સર્વેક્ષણ ફક્ત માહિતી એકત્રિત કરવા પૂરતું મર્યાદિત નથી, પરંતુ તેનો ઉદ્દેશ્ય જળસ્રોતોની વર્તમાન સ્થિતિનું મૂલ્યાંકન કરવાનો અને તેના આધારે યોગ્ય પગલાં લેવાનો પણ છે. જળસ્રોતોનું નક્શા નિર્માણ (મેપિંગ) એ આ પ્રક્રિયાનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે, જે આપણને જળસ્રોતોના વિતરણ અને તેમની સ્થિતિને સમજવામાં મદદ કરશે.

આપણે એ પણ સમજીશું કે કેવી રીતે માનવ પ્રવૃત્તિઓ જળસ્રોતોને પ્રદૂષિત કરે છે અને તેના કારણે જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા પર કેવી અસર પડે છે. જળપ્રદૂષણ એક ગંભીર સમસ્યા છે જે ફક્ત જળસ્રોતોને જ નહીં, પરંતુ સમગ્ર પર્યાવરણ અને માનવસ્વાસ્થ્યને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે.

આ પ્રકરણ દ્વારા, આપણે જળસ્રોતોના મહત્વ અને તેમના સંરક્ષણની જરૂરિયાતને સમજીશું. જળસ્રોતોના સર્વેક્ષણ દ્વારા પ્રાપ્ત થતી માહિતી આપણને જળ સંસાધનોના યોગ્ય વ્યવસ્થાપન, પ્રદૂષણ નિયંત્રણ અને સ્વચ્છતા સુધારણા માટે યોજના બનાવવામાં મદદ કરશે.

આવો, આપણે સૌ સાથે મળીને જળસ્રોતોના સંરક્ષણ માટે કટિબદ્ધ થઈએ અને આપણા અમૂલ્ય જળ વારસાને ભાવિ પેઢીઓ માટે સુરક્ષિત રાખીએ. યાદ રાખો, જળ એ જ જીવન છે અને જળસ્રોતોનું સંરક્ષણ એ આપણા સૌની સહિયારી જવાબદારી છે.

4.2 સપાટીય જળસ્રોતોનું સર્વેક્ષણ (નદીઓ, તળાવો, ઝરણાં):

સપાટીય જળસ્રોતો એટલે જે પૃથ્વીની સપાટી પર ખુલ્લા જોવા મળે છે. તે આપણા જીવન અને પર્યાવરણ માટે અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. નદીઓ, તળાવો, અને ઝરણાં આ સપાટીય જળસ્રોતોના મુખ્ય ઉદાહરણો છે. આ જળસ્રોતો પીવાનું પાણી, સિંચાઈ, ઉદ્યોગો, મનોરંજન અને જળચર જીવોના નિવાસસ્થાન જેવી અનેક જરૂરિયાતો પૂરી કરે છે. આથી, તેમનું નિયમિત સર્વેક્ષણ કરવું ખૂબ જ જરૂરી બની જાય છે, જેથી તેમની સ્થિતિ, ગુણવત્તા અને ઉપયોગ અંગેની વિસ્તૃત માહિતી મેળવી શકાય.

આ સર્વેક્ષણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે તે સમજવા માટે, ચાલો આપણે દરેક પ્રકારના સપાટીય જળસ્રોતો માટે અલગ અલગ ઉદાહરણો લઈએ:

1. નદીઓનું સર્વેક્ષણ:

- **ઉદાહરણ:** ચાલો આપણે ગુજરાતની જીવાદોરી સમાન નર્મદા નદીનું ઉદાહરણ લઈએ. આ નદી મધ્ય પ્રદેશના અમરકંટકમાંથી નીકળીને ગુજરાતમાં થઈને અરબી સમુદ્રને મળે છે.
- **સર્વેક્ષણની પદ્ધતિ:**
 - **પ્રારંભિક તબક્કો:** સૌ પ્રથમ, નદીના ઉદ્ગમ સ્થાનથી લઈને તેના મુખ (જ્યાં તે સમુદ્રને મળે છે) સુધીના સમગ્ર પ્રવાહ માર્ગને નકશા પર ચોકસાઈપૂર્વક અંકિત કરવામાં આવશે. આ માટે ઉપગ્રહ છબીઓ (Satellite Images) અને ટોપોગ્રાફિક નકશાઓ (Topographic Maps) નો ઉપયોગ કરી શકાય છે. નદીના કિનારે આવેલા મહત્વપૂર્ણ સ્થળો, જેવા કે શહેરો, ગામડાઓ, પુલ, બંધ, વગેરેને પણ નકશા પર દર્શાવવામાં આવશે.
 - **માપન અને ડેટા કલેક્શન:** નદીના પટમાં વિવિધ સ્થળોની પસંદગી કરીને, ત્યાં નદીની પહોળાઈ, ઊંડાઈ અને પ્રવાહ દરનું માપન કરવામાં આવશે. પ્રવાહ દર માપવા માટે 'Current Meter' જેવા ઉપકરણોનો ઉપયોગ થાય છે. આ માપન વર્ષ દરમિયાન જુદી જુદી ઋતુઓમાં (જેમ કે ચોમાસામાં, શિયાળામાં અને ઉનાળામાં) નિયમિત અંતરે કરવામાં આવશે, જેથી પાણીના સ્તરમાં થતા ફેરફારોની નોંધ રાખી શકાય.
 - **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:** નદીના પાણીના નમૂનાઓ નિયમિત અંતરે વિવિધ સ્થળોએથી એકત્રિત કરવામાં આવશે. આ નમૂનાઓનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરવામાં આવશે, જેમાં pH, કુલ દ્રાવ્ય ઘન પદાર્થો (TDS), દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO), બાયોકેમિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ (BOD), રાસાયણિક ઓક્સિજન ડિમાન્ડ (COD), ભારે ધાતુઓ, અને બેક્ટેરિયા જેવા સૂક્ષ્મજીવોની હાજરી વગેરે પરિમાણો ચકાસવામાં આવશે.
 - **ઉપયોગ અને જૈવવિવિધતા:** નદીના પાણીનો ઉપયોગ કયા કયા ક્ષેત્રોમાં થાય છે (જેમ કે સિંચાઈ, પીવા માટે, ઉદ્યોગોમાં, વગેરે) તેનો વિગતવાર અભ્યાસ કરવામાં આવશે. નદીમાં અને તેની આસપાસ જોવા મળતા જળચર જીવો (માછલીઓ, કાચબા, જળચર છોડ, વગેરે) ની વિવિધતા અને તેમની વસ્તીનું પણ મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.
 - **પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોની ઓળખ:** નદીમાં ભળતા પ્રદૂષકોના સ્ત્રોતો જેવા કે ઔદ્યોગિક એકમોમાંથી છોડવામાં આવતું પ્રદૂષિત પાણી, શહેરો અને ગામડાઓમાંથી આવતો ઘરગથ્થુ કચરો અને ગટરનું પાણી, ખેતરોમાંથી આવતા રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકો, વગેરેની ઓળખ કરવામાં આવશે અને તેમના દ્વારા થતા પ્રદૂષણના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.

2. તળાવોનું સર્વેક્ષણ:

- **ઉદાહરણ:** ચાલો આપણે અમદાવાદના વસ્ત્રાપુર તળાવનું ઉદાહરણ લઈએ જે શહેરની મધ્યમાં આવેલું એક મહત્વનું જળાશય છે.
- **સર્વેક્ષણની પદ્ધતિ:**

- **ભૌગોલિક સ્થિતિ અને કદ:** સૌ પ્રથમ, તળાવનું કુલ ક્ષેત્રફળ, તેની ભૌગોલિક સ્થિતિ (અક્ષાંશ-રેખાંશ), અને તેની મહત્તમ અને સરેરાશ ઊંડાઈ નક્કી કરવામાં આવશે. આ માટે GPS ઉપકરણો અને સોનાર ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.
- **પાણીના સ્તરનું મોનિટરિંગ:** વર્ષ દરમિયાન, ખાસ કરીને ચોમાસા, શિયાળા અને ઉનાળા દરમિયાન તળાવના પાણીના સ્તરમાં થતા ફેરફારોનું નિયમિત અવલોકન કરવામાં આવશે અને તેની નોંધ રાખવામાં આવશે.
- **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:** તળાવના જુદા જુદા ભાગોમાંથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરીને, પ્રયોગશાળામાં તેનું પૃથ્થકરણ કરવામાં આવશે. pH, TDS, DO, BOD, COD, પોષક તત્વો (નાઇટ્રેટ, ફોસ્ફેટ), અને બેક્ટેરિયા જેવા પરિમાણો ચકાસીને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.
- **ઉપયોગ અને જૈવવિવિધતા:** તળાવના પાણીનો ઉપયોગ કયા હેતુ માટે થાય છે (જેમ કે બોટિંગ, માછીમારી, મનોરંજન, સિંચાઈ, વગેરે) તેનો અભ્યાસ કરવામાં આવશે. તળાવમાં અને તેની આસપાસ જોવા મળતા જળચર જીવો (માછલીઓ, પક્ષીઓ, જળચર છોડ, વગેરે) ની વિવિધતા અને તેમની વસ્તીનું પણ મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.
- **પ્રદૂષણ અને સ્વચ્છતા:** તળાવમાં પ્રદૂષણ ફેલાવતા સ્ત્રોતો, જેવા કે આસપાસના વિસ્તારોમાંથી આવતો કચરો, ગટરનું પાણી, વગેરેની ઓળખ કરવામાં આવશે. તળાવની આસપાસની સ્વચ્છતાની સ્થિતિનું પણ મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે, અને ઘન કચરાના નિકાલની વ્યવસ્થાનું નિરીક્ષણ કરવામાં આવશે.

3. ઝરણાંનું સર્વેક્ષણ:

- **ઉદાહરણ:** ચાલો આપણે ગુજરાતના ડાંગ જિલ્લામાં આવેલા ગિરા ધોધનું ઉદાહરણ લઈએ જે એક કુદરતી ઝરણું છે.
- **સર્વેક્ષણની પદ્ધતિ:**
 - **સ્થાન અને પ્રવાહ માર્ગ:** ઝરણાના ઉદ્ગમ સ્થાન અને તેના સમગ્ર પ્રવાહ માર્ગને નક્કી કરવા પર ચોકસાઈપૂર્વક અંકિત કરવામાં આવશે.
 - **પ્રવાહ દર:** ઝરણાના પ્રવાહ દરનું માપન કરવામાં આવશે (જો શક્ય હોય તો). આ માટે 'Flow Meter' જેવા ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.
 - **પાણીની ગુણવત્તા:** ઝરણાના પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરીને, તેનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરવામાં આવશે. pH, TDS, DO, અને ખનિજ તત્વો જેવા પરિમાણો ચકાસીને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.
 - **ઉપયોગ અને આસપાસનું પર્યાવરણ:** ઝરણાના પાણીનો ઉપયોગ કયા હેતુ માટે થાય છે (જેમ કે પીવા માટે, સિંચાઈ માટે, વગેરે) તેનો અભ્યાસ કરવામાં આવશે. ઝરણાની

આસપાસના વિસ્તારનું પણ નિરીક્ષણ કરવામાં આવશે, જેમાં વનસ્પતિ, પ્રાણીસૃષ્ટિ અને ભૂસ્તરશાસ્ત્રીય લાક્ષણિકતાઓનો સમાવેશ થશે.

- **સ્વચ્છતા અને સંરક્ષણ:** ઝરણાની આસપાસની સ્વચ્છતાની સ્થિતિનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે. ઝરણાના પાણીની ગુણવત્તા અને તેના કુદરતી સૌંદર્યને જાળવવા માટે કયા પગલાં લેવા જોઈએ તેનું પણ સૂચન કરવામાં આવશે.

આમ, ઉપરોક્ત ઉદાહરણો પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે સપાટીય જળસ્રોતોના સર્વેક્ષણમાં કઈ કઈ બાબતોનો સમાવેશ થાય છે. આ સર્વેક્ષણ દ્વારા પ્રાપ્ત થતી વિસ્તૃત માહિતી આપણને આ મહત્વપૂર્ણ જળસ્રોતોના યોગ્ય વ્યવસ્થાપન, પ્રદૂષણ નિયંત્રણ, સંરક્ષણ અને ટકાઉ ઉપયોગ માટે નીતિઓ અને યોજનાઓ બનાવવામાં મદદરૂપ થશે. આ સર્વેક્ષણ માત્ર વૈજ્ઞાનિકો અને સંશોધકો પૂરતું મર્યાદિત ન રહેતા, તેમાં સ્થાનિક સમુદાયોની ભાગીદારી પણ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે, જેઓ આ જળસ્રોતો સાથે સીધી રીતે સંકળાયેલા હોય છે અને તેમના અનુભવો અને સૂચનો અમૂલ્ય સાબિત થઈ શકે છે.

4.3 ભૂગર્ભ જળનું સર્વેક્ષણ (કુવાઓ, નળકૂપ):

ભૂગર્ભ જળ, જે પૃથ્વીની સપાટી નીચે ખડકો અને માટીના સ્તરોમાં સંગ્રહિત થયેલું પાણી છે, તે આપણા જીવન માટે અત્યંત મહત્વપૂર્ણ સ્રોતો છે. કુવાઓ અને નળકૂપ (બોરવેલ) એ ભૂગર્ભ જળ સુધી પહોંચવાના મુખ્ય માધ્યમો છે. આ ભૂગર્ભ જળસ્રોતોનું નિયમિત સર્વેક્ષણ કરવું ખૂબ જ આવશ્યક છે જેથી તેમની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને ટકાઉપણા વિશે માહિતી મેળવી શકાય.

આ સર્વેક્ષણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે તે સમજવા માટે, ચાલો આપણે કુવાઓ અને નળકૂપના સર્વેક્ષણ માટે અલગ અલગ ઉદાહરણો લઈએ:

1. કુવાઓનું સર્વેક્ષણ:

- **ઉદાહરણ:** ધારો કે આપણે ગુજરાતના કોઈ ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં આવેલા એક ખુલ્લા કુવાનું સર્વેક્ષણ કરી રહ્યા છીએ જેનો ઉપયોગ સ્થાનિક સમુદાય દ્વારા પીવાના પાણી અને સિંચાઈ માટે કરવામાં આવે છે.
- **સર્વેક્ષણની પદ્ધતિ:**
 - **સ્થાન અને ભૌતિક લાક્ષણિકતાઓ:** સૌ પ્રથમ, કુવાની ભૌગોલિક સ્થિતિ (અક્ષાંશ-રેખાંશ) GPS ઉપકરણની મદદથી ચોકસાઈપૂર્વક નોંધવામાં આવશે. કુવાનો પ્રકાર (ખુલ્લો કૂવો, ઢંકાયેલો કૂવો), તેનો વ્યાસ, ઊંડાઈ, અને બાંધકામ માટે વપરાયેલી સામગ્રી (ઈંટ, પથ્થર, સિમેન્ટ, વગેરે) ની નોંધ લેવામાં આવશે.
 - **પાણીના સ્તરનું માપન:** કુવામાં પાણીનું સ્તર માપવા માટે 'Measuring Tape' અથવા 'Water Level Indicator' જેવા ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવશે. આ માપન વર્ષ દરમિયાન જુદી જુદી ઋતુઓમાં (જેમ કે ચોમાસા, શિયાળા અને ઉનાળા દરમિયાન) નિયમિત અંતરે કરવામાં આવશે, જેથી પાણીના સ્તરમાં થતા ફેરફારોની નોંધ રાખી શકાય અને ભૂગર્ભ જળના રિચાર્જ અને ઘટાડાનો દર જાણી શકાય.

- **પાણીના વપરાશનો અંદાજ:** કુવામાંથી દરરોજ અંદાજે કેટલું પાણી ખેંચવામાં આવે છે તેનો અંદાજ લગાવવામાં આવશે. આ માટે, કુવાનો ઉપયોગ કરનારા લોકો સાથે વાતચીત કરીને માહિતી મેળવી શકાય છે. પાણી ખેંચવા માટે કયા સાધનોનો ઉપયોગ થાય છે (જેમ કે ડોલ-દોરડું, પંપ, વગેરે) તેની પણ નોંધ લેવામાં આવશે.
- **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:** કુવામાંથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરીને, પ્રયોગશાળામાં તેનું પૃથ્થકરણ કરવામાં આવશે. pH, કુલ દ્રાવ્ય ઘન પદાર્થો (TDS), ખારાશ, કઠિનતા, નાઇટ્રેટ, ફ્લોરાઇડ, આર્સેનિક, અને બેક્ટેરિયા જેવા સૂક્ષ્મજીવોની હાજરી વગેરે પરિમાણો ચકાસીને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.
- **આસપાસના વિસ્તારનું નિરીક્ષણ:** કુવાની આસપાસના વિસ્તારનું નિરીક્ષણ કરવામાં આવશે, જેમાં સ્વચ્છતાની સ્થિતિ, ગટર વ્યવસ્થા, કચરા નિકાલની વ્યવસ્થા, અને પ્રદૂષણના સંભવિત સ્ત્રોતો (જેમ કે ખેતરોમાં વપરાતા રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકો, પશુઓના છાણ, વગેરે) નો સમાવેશ થશે.
- **સ્થાનિક સમુદાય સાથે વાતચીત:** કુવાના પાણીની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા, અને તેમાં સમય જતાં થયેલા ફેરફારો વિશે સ્થાનિક લોકો સાથે વાતચીત કરીને માહિતી મેળવવામાં આવશે.

2. નળકૂપ (બોરવેલ) નું સર્વેક્ષણ:

- **ઉદાહરણ:** ધારો કે આપણે ગુજરાતના કોઈ શહેરી વિસ્તારમાં આવેલા એક નળકૂપનું સર્વેક્ષણ કરી રહ્યા છીએ જેનો ઉપયોગ બહુમાળી ઇમારતમાં રહેતા લોકો દ્વારા ઘરેલું વપરાશ માટે કરવામાં આવે છે.
- **સર્વેક્ષણની પદ્ધતિ:**
 - **સ્થાન અને તકનીકી વિગતો:** સૌ પ્રથમ, નળકૂપની ભૌગોલિક સ્થિતિ (અક્ષાંશ-રેખાંશ) GPS ઉપકરણની મદદથી ચોકસાઈપૂર્વક નોંધવામાં આવશે. નળકૂપની ઊંડાઈ, તેનો વ્યાસ, તેમાં બેસાડવામાં આવેલ પાઇપનો પ્રકાર અને કદ, પંપની ક્ષમતા, અને તે કયા સ્તર (Aquifer) માંથી પાણી ખેંચે છે તેની માહિતી એકત્રિત કરવામાં આવશે.
 - **પાણીના સ્તરનું માપન:** નળકૂપમાં પાણીનું સ્તર માપવા માટે 'Water Level Indicator' અથવા 'Piezometer' જેવા ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવશે. આ માપન વર્ષ દરમિયાન નિયમિત અંતરે કરવામાં આવશે, ખાસ કરીને ઉનાળા દરમિયાન જ્યારે પાણીની માંગ સૌથી વધુ હોય છે.
 - **પાણી ખેંચવાનો દર અને સમય:** નળકૂપમાંથી દરરોજ કેટલા કલાક પંપ ચલાવીને કેટલું પાણી ખેંચવામાં આવે છે તેની માહિતી એકત્રિત કરવામાં આવશે. આ માટે, 'Water Meter' નો ઉપયોગ કરી શકાય છે જે પાણીના પ્રવાહને માપે છે.
 - **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:** નળકૂપમાંથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરીને, પ્રયોગશાળામાં તેનું પૃથ્થકરણ કરવામાં આવશે. pH, TDS, ખારાશ, કઠિનતા, ભારે ધાતુઓ,

અને બેક્ટેરિયા જેવા સૂક્ષ્મ જીવોની હાજરી વગેરે પરિમાણો ચકાસીને પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.

- **નળકૂપની આસપાસના વિસ્તારનું નિરીક્ષણ:** નળકૂપની આસપાસના વિસ્તારનું નિરીક્ષણ કરવામાં આવશે, જેમાં ભૂગર્ભ ગટર લાઇન, સેપ્ટિક ટાંકી, ઔદ્યોગિક એકમો, વગેરે જેવા પ્રદૂષણના સંભવિત સ્ત્રોતોનો સમાવેશ થશે.
- **નળકૂપના સંચાલન અને જાળવણી:** નળકૂપના સંચાલન અને જાળવણી અંગે માહિતી મેળવવામાં આવશે, જેમ કે પંપની નિયમિત સર્વિસ, પાઇપલાઇનની સફાઈ, વગેરે.

વિશ્લેષણ અને અર્થઘટન:

કુવાઓ અને નળકૂપના સર્વેક્ષણ દ્વારા પ્રાપ્ત થયેલી માહિતીનું કાળજીપૂર્વક વિશ્લેષણ કરવામાં આવશે. પાણીના સ્તરમાં થતા ફેરફારો, પાણીની ગુણવત્તામાં જોવા મળેલા ફેરફારો, અને પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોની ઓળખ વગેરે બાબતોનો અભ્યાસ કરીને ભૂગર્ભ જળસ્ત્રોતોની વર્તમાન સ્થિતિનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે.

આ માહિતીના આધારે, નીચે મુજબના પગલાં લઈ શકાય છે:

- **પાણીના ટકાઉ ઉપયોગ માટે યોજનાઓ બનાવવી:** પાણીના સ્તરમાં ઘટાડો થતો હોય તેવા વિસ્તારોમાં પાણીના વપરાશ પર નિયંત્રણ લાદવા, વરસાદી પાણીના સંગ્રહ (Rainwater Harvesting) ને પ્રોત્સાહન આપવા, અને ટપક સિંચાઈ જેવી પાણી બચાવતી ટેકનોલોજી અપનાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય છે.
- **પાણીની ગુણવત્તા સુધારવા માટે પગલાં લેવા:** પ્રદૂષિત પાણી ધરાવતા કુવાઓ અને નળકૂપના પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે યોગ્ય ફિલ્ટરેશન અને ડિસઇન્ફેક્શન પદ્ધતિઓ અપનાવી શકાય છે. પ્રદૂષણના નિયંત્રિત કરવા માટે કડક પગલાં લેવા જોઈએ.
- **ભૂગર્ભ જળ સ્ત્રોતો માટેના પ્રયાસો કરવા:** ભૂગર્ભ જળના સ્તરને જાળવી રાખવા માટે કુવાઓ અને તળાવોનું સ્વચ્છ કરવું, ચેક ડેમ બનાવવા, અને વનીકરણને પ્રોત્સાહન આપવા જેવા પગલાં લઈ શકાય છે.
- **જાગૃતિ અભિયાનો ચલાવવા:** લોકોને ભૂગર્ભ જળનું મહત્વ અને તેના ટકાઉ ઉપયોગ વિશે જાગૃત કરવા માટે વિવિધ કાર્યક્રમો અને અભિયાનોનું આયોજન કરી શકાય છે.

આમ, ભૂગર્ભ જળસ્ત્રોતોનું નિયમિત સર્વેક્ષણ એ પાણીના યોગ્ય વ્યવસ્થાપન અને સંરક્ષણ માટેનું એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે. આ સર્વેક્ષણ દ્વારા પ્રાપ્ત થતી માહિતી આપણને પાણીની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને ટકાઉપણા અંગે માહિતગાર નિર્ણયો લેવામાં મદદરૂપ થશે, જેના પરિણામે આપણે આપણા અમૂલ્ય ભૂગર્ભજળ વારસાને ભાવિ પેઢીઓ માટે સુરક્ષિત રાખી શકીશું.

4.4 જળસ્ત્રોતોનું નક્શા નિર્માણ (મેપિંગ):

જળસ્ત્રોતોનું નક્શા નિર્માણ એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં વિવિધ પ્રકારના જળસ્ત્રોતો, જેમ કે નદીઓ, તળાવો, ઝરણાં, કુવાઓ, નળકૂપ વગેરેને નક્શા પર ભૌગોલિક રીતે દર્શાવવામાં આવે છે. આ નક્શા નિર્માણ જળસ્ત્રોતોના સ્થાન, વિતરણ, તેમની વિશેષતાઓ અને તેમની આસપાસના પર્યાવરણને સમજવા માટે ખૂબ

જ ઉપયોગી સાધન પૂરું પાડે છે. જળસ્રોતોનું વ્યવસ્થાપન, સંરક્ષણ અને ટકાઉ ઉપયોગ સુનિશ્ચિત કરવા માટે આ નકશાઓ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

જળસ્રોતોના નકશા નિર્માણની પ્રક્રિયા:

જળસ્રોતોના નકશા નિર્માણની પ્રક્રિયામાં મુખ્યત્વે નીચેના તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે:

1. **ડેટા એકત્રીકરણ (Data Collection):** આ પ્રક્રિયાનો પ્રથમ અને સૌથી મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે. આ તબક્કામાં, વિવિધ જળસ્રોતો વિશે શક્ય તેટલી વધુ માહિતી એકત્રિત કરવામાં આવે છે. આ માહિતીમાં જળસ્રોતનું નામ, તેનો પ્રકાર (નદી, તળાવ, કૂવો, વગેરે), તેની ભૌગોલિક સ્થિતિ (અક્ષાંશ-રેખાંશ), જળસ્તર, પાણીની ગુણવત્તા, ઉપયોગ, પ્રદૂષણનું સ્તર, અને અન્ય સંબંધિત માહિતી શામેલ હોઈ શકે છે. આ ડેટા ક્ષેત્રીય સર્વેક્ષણ (Field Survey), રીમોટ સેન્સિંગ (Remote Sensing), GPS ટેકનોલોજી, અને સ્થાનિક લોકો સાથે વાતચીત દ્વારા એકત્રિત કરી શકાય છે.
2. **ડેટા પ્રોસેસિંગ અને વિશ્લેષણ (Data Processing and Analysis):** એકત્રિત કરેલા ડેટાને કમ્પ્યુટર સોફ્ટવેરની મદદથી પ્રોસેસ કરવામાં આવે છે અને તેનું વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે. આ તબક્કામાં, ડેટાની ગુણવત્તા ચકાસવામાં આવે છે, ભૂલો સુધારવામાં આવે છે, અને ડેટાને નકશા પર દર્શાવવા માટે યોગ્ય ફોર્મેટમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે.
3. **નકશા નિર્માણ (Map Creation):** ડેટા પ્રોસેસિંગ અને વિશ્લેષણ બાદ, જીઆઈએસ (GIS - Geographic Information System) જેવા વિશિષ્ટ સોફ્ટવેરનો ઉપયોગ કરીને જળ સ્રોતોનો નકશો બનાવવામાં આવે છે. આ નકશામાં, વિવિધ પ્રકારના જળસ્રોતોને અલગ અલગ રંગો, પ્રતીકો અને રેખાઓ દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે. નકશા પર જળસ્રોતોના નામ, તેમની વિશેષતાઓ અને અન્ય સંબંધિત માહિતી પણ દર્શાવવામાં આવે છે.
4. **નકશાનું અર્થઘટન અને ઉપયોગ (Map Interpretation and Use):** તૈયાર થયેલા નકશાનો ઉપયોગ વિવિધ હેતુઓ માટે કરી શકાય છે, જેમ કે જળસ્રોતોના વિતરણ અને ઉપલબ્ધતાનું મૂલ્યાંકન, પ્રદૂષણના હોટસ્પોટ્સની ઓળખ, જળસંરક્ષણ માટેની યોજનાઓ બનાવવી, અને જળસ્રોતોના ટકાઉ ઉપયોગ માટે નીતિઓ ઘડવી.

ઉદાહરણો:

ચાલો, હવે આપણે કેટલાક ઉદાહરણો દ્વારા સમજીએ કે કેવી રીતે જળસ્રોતોનું નકશા નિર્માણ કરવામાં આવે છે:

1. નદીઓનું નકશા નિર્માણ:

- ધારો કે આપણે ગુજરાતમાંથી પસાર થતી તાપી નદીનું નકશા નિર્માણ કરી રહ્યા છીએ.
- સૌ પ્રથમ, ઉપગ્રહ છબીઓ અને ટોપોગ્રાફિક નકશાઓનો ઉપયોગ કરીને તાપી નદીના સમગ્ર પ્રવાહ માર્ગને, તેના ઉદ્ગમ સ્થાનથી લઈને તેના મુખ સુધી, નકશા પર ચોકસાઈપૂર્વક અંકિત કરવામાં આવશે.
- નદીના કિનારે આવેલા મહત્વપૂર્ણ શહેરો, ગામડાઓ, પુલ, બંધ, વગેરેને પણ નકશા પર દર્શાવવામાં આવશે.

- ક્ષેત્રીય સર્વેક્ષણ દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવેલી માહિતી, જેમ કે નદીની પહોળાઈ, ઊંડાઈ, પ્રવાહ દર, પાણીની ગુણવત્તા, અને પ્રદૂષણના સ્ત્રોતો વગેરેને પણ નકશા પર યોગ્ય પ્રતીકો અને રંગો દ્વારા દર્શાવવામાં આવશે.
- આ નકશાનો ઉપયોગ તાપી નદીના જળસ્ત્રોતોના વ્યવસ્થાપન, પૂર નિયંત્રણ, અને જળપ્રદૂષણ નિયંત્રણ માટેની યોજનાઓ બનાવવા માટે થઈ શકે છે.

2. તળાવોનું નકશા નિર્માણ:

- ધારો કે આપણે ગુજરાતના કચ્છ જિલ્લામાં આવેલા તમામ તળાવોનું નકશા નિર્માણ કરી રહ્યા છીએ.
- સૌ પ્રથમ, ઉપગ્રહ છબીઓ અને GPS ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરીને કચ્છ જિલ્લામાં આવેલા તમામ તળાવોની ભૌગોલિક સ્થિતિ (અક્ષાંશ-રેખાંશ) અને ક્ષેત્રફળ નક્કી કરવામાં આવશે.
- તળાવોના પ્રકાર (કુદરતી, માનવસર્જિત), તેમની ઊંડાઈ, પાણીની ગુણવત્તા, અને ઉપયોગ (સિંચાઈ, મત્સ્યઉદ્યોગ, વગેરે) અંગેની માહિતી ક્ષેત્રીય સર્વેક્ષણ અને સ્થાનિક લોકો સાથે વાતચીત દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવશે.
- આ તમામ માહિતીને જીઆઈએસ સોફ્ટવેરમાં દાખલ કરીને કચ્છ જિલ્લાના તળાવોનો નકશો બનાવવામાં આવશે. દરેક તળાવને નકશા પર યોગ્ય પ્રતીક અને રંગ દ્વારા દર્શાવવામાં આવશે અને તેની સાથે સંબંધિત માહિતી પણ દર્શાવવામાં આવશે.
- આ નકશાનો ઉપયોગ કચ્છ જિલ્લામાં જળસંકટની સમસ્યાનો અભ્યાસ કરવા, દુષ્કાળ રાહતકાર્યોનું આયોજન કરવા, અને તળાવોના પુનર્જીવન માટેની યોજનાઓ બનાવવા માટે થઈ શકે છે.

3. કુવાઓ અને નળકૂપનું નકશા નિર્માણ:

- ધારો કે આપણે ગુજરાતના મહેસાણા જિલ્લામાં આવેલા તમામ કુવાઓ અને નળકૂપનું નકશા નિર્માણ કરી રહ્યા છીએ.
- સૌ પ્રથમ, મહેસાણા જિલ્લાના દરેક ગામ અને શહેરમાં ફરીને કુવાઓ અને નળકૂપની ભૌગોલિક સ્થિતિ GPS ઉપકરણની મદદથી નોંધવામાં આવશે.
- કુવાઓ અને નળકૂપના પ્રકાર, તેમની ઊંડાઈ, પાણીનું સ્તર, પાણીની ગુણવત્તા, અને પાણી ખેંચવાનો દર વગેરે અંગેની માહિતી ક્ષેત્રીય સર્વેક્ષણ અને સ્થાનિક લોકો સાથે વાતચીત દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવશે.
- આ તમામ માહિતીને જીઆઈએસ સોફ્ટવેરમાં દાખલ કરીને મહેસાણા જિલ્લાના કુવાઓ અને નળકૂપનો નકશો બનાવવામાં આવશે. દરેક કુવા અને નળકૂપને નકશા પર યોગ્ય પ્રતીક દ્વારા દર્શાવવામાં આવશે અને તેની સાથે સંબંધિત માહિતી પણ દર્શાવવામાં આવશે.
- આ નકશાનો ઉપયોગ મહેસાણા જિલ્લામાં ભૂગર્ભ જળની સ્થિતિનું મૂલ્યાંકન કરવા, પાણીના ટકાઉ ઉપયોગ માટે યોજનાઓ બનાવવા, અને કૃત્રિમ ભૂગર્ભ જળ રિચાર્જ માટે યોગ્ય સ્થળોની પસંદગી કરવા માટે થઈ શકે છે.

જળસ્રોતોના નકશા નિર્માણના ફાયદા:

જળસ્રોતોની સ્થિતિ અને વિતરણની સ્પષ્ટ સમજ: નકશાનિર્માણ દ્વારા આપણે જળસ્રોતોના સ્થાન, તેમની વચ્ચેનું અંતર, અને તેમના વિતરણની સ્પષ્ટ સમજ મેળવી શકીએ છીએ.

- **પ્રદૂષણના હોટસ્પોટ્સની ઓળખ:** નકશા પર પ્રદૂષણના સ્રોત અને પ્રદૂષિત જળસ્રોતોને દર્શાવીને આપણે પ્રદૂષણના હોટસ્પોટ્સને સરળતાથી ઓળખી શકીએ છીએ અને તેના નિવારણ માટે યોગ્ય પગલાં લઈ શકીએ છીએ.
- **જળ સંરક્ષણ માટેની યોજનાઓ બનાવવામાં મદદરૂપ:** નકશા નિર્માણ દ્વારા પ્રાપ્ત થતી માહિતીનો ઉપયોગ કરીને આપણે જળ સંરક્ષણ માટે અસરકારક યોજનાઓ બનાવી શકીએ છીએ, જેમ કે વરસાદી પાણીના સંગ્રહ માટે યોગ્ય સ્થળોની પસંદગી, કુવાઓ અને તળાવોનું રિચાર્જ, અને પાણી બચાવતી ટેકનોલોજીનો પ્રચાર.
- **જળસ્રોતોના ટકાઉ ઉપયોગ માટે નીતિઓ ઘડવામાં મદદરૂપ:** નકશા નિર્માણ દ્વારા આપણે જળસ્રોતોના ટકાઉ ઉપયોગ માટે પુરાવા આધારિત નીતિઓ ઘડી શકીએ છીએ, જેના પરિણામે આપણે આપણા અમૂલ્ય જળ વારસાને ભાવિ પેઢીઓ માટે સુરક્ષિત રાખી શકીશું.

આમ, જળસ્રોતોનું નકશા નિર્માણ એ જળસ્રોતોના વ્યવસ્થાપન અને સંરક્ષણ માટેનું એક અત્યંત મહત્વપૂર્ણ સાધન છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રાપ્ત થતી માહિતી આપણને પાણીની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને ટકાઉપણા અંગે યોગ્ય નિર્ણયો લેવામાં મદદરૂપ થશે, જેના પરિણામે આપણે આપણા અમૂલ્ય જળ વારસાને ભાવિ પેઢીઓ માટે સુરક્ષિત રાખી શકીશું.

4.5 જળસ્રોતોના પ્રદૂષણનું આકલન:

જળસ્રોતોનું પ્રદૂષણ એ એક ગંભીર સમસ્યા છે જે સમગ્ર વિશ્વમાં માનવસ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણને જોખમમાં મૂકે છે. જળપ્રદૂષણ એટલે કુદરતી જળસ્રોતો, જેવા કે નદીઓ, તળાવો, ઝરણાં, કુવાઓ અને ભૂગર્ભજળમાં અનિચ્છનીય અને હાનિકારક પદાર્થોનું મિશ્રણ. આ પ્રદૂષકો ભૌતિક, રાસાયણિક અથવા જૈવિક હોઈ શકે છે અને તે માનવપ્રવૃત્તિઓ અથવા કુદરતી ઘટનાઓના પરિણામે જળસ્રોતોમાં પ્રવેશે છે.

જળસ્રોતોના પ્રદૂષણનું આકલન કરવું એ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ કાર્ય છે કારણ કે, તે આપણને પ્રદૂષણના સ્તર, તેના સ્રોતો અને તેની અસરોને સમજવામાં મદદ કરે છે. આ માહિતીના આધારે, આપણે પ્રદૂષણને નિયંત્રિત કરવા અને જળસ્રોતોની ગુણવત્તા સુધારવા માટે અસરકારક પગલાં લઈ શકીએ છીએ.

જળસ્રોતોના પ્રદૂષણના આકલનની પદ્ધતિ: જળસ્રોતોના પ્રદૂષણના આકલનમાં મુખ્યત્વે નીચેના તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે:

1. **પ્રદૂષણના સ્રોતોની ઓળખ (Identification of Pollution Sources):** આ તબક્કામાં, જળસ્રોતોમાં પ્રદૂષણ ફેલાવતા સ્રોતોને ઓળખવામાં આવે છે. આ સ્રોતોને બે મુખ્ય શ્રેણીઓમાં વિભાજિત કરી શકાય છે:
 - **બિંદુસ્રોતો (Point Sources):** આ એવા સ્રોતો છે જે ચોક્કસ સ્થળેથી પ્રદૂષકોને જળસ્રોતોમાં છોડે છે, જેમ કે ઔદ્યોગિક એકમોમાંથી નીકળતો ગંદો પ્રવાહી, ગટર લાઇન, અને તેલના કુવાઓ.

- **બિન-બિંદુ સ્ત્રોતો(Non-Point Sources):** આ એવા સ્ત્રોતો છે જે વ્યાપક ક્ષેત્રમાંથી પ્રદૂષકોને જળસ્ત્રોતોમાં ભેળવે છે, જેમ કે ખેતરોમાંથી વહી આવતા રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકો, શહેરી વિસ્તારોમાંથી વહી આવતો કચરો અને વરસાદી પાણી, અને બાંધકામ સાઇટ્સ પરથી ધોવાણ પામેલી માટી.
- 2. **પાણીના નમૂનાઓનું એકત્રીકરણ (Collection of Water Samples):** આ તબક્કામાં, જળસ્ત્રોતોના જુદા જુદા ભાગોમાંથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરવામાં આવે છે. નમૂનાઓ એકત્રિત કરતી વખતે કાળજી રાખવી જરૂરી છે કે તે સમગ્ર જળસ્ત્રોતનું પ્રતિનિધિત્વ કરે અને નમૂના લેવાની પ્રક્રિયા દરમિયાન તે પ્રદૂષિત ન થાય.
- 3. **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ (Water Quality Testing):** એકત્રિત કરેલા પાણીના નમૂનાઓનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરવામાં આવે છે. આ પૃથ્થકરણમાં વિવિધ ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પરિમાણોનું માપન કરવામાં આવે છે, જેમ કે:
 - **ભૌતિક પરિમાણો:** તાપમાન, રંગ, ગંધ, અને ટર્બિડિટી (પાણીની પારદર્શિતા).
 - **રાસાયણિક પરિમાણો:** pH, કુલ દ્રાવ્ય ઘન પદાર્થો (TDS), દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO), બાયોકેમિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ (BOD), રાસાયણિક ઓક્સિજન ડિમાન્ડ (COD), નાઇટ્રેટ, ફોસ્ફેટ, ભારે ધાતુઓ (જેમ કે સીસું, પારો, આર્સેનિક), અને જંતુનાશકો.
 - **જૈવિક પરિમાણો:** બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય સૂક્ષ્મ જીવોની હાજરી અને સંખ્યા.
- 4. **ડેટા વિશ્લેષણ અને અર્થઘટન (Data Analysis and Interpretation):** પાણીની ગુણવત્તાના પરીક્ષણના પરિણામોનું વિશ્લેષણ કરવામાં આવે છે અને તેનું અર્થઘટન કરવામાં આવે છે. આ પરિણામોની તુલના રાષ્ટ્રીય અને આંતરરાષ્ટ્રીય જળ ગુણવત્તાના ધોરણો સાથે કરવામાં આવે છે જેથી પ્રદૂષણના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરી શકાય.

ઉદાહરણો:

ચાલો, હવે આપણે કેટલાક ઉદાહરણો દ્વારા સમજીએ કે કેવી રીતે જળસ્ત્રોતોના પ્રદૂષણનું આકલન કરવામાં આવે છે:

1. નદીના પ્રદૂષણનું આકલન:

- ધારો કે આપણે યમુના નદીના પ્રદૂષણનું આકલન કરી રહ્યા છીએ. સૌ પ્રથમ, નદીના કિનારે આવેલા ઔદ્યોગિક એકમો, શહેરો અને ગામડાઓમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીના પ્રવાહો, અને ખેતરોમાંથી વહી આવતા રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકોને પ્રદૂષણના મુખ્ય સ્ત્રોતો તરીકે ઓળખવામાં આવશે.
- નદીના જુદા જુદા ભાગોમાંથી, ખાસ કરીને પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોની નજીકના વિસ્તારોમાંથી, પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરવામાં આવશે.
- આ નમૂનાઓનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરીને તેમાં રહેલા પ્રદૂષકો, જેવા કે ભારે ધાતુઓ, BOD, COD, અને બેક્ટેરિયાની માત્રા માપવામાં આવશે.

- પ્રાપ્ત થયેલા પરિણામોનું વિશ્લેષણ કરીને યમુના નદીમાં પ્રદૂષણના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે અને આ પરિણામોની તુલના નિર્ધારિત જળ ગુણવત્તાના ધોરણો સાથે કરવામાં આવશે.

2. તળાવના પ્રદૂષણનું આકલન:

- ધારો કે આપણે કોઈ શહેરની મધ્યમાં આવેલા તળાવના પ્રદૂષણનું આકલન કરી રહ્યા છીએ. સૌ પ્રથમ, તળાવમાં ભળતી ગટરલાઇન, આસપાસના વિસ્તારોમાંથી વહી આવતો કચરો અને વરસાદી પાણી, અને બોટિંગ અને અન્ય મનોરંજન પ્રવૃત્તિઓને પ્રદૂષણના મુખ્ય સ્ત્રોતો તરીકે ઓળખવામાં આવશે.
- તળાવના જુદા જુદા ભાગોમાંથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરવામાં આવશે.
- આ નમૂનાઓનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરીને તેમાં રહેલા પ્રદૂષકો, જેવા કે નાઇટ્રેટ, ફોસ્ફેટ, BOD, અને કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની માત્રા માપવામાં આવશે.
- પ્રાપ્ત થયેલા પરિણામોનું વિશ્લેષણ કરીને તળાવમાં પ્રદૂષણના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે અને આ પરિણામોની તુલના નિર્ધારિત જળ ગુણવત્તાના ધોરણો સાથે કરવામાં આવશે.

3. ભૂગર્ભ જળના પ્રદૂષણનું આકલન:

- ધારો કે આપણે કોઈ ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં ભૂગર્ભજળના પ્રદૂષણનું આકલન કરી રહ્યા છીએ.
- સૌ પ્રથમ, ખેતરોમાં વધુ પડતા રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકોનો ઉપયોગ, અયોગ્ય રીતે બાંધવામાં આવેલી સેપ્ટિક ટાંકીઓ, અને ઔદ્યોગિક કચરાના અનિયંત્રિત નિકાલને પ્રદૂષણના મુખ્ય સ્ત્રોતો તરીકે ઓળખવામાં આવશે.
- તે વિસ્તારમાં આવેલા કુવાઓ અને નળકૂપમાંથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરવામાં આવશે.
- આ નમૂનાઓનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરીને તેમાં રહેલા પ્રદૂષકો, જેવા કે નાઇટ્રેટ, ફ્લોરાઇડ, આર્સેનિક, અને બેક્ટેરિયાની માત્રા માપવામાં આવશે.
- પ્રાપ્ત થયેલા પરિણામોનું વિશ્લેષણ કરીને ભૂગર્ભજળમાં પ્રદૂષણના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવશે અને આ પરિણામોની તુલના નિર્ધારિત પીવાના પાણીના ધોરણો સાથે કરવામાં આવશે.

આમ, જળસ્ત્રોતોના પ્રદૂષણનું આકલન એ જળસ્ત્રોતોના સંરક્ષણ અને વ્યવસ્થાપન માટેનું એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા પ્રાપ્ત થતી માહિતી આપણને પ્રદૂષણના સ્તર, તેના સ્ત્રોતો અને તેની અસરોને સમજવામાં મદદ કરે છે, જેના આધારે આપણે પ્રદૂષણને નિયંત્રિત કરવા અને જળસ્ત્રોતોની ગુણવત્તા સુધારવા માટે અસરકારક પગલાં લઈ શકીએ છીએ.

4.6 જળસ્ત્રોતોની સ્વચ્છતા:

જળસ્ત્રોતોની સ્વચ્છતા એ માત્ર સૌંદર્યલક્ષી મુદ્દો નથી, પરંતુ તે માનવસ્વાસ્થ્ય, પર્યાવરણીય સંતુલન અને ટકાવ વિકાસ માટે પણ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. જળસ્ત્રોતોની સ્વચ્છતા એટલે જળસ્ત્રોત અને તેની

આસપાસના વિસ્તારમાં કચરો, ગંદકી અને અન્ય પ્રદૂષકોની ગેરહાજરી. સ્વચ્છ જળસ્રોતો પીવા, સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક અને મનોરંજન જેવી વિવિધ પ્રવૃત્તિઓ માટે સલામત અને ઉપયોગી હોય છે.

જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવવા માટે માત્ર જળસ્રોત જ નહીં, પરંતુ તેની આસપાસના સમગ્ર વિસ્તારની સ્વચ્છતાનું ધ્યાન રાખવું પણ જરૂરી છે. આમાં ઘન કચરાનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન, ગંદા પાણીનો નિકાલ, અને જળસ્રોતની આસપાસ શૌચાલયની સુવિધા શામેલ છે.

જળસ્રોતની સ્વચ્છતાનું મહત્વ:

- **માનવ સ્વાસ્થ્ય:** પ્રદૂષિત જળસ્રોતો અનેક ગંભીર રોગોનું કારણ બની શકે છે, જેમ કે ઝાડા, ટાઈફોઈડ, કોલેરા, કમળો અને ચામડીના રોગો. સ્વચ્છ જળસ્રોતો આ રોગોના ફેલાવાને રોકવામાં મદદ કરે છે અને માનવ સ્વાસ્થ્યને સુધારે છે.
- **પર્યાવરણીય સંતુલન:** જળસ્રોતો જૈવવિવિધતાના મહત્વપૂર્ણ કેન્દ્રો છે. પ્રદૂષણ જળચર જીવો, વનસ્પતિઓ અને સમગ્ર નિવસનતંત્રને નુકસાન પહોંચાડે છે. સ્વચ્છ જળસ્રોતો જૈવવિવિધતાના સંરક્ષણ અને પર્યાવરણીય સંતુલન જાળવવામાં મદદ કરે છે.
- **આર્થિક વિકાસ:** સ્વચ્છ જળસ્રોતો મત્સ્યઉદ્યોગ, પ્રવાસન અને કૃષિ જેવા ક્ષેત્રોને ટેકો આપે છે. પ્રદૂષિત જળ સ્રોતો આર્થિક પ્રવૃત્તિઓને નુકસાન પહોંચાડે છે અને વિકાસને અવરોધે છે.
- **સામાજિક સુખાકારી:** સ્વચ્છ જળસ્રોતો મનોરંજન અને રમતગમત , આરોગ્ય સુખાકારી માટે તકો પૂરી પાડે છે અને સમુદાયના જીવનની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે.

જળસ્રોતોની સ્વચ્છતાને અસર કરતા

પરિબળો:

જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા અનેક પરિબળો અસર કરે છે, જેમાં મુખ્યત્વે નીચેની બાબતોનો સમાવેશ થાય છે:

- **ઘન કચરાનો અયોગ્ય નિકાલ:** ઘરો, દુકાનો, અને ઔદ્યોગિક એકમોમાંથી નીકળતો ઘન કચરો ઘણીવાર જળસ્રોતોમાં ફેંકવામાં આવે છે, જે તેમને પ્રદૂષિત કરે છે.
- **ગંદા પાણીનો નિકાલ:** શહેરો અને ગામડાઓમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી, જેમાં ગટરનું પાણી અને ઔદ્યોગિક પ્રવાહીનો સમાવેશ થાય છે, તે ઘણીવાર શુદ્ધિકરણ કર્યા વિના જળસ્રોતોમાં છોડવામાં આવે છે, જે જળપ્રદૂષણનું મુખ્ય કારણ બને છે.
- **ખેતીની પ્રવૃત્તિઓ:** ખેતરોમાં ઉપયોગમાં લેવાતા રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકો વરસાદી પાણી સાથે વહીને જળસ્રોતોમાં ભળી જાય છે, જે તેમને પ્રદૂષિત કરે છે અને જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડે છે.
- **ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ:** ઘણા ઔદ્યોગિક એકમો તેમના પ્રવાહી કચરાને શુદ્ધિકરણ કર્યા વિના જળસ્રોતોમાં છોડે છે, જેમાં ભારે ધાતુઓ, ઝેરી રસાયણો અને અન્ય હાનિકારક પદાર્થો હોય છે.
- **ખુલ્લામાં શૌચ:** ખુલ્લામાં શૌચ કરવાની પ્રથા જળસ્રોતોને પ્રદૂષિત કરે છે અને રોગો ફેલાવે છે.
- **જાગૃતિનો અભાવ:** લોકોમાં જળસ્રોતોની સ્વચ્છતાના મહત્વ અંગે જાગૃતિનો અભાવ એ પણ એક મહત્વપૂર્ણ પરિબળ છે.

ઉદાહરણો:

ચાલો, હવે આપણે કેટલાક ઉદાહરણો દ્વારા સમજીએ કે કેવી રીતે જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવી શકાય છે અને તેને કેવી રીતે સુધારી શકાય છે:

1. નદીની સ્વચ્છતા:

- **સમસ્યા:** ધારો કે આપણે ગંગા નદીનું ઉદાહરણ લઈએ. ગંગા નદી ભારતની સૌથી પવિત્ર નદીઓમાંની એક છે, પરંતુ તે વિશ્વની સૌથી પ્રદૂષિત નદીઓમાં સામેલ પણ છે. ઔદ્યોગિક કચરો, ગટરનું પાણી, અને ઘન કચરો નદીના પ્રદૂષણના મુખ્ય સ્રોતો છે.
- **ઉકેલ:** ગંગા નદીની સ્વચ્છતા સુધારવા માટે, "નમામિ ગંગે" જેવી સરકારી યોજનાઓ શરૂ કરવામાં આવી છે. આ યોજના અંતર્ગત, ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ્સ સ્થાપિત કરવામાં આવી રહ્યા છે, ઘન કચરાના વ્યવસ્થાપન માટે સુવિધાઓ ઊભી કરવામાં આવી રહી છે, અને નદી કિનારે શૌચાલયો બનાવવામાં આવી રહ્યા છે. વધુમાં, લોકોને નદીના મહત્વ અને તેની સ્વચ્છતા જાળવવા અંગે જાગૃત કરવા માટે અભિયાનો ચલાવવામાં આવી રહ્યા છે.
- **સફળતા:** આ પ્રયાસોના પરિણામે, ગંગા નદીના પ્રદૂષણના સ્તરમાં ઘટાડો થયો છે અને નદીની જૈવવિવિધતામાં સુધારો થયો છે.

2. તળાવની સ્વચ્છતા:

- **સમસ્યા:** ધારો કે આપણે કોઈ શહેરની મધ્યમાં આવેલા તળાવનું ઉદાહરણ લઈએ જે કચરાના ઢગલા અને ગંદા પાણીના નિકાલને કારણે પ્રદૂષિત થઈ ગયું છે.
- **ઉકેલ:** તળાવની સ્વચ્છતા સુધારવા માટે, સૌ પ્રથમ તળાવમાંથી કચરો અને કાંપ દૂર કરવાની જરૂર છે. ત્યારબાદ, તળાવમાં ભળતા ગંદા પાણીના પ્રવાહોને રોકવા અને ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે વ્યવસ્થા ઊભી કરવાની જરૂર છે. તળાવની ફરતે વૃક્ષારોપણ કરીને તેના કુદરતી સૌંદર્યને પુનઃસ્થાપિત કરી શકાય છે. સ્થાનિક સમુદાયને તળાવની સફાઈ અને જાળવણીમાં સામેલ કરીને તેની સ્વચ્છતા જાળવી શકાય છે.
- **સફળતા:** આવા પ્રયાસોના પરિણામે, તળાવ ફરીથી સ્વચ્છ અને સુંદર બની શકે છે અને તે મનોરંજન અને પર્યાવરણીય શિક્ષણ માટેનું કેન્દ્ર બની શકે છે.

3. કુવાની સ્વચ્છતા:

- **સમસ્યા:** ધારો કે આપણે કોઈ ગ્રામ્ય વિસ્તારમાં આવેલા કુવાનું ઉદાહરણ લઈએ જેનો ઉપયોગ પીવાના પાણી માટે થાય છે. કુવાની આસપાસ ગંદકી અને કચરાના ઢગલા છે અને ખુલ્લામાં શૌચ કરવાની પ્રથા પણ પ્રચલિત છે.
- **ઉકેલ:** કુવાની સ્વચ્છતા સુધારવા માટે, સૌ પ્રથમ કુવાની આસપાસના વિસ્તારને સાફ કરવાની જરૂર છે. કુવાની ફરતે પાળ બનાવીને તેને ગંદકી અને કચરાથી સુરક્ષિત કરી શકાય છે. કુવામાંથી પાણી કાઢવા માટે સ્વચ્છ ડોલ અને દોરડાનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. ગ્રામજનોને ખુલ્લામાં શૌચ ન કરવા અને શૌચાલયનો ઉપયોગ કરવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવા જોઈએ.

- **સફળતા:** આવા પ્રયાસોના પરિણામે, કુવાનું પાણી પીવા માટે સલામત બનશે અને ગ્રામજનોના સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો થશે.

4. ઝરણાંની સ્વચ્છતા:

- **સમસ્યા:** ધારો કે આપણે કોઈ પર્વતીય વિસ્તારમાં આવેલા ઝરણાનું ઉદાહરણ લઈએ જે પ્રવાસીઓ દ્વારા ફેંકવામાં આવેલા કચરા અને પ્લાસ્ટિકની બોટલોથી પ્રદૂષિત થઈ ગયું છે.
- **ઉકેલ:** ઝરણાની સ્વચ્છતા જાળવવા માટે, પ્રવાસીઓને કચરો કચરાપેટીમાં નાખવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવા જોઈએ અને ઝરણાના વિસ્તારમાં નિયમિત સફાઈ અભિયાન ચલાવવા જોઈએ. ઝરણાના પાણીના પ્રવાહમાં અવરોધ ઊભો કરતા કોઈપણ કાટમાળને દૂર કરવો જોઈએ.
- **સફળતા:** આવા પ્રયાસોના પરિણામે, ઝરણું તેના કુદરતી સૌંદર્યને જાળવી રાખશે અને પ્રવાસીઓ માટે આકર્ષણનું કેન્દ્ર બની રહેશે.

જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવવા માટેના ઉપાયો:

- **કાયદાઓનું કડક પાલન:** જળપ્રદૂષણ અટકાવવા માટે બનાવવામાં આવેલા કાયદાઓનું કડક પાલન કરવું જરૂરી છે. પ્રદૂષણ ફેલાવનારા ઔદ્યોગિક એકમો અને વ્યક્તિઓ સામે કડક કાર્યવાહી થવી જોઈએ.
- **ઘન કચરાનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન:** ઘન કચરાને જળસ્રોતોમાં ફેંકવાને બદલે, તેનું યોગ્ય રીતે વર્ગીકરણ, પ્રક્રિયા અને નિકાલ થવો જોઈએ.
- **ગંદા પાણીનું શુદ્ધિકરણ:** ગંદા પાણીને જળસ્રોતોમાં છોડતા પહેલાં તેનું શુદ્ધિકરણ કરવું અનિવાર્ય છે. ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ્સ સ્થાપિત કરવા અને તેમની કાર્યક્ષમતા સુધારવી જોઈએ.
- **જાગૃતિ અભિયાન:** લોકોમાં જળસ્રોતોના મહત્વ અને તેમની સ્વચ્છતા જાળવવા અંગે જાગૃતિ ફેલાવવા માટે વ્યાપક સ્તરે અભિયાનો ચલાવવા જોઈએ.
- **સમુદાયની ભાગીદારી:** જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવવા માટે સ્થાનિક સમુદાયની ભાગીદારી ખૂબ જ મહત્વની છે. લોકોને જળસ્રોતોની સફાઈ અને જાળવણીમાં સામેલ કરવા જોઈએ.
- **શિક્ષણ:** બાળકોને બાળપણથી જ જળસ્રોતોના મહત્વ અને તેમની સ્વચ્છતા અંગે શિક્ષિત કરવા જોઈએ. શાળાઓ અને કૉલેજોમાં પર્યાવરણ શિક્ષણ પર ભાર મૂકવો જોઈએ.

આમ, જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા એ એક સામૂહિક જવાબદારી છે. સરકાર, સ્થાનિક સમુદાયો અને વ્યક્તિઓએ સાથે મળીને જળસ્રોતોને પ્રદૂષણમુક્ત રાખવા અને તેમની સ્વચ્છતા જાળવવા માટે પ્રયત્નો કરવા જોઈએ. સ્વચ્છ જળસ્રોતો એ સ્વસ્થ સમાજ અને ટકાઉ વિકાસની પાયાની જરૂરિયાત છે.

4.7 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ):

1. નીચેનામાંથી કયો સપાટીય જળસ્રોત નથી?
 - (a) નદી
 - (b) તળાવ
 - (c) ઝરણું
 - (d) નળકૂપ
2. ભૂગર્ભ જળસ્તર માપવા માટે કયા ઉપકરણનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) થર્મોમીટર
 - (b) પીઝોમીટર
 - (c) બેરોમીટર
 - (d) હાઈડ્રોમીટર
3. પાણીની ગુણવત્તા ચકાસવા માટે નીચેનામાંથી કયો પરિમાણ માપવામાં આવતો નથી?
 - (a) pH
 - (b) TDS
 - (c) BOD
 - (d) તાપમાનનો ગાળો (Temperature Range)
4. નદીના પ્રવાહ દરને માપવા માટે કયા ઉપકરણનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) કરંટ મીટર
 - (b) એનિમોમીટર
 - (c) સ્પીડોમીટર
 - (d) ઓડોમીટર
5. જળસ્રોતોના નકશા નિર્માણ માટે કયા સોફ્ટવેરનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) એમએસ વર્ડ
 - (b) એમએસ એક્સેલ

- (c) જીઆઈએસ (GIS)
- (d) પાવરપોઈન્ટ
6. નીચેનામાંથી કયો જળપ્રદૂષણનો બિંદુસ્ત્રોત(Point Source) છે?
- (a) ખેતરોમાંથી વહી આવતા રાસાયણિક ખાતરો
- (b) ઔદ્યોગિક એકમમાંથી નીકળતો ગંદો પ્રવાહી
- (c) શહેરી વિસ્તારોમાંથી વહી આવતો વરસાદી પાણી
- (d) બાંધકામ સાઇટ્સ પરથી ધોવાણ પામેલી માટ
7. નીચેનામાંથી કયો રોગ પ્રદૂષિત પાણી પીવાથી થઈ શકે છે?
- (a) ડાયાબિટીસ
- (b) હાયપરટેન્શન
- (c) કોલેરા
- (d) કેન્સર
8. 'નમામિ ગંગો' યોજના કઈ નદીની સ્વચ્છતા સાથે સંકળાયેલી છે?
- (a) યમુના
- (b) ગંગા
- (c) ગોદાવરી
- (d) કાવેરી
9. જળસ્ત્રોતોની આસપાસ કયરો નાખવાથી શું થાય છે?
- (a) જળસ્ત્રોતોની સુંદરતા વધે છે
- (b) જળસ્ત્રોતો પ્રદૂષિત થાય છે
- (c) જળચર જીવોની સંખ્યામાં વધારો થાય છે
- (d) જળસ્ત્રોતોમાં પાણીનું સ્તર વધે છે
10. જળસ્ત્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવવાની જવાબદારી કોની છે?
- (a) ફક્ત સરકારની
- (b) ફક્ત સ્થાનિક સમુદાયની
- (c) ફક્ત પર્યાવરણવાદીઓની
- (d) સરકાર, સ્થાનિક સમુદાય અને દરેક વ્યક્તિની

જવાબ : 1-d, 2-b, 3-d, 4-a, 5-c, 6-b, 7-c, 8-b, 9-b, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો (Short Questions):

1. જળસ્રોતોના સર્વેક્ષણના કોઈપણ બે ઉદ્દેશ્યો જણાવો.
2. સપાટીય જળસ્રોતો અને ભૂગર્ભ જળસ્રોતો વચ્ચેનો તફાવત જણાવો.
3. જળસ્રોતોના નક્શા નિર્માણના કોઈપણ બે ફાયદા જણાવો.
4. BOD અને COD નું પૂર્ણ નામ આપો.
5. જળપ્રદૂષણના કોઈપણ બે બિન-બિંદુસ્રોતો(Non-Point Sources) ના નામ આપો.
6. જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવવા માટે તમે વ્યક્તિગત સ્તરે શું કરી શકો?
7. પ્રદૂષિત પાણી પીવાથી થતા કોઈપણ બે રોગોના નામ આપો.
8. ભૂગર્ભજળ સ્થિર કરવાની કોઈપણ બે પદ્ધતિઓ જણાવો.
9. તમારા વિસ્તારમાં આવેલા કોઈપણ એક જળસ્રોતનું નામ આપો અને તેના પ્રદૂષણનું મુખ્ય કારણ જણાવો.
10. જળસ્રોતોના સંરક્ષણ માટે સરકાર દ્વારા લેવામાં આવેલા કોઈપણ બે પગલાં જણાવો.

વિસ્તૃત પ્રશ્નો (Long Questions):

1. જળસ્રોતોના સર્વેક્ષણની પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. તેમાં કયા કયા તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે અને દરેક તબક્કામાં કઈ કઈ બાબતોનું ધ્યાન રાખવામાં આવે છે?
2. તમારા વિસ્તારમાં આવેલા કોઈપણ એક જળસ્રોત(નદી, તળાવ, કૂવો, વગેરે) નું ઉદાહરણ લઈને તેના સર્વેક્ષણની યોજના બનાવો. આ યોજનામાં તમે કઈ કઈ માહિતી એકત્રિત કરશો અને કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરશો તે વિગતવાર સમજાવો.
3. જળસ્રોતોના પ્રદૂષણના કારણો, અસરો અને તેના નિવારણના ઉપાયો વિશે વિસ્તૃત ચર્ચા કરો.
4. જળસ્રોતોની સ્વચ્છતાનું મહત્વ સમજાવો અને જળસ્રોતોની સ્વચ્છતા જાળવવા માટે સરકાર, સ્થાનિક સમુદાય અને વ્યક્તિઓ શું ભૂમિકા ભજવી શકે છે તે વિગતવાર જણાવો.
5. જળસ્રોતોના નક્શા નિર્માણ (મેપિંગ) ની પ્રક્રિયા સમજાવો અને તેના ફાયદાઓ ઉદાહરણો સાથે વર્ણવો. આ નક્શા નિર્માણ જળસ્રોતોના વ્યવસ્થાપન અને સંરક્ષણમાં કેવી રીતે મદદરૂપ થઈ શકે તે પણ સમજાવો.

*** **

- 5.1 પ્રસ્તાવના
- 5.2 વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ (ઝંટોપ અને સપાટી)
- 5.3 ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ
- 5.4 જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ
- 5.5 જળસંરક્ષણની આધુનિક પદ્ધતિઓ
- 5.6 જળસંરક્ષણ માટે જનજાગૃતિ
- 5.7 સારાંશ
- 5.8 સ્વાધ્યાય

5.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી એ જીવનનો આધાર છે.એક અમૂલ્ય સંસાધન જે પૃથ્વી પરના દરેક જીવ માટે અનિવાર્ય છે.માનવજીવન, પ્રાણીસૃષ્ટિ, વનસ્પતિ અને સમગ્ર પર્યાવરણ પાણી પર આધારિત છે. તાજેતરના વર્ષોમાં, વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં ભારે વધારો થયો છે. બીજી તરફ અનિયમિત વરસાદ, ભૂગર્ભજળનો વધુ પડતો ઉપયોગ અને જળપ્રદૂષણને કારણે પાણીની ઉપલબ્ધિ ઘટી રહી છે. આ પરિસ્થિતિમાં, જળસંરક્ષણ સમયની અતિ મહત્વની માંગ બની ગયું છે.

આ 'જળસંરક્ષણ તકનીકો' એકમ આપણને પાણી બચાવવા અને તેનું સંરક્ષણ કરવા માટેની વિવિધ પદ્ધતિઓથી પરિચિત કરાવશે.આ એકમમાં આપણે નીચેની બાબતોનો અભ્યાસ કરીશું:

- **વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:** છત પરથી અને સપાટી પરથી વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ કેવી રીતે કરવો તે આપણે શીખીશું. આ પદ્ધતિ દ્વારા, આપણે તાજા પાણીનો સંગ્રહ કરી શકીએ છીએ અને તેનો ઉપયોગ વિવિધ હેતુઓ માટે કરી શકીએ છીએ.
- **ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ:** ભૂગર્ભજળના સ્તરને ફરીથી ભરવા માટેની તકનીકોનો આપણે અભ્યાસ કરીશું.આ પદ્ધતિ દ્વારા, આપણે ભૂગર્ભજળના ભંડારમાં વધારો કરી શકીએ છીએ અને ભવિષ્યમાં પાણીની અછતને ટાળી શકીએ છીએ.
- **જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ:** ભારતમાં પાણી બચાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી પ્રાચીન અને પરંપરાગત પદ્ધતિઓનો આપણે અભ્યાસ કરીશું.આ પદ્ધતિઓ આપણને શીખવે છે કે, કેવી રીતે કુદરતી સંસાધનોનો ટકાઉ ઉપયોગ કરવો અને પર્યાવરણનું રક્ષણ કરવું.
- **જળસંરક્ષણની આધુનિક પદ્ધતિઓ:** ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને પાણી બચાવવા માટેની નવી અને આધુનિક પદ્ધતિઓનો આપણે અભ્યાસ કરીશું.આ પદ્ધતિઓ દ્વારા આપણે પાણીનો બગાડ ઘટાડી શકીએ છીએ અને તેનો કાર્યક્ષમ રીતે ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ.
- **જળસંરક્ષણ માટે જન જાગૃતિ:** સમાજમાં પાણીના મહત્વ અને તેના સંરક્ષણ માટે જાગૃતિ ફેલાવવાના મહત્વનો આપણે અભ્યાસ કરીશું.જનજાગૃતિ દ્વારા આપણે લોકોને પાણી બચાવવા માટે પ્રેરિત કરી શકીએ છીએ અને તેમને આ દિશામાં સક્રિય ભૂમિકા ભજવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકીએ છીએ.

આ એકમનો ઉદ્દેશ્ય જળસંરક્ષણ પ્રત્યે આપણી સમજને વધુ દૃઢ બનાવવાનો અને આપણને પાણી બચાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવાનો છે.જળસંરક્ષણ એ ફક્ત એક વ્યક્તિગત જવાબદારી નથી પણ એક સામાજિક જરૂરિયાત પણ છે. આપણે સૌએ સાથે મળીને પાણી બચાવવા અને પૃથ્વી પરના જીવનને ટકાવી રાખવા માટે કાર્ય કરવાની જરૂર છે.

5.2 વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ (રૂફટોપ અને સપાટી):

પાણી એ અમૂલ્ય કુદરતી સંસાધન છે, જે જીવન ટકાવી રાખવા માટે આવશ્યક છે.વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે.પાણીની ઉપલબ્ધિ ઘટી રહી છે, ખાસ કરીને અનિયમિત વરસાદ અને ભૂગર્ભજળના વધુ પડતા ઉપયોગને કારણે.આ પરિસ્થિતિમાં, વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ એ એક મહત્વપૂર્ણ ઉકેલ બની જાય છે.

- વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ મુખ્ય બે રીતે કરી શકાય છે:

1. રૂફટોપ વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:

આ પદ્ધતિમાં ઘર, ઇમારત કે કોઈપણ છત પર પડતા વરસાદી પાણીને એકત્રિત કરવામાં આવે છે. છત પરથી પાણી ગટરો દ્વારા ટાંકીમાં સંગ્રહિત કરવામાં આવે છે. આ ટાંકીઓ જમીનમાં, સપાટી પર અથવા છત પર પણ બનાવી શકાય છે. સંગ્રહિત પાણીનો ઉપયોગ બગીચામાં પાણી પીવડાવવા, વાહનો ધોવા, શૌચાલયમાં ફ્લશ કરવા અને અન્ય બિન-પીવાલાયક કાર્યો માટે થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

અમદાવાદમાં રહેતા એક પરિવારના ઘરની છત 100 ચોરસ મીટરની છે. અમદાવાદમાં સરેરાશ વાર્ષિક વરસાદ 700 મીમી છે. આ ગણતરી મુજબ આ પરિવાર દર વર્ષે 70,000 લિટર (100 ચો.મી. x 700 મીમી) વરસાદી પાણી એકત્રિત કરી શકે એમ છે. જો તેઓ 5000 લિટરની ટાંકી બનાવે તો તેઓ આ ટાંકીને 14 વખત ભરી શકે. આ સંગ્રહિત પાણીનો ઉપયોગ તેઓ બગીચામાં પાણી પીવડાવવા, વાહન ધોવા અને શૌચાલયમાં ફ્લશ કરવા માટે કરી શકે. જેનાથી નગરપાલિકાના પાણીનો વપરાશ ઘટશે અને ભૂગર્ભજળ પરનું ભારણ પણ ઘટશે.

● રૂફટોપ વરસાદી પાણીના સંગ્રહના ફાયદા:

- પાણીના બિલમાં ઘટાડો.
- ભૂગર્ભજળ પરનું ભારણ ઘટાડે છે.
- પાણીની અછતનો સામનો કરવામાં મદદ કરે છે.
- સરળ અને ઓછી ખર્ચાળ પદ્ધતિ.
- પાણીની ગુણવત્તા સારી હોય છે.

2. સપાટી પરથી વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:

આ પદ્ધતિમાં ખુલ્લાં મેદાન, ખેતરો, રસ્તાઓ અને અન્ય સપાટી પરથી વહેતા વરસાદી પાણીને એકત્રિત કરવામાં આવે છે. આ પાણીને તળાવો, ચેકડેમ, કૂવા અને ટાંકીઓમાં સંગ્રહિત કરી શકાય છે. સંગ્રહિત પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ, પશુધન માટે પાણી પૂરું પાડવા અને ભૂગર્ભજળના રિચાર્જ માટે થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

ગુજરાતના કચ્છ જિલ્લાના એક ગામનો વિચાર કરીએ, જ્યાં પાણીની તીવ્ર અછત છે. ગ્રામજનોએ ગામની બહાર એક મોટો ચેકડેમ બનાવ્યો છે. ચોમાસા દરમિયાન આ ચેકડેમ વરસાદી પાણીથી ભરાઈ જાય છે. આ સંગ્રહિત પાણીનો ઉપયોગ ગ્રામજનો સિંચાઈ અને પશુધન માટે કરે છે. ચેકડેમના કારણે ભૂગર્ભજળનું સ્તર પણ વધ્યું છે, જેનાથી કૂવા અને ટ્યૂબવેલમાં પાણી ઉપલબ્ધ થાય છે.

● સપાટી પરના વરસાદી પાણીના સંગ્રહના ફાયદા:

- ભૂગર્ભજળના સ્તરમાં વધારો.
- સિંચાઈ માટે પાણીની ઉપલબ્ધિમાં સુધારો.
- પૂરનું જોખમ ઘટાડે છે.
- જમીન ધોવાણ અટકાવે છે.
- ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીની સમસ્યાનો ઉકેલ.

● વરસાદી પાણીના સંગ્રહ માટે ધ્યાનમાં રાખવા જેવી બાબતો:

- પાણી એકત્રિત કરવા માટે વપરાતી સપાટી સ્વચ્છ હોવી જોઈએ.

- ટાંકીઓ નિયમિત રીતે સાફ કરવી જોઈએ.
- પાણીને ગાળવા માટે ફિલ્ટરનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
- પીવા માટે ઉપયોગમાં લેતાં પહેલાં પાણી ઉકાળીને જંતુમુક્ત કરવું જોઈએ.

વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ એ પાણી બચાવવા અને ભવિષ્ય માટે પાણી સુરક્ષિત કરવાની એક સરળ અને અસરકારક રીત છે. આપણે સૌએ આ પદ્ધતિને અપનાવીને પાણીના સંરક્ષણમાં પોતાનો સહયોગ આપવો જોઈએ.

રૂઝટોપ અને સપાટી પરથી વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ એ બે મહત્વપૂર્ણ પદ્ધતિઓ છે, જે પાણીની અછતને દૂર કરવામાં અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરી શકે છે. સરકાર, સંસ્થાઓ અને વ્યક્તિગત સ્તરે આ પદ્ધતિઓને પ્રોત્સાહન આપવાની જરૂર છે. ચાલો, આપણે બધાં સાથે મળીને પાણી બચાવીએ અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે એક સુરક્ષિત જળસ્રોત સુનિશ્ચિત કરીએ.

5.3 ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ:

ભૂગર્ભજળ એ પૃથ્વીની સપાટી નીચે ખડકો અને માટીના સ્તરોમાં સંગ્રહિત પાણી છે. આ પાણી કૂવા, ટ્યૂબવેલ અને ઝરણાં દ્વારા માનવ અને પ્રાણીજીવન ટકાવી રાખવા માટે મહત્વપૂર્ણ સ્રોત છે. જો કે, ભૂગર્ભજળનો વધુ પડતો ઉપયોગ અને અપૂરતો રિચાર્જ ભૂગર્ભજળના સ્તરમાં ઘટાડા તરફ દોરી જાય છે. જે પાણીની ગંભીર અછતનું કારણ બની શકે છે.

ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ એ કુદરતી અથવા કૃત્રિમ રીતે ભૂગર્ભજળના ભંડારોને ફરીથી ભરવાની ક્રિયા છે. કુદરતી રિચાર્જ વરસાદ, નદીઓ અને તળાવોના પાણી શોષણ દ્વારા થાય છે. કૃત્રિમ રિચાર્જ માનવ હસ્તક્ષેપ દ્વારા કરવામાં આવે છે અને તેમાં વિવિધ તકનીકોનો ઉપયોગ શામેલ છે.

ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?

- ભૂગર્ભજળ ઘટતા સ્તરને પુનર્જીવિત કરે છે.
- પાણીની ઉપલબ્ધિમાં સુધારો કરે છે. ખાસ કરીને શુષ્ક અને અર્ધ-શુષ્ક વિસ્તારોમાં.
- કૂવા અને ટ્યૂબવેલ માટે પાણીના ઉત્પાદનમાં વધારો કરે છે.
- ખારાશને આગળ વધતી અટકાવે છે.
- જમીનની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે.
- પૂરનું જોખમ ઘટાડે છે.

ભૂગર્ભજળ રિચાર્જની પદ્ધતિઓ:

ભૂગર્ભ જળ રિચાર્જ કરવા માટે ઘણી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે. જે મુખ્ય બે શ્રેણીઓમાં વિભાજિત કરી શકાય:

1. પ્રત્યક્ષ રિચાર્જ પદ્ધતિઓ:

આ પદ્ધતિઓમાં પાણી સીધી રીતે ભૂગર્ભજળના ભંડારમાં દાખલ કરવામાં આવે છે.

- **રિચાર્જ કૂવા:** આ ઊંડા કૂવા છે, જે છિદ્રાળુ ખડકોના સ્તર સુધી પહોંચે છે. વરસાદી પાણી, નદીઓનું પાણી અથવા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરતાં રહી ગયેલ ગંદુ પાણી રિચાર્જ કૂવાઓમાં નાખવામાં આવે છે, જ્યાંથી તે ભૂગર્ભ જળના સ્તરમાં ભળી જાય છે.
- **રિચાર્જ ખાડા:** આ છીછરા ખાડાઓ છે, જે માટી અને કાંકરાના સ્તરોથી ભરેલા હોય છે. વરસાદી પાણી ખાડામાં એકત્રિત થાય છે અને ધીમે ધીમે ભૂગર્ભમાં ઝમી જાય છે.

- **પ્રસાર ટાંકી:** આ ટાંકીઓ છિદ્રાળુ માટીના સ્તર પર બનાવવામાં આવે છે. વરસાદી પાણી અથવા નદીનું પાણી ટાંકીમાં ભરવામાં આવે છે, જ્યાંથી તે ભૂગર્ભમાં ઝમી જાય છે.

ઉદાહરણ:

ગુજરાતના મહેસાણા જિલ્લામાં રિચાર્જ કૂવાનો ઉપયોગ ભૂગર્ભજળના સ્તરને ફરીથી ભરવા માટે કરવામાં આવે છે. આ વિસ્તારમાં ખેડૂતો તેમના ખેતરોમાં રિચાર્જ કૂવા બનાવે છે. ચોમાસા દરમિયાન તેઓ ખેતરોમાં એકત્રિત થતું વરસાદી પાણી આવા કૂવાઓમાં વાળે છે. આ પાણી ભૂગર્ભ જળના સ્તરમાં ભળી જાય છે, જેનાથી કૂવા અને ટ્યૂબવેલમાં પાણીનું સ્તર વધે છે અને સિંચાઈ માટે પાણી ઉપલબ્ધ થાય છે.

2. પરોક્ષ રિચાર્જ પદ્ધતિઓ:

આ પદ્ધતિઓમાં ભૂગર્ભમાં ઝમણ વધારવા માટે જમીનની સપાટી પર ફેરફારો કરવામાં આવે છે.

- **ચેકડેમ:** નાના બંધ બાંધીને પાણીનો પ્રવાહ ધીમો કરવામાં આવે છે, જેનાથી પાણીને ભૂગર્ભમાં ઝમણ કરવા માટે વધુ સમય મળે છે.
- **કૉન્ટ્રી બંડિંગ:** ઢાળવાળી જમીન પર ટેરેસ બનાવીને પાણીનો પ્રવાહ ધીમો કરવામાં આવે છે અને ભૂગર્ભમાં ઝમણ વધારવામાં આવે છે.
- **વનીકરણ:** વૃક્ષો વાવવાથી જમીનની પાણી શોષવાની ક્ષમતા વધે છે અને ભૂગર્ભમાં ઝમણ વધે છે.

ઉદાહરણ:

રાજસ્થાનના અલવર જિલ્લામાં, "તરુણ ભારત સંઘ" નામની સંસ્થાએ ગ્રામજનો સાથે મળીને ઘણા નાના-મોટા ચેકડેમ અને જળસંગ્રહનાં માળખાં બનાવ્યાં છે. આ માળખાંઓએ વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ કરી ભૂગર્ભ જળનું રિચાર્જ કર્યું છે, જેના કારણે સુકાઈ ગયેલા કૂવા અને ટ્યૂબવેલ ફરીથી જીવંત થયા છે તેથી આ વિસ્તારમાં પાણીની ઉપલબ્ધિમાં સુધારો થયો છે.

ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ માટે ધ્યાનમાં રાખવા જેવી બાબતો:

- રિચાર્જ માટે ઉપયોગમાં લેવાતું પાણી પ્રદૂષણ મુક્ત હોવું જોઈએ.
- રિચાર્જ પદ્ધતિની પસંદગી ભૂસ્તરશાસ્ત્રીય પરિસ્થિતિઓ અને પાણીની ઉપલબ્ધિ પર આધારિત હોવી જોઈએ.
- નિયમિત જાળવણી અને દેખરેખ જરૂરી છે.
- લોકોને ભૂગર્ભજળ રિચાર્જના મહત્વ વિશે જાગૃત કરવા જોઈએ.

ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ એ ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન માટે એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે. સરકાર, સહકારી સંસ્થાઓ અને વ્યક્તિઓએ સાથે મળીને આ દિશામાં કાર્ય કરવાની જરૂર છે. ચાલો, આપણે બધાં ભૂગર્ભજળ રિચાર્જને પ્રોત્સાહન આપીએ અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે પાણી સુરક્ષિત કરીએ.

આપણા સૌનો સહયોગ પ્રયાસ જ ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તરને અટકાવી શકશે અને પાણીની ઉપલબ્ધિ સુનિશ્ચિત કરી શકશે.

5.4 જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ :

પાણી એ જીવનનું અમૂલ્ય છે. પ્રાચીન સમયથી માનવજાત પાણી બચાવવા અને તેનો કુશળતાપૂર્વક ઉપયોગ કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરતી આવી છે. જળસંરક્ષણની આ પરંપરાગત પદ્ધતિઓ સદીઓથી ચકાસાયેલ છે અને તે ટકાઉ અને પર્યાવરણને અનુકૂળ છે. આ પદ્ધતિઓ સ્થાનિક ભૌગોલિક પરિસ્થિતિઓ

અને વરસાદની ભાતને અનુરૂપ બનાવવામાં આવી હતી અને તે જળસંરક્ષણમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવતી હતી.

આજે પણ આ પરંપરાગત પદ્ધતિઓ પ્રાસંગિક છે અને પાણીની અછતનો સામનો કરવા અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરી શકે છે.ચાલો, આપણે કેટલીક મહત્વપૂર્ણ પરંપરાગત જળસંરક્ષણ પદ્ધતિઓ અને તેનાં ઉદાહરણો જોઈએ:

1. તળાવો અને સરોવરો:

તળાવો અને સરોવરો એ માનવસર્જિત અથવા કુદરતી જળાશયો છે જેનો ઉપયોગ વરસાદી પાણી અને નદીઓના પાણીને સંગ્રહિત કરવા માટે થાય છે. આ જળાશયો સિંચાઈ, પશુધન અને માનવધન માટે પાણી પૂરું પાડે છે.

ઉદાહરણ:

- **રાજસ્થાનના ઉદયપુરમાં આવેલું પિયોલા તળાવ:** આ 14મી સદીમાં બનેલું એક માનવસર્જિત તળાવ છે.જે શહેરને પીવાનું પાણી પૂરું પાડે છે અને તે પર્યટન સ્થળ પણ બન્યું છે.
- **ગુજરાતમાં આવેલું નળ સરોવર:** આ એક વિશાળ કુદરતી સરોવર છે.જે શિયાળામાં સ્થળાંતર કરનારાં પક્ષીઓ માટે આશ્રયસ્થાન પૂરું પાડે છે અને સિંચાઈ માટે પણ પાણી પૂરું પાડે છે.

2. વાવ:

વાવ એટલે પગથિયાંવાળો કૂવો.જે ભૂગર્ભજળ સુધી પહોંચવા માટે બનાવવામાં આવ્યા હતા.વાવ માત્ર પાણીનો સ્રોત જ નહોતી, પરંતુ તે સામાજિક મેળાવડા અને ધાર્મિક વિધિઓ માટેનું સ્થાન પણ હતી.

ઉદાહરણ:

- **ગુજરાતના પાટણમાં આવેલી રાણની વાવ:** આ 11મી સદીમાં બનેલી એક ભવ્ય વાવ છે.જે તેની સ્થાપત્ય સુંદરતા અને કોતરણી માટે પ્રખ્યાત છે.તેને યુનેસ્કો દ્વારા વર્લ્ડ હેરિટેજ સાઇટ તરીકે પણ માન્યતા આપવામાં આવી છે.
- **અમદાવાદમાં આવેલી અડાલજની વાવ:** આ 15મી સદીમાં બનેલી પાંચ માળની વાવ છે જે તેના સુંદર સ્તંભો અને કોતરણી માટે જાણીતી છે.

3. ભૂગર્ભટાંકાં:

ભૂગર્ભ ટાંકાનો ઉપયોગ છત પરથી વરસાદી પાણી એકત્રિત કરવા માટે થાય છે.ટાંકું સામાન્ય રીતે ઘરના આંગણામાં અથવા તેની નજીક બનાવવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ પીવાના પાણી અને ઘરગથ્થુ વપરાશ માટે થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **રાજસ્થાનનાં ઘરોમાં જોવા મળતાં ટાંકાં:** રાજસ્થાનના શુષ્ક વિસ્તારોમાં, ઘરોમાં પરંપરાગત રીતે ટાંકાં બનાવવામાં આવે છે જે છત પરથી વરસાદી પાણી એકત્રિત કરે છે.આ પાણીનો ઉપયોગ પીવા અને રસોઈ માટે થાય છે.

4. જોહડ:

જોહડ એ અર્ધચંદ્રાકાર માટીના બંધ છે, જે વરસાદી પાણીને એકત્રિત કરવા અને ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ કરવા માટે બનાવવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ:

- **રાજસ્થાનના અલવર જિલ્લામાં જોવા મળતા જોહડ:** "તરુણ ભારત સંઘ" નામની સંસ્થાએ ગ્રામજનો સાથે મળીને ઘણા જોહડ બનાવ્યા છે, જેના કારણે સુકાઈ ગયેલા કૂવા અને ટ્યૂબવેલ ફરીથી જીવંત થયાં છે અને આ વિસ્તારમાં પાણીની ઉપલબ્ધિમાં સુધારો થયો છે.

5. કૂઈ:

કૂઈ એટલે છીછરો નાનો કૂવો.જેનો ઉપયોગ ઝરણાં અને ઝરણાંમાંથી પાણી એકત્રિત કરવા માટે થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **હિમાલયના વિસ્તારોમાં જોવા મળતી કૂઈ:** હિમાલયના પર્વતીય વિસ્તારોમાં કૂઈનો ઉપયોગ ઝરણાં અને ઝરણાંમાંથી પાણી એકત્રિત કરવા માટે થાય છે.આ પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ અને પીવા માટે થાય છે.

6. ખડીન:

ખડીન એ એક પરંપરાગત પદ્ધતિ છે જેમાં ઢાળવાળી જમીન પર પથ્થરના બંધ બાંધીને પાણીનો સંગ્રહ કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ ખેતી માટે થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **રાજસ્થાનના જેસલમેર જિલ્લામાં જોવા મળતી ખડીન:** ખડીન પદ્ધતિના ઉપયોગથી શુષ્ક વિસ્તારમાં પણ ખેતી શક્ય બની છે.

7. બાવડી:

બાવડી એ નાના જળાશયો છે જેનો ઉપયોગ ગામડાઓમાં પાણી સંગ્રહ કરવા માટે થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ગુજરાત અને રાજસ્થાનના ગામડાઓમાં જોવા મળતી બાવડી:** બાવડી ગ્રામજનો માટે પાણીનો મહત્વપૂર્ણ સ્ત્રોત પૂરો પાડે છે અને તેનો ઉપયોગ પશુધન અને સિંચાઈ માટે પણ થાય છે.

જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓના ફાયદા:

- સ્થાનિક વાતાવરણ અને ભૌગોલિક પરિસ્થિતિઓ સાથે સુસંગત.
- ઓછી ખર્ચાળ અને જાળવણીમાં સરળ.
- પર્યાવરણને અનુકૂળ અને ટકાઉ.
- ભૂગર્ભજળના સ્તરને જાળવવામાં મદદ કરે છે.
- સ્થાનિક સમુદાયોને પાણીની ઉપલબ્ધિમાં આત્મનિર્ભર બનાવે છે.

આ પરંપરાગત પદ્ધતિઓ ઉપરાંત, ભારતના વિવિધ ભાગોમાં પાણી બચાવવા માટે ઘણી અન્ય સ્થાનિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિઓ જળસંરક્ષણ પ્રત્યની આપણી સમૃદ્ધ પરંપરા અને જ્ઞાનનો પુરાવો છે.

આધુનિક સમયમાં ઝડપી શહેરીકરણ અને ઔદ્યોગિકીકરણને કારણે પાણીની માગમાં ભારે વધારો થયો છે. આ પરિસ્થિતિમાં જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓને પુનર્જીવિત કરવાની અને તેને આધુનિક તકનીકો સાથે જોડવાની જરૂર છે.

સરકારી, બિન-સરકારી સંસ્થાઓ અને નાગરિકોએ સાથે મળીને આ દિશામાં કાર્ય કરવાની જરૂર છે.જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ વિશે જાગૃતિ ફેલાવીને, આપણે લોકોને પાણી બચાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકીએ છીએ અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે પાણી સુરક્ષિત કરી શકીએ છીએ.

આપણા પૂર્વજોના જ્ઞાન અને અનુભવનો ઉપયોગ કરીને આપણે ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ અને પાણીની અછતનો સફળતાપૂર્વક સામનો કરી શકીએ છીએ. ચાલો, આપણે બધાં સાથે મળીને પાણી બચાવીએ અને પૃથ્વી પરના જીવનને ટકાવી રાખીએ.

5.5 જળસંરક્ષણની આધુનિક પદ્ધતિઓ :

પાણી એ જીવનનો આધાર છે અને પૃથ્વી પરના દરેક જીવ માટે તે અનિવાર્ય છે. વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ, શહેરીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે. બીજી તરફ અનિયમિત વરસાદ, ભૂગર્ભજળનો વધુ પડતો ઉપયોગ અને જળ પ્રદૂષણને કારણે પાણીની ઉપલબ્ધિ ઘટી રહી છે. આ પરિસ્થિતિમાં જળસંરક્ષણ સમયની માંગ બની ગયું છે.

જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ ઉપરાંત, આધુનિક વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજીએ પાણી બચાવવા અને તેના કાર્યક્ષમ ઉપયોગ માટે ઘણી નવી રીતો શોધી કાઢી છે. આ આધુનિક પદ્ધતિઓ પાણીના બગાડને અટકાવવામાં અને ઉપલબ્ધ પાણીનો મહત્તમ ઉપયોગ કરવામાં મદદ કરે છે. ચાલો, આપણે કેટલીક મહત્વપૂર્ણ આધુનિક જળસંરક્ષણ પદ્ધતિઓ અને તેનાં ઉદાહરણો જોઈએ:

1. ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિ:

ટપક સિંચાઈ એ એક એવી પદ્ધતિ છે, જેમાં પાણી સીધું પાકના મૂળમાં જ ટીપે ટીપે આપવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં પાઈપો અને ડ્રિપર્સનું નેટવર્ક ગોઠવવામાં આવે છે, જે છોડના મૂળ સુધી ધીમે ધીમે અને નિયંત્રિત માત્રામાં પાણી પહોંચાડે છે.

ઉદાહરણ:

- **ઈઝરાયલમાં ટપક સિંચાઈનો ઉપયોગ:** ઈઝરાયલ એક રણ પ્રદેશ છે. જ્યાં પાણીની ભારે અછત છે. ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને ઈઝરાયલે ખેતીમાં ક્રાંતિ લાવી છે અને ઓછા પાણીમાં વધુ પાક ઉત્પાદન મેળવ્યું છે.
- **ભારતમાં ટપક સિંચાઈનો ઉપયોગ:** ભારતમાં પણ ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ વધી રહ્યો છે. ખાસ કરીને મહારાષ્ટ્ર, કર્ણાટક અને ગુજરાત જેવાં રાજ્યોમાં શેરડી, કપાસ, ફળો અને શાકભાજી જેવા પાકો માટે ટપક સિંચાઈ ખૂબ જ અસરકારક સાબિત થઈ છે.

ટપક સિંચાઈના ફાયદા:

- પાણીનો 40-70% બચાવ થાય છે.
- પાકની ઊંચાઈમાં વધારો થાય છે.
- ખાતર અને પોષકતત્વોનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ થાય છે.
- નીંદણની સમસ્યા ઘટે છે.
- જમીનનું ધોવાણ અટકે છે.

2. ફુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિ:

ફુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિમાં પાણીને ફુવારા દ્વારા વરસાદની જેમ પાક પર છાંટવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિમાં પાઈપો અને નોઝલનું નેટવર્ક ગોઠવવામાં આવે છે, જે ખેતરમાં સમાનરૂપે પાણીનો છંટકાવ કરે છે.

ઉદાહરણ:

- **ઘાસના મેદાનો અને બગીચાઓમાં કુવારા સિંચાઈનો ઉપયોગ:** ઘાસના મેદાનો અને બગીચાઓમાં પાણી આપવા માટે કુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિનો વ્યાપક ઉપયોગ થાય છે.
- **શાકભાજી અને ફૂલોની ખેતીમાં કુવારા સિંચાઈનો ઉપયોગ:** શાકભાજી અને ફૂલો જેવા નાજુક પાકો માટે પણ કુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

કુવારા સિંચાઈના ફાયદા:

- પાણીનો 20-40% બચાવ થાય છે.
- પાણીનું સમાન વિતરણ થાય છે.
- જમીનનું તાપમાન નિયંત્રિત રહે છે.
- ઓછા શ્રમની જરૂર પડે છે.

3. સૂક્ષ્મ સિંચાઈ પદ્ધતિ:

સૂક્ષ્મ સિંચાઈ પદ્ધતિ એ ટપક અને કુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિઓનું સંયોજન છે. આ પદ્ધતિમાં ઓછા દબાણવાળા કુવારાઓનો ઉપયોગ થાય છે જે પાણીને ઝાકળના ટીપાંના રૂપમાં છોડે છે.

ઉદાહરણ:

- **ગ્રીનહાઉસમાં સૂક્ષ્મ સિંચાઈનો ઉપયોગ:** ગ્રીનહાઉસમાં શાકભાજી અને ફૂલોની ખેતી માટે સૂક્ષ્મ સિંચાઈ પદ્ધતિ ખૂબ જ અસરકારક છે.
- **ફળોના બગીચામાં સૂક્ષ્મ સિંચાઈનો ઉપયોગ:** ફળોના બગીચામાં ખાસ કરીને નાજુક ફળો માટે સૂક્ષ્મ સિંચાઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

સૂક્ષ્મ સિંચાઈના ફાયદા:

- પાણીનો ખૂબ જ ઓછો બગાડ થાય છે.
- પાણી અને પોષકતત્વોનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ થાય છે.
- રોગ અને જીવાતોનું નિયંત્રણ સરળ બને છે.
- પાકની ગુણવત્તામાં સુધારો થાય છે.

4. ગંદા પાણીનું શુદ્ધીકરણ અને પુનઃઉપયોગ:

ઘર, ઉદ્યોગો અને અન્ય સ્ત્રોતોમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકાય છે. શુદ્ધીકરણ પ્લાન્ટમાં ગંદા પાણીમાંથી કચરો, રસાયણો અને સૂક્ષ્મ જીવો દૂર કરવામાં આવે છે અને તેને સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને શૌચાલયમાં ફલશ કરવા જેવા બિન-પીવાલાયક કાર્યો માટે યોગ્ય બનાવવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ:

- **સિંગાપોરમાં ગંદા પાણીનું શુદ્ધીકરણ અને પુનઃઉપયોગ:** સિંગાપોર "NEWater" નામના પ્રોજેક્ટ દ્વારા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પીવાના પાણી તરીકે પણ ઉપયોગ કરે છે.
- **ભારતમાં ગંદા પાણીનું શુદ્ધીકરણ અને પુનઃઉપયોગ:** ભારતમાં પણ ઘણાં શહેરોમાં ગંદા પાણીના શુદ્ધીકરણ પ્લાન્ટ સ્થાપવામાં આવ્યા છે. શુદ્ધ કરેલા પાણીનો ઉપયોગ બગીચાઓમાં પાણી આપવા, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓમાં થાય છે.

ગંદા પાણીના શુદ્ધીકરણ અને પુનઃઉપયોગના ફાયદા:

- તાજા પાણીના સ્ત્રોતો પરનું ભારણ ઘટે છે.
- પાણીની ઉપલબ્ધિમાં વધારો થાય છે.
- પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ ઘટે છે.

- પાણીના ખર્ચમાં ઘટાડો થાય છે.

5. ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરતાં ઉપકરણો:

ઘરગથ્થુ વપરાશમાં પાણી બચાવવા માટે ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરતાં શૌચાલય, નળ, શાવર અને વૉશિંગ મશીનનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. આ ઉપકરણો ઓછા પાણીમાં પણ કાર્યક્ષમ રહે છે.

ઉદાહરણ:

- **ઓછા પ્રવાહવાળા શાવરહેડ્સ:** આ શાવરહેડ્સ પાણીના પ્રવાહને ઘટાડીને પાણી બચાવે છે, છતાં પણ સ્નાન કરવાનો સારો અનુભવ પૂરો પાડે છે.
- **ડ્યુઅલ ફ્લશ શૌચાલય:** આ શૌચાલયમાં બે ફ્લશ બટન હોય છે - એક ઓછા પાણી માટે અને બીજું વધુ પાણી માટે. આનાથી જરૂરિયાત મુજબ પાણીનો ઉપયોગ કરી શકાય છે અને પાણી બચાવી શકાય છે.
- **ઓછા પાણીનો વપરાશ કરતાં વૉશિંગ મશીન:** આ વૉશિંગ મશીન કપડાં ધોવા માટે ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરે છે અને છતાં પણ કપડાં સારી રીતે સાફ કરે છે.

ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરતાં ઉપકરણોના ફાયદા:

- પાણીના બિલમાં ઘટાડો થાય છે.
- પાણીનો બગાડ ઘટે છે.
- ભૂગર્ભજળના સ્તરને જાળવવામાં મદદ કરે છે.

6. જળસંરક્ષણ માટે સ્માર્ટ ટેકનોલોજી:

સ્માર્ટ ટેકનોલોજી જેમ કે, સેન્સર, ડેટા એનાલિટિક્સ અને ઑટોમેશનનો ઉપયોગ કરીને પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ કરી શકાય છે. સેન્સર જમીનમાં ભેજનું પ્રમાણ માપે છે અને જરૂરિયાત મુજબ સિંચાઈ પ્રણાલીને આપમેળે ચાલુ અને બંધ કરે છે. ડેટા એનાલિટિક્સ પાણીના વપરાશની ભાતનું વિશ્લેષણ કરીને પાણીના બગાડના સ્ત્રોતને ઓળખવામાં મદદ કરે છે.

ઉદાહરણ:

- **સ્માર્ટ સિંચાઈ પ્રણાલી:** સ્માર્ટ સિંચાઈ પ્રણાલી સેન્સર દ્વારા જમીનમાં ભેજનું પ્રમાણ માપે છે અને માત્ર જરૂરિયાત હોય ત્યારે જ છોડને પાણી આપે છે.
- **પાણીનું લીકેજ શોધવા માટેની સિસ્ટમ:** આ સિસ્ટમ પાણીના પ્રવાહમાં થતા ફેરફારોને શોધી કાઢે છે અને પાઇપલાઇનમાં લીકેજ થતું હોય ત્યારે તરત જ સૂચના આપે છે.

સ્માર્ટ ટેકનોલોજીના ફાયદા:

- પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ થાય છે.
- પાણીનો બગાડ ઘટે છે.
- સમય અને શ્રમની બચત થાય છે.
- પાણીનું વ્યવસ્થાપન સુધરે છે.

આ ઉપરાંત આપણે આપણી રોજિંદી આદતોમાં નાના-નાના ફેરફારો કરીને પણ પાણી બચાવી શકીએ છીએ. જેમ કે,

- દાંત સાફ કરતી વખતે નળ બંધ રાખવો.
- ઓછા સમય માટે સ્નાન કરવું.
- શાકભાજી ધોવા માટે વપરાયેલા પાણીનો બગીચામાં ઉપયોગ કરવો.
- પાણીની પાઇપલાઇનમાં લીકેજ થતું હોય તો તરત જ રિપેર કરાવવું.

જળસંરક્ષણ એ એક સામૂહિક જવાબદારી છે.આપણે સૌએ સાથે મળીને પાણી બચાવવા અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન સુનિશ્ચિત કરવા માટે કાર્ય કરવાની જરૂર છે.આધુનિક ટેકનોલોજી અને આપણી જાગૃતિ જ ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે પાણી સુરક્ષિત કરી શકશે.ચાલો,આપણે બધાં સાથે મળીને પાણી બચાવીએ અને પૃથ્વી પરના જીવનને ટકાવી રાખીએ.

5.6 જળસંરક્ષણ માટે જનજાગૃતિ:

પાણી એ અમૂલ્ય કુદરતી સંસાધન છે. જે જીવન ટકાવી રાખવા માટે અનિવાર્ય છે, પરંતુ વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ, શહેરીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે. જ્યારે પાણીની પ્રાપ્તિ ઘટી રહી છે.આ પરિસ્થિતિમાં જળસંરક્ષણ એ સમયની માંગ બની ગયું છે અને તે ફક્ત સરકારી યોજનાઓ કે તકનીકી ઉકેલો પૂરતું મર્યાદિત ન રહેતાં, જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોની ભાગીદારી અનિવાર્ય બની જાય છે.

જળસંરક્ષણ માટે જનજાગૃતિ એટલે લોકોને પાણીના મહત્વ, પાણીની અછતના ભય, પાણી બચાવવાની રીતો અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન વિશે શિક્ષિત કરવા અને જાગૃત કરવાનો પ્રયાસ.જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોની માનસિકતા અને વર્તનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવી શકાય છે અને તેમને પાણી બચાવવા માટે પ્રેરિત કરી શકાય છે.

જનજાગૃતિ શા માટે જરૂરી છે?

- **લોકોને પાણીના મહત્વ અને તેની અછતની ગંભીરતાનો અહેસાસ કરાવવા:** ઘણા લોકો પાણીની અછતની ગંભીરતાથી વાકેફ નથી હોતા અને પાણીનો બેફામ બગાડ કરતા હોય છે.જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોને પાણીના મહત્વ અને ભવિષ્યમાં પાણીની અછતથી ઊભી થનારી મુશ્કેલીઓ વિશે માહિતગાર કરી શકાય છે.
- **પાણી બચાવવાની રીતો વિશે શિક્ષિત કરવા:** લોકોને પાણી બચાવવાની વિવિધ રીતો. જેમ કે, ટપક સિંચાઈ, ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરતાં ઉપકરણો, વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ, અને ગંદા પાણીનો પુન:ઉપયોગ વગેરે વિશે શિક્ષિત કરી શકાય છે.
- **લોકોને રોજિંદા જીવનમાં પાણી બચાવવા માટે પ્રેરિત કરવા:** જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોને રોજિંદા જીવનમાં નાના-નાના ફેરફારો કરીને પાણી બચાવવા માટે પ્રેરિત કરી શકાય છે. જેમ કે, દાંત સાફ કરતી વખતે નળ બંધ રાખવો, ઓછા સમય માટે સ્નાન કરવું, શાકભાજી ધોયેલા પાણીનો બગીચામાં ઉપયોગ કરવો વગેરે.
- **સામુદાયિક ભાગીદારીને પ્રોત્સાહન આપવા:** જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોને સમુદાય સ્તરે પાણી બચાવવાના પ્રયાસોમાં જોડાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય છે.જેમ કે, તળાવો અને કૂવાઓની સફાઈ, ચેકડમનું નિર્માણ અને જળસંરક્ષણ અભિયાનમાં ભાગ લેવો.
- **સરકારી યોજનાઓ અને નીતિઓની સફળતા સુનિશ્ચિત કરવા:** જળસંરક્ષણ માટેની સરકારી યોજનાઓ અને નીતિઓની સફળતા માટે લોકોનો સહકાર અને ભાગીદારી ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે.જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોમાં સહકારની ભાવના જગાવી શકાય છે.

જનજાગૃતિ કેવી રીતે ફેલાવી શકાય?

જનજાગૃતિ ફેલાવવા માટે વિવિધ માધ્યમો અને પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી શકાય છે:

1. શૈક્ષણિક કાર્યક્રમો:

- **શાળાઓ અને કૉલેજોમાં કાર્યક્રમો:** વિદ્યાર્થીઓને પાણીના મહત્વ અને જળસંરક્ષણ વિશે શિક્ષિત કરવા માટે શાળાઓ અને કૉલેજોમાં વર્કશોપ, સેમિનાર, ચર્ચાસભાઓ અને પ્રદર્શનોનું આયોજન કરી શકાય છે.
- **પાઠ્યપુસ્તકોમાં જળ સંરક્ષણનો સમાવેશ:** શાળાના પાઠ્યપુસ્તકોમાં જળસંરક્ષણ વિશેના પાઠ અને પ્રવૃત્તિઓનો સમાવેશ કરીને વિદ્યાર્થીઓમાં બાળપણથી જ પાણી બચાવવાની આદત કેળવી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ગુજરાત સરકાર દ્વારા શાળાઓમાં 'જળ એ જ જીવન' અભિયાન:** આ અભિયાન અંતર્ગત શાળાઓમાં વિદ્યાર્થીઓને પાણી બચાવવાની રીતો શીખવવામાં આવે છે અને તેમને જળસંરક્ષણના શપથ લેવડાવવામાં આવે છે.
- **સેન્ટર ફોર એન્વાયરમેન્ટ એજ્યુકેશન (CEE) દ્વારા શાળાઓમાં જળશિક્ષણ કાર્યક્રમ:** CEE શાળાઓમાં શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓ માટે જળસંરક્ષણ અંગે તાલીમ કાર્યક્રમો અને શૈક્ષણિક સામગ્રી પૂરી પાડે છે.

2. પ્રચાર માધ્યમોનો ઉપયોગ:

- **ટેલિવિઝન અને રેડિયો:** જળસંરક્ષણ અંગે જાગૃતિ ફેલાવવા માટે ટૂંકી ફિલ્મો, જાહેરાતો, ચર્ચાઓ અને ગીતો પ્રસારિત કરી શકાય છે.
- **અખબારો અને સામયિકો:** અખબારો અને સામયિકોમાં લેખો, વાર્તાઓ અને ચિત્રો પ્રકાશિત કરીને લોકોને પાણીના મહત્વ અને જળસંરક્ષણની રીતો વિશે માહિતગાર કરી શકાય છે.
- **સોશિયલ મીડિયા:** ફેસબુક, ટ્વિટર, ઇન્સ્ટાગ્રામ જેવા સોશિયલ મીડિયા પ્લેટફોર્મ પર જળસંરક્ષણ અંગે પોસ્ટ, વીડિયો અને ઇન્ફોગ્રાફિક્સ શેર કરીને લોકો સુધી પહોંચી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ભારત સરકાર દ્વારા "જલ શક્તિ અભિયાન":** આ અભિયાન અંતર્ગત ટેલિવિઝન, રેડિયો, અખબારો અને સોશિયલ મીડિયા દ્વારા જળસંરક્ષણ અંગે સંદેશાઓ ફેલાવવામાં આવે છે.
- **"પાણી ફાઉન્ડેશન" દ્વારા જળસંરક્ષણ અંગે જાગૃતિ અભિયાન:** અભિનેતા આમિર ખાન દ્વારા સ્થાપિત "પાણી ફાઉન્ડેશન" મહારાષ્ટ્રમાં જળસંરક્ષણ અંગે જાગૃતિ ફેલાવવા માટે વિવિધ માધ્યમોનો ઉપયોગ કરે છે.

3. શેરીનાટકો અને લોકકાર્યક્રમો:

- **શેરીનાટકો:** શેરીનાટકો દ્વારા મનોરંજક રીતે લોકોને જળસંરક્ષણનો સંદેશ આપી શકાય છે.
- **લોકગીતો અને ભવાઈ:** લોકગીતો અને ભવાઈ જેવા પરંપરાગત કલા માધ્યમો દ્વારા લોકોને પાણીના મહત્વ અને જળસંરક્ષણની રીતો વિશે શિક્ષિત કરી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ગુજરાતમાં ભવાઈ દ્વારા જળ સંરક્ષણનો સંદેશ:** ગુજરાતમાં ઘણા કલાકારો ભવાઈ દ્વારા લોકોને પાણી બચાવવા અને જળસંરક્ષણની રીતો અપનાવવા માટે પ્રેરિત કરે છે.
- **રાજસ્થાનમાં કઠપૂતળીના ખેલ દ્વારા જળસંરક્ષણ અંગે જાગૃતિ:** રાજસ્થાનમાં કઠપૂતળીના ખેલ દ્વારા બાળકો અને પુખ્ત વયના લોકોને પાણીના મહત્વ અને જળ સંરક્ષણની રીતો વિશે મનોરંજક રીતે શિક્ષિત કરવામાં આવે છે.

4. પ્રદર્શનો અને મેળાઓ:

- **જળસંરક્ષણ પ્રદર્શનો:** જળસંરક્ષણની વિવિધ પદ્ધતિઓ અને તકનીકો દર્શાવતાં પ્રદર્શનો યોજીને લોકોને શિક્ષિત કરી શકાય છે.
- **મેળાઓમાં જળસંરક્ષણ સ્ટોલ:** મેળાઓમાં જળસંરક્ષણ અંગે માહિતી આપતા સ્ટોલ લગાવીને લોકોને જાગૃત કરી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

- **"ઈન્ડિયા વોટર વીક" દરમિયાન યોજાતું પ્રદર્શન:** ભારત સરકાર દ્વારા દર વર્ષે યોજાતા "ઈન્ડિયા વોટર વીક" દરમિયાન જળસંરક્ષણ અંગે પ્રદર્શન યોજવામાં આવે છે જેમાં વિવિધ સંસ્થાઓ અને કંપનીઓ ભાગ લે છે.
- **ગ્રામીણ મેળાઓમાં જળસંરક્ષણ સ્ટોલ:** ઘણી બિન-સરકારી સંસ્થાઓ ગ્રામીણ મેળાઓમાં જળસંરક્ષણ અંગે માહિતી આપતા સ્ટોલ લગાવે છે અને લોકોને પાણી બચાવવાની રીતો શીખવે છે.

5. સમુદાય આધારિત કાર્યક્રમો:

- **ગ્રામસભાઓ:** ગ્રામસભાઓમાં જળસંરક્ષણ અંગે ચર્ચા કરીને ગ્રામજનોને પાણી બચાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય છે.
- **જળયાત્રાઓ:** જળયાત્રાઓ યોજીને લોકોને જળસંરક્ષણનો સંદેશ આપી શકાય છે.
- **રેલીઓ અને પદયાત્રાઓ:** જળસંરક્ષણ અંગે જાગૃતિ ફેલાવવા માટે રેલીઓ અને પદયાત્રાઓનું આયોજન કરી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ગુજરાતમાં "સુજલામ્ સુકલામ્ જળ અભિયાન":** આ અભિયાન અંતર્ગત ગ્રામજનોને તળાવો અને કૂવા ઊંડા કરવા, ચેકડેમ બનાવવા અને જળસંરક્ષણનાં અન્ય કાર્યોમાં જોડવામાં આવે છે.
- **મહારાષ્ટ્રમાં "જલયુક્ત શિવાર અભિયાન":** આ અભિયાન અંતર્ગત ગ્રામજનોને જળસંરક્ષણનાં કાર્યોમાં જોડવામાં આવે છે અને તેમને પાણી બચાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવામાં આવે છે.

જનજાગૃતિ અભિયાનની સફળતા માટે શું જરૂરી છે?

- **સરકારી, બિન-સરકારી સંસ્થાઓ અને નાગરિકો વચ્ચે સહયોગ:** જળસંરક્ષણ માટે જનજાગૃતિ અભિયાનની સફળતા માટે સરકારી, બિન-સરકારી સંસ્થાઓ અને નાગરિકોએ સાથે મળીને કાર્ય કરવાની જરૂર છે.
- **સ્થાનિક ભાષા અને સંસ્કૃતિને અનુરૂપ સંદેશ:** જનજાગૃતિ સંદેશ સ્થાનિક ભાષામાં અને લોકોની સંસ્કૃતિને અનુરૂપ હોવા જોઈએ જેથી તે લોકો સુધી અસરકારક રીતે પહોંચી શકે.
- **સતત અને લાંબા ગાળાના પ્રયાસો:** જનજાગૃતિ એ એક સતત પ્રક્રિયા છે અને તેના માટે લાંબા ગાળાના પ્રયાસોની જરૂર છે.
- **સફળ ઉદાહરણો અને પ્રેરણાદાયી વાર્તાઓનો પ્રચાર:** જળસંરક્ષણક્ષેત્રે સફળ થયેલા વ્યક્તિઓ અને સમુદાયોનાં ઉદાહરણો અને પ્રેરણાદાયી વાર્તાઓનો પ્રચાર કરીને લોકોને પ્રોત્સાહિત કરી શકાય છે.

જળસંરક્ષણ એ માત્ર એક સરકારી યોજના કે તકનીકી ઉકેલ નથી, પરંતુ તે એક સામાજિક જવાબદારી છે અને તેમાં પ્રત્યેક નાગરિકની ભાગીદારી અનિવાર્ય છે. જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોની માનસિકતા અને વર્તનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવીને જ આપણે પાણીની અછતનો સામનો કરી શકીશું અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે

પાણી સુરક્ષિત કરી શકીશું.ચાલો, આપણે બધાં સાથે મળીને પાણી બચાવીએ અને પૃથ્વી પરના જીવનને ટકાવી રાખીએ.

5.7 સારાંશ:

આ એકમમાં આપણે જળ સંરક્ષણના મહત્વ અને વિવિધ તકનીકોનો અભ્યાસ કર્યો.પાણી એ અમૂલ્ય કુદરતી સંસાધન છે, જે જીવન ટકાવી રાખવા માટે આવશ્યક છે.વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકીકરણ અને બદલાતી જીવનશૈલીને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે.જ્યારે અનિયમિત વરસાદ અને ભૂગર્ભજળના વધુ પડતા ઉપયોગને કારણે પાણીની પ્રાપ્તિ ઘટી રહી છે.આ પરિસ્થિતિમાં જળસંરક્ષણ એ સમયની માંગ બની ગયું છે.

આપણે સૌપ્રથમ **વરસાદી પાણીના સંગ્રહ**ની બે મુખ્ય રીતોનો અભ્યાસ કર્યો - **રૂફટોપ** અને **સપાટી પરથી**. રૂફટોપમાં વરસાદી પાણીના સંગ્રહ માટે છત પર પડતા વરસાદી પાણીને ટાંકીઓમાં એકત્રિત કરવામાં આવે છે. સપાટી પરથી વરસાદી પાણીના સંગ્રહમાં, ખુલ્લા મેદાનો, ખેતરો અને રસ્તાઓ પરથી વહેતા પાણીને તળાવો, ચેકડેમ અને કૂવાઓમાં સંગ્રહિત કરવામાં આવે છે.

ત્યારબાદ આપણે **ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ** વિશે શીખ્યા.ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ એ કુદરતી અથવા કૃત્રિમ રીતે ભૂગર્ભજળના ભંડારોને ફરીથી ભરવાની પ્રક્રિયા છે. આપણે **રિચાર્જ કૂવા, રિચાર્જ ખાડા, પ્રસાર ટાંકી, ચેકડેમ, કૉન્ટ્રી બંડિંગ** અને **વનીકરણ** જેવી વિવિધ રિચાર્જ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો.

આ એકમમાં **જળસંરક્ષણની પરંપરાગત પદ્ધતિઓ** પર પણ ભાર મૂકવામાં આવ્યો હતો.આપણે **તળાવો, વાવ, ટાંકાં, જોહડ, કૂઈ, ખડિન** અને **બાવડી** જેવી પ્રાચીન અને ટકાઉ પદ્ધતિઓ વિશે શીખ્યા, જેનો ઉપયોગ ભારતમાં સદીઓથી પાણી બચાવવા માટે થતો આવ્યો છે.પછી આપણે **જળ સંરક્ષણની આધુનિક પદ્ધતિઓ**નો અભ્યાસ કર્યો. **ટપક સિંચાઈ, કુવારા સિંચાઈ, સૂક્ષ્મ સિંચાઈ** જેવી આધુનિક સિંચાઈ પદ્ધતિઓ પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ કરે છે અને પાણીનો બગાડ ઘટાડે છે.આપણે **ગંદા પાણીના શુદ્ધીકરણ અને પુનઃઉપયોગ** અને **ઓછા પાણીનો ઉપયોગ કરતાં ઉપકરણો** વિશે પણ શીખ્યા.

છેલ્લે આપણે **જળસંરક્ષણ માટે જનજાગૃતિ**ના મહત્વ પર ભાર મૂક્યો. લોકોને પાણીના મહત્વ, પાણીની અછતનો ભય, પાણી બચાવવાની રીતો અને ટકાઉ જળવ્યવસ્થાપન વિશે શિક્ષિત કરવા અને જાગૃત કરવાનો પ્રયાસ એ જનજાગૃતિનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય છે.આપણે **શૈક્ષણિક કાર્યક્રમો, પ્રચાર માધ્યમો, શેરીનાટકો, લોકકાર્યક્રમો, પ્રદર્શનો, મેળાઓ** અને **સમુદાય આધારિત કાર્યક્રમો** દ્વારા જનજાગૃતિ ફેલાવવાના વિવિધ માર્ગો વિશે પણ ચર્ચા કરી.

આ એકમનો ટૂંકસાર એ છે કે, જળસંરક્ષણ એ માત્ર સરકારી યોજનાઓ કે તકનીકી ઉકેલો પૂરતું મર્યાદિત ન રહેતાં, તે એક સામાજિક જવાબદારી છે જેમાં પ્રત્યેક નાગરિકની ભાગીદારી અનિવાર્ય છે.આપણે પરંપરાગત અને આધુનિક બંને પદ્ધતિઓનો સમન્વય સાધીને પાણી બચાવવાની જરૂર છે. જનજાગૃતિ દ્વારા લોકોની માનસિકતા અને વર્તનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવીને જ આપણે પાણીની અછતનો સામનો કરી શકીશું અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે પાણી સુરક્ષિત કરી શકીશું.ચાલો, આપણે બધા સાથે મળીને પાણી બચાવીએ અને પૃથ્વી પરના જીવનને ટકાવી રાખીએ.

5.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ):

1. નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ છત પરથી વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ કરવાની રીત નથી?
 - (A) ટાંકાં
 - (B) ફૂવા રિચાર્જ
 - (C) વાવ
 - (D) ચેકડમ
2. ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ માટે કઈ પદ્ધતિમાં છિદ્રાળુ ખડકોનાં સ્તર સુધી પહોંચતા ઊંડા ફૂવાનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (A) રિચાર્જ ખાડા
 - (B) પ્રસાર ટાંકી
 - (C) રિચાર્જ ફૂવા
 - (D) કૉન્ટૂર બંડિંગ
3. નીચેનામાંથી કયું જળસંરક્ષણનું પરંપરાગત ઉદાહરણ નથી?
 - (A) તળાવ
 - (B) વાવ
 - (C) ટપક સિંચાઈ
 - (D) જોહડ
4. કઈ સિંચાઈ પદ્ધતિમાં પાણીને ટીપે ટીપે છોડના મૂળ સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે?
 - (A) ફૂવારા સિંચાઈ
 - (B) ટપક સિંચાઈ
 - (C) પૂર સિંચાઈ
 - (D) સૂક્ષ્મ સિંચાઈ
5. નીચેનામાંથી કયું ઉપકરણ ઘરમાં પાણીનો વપરાશ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે?
 - (A) ડ્યુઅલ ફ્લશ શૌચાલય
 - (B) ઍરકંડિશનર
 - (C) ગીઝર
 - (D) ટેલિવિઝન
6. ભારતમાં "જલ શક્તિ અભિયાન"નો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શો છે?
 - (A) નદીઓને સાફ કરવી
 - (B) જળપ્રદૂષણ રોકવું
 - (C) જળસંરક્ષણ અંગે જાગૃતિ ફેલાવવી
 - (D) સિંચાઈ માટે પાણી પૂરું પાડવું
7. "પાણી ફાઉન્ડેશન" કયા ક્ષેત્રમાં કાર્ય કરે છે?
 - (A) શિક્ષણ
 - (B) આરોગ્ય
 - (C) જળસંરક્ષણ

- (D) ગ્રામીણ વિકાસ
8. કયા પ્રકારની સિંચાઈ પદ્ધતિમાં પાણીને કુવારા દ્વારા વરસાદની જેમ છાંટવામાં આવે છે?
- (A) ટપક સિંચાઈ
(B) સૂક્ષ્મ સિંચાઈ
(C) કુવારા સિંચાઈ
(D) પૂર સિંચાઈ
9. ગંદા પાણીના શુદ્ધીકરણ અને પુનઃઉપયોગનો મુખ્ય ફાયદો શો છે?
- (A) તાજા પાણીના સ્ત્રોતો પરનું ભારણ ઘટે છે.
(B) વીજળીનું ઉત્પાદન થાય છે.
(C) હવાપ્રદૂષણ ઘટે છે.
(D) જમીનની ફળદ્રુપતા વધે છે.
10. નીચેનામાંથી કઈ પ્રવૃત્તિ રોજિંદા જીવનમાં પાણી બચાવવામાં મદદ કરે છે?
- (A) લાંબા સમય સુધી સ્નાન કરવું.
(B) દાંત સાફ કરતી વખતે નળ ખુલ્લો રાખવો.
(C) શાકભાજી ધોયેલા પાણીનો બગીચામાં ઉપયોગ કરવો.
(D) વારંવાર કપડાં ધોવાં.

જવાબો: 1.(D) 2.(C) 3.(C) 4.(B) 5.(A) 6.(C) 7.(C) 8.(C) 9.(A) 10.(C)

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. વરસાદી પાણીના સંગ્રહની બે રીતો જણાવો.
2. ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
3. જળસંરક્ષણની બે પરંપરાગત પદ્ધતિઓનાં નામ આપો.
4. ટપક સિંચાઈ પદ્ધતિના બે ફાયદા જણાવો.
5. ગંદા પાણીના શુદ્ધીકરણનો અર્થ શો છે?
6. જનજાગૃતિ શા માટે જરૂરી છે?
7. જળસંરક્ષણ માટે જાગૃતિ ફેલાવવાનાં બે માધ્યમો જણાવો.
8. તમારા ઘરમાં પાણી બચાવવા માટે તમે કયા બે ફેરફારો કરી શકો છો?
9. "જલ શક્તિ અભિયાન" શું છે?
10. "પાણી ફાઉન્ડેશન" કયા રાજ્યમાં કાર્ય કરે છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. રૂઝટોપ વરસાદી પાણીના સંગ્રહની પદ્ધતિ ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.આ પદ્ધતિના ફાયદા અને મર્યાદાઓ ચર્ચો. (300 શબ્દો)

2. ભૂગર્ભ જળ સિંચાઈની વિવિધ પદ્ધતિઓ વર્ણવો.કોઈપણ બે પદ્ધતિઓની વિગતવાર ચર્ચા કરો અને ઉદાહરણો આપો. (300 શબ્દો)
3. જળસંરક્ષણની પરંપરાગત અને આધુનિક પદ્ધતિઓની તુલના કરો. બંને પદ્ધતિઓના ફાયદા અને ગેરફાયદા જણાવો. (300 શબ્દો)
4. ટપક સિંચાઈ અને ફુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિઓ વચ્ચેનો તફાવત સ્પષ્ટ કરો.કયા પ્રકારની ખેતી માટે કઈ પદ્ધતિ વધુ યોગ્ય છે અને શા માટે? (300 શબ્દો)
5. જળસંરક્ષણ માટે જનજાગૃતિ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે? જનજાગૃતિ ફેલાવવા માટે કયાં-કયાં માધ્યમો અને પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી શકાય છે? ઉદાહરણો સાથે સમજાવો. (300 શબ્દો)

*** **

પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન

6

- 6.1 પ્રસ્તાવના
- 6.2 પંપના પ્રકારો
- 6.3 પંપની પસંદગી
- 6.4 પંપની સ્થાપના અને જાળવણી
- 6.5 પાઠ્ય અને ફિટિંગ
- 6.6 જળવિતરણ પ્રણાલી
- 6.7 સારાંશ
- 6.8 સ્વાધ્યાય

6.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી એ માનવજીવનનો આધાર છે. માનવ સમાજ, ઉદ્યોગો અને કૃષિ માટે પાણીનું મહત્વ અનન્ય છે. પરંતુ પાણી ઘણીવાર કુદરતી રીતે આપણને જ્યાં અને જ્યારે જરૂર હોય ત્યાં ઉપલબ્ધ નથી. આથી જ પાણીને પમ્પ અને પરિવહન કરવા માટે આપણે વિવિધ પ્રણાલીઓનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહનનો વિષય એન્જિનિયરિંગના ઘણા પાસાઓને આવરી લે છે. આમાં વિવિધ પ્રકારના પંપ, પાઇપ અને ફિટિંગનો સમાવેશ થાય છે, જે વિવિધ કાર્યક્રમો માટે યોગ્ય હોય છે. પંપનું કાર્ય પ્રવાહીને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાને ખસેડવા માટે દબાણ બનાવવાનું છે. પાઇપ અને ફિટિંગ પાણીના પ્રવાહને ઇચ્છિત સ્થળે લઈ જવા માટે માર્ગ બનાવે છે.

આ પ્રકરણમાં, આપણે પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહનની મૂળભૂત બાબતોનો અભ્યાસ કરીશું.

- **વિવિધ પ્રકારના પંપ:** પંપની બે મુખ્ય શ્રેણીઓ છે: અપકેન્દ્રી અને વિસ્થાપન. અપકેન્દ્રી પંપ પ્રવાહીને ફેરવવા માટે ઇમ્પેલરનો ઉપયોગ કરે છે, જ્યારે વિસ્થાપન પંપ પ્રવાહીને સીધી રીતે ખસેડે છે. આપણે દરેક પ્રકારના પંપના ફાયદા અને ગેરફાયદાનો અભ્યાસ કરીશું.
- **પંપનું પસંદગી:** પાણીના પ્રવાહ દર, દબાણ, અને ઊંચાઈ જેવા પરિબલોના આધારે યોગ્ય પંપ પસંદ કરવો મહત્વપૂર્ણ છે. આપણે વિવિધ પરિબલોને ધ્યાનમાં રાખીને પંપ પસંદગી માટે માર્ગદર્શિકાનો અભ્યાસ કરીશું.
- **પંપની સ્થાપના અને જાળવણી:** પંપની યોગ્ય સ્થાપના અને નિયમિત જાળવણી તેની કાર્યક્ષમતા અને આયુષ્ય માટે મહત્વપૂર્ણ છે. આપણે સ્થાપના અને જાળવણી માટે શ્રેષ્ઠ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું.
- **વિવિધ પ્રકારના પાઇપ અને ફિટિંગ:** પાણીના પરિવહન માટે વિવિધ પ્રકારની પાઇપ અને ફિટિંગનો ઉપયોગ થાય છે. દરેક પ્રકારની પાઇપ અને ફિટિંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા હોય છે, અને આપણે વિવિધ કાર્યક્રમો માટે યોગ્ય પાઇપ અને ફિટિંગ પસંદ કરવા માટે માર્ગદર્શિકાનો અભ્યાસ કરીશું.
- **પાણી વિતરણ પ્રણાલી:** પાણી વિતરણ પ્રણાલી પાણીના સંગ્રહસ્થાનથી ગ્રાહકો સુધી પાણી પહોંચાડવા માટે બનાવવામાં આવી છે. આપણે પાણી વિતરણ પ્રણાલીના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો અને ઘટકોનો અભ્યાસ કરીશું.

આ પ્રકરણનો ઉદ્દેશ્ય વાચકોને પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહનના વિષયનો વ્યાપક પરિચય આપવાનો છે. આ પ્રકરણમાં ચર્ચા કરાયેલા સિદ્ધાંતો અને પદ્ધતિઓ પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીઓનું ડિઝાઇન, સંચાલન અને જાળવણી કરવા માટે ખૂબ જ ઉપયોગી થશે.

6.2 વિવિધ પ્રકારના પંપ: અપકેન્દ્રી અને વિસ્થાપન:

પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહનમાં, પંપ એ મુખ્ય ઘટક છે જે પ્રવાહીને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાને ખસેડવા માટે દબાણ બનાવે છે. પંપ મુખ્યત્વે બે પ્રકારના હોય છે: અપકેન્દ્રી (Centrifugal) અને વિસ્થાપન (Displacement). આ બંને પ્રકારના પંપ પ્રવાહીને ખસેડવા માટે અલગ અલગ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે અને વિવિધ કાર્યક્રમો માટે યોગ્ય છે.

1. અપકેન્દ્રી પંપ (Centrifugal Pumps):

અપકેન્દ્રી પંપ એ સૌથી સામાન્ય પ્રકારના પંપ છે. તેઓ પ્રવાહીને ખસેડવા માટે ઇમ્પેલર (Impeller) નામના ફરતા ભાગનો ઉપયોગ કરે છે. જ્યારે ઇમ્પેલર ફરે છે, ત્યારે તે પ્રવાહીને કેન્દ્રથી બહારની તરફ ધકેલે છે, જેનાથી દબાણ અને પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે. અપકેન્દ્રી પંપ સામાન્ય રીતે સરળ, સસ્તા અને જાળવવા માટે સરળ હોય છે.

કાર્યકારી સિદ્ધાંત:

- ઇમ્પેલર મોટર દ્વારા ફેરવવામાં આવે છે.
- પ્રવાહી પંપની અંદર ઇમ્પેલરના કેન્દ્રમાં પ્રવેશે છે.
- ફરતા ઇમ્પેલર પ્રવાહીને અપકેન્દ્રી બળ દ્વારા બહારની તરફ ધકેલે છે.
- પ્રવાહી પંપની બહાર નીકળવાના ભાગમાંથી ઉચ્ચ દબાણ અને વેગ સાથે બહાર નીકળે છે.

અપકેન્દ્રી પંપના પ્રકારો:

- **એન્ડ સક્શન પંપ (End Suction Pumps):** આ સૌથી સામાન્ય પ્રકારનો અપકેન્દ્રી પંપ છે. તેમાં એક ઇમ્પેલર હોય છે અને તે પાણીના પુરવઠા, સિંચાઈ અને ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરના પાણીના ટાંકામાં પાણી ચઢાવવા માટે વપરાતો પંપ.
- **સ્પ્લિટ કેસ પંપ (Split Case Pumps):** આ પંપમાં બે ભાગોમાં વિભાજિત થયેલું કેસીંગ હોય છે, જે જાળવણી માટે સરળ બનાવે છે. તે ઊંચા પ્રવાહ દર અને દબાણ માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** નગરપાલિકાના પાણી પુરવઠા માટે વપરાતા પંપ.
- **મલ્ટીસ્ટેજ પંપ (Multistage Pumps):** આ પંપમાં શ્રેણીમાં જોડાયેલા બહુવિધ ઇમ્પેલર હોય છે, જે ખૂબ ઊંચા દબાણ ઉત્પન્ન કરે છે. તે ઊંચી ઇમારતોમાં પાણી પુરવઠા અને બોઇલર ફીડ માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઊંચી ઇમારતોમાં પાણી પુરવઠા માટે વપરાતા પંપ.
- **સબમર્સિબલ પંપ (Submersible Pumps):** આ પંપ સંપૂર્ણપણે પાણીમાં ડૂબી જાય છે અને તેનો ઉપયોગ કુવાઓ અને બોરવેલમાંથી પાણી કાઢવા માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખેતી માટે વપરાતા બોરવેલ પંપ.

અપકેન્દ્રી પંપના ફાયદા:

- સરળ ડિઝાઇન અને ઓછા ભાગો.
- ઓછી કિંમત અને સરળ જાળવણી.
- ઉચ્ચ પ્રવાહ દર.
- ઓછા ઘોંઘાટ અને કંપન.

અપકેન્દ્રી પંપના ગેરફાયદા:

- ઓછી સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી માટે યોગ્ય.
- શરૂઆતમાં પ્રાઇમિંગ (Priming) ની જરૂર પડે છે (હવા કાઢવી).
- ઊંચા દબાણ માટે ઓછા કાર્યક્ષમ.

2. વિસ્થાપન પંપ (Displacement Pumps):

વિસ્થાપન પંપ પ્રવાહીને ચોક્કસ જથ્થામાં સીધી રીતે ખસેડે છે. તેઓ એક ચેમ્બરમાં પ્રવાહીને ફસાવે છે અને પછી તેને બહાર ધકેલે છે. વિસ્થાપન પંપ બે પ્રકારના હોય છે: રોટરી (Rotary) અને રેસીપ્રોકેટીંગ (Reciprocating).

કાર્યકારી સિદ્ધાંત:

- પંપના ચેમ્બરમાં પ્રવાહી પ્રવેશે છે.
- પંપનો ફરતો ભાગ (દા.ત., ગિયર, સ્ક્રૂ, પિસ્ટન) પ્રવાહીને ચેમ્બરમાંથી બહાર ધકેલે છે.
- પ્રવાહી પંપની બહાર નીકળવાના ભાગમાંથી નિશ્ચિત દબાણ અને પ્રવાહ દર સાથે બહાર નીકળે છે.

વિસ્થાપન પંપના પ્રકારો:

- **રોટરી પંપ (Rotary Pumps):** આ પંપ પ્રવાહીને ખસેડવા માટે ફરતા ભાગોનો ઉપયોગ કરે છે.
 - **ગિયર પંપ (Gear Pumps):** બે ગિયર એકબીજા સાથે મેશ થયેલા હોય છે અને પ્રવાહીને બહાર ધકેલે છે. તે તેલ, બળતણ અને રસાયણો માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** વાહનોમાં તેલ પંપ કરવા માટે વપરાતા પંપ.
 - **સ્ક્રૂ પંપ (Screw Pumps):** એક અથવા વધુ સ્ક્રૂ પ્રવાહીને ચેનલમાં ફેરવે છે અને આગળ ધકેલે છે. તે ઉચ્ચ સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં વપરાતા પંપ.
 - **લોબ પંપ (Lobe Pumps):** બે લોબ્સ એકબીજા સામે ફરે છે અને પ્રવાહીને બહાર ધકેલે છે. તે ખાદ્ય પદાર્થો અને ફાર્માસ્યુટિકલ્સ માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ડેરી ઉદ્યોગમાં દૂધ પંપ કરવા માટે વપરાતા પંપ.
- **રેસીપ્રોકેટીંગ પંપ (Reciprocating Pumps):** આ પંપ પ્રવાહીને ખસેડવા માટે પિસ્ટન, પ્લંજર અથવા ડાયાફ્રામનો ઉપયોગ કરે છે.
 - **પિસ્ટન પંપ (Piston Pumps):** પિસ્ટન સિલિન્ડરમાં આગળ-પાછળ ફરે છે અને પ્રવાહીને ખેંચે છે અને ધકેલે છે. તે ઊંચા દબાણ માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** હાઇડ્રોલિક સિસ્ટમમાં વપરાતા પંપ.
 - **પ્લંજર પંપ (Plunger Pumps):** પ્લંજર સિલિન્ડરમાં આગળ-પાછળ ફરે છે અને પ્રવાહીને ખેંચે છે અને ધકેલે છે. તે ખૂબ ઊંચા દબાણ માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** તેલના કુવાઓમાં વપરાતા પંપ.
 - **ડાયાફ્રામ પંપ (Diaphragm Pumps):** ડાયાફ્રામ આગળ-પાછળ ફરે છે અને પ્રવાહીને ખેંચે છે અને ધકેલે છે. તે ઘન કણો ધરાવતા પ્રવાહી માટે યોગ્ય છે.
 - **ઉદાહરણ:** રંગ ઉદ્યોગમાં વપરાતા પંપ.

વિસ્થાપન પંપના ફાયદા:

- ઊંચા દબાણ માટે યોગ્ય.

- સ્વયં-પ્રાઈમિંગ (Self-Priming).
- ઉચ્ચ સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી માટે યોગ્ય.
- ચોક્કસ પ્રવાહ દર.

વિસ્થાપન પંપના ગેરફાયદા:

- જટિલ ડિઝાઇન અને વધુ ભાગો.
- ઊંચી કિંમત અને જટિલ જાળવણી.
- ઓછા પ્રવાહ દર.
- વધુ ઘોંઘાટ અને કંપન.

નિષ્કર્ષ:

પંપ પસંદ કરતી વખતે, ઘણા પરિબલોને ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ, જેમ કે પ્રવાહીનો પ્રકાર, પ્રવાહ દર, દબાણ, સ્નિગ્ધતા, તાપમાન, કિંમત અને જાળવણી. અપકેન્દ્રી પંપ સામાન્ય રીતે ઓછા ખર્ચે, સરળ જાળવણી અને ઉચ્ચ પ્રવાહ દર માટે યોગ્ય છે, જ્યારે વિસ્થાપન પંપ ઊંચા દબાણ, ચોક્કસ પ્રવાહ દર અને ઉચ્ચ સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી માટે યોગ્ય છે. યોગ્ય પંપ પસંદ કરવાથી કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય પ્રવાહી પરિવહન પ્રણાલી સુનિશ્ચિત થશે.

6.3 પંપની પસંદગી:

પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીમાં યોગ્ય પંપ પસંદ કરવો એ એક મહત્વપૂર્ણ કાર્ય છે. પંપની પસંદગી કાર્યક્ષમતા, વિશ્વસનીયતા અને પ્રણાલીના આયુષ્યને પ્રભાવિત કરે છે. પંપ પસંદ કરતી વખતે, ઘણા પરિબલોને ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ, જે નીચે મુજબ છે:

1. પ્રવાહીનો પ્રકાર (Type of Fluid):

પંપ કયા પ્રકારના પ્રવાહીને ખસેડશે તે નક્કી કરવું એ પહેલું પગલું છે. પાણી, તેલ, રસાયણો, ગંદુ પાણી, ખાદ્ય પદાર્થો વગેરે જેવા પ્રવાહીની વિવિધ લાક્ષણિકતાઓ હોય છે, જે પંપની પસંદગીને પ્રભાવિત કરે છે.

- **પાણી:** જો પંપનો ઉપયોગ સ્વચ્છ પાણી માટે થવાનો હોય, તો અપકેન્દ્રી પંપ સામાન્ય રીતે યોગ્ય પસંદગી છે.
- **સ્નિગ્ધ પ્રવાહી (Viscous Fluids):** તેલ, ગ્રીસ જેવા ઘટ્ટ પ્રવાહી માટે વિસ્થાપન પંપ, જેમ કે ગિયર પંપ અથવા સ્ક્રૂ પંપ, વધુ યોગ્ય છે.
- **ઘન કણો ધરાવતા પ્રવાહી (Fluids with Solids):** ગંદા પાણી, કાદવ જેવા પ્રવાહી માટે ડાયાફ્રામ પંપ અથવા વિશિષ્ટ અપકેન્દ્રી પંપ યોગ્ય છે.
- **ક્ષતિગ્રસ્ત પ્રવાહી (Corrosive Fluids):** રસાયણો જેવા પ્રવાહી માટે, ખાસ સામગ્રીથી બનેલા પંપ, જેમ કે સ્ટેનલેસ સ્ટીલ અથવા પ્લાસ્ટિક, જરૂરી છે.

ઉદાહરણ:

- જો તમારે ઘરના વપરાશ માટે કુવામાંથી પાણી ખેંચવાનું હોય, તો સ્વચ્છ પાણી માટે સબમર્સિબલ અપકેન્દ્રી પંપ યોગ્ય રહેશે.
- જો તમારે તેલના કારખાનામાં ઘટ્ટ તેલને ખસેડવાનું હોય, તો ગિયર પંપ યોગ્ય પસંદગી થશે.
- જો તમારે ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં કાદવ ખસેડવાનો હોય, તો ડાયાફ્રામ પંપ અથવા વિશિષ્ટ અપકેન્દ્રી પંપનો ઉપયોગ કરવો પડશે.

2. પ્રવાહ દર (Flow Rate):

પ્રવાહ દર એટલે પંપ પ્રતિ મિનિટ કેટલા લિટર અથવા ગેલન પ્રવાહી ખસેડી શકે છે. પંપની ક્ષમતા પ્રણાલીની જરૂરિયાતને પૂર્ણ કરે તે સુનિશ્ચિત કરવું મહત્વનું છે.

- **ઓછો પ્રવાહ દર:** ઘરના વપરાશ માટે નાના અપકેન્દ્રી પંપ પૂરતા છે.
- **ઊંચો પ્રવાહ દર:** ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અથવા નગરપાલિકાના પાણી પુરવઠા માટે મોટા અપકેન્દ્રી પંપ અથવા મલ્ટીસ્ટેજ પંપની જરૂર પડે છે.

ઉદાહરણ:

- જો તમારે નાના બગીચાને સિંચાઈ કરવા માટે પંપનો ઉપયોગ કરવો હોય તો 50-100 લિટર પ્રતિ મિનિટનો પ્રવાહ દર પૂરતો થશે.
- જો તમારે ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયા માટે પંપનો ઉપયોગ કરવો હોય, તો તમારે 1000 લિટર પ્રતિ મિનિટ અથવા તેનાથી વધુ પ્રવાહ દર ધરાવતો પંપ પસંદ કરવો પડશે.

3. દબાણ (Pressure):

પંપ પ્રવાહીને કેટલી ઊંચાઈ સુધી અથવા કેટલા દબાણ સાથે ખસેડી શકે છે તે નક્કી કરે છે. પંપ પ્રણાલીમાં થતા દબાણના નુકસાનને પહોંચી વળવા માટે સક્ષમ હોવો જોઈએ.

- **ઓછું દબાણ:** ઘરના વપરાશ માટે નાના અપકેન્દ્રી પંપ પૂરતા છે.
- **ઊંચું દબાણ:** ઊંચી ઇમારતોમાં પાણી પહોંચાડવા, હાઇડ્રોલિક સિસ્ટમ ચલાવવા માટે મલ્ટીસ્ટેજ પંપ, પિસ્ટન પંપ અથવા પ્લંજર પંપની જરૂર પડે છે.

ઉદાહરણ:

- જો તમારે પાણીને 10 મીટર ઊંચી ટાંકીમાં ચઢાવવાનું હોય, તો તમારે ઓછામાં ઓછા 1 બાર (10 મીટર પાણીના સ્તંભ જેટલું) દબાણ ઉત્પન્ન કરી શકે તેવા પંપની જરૂર પડશે.
- જો તમારે હાઇડ્રોલિક સિસ્ટમ ચલાવવા માટે પંપનો ઉપયોગ કરવો હોય, તો તમારે 100 બાર અથવા તેનાથી વધુ દબાણ ઉત્પન્ન કરી શકે તેવા પંપની જરૂર પડશે.

4. સ્નિગ્ધતા (Viscosity):

સ્નિગ્ધતા પ્રવાહીના પ્રવાહ સામેનો અવરોધ દર્શાવે છે. પાણી જેવા ઓછા સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી માટે અપકેન્દ્રી પંપ યોગ્ય છે, જ્યારે તેલ જેવા ઊંચી સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી માટે વિસ્થાપન પંપ વધુ યોગ્ય છે.

ઉદાહરણ:

- પાણીની સ્નિગ્ધતા ઓછી હોવાથી, તેના માટે અપકેન્દ્રી પંપ યોગ્ય છે.

- મધની સ્નિગ્ધતા ઘણી વધારે હોવાથી, તેના માટે ગિયર પંપ અથવા સ્ક્રૂ પંપ યોગ્ય છે.

5. તાપમાન (Temperature):

પ્રવાહીનું તાપમાન પંપની પસંદગીને પ્રભાવિત કરી શકે છે. ગરમ પ્રવાહી માટે ખાસ સામગ્રીથી બનેલા પંપની જરૂર પડે છે, જે ઊંચા તાપમાનનો સામનો કરી શકે.

ઉદાહરણ:

- જો તમારે બોઇલરમાં ગરમ પાણી પંપ કરવાનું હોય, તો તમારે ઊંચા તાપમાનનો સામનો કરી શકે તેવા પંપની જરૂર પડશે.

6. કાર્યક્ષમતા (Efficiency):

પંપની કાર્યક્ષમતા એ ઇનપુટ ઊર્જાના કેટલા ટકા ઉપયોગી કાર્યમાં રૂપાંતરિત થાય છે તે દર્શાવે છે. ઊંચી કાર્યક્ષમતાવાળા પંપ ઓછા વીજળીનો ઉપયોગ કરે છે અને સંચાલન ખર્ચ ઘટાડે છે.

7. કિંમત (Cost):

પંપની કિંમત ઉપરાંત, સ્થાપન અને જાળવણી ખર્ચને પણ ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ.

8. જાળવણી (Maintenance):

પંપની જાળવણીની જરૂરિયાતો પણ ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ. સરળ જાળવણીવાળા પંપ પસંદ કરવાથી સમય અને ખર્ચ બચાવી શકાય છે.

9. ઉત્પાદક (Manufacturer):

વિશ્વસનીય ઉત્પાદક પાસેથી પંપ ખરીદવો આવશ્યક છે, જે ગુણવત્તાયુક્ત ઉત્પાદનો અને સારી ગ્રાહક સેવા પ્રદાન કરે છે.

પંપ પસંદગી માટે પગલાં:

1. પ્રવાહીનો પ્રકાર, પ્રવાહ દર, દબાણ, સ્નિગ્ધતા, તાપમાન વગેરે નક્કી કરો.
2. ઉપલબ્ધ વિવિધ પ્રકારના પંપનો અભ્યાસ કરો.
3. પંપના પ્રદર્શન વળાંકો (Performance Curves) નો ઉપયોગ કરીને યોગ્ય પંપ પસંદ કરો.
4. પંપની કિંમત, કાર્યક્ષમતા, જાળવણી અને ઉત્પાદકની વિશ્વસનીયતાનું મૂલ્યાંકન કરો.

નિષ્કર્ષ:

યોગ્ય પંપ પસંદ કરવો એ એક જટિલ કાર્ય હોઈ શકે છે, પરંતુ ઉપર સૂચવેલા પરિબલોને ધ્યાનમાં લઈને અને પંપના પ્રદર્શન વળાંકોનો ઉપયોગ કરીને, તમે તમારી જરૂરિયાતો માટે યોગ્ય પંપ પસંદ કરી શકો છો. યોગ્ય પંપ પસંદ કરવાથી કાર્યક્ષમ, વિશ્વસનીય અને ખર્ચ-અસરકારક પ્રવાહી પરિવહન પ્રણાલી સુનિશ્ચિત થશે.

6.4 પંપોની સ્થાપના અને જાળવણી:

પંપની યોગ્ય સ્થાપના અને નિયમિત જાળવણી એ તેની કાર્યક્ષમતા, વિશ્વસનીયતા અને આયુષ્ય માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. અયોગ્ય સ્થાપના અને જાળવણીના અભાવને કારણે પંપને નુકસાન થઈ શકે છે, કાર્યક્ષમતા ઘટી શકે છે અને ખર્ચાળ સમારકામની જરૂર પડી શકે છે.

1. પંપની સ્થાપના (Pump Installation):

પંપની સ્થાપના ઉત્પાદકની સૂચનાઓ અનુસાર થવી જોઈએ. જોકે, નીચે કેટલીક સામાન્ય માર્ગદર્શિકા આપવામાં આવી છે:

1.1 સ્થાન (Location):

- પંપને શુષ્ક, ઠંડા અને સારી રીતે વેન્ટિલેટેડ જગ્યાએ સ્થાપિત કરવો જોઈએ.
- પંપ જાળવણી માટે સરળતાથી પહોંચી શકાય તેવો હોવો જોઈએ.
- પંપને કંપન અને અવાજ ઘટાડવા માટે મજબૂત અને સપાટ પાયા પર સ્થાપિત કરવો જોઈએ.
- પંપને ઠંડું થવાથી બચાવવા માટે યોગ્ય વ્યવસ્થા કરવી જોઈએ, ખાસ કરીને ઠંડા વાતાવરણમાં.

ઉદાહરણ:

- ઘરના વપરાશ માટેના પંપને ભોંયરામાં અથવા છત પર સ્થાપિત કરી શકાય છે, જ્યાં તે ઠંડા હવામાનથી સુરક્ષિત રહે અને જાળવણી માટે સરળતાથી પહોંચી શકાય.
- ઔદ્યોગિક પંપને ખાસ પંપ રૂમમાં સ્થાપિત કરવામાં આવે છે, જ્યાં તાપમાન અને ભેજ નિયંત્રિત હોય છે.

1.2 પાઇપિંગ (Piping):

- પાઇપિંગ યોગ્ય કદનું હોવું જોઈએ જેથી પ્રવાહના અવરોધને ઓછો કરી શકાય અને કાર્યક્ષમતામાં ઘટાડો ટાળી શકાય.
- પાઇપિંગને યોગ્ય રીતે ટેકો આપવો જોઈએ જેથી પંપ પર તાણ ન આવે.
- પાઇપિંગમાં ઓછામાં ઓછા વળાંક અને ફીટિંગ્સ હોવા જોઈએ જેથી દબાણના નુકસાનને ઓછું કરી શકાય.
- સક્શન પાઇપ (Suction Pipe) ટૂંકી અને સીધી હોવી જોઈએ અને તેમાં હવા ન લે તેવા બારાં ન હોવાં જોઈએ.
- ડિસ્ચાર્જ પાઇપ (Discharge Pipe)માં ચેક વાલ્વ (Check Valve) સ્થાપિત કરવો જોઈએ જેથી પંપ બંધ હોય ત્યારે પ્રવાહી પાછો ન ફરે.

ઉદાહરણ:

- જો પંપ 100 લિટર પ્રતિ મિનિટનો પ્રવાહ દર ધરાવે છે, તો 2 ઇંચના વ્યાસવાળી પાઇપનો ઉપયોગ કરવો યોગ્ય રહેશે.
- પાઇપને દર 2-3 મીટરના અંતરે યોગ્ય સપોર્ટ આપવો જોઈએ.

1.3 વિદ્યુતજોડાણ (Electrical Connection):

- વિદ્યુતજોડાણ યોગ્ય લાયકાત ધરાવતા ઇલેક્ટ્રિશિયન દ્વારા થવું જોઈએ.
- પંપને યોગ્ય વોલ્ટેજ અને ફ્રીક્વન્સીવાળા વીજ પુરવઠા સાથે જોડવો જોઈએ.
- પંપને ઓવરલોડ અને શોર્ટ-સર્કિટથી બચાવવા માટે યોગ્ય ફ્યુઝ અને સર્કિટ બ્રેકરનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

- પંપને યોગ્ય રીતે ગ્રાઉન્ડ (Ground) કરવો જોઈએ.

ઉદાહરણ:

- જો પંપ 230 વોલ્ટ પર કાર્ય કરે છે, તો તેને 230 વોલ્ટના વીજ પુરવઠા સાથે જોડવો જોઈએ.
- પંપના મોટર રેટિંગ અનુસાર યોગ્ય ફ્ર્યુઝ અને સર્કિટ બ્રેકરનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

1.4 પ્રારંભિક ચકાસણી (Initial Checks):

- પંપ શરૂ કરતા પહેલાં ખાતરી કરો કે બધાં જોડાણો યોગ્ય છે અને કોઈ લીકેજ નથી.
- પંપના પરિભ્રમણની દિશા (Direction of Rotation) તપાસો.
- પંપને પ્રાઇમ (Prime) કરો, એટલે કે પંપ અને સક્શન પાઇપમાંથી હવા દૂર કરો.

ઉદાહરણ:

- પંપ શરૂ કરતા પહેલાં, બધાં પાઇપ જોડાણો, વાલ્વ અને વિદ્યુત જોડાણો તપાસો.
- પંપ શરૂ કરો અને ખાતરી કરો કે તે યોગ્ય દિશામાં ફરે છે.

2. પંપની જાળવણી (Pump Maintenance):

પંપની નિયમિત જાળવણી તેની કાર્યક્ષમતા અને આયુષ્ય જાળવવા માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. જાળવણીના કાર્યો ઉત્પાદકની સૂચનાઓ અનુસાર થવા જોઈએ. જોકે, નીચે કેટલીક સામાન્ય માર્ગદર્શિકા આપવામાં આવી છે:

2.1 નિયમિત નિરીક્ષણ (Regular Inspection):

- પંપને નિયમિતપણે લીકેજ, અસામાન્ય અવાજ, કંપન અને ગરમી માટે તપાસો.
- પંપના બેરિંગ્સ (Bearings) અને સીલ (Seals) ની સ્થિતિ તપાસો.
- પંપના પ્રદર્શનનું નિરીક્ષણ કરો, જેમ કે પ્રવાહ દર અને દબાણ.

ઉદાહરણ:

- દર મહિને પંપનું નિરીક્ષણ કરો અને કોઈપણ અસામાન્ય બાબતો પર ધ્યાન આપો.
- દર વર્ષે પંપના બેરિંગ્સ અને સીલની તપાસ કરો.

2.2 લ્યુબ્રિકેશન (Lubrication):

- પંપના બેરિંગ્સ અને અન્ય ફરતા ભાગોને ઉત્પાદકની સૂચનાઓ અનુસાર લ્યુબ્રિકેટ કરો.
- યોગ્ય પ્રકારના લ્યુબ્રિકન્ટનો ઉપયોગ કરો.

ઉદાહરણ:

- દર છ મહિને પંપના બેરિંગ્સને ગ્રીસથી લ્યુબ્રિકેટ કરો.

2.3 સફાઈ (Cleaning):

- પંપ અને ફિલ્ટર્સને નિયમિતપણે સાફ કરો.
- પંપમાં જમા થયેલી કોઈપણ ગંદકી અથવા કચરો દૂર કરો.

ઉદાહરણ:

- દર વર્ષે પંપના ફિલ્ટર્સ સાફ કરો.
- પંપની અંદર જમા થયેલી કોઈપણ ગંદકી દૂર કરવા માટે તેને ફ્લશ (Flush) કરો.

2.4 સીલ અને ગાસ્કેટ બદલવા (Replacing Seals and Gaskets):

- સમય જતાં પંપના સીલ અને ગાસ્કેટ ખરાબ થઈ શકે છે અને લીક થવાનું શરૂ કરી શકે છે.
- લીક થતા સીલ અને ગાસ્કેટને તાત્કાલિક બદલો.

ઉદાહરણ:

- જો પંપમાંથી પાણી લીક થતું હોય, તો સીલ અને ગાસ્કેટ તપાસો અને જો જરૂરી હોય તો તેને બદલો.

2.5 મોટરની જાળવણી (Motor Maintenance):

- મોટરને સ્વચ્છ અને ધૂળ મુક્ત રાખો.
- મોટરના વાઇન્ડિંગ્સ (Windings) ને નિયમિતપણે તપાસો.
- મોટરના બેરિંગ્સને લ્યુબ્રિકેટ કરો.

ઉદાહરણ:

- દર વર્ષે મોટરની સફાઈ કરો.
- દર બે વર્ષે મોટરના બેરિંગ્સને લ્યુબ્રિકેટ કરો.

2.6 નિવારક જાળવણી (Preventive Maintenance):

- નિવારક જાળવણી કાર્યક્રમ બનાવો અને તેનું પાલન કરો.
- નિવારક જાળવણીમાં નિયમિત નિરીક્ષણ, લ્યુબ્રિકેશન, સફાઈ અને ખરાબ થયેલા ભાગોને બદલવાનો સમાવેશ થાય છે.

ઉદાહરણ:

- નિવારક જાળવણી કાર્યક્રમમાં દર મહિને પંપનું નિરીક્ષણ, દર છ મહિને બેરિંગ્સનું લ્યુબ્રિકેશન અને દર વર્ષે સીલ બદલવાનો સમાવેશ થઈ શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

પંપની યોગ્ય સ્થાપના અને નિયમિત જાળવણી એ તેની કાર્યક્ષમ અને વિશ્વસનીય કામગીરી માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. ઉત્પાદકની સૂચનાઓનું પાલન કરીને અને નિયમિત જાળવણી કાર્યક્રમ બનાવીને, તમે તમારા પંપના આયુષ્યને વધારી શકો છો, ખર્ચાળ સમારકામ ટાળી શકો છો અને ઊર્જા ખર્ચ બચાવી શકો છો.

6.5 વિવિધ પ્રકારના પાઇપ અને ફિટિંગ:

પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીમાં પાઇપ અને ફિટિંગ મહત્વનાં ઘટકો છે. પાઇપ પ્રવાહીને એક સ્થાનથી બીજા સ્થાને લઈ જવા માટે માર્ગ પૂરો પાડે છે, જ્યારે ફિટિંગ પાઇપને જોડવા, દિશા બદલવા, પ્રવાહને

નિયંત્રિત કરવા અને અન્ય કાર્યો કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. પાઇપ અને ફિટિંગ વિવિધ પ્રકારની સામગ્રી, આકાર અને કદમાં ઉપલબ્ધ છે, જે દરેક ચોક્કસ કાર્યક્રમો માટે યોગ્ય છે.

1. પાઇપના પ્રકારો (Types of Pipes):

પાઇપને મુખ્યત્વે તેની બનાવટની સામગ્રીના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

1.1 ધાતુના પાઇપ (Metallic Pipes):

- **કાસ્ટ આયર્ન પાઇપ (Cast Iron Pipes):** આ પાઇપ મજબૂત, ટકાઉ અને કાટ પ્રતિરોધક હોય છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે ભૂગર્ભ પાણી અને ગટર વ્યવસ્થા માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** જૂની ઇમારતોમાં પાણી પુરવઠા માટે વપરાતી ભૂગર્ભ પાઇપ.
- **ગેલ્વેનાઇઝ્ડ આયર્ન પાઇપ (Galvanized Iron Pipes):** આ પાઇપ કાટથી બચાવવા માટે ઝીંકના સ્તરથી કોટેડ હોય છે. તેનો ઉપયોગ પાણી પુરવઠા અને ગેસ વિતરણ માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરના પાણી પુરવઠા માટે વપરાતી પાઇપ.
- **સ્ટીલ પાઇપ (Steel Pipes):** આ પાઇપ મજબૂત અને ઊંચા દબાણનો સામનો કરી શકે છે. તેનો ઉપયોગ તેલ, ગેસ અને પાણીના પરિવહન માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** તેલ અને ગેસ ઉદ્યોગમાં વપરાતા પાઇપ.
- **કોપર પાઇપ (Copper Pipes):** આ પાઇપ કાટ પ્રતિરોધક અને સારી ઉષ્મા વાહક હોય છે. તેનો ઉપયોગ પાણી પુરવઠા, હીટિંગ અને એર કન્ડીશનીંગ સિસ્ટમ માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરમાં ગરમ પાણીના પુરવઠા માટે વપરાતા પાઇપ.

1.2 પ્લાસ્ટિક પાઇપ (Plastic Pipes):

- **પીવીસી પાઇપ (PVC Pipes):** આ પાઇપ હળવા, સસ્તા અને કાટ પ્રતિરોધક હોય છે. તેનો ઉપયોગ ઠંડા પાણી પુરવઠા, ગટર વ્યવસ્થા અને સિંચાઈ માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરના ઠંડા પાણી પુરવઠા માટે વપરાતા પાઇપ.
- **સીપીવીસી પાઇપ (CPVC Pipes):** આ પાઇપ પીવીસી પાઇપ જેવા જ હોય છે, પરંતુ તે ઊંચા તાપમાનનો સામનો કરી શકે છે. તેનો ઉપયોગ ગરમ પાણી પુરવઠા માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરમાં ગરમ પાણીના પુરવઠા માટે વપરાતા પાઇપ.
- **પીઈ પાઇપ (PE Pipes):** આ પાઇપ લવચીક અને ટકાઉ હોય છે. તેનો ઉપયોગ પાણી પુરવઠા, ગેસ વિતરણ અને સિંચાઈ માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખેતરમાં સિંચાઈ માટે વપરાતા પાઇપ.
- **પીપીઆર પાઇપ (PPR Pipes):** આ પાઇપ ગરમી પ્રતિરોધક અને રાસાયણિક રીતે નિષ્ક્રિય હોય છે. તેનો ઉપયોગ ગરમ અને ઠંડા પાણી પુરવઠા માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા ગરમ પાણી પુરવઠા માટે વપરાતા પાઇપ.

1.3 અન્ય પાઇપ (Other Pipes):

- **કોંક્રિટ પાઇપ (Concrete Pipes):** આ પાઇપ મજબૂત અને ટકાઉ હોય છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે મોટા વ્યાસના ગટર અને પાણી પુરવઠા માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** શહેરની ગટર વ્યવસ્થા માટે વપરાતા મોટા પાઇપ.
- **ડક્ટાઇલ આયર્ન પાઇપ (Ductile Iron Pipes):** આ પાઇપ કાસ્ટ આયર્ન પાઇપ કરતાં વધુ મજબૂત અને લવચીક હોય છે. તેનો ઉપયોગ પાણી પુરવઠા અને ગટર વ્યવસ્થા માટે થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઊંચા દબાણવાળા પાણી પુરવઠા માટે વપરાતા પાઇપ.

2. ફિટિંગના પ્રકારો (Types of Fittings):

ફિટિંગનો ઉપયોગ પાઇપને જોડવા, દિશા બદલવા, શાખા બનાવવા, પ્રવાહને નિયંત્રિત કરવા અને અન્ય કાર્યો કરવા માટે થાય છે. ફિટિંગ પણ પાઇપની જેમ જ વિવિધ સામગ્રીમાંથી બનાવવામાં આવે છે.

2.1 થ્રેડેડ ફિટિંગ (Threaded Fittings):

આ ફિટિંગમાં નર અને માદા થ્રેડ હોય છે, જે સ્ક્રૂ કરીને જોડવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે ધાતુના પાઇપ માટે થાય છે.

- **એલ્બો (Elbow):** પાઇપની દિશા બદલવા માટે (45° અથવા 90°).
- **ટી (Tee):** પાઇપમાંથી શાખા બનાવવા માટે.
- **કપ્લીંગ (Coupling):** બે પાઇપને જોડવા માટે.
- **રિડ્યુસર (Reducer):** મોટા વ્યાસના પાઇપને નાના વ્યાસના પાઇપ સાથે જોડવા માટે.
- **નિપ્પલ (Nipple):** ટૂંકા લંબાઈના પાઇપના ટુકડાને જોડવા માટે.
- **પ્લગ (Plug):** પાઇપના છેડાને બંધ કરવા માટે.
- **કેપ (Cap):** પાઇપના છેડાને બંધ કરવા માટે.

2.2 સોકેટ વેલ્ડ ફિટિંગ (Socket Weld Fittings):

આ ફિટિંગમાં પાઇપને સોકેટમાં નાખીને વેલ્ડિંગ કરવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે ઊંચા દબાણ અને તાપમાનવાળી એપ્લિકેશન માટે થાય છે.

- **એલ્બો (Elbow):** પાઇપની દિશા બદલવા માટે (45° અથવા 90°).
- **ટી (Tee):** પાઇપમાંથી શાખા બનાવવા માટે.
- **કપ્લીંગ (Coupling):** બે પાઇપને જોડવા માટે.
- **રિડ્યુસર (Reducer):** મોટા વ્યાસના પાઇપને નાના વ્યાસના પાઇપ સાથે જોડવા માટે.

2.3 બટ વેલ્ડ ફિટિંગ (Butt Weld Fittings):

આ ફિટિંગમાં પાઇપના છેડાને એકબીજા સાથે વેલ્ડિંગ કરવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે મોટા વ્યાસના પાઇપ માટે થાય છે.

- **એલ્બો (Elbow):** પાઇપની દિશા બદલવા માટે (45° અથવા 90°).

- **ટી (Tee):** પાઇપમાંથી શાખા બનાવવા માટે.
- **રિડ્યુસર (Reducer):** મોટા વ્યાસના પાઇપને નાના વ્યાસના પાઇપ સાથે જોડવા માટે.

2.4 ફ્લેન્ડ ફિટિંગ (Flanged Fittings):

આ ફિટિંગમાં ફ્લેન્ડ હોય છે, જેને બોલ્ટ અને નટ દ્વારા જોડવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે મોટા વ્યાસના પાઇપ અને વાલ્વને જોડવા માટે થાય છે.

- **બ્લાઇન્ડ ફ્લેન્ડ (Blind Flange):** પાઇપના છેડાને બંધ કરવા માટે.
- **વેલ્ડ નેક ફ્લેન્ડ (Weld Neck Flange):** પાઇપ સાથે વેલ્ડિંગ કરવા માટે.
- **સ્લિપ-ઓન ફ્લેન્ડ (Slip-On Flange):** પાઇપ પર સ્લાઇડ કરીને વેલ્ડિંગ કરવા માટે.

2.5 ગ્લુડ ફિટિંગ (Glued Fittings):

આ ફિટિંગમાં પાઇપ અને ફિટિંગને ખાસ ગુંદર વડે જોડવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે પ્લાસ્ટિક પાઇપ માટે થાય છે.

- **એલ્બો (Elbow):** પાઇપની દિશા બદલવા માટે (45° અથવા 90°).
- **ટી (Tee):** પાઇપમાંથી શાખા બનાવવા માટે.
- **કપ્લીંગ (Coupling):** બે પાઇપને જોડવા માટે.
- **રિડ્યુસર (Reducer):** મોટા વ્યાસના પાઇપને નાના વ્યાસના પાઇપ સાથે જોડવા માટે.

2.6 વાલ્વ (Valves):

વાલ્વનો ઉપયોગ પ્રવાહીના પ્રવાહને નિયંત્રિત કરવા માટે થાય છે.

- **ગેટ વાલ્વ (Gate Valve):** પ્રવાહને સંપૂર્ણપણે ચાલુ અથવા બંધ કરવા માટે.
- **ગ્લોબ વાલ્વ (Globe Valve):** પ્રવાહને નિયંત્રણ કરવા માટે.
- **બોલ વાલ્વ (Ball Valve):** પ્રવાહને ઝડપથી ચાલુ અથવા બંધ કરવા માટે.
- **ચેક વાલ્વ (Check Valve):** પ્રવાહીને એક જ દિશામાં વહેવા દેવા માટે.
- **બટરફ્લાય વાલ્વ (Butterfly Valve):** પ્રવાહને નિયંત્રણ કરવા માટે, ખાસ કરીને મોટા વ્યાસના પાઇપમાં.

નિષ્કર્ષ:

યોગ્ય પાઇપ અને ફિટિંગ પસંદ કરવા એ પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીની કાર્યક્ષમતા, વિશ્વસનીયતા અને સલામતી માટે ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. પસંદગી કરતી વખતે પ્રવાહીનો પ્રકાર, દબાણ, તાપમાન, પ્રવાહ દર અને અન્ય પરિબલોને ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ.

6.6 જળ વિતરણ પ્રણાલી:

જળ વિતરણ પ્રણાલી એ એક એવી વ્યવસ્થા છે જે પાણીના સ્રોત (જેમ કે નદી, તળાવ, કૂવો, જળાશય) થી ગ્રાહકો (જેમ કે ઘરો, ઉદ્યોગો, ખેતરો) સુધી શુદ્ધ અને પીવાલાયક પાણી પહોંચાડે છે. આ પ્રણાલીમાં મુખ્યત્વે પાણીનું શુદ્ધિકરણ, સંગ્રહ અને વિતરણ સામેલ છે. જળ વિતરણ પ્રણાલી એ આધુનિક સમાજનો એક મહત્વનો ભાગ છે, જે જાહેર સ્વાસ્થ્ય, સ્વચ્છતા અને આર્થિક વિકાસ માટે જરૂરી છે.

જળ વિતરણ પ્રણાલીના મુખ્ય ઘટકો:

1. **પાણીનો સ્રોત (Water Source):** પાણીનો સ્રોત કુદરતી (નદી, તળાવ, ઝરણા) અથવા માનવસર્જિત (જળાશય, કૂવો) હોઈ શકે છે. પાણીના સ્રોતની પસંદગી ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને ખર્ચના આધારે કરવામાં આવે છે.
2. **પાણી ખેંચવાની વ્યવસ્થા (Intake System):** આ વ્યવસ્થા પાણીના સ્રોતમાંથી પાણી ખેંચીને શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ સુધી પહોંચાડે છે. તેમાં પંપ, પાઇપ અને ફિલ્ટરનો સમાવેશ થઈ શકે છે.
3. **પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ (Water Treatment Plant):** આ પ્લાન્ટમાં પાણીમાંથી અશુદ્ધિઓ, બેક્ટેરિયા અને વાયરસ દૂર કરવામાં આવે છે. શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયામાં ગાળણ (Filtration), નિક્ષેપન (Sedimentation), ક્લોરીનેશન (Chlorination) અને અન્ય પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થઈ શકે છે.
4. **પાણી સંગ્રહ ટાંકી (Water Storage Tank):** શુદ્ધ કરેલા પાણીને સંગ્રહ કરવા માટે ઊંચી ટાંકીઓ અથવા ભૂગર્ભ ટાંકીઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ ટાંકીઓ પાણીના દબાણને જાળવી રાખવામાં અને માંગના સમયગાળા દરમિયાન પાણીનો પુરવઠો પૂરો પાડવામાં મદદ કરે છે.
5. **વિતરણ નેટવર્ક (Distribution Network):** આ નેટવર્કમાં પાઇપ, વાલ્વ અને ફિટિંગનો સમાવેશ થાય છે, જે શુદ્ધ કરેલા પાણીને ગ્રાહકો સુધી પહોંચાડે છે. પાઇપનું કદ અને સામગ્રી પાણીના દબાણ, પ્રવાહ દર અને જમીનની સ્થિતિના આધારે પસંદ કરવામાં આવે છે.
6. **સેવા જોડાણો (Service Connections):** આ જોડાણો દ્વારા ગ્રાહકોના ઘરો, ઉદ્યોગો અને અન્ય ઇમારતોને મુખ્ય વિતરણ લાઇન સાથે જોડવામાં આવે છે. તેમાં મીટરનો સમાવેશ થાય છે, જે પાણીના વપરાશને માપે છે.
7. **હાઇડ્રન્ટ્સ (Hydrants):** આગ ઓલવવા અને અન્ય કટોકટીના સમયે પાણીનો પુરવઠો પૂરો પાડવા માટે હાઇડ્રન્ટ્સનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

જળ વિતરણ પ્રણાલીના પ્રકારો:

જળ વિતરણ પ્રણાલીને મુખ્યત્વે બે પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે:

1. **ગુરુત્વાકર્ષણ પ્રણાલી (Gravity System):** આ પ્રણાલીમાં, પાણી ઊંચાઈ પર સ્થિત ટાંકીમાંથી ગુરુત્વાકર્ષણ બળ દ્વારા નીચે તરફ વહે છે. આ પ્રણાલી સરળ, વિશ્વસનીય અને ઓછી ખર્ચાળ છે, પરંતુ તે ફક્ત ત્યારે જ શક્ય છે જો પાણીનો સ્રોત ગ્રાહકો કરતા ઊંચાઈ પર હોય.
 - **ઉદાહરણ:** પર્વતીય વિસ્તારોમાં, જ્યાં ઝરણાં અને નદીઓ ઊંચાઈ પર હોય છે, ત્યાં ગુરુત્વાકર્ષણ પ્રણાલીનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.
2. **પમ્પિંગ પ્રણાલી (Pumping System):** આ પ્રણાલીમાં, પંપનો ઉપયોગ પાણીને ઊંચાઈ પર સ્થિત ટાંકીમાં અથવા સીધા ગ્રાહકો સુધી પહોંચાડવા માટે થાય છે. આ પ્રણાલીનો ઉપયોગ ત્યારે થાય છે

જ્યારે પાણીનો સ્રોત ગ્રાહકો કરતા નીચી સપાટી પર હોય અથવા જ્યારે પાણીનું દબાણ વધારવાની જરૂર હોય.

- **ઉદાહરણ:** મોટા શહેરોમાં, જ્યાં પાણીનો સ્રોત નીચી સપાટી પર હોય છે, ત્યાં પમ્પિંગ પ્રણાલીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

જળ વિતરણ પ્રણાલીની ડિઝાઇન:

જળ વિતરણ પ્રણાલીની ડિઝાઇન કરતી વખતે, નીચેના પરિબલોને ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ:

- **પાણીની માંગ (Water Demand):** વર્તમાન અને ભવિષ્યની પાણીની માંગનો અંદાજ લગાવવો અનિવાર્ય છે.
- **પાણીનો સ્રોત (Water Source):** પાણીના સ્રોતની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા અને વિશ્વસનીયતાનું મૂલ્યાંકન કરવું જોઈએ.
- **ભૂપ્રદેશ (Topography):** ભૂપ્રદેશની ઊંચાઈ અને ઢાળ પાણીના પ્રવાહ અને દબાણને પ્રભાવિત કરે છે.
- **પાઇપનું કદ અને સામગ્રી (Pipe Size and Material):** પાઇપનું કદ અને સામગ્રી પાણીના દબાણ, પ્રવાહ દર અને જમીનની સ્થિતિના આધારે પસંદ કરવી જોઈએ.
- **ટાંકીનું કદ અને સ્થાન (Tank Size and Location):** ટાંકીનું કદ પાણીની માંગ અને આગ ઓલવવા માટે જરૂરી પાણીના જથ્થાના આધારે નક્કી કરવું જોઈએ.
- **પંપની ક્ષમતા (Pump Capacity):** પંપની ક્ષમતા પાણીની માંગ અને ઊંચાઈના તફાવતના આધારે નક્કી કરવી જોઈએ.

જળ વિતરણ પ્રણાલીનું સંચાલન અને જાળવણી:

જળ વિતરણ પ્રણાલીની કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનીયતા જાળવવા માટે નિયમિત સંચાલન અને જાળવણી જરૂરી છે. તેમાં સામેલ છે:

- **પાણીની ગુણવત્તાનું નિયમિત પરીક્ષણ (Regular Water Quality Testing):** પાણીની ગુણવત્તા સુનિશ્ચિત કરવા માટે નિયમિતપણે પાણીના નમૂના લેવા અને તેનું પરીક્ષણ કરવું જોઈએ.
- **લીકેજ શોધ અને સમારકામ (Leakage Detection and Repair):** પાણીના બગાડને રોકવા માટે લીકેજને શોધી કાઢીને તાત્કાલિક સમારકામ કરવું જોઈએ.
- **પાઇપ અને વાલ્વનું નિરીક્ષણ અને જાળવણી (Inspection and Maintenance of Pipes and Valves):** પાઇપ અને વાલ્વની નિયમિતપણે તપાસ કરીને જાળવણી કરવી જોઈએ.
- **ટાંકીની સફાઈ (Tank Cleaning):** ટાંકીને નિયમિતપણે સાફ કરવી જોઈએ જેથી પાણીની ગુણવત્તા જાળવાઈ રહે.
- **પંપનું નિરીક્ષણ અને જાળવણી (Inspection and Maintenance of Pumps):** પંપની નિયમિતપણે તપાસ કરીને જાળવણી કરવી જોઈએ.

ઉદાહરણ:

અમદાવાદ શહેરની જળ વિતરણ પ્રણાલી એક જટિલ વ્યવસ્થા છે જે લાખો લોકોને શુદ્ધ પાણી પૂરું પાડે છે. પાણીનો મુખ્ય સ્રોત નર્મદા નદી છે. નર્મદા નદીમાંથી પાણી ખેંચીને કોતરપુર વૉટર વર્ક્સ ખાતે શુદ્ધ કરવામાં આવે છે. શુદ્ધ કરેલા પાણીને શહેરના વિવિધ વિસ્તારોમાં આવેલી ઊંચી ટાંકીઓમાં સંગ્રહ કરવામાં આવે છે. ત્યાંથી, ગુરુત્વાકર્ષણ અને પમ્પિંગ પ્રણાલી દ્વારા પાણી ગ્રાહકો સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે. અમદાવાદ મ્યુનિસિપલ કૉર્પોરેશન (AMC) જળ વિતરણ પ્રણાલીનું સંચાલન અને જાળવણી કરે છે.

નિષ્કર્ષ:

જળ વિતરણ પ્રણાલી એ આધુનિક જીવનનો એક આવશ્યક ભાગ છે. તે જાહેર સ્વાસ્થ્ય, સ્વચ્છતા અને આર્થિક વિકાસ માટે જરૂરી શુદ્ધ અને પીવાલાયક પાણી પૂરું પાડે છે. યોગ્ય રીતે ડિઝાઇન, સંચાલન અને જાળવણી કરાયેલ જળ વિતરણ પ્રણાલી સમુદાયોને સ્વસ્થ અને સમૃદ્ધ રહેવામાં મદદ કરે છે.

6.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે પ્રકરણની શરૂઆત પાણીના મહત્વ અને તેને એક સ્થાનેથી બીજા સ્થાને ખસેડવાની જરૂરિયાતને સમજીને કરી. ત્યારબાદ, આપણે બે મુખ્ય પ્રકારના પંપ - અપકેન્દ્રી (Centrifugal) અને વિસ્થાપન (Displacement) પંપોનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે તેમના કાર્યકારી સિદ્ધાંતો, વિવિધ પ્રકારો, ફાયદા, ગેરફાયદા અને ઉદાહરણોની ચર્ચા કરી. અપકેન્દ્રી પંપ, ઇમ્પેલરના પરિભ્રમણ દ્વારા પ્રવાહીને ગતિ આપે છે, જ્યારે વિસ્થાપન પંપ પ્રવાહીને ચોક્કસ જથ્થામાં સીધી રીતે ખસેડે છે.

પછી આપણે પંપ પસંદગીના મહત્વપૂર્ણ મુદ્દા પર આગળ વધ્યા. આપણે શીખ્યા કે યોગ્ય પંપ પસંદ કરવા માટે પ્રવાહીનો પ્રકાર, પ્રવાહ દર, દબાણ, સ્નિગ્ધતા, તાપમાન, કાર્યક્ષમતા, કિંમત અને જાળવણી જેવા પરિબલોને ધ્યાનમાં લેવા આવશ્યક છે. ઉદાહરણો દ્વારા, આપણે સમજ્યા કે કેવી રીતે આ પરિબલો વિવિધ કાર્યક્રમો માટે પંપ પસંદગીને પ્રભાવિત કરે છે.

ત્યારબાદ, આપણે પંપની સ્થાપના અને જાળવણીના મહત્વ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. યોગ્ય સ્થાપના માટે સ્થાન, પાઇપિંગ, વિદ્યુત જોડાણ અને પ્રારંભિક ચકાસણી કાળજીપૂર્વક થવી જોઈએ. નિયમિત જાળવણી, જેમાં નિરીક્ષણ, લ્યુબ્રિકેશન, સફાઈ, સીલ અને ગાસ્કેટ બદલવા અને મોટરની જાળવણી શામેલ છે, તે પંપની કાર્યક્ષમતા અને આયુષ્ય માટે મહત્વનું છે. આપણે શીખ્યા કે નિવારક જાળવણી કાર્યક્રમ કેવી રીતે ખર્ચાળ સમારકામને ટાળવામાં મદદ કરી શકે છે.

પ્રકરણના આગળના ભાગમાં, આપણે વિવિધ પ્રકારના પાઇપ અને ફિટિંગનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે ધાતુના પાઇપ (કાસ્ટ આયર્ન, ગેલ્વેનાઈઝ્ડ આયર્ન, સ્ટીલ, કોપર) અને પ્લાસ્ટિક પાઇપ (પીવીસી, સીપીવીસી, પીઈ, પીપીઆર) ના ગુણધર્મો અને ઉપયોગો શીખ્યા. આપણે થ્રેડેડ, સોકેટ વેલ્ડ, બટ વેલ્ડ, ફ્લેન્જ્ડ, ગ્લુડ ફિટિંગ અને વિવિધ પ્રકારના વાલ્વ (ગેટ, ગ્લોબ, બોલ, ચેક, બટરફ્લાય) વિશે પણ જાણકારી મેળવી.

અંતે, આપણે જળ વિતરણ પ્રણાલીનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે આ પ્રણાલી પાણીના સ્રોતથી ગ્રાહકો સુધી શુદ્ધ પાણી પહોંચાડવા માટે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે. આપણે પાણીના સ્રોત, પાણી ખેંચવાની વ્યવસ્થા, પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ, પાણી સંગ્રહ ટાંકી, વિતરણ નેટવર્ક, સેવા જોડાણો અને

હાઇડ્રેન્ટ્સ જેવા મુખ્ય ઘટકોની ચર્ચા કરી. આપણે ગુરુત્વાકર્ષણ અને પમ્પિંગ પ્રણાલીના પ્રકારો, ડિઝાઇનના પરિબલો અને સંચાલન અને જાળવણીના મહત્વ વિશે પણ શીખ્યા.

આમ, આ પ્રકરણમાં આપણે પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો અને ઘટકોનો વ્યાપક અભ્યાસ કર્યો. આ જ્ઞાન આપણને પાણીના પમ્પિંગ અને પરિવહન પ્રણાલીઓનું ડિઝાઇન, સંચાલન અને જાળવણી કરવામાં મદદ કરશે, જે આધુનિક જીવન અને ટકાઉ વિકાસ માટે આવશ્યક છે.

6.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ):

- નીચેનામાંથી કયો પંપનો પ્રકાર નથી?
 - અપકેન્દ્રી
 - વિસ્થાપન
 - પરિભ્રમણ
 - રેસીપ્રોકેટીંગ
- ઊંચા દબાણ માટે કયા પ્રકારનો પંપ યોગ્ય છે?
 - અપકેન્દ્રી
 - ગિયર પંપ
 - સબમર્સિબલ પંપ
 - એન્ડ સક્શન પંપ
- ઘટ્ટ પ્રવાહી માટે કયો પાઇપ યોગ્ય નથી?
 - પીવીસી પાઇપ
 - સ્ટીલ પાઇપ
 - ગેલ્વેનાઈઝ્ડ આયર્ન પાઇપ
 - સ્ક્રૂ પાઇપ
- પાણીના પ્રવાહને સંપૂર્ણપણે બંધ કરવા માટે કયા વાલ્વનો ઉપયોગ થાય છે?
 - ગ્લોબ વાલ્વ
 - ગેટ વાલ્વ
 - ચેક વાલ્વ
 - બટરફ્લાય વાલ્વ

5. જળ વિતરણ પ્રણાલીમાં પાણીનું દબાણ જાળવવા માટે શું વપરાય છે?
- (a) પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ
 (b) પાણી સંગ્રહ ટાંકી
 (c) પાણી ખેંચવાની વ્યવસ્થા
 (d) વિતરણ નેટવર્ક
6. નીચેનામાંથી કઈ ફિટિંગ પાઇપની દિશા બદલવા માટે વપરાય છે?
- (a) ટી
 (b) એલ્બો
 (c) કપ્લીંગ
 (d) રિક્યુસર
7. પંપની કાર્યક્ષમતા શું દર્શાવે છે?
- (a) પંપ કેટલું પાણી ખેંચી શકે છે
 (b) પંપ કેટલા દબાણથી પાણી ખેંચી શકે છે
 (c) ઇનપુટ ઊર્જાના કેટલા ટકા ઉપયોગી કાર્યમાં રૂપાંતરિત થાય છે
 (d) પંપ કેટલો અવાજ કરે છે
8. પંપને ઠંડા વાતાવરણમાં ઠંડું થવાથી બચાવવા માટે શું કરવું જોઈએ?
- (a) પંપને ગરમ કપડાથી ઢાંકવો
 (b) પંપને ઇન્સ્યુલેટેડ જગ્યામાં સ્થાપિત કરવો
 (c) પંપને સતત ચાલુ રાખવો
 (d) પંપને ગરમ પાણીથી ધોવો
9. નીચેનામાંથી કયો પાઇપ કાટ પ્રતિરોધક નથી?
- (a) કોપર પાઇપ
 (b) પીવીસી પાઇપ
 (c) કાસ્ટ આયર્ન પાઇપ
 (d) ગેલ્વેનાઈઝ્ડ આયર્ન પાઇપ
10. ગુરુત્વાકર્ષણ જળ વિતરણ પ્રણાલી ક્યારે શક્ય છે?
- (a) જ્યારે પાણીનો સ્રોત ગ્રાહકો કરતાં નીચી સપાટી પર હોય

(b) જ્યારે પાણીનો સ્રોત ગ્રાહકો કરતાં ઊંચાઈ પર હોય

(c) જ્યારે પાણીનું દબાણ વધારવાની જરૂર હોય

(d) જ્યારે પાણીનો પ્રવાહ દર ઓછો હોય

જવાબો: 1-c, 2-b, 3-a, 4-b, 5-b, 6-b, 7-c, 8-b, 9-c, 10-b

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. અપકેન્દ્રી પંપ અને વિસ્થાપન પંપ વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત શો છે?
2. પંપ પસંદ કરતી વખતે કયા પરિબલો ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ?
3. પંપની યોગ્ય સ્થાપન માટે કઈ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું જોઈએ?
4. પંપની નિયમિત જાળવણી શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
5. પીવીસી પાઇપના ફાયદા શું છે?
6. ગેટ વાલ્વ અને ગ્લોબ વાલ્વ વચ્ચે શો તફાવત છે?
7. જળ વિતરણ પ્રણાલીના મુખ્ય ઘટકો કયા છે?
8. ગુરુત્વાકર્ષણ જળ વિતરણ પ્રણાલી કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
9. જળ વિતરણ પ્રણાલીમાં લીકેજ શોધવાનું મહત્વ શા માટે છે?
10. પાણીની ગુણવત્તા જાળવવા માટે શું કરવું જોઈએ?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. વિવિધ પ્રકારના અપકેન્દ્રી પંપોનું વર્ણન કરો અને તેમના ઉપયોગો સમજાવો.
2. પંપની સ્થાપના અને જાળવણી માટે વિગતવાર માર્ગદર્શિકા લખો.
3. વિવિધ પ્રકારના પાઇપ અને ફિટિંગનું વર્ગીકરણ કરો અને તેમના ઉપયોગો સમજાવો.
4. જળ વિતરણ પ્રણાલીની ડિઝાઇન માટેના મુખ્ય પરિબલોની ચર્ચા કરો.
5. તમારા શહેર/ગામ માટે જળ વિતરણ પ્રણાલીનું ઉદાહરણ આપીને સમજાવો કે તે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે.

*** **

- 7.1 પ્રસ્તાવના
- 7.2 સ્કિનીંગ
- 7.3 અવસાદન
- 7.4 નિસ્પંદન (Filtration)
- 7.5 વાયુમિશ્રણ (Aeration)
- 7.6 સમૂહીકરણ (Flocculation)
- 7.7 જલ ઉપચારના પ્રારંભિક ચરણોમાં રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારની નીતિઓ
- 7.8 સારાંશ
- 7.9 સ્વાધ્યાય

7.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી એ જીવનનો આધાર છે. પૃથ્વી પરના તમામ જીવોને ટકી રહેવા માટે પાણીની જરૂર હોય છે. પરંતુ, શું આપણે ક્યારેય વિચાર્યું છે કે આપણે જે પાણી પીએ છીએ તે કેટલું શુદ્ધ છે? શું તે ખરેખર પીવા માટે યોગ્ય છે? જવાબ કદાચ 'ના' માં મળશે.

આજના સમયમાં, પાણીના સ્રોત પ્રદૂષણથી ખદબદી રહ્યા છે. ઔદ્યોગિક કચરો, ખેતીમાં વપરાતા રસાયણો, અને ઘરગથ્થુ કચરો, આ બધું જ પાણીમાં ભળીને તેને પ્રદૂષિત કરે છે. આ પ્રદૂષિત પાણી પીવાથી ઘણા ગંભીર રોગો થઈ શકે છે.

આ પરિસ્થિતિમાં, જળ ઉપચાર અત્યંત મહત્વપૂર્ણ બની જાય છે. જળ ઉપચાર એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં પાણીમાંથી અશુદ્ધિઓ દૂર કરવામાં આવે છે અને તેને પીવાલાયક બનાવવામાં આવે છે. જળ ઉપચાર પ્રક્રિયા વિવિધ તબક્કાઓમાં થાય છે.

આ પ્રસ્તાવનામાં, આપણે જળ ઉપચારના પ્રારંભિક તબક્કાઓ વિશે ચર્ચા કરીશું. આ તબક્કાઓમાં સ્ક્રિનિંગ, અવસાદન, ગાળણ, વાયુમિશ્રણ અને ફ્લોક્યુલેશનનો સમાવેશ થાય છે.

સ્ક્રીનીંગ: આ પ્રક્રિયામાં, પાણીમાંથી મોટા કચરાના ટુકડાઓ, ડાળીઓ, પાંદડા વગેરે દૂર કરવામાં આવે છે.

અવસાદન: આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને સ્થિર થવા દેવામાં આવે છે જેથી તેમાં રહેલા ભારે કણો, જેમ કે રેતી અને કાંપ, નીચે બેસી જાય.

ગાળણ: આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને રેતી અને કાંકરાના સ્તરોમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જેથી તેમાં રહેલા ઝીણા કણો દૂર થાય. ધીમા રેતી ગાળણ અને ઝડપી રેતી ગાળણ એ ગાળણના મુખ્ય પ્રકારો છે.

વાયુમિશ્રણ: આ પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં હવા ઉમેરવામાં આવે છે જેથી તેમાં ઓક્સિજન ભળે અને દુર્ગંધ દૂર થાય.

ફ્લોક્યુલેશન: આ પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં રાસાયણિક પદાર્થો ઉમેરવામાં આવે છે જેથી તેમાં રહેલા અતિ સૂક્ષ્મકણો એકબીજા સાથે જોડાઈને મોટા કણો બનાવે, જેને ગાળણ દ્વારા સરળતાથી દૂર કરી શકાય.

આ પ્રારંભિક તબક્કાઓ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાનો પાયો બનાવે છે. આ તબક્કાઓ બાદ, પાણીને જંતુમુક્ત કરવા માટે ક્લોરીનેશન જેવી પ્રક્રિયાઓ કરવામાં આવે છે.

જળ ઉપચાર એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે, પરંતુ તે માનવસ્વાસ્થ્ય માટે અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. શુદ્ધ પાણી એ સ્વસ્થ જીવન માટેનું અમૃત છે.

7.2 સ્ક્રિનીંગ:

સ્ક્રિનીંગ એ એક પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ કોઈ ચોક્કસ સમુદાય અથવા જૂથમાંથી ચોક્કસ ગુણો, લક્ષણો અથવા બીમારીઓ ધરાવતા વ્યક્તિઓને શોધવા માટે થાય છે. તે એક પ્રકારની પ્રારંભિક પરીક્ષા છે જે સંભવિત જોખમો ધરાવતા વ્યક્તિઓને ઓળખવામાં મદદ કરે છે. સ્ક્રિનીંગ સામાન્ય રીતે ઝડપી, સરળ અને ઓછા ખર્ચે કરવામાં આવે છે.

સ્ક્રિનીંગના ઉદાહરણો:

સ્ક્રિનીંગનો ઉપયોગ ઘણા ક્ષેત્રોમાં થાય છે, જેમાં મુખ્યત્વે નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે:

1. તબીબી ક્ષેત્ર:

- **નવજાત શિશુઓની સ્ક્રિનીંગ:** જન્મ પછી તરત જ, નવજાત શિશુઓને આનુવંશિક, મેટાબોલિક અને અન્ય બીમારીઓ માટે તપાસવામાં આવે છે. આ બીમારીઓની વહેલી શોધ અને સારવાર,

બાળકોના વિકાસમાં થતી મુશ્કેલીઓને ટાળી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ફિનાઇલકિટોનુરિયા (PKU) માટે સ્ક્રીનીંગ.

- **કેન્સર સ્ક્રીનીંગ:** કેન્સરના પ્રારંભિક તબક્કામાં શોધ કરવા માટે વિવિધ પ્રકારના સ્ક્રીનીંગ ટેસ્ટ ઉપલબ્ધ છે. જેમ કે, સ્તન કેન્સર માટે મેમોગ્રામ, સર્વાઇકલ કેન્સર માટે પેપ સ્મીયર અને કોલોરેક્ટલ કેન્સર માટે કોલોનોસ્કોપી.
- **ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન સ્ક્રીનીંગ:** ગર્ભાવસ્થા દરમિયાન, સ્ત્રીઓને ડાઉન સિન્ડ્રોમ અને અન્ય આનુવંશિક બીમારીઓ માટે સ્ક્રીનીંગ ટેસ્ટ કરાવવાની સલાહ આપવામાં આવે છે. આ ટેસ્ટ ગર્ભમાં કોઈ ખોડખાંપણ હોય તો વહેલી તકે જાણવામાં મદદ કરે છે.
- **હૃદયરોગ માટે સ્ક્રીનીંગ:** કૉલેસ્ટ્રોલ સ્તર, બ્લડપ્રેશર અને અન્ય જોખમી પરિબલો માટે સ્ક્રીનીંગ ટેસ્ટ દ્વારા હૃદય રોગ થવાનું જોખમ ધરાવતા વ્યક્તિઓને ઓળખી શકાય છે.
- **ડાયાબિટીસ માટે સ્ક્રીનીંગ:** રક્તમાં શર્કરાના સ્તરનું માપન ડાયાબિટીસનું નિદાન કરી શકે છે. વહેલી તકે નિદાન અને સારવાર ડાયાબિટીસથી થતી ગંભીર મુશ્કેલીઓ ટાળવામાં મદદ કરે છે.

2. રોજગાર ક્ષેત્ર:

- **પૃષ્ઠભૂમિ તપાસ:** ઘણા નોકરીદાતાઓ ઉમેદવારની ગુનાહિત રેકોર્ડ, શૈક્ષણિક લાયકાત અને ક્રેડિટ હિસ્ટ્રી તપાસવા માટે પૃષ્ઠભૂમિ તપાસ કરે છે.
- **ડ્રગ ટેસ્ટ:** કેટલીક નોકરીઓમાં ડ્રગ ટેસ્ટ કરાવવાનું જરૂરી હોય છે, ખાસ કરીને જે નોકરીઓમાં સલામતી મહત્વપૂર્ણ હોય.
- **મનોવૈજ્ઞાનિક પરીક્ષણો:** કેટલીક નોકરીઓમાં મનોવૈજ્ઞાનિક પરીક્ષણો પણ લેવામાં આવે છે, જે ઉમેદવારની માનસિક ક્ષમતાઓ અને વ્યક્તિત્વનું મૂલ્યાંકન કરે છે.

3. શિક્ષણક્ષેત્ર:

- **પ્રવેશ પરીક્ષાઓ:** કૉલેજો અને યુનિવર્સિટીઓમાં પ્રવેશ મેળવવા માટે વિદ્યાર્થીઓએ ઘણીવાર પ્રવેશ પરીક્ષાઓ આપવી પડે છે. આ પરીક્ષાઓ વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક ક્ષમતાઓનું મૂલ્યાંકન કરે છે.
- **શીખવાની અક્ષમતાઓ માટે સ્ક્રીનીંગ:** શાળાઓમાં, બાળકોને ડિસ્લેક્સિયા, ડિસગ્રાફિયા અને ડિસકેલક્યુલિયા જેવી શીખવાની અક્ષમતાઓ માટે તપાસવામાં આવે છે. આ અક્ષમતાઓની વહેલી શોધ અને યોગ્ય શિક્ષણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ બાળકોના શિક્ષણમાં ઘણી મદદ કરી શકે છે.

4. અન્ય ક્ષેત્રો:

- **વિઝા અરજીઓ:** વિઝા માટે અરજી કરતી વખતે, વ્યક્તિઓએ ઘણીવાર તબીબી પરીક્ષણ અને ગુનાહિત રેકોર્ડ તપાસ જેવી સ્ક્રીનીંગ પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થવું પડે છે.
- **રમતગમત:** રમતગમતમાં, એથલેટ્સે ઘણીવાર ડોપિંગ ટેસ્ટ કરાવવી પડે છે, જે પ્રતિબંધિત દવાઓનો ઉપયોગ કરે છે કે નહીં તે શોધવામાં મદદ કરે છે.

સ્ક્રિનીંગનું મહત્વ:

- **વહેલી શોધ:** સ્ક્રિનીંગ બીમારીઓ અથવા સમસ્યાઓને વહેલી તકે શોધવામાં મદદ કરે છે, જે સફળ સારવારની શક્યતાઓમાં વધારો કરે છે.
- **જોખમનું મૂલ્યાંકન:** સ્ક્રિનીંગ વ્યક્તિઓને ભવિષ્યમાં થનારી બીમારીઓનું જોખમ જાણવામાં મદદ કરે છે. આ માહિતી વ્યક્તિઓને તંદુરસ્ત જીવનશૈલી અપનાવવા અને બીમારીઓથી બચવા માટે પ્રેરિત કરી શકે છે.
- **નિવારણ:** સ્ક્રિનીંગ દ્વારા ઓળખાયેલી સમસ્યાઓનું નિવારણ કરી શકાય છે, જે વ્યક્તિના સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારીમાં સુધારો કરે છે.
- **જાહેર આરોગ્ય:** સ્ક્રિનીંગ કાર્યક્રમો સમુદાયમાં રોગોના ફેલાવાને રોકવામાં અને જાહેર આરોગ્ય સુધારવામાં મદદ કરે છે.

સ્ક્રિનીંગની મર્યાદાઓ:

- **ખોટા પરિણામો:** સ્ક્રિનીંગ ટેસ્ટ હંમેશાં સંપૂર્ણ રીતે સચોટ હોતા નથી. ખોટા હકારાત્મક પરિણામો (જ્યારે ટેસ્ટ કહે છે કે વ્યક્તિને બીમારી છે પણ ખરેખર ન હોય) અને ખોટા નકારાત્મક પરિણામો (જ્યારે ટેસ્ટ કહે છે કે વ્યક્તિને બીમારી નથી પણ ખરેખર હોય) આવી શકે છે.
- **અતિશય નિદાન:** સ્ક્રિનીંગ દ્વારા કેટલીક બીમારીઓ શોધી શકાય છે જે ક્યારેય ગંભીર સમસ્યાઓ ઊભી કરતી નથી. આ અતિશય નિદાન અને બિનજરૂરી સારવાર તરફ દોરી શકે છે.
- **ચિંતા:** સ્ક્રિનીંગ ટેસ્ટ કરાવવાથી વ્યક્તિઓમાં ચિંતા અને તણાવ થઈ શકે છે, ખાસ કરીને જો પરિણામો અસ્પષ્ટ હોય.

નિષ્કર્ષ:

સ્ક્રિનીંગ એ એક મહત્વપૂર્ણ સાધન છે જેનો ઉપયોગ બીમારીઓ અને સમસ્યાઓને વહેલી તકે શોધવા માટે થઈ શકે છે. જો કે, સ્ક્રિનીંગની મર્યાદાઓ ધ્યાનમાં રાખવી અને વ્યક્તિગત સંજોગોના આધારે સ્ક્રિનીંગ કરાવવા અંગે નિર્ણય લેવો જરૂરી છે.

7.3 અવસાદન: અર્થ, પ્રક્રિયા, પ્રકારો અને ઉદાહરણો:

અવસાદન એ ગુરુત્વાકર્ષણની ક્રિયા હેઠળ પ્રવાહીમાંથી ઘન કણોને અલગ કરવાની પ્રક્રિયા છે. જ્યારે પ્રવાહીમાં તરતા ઘન કણો પ્રવાહી કરતાં વધુ ઘનતા ધરાવે છે, ત્યારે તેઓ સમય જતાં ધીમે ધીમે નીચે બેસી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને અવસાદન કહેવામાં આવે છે. અવસાદન કુદરતી અને માનવસર્જિત બંને પ્રક્રિયાઓ દ્વારા થઈ શકે છે.

અવસાદનની પ્રક્રિયા:

અવસાદનની પ્રક્રિયા નીચેના તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે:

1. **વિક્ષેપ (Dispersion):** ઘન કણો પ્રવાહીમાં સમાન રીતે વિખરાયેલા હોય છે.

2. **સંગઠન (Flocculation):** નાના કણો એકબીજા સાથે ભેગા થઈને મોટા સમૂહ બનાવે છે, જેને ફ્લોક્સ કહેવાય છે.
3. **ઠારણ (Sedimentation):** ફ્લોક્સ ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે પ્રવાહીના તળિયે બેસી જાય છે.
4. **સંકોચન (Compaction):** તળિયે બેઠેલા કણો સમય જતાં એકબીજા સાથે દબાઈને ઘટ્ટ થઈ બનાવે છે.

અવસાદનને અસર કરતા પરિબલો:

- **કણોનું કદ:** મોટા કણો નાના કણો કરતાં ઝડપથી અવસાદિત થાય છે.
- **કણોની ઘનતા:** વધુ ઘનતાવાળા કણો ઓછી ઘનતાવાળા કણો કરતાં ઝડપથી અવસાદિત થાય છે.
- **પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા:** વધુ સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહીમાં કણો ઓછા સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહી કરતાં ધીમેથી અવસાદિત થાય છે.
- **પ્રવાહીનો પ્રવાહ:** ઝડપી પ્રવાહવાળા પ્રવાહીમાં કણો ધીમા પ્રવાહવાળા પ્રવાહી કરતાં ઓછા અવસાદિત થાય છે.
- **તાપમાન:** ઊંચા તાપમાને પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા ઘટે છે, જેના કારણે અવસાદન ઝડપી થાય છે.

અવસાદનના પ્રકારો:

અવસાદનના બે મુખ્ય પ્રકારો છે:

1. **ગુરુત્વાકર્ષણ અવસાદન:** આ પ્રકારના અવસાદનમાં કણો ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે પ્રવાહીના તળિયે બેસી જાય છે.
2. **કેન્દ્રત્યાગી અવસાદન:** આ પ્રકારના અવસાદનમાં કણોને ઝડપથી ફરતા રોટર દ્વારા પેદા થતા કેન્દ્રત્યાગી બળને કારણે પ્રવાહીના બહારના ભાગ તરફ ધકેલવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ ગુરુત્વાકર્ષણ અવસાદન કરતાં ઘણી ઝડપી છે અને તેનો ઉપયોગ નાના કણોને અલગ કરવા માટે થઈ શકે છે.

અવસાદનના ઉદાહરણો:

કુદરતી અવસાદન:

- **નદીઓ અને તળાવોમાં અવસાદન:** નદીઓ ખડકો અને માટીના કણોને ધોઈને લઈ જાય છે. જ્યારે નદી શાંત તળાવમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે પાણીનો પ્રવાહ ધીમો પડી જાય છે અને કણો તળિયે બેસી જાય છે. આ રીતે તળાવોમાં કાંપના થઈ જમા થાય છે.
- **સમુદ્રમાં અવસાદન:** સમુદ્રમાં, નદીઓ દ્વારા લાવવામાં આવેલ કાંપ, મૃત જીવોના અવશેષો અને અન્ય પદાર્થો ધીમે ધીમે તળિયે બેસી જાય છે. આ રીતે સમુદ્રના તળિયે કાંપના ખડકો બને છે.
- **વાતાવરણમાં અવસાદન:** ધૂળના કણો, પરાગ રજકણો અને અન્ય નાના કણો ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે વાતાવરણમાંથી ધીમે ધીમે જમીન પર બેસી જાય છે.

માનવસર્જિત અવસાદન:

- **પાણી શુદ્ધિકરણ:** પાણીમાંથી કચરો અને અન્ય અશુદ્ધિઓ દૂર કરવા માટે અવસાદનનો ઉપયોગ થાય છે. પાણીને મોટા ટાંકામાં ભરીને થોડા સમય માટે સ્થિર રાખવામાં આવે છે. ભારે કણો ટાંકાના તળિયે બેસી જાય છે અને સ્વચ્છ પાણી ઉપર રહે છે.
- **ગટર વ્યવસ્થા:** ગટરમાંથી ઘન કચરો અલગ કરવા માટે અવસાદન ટાંકીનો ઉપયોગ થાય છે. ગટરનું પાણી ટાંકામાં ભરીને થોડા સમય માટે સ્થિર રાખવામાં આવે છે. ભારે કચરો ટાંકાના તળિયે બેસી જાય છે અને પ્રવાહી કચરો બહાર કાઢી લેવામાં આવે છે.
- **ખાણકામ:** ખાણકામમાં, કિંમતી ખનિજોને કાચા માલમાંથી અલગ કરવા માટે અવસાદનનો ઉપયોગ થાય છે. કાચા માલને પાણીમાં ભેળવીને ટાંકામાં નાખવામાં આવે છે. ભારે ખનિજો ટાંકાના તળિયે બેસી જાય છે અને હલકો કચરો બહાર કાઢી લેવામાં આવે છે.
- **ખેતી:** ખેતીમાં, માટીના ધોવાણને રોકવા માટે અવસાદનનો ઉપયોગ થાય છે. ખેતરોમાં ઢોળાવ પર નાના બંધ બાંધવામાં આવે છે. જ્યારે વરસાદ પડે છે, ત્યારે પાણી બંધમાં ભરાઈ જાય છે અને માટીના કણો બંધના તળિયે બેસી જાય છે.
- **ઉદ્યોગો:** ઘણા ઉદ્યોગોમાં, પ્રવાહીમાંથી ઘન કણોને અલગ કરવા માટે અવસાદનનો ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કાગળ ઉદ્યોગમાં, કાગળના પલ્પમાંથી લાકડાના રેસાને અલગ કરવા માટે અવસાદનનો ઉપયોગ થાય છે. રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં, પ્રવાહી પ્રતિક્રિયા મિશ્રણમાંથી ઘન ઉત્પાદનોને અલગ કરવા માટે અવસાદનનો ઉપયોગ થાય છે.

અવસાદનના ફાયદા:

- **સરળ અને સસ્તી પ્રક્રિયા:** અવસાદન એ એક સરળ અને સસ્તી પ્રક્રિયા છે જેને કોઈ ખાસ સાધનોની જરૂર નથી.
- **ઓછી ઉર્જા વપરાશ:** અવસાદન પ્રક્રિયામાં ઓછી ઉર્જા વપરાય છે.
- **પર્યાવરણને અનુકૂળ:** અવસાદન એ પર્યાવરણને અનુકૂળ પ્રક્રિયા છે જે કોઈ પ્રદૂષણ ઉત્પન્ન કરતી નથી.

અવસાદનના ગેરફાયદા:

- **ધીમી પ્રક્રિયા:** અવસાદન એ ધીમી પ્રક્રિયા છે, ખાસ કરીને નાના કણો માટે.
- **સંપૂર્ણ અવસાદન થતું નથી:** અવસાદન દ્વારા બધા કણોને પ્રવાહીમાંથી અલગ કરી શકાતા નથી.
- **મોટી જગ્યાની જરૂર:** અવસાદન ટાંકા માટે મોટી જગ્યાની જરૂર પડે છે.

નિષ્કર્ષ:

અવસાદન એ કુદરતી અને માનવસર્જિત પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પ્રવાહીમાંથી ઘન કણોને અલગ કરવાની એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. તેનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધિકરણ, ગટર વ્યવસ્થા, ખાણકામ, ખેતી અને ઉદ્યોગો જેવા ઘણા ક્ષેત્રોમાં થાય છે. અવસાદન એ સરળ, સસ્તી અને પર્યાવરણને અનુકૂળ પ્રક્રિયા છે, પરંતુ તે ધીમી અને અપૂર્ણ હોઈ શકે છે.

7.4 નિસ્પંદન (Filtration) - વિવિધ પ્રકારો:

નિસ્પંદન એ પ્રવાહી મિશ્રણમાંથી ઘન કણોને અલગ કરવાની પ્રક્રિયા છે. આ પ્રક્રિયામાં, મિશ્રણને ગાળણ માધ્યમ (filter media) દ્વારા પસાર કરવામાં આવે છે જે ઘન કણોને રોકે છે અને ફક્ત પ્રવાહીને જ પસાર થવા દે છે. નિસ્પંદનનો ઉપયોગ વિવિધ ઉદ્યોગો અને ઘરેલું કાર્યક્રમોમાં થાય છે, જેમાં મુખ્યત્વે પાણી શુદ્ધિકરણનો સમાવેશ થાય છે.

નિસ્પંદનના મુખ્ય પ્રકારો:

પાણી શુદ્ધિકરણના સંદર્ભમાં, નિસ્પંદનના બે મુખ્ય પ્રકારો છે:

1. **ધીમા રેતી ગાળકો (Slow Sand Filters):**
2. **તીવ્ર રેતી ગાળકો (Rapid Sand Filters):**

1. ધીમા રેતી ગાળકો (Slow Sand Filters):

ધીમા રેતી ગાળકો એ પાણી શુદ્ધિકરણની સૌથી જૂની પદ્ધતિઓમાંની એક છે. આ પ્રકારના ગાળકોમાં, પાણીને રેતીના જાડા સ્તર (સામાન્ય રીતે 0.5 થી 1.5 મીટર) અને કાંકરીના નીચેના સ્તર દ્વારા ધીમે ધીમે ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા ગાળવામાં આવે છે. રેતીના સ્તરની ટોચ પર "શ્મુલ્ડેક" (Schmutzdecke) નામનો જૈવિક સ્તર બને છે, જે બેક્ટેરિયા, શેવાળ અને અન્ય સુક્ષ્મસજીવોથી બનેલો હોય છે. આ સ્તર પાણીમાંથી ગંદકી, બેક્ટેરિયા અને અન્ય અશુદ્ધિઓને દૂર કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

ધીમા રેતી ગાળકોના કાર્ય:

- **મિકેનિકલ ગાળણ:** રેતીના કણો પાણીમાં રહેલા મોટા કણોને ભૌતિક રીતે રોકે છે.
- **જૈવિક ગાળણ:** શ્મુલ્ડેક સ્તરમાં રહેલા સુક્ષ્મ સજીવો પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થો અને બેક્ટેરિયાને ખાઈ જાય છે.
- **શોષણ:** રેતીના કણો અને શ્મુલ્ડેક સ્તર પાણીમાં રહેલા કેટલાક રસાયણો અને ભારે ધાતુઓને શોષી લે છે.

ધીમા રેતી ગાળકોના ઉદાહરણ:

- ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પીવાના પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે ધીમા રેતી ગાળકોનો ઉપયોગ થાય છે.
- કેટલાક નાના શહેરોમાં પણ ધીમા રેતી ગાળકોનો ઉપયોગ થાય છે.

ધીમા રેતી ગાળકોના ફાયદા:

- **સરળ અને ઓછી ખર્ચાળ:** આ પ્રકારના ગાળકો બનાવવા અને ચલાવવા માટે સરળ અને ઓછા ખર્ચાળ છે.
- **ઓછી જાળવણી:** ધીમા રેતી ગાળકોને ઓછી જાળવણીની જરૂર પડે છે.
- **રાસાયણિક મુક્ત:** આ ગાળકો પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ કરતા નથી.
- **ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળું પાણી:** ધીમા રેતી ગાળકો ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળું પાણી પૂરું પાડે છે જે સ્વાદ અને ગંધમાં સુધારો કરે છે.

ધીમા રેતી ગાળકોના ગેરફાયદા:

- **ધીમી ગાળણ દર:** ધીમા રેતી ગાળકો ખૂબ ધીમી ગાળણ દર ધરાવે છે (સામાન્ય રીતે 0.1 થી 0.3 મીટર/કલાક).
- **મોટી જગ્યાની જરૂર:** આ ગાળકોને મોટી જગ્યાની જરૂર પડે છે.
- **શ્મુલ્ડેક સ્તરનો વિકાસ:** શ્મુલ્ડેક સ્તરનો વિકાસ થવામાં થોડા અઠવાડિયા લાગે છે, તેથી ગાળકો તરત જ કાર્ય કરવાનું શરૂ કરતા નથી.
- **ઠંડા વાતાવરણમાં ઓછી કાર્યક્ષમ:** ઠંડા વાતાવરણમાં શ્મુલ્ડેક સ્તરનો વિકાસ ધીમો હોય છે, જે ગાળકોની કાર્યક્ષમતા ઘટાડે છે.

2. તીવ્ર રેતી ગાળકો (Rapid Sand Filters):

તીવ્ર રેતી ગાળકો એ ધીમા રેતી ગાળકો કરતાં વધુ આધુનિક તકનીક છે. આ પ્રકારના ગાળકોમાં, પાણીને રેતીના પાતળા સ્તર (સામાન્ય રીતે 0.6 થી 0.75 મીટર) અને કાંકરીના નીચેના સ્તર દ્વારા ઊંચા દરે (4 થી 21 મીટર/કલાક) દબાણપૂર્વક ગાળવામાં આવે છે. તીવ્ર રેતી ગાળકોમાં શ્મુલ્ડેક સ્તર બનતો નથી. તેના બદલે, પાણીને ગાળકોમાં મોકલતા પહેલાં કોગ્યુલેશન (coagulation) અને ફ્લોક્યુલેશન (flocculation) પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પ્રી-ટ્રીટમેન્ટ કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ પાણીમાં રહેલા કણોને એકબીજા સાથે જોડવામાં મદદ કરે છે, જેથી તેઓ રેતીના સ્તરમાં સરળતાથી ફસાઈ જાય.

તીવ્ર રેતી ગાળકોના કાર્ય:

- **કોગ્યુલેશન:** કોગ્યુલેશન પ્રક્રિયામાં, એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ (alum) જેવાં રસાયણો પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે છે. આ રસાયણો પાણીમાં રહેલા નાના કણોને એકબીજા સાથે જોડવામાં મદદ કરે છે.
- **ફ્લોક્યુલેશન:** ફ્લોક્યુલેશન પ્રક્રિયામાં, પાણીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે જેથી કોગ્યુલેશન દ્વારા બનેલા નાના ગઠ્ઠાઓ ભેગા થઈને મોટા ગઠ્ઠાઓ (flocs) બનાવે.
- **મિકેનિકલ ગાળણ:** રેતીના કણો મોટા ગઠ્ઠાઓને ભૌતિક રીતે રોકે છે.
- **બેકવોશિંગ:** સમયાંતરે, ગાળકોને બેકવોશિંગ પ્રક્રિયા દ્વારા સાફ કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયામાં, ગાળકોના તળિયેથી સ્વચ્છ પાણીને ઊંચા દરે પસાર કરવામાં આવે છે, જે ફસાયેલા કણોને બહાર કાઢી નાખે છે.

તીવ્ર રેતી ગાળકોના ઉદાહરણ:

- મોટા શહેરોમાં પીવાના પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે તીવ્ર રેતી ગાળકોનો ઉપયોગ થાય છે.
- ઔદ્યોગિક કાર્યક્રમોમાં પણ તીવ્ર રેતી ગાળકોનો ઉપયોગ થાય છે.

તીવ્ર રેતી ગાળકોના ફાયદા:

- **ઝડપી ગાળણ દર:** તીવ્ર રેતી ગાળકો ખૂબ ઝડપી ગાળણ દર ધરાવે છે.
- **ઓછી જગ્યાની જરૂર:** આ ગાળકોને ધીમા રેતી ગાળકો કરતાં ઓછી જગ્યાની જરૂર પડે છે.
- **ઠંડા વાતાવરણમાં પણ કાર્યક્ષમ:** તીવ્ર રેતી ગાળકો ઠંડા વાતાવરણમાં પણ કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરે છે.

તીવ્ર રેતી ગાળકોના ગેરફાયદા:

- **વધુ ખર્ચાળ:** તીવ્ર રેતી ગાળકો બનાવવા અને ચલાવવા માટે વધુ ખર્ચાળ છે.
- **વધુ જાળવણી:** આ ગાળકોને ધીમા રેતી ગાળકો કરતાં વધુ જાળવણીની જરૂર પડે છે.
- **રાસાયણિક ઉપયોગ:** તીવ્ર રેતી ગાળકોમાં કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન પ્રક્રિયાઓ માટે રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ઓછી ગુણવત્તાવાળું પાણી:** તીવ્ર રેતી ગાળકો દ્વારા ઉત્પાદિત પાણીની ગુણવત્તા ધીમા રેતી ગાળકો દ્વારા ઉત્પાદિત પાણી કરતાં ઓછી હોય શકે છે.
- **નિષ્કર્ષ:**

ધીમા રેતી ગાળકો અને તીવ્ર રેતી ગાળકો બંને પાણી શુદ્ધિકરણ માટે ઉપયોગી છે. ગાળકોની પસંદગી પાણીની ગુણવત્તા, ઉપલબ્ધ જગ્યા, ખર્ચ અને જાળવણીની જરૂરિયાતો જેવા પરિબલો પર આધારિત છે.

7.5 વાયુમિશ્રણ (Aeration):

વાયુમિશ્રણ (Aeration) એ એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં હવાને પ્રવાહી, ઘન અથવા અર્ધ-ઘન પદાર્થમાં ભેળવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉદ્દેશ્ય પદાર્થમાં ઓક્સિજનનું સ્તર વધારવાનો, અનિચ્છનીય વાયુઓ (જેમ કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ) દૂર કરવાનો, અને પ્રવાહી અથવા અર્ધ-ઘન પદાર્થોમાં ભળેલા પદાર્થોનું મિશ્રણ સુધારવાનો છે. વાયુમિશ્રણ કુદરતી અને માનવસર્જિત બંને રીતે થઈ શકે છે.

વાયુમિશ્રણની પ્રક્રિયા:

વાયુમિશ્રણ પ્રક્રિયા નીચેના તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે:

1. **સંપર્ક:** હવા અને પ્રવાહી, ઘન અથવા અર્ધ-ઘન પદાર્થ વચ્ચે સંપર્ક સ્થાપિત થાય છે.
2. **વિસર્જન:** હવામાં રહેલો ઓક્સિજન પદાર્થમાં ભળે છે.
3. **મિશ્રણ:** ઓક્સિજન પદાર્થના તમામ ભાગોમાં સમાન રીતે ફેલાય છે.
4. **વાયુમુક્તિ:** પદાર્થમાં રહેલા અનિચ્છનીય વાયુઓ વાતાવરણમાં મુક્ત થાય છે.

વાયુમિશ્રણને અસર કરતા પરિબલો:

- **સપાટી વિસ્તાર:** હવા અને પદાર્થ વચ્ચેનો સંપર્ક વિસ્તાર જેટલો મોટો હશે, તેટલું વાયુમિશ્રણ વધુ અસરકારક થશે.
- **તાપમાન:** ઊંચા તાપમાને વાયુઓની દ્રાવ્યતા ઘટે છે, તેથી વાયુમિશ્રણ ઓછું અસરકારક બને છે.
- **દબાણ:** ઊંચા દબાણે વાયુઓની દ્રાવ્યતા વધે છે, તેથી વાયુમિશ્રણ વધુ અસરકારક બને છે.
- **મિશ્રણ:** પદાર્થનું સતત મિશ્રણ વાયુમિશ્રણને ઝડપી બનાવે છે.
- **પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા:** વધુ સ્નિગ્ધતાવાળા પ્રવાહીમાં વાયુમિશ્રણ ઓછું અસરકારક હોય છે.

વાયુમિશ્રણના પ્રકારો:

વાયુમિશ્રણના ઘણા પ્રકારો છે, જેમાંથી કેટલાક નીચે મુજબ છે:

1. **સપાટી વાયુમિશ્રણ (Surface Aeration):** આ પદ્ધતિમાં, પ્રવાહીની સપાટી પર હવા ફૂંકવામાં આવે છે અથવા પ્રવાહીને છાંટવામાં આવે છે, જેનાથી હવા અને પ્રવાહી વચ્ચેનો સંપર્ક વિસ્તાર વધે છે.
2. **ડિફ્યુઝ્ડ વાયુમિશ્રણ (Diffused Aeration):** આ પદ્ધતિમાં, હવાને નાના પરપોટાના રૂપમાં પ્રવાહીના તળિયેથી છોડવામાં આવે છે. પરપોટા ઉપર તરફ ગતિ કરે છે અને પ્રવાહીમાં ઓક્સિજન ભેળવે છે.
3. **યાંત્રિક વાયુમિશ્રણ (Mechanical Aeration):** આ પદ્ધતિમાં, હવાને પ્રવાહીમાં ભેળવવા માટે યાંત્રિક ઉપકરણો (જેમ કે પેડલ વ્હીલ, ટર્બાઇન)નો ઉપયોગ થાય છે.
4. **કુદરતી વાયુમિશ્રણ (Natural Aeration):** આ પદ્ધતિમાં, પવન, મોજાં અને પ્રવાહ દ્વારા કુદરતી રીતે વાયુમિશ્રણ થાય છે.

વાયુમિશ્રણના ઉદાહરણો:

પાણી શુદ્ધિકરણ:

- **ગંદાપાણીની સારવાર:** ગંદાપાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને તોડવા માટે બેક્ટેરિયાને ઓક્સિજનની જરૂર હોય છે. વાયુમિશ્રણ ટાંકીમાં હવા પૂરી પાડીને બેક્ટેરિયાની પ્રવૃત્તિને ઉત્તેજિત કરવામાં આવે છે, જેનાથી ગંદાપાણીનું શુદ્ધિકરણ થાય છે.
- **પીવાના પાણીની સારવાર:** પીવાના પાણીમાં રહેલા અનિચ્છનીય વાયુઓ (જેમ કે હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ) અને ધાતુઓ (જેમ કે આયર્ન અને મેંગેનીઝ) દૂર કરવા માટે વાયુમિશ્રણનો ઉપયોગ થાય છે.

ખેતી:

- **જમીનનું વાયુમિશ્રણ:** જમીનમાં હવા અને પાણીનું પરિભ્રમણ સુધારવા માટે વાયુમિશ્રણનો ઉપયોગ થાય છે. આ છોડના મૂળના વિકાસમાં અને પોષક તત્વોના શોષણમાં મદદ કરે છે.
- **ખાતરનું વાયુમિશ્રણ:** ખાતરના ઢગલામાં હવા પૂરી પાડવાથી બેક્ટેરિયાની પ્રવૃત્તિને ઉત્તેજિત થાય છે, જેનાથી ખાતર ઝડપથી તૈયાર થાય છે.

માછલીઘર અને જળચરઉછેર:

- **માછલીઘરમાં વાયુમિશ્રણ:** માછલીઓને જીવવા માટે ઓક્સિજનની જરૂર હોય છે. માછલીઘરમાં હવા પૂરી પાડવાથી પાણીમાં ઓક્સિજનનું સ્તર જળવાઈ રહે છે.
- **જળચરઉછેરમાં વાયુમિશ્રણ:** જળચરઉછેરના તળાવોમાં ઓક્સિજનનું સ્તર ઊંચું રાખવા માટે વાયુમિશ્રણનો ઉપયોગ થાય છે, જેનાથી માછલી અને અન્ય જળચર જીવોનો વિકાસ સારો થાય છે.

ઔદ્યોગિક કાર્યક્રમો:

- **ફર્મેન્ટેશન:** આથવણની પ્રક્રિયામાં, સુક્ષ્મ સજીવોને ઓક્સિજનની જરૂર હોય છે. વાયુમિશ્રણ ટાંકીમાં હવા પૂરી પાડવાથી સુક્ષ્મ સજીવોની પ્રવૃત્તિને ઉત્તેજિત થાય છે, જેનાથી ઉત્પાદન વધે છે.

- **રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ:** કેટલીક રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં, પ્રવાહી મિશ્રણમાં હવા ભેળવવી જરૂરી હોય છે. વાયુમિશ્રણ આ પ્રક્રિયાઓને ઝડપી અને વધુ કાર્યક્ષમ બનાવે છે.

અન્ય ઉદાહરણો:

- **હુવારા અને ધોધ:** હુવારા અને ધોધ કુદરતી રીતે પાણીમાં હવા ભેળવે છે, જે પાણીને તાજું અને સ્વચ્છ રાખે છે.
- **વાદન બનાવવાની પ્રક્રિયા:** વાદન બનાવવાની પ્રક્રિયામાં, વાદનને હવાના સંપર્કમાં લાવવાથી તેનો સ્વાદ અને સુગંધ સુધરે છે.
- **બ્રેડ બનાવવાની પ્રક્રિયા:** બ્રેડના કણકમાં હવા ભેળવવાથી બ્રેડ હલકી અને નરમ બને છે.

વાયુમિશ્રણના ફાયદા:

- **પાણીની ગુણવત્તા સુધારે છે:** વાયુમિશ્રણ પાણીમાંથી અનિચ્છનીય વાયુઓ અને ધાતુઓ દૂર કરે છે, સ્વાદ અને ગંધ સુધારે છે અને ઑક્સિજનનું સ્તર વધારે છે.
- **જમીનની ગુણવત્તા સુધારે છે:** વાયુમિશ્રણ જમીનમાં હવા અને પાણીનું પરિભ્રમણ સુધારે છે, છોડના મૂળના વિકાસમાં અને પોષક તત્વોના શોષણમાં મદદ કરે છે.
- **ખાતર બનાવવાની પ્રક્રિયા ઝડપી બનાવે છે:** વાયુમિશ્રણ ખાતરના ઢગલામાં બેક્ટેરિયાની પ્રવૃત્તિને ઉત્તેજિત કરે છે, જેનાથી ખાતર ઝડપથી તૈયાર થાય છે.
- **જળચર જીવોના વિકાસમાં મદદ કરે છે:** વાયુમિશ્રણ માછલીઘર અને જળચરઉછેરના તળાવોમાં ઑક્સિજનનું સ્તર ઊંચું રાખે છે, જેનાથી માછલી અને અન્ય જળચર જીવોનો વિકાસ સારો થાય છે.
- **ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓને કાર્યક્ષમ બનાવે છે:** વાયુમિશ્રણ ફર્મેન્ટેશન અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને ઝડપી અને વધુ કાર્યક્ષમ બનાવે છે.

વાયુમિશ્રણના ગેરફાયદા:

- **ખર્ચાળ:** કેટલાક વાયુમિશ્રણ ઉપકરણો અને પદ્ધતિઓ ખર્ચાળ હોઈ શકે છે.
- **ઘોંઘાટીયા:** યાંત્રિક વાયુમિશ્રણ ઉપકરણો ઘોંઘાટ પેદા કરી શકે છે.
- **ઊર્જાનો વપરાશ:** વાયુમિશ્રણ ઉપકરણો ચલાવવા માટે ઊર્જાની જરૂર પડે છે.
- **જાળવણી:** કેટલાક વાયુમિશ્રણ ઉપકરણોને નિયમિત જાળવણીની જરૂર પડે છે.

નિષ્કર્ષ:

વાયુમિશ્રણ એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધિકરણ, ખેતી, માછલીઘર, જળચરઉછેર અને ઔદ્યોગિક કાર્યક્રમો સહિત ઘણા ક્ષેત્રોમાં થાય છે. વાયુમિશ્રણના ઘણા ફાયદા છે, પરંતુ તે ખર્ચાળ અને ઘોંઘાટીયા પણ હોઈ શકે છે. વાયુમિશ્રણ પદ્ધતિની પસંદગી ચોક્કસ કાર્યક્રમની જરૂરિયાતો પર આધારિત છે.

7.6 સમૂહીકરણ (Flocculation):

સમૂહીકરણ (Flocculation) એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં પ્રવાહીમાં રહેલા નાના કણો એકબીજા સાથે જોડાઈને મોટા સમૂહ બનાવે છે, જેને ફ્લોક્સ (flocs) કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધિકરણ, ગંદાપાણીની સારવાર, ખાણકામ અને કાગળ ઉદ્યોગ જેવા ઘણા ક્ષેત્રોમાં થાય છે. સમૂહીકરણ કુદરતી અને માનવસર્જિત બંને રીતે થઈ શકે છે.

સમૂહીકરણની પ્રક્રિયા:

સમૂહીકરણ પ્રક્રિયા નીચેના તબક્કામાં વહેંચી શકાય છે:

1. **અસ્થિરતા (Destabilization):** પ્રવાહીમાં રહેલા કણો સામાન્ય રીતે ઋણ વીજભાર ધરાવે છે અને એકબીજાને અપાકર્ષે છે. સમૂહીકરણ શરૂ કરવા માટે, કણોના વીજભારને તટસ્થ કરવા અથવા ઘટાડવા જરૂરી છે. આ પ્રક્રિયાને અસ્થિરતા કહેવામાં આવે છે અને તે કોગ્યુલન્ટ (coagulant) નામના રસાયણો ઉમેરીને કરવામાં આવે છે.
2. **સૂક્ષ્મસમૂહ નિર્માણ (Microfloc Formation):** કોગ્યુલન્ટ ઉમેર્યા પછી, કણો એકબીજા સાથે અથડાય છે અને નાના સમૂહ બનાવે છે, જેને સૂક્ષ્મસમૂહ (microflocs) કહેવાય છે.
3. **સ્થૂળસમૂહ નિર્માણ (Macrofloc Formation):** સૂક્ષ્મસમૂહ ધીમે ધીમે એકબીજા સાથે જોડાઈને મોટા સમૂહ બનાવે છે, જેને સ્થૂળસમૂહ (macroflocs) અથવા ફ્લોક્સ કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયાને ઝડપી બનાવવા માટે, પ્રવાહીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે.
4. **અવક્ષેપન (Sedimentation):** ફ્લોક્સ ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે પ્રવાહીના તળિયે બેસી જાય છે. આ પ્રક્રિયાને અવક્ષેપન કહેવામાં આવે છે.

સમૂહીકરણને અસર કરતા પરિબલો:

- **કોગ્યુલન્ટનો પ્રકાર અને માત્રા:** યોગ્ય કોગ્યુલન્ટ અને તેની યોગ્ય માત્રા સમૂહીકરણની કાર્યક્ષમતા નક્કી કરે છે.
- **pH:** પ્રવાહીનું pH કોગ્યુલન્ટની કાર્યક્ષમતાને અસર કરે છે.
- **તાપમાન:** ઊંચા તાપમાને સમૂહીકરણ ઝડપી થાય છે, પરંતુ ખૂબ ઊંચા તાપમાને ફ્લોક્સ તૂટી શકે છે.
- **મિશ્રણ:** ધીમું મિશ્રણ ફ્લોક્સની રચનામાં મદદ કરે છે, જ્યારે ઝડપી મિશ્રણ ફ્લોક્સને તોડી શકે છે.
- **કણોનું કદ અને ઘનતા:** મોટા અને ભારે કણો નાના અને હલકા કણો કરતાં વધુ સરળતાથી સમૂહીકૃત થાય છે.

સમૂહીકરણના પ્રકારો:

સમૂહીકરણના બે મુખ્ય પ્રકારો છે:

1. **ઓર્થોકાઇનેટિક સમૂહીકરણ (Orthokinetic Flocculation):** આ પ્રકારના સમૂહીકરણમાં, પ્રવાહીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે, જેના કારણે કણો એકબીજા સાથે અથડાય છે અને ફ્લોક્સ બનાવે છે.

2. **પેરીકાઇનેટિક સમૂહીકરણ (Perikinetic Flocculation):** આ પ્રકારના સમૂહીકરણમાં, કણો બ્રાઉનિયન ગતિ (Brownian motion) દ્વારા એકબીજા સાથે અથડાય છે અને ફ્લોક્સ બનાવે છે. આ પ્રકારનું સમૂહીકરણ ખૂબ ધીમું હોય છે અને સામાન્ય રીતે નાના કણો માટે જ અસરકારક હોય છે.

સમૂહીકરણના ઉદાહરણો:

પાણી શુદ્ધિકરણ:

- **પીવાના પાણીની સારવાર:** પીવાના પાણીમાં રહેલા કચરો, બેક્ટેરિયા અને અન્ય અશુદ્ધિઓ દૂર કરવા માટે સમૂહીકરણનો ઉપયોગ થાય છે. કોગ્યુલન્ટ ઉમેર્યા પછી, પાણીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે જેથી ફ્લોક્સ બને. પછી ફ્લોક્સ અવક્ષેપન ટાંકીમાં બેસી જાય છે અને સ્વચ્છ પાણી ઉપર રહે છે.
- **ગંદાપાણીની સારવાર:** ગંદાપાણીમાં રહેલા ઘન કચરાને દૂર કરવા માટે સમૂહીકરણનો ઉપયોગ થાય છે. કોગ્યુલન્ટ ઉમેર્યા પછી, ગંદાપાણીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે જેથી ફ્લોક્સ બને. પછી ફ્લોક્સ અવક્ષેપન ટાંકીમાં બેસી જાય છે અને શુદ્ધ પાણી બહાર કાઢી લેવામાં આવે છે.

ઔદ્યોગિક કાર્યક્રમો:

- **ખાણકામ:** ખાણકામમાં, કિંમતી ખનિજોને કાચા માલમાંથી અલગ કરવા માટે સમૂહીકરણનો ઉપયોગ થાય છે. કોગ્યુલન્ટ ઉમેર્યા પછી, કાચા માલને પાણીમાં ભેળવીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે જેથી ફ્લોક્સ બને. ભારે ખનિજો ધરાવતા ફ્લોક્સ અવક્ષેપન ટાંકીમાં બેસી જાય છે અને હલકો કચરો બહાર કાઢી લેવામાં આવે છે.
- **કાગળ ઉદ્યોગ:** કાગળ ઉદ્યોગમાં, કાગળના પત્પમાંથી ઝીણા રેસા અને ભરણ સામગ્રી (filler material) દૂર કરવા માટે સમૂહીકરણનો ઉપયોગ થાય છે. કોગ્યુલન્ટ ઉમેર્યા પછી, કાગળના પત્પને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે જેથી ફ્લોક્સ બને. ફ્લોક્સ ગાળણ દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે અને સ્વચ્છ કાગળનો પત્પ મેળવવામાં આવે છે.
- **રાસાયણિક ઉદ્યોગો:** રાસાયણિક ઉદ્યોગોમાં, પ્રવાહી પ્રતિક્રિયા મિશ્રણમાંથી ઘન ઉત્પાદનોને અલગ કરવા માટે સમૂહીકરણનો ઉપયોગ થાય છે.

અન્ય ઉદાહરણો:

- **કુદરતી સમૂહીકરણ:** નદીઓ અને તળાવોમાં, માટીના કણો કુદરતી રીતે એકબીજા સાથે જોડાઈને ફ્લોક્સ બનાવે છે અને તળિયે બેસી જાય છે. આ પ્રક્રિયા પાણીને સ્વચ્છ રાખવામાં મદદ કરે છે.
- **રક્ત ગંદાઈ જવાની પ્રક્રિયા:** જ્યારે આપણને ઈજા થાય છે, ત્યારે રક્તમાં રહેલા પ્લેટલેટ્સ (platelets) નામના કોષો એકબીજા સાથે જોડાઈને ગંદાઈ જાય છે. આ પ્રક્રિયા રક્તસ્રાવને રોકવામાં મદદ કરે છે.

સમૂહીકરણના ફાયદા:

- **પાણીની ગુણવત્તા સુધારે છે:** સમૂહીકરણ પાણીમાંથી કચરો, બેક્ટેરિયા અને અન્ય અશુદ્ધિઓ દૂર કરે છે, જેનાથી પાણીની ગુણવત્તા સુધરે છે.

- **ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન:** સમૂહીકરણ ગંદાપાણી અને ઔદ્યોગિક પ્રવાહીમાંથી ઘન કચરાને અલગ કરવામાં મદદ કરે છે, જેનાથી ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન સરળ બને છે.
- **ખર્ચ-અસરકારક:** સમૂહીકરણ એ ઘન કણોને પ્રવાહીમાંથી અલગ કરવાની ખર્ચ-અસરકારક પદ્ધતિ છે.
- **સરળ પ્રક્રિયા:** સમૂહીકરણ એ સરળ પ્રક્રિયા છે જેને કોઈ ખાસ સાધનોની જરૂર નથી.

સમૂહીકરણના ગેરફાયદા:

- **રસાયણોનો ઉપયોગ:** સમૂહીકરણ માટે કોગ્યુલન્ટ જેવા રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે, જે પર્યાવરણ માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે.
- **કાદવનો નિકાલ:** સમૂહીકરણ પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થતા કાદવનો નિકાલ એક સમસ્યા બની શકે છે.
- **કાળજીપૂર્વક નિયંત્રણ:** સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાને કાળજીપૂર્વક નિયંત્રિત કરવી જરૂરી છે, નહીંતર ફ્લોકસ બરાબર બનશે નહીં અને પ્રક્રિયા નિષ્ફળ જશે.

નિષ્કર્ષ:

સમૂહીકરણ એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધિકરણ, ગંદાપાણીની સારવાર, ખાણકામ અને કાગળ ઉદ્યોગ જેવા ઘણા ક્ષેત્રોમાં થાય છે. સમૂહીકરણના ઘણા ફાયદા છે, પરંતુ તેમાં કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે. સમૂહીકરણ પદ્ધતિની પસંદગી ચોક્કસ કાર્યક્રમની જરૂરિયાતો પર આધારિત છે.

7.7 જલ ઉપચારના પ્રારંભિક ચરણોમાં રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારની નીતિઓ:

ભારતમાં જલ ઉપચાર એ એક મહત્વપૂર્ણ મુદ્દો છે જે રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારો બંનેનાં ધ્યાન હેઠળ આવે છે. સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણી પૂરું પાડવાની જવાબદારી મુખ્યત્વે રાજ્ય સરકારોની હોય છે, જ્યારે કેન્દ્ર સરકાર નીતિ નિર્ધારણ, ટેકનિકલ માર્ગદર્શન અને નાણાકીય સહાય દ્વારા મહત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. આ પ્રકરણમાં, આપણે જલ ઉપચારના પ્રારંભિક ચરણો, જેમ કે સ્કિનિંગ, અવસાદન, નિસ્પંદન, વાયુમિશ્રણ અને સમૂહીકરણ સંબંધિત રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારની નીતિઓ પર ધ્યાન આપીશું.

કેન્દ્ર સરકારની નીતિઓ:

- **રાષ્ટ્રીય જલનીતિ (National Water Policy):** આ નીતિ જલ સંસાધનોના વિકાસ અને વ્યવસ્થાપન માટે માર્ગદર્શક સિદ્ધાંતો પ્રદાન કરે છે. તે જલ ઉપચારના મહત્વ પર ભાર મૂકે છે અને રાજ્યોને જલ ગુણવત્તાના ધોરણો નક્કી કરવા અને લાગુ કરવા પ્રોત્સાહિત કરે છે.
- **જલશક્તિ મંત્રાલય:** આ મંત્રાલય જલ સંસાધનો, નદી વિકાસ અને ગંગા સંરક્ષણ જેવા મુદ્દાઓ સંભાળે છે. તે જલ ઉપચાર સંબંધિત યોજનાઓ અને કાર્યક્રમોના અમલીકરણ માટે જવાબદાર છે.
- **કેન્દ્રીય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (CPCB):** CPCB જલ ગુણવત્તાના ધોરણો નક્કી કરે છે અને ઔદ્યોગિક અને ઘરેલું સ્ત્રોતોમાંથી થતા પ્રદૂષણનું નિયંત્રણ કરે છે. તે જલ ઉપચાર પ્લાન્ટ્સના પ્રદર્શનનું નિરીક્ષણ પણ કરે છે.

- **જલ જીવન મિશન (Jal Jeevan Mission):** આ મિશનનો ઉદ્દેશ્ય 2024 સુધીમાં દરેક ગ્રામીણ ઘરને નળ દ્વારા પીવાનું શુદ્ધ પાણી પૂરું પાડવાનો છે. આ મિશન હેઠળ, રાજ્યોને જલ ઉપચાર સુવિધાઓ સ્થાપવા માટે નાણાકીય સહાય આપવામાં આવે છે.
- **નમામિ ગંગે કાર્યક્રમ (Namami Gange Programme):** આ કાર્યક્રમનો ઉદ્દેશ્ય ગંગા નદીને પ્રદૂષણ મુક્ત કરવાનો છે. આ કાર્યક્રમ હેઠળ, ગંગા નદીના કિનારે આવેલા શહેરોમાં ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટ્સ સ્થાપવામાં આવી રહ્યા છે.

રાજ્ય સરકારની નીતિઓ:

- **રાજ્ય જલનીતિ:** મોટાભાગના રાજ્યોએ પોતાની જલનીતિ ઘડી છે જે રાજ્યમાં જલ સંસાધનોના વ્યવસ્થાપન માટે માર્ગદર્શિકા પૂરી પાડે છે.
- **રાજ્ય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (SPCB):** SPCB રાજ્યમાં જલ ગુણવત્તાના ધોરણો લાગુ કરે છે અને પ્રદૂષણ નિયંત્રણ માટે પગલાં લે છે.
- **જલ પુરવઠા અને સ્વચ્છતા વિભાગ:** આ વિભાગ રાજ્યમાં જલ પુરવઠા અને સ્વચ્છતા સુવિધાઓ માટે જવાબદાર છે. તે જલ ઉપચાર પ્લાન્ટ્સનું નિર્માણ અને સંચાલન પણ કરે છે.
- **ગ્રામીણ જલ પુરવઠા યોજનાઓ:** રાજ્યો ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં જલ પુરવઠા માટે વિવિધ યોજનાઓ ચલાવે છે. આ યોજનાઓ હેઠળ, ગ્રામીણ સમુદાયોને જલ ઉપચાર સુવિધાઓ સ્થાપવા માટે સહાય આપવામાં આવે છે.

રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકાર વચ્ચે સહકાર:

જલ ઉપચારના ક્ષેત્રમાં રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારો વચ્ચે ઘનિષ્ઠ સહકાર જરૂરી છે. કેન્દ્ર સરકાર નીતિ નિર્ધારણ, ટેકનિકલ માર્ગદર્શન અને નાણાકીય સહાય પૂરી પાડે છે, જ્યારે રાજ્ય સરકારો યોજનાઓ અને કાર્યક્રમોના અમલીકરણ માટે જવાબદાર છે. કેન્દ્ર અને રાજ્ય સરકારો વચ્ચે સંકલન સુધારવા માટે વિવિધ મંચો અને સમિતિઓ સ્થાપવામાં આવી છે.

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- **જલ ગુણવત્તાના ધોરણોનો અમલ:** રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારોએ જલ ગુણવત્તાના ધોરણોનો કડક અમલ સુનિશ્ચિત કરવો જોઈએ.
- **જૂની ટેકનોલોજીનું આધુનિકીકરણ:** ઘણા જલ ઉપચાર પ્લાન્ટ્સ જૂની ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરે છે. આ પ્લાન્ટ્સને આધુનિક બનાવવાની જરૂર છે જેથી તેઓ વધુ કાર્યક્ષમ રીતે કાર્ય કરી શકે.
- **નાણાકીય સંસાધનોની ફાળવણી:** જલ ઉપચાર સુવિધાઓના નિર્માણ અને સંચાલન માટે પૂરતા નાણાકીય સંસાધનો ફાળવવાની જરૂર છે.
- **જાહેર જાગૃતિ:** લોકોમાં જલ સંરક્ષણ અને જલ ગુણવત્તાના મહત્વ વિશે જાગૃતિ લાવવાની જરૂર છે.

નિષ્કર્ષ:

જલ ઉપચાર એ એક મહત્વપૂર્ણ ક્ષેત્ર છે જેમાં રાજ્ય અને કેન્દ્ર સરકારોની સક્રિય ભાગીદારી જરૂરી છે. નીતિ નિર્ધારણ, ટેકનિકલ માર્ગદર્શન, નાણાકીય સહાય અને યોજનાઓના અસરકારક અમલીકરણ દ્વારા સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણીની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે.

7.8 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે **સમૂહીકરણ (Flocculation)** પ્રક્રિયાનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. સમૂહીકરણ એ પ્રવાહીમાં રહેલા નાના કણોને એકબીજા સાથે જોડીને મોટા સમૂહ, જેને ફ્લોક્સ (flocs) કહેવાય છે, બનાવવાની પ્રક્રિયા છે.

આપણે શીખ્યા કે સમૂહીકરણ કુદરતી અને માનવસર્જિત બંને રીતે થઈ શકે છે. કુદરતી સમૂહીકરણનું ઉદાહરણ નદીઓ અને તળાવોમાં જોવા મળે છે, જ્યાં માટીના કણો કુદરતી રીતે એકબીજા સાથે જોડાઈને ફ્લોક્સ બનાવે છે અને તળિયે બેસી જાય છે. માનવસર્જિત સમૂહીકરણનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધિકરણ, ગંદાપાણીની સારવાર, ખાણકામ અને કાગળ ઉદ્યોગ જેવા ઘણા ક્ષેત્રોમાં થાય છે.

આપણે સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાના વિવિધ તબક્કાઓનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં **અસ્થિરતા (Destabilization), સૂક્ષ્મસમૂહ નિર્માણ (Microfloc Formation), સ્થૂળસમૂહ નિર્માણ (Macrofloc Formation), અને અવક્ષેપન (Sedimentation)** સામેલ છે. આપણે એ પણ શીખ્યા કે સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાને કયા પરિબળો અસર કરે છે, જેમ કે **કોગ્યુલન્ટનો પ્રકાર અને માત્રા, pH, તાપમાન, મિશ્રણ, અને કણોનું કદ અને ઘનતા.**

આપણે સમૂહીકરણના બે મુખ્ય પ્રકારો, **ઓર્થોકાઇનેટિક સમૂહીકરણ (Orthokinetic Flocculation) અને પેરીકાઇનેટિક સમૂહીકરણ (Perikinetic Flocculation)**, વિશે પણ શીખ્યા. ઓર્થોકાઇનેટિક સમૂહીકરણમાં, પ્રવાહીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે, જેના કારણે કણો એકબીજા સાથે અથડાય છે અને ફ્લોક્સ બનાવે છે. પેરીકાઇનેટિક સમૂહીકરણમાં, કણો બ્રાઉનિયન ગતિ (Brownian motion) દ્વારા એકબીજા સાથે અથડાય છે અને ફ્લોક્સ બનાવે છે.

આ પ્રકરણમાં આપણે સમૂહીકરણના ઘણા ઉદાહરણોનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં **પીવાના પાણીની સારવાર, ગંદાપાણીની સારવાર, ખાણકામ, કાગળ ઉદ્યોગ અને કુદરતી સમૂહીકરણ** સામેલ છે. આપણે શીખ્યા કે સમૂહીકરણ કેવી રીતે પાણીની ગુણવત્તા સુધારે છે, ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન સરળ બનાવે છે, અને વિવિધ ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં મદદ કરે છે.

છેલ્લે, આપણે સમૂહીકરણના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનું મૂલ્યાંકન કર્યું. સમૂહીકરણના ફાયદાઓમાં **પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો, ઘન કચરાના વ્યવસ્થાપનમાં સરળતા, ખર્ચ-અસરકારકતા અને સરળ પ્રક્રિયા** શામેલ છે. સમૂહીકરણના ગેરફાયદાઓમાં **રસાયણોનો ઉપયોગ, કાદવનો નિકાલ અને કાળજીપૂર્વક નિયંત્રણની જરૂરિયાત** શામેલ છે.

સારાંશમાં, આ પ્રકરણમાં આપણે સમૂહીકરણ પ્રક્રિયા, તેના પ્રકારો, તેને અસર કરતા પરિબળો, તેના ઉપયોગો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આ પ્રકરણ દ્વારા, આપણે સમજી શક્યા કે સમૂહીકરણ એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ પાણી શુદ્ધિકરણ, ગંદાપાણીની સારવાર અને ઘણા ઔદ્યોગિક કાર્યક્રમોમાં થાય છે. સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાની યોગ્ય સમજણ અને કાળજીપૂર્વક ઉપયોગ દ્વારા આપણે પર્યાવરણને સ્વચ્છ રાખી શકીએ છીએ અને આપણા સંસાધનોનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ.

7.9 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

1. સમૂહીકરણ (Flocculation) પ્રક્રિયામાં કણો એકબીજા સાથે જોડાઈને શું બનાવે છે?
(a) અણુઓ (b) ફ્લોકસ (c) પરમાણુઓ (d) આયનો
2. નીચેનામાંથી કયું રસાયણ કોગ્યુલન્ટ (coagulant) તરીકે વપરાય છે?
(a) ક્લોરિન (b) ઓક્સિજન (c) એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ (d) નાઇટ્રોજન
3. કયા પ્રકારના સમૂહીકરણમાં પ્રવાહીને ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે?
(a) પેરીકાઇનેટિક (b) ઓર્થોકાઇનેટિક (c) બ્રાઉનિયન (d) સ્થિર
4. પાણી શુદ્ધિકરણમાં સમૂહીકરણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
(a) પાણીમાં ઓક્સિજનનું સ્તર વધારવું (b) પાણીમાંથી ખરાબ સ્વાદ દૂર કરવો (c) પાણીમાંથી કચરો અને અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી (d) પાણીનું તાપમાન ઘટાડવું.
5. સમૂહીકરણ પ્રક્રિયામાં કણોના વીજભારને તટસ્થ કરવા માટે કઈ પ્રક્રિયા થાય છે?
(a) અવક્ષેપન (b) અસ્થિરતા (c) મિશ્રણ (d) ગાળણ
6. નીચેનામાંથી કયું સમૂહીકરણને અસર કરતું પરિબળ નથી?
(a) pH (b) તાપમાન (c) પ્રવાહીનો રંગ (d) કોગ્યુલન્ટની માત્રા
7. ખાણકામમાં સમૂહીકરણનો ઉપયોગ શું અલગ કરવા માટે થાય છે?
(a) પાણી અને તેલ (b) ખનિજો અને કાચો માલ (c) રેતી અને કાંકરી (d) હવા અને પાણી
8. કુદરતી સમૂહીકરણ ક્યાં જોવા મળે છે?
(a) ગંદાપાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં (b) પીવાના પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં (c) નદીઓ અને તળાવોમાં (d) ખાણકામ ઉદ્યોગમાં
9. સમૂહીકરણ પ્રક્રિયામાં બનતા મોટા સમૂહને શું કહેવાય છે?
(a) સૂક્ષ્મસમૂહ (b) સ્થૂળસમૂહ (c) અણુસમૂહ (d) પરમાણુસમૂહ
10. નીચેનામાંથી કયું સમૂહીકરણનું ગેરફાયદો છે?
a) પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો (b) સરળ પ્રક્રિયા (c) રસાયણોનો ઉપયોગ (d) ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન

જવાબ : 1-b, 2-c, 3-b, 4-c, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-b, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. સમૂહીકરણ (Flocculation) એટલે શું?
2. કોગ્યુલન્ટ (coagulant) એટલે શું?
3. ફ્લોકસ (flocs) એટલે શું?

4. સમૂહીકરણના બે મુખ્ય પ્રકારો કયા છે?
5. ઓર્થોકાઇનેટિક સમૂહીકરણ અને પેરીકાઇનેટિક સમૂહીકરણ વચ્ચે શું તફાવત છે?
6. સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાના ચાર તબક્કાઓ કયા છે?
7. સમૂહીકરણને અસર કરતા ચાર પરિબલો જણાવો.
8. પાણી શુદ્ધિકરણમાં સમૂહીકરણનો ઉપયોગ કેવી રીતે થાય છે?
9. સમૂહીકરણના બે ફાયદા જણાવો.
10. સમૂહીકરણના બે ગેરફાયદા જણાવો.

લાંબા પ્રશ્નો:

1. સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. પ્રક્રિયાના વિવિધ તબક્કાઓ અને દરેક તબક્કામાં શું થાય છે તે સમજાવો.
2. સમૂહીકરણને અસર કરતા પરિબલોની ચર્ચા કરો. દરેક પરિબલ સમૂહીકરણ પ્રક્રિયાને કેવી રીતે અસર કરે છે તે સમજાવો.
3. ઓર્થોકાઇનેટિક સમૂહીકરણ અને પેરીકાઇનેટિક સમૂહીકરણ વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો. બંને પ્રકારના સમૂહીકરણના ફાયદા અને ગેરફાયદા શું છે?
4. પાણી શુદ્ધિકરણ, ગંદાપાણીની સારવાર અને ખાણકામ ઉદ્યોગમાં સમૂહીકરણના ઉપયોગોનું વર્ણન કરો. દરેક ક્ષેત્રમાં સમૂહીકરણ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.
5. સમૂહીકરણના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનું વિવેચનાત્મક મૂલ્યાંકન કરો. શું તમને લાગે છે કે સમૂહીકરણ એ ઘન કણોને પ્રવાહીમાંથી અલગ કરવાની અસરકારક પદ્ધતિ છે? શા માટે?

*** **

જળ શુદ્ધિકરણ – જીવાણુનાશકતા (ક્રીટાણુનાશ)

8

- 9.1 પ્રસ્તાવના
- 9.2 ક્લોરીનેશન (Chlorination)
- 9.3 ઓઝોનેશન (Ozonation)
- 9.4 પારાજાંબલી (UV) ઉપચાર (Ultraviolet (UV) Treatment)
- 9.5 ઉકાળવું (Boiling)
- 9.6 અન્ય ક્રીટાણુશોધન પદ્ધતિઓ (Other Disinfection Methods)
- 9.7 સારાંશ
- 9.8 સ્વાધ્યાય

8.1 પ્રસ્તાવના:

પૃથ્વી પર રહેલ તમામ સજીવ સૃષ્ટિના જીવનનો આધાર પાણી છે. જીવન આપનારું અમૃત સમાન પાણી સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત હોવું જોઈએ. દુર્ભાગ્યવશ, ઘણા જળસ્રોત બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોથી દૂષિત હોય છે જે મનુષ્યોમાં રોગોનું કારણ બની શકે છે. આ સુક્ષ્મજીવોને મારવા અને પાણીને પીવા માટે સુરક્ષિત બનાવવા માટે, જળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાઓમાં જીવાણુનાશકતા (કીટાણુનાશ) એ એક મહત્વનું પગલું છે.

પાઠ 8 માં, આપણે જળ શુદ્ધિકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી કેટલીક સામાન્ય જીવાણુનાશક પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું. આ પદ્ધતિઓમાં ક્લોરિનેશન, ઓઝોનેશન, અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) કિરણોત્સર્ગ, ઉકાળવું, અને અન્ય ઘણી પદ્ધતિઓ શામેલ છે. દરેક પદ્ધતિના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા છે, અને પસંદગી એ જળસ્રોતના ગુણધર્મો, ખર્ચ, ઉપલબ્ધ ટેકનોલોજી અને અન્ય પરિબળો પર આધારિત છે.

ક્લોરિનેશન એ જીવાણુનાશકતા માટે સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે. તે પાણીમાં ક્લોરિન ગેસ અથવા ક્લોરિન સંયોજનો ઉમેરવાનો સમાવેશ કરે છે, જે સુક્ષ્મજીવોને મારી નાખે છે. ક્લોરિનેશન એ એક અસરકારક અને પ્રમાણમાં સસ્તી પદ્ધતિ છે, પરંતુ તે પાણીમાં સ્વાદ અને ગંધ લાવી શકે છે અને કેટલાક કિસ્સાઓમાં, હાનિકારક ઉપ-ઉત્પાદનો બનાવી શકે છે.

ઓઝોનેશન એ જીવાણુનાશકતા માટે બીજી એક અસરકારક પદ્ધતિ છે. તે પાણીમાં ઓઝોન ગેસ ઉમેરવાનો સમાવેશ કરે છે, જે એક શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ છે જે સુક્ષ્મજીવોને મારી નાખે છે. ઓઝોનેશન એ ક્લોરિનેશન કરતા વધુ ખર્ચાળ પદ્ધતિ છે, પરંતુ તે સ્વાદ અને ગંધની સમસ્યાઓનું કારણ નથી બનતું અને તે ઓછા હાનિકારક ઉપ-ઉત્પાદનો બનાવે છે.

અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) કિરણોત્સર્ગ એ પાણીને જીવાણુનાશક કરવા માટે પ્રકાશનો ઉપયોગ કરવાની એક પદ્ધતિ છે. UV કિરણો સુક્ષ્મજીવોના DNAને નુકસાન પહોંચાડે છે, જે તેમને મારી નાખે છે. UV કિરણોત્સર્ગ એ રાસાયણિક મુક્ત પદ્ધતિ છે જે સ્વાદ અને ગંધની સમસ્યાઓનું કારણ નથી બનતું. જોકે, તે ઓઝોનેશન અને ક્લોરિનેશન કરતા ઓછી અસરકારક હોઈ શકે છે અને તે ફક્ત પારદર્શક પાણીમાં જ કામ કરે છે.

ઉકાળવું એ જીવાણુનાશકતા માટે સૌથી જૂની અને સૌથી સરળ પદ્ધતિઓમાંની એક છે. પાણીને ઉકાળવાથી મોટાભાગના સુક્ષ્મજીવો મરી જાય છે. જોકે, ઉકાળવા માટે ઊર્જાની જરૂર પડે છે અને તે બધા જળસ્રોત માટે પ્રાયોગિક નથી.

આ પાઠમાં, આપણે ઉપર જણાવેલી પદ્ધતિઓ ઉપરાંત, રિવર્સ ઓસ્મોસિસ, આયન એક્સચેન્જ, અને ડાયાટોમેસિયસ પૃથ્વી ગાળણ જેવી અન્ય જીવાણુનાશક પદ્ધતિઓનો પણ અભ્યાસ કરીશું.

આપણે એ પણ શીખીશું કે કેવી રીતે વિવિધ જીવાણુનાશક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ ઘરગથ્થુ સ્તરે અને મોટા પાયે જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે કરી શકાય છે. અંતે, આપણે શીખીશું કે પાણીનું વિતરણ નેટવર્ક કેવી રીતે ડિઝાઇન કરવામાં આવે છે જેથી ગ્રાહકોને શુદ્ધ અને સુરક્ષિત પાણી પહોંચે.

આ પાઠના અંતે, વિદ્યાર્થીઓ જળ શુદ્ધિકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ જીવાણુનાશક પદ્ધતિઓ અને તેમના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓ સમજશે. તેઓ એ પણ શીખશે કે કેવી રીતે આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ પાણીને પીવા માટે સુરક્ષિત બનાવવા માટે કરી શકાય છે.

8.2 ક્લોરીનેશન (Chlorination):

પાણીને શુદ્ધ કરવા અને તેને પીવા માટે સુરક્ષિત બનાવવાની સૌથી સામાન્ય અને અસરકારક પદ્ધતિઓમાં ક્લોરિનેશન સામેલ છે. આ પ્રક્રિયામાં પાણીમાં ક્લોરિન ગેસ, સોડિયમ હાઇપોક્લોરાઇટ (બ્લીચ) અથવા કેલ્શિયમ હાઇપોક્લોરાઇટ જેવા ક્લોરિન સંયોજનો ઉમેરવાનો સમાવેશ થાય છે. ક્લોરિન એક મજબૂત ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ છે જે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને મારી નાખે છે જે પાણીમાં હાજર હોય છે અને પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે.

ક્લોરિનેશન કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

જ્યારે ક્લોરિનને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે તે હાઇપોક્લોરસ એસિડ (HOCl) અને હાઇપોક્લોરાઇટ આયન (OCI-) બનાવે છે, જે બંને મજબૂત જંતુનાશકો છે. આ સંયોજનો સુક્ષ્મજીવોના કોષોમાં પ્રવેશ કરે છે અને તેમના ઉત્સેચકો અને અન્ય આવશ્યક સેલ્યુલર ઘટકો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે, જેના કારણે તેઓ મૃત્યુ પામે છે. ક્લોરિનેશનની અસરકારકતા ઘણા પરિબલો પર આધારિત છે, જેમાં પાણીનું pH સ્તર, તાપમાન, ક્લોરિનની સાંદ્રતા અને સુક્ષ્મજીવો સાથે સંપર્કનો સમય સામેલ છે.

ક્લોરિનેશનના પ્રકારો:

ક્લોરિનેશન બે મુખ્ય રીતે કરી શકાય છે:

1. **પ્રાથમિક ક્લોરિનેશન:** આ પ્રક્રિયા શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાની શરૂઆતમાં કરવામાં આવે છે, કાંપ અને અન્ય અશુદ્ધિઓ દૂર કર્યા પછી. પ્રાથમિક ક્લોરિનેશનનો ઉદ્દેશ્ય પાણીમાં હાજર મોટાભાગના સુક્ષ્મજીવોને મારી નાખવાનો છે.
2. **ગૌણ ક્લોરિનેશન:** આ પ્રક્રિયા શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાના અંતે કરવામાં આવે છે, ગાળણ પછી અને પાણીના વિતરણ પહેલાં. ગૌણ ક્લોરિનેશનનો ઉદ્દેશ્ય પાણીના વિતરણ નેટવર્કમાં શેષ ક્લોરિન જાળવવાનો છે જેથી તે સંગ્રહ અને પરિવહન દરમિયાન ફરીથી દૂષિત થવાથી બચી શકે.

ક્લોરિનેશનના ઉદાહરણો:

ક્લોરિનેશનનો ઉપયોગ વિવિધ સેટિંગ્સમાં થાય છે, જેમાં સામેલ છે:

- **પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ:** મોટા પાયે પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં, ક્લોરિનેશન એ એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે. નદીઓ, તળાવો અને જળાશયો જેવા સ્ત્રોતમાંથી લેવામાં આવતા પાણીને પ્રથમ કાંપ દૂર કરવા માટે ગાળવામાં આવે છે અને પછી ક્લોરિન ઉમેરીને જંતુનાશક કરવામાં આવે છે. ક્લોરિનેટેડ પાણી પછી ગ્રાહકોને વિતરણ કરવામાં આવે છે.
- **ઘરગથ્થુ પાણી શુદ્ધિકરણ:** નાના પાયે, ક્લોરિનેશનનો ઉપયોગ ઘરગથ્થુ સ્તરે પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે કરી શકાય છે. આ ઘણી રીતે કરી શકાય છે, જેમ કે પાણીમાં બ્લીચના ટીપાં ઉમેરવા, ક્લોરિન ગોળીઓનો ઉપયોગ કરવો, અથવા ક્લોરિનેશન ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવો.
- **સ્વિમિંગ પુલ:** સ્વિમિંગ પુલમાં પાણીને સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત રાખવા માટે ક્લોરિનેશનનો ઉપયોગ થાય છે. ક્લોરિન બેક્ટેરિયા, શેવાળ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને મારી નાખે છે જે તરવૈયાઓને બીમાર કરી શકે છે.
- **કટોકટીની પરિસ્થિતિઓ:** કુદરતી આપત્તિઓ જેવી કટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં, ક્લોરિનેશન પાણીને શુદ્ધ કરવાનો ઝડપી અને સરળ ઉપાય બની શકે છે. આ કિસ્સાઓમાં, બ્લીચ અથવા ક્લોરિન ગોળીઓનો ઉપયોગ પીવાના પાણીને સુરક્ષિત બનાવવા માટે કરી શકાય છે.

ક્લોરિનેશનના ફાયદા:

- **અસરકારક:** ક્લોરિનેશન એ પાણીજન્ય રોગો ફેલાવતા બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને મારવામાં ખૂબ જ અસરકારક છે.
- **ઓછી કિંમત:** ક્લોરિનેશન એ પાણી શુદ્ધિકરણની પ્રમાણમાં સસ્તી પદ્ધતિ છે.

- **સરળતા:** ક્લોરિનેશન પ્રક્રિયા પ્રમાણમાં સરળ અને સરળતાથી અમલમાં મૂકી શકાય છે.
- **શેષ જંતુનાશક શક્તિ:** ક્લોરિનેટેડ પાણીમાં શેષ ક્લોરિન હાજર હોય છે જે સંગ્રહ અને પરિવહન દરમિયાન ફરીથી દૂષિત થવાથી પાણીને બચાવે છે.

ક્લોરિનેશનના ગેરફાયદા:

- **સ્વાદ અને ગંધ:** ક્લોરિન પાણીમાં સ્વાદ અને ગંધ લાવી શકે છે, જે કેટલાક લોકો માટે અપ્રિય હોઈ શકે છે.
- **આડપેદાશો:** ક્લોરિન પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થો સાથે પ્રતિક્રિયા કરી શકે છે અને ટ્રાઇહેલોમિથેન્સ (THMs) અને હેલોએસેટિક એસિડ્સ (HAAs) જેવા હાનિકારક આડપેદાશો બનાવી શકે છે. આ સંયોજનો કેન્સર અને અન્ય સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ સાથે સંકળાયેલા છે.
- **કાટ:** ક્લોરિન ધાતુની પાઈપોને કાટ લગાડી શકે છે, જેના કારણે લીકેજ અને પાણીમાં ધાતુનું દૂષણ થઈ શકે છે.
- **ક્લોરિન-પ્રતિરોધક સુક્ષ્મજીવો:** કેટલાક સુક્ષ્મજીવો, જેમ કે ક્લિપ્ટોસ્પોરિડિયમ અને ગિઆર્ડિયા, ક્લોરિન માટે પ્રતિરોધક હોઈ શકે છે અને તેને મારવા માટે ઉચ્ચ ડોઝ અથવા લાંબા સમય સુધી સંપર્કની જરૂર પડે છે.

નિષ્કર્ષ:

ક્લોરિનેશન એ પાણી શુદ્ધિકરણ માટે એક મહત્વપૂર્ણ અને અસરકારક પદ્ધતિ છે જેણે વિશ્વભરમાં લાખો લોકોના સ્વાસ્થ્યને સુધારવામાં મદદ કરી છે. જોકે, તેના કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે, જેમ કે સ્વાદ અને ગંધની સમસ્યાઓ અને હાનિકારક આડપેદાશોની રચના. આ ગેરફાયદાઓને ઘટાડવા માટે, પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ ક્લોરિનેશનના સ્તરને કાળજીપૂર્વક નિયંત્રિત કરે છે અને શક્ય હોય ત્યાં સુધી વૈકલ્પિક જીવાણુનાશક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે છે.

8.3 ઓઝોનેશન (Ozonation):

ઓઝોનેશન એ પાણી શુદ્ધિકરણની એક પદ્ધતિ છે જેમાં પાણીમાં ઓઝોન ગેસ (O_3) ઉમેરવામાં આવે છે. ઓઝોન એ ઓક્સિજનનું એક અસ્થિર સ્વરૂપ છે જે ખૂબ જ શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ છે. જ્યારે ઓઝોન પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે તે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને ઓક્સિડાઇઝ કરીને મારી નાખે છે. ઓઝોનેશન રંગ, ગંધ અને સ્વાદને દૂર કરવામાં પણ મદદ કરે છે અને કેટલાક કાર્બનિક અને અકાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરી શકે છે.

ઓઝોનેશન કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

ઓઝોન (O_3) એ ત્રણ ઓક્સિજન પરમાણુઓથી બનેલો ગેસ છે. તે ઓક્સિજન (O_2) કરતા ઘણો વધુ પ્રતિક્રિયાશીલ છે અને મજબૂત ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ તરીકે કાર્ય કરે છે. જ્યારે ઓઝોન પાણીમાં ઓગળી જાય છે, ત્યારે તે ઝડપથી હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ્સ ($OH\cdot$) માં વિઘટન પામે છે, જે અત્યંત પ્રતિક્રિયાશીલ અને શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ છે. આ હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ્સ સુક્ષ્મજીવોના કોષોમાં પ્રવેશ કરે છે અને તેમના DNA, ઉત્સેચકો અને કોષ પટલને નુકસાન પહોંચાડે છે, જેના કારણે તેમનું મૃત્યુ થાય છે.

ઓઝોનેશન પ્રક્રિયા:

ઓઝોનેશન પ્રક્રિયામાં સામાન્ય રીતે નીચેના પગલાં શામેલ છે:

1. **ઓઝોન ઉત્પાદન:** ઓઝોન જનરેટરનો ઉપયોગ કરીને ઓક્સિજન ગેસ (O_2) માંથી ઓઝોન (O_3) ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે. આ જનરેટર્સ ઉચ્ચ વોલ્ટેજ વીજળીક ડિસ્ચાર્જનો ઉપયોગ કરે છે જે ઓક્સિજનના અણુઓને તોડી નાખે છે, જે પછી ઓઝોન બનાવવા માટે ફરીથી ભેગા થાય છે.
2. **ઓઝોન સંપર્ક:** ઉત્પન્ન થયેલો ઓઝોન ગેસ પછી પાણીમાં ભેળવવામાં આવે છે. આ ઓઝોન કોન્ટેક્ટર ટાંકીમાં કરવામાં આવે છે, જે ઓઝોન અને પાણી વચ્ચે મહત્તમ સંપર્ક અને મિશ્રણ સુનિશ્ચિત કરવા માટે રચાયેલ છે.
3. **પ્રતિક્રિયા સમય:** ઓઝોનને સુક્ષ્મજીવોને મારવા અને અન્ય પ્રદૂષકોને ઓક્સિડાઇઝ કરવા માટે પૂરતો સમય આપવા માટે પાણીને ચોક્કસ સમયગાળા માટે ઓઝોનના સંપર્કમાં રાખવામાં આવે છે. આ પ્રતિક્રિયા સમય પાણીની ગુણવત્તા અને પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને સાંદ્રતા પર આધારિત છે.
4. **ઓઝોન વિઘટન:** પ્રતિક્રિયા સમય પછી, કોઈપણ શેષ ઓઝોનને ઓક્સિજનમાં પાછો ફેરવવામાં આવે છે. આ ઓઝોન ડિસ્ટ્રક્ટરનો ઉપયોગ કરીને કરી શકાય છે, જે ઓઝોનને ગરમી અથવા ઉત્પ્રેરક દ્વારા વિઘટન કરે છે.

ઓઝોનેશનના ઉદાહરણો:

ઓઝોનેશનનો ઉપયોગ વિવિધ કાર્યક્રમોમાં થાય છે, જેમાં શામેલ છે:

- **પીવાના પાણીનું શુદ્ધિકરણ:** ઓઝોનેશન એ પીવાના પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે એક અસરકારક પદ્ધતિ છે. તેનો ઉપયોગ બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને મારવા, રંગ, ગંધ અને સ્વાદ દૂર કરવા અને કેટલાક કાર્બનિક અને અકાર્બનિક પ્રદૂષકોને ઓક્સિડાઇઝ કરવા માટે થઈ શકે છે.
- **ગંદાપાણીની સારવાર:** ઓઝોનેશનનો ઉપયોગ ગંદાપાણીને શુદ્ધ કરવા અને ગંધ, રંગ અને સુક્ષ્મજીવોને દૂર કરવા માટે કરી શકાય છે. તેનો ઉપયોગ ગંદાપાણીમાં હાજર કાર્બનિક પ્રદૂષકોને તોડવા માટે પણ થઈ શકે છે, જે તેમને પર્યાવરણમાં છોડવા માટે સુરક્ષિત બનાવે છે.
- **ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ:** ઓઝોનેશનનો ઉપયોગ વિવિધ ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં થાય છે, જેમ કે ફૂડ પ્રોસેસિંગ, ટેક્સટાઇલ ઉત્પાદન અને કાગળનું બ્લીચિંગ. ઓઝોનનો ઉપયોગ સાધનોને જંતુમુક્ત કરવા અને સપાટીઓને સાફ કરવા માટે પણ થઈ શકે છે.
- **તરણકુંડ અને સ્પા:** ઓઝોનેશનનો ઉપયોગ તરણકુંડ અને સ્પામાં પાણીને જંતુમુક્ત કરવા અને શેવાળના વિકાસને નિયંત્રિત કરવા માટે કરી શકાય છે. ઓઝોન ક્લોરિનની જરૂરિયાતને ઘટાડી શકે છે, જે આંખો અને ચામડીમાં બળતરા પેદા કરી શકે છે.

ઓઝોનેશનના ફાયદા:

- **અસરકારક જીવાણુનાશક:** ઓઝોન એ અત્યંત શક્તિશાળી જીવાણુનાશક છે જે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને ક્લોરિન કરતાં વધુ ઝડપથી અને અસરકારક રીતે મારી શકે છે.
- **સ્વાદ અને ગંધ દૂર કરે છે:** ઓઝોન પાણીમાંથી અપ્રિય સ્વાદ અને ગંધ દૂર કરે છે, જે ક્લોરિનેશનની સામાન્ય સમસ્યા છે.
- **રંગ દૂર કરે છે:** ઓઝોન પાણીને રંગ આપતા સંયોજનોને ઓક્સિડાઇઝ કરીને પાણીનો રંગ દૂર કરે છે.
- **કોઈ હાનિકારક આડપેદાશો નથી:** ઓઝોનેશન ક્લોરિનેશનની જેમ હાનિકારક આડપેદાશો બનાવતું નથી, જેમ કે ટ્રાઇહેલોમિથેન્સ (THMs).
- **પર્યાવરણને અનુકૂળ:** ઓઝોન પાણીમાં ઝડપથી ઓક્સિજનમાં વિઘટન પામે છે, તેથી તે પર્યાવરણમાં કોઈ હાનિકારક અવશેષો છોડતું નથી.

ઓઝોનેશનના ગેરફાયદા:

- **ઊંચી કિંમત:** ઓઝોનેશન એ ક્લોરિનેશન કરતાં વધુ ખર્ચાળ પદ્ધતિ છે, કારણ કે ઓઝોન જનરેટર્સ અને કોન્ટેક્ટર ટાંકીઓ ઊંચી મૂડી ખર્ચ ધરાવે છે.
- **જટિલ કામગીરી:** ઓઝોનેશન સિસ્ટમ ક્લોરિનેશન સિસ્ટમ કરતાં વધુ જટિલ હોય છે અને તેને યોગ્ય રીતે ચલાવવા અને જાળવવા માટે કુશળ સંચાલકોની જરૂર હોય છે.
- **કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી:** ઓઝોન પાણીમાં ઝડપથી વિઘટન પામે છે અને કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ પ્રદાન કરતું નથી. આનો અર્થ એ છે કે પાણીને ફરીથી દૂષિત થવાથી બચાવવા માટે ગૌણ જીવાણુનાશક, જેમ કે ક્લોરિન, ઉમેરવાની જરૂર પડી શકે છે.
- **કાટ:** ઓઝોન અમુક ધાતુઓ અને પ્લાસ્ટિકને કાટ લગાડી શકે છે, તેથી ઓઝોનેશન સિસ્ટમમાં યોગ્ય સામગ્રીનો ઉપયોગ કરવો મહત્વપૂર્ણ છે.
- **બ્રોમેટ રચના:** જો પાણીમાં બ્રોમાઇડ આયનો હાજર હોય, તો ઓઝોનેશન બ્રોમેટ બનાવી શકે છે, જે એક સંભવિત કાર્સિનોજેન છે.

નિષ્કર્ષ:

ઓઝોનેશન એ પાણી શુદ્ધિકરણની એક અસરકારક અને પર્યાવરણને અનુકૂળ પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ઘણા કાર્યક્રમોમાં થઈ શકે છે. ઓઝોનેશનના ઘણા ફાયદા છે, જેમાં શક્તિશાળી જીવાણુનાશક ક્ષમતા, સ્વાદ અને ગંધ દૂર કરવાની ક્ષમતા અને કોઈ હાનિકારક આડપેદાશો ન બનાવવાનો સમાવેશ થાય છે. જોકે, ઓઝોનેશનના કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે, જેમ કે ઊંચી કિંમત, જટિલ કામગીરી અને કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી. ઓઝોનેશનનો ઉપયોગ કરવો કે નહીં તેનો નિર્ણય પાણીની ગુણવત્તા, પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને સાંદ્રતા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને અન્ય પરિબલો પર આધારિત છે.

8.4 પારાજાંબલી (UV) ઉપચાર (Ultraviolet (UV) Treatment):

અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) ઉપચાર એ પાણી શુદ્ધિકરણની એક ભૌતિક પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાં રહેલા સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવા માટે અલ્ટ્રાવાયોલેટ પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે. UV પ્રકાશ એ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક સ્પેક્ટ્રમનો એક ભાગ છે જે ટૂંકી તરંગલંબાઈ ધરાવે છે અને તે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પ્રોટોઝોઆ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોના DNA ને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે, જે તેમને પ્રજનન અને ચેપ ફેલાવવામાં અસમર્થ બનાવે છે.

UV ઉપચાર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

UV ઉપચાર એક વિશિષ્ટ પ્રકારના લેમ્પનો ઉપયોગ કરે છે જે 254 નેનોમીટર (nm) ની તરંગલંબાઈ ધરાવતો UV-C પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે છે. આ તરંગલંબાઈ સુક્ષ્મજીવોના DNA દ્વારા સૌથી વધુ શોષાય છે અને તે DNA ના થાઇમિન બેઝ વચ્ચે ડાઇમર બનાવે છે. આ ડાઇમર DNA ની નકલ કરવાની ક્ષમતામાં દખલ કરે છે, જે સુક્ષ્મજીવોને પ્રજનન અને ચેપ ફેલાવવામાં અસમર્થ બનાવે છે.

UV ઉપચાર પ્રક્રિયા:

UV ઉપચાર પ્રક્રિયામાં સામાન્ય રીતે નીચેના પગલાં સામેલ છે:

1. **પૂર્વ-ગાળણ:** UV ઉપચાર શરૂ કરતા પહેલા, પાણીને કાંપ, કાટ અને અન્ય કણોને દૂર કરવા માટે પૂર્વ-ગાળણ પ્રક્રિયામાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. આ કણો UV પ્રકાશને શોષી શકે છે અને સુક્ષ્મજીવોને ઢાંકી શકે છે, જેનાથી UV ઉપચાર ઓછો અસરકારક બને છે.

2. **UV ચેમ્બર:** ગાળેલું પાણી પછી UV ચેમ્બરમાં પ્રવેશે છે, જેમાં એક અથવા વધુ UV લેમ્પ હોય છે. આ ચેમ્બર સ્ટેનલેસ સ્ટીલ અથવા અન્ય સામગ્રીથી બનેલો હોય છે જે UV પ્રકાશને પ્રતિબિંબિત કરે છે, જે સમગ્ર ચેમ્બરમાં UV પ્રકાશની તીવ્રતાને મહત્તમ બનાવે છે.
3. **UV ડોઝ:** પાણી UV ચેમ્બરમાં વહે છે તેમ, તે UV પ્રકાશના ચોક્કસ ડોઝના સંપર્કમાં આવે છે. UV ડોઝ એ UV પ્રકાશની તીવ્રતા અને પાણીના સંપર્કમાં રહેલા સમયનું ઉત્પાદન છે. સુક્ષ્મજીવોને અસરકારક રીતે નિષ્ક્રિય કરવા માટે UV ડોઝ પૂરતો હોવો જોઈએ.
4. **નિષ્ક્રિયકરણ:** UV પ્રકાશ સુક્ષ્મજીવોના DNAને નુકસાન પહોંચાડે છે, જે તેમને પ્રજનન અને ચેપ ફેલાવવામાં અસમર્થ બનાવે છે. નિષ્ક્રિય થયેલા સુક્ષ્મજીવો પાણીમાં રહે છે, પરંતુ તે હવે હાનિકારક નથી.

UV ઉપચારના ઉદાહરણો:

UV ઉપચારનો ઉપયોગ વિવિધ કાર્યક્રમોમાં થાય છે, જેમાં સામેલ છે:

- **પીવાના પાણીનું શુદ્ધિકરણ:** UV ઉપચાર એ પીવાના પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે એક અસરકારક પદ્ધતિ છે. તેનો ઉપયોગ બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પ્રોટોઝોઆ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવા માટે થઈ શકે છે જે પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે.
- **ગંદાપાણીની સારવાર:** UV ઉપચારનો ઉપયોગ ગંદાપાણીને શુદ્ધ કરવા અને સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવા માટે કરી શકાય છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે જોખમ ઉભું કરી શકે છે.
- **ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ:** UV ઉપચારનો ઉપયોગ વિવિધ ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં થાય છે, જેમ કે ફૂડ પ્રોસેસિંગ, ફાર્માસ્યુટિકલ ઉત્પાદન અને ઇલેક્ટ્રોનિક્સ ઉત્પાદન. UV ઉપચારનો ઉપયોગ સાધનોને જંતુમુક્ત કરવા અને સપાટીઓને સાફ કરવા માટે પણ થઈ શકે છે.
- **તરણકુંડ અને સ્પા:** UV ઉપચારનો ઉપયોગ તરણકુંડ અને સ્પામાં પાણીને જંતુમુક્ત કરવા અને શેવાળના વિકાસને નિયંત્રિત કરવા માટે કરી શકાય છે. UV ઉપચાર ક્લોરિનની જરૂરિયાતને ઘટાડી શકે છે, જે આંખો અને ચામડીમાં બળતરા પેદા કરી શકે છે.
- **હવા શુદ્ધિકરણ:** UV ઉપચારનો ઉપયોગ હવામાં રહેલા સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવા અને ઇન્ડોર હવાની ગુણવત્તા સુધારવા માટે પણ થઈ શકે છે.

UV ઉપચારના ફાયદા:

- **કોઈ રસાયણો નહીં:** UV ઉપચાર એ ભૌતિક પ્રક્રિયા છે જે કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ કરતી નથી. આ તેને પર્યાવરણને અનુકૂળ વિકલ્પ બનાવે છે અને તે પાણીમાં કોઈ સ્વાદ, ગંધ અથવા આડપેદાશો છોડતું નથી.
- **અસરકારક નિષ્ક્રિયકરણ:** UV ઉપચાર બેક્ટેરિયા, વાયરસ, પ્રોટોઝોઆ અને અન્ય સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવામાં ખૂબ જ અસરકારક છે.
- **ઝડપી પ્રક્રિયા:** UV ઉપચાર એ ખૂબ જ ઝડપી પ્રક્રિયા છે, જેમાં સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવા માટે માત્ર થોડી પળોનો સમય લાગે છે.
- **ઓછી જાળવણી:** UV ઉપચાર પ્રણાલીઓને ઓછી જાળવણીની જરૂર હોય છે, જેમાં સમયાંતરે UV લેમ્પ બદલવા અને ચેમ્બરને સાફ કરવાનો સમાવેશ થાય છે.

UV ઉપચારના ગેરફાયદા:

- **પૂર્વ-ગાળણ જરૂરી:** UV ઉપચાર અસરકારક બનવા માટે, પાણી કાંપ, કાટ અને અન્ય કણોથી મુક્ત હોવું જોઈએ. આ માટે પૂર્વ-ગાળણ પ્રક્રિયાની જરૂર પડે છે, જે વધારાનો ખર્ચ અને જટિલતા ઉમેરી શકે છે.

- **કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી:** UV ઉપચાર પાણીમાં કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ પ્રદાન કરતું નથી. આનો અર્થ એ છે કે પાણીને ફરીથી દૂષિત થવાથી બચાવવા માટે ગૌણ જીવાણુનાશક, જેમ કે ક્લોરિન, ઉમેરવાની જરૂર પડી શકે છે.
- **પારદર્શકતા જરૂરી:** UV ઉપચાર ફક્ત ત્યારે જ અસરકારક છે જો પાણી પૂરતું પારદર્શક હોય જેથી UV પ્રકાશ સુક્ષ્મજીવો સુધી પહોંચી શકે. વાદળછાયું અથવા ડહોળું પાણી UV ઉપચાર માટે યોગ્ય નથી.
- **વીજળી પર નિર્ભર:** UV ઉપચાર પ્રણાલીઓ કાર્ય કરવા માટે વીજળી પર આધાર રાખે છે. વીજળી ન હોય તેવા વિસ્તારોમાં, UV ઉપચાર એ યોગ્ય વિકલ્પ નથી.
- **ખર્ચ:** UV ઉપચાર પ્રણાલીઓ શરૂઆતમાં ખર્ચાળ હોઈ શકે છે, જોકે લાંબા ગાળે જાળવણી ખર્ચ ઓછો હોય છે.

નિષ્કર્ષ:

UV ઉપચાર એ પાણી શુદ્ધિકરણની એક અસરકારક અને પર્યાવરણને અનુકૂળ પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ઘણા કાર્યક્રમોમાં થઈ શકે છે. UV ઉપચારના ઘણા ફાયદા છે, જેમાં કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ ન થવો, અસરકારક નિષ્ક્રિયકરણ, ઝડપી પ્રક્રિયા અને ઓછી જાળવણી શામેલ છે. જોકે, UV ઉપચારના કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે, જેમ કે પૂર્વ-ગાળણની જરૂરિયાત, કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ ન હોવી, પારદર્શકતાની આવશ્યકતા, વીજળી પર નિર્ભરતા અને ખર્ચ. UV ઉપચારનો ઉપયોગ કરવો કે નહીં તેનો નિર્ણય પાણીની ગુણવત્તા, પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને સાંદ્રતા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને અન્ય પરિબલો પર આધારિત છે.

8.5 ઉકાળવું (Boiling):

પાણીને શુદ્ધ કરવાની સૌથી જૂની અને સરળ પદ્ધતિઓમાંની એક ઉકાળવું છે. ઉકાળવાની પ્રક્રિયામાં પાણીને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરવાનો સમાવેશ થાય છે, જે મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓને મારી નાખે છે. ઉકાળવું એ એક અસરકારક પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ઘરે અથવા કટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં પાણીને પીવાલાયક બનાવવા માટે થઈ શકે છે.

ઉકાળવું કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

જ્યારે પાણીને 100°C (212°F) સુધી ગરમ કરવામાં આવે છે, ત્યારે ઉકળતા બિંદુ સુધી પહોંચે છે. આ તાપમાને, પાણી પ્રવાહીમાંથી વરાળમાં બદલાય છે. ઉકાળવાની પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી ગરમી અને વરાળ મોટાભાગના સુક્ષ્મજીવોના કોષોને નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે. ગરમી પ્રોટીનને વિકૃત કરે છે અને સુક્ષ્મજીવોના કોષ પટલને તોડી નાખે છે, જેના કારણે તેમનું મૃત્યુ થાય છે.

ઉકાળવાની પ્રક્રિયા:

પાણીને અસરકારક રીતે ઉકાળવા માટે, નીચેના પગલાં અનુસરો:

1. **સ્વચ્છ વાસણનો ઉપયોગ કરો:** પાણીને ઉકાળવા માટે સ્વચ્છ વાસણ અથવા કીટલીનો ઉપયોગ કરો.
2. **પાણી ભરો:** વાસણમાં પાણી ભરો, ખાતરી કરો કે તે કાંપ અને કાટથી મુક્ત છે. જો પાણી વાદળછાયું હોય, તો તેને ઉકાળતા પહેલા સ્વચ્છ કાપડ અથવા કોફી ફિલ્ટર દ્વારા ગાળી લો.

3. **ગરમી પર મૂકો:** વાસણને સ્ટોવ પર મૂકો અને ઊંચી ગરમી (તાપમાને) ચાલુ કરો.
4. **ઉકળવા દો:** પાણીને સંપૂર્ણ ઉકળતા બિંદુ (100°C/212°F) સુધી પહોંચવા દો. આ બિંદુએ, તમે પાણીમાં મોટા પરપોટા બનતા જોશો.
5. **સમય જાળવો:** પાણીને સંપૂર્ણ ઉકળતા બિંદુ પર ઓછામાં ઓછા 1 મિનિટ માટે ઉકળવા દો. ઊંચાઈવાળા વિસ્તારોમાં (2000 મીટર/6562 ફૂટથી ઉપર), પાણીને 3 મિનિટ સુધી ઉકાળો.
6. **ઠંડુ થવા દો:** ગરમી બંધ કરો અને પાણીને ઢાંકીને ઠંડુ થવા દો.
7. **સંગ્રહ કરો:** ઉકાળેલા પાણીને ઢાંકણવાળા સ્વચ્છ વાસણમાં સંગ્રહિત કરો.

ઉકાળવાના ઉદાહરણો:

ઉકાળવાનો ઉપયોગ વિવિધ પરિસ્થિતિઓમાં થઈ શકે છે, જેમાં સામેલ છે:

- **ઘરે પીવાનું પાણી શુદ્ધ કરવું:** જો તમારા નળના પાણીની ગુણવત્તા અંગે શંકા હોય, તો તમે તેને પીતા પહેલાં ઉકાળી શકો છો. આ ખાસ કરીને મહત્વનું છે જો તમે એવા વિસ્તારમાં રહો છો જ્યાં પાણીજન્ય રોગોનું જોખમ વધારે હોય.
- **શિશુઓ માટે પાણી તૈયાર કરવું:** શિશુઓને પાણીજન્ય રોગો થવાનું જોખમ વધારે હોય છે, તેથી શિશુના સ્વાસ્થ્ય માટે પાણી ઉકાળવું ખૂબ જ અગત્યનું છે. શિશુ સૂત્ર બનાવવા અથવા શિશુને પીવડાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીને ઉકાળો.
- **પ્રવાસ દરમિયાન:** જ્યારે તમે મુસાફરી કરી રહ્યા હોવ, ખાસ કરીને એવા વિસ્તારોમાં જ્યાં પાણીની ગુણવત્તા નબળી હોય, ત્યારે પીવાનું, દાંત સાફ કરવાનું અને ખોરાક ધોવાનું પાણી ઉકાળો.
- **ક્ટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં:** કુદરતી આપત્તિઓ અથવા અન્ય ક્ટોકટીઓ દરમિયાન, પાણી પુરવઠો દૂષિત થઈ શકે છે. આ પરિસ્થિતિઓમાં, પીવા, રસોઈ કરવા અને સ્વચ્છતા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીને ઉકાળો.
- **કેમ્પિંગ અને હાઈકિંગ:** જ્યારે તમે કેમ્પિંગ અથવા હાઈકિંગ કરી રહ્યા હોવ, ત્યારે ઝરણા, નદીઓ અથવા તળાવોમાંથી પાણી એકત્રિત કરતી વખતે, તેને પીતા પહેલાં ઉકાળો.

ઉકાળવાના ફાયદા:

- **અસરકારક:** ઉકાળવું એ મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને મારવામાં ખૂબ જ અસરકારક છે જે પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે.
- **સરળ:** ઉકાળવું એ એક સરળ પ્રક્રિયા છે જેને કોઈ ખાસ સાધનો અથવા કુશળતાની જરૂર નથી.
- **સસ્તું:** ઉકાળવા માટે માત્ર ગરમીના સ્રોતની જરૂર પડે છે, જે તેને પાણી શુદ્ધ કરવાની એક સસ્તી પદ્ધતિ બનાવે છે.
- **કોઈ રસાયણો નહીં:** ઉકાળવાની પ્રક્રિયામાં કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ થતો નથી, તેથી તે પાણીમાં કોઈ સ્વાદ, ગંધ અથવા આડપેદાશો છોડતું નથી.

ઉકાળવાના ગેરફાયદા:

- **સમય માંગી લે તેવું:** પાણીને ઉકાળવામાં અને પછી ઠંડુ થવામાં સમય લાગે છે, જે અસુવિધાજનક હોઈ શકે છે, ખાસ કરીને ક્ટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં.
- **ઊર્જાની જરૂર પડે છે:** ઉકાળવા માટે ગરમીના સ્રોતની જરૂર પડે છે, જેનો અર્થ છે કે ઊર્જા ખર્ચ થાય છે. વીજળી અથવા બળતણ ઉપલબ્ધ ન હોય તેવા વિસ્તારોમાં, ઉકાળવું મુશ્કેલ હોઈ શકે છે.
- **બધા પ્રદૂષકોને દૂર કરતું નથી:** ઉકાળવું એ ભારે ધાતુઓ, નાઈટ્રેટ્સ, જંતુનાશકો અને અન્ય રસાયણો જેવા દ્રાવ્ય પ્રદૂષકોને દૂર કરતું નથી.

- **સ્વાદ બદલાઈ શકે છે:** ઉકાળવાથી પાણીનો સ્વાદ બદલાઈ શકે છે, જે કેટલાક લોકોને અપ્રિય લાગે છે.
- **શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી:** ઉકાળેલા પાણીમાં કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી, જેનો અર્થ છે કે તે સંગ્રહ દરમિયાન ફરીથી દૂષિત થઈ શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

ઉકાળવું એ પાણી શુદ્ધ કરવાની એક અસરકારક અને સરળ પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ઘરે, મુસાફરી દરમિયાન અથવા કટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં થઈ શકે છે. ઉકાળવાના ઘણા ફાયદા છે, જેમાં મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને મારવાની ક્ષમતા, સરળતા, ઓછી કિંમત અને કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ ન કરવાનો સમાવેશ થાય છે. જોકે, ઉકાળવાના કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે, જેમ કે સમય માંગી લેવું, ઊર્જાની જરૂરિયાત, બધા પ્રદૂષકોને દૂર ન કરવા, સ્વાદ બદલવો અને શેષ જીવાણુનાશક શક્તિનો અભાવ. ઉકાળવાનો ઉપયોગ કરવો કે નહીં તેનો નિર્ણય પાણીની ગુણવત્તા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને વ્યક્તિગત પરિસ્થિતિ પર આધારિત છે.

8.6 અન્ય કીટાણુશોધન પદ્ધતિઓ (Other Disinfection Methods):

પાણીને શુદ્ધ કરવાની સૌથી જૂની અને સરળ પદ્ધતિઓમાંની એક ઉકાળવું છે. ઉકાળવાની પ્રક્રિયામાં પાણીને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરવાનો સમાવેશ થાય છે, જે મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓને મારી નાખે છે. ઉકાળવું એ એક અસરકારક પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ઘરે અથવા કટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં પાણીને પીવાલાયક બનાવવા માટે થઈ શકે છે.

ઉકાળવું કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

જ્યારે પાણીને 100°C (212°F) સુધી ગરમ કરવામાં આવે છે, ત્યારે ઉકળતા બિંદુ સુધી પહોંચે છે. આ તાપમાને, પાણી પ્રવાહીમાંથી વરાળમાં બદલાય છે. ઉકાળવાની પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી ગરમી અને વરાળ મોટાભાગના સુક્ષ્મજીવોના કોષોને નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે. ગરમી પ્રોટીનને વિકૃત કરે છે અને સુક્ષ્મજીવોના કોષ પટલને તોડી નાખે છે, જેના કારણે તેમનું મૃત્યુ થાય છે.

ઉકાળવાની પ્રક્રિયા:

પાણીને અસરકારક રીતે ઉકાળવા માટે, નીચેના પગલાં અનુસરો:

1. **સ્વચ્છ વાસણનો ઉપયોગ કરો:** પાણીને ઉકાળવા માટે સ્વચ્છ વાસણ અથવા કીટલીનો ઉપયોગ કરો.
2. **પાણી ભરો:** વાસણમાં પાણી ભરો, ખાતરી કરો કે તે કાંપ અને કાટથી મુક્ત છે. જો પાણી વાદળાચું હોય, તો તેને ઉકાળતા પહેલા સ્વચ્છ કાપડ અથવા કોફી ફિલ્ટર દ્વારા ગાળી લો.
3. **ગરમી પર મૂકો:** વાસણને સ્ટોવ પર મૂકો અને ઊંચી ગરમી (તાપમાને) ચાલુ કરો.
4. **ઉકળવા દો:** પાણીને સંપૂર્ણ ઉકળતા બિંદુ (100°C/212°F) સુધી પહોંચવા દો. આ બિંદુએ, તમે પાણીમાં મોટા પરપોટા બનતા જોશો.
5. **સમય જાળવો:** પાણીને સંપૂર્ણ ઉકળતા બિંદુ પર ઓછામાં ઓછા 1 મિનિટ માટે ઉકળવા દો. ઊંચાઈવાળા વિસ્તારોમાં (2000 મીટર/6562 ફૂટથી ઉપર), પાણીને 3 મિનિટ સુધી ઉકાળો.
6. **ઠંડુ થવા દો:** ગરમી બંધ કરો અને પાણીને ઢાંકીને ઠંડુ થવા દો.

7. **સંગ્રહ કરો:** ઉકાળેલા પાણીને ઢાંકણવાળા સ્વચ્છ વાસણમાં સંગ્રહિત કરો.

ઉકાળવાના ઉદાહરણો:

ઉકાળવાનો ઉપયોગ વિવિધ પરિસ્થિતિઓમાં થઈ શકે છે, જેમાં સામેલ છે:

- **ઘરે પીવાનું પાણી શુદ્ધ કરવું:** જો તમારા નળના પાણીની ગુણવત્તા અંગે શંકા હોય, તો તમે તેને પીતા પહેલાં ઉકાળી શકો છો. આ ખાસ કરીને મહત્વનું છે જો તમે એવા વિસ્તારમાં રહો છો જ્યાં પાણીજન્ય રોગોનું જોખમ વધારે હોય.
- **શિશુઓ માટે પાણી તૈયાર કરવું:** શિશુઓને પાણીજન્ય રોગો થવાનું જોખમ વધારે હોય છે, તેથી શિશુના સ્વાસ્થ્ય માટે પાણી ઉકાળવું ખૂબ જ અગત્યનું છે. શિશુ સૂત્ર બનાવવા અથવા શિશુને પીવડાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીને ઉકાળો.
- **પ્રવાસ દરમિયાન:** જ્યારે તમે મુસાફરી કરી રહ્યા હોવ, ખાસ કરીને એવા વિસ્તારોમાં જ્યાં પાણીની ગુણવત્તા નબળી હોય, ત્યારે પીવાનું, દાંત સાફ કરવાનું અને ખોરાક ધોવાનું પાણી ઉકાળો.
- **ક્ટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં:** કુદરતી આપત્તિઓ અથવા અન્ય ક્ટોકટીઓ દરમિયાન, પાણી પુરવઠો દૂષિત થઈ શકે છે. આ પરિસ્થિતિઓમાં, પીવા, રસોઈ કરવા અને સ્વચ્છતા માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીને ઉકાળો.
- **કેમ્પિંગ અને હાઈકિંગ:** જ્યારે તમે કેમ્પિંગ અથવા હાઈકિંગ કરી રહ્યા હોવ, ત્યારે ઝરણા, નદીઓ અથવા તળાવોમાંથી પાણી એકત્રિત કરતી વખતે, તેને પીતા પહેલાં ઉકાળો.

ઉકાળવાના ફાયદા:

- **અસરકારક:** ઉકાળવું એ મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને મારવામાં ખૂબ જ અસરકારક છે જે પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે.
- **સરળ:** ઉકાળવું એ એક સરળ પ્રક્રિયા છે જેને કોઈ ખાસ સાધનો અથવા કુશળતાની જરૂર નથી.
- **સસ્તું:** ઉકાળવા માટે માત્ર ગરમીના સ્રોતની જરૂર પડે છે, જે તેને પાણી શુદ્ધ કરવાની એક સસ્તી પદ્ધતિ બનાવે છે.
- **કોઈ રસાયણો નહીં:** ઉકાળવાની પ્રક્રિયામાં કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ થતો નથી, તેથી તે પાણીમાં કોઈ સ્વાદ, ગંધ અથવા આડપેદાશો છોડતું નથી.

ઉકાળવાના ગેરફાયદા:

- **સમય માંગી લે તેવું:** પાણીને ઉકાળવામાં અને પછી ઠંડુ થવામાં સમય લાગે છે, જે અસુવિધાજનક હોઈ શકે છે, ખાસ કરીને ક્ટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં.
- **ઊર્જાની જરૂર પડે છે:** ઉકાળવા માટે ગરમીના સ્રોતની જરૂર પડે છે, જેનો અર્થ છે કે ઊર્જા ખર્ચ થાય છે. વીજળી અથવા બળતણ ઉપલબ્ધ ન હોય તેવા વિસ્તારોમાં, ઉકાળવું મુશ્કેલ હોઈ શકે છે.
- **બધા પ્રદૂષકોને દૂર કરતું નથી:** ઉકાળવું એ ભારે ધાતુઓ, નાઈટ્રેટ્સ, જેતુનાશકો અને અન્ય રસાયણો જેવા દ્રાવ્ય પ્રદૂષકોને દૂર કરતું નથી.
- **સ્વાદ બદલાઈ શકે છે:** ઉકાળવાથી પાણીનો સ્વાદ બદલાઈ શકે છે, જે કેટલાક લોકોને અપ્રિય લાગે છે.
- **શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી:** ઉકાળેલા પાણીમાં કોઈ શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ નથી, જેનો અર્થ છે કે તે સંગ્રહ દરમિયાન ફરીથી દૂષિત થઈ શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

ઉકાળવું એ પાણી શુદ્ધ કરવાની એક અસરકારક અને સરળ પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ઘરે, મુસાફરી દરમિયાન અથવા ક્ટોકટીની પરિસ્થિતિઓમાં થઈ શકે છે. ઉકાળવાના ઘણા ફાયદા છે, જેમાં મોટાભાગના

હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને મારવાની ક્ષમતા, સરળતા, ઓછી કિંમત અને કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ ન કરવાનો સમાવેશ થાય છે. જોકે, ઉકાળવાના કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે, જેમ કે સમય માંગી લેવું, ઊર્જાની જરૂરિયાત, બધા પ્રદૂષકોને દૂર ન કરવા, સ્વાદ બદલવો અને શેષ જીવાણુનાશક શક્તિનો અભાવ. ઉકાળવાનો ઉપયોગ કરવો કે નહીં તેનો નિર્ણય પાણીની ગુણવત્તા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને વ્યક્તિગત પરિસ્થિતિ પર આધારિત છે.

8.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે જળ શુદ્ધિકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો, જેનો ઉદ્દેશ્ય પાણીને પીવાલાયક અને અન્ય ઉપયોગો માટે સુરક્ષિત બનાવવાનો છે. આપણે ખાસ કરીને કીટાણુશોધન પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું, જે પ્રક્રિયા પાણીમાં રહેલા હાનિકારક સુક્ષ્મજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓને નિષ્ક્રિય કરે છે, જે પાણીજન્ય રોગો ફેલાવી શકે છે.

આપણે શરૂઆતમાં ક્લોરીનેશન વિશે ચર્ચા કરી, જે પાણી શુદ્ધિકરણની સૌથી સામાન્ય અને વ્યાપક રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે. આપણે શીખ્યા કે ક્લોરીનેશન કેવી રીતે કાર્ય કરે છે, ક્લોરિનના વિવિધ પ્રકારો, તેના ફાયદા અને ગેરફાયદા, અને તેનો ઉપયોગ ક્યાં થાય છે. ક્લોરીનેશન અસરકારક અને સસ્તું હોવા છતાં, તે પાણીમાં સ્વાદ અને ગંધ લાવી શકે છે અને હાનિકારક આડપેદાશો બનાવી શકે છે.

ત્યારબાદ, આપણે ઓઝોનેશનનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં ઓઝોન ગેસનો ઉપયોગ શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ તરીકે થાય છે. ઓઝોનેશન ક્લોરીનેશન કરતાં વધુ ખર્ચાળ હોવા છતાં, તે સ્વાદ અને ગંધની સમસ્યાઓનું કારણ નથી બનતું અને ઓછા હાનિકારક આડપેદાશો બનાવે છે. આપણે ઓઝોનેશન પ્રક્રિયા, તેના ફાયદા અને ગેરફાયદા, અને તેના વિવિધ કાર્યક્રમો વિશે શીખ્યા.

આગળ, આપણે અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) ઉપચાર પર ધ્યાન આપ્યું, જે પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે UV પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે. આપણે UV પ્રકાશ કેવી રીતે સુક્ષ્મજીવોના DNA ને નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે તે શીખ્યા. UV ઉપચારના ફાયદાઓમાં રસાયણોનો ઉપયોગ ન થવો, અસરકારક નિષ્ક્રિયકરણ અને ઓછી જાળવણી શામેલ છે. જોકે, UV ઉપચાર માટે પૂર્વ-ગાળણની જરૂર પડે છે અને તે ફક્ત પારદર્શક પાણીમાં જ અસરકારક છે.

આપણે ઉકાળવાની પ્રક્રિયાનો પણ અભ્યાસ કર્યો, જે પાણીને શુદ્ધ કરવાની સૌથી જૂની અને સરળ પદ્ધતિ છે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે ઉકાળવું એ મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને મારી નાખે છે અને તે ઘરગથ્થુ ઉપયોગ, પ્રવાસ અને કટોકટીની પરિસ્થિતિઓ માટે યોગ્ય છે. ઉકાળવાના ફાયદાઓમાં તેની સરળતા, ઓછી કિંમત અને રસાયણોનો ઉપયોગ ન કરવાનો સમાવેશ થાય છે. ગેરફાયદામાં સમયનો વપરાશ, ઊર્જાની જરૂરિયાત અને સ્વાદમાં ફેરફાર શામેલ છે.

છેલ્લે, આપણે અન્ય કીટાણુશોધન પદ્ધતિઓનો ટૂંકો પરિચય મેળવ્યો, જેમાં સૌર કીટાણુશોધન (SODIS), ચાંદીના આયનો, પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ, આયોડિન, ગાળણ, રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO) અને ડાયાટોમેસિયસ અર્થ ફિલ્ટરેશનનો સમાવેશ થાય છે. આપણે દરેક પદ્ધતિના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો, ઉદાહરણો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનો અભ્યાસ કર્યો.

આ પ્રકરણના અંતે, આપણે શીખ્યા કે પાણી શુદ્ધિકરણ માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, દરેકના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા છે. યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી પાણીની ગુણવત્તા, પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને સાંદ્રતા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો, ખર્ચ અને વ્યક્તિગત જરૂરિયાતો જેવા ઘણા પરિબલો પર આધારિત છે. ઘણી

પરિસ્થિતિઓમાં, મહત્તમ અસરકારકતા અને સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરવા માટે ઘણી પદ્ધતિઓનું સંયોજન જરૂરી હોઈ શકે છે.

આ પ્રકરણ, "જળ ઉપચાર - કીટાણુશોધન", જળ શુદ્ધિકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓનો પરિચય આપે છે જે પાણીને પીવાલાયક અને અન્ય ઉપયોગો માટે સુરક્ષિત બનાવે છે. આ પ્રકરણમાં મુખ્યત્વે કીટાણુશોધન પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવામાં આવ્યું છે, જે એક આવશ્યક પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાં રહેલા હાનિકારક સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરે છે. આ સુક્ષ્મજીવોમાં બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પરોપજીવીઓ શામેલ હોઈ શકે છે જે ગંભીર પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે.

આ પ્રકરણમાં પાંચ મુખ્ય કીટાણુશોધન પદ્ધતિઓનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે: ક્લોરીનેશન, ઓઝોનેશન, પારજાંબલી (UV) ઉપચાર, ઉકાળવું, અને અન્ય કેટલીક પદ્ધતિઓ. દરેક પદ્ધતિનું વિગતવાર વર્ણન કરવામાં આવ્યું છે, જેમાં તેના કાર્યકારી સિદ્ધાંત, ફાયદા, ગેરફાયદા અને ઉપયોગો શામેલ છે.

ક્લોરીનેશન, સૌથી સામાન્ય પદ્ધતિ, પાણીમાં ક્લોરિન ઉમેરીને સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરે છે. ઓઝોનેશન ઓઝોન ગેસનો ઉપયોગ કરે છે, જે એક શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ છે. UV ઉપચાર સુક્ષ્મજીવોના DNA ને નુકસાન પહોંચાડવા માટે પારજાંબલી પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે. ઉકાળવું એ ગરમીનો ઉપયોગ કરીને સુક્ષ્મજીવોને મારવાની એક સરળ અને અસરકારક રીત છે. આ ઉપરાંત, પ્રકરણમાં સૌર કીટાણુશોધન, ચાંદીના આયનો, અને ગાળણ જેવી અન્ય પદ્ધતિઓનો પણ સંક્ષિપ્તમાં પરિચય આપવામાં આવ્યો છે.

આ પ્રકરણનું મહત્ત્વ એ હકીકતમાં રહેલું છે કે તે વાચકોને પાણી શુદ્ધિકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓથી પરિચિત કરાવે છે, જેનાથી તેઓ તેમના સ્વાસ્થ્યને સુધારવા અને પાણીજન્ય રોગોના જોખમને ઘટાડવા માટે યોગ્ય નિર્ણયો લઈ શકે છે. પ્રકરણ એ પણ સમજાવે છે કે યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી પાણીની ગુણવત્તા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને વ્યક્તિગત જરૂરિયાતો જેવા પરિબલો પર આધારિત છે.

8.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

1. નીચેનામાંથી કઈ પાણી શુદ્ધિકરણની રાસાયણિક પદ્ધતિ નથી?
 - (A) ક્લોરીનેશન
 - (B) ઓઝોનેશન
 - (C) અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) ઉપચાર
 - (D) ઉકાળવું
2. પાણીમાં ક્લોરિન ઉમેરવાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - (A) સ્વાદ સુધારવો
 - (B) ગંધ દૂર કરવી
 - (C) સુક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરવા
 - (D) રંગ દૂર કરવો
3. ઓઝોનેશનનો મુખ્ય ફાયદો શું છે?
 - (A) ઓછી કિંમત
 - (B) સ્વાદ અને ગંધની સમસ્યાઓનું નિવારણ
 - (C) શેષ જીવાણુનાશક શક્તિ

- (D) સરળ પ્રક્રિયા
4. કઈ પદ્ધતિમાં પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે સૂર્યપ્રકાશનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (A) ઓઝોનેશન
 - (B) SODIS
 - (C) રિવર્સ ઓસ્મોસિસ
 - (D) ક્લોરીનેશન
 5. UV ઉપચાર કયા સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે?
 - (A) સુક્ષ્મજીવોના કોષ પટલને તોડી નાખે છે
 - (B) સુક્ષ્મજીવોના DNA ને નુકસાન પહોંચાડે છે
 - (C) સુક્ષ્મજીવોને ઓક્સિડાઇઝ કરે છે
 - (D) સુક્ષ્મજીવોને ગાળણ દ્વારા દૂર કરે છે
 6. નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ પાણીમાંથી દ્રાવ્ય ક્ષારને દૂર કરવા માટે સૌથી અસરકારક છે?
 - (A) ઉકાળવું
 - (B) ક્લોરીનેશન
 - (C) રિવર્સ ઓસ્મોસિસ
 - (D) UV ઉપચાર
 7. પાણીને ઉકાળવા માટે ભલામણ કરેલ સમયગાળો કેટલો છે?
 - (A) 10 સેકન્ડ
 - (B) 1 મિનિટ
 - (C) 10 મિનિટ
 - (D) 30 મિનિટ
 8. ચાંદીના આયનોનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે શેના માટે થાય છે?
 - (A) પાણીનો રંગ દૂર કરવા
 - (B) પાણીનો સ્વાદ સુધારવા
 - (C) પાણીને જંતુમુક્ત કરવા
 - (D) પાણીમાંથી ક્ષાર દૂર કરવા
 9. કઈ પદ્ધતિમાં ડાયાટોમેસિયસ અર્થનો ઉપયોગ ફિલ્ટર માધ્યમ તરીકે થાય છે?
 - (A) રિવર્સ ઓસ્મોસિસ
 - (B) સૌર ક્રીટાઇશોધન
 - (C) ડાયાટોમેસિયસ અર્થ ફિલ્ટરેશન
 - (D) ઓઝોનેશન
 10. ક્લોરીનેશનની મુખ્ય ખામી શું છે?
 - (A) ઊંચી કિંમત
 - (B) હાનિકારક આડપેદાશોની રચના
 - (C) ઓછી અસરકારકતા
 - (D) જટિલ પ્રક્રિયા

જવાબ : 1-d, 2-c, 3-b, 4-b, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-c, 10-b

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. ક્લોરીનેશન પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
2. ઓઝોનેશનના બે ફાયદા અને બે ગેરફાયદા જણાવો.
3. UV ઉપચાર માટે પૂર્વ-ગાળણ શા માટે જરૂરી છે?
4. SODIS પદ્ધતિનો ઉપયોગ ક્યાં અને કેવી રીતે થાય છે?
5. ઉકાળવાની પ્રક્રિયાના ચાર પગલાં લખો.
6. ચાંદીના આયનો પાણીને કેવી રીતે શુદ્ધ કરે છે?
7. રિવર્સ ઓસ્મોસિસનો સિદ્ધાંત શું છે?
8. પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ વાપરતી વખતે શું સાવચેતી રાખવી જોઈએ?
9. ગાળણ પ્રક્રિયાના વિવિધ પ્રકારો કયા કયા છે?
10. આયોડિનનો ઉપયોગ કરતી વખતે કઈ બાબતોનું ધ્યાન રાખવું જોઈએ?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. ક્લોરીનેશન અને ઓઝોનેશન વચ્ચે તુલના કરો, તેમના ફાયદા, ગેરફાયદા અને ઉપયોગોને આવરી લો.
2. UV ઉપચાર પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો, તેના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓ સમજાવો, અને તેના વિવિધ કાર્યક્રમોની ચર્ચા કરો.
3. પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે ઉકાળવાની પ્રક્રિયાનું મહત્ત્વ સમજાવો. તેના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરો અને તેનો ઉપયોગ ક્યારે કરવો જોઈએ? તે ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.
4. તમે ઘરે પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે કઈ કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી શકો છો? દરેક પદ્ધતિના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરો.
5. પાણી શુદ્ધિકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી કોઈપણ ચાર વૈકલ્પિક પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો. દરેક પદ્ધતિના સિદ્ધાંત, ઉદાહરણો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓ સમજાવો.

*** **

પાણીનું નરમ પડવું (Water Softening)

9

- 9.1 પ્રસ્તાવના
- 9.2 પાણીની કઠિનતાના પ્રકારો: ઉદાહરણો સાથે સમજૂતી
- 9.3 પાણીની કઠિનતા દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ: ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા અને આયન વિનિમય
- 9.4 પાણી નરમ કરવાના ફાયદા:
- 9.5 પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટ (Water Softener Plant)
- 9.6 પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયાની મર્યાદાઓ
- 9.7 સારાંશ
- 9.8 સ્વાધ્યાય

9.1 પ્રસ્તાવના:

આપણા જીવનમાં પાણીનું મહત્વ અનન્ય અને અજોડ છે. મનુષ્ય, પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ, બધાનાં જીવન માટે પાણી અનિવાર્ય છે. પણ શું તમે જાણો છો કે બધા પાણી સરખા ગુણધર્મો ધરાવતા નથી? કેટલાક પાણીમાં ખનિજો અને ક્ષારનું પ્રમાણ ઊંચું હોય છે, જેને "કઠણ પાણી" (Hard Water) કહેવાય છે. કઠણ પાણી અનેક સમસ્યાઓ સર્જી શકે છે, જેમ કે સાબુનો બગાડ, કપડાં પર ડાઘ, નળ અને પાઈપોમાં સ્કેલિંગ, અને મશીનરીમાં ખામી.

આ સમસ્યાઓનો ઉકેલ લાવવા માટે, "પાણીનું નરમ પડવું" (Water Softening) પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે. આ પ્રક્રિયા પાણીમાં રહેલા કઠણતા પેદા કરતા ખનિજો, મુખ્યત્વે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને દૂર કરે છે. આ એકમમાં આપણે પાણીની કઠણતાના પ્રકારો, તેને દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ, પાણીના નરમ પડવાના ફાયદા, વિવિધ પ્રકારના વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ અને પાણીના નરમ પડવાની મર્યાદાઓ વિશે ઊંડાણપૂર્વક શીખીશું.

પાણીની કઠણતા:

પાણીની કઠણતા મુખ્યત્વે બે પ્રકારની હોય છે:

1. **કામચલાઉ કઠણતા (Temporary Hardness):** આ કઠણતા પાણીમાં કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના બાયકાર્બોનેટ ક્ષારની હાજરીને કારણે હોય છે. તેને ઉકાળીને દૂર કરી શકાય છે.
2. **કાયમી કઠણતા (Permanent Hardness):** આ કઠણતા પાણીમાં કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના સલ્ફેટ, ક્લોરાઇડ અને નાઇટ્રેટ ક્ષારની હાજરીને કારણે હોય છે. તેને ઉકાળીને દૂર કરી શકાતી નથી.

પાણીની કઠણતા દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ:

પાણીની કઠણતા દૂર કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી મુખ્યત્વે બે પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે:

1. **ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા (Lime-Soda Process):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં ચૂનો (કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) અને સોડા એશ (સોડિયમ કાર્બોનેટ) ઉમેરવામાં આવે છે. આ રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા, કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના દ્રાવ્ય ક્ષાર અદ્રાવ્ય ક્ષારમાં ફેરવાય છે, જે પછી ગાળણ દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે.
2. **આયન વિનિમય પ્રક્રિયા (Ion Exchange Process):** આ પ્રક્રિયામાં, ખાસ પ્રકારના રેઝિનનો ઉપયોગ થાય છે જે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને સોડિયમ આયનો સાથે બદલે છે. આ પ્રક્રિયા વધુ અસરકારક છે અને પાણીની કઠણતાને શૂન્ય સુધી ઘટાડી શકે છે.

પાણીના નરમ પડવાના ફાયદા:

પાણીના નરમ પડવાના અનેક ફાયદા છે, જેમ કે:

- **સાબુનો બગાડ ઓછો થાય છે:** નરમ પાણીમાં સાબુ સારી રીતે કામ કરે છે અને ઓછો બગાડ થાય છે.
- **કપડાં અને વાસણો સ્વચ્છ રહે છે:** નરમ પાણી વાપરવાથી કપડાં પર ડાઘ ઓછા પડે છે અને વાસણો ચમકદાર રહે છે.
- **નળ અને પાઈપોમાં સ્કેલિંગ ઓછું થાય છે:** નરમ પાણી વાપરવાથી નળ અને પાઈપોમાં સ્કેલિંગ ઓછું થાય છે, જેના કારણે તેમનું આયુષ્ય વધે છે.
- **પાણી ગરમ કરવા માટે ઓછી ઊર્જા વપરાય છે:** નરમ પાણીમાં સ્કેલિંગ ઓછું થવાથી, પાણી ગરમ કરવા માટે ઓછી ઊર્જા વપરાય છે.

- **મશીનરીનું આયુષ્ય વધે છે:** નરમ પાણી વાપરવાથી મશીનરીમાં સ્કેલિંગ અને કાટ ઓછો લાગે છે, જેના કારણે તેમનું આયુષ્ય વધે છે.

પાણીના નરમ પડવાના પ્લાન્ટ:

પાણીના નરમ પડવાના પ્લાન્ટ વિવિધ કદ અને ક્ષમતામાં ઉપલબ્ધ છે. ઘર વપરાશ માટે નાના અને સરળ પ્લાન્ટ ઉપલબ્ધ છે, જ્યારે ઔદ્યોગિક વપરાશ માટે મોટા અને વધુ જટિલ પ્લાન્ટ જરૂરી હોય છે.

પાણીના નરમ પડવાની મર્યાદાઓ:

પાણીના નરમ પડવાના કેટલાક ગેરફાયદા પણ છે, જેમ કે:

- **ખર્ચાળ:** વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ ખરીદવા અને ચલાવવા ખર્ચાળ હોઈ શકે છે.
- **સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે:** આયન વિનિમય પ્રક્રિયા દ્વારા નરમ કરાયેલા પાણીમાં સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે, જે અમુક સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ ધરાવતા લોકો માટે નુકસાનકારક હોઈ શકે છે.
- **જાળવણી જરૂરી:** વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટને નિયમિત જાળવણીની જરૂર હોય છે.

આ એકમમાં આપણે આ બધા મુદ્દાઓ પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું અને પાણીના નરમ પડવાની પ્રક્રિયાને સંપૂર્ણ રીતે સમજીશું. આ જ્ઞાન તમને પાણીની કઠણતાની સમસ્યાને ઓળખવામાં અને યોગ્ય ઉકેલ શોધવામાં મદદ કરશે, જે તમારા ઘર અને ઉદ્યોગમાં પાણીના કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ ઉપયોગને સુનિશ્ચિત કરશે.

9.2 પાણીની કઠિનતાના પ્રકારો: ઉદાહરણો સાથે સમજૂતી:

પાણી, જે જીવનનો આધાર છે, તે ક્યારેક કઠિનતાના રૂપમાં ઘુપી સમસ્યાઓ લઈને આવે છે. પાણીની કઠિનતા એ પાણીમાં દ્રાવ્ય ખનિજો, ખાસ કરીને કેલ્શિયમ (Ca) અને મેગ્નેશિયમ (Mg) ના આયનોની હાજરીને કારણે થતી ગુણવત્તા છે. આ આયનો પાણીને સાબુ સાથે ઓછું અસરકારક બનાવે છે, કપડાં ધોવામાં મુશ્કેલી ઊભી કરે છે, નળ અને પાઈપોમાં સ્કેલિંગ (ખનિજોનો જમાવ) કરે છે, અને ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં પણ સમસ્યા ઊભી કરી શકે છે.

આપણે પાણીની કઠિનતાને મુખ્યત્વે બે પ્રકારોમાં વહેંચી શકીએ છીએ:

1. કામચલાઉ કઠિનતા (Temporary Hardness):

આ પ્રકારની કઠિનતા પાણીમાં કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) અને મેગ્નેશિયમ બાયકાર્બોનેટ ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) જેવા દ્રાવ્ય ક્ષારોની હાજરીને કારણે હોય છે. આ ક્ષારો પાણીમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO_2) ની હાજરીને કારણે બને છે. જ્યારે પાણી ભૂગર્ભમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે તે ખડકોમાં રહેલા ચૂનાના પથ્થર (CaCO_3) અને ડોલોમાઇટ ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે અને આ બાયકાર્બોનેટ ક્ષારો બનાવે છે.

ઉદાહરણ:

- **પાણી ઉકાળવું:** જ્યારે તમે કામચલાઉ કઠિનતા ધરાવતા પાણીને ઉકાળો છો, ત્યારે ગરમીને કારણે બાયકાર્બોનેટ ક્ષારોનું વિઘટન થાય છે અને તે અદ્રાવ્ય કાર્બોનેટ ક્ષાર (CaCO_3 અને MgCO_3) બનાવે છે, જે સફેદ કણો સ્વરૂપે દેખાય છે. આ કણો વાસણના તળિયે જમા થાય છે, જેને "લાઈમસ્કેલ" કહેવામાં આવે છે.



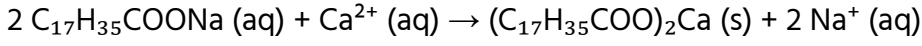
- **રોજિંદા જીવનમાં:** તમે કામચલાઉ કઠિનતાની અસર તમારા નળ, શાવરહેડ, અને પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણો (જેમ કે ગીઝર અને ઇલેક્ટ્રિક કેટલ) પર જોઈ શકો છો. અહીં સફેદ રંગનો સ્તર જમા થાય છે, જે કામચલાઉ કઠિનતાને કારણે બનેલા અદ્રાવ્ય ક્ષારો છે.

2. કાયમી કઠિનતા (Permanent Hardness):

આ પ્રકારની કઠિનતા પાણીમાં કેલ્શિયમ સલ્ફેટ (CaSO_4), મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ (MgSO_4), કેલ્શિયમ ક્લોરાઇડ (CaCl_2), અને મેગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ (MgCl_2) જેવા દ્રાવ્ય ક્ષારોની હાજરીને કારણે હોય છે. આ ક્ષારો પાણીમાં ખડકો અને માટીમાંથી ભળી જાય છે. કાયમી કઠિનતાને માત્ર પાણી ઉકાળીને દૂર કરી શકાતી નથી, કારણ કે આ ક્ષારો ગરમીથી વિઘટિત થતા નથી.

ઉદાહરણ:

- **સાબુનો ઓછો ફીણ:** કાયમી કઠિનતા ધરાવતા પાણીમાં સાબુ ઓછો ફીણ આપે છે અને ગ્રે રંગનો અવશેષ (scum) બનાવે છે. આ એટલા માટે થાય છે કે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો સાબુના અણુઓ સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે અને અદ્રાવ્ય ક્ષાર બનાવે છે, જે સાબુને બિનઅસરકારક બનાવે છે.



(સાબુ) (પાણીમાં રહેલા Ca આયનો) (અદ્રાવ્ય કેલ્શિયમ સ્ટીઅરેટ - scum)

- **ઔદ્યોગિક સમસ્યાઓ:** કાયમી કઠિનતા ઔદ્યોગિક બોઈલરમાં સમસ્યા ઊભી કરી શકે છે. બોઈલરમાં પાણી ગરમ થતાં, કાયમી કઠિનતા ધરાવતા ક્ષારો બોઈલરની અંદરની સપાટી પર જમા થાય છે, જે બોઈલરની કાર્યક્ષમતા ઘટાડે છે અને તેને નુકસાન પણ પહોંચાડી શકે છે.

પાણીની કઠિનતાનું માપન:

પાણીની કઠિનતાને સામાન્ય રીતે મિલિગ્રામ પ્રતિ લિટર (mg/L) અથવા પાર્ટ્સ પર મિલિયન (ppm) માં માપવામાં આવે છે. 1 mg/L કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ (CaCO_3) સમકક્ષ 1 ppm કઠિનતા બરાબર છે.

પાણીની કઠિનતાના સ્તરનું વર્ગીકરણ:

કઠિનતાનું સ્તર (ppm વર્ગીકરણ)

CaCO_3	લા
0-60	નરમ
61-120	મધ્યમ કઠિન
121-180	કઠિન
>180	ખૂબ કઠિન

પાણીની કઠિનતા દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ:

કામચલાઉ અને કાયમી કઠિનતા દૂર કરવા માટે અલગ અલગ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે.

- **કામચલાઉ કઠિનતા માટે:**

- **ઉકાળવું:** જેમ કે ઉપર ઉદાહરણમાં સમજાવ્યું છે, પાણી ઉકાળવાથી કામચલાઉ કઠિનતા દૂર કરી શકાય છે.
- **ચૂનો ઉમેરવો (Lime Softening):** પાણીમાં કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ઉમેરવાથી, તે બાયકાર્બોનેટ ક્ષારો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે અને અદ્રાવ્ય કાર્બોનેટ બનાવે છે, જેને ગાળણ દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.

- **કાયમી કઠિનતા માટે:**

- **આયન વિનિમય (Ion Exchange):** આ પ્રક્રિયામાં, ખાસ પ્રકારના રેઝિનનો ઉપયોગ થાય છે જેમાં સોડિયમ આયનો હોય છે. જ્યારે કઠિન પાણી રેઝિનમાંથી પસાર થાય છે,

ત્યારે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો રેઝિનમાં રહેલા સોડિયમ આયનો સાથે બદલાય છે, અને પાણી નરમ બને છે.

- **ચૂનો-સોડા પ્રક્રિયા (Lime-Soda Process):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં ચૂનો (Ca(OH)_2) અને સોડા એશ (Na_2CO_3) ઉમેરવામાં આવે છે. આ બંને રસાયણો પાણીમાં રહેલા કાયમી કઠિનતા ધરાવતા ક્ષારો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે અને અદ્રાવ્ય ક્ષાર બનાવે છે, જેને ગાળણ દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણીની કઠિનતા એ એક અગત્યની ગુણવત્તા છે જે આપણા રોજિંદા જીવન અને ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ પર નોંધપાત્ર અસર કરે છે. પાણીની કઠિનતાના પ્રકારો અને તેને દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ વિશે જ્ઞાન હોવું જરૂરી છે જેથી કરીને આપણે પાણીનો કાર્યક્ષમ અને ટકાઉ ઉપયોગ કરી શકીએ. યોગ્ય પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને, આપણે પાણીની કઠિનતાને દૂર કરી શકીએ છીએ અને તેના કારણે થતી સમસ્યાઓથી બચી શકીએ છીએ.

9.3 પાણીની કઠિનતા દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ: ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા અને આયન વિનિમય:

પાણીની કઠિનતા, જે મુખ્યત્વે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોની હાજરીને કારણે થાય છે, તે ઘરગથ્થુ અને ઔદ્યોગિક એમ બંને સ્તરે સમસ્યાઓ ઊભી કરી શકે છે. આ સમસ્યાઓને દૂર કરવા માટે પાણીને નરમ બનાવવું જરૂરી બને છે. આ લેખમાં, આપણે પાણીની કઠિનતા દૂર કરવા માટેની બે મુખ્ય પદ્ધતિઓ - ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા અને આયન વિનિમય - પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું તેમજ ઉદાહરણોનો અભ્યાસ કરીશું.

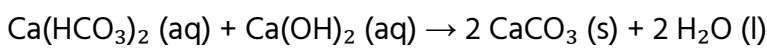
1. ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા (Lime-Soda Process):

આ પ્રક્રિયા પાણીમાંથી કાયમી અને કામચલાઉ બંને પ્રકારની કઠિનતા દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં ચૂનો (કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ - Ca(OH)_2) અને સોડા એશ (સોડિયમ કાર્બોનેટ - Na_2CO_3) ને ચોક્કસ માત્રામાં ઉમેરવામાં આવે છે. આ રસાયણો પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના દ્રાવ્ય ક્ષારો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે અને તેમને અદ્રાવ્ય ક્ષારોમાં ફેરવે છે, જે પછી ગાળણ અથવા ઠારણ (sedimentation) દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.

પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

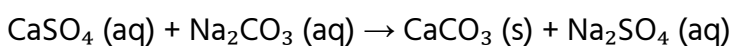
● કામચલાઉ કઠિનતા દૂર કરવી (કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ):

જ્યારે ચૂનો (Ca(OH)_2) પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે છે, ત્યારે તે કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ ($\text{Ca(HCO}_3)_2$) સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ (CaCO_3) બનાવે છે, જે અવક્ષેપિત થાય છે.



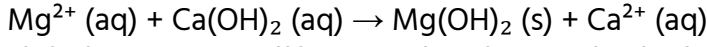
● કાયમી કઠિનતા દૂર કરવી (કેલ્શિયમ સલ્ફેટ):

કેલ્શિયમ સલ્ફેટ (CaSO_4) ને દૂર કરવા માટે, સોડા એશ (Na_2CO_3) ઉમેરવામાં આવે છે. સોડા એશ કેલ્શિયમ સલ્ફેટ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ (CaCO_3) અને દ્રાવ્ય સોડિયમ સલ્ફેટ (Na_2SO_4) બનાવે છે.

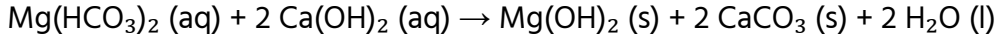


• મેગ્નેશિયમ આયનો દૂર કરવા:

મેગ્નેશિયમ આયનોને દૂર કરવા માટે, પ્રથમ ચૂનો ઉમેરીને મેગ્નેશિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ ($Mg(OH)_2$) બનાવવામાં આવે છે, જે ઓછી દ્રાવ્યતા ધરાવે છે.



જો મેગ્નેશિયમ બાયકાર્બોનેટ હાજર હોય, તો વધુ ચૂનો ઉમેરવો જરૂરી છે:



ઉદાહરણ:

ધારો કે તમારી પાસે એવું પાણી છે જેમાં કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ અને મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ બંને હાજર છે. ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા દ્વારા આ પાણીને નરમ બનાવવા માટે, તમારે નીચેના પગલાં લેવા પડશે:

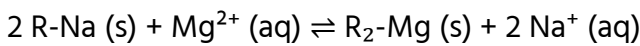
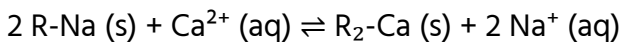
1. **ચૂનાની યોગ્ય માત્રા ઉમેરો:** પ્રથમ, તમારે પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ બાયકાર્બોનેટ અને મેગ્નેશિયમ આયનો સાથે પ્રતિક્રિયા કરવા માટે જરૂરી ચૂનાની માત્રાની ગણતરી કરવી પડશે.
2. **મિશ્રણ અને ઠારણ:** ચૂનો ઉમેર્યા પછી, પાણીને સારી રીતે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે અને પછી થોડા સમય માટે સ્થિર થવા દેવામાં આવે છે. આ સમય દરમિયાન, અદ્રાવ્ય કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ અને મેગ્નેશિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ કણો તળિયે જમા થશે.
3. **સોડા એશ ઉમેરો:** મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ સાથે પ્રતિક્રિયા કરવા અને બાકી રહેલા કોઈપણ કેલ્શિયમ આયનોને દૂર કરવા માટે ગણતરી કરેલ સોડા એશની માત્રા ઉમેરો.
4. **ફરી મિશ્રણ અને ઠારણ:** ફરીથી પાણીને મિશ્રિત કરો અને તેને સ્થિર થવા દો.
5. **ગાળણ:** અંતે, પાણીને ગાળીને અદ્રાવ્ય ક્ષારોને દૂર કરવામાં આવે છે, પરિણામે નરમ પાણી મળે છે.

2. આયન વિનિમય પ્રક્રિયા (Ion Exchange Process):

આ પ્રક્રિયામાં, ખાસ પ્રકારના રેઝિનનો ઉપયોગ થાય છે જેમાં સોડિયમ (Na^+) આયનો હોય છે. જ્યારે કઠિન પાણી આ રેઝિનમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ (Ca^{2+}) અને મેગ્નેશિયમ (Mg^{2+}) આયનો રેઝિન પર રહેલા સોડિયમ આયનો સાથે બદલાઈ જાય છે, જેના પરિણામે પાણી નરમ બને છે.

પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?

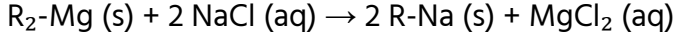
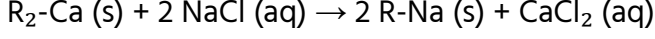
રેઝિન એ નાના ગોળાકાર મણકા જેવી રચના છે જે પોલિમરથી બનેલા હોય છે અને તેના પર કાર્યાત્મક જૂથો (functional groups) જોડાયેલા હોય છે. આ કાર્યાત્મક જૂથો પર શરૂઆતમાં સોડિયમ આયનો જોડાયેલા હોય છે. જ્યારે કઠિન પાણી રેઝિનમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો, જે સોડિયમ આયનો કરતાં કાર્યાત્મક જૂથો સાથે વધુ મજબૂત રીતે જોડાય છે, તે રેઝિન પર સોડિયમ આયનોનું સ્થાન લે છે. પરિણામે, પાણીમાંથી કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો દૂર થાય છે અને પાણીમાં સોડિયમ આયનો ભળે છે.



અહીં, R રેઝિનના કાર્યાત્મક જૂથ દર્શાવે છે.

રેઝિનનું પુનર્જીવન (Regeneration):

સમય જતાં, રેઝિન પરના બધા સોડિયમ આયનો કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો દ્વારા બદલાઈ જશે, અને રેઝિન કઠિનતા દૂર કરવાની ક્ષમતા ગુમાવશે. રેઝિનને ફરીથી કાર્યરત કરવા માટે, તેને સોડિયમ ક્લોરાઇડ ($NaCl$) ના સાંદ્ર દ્રાવણ (મીઠાનું પાણી) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન, સોડિયમ આયનો રેઝિન પર ફરીથી જોડાય છે, અને કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો પાણીમાં પાછા જાય છે.



ઉદાહરણ:

તમારા ઘરમાં પાણીની કઠિનતા દૂર કરવા માટે તમે વોટર સોફ્ટનર લગાવી શકો છો. આ વોટર સોફ્ટનરમાં આયન વિનિમય રેઝિન ભરેલું હોય છે. જ્યારે તમારા ઘરનું કઠિન પાણી આ સોફ્ટનરમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે રેઝિન કઠિનતા પેદા કરતા આયનોને દૂર કરે છે અને તમને નરમ પાણી મળે છે. સમયાંતરે, તમારે રેઝિનને મીઠાના પાણીથી રિચાર્જ કરવાની જરૂર પડશે જેથી તે અસરકારક રીતે કામ કરતું રહે.

નિષ્કર્ષ:

પાણીની કઠિનતા દૂર કરવા માટે ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા અને આયન વિનિમય પ્રક્રિયા એ બંને અસરકારક પદ્ધતિઓ છે. કઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવો તે પાણીની કઠિનતાના પ્રકાર, પાણીની ગુણવત્તા, ખર્ચ, અને જાળવણી જેવા પરિબલો પર આધાર રાખે છે. આ બંને પદ્ધતિઓ સમજીને, તમે તમારા ઘર અથવા ઉદ્યોગ માટે યોગ્ય પાણી નરમ કરવાની પદ્ધતિ પસંદ કરી શકો છો અને સ્વચ્છ, નરમ પાણીનો લાભ મેળવી શકો છો.

9.4 પાણી નરમ કરવાના ફાયદા:

પાણી નરમ કરવું (Water Softening) એ એક પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાં રહેલા કઠિનતા પેદા કરતા ખનિજો, મુખ્યત્વે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને દૂર કરે છે. કઠિન પાણી અનેક સમસ્યાઓ ઊભી કરી શકે છે, જ્યારે નરમ પાણી ઘરગથ્થુ અને ઔદ્યોગિક એમ બંને સ્તરે અનેક ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે. આ લેખમાં, આપણે પાણી નરમ કરવાના ફાયદાઓ પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું અને દરેક ફાયદાને સમજાવવા માટે ઉદાહરણો પણ આપીશું.

1. સાબુ અને ડિટર્જન્ટનો ઓછો બગાડ:

કઠિન પાણીમાં સાબુ અને ડિટર્જન્ટ ઓછું ફીણ આપે છે અને અસરકારક રીતે કામ કરી શકતા નથી. આનું કારણ એ છે કે કઠિન પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો સાબુના અણુઓ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય અવશેષ (scum) બનાવે છે, જે સાબુને બિનઅસરકારક બનાવે છે અને કપડાં અને વાસણો પર એક પાતળો સ્તર છોડી દે છે. નરમ પાણીમાં આ સમસ્યા થતી નથી, કારણ કે તેમાં કઠિનતા પેદા કરતા આયનો હોતા નથી.

ઉદાહરણ:

- **કપડાં ધોવા:** ધારો કે તમે કઠિન પાણી વાળા વિસ્તારમાં રહો છો. જ્યારે તમે કપડાં ધોવા માટે સાબુનો ઉપયોગ કરો છો, ત્યારે તમને પૂરતું ફીણ મળશે નહીં અને કપડાં સારી રીતે સાફ થશે નહીં. તમારે વધુ સાબુ વાપરવો પડશે, જેના કારણે ખર્ચ વધશે અને પાણીનો બગાડ પણ થશે. બીજી બાજુ, જો તમે નરમ પાણીનો ઉપયોગ કરો છો, તો ઓછો સાબુ વાપરવાથી પણ કપડાં સારી રીતે સાફ થશે અને ચમકદાર દેખાશે.
- **સ્નાન:** કઠિન પાણીથી સ્નાન કરતી વખતે, સાબુ ઓછો ફીણ આપશે અને તમારી ચામડી અને વાળ શુષ્ક અને ખરબચડા લાગશે. નરમ પાણીથી સ્નાન કરવાથી સાબુ સારી રીતે ફીણ આપશે અને તમારી ચામડી અને વાળ મુલાયમ અને ચમકદાર રહેશે.

2. કપડાં અને વાસણોની જાળવણી:

કઠિન પાણી કપડાં અને વાસણો પર ખનિજોનો થર જમા કરે છે, જેના કારણે કપડાંનો રંગ ઝાંખો પડી જાય છે અને વાસણો પર ડાઘ પડે છે. નરમ પાણી આ સમસ્યાને દૂર કરે છે અને કપડાં અને વાસણોને લાંબા સમય સુધી નવા જેવા રાખવામાં મદદ કરે છે.

ઉદાહરણ:

- **સફેદ કપડાં:** કઠિન પાણીમાં વારંવાર ધોવાથી સફેદ કપડાં પીળાશ પડતા થઈ જાય છે અને તેનો ચમક ગુમાવી દે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી સફેદ કપડાં લાંબા સમય સુધી સફેદ અને ચમકદાર રહે છે.
- **કાચના વાસણો:** કઠિન પાણી વાપરવાથી કાચના વાસણો પર સફેદ ડાઘ પડી જાય છે, જે તેને નિસ્તેજ બનાવે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી કાચના વાસણો ચમકદાર રહે છે અને તેના પર ડાઘ પડતા નથી.

3. નળ અને પાઈપોમાં સ્કેલિંગ ઓછું થાય છે:

કઠિન પાણી નળ, શાવરહેડ અને પાઈપોમાં ખનિજોનો થર (સ્કેલિંગ) જમા કરે છે, જેના કારણે પાણીનો પ્રવાહ ઘટી જાય છે અને ઉપકરણોને નુકસાન પહોંચે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી સ્કેલિંગ ઓછું થાય છે, જે નળ અને પાઈપોનું આયુષ્ય વધારે છે અને સમારકામનો ખર્ચ ઘટાડે છે.

ઉદાહરણ:

- **શાવરહેડ:** કઠિન પાણી વાળા વિસ્તારમાં, શાવરહેડમાં ઝડપથી સ્કેલિંગ થાય છે, જેના કારણે પાણીનો પ્રવાહ ઓછો થઈ જાય છે અને પાણી બધી દિશામાં ફેલાવા લાગે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી શાવરહેડ લાંબા સમય સુધી સાફ રહે છે અને પાણીનો પ્રવાહ સારો રહે છે.
- **પાણીના પાઈપો:** કઠિન પાણીના સતત ઉપયોગથી પાઈપોની અંદર સ્કેલિંગ થાય છે, જેના કારણે પાઈપ સાંકડા થઈ જાય છે અને પાણીનું દબાણ ઘટી જાય છે. નરમ પાણી વાપરવાથી પાઈપો સાફ રહે છે અને પાણીનું દબાણ જળવાઈ રહે છે.

4. પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણોની કાર્યક્ષમતામાં વધારો:

કઠિન પાણી ગીઝર, વોટર હીટર અને અન્ય પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણોમાં સ્કેલિંગનું કારણ બને છે, જે તેમની કાર્યક્ષમતા ઘટાડે છે અને ઊર્જાનો વધુ વપરાશ કરે છે. નરમ પાણી આ ઉપકરણોને સ્કેલિંગથી મુક્ત રાખે છે અને તેમની કાર્યક્ષમતા જાળવી રાખે છે, જેના પરિણામે ઊર્જાની બચત થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ગીઝર:** કઠિન પાણી વાપરવાથી ગીઝરના હીટિંગ એલિમેન્ટ પર સ્કેલિંગ થાય છે, જેના કારણે પાણી ગરમ થવામાં વધુ સમય લાગે છે અને વીજળીનો વધુ વપરાશ થાય છે. નરમ પાણી વાપરવાથી ગીઝર ઝડપથી પાણી ગરમ કરે છે અને વીજળીની બચત થાય છે.
- **વોશિંગ મશીન:** કઠિન પાણી વોશિંગ મશીનના ડ્રમ અને હીટિંગ એલિમેન્ટ પર સ્કેલિંગ કરે છે, જે મશીનની કાર્યક્ષમતા ઘટાડે છે અને તેના આયુષ્યને પણ અસર કરે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી વોશિંગ મશીન લાંબા સમય સુધી સારી રીતે કામ કરે છે.

5. ચામડી અને વાળ માટે ફાયદાકારક:

કઠિન પાણી ચામડી અને વાળને શુષ્ક અને ખરબચડા બનાવી શકે છે. નરમ પાણી ચામડી અને વાળને મુલાયમ અને સ્વસ્થ રાખવામાં મદદ કરે છે.

ઉદાહરણ:

- **ખીલ:** કઠિન પાણી ચામડીના છિદ્રોને બંધ કરી શકે છે, જેના કારણે ખીલ થવાની સંભાવના વધી જાય છે. નરમ પાણી ચામડીને સારી રીતે સાફ કરે છે અને ખીલની સમસ્યા ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.
- **વાળ ખરવા:** કઠિન પાણી વાળને શુષ્ક અને બરડ બનાવી શકે છે, જેના કારણે વાળ ખરવાની સમસ્યા વધી શકે છે. નરમ પાણી વાળને મુલાયમ અને મજબૂત બનાવે છે અને વાળ ખરવાનું ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

6. ઔદ્યોગિક ફાયદા:

નરમ પાણીનો ઉપયોગ ઉદ્યોગોમાં પણ અનેક ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે. તે બોઈલર, ઠંડક પ્રણાલીઓ અને અન્ય ઔદ્યોગિક ઉપકરણોમાં સ્કેલિંગ ઘટાડે છે, તેમની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે અને જાળવણી ખર્ચ ઘટાડે છે.

ઉદાહરણ:

- **બોઈલર:** ઔદ્યોગિક બોઈલરમાં કઠિન પાણી વાપરવાથી સ્કેલિંગ થાય છે, જે બોઈલરની કાર્યક્ષમતા ઘટાડે છે અને બળતણનો વધુ વપરાશ કરે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી બોઈલરની કાર્યક્ષમતા જળવાઈ રહે છે અને બળતણની બચત થાય છે.
- **કાપડ ઉદ્યોગ:** કાપડ ઉદ્યોગમાં નરમ પાણીનો ઉપયોગ કરવાથી કાપડનો રંગ અને ગુણવત્તા સુધરે છે અને ઉત્પાદન પ્રક્રિયામાં કાર્યક્ષમતા વધે છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણી નરમ કરવાના અનેક ફાયદા છે જે આપણાં રોજિંદા જીવન અને ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ પર સકારાત્મક અસર કરે છે. નરમ પાણી વાપરવાથી સાબુ અને ડિટર્જન્ટનો ઓછો બગાડ થાય છે, કપડાં અને વાસણોની જાળવણી સારી રીતે થાય છે, નળ અને પાઈપોનું આયુષ્ય વધે છે, પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણોની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો થાય છે, ચામડી અને વાળ સ્વસ્થ રહે છે, અને ઔદ્યોગિક ઉપકરણોનું પ્રદર્શન સુધરે છે. આ બધા ફાયદાઓને ધ્યાનમાં લેતા, પાણી નરમ કરવું એ એક સમજદાર અને ફાયદાકારક રોકાણ સાબિત થઈ શકે છે.

9.5 પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટ (Water Softener Plant):

પાણી નરમ કરવાનો પ્લાન્ટ એ એક એવી પ્રણાલી છે જે પાણીમાંથી કઠિનતા પેદા કરતા ખનિજો, મુખ્યત્વે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને દૂર કરીને તેને નરમ બનાવે છે. આ પ્લાન્ટ ઘરગથ્થુ, વ્યાપારી અને ઔદ્યોગિક એમ વિવિધ સ્તરે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે. આ લેખમાં, આપણે પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટના પ્રકારો, કાર્યપદ્ધતિ, અને ફાયદાઓ પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું અને દરેક મુદ્દાને સમજાવવા માટે ઉદાહરણો પણ આપીશું.

પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટના પ્રકારો:

પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટ મુખ્યત્વે બે પ્રકારના હોય છે:

1. આયન વિનિમય પ્લાન્ટ (Ion Exchange Water Softener):

આ સૌથી સામાન્ય પ્રકારનો વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ છે. તે આયન વિનિમય પ્રક્રિયાના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે જેમાં ખાસ પ્રકારના રેઝિનનો ઉપયોગ થાય છે. આ રેઝિન શરૂઆતમાં સોડિયમ (Na^+) આયનોથી ભરેલા હોય છે. જ્યારે કઠિન પાણી રેઝિનમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ (Ca^{2+}) અને મેગ્નેશિયમ (Mg^{2+}) આયનો રેઝિન પર રહેલા સોડિયમ આયનો સાથે બદલાઈ જાય છે, જેના પરિણામે પાણી નરમ બને છે.

કાર્યપદ્ધતિ:

આયન વિનિમય પ્લાન્ટમાં નીચેના મુખ્ય ભાગો હોય છે:

- **રેઝિન ટાંકી (Resin Tank):** આ ટાંકીમાં આયન વિનિમય રેઝિન ભરેલું હોય છે.
- **બ્રાઇન ટાંકી (Brine Tank):** આ ટાંકીમાં મીઠાનું પાણી (સોડિયમ ક્લોરાઇડનું સાંદ્ર દ્રાવણ) હોય છે, જેનો ઉપયોગ રેઝિનને રિચાર્જ (પુનર્જીવિત) કરવા માટે થાય છે.
- **કંટ્રોલ વાલ્વ (Control Valve):** આ વાલ્વ પાણીના પ્રવાહને નિયંત્રિત કરે છે અને પ્લાન્ટના વિવિધ તબક્કાઓનું સંચાલન કરે છે.

પ્લાન્ટ નીચે મુજબ કાર્ય કરે છે:

1. **સેવા ચક્ર (Service Cycle):** જ્યારે પ્લાન્ટ સેવામાં હોય છે, ત્યારે કઠિન પાણી રેઝિન ટાંકીમાં પ્રવેશે છે. રેઝિનમાંથી પસાર થતાં, કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો રેઝિન પર શોષાય છે અને સોડિયમ આયનો પાણીમાં ભળે છે. નરમ પાણી પછી ઘર અથવા ઉદ્યોગમાં ઉપયોગ માટે બહાર નીકળે છે.
2. **પુનર્જીવન ચક્ર (Regeneration Cycle):** સમય જતાં, રેઝિન પરના બધા સોડિયમ આયનો કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો દ્વારા બદલાઈ જશે. રેઝિનને ફરીથી કાર્યરત કરવા માટે, તેને પુનર્જીવિત કરવાની જરૂર છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન, બ્રાઇન ટાંકીમાંથી મીઠાનું પાણી રેઝિન ટાંકીમાં પ્રવેશે છે. સોડિયમ આયનો રેઝિન પર ફરીથી જોડાય છે અને કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો પાણીમાં પાછા જાય છે, જે પછી ગટરમાં નિકાલ કરવામાં આવે છે.
3. **રિન્સ ચક્ર (Rinse Cycle):** પુનર્જીવન પછી, રેઝિન ટાંકીને તાજા પાણીથી ધોવામાં આવે છે જેથી બાકી રહેલા મીઠાના પાણીને દૂર કરી શકાય.

ઉદાહરણ:

તમારા ઘરમાં એક આયન વિનિમય વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ લગાવેલો છે. જ્યારે તમે નળ ચાલુ કરો છો, ત્યારે કઠિન પાણી પ્લાન્ટમાં પ્રવેશે છે અને રેઝિન ટાંકીમાંથી પસાર થાય છે. રેઝિન કઠિનતા પેદા કરતા આયનોને દૂર કરે છે અને તમને નરમ પાણી મળે છે. રાત્રે, જ્યારે પાણીનો ઉપયોગ ઓછો હોય છે, ત્યારે પ્લાન્ટ આપમેળે પુનર્જીવન ચક્ર શરૂ કરે છે અને રેઝિનને રિચાર્જ કરે છે, જેથી તે બીજા દિવસ માટે તૈયાર રહે.

2. મીઠા વગરના વોટર સોફ્ટનર (Salt-Free Water Softener):

આ પ્લાન્ટ આયન વિનિમયને બદલે ભૌતિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને પાણીની કઠિનતાને ઘટાડે છે. તે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને દૂર કરતા નથી, પરંતુ તેમને સ્ફટિકોમાં ફેરવે છે જે પાઈપો અને ઉપકરણો પર ચોંટતા નથી.

કાર્યપદ્ધતિ:

મીઠા વગરના વોટર સોફ્ટનર વિવિધ તકનીકોનો ઉપયોગ કરી શકે છે, જેમ કે:

- **ટેમ્પલેટ આસિસ્ટેડ ક્રિસ્ટલાઇઝેશન (TAC):** આ તકનીકમાં, ખાસ પ્રકારના મીડિયાનો ઉપયોગ થાય છે જે કેલ્સિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને નેનોસ્કેલ ક્રિસ્ટલમાં ફેરવે છે. આ ક્રિસ્ટલ પાણીમાં સ્થગિત રહે છે અને સપાટી પર ચોંટતા નથી.
- **ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક વોટર કન્ડિશનિંગ:** આ તકનીકમાં, ચુંબકીય ક્ષેત્રનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાં ખનિજોની રચનાને બદલવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ:

તમે તમારા ઘરમાં TAC ટેકનોલોજી ધરાવતો મીઠા વગરનો વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ લગાવી શકો છો. આ પ્લાન્ટ પાણીમાં રહેલા ખનિજોને સ્ફટિકોમાં ફેરવશે, જે પાઈપો અને ઉપકરણો પર સ્કેલિંગ ઘટાડશે.

પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટના ફાયદા:

- **સાબુ અને ડિટર્જન્ટનો ઓછો બગાડ:** નરમ પાણી વાપરવાથી સાબુ અને ડિટર્જન્ટનો ઓછો બગાડ થાય છે, જેના પરિણામે પૈસાની બચત થાય છે.
- **કપડાં અને વાસણોની સારી જાળવણી:** નરમ પાણી કપડાં અને વાસણોને લાંબા સમય સુધી નવા જેવા રાખવામાં મદદ કરે છે.
- **નળ અને પાઈપોનું લાંબુ આયુષ્ય:** નરમ પાણી વાપરવાથી નળ અને પાઈપોમાં સ્કેલિંગ ઓછું થાય છે, જેના કારણે તેમનું આયુષ્ય વધે છે.
- **પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણોની કાર્યક્ષમતામાં વધારો:** નરમ પાણી ગીઝર અને વોટર હીટર જેવા ઉપકરણોની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે અને ઊર્જાની બચત કરે છે.
- **ચામડી અને વાળ માટે ફાયદાકારક:** નરમ પાણી ચામડી અને વાળને મુલાયમ અને સ્વસ્થ રાખવામાં મદદ કરે છે.
- **ઔદ્યોગિક ઉપયોગમાં ફાયદાકારક:** ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં નરમ પાણી વાપરવાથી ઉત્પાદનની ગુણવત્તા અને કાર્યક્ષમતામાં સુધારો થાય છે.

પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટની જાળવણી:

પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવા માટે નિયમિત જાળવણીની જરૂર હોય છે. આયન વિનિમય પ્લાન્ટમાં, સમયાંતરે બ્રાઈન ટાંકીમાં મીઠું ઉમેરવાની અને રેઝિનને બદલવાની જરૂર પડી શકે છે. મીઠા વગરના પ્લાન્ટને પણ સમયાંતરે સફાઈ અને જાળવણીની જરૂર પડી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટ એ ઘરગથ્થુ અને ઔદ્યોગિક બંને સ્તરે પાણીની કઠિનતાને દૂર કરવા માટે એક અસરકારક ઉપાય છે. યોગ્ય પ્લાન્ટની પસંદગી અને નિયમિત જાળવણી દ્વારા, તમે નરમ પાણીના અનેક ફાયદાઓનો આનંદ માણી શકો છો અને તમારા ઘર અને ઉપકરણોને લાંબા સમય સુધી સારી સ્થિતિમાં રાખી શકો છો. તમારી જરૂરિયાતો અને પાણીની ગુણવત્તાના આધારે યોગ્ય પ્લાન્ટ પસંદ કરવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી હિતાવહ છે.

9.6 પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયાની મર્યાદાઓ :

પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયા, ખાસ કરીને આયન વિનિમય પદ્ધતિ, અનેક ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે, પરંતુ તેની કેટલીક મર્યાદાઓ પણ છે જેને ધ્યાનમાં લેવી જરૂરી છે. આ લેખમાં, આપણે પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયાની મુખ્ય મર્યાદાઓ પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું અને દરેક મર્યાદાને સમજાવવા માટે ઉદાહરણો પણ આપીશું.

1. સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે:

આયન વિનિમય પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને સોડિયમ આયનો સાથે બદલવામાં આવે છે. પરિણામે, નરમ કરેલા પાણીમાં સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે. આ વધેલું સોડિયમનું પ્રમાણ અમુક વ્યક્તિઓ માટે સ્વાસ્થ્યની દૃષ્ટિએ ચિંતાજનક બની શકે છે, ખાસ કરીને જેમને હાઈ બ્લડપ્રેશર અથવા કિડનીની સમસ્યા હોય.

ઉદાહરણ:

- **હાઈ બ્લડપ્રેશર:** ધારો કે કોઈ વ્યક્તિને હાઈ બ્લડપ્રેશરની સમસ્યા છે અને ડૉક્ટરે તેમને તેમના આહારમાં સોડિયમનું પ્રમાણ ઓછું કરવાની સલાહ આપી છે. જો આ વ્યક્તિ આયન વિનિમય વોટર સોફ્ટનરમાંથી નરમ કરેલું પાણી પીવે છે, તો તેમના શરીરમાં સોડિયમનું પ્રમાણ વધી શકે છે, જે તેમના બ્લડપ્રેશરને નકારાત્મક રીતે અસર કરી શકે છે.
- **શિશુઓ:** શિશુઓ માટે ખોરાક તૈયાર કરવા માટે નરમ કરેલા પાણીનો ઉપયોગ કરવાની ભલામણ કરવામાં આવતી નથી, કારણ કે તેમાં સોડિયમનું પ્રમાણ શિશુઓ માટે ખૂબ વધારે હોઈ શકે છે.

2. જરૂરી ખનિજો દૂર થાય છે:

આયન વિનિમય પ્રક્રિયા માત્ર કઠિનતા પેદા કરતા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને જ નહીં, પરંતુ પાણીમાં રહેલા અન્ય ફાયટોકેમિકલ ખનિજોને પણ દૂર કરી શકે છે. કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ હાડકાં અને દાંતના સ્વાસ્થ્ય માટે મહત્વનાં છે અને તેમની ઉણપ સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ તરફ દોરી શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **હાડકાંની નબળાઈ:** લાંબા સમય સુધી માત્ર નરમ કરેલું પાણી પીવાથી, શરીરમાં કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમની ઉણપ થઈ શકે છે, જેના પરિણામે હાડકાં નબળા પડી શકે છે અને ઓસ્ટીયોપોરોસીસ થવાનું જોખમ વધી શકે છે.
- **પાણીનો સ્વાદ:** કેટલાક લોકોને નરમ કરેલા પાણીનો સ્વાદ ગમતો નથી કારણ કે તેમાં ખનિજોની ઉણપ હોય છે.

3. ખર્ચાળ:

વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ ખરીદવો અને તેને ઇન્સ્ટોલ કરાવવો ખર્ચાળ હોઈ શકે છે. વધુમાં, આયન વિનિમય પ્લાન્ટને ચલાવવા માટે નિયમિતપણે મીઠાની જરૂર પડે છે, જે વધારાનો ખર્ચ ઉમેરે છે. રેઝિનને પણ સમયાંતરે બદલવાની જરૂર પડે છે, જે પણ ખર્ચાળ હોઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **પ્લાન્ટની કિંમત:** એક સારા આયન વિનિમય વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટની કિંમત ₹15,000 થી ₹50,000 કે તેથી વધુ હોઈ શકે છે.
- **મીઠાનો ખર્ચ:** તમારે દર મહિને પ્લાન્ટમાં મીઠું ઉમેરવાની જરૂર પડશે, જેનો ખર્ચ ₹200 થી ₹500 પ્રતિ મહિનો થઈ શકે છે.

4. જાળવણીની જરૂરિયાત:

વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટને યોગ્ય રીતે કાર્ય કરવા માટે નિયમિત જાળવણીની જરૂર હોય છે. આયન વિનિમય પ્લાન્ટમાં, બ્રાઈન ટાંકીને નિયમિતપણે સાફ કરવાની અને મીઠું ઉમેરવાની જરૂર પડે છે. રેઝિનને પણ સમયાંતરે તપાસવાની અને બદલવાની જરૂર પડી શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **બ્રાઈન ટાંકીની સફાઈ:** જો તમે બ્રાઈન ટાંકીને નિયમિતપણે સાફ નહીં કરો, તો તેમાં બેક્ટેરિયા અને ફૂગ ઉગી શકે છે, જે પાણીની ગુણવત્તાને અસર કરી શકે છે.

- **રેઝિન બદલવું:** રેઝિનની આવરદા સામાન્ય રીતે 5-10 વર્ષની હોય છે, ત્યારબાદ તેને બદલવાની જરૂર પડે છે.

5. પર્યાવરણીય અસર:

આયન વિનિમય પ્લાન્ટના પુનર્જીવન ચક્ર દરમિયાન, મોટી માત્રામાં ખારા પાણીનો નિકાલ કરવામાં આવે છે, જેમાં કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડનું ઊંચું પ્રમાણ હોય છે. આ ખારું પાણી પર્યાવરણ માટે નુકસાનકારક હોઈ શકે છે, ખાસ કરીને જો તેને યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવામાં ન આવે તો.

ઉદાહરણ:

- **જળપ્રદૂષણ:** જો ખારા પાણીને સીધું જ નદીઓ અથવા તળાવોમાં છોડવામાં આવે, તો તે જળપ્રદૂષણનું કારણ બની શકે છે અને જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.
- **જમીનનું ક્ષારીકરણ:** જો ખારા પાણીને જમીન પર છોડવામાં આવે, તો તે જમીનનું ક્ષારીકરણ કરી શકે છે, જેનાથી જમીનની ફળદ્રુપતા ઘટી શકે છે.

6. બધા પ્રકારની અશુદ્ધિઓ દૂર કરતું નથી:

વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ માત્ર કઠિનતા પેદા કરતા ખનિજોને દૂર કરે છે. તે પાણીમાં રહેલા અન્ય પ્રદૂષકો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ક્લોરિન, ભારે ધાતુઓ, અને જંતુનાશકોને દૂર કરતું નથી.

ઉદાહરણ:

- **પાણીજન્ય રોગો:** જો તમારા પાણીમાં બેક્ટેરિયા અથવા વાયરસ હાજર હોય, તો વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ તેમને દૂર કરશે નહીં, અને તમારે પાણીજન્ય રોગો થવાનું જોખમ રહેશે.
- **ક્લોરિનનો સ્વાદ:** જો તમારા પાણીમાં ક્લોરિન ઉમેરવામાં આવે છે, તો વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ ક્લોરિનનો સ્વાદ અને ગંધ દૂર કરશે નહીં.

7. કાટમાં વધારો કરી શકે છે:

કેટલાક કિસ્સાઓમાં, નરમ કરેલું પાણી પાઈપો અને ઉપકરણોમાં કાટ વધારી શકે છે. આનું કારણ એ છે કે કઠિન પાણીમાં રહેલા ખનિજો ઘણીવાર પાઈપોની અંદર એક રક્ષણાત્મક સ્તર બનાવે છે જે કાટને રોકવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે આ ખનિજોને દૂર કરવામાં આવે છે, ત્યારે પાઈપો કાટ માટે વધુ સંવેદનશીલ બની શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **તાંબાના પાઈપ:** નરમ કરેલું પાણી તાંબાના પાઈપમાં કાટનું કારણ બની શકે છે, જેના પરિણામે પાણીમાં તાંબાનું પ્રમાણ વધી શકે છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયા અનેક ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે, પરંતુ તેની કેટલીક મર્યાદાઓ પણ છે જેને ધ્યાનમાં લેવી જરૂરી છે. પાણી નરમ કરવાનો પ્લાન્ટ ખરીદતા પહેલા, તમારે તમારા પાણીની ગુણવત્તા, તમારી જરૂરિયાતો, અને ઉપરોક્ત મર્યાદાઓનું કાળજીપૂર્વક મૂલ્યાંકન કરવું જોઈએ. યોગ્ય નિર્ણય લેવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી હિતાવહ છે. ઘણી વખત, પાણી શુદ્ધિકરણની અન્ય પદ્ધતિઓ, જેમ કે રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO) ફિલ્ટર, પાણીની ગુણવત્તા સુધારવા માટે વધુ સારો વિકલ્પ હોઈ શકે છે, ખાસ કરીને જો તમારા પાણીમાં કઠિનતા ઉપરાંત અન્ય અશુદ્ધિઓ પણ હાજર હોય.

9.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે પાણીની કઠિનતા અને પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયા (Water Softening) વિશે વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે પાણીની કઠિનતાના પ્રકારો, તેને દૂર કરવાની પદ્ધતિઓ, પાણી નરમ કરવાના ફાયદા અને તેની મર્યાદાઓ તેમજ પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટ વિશે ઊંડાણપૂર્વક સમજ્યા.

સૌ પ્રથમ, આપણે શીખ્યા કે **પાણીની કઠિનતા** એ પાણીમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોની હાજરીને કારણે ઉદ્ભવતી સમસ્યા છે. આ કઠિનતા બે પ્રકારની હોય છે: **કામચલાઉ કઠિનતા** અને **કાયમી કઠિનતા**. કામચલાઉ કઠિનતા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના બાયકાર્બોનેટ ક્ષારોને કારણે હોય છે, જેને પાણી ઉકાળીને દૂર કરી શકાય છે. કાયમી કઠિનતા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમના સલ્ફેટ, ક્લોરાઇડ અને નાઇટ્રેટ ક્ષારોને કારણે હોય છે, જેને ઉકાળીને દૂર કરી શકાતી નથી.

ત્યારબાદ, આપણે પાણીની કઠિનતા દૂર કરવા માટેની બે મુખ્ય પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો: **ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા (Lime-Soda Process)** અને **આયન વિનિમય પ્રક્રિયા (Ion Exchange Process)**. ચૂના-સોડા પ્રક્રિયામાં, પાણીમાં ચૂનો (કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ) અને સોડા એશ (સોડિયમ કાર્બોનેટ) ઉમેરવામાં આવે છે, જે કઠિનતા પેદા કરતા ક્ષારો સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય ક્ષાર બનાવે છે, જેને ગાળણ દ્વારા દૂર કરી શકાય છે. આયન વિનિમય પ્રક્રિયામાં, ખાસ પ્રકારના રેઝિનનો ઉપયોગ થાય છે જે કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોને સોડિયમ આયનો સાથે બદલે છે, જેના પરિણામે પાણી નરમ બને છે.

આગળ, આપણે **પાણી નરમ કરવાના ફાયદાઓ** વિશે શીખ્યા. નરમ પાણી વાપરવાથી સાબુ અને ડિટર્જન્ટનો ઓછો બગાડ થાય છે, કપડાં અને વાસણો સ્વચ્છ રહે છે, નળ અને પાઇપોમાં સ્કેલિંગ ઓછું થાય છે, પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણોની કાર્યક્ષમતા વધે છે, અને ચામડી અને વાળ મુલાયમ રહે છે. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રમાં પણ નરમ પાણી વાપરવાના અનેક ફાયદાઓ છે, જેમ કે બોઇલર અને ઇંડક પ્રણાલીઓમાં સ્કેલિંગ ઓછું થવું અને ઉત્પાદનની ગુણવત્તામાં સુધારો થવો.

આ પ્રકરણમાં આપણે **પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયાની મર્યાદાઓ** પણ જોઈ. આયન વિનિમય પ્રક્રિયાથી નરમ કરેલા પાણીમાં સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે, જે હાઇ બ્લડપ્રેશર અને કિડનીની સમસ્યા ધરાવતા લોકો માટે ચિંતાજનક બની શકે છે. વધુમાં, આ પ્રક્રિયા પાણીમાંથી જરૂરી ખનિજોને પણ દૂર કરી શકે છે, પ્લાન્ટ ખરીદવો અને ચલાવવો ખર્ચાળ હોઈ શકે છે, નિયમિત જાળવણીની જરૂર પડે છે, અને ખારા પાણીનો નિકાલ પર્યાવરણ માટે નુકસાનકારક હોઈ શકે છે.

9.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો (MCQ)

1. પાણીની કઠિનતા મુખ્યત્વે કયા આયનોની હાજરીને કારણે હોય છે?
 - (a) સોડિયમ અને પોટેશિયમ
 - (b) કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ
 - (c) ક્લોરાઇડ અને સલ્ફેટ
 - (d) નાઇટ્રેટ અને ફોસ્ફેટ
2. નીચેનામાંથી કઈ કઠિનતા ઉકાળીને દૂર કરી શકાય છે?
 - (a) કાયમી કઠિનતા

- (b) કામચલાઉ કઠિનતા
 (c) બંને a અને b
 (d) એક પણ નહીં
3. ચૂના-સોડા પ્રક્રિયામાં કયા રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે?
 (a) કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ અને સોડિયમ ક્લોરાઇડ
 (b) કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ અને સોડિયમ સલ્ફેટ
 (c) કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ અને સોડિયમ કાર્બોનેટ
 (d) કેલ્શિયમ સલ્ફેટ અને સોડિયમ નાઇટ્રેટ
4. આયન વિનિમય પ્રક્રિયામાં કયા આયનો બદલાય છે?
 (a) કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો સોડિયમ આયનો સાથે
 (b) સોડિયમ અને પોટેશિયમ આયનો કેલ્શિયમ આયનો સાથે
 (c) ક્લોરાઇડ અને સલ્ફેટ આયનો નાઇટ્રેટ આયનો સાથે
 (d) કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનો ક્લોરાઇડ આયનો સાથે
5. નરમ પાણી વાપરવાથી નીચેનામાંથી કયો ફાયદો **નથી** થતો?
 (a) સાબુનો ઓછો બગાડ
 (b) કપડાંનો રંગ ઝાંખો પડવો
 (c) નળ અને પાઇપોમાં સ્કેલિંગ ઓછું થવું
 (d) પાણી ગરમ કરવાના ઉપકરણોની કાર્યક્ષમતામાં વધારો
6. આયન વિનિમય પ્લાન્ટમાં રેઝિનને પુનર્જીવિત કરવા માટે શું વપરાય છે?
 (a) ચૂનાનું પાણી
 (b) સોડા એશનું દ્રાવણ
 (c) મીઠાનું પાણી
 (d) શુદ્ધ પાણી
7. નીચેનામાંથી કયું વિધાન ખોટું છે?
 (a) નરમ કરેલા પાણીમાં સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે.
 (b) નરમ કરેલું પાણી બધા પ્રકારની અશુદ્ધિઓ દૂર કરે છે.
 (c) વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટ ખરીદવો ખર્ચાળ હોઈ શકે છે.
 (d) નરમ કરેલું પાણી પાઇપોમાં કાટ વધારી શકે છે.
8. મીઠા વગરના વોટર સોફ્ટનરમાં કઈ તકનીકનો ઉપયોગ થઈ શકે છે?
 (a) ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા
 (b) આયન વિનિમય
 (c) ટેમ્પ્લેટ આસિસ્ટેડ ક્રિસ્ટલાઇઝેશન (TAC)
 (d) રિવર્સ ઓસ્મોસિસ
9. કામચલાઉ કઠિનતા ધરાવતા પાણીને ઉકાળવાથી કયો પદાર્થ બને છે?
 (a) કેલ્શિયમ સલ્ફેટ
 (b) કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ
 (c) મેગ્નેશિયમ ક્લોરાઇડ
 (d) સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ

10. નીચેનામાંથી કયું પાણી નરમ કરવાનું ગેરફાયદા છે?

- (a) કપડાં ધોવામાં સરળતા
- (b) ચામડી અને વાળનું સ્વાસ્થ્ય સુધારે છે
- (c) પાણીમાં સોડિયમનું પ્રમાણ વધે છે
- (d) સાબુ અને ડિટર્જન્ટનો ઓછો ભગાડ

જવાબ : 1-b, 2-b, 3-c, 4-a, 5-b, 6-c, 7-b, 8-c, 9-b, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. પાણીની કઠિનતા એટલે શું?
2. કામચલાઉ અને કાયમી કઠિનતા વચ્ચે શો તફાવત છે?
3. ચૂના-સોડા પ્રક્રિયાનો મુખ્ય સિદ્ધાંત શું છે?
4. આયન વિનિમય પ્રક્રિયામાં રેઝિનનું કાર્ય શું છે?
5. પાણી નરમ કરવાના કોઈપણ બે ફાયદા જણાવો.
6. પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયાની કોઈપણ બે મર્યાદાઓ જણાવો.
7. આયન વિનિમય પ્લાન્ટના મુખ્ય ભાગો કયા કયા છે?
8. રેઝિનનું પુનર્જીવન કેવી રીતે કરવામાં આવે છે?
9. મીઠા વગરના વોટર સોફ્ટનર કેવી રીતે કામ કરે છે?
10. પાણી નરમ કરવાના પ્લાન્ટની જાળવણી કેવી રીતે કરવી જોઈએ?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. પાણીની કઠિનતાના પ્રકારો સમજાવો અને દરેક પ્રકારની કઠિનતા કેવી રીતે ઉદ્ભવે છે તેનું વર્ણન કરો.
2. ચૂના-સોડા પ્રક્રિયા અને આયન વિનિમય પ્રક્રિયાની તુલના કરી, તેમના ફાયદા અને ગેરફાયદા લખો.
3. પાણી નરમ કરવાના ફાયદાઓનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને દરેક ફાયદાને સમજાવવા માટે ઉદાહરણો આપો.
4. પાણી નરમ કરવાની પ્રક્રિયાની મર્યાદાઓનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને દરેક મર્યાદાને સમજાવવા માટે ઉદાહરણો આપો.
5. આયન વિનિમય વોટર સોફ્ટનર પ્લાન્ટની કાર્યપદ્ધતિનું આકૃતિ સાથે વર્ણન કરો અને પ્લાન્ટના મુખ્ય ભાગો અને તેમના કાર્યો સમજાવો.

*** **

- 10.1 પ્રસ્તાવના
- 10.2 ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન
- 10.3 આર્સેનિક નિષ્કાસન
- 10.4 નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન
- 10.5 ભારે ધાતુઓનું નિષ્કાસન
- 10.6 અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs)
- 10.7 સારાંશ
- 10.8 સ્વાધ્યાય

10.1 પ્રસ્તાવના:

આપણા ગ્રહ પર જીવન ટકાવી રાખવા માટે સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણી આવશ્યક છે. પરંતુ, વસ્તી વધારો, ઔદ્યોગિકરણ અને કૃષિ પ્રવૃત્તિઓ જેવા પરિબળોને કારણે જળપ્રદૂષણ એક ગંભીર સમસ્યા બની ગયું છે. પ્રદૂષિત પાણીમાં ફ્લોરાઇડ, આર્સેનિક, નાઇટ્રેટ અને ભારે ધાતુઓ જેવા હાનિકારક તત્ત્વો હોઈ શકે છે, જે માનવસ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે જોખમી છે. આથી, આવા પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે વિશિષ્ટ જળ શુદ્ધિકરણ પદ્ધતિઓ વિકસાવવી અને લાગુ કરવી અત્યંત મહત્વપૂર્ણ બની ગયું છે.

યુનિટ 10 માં, આપણે આવી કેટલીક વિશિષ્ટ જળ શુદ્ધિકરણ પદ્ધતિઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું. આ યુનિટમાં ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન, આર્સેનિક નિષ્કાસન, નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન, ભારે ધાતુઓનું નિષ્કાસન અને અદ્યતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs) જેવા મહત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ આવરી લેવામાં આવશે.

પ્રથમ, આપણે ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું. ફ્લોરાઇડ, જ્યારે ઓછી માત્રામાં હોય ત્યારે દાંતના સ્વાસ્થ્ય માટે ફાયદાકારક હોય છે, પરંતુ તેની વધુ માત્રા ફ્લોરોસિસ નામની બીમારીનું કારણ બની શકે છે, જે દાંત અને હાડકાંને નુકસાન પહોંચાડે છે. આ યુનિટમાં, આપણે નલગોંડા તકનીક, સક્રિય એલ્યુમિના, આયન વિનિમય અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ જેવી ફ્લોરાઇડ દૂર કરવાની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું.

ત્યારબાદ, આપણે આર્સેનિક નિષ્કાસન પદ્ધતિઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. આર્સેનિક એક અત્યંત ઝેરી તત્ત્વ છે જે કેન્સર અને ચામડીના રોગો સહિત અનેક સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનું કારણ બની શકે છે. ઓક્સિડેશન અને અવક્ષેપન, સક્રિય કાર્બન, આયન વિનિમય અને જૈવ ઉપચાર જેવી આર્સેનિક દૂર કરવાની વિવિધ પદ્ધતિઓનો આ યુનિટમાં સમાવેશ કરવામાં આવશે.

નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન પદ્ધતિઓ પણ આ યુનિટનો મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. વધુ માત્રામાં નાઇટ્રેટ બાળકોમાં "બ્લુ બેબી સિન્ડ્રોમ" નામની ગંભીર સ્થિતિનું કારણ બની શકે છે અને જળચર જીવનને પણ નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. આયન વિનિમય, જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ જેવી નાઇટ્રેટ દૂર કરવાની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ આ યુનિટમાં કરવામાં આવશે.

ભારે ધાતુઓનું નિષ્કાસન એ એક અન્ય મહત્વપૂર્ણ મુદ્દો છે જેનો આ યુનિટમાં સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. સીસું, કેડમિયમ અને પારો જેવી ભારે ધાતુઓ માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે અત્યંત હાનિકારક હોય છે. રાસાયણિક અવક્ષેપન, સક્રિય કાર્બન, આયન વિનિમય અને ઇલેક્ટ્રોકોએગ્યુલેશન જેવી ભારે ધાતુઓ દૂર કરવાની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ આ યુનિટમાં કરવામાં આવશે.

છેલ્લે, આપણે અદ્યતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs) પર ધ્યાન આપીશું. AOPs એ શક્તિશાળી ઓક્સિડેશન એજન્ટો, જેમ કે હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ ($\bullet\text{OH}$) નો ઉપયોગ કરીને પાણીમાં હાજર કાર્બનિક પ્રદૂષકોને નષ્ટ કરવા માટેની અદ્યતન તકનીકો છે. ઓઝોન/UV, હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડ/UV અને ફેન્ટોન પ્રક્રિયા જેવી AOPs ની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ આ યુનિટમાં કરવામાં આવશે.

10.2 ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન:

પાણીમાં ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ સંતુલિત હોવું જરૂરી છે. ઓછી માત્રામાં તે દાંતના સ્વાસ્થ્ય માટે લાભકારી છે, પણ વધુ માત્રામાં તે ફ્લોરોસિસ નામની બીમારીનું કારણ બની શકે છે, જે દાંત અને હાડકાંને નુકસાન પહોંચાડે છે. તેથી, પાણીમાં ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ ભલામણ કરેલ સ્તર (સામાન્ય રીતે 0.7 થી 1.2 mg/L) થી વધુ હોય ત્યારે તેને દૂર કરવું જરૂરી બને છે.

ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી કેટલીક નીચે મુજબ છે:

1. નલગોંડા ટેકનીક (Nalgonda Technique):

આ એક સરળ અને ખર્ચ-અસરકારક પદ્ધતિ છે જેનો ઉપયોગ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પણ થઈ શકે છે. આ પદ્ધતિમાં ચૂનો (લાઇમ) અને ફટકડી (એલમ) નો ઉપયોગ કરીને ફ્લોરાઇડને અવક્ષેપિત (precipitate) કરવામાં આવે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીમાં ચૂનો અને ફટકડી ઉમેરવામાં આવે છે. ચૂનાનું પ્રમાણ પાણીની આલ્કલાઇનિટી અને ફટકડીનું પ્રમાણ ફ્લોરાઇડની સાંદ્રતા પર આધારિત હોય છે.
2. મિશ્રણને ઝડપથી ભેળવવામાં આવે છે (rapid mixing) અને પછી ધીમે ધીમે હલાવવામાં આવે છે (flocculation).
3. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન, ફ્લોરાઇડ એલ્યુમિનિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડના ગંઠાવા (flocs) સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે અને અવક્ષેપ બનાવે છે.
4. અવક્ષેપને ઠરવા દેવામાં આવે છે (sedimentation) અને પછી ગાળણ (filtration) દ્વારા પાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** ભારતના તેલંગાણા રાજ્યના નલગોંડા જિલ્લામાં આ પદ્ધતિનો સફળતાપૂર્વક ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે, જ્યાં પાણીમાં ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ ખૂબ ઊંચું હતું.

2. સક્રિય એલ્યુમિના (Activated Alumina):

સક્રિય એલ્યુમિના એ એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઇડનું એક છિદ્રાળુ સ્વરૂપ છે જે ફ્લોરાઇડને શોષી લેવા માટે ઉચ્ચ ક્ષમતા ધરાવે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીને સક્રિય એલ્યુમિનાના સ્તંભ (column) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. ફ્લોરાઇડ આયનો સક્રિય એલ્યુમિનાની સપાટી પર શોષાય છે.
3. જ્યારે સક્રિય એલ્યુમિના સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (NaOH) ના દ્રાવણથી પુનર્જીવિત (regenerate) કરી શકાય છે.

- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ફિલ્ટર અને ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં સક્રિય એલ્યુમિનાનો ઉપયોગ ફ્લોરાઇડ દૂર કરવા માટે થાય છે.

3. આયન વિનિમય (Ion Exchange):

આયન વિનિમય રેઝિન એવા પદાર્થો છે જે પાણીમાં રહેલા અનિચ્છનીય આયનોને અન્ય આયનો સાથે બદલી શકે છે. ફ્લોરાઇડ દૂર કરવા માટે, ખાસ પ્રકારના આયન વિનિમય રેઝિનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે ફ્લોરાઇડ આયનોને ક્લોરાઇડ અથવા હાઇડ્રોક્સાઇડ જેવા ઓછા હાનિકારક આયનો સાથે બદલી શકે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીને આયન વિનિમય રેઝિન ધરાવતા સ્તંભમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. ફ્લોરાઇડ આયનો રેઝિનમાં રહેલા ક્લોરાઇડ અથવા હાઇડ્રોક્સાઇડ આયનો સાથે બદલાય છે.
3. જ્યારે રેઝિન સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl)ના દ્રાવણથી પુનર્જીવિત કરી શકાય છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને કેટલાક ઘરગથ્થુ ફિલ્ટરમાં આયન વિનિમય પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

4. રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (Reverse Osmosis):

રિવર્સ ઓસ્મોસિસ એ એક ઝીણી ગાળણી (મેમ્બ્રેન) આધારિત પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાંથી ફ્લોરાઇડ સહિતના ઘણા બધા અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**

1. પાણીને ઊંચા દબાણ હેઠળ અર્ધ-પારગમ્ય ઝીણી ગાળણી (semi-permeable membrane) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. આ ઝીણી ગાળણી માત્ર પાણીના અણુઓને પસાર થવા દે છે અને ફ્લોરાઇડ સહિતના મોટા ભાગના અશુદ્ધિઓને રોકી રાખે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ પીવાના પાણીના ફિલ્ટર અને મોટા પાયે જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં રિવર્સ ઓસ્મોસિસનો ઉપયોગ થાય છે.

પદ્ધતિની પસંદગી:

ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન માટે કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ઘણા પરિબળો પર આધારિત છે, જેમાં:

- પાણીમાં ફ્લોરાઇડની શરૂઆતની સાંદ્રતા
- પાણીની અન્ય ગુણધર્મો (જેમ કે pH, આલ્કલાઇનિટી, અને અન્ય આયનોની હાજરી)
- ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને ખર્ચ
- શુદ્ધિકરણ કરેલા પાણીનો જથ્થો

નિષ્કર્ષ:

ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન એ જળ શુદ્ધિકરણનું એક મહત્વપૂર્ણ પાસું છે, ખાસ કરીને એવા વિસ્તારોમાં જ્યાં પાણીમાં કુદરતી રીતે ફ્લોરાઇડનું પ્રમાણ ઊંચું હોય. ઉપરોક્ત ચર્ચા કરેલી પદ્ધતિઓ ઉપરાંત, હાડકાના કોલસા (bone char), ત્રિકેલ્શિયમ ફોસ્ફેટ (tricalcium phosphate) અને મેગ્નેશિયમ ઓક્સાઇડ (magnesium oxide) જેવી અન્ય પદ્ધતિઓનો પણ ઉપયોગ કરી શકાય છે. યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી અને તેનો અસરકારક અમલ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે કે લોકોને પીવા માટે સુરક્ષિત અને સ્વસ્થ પાણી મળી રહે. આ પદ્ધતિઓનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી જરૂરી છે.

10.3 આર્સેનિક નિષ્કાસન:

આર્સેનિક એક કુદરતી રીતે મળી આવતું તત્વ છે જે પૃથ્વીના પોપડામાં અને ખડકો, માટી અને ભૂગર્ભજળમાં વ્યાપકપણે ફેલાયેલું છે. તે અત્યંત ઝેરી છે અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર જોખમ ઊભું કરે છે. લાંબા સમય સુધી આર્સેનિકયુક્ત પાણી પીવાથી ચામડીના રોગો, કેન્સર, નર્વસ સિસ્ટમને નુકસાન, રક્તવાહિની તંત્રને નુકસાન અને પ્રજનન સંબંધી સમસ્યાઓ થઈ શકે છે. તેથી, પીવાના પાણીમાંથી આર્સેનિક દૂર કરવું અત્યંત જરૂરી છે.

આર્સેનિક નિષ્કાસન માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી કેટલીક નીચે મુજબ છે:

1. ઓક્સિડેશન અને અવક્ષેપન (Oxidation and Precipitation):

આ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે. આર્સેનિક પાણીમાં બે સ્વરૂપોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે: આર્સેનાઇટ (As(III)) અને આર્સેનાઇટ (As(V)). આર્સેનાઇટ, આર્સેનાઇટ કરતાં વધુ દ્રાવ્ય અને દૂર કરવા માટે મુશ્કેલ હોય છે. આ પદ્ધતિમાં, સૌપ્રથમ આર્સેનાઇટને ઓક્સિડેશન દ્વારા આર્સેનાઇટમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે અને પછી આર્સેનાઇટને અવક્ષેપન દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. **ઓક્સિડેશન:** આર્સેનાઇટને આર્સેનાઇટમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટોમાં ક્લોરિન, પોટેશિયમ પરમંગેનેટ, ઓઝોન અને હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડનો સમાવેશ થાય છે.
 2. **અવક્ષેપન:** ઓક્સિડેશન પછી, આર્સેનાઇટને લોખંડ અથવા એલ્યુમિનિયમના ક્ષાર (દા.ત., ફેરિક ક્લોરાઇડ, ફેરિક સલ્ફેટ, એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ) ઉમેરીને અવક્ષેપિત કરવામાં આવે છે. આ ક્ષાર આર્સેનાઇટ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે જે પાણીમાંથી સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે.
 3. **ગાળણ:** અવક્ષેપને પછી ગાળણ (filtration) દ્વારા પાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** ઘણા જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ્સમાં આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, એક પ્લાન્ટમાં, પાણીમાં સૌપ્રથમ ક્લોરિન ઉમેરીને આર્સેનાઇટનું ઓક્સિડેશન કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ, ફેરિક ક્લોરાઇડ ઉમેરીને આર્સેનાઇટને આયર્ન આર્સેનાઇટ તરીકે અવક્ષેપિત કરવામાં આવે છે. છેલ્લે, રેતીના ગાળણ દ્વારા આ અવક્ષેપને દૂર કરવામાં આવે છે.

2. કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન (Coagulation and Flocculation):

આ પદ્ધતિ પણ ઓક્સિડેશન અને અવક્ષેપન જેવી જ છે, પરંતુ તેમાં કોગ્યુલેન્ટ અને ફ્લોક્યુલેન્ટનો ઉપયોગ અવક્ષેપને વધુ અસરકારક રીતે દૂર કરવા માટે થાય છે.

• પ્રક્રિયા:

1. **ઓક્સિડેશન:** આર્સેનાઇટનું ઓક્સિડેશન ઉપર વર્ણવ્યા મુજબ કરવામાં આવે છે.
 2. **કોગ્યુલેશન:** કોગ્યુલેન્ટ (દા.ત., ફેરિક ક્લોરાઇડ, એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ) ઉમેરવાથી નાના કણો એકબીજા સાથે જોડાઈને મોટા કણો બનાવે છે.
 3. **ફ્લોક્યુલેશન:** ફ્લોક્યુલેન્ટ (દા.ત., પોલિમર) ઉમેરવાથી આ મોટા કણો એકબીજા સાથે જોડાઈને ગંઠાવા (flocs) બનાવે છે જે સરળતાથી દૂર જાય છે.
 4. **ઠારણ અને ગાળણ:** ગંઠાવાને ઠારવા દેવામાં આવે છે (sedimentation) અને પછી ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** નાના પાયાના જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ્સ અને ઘરગથ્થુ ઉપયોગ માટે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી છે.

3. સક્રિય કાર્બન શોષણ (Activated Carbon Adsorption):

સક્રિય કાર્બન એ છિદ્રાળુ પદાર્થ છે જે તેની સપાટી પર વિવિધ અશુદ્ધિઓને શોષી શકે છે. તે આર્સેનિકને પણ શોષી શકે છે, ખાસ કરીને આર્સેનાઇટ.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીને સક્રિય કાર્બનના સ્તંભ (column) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. આર્સેનિક સક્રિય કાર્બનની સપાટી પર શોષાય છે.

3. જ્યારે સક્રિય કાર્બન સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને બદલવાની અથવા પુનર્જીવિત કરવાની જરૂર પડે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ફિલ્ટર અને નાના પાયાના જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં સક્રિય કાર્બનનો ઉપયોગ થાય છે.

4. આયન વિનિમય (Ion Exchange):

આ પદ્ધતિમાં ખાસ પ્રકારના આયન વિનિમય રેઝિનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે આર્સેનેટ આયનોને ક્લોરાઇડ જેવા ઓછા હાનિકારક આયનો સાથે બદલી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**

1. પાણીને આયન વિનિમય રેઝિન ધરાવતા સ્તંભમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. આર્સેનેટ આયનો રેઝિનમાં રહેલા ક્લોરાઇડ આયનો સાથે બદલાય છે.
3. જ્યારે રેઝિન સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl) ના દ્રાવણથી પુનર્જીવિત કરી શકાય છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં આયન વિનિમય પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.

5. મેમ્બ્રેન ટેકનોલોજી (Membrane Technology):

રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO) અને નેનોફિલ્ટ્રેશન (NF) જેવી મેમ્બ્રેન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ પણ આર્સેનિકને દૂર કરવા માટે થઈ શકે છે. આ પદ્ધતિઓમાં, પાણીને ઊંચા દબાણ હેઠળ અર્ધ-પારગમ્ય ઝીણી ગાળણી (semi-permeable membrane) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે આર્સેનિક સહિતના મોટા ભાગના અશુદ્ધિઓને રોકી રાખે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ફિલ્ટર અને મોટા પાયે જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં મેમ્બ્રેન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ થાય છે.

પદ્ધતિની પસંદગી:

આર્સેનિક નિષ્કાસન માટે કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ઘણા પરિબલો પર આધારિત છે, જેમાં:

- પાણીમાં આર્સેનિકની શરૂઆતની સાંદ્રતા અને તેનું સ્વરૂપ (As(III) or As(V))
- પાણીની અન્ય ગુણધર્મો (જેમ કે pH, અને અન્ય આયનોની હાજરી)
- ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને ખર્ચ
- શુદ્ધિકરણ કરેલા પાણીનો જથ્થો

નિષ્કર્ષ:

આર્સેનિક નિષ્કાસન એ જળ શુદ્ધિકરણનું અત્યંત મહત્વપૂર્ણ પાસું છે. ઉપર વર્ણવેલી પદ્ધતિઓ સિવાય, જૈવિક ઉપચાર (bioremediation) જેવી નવી પદ્ધતિઓ પણ વિકસાવવામાં આવી રહી છે. યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી અને તેનો અસરકારક અમલ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે કે લોકોને પીવા માટે સુરક્ષિત અને સ્વસ્થ પાણી મળી રહે. આ પદ્ધતિઓનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી જરૂરી છે. ભારતના પશ્ચિમ બંગાળ અને બાંગ્લાદેશ જેવા વિસ્તારોમાં જ્યાં ભૂગર્ભજળમાં આર્સેનિકનું પ્રમાણ ખૂબ ઊંચું છે, ત્યાં આર્સેનિક નિષ્કાસન પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ જીવનરક્ષક સાબિત થયો છે.

10.4 નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન:

નાઇટ્રેટ (NO_3^-) એ નાઇટ્રોજનનું એક ઓક્સિડાઇઝ્ડ સ્વરૂપ છે જે કુદરતી રીતે જમીન અને પાણીમાં મળી આવે છે. તે છોડના વિકાસ માટે આવશ્યક પોષક તત્ત્વ છે. જોકે, પાણીમાં નાઇટ્રેટનું ઊંચું પ્રમાણ માનવસ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે હાનિકારક સાબિત થઈ શકે છે. ખાસ કરીને, શિશુઓમાં, તે "બ્લુ બેબી સિન્ડ્રોમ" (મેથેમોગ્લોબિનેમિયા) નામની ગંભીર સ્થિતિનું કારણ બની શકે છે, જેમાં લોહીની ઓક્સિજન વહન કરવાની ક્ષમતા ઘટી જાય છે. આ ઉપરાંત, પાણીમાં નાઇટ્રેટનું ઊંચું પ્રમાણ જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે અને યુટ્રોફિકેશન (eutrophication) નામની પ્રક્રિયા તરફ દોરી શકે છે, જેમાં શેવાળનો અતિશય વિકાસ થાય છે અને પાણીમાં ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટી જાય છે.

પાણીમાંથી નાઇટ્રેટ દૂર કરવા માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી કેટલીક નીચે મુજબ છે:

1. આયન વિનિમય (Ion Exchange):

આ પદ્ધતિમાં ખાસ પ્રકારના આયન વિનિમય રેઝિનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે નાઇટ્રેટ આયનોને ક્લોરાઇડ જેવા ઓછા હાનિકારક આયનો સાથે બદલી શકે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીને આયન વિનિમય રેઝિન ધરાવતા સ્તંભ (column) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
2. નાઇટ્રેટ આયનો રેઝિનમાં રહેલા ક્લોરાઇડ આયનો સાથે બદલાય છે.
3. જ્યારે રેઝિન નાઇટ્રેટ આયનોથી સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને સોડિયમ ક્લોરાઇડ (NaCl) ના દ્રાવણથી પુનર્જીવિત (regenerate) કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન, રેઝિનમાં રહેલા નાઇટ્રેટ આયનોને ક્લોરાઇડ આયનો સાથે બદલીને રેઝિનને ફરીથી ઉપયોગ માટે તૈયાર કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક અને ઘરગથ્થુ જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં આયન વિનિમય પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, એક પ્લાન્ટમાં, પાણીને સૌપ્રથમ રેતીના ફિલ્ટરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જેથી ઘન કણો દૂર થઈ શકે. ત્યારબાદ, પાણીને આયન વિનિમય રેઝિન ધરાવતા સ્તંભમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જ્યાં નાઇટ્રેટ આયનોને ક્લોરાઇડ આયનો સાથે બદલવામાં આવે છે.

• ફાયદા:

- ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
- પ્રમાણમાં ઓછો ખર્ચ
- સરળ સંચાલન

• ગેરફાયદા:

- પુનર્જીવન પ્રક્રિયા દરમિયાન ખારા પાણીનો નિકાલ કરવાની જરૂર પડે છે, જે પર્યાવરણીય સમસ્યા ઊભી કરી શકે છે.
- પાણીમાં સલ્ફેટનું પ્રમાણ ઊંચું હોય તો આ પદ્ધતિ ઓછી અસરકારક રહે છે.

2. જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ (Biological Denitrification):

આ પદ્ધતિમાં, ખાસ પ્રકારના બેક્ટેરિયાનો ઉપયોગ કરીને નાઇટ્રેટને નાઇટ્રોજન ગેસ (N_2) માં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે, જે વાતાવરણમાં ભળી જાય છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીને એનોક્સિક (ઓક્સિજન રહિત) વાતાવરણ ધરાવતા રિએક્ટરમાં દાખલ કરવામાં આવે છે.

2. આ રિએક્ટરમાં ખાસ પ્રકારના ડિનાઇટ્રિફિકેશન બેક્ટેરિયા (denitrifying bacteria) હોય છે જે નાઇટ્રેટને નાઇટ્રોજન ગેસમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
 3. આ પ્રક્રિયા માટે, બેક્ટેરિયાને કાર્બન સ્ત્રોત (દા.ત., મિથેનોલ, ઇથેનોલ, એસિટિક એસિડ) પૂરો પાડવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને કેટલાક ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
 - **ફાયદા:**
 - પર્યાવરણને અનુકૂળ, કારણ કે તે નાઇટ્રેટને હાનિકારક વાયુઓમાં રૂપાંતરિત કરતું નથી.
 - કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ કરવાની જરૂર નથી (પુનર્જીવન સિવાય).
 - **ગેરફાયદા:**
 - પ્રમાણમાં ધીમી પ્રક્રિયા
 - સંચાલન અને દેખરેખ માટે વધુ કુશળતાની જરૂર પડે છે.
 - પાણીમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ ઓછું હોવું જરૂરી છે.

3. રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (Reverse Osmosis):

રિવર્સ ઓસ્મોસિસ એ એક ઝીણી ગાળણી (મેમ્બ્રેન) આધારિત પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાંથી નાઇટ્રેટ સહિતના ઘણા બધા અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. પાણીને ઊંચા દબાણ હેઠળ અર્ધ-પારગમ્ય ઝીણી ગાળણી (semi-permeable membrane) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
 2. આ ઝીણી ગાળણી માત્ર પાણીના અણુઓને પસાર થવા દે છે અને નાઇટ્રેટ સહિતના મોટા ભાગના અશુદ્ધિઓને રોકી રાખે છે.
- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ પીવાના પાણીના ફિલ્ટર અને મોટા પાયે જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં રિવર્સ ઓસ્મોસિસનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - નાઇટ્રેટ સહિત ઘણા બધા અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.
 - ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળું પાણી પૂરું પાડે છે.
- **ગેરફાયદા:**
 - પ્રમાણમાં ખર્ચાળ
 - પાણીનો બગાડ થઈ શકે છે (ઝીણી ગાળણી દ્વારા રોકાયેલા અશુદ્ધિઓ સાથે પાણીનો નિકાલ થાય છે).
 - ઊર્જાનો વધુ વપરાશ

4. ઇલેક્ટ્રોડાયલિસિસ (Electrodialysis):

આ પદ્ધતિમાં, વીજળીના પ્રવાહનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાંથી નાઇટ્રેટ આયનોને દૂર કરવામાં આવે છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. પાણીને એક ચેમ્બરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જેમાં બે ઇલેક્ટ્રોડ અને આયન વિનિમય મેમ્બ્રેન હોય છે.
 2. વીજળીનો પ્રવાહ લાગુ કરવાથી, નાઇટ્રેટ આયનો (જે નકારાત્મક ચાર્જ ધરાવે છે) એનોડ તરફ ખેંચાય છે અને એક અલગ ચેમ્બરમાં એકઠા થાય છે.

- **ઉદાહરણ:** આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ મુખ્યત્વે ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણમાં થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
 - કોઈ રસાયણોનો ઉપયોગ કરવાની જરૂર નથી.
- **ગેરફાયદા:**
 - ઊંચો ખર્ચ
 - મેમ્બ્રેનનું નિયમિત સફાઈ કરવાની જરૂર પડે છે.

પદ્ધતિની પસંદગી:

નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન માટે કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ઘણા પરિબલો પર આધારિત છે, જેમાં:

- પાણીમાં નાઇટ્રેટની શરૂઆતની સાંદ્રતા
- પાણીની અન્ય ગુણધર્મો (જેમ કે pH, અને અન્ય આયનોની હાજરી)
- ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને ખર્ચ
- શુદ્ધિકરણ કરેલા પાણીનો જથ્થો
- સ્થાનિક પરિસ્થિતિઓ અને જરૂરિયાતો

નિષ્કર્ષ:

નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન એ જળ શુદ્ધિકરણનું એક મહત્વપૂર્ણ પાસું છે, ખાસ કરીને એવા વિસ્તારોમાં જ્યાં કૃષિ પ્રવૃત્તિઓ અથવા અપૂરતી ગટર વ્યવસ્થાને કારણે પાણીમાં નાઇટ્રેટનું પ્રમાણ ઊંચું હોય છે. ઉપરોક્ત ચર્ચા કરેલી પદ્ધતિઓ ઉપરાંત, કેટલીક ઓછી પ્રચલિત પદ્ધતિઓ જેવી કે રાસાયણિક રિડક્શન (chemical reduction) અને કેપેસિટીવ ડિઆયોનાઇઝેશન (capacitive deionization) નો પણ ઉપયોગ કરી શકાય છે. યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી અને તેનો અસરકારક અમલ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે કે લોકોને પીવા માટે સુરક્ષિત અને સ્વસ્થ પાણી મળી રહે. આ પદ્ધતિઓનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી જરૂરી છે.

10.5 ભારે ધાતુઓનું નિષ્કાસન:

ભારે ધાતુઓ એ ઊંચી ઘનતા ધરાવતા ધાતુ તત્વોનો સમૂહ છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે ઝેરી હોય છે. સીસું (Pb), કેડમિયમ (Cd), પારો (Hg), આર્સેનિક (As), ક્રોમિયમ (Cr), તાંબુ (Cu), જસત (Zn) અને નિકલ (Ni) એ કેટલીક સામાન્ય ભારે ધાતુઓ છે જે જળ પ્રદૂષણનું કારણ બની શકે છે. ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ, ખાણકામ, ધાતુ ગાળણ અને કચરાના અયોગ્ય નિકાલને કારણે આ ધાતુઓ પાણીમાં પ્રવેશી શકે છે. ભારે ધાતુઓનું ઊંચું પ્રમાણ ધરાવતું પાણી પીવાથી ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ થઈ શકે છે, જેમાં નર્વસ સિસ્ટમને નુકસાન, કિડનીને નુકસાન, પ્રજનન સંબંધી સમસ્યાઓ અને કેન્સરનો સમાવેશ થાય છે. તેથી, પીવાના પાણીમાંથી ભારે ધાતુઓ દૂર કરવી અત્યંત જરૂરી છે.

ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી કેટલીક નીચે મુજબ છે:

1. રાસાયણિક અવક્ષેપન (Chemical Precipitation):

આ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં, પાણીમાં રસાયણો ઉમેરવામાં આવે છે જે ભારે ધાતુઓ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો (અવક્ષેપ) બનાવે છે. આ અવક્ષેપને પછી ગાળણ અથવા ઠારણ (sedimentation) દ્વારા પાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીના pH ને યોગ્ય સ્તરે ગોઠવવામાં આવે છે.
2. અવક્ષેપક (precipitating agent) ઉમેરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા અવક્ષેપકોમાં ચૂનો (Ca(OH)_2), સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (NaOH), સોડિયમ સલ્ફાઇડ (Na_2S) અને ફેરિક ક્લોરાઇડ (FeCl_3)નો સમાવેશ થાય છે.
3. ભારે ધાતુઓ અવક્ષેપક સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે.
4. અવક્ષેપને ઠરવા દેવામાં આવે છે અને પછી ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં આ પદ્ધતિનો વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ધાતુ પ્લેટિંગ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીમાં ક્રોમિયમનું પ્રમાણ ઊંચું હોઈ શકે છે. આ પાણીને ચૂનાના દ્રાવણ સાથે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે, જે ક્રોમિયમ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને ક્રોમિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડનો અવક્ષેપ બનાવે છે. આ અવક્ષેપને પછી ગાળણ દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે.

• ફાયદા:

- પ્રમાણમાં ઓછો ખર્ચ
- સરળ સંચાલન
- મોટાભાગની ભારે ધાતુઓ માટે અસરકારક

• ગેરફાયદા:

- મોટા પ્રમાણમાં કાદવ (sludge) ઉત્પન્ન થાય છે, જેના નિકાલ માટે ખર્ચ થાય છે.
- અવક્ષેપકો ઝેરી હોઈ શકે છે.
- pH નું ચોક્કસ નિયંત્રણ જરૂરી છે.

2. કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન (Coagulation and Flocculation):

આ પદ્ધતિમાં, કોગ્યુલેન્ટ અને ફ્લોક્યુલેન્ટનો ઉપયોગ પાણીમાં રહેલા ભારે ધાતુઓના સૂક્ષ્મ કણોને એકઠા કરીને મોટા ગંદાવા (flocs) બનાવવા માટે થાય છે. આ ગંદાવાને પછી ઠારણ અને ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે.

• પ્રક્રિયા:

1. કોગ્યુલેન્ટ (દા.ત., એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), ફેરિક ક્લોરાઇડ (FeCl_3)) ઉમેરવામાં આવે છે. કોગ્યુલેન્ટ ભારે ધાતુઓના કણોના વીજભારને તટસ્થ કરે છે અને તેમને એકબીજા સાથે જોડાઈને મોટા કણો બનાવવામાં મદદ કરે છે.
2. ફ્લોક્યુલેન્ટ (દા.ત., પોલિમર) ઉમેરવામાં આવે છે. ફ્લોક્યુલેન્ટ આ મોટા કણોને એકબીજા સાથે જોડાઈને ગંદાવા (flocs) બનાવે છે.
3. ગંદાવાને ઠરવા દેવામાં આવે છે અને પછી ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** પાણી પુરવઠાના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.

- **ફાયદા:**
 - રાસાયણિક અવક્ષેપન કરતાં ઓછો કાદવ ઉત્પન્ન કરે છે.
 - સૂક્ષ્મ કણોને દૂર કરવા માટે અસરકારક
- **ગેરફાયદા:**
 - રાસાયણિક અવક્ષેપન કરતાં વધુ ખર્ચાળ હોઈ શકે છે.
 - યોગ્ય કોગ્યુલેન્ટ અને ફ્લોક્યુલેન્ટની પસંદગી મહત્વપૂર્ણ છે.

3. સક્રિય કાર્બન શોષણ (Activated Carbon Adsorption):

સક્રિય કાર્બન એ છિદ્રાળુ પદાર્થ છે જે તેની સપાટી પર વિવિધ અશુદ્ધિઓને શોષી શકે છે. તે ભારે ધાતુઓને પણ શોષી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. પાણીને સક્રિય કાર્બનના સ્તંભ (column) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
 2. ભારે ધાતુઓ સક્રિય કાર્બનની સપાટી પર શોષાય છે.
 3. જ્યારે સક્રિય કાર્બન સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને બદલવાની અથવા પુનર્જીવિત કરવાની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ફિલ્ટર અને ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં સક્રિય કાર્બનનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - ઘણી બધી ભારે ધાતુઓ અને અન્ય અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.
 - પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ સુધારે છે.
- **ગેરફાયદા:**
 - પ્રમાણમાં ખર્ચાળ
 - સંતૃપ્ત સક્રિય કાર્બનનો નિકાલ એક સમસ્યા બની શકે છે.
 - કેટલીક ભારે ધાતુઓ માટે ઓછી શોષણ ક્ષમતા

4. આયન વિનિમય (Ion Exchange):

આ પદ્ધતિમાં ખાસ પ્રકારના આયન વિનિમય રેઝિનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે ભારે ધાતુઓના આયનોને સોડિયમ અથવા હાઇડ્રોજન જેવા ઓછા હાનિકારક આયનો સાથે બદલી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. પાણીને આયન વિનિમય રેઝિન ધરાવતા સ્તંભમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
 2. ભારે ધાતુઓના આયનો રેઝિનમાં રહેલા સોડિયમ અથવા હાઇડ્રોજન આયનો સાથે બદલાય છે.
 3. જ્યારે રેઝિન ભારે ધાતુઓના આયનોથી સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને એસિડ અથવા ક્ષારના દ્રાવણથી પુનર્જીવિત કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને ઘરગથ્થુ પાણી સોફ્ટનરમાં આયન વિનિમય પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
 - ચોક્કસ ભારે ધાતુઓને દૂર કરવા માટે રેઝિનને પસંદ કરી શકાય છે.
- **ગેરફાયદા:**

- પ્રમાણમાં ખર્ચાળ
- પુનર્જીવન પ્રક્રિયા દરમિયાન રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે.
- પાણીમાં અન્ય આયનોની હાજરી કાર્યક્ષમતાને અસર કરી શકે છે.

5. મેમ્બ્રેન ગાળણ (Membrane Filtration):

રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO), નેનોફિલ્ટ્રેશન (NF), અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન (UF) અને માઇક્રોફિલ્ટ્રેશન (MF) જેવી મેમ્બ્રેન ગાળણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ પણ ભારે ધાતુઓને દૂર કરવા માટે થઈ શકે છે. આ પદ્ધતિઓમાં, પાણીને દબાણ હેઠળ ઝીણી ગાળણી (મેમ્બ્રેન) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે ભારે ધાતુઓ સહિતના મોટા ભાગના અશુદ્ધિઓને રોકી રાખે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને ઘરગથ્થુ ફિલ્ટરમાં મેમ્બ્રેન ગાળણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
 - ઘણી બધી ભારે ધાતુઓ અને અન્ય અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.
- **ગેરફાયદા:**
 - ઊંચો ખર્ચ
 - ઊર્જાનો વધુ વપરાશ
 - મેમ્બ્રેનનું નિયમિત સફાઈ કરવાની જરૂર પડે છે.

પદ્ધતિની પસંદગી:

ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ઘણા પરિબલો પર આધારિત છે, જેમાં:

- પાણીમાં હાજર ભારે ધાતુઓનો પ્રકાર અને સાંદ્રતા
- પાણીની અન્ય ગુણધર્મો (જેમ કે pH, અને અન્ય આયનોની હાજરી)
- ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને ખર્ચ
- શુદ્ધિકરણ કરેલા પાણીનો જથ્થો
- સ્થાનિક પરિસ્થિતિઓ અને જરૂરિયાતો

નિષ્કર્ષ:

ભારે ધાતુઓનું નિષ્કાસન એ જળ શુદ્ધિકરણનું અત્યંત મહત્વપૂર્ણ પાસું છે. ઉપરોક્ત ચર્ચા કરેલી પદ્ધતિઓ સિવાય, કેટલીક ઓછી પ્રચલિત પદ્ધતિઓ જેવી કે ઇલેક્ટ્રોકોએગ્યુલેશન (electrocoagulation), ફાયટોરેમેડિએશન (phytoremediation) અને બાયોસોર્પ્શન (biosorption) નો પણ ઉપયોગ કરી શકાય છે. યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી અને તેનો અસરકારક અમલ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે કે લોકોને પીવા માટે સુરક્ષિત અને સ્વસ્થ પાણી મળી રહે. આ પદ્ધતિઓનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી જરૂરી છે.

10.6 અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs):

ભારે ધાતુઓ એ ઊંચી ઘનતા ધરાવતા ધાતુ તત્વોનો સમૂહ છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે ઝેરી હોય છે. સીસું (Pb), કેડમિયમ (Cd), પારો (Hg), આર્સેનિક (As), ક્રોમિયમ (Cr), તાંબુ (Cu), જસત (Zn)

અને નિકલ (Ni) એ કેટલીક સામાન્ય ભારે ધાતુઓ છે જે જળ પ્રદૂષણનું કારણ બની શકે છે. ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ, ખાણકામ, ધાતુ ગાળણ અને કચરાના અયોગ્ય નિકાલને કારણે આ ધાતુઓ પાણીમાં પ્રવેશી શકે છે. ભારે ધાતુઓનું ઊંચું પ્રમાણ ધરાવતું પાણી પીવાથી ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓ થઈ શકે છે, જેમાં નર્વસ સિસ્ટમને નુકસાન, કિડનીને નુકસાન, પ્રજનન સંબંધી સમસ્યાઓ અને કેન્સરનો સમાવેશ થાય છે. તેથી, પીવાના પાણીમાંથી ભારે ધાતુઓ દૂર કરવી અત્યંત જરૂરી છે.

ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી કેટલીક નીચે મુજબ છે:

1. રાસાયણિક અવક્ષેપન (Chemical Precipitation):

આ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે. આ પદ્ધતિમાં, પાણીમાં રસાયણો ઉમેરવામાં આવે છે જે ભારે ધાતુઓ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો (અવક્ષેપ) બનાવે છે. આ અવક્ષેપને પછી ગાળણ અથવા ઠારણ (sedimentation) દ્વારા પાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે.

• પ્રક્રિયા:

1. પાણીના pH ને યોગ્ય સ્તરે ગોઠવવામાં આવે છે.
2. અવક્ષેપક (precipitating agent) ઉમેરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા અવક્ષેપકોમાં ચૂનો (Ca(OH)_2), સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (NaOH), સોડિયમ સલ્ફાઇડ (Na_2S) અને ફેરિક ક્લોરાઇડ (FeCl_3)નો સમાવેશ થાય છે.
3. ભારે ધાતુઓ અવક્ષેપક સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે.
4. અવક્ષેપને ઠરવા દેવામાં આવે છે અને પછી ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં આ પદ્ધતિનો વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ધાતુ પ્લેટિંગ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીમાં ક્રોમિયમનું પ્રમાણ ઊંચું હોઈ શકે છે. આ પાણીને ચૂનાના દ્રાવણ સાથે મિશ્રિત કરવામાં આવે છે, જે ક્રોમિયમ સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને ક્રોમિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડનો અવક્ષેપ બનાવે છે. આ અવક્ષેપને પછી ગાળણ દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે.

• ફાયદા:

- પ્રમાણમાં ઓછો ખર્ચ
- સરળ સંચાલન
- મોટાભાગની ભારે ધાતુઓ માટે અસરકારક

• ગેરફાયદા:

- મોટા પ્રમાણમાં કાદવ (sludge) ઉત્પન્ન થાય છે, જેના નિકાલ માટે ખર્ચ થાય છે.
- અવક્ષેપકો ઝેરી હોઈ શકે છે.
- pH નું ચોક્કસ નિયંત્રણ જરૂરી છે.

2. કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન (Coagulation and Flocculation):

આ પદ્ધતિમાં, કોગ્યુલેન્ટ અને ફ્લોક્યુલેન્ટનો ઉપયોગ પાણીમાં રહેલા ભારે ધાતુઓના સૂક્ષ્મ કણોને એકઠા કરીને મોટા ગંઠાવા (flocs) બનાવવા માટે થાય છે. આ ગંઠાવાને પછી ઠારણ અને ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. કોગ્યુલેન્ટ (દા.ત., એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ ($Al_2(SO_4)_3$), ફેરિક ક્લોરાઇડ ($FeCl_3$)) ઉમેરવામાં આવે છે. કોગ્યુલેન્ટ ભારે ધાતુઓના કણોના વીજભારને તટસ્થ કરે છે અને તેમને એકબીજા સાથે જોડાઈને મોટા કણો બનાવવામાં મદદ કરે છે.
 2. ફ્લોક્યુલેન્ટ (દા.ત., પોલિમર) ઉમેરવામાં આવે છે. ફ્લોક્યુલેન્ટ આ મોટા કણોને એકબીજા સાથે જોડાઈને ગંદાવા (flocs) બનાવે છે.
 3. ગંદાવાને ઠરવા દેવામાં આવે છે અને પછી ગાળણ દ્વારા પાણીમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** પાણી પુરવઠાના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - રાસાયણિક અવક્ષેપન કરતાં ઓછો કાદવ ઉત્પન્ન કરે છે.
 - સૂક્ષ્મ કણોને દૂર કરવા માટે અસરકારક
- **ગેરફાયદા:**
 - રાસાયણિક અવક્ષેપન કરતાં વધુ ખર્ચાળ હોઈ શકે છે.
 - યોગ્ય કોગ્યુલેન્ટ અને ફ્લોક્યુલેન્ટની પસંદગી મહત્વપૂર્ણ છે.

3. સક્રિય કાર્બન શોષણ (Activated Carbon Adsorption):

સક્રિય કાર્બન એ છિદ્રાળુ પદાર્થ છે જે તેની સપાટી પર વિવિધ અશુદ્ધિઓને શોષી શકે છે. તે ભારે ધાતુઓને પણ શોષી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. પાણીને સક્રિય કાર્બનના સ્તંભ (column) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે.
 2. ભારે ધાતુઓ સક્રિય કાર્બનની સપાટી પર શોષાય છે.
 3. જ્યારે સક્રિય કાર્બન સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને બદલવાની અથવા પુનર્જીવિત કરવાની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ફિલ્ટર અને ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં સક્રિય કાર્બનનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - ઘણી બધી ભારે ધાતુઓ અને અન્ય અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.
 - પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ સુધારે છે.
- **ગેરફાયદા:**
 - પ્રમાણમાં ખર્ચાળ
 - સંતૃપ્ત સક્રિય કાર્બનનો નિકાલ એક સમસ્યા બની શકે છે.
 - કેટલીક ભારે ધાતુઓ માટે ઓછી શોષણ ક્ષમતા

4. આયન વિનિમય (Ion Exchange):

આ પદ્ધતિમાં ખાસ પ્રકારના આયન વિનિમય રેઝિનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે ભારે ધાતુઓના આયનોને સોડિયમ અથવા હાઇડ્રોજન જેવા ઓછા હાનિકારક આયનો સાથે બદલી શકે છે.

- **પ્રક્રિયા:**
 1. પાણીને આયન વિનિમય રેઝિન ધરાવતા સ્તંભમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે.

2. ભારે ધાતુઓના આયનો રેઝિનમાં રહેલા સોડિયમ અથવા હાઇડ્રોજન આયનો સાથે બદલાય છે.
 3. જ્યારે રેઝિન ભારે ધાતુઓના આયનોથી સંતૃપ્ત થઈ જાય છે, ત્યારે તેને એસિડ અથવા ક્ષારના દ્રાવણથી પુનર્જીવિત કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને ઘરગથ્થુ પાણી સોફ્ટનરમાં આયન વિનિમય પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
 - **ફાયદા:**
 - ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
 - ચોક્કસ ભારે ધાતુઓને દૂર કરવા માટે રેઝિનને પસંદ કરી શકાય છે.
 - **ગેરફાયદા:**
 - પ્રમાણમાં ખર્ચાળ
 - પુનર્જીવન પ્રક્રિયા દરમિયાન રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે.
 - પાણીમાં અન્ય આયનોની હાજરી કાર્યક્ષમતાને અસર કરી શકે છે.

5. મેમ્બ્રેન ગાળણ (Membrane Filtration):

રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO), નેનોફિલ્ટ્રેશન (NF), અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન (UF) અને માઇક્રોફિલ્ટ્રેશન (MF) જેવી મેમ્બ્રેન ગાળણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ પણ ભારે ધાતુઓને દૂર કરવા માટે થઈ શકે છે. આ પદ્ધતિઓમાં, પાણીને દબાણ હેઠળ ઝીણી ગાળણી (મેમ્બ્રેન) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે ભારે ધાતુઓ સહિતના મોટા ભાગના અશુદ્ધિઓને રોકી રાખે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક જળ શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને ઘરગથ્થુ ફિલ્ટરમાં મેમ્બ્રેન ગાળણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ફાયદા:**
 - ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
 - ઘણી બધી ભારે ધાતુઓ અને અન્ય અશુદ્ધિઓને દૂર કરી શકે છે.
- **ગેરફાયદા:**
 - ઊંચો ખર્ચ
 - ઊર્જાનો વધુ વપરાશ
 - મેમ્બ્રેનનું નિયમિત સફાઈ કરવાની જરૂર પડે છે.

પદ્ધતિની પસંદગી:

ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ઘણા પરિબલો પર આધારિત છે, જેમાં:

- પાણીમાં હાજર ભારે ધાતુઓનો પ્રકાર અને સાંદ્રતા
- પાણીની અન્ય ગુણધર્મો (જેમ કે pH, અને અન્ય આયનોની હાજરી)
- ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને ખર્ચ
- શુદ્ધિકરણ કરેલા પાણીનો જથ્થો
- સ્થાનિક પરિસ્થિતિઓ અને જરૂરિયાતો

નિષ્કર્ષ:

ભારે ધાતુઓનું નિષ્કાસન એ જળ શુદ્ધિકરણનું અત્યંત મહત્વપૂર્ણ પાસું છે. ઉપરોક્ત ચર્ચા કરેલી પદ્ધતિઓ સિવાય, કેટલીક ઓછી પ્રચલિત પદ્ધતિઓ જેવી કે ઇલેક્ટ્રોકોએગ્યુલેશન (electrocoagulation), ફાયટોરેમેડિએશન (phytoremediation) અને બાયોસોર્પ્શન (biosorption) નો પણ ઉપયોગ કરી શકાય

છે. યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી અને તેનો અસરકારક અમલ એ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે કે લોકોને પીવા માટે સુરક્ષિત અને સ્વસ્થ પાણી મળી રહે. આ પદ્ધતિઓનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરવા માટે નિષ્ણાતની સલાહ લેવી જરૂરી છે.

10.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે વિશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો જેનો ઉપયોગ પાણીમાંથી હાનિકારક તત્ત્વોને દૂર કરવા માટે થાય છે. આપણે ફ્લોરાઇડ, આર્સેનિક, નાઇટ્રેટ, ભારે ધાતુઓ અને કાર્બનિક પ્રદૂષકો જેવા પ્રદૂષકોના નિષ્કાસન પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે **ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન** પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે વધુ પડતા ફ્લોરાઇડના સેવનથી ફ્લોરોસિસ નામની બીમારી થઈ શકે છે. આપણે નલગોંડા ટેકનીક, સક્રિય એલ્યુમિના શોષણ, આયન વિનિમય અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ જેવી વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો અને તેમના કાર્યકારી સિદ્ધાંતો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનું વિશ્લેષણ કર્યું.

ત્યારબાદ, આપણે **આર્સેનિક નિષ્કાસન** પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. આપણે જાણ્યું કે આર્સેનિક એક ઝેરી તત્ત્વ છે જે ગંભીર સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓનું કારણ બની શકે છે. આપણે ઓક્સિડેશન અને અવક્ષેપન, કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન, સક્રિય કાર્બન શોષણ, આયન વિનિમય અને મેમ્બ્રેન ટેકનોલોજી જેવી વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો અને તેમનાં કાર્યકારી સિદ્ધાંતો, ઉદાહરણો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરી.

આગળ, આપણે **નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન** પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે વધુ પડતા નાઇટ્રેટ શિશુઓમાં "બ્લુ બેબી સિન્ડ્રોમ"નું કારણ બની શકે છે અને જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. આપણે આયન વિનિમય, જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ, રિવર્સ ઓસ્મોસિસ અને ઇલેક્ટ્રોડાયલિસિસ જેવી વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો અને તેમના કાર્યકારી સિદ્ધાંતો, ઉદાહરણો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનું વિશ્લેષણ કર્યું.

ત્યારબાદ, આપણે **ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન** પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. આપણે જાણ્યું કે સીસું, કેડમિયમ, પારો, ક્રોમિયમ જેવી ભારે ધાતુઓ સ્વાસ્થ્ય માટે અત્યંત જોખમી છે. આપણે રાસાયણિક અવક્ષેપન, કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન, સક્રિય કાર્બન શોષણ, આયન વિનિમય અને મેમ્બ્રેન ગાળણ જેવી વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો અને તેમના કાર્યકારી સિદ્ધાંતો, ઉદાહરણો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરી.

પ્રકરણના અંતિમ ભાગમાં, આપણે **અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs)** નો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે AOPs એ શક્તિશાળી જળ શુદ્ધિકરણ તકનીકો છે જે પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકોને નષ્ટ કરવા માટે હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ ($\bullet\text{OH}$) નો ઉપયોગ કરે છે. આપણે રાસાયણિક AOPs (જેમ કે ફ્રેન્ટોન પ્રક્રિયા, ઓઝોનેશન) અને ફોટોકેમિકલ AOPs (જેમ કે $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$, UV/O_3 , ફોટોકેટાલિસિસ) ના વિવિધ પ્રકારોનો અભ્યાસ કર્યો અને તેમના કાર્યકારી સિદ્ધાંતો, ઉદાહરણો, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનું વિશ્લેષણ કર્યું.

આ પ્રકરણમાં, આપણે વિવિધ વિશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિઓના સિદ્ધાંતો, કાર્યપદ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે એ પણ શીખ્યા કે દરેક પદ્ધતિ ચોક્કસ પ્રકારના પ્રદૂષકને દૂર કરવા માટે વધુ યોગ્ય હોય છે અને યોગ્ય પદ્ધતિની પસંદગી પાણીમાં રહેલા પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને સાંદ્રતા, પાણીની ગુણવત્તા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને ખર્ચ જેવા પરિબલો પર આધારિત હોય છે.

આ પ્રકરણનો અભ્યાસ કર્યા પછી, આપણે સમજી શકીએ છીએ કે જળ શુદ્ધિકરણ એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે અને સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણીની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરવા માટે વિવિધ વિશિષ્ટ તકનીકોનો ઉપયોગ કરવો જરૂરી છે. આ પ્રકરણ દ્વારા પ્રાપ્ત કરેલું જ્ઞાન આપણને પાણીમાં રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે યોગ્ય પદ્ધતિ પસંદ કરવામાં અને તેનો અસરકારક રીતે અમલ કરવામાં મદદ કરશે, જેનાથી માનવસ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણનું રક્ષણ થશે.

10.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

- ફ્લોરોસિસ નામની બીમારી કયા તત્વના વધુ પડતા સેવનથી થાય છે?
 - આર્સેનિક
 - નાઇટ્રેટ
 - ફ્લોરાઇડ
 - સીસું
- નલગોંડા ટેકનીક કયા પ્રદૂષકને દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે?
 - આર્સેનિક
 - ફ્લોરાઇડ
 - ભારે ધાતુઓ
 - નાઇટ્રેટ
- "બ્લુ બેબી સિન્ડ્રોમ" કયા પ્રદૂષકના વધુ પડતા સેવનથી થાય છે?
 - ફ્લોરાઇડ
 - આર્સેનિક
 - નાઇટ્રેટ
 - પારો
- નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ આર્સેનિક નિષ્કાસન માટે વપરાતી નથી?
 - ઓક્સિડેશન અને અવક્ષેપન
 - નલગોંડા ટેકનીક
 - સક્રિય કાર્બન શોષણ
 - આયન વિનિમય
- ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ સૌથી વધુ કાદવ (sludge) ઉત્પન્ન કરે છે?
 - કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન
 - સક્રિય કાર્બન શોષણ
 - રાસાયણિક અવક્ષેપન
 - આયન વિનિમય

6. અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓમાં (AOPs) કયો મુખ્ય ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ વપરાય છે?
- ક્લોરિન
 - ઓઝોન
 - હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ ($\bullet\text{OH}$)
 - હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડ
7. ફેન્ટોન પ્રક્રિયામાં કયા બે રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે?
- હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડ અને ફેરસ આયન
 - ઓઝોન અને UV પ્રકાશ
 - સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ અને ફેરિક ક્લોરાઇડ
 - યૂનો અને ફટકડી
8. નીચેનામાંથી કઈ AOP ફોટોકેમિકલ પ્રક્રિયા નથી?
- UV/ H_2O_2
 - UV/ O_3
 - ફોટોકેટાલિસિસ
 - ઓઝોનેશન
9. જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ પ્રક્રિયામાં કયા વાયુનું ઉત્પાદન થાય છે?
- ઓક્સિજન (O_2)
 - કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO_2)
 - નાઇટ્રોજન (N_2)
 - મિથેન (CH_4)
10. નીચેનામાંથી કઈ પદ્ધતિ પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ સુધારવા માટે પણ ઉપયોગી છે?
- રાસાયણિક અવક્ષેપન
 - આયન વિનિમય
 - સક્રિય કાર્બન શોષણ
 - જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ

જવાબ : 1-c, 2-b, 3-c, 4-b, 5-c, 6-c, 7-a, 8-d, 9-c, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો:

- ફ્લોરોસિસ શું છે?
- નલગોંડા ટેકનીકમાં વપરાતા બે રસાયણો કયા છે?
- આર્સેનિક પાણીમાં કયા બે સ્વરૂપોમાં જોવા મળે છે?
- કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન વચ્ચે શું તફાવત છે?
- ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે રાસાયણિક અવક્ષેપનમાં વપરાતા બે અવક્ષેપકોના નામ આપો.

6. AOPs નું પૂરું નામ શું છે?
7. હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ ($\bullet\text{OH}$) ની બે વિશેષતાઓ જણાવો.
8. ફેન્ટોન પ્રક્રિયાનું રાસાયણિક સમીકરણ લખો.
9. ફોટોકેટાલિસિસમાં કયા પદાર્થનો ઉપયોગ ફોટોકેટાલિસ્ટ તરીકે થાય છે?
10. જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ પ્રક્રિયા માટે કયા પ્રકારનું વાતાવરણ જરૂરી છે?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. ફ્લોરાઇડ નિષ્કાસન માટેની વિવિધ પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો. દરેક પદ્ધતિના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરો.
2. આર્સેનિક નિષ્કાસન માટે ઓક્સિડેશન અને અવક્ષેપન પદ્ધતિનું વિગતવાર વર્ણન કરો. આ પ્રક્રિયામાં વપરાતા ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ અને અવક્ષેપકોના ઉદાહરણો આપો.
3. નાઇટ્રેટ નિષ્કાસન માટે આયન વિનિમય અને જૈવિક નાઇટ્રોજનનિવારણ પદ્ધતિઓની તુલના કરો. દરેક પદ્ધતિના કાર્યકારી સિદ્ધાંત, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓનું વર્ણન કરો.
4. ભારે ધાતુઓના નિષ્કાસન માટે રાસાયણિક અવક્ષેપન અને કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન પદ્ધતિઓનું વિગતવાર વર્ણન કરો. દરેક પદ્ધતિમાં વપરાતા રસાયણોના ઉદાહરણો આપો.
5. અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs) શું છે? રાસાયણિક AOPs અને ફોટોકેમિકલ AOPs ના બે-બે ઉદાહરણો આપીને AOPs ના વિવિધ પ્રકારોનું વર્ણન કરો. AOPs ના ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની ચર્ચા કરો.

*** **

- 11.1 પ્રસ્તાવના
- 11.2 ગ્રામીણ ક્ષેત્રોમાં જળની આવશ્યકતા
- 11.3 ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ
- 11.4 ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓ
- 11.5 હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણી
- 11.6 સામુદાયિક ભાગીદારી
- 11.7 સારાંશ
- 11.8 પ્રોજેક્ટ કાર્ય
- 11.9 સ્વાધ્યાય

11.1 પ્રસ્તાવના:

ભારત, તેની વિશાળ ગ્રામીણ વસ્તી અને વૈવિધ્યસભર ભૌગોલિક પરિસ્થિતિઓ સાથે, ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પૂરું પાડવામાં અનેક પડકારોનો સામનો કરે છે. આ એકમ 11, "ગ્રામીણ જળ પુરવઠો", આ જટિલ મુદ્દાને ઊંડાણપૂર્વક તપાસે છે અને ગ્રામીણ સમુદાયો માટે પાણીની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરવાના મહત્વપૂર્ણ પાસાઓને પ્રકાશિત કરે છે.

પાણી એ જીવનનું અમૃત છે, અને ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં તેની જરૂરિયાત શહેરી વિસ્તારો જેટલી જ, કદાચ તેનાથી પણ વધુ મહત્વપૂર્ણ છે. ખેતી, પશુપાલન, ઘરેલું ઉપયોગ અને સ્વચ્છતા - આ બધી બાબતો માટે પાણી અનિવાર્ય છે. ગ્રામીણ સમુદાયોના સ્વાસ્થ્ય, સુખાકારી અને આર્થિક વિકાસ માટે પૂરતા પ્રમાણમાં શુદ્ધ પાણીની ઉપલબ્ધતા નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવે છે.

જોકે, વાસ્તવિકતા એ છે કે ભારતના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ પાણીની અછત એક ગંભીર સમસ્યા છે. ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તર, પ્રદૂષણ, જળસ્રોતોનું અનિયંત્રિત શોષણ, અને અપૂરતી માળખાકીય સુવિધાઓ આ સમસ્યામાં ફાળો આપે છે. મહિલાઓ અને બાળકોને પાણી મેળવવા માટે દરરોજ કલાકો સુધી ચાલવું પડે છે, જે તેમના શિક્ષણ, સ્વાસ્થ્ય અને અન્ય કાર્યો પર નકારાત્મક અસર કરે છે.

આ એકમમાં, આપણે ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીની જરૂરિયાતો, પાણી પુરવઠાની સમસ્યાઓના કારણો અને તેના ઉકેલ માટે અમલમાં મુકાયેલી વિવિધ યોજનાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું. હેન્ડપંપ અને કૂવા જેવા પરંપરાગત જળસ્રોતોની જાળવણી અને સમુદાયની ભાગીદારીનું મહત્વ પણ અહીં પ્રકાશિત કરવામાં આવશે. આપણા ગ્રામીણ સમુદાયોને શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પૂરું પાડવું એ એક રાષ્ટ્રીય પ્રાથમિકતા હોવી જોઈએ. આ માટે સરકાર, સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ અને સ્થાનિક સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ અને સંકલન જરૂરી છે. આ એકમના માધ્યમથી, આપણે ગ્રામીણ જળ પુરવઠાના મહત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ વિશે વધુ જાણકારી મેળવીશું અને આ દિશામાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવવા માટે પ્રેરણા મેળવીશું.

આપણી ચર્ચા ગ્રામીણ જળ પુરવઠાની સમસ્યાના મૂળ કારણોને સમજવા અને ટકાઉ ઉકેલો શોધવા પર કેન્દ્રિત રહેશે. આપણે જળસંરક્ષણ, જળ ગુણવત્તા વ્યવસ્થાપન, અને નવીન ટેકનોલોજીના ઉપયોગ જેવા મહત્વપૂર્ણ પાસાઓ પર પણ ધ્યાન આપીશું.

આપનો આ એકમમાં સહભાગ એ ગ્રામીણ ભારતને શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પૂરું પાડવાના ઉમદા ઉદ્દેશ્યમાં મહત્વપૂર્ણ યોગદાન આપશે. ચાલો, સાથે મળીને આ દિશામાં કાર્ય કરીએ અને ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવીએ.

11.2 ગ્રામીણ ક્ષેત્રોમાં જળની આવશ્યકતા:

ગ્રામીણ ભારતમાં, પાણી ફક્ત જીવન ટકાવી રાખવા માટે જ નહીં, પણ સમગ્ર સમુદાયના વિકાસ, સ્વાસ્થ્ય અને સુખાકારી માટે એક નિર્ણાયક પરિબળ છે. શહેરી વિસ્તારોથી વિપરીત, ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીની જરૂરિયાતો વધુ વૈવિધ્યસભર અને જટિલ હોય છે, જે ખેતી, પશુપાલન અને રોજિંદા જીવનના દરેક પાસાઓને સ્પર્શે છે. અહીં ગ્રામીણ ક્ષેત્રોમાં પાણીની વિવિધ આવશ્યકતાઓને ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજીશું.

1. ખેતી માટે પાણી:

ભારતના મોટાભાગના ગ્રામીણ વિસ્તારો ખેતી પર આધારિત છે. સિંચાઈ એ ખેતીનો મુખ્ય આધારસ્તંભ છે અને પાકની સફળતા માટે પાણી અનિવાર્ય છે.

- **ઉદાહરણ:** રાજસ્થાનના સૂકા વિસ્તારોમાં, ખેડૂતો વરસાદી પાણીના સંગ્રહ માટે ટાંકા અને તળાવો બનાવે છે. આ પાણીનો ઉપયોગ શિયાળા અને ઉનાળા દરમિયાન સિંચાઈ માટે કરવામાં આવે છે, જે ખાદ્ય સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરે છે.

2. પશુપાલન માટે પાણી:

ગ્રામીણ અર્થતંત્રમાં પશુપાલન એક મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. પશુઓને પીવા, નવડાવવા અને તેમના રહેઠાણોને સ્વચ્છ રાખવા માટે પુષ્કળ પાણીની જરૂર પડે છે.

- **ઉદાહરણ:** ગુજરાતના કચ્છ જિલ્લામાં, ભરવાડ સમુદાય ઘેટાં, બકરાં અને ઊંટ જેવા પશુઓ પાળે છે. પાણીની અછતના કારણે, તેઓને પાણીના સ્રોત શોધવા માટે દર વર્ષે લાંબા અંતર સુધી સ્થળાંતર કરવું પડે છે.

3. ઘરેલું ઉપયોગ માટે પાણી:

પીવા, રસોઈ બનાવવા, વાસણ અને કપડાં ધોવા, સ્નાન કરવા અને શૌચાલય માટે - ગ્રામીણ ઘરોમાં રોજિંદા જીવન માટે પાણી જરૂરી છે.

- **ઉદાહરણ:** મહારાષ્ટ્રના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં, મહિલાઓ અને બાળકોને પાણી ભરવા માટે દૂરના કૂવાઓ કે હેન્ડપંપ સુધી કલાકો સુધી ચાલવું પડે છે. આ શારીરિક શ્રમ ઉપરાંત, તેમના શિક્ષણ અને અન્ય ઉત્પાદક કાર્યો માટે સમય ઘટાડે છે.

4. સ્વચ્છતા અને આરોગ્ય માટે પાણી:

સ્વચ્છતા અને રોગોના ફેલાવાને રોકવા માટે પાણી મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. હાથ ધોવા, શૌચાલયનો ઉપયોગ અને ઘરોને સ્વચ્છ રાખવા માટે પાણી અનિવાર્ય છે.

- **ઉદાહરણ:** ઝાડા, ટાઈફોઈડ અને કોલેરા જેવા પાણીજન્ય રોગો ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં સામાન્ય છે. શુદ્ધ પાણીની ઉપલબ્ધતા અને સ્વચ્છતાની સારી ટેવો આ રોગોને રોકવામાં મદદ કરી શકે છે.

5. નાના ઉદ્યોગો અને રોજગારી માટે પાણી:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં ઘણા નાના પાયાના ઉદ્યોગો, જેમ કે ઈંટ બનાવટ, માટીકામ, રંગકામ અને ખાદ્ય પ્રક્રિયા, પાણી પર આધાર રાખે છે.

- **ઉદાહરણ:** પશ્ચિમ બંગાળના ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં, ઘણા કારીગરો માટીના વાસણો બનાવે છે. આ પ્રક્રિયામાં માટીને પલાળવા, આકાર આપવા અને ભઠ્ઠીમાં પકવવા માટે પુષ્કળ પાણીની જરૂર પડે છે.

6. પર્યાવરણીય સંતુલન માટે પાણી:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં જળાશયો, નદીઓ અને તળાવો જૈવવિવિધતાને ટકાવી રાખવા અને પર્યાવરણીય સંતુલન જાળવવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

- **ઉદાહરણ:** સુંદરવનના મેન્ગ્રોવ જંગલો, જે ભારત અને બાંગ્લાદેશમાં ફેલાયેલા છે, તે ખારા અને મીઠા પાણીના મિશ્રણ પર આધાર રાખે છે. આ જંગલો ઘણા જીવજંતુઓ, માછલીઓ અને પક્ષીઓનું ઘર છે અને દરિયાકાંઠાના ધોવાણથી રક્ષણ આપે છે.

પાણીની અછતની અસરો:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીની અછત ગંભીર પરિણામો લાવી શકે છે, જેમ કે:

- **ખેતી અને પશુપાલન પર નકારાત્મક અસર:** પાકની નિષ્ફળતા, પશુધનમાં ઘટાડો, અને ખાદ્ય સુરક્ષામાં ઘટાડો.
- **આરોગ્ય સમસ્યાઓ:** પાણીજન્ય રોગોનો ફેલાવો, કુપોષણ અને મૃત્યુદરમાં વધારો.
- **સામાજિક અસમાનતા:** મહિલાઓ અને બાળકો પર અપ્રમાણસર બોજ, શિક્ષણ અને આર્થિક તકોમાં ઘટાડો.

- **આર્થિક નુકસાન:** કૃષિ ઉત્પાદનમાં ઘટાડો, રોજગારીની તકોમાં ઘટાડો અને ગરીબીમાં વધારો.
- **પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ:** જૈવવિવિધતામાં ઘટાડો, જમીનનું ધોવાણ અને રણપ્રદેશમાં વધારો.

નિષ્કર્ષ:

ગ્રામીણ ક્ષેત્રોમાં પાણી એ જીવન અને વિકાસનો આધાર છે. ખેતી, પશુપાલન, ઘરેલું ઉપયોગ, સ્વચ્છતા, આરોગ્ય, નાના ઉદ્યોગો અને પર્યાવરણીય સંતુલન - આ બધા માટે પાણી અનિવાર્ય છે. પાણીની અછત ગ્રામીણ સમુદાયો પર ગંભીર નકારાત્મક અસરો લાવી શકે છે. તેથી, ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવો એ એક રાષ્ટ્રીય પ્રાથમિકતા હોવી જોઈએ. આ માટે ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન, જળ સંરક્ષણ અને સમુદાયની ભાગીદારી મહત્વપૂર્ણ છે. ઉદાહરણો દ્વારા સમજી શકાય છે કે કેવી રીતે પાણી ગ્રામીણ જીવનના દરેક પાસાને સ્પર્શે છે અને શા માટે ગ્રામીણ વિકાસ માટે પાણીનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન આવશ્યક છે.

11.3 ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ:

ભારત, તેની વિશાળ ગ્રામીણ વસ્તી સાથે, ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પૂરું પાડવામાં અનેક પડકારોનો સામનો કરે છે. જ્યારે શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાની સુવિધાઓ પ્રમાણમાં સારી હોય છે, ત્યારે ગ્રામીણ વિસ્તારો અનેક પ્રકારની સમસ્યાઓથી ઘેરાયેલા રહે છે જે પાણીની ઉપલબ્ધતા અને ગુણવત્તાને ગંભીર રીતે અસર કરે છે. આ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓને ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજાવે છે.

1. ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તર:

ભારતના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારો સિંચાઈ અને ઘરેલું ઉપયોગ માટે ભૂગર્ભજળ પર ખૂબ નિર્ભર છે. જોકે, અનિયંત્રિત રીતે બોરવેલ અને કૂવાઓ દ્વારા પાણી ખેંચવાને કારણે ભૂગર્ભજળના સ્તર ચિંતાજનક રીતે ઘટી રહ્યા છે.

- **ઉદાહરણ:** પંજાબ અને હરિયાણાના કૃષિ પ્રધાન રાજ્યોમાં, વધુ પડતા પાણીના ઉપયોગને કારણે ભૂગર્ભજળના સ્તરમાં દર વર્ષે સરેરાશ 1 મીટરનો ઘટાડો થયો છે. ઘણા કૂવાઓ અને હેન્ડપંપ સુકાઈ ગયા છે, જેના કારણે ખેડૂતો અને ગ્રામીણ સમુદાયોને પાણીની તીવ્ર અછતનો સામનો કરવો પડી રહ્યો છે.

2. પાણીની ગુણવત્તામાં બગાડ:

ખેતીમાં રાસાયણિક ખાતરો અને જંતુનાશકોનો વધુ પડતો ઉપયોગ, ઔદ્યોગિક કચરાનો નિકાલ અને ખુલ્લામાં શૌચક્રિયા જેવી પ્રવૃત્તિઓ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીના સ્ત્રોતોને પ્રદૂષિત કરી રહી છે.

- **ઉદાહરણ:** ગંગા નદીના કિનારે આવેલા ગામોમાં, નદીના પાણીમાં ઔદ્યોગિક અને ઘરેલું ગંદા પાણી ભળવાથી પાણીની ગુણવત્તા ગંભીર રીતે કથળી છે. આ પાણી પીવા અને અન્ય ઉપયોગ માટે અયોગ્ય બની ગયું છે અને તેના કારણે પાણીજન્ય રોગોનું પ્રમાણ વધ્યું છે.

3. અપૂરતી માળખાકીય સુવિધાઓ:

ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠા માટે જરૂરી માળખાકીય સુવિધાઓ, જેમ કે પાઇપલાઇન, સંગ્રહ ટાંકીઓ અને વિતરણ વ્યવસ્થા, અપૂરતી અથવા જર્જરિત છે.

- **ઉદાહરણ:** બિહારના ઘણા ગામોમાં, હેન્ડપંપ અને કૂવાઓ પાણીનાં મુખ્ય સ્રોત છે. જોકે, આમાંથી ઘણા હેન્ડપંપ ખરાબ રીતે જાળવવામાં આવે છે અને વારંવાર ખોટકાઈ જાય છે, જેના કારણે લોકોને પાણી મેળવવા માટે લાંબા અંતર સુધી ચાલવું પડે છે.

4. જળસ્ત્રોતોનું અનિયંત્રિત શોષણ:

પાણી એ એક મર્યાદિત સંસાધન છે, પરંતુ ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં તેનું અનિયંત્રિત શોષણ થઈ રહ્યું છે. સિંચાઈ માટે પાણીનો વધુ પડતો ઉપયોગ, ઔદ્યોગિક એકમો દ્વારા પાણીનો બેફામ ઉપયોગ અને પાણીના સંરક્ષણ પ્રત્યે જાગૃતિનો અભાવ આ સમસ્યાને વધુ ગંભીર બનાવે છે.

- **ઉદાહરણ:** તમિલનાડુના તિરુપુર જિલ્લામાં, કાપડ ઉદ્યોગ દ્વારા ભૂગર્ભજળના વધુ પડતા ઉપયોગને કારણે પાણીની તીવ્ર અછત સર્જાઈ છે. ઘણા કૂવાઓ સુકાઈ ગયા છે અને ખેડૂતોને સિંચાઈ માટે પૂરતું પાણી મળતું નથી.

5. કુદરતી આપત્તિઓ:

દુષ્કાળ, પૂર અને ચક્રવાત જેવી કુદરતી આપત્તિઓ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાને ગંભીર રીતે અસર કરે છે. દુષ્કાળના કારણે પાણીના સ્રોત સુકાઈ જાય છે, જ્યારે પૂર અને ચક્રવાત પાણી પુરવઠાની માળખાકીય સુવિધાઓને નુકસાન પહોંચાડે છે અને પાણીના સ્રોતોને પ્રદૂષિત કરે છે.

- **ઉદાહરણ:** 2019માં ઓડિશામાં આવેલા ફોની વાવાઝોડાને કારણે ઘણા ગામોમાં વીજ પુરવઠો ખોરવાઈ ગયો હતો અને હેન્ડપંપ અને પાણી પુરવઠાની પાઇપલાઇનને નુકસાન પહોંચ્યું હતું, જેના કારણે લોકોને પીવાના પાણી માટે ભારે મુશ્કેલીનો સામનો કરવો પડ્યો હતો.

6. જાળવણી અને સંચાલનનો અભાવ:

ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં, પાણી પુરવઠાની યોજનાઓ યોગ્ય રીતે જાળવવામાં આવતી નથી અને તેનું સંચાલન બિનકાર્યક્ષમ રીતે કરવામાં આવે છે. ભંડોળની અછત, તાલીમ પામેલા કર્મચારીઓની અછત અને સમુદાયની ભાગીદારીનો અભાવ આ સમસ્યામાં ફાળો આપે છે.

- **ઉદાહરણ:** ઉત્તરપ્રદેશના ઘણા ગામોમાં, સરકાર દ્વારા સ્થાપિત કરાયેલા હેન્ડપંપ અને પાણીની ટાંકીઓ ખરાબ જાળવણીને કારણે બિનઉપયોગી બની ગયા છે. ગ્રામજનોને પાણી મેળવવા માટે હજુ પણ જૂના અને અસુરક્ષિત સ્રોતો પર નિર્ભર રહેવું પડે છે.

7. સામાજિક-આર્થિક અસમાનતાઓ:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં, ગરીબ અને હાંસિયામાં ઘડેલાયેલા સમુદાયોને પાણીની અછતનો સૌથી વધુ સામનો કરવો પડે છે. ઘણીવાર, તેમની પાસે પાણીના સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત સ્રોતો સુધી પહોંચવું સુલભ હોતું નથી, પરિણામે તેમને પાણી મેળવવા માટે વધુ કિંમત ચૂકવવી પડે છે.

- **ઉદાહરણ:** રાજસ્થાનના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં, દલિત અને આદિવાસી સમુદાયોને ઊંચી જાતિના લોકો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતા કૂવાઓ અને હેન્ડપંપમાંથી પાણી લેવાની મનાઈ છે. તેમને પાણી મેળવવા માટે દૂરના અને ઘણીવાર પ્રદૂષિત સ્રોતો પર આધાર રાખવો પડે છે.

નિષ્કર્ષ:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ જટિલ અને બહુપક્ષીય છે. ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તર, પાણીની ગુણવત્તામાં બગાડ, અપૂરતી માળખાકીય સુવિધાઓ, જળસ્ત્રોતોનું અનિયંત્રિત શોષણ, કુદરતી આપત્તિઓ, જાળવણી અને સંચાલનનો અભાવ અને સામાજિક-આર્થિક અસમાનતાઓ - આ બધા પરિબલો ગ્રામીણ સમુદાયો માટે પાણીની ઉપલબ્ધતાને ગંભીર રીતે પ્રભાવિત કરે છે. આ સમસ્યાઓના

નિરાકરણ માટે સરકાર, સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ અને સ્થાનિક સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ અને સંકલન જરૂરી છે. ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન, જળ સંરક્ષણ, સમુદાયની ભાગીદારી અને નવીન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી શકે છે. ઉદાહરણો દ્વારા સમજી શકાય છે કે કેવી રીતે આ સમસ્યાઓ ગ્રામીણ જીવનને પ્રભાવિત કરે છે અને શા માટે આ સમસ્યાઓનું નિરાકરણ ગ્રામીણ વિકાસ માટે અનિવાર્ય છે.

11.4 ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓ:

ભારત સરકારે ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવા માટે વિવિધ યોજનાઓ અમલમાં મૂકી છે. આ યોજનાઓનો ઉદ્દેશ્ય ગ્રામીણ સમુદાયોને પીવા, રસોઈ બનાવવા, સ્વચ્છતા અને અન્ય ઘરેલું જરૂરિયાતો માટે સુરક્ષિત અને વિશ્વસનીય પાણીનો સ્રોત પૂરો પાડવાનો છે. અહીં, આપણે કેટલીક મહત્વપૂર્ણ ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓ અને તેના ઉદાહરણો વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

1. રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પેયજળ કાર્યક્રમ (NRDWP):

NRDWP એ ભારત સરકારનો મુખ્ય કાર્યક્રમ છે જેનો ઉદ્દેશ્ય 2024 સુધીમાં દરેક ગ્રામીણ પરિવારને નળ જોડાણ દ્વારા પીવાનું શુદ્ધ પાણી પૂરું પાડવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાની માળખાકીય સુવિધાઓ, જેમ કે પાઇપલાઇન, સંગ્રહ ટાંકીઓ, શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને વિતરણ વ્યવસ્થા સ્થાપિત કરવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** રાજસ્થાન સરકારે NRDWP હેઠળ "જલ જીવન મિશન" શરૂ કર્યું છે, જેનો ઉદ્દેશ્ય રાજ્યના તમામ ગ્રામીણ ઘરોમાં નળ જોડાણ પ્રદાન કરવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, ઘણા ગામોમાં પાણી પુરવઠાની માળખાકીય સુવિધાઓ સ્થાપિત કરવામાં આવી છે અને લોકોને તેમના ઘરે જ શુદ્ધ પાણી મળવાનું શરૂ થયું છે.

2. સ્વજલધારા યોજના:

આ યોજના ગ્રામીણ સમુદાયોને તેમની પોતાની પાણી પુરવઠા યોજનાઓનું આયોજન, અમલીકરણ, સંચાલન અને જાળવણી કરવા માટે સશક્ત બનાવે છે. આ યોજના હેઠળ, સમુદાયોને તકનીકી અને નાણાકીય સહાય પૂરી પાડવામાં આવે છે જેથી તેઓ સ્થાનિક જરૂરિયાતોને અનુરૂપ પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓ બનાવી શકે.

- **ઉદાહરણ:** ગુજરાતના ઘણા ગામોમાં, સ્વજલધારા યોજના હેઠળ, ગ્રામજનોએ એકત્રિત થઈને કૂવાઓનું નવીનીકરણ કર્યું છે, વરસાદી પાણીના સંગ્રહ માટે ટાંકા બનાવ્યા છે અને ગામમાં પાણી પુરવઠાની વ્યવસ્થા સુધારી છે. આ યોજનાએ સમુદાયમાં માલિકીની ભાવના પેદા કરી છે અને પાણીના ટકાઉ વ્યવસ્થાપનને પ્રોત્સાહન આપ્યું છે.

3. રાષ્ટ્રીય જળ ગુણવત્તા ઉપ-મિશન (NWQSM):

આ યોજનાનો ઉદ્દેશ્ય પાણીની ગુણવત્તાની સમસ્યાઓથી પ્રભાવિત ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ પીવાનું પાણી પૂરું પાડવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે નવી ટેકનોલોજીઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે અને પાણીની ગુણવત્તાની નિયમિત દેખરેખ રાખવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** પશ્ચિમ બંગાળના આર્સેનિક પ્રભાવિત વિસ્તારોમાં, NWQSM હેઠળ, આર્સેનિક દૂર કરવા માટેના પ્લાન્ટ સ્થાપિત કરવામાં આવ્યા છે. આ પ્લાન્ટ ગ્રામીણ સમુદાયોને આર્સેનિક મુક્ત પાણી પૂરું પાડે છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ખતરો છે.

4. જળ જીવન મિશન (JJM):

JJM એ ભારત સરકારનો એક મહત્વકાંક્ષી કાર્યક્રમ છે જેનો ઉદ્દેશ્ય 2024 સુધીમાં દેશના દરેક ગ્રામીણ ઘરમાં કાર્યાત્મક નળ જોડાણ (FHTC) પ્રદાન કરવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, પાણી પુરવઠાની માળખાકીય સુવિધાઓના નિર્માણ ઉપરાંત, પાણીના સંરક્ષણ, જળ ગુણવત્તા વ્યવસ્થાપન અને સમુદાયની ભાગીદારી પર પણ ભાર મૂકવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** મહારાષ્ટ્ર સરકારે JJM હેઠળ "હર ઘર જલ" યોજના શરૂ કરી છે, જેનો ઉદ્દેશ્ય રાજ્યના તમામ ગ્રામીણ ઘરોમાં નળ જોડાણ પ્રદાન કરવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, ઘણા ગામોમાં નવા પાણી પુરવઠા નેટવર્ક સ્થાપિત કરવામાં આવ્યા છે અને લોકોને તેમના ઘરે જ શુદ્ધ પાણી મળવાનું શરૂ થયું છે.

5. પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (PMKSY):

આ યોજનાનો ઉદ્દેશ્ય ખેતરમાં પાણીની પહોંચ વધારવા અને "હર ખેત કો પાણી" સુનિશ્ચિત કરવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, સિંચાઈ માટે પાણીની ઉપલબ્ધતા વધારવા માટે વિવિધ પગલાં લેવામાં આવે છે, જેમ કે જળાશયોનું નિર્માણ, કેનાલોનું નવીનીકરણ, ટપક અને ક્રુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિઓનો પ્રચાર અને જળ સંરક્ષણ તકનીકોનો અમલ.

- **ઉદાહરણ:** ગુજરાત સરકારે PMKSY હેઠળ "સૌની યોજના" શરૂ કરી છે, જેનો ઉદ્દેશ્ય સૌરાષ્ટ્ર વિસ્તારના સૂકા પ્રદેશોમાં નર્મદા નદીનું પાણી પહોંચાડવાનો છે. આ યોજના હેઠળ, મોટી પાઇપલાઇન નેટવર્ક દ્વારા ખેતરો સુધી પાણી પહોંચાડવામાં આવે છે, જેનાથી ખેડૂતોને સિંચાઈ માટે પૂરતું પાણી મળી રહે છે.

આ યોજનાઓની સફળતા માટે મહત્વપૂર્ણ પરિબલો:

- **સમુદાયની ભાગીદારી:** ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓની સફળતા માટે સ્થાનિક સમુદાયોની સક્રિય ભાગીદારી ખૂબ મહત્વપૂર્ણ છે.
- **યોગ્ય ટેકનોલોજીની પસંદગી:** સ્થાનિક પરિસ્થિતિઓ અને જરૂરિયાતોને અનુરૂપ યોગ્ય ટેકનોલોજીની પસંદગી કરવી જરૂરી છે.
- **કાર્યક્ષમ સંચાલન અને જાળવણી:** પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓનું કાર્યક્ષમ સંચાલન અને નિયમિત જાળવણી સુનિશ્ચિત કરવી જોઈએ.
- **જળ સંરક્ષણ અને જળ ગુણવત્તા વ્યવસ્થાપન:** પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ અને જળ સંરક્ષણ પદ્ધતિઓ અપનાવવી જોઈએ, અને પાણીની ગુણવત્તાનું નિયમિત નિરીક્ષણ અને વ્યવસ્થાપન કરવું જોઈએ.
- **પારદર્શિતા અને જવાબદારી:** યોજનાઓના અમલીકરણમાં પારદર્શિતા અને જવાબદારી સુનિશ્ચિત કરવી જોઈએ.

નિષ્કર્ષ:

ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓ ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવવા માટે મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ યોજનાઓ માત્ર શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરતી નથી, પરંતુ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં સ્વાસ્થ્ય, સ્વચ્છતા, આર્થિક વિકાસ અને સામાજિક સુખાકારીમાં પણ સુધારો કરે છે. સરકાર, સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ અને સ્થાનિક સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ અને સંકલન દ્વારા આ યોજનાઓને સફળતાપૂર્વક અમલમાં મૂકી શકાય છે અને ગ્રામીણ ભારતને પાણીની સુરક્ષા પ્રદાન કરી શકાય છે. ઉપરોક્ત

ઉદાહરણો દર્શાવે છે કે કેવી રીતે આ યોજનાઓ ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં પરિવર્તન લાવી રહી છે અને શા માટે આ યોજનાઓનું યોગ્ય અમલીકરણ ગ્રામીણ વિકાસ માટે નિર્ણાયક છે.

11.5 હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણી:

ભારતના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં, હેન્ડપંપ અને કૂવાઓ પાણીના મુખ્ય સ્ત્રોત છે. ગ્રામીણ સમુદાયોને પીવા, રસોઈ બનાવવા, સ્વચ્છતા અને અન્ય ઘરેલું જરૂરિયાતો માટે શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી મળી રહે તે સુનિશ્ચિત કરવા માટે આ પરંપરાગત જળસ્ત્રોતોનું યોગ્ય જાળવણી અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. આ મુદ્દામાં, આપણે હેન્ડપંપ અને કૂવાઓના જાળવણીના મહત્વ, જાળવણીની પદ્ધતિઓ અને ઉદાહરણો વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણીનું મહત્વ:

- **પાણીની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરે છે:** નિયમિત જાળવણી હેન્ડપંપ અને કૂવાઓને કાર્યરત રાખે છે અને ગ્રામીણ સમુદાયો માટે સતત પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરે છે.
- **પાણીની ગુણવત્તા જાળવી રાખે છે:** યોગ્ય જાળવણી પ્રદૂષણ અટકાવે છે અને પાણીની ગુણવત્તા જાળવી રાખે છે, જે ગ્રામીણ સમુદાયોના સ્વાસ્થ્ય માટે મહત્વપૂર્ણ છે.
- **પાણીજન્ય રોગો અટકાવે છે:** પ્રદૂષિત પાણી ઝાડા, ટાઈફોઈડ અને કોલેરા જેવા પાણીજન્ય રોગોનું કારણ બની શકે છે. નિયમિત જાળવણી પાણીને સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત રાખીને આ રોગોને રોકવામાં મદદ કરે છે.
- **આર્થિક નુકસાન ઘટાડે છે:** ખરાબ રીતે જાળવવામાં આવેલા હેન્ડપંપ અને કૂવાઓ વારંવાર ખોટકાઈ શકે છે, જેના કારણે સમારકામ અને પાણીના વૈકલ્પિક સ્ત્રોતો શોધવા પાછળ ખર્ચ થાય છે. નિયમિત જાળવણી આ આર્થિક નુકસાનને ઘટાડે છે.
- **સમુદાયની સુખાકારીમાં સુધારો કરે છે:** પાણીની સરળ ઉપલબ્ધતા ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવે છે, ખાસ કરીને મહિલાઓ અને બાળકોના જીવનમાં, જેમને પાણી લાવવાની જવાબદારી સોંપવામાં આવે છે.

હેન્ડપંપની જાળવણી:

- **નિયમિત નિરીક્ષણ:** હેન્ડપંપના તમામ ભાગો, જેમ કે હેન્ડલ, સ્પિન્ડલ, પિસ્ટન, વાલ્વ અને પાઇપનું નિયમિત નિરીક્ષણ કરવું જોઈએ. કોઈપણ પ્રકારના ઘસારા, કાટ અથવા નુકસાન માટે તપાસ કરવી જોઈએ.
- **ઊંજણ:** હેન્ડપંપના ફરતા ભાગો, જેમ કે હેન્ડલ અને સ્પિન્ડલને નિયમિતપણે ઊંજણ આપવું જોઈએ જેથી તે સરળતાથી કામ કરી શકે અને ઘસારો ઓછો થાય.
- **સમારકામ:** કોઈપણ ખામીયુક્ત ભાગોને તાત્કાલિક સમારકામ અથવા બદલવા જોઈએ. વાલ્વ અને પિસ્ટન જેવા ભાગો સમય જતાં ઘસાઈ શકે છે અને તેને બદલવાની જરૂર પડી શકે છે.
- **પ્લેટફોર્મની જાળવણી:** હેન્ડપંપની આસપાસના પ્લેટફોર્મને સ્વચ્છ અને સારી સ્થિતિમાં રાખવું જોઈએ. પાણીના ભરાવાને રોકવા માટે યોગ્ય ગટર વ્યવસ્થા હોવી જોઈએ.
- **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:** હેન્ડપંપના પાણીની ગુણવત્તાનું નિયમિત પરીક્ષણ કરવું જોઈએ જેથી તે પીવા અને અન્ય ઉપયોગ માટે સુરક્ષિત છે તેની ખાતરી કરી શકાય.

ઉદાહરણ:

- મધ્ય પ્રદેશના એક ગામમાં, ગ્રામજનોએ હેન્ડપંપની જાળવણી માટે એક સમિતિ બનાવી છે. સમિતિના સભ્યો નિયમિતપણે હેન્ડપંપનું નિરીક્ષણ કરે છે, ઊંજણ આપે છે અને જરૂર પડે ત્યારે નાના સમારકામ કરે છે. ગ્રામપંચાયત સમિતિને તાલીમ અને સમારકામ માટે જરૂરી સાધનો પૂરા પાડે છે.

કૂવાઓની જાળવણી:

- **નિયમિત સફાઈ:** કૂવામાંથી કચરો, પાંદડા, ડાળખીઓ અને અન્ય કાટમાળ નિયમિતપણે દૂર કરવા જોઈએ. કૂવાની દિવાલો અને તળિયાને પણ નિયમિતપણે સાફ કરવા જોઈએ.
- **પાણીનું સ્તર જાળવવું:** કૂવામાં પાણીનું પૂરતું સ્તર જાળવવું જરૂરી છે. દુષ્કાળના સમયમાં, પાણીનો કાળજીપૂર્વક ઉપયોગ કરવો જોઈએ અને પાણીના સંરક્ષણ માટે પગલાં લેવા જોઈએ.
- **પાણીનું ક્લોરીનેશન:** કૂવાના પાણીને જીવાણુનાશક બનાવવા અને પાણીજન્ય રોગોને રોકવા માટે નિયમિતપણે ક્લોરીનેશન કરવું જોઈએ.
- **કૂવાના ઢાંકણ:** કૂવાને ઢાંકણથી ઢાંકી રાખવું જોઈએ જેથી તેમાં કચરો અને ગંદકી ન પડે અને બાળકો અને પ્રાણીઓ તેમાં પડી ન જાય.
- **પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:** કૂવાના પાણીની ગુણવત્તાનું નિયમિત પરીક્ષણ કરવું જોઈએ જેથી તે પીવા અને અન્ય ઉપયોગ માટે સુરક્ષિત છે તેની ખાતરી કરી શકાય.

ઉદાહરણ:

- રાજસ્થાનના એક ગામમાં, ગ્રામજનોએ તેમના પરંપરાગત કૂવાને પુનર્જીવિત કરવા માટે એક ઝુંબેશ શરૂ કરી. તેમણે કૂવામાંથી કાટમાળ દૂર કર્યો, દિવાલોનું સમારકામ કર્યું અને કૂવાની આસપાસ એક સુરક્ષા દીવાલ બનાવી. તેમણે વરસાદી પાણીના સંગ્રહ માટે પણ વ્યવસ્થા કરી જેથી કૂવામાં પાણીનું સ્તર જળવાઈ રહે.

સમુદાયની ભાગીદારી:

હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણીમાં સ્થાનિક સમુદાયની સક્રિય ભાગીદારી ખૂબ મહત્વપૂર્ણ છે. સમુદાયના સભ્યોને જાળવણીની પ્રક્રિયામાં સામેલ કરવાથી માલિકીની ભાવના પેદા થાય છે અને જળસ્રોતોનું ટકાવ વ્યવસ્થાપન સુનિશ્ચિત થાય છે.

સરકારી સહાય:

સરકાર ગ્રામીણ સમુદાયોને હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણી માટે તાલીમ, તકનીકી સહાય અને નાણાકીય સહાય પૂરી પાડી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

હેન્ડપંપ અને કૂવાઓ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીના મહત્વપૂર્ણ સ્રોત છે. ગ્રામીણ સમુદાયોને શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી મળી રહે તે સુનિશ્ચિત કરવા માટે આ જળસ્રોતોનું યોગ્ય જાળવણી અત્યંત જરૂરી છે. નિયમિત નિરીક્ષણ, સફાઈ, સમારકામ, પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ અને સમુદાયની ભાગીદારી દ્વારા હેન્ડપંપ અને કૂવાઓને કાર્યરત અને સુરક્ષિત રાખી શકાય છે. આ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં સ્વાસ્થ્ય, સ્વચ્છતા અને સુખાકારીમાં સુધારો કરવામાં મદદ કરશે અને ગ્રામીણ જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવશે. ઉપરોક્ત ઉદાહરણો દર્શાવે છે કે કેવી રીતે સમુદાયો તેમના જળસ્રોતોની જાળવણી માટે પહેલ કરી રહ્યા છે અને શા માટે આ પ્રયાસો ગ્રામીણ વિકાસ માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

11.6 સામુદાયિક ભાગીદારી:

સામુદાયિક ભાગીદારી એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં સ્થાનિક સમુદાયના સભ્યો સક્રિયપણે ભાગ લે છે અને નિર્ણયો લેવામાં, યોજનાઓ ઘડવામાં, કાર્યક્રમોના અમલીકરણમાં અને તેમના સમુદાયને અસર કરતા મુદ્દાઓના ઉકેલ શોધવામાં સહયોગ કરે છે. ગ્રામીણ વિકાસના સંદર્ભમાં, સામુદાયિક ભાગીદારી એ પાણી પુરવઠા, સ્વચ્છતા, શિક્ષણ, આરોગ્યસંભાળ અને આજીવિકા જેવી બાબતોમાં સુધારો લાવવા માટે એક મહત્વપૂર્ણ પરિભળ છે. અહીં, આપણે સામુદાયિક ભાગીદારીના મહત્વ, ફાયદા અને ઉદાહરણો વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

સામુદાયિક ભાગીદારીનું મહત્વ:

- **સ્થાનિક જરૂરિયાતોને અનુરૂપ ઉકેલો:** સમુદાયના સભ્યોને તેમની જરૂરિયાતો, સમસ્યાઓ અને સંસાધનો વિશે શ્રેષ્ઠ જાણકારી હોય છે. સામુદાયિક ભાગીદારી એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે વિકાસ યોજનાઓ સ્થાનિક જરૂરિયાતોને અનુરૂપ હોય અને વાસ્તવિક સમસ્યાઓનું નિરાકરણ લાવે.
- **માલિકીની ભાવના:** જ્યારે સમુદાયનાં સભ્યો નિર્ણય લેવાની પ્રક્રિયામાં સામેલ થાય છે, ત્યારે તેઓ યોજનાઓ અને કાર્યક્રમો પ્રત્યે માલિકીની ભાવના અનુભવે છે. આનાથી યોજનાઓના અમલીકરણ અને ટકાવપણામાં સુધારો થાય છે.
- **સશક્તિકરણ:** સામુદાયિક ભાગીદારી લોકોને તેમની પોતાની જિંદગી અને તેમના સમુદાયના ભવિષ્યને નિયંત્રિત કરવાની શક્તિ આપે છે. તે સમુદાયના સભ્યોમાં આત્મવિશ્વાસ અને નેતૃત્વ કૌશલ્યનો વિકાસ કરે છે.
- **પારદર્શિતા અને જવાબદારી:** સામુદાયિક ભાગીદારી વિકાસ પ્રક્રિયામાં પારદર્શિતા અને જવાબદારી લાવે છે. સમુદાયના સભ્યો યોજનાઓના અમલીકરણ પર નજર રાખી શકે છે અને ખાતરી કરી શકે છે કે સંસાધનોનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ થાય છે.
- **ટકાવપણું:** જ્યારે સમુદાયો વિકાસ પ્રક્રિયામાં સક્રિયપણે ભાગ લે છે, ત્યારે તેઓ યોજનાઓ અને કાર્યક્રમોને લાંબા ગાળા સુધી ટકાવી રાખવા માટે વધુ પ્રતિબદ્ધ હોય છે.

સામુદાયિક ભાગીદારીના ફાયદા:

- **વધુ સારા પરિણામો:** સામુદાયિક ભાગીદારી ધરાવતી યોજનાઓ અને કાર્યક્રમો વધુ સારા પરિણામો લાવે છે કારણ કે તે સ્થાનિક જરૂરિયાતોને અનુરૂપ હોય છે અને સમુદાય દ્વારા સમર્થિત હોય છે.
- **ખર્ચમાં ઘટાડો:** સમુદાયના સભ્યો શ્રમ, સામગ્રી અને અન્ય સંસાધનોનું યોગદાન આપીને યોજનાઓના ખર્ચમાં ઘટાડો કરી શકે છે.
- **ઝડપી અમલીકરણ:** સમુદાયની સક્રિય ભાગીદારી યોજનાઓના અમલીકરણને ઝડપી બનાવે છે.
- **સંઘર્ષ નિવારણ:** સમુદાયના સભ્યો વચ્ચે સંવાદ અને સહયોગને પ્રોત્સાહન આપીને સંઘર્ષ નિવારણમાં મદદ કરે છે.
- **સામાજિક સુમેળ:** સમુદાયના સભ્યોને એક સામાન્ય ધ્યેય માટે સાથે કામ કરવા માટે પ્રોત્સાહિત કરીને સામાજિક સુમેળમાં વધારો કરે છે.

સામુદાયિક ભાગીદારીના ઉદાહરણો:

1. ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓમાં સામુદાયિક ભાગીદારી:

- **ઉદાહરણ:** ગુજરાતના ઘણા ગામોમાં, સ્વજલધારા યોજના હેઠળ, ગ્રામજનોએ પાણી પુરવઠા યોજનાઓના આયોજન, અમલીકરણ અને સંચાલનમાં સક્રિયપણે ભાગ લીધો છે. સમુદાયોએ પાણી સમિતિઓની રચના કરી છે જે પાણીના સ્ત્રોતોની પસંદગી, ટેકનોલોજીની પસંદગી, પાણીના

ટેરિફ નક્કી કરવા અને પાણી પુરવઠા પ્રણાલીની જાળવણી માટે જવાબદાર છે. આના પરિણામે પાણીની ઉપલબ્ધતામાં સુધારો થયો છે, પાણીનો બગાડ ઓછો થયો છે અને પાણી પુરવઠા પ્રણાલીઓનું ટકાઉપણું વધ્યું છે.

2. ગ્રામીણ સ્વચ્છતા કાર્યક્રમોમાં સામુદાયિક ભાગીદારી:

- **ઉદાહરણ:** ભારતના સ્વચ્છ ભારત મિશન હેઠળ, ગ્રામીણ સમુદાયોને શૌચાલય બનાવવા અને તેનો ઉપયોગ કરવા માટે પ્રેરિત કરવામાં આવી રહ્યા છે. સમુદાય આગેવાનો, સ્વયંસેવકો અને સ્વ-સહાય જૂથો લોકોને સ્વચ્છતાના મહત્વ વિશે જાગૃત કરવામાં અને શૌચાલયના નિર્માણ અને ઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આના પરિણામે ખુલ્લામાં શૌચક્રિયામાં નોંધપાત્ર ઘટાડો થયો છે અને ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં સ્વચ્છતામાં સુધારો થયો છે.

3. ગ્રામીણ શિક્ષણમાં સામુદાયિક ભાગીદારી:

- **ઉદાહરણ:** ઘણા રાજ્યોમાં, ગ્રામ શિક્ષણ સમિતિઓ (VECs) શાળાઓના સંચાલનમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. VECમાં વાલીઓ, શિક્ષકો અને સમુદાયના અન્ય સભ્યોનો સમાવેશ થાય છે. તેઓ શાળાઓના માળખાકીય સુવિધાઓમાં સુધારો કરવા, શિક્ષકોની હાજરી પર નજર રાખવા, બાળકોના શિક્ષણમાં સુધારો કરવા અને શાળાઓમાં સમુદાયની ભાગીદારી વધારવા માટે કાર્ય કરે છે.

4. ગ્રામીણ આરોગ્યસંભાળમાં સામુદાયિક ભાગીદારી:

- **ઉદાહરણ:** રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ આરોગ્ય મિશન (NRHM) હેઠળ, આશા (Accredited Social Health Activist) કાર્યકરો ગ્રામીણ સમુદાયોને આરોગ્યસંભાળ સેવાઓ પૂરી પાડવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આશા કાર્યકરો સમુદાયમાંથી પસંદ કરાયેલી મહિલાઓ છે જેમને આરોગ્યસંભાળના વિવિધ પાસાઓમાં તાલીમ આપવામાં આવે છે. તેઓ સગર્ભા સ્ત્રીઓ અને બાળકોને આરોગ્યસંભાળ સેવાઓ પૂરી પાડે છે, લોકોને આરોગ્ય અને પોષણ વિશે શિક્ષિત કરે છે અને સમુદાય અને આરોગ્ય પ્રણાલી વચ્ચે સેતુ તરીકે કાર્ય કરે છે.

5. ગ્રામીણ આજીવિકા કાર્યક્રમોમાં સામુદાયિક ભાગીદારી:

- **ઉદાહરણ:** સ્વ-સહાય જૂથો (SHGs) ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં ગરીબી ઘટાડવા અને મહિલાઓના સશક્તિકરણ માટે એક મહત્વપૂર્ણ સાધન તરીકે ઉભરી આવ્યા છે. SHGs એ ગ્રામીણ મહિલાઓના નાના જૂથો છે જે નિયમિતપણે બચત કરે છે, આંતરિક ધિરાણ મેળવે છે અને આવક ઊભી કરવાની પ્રવૃત્તિઓ હાથ ધરે છે. સરકાર અને સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ SHGsને તાલીમ, ધિરાણ અને બજાર જોડાણો પૂરા પાડીને તેમને સહાય પૂરી પાડે છે.

નિષ્કર્ષ:

સામુદાયિક ભાગીદારી એ ગ્રામીણ વિકાસ માટે એક શક્તિશાળી સાધન છે. તે સ્થાનિક જરૂરિયાતોને અનુરૂપ, ટકાઉ અને અસરકારક ઉકેલો તરફ દોરી જાય છે. ગ્રામીણ સમુદાયોને સશક્તિકરણ, માલિકીની ભાવના, પારદર્શિતા અને જવાબદારી દ્વારા ગ્રામીણ જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવવામાં મદદ કરે છે. સરકાર, સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ અને વિકાસ એજન્સીઓએ ગ્રામીણ વિકાસ યોજનાઓ અને કાર્યક્રમોમાં સામુદાયિક ભાગીદારીને પ્રોત્સાહન આપવા માટે સક્રિયપણે કાર્ય કરવું જોઈએ. ઉપરોક્ત ઉદાહરણો દર્શાવે છે કે કેવી રીતે સામુદાયિક ભાગીદારી ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં વાસ્તવિક પરિવર્તન લાવી શકે છે અને શા માટે ગ્રામીણ વિકાસ માટે આ અભિગમ અપનાવવો જરૂરી છે.

11.7 સારાંશ:

ગ્રામીણ જળ પુરવઠો - આપણે શું શીખ્યા?

આ એકમમાં, આપણે "ગ્રામીણ જળ પુરવઠો" વિષય પર વિસ્તૃત ચર્ચા કરી અને ગ્રામીણ ભારતમાં પાણીની ઉપલબ્ધતા અને વ્યવસ્થાપન સાથે સંકળાયેલા વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીની આવશ્યકતા, જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ, વિવિધ સરકારી યોજનાઓ, હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણી અને સામુદાયિક ભાગીદારીના મહત્વને ઉદાહરણો સાથે સમજ્યા.

આપણે શીખ્યા કે ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી ફક્ત જીવન ટકાવી રાખવા માટે જ નહીં, પરંતુ ખેતી, પશુપાલન, ઘરેલું ઉપયોગ, સ્વચ્છતા, આરોગ્ય, નાના ઉદ્યોગો અને પર્યાવરણીય સંતુલન માટે પણ અનિવાર્ય છે. ગ્રામીણ સમુદાયોના સર્વાંગી વિકાસ અને સુખાકારી માટે શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણીની ઉપલબ્ધતા નિર્ણાયક ભૂમિકા ભજવે છે.

આપણે એ પણ સમજ્યા કે ભારતના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારો જળ પુરવઠાની અનેક સમસ્યાઓનો સામનો કરી રહ્યા છે. ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તર, પાણીની ગુણવત્તામાં બગાડ, અપૂરતી માળખાકીય સુવિધાઓ, જળસ્ત્રોતોનું અનિયંત્રિત શોષણ, કુદરતી આપત્તિઓ, જાળવણી અને સંચાલનનો અભાવ અને સામાજિક-આર્થિક અસમાનતાઓ જેવી સમસ્યાઓ ગ્રામીણ સમુદાયો માટે પાણીની ઉપલબ્ધતાને ગંભીર રીતે પ્રભાવિત કરે છે. આ સમસ્યાઓના કારણે ખેતી અને પશુપાલન પર નકારાત્મક અસરો, પાણીજન્ય રોગોનો ફેલાવો, સામાજિક અસમાનતા, આર્થિક નુકસાન અને પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ ઉદભવે છે.

આપણે વિવિધ સરકારી યોજનાઓ, જેમ કે રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પેયજળ કાર્યક્રમ (NRDWP), સ્વજલધારા યોજના, રાષ્ટ્રીય જળ ગુણવત્તા ઉપ-મિશન (NWQSM), જળ જીવન મિશન (JJM) અને પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (PMKSY) વિશે પણ જાણકારી મેળવી. આ યોજનાઓ ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાની માળખાકીય સુવિધાઓ સુધારવા, પાણીની ગુણવત્તા સુધારવા, સિંચાઈ માટે પાણીની ઉપલબ્ધતા વધારવા અને જળ સંરક્ષણને પ્રોત્સાહન આપવા માટે કાર્યરત છે. આપણે જોયું કે કેવી રીતે આ યોજનાઓ, ઉદાહરણો દ્વારા, ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવી રહી છે.

આ એકમમાં હેન્ડપંપ અને કૂવાઓ, જે ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીના પરંપરાગત સ્રોત છે, તેની જાળવણીના મહત્વ પર પણ ભાર મૂકવામાં આવ્યો. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે નિયમિત નિરીક્ષણ, સફાઈ, ઊંજણ, સમારકામ અને પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ હેન્ડપંપ અને કૂવાઓને કાર્યરત અને સુરક્ષિત રાખી શકે છે. આપણે એ પણ જોયું કે કેવી રીતે સમુદાયોએ આ જળસ્ત્રોતોની જાળવણીમાં સક્રિય ભૂમિકા ભજવી છે.

છેલ્લે, આપણે સામુદાયિક ભાગીદારીના મહત્વને સમજ્યા. આપણે જોયું કે કેવી રીતે સ્થાનિક સમુદાયોને ગ્રામીણ વિકાસ યોજનાઓના આયોજન, અમલીકરણ અને દેખરેખમાં સામેલ કરવાથી યોજનાઓ વધુ અસરકારક, ટકાઉ અને સ્થાનિક જરૂરિયાતોને અનુરૂપ બને છે. આપણે વિવિધ ઉદાહરણો દ્વારા એ પણ શીખ્યા કે કેવી રીતે સામુદાયિક ભાગીદારી ગ્રામીણ સમુદાયોને સશક્ત બનાવે છે, માલિકીની ભાવના પેદા કરે છે, પારદર્શિતા અને જવાબદારી સુનિશ્ચિત કરે છે અને ગ્રામીણ જીવનમાં સકારાત્મક પરિવર્તન લાવે છે.

આ સમગ્ર એકમ દરમિયાન, આપણે એ નિષ્કર્ષ પર પહોંચ્યા છીએ કે ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવો એ એક જટિલ પરંતુ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ કાર્ય છે. આ માટે સરકાર, સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ અને સ્થાનિક સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ, સંકલન અને પ્રતિબદ્ધતા જરૂરી છે. ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન, જળ સંરક્ષણ, નવીન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ અને સમુદાયની ભાગીદારી દ્વારા આપણે ગ્રામીણ ભારતને પાણીની સુરક્ષા પ્રદાન કરી શકીએ છીએ અને ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં નોંધપાત્ર સુધારો લાવી શકીએ છીએ.

11.8 પ્રોજેક્ટ કાર્ય:

પ્રસ્તાવના:

ભારત એક કૃષિપ્રધાન દેશ છે અને તેની મોટાભાગની વસ્તી ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં રહે છે. ગ્રામીણ સમુદાયોના સર્વાંગી વિકાસ અને સુખાકારી માટે શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણીની ઉપલબ્ધતા અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. પાણી માત્ર જીવન ટકાવી રાખવા માટે જ નહીં, પરંતુ ખેતી, પશુપાલન, ઘરેલું ઉપયોગ, સ્વચ્છતા, આરોગ્ય અને નાના ઉદ્યોગો માટે પણ અનિવાર્ય છે.

ગ્રામીણ જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ:

ભારતના ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારો જળ પુરવઠાની અનેક સમસ્યાઓનો સામનો કરી રહ્યા છે, જેમ કે:

- **ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તર:** અનિયંત્રિત રીતે બોરવેલ અને કુવાઓ દ્વારા પાણી ખેંચવાને કારણે ભૂગર્ભજળના સ્તર ચિંતાજનક રીતે ઘટી રહ્યા છે.
- **પાણીની ગુણવત્તામાં બગાડ:** રાસાયણિક ખાતરો, જંતુનાશકો, ઔદ્યોગિક કચરાનો નિકાલ અને ખુલ્લામાં શૌચક્રિયા જેવી પ્રવૃત્તિઓ પાણીના સ્ત્રોતોને પ્રદૂષિત કરી રહી છે.
- **અપૂરતી માળખાકીય સુવિધાઓ:** ઘણા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાઇપલાઇન, સંગ્રહ ટાંકીઓ અને વિતરણ વ્યવસ્થા અપૂરતી અથવા જર્જરિત છે.
- **જળસ્ત્રોતોનું અનિયંત્રિત શોષણ:** સિંચાઈ અને ઔદ્યોગિક એકમો દ્વારા પાણીનો બેફામ ઉપયોગ થઈ રહ્યો છે.
- **જાળવણી અને સંચાલનનો અભાવ:** પાણી પુરવઠાની યોજનાઓ યોગ્ય રીતે જાળવવામાં આવતી નથી અને તેનું સંચાલન બિનકાર્યક્ષમ રીતે કરવામાં આવે છે.

સરકારી યોજનાઓ:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવા માટે ભારત સરકારે વિવિધ યોજનાઓ અમલમાં મૂકી છે, જેમ કે:

- **રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પેયજળ કાર્યક્રમ (NRDWP):** 2024 સુધીમાં દરેક ગ્રામીણ પરિવારને નળ જોડાણ દ્વારા પીવાનું શુદ્ધ પાણી પૂરું પાડવાનો ઉદ્દેશ્ય.
- **જળ જીવન મિશન (JJM):** 2024 સુધીમાં દેશના દરેક ગ્રામીણ ઘરમાં કાર્યાત્મક નળ જોડાણ (FHTC) પ્રદાન કરવાનો ઉદ્દેશ્ય.
- **સ્વજલધારા યોજના:** ગ્રામીણ સમુદાયોને તેમની પોતાની પાણી પુરવઠા યોજનાઓનું આયોજન, અમલીકરણ, સંચાલન અને જાળવણી કરવા માટે સશક્ત બનાવે છે.
- **પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (PMKSY):** ખેતરમાં પાણીની પહોંચ વધારવા અને "હર ખેત કો પાણી" સુનિશ્ચિત કરવાનો ઉદ્દેશ્ય.

સામુદાયિક ભાગીદારી:

ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓની સફળતા માટે સ્થાનિક સમુદાયોની સક્રિય ભાગીદારી ખૂબ મહત્વપૂર્ણ છે. સમુદાયો યોજનાઓના આયોજન, અમલીકરણ, દેખરેખ અને જાળવણીમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી શકે છે. સમુદાયની ભાગીદારી યોજનાઓ પ્રત્યે માલિકીની ભાવના પેદા કરે છે, પારદર્શિતા અને જવાબદારી સુનિશ્ચિત કરે છે અને યોજનાઓના ટકાવપણામાં વધારો કરે છે.

નિષ્કર્ષ:

ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવો એ એક જટિલ પરંતુ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ કાર્ય છે. આ માટે સરકાર, સ્વૈચ્છિક સંસ્થાઓ અને સ્થાનિક સમુદાયો વચ્ચે સહયોગ, સંકલન અને પ્રતિબદ્ધતા જરૂરી છે. ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન, જળ સંરક્ષણ, નવીન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ અને સમુદાયની ભાગીદારી દ્વારા આપણે ગ્રામીણ ભારતને પાણીની સુરક્ષા પ્રદાન કરી શકીએ છીએ અને ગ્રામીણ સમુદાયોના જીવનમાં નોંધપાત્ર સુધારો લાવી શકીએ છીએ.

આ પ્રોજેક્ટ કાર્યમાં, ગ્રામીણ જળ પુરવઠાના મહત્વ, સમસ્યાઓ, સરકારી યોજનાઓ અને સામુદાયિક ભાગીદારીના મહત્વને ટૂંકમાં આવરી લેવામાં આવ્યું છે. વધુ ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ માટે, આ મુદ્દાઓ પર વધુ સંશોધન કરી શકાય છે.

11.9 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો (MCQ) અને તેના જવાબો:

- ભારતમાં ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીની અછતનું મુખ્ય કારણ કયું છે?
 - વધુ પડતી શહેરીકરણ
 - ભૂગર્ભજળનું અનિયંત્રિત શોષણ
 - ઔદ્યોગિક વિકાસ
 - નબળી ગુણવત્તાવાળા પાઇપલાઇન
- કઈ યોજનાનો ઉદ્દેશ્ય 2024 સુધીમાં દરેક ગ્રામીણ પરિવારને નળ જોડાણ દ્વારા પીવાનું શુદ્ધ પાણી પૂરું પાડવાનો છે?
 - સ્વજલધારા યોજના
 - રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પેયજળ કાર્યક્રમ (NRDWP)
 - પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (PMKSY)
 - રાષ્ટ્રીય જળ ગુણવત્તા ઉપ-મિશન (NWQSM)
- ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠા યોજનાઓમાં સમુદાયની ભાગીદારી શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
 - યોજનાઓનો ખર્ચ ઘટાડવા માટે
 - યોજનાઓના ઝડપી અમલીકરણ માટે
 - યોજનાઓ પ્રત્યે માલિકીની ભાવના પેદા કરવા માટે
 - ઉપરના બધા
- હેન્ડપંપની જાળવણીમાં નીચેનામાંથી કઈ પ્રવૃત્તિનો સમાવેશ થાય છે?
 - નિયમિત નિરીક્ષણ અને ઊંજણ
 - ખામીયુક્ત ભાગોનું સમારકામ
 - પાણીની ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ
 - ઉપરના બધા

5. કૂવાઓના પાણીને જીવાણુનાશક બનાવવા માટે કઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે?
- ગાળણ
 - ઉકાળવું
 - ક્લોરીનેશન
 - નિતારણ
6. ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણીજન્ય રોગોનું મુખ્ય કારણ કયું છે?
- અપૂરતી ઊંઘ
 - પ્રદૂષિત પાણીનો વપરાશ
 - કુપોષણ
 - શારીરિક પ્રવૃત્તિનો અભાવ
7. કઈ યોજના હેઠળ ગ્રામીણ સમુદાયોને તેમની પોતાની પાણી પુરવઠા યોજનાઓનું સંચાલન કરવા માટે સશક્ત બનાવવામાં આવે છે?
- જળ જીવન મિશન (JJM)
 - સ્વજલધારા યોજના
 - પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (PMKSY)
 - રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પેયજળ કાર્યક્રમ (NRDWP)
8. PMKSYનું પૂર્ણ સ્વરૂપ શું છે?
- પ્રધાનમંત્રી કિસાન સિંચાઈ યોજના
 - પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના
 - પ્રધાનમંત્રી કલ્યાણ સિંચાઈ યોજના
 - પ્રધાનમંત્રી કૃષક સિંચાઈ યોજના
9. પાણીની ગુણવત્તાની સમસ્યાઓથી પ્રભાવિત ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં શુદ્ધ પીવાનું પાણી પૂરું પાડવા માટે કઈ યોજના કાર્યરત છે?
- સ્વજલધારા યોજના
 - રાષ્ટ્રીય ગ્રામીણ પેયજળ કાર્યક્રમ (NRDWP)
 - પ્રધાનમંત્રી કૃષિ સિંચાઈ યોજના (PMKSY)
 - રાષ્ટ્રીય જળ ગુણવત્તા ઉપ-મિશન (NWQSM)
10. ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં સિંચાઈ માટે પાણીની ઉપલબ્ધતા વધારવા માટે કયા પગલાં લઈ શકાય?
- જળાશયોનું નિર્માણ
 - ટપક અને કુવારા સિંચાઈ પદ્ધતિઓનો પ્રચાર
 - જળ સંરક્ષણ તકનીકોનો અમલ
 - ઉપરના બધા

જવાબ : 1-b, 2-b, 3-d, 4-d, 5-c, 6-b, 7-b, 8-b, 9-d, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
2. ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાની મુખ્ય સમસ્યાઓ કઈ છે?
3. ભૂગર્ભજળના ઘટતા સ્તરને રોકવા માટે શું કરી શકાય?
4. NRDWPનું પૂર્ણ સ્વરૂપ શું છે અને તેનો ઉદ્દેશ્ય શું છે?
5. સ્વજલધારા યોજના શું છે?
6. હેન્ડપંપની જાળવણી કેવી રીતે કરવી જોઈએ?
7. કૂવાઓના પાણીને શુદ્ધ રાખવા માટે શું કરવું જોઈએ?
8. સામુદાયિક ભાગીદારી એટલે શું?
9. ગ્રામીણ જળ પુરવઠા યોજનાઓમાં સામુદાયિક ભાગીદારી શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
10. જળ સંરક્ષણ એટલે શું?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાની સમસ્યાઓ અને તેના ગ્રામીણ જીવન પર પડતી અસરોનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
2. ભારત સરકાર દ્વારા ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠો સુધારવા માટે અમલમાં મુકાયેલી વિવિધ યોજનાઓનું વિશ્લેષણ કરો.
3. હેન્ડપંપ અને કૂવાઓની જાળવણીના મહત્વ અને પદ્ધતિઓ વિશે વિસ્તૃત ચર્ચા કરો. ઉદાહરણો આપો.
4. ગ્રામીણ વિકાસમાં સામુદાયિક ભાગીદારીની ભૂમિકા અને મહત્વ સમજાવો. ગ્રામીણ જળ પુરવઠાના સંદર્ભમાં ઉદાહરણો આપો.
5. ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન માટેના ઉપાયો સૂચવો.

*** **

- 12.1 પ્રસ્તાવના
- 12.2 શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની આવશ્યકતા
- 12.3 શહેરી વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ
- 12.4 શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓ
- 12.5 જળ વિતરણ નેટવર્કનું જાળવણી
- 12.6 જળ રિસાવનું શોધ અને રોકથામ
- 12.7 સારાંશ
- 12.8 સ્વાધ્યાય

12.1 પ્રસ્તાવના:

શહેરી વિસ્તારો, જ્યાં માનવ વસ્તી ગીચતા ખૂબ વધુ હોય છે, તે વિકાસ, આર્થિક પ્રવૃત્તિ અને જીવનશૈલીનું કેન્દ્ર છે. આ વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠો, જે જીવન ટકાવી રાખવા માટે જરૂરી મૂળભૂત સુવિધા છે, તે ખૂબ મહત્વ ધરાવે છે. આ યુનિટમાં, આપણે શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની જરૂરિયાતો, પાણી પુરવઠામાં પડતી મુશ્કેલીઓ, પાણી પુરવઠા યોજનાઓ, પાણી વિતરણ નેટવર્કના જાળવણી, અને પાણીના લિકેજને શોધવા અને રોકવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

શહેરી વિસ્તારોમાં, ઔદ્યોગિક, વાણિજ્યિક, ઘરેલું અને જાહેર સુવિધાઓ માટે પાણીની જરૂરિયાતો ખૂબ વધુ હોય છે. વધતી જતી વસ્તી, શહેરીકરણ અને જીવનશૈલીમાં બદલાવને કારણે પાણીની માંગમાં પણ સતત વધારો થઈ રહ્યો છે. આ માંગને પૂર્ણ કરવા માટે પૂરતા પાણીના સ્રોત શોધવા, તેનું શુદ્ધિકરણ કરવું અને તેને કાર્યક્ષમ રીતે વિતરિત કરવું એ એક પડકારજનક કાર્ય છે.

શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠામાં ઘણી મુશ્કેલીઓનો સામનો કરવો પડે છે. પાણીના સ્રોતનું પ્રદૂષણ, જૂની અને અયોગ્ય રીતે જાળવણી કરાયેલ પાણી વિતરણ નેટવર્ક, પાણીનો બગાડ, અને અપૂરતું ભંડોળ આ સમસ્યાઓમાં મુખ્ય છે. આ મુશ્કેલીઓને કારણે પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ, પાણીની ગુણવત્તામાં ઘટાડો અને લોકોના સ્વાસ્થ્ય પર નકારાત્મક અસર થઈ શકે છે.

આ પડકારોનો સામનો કરવા માટે, શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠા યોજનાઓ બનાવવી અને તેનું અમલીકરણ કરવું ખૂબ જરૂરી છે. આ યોજનાઓમાં પાણીના સ્રોતનું સંરક્ષણ, પાણીનું શુદ્ધિકરણ, પાણીસંગ્રહ, કાર્યક્ષમ પાણી વિતરણ નેટવર્ક, અને પાણીના ઉપયોગ માટે જાગૃતિ જેવા મુદ્દાઓનો સમાવેશ થવો જોઈએ.

પાણી વિતરણ નેટવર્ક એ શહેરી પાણી પુરવઠાનો મહત્વનો ભાગ છે. પાઇપલાઇન, પંપ, વાલ્વ અને અન્ય ઉપકરણો દ્વારા પાણીને ઘરે-ઘરે અને અન્ય વપરાશકર્તાઓ સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે. આ નેટવર્કની યોગ્ય જાળવણી અને સમારકામ ખૂબ મહત્વનું છે. જૂની અને ખરાબ રીતે જાળવણી કરાયેલ પાઇપલાઇનમાં લિકેજ થવાની સંભાવના વધુ હોય છે, જેના કારણે પાણીનો બગાડ થાય છે અને પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ આવી શકે છે.

પાણીના લિકેજને શોધવા અને રોકવા માટે નિયમિત નિરીક્ષણ, દબાણ પરીક્ષણ અને લિકેજ ડિટેક્શન ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. લિકેજને તાત્કાલિક સમારકામ કરવાથી પાણીનો બગાડ અટકાવી શકાય છે અને પાણી પુરવઠાની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરી શકાય છે.

12.2 શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની આવશ્યકતા:

શહેરી વિસ્તારો, જ્યાં વસ્તી ગીચતા વધુ હોય છે અને આર્થિક પ્રવૃત્તિઓ ધમધમતી હોય છે, ત્યાં પાણીની માંગ ખૂબ ઊંચી હોય છે. જીવન ટકાવી રાખવા, આરોગ્ય જાળવવા, ઉદ્યોગો ચલાવવા, અને શહેરી જીવનને સરળ બનાવવા માટે પાણી અનિવાર્ય છે. આ લેખમાં, આપણે શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની વિવિધ આવશ્યકતાઓ અને તેના મહત્વને ઉદાહરણો સાથે સમજાવશું.

1. ઘરેલું વપરાશ:

શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની સૌથી વધુ અને મૂળભૂત જરૂરિયાત ઘરોમાં વપરાશ માટેની છે. પીવા, રસોઈ બનાવવા, સ્નાન કરવા, કપડાં અને વાસણો ધોવા, શૌચાલયનો ઉપયોગ, બાગકામ, અને ઘરની સફાઈ માટે પાણી જરૂરી છે. ઉદાહરણ તરીકે, એક સરેરાશ પરિવાર, જેમાં 4 સભ્યો હોય, તેને દરરોજ આશરે 500 થી 600

લિટર પાણીની જરૂર પડે છે. ગરમીના દિવસોમાં, સ્નાન, ઠંડક અને બાગકામ માટે પાણીનો વપરાશ વધી શકે છે.

2. ઔદ્યોગિક વપરાશ:

શહેરોમાં અનેક નાના-મોટા ઉદ્યોગો આવેલા હોય છે જે ઉત્પાદન પ્રક્રિયા, ઠંડક, સફાઈ અને અન્ય કામગીરી માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કાપડ ઉદ્યોગમાં કાપડને રંગવા અને ધોવા માટે, સ્ટીલ ઉદ્યોગમાં ધાતુને ઠંડી પાડવા માટે, અને ખાદ્ય પ્રક્રિયા ઉદ્યોગમાં ખાદ્ય પદાર્થો ધોવા અને પ્રક્રિયા કરવા માટે પુષ્કળ પાણીની જરૂર પડે છે. ઔદ્યોગિક વપરાશ કુલ પાણીના વપરાશનો નોંધપાત્ર હિસ્સો ધરાવે છે.

3. વાણિજ્યિક વપરાશ:

શહેરોમાં હોટલ, રેસ્ટોરન્ટ, શોપિંગ મોલ, ઑફિસ, અને અન્ય વ્યવસાયિક સંસ્થાઓ પણ પાણીનો નોંધપાત્ર વપરાશ કરે છે. હોટલમાં સ્વિમિંગ પુલ, લોન્ડ્રી, અને મહેમાનો માટે પાણીની જરૂર પડે છે. રેસ્ટોરન્ટમાં રસોઈ, વાસણો ધોવા, અને સફાઈ માટે પાણી જરૂરી છે. શોપિંગ મોલમાં શૌચાલય, સફાઈ અને ઠંડક પ્રણાલી માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. ઑફિસમાં કર્મચારીઓ માટે પીવાનું પાણી, શૌચાલય, અને સફાઈ માટે પાણી આવશ્યક છે.

4. જાહેર સુવિધાઓ:

શહેરોમાં જાહેર બગીચાઓ, રમતગમતના મેદાનો, સ્વિમિંગ પુલ, ફાયર સ્ટેશન, હોસ્પિટલો, શાળાઓ, અને અન્ય જાહેર સુવિધાઓ માટે પણ પાણી જરૂરી છે. બગીચાઓ અને રમતગમતના મેદાનોને લીલાછમ રાખવા માટે નિયમિત પાણી આપવું પડે છે. ફાયર સ્ટેશનને આગ બુઝાવવા માટે પાણીનો સંગ્રહ રાખવો પડે છે. હોસ્પિટલોમાં દર્દીઓની સારવાર, સફાઈ અને અન્ય કામગીરી માટે પાણી અનિવાર્ય છે. શાળાઓમાં વિદ્યાર્થીઓ માટે પીવાનું પાણી, શૌચાલય, અને સફાઈકામ માટે પાણીની જરૂર પડે છે.

5. શહેરી વિકાસ:

શહેરીકરણ અને બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓ પણ પાણીની માંગમાં વધારો કરે છે. નવા મકાનો, રસ્તાઓ, પુલ અને અન્ય માળખાકીય સુવિધાઓના નિર્માણ માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીની જરૂર પડે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોંક્રિટ બનાવવા, ધૂળ દબાવવા, અને બાંધકામ સાઈટ પર કામદારો માટે પાણી જરૂરી છે.

ઉદાહરણો:

- **મુંબઈ:** ભારતનું સૌથી વધુ વસ્તી ધરાવતું શહેર, મુંબઈ, દરરોજ આશરે 4,500 મિલિયન લિટર પાણીનો વપરાશ કરે છે. આમાંથી મોટાભાગનું પાણી ઘરેલું વપરાશ માટે જાય છે, પણ ઔદ્યોગિક અને વાણિજ્યિક વપરાશ પણ નોંધપાત્ર છે.
- **દિલ્હી:** રાજધાની દિલ્હી દરરોજ આશરે 3,800 મિલિયન લિટર પાણીનો વપરાશ કરે છે. શહેરમાં પાણીની અછતને કારણે ઘણી વખત પાણી પુરવઠામાં કાપ મુકવો પડે છે.
- **બેંગલોર:** "ગાર્ડન સિટી" તરીકે ઓળખાતું બેંગલોર શહેર બાગાયત અને લીલાછમ વિસ્તારો માટે જાણીતું છે. આ વિસ્તારોની જાળવણી માટે મોટી માત્રામાં પાણીની જરૂર પડે છે.

પાણીની અછતની સમસ્યા:

શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની માંગ સતત વધી રહી છે, પણ પાણીના સ્ત્રોત મર્યાદિત છે. વધતું પ્રદૂષણ, અનિયમિત વરસાદ, અને બિનકાર્યક્ષમ પાણી વ્યવસ્થાપનને કારણે પાણીની અછત એક ગંભીર સમસ્યા બની રહી છે. આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવવા માટે પાણીના સ્ત્રોતનું સંરક્ષણ, પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ, અને જળ વ્યવસ્થાપનમાં સુધારો જરૂરી છે.

નિષ્કર્ષ:

શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની આવશ્યકતા ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ અને બહુપક્ષીય છે. ઘરેલું વપરાશ, ઔદ્યોગિક અને વાણિજ્યિક પ્રવૃત્તિઓ, જાહેર સુવિધાઓ, અને શહેરી વિકાસ માટે પાણી અનિવાર્ય છે. પાણીની સતત વધતી માંગને પહોંચી વળવા માટે પાણીનો સમજદારીપૂર્વક ઉપયોગ, જળ સંરક્ષણ અને કાર્યક્ષમ જળ વ્યવસ્થાપન અત્યંત જરૂરી છે. પાણી એ જીવન છે, અને શહેરી વિસ્તારોના ટકાવ વિકાસ માટે તેની સુરક્ષા અને યોગ્ય વ્યવસ્થાપન એ આપણી સામૂહિક જવાબદારી છે.

આમ, શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠો એ એક જટિલ મુદ્દો છે. યોગ્ય આયોજન, કાર્યક્ષમ વ્યવસ્થાપન અને જાળવણી દ્વારા આ પડકારોનો સામનો કરી શકાય છે અને શહેરી વિસ્તારોમાં રહેતા લોકો માટે સ્વચ્છ, સુરક્ષિત અને સતત પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે. આ પ્રકરણ શહેરી પાણી પુરવઠાના વિવિધ પાસાઓ પર પ્રકાશ પાડશે અને આ મહત્વપૂર્ણ મુદ્દાને ઊંડાણપૂર્વક સમજવામાં મદદ કરશે.

12.3 શહેરી વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ:

શહેરી વિસ્તારોમાં ઝડપી વસ્તી વધારો, ઔદ્યોગિકીકરણ અને શહેરીકરણને કારણે પાણી પુરવઠા પર ભારે દબાણ સર્જાય છે. શહેરી વિસ્તારોમાં સ્વચ્છ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવો એ એક મોટો પડકાર બની રહ્યો છે. આ લેખમાં, આપણે શહેરી વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની મુખ્ય સમસ્યાઓ અને તેના ઉદાહરણો પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

1. પાણીના સ્રોતોની અછત:

ઘણા શહેરો એવા વિસ્તારોમાં સ્થિત છે જ્યાં કુદરતી રીતે પાણીના સ્રોત મર્યાદિત છે. નદીઓ, તળાવો અને ભૂગર્ભજળ જેવા પરંપરાગત સ્રોતો વધતી જતી માંગને પહોંચી વળવા માટે અસમર્થ બની રહ્યા છે. ઉદાહરણ તરીકે, બેંગ્લોર શહેર, જે "ભારતની સિલિકોન વેલી" તરીકે ઓળખાય છે, તે પાણીની તીવ્ર અછતનો સામનો કરી રહ્યું છે. શહેરનો મોટાભાગનો પાણી પુરવઠો કાવેરી નદી પર આધારિત છે, જે ઘણીવાર દુષ્કાળ અને અન્ય રાજ્યો સાથે પાણીની વહેંચણીના વિવાદોથી પ્રભાવિત થાય છે.

2. પાણીના સ્રોતોનું પ્રદૂષણ:

શહેરી વિસ્તારોમાં ઔદ્યોગિક કચરો, ગટરનું પાણી અને કૃષિ કચરાને કારણે પાણીના સ્રોતો મોટા પ્રમાણમાં પ્રદૂષિત થાય છે. પ્રદૂષિત પાણી પીવાલાયક રહેતું નથી અને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી બની શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, દિલ્લીમાં યમુના નદી, જે શહેરના પાણી પુરવઠાનો મુખ્ય સ્રોત છે, તે ઔદ્યોગિક અને ઘરેલું કચરાના નિકાલને કારણે ભારે પ્રદૂષિત થઈ ગઈ છે.

3. જૂની અને ખામીયુક્ત પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા:

ઘણા શહેરોમાં પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા જૂની અને ખામીયુક્ત હોય છે. પાઇપલાઇનમાં લિકેજ, કાટ અને ભંગાણને કારણે મોટા પ્રમાણમાં પાણી વેડફાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, મુંબઈમાં, દરરોજ આશરે 700 મિલિયન લિટર પાણી લિકેજને કારણે વેડફાય છે, જે શહેરના કુલ પાણી પુરવઠાના લગભગ 20% જેટલું છે.

4. બિનકાર્યક્ષમ પાણી વ્યવસ્થાપન:

અપૂરતી જાળવણી, બિનઆયોજિત વિકાસ અને પાણીના વપરાશ પર દેખરેખનો અભાવ જેવી સમસ્યાઓ પાણી પુરવઠાને બિનકાર્યક્ષમ બનાવે છે. પાણીના બિલની વસૂલાતમાં અનિયમિતતા અને પાણીના મીટરિંગનો અભાવ પણ પાણીના બગાડમાં ફાળો આપે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઘણા શહેરોમાં પાણીના બિલ

પાણીના વાસ્તવિક વપરાશના આધારે નહીં પણ ફ્લેટ રેટ પર વસૂલવામાં આવે છે, જેના કારણે લોકો પાણીનો બિનજરૂરી વપરાશ કરે છે.

5. અસમાન પાણી વિતરણ:

શહેરી વિસ્તારોમાં ઘણીવાર અસમાન પાણી વિતરણ જોવા મળે છે. ગરીબ અને ઝૂંપડપટ્ટી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠો ઓછો અને અનિયમિત હોય છે, જ્યારે શ્રીમંત વિસ્તારોમાં પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી મળે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઘણા શહેરોમાં ઝૂંપડપટ્ટી વિસ્તારોમાં રહેતા લોકોને પાણી માટે લાંબા સમય સુધી લાઇનમાં ઊભા રહેવું પડે છે અથવા ખાનગી ટેન્કરો પાસેથી ઊંચા ભાવે પાણી ખરીદવું પડે છે.

6. ભૂગર્ભજળનું અતિશય શોષણ:

પાણીની વધતી માંગને પહોંચી વળવા માટે ઘણા શહેરો ભૂગર્ભજળ પર વધુને વધુ નિર્ભર બની રહ્યા છે. ભૂગર્ભજળના અતિશય શોષણને કારણે ભૂગર્ભજળનું સ્તર ઘટી રહ્યું છે અને પાણીની ગુણવત્તા બગડી રહી છે. ઉદાહરણ તરીકે, ચેન્નાઈમાં, ભૂગર્ભજળના અતિશય શોષણને કારણે દરિયાનું ખારું પાણી ભૂગર્ભજળમાં ભળી ગયું છે, જેના કારણે પાણી પીવાલાયક રહ્યું નથી.

7. જળવાયુ પરિવર્તનની અસર:

અનિયમિત વરસાદ, દુષ્કાળ અને પૂર જેવી જળવાયુ પરિવર્તનની અસરો શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાને વધુ પ્રતિકૂળ બનાવી રહી છે. ઉદાહરણ તરીકે, 2019માં ચેન્નાઈમાં ભયંકર દુષ્કાળ પડ્યો હતો જેના કારણે શહેરના મોટાભાગના જળાશયો સુકાઈ ગયા હતા અને લોકોને ગંભીર પાણીની અછતનો સામનો કરવો પડ્યો હતો.

નિષ્કર્ષ:

શહેરી વિસ્તારોમાં જળ પુરવઠાની સમસ્યાઓ જટિલ અને બહુપક્ષીય છે. પાણીના સ્રોતની અછત અને પ્રદૂષણ, જૂની અને ખામીયુક્ત પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા, બિનકાર્યક્ષમ પાણી વ્યવસ્થાપન, અસમાન પાણી વિતરણ, ભૂગર્ભજળનું અતિશય શોષણ અને જળવાયુ પરિવર્તનની અસરો આ સમસ્યાઓમાં મુખ્ય છે. આ સમસ્યાઓના નિરાકરણ માટે સંકલિત જળ વ્યવસ્થાપન, પાણીના સ્રોતોનું સંરક્ષણ અને પુનર્જીવન, કાર્યક્ષમ પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા, પાણીના રિસાયક્લિંગ અને પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન, અને લોકોમાં પાણીના યોગ્ય ઉપયોગ અંગે જાગૃતિ જેવા પગલાં લેવા જરૂરી છે. ટકાઉ શહેરી વિકાસ માટે સ્વચ્છ, સુરક્ષિત અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવો એ એક આવશ્યક બાબત છે અને તે માટે સરકાર, નાગરિકો અને અન્ય તમામ ભાગીદારોએ સાથે મળીને કામ કરવાની જરૂર છે.

12.4 શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓ:

શહેરી વિસ્તારોમાં વધતી જતી વસ્તી અને ઔદ્યોગિકરણને કારણે પાણીની માંગ સતત વધી રહી છે. આ માંગને પહોંચી વળવા અને શહેરીજનોને સ્વચ્છ, સુરક્ષિત અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પૂરું પાડવા માટે અસરકારક શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓ બનાવવી અને તેનો અમલ કરવો અત્યંત આવશ્યક છે. આ લેખમાં, આપણે શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓના મુખ્ય ઘટકો, ઉદાહરણો અને તેના મહત્વ પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓના મુખ્ય ઘટકો:

1. **પાણીના સ્રોતનું મૂલ્યાંકન અને પસંદગી:** યોજનાનો પ્રથમ તબક્કો એ શહેરની પાણીની માંગને પહોંચી વળવા માટે પૂરતા અને વિશ્વસનીય પાણીના સ્રોતોનું મૂલ્યાંકન અને પસંદગી કરવાનો છે. આ સ્રોતોમાં નદીઓ, તળાવો, જળાશયો, ભૂગર્ભજળ, અને દરિયાના પાણીનું ડિસેલિનેશન (ખારાશ દૂર કરવી) સામેલ હોઈ શકે છે. સ્રોતની પસંદગી કરતી વખતે પાણીની ઉપલબ્ધતા, ગુણવત્તા, પર્યાવરણીય અસરો અને ખર્ચ જેવા પરિબલોને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.
2. **પાણીનું શુદ્ધિકરણ:** કાચા પાણીને પીવાલાયક બનાવવા માટે તેનું શુદ્ધિકરણ કરવું જરૂરી છે. પાણી શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાં ગાળણ, ક્લોરિનેશન, અને અન્ય પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પાણીમાંથી અશુદ્ધિઓ, બેક્ટેરિયા અને વાયરસ દૂર કરવામાં આવે છે. પાણીની ગુણવત્તા સુનિશ્ચિત કરવા માટે નિયમિત પરીક્ષણ અને દેખરેખ રાખવામાં આવે છે.
3. **પાણી સંગ્રહ:** શુદ્ધ કરેલા પાણીને સંગ્રહિત કરવા માટે ટાંકીઓ અને જળાશયો બનાવવામાં આવે છે. આ સંગ્રહ ટાંકીઓ પાણી પુરવઠામાં વધઘટ અને કટોકટીના સમયે પાણીની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરે છે. સંગ્રહ ટાંકીઓની ક્ષમતા શહેરની વસ્તી, પાણીની માંગ અને પાણી પુરવઠાના સમયગાળાને ધ્યાનમાં રાખીને નક્કી કરવામાં આવે છે.
4. **પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા:** કાર્યક્ષમ પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા એ યોજનાનો મહત્વનો ભાગ છે. પાઇપલાઇન, પંપ, વાલ્વ અને મીટરનું નેટવર્ક પાણીને સંગ્રહ ટાંકીઓમાંથી ઘરે-ઘરે અને અન્ય વપરાશકર્તાઓ સુધી પહોંચાડે છે. પાણીના લિકેજ અને બગાડને ઘટાડવા માટે યોગ્ય ડિઝાઇન, નિર્માણ અને જાળવણી મહત્વપૂર્ણ છે.
5. **પાણીના વપરાશનું સંચાલન:** યોજનામાં પાણીના કાર્યક્ષમ ઉપયોગ અને બગાડને ઘટાડવા માટેના પગલાંનો સમાવેશ થવો જોઈએ. આમાં પાણીના મીટરિંગ, વપરાશ આધારિત બિલિંગ, લીકેજ ડિટેક્શન અને સમારકામ, અને પાણી બચાવવા માટે જનજાગૃતિ અભિયાન શામેલ હોઈ શકે છે.
6. **ગંદા પાણીનું વ્યવસ્થાપન:** શહેરી જળ પુરવઠા યોજનામાં ગંદા પાણીના એકત્રીકરણ, શુદ્ધિકરણ અને નિકાલ માટેની વ્યવસ્થાનો પણ સમાવેશ થવો જોઈએ. ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ બાગકામ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને અન્ય બિન-પીવાલાયક હેતુઓ માટે કરી શકાય છે, જેનાથી તાજા પાણી પરનું દબાણ ઘટે છે.

ઉદાહરણો:

1. **અમદાવાદ જળ પુરવઠા યોજના:** અમદાવાદ શહેરમાં સાબરમતી નદી અને નર્મદા કેનાલ મુખ્ય પાણીના સ્રોત છે. શહેરમાં અનેક વૉટર ટ્રીટમેન્ટ પ્લાન્ટ છે જે નદીના પાણીને શુદ્ધ કરે છે અને તેને વિશાળ પાઇપલાઇન નેટવર્ક દ્વારા વિતરણ કરે છે. શહેરમાં પાણીના વપરાશને માપવા માટે મીટરિંગ સિસ્ટમ પણ લાગુ કરવામાં આવી છે.
2. **સિંગાપોરની NEWater યોજના:** સિંગાપોર, જે પાણીની અછત ધરાવતો ટાપુ રાષ્ટ્ર છે, તેણે NEWater નામની એક નવીન યોજના અમલમાં મૂકી છે. આ યોજના હેઠળ, ગંદા પાણીને અત્યાધુનિક ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે અને તેને પીવાલાયક ગુણવત્તાનું બનાવવામાં આવે છે. NEWater સિંગાપોરની પાણીની જરૂરિયાતોનો એક મહત્વનો ભાગ પૂરો પાડે છે.
3. **ઇઝરાયેલની ડિસેલિનેશન યોજના:** ઇઝરાયેલ, જે મોટાભાગે શુષ્ક પ્રદેશ ધરાવે છે, તેણે દરિયાના ખારા પાણીને પીવાલાયક બનાવવા માટે મોટા પાયે ડિસેલિનેશન પ્લાન્ટ સ્થાપ્યા છે. આ પ્લાન્ટ દેશની પાણીની જરૂરિયાતોનો નોંધપાત્ર હિસ્સો પૂરો પાડે છે અને પાણીની અછતને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે.

શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓનું મહત્વ:

- **સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણીની ઉપલબ્ધતા:** આ યોજનાઓ શહેરીજનોને સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પીવાનું પાણી પૂરું પાડે છે, જે જાહેર આરોગ્ય માટે મહત્વપૂર્ણ છે.
- **આર્થિક વિકાસ:** ઉદ્યોગો અને વ્યવસાયોને પાણીની સતત પુરવઠો પૂરો પાડીને આ યોજનાઓ આર્થિક વિકાસને પ્રોત્સાહન આપે છે.
- **જીવનધોરણમાં સુધારો:** પાણીની સુવિધા જીવનધોરણમાં સુધારો કરે છે અને શહેરીજનોના જીવનને વધુ આરામદાયક બનાવે છે.
- **પર્યાવરણીય સંરક્ષણ:** કાર્યક્ષમ પાણી વ્યવસ્થાપન અને ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ દ્વારા આ યોજનાઓ પાણીના સ્ત્રોતો અને પર્યાવરણનું સંરક્ષણ કરે છે.
- **સામાજિક સમાનતા:** ગરીબ અને શ્રીમંત વિસ્તારોમાં સમાન રીતે પાણી પુરવઠો પૂરો પાડીને આ યોજનાઓ સામાજિક સમાનતાને પ્રોત્સાહન આપે છે.

નિષ્કર્ષ:

શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓ એ શહેરી વિકાસનો પાયાનો પથ્થર છે. પાણીના સ્ત્રોતનું મૂલ્યાંકન, પાણીનું શુદ્ધિકરણ, સંગ્રહ અને વિતરણ, પાણીના વપરાશનું સંચાલન અને ગંદા પાણીનું વ્યવસ્થાપન જેવા ઘટકોને સંકલિત કરીને આ યોજનાઓ શહેરીજનોને સ્વચ્છ, સુરક્ષિત અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પૂરું પાડે છે. અસરકારક યોજનાઓ બનાવવી અને તેનો અમલ કરવો એ સરકાર, સ્થાનિક સંસ્થાઓ અને નાગરિકોની સામૂહિક જવાબદારી છે. પાણી એ જીવન છે, અને ટકાઉ શહેરી વિકાસ માટે તેની સુરક્ષા અને યોગ્ય વ્યવસ્થાપન એ આપણી પ્રાથમિકતા હોવી જોઈએ.

12.5 જળ વિતરણ નેટવર્કનું જાળવણી:

શહેરી વિસ્તારોમાં સ્વચ્છ અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવા માટે જળ વિતરણ નેટવર્કની યોગ્ય જાળવણી અત્યંત આવશ્યક છે. જળ વિતરણ નેટવર્ક એ પાઇપલાઇન, પંપ, વાલ્વ, મીટર અને અન્ય ઉપકરણોનું સંકુલ છે જે પાણીને શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટથી લઈને ઘરે-ઘરે અને અન્ય વપરાશકર્તાઓ સુધી પહોંચાડે છે. આ નેટવર્કની કાર્યક્ષમતા અને વિશ્વસનીયતા જાળવવા માટે નિયમિત જાળવણી અને સમારકામ જરૂરી છે. આ લેખમાં, આપણે જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીના મહત્વ, મુખ્ય પાસાઓ અને ઉદાહરણો પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીનું મહત્વ:

- **પાણીના બગાડને રોકવા:** જૂની અને ખામીયુક્ત પાઇપલાઇનમાં લીકેજ થવાની સંભાવના વધુ હોય છે. નિયમિત નિરીક્ષણ અને સમારકામ દ્વારા લિકેજને શોધી અને અટકાવી શકાય છે, જેનાથી પાણીનો બગાડ ઓછો થાય છે અને પાણી પુરવઠાની કાર્યક્ષમતા વધે છે.
- **પાણીની ગુણવત્તા જાળવવા:** કાટવાળી પાઇપલાઇન અને અન્ય ખામીઓ પાણીને પ્રદૂષિત કરી શકે છે. જાળવણી દ્વારા પાણીની ગુણવત્તા જાળવી શકાય છે અને લોકોના સ્વાસ્થ્યને સુરક્ષિત રાખી શકાય છે.

- **પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ ટાળવા:** પાઇપલાઇન ફાટવી અથવા પંપમાં ખામી સર્જાવી જેવી ઘટનાઓ પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ લાવી શકે છે. નિયમિત જાળવણી દ્વારા આવી ઘટનાઓને ટાળી શકાય છે અને પાણી પુરવઠાની વિશ્વસનીયતા સુનિશ્ચિત કરી શકાય છે.
- **સંપત્તિનું આયુષ્ય વધારવા:** યોગ્ય જાળવણી દ્વારા પાઇપલાઇન, પંપ અને અન્ય ઉપકરણોનું આયુષ્ય વધારી શકાય છે, જેનાથી લાંબા ગાળે ખર્ચમાં બચત થાય છે.
- **ગ્રાહક સંતોષ સુધારવા:** સતત અને વિશ્વસનીય પાણી પુરવઠો પૂરો પાડીને ગ્રાહક સંતોષમાં સુધારો કરી શકાય છે.

જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીના મુખ્ય પાસાઓ:

1. **નિવારક જાળવણી (Preventive Maintenance):** આ પ્રકારની જાળવણીમાં નિયમિત નિરીક્ષણ, સફાઈ, લ્યુબ્રિકેશન અને અન્ય કાર્યોનો સમાવેશ થાય છે જે સાધનસામગ્રીને સારી કાર્યકારી ક્રમમાં રાખવા અને ભવિષ્યમાં ખામીઓ થવાની સંભાવના ઘટાડવા માટે કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, પાઇપલાઇનનું નિયમિત દબાણ પરીક્ષણ, વાલ્વનું લ્યુબ્રિકેશન અને પંપની સફાઈ.
2. **સુધારાત્મક જાળવણી (Corrective Maintenance):** આ પ્રકારની જાળવણીમાં ખામી સર્જાયા પછી તેનું સમારકામ કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, લિકેજવાળી પાઇપલાઇનનું સમારકામ, ખામીયુક્ત પંપને બદલવો, અથવા ફાટેલી પાઇપલાઇનને બદલવી.
3. **લિકેજ શોધ અને સમારકામ:** પાણીના બગાડને રોકવા માટે લિકેજ શોધ અને સમારકામ એ જાળવણીનો મહત્વનો ભાગ છે. લિકેજ શોધવા માટે એકોસ્ટિક લિસનિંગ ડિવાઇસ, પ્રેશર લોગર્સ અને અન્ય ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. લિકેજ મળ્યા પછી, તેને તાત્કાલિક સમારકામ કરવું જોઈએ.
4. **પાઇપલાઇનનું ફ્લશિંગ:** પાઇપલાઇનમાં જમા થયેલા કાંપ, કાટ અને અન્ય પદાર્થોને દૂર કરવા માટે સમયાંતરે ફ્લશિંગ કરવું જરૂરી છે. ફ્લશિંગ પાણીની ગુણવત્તા સુધારવામાં અને પાઇપલાઇનની કાર્યક્ષમતા જાળવવામાં મદદ કરે છે.
5. **વાલ્વ અને હાઇડ્રેન્ટનું સંચાલન:** વાલ્વ અને હાઇડ્રેન્ટ એ પાણી વિતરણ નેટવર્કના મહત્વપૂર્ણ ભાગો છે. વાલ્વ પાણીના પ્રવાહને નિયંત્રિત કરે છે અને હાઇડ્રેન્ટનો ઉપયોગ ફાયર ફાઇટીંગ અને ફ્લશિંગ માટે થાય છે. વાલ્વ અને હાઇડ્રેન્ટનું નિયમિત નિરીક્ષણ, લ્યુબ્રિકેશન અને સમારકામ કરવું જરૂરી છે.
6. **મીટરિંગ અને ડેટા મેનેજમેન્ટ:** પાણીના વપરાશને ચોક્કસ રીતે માપવા અને પાણીના બગાડને શોધવા માટે મીટરિંગ સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. મીટર ડેટાનું વિશ્લેષણ જાળવણીની જરૂરિયાતોને ઓળખવામાં અને પાણી પુરવઠાની કાર્યક્ષમતા સુધારવામાં મદદ કરે છે.

ઉદાહરણો:

1. **અમદાવાદ મ્યુનિસિપલ કોર્પોરેશન (AMC):** AMC શહેરમાં પાણી વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી માટે એક વ્યાપક કાર્યક્રમ ધરાવે છે. આ કાર્યક્રમમાં નિયમિત પાઇપલાઇન નિરીક્ષણ, લિકેજ શોધ અને સમારકામ, વાલ્વ અને હાઇડ્રેન્ટનું સંચાલન, અને મીટરિંગ ડેટાનું વિશ્લેષણ શામેલ છે. AMC એ GIS (Geographic Information System) આધારિત એસેટ મેનેજમેન્ટ સિસ્ટમ પણ લાગુ કરી છે જે જાળવણી પ્રવૃત્તિઓને વધુ કાર્યક્ષમ બનાવે છે.
2. **દિલ્લી જલ બોર્ડ (DJB):** DJB એ દિલ્લીમાં પાણી પુરવઠા અને ગટર વ્યવસ્થાપન માટે જવાબદાર સંસ્થા છે. DJB એ પાણી વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી માટે અનેક પગલાં લીધાં છે, જેમાં જૂની

પાઇપલાઇનને બદલવી, લિકેજ શોધવા માટે ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરવો, અને ગ્રાહકોમાં પાણી બચાવવા માટે જાગૃતિ ફેલાવવાનો સમાવેશ થાય છે.

3. **સિંગાપોર પબ્લિક યુટિલિટીઝ બોર્ડ (PUB):** સિંગાપોર PUB એ પાણી વ્યવસ્થાપનમાં વિશ્વ અગ્રણી તરીકે માનવામાં આવે છે. PUB એ અત્યાધુનિક ટેકનોલોજી અને નવીન અભિગમોનો ઉપયોગ કરીને પાણી વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી માટે એક વ્યાપક કાર્યક્રમ વિકસાવ્યો છે. આ કાર્યક્રમમાં રીઅલ-ટાઇમ મોનિટરિંગ, પ્રિડિક્ટિવ મેન્ટેનન્સ અને સ્માર્ટ વૉટર ગ્રીડ ટેકનોલોજીનો સમાવેશ થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી એ શહેરી પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થાનો એક મહત્વપૂર્ણ અને સતત ચાલતો ભાગ છે. નિવારક અને સુધારાત્મક જાળવણી, લિકેજ શોધ અને સમારકામ, પાઇપલાઇનનું ફ્લશિંગ, વાલ્વ અને હાઇડ્રેન્ટનું સંચાલન, અને મીટરિંગ અને ડેટા મેનેજમેન્ટ જેવા પાસાઓ પર ધ્યાન આપીને પાણીનો બગાડ ઘટાડી શકાય છે, પાણીની ગુણવત્તા જાળવી શકાય છે, પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ ટાળી શકાય છે, સંપત્તિનું આયુષ્ય વધારી શકાય છે, અને ગ્રાહક સંતોષ સુધારી શકાય છે. ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ અને નવીન અભિગમો અપનાવીને જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીને વધુ કાર્યક્ષમ અને અસરકારક બનાવી શકાય છે. ટકાઉ શહેરી વિકાસ માટે સ્વચ્છ, સુરક્ષિત અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવા માટે સરકાર, સ્થાનિક સંસ્થાઓ અને નાગરિકોએ સાથે મળીને જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીને પ્રાથમિકતા આપવી જોઈએ.

12.6 જળ રિસાવનું શોધ અને રોકથામ:

જળ રિસાવ, જેને પાણીનું લીકેજ પણ કહેવામાં આવે છે, તે પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થામાં એક ગંભીર અને વ્યાપક સમસ્યા છે. તે ન માત્ર પાણીના બગાડ તરફ દોરી જાય છે, પરંતુ તેના આર્થિક અને પર્યાવરણીય પરિણામો પણ ખૂબ નુકસાનકારક હોય છે. શહેરી વિસ્તારોમાં, જ્યાં પાણીની માંગ પહેલેથી જ ઊંચી હોય છે અને પાણી પુરવઠાનું માળખું જટિલ હોય છે, ત્યાં જળ રિસાવ શોધવા અને તેને રોકવા માટે અસરકારક અને સક્રિય પગલાં લેવા અત્યંત આવશ્યક બની જાય છે. આ લેખમાં, આપણે જળ રિસાવની સમસ્યાને ઊંડાણપૂર્વક સમજીશું. તેના કારણો, તેને શોધવા માટેની વિવિધ પદ્ધતિઓ, તેને રોકવા માટેના અસરકારક ઉપાયો અને તેના કેટલાક વાસ્તવિક ઉદાહરણો પર વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

જળ રિસાવના કારણો:

જળ રિસાવ પાછળ ઘણા કારણો જવાબદાર હોઈ શકે છે. આ કારણોને સમજવાથી જળ રિસાવને રોકવા માટે યોગ્ય પગલાં લેવામાં મદદ મળશે. મુખ્ય કારણો નીચે મુજબ છે:

1. **જૂની અને ખામીયુક્ત પાઇપલાઇન:** શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાનું માળખું ઘણીવાર જૂનું હોય છે. સમય જતાં, પાઇપલાઇન કાટ, ઘસારો, અને જમીનના દબાણ જેવી કુદરતી પ્રક્રિયાઓને કારણે નબળી અને ક્ષતિગ્રસ્ત થઈ જાય છે. આ નબળાઈને કારણે પાઇપમાં તિરાડો પડે છે અને તેમાંથી પાણી લીકેજ થવા લાગે છે.

2. **ખરાબ બાંધકામ અને અયોગ્ય સ્થાપન:** ઘણી વખત પાઇપલાઇન નાખતી વખતે યોગ્ય ગુણવત્તાવાળી સામગ્રીનો ઉપયોગ થતો નથી. નબળી ગુણવત્તાવાળા પાઇપ, અયોગ્ય રીતે કરાયેલું જોઇન્ટિંગ અને અયોગ્ય સ્થાપન ભવિષ્યમાં લીકેજનું કારણ બની શકે છે.
3. **ભૂગર્ભમાં થતી ગતિવિધિઓ:** શહેરી વિસ્તારોમાં ભૂગર્ભમાં ઘણી બધી ગતિવિધિઓ થતી હોય છે. ભૂકંપ, ભૂસ્ખલન, અને બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓ જેવી કુદરતી અને માનવસર્જિત ગતિવિધિઓ ભૂગર્ભ પાઇપલાઇનને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે, જેના કારણે તેમાં લીકેજ થવાની સંભાવના વધી જાય છે.
4. **પાણીનું ઊંચું દબાણ:** પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થામાં પાણીનું દબાણ જાળવવું જરૂરી છે, પરંતુ જ્યારે દબાણ ખૂબ વધારે હોય ત્યારે તે પાઇપલાઇન પર બિનજરૂરી તાણ વધારે છે. ખાસ કરીને નબળા સાંધા અને ક્ષતિગ્રસ્ત પાઇપમાં ઊંચા દબાણને કારણે લીકેજ થવાની શક્યતા વધી જાય છે.
5. **અનધિકૃત જોડાણો:** ગેરકાયદેસર રીતે પાણીના જોડાણો લેવાની પ્રવૃત્તિ પણ જળ રિસાવનું કારણ બની શકે છે. આવા જોડાણો ઘણીવાર યોગ્ય રીતે કરવામાં આવતા નથી, જેના કારણે પાઇપલાઇનને નુકસાન થાય છે અને પાણી લીકેજ થાય છે.

જળ રિસાવ શોધવાની પદ્ધતિઓ:

જળ રિસાવ શોધવા માટે ઘણી બધી પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે. આ પદ્ધતિઓને મુખ્યત્વે બે ભાગમાં વહેંચી શકાય છે: પરંપરાગત પદ્ધતિઓ અને આધુનિક ટેકનોલોજી આધારિત પદ્ધતિઓ.

1. પરંપરાગત પદ્ધતિઓ:

- **દૃશ્ય નિરીક્ષણ:** આ સૌથી સરળ અને પ્રાથમિક પદ્ધતિ છે. તેમાં પાઇપલાઇન અને તેની આસપાસના વિસ્તારોનું ધ્યાનપૂર્વક નિરીક્ષણ કરવામાં આવે છે. ભીની જમીન, પાણીના ખાબોચિયા, જમીનનું અસામાન્ય રીતે બેસી જવું, અને અસામાન્ય વનસ્પતિ વૃદ્ધિ એ લીકેજના સંકેતો હોઈ શકે છે.
- **સાઉન્ડિંગ:** આ પદ્ધતિમાં પાઇપલાઇનમાંથી આવતા અવાજોને ધ્યાનપૂર્વક સાંભળવામાં આવે છે. આ માટે લાકડાના સળિયા, સ્ટેથોસ્કોપ જેવા સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. લીકેજ થતું હોય ત્યારે પાણીનો એક લાક્ષણિક અવાજ સંભળાય છે, જેને અનુભવી વ્યક્તિ ઓળખી શકે છે.
- **રાત્રિ પ્રવાહ માપન:** આ પદ્ધતિમાં રાત્રિના સમયે, જ્યારે પાણીનો વપરાશ ન્યૂનતમ હોય ત્યારે, પાણીના પ્રવાહનું માપન કરવામાં આવે છે. જો રાત્રિના સમયે પણ પાણીનો પ્રવાહ અસામાન્ય રીતે ઊંચો હોય, તો તે લીકેજ સૂચવે છે.

2. આધુનિક ટેકનોલોજી આધારિત પદ્ધતિઓ:

- **એકોસ્ટિક લિસનિંગ ડિવાઇસ:** આ આધુનિક ઉપકરણો ખૂબ સંવેદનશીલ હોય છે અને પાઇપલાઇનમાંથી આવતા લીકેજના સૂક્ષ્મ અવાજોને પણ શોધી શકે છે. આ ઉપકરણો લીકેજનું ચોક્કસ સ્થાન નક્કી કરવામાં પણ મદદ કરે છે.
- **પ્રેશર લોગર્સ:** આ ઉપકરણો પાઇપલાઇનમાં પાણીના દબાણનું સતત નિરીક્ષણ કરે છે અને રેકોર્ડ કરે છે. દબાણમાં અચાનક ઘટાડો એ લીકેજનો સંકેત આપે છે. પ્રેશર લોગર્સ લીકેજનું ચોક્કસ સ્થાન શોધવામાં મદદ ન કરી શકે, પરંતુ તે લિકેજ કયા વિસ્તારમાં થયું છે તે નક્કી કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

- **ગ્રાઉન્ડ પેનિટ્રેટિંગ રડાર (GPR):** આ ટેકનોલોજી જમીનની અંદરની છબીઓ બનાવવા માટે રડાર તરંગોનો ઉપયોગ કરે છે. GPR ભૂગર્ભ પાઇપલાઇન અને તેની આસપાસની જમીનમાં ભેજનું પ્રમાણ શોધી શકે છે. લીકેજને કારણે જમીનમાં ભેજનું પ્રમાણ વધી જાય છે, જેને GPR દ્વારા શોધી શકાય છે.
- **ઇન્ફ્રારેડ થર્મોગ્રાફી:** આ ટેકનોલોજી તાપમાનના તફાવતોને શોધી કાઢે છે. લીકેજ થતું હોય ત્યારે આસપાસની જમીનનું તાપમાન ઘટી જાય છે. ઇન્ફ્રારેડ કેમેરા આ તાપમાનના તફાવતને શોધી શકે છે અને લીકેજનું સ્થાન નક્કી કરવામાં મદદ કરી શકે છે.
- **સ્માર્ટ વાટર મીટર:** આ આધુનિક મીટર પાણીના વપરાશની રીઅલ-ટાઇમ માહિતી પૂરી પાડે છે. પાણીના વપરાશમાં અસામાન્ય વધારો એ લીકેજનો સંકેત હોઈ શકે છે. સ્માર્ટ મીટર દ્વારા પ્રાપ્ત થતી માહિતીનું વિશ્લેષણ કરીને લીકેજને શોધી શકાય છે.
- **સેટેલાઇટ આધારિત રિમોટ સેન્સિંગ:** આ એક નવી અને પ્રગત ટેકનોલોજી છે જેમાં ઉપગ્રહો દ્વારા લેવામાં આવેલી છબીઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ છબીઓનું વિશ્લેષણ કરીને જમીનમાં ભેજનું પ્રમાણ અને વનસ્પતિ વૃદ્ધિમાં ફેરફારો શોધી શકાય છે. ભેજનું પ્રમાણ અને વનસ્પતિ વૃદ્ધિમાં અસામાન્ય ફેરફારો લીકેજ સૂચવી શકે છે.

જળ રિસાવ રોકથામના ઉપાયો:

જળ રિસાવને રોકવા માટે ઘણા બધા પગલાં લઈ શકાય છે. આ ઉપાયોને મુખ્યત્વે નીચેના મુદ્દાઓમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે:

- **નિયમિત નિરીક્ષણ અને જાળવણી:** પાઇપલાઇનનું નિયમિત નિરીક્ષણ, દબાણ પરીક્ષણ, વાલ્વ અને અન્ય ઉપકરણોની જાળવણી ખૂબ મહત્વપૂર્ણ છે. આ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા લીકેજને વહેલા શોધી શકાય છે અને તેને ગંભીર બનતાં પહેલાં અટકાવી શકાય છે.
- **જૂની અને ખામીયુક્ત પાઇપલાઇન બદલવી:** જૂની અને ક્ષતિગ્રસ્ત પાઇપલાઇનને તબક્કાવાર નવી અને ટકાઉ પાઇપલાઇન સાથે બદલવી જોઈએ. આનાથી ભવિષ્યમાં લીકેજ થવાની સંભાવના ઘટી જશે.
- **યોગ્ય સામગ્રી અને બાંધકામ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ:** પાઇપલાઇન નાખતી વખતે ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળી અને ટકાઉ સામગ્રીનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. યોગ્ય બાંધકામ પદ્ધતિઓનું પાલન કરવું અને યોગ્ય રીતે જોઇન્ટિંગ કરવું પણ ખૂબ મહત્વપૂર્ણ છે.
- **પાણીના દબાણનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન:** પાણીના દબાણને યોગ્ય સ્તરે જાળવવાથી પાઇપલાઇન પરનો તાણ ઘટે છે અને લીકેજનું જોખમ ઓછું થાય છે. આ માટે પ્રેશર રિડ્યુસિંગ વાલ્વ (PRVs) નો ઉપયોગ કરી શકાય છે.
- **ભૂગર્ભ ગતિવિધિઓ પર દેખરેખ:** બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓ અને અન્ય ભૂગર્ભ ગતિવિધિઓ પર નજર રાખવી અને પાઇપલાઇનને નુકસાન ન થાય તેની ખાતરી કરવી જરૂરી છે.
- **અનધિકૃત જોડાણો પર કડક કાર્યવાહી:** ગેરકાયદેસર પાણીના જોડાણોને દૂર કરવા અને આવા કૃત્યો કરનારાઓ સામે કડક કાયદાકીય પગલાં લેવા જોઈએ.
- **જનજાગૃતિ અભિયાન:** લોકોને પાણીના મહત્વ, પાણીના બગાડના નુકસાન અને લીકેજની જાણ કરવા અંગે જાગૃત કરવા જોઈએ. જનજાગૃતિ દ્વારા પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ અને લીકેજ પ્રત્યે સજાગતા વધારી શકાય છે.

ઉદાહરણો:

- **મુંબઈમાં લિકેજ ડિટેક્શન પ્રોગ્રામ:** બૃહદમુંબઈ મહાનગરપાલિકા (BMC) એ શહેરમાં પાણીના લિકેજને શોધવા અને ઘટાડવા માટે એક વ્યાપક કાર્યક્રમ અમલમાં મૂક્યો છે. આ કાર્યક્રમ હેઠળ, એકોસ્ટિક લિસનિંગ ડિવાઇસ, પ્રેશર લોગર્સ અને અન્ય આધુનિક ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને પાઇપલાઇનનું નિયમિત નિરીક્ષણ કરવામાં આવે છે. BMC એ એક સમર્પિત ટીમ પણ બનાવી છે જે લિકેજની જાણ મળતા તાત્કાલિક તેનું સમારકામ કરે છે. આ કાર્યક્રમને કારણે મુંબઈ શહેરમાં પાણીના બગાડમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો થયો છે.
- **સિંગાપોરમાં સ્માર્ટ વોટર ગ્રીડ:** સિંગાપોરના પબ્લિક યુટિલિટીઝ બોર્ડ (PUB) એ સ્માર્ટ વોટર ગ્રીડ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ કરીને પાણીના લિકેજને શોધવા અને તેનું સંચાલન કરવા માટે એક અદ્યતન અને સંકલિત સિસ્ટમ વિકસાવી છે. આ સિસ્ટમ રીઅલ-ટાઇમ ડેટા એનાલિટિક્સ, સેન્સર નેટવર્ક અને મશીન લર્નિંગ અલ્ગોરિથમનો ઉપયોગ કરે છે. આ ટેકનોલોજી લીકેજને ઝડપથી અને ચોકસાઈપૂર્વક શોધી કાઢે છે અને તેનું સ્થાન નક્કી કરે છે, જેનાથી પાણીના બગાડને ઘટાડવામાં અને સમારકામની કામગીરીને ઝડપી બનાવવામાં મદદ મળે છે.
- **ઇઝરાયેલમાં પ્રેશર મેનેજમેન્ટ:** ઇઝરાયેલ, જે પાણીની અછત ધરાવતો દેશ છે, તેણે પાણીના લિકેજને ઘટાડવા માટે પ્રેશર મેનેજમેન્ટ ટેકનોલોજીનો વ્યાપક ઉપયોગ કર્યો છે. દેશભરમાં પ્રેશર રિડ્યુસિંગ વાલ્વ (PRVs) સ્થાપિત કરવામાં આવ્યા છે. આ વાલ્વ પાણીના દબાણને આપોઆપ નિયંત્રિત કરે છે અને તેને યોગ્ય સ્તરે જાળવી રાખે છે. આનાથી પાઇપલાઇન પરનો બિનજરૂરી તાણ ઘટે છે અને લીકેજ થવાનું જોખમ ઓછું થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

જળ રિસાવ એ એક ગંભીર સમસ્યા છે જેનો સામનો કરવા માટે તાત્કાલિક, સક્રિય અને સતત પ્રયત્નોની જરૂર છે. પરંપરાગત અને આધુનિક ટેકનોલોજી આધારિત પદ્ધતિઓના સંયોજનનો ઉપયોગ કરીને જળ રિસાવને અસરકારક રીતે શોધી શકાય છે. નિયમિત નિરીક્ષણ, યોગ્ય જાળવણી, ગુણવત્તાયુક્ત સામગ્રીનો ઉપયોગ, પાણીના દબાણનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન, અનધિકૃત જોડાણો પર પ્રતિબંધ અને જનજાગૃતિ અભિયાન જેવા પગલાં દ્વારા જળ રિસાવને રોકી શકાય છે. સરકાર, પાણી પુરવઠા એજન્સીઓ, અને નાગરિકોએ સાથે મળીને જવાબદારીપૂર્વક કામ કરીને પાણીના બગાડને ઘટાડવા અને આ મૂલ્યવાન સંસાધનને સુરક્ષિત રાખવા માટે પ્રતિબદ્ધ થવું જોઈએ. પાણી એ જીવન છે, અને ટકાઉ ભવિષ્ય માટે તેનું સંરક્ષણ અને યોગ્ય વ્યવસ્થાપન એ આપણી સામૂહિક જવાબદારી છે.

12.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે શહેરી જળ પુરવઠા વ્યવસ્થાના વિવિધ પાસાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની વધતી જતી માંગ, પાણી પુરવઠામાં પડતી મુશ્કેલીઓ, અસરકારક શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓનું મહત્વ, જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી અને જળ રિસાવ શોધવા અને રોકવા માટેની પદ્ધતિઓ અને ઉપાયો પર ચર્ચા કરી.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની જરૂરિયાત પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. આપણે જોયું કે શહેરીકરણ, ઔદ્યોગિકીકરણ અને જીવનશૈલીમાં બદલાવને કારણે શહેરોમાં પાણીની માંગ સતત વધી રહી છે. ઘરેલું વપરાશ, ઔદ્યોગિક અને વાણિજ્યિક પ્રવૃત્તિઓ, જાહેર સુવિધાઓ અને શહેરી વિકાસ માટે પાણી અનિવાર્ય છે.

ત્યારબાદ, આપણે શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠામાં પડતી મુશ્કેલીઓનો અભ્યાસ કર્યો. પાણીના સ્ત્રોતોની અછત અને પ્રદૂષણ, જૂની અને ખામીયુક્ત પાણી વિતરણ વ્યવસ્થા, બિનકાર્યક્ષમ પાણી વ્યવસ્થાપન, અસમાન પાણી વિતરણ, ભૂગર્ભજળનું અતિશય શોષણ અને જળવાયુ પરિવર્તનની અસરો જેવી સમસ્યાઓ શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાને ગંભીર રીતે પ્રભાવિત કરે છે.

આ પડકારોનો સામનો કરવા માટે, આપણે શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાઓના મહત્વ પર ભાર મૂક્યો. અસરકારક યોજનાઓમાં પાણીના સ્ત્રોતનું મૂલ્યાંકન અને પસંદગી, પાણીનું શુદ્ધિકરણ, સંગ્રહ અને વિતરણ, પાણીના વપરાશનું સંચાલન અને ગંદા પાણીનું વ્યવસ્થાપન જેવા ઘટકોનો સમાવેશ થાય છે. આપણે અમદાવાદ, સિંગાપોર અને ઇઝરાયેલ જેવા શહેરોની સફળ યોજનાઓના ઉદાહરણો પણ જોયા.

પ્રકરણના આગળના ભાગમાં, આપણે જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીના મહત્વ પર પ્રકાશ પાડ્યો. આપણે જોયું કે પાણીના બગાડને રોકવા, પાણીની ગુણવત્તા જાળવવા, પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ ટાળવા, સંપત્તિનું આયુષ્ય વધારવા અને ગ્રાહક સંતોષ સુધારવા માટે નિયમિત જાળવણી જરૂરી છે. આપણે નિવારક અને સુધારાત્મક જાળવણી, લિકેજ શોધ અને સમારકામ, પાઇપલાઇનનું ફ્લેશિંગ, વાલ્વ અને હાઇડ્રેન્ટનું સંચાલન, અને મીટરિંગ અને ડેટા મેનેજમેન્ટ જેવા જાળવણીના મુખ્ય પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે અમદાવાદ, દિલ્હી અને સિંગાપોર જેવા શહેરોમાં જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી માટે અપનાવવામાં આવતી પદ્ધતિઓના ઉદાહરણો પણ જોયા.

છેલ્લે, આપણે જળ રિસાવ શોધવા અને રોકવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. આપણે જળ રિસાવના કારણો, જેમ કે જૂની અને ખામીયુક્ત પાઇપલાઇન, ખરાબ બાંધકામ, ભૂગર્ભમાં થતી ગતિવિધિઓ, પાણીનું ઊંચું દબાણ અને અનધિકૃત જોડાણોનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે દ્રશ્ય નિરીક્ષણ, સાઉન્ડિંગ અને રાત્રિ પ્રવાહ માપન જેવી પરંપરાગત પદ્ધતિઓ, અને એકોસ્ટિક લિસનિંગ ડિવાઇસ, પ્રેશર લોગર્સ, ગ્રાઉન્ડ પેનિટ્રેટિંગ રડાર, ઇન્ફ્રારેડ થર્મોગ્રાફી, સ્માર્ટ વોટર મીટર અને સેટેલાઇટ આધારિત રિમોટ સેન્સિંગ જેવી આધુનિક ટેકનોલોજી આધારિત પદ્ધતિઓ વિશે પણ શીખ્યા.

આ ઉપરાંત, આપણે જળ રિસાવ રોકવા માટેના ઉપાયો, જેવા કે નિયમિત નિરીક્ષણ અને જાળવણી, જૂની પાઇપલાઇન બદલવી, યોગ્ય સામગ્રી અને બાંધકામ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ, પાણીના દબાણનું નિયંત્રણ, ભૂગર્ભ ગતિવિધિઓનું નિરીક્ષણ, અનધિકૃત જોડાણો પર પ્રતિબંધ અને જનજાગૃતિ જેવા ઉપાયોની ચર્ચા કરી. આપણે મુંબઈ, સિંગાપોર અને ઇઝરાયેલમાં જળ રિસાવ શોધવા અને રોકવા માટે અમલમાં મુકાયેલા કાર્યક્રમોના ઉદાહરણો પણ જોયા.

આ પ્રકરણના અભ્યાસ દ્વારા, આપણે શહેરી જળ પુરવઠા વ્યવસ્થાના મહત્વ અને તેની જટિલતાઓને સમજી શક્યા છીએ. આપણે શીખ્યા કે શહેરી વિસ્તારોમાં સ્વચ્છ, સુરક્ષિત અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી પુરવઠો સુનિશ્ચિત કરવા માટે સંકલિત અભિગમ અપનાવવો જરૂરી છે, જેમાં પાણીના સ્ત્રોતોનું સંરક્ષણ, કાર્યક્ષમ પાણી વિતરણ, યોગ્ય જાળવણી, જળ રિસાવ નિયંત્રણ અને જનજાગૃતિ જેવા પાસાઓનો સમાવેશ થાય છે.

આ પ્રકરણ આપણને એ સમજવામાં મદદ કરે છે કે પાણી એ અમૂલ્ય સંસાધન છે અને ટકાઉ શહેરી વિકાસ માટે તેનું યોગ્ય વ્યવસ્થાપન અત્યંત આવશ્યક છે. સરકાર, પાણી પુરવઠા એજન્સીઓ, ટેકનોલોજી

પ્રદાતાઓ અને નાગરિકોએ સાથે મળીને કામ કરીને પાણીના બગાડને ઘટાડવા, પાણી પુરવઠાની કાર્યક્ષમતા વધારવા અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે પાણીની સુરક્ષા સુનિશ્ચિત કરવા માટે પ્રતિબદ્ધ થવું જોઈએ.

12.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

1. શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની માંગમાં વધારા માટેનું મુખ્ય કારણ કયું છે?
 - (a) ઔદ્યોગિકીકરણ
 - (b) શહેરીકરણ
 - (c) જીવનશૈલીમાં બદલાવ
 - (d) ઉપરના બધા
2. નીચેનામાંથી કઈ સમસ્યા શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠાને પ્રભાવિત કરતી **નથી**?
 - (a) પાણીના સ્ત્રોતનું પ્રદૂષણ
 - (b) જૂની પાઇપલાઇન
 - (c) વધુ પડતો વરસાદ
 - (d) બિનકાર્યક્ષમ પાણી વ્યવસ્થાપન
3. શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - (a) શહેરીજનોને સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણી પૂરું પાડવું.
 - (b) ઔદ્યોગિક વિકાસને પ્રોત્સાહન આપવું.
 - (c) પાણીનો બગાડ અટકાવવો
 - (d) ઉપરના બધા
4. જળ વિતરણ નેટવર્કમાં લિકેજ શોધવા માટે કઈ ટેકનોલોજીનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) એકોસ્ટિક લિસનિંગ ડિવાઇસ
 - (b) પ્રેશર લોગર્સ
 - (c) ગ્રાઉન્ડ પેનિટ્રેટિંગ રડાર
 - (d) ઉપરના બધા
5. પાઇપલાઇનનું ફ્લેશિંગ શા માટે કરવામાં આવે છે?
 - (a) પાઇપલાઇનમાં કાટ દૂર કરવા
 - (b) પાઇપલાઇનમાં જમા થયેલા કાંપને દૂર કરવા
 - (c) પાણીની ગુણવત્તા સુધારવા
 - (d) ઉપરના બધા
6. નીચેનામાંથી કયું જળ રિસાવનું કારણ **નથી**?
 - (a) જૂની પાઇપલાઇન
 - (b) પાણીનું ઓછું દબાણ
 - (c) ખરાબ બાંધકામ
 - (d) અનધિકૃત જોડાણો

7. NEWater યોજના કયા દેશમાં અમલમાં છે?
 - (a) ભારત
 - (b) સિંગાપોર
 - (c) ઇઝરાયેલ
 - (d) ચીન
8. જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણી શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
 - (a) પાણીનો ભગાડ રોકવા
 - (b) પાણીની ગુણવત્તા જાળવવા
 - (c) પાણી પુરવઠામાં વિક્ષેપ ટાળવા
 - (d) ઉપરના બધા
9. ભૂગર્ભજળના અતિશય શોષણથી શું સમસ્યા થઈ શકે છે?
 - (a) ભૂગર્ભજળનું સ્તર ઘટી શકે છે.
 - (b) પાણીની ગુણવત્તા બગડી શકે છે.
 - (c) દરિયાનું ખારું પાણી ભૂગર્ભજળમાં ભળી શકે છે.
 - (d) ઉપરના બધા
10. શહેરી જળ પુરવઠા યોજનામાં ગંદા પાણીના વ્યવસ્થાપનનું શું મહત્વ છે?
 - (a) પાણીના સ્ત્રોતોનું પ્રદૂષણ અટકાવવા
 - (b) પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરવા
 - (c) તાજા પાણી પરનું દબાણ ઘટાડવા
 - (d) ઉપરના બધા

જવાબો: 1-d, 2-c, 3-d, 4-d, 5-d, 6-b, 7-b, 8-d, 9-d, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીની માંગ શા માટે વધી રહી છે?
2. શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠામાં પડતી કોઈ પણ ત્રણ મુશ્કેલીઓ જણાવો.
3. શહેરી જળ પુરવઠા યોજનાના મુખ્ય ઘટકો કયા છે?
4. જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીના બે ફાયદા જણાવો.
5. પ્રિવેન્ટિવ મેન્ટેનન્સ અને કરેક્ટિવ મેન્ટેનન્સ વચ્ચે શું તફાવત છે?
6. જળ રિસાવ શોધવા માટેની કોઈપણ બે પરંપરાગત પદ્ધતિઓ જણાવો.
7. જળ રિસાવ શોધવા માટેની કોઈપણ બે આધુનિક ટેકનોલોજી આધારિત પદ્ધતિઓ જણાવો.
8. જળ રિસાવ રોકવા માટેના કોઈપણ ત્રણ ઉપાયો જણાવો.
9. સ્માર્ટ વૉટર મીટરનો ઉપયોગ કેવી રીતે ફાયદાકારક છે?
10. શહેરી જળ પુરવઠા યોજનામાં ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણનું શું મહત્વ છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. શહેરી વિસ્તારોમાં પાણી પુરવઠામાં પડતી મુશ્કેલીઓ વિગતવાર સમજાવો અને તેના ઉકેલ માટેના સૂચનો આપો. (300 શબ્દો)

2. શહેરી જળ પુરવઠા યોજના બનાવતી વખતે ધ્યાનમાં રાખવાના મુખ્ય મુદ્દાઓ કયા છે? અમદાવાદ જળ પુરવઠા યોજનાનું ઉદાહરણ આપીને સમજાવો. (350 શબ્દો)
3. જળ વિતરણ નેટવર્કની જાળવણીના વિવિધ પાસાઓનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને તેના મહત્વ પર પ્રકાશ પાડો. (350 શબ્દો)
4. જળ રિસાવના કારણો, તેને શોધવાની પદ્ધતિઓ અને રોકથામના ઉપાયો વિગતવાર સમજાવો. (400 શબ્દો)
5. શહેરી વિસ્તારોમાં પાણીના સંરક્ષણ અને કાર્યક્ષમ ઉપયોગ માટે કયા કયા પગલાં લઈ શકાય? સિંગાપોર અને ઇઝરાયેલના ઉદાહરણો આપીને સમજાવો. (400 શબ્દો).

*** **

औधोगिक ञण पुरवढो अने उपचार

13

- 13.1 प्रस्तावना
- 13.2 विविध उधोगो माटे पाणीनी ञर्रियात
- 13.3 औधोगिक गंढा पाणीनी लाक्षणिकताओ
- 13.4 औधोगिक गंढा पाणीनी उपचार पद्धतिओ
- 13.5 पुनर्यञ्जण अने पुनःउपयोग
- 13.6 शून्य प्रवाढी निञ्जाल (ZLD)
- 13.7 सारांश
- 13.8 स्वाध्याय

13.1 પ્રસ્તાવના:

અમૃત સમાન પાણી જીવનનો આધાર છે, અને માનવ જીવનના દરેક પાસા માટે તે જરૂરી છે. પરંતુ, પાણી માત્ર માનવ જરૂરિયાતો માટે જ નહીં, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ માટે પણ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે. ઉદ્યોગો આર્થિક વિકાસના એન્જિન છે, પરંતુ તેઓ મોટા પ્રમાણમાં પાણીનો ઉપયોગ કરે છે અને તેની સાથે પ્રદૂષિત પાણી પણ બહાર કાઢે છે.

આ યુનિટમાં, આપણે ઔદ્યોગિક જળ પુરવઠા અને ઉપચારના વિવિધ પાસાઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. તે સમજવું અતિ આવશ્યક છે કે, વિવિધ ઉદ્યોગોને પાણીની જરૂરિયાત અલગ અલગ હોય છે. કેટલાક ઉદ્યોગો, જેમ કે ખાદ્ય પ્રક્રિયા, ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા પાણીની જરૂર હોય છે, જ્યારે અન્ય, જેમ કે કાપડ ઉદ્યોગ, ઓછી ગુણવત્તાવાળા પાણીથી પણ ચાલે છે. આ જરૂરિયાતો પૂર્ણ કરવા માટે, ઉદ્યોગોને તેમની જરૂરિયાતો અનુસાર યોગ્ય જળ પુરવઠા સ્રોત શોધવા અને પાણીની યોગ્ય સારવાર કરવી જરૂરી બને છે.

બીજી બાજુ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયામાંથી બહાર કાઢવામાં આવેલું પાણી, જેને ઔદ્યોગિક ગંદુ પાણી તરીકે ઓળખવામાં આવે છે, તેમાં વિવિધ પ્રકારના પ્રદૂષકો હોઈ શકે છે. આ પ્રદૂષકોમાં રસાયણો, ભારે ધાતુઓ, તેલ અને ગ્રીસ, અને કાર્બનિક પદાર્થોનો સમાવેશ થઈ શકે છે. આ ગંદુ પાણી જો નદીઓ, તળાવો અથવા સમુદ્રમાં છોડવામાં આવે તો તે જળચરો અને પર્યાવરણ માટે ઘાતક સાબિત થઈ શકે છે. તેથી, ઔદ્યોગિક ગંદા પાણી પર યોગ્ય રીતે પ્રક્રિયા કરવી અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે.

ઔદ્યોગિક ગંદા પાણી પર પ્રક્રિયા કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે. આ પદ્ધતિઓમાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયા પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે. કઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવો તે ગંદા પાણીમાં પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને પ્રમાણ પર આધારિત છે.

આ ઉપરાંત, પાણી બચાવવા માટે ઉદ્યોગોએ પાણીનો પુનઃઉપયોગ અને રિસાયક્લિંગ કરવું જરૂરી છે. પુનઃઉપયોગનો અર્થ એ છે કે, એકવાર વપરાયેલું પાણી સાફ કરીને ફરીથી તે જ અથવા બીજી પ્રક્રિયા માટે વાપરવું. રિસાયક્લિંગનો અર્થ એ છે કે, ગંદા પાણી પર પ્રક્રિયા કરીને તેને ફરીથી વાપરી શકાય તેવું બનાવવું. તાજેતરના સમયમાં, "શૂન્ય પ્રવાહી નિકાલ" (Zero Liquid Discharge - ZLD) ની સંકલ્પનાને મહત્વ પ્રાપ્ત થયું છે. ZLD નો અર્થ એ છે કે, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયામાંથી કોઈ પણ ગંદુ પાણી બહાર કાઢવામાં આવશે નહીં. આ હાંસલ કરવા માટે, ઉદ્યોગોએ અદ્યતન પ્રક્રિયા તકનીકોનો ઉપયોગ કરવો અને પાણીનો પુનઃઉપયોગ અને રિસાયક્લિંગ મહત્તમ કરવું જરૂરી છે. ZLD એ એક મહત્વપૂર્ણ ધ્યેય છે, કારણ કે તે જળસ્રોતોના પ્રદૂષણને ઘટાડવામાં અને પાણીની બચત કરવામાં મદદ કરે છે.

આ યુનિટમાં, આપણે ઉપરોક્ત બધા વિષયોનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું. વિવિધ ઉદ્યોગોની પાણીની જરૂરિયાતો, ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની લાક્ષણિકતાઓ, પ્રક્રિયા પદ્ધતિઓ, પુનઃઉપયોગ અને રિસાયક્લિંગ અને ZLD વિશે આપણે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું. આ અભ્યાસ દ્વારા, આપણને ઔદ્યોગિક જળ પુરવઠા અને ઉપચાર ક્ષેત્રમાં પડકારો અને તકોની જાણ થશે. આ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરીને, આપણે ટકાઉ ઔદ્યોગિક વિકાસ અને જળસ્રોતોના સંરક્ષણમાં જાળો આપી શકીએ છીએ.

છેવટે, આપણે એ યાદ રાખવું જોઈએ કે, પાણી એક મૂલ્યવાન અને મર્યાદિત સ્રોત છે. ઉદ્યોગોએ જવાબદારીપૂર્વક પાણીનો ઉપયોગ કરવો અને ગંદા પાણી પર યોગ્ય પ્રક્રિયા કરવી એ આપણી ફરજ છે. ફક્ત આ રીતે આપણે ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પાણી સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

13.2 વિવિધ ઉદ્યોગો માટે પાણીની જરૂરિયાત:

પાણી એ જીવનનો આધાર છે અને તે ઔદ્યોગિક ક્ષેત્ર માટે પણ અનિવાર્ય છે. વિવિધ ઉદ્યોગોને તેમના કાર્યો અને ઉત્પાદન પ્રક્રિયાઓ માટે વિવિધ પ્રકારના અને ગુણવત્તાવાળા પાણીની જરૂરિયાત હોય છે. આ જરૂરિયાતો ઉદ્યોગના પ્રકાર, ઉત્પાદન પ્રક્રિયા અને ઉપયોગમાં લેવાતા કાચા માલ પર આધારિત છે. ચાલો, કેટલાક મુખ્ય ઉદ્યોગો અને તેમની પાણીની જરૂરિયાતોને ઉદાહરણો સાથે સમજીએ:

1. ખાદ્ય અને પીણા ઉદ્યોગ:

- **જરૂરિયાત:** ખાદ્ય અને પીણા ઉદ્યોગમાં સ્વચ્છ, ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા પાણીની ખૂબ જ મોટી માત્રામાં જરૂર પડે છે. આ પાણીનો ઉપયોગ કાચા માલની સફાઈ, રસોઈ, પ્રક્રિયા, ઉત્પાદનોમાં ભેળવવા, અને સાધનો અને સુવિધાઓની સફાઈ માટે થાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **ડેરી ઉદ્યોગ:** દૂધ એકઠું કરવા, પાશ્ચરાઈઝેશન, ચીઝ, દહીં અને અન્ય ડેરી ઉત્પાદનો બનાવવા માટે પુષ્કળ પાણીની જરૂર પડે છે.
 - **ફળ પ્રક્રિયા ઉદ્યોગ:** ફળોને ધોવા, છાલ ઉતારવા, રસ કાઢવા, જામ અને જેલી બનાવવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
 - **બ્રુઅરી:** બીયર બનાવવા માટે, જવને પલાળવા, ઉકાળવા, ગાળણક્રિયા અને બોટલિંગ પ્રક્રિયા માટે મોટા પ્રમાણમાં પાણીની જરૂર પડે છે.

2. કાપડ ઉદ્યોગ:

- **જરૂરિયાત:** કાપડ ઉદ્યોગમાં પણ પાણીનો ખૂબ જ મોટા પ્રમાણમાં ઉપયોગ થાય છે. કાચા રેસાને ધોવા, રંગવા, બ્લીચ કરવા, છાપકામ કરવા અને અંતિમ પ્રક્રિયાઓ માટે પાણી જરૂરી છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **કોટન મિલ:** કપાસને સાફ કરવા, કાંતવા, વણવા, અને રંગવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
 - **ડેનિમ ઉત્પાદન:** ડેનિમ કાપડને ધોવા, બ્લીચ કરવા, અને રંગ આપવા માટે પુષ્કળ પાણી વપરાય છે.
 - **રેશમ ઉદ્યોગ:** રેશમના કીડાના કોશેટાને ઉકાળીને તેમાંથી રેશમના રેસા મેળવવા અને તેને રંગવા માટે પાણીની જરૂર પડે છે.

3. વીજ ઉત્પાદન ઉદ્યોગ:

- **જરૂરિયાત:** થર્મલ પાવર પ્લાન્ટમાં, પાણીનો ઉપયોગ બોઈલરમાં વરાળ ઉત્પન્ન કરવા માટે થાય છે, જે ટર્બાઈન ચલાવે છે અને વીજળી ઉત્પન્ન કરે છે. આ ઉપરાંત, કોલસાને ઠંડો કરવા અને રાખને ઠાલવવા માટે પણ પાણી વપરાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **કોલસા આધારિત વીજ મથક:** કોલસાને બાળીને ગરમી ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે, જે પાણીને ગરમ કરીને વરાળ બનાવે છે.
 - **પરમાણુ વીજ મથક:** પરમાણુ રિએક્ટરમાં ઉત્પન્ન થતી ગરમીનો ઉપયોગ પાણીને ગરમ કરવા માટે થાય છે, જેમાંથી વરાળ બનાવીને વીજળી ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે.
 - **હાઈડ્રોઇલેક્ટ્રિક પાવર પ્લાન્ટ:** વહેતા પાણીની ગતિ ઊર્જાનો ઉપયોગ ટર્બાઈન ફેરવવા અને વીજળી ઉત્પન્ન કરવા માટે થાય છે.

4. રાસાયણિક ઉદ્યોગ:

- **જરૂરિયાત:** રાસાયણિક ઉદ્યોગમાં પાણીનો ઉપયોગ દ્રાવક, શીતક, પ્રક્રિયા સહાયક, અને સફાઈ માટે થાય છે. રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં ઉદ્દીપક, કાચા માલ, અને ઉત્પાદનોને ભેળવવા, ગરમ કરવા, ઠંડા કરવા અને શુદ્ધિકરણ માટે પણ પાણીની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **ખાતર ઉત્પાદન:** એમોનિયા, યુરિયા, અને અન્ય ખાતરો બનાવવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
 - **પ્લાસ્ટિક ઉત્પાદન:** પ્લાસ્ટિકના કાચા માલને ઓગાળવા, ઠંડા કરવા અને પ્લાસ્ટિકની વસ્તુઓ બનાવવા માટે પાણી વપરાય છે.
 - **દવા ઉત્પાદન:** દવાઓના ઉત્પાદન અને શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયામાં પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.

5. ધાતુ અને ખાણકામ ઉદ્યોગ:

- **જરૂરિયાત:** ધાતુ ઉદ્યોગમાં ધાતુઓને ઠંડા કરવા, ધાતુ કાઢવાની પ્રક્રિયામાં, અને ખાણકામમાં ધૂળને દબાવવા અને ખનિજોને ધોવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **સ્ટીલ ઉત્પાદન:** ધાતુને ગરમ કરવા, ઠંડા કરવા, અને સ્ટીલના ઉત્પાદનો બનાવવા માટે પાણી વપરાય છે.
 - **તાંબાની ખાણ:** તાંબાના ખનિજને ધોવા, સાંદ્ર બનાવવા, અને ધાતુ કાઢવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે.
 - **એલ્યુમિનિયમ ઉત્પાદન:** બોક્સાઈટ ખનિજમાંથી એલ્યુમિના કાઢવા અને એલ્યુમિનિયમ ધાતુ બનાવવા માટે પાણી વપરાય છે.

6. કાગળ અને પલ્પ ઉદ્યોગ:

- **જરૂરિયાત:** કાગળ અને પલ્પ ઉદ્યોગમાં લાકડાના માવાને ધોવા, બ્લીચ કરવા, અને કાગળ બનાવવા માટે ખૂબ જ મોટી માત્રામાં પાણીની જરૂર પડે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **કાગળ મિલ:** લાકડાના ટુકડાને પાણીમાં પલાળીને માવો બનાવવામાં આવે છે, જેને પછી ધોઈને, બ્લીચ કરીને કાગળ બનાવવામાં આવે છે.
 - **પલ્પ ઉત્પાદન:** લાકડાના માવામાંથી લિગ્નિન દૂર કરીને શુદ્ધ સેલ્યુલોઝ મેળવવા માટે પાણી વપરાય છે.

પાણીની ગુણવત્તા:

ઉપરોક્ત ઉદાહરણો પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, વિવિધ ઉદ્યોગોને પાણીની માત્રા ઉપરાંત, યોગ્ય ગુણવત્તાવાળા પાણીની પણ જરૂર હોય છે. ખાધ અને પીણા ઉદ્યોગ, દવા ઉદ્યોગ, અને ઇલેક્ટ્રોનિક ઉદ્યોગ જેવા ક્ષેત્રોમાં ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા, શુદ્ધ પાણીની જરૂર પડે છે. જ્યારે, ધાતુ ઉદ્યોગ, કાપડ ઉદ્યોગ, અને બાંધકામ ઉદ્યોગમાં ઓછી ગુણવત્તાવાળા પાણીથી પણ ચાલે છે.

પાણી બચાવવાના ઉપાયો:

પાણી એ અમૂલ્ય સ્ત્રોત છે અને તેનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ અને સંરક્ષણ કરવું અત્યંત જરૂરી છે. ઉદ્યોગોએ પાણી બચાવવા માટે વિવિધ ઉપાયો અપનાવવા જોઈએ, જેમ કે:

- **પાણીનો પુનઃઉપયોગ અને રિસાયકલિંગ:** પ્રક્રિયામાં વપરાયેલા પાણીને શુદ્ધ કરીને ફરીથી ઉપયોગમાં લેવું.

- **અધતન તકનીકોનો ઉપયોગ:** ઓછું પાણી વાપરતી પ્રક્રિયાઓ અને મશીનરીનો ઉપયોગ કરવો.
- **પાણીના લીકેજ અટકાવવા:** પાઇપલાઇન અને સાધનોનું નિયમિત સમારકામ અને જાળવણી કરવી.
- **જાગૃતિ ફેલાવવી:** કર્મચારીઓમાં પાણી બચાવવા અંગે જાગૃતિ ફેલાવવી.

આમ, વિવિધ ઉદ્યોગો માટે પાણી એ ફક્ત એક સંસાધન નથી, પરંતુ તેમનાં અસ્તિત્વ અને વિકાસ માટે અનિવાર્ય ઘટક છે. પાણીનો કાર્યક્ષમ અને જવાબદારીપૂર્વક ઉપયોગ કરીને, ઉદ્યોગો તેમના ઉત્પાદન લક્ષ્યોને પૂર્ણ કરી શકે છે, પર્યાવરણનું રક્ષણ કરી શકે છે અને ટકાઉ વિકાસમાં યોગદાન આપી શકે છે.

13.3 ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની લાક્ષણિકતાઓ:

ઔદ્યોગિક ગંદુ પાણી એટલે કોઈપણ પાણી જે ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓના પરિણામે ભૌતિક, રાસાયણિક અથવા જૈવિક રીતે પ્રદૂષિત થાય છે. તેની લાક્ષણિકતાઓ ઉદ્યોગના પ્રકાર, ઉપયોગમાં લેવાતા કાચા માલ, ઉત્પાદન પ્રક્રિયાઓ અને અપનાવવામાં આવેલી પ્રક્રિયા પદ્ધતિઓ પર આધારિત છે.

ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીમાં પ્રદૂષકોની વિશાળ શ્રેણી હોઈ શકે છે, જે તેને માનવ આરોગ્ય અને પર્યાવરણ માટે જોખમી બનાવે છે. તેથી, તેને નિકાલ કરતા પહેલા યોગ્ય રીતે પ્રક્રિયા કરવી જરૂરી છે.

ચાલો, વિવિધ ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીની લાક્ષણિકતાઓ અને તેમાં રહેલા પ્રદૂષકોને ઉદાહરણો સાથે સમજાવે:

1. ખાદ્ય અને પીણા ઉદ્યોગ:

- **લાક્ષણિકતાઓ:** ખાદ્ય અને પીણા ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી સામાન્ય રીતે ઊંચા પ્રમાણમાં કાર્બનિક પદાર્થો ધરાવે છે, જેમ કે ખાંડ, સ્ટાર્ચ, ચરબી, અને તેલ. તેમાં નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વો પણ ઊંચા પ્રમાણમાં હોય છે.
- **પ્રદૂષકો:**
 - **જૈવિક ઓક્સિજન માંગ (BOD):** ઊંચી, જે સૂચવે છે કે પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થોને વિઘટન કરવા માટે સૂક્ષ્મજીવોને પુષ્કળ ઓક્સિજનની જરૂર પડે છે.
 - **રાસાયણિક ઓક્સિજન માંગ (COD):** ઊંચી, જે પાણીમાં રહેલા રાસાયણિક રીતે ઓક્સિડાઇઝ કરી શકાય તેવા પદાર્થોનું પ્રમાણ દર્શાવે છે.
 - **કુલ સસ્પેન્ડેડ ઘન પદાર્થો (TSS):** ઊંચા, જે પાણીમાં તરતા ઘન કણોનું પ્રમાણ દર્શાવે છે.
 - **પોષક તત્ત્વો:** નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસનું ઊંચું પ્રમાણ જળાશયોમાં સુપોષણ (eutrophication) તરફ દોરી શકે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **ડેરી ઉદ્યોગ:** દૂધ, છાશ, અને સફાઈ પ્રક્રિયાઓમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી.
 - **માંસ પ્રક્રિયા:** પ્રાણીઓના કતલ અને માંસની પ્રક્રિયામાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી.
 - **બ્રુઅરી:** અનાજ પલાળવા, ઉકાળવા, અને ગાળણ પ્રક્રિયાઓમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી.

2. કાપડ ઉદ્યોગ:

- **લાક્ષણિકતાઓ:** કાપડ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી રંગીન હોય છે અને તેમાં ઊંચા પ્રમાણમાં ઘન પદાર્થો, ક્ષાર, ધાતુઓ, અને રસાયણો હોય છે.
- **પ્રદૂષકો:**
 - **રંગ:** કાપડને રંગવા માટે વપરાતા રંગો ગંદા પાણીને રંગીન બનાવે છે.

- **ભારે ધાતુઓ:** ક્રોમિયમ, તાંબુ, જસત, અને સીસું જેવી ધાતુઓ રંગો અને અન્ય રસાયણોમાં હાજર હોય છે.
 - **pH:** કાપડ પ્રક્રિયામાં વપરાતા એસિડ અને આલ્કલીને કારણે pH મૂલ્યમાં વધઘટ થઈ શકે છે.
 - **ઝેરી રસાયણો:** ફોર્માલ્ડિહાઇડ, ફિનોલ્સ, અને જંતુનાશકો જેવાં રસાયણો ગંદા પાણીમાં હાજર હોઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:**
 - **ડેનિમ બ્લીચિંગ:** ડેનિમ કાપડને બ્લીચ કરવા માટે વપરાતા રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળે છે.
 - **કાપડ રંગવાનું:** કાપડને રંગવા માટે વપરાતા રંગો અને અન્ય રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળે છે.
 - **છાપકામ:** કાપડ પર છાપકામ કરવા માટે વપરાતી શાહી અને રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળે છે.
- 3. ચામડા ઉદ્યોગ:**
- **લાક્ષણિકતાઓ:** ચામડા ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી અત્યંત પ્રદૂષિત હોય છે અને તેમાં ક્રોમિયમ, સલ્ફાઇડ, ઘન પદાર્થો, અને કાર્બનિક પદાર્થોનું ઊંચું પ્રમાણ હોય છે.
 - **પ્રદૂષકો:**
 - **ક્રોમિયમ:** ચામડાને નરમ બનાવવા માટે ક્રોમિયમ સંયોજનોનો ઉપયોગ થાય છે. ક્રોમિયમ ઝેરી ધાતુ છે.
 - **સલ્ફાઇડ:** ચામડા પરથી વાળ દૂર કરવા માટે સલ્ફાઇડનો ઉપયોગ થાય છે. સલ્ફાઇડ ઝેરી વાયુ, હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે.
 - **ઘન પદાર્થો:** ચામડાના ટુકડા, વાળ, અને માંસના અવશેષો ગંદા પાણીમાં ભળે છે.
 - **BOD અને COD:** કાર્બનિક પદાર્થોનું ઊંચું પ્રમાણ BOD અને COD વધારે છે.
 - **ઉદાહરણ:**
 - **ચામડું કમાવવું (Tanning):** કાચા ચામડાને ટકાઉ બનાવવા માટે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ કરવામાં આવે છે.
 - **ચામડાને રંગવું:** ચામડાને રંગ આપવા માટે વિવિધ રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે.
- 4. રાસાયણિક ઉદ્યોગ:**
- **લાક્ષણિકતાઓ:** રાસાયણિક ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી અત્યંત વૈવિધ્યપૂર્ણ હોય છે અને તેમાં ઝેરી રસાયણો, ભારે ધાતુઓ, તેલ અને ગ્રીસ, અને એસિડ/આલ્કલી હોઈ શકે છે.
 - **પ્રદૂષકો:**
 - **ઝેરી કાર્બનિક રસાયણો:** જંતુનાશકો, પ્લાસ્ટિસાઇઝર્સ, અને ટ્રાઇકો જેવા રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.
 - **ભારે ધાતુઓ:** ઉદ્દીપક અને અન્ય રસાયણોમાં વપરાતી ભારે ધાતુઓ ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.
 - **pH:** રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં વપરાતા એસિડ અને આલ્કલીને કારણે pH મૂલ્યમાં ખૂબ જ વધઘટ થઈ શકે છે.
 - **તેલ અને ગ્રીસ:** મશીનરી અને સાધનોમાં વપરાતા તેલ અને ગ્રીસ ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.

- **ઉદાહરણ:**

- **ખાતર ઉત્પાદન:** ખાતર બનાવવા માટે વપરાતા એમોનિયા અને અન્ય રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.
- **રંગ ઉત્પાદન:** રંગ બનાવવા માટે વપરાતા ઝેરી રસાયણો અને ભારે ધાતુઓ ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.
- **પ્લાસ્ટિક ઉત્પાદન:** પ્લાસ્ટિક બનાવવા માટે વપરાતા મોનોમર્સ અને અન્ય રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.

5. ધાતુ અને ખાણકામ ઉદ્યોગ:

- **લાક્ષણિકતાઓ:** ધાતુ અને ખાણકામ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી ભારે ધાતુઓ, તેજાબ, ખનિજો, અને ઘન પદાર્થો ધરાવે છે.
- **પ્રદૂષકો:**
 - **ભારે ધાતુઓ:** સીસું, તાંબુ, જસત, નિકલ, અને આર્સેનિક જેવી ધાતુઓ ખડકો અને ખનિજોમાંથી ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.
 - **તેજાબ:** ખાણકામ પ્રક્રિયાઓમાં વપરાતા તેજાબ ગંદા પાણીને ખૂબ જ એસિડિક બનાવી શકે છે.
 - **સસ્પેન્ડેડ ઘન પદાર્થો:** ખડકો અને ખનિજોના ઝીણા કણો ગંદા પાણીમાં ભળીને તેને ડહોળું બનાવે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - **સોનાની ખાણ:** સોનું કાઢવા માટે વપરાતા સાયનાઇડ અને અન્ય રસાયણો ગંદા પાણીમાં ભળી શકે છે.
 - **તાંબાની ખાણ:** તાંબાના ખનિજને ધોવા અને ધાતુ કાઢવા માટે વપરાતું પાણી ભારે ધાતુઓથી પ્રદૂષિત થાય છે.
 - **કોલસાની ખાણ:** કોલસાને ધોવા અને પ્રક્રિયા કરવા માટે વપરાતું પાણી કોલસાની ધૂળ અને અન્ય પ્રદૂષકોથી પ્રદૂષિત થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

ઉપરોક્ત ઉદાહરણો પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીમાં રહેલા પ્રદૂષકો માનવ આરોગ્ય અને પર્યાવરણ માટે ગંભીર ખતરો ઉભો કરી શકે છે. આ પ્રદૂષકો જળાશયોને પ્રદૂષિત કરી શકે છે, જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે, અને પીવાના પાણીના સ્ત્રોતોને અસુરક્ષિત બનાવી શકે છે. તેથી, ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીને યોગ્ય રીતે પ્રક્રિયા કર્યા પછી જ તેનો નિકાલ કરવો જોઈએ.

આ પ્રક્રિયામાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થઈ શકે છે, જેનો ઉદ્દેશ્ય ગંદા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરી તેને સુરક્ષિત બનાવવાનો છે. ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની પ્રક્રિયા અને તેના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપીને, આપણે પાણીના સ્રોતનું સંરક્ષણ કરી શકીએ છીએ અને ટકાઉ ઔદ્યોગિક વિકાસ સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

13.4 ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચાર પદ્ધતિઓ:

ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીમાં રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરી તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે છોડવા યોગ્ય બનાવવા માટે વિવિધ ઉપચાર પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિઓનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પાણીમાંથી ઘન પદાર્થો, કાર્બનિક પદાર્થો, ઝેરી રસાયણો, ભારે ધાતુઓ, પોષક તત્વો અને અન્ય પ્રદૂષકોને દૂર કરવાનો છે. ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચાર પદ્ધતિઓને મુખ્યત્વે ત્રણ વર્ગોમાં વહેંચી શકાય છે:

1. ભૌતિક ઉપચાર પદ્ધતિઓ:

આ પદ્ધતિઓમાં ભૌતિક બળનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને અલગ કરવામાં આવે છે. તેમાં ગાળણ, સ્ક્રીનીંગ, સેડિમેન્ટેશન, ફ્લોટેશન અને બાષ્પીભવન જેવી પ્રક્રિયાઓ શામેલ છે.

- **સ્ક્રીનીંગ:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીને મોટા કાણાવાળી જાળીમાંથી પસાર કરીને કચરો, લાકડાના ટુકડા, અને અન્ય મોટા ઘન પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે.
- **ગાળણ:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીને રેતી, કાંકરા, અથવા અન્ય ફિલ્ટર માધ્યમમાંથી પસાર કરીને નાના ઘન કણોને દૂર કરવામાં આવે છે.
- **સેડિમેન્ટેશન:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીને ટાંકીમાં સ્થિર રહેવા દેવામાં આવે છે, જેનાથી ભારે ઘન કણો ગુરુત્વાકર્ષણના બળના કારણે તળિયે બેસી જાય છે.
- **ફ્લોટેશન:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીમાં હવાના પરપોટા દાખલ કરવામાં આવે છે, જે તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય હળવા ઘન કણોને સપાટી પર લાવે છે, જ્યાંથી તેમને દૂર કરી શકાય છે.
- **બાષ્પીભવન:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીને ગરમ કરીને પાણીનું બાષ્પીભવન કરવામાં આવે છે, જેનાથી પ્રદૂષકો ઘન સ્વરૂપમાં બાકી રહે છે.

ઉદાહરણ:

- **કાપડ ઉદ્યોગ:** કાપડ ઉદ્યોગમાં, રંગીન ગંદા પાણીમાંથી રંગ દૂર કરવા માટે ગાળણ અને શોષણ જેવી ભૌતિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ખાણકામ ઉદ્યોગ:** ખાણકામ ઉદ્યોગમાં, ગંદા પાણીમાંથી ઘન કણોને દૂર કરવા માટે સેડિમેન્ટેશન અને ગાળણ જેવી પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે.

2. રાસાયણિક ઉપચાર પદ્ધતિઓ:

આ પદ્ધતિઓમાં રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને ગંદા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં આવે છે. તેમાં તટસ્થીકરણ, ઓક્સિડેશન, રિડક્શન, અને પ્રેસિપિટેશન જેવી પ્રક્રિયાઓ સામેલ છે.

- **તટસ્થીકરણ:** આ પ્રક્રિયામાં એસિડિક અથવા આલ્કલાઇન ગંદા પાણીમાં અનુક્રમે આલ્કલી અથવા એસિડ ઉમેરીને pH મૂલ્યને તટસ્થ (7) ની નજીક લાવવામાં આવે છે.
- **ઓક્સિડેશન:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીમાં ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટો, જેમ કે ક્લોરિન અથવા ઓઝોન ઉમેરવામાં આવે છે, જે કાર્બનિક પ્રદૂષકોને ઓછા હાનિકારક પદાર્થોમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
- **રિડક્શન:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીમાં રિડ્યુસિંગ એજન્ટો ઉમેરવામાં આવે છે, જે ભારે ધાતુઓ જેવા પ્રદૂષકોને ઓછા દ્રાવ્ય સ્વરૂપમાં રૂપાંતરિત કરે છે, જેનાથી તેમને પાણીમાંથી સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે.
- **પ્રેસિપિટેશન:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીમાં રસાયણો ઉમેરવામાં આવે છે, જે દ્રાવ્ય પ્રદૂષકો સાથે પ્રક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે, જે પછી સેડિમેન્ટેશન દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ચામડા ઉદ્યોગ:** ચામડા ઉદ્યોગમાં, ગંદા પાણીમાંથી ક્રોમિયમ દૂર કરવા માટે રિડક્શન અને પ્રેસિપિટેશન જેવી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે.
- **રાસાયણિક ઉદ્યોગ:** રાસાયણિક ઉદ્યોગમાં, ગંદા પાણીમાંથી ઝેરી કાર્બનિક રસાયણો દૂર કરવા માટે ઓક્સિડેશન અને શોષણ જેવી પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે.

૩. જૈવિક ઉપચાર પદ્ધતિઓ:

આ પદ્ધતિઓમાં સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ કરીને ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરવામાં આવે છે. તેમાં એરોબિક (ઓક્સિજનની હાજરીમાં) અને એનએરોબિક (ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં) પ્રક્રિયાઓ સામેલ છે.

- **એરોબિક પ્રક્રિયા:** આ પ્રક્રિયામાં ગંદા પાણીમાં હવા પૂરી પાડવામાં આવે છે, જે સૂક્ષ્મજીવોને કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરવા માટે જરૂરી ઓક્સિજન પૂરો પાડે છે. આ પ્રક્રિયામાં સક્રિયકૃત કાદવ (Activated Sludge) પ્રક્રિયા અને ટ્રીકલિંગ ફિલ્ટર પ્રક્રિયાનો સમાવેશ થાય છે.
- **એનએરોબિક પ્રક્રિયા:** આ પ્રક્રિયામાં ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરે છે અને મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં એનારોબિક ડાયજેસ્ટરનો ઉપયોગ થાય છે.

ઉદાહરણ:

- **ખાદ અને પીણા ઉદ્યોગ:** ખાદ અને પીણા ઉદ્યોગમાં, ગંદા પાણીમાંથી કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે એરોબિક અને એનએરોબિક જૈવિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે.
- **મ્યુનિસિપલ ગંદા પાણીની પ્રક્રિયા:** ઘરગથ્થુ ગંદા પાણીની પ્રક્રિયા કરવા માટે મોટાભાગે સક્રિયકૃત કાદવ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે.

ગંદા પાણીની ઉપચાર પ્રક્રિયાના તબક્કા:

ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચાર પ્રક્રિયામાં સામાન્ય રીતે નીચેના તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે:

1. **પ્રાથમિક ઉપચાર:** આ તબક્કામાં ભૌતિક પ્રક્રિયાઓ, જેમ કે સ્ક્રીનીંગ, સેડિમેન્ટેશન, અને ગાળણ દ્વારા મોટા ઘન પદાર્થો અને તરતા પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે.
2. **દ્વિતીય ઉપચાર:** આ તબક્કામાં જૈવિક પ્રક્રિયાઓ, જેમ કે સક્રિયકૃત કાદવ પ્રક્રિયા અથવા ટ્રીકલિંગ ફિલ્ટર દ્વારા કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરવામાં આવે છે.
3. **તૃતીય ઉપચાર:** આ તબક્કામાં રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ, જેમ કે ક્લોરિનેશન, ઓઝોનેશન, અથવા અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) જીવાણુનાશક પ્રક્રિયા દ્વારા સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરવામાં આવે છે અને બાકી રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં આવે છે.
4. **કાદવ વ્યવસ્થાપન:** ઉપચાર પ્રક્રિયા દરમિયાન એકત્રિત થયેલા કાદવને સ્થિર કરવામાં આવે છે અને તેનો નિકાલ અથવા પુનઃઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

નિષ્કર્ષ:

ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચાર પ્રક્રિયા એ એક જટિલ પ્રક્રિયા છે જેમાં વિવિધ ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે. યોગ્ય ઉપચાર પદ્ધતિની પસંદગી ગંદા પાણીની લાક્ષણિકતાઓ, પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને પ્રમાણ, ઉપચારના ધોરણો, અને ખર્ચ જેવા પરિબલો પર આધારિત છે.

અધતન ઉપચાર પદ્ધતિઓ, જેમ કે મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન, રિવર્સ ઓસ્મોસિસ, અને નેનોટેકનોલોજી આધારિત પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળું પાણી મેળવી શકાય છે, જેનો પુનઃઉપયોગ પણ કરી શકાય છે.

ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની યોગ્ય ઉપચાર અને પુનઃઉપયોગ દ્વારા, આપણે પાણીના સ્ત્રોતનું સંરક્ષણ કરી શકીએ છીએ, પર્યાવરણને પ્રદૂષિત થતું અટકાવી શકીએ છીએ, અને ટકાઉ ઔદ્યોગિક વિકાસ સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

13.5 પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગ:

પાણી એ અમૂલ્ય કુદરતી સંસાધન છે જે જીવન ટકાવી રાખવા માટે અને ઔદ્યોગિક વિકાસ માટે આવશ્યક છે. વધતી જતી વસ્તી, ઔદ્યોગિકરણ અને શહેરીકરણને કારણે પાણીની માંગમાં સતત વધારો થઈ રહ્યો છે. આ પરિસ્થિતિમાં, પાણીના સંરક્ષણ અને તેના કાર્યક્ષમ ઉપયોગ માટે પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગ જેવી પદ્ધતિઓ અપનાવવી અનિવાર્ય બની ગઈ છે.

પુનર્યક્રણ (Recycling):

પુનર્યક્રણ એટલે વપરાયેલા પદાર્થોને નવી સામગ્રી અને ઉત્પાદનોમાં રૂપાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયા. પાણીના સંદર્ભમાં, પુનર્યક્રણ એટલે ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેને ફરીથી વાપરી શકાય તેવું બનાવવું. ઔદ્યોગિક ગંદા પાણી, ઘરગથ્થુ ગંદા પાણી, અને વરસાદી પાણીનું પુનર્યક્રણ કરી શકાય છે.

પુનઃઉપયોગ (Reuse):

પુનઃઉપયોગ એટલે કોઈ વસ્તુનો મૂળ ઉદ્દેશ્ય માટે અથવા નવા ઉદ્દેશ્ય માટે ફરીથી ઉપયોગ કરવો. પાણીના સંદર્ભમાં, પુનઃઉપયોગ એટલે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો બિન-પીવાલાયક કાર્યો, જેમ કે સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ, શૌચાલય ફ્લશિંગ, અને સાફ-સફાઈ માટે ઉપયોગ કરવો.

પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગના ફાયદા:

- **પાણીની બચત:** પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગ દ્વારા તાજા પાણીની માંગમાં ઘટાડો કરી શકાય છે, જેનાથી પાણીના સ્ત્રોતો પરનું દબાણ ઓછું થાય છે.
- **પર્યાવરણીય સંરક્ષણ:** ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને છોડવાથી જળાશયો અને જમીનનું પ્રદૂષણ ઘટે છે.
- **આર્થિક લાભ:** પાણીના બિલમાં ઘટાડો, ખાતર અને અન્ય સંસાધનોની બચત, અને નવી રોજગારીની તકોનું સર્જન.
- **સંસાધનોની કાર્યક્ષમતા:** પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગ દ્વારા પાણી જેવા મર્યાદિત સંસાધનોનો મહત્તમ ઉપયોગ કરી શકાય છે.

પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગના ઉદાહરણો:

1. ઔદ્યોગિક ક્ષેત્રમાં:

- **કાપડ ઉદ્યોગ:** કાપડ ઉદ્યોગમાં, રંગીન ગંદા પાણીને ભૌતિક-રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ કાપડ ધોવા અને અન્ય પ્રક્રિયાઓ માટે કરી શકાય છે.
- **સ્ટીલ ઉદ્યોગ:** સ્ટીલ ઉદ્યોગમાં, ઠંડક માટે વપરાયેલા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકાય છે.
- **રાસાયણિક ઉદ્યોગ:** રાસાયણિક ઉદ્યોગમાં, પ્રક્રિયામાં વપરાયેલા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ બોઈલર ફીડ વોટર તરીકે અથવા ઠંડક માટે કરી શકાય છે.

- **ખાણકામ ઉદ્યોગ:** ખાણકામ ઉદ્યોગમાં, ખનિજ પ્રક્રિયામાંથી નીકળતા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ ધૂળ દબાવવા અને અન્ય કાર્યો માટે કરી શકાય છે.

2. કૃષિ ક્ષેત્રમાં:

- **સિંચાઈ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ખેતીમાં સિંચાઈ માટે કરી શકાય છે. આ પદ્ધતિથી તાજા પાણીની બચત થાય છે અને ખાતરની જરૂરિયાત પણ ઓછી થાય છે કારણ કે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીમાં પોષકતત્ત્વો હોય છે.
- **પશુપાલન:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ પશુઓને નવડાવવા અને પશુઓના રહેઠાણની સાફ-સફાઈ માટે કરી શકાય છે.

3. શહેરી ક્ષેત્રમાં:

- **શૌચાલય ફ્લશિંગ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ શૌચાલય ફ્લશિંગ માટે કરી શકાય છે. આ પદ્ધતિથી ઘરોમાં વપરાતા તાજા પાણીનો વપરાશ ઘટે છે.
- **બાગ-બગીચા:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ બાગ-બગીચા અને લૉનને પાણી આપવા માટે કરી શકાય છે.
- **બાંધકામ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓમાં, જેમ કે કોંક્રિટ મિશ્રણ બનાવવા અને ધૂળ દબાવવા માટે કરી શકાય છે.
- **સાફ-સફાઈ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ રસ્તાઓ, વાહનો અને મકાનોની સાફ-સફાઈ માટે કરી શકાય છે.

4. ઘરોમાં:

- **ગ્રે વોટર રિસાયક્લિંગ:** ઘરોમાં, નહાવા, ધોવા, અને રસોડામાંથી નીકળતા ગંદા પાણી (ગ્રે વોટર) ને એકત્રિત કરીને શુદ્ધ કરી તેનો પુનઃઉપયોગ બાગકામ, શૌચાલય ફ્લશિંગ, અને સાફ-સફાઈ માટે કરી શકાય છે.
- **વરસાદી પાણીનો સંગ્રહ:** વરસાદી પાણીને ટાંકીમાં એકત્રિત કરીને તેનો ઉપયોગ બાગકામ, શૌચાલય ફ્લશિંગ, અને અન્ય બિન-પીવાલાયક કાર્યો માટે કરી શકાય છે.

પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવાના ઉપાયો:

- **સરકારી નીતિઓ અને પ્રોત્સાહનો:** સરકારે પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવા માટે નીતિઓ ઘડવી જોઈએ અને સબસિડી જેવી નાણાકીય સહાય પૂરી પાડવી જોઈએ.
- **જાગૃતિ અભિયાન:** લોકોમાં પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગના ફાયદાઓ વિશે જાગૃતિ ફેલાવવા માટે શૈક્ષણિક કાર્યક્રમો અને પ્રચાર-પ્રસાર કરવો જોઈએ.
- **ટેકનોલોજી વિકાસ:** પાણીના પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગ માટે સસ્તી અને કાર્યક્ષમ ટેકનોલોજીનો વિકાસ કરવો જોઈએ.
- **સામુદાયિક ભાગીદારી:** પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગ કાર્યક્રમોના સફળ અમલીકરણ માટે સ્થાનિક સમુદાયોની ભાગીદારી અને સહકાર આવશ્યક છે.

નિષ્કર્ષ:

પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગ એ પાણીના સંરક્ષણ અને ટકાવ વિકાસ માટેની મહત્વપૂર્ણ વ્યૂહરચનાઓ છે. ઔદ્યોગિક, કૃષિ, શહેરી અને ઘરેલું સ્તરે પુનર્યજ્જીવન અને પુનઃઉપયોગની પદ્ધતિઓ અપનાવીને આપણે

પાણીની અછતની સમસ્યાનો સામનો કરી શકીએ છીએ, પર્યાવરણનું રક્ષણ કરી શકીએ છીએ, અને આર્થિક લાભ મેળવી શકીએ છીએ.

આપણા સૌની સામૂહિક જવાબદારી છે કે આપણે પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ કરીએ, પુનર્યક્ષણ અને પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપીએ, અને જળ સંરક્ષણ માટે સક્રિયપણે ભાગ લઈએ. આવનારી પેઢીઓ માટે પાણી જેવા અમૂલ્ય સંસાધનને બચાવવા માટે આપણે સૌએ સાથે મળીને પ્રયત્નો કરવા જોઈએ.

13.6 શૂન્ય પ્રવાહી નિકાલ (ZLD):

શૂન્ય પ્રવાહી નિકાલ (Zero Liquid Discharge - ZLD) એ એક ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીના વ્યવસ્થાપનની વ્યૂહરચના છે જેનો ઉદ્દેશ્ય પ્રવાહી કચરાના નિકાલને સંપૂર્ણપણે દૂર કરવાનો અને શક્ય તેટલું સ્વચ્છ પાણી પુનઃપ્રાપ્ત કરવાનો છે. ZLD પ્રણાલીમાં, બધા જ ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે અને તેમાંથી મહત્તમ શક્ય શુદ્ધ પાણી મેળવીને તેનો પુનઃ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. બાકી રહેલા ઘન કચરાને સ્ક્રટિકીકરણ જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા ઘન સ્વરૂપમાં ફેરવવામાં આવે છે, જેનો પછી નિકાલ કરવામાં આવે છે અથવા પુનઃઉપયોગ કરી શકાય તેવા ઉત્પાદનોમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે.

ZLD પ્રણાલીનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પર્યાવરણમાં પ્રવાહી કચરાના નિકાલને શૂન્ય સ્તર સુધી ઘટાડીને જળ સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરવાનો અને ઔદ્યોગિક પ્રદૂષણને ઘટાડવાનો છે.

ZLD ના ફાયદા:

- **પાણીની બચત:** ZLD પ્રણાલી દ્વારા ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં વપરાતા પાણીનો મહત્તમ પુનઃઉપયોગ કરી શકાય છે, જેનાથી તાજા પાણીની માંગમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો થાય છે.
- **પર્યાવરણીય સંરક્ષણ:** પ્રવાહી કચરાનો નિકાલ ન થવાથી જળાશયો અને જમીનનું પ્રદૂષણ અટકે છે, જેનાથી પર્યાવરણનું રક્ષણ થાય છે.
- **નિયમનકારી પાલન:** ZLD પ્રણાલી દ્વારા ઉદ્યોગો કડક પર્યાવરણીય નિયમોનું પાલન કરી શકે છે અને પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડના ધોરણોને પૂર્ણ કરી શકે છે.
- **સંસાધનોની વસૂલાત:** ZLD પ્રણાલી દ્વારા ગંદા પાણીમાંથી મૂલ્યવાન સંસાધનો, જેમ કે ધાતુઓ, ક્ષાર, અને રસાયણો પાછા મેળવી શકાય છે, જેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકાય છે.
- **લાંબા ગાળાના ખર્ચમાં ઘટાડો:** શરૂઆતમાં ZLD પ્રણાલી સ્થાપિત કરવાનો ખર્ચ ઊંચો હોઈ શકે છે, પરંતુ લાંબા ગાળે પાણીના વપરાશમાં ઘટાડો, કચરાના નિકાલના ખર્ચમાં ઘટાડો, અને સંસાધનોની વસૂલાત દ્વારા ખર્ચમાં બચત થાય છે.

ZLD પ્રણાલીના ઘટકો:

ZLD પ્રણાલીમાં સામાન્ય રીતે નીચેના ઘટકોનો સમાવેશ થાય છે:

1. **પૂર્વ-સારવાર (Pre-treatment):** ગંદા પાણીમાંથી મોટા ઘન પદાર્થો, તેલ અને ગ્રીસ દૂર કરવા માટે ભૌતિક અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
2. **જૈવિક ઉપચાર (Biological Treatment):** ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરવા માટે સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
3. **મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન (Membrane Filtration):** ગંદા પાણીમાંથી સૂક્ષ્મ કણો, બેક્ટેરિયા, અને અન્ય અશુદ્ધિઓને દૂર કરવા માટે અલ્ટ્રાફિલ્ટરેશન (UF) અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO) જેવી મેમ્બ્રેન પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

4. **બાષ્પીભવન અને સ્ફટિકીકરણ (Evaporation and Crystallization):** RO પ્રક્રિયામાંથી નીકળતા ખારા પાણીને ગરમ કરીને પાણીનું બાષ્પીભવન કરવામાં આવે છે અને બાકી રહેલા ક્ષાર અને અન્ય પદાર્થોને સ્ફટિકીકરણ દ્વારા ઘન સ્વરૂપમાં ફેરવવામાં આવે છે.
5. **ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન (Solid Waste Management):** સ્ફટિકીકરણ પ્રક્રિયામાંથી ઉત્પન્ન થતા ઘન કચરાનો યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવામાં આવે છે અથવા તેને પુનઃઉપયોગ કરી શકાય તેવા ઉત્પાદનોમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે.

ZLD ના ઉદાહરણો:

1. વીજ ઉત્પાદન ઉદ્યોગ:

- થર્મલ પાવર પ્લાન્ટમાં, કુલિંગ ટાવરમાંથી નીકળતા બ્લોડાઉન પાણી અને કોલસા ધોવામાં વપરાયેલા પાણીને ZLD પ્રણાલી દ્વારા શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકાય છે.
- RO પ્રક્રિયા દ્વારા પાણીમાંથી ખનિજ ક્ષાર અને અન્ય અશુદ્ધિઓ દૂર કરવામાં આવે છે, અને બાકી રહેલા ખારા પાણીને બાષ્પીભવન અને સ્ફટિકીકરણ દ્વારા ઘન સ્વરૂપમાં ફેરવવામાં આવે છે.
- શુદ્ધ કરેલા પાણીનો પુનઃઉપયોગ કુલિંગ ટાવરમાં અને બોઈલર ફીડ વોટર તરીકે કરી શકાય છે.
- ઘન કચરાનો ઉપયોગ સિમેન્ટ ઉત્પાદન અથવા અન્ય ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં કરી શકાય છે.

2. કાપડ ઉદ્યોગ:

- કાપડ ઉદ્યોગમાં, રંગકામ અને બ્લીચિંગ પ્રક્રિયાઓમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીને ZLD પ્રણાલી દ્વારા શુદ્ધ કરી શકાય છે.
- ગંદા પાણીને ભૌતિક-રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પૂર્વ-સારવાર આપવામાં આવે છે, ત્યારબાદ જૈવિક ઉપચાર અને મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.
- RO પ્રક્રિયામાંથી નીકળતા ખારા પાણીને બાષ્પીભવન અને સ્ફટિકીકરણ દ્વારા ઘન સ્વરૂપમાં ફેરવવામાં આવે છે.
- શુદ્ધ કરેલા પાણીનો પુનઃઉપયોગ કાપડ ધોવા અને અન્ય પ્રક્રિયાઓ માટે કરી શકાય છે.
- ઘન કચરાનો નિકાલ લેન્ડફિલમાં કરવામાં આવે છે અથવા તેનો ઉપયોગ ઇંટો બનાવવા માટે કરી શકાય છે.

3. રાસાયણિક ઉદ્યોગ:

- રાસાયણિક ઉદ્યોગમાં, પ્રક્રિયામાંથી નીકળતા ગંદા પાણીને ZLD પ્રણાલી દ્વારા શુદ્ધ કરીને તેમાંથી મૂલ્યવાન રસાયણો અને ધાતુઓ પાછા મેળવી શકાય છે.
- ગંદા પાણીને ભૌતિક-રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પૂર્વ-સારવાર આપવામાં આવે છે, ત્યારબાદ વિશિષ્ટ મેમ્બ્રેન પ્રક્રિયાઓ અને બાષ્પીભવન/સ્ફટિકીકરણ પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.
- શુદ્ધ કરેલા પાણીનો પુનઃઉપયોગ પ્રક્રિયામાં કરી શકાય છે.
- ઘન કચરામાંથી મૂલ્યવાન ધાતુઓ અને રસાયણો પાછા મેળવી શકાય છે.

4. તેલ અને ગેસ ઉદ્યોગ:

- તેલ અને ગેસ ઉદ્યોગમાં, ઉત્પાદન પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતા ખારા પાણીને ZLD પ્રણાલી દ્વારા શુદ્ધ કરીને તેનો પુનઃઉપયોગ હાઇડ્રોલિક ફ્રેક્ચરિંગ (fracking) પ્રક્રિયામાં કરી શકાય છે.
- ખારા પાણીને મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન અને બાષ્પીભવન/સ્ફટિકીકરણ પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.
- શુદ્ધ કરેલા પાણીનો પુનઃઉપયોગ તેલ અને ગેસના કૂવાઓમાં ઈન્જેક્શન માટે કરી શકાય છે.
- ઘન કચરાનો નિકાલ વિશિષ્ટ નિકાલ સુવિધાઓમાં કરવામાં આવે છે.

ZLD ના પડકારો:

- **ઊંચો પ્રારંભિક ખર્ચ:** ZLD પ્રણાલી સ્થાપિત કરવાનો પ્રારંભિક ખર્ચ ઘણો ઊંચો હોઈ શકે છે, ખાસ કરીને નાના ઉદ્યોગો માટે.
- **ઊર્જાનો વધુ વપરાશ:** બાષ્પીભવન અને સ્ફટિકીકરણ જેવી પ્રક્રિયાઓમાં ઘણી ઊર્જાની જરૂર પડે છે, જેનાથી સંચાલન ખર્ચ વધી શકે છે.
- **જટિલ પ્રક્રિયા:** ZLD પ્રણાલી જટિલ હોય છે અને તેને ચલાવવા અને જાળવવા માટે કુશળ કર્મચારીઓની જરૂર પડે છે.
- **ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન:** ZLD પ્રણાલી ઘન કચરો ઉત્પન્ન કરે છે, જેનો યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવો જરૂરી છે.

નિષ્કર્ષ:

શૂન્ય પ્રવાહી નિકાલ (ZLD) એ એક ટકાઉ ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીના વ્યવસ્થાપનની વ્યૂહરચના છે જે પાણીના સંરક્ષણ, પર્યાવરણીય સંરક્ષણ, અને સંસાધનોની વસૂલાત માટે મહત્વપૂર્ણ યોગદાન આપી શકે છે. ZLD પ્રણાલીના અનેક ફાયદા હોવા છતાં, તેના ઊંચા ખર્ચ, ઊર્જાનો વધુ વપરાશ, અને જટિલતા જેવા પડકારોનો સામનો કરવો પડે છે. તેમ છતાં, કડક પર્યાવરણીય નિયમો, પાણીની અછતની વધતી જતી સમસ્યા, અને ટકાઉ વિકાસની જરૂરિયાતને ધ્યાનમાં લેતાં, ZLD પ્રણાલી ભવિષ્યમાં વધુને વધુ મહત્વપૂર્ણ બનશે.

સરકાર, ઉદ્યોગો, અને સંશોધન સંસ્થાઓએ સાથે મળીને ZLD ટેકનોલોજીના વિકાસ, ખર્ચ ઘટાડવા, અને તેના વ્યાપક અમલીકરણ માટે પ્રયત્નો કરવા જોઈએ. આ રીતે, આપણે પાણીના સ્ત્રોતોનું સંરક્ષણ કરી શકીશું, ઔદ્યોગિક પ્રદૂષણને ઘટાડી શકીશું, અને ટકાઉ ભવિષ્યનું નિર્માણ કરી શકીશું.

13.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે ઔદ્યોગિક જળ પુરવઠા અને ઉપચારના વિવિધ પાસાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. શરૂઆતમાં, આપણે વિવિધ ઉદ્યોગોની પાણીની જરૂરિયાતો અને તેમની ઉત્પાદન પ્રક્રિયાઓમાં પાણીના મહત્વ વિશે ચર્ચા કરી. ખાદ્ય અને પીણા, કાપડ, વીજ ઉત્પાદન, રાસાયણિક, ધાતુ અને ખાણકામ, અને કાગળ અને પલ્પ ઉદ્યોગો જેવા વિવિધ ક્ષેત્રોમાં પાણીની માત્રા અને ગુણવત્તાની જરૂરિયાતો કેવી રીતે બદલાય છે તે આપણે ઉદાહરણો સાથે સમજ્યા.

ત્યારબાદ, આપણે ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની લાક્ષણિકતાઓ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. આપણે જોયું કે કેવી રીતે ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીમાં વિવિધ પ્રકારના પ્રદૂષકો હોઈ શકે છે, જેમ કે કાર્બનિક પદાર્થો, ઘન કણો, ઝેરી રસાયણો, ભારે ધાતુઓ, તેલ અને ગ્રીસ, અને પોષક તત્ત્વો. આ પ્રદૂષકો માનવ આરોગ્ય અને પર્યાવરણ માટે ગંભીર ખતરો ઊભો કરી શકે છે, તેથી ગંદા પાણીને યોગ્ય રીતે શુદ્ધ કર્યા પછી જ તેનો નિકાલ કરવો જરૂરી છે. આગળ, આપણે ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચાર માટેની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ઉપચાર પદ્ધતિઓ, તેમના સિદ્ધાંતો, અને ઉદાહરણો વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરી. આપણે જોયું કે કેવી રીતે સ્ક્રીનીંગ, ગાળણ, સેડિમેન્ટેશન, ફ્લોટેશન, બાષ્પીભવન જેવી ભૌતિક પ્રક્રિયાઓ; તટસ્થીકરણ, ઓક્સિડેશન, રિડક્શન, અને પ્રેસિપિટેશન જેવી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ; અને

એરોબિક અને એનએરોબિક જૈવિક પ્રક્રિયાઓ ગંદા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

આ ઉપરાંત, આપણે પાણીના સંરક્ષણ અને તેના કાર્યક્ષમ ઉપયોગ માટે પુનર્યકલ્પ અને પુન:ઉપયોગના મહત્વ પર ભાર મૂક્યો. આપણે જોયું કે કેવી રીતે ઔદ્યોગિક ગંદા પાણી, ઘરગથ્થુ ગંદા પાણી, અને વરસાદી પાણીનું પુનર્યકલ્પ કરી શકાય છે અને તેનો ઉપયોગ સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ, શૌચાલય ફ્લશિંગ, અને સાફ-સફાઈ જેવા બિન-પીવાલાયક કાર્યો માટે થઈ શકે છે. આપણે પુનર્યકલ્પ અને પુન:ઉપયોગના ફાયદાઓ, જેવા કે પાણીની બચત, પર્યાવરણીય સંરક્ષણ, આર્થિક લાભ, અને સંસાધનોની કાર્યક્ષમતા વિશે પણ ચર્ચા કરી.

આ પ્રકરણના અભ્યાસ દ્વારા, આપણે ઔદ્યોગિક જળ વ્યવસ્થાપનના મહત્વ, ગંદા પાણીની ઉપચાર પદ્ધતિઓ, પુનર્યકલ્પ અને પુન:ઉપયોગની સંભાવનાઓ, અને ZLD જેવી અદ્યતન ટેકનોલોજીના લાભો વિશે ઊંડી સમજણ મેળવી છે. આ જ્ઞાન આપણને ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા પાણીના સ્ત્રોતો પર પડતા પ્રભાવને ઘટાડવા, જળ સંરક્ષણ માટે યોગ્ય પગલાં લેવા, અને ટકાઉ ઔદ્યોગિક વિકાસ સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે. આપણે એ પણ સમજ્યા કે પાણી એ અમૂલ્ય સંસાધન છે અને આપણે સૌએ સાથે મળીને તેના સંરક્ષણ અને કાર્યક્ષમ ઉપયોગ માટે પ્રયત્નો કરવા જોઈએ.

13.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો (MCQ) અને તેના જવાબો:

- નીચેનામાંથી કયો ઉદ્યોગ સૌથી વધુ પાણી વાપરે છે?
 - કાપડ ઉદ્યોગ
 - ખાદ્ય અને પીણા ઉદ્યોગ
 - વીજ ઉત્પાદન ઉદ્યોગ
 - રાસાયણિક ઉદ્યોગ
- ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીમાં BOD નું ઊંચું મૂલ્ય શું સૂચવે છે?
 - પાણીમાં ભારે ધાતુઓની હાજરી
 - પાણીમાં કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું ઊંચું પ્રમાણ
 - પાણીમાં ઓગળેલા ઓક્સિજનનું ઊંચું પ્રમાણ
 - પાણીમાં ઝેરી રસાયણોની હાજરી
- નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયા ભૌતિક ઉપચાર પદ્ધતિ **નથી**?
 - સ્ક્રીનીંગ
 - ગાળણ
 - સક્રિયકૃત કાદવ પ્રક્રિયા
 - સેડિમેન્ટેશન
- ગંદા પાણીમાંથી ભારે ધાતુઓ દૂર કરવા માટે કઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે?
 - તટસ્થીકરણ
 - ઓક્સિડેશન
 - રિડક્શન અને પ્રેસિપિટેશન
 - ક્લોરિનેશન

5. નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયા જૈવિક ઉપચાર પદ્ધતિ છે?
 - (a) બાષ્પીભવન
 - (b) ફ્લોટેશન
 - (c) ટ્રીકલિંગ ફિલ્ટર પ્રક્રિયા
 - (d) ગાળણ
6. પુનર્યક્ષણ એટલે શું?
 - (a) કોઈ વસ્તુનો ફરીથી ઉપયોગ કરવો
 - (b) વપરાયેલા પદાર્થોને નવી સામગ્રીમાં રૂપાંતરિત કરવાની પ્રક્રિયા
 - (c) ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરીને ફરીથી વાપરી શકાય તેવું બનાવવું
 - (d) ઉપરના બધા જ
7. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો નીચેનામાંથી કયા કાર્ય માટે પુન:ઉપયોગ કરી શકાય છે?
 - (a) સિંચાઈ
 - (b) શૌચાલય ફ્લશિંગ
 - (c) ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ
 - (d) ઉપરના બધા જ
8. ZLD નું પૂરું નામ શું છે?
 - (a) ઝીરો લિક્વિડ ડિસ્ચાર્જ
 - (b) ઝીરો લિક્વિડ ડિસ્ટ્રીબ્યુશન
 - (c) ઝીરો લિક્વિડ ડિપોઝીશન
 - (d) ઝીરો લિક્વિડ ડાયલ્યુશન
9. ZLD પ્રણાલીનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - (a) પ્રવાહી કચરાના નિકાલને શૂન્ય સ્તર સુધી ઘટાડવો
 - (b) પાણીનો પુન: ઉપયોગ મહત્તમ કરવો
 - (c) પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ ઘટાડવો
 - (d) ઉપરના બધા જ
10. નીચેનામાંથી કયું ZLD પ્રણાલીનું ઘટક **નથી**?
 - (a) પૂર્વ-સારવાર
 - (b) જૈવિક ઉપચાર
 - (c) સ્ક્રીનીંગ
 - (d) બાષ્પીભવન અને સ્ફટિકીકરણ

જવાબો: 1-c, 2-b, 3-c, 4-c, 5-c, 6-d, 7-d, 8-a, 9-d, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. ઔદ્યોગિક જળ પ્રદૂષણના મુખ્ય સ્રોત કયા છે?
2. BOD અને COD વચ્ચે શું તફાવત છે?
3. ગાળણ પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
4. સક્રિયકૃત કાદવ પ્રક્રિયા શું છે?
5. ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચારના મુખ્ય તબક્કાઓ કયા છે?

6. પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગ વચ્ચે શો તફાવત છે?
7. ગ્રે વોટર રિસાયક્લિંગ શું છે?
8. ZLD પ્રણાલીના ફાયદા શું છે?
9. ZLD પ્રણાલીના મુખ્ય ઘટકો કયા છે?
10. ZLD પ્રણાલીના પડકારો શું છે?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. વિવિધ ઉદ્યોગોની પાણીની જરૂરિયાતોનું વર્ણન કરો અને ઉદાહરણો આપો.
2. ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની લાક્ષણિકતાઓનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને વિવિધ ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતા ગંદા પાણીમાં રહેલા પ્રદૂષકોના ઉદાહરણો આપો.
3. ઔદ્યોગિક ગંદા પાણીની ઉપચાર માટેની ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો અને દરેક પદ્ધતિના ઉદાહરણો આપો.
4. પુનર્યક્રણ અને પુનઃઉપયોગના સિદ્ધાંતો સમજાવો અને ઔદ્યોગિક, કૃષિ, અને શહેરી ક્ષેત્રોમાં તેના ઉપયોગના ઉદાહરણો આપો.
5. શૂન્ય પ્રવાહી નિકાલ (ZLD) ની સંકલ્પનાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. ZLD પ્રણાલીના ફાયદા, ઘટકો, ઉદાહરણો, અને પડકારોની ચર્ચા કરો.

*** **

- 14.1 પ્રસ્તાવના
- 14.2 જળ નમૂના સંગ્રહ
- 14.3 જળની ભૌતિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ
- 14.4 જળની રાસાયણિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ
- 14.5 જળની જૈવિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ
- 14.6 પરિણામોની વ્યાખ્યા અને રિપોર્ટિંગ
- 14.7 સારાંશ
- 14.8 સ્વાધ્યાય

14.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી, જીવનનો આધારસ્તંભ, પૃથ્વી ગ્રહ પરના દરેક જીવતંત્ર માટે એક અમૂલ્ય સંસાધન છે. માનવશરીરનો મોટો ભાગ પાણીથી બનેલો છે, અને તે આપણા ગ્રહની સપાટીનો પણ 70% થી વધુ ભાગ બનાવે છે. આમ છતાં, આ અત્યંત મહત્વપૂર્ણ સંસાધન આજે અનેક જોખમોનો સામનો કરી રહ્યું છે. વધતું પ્રદૂષણ, આબોહવા પરિવર્તન અને બેજવાબદાર વપરાશ પાણીની ગુણવત્તા અને ઉપલબ્ધતા બંનેને પ્રતિકૂળ અસર કરી રહ્યા છે. આ સંજોગોમાં, જળ સંસાધનોનું સંરક્ષણ અને તેનું ટકાઉ વ્યવસ્થાપન સુનિશ્ચિત કરવું અત્યંત મહત્વપૂર્ણ બની ગયું છે. આ માટે, જળસ્રોતોની નિયમિત દેખરેખ અને તેમના ગુણવત્તાના સ્તરનું મૂલ્યાંકન આવશ્યક છે. યુનિટ 14, "જળ પ્રયોગશાળા અભ્યાસ", આ મહત્વપૂર્ણ કાર્યમાં ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિઓ અને તકનીકોનો પરિચય આપે છે.

આ એકમમાં, આપણે શીખીશું કે કેવી રીતે વિવિધ જળસ્રોતોમાંથી નમૂનાઓ એકત્રિત કરવા, કેવી રીતે તેમની ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણધર્મોનું પરીક્ષણ કરવું અને પરિણામોનું અર્થઘટન અને અહેવાલ કેવી રીતે કરવો. આ પ્રયોગશાળા કૌશલ્યો જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જે આપણને પ્રદૂષણના સ્રોતોને ઓળખવા, જળ સ્રોતોના મૂલ્યાંકન કરવા અને યોગ્ય ઉપચારાત્મક પગલાં લેવા માટે મદદ કરે છે.

આપણે શીખીશું કે કેવી રીતે રંગ, ગંધ, તાપમાન અને pH જેવા ભૌતિક પરિમાણો પાણીની ગુણવત્તા વિશે માહિતી આપી શકે છે. આપણે વિવિધ રસાયણો જેમ કે નાઇટ્રેટ, ફોસ્ફેટ અને ક્લોરિનની હાજરી અને સાંદ્રતાને કેવી રીતે માપવી તે શીખીશું, જે જળસ્રોતોના પ્રદૂષણના સ્તરનું સૂચક છે. આ ઉપરાંત, આપણે સૂક્ષ્મ જીવો અને અન્ય જળચર સજીવોની હાજરી અને વિવિધતાનું વિશ્લેષણ કેવી રીતે કરવું તે શીખીશું, જે પાણીના પારિસ્થિતિક સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવામાં મદદ કરે છે.

આ એકમ ફક્ત પ્રયોગશાળા પદ્ધતિઓ જ નહીં, પણ જળ ગુણવત્તાના મહત્વ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ પર તેની અસરો વિશે પણ ચર્ચા કરે છે. આ એકમ દ્વારા મેળવેલ જ્ઞાન અને કૌશલ્ય, જળ સંસાધનોના રક્ષણ અને ટકાઉ વ્યવસ્થાપન માટે સક્રિય ભૂમિકા ભજવવામાં મદદ કરશે, જે આ ગ્રહ પરના જીવનના ભવિષ્ય માટે આવશ્યક છે.

14.2 જળ નમૂના સંગ્રહ:

જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકન માટે જળ નમૂના સંગ્રહ એ સૌથી મહત્વનું પગલું છે. નમૂના યોગ્ય રીતે લેવામાં ન આવે તો, પરીક્ષણ પરિણામો અચોક્કસ અને ગેરમાર્ગે દોરનારા હોઈ શકે છે, જેના પરિણામે ખોટા નિષ્કર્ષ અને બિનઅસરકારક ઉપાય થઈ શકે છે. આથી, જળ નમૂના સંગ્રહની યોગ્ય પદ્ધતિઓ અને સાવચેતીઓનું પાલન કરવું અત્યંત આવશ્યક છે.

નમૂના સંગ્રહ માટેની પૂર્વ તૈયારી:

1. **નમૂના લેવાના હેતુનું સ્પષ્ટીકરણ:** સૌ પ્રથમ, નમૂના શા માટે લેવામાં આવે છે તે સ્પષ્ટ હોવું જોઈએ. શું તે નિયમિત દેખરેખનો ભાગ છે? શું કોઈ ચોક્કસ પ્રદૂષણની ઘટનાની તપાસ કરવામાં આવી રહી છે? હેતુના આધારે, નમૂના લેવાની જગ્યા, સમય અને આવર્તન નક્કી કરવામાં આવશે.
2. **નમૂના લેવાના સ્થળની પસંદગી:** સ્થળની પસંદગી નમૂનાના હેતુ પર આધારિત છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો કોઈ નદીમાં પ્રદૂષણના સ્રોતને શોધવાનો ઉદ્દેશ્ય હોય, તો પ્રદૂષણના શંકાસ્પદ સ્રોતની

ઉપરવાસ અને નીચેવાસ બંને જગ્યાએથી નમૂના લેવા જોઈએ. તળાવો અને જળાશયો માટે, વિવિધ ઊંડાઈએ અને કિનારાથી અલગ અલગ અંતરે નમૂના લેવા જોઈએ.

3. **જરૂરી સાધનો અને સામગ્રી:** નમૂના લેવા માટે યોગ્ય સાધનો અને સામગ્રી એકત્રિત કરો. જેમાં શામેલ હોઈ શકે છે:

- **નમૂનાની બોટલો:** સ્વચ્છ, જંતુરહિત કાચ અથવા પ્લાસ્ટિકની બોટલોનો ઉપયોગ કરો. બોટલનું કદ પરીક્ષણના પ્રકાર પર આધારિત રહેશે.
- **ઠંડા બોક્સ:** નમૂનાઓને ઠંડા રાખવા અને પરિવહન દરમિયાન બગાડ અટકાવવા માટે બરફ સાથેનો ઠંડા બોક્સ જરૂરી છે.
- **લેબલ:** દરેક નમૂનાની બોટલ પર સ્પષ્ટ રીતે લેબલ લગાવવા માટે કાયમી માર્કર અને લેબલ.
- **રબરના હાથમોજાં:** નમૂનાને દૂષિત થવાથી બચાવવા માટે.
- **નમૂના લેવાનું ઉપકરણ:** ઊંડાઈએથી નમૂના લેવા માટે ખાસ ઉપકરણો, જેમ કે વાન ડોર્ન બોટલ, જરૂરી હોઈ શકે છે.
- **ફિલ્ડ નોટબુક અને પેન:** નમૂના લેવાની તારીખ, સમય, સ્થળ, હવામાનની સ્થિતિ અને અન્ય સંબંધિત માહિતી નોંધવા માટે.
- **GPS ઉપકરણ:** નમૂના લેવાના સ્થળનું ચોક્કસ સ્થાન રેકોર્ડ કરવા માટે.

4. **નમૂના સંરક્ષણ:** કેટલાક પરીક્ષણો માટે, નમૂનાને ક્ષેત્રમાં જ સંરક્ષિત કરવાની જરૂર પડી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ધાતુઓના વિશ્લેષણ માટે, નમૂનામાં નાઈટ્રિક એસિડ ઉમેરીને તેનું pH 2 કરતાં ઓછું કરવું જરૂરી છે.

નમૂના સંગ્રહની પદ્ધતિઓ:

1. નળમાંથી નમૂના લેવા:

- **ઉદાહરણ:** પીવાના પાણીની ગુણવત્તા ચકાસવા માટે નળમાંથી પાણીનો નમૂનો લેવો.
- **પદ્ધતિ:**
 - નળને સંપૂર્ણપણે ખોલો અને પાણીને 2-3 મિનિટ સુધી વહેવા દો જેથી નળની અંદરનું સ્થિર પાણી નીકળી જાય.
 - પાણીનો પ્રવાહ ઓછો કરો અને નમૂનાની બોટલને સીધી નળની નીચે રાખો.
 - બોટલને ધીમે ધીમે ભરો, હવાના પરપોટા ન રહે તેની કાળજી રાખો.
 - બોટલ ભરાઈ ગયા પછી, તેને ચુસ્તપણે બંધ કરો અને તેના પર લેબલ લગાવો.

2. નદીઓ અને નાળાઓમાંથી નમૂના લેવા:

- **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક કચરાના પ્રકાશનને કારણે નદીના પાણીની ગુણવત્તામાં ફેરફારનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે નમૂના લેવા.
- **પદ્ધતિ:**
 - નદીના મુખ્ય પ્રવાહમાં, કિનારાથી દૂર, જ્યાં પાણી સારી રીતે મિશ્રિત હોય તે સ્થળ પસંદ કરો.
 - રબરના હાથમોજાં પહેરો.
 - નમૂનાની બોટલને ઊંધી રાખીને પાણીની સપાટીની નીચે 20-30 સેમી ઊંડાઈએ ડૂબાડો.
 - બોટલને ધીમે ધીમે સીધી કરો અને તેને પાણીથી ભરો.
 - બોટલને પાણીની બહાર કાઢો, તેને ચુસ્તપણે બંધ કરો અને તેના પર લેબલ લગાવો.

- જો પ્રવાહ ખૂબ ઝડપી હોય, તો નમૂના લેવા માટે લાંબા હાથાવાળા ઉપકરણનો ઉપયોગ કરો.

3. તળાવો અને જળાશયોમાંથી નમૂના લેવા:

- **ઉદાહરણ:** શેવાળના ફૂલના કારણે તળાવના પાણીની ગુણવત્તામાં ફેરફારનું નિરીક્ષણ કરવા માટે નમૂના લેવા.
- **પદ્ધતિ:**
 - બોટ અથવા અન્ય માધ્યમ દ્વારા તળાવના જુદા જુદા ભાગોમાં અને જુદી જુદી ઊંડાઈએ નમૂના લેવા જોઈએ.
 - ઊંડાઈએથી નમૂના લેવા માટે વાન ડોર્ન બોટલ જેવા ખાસ ઉપકરણનો ઉપયોગ કરો.
 - નમૂનાની બોટલને ઉપકરણમાં મૂકો, તેને ઈચ્છિત ઊંડાઈએ નીચે ઉતારો અને પછી તેને બંધ કરવા માટે મિકેનિઝમને સક્રિય કરો.
 - ઉપકરણને સપાટી પર પાછા લાવો અને નમૂનાને કાળજીપૂર્વક બોટલમાં સ્થાનાંતરિત કરો.
 - બોટલને ચુસ્તપણે બંધ કરો અને તેના પર લેબલ લગાવો.

4. ભૂગર્ભજળના નમૂના લેવા:

- **ઉદાહરણ:** કૃષિ પ્રવૃત્તિઓને કારણે ભૂગર્ભજળમાં નાઈટ્રેટ પ્રદૂષણનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે કૂવામાંથી નમૂના લેવા.
- **પદ્ધતિ:**
 - કૂવામાંથી પાણી પંપ કરો અને તેને થોડી મિનિટો સુધી વહેવા દો જેથી કૂવાની અંદરનું સ્થિર પાણી નીકળી જાય.
 - નમૂના લેવા માટે બેલર જેવા ઉપકરણનો ઉપયોગ કરો.
 - બેલરને ધીમે ધીમે કૂવામાં નીચે ઉતારો અને તેને પાણીથી ભરો.
 - બેલરને ઉપર ખેંચો અને નમૂનાને કાળજીપૂર્વક બોટલમાં સ્થાનાંતરિત કરો.
 - બોટલને ચુસ્તપણે બંધ કરો અને તેના પર લેબલ લગાવો.

નમૂના પરિવહન અને સંગ્રહ:

- નમૂના લીધા પછી તરત જ તેને ઠંડા બોક્સમાં મૂકો અને તેને 4°C થી ઓછા તાપમાને રાખો.
- શક્ય તેટલી વહેલી તકે નમૂનાઓને પ્રયોગશાળામાં પહોંચાડો.
- જો નમૂનાઓનું તાત્કાલિક વિશ્લેષણ ન થઈ શકે, તો તેને યોગ્ય રીતે સંગ્રહિત કરો. મોટાભાગના નમૂનાઓ 4°C પર થોડા દિવસો સુધી સંગ્રહિત કરી શકાય છે, પરંતુ કેટલાક પરીક્ષણો માટે ટૂંકા સંગ્રહ સમયની જરૂર પડી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

જળ નમૂના સંગ્રહ એ જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનનો પાયો છે. યોગ્ય પદ્ધતિઓનું પાલન કરીને અને જરૂરી સાવચેતીઓ લઈને, આપણે ખાતરી કરી શકીએ છીએ કે નમૂનાઓ જળ સ્ત્રોતનું ચોક્કસ પ્રતિનિધિત્વ કરે છે અને પરીક્ષણ પરિણામો વિશ્વસનીય છે. આ માહિતી આપણને જળ સ્ત્રોતોનું મૂલ્યાંકન કરવા, પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોને ઓળખવા અને આપણા અમૂલ્ય જળ સ્ત્રોતોને બચાવવા માટે અસરકારક પગલાં લેવામાં મદદ કરશે.

14.3 જળની ભૌતિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:

જળની ભૌતિક ગુણવત્તા એ પાણીના ભૌતિક ગુણધર્મોનો સંદર્ભ આપે છે જે ઇન્દ્રિયો દ્વારા અનુભવી શકાય છે, જેમ કે રંગ, ગંધ, સ્વાદ, તાપમાન અને ટર્બિડિટી (સાંદોલન). આ પરિમાણો પાણીની ગુણવત્તા અને તેની ઉપયોગિતા વિશે મહત્વપૂર્ણ માહિતી પ્રદાન કરે છે. આ ગુણધર્મોમાં ફેરફાર પ્રદૂષણ અથવા અન્ય સમસ્યાઓનો સંકેત આપી શકે છે.

1. રંગ:

- **મહત્વ:** શુદ્ધ પાણી રંગહીન હોય છે. પાણીનો રંગ તેમાં રહેલા દ્રાવ્ય અથવા નિલંબિત પદાર્થોને કારણે હોય છે. રંગમાં ફેરફાર પ્રદૂષણ, શેવાળની વૃદ્ધિ અથવા કુદરતી કાર્બનિક પદાર્થોની હાજરી સૂચવી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **દૃશ્ય નિરીક્ષણ:** રંગનું મૂલ્યાંકન કરવા માટેની સૌથી સરળ પદ્ધતિ એ છે કે સફેદ પૃષ્ઠભૂમિ સામે પ્રકાશમાં પાણીના નમૂનાનું નિરીક્ષણ કરવું.
 - **પ્લેટિનમ-કોબાલ્ટ સ્કેલ:** આ પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનાના રંગની સરખામણી પ્લેટિનમ-કોબાલ્ટ દ્રાવણોના માનક સમૂહ સાથે કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ઔદ્યોગિક કચરાના પ્રકાશનને કારણે નદીના પાણીનો રંગ ભૂરા રંગનો થઈ શકે છે, જે પાણીમાં કાટવાળું લોખંડ અથવા અન્ય ધાતુઓની હાજરી સૂચવે છે.
 - તળાવમાં લીલા રંગનો રંગ શેવાળના ફૂલને સૂચવી શકે છે, જે પાણીમાં પોષક તત્ત્વોના ઉચ્ચ સ્તરને કારણે થાય છે.

2. ગંધ:

- **મહત્વ:** શુદ્ધ પાણી ગંધહીન હોય છે. પાણીમાં ગંધ એ અસ્થિર કાર્બનિક સંયોજનો, શેવાળ અથવા બેક્ટેરિયાની હાજરી સૂચવી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **ગંધ પરીક્ષણ:** આ પરીક્ષણમાં પાણીના નમૂનાને સુંઘીને ગંધનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે. નમૂનાને ગરમ કરવાથી ગંધ વધુ સ્પષ્ટ થઈ શકે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે પાણીમાં ખરાબ ગંધ આવી શકે છે.
 - શેવાળના વિઘટનને કારણે પાણીમાં માટી જેવી ગંધ આવી શકે છે.

3. સ્વાદ:

- **મહત્વ:** શુદ્ધ પાણી સ્વાદહીન હોય છે. પાણીમાં સ્વાદ એ ઓગળેલા ખનિજો, ધાતુઓ અથવા કાર્બનિક સંયોજનોની હાજરી સૂચવી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **સ્વાદ પરીક્ષણ:** આ પરીક્ષણમાં પાણીના નમૂનાનો સ્વાદ ચાખીને તેનું મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે. **નોંધ:** સ્વાદ પરીક્ષણ ફક્ત ત્યારે જ કરવું જોઈએ જ્યારે ખાતરી હોય કે પાણી પીવા માટે સુરક્ષિત છે. અજાણ્યા સ્રોતમાંથી પાણી ક્યારેય ચાખવું નહીં.
- **ઉદાહરણ:**
 - ઉચ્ચ ખનિજ સામગ્રી ધરાવતા પાણીમાં ખારાશનો સ્વાદ હોઈ શકે છે.

- ક્લોરિનેટેડ પાણીમાં ક્લોરિનનો સ્વાદ હોઈ શકે છે.

4. તાપમાન:

- **મહત્વ:** પાણીનું તાપમાન જલીય જીવોના જીવન અને પાણીમાં થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓના દરને અસર કરે છે. તાપમાનમાં અસામાન્ય ફેરફાર થર્મલ પ્રદૂષણ સૂચવી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **થર્મોમીટર:** પાણીનું તાપમાન માપવા માટે થર્મોમીટરનો ઉપયોગ થાય છે. ડિજિટલ થર્મોમીટર વધુ ચોકસાઈ પૂરી પાડે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - પાવર પ્લાન્ટમાંથી ગરમ પાણીના પ્રકાશનને કારણે નદીના પાણીનું તાપમાન વધી શકે છે, જે જલીય જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.
 - ઉનાળા દરમિયાન, તળાવના ઉપરના સ્તરોનું તાપમાન ઊંડાઈમાં રહેલા પાણી કરતા ઘણું વધારે હોઈ શકે છે.

5. ટર્બિડિટી (આંદોલન):

- **મહત્વ:** ટર્બિડિટી એ પાણીની સ્પષ્ટતાનું માપ છે. તે પાણીમાં નિલંબિત કણો, જેમ કે માટી, કાંપ, શેવાળ અને સૂક્ષ્મજીવોની હાજરીને કારણે થાય છે. ઉચ્ચ ટર્બિડિટી પાણીની ગુણવત્તામાં ઘટાડો સૂચવે છે અને જલીય જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **નેફેલોમીટર:** આ ઉપકરણ પાણીના નમૂનામાંથી પસાર થતા પ્રકાશના વિખેરાઈને માપે છે. ટર્બિડિટી નેફેલોમેટ્રિક ટર્બિડિટી યુનિટ્સ (NTU) માં માપવામાં આવે છે.
 - **સેથી ડિસ્ક:** આ એક સરળ ઉપકરણ છે જેનો ઉપયોગ પાણીની પારદર્શિતાનો અંદાજ કાઢવા માટે થાય છે. ડિસ્કને પાણીમાં ઉતારવામાં આવે છે જ્યાં સુધી તે દેખાતી બંધ ન થાય. જે ઊંડાઈએ ડિસ્ક અદ્રશ્ય થાય છે તે પારદર્શિતાનું માપ છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ભારે વરસાદ પછી, નદીઓમાં ટર્બિડિટી વધી શકે છે કારણ કે જમીન ધોવાણથી પાણીમાં માટી અને કાંપ ભળે છે.
 - શેવાળના ફૂલને કારણે તળાવના પાણીમાં ટર્બિડિટી વધી શકે છે.

અન્ય ભૌતિક પરિમાણો:

- **કુલ ઘન પદાર્થો (TDS):** પાણીમાં ઓગળેલા ખનિજો, ક્ષાર અને ધાતુઓની કુલ માત્રા.
- **વાહકતા:** પાણીની વિદ્યુતપ્રવાહ વહન કરવાની ક્ષમતા, જે પાણીમાં ઓગળેલા આયનોની સાંદ્રતા પર આધારિત છે.

ભૌતિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણનું મહત્વ:

- પાણીના સ્ત્રોતોના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોને ઓળખવા.
- પીવાના પાણીની ગુણવત્તાનું નિરીક્ષણ કરવા.
- જળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાઓની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- જલીય જીવો માટે પાણીની યોગ્યતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.

નિષ્કર્ષ:

જળની ભૌતિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ એ જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. ભૌતિક પરિમાણોનું નિરીક્ષણ કરીને, આપણે પાણીની ગુણવત્તામાં ફેરફારો શોધી શકીએ છીએ, પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોને ઓળખી શકીએ છીએ અને આપણા અમૂલ્ય જળસ્ત્રોતોને બચાવવા માટે યોગ્ય પગલાં લઈ શકીએ છીએ. ભૌતિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણ, રાસાયણિક અને જૈવિક પરીક્ષણો સાથે, પાણીના સ્વાસ્થ્યની સંપૂર્ણ ચિત્ર પ્રદાન કરે છે અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન માટે માર્ગદર્શન આપે છે.

14.4 જળની રાસાયણિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:

જળની રાસાયણિક ગુણવત્તા એ પાણીમાં રહેલા રાસાયણિક ઘટકો અને સંયોજનોનો સંદર્ભ આપે છે, જેમ કે ઓગળેલા વાયુઓ, ખનિજો, ધાતુઓ અને કાર્બનિક સંયોજનો. આ રાસાયણિક ઘટકો પાણીની ગુણવત્તા, તેના સ્વાદ, ગંધ, રંગ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય અને જલીય જીવો પર તેની અસરને પ્રભાવિત કરે છે. રાસાયણિક ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે વિવિધ પરીક્ષણો ઉપલબ્ધ છે, જે પાણીના સ્ત્રોતની યોગ્યતા અને પ્રદૂષણના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરવામાં મદદ કરે છે.

1. pH:

- **મહત્વ:** pH એ પાણીની એસિડિટી અથવા ક્ષારીયતાનું માપ છે. તે 0 થી 14 ના સ્કેલ પર માપવામાં આવે છે, જ્યાં 7 તટસ્થ, 7 થી ઓછું એસિડિક અને 7 થી વધુ ક્ષારીય હોય છે. પાણીનું pH જલીય જીવો, ધાતુઓની દ્રાવ્યતા અને પાણીની કાટ લાગવાની ક્ષમતાને અસર કરે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **pH મીટર:** આ ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણ પાણીમાં હાઇડ્રોજન આયનોની સાંદ્રતાને માપે છે અને pH મૂલ્ય પ્રદર્શિત કરે છે.
 - **pH સૂચક પટ્ટીઓ:** આ કાગળની પટ્ટીઓ છે જે પાણીના pH ના આધારે રંગ બદલે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - એસિડ વરસાદને કારણે તળાવના પાણીનું pH ઘટી શકે છે, જે જલીય જીવોને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે.
 - ઔદ્યોગિક કચરાના પ્રકાશનને કારણે નદીના પાણીનું pH વધી શકે છે, જે પાણીને ક્ષારીય બનાવે છે.

2. દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO):

- **મહત્વ:** પાણીમાં ઓગળેલા ઓક્સિજનનું પ્રમાણ જલીય જીવોના શ્વસન માટે આવશ્યક છે. દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO) નું નીચું સ્તર પ્રદૂષણ સૂચવે છે અને જલીય જીવોના મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **વિંકલર પદ્ધતિ:** આ રાસાયણિક પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનામાં ઓગળેલા ઓક્સિજનને રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા બાંધીને પછી તેનું પ્રમાણ નક્કી કરવામાં આવે છે.
 - **DO મીટર:** આ ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણ પાણીમાં ઓગળેલા ઓક્સિજનનું સીધું માપ લે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે નદીમાં DO નું સ્તર ઘટી શકે છે, જેના પરિણામે માછલીઓ મરી શકે છે.

- શેવાળના ફૂલ પછી, શેવાળના વિઘટનને કારણે તળાવમાં DO નું સ્તર ઘટી શકે છે.

3. નાઈટ્રેટ (NO₃-):

- **મહત્વ:** નાઈટ્રેટ એ નાઈટ્રોજનનું એક સ્વરૂપ છે જે છોડના વિકાસ માટે આવશ્યક પોષક તત્વ છે. જોકે, પાણીમાં નાઈટ્રેટનું ઉચ્ચ સ્તર પ્રદૂષણ સૂચવે છે, જે માનવસ્વાસ્થ્ય અને જલીય જીવો માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **રંગમિતિ પદ્ધતિ:** આ પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનામાં રહેલા નાઈટ્રેટને રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા રંગીન સંયોજનમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે, જેની તીવ્રતાને માપીને નાઈટ્રેટની સાંદ્રતા નક્કી કરવામાં આવે છે.
 - **આયન-વિશિષ્ટ ઇલેક્ટ્રોડ:** આ ઉપકરણ પાણીમાં નાઈટ્રેટ આયનોની સાંદ્રતાને સીધી રીતે માપે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - કૃષિ ખાતરોના ઉપયોગને કારણે ભૂગર્ભજળમાં નાઈટ્રેટનું સ્તર વધી શકે છે, જે પીવાના પાણીને પ્રદૂષિત કરી શકે છે.
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે નદીમાં નાઈટ્રેટનું સ્તર વધી શકે છે, જે યુટ્રોફિકેશન (જળાશયોમાં પોષક તત્વોનું અતિશય સંચય)નું કારણ બની શકે છે.

4. ફોસ્ફેટ (PO₄³⁻):

- **મહત્વ:** ફોસ્ફેટ એ ફોસ્ફરસનું એક સ્વરૂપ છે જે છોડ અને શેવાળના વિકાસ માટે આવશ્યક પોષક તત્વ છે. પાણીમાં ફોસ્ફેટનું ઉચ્ચ સ્તર યુટ્રોફિકેશનનું કારણ બની શકે છે, જે જળસ્રોતોના સ્વાસ્થ્યને નુકસાન પહોંચાડે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **રંગમિતિ પદ્ધતિ:** આ પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનામાં રહેલા ફોસ્ફેટને રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા રંગીન સંયોજનમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે, જેની તીવ્રતાને માપીને ફોસ્ફેટની સાંદ્રતા નક્કી કરવામાં આવે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - કૃષિ ખાતરો અને ડીટરજન્ટના ઉપયોગને કારણે નદીઓ અને તળાવોમાં ફોસ્ફેટનું સ્તર વધી શકે છે.
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે પાણીમાં ફોસ્ફેટનું સ્તર વધી શકે છે.

5. ક્લોરાઇડ (Cl⁻):

- **મહત્વ:** ક્લોરાઇડ એ પાણીમાં સામાન્ય રીતે જોવા મળતું આયન છે. પાણીમાં ક્લોરાઇડનું ઉચ્ચ સ્તર ક્ષારયુક્ત પ્રદૂષણ અથવા દરિયાઈ પાણીની ઘૂસણખોરી સૂચવી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **ટાઇટ્રેશન:** આ પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનામાં રહેલા ક્લોરાઇડને સિલ્વર નાઈટ્રેટના માનક દ્રાવણ સાથે પ્રતિક્રિયા કરાવીને ક્લોરાઇડની સાંદ્રતા નક્કી કરવામાં આવે છે.
 - **આયન-વિશિષ્ટ ઇલેક્ટ્રોડ:** આ ઉપકરણ પાણીમાં ક્લોરાઇડ આયનોની સાંદ્રતાને સીધી રીતે માપે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - રોડ પર મીઠું છાંટવાથી શિયાળા દરમિયાન નદીઓમાં ક્લોરાઇડનું સ્તર વધી શકે છે.

- દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં, ભૂગર્ભજળમાં દરિયાઈ પાણીની ઘૂસણખોરીને કારણે ક્લોરાઇડનું સ્તર વધી શકે છે.

6. ભારે ધાતુઓ:

- **મહત્વ:** ભારે ધાતુઓ, જેમ કે સીસું, પારા, કેડમિયમ અને આર્સેનિક, ઓછી માત્રામાં પણ ઝેરી હોય છે અને માનવ સ્વાસ્થ્ય અને જલીય જીવો માટે ગંભીર ખતરો પેદા કરી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **એટોમિક એબ્સોર્પ્શન સ્પેક્ટ્રોફોટોમેટ્રી (AAS):** આ પદ્ધતિ પાણીના નમૂનામાં રહેલા ધાતુ આયનોની સાંદ્રતાને માપવા માટે પ્રકાશના શોષણનો ઉપયોગ કરે છે.
 - **ઇન્ડક્ટિવલી કપલ્ડ પ્લાઝ્મા માસ સ્પેક્ટ્રોમેટ્રી (ICP-MS):** આ અત્યંત સંવેદનશીલ તકનીક પાણીના નમૂનામાં વિવિધ ધાતુઓની સાંદ્રતાને એકસાથે માપી શકે છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ઔદ્યોગિક કચરાના પ્રકાશનને કારણે નદીના પાણીમાં ભારે ધાતુઓનું સ્તર વધી શકે છે.
 - ખાણકામની પ્રવૃત્તિઓને કારણે પાણીમાં ભારે ધાતુઓનું પ્રદૂષણ થઈ શકે છે.

રાસાયણિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણનું મહત્વ:

- પાણીના સ્ત્રોતોના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોને ઓળખવા.
- પીવાના પાણીની ગુણવત્તાનું નિરીક્ષણ કરવા.
- જળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાઓની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- જલીય જીવો અને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે પાણીની યોગ્યતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.

નિષ્કર્ષ:

જળની રાસાયણિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ એ જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. રાસાયણિક પરિમાણોનું નિરીક્ષણ કરીને, આપણે પાણીની ગુણવત્તામાં ફેરફારો શોધી શકીએ છીએ, પ્રદૂષણના સ્ત્રોતોને ઓળખી શકીએ છીએ અને આપણા અમૂલ્ય જળ સ્ત્રોતોને બચાવવા અને માનવસ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરવા માટે યોગ્ય પગલાં લઈ શકીએ છીએ. રાસાયણિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ, ભૌતિક અને જૈવિક પરીક્ષણો સાથે, પાણીના સ્વાસ્થ્યની સંપૂર્ણ ચિત્ર પ્રદાન કરે છે અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન માટે માર્ગદર્શન આપે છે.

14.5 જળની જૈવિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ:

જળની જૈવિક ગુણવત્તા એ પાણીમાં રહેલા સજીવો, જેમ કે બેક્ટેરિયા, શેવાળ, પ્રોટોઝોઆ, મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સ (જળચર કીટકો, કૃમિ, ગોકળગાય વગેરે) અને માછલીઓનો સંદર્ભ આપે છે. આ સજીવો પાણીની ગુણવત્તા પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે અને જળસ્ત્રોતોના સ્વાસ્થ્યના સૂચક તરીકે કાર્ય કરે છે. જૈવિક ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે વિવિધ પરીક્ષણો ઉપલબ્ધ છે, જે પ્રદૂષણના સ્તર અને જલીય જીવસૃષ્ટિ પર તેની અસરને સમજવામાં મદદ કરે છે.

1. કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા:

- **મહત્વ:** કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા એ બેક્ટેરિયાનું એક જૂથ છે જે સામાન્ય રીતે પ્રાણીઓ અને મનુષ્યોના આંતરડામાં જોવા મળે છે. પાણીમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની હાજરી મળ-મૂત્રના પ્રદૂષણનો સંકેત આપે છે, જે પાણીને પીવા અને મનોરંજન માટે અસુરક્ષિત બનાવે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન:** આ પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનાને ફિલ્ટર પેપરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે બેક્ટેરિયાને ફસાવે છે. પછી ફિલ્ટર પેપરને પોષક માધ્યમ પર મૂકવામાં આવે છે અને ચોક્કસ સમયગાળા માટે ઉકાળવામાં આવે છે. કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા કોલોની બનાવે છે જે ગણી શકાય છે.
 - **પ્રેઝેન્સ-એબસેન્સ (P-A) ટેસ્ટ:** આ એક સરળ પરીક્ષણ છે જે પાણીમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની હાજરી અથવા ગેરહાજરી નક્કી કરે છે.
 - **મોસ્ટ પ્રોબેબલ નંબર (MPN):** આ પદ્ધતિમાં પાણીના નમૂનાના વિવિધ પાતળા દ્રાવણોને પોષક માધ્યમ ધરાવતી નળીઓમાં ઉમેરવામાં આવે છે અને ચોક્કસ સમયગાળા માટે ઉકાળવામાં આવે છે. કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા ધરાવતી નળીઓની સંખ્યાના આધારે, નમૂનામાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની સંખ્યાનો અંદાજ લગાવી શકાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે નદીના પાણીમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાનું સ્તર વધી શકે છે, જે પાણીને સ્નાન કરવા માટે અસુરક્ષિત બનાવે છે.
 - ખરાબ રીતે જાળવવામાં આવેલા સેપ્ટિક ટાંકીમાંથી લીકેજ થવાને કારણે કૂવાના પાણીમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા મળી શકે છે, જે પાણીને પીવા માટે અસુરક્ષિત બનાવે છે.

2. જૈવિક ઓક્સિજન માંગ (BOD):

- **મહત્વ:** BOD એ પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને વિઘટન કરવા માટે સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતા ઓક્સિજનનું પ્રમાણ છે. ઉચ્ચ BOD પ્રદૂષણનું સૂચક છે અને જલીય જીવો માટે ઓક્સિજનની અછત (હાયપોક્સિયા) તરફ દોરી શકે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - BOD માપવા માટે, પાણીના નમૂનાને ચોક્કસ સમયગાળા (સામાન્ય રીતે 5 દિવસ) માટે અંધારામાં 20°C પર ઉકાળવામાં આવે છે. શરૂઆતમાં અને અંતે દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO)નું સ્તર માપવામાં આવે છે. DO માં ઘટાડો BODની ગણતરી કરવા માટે વપરાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - ખાદ્ય પ્રસંસ્કરણ પ્લાન્ટમાંથી નીકળતા કાર્બનિક કચરાને કારણે નદીમાં BODનું સ્તર વધી શકે છે, જે માછલીઓના મૃત્યુનું કારણ બની શકે છે.
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે તળાવમાં BODનું સ્તર વધી શકે છે, જેના પરિણામે શેવાળનું ફૂલ અને ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટી શકે છે.

3. શેવાળ:

- **મહત્વ:** શેવાળ પાણીમાં પ્રકાશસંરક્ષણ કરનાર સજીવો છે જે જલીય જીવસૃષ્ટિમાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. જોકે, પોષક તત્વોના પ્રદૂષણને કારણે શેવાળની અતિશય વૃદ્ધિ (શેવાળનું ફૂલ) પાણીની ગુણવત્તાને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે, જેમ કે ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટાડવું, ઝેરી પદાર્થો છોડવા અને પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ બદલવો.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**

- **ક્લોરોફિલ-a માપન:** ક્લોરોફિલ-a એ શેવાળમાં જોવા મળતું મુખ્ય પ્રકાશસંશ્લેષણ રંગદ્રવ્ય છે. પાણીમાં ક્લોરોફિલ-a ની સાંદ્રતા માપીને શેવાળના જથ્થાનો અંદાજ લગાવી શકાય છે.
- **શેવાળની પ્રજાતિઓની ઓળખ:** સૂક્ષ્મદર્શક ચંત્રનો ઉપયોગ કરીને શેવાળની પ્રજાતિઓની ઓળખ અને ગણતરી કરી શકાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - કૃષિ ખાતરોના ઉપયોગને કારણે નદીમાં શેવાળનું ફૂલ થઈ શકે છે, જે પાણીને લીલા રંગનું બનાવે છે અને ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટાડે છે.
 - ગટરના પાણીના પ્રકાશનને કારણે તળાવમાં ઝેરી શેવાળનું ફૂલ થઈ શકે છે, જે મનુષ્યો અને પ્રાણીઓ માટે જોખમી હોઈ શકે છે.

4. મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સ:

- **મહત્વ:** મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સ એ જળચર કીટકો, કૃમિ, ગોકળગાય અને અન્ય અપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓ છે જે નરી આંખે જોઈ શકાય છે. તેઓ પ્રદૂષણ પ્રત્યે સંવેદનશીલતાની વિવિધ ડિગ્રી ધરાવે છે અને જળસ્રોતોના સ્વાસ્થ્યના સારા સૂચક તરીકે કાર્ય કરે છે.
- **પરીક્ષણ પદ્ધતિ:**
 - **મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સના નમૂના લેવા:** જાળી અથવા અન્ય ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરીને મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સના નમૂના એકત્રિત કરવામાં આવે છે.
 - **મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સની ઓળખ અને ગણતરી:** મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સને ઓળખીને ગણવામાં આવે છે, અને તેમની વિવિધતા અને વિપુલતાનો ઉપયોગ જળ સ્રોતના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે થાય છે.
- **ઉદાહરણ:**
 - પ્રદૂષણ-સંવેદનશીલ મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સ, જેમ કે મેફલાય અને સ્ટોનફ્લાય, સ્વચ્છ પાણીમાં જોવા મળે છે. પ્રદૂષિત પાણીમાં, પ્રદૂષણ-સહિષ્ણુ પ્રજાતિઓ, જેમ કે રક્ત કૃમિ અને ગોકળગાય, પ્રભુત્વ ધરાવે છે.
 - ઔદ્યોગિક કચરાના પ્રકાશનને કારણે નદીમાં મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સની વિવિધતા ઘટી શકે છે, જે જળ સ્રોતના સ્વાસ્થ્યમાં ઘટાડો સૂચવે છે.

જૈવિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણનું મહત્વ:

- જળસ્રોતોના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- પ્રદૂષણના સ્રોતો અને તેની જલીય જીવસૃષ્ટિ પર અસરને ઓળખવા.
- જળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાઓની અસરકારકતાનું મૂલ્યાંકન કરવા.
- જલીય જીવોના સંરક્ષણ માટે માર્ગદર્શન આપવા.

નિષ્કર્ષ:

જળની જૈવિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ એ જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. જૈવિક સૂચકોનો ઉપયોગ કરીને, આપણે પ્રદૂષણની અસરોને શોધી શકીએ છીએ, જળ સ્રોતોના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરી શકીએ છીએ અને આપણા અમૂલ્ય જળ સ્રોતોને બચાવવા અને ટકાવવા જળ વ્યવસ્થાપન માટે

માર્ગદર્શન આપી શકીએ છીએ. જૈવિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ, ભૌતિક અને રાસાયણિક પરીક્ષણો સાથે, પાણીના સ્વાસ્થ્યની સંપૂર્ણ ચિત્ર પ્રદાન કરે છે અને પર્યાવરણીય રીતે જવાબદાર નિર્ણયો લેવામાં મદદ કરે છે.

14.6 પરિણામોની વ્યાખ્યા અને રિપોર્ટિંગ:

જળ ગુણવત્તાના પરીક્ષણો કર્યા પછી, પરિણામોનું યોગ્ય રીતે અર્થઘટન કરવું અને તેને સ્પષ્ટ અને સંક્ષિપ્ત રીતે રિપોર્ટ કરવું મહત્વપૂર્ણ છે. આ પ્રક્રિયામાં ડેટાનું વિશ્લેષણ, વલણો અને દાખલાઓ ઓળખવા, પરિણામોની માન્ય ધોરણો સાથે સરખામણી અને તારણો કાઢવાનો સમાવેશ થાય છે. અસરકારક રિપોર્ટિંગ એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે માહિતી યોગ્ય વ્યક્તિઓ સુધી પહોંચે અને તેનો ઉપયોગ જળ સ્ત્રોતોના સંચાલન અને સંરક્ષણ માટે યોગ્ય નિર્ણયો લેવા માટે થઈ શકે.

1. ડેટાનું વિશ્લેષણ અને વલણોની ઓળખ:

- સૌ પ્રથમ, એકત્રિત કરવામાં આવેલા ડેટાને કાળજીપૂર્વક ગોઠવો અને તેનું વિશ્લેષણ કરો. ડેટાને કોષ્ટકો, આલેખ અને ચાર્ટના રૂપમાં રજૂ કરી શકાય છે જેથી વલણો અને દાખલાઓને વધુ સરળતાથી ઓળખી શકાય.
- **સમય જતાં થતા ફેરફારો:** જો નિયમિતપણે નમૂના લેવામાં આવ્યા હોય, તો સમય જતાં પરિમાણોમાં થતા ફેરફારોનું નિરીક્ષણ કરો. શું કોઈ ચોક્કસ પરિમાણમાં વધારો અથવા ઘટાડો થયો છે? શું આ ફેરફારો મોસમી છે?
- **સ્થાનિક ભિન્નતા:** વિવિધ સ્થળોએથી લેવામાં આવેલા નમૂનાઓના પરિણામોની સરખામણી કરો. શું કોઈ ચોક્કસ સ્થળે પ્રદૂષણનું સ્તર ઊંચું છે? શું પ્રદૂષણનો કોઈ સ્ત્રોત ઓળખી શકાય છે?
- **સંબંધો શોધો:** શું વિવિધ પરિમાણો વચ્ચે કોઈ સંબંધ છે? ઉદાહરણ તરીકે, શું ઉચ્ચ BOD સ્તર નીચા DO સ્તર સાથે સંકળાયેલું છે?

ઉદાહરણ:

ધારો કે તમે એક નદીના પાણીની ગુણવત્તાનું નિરીક્ષણ કરી રહ્યા છો અને દર મહિને વિવિધ સ્થળોએથી નમૂના લઈ રહ્યા છો. તમે જોયું કે:

- ઉનાળાના મહિનાઓ દરમિયાન, નદીમાં દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO)નું સ્તર શિયાળાના મહિનાઓ કરતા ઓછું હોય છે.
- એક ઔદ્યોગિક પ્લાન્ટની નજીકના સ્થળે અન્ય સ્થળો કરતા નાઈટ્રેટનું સ્તર સતત ઊંચું હોય છે.
- ભારે વરસાદ પછી, નદીમાં ટર્બિડિટી અને કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાનું સ્તર વધે છે.

આ અવલોકનો સૂચવે છે કે:

- તાપમાન DO સ્તરને અસર કરે છે (ગરમ પાણીમાં ઓછો ઓક્સિજન ઓગળે છે).
- ઔદ્યોગિક પ્લાન્ટ કદાચ નાઈટ્રેટ પ્રદૂષણનો સ્ત્રોત છે.
- ભારે વરસાદ જમીન પરથી પ્રદૂષકોને નદીમાં વહાવી લાવે છે.

2. પરિણામોની માન્ય ધોરણો સાથે સરખામણી:

- પાણીની ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકન માટે રાષ્ટ્રીય અને આંતરરાષ્ટ્રીય સ્તરે માન્ય ધોરણો અને માર્ગદર્શિકા ઉપલબ્ધ છે. આ ધોરણો વિવિધ પ્રકારના પાણીના ઉપયોગો (જેમ કે પીવાનું પાણી, સિંચાઈ, મનોરંજન) માટે સ્વીકાર્ય મર્યાદાઓ નક્કી કરે છે.
- પરિણામોની આ ધોરણો સાથે સરખામણી કરીને, તમે નક્કી કરી શકો છો કે પાણી ચોક્કસ ઉપયોગ માટે યોગ્ય છે કે નહીં અને શું કોઈ સ્વાસ્થ્ય અથવા પર્યાવરણીય જોખમો છે.

ઉદાહરણ:

- ધારો કે તમે પીવાના પાણી માટે કૂવામાંથી પાણીનો નમૂનો લીધો છે. તમે જોયું કે નાઈટ્રેટનું સ્તર 50 mg/L છે. જો પીવાના પાણી માટે રાષ્ટ્રીય ધોરણ 10 mg/L હોય, તો આ કૂવામાં નાઈટ્રેટનું સ્તર સ્વીકાર્ય મર્યાદા કરતા ઘણું વધારે છે અને પાણી પીવા માટે અસુરક્ષિત છે.
- ધારો કે તમે મનોરંજન માટે ઉપયોગમાં લેવાતા તળાવના પાણીનું પરીક્ષણ કરી રહ્યા છો. તમે જોયું કે કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાનું સ્તર 200 CFU/100 mL છે. જો મનોરંજન માટે મહત્તમ સ્વીકાર્ય સ્તર 100 CFU/100 mL હોય, તો તળાવમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાનું સ્તર સ્વીકાર્ય મર્યાદા કરતા વધારે છે અને સ્વિમિંગ માટે અસુરક્ષિત હોઈ શકે છે.

3. તારણો અને ભલામણો:

- ડેટા વિશ્લેષણ અને માન્ય ધોરણો સાથે સરખામણીના આધારે, સ્પષ્ટ અને સંક્ષિપ્ત તારણો કાઢો. પાણીની ગુણવત્તા કેવી છે? શું કોઈ પ્રદૂષણની સમસ્યાઓ છે? શું પાણી ચોક્કસ ઉપયોગ માટે યોગ્ય છે?
- જળસ્રોતના સંચાલન અને સંરક્ષણ માટે ભલામણો કરો. આ ભલામણોમાં પ્રદૂષણના સ્રોતોને ઘટાડવા, જળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાઓમાં સુધારો કરવા, જનજાગૃતિ વધારવા અથવા વધુ પરીક્ષણો કરવા જેવા પગલાં સામેલ હોઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

- **તારણ:** નદીના પાણીમાં નાઈટ્રેટનું સ્તર ઔદ્યોગિક પ્લાન્ટની નજીકના સ્થળે સ્વીકાર્ય મર્યાદા કરતા વધારે છે, જે સૂચવે છે કે પ્લાન્ટ પ્રદૂષણનો સ્રોત છે. ભારે વરસાદ પછી ટર્બિડિટી અને કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાનું સ્તર પણ વધે છે, જે સૂચવે છે કે જમીન ધોવાણ અને ગટર વ્યવસ્થા પ્રદૂષણમાં ફાળો આપે છે.
- **ભલામણો:**
 - ઔદ્યોગિક પ્લાન્ટમાંથી નીકળતા કચરાના પાણીનું કડક નિરીક્ષણ અને નિયમન કરવું જોઈએ.
 - ખેડૂતોને નાઈટ્રેટ પ્રદૂષણ ઘટાડવા માટે શ્રેષ્ઠ કૃષિ પદ્ધતિઓ અપનાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવા જોઈએ.
 - ગટર વ્યવસ્થામાં સુધારો કરવો જોઈએ જેથી ભારે વરસાદ દરમિયાન ઓવરફ્લો અને પ્રદૂષણ ઓછું થાય.
 - જનતાને પાણીની ગુણવત્તાના મહત્વ અને તેને બચાવવા માટે તેઓ શું કરી શકે તે અંગે શિક્ષિત કરવા જોઈએ.

4. રિપોર્ટ લેખન:

- રિપોર્ટ સ્પષ્ટ, સંક્ષિપ્ત અને તાર્કિક રીતે ગોઠવાયેલો હોવો જોઈએ.
- રિપોર્ટમાં નીચેના વિભાગો સામેલ હોવા જોઈએ:
 - **પ્રસ્તાવના:** પરીક્ષણનો ઉદ્દેશ્ય, અભ્યાસ ક્ષેત્રનું વર્ણન અને નમૂના લેવાની પદ્ધતિઓનો સંક્ષિપ્ત સારાંશ.
 - **પરિણામો:** ડેટાનું સ્પષ્ટ અને સંક્ષિપ્ત રજૂઆત, કોષ્ટકો, આલેખ અને ચાર્ટનો ઉપયોગ કરીને.
 - **ચર્ચા:** પરિણામોનું અર્થઘટન, વલણો અને દાખલાઓનું વિશ્લેષણ, અને માન્ય ધોરણો સાથે સરખામણી.

- **તારણો:** મુખ્ય તારણોનો સંક્ષિપ્ત સારાંશ.
- **ભલામણો:** જળસ્રોતના સંચાલન અને સંરક્ષણ માટે ભલામણો.
- રિપોર્ટમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા કોઈપણ સંક્ષેપ અને તકનીકી શબ્દોનું સ્પષ્ટીકરણ હોવું જોઈએ.
- રિપોર્ટમાં સંદર્ભોની સૂચિ સામેલ હોવી જોઈએ, જેમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા માન્ય ધોરણો અને અન્ય સ્રોતોનો સમાવેશ થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

પરિણામોની યોગ્ય વ્યાખ્યા અને રિપોર્ટિંગ એ જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. સ્પષ્ટ અને સંક્ષિપ્ત રીતે માહિતી રજૂ કરીને, આપણે ખાતરી કરી શકીએ છીએ કે ડેટાનો ઉપયોગ જળ સ્રોતોના સંચાલન અને સંરક્ષણ માટે યોગ્ય નિર્ણયો લેવા માટે થઈ શકે છે. અસરકારક રિપોર્ટિંગ એ સુનિશ્ચિત કરે છે કે જળ ગુણવત્તાની માહિતી યોગ્ય વ્યક્તિઓ સુધી પહોંચે અને તેનો ઉપયોગ આપણા અમૂલ્ય જળ સ્રોતોને બચાવવા માટે થાય.

14.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે જળ પ્રયોગશાળા અભ્યાસની વિસ્તૃત છલાવટ કરી, જેમાં જળના નમૂના એકત્રિત કરવા, તેની ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ કરવા અને પરિણામોનું અર્થઘટન અને રિપોર્ટિંગ કરવાની પદ્ધતિઓ શામેલ છે. આ સમગ્ર પ્રક્રિયા જળ સ્રોતોના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવા, પ્રદૂષણના સ્રોતોને ઓળખવા અને આપણા અમૂલ્ય જળ સંસાધનોને બચાવવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે જળ નમૂના સંગ્રહના મહત્વ અને તેની પૂર્વ તૈયારીઓ વિશે શીખ્યા. નમૂના લેવાના હેતુને સ્પષ્ટપણે સમજવો, યોગ્ય સ્થળની પસંદગી કરવી, જરૂરી સાધનો અને સામગ્રી એકત્રિત કરવી અને નમૂનાનું યોગ્ય રીતે સંરક્ષણ કરવું એ ચોક્કસ અને વિશ્વસનીય પરિણામો મેળવવા માટે આવશ્યક છે. આપણે નળ, નદીઓ, તળાવો અને ભૂગર્ભજળ જેવા વિવિધ સ્રોતોમાંથી નમૂના લેવાની વિશિષ્ટ પદ્ધતિઓનો પણ અભ્યાસ કર્યો.

ત્યારબાદ, આપણે જળની ભૌતિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કર્યું. રંગ, ગંધ, સ્વાદ, તાપમાન અને ટર્બિડિટી જેવા પરિમાણો પાણીની ગુણવત્તા અને તેમાં રહેલા પ્રદૂષકો વિશે મહત્વપૂર્ણ માહિતી પૂરી પાડે છે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે દ્રશ્ય નિરીક્ષણ, ગંધ પરીક્ષણ, થર્મોમીટર અને નેફેલોમીટર જેવા ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરીને આ પરિમાણોનું મૂલ્યાંકન કરવું.

પ્રકરણના આગળના ભાગમાં જળની રાસાયણિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણ પર પ્રકાશ પાડવામાં આવ્યો હતો. આપણે pH, દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO), નાઈટ્રેટ, ફોસ્ફેટ, ક્લોરાઇડ અને ભારે ધાતુઓ જેવા મહત્વપૂર્ણ રાસાયણિક પરિમાણો વિશે શીખ્યા. આ પરિમાણોનું પરીક્ષણ કેવી રીતે કરવું, જેમ કે pH મીટર, વિંકલર પદ્ધતિ, રંગમિતિ પદ્ધતિઓ અને ટાઇટ્રેશન, તે પણ આપણે ઉદાહરણો સાથે સમજ્યા. આપણે જાણ્યું કે આ પરિમાણોમાં ફેરફાર પ્રદૂષણ, યુટ્રોફિકેશન અને જલીય જીવો માટે જોખમો સૂચવી શકે છે.

જળની જૈવિક ગુણવત્તાનું પરીક્ષણ એ પ્રકરણનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ હતો. આપણે કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા, જૈવિક ઓક્સિજન માંગ (BOD), શેવાળ અને મેક્રોબનવર્ટિબ્રેટ્સ જેવા જૈવિક સૂચકો વિશે શીખ્યા. આ સૂચકોનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરવો, જેમ કે મેમ્બ્રેન ફિલ્ટ્રેશન, BOD માપન, ક્લોરોફિલ-a માપન અને

મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સના નમૂના લેવા અને ઓળખ, તે આપણે વિગતવાર સમજ્યા. આપણે જાણ્યું કે જૈવિક સૂચકો પ્રદૂષણ પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે અને જળસ્રોતના સ્વાસ્થ્યનું મૂલ્યાંકન કરવામાં મદદ કરે છે. છેલ્લે, આપણે પરિણામોની વ્યાખ્યા અને રિપોર્ટિંગના મહત્વ પર ભાર મૂક્યો. ડેટાનું વિશ્લેષણ કેવી રીતે કરવું, વલણો અને દાખલાઓ કેવી રીતે ઓળખવા, પરિણામોની માન્ય ધોરણો સાથે સરખામણી કેવી રીતે કરવી અને તારણો કેવી રીતે કાઢવા તે આપણે શીખ્યા. આપણે એ પણ શીખ્યા કે કેવી રીતે સ્પષ્ટ, સંક્ષિપ્ત અને તાર્કિક રીતે રિપોર્ટ લખવો જેમાં પ્રસ્તાવના, પરિણામો, ચર્ચા, તારણો અને ભલામણો શામેલ હોય. આ પ્રકરણ દ્વારા, આપણે જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકન માટે જરૂરી જ્ઞાન અને કૌશલ્યો પ્રાપ્ત કર્યા છે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે જળ સ્રોતોના સ્વાસ્થ્યનું નિરીક્ષણ કરવું, પ્રદૂષણના સ્રોતોને ઓળખવા અને આપણા અમૂલ્ય જળ સંસાધનોને બચાવવા અને ટકાવવા જળ વ્યવસ્થાપન માટે યોગ્ય પગલાં લેવા. આ પ્રકરણમાં શીખેલા સિદ્ધાંતો અને પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને, આપણે આપણા જળ સ્રોતોના રક્ષણ અને ભાવિ પેઢીઓ માટે તેમની ઉપલબ્ધતા સુનિશ્ચિત કરવા માટે સક્રિય ભૂમિકા ભજવી શકીએ છીએ.

14.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

1. પાણીના નમૂના લેવાનો મુખ્ય હેતુ શું છે?
 - (a) પાણીનો સ્વાદ ચકાસવા
 - (b) પાણીનો રંગ જોવા
 - (c) પાણીની ગુણવત્તાનું મૂલ્યાંકન કરવા
 - (d) પાણીનું તાપમાન માપવા
2. નીચેનામાંથી કયો ભૌતિક પરિમાણ **નથી**?
 - (a) રંગ
 - (b) ગંધ
 - (c) pH
 - (d) ટર્બિડિટી
3. પાણીમાં ઉચ્ચ ટર્બિડિટી શું સૂચવે છે?
 - (a) પાણી પીવા માટે સુરક્ષિત છે
 - (b) પાણીમાં નિલંબિત કણોની હાજરી
 - (c) પાણીમાં ઉચ્ચ ઓક્સિજનનું સ્તર
 - (d) પાણીમાં શેવાળની ગેરહાજરી
4. પાણીમાં દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO) માપવા માટે કઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) વિકલર પદ્ધતિ
 - (b) રંગમિતિ પદ્ધતિ
 - (c) ટાઇટ્રેશન
 - (d) મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન
5. યુટ્રોફિકેશન માટે કયો પોષક તત્વ જવાબદાર છે?
 - (a) ક્લોરાઇડ
 - (b) સલ્ફેટ

- (c) નાઈટ્રેટ અને ફોસ્ફેટ
(d) કેલ્શિયમ
6. પાણીમાં કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયાની હાજરી શું સૂચવે છે?
(a) શેવાળનું પ્રદૂષણ
(b) ભારે ધાતુઓનું પ્રદૂષણ
(c) મળ-મૂત્રનું પ્રદૂષણ
(d) થર્મલ પ્રદૂષણ
7. નીચેનામાંથી કયો જૈવિક સૂચક **નથી**?
(a) મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સ
(b) શેવાળ
(c) કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા
(d) pH
8. BOD નું પૂર્ણ સ્વરૂપ શું છે?
(a) બેક્ટેરિયલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
(b) બાયોલોજિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
(c) બેઝિક ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
(d) બાયોકેમિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
9. પાણીના નમૂના લીધા પછી તેને કયા તાપમાને સંગ્રહિત કરવું જોઈએ?
(a) ઓરડાના તાપમાને
(b) 4°C થી ઓછા તાપમાને
(c) 20°C પર
(d) 100°C પર
10. રિપોર્ટમાં કયો વિભાગ સામેલ હોવો જોઈએ **નહીં**?
(a) પ્રસ્તાવના
(b) પરિણામો
(c) લેખકના અંગત મંતવ્યો
(d) ભલામણો

જવાબો: 1-c, 2-c, 3-b, 4-a, 5-c, 6-c, 7-d, 8-d, 9-b, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો:

- જળ નમૂના સંગ્રહ માટેની પૂર્વ તૈયારીઓમાં શું સામેલ છે?
- પાણીના ભૌતિક ગુણધર્મો જણાવો.
- પાણીમાં pH નું મહત્વ શું છે?
- દ્રાવ્ય ઓક્સિજન (DO) ને અસર કરતા પરિબળો કયા છે?
- યુટ્રોફિકેશન એટલે શું?
- પાણીમાં નાઈટ્રેટ અને ફોસ્ફેટના સ્ત્રોત કયા છે?
- કોલિફોર્મ બેક્ટેરિયા શું છે?
- BOD કેવી રીતે માપવામાં આવે છે?
- મેક્રોઇનવર્ટિબ્રેટ્સનો ઉપયોગ જળ ગુણવત્તાના સૂચક તરીકે કેવી રીતે થાય છે?

10. જળ ગુણવત્તા રિપોર્ટમાં કયા વિભાગો સામેલ હોવા જોઈએ?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. વિવિધ જળસ્ત્રોતોમાંથી નમૂના લેવાની પદ્ધતિઓનું વર્ણન કરો.
2. પાણીની ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ગુણવત્તાના પરીક્ષણ વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો. દરેક પ્રકારના પરીક્ષણના ઉદાહરણો આપો.
3. ઔદ્યોગિક પ્રદૂષણને કારણે નદીના પાણીની ગુણવત્તામાં થયેલા ફેરફારોનું મૂલ્યાંકન કરવા માટે તમે કયા પરીક્ષણો કરશો? પરિણામોનું અર્થઘટન કેવી રીતે કરશો?
4. જળ ગુણવત્તાના મૂલ્યાંકનમાં જૈવિક સૂચકોના ઉપયોગના ફાયદા અને ગેરફાયદા શું છે?
5. તમારા વિસ્તારમાં પાણીની ગુણવત્તા સુધારવા માટે તમે કઈ ભલામણો કરશો?

*** **

- 15.1 પ્રસ્તાવના
- 15.2 જળજલ્ય રોગોના પ્રકારો
- 15.3 જળજલ્ય રોગોના લક્ષણો
- 15.4 જળજલ્ય રોગોનો ફેલાવો
- 15.5 જળજલ્ય રોગોની રોકથામ
- 15.6 વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા
- 15.7 જળજલ્ય રોગોના નિયંત્રણમાં સરકારની ભૂમિકા
- 15.8 સારાંશ
- 15.9 સ્વાધ્યાય

15.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી જીવન છે. તે આપણા ગ્રહ પરના તમામ સજીવો માટે આવશ્યક ઘટક છે. પરંતુ આ જ જીવનદાતા પાણી ક્યારેક જીવલેણ પણ બની શકે છે. જ્યારે પાણી હાનિકારક સૂક્ષ્મજીવોથી દૂષિત થાય છે, ત્યારે તે અનેક રોગોને આમંત્રણ આપે છે. આ રોગોને જળજન્ય રોગો કહેવામાં આવે છે. આ રોગો સમગ્ર વિશ્વમાં મૃત્યુ અને બીમારીનું મુખ્ય કારણ છે, ખાસ કરીને વિકાસશીલ દેશોમાં જ્યાં સ્વચ્છ પાણી અને સ્વચ્છતા સુવિધાઓનો અભાવ હોય છે.

આ યુનિટમાં આપણે જળજન્ય રોગો વિશે અને તેમની રોકથામ વિશે ચર્ચા કરીશું. જળજન્ય રોગોના વિવિધ પ્રકારો, તેમના લક્ષણો, ફેલાવો અને રોકથામના ઉપાયો પર આપણે ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું.

જળજન્ય રોગો એટલે શું?

જળજન્ય રોગો એ દૂષિત પાણી દ્વારા ફેલાતા રોગો છે. આ રોગો અનેક સૂક્ષ્મજીવોને કારણે થાય છે, જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆ. આ સૂક્ષ્મજીવો રોગકારક તરીકે ઓળખાય છે અને તે પાણીમાં ખોરાક, માનવ કે પ્રાણીઓના મળ દ્વારા પ્રવેશે છે. જ્યારે કોઈ વ્યક્તિ આ દૂષિત પાણી પીવે છે અથવા ખોરાક બનાવવા કે સ્વચ્છતા માટે તેનો ઉપયોગ કરે છે ત્યારે આ રોગકારકો શરીરમાં પ્રવેશે છે અને રોગ પેદા કરે છે.

જળજન્ય રોગોના પ્રકારો

જળજન્ય રોગોને મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે:

- **બેક્ટેરિયલ:** આ રોગો બેક્ટેરિયાને કારણે થાય છે. કોલેરા, ટાઇફોઇડ, મરડો અને અતિસાર એ બેક્ટેરિયલ જળજન્ય રોગોના કેટલાક ઉદાહરણો છે.
- **વાયરલ:** આ રોગો વાયરસને કારણે થાય છે. પોલિયો, હિપેટાઇટિસ A અને રોટાવાયરસ એ વાયરલ જળજન્ય રોગોના કેટલાક ઉદાહરણો છે.
- **પ્રોટોઝોઅલ:** આ રોગો પ્રોટોઝોઆ નામના એકકોષી જીવોને કારણે થાય છે. જિઆર્ડિઆસિસ અને અમીબિઆસિસ એ પ્રોટોઝોઅલ જળજન્ય રોગોના કેટલાક ઉદાહરણો છે.

જળજન્ય રોગોના લક્ષણો

જળજન્ય રોગોના લક્ષણો રોગકારકના પ્રકાર અને રોગની તીવ્રતા પર આધારિત હોય છે. કેટલાક સામાન્ય લક્ષણોમાં અતિસાર, ઊલટીઓ, પેટમાં દુખાવો, તાવ, માથાનો દુખાવો અને નબળાઈનો સમાવેશ થાય છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, નિર્જલીકરણ, અંગો નિષ્ફળ થવા અને મૃત્યુ પણ થઈ શકે છે.

જળજન્ય રોગોનો ફેલાવો

જળજન્ય રોગો મુખ્યત્વે દૂષિત પાણીના સેવનથી ફેલાય છે. આ દૂષિત પાણી પીવા, ખોરાક બનાવવા, હાથ ધોવા કે વાસણો ધોવા માટે વાપરી શકાય છે. આ રોગો દૂષિત પાણી સાથે સીધા સંપર્કમાં આવવાથી પણ ફેલાઈ શકે છે, જેમ કે તરવું અથવા દૂષિત પાણીમાં સ્નાન કરવું.

જળજન્ય રોગોની રોકથામ

જળજન્ય રોગોની રોકથામ માટે અનેક ઉપાયો કરી શકાય છે. આ ઉપાયોમાં સ્વચ્છ પાણી પુરવઠો અને સ્વચ્છતા સુવિધાઓની ઉપલબ્ધતા, યોગ્ય ખાદ્ય પદાર્થોને સંભાળવાની પદ્ધતિઓ અને વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા શામેલ છે.

પાણી શુદ્ધિકરણ: પીવા, ખોરાક બનાવવા અને સ્વચ્છતા માટે વપરાતું પાણી શુદ્ધ કરવું અત્યંત મહત્વનું છે. પાણી ઉકાળીને, ગાળીને કે ક્લોરિનનો ઉપયોગ કરીને પાણી શુદ્ધ કરી શકાય છે.

સ્વચ્છતા: યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી જળજન્ય રોગોનો ફેલાવો રોકવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે. તેમાં નિયમિત હાથ ધોવા, શૌચાલયો સ્વચ્છ રાખવા અને કચરાનો યોગ્ય નિકાલ કરવાનો સમાવેશ થાય છે.

ખાધ સુરક્ષા: ખોરાક બનાવતી વખતે અને સંભાળતી વખતે યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી જરૂરી છે. ખોરાકને પૂર્ણપણે રાંધવો, કાચા અને રાંધેલા ખોરાકને અલગ રાખવા અને વધેલા ખોરાકને યોગ્ય રીતે સંગ્રહ કરવો આ બાબતો મહત્વની છે.

વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા: નિયમિત સ્નાન કરવું, સ્વચ્છ કપડાં પહેરવા અને નખ કાપવા જેવી વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાની સારી આદતો જળજન્ય રોગોનું જોખમ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

નિષ્કર્ષ:

જળજન્ય રોગો એક ગંભીર આરોગ્ય સમસ્યા છે, પરંતુ યોગ્ય રોકથામના ઉપાયો દ્વારા તેને ટાળી શકાય છે. સ્વચ્છ પાણી અને સ્વચ્છતા સુવિધાઓની ઉપલબ્ધતા, યોગ્ય ખાધ પદાર્થોને સંભાળવાની પદ્ધતિઓ અને વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા આ બાબતો જળજન્ય રોગોનો ફેલાવો રોકવા અને સ્વસ્થ જીવન જીવવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે. આ યુનિટમાં ચર્ચા કરાયેલી માહિતીનો ઉપયોગ કરીને આપણે જળજન્ય રોગોનું જોખમ ઘટાડવા અને આપણા સમાજને સ્વસ્થ અને સુરક્ષિત રાખવામાં યોગદાન આપી શકીએ છીએ.

15.2 જળજન્ય રોગોના પ્રકારો: બેક્ટેરિયલ, વાયરલ અને પ્રોટોઝોઅલ:

પાણી જીવનનું અમૂલ્ય છે, પરંતુ જ્યારે તે પ્રદૂષિત થાય છે ત્યારે તે અનેક રોગોનું કારણ બની શકે છે. જળજન્ય રોગો એવા રોગો છે જે દૂષિત પાણી પીવાથી, ખોરાક બનાવતી વખતે તેનો ઉપયોગ કરવાથી, અથવા તેના સંપર્કમાં આવવાથી ફેલાય છે. આ રોગો મુખ્યત્વે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆ જેવા સુક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા થાય છે. આ સુક્ષ્મજીવાણુઓ પાણીમાં મળ-મૂત્ર, કચરો, અથવા અન્ય પ્રદુષકો દ્વારા પ્રવેશે છે.

આ લેખમાં આપણે જળજન્ય રોગોના મુખ્ય ત્રણ પ્રકારો - બેક્ટેરિયલ, વાયરલ અને પ્રોટોઝોઅલ - વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

1. બેક્ટેરિયલ જળજન્ય રોગો:

આ રોગો બેક્ટેરિયા નામના સુક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા ફેલાય છે. બેક્ટેરિયા એકકોષી જીવો છે જે ગરમ અને ભેજવાળા વાતાવરણમાં ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે. જ્યારે બેક્ટેરિયાથી પ્રદૂષિત પાણી પીવામાં આવે છે, ત્યારે તે શરીરમાં પ્રવેશીને ચેપ લગાડે છે અને વિવિધ રોગો પેદા કરે છે.

કેટલાક સામાન્ય બેક્ટેરિયલ જળજન્ય રોગો અને તેના ઉદાહરણો:

- **કોલેરા (Cholera):** વિબ્રિયો કોલેરા (Vibrio cholerae) નામના બેક્ટેરિયા દ્વારા ફેલાતો આ રોગ ગંભીર ઝાડા અને નિર્જલીકરણનું કારણ બને છે. કોલેરા મુખ્યત્વે દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે. દર્દીને તાત્કાલિક સારવાર ન મળે તો તે મૃત્યુ પણ પામી શકે છે.
- **ટાઇફોઇડ (Typhoid):** સાલ્મોનેલા ટાઇફી (Salmonella typhi) નામના બેક્ટેરિયા દ્વારા ફેલાતો આ રોગ તાવ, માથાનો દુખાવો, પેટમાં દુખાવો અને કબજિયાત જેવા લક્ષણોનું કારણ બને છે. ટાઇફોઇડ મુખ્યત્વે દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની સારવાર એન્ટિબાયોટિક્સ દ્વારા કરવામાં આવે છે.
- **મરડી (Dysentery):** શિગેલા (Shigella) અથવા એન્ટામોએબા હિસ્ટોલિટિકા (Entamoeba histolytica) જેવા બેક્ટેરિયા અથવા પ્રોટોઝોઆ દ્વારા ફેલાતો આ રોગ પેટમાં દુખાવો, ઝાડા

(ઘણીવાર લોહી અને ચીકણા પ્રવાહી સાથે) અને તાવનું કારણ બને છે. મરડો દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની સારવાર એન્ટિબાયોટિક્સ અથવા એન્ટિ-પ્રોટોઝોઅલ દવાઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે.

- **અતિસાર (Diarrhea):** E. coli, સાલ્મોનેલા (Salmonella) જેવા બેક્ટેરિયા દ્વારા ફેલાતો આ રોગ વારંવાર પાતળા ઝાડા, પેટમાં દુખાવો અને ક્યારેક ઉલ્ટીનું કારણ બને છે. અતિસાર દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની સારવાર મોટાભાગે પ્રવાહી આપીને અને આરામ કરાવીને કરવામાં આવે છે.

2. વાયરલ જળજન્ય રોગો:

આ રોગો વાયરસ નામના સુક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા ફેલાય છે. વાયરસ બેક્ટેરિયા કરતા પણ નાના હોય છે અને તે ફક્ત જીવંત કોષોની અંદર જ પ્રજનન કરી શકે છે. વાયરસથી પ્રદૂષિત પાણી પીવાથી અથવા તેના સંપર્કમાં આવવાથી વાયરલ જળજન્ય રોગો થાય છે.

કેટલાક સામાન્ય વાયરલ જળજન્ય રોગો અને તેના ઉદાહરણો:

- **પોલિયો (Polio):** પોલિયોવાયરસ (Poliovirus) દ્વારા ફેલાતો આ રોગ ચેતાતંત્રને નુકસાન પહોંચાડે છે અને લકવો કરી શકે છે. પોલિયો મુખ્યત્વે દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે. પોલિયો રસીકરણ દ્વારા અટકાવી શકાય છે.
- **હિપેટાઇટિસ A (Hepatitis A):** હિપેટાઇટિસ A વાયરસ (Hepatitis A virus) દ્વારા ફેલાતો આ રોગ ચક્રતનો સોજો છે. તેના લક્ષણોમાં તાવ, થાક, ઉબકા, ઉલટી અને કમળો (પીળી ચામડી અને આંખો) શામેલ છે. હિપેટાઇટિસ A દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની કોઈ ચોક્કસ સારવાર નથી, પરંતુ આરામ અને યોગ્ય પોષણ દ્વારા તેને નિયંત્રણમાં રાખી શકાય છે.
- **રોટાવાયરસ (Rotavirus):** રોટાવાયરસ દ્વારા ફેલાતો આ રોગ નાના બાળકોમાં ગંભીર ઝાડા અને ઉલટીનું કારણ બને છે. રોટાવાયરસ દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની રસી ઉપલબ્ધ છે.

3. પ્રોટોઝોઅલ જળજન્ય રોગો:

આ રોગો પ્રોટોઝોઆ નામના એકકોષી જીવો દ્વારા ફેલાય છે. પ્રોટોઝોઆ પાણીમાં મુક્ત રીતે જીવી શકે છે અથવા પરોપજીવી તરીકે અન્ય જીવોમાં રહી શકે છે. પ્રોટોઝોઆથી પ્રદૂષિત પાણી પીવાથી પ્રોટોઝોઅલ જળજન્ય રોગો થાય છે.

કેટલાક સામાન્ય પ્રોટોઝોઅલ જળજન્ય રોગો અને તેના ઉદાહરણો:

- **જિઆર્ડિઆસિસ (Giardiasis):** જિઆર્ડિઆ લેમ્બલિયા (Giardia lamblia) નામના પ્રોટોઝોઆ દ્વારા ફેલાતો આ રોગ ઝાડા, પેટમાં દુખાવો, ગેસ અને વજન ઘટવાનું કારણ બને છે. જિઆર્ડિઆસિસ દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની સારવાર એન્ટિ-પ્રોટોઝોઅલ દવાઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે.
- **અમીબિઆસિસ (Amoebiasis):** એન્ટામોએબા હિસ્ટોલિટિકા (Entamoeba histolytica) નામના પ્રોટોઝોઆ દ્વારા ફેલાતો આ રોગ પેટમાં દુખાવો, ઝાડા (ઘણીવાર લોહી અને ચીકણા પ્રવાહી સાથે) અને તાવનું કારણ બને છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે ચક્રતમાં ફોલ્લા પણ પેદા કરી શકે છે. અમીબિઆસિસ દૂષિત પાણી અને ખોરાક દ્વારા ફેલાય છે અને તેની સારવાર એન્ટિ-પ્રોટોઝોઅલ દવાઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે.
- **ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિઓસિસ (Cryptosporidiosis):** ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિયમ (Cryptosporidium) નામના પ્રોટોઝોઆ દ્વારા ફેલાતો આ રોગ ઝાડા, પેટમાં દુખાવો, ઉબકા અને ઉલટીનું કારણ બને છે.

ક્રિપ્ટોસ્પોરિડીઓસિસ દૂષિત પાણી દ્વારા ફેલાય છે અને નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકોમાં તે ગંભીર સમસ્યાઓ પેદા કરી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

જળજન્ય રોગો ગંભીર આરોગ્ય સમસ્યાઓ પેદા કરી શકે છે, ખાસ કરીને બાળકો અને નબળી રોગપ્રતિકારક શક્તિ ધરાવતા લોકોમાં. સ્વચ્છ પાણીનો ઉપયોગ, યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી, અને ખોરાકને યોગ્ય રીતે રાંધવો એ જળજન્ય રોગોને અટકાવવા માટેના મહત્વપૂર્ણ પગલાં છે. જો તમને જળજન્ય રોગના કોઈપણ લક્ષણો દેખાય, તો તાત્કાલિક તબીબી સહાય લેવી જરૂરી છે. યાદ રાખો, "સ્વચ્છ પાણી, સ્વસ્થ જીવન."

15.3 જળજન્ય રોગોના લક્ષણો:

પાણી જીવન માટે જરૂરી છે, પરંતુ જ્યારે તે અશુદ્ધ હોય ત્યારે તે ઘણા રોગોનું કારણ બની શકે છે. જળજન્ય રોગો એવા રોગો છે જે દૂષિત પાણી પીવાથી, ખાવા-પીવામાં તેનો ઉપયોગ કરવાથી અથવા તેના સંપર્કમાં આવવાથી ફેલાય છે. આ રોગો વિવિધ પ્રકારના સુક્ષ્મજીવાણુઓ જેવા કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆ દ્વારા થાય છે.

આ લેખમાં આપણે જળજન્ય રોગોના સામાન્ય લક્ષણો અને તેના વિવિધ પ્રકારો વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

જળજન્ય રોગોના સામાન્ય લક્ષણો:

જળજન્ય રોગોના લક્ષણો રોગના પ્રકાર અને ગંભીરતાના આધારે બદલાઈ શકે છે. જોકે, કેટલાક સામાન્ય લક્ષણો મોટાભાગના જળજન્ય રોગોમાં જોવા મળે છે. આ લક્ષણોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે:

- **ઝાડા (Diarrhea):** જળજન્ય રોગોનું સૌથી સામાન્ય લક્ષણ ઝાડા છે. તે વારંવાર થતા પાતળા, પાણી જેવા મળ દ્વારા ઓળખાય છે. ઝાડા ઘણા દિવસો સુધી રહી શકે છે અને તેના કારણે નિર્જલીકરણ (Dehydration) થઈ શકે છે, જે ખાસ કરીને બાળકો અને વૃદ્ધો માટે જોખમી છે.
- **ઉલટી (Vomiting):** ઉલટી એ જળજન્ય રોગોનું બીજું સામાન્ય લક્ષણ છે. તે વારંવાર થઈ શકે છે અને તેના કારણે પણ નિર્જલીકરણ થઈ શકે છે.
- **પેટમાં દુખાવો અને ખેંચાણ (Stomach pain and cramps):** જળજન્ય રોગોથી પીડાતા લોકો પેટમાં દુખાવો, ખેંચાણ અને અસ્વસ્થતા અનુભવી શકે છે. આ દુખાવો હળવો અથવા તીવ્ર હોઈ શકે છે અને તે સતત અથવા થોડા થોડા સમયે થઈ શકે છે.
- **તાવ (Fever):** ઘણા જળજન્ય રોગો તાવનું કારણ બને છે. તાવ એ શરીરની ચેપ સામે લડવાની કુદરતી પ્રતિક્રિયા છે.
- **માથાનો દુખાવો (Headache):** જળજન્ય રોગોના કારણે માથાનો દુખાવો પણ થઈ શકે છે.
- **થાક અને નબળાઈ (Fatigue and weakness):** જળજન્ય રોગોથી પીડાતા લોકો થાક અને નબળાઈ અનુભવી શકે છે.
- **ભૂખ ન લાગવી (Loss of appetite):** બીમારીને કારણે ભૂખ ન લાગવી એ સામાન્ય બાબત છે.
- **સ્નાયુઓમાં દુખાવો (Muscle aches):** કેટલાક જળજન્ય રોગો સ્નાયુઓમાં દુખાવાનું કારણ બની શકે છે.

- **ચામડી પર ફોલ્લીઓ (Skin rash):** કેટલાક કિસ્સાઓમાં, જળજન્ય રોગો ચામડી પર ફોલ્લીઓનું કારણ બની શકે છે.

વિવિધ જળજન્ય રોગોના ચોક્કસ લક્ષણો:

ઉપર જણાવેલા સામાન્ય લક્ષણો ઉપરાંત, વિવિધ જળજન્ય રોગોના પોતાના વિશિષ્ટ લક્ષણો પણ હોય છે. ચાલો કેટલાક ઉદાહરણો જોઈએ:

1. બેક્ટેરિયલ જળજન્ય રોગો:

- **કોલેરા (Cholera):** કોલેરાના મુખ્ય લક્ષણોમાં અતિશય ઝાડા (ચોખાના ધોવાણ જેવા), ઉલટી અને ઝડપી નિર્જલીકરણનો સમાવેશ થાય છે. જો તાત્કાલિક સારવાર ન મળે તો કોલેરા જીવલેણ સાબિત થઈ શકે છે.
- **ટાઇફોઇડ (Typhoid):** ટાઇફોઇડના મુખ્ય લક્ષણોમાં સતત ઊંચો તાવ, માથાનો દુખાવો, પેટમાં દુખાવો, કબજિયાત અથવા ઝાડા, અને ગુલાબી રંગના ફોલ્લાઓનો સમાવેશ થાય છે.
- **મરડો (Dysentery):** મરડાના મુખ્ય લક્ષણોમાં લોહી અને ચીકણા પ્રવાહી સાથેના ઝાડા, પેટમાં તીવ્ર દુખાવો અને ખેંચાણ, અને તાવનો સમાવેશ થાય છે.

2. વાયરલ જળજન્ય રોગો:

- **પોલિયો (Polio):** મોટાભાગના પોલિયોના ચેપમાં કોઈ લક્ષણો દેખાતા નથી. પરંતુ કેટલાક કિસ્સાઓમાં, તે તાવ, માથાનો દુખાવો, સ્નાયુઓમાં નબળાઈ અને લકવો જેવા લક્ષણો પેદા કરી શકે છે.
- **હિપેટાઇટિસ A (Hepatitis A):** હિપેટાઇટિસ Aના મુખ્ય લક્ષણોમાં થાક, ઉબકા, ઉલટી, પેટમાં દુખાવો, કમળો (પીળી ચામડી અને આંખો), અને ઘેરા રંગનો પેશાબનો સમાવેશ થાય છે.
- **રોટાવાયરસ (Rotavirus):** રોટાવાયરસના મુખ્ય લક્ષણોમાં ગંભીર ઝાડા, ઉલટી, તાવ અને પેટમાં દુખાવો સામેલ છે. તે નાના બાળકોમાં ગંભીર નિર્જલીકરણનું કારણ બની શકે છે.

3. પ્રોટોઝોઅલ જળજન્ય રોગો:

- **જિઆર્ડિઆસિસ (Giardiasis):** જિઆર્ડિઆસિસના મુખ્ય લક્ષણોમાં ઝાડા, પેટમાં દુખાવો અને ખેંચાણ, ગેસ, નબળાઈ અને વજન ઘટવાનો સમાવેશ થાય છે.
- **અમીબિઆસિસ (Amoebiasis):** અમીબિઆસિસના મુખ્ય લક્ષણોમાં ઝાડા (જેમાં લોહી અને ચીકણો પ્રવાહી હોઈ શકે છે), પેટમાં દુખાવો અને તાવનો સમાવેશ થાય છે. ગંભીર કિસ્સાઓમાં, તે ચક્રવર્તી ફોલ્લા પણ પેદા કરી શકે છે.
- **ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિઓસિસ (Cryptosporidiosis):** ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિઓસિસના મુખ્ય લક્ષણોમાં પાણી જેવા ઝાડા, પેટમાં દુખાવો, ઉબકા, ઉલટી અને તાવનો સમાવેશ થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

જો તમને જળજન્ય રોગના કોઈપણ લક્ષણો દેખાય, તો તાત્કાલિક તબીબી સલાહ લેવી આવશ્યક છે. ડૉક્ટર રોગનું નિદાન કરશે અને યોગ્ય સારવાર આપશે. સ્વચ્છ પાણીનો ઉપયોગ, યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી અને ખોરાકને યોગ્ય રીતે રાંધવો એ જળજન્ય રોગોને અટકાવવા માટેના મહત્વપૂર્ણ પગલાં છે. જળજન્ય રોગોના લક્ષણોને ઓળખીને અને સમયસર સારવાર મેળવીને, તમે ગંભીર આરોગ્ય સમસ્યાઓથી બચી શકો છો.

15.4 જળજન્ય રોગોનો ફેલાવો:

જળજન્ય રોગો એવા રોગો છે જે દૂષિત પાણીના સેવન, ઉપયોગ અથવા તેના સંપર્ક દ્વારા ફેલાય છે. આ રોગોનું મુખ્ય કારણ બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆ જેવા સુક્ષ્મજીવાણુઓ છે જે પાણીમાં ભળીને તેને પ્રદૂષિત કરે છે. આ પ્રદૂષિત પાણી જ્યારે પીવામાં આવે, ખાવા-પીવામાં તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે, અથવા તેના સંપર્કમાં ચામડી આવે ત્યારે તે શરીરમાં પ્રવેશીને રોગ પેદા કરે છે.

આ લેખમાં આપણે જળજન્ય રોગો કેવી રીતે ફેલાય છે તેના વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

જળજન્ય રોગો ફેલાવવાની રીતો:

જળજન્ય રોગો મુખ્યત્વે નીચેની રીતે ફેલાય છે:

1. દૂષિત પાણીનું સીધું સેવન:

આ જળજન્ય રોગો ફેલાવવાનો સૌથી સામાન્ય માર્ગ છે. જ્યારે કોઈ વ્યક્તિ બેક્ટેરિયા, વાયરસ અથવા પ્રોટોઝોઆથી પ્રદૂષિત પાણી પીવે છે, ત્યારે આ સુક્ષ્મજીવાણુઓ તેના શરીરમાં પ્રવેશીને રોગ પેદા કરે છે.

ઉદાહરણ:

- કોઈ વ્યક્તિ નદીનું પાણી સીધું પીવે છે જેમાં ગટરનું દૂષિત પાણી ભળેલું હોય અને તેમાં કોલેરાના બેક્ટેરિયા હોય તો આ વ્યક્તિને કોલેરા થવાની સંભાવના રહે છે.
- કોઈ બાળક પાણીની ટાંકીમાંથી પાણી પીવે છે જે યોગ્ય રીતે સાફ કરવામાં આવી નથી અને તેમાં રોટાવાયરસ હાજર છે. આ બાળકને રોટાવાયરસનો ચેપ લાગી શકે છે.

2. દૂષિત પાણીનો ખોરાક બનાવવામાં ઉપયોગ:

જ્યારે શાકભાજી, ફળો કે અન્ય ખાદ્ય પદાર્થોને દૂષિત પાણીથી ધોવામાં આવે અથવા ખોરાક બનાવતી વખતે દૂષિત પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે ત્યારે જળજન્ય રોગો ફેલાઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

- કોઈ ગૃહિણી શાકભાજીને ગટરના પ્રદૂષિત થયેલા પાણીથી ધોવે છે, આવા અશુદ્ધ પાણીથી ધોવાયેલ શાકભાજી ખાવાથી ટાઇફોઇડ થવાની સંભાવના રહે છે.
- કોઈ રસોઈયો ભાત રાંધવા માટે પ્રદૂષિત પાણીનો ઉપયોગ કરે છે જેમાં E. coli બેક્ટેરિયા હોય. આ ભાત ખાવાથી ફૂડ પોઇઝનિંગ થઈ શકે છે.

3. દૂષિત પાણીનો સ્વચ્છતા માટે ઉપયોગ:

જ્યારે હાથ ધોવા, વાસણો ધોવા, કપડાં ધોવા કે સ્નાન કરવા માટે દૂષિત પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે ત્યારે પણ જળજન્ય રોગો ફેલાઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

- કોઈ વ્યક્તિ શૌચક્રિયા કર્યા પછી દૂષિત પાણીથી હાથ ધોવે છે જેમાં શિગેલા બેક્ટેરિયા હોય. આ વ્યક્તિને મરડો થવાની સંભાવના રહે છે.
- કોઈ હૉટલમાં વાસણો ધોવા માટે પ્રદૂષિત પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ વાસણોમાં ખાવાથી ગ્રાહકોને જિઆર્ડિઆસિસ થઈ શકે છે.

4. દૂષિત પાણી સાથે સીધો સંપર્ક:

જ્યારે કોઈ વ્યક્તિ પ્રદૂષિત પાણીમાં તરે, રમે કે કામ કરે ત્યારે તેની ચામડી દ્વારા પણ જળજન્ય રોગો ફેલાઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

- કોઈ વ્યક્તિ તળાવમાં તરે છે જેમાં ગટરનું પાણી ભળેલું હોય અને તેમાં લેપ્ટોસ્પાયરો બેક્ટેરિયા હોય. આ વ્યક્તિને લેપ્ટોસ્પાયરોસિસ (Leptospirosis) નામનો રોગ થઈ શકે છે જે ચામડી દ્વારા શરીરમાં પ્રવેશે છે.
- કોઈ ખેડૂત પ્રદૂષિત પાણીવાળા ખેતરમાં કામ કરે છે. તેના પગમાં ઘા હોય અને તે ઘા દ્વારા પાણીમાં રહેલા સુક્ષ્મજીવાણુઓ શરીરમાં પ્રવેશી શકે છે અને તેને ચેપ લગાડી શકે છે.

5. મળ-મૌખિક માર્ગ (Fecal-Oral Route):

આ જળજન્ય રોગો ફેલાવવાનો એક મહત્વપૂર્ણ માર્ગ છે. જ્યારે ચેપગ્રસ્ત વ્યક્તિના મળમાં રહેલા સુક્ષ્મજીવાણુઓ કોઈક રીતે પાણી કે ખોરાકમાં ભળી જાય અને તે પાણી કે ખોરાક કોઈ સ્વસ્થ વ્યક્તિ દ્વારા સેવન કરવામાં આવે ત્યારે આ રોગ ફેલાય છે.

ઉદાહરણ:

- કોઈ વ્યક્તિ શૌચ કર્યા પછી યોગ્ય રીતે હાથ ધોતો નથી અને પછી તે ખોરાકને સ્પર્શ કરે છે. તેના હાથ પર રહેલા બેક્ટેરિયા ખોરાકમાં ભળી જાય છે અને આ ખોરાક ખાનાર વ્યક્તિને ચેપ લાગે છે.
- ગટરનું પાણી પીવાના પાણીના સ્રોતમાં ભળી જાય છે. આ પાણી પીવાથી લોકોને કોલેરા, ટાઇફોઇડ, ડિપેટેરાઇટિસ A જેવા રોગો થઈ શકે છે.

જળજન્ય રોગો ફેલાવવામાં મદદરૂપ પરિબલો:

- **અસ્વચ્છતા:** ગંદકી, કચરાનો યોગ્ય નિકાલ ન થવો, શૌચાલયોનો અભાવ અને ખુલ્લામાં શૌચક્રિયા જળજન્ય રોગો ફેલાવવામાં મહત્વનો ભાગ ભજવે છે.
- **અપૂરતી પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થા:** જ્યારે પીવાના પાણીનો પુરવઠો અપૂરતો હોય અને પાણીની પાઇપલાઇનોમાં ભંગાણ હોય ત્યારે ગટરનું પાણી પીવાના પાણીમાં ભળી જવાની શક્યતા રહે છે.
- **કુદરતી આપત્તિઓ:** પૂર, વાવાઝોડું અને ભૂકંપ જેવી કુદરતી આપત્તિઓ દરમિયાન પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થા ખોરવાઈ જાય છે અને ગંદુ પાણી પીવાના પાણીમાં ભળી જાય છે, જેના કારણે જળજન્ય રોગોનો ફેલાવો ઝડપથી થાય છે.
- **ગરીબી:** ગરીબ લોકો પાસે સ્વચ્છ પાણી અને સ્વચ્છતા સુવિધાઓનો અભાવ હોય છે, જેના કારણે તેઓ જળજન્ય રોગો માટે વધુ સંવેદનશીલ બને છે.

નિષ્કર્ષ:

જળજન્ય રોગોનો ફેલાવો રોકવા માટે સ્વચ્છ પાણીનો ઉપયોગ, યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી અને ખોરાકને યોગ્ય રીતે રાંધવો ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. સરકાર અને સમાજ દ્વારા સ્વચ્છ પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થા, શૌચાલયોનું નિર્માણ અને સ્વચ્છતા અંગે જાગૃતિ ફેલાવવા જેવા પગલાં લેવા જોઈએ. આપણે સૌએ સાથે મળીને જળજન્ય રોગો સામે લડવું જોઈએ અને સ્વસ્થ સમાજનું નિર્માણ કરવું જોઈએ.

15.5 જળજન્ય રોગોની રોકથામ:

જળજન્ય રોગો એ ગંભીર આરોગ્ય સમસ્યાઓનું કારણ બની શકે છે, ખાસ કરીને વિકાસશીલ દેશોમાં જ્યાં સ્વચ્છ પાણી અને સ્વચ્છતા સુવિધાઓનો અભાવ હોય છે. સદલાગ્યે, મોટાભાગના જળજન્ય રોગો યોગ્ય પગલાં લેવાથી અટકાવી શકાય છે.

આ લેખમાં આપણે જળજલ્ય રોગોની રોકથામ કેવી રીતે કરી શકાય તેના વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

જળજલ્ય રોગોની રોકથામ માટેના મુખ્ય ઉપાયો:

જળજલ્ય રોગોને રોકવા માટે વ્યક્તિગત અને સામૂહિક સ્તરે અનેક ઉપાયો કરી શકાય છે. આ ઉપાયોને મુખ્યત્વે નીચેના ભાગોમાં વહેંચી શકાય છે:

1. સ્વચ્છ પાણીનો પુરવઠો અને ઉપયોગ:

- **પાણીનું શુદ્ધિકરણ:** પીવા, રસોઈ બનાવવા અને અન્ય ઘરેલું ઉપયોગ માટે શુદ્ધ પાણીનો ઉપયોગ કરવો એ જળજલ્ય રોગોને રોકવાનો સૌથી મહત્વપૂર્ણ ઉપાય છે. પાણીને શુદ્ધ કરવાની ઘણી રીતો છે, જેમ કે:
 - **ઉકાળવું:** પાણીને ઓછામાં ઓછા 1 મિનિટ માટે ઉકાળવાથી મોટાભાગના હાનિકારક સુક્ષ્મજીવાણુઓ નાશ પામે છે.
 - **ક્લોરીનેશન:** પાણીમાં ક્લોરીનની ગોળીઓ અથવા બ્લીચ ઉમેરીને તેને શુદ્ધ કરી શકાય છે. ક્લોરીન પાણીમાં રહેલા બેક્ટેરિયા અને વાયરસને મારી નાખે છે.
 - **ફિલ્ટરેશન:** વોટર ફિલ્ટરનો ઉપયોગ પાણીમાંથી ગંદકી, કચરો અને કેટલાક સુક્ષ્મજીવાણુઓને દૂર કરવા માટે કરી શકાય છે.
 - **સૂર્યપ્રકાશ:** પાણીને પારદર્શક પ્લાસ્ટિકની બોટલમાં ભરીને 6 કલાક તડકામાં રાખવાથી પણ તેમાં રહેલા કેટલાક સુક્ષ્મજીવાણુઓ નાશ પામે છે.
- **પાણીના સ્ત્રોતોનું રક્ષણ:** કૂવાઓ, તળાવો અને અન્ય પાણીના સ્ત્રોતોને પ્રદૂષણથી બચાવવા જરૂરી છે. ગટરનું પાણી, કચરો અને પ્રાણીઓના મળ-મૂત્ર પાણીના સ્ત્રોતોમાં ભળતા અટકાવવા જોઈએ.
- **પાણીનો સંગ્રહ:** પાણીનો સંગ્રહ કરતી વખતે સ્વચ્છતાનું ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે. પાણીને ઢાંકેલા વાસણોમાં રાખવું જોઈએ અને તેને ગંદા હાથથી સ્પર્શ કરવાનું ટાળવું જોઈએ.

2. યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી:

- **હાથ ધોવા:** જળજલ્ય રોગોને રોકવા માટે હાથ ધોવા એ સૌથી અસરકારક રીતોમાંની એક છે. જમતા પહેલાં, શૌચ કર્યા પછી, ગંદા પદાર્થોને સ્પર્શ કર્યા પછી અને બાળકોના ડાયપર બદલ્યા પછી સાબુ અને સ્વચ્છ પાણીથી હાથ ધોવા જોઈએ.
 - **ઉદાહરણ:** જમતા પહેલાં, રસોઈ બનાવતા પહેલાં અને શૌચ કર્યા પછી ઓછામાં ઓછા 20 સેકન્ડ માટે સાબુ અને પાણીથી હાથ ધોવા.
- **શૌચાલયોનો ઉપયોગ:** ખુલ્લામાં શૌચ કરવાને બદલે શૌચાલયોનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. શૌચાલયોને નિયમિત રીતે સાફ અને જંતુમુક્ત કરવા જોઈએ.
- **કચરાનો નિકાલ:** કચરાનો યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવો જોઈએ. કચરો ખુલ્લામાં ફેંકવાને બદલે તેને ઢાંકણવાળા કચરાપેટીમાં નાખવો જોઈએ અને તેનો નિયમિત નિકાલ કરવો જોઈએ.

3. ખાદ્ય સુરક્ષા:

- **ખોરાકને યોગ્ય રીતે રાંધવો:** માંસ, મરઘાં, માછલી અને ઈંડાને યોગ્ય તાપમાને રાંધવાથી તેમાં રહેલા હાનિકારક સુક્ષ્મજીવાણુઓ નાશ પામે છે.
- **કાચા અને રાંધેલા ખોરાકને અલગ રાખવો:** કાચા અને રાંધેલા ખોરાકને અલગ રાખવાથી ક્રોસ-કન્ટેમિનેશન (cross-contamination) અટકાવી શકાય છે. કાચા માંસ, મરઘાં અને માછલીને કાપવા માટે અલગ છરી અને કટિંગ બોર્ડનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

- **ફળો અને શાકભાજી ધોવા:** ખાતા પહેલાં ફળો અને શાકભાજીને સ્વચ્છ પાણીથી સારી રીતે ધોવા જોઈએ.
- **ખોરાકને ઢાંકીને રાખવો:** ખોરાકને માખીઓ અને અન્ય જીવજંતુઓથી બચાવવા માટે તેને ઢાંકીને રાખવો જોઈએ.

4. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા:

- **નિયમિત સ્નાન:** નિયમિત સ્નાન કરવાથી ચામડી પર રહેલા બેક્ટેરિયા અને અન્ય સુક્ષ્મજીવાણુઓ દૂર થાય છે.
- **સ્વચ્છ કપડાં પહેરવા:** ગંદા કપડાં પહેરવાથી પણ જળજન્ય રોગો થઈ શકે છે. નિયમિત રીતે કપડાં ધોવા અને સ્વચ્છ કપડાં પહેરવા જોઈએ.
- **નખ કાપવા:** નખમાં ગંદકી અને સુક્ષ્મજીવાણુઓ ભરાઈ શકે છે. નિયમિત રીતે નખ કાપવા અને સાફ રાખવા જોઈએ.

5. રસીકરણ:

- કેટલાક જળજન્ય રોગો, જેમ કે પોલિયો, હિપેટાઇટિસ A અને રોટાવાયરસ, રસીકરણ દ્વારા અટકાવી શકાય છે. બાળકોને સમયસર રસી અપાવવી જોઈએ.

6. જાગૃતિ અને શિક્ષણ:

- જળજન્ય રોગોના જોખમો અને તેને રોકવાના ઉપાયો વિશે લોકોને જાગૃત કરવા ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. શાળા, કૉલેજો અને સમુદાયોમાં જાગૃતિ કાર્યક્રમો યોજી શકાય છે.

સરકારની ભૂમિકા:

- સરકારે સ્વચ્છ પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થા સુનિશ્ચિત કરવી જોઈએ.
- ગટર વ્યવસ્થા અને કચરાના નિકાલની યોગ્ય વ્યવસ્થા કરવી જોઈએ.
- શૌચાલયોના નિર્માણને પ્રોત્સાહન આપવું જોઈએ.
- જળજન્ય રોગોના નિયંત્રણ માટે રાષ્ટ્રીય કાર્યક્રમો ચલાવવા જોઈએ.

નિષ્કર્ષ:

જળજન્ય રોગો ગંભીર આરોગ્ય સમસ્યાઓનું કારણ બની શકે છે, પરંતુ યોગ્ય પગલાં લેવાથી તેને અટકાવી શકાય છે. સ્વચ્છ પાણીનો ઉપયોગ, યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી, ખાધ સુરક્ષાના નિયમોનું પાલન કરવું અને રસીકરણ કરાવવું એ જળજન્ય રોગોને રોકવા માટેના મહત્વપૂર્ણ ઉપાયો છે. આપણે સૌએ સાથે મળીને જળજન્ય રોગો સામે લડવું જોઈએ અને સ્વસ્થ સમાજનું નિર્માણ કરવું જોઈએ.

15.6 વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા:

વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા એ એવી આદતો અને રીતભાતનો સમૂહ છે જે વ્યક્તિને સ્વચ્છ, સ્વસ્થ અને સુઘડ રહેવામાં મદદ કરે છે. તે માત્ર શારીરિક સ્વાસ્થ્ય માટે જ નહીં પરંતુ માનસિક અને સામાજિક સ્વાસ્થ્ય માટે પણ મહત્વપૂર્ણ છે. સારી વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા જાળવવાથી વ્યક્તિ આત્મવિશ્વાસપૂર્ણ, આકર્ષક અને સમાજમાં સ્વીકાર્ય બને છે.

આ લેખમાં આપણે વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના વિવિધ પાસાઓ અને તેના મહત્વ વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના મુખ્ય પાસાઓ:

વ્યક્તિગત સ્વચ્છતામાં નીચેના પાસાઓનો સમાવેશ થાય છે:

1. શારીરિક સ્વચ્છતા:

- **સ્નાન:** નિયમિત સ્નાન કરવું એ શરીરને સ્વચ્છ રાખવાનો સૌથી મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. સ્નાન કરવાથી ચામડી પર રહેલા બેક્ટેરિયા, ધૂળ, પરસેવો અને મૃત કોષો દૂર થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** દરરોજ સવારે અથવા સાંજે સાબુ અને પાણીથી સ્નાન કરવું. ગરમીના દિવસોમાં અથવા શારીરિક શ્રમ કર્યા પછી દિવસમાં બે વાર સ્નાન કરી શકાય છે.
- **હાથ ધોવા:** હાથ ધોવા એ ચેપને રોકવાનો સૌથી અસરકારક ઉપાય છે. જમતા પહેલાં, શૌચ કર્યા પછી, ગંદા પદાર્થોને સ્પર્શ કર્યા પછી, પ્રાણીઓને સ્પર્શ કર્યા પછી અને બીમાર વ્યક્તિની સંભાળ રાખ્યા પછી સાબુ અને પાણીથી હાથ ધોવા જોઈએ.
 - **ઉદાહરણ:** શૌચાલયનો ઉપયોગ કર્યા પછી, જમતા પહેલાં અને રસોઈ બનાવતા પહેલાં ઓછામાં ઓછા 20 સેકન્ડ માટે સાબુ અને પાણીથી હાથ ધોવા.
- **વાળની સંભાળ:** વાળને નિયમિત રીતે શેમ્પૂ અને કન્ડિશનરથી ધોવા જોઈએ. વાળને સ્વચ્છ રાખવાથી માથાની ચામડી સ્વસ્થ રહે છે અને ખોડો, જૂ અને અન્ય સમસ્યાઓ થતી અટકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** અઠવાડિયામાં બે થી ત્રણ વાર વાળ ધોવા અને વાળના પ્રકાર પ્રમાણે શેમ્પૂ અને કન્ડિશનરનો ઉપયોગ કરવો.
- **નખની સંભાળ:** નખને નિયમિત રીતે કાપવા અને સાફ રાખવા જોઈએ. લાંબા નખમાં ગંદકી અને બેક્ટેરિયા ભરાઈ શકે છે જે બીમારીનું કારણ બની શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** અઠવાડિયામાં એક વાર નખ કાપવા અને નખની નીચેની ગંદકીને સાફ કરવા માટે નેઇલ બ્રશનો ઉપયોગ કરવો.
- **દાંતની સંભાળ:** દાંતને દિવસમાં બે વાર બ્રશ કરવા અને ફ્લોસિંગ કરવું જોઈએ. દાંતની નિયમિત સફાઈ કરવાથી દાંતમાં સડો, પેઢાના રોગો અને શ્વાસની દુર્ગંધ જેવી સમસ્યાઓ થતી અટકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** સવારે અને રાત્રે સૂતા પહેલા બે મિનિટ માટે ફ્લોરાઇડયુક્ત ટૂથપેસ્ટથી દાંત સાફ કરવા અને દરરોજ ફ્લોસિંગ કરવું.

2. પોશાક:

- **સ્વચ્છ કપડાં પહેરવા:** દરરોજ સ્વચ્છ કપડાં પહેરવા જોઈએ. ગંદા કપડાંમાં બેક્ટેરિયા અને અન્ય સુક્ષ્મજીવાણુઓ હોય છે જે ચામડીના રોગો અને અન્ય ચેપનું કારણ બની શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** દરરોજ ધોયેલા અને ઈસ્ટ્રી કરેલા કપડાં પહેરવા. અન્ડરગાર્મેન્ટ્સ દરરોજ બદલવા જોઈએ.
- **પગરખાં:** પગને સ્વચ્છ અને સૂકા રાખવા માટે યોગ્ય પગરખાં પહેરવા જોઈએ. ભીના અથવા ગંદા પગરખાં પહેરવાથી પગમાં ફંગલ ઇન્ફેક્શન થઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** હવા ઉજાસ વાળા અને પગને આરામદાયક રહે તેવા પગરખાં પહેરવા. દરરોજ મોજાં બદલવા અને પગને ધોયા પછી સૂકા રાખવા.

3. આસપાસની સ્વચ્છતા:

- **ઘરની સફાઈ:** ઘરને નિયમિત રીતે સાફ અને જંતુમુક્ત કરવું જોઈએ. ઘરની સ્વચ્છતા જાળવવાથી ઘરમાં રહેલા બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય હાનિકારક સુક્ષ્મજીવાણુઓનો નાશ થાય છે અને રોગો ફેલાતા અટકે છે.

- **ઉદાહરણ:** દરરોજ ઘરના ભોંયતળિયાને ઝાડુ અને પોતું કરવું. રસોડું અને બાથરૂમને નિયમિત રીતે સાફ અને જંતુમુક્ત કરવું.
- **કચરાનો નિકાલ:** કચરાનો યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવો જોઈએ. કચરો ખુલ્લામાં ફેંકવાને બદલે તેને ઢાંકણવાળા કચરાપેટીમાં નાખવો જોઈએ અને તેનો નિયમિત નિકાલ કરવો જોઈએ.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરના કચરાને ભીના અને સૂકા કચરામાં અલગ કરવો અને તેને યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવો.

4. વ્યક્તિગત આદતો:

- **ખાંસી અને છીંક ખાતી વખતે મોં ઢાંકવું:** ખાંસી અને છીંક ખાતી વખતે મોં અને નાકને રૂમાલ અથવા ટિશ્યુ પેપરથી ઢાંકવા જોઈએ. આનાથી હવામાં ફેલાતા બેક્ટેરિયા અને વાયરસને રોકી શકાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખાંસી કે છીંક આવે ત્યારે કોણી વાળીને મોં અને નાકને ઢાંકી દેવા અથવા રૂમાલનો ઉપયોગ કરવો.
- **જાહેર સ્થળોએ થૂંકવું નહીં:** જાહેર સ્થળોએ થૂંકવાથી ગંદકી ફેલાય છે અને રોગો ફેલાવવામાં મદદ મળે છે.
 - **ઉદાહરણ:** થૂંકવા માટે ડસ્ટબિન કે વોશ બેસિનનો ઉપયોગ કરવો.
- **બીમાર વ્યક્તિઓથી અંતર રાખવું:** ચેપી રોગોથી પીડાતા વ્યક્તિઓથી અંતર રાખવું જોઈએ. આનાથી ચેપ ફેલાતો અટકાવી શકાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો કોઈ વ્યક્તિને શરદી, ખાંસી કે તાવ હોય તો તેનાથી ઓછામાં ઓછું એક મીટરનું અંતર રાખવું.

વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના ફાયદા:

- **રોગોથી બચાવ:** સારી વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા જાળવવાથી ચેપી રોગો, ચામડીના રોગો અને અન્ય સ્વાસ્થ્ય સમસ્યાઓથી બચી શકાય છે.
- **આત્મવિશ્વાસમાં વધારો:** સ્વચ્છ અને સુઘડ રહેવાથી વ્યક્તિનો આત્મવિશ્વાસ વધે છે.
- **સારી સામાજિક છાપ:** સારી વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા ધરાવતી વ્યક્તિ સમાજમાં સારી છાપ ઉભી કરે છે.
- **માનસિક સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો:** સ્વચ્છતા અને સુઘડતા માનસિક સ્વાસ્થ્ય પર પણ સકારાત્મક અસર કરે છે.

નિષ્કર્ષ:

વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા એ સ્વસ્થ અને સુખી જીવનનો આધારસ્તંભ છે. તે માત્ર શારીરિક સ્વાસ્થ્ય માટે જ નહીં પરંતુ માનસિક અને સામાજિક સ્વાસ્થ્ય માટે પણ મહત્વપૂર્ણ છે. ઉપરોક્ત ચર્ચા કરેલા વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના પાસાઓને અનુસરીને આપણે સ્વસ્થ રહી શકીએ છીએ અને સમાજમાં સારી છાપ ઉભી કરી શકીએ છીએ.

15.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે જળજન્ય રોગો અને વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા વિશે વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે જોયું કે જળજન્ય રોગો એવા રોગો છે જે દૂષિત પાણીના સેવન, ઉપયોગ અથવા તેના સંપર્કમાં આવવાથી ફેલાય છે. આ રોગો બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆ જેવા સુક્ષ્મજીવાણુઓ દ્વારા થાય છે જે પાણીમાં ભળીને તેને પ્રદૂષિત કરે છે.

આપણે જળજન્ય રોગોના વિવિધ પ્રકારો જેવા કે બેક્ટેરિયલ (કોલેરા, ટાઇફોઇડ, મરડો), વાયરલ (પોલિયો, હિપેટાઇટિસ A, રોટાવાયરસ) અને પ્રોટોઝોઅલ (જિઆર્ડિઆસિસ, અમીબિઆસિસ) વિશે ઉદાહરણો સાથે ચર્ચા કરી. આપણે આ રોગોના સામાન્ય લક્ષણો જેવા કે ઝાડા, ઉલટી, પેટમાં દુખાવો, તાવ, માથાનો દુખાવો અને નબળાઈ વિશે પણ જાણ્યું.

આ પ્રકરણમાં જળજન્ય રોગો કેવી રીતે ફેલાય છે તેની વિવિધ રીતોનું વિગતવાર વર્ણન કરવામાં આવ્યું હતું. આપણે જોયું કે દૂષિત પાણીનું સીધું સેવન, ખોરાક બનાવવામાં તેનો ઉપયોગ, સ્વચ્છતા માટે તેનો ઉપયોગ અને દૂષિત પાણી સાથે સીધો સંપર્ક એ જળજન્ય રોગો ફેલાવવાના મુખ્ય માર્ગો છે. મળ-મૌખિક માર્ગ (Fecal-Oral Route) દ્વારા પણ આ રોગો ફેલાઈ શકે છે. આપણે એ પણ જોયું કે અસ્વચ્છતા, અપૂરતી પાણી પુરવઠા વ્યવસ્થા, કુદરતી આપત્તિઓ અને ગરીબી જેવા પરિબલો જળજન્ય રોગો ફેલાવવામાં કેવી રીતે મદદરૂપ થાય છે.

આ પ્રકરણનો મહત્વનો ભાગ જળજન્ય રોગોની રોકથામ પર કેન્દ્રિત હતો. આપણે શીખ્યા કે સ્વચ્છ પાણીનો પુરવઠો અને ઉપયોગ, યોગ્ય સ્વચ્છતા જાળવવી, ખાદ્ય સુરક્ષાના નિયમોનું પાલન કરવું, વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા જાળવવી, રસીકરણ અને જાગૃતિ ફેલાવવી એ જળજન્ય રોગોને રોકવાના મુખ્ય ઉપાયો છે. આપણે પાણી શુદ્ધિકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓ, હાથ ધોવાની યોગ્ય રીત, શૌચાલયોનો ઉપયોગ, કચરાનો નિકાલ અને ખોરાકને યોગ્ય રીતે રાંધવા અને સંગ્રહ કરવા વિશે પણ વિગતવાર ચર્ચા કરી.

પ્રકરણના અંતિમ ભાગમાં, આપણે વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના મહત્વ પર ભાર મૂક્યો. આપણે જોયું કે વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા એ માત્ર શારીરિક સ્વાસ્થ્ય માટે જ નહીં પરંતુ માનસિક અને સામાજિક સ્વાસ્થ્ય માટે પણ મહત્વપૂર્ણ છે. આપણે વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના વિવિધ પાસાઓ જેવા કે શારીરિક સ્વચ્છતા (સ્નાન, હાથ ધોવા, વાળ, નખ અને દાંતની સંભાળ), પોશાક (સ્વચ્છ કપડાં, પગરખાં), આસપાસની સ્વચ્છતા (ઘરની સફાઈ, કચરાનો નિકાલ) અને વ્યક્તિગત આદતો (ખાંસી અને છીંક ખાતી વખતે મોં ઢાંકવું, જાહેર સ્થળોએ થૂંકવું નહીં) વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરી.

આ પ્રકરણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય જળજન્ય રોગો અને વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા વિશે જાગૃતિ ફેલાવવાનો હતો. આ પ્રકરણમાં ચર્ચા કરાયેલા મુદ્દાઓને ધ્યાનમાં રાખીને આપણે જળજન્ય રોગોને અટકાવી શકીએ છીએ અને સ્વસ્થ જીવન જીવી શકીએ છીએ. સ્વચ્છતા એ માત્ર વ્યક્તિગત જવાબદારી નથી, પરંતુ સ્વસ્થ સમાજના નિર્માણ માટે સામૂહિક પ્રયાસ પણ જરૂરી છે. આપણે સૌએ સાથે મળીને જળજન્ય રોગો સામે લડવું જોઈએ અને સ્વચ્છ અને સ્વસ્થ સમાજનું નિર્માણ કરવું જોઈએ.

15.8 પ્રોજેક્ટ કાર્ય:

પ્રોજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય: આ પ્રોજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય જળજન્ય રોગો વિશે જાગૃતિ ફેલાવવાનો, તેના ફેલાવાના કારણો સમજવાનો અને તેની રોકથામ માટેના ઉપાયો સૂચવવાનો છે. વિદ્યાર્થીઓ સ્થાનિક સમુદાયમાં જળજન્ય

રોગોની સ્થિતિનો અભ્યાસ કરશે અને તેના નિવારણ માટે શું પગલાં લઈ શકાય તે અંગે પોતાનો અહેવાલ રજૂ કરશે.

પ્રોજેક્ટ કાર્ય:

આ પ્રોજેક્ટને નીચેના તબક્કાઓમાં વહેંચી શકાય છે:

૧. માહિતી એકત્રીકરણ (Information Gathering):

- વિદ્યાર્થીઓ જળજન્ય રોગો, તેના પ્રકારો (બેક્ટેરિયલ, વાયરલ, પ્રોટોઝોઅલ), લક્ષણો, ફેલાવો અને રોકથામ વિશે પુસ્તકો, લેખો, ઇન્ટરનેટ અને અન્ય સ્ત્રોતો દ્વારા માહિતી એકત્રિત કરશે.
- તેઓ સ્થાનિક આરોગ્ય કેન્દ્ર, ડોક્ટર અથવા અન્ય આરોગ્ય અધિકારીઓનો સંપર્ક કરીને તેમના વિસ્તારમાં જળજન્ય રોગોની સ્થિતિ અને તેના નિવારણ માટે લેવામાં આવતા પગલાં વિશે માહિતી મેળવી શકે છે.
- વિદ્યાર્થીઓ સ્થાનિક લોકો સાથે વાતચીત કરીને તેમના વિસ્તારમાં પાણીની ગુણવત્તા, સ્વચ્છતાની સ્થિતિ અને જળજન્ય રોગો વિશે લોકોની જાગૃતિ અંગે માહિતી એકત્રિત કરી શકે છે.

૨. સર્વેક્ષણ (Survey):

- વિદ્યાર્થીઓ પોતાના વિસ્તારમાં એક નાનો સર્વે કરી શકે છે. આ સર્વેમાં તેઓ લોકોને નીચેના પ્રશ્નો પૂછી શકે છે:
 - તમારા ઘરમાં પીવાના પાણીનો મુખ્ય સ્ત્રોત કયો છે?
 - તમે પીવાનું પાણી કેવી રીતે શુદ્ધ કરો છો?
 - તમારા ઘરમાં શૌચાલયની સુવિધા છે?
 - શું તમે નિયમિત રીતે હાથ ધોવો છો? ક્યારે?
 - શું તમે ક્યારેય જળજન્ય રોગથી પીડાયા છો? કયો રોગ?
 - જળજન્ય રોગોથી બચવા માટે તમે શું પગલાં લો છો?

૩. ડેટા વિશ્લેષણ (Data Analysis):

- વિદ્યાર્થીઓ એકત્રિત કરેલી માહિતી અને સર્વેક્ષણના ડેટાનું વિશ્લેષણ કરશે. તેઓ જળજન્ય રોગોના ફેલાવા માટે જવાબદાર પરિબલોને ઓળખવાનો પ્રયત્ન કરશે.
- તેઓ તેમના વિસ્તારમાં પાણીની ગુણવત્તા, સ્વચ્છતાની સ્થિતિ અને લોકોની જાગૃતિના સ્તરનું મૂલ્યાંકન કરશે.

૪. અહેવાલ લેખન (Report Writing):

- વિદ્યાર્થીઓ તેમના અભ્યાસના આધારે એક વિગતવાર અહેવાલ તૈયાર કરશે. આ અહેવાલમાં નીચેના મુદ્દાઓનો સમાવેશ થવો જોઈએ:
 - **પ્રસ્તાવના:** જળજન્ય રોગોનો ટૂંકો પરિચય અને પ્રોજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય.
 - **પદ્ધતિ:** માહિતી એકત્રીકરણ અને સર્વેક્ષણ માટે અપનાવવામાં આવેલી પદ્ધતિઓનું વર્ણન.
 - **પરિણામો:** એકત્રિત કરેલી માહિતી અને સર્વેક્ષણના ડેટાનું વિશ્લેષણ.
 - **ચર્ચા:** જળજન્ય રોગોના ફેલાવા માટે જવાબદાર પરિબલો અને તેના નિવારણ માટેના ઉપાયોની ચર્ચા.
 - **નિષ્કર્ષ:** પ્રોજેક્ટના મુખ્ય તારણો અને ભલામણો.
 - **સંદર્ભ:** ઉપયોગમાં લેવાયેલા તમામ સ્ત્રોતોની યાદી.

15.9 સ્વાધ્યાય:

આ પ્રકરણના અંતે, તમારી સમજણ ચકાસવા માટે અહીં 10 બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) અને તેના જવાબો, 10 ટૂંકા પ્રશ્નો અને 5 લાંબા પ્રશ્નો ગુજરાતીમાં આપવામાં આવ્યા છે.

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) અને તેના જવાબો:

1. નીચેનામાંથી કયો જળજન્ય રોગ બેક્ટેરિયા દ્વારા થાય છે?
(A) પોલિયો
(B) કોલેરા
(C) હિપેટાઇટિસ A
(D) જિઆર્ડિઆસિસ
2. પાણીને શુદ્ધ કરવાની કઈ પદ્ધતિમાં પાણીને ઓછામાં ઓછી 1 મિનિટ માટે ઉકાળવામાં આવે છે?
(A) ક્લોરીનેશન
(B) ફિલ્ટરેશન
(C) ઉકાળવું
(D) સૂર્યપ્રકાશ
3. નીચેનામાંથી કયું જળજન્ય રોગનું સામાન્ય લક્ષણ **નથી**?
(A) ઝાડા
(B) ઉલટી
(C) સાંધાનો દુખાવો
(D) પેટમાં દુખાવો
4. હાથ ધોવા માટે ઓછામાં ઓછા કેટલા સમય માટે સાબુ અને પાણીનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ?
(A) 5 સેકન્ડ
(B) 10 સેકન્ડ
(C) 20 સેકન્ડ
(D) 30 સેકન્ડ
5. નીચેનામાંથી કયો રોગ રોટાવાયરસ દ્વારા ફેલાય છે?
(A) ટાઇફોઇડ
(B) મરડો
(C) ગંભીર ઝાડા
(D) કમળો
6. કયો રોગ "મળ-મૌખિક માર્ગ" (Fecal-Oral Route) દ્વારા ફેલાય છે?
(A) ડેન્જુ
(B) મેલેરિયા
(C) ટાઇફોઇડ
(D) ક્ષય રોગ (TB)
7. નીચેનામાંથી કઈ વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાની સારી આદત **નથી**?
(A) નિયમિત સ્નાન કરવું
(B) જાહેર સ્થળોએ થૂંકવું

- (C) ખાંસી વખતે મોં ઢાંકવું
(D) નિયમિત નખ કાપવા
8. હિપેટાઇટિસ A કયા અંગને અસર કરે છે?
(A) ફેફસાં
(B) હૃદય
(C) યકૃત
(D) કિડની
9. નીચેનામાંથી કઈ કુદરતી આપત્તિ જળજન્ય રોગો ફેલાવવામાં મદદરૂપ થાય છે?
(A) દુષ્કાળ
(B) ભૂકંપ
(C) પૂર
(D) ઉપરના બધા
10. કયો રોગ અટકાવવા માટે રસી ઉપલબ્ધ છે?
(A) કોલેરા
(B) પોલિયો
(C) મરડો
(D) જિઆર્ડિઆસિસ

જવાબો: 1-b, 2-c, 3-c, 4-c, 5-c, 6-c, 7-b, 8-c, 9-d, 10-b

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. જળજન્ય રોગો એટલે શું?
2. પાણી શુદ્ધ કરવાની કોઈપણ બે રીતો જણાવો.
3. જળજન્ય રોગો ફેલાવવાની મુખ્ય રીતો કઈ છે?
4. "મળ-મૌખિક માર્ગ" (Fecal-Oral Route) એટલે શું?
5. જળજન્ય રોગોના કોઈપણ ચાર સામાન્ય લક્ષણો જણાવો.
6. ટાઇફોઇડ કયા સુક્ષ્મજીવાણુ દ્વારા ફેલાય છે?
7. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતા શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
8. હાથ ધોવાની સાચી રીત શું છે?
9. ક્રોસ-કન્ટેમિનેશન (cross-contamination) કેવી રીતે અટકાવી શકાય?
10. જળજન્ય રોગો અટકાવવામાં સરકારની ભૂમિકા શું છે?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. જળજન્ય રોગોના વિવિધ પ્રકારો (બેક્ટેરિયલ, વાયરલ, પ્રોટોઝોઅલ) વિશે ઉદાહરણો સાથે વિસ્તૃત ચર્ચા કરો.
2. જળજન્ય રોગો ફેલાવવામાં મદદરૂપ પરિબલોનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
3. જળજન્ય રોગોની રોકથામ માટેના ઉપાયોનું વિસ્તૃત વર્ણન કરો.
4. વ્યક્તિગત સ્વચ્છતાના વિવિધ પાસાઓનું ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર વર્ણન કરો.
5. ભારતમાં જળજન્ય રોગોની સ્થિતિ અને તેને નિયંત્રણમાં લાવવા માટે સરકાર દ્વારા લેવામાં આવેલા પગલાંઓનું વિશ્લેષણ કરો.

*** **

- 16.1 પ્રસ્તાવના
- 16.2 અપશિષ્ટ જળના સ્ત્રોતો
- 16.3 અપશિષ્ટ જળની લાક્ષણિકતાઓ
- 16.4 અપશિષ્ટ જળ ઉપચારનું મહત્ત્વ
- 16.5 અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના સિદ્ધાંતો
- 16.6 અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના સ્તરો
- 16.7 સારાંશ
- 16.8 પ્રોજેક્ટ વર્ક
- 16.9 સ્વાધ્યાય

16.1 પ્રસ્તાવના:

આપણી આધુનિક જીવનશૈલીમાં પાણીનો ઉપયોગ ઘરગથ્થુ કાર્યો, ઉદ્યોગો, કૃષિ અને અન્ય ઘણી પ્રવૃત્તિઓમાં થાય છે. વપરાયેલા પાણીમાં ઘણીવાર વિવિધ પ્રકારના દૂષણો હોય છે, જેમ કે માનવમળ, ખાદ્ય પદાર્થો, રસાયણો અને અન્ય કચરો. આ દૂષિત પાણીને "અપશિષ્ટ જળ" કહેવામાં આવે છે. જો આ પાણીનો ઉપચાર કર્યા વિના નિકાલ કરવામાં આવે તો તે પર્યાવરણ અને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર જોખમો ઊભા કરી શકે છે.

આ પ્રકરણમાં, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્વપૂર્ણ વિષયનો અભ્યાસ કરીશું. આપણે જાણીશું કે અપશિષ્ટ જળ ક્યાંથી આવે છે, તેની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ શું છે, અને શા માટે તેનો ઉપચાર કરવો જરૂરી છે. આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો, જેમ કે ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓ, અને ઉપચારના વિવિધ સ્તરો (પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક) વિશે પણ શીખીશું.

માનવ વસ્તી અને ઔદ્યોગિકરણમાં ઝડપી વૃદ્ધિ સાથે, અપશિષ્ટ જળનું પ્રમાણ પણ ચિંતાજનક દરે વધી રહ્યું છે. આ પાણીમાં રહેલા દૂષણો જળ સ્ત્રોતોને પ્રદૂષિત કરે છે, જળચર જીવોને નુકસાન પહોંચાડે છે અને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે ખતરો ઊભો કરે છે. અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા પોષક તત્ત્વો જળસ્ત્રોતોમાં શેવાળના ફૂલનું કારણ બની શકે છે, જેનાથી પાણીમાં ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટી શકે છે અને જળચર જીવોનું મૃત્યુ થઈ શકે છે. વધુમાં, અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો પાણીજન્ય રોગો ફેલાવી શકે છે.

આ બધા કારણોસર, અપશિષ્ટ જળનો યોગ્ય રીતે ઉપચાર કરવો અત્યંત મહત્વપૂર્ણ બની જાય છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ દ્વારા, પાણીમાંથી દૂષણો દૂર કરી શકાય છે અને તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવી શકાય છે. આ પ્રક્રિયાઓ જળ સ્ત્રોતોનું સંરક્ષણ કરે છે, જળચર જીવોનું રક્ષણ કરે છે અને માનવસ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરે છે.

આ પ્રકરણમાં, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના વિવિધ પાસાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું. આપણે સમજીશું કે કેવી રીતે અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ કામ કરે છે, કેવી રીતે તેનું યોગ્ય રીતે સંચાલન કરવું જોઈએ અને કેવી રીતે આપણે પાણીનો બગાડ ઘટાડીને અને પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરીને જળ સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરી શકીએ છીએ. આ પ્રકરણ દ્વારા, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્વ વિશે જાગૃતિ લાવી શકીશું અને સ્વસ્થ પર્યાવરણ અને સુરક્ષિત ભવિષ્ય માટે યોગદાન આપી શકીશું.

16.2 અપશિષ્ટ જળના સ્ત્રોતો:

આપણે અગાઉ જોયું તેમ, અપશિષ્ટ જળ એ વિવિધ માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતું દૂષિત પાણી છે. આ પાણીમાં અનેક પ્રકારના કચરા, રસાયણો અને સૂક્ષ્મજીવો ભળેલા હોય છે, જે તેને બિનઉપયોગી અને પ્રદૂષિત બનાવે છે. અપશિષ્ટ જળના મુખ્ય સ્ત્રોતોને નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય છે:

1. ઘરગથ્થુ સ્ત્રોતો:

આ સ્ત્રોતોમાં ઘરો, રહેણાંક વિસ્તારો, હોટલો, રેસ્ટોરાં અને અન્ય વ્યાપારી સંસ્થાઓમાંથી ઉત્પન્ન થતા અપશિષ્ટ જળનો સમાવેશ થાય છે.

ઉદાહરણો:

- **સ્નાન અને શૌચાલય:** સ્નાન કરતી વખતે, શૌચાલયનો ઉપયોગ કરતી વખતે, અને હાથ ધોતી વખતે વપરાયેલું પાણી ગટરમાં જાય છે. આ પાણીમાં સાબુ, શેમ્પૂ, માનવ મળ-મૂત્ર, અને અન્ય કચરો ભળેલો હોય છે.

- **રસોઈ:** રસોઈ બનાવતી વખતે, વાસણો ધોતી વખતે, અને શાકભાજી ધોતી વખતે વપરાયેલું પાણી પણ ગટરમાં જાય છે. આ પાણીમાં ખાધ પદાર્થોના કણો, તેલ, મસાલા, અને ડિટર્જન્ટ ભળેલા હોય છે.
- **કપડાં ધોવા:** કપડાં ધોતી વખતે વપરાયેલું પાણી ગટરમાં જાય છે. આ પાણીમાં ડિટર્જન્ટ, સાબુ, માટી, અને કપડાંમાંથી નીકળતા રંગો અને રેસાઓ ભળેલા હોય છે.
- **ઘરની સફાઈ:** ઘરની સફાઈ કરતી વખતે વપરાયેલું પાણી, જેમાં ફ્લોર ક્લીનર, ફિનાઈલ, અને અન્ય સફાઈ રસાયણો ભળેલા હોય છે, તે પણ ગટરમાં જાય છે.

2. ઔદ્યોગિક સ્રોતો:

આ સ્રોતમાં વિવિધ ઉદ્યોગોમાંથી ઉત્પન્ન થતા અપશિષ્ટ જળનો સમાવેશ થાય છે. ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળમાં ઉત્પાદન પ્રક્રિયાઓ, સફાઈ, અને ઠંડક માટે વપરાયેલું પાણી સામેલ હોય છે.

ઉદાહરણો:

- **કાપડ ઉદ્યોગ:** કાપડને રંગવા, ધોવા, અને પ્રિન્ટ કરવા માટે વપરાતા પાણીમાં રંગો, રસાયણો, અને ભારે ધાતુઓ ભળેલા હોય છે.
- **ચામડા ઉદ્યોગ:** ચામડાને કમાવવા અને રંગવા માટે વપરાતા પાણીમાં ટેનીન, ક્રોમિયમ, અને અન્ય ઝેરી રસાયણો ભળેલા હોય છે.
- **રાસાયણિક ઉદ્યોગ:** રસાયણોના ઉત્પાદન દરમિયાન વપરાતા પાણીમાં એસિડ, બેઇઝ, અને અન્ય જોખમી રસાયણો ભળેલા હોય છે.
- **ખાધ પ્રસંસ્કરણ ઉદ્યોગ:** ખાધ પદાર્થોને ધોવા, રાંધવા, અને પેક કરવા માટે વપરાતા પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થો, તેલ, અને ચરબી ભળેલા હોય છે.
- **ધાતુ ઉદ્યોગ:** ધાતુઓને કાપવા, ઘસવા, અને પોલિશ કરવા માટે વપરાતા પાણીમાં ધાતુના કણો, તેલ, અને ગ્રીસ ભળેલા હોય છે.

3. કૃષિ સ્રોતો:

આ સ્રોતમાં ખેતીવાડી અને પશુપાલનમાંથી ઉત્પન્ન થતા અપશિષ્ટ જળનો સમાવેશ થાય છે.

ઉદાહરણો:

- **સિંચાઈ:** ખેતરોમાં સિંચાઈ માટે વપરાતા પાણીનો અમુક ભાગ જમીનમાં ઉતરી જાય છે અને બાકીનો ભાગ વહીને જળાશયોમાં ભળે છે. આ પાણીમાં ખાતરો, જંતુનાશકો, અને માટીના કણો ભળેલા હોય છે.
- **પશુપાલન:** પશુઓના છાણ, મૂત્ર, અને તેમને નવડાવવા માટે વપરાતા પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થો અને પોષક તત્ત્વો ભળેલા હોય છે.
- **પાક સંરક્ષણ:** પાક પર છાંટવામાં આવતા જંતુનાશકો અને નીંદણનાશકો વરસાદના પાણી સાથે ભળીને જળાશયોમાં પહોંચી શકે છે.

4. અન્ય સ્રોતો:

- **વરસાદી પાણી:** શહેરી વિસ્તારોમાં, વરસાદી પાણી રસ્તાઓ, છાપરા, અને અન્ય સપાટીઓ પરથી વહીને ગટરમાં ભળે છે. આ પાણીમાં ધૂળ, કચરો, તેલ, અને વાહનોમાંથી નીકળતા પ્રદૂષકો ભળેલા હોય છે.
- **બાંધકામ પ્રવૃત્તિઓ:** બાંધકામ સાઇટ્સ પરથી નીકળતા પાણીમાં સિમેન્ટ, રેતી, માટી, અને અન્ય બાંધકામ સામગ્રીના કણો ભળેલા હોય છે.

- **હોસ્પિટલો અને પ્રયોગશાળાઓ:** હોસ્પિટલો અને પ્રયોગશાળાઓમાંથી નીકળતા પાણીમાં રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો, દવાઓ, અને રસાયણો ભળેલા હોય છે.

આમ, અપશિષ્ટ જળના અનેક સ્ત્રોતો છે, અને તેમાં રહેલા પ્રદૂષકોનો પ્રકાર અને માત્રા સ્ત્રોત પ્રમાણે બદલાય છે. આ બધા સ્ત્રોતોમાંથી નીકળતા અપશિષ્ટ જળનો યોગ્ય રીતે ઉપચાર કરવો અત્યંત જરૂરી છે, જેથી પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ થઈ શકે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરી શકાય છે અને તેને સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવી શકાય છે.

આપણે પાણીનો બગાડ ઘટાડીને, પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરીને, અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચારને પ્રોત્સાહન આપીને જળ સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરી શકીએ છીએ અને સ્વસ્થ પર્યાવરણ અને સુરક્ષિત ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

16.3 અપશિષ્ટ જળની લાક્ષણિકતાઓ:

અપશિષ્ટ જળ એ વિવિધ માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતું દૂષિત પાણી છે. આ પાણીમાં અનેક પ્રકારના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ઘટકો હોય છે જે તેની લાક્ષણિકતાઓ નક્કી કરે છે. આ લાક્ષણિકતાઓ અપશિષ્ટ જળના સ્ત્રોત, તેમાં રહેલા પ્રદૂષકોના પ્રકાર અને માત્રા, અને પર્યાવરણીય પરિબલોના આધારે બદલાય છે.

અપશિષ્ટ જળની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે:

1. ભૌતિક લાક્ષણિકતાઓ:

- **રંગ:** અપશિષ્ટ જળનો રંગ તેમાં રહેલા ઘન પદાર્થો, રસાયણો, અને સૂક્ષ્મજીવોના આધારે બદલાય છે. સામાન્ય રીતે, ઘરગથ્થુ અપશિષ્ટ જળ રાખોડી રંગનું હોય છે, જ્યારે ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળ ઘાટા રંગનું અથવા રંગીન હોઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** કાપડ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું પાણી રંગીન હોય છે, જ્યારે ચામડા ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું પાણી ઘેરા બદામી રંગનું હોઈ શકે છે.
- **ગંધ:** અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોના વિઘટનથી દુર્ગંધ ઉત્પન્ન થાય છે. આ ગંધ સડેલા ઈંડા જેવી તીવ્ર હોઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ગટરના પાણીમાં ઘણીવાર સડેલા શાકભાજી જેવી દુર્ગંધ આવે છે.
- **ઘન પદાર્થો:** અપશિષ્ટ જળમાં તરતા, ડૂબેલા, અને ઓગળેલા ઘન પદાર્થો હોય છે. આ ઘન પદાર્થોમાં રેતી, માટી, કચરો, ખાદ્ય પદાર્થોના કણો, અને મળ-મૂત્રનો સમાવેશ થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગટરના પાણીમાં કાગળના ટુકડા, પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ, અને અન્ય કચરો તરતો જોઈ શકાય છે.
- **તાપમાન:** અપશિષ્ટ જળનું તાપમાન તેના સ્ત્રોત અને આસપાસના વાતાવરણના આધારે બદલાય છે. સામાન્ય રીતે, ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળ ગરમ હોય છે.
 - **ઉદાહરણ:** પાવર પ્લાન્ટમાંથી નીકળતું ગરમ પાણી જળાશયોના તાપમાનમાં વધારો કરી શકે છે.

2. રાસાયણિક લાક્ષણિકતાઓ:

- **pH:** અપશિષ્ટ જળની pH તેની એસિડિટી અથવા ક્ષારતા દર્શાવે છે. ઘરગથ્થુ અપશિષ્ટ જળ સામાન્ય રીતે તટસ્થ (pH 7) હોય છે, જ્યારે ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળ એસિડિક (pH 7 થી ઓછી) અથવા ક્ષારયુક્ત (pH 7 થી વધુ) હોઈ શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** બેટરી ઉત્પાદન ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું પાણી એસિડિક હોય છે, જ્યારે સાબુ ઉત્પાદન ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું પાણી ક્ષારયુક્ત હોય છે.
- **ઓગણેલો ઓક્સિજન (DO):** પાણીમાં ઓગણેલા ઓક્સિજનનું પ્રમાણ જળચર જીવો માટે મહત્વપૂર્ણ છે. અપશિષ્ટ જળમાં કાર્બનિક પદાર્થોના વિઘટનથી ઓક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટી શકે છે, જે જળચર જીવો માટે હાનિકારક છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખાતર અને જંતુનાશકો ધરાવતું ખેતીનું પાણી જળાશયોમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટાડી શકે છે, જેનાથી માછલીઓનું મૃત્યુ થઈ શકે છે.
- **રાસાયણિક ઓક્સિજન માંગ (COD):** COD પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક અને અકાર્બનિક પદાર્થોનું ઓક્સિડેશન કરવા માટે જરૂરી ઓક્સિજનનું પ્રમાણ દર્શાવે છે. ઉચ્ચ COD પ્રદૂષણનું સ્તર સૂચવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખાદ્ય પ્રસંસ્કરણ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતા પાણીમાં ઉચ્ચ COD હોય છે, કારણ કે તેમાં કાર્બનિક પદાર્થોનું પ્રમાણ વધુ હોય છે.
- **જૈવરાસાયણિક ઓક્સિજન માંગ (BOD):** BOD પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું બેક્ટેરિયા દ્વારા વિઘટન કરવા માટે જરૂરી ઓક્સિજનનું પ્રમાણ દર્શાવે છે. ઉચ્ચ BOD પ્રદૂષણનું સ્તર સૂચવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગરના પાણીમાં ઉચ્ચ BOD હોય છે, કારણ કે તેમાં માનવ મળ-મૂત્ર અને ખાદ્ય પદાર્થોનો કચરો હોય છે.
- **પોષક તત્ત્વો:** અપશિષ્ટ જળમાં નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વો હોય છે. આ પોષક તત્ત્વો જળાશયોમાં શેવાળના અતિશય વિકાસનું કારણ બની શકે છે, જેને "શેવાળના ફૂલ" કહેવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખેતરોમાંથી આવતા પાણીમાં ખાતરોમાંથી નીકળતા નાઇટ્રેટ અને ફોસ્ફેટ હોય છે, જે જળાશયોમાં શેવાળના ફૂલનું કારણ બની શકે છે.
- **ભારે ધાતુઓ:** ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળમાં સીસું, પારો, કેડમિયમ, અને ક્રોમિયમ જેવી ભારે ધાતુઓ હોઈ શકે છે. આ ધાતુઓ ઝેરી હોય છે અને જળચર જીવો અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી છે.
 - **ઉદાહરણ:** ખાણકામ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતા પાણીમાં ભારે ધાતુઓનું પ્રમાણ વધુ હોય છે.

3. જૈવિક લાક્ષણિકતાઓ:

- **સૂક્ષ્મજીવો:** અપશિષ્ટ જળમાં બેક્ટેરિયા, વાયરસ, ફૂગ, અને પરોપજીવીઓ જેવા સૂક્ષ્મજીવો હોય છે. આ સૂક્ષ્મજીવો રોગો ફેલાવી શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગરના પાણીમાં કોલેરા, ટાઇફોઇડ, અને ઝાડા જેવા રોગો ફેલાવતા બેક્ટેરિયા હોઈ શકે છે.
- **પેથોજેન્સ:** અપશિષ્ટ જળમાં રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો (પેથોજેન્સ) હોય છે જે માનવ અને પ્રાણીઓમાં રોગોનું કારણ બની શકે છે.
 - **ઉદાહરણ:** હોસ્પિટલમાંથી નીકળતા પાણીમાં એન્ટિબાયોટિક-પ્રતિરોધી બેક્ટેરિયા હોઈ શકે છે.

આમ, અપશિષ્ટ જળમાં અનેક ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક ઘટકો હોય છે જે તેની લાક્ષણિકતાઓ નક્કી કરે છે. આ લાક્ષણિકતાઓનું જ્ઞાન અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓની ડિઝાઇન અને સંચાલન માટે મહત્વપૂર્ણ છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર દ્વારા આ પ્રદૂષકોને દૂર કરી શકાય છે અને પાણીને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવી શકાય છે.

16.4 અપશિષ્ટ જળ ઉપચારનું મહત્વ:

આપણે અગાઉ જોયું તેમ, અપશિષ્ટ જળ એ વિવિધ માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતું દૂષિત પાણી છે, જેમાં અનેક પ્રકારના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રદૂષકો હોય છે. જો આ પાણીનો ઉપચાર કર્યા વિના નિકાલ કરવામાં આવે તો તે પર્યાવરણ અને માનવસ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ખતરો બની શકે છે. તેથી, અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર એ એક અત્યંત મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે અને તેને સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે.

અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્વને નીચેના મુદ્દાઓ દ્વારા સમજી શકાય છે:

1. પર્યાવરણનું રક્ષણ:

- **જળ પ્રદૂષણ અટકાવે છે:** અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા પ્રદૂષકો નદીઓ, તળાવો, અને સમુદ્રો જેવા જળાશયોને પ્રદૂષિત કરે છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ આ પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે, જેનાથી જળસ્રોતોનું પ્રદૂષણ અટકે છે અને જળચર જીવોનું રક્ષણ થાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો કાપડ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું રંગીન પાણી ઉપચાર કર્યા વિના નદીમાં છોડવામાં આવે, તો તે નદીના પાણીને રંગીન બનાવશે, સૂર્યપ્રકાશને પાણીમાં પ્રવેશતા રોકશે, અને જળચર વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ માટે નુકસાનકારક સાબિત થશે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર દ્વારા આ રંગીન રસાયણોને દૂર કરી શકાય છે અને નદીના પર્યાવરણનું રક્ષણ કરી શકાય છે.
- **જમીન પ્રદૂષણ અટકાવે છે:** અપશિષ્ટ જળનો જમીન પર નિકાલ કરવાથી જમીન પ્રદૂષિત થાય છે અને તેની ફળદ્રુપતા ઘટે છે. ઉપચાર કરેલું પાણી જમીન પર સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરી શકાય છે અથવા સિંચાઈ માટે વાપરી શકાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો ખેતરોમાં ગટરનું પાણી સિંચાઈ માટે વાપરવામાં આવે, તો તેમાં રહેલા ભારે ધાતુઓ અને રસાયણો જમીનમાં ભળી જશે અને જમીનને પ્રદૂષિત કરશે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર દ્વારા આ પ્રદૂષકોને દૂર કરી શકાય છે અને જમીનનું રક્ષણ કરી શકાય છે.
- **ગ્લોબલ વોર્મિંગ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે:** અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું અજારક વિઘટન મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે, જે ગ્રીનહાઉસ ગેસ છે અને ગ્લોબલ વોર્મિંગમાં ફાળો આપે છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ આ કાર્બનિક પદાર્થોને દૂર કરે છે અને મિથેન ગેસના ઉત્પાદનને ઘટાડે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગટરના પાણીનો ઉપચાર કરીને તેમાંથી બાયોગેસ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે, જેનો ઉપયોગ રસોઈ બનાવવા અને વીજળી ઉત્પન્ન કરવા માટે થઈ શકે છે. આ પ્રક્રિયા મિથેન ગેસના ઉત્પાદનને ઘટાડે છે અને ગ્લોબલ વોર્મિંગ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

2. માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ:

- **પાણીજન્ય રોગો અટકાવે છે:** અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો કોલેરા, ટાઇફોઇડ, ઝાડા, અને કમળો જેવા પાણીજન્ય રોગો ફેલાવી શકે છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ આ સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરે છે અને પાણીજન્ય રોગોનું જોખમ ઘટાડે છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો ગટરનું પાણી પીવાના પાણીના સ્ત્રોતમાં ભળી જાય, તો તે પાણીજન્ય રોગોનો ફેલાવો કરી શકે છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર દ્વારા ગટરના પાણીને શુદ્ધ કરી શકાય છે અને રોગોનો ફેલાવો અટકાવી શકાય છે.
- **ઝેરી રસાયણોથી રક્ષણ આપે છે:** ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળમાં ભારે ધાતુઓ અને ઝેરી રસાયણો હોઈ શકે છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ આ ઝેરી પદાર્થોને દૂર કરે છે અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો ખાણકામ ઉદ્યોગમાંથી નીકળતું પાણી પીવાના પાણીના સ્ત્રોતમાં ભળી જાય, તો તેમાં રહેલા ભારે ધાતુઓ માનવ શરીરમાં પ્રવેશીને ગંભીર નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર દ્વારા આ ભારે ધાતુઓને દૂર કરી શકાય છે અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરી શકાય છે.

3. પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ:

- **પાણીનો પુનઃઉપયોગ:** ઉપચાર કરેલા પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ, શૌચાલય ફ્લશિંગ, અને અન્ય બિન-પીવાલાયક હેતુઓ માટે થઈ શકે છે, જેનાથી તાજા પાણીની બચત થાય છે અને પાણીની અછતની સમસ્યાને હલ કરવામાં મદદ મળે છે.
 - **ઉદાહરણ:** સિંગાપોર જેવા દેશોમાં, ઉપચાર કરેલા પાણીનો ઉપયોગ "NEWater" તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયા દ્વારા પીવાના પાણી તરીકે પણ કરવામાં આવે છે.
- **સંસાધનોની વસૂલાત:** અપશિષ્ટ જળમાંથી ખાતર, બાયોગેસ, અને અન્ય મૂલ્યવાન સંસાધનો મેળવી શકાય છે, જેનાથી કુદરતી સંસાધનો પરનું દબાણ ઘટે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગટરના કાદવનો ઉપયોગ ખેતીમાં ખાતર તરીકે થઈ શકે છે, જેનાથી રાસાયણિક ખાતરોનો ઉપયોગ ઘટાડી શકાય છે.

4. આર્થિક લાભો:

- **રોજગારીનું સર્જન:** અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટના નિર્માણ, સંચાલન, અને જાળવણી માટે કુશળ અને બિનકુશળ કામદારોની જરૂર પડે છે, જેનાથી રોજગારીનું સર્જન થાય છે.
- **ઉદ્યોગોનો વિકાસ:** અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર ક્ષેત્રમાં નવી ટેકનોલોજી અને સેવાઓના વિકાસને પ્રોત્સાહન મળે છે, જેનાથી ઉદ્યોગોનો વિકાસ થાય છે અને આર્થિક પ્રવૃત્તિઓમાં વધારો થાય છે.
- **ખેતીની ઉત્પાદકતામાં વધારો:** ઉપચાર કરેલા પાણીનો સિંચાઈ માટે ઉપયોગ કરવાથી ખેતીની ઉત્પાદકતામાં વધારો થાય છે અને ખેડૂતોની આવકમાં સુધારો થાય છે.

આમ, અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર એ એક અત્યંત મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે પર્યાવરણ, માનવ સ્વાસ્થ્ય, પાણીના સંસાધનો, અને અર્થતંત્ર માટે અનેક ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે. આપણે પાણીનો બગાડ ઘટાડીને, પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરીને, અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચારને પ્રોત્સાહન આપીને સ્વસ્થ ગ્રહ અને સુરક્ષિત ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

16.5 અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના સિદ્ધાંતો:

અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે અને તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે. આ પ્રક્રિયામાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે, જેનો આધાર અમુક મૂળભૂત સિદ્ધાંતો પર રહેલો છે.

અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મુખ્ય સિદ્ધાંતો નીચે મુજબ છે:

1. ભૌતિક સિદ્ધાંતો:

આ સિદ્ધાંતો પાણીમાંથી ઘન પદાર્થોને ભૌતિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા અલગ કરવા પર આધારિત છે.

- **ગાળણ (Screening/Filtration):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીને ગરણી અથવા ફિલ્ટર માધ્યમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે તરતા ઘન પદાર્થો, કચરો, અને કાટમાળને દૂર કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટના પ્રવેશદ્વાર પર બાર સ્ક્રીન (Bar Screen) લગાવવામાં આવે છે, જે મોટા કદના ઘન પદાર્થો જેવા કે લાકડાના ટુકડા, પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ, અને કપડાંને અટકાવે છે. ઝીણી ગરણીઓ રેતી અને કાંકરા જેવા નાના કણોને દૂર કરે છે.
- **સેડિમેન્ટેશન (Sedimentation):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીને ટાંકીમાં સ્થિર રાખવામાં આવે છે, જેનાથી ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે ભારે ઘન કણો ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** પ્રાથમિક ઉપચાર ટાંકીમાં, પાણીને અમુક કલાકો સુધી સ્થિર રાખવામાં આવે છે, જેનાથી મળ-મૂત્ર અને અન્ય ભારે ઘન પદાર્થો ટાંકીના તળિયે જમા થાય છે, જેને કાદવ (Sludge) કહેવામાં આવે છે.
- **પ્લવન (Floatation):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીમાં હવાના પરપોટા દાખલ કરવામાં આવે છે, જે તેલ, ગ્રીસ, અને અન્ય હળવા ઘન પદાર્થોને સપાટી પર લાવે છે, જ્યાંથી તેને દૂર કરી શકાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળમાંથી તેલ અને ગ્રીસ દૂર કરવા માટે ડિઝોલ્વ્ડ એર ફ્લોટેશન (DAF) નામની પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે.
- **સેન્ટ્રીફ્યુગેશન (Centrifugation):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીને ઝડપથી ગોળ ફેરવવામાં આવે છે, જેનાથી કેન્દ્રત્યાગી બળને કારણે ઘન કણો પ્રવાહીથી અલગ થઈ જાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઔદ્યોગિક અપશિષ્ટ જળમાંથી ઘન કણોને ઝડપથી અલગ કરવા માટે સેન્ટ્રીફ્યુજનો ઉપયોગ થાય છે.

2. રાસાયણિક સિદ્ધાંતો:

આ સિદ્ધાંતો પાણીમાં રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે.

- **ન્યુટ્રલાઇઝેશન (Neutralization):** આ પ્રક્રિયામાં એસિડિક અથવા ક્ષારયુક્ત પાણીમાં અનુક્રમે ક્ષાર અથવા એસિડ ઉમેરીને તેની pH ને તટસ્થ (pH 7) કરવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** બેટરી ઉત્પાદન ઉદ્યોગમાંથી નીકળતા એસિડિક પાણીને ચૂનાના પથ્થર (ક્ષાર) દ્વારા તટસ્થ કરવામાં આવે છે.
- **કોએગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન (Coagulation and Flocculation):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીમાં રસાયણો ઉમેરવામાં આવે છે જે ઝીણા ઘન કણોને એકબીજા સાથે જોડીને મોટા ગંઠા બનાવે છે, જેને પછી સેડિમેન્ટેશન દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.

- **દાહરણ:** પાણીમાં રહેલી ઝીણી માટીના કણોને દૂર કરવા માટે એલમ (Alum) નામનું રસાયણ ઉમેરવામાં આવે છે, જે માટીના કણોને એકબીજા સાથે જોડીને મોટા ગંઠા બનાવે છે જે ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે.
- **અવક્ષેપન (Precipitation):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીમાં રસાયણો ઉમેરવામાં આવે છે જે દ્રાવ્ય પ્રદૂષકો સાથે પ્રક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે, જે પછી અવક્ષેપન દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.
 - **દાહરણ:** પાણીમાંથી ભારે ધાતુઓને દૂર કરવા માટે ચૂનો ઉમેરવામાં આવે છે, જે ભારે ધાતુઓ સાથે પ્રક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય હાઇડ્રોક્સાઇડ બનાવે છે જે ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે.
- **ઓક્સિડેશન (Oxidation):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીમાં ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ ઉમેરવામાં આવે છે જે કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું ઓક્સિડેશન કરીને તેમને ઓછા હાનિકારક પદાર્થોમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
 - **દાહરણ:** પાણીમાં રહેલા બેક્ટેરિયા અને વાયરસનો નાશ કરવા માટે ક્લોરિન અથવા ઓઝોન જેવા ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટનો ઉપયોગ થાય છે.
- **શોષણ (Adsorption):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીને સક્રિય કાર્બન (Activated Carbon) જેવા શોષક પદાર્થોમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકો, રંગો, અને ગંધને શોષી લે છે.
 - **દાહરણ:** પાણીમાંથી ખરાબ સ્વાદ અને ગંધ દૂર કરવા માટે સક્રિય કાર્બન ફિલ્ટરનો ઉપયોગ થાય છે.

3. જૈવિક સિદ્ધાંતો:

આ સિદ્ધાંતો પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરવા માટે સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ કરે છે.

- **એરોબિક ઉપચાર (Aerobic Treatment):** આ પ્રક્રિયામાં, ઓક્સિજનની હાજરીમાં બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરીને તેમને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પાણી, અને નવા બેક્ટેરિયલ કોષોમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
 - **દાહરણ:** એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process) માં, પાણીને ટાંકીમાં હવા પૂરી પાડવામાં આવે છે, જેનાથી એરોબિક બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
- **એનએરોબિક ઉપચાર (Anaerobic Treatment):** આ પ્રક્રિયામાં, ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરીને મિથેન ગેસ અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ઉત્પન્ન કરે છે.
 - **દાહરણ:** એનએરોબિક ડાયજેસ્ટર (Anaerobic Digester) માં, ગટરના કાદવનું એનએરોબિક બેક્ટેરિયા દ્વારા વિઘટન કરવામાં આવે છે, જેમાંથી બાયોગેસ ઉત્પન્ન થાય છે જેનો ઉપયોગ ઊર્જા સ્રોત તરીકે થઈ શકે છે.
- **ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને પથ્થર અથવા પ્લાસ્ટિકના ટુકડાઓ ભરેલા ટાવરમાંથી ટપકાવવામાં આવે છે. આ ટુકડાઓ પર બેક્ટેરિયાની એક જૈવિક ફિલ્મ (Biofilm) બને છે જે પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
- **જૈવિક તળાવો (Oxidation Ponds/Lagoons):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને છીછરા તળાવોમાં રાખવામાં આવે છે, જ્યાં સૂર્યપ્રકાશ, શેવાળ, અને બેક્ટેરિયા સંયુક્ત રીતે કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.

આમ, અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના વિવિધ સિદ્ધાંતો ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓ પર આધારિત છે. આ સિદ્ધાંતોનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને અસરકારક રીતે દૂર કરી શકાય છે અને તેને

પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવી શકાય છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યના રક્ષણ માટે જરૂરી છે.

16.6 અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના વિવિધ સ્તરો (પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, તૃતીયક):

અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર એ એક બહુ-તબક્કાની પ્રક્રિયા છે જે પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને ક્રમશઃ દૂર કરે છે. આ પ્રક્રિયાને સામાન્ય રીતે ત્રણ સ્તરોમાં વહેંચવામાં આવે છે: પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, અને તૃતીયક. દરેક સ્તરમાં વિશિષ્ટ પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે જે ચોક્કસ પ્રકારના પ્રદૂષકોને નિશાન બનાવે છે.

1. પ્રાથમિક ઉપચાર (Primary Treatment):

પ્રાથમિક ઉપચાર એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચારનો પ્રથમ તબક્કો છે, જેનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય તરતા અને ડૂબી શકે તેવા ઘન પદાર્થોને ભૌતિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા દૂર કરવાનો છે. આ સ્તરમાં નીચેની પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે:

- **ગાળણ (Screening):** આ પ્રક્રિયામાં પાણીને બાર સ્ક્રીન (Bar Screen) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે મોટા કદના ઘન પદાર્થો જેવા કે લાકડાના ટુકડા, પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ, અને કપડાંને અટકાવે છે. ઝીણી ગરણીઓ રેતી અને કાંકરા જેવા નાના કણોને દૂર કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ગટરના પાણીને સૌપ્રથમ બાર સ્ક્રીનમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જે પ્લાસ્ટિકની બોટલો, ડાયપર, અને અન્ય કચરાને અટકાવે છે.
- **ગ્રિટ ચેમ્બર (Grit Chamber):** આ ટાંકીમાં પાણીનો પ્રવાહ ધીમો કરવામાં આવે છે, જેનાથી રેતી, કાંકરી, અને અન્ય ભારે અકાર્બનિક ઘન પદાર્થો ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે તળિયે બેસી જાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** રસ્તા પરથી ધોવાઈને આવતા વરસાદી પાણીમાં રહેલી રેતી અને માટીને ગ્રિટ ચેમ્બરમાં દૂર કરવામાં આવે છે.
- **પ્રાથમિક સેડિમેન્ટેશન ટાંકી (Primary Sedimentation Tank):** આ ટાંકીમાં પાણીને 2-3 કલાક સુધી સ્થિર રાખવામાં આવે છે, જેનાથી મળ-મૂત્ર, ખાદ્ય પદાર્થોના કણો, અને અન્ય ભારે કાર્બનિક ઘન પદાર્થો ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે, જેને પ્રાથમિક કાદવ (Primary Sludge) કહેવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** ઘરગથ્થુ ગટરના પાણીમાં રહેલા માનવમળને પ્રાથમિક સેડિમેન્ટેશન ટાંકીમાં દૂર કરવામાં આવે છે.
- **પ્લવન (Floation):** આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ ક્યારેક તેલ અને ગ્રીસ જેવા હળવા ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા માટે થાય છે.

પ્રાથમિક ઉપચાર દ્વારા આશરે 50-70% તરતા ઘન પદાર્થો અને 25-40% BOD (જૈવ રાસાયણિક ઓક્સિજન માંગ) દૂર કરી શકાય છે.

2. દ્વિતીયક ઉપચાર (Secondary Treatment):

દ્વિતીયક ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પાણીમાં રહેલા દ્રાવ્ય અને કલીલ (Colloidal) કાર્બનિક પદાર્થોને જૈવિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા દૂર કરવાનો છે. આ સ્તરમાં સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જે કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે. દ્વિતીયક ઉપચારમાં નીચેની પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે:

- **એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને વાતન ટાંકી (Aeration Tank) માં હવા પૂરી પાડવામાં આવે છે, જેનાથી એરોબિક બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને વૃદ્ધિ પામે છે. ત્યારબાદ, પાણીને દ્વિતીયક સેડિમેન્ટેશન ટાંકી (Secondary

Sedimentation Tank) માં લઈ જવામાં આવે છે, જ્યાં બેક્ટેરિયાના સમૂહ (જેને એક્ટિવેટેડ સ્લજ કહેવામાં આવે છે) તળિયે બેસી જાય છે. આ સ્લજનો અમુક ભાગ ફરીથી વાતન ટાંકીમાં પાછો મોકલવામાં આવે છે અને બાકીના ભાગને આગળના ઉપચાર માટે લઈ જવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** મોટાભાગના શહેરોમાં ગટરના પાણીના ઉપચાર માટે એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે.
- **ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને પથ્થર અથવા પ્લાસ્ટિકના ટુકડાઓ ભરેલા ટાવરમાંથી ટપકાવવામાં આવે છે. આ ટુકડાઓ પર બેક્ટેરિયાની એક જૈવિક ફિલ્મ (Biofilm) બને છે જે પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** નાના નગરો અને ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર માટે ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરનો ઉપયોગ થાય છે.
- **જૈવિક તળાવો (Oxidation Ponds/Lagoons):** આ પ્રક્રિયામાં, પાણીને છીછરા તળાવોમાં રાખવામાં આવે છે, જ્યાં સૂર્યપ્રકાશ, શેવાળ, અને બેક્ટેરિયા સંયુક્ત રીતે કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
 - **ઉદાહરણ:** નાના સમુદાયો અને ઉદ્યોગોમાં અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર માટે જૈવિક તળાવોનો ઉપયોગ થાય છે.

દ્વિતીયક ઉપચાર દ્વારા આશરે 85-95% BOD અને ઘન પદાર્થો દૂર કરી શકાય છે.

3. તૃતીયક ઉપચાર (Tertiary Treatment):

તૃતીયક ઉપચાર એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચારનો અંતિમ તબક્કો છે, જેનો ઉદ્દેશ્ય દ્વિતીયક ઉપચાર બાદ પણ પાણીમાં રહી ગયેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરવાનો છે. આ સ્તરમાં ઉન્નત પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે જે પાણીની ગુણવત્તામાં વધુ સુધારો કરે છે અને તેને વિશિષ્ટ પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે. તૃતીયક ઉપચારમાં નીચેની પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થઈ શકે છે:

- **ગાળણ (Filtration):** રેતી, કાંકરી, અથવા સક્રિય કાર્બન જેવા માધ્યમો દ્વારા ગાળણ કરીને પાણીમાં રહેલા ઝીણા ઘન કણો અને સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** પીવાના પાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, પાણીને રેતીના ફિલ્ટરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જેથી તેમાંથી ઝીણા કણો અને સૂક્ષ્મજીવો દૂર થાય.
- **જીવાણુ નાશક્રિયા (Disinfection):** ક્લોરિન, ઓઝોન, અથવા અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) કિરણો દ્વારા પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરવામાં આવે છે.
 - **ઉદાહરણ:** સ્વિમિંગ પુલના પાણીને જીવાણુમુક્ત કરવા માટે ક્લોરિનનો ઉપયોગ થાય છે.
- **પોષક તત્ત્વો દૂર કરવા (Nutrient Removal):** જૈવિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પાણીમાંથી નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વોને દૂર કરવામાં આવે છે, જેનાથી જળાશયોમાં શેવાળના ફૂલ (Algal Bloom) થતા અટકાવી શકાય છે.
 - **ઉદાહરણ:** જો ઉપચાર કરેલા પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ માટે થવાનો હોય, તો તેમાંથી નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ દૂર કરવામાં આવે છે જેથી જળાશયોમાં શેવાળનો અતિશય વિકાસ ન થાય.
- **અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (Advanced Oxidation Processes - AOPs):** આ પ્રક્રિયાઓ ઓઝોન, હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડ, અને UV કિરણોના સંયોજનનો ઉપયોગ કરીને પાણીમાં રહેલા જટિલ કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું વિઘટન કરે છે.

- **મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન (Membrane Filtration):** માઇક્રોફિલ્ટરેશન, અલ્ટ્રાફિલ્ટરેશન, નેનોફિલ્ટરેશન, અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ જેવી મેમ્બ્રેન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પાણીમાંથી ઘન કણો, સૂક્ષ્મજીવો, ક્ષાર, અને અન્ય પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં આવે છે.

- **ઉદાહરણ:** સિંગાપોરમાં, ગટરના પાણીને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ દ્વારા શુદ્ધ કરીને "NEWater" નામનું ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળું પુનઃપ્રાપ્ત પાણી મેળવવામાં આવે છે, જેનો ઉપયોગ ઉદ્યોગો અને પીવાના પાણીના પુરવઠામાં થાય છે.

તૃતીયક ઉપચાર દ્વારા પાણીને ખૂબ જ ઉચ્ચ ગુણવત્તા સુધી શુદ્ધ કરી શકાય છે અને તેને વિવિધ હેતુઓ માટે પુનઃઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

આમ, અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના વિવિધ સ્તરો ક્રમશઃ પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે અને તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા અથવા પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા જળ સંસાધનોના સંરક્ષણ, પર્યાવરણના રક્ષણ, અને માનવ સ્વાસ્થ્યની જાળવણી માટે અત્યંત મહત્વપૂર્ણ છે.

16.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્વપૂર્ણ વિષયનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે અપશિષ્ટ જળ શું છે, તેના સ્ત્રોતો કયા છે, તેની લાક્ષણિકતાઓ શું છે, અને શા માટે તેનો ઉપચાર કરવો જરૂરી છે.

સૌ પ્રથમ, આપણે સમજ્યા કે અપશિષ્ટ જળ એ માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતું દૂષિત પાણી છે, જેમાં ઘરગથ્થુ, ઔદ્યોગિક, કૃષિ અને અન્ય સ્ત્રોતોમાંથી આવતા પ્રદૂષકો ભળેલા હોય છે. આ પ્રદૂષકો ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક સ્વરૂપમાં હોય છે, જે પાણીની ગુણવત્તાને નકારાત્મક રીતે અસર કરે છે.

ત્યારબાદ, આપણે અપશિષ્ટ જળના વિવિધ સ્ત્રોતો, જેવા કે ઘરો, ઉદ્યોગો, ખેતરો, અને શહેરી વિસ્તારોમાંથી આવતા વરસાદી પાણી વિશે જાણકારી મેળવી. આપણે જોયું કે દરેક સ્ત્રોતમાંથી આવતા અપશિષ્ટ જળમાં વિશિષ્ટ પ્રકારના પ્રદૂષકો હોય છે, જે તેના ઉદ્ભવસ્થાન પર આધાર રાખે છે.

આગળ, આપણે અપશિષ્ટ જળની ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક લાક્ષણિકતાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે રંગ, ગંધ, ઘન પદાર્થો, pH, ઓગળેલો ઓક્સિજન, COD, BOD, પોષક તત્ત્વો, ભારે ધાતુઓ, અને સૂક્ષ્મજીવો પાણીની ગુણવત્તાને પ્રભાવિત કરે છે અને તેના ઉપયોગને મર્યાદિત કરે છે.

આપણે એ પણ સમજ્યા કે અપશિષ્ટ જળનો ઉપચાર શા માટે જરૂરી છે. ઉપચાર કર્યા વિના અપશિષ્ટ જળનો નિકાલ કરવાથી પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય પર ગંભીર અસરો થઈ શકે છે, જેમાં જળ અને જમીન પ્રદૂષણ, પાણીજન્ય રોગોનો ફેલાવો, અને જળચર જીવોને નુકસાન શામેલ છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર આ પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે, જળ સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરે છે, અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરે છે.

પછી, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મૂળભૂત સિદ્ધાંતોનો અભ્યાસ કર્યો, જેમાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓ શામેલ છે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે ગાળણ, સેડિમેન્ટેશન, પ્લવન, ન્યુટ્રલાઇઝેશન, કોએગ્યુલેશન, અવક્ષેપન, ઓક્સિડેશન, શોષણ, એરોબિક અને એનએરોબિક ઉપચાર જેવી પ્રક્રિયાઓ પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે.

છેલ્લે, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના વિવિધ સ્તરો - પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક - વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરી. આપણે જોયું કે કેવી રીતે દરેક સ્તર વિશિષ્ટ પ્રક્રિયાઓ દ્વારા ચોક્કસ પ્રકારના પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે. પ્રાથમિક ઉપચાર ઘન પદાર્થોને દૂર કરે છે, દ્વિતીયક ઉપચાર કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે, અને તૃતીયક ઉપચાર પાણીની ગુણવત્તામાં વધુ સુધારો કરે છે અને તેને પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે. આપણે વિવિધ

સ્તરોમાં ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રક્રિયાઓના ઉદાહરણો પણ જોયા, જેમ કે બાર સ્કીન, ગ્રિટ ચેમ્બર, સેડિમેન્ટેશન ટાંકી, એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયા, ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર, ગાળણ, જીવાણુ નાશકક્રિયા, અને પોષક તત્ત્વોને દૂર કરવા. આ પ્રકરણના અભ્યાસ દ્વારા, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્ત્વ, તેના સિદ્ધાંતો, અને વિવિધ સ્તરો વિશે ઊંડી સમજણ મેળવી છે. આ જ્ઞાન આપણને પાણીના સંસાધનોના મહત્ત્વને સમજવામાં અને તેના સંરક્ષણ માટે યોગ્ય પગલાં લેવામાં મદદ કરશે. આપણે શીખ્યા કે કેવી રીતે પાણીનો બગાડ ઘટાડીને, પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરીને, અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચારને પ્રોત્સાહન આપીને આપણે સ્વસ્થ ગ્રહ અને સુરક્ષિત ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

16.8 પ્રોજેક્ટ વર્ક:

પ્રોજેક્ટનું નામ: આપણા વિસ્તારમાં અપશિષ્ટ જળ વ્યવસ્થાપન: એક અભ્યાસ

પ્રોજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય:

- આપણા વિસ્તારમાં અપશિષ્ટ જળ વ્યવસ્થાપનની વર્તમાન સ્થિતિનો અભ્યાસ કરવો.
- અપશિષ્ટ જળના સ્ત્રોતો, ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ, અને નિકાલની પદ્ધતિઓ વિશે માહિતી એકત્રિત કરવી.
- અપશિષ્ટ જળ વ્યવસ્થાપનમાં રહેલી ખામીઓ અને સુધારા માટેની સંભાવનાઓનું વિશ્લેષણ કરવું.
- પાણીના સંરક્ષણ અને પુનઃઉપયોગ અંગે જાગૃતિ ફેલાવવી.

પ્રોજેક્ટની રૂપરેખા:

1. **પ્રસ્તાવના:**

- અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્ત્વ વિશે ટૂંકમાં સમજાવો.
- પ્રોજેક્ટના ઉદ્દેશ્યો અને કાર્યપદ્ધતિનો પરિચય આપો.

2. **અપશિષ્ટ જળના સ્ત્રોતો:**

- તમારા વિસ્તારમાં અપશિષ્ટ જળના મુખ્ય સ્ત્રોતો(ઘરગથ્થુ, ઔદ્યોગિક, કૃષિ, વગેરે)નું વર્ણન કરો.
- દરેક સ્ત્રોતમાંથી ઉત્પન્ન થતા અપશિષ્ટ જળના અંદાજિત પ્રમાણ અને લાક્ષણિકતાઓ વિશે માહિતી આપો.

3. **અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ:**

- તમારા વિસ્તારમાં અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર માટે કઈ પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે તેનું વર્ણન કરો.
- શું આ પ્રક્રિયાઓ પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, કે તૃતીયક સ્તરની છે તે સ્પષ્ટ કરો.
- સ્થાનિક અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટ (જો હોય તો) ની મુલાકાત લો અને તેની કાર્યપદ્ધતિ વિશે માહિતી એકત્રિત કરો.
- પ્લાન્ટની ક્ષમતા, કાર્યક્ષમતા, અને ઉપયોગમાં લેવાતી ટેકનોલોજી વિશે નોંધ લો.

4. **અપશિષ્ટ જળનો નિકાલ:**

- ઉપચાર કરેલા અને બિનઉપચારિત અપશિષ્ટ જળનો નિકાલ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે તેનું વર્ણન કરો.
- શું ઉપચાર કરેલા પાણીનો પુનઃઉપયોગ થાય છે? જો હા, તો કયા હેતુઓ માટે?
- અપશિષ્ટ જળના નિકાલથી પર્યાવરણ પર થતી અસરોનું મૂલ્યાંકન કરો.

5. **સમસ્યાઓ અને સુધારા માટેના સૂચનો:**

- તમારા વિસ્તારમાં અપશિષ્ટ જળ વ્યવસ્થાપનમાં રહેલી ખામીઓ અને પડકારોનું વિશ્લેષણ કરો.
- અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર અને નિકાલની પ્રક્રિયામાં સુધારો કરવા માટેના સૂચનો આપો.
- પાણીના બગાડને ઘટાડવા અને પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવા માટેના ઉપાયો સૂચવો.

6. **નિષ્કર્ષ:**

- તમારા અભ્યાસના મુખ્ય તારણોનો સારાંશ આપો.
- અપશિષ્ટ જળ વ્યવસ્થાપનના મહત્વ પર ભાર મૂકો અને ભવિષ્ય માટે ભલામણો કરો.

માહિતી એકત્રિત કરવા માટેની પદ્ધતિઓ:

- સ્થાનિક સરકારી કચેરીઓ, નગરપાલિકા, અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટના અધિકારીઓ સાથે મુલાકાત અને મુલાકાત.
- સર્વેક્ષણો અને પ્રશ્નાવલીઓ દ્વારા સ્થાનિક રહેવાસીઓ પાસેથી માહિતી મેળવવી.
- સંબંધિત અહેવાલો, દસ્તાવેજો, અને વેબસાઇટ્સનો અભ્યાસ કરવો.
- ફોટોગ્રાફ્સ અને વિડિઓઝ દ્વારા દસ્તાવેજીકરણ કરવું.

પ્રોજેક્ટ રિપોર્ટ:

- પ્રોજેક્ટ રિપોર્ટ સ્પષ્ટ, સંક્ષિપ્ત અને માહિતીપ્રદ હોવો જોઈએ.
- રિપોર્ટમાં એકત્રિત કરેલી માહિતી, ચિત્રો, આલેખ, અને કોષ્ટકોનો સમાવેશ કરો.
- તમારા તારણો અને ભલામણોને તાર્કિક રીતે રજૂ કરો.

16.9 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) - જવાબ સાથે:

1. અપશિષ્ટ જળ ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
(a) પાણીનો સ્વાદ સુધારવો
(b) પાણીમાંથી પ્રદૂષકો દૂર કરવા
(c) પાણીનો રંગ બદલવો
(d) પાણીનું તાપમાન ઘટાડવું
2. નીચેનામાંથી કયો અપશિષ્ટ જળનો સ્ત્રોત નથી?
(a) ઘરગથ્થુ
(b) ઔદ્યોગિક
(c) વરસાદી પાણી
(d) સ્વચ્છ ઝરણાં
3. પ્રાથમિક ઉપચારમાં નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયાનો સમાવેશ થતો નથી?
(a) ગાળણ
(b) સેડિમેન્ટેશન
(c) વાતન (Aeration)
(d) ટ્રિટ દૂર કરવું

4. BOD નું પૂર્ણ સ્વરૂપ શું છે?
 - (a) બાયોલોજીકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
 - (b) બાયોકેમિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
 - (c) બેક્ટેરિયલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
 - (d) બેઝિક ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
5. દ્વિતીયક ઉપચારમાં કયા પ્રકારના સૂક્ષ્મજીવો મહત્વનો ભાગ ભજવે છે?
 - (a) વાયરસ
 - (b) બેક્ટેરિયા
 - (c) ફૂગ
 - (d) શેવાળ
6. એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયામાં કયા પ્રકારના બેક્ટેરિયાનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) એરોબિક
 - (b) એનએરોબિક
 - (c) ફંગલ
 - (d) વાયરલ
7. પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરવા માટે કઈ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ થાય છે?
 - (a) ગાળણ
 - (b) સેડિમેન્ટેશન
 - (c) જીવાણુ નાશક્રિયા
 - (d) વાતન
8. નીચેનામાંથી કયું રસાયણ પાણીમાં ગંઠન (Coagulation) માટે વપરાય છે?
 - (a) ક્લોરિન
 - (b) ઓઝોન
 - (c) એલમ (Alum)
 - (d) ચૂનો
9. તૃતીયક ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - (a) ઘન પદાર્થો દૂર કરવા.
 - (b) કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરવું.
 - (c) પાણીની ગુણવત્તામાં વધુ સુધારો કરવો.
 - (d) પાણીનો રંગ દૂર કરવો.
10. NEWater કયા દેશમાં પુનઃપ્રાપ્ત પાણીનું ઉદાહરણ છે?
 - (a) ભારત
 - (b) ચીન
 - (c) સિંગાપોર
 - (d) અમેરિકા

જવાબો: 1-b, 2-d, 3-c, 4-b, 5-b, 6-a, 7-c, 8-c, 9-c, 10-c

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. અપશિષ્ટ જળ એટલે શું?
2. અપશિષ્ટ જળના ચાર મુખ્ય સ્ત્રોતો જણાવો.
3. BOD અને COD વચ્ચે શું તફાવત છે?
4. પ્રાથમિક ઉપચારમાં કઈ કઈ પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે?
5. દ્વિતીયક ઉપચારમાં એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયા કેવી રીતે કામ કરે છે?
6. ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
7. પાણીમાં જીવાણુ નાશક્રિયા શા માટે જરૂરી છે?
8. તૃતીયક ઉપચારમાં કઈ કઈ પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થઈ શકે છે?
9. અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના કોઈપણ બે ફાયદા જણાવો.
10. ગાળણ અને સેડિમેન્ટેશન વચ્ચે શું તફાવત છે?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્ત્વ વિશે વિગતવાર સમજાવો. તેના પર્યાવરણીય, સામાજિક અને આર્થિક ફાયદાઓ ઉદાહરણ સાથે ચર્ચો.
2. અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક સિદ્ધાંતો ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.
3. અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક સ્તરોનું વર્ણન કરો. દરેક સ્તરમાં ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રક્રિયાઓ ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.
4. એક્ટિવેટેડ સ્લજ પ્રક્રિયા અને ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર પ્રક્રિયાની તુલના કરો. બંને પ્રક્રિયાઓના ફાયદા અને ગેરફાયદા જણાવો.
5. તમારા વિસ્તારમાં અપશિષ્ટ જળ ઉપચારની સ્થિતિનું મૂલ્યાંકન કરો. સુધારા માટે શું પગલાં લઈ શકાય તે સૂચવો. પાણીના સંરક્ષણ અને પુનઃઉપયોગ માટે તમે વ્યક્તિગત રીતે શું કરી શકો તે પણ જણાવો.

*** **

- 17.1 પ્રસ્તાવના
- 17.2 ગંદાપાણીના ઉપચારમાં સ્કીનીંગ
- 17.3 ગ્રિટ ચેમ્બર
- 17.4 અવસાદન
- 17.5 સ્ક્રિમિંગ
- 17.6 પ્રાથમિક ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો
- 17.7 સારાંશ
- 17.8 પ્રોજેક્ટ વર્ક
- 17.9 સ્વાધ્યાય

17.1 પ્રસ્તાવના:

આપણા ઘરો, ઉદ્યોગો અને કૃષિ પ્રવૃત્તિઓમાંથી ઉત્પન્ન થતાં ગંદાપાણીમાં કચરો, રસાયણો અને સૂક્ષ્મ જીવાણુઓનું મિશ્રણ હોય છે જે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ખતરો ઊભો કરે છે. જો આ ગંદાપાણીનો યોગ્ય રીતે ઉપચાર કરવામાં ન આવે તો, તે જળસ્રોતોને પ્રદૂષિત કરી શકે છે, જળચર જીવનને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે, અને મનુષ્યોમાં રોગો ફેલાવી શકે છે.

આ સમસ્યાના નિવારણ માટે, ગંદાપાણીને ગટર વ્યવસ્થામાં છોડતા પહેલાં તેનો ઉપચાર કરવો આવશ્યક છે. ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયામાં ઘણા તબક્કાઓનો સમાવેશ થાય છે, જેમાંથી પ્રાથમિક સારવાર એ પહેલો અને સૌથી મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે.

પ્રાથમિક સારવારનો ઉદ્દેશ્ય ગંદાપાણીમાંથી મોટા કદના ઘન પદાર્થો, કાંકરા, રેતી અને ચીકણો પદાર્થોને દૂર કરવાનો છે. આ પ્રક્રિયા ભૌતિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવે છે, જેમ કે સ્ક્રીનીંગ, ગ્રિટ ચેમ્બર, અવસાધન અને સ્કિમિંગ.

સ્ક્રીનીંગ: આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને ધાતુની જાળીઓમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જે મોટા કદના ઘન પદાર્થો, જેમ કે ડાળીઓ, પાંદડા અને પ્લાસ્ટિકને પકડી લે છે.

ગ્રિટ ચેમ્બર: આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો કરવામાં આવે છે જેથી રેતી અને કાંકરા જેવા ભારે ઘન પદાર્થો નીચે બેસી જાય અને તેને દૂર કરી શકાય.

અવસાધન: આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને મોટા ટાંકામાં લાંબા સમય સુધી રહેવા દેવામાં આવે છે. આ દરમિયાન, ગંદાપાણીમાં રહેલા હલકા ઘન પદાર્થો, જેને "કાદવ" કહેવામાં આવે છે, તે તળિયે બેસી જાય છે અને તેને દૂર કરી શકાય છે.

સ્કિમિંગ: આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીની સપાટી પર તરતા ચીકણો પદાર્થો, જેમ કે તેલ અને ચરબીને દૂર કરવામાં આવે છે.

પ્રાથમિક સારવાર એ ગંદાપાણીના ઉપચારનો મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે કારણ કે તે ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના ઘન પદાર્થોને દૂર કરે છે, જે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને વધુ સરળ અને અસરકારક બનાવે છે.

આ પ્રકરણમાં, આપણે પ્રાથમિક સારવારની દરેક પ્રક્રિયાઓ, તેના ઉદ્દેશ્યો અને ગંદાપાણીના ઉપચારમાં તેના મહત્વને વિગતવાર સમજીશું.

17.2 ગંદાપાણીના ઉપચારમાં સ્ક્રીનીંગ:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં સ્ક્રીનીંગ એ પ્રથમ અને ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે. આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીમાંથી મોટા કદના ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે, જે પાછળથી ઉપચાર પ્રક્રિયાઓમાં મુશ્કેલી ઊભી કરી શકે છે, જેમ કે પાઇપોને ચોંટી જવા, પંપને નુકસાન પહોંચાડવા અને અન્ય પ્રક્રિયાઓમાં અવરોધ ઊભો કરવા. સ્ક્રીનીંગમાં, ગંદાપાણીને ધાતુની જાળીઓ (સ્ક્રિન્સ) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે. આ જાળીઓ વિવિધ કદના છિદ્રો ધરાવે છે, જેનો આધાર દૂર કરવાના પદાર્થોના કદ પર આધાર રાખે છે.

સ્ક્રીનીંગના પ્રકાર:

સ્ક્રીનીંગને મુખ્યત્વે બે પ્રકારમાં વહેંચી શકાય છે:

1. **મોટા છિદ્રોવાળી સ્ક્રીન (Coarse Screens):** આ પ્રકારની સ્ક્રીનમાં 25 મિલીમીટરથી 150 મિલીમીટર સુધીના છિદ્રો હોય છે. તેનો ઉપયોગ ડાળીઓ, પાંદડા, પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ, કાપડના ટુકડા, અને અન્ય મોટા કદના કચરાને દૂર કરવા માટે થાય છે. આ સ્ક્રીનો સામાન્ય રીતે 45 થી 60 ડિગ્રીના ઢાળ પર મૂકવામાં આવે છે જેથી કચરો ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા નીચે ખસી શકે અને તેને સરળતાથી દૂર કરી શકાય. મોટા છિદ્રોવાળી સ્ક્રીનોને ઘણીવાર "ટ્રેશ રેક્સ" (Trash Racks) તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.
2. **નાના છિદ્રોવાળી સ્ક્રીન (Fine Screens):** આ પ્રકારની સ્ક્રીનમાં 0.5 મિલીમીટરથી 25 મિલીમીટર સુધીના છિદ્રો હોય છે. તેનો ઉપયોગ રેસા, વાળ, ખાધ પદાર્થોના ટુકડા અને અન્ય નાના કદના ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા માટે થાય છે. નાના છિદ્રોવાળી સ્ક્રીનો સામાન્ય રીતે ઉભી ગોઠવવામાં આવે છે અને તેમાં સ્વચાલિત સફાઈ પદ્ધતિનો સમાવેશ થાય છે. આ સફાઈ પદ્ધતિમાં ફરતા બ્રશ, પાણીના સ્પ્રે અથવા હવાના પ્રવાહનો ઉપયોગ કરીને સ્ક્રીન પર અટવાયેલા કચરાને દૂર કરવામાં આવે છે.

સ્ક્રીનીંગ પ્રક્રિયા:

ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, ગંદાપાણી સૌ પ્રથમ સ્ક્રીનીંગ ચેમ્બરમાં પ્રવેશે છે. આ ચેમ્બરમાં ધાતુની જાળીઓ (સ્ક્રિન્સ) ઉભી અથવા ઢાળવાળી સ્થિતિમાં ગોઠવવામાં આવે છે. ગંદાપાણી જાળીઓમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે મોટા કદના ઘન પદાર્થો જાળીઓ પર અટકી જાય છે, જ્યારે પ્રવાહી ભાગ છિદ્રોમાંથી પસાર થઈને આગળ વધે છે.

અટકી ગયેલા ઘન પદાર્થોને નિયમિત રીતે જાળીઓ પરથી દૂર કરવામાં આવે છે. આ કાર્ય હાથ વડે અથવા સ્વચાલિત મિકેનિઝમ દ્વારા કરી શકાય છે.

- **હાથ વડે સફાઈ:** આ પદ્ધતિ નાના પ્લાન્ટમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે જ્યાં કચરાનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે. કામદારો બ્રશ, રેક અથવા અન્ય સાધનોનો ઉપયોગ કરીને જાળીઓ પર અટવાયેલા કચરાને દૂર કરે છે. આ પદ્ધતિ શ્રમ-સઘન અને ઓછી કાર્યક્ષમ છે.
- **સ્વચાલિત સફાઈ:** મોટા પ્લાન્ટમાં સ્વચાલિત સફાઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે. આ પદ્ધતિમાં યાંત્રિક બ્રશ, રેક, પાણીના સ્પ્રે અથવા હવાના પ્રવાહનો ઉપયોગ થાય છે જે આપમેળે જાળીઓ પર ફરીને કચરાને એકત્ર કરે છે. આ પદ્ધતિ વધુ કાર્યક્ષમ અને ઓછી શ્રમ-સઘન છે.

એકત્ર કરેલા કચરાને પછી કન્ટેનરમાં ભેગો કરવામાં આવે છે અને તેને નિકાલ માટે લેન્ડફિલ સાઇટ પર મોકલવામાં આવે છે. કેટલીકવાર, આ કચરાને બાળી નાખવામાં આવે છે અથવા ખાતર બનાવવા માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ:

ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં દરરોજ 10,000 ઘન મીટર ગંદાપાણીનો ઉપચાર કરવામાં આવે છે. આ ગંદાપાણીમાં ડાળીઓ, પાંદડા, પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ, કાપડના ટુકડા, રેસા, વાળ, ખાધ પદાર્થોના ટુકડા, ગ્રીસ, અને રેતી જેવા વિવિધ કદના અને પ્રકારના ઘન પદાર્થો હોય છે.

આ પ્લાન્ટમાં, સૌ પ્રથમ ગંદાપાણીને **મોટા છિદ્રોવાળી સ્ક્રીન (Coarse Screens)** માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જેમાં 50 મિલીમીટરના છિદ્રો હોય છે. આ સ્ક્રીન ડાળીઓ, પાંદડા, પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ અને કાપડના ટુકડા જેવા મોટા કદના કચરાને દૂર કરે છે. આ સ્ક્રીન 60 ડિગ્રીના ઢાળ પર ગોઠવવામાં આવે છે અને તેમાં સ્વચાલિત યાંત્રિક રેક હોય છે જે કચરાને એકત્ર કરીને કન્વેયર બેલ્ટ પર મૂકે છે.

ત્યારબાદ, ગંદાપાણીને **નાના છિદ્રોવાળી સ્ક્રીન (Fine Screens)** માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જેમાં 5 મિલીમીટરના છિદ્રો હોય છે. આ સ્ક્રીન રેસા, વાળ અને ખાધ પદાર્થોના ટુકડા જેવા નાના કદના ઘન પદાર્થોને દૂર કરે છે. આ સ્ક્રીન ઉભી ગોઠવવામાં આવે છે અને તેમાં ફરતા બ્રશ અને પાણીના સ્પ્રે હોય છે જે સ્ક્રીનને સતત સાફ રાખે છે.

આમ, સ્ક્રીનીંગ પ્રક્રિયા દ્વારા, ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના ઘન પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે, જે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને વધુ સરળ અને અસરકારક બનાવે છે.

સ્ક્રીનીંગના ફાયદા:

- **ઉપકરણોનું રક્ષણ:** ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના અન્ય ઉપકરણો, જેમ કે પંપ, પાઇપો, વાલ્વ અને અન્ય મશીનરીને નુકસાન થતું અટકાવે છે. મોટા ઘન પદાર્થો આ ઉપકરણોને જામ કરી શકે છે, તેને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે અથવા તેની કાર્યક્ષમતા ઘટાડી શકે છે.
- **કાર્યક્ષમતામાં સુધારો:** ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે. ઘન પદાર્થોને દૂર કરવાથી આગળની પ્રક્રિયાઓ, જેમ કે સેડિમેન્ટેશન (sedimentation), બાયોલોજીકલ ટ્રીટમેન્ટ (biological treatment) અને ડિસઇન્ફેક્શન (disinfection) વધુ સારી રીતે કામ કરે છે.
- **જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે:** ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે. ઉપકરણોને નુકસાન થતું અટકાવીને અને તેને સરળતાથી કાર્ય કરવા દેવાથી, સમારકામ અને બદલવાની જરૂરિયાત ઓછી થાય છે.
- **પર્યાવરણીય સુરક્ષા:** પર્યાવરણને પ્રદૂષિત થતું અટકાવે છે. ઘન પદાર્થોને દૂર કરવાથી પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો થાય છે અને જળચર જીવન અને માનવ સ્વાસ્થ્ય પર પ્રદૂષણની નકારાત્મક અસરો ઓછી થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

સ્ક્રીનીંગ એ ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાનો એક અત્યંત મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. તે ગંદાપાણીમાંથી મોટા કદના ઘન પદાર્થોને દૂર કરીને ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના અન્ય ઉપકરણોને નુકસાન થતું અટકાવે છે, ઉપચાર પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે, જાળવણી ખર્ચ ઘટાડે છે અને પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવામાં મદદ કરે છે. આમ, સ્ક્રીનીંગ એ પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા, જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવામાં અને ટકાઉ વિકાસને પ્રોત્સાહન આપવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

17.3 ગ્રિટ ચેમ્બર:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં ગ્રિટ ચેમ્બર એ બીજો મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે, જે સ્ક્રીનીંગ પછી આવે છે. આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીમાંથી રેતી, કાંકરા, કાંકરી, સિન્ડર, ઈંડાના કોચલા, હાડકાના ટુકડા અને અન્ય ભારે અકાર્બનિક ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે, જેને "ગ્રિટ" કહેવામાં આવે છે. ગ્રિટને દૂર કરવું જરૂરી છે કારણ કે તે પાઇપોમાં જમા થઈ શકે છે, પંપ અને અન્ય ઉપકરણોને ઘસારો પહોંચાડી શકે છે, પાઇપોમાં અવરોધ ઉભો કરી શકે છે અને ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓમાં મુશ્કેલી ઊભી કરી શકે છે.

ગ્રિટ ચેમ્બરનો સિદ્ધાંત:

ગ્રિટ ચેમ્બરનો મુખ્ય સિદ્ધાંત એ છે કે ગુરુત્વાકર્ષણના કારણે ભારે ઘન પદાર્થો પાણી કરતાં વધુ ઝડપથી નીચે બેસી જાય છે. ગ્રિટ ચેમ્બર એ એક લાંબો ટાંકો (ચેમ્બર) છે જે ગંદાપાણીના પ્રવાહને ધીમો કરવા માટે બનાવવામાં આવે છે. જ્યારે ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો થાય છે (સામાન્ય રીતે 0.3 મીટર/સેકન્ડ આસપાસ), ત્યારે ગ્રિટના ભારે કણો ટાંકાના તળિયે બેસી જાય છે, જ્યારે હલકા કાર્બનિક પદાર્થો પ્રવાહ સાથે આગળ વધે છે. આ રીતે, ગ્રિટને પાણીથી અલગ કરવામાં આવે છે.

ગ્રિટ ચેમ્બરના પ્રકાર:

ગ્રિટ ચેમ્બરને મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકારમાં વહેંચી શકાય છે:

1. આડા પ્રવાહવાળા ગ્રિટ ચેમ્બર (Horizontal Flow Grit Chambers): આ પ્રકારના ગ્રિટ ચેમ્બરમાં, ગંદાપાણી ટાંકામાં આડા પ્રવાહમાં વહે છે. ટાંકાની લંબાઈ અને પહોળાઈ એવી રીતે ગોઠવવામાં આવે છે કે જેથી ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો થઈ જાય અને ગ્રિટ ટાંકાના તળિયે બેસી શકે. આ સૌથી સામાન્ય પ્રકારના ગ્રિટ ચેમ્બર છે. તેને ફરીથી બે પેટા પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે:
 - લંબચોરસ આડા પ્રવાહવાળા ગ્રિટ ચેમ્બર: આ ચેમ્બરનો આકાર લંબચોરસ હોય છે અને તેમાં પાણીનો પ્રવાહ સીધી રેખામાં હોય છે.
 - ચોરસ આડા પ્રવાહવાળા ગ્રિટ ચેમ્બર: આ ચેમ્બરનો આકાર ચોરસ હોય છે અને તેમાં પાણીનો પ્રવાહ સામાન્ય રીતે કેન્દ્રમાંથી પરિઘ તરફ હોય છે.
2. ઊભા પ્રવાહવાળા ગ્રિટ ચેમ્બર (Vertical Flow Grit Chambers): આ પ્રકારના ગ્રિટ ચેમ્બરમાં, ગંદાપાણી ટાંકામાં નીચેથી ઉપર તરફ વહે છે. ગ્રિટના ભારે કણો ટાંકાના તળિયે એકત્રિત થાય છે, જ્યારે પાણી ઉપરથી બહાર નીકળી જાય છે. આ પ્રકારના ચેમ્બર ઓછા સામાન્ય છે કારણ કે તેમાં ગ્રિટને દૂર કરવા માટે વધુ જટિલ યાંત્રિક ઉપકરણોની જરૂર પડે છે.
3. એરેટેડ ગ્રિટ ચેમ્બર (Aerated Grit Chambers): આ પ્રકારના ગ્રિટ ચેમ્બરમાં, ટાંકામાં હવા દાખલ કરવામાં આવે છે, જે પાણીમાં ગોળ ગોળ ફરતા પ્રવાહો (spiral flow) બનાવે છે. આ પ્રવાહો ગ્રિટને ટાંકાના તળિયે સ્થાયી થવામાં મદદ કરે છે અને કાર્બનિક પદાર્થોને પ્રવાહમાં તરતા રાખે છે. હવાઈ પ્રવાહ ગ્રિટના કણોને એકબીજા સાથે ઘસવામાં પણ મદદ કરે છે, જેનાથી તેમના પર ચોંટેલા કાર્બનિક પદાર્થો છૂટા પડી જાય છે. આ પ્રકારના ચેમ્બર વધુ કાર્યક્ષમ હોય છે અને ઓછા સમયમાં વધુ ગ્રિટ દૂર કરી શકે છે.

ગ્રિટ ચેમ્બરની પ્રક્રિયા:

ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, સ્ક્રીનીંગ દ્વારા મોટા કદના ઘન પદાર્થોને દૂર કર્યા પછી ગંદાપાણી ગ્રિટ ચેમ્બરમાં પ્રવેશે છે. ગ્રિટ ચેમ્બરમાં ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો થઈ જાય છે (સામાન્ય રીતે 0.15 થી 0.4 મીટર/સેકન્ડ, પરંતુ આદર્શ રીતે 0.3 મીટર/સેકન્ડ આસપાસ), જે ગ્રિટના ભારે કણોને ટાંકાના તળિયે બેસવા માટે પૂરતો સમય (સામાન્ય રીતે 1 થી 3 મિનિટ) આપે છે.

ટાંકાના તળિયે એકત્રિત થયેલા ગ્રિટને નિયમિત રીતે દૂર કરવામાં આવે છે. આ કાર્ય હાથ વડે અથવા સ્વચાલિત મિકેનિઝમ દ્વારા કરી શકાય છે.

- હાથ વડે સફાઈ: આ પદ્ધતિ નાના પ્લાન્ટમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે જ્યાં ગ્રિટનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે. કામદારો ગ્રિટને ટાંકાના તળિયેથી બહાર કાઢવા માટે પાવડા, રેક અથવા અન્ય સાધનોનો ઉપયોગ કરે છે. આ પદ્ધતિ શ્રમ-સઘન અને ઓછી કાર્યક્ષમ છે.
- સ્વચાલિત સફાઈ: મોટા પ્લાન્ટમાં સ્વચાલિત સફાઈ પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે. આ પદ્ધતિમાં સ્ક્રૂ કન્વેયર, ચેઇન અને ફ્લાઇટ કન્વેયર, બકેટ એલિવેટર, અથવા ક્લેમશોલ બકેટનો ઉપયોગ થાય છે જે આપમેળે ગ્રિટને ટાંકાના તળિયેથી એકત્રિત કરે છે અને તેને બહાર કાઢે છે. આ પદ્ધતિ વધુ કાર્યક્ષમ અને ઓછી શ્રમ-સઘન છે.

એકત્રિત થયેલા ગ્રિટને પછી ધોવામાં આવે છે (ગ્રિટ વોશરનો ઉપયોગ કરીને) જેથી તેમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને દૂર કરી શકાય. ધોયેલા ગ્રિટને પછી નિકાલ માટે લેન્ડફિલ સાઇટ પર મોકલવામાં આવે છે. કેટલીકવાર, આ ગ્રિટનો ઉપયોગ બાંધકામ સામગ્રી તરીકે પણ થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં દરરોજ 10,000 ઘન મીટર ગંદાપાણીનો ઉપચાર કરવામાં આવે છે. આ ગંદાપાણીમાં રેતી, કાંકરા અને કાંકરી જેવા ગ્રિટના ભારે કણો હોય છે.

આ પ્લાન્ટમાં, ગંદાપાણીને સૌ પ્રથમ સ્ક્રીનીંગ દ્વારા મોટા કદના ઘન પદાર્થોથી મુક્ત કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ, ગંદાપાણીને આડા પ્રવાહવાળા ગ્રિટ ચેમ્બરમાં મોકલવામાં આવે છે. આ ગ્રિટ ચેમ્બર 20 મીટર લાંબો, 5 મીટર પહોળો અને 3 મીટર ઊંડો છે.

ગંદાપાણી ગ્રિટ ચેમ્બરમાં 0.3 મીટર પ્રતિ સેકન્ડની ઝડપે પ્રવેશે છે. આ ઝડપે, ગ્રિટના ભારે કણો ટાંકાના તળિયે બેસવા માટે લગભગ 1 થી 3 મિનિટનો સમય લે છે.

ટાંકાના તળિયે એકત્રિત થયેલા ગ્રિટને દરરોજ સ્ક્રૂ કન્વેયર દ્વારા આપમેળે દૂર કરવામાં આવે છે. એકત્રિત થયેલા ગ્રિટને પછી ગ્રિટ વોશરમાં ધોવામાં આવે છે અને તેને નિકાલ માટે લેન્ડફિલ સાઇટ પર મોકલવામાં આવે છે.

આમ, ગ્રિટ ચેમ્બર દ્વારા, ગંદાપાણીમાંથી ગ્રિટના ભારે કણોને દૂર કરવામાં આવે છે, જે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને વધુ સરળ અને અસરકારક બનાવે છે.

ગ્રિટ ચેમ્બરના ફાયદા:

- ઉપકરણોનું રક્ષણ: ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના અન્ય ઉપકરણો, જેમ કે પંપ, પાઇપો, વાલ્વ, ડિફ્યુઝર અને અન્ય મશીનરીને ઘસારા અને નુકસાનથી બચાવે છે. ગ્રિટ આ ઉપકરણોને જામ કરી શકે છે, તેને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે અથવા તેની કાર્યક્ષમતા ઘટાડી શકે છે.
- કાર્યક્ષમતામાં સુધારો: ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે. ગ્રિટને દૂર કરવાથી આગળની પ્રક્રિયાઓ, જેમ કે સેડિમેન્ટેશન (sedimentation), બાયોલોજીકલ ટ્રીટમેન્ટ (biological treatment) અને ડિસિંફેક્શન (disinfection) વધુ સારી રીતે કામ કરે છે.
- જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે: ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે. ઉપકરણોને નુકસાન થતું અટકાવીને અને તેને સરળતાથી કાર્ય કરવા દેવાથી, સમારકામ અને બદલવાની જરૂરિયાત ઓછી થાય છે.
- ટાંકામાં નિક્ષેપ અટકાવે છે: ટાંકા અને પાઇપોમાં ગ્રિટ અને અન્ય ભારે પદાર્થોના નિક્ષેપને અટકાવે છે, જેનાથી ટાંકાની ક્ષમતા જળવાઈ રહે છે અને અવરોધ થવાની શક્યતા ઓછી થાય છે.

નિષ્કર્ષ:

ગ્રિટ ચેમ્બર એ ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાનો એક અત્યંત મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. તે ગંદાપાણીમાંથી રેતી, કાંકરા અને કાંકરી જેવા ભારે અકાર્બનિક ઘન પદાર્થોને દૂર કરીને ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના અન્ય ઉપકરણોને ઘસારા અને નુકસાનથી બચાવે છે, ઉપચાર પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે, જાળવણી ખર્ચ ઘટાડે છે અને ટાંકા અને પાઈપોમાં નિક્ષેપ અટકાવે છે. આમ, ગ્રિટ ચેમ્બર એ પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા, જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવામાં અને ટકાઉ વિકાસને પ્રોત્સાહન આપવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

17.4 અવસાદન (Sedimentation):

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં અવસાદન એ ત્રીજો મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે, જે ગ્રિટ ચેમ્બર પછી આવે છે. આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીમાંથી ઝીણા ઘન પદાર્થો, જેને અવલંબિત ઘન પદાર્થો (Suspended Solids) કહેવામાં આવે છે, તેને દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ ઘન પદાર્થોમાં માટી, કાંપ, કાર્બનિક પદાર્થો અને સુક્ષ્મજીવોનો સમાવેશ થઈ શકે છે. અવસાદનનો સિદ્ધાંત એ છે કે ગુરુત્વાકર્ષણના કારણે ઘન પદાર્થો પ્રવાહી કરતાં વધુ ઝડપથી નીચે બેસી જાય છે.

અવસાદન ટાંકી (Sedimentation Tank):

અવસાદન પ્રક્રિયા અવસાદન ટાંકીમાં કરવામાં આવે છે, જેને ક્લેરિફાયર (Clarifier) પણ કહેવામાં આવે છે. આ ટાંકીઓ સામાન્ય રીતે ગોળાકાર અથવા લંબચોરસ હોય છે અને તેમાં ધીમા પ્રવાહની સ્થિતિ જાળવવા માટે બનાવવામાં આવે છે. ગંદાપાણી ટાંકીમાં એક છેડેથી પ્રવેશે છે અને ધીમે ધીમે ટાંકીના બીજા છેડા તરફ વહે છે. આ ધીમા પ્રવાહ દરમિયાન, ઘન પદાર્થો ગુરુત્વાકર્ષણના કારણે ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે, જેને અવસાદ (Sludge) કહેવામાં આવે છે. સ્વચ્છ પાણી ટાંકીના ઉપરના ભાગમાંથી બહાર નીકળી જાય છે.

અવસાદન પ્રક્રિયા:

ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, ગ્રિટ ચેમ્બર બાદ ગંદાપાણી અવસાદન ટાંકીમાં પ્રવેશે છે. ટાંકીમાં ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ખૂબ ધીમો હોય છે, જે સામાન્ય રીતે 0.3 થી 0.6 મીટર પ્રતિ કલાકની ઝડપે હોય છે. આ ધીમા પ્રવાહ દરમિયાન, અવલંબિત ઘન પદાર્થો ટાંકીના તળિયે બેસવા માટે પૂરતો સમય મેળવે છે.

ટાંકીના તળિયે એકત્રિત થયેલા અવસાદને નિયમિત રીતે દૂર કરવામાં આવે છે. આ કાર્ય સ્લેજ કલેક્ટર (Sludge Collector) મિકેનિઝમ દ્વારા કરવામાં આવે છે. સ્લેજ કલેક્ટર ટાંકીના તળિયે ધીમે ધીમે ફરે છે અને અવસાદને એક જગ્યાએ એકત્રિત કરે છે, જ્યાંથી તેને પંપ દ્વારા બહાર કાઢવામાં આવે છે.

બહાર કાઢવામાં આવેલા અવસાદને પછી જાડું કરવામાં આવે છે અને આગળના ઉપચાર માટે મોકલવામાં આવે છે, જેમાં પાચન (Digestion) અને નિર્જલીકરણ (Dewatering)નો સમાવેશ થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં દરરોજ 10,000 ઘન મીટર ગંદાપાણીનો ઉપચાર કરવામાં આવે છે. આ ગંદાપાણીમાં માટી, કાંપ, કાર્બનિક પદાર્થો અને સુક્ષ્મજીવો જેવા અવલંબિત ઘન પદાર્થો હોય છે.

આ પ્લાન્ટમાં, ગંદાપાણીને સૌ પ્રથમ સ્ક્રીનીંગ અને ગ્રિટ ચેમ્બર દ્વારા મોટા કદના ઘન પદાર્થો અને ગ્રિટથી મુક્ત કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ, ગંદાપાણીને અવસાદન ટાંકીમાં મોકલવામાં આવે છે. આ અવસાદન ટાંકી ગોળાકાર છે અને તેનો વ્યાસ 20 મીટર અને ઊંડાઈ 4 મીટર છે.

ગંદાપાણી ટાંકીમાં 0.5 મીટર પ્રતિ કલાકની ઝડપે પ્રવેશે છે. આ ઝડપે, અવલંબિત ઘન પદાર્થો ટાંકીના તળિયે બેસવા માટે લગભગ 8 કલાકનો સમય લે છે.

ટાંકીના તળિયે એકત્રિત થયેલા અવસાદને સ્લેજ કલેક્ટર દ્વારા દરરોજ દૂર કરવામાં આવે છે. એકત્રિત થયેલા અવસાદને પછી જાડું કરવામાં આવે છે અને આગળના ઉપચાર માટે મોકલવામાં આવે છે.

આમ, અવસાદન પ્રક્રિયા દ્વારા, ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના અવલંબિત ઘન પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે, જે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને વધુ સરળ અને અસરકારક બનાવે છે.

અવસાદનના ફાયદા:

- ગંદાપાણીમાંથી અવલંબિત ઘન પદાર્થોને દૂર કરે છે, જેનાથી પાણીની સ્વચ્છતામાં સુધારો થાય છે.
- ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે.
- ગંદાપાણીમાં BOD (Biochemical Oxygen Demand) અને COD (Chemical Oxygen Demand)નું પ્રમાણ ઘટાડે છે.
- પાણીમાં પોષક તત્ત્વો, જેમ કે નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસનું પ્રમાણ ઘટાડે છે.

અવસાદનના પ્રકાર:

અવસાદનને મુખ્યત્વે બે પ્રકારમાં વહેંચી શકાય છે:

1. **પ્રાથમિક અવસાદન (Primary Sedimentation):** આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીના ઉપચારના પ્રારંભિક તબક્કામાં કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉદ્દેશ્ય કાચા ગંદાપાણીમાંથી અવલંબિત ઘન પદાર્થોને દૂર કરવાનો છે.
2. **દ્વિતીયક અવસાદન (Secondary Sedimentation):** આ પ્રક્રિયા જૈવિક ઉપચાર (Biological Treatment) પછી કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉદ્દેશ્ય જૈવિક પ્રક્રિયા દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા સુક્ષ્મજીવોના સમૂહ (Biomass)ને દૂર કરવાનો છે.

નિષ્કર્ષ:

અવસાદન એ ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. તે ગંદાપાણીમાંથી અવલંબિત ઘન પદાર્થોને દૂર કરીને પાણીની સ્વચ્છતામાં સુધારો કરે છે અને ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને વધુ સરળ અને અસરકારક બનાવે છે. આમ, અવસાદન એ પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા અને જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

17.5 સ્કિમિંગ:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં સ્કિમિંગ એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ ગંદાપાણીની સપાટી પર તરતા પદાર્થો, જેમ કે તેલ, ગ્રીસ, ચરબી, ફીણ અને અન્ય હલકા પદાર્થોને દૂર કરવા માટે થાય છે. આ પદાર્થોને FOG (Fats, Oils, and Grease) તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. સ્કિમિંગ સામાન્ય રીતે પ્રાથમિક ઉપચારના તબક્કામાં અવસાદન ટાંકીમાં કરવામાં આવે છે, પણ તેનો ઉપયોગ ગંદાપાણીના ઉપચારના અન્ય તબક્કાઓમાં પણ થઈ શકે છે.

સ્કિમિંગનો સિદ્ધાંત:

સ્કિમિંગનો મુખ્ય સિદ્ધાંત એ છે કે તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થો પાણી કરતાં હલકા હોય છે અને તેથી તે પાણીની સપાટી પર તરતા રહે છે. સ્કિમિંગ પ્રક્રિયામાં, આ તરતા પદાર્થોને પાણીની સપાટી પરથી ભૌતિક રીતે દૂર કરવામાં આવે છે.

સ્કિમિંગ પ્રક્રિયા:

સ્કિમિંગ પ્રક્રિયા સામાન્ય રીતે અવસાદન ટાંકીમાં કરવામાં આવે છે. અવસાદન ટાંકીમાં, ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો હોય છે, જે તરતા પદાર્થોને સપાટી પર એકઠા થવા દે છે. આ તરતા પદાર્થોને દૂર કરવા માટે વિવિધ પ્રકારના સ્કિમિંગ ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

સ્કિમિંગ ઉપકરણોના પ્રકાર:

સ્કિમિંગ ઉપકરણોને મુખ્યત્વે બે પ્રકારમાં વહેંચી શકાય છે:

1. **મેન્યુઅલ સ્કિમિંગ ઉપકરણો:** આ પ્રકારના ઉપકરણોમાં, કામદારો લાંબા હાથાવાળા સાધનો, જેમ કે સ્કિમર અથવા રેકનો ઉપયોગ કરીને તરતા પદાર્થોને પાણીની સપાટી પરથી હાથ વડે દૂર કરે છે. આ પદ્ધતિ નાના ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટ માટે યોગ્ય છે.
2. **મિકેનિકલ સ્કિમિંગ ઉપકરણો:** આ પ્રકારના ઉપકરણોમાં, તરતા પદાર્થોને આપમેળે દૂર કરવા માટે યાંત્રિક ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. મિકેનિકલ સ્કિમિંગ ઉપકરણોના કેટલાક ઉદાહરણો નીચે મુજબ છે:
 - **રોટરી સ્કિમર (Rotary Skimmer):** આ ઉપકરણમાં, એક ગોળાકાર ડ્રમ પાણીની સપાટી પર ફરે છે. તરતા પદાર્થો ડ્રમની સપાટી પર ચોંટી જાય છે અને તેને પછી એક સ્કેપર બ્લેડ દ્વારા ઉખાડીને એક કલેક્શન ટ્રાફમાં નાખવામાં આવે છે.
 - **બેલ્ટ સ્કિમર (Belt Skimmer):** આ ઉપકરણમાં, એક ફરતો બેલ્ટ પાણીની સપાટી પરથી પસાર થાય છે. તરતા પદાર્થો બેલ્ટની સપાટી પર ચોંટી જાય છે અને તેને પછી બેલ્ટની ઉપરના ભાગમાં સ્કેપર બ્લેડ દ્વારા ઉખાડીને એક કલેક્શન ટ્રાફમાં નાખવામાં આવે છે.
 - **ફ્લોટિંગ સ્કિમર (Floating Skimmer):** આ ઉપકરણ પાણીની સપાટી પર તરતું રહે છે અને તેમાં એક પંપ હોય છે જે તરતા પદાર્થોને ચૂસીને એક કલેક્શન ટાંકીમાં મોકલે છે.

એકત્રિત થયેલા તરતા પદાર્થોનું વ્યવસ્થાપન:

એકત્રિત થયેલા તરતા પદાર્થો, જેને સ્કિમિંગ્સ કહેવામાં આવે છે, તેને ટાંકી અથવા કન્ટેનરમાં ભેગા કરવામાં આવે છે. આ સ્કિમિંગ્સમાં પાણીનું પ્રમાણ ઊંચું હોઈ શકે છે, તેથી તેને સામાન્ય રીતે જાડું કરવામાં આવે છે અને પછી આગળના ઉપચાર માટે મોકલવામાં આવે છે, જેમા પાચન (Digestion) અથવા ભસ્મીકરણ (Incineration)નો સમાવેશ થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં દરરોજ 10,000 ઘન મીટર ગંદાપાણીનો ઉપચાર કરવામાં આવે છે. આ ગંદાપાણીમાં રસોડા અને રેસ્ટોરન્ટમાંથી આવતા તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થો હોય છે.

આ પ્લાન્ટમાં, ગંદાપાણીને સૌ પ્રથમ સ્ક્રીનીંગ, ગ્રિટ ચેમ્બર અને અવસાદન ટાંકીમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. અવસાદન ટાંકીમાં, ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો હોય છે, જે તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થોને સપાટી પર એકઠા થવા દે છે.

આ તરતા પદાર્થોને દૂર કરવા માટે અવસાદન ટાંકીમાં રોટરી સ્કિમરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. રોટરી સ્કિમરનો ગોળાકાર ડ્રમ પાણીની સપાટી પર ફરે છે અને તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થોને ડ્રમની સપાટી પર ચોંટાડી દે છે. ત્યારબાદ, એક સ્કેપર બ્લેડ આ પદાર્થોને ઉખાડીને એક કલેક્શન ટ્રાફમાં નાખે છે.

એકત્રિત થયેલા સ્કિમિંગ્સને પછી જાડું કરવામાં આવે છે અને આગળના ઉપચાર માટે મોકલવામાં આવે છે.

સ્ક્રિમિંગના ક્ષયદા:

- ગંદાપાણીમાંથી તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થોને દૂર કરે છે, જેનાથી પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો થાય છે.
- ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે.
- ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના ઉપકરણો, જેમ કે પંપ અને પાઇપોમાં અવરોધ થતો અટકાવે છે.
- ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે.
- દુર્ગંધની સમસ્યા ઘટાડે છે.

નિષ્કર્ષ:

સ્ક્રિમિંગ એ ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. તે ગંદાપાણીમાંથી તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થોને દૂર કરીને પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે અને ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને વધુ સરળ અને અસરકારક બનાવે છે. આમ, સ્ક્રિમિંગ એ પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા અને જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

17.6 પ્રાથમિક ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં પ્રાથમિક ઉપચાર એ પ્રથમ અને ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે. આ તબક્કામાં ગંદાપાણીમાંથી મોટા ઘન કચરા, કાંકરા, રેતી, તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે. આ પદાર્થોને દૂર કરવા જરૂરી છે કારણ કે તે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓમાં મુશ્કેલી ઊભી કરી શકે છે, જેમ કે પાઇપોમાં અવરોધ, પંપને નુકસાન, અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓમાં ખલેલ.

પ્રાથમિક ઉપચારના મુખ્ય ઉદ્દેશ્યો નીચે મુજબ છે:

1. **મોટા ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા:** પ્રાથમિક ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય ગંદાપાણીમાંથી ડાળીઓ, પાંદડા, પ્લાસ્ટિક, કાપડના ટુકડા અને અન્ય મોટા કદના ઘન કચરાને દૂર કરવાનો છે. આ કાર્ય સ્ક્રીનીંગ પ્રક્રિયા દ્વારા કરવામાં આવે છે, જેમાં ગંદાપાણીને વિવિધ કદના છિદ્રોવાળી જાળીઓમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ: ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં ગટરમાંથી આવતા ગંદાપાણીમાં પ્લાસ્ટિકની થેલીઓ, ડાળીઓ અને કાપડના ટુકડાઓ હોય છે. સ્ક્રીનીંગ પ્રક્રિયા આ મોટા કચરાને જાળીઓ પર અટકાવીને દૂર કરશે, જે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓમાં અવરોધ થતો અટકાવશે.

2. **ગ્રિટને દૂર કરવા:** ગ્રિટ એ રેતી, કાંકરા અને કાંકરી જેવા ભારે અકાર્બનિક ઘન પદાર્થો છે. પ્રાથમિક ઉપચારનો બીજો ઉદ્દેશ્ય ગ્રિટ ચેમ્બરનો ઉપયોગ કરીને ગંદાપાણીમાંથી આ ગ્રિટને દૂર કરવાનો છે. ગ્રિટ ચેમ્બરમાં, ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો કરવામાં આવે છે જેથી ગ્રિટના ભારે કણો ગુરુત્વાકર્ષણના કારણે ટાંકાના તળિયે બેસી જાય.

ઉદાહરણ: ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં બાંધકામ સ્થળ પરથી આવતા ગંદાપાણીમાં રેતી અને કાંકરી હોય છે. ગ્રિટ ચેમ્બર આ રેતી અને કાંકરીને ટાંકાના તળિયે બેસાડીને દૂર કરશે, જે પંપ અને અન્ય ઉપકરણોને નુકસાન થતું અટકાવશે.

3. **અવલંબિત ઘન પદાર્થોને ઘટાડવા:** અવલંબિત ઘન પદાર્થો એ ઝીણા ઘન કણો છે જે ગંદાપાણીમાં તરતા રહે છે. પ્રાથમિક ઉપચારનો ઉદ્દેશ્ય અવસાદન ટાંકીનો ઉપયોગ કરીને ગંદાપાણીમાંથી આ ઘન

પદાર્થોનો અમુક હિસ્સો દૂર કરવાનો છે. અવસાદન ટાંકીમાં, ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ખૂબ ધીમો હોય છે, જે ઘન કણોને ટાંકીના તળિયે બેસવા માટે પૂરતો સમય આપે છે.

ઉદાહરણ: ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં ઘરોમાંથી આવતા ગંદાપાણીમાં માટીના ઝીલા કણો અને કાર્બનિક પદાર્થો હોય છે. અવસાદન ટાંકી આ ઘન કણોનો અમુક હિસ્સો ટાંકીના તળિયે બેસાડીને દૂર કરશે, જેનાથી પાણીની સ્વચ્છતામાં સુધારો થશે.

4. **તરતા પદાર્થોને દૂર કરવા:** તેલ, ગ્રીસ, ચરબી અને ફીણ જેવા તરતા પદાર્થોને ગંદાપાણીની સપાટી પરથી દૂર કરવા એ પ્રાથમિક ઉપચારનો મહત્વનો ઉદ્દેશ્ય છે. આ કાર્ય સ્કિમિંગ પ્રક્રિયા દ્વારા કરવામાં આવે છે, જેમાં સ્કિમર ઉપકરણનો ઉપયોગ કરીને તરતા પદાર્થોને પાણીની સપાટી પરથી એકત્રિત કરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ: ધારો કે એક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં રેસ્ટોરન્ટમાંથી આવતા ગંદાપાણીમાં તેલ અને ગ્રીસ હોય છે. સ્કિમિંગ પ્રક્રિયા આ તેલ અને ગ્રીસને પાણીની સપાટી પરથી દૂર કરશે, જે ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓમાં અવરોધ થતો અટકાવશે અને દુર્ગંધની સમસ્યા ઘટાડશે.

5. **ગંદાપાણીને આગળના ઉપચાર માટે તૈયાર કરવા:** પ્રાથમિક ઉપચાર ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના ઘન અને તરતા પદાર્થોને દૂર કરીને ગંદાપાણીને આગળના જૈવિક ઉપચાર (Biological Treatment) માટે તૈયાર કરે છે. જૈવિક ઉપચારમાં સુક્ષ્મ જીવોનો ઉપયોગ કરીને ગંદાપાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં આવે છે.

પ્રાથમિક ઉપચારના ફાયદા:

- ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે.
- ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના ઉપકરણોને નુકસાન થતું અટકાવે છે.
- ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે.
- ગંદાપાણીમાં BOD (Biochemical Oxygen Demand) અને COD (Chemical Oxygen Demand)નું પ્રમાણ ઘટાડે છે.
- દુર્ગંધની સમસ્યા ઘટાડે છે.

નિષ્કર્ષ:

પ્રાથમિક ઉપચાર એ ગંદાપાણીના ઉપચારનો એક મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે. તે ગંદાપાણીમાંથી મોટા ઘન કચરા, ગ્રિટ, અમુક અવલંબિત ઘન પદાર્થો અને તરતા પદાર્થોને દૂર કરીને ગંદાપાણીને આગળના ઉપચાર માટે તૈયાર કરે છે. આમ, પ્રાથમિક ઉપચાર એ પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા, જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવા અને જળ સ્ત્રોતોને પ્રદૂષણથી બચાવવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

17.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે ગંદાપાણીના ઉપચારના પ્રથમ અને ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ તબક્કા - **પ્રાથમિક ઉપચાર** વિશે વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે ગંદાપાણીમાં વિવિધ પ્રકારના પ્રદૂષકો હોય છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે ખતરો બની શકે છે. આ પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે ગંદાપાણીનો ઉપચાર કરવો આવશ્યક છે.

પ્રાથમિક ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય ગંદાપાણીમાંથી **મોટા ઘન પદાર્થો, ગ્રિટ, અવલંબિત ઘન પદાર્થોનો અમુક હિસ્સો અને તરતા પદાર્થોને ભૌતિક પદ્ધતિઓ દ્વારા દૂર કરવાનો છે.** આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીને આગળના જૈવિક ઉપચાર માટે તૈયાર કરે છે.

આપણે આ પ્રકરણમાં નીચેની પ્રક્રિયાઓનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો:

- **સ્ક્રીનીંગ:** આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને વિવિધ કદના છિદ્રોવાળી જાળીઓમાંથી પસાર કરીને ડાળીઓ, પાંદડા, પ્લાસ્ટિક અને કાપડના ટુકડા જેવી મોટી વસ્તુઓને દૂર કરવામાં આવે છે.
- **ગ્રિટ ચેમ્બર:** આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો કરીને રેતી, કાંકરા અને કાંકરી જેવા ભારે અકાર્બનિક પદાર્થોને ટાંકાના તળિયે બેસાડવામાં આવે છે.
- **અવસાદન:** આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને અવસાદન ટાંકીમાં લાંબા સમય સુધી રાખીને ઝીણા ઘન કણોને ગુરુત્વાકર્ષણના કારણે ટાંકાના તળિયે બેસાડવામાં આવે છે.
- **સ્કિમિંગ:** આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીની સપાટી પર તરતા તેલ, ગ્રીસ, ચરબી અને ફીણ જેવા પદાર્થોને સ્કિમર ઉપકરણ દ્વારા દૂર કરવામાં આવે છે.

આપણે ઉદાહરણો દ્વારા સમજ્યા કે આ પ્રક્રિયાઓ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે અને ગંદાપાણીના ઉપચારમાં તેમનું શું મહત્વ છે. આપણે એ પણ શીખ્યા કે આ પ્રક્રિયાઓ ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના ઉપકરણોને નુકસાન થતું અટકાવે છે, ઉપચાર પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરે છે અને જાળવણીનો ખર્ચ ઘટાડે છે.

પ્રાથમિક ઉપચાર ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના ઘન અને તરતા પદાર્થોને દૂર કરે છે, જેનાથી પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો થાય છે અને ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓ વધુ અસરકારક બને છે. આમ, **પ્રાથમિક ઉપચાર એ ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાનો પાયાનો પથ્થર છે અને તે પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા, જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવા અને જળસ્રોતોને પ્રદૂષણથી બચાવવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.** આ પ્રકરણમાં આપણે જે શીખ્યા તે ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાને સમજવા અને તેની પ્રશંસા કરવા માટે ખૂબ જ ઉપયોગી સાબિત થશે.

17.8 પ્રોજેક્ટ વર્ક:

પરિયોજના કાર્ય: ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની મુલાકાત અને પ્રાથમિક સારવાર પ્રક્રિયાનું અવલોકન પરિચય:

આ પરિયોજના કાર્યનો ઉદ્દેશ્ય ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની મુલાકાત લઈને પ્રાથમિક સારવાર પ્રક્રિયાને પ્રત્યક્ષ રીતે સમજવાનો છે. ગંદાપાણીનો નિકાલ એ આજના સમયનો એક ગંભીર મુદ્દો છે. ગંદાપાણીમાં અનેક પ્રકારના પ્રદૂષકો હોય છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણ માટે નુકસાનકારક હોય છે. ગંદાપાણીનો યોગ્ય રીતે ઉપચાર કરવો ખુબ જ જરૂરી છે. આ પરિયોજના કાર્ય દ્વારા આપણે ગંદાપાણીના ઉપચારના પ્રથમ તબક્કા - પ્રાથમિક સારવાર - અને તેની વિવિધ પ્રક્રિયાઓનો અભ્યાસ કરીશું.

કાર્ય પદ્ધતિ:

1. **પૂર્વ તૈયારી:** ગંદાપાણીના ઉપચાર અને પ્રાથમિક સારવાર વિશે સૈદ્ધાંતિક માહિતી એકત્રિત કરવી. પ્રાથમિક સારવારમાં સમાવિષ્ટ વિવિધ પ્રક્રિયાઓ જેમ કે સ્ક્રીનીંગ, ગ્રિટ ચેમ્બર, અવસાદન અને સ્કિમિંગ વિશે જાણકારી મેળવવી.
2. **પ્લાન્ટની મુલાકાત:** નજીકના ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની મુલાકાત લેવી. મુલાકાત દરમિયાન, પ્લાન્ટના અધિકારીઓ પાસેથી પ્રાથમિક સારવાર પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજવું.
3. **અવલોકન:** મુલાકાત દરમિયાન નીચેની બાબતોનું ઝીણવટપૂર્વક અવલોકન કરવું:

- **સ્ક્રીનીંગ:** ગંદાપાણીને કયા પ્રકારની સ્ક્રીન (જાળી) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે? સ્ક્રીન પર કયા પ્રકારનો કચરો એકત્રિત થાય છે? કચરાને કેવી રીતે દૂર કરવામાં આવે છે?
 - **ગ્રિટ ચેમ્બર:** ગ્રિટ ચેમ્બરની રચના કેવી છે? ગંદાપાણીનો પ્રવાહ કેટલો ધીમો છે? ગ્રિટ કેવી રીતે એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને તેનો નિકાલ કેવી રીતે થાય છે?
 - **અવસાદન ટાંકી:** અવસાદન ટાંકીનું કદ કેટલું છે? ગંદાપાણી ટાંકીમાં કેટલા સમય માટે રહે છે? સ્લજ કેવી રીતે એકત્રિત કરવામાં આવે છે?
 - **સ્કિમિંગ:** કયા પ્રકારના સ્કિમરનો ઉપયોગ થાય છે? તેલ, ગ્રીસ અને અન્ય તરતા પદાર્થો કેવી રીતે દૂર કરવામાં આવે છે?
4. **માહિતી એકત્રીકરણ:** પ્લાન્ટના અધિકારીઓ સાથે પ્રશ્નોત્તરી કરીને પ્રાથમિક સારવાર પ્રક્રિયા વિશે વધુ માહિતી મેળવવી. પ્લાન્ટ કેટલા પ્રમાણમાં ગંદાપાણીનો ઉપચાર કરે છે, પ્રાથમિક સારવારની કાર્યક્ષમતા કેટલી છે, વિગેરે જેવી માહિતી એકત્રિત કરવી.
 5. **રિપોર્ટ લેખન:** મુલાકાત દરમિયાન કરેલા અવલોકનો અને એકત્રિત કરેલી માહિતીના આધારે એક વિસ્તૃત રિપોર્ટ તૈયાર કરવો. રિપોર્ટમાં પ્રાથમિક સારવાર પ્રક્રિયાનું વર્ણન, દરેક પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તેનું વિશ્લેષણ, અને પ્રક્રિયાની કાર્યક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન કરવું.

નિષ્કર્ષ:

આ પરિયોજના કાર્ય દ્વારા આપણે ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં થતી પ્રાથમિક સારવાર પ્રક્રિયાને પ્રત્યક્ષ રીતે સમજી શકીશું. આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના ઘન અને તરતા પદાર્થોને દૂર કરીને ગંદાપાણીને આગળના જૈવિક ઉપચાર માટે તૈયાર કરે છે. ગંદાપાણીનો ઉપચાર એ પર્યાવરણની સુરક્ષા અને જાહેર સ્વાસ્થ્યને સુધારવા માટેનું એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે.

ફાયદા:

આ પરિયોજના કાર્ય દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાની વાસ્તવિક સમજ મળશે. આ કાર્ય તેમને પર્યાવરણ પ્રત્યે જાગૃત નાગરિક બનવા માટે પ્રેરણા આપશે અને ભવિષ્યમાં પાણીના સંસાધનોના યોગ્ય ઉપયોગ અને જાળવણી માટે પ્રોત્સાહિત કરશે.

17.9 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પિય પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

1. ગંદાપાણીના ઉપચારમાં પ્રાથમિક સારવારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - (A) જૈવિક પદાર્થોને દૂર કરવા
 - (B) મોટા ઘન પદાર્થો અને તરતા પદાર્થોને દૂર કરવા
 - (C) નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ દૂર કરવા
 - (D) બેક્ટેરિયા અને વાયરસને દૂર કરવા
2. કઈ પ્રક્રિયામાં ગંદાપાણીને ધાતુની જાળીઓમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે?
 - (A) ગ્રિટ ચેમ્બર
 - (B) અવસાદન
 - (C) સ્કિમિંગ
 - (D) સ્ક્રીનીંગ

3. ગ્રિટ ચેમ્બરમાં કયા પ્રકારના પદાર્થો દૂર કરવામાં આવે છે?
 - (A) તેલ અને ગ્રીસ
 - (B) રેતી અને કાંકરા
 - (C) પ્લાસ્ટિક અને કાપડ
 - (D) ઝીણા ઘન કણો
4. અવસાદન ટાંકીમાં કયો સિદ્ધાંત કાર્ય કરે છે?
 - (A) ગાળણ
 - (B) ગુરુત્વાકર્ષણ
 - (C) સેન્ટ્રીફ્યુગેશન
 - (D) બાષ્પીભવન
5. FOGનું પૂરું નામ શું છે?
 - (A) ફેટ્સ, ઓર્ગેનિક્સ, ગ્રીસ
 - (B) ફ્લોટિંગ ઓબ્જેક્ટ્સ ગ્રુપ
 - (C) ફેટ્સ, ઓઇલ્સ, ગ્રીસ
 - (D) ફિલ્ટર્ડ ઓર્ગેનિક ગાર્બેજ
6. સ્ક્રિમિંગ પ્રક્રિયામાં કયા પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે?
 - (A) રેતી અને કાંકરા
 - (B) ઝીણા ઘન કણો
 - (C) તેલ અને ગ્રીસ
 - (D) ડાળીઓ અને પાંદડા
7. કયા ઉપકરણનો ઉપયોગ સ્ક્રિમિંગ માટે થાય છે?
 - (A) ગ્રાઇન્ડર
 - (B) સ્ક્રીન
 - (C) સ્ક્રિમર
 - (D) પંપ
8. પ્રાથમિક ઉપચાર પછી ગંદાપાણીને કયા તબક્કામાં મોકલવામાં આવે છે?
 - (A) તૃતીયક ઉપચાર
 - (B) જૈવિક ઉપચાર
 - (C) સ્લજ ડાયઝેશન
 - (D) જંતુમુક્તિ
9. પ્રાથમિક ઉપચાર ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટના કયા ભાગને નુકસાનથી બચાવે છે?
 - (A) પાઇપો અને પંપ
 - (B) એરેટર
 - (C) ડાયઝેસ્ટર
 - (D) ગાળણ પથારી
10. પ્રાથમિક ઉપચાર ગંદાપાણીમાં શેનું પ્રમાણ ઘટાડે છે?
 - (A) pH
 - (B) BOD અને COD

(C) તાપમાન

(D) વાહકતા

જવાબો: 1-B, 2-D, 3-B, 4-B, 5-C, 6-C, 7-C, 8-B, 9-A, 10-B

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. પ્રાથમિક ઉપચાર એટલે શું?
2. સ્ક્રીનીંગ પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
3. ગ્રિટ ચેમ્બરનું કાર્ય શું છે?
4. અવસાદન ટાંકીમાં ગંદાપાણીનો પ્રવાહ ધીમો શા માટે રાખવામાં આવે છે?
5. સ્ક્રિમિંગ પ્રક્રિયાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
6. પ્રાથમિક ઉપચારના બે ફાયદા જણાવો.
7. FOG ને ગંદાપાણીમાંથી દૂર કરવું શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
8. સ્વચાલિત સ્ક્રિમિંગ ઉપકરણના બે ઉદાહરણ આપો.
9. અવસાદન ટાંકીમાં એકત્રિત થયેલા અવસાદનું શું થાય છે?
10. પ્રાથમિક ઉપચાર ગંદાપાણીના ઉપચારના પછીના તબક્કાઓને કેવી રીતે મદદ કરે છે?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. ગંદાપાણીના ઉપચારમાં પ્રાથમિક ઉપચારનું મહત્વ સમજાવો. પ્રાથમિક ઉપચારની વિવિધ પ્રક્રિયાઓનું વર્ણન કરો અને દરેક પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.
2. સ્ક્રીનીંગ અને ગ્રિટ ચેમ્બર પ્રક્રિયાઓનું વિગતવાર વર્ણન કરો. ગંદાપાણીના ઉપચારમાં આ પ્રક્રિયાઓનું મહત્વ શું છે?
3. અવસાદન પ્રક્રિયા કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે સમજાવો. અવસાદન ટાંકીની ડિઝાઇન અને કાર્યપદ્ધતિનું વર્ણન કરો.
4. સ્ક્રિમિંગ પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. વિવિધ પ્રકારના સ્ક્રિમિંગ ઉપકરણો અને તેમના કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો.
5. પ્રાથમિક ઉપચારના ફાયદા અને મર્યાદાઓ શું છે? ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં પ્રાથમિક ઉપચારની ભૂમિકા શું છે?

*** **

- 18.1 પ્રસ્તાવના
- 18.2 સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process)
- 18.3 ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter)
- 18.4 ઓક્સિડેશન તળાવ (Oxidation Pond)
- 18.5 એનએરોબિક ડાયજેશન (Anaerobic Digestion)
- 18.6 દ્વિતીયક ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો
- 18.7 સારાંશ
- 18.8 સ્વાધ્યાય

18.1 પ્રસ્તાવના:

આપણા ઘરો, ઉદ્યોગો અને કૃષિ પ્રવૃત્તિઓમાંથી ઉત્પન્ન થતા અપશિષ્ટ જળમાં વિવિધ પ્રકારના પ્રદૂષકો હોય છે. જો આ પ્રદૂષિત જળને યોગ્ય રીતે શુદ્ધ કર્યા વિના નદીઓ, સરોવરો કે સમુદ્રમાં છોડવામાં આવે તો તે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ખતરો ઉભો કરી શકે છે. આથી, અપશિષ્ટ જળનો નિકાલ કરતા પહેલાં તેને શુદ્ધ કરવું અત્યંત આવશ્યક છે. અપશિષ્ટ જળ શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાના મુખ્યત્વે ત્રણ તબક્કા હોય છે: પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીયક. યુનિટ માં, આપણે દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા જૈવિક પદાર્થોને દૂર કરવાનો છે. પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ બાદ, અપશિષ્ટ જળમાં હજુ પણ સૂક્ષ્મજીવો, કાર્બનિક પદાર્થો અને દ્રાવ્ય પ્રદૂષકો હાજર હોય છે. દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયામાં, સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ કરીને આ જૈવિક પદાર્થોને વિઘટિત કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા એરોબિક (ઓક્સિજનની હાજરીમાં) અથવા એનએરોબિક (ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં) હોઈ શકે છે.

આ યુનિટમાં, આપણે દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરીશું, જેમાં સક્રિય કીચડ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process), ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter), ઓક્સિડેશન તળાવ (Oxidation Pond) અને એનએરોબિક પાયન (Anaerobic Digestion) સામેલ છે.

સક્રિય કીચડ પ્રક્રિયા એ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ પદ્ધતિ છે. આ પ્રક્રિયામાં, અપશિષ્ટ જળને હવા ટાંકીમાં દાખલ કરવામાં આવે છે, જ્યાં સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર પદ્ધતિમાં, અપશિષ્ટ જળને પથ્થર, કાંકરા અથવા પ્લાસ્ટિકના માધ્યમથી બનેલા ફિલ્ટર પર છાંટવામાં આવે છે. આ માધ્યમ પર સૂક્ષ્મજીવોની પાતળી ફિલ્મ હોય છે, જે કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.

ઓક્સિડેશન તળાવ એ છીછરા તળાવ છે, જેમાં સૂર્યપ્રકાશ, શેવાળ અને બેક્ટેરિયાની સંયુક્ત ક્રિયા દ્વારા અપશિષ્ટ જળને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.

એનએરોબિક પાયન એ ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં થતી પ્રક્રિયા છે, જેમાં સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે.

આ યુનિટમાં, આપણે આ દરેક પદ્ધતિની કાર્યપદ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદાની વિગતવાર ચર્ચા કરીશું. અપશિષ્ટ જળ શુદ્ધિકરણના મહત્વને સમજીને, આપણે સ્વચ્છ અને સુરક્ષિત પર્યાવરણ બનાવવામાં યોગદાન આપી શકીએ છીએ.

18.2 સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process):

સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચારની જૈવિક પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ ગંદા પાણીમાંથી કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે થાય છે. આ પ્રક્રિયા એરોબિક સૂક્ષ્મજીવો, ખાસ કરીને બેક્ટેરિયાનો ઉપયોગ કરે છે, જે ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને તેને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પાણી અને નવા જીવતંત્રમાં ફેરવે છે.

આ પ્રક્રિયાને "સક્રિય કાદવ" કહેવામાં આવે છે કારણ કે તેમાં સૂક્ષ્મજીવોનો સક્રિય સમુદાય (કાદવ) વપરાય છે જે ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબના મુખ્ય તબક્કાઓમાં વહેંચાયેલી છે:

1. પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ:

સૌ પ્રથમ, અપશિષ્ટ જળને પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ એકમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. આ તબક્કામાં, ગાળણ અને ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા મોટા ઘન પદાર્થો, કાંકરા, રેતી અને તેલ જેવા પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે.

2. વાતન ટાંકી (Aeration Tank):

પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ પછી, ગંદા પાણીને વાતન ટાંકીમાં મોકલવામાં આવે છે. આ ટાંકી આ પ્રક્રિયાનું હૃદય છે. અહીં, હવાને ટાંકીમાં સતત દાખલ કરવામાં આવે છે જેથી ઓક્સિજનનું પૂરતું સ્તર જળવાઈ રહે. આ ઓક્સિજન એરોબિક સૂક્ષ્મજીવો માટે જરૂરી છે જે કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે. વાતન ટાંકીમાં, સૂક્ષ્મજીવો ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને ખાઈને વૃદ્ધિ પામે છે અને ફ્લોક્સ (flocs) બનાવે છે. ફ્લોક્સ એ સૂક્ષ્મજીવો અને અન્ય કાર્બનિક પદાર્થોનો સમૂહ છે જે એકબીજા સાથે ચોંટી જાય છે.

3. દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકી (Secondary Clarifier):

વાતન ટાંકીમાંથી બહાર નીકળતું પાણી અને સક્રિય કાદવનું મિશ્રણ દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકીમાં મોકલવામાં આવે છે. આ ટાંકીમાં, ફ્લોક્સ ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે, જેને "સક્રિય કાદવ" કહેવામાં આવે છે. શુદ્ધ થયેલું પાણી ટાંકીની ઉપરથી બહાર નીકળી જાય છે.

4. કાદવનું પુનઃ પરિભ્રમણ (Sludge Return):

દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકીના તળિયે એકઠો થયેલો સક્રિય કાદવનો એક ભાગ ફરીથી વાતન ટાંકીમાં પાછો મોકલવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાને "કાદવનું પુનઃ પરિભ્રમણ" કહેવામાં આવે છે. આ પુનઃ પરિભ્રમણ વાતન ટાંકીમાં સૂક્ષ્મજીવોની પૂરતી વસ્તી જાળવી રાખવા માટે જરૂરી છે.

5. વધારાના કાદવનો નિકાલ (Excess Sludge Disposal):

સક્રિય કાદવનો બાકીનો ભાગ, જેને "વધારાનો કાદવ" કહેવામાં આવે છે, તેને ટાંકીમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે અને તેનો યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવામાં આવે છે. આ કાદવનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે અથવા ઊર્જા ઉત્પાદન માટે થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો એક શહેરના અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટનું ઉદાહરણ જોઈએ જે સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ કરે છે.

1. **ઘરો અને ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી** ગટર વ્યવસ્થા દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટમાં પહોંચે છે.
2. **પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ:** ગંદા પાણીને સૌ પ્રથમ બાર સ્ક્રીન (bar screen) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે જે મોટા કચરાને દૂર કરે છે. પછી, તે ગ્રીટ ચેમ્બર (grit chamber) માંથી પસાર થાય છે જ્યાં રેતી અને કાંકરા જેવા ભારે પદાર્થો તળિયે બેસી જાય છે. અંતે, તે પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ ટાંકી (primary clarifier) માં જાય છે જ્યાં તેલ અને ચરબી ઉપર તરી જાય છે અને અન્ય ઘન પદાર્થો તળિયે બેસી જાય છે.
3. **વાતન ટાંકી:** પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ પછીનું ગંદુ પાણી વાતન ટાંકીમાં જાય છે. અહીં, ડિફ્યુઝર (diffusers) દ્વારા ટાંકીમાં હવા દાખલ કરવામાં આવે છે. આ ટાંકીમાં અગાઉથી હાજર સક્રિય કાદવના સૂક્ષ્મજીવો ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને ખાઈને વૃદ્ધિ પામે છે અને ફ્લોક્સ બનાવે છે.
4. **દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકી:** વાતન ટાંકીમાંથી બહાર નીકળતું પાણી અને ફ્લોક્સનું મિશ્રણ દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકીમાં જાય છે. અહીં, ફ્લોક્સ ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે, અને શુદ્ધ થયેલું પાણી ઉપરથી બહાર નીકળી જાય છે.
5. **કાદવનું પુનઃ પરિભ્રમણ:** દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકીના તળિયે એકઠો થયેલો સક્રિય કાદવનો એક ભાગ ફરીથી વાતન ટાંકીમાં પાછો મોકલવામાં આવે છે.

6. **વધારાના કાદવનો નિકાલ:** વધારાના કાદવને ટાંકીમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે અને તેને જાડું કરવા માટે થીકનર (thickener) માં મોકલવામાં આવે છે. પછી, તેને એનએરોબિક ડાયજેસ્ટર (anaerobic digester) માં મોકલવામાં આવે છે જ્યાં સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે. આ મિથેન ગેસનો ઉપયોગ વીજળી ઉત્પન્ન કરવા માટે થઈ શકે છે. ડાયજેસ્ટર પછી, કાદવને સૂકવવા માટે ડિવોટરિંગ (dewatering) પ્રક્રિયામાંથી પસાર કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે અથવા લેન્ડફિલમાં નિકાલ કરવામાં આવે છે.

સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાના ફાયદા:

- ઉચ્ચ ગુણવત્તાયુક્ત શુદ્ધ પાણી મળે છે.
- કાર્બનિક પ્રદૂષકોને અસરકારક રીતે દૂર કરે છે.
- નાની જગ્યામાં સ્થાપિત કરી શકાય છે.
- પ્રમાણમાં ઓછી ઊર્જા વાપરે છે.

સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાના ગેરફાયદા:

- મૂડી ખર્ચ ઊંચો હોઈ શકે છે.
- સંચાલન અને દેખરેખ માટે કુશળ કર્મચારીઓની જરૂર પડે છે.
- પ્રક્રિયામાં ખલેલ પહોંચતા (જેમ કે વીજ કાપ) શુદ્ધિકરણની ગુણવત્તા પર અસર થઈ શકે છે.
- વધારાના કાદવનો નિકાલ એક પડકાર બની શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર માટેની એક અસરકારક અને વ્યાપક રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે. આ પ્રક્રિયા ગંદા પાણીમાંથી કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરીને સ્વચ્છ પાણી પૂરું પાડવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે, જે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યના રક્ષણ માટે ખૂબ જ જરૂરી છે.

18.3 ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter):

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચારની જૈવિક પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ ગંદા પાણીમાંથી કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે થાય છે. આ પ્રક્રિયા સ્થિર માધ્યમ પર આધારિત છે, જેના પર સૂક્ષ્મજીવોની પાતળી ફિલ્મ (બાયોફિલ્મ) વિકસાવવામાં આવે છે. ગંદા પાણીને આ માધ્યમ પર ટપકાવવામાં (trickle) આવે છે, અને સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર એ પ્રાચીનતમ અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિઓમાંની એક છે, અને તે આજે પણ વિશ્વભરમાં ઘણા પ્લાન્ટ્સમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે.

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરની રચના:

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર સામાન્ય રીતે નીચેના ભાગો ધરાવે છે:

- **ફિલ્ટર માધ્યમ (Filter Media):** આ ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરનો મુખ્ય ભાગ છે. તે પથ્થર, કાંકરા, સ્લેગ, પ્લાસ્ટિકના ટુકડા અથવા અન્ય કૃત્રિમ માધ્યમોથી બનેલું હોય છે. આ માધ્યમ સૂક્ષ્મજીવોને રહેવા માટે અને વૃદ્ધિ પામવા માટે સપાટી પૂરી પાડે છે. માધ્યમનો વ્યાસ અને ખાલી જગ્યાનું પ્રમાણ મહત્વપૂર્ણ પરિબલો છે જે ફિલ્ટરની કાર્યક્ષમતાને અસર કરે છે.

- **વિતરણ વ્યવસ્થા (Distribution System):** આ વ્યવસ્થા ગંદા પાણીને ફિલ્ટર માધ્યમ પર સમાનરૂપે વિતરિત કરે છે. તે સામાન્ય રીતે ફરતા હાથ (rotating arms) ધરાવે છે જેમાં છિદ્રો હોય છે જેમાંથી ગંદુ પાણી ટપકતું હોય છે.
- **અન્ડરડ્રેઇન સિસ્ટમ (Underdrain System):** આ વ્યવસ્થા ફિલ્ટર માધ્યમમાંથી પસાર થયેલા શુદ્ધ પાણીને એકત્રિત કરે છે અને તેને આગળના ઉપચાર એકમમાં મોકલે છે.
- **વેન્ટિલેશન સિસ્ટમ (Ventilation System):** આ વ્યવસ્થા ફિલ્ટર માધ્યમમાં ઓક્સિજનનો પુરવઠો પૂરો પાડે છે જે સૂક્ષ્મજીવોના શ્વસન માટે જરૂરી છે.

કાર્યપદ્ધતિ:

1. **પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ:** ગંદા પાણીને સૌ પ્રથમ પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ એકમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જ્યાં મોટા ઘન પદાર્થો, કાંકરા, રેતી અને તેલ જેવા પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે.
2. **ટ્રિકલિંગ:** પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ પછી, ગંદા પાણીને વિતરણ વ્યવસ્થા દ્વારા ફિલ્ટર માધ્યમ પર ટપકાવવામાં આવે છે.
3. **બાયોફિલ્મનો વિકાસ:** ફિલ્ટર માધ્યમ પર સૂક્ષ્મજીવોની પાતળી ફિલ્મ (બાયોફિલ્મ) વિકસિત થાય છે. આ બાયોફિલ્મમાં બેક્ટેરિયા, ફૂગ, પ્રોટોઝોઆ અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવોનો સમાવેશ થાય છે.
4. **કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન:** જેમ જેમ ગંદુ પાણી ફિલ્ટર માધ્યમમાંથી પસાર થાય છે, તેમ તેમ બાયોફિલ્મમાં રહેલા સૂક્ષ્મજીવો ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને શોષી લે છે અને તેનું વિઘટન કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં, કાર્બનિક પદાર્થો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પાણી અને નવા સૂક્ષ્મજીવોમાં રૂપાંતરિત થાય છે.
5. **શુદ્ધિકરણ:** ફિલ્ટર માધ્યમમાંથી પસાર થયા પછી, ગંદા પાણીમાં કાર્બનિક પ્રદૂષકોનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોય છે. આ શુદ્ધ પાણીને અન્ડરડ્રેઇન સિસ્ટમ દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને તેને આગળના ઉપચાર એકમમાં મોકલવામાં આવે છે, જે સામાન્ય રીતે દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકી હોય છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, એક નાના શહેરના અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટનું ઉદાહરણ જોઈએ જે ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.

1. **ઘરો અને ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી** ગટર વ્યવસ્થા દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટમાં પહોંચે છે.
2. **પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ:** ગંદા પાણીને સૌ પ્રથમ બાર સ્ક્રીન (bar screen) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે જે મોટા કચરાને દૂર કરે છે. પછી, તે ગ્રીટ ચેમ્બર (grit chamber) માંથી પસાર થાય છે જ્યાં રેતી અને કાંકરા જેવા ભારે પદાર્થો તળિયે બેસી જાય છે. અંતે, તે પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ ટાંકી (primary clarifier) માં જાય છે જ્યાં તેલ અને ચરબી ઉપર તરી જાય છે અને અન્ય ઘન પદાર્થો તળિયે બેસી જાય છે.
3. **ટ્રિકલિંગ:** પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ પછીનું ગંદુ પાણી ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર પર મોકલવામાં આવે છે. આ ફિલ્ટરમાં, ફરતા હાથ (rotating arms) ગંદા પાણીને પથ્થરના માધ્યમ પર સમાનરૂપે છાંટે છે.
4. **બાયોફિલ્મનો વિકાસ:** પથ્થરના માધ્યમ પર બેક્ટેરિયા અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવોની પાતળી ફિલ્મ (બાયોફિલ્મ) વિકસિત થાય છે.
5. **કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન:** જેમ જેમ ગંદુ પાણી પથ્થરના માધ્યમમાંથી પસાર થાય છે, તેમ તેમ બાયોફિલ્મમાં રહેલા સૂક્ષ્મજીવો ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને ખાઈને તેનું વિઘટન કરે છે.

6. **શુદ્ધિકરણ:** ફિલ્ટર માધ્યમમાંથી પસાર થયા પછી, શુદ્ધ થયેલું પાણી અન્ડરડ્રેઇન સિસ્ટમ દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકી (secondary clarifier) માં મોકલવામાં આવે છે. અહીં, બાયોફિલ્મના ટુકડાઓ અને અન્ય ઘન પદાર્થો તળિયે બેસી જાય છે, અને શુદ્ધ થયેલું પાણી ઉપરથી બહાર નીકળી જાય છે.
7. **તૃતીયક શુદ્ધિકરણ અને નિકાલ:** દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ પછી, પાણીને ક્યારેક તૃતીયક શુદ્ધિકરણ (tertiary treatment) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જેમાં ગાળણ અને જીવાણુનાશક પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે. અંતે, શુદ્ધ થયેલું પાણી નદી અથવા અન્ય જળાશયમાં છોડવામાં આવે છે.

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરના ફાયદા:

- **સરળ રચના અને સંચાલન:** ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરની રચના અને સંચાલન પ્રમાણમાં સરળ છે.
- **ઓછી ઊર્જા વપરાશ:** સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાની તુલનામાં, ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર ઓછી ઊર્જા વાપરે છે.
- **આંચકા સહનશીલતા:** ગંદા પાણીના પ્રવાહ અને પ્રદૂષકોના પ્રમાણમાં થતા ફેરફારોને ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર સારી રીતે સહન કરી શકે છે.
- **ઓછી જાળવણી:** ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરને ઓછી જાળવણીની જરૂર પડે છે.

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરના ગેરફાયદા:

- **ઓછી કાર્યક્ષમતા:** સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાની તુલનામાં, ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં ઓછા કાર્યક્ષમ હોઈ શકે છે.
- **વધુ જગ્યા:** ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરને સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા કરતાં વધુ જગ્યાની જરૂર પડે છે.
- **ઠંડા હવામાનમાં સમસ્યા:** ઠંડા હવામાનમાં, બાયોફિલ્મની પ્રવૃત્તિ ઘટી શકે છે, જેના કારણે ફિલ્ટરની કાર્યક્ષમતા ઘટી શકે છે.
- **ગંધ:** ક્યારેક ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરમાંથી દુર્ગંધ આવી શકે છે.
- **માખીઓનો ઉપદ્રવ:** ક્યારેક ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર પર માખીઓનો ઉપદ્રવ થઈ શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર માટેની એક વિશ્વસનીય અને અસરકારક પદ્ધતિ છે, ખાસ કરીને નાના અને મધ્યમ કદના પ્લાન્ટ્સ માટે. તેની સરળ રચના, ઓછી ઊર્જા વપરાશ અને આંચકા સહનશીલતા તેને ઘણા ઉપયોગો માટે આકર્ષક બનાવે છે. જોકે, તેની ઓછી કાર્યક્ષમતા, વધુ જગ્યાની જરૂરિયાત અને ઠંડા હવામાનમાં સંભવિત સમસ્યાઓ ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ.

18.4 ઓક્સિડેશન તળાવ (Oxidation Pond):

ઓક્સિડેશન તળાવ, જેને સ્થિરીકરણ તળાવ (Stabilization Pond) અથવા લગૂન (Lagoon) પણ કહેવામાં આવે છે, તે છીછરા, માનવસર્જિત તળાવ છે જેનો ઉપયોગ કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા અપશિષ્ટ જળને શુદ્ધ કરવા માટે થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં સૂર્યપ્રકાશ, શેવાળ અને બેક્ટેરિયા મુખ્ય ભૂમિકા ભજવે છે. ઓક્સિડેશન તળાવ એ સૌથી સરળ અને ઓછા ખર્ચે અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિઓમાંની એક છે.

કાર્યપદ્ધતિ:

ઓક્સિડેશન તળાવમાં અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર નીચેના તબક્કાઓમાં થાય છે:

1. **પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ:** ગંદા પાણીને સૌ પ્રથમ પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ એકમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જ્યાં મોટા ઘન પદાર્થો, કાંકરા, રેતી અને તેલ જેવા પદાર્થોને દૂર કરવામાં આવે છે.
2. **ઓક્સિડેશન તળાવમાં પ્રવેશ:** પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ પછી, ગંદા પાણીને ઓક્સિડેશન તળાવમાં દાખલ કરવામાં આવે છે.
3. **શેવાળ અને બેક્ટેરિયાની ક્રિયા:** ઓક્સિડેશન તળાવમાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં, શેવાળ પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દ્વારા ઓક્સિજન ઉત્પન્ન કરે છે. આ ઓક્સિજનનો ઉપયોગ એરોબિક બેક્ટેરિયા દ્વારા ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોના વિઘટન માટે કરવામાં આવે છે. બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોને ખાઈને વૃદ્ધિ પામે છે અને તેમને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ, પાણી અને નવા બેક્ટેરિયામાં રૂપાંતરિત કરે છે. શેવાળ આ પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થતા કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરે છે અને ઓક્સિજન મુક્ત કરે છે. આમ, શેવાળ અને બેક્ટેરિયા એક સહજીવન સંબંધ બનાવે છે જેમાં બંને એકબીજાને મદદ કરે છે.
4. **નિક્ષેપ (Sedimentation):** ઓક્સિડેશન તળાવમાં, ભારે ઘન પદાર્થો અને મૃત બેક્ટેરિયા ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા તળિયે બેસી જાય છે, જેને કાદવ (sludge) કહેવામાં આવે છે.
5. **નિષ્કાસન (Effluent Discharge):** ચોક્કસ સમયગાળા (રહેડાણ સમય - detention time) પછી, શુદ્ધ થયેલું પાણી તળાવમાંથી બહાર કાઢવામાં આવે છે. આ સમયગાળો સામાન્ય રીતે 7 થી 50 દિવસનો હોય છે, જે ગંદા પાણીની ગુણવત્તા, આબોહવા અને તળાવની ડિઝાઇન પર આધાર રાખે છે.

ઓક્સિડેશન તળાવના પ્રકાર:

ઓક્સિડેશન તળાવને મુખ્યત્વે ત્રણ પ્રકારમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે:

- **એરોબિક તળાવ (Aerobic Pond):** આ તળાવ છીછરા હોય છે (1-1.5 મીટર ઊંડાઈ) અને તેમાં સમગ્ર ઊંડાઈ દરમિયાન ઓક્સિજન હાજર હોય છે. શેવાળ દ્વારા ઉત્પાદિત ઓક્સિજન અને પવન દ્વારા થતું વાતન ઓક્સિજનનું સ્તર જાળવી રાખે છે. આ તળાવનો ઉપયોગ ઓછા પ્રદૂષિત ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે થાય છે.
- **એનએરોબિક તળાવ (Anaerobic Pond):** આ તળાવ ઊંડા હોય છે (2-5 મીટર ઊંડાઈ) અને તેમાં ઓક્સિજનની ગેરહાજરી હોય છે. આ તળાવમાં, એનએરોબિક બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને મિથેન, કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ જેવા વાયુઓ ઉત્પન્ન કરે છે. આ તળાવનો ઉપયોગ ઊંચા પ્રમાણમાં કાર્બનિક પ્રદૂષકો ધરાવતા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરવા માટે થાય છે.
- **ફેકલ્ટેટિવ તળાવ (Facultative Pond):** આ તળાવ મધ્યમ ઊંડાઈના હોય છે (1-2.5 મીટર ઊંડાઈ) અને તેમાં ઉપરના ભાગમાં એરોબિક સ્તર અને નીચેના ભાગમાં એનએરોબિક સ્તર હોય છે. ઉપરના સ્તરમાં શેવાળ અને એરોબિક બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે, જ્યારે નીચેના સ્તરમાં એનએરોબિક બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે. આ તળાવ સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતા ઓક્સિડેશન તળાવ છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, એક ગ્રામીણ સમુદાયના અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ઓક્સિડેશન તળાવનું ઉદાહરણ જોઈએ.

1. **ઘરોમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી** ગટર વ્યવસ્થા દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને ઓક્સિડેશન તળાવમાં પહોંચે છે.

2. **પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ:** ગંદા પાણીને સૌ પ્રથમ એક સ્ક્રીન (screen) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે જે મોટા કચરાને દૂર કરે છે. પછી, તે સેટલિંગ ટાંકી (settling tank) માં જાય છે જ્યાં ભારે ઘન પદાર્થો તળિયે બેસી જાય છે.
3. **ફેકલ્ટેટિવ તળાવ:** પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણ પછીનું ગંદું પાણી ફેકલ્ટેટિવ તળાવમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. આ તળાવ 1.5 મીટર ઊંડું છે.
4. **શેવાળ અને બેક્ટેરિયાની ક્રિયા:** તળાવમાં, સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં, શેવાળ પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ઓક્સિજન ઉત્પન્ન કરે છે. આ ઓક્સિજનનો ઉપયોગ ઉપરના સ્તરમાં રહેલા એરોબિક બેક્ટેરિયા દ્વારા ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોના વિઘટન માટે કરવામાં આવે છે. નીચેના સ્તરમાં, ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં, એનએરોબિક બેક્ટેરિયા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
5. **નિક્ષેપ:** મૃત બેક્ટેરિયા અને અન્ય ઘન પદાર્થો તળાવના તળિયે બેસી જાય છે.
6. **નિષ્કાસન:** 20 દિવસના રહેઠાણ સમય પછી, શુદ્ધ થયેલું પાણી તળાવમાંથી બહાર કાઢવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ સિંચાઈ માટે કરવામાં આવે છે.
7. **કાદવનો નિકાલ:** સમયાંતરે, તળાવના તળિયે એકઠો થયેલો કાદવ દૂર કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે કરવામાં આવે છે.

ઓક્સિડેશન તળાવના ફાયદા:

- **સરળ રચના અને સંચાલન:** ઓક્સિડેશન તળાવની રચના અને સંચાલન સરળ અને ઓછો ખર્ચાળ છે.
- **ઓછી ઊર્જા વપરાશ:** ઓક્સિડેશન તળાવ કુદરતી પ્રક્રિયાઓ પર આધારિત હોવાથી, તેમાં ઊર્જાનો વપરાશ ઓછો થાય છે.
- **ઓછી જાળવણી:** ઓક્સિડેશન તળાવને ઓછી જાળવણીની જરૂર પડે છે.
- **પર્યાવરણને અનુકૂળ:** ઓક્સિડેશન તળાવ કુદરતી પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરે છે, તેથી તે પર્યાવરણને અનુકૂળ છે.
- **ગ્રામીણ વિસ્તારો માટે યોગ્ય:** ઓક્સિડેશન તળાવ ગ્રામીણ વિસ્તારો અને નાના સમુદાયો માટે યોગ્ય અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિ છે જ્યાં જમીન સરળતાથી ઉપલબ્ધ હોય છે.

ઓક્સિડેશન તળાવના ગેરફાયદા:

- **વધુ જગ્યાની જરૂરિયાત:** ઓક્સિડેશન તળાવને અન્ય અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિઓની તુલનામાં વધુ જગ્યાની જરૂર પડે છે.
- **લાંબો રહેઠાણ સમય:** ઓક્સિડેશન તળાવમાં ગંદા પાણીનો રહેઠાણ સમય લાંબો હોય છે.
- **આબોહવા પર આધારિત:** ઓક્સિડેશન તળાવની કાર્યક્ષમતા આબોહવા પર આધારિત હોય છે. ઠંડા હવામાનમાં, શેવાળ અને બેક્ટેરિયાની પ્રવૃત્તિ ઘટી જાય છે, જેના કારણે તળાવની કાર્યક્ષમતા ઘટી શકે છે.
- **ગંધ:** ક્યારેક ઓક્સિડેશન તળાવમાંથી દુર્ગંધ આવી શકે છે, ખાસ કરીને એનએરોબિક તળાવમાંથી.
- **મચ્છરનો ઉપદ્રવ:** ઓક્સિડેશન તળાવ મચ્છરોના પ્રજનન માટે અનુકૂળ વાતાવરણ પૂરું પાડી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

ઓક્સિડેશન તળાવ એ સરળ, ઓછી ખર્ચે અને પર્યાવરણને અનુકૂળ અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પદ્ધતિ છે. તે ખાસ કરીને ગ્રામીણ વિસ્તારો અને નાના સમુદાયો માટે યોગ્ય છે જ્યાં જમીન સરળતાથી ઉપલબ્ધ હોય છે.

જોકે, તેની વધુ જગ્યાની જરૂરિયાત, લાંબો રહેઠાણ સમય અને આબોહવા પર નિર્ભરતા ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ.

18.5 એનએરોબિક ડાયજેશન (Anaerobic Digestion):

એનએરોબિક ડાયજેશન, જેને **અજારક પાયન** પણ કહેવામાં આવે છે, એ એક જૈવિક પ્રક્રિયા છે જેમાં સૂક્ષ્મજીવો ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન, મિથેન (CH₄) અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO₂) જેવા વાયુઓનું મિશ્રણ ઉત્પન્ન થાય છે, જેને બાયોગેસ (Biogas) કહેવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયા કુદરતી રીતે અમુક જમીનમાં અને પ્રાણીઓ, મનુષ્યોના આંતરડામાં જોવા મળે છે, અને તેનો ઉપયોગ ઔદ્યોગિક રીતે કચરાના વ્યવસ્થાપન અને ઊર્જા ઉત્પાદન માટે પણ થાય છે.

એનએરોબિક ડાયજેશનની પ્રક્રિયા ચાર મુખ્ય તબક્કામાં વહેંચાયેલી છે:

1. **જળ વિચ્છેદન (Hydrolysis):** આ પ્રથમ તબક્કામાં, જટિલ કાર્બનિક પોલિમર, જેમ કે કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ, પ્રોટીન અને ચરબી, જળ વિચ્છેદક બેક્ટેરિયા દ્વારા નાના, દ્રાવ્ય અણુઓમાં તોડવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કાર્બોહાઇડ્રેટ્સને શર્કરામાં, પ્રોટીનને એમિનો એસિડમાં અને ચરબીને ફેટી એસિડ અને ગ્લિસરોલમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે.
2. **એસિડોજેનેસિસ (Acidogenesis):** બીજા તબક્કામાં, એસિડોજેનિક બેક્ટેરિયા જળ વિચ્છેદન દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા દ્રાવ્ય અણુઓને કાર્બનિક એસિડ (જેમ કે એસિટિક એસિડ, પ્રોપિયોનિક એસિડ, બ્યુટીરિક એસિડ), આલ્કોહોલ, હાઇડ્રોજન (H₂) અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO₂) માં રૂપાંતરિત કરે છે.
3. **એસિટોજેનેસિસ (Acetogenesis):** ત્રીજા તબક્કામાં, એસિટોજેનિક બેક્ટેરિયા એસિડોજેનેસિસ દરમિયાન ઉત્પન્ન થયેલા કાર્બનિક એસિડ અને આલ્કોહોલને એસિટિક એસિડ (CH₃COOH), હાઇડ્રોજન (H₂) અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO₂) માં ફેરવે છે.
4. **મિથેનોજેનેસિસ (Methanogenesis):** અંતિમ તબક્કામાં, મિથેનોજેનિક આર્કિઆ (એક પ્રકારના સૂક્ષ્મજીવો) એસિટોજેનેસિસ દરમિયાન ઉત્પન્ન થયેલા એસિટિક એસિડ અને હાઇડ્રોજનનો ઉપયોગ કરીને મિથેન (CH₄) અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO₂) ઉત્પન્ન કરે છે. આ પ્રક્રિયા બે મુખ્ય માર્ગો દ્વારા થઈ શકે છે:
 - **એસિટોક્લાસ્ટિક મિથેનોજેનેસિસ (Acetoclastic Methanogenesis):** આ પ્રક્રિયામાં, મિથેનોજેન્સ એસિટિક એસિડને મિથેન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાં ફેરવે છે.
 - **હાઇડ્રોજેનોટ્રોફિક મિથેનોજેનેસિસ (Hydrogenotrophic Methanogenesis):** આ પ્રક્રિયામાં, મિથેનોજેન્સ હાઇડ્રોજન અને કાર્બન ડાયોક્સાઇડનો ઉપયોગ કરીને મિથેન ઉત્પન્ન કરે છે.

એનએરોબિક ડાયજેશનના ઉપયોગો:

એનએરોબિક ડાયજેશનના ઘણા ઉપયોગો છે, જેમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે:

- **કચરાનું વ્યવસ્થાપન:** એનએરોબિક ડાયજેશનનો ઉપયોગ કાર્બનિક કચરા, જેમ કે ખોરાકનો કચરો, કૃષિ કચરો, અને ગટરના કાદવ (sewage sludge) ના જથ્થાને ઘટાડવા અને તેને સ્થિર કરવા માટે થાય છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા બાયોગેસનો ઉપયોગ ઊર્જા ઉત્પાદન માટે થઈ શકે છે, અને બાકી રહેલા પદાર્થ (ડાયજેસ્ટેટ - digestate) નો ઉપયોગ ખાતર તરીકે થઈ શકે છે.

- **ઊર્જા ઉત્પાદન:** એનએરોબિક ડાયજેશન દ્વારા ઉત્પન્ન થતા બાયોગેસનો ઉપયોગ વીજળી અને ગરમી ઉત્પન્ન કરવા માટે થઈ શકે છે. બાયોગેસ એ નવીનીકરણીય ઊર્જાનો સ્રોત છે જે અશ્મિભૂત ઇંધણ (fossil fuels) ના વિકલ્પ તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.
- **પ્રદૂષણ નિયંત્રણ:** એનએરોબિક ડાયજેશન ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરીને પાણીની ગુણવત્તા સુધારવામાં મદદ કરે છે.
- **ખાતર ઉત્પાદન:** એનએરોબિક ડાયજેશન પછી બાકી રહેલો પદાર્થ (ડાયજેસ્ટેટ) પોષક તત્વોથી ભરપૂર હોય છે અને તેનો ઉપયોગ જમીનમાં સુધારો કરવા અને પાકની વૃદ્ધિને પ્રોત્સાહન આપવા માટે ખાતર તરીકે થઈ શકે છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, એક ડેરી ફાર્મનું ઉદાહરણ જોઈએ જે એનએરોબિક ડાયજેસ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.

1. **ગાયનું છાણ અને અન્ય કાર્બનિક કચરો** એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને તેને એનએરોબિક ડાયજેસ્ટરમાં નાખવામાં આવે છે.
2. **ડાયજેસ્ટરમાં, ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં,** સૂક્ષ્મજીવો ચાર તબક્કાઓ (જળ વિચ્છેદન, એસિડોજેનેસિસ, એસિટોજેનેસિસ અને મિથેનોજેનેસિસ) દ્વારા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને બાયોગેસ ઉત્પન્ન કરે છે.
3. **ઉત્પન્ન થયેલો બાયોગેસ** એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને તેનો ઉપયોગ વીજળી અને ગરમી ઉત્પન્ન કરવા માટે થાય છે જેનો ઉપયોગ ફાર્મની જરૂરિયાતો પૂરી કરવા માટે થાય છે.
4. **ડાયજેશન પ્રક્રિયા પછી બાકી રહેલો પદાર્થ (ડાયજેસ્ટેટ)** પોષક તત્વોથી ભરપૂર હોય છે અને તેનો ઉપયોગ ખેતરોમાં ખાતર તરીકે થાય છે.

આ ઉદાહરણ દર્શાવે છે કે કેવી રીતે એનએરોબિક ડાયજેશન ડેરી ફાર્મને કચરાના વ્યવસ્થાપનમાં મદદ કરી શકે છે, નવીનીકરણીય ઊર્જા ઉત્પન્ન કરી શકે છે અને ખાતરનો ખર્ચ ઘટાડી શકે છે.

એનએરોબિક ડાયજેશનના ફાયદા:

- **નવીનીકરણીય ઊર્જા ઉત્પાદન:** બાયોગેસ એ નવીનીકરણીય ઊર્જાનો સ્રોત છે.
- **કચરાના જથ્થામાં ઘટાડો:** કાર્બનિક કચરાના જથ્થાને નોંધપાત્ર રીતે ઘટાડે છે.
- **ગ્રીનહાઉસ ગેસના ઉત્સર્જનમાં ઘટાડો:** અશ્મિભૂત ઇંધણના બદલે બાયોગેસનો ઉપયોગ કરવાથી ગ્રીનહાઉસ ગેસના ઉત્સર્જનમાં ઘટાડો થાય છે.
- **પોષક તત્વોનું પુનઃચક્રણ:** ડાયજેસ્ટેટનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે થઈ શકે છે, જે પોષક તત્વોને જમીનમાં પાછા આપે છે.
- **ગંધ નિયંત્રણ:** એનએરોબિક ડાયજેશન કાર્બનિક કચરામાંથી દુર્ગંધ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

એનએરોબિક ડાયજેશનના ગેરફાયદા:

- **મૂડી ખર્ચ:** એનએરોબિક ડાયજેસ્ટર સ્થાપિત કરવાનો પ્રારંભિક ખર્ચ ઊંચો હોઈ શકે છે.
- **સંચાલન અને દેખરેખ:** એનએરોબિક ડાયજેસ્ટરને કાળજીપૂર્વક સંચાલન અને દેખરેખની જરૂર હોય છે.
- **સંવેદનશીલ પ્રક્રિયા:** એનએરોબિક ડાયજેશન પ્રક્રિયા તાપમાન, pH અને ઝેરી પદાર્થો પ્રત્યે સંવેદનશીલ હોય છે.
- **ડાયજેસ્ટેટનો નિકાલ:** જો ડાયજેસ્ટેટનો યોગ્ય રીતે નિકાલ કરવામાં ન આવે તો તે પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ ઊભી કરી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

એનએરોબિક ડાયજેશન એ એક મૂલ્યવાન પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ કચરાના વ્યવસ્થાપન, ઊર્જા ઉત્પાદન અને પર્યાવરણીય સંરક્ષણ માટે થઈ શકે છે. તે એક ટકાઉ ટેકનોલોજી છે જે અશ્મિભૂત ઇંધણ પરની આપણી નિર્ભરતા ઘટાડવામાં અને ગ્રીનહાઉસ ગેસના ઉત્સર્જનને ઘટાડવામાં મદદ કરી શકે છે. જેમ જેમ ટેકનોલોજીનો વિકાસ થતો જાય છે અને ખર્ચ ઘટતો જાય છે, તેમ તેમ એનએરોબિક ડાયજેશન ભવિષ્યમાં વધુ મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવશે તેવી અપેક્ષા છે.

18.6 દ્વિતીયક ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો:

અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર (Wastewater Treatment) પ્રક્રિયાનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય ગંદા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરીને તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા યોગ્ય બનાવવાનો છે. અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર મુખ્યત્વે ત્રણ તબક્કામાં કરવામાં આવે છે: પ્રાથમિક ઉપચાર, દ્વિતીયક ઉપચાર અને તૃતીયક ઉપચાર. આ ત્રણેય તબક્કાઓમાં, દ્વિતીયક ઉપચાર એ મધ્યવર્તી અને કદાચ સૌથી મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે.

દ્વિતીયક ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય અપશિષ્ટ જળમાં રહેલા જૈવિક દ્રાવ્ય અને નિલંબિત કાર્બનિક પદાર્થોને દૂર કરવાનો છે. પ્રાથમિક ઉપચાર પ્રક્રિયા ભૌતિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને મોટા ઘન પદાર્થો અને કાંપને દૂર કરે છે, પરંતુ તે દ્રાવ્ય કાર્બનિક પદાર્થોને દૂર કરવામાં અસરકારક નથી. દ્વિતીયક ઉપચારમાં, સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ જૈવિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા આ કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરવા માટે થાય છે.

દ્વિતીયક ઉપચારના મુખ્ય ઉદ્દેશ્યો નીચે મુજબ છે:

- 1. BOD (Biochemical Oxygen Demand) ઘટાડવો:** BOD એ પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોનું સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા વિઘટન કરવા માટે જરૂરી ઓક્સિજનની માત્રાનો માપદંડ છે. દ્વિતીયક ઉપચારનો ઉદ્દેશ્ય BODને નોંધપાત્ર રીતે ઘટાડીને પાણીમાં ઓક્સિજનનું સ્તર જાળવવાનો છે, જેથી જળચર જીવો ટકી શકે.
- 2. COD (Chemical Oxygen Demand) ઘટાડવો:** COD એ પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક અને અકાર્બનિક પદાર્થોનું રાસાયણિક ઓક્સિડેશન કરવા માટે જરૂરી ઓક્સિજનની માત્રાનો માપદંડ છે. દ્વિતીયક ઉપચાર COD ને ઘટાડીને પાણીની એકંદર ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે.
- 3. નિલંબિત ઘન પદાર્થો (Suspended Solids) ઘટાડવા:** પ્રાથમિક ઉપચાર પછી પણ, અપશિષ્ટ જળમાં સૂક્ષ્મકણો નિલંબિત રહી શકે છે. દ્વિતીયક ઉપચાર આ નિલંબિત ઘન પદાર્થોને ઘટાડીને પાણીને વધુ પારદર્શક બનાવે છે અને તેના દેખાવમાં સુધારો કરે છે.
- 4. પોષક તત્ત્વો (Nutrients) દૂર કરવા:** અપશિષ્ટ જળમાં નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વોનું ઊંચું પ્રમાણ જળાશયોમાં યુટ્રોફિકેશન (Eutrophication) તરફ દોરી શકે છે, જે શેવાળના અતિશય વિકાસનું કારણ બને છે અને પાણીમાં ઓક્સિજનનું સ્તર ઘટાડે છે. દ્વિતીયક ઉપચાર અમુક અંશે નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે, પરંતુ સંપૂર્ણ નિરાકરણ માટે ઘણીવાર તૃતીયક ઉપચાર જરૂરી હોય છે.
- 5. પેથોજેન્સ (Pathogens) ઘટાડવા:** અપશિષ્ટ જળમાં વિવિધ પ્રકારના રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો (પેથોજેન્સ) હોઈ શકે છે જે માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક હોય છે. દ્વિતીયક ઉપચાર આ પેથોજેન્સની સંખ્યામાં નોંધપાત્ર ઘટાડો કરે છે, જોકે સંપૂર્ણ નિરાકરણ માટે જીવાણુનાશક પ્રક્રિયા (Disinfection) જરૂરી હોય છે.

દ્વિતીયક ઉપચારની પદ્ધતિઓ:

દ્વિતીયક ઉપચાર માટે વિવિધ પદ્ધતિઓ ઉપલબ્ધ છે, જેમાંથી સૌથી સામાન્ય નીચે મુજબ છે:

- **સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process):** આ પ્રક્રિયામાં, અપશિષ્ટ જળને વાતન ટાંકી (Aeration Tank) માં દાખલ કરવામાં આવે છે જ્યાં એરોબિક સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
- **ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter):** આ પ્રક્રિયામાં, અપશિષ્ટ જળને પથ્થર, કાંકરા અથવા પ્લાસ્ટિકના માધ્યમથી બનેલા ફિલ્ટર પર ટપકાવવામાં આવે છે. આ માધ્યમ પર સૂક્ષ્મજીવોની એક ફિલ્મ (Biofilm) હોય છે જે કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે.
- **ઓક્સિડેશન તળાવ (Oxidation Pond):** આ છીછરા તળાવ હોય છે જેમાં સૂર્યપ્રકાશ, શેવાળ અને બેક્ટેરિયાની સંયુક્ત ક્રિયા દ્વારા અપશિષ્ટ જળને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે.
- **એનએરોબિક સાયજેશન (Anaerobic Digestion):** આ પ્રક્રિયામાં, ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અને મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, એક શહેરના અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટનું ઉદાહરણ જોઈએ જે સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ કરે છે.

1. **પ્રાથમિક ઉપચાર:** ઘરો, ઉદ્યોગો અને અન્ય સ્ત્રોતોમાંથી નીકળતું ગંદુ પાણી ગટર વ્યવસ્થા દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્લાન્ટમાં પહોંચે છે. અહીં, ગંદા પાણીને પ્રાથમિક ઉપચાર પ્રક્રિયામાંથી પસાર કરવામાં આવે છે જેમાં સ્ક્રીનીંગ, ગ્રીટ રીમુવલ અને પ્રાથમિક શુદ્ધિકરણનો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રક્રિયા મોટા ઘન પદાર્થો, કાંકરા, રેતી, તેલ અને ચરબીને દૂર કરે છે.
2. **દ્વિતીયક ઉપચાર (સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા):** પ્રાથમિક ઉપચાર પછીનું ગંદુ પાણી વાતન ટાંકીમાં દાખલ કરવામાં આવે છે. અહીં, હવાને ટાંકીમાં સતત પૂરી પાડવામાં આવે છે જેથી એરોબિક સૂક્ષ્મજીવોને પૂરતો ઓક્સિજન મળી રહે. આ સૂક્ષ્મજીવો ગંદા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોને ખાઈને વૃદ્ધિ પામે છે અને ફ્લોક્સ (flocs) બનાવે છે.
3. **દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ:** વાતન ટાંકીમાંથી બહાર નીકળતું પાણી અને ફ્લોક્સનું મિશ્રણ દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકી (Secondary Clarifier) માં જાય છે. અહીં, ફ્લોક્સ ગુરુત્વાકર્ષણ દ્વારા ટાંકીના તળિયે બેસી જાય છે, જેને "સક્રિય કાદવ" કહેવામાં આવે છે. શુદ્ધ થયેલું પાણી ટાંકીની ઉપરથી બહાર નીકળી જાય છે.
4. **કાદવનું પુનઃ પરિભ્રમણ:** દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકીના તળિયે એકઠો થયેલો સક્રિય કાદવનો એક ભાગ ફરીથી વાતન ટાંકીમાં પાછો મોકલવામાં આવે છે જેથી સૂક્ષ્મજીવોની પૂરતી વસ્તી જળવાઈ રહે.
5. **વધારાના કાદવનો નિકાલ:** સક્રિય કાદવનો બાકીનો ભાગ, જેને "વધારાનો કાદવ" કહેવામાં આવે છે, તેને ટાંકીમાંથી દૂર કરવામાં આવે છે અને તેનો નિકાલ કરવામાં આવે છે.
6. **પરિણામ:** આ દ્વિતીયક ઉપચાર પ્રક્રિયાના પરિણામે, ગંદા પાણીનો BOD, COD, નિલંબિત ઘન પદાર્થો, અને પેથોજેન્સનું પ્રમાણ નોંધપાત્ર રીતે ઘટે છે.

આ ઉદાહરણ દર્શાવે છે કે કેવી રીતે દ્વિતીયક ઉપચાર ગંદા પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે અને તેને પર્યાવરણમાં છોડવા માટે વધુ યોગ્ય બનાવે છે.

દ્વિતીયક ઉપચારનું મહત્ત્વ:

દ્વિતીયક ઉપચાર એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાનો એક મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે જે નીચેના કારણોસર જરૂરી છે:

- **પર્યાવરણનું રક્ષણ:** દ્વિતીયક ઉપચાર ગંદા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરીને જળાશયોને પ્રદૂષિત થતા અટકાવે છે અને જળચર જીવો અને પર્યાવરણનું રક્ષણ કરે છે.
- **માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ:** દ્વિતીયક ઉપચાર ગંદા પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોને ઘટાડીને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરે છે.
- **પાણીના પુનઃ ઉપયોગને શક્ય બનાવે છે:** દ્વિતીયક ઉપચાર દ્વારા શુદ્ધ કરાયેલા પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને અન્ય બિન-પીવાલાયક ઉપયોગો માટે થઈ શકે છે, જે તાજા પાણીના સ્ત્રોતો પરનું દબાણ ઘટાડે છે.

નિષ્કર્ષ:

દ્વિતીયક ઉપચાર એ અપશિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાનો એક મહત્વપૂર્ણ અને અનિવાર્ય તબક્કો છે. તે ગંદા પાણીમાં રહેલા જૈવિક પ્રદૂષકોને દૂર કરીને પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે, પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરે છે, અને પાણીના પુનઃ ઉપયોગને શક્ય બનાવે છે. જેમ જેમ વસ્તી અને ઔદ્યોગિકરણ વધતું જાય છે, તેમ તેમ દ્વિતીયક ઉપચારનું મહત્વ પણ વધતું જશે, અને તે સ્વચ્છ અને ટકાઉ ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવશે.

18.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે અપશિષ્ટ જળ ઉપચારના મહત્વપૂર્ણ તબક્કા, **દ્વિતીયક ઉપચાર**નો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કર્યો. આપણે જોયું કે કેવી રીતે દ્વિતીયક ઉપચાર ગંદા પાણીમાંથી જૈવિક દ્રાવ્ય અને નિલંબિત કાર્બનિક પદાર્થોને દૂર કરીને તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા યોગ્ય બનાવે છે.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે દ્વિતીયક ઉપચારના મુખ્ય **ઉદ્દેશ્યો**ની ચર્ચા કરી, જેમાં BOD અને COD ઘટાડવા, નિલંબિત ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા, પોષક તત્ત્વોનું પ્રમાણ ઘટાડવું અને પેથોજેન્સને નિયંત્રણમાં રાખવાનો સમાવેશ થાય છે. આ ઉદ્દેશ્યોને પૂર્ણ કરવા માટે, દ્વિતીયક ઉપચાર પ્રક્રિયામાં સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ જૈવિક પ્રક્રિયાઓ દ્વારા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરવા માટે કરવામાં આવે છે.

ત્યારબાદ, આપણે દ્વિતીયક ઉપચાર માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ **પદ્ધતિઓ**નો અભ્યાસ કર્યો. આપણે **સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા (Activated Sludge Process)**, **ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર (Trickling Filter)**, **ઓક્સિડેશન તળાવ (Oxidation Pond)**, અને **એનએરોબિક ડાયજેશન (Anaerobic Digestion)** જેવી પ્રક્રિયાઓની કાર્યપદ્ધતિ, ફાયદા અને ગેરફાયદાઓની વિગતવાર ચર્ચા કરી. પ્રત્યેક પદ્ધતિનું ઉદાહરણ આપીને તેની કાર્યક્ષમતા અને ઉપયોગિતાને સ્પષ્ટ કરવામાં આવી.

સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા, જે સૌથી સામાન્ય રીતે ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિ છે, તેમાં વાતન ટાંકીમાં એરોબિક સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરવામાં આવે છે. **ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર** પદ્ધતિમાં, ગંદા પાણીને પથ્થર અથવા પ્લાસ્ટિકના માધ્યમ પર ટપકાવવામાં આવે છે, જેના પર સૂક્ષ્મજીવોની એક ફિલ્મ કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે. **ઓક્સિડેશન તળાવ** એ છીછરા તળાવ છે જેમાં સૂર્યપ્રકાશ, શેવાળ અને બેક્ટેરિયાની સંયુક્ત ક્રિયા દ્વારા ગંદા પાણીને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે. **એનએરોબિક ડાયજેશન** એ ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં થતી પ્રક્રિયા છે જે મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે, જેનો ઉપયોગ ઊર્જા ઉત્પાદન માટે થઈ શકે છે.

આપણે એ પણ શીખ્યા કે કેવી રીતે દ્વિતીયક ઉપચાર પ્રક્રિયા **પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યના રક્ષણમાં** મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. ગંદા પાણીમાંથી પ્રદૂષકોને દૂર કરીને, દ્વિતીયક ઉપચાર જળાશયોને પ્રદૂષિત થતા અટકાવે છે, જળચર જીવોનું રક્ષણ કરે છે અને રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોના ફેલાવાને નિયંત્રિત કરે છે. વધુમાં, દ્વિતીયક ઉપચાર દ્વારા શુદ્ધ કરાયેલા પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ અને ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ જેવા બિન-પીવાલાયક ઉપયોગો માટે થઈ શકે છે, જે તાજા પાણીના સ્ત્રોતો પરનું દબાણ ઘટાડે છે.

આ પ્રકરણના અંતે, આપણે સમજી શક્યા છીએ કે દ્વિતીયક ઉપચાર એ અપરિષ્ટ જળ ઉપચાર પ્રક્રિયાનો એક મહત્વપૂર્ણ અને અનિવાર્ય તબક્કો છે. તે ગંદા પાણીની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર સુધારો કરે છે અને તેને પર્યાવરણમાં સુરક્ષિત રીતે નિકાલ કરવા યોગ્ય બનાવે છે. જેમ જેમ વસ્તી અને ઔદ્યોગિકરણ વધતું જાય છે, તેમ તેમ દ્વિતીયક ઉપચારનું મહત્વ પણ વધતું જશે. સ્વચ્છ અને ટકાઉ ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરવા માટે, આપણે આ પ્રક્રિયાઓને વધુ સારી રીતે સમજવાની અને તેને વધુ કાર્યક્ષમ બનાવવાની જરૂર છે. આ પ્રકરણમાં મેળવેલું જ્ઞાન આપણને આ દિશામાં આગળ વધવામાં મદદ કરશે.

18.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) - જવાબ સાથે:

- દ્વિતીયક ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - મોટા ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા
 - જૈવિક દ્રાવ્ય અને નિલંબિત કાર્બનિક પદાર્થોને દૂર કરવા
 - પાણીને જીવાણુમુક્ત કરવું
 - પાણીનો રંગ દૂર કરવો
- નીચેનામાંથી કઈ દ્વિતીયક ઉપચાર પદ્ધતિ **નથી**?
 - સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા
 - સ્ક્રીનીંગ
 - ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર
 - ઓક્સિડેશન તળાવ
- BOD નું પૂરું નામ શું છે?
 - બાયોકેમિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
 - બાયોલોજીકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
 - બેક્ટેરિયલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
 - બાયોડિગ્રેડેબલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ
- સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયામાં વાતન ટાંકીનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?
 - ગંદા પાણીને ઠંડુ પાડવું.
 - ગંદા પાણીમાં ઓક્સિજન પૂરો પાડવો.
 - ગંદા પાણીને ગાળવું.
 - ગંદા પાણીને મિશ્રિત કરવું.
- ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરમાં કયા માધ્યમનો ઉપયોગ થતો **નથી**?
 - પથ્થર
 - કાંકરા

- (c) માટી
(d) પ્લાસ્ટિક
6. ઓક્સિડેશન તળાવમાં કઈ પ્રક્રિયા મુખ્ય ભાગ ભજવે છે?
(a) પ્રકાશસંશ્લેષણ
(b) શ્વસન
(c) બાષ્પીભવન
(d) અવક્ષેપન
7. એનએરોબિક ડાયજેશન દરમિયાન કયો ગેસ ઉત્પન્ન થાય છે?
(a) ઓક્સિજન
(b) નાઇટ્રોજન
(c) મિથેન
(d) કાર્બન મોનોક્સાઇડ
8. નીચેનામાંથી કયો દ્વિતીયક ઉપચારનો ફાયદો નથી?
(a) BOD ઘટાડે છે.
(b) નિલંબિત ઘન પદાર્થોને દૂર કરે છે.
(c) બધા પેથોજેન્સને દૂર કરે છે.
(d) COD ઘટાડે છે
9. દ્વિતીયક શુદ્ધિકરણ ટાંકીમાં સક્રિય કાદવ ક્યાં એકઠો થાય છે?
(a) ટાંકીની ટોચ પર
(b) ટાંકીના તળિયે
(c) ટાંકીની બાજુઓ પર
(d) ટાંકીની બહાર
10. કઈ પ્રક્રિયામાં શેવાળ અને બેક્ટેરિયા સહજીવન સંબંધ બનાવે છે?
(a) સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયા
(b) ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર
(c) એનએરોબિક ડાયજેશન
(d) ઓક્સિડેશન તળાવ

જવાબો: 1-b, 2-b, 3-a, 4-b, 5-c, 6-a, 7-c, 8-c, 9-b, 10-d

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. દ્વિતીયક ઉપચાર એટલે શું?
2. BOD અને COD વચ્ચે શું તફાવત છે?
3. સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાના મુખ્ય ઘટકો કયા છે?
4. ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
5. ઓક્સિડેશન તળાવના મુખ્ય પ્રકારો કયા છે?
6. એનએરોબિક ડાયજેશનના ચાર તબક્કાઓ કયા છે?
7. દ્વિતીયક ઉપચાર પર્યાવરણને કેવી રીતે મદદ કરે છે?
8. દ્વિતીયક ઉપચાર માનવ સ્વાસ્થ્યને કેવી રીતે સુધારે છે?

9. સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાના બે ફાયદા જણાવો.
10. ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટરના બે ગેરફાયદા જણાવો.

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. સક્રિય કાદવ પ્રક્રિયાનું વિગતવાર વર્ણન કરો. તેના ફાયદા અને ગેરફાયદા પણ જણાવો.
2. ટ્રિકલિંગ ફિલ્ટર અને ઓક્સિડેશન તળાવની તુલના કરો. બંને પદ્ધતિઓના ફાયદા અને ગેરફાયદા શું છે?
3. એનએરોબિક ડાયઝેશન પ્રક્રિયા સમજાવો. તેના મુખ્ય તબક્કાઓ અને ઉપયોગોનું વર્ણન કરો.
4. દ્વિતીયક ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો શું છે? આ ઉદ્દેશ્યોને પૂર્ણ કરવા માટે કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે?
5. ભારતમાં અપશિષ્ટ જળ ઉપચારની વર્તમાન સ્થિતિનું વર્ણન કરો. દ્વિતીયક ઉપચારને પ્રોત્સાહન આપવા માટે કયા પગલાં લઈ શકાય છે?

*** **

ગંદાપાણીનો ઉપચાર - તૃતીય સ્તરનો ઉપચાર

19

19.1 પ્રસ્તાવના

19.2 ગાળણ (Filtration)

19.3 ક્ષીટાણુનાશક (Disinfection)

19.4 પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન (Nutrient Removal)

19.5 અધતન ગંદાપાણી ઉપચાર પદ્ધતિઓ (Advanced Wastewater
Treatment Methods)

19.6 તૃતીય ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો

19.7 સારાંશ

19.8 પ્રોજેક્ટ વર્ક

19.9 સ્વાધ્યાય

19.1 પ્રસ્તાવના:

સમગ્ર વિશ્વમાં પાણી એક અમૂલ્ય સંપત્તિ છે, જે જીવન ટકાવી રાખવા માટે આવશ્યક છે. પરંતુ વધતી જતી વસ્તી અને ઉદ્યોગોને કારણે, તાજા પાણીના સ્ત્રોતો પર દબાણ વધી રહ્યું છે. ગંદાપાણીનો નિકાલ અને તેનો યોગ્ય રીતે ઉપચાર કરવો એ એક ગંભીર મુદ્દો બની ગયો છે. જો ગંદાપાણીનો ઉપચાર ન કરવામાં આવે તો તે જળસ્રોતોને પ્રદૂષિત કરી શકે છે, જેનાથી માનવ સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચી શકે છે.

આ એકમમાં, આપણે ગંદાપાણીના ઉપચારના ત્રીજા સ્તર પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું, જેને તૃતીય ઉપચાર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચાર પછી, તૃતીય ઉપચાર ગંદાપાણીમાંથી બાકી રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે વધુ અદ્યતન પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરે છે. આ પ્રક્રિયાઓમાં ગાળણ, જીવાણુ નાશક્રિયા, પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન અને અન્ય અદ્યતન ઉપચાર પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે.

આ એકમનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય તમને ગંદાપાણીના તૃતીય ઉપચારની પ્રક્રિયાઓ અને મહત્વ વિશે ઊંડાણપૂર્વક સમજ આપવાનો છે. આપણે વિવિધ તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓ, તેમના ફાયદા અને ગેરફાયદા, અને ગંદાપાણીના ગુણવત્તા સુધારવામાં તેમનું યોગદાન વિશે ચર્ચા કરીશું.

તૃતીય ઉપચાર ગંદાપાણીને પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે, જે પાણીની તંગીનો સામનો કરવા માટે એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે. તે જળસ્રોતોમાં પ્રદૂષકોના પ્રવેશને પણ ઘટાડે છે, જેનાથી માનવ અને પર્યાવરણીય સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ થાય છે.

આ એકમના અંત સુધીમાં, તમે તૃતીય ઉપચારની પ્રક્રિયાઓ, તેના ઉદ્દેશ્યો, અને ગંદાપાણીના વ્યવસ્થાપનમાં તેના મહત્વને સમજી શકશો. તમે જળ સંસાધનોના સંરક્ષણ અને ટકાવ વિકાસમાં ગંદાપાણીના ઉપચારની ભૂમિકાની પણ પ્રશંસા કરી શકશો.

આ એકમ તમને ગંદાપાણીના ઉપચારના ક્ષેત્રમાં વધુ સંશોધન અને જ્ઞાન મેળવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરશે, અને તમને આ ક્ષેત્રમાં ભાવિ કારકિર્દી માટે તૈયાર કરશે. ચાલો, આપણે આ મહત્વપૂર્ણ વિષયની ઊંડાણમાં ઉતરીએ અને ગંદાપાણીના ઉપચાર દ્વારા ટકાવેલા ભવિષ્ય બનાવવા માટે પ્રતિબદ્ધ થઈએ.

19.2 ગાળણ (Filtration):

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં, ગાળણ (Filtration) એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ પાણીમાંથી ઘન કણો અને સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરવા માટે થાય છે. તે તૃતીય ઉપચારનો એક મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે અને પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરવામાં અને તેને પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને રેતી, કાંકરી, કોલસા અથવા અન્ય કોઈ ગાળણ માધ્યમ (Filter Media)માંથી પસાર કરવામાં આવે છે. આ માધ્યમના છિદ્રો પાણીને પસાર થવા દે છે, પરંતુ કદમાં મોટા હોય તેવા ઘન કણો અને સૂક્ષ્મજીવોને અટકાવી દે છે.

ગાળણના મુખ્ય પ્રકારો:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં મુખ્યત્વે બે પ્રકારના ગાળણનો ઉપયોગ થાય છે:

1. **ધીમા રેતીના ગાળણ (Slow Sand Filtration):** આ ગાળણ પદ્ધતિમાં, પાણીને રેતીના જાડા સ્તર (0.5 થી 1.5 મીટર) માંથી ગુરુત્વાકર્ષણ બળના પ્રભાવ હેઠળ ધીમે ધીમે પસાર કરવામાં આવે છે. રેતીના કણો વચ્ચેની જગ્યામાં અશુદ્ધિઓ ફસાઈ જાય છે, અને રેતીની સપાટી પર જૈવિક સ્તર (Schmutzdecke) બને છે, જે બેક્ટેરિયા અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. આ

પદ્ધતિ સરળ, સસ્તી અને ઓછી જાળવણીની જરૂરિયાતવાળી છે, પરંતુ તેને મોટી જગ્યાની જરૂર પડે છે અને ગાળણની પ્રક્રિયા ધીમી હોય છે.

2. **ઝડપી રેતીના ગાળણ (Rapid Sand Filtration):** આ પદ્ધતિમાં, પાણીને રેતીના પાતળા સ્તર (0.6 થી 0.9 મીટર) માંથી દબાણ હેઠળ ઝડપથી પસાર કરવામાં આવે છે. રેતીના કણો નાના હોય છે અને ગાળણની પ્રક્રિયા ઝડપી હોય છે. આ ગાળણ પદ્ધતિ ઓછી જગ્યા રોકે છે અને વધુ કાર્યક્ષમ છે, પરંતુ તેને નિયમિત સફાઈ (Backwashing) અને ઊર્જાની જરૂર પડે છે. રાસાયણિક કોગ્યુલેશન અને ફ્લોક્યુલેશન પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ ગાળણ પહેલાં ઘન કણોને મોટા અને ભારે બનાવવા માટે કરી શકાય છે, જેથી ગાળણની કાર્યક્ષમતામાં વધારો થાય.

ગાળણ પ્રક્રિયાના મુખ્ય પરિબલો:

ગાળણની કાર્યક્ષમતાને ઘણા પરિબલો અસર કરે છે, જેમાં શામેલ છે:

- **ગાળણ માધ્યમનો પ્રકાર અને કદ (Type and Size of Filter Media):** રેતી, કાંકરી, કોલસા, ડાયટોમેસિયસ અર્થ (Diatomaceous Earth) જેવા વિવિધ ગાળણ માધ્યમોનો ઉપયોગ થાય છે. દરેક માધ્યમની પોતાની છિદ્રાળુતા (Porosity) અને કણોને દૂર કરવાની ક્ષમતા હોય છે.
- **ગાળણ સ્તરની ઊંડાઈ (Depth of Filter Bed):** ગાળણ સ્તરની ઊંડાઈ ગાળણની કાર્યક્ષમતાને અસર કરે છે. ઊંડા સ્તર વધુ અસરકારક હોય છે, પરંતુ તેને વધુ દબાણની જરૂર પડે છે.
- **પ્રવાહનો દર (Flow Rate):** પાણીના પ્રવાહનો દર ગાળણની કાર્યક્ષમતાને અસર કરે છે. ઊંચા પ્રવાહના દરને કારણે કણો ગાળણ માધ્યમમાંથી પસાર થઈ શકે છે.
- **પાણીની ગુણવત્તા (Water Quality):** ગંદાપાણીમાં રહેલા ઘન કણોનો પ્રકાર અને કદ ગાળણની કાર્યક્ષમતાને અસર કરે છે.
- **તાપમાન (Temperature):** પાણીનું તાપમાન ગાળણ પ્રક્રિયાને અસર કરી શકે છે.

ગાળણ પ્રક્રિયાના ફાયદા:

- **ઘન કણોને દૂર કરે છે:** ગાળણ પ્રક્રિયા પાણીમાંથી કાંપ, માટી, શેવાળ અને અન્ય ઘન કણોને દૂર કરે છે, જે પાણીની ટર્બિડિટી (Turbidity) ઘટાડે છે અને તેને સ્પષ્ટ બનાવે છે.
- **સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરે છે:** ગાળણ પ્રક્રિયા પાણીમાંથી બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆ જેવા સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરવામાં મદદ કરે છે, જે પાણીને પીવા માટે સુરક્ષિત બનાવે છે.
- **ગંધ અને સ્વાદમાં સુધારો કરે છે:** ગાળણ પ્રક્રિયા પાણીમાંથી અપ્રિય ગંધ અને સ્વાદ દૂર કરે છે.
- **રાસાયણિક પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે:** અમુક ગાળણ માધ્યમો, જેમ કે સક્રિય કાર્બન (Activated Carbon), પાણીમાંથી કેટલાક રાસાયણિક પ્રદૂષકોને શોષી લે છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, આપણે એક ઉદાહરણ જોઈએ કે કેવી રીતે ગાળણ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીને શુદ્ધ કરે છે. ધારો કે એક ગામમાં એક નાનો ગંદાપાણીનો ઉપચાર પ્લાન્ટ છે જે ધીમા રેતીના ગાળણનો ઉપયોગ કરે છે. ગામનું ગંદાપાણી પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચારમાંથી પસાર થયા પછી, તેને ગાળણ એકમમાં મોકલવામાં આવે છે. ગાળણ એકમમાં, ગંદાપાણી રેતીના જાડા સ્તરમાંથી ધીમે ધીમે પસાર થાય છે. રેતીના કણો વચ્ચેની જગ્યામાં ઘન કણો અને સૂક્ષ્મજીવો ફસાઈ જાય છે. રેતીની સપાટી પર બનેલું જૈવિક સ્તર (Schmutzdecke) બેક્ટેરિયા અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવોને ખાઈ જાય છે, જે પાણીને વધુ શુદ્ધ કરે છે.

ગાળણ પ્રક્રિયા પછી, પાણી ખૂબ જ સ્પષ્ટ અને સ્વચ્છ બને છે. તેમાં ઘન કણો અને સૂક્ષ્મજીવોની માત્રા ઘણી ઓછી હોય છે. આ પાણીનો ઉપયોગ ખેતી માટે, બાગકામ માટે અથવા અન્ય બિન-પીવાલાયક હેતુઓ માટે થઈ શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

ગાળણ એ ગંદાપાણીના ઉપચારની એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે અને તેને પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે. તે ઘન કણો, સૂક્ષ્મજીવો અને કેટલાક રાસાયણિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં અસરકારક છે. ગાળણ પદ્ધતિની પસંદગી ગંદાપાણીની ગુણવત્તા, ઉપચાર પ્લાન્ટની ક્ષમતા અને ઉપલબ્ધ સંસાધનો પર આધારિત છે. યોગ્ય ગાળણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને, આપણે ગંદાપાણીને એક મૂલ્યવાન સંસાધનમાં ફેરવી શકીએ છીએ અને પાણીની તંગીનો સામનો કરવામાં મદદ કરી શકીએ છીએ.

19.3 કીટાણુનાશક (Disinfection):

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં, કીટાણુનાશક (Disinfection) એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેનો ઉપયોગ પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો (Pathogens) જેમ કે બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને પ્રોટોઝોઆનો નાશ કરવા અથવા નિષ્ક્રિય કરવા માટે થાય છે. આ પ્રક્રિયા ગંદાપાણીને પુનઃઉપયોગ માટે અથવા કુદરતી જળસ્રોતોમાં છોડવા માટે સુરક્ષિત બનાવે છે, જેનાથી જાહેર સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણનું રક્ષણ થાય છે.

કીટાણુનાશક પ્રક્રિયા ગાળણ (Filtration) પછી કરવામાં આવે છે, કારણ કે ગાળણ દ્વારા દૂર કરાયેલા ઘન કણો કીટાણુનાશકોની અસરકારકતામાં ઘટાડો કરી શકે છે.

કીટાણુનાશકની મુખ્ય પદ્ધતિઓ:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં મુખ્યત્વે નીચેની કીટાણુનાશક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે:

1. **ક્લોરિનેશન (Chlorination):** આ સૌથી સામાન્ય અને સસ્તી કીટાણુનાશક પદ્ધતિ છે. તેમાં ક્લોરિન ગેસ, સોડિયમ હાઇપોક્લોરાઇટ (બ્લીચ) અથવા કેલ્શિયમ હાઇપોક્લોરાઇટ જેવા ક્લોરિનયુક્ત રસાયણોનો ઉપયોગ થાય છે. ક્લોરિન સૂક્ષ્મજીવોના કોષોમાં પ્રવેશીને તેમના ઉત્સેચકો (Enzymes) અને પ્રોટીનને નુકસાન પહોંચાડે છે, જેનાથી તેમનો નાશ થાય છે.

ફાયદા:

- અસરકારક અને વ્યાપક રીતે ઉપલબ્ધ
- સસ્તી અને સરળ પ્રક્રિયા
- અવશેષ કીટાણુનાશક અસર (Residual Disinfection) પૂરી પાડે છે, જે પાણીને સંગ્રહ અને વિતરણ દરમિયાન પુનઃસંક્રમણથી બચાવે છે.

ગેરફાયદા:

- પાણીમાં કાર્બનિક પદાર્થો સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને ટ્રાયહેલોમિથેન્સ (Trihalomethanes - THMs) જેવા હાનિકારક ઉપ-ઉત્પાદનો (Byproducts) બનાવી શકે છે, જે કેન્સરનું જોખમ વધારી શકે છે.
- પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ બદલી શકે છે.
- થોક્કસ સૂક્ષ્મજીવો, જેમ કે ક્રિપ્ટોસ્પોરિડિયમ (Cryptosporidium) પર ઓછા અસરકારક.

2. **અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ:** આ પદ્ધતિમાં, ગંદાપાણીને ચોક્કસ તરંગલંબાઈ (254 nm) ના અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) પ્રકાશમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. UV પ્રકાશ સૂક્ષ્મજીવોના DNA અને RNA ને નુકસાન પહોંચાડે છે, જેનાથી તેઓ પ્રજનન કરી શકતા નથી અને નિષ્ક્રિય થઈ જાય છે.

ફાયદા:

- કોઈ હાનિકારક ઉપ-ઉત્પાદનો બનાવતા નથી.
- પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ બદલતા નથી.
- ક્લોરિન-પ્રતિરોધક સૂક્ષ્મજીવો પર પણ અસરકારક.

ગેરફાયદા:

- ક્લોરિનેશન કરતા વધુ ખર્ચાળ.
- કોઈ અવશેષ કીટાણુનાશક અસર પૂરી પાડતા નથી.
- પાણીની ટર્બિડિટી (Turbidity) UV પ્રકાશના પ્રવેશને ઘટાડી શકે છે અને કીટાણુનાશકની અસરકારકતા ઘટાડી શકે છે.

3. **ઓઝોનેશન (Ozonation):** આ પદ્ધતિમાં, ઓઝોન (O₃) ગેસનો ઉપયોગ કીટાણુનાશક તરીકે થાય છે. ઓઝોન એક શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટ છે જે સૂક્ષ્મજીવોના કોષોને નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેમને નાશ કરે છે.

ફાયદા:

- ક્લોરિન કરતા વધુ શક્તિશાળી કીટાણુનાશક.
- ઘણા રાસાયણિક પ્રદૂષકોને પણ દૂર કરે છે.
- પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ સુધારે છે.

ગેરફાયદા:

- ક્લોરિનેશન અને UV કરતા વધુ ખર્ચાળ.
- કોઈ અવશેષ કીટાણુનાશક અસર પૂરી પાડતા નથી.
- બ્રોમેટ (Bromate) જેવા ઉપ-ઉત્પાદનો બનાવી શકે છે, જે સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક હોઈ શકે છે.

કીટાણુનાશકની અસરકારકતાને અસર કરતા પરિબલો:

- **કીટાણુનાશકનો પ્રકાર અને ડોઝ (Type and Dose of Disinfectant):** કીટાણુનાશકનો પ્રકાર અને તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલ ડોઝ તેની અસરકારકતા નક્કી કરે છે.
- **સંપર્ક સમય (Contact Time):** કીટાણુનાશક અને સૂક્ષ્મજીવો વચ્ચેનો સંપર્ક સમય મહત્વપૂર્ણ છે. લાંબા સમય સુધી સંપર્ક વધુ અસરકારક કીટાણુનાશક પ્રક્રિયા પૂરી પાડે છે.
- **પાણીની ગુણવત્તા (Water Quality):** પાણીમાં રહેલા ઘન કણો, કાર્બનિક પદાર્થો અને અન્ય પ્રદૂષકો કીટાણુનાશકની અસરકારકતા ઘટાડી શકે છે.
- **પાણીનું તાપમાન અને pH:** પાણીનું તાપમાન અને pH કીટાણુનાશક પ્રક્રિયાને અસર કરી શકે છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, આપણે એક ઉદાહરણ જોઈએ કે કેવી રીતે કીટાણુનાશક પ્રક્રિયા ગંદાપાણીને શુદ્ધ કરે છે. ધારો કે એક શહેરના ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં ક્લોરિનેશન પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.

ગાળણ પ્રક્રિયા પછી, ગંદાપાણીને ક્લોરિનેશન ટાંકીમાં મોકલવામાં આવે છે. આ ટાંકીમાં, ક્લોરિન ગેસને પાણીમાં ઉમેરવામાં આવે છે. ક્લોરિન પાણીમાં રહેલા બેક્ટેરિયા, વાયરસ અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવોના કોષોમાં પ્રવેશીને તેમને નાશ કરે છે.

ક્લોરિનેશન ટાંકીમાં પાણીને ચોક્કસ સમય માટે રાખવામાં આવે છે જેથી ક્લોરિનને સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરવા માટે પૂરતો સમય મળે. આ સમયને સંપર્ક સમય કહેવામાં આવે છે.

ક્લોરિનેશન પ્રક્રિયા પછી, પાણીમાં રહેલા સૂક્ષ્મજીવોની સંખ્યા ઘણી ઓછી થઈ જાય છે. આ પાણી હવે કુદરતી જળસ્રોતોમાં છોડવા માટે અથવા પુનઃઉપયોગ માટે સુરક્ષિત છે.

નિષ્કર્ષ:

કીટાણુનાશક એ ગંદાપાણીના ઉપચારની એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરીને પાણીને સુરક્ષિત બનાવે છે. કીટાણુનાશક પદ્ધતિની પસંદગી ગંદાપાણીની ગુણવત્તા, ઉપચાર પ્લાન્ટની ક્ષમતા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને પર્યાવરણીય નિયમો પર આધારિત છે. યોગ્ય કીટાણુનાશક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને, આપણે જાહેર સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણનું રક્ષણ કરી શકીએ છીએ અને પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપી શકીએ છીએ.

19.4 પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન (Nutrient Removal):

ગંદાપાણીમાં મુખ્યત્વે નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વો હોય છે જે માનવમળ, ખોરાકના અવશેષો અને ડીટરજન્ટમાંથી આવે છે. જો આ પોષક તત્ત્વોને ઉપચાર કર્યા વિના ગંદાપાણી સાથે કુદરતી જળસ્રોતોમાં છોડવામાં આવે તો તે યુટ્રોફિકેશન (Eutrophication) નામની પ્રક્રિયાનું કારણ બની શકે છે. યુટ્રોફિકેશનના પરિણામે શેવાળનો ઝડપી વિકાસ થાય છે, જે પાણીમાં ઓગળેલા ઓક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટાડે છે અને જળચર જીવન માટે હાનિકારક પરિસ્થિતિઓનું નિર્માણ કરે છે. આ પ્રક્રિયા પાણીની ગુણવત્તાને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેને મનોરંજન અને અન્ય ઉપયોગો માટે અયોગ્ય બનાવે છે.

તેથી, ગંદાપાણીના ઉપચારમાં પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન (Nutrient Removal) એ એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેનો ઉદ્દેશ્ય ગંદાપાણીમાંથી નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસનું પ્રમાણ ઘટાડવાનો છે, જેથી જળસ્રોતોનું રક્ષણ કરી શકાય અને જળચર જીવનને ટકાવી શકાય.

પોષક તત્ત્વોના નિષ્કાસનની મુખ્ય પદ્ધતિઓ:

ગંદાપાણીમાંથી નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસને દૂર કરવા માટે મુખ્યત્વે નીચેની જૈવિક અને રાસાયણિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે:

1. જૈવિક નાઇટ્રોજન નિષ્કાસન (Biological Nitrogen Removal - BNR):

આ પ્રક્રિયામાં, સૂક્ષ્મજીવોનો ઉપયોગ નાઇટ્રોજનને વાતાવરણીય નાઇટ્રોજન ગેસ (N₂) માં રૂપાંતરિત કરવા માટે થાય છે, જે હાનિકારક નથી. આ પ્રક્રિયા બે તબક્કામાં થાય છે:

- **નાઇટ્રિફિકેશન (Nitrification):** આ તબક્કામાં, એમોનિયા-ઓક્સિડાઇઝિંગ બેક્ટેરિયા (Ammonia-Oxidizing Bacteria - AOB) એમોનિયા (NH₃) ને નાઇટ્રાઇટ (NO₂-) માં અને ત્યારબાદ નાઇટ્રાઇટ-ઓક્સિડાઇઝિંગ બેક્ટેરિયા (Nitrite-Oxidizing Bacteria - NOB) નાઇટ્રાઇટને નાઇટ્રેટ (NO₃-) માં ઓક્સિડાઇઝ કરે છે. આ પ્રક્રિયા માટે ઓક્સિજનની જરૂર પડે છે અને તે એરોબિક (Aerobic) પરિસ્થિતિઓમાં થાય છે.

- **ડિનાઇટ્રિફિકેશન (Denitrification):** આ તબક્કામાં, ડિનાઇટ્રિફિકેશન બેક્ટેરિયા (Denitrifying Bacteria) નાઇટ્રેટ (NO₃-) ને નાઇટ્રોજન ગેસ (N₂) માં ઘટાડે છે, જે વાતાવરણમાં ભળી જાય છે. આ પ્રક્રિયા માટે ઓક્સિજનની ગેરહાજરી (એનોક્સિક - Anoxic) અને કાર્બનિક પદાર્થોના સ્રોતની જરૂર પડે છે.

2. જૈવિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન (Biological Phosphorus Removal - BPR):

આ પ્રક્રિયામાં, ફોસ્ફરસ સંચયકર્તા સજીવો (Phosphorus Accumulating Organisms - PAOs) ગંદાપાણીમાંથી ફોસ્ફરસને તેમના કોષોમાં જમા કરે છે. આ સજીવો એનોક્સિક (Anoxic) પરિસ્થિતિઓમાં કાર્બનિક પદાર્થોને શોષી લે છે અને સંગ્રહ કરે છે અને ત્યારબાદ એરોબિક (Aerobic) પરિસ્થિતિઓમાં વૈભવી રીતે ફોસ્ફરસનું શોષણ (Luxury Uptake) કરે છે, જે તેમના કોષોમાં ફોસ્ફરસનું પ્રમાણ વધારે છે. પછી આ સજીવોને ગંદાપાણીમાંથી અલગ કરવામાં આવે છે, જેનાથી ફોસ્ફરસનું નિષ્કાસન થાય છે.

3. રાસાયણિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન (Chemical Phosphorus Removal):

આ પદ્ધતિમાં, રાસાયણિક કોગ્યુલન્ટ્સ (Coagulants) જેમ કે એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ (Alum), ફેરિક ક્લોરાઇડ (Ferric Chloride) અથવા લાઇમ (Lime)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આ રસાયણો પાણીમાં રહેલા ફોસ્ફેટ આયનો સાથે પ્રતિક્રિયા કરીને અદ્રાવ્ય ફોસ્ફેટ ક્ષાર બનાવે છે, જે પછી અવક્ષેપન (Precipitation) દ્વારા દૂર કરી શકાય છે.

ઉદાહરણ:

ચાલો, આપણે એક ઉદાહરણ જોઈએ કે કેવી રીતે ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં જૈવિક નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ થાય છે.

એક આધુનિક ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, ગંદાપાણીને સૌપ્રથમ પ્રાથમિક ઉપચારમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જ્યાં મોટા ઘન કણો અને કાંપ દૂર કરવામાં આવે છે. ત્યારબાદ, ગંદાપાણીને એનોક્સિક (Anoxic) ટાંકીમાં મોકલવામાં આવે છે, જ્યાં ડિનાઇટ્રિફિકેશન બેક્ટેરિયા નાઇટ્રેટને નાઇટ્રોજન ગેસમાં રૂપાંતરિત કરે છે. ત્યારબાદ, ગંદાપાણીને એરોબિક (Aerobic) ટાંકીમાં મોકલવામાં આવે છે, જ્યાં નાઇટ્રિફિકેશન પ્રક્રિયા દ્વારા એમોનિયાને નાઇટ્રેટમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે અને ફોસ્ફરસ સંચયકર્તા સજીવો (PAOs) વૈભવી રીતે ફોસ્ફરસનું શોષણ કરે છે.

અંતે, ગંદાપાણીને ગૌણ ક્લેરિફાયર (Secondary Clarifier) માં મોકલવામાં આવે છે, જ્યાં સૂક્ષ્મજીવો અને ફોસ્ફરસ ધરાવતા ઘન કણોને પાણીથી અલગ કરવામાં આવે છે.

આ પ્રક્રિયાઓ દ્વારા, ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસને દૂર કરવામાં આવે છે, જે પાણીને જળસ્રોતોમાં છોડવા માટે સુરક્ષિત બનાવે છે.

પોષક તત્વોના નિષ્કાસનના ફાયદા:

- **યુટ્રોફિકેશન અટકાવે છે:** જળસ્રોતોમાં પોષક તત્વોના પ્રવેશને ઘટાડીને યુટ્રોફિકેશન અને તેના નકારાત્મક પ્રભાવોને અટકાવે છે.
- **જળચર જીવનનું રક્ષણ કરે છે:** પાણીમાં ઓગળેલા ઓક્સિજનના સ્તરને જાળવી રાખીને જળચર જીવનને ટકાવી રાખવામાં મદદ કરે છે.
- **પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરે છે:** પાણીને મનોરંજન અને અન્ય ઉપયોગો માટે યોગ્ય બનાવે છે.
- **સંસાધન પુનઃપ્રાપ્તિ:** ફોસ્ફરસ એક મર્યાદિત સંસાધન છે અને ગંદાપાણીમાંથી તેને પુનઃપ્રાપ્ત કરી શકાય છે અને ખાતર તરીકે ઉપયોગ કરી શકાય છે.

નિષ્કર્ષ:

પોષક તત્વોનું નિષ્કાસન એ ગંદાપાણીના ઉપચારની એક મહત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જે જળસ્રોતોના રક્ષણ અને જળચર જીવનને ટકાવી રાખવામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. જૈવિક અને રાસાયણિક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને, આપણે ગંદાપાણીમાંથી નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસનું પ્રમાણ ઘટાડી શકીએ છીએ અને પાણીની ગુણવત્તામાં સુધારો કરી શકીએ છીએ. યોગ્ય પોષક તત્વોના નિષ્કાસન પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને, આપણે ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન તરફ આગળ વધી શકીએ છીએ અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે સ્વચ્છ અને સ્વસ્થ જળસ્રોતો સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

19.5 અદ્યતન ગંદાપાણી ઉપચાર પદ્ધતિઓ (Advanced Wastewater Treatment Methods):

પ્રાથમિક, દ્વિતીયક અને તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓ ગંદાપાણીમાંથી મોટાભાગના પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે અસરકારક છે. તેમ છતાં, કેટલીક પરિસ્થિતિઓમાં, વધુ કડક પર્યાવરણીય ધોરણોને પૂર્ણ કરવા અથવા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા પાણીની જરૂરિયાતને પહોંચી વળવા માટે અદ્યતન ઉપચાર પદ્ધતિઓ (Advanced Treatment Methods) જરૂરી બને છે. આ પદ્ધતિઓ ખાસ કરીને સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકો (Micropollutants), ભારે ધાતુઓ, અને ઉભરતા પ્રદૂષકો (Emerging Contaminants) ને દૂર કરવા માટે ઉપયોગી છે જે પરંપરાગત ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ દ્વારા સંપૂર્ણપણે દૂર કરી શકાતા નથી.

અહીં કેટલીક મહત્વપૂર્ણ અદ્યતન ગંદાપાણી ઉપચાર પદ્ધતિઓનું વિગતવાર વર્ણન છે:

1. મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન (Membrane Filtration):

આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને અર્ધ-પારગમ્ય મેમ્બ્રેન (Semi-permeable Membrane) માંથી દબાણ હેઠળ પસાર કરવામાં આવે છે. મેમ્બ્રેનના છિદ્રો પાણીના અણુઓને પસાર થવા દે છે, પરંતુ સૂક્ષ્મજીવો, કોલોઇડ્સ (Colloids), અને મોટાભાગના ઓગળેલા પ્રદૂષકોને અટકાવે છે. મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશનના વિવિધ પ્રકારો ઉપલબ્ધ છે, જેમાં માઇક્રોફિલ્ટરેશન (Microfiltration - MF), અલ્ટ્રાફિલ્ટરેશન (Ultrafiltration - UF), નેનોફિલ્ટરેશન (Nanofiltration - NF) અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (Reverse Osmosis - RO) નો સમાવેશ થાય છે. દરેક પ્રકારના મેમ્બ્રેનની છિદ્ર કદ અલગ હોય છે અને તે ચોક્કસ પ્રકારના પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

ફાયદા:

1. ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા પાણીનું ઉત્પાદન કરે છે. સૂક્ષ્મજીવો અને વાયરસને સંપૂર્ણપણે દૂર કરે છે.
2. ઘણા ઓગળેલા પ્રદૂષકોને અસરકારક રીતે દૂર કરે છે.

ગેરફાયદા:

1. ઊંચી ઊર્જા જરૂરિયાત.
2. મેમ્બ્રેન ફાઉલિંગ (Membrane Fouling)ની સમસ્યા, જેના માટે નિયમિત સફાઈ જરૂરી છે.
3. ખર્ચાળ પ્રક્રિયા

2. સક્રિય કાર્બન શોષણ (Activated Carbon Adsorption):

આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને સક્રિય કાર્બન (Activated Carbon) ના સ્તરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. સક્રિય કાર્બન એ અત્યંત છિદ્રાળુ પદાર્થ છે જે વિશાળ સપાટી વિસ્તાર ધરાવે છે. કાર્બનિક પ્રદૂષકો, રંગીન પદાર્થો, સ્વાદ અને ગંધ પેદા કરતા સંયોજનો સક્રિય કાર્બનની સપાટી પર શોષાય છે.

ફાયદા:

1. ઘણા કાર્બનિક પ્રદૂષકોને અસરકારક રીતે દૂર કરે છે.
2. પાણીનો સ્વાદ અને ગંધ સુધારે છે.

ગેરફાયદા:

1. ભારે ધાતુઓ અને અકાર્બનિક પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે ઓછા અસરકારક.
2. સક્રિય કાર્બનને નિયમિત રીતે બદલવાની અથવા પુનર્જીવિત (Regenerate) કરવાની જરૂર છે.

3. અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (Advanced Oxidation Processes - AOPs):

આ પ્રક્રિયાઓમાં, શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટો, જેમ કે હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ્સ (Hydroxyl Radicals - •OH) ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે, જે પ્રદૂષકોને તોડી નાખે છે અને તેમને ઓછા હાનિકારક પદાર્થોમાં રૂપાંતરિત કરે છે. AOPs માં ઓઝોનેશન (Ozonation), UV/H₂O₂, ફેન્ટન પ્રક્રિયા (Fenton Process) અને ફોટોકેટાલિસિસ (Photocatalysis) જેવી પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે.

ફાયદા:

1. મુશ્કેલથી ઉપચાર કરી શકાય તેવા પ્રદૂષકોને પણ તોડી શકે છે.
2. સૂક્ષ્મજીવોને નિષ્ક્રિય કરે છે.

ગેરફાયદા:

1. ઊંચી ઊર્જા જરૂરિયાત.
2. ખર્ચાળ પ્રક્રિયા.
3. પ્રક્રિયા પરિમાણોનું કાળજીપૂર્વક નિયંત્રણ જરૂરી છે.

4. આયન વિનિમય (Ion Exchange):

આ પ્રક્રિયામાં, ગંદાપાણીને આયન વિનિમય રેઝિન (Ion Exchange Resin) માંથી પસાર કરવામાં આવે છે. રેઝિન ચોક્કસ આયનોને શોષી લે છે અને તેના બદલામાં અન્ય આયનોને મુક્ત કરે છે. આ પ્રક્રિયાનો ઉપયોગ પાણીને નરમ બનાવવા (Hardness Removal), ભારે ધાતુઓને દૂર કરવા અને નાઇટ્રેટ અને આર્સેનેટ જેવા આયનોને દૂર કરવા માટે થઈ શકે છે.

ફાયદા:

ચોક્કસ આયનોને અસરકારક રીતે દૂર કરે છે.

ગેરફાયદા:

1. રેઝિનને નિયમિત રીતે પુનર્જીવિત કરવાની જરૂર છે.
2. ચોક્કસ આયનોને દૂર કરવા માટે વિશિષ્ટ રેઝિનની જરૂર છે.

ઉદાહરણ:

એક ફાર્માસ્યુટિકલ કંપનીના ગંદાપાણીમાં દવાઓના અવશેષો (Pharmaceutical Residues) હોય છે, જે પરંપરાગત ઉપચાર પદ્ધતિઓ દ્વારા સંપૂર્ણપણે દૂર કરી શકાતા નથી. આ કિસ્સામાં, અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયા (AOP) નો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

AOP પ્રક્રિયામાં, ઓઝોન (O₃) અને અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) પ્રકાશનો ઉપયોગ કરીને હાઇડ્રોક્સિલ રેડિકલ્સ (•OH) ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે. આ શક્તિશાળી ઓક્સિડાઇઝિંગ એજન્ટો દવાઓના અવશેષોને તોડી નાખે છે અને તેમને ઓછા હાનિકારક પદાર્થોમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

આ પ્રક્રિયા દ્વારા, ફાર્માસ્યુટિકલ કંપની ગંદાપાણીમાંથી દવાઓના અવશેષોને અસરકારક રીતે દૂર કરી શકે છે અને પર્યાવરણીય ધોરણોનું પાલન કરી શકે છે.

નિષ્કર્ષ:

અદ્યતન ગંદાપાણી ઉપચાર પદ્ધતિઓ ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા પાણીનું ઉત્પાદન કરવા અને પર્યાવરણનું રક્ષણ કરવા માટે મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે. આ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ પરંપરાગત ઉપચાર પદ્ધતિઓના પૂરક તરીકે અથવા વિશિષ્ટ પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે સ્વતંત્ર રીતે થઈ શકે છે. યોગ્ય અદ્યતન ઉપચાર પદ્ધતિની પસંદગી ગંદાપાણીની લાક્ષણિકતાઓ, જરૂરી પાણીની ગુણવત્તા, ઉપલબ્ધ સંસાધનો અને પર્યાવરણીય નિયમો પર આધારિત છે. આ ટેકનોલોજીમાં સતત સંશોધન અને વિકાસ થઈ રહ્યો છે, જે ભવિષ્યમાં વધુ કાર્યક્ષમ અને ખર્ચ-અસરકારક ઉપચાર ઉકેલો પૂરા પાડશે તેવી અપેક્ષા છે.

19.6 તૃતીય ઉપચારના ઉદ્દેશ્યો:

ગંદાપાણીના ઉપચારમાં, તૃતીય ઉપચાર એ અંતિમ તબક્કો છે જેનો ઉદ્દેશ્ય પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચાર બાદ બાકી રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરીને પાણીની ગુણવત્તામાં વધુ સુધારો કરવાનો છે. આ તબક્કો ખાસ કરીને પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે અથવા સંવેદનશીલ જળસ્રોતોમાં છોડવા માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

તૃતીય ઉપચારના મુખ્ય ઉદ્દેશ્યો નીચે મુજબ છે:

1. બાકી રહેલા ઘન કણોને દૂર કરવા (Removal of Residual Suspended Solids):

પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચાર મોટાભાગના ઘન કણોને દૂર કરે છે, તેમ છતાં, ઝીણા કણો અને કોલોઇડ્સ (Colloids) પાણીમાં રહી શકે છે. તૃતીય ઉપચારમાં, ગાળણ (Filtration) જેવી પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને આ બાકી રહેલા ઘન કણોને દૂર કરવામાં આવે છે, જેનાથી પાણીની પારદર્શિતા (Clarity) અને ગુણવત્તામાં સુધારો થાય છે.

ઉદાહરણ: એક શહેરના ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, દ્વિતીયક ઉપચાર બાદ પણ પાણીમાં ઝીણા માટીના કણો રહી જાય છે. આ કણોને દૂર કરવા માટે, રેતીના ગાળણ (Sand Filtration) નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. રેતીના સ્તરમાંથી પસાર થતાં, આ ઝીણા કણો રેતીના કણો વચ્ચે ફસાઈ જાય છે અને પાણી વધુ સ્પષ્ટ બને છે.

2. પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન (Nutrient Removal):

ગંદાપાણીમાં નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વો હોય છે જે યુટ્રોફિકેશન (Eutrophication) નું કારણ બની શકે છે. તૃતીય ઉપચારનો ઉદ્દેશ્ય જૈવિક નાઇટ્રોજન નિષ્કાસન (Biological Nitrogen Removal - BNR) અને જૈવિક/રાસાયણિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન (Biological/Chemical Phosphorus Removal) જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા આ પોષક તત્ત્વોનું પ્રમાણ ઘટાડવાનો છે.

ઉદાહરણ: એક ખેતીપ્રધાન વિસ્તારમાં, ખેતરોમાંથી વહેતા પાણીમાં ખાતરોના કારણે નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસનું પ્રમાણ ઊંચું હોય છે. આ પાણીને નજીકના તળાવમાં છોડતા પહેલાં, તૃતીય ઉપચાર પ્લાન્ટમાં

જૈવિક નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પોષક તત્વોનું પ્રમાણ ઘટાડવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ તળાવમાં યુટ્રોફિકેશન થતા અટકાવે છે અને જળચર જીવનનું રક્ષણ કરે છે.

3. કીટાણુનાશક (Disinfection):

તૃતીય ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો (Pathogens) નો નાશ કરવાનો છે. ક્લોરિનેશન (Chlorination), અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ, અને ઓઝોનેશન (Ozonation) જેવી કીટાણુનાશક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને પાણીને સુરક્ષિત બનાવવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ: એક દરિયાકાંઠાના શહેરમાં, ગંદાપાણીને ઉપચાર કર્યા પછી દરિયામાં છોડવામાં આવે છે. દરિયામાં તરવા અને અન્ય મનોરંજન પ્રવૃત્તિઓ માટે પાણીને સુરક્ષિત બનાવવા માટે, તૃતીય ઉપચાર પ્લાન્ટમાં અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ દ્વારા પાણીનું કીટાણુનાશક કરવામાં આવે છે. UV પ્રકાશ સૂક્ષ્મજીવોના DNAને નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે, જેનાથી પાણી વાપરવા માટે સુરક્ષિત બને છે.

4. સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકોને દૂર કરવા (Removal of Micropollutants):

તૃતીય ઉપચારનો ઉદ્દેશ્ય સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકો (Micropollutants) જેમ કે દવાઓના અવશેષો, હોર્મોન્સ, અને વ્યક્તિગત સંભાળ ઉત્પાદનોના રસાયણોને દૂર કરવાનો પણ છે. આ પ્રદૂષકો પરંપરાગત ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ દ્વારા સંપૂર્ણપણે દૂર કરી શકાતા નથી અને તે જળચર જીવન અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી બની શકે છે. અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (Advanced Oxidation Processes - AOPs) અને સક્રિય કાર્બન શોષણ (Activated Carbon Adsorption) જેવી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે થાય છે.

ઉદાહરણ: એક ઔદ્યોગિક વિસ્તારમાં, ગંદાપાણીમાં દવાઓના અવશેષો અને ભારે ધાતુઓ હોય છે. આ પાણીને નદીમાં છોડતા પહેલા, તૃતીય ઉપચાર પ્લાન્ટમાં અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ અને સક્રિય કાર્બન શોષણનો ઉપયોગ કરીને સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકોને દૂર કરવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ નદીના પાણીની ગુણવત્તાનું રક્ષણ કરે છે અને જળચર જીવનને નુકસાન થતા અટકાવે છે.

5. પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવવું (Making Water Suitable for Reuse):

તૃતીય ઉપચાર ગંદાપાણીને સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ, શૌચાલય ફ્લશિંગ અને ભૂગર્ભજળ રિચાર્જ (Groundwater Recharge) જેવા બિન-પીવાલાયક હેતુઓ માટે પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે. પાણીની ગુણવત્તાના કડક ધોરણોને પૂર્ણ કરવા માટે મેમ્બ્રેન ફિલ્ટ્રેશન (Membrane Filtration) જેવી અધતન ઉપચાર પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ: પાણીની તંગી ધરાવતા એક વિસ્તારમાં, ગંદાપાણીને તૃતીય ઉપચાર બાદ સિંચાઈ માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. મેમ્બ્રેન ફિલ્ટ્રેશન દ્વારા પાણીને શુદ્ધ કરવામાં આવે છે, જે સૂક્ષ્મજીવો, ઘન કણો અને મોટાભાગના ઓગળેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે. આ પાણી ખેતી માટે સુરક્ષિત રીતે વાપરી શકાય છે, જેનાથી તાજા પાણીના સ્ત્રોતો પરનું દબાણ ઘટે છે.

તૃતીય ઉપચારના મુખ્ય ઉદ્દેશ્યો નીચે મુજબ છે:

6. બાકી રહેલા ઘન કણોને દૂર કરવા (Removal of Residual Suspended Solids):

પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચાર મોટાભાગના ઘન કણોને દૂર કરે છે, તેમ છતાં, ઝીણા કણો અને કોલોઇડ્સ (Colloids) પાણીમાં રહી શકે છે. તૃતીય ઉપચારમાં, ગાળણ (Filtration) જેવી પ્રક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરીને આ બાકી રહેલા ઘન કણોને દૂર કરવામાં આવે છે, જેનાથી પાણીની પારદર્શિતા (Clarity) અને ગુણવત્તામાં સુધારો થાય છે.

ઉદાહરણ: એક શહેરના ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટમાં, દ્વિતીયક ઉપચાર બાદ પણ પાણીમાં ઝીણા માટીના કણો રહી જાય છે. આ કણોને દૂર કરવા માટે, રેતીના ગાળણ (Sand Filtration) નો ઉપયોગ કરવામાં આવે

છે. રેતીના સ્તરમાંથી પસાર થતાં, આ ઝીણા કણો રેતીના કણો વચ્ચે ફસાઈ જાય છે અને પાણી વધુ સ્પષ્ટ બને છે.

7. પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન (Nutrient Removal):

ગંદાપાણીમાં નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્ત્વો હોય છે જે યુટ્રોફિકેશન (Eutrophication)નું કારણ બની શકે છે. તૃતીય ઉપચારનો ઉદ્દેશ્ય જૈવિક નાઇટ્રોજન નિષ્કાસન (Biological Nitrogen Removal - BNR) અને જૈવિક/રાસાયણિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન (Biological/Chemical Phosphorus Removal) જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા આ પોષક તત્ત્વોનું પ્રમાણ ઘટાડવાનો છે.

ઉદાહરણ: એક ખેતીપ્રધાન વિસ્તારમાં, ખેતરોમાંથી વહેતા પાણીમાં ખાતરોના કારણે નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસનું પ્રમાણ ઊંચું હોય છે. આ પાણીને નજીકના તળાવમાં છોડતા પહેલા, તૃતીય ઉપચાર પ્લાન્ટમાં જૈવિક નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પોષક તત્ત્વોનું પ્રમાણ ઘટાડવામાં આવે છે. આ પ્રક્રિયાઓ તળાવમાં યુટ્રોફિકેશન થતા અટકાવે છે અને જળચર જીવનનું રક્ષણ કરે છે.

8. ક્રીટાણુનાશક (Disinfection):

તૃતીય ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવો (Pathogens) નો નાશ કરવાનો છે. ક્લોરિનેશન (Chlorination), અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ, અને ઓઝોનેશન (Ozonation) જેવી ક્રીટાણુનાશક પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને પાણીને સુરક્ષિત બનાવવામાં આવે છે.

ઉદાહરણ: એક દરિયાકાંઠાના શહેરમાં, ગંદાપાણીને ઉપચાર કર્યા પછી દરિયામાં છોડવામાં આવે છે. દરિયામાં તરવા અને અન્ય મનોરંજન પ્રવૃત્તિઓ માટે પાણીને સુરક્ષિત બનાવવા માટે, તૃતીય ઉપચાર પ્લાન્ટમાં અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ દ્વારા પાણીનું ક્રીટાણુનાશક કરવામાં આવે છે. UV પ્રકાશ સૂક્ષ્મજીવોના DNAને નુકસાન પહોંચાડે છે અને તેમને નિષ્ક્રિય કરે છે, જેનાથી પાણી વાપરવા માટે સુરક્ષિત બને છે.

નિષ્કર્ષ:

તૃતીય ઉપચાર એ ગંદાપાણીના ઉપચારનો એક મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે જે પાણીની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર સુધારો કરે છે. આ પ્રક્રિયા જળસ્રોતોનું રક્ષણ કરે છે, જળચર જીવનને ટકાવી રાખે છે અને પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપે છે. યોગ્ય તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓની પસંદગી ગંદાપાણીની લાક્ષણિકતાઓ, જરૂરી પાણીની ગુણવત્તા અને ઉપલબ્ધ સંસાધનો પર આધારિત છે. તૃતીય ઉપચાર દ્વારા, આપણે સ્વચ્છ અને ટકાઉ જળ ભવિષ્ય તરફ આગળ વધી શકીએ છીએ.

19.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે ગંદાપાણીના ઉપચારના અંતિમ અને સૌથી મહત્વપૂર્ણ તબક્કા, તૃતીય ઉપચાર વિશે વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે તૃતીય ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચાર બાદ પણ પાણીમાં રહી ગયેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરી, પાણીની ગુણવત્તામાં વધુ સુધારો કરવાનો છે.

આપણે સૌ પ્રથમ **ગાળણ (Filtration)** પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કર્યો. ગાળણ એ ભૌતિક પ્રક્રિયા છે જેમાં ગંદાપાણીને રેતી, કાંકરા, કોલસા જેવા છિદ્રાળુ માધ્યમમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે, જેનાથી પાણીમાં રહેલા ઝીણા ઘન કણો અને કોલોઇડ્સને દૂર કરી શકાય છે. આપણે ધીમા રેતીના ગાળણ અને ઝડપી રેતીના ગાળણ જેવા વિવિધ પ્રકારના ગાળણ વિશે પણ જાણકારી મેળવી.

ત્યારબાદ, આપણે **કીટાણુનાશક (Disinfection)** પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ કર્યો, જેનો ઉદ્દેશ્ય પાણીમાં રહેલા રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોનો નાશ કરવાનો છે. આપણે ક્લોરિનેશન, અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ અને ઓઝોનેશન જેવી કીટાણુનાશક પદ્ધતિઓ, તેમના ફાયદા અને ગેરફાયદા વિશે શીખ્યા.

આ પ્રકરણમાં **પોષક તત્વોનું નિષ્કાસન (Nutrient Removal)** એક મહત્વપૂર્ણ વિષય હતો. આપણે જોયું કે ગંદાપાણીમાં રહેલા નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્વો જળસ્રોતોમાં યુટ્રોફિકેશનનું કારણ બની શકે છે. આપણે જૈવિક નાઇટ્રોજન નિષ્કાસન (BNR) અને જૈવિક/રાસાયણિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા આ પોષક તત્વોને કેવી રીતે દૂર કરી શકાય છે તે સમજ્યા.

પ્રકરણના અંતિમ ભાગમાં, આપણે **અદ્યતન ગંદાપાણી ઉપચાર પદ્ધતિઓ (Advanced Wastewater Treatment Methods)** વિશે જાણકારી મેળવી. આ પદ્ધતિઓ, જેમ કે મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન, સક્રિય કાર્બન શોષણ, અદ્યતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ અને આયન વિનિમય, ખાસ કરીને સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકો, ભારે ધાતુઓ અને ઉભરતા પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે ઉપયોગી છે જે પરંપરાગત ઉપચાર પ્રક્રિયાઓ દ્વારા સંપૂર્ણપણે દૂર કરી શકાતા નથી.

આ પ્રકરણનો અભ્યાસ કર્યા પછી, આપણે સમજી શક્યા છીએ કે તૃતીય ઉપચાર એ ગંદાપાણીના ઉપચારનો એક મહત્વપૂર્ણ તબક્કો છે જે:

- પાણીની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર સુધારો કરે છે.
- જળસ્રોતોનું રક્ષણ કરે છે અને યુટ્રોફિકેશન અટકાવે છે.
- જળચર જીવનને ટકાવી રાખે છે.
- પાણીને સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને અન્ય બિન-પીવાલાયક હેતુઓ માટે પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય બનાવે છે.
- સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકો અને રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોને દૂર કરીને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરે છે.

આમ, આ પ્રકરણ દ્વારા આપણે તૃતીય ઉપચારની વિવિધ પ્રક્રિયાઓ, તેના ઉદ્દેશ્યો અને મહત્વને ઊંડાણપૂર્વક સમજ્યા. આ જ્ઞાન આપણને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન તરફ આગળ વધવામાં અને ભવિષ્યની પેઢીઓ માટે સ્વચ્છ અને સ્વસ્થ જળસ્રોતો સુનિશ્ચિત કરવામાં મદદ કરશે.

19.8 પ્રોજેક્ટ વર્ક:

વિષય: તમારા વિસ્તારમાં ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની કાર્યક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન અને તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓનો પ્રસ્તાવ.

પ્રોજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય:

આ પ્રોજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય તમારા વિસ્તારમાં કાર્યરત ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની કાર્યક્ષમતાનો અભ્યાસ કરવાનો, તેમાં વપરાતી તકનીકોનું મૂલ્યાંકન કરવાનો અને પાણીની ગુણવત્તામાં વધુ સુધારો કરવા માટે તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓનો પ્રસ્તાવ રજૂ કરવાનો છે.

કાર્ય પદ્ધતિ:

1. માહિતી એકત્રીકરણ:

- તમારા વિસ્તારમાં ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની મુલાકાત લો.
- પ્લાન્ટના સંચાલકો સાથે મુલાકાત કરો અને પ્લાન્ટની ક્ષમતા, ઉપયોગમાં લેવાતી ઉપચાર પદ્ધતિઓ (પ્રાથમિક, દ્વિતીયક, તૃતીયક), અને ઉપચાર કરેલા પાણીની ગુણવત્તાના ડેટા એકત્રિત કરો.

- ઉપચાર કરેલા પાણીના નમૂના એકત્રિત કરો અને તેનું પ્રયોગશાળામાં પૃથ્થકરણ કરાવો (દા.ત., BOD, COD, ઘન કણો, પોષક તત્ત્વો, સૂક્ષ્મજીવો).
 - સ્થાનિક જળસ્રોતો (નદી, તળાવ) પર ગંદાપાણીના નિકાલની અસરનો અભ્યાસ કરો.
2. **ડેટાનું વિશ્લેષણ:**
- એકત્રિત કરેલા ડેટાનું વિશ્લેષણ કરો અને પ્લાન્ટની કાર્યક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન કરો.
 - ઉપચાર કરેલા પાણીની ગુણવત્તાની તુલના નિયત ધોરણો સાથે કરો.
 - પ્લાન્ટ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતી ઉપચાર પદ્ધતિઓની ખામીઓ અને સુધારા માટેની સંભાવનાઓ શોધો.
3. **તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓનો પ્રસ્તાવ:**
- એકત્રિત કરેલા ડેટા અને પ્લાન્ટની ખામીઓના આધારે, યોગ્ય તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓનો પ્રસ્તાવ રજૂ કરો.
 - પ્રસ્તાવિત પદ્ધતિઓમાં ગાળણ (દા.ત., રેતીના ગાળણ, મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન), પોષક તત્ત્વોનું નિષ્કાસન (દા.ત., જૈવિક નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન), કીટાણુનાશક (દા.ત., UV વિકિરણ, ઓઝોનેશન), અને અદ્યતન ઉપચાર પદ્ધતિઓ (દા.ત., સક્રિય કાર્બન શોષણ, અદ્યતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ) નો સમાવેશ થઈ શકે છે.
 - દરેક પ્રસ્તાવિત પદ્ધતિના ફાયદા, ગેરફાયદા, અંદાજિત ખર્ચ અને અમલીકરણની શક્યતાઓનું વર્ણન કરો.
4. **અહેવાલ લેખન:**
- તમારા સંશોધનના તારણો, વિશ્લેષણ અને ભલામણોનો સમાવેશ કરતો એક વિગતવાર અહેવાલ તૈયાર કરો.
 - અહેવાલમાં પ્લાન્ટની વર્તમાન સ્થિતિ, પાણીની ગુણવત્તાના ડેટા, સૂચિત તૃતીય ઉપચાર પદ્ધતિઓ અને તેના ફાયદાઓનો સમાવેશ કરો.
 - તમારા તારણો અને ભલામણોને સમર્થન આપવા માટે આલેખ, કોષ્ટકો અને ચિત્રોનો ઉપયોગ કરો.

પરિણામોની અપેક્ષા:

આ પ્રોજેક્ટ દ્વારા તમે તમારા વિસ્તારના ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની કાર્યક્ષમતાનું મૂલ્યાંકન કરી શકશો, પાણીની ગુણવત્તા સુધારવા માટે જરૂરી પગલાં સૂચવી શકશો, અને ટકાઉ જળ વ્યવસ્થાપન પ્રત્યે જાગૃતિ ફેલાવી શકશો. આ પ્રોજેક્ટ તમને ગંદાપાણીના ઉપચારની પ્રક્રિયાઓ, તકનીકો અને મહત્વ વિશે ઊંડાણપૂર્વક સમજવામાં મદદ કરશે.

19.9 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પી પ્રશ્નો (MCQ) - જવાબ સાથે:

1. તૃતીય ઉપચારનો મુખ્ય ઉદ્દેશ્ય શું છે?

- (a) મોટા ઘન કણોને દૂર કરવા.
- (b) ગંદાપાણીનો રંગ બદલવો.
- (c) પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક ઉપચાર બાદ બાકી રહેલા પ્રદૂષકોને દૂર કરવા.

- (d) પાણીમાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણ વધારવું.
2. નીચેનામાંથી કઈ પ્રક્રિયા ગાળણ (Filtration) નો પ્રકાર નથી?
- ધીમા રેતીના ગાળણ
 - ઝડપી રેતીના ગાળણ
 - ક્લોરિનેશન
 - મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન
3. યુટ્રોફિકેશન (Eutrophication) શાના કારણે થાય છે?
- પાણીમાં ઓક્સિજનનું ઊંચું પ્રમાણ
 - પાણીમાં પોષક તત્ત્વોનું ઊંચું પ્રમાણ
 - પાણીમાં ભારે ધાતુઓની હાજરી
 - પાણીમાં સૂક્ષ્મજીવોની ગેરહાજરી
4. નીચેનામાંથી કયું રસાયણ રાસાયણિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન માટે વપરાય છે?
- નાઇટ્રોજન ગેસ
 - ઓક્સિજન ગેસ
 - એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ (Alum)
 - કાર્બન ડાયોક્સાઇડ
5. અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ કીટાણુનાશક તરીકે કેવી રીતે કાર્ય કરે છે?
- સૂક્ષ્મજીવોના કોષોને ગરમ કરીને
 - સૂક્ષ્મજીવોના DNA ને નુકસાન પહોંચાડીને
 - સૂક્ષ્મજીવોને પાણીમાંથી ગાળીને
 - સૂક્ષ્મજીવોને ઓગાળીને
6. નીચેનામાંથી કઈ અધતન ઉપચાર પદ્ધતિ સૂક્ષ્મ પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે સૌથી અસરકારક છે?
- ધીમા રેતીના ગાળણ
 - ઝડપી રેતીના ગાળણ
 - અધતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs)
 - ક્લોરિનેશન
7. મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશનમાં, કયા પ્રકારના મેમ્બ્રેનનો છિદ્ર કદ સૌથી નાનો હોય છે?
- માઇક્રોફિલ્ટ્રેશન (MF)
 - અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન (UF)
 - નેનોફિલ્ટ્રેશન (NF)
 - રિવર્સ ઓસ્મોસિસ (RO)
8. જૈવિક નાઇટ્રોજન નિષ્કાસન (BNR) માં, ડિનાઇટ્રિફિકેશન પ્રક્રિયા કઈ પરિસ્થિતિઓમાં થાય છે?
- એરોબિક (Aerobic)
 - એનોક્સિક (Anoxic)
 - ઉચ્ચ તાપમાન
 - ઉચ્ચ દબાણ
9. સક્રિય કાર્બન શોષણ મુખ્યત્વે કયા પ્રકારના પ્રદૂષકોને દૂર કરવા માટે વપરાય છે?

- (a) ભારે ધાતુઓ
- (b) અકાર્બનિક આયનો
- (c) કાર્બનિક પ્રદૂષકો
- (d) ઘન કણો

10. તૃતીય ઉપચાર બાદ પાણીનો ઉપયોગ નીચેનામાંથી કયા હેતુ માટે કરી શકાય છે?

- (a) પીવા માટે
- (b) સિંચાઈ
- (c) રસોઈ
- (d) સ્નાન

જવાબો : 1-c, 2-c, 3-b, 4-c, 5-b, 6-c, 7-d, 8-b, 9-c, 10-b

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. તૃતીય ઉપચાર એટલે શું?
2. ગાળણ (Filtration) પ્રક્રિયાના બે મુખ્ય પ્રકારો જણાવો.
3. ક્લોરિનેશનના બે ફાયદા જણાવો.
4. યુટ્રોફિકેશન (Eutrophication)ની વ્યાખ્યા આપો.
5. જૈવિક ફોસ્ફરસ નિષ્કાસન (BPR)માં PAOs નું કાર્ય શું છે?
6. અદ્યતન ઓક્સિડેશન પ્રક્રિયાઓ (AOPs) ના બે ઉદાહરણ આપો.
7. મેમ્બ્રેન ફાઉલિંગ (Membrane Fouling) એટલે શું?
8. આયન વિનિમય પ્રક્રિયાનો મુખ્ય સિદ્ધાંત શું છે?
9. સક્રિય કાર્બન શોષણના બે ગેરફાયદા જણાવો.
10. તૃતીય ઉપચાર શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?

વિસ્તૃત પ્રશ્નો:

1. તૃતીય ઉપચારના મુખ્ય ઉદ્દેશ્યો વિગતવાર સમજાવો અને દરેક ઉદ્દેશ્ય માટે ઉદાહરણ આપો.
2. જૈવિક નાઇટ્રોજન નિષ્કાસન (BNR) પ્રક્રિયાના નાઇટ્રિફિકેશન અને ડિનાઇટ્રિફિકેશન તબક્કાઓનું વર્ણન કરો.
3. ક્લોરિનેશન, અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) વિકિરણ અને ઓઝોનેશન પદ્ધતિઓની તુલના કરો, તેમના ફાયદા અને ગેરફાયદા દર્શાવો.
4. વિવિધ પ્રકારના મેમ્બ્રેન ફિલ્ટરેશન (માઇક્રોફિલ્ટ્રેશન, અલ્ટ્રાફિલ્ટ્રેશન, નેનોફિલ્ટ્રેશન અને રિવર્સ ઓસ્મોસિસ) ની છિદ્ર કદ અને ઉપયોગોના આધારે તુલના કરો.
5. એક કાલ્પનિક શહેર માટે ગંદાપાણીના ઉપચાર પ્લાન્ટની રૂપરેખા બનાવો જેમાં તૃતીય ઉપચારનો સમાવેશ થતો હોય. દરેક તબક્કામાં ઉપયોગમાં લેવાતી પ્રક્રિયાઓ અને તેમના ઉદ્દેશ્યો જણાવો.

*** **

- 20.1 પ્રસ્તાવના
- 20.2 ગંદા પાણીના નિકાલની પદ્ધતિઓ
- 20.3 ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો
- 20.4 ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ
- 20.5 ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના લાભો
- 20.6 ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે સુરક્ષા ઉપાયો
- 20.7 સારાંશ
- 20.8 પ્રોજેક્ટ કાર્ય
- 20.9 સ્વાધ્યાય

20.1 પ્રસ્તાવના:

પાણી એક અમૂલ્ય સંસાધન છે, અને તેનો સમજદારીપૂર્વક ઉપયોગ કરવો એ આપણી ફરજ છે. માનવ પ્રવૃત્તિઓ ગંદા પાણીનું ઉત્પાદન કરે છે, જેમાં ઘરો, ઉદ્યોગો અને કૃષિમાંથી નીકળતું પાણી સામેલ છે. આ ગંદા પાણીમાં પ્રદૂષકો હોય છે જે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી બની શકે છે. આથી, ગંદા પાણીનો યોગ્ય રીતે નિકાલ અને શક્ય હોય ત્યાં તેનો પુનઃઉપયોગ કરવો જરૂરી છે.

આ એકમમાં, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કરીશું. ગંદા પાણીના નિકાલની મુખ્ય પદ્ધતિઓમાં ભૂમિ નિકાલ અને જળસ્રોતોમાં નિકાલનો સમાવેશ થાય છે. બંને પદ્ધતિઓ પર્યાવરણ પર નકારાત્મક અસરો કરી શકે છે, અને તેથી નિયત ધોરણોનું પાલન કરવું મહત્વપૂર્ણ છે.

ગંદા પાણીનો નિકાલ કરવાના બદલે, ઘણા કિસ્સાઓમાં તેનો પુનઃઉપયોગ શક્ય છે. ગંદા પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો માટે થઈ શકે છે. ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરવામાં અને પર્યાવરણ પર પ્રદૂષણનું ભારણ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ ઘણા ફાયદાઓ પ્રદાન કરે છે. તે પાણીની અછતવાળા વિસ્તારોમાં પાણીનો વૈકલ્પિક સ્રોત પૂરો પાડે છે, અને તાજા પાણીની માંગ ઘટાડે છે. ગંદા પાણીમાં રહેલા પોષક તત્વોનો ઉપયોગ ખેતીમાં ખાતર તરીકે થઈ શકે છે, જે રાસાયણિક ખાતરોનો ઉપયોગ ઘટાડે છે. ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ ગંદા પાણીના નિકાલનો ખર્ચ પણ ઘટાડી શકે છે.

જો કે, ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરતી વખતે સાવચેતી રાખવી પણ મહત્વપૂર્ણ છે. ગંદા પાણીમાં રહેલા રોગકારકો અને રસાયણો માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી બની શકે છે. આથી, ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ કરતા પહેલા યોગ્ય રીતે શુદ્ધિકરણ કરવું જરૂરી છે. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે યોગ્ય માર્ગદર્શિકા અને ધોરણોનું પાલન કરવું પણ જરૂરી છે.

આ એકમમાં, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગની પદ્ધતિઓ, ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો, ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના લાભો અને ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટેના સુરક્ષા ઉપાયો વિગતવાર સમજીશું.

20.2 ગંદા પાણીના નિકાલની પદ્ધતિઓ (જમીન, જળસ્રોતો):

ગંદા પાણીના નિકાલની મુખ્યત્વે બે પદ્ધતિઓ છે: જમીન પર નિકાલ અને જળસ્રોતોમાં નિકાલ. આ બંને પદ્ધતિઓના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા છે, અને તે કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ગંદા પાણીના પ્રકાર, સ્થાનિક પર્યાવરણ અને ઉપલબ્ધ સંસાધનો જેવા પરિબલો પર આધારિત છે.

1. જમીન પર ગંદા પાણીનો નિકાલ:

આ પદ્ધતિમાં ગંદા પાણીને જમીન પર છોડવાનો સમાવેશ થાય છે, જ્યાં તે જમીનના કણો દ્વારા ગાળણ પામે છે અને કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધ થાય છે. જમીન પર નિકાલની કેટલીક સામાન્ય પદ્ધતિઓ નીચે મુજબ છે:

- **સિંચાઈ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ પાકને સિંચાઈ કરવા માટે થઈ શકે છે. આ પદ્ધતિ પાણીના સંરક્ષણમાં મદદ કરે છે અને પાકને પોષક તત્વો પૂરા પાડે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઘણા શુષ્ક પ્રદેશોમાં ખેડૂતો ખેતી માટે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ કરે છે.
- **જમીન ગાળણ:** આ પદ્ધતિમાં ગંદા પાણીને ખાસ ડિઝાઇન કરેલા રેતાળ ફિલ્ટર બેડમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. રેતીના કણો ગંદા પાણીમાં રહેલા ઘન કણો અને પ્રદૂષકોને દૂર કરે છે. ગાળણ પામેલું પાણી ભૂગર્ભજળમાં ભળી શકે છે અથવા તેનો સિંચાઈ માટે ઉપયોગ કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેટલાક નાના સમુદાયો ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ માટે જમીન ગાળણ પ્રણાલીનો ઉપયોગ કરે છે.
- **સેપ્ટિક ટાંકી અને શોષ ખાડા:** ઘરોમાં ગંદા પાણીના નિકાલ માટે આ એક સામાન્ય પદ્ધતિ છે. સેપ્ટિક ટાંકીમાં ગંદા પાણીમાં રહેલા ઘન કણો તળિયે બેસી જાય છે, અને પ્રવાહી ભાગ શોષ ખાડામાં વહે છે. શોષ ખાડામાં, ગંદા પાણીનું જમીનના કણો દ્વારા ગાળણ થાય છે અને કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ગ્રામીણ વિસ્તારોમાં ઘણા ઘરો ગંદા પાણીના નિકાલ માટે સેપ્ટિક ટાંકી અને શોષ ખાડાનો ઉપયોગ કરે છે.
- **લેન્ડફિલ્સ:** ગંદા પાણીના કાદવ (સ્લજ)નો નિકાલ લેન્ડફિલ્સમાં પણ થઈ શકે છે. સ્લજ એ ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ દરમિયાન ઉત્પન્ન થતો ઘન કચરો છે. લેન્ડફિલ્સમાં, સ્લજને અન્ય ઘન કચરા સાથે ભેળવીને દાટી દેવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઘણા શહેરો ગંદા પાણીના સ્લજનો નિકાલ કરવા માટે લેન્ડફિલ્સનો ઉપયોગ કરે છે.

2. જળસ્રોતોમાં ગંદા પાણીનો નિકાલ:

આ પદ્ધતિમાં શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીને નદીઓ, તળાવો, સમુદ્ર જેવા જળસ્રોતોમાં છોડવાનો સમાવેશ થાય છે. જળસ્રોતોમાં નિકાલ કરતા પહેલાં ગંદા પાણીનું યોગ્ય રીતે શુદ્ધિકરણ કરવું જરૂરી છે, જેથી જળસ્રોતોના પાણીની ગુણવત્તા જળવાઈ રહે. જળસ્રોતોમાં નિકાલની કેટલીક સામાન્ય પદ્ધતિઓ નીચે મુજબ છે:

- **નદીઓમાં નિકાલ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીને નદીઓમાં છોડવામાં આવે છે, જ્યાં તે નદીના પાણીમાં ભળી જાય છે. નદીના પ્રવાહ અને કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા ગંદા પાણીનું મંદન અને શુદ્ધિકરણ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઘણા શહેરો ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાંથી શુદ્ધ કરેલા પાણીનો નિકાલ નજીકની નદીઓમાં કરે છે.
- **તળાવોમાં નિકાલ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીને તળાવોમાં પણ છોડી શકાય છે. તળાવોમાં, ગંદા પાણીનું મંદન અને કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધિકરણ થાય છે. જોકે, તળાવોમાં પાણીનો પ્રવાહ નદીઓ કરતા ઓછો હોવાથી, તળાવોમાં ગંદા પાણીનો નિકાલ કરતી વખતે ખાસ ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે. ઉદાહરણ

તરીકે, કેટલાક વિસ્તારોમાં ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાંથી શુદ્ધ કરેલા પાણીનો નિકાલ નજીકના તળાવોમાં કરવામાં આવે છે.

- **સમુદ્રમાં નિકાલ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીને સમુદ્રમાં પણ છોડી શકાય છે. સમુદ્રમાં ગંદા પાણીનું મંદન અને કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધિકરણ થાય છે. જોકે, સમુદ્રમાં ગંદા પાણીનો નિકાલ કરતી વખતે દરિયાઈ પર્યાવરણ અને દરિયાઈ જીવો પર થતી અસરોનું ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઘણા દરિયાકાંઠાના શહેરો ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટમાંથી શુદ્ધ કરેલા પાણીનો નિકાલ સમુદ્રમાં કરે છે.
- **કૃત્રિમ જળાશયો:** કેટલાક કિસ્સાઓમાં, ગંદા પાણીનો નિકાલ કરવા માટે કૃત્રિમ જળાશયો બનાવવામાં આવે છે. આ જળાશયોમાં, ગંદા પાણીનું કુદરતી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા શુદ્ધિકરણ થાય છે. શુદ્ધ થયેલા પાણીનો સિંચાઈ અથવા અન્ય બિન-પીવાલાયક ઉપયોગો માટે ઉપયોગ કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેટલાક વિસ્તારોમાં ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને સંગ્રહ માટે કૃત્રિમ જળાશયો બનાવવામાં આવ્યા છે.

ગંદા પાણીના નિકાલની પદ્ધતિની પસંદગી કરતી વખતે, ગંદા પાણીના પ્રકાર, સ્થાનિક પર્યાવરણ, ઉપલબ્ધ સંસાધનો, ખર્ચ અને સ્થાનિક નિયમો જેવા પરિબલો ધ્યાનમાં લેવા જોઈએ. ગંદા પાણીના નિકાલની કોઈપણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરતા પહેલા યોગ્ય આયોજન અને ડિઝાઇન કરવું જરૂરી છે, જેથી પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્ય પર નકારાત્મક અસરો ઓછામાં ઓછી થાય.

ઉપરોક્ત પદ્ધતિઓ ઉપરાંત, ગંદા પાણીના નિકાલ માટે નવી અને ઉભરતી ટેકનોલોજીઓ પણ વિકસાવવામાં આવી રહી છે. આ ટેકનોલોજીઓ ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણની કાર્યક્ષમતામાં સુધારો કરવા અને ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગની શક્યતાઓ વધારવા પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે.

20.3 ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો:

ગંદા પાણીના નિકાલ માટેના ધોરણો એ નિયમો અને માર્ગદર્શિકાઓનો સમૂહ છે જે ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને નિકાલ માટે લઘુત્તમ આવશ્યકતાઓ નિર્ધારિત કરે છે. આ ધોરણોનો ઉદ્દેશ્ય પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું પ્રદૂષણથી રક્ષણ કરવાનો છે. ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો રાષ્ટ્રીય, રાજ્ય અને સ્થાનિક સ્તરે સરકારો દ્વારા નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે.

ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો ઘણા પરિબલો પર આધારિત હોય છે, જેમાં ગંદા પાણીનો પ્રકાર, નિકાલની પદ્ધતિ, જળસ્રોતની સંવેદનશીલતા અને માનવ સ્વાસ્થ્ય પર સંભવિત અસરોનો સમાવેશ થાય છે. ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થઈ શકે છે:

- **પ્રદૂષકોની મહત્તમ મર્યાદા:** ગંદા પાણીમાં રહેલા વિવિધ પ્રદૂષકો, જેમ કે ઘન કણો, પોષક તત્ત્વો, ભારે ધાતુઓ અને રોગકારકો, માટે મહત્તમ સ્વીકાર્ય મર્યાદા નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે.

- **શુદ્ધિકરણની લઘુત્તમ આવશ્યકતાઓ:** ગંદા પાણીના નિકાલ પહેલાં તેને કયા સ્તર સુધી શુદ્ધ કરવું જરૂરી છે તે ધોરણોમાં નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે. શુદ્ધિકરણની આવશ્યકતાઓ ગંદા પાણીના પ્રકાર અને નિકાલની પદ્ધતિ પર આધારિત હોય છે.
- **નિકાલ માટેની પદ્ધતિઓ:** ગંદા પાણીના નિકાલ માટે કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી શકાય તે ધોરણોમાં નિર્ધારિત કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેટલાક વિસ્તારોમાં ગંદા પાણીનો જમીન પર નિકાલ કરવા પર પ્રતિબંધ હોઈ શકે છે.
- **દેખરેખ અને રિપોર્ટિંગ:** ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટના સંચાલકોએ નિયમિતપણે ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણની ગુણવત્તાનું નિરીક્ષણ કરવું અને ધોરણોનું પાલન થાય છે તેની ખાતરી કરવા માટે રિપોર્ટ આપવો જરૂરી છે.

ઉદાહરણો:

- **ભારતમાં, કેન્દ્રીય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (CPCB) એ ગંદા પાણીના નિકાલ માટે રાષ્ટ્રીય ધોરણો નિર્ધારિત કર્યા છે.** આ ધોરણોમાં ગંદા પાણીમાં રહેલા વિવિધ પ્રદૂષકો માટે મહત્તમ સ્વીકાર્ય મર્યાદા, શુદ્ધિકરણની લઘુત્તમ આવશ્યકતાઓ અને નિકાલ માટેની માન્ય પદ્ધતિઓનો સમાવેશ થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, CPCB ધોરણો મુજબ, નદીઓમાં છોડવામાં આવતા ગંદા પાણીમાં BOD (બાયોકેમિકલ ઓક્સિજન ડિમાન્ડ)નું સ્તર 30 mg/l થી ઓછું હોવું જોઈએ.
- **ગુજરાતમાં, ગુજરાત પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (GPCB) એ રાજ્ય માટે ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો નિર્ધારિત કર્યા છે.** GPCB ધોરણો CPCB ધોરણો ઉપરાંત રાજ્યની વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિઓને ધ્યાનમાં લે છે. ઉદાહરણ તરીકે, GPCB ધોરણો મુજબ, દરિયાકાંઠાના વિસ્તારોમાં ગંદા પાણીના નિકાલ માટે દરિયાઈ પર્યાવરણ પર થતી અસરોનું મૂલ્યાંકન કરવું જરૂરી છે.
- **સ્થાનિક સ્તરે, નગરપાલિકાઓ અને ગ્રામ પંચાયતો ગંદા પાણીના નિકાલ માટે પોતાના ધોરણો નિર્ધારિત કરી શકે છે.** આ ધોરણો રાજ્ય અને રાષ્ટ્રીય ધોરણો ઉપરાંત સ્થાનિક પરિસ્થિતિઓને ધ્યાનમાં લે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ નગરપાલિકા ગંદા પાણીના જમીન પર નિકાલ માટે શુદ્ધિકરણની વધુ કડક આવશ્યકતાઓ નિર્ધારિત કરી શકે છે.

ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાના ફાયદા:

- **પર્યાવરણનું રક્ષણ:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાથી જળસ્રોતો, જમીન અને હવાના પ્રદૂષણને રોકવામાં મદદ મળે છે.
- **માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાથી ગંદા પાણીમાં રહેલા રોગકારકો અને રસાયણોથી થતા રોગોના ફેલાવાને રોકવામાં મદદ મળે છે.
- **પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાથી ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન મળે છે, જે પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરવામાં મદદ કરે છે.

- **આર્થિક લાભો:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાથી પ્રદૂષણ સંબંધિત ખર્ચાઓ ઘટાડવામાં અને ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગથી આર્થિક લાભ મેળવવામાં મદદ મળે છે.

ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન ન કરવાના પરિણામો:

- **પર્યાવરણીય નુકસાન:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન ન કરવાથી જળસ્રોતો, જમીન અને હવાના પ્રદૂષણમાં વધારો થઈ શકે છે.
- **માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમ:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન ન કરવાથી ગંદા પાણીમાં રહેલા રોગકારકો અને રસાયણોથી થતા રોગોનો ફેલાવો વધી શકે છે.
- **કાનૂની કાર્યવાહી:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન ન કરવા બદલ દંડ અને કાનૂની કાર્યવાહી થઈ શકે છે.
- **પ્રતિષ્ઠાને નુકસાન:** ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન ન કરવાથી કંપની અથવા સંસ્થાની પ્રતિષ્ઠાને નુકસાન થઈ શકે છે.

ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો એ પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યના રક્ષણ માટે એક મહત્વપૂર્ણ સાધન છે. ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટના સંચાલકો, ઉદ્યોગો અને વ્યક્તિઓએ ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું ચુસ્તપણે પાલન કરવું જોઈએ. ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાથી આપણે સ્વચ્છ અને સ્વસ્થ ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરી શકીએ છીએ.

20.4 ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ (સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક, બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગ):

પાણી એ એક અમૂલ્ય કુદરતી સંસાધન છે અને તેની અછત વિશ્વભરમાં એક ગંભીર સમસ્યા બની રહી છે. ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ એ આ સમસ્યાનો સામનો કરવાનો એક અસરકારક ઉપાય છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું કામો માટે થઈ શકે છે.

1. સિંચાઈ માટે ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ:

સિંચાઈ એ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગનો સૌથી સામાન્ય પ્રકાર છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીમાં છોડના વિકાસ માટે જરૂરી પોષક તત્ત્વો હોય છે, જે તેને સિંચાઈ માટે એક આદર્શ સ્રોત બનાવે છે. ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ખેતી, બાગાયત, રમતગમતના મેદાનો અને બગીચાઓને સિંચાઈ કરવા માટે થઈ શકે છે.

ઉદાહરણો:

- **ઈઝરાયેલ:** ઈઝરાયેલ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગમાં અગ્રણી દેશ છે. દેશમાં 86% થી વધુ ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ સિંચાઈ માટે થાય છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ખેતીમાં પાક ઉગાડવા માટે થાય છે, જે દેશની ખાદ્ય સુરક્ષામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવે છે.

- **કેલિફોર્નિયા, યુએસએ:** કેલિફોર્નિયામાં દુષ્કાળની સમસ્યાનો સામનો કરવા માટે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવામાં આવી રહ્યું છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ખેતી, ગોલ્ફ કોર્સ અને બગીચાઓને સિંચાઈ કરવા માટે થાય છે.
- **ભારત:** ભારતમાં પણ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવામાં આવી રહ્યું છે. ઘણા શહેરોમાં શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ બગીચાઓ અને રમતગમતના મેદાનોને સિંચાઈ કરવા માટે થાય છે.

2. ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ:

ઘણી ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં મોટી માત્રામાં પાણીની જરૂર પડે છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓમાં ઠંડક, સફાઈ અને ઉત્પાદન માટે થઈ શકે છે.

ઉદાહરણો:

- **પાવર પ્લાન્ટ:** પાવર પ્લાન્ટમાં ટર્બાઇનને ઠંડા કરવા માટે મોટી માત્રામાં પાણીની જરૂર પડે છે. ઘણા પાવર પ્લાન્ટ શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ઠંડક માટે કરે છે.
- **કાપડ ઉદ્યોગ:** કાપડ ઉદ્યોગમાં કાપડને ધોવા, રંગવા અને પ્રિન્ટ કરવા માટે મોટી માત્રામાં પાણીની જરૂર પડે છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ કાપડ ઉદ્યોગમાં આ પ્રક્રિયાઓ માટે થઈ શકે છે.
- **ખાણકામ:** ખાણકામની પ્રક્રિયાઓમાં ધૂળને દબાવવા અને ખનિજોને અલગ કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ખાણકામની પ્રક્રિયાઓમાં થઈ શકે છે.

3. બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો માટે ગંદા પાણીનો પુનઃ ઉપયોગ:

શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ઘણા બિન-પીવાલાયક ઘરેલું કામો માટે થઈ શકે છે, જેમ કે શૌચાલય ફ્લશ કરવા, કપડાં ધોવા, વાસણ ધોવા અને ઘરની સફાઈ કરવી.

ઉદાહરણો:

- **જાપાન:** જાપાનમાં ઘણા ઘરોમાં ડ્યુઅલ પ્લમ્બિંગ સિસ્ટમ હોય છે, જે શૌચાલય ફ્લશ કરવા માટે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ કરે છે.
- **સિંગાપોર:** સિંગાપોરમાં NEWater નામની એક પહેલ છે, જે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીને ઉચ્ચ ગુણવત્તાવાળા પીવાલાયક પાણીમાં રૂપાંતરિત કરે છે. આ પાણીનો ઉપયોગ ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો માટે થાય છે.
- **ઓસ્ટ્રેલિયા:** ઓસ્ટ્રેલિયાના કેટલાક વિસ્તારોમાં દુષ્કાળ દરમિયાન શૌચાલય ફ્લશ કરવા અને બગીચાને સિંચાઈ કરવા માટે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ફાયદા:

- **પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ તાજા પાણીની માંગ ઘટાડે છે અને પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરવામાં મદદ કરે છે.
- **પર્યાવરણીય લાભો:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ જળસ્રોતોમાં પ્રદૂષણ ઘટાડવામાં અને ગંદા પાણીના નિકાલની સમસ્યાનો ઉકેલ લાવવામાં મદદ કરે છે.
- **આર્થિક લાભો:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ પાણીના ખર્ચમાં ઘટાડો કરી શકે છે અને ખેડૂતોને સસ્તા દરે સિંચાઈ માટે પાણી પૂરું પાડી શકે છે.
- **પોષક તત્વોનો પુનઃઉપયોગ:** ગંદા પાણીમાં રહેલા પોષક તત્વોનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે થઈ શકે છે, જે રાસાયણિક ખાતરોનો ઉપયોગ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.

ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે પડકારો:

- **જાહેર સ્વીકૃતિ:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ અંગે લોકોમાં ખચકાટ અને ચિંતા હોઈ શકે છે.
- **ખર્ચ:** ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને પુનઃઉપયોગ માટે માળખાકીય સુવિધાઓ સ્થાપવાનો ખર્ચ ઊંચો હોઈ શકે છે.
- **સ્વાસ્થ્ય સંબંધિત જોખમો:** જો ગંદા પાણીનું યોગ્ય રીતે શુદ્ધિકરણ કરવામાં ન આવે તો તેમાં રહેલા રોગકારકો અને રસાયણો માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે જોખમી બની શકે છે.
- **નિયમનકારી અવરોધો:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે સ્પષ્ટ નિયમો અને માર્ગદર્શિકાઓનો અભાવ હોઈ શકે છે.

ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ એ પાણીની અછતનો સામનો કરવા અને ટકાઉ ભવિષ્ય સુનિશ્ચિત કરવા માટે એક મહત્વપૂર્ણ વ્યૂહરચના છે. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ફાયદાઓને ધ્યાનમાં લેતાં, સરકારો, ઉદ્યોગો અને વ્યક્તિઓએ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવા માટે સહકાર આપવો જોઈએ.

20.5 ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના લાભો:

ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ એ એક એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ વિવિધ હેતુઓ માટે કરવામાં આવે છે, જેમ કે સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ, અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો. આ પ્રક્રિયાના ઘણા પર્યાવરણીય, આર્થિક અને સામાજિક લાભો છે.

1. પર્યાવરણીય લાભો:

- **પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ તાજા પાણીની માંગ ઘટાડે છે, જે પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરવામાં મદદ કરે છે. ખાસ કરીને પાણીની અછતવાળા વિસ્તારોમાં

આ ખૂબ જ મહત્વપૂર્ણ છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઈઝરાયેલમાં, 86% થી વધુ ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ સિંચાઈ માટે થાય છે, જે તાજા પાણીના વપરાશમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો કરે છે.

- **જળ પ્રદૂષણમાં ઘટાડો:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ નદીઓ, તળાવો અને સમુદ્રમાં છોડવામાં આવતા ગંદા પાણીનું પ્રમાણ ઘટાડે છે, જેનાથી જળ પ્રદૂષણમાં ઘટાડો થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, સિંગાપોરમાં NEWater પહેલ હેઠળ, શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો માટે થાય છે, જે જળસ્રોતોમાં પ્રદૂષણ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.
- **પોષક તત્વોનું રિસાયક્લિંગ:** ગંદા પાણીમાં નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ જેવા પોષક તત્વો હોય છે જે છોડના વિકાસ માટે જરૂરી છે. ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ આ પોષક તત્વોને રિસાયકલ કરવામાં અને રાસાયણિક ખાતરોનો ઉપયોગ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કેલિફોર્નિયામાં, શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ ખેતીમાં પાક ઉગાડવા માટે થાય છે, જે રાસાયણિક ખાતરો પર નિર્ભરતા ઘટાડે છે.
- **જમીનનું રક્ષણ:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ જમીનના ધોવાણને રોકવામાં અને જમીનની ગુણવત્તા સુધારવામાં મદદ કરે છે. સિંચાઈ માટે ગંદા પાણીનો ઉપયોગ જમીનમાં ભેજ જાળવી રાખવામાં અને રણપ્રદેશ બનતા અટકાવવામાં મદદ કરે છે.

2. આર્થિક લાભો:

- **પાણીના ખર્ચમાં ઘટાડો:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ પાણીના બિલમાં ઘટાડો કરી શકે છે, ખાસ કરીને ખેડૂતો અને ઉદ્યોગો માટે જે મોટી માત્રામાં પાણીનો વપરાશ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઑસ્ટ્રેલિયાના કેટલાક વિસ્તારોમાં, દુષ્કાળ દરમિયાન ખેડૂતોને સિંચાઈ માટે સસ્તા દરે શુદ્ધ કરેલું ગંદા પાણી પૂરું પાડવામાં આવે છે.
- **ખાતરના ખર્ચમાં ઘટાડો:** ગંદા પાણીમાં રહેલા પોષક તત્વો ખાતર તરીકે કામ કરે છે, જે રાસાયણિક ખાતરોનો ખર્ચ ઘટાડવામાં મદદ કરે છે.
- **નવી રોજગારીનું સર્જન:** ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને પુનઃઉપયોગ માટે માળખાકીય સુવિધાઓના નિર્માણ અને સંચાલન માટે નવી રોજગારીનું સર્જન થઈ શકે છે.
- **પ્રવાસન ઉદ્યોગને ટેકો:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ બગીચાઓ, ગોલ્ફ કોર્સ અને અન્ય મનોરંજન વિસ્તારોને આકર્ષક બનાવવા માટે થઈ શકે છે, જે પ્રવાસન ઉદ્યોગને ટેકો આપે છે.

3. સામાજિક લાભો:

- **ખાધ સુરક્ષામાં વધારો:** સિંચાઈ માટે ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ પાક ઉત્પાદનમાં વધારો કરી શકે છે, જે ખાધ સુરક્ષામાં સુધારો કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઈઝરાયેલમાં ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગથી કૃષિ ઉત્પાદનમાં વધારો થયો છે અને દેશની ખાધ સુરક્ષામાં મહત્વપૂર્ણ ભૂમિકા ભજવી છે.
- **દુષ્કાળ સામે રક્ષણ:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ દુષ્કાળના સમયમાં પાણીનો વિશ્વસનીય સ્રોત પૂરો પાડી શકે છે, જેનાથી સમુદાયોને દુષ્કાળની અસરોનો સામનો કરવામાં મદદ મળે છે.

- **જીવનધોરણમાં સુધારો:** ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ પાણીની અછતવાળા વિસ્તારોમાં લોકોના જીવનધોરણમાં સુધારો કરી શકે છે, તેમને સ્વચ્છતા અને અન્ય જરૂરિયાતો માટે પાણી પૂરું પાડીને.
- **જાહેર સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો:** ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને પુનઃઉપયોગથી રોગોનો ફેલાવો રોકવામાં મદદ મળે છે અને જાહેર સ્વાસ્થ્યમાં સુધારો થાય છે.

ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના કેટલાક ઉદાહરણો:

- **નામીબિયા:** નામીબિયામાં, રાજધાની શહેર વિન્ડહોકમાં 1968થી પીવાના પાણીના પુરવઠાના ભાગ તરીકે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

20.6 ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે સુરક્ષા ઉપાયો:

ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ એ પાણીના સંરક્ષણ અને ટકાઉ ભવિષ્ય માટે એક મહત્વપૂર્ણ પગલું છે. જોકે, ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ સાથે સંકળાયેલા સંભવિત સ્વાસ્થ્ય અને પર્યાવરણીય જોખમોને ઘટાડવા માટે યોગ્ય સુરક્ષા ઉપાયોનું પાલન કરવું અત્યંત આવશ્યક છે.

1. ગંદા પાણીનું યોગ્ય શુદ્ધિકરણ:

ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટેનો સૌથી મહત્વપૂર્ણ સુરક્ષા ઉપાય એ છે કે ગંદા પાણીનું યોગ્ય રીતે શુદ્ધિકરણ કરવું. શુદ્ધિકરણ પ્રક્રિયાએ ગંદા પાણીમાં રહેલા રોગકારકો, ભારે ધાતુઓ, રસાયણો અને અન્ય પ્રદૂષકોને દૂર કરવા જોઈએ. શુદ્ધિકરણનું સ્તર ગંદા પાણીના અંતિમ ઉપયોગ પર આધારિત છે.

ઉદાહરણો:

- **સિંચાઈ માટે:** સિંચાઈ માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ગંદા પાણીને ઓછામાં ઓછા ગૌણ શુદ્ધિકરણમાંથી પસાર થવું જોઈએ, જેમાં ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા અને કાર્બનિક પદાર્થોને તોડવા માટે જૈવિક પ્રક્રિયાઓનો સમાવેશ થાય છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં, જીવાણુનાશક ક્રિયા માટે તૃતીય શુદ્ધિકરણ, જેમ કે ક્લોરિનેશન અથવા અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UV) જીવાણુનાશક ક્રિયા પણ જરૂરી હોઈ શકે છે.
- **ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે:** ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટેના ગંદા પાણીને ઉદ્યોગની ચોક્કસ જરૂરિયાતોને આધારે શુદ્ધિકરણના વિવિધ સ્તરોમાંથી પસાર થવાની જરૂર પડી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે, ઠંડક પ્રક્રિયાઓ માટે ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીને કાટ અટકાવવા માટે ખનિજો દૂર કરવાની જરૂર પડી શકે છે.
- **બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગ માટે:** શૌચાલય ફલશ કરવા જેવા બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગ માટેના ગંદા પાણીને ગૌણ શુદ્ધિકરણ ઉપરાંત જીવાણુનાશક ક્રિયામાંથી પસાર થવું જોઈએ.

2. ગુણવત્તાનું નિયમિત નિરીક્ષણ:

શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીની ગુણવત્તાનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું એ સુનિશ્ચિત કરવા માટે જરૂરી છે કે તે નિર્ધારિત ધોરણોને પૂર્ણ કરે છે અને પુનઃઉપયોગ માટે સુરક્ષિત છે. નિરીક્ષણમાં પાણીના નમૂનાઓનું પ્રયોગશાળામાં વિશ્લેષણ સામેલ હોવું જોઈએ.

ઉદાહરણો:

- **સિંચાઈ માટે:** સિંચાઈ માટે ઉપયોગમાં લેવાતા ગંદા પાણીનું નિયમિતપણે E. coli અને અન્ય સૂચક જીવાણુઓ માટે પરીક્ષણ કરવું જોઈએ.
- **ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટે:** ઔદ્યોગિક ઉપયોગ માટેના ગંદા પાણીનું પરીક્ષણ ઉદ્યોગની ચોક્કસ જરૂરિયાતોને આધારે વિવિધ પરિમાણો માટે થવું જોઈએ.
- **બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગ માટે:** બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગ માટેના ગંદા પાણીનું નિયમિતપણે શેષ ક્લોરિન અને અન્ય જીવાણુનાશકો માટે પરીક્ષણ કરવું જોઈએ.

3. ક્રોસ-કનેક્શન અટકાવવા:

શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણી અને પીવાના પાણીની પાઈપલાઈન વચ્ચે કોઈ ક્રોસ-કનેક્શન ન હોવું જોઈએ. ક્રોસ-કનેક્શન પીવાના પાણીને દૂષિત કરી શકે છે અને સ્વાસ્થ્ય માટે ગંભીર ખતરો ઉભો કરી શકે છે.

ઉદાહરણો:

- **ડ્યુઅલ પાઈપિંગ સિસ્ટમ:** શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીના પરિવહન માટે અલગ પાઈપિંગ સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. આ પાઈપોને પીવાના પાણીની પાઈપોથી સ્પષ્ટ રીતે અલગ રંગમાં રંગવી જોઈએ.
- **બેકફ્લો નિવારણ ઉપકરણો:** પીવાના પાણીની વ્યવસ્થામાં શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીના બેકફ્લોને રોકવા માટે બેકફ્લો નિવારણ ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.
- **નિયમિત નિરીક્ષણ:** ક્રોસ-કનેક્શન માટે પાઈપિંગ સિસ્ટમનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું જોઈએ.

4. યોગ્ય ઉપયોગ અને સંચાલન:

શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો યોગ્ય રીતે ઉપયોગ અને સંચાલન થવો જોઈએ. આમાં યોગ્ય સિંચાઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ, પાકની પસંદગી અને જમીનનું સંચાલન સામેલ છે.

ઉદાહરણો:

- **ટપક સિંચાઈ:** ટપક સિંચાઈ એ પાણીનો કાર્યક્ષમ રીતે ઉપયોગ કરવાની અને પાંદડા ભીના થવાનું ટાળવાની એક અસરકારક પદ્ધતિ છે, જે રોગોના ફેલાવાનું જોખમ ઘટાડે છે.
- **પાકની પસંદગી:** ગંદા પાણીમાં રહેલા ક્ષાર પ્રત્યે સહનશીલ હોય તેવા પાકની પસંદગી કરવી જોઈએ.

- **જમીનનું સંચાલન:** જમીનમાં ક્ષાર જમા થતા અટકાવવા માટે યોગ્ય જમીન ડ્રેનેજ અને લીચિંગની ખાતરી કરવી જોઈએ.

5. જાહેર જાગૃતિ અને શિક્ષણ:

ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ફાયદા અને જોખમો વિશે લોકોને શિક્ષિત કરવા અને જાગૃતિ લાવવી મહત્વપૂર્ણ છે. આ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ અંગેની કોઈપણ ગેરસમજ અથવા ભયને દૂર કરવામાં મદદ કરશે.

ઉદાહરણો:

- **જાહેર માહિતી ઝુંબેશ:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ફાયદા અને સુરક્ષા ઉપાયો વિશે લોકોને માહિતગાર કરવા માટે જાહેર માહિતી ઝુંબેશ ચલાવી શકાય છે.
- **શાળાના કાર્યક્રમો:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના મહત્વ વિશે બાળકોને શિક્ષિત કરવા માટે શાળાઓમાં શૈક્ષણિક કાર્યક્રમો યોજી શકાય છે.
- **સમુદાયની લાગીદારી:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના પ્રોજેક્ટ્સના આયોજન અને અમલીકરણમાં સમુદાયોને શામેલ કરવા જોઈએ.

6. નિયમન અને દેખરેખ:

સરકારોએ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે સ્પષ્ટ નિયમો અને માર્ગદર્શિકાઓ સ્થાપિત કરવી જોઈએ અને તેનું પાલન સુનિશ્ચિત કરવા માટે દેખરેખ રાખવી જોઈએ.

ઉદાહરણો:

- **પાણીની ગુણવત્તાના ધોરણો:** સરકારે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણી માટે પાણીની ગુણવત્તાના ધોરણો નિર્ધારિત કરવા જોઈએ જે વિવિધ ઉપયોગો માટે સુરક્ષિત હોય.
- **પરમિટ સિસ્ટમ:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે પરમિટ સિસ્ટમ લાગુ કરી શકાય છે, જેમાં પરમિટ આપતા પહેલાં પ્રોજેક્ટની સમીક્ષા અને મૂલ્યાંકન કરવામાં આવે છે.
- **નિરીક્ષણ અને અમલીકરણ:** સરકારે શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટ અને પુનઃઉપયોગની કામગીરીનું નિયમિતપણે નિરીક્ષણ કરવું જોઈએ અને નિયમોનું પાલન ન કરનારાઓ સામે પગલાં લેવા જોઈએ. ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ એ પાણીના સંરક્ષણ માટે એક મહત્વપૂર્ણ વ્યૂહરચના છે, પરંતુ તે સુરક્ષિત અને ટકાઉ રીતે થવી જોઈએ. યોગ્ય શુદ્ધિકરણ, ગુણવત્તાનું નિરીક્ષણ, કોસ-કનેક્શન નિવારણ, યોગ્ય ઉપયોગ અને સંચાલન, જાહેર જાગૃતિ અને શિક્ષણ અને સરકારી નિયમન અને દેખરેખ એ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટેના આવશ્યક સુરક્ષા ઉપાયો છે.

20.7 સારાંશ:

આ પ્રકરણમાં, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગના મહત્વપૂર્ણ વિષયનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતા ગંદા પાણીનો યોગ્ય રીતે નિકાલ અને શક્ય હોય ત્યાં પુનઃઉપયોગ કરવો એ પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યના સંરક્ષણ માટે કેટલું આવશ્યક છે.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલની બે મુખ્ય પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો: **જમીન પર નિકાલ** અને **જળસ્રોતોમાં નિકાલ**. આપણે જોયું કે બંને પદ્ધતિઓના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા છે, અને કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ગંદા પાણીના પ્રકાર, સ્થાનિક પર્યાવરણ અને ઉપલબ્ધ સંસાધનો જેવા પરિબળો પર આધારિત છે. આપણે જમીન પર નિકાલની વિવિધ પદ્ધતિઓ, જેમ કે સિંચાઈ, જમીન ગાળણ, સેપ્ટિક ટાંકી અને શોષ ખાડા, અને લેન્ડફિલ્સ વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજ મેળવી. તેવી જ રીતે, આપણે જળસ્રોતોમાં નિકાલની વિવિધ પદ્ધતિઓ, જેમ કે નદીઓ, તળાવો, સમુદ્ર અને કૃત્રિમ જળાશયોમાં નિકાલ વિશે પણ ચર્ચા કરી.

ત્યારબાદ, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો વિશે શીખ્યા. આપણે જોયું કે આ ધોરણો ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને નિકાલ માટે લઘુત્તમ આવશ્યકતાઓ નિર્ધારિત કરે છે, અને તેનો ઉદ્દેશ્ય પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું પ્રદૂષણથી રક્ષણ કરવાનો છે. આપણે ભારતમાં કેન્દ્રીય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (CPCB) અને ગુજરાતમાં ગુજરાત પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (GPCB) દ્વારા નિર્ધારિત ધોરણોના ઉદાહરણો પણ જોયા. આપણે એ પણ સમજ્યા કે ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાના ઘણા ફાયદા છે, જેમાં પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ, પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ અને આર્થિક લાભોનો સમાવેશ થાય છે.

પ્રકરણના આગળના ભાગમાં, આપણે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ **સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો** માટે થઈ શકે છે. આપણે ઈઝરાયેલ, કેલિફોર્નિયા, ભારત, જાપાન, સિંગાપોર અને ઑસ્ટ્રેલિયા જેવા દેશોમાં ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના સફળ ઉદાહરણો જોયા. આપણે એ પણ સમજ્યા કે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ઘણા **પર્યાવરણીય, આર્થિક અને સામાજિક લાભો** છે, જેમ કે પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ, જળ પ્રદૂષણમાં ઘટાડો, ખર્ચમાં ઘટાડો, ખાદ્ય સુરક્ષામાં વધારો અને દુષ્કાળ સામે રક્ષણ.

જોકે, આપણે એ પણ શીખ્યા કે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ સાથે સંકળાયેલા સંભવિત જોખમોને ઘટાડવા માટે યોગ્ય **સુરક્ષા ઉપાયો**નું પાલન કરવું અત્યંત આવશ્યક છે. આપણે ગંદા પાણીના યોગ્ય શુદ્ધિકરણ, ગુણવત્તાનું નિયમિત નિરીક્ષણ, ક્રોસ-કનેક્શન અટકાવવા, યોગ્ય ઉપયોગ અને સંચાલન, જાહેર જાગૃતિ અને શિક્ષણ અને સરકારી નિયમન અને દેખરેખ જેવા મહત્વપૂર્ણ સુરક્ષા ઉપાયો વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરી.

આ પ્રકરણના અભ્યાસ દ્વારા આપણે એ નિષ્કર્ષ પર પહોંચ્યા છીએ કે ગંદા પાણીનો નિકાલ અને પુનઃઉપયોગ એ પાણીના સંરક્ષણ અને ટકાવેલા સ્વચ્છ માટે મહત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ છે. ગંદા પાણીના નિકાલની યોગ્ય પદ્ધતિઓ અપનાવીને, નિર્ધારિત ધોરણોનું પાલન કરીને અને ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપીને આપણે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરી શકીએ છીએ, પાણીની અછતનો સામનો કરી શકીએ છીએ અને એક સ્વસ્થ અને સમૃદ્ધ સમાજનું નિર્માણ કરી શકીએ છીએ.

આપણે ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગના મહત્વપૂર્ણ વિષયનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થતા ગંદા પાણીનો યોગ્ય રીતે નિકાલ અને શક્ય હોય ત્યાં પુનઃઉપયોગ કરવો એ પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યના સંરક્ષણ માટે કેટલું આવશ્યક છે.

પ્રકરણની શરૂઆતમાં, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલની બે મુખ્ય પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કર્યો: **જમીન પર નિકાલ** અને **જળસ્રોતોમાં નિકાલ**. આપણે જોયું કે બંને પદ્ધતિઓના પોતાના ફાયદા અને ગેરફાયદા છે, અને કઈ પદ્ધતિ શ્રેષ્ઠ છે તે ગંદા પાણીના પ્રકાર, સ્થાનિક પર્યાવરણ અને ઉપલબ્ધ સંસાધનો જેવા પરિબળો પર આધારિત છે. આપણે જમીન પર નિકાલની વિવિધ પદ્ધતિઓ, જેમ કે સિંચાઈ, જમીન ગાળણ, સેપ્ટિક ટાંકી અને શોષ ખાડા, અને લેન્ડફિલ્સ વિશે ઉદાહરણો સાથે વિગતવાર સમજ મેળવી. તેવી જ રીતે, આપણે જળસ્રોતોમાં નિકાલની વિવિધ પદ્ધતિઓ, જેમ કે નદીઓ, તળાવો, સમુદ્ર અને કૃત્રિમ જળાશયોમાં નિકાલ વિશે પણ ચર્ચા કરી.

ત્યારબાદ, આપણે ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો વિશે શીખ્યા. આપણે જોયું કે આ ધોરણો ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ અને નિકાલ માટે લઘુત્તમ આવશ્યકતાઓ નિર્ધારિત કરે છે, અને તેનો ઉદ્દેશ્ય પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું પ્રદૂષણથી રક્ષણ કરવાનો છે. આપણે ભારતમાં કેન્દ્રીય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (CPCB) અને ગુજરાતમાં ગુજરાત પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (GPCB) દ્વારા નિર્ધારિત ધોરણોના ઉદાહરણો પણ જોયા. આપણે એ પણ સમજ્યા કે ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું પાલન કરવાના ઘણા ફાયદા છે, જેમાં પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ, પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ અને આર્થિક લાભોનો સમાવેશ થાય છે.

પ્રકરણના આગળના ભાગમાં, આપણે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના વિવિધ પાસાઓનો અભ્યાસ કર્યો. આપણે શીખ્યા કે શુદ્ધ કરેલા ગંદા પાણીનો ઉપયોગ **સિંચાઈ, ઔદ્યોગિક પ્રક્રિયાઓ અને બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગો** માટે થઈ શકે છે. આપણે ઈઝરાયેલ, કેલિફોર્નિયા, ભારત, જાપાન, સિંગાપોર અને ઑસ્ટ્રેલિયા જેવા દેશોમાં ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના સફળ ઉદાહરણો જોયા. આપણે એ પણ સમજ્યા કે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ઘણા **પર્યાવરણીય, આર્થિક અને સામાજિક લાભો** છે, જેમ કે પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ, જળ પ્રદૂષણમાં ઘટાડો, ખર્ચમાં ઘટાડો, ખાદ્ય સુરક્ષામાં વધારો અને દુષ્કાળ સામે રક્ષણ.

જોકે, આપણે એ પણ શીખ્યા કે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ સાથે સંકળાયેલા સંભવિત જોખમોને ઘટાડવા માટે યોગ્ય **સુરક્ષા ઉપાયો**નું પાલન કરવું અત્યંત આવશ્યક છે. આપણે ગંદા પાણીના યોગ્ય શુદ્ધિકરણ, ગુણવત્તાનું નિયમિત નિરીક્ષણ, ક્રોસ-કનેક્શન અટકાવવા, યોગ્ય ઉપયોગ અને સંચાલન, જાહેર જાગૃતિ અને શિક્ષણ અને સરકારી નિયમન અને દેખરેખ જેવા મહત્વપૂર્ણ સુરક્ષા ઉપાયો વિશે વિગતવાર ચર્ચા કરી.

આ પ્રકરણના અભ્યાસ દ્વારા આપણે એ નિષ્કર્ષ પર પહોંચ્યા છીએ કે ગંદા પાણીનો નિકાલ અને પુનઃઉપયોગ એ પાણીના સંરક્ષણ અને ટકાઉ ભવિષ્ય માટે મહત્વપૂર્ણ મુદ્દાઓ છે. ગંદા પાણીના નિકાલની યોગ્ય પદ્ધતિઓ અપનાવીને, નિર્ધારિત ધોરણોનું પાલન કરીને અને ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપીને આપણે પર્યાવરણ અને માનવ સ્વાસ્થ્યનું રક્ષણ કરી શકીએ છીએ, પાણીની અછતનો સામનો કરી શકીએ છીએ અને એક સ્વસ્થ અને સમૃદ્ધ સમાજનું નિર્માણ કરી શકીએ છીએ.

20.8 પ્રોજેક્ટ કાર્ય:

આ પ્રોજેક્ટ કાર્યનો ઉદ્દેશ્ય તમને ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગની વિવિધ પદ્ધતિઓ, તેના ફાયદા, પડકારો અને સુરક્ષા ઉપાયો વિશે ઊંડાણપૂર્વક સંશોધન કરવા અને શીખવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવાનો છે.

પ્રોજેક્ટ કાર્ય માટે નીચેના વિકલ્પોમાંથી કોઈ એક પસંદ કરો:

1. કેસ સ્ટડી:

- **વિષય:** તમારા વિસ્તારમાં ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગની વર્તમાન પરિસ્થિતિનો અભ્યાસ કરો.
- **સંશોધન:**
 - તમારા વિસ્તારમાં ગંદા પાણીના નિકાલ માટે કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ થાય છે?
 - શું ગંદા પાણીનો પુનઃઉપયોગ થાય છે? જો હા, તો કયા હેતુઓ માટે?
 - ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગ સંબંધિત કઈ સમસ્યાઓ અથવા પડકારો છે?
 - ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટની મુલાકાત લો અને તેની કાર્યપ્રણાલીનો અભ્યાસ કરો.
 - સ્થાનિક અધિકારીઓ અને રહેવાસીઓનો સંપર્ક કરો અને તેમના મંતવ્યો જાણો.
- **રિપોર્ટ:** તમારા સંશોધનના તારણો, ગ્રાફિક્સ, ચિત્રો અને ભલામણો સાથે એક વિગતવાર રિપોર્ટ તૈયાર કરો.

2. જાગૃતિ અભિયાન:

- **વિષય:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ફાયદા અને સુરક્ષા ઉપાયો વિશે જાગૃતિ ફેલાવો.
- **પ્રવૃત્તિઓ:**
 - ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના ફાયદા અને સુરક્ષા ઉપાયો દર્શાવતા પોસ્ટરો, બેનરો અને પેમ્ફ્લેટ તૈયાર કરો.
 - શાળા, કૉલેજ અથવા સમુદાયમાં પ્રસ્તુતિ આપો.
 - ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ વિશે લોકોને શિક્ષિત કરવા માટે શેરી નાટક અથવા અન્ય સર્જનાત્મક પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન કરો.
 - સોશિયલ મીડિયા પર માહિતી શેર કરો.

- **રિપોર્ટ:** તમારી પ્રવૃત્તિઓનો અહેવાલ, ફોટોગ્રાફ્સ અને પ્રતિસાદ સાથે તૈયાર કરો.

3. મોડેલ/ડિઝાઇન:

- **વિષય:** ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે એક મોડેલ અથવા ડિઝાઇન તૈયાર કરો.
- **પ્રવૃત્તિઓ:**
 - ઘરગથ્થુ ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે એક સરળ અને સસ્તી સિસ્ટમ ડિઝાઇન કરો.
 - સિંચાઈ માટે ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે એક મોડેલ બનાવો.
 - ગંદા પાણીના શુદ્ધિકરણ પ્લાન્ટનું એક મોડેલ બનાવો.
- **રિપોર્ટ:** તમારા મોડેલ/ડિઝાઇનનો અહેવાલ, ડ્રોઇંગ, ફોટોગ્રાફ્સ અને કાર્યપ્રણાલીના સ્પષ્ટતા સાથે તૈયાર કરો.

4. સર્વેક્ષણ:

- **વિષય:** ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગ અંગે લોકોના મંતવ્યો અને ધારણાઓ જાણો.
- **પ્રવૃત્તિઓ:**
 - ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગ સંબંધિત પ્રશ્નાવલી તૈયાર કરો.
 - તમારા વિસ્તારના ઓછામાં ઓછા 50 લોકોનો સર્વે કરો.
 - ડેટાનું વિશ્લેષણ કરો અને તારણો કાઢો.
- **રિપોર્ટ:** તમારા સર્વેક્ષણના તારણો, ગ્રાફિક્સ અને ભલામણો સાથે એક વિગતવાર રિપોર્ટ તૈયાર કરો.

પ્રોજેક્ટ કાર્ય માટે માર્ગદર્શિકા:

- **સંશોધન:** તમારા વિષય પર ઊંડાણપૂર્વક સંશોધન કરો. વિશ્વસનીય સ્ત્રોતોનો ઉપયોગ કરો, જેમ કે પુસ્તકો, શૈક્ષણિક લેખો, સરકારી અહેવાલો અને પ્રતિષ્ઠિત વેબસાઇટ્સ.
- **ડેટા સંગ્રહ:** યોગ્ય પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરીને ડેટા એકત્રિત કરો, જેમ કે મુલાકાતો, સર્વેક્ષણો, અવલોકનો અને પ્રયોગો.
- **વિશ્લેષણ:** એકત્રિત કરેલા ડેટાનું કાળજીપૂર્વક વિશ્લેષણ કરો અને તારણો કાઢો.
- **રિપોર્ટ:** તમારા પ્રોજેક્ટ કાર્યનો એક સ્પષ્ટ, સંક્ષિપ્ત અને સારી રીતે લખાયેલ રિપોર્ટ તૈયાર કરો. રિપોર્ટમાં નીચેનાનો સમાવેશ હોવો જોઈએ:
 - **પ્રસ્તાવના:** તમારા વિષયનો પરિચય અને પ્રોજેક્ટના ઉદ્દેશ્યો.

- **પદ્ધતિ:** તમે સંશોધન અને ડેટા સંગ્રહ માટે કઈ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કર્યો તેનું વર્ણન.
- **પરિણામો:** તમારા સંશોધનના તારણો અને ડેટાનું વિશ્લેષણ.
- **ચર્ચા:** તમારા તારણોની ચર્ચા, ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગના ફાયદા અને પડકારો અને ભલામણો.
- **નિષ્કર્ષ:** તમારા પ્રોજેક્ટ કાર્યનો ટૂંકો સારાંશ.
- **સંદર્ભ:** તમે ઉપયોગ કરેલા તમામ સ્ત્રોતોની સૂચિ.
- **મૌલિકતા:** તમારું કાર્ય મૌલિક હોવું જોઈએ અને અન્યના કાર્યની નકલ ન હોવી જોઈએ.
- **સમયમર્યાદા:** નિર્ધારિત સમયમર્યાદામાં તમારું પ્રોજેક્ટ કાર્ય પૂર્ણ કરો.

આ પ્રોજેક્ટ કાર્ય તમને ગંદા પાણીના નિકાલ અને પુનઃઉપયોગના મહત્વપૂર્ણ વિષય વિશે ઘણું શીખવામાં મદદ કરશે. તે તમને તમારી સંશોધન, વિશ્લેષણ અને લેખન કૌશલ્ય વિકસાવવામાં પણ મદદ કરશે.

20.8 સ્વાધ્યાય:

બહુવિકલ્પ પ્રશ્નો (MCQ) અને જવાબો:

1. ગંદા પાણીના નિકાલની મુખ્ય પદ્ધતિઓ કઈ છે?
 - (a) જમીન પર નિકાલ અને જળસ્ત્રોતોમાં નિકાલ
 - (b) સળગાવીને નિકાલ અને ખાતર બનાવીને નિકાલ
 - (c) પુનઃઉપયોગ અને રિસાયક્લિંગ
 - (d) ઉપરોક્ત તમામ
2. નીચેનામાંથી કયું ગંદા પાણીના જમીન પર નિકાલનું ઉદાહરણ **નથી**?
 - (a) સિંચાઈ
 - (b) જમીન ગાળણ
 - (c) નદીમાં નિકાલ
 - (d) સેપ્ટિક ટાંકી
3. ભારતમાં ગંદા પાણીના નિકાલના રાષ્ટ્રીય ધોરણો કોણ નિર્ધારિત કરે છે? (a) WHO
 - (b) CPCB
 - (c) GPCB
 - (d) યુનેસ્કો
4. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગનો સૌથી સામાન્ય પ્રકાર કયો છે?
 - (a) ઔદ્યોગિક ઉપયોગ
 - (b) સિંચાઈ
 - (c) પીવા માટે
 - (d) બિન-પીવાલાયક ઘરેલું ઉપયોગ

5. NEWater પહેલ કયા દેશ સાથે સંકળાયેલી છે?
 - (a) ભારત
 - (b) ઈઝરાયેલ
 - (c) સિંગાપોર
 - (d) ઑસ્ટ્રેલિયા
6. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગનો મુખ્ય પર્યાવરણીય લાભ કયો છે?
 - (a) હવાનું પ્રદૂષણ ઘટાડે છે.
 - (b) પાણીના સંસાધનોનું સંરક્ષણ કરે છે.
 - (c) જમીનનું ધોવાણ વધારે છે.
 - (d) ઉપરોક્ત તમામ
7. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટેનો સૌથી મહત્વપૂર્ણ સુરક્ષા ઉપાય કયો છે?
 - (a) ગંદા પાણીનું યોગ્ય શુદ્ધિકરણ
 - (b) જાહેર જાગૃતિ
 - (c) ક્રોસ-કનેક્શન અટકાવવા
 - (d) ઉપરોક્ત તમામ
8. ટપક સિંચાઈ શા માટે ફાયદાકારક છે? (a) પાણીનો કાર્યક્ષમ ઉપયોગ કરે છે.
 - (b) પાંદડા ભીના થવાનું ટાળે છે.
 - (c) રોગોના ફેલાવાનું જોખમ ઘટાડે છે.
 - (d) ઉપરોક્ત તમામ
9. ગંદા પાણીમાં રહેલા કયા પોષક તત્ત્વો ખાતર તરીકે ઉપયોગી છે?
 - (a) નાઇટ્રોજન અને ફોસ્ફરસ
 - (b) કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ
 - (c) પોટેશિયમ અને સોડિયમ
 - (d) આયર્ન અને ઝીંક
10. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે કયા પ્રકારની પાઇપિંગ સિસ્ટમનો ઉપયોગ થવો જોઈએ?
 - (a) સિંગલ પાઇપિંગ સિસ્ટમ
 - (b) ડ્યુઅલ પાઇપિંગ સિસ્ટમ
 - (c) ટ્રિપલ પાઇપિંગ સિસ્ટમ
 - (d) કોઈ પણ પ્રકારની પાઇપિંગ સિસ્ટમ

જવાબો: 1-a, 2-c, 3-b, 4-b, 5-c, 6-b, 7-d, 8-d, 9-a, 10-b

ટૂંકા પ્રશ્નો:

1. ગંદા પાણીનો નિકાલ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
2. ગંદા પાણીના નિકાલની જમીન પર નિકાલની પદ્ધતિના બે ઉદાહરણો આપો.
3. ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણો કોણ નિર્ધારિત કરે છે?
4. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના બે ફાયદા જણાવો.
5. NEWater શું છે?
6. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે સિંચાઈ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?

7. ક્રોસ-કનેક્શન અટકાવવા શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?
8. ટપક સિંચાઈના બે ફાયદા જણાવો.
9. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે ગૌણ શુદ્ધિકરણ શા માટે જરૂરી છે?
10. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટે જાહેર જાગૃતિ શા માટે મહત્વપૂર્ણ છે?

લાંબા પ્રશ્નો:

1. ગંદા પાણીના નિકાલની વિવિધ પદ્ધતિઓ સમજાવો, દરેક પદ્ધતિના ફાયદા અને ગેરફાયદાની ચર્ચા કરો.
2. ગંદા પાણીના નિકાલના ધોરણોનું વિગતવાર વર્ણન કરો અને તેના મહત્વ પર પ્રકાશ પાડો.
3. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગના પર્યાવરણીય, આર્થિક અને સામાજિક લાભોનું વિગતવાર વર્ણન કરો.
4. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગ માટેના વિવિધ સુરક્ષા ઉપાયો સમજાવો અને દરેક ઉપાયનું મહત્વ સ્પષ્ટ કરો.
5. ગંદા પાણીના પુનઃઉપયોગને પ્રોત્સાહન આપવા માટે સરકાર, ઉદ્યોગો અને વ્યક્તિઓ શું ભૂમિકા ભજવી શકે છે તેનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

*** **

યુનિવર્સિટી ગીત

સ્વાધ્યાય: પરમં તપ:

સ્વાધ્યાય: પરમં તપ:

સ્વાધ્યાય: પરમં તપ:

શિક્ષણ, સંસ્કૃતિ, સદ્ભાવ, દિવ્યબોધનું ધામ
ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી નામ;
સૌને સૌની પાંખ મળે, ને સૌને સૌનું આભ,
દશે દિશામાં સ્મિત વહે હો દશે દિશે શુભ-લાભ.

અભણ રહી અજ્ઞાનના શાને, અંધકારને પીવો ?
કહે બુદ્ધ આંબેડકર કહે, તું થા તારો દીવો;
શારદીય અજવાળા પહોંચ્યાં ગુર્જર ગામે ગામ
ધ્રુવ તારકની જેમ ઝળહળે એકલવ્યની શાન.

સરસ્વતીના મયૂર તમારે ફળિયે આવી ગહેકે
અંધકારને હડસેલીને ઉજાસના ફૂલ મહેંકે;
બંધન નહીં કો સ્થાન સમયના જવું ન ઘરથી દૂર
ઘર આવી મા હરે શારદા દૈન્ય તિમિરના પૂર.

સંસ્કારોની સુગંધ મહેંકે, મન મંદિરને ધામે
સુખની ટપાલ પહોંચે સૌને પોતાને સરનામે;
સમાજ કેરે દરિયે હાંકી શિક્ષણ કેરું વહાણ,
આવો કરીયે આપણ સૌ
ભવ્ય રાષ્ટ્ર નિર્માણ...
દિવ્ય રાષ્ટ્ર નિર્માણ...
ભવ્ય રાષ્ટ્ર નિર્માણ