હરિ: ૐ આશ્રમ
પ્રેરિત.

વિજ્ઞાન પરિચય ગ્રંથશ્રેણી ૯

# પાણી

યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડ
સોમૈયા પબ્લિકેશન્સ્ પ્રા. લિ.

૬૧

પાણી

## તંત્રી મંડળ


૧. શ્રી. જે. બી. સૅાંડિલ

૨. શ્રી સુધીર પંડયા

૩. શ્રી પી. સી. વૈદ્ય

૪. શ્રી કે. બી. શાહ

૫. શ્રી ધીરુભાઈ દેસાઈ

૬. શ્રી વાસુદેવ મહેતા

૭. શ્રી જી. ટી. પંડયા


**સંપાદક**

**શ્રી જે. બી. સૅાંડિલ**

**યોજના દાન**

હરિ : ૐ આશ્રમ નડિયાદ

હરિ : ૐ આશ્રમ પ્રેરિત શ્રી ટી. કે. ગજજર વિજ્ઞાન પરિચય પુસ્તકા શ્રેણી

વિજ્ઞાન પરિચય ગ્રંથ શ્રેણી ૯

હરિઃ ૐ આશ્રમ
પ્રેરિત

# પાણી

વિજયગુપ્ત મૌર્ય

પ્રયોજક
**યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડ,**
ગુજરાત રાજ્ય, અમદાવાદ-૩૮૦ ૦૦૬

**સોમૈયા પબ્લિકેશન્સ પ્રા. લિ.**
**મુંબઈ—૪૦૦ ૦૧૪.**

પાણી

© યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડ
ગુજરાત રાજ્ય, અમદાવાદ-૩૮૦ ૦૦૬.

પ્રથમ આવૃત્તિ: ૧૯૭૯

મુદ્રક:
શ્રી. એન. એસ. રોય
દિ બુક સેંટર લિ.
૧૦૩, છઠ્ઠો માર્ગ, શીવ, મુંબઈ-૪૦૦ ૦૨૨.

પ્રકાશક:
ગં. શ્રી. કોશે
સોમૈયા પબ્લિકેશન્સ પ્રા. લિ.
મુંબઈ મરાઠી ગ્રંથસંગ્રહાલય માર્ગ,
દાદર, મુંબઈ-૪૦૦ ૦૧૪.

# નિવેદન

આમ જનતામાં વિજ્ઞાન વિશેની સમજ સુદૃઢ થાય, વૈજ્ઞાનિક ભાવના કેળવાય અને વિજ્ઞાન જીવનમાં ઊતરે તે હેતુસર હરિ ૐ આશ્રમવાળા પૂજ્ય મોટાએ યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડને રૂા. ૩૦,૦૦૦/- નું એક અનુદાન આપ્યું અને 'વિજ્ઞાન પરિચય પુસ્તિકા શ્રેણી' નો જન્મ થયો.

'કિશોરભારતી' ની જેમ મુંબઈના સોમૈયા પબ્લિકેશન્સે આ શ્રેણીને પણ સંયુકત ઉપક્રમે પ્રકાશિત કરવાનું અને ગુજરાતી ઉપરાંત બીજી ભાષાઓમાં એને રજૂ કરવાનું સ્વીકાર્યું તે શ્રેણીનું સદ્‌ભાગ્ય રહ્યું.

વિજ્ઞાન પરિચય પુસ્તિકા શ્રેણીનો વિચાર સૌ કોઈને ખૂબ જ ગમ્યો અને એને લેખકોનો ઉમળકાભર્યો સહકાર સાંપડયો. આ શ્રેણીમાં આ અગાઉ ડૉ. છોટુભાઈ સુથારનું 'તારક તેજ અને રંગ', શ્રી કૃષ્ણકાન્ત કોટડાવાલાનું 'સૂક્ષ્મ જીવોની સૃષ્ટિ', શ્રી ભાઈલાલભાઈ વ. પટેલનું 'આપણી વનસ્પતિ', ડૉ. બી. એન. દેસાઈ અને શ્રી. વિજયગુપ્ત મૌર્યનું 'હવામાનનું જ્ઞાન શા માટે ?', શ્રી પદ્મકાંત ર. શાહનું 'કાગળ', શ્રી. નરસિંહ મૂ. શાહ તેમજ શ્રી. સુધીર જી. પંડયાનું 'પરમાણુ શકિત', શ્રી. પરેશ વૈદ્યનું 'ખગોળ ખૂંદીએ રેડિઓ તરંગે', અને શ્રી. ઈન્દ્રશંકર રાવળનું 'વિશ્વનું પ્રચંડ કાય પ્રાણી—વ્હેલ' એ પુસ્તિકાઓ પ્રગટ થયેલી છે. એટલે આ શ્રેણીની આ નવમી પુસ્તિકા 'પાણી' જે વિજ્ઞાન સાહિત્યમાં અગત્યનો ઉમેરો કરે છે, તેને વાચકોના હાથમાં મૂકતાં હું આનંદ અનુભવું છું અને આશા રાખું છું કે આગળની આઠ પુસ્તિકાઓની માફક આને પણ વાચકજગતનો ઉમળકાભર્યો આવકાર મળશે.

આ પુસ્તિકા પ્રગટ કરવા માટેની સઘળી વ્યવસ્થા કરવા બદલ સોમૈયા પબ્લિકેશન્સનાં સૌનો હું ખાસ આભાર માનું છું.

શ્રેણીના માનસપિતા હરિ ૐ આશ્રમવાળા પૂજ્ય મોટાને તો હું ભૂલી જ કેવી રીતે શકું ?

શ્રેણીના પુસ્તકોના પ્રકાશનમાં અત્યંત વિલંબ થઈ રહ્યો છે એ શોચનીય છે.

યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડ
ગુજરાત રાજ્ય, અમદાવાદ-૩૮૦ ૦૦૬.

**શ્રી. જે. બી. સેંડિલ**
અધ્યક્ષ

# અનુક્રમણિકા


૧. સર્વ વ્યાપક પાણી ૧

૨. પાતાળનું પાણી ૪

૩. ગરમ પાણીના ફુવારા અને ઝરા ૧૦

૪. બરફ રૂપે પાણી ૧૪

૫. નદી, નાળાં અને સરોવરો ૨૦

૬. હવામાં તરતો પાણીનો સાગર ૨૬

૭. પાણીનું આશીર્વાદરૂપ પરિભ્રમણ ૩૩

૮. પાણી : એક અજોડ રસાયણ ૩૯

૯. પાણી : એક મહાશિલ્પી ૪૨

૧૦. વીજળી, ઉદ્યોગો અને ખેતી માટે પાણી ૫૦

૧૧. પાણીના ગુણ-અવગુણ ૫૫

૧૨. વાહન વહેવારમાં પાણી ૬૨

૧૩. પવિત્ર ગંગાને ગટર બનાવી ! ૬૫

૧૪. તરસ : શરીરમાં પાણીની સમતુલા ૭૦

૧

# સર્વવ્યાપક પાણી

ગુજરાતના તેમજ દેશના પણ ઘણા પ્રદેશોમાં વારંવાર અનાવૃષ્ટિ અને દુકાળથી પાણીનો પ્રશ્ન આપણા માટે પ્રાણપ્રશ્ન બની ગયો છે. દુનિયાના ઘણા દેશો માટે પણ તે પ્રાણપ્રશ્ન છે. છતાં સામાન્ય લોકો એમ વિચારતા નથી. તેઓ તો એમ માને છે કે નળ ખોલો કે કૂવામાં બાલદી ઊતારો એટલે પાણી તો આવે જ; નદી, તળાવ અને કૂવામાં પાણીતો હોયજ. પરંતુ તેમને ખ્યાલ નથી કે આખી દુનિયામાં પાણીની અછત વધવા લાગી છે, કારણકે વસતિ, ખેતી અને ઉદ્યોગો વધી રહ્યાં છે, પરંતુ કંઈ પાણી વધતું નથી. પ્રાણીઓ માટે પણ પાણી જીવનમરણનો પ્રશ્ન બની રહેલ છે. દરેક દુકાળમાં આપણા દેશમાં હજારો પશુઓ પાણી વિના પણ મરે છે. લાખો માણસો પીવાના પાણી માટે વલખાં મારે છે. સત્તાવાળાઓ પાણી પહોંચાડી ન શકે ત્યારે લોકો તોફાને પણ ચડે છે. પાણી માટે લોકો પોતાના ઢોર સાથે સ્થળાંતર પણ કરે છે. ટેંકરો અને પાઈપ લાઈન વડે પાણી પહોંચાડવાની યોજનાઓ થાય છે. પાણીની શોધમાં લોકો કૂવા વધુ ને વધુ ઊંડા કરે છે. બીજીબાજુ પ્રલયકારી પુરો પણ આવે છે જે જાનમાલનો ગંભીર નાશ કરે છે અને તેનું મોટાભાગનું પાણી વેડફાઈ જાય છે.

પાણીનું મહત્ત્વ આપણે સમજી લેવું જોઈએ. હવે તેની અવગણના નહિ થઈ શકે. પાણી એક અજાયબ અને દુર્લભ પદાર્થ છે. સૂર્યમંડળમાં માત્ર પૃથ્વી પર જ પાણી છે. બાકીના આઠ ગ્રહ નપાણિયા છે. આથી આવા દુર્લભ પદાર્થને બગાડીશું કે વેડફી નાખીશું તો આપણું ભવિષ્ય બગડી જશે.

આ પૃથ્વીનો, માણસનો, અને જીવ માત્રનો ઈતિહાસ ઘડવામાં પાણીએ આગળ પડતો ભાગ ભજવ્યો છે. પાણીએ મનુષ્યોને (અને બીજી જીવસૃષ્ટિને) જીવાડયાં છે અને માર્યાં છે, સંસ્કૃતિઓ સ્થાપી છે અને ઉથાપી છે. પાણીને આપણે તેનાં જૂજવાં રૂપે અને તેનાં જૂજવાં કામો વડે ઓળખવું જોઈએ. તે પ્રવાહી પાણી રૂપે, ઘન બરફ રૂપે અને વાયુ સ્વરૂપે વરાળ કે ભેજ રૂપે એવાં પરાક્રમો કરે છે કે તે જાણીને આપણે ચકિત થઈ જઈએ. હવા વિના આપણે થોડી મિનિટ પણ જીવી ન શકીએ એ ખરૂં, પણ હવા કરતાંય પાણીનું મહત્ત્વ વધુ છે, કારણ કે પાણી વિના કોઈ જીવ ઉત્પન્ન જ ન થઈ શકે.

રસાયણશાસ્ત્ર, ભૌતિકશાસ્ત્ર, જીવશાસ્ત્ર, શરીરશાસ્ત્ર, ભૂસ્તરશાસ્ત્ર, ભૂગોળશાસ્ત્ર,

હવામાનશાસ્ત્ર, એમ કુદરતના અનેક ક્ષેત્રે પાણી મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. આપણે જન્મ્યા ત્યારે આપણું શરીર ૯૦ ટકા પાણીનું બનેલું હતું. માત્ર દસ ટકા ઘન પદાર્થ હતા ! આજે પણ આપણું શરીર આસરે ૬૫ ટકા પાણીનું બનેલું છે. વધુમાં વધુ પાણી લોહીમાં છે : ૮૩ ટકા. મગજમાં ૭૪.૫ ટકા છે. હાડકામાં ૨૨ ટકા છે. કેટલાંક પ્રાણીઓ આપણા કરતાં પણ વધુ "પાણીદાર" છે. માછલીના શરીરમાં ૬૭ ટકા પાણી છે, મરઘીના શરીરમાં ૭૪ ટકા અને અળશિયાના શરીરમાં ૮૦ ટકા ! એકકોશી જીવો પાણીથી ભરપુર હોય છે. સમુદ્રમાં જળશ (જેલીફિશ), વાળા (પોર્ટુગીઝ મેન ઓફ વૉર) વગેરે પ્રાણીઓનાં શરીર પાણીથી લદબદ હોય છે. ઘઉંના આટામાં પણ ૧૨.૨ ટકા પાણી હોય છે ! અને કાકડીમાં તો ૯૬.૪ ટકા પાણી હોય છે! કેળાંમાં ૬૧.૪૨ ટકા અને સફરજનમાં ૮૫.૯ ટકા પાણી છે. આમ જીવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિ સૃષ્ટિ વધુ ઓછા અંશે પાણીની જ બનેલી હોય છે. માટીના ઢેફામાં પણ પાણી છે.

નિર્જીવ સેન્દ્રિય પદાર્થોમાં પણ પાણી હોય છે. છાણાં કે લાકડાં બાળો ત્યારે તેમાં રહેલું પાણી વરાળરૂપે ઊડી જાય છે. સૂકા રણમાં પણ ભેજરૂપે પાણી હોય છે. કેટલાક જીવો જિંદગીમાં કદી પાણી પીતા નથી. તેઓ જે ખોરાક ખાય છે તેમાંથી તેમને પાણી મળી રહે છે. દા. ત. જીવડાંમાં, માંકડ અને મચ્છરને, તથા પક્ષીઓમાં, સકરખોરા અને ચિલોત્રાને પાણી પીધા વિના ચાલે છે. જળચર જીવોને પાણી પીવાની જરૂર નથી. રણ-પ્રદેશોના જીવોને અને વનસ્પતિને જવલ્લે જ પાણી મળે છે.

એક અજાયબીની વાત એ છે કે સૃષ્ટિ ઉત્પન્ન થઈ ત્યારે જેટલું પાણી હતું તેટલું જ પાણી આજે પણ છે. તેનો ગમે તેટલો ઉપયોગ થાય તો પણ તેનો નાશ નથી થતો. માત્ર તેનું રૂપ બદલાય છે; બરફનું પાણી થાય, પાણીની વરાળ થાય, વરાળનું પાણી થાય, અને પાણીનો બરફ થાય. આમ ઘટમાળ ચાલ્યા કરે છે. માણસ પાણીને ગંદું કરે છે, પણ કુદરત તેની વરાળ (બાફ) કરીને તેને પાછું શુદ્ધ કરે છે.

પાણી સર્વવ્યાપક છે. આપણે તેને જોઈ ન શકીએ ત્યાં પણ તેનું અસ્તિત્વ હોય છે. આપણા વાતાવરણમાં ભેજ અને વાદળાંરૂપે જે પાણી છે તે ભેજ અને વાદળાંને ઠારીને પાણી બનાવવામાં આવે તો ૧૨,૭૧૦ ઘન કિલોમીટર જેટલું પાણી બને. પૃથ્વી પર સમુદ્ર, સરોવરો અને નદીઓ રૂપે જે પાણી છે તે ૧ અબજ ૩૩ કરોડ ઘન કિલોમીટર જેટલું છે. ૮૨ લાખ ઘન કિલોમીટર જેટલું પાણી ધરતીની અંદર છે. આમ આકાશમાં, પૃથ્વી પર, પૃથ્વીની અંદર, વનસ્પતિમાં, જીવોમાં, સર્વત્ર પાણી છે.

પૃથ્વી પર કરોડો ઘન કિલોમીટર જેટલું પાણી હોવા છતાં ૯૯.૩૫ ટકા પાણી ખેતી માટે, નાહવા-ધોવા માટે અને પીવા માટે નકામું છે; કારણ કે તે સમુદ્રમાં ખારા પાણી રૂપે છે, અને ધ્રુવપ્રદેશોમાં તથા ઊંચા પહાડો પર બરફ રૂપે છે. બરફ રૂપે પાણી એટલું બધું છે કે જો તે બધો બરફ પીગળે તો સમુદ્ર છલકાઈ જાય અને ધરતી પર બધાં નીચાં મેદાનો ડૂબી જાય. મેદાનમાં આવેલાં બધાં નગરો અને ગામડાં ડૂબી જાય ! આપણી પૃથ્વીના પાણીના કુલ જથ્થામાંથી ૨.૧૫ ટકા પાણી બરફ રૂપે છે. ટકાવારી પ્રમાણે ક્યાં કેટલું

પાણી છે તે જાણવામાં રસ પડશે. સૌથી વધુ પાણી તો સમુદ્રમાં જ છે. ૯૭.૨ ટકા. વાતાવરણમાં ભેજ અને વાદળાં રૂપે માત્ર 0.00૧ ટકો (એટલે એક ટકાનો હજારમો ભાગ), ધરતી પર મીઠાં પાણીનાં સરોવરો રૂપે 0.00૯ ટકા, ખારાં સરોવરો રૂપે અને ધરતીથી ઘેરાયેલા સમુદ્ર રૂપે 0.00૮ ટકા અને નદી-નાળાં રૂપે 0.000૧ ટકા (એક ટકાનો દસ હજારમો ભાગ) છે. નર્મદા, ગંગા , અને બ્રહ્મપુત્રા જેવી નદીઓમાં કેટલું બધું પાણી વહેતું લાગે છે ! તેમ છતાં ટકાવારીમાં આ મહા નદીઓનું પાણી પણ કશી વિસાતમાં નથી. ધરતીમાં પ્રવાહી રૂપે પાણી 0.૬૨ ટકા છે, અને ભેજરૂપે 0.00૫ ટકા છે. 0.૬૨-માંથી અડધું પાણી અડધા માઈલની ઊંડાઈ સુધી છે. તમને આશ્ચર્ય થશે કે નદી-નાળામાં માત્ર 0.000૧ ટકો પાણી છે ત્યારે ધરતીના પેટાળમાં અડધા ટકાથી વધારે છે ! જો ઘન કિલોમીટરના માપમાં જોઈએ તો નદી-નાળાંમાં માત્ર ૧,૨૩0 ઘન કિલોમીટર પાણી છે છે ત્યારે ધરતીની અંદર ૮૨ લાખ ઘનકિલોમીટર જેટલું પાણી છે. મીઠા પાણીના સરોવરોમાં ૧,૨૩,000 ઘન કિલોમીટર અને વાતાવરણમાં ૧૨,૭૧0 ઘન કિલોમીટરની સરખામણીમાં ધરતીનું પેટાળ કેટલું બધું પાણી ધરાવે છે !

ધ્રુવપ્રદેશોમાં બરફ રૂપે રહેલું પાણી મોટા ભાગે મીઠું હોય છે. પહાડો પર અને ધ્રુવપ્રદેશોમાં ધરતી પર જે બરફ હોય છે એ તો મીઠા પાણીનો જ હોય છે. ઉપરાંત સમુદ્રનું ખારૂં પાણી થીજીને બરફ બને ત્યારે પણ મોટા ભાગનો ક્ષાર નીકળી જાય છે. આ બધા બરફમાં ૨ કરોડ, ૮૭ લાખ ઘન કિલોમીટર પાણી પૂરાઈ રહે છે ! પહાડો પર પડેલો બરફ હિમસરિતાઓ રૂપે નીચે ઉતરે છે, પછી પીગળીને તેમાંથી નદીઓનાં મૂળ બને છે. હિમાલયમાંથી ઊતરતી મોટા ભાગની નદીઓ આ રીતે હિમસરિતાઓમાંથી નીકળે છે. ધરતીની અંદર ક્યાંક પાણી વહેતું હોય છે. ક્યાંક તે નીચા પ્રદેશમાં ઉતરીને ત્યાંથી નદી-નાળાં રૂપે બહાર નીકળે છે. પણ ઘણું પાણી લાંબા સમય સુધી ધરતીમાં પૂરાયેલું રહે છે. તે આપણી રાહ જુએ છે. આપણે પુરુષાર્થ કરી, તેને શોધી કાઢીએ અને આપણા કલ્યાણ માટે, આપણા સમાજને સમૃદ્ધ બનાવવા માટે તેને બહાર કાઢીએ.

આમ આપણા શરીરમાં, આપણી આસપાસ, આપણી ઉપર અને આપણા પગની નીચે સર્વત્ર પાણી છે, છતાં તે બધે સુલભ નથી. આપણા દેશમાં (અને દુનિયામાં પણ ઘણે ઠેકાણે) એવાં સ્થળો છે કે જ્યાં સ્ત્રીઓએ રોજની જરૂરિયાત પૂરતું—થોડા ઘડા જેટલું—પાણી મેળવવા માટે પણ રોજ કલાકો સુધી પરિશ્રમ કરવો પડે છે.

અને બ્રહ્માંડમાં શું છે તે તો આપણે જાણતા નથી, પણ આપણા સૂર્યમંડળમાં તો ક્યાંય પાણીનું ખાબોચિયું પણ નથી. પાણી નથી, તેથી સૂર્યમંડળના કોઈ ગ્રહ પર જીવસૃષ્ટિ કે વનસ્પતિ નથી. કોઈ ગ્રહ કે ચંદ્રની ધરતીના પેટાળમાં પાણી હોય તો આપણે જાણતા નથી. માત્ર મંગળના ધ્રુવો પર બરફ જામે છે, પણ તે શેનો છે તે આપણે જાણતા નથી.

આમ પૃથ્વી પર જ પાણી છે, અને તેની ૭૧ ટકા સપાટી પાણીની છે તે કેવો ભાગ્યશાળી અકસ્માત છે ! જે વસ્તુ વિપુલ પ્રમાણમાં હોય તેની ઉપેક્ષા થાય અને તેની કિંમત કરવામાં પણ ન આવે. પરંતુ આપણે હવે જોઈશું કે પૃથ્વી પર આટલું બધું પાણી હોવા છતાં મીઠું પાણી સૌને સૌની જરૂરિયાત માટે પૂરું પડે એટલું નથી. આથી તેનો ઉપયોગ વિચારપૂર્વક કરવો જોઈએ.

## ૨

# પાતાળનું પાણી

પાણીનું મહત્ત્વ અને તેની સર્વવ્યાપકતા સમજ્યા પછી હવે આપણે આપણા પગ તળે પાણી કેવી રીતે રહે છે તે જોઈએ. ગુજરાતમાં જે પ્રદેશોમાં બારેમાસ વહેતી નદીઓ કે નહેરો નથી ત્યાં ચોમાસાના ત્રણ માસ આપણે પાણી માટે આકાશ સામે મીટ માંડીએ છીએ. બાકીના નવ માસ ધરતીમાં જ પાણીની ખોજ કરવી પડે છે.

પહેલાં આપણે પાતાળ કૂવાની વાત કરીએ. કારણ કે ઉત્તર ગુજરાતમાં હવે ઘણા પાતાળ કૂવા ખોદાયા છે. તમે પાતાળ કૂવો જોયો ન હોય તો પણ તેનું નામ તો સાંભળ્યું હશે. ઊંચાણવાળી ધરતીના પેટાળનું પાણી નીચી ધરતીના પેટાળમાં એકઠું થાય, પણ જ્યાં એકઠું થાય ત્યાં જો તેની ઉપર કઠણ ખડકોના થર હોય તો પાણી તેમાં પુરાઈ રહે. જો શારડી વડે આ થરને વીંધી નાખવામાં આવે તો પુરાયેલું પાણી જોર-શોરથી ઉપર ધસી આવે છે. તેને બહાર કાઢવા પમ્પની પણ જરૂર નથી પડતી, કારણ કે શહેરમાં નળ વાટે આવતા પાણીની જેમ તે દૂરની ઊંચી જગ્યાએથી આવતું હોય છે. કેટલાક પાતાળ કૂવામાં હજારો ફૂટ ઊંડેથી પાણી આવતું હોય છે. ઊંડામાં ઊંડો પાતાળ કૂવો અમેરિકામાં મોન્ટાના રાજ્યમાં રોઝબંડ કાઉન્ટીમાં લગભગ ૨,૨૩૦ મીટર ઊંડો છે! ઉત્તર ગુજરાતમાં પાતાળ-કૂવા શોધી શકાયા છે, કારણ કે તેની નીચી ધરતીના પેટાળમાં ઉત્તર અને પૂર્વની ડુંગરાળ ઊંચી ધરતીના ભૂગર્ભમાંથી પાણી એકઠું થાય છે. જ્યાં રેતી, માટી, કે છિદ્રલ ખડકો હોય ત્યાં જ પાતાળ કૂવા ખોદી શકાય—નગદ ખડકોમાં નહિ. દુનિયામાં પાતાળ કૂવાનું સૌથી મોટું અને શ્રેષ્ઠ ક્ષેત્ર ઑસ્ટ્રેલિયામાં છે. તેનો વિસ્તાર ૨૮ લાખ ચો. કિ. મી. જેટલો છે! અહીં કેટલાક કૂવામાંથી આપ મેળે પાણી ધસમસતું નીકળ્યા કરે છે. કેટલાકનું પાણી તો ૪૦ મીટર ઊંચી ટેકરી જેવા આકારે ધસી આવે છે. અહીં ક્વીન્સલૅન્ડ રાજ્યમાં જ બે હજાર પાતાળ કૂવા ખોદવામાં આવ્યા હતા પણ પોણા ભાગના કૂવામાંથી પાણી ખૂટી ગયું છે. ઑસ્ટ્રેલિયામાં ૭,૫૦૦ પાતાળકૂવા છે, જેમાંથી કેટલાક તો ૨,૧૦૦ મીટર સુધીની ઊંડાઈએ પહોંચ્યા છે. કેટલાક કૂવા વધુમાં વધુ રોજ ૨૫૦ લીટરજેટલું પાણી આપે છે! પાતાળ કૂવાનું પાણી ગરમ અને ઘણે ઠેકાણે ખારું કે ખારાશવાળું પણ હોય છે. જેમ કૂવો ઊંડોતેમ પાણી વધુ ગરમ હોય છે.

બે હજારથી પણ વધુ વર્ષ પહેલાં ચીનાઓ પોલા વાંસ, એક ઉપર એક એમ ગોબીના

રણની રેતાળ પોચી ધરતીમાં ઉતારતા જતા હતા અને એ રીતે પાતાળકૂવા બનાવતા હતા ! આ કામ મુશ્કેલ હતું તેમ છતાં સેંકડો મીટર ઊંડા પાતાળ કૂવા પણ તેમણે ખોધ્યા હતા ! આ કામ પેઢી-દર પેઢી ચાલતું, તેથી આવા કૂવા દાદાના કૂવા કહેવાતા હતા.

ગઈ સદીમાં ફ્રાન્સમાં શારડી વડે પાતાળ કૂવા ખોદવામાં આવ્યા હતા. તેમને ખોદતાં સાત વર્ષ લાગ્યાં હતાં, કારણ કે ત્યારે ઈજનેરી વિદ્યા બહુ ખીલી નહોતી. છેવટે ૧૮૪૧માં ૫૪૮ મીટર ઊંડેથી પારિસના પાદરમાં પાતાળ કૂવાનું પાણી ધસી આવ્યું અને ૧૬.૪૬ મીટર ઊંચો ફુવારો ફૂટયો ત્યારે ફ્રેન્ચો જ નહિ, યુરોપના બીજા લોકો પણ તાજજુબ થઈ ગયા. તેમાંથી રોજ ૨૪૭ લીટર પાણી વહેતું થયું !

પાતાળ કૂવાનું પાણી પણ કઈ અખૂટ નથી હોતું. ઉપરવાસમાંથી આવતી સરવાણીઓના પાણી કરતાં વધુ પાણી ઘણા કૂવા વડે કાઢવામાં આવે તો ભૂગર્ભમાં પાણીની સપાટી નીચે ડૂબી જાય છે અને પાતાળ કૂવા સૂકાઈ જાય છે. અમેરિકાને તેનો કડવો અનુભવ થયો છે અને તેમણે લાખો એકર ખેતીની જમીન ગુમાવી છે. ટોકિયોમાં પાતાળ કૂવા વડે એટલું બધું પાણી કાઢવામાં આવ્યું છે કે તેથી ધરતીમાં બહુ પોલાણ થઇ ગયું છે. આ કારણથી ટોકિયો શહેર દર વર્ષે એક સેન્ટીમીટર જેટલું નીચે બેસતું જાય છે. તેથી જાપાનીઓને ચિંતા થઈ અને જાપાનની સરકારે પાતાળ કૂવા વડે પાણી ખેંચવા પર પ્રતિબંધ મૂકવો પડયો છે. પંજાબમાં જ્યારે નાની-મોટી ઘણી નહેરો બાંધવામાં આવી ત્યારે તેના કેટલાક ગેરલાભ પણ થયા. આ નહેરો કાચી હોવાથી માટીમાં થઈને ઘણું પાણી ધરતીમાં ઊતરી જવા લાગ્યું . તેથી ઘણું પાણી વેડફાઈ જવા લાગ્યું, પૂરતું પાણી દૂર પહોંચાડી શકાયું નહિ, અને ધરતીમાં ઘણું પાણી ઊતરી જવાથી ધરતી પાણીથી લદબદ થઈ ગઈ. ધરતીમાં પાણીની સપાટી ઉપર આવી ગઈ. આથી હવે નવી નહેરોનાં તળિયાં અને કાંઠા પથ્થર અને સીમેન્ટ વડે પાકા બાંધી લેવામાં આવે છે, જેથી પાણી ધરતીમાં ઊતરી ન જાય.

પશ્ચિમ રાજસ્થાનની વાત કરીએ. ત્યાં ધરતીની અંદર પાણીની સપાટી એટલે બધે ઊંડે છે કે સાદા કૂવા પણ ૫૦-૬૦ મીટર ઊંડા ખોદવા પડે છે. ધરતી રેતાળ કાંપની બનેલી છે. તેમાં નહેરનું પાણી ઉતરી જતું અટકાવવા નહેરો પાકી બાંધવી પડે છે. આથી ગંગા નહેર અને રાજસ્થાન નહેર બાંધવા સમય નાણાંનો ઘણો ભોગ આપવો પડયો છે. ધરતીની અંદર પાણીને વહેવા માટે યોગ્ય જગ્યા જોઈએ. ગુફા જેવા પોલાણમાં પાણી વહે છે. દા. ત. અમેરિકાના કેન્ટુકી રાજ્યમાં વિશ્વ વિખ્યાત વિશાળ મેમથ નામની ગુફામાં નાની નદીઓ વહે છે અને સરોવરો પણ છે. રેતાળ કાંપવાળી ધરતી હોય તો તેમાં પણ પાણી વહે છે, પણ નગદ ખડકવાળી ધરતીમાં પોલાણ સિવાય બીજે પાણી ન હોય. પોરબંદરમાં બરડા ડુંગરમાં પથ્થરની ખાણો છે. જ્યાં ખડકાળ ધરતી છે તેનાં પેટાળમાં પાણી વહેતું નથી પણ દડની જમીન તરીકે ઓળખાતી કાંપની ધરતીમાં ડુંગરનું પાણી વહેતું જાય છે. આ સૂકા ખડકાળ પ્રદેશમાં પણ જ્યાં કાંપની બનેલી દડની જમીન છે ત્યાં સપાટી નીચે 'હાથવેંતમાં' પાણી વહેતું રહે છે. તેથી સપાટી પણ હરિયાળી રહે છે.

ઉત્તર અને દક્ષિણ ગુજરાતની ધરતી માટી કે રેતીના કાંપની બનેલી હોવાથી તેમાં પાણી વધુ રહે છે. તેમાં પણ દક્ષિણ ગુજરાતમાં નદી-નાળાં વધુ છે, વરસાદ વધુ પડે છે, તેથી તેની ધરતીમાં વધુ પાણી રહે છે. પરંતુ સૌરાષ્ટ્રની ધરતીમાં કાંપ ઓછો છે. કાંઠા સિવાયના મોટા ભાગના પ્રદેશમાં તળિયે દખ્ખણની સોપાન શિલાઓ નામે ઓળખાતા ખડકો છે. તેથી તેમાં પાણી ઓછું રહે. ગિરનારની તળેટીમાં આવેલા જૂનાગઢની ધરતી અગ્નિકૃત ખડકોની બનેલી છે, તેથી તેની ચિરાડોમાં જ પાણી રહી શકે. નગદ ખડકોમાં પાણી ન મળે. અહીં કૂવા ઘણા ઊંડા ખોદવા પડે છે. 'અડી-કડી વાવ અને નવઘણ કૂવો, જે ન જુએ તે જીવતાં મૂઓ' એ કહેવત સૂચવે છે કે ત્યાં કૂવા ખોદવા એ ભૂતકાળમાં કેવું ઈજનેરી સાહસ હતું. સૌરાષ્ટ્ર, કચ્છ, અને ઉત્તર ગુજરાતને નદીઓનો વૈભવ નથી.

વાપરી શકાય એવા મીઠા પાણીનો ૯૭ ટકા જથ્થો ધરતીના પેટાળમાં હોય છે. દુનિયામાં સૌથી મોટું, સૌથી સૂકું, અને સૌથી ગરમ રણ સહરાનું ગણાય છે. તેમ છતાં તેના પેટાળમાં ૬,૧૫,૦૦૦ ઘન કિ. મી. જેટલું પાણી હોવાનો અંદાજ છે ! (૧ કિ. મી. લંબાઈ × ૧ કિ. મી. પહોળાઈ × ૧ કિ. મી. ઊંડાઈ = ૧ ઘન કિ. મી. થાય.) ઈજિપ્તમાં આવેલા સહરા વિસ્તારમાં થોડાંક વર્ષ પહેલાં જયારે અમેરિકન ઈજનેરોએ ભૂગર્ભનું પાણી શોધીને પાતાળ કૂવા ખોદી આપ્યા ત્યારે જયાં વનસ્પતિનું તણખલું પણ ઊગતું ન હતું ત્યાં હવે ખેતી થાય છે, અને ઝાડનો છાંયડો મળે છે !

આપણા દેશમાં રાજસ્થાનના રણમાં પણ પાણી છે. સવાલ છે તેને બહાર કાઢવાનો. ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમ પ્રમાણે પાણી હંમેશાં નીચાણ તરફ વહે છે. અરવલ્લી પર્વતમાળાના પશ્ચિમ ઢોળાવ પર પડતા વરસાદનું પાણી ધરતીના પેટાળમાં ઊતરીને રણના પેટાળમાં ઊતરી જાય છે. એવી રીતે ઉત્તરમાં આવેલા ઢાળનું પાણી પણ રણમાં ઊતરે છે. દા. ત. હિમાલયમાંથી આવતી ઘગ્ઘર નદી રાજસ્થાનના રણમાં ઊતરી જાય છે.

પશ્ચિમમાં સિંધુથી પૂર્વમાં બ્રહ્મપુત્રા સુધીના મેદાનમાં હજારો નદી, નાળાં અને નહેરો વહે છે. તેમનું અને વરસાદનું પાણી આ કાંપના મેદાનની અંદર ઊતરે છે. એવી રીતે ઉત્તર ગુજરાતમાં બનાસ નદીથી માંડીને દક્ષિણ ગુજરાતમાં ઉંબરગામ સુધી કાંપની ધરતીના પેટાળમાં પાણી ઊતરે છે. આથી આ બધી ધરતીના પેટાળમાં પાણી છે. પરંતુ જે પ્રદેશ કઠોર ખડકોનો બનેલો છે તે પાણીને પચાવી શકે નહિ. ભારતમાં સૌરાષ્ટ્રનો ઘણોખરો પ્રદેશ, કચ્છનો કેટલોક પ્રદેશ અને સિંધુ-ગંગા-યમુનાના મેદાનની દક્ષિણનો પ્રદેશ કયાંક અગ્નિકૃત ખડકોનો તો કયાંક સ્વરૂપાંતર પામેલા ખડકોનો બનેલો છે. આથી જેની પર કાંપ બન્યો હોય એટલામાં પાણીનો સંઘરો થાય છે. હિમાલયનું પાણી તરાઈ (તળેટી)માં કાંપમાં થઈને ગંગા-યમુનાના મેદાનમાં ઊતરે છે. અહીં પંજાબથી બંગાળ સુધી, ખાસ કરીને પંજાબ, હરિયાણા અને ઉત્તર પ્રદેશમાં સંખ્યાબંધ પાતાળકૂવા ગાળી શકાયા છે. કેટલાકનો વ્યાસ તો ૧૫ થી ૨૦ સેન્ટીમીટર છે. દર કલાકે બે લાખથી અઢી લાખ લીટર પાણી આપે છે અને ૧૫૦ હેકટર જેટલી જમીનમાં તેનાથી ખેતી થઈ શકે છે. આરોગ્યની દ્રષ્ટિએ પાતાળકૂવાનું પાણી શુદ્ધ હોય છે.

જ્યાં વરસાદ ઓછો પડે છે અને જ્યાં કાંપ ઓછો છે એવા સૌરાષ્ટ્ર પ્રદેશમાં વરસાદનું પાણી વેડફાઈને સમુદ્રમાં વહી જતું અટકાવવું જોઈએ. તે માટે બધે બંધ, પાળા, અને તળાવો બનાવીને વરસાદનું પાણી સંઘરી લેવામાં આવે તો પાણીનો દુકાળ ન પડે. સૌરાષ્ટ્રમાં અને કચ્છમાં જ્યાં બંધ, પાળા, અને તળાવ બનાવવામાં આવ્યા છે ત્યાં આસપાસની ધરતી પણ પાણીવાળી બની ગઈ છે.

ખડકાળ ધરતીમાં કૂવા ઊંડા ખોદવા પડે છે. જે ચિરાડોમાં પાણી ભરાયું હોય તેમાંથી સરવાણીઓ રૂપે પાણી કૂવાના ખાડામાં ઊતરે છે. પરંતુ તેની આવક બહુ નથી હોતી. તેથી સૌરાષ્ટ્રમાં ઘણે ઠેકાણે થોડા કલાક કોશ સિંચાય કે પમ્પ ચાલે ત્યાં પાણી ખૂટી જાય છે. કાંપવાળી ધરતીમાં પૂરતી ઊંડાઈવાળો કૂવો હોય તો પાણી ખૂટતું નથી. ભૂગર્ભમાં પાણીની સપાટી જેટલી ઊંડી હોય તેટલો ઊંડો કૂવો ખોદવામાં આવે છે. કેટલેક ઠેકાણે માત્ર હાથ લાંબો કરીને કે વામ જેટલા દોરડા વડે જ પાણી ભરી શકાય છે.

કૂવો ખોદો એટલે પાણી મળ્યા જ કરે એવું કંઈ નથી. કૂવાની ઊંડાઈની સપાટીએ ધરતીમાં પાણી હોય તેના પ્રમાણમાં સરવાણીઓ આવે છે. વરસાદ ન પડે કે ઓછો પડે તો એ સપાટી નીચે ઊતરી જાય અને કૂવો વધુ ઊંડો ખોદવો પડે. જો વધુ વરસાદ પડે તો પાણીની સપાટી ઉપર આવે, કૂવાના મોં સુધી પણ આવી જાય. આમ ભૂગર્ભ પાણીની સપાટી ઊંચી-નીચી થયા કરે છે.

વધતી જતી નહેરોના આ જમાનામાં પણ માણસે વધુમાં વધુ આધાર કૂવા પર રાખવો પડે છે. નહેરોનું પાણી કંઈ બધે પહોંચી શકે નહિ. અમેરિકા જેવા વિકસેલા દેશના આંકડા બતાવશે કે ત્યાં પણ કૂવાના પાણીનો કેટલો બધો ઉપયોગ થાય છે. ત્યાં દર વર્ષે ૯૦૦૦ અબજ લીટરથી વધુ પાણી કૂવામાંથી મેળવવામાં આવે છે અને દર વર્ષે પાંચ લાખ કૂવા નવા ખોદવામાં આવે છે. આપણા દેશમાં રાજસ્થાનમાં ૫૫ % ખેતી કૂવાના પાણી વડે થાય છે. સામાન્ય કૂવો ૨ હેકટર જમીનને પાણી પૂરું પાડી શકે ત્યારે પાતાળકૂવો ૧૬૦ હેકટર સુધીની જમીનને પણ પાણી પૂરું પાડી શકે.

જ્યારે સપાટી પર પાણી ન મળે ત્યારે કેટલીક જાતના જંગલી પ્રાણીઓ ધરતી ખોદીને પાણી મેળવે છે. જમીનમાં જ્યાં પાણીની સપાટી ઊંડી ન હોય ત્યાં જ આવી રીતે તેઓ પાણી કાઢી શકે. આફ્રિકામાં સુકાઈ ગયેલી નદીનો પટ ખોદીને જંગલી હાથીઓ પાણી મેળવે છે. પરંતુ જ્યારે દુકાળ વધુ કારમો હોય અને આવી રીતે પાણી ન મળે ત્યારે મોટી સંખ્યામાં હાથીઓ સહિત ઘણી જાતનાં પ્રાણીઓ મરી જાય છે. એમ માનવામાં આવે છે કે જંગલી માણસે જંગલી ઘોડાને અને વરૂને ધરતી ખોદીને પાણી કાઢતા જોયા ત્યારે તે પોતે પણ કૂવા ખોદતાં શીખ્યો હતો !

પ્રારંભમાં પ્રાચીન કાળના માણસો નદી કે સરોવર કાંઠે વસતા હતા, કારણ કે આ જળાશયોથી દૂર વસવામાં તેમના માટે પાણીનો પ્રશ્ન ઊભો થતો હતો. પરંતુ કૂવા ખોદવાની કળા હાથમાં આવ્યા પછી માણસ નદી-તળાવનો ઓશિયાળો મટી ગયો. પછી તો નિર્જન ભૂમિ પણ વસતિવાળી થવા લાગી. આજે પણ સહરા, અરબસ્તાન, રાજસ્થાન,

વગેરે રણપ્રદેશોમાં જ્યાં કૂવા છે ત્યાં જ હરિયાળા "ટાપુ" છે અને ત્યાં જ માણસની વસતિ છે. જ્યાં ધરતીમાં પાણી છે ત્યાંજ કૂવા ખોદી શકાયા છે. અને ત્યાંજ હરિયાળા રણદ્વીપ છે.

પાણીની ખોજમાં માણસે ૧૫૦ મીટરની ઊંડાઈ સુધી પણ હાથ મહેનત વડે કૂવા ખોદ્યા છે. આ ખોદકામમાં ધરતી ધસી પડવાથી મજૂરો માર્યા પણ જાય છે. પણ જીવન માટે પાણી એટલું જરૂરી છે કે મૃત્યુનું જોખમ પણ વહોરવું પડે. હાથ મહેનતથી ખોદેલા મોટા ભાગના કૂવા ૩૦ મીટરથી વધુ ઊંડા નથી હોતા.

કૂવો ખોદવામાં જેમ ઊંડો જાય તેમ તેમાંથી ગાર માટી અને પાણા કાઢવા ભારે પડે. તેથી યાંત્રિક સાધનો ન હતા તે જમાનામાં આપણે ત્યાં કૂવાને બદલે વાવ ખોદવામાં પણ આવતી. વાવ પગથિયાંવાળી હોય તેથી ગાર માટી અને પાણા કાઢવાનું સહેલું પડે અને પગથિયાં ઊતરીને દોરડાં વિના પાણી ભરી શકાય. આદિ માનવો ચામડાના થેલા અને દોરડાં બનાવીને તેમના વડે ગાર માટી ઉપર ચડાવતા હતા.

જ્યાં જમીન ખારી હોય ત્યાં મીઠું પાણી દુર્લભ બની જાય છે. આવી ધરતી પ્રાચીન કાળમાં સમુદ્રમાંથી બહાર આવી હોય છે અને તેમાં ક્ષારો ભરાઈ રહ્યા હોય છે. ગુજરાતમાં સાગરકાંઠે આવી ખારવાળી જમીન ઘણે ઠેકાણે છે. એવું પણ બને કે ખારી જમીન પર નદીના અને વરસાદના પાણીથી મીઠો કાંપ જમા થયો હોય. આ કાંપમાં ભરાઈ રહેલું પાણી મીઠું હોય, પણ નીચે ખારી ધરતી સુધી ખોદો તો પાણી ખારું મળે. સૌરાષ્ટ્રમાં ઘેડ અને ભાલ પ્રદેશમાં આવી રચના છે. ઓખા મંડળમાં પણ.

ભૂગર્ભનું પાણી પણ વધુ ઓછા અંશે વહેતું રહે છે. ચીકણી બારીક માટી હોય તો વહેવાની જગ્યા ન મળે. તેથી એક સૈકામાં માત્ર ૩૦ સેન્ટીમીટર જેટલું જ અંતર કાપે, ત્યારે ચૂનાની પોલાણવાળી ધરતીમાં એક કલાકમાં દોઢ કિલોમીટર જેટલો પંથ પણ કાપી નાખે! સામાન્ય રીતે ભૂગર્ભનું પાણી એક દિવસથી એક માસ સુધીમાં થોડા મીટર વહેતું હોય છે. રંગ કે કિરણોત્સર્ગી પદાર્થ મેળવવાથી ભૂગર્ભના પાણીના વહેણની ઝડપ માપી શકાય છે. કેટલુંક પાણી હજારો વર્ષથી બંધિયાર રહ્યું છે.

કેટલાક પ્રદેશોમાં તો કૂવો ખોદો એટલે પાણી નીકળે જ. પરંતુ બીજા કેટલાંક પ્રદેશોમાં પાણી ક્યાં અને કેટલી ઊંડાઈએ નીકળશે એ પ્રશ્ન ચિંતા ઉપજાવતો હોય છે, કારણ કે પાણી ન નીકળે તો ખોદકામનો ખર્ચ અને શ્રમ માથે પડે. ધરતીનું જે પેટાળ છિદ્રલ હોય અને પાણી પ્રસરી શકે એવું હોય એવા કાંપ કે ખડકોમાં જ પાણી નીકળશે. જ્યાં બેસાલ્ટ કે ગ્રેનાઈટના અગ્નિકૃત ખડકો ચિરાડો વિના કે પોલાણ વિના પથરાયેલા હોય ત્યાં પાણી નહિ નીકળે. ચીકણી માટી ( Clay ) માં પાણી રહી શકે, પણ બહુ વહી શકે નહિ, તેથી પાણી વહીને કૂવામાં સરવાણીઓ રૂપે ભાગ્યે જ આવશે. તેના કરતાં અગ્નિકૃત ખડકોના ભંગાણમાંથી વધુ પાણી મળે. પરંતુ તે પણ ખૂટી જવાની બીક ખરી. કાંપની ધરતીમાં ૩૫ થી ૫૦ ટકા છિદ્રલતા (પોલાણ) હોય ત્યારે અગ્નિકૃત ખડકોમાં અરધો ટકો જ હોય. તેમ છતાં બેસાલ્ટ નામના જે અગ્નિકૃત ખડકો ધરતી પર લાવારસ

આવીને ઠરવાથી બન્યા હોય છે તેમાં કોઈ છિદ્રલ હોય તો તેમાં સારા પ્રમાણમાં પાણી રહી શકે. ઠરવાથી ચિરાડો પડવાથી તેમાં પણ પાણી ભરાય.

દરિયાઈ ચીખલ ( Shale ) ના બનેલા ભૂગર્ભમાં ૧૫ થી ૫૦ ટકા છિદ્રલતા હોય, પણ તેમાં પાણી વહી ન શકે તેથી તેમાંથી કૂવામાં સરવાણીઓ ન આવે. પણ ચૂનાના ખડકો હોય તો તેમાં છિદ્રલતા હોવા ઉપરાંત ચૂનો પાણીમાં પીગળતો હોવાથી તેમાં પોલાણ પણ થાય છે અને પાણી વધુ સમાય છે, વધુ રહે છે. દુનિયાના ઘણા ઝરા ચૂનાના બનેલા ભૂગર્ભમાંથી નીકળે છે. સીરિયામાં એક ઝરો દર સેકંડે લગભગ ૩૯ ઘન મીટર પાણી આપે છે ! આપણી ગંગાની એક શાખા અલકનંદાનું સર્જન કરતા ઝરા ચૂનાના ખડકોમાંથી આવે છે.

આમ કૂવો ખોદતા પહેલાં ભૂગર્ભની રચના જાણવી જરૂરી છે. નહિતર ખર્ચ અને સમય એળે જાય.

૩

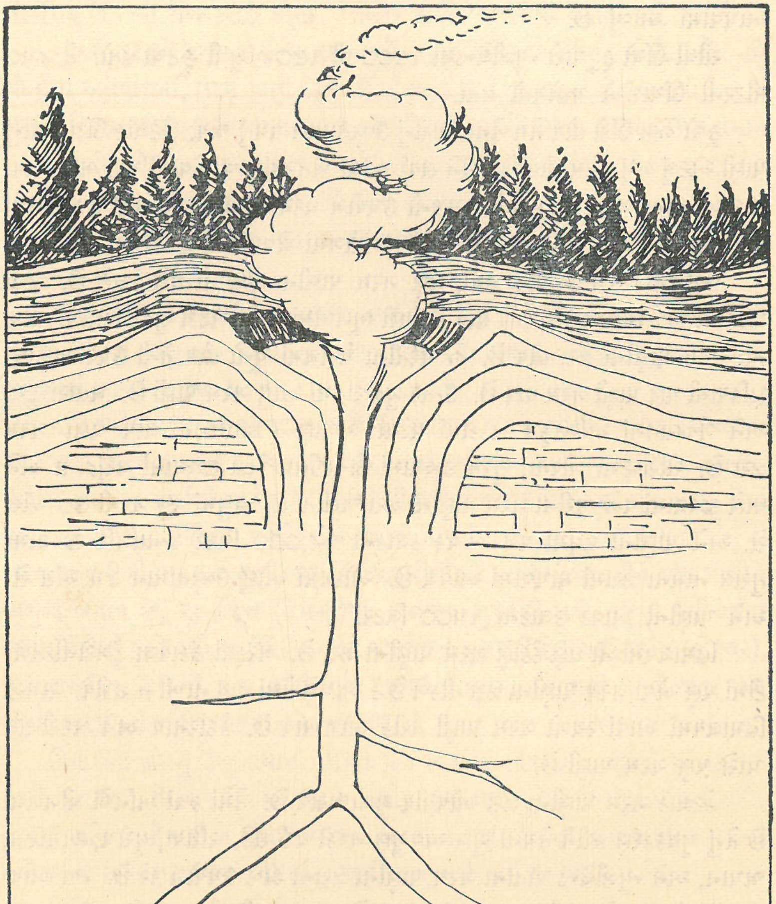
# ગરમ પાણીના ફુવારા અને ઝરા

ગરમ પાણીનો અથવા વરાળનો ફુવારો હેરત પમાડે એવું દૃશ્ય હોય છે. આપણે જાણીએ છીએ કે ધરતીમાં જેમ ઊંડે જઈએ તેમ લાવારસની ઉપરના ગરમ ખડકોની નજીક જઈએ છીએ. તેથી ગરમી વધે છે. મહિસૂર રાજ્યની કોલાર નામની સોનાની ખાણોની દુનિયાની ઊંડામાં ઊંડી ખાણોમાં ગણના થાય છે. તેમાં એટલી બધી ગરમી છે કે ઉપરથી ઠંડી હવા ધકેલવામાં આવતી ન હોય તો અંદર કામ કરતા માણસ જીવી શકે નહિ.

જ્યારે ખડકોની ચિરાડોમાં પાણી બહુ ઊંડે ઊતરી જાય છે અને ગરમ ખડકોને સ્પર્શે છે ત્યારે તે એટલું બધું ગરમ થઈ જાય છે કે તેની વરાળ બની જાય છે. પાણી કરતાં વરાળ અનેક ગણી વધુ જગ્યા રોકતી હોવાથી તે ખૂબ દબાણથી વરાળરૂપે કે ગરમપાણી રૂપે ઉપર ધસી આવે છે. આઈસલેન્ડમાં, એલાસ્કામાં, રશિયાના સાઈબિરિયાના કામચાત્કા પ્રદેશમાં, દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં ન્યુઝીલેન્ડમાં, અને બીજે કેટલેક ઠેકાણે વરાળના ફુવારા જાણીતા છે. આ ફુવારા એવા જોરશોરથી ઊડે છે કે કાન બહેરા થઈ જાય. તેમને નાથીને તેમના વડે વીજળી પેદા કરવામાં પણ આવે છે.

જે ધરતીના પેટાળમાં નજીકના ભૂતકાળમાં જ્વાળામુખી પ્રવૃત્તિ થઈ હોય ત્યાં વરાળ કે ગરમ પાણીના ફુવારા હોય છે. આઈસલેન્ડમાં આવા એક ફુવારાનું નામ ગીસર છે. તેથી અંગ્રેજીમાં બધા ગરમ પાણીના અને વરાળના ફુવારા ગીઝર નામે ઓળખાય છે. હવે તો નહાવા માટે વીજળી વડે પાણી ગરમ કરવાના સાધનને પણ આપણે ગીઝર કહીએ છીએ !

ફુવારા થોડા સેન્ટીમીટરથી માંડીને ૧૦૦ મીટરની ઊંચાઈ સુધી પણ ઊડતા હોય છે. ન્યુઝીલેન્ડમાં ઈ. સ. ૧૯૦૯માં એક ફુવારો ફાટયો ત્યારે તે ૩૦૦ મીટર ઊંચે ઊડયો હતો ! અમેરિકામાં યેલોસ્ટોન નેશનલ પાર્ક તેના ગરમ ફુવારાઓ માટે પ્રખ્યાત છે. અહીં ૭ દિવસથી ત્રણ માસના અંતરે યેલો જાયન્ટ નામનો ફુવારો ૬૦ મીટર ઊંચે ઊડે છે અને તેમાંથી દર કલાકે ૩૧ લાખ લીટર પાણી નીકળે છે ! આઈસલેન્ડનો ગીસર ૫૩ મીટર ઊંચે પહોંચે છે. અમેરિકાના યેલોસ્ટોનમાં ઓલ્ડ ફેઈથફૂલ નામનો ગરમ ફુવારો સૌથી વધુ પ્રખ્યાત છે, કારણ કે તે દર એક કલાક પાંચ મિનિટે ફૂટે છે અને ૩૦ થી ૪૫ મીટર



ભૂગર્ભમાં ઉતરી ગયેલ પાણી ગરમ ખડકોના સંસર્ગમાં આવી વરાળ બને છે. કેટલાક દેશોમાં આ વરાળવડે વીજળી પણ બનાવવામાં આવે છે. આપણા દેશમાં માત્ર ગરમ પાણીના ઝરા છે. પણ સારકામ કરી વરાળ મેળવવાના પ્રયોગો એરણપર છે.

ઊંચે ચડે છે. યેલોસ્ટોન નેશનલ પાર્કમાં વધુમાં વધુ ફુવારા અને ગરમ પાણીના ઝરા છે. એક ફુવારો ફૂટે છે ત્યારે તો ધરતી ધ્રુજે છે અને બે કલાક સુધી ફૂટયા કરે છે. ઓલ્ડ ફેઈથફૂલ જેવી નિયમિતતાથી કોઈ ફુવારો નથી ફૂટતો. તથી તેને આ વિશિષ્ટ નામ

આપવામાં આવ્યું છે.

સૌથી ઊંચો ફુવારો ન્યુઝીલેન્ડમાં ૧૯૦૦ થી ૧૯૦૪ સુધી ફૂટયો હતો. તે ૪૫૦ મીટરની ઊંચાઈએ પહોંચતો હતો.

કૂવો જેમ ઊંડો હોય તેમ તેના પાણીનું ઉષ્ણતામાન વધતું જાય. કેટલાંક ઊંડા કૂવાનું પાણી એટલું બધું ગરમ હોય છે કે તેને ઠાર્યા પહેલાં ખેતરમાં જવા દેવાથી પાક બળી જાય. સાઈબિરિયાના ગરમ ફુવારાની વરાળનો ઉપયોગ ઘરમાં અને કારખાનામાં હૂંફ લાવવા માટે પણ થાય છે. ઠરેલી વરાળનું પાણી ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે.

ભારતમાં ગરમ ફુવારા નથી, પણ ગરમ પાણીના ઝરા તો ઘણે ઠેકાણે છે. જ્યાં ધરતીના ખડકોમાં એવું ભંગાણ હોય કે પાણી ભૂગર્ભમાં ગરમ ખડકો સુધી પહોંચી જાય, ત્યાં ગરમ પાણીના ઝરા હોય છે. જે ધરતીના પેટાળમાં ચૂનો હોય તેની ઉપર પાણીની પ્રક્રિયાથી પણ પાણી ગરમ થાય છે. ઉત્તર ગુજરાતમાં આવુ ગરમ પાણી છે. મહારાષ્ટ્રમાં અને ગુજરાતમાં અગ્નિકૃત ખડકોમાં પડેલા ભંગાણ (fault)ને લીધે ઘણા ગરમ ઝરા છે. સૌરાષ્ટ્રમાં ગીરના, સુરત જીલ્લામાં ઊનાઈના, ખેડા જીલ્લામાં લસુંદ્રાના અને થાણે જીલ્લામાં વજ્રેશ્વરીના ગરમ પાણીના ઝરા જાણીતા છે. વધુમાં વધુ ગરમી ૭૦ અંશ સે. અને પાણીની વધુમાં વધુ આવક કલાકના ૧૮,૦૦૦ લિટર રત્નાગિરિ જીલ્લામાં તુરાલ નામના ઝરામાં માપવામાં આવેલ છે. ઓછામાં ઓછું ઉષ્ણતામાન ૪૫ અંશ સે. અને પાણીની આવક કલાકના ૧૫૦૦ લિટર.

હિમાલયમાં તો ઘણે ઠેકાણે ગરમ પાણીના ઝરા છે. બરફથી ઢંકાયેલા ડુંગરોની તળેટીમાં પણ એવા ગરમ પાણીના ઝરા નીકળે છે કે આપણે તેમાં હાથ નાખી ન શકીયે. સમગ્ર હિમાલયમાં આવાં સ્થળો ગરમ પાણી તરીકે ઓળખાય છે. કેદારનાથ અને બદરીનાથ પાસે પણ ગરમ પાણી છે.

કેટલાક ગરમ પાણીના ઝરા ઔષધીય ગુણો ધરાવે છે. તેમાં કયાં ખનિજો પીગળેલાં છે તેનું પૃથકકરણ કરીને તેમના ગુણ-અવગુણ નકકી થઈ શકે. રશિયા, યુરોપ, અમેરિકા, જાપાન, અને ન્યુઝીલેન્ડ પોતાના ગરમ પાણીના ઝરાનો શ્રેષ્ઠ ઉપયોગ કરે છે. ત્યાં ઔષધીય પાણીના ભરેલા શીશા બજારમાં વેચાય છે. આ પાણી દીપન અને પાચન ગુણો ધરાવે છે. રશિયામાં વિમાનમાં પણ ઉતારૂઓને આ પાણી મળી શકે છે.

સંધિવા, અસ્થિ શોધ, સાંધાના રોગો, ચામડીના રોગો, વગેરે વાત રોગોમાં ગરમ પાણીના ઝરામાં શેક લેવાથી ઘણો ફાયદો થાય છે. વાયુ, આફરો, મંદાગ્નિ, પિત્તાશયની પથરી, દમ, ચામડીના રોગો, વગેરે રોગોમાં આ ઔષધીય પાણી પીવામાં આવે છે. યુરોપમાં આ ઝરા સ્પા તરીકે ઓળખાય છે. ઈંગ્લેન્ડમાં બાથ નામનું સુંદર શહેર તેના ઔષધીય ગરમ પાણીના ઝરાના નામે અને આધારે વસ્યું છે. રોજ ૨૨ લાખ લીટરથી વધુ પાણી આપતા આ ઝરાના શ્રેષ્ઠ ઉપયોગ માટે નગરપાલિકા દ્વારા ચિકિત્સા કેન્દ્ર ચાલે છે.

યુરોપમાં સ્વિત્ઝરલેન્ડ, ઈટાલી, ફ્રાન્સ, જર્મની, રશિયા, વગેરેમાં ગરમ પાણીના ઔષધીય ઝરા તેમના ઔષધીય ગુણો માટે તથા આસપાસના સૃષ્ટિ સૌંદર્ય માટે બહુ જ

લોકપ્રિય છે. ત્યાં રોજ કરોડો શીશા "ખનિજ પાણી" બજારોમાં વેચાવા માટે જાય છે !

મુંબઈ સરકારે ગરમ પાણીના ઝરાઓની તપાસ માટે એક સમિતિ નીમી હતી. તેણે પોતાના અહેવાલમાં, ગરમ પાણી કેટલે ઊંડેથી આવે છે તે જાણવાની રીત બતાવી છે. જો ઝરા પાસે વાતાવરણનું ઉષ્ણતામાન ૨૭ અંશ સે. હોય અને ઝરાના પાણીનું ઉષ્ણતામાન ૩૮ અંશ હોય તો એ તફાવતને (૧૧ અંશ સે. ને) ૯૦૦ ફુટ વડે ગુણવા. એટલે ૧૨,૦૦૦ (૩૬૫૦ મીટર) ઊંડેથી પાણી આવે છે એમ જાણવું.

પરંતુ વાતાવરણનું ઉષ્ણતામાન સ્થળ, ઋતુ અને સમય પ્રમાણે બદલાતું હોય છે, તેથી આ રીત અંદાજી જ છે.

મુંબઈ પાસે વજ્રેશ્વરીના ઔષધીય ઝરાઓનો ઉપયોગ વધુમાં વધુ થાય છે. ગુજરાતમાં વાંસદા તાલુકામાં ઊનાઈના ઝરા જાણીતા છે. આથી તેમના ઔષધીય ગુણો જાણવામાં વાચકોને રસ પડશે.

વજ્રેશ્વરીના ઝરા ૪૨ થી ૬૦ અંશ સે. ઉષ્ણતામાન ધરાવે છે અને દર કલાકે ૪૫૦ થી ૧૦,૦૦૦ લિટર પાણીની આવક ધરાવે છે. તેમાં કલોરાઈડ અને સલ્ફેટ રૂપે સોડિઅમ, પોટેશિઅમ અને કેલ્શિઅમ છે. આ પાણી પીવાથી તે જરાક રેચક અને મૂત્રલ છે. તેમાં ક્ષાર અને ગંધક હોવાથી આ પાણી વડે નહાવાથી ચામડીના રોગોમાં ફાયદો થાય છે. જૂના ખરજવાના રોગી માટે આ પાણી સારૂં છે. પણ રોગીઓ કુંડમાં પડયા રહીને બધા પાણીને અશુદ્ધ બનાવે છે. રકતપિત્ત (લિપ્રસી)માં તે જરાય ગુણકારી નથી. જૂના અસ્થિશોથ (આર્થ્રાઈટીસ) અને સંધિવા (રૂમેટિઝમ)માં આ પાણી ગુણકારી છે. અસ્થિભંગ (ફ્રેકચર), મોટી શસ્ત્રક્રિયા, માંદગી, ઈજા, વગેરે પછી પણ આ પાણીમાં નહાવાથી ફાયદો થાય, એમ મુંબઈ સરકારની તપાસ સમિતિએ જણાવ્યું છે.

ઊનાઈના ઝરાનું ઉષ્ણતામાન ૫૫ થી ૫૭ અંશ સે. હોય છે. પાણીની આવક દર કલાકે ૧૮,૦૦૦ લિટર. પીવામાં કશા ઔષધીય ગુણો નથી. તેથી ઊલટું તેમાં ફલોરાઈડ નામનું ખનિજ હોવાથી તે હંમેશાં પીવાથી નુકસાન પણ કરે. હા, નહાવાથી ચામડીના અને વાના રોગો મટાડવામાં ઊનાઈનું પાણી વજ્રેશ્વરી જેવું જ ગુણકારી છે.

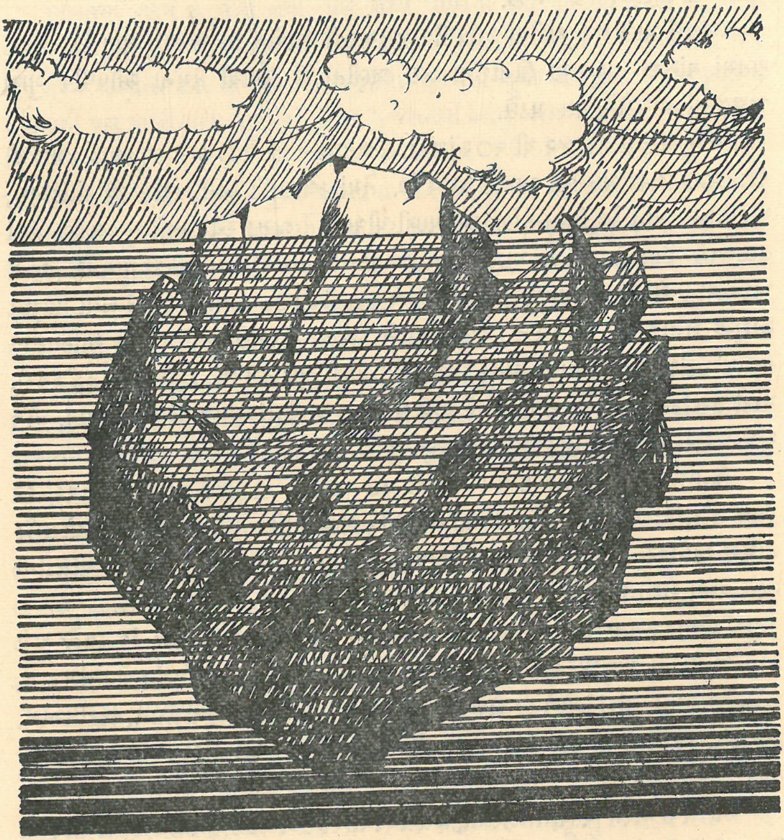
વિવિધ ઝરાના પાણીમાં વિવિધ રસાયણોનું વિવિધ પ્રમાણ હોય છે. વજ્રેશ્વરી અને ઊનાઈના પાણીમાં સોડિયમ, પોટેસિઅમ, અને કેલ્સિઅમ ઉપરાંત મેગ્નેસિઅમ, મેંગેનીસ, લોહ, તાંબું, બોરોન, એલ્યુમિનમ, ફ્લોરાઈન, સોમલ, કલોરાઈન, ટિટેનિઅમ, ફોસ્ફરસ, સિલિકા, સલ્ફેટ, કાર્બોનિટ, અને વજ્રેશ્વરીમાં કયાંક સલ્ફયુરેટેડ હાઈડ્રોજન હોય છે.

આ બધા ગરમ પાણીના ઝરાનો, આરોગ્યની દષ્ટિએ શ્રેષ્ઠ ઉપયોગ કરવો હોય તો નિષ્ણાતોની દેખરેખ નીચે તેમનો વિકાસ કરવો જોઈએ. સૌંદર્ય ધામ તરીકે પણ તેમને વિકસાવી શકાય. એમ થાય તો યુરોપ-અમેરિકાની પ્રજાને જે લાભ મળે છે તે આપણને પણ મળે.

૪

# બરફ રૂપે પાણી

આપણે જોઈ ગયા કે પૃથ્વી પર ખારૂં અને મીઠું પાણી મળીને જેટલું પાણી છે તેના

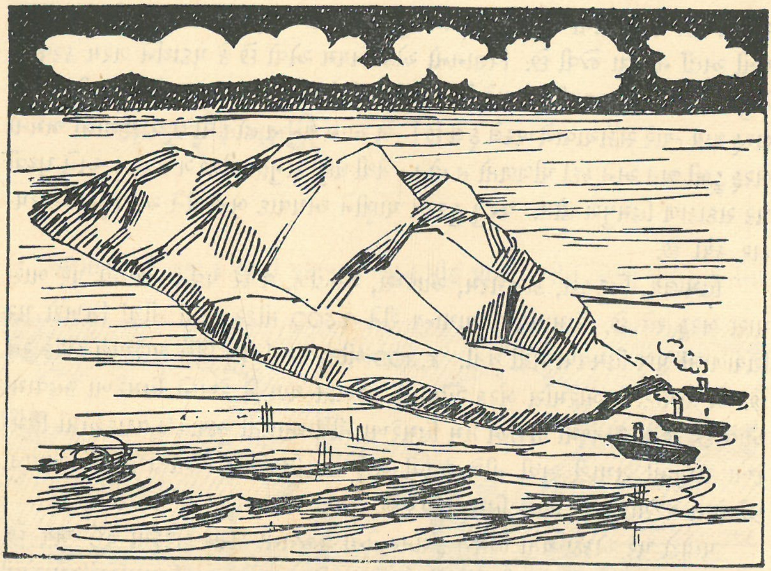


પાણી થીજીને બરફ થાય છે ત્યારે તેની ઘનતા ઘટે છે. તેથી તે પાણી કરતાં જરા હળવો થતાં પાણીમાં તરે છે. પાણીની સપાટીની ઉપર દેખાતા બરફ કરતાં આસરે નવ ગણો બરફ સપાટીની નીચે ડૂબેલો હોય છે. જો બરફ પાણી કરતાં ભારે હોત તો ધ્રુવ પ્રદેશોમાં અને હિમયુગોમાં બરફ સમુદ્રમાં ડૂબીજવાથી દુનિયામાં મીઠું પાણી ઓછું થતું રહ્યું હોત.

૨.૧૫ ટકા પાણી ઊંચા પર્વતો પર અને ધ્રુવપ્રદેશોમાં બરફ રૂપે છે. પાણીની એક અજાયબી અહીં નોંધવા જેવી છે. વિજ્ઞાનનો એક નિયમ એવો છે કે પદાર્થને ગરમ કરવાથી તેનું કદ વધે છે, ઠારવાથી કદ ઘટે છે. પણ પાણી તેમાં એક અપવાદ છે. પાણી થીજીને બરફ થાય ત્યારે સંકોચાવાને બદલે ફૂલે છે! જો આમ થતું ન હોત તો ધ્રુવપ્રદેશોમાં જામતો બરફ ડૂબી જાત અને કદી પીગળતો ન હોત. તેથી ઘણા સમુદ્રો થીજી ગયા હોત, અને પૃથ્વી પર સદાકાળ હિમયુગ હોત. પરંતુ કુદરતે પાણીને અપવાદ બનાવીને આપણા પર ઉપકાર કર્યો છે.

હિમાલય, હિંદુકુશ, કારાકોરમ, આલ્પ્સ, એન્ડીઝ, વગેરે પર્વતમાળાઓ પર બારેમાસ બરફ રહે છે. હિમાલયમાં સામાન્ય રીતે ૧૮૦૦ મીટર કરતાં નીચાં શિખરો પર શિયાળામાં પણ હિમવર્ષા નથી થતી. ૪,૩૦૦ મીટર કરતાં વધુ ઊંચે બારેમાસ બરફ રહે છે. જે સપાટીએ બારેમાસ બરફ રહેવાની શરૂઆત થાય તે રેખાને હિમરેખા કહેવામાં આવે છે. જેમ ઉત્તરમાં જઈએ તેમ હિમરેખા નીચે આવતી જાય. ધ્રુવપ્રદેશોમાં હિમરેખા સમુદ્રની સપાટી સુધી નીચે આવી ગઈ છે. હિમરેખા (સ્નોલાઈન)માં આવતા પ્રદેશોમાં વરસાદ મોટે ભાગે હિમરૂપે પડે છે.

પહાડો પર એકઠા થતા હિમનું રૂપાંતર તેના વજનના કારણે બરફમાં થઈ જાય છે. હિમવર્ષા સફેદ ફૂલની ટચુકડી પાંખડીઓ જેવા રૂપે થાય છે. આ હિમપાંખડીઓ એવી હળવી હોય છે કે કાગળની ઝીણી કટકીની જેમ હળવે હળવે પડે છે; વરસાદનાં ફોરાંની જેમ ઝડપથી નથી પડતી. ઠંડા દેશોમાં શિયાળામાં હિમરેખા સમુદ્રની સપાટીએ આવેલા મેદાન સુધી આવી જાય છે. ત્યાં શિયાળામાં હિમ રૂપે વરસાદ પડે છે અને શહેરો, ગામડાં, તથા ખેતરો હિમથી છવાઈ જાય છે. બરફની એક પ્રકૃતિ એવી છે કે તેની કણીઓ એકબીજીને ચોંટી રહે. શરબતવાળા બરફના ગોળા વેચનારો ફેરિયો બરફ છીણીને તેની ભુકીનો ગોળો બનાવી આપે છે તે જોયું છે ને? શિખરો પર થતી હિમવર્ષામાં પણ હિમની પતરીઓ એકબીજીને ચોંટતી જાય છે અને ઉપરના ભારથી દબાઈને બરફનો રાશિ બને છે. આખરે એવી સ્થિતિ આવે છે જયારે શિખર પર વધુ બરફ સમાઈ શકે નહિ. એકબીજાને ચોંટી બેઠેલો હિમરાશિ આખરે સમતોલ ન રહી શકવાથી તૂટી પડે છે. વરસાદ પડવાથી કે હુંફાળો પવન વાવાથી પણ તે પીગળીને તૂટી પડે. કોઈવાર તેને સમતુલા ગુમાવવા માટે પવનની લહેર કે અવાજનું મોજું પણ બસ થઈ પડે છે. બંદૂક ફોડવાથી કે મેઘગર્જના થવાથી પણ તે તૂટી પડે. આથી જ્યાં હિમપ્રપાતનો ભય હોય ત્યાં પર્વત આરોહકો અવાજ કરતા નથી અને તે બાજુ વિમાન જતું નથી. જયારે આ હિમરાશિ તૂટી પડે છે ત્યારે તે હિમપ્રપાતનો (અંગ્રેજીમાં એવેલાન્સ કહેવાય છે.) કડાકો અને ગડગડાટ મેઘગર્જનાની જેમ દિશાઓમાં પડઘા પાડે છે. એક વખત હિમપ્રપાત શરૂ થયો એટલે તે ધોધની જેમ પડે છે અને કલાકો કે દિવસો સુધી વધુ ઓછા પ્રમાણમાં ચાલુ રહે છે. વધુમાં વધુ હિમપ્રપાત હિમાલયમાં થાય છે, પણ તેમાં બરફનો કેટલો જથ્થો હોય છે તે જાણી શકાયું નથી. ૧૮૮૫માં ઈટાલીમાં એક હિમપ્રપાતમાં ૩૫ લાખ ઘન મીટર બરફ પડયો હતો!



**જો ધ્રુવ સમુદ્રમાં તરતા બરફના ડુંગરો ટગ નૌકાઓવડે ખેંચી લાવવામાં આવે તો તેમનું મીઠું પાણી સોંઘું પડે ! મુંબઈ, મદ્રાસ વગેરે બંદરોને પાણીની તંગી ન રહે અને જલ-વિદ્યુતનો દુકાળ ન પડે! અમેરિકા, અને પાણીની તંગીવાળા આરબ દેશો ખરેખર આ દિશામાં વિચારી રહ્યા છે. ઉપરના ચિત્રમાં જમણીબાજુ ત્રણ ટગ નૌકાઓ બરફના ડુંગરને ખેંચી લાવતી બતાવવામાં આવેલ છે. માર્ગમાં કેટલોક બરફ પીગળી જાય તો પણ પુષ્કળ પાણી મળે.**

એકઠા થયેલા હિમરાશિમાં એટલો બધો બરફ હોય છે કે તેના ભારથી નીચેના બરફના અણુઓ (અં. મોલેકયુલ્સ) ની સ્ફટિકરચના પણ બદલાઈ જાય છે. બરફની દરેક પાસાદાર કણીમાં પાણીના છ ખુણાવાળા (ષષ્ટકોણ) ૬૦ સ્ફટિકો હોય છે. ઉપરના ભારે દબાણથી આ કણીઓ આકાર બદલીને સરકવા લાગે છે. જ્યારે હિમપ્રપાત થાય છે ત્યારે તેના ઘસારાથી અને દબાણથી પહાડનાં શિખરો પણ તૂટીને ઘસાઈ જાય છે. તેથી હિમરાશિ સાથે ખડકો અને માટી પણ પડે છે. પછી જ્યારે આ હિમરાશિ હિમસરિતા રૂપે વહે છે ત્યારે પણ તેના દબાણથી ડુંગરના ઢોળાવ અને ખીણ તૂટીને ઘસાય છે. લીસાં પણ બની જાય છે. ૨૪ કલાકમાં થોડા મીટર જ વહેતી હિમસરિતા હિમરેખા ઓળંગીને ઠારબિંદુથી ઉપરના ઉષ્ણતામાનમાં આવે ત્યારે બરફ પીગળીને પાણી (નદી) રૂપે વહે છે અને માટી તથા પાણા છૂટાં પડીને ગબડે છે. આમ દરેક હિમસરિતા દર વર્ષે હજારો ટન માટી અને પાણા નીચે લાવે છે. યુરોપમાં આલ્પ્સ પર્વતના માઉન્ટ બ્લાંક શિખરનો જે ભાગ ફ્રાન્સમાં પડે છે ત્યાં એવો અંદાજ કાઢવામાં આવ્યો છે કે તેની હિમસરિતાઓ દર વર્ષે ૮૦,૦૦૦ ટન માટી અને પાણા નીચે ઠાલવે છે. આ હિસાબે આપણા હિમાલયને કેટલો

બધો ઘસારો લાગતો હશે ! આપણા હિમાલયમાં જ્યાં હિમપ્રપાત થાય છે ત્યાં વસતિ નથી. પરંતુ યુરોપમાં આલ્પ્સ પર્વતની તળેટીમાં ગામડાં છે. ત્યાં હિમપ્રપાતને ગામડાં સુધી પહોંચતાં અટકાવવા માટે કેટલેક ઠેકાણે આડે વાડ બાંધવામાં આવી છે. તેમ છતાં હિમપ્રપાતમાં જાનમાલની ખુવારી થાય છે. સૌથી મોટી હોનારત દક્ષિણ અમેરિકામાં પેરૂમાં આવેલી એન્ડીસ પર્વતમાળામાં થઈ હતી. અહીં તા. ૧૩-૧૨-૧૯૪૧ ના દિવસે હિમપ્રપાતમાં આસરે ૫,૦૦૦ માણસો માર્યા ગયા હતા ! બીજા જાન-માલની ખુવારી જુદી. હિમાલયમાં ઘણા પર્વત આરોહકો હિમપ્રપાતમાં માર્યા ગયા છે. લગભગ દર વર્ષે આવી હોનારતો બને છે.

દસ હજારથી વધુ વર્ષ પહેલાં પૃથ્વી પર હિમયુગ હતો તેમાં આજના ઘણા સમશિતોષ્ણ પ્રદેશો પર પણ હિમસરિતાઓ સરકતી હતી. તેમણે પોતાના વજન વડે કઠોર ખડકોને ઘસી નાખ્યા છે, તેની ઉપરથી જાણી શકાય છે કે હિમસરિતાઓ ક્યાં સુધી ધૂસી આવી હતી. જ્યારે હવામાનના ફેરફારથી તેઓ પીગળી ગઈ ત્યારે પોતાની સાથે લાવેલી શિલાઓ ત્યાં જ મૂકી ગઈ. આ શિલાઓનું બંધારણ તેની આસપાસની ધરતીના બંધારણ કરતાં જુદું હોય છે, અને ઊંચા પહાડોના બંધારણને મળતું હોય છે. તેથી, અને હિમસરિતાઓએ લીસા કરેલા ખડકો પરથી જાણી શકાય છે કે હિમયુગમાં હિમસરિતાઓ અહીં સુધી ફેલાઈ હતી. દા. ત. પશ્ચિમ પંજાબના ખારા ડુંગરથી રાવળપીંડી સુધીના ઊંચા મેદાનમાં હિમવર્ષા નથી થતી, છતાં ત્યાં હિમાલયમાંથી ઘસડાઈ આવેલી શિલાઓ છે. કેટલીકનો વ્યાસ તો ૧૫ મીટર છે. તે હિમસરિતામાં ઘસડાયા વિના અહીં આવી શકે નહિ.

અત્યારે પણ પૃથ્વીની ૧૦.૪ ટકા ધરતી પર બારેમાસ બરફ રહે છે અને તેમાં હિમસરિતાઓ સરકે છે. દક્ષિણ ધ્રુવખંડ પર લેમ્બર્ટ ગ્લેસિઅર નામની હિમસરિતા ૬૫ કિલોમીટર પહોળી છે. હિમાલયમાં ૭૫ થી ૧૨૫ કિ. મી. લાંબી હિમસરિતાઓ છે.

હવે ધ્રુવપ્રદેશોમાં બરફ રૂપે રહેતા પાણીની વાત કરીએ. ઉત્તર ધ્રુવ પ્રદેશમાં ધરતી કરતાં સમુદ્ર વધારે છે અને દક્ષિણ ધ્રુવ પ્રદેશમાં સમુદ્ર કરતાં ધરતી વધારે છે. અહીં બંને ઠેકાણે મોટા ભાગનો સમુદ્ર વર્ષનો મોટો ભાગ અથવા આખું વર્ષ થીજેલો રહે છે. પરંતુ આસરે બે-પાંચ મીટર જેટલી જ સપાટી થીજે છે. તેની નીચે તો પાણી વહેતું હોય છે. રશિયા અને અમેરિકાની અણુસબમરિનોએ આ થીજેલી સપાટી નીચે ધ્રુવ સોંસરવો પ્રવાસ પણ કર્યો છે. ઉત્તર ધ્રુવપ્રદેશમાં કેનેડાની ઉત્તરના ટાપુઓ, એલાસ્કા, ગ્રીનલેન્ડ, રશિયાની ઉત્તરના ટાપુઓ અને રશિયાના કાંઠાનો પ્રદેશ વધુ ઓછે અંશે અને વધુ-ઓછો સમય બરફથી ઢંકાયેલો રહે છે. ગ્રીનલેન્ડ મોટામાં મોટો ટાપુ છે અને તેની ઉપર આખું વર્ષ વધુમાં વધુ બરફ રહે છે. દક્ષિણ ધ્રુવખંડને બાદ કરતાં બીજી કોઈ ધરતી પર આટલો બરફ નથી.

દુનિયામાં વધુમાં વધુ બરફ દક્ષિણ ધ્રુવખંડ પર છે. અહીં કેટલેક ઠેકાણે બરફનો થર કેટલાક કિલોમીટર જાડો છે ! તેમાં એટલો બધો હિમરાશિ છે કે તેના વજનથી કેટલેક

ઠેકાણે તેની ધરતી સમુદ્રની સપાટી કરતાં પણ નીચે ઉતરી ગઈ છે! માત્ર દક્ષિણ ધ્રુવખંડનો બધો બરફ પીગળી જાય તો પણ સમુદ્ર એટલો છલકાઈ જાય કે મોટા ભાગનાં ગુજરાત, મુંબઈ, બંગાળ, વગેરે ડૂબી જાય! અને દક્ષિણ ધ્રુવખંડની ધરતી પરથી વજન ઊતરી જતાં તેની ધરતી ઉંચકાઈને ઊંચે પણ આવી જાય!

ધ્રુવપ્રદેશોની એક ભયંકર અજાયબી બરફના તરતા ડુંગર (આઈસબર્ગ) છે. દક્ષિણ ધ્રુવખંડ, ગ્રીનલેન્ડ, સાઈબેરિયા, વગેરેના કાંઠા પરથી હિમપ્રપાત અને હિમસરિતાઓ સમુદ્રમાં જાય છે. વિરાટ હિમરાશિઓ સમુદ્રના થીજેલા પાણી પર એકઠા થાય છે. ત્યાંથી આ હિમરાશિઓ બરફના તરતા ટેકરા અને ડુંગર રૂપે છૂટા પડી સમુદ્રના પ્રવાહમાં અને પવન વડે તણાતા જાય છે. કાંઠા પાસેનો સમુદ્ર ધરતી પરથી આવતા હિમરાશિ વડે ભરચક થઈ જાય છે. પરંતુ વધુને વધુ જથ્થામાં આવી રહેલા બરફના દબાણથી આગળ ધકેલાતો આ બરફ ઊંડા પાણીમાં ધકેલાયા પછી તરતો થઈ જાય છે. મોટામાં મોટો બરફનો તરતો ડુંગર દક્ષિણ ધ્રુવ મહાસાગરમાંથી દક્ષિણ પ્રશાન્ત મહાસાગરમાં તણાઈ આવ્યો હતો. તે ૩૩૩ કિ. મી. લાંબો હતો, ૯૬ કિ. મી. પહોળો હતો. તેનો વિસ્તાર આસરે ૩૨,૦૦૦ કિ. મી. હતો! પાણી કરતાં બરફ નવ ટકા હળવો હોય છે. આથી ૯૦ મીટર ઊંચો તરતો ડુંગર આસરે ૧૦ મીટર બહાર હોય અને ૮૦ મીટર પાણીમાં ડૂબેલો હોય. ત્યારે ૩૩૩ કિ. મી. × ૯૬ કિ. મી. નો આ ડુંગર દરિયામાં કેટલો ડૂબેલો હશે! ઉત્તર ધ્રુવમહાસાગર-માં ૬૧ મીટર જાડો અને ૩૬૦ ચોરસ કિ. મી. માં પથરાયેલો એક બરફનો ટાપુ ઈ. સ. ૧૯૪૬માં મળી આવ્યો હતો. તે ૧૯૬૬માં હજી પૂરે પૂરો પીગળ્યો ન હતો. દૂધિયા અને બિલોરી રંગના આ બરફના ડુંગરોનું ભયાનક સૌંદર્ય ચકિત કરી દે છે. તેમણે ઘણાં વહાણોનો નાશ કર્યો છે. ૧૯૧૨માં એપ્રિલમાં 'ટાઈટેનિક' નામનું તોતિંગ જહાજ તેની પહેલી જ સફરમાં અમેરિકા જતાં બરફના તરતા ડુંગર સાથે અથડાઈ પડયું હતું અને ૧,૫૦૦ માણસો સાથે તે તરતા મહેલે જળસમાધિ લીધી હતી. આ બનાવ પછી આ મનોહર પણ કાળમુખા ડુંગરોની હિલચાલ પર ચાંપતી નજર રાખવામાં આવે છે અને રેડિયો વડે તેમની હિલચાલની માહિતી ચેતવણી તરીકે પ્રસારવામાં આવે છે. બરફના તરતા ટેકરાનો પાયો પાણીમાં પીગળવાથી તે પોતાની સમતુલા ગુમાવે અને ઊથલી પડે છે અથવા નમી જાય છે. તેમાં પણ ધરતીની માટી અને શિલાઓ હોય. બરફનો તરતો ટેકરો પીગળી જાય ત્યારે ધરતીનો આ કાંપ કાંઠાથી ઘણે દૂર સમુદ્રને તળિયે જઈને પડે છે.

ધરતી પરથી આવતા આ બધા હિમરાશિ મીઠાપાણીના હોય છે. એકાદ તરતા ડુંગરને દક્ષિણ ધ્રુવમહાસાગરમાંથી ખેંચી લાવીને મુંબઈને તેનું પાણી પૂરું પાડવામાં આવે તો ખેંચી લાવવાનો ખર્ચ થાય, માર્ગમાં બરફ પીગળી જાય, તે બધું બાદ કર્યા પછી પણ તેમાંથી મુંબઈને જે પાણી મળે તે મુંબઈના તળાવો કરતાં વધુ હોય અને સોંઘુ હોય! સમુદ્રનું ખારૂં પાણી થીજીને જે બરફ બને છે તે પોતાનો ક્ષાર ગુમાવતો હોવાથી પીવા લાયક પાણીનો બનેલો હોય છે. ધ્રુવપ્રદેશના પ્રવાસીઓ તે વાપરે પણ છે. જ્યારે તે ઉનાળામાં પીગળે છે અને તૂટે છે ત્યારે તેનાં પટનાં ચોસલાં પાણીની ગતિથી એકબીજા સાથે

અથડાય છે, ઘસાય છે, અને તોફાની સમુદ્રમાં ભીષણ ઘોંઘાટ કરે છે. તેમની કિનારી ઘસાઈને નદીના પાણા જેવી આકૃતિ થઈ જાય છે.

બરફ રૂપે પાણીનું ત્રીજું સ્થાન ઊંચા આકાશમાં છે! ઘણે ઊંચે રૂના ઢગલા જેવાં જે વાદળાં આપણે જોઈએ છીએ તે હિમકણોનાં બનેલાં પણ હોય છે. કોઈ વખત ચોમાસા અને ઉનાળા વચ્ચેની ઋતુમાં–શરદથી–વસંત ઋતુમાં પીછાં કે રૂના આકારનાં વાદળાંથી આકાશ છવાઈ જાય છે. તેથી સૂર્યપ્રકાશ અને રાતે ચંદ્રપ્રકાશ ધૂંધળો બની જાય છે. સૂર્ય-ચંદ્રની આસપાસ મેઘધનુષ જેવું વર્તુળ દેખાય છે. એ વાદળાં પણ હિમકણોનાં હોય છે. કોઈવાર વરસાદનાં ફોરાં ઊંચે ચડતા પવનના સૂસવાટામાં ઊંચે ચડીને ત્યાંની ઠંડીથી થીજી જાય છે. તેમની પર હિમકણીઓ ચોંટતી જાય છે અને છેવટે વજનદાર થઈ ગયા પછી કરા રૂપે વરસી પડે છે. મોટામાં મોટા કરા ૬૭૫ ગ્રામ વજનના પડયા છે! તેમની ગોળાઈ ૪૩ સેન્ટીમીટર હતી! બહુ નાના કરા મેં ગઢવાલ હિમાલયમાં અને રશિયાના યુક્રાઈન પ્રજા સત્તાકના ગ્રામ્ય પ્રદેશમાં જોયા હતા. તે એટલા નાના હતા કે પડતાંની સાથે જ પીગળી જતા હતા. મોટા કરા જાનમાલનો વિનાશ પણ કરે. તા. ૩૦ એપ્રિલ ૧૮૮૮ના રોજ ઉત્તર પ્રદેશના મોરાદાબાદ વિસ્તારમાં એવા મોટા કરાની ઝડી વરસી હતી કે ૨૫૦ જેટલા માણસો માર્યા ગયા હતા. પશુ-પક્ષીઓ અને પાકનો નાશ થયો હોય તે જુદો.

જે ઠંડા પ્રદેશોમાં હિમ અને કરા રૂપે વર્ષા થાય છે ત્યાં તે આપણા વરસાદની જેમ નિયમિત રીતે થવી જોઈએ, નહિતર દુકાળ પડે. ૧૯૭૧-૭૨ના શિયાળામાં જાન્યુઆરી માસ પૂરો થવા આવ્યો ત્યાં સુધી કાશ્મીર ખીણમાં હિમવર્ષા ન થઈ ત્યારે લોકોને ખાતરી થઈ કે આ વખતે પાણીનો દુકાળ પડશે. કારણ કે હિમ જ્યારે વસંતઋતુમાં પીગળે છે ત્યારે તેના પાણીથી તરબોળ ખેતરોમાં ખેતી થાય છે.

હિમ અને બરફ રૂપે પાણી કેવાં પરાક્રમ કરે છે તેનું આ વિહંગાવલોકન છે. ફૂલની પાંખડી કરતાં પણ નાના અને હળવા સ્વરૂપે વરસતા હિમનું સ્વરૂપાંતર થયા પછી તે ધરતીને તોડી-ફોડીને ઘસી નાખે છે! હિમ હોય કે બરફ હોય, પાણી હોય કે વરાળ હોય, છે તો પાણીનાં જૂજવાં રૂપ પણ ઉષ્ણતામાનના તફાવતને કારણે તેમની પ્રકૃતિ કેવી બદલાઈ જાય છે!

પાણી કઠણ ખડકોને પણ ઘસી નાખે છે અને પર્વતમાળાઓને સતત ઘસારો આપીને તેમને નાની અને વધુ નાની બનાવ્યા કરે છે. એક જમાનામાં જે પર્વતમાળાઓ હિમાલય જેવડી હતી તે પાણીથી અને હિમસરિતાઓથી ઘસાઈને ટેકરીઓ બની ગઈ છે. એવી રીતે બરફ કઠોર પથ્થરના બનેલા પર્વતોને પણ ચીરી નાખે છે. તેમની ચિરાડોમાં ભરાયેલું પાણી શિયાળામાં થીજી જાય ત્યારે બરફને ફૂલવા માટે જગ્યા ન મળે તો તે ડુંગરને તોડીને જોઈતી જગ્યા મેળવે છે!

૫

# નદીનાળાં અને સરોવરો

ભારતમાં મીઠાં પાણીનાં સરોવરો બહુ થોડાં છે અને બહુ નાનાં છે. આથી દેશના આર્થિક જીવનમાં તેમનું બહુ મહત્ત્વ નથી. બંધો બાંધવાથી ગોવિંદસાગર, નાગાર્જુન સાગર, વગેરે નવાં સરોવરો બન્યાં છે. સિંચાઈની દૃષ્ટિએ તેમનું આર્થિક મહત્ત્વ ઘણું છે. મોટા ભાગનાં નૈસર્ગિક સરોવરો પહાડોમાં, ખાસ કરીને હિમાલયમાં છે. અહીં પહાડ તૂટીને નદીમાં પડવાથી પણ સરોવરો બને છે, અને કાળે કરીને એ બંધ ધોવાઈ જતાં સરોવર ખાલી થઈ જાય છે. કેટલાંક સરોવરો ખીણમાં પાણી ભરાવાથી બન્યાં છે, કેટલાંક ધરતીકંપથી ખડકોમાં પડેલા ભંગાણમાં પાણી ભરાવાથી થયાં છે.

નદીઓ આપણા દેશની જીવાદોરી છે. ચીન, બેબીલોન, અને પ્રાચીન મિશ્ર (ઈજિપ્ત) ની સંસ્કૃતિની જેમ આપણી સંસ્કૃતિ પણ નદી કાંઠે પ્રગટી છે અને પાંગરી છે.

જયારે અબજો વર્ષ પહેલાં પૃથ્વીના પોપડા પર પહેલા વરસાદનું પાણી વહેતું થયું ત્યારે પહેલાં નદી-નાળા વહેતાં થયાં. જયાં પોપડો પોચો હતો ત્યાં વહેતું ધોવાણ શરૂ થયું. એ રીતે નદી-નાળાંનાં વહેણનું નિર્માણ થયું. ઊંચી ધરતીમાં ઊતરી ગયેલું પાણી નીચાણમાં ઝરારૂપે નીકળે છે. ઝરાનું પાણી નાળાં ખોદીને વહેવાનો માર્ગ કરે છે. નાળાં મળીને નાની નદીઓ બને છે, નાની નદીઓ મોટી નદીમાં મળે છે. યમુના જેવી મોટી નદી પણ ગંગામાં વિલીન થઈ જાય છે, અને ગંગાનો એક મોટો ફાંટો બ્રહ્મપુત્રમાં ભળી જાય છે. આપણા શરીરમાં ઝીણામાં ઝીણી કેશવાહિનીઓથી માંડીને હાથની આંગળી જેવી ધોરી નસો છે તેમ ધરતી પર અને ધરતીમાં ઝીણી ઝીણી સરવાણીઓથી માંડીને બ્રહ્મપુત્ર, નીલ, એમેઝોન અને મિસિસિપી જેવી મહાનદીઓ પણ છે.

નદીનું પાણી સર્જન કરે છે તેમ વિનાશ પણ કરે છે. હિમાલયમાંથી આવતી ઘણી નદીઓનું મૂળ વરસાદ કરતાં હિમ રૂપે પડેલા પાણીમાં વધારે હોય છે. એકઠો થયેલો હિમરાશિ હિમપ્રપાતરૂપે નીચે તૂટી પડે છે, હિમસરિતારૂપે હળવે હળવે નીચે ઉતરે છે, અને છેવટે જયાં ઉષ્ણતામાન ઠારબિંદુની ઉપર રહેતું હોય ત્યાં આવે ત્યારે વળી ગળવા લાગે છે. તેમાંથી નદીઓના મૂળ નીકળે છે. દા. ત. ગંગા નદી ગંગોત્રી નામની હિમસરિતામાંથી ઉદ્ભવે છે. યમુના નદી યમનોત્રીમાંથી નીકળે છે.

ગંગા, યમુના, ગોમતી, નર્મદા, તાપી, વગેરે નદીઓ આપણી પ્રજામાં પ્રાચીન કાળથી

પવિત્ર ગણાઈ છે. સૌથી વધુ મહિમા ગંગા અને યમુનાનો છે. આર્યો ભરતખંડમાં આવ્યા ત્યારે સપ્તસિંધુને કાંઠે વસ્યા અને ગંગા-યમુનાના પ્રદેશમાં ફેલાયા. આજે ભારતમાં વધુમાં વધુ વસતિને ગંગા-યમુના તથા તેમની શાખાઓ નિભાવે છે. ઓછામાં ઓછી વસતિ કચ્છ અને રાજસ્થાનમાં છે, કારણ કે ત્યાં નદીઓની અને બીજા પાણીની પણ અછત છે. મનુષ્યના જીવન પર પાણીનો કેવો પ્રભાવ છે તેનું આ દૃષ્ટાન્ત છે. જો ઉત્તર ભારતમાંથી આ નદીઓનો લોપ થાય તો તે ફળદ્રુપ પ્રદેશ બીજું રણ બની જાય. ઈજિપ્તમાં ધરતી ૯,૯૮,૦૦૦ ચોરસ કિલોમીટર એટલે ભારતના ત્રીજા ભાગ કરતાં જરા વધારે છે; પણ વસતિ માત્ર અઢારમાં ભાગની એટલે સવા ત્રણ કરોડ જેટલી છે, અને ઘણી ખરી વસતિ નીલ નદીના કાંઠે જ વસે છે, કારણ કે બાકીનો પ્રદેશ રણ પ્રદેશછે, પણ પાણી મળે તો આ પ્રદેશ ફળદ્રુપ બની શકે,

પહાડોમાંથી ઊતરતી નદીઓમાં ઘોડાપૂર આવે છે. અમદાવાદમાં સાબરમતીમાં પણ ઘોડાપૂર આવે છે; સાબરકાંઠાનો ટેકરાળ પ્રદેશ દૂર હોવા છતાં. ગંગોત્રીના પહાડોમાંથી ગંગાવતરણ થાય છે અને હરિદ્વાર પાસે મેદાનમાં ઊતરે છે ત્યાં સુધીમાં તે આસરે ૩,૩૦૦ મીટર નીચે ઊતરે છે. સરેરાશ દર એક કિલોમીટરે તે ૧૩ મીટર નીચે ઊતરે છે. તેના ઉપરથી પણ તેના પાણીના વેગનો ખ્યાલ નહિ આવે. એ તો નજરે જોવો જોઈએ. પરંતુ મેદાનમાં ઊતર્યા પછી ગંગા ૨,૧૦૦ કિલોમીટરનો પંથ કાપીને બંગાળના ઉપસાગરમાં પડે છે ત્યાં સુધીમાં તે માત્ર ૩૦૦ મીટર નીચે ઊતરે છે. છેલ્લે ૩૨૫ કિલોમીટરમાં તો દર ૧.૬ કિલોમીટરે માત્ર પાંચ સેન્ટીમીટર નીચે ઊતરે છે. આથી પૂર નિયંત્રણ માટે કે સિંચાઈ માટે ત્યાં પટણાની પૂર્વે બંધ બાંધી શકાતા નથી. ગંગા પૂર વડે વિનાશ કરે છે અને તેનું અમૃત જેવું પાણી છેવટે ખારા સમુદ્રમાં વેડફાઈ જાય છે. આથી એક એવી યોજના ઘડવામાં આવી છે કે પટણાની ઉપરવાસમાં બંધ બાંધીને તેનું પાણી સોન નદીમાં વાળી લેવું. સોનને નર્મદાના મૂળ સાથે જોડવી, નર્મદાને ગોદાવરી સાથે, ગોદાવરીને કૃષ્ણા સાથે, કૃષ્ણાને દક્ષિણે આવતી નદીઓ દ્વારા છેક દક્ષિણે આવતી કાવેરી સાથે જોડી દેવી. આમ હિમાલયનું પાણી છેક કન્યાકુમારી સુધી લઈ જઈ શકાય ! જેમ રાજ્યોમાં વીજળીનો ભંડાર (ગ્રિડ) હોય છે તેમ દેશમાં પાણી પુરવઠાનો ભંડાર રચવો. તે વાહન વહેવાર માટે પણ ઉપયોગી નીવડે. અમેરિકાએ અને રશિયાએ આવું કર્યું છે. રશિયાએ નદીઓનાં કરેલાં જોડાણ તો આશ્ચર્યજનક છે. ઉત્તરમાં ધોળા સમુદ્રમાંથી નદીઓ અને નહેરો વાટે દક્ષિણમાં કાળા સમુદ્રમાં જઈ શકાય છે. પશ્ચિમે બાલ્ટિક સમુદ્રમાંથી દક્ષિણ પૂર્વે કાળા સમુદ્રમાં તથા કાસ્પિઅન સમુદ્રમાં જઈ શકાય છે. એવી રીતે આપણા દેશમાં પણ ભવિષ્યમાં કોઈ દિવસે નદીઓ વાટે ઉત્તર-દક્ષિણ, પૂર્વ-પશ્ચિમ પ્રવાસ કરી શકાશે. અત્યારે મુખ્યત્વે બિહારમાં, બંગાળમાં અને આસામમાં જ નદીઓ વાટે પ્રવાસ થાય છે, અને તે પણ થોડો.

નદીઓમાં પૂર આવે એ તો તેમની પ્રકૃતિ છે, પણ એ પૂર વિનાશક નીવડે એ આપણી બેદરકારી પણ છે. દર વર્ષે આપણા દેશમાં પૂરથી એક અબજ રૂપિયા કરતાં વધુ નુકસાન

થાય છે, સેંકડો માણસો અને હજારો ઢોર તણાઈ જાય છે. ૧૯૬૮ના એક વર્ષની વાત કરીએ તો આસરે પોણા બે અબજ રૂપિયાનું નુકસાન થયું હતું, ૩,૪૦૦થી વધુ માણસો મરી ગયા હતા અને ૧,૩૯,૦૦૦ ઢોર તણાઈ ગયાં હતાં, ત્યારે પૂર નિયંત્રણ માટે આપણે વર્ષે રૂ. ૧૪ કરોડ ખરચતા હતા. ઈ. સ. ૧૯૬૮માં અને ૧૯૭૦માં ગુજરાતમાં પ્રલયકારી પૂર આવ્યાં હતાં. કરોડો રૂપિયાનું નુકસાન થયું હતું. સેંકડો માણસો અને હજારો ઢોર તણાઈ ગયાં હતાં. ૧૯૭૧માં ઉત્તર પ્રદેશ, બિહાર અને પશ્ચિમ બંગાળમાં ચાર અબજ રૂપિયાનું નુકસાન થયું હતું. લખનૌ શહેર અડધું ડૂબી ગયું હતું. ઘણે ઠેકાણે લશ્કરની મદદ લેવી પડી હતી. ચોમાસું જૂનની આખરને બદલે એપ્રિલમાં શરૂ થઈ ઓકટોબર સુધી વરસ્યું હતું, અને મહિનાઓ સુધી પ્રલયકારી પૂરોએ લોકોને રંજાડયા હતા. તે પછી ઓકટોબરની આખરે ઓરિસા પર સમુદ્રમાંથી વાવાઝોડાં સાથે વરસાદ અને ભરતી ત્રાટકયાં હતાં, અને દસેક હજાર માણસો માર્યા ગયા હતા. અબજો રૂપિયાનું નુકસાન થયું હતું. અમૃત જેવું પાણી, કુદરત વિફરે ત્યારે કેવું વિનાશક બને છે તેનું આ દૃષ્ટાંત છે. ૧૯૭૪માં આસામ, બંગાળ, બિહાર, વગેરેમાં પૂર એવાંજ વિનાશક હતાં.

નદીઓએ કાંપ લાવીને યુગો દરમ્યાન ડીસાથી ઉંબરગામ સુધીના ગુજરાતનું સર્જન કર્યું છે, અને સમુદ્રને પાછળ હટાવ્યો છે. કાંપ ફળદ્રુપ હોય છે, પણ પૂરનું પાણી ઝડપથી ફરી વળવાથી જાનમાલનો ગંભીર વિનાશ કરે છે. જયાં પૂરનું પાણી ઝડપથી વહેતું નથી ત્યાં કાંપ નીચે બેસી જાય છે અને તેમાં ઉત્તમ ખેતી થાય છે. દા. ત. સૌરાષ્ટ્રના સોરઠ જિલ્લામાં ઘેડની ધરતી પર ભાદર, ઓઝત, મીણસાર, અને મધુવંતીનું પાણી હળવે હળવે ફરી વળે છે અને હળવે હળવે ઊતરે છે. ત્યાં ખેતીનો આધાર આવા પૂર ઉપર જ રહે છે. પરંતુ જયાં એક દિવસમાં ૧૦-૨૦ ઈંચ વરસાદ પણ પડી જાય છે તેવા બંગાળ અને આસામમાં ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રા ભારે નુકસાન કરે છે. ૧૯૬૮માં એકલા પશ્ચિમ બંગાળમાં ૮૦ કરોડ રૂપિયાનું નુકસાન થયું હતું. જયારે વરસાદ ઓછો પડે ત્યારે દુકાળની આફત આવી પડે છે. ૧૯૬૭માં બિહારમાં પૂરતો વરસાદ ન પડયો તેથી એવો દુકાળ પડયો કે આખો દેશ હચમચી ઊઠયો. ૧૯૪૩-૪૪માં બંગાળના દુકાળે પંદર લાખ માણસોનો ભોગ લીધો હતો. તેમાં ડાંગરમાં આવેલા રોગે પણ ભાગ ભજવ્યો હતો. માણસના જીવન પર પાણીનો કેવો પ્રભાવ છે!

દર વર્ષે, ખાસ કરીને ચોમાસામાં પૂર દરમ્યાન ભારતની નદીઓમાં હોડીઓની હોનારતો થાય છે અને સેંકડો માણસો જીવ ગુમાવે છે. ઉત્તર ભારતની નદીઓ પર પુલ બાંધવા એ સહેલી વાત નથી, કારણ કે ગંગા-યમુનાનું મેદાન કાંપ વડે બનેલું છે, અને નદીઓના પટ પહોળા છે. કાંપ કયાંક તો હજારો ફૂટ ઊંડો છે. પટણા પાસે ગંગા પર એક માઈલ કરતાં પણ વધુ લાંબો પુલ ૧૯૫૯માં બાંધવામાં આવ્યો ત્યારે તેના પાયા ૬૧ મીટર ઊંડે ઉતારીને તેમાં ૩૫,૦૦૦ મેટ્રિક ટન સીમેન્ટ કોન્ક્રીટ રેડવામાં આવ્યું હતું! ૨,૫૧૦ કિલોમીટર લાંબી ગંગા પર માત્ર ૧૨ કે ૧૩ પાકા પુલ છે. કયાંક તો ત્રણ કિલોમીટર પહોળી થઈ જતી ગંગાની ઊંડાઈ તો થોડા જ મીટર છે, કારણ કે ધોવાણથી કાંઠા

ભાંગીને તે પહોળી બની છે, ત્યારે કાંપ ભરાવાથી પહોળાઈના પ્રમાણમાં વધુ છીછરી બની છે. ગંગા (હુગલી)ના મુખ પાસે આવેલા કલકત્તા બંદરને સમુદ્રની આગબોટો માટે ખુલ્લું રાખવા દિવસ અને રાત દુનિયાની સૌથી મોટી ડ્રેજર આગબોટો કાંપ કાઢ્યા કરે છે. તેઓ વરસે કરોડો રૂપિયાને ખર્ચે એક કરોડ મેટ્રિક ટન જેટલો કાંપ કાઢીને સમુદ્રમાં વામે છે. હવે ઉપરવાસમાંથી કાંપ આવતો અટકાવવા માટે ફરાકામાં પાળ (બેરેજ) બંધાઈ રહેલ છે.

ગુજરાતની ધરતી માટે પણ પૂર, ધોવાણ, અને તેથી આવતો કાંપ અતિ ગંભીર સમસ્યા છે. ગુજરાતનાં નદીનાળાં કાંપ ભરાઈને છીછરાં થઈ જવાથી વર્ષો વર્ષ પૂરથી છલકાઈ જાય છે. બનાસકાંઠાથી ઉંબરગામ સુધીની નાની-મોટી બધી નદીઓ લાખો મેટ્રિક ટન કાંપ લાવે છે. કારણ કે તેમના ઢાળ પ્રદેશમાં અને કાંઠા પર વનશ્રીનો નાશ થવાથી ધરતી ઘસાઈને ધોવાયા જ કરે છે.

ધોવાણનો પ્રશ્ન સમગ્ર દેશ માટે ગંભીર છે. એક ગંગા નદીનો દાખલો લઈએ તો તે દર વર્ષે કંઈ નહિ તો ૩૬ કરોડ મેટ્રિક ટન કાંપ બંગાળના ઉપસાગરમાં ઠાલવે છે! આ નદીઓના કાંપ વડે સુંદરવનના હજારો ટાપુઓ સર્જાયા છે અને તેમાં વધારો થતો રહે છે. નદીઓના પાણી ધરતીમાંથી ક્ષારોને ઓગાળીને સમુદ્રમાં ઠાલવે છે. દા. ત. નર્મદા, મહી, વગેરે ગુજરાતની નદીઓ દર વર્ષે જેટલા ક્ષાર ખંભાતના અખાતમાં ઠાલવે છે તે બધા એકઠા કરીને ઢગલો કર્યો હોય તો હજારો ઘન મીટર થાય! તે એમ સૂચવે છે કે આદિ સમુદ્રનું પાણી, આપણા પુરાણોમાં કથા છે તેમ મીઠું હતું, પણ કાળે કરીને વધુને વધુ ખારૂં થતું ગયું અને હજી પણ થાય છે.

જો એક નદી કરોડો ટન કાંપ સમુદ્રમાં ઠાલવે તો ભારતનાં આટલાં બધાં નદી-નાળાં સમુદ્રમાં કેટલો કાંપ અને ક્ષાર ઠાલવતાં હશે! આપણા દેશમાં વરસાદ મોટે ભાગે ચોમાસામાં વરસે છે, તેથી ચોમાસામાં વધુમાં વધુ ધોવાણ થાય છે. બીજી ઋતુઓ કરતાં ચોમાસામાં અનેક ગણો કાંપ ઘસડાઈ જાય છે. જો આટલો જ વરસાદ બાર માસમાં વહેંચાઈ જતો હોત તો આટલું ધોવાણ ન થતું હોત.

ધરતીના આટલા બધા ધોવાણની વાત વાંચીને એમ લાગે કે આપણા દેશની અને દુનિયાની ધરતીને ક્ષય લાગ્યો છે અને તે ધોવાઈને દરિયામાં જઈ રહી છે. આ વાત સાચી છે, પણ પૃથ્વી પર આવું બનતું જ આવ્યું છે. પાણી વડે પહાડો અને ધરતી ઘસાઈ ગયાં છે. અને ધોવાઈ ગયેલા કાંપ વડે નવી ધરતી બને છે. ભૂકંપોથી વળી પાછા નવા પહાડ બને છે. આમ ઘટમાળ ચાલ્યા કરે છે. આપણા દેશમાં નદીઓએ કાંપ વડે બનાવેલી નવામાં નવી ધરતી સુંદરવનના ટાપુઓ છે. આમ તો બંને બંગાળ, બિહાર, આસામનો મેદાની પ્રદેશ, ઉત્તર અને પૂર્વ ભારતના મેદાની પ્રદેશો વગેરે કાંપ વડે જ બન્યા છે. પણ એ તો જૂની વાત છે. તમે આ વાંચો છો ત્યારે પણ ગંગા-બ્રહ્મપુત્રાનાં મુખો નવી ધરતી બનાવી રહ્યાં છે. હિમાલય પર્વત સમુદ્રનું તળિયું ઉંચકાઈને બન્યો છે. તેમાં કઠોર અગ્નિ-કૃત ખડકો ભાગ્યે જ ક્યાંય છે. તે મુખ્યત્વે સમુદ્રના કાંપનો બનેલો છે, અને તેની નદીઓ

ઘણે ઊંચેથી ધોધમાર પાણી લાવે છે. તેથી તેમાં વધુમાં વધુ કાંપ ઘસડાઈ આવે છે. આમ હિમાલય ઘસાતો જાય છે, નાનો થતો જાય છે. હિમાલયના કાંપ વડે તેની તળેટીમાં શિવાલિક પર્વતમાળા બની છે.

આપણે જોયું કે ભૂપ્રપાતથી (ડુંગર ધસી પડવાથી) ડુંગર તૂટીને નદીમાં પડે. તેથી નદીના પ્રવાહમાં અવરોધ થાય. તેથી તેની એક બાજુ પાણીનો ભરાવો થતો રહે. પછી આ બંધ પાણીના ભરાવાથી તૂટી પડે છે ત્યારે પ્રલયકારી પૂર આવે છે. ૧૮૪૧માં આવા પૂર સિંધુ નદીમાં આવ્યાં હતાં અને કિલ્લાની દીવાલ જેવી ઘોડાપૂરનાં પાણીની દીવાલ એવી અચાનક ધસી આવી કે અટક પાસે છાવણી નાખીને પડેલું શીખ સૈન્ય, તંબૂ, તોપો વગેરે સામાન સહિત તણાઈ ગયું હતું. ૧૮૯૩માં ગંગામાં પડતી અલકનંદાની એક શાખા વિરહી ગંગા પર આવી રીતે ડુંગર તૂટી પડવાથી કુદરતી રીતે બંધ બંધાઈ ગયો હતો. તેથી ગોહના (ગોના) નામનું સરોવર બની ગયું. પણ છેવટે પાણીના ભરાવાથી આ માટી અને પાણાનો બંધ ફાટતાં ગઢવાલનું પાટનગર શ્રીનગર તણાઈ ગયું હતું. ૧૯૭૦માં તે બંધ ફરીથી ફાટયો હતો અને બદરીનાથની યાત્રાએ જતી બસો અને બીજાં મોટર વાહનો તણાઈ ગયાં હતાં. ઈ. સ. ૧૮૧૯માં સતલજ પર ડુંગરનું પડખું તૂટી પડતાં શિમલાની ઉપરવાસમાં ૪૦૦ ફૂટ ઊંચો બંધ બની ગયો હતો. વીસમી સદીમાં કાશ્મીરમાં સિંધુ પર પહાડ તૂટી પડતાં તેની પાછળ ૧૫૦ મીટર ઊંડું સરોવર બન્યું હતું. આખરે જેમ જેમ બંધ તૂટતો ગયો તેમ તેમ વિનાશક પૂરનાં પાણી હેઠવાસમાં ધસી આવ્યાં હતાં.

બેકાબુ નદીઓ કેટલી ભયંકર છે એ જોયા પછી નાથેલી નદીઓ કેટલી આશીર્વાદ રૂપ છે તેની યાદ પણ આપવી જોઈએ. પશ્ચિમ રાજસ્થાનના લોકોએ કદી નદી જેટલું પાણી જોયું ન હતું. તેમના અતિ ઊંડા કૂવામાંથી નીકળતું પાણી તેઓ દૂધની જેમ કરકસરથી વાપરે છે. પહેલાં ગંગાનહેર આવી. પછી રાજસ્થાન નહેર રણપ્રદેશમાં ખોદવામાં આવી, અને જયારે તેમાં પહેલીવાર પાણી ધસમસતું આવ્યું ત્યારે એ અભૂતપૂર્વ દેખાવ જોવા માટે દૂર દૂરથી લોકો આવ્યાં હતાં અને આટલું બધું પાણી જોઈને ચકિત થઈ ગયાં હતાં ! તેમણે ઉત્સવ ઉજવ્યો હતો. જયાં ઝાંઝવાનાં છેતરામણાં જળ જ જોવા મળતાં હતાં ત્યાં નહેરો વાટે હિમાલયનું અમૃત જેવું પાણી આવ્યું. જયાં નહેરનું પાણી પહોંચ્યું છે ત્યાં આ સૂકો વેરાન પ્રદેશ આજે ખેતીથી અને વૃક્ષોથી શોભે છે. આન્ધ્રની જે સૂકી ધરતી પર ધૂળની ડમરીઓ ઊડતી હતી ત્યાં કૃષ્ણા નદી પર નાગાર્જુનસાગર બંધ બંધાયા પછી નજર પહોંચે ત્યાં સુધી હરિયાળી દેખાય છે. ભારતમાં ભાખરા, નાંગલ, કોશી, દામોદર, ચંબલ, તુંગભદ્રા, રિહાંદ, કાકરાપાડા, તિલૈયા, હિરાકુંડ, વગેરે જળબંધ યોજનાઓએ આસપાસની ધરતીની (અને માણસની પણ) સૂરત પલટાવી નાખી છે. નર્મદાનું વેડફાઈ જતું પાણી કોક દિવસ ઉત્તર ગુજરાત અને કચ્છ સુધી પહોંચાડી શકાશે તો એ મરુભૂમિ પણ પુલકિત બની જશે. નદીઓનાં પાણીને વેડફી નાખવાં એ મૂર્ખાઈ છે, તેમની દયા પર જીવવું એ આપઘાત છે. પણ તેમને નાથીને માનવકલ્યાણમાં પરોવવી એ સાચી નદી પૂજા છે. પુરાણકાળમાં ભગીરથે જે પુરુષાર્થ કર્યો હતો તે આપણે કરી રહ્યા

છીએ. પણ હજી કેટલું બધું કરવાનું બાકી છે !

જે પ્રદેશ ધરતીકંપને પાત્ર હોય ત્યાં ક્યાંક ક્યાંક ધરતીના પેટાળના થરોમાં ભંગાણ (fault) હોય છે. ત્યા જો બંધ બાંધવામાં આવે તો પાણીના ભારથી ધરતીકંપ વધી જાય એવું પણ બને. મહારાષ્ટ્રમાં કોયના બંધથી આવું બન્યું છે એમ કેટલાક નિષ્ણાતોનું માનવું છે.

બંધ બાંધવાથી જ કંઈ તેના બધા લાભ નથી મળી જતા. ધોવાણથી કાંપ બંધની પાછળ એકઠો થાય તો કેટલાક દાયકા પછી બંધ નકામો થઈ જાય. તેમ થતું અટકાવવા નદીના ઉપરવાસની ધરતીને વૃક્ષોથી ઢાંકી દેવી જોઈએ જેથી ધરતીનું ધોવાણ ઓછું થાય, વળી બંધની પાછળથી આવતા કાંપને આગળ કાઢી નાખવાની જોગવાઈ પણ હોવી જોઈએ. ભાખરા બંધને આ સમસ્યા નડે છે.

૬

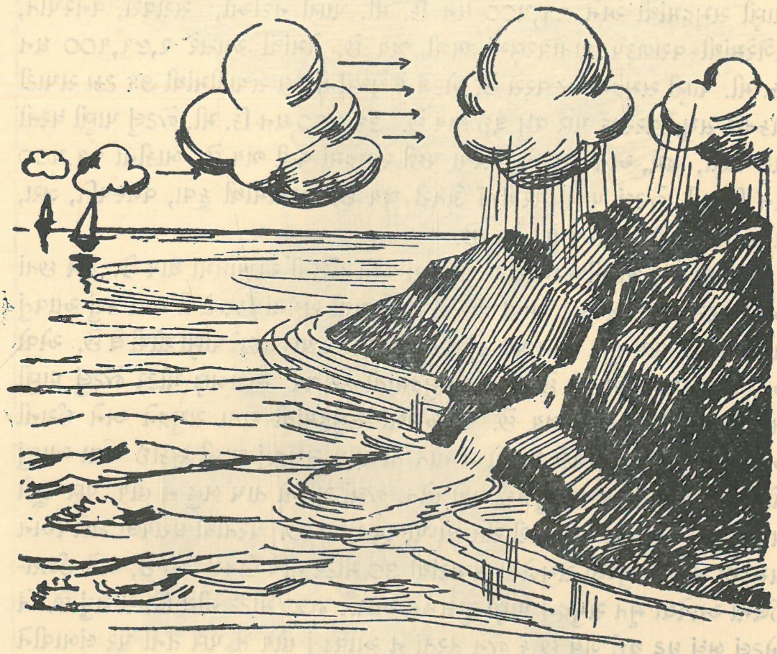
# હવામાં તરતો પાણીનો સાગર

ધરતીની અંદર અને ધરતીની ઉપરના પાણીનો પરિચય કર્યા પછી હવે હવામાં રહેલાં પાણીની ઓળખાણ કરીએ. આપણે જોઈ ગયા કે પૃથ્વી પરના કુલ પાણીના એક ટકાનો માત્ર એક હજારમો ભાગ વાતાવરણમાં છે. તેમ છતાં જો વાતાવરણમાંથી બધું પાણી ઠારીને એકઠું કર્યું હોય તો ૧૨,૭૧૦ ઘન કિલોમીટર જેવડો મીઠા પાણીનો સમુદ્ર બને ! દુનિયાની બધી નદીઓમાં પાણી છે તેના કરતાં વાતાવરણમાં દસ ગણું વધુ પાણી છે !

સમુદ્રો, સરોવરો, અને સરિતાઓમાંથી સૂર્યના તાપ વડે પાણીનું બાષ્પીભવન થયા જ કરે છે અને બાફ રૂપે તે પાણી વાતાવરણમાં પ્રસરી જાય છે. વાયુ રૂપે પાણી હળવું હોવાથી આ અદ્રશ્ય વરાળ આકાશમાં ચડી જાય છે. ત્યાંની ઠંડી પાતળી હવામાં વરાળ ઠરીને અતિ સૂક્ષ્મ જલકણીઓનાં વાદળાં બને છે. વાદળાં વરસીને પાણી બને છે. (અથવા ઠંડા હવામાનમાં હિમ કે કરા બને છે.) વરસાદનું પાણી નદીઓ વાટે સમુદ્રમાં જાય છે. ધરતીમાં ઊતરી ગયેલું પાણી પણ હળવી ગતિમાં વહેતું હોય છે. કયાંક તે ઝરા રૂપે નીચી ધરતી પર નીકળે છે, કયાંક તે સમુદ્રના ઊંચા કાંઠામાંથી નીકળી સમુદ્રમાં ભળી જાય છે. ઈરાની અખાતમાં મરજીવાઓ મોતી માટે કાલુ પકડવા કાંઠા પાસે દરિયામાં ઉતરે છે. ત્યાં તેમણે ડૂબેલા કાંઠામાંથી મીઠા પાણીના ઝરા ખારા સમુદ્રમાં ભળી જતા જોયા છે. તેઓ ખારા સમુદ્રમાંથી મીઠા પાણીની પખાલ ભરી લાવ્યા છે ! આમ "ખારા સમુદ્રમાં મીઠી વીરડી" એ કહેવત સાચી છે. મુંબઈમાં મલબાર હિલની પાછળના કાંઠે અને વાંદરાના બેન્ડ સ્ટેન્ડ કાંઠે સમુદ્ર ઓટાઈ ગયા પછી ખુલ્લા થયેલા ઊંચા કાંઠામાંથી મીઠા પાણીની સરવાણીઓ સમુદ્રમાં વહેતી દેખાય છે.

આમ પાણી સમુદ્રમાંથી આકાશમાં જાય છે, આકાશમાંથી ધરતી પર અને સમુદ્ર પર વરસે છે, ધરતી પરથી અને ધરતીની અંદરથી પાણી સમુદ્રમાં જાય છે, અને સમુદ્રમાંથી પાછું આકાશમાં જાય છે. આવી રીતે પાણીનું ચક્ર અથવા ઘટમાળ અનંતકાળથી ફર્યા કરે છે અને ફર્યા કરશે.

સમુદ્રનું કેટલું પાણી કેવી રીતે અદ્રશ્ય વરાળ (બાફ) રૂપે વાતાવરણમાં ચડી જાય છે તેનો એક સાદો પણ સરસ પ્રયોગ હેલીના ધૂમકેતુના શોધક એડમન્ડ હેલીએ લગભગ ૩૦૦ વર્ષ પહેલાં કર્યો હતો. આ અંગ્રેજ ખગોળશાસ્ત્રીએ એક બકડિયામાં પાણી ભરી



**પૃથ્વી પર પાણીની ગતિ ઘટમાળ જેવી છે. સમુદ્રમાંથી બાષ્પીભવનથી આકાશમાં ચડી વાદળાં બનેલું પાણી ધરતીપર પડે છે ત્યારે આખરે તો તે નદીઓ અને સરવાણીઓ રૂપે પાછું સમુદ્રમાં જાય છે.**

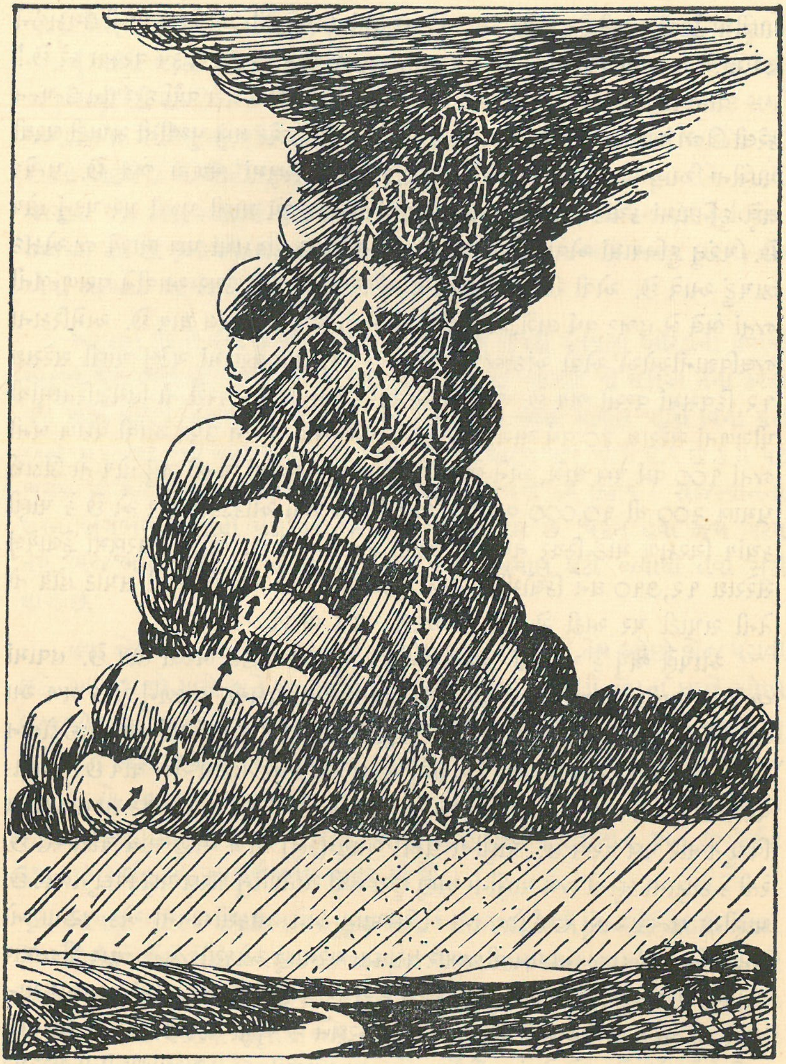
તેમાં થરમોમીટર મૂક્યું અને ઉનાળામાં વધુમાં વધું ગરમી પડે છે એટલી જ ગરમી પાણીમાં રહે તે રીતે નીચે દેવતા કર્યો. થરમોમીટર જો વધુ ગરમી બતાવે તો દેવતા દૂર કરવામાં આવે. બકડિયું તેણે ત્રાજવાના એક પલ્લામાં મૂક્યું હતું. સામેના પલ્લામાં તોલા મૂક્યા હતા. ગરમીથી પાણી એક કલાકમાં જેટલું ઊડી ગયું તેટલા પાણીનું વજન આ રીતે થઈ ગયું. પછી તેણે ભૂમધ્ય સમુદ્રના પાણીનો અંદાજ કાઢયો, તેમાં નદીઓ દ્વારા ઉમેરાતા પાણીનો અંદાજ કાઢયો અને એ રીતે સૂર્યના તાપથી કેટલું પાણી તેમાંથી ઊડી જાય છે તેનો અંદાજ કાઢયો. આ પ્રયોગ અને કુદરતમાં થતા બાષ્પીભવન વચ્ચે તફાવત એ છે કે બકડિયામાં બધું પાણી ગરમ થતું હતું ત્યારે કુદરતમાં માત્ર પાણીની સપાટી પર સૂર્યનો તાપ લાગવાથી બાષ્પીભવન થાય છે.

ગરમ પ્રદેશમાં સમુદ્રનું પાણી વધુ પ્રમાણમાં બાફ બનીને વાતાવરણમાં ચડી જાય છે. ઠંડા પ્રદેશોમાં ઓછું. ઉપર કહ્યું કે વાતાવરણમાં ભેજ રૂપે ૧૨,૭૧૦ ઘન કિ. મી. પાણી રહે છે એ તો સરેરાશ કાયમી બચત છે. વાસ્તવમાં દર વર્ષે ૩,૨૮,૦૦૦ ઘન કિ. મી.

પાણી સમુદ્રમાંથી અને ૬૧,૫૦૦ ઘન કિ. મી. પાણી નદીઓ, સરોવરો, વનસ્પતિ, વગેરેમાંથી વરાળરૂપે વાતાવરણમાં ભળી જાય છે. તેમાંથી આસરે ૨,૯૧,૧૦૦ ઘન કિ. મી. પાણી સમુદ્રમાં જ વરસે છે; એટલે કે પૃથ્વીની કુલ સપાટીમાંથી ૭૧ ટકા સપાટી રોકનાર સમુદ્ર વરસાદ પણ વધુ લઈ જાય છે. ૩૬,૯૦૦ ઘન કિ. મી. જેટલું પાણી ધરતી પર પાણી, હિમ, અને કરા રૂપે વરસ્યા પછી સમુદ્રમાં વહી જાય છે. બાકીના ૬૧,૫૦૦ ઘન કિ. મી. જેટલું પાણી ધરતીમાં ઊતરી જાય છે. ધરતીમાંથી કૂવા, વનસ્પતિ, ઝરા, વગેરે વડે તેનો વ્યય થતો હોય છે.

સૌથી વધુ બાષ્પીભવન રાતા સમુદ્રમાં અને ઈરાની અખાતમાં થાય છે. તેમ છતાં અહીં વરસાદ દુર્લભ છે ! અહીં વાદળાં ન હોવાથી સૂર્યનાં કિરણોની આડે કશું આવતું નથી. અહીં ગરમ સૂકો પવન પણ ફૂંકાતો હોય છે. તે પણ ઘણું પાણી શોષી લે છે. એવો અંદાજ કાઢવામાં આવ્યો છે કે રાતા સમુદ્રમાંથી દર વર્ષે સાડાત્રણ મીટર જેટલું પાણી બાષ્પીભવનથી ઉંચકાઈ જાય છે. જો અરબી સમુદ્રમાંથી રાતા સમુદ્રને અને ઈરાની અખાતને પાણીનો પુરવઠો મળતો ન હોત તો રાતા સમુદ્રનું પાણી સુકાઈ જવા આવ્યું હોત અને ઈરાની અખત સુકાઈ ગયો હોત. જ્યાં સૂર્યનો તાપ બહુ ન હોય, પણ સૂકો પવન વાતો હોય ત્યાં પણ સારી રીતે બાષ્પીભવન થાય છે. ધરતીથી ઘેરાયેલા કાસ્પિઅન સમુદ્રની સપાટી ખુલ્લા સમુદ્રોની સપાટીથી ૩૦ મીટર નીચે ઊતરી ગઈ છે, અને ઈઝરાઈલમાં આવેલા મૃત સમુદ્રનું પાણી સુકાઈને આસરે ૪૦૦ મીટર નીચે ઊતરી ગયું છે. તે એટલું બધું ઘટ્ટ થઈ ગયું છે કે જેને તરતાં ન આવડતું હોય તે પણ તેની પર લંબાવીને આરામ કરી શકે !

બાષ્પીભવનથી વાતાવરણમાં ભેજ રૂપે જતું પાણી દુનિયાના ઉષ્ણતામાનને સહ્ય બનાવે છે. ભેજથી તદ્દન મુકત હોય એવી ગરમ કે ઠંડી હવામાં માણસ જીવી શકે નહિ. શરીરના કોશોમાંથી ભેજ શોષાઈ જાય. જો વાતાવરણમાં ફેલાયેલો ભેજ દુનિયાના ઉષ્ણતામાનને સહ્ય બનાવતો ન હોત તો ગરમ પ્રદેશો અતિ ગરમ હોત, ઠંડા પ્રદેશો અતિ ઠંડા હોત. ઉષ્ણતામાન સહ્ય બનાવવાની પાણીની શકિત આશ્ચર્યજનક છે. દીવાસળીની જયોતથી આપણે દાઝી જઈએ છીએ, પણ નવશેકા પાણીની તપેલી ભરેલી હોય તેમાં એ જયોત કરતાં વધુ ગરમી હોય છે ! તેમ છતાં એ પાણીનું ઉષ્ણતામાન સહ્ય અને મૃદુ હોય છે. વિષુવવૃત્ત પર સૂર્યના તાપથી તપીને મેકસીકોના અખાતમાં ઉત્પન્ન થતો અખાતી પ્રવાહ (ગલ્ફ સ્ટ્રીમ) મૂળમાં એટલે કે જયાં શરૂ થાય છે ત્યાં ૩૦ અંશ સેન્ટીગ્રેઈડ ઉષ્ણતામાન ધરાવે છે. ઈશાનકોણમાં તે જેમ આગળ વધે છે તેમ તેનું ઉષ્ણતામાન ઘટતું જાય છે. તેમ છતાં તે બ્રિટન, નોર્વે, અને ઉત્તર ધ્રુવમહાસાગરમાં છેક રશિયાને ઉત્તર કાંઠે મુમાન્સ્ક બંદરને બારે માસ બરફથી મુકત રાખે છે, ત્યારે નોર્વેના અક્ષાંશમાં આવેલા લગભગ બધા પ્રદેશો જે ગલ્ફસ્ટ્રીમની હૂંફ મેળવતા નથી તે આખું વર્ષ કે લગભગ આખું વર્ષ બરફથી જકડાયેલ રહે છે. સમુદ્રમાં વહેતા હૂંફાળા પાણીનો પ્રવાહ તેની બાજુના પાણીના ઉષ્ણતામાન કરતાં ૭ અંશ સે. ઉષ્ણતામાન વધુ ધરાવતું હોય તો પણ ઉષ્ણતા-



ગરમ પ્રદેશમાં હિમવર્ષા ન થાય, પણ બરફના કરા પડે. કારણકે હવાના ઊંચે ચડતા પ્રવાહમાં પાણીનાં ફોરાં ઘણે ઊંચે ચડીને થીજી જાય અને ઉંચે ફંગોળાયા કરે ત્યારે તેમનાપર હિમની કણીઓ બાઝીને મોટાં અને ભારે બને. પછી કાંકરાની જેમ નીચે આવી પડે.

માનનો એ તફાવત દર ઘન માઈલ દીઠ ૭૦ લાખ ટન કોક બાળવાથી ઉત્પન્ન થતી ગરમી સમાન હોય છે! તેની ઉપરથી કલ્પના કરો કે સૂર્યના તાપ રૂપ એન્જીન વડે સમુદ્રના

પાણીમાં કેટલી ગરમી ફેલાય છે, તેના વડે સમુદ્રમાંથી અને બીજેથી કેટલું પાણી ઉંચકાઈને હવામાં ભેજ રૂપે ભળ્યા કરે છે, અને વરસાદ, ઝાકળ, હિમ અને કરા રૂપે વરસ્યા કરે છે !

વાતાવરણના એન્જીનમાં જે શકિત છે તે શકિત માણસે હજારો વર્ષો દરમ્યાન ઉત્પન્ન કરેલી ઊર્જા અથવા શકિતના સરવાળાથી પણ વધુ છે ! દરેક ક્ષણે પૃથ્વીની સપાટી પરથી પાણીના અણુઓ (molecules) વરાળ રૂપે વાતાવરણમાં ભળતા જાય છે. પ્રત્યેક ક્ષણે દુનિયામાં ક્યાંકને ક્યાંક વાતાવરણમાંથી વરસાદ રૂપે પાણી પૃથ્વી પર પડતું હોય છે. પરંતુ દુનિયામાં એવા પ્રદેશો પણ છે કે જ્યાં એક દાયકામાં પણ ભાગ્યે જ એકાદ ઝાપટું આવે છે. એવી રીતે મહાસાગરના તળિયાના પાણીને ઉપર આવીને વરાળ બની જતાં ભલે બે હજાર વર્ષ લાગે, પણ છેવટે તો તે જલચક્રમાં સામેલ થાય છે. અમેરિકાના જલવિજ્ઞાનીઓએ એવો અંદાજ કાઢયો છે કે ત્યાં વાતાવરણમાં ચડેલું પાણી સરેરાશ ૧૨ દિવસમાં વરસી જાય છે. જો તે હિમ વર્ષા રૂપે પહાડ પર વરસે તો હિમસરિતામાંથી પીગળતાં સરેરાશ ૪૦ વર્ષ લાગે. સરોવરના તળિયાના પાણીને ઉપર આવી વરાળ બની જતાં ૧૦૦ વર્ષ પણ લાગે, અને જો પાણી ધરતીના પેટાળમાં ઊતરી ગયું હોય તો ઊંડાઈ પ્રમાણે ૨૦૦ થી ૧૦,૦૦૦ વર્ષ પણ લાગે ! આ બધા આંકડાનો સાર એ છે કે પાણી ક્યાંય ચિરકાળ માટે સ્થિર નથી. તે ચક્રમાં ફર્યા જ કરે છે. જો વાતાવરણમાં ફેલાયેલું સરેરાશ ૧૨,૭૧૦ ઘન કિલોમીટર પાણી વરસી પડે અને આખી પૃથ્વી સપાટ હોય તો તેની સપાટી પર અઢી સેન્ટીમીટર જેટલું પાણી ભરાય.

આપણે જોયું કે પાણીમાં ઉષ્ણતામાન રૂપે ખૂબ જ શકિત ભરેલી હોય છે. હવામાં વ્યાપેલા પાણીમાં પણ ખૂબજ શકિત છે. હવામાનના તોફાનો પાછળનું પ્રેરક બળ આ શકિત છે. ગાજવીજના એક તોફાનમાં ૧,૨૦,૦૦૦ ટન સ્ફોટક શકિતના હાઈડ્રોજન બોમ જેટલી શકિત હોય છે, અને દુનિયામાં આવાં દસ હજાર તોફાન રોજ થાય છે ! વાતા-વરણમાં ભેજનો પ્રત્યેક કણ ગરમીનું ટચુકડું પડીકું છે. વળી વાદળનો પ્રત્યેક સૂક્ષ્મ જલકણ વિદ્યુતભાર પણ ધરાવે છે. પાણીનો પ્રત્યેક અણુ (કણ) બીજા અણુ સાથે ચોંટી રહે છે, રેતી કે દાણાના કણની જેમ પાણીના અણુ છૂટા નથી રહેતા તેનું કારણ પણ વિદ્યુતભાર છે. પાણીનો પ્રત્યેક અણુ હાઈડ્રોજનના બે પરમાણુ અને ઓકસીજનના એક પરમાણુનો બનેલો છે. હાઈડ્રોજનના ધન વીજભાર ધરાવતા પરમાણુ ઓકસીજનના ઋણ વીજભાર ધરાવતા પરમાણુ સાથે ચોંટી રહે છે, કારણ કે ચુંબકત્વની જેમ વીજળીમાં પણ અસમાન ધ્રુવો જ એકબીજાને આકર્ષે છે. પ્રત્યેક હિમકણને છ ખુણા હોય છે. તેમની ગોઠવણી સ્ફટિકમય હોય છે અને તેમાં હાઈડ્રોજનના તથા ઓકસીજનના પરમાણુઓના પરસ્પર વિરોધી વીજભાર ફાળો આપે છે. પરસ્પર વિરોધી વીજભાર ધરાવનાર પરમાણુઓ એકબીજા પ્રત્યે આકર્ષાઈને ચોંટી રહે છે.

જો વાતાવરણમાં રહેલા ભેજને માપીએ તો તેમાં આસરે ૧૭ હજાર અબજ (૧,૭૦,-૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦) ટન પાણી થાય ! જો આ બધું પાણી આપણી ધરતી પર (આખી પૃથ્વી પર નહિ) વરસી પડે, ધરતી સપાટ હોય અને પાણી એકઠું થાય તો સાત મીટર જેટલું

પાણી ભરાય. બધું શા માટે? ચોમાસામાં આપણા નગરના આકાશમાં જે વાદળાં હોય તે બધાનું પાણી વરસી પડે તો પણ જલપ્રલય થાય. "એક" વાદળું કેટલી ઝડપથી કેટલું બધું પાણી રેડી શકે છે તેનો એક દાખલો તા : ૪-૭-૧૯૫૬ના દિવસે સાંજે ૩-૨૩ સમયે અમેરિકાના મેરીલેન્ડમાં યુનિઅનવિલ ગામે નોંધાયો હતો. એક મિનિટમાં ૧ ઈંચ ૨૩ દોકડા એટલે ૩ સેન્ટીમીટર થી વધારે પાણી પડી ગયું હતું! સામાન્ય રીતે એટલો વરસાદ એક-દોઢ કલાકમાં પડવો જોઈએ. આવા ભારે વરસાદને ઘનસ્ફોટ (cloud-burst) કહે છે. આપણે લોકબોલીમાં એમ કહીએ છીએ કે જાણે આભ ફાટયો હોય એવો વરસાદ પડયો.

આપણા ઘરની વાત કરીએ તો ભેજવાળા ગરમ દિવસે આપણા ઓરડાની હવામાં એટલો ભેજ હોય છે કે તેને ઠારીને પાણી બનાવીએ તો આપણે પી શકીએ તેના કરતાં વધુ પાણી થાય! રાજસ્થાન, અરબસ્તાન, કે સહરાના રણમાં માણસ પાણી વિના મરી જતો હોય ત્યારે તેની આસપાસની સૂકી હવામાં પણ એટલું બધું પાણી હોય છે કે તે પેટ ભરીને પી શકે, તેમ નાહી ધોઈ પણ શકે! પણ તે મેળવી કેમ શકાય? રાજસ્થાનના રણના ભૂગર્ભમાં પાણીનો ભંડાર છે તેમ તેની હવામાં પણ છે. પરંતુ હવા જેમ ગરમ તેમ, ભેજ ભલે એટલો જ રહે તો પણ, તેનું સાપેક્ષ પ્રમાણ ઘટી જવાથી હવા સૂકી લાગે છે.

હવા જેમ ગરમ તેમ તેમાં વધુ ભેજ સમાઈ શકે. જેમ ઠંડી તેમ ઓછો ભેજ ધરાવી શકે. આમ ધ્રુવો પાસે અને આકાશમાં જેમ ઊંચે જઈએ તેમ ઠંડી હવાના કારણે ઓછો ભેજ હોય છે. સમુદ્રોથી દૂરના પ્રદેશોની તથા ઊંચા પહાડ પરની હવા પ્રમાણમાં વધુ સૂકી અને આરોગ્યપ્રદ હોય છે. હવાના પ્રમાણમાં ભેજ રૂપે પાણીનું પ્રમાણ તો બહુ જ થોડું હોય છે. ઓછામાં ઓછું એક ટકાનો નાનો અંશ, વધુમાં વધુ ત્રણ ટકા. વાતાવરણમાં આટલા થોડા પ્રમાણમાં પાણી ભેજરૂપે વ્યાપેલું હોવા છતાં તે હવામાન અને જીવસૃષ્ટિ તથા વનસ્પતિ પર આશ્ચર્યજનક અસર કરે છે.

આપણા શરીરને હવામાન અનુકૂળ અને આરામપ્રદ લાગે તે માટે હવામાં કેટલો ભેજ હોવો જોઈએ તેનો આધાર વાતાવરણના ઉષ્ણતામાન અને પવન પર રહે છે. જો ઉષ્ણતામાન વધારે હોય અને સાપેક્ષ ભેજનું પ્રમાણ વધુ હોય, તથા પવન પડી ગયો હોય તો શરીર પરથી પરસેવો શોષાઈ જશે નહિ. તેથી ગરમ હવા અને ભેજના અતિરેકથી અકળામણ થશે. સાપેક્ષ ભેજ એટલે હવાને ભેજથી સંતૃપ્ત બનાવવા માટે જોઈતો ભેજ. જ્યારે હવા ભેજથી સંતૃપ્ત થઈ જાય છે ત્યારે તેમાં વધુ ભેજ સમાઈ શકતો નથી. પરંતુ જો હવાનું ઉષ્ણતામાન વધે તો હવા સંતૃપ્ત નથી રહેતી, કારણ કે તેમાં વધુ ભેજ સમાઈ શકે. જો હવાનું ઉષ્ણતામાન ઘટે તો તે ઓછા ભેજ વડે પણ સંતૃપ્ત થઈ જાય છે. આમ જો હવા ઠંડી હશે તો તેમાં વધુ ભેજ સમાઈ શકશે નહિ. તેથી સાપેક્ષભેજનું પ્રમાણ વધુ હશે તો પણ હવા પ્રમાણમાં સૂકી અને ખુશનુમા લાગશે. બીજી બાજુ હવા ગરમ અને

સાપેક્ષભેજનું પ્રમાણ જેમ ઓછું હશે તેમ ચામડી તરડાઈને, શરીરમાંથી ભેજ શોષાવા લાગશે. ૧૫ થી ૨૦ અંશ સેન્ટીગ્રેઈડ ઉષ્ણતામાન અને ૨૫ થી ૫૦ ટકા ભેજ ધરાવનાર હવામાન આરોગ્ય અને આરામ માટે ઉત્તમ ગણાય. એશિયાઈ રશિયામાં ઘણા લોકો શતાયુ કે તેથી પણ વધુ આયુ ભોગવે છે તેનું એક કારણ આવું આદર્શ હવામાન છે. બીજી બાજુ બારેમાસ અતિભેજવાળી ગરમ હવામાં રહેનારા લોકો ઓછો પરિશ્રમ કરી શકે છે, અને ઓછું સ્વાસ્થ્ય ભોગવે છે. વાતાનુકૂલ (એરકન્ડીશન) યંત્ર આપણી આસપાસની હવાને વધુ અનુકૂળ અને વધુ આરોગ્યપ્રદ બનાવી આપે છે, કારણ કે તે હવામાં ઉષ્ણતામાન ઓછું હોય છે, તેમ ભેજનું પ્રમાણ પણ ઓછું હોય છે.

# ૭

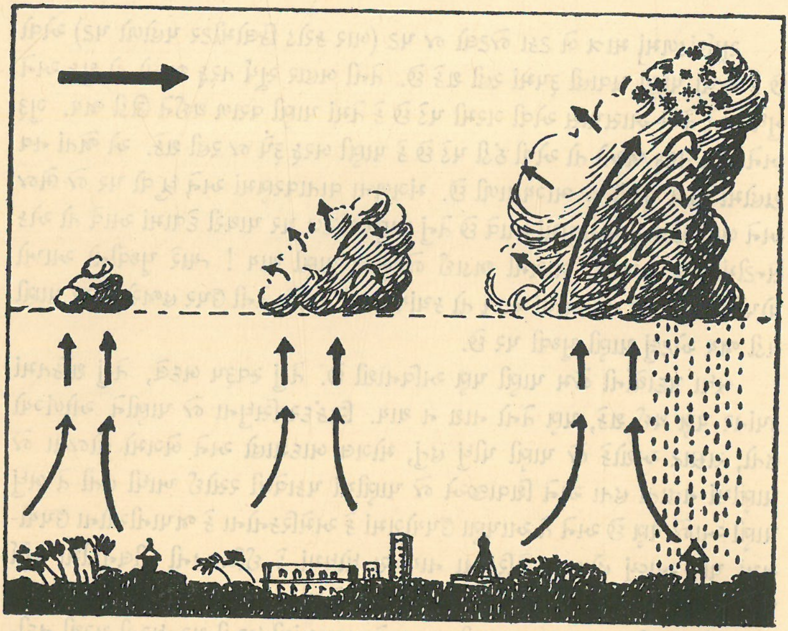
# પાણીનું આશીર્વાદરૂપ પરિભ્રમણ

સૂર્યમંડળમાં માત્ર બે ટકા જેટલો જ પટ (બાર કરોડ કિલોમીટર પહોળો પટ) એવો છે કે જયાં પાણી પ્રવાહી રૂપમાં રહી શકે છે. તેની બહાર સૂર્ય તરફ જાઓ તો શુક્ર અને બુધ અને તેની આસપાસ એવી ગરમી પડે છે કે તેમાં પાણી વરાળ થઈને ઊડી જાય. ગુરૂ અને શનિ તરફ જાઓ તો એવી ઠંડી પડે છે કે પાણી બરફ રૂપે જ રહી શકે. એ જોતાં નવ ગ્રહોમાં માત્ર પૃથ્વી જ ભાગ્યશાળી છે. મંગળના વાતાવરણમાં અને ધ્રુવો પર જે ભેજ અને બરફ હોવાનું માનવામાં આવે છે તેનું પાણી મંગળ પર પાથરી દેવામાં આવે તો એક સેન્ટીમીટરના હજારમા ભાગની જાડાઈ જેટલુંજ પાણી થાય ! ત્યારે પૃથ્વીનો આખો પોપડો સપાટ કરી નાખવામાં આવે તો કયાંય ધરતી ન રહે, તેની ઉપર હજારો મીટર પાણી ચડી જાય એટલું પાણી પૃથ્વી પર છે.

બધા પદાર્થોની જેમ પાણી પણ અવિનાશી છે. તેનું સ્વરૂપ બદલે, તેનું શકિતમાં રૂપાંતર પણ થઈ શકે, પણ તેનો નાશ ન થાય. સિકંદર સિંધુના જે પાણીને ઓળંગ્યો હતો, સમ્રાટ અશોકે જે પાણી પીધું હતું, મોગલ બાદશાહો અને બેગમો હોજના જે પાણીમાં નહાતા હતા અને શિવાજીએ જે પાણીમાં પકાવેલી રસોઈ ખાધી હતી તે બધું પાણી આજે પણ છે અને તે આપણા ઉપયોગમાં કે અમેરિકનોના કે જાપાનીઓના ઉપયોગમાં પણ આવ્યું હોય. અમેરિકાના નાયગરા ધોધમાં કે ઈજિપ્તની નીલનદીમાં વર્ષો પહેલાં જે પાણી વહેતું હતું તે પાણી આજે ગંગા કે સાબરમતીમાં પણ વહેતું હોય ! આ અસંભવિત લાગે, પણ અશકય નથી, કારણ કે વાદળમાંથી ધરતી પર, ધરતી પરથી નદીઓમાં, નદીમાંથી સમુદ્રમાં, અને સમુદ્રમાંથી વાતાવરણમાં પાણી ફર્યા જ કરે છે. વાતાવરણમાં પવન વડે ભેજ આખી દુનિયામાં ફરી વળે છે. પ્રશાન્ત મહાસાગર ઉપર કે ઉત્તર ધ્રુવ મહાસાગર ઉપર ફોડેલા અણુ બોમનાં વિકિરણોયુકત વરસાદ દુનિયાના બીજા ભાગોમાં પણ વરસ્યો છે. તેનો અર્થ એ કે પ્રશાન્ત મહાસાગર ઉપરના વાતાવરણનું પાણી ભેજ રૂપે દુનિયાના દૂરના પ્રદેશો સુધી પહોંચીને વરસ્યું હતું.

સમુદ્રમાં ૯૭ ટકાથી વધુ પાણી છે, અને તે ખારૂં છે. વાપરી શકાય એવું મીઠું પાણી ૨/૩ ટકાથી પણ ઓછું છે. તેમ છતાં ખારા પાણીમાંથી મીઠું પાણી સતત બન્યા કરે છે, અને મીઠું પાણી સતત સમુદ્રમાં ઠલવાયા કરે છે. જગતના સેંકડો જવાળામુખો અને

હજારો વરાળના ફુવારા હવામાં સતત વરાળ ઠાલવ્યા કરે છે, અને સમુદ્રનું તથા ધરતીનું પાણી ધરતીના પેટાળમાં ઊતરીને લાવારસના તથા ધીખતા ખડકોના સંપર્કમાં આવી વરાળ બન્યા કરે છે. તમે આ વાંચો છો એટલી વારમાં સમુદ્રમાંથી લાખો ટન પાણી આકાશમાં ચડી ગયું, લાખો ટન પાણી સમુદ્રમાં ગયું, હજારો ટન વરાળ જવાળામૂખોમાંથી અને વરાળના ફુવારાઓમાંથી વાતાવરણમાં ભળી ગઈ. આમ ઘટમાળ ચાલ્યા જ કરે છે, અને સમતુલા પણ જળવાય છે. આથી બાષ્પીભવનથી સમુદ્રની સપાટી નીચે ઊતરી જતી નથી, નદીઓના મહાપૂરથી પણ સમુદ્રની સપાટી ઊંચે આવતી નથી, વરાળના ફુવારામાં વરાળ ખૂટી જતી નથી.



**હવાના ઊંચે ચડતા પ્રવાહમાં ભેજ ઊંચે આકાશમાં અડે છે ત્યારે તે ઠરીને વાદળાં રૂપે વ્યકત થાયછે અને અનુકૂળ પરિસ્થિતિમાં તે વરસે છે. ગાજવીજ પણ કરે. અહીં વાદળાં બનવાના ત્રણ તબકકા દર્શાવેલ છે.**

પાણીની આ વહેંચણી એવી નિયમિત અને વ્યવસ્થિત હોય છે કે આપમેળે તે કેવી રીતે થયા કરે છે તેનો વિચાર ભણેલા માણસને પણ હેરત પમાડે. સિંધ, મિશ્ર (ઈજિપ્ત) અને ઈરાકના અભણ ખેડુતો સેંકડો કે હજારો વર્ષથી અનુક્રમે સિંધુ, નીલ, અને યુફ્રેતિસ-તાઈગ્રિસ નદીને કાંઠે ખેતી કરતા આવ્યા છે. જો આ નદીઓમાં પૂર ન આવતાં હોય તો તેમની ખેતી પડી ભાંગે. આ ત્રણે પ્રદેશોમાં ભાગ્યે જ કોઈ દિવસ વરસાદ આવે છે,

આકાશમાં વાદળ પણ ભાગ્યે જ દેખાય છે. તેમ છતાં દર વર્ષે પૂરની ઋતુ દરમ્યાન આ નદીઓમાં મોટાં પૂર આવે છે જે માણસ અભણ છતાં વિચારશીલ હોય તેને કુતૂહલ થાય કે વરસાદ તો પડતો નથી, છતાં નદીમાં આટલું બધું પાણી ક્યાંથી આવે છે ?

જ્યાં વરસાદ નામનો જ પડે છે અથવા નથી પડતો ત્યાં પણ વધુ ઓછે ઊંડે ધરતીમાં કૂવો ખોદવાથી પાણી મળે છે, પછી તે મારવાડનું રણ હોય કે સહરાનું રણ હોય. જિજ્ઞાસુ માણસને કુતૂહલ થાય કે, વરસાદ નથી પડતો છતાં ધરતીમાં પાણી ક્યાંથી આવે છે ? પૃથ્વી પર પાણીની હેરફેર કેવી રીતે થયા કરે છે તેનું જ્ઞાન પ્રાચીન કાળમાં પણ આપણા વિદ્વાનોને હતું. કવિ કાલિદાસને જ્ઞાન હતું કે મેઘ હિંદી મહાસાગરમાંથી આવે છે, હિમાલય સુધી વરસતો જાય છે, અને નદીઓ દ્વારા તેનું પાણી પાછું મહાસાગરમાં જાય છે. યુરોપી વિદ્વાનો ૩૦૦ વર્ષ પહેલાં તેનો વિચાર કરતા હતા. ૧૭મી સદીમાં બે ફ્રેન્ચ વિજ્ઞાનીઓએ સીન નદીના ઢાળ પ્રદેશમાં વરસાદનું કેટલું પાણી પડે છે તેનો અંદાજ કાઢ્યો. કેટલું પાણી ધરતીમાં ઊતરી જાય છે તેનો અને નદીમાંથી કેટલું પાણી સમુદ્રમાં વહી જાય છે તેનો અંદાજ કાઢ્યો. તેમને જાણવા મળ્યું કે એક બાજુ વરસાદના પાણી અને બીજી બાજુ જમીનમાં ઊતરી જતા તથા નદીમાં વહી જતા પાણી વચ્ચે મેળ રહે છે !

આગળ આપણે જોઈ ગયા તેમ અંગ્રેજ ખગોળશાસ્ત્રી એડમંડ હેલીએ ભૂમધ્ય સમુદ્રમાંથી શોષાઈ જતા પાણીનો અને ભૂમધ્ય સમુદ્રમાં ઠલવાતા પાણીનો અંદાજ કાઢ્યો હતો અને બંને વચ્ચે મેળ મળતો જોયો હતો. આમ યુરોપ-અમેરિકામાં એ સત્યનો સ્વીકાર થયો કે દુનિયામાં પાણી તો છે એટલું જ છે, પણ તેની હેરફેર થયા કરે છે.

પ્રાચીન મિશ્રના રાજકર્તાઓ એટલું જાણતા હતા કે નીલ નદીમાં પાણી વહે છે અને પૂર આવે છે તે ઈથિયોપિયાના પહાડી પ્રદેશમાંથી આવે છે. આ પૂર ઉપર મિશ્રની ખેતીનો આધાર હતો. (હજી છે.) નીલ નદી મિશ્રની જીવાદોરી હતી અને છે. આથી ઈથિયોપિયાના રાજાઓ નીલ નદીમાં આવતું પાણી અટકાવી ન દે તે માટે તેમને ખુશ રાખવા મિશ્રના રાજાઓ ભેટ-સોગાદ મોકલ્યા કરતા હતા. તેમને ખબર ન હતી કે નીલ નદીમાં પૂર આવતા અટકાવવા એ ઈથિયોપિયાના રાજાના હાથની વાત ન હતી.

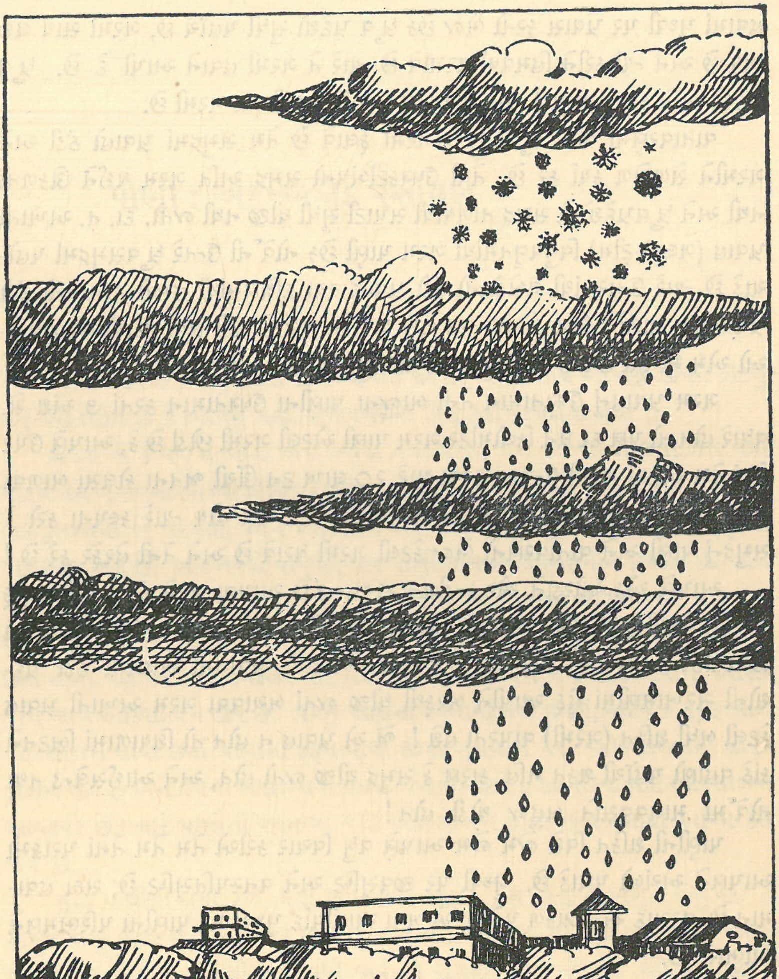
જગતની મુખ્ય સંસ્કૃતિઓ નદીઓને કાંઠે ખીલી, કારણ કે પાણી સુલભ બનવાથી જીવનની બે મુખ્ય જરૂરિયાતો—ખોરાક અને પાણીનો—પ્રશ્ન રહ્યો નહિ. લોકો વિદ્યા અને હુન્નરની પાછળ સમય આપી શક્યા. તેમને તત્ત્વજ્ઞાન, ધર્મ અને વિજ્ઞાન વિશે વિચારવાનો સમય મળી શક્યો. જેઓ અતિ ઠંડા અને ગરમ રણ પ્રદેશોમાં રહે છે તેમનો બધો સમય ખોરાક મેળવવામાં જાય છે, તેથી તેઓ પછાત રહે છે. નદીઓએ વાહન વહેવારની પણ સગવડ આપી. ભારતમાં આર્યો આવ્યા તે પહેલાં દક્ષિણ ભારતમાં દ્રાવિડ સંસ્કૃતિ ગોદાવરી, કૃષ્ણા અને કાવેરી જેવી નદીઓને કાંઠે ખીલી હતી. આર્યો પણ ભારતમાં આવીને પહેલાં સપ્તસિંધુને કાંઠે ત્યાંની પ્રજાને હરાવીને વસવા લાગ્યા અને ત્યાંથી ગંગા, યમુના, વગેરે નદીઓને કાંઠે કાંઠે આગળ વધતા રહ્યા.

વાદળાં, વરસાદ, નદીઓ, સમુદ્ર, બાષ્પીભવન વગેરે દ્વારા પાણીનું સતત પરિભ્રમણ

થયા કરે છે એ ખરૂં, પણ એ પરિભ્રમણ (હાઈડ્રોલિક સાઈકલ) બધા પ્રદેશોમાં સરખું નથી હોતું. આસામમાં અને હવાઈ ટાપુઓમાં વધુમાં વધુ વરસાદ પડે છે, ત્યારે કેટલાક રણ પ્રદેશોમાં વર્ષો દરમ્યાન કે દાયકાઓ દરમ્યાન પણ ભાગ્યે જ કોઈવાર વરસાદ પડે છે! વિષુવવૃત્ત પર સૂર્યનાં કિરણો વધુમાં વધુ સમય લગભગ સીધાં પડે છે તેથી ત્યાં વધુમાં વધુ બાષ્પીભવન થતું હશે એમ ન માનશો. ત્યાં વાદળાં ઘણો સમય આડે આવે છે. વળી સૂર્યનાં કિરણો કરતાં પણ સૂકો પવન વધુ પાણી ઉંચકી લે છે. આથી ઈરાની અખાતમાં અને રાતા સમુદ્રમાં વધુમાં વધુ બાષ્પીભવન થાય છે. અહીં નિરભ્ર આકાશમાંથી સૂર્યના પ્રખર કિરણો અને રણપ્રદેશોમાંથી આવતો સૂકો ગરમ પવન સાથે મળીને દર વર્ષે ચાર મીટર જેટલું પાણી તેમની સપાટી પરથી શોષી લે છે! જો આ સમુદ્રોનાં સાંકડાં મુખં બંધ કરી દીધાં હોય અને અરબી સમુદ્રમાંથી તેમને પાણીનો પુરવઠો મળતો બંધ થાય તો આ બંને સમુદ્રો સમય જતાં સુકાઈ જાય. રાતા સમુદ્રમાં અને ઈરાની અખાતમાં મીઠાનું પ્રમાણ વધુમાં વધુ છે, લગભગ પાંચ ટકા. (સરેરાશ સાડા ત્રણ ટકા હોવું જોઈએ.) તેનું કારણ આ ઝડપી બાષ્પીભવન છે. બીજી બાજુ રણપ્રદેશમાં બાષ્પીભવન થતું જ નથી, કારણ કે ત્યાં પાણી નથી હોતું. સૌરાષ્ટ્ર, કચ્છ, અને ઉત્તર ગુજરાતમાં તેમ જ રાજ-સ્થાન અને ઉત્તર ભારત, અને મધ્ય ભારતમાં જ્યારે ઉનાળામાં ગરમ સૂકો પવન ફૂંકાય છે ત્યારે શિયાળા અને ચોમાસા કરતાં વધુ બાષ્પીભવન થાય છે. ખેતરોમાં પાકને વધુમાં વધુ પાણી પાવું પડે છે, કારણ કે પાણી ઝડપથી ઊડી જાય છે.

પાણીનું પરિભ્રમણ કરનાર કુદરતનું એન્જીન માણસે બનાવેલા વરાળ એન્જીન કરતાં ક્યાંય વધુ શકિતશાળી અને મહત્ત્વનું છે. સમુદ્ર (અને બીજાં જળાશયો) બોઈલર છે, સૂર્ય અગ્નિ છે, તે બોઈલરના પાણીને તપાવીને આકાશમાં ચડાવે છે. ત્યાંથી તે આખી પૃથ્વી પર પાણીને ફેલાવે છે જેથી તે સમગ્ર જીવોની અને વનસ્પતિની કાયામાં ફરી વળે. તે ધરતી પર પાણીને વરસાવે છે જેથી પાણી વડે ધરતીની આકૃતિ બદલાયા કરે. જીવો અને વનસ્પતિ પોતાના શરીરમાંથી પાણી ભરી હવામાં ફેલાવ્યા કરે છે અને નવું પાણી પીધા કરે છે. જ્યારે તેઓ મરી જાય છે ત્યારે કુદરત પાસેથી મેળવેલું પોતાની કાયાનું પાણી કુદરતને પાછું આપી દે છે. આમ કુદરતનું આ વિરાટ વરાળયંત્ર વાતાવરણનું, હવામાનનું, જીવસૃષ્ટિનું, ધરતીનું અને સમુદ્રના પ્રવાહોનું નિયમન કરે છે.

પાણી એક જ એવો પદાર્થ છે કે જે તેના ત્રણે નૈસર્ગિક સ્વરૂપે, પ્રવાહી, ઘન તેમ જ વાયુ સ્વરૂપે એકસાથે અસ્તિત્વ ધરાવે છે. પૃથ્વી પર રોજ આટલો બધો સૂર્યનો તાપ પડે છે. તેની ગરમી બધે ફેલાવી દઈને પાણી દુનિયાનું ઉષ્ણતામાન સહ્ય ન રાખતું હોત તો ઉષ્ણકટીબંધના પ્રદેશોમાં એટલી બધી ગરમી હોત અને શીતકટીબંધમાં એટલી બધી ઠંડી હોત કે ક્યાંય જીવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિસૃષ્ટિ હોત નહિ. સમુદ્રમાં ઠંડા અને ગરમ પ્રવાહો તથા ભરતી અને ઓટના પ્રવાહો વડે પાણી ફરતું રહે છે, સૂર્યની ગરમીને બધા પાણીમાં પાથરી નાખે છે. હવે એક દાખલો જોઈએ. સમુદ્રને તળિયે પાણી ઠંડુ હોય છે. ક્યાંક તો ઠારબિંદુની નજીક. તે સપાટી પર આવે છે ત્યારે ઉષ્ણકટીબંધમાં સૂર્યના તાપથી તપીને



ગરમ દેશોમાં હિમવર્ષા નથી થતી, કારણકે ઘણાં ઊંચાં વાદળામાંથી હિમકણો રૂપે વરસાદ શરૂ થાય તોપણ તેઓ ફુલની પાંખડીઓનીજેમ હળવે હળવે પડતા હોવાથી માર્ગમાં ગરમ હવામાં તેઓ પીગળીજાય છે

તેનું ઉષ્ણતામાન આસરે ૨૬ થી ૨૭ અંશ સે. સુધી પહોંચી જાય છે. વાતાવરણના સ્પર્શમાં આવીને બાષ્પીભવનથી જે પાણી હવામાં ઊડી જાય છે તે પોતાની ગરમી સાથે લઈ જાય છે. તે આ ગરમીનો ઉપયોગ હવામાનના તોફાનો કરવામાં અને વરસાદ વરસાવવામાં કરે છે.

હવામાં પૃથ્વી પર પ્રવાસ કરતો ભેજ છેક ધ્રુવ પ્રદેશો સુધી પહોંચે છે, ગરમી સાથે લઈ જાય છે અને ત્યાં ઠરીને હિમવર્ષા વરસાવે છે ત્યારે તે ગરમી હવાને આપી દે છે. ધ્રુવ પ્રદેશો અતિ ઠંડા નથી પડી જતા તેનું કારણ તેમને મળતી આ ગરમી છે.

વાતાવરણમાં ભેજ ધ્રુવો સુધી ગરમી ફેલાવે છે તેમ સમુદ્રમાં પ્રવાહો ઠંડી અને ગરમીને સેળભેળ કર્યા કરે છે. તેથી ઉષ્ણકટીબંધનો સમુદ્ર અતિ ગરમ થઈને ઊકળતો નથી અને ધ્રુવપ્રદેશોનો સમુદ્ર તળિયાથી સપાટી સુધી થીજી નથી જતો. દા. ત. અખાતી પ્રવાહ (ગલ્ફ સ્ટ્રીમ) વિષુવવૃતમાંથી ગરમ પાણી છેક નોર્વેની ઉત્તરે ધ્રુવસમુદ્રમાં પહોંચાડે છે ત્યારે ઉત્તરમાંથી લેબ્રેડોરનો ઠંડો પ્રવાહ તથા દક્ષિણમાંથી હમ્બોલ્ટ નામનો ઠંડો પ્રવાહ ઠંડા પાણીને ઉષ્ણકટીબંધ તરફ લઈ જાય છે. ૧૪મી સદી સુધી યુરોપી વહાણવટીઓ એમ માનતા હતા કે વિષુવવૃત્ત પર તો સમુદ્ર ઊકળતો હશે !

ગરમ પ્રવાહનું ઉષ્ણતામાન તેની બાજુના પાણીના ઉષ્ણતામાન કરતાં ૭ અંશ સે. વધારે હોત તો પણ દર ઘન કિલોમીટર ગરમ પાણી એટલી ગરમી છોડી છે કે, આપણે ઉપર જોયું તેમ એટલી ગરમી ઉત્પન્ન કરવા માટે ૨૦ લાખ ટન ઊંચી જાતના કોલસા બાળવા પડે ! ગરમ પ્રવાહમાં તો લાખો ઘન કિલોમીટર પાણી પણ હોય ત્યારે કલ્પના કરો કે સમુદ્રનું પાણી અને વાતાવરણનો ભેજ કેટલી ગરમી ધરાવે છે અને તેની હેરફેર કરે છે !

આપણે એક ઓરડાને એર કન્ડીશન કરવા—ઠંડક આપવા, અને ઠંડા પ્રદેશોમાં હૂંફ આપવા કેટલી બધી શકિત વાપરીયે છીએ ! ત્યારે બ્રિટન અને નોર્વે સહિત લાખો ઘન કિલોમીટરના વિસ્તારને બારે માસ દિવસરાત, અખાતી પ્રવાહની બહારના ઠંડા પ્રદેશોની સરખામણીમાં હૂંફ આપીને બરફથી થીજી જતાં બચાવવા ગરમ અખાતી પ્રવાહ કેટલી બધી શકિત (ગરમી) વાપરતો હશે ! જો એ પ્રવાહ ન હોત તો શિયાળામાં બ્રિટનને કાંઠે વહાણો પહોંચી શકત નહિ, કારણ કે સમુદ્ર થીજી જતો હોત, અને આઈસલેન્ડ તથા નોર્વેમાં માનવવસતિ બહુજ થોડી હોત !

પાણીની શકિત વિશે જેમ જેમ આપણે વધુ વિચાર કરીએ તેમ તેમ તેનાં પરાક્રમો આપણને અચંબો પમાડે છે. પૃથ્વી પર જીવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિસૃષ્ટિ છે, સહ્ય હવામાન છે, વરસાદ અને ઝાકળ પડે છે, એ બધા આશીર્વાદ પૃથ્વી પર પાણીના પરિભ્રમણને આભારી છે.

૮

# પાણી : એક અજોડ રસાયણ

એક કહેવત છે કે વધુ પડતો સંબંધ ઉપેક્ષા પ્રેરે છે. પાણી સાથે આપણું જીવન એટલું બધું ઓતપ્રોત છે કે આપણે તેની અજાયબીઓ વિશે કદી વિચારતા નથી !

જ્યારે બે કે વધુ તત્ત્વોના સંયોજનથી નવો પદાર્થ બને છે ત્યારે તે સંયોજિત નવો પદાર્થ તેને બનાવનાર તત્ત્વોથી કેટલો બધો જુદો હોય છે ! તેનું એક શ્રેષ્ઠ દ્રષ્ટાંત પાણી છે. હાઈડ્રોજનના બે પરમાણુ અને ઓકસીજનના એક પરમાણુના સંયોજનથી પાણીનો એક અણુ બને છે. બંને તત્ત્વો વાયુ છે, પણ પાણી સામાન્ય ઉષ્ણતામાને પ્રવાહી છે. બંને તત્ત્વો અદૃશ્ય છે, પણ પાણી દૃશ્ય છે. ફેફસાંવાળાં પ્રાણીઓએ જીવવા માટે પ્રાણવાયુ એટલે ઓકસીજન ફેફસાંમાં લેવો જ જોઈએ. જીવડાંને અને બીજા જીવોને ફેફસાં નથી, છતાં તેઓ પણ શરીરની નળીઓ વાટે હવામાંથી ઓકસીજન મેળવે છે. હવામાં આસરે ૧/૫ ભાગ ઓકસીજન હોય છે. પરંતુ પાણીની રચનામાં તેથી વધારે, એટલે કે ૧/૩ ભાગ ઓકસીજન હોવા છતાં પાણીમાં ફેફસાંવાળા જીવો ગુંગળાઈ મરે. ઓકસીજનમાં હાઈ-ડ્રોજન બળે છે અને તેમના સંયોજનથી પાણી બને છે એટલે કે દહનક્રિયા માટે ઓકસીજન આવશ્યક છે, ત્યારે પાણીની રચનામાં ૧/૩ ઓકસીજન હોવા છતાં તેનાથી અગ્નિ ઠરી જાય છે.

શુદ્ધ પાણીમાં નથી રંગ, નથી ગંધ, નથી સ્વાદ. તેમ છતાં તે અમૃત જેવું છે. તે અમૃત જેવું હોવા છતાં ઝેર જેવું મારક પણ નીવડે. આપણા શરીરના બંધારણમાં જેટલું પાણી હોવું જોઈએ તેનાથી બહુ વધી જાય તો રોગથી મૃત્યુ નીપજે. ઓછા પાણીથી પણ મૃત્યુ નીપજે. આપણા શરીરમાં પાણીનું પ્રમાણ વધી ગયું હોય તો મૂત્રપિંડ તેને ખેંચી લઈને પેશાબ રૂપે કાઢી નાખે છે. મૂત્રપિંડ ચોવીસે કલાક આ કામ કરે છે. જો એક મૂત્રપિંડ હારી જાય (બગડી જાય) તો બીજું કામ આવે, તે માટે કુદરતે બે મૂત્રપિંડ આપ્યાં છે. જો બંને બગડી જાય તો થોડા જ દિવસમાં મૃત્યુ નીપજે. એવી રીતે શરીરમાંથી પાણીનું પ્રમાણ ઘટી જાય તો પણ મૃત્યુ નીપજે. કોગળિયા (કોલેરા)માં આવું જ બને છે. કોલેરાના ઝેરી જીવાણુઓને હાંકી કાઢવા શરીરની તમામ રસગ્રંથિઓમાંથી હોજરી અને આંતરડાં પાણી શોષી લે છે અને ઝાડા ઉલટી રૂપે બહાર કાઢે છે. શરીરની તમામ રસગ્રં-થિઓ ( tissues ) માં રાસાયણિક ક્રિયાઓ થતી હોય છે. તે માટે તેમને પાણીનું

ચોકકસ પ્રમાણ જોઈએ છે. તે ઓછું થઈ જાય તો એ ક્રિયાઓ અટકી જાય અથવા મંદ પડી જાય અને મૃત્યુ નીપજે. વધુ પડતા ઝાડા ઉલટીથી શરીરના સ્નાયુઓમાં કળતર થાય છે, ખેંચાય છે અને શરીર નબળાઈથી ભાંગી પડે છે.

માણસને પીવા માટે પાણી કે પાણીવાળું પ્રવાહી ન મળે તો તે ૭૫ કલાકની અંદર મરી જાય, પણ ખોરાક વગર તે ૭૫ દિવસ પણ જીવી શકે. બીજી બાજુ વધુ પડતું પાણી પીધા કરવાથી પણ મૃત્યુ નીપજે ! દાખલા તરીકે માણસનાં મૂત્રપિંડ વધારાના પાણીનો નિકાલ કરી શકે તેના કરતાં વધુ ઝડપથી ઠાંસી ઠાંસીને પાણી પાયા કરવામાં આવે તો શરીરમાં પાણી વધી જવાથી કદાચ મૃત્યુ પણ નીપજે. શરીરનાં અંગ-ઉપાંગમાં કુદરતે પાણીની વહેંચણી કરી છે તે જળવાઈ રહેવી જોઈએ. કોઈ ઠેકાણે પાણી વધી જાય તો રોગ ઉત્પન્ન થાય.

લોહીમાં આસરે ૫૫ ટકા રકતરસ (પ્લાઝમા) હોય છે. રકતરસ ખરેખર તો પીળાશ પડતો પ્રવાહી છે જેમાં રકતકણો અને શ્વેતકણો તરે છે. આ પ્રવાહીમાં ૯૨ ટકા પાણી હોય છે. બાકીના આઠ ટકામાં ગ્લુકોઝ, શર્કરા, ચરબી, અમિનો અમ્લ, સોડિયમ, પોટેશિઅમ, વગેરે ઘણા રસાયણો હોય છે. માત્ર સૂક્ષ્મ પ્રમાણમાં રહેલાં આ રસાયણો શરીરની મહત્ત્વની પ્રક્રિયાઓ કરે છે, પરંતુ આ પ્રક્રિયાઓ માટે લોહીમાં પાણીનું પ્રમાણ બરાબર જળવાઈ રહેવું જોઈએ. આ પ્રક્રિયાઓ જીવ માટે એટલી બધી જરૂરી છે કે તેમાંથી કોઈ ક્રિયામાં વિક્ષેપ પડે તો મૃત્યુ પણ નીપજે. પાણીનું, આ બધા રસાયણોનું અને શરીરના ઉષ્ણતામાનનું ચોકકસ પ્રમાણમાં જળવાઈ રહેવું અત્યંત જરૂરી છે. એવી રીતે શરીરના તમામ અંગ-ઉપાંગોમાં રાસાયણિક ક્રિયા થતી હોય છે અને તેમાં ચોકકસ પ્રમાણમાં પાણી હોવું જરૂરી છે.

શરીરમાં કયાં કેટલું પાણી હોય છે તે જાણવામાં રસ પડશે. જ્ઞાનતંતુઓમાં જે ધોળો ભૂરો પદાર્થ હોય છે તેમાં ૮૫ ટકા અને ધોળા પદાર્થમાં ૭૦ ટકા પાણી હોય છે. મૂત્રપિંડમાં ૮૦ ટકા, સ્નાયુઓમાં ૭૫ ટકા, યકૃત (લિવર)માં અને ચામડીમાં ૭૦ ટકા, જોડાણ કરતી સાંધાની રસગ્રંથિઓમાં ૬૦ ટકા, હાડકાંમાં ૨૫ થી ૩૦ ટકા અને ચરબીમાં ૨૦ ટકા પાણી હોય છે. આમ આપણા શરીરના બંધારણનો પાયો જ નહી, માળખું પણ પાણી છે. ૮૧ કિલો વજન ધરાવતા શરીરમાંથી બધું પાણી કાઢી લેવામાં આવે તો શરીરનું વજન માત્ર ૨૫ થી ૨૭ કિલો થઈ જાય ! લોહી પ્રવાહી છે અને સ્નાયુઓ "ઘન" પદાર્થો છે, છતાં બંનેમાં લગભગ સરખું પાણી હોય છે ! શરીરના કોશોમાં મહદ્ અંશે પાણી હોય છે.

શરીરના કોશો ખોરાકનું શકિતમાં રૂપાંતર કરે છે. પ્રાણવાયુની મદદથી થતી આ ચયાપચય ક્રિયામાં નત્રલ મળ નીકળી ગયા પછી શકિત, કાર્બન ડાયોકસાઈડ અને પાણી નીકળે છે. કાર્બન ડાયોક્ષાઈડ ઉચ્છવાસ દ્વારા કાઢી નાખવામાં આવે છે, શકિત શરીરની કામગીરીમાં વપરાય છે અને પાણી શરીરમાં પાણીનું પ્રમાણ જાળવી રાખવામાં વપરાય છે. વધારાનું પાણી ઝાડા, પેશાબ, અને પરસેવા દ્વારા નીકળી જાય છે.

ચામડી પોતે ૭૦ ટકા પાણી ધરાવે છે અને શરીરના ૬૦ થી ૬૫ ટકા પાણીને ભરી

રાખવાનો કોથળો છે, તેમ છતાં ચામડી પોતે લગભગ જલાભેદ્ય (વોટર પ્રૂફ) છે. આપણા ખોરાક અને પીણામાં પુષ્કળ પાણી હોય છે. પચનક્રિયામાં તે જરૂરી છે. પણ તે ક્રિયા પૂરી થતાં વધારાનું પાણી છૂટું પડીને પેશાબ વાટે નીકળી જાય છે અને એ રીતે શરીરમાં પાણીનું પ્રમાણ જળવાઈ રહે છે.

શરીરમાંથી ઉચ્છ્વાસ દ્વારા, પરસેવા દ્વારા અને મળમૂત્ર દ્વારા હંમેશાં પાણી નીકળ્યા કરે છે. તેમાં ફેફસાં અને મૂત્રપિંડની રચના અને ક્રિયા સૌથી વધુ મહત્ત્વની છે. આથી કુદરતે બે ફેફસાં અને બે મૂત્રપિંડ (કીડની) આપેલ છે જેથી એકને ઈજા થાય તો બીજાથી કામ ચાલે. ફેફસાં છે તો વજનમાં માત્ર એક કિલોથી જરાક વધારે, અને છાતીની પોલાણમાં એક ઠેકાણે સમાઈ ગયાં છે, છતાં આપણા આખા શરીરની સપાટી કરતાં અનેક ગણી વધુ સપાટી ધરાવે છે ! કારણ કે તેમાં પાતળામાં પાતળા કાગળ કરતાં પણ વધુ પાતળા પડની ઘડીઓ વળેલી હોય છે. દરેક ઉચ્છવાસમાં ભેજરૂપે પાણી બહાર નીકળે છે.

એવી રીતે મૂત્રપિંડ છે તો માત્ર ૧૦-૧૨ સેન્ટીમીટર લાંબા, પણ આપણા શરીરમાં જેટલું પ્રવાહી છે તેના કરતાં આસરે બમણું પ્રવાહી—૧૭૦ લિટર પાણી રોજ મૂત્રપિંડોમાંથી લોહીસાથે ગળાય છે ! ખોરાકમાં અને લોહીમાં જે વધારાનું પાણી હોય તેનો નિકાલ મૂત્રપિંડો કરી નાખે છે. ગાળવા માટે જાતજાતનાં ગળણાં હોય છે. રોજ આસરે ૧૭૦ લિટર પાણી, લોહી, અને ખોરાક રૂપે મૂત્રપિંડમાંથી પસાર થાય છે તેમાંથી ૯૯ ટકા પાણી શુદ્ધ થઈને શરીરની વિવિધ પ્રક્રિયાઓમાં પાછું સામેલ થઈ જાય છે. આસરે માત્ર એક ટકો પાણી પેશાબરૂપે બહાર નીકળી જાય છે.

ગર્ભ ઉત્પન્ન થાય ત્યારથી જન્મ થાય અને છેવટે મૃત્યુ નીપજે ત્યાં સુધી બધી ક્રિયાઓ પાણી પર આધારિત હોય છે. સ્ત્રીઅંડ અને પુરૂષબીજ મુખ્યત્વે પાણીનાં જ બનેલાં હોય છે. જીવોના ઈંડામાં તથા માતાના ગર્ભાશયમાં ગર્ભ પાણીમય પ્રવાહીમાં જ ડૂબેલો હોય છે અને બચ્ચું જન્મે છે ત્યારે તે વધુમાં વધુ પાણીનું જ બનેલું હોય છે. જેમ મોટું થાય તેમ પાણીનું પ્રમાણ ઘટે, પણ પુખ્તવયના માણસમાં સામાન્ય રીતે ૬૦ ટકાથી નીચે ન જાય.

ગર્ભની ઉત્પત્તિ માટે, શરીરના બંધારણ માટે, ગર્ભના વિકાસ માટે અને જન્મ માટે પાણી જરૂરી છે તેમ જન્મથી મૃત્યુ સુધી બાહ્યક્રિયાઓ માટે પણ પાણી વિના ચાલે નહિ. પીવા ઉપરાંત રાંધવા માટે, નહાવા ધોવા માટે, ખેતી માટે, હુન્નર માટે અને ઉદ્યોગો માટે અને જીવનના બધા વહેવાર માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે પાણી જરૂરી છે. હવામાં ભેજરૂપે પાણી હોય છે. ભેજવાળી હવા વિના (અને જલચરો પાણીના આવરણ વિના) કોઈ જીવ જીવી શકે નહિ. વેપાર અને વાહનવહેવાર માટે પણ પાણી જરૂરી છે. સૂકી વસ્તુઓમાં પણ પાણી હોય છે. આ પુસ્તકના કાગળમાં અને અક્ષરોની શાહીમાં પાણી ન હોય તો તેમનો ભૂકો થઈ જાય. પાણી એક શ્રેષ્ઠ દ્રાવક છે. તેથી નહાવા ધોવા માટે પાણીને બદલે બીજું કોઈ પ્રવાહી ચાલે નહિ.

૯

# પાણી : એક મહાશિલ્પી

જગતમાં સૌથી મહાન શિલ્પી માણસ નથી, પાણી છે. દુનિયાના અબજો માણસો ભેગા થઈને હજારો વર્ષોમાં પણ જે ખોદકામ અને કોતરકામ ન કરી શકે તે પાણીએ કર્યું છે અને હજી કરે છે. પૃથ્વીનો પોપડો ઠર્યો ત્યારે તેની સપાટીના ખડકો કેવા હતા તે આપણે જાણતા નથી, કારણ કે પાણીએ તેમને ભાંગી, ફોડી, ઘસીને નવા પ્રદેશો બનાવ્યા છે. આથી ચંદ્રનો પોપડો ઠરીને કેવા ખડક બન્યા હતા તે જોવા માણસ ચંદ્ર પર ગયો છે, કારણ કે ચંદ્ર પર હવા કે પાણી ન હોવાથી તેના ખડકો લગભગ જેવા હતા તેવા આજે પણ છે, સિવાય કે ઠંડી-ગરમીના અતિરેકથી, ધરતીકંપથી, અને ઉલ્કાપાતથી ફેરફાર થયો હોય. આજે ધરતીનું અને સમુદ્રનું તળિયાનું જે સ્વરૂપ છે તે પાણીએ ઘડયું છે અને તેમાં રોજ કંઈ ને કંઈ ફેરફાર થયા કરે છે. ભરતખંડનો નકશો જુઓ તો સિંધથી બ્રહ્મપુત્રા સુધીનું મેદાન પાણીએ છીછરા સમુદ્રને કાંપ વડે ભરી દઈને બનાવ્યું છે. ગુજરાતની વાત કરો તો ડીસાથી ઉંબરગામ સુધીના ગુજરાતની ધરતી ઉત્તર અને પૂર્વમાંથી આવતી નદીઓએ સમુદ્રને પૂરી દઈને બનાવી છે. વિંધ્યાચલને, સાતપુડાને, અરવલ્લીને અને પશ્ચિમ ઘાટને પાણીએ ઘસી નાખીને તેમને ઘણા નીચા બનાવી દીધા છે અને તેમનાથી વયમાં બહુજ નાના હિમાલયના પણ એજ હાલ થઈ રહ્યા છે.

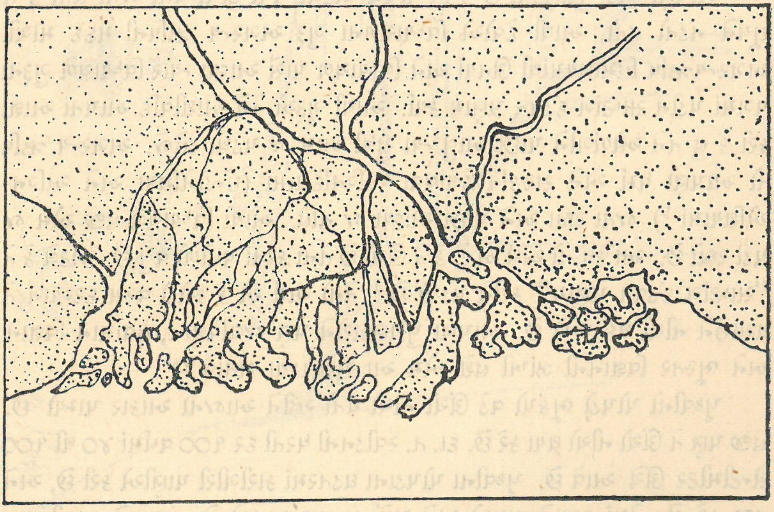
પૃથ્વીનો પોપડો ઠર્યા પછી તે કઠોર ગ્રેનાઈટ અને બેસાલ્ટ ખડકોનો હતો. જયારે તેની ઉપર આદિમેઘ દીર્ઘકાળ માટે મુશળધાર વરસવા લાગ્યા ત્યારે વહેતા પાણીએ એ કાળમીંઢ ખડકોને પણ ઘસી નાખ્યા અને વહેવા માટે નીકો બનાવી. આ નીકો કાળે કરીને વધુને વધુ પહોળી અને ઊંડી બનતી ગઈ. એવી રીતે નીકમાંથી કોતર બન્યાં, કોતર વધુ પહોળાં અને ઊંડા બનીને ખીણો બની. ખીણો વધુ પહોળી થઈને મેદાન બન્યાં. મેદાનમાં પણ પાણી જયાં ત્યાં વહેતું હોવાથી વળી નીકો બની. એ રીતે જમીનનો ઘસારો અબજો વર્ષોથી ચાલુ છે. ઠંડી, ગરમી, અને પવન ધરતીના ઘસારામાં પાણીને મદદ કરે છે.

ધરતી ઘસાવાથી પાણીમાં તણાઈ જતી માટી, કાંકરી, કાંકરા અને પાણા નદીમાં તણાઈ જાય છે. પૂર વખતે નદીઓ છલકાઈ જાય છે ત્યારે આ કાંપ કાંઠા ઉપર પણ જમા થાય છે. સૌરાષ્ટ્રમાં સોરઠની નદીઓ ઘેડ પ્રદેશમાં, ગોહિલવાડની નદીઓ ભાલ પ્રદેશમાં અને તળ ગુજરાતની નદીઓ ગુજરાતના મેદાનમાં આવી રીતે દર વર્ષે કાંપ પાથરે છે.

આસામની ખીણમાં અને બંગાળમાં આ પ્રક્રિયા બહુ મોટા સ્વરૂપે થયા કરે છે.

એક ઠેકાણે—ઉપરવાસમાં—ધરતીને તોડીફોડીને ધોઈ નાખવી અને બીજે ઠેકાણે-હેઠવાસમાં—નવા પ્રદેશ બનાવવા એ નદીઓના પાણીનું સહજ કર્મ છે. નકશો ઊઘાડીને જુઓ. આરબ જગતમાં આજે ઈરાક નામનો દેશ છે. દૂરના ભૂતકાળમાં તેનું નામ નિશાન પણ ન હતું ! ત્યાં સમુદ્ર હતો. પરંતુ તુર્કીના પહાડી પ્રદેશમાંથી વહેતી નદીઓ પહાડોમાંથી કાંપ લાવીને એ છીછરા સમુદ્રમાં ઠાલવતી રહી. આમ કાંપ વડે નવો પ્રદેશ બન્યો. હજી પણ યુફ્રેતીસ અને તિગ્રિસ નદીઓ છીછરા ઈરાની અખાતમાં કાંપ ઠાલવી રહી છે. આથી કાળે કરીને બસરાબંદર મટી જશે અને ઈરાની અખાત પૂરાઈ જઈને ઈરાકની ધરતી ઈરાનના બંદર અબાસ સુધી આવી જશે. આજે આ બંને નદીઓ મળીને ઈરાની અખાતમાં પડે છે તેને બદલે આગળ વધીને ઓમાનના અખાતમાં પડશે. છેલ્લાં સાડાચાર હજાર વર્ષમાં ઈરાકની ધરતી ૨૯૦ કિલોમીટર આગળ વધી છે. આપણા ગુજરાતમાં થોડા સો વર્ષ પહેલાં ખંભાત એક ધીખતું બંદર હતું. આજે નથી, કારણ કે સાબરમતી અને મહીનો કાંપ ત્યાં એકઠો થતો જાય છે. ભરૂચ અને સુરતના પણ એજ હાલ થઈ રહ્યા છે.

નદીઓએ બનાવેલા સૌથી મોટા પ્રદેશો ભરતખંડમાં, ચીનના કાંઠાના પ્રદેશમાં અને અમેરિકાના બંને ખંડોમાં જોઈ શકાશે. આસરે છ કરોડ વર્ષ પહેલાં છીછરા સમુદ્રમાંથી તળિયું ઉંચકાયું અને હિમાલય બનવાની શરૂઆત થઈ. સમુદ્રના કાંપથી બનેલી આ પોચી



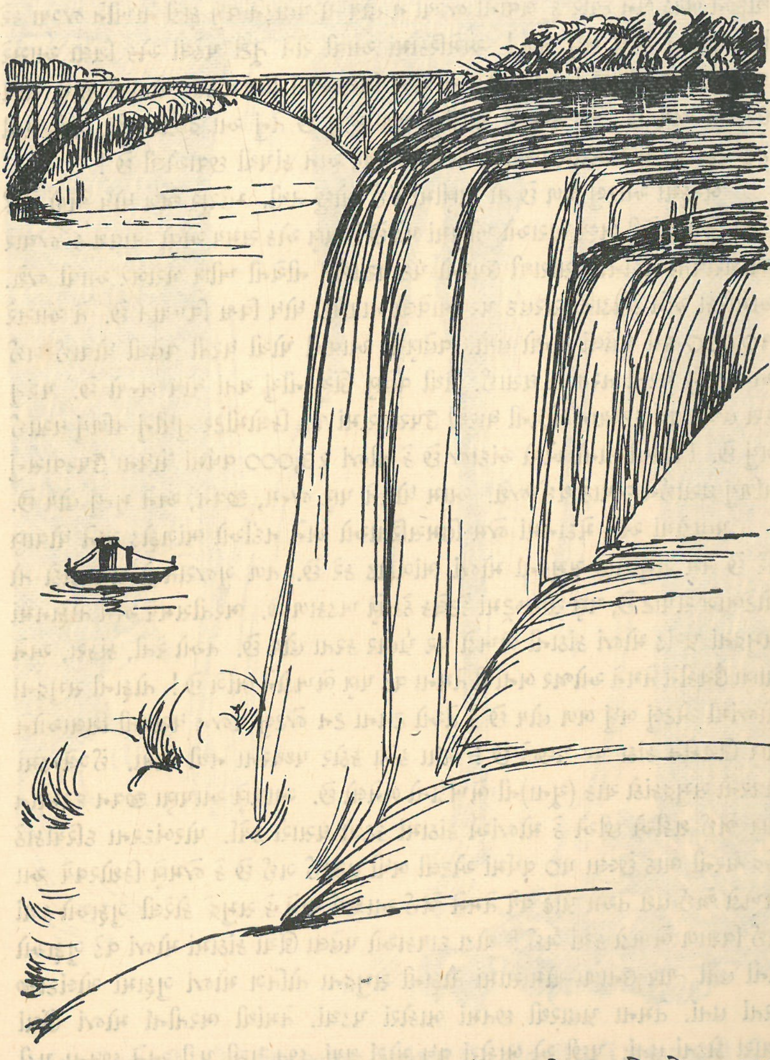
**ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રનાં મુખો દર વર્ષે કરોડો ટન કાંપ લાવીને સમુદ્રમાં ઠાલવે છે અને નવા નવા ટાપુ બનાવે છે. આમ તેઓ સમુદ્રને પાછળ હટાવી ધરતીમાં વધારો કરે છે. બંને બંગાળનું સર્જન એરીતે થયું છે**

ધરતી પર વરસાદનું પાણી વહેવા લાગ્યું ત્યારે હિમાલયની નદીઓ જન્મી. તે પછી આ ધરતી પર્વતમાળારૂપે વધુને વધુ ઉંચકાવા લાગી. તેની સાથે નદીઓ પણ ઉંચકાવા લાગી ! નદીઓ જેમ વધુ ઊંચે ગઈ તેમ તેમના પ્રવાહનો વેગ વધ્યો; તેમ હિમાલયનું ધોવાણ પણ વધ્યું. તે વખતે હિમાલય અને વિંધ્યાચલની વચ્ચે હજી છીછરો સમુદ્ર હતો. હજારો નદી-નાળાં તેમાં હિમાલયનો અને વિંધ્યાચળનો કાંપ ઠાલવતાં રહ્યાં. હિમાલયના જન્મ પહેલાં પણ અરવલ્લી અને વિંધ્યાચલ ઘસાઈને તેમનો કાંપ આ સમુદ્રમાં જતો હોવાથી સમુદ્ર છીછરો તો બન્યો જ હતો. હિમાલયના કાંપનો પ્રચંડ ઉમેરો થતાં આ સમુદ્ર પુરાઈ જવાની ક્રિયા વધુ ઝડપી બની. આખરે ત્યાં સિંધુથી બ્રહ્મપુત્રા સુધી મેદાન બની ગયું. જે નદીઓ વિંધ્યાચલની ઉત્તરે આ છીછરા સમુદ્રમાં પડતી હતી તે પૈકી સપ્તસિંધુનું પાણી અરબી સમુદ્ર સુધી પહોંચ્યું અને ગંગા-યમુના-બ્રહ્મપુત્રાનું પાણી બંગાળના ઉપ-સાગરમાં વહેતું થયું. વયની દૃષ્ટિએ ઉત્તર ભારતના આ મેદાનમાં બંગાળ તદ્દન કિશોર અવસ્થામાં છે. હજી તેનો પ્રદેશ સુંદરવનના ટાપુઓરૂપે બંગાળના ઉપસાગરમાં આગળ વધી રહ્યો છે. અને સમુદ્ર પાછળ હટી રહ્યો છે. એક ગંગા નદી દર વર્ષે તેના ઢાળ પ્રદે-શના પોણાબાર લાખ ચોરસ કિલોમીટર ધરતીમાંથી એક કરોડ ટન જેટલો કાંપ લાવે છે ! બ્રહ્મપુત્રા તેથી પણ વધુ ! ત્યારે કલ્પના કરો કે સિંધુથી બ્રહ્મપુત્રા સુધી સમુદ્ર પૂરીને મેદાન બનાવવા માટે હિમાલયની અને વિંધ્યાચલની નદીઓએ કેટલો કાંપ ઠાલવ્યો હશે, અને આ પર્વતમાળાઓને કેટલો ઘસારો લાગ્યો હશે !

આપણી એક પુરાણકથા છે કે વિંધ્યાચલ એટલો બધો ઊંચો થતો જતો હતો કે તે સૂર્યને નડતો હતો. આથી દેવોએ વિંધ્યાચળના ગુરૂ અગસ્ત્ય ઋષિની મદદ માગી. અગસ્ત્યઋષિ હિમાલયમાંથી ઊતર્યા અને વિંધ્યાચળ પાસે આવ્યા ત્યારે વિંધ્યાચળે ગુરૂના પગમાં પડીને સાષ્ટાંગ દંડવત પ્રણામ કર્યા. આથી ગુરૂએ તેને આશીર્વાદ આપતાં આજ્ઞા કરી કે હું તને ઓળંગીને પાછો આવું ત્યાં સુધી આમ જ પડયો રહેજે. અગસ્ત્ય ઋષિ તો આપણો ધર્મ અને સંસ્કૃતિ ફેલાવવા અગ્નિદિશામાં (ઈન્ડોનેશિયા અને અગ્નિ-એશિયામાં ?) જતા રહ્યા અને પાછા આવ્યા જ નહિ. આથી વિંધ્યાચલ હજી એમ જ પડી રહ્યો છે. આ કથ:નો અર્થ એ છે કે તે ઊંચો છે તેના કરતાં પહોળો વધુ છે, એટલે કે તે "સાષ્ટાંગ દંડવત પ્રણામ" કરીને પડયો છે ! તેનો અર્થ એ કે કરોડો વરસ દરમ્યાન તે ઘસાઈને નીચો થઈ ગયો છે. આપણા પુરાણકારોને પણ જલવિજ્ઞાન, હવામાન વિજ્ઞાન અને ભૂસ્તર વિજ્ઞાનની ઝાંખી હશે એમ આ પુરાણકથા બતાવે છે.

પૃથ્વીનો પોપડો ભૂકંપો વડે ઊંચો નીચો થતો રહીને આજનો આકાર પામ્યો છે. હજી પણ તે ઊંચો નીચો થયા કરે છે. દા. ત. સ્વીડનની ધરતી દર ૧૦૦ વર્ષમાં ૪૦ થી ૧૦૦ સેન્ટીમીટર ઊંચે આવે છે. પૃથ્વીના પોપડાના ઘડતરમાં કારીગીરી પાણીએ કરી છે, અને હજી કરે છે. તેમાં વરૂણને વાયુએ અને સૂર્યે સહકાર આપ્યો છે. બરફરૂપે પાણી બહુ મોટાં પરાક્રમો કરે છે. હિમયુગમાં ધરતી પર એટલો બધો બરફ જમા થયો હતો કે સમુદ્રમાંથી પાણી ઊડીને ધરતી પર હિમરૂપે જામી જવાથી સમુદ્રની સપાટી નીચે ઉતરી ગઈ

હતી. આ બરફના ભારથી ધરતીનો ઘાટ ઘડાયો હતો. પ્રચંડ હિમસરિતાઓ સરકવાથી તેમના ભારથી ધરતી ઘસાઈને લીસી થઈ ગઈ. ક્યાંક બેસી ગઈ અને તેમાં સરોવરો બન્યાં. યુરોપ અને અમેરિકાનાં સરોવરો એ રીતે બન્યાં છે. દક્ષિણ ધ્રુવખંડ તેના બરફના ભારથી બેસી ગયો છે.

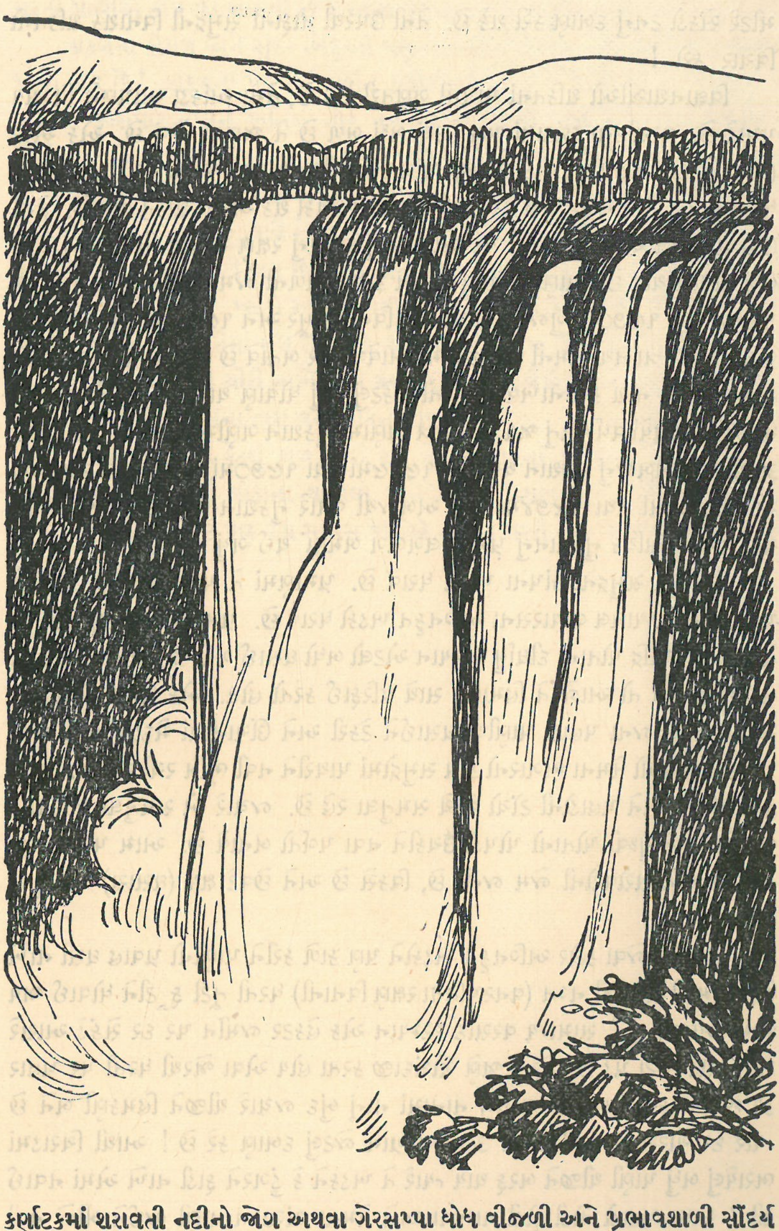


**કેનેડા અને અમેરિકાની સરહદ પર આવેલ નાયગરા ધોધ જગવિખ્યાત છે. તે ૧૦,૦૦૦ વર્ષ જૂનો છે અને બીજા ૨૩,૦૦૦ વર્ષમાં સપાટ થઈજશે એવી એક ગણતરી છે.**

પાણી ઠરીને બરફ બને છે ત્યારે વધુ જગ્યા રોકે છે. લોખંડની બાટલીમાં સજજડ બંધ રહેલું પાણી થીજાવવાથી લોખંડની બાટલી પણ તોપગોળાની જેમ ફાટે છે. રેફ્રીજરેટરના ફ્રીઝરમાં પાણી ભરેલો શીશો સજજડ બંધ કરીને મૂક્યો હશે તો પાણીના બરફથી શીશાના ટુકડે ટુકડા થઈ જાય છે. એવી રીતે પહાડોની ચિરાડોમાં જમા થયેલું પાણી જ્યારે થીજીને બરફ બને ત્યારે ફૂલવાની જગ્યા ન હોય તો પહાડને વધુ ફાડી નાખીને જગ્યા કરે છે. પાણીનું કેટલું બધું બળ ! અમેરિકામાં આવી રીતે તૂટી પડેલી એક શિલા આસરે ૧૦,૦૦૦ ટનની છે ! બરફે તોડી નાખેલી શિલાઓને હિમસરિતા પોતાની સાથે નીચે ઘસડતી જાય છે. જે બરફરૂપે પાણીનું બળ કેટલું છે તેનું આ દ્રષ્ટાન્ત છે. સ્વીડનની ૮૦ ટકા ધરતી હિમસરિતાઓએ લાવેલા પથ્થર અને કાંપથી છવાએલી છે !

બરફમાં આટલું બળ છે તો પાણીમાં કંઈ ઓછું નથી. મ્હૈસૂર જોગ ધોધ જોયો છે ? કેટલે ઊંચેથી કેવી ભવ્ય ધારાઓ ખીણમાં પડે છે ! પણ એક સમય એવો આવશે કે જ્યારે એ શરાવતી નદીના ઘસારાથી ઉપરનો પટ ઘસાઈને નીચેની ખીણ બરોબર આવી જશે. અમેરિકા અને કેનેડાની સરહદ પર આવેલો નાયગરા ધોધ વિશ્વ વિખ્યાત છે. તે આસરે ૧૦,૦૦૦ વર્ષ પહેલાં બન્યો હતો. વહેણમાં આવતી પોચી ધરતી વહેલી ધોવાઈ ગઈ અને કઠણ ધરતી તરત ન ઘસાઈ. તેથી વહેણ ઊંચું નીચું થતાં ધોધ બન્યો છે. પરંતુ દસ હજાર વર્ષ દરમ્યાન ધોધની ધારથી ઉપરવાસમાં ૧૧ કિલોમીટર સુધીનું તળિયું ઘસાઈ ગયું છે. વિજ્ઞાનીઓનો એવો અંદાજ છે કે બીજાં ૨૩,૦૦૦ વર્ષમાં ધોધના ઉપરવાસનું તળિયું ઘસાઈને સપાટ થઈ જશે. આમ ધોધને પણ જન્મ, જીવન, અને મૃત્યુ હોય છે.

પહાડોમાં અને મેદાનમાં જેમ હિમસરિતાઓ અને નદીઓ ભાંગફોડ અને ધોવાણ કરે છે તેમ સમુદ્રકાંઠે સમુદ્રના મોજાં ભાંગફોડ કરે છે. તળ ગુજરાતનો સમુદ્રકાંઠો તો મોટેભાગે સપાટ છે, પણ સૌરાષ્ટ્રમાં કેટલેક ઠેકાણે ખડકાળ છે. ભરતીસમયે અને તોફાનમાં સમુદ્રનાં પ્રચંડ મોજાં કાંઠાની ભેખડો પર પ્રહાર કરતા હોય છે. તેઓ રેતી, કાંકરા, અને પાણા ઉંચકીને તેમને ઓજાર બનાવી તેમના વડે પણ ભેખડોને ભાંગે છે ! તોફાની સમુદ્રનાં મોજાંમાં એટલું બધું બળ હોય છે કે તેઓ ટનના ટન જેટલું વજન ધરાવતી શિલાઓને પણ ઊંચકીને કાંઠા પર પછાડે છે ! બધા કાંઠા કઠોર પથ્થરના નથી હોતા. ઈંગ્લેન્ડમાં ડોવરનો સમુદ્રકાંઠો ચાક (ચૂના)ની ભેખડોનો બનેલો છે. આપણે આપણા જીવન દરમ્યાન પણ જોઈ શકીએ છીએ કે મોજાંએ કાંઠામાં કેટલો ઘસારો કર્યો. પોરબંદરના દરિયાકાંઠે ઈંદ્રેશ્વરની ભાઠ છેલ્લા ૫૦ વર્ષમાં એટલી બધી ઘસાઈ ગઈ છે કે જેમણે કિશોરવયે આ ભેખડો જોઈ હશે તેઓ પ્રૌઢ વયે તેમને જોઈ આશ્ચર્ય પામે કે સમુદ્રે કોરેલી ગુફાઓ ક્યાં ગઈ વિશાળ ભેખડો ક્યાં ગઈ ! થોડા દાયકાઓ પહેલા ઊંચા કાંઠામાં મોજાં વડે ગુફાઓ બની હતી ત્યારે ઉનાળા-ચોમાસામાં તોફાની સમુદ્રના તોતિંગ મોજાં ગુફામાં ગોલંદાજી કરતાં હતાં. તેમના પ્રહારથી છતમાં બાકોરાં પડ્યાં. તેમાંથી ભરતીનાં મોજાં ઊંચાં ફુવારા ફોડતાં હતાં. પછી એ બાકોરાં વધુ મોટાં થયાં, છત ધસી પડી અને છતના પડી ગયેલા ખડકોને મોજાંએ તોડી ફોડી નાખ્યા. ત્રણ ફટ ઊંચું એક મોજું કાંઠા પર દર ચોરસ



કર્ણાટકમાં શરાવતી નદીનો જોગ અથવા ગેરસપ્પા ધોધ વીજળી અને પ્રભાવશાળી સૌંદર્ય આપે છે. કાળેકરીને તેનું ઉંચું તળિયું ઘસાઈ જશે અને ધોધ શમીજશે.

મીટરે સેંકડો ટનનું દબાણ કરી શકે છે. તેની ઉપરથી તોફાની સમુદ્રની વિનાશક શકિતનો વિચાર કરો !

વિજ્ઞાનશાસ્ત્રીઓ શકિતનાં માપની ગણતરી કાઢે છે, તેના આંકડા આપણને વિસ્મય પમાડે છે. વરસાદના છાંટામાં પણ કેટલું બધું બળ છે તે જાણવા જેવું છે. એક એકર (.૪૦ હેકટર) ધરતી પર એક કલાકમાં પાંચ સેન્ટીમીટર વરસાદ પડે તો તેમાં .૪૦ હેકટર ધરતીનો ૧૮ સેન્ટીમીટર જાડો થર ૭૭ મીટર ઊંચો ઉંચકી શકે એટલી શકિત હોય છે. તેની ઉપરથી ખ્યાલ આવશે કે ધરતી પર વનસ્પતિનું ઢાંકણનું રક્ષણ ન હોય તો ધરતીનું કેટલું બધું ધોવાણ થાય છે. પાણીમાં ધોવાતો કાંપ કાચ કાગળની જેમ ધરતીને ઘસી નાખે છે. ૧૯૬૮ અને ૧૯૭૦માં ગુજરાતમાં આવેલા વિનાશક પૂર અને ૧૯૭૧માં તથા ૧૯૭૪માં ગંગા, બ્રહ્મપુત્રા તથા તેમની શાખાઓમાં આવેલાં પૂર બતાવે છે કે નદીઓના ઢાળ પ્રદેશોમાં વૃક્ષોનો નાશ કરી નાખવાથી ધરતીનું કેટલું બધું ધોવાણ થાય છે. ભારતમાં પૂરથી થતું નુકશાન વર્ષો વર્ષ વધતું જાય છે. માત્ર નાણામાં નુકશાન ગણીએ તો ઈ. સ. ૧૯૬૮માં રૂા. પોણાબે અબજનું નુકશાન થયું હતું, ૧૯૬૯માં તથા ૧૯૭૦માં આસરે અઢી અબજનું અને ૧૯૭૧માં તથા ૧૯૭૪માં ત્રણ અબજથી વધારે નુકશાનનો અંદાજ છે. આમ ચાર વર્ષમાં આર્થિક નુકશાનનું પ્રમાણ લગભગ બમણું થઈ ગયું છે !

હિમાલય સમુદ્રના કાંપના ખડકો ધરાવે છે. પ્રમાણમાં તે પોચા હોય છે. સહ્યાદ્રિ પર્વત અને વિંધ્યાચલ લાવારસના અગ્નિકૃત ખડકો ધરાવે છે. પ્રમાણમાં તે કઠણ હોય છે. તેમ છતાં સહ્યાદ્રિ પોતાના દીર્ઘાયુ દરમ્યાન એટલો બધો ઘસાઈ ગયો છે કે તેને આ ઘસારો ન લાગ્યો હોત તો આજે તે હિમાલય સાથે હરિફાઈ કરતો હોત. એક સમય એવો પણ આવશે કે આજના પહાડો પાણીથી ઘસાઈને ટેકરી અને ઊંચાનીચાં મેદાન બની જશે. દરમ્યાન નદીઓ તેમના ભંગારનો કાંપ સમુદ્રોમાં પાથરીને નવી ભૂમિ રચી રહી છે. સમુદ્રનાં તળિયાં અને પહાડોની ટોંચો વચ્ચે સમતુલા રહે છે. જ્યારે એ સમતુલા ખોરવાઈ જાય છે ત્યારે પૃથ્વી પોતાનો પોપડો ઉંચકીને નવા પર્વતો બનાવે છે. આમ પર્વતો પણ નદીઓ અને સરોવરોની જેમ જન્મે છે, વિકસે છે અને છેવટે ક્ષય (ઘસારા) વડે મૃત્યુ પામે છે.

ગ્રેનાઈટ જેવા કઠોર અગ્નિકૃત ખડકોને પણ કાળે કરીને પાણીનો પ્રવાહ ઘસી નાખે છે, તો માટી ધરાવતી નગ્ન (વનસ્પતિના રક્ષણ વિનાની) ધરતી તૂટી ફૂટીને ધોવાઈ જાય એમાં આશ્ચર્ય શું ? સામાન્ય વરસાદ દરમ્યાન એક હેકટર જમીન પર દર સેકંડે આસરે સવા કરોડ છાંટા પડે છે. તેઓ જાણે ગોલંદાજી કરતા હોય એવા જોરથી ધરતી પર પ્રહાર કરે છે. ખડકની ચિરાડમાં પાણીનું નાનામાં નાનું બુંદ જ્યારે થીજીને હિમકણી બને છે ત્યારે દર ચોરસ સેન્ટીમીટર પર ૩૦ કિલોગ્રામ જેટલું દબાણ કરે છે ! આથી ચિરાડમાં ભરાયેલું બધું પાણી થીજીને બરફ થાય ત્યારે તે ખડકને કે ડુંગરને ફાડી નાખે એમાં નવાઈ શી ? આમ પહાડો તોડી ફોડી નાખવા અને તેમના ભંગારને તાણી જઈને બીજે નવી ધરતી રચવી એ પાણીનું નિત્યકર્મ છે. પૃથ્વી પર જેટલી ધરતી છે તેમાંથી પોણા ભાગની

ધરતી પાણીએ કાંપ વડે બનાવી છે! આમ ધરતીનું ઘડતર પાણીએ કર્યું છે અને કરે છે.

ઝાકળના કોમળ અને સુંદર બિંદુઓ પણ બેસાલ્ટના બનેલા કઠોર કાળમીંઢ ખડકોને ખાઈ જાય છે! ઝાકળના પાણીમાં કાર્બન ડાયોકસાઈડ વાયુ ભળેલો હોય, તે બેસાલ્ટના ખડકમાં ફેલ્સપાર નામનું ખનિજ હોય તેને માટીમાં ફેરવી નાખે છે. વરસાદ માટીને ધોઈ નાખે છે. આમ કાળમીંઢ પથ્થરને પણ ઘસારો લાગે છે. આ:વી રીતે થયેલી ખાંચોમાં પાણી થીજીને બરફ થાય ત્યારે તે બાકીના ખડકના ટુકડા કરી નાખે છે. છે. પાણી બીજના કોશોમાં ભરાઈને તેમને ફુ ુલાવે છે, વનસ્પતિનાં મૂળનાં કોશોમાં ભરાઈને તેમને ફુલાવે છે, તેથી પણ કઠોર ખડકો ફાટી જાય છે. એક નાનું બીજ પાણી વડે ફૂલીને કઠોર ખડકને તોડી નાખે એ કેવું આશ્ચર્ય? ખડકો અને દીવાલોમાં પક્ષીની હગારમાં ચોંટેલાં બીજ ભેજ વડે ફૂ ુલીને તેમને તોડે છે, તેમાં મૂળ ઉતારે છે, અને એ રીતે એમાં ઊગી નીકળતા વડ-પીપળા ખડકોને અને દીવાલોને ચીરી નાખે છે તે આપણે જોઈએ છીએ. આ પરાક્રમની પાછળ બળ તો પાણીનું અને તેના દ્વારા વનસ્પતિનું હોય છે.

પાણીના પ્રવાહમાં કેટલું બળ હોઈ શકે તે ગુજરાતનાં પ્રલયકારી પૂરો દરમ્યાન ઘણાએ જોયું હશે તેમાં લોઢાના થાંભલા અને રેલવેના પાટા પણ વળી ગયા હતા! એક પાટો ખસેડવા માટે પણ ૨૫ માણસ જોઈએ તો તેને મરડી નાખનાર પાણીના વેગમાં કેટલું બળ હશે!

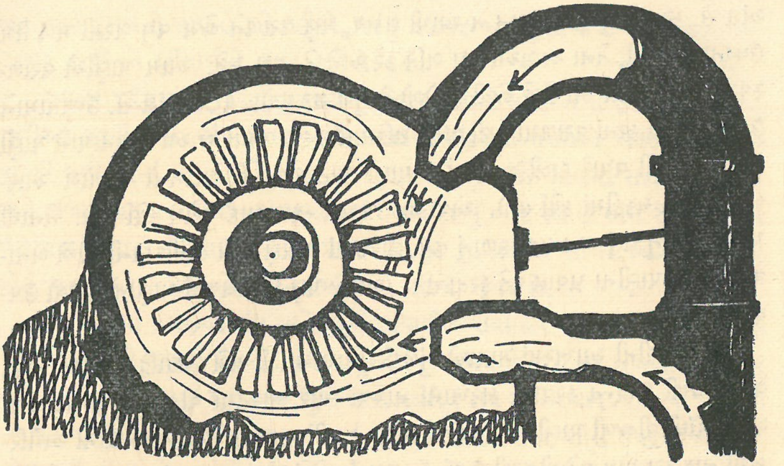
૧૦

# વીજળી, ઉદ્યોગો અને ખેતી માટે પાણી

આપણે જોઈ ગયા કે પૃથ્વીના સર્જન પછી જેટલું પાણી હતું તેટલું જ આજે છે. તેમાં વધઘટ નથી થતી, પણ પાણી વાપરનારા વધતા જાય છે, વાપરનારાઓની જરૂરિઆતો વધતી જાય છે. તેથી આપણી સામે પાણીના દુકાળનો ભય ઊભો થાય છે. ૩૦ વર્ષ પહેલાં મુંબઈમાં જ્યારે નળ ખોલો ત્યારે પાણી આવતું હતું. હવે થોડા કલાક જ આવે છે. ઘણે ઠેકાણે ઉપરના માળે બીલકુલ નથી આવતું. બધાને પૂરૂં થાય એટલું પાણી નથી મળતું. તેથી પાણી માટે મારામારી પણ થાય છે, ખૂન પણ થાય છે.

આ પ્રગતિ છે કે પીછેહટ ? હજી સો વર્ષ પહેલાં અને હજારો વર્ષ દરમ્યાન ઉઝબેકિસ્તાનમાં અને તુર્કમેનિઆમાં, સિરદરિયા અને આમુદરિયા નદીઓના પાણી માટે ખૂનખાર યુદ્ધો થતાં હતાં. આ પ્રદેશો સોવિયેત રશિયાના સંઘમાં આવ્યા પછી જળબંધયોજનાઓ વડે પાણી સૌને પહોંચાડવામાં આવ્યું છે અને રણને હરિયાળાં ખેતરમાં ફેરવી નાખવામાં આવ્યાં છે. ઈરાકમાં યુફ્રેતિસ અને તિગ્રીસ નદીનાં પાણી માટે હજારો વર્ષ સુધી વિવિધ પ્રજાઓ લડી છે.

આજે જલવિજ્ઞાન આટલું બધું આગળ વધી ગયું છે ત્યારે પાણીનો દુકાળ જણાય એ કેવો વિરોધાભાસ છે ! તેનું કારણ વસતિવધારો, ખેતીવધારો અને ઉદ્યોગોનો વધારો છે. માણસ અને બીજા જીવો કરતાં ખેતીને અને ઉદ્યોગોને અનેક ગણું વધુ પાણી જોઈએ છે. અમેરિકા સૌથી વધુ ઉદ્યોગપ્રધાન દેશ છે, તેથી તેના આંકડા જોઈએ તો ૧૯૬૫માં તેણે ઉદ્યોગોમાં રોજ ૩૦૦ અબજ લિટર કરતાં વધુ પાણી વાપર્યું હતું અને ૧૯૮૦માં રોજ ઉદ્યોગોમાં ૫૦૦ અબજ લિટર પાણી વાપરશે ! એક મોટરગાડીના ઉત્પાદનમાં સવા લાખ લિટર પાણી વપરાય છે ! એક ટન પોલાદ બનાવવા માટે અઢી લાખ લિટર પાણી જોઈએ છે. એવું કોઈ ઔદ્યોગિક ઉત્પાદન નથી કે જેમાં પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે પાણી ન જોઈએ. માણસની બધી પ્રવૃત્તિ—ખેતી, ઢોર-ઉછેર, રસોઈ, રંગારકામ—માં પાણી જોઈએ છે. કાપડની મિલો, રંગરસાયણનાં કારખાનાં, તેલની રીફાઈનરી, ખાતરનાં કારખાનાં, લોખંડના કારખાનાં, આણુશકિતનાં કારખાનાં, વીજળીનાં કારખાનાં, દવાનાં કારખાનાં, ઈજનેરી સામાનનાં કારખાનાં વગેરે ઉદ્યોગોમાં પાણીની નદીઓ લાવવી પડે છે. તેલનું એક પીપ શુદ્ધ કરવા ૩,૨૦૦ લિટર પાણી અને એક ટન સિન્થેટિક રબ્બર



પાણીના બળવાન ધસારાથી ટરબાઈનને ઝડપથી ફરતી કરી જલવિદ્યુત ઉત્પન્ન કરી શકાય છે એ શોધે માનવજાતને ઘણી ઊર્જા આપી છે. ભારતમાં વપરાતી ઊર્જામાં જળ વિદ્યુતનો ફાળો હજી માત્ર ચાર ટકા જેટલોજ છે.

બનાવવા ૨૪ લાખ લિટર પાણી જોઈએ.

૨,૨૦૦ વર્ષ પહેલાં ગ્રીસમાં આર્કીમિડીસને રાજાના સોનાના મુગટમાં ભેળસેળ શોધી કાઢવાનું કામ સોંપવામાં આવ્યું હતું. દિવસો સુધી વિચાર કર્યા પછી એક સવારે પાણીથી છલોછલ ભરેલા ટબમાં બેસવા જતાં પાણીમાં ડૂબેલાં શરીર જેટલું પાણી છલકાઈ ગયું ત્યારે તેના મગજમાં વૈજ્ઞાનિક સત્યનો ચમકારો થયો અને તે "યુરેકા ! યુરેકા !" (મળી ગયું !) એવી બૂમો પાડતો નાહ્યા વિના ધસી આવ્યો ! વૈજ્ઞાનિક હેતુઓ માટે તે પહેલાં પણ પાણી વપરાતું હતું, પણ આ સીમાચિહ્ન પછી વિજ્ઞાનમાં બધી પ્રગતિ પાણી વડે થઈ છે. એલેકઝાન્ડર ફ્લેમિંગે જેમાંથી પેનિસિલિનની શોધ કરી એ રસાયણમાં અને ફૂગમાં પણ પાણી હતું. અને રોકેટો પણ પાણીનાં ઘટકો (હાઈડ્રોજન અને ઓકસીજન) બાળીને અવકાશમાં ચડે છે. ચંદ્ર પર ચાલવા માટે અને જીવવા માટે પણ પાણી લઈ જવું પડે છે. માણસનો પહેલો હુન્નર પાણી માટે થયો હતો. જળાશયને કાંઠે જ વસતા આદિ-માનવોએ માટીનો ઘડો બનાવવાની શોધ કરી, કારણ કે પાણીથી દૂર જવા માટે પાણી ભરી જવા ઘડાની જરૂર પડી. કાચું કે શેકેલું માંસ ખાતા માણસને ઘડાની શોધ પછી તેમાં પાણી ભરીને માંસ તથા કંદમૂળ રાંધવાનું સૂઝયું.

તે પછી ખેતરમાં પાણી સીંચવા માટે અને કૂવામાંથી પાણી ઊંચે ચડાવવા માટે તથા તેની પાસેથી વિવિધ કામ લેવા માટે જાત જાતની યુકિતઓ શોધવામાં આવી. જયારે અઢારમી સદીમાં વરાળરૂપે પાણીની શકિતને નાથવા યુકિત મળી ત્યારે વરાળએન્જીને ઔદ્યોગિક ક્રાન્તિ કરી, કારણ કે પાણી કરતાં વરાળ ૧,૬૦૦ ગણી ફૂલે છે. પાણીને ૧૦૦

અંશ સે. કરતાં વધુ ઉષ્ણતામાન ન આપી શકાય, પણ વરાળને જેમ વધુ ગરમી મળે તેમ ઉષ્ણતામાન વધે, તેના અણુઓ વધુ ગતિ કરે અને તે વધુ ફૂલે. આમ પાણીએ વરાળ-સ્વરૂપે એવી શકિત આપી કે જેથી ઉદ્યોગોનો યુગ શરૂ થયો. ૧૦૦ અંશ સે. ઉષ્ણતામાને ઉકળતા પાણી કરતાં વરાળમાં ઘણી વધારે શકિત હોય છે. એથી જ આ ઉષ્ણતામાને પાણી કરતાં વરાળથી વધારે દાઝી જવાય છે. પાણી માટે પવનની શકિતનો ઉપયોગ આરબોએ પવન ચકકીમાં કર્યો હતો. એવો જ ઉપયોગ ત્યાર બાદ યુરોપે કર્યો હતો. તેનાથી પાણી ખેંચાતું હતું. અનાજ દળાતું હતું, લાકડાનાં વાસણ અને હાથીદાંતની ચીજો બનાવવા સંઘેડા પાણીના પ્રવાહ વડે ફરતા હતા. આજે પણ હિમાલયમાં પાણીનો આવો ઉપયોગ થાય છે.

ગઈ સદીની આખરમાં તાતાએ મુંબઈ-પૂનાના માર્ગ પાસે સહ્યાદ્રિ પર્વતમાં પાણી વડે વીજળી ઉત્પન્ન કરવાનાં કારખાનાં નાખ્યાં ત્યારે ભારતમાં વીજળી યુગ શરૂ થયો. સૌથી સોંઘી વીજળી પાણીની શકિત વડે ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. એજ અરસામાં અમેરિકામાં નાયગરા ધોધ વડે વીજળી ઉત્પન્ન કરવાનું પહેલું મોટું કારખાનું બાંધવામાં આવ્યું. આજે અમેરિકામાં દોઢ હજારથી વધુ કારખાનાં વીજળી પેદા કરે છે, તેમાંથી ૭૦ ટકા ગેસ, તેલ કે કોલસા વડે ચાલે છે, અને ૨૦ ટકા પાણીના ધોધ વડે. હવે અણુશકિતમાંથી વીજળી બનાવવાનાં કારખાનામાં વધારો થઈ રહ્યો છે. ગમે તે રીતે વીજળી પેદા કરો પણ તેમાં પાણી તો જોઈએ જ. પાણીના પ્રવાહ વડે વીજળી બનાવવામાં રશિયા મોખરે છે. લેના નદીમાંથી વીજળી બનાવવા તેણે આઠ લાખ કિલોવોટની શકિત ધરાવતું દુનિયાનું સૌથી મોટું જનરેટર બનાવ્યું છે. આ જળવિદ્યુત કારખાનામાં બે કરોડ કિલોવોટવીજળી પેદા પેદા થશે. દુનિયાનાં સૌથી મોટાં પાંચ જલવિદ્યુત કારખાનાં રશિયામાં છે, તે પછી બે મોટાં અમેરિકામાં છે. આપણા દેશમાં જાન્યુઆરી ૧૯૭૩ સુધીમાં પાણીના ધોધ વડે વીજળી ઉત્પન્ન કરવાની કુલ શકિત ૫૭ લાખ કિલોવોટ જેટલી હતી. તેમાં એકલા પંજાબમાં ૧૧ લાખ કિલોવોટથી વધુ, ત્યારે ગુજરાતમાં જરાય નહી. હવે ઊકાઈ બંધ વીજળી ઉત્પન્ન કરે છે. નદીઓનાં વાર્ષિક સરેરાશ વહેણ દ્વારા ભારતને ૧,૬૮૦ અબજ ઘન મીટર મીઠું પાણી મળી શકે છે. તેમાંથી માત્ર ૫૬૦ અબજ ઘનમીટર પાણીનો ઉપયોગ થઈ શકે. તેમાંથી ૧૯૫૧માં માત્ર ૧૭ ટકા (એટલે ૯૫ અબજ ઘન મીટર) પાણી વપરાતું હતું. નદીઓના કુલ વહેણના ૫.૬ ટકા થયા. પરંતુ પંચવર્ષી યોજનાઓમાં નાની મોટી સીંચાઈ યોજનાઓ દ્વારા વધુને વધુ પાણીનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો અને ૧૯૭૦-ના માર્ચ સુધીમાં વાપરી શકાય એવા પાણીમાંથી ૩૯ ટકા એટલે કે ૨૨૨ અબજ ઘનમીટર પાણી વપરાવા લાગ્યું.

છેલ્લા મળેલા ૧૯૬૭-૬૮ના આંકડા પ્રમાણે ભારતમાં ખેતી નીચેની ૩૦ લાખ હજાર હેકટર જમીનમાંથી ૧ કરોડ ૧૩ લાખ હેકટાર જમીનને નહેરો વડે પાણી મળતું હતું. કૂવા વડે ૯૩ લાખ હેકટાર ને, અને તળાવ વડે ૪૬ લાખ હેકટારને પાણી મળતું હતું. જો આપણે બધી કે લગભગ બધી જમીનને સીંચાઈ વડે પાણી પૂરૂં પાડી શકીએ તો ચોમાસું નિષ્ફળ

જાય ત્યારે દુકાળનો સામનો કરી શકીએ, પરંતુ ૧૯૬૮-૬૯ સુધી માત્ર પોણા ત્રણ કરોડ હેકટાર જમીનને સીંચાઈનો લાભ મળતો હતો.

આન્ધ્ર પ્રદેશમાં જે ધરતી દુકાળથી વારંવાર પીડાતી હતી, જ્યાં ઉનાળામાં ધૂળની ડમરીઓ ચડતી હતી ત્યાં નાગાર્જુન સાગરમાંથી નીકળતી નહેરોએ ખેતરોને મબલખ પાકથી લચી પડતાં બનાવી દીધાં છે. રાજસ્થાનના રણના જે ભાગમાં રાજસ્થાન નહેર અને ગંગા નહેર પહોંચી છે ત્યાં મૃગજળને બદલે સાચું જળ વહે છે અને રેતીના ગરમ વંટોળિયાને બદલે હરિયાળાં ખેતરો પથરાયેલાં છે. નાગાર્જુન સાગર ભારતમાં સૌથી મોટું મનુષ્યકૃત સરોવર છે. દુનિયામાં તેનો ત્રીજો નંબર છે.

ગુજરાતમાં ઉકાઈનો બંધ અને નહેરો બંધાઈ જવાથી હવે સૂરત જિલ્લાને તાપીના પૂરના સંતાપથી બચાવી શકાશે. નર્મદા યોજનાના અમલ વિના ઉત્તર ગુજરાતનો ઉદ્ધાર નથી. બંધ બાંધ્યા પછી પણ જ્યાં સુધી પાકી નહેરોનું કામ પૂરું ન થાય ત્યાં સુધી પાણીનો સદુપયોગ અને પૂરતું નિયંત્રણ નથી થઈ શકતું અને ઉપયોગી પાણી ઉપદ્રવી બને છે. ધોવાણથી જેના કાંઠા ભાંગી ગયા છે અને કાંપથી જે ભરાઈ ગઈ છે એવી કોશી નદીની પહોળાઈ પૂર દરમ્યાન ૧૫ કીલોમીટર જેટલી થઈ જતી હતી, અને ગામડાં તથા ખેતરોને ડુબાવી દેતી હતી. તેના બંધ અને નહેરો માટે દસ વર્ષમાં રૂ. ૭૩ કરોડ ખરચ્યાં પછી હવે તે કાબૂમાં આવી રહી છે. વિનાશ ફેલાવનાર પાણી હવે ૧૦ લાખ હેકટરથી વધુ ધરતીમાં મબલખ પાક પેદા કરશે. ગુજરાતમાં ધરતીનું ભારે ધોવાણ કરતી મહી નદીની યોજનાનો અમલ પૂરો થશે ત્યારે લગભગ ૩૧ હજાર હેકટર જમીનને પાણી પાશે. દક્ષિણ ગુજરાતમાં તાપી નદી પર તાપી નદીથી ૮૦ કિલોમીટર ઉપરવાસમાં કાકરાપાડા યોજનામાં તાપી આડેનો પાળો (weir) ૬૨૧ મીટર લાંબો છે, પણ ઊંચો માત્ર ૧૩.૯૭ મીટર છે. તેનું પાણી નહેરો વાટે સૂરત જિલ્લામાં ૨,૨૭,૦૦૦ હેકટર જમીનને હરિયાળી બનાવશે.

સૂરતથી ૧૧૬ કિ. મી. ઉપરવાસમાં ઉકાઈ યોજનામાં તાપી પર બંધની ઊંચાઈ ૬૮.૬ મીટર છે અને લંબાઈ ૪,૯૨૮ મીટર છે. તે દોઢ લાખ હેકટર જમીનને પાણી પૂરું પાડશે, એટલું જ નહિ પણ ૩૦૦ મેગાવોટ વીજળી ઉત્પન્ન કરશે. પરંતુ આપણે ઈચ્છીએ એટલી ઝડપથી કામ થતું નથી. આ કામ પાંચમી પંચવર્ષીય યોજનામાં પૂરું થવાનું હતું.

જ્યાં નહેરો ન પહોંચે ત્યાં જો પાતાળકૂવા ખોદી શકાય તો તેઓ પણ ખેતી અને ઉદ્યોગોને પૂરતું પાણી આપે છે. સામાન્ય કૂવો જ્યારે માંડ બે હેકટર જમીનને પાણી પાઈ શકે ત્યારે પાતાળકૂવો વધુમાં વધુ ૧૬૦ હેકટર ધરતીને પાણી પૂરું પાડી શકે.

પાણીમાં વિનાશક બળ છે તેમ વિસ્મયકારક શકિત પણ છે. વિજ્ઞાન અને ઈજનેરી વિદ્યા વડે આપણે તેના વિનાશક બળને કાબૂમાં લાવી શકીએ અને તેની સર્જનાત્મક શકિત-ને આપણી સેવામાં લગાડી શકીએ. આ દિશામાં આપણે આગળ વધી રહ્યા છીએ. તેમ છતાં આપણી ઝડપ ઘણી જ ધીમી છે, આપણાં સાધનો ટાંચાં છે, અને આપણે અવિચારી

પણ છીએ. એટલે જ હજી આપણે સૂકા દુકાળ, લીલા દુકાળ, પ્રલયકારી પૂર, ધરતીના ધોવાણ, વગેરે આફતોથી વર્ષોવર્ષ પીડાયા કરીએ છીએ. ૧૯૭૧ના ચોમાસામાં એક મહિના સુધી બંગાળ, બિહાર, અને પૂર્વ ઉત્તર પ્રદેશ ગંગાના અને તેની શાખાઓના પૂરથી પીડાયાં અને જાનમાલની ભારે ખુવારી ભોગવી. ૧૯૭૪માં તેથી પણ વધુ નુકસાન અને દુઃખ ભોગવ્યા. તે માટે કુદરતને દોષ દેવા કરતાં આપણને વધુ દોષ દેવો જોઈએ. ૧૯૭૨માં ઓરિસાને ઉપરાછાપરી વાવાઝોડાંથી ભારે નુકસાન થયું. પૂર નિયંત્રણ બોર્ડની સ્થાપના ૧૯૫૪માં કરવામાં આવી હતી. તેમ છતાં હજી આપણે પૂરથી એટલાજ પીડાઈ-એ છીએ. ૧૯૭૭માં ઉત્તર ગુજરાતના વિશાળ પ્રદેશો ડૂબી ગયા હતી.

આપણે હરિયાળી ક્રાન્તિ અંશતઃ કરી શકયા છીએ. જ્યાં વર્ષમાં એક પાક મેઘરાજાની મહેરબાનીથી થાય તોજ મળતો હતો ત્યાં સીંચાઈ વડે વર્ષમાં ત્રણ પાક પણ લઈ શકાય છે. પુરાણકાળમાં એક ભગીરથે ગંગાને મેદાનમાં ઉતારીને પ્રજાને તારી હતી. આજે દેશમાં ઠેર ઠેર ભગીરથ કામો થઈ રહ્યાં છે. નવાં જળાશયો જન્મ્યાં છે, નવી નવી નહેરો વહેતી થઈ છે અને રાષ્ટ્રની કાયામાં નાની મોટી નસોની જેમ નવજીવન વહેતું કરી રહી છે. એવો પણ સમય આવશે જ્યારે દેશની મુખ્ય નદીઓને નહેરો વડે જોડી દઈને પાણીની ગ્રીડ રચવામાં આવે જેથી નદીઓનું પાણી વેડફાઈ ન જાય. આપણે આ જળબંધયોજનાઓના લાભ અનુભવી શકતા નથી તેનું કારણ ભયંકર વસતિવધારો છે.

# ૧૧

# પાણીના ગુણ–અવગુણ

હિમવર્ષાનું પાણી સરખામણીમાં વધુ શુદ્ધ પાણી છે. આપણે જોયું કે વરસતા વરસાદનાં ફોરાં પણ હવામાંથી વાયુઓ અને રજકણ લઈ લે છે. ઔદ્યોગિક વિસ્તારોની આસપાસ હવામાં ઘણી અશુદ્ધિઓ હોય, તે પણ વરસાદનાં ફોરાંમાં ભળે છે. ધૂળની ડમરીઓ આકાશમાં ચડી હોય. પછી વરસાદ પડે અને ધૂળની રજ રંગીન હોય તો રંગીન વરસાદ પણ પડે. રંગીન છાંટા જોઈને લોકો વિસ્મય પામે છે.

પાણી ધરતીમાં ઊતર્યા પછી તેમાં વધુ પદાર્થો ભળે છે. જો વનસ્પતિથી છવાયેલી ધરતી હોય, અથવા મનુષ્ય કે પશુ પક્ષીઓના મળવાળી ધરતી હોય, કે મોટું કબ્રસ્તાન હોય તો ધરતીમાં સેન્દ્રિય પદાર્થો હોય છે, અને સેન્દ્રિય પદાર્થો પર જાતજાતના જીવાણુઓ નભતા હોય છે. આથી આવી ધરતીના કૂવા કે ઝરાનું પાણી પીવું એ રોગને નોતરવા બરોબર છે. આથી જંગલ, કબ્રસ્તાન, ઢોર ઉછેરની જગ્યા, મરઘાં-બતકાંના ઉછેરનો વાડો, વગેરે સ્થળે કૂવો કે ઝરો હોય તો તેનું પાણી બરોબર ઉકાળ્યા વિના પીવું નહિ. જંગલમાં અને બીડમાં વસતા ઘણા આદિવાસીઓનાં બાળકોનાં હાથપગ દોરડી અને પેટ ગાગરડી જેવાં હોય છે, તેનું મુખ્ય કારણ અશુદ્ધ પાણી અને અપોષણ હોય છે.

ખડક કે રેતીવાળી જમીનમાં પાણી ઊતરી ગયું હોય તે સારૂં. રેતી કે માટીમાં ઊતરી ગયેલું પાણી ગળાઈને ચોખ્ખું થયું હોય છે, પણ તેમાં ખનિજ પદાર્થો ઓગળ્યા કે દ્રવ્યા હોય ખરા. ખનિજ પદાર્થો કંઈ ખરાબ નથી. આરોગ્યપ્રદ ખનિજો ધરાવતા ઝરાનું પાણી ઔષધીય ગુણો ધરાવે છે.

નદીઓનું વહેતું પાણી પણ અશુદ્ધ હોય, કારણ કે તેમાં નદીકાંઠાના લોકોના તથા ઉદ્યોગોના મળ જતા હોય છે. આથી શહેરોને પાણી પૂરૂં પાડવાની યોજનાઓમાં પાણી નદીમાંથી નહિ, પણ તેની નજીકની ધરતીના પેટાળમાંથી કાઢવામાં આવે છે. મુંબઈ જેવાં શહેરોને જ્યાં તળાવોમાંથી પાણી આપવામાં આવે છે ત્યાં સરોવરોના ઢાળ પ્રદેશમાં વસતિ અને ઢોર ન રહે તેની કાળજી રાખવામાં આવતી હતી જેથી પાણી તેમના મળથી અશુદ્ધ ન થાય. પરંતુ વસતિ વધારાને લીધે હવે એટલી કાળજી લેવામાં આવતી નથી.

પીવાનું પાણી ગાળીને પીવાથી થોડું જ રક્ષણ મળે છે. સૂતરાઉ કપડામાંથી ઘણી અશુદ્ધિઓ પસાર થઈ શકે છે. તેના કરતાં નાઈલોનનું કપડું સારૂં. પરંતુ માટીનો ઘડો

કે ફિલ્ટર કાગળ વડે પાણીની ઘણીખરી રોગોત્પાદક અશુદ્ધિઓ દૂર કરી શકાય છે. તે પણ સંપૂર્ણપણે નહિ. આજે મુંબઈ જેવા શહેરને પણ નગરપાલિકા ફિલ્ટર કરેલું પાણી આપતી નથી. ઉત્તર પ્રદેશ, બિહાર, બંગાળ અને ખાસ કરીને બંગલા દેશ કોલેરાથી મુક્ત થઈ શકતા નથી અને મુંબઈ જેવાં શહેરો ઝેરી ઝાડા (ગેસ્ટ્રો એન્ટરાઈટીસ) થી પીડાય છે તેનું કારણ દુષિત પાણી છે. આપણા દેશમાં મોટાભાગનાં ગામડાંને શુદ્ધ પાણી નથી મળતું, તેથી રોગોનું પ્રમાણ વધ્યું છે. અને પૂરતી તબીબી રાહત પણ મળતી નથી.

નદીઓ અને તળાવોની વાત કર્યા પછી આપણા દેશમાં ખનિજો ધરાવતા ઠંડા પાણીના ઝરાની વાત કરીએ તો એવા ઝરાના સદુપયોગ હજી શરૂ થયા નથી, કારણ કે ઝરાઓના પાણીનું પૃથક્કરણ ભાગ્યે જ થાય છે. કેટલાક ઝરામાં લોહ, ગંધક, મેગ્નેશિઅમ્, વગેરે ખનિજો હોય છે. ક્ષારો ધરાવતું પાણી સ્વાદમાં જરા કડવું અથવા કડછું લાગે છે. પરંતુ જે ઝરા વનસ્પતિવાળા પ્રદેશમાંથી આવે છે તેમનું પાણી રોગજનક પણ હોય. કારણ કે તેમાં સેન્દ્રીય પદાર્થો હોય છે.

ખોરાકના પાચનમાં પાણી આવશ્યક છે, કારણ કે ચાવેલો ખોરાક જઠરમાંથી છૂટતા તેજાબના પાણી સાથે વલોવાઈને એકરસ બને છે. પછી નાના આંતરડાંમાં તેનું પાચન થાય છે. પાચન થયેલો ખોરાક શોષાઈ જાય છે અને અપાચ્ય શેષભાગ તથા પાણી અને અદ્રાવ્ય પદાર્થો છૂટાં પડીને મળમૂત્ર તેમ જ પરસેવા રૂપે નીકળી જાય છે.

જેમ પાચનક્રિયામાં પાણી અનિવાર્ય છે તેમ રાંધણકળામાં પણ પાણી વિના ન ચાલે. પાણી વિના શેકી શકાય, તળી શકાય, પણ ઊકાળીને રાંધી ન શકાય. તેના સંદર્ભમાં એક સરસ વાત એ છે કે ઊંચા પર્વતો પર પ્રેશર કૂકર વિના ખોરાક ઉકાળીને બરાબર રાંધી શકાતો નથી. તેનું કારણ એ છે કે શુદ્ધ પાણી સમુદ્રની સપાટીએ જયારે ૧૦૦ અંશ સે. ઉષ્ણતામાને ઊકળે છે ત્યારે દર ૩૦૦ મીટરની ઊંચાઈએ તે એક અંશ ઓછા ઉષ્ણતામાને ઊકળે છે. આથી પાંચહજાર મીટર ઊંચા પર્વત પર પ્રેસર કૂકર વિના ખોરાક ગમે તેટલો ઊકાળો તો પણ કાચો જ રહે. તેનું કારણ એ છે કે જેમ ઊંચે જઈએ તેમ હવાનું દબાણ ઘટતું જાય છે તેથી પાણી ઓછા ને ઓછા ઉષ્ણતામાને ઊકળે છે. તેને મળતી અગ્નિની ગરમી તેનું ઉષ્ણતામાન વધાર્યા વિના વરાળમાં ઊડી જાય છે.

એવી રીતે સમુદ્રની સપાટીથી નીચે જઈએ, દા. ત. કોલારની સોનાની ખાણમાં રાંધીએ તો ત્યાં હવાનું દબાણ વધુ હોવાથી ૧૦૦ અંશ સે. કરતાં વધુ ઉષ્ણતામાને પાણી ઊકળે છે. તેથી રસોઈ વહેલી રંધાય છે. આ સિદ્ધાંત પર પ્રેશર કૂકર બનાવવામાં આવેલ છે જેમાં પૂરાઈ રહેલી હવામાં દબાણ વધારે છે.

શરીરને પોષણમાં મદદરૂપ થાય એવા ખનીજોવાળું પાણી આરોગ્યપ્રદ નીવડે. અમુક સ્થળનું પાણી ભારે છે, અથવા હળવું છે એમ આપણે કહીએ છીએ. પાણી ભારે છે કે હળવું તેનો આધાર તેમાં ઓગળેલાં દ્રવ્યો પર રહે છે. કપડાં ધોવામાં તેમ જ રાંધવામાં કોઈ પાણી "સખત" (hard) કે કોઈ "નરમ" (soft) ગણાય છે.

જે પાણીમાં કેલશિઅમ અને મેગ્નેસિઅમના ક્ષારો હોય તે પાણી ખારૂં અથવા

'સખત' કહેવાય છે. તેમાં સાબૂનાં ફીણ નહિ વળે-જો પાણીમાં કેલશિઅમ બાઈકાર્બોનેટ હોય તો પાણી ઉકાળવાથી કેલશિઅમ કાર્બોનેટ બની જાય છે અને પાણીમાં તે અદ્રાવ્ય હોવાથી છૂટો પડી જશે. એન્જીનના બોઈલરમાં પાણીના અદ્રાવ્ય ક્ષારોનાં થર બાઝે છે. તેથી ઘણી ગરમી વેડફાઈ જાય છે. બીજી જાતના દ્રાવ્ય ક્ષારો પાણીને ઉકાળવાથી પણ દૂર કરી શકાતા નથી. તેમાં કપડાં ધોવાથી ઘણો સાબૂ નકામો જાય છે. પરંતુ ડીટરજન્ટ વડે આવા પાણીમાં પણ કપડાં ધોઈ શકાય છે.

સખત અથવા ખારા પાણીમાં વોશિંગ સોડા (સોડિઅમ કાર્બોનેટ) સાથે ટ્રાઈસોડિઅમ ફોસ્ફેટ અથવા એમોનિઆ કે બોરેક્સ નાખવાથી તે પાણી "નરમ" બની જાય. આવા નરમ પાણીમાં સાબૂનાં ફીણ થશે.

રસોઈમાં, ખાસ કરીને તુવેરની દાળ રાંધવામાં પાણીના પ્રકારનું મહત્ત્વ હોય છે. જો તેમાં સોડિઅમ ક્લોરાઈડ કે મીઠાનો કોઈ પ્રકાર હશે તો દાળ નહિ રંધાય. જો તેમાં સોડિઅમ બાઈકાર્બોનેટનો કોઈ પ્રકાર હશે તો દાળ શાક વહેલાં રંધાઈ જશે. આથી પાપડખાર અને સાજીખાર અથવા સોડિઅમ બાયકાર્બોનેટ રસોઈમાં વપરાય છે.

પદાર્થની વિશિષ્ટ ઘનતા (સ્પેસિફિક ગ્રેવિટિ) માપવા માટે શુદ્ધ પાણીની વિશિષ્ટ ઘનતા એકમ તરીકે સ્વીકારવામાં આવી છે. પાણીની વિશિષ્ટ ઘનતા ૧ છે તો દા. ત. એલ્યુમિનિઅમની ૨.૭ છે, લોઢાની ૭.૮૬, સીસાની ૧૧.૩૪ છે અને પારાની ૧૩.૬ છે. (૧ ઘન સેન્ટીમીટર પાણીનું દળ ૧ ગ્રામ છે. આથી પાણીની વિશિષ્ટ ઘનતા ૧ ગ્રા./ઘ.-સે. મી. છે.)

તમે કદાચ 'ભારે' પાણી વિશે વાંચ્યું કે સાંભળ્યું હશે. આ ભારે પાણી તેમાં ક્ષારો કે અશુદ્ધિઓ પીગળવાથી ભારે નહિ પરંતુ, શુદ્ધ સ્વરૂપે પણ ખરેખર ભારે હોય છે કારણ કે તેમાં હાઈડ્રોજનના જે આણુઓ હોય છે તેમના ગર્ભ અથવા કેન્દ્ર (ન્યુકિલઅસ)નું વજન સામાન્ય હાઈડ્રોજનના ગર્ભ કરતાં વધુ હોય છે. હાઈડ્રોજનના આવા ભારે સ્વરૂપને ડયુટેરિઅમ કે ભારે હાઈડ્રોજન કહે છે. પાણી હાઈડ્રોજન ઓકસાઈડ છે ત્યારે "ભારે" પાણી ડયુટેરિઅમ ઓકસાઈડ કહેવાય છે. સાદા પાણીની વિશિષ્ટ ઘનતા ૧ ગ્રા./ઘ. સે. મી. છે ત્યારે ભારે પાણીની ૧.૧ ગ્રા./ઘ. સે. મી. છે. સામાન્ય પાણીમાં પણ સંયોજાયેલા હાઈડ્રોજનના દર ૬,૯૦૦ પરમાણુએ ડયુટેરિઅમનો એક પરમાણુ હોય છે. સામાન્ય પાણીમાં પણ અલ્પ અંશે ભારે પાણી હોય છે. ભારે પાણી મેળવવા નિસ્પંદનની ક્રિયા સામાન્ય રીતે વપરાય છે. ભારે પાણીનું ઉત્કલન બિન્દુ સામાન્ય પાણી કરતાં ઊંચું હોવાથી તે રીત વાપરી તેને જાુદું પાડી શકાય છે. સામાન્ય પાણી ૧૦૦ અંશ સેન્ટીગ્રેઈડે ઊકળે છે અને ૦ અંશે થીજી જાય છે, ત્યારે ભારે પાણી ૧૦૧.૪૨ અંશે ઊકળે છે અને ૩.૮૨ અંશે થીજી જાય છે. આ રીતે ભારે પાણી છુટું પાડી શકાય.

હાઈડ્રોજનનો એક ત્રીજો પ્રકાર (આઈસોટોપ) પણ છે. તેમાં હાઈડ્રોજનનો પરમાણુ ડયુટેરિઅમ કરતાં પણ વધુ ભારે હોય છે. તે ટ્રિટિઅમ કહેવાય છે, અને તેનાથી બનેલા પાણીને ટ્રિટિઅમ ઓકસાઈડ કહે છે. આવું પાણી અતિઅલ્પ અંશમાં વર્ષા,

હિમવર્ષા અને સરોવરની સપાટીના પાણીમાં હોય છે. ૧૦ ને અઢાર વખત ૧૦ વડે ગુણો એટલા પરમાણુઓમાં એક પરમાણુ ટ્રિટિઅમનો હોય ! તે કિરણોત્સર્ગી હોય છે.

ભારે પાણી અણુશકિત બનાવવાના કારખાનાંમાં વપરાય છે. યુરેનિઅમના પરમાણુઓના વિભાજનમાંથી જે ન્યુટ્રોન નામના પેટા પરમાણુઓ નીકળે તેમની ઝડપ ઘટાડી નાખવા માટે શામક (મોડરેટર) તરીકે ભારે પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. હિટલરે ફ્રાન્સ પર ચડાઈ કરી ત્યારે વિજ્ઞાનશાસ્ત્રી દંપતી જોલિયો-ક્યુરી (માદામ ક્યુરીનાં જમાઈ અને દીકરી) પાસે ભારે પાણી હતું. તે જર્મનોના હાથમાં જતું બચાવવા તેમણે જીવના જોખમે આ પાણી નોર્વે મોકલી આપ્યું. પછી નોર્વેમાં ૧૦૦ ગેલન ભારે પાણી જર્મનોના હાથમાં ગયું. જર્મનોને અણુબોમ બનાવવામાં તે ઉપયોગી થશે એવા ભયથી અંગ્રેજોએ એક કમાન્ડો ટુકડી જર્મનોના તાબાના નોર્વેના કાંઠે ઉતારી અને તેણે જીવસટોસટના સાહસ કરીને ૧૯૪૨માં આ પાણીનો નાશ કર્યો.

હાઈડ્રોજન બોંબમાં ડ્યુટેરિઅમ વપરાય છે. તેમાં ડ્યુટેરિઅમના પરમાણુના સંયોજનનું નિયમન કરી શકાય તો અણુશકિત મેળવવા માટે યુરેનિઅમની ગરજ ન રહે. પાણીમાંથી જોઈએ તેટલો હાઈડ્રોજન વાયુ મેળવી શકાય.

ભારે પાણી રસાયણવિજ્ઞાન અને અણુવિજ્ઞાનમાં ઉપયોગી છે, પણ જીવવિજ્ઞાનમાં બહુ ઉપયોગી નથી. તેના વડે જીવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિ સૃષ્ટિ કદાચ નભી શકે નહિ. પણ તેનો પૂરતો અભ્યાસ થયો નથી. જીવવિજ્ઞાનના અભ્યાસમાં હાઈડ્રોજનના આઈસોટોપ્સનો ઘણો ઉપયોગ થાય છે અને સજીવમાં થતા રૂપાંતરો સમજી શકાય છે. કદાચ શુદ્ધ ભારે પાણી પર જીવન ન પણ નભી શકે. સામાન્ય પાણીમાં પણ થોડા પ્રમાણમાં ભારે પાણી તો છે જ. અને સજીવોને તેથી નુકશાન નથી થતું.

જીવ માટે સાદું પાણી જોઈએ અને તે પણ દરેક જાતના જીવ અને વનસ્પતિ માટે ચોકકસ પ્રમાણમાં જ જોઈએ. ઝાડા ઉલટીથી ખાસ કરીને ઝેરી ઝાડા (ગેસ્ટ્રોએન્ટરાઈટીસ) અને કોલેરામાં માણસ મરી જાય છે, કારણ કે તે શરીરમાંથી ઝાડા ઉલટી વાટે ઘણું પાણી ગુમાવે છે. શરીરમાં જોઈતા પાણીનું પ્રમાણ ઘટી જાય તો જિંદગી જોખમમાં આવી પડે. પ્રમાણ વધી પણ ન જવું જોઈએ, ઘટી પણ ન જવું જોઈએ. જલચરો પાણીમાં રહે છે પરંતુ તેમના શરીરમાં પણ વધુ પાણી આવવું ન જોઈએ. ધરતી પર કે સૂકા રણમાં વસનારા જીવોએ શરીરનું પાણી ચોકકસ પ્રમાણ કરતાં વધુ ગુમાવવું ન પાલવે. શરીરના તમામ અંગ-ઉપાંગો, સ્નાયુઓ, જ્ઞાનતંતુઓ, નસો, રસગ્રંથિઓ, હૃદય, ફેફસાં, મગજ, વગેરેમાં થતી રાસાયણિક ક્રિયામાં પાણી મુખ્ય ભાગ ભજવે છે. તે માટે જોઈતા લઘુતમ પ્રમાણ કરતાં પાણી ઓછું થાય તો એ ક્રિયામાં ખલેલ પહોંચે, અટકી જાય અને છેવટે બહુ પીડા ભોગવીને મૃત્યુ પણ નીપજે. ઝાડા ઉલટીથી અને તરસથી માણસ મરી જાય છે તેનું આ કારણ છે.

સમુદ્રનું પાણી પી શકાતું નથી, કારણ કે તેમાં ક્ષાર સાડાત્રણ ટકા હોય છે. આપણા શરીરના રસોમાં ક્ષારનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોવાથી સમુદ્રનું પાણી શરીરની ચયાપચય

ક્રિયામાં ઉપયોગી થવાને બદલે શરીરમાંથી પાણીને ખેંચી લે છે. તેથી સમુદ્રનું પાણી પીવાથી તરસ છીપવાને બદલે વધુ તરસ લાગે છે, કારણ કે શરીરમાં લોહીમાં તથા બીજા પ્રવાહી-ઓમાં જે પાણી હોય તે ખેંચાઈને પીધેલા સમુદ્રના પાણીમાં ભળે છે. રોગજનક-જીવાણુ-યુક્ત પાણી પીવાથી કોલેરા, ટાઈફોઈડ, કમળો અને બીજા ઘણા રોગોનો ચેપ લાગે છે. આથી બંધિયાર કે અજાણ્યું પાણી પીતાં પહેલાં તેને ઊકાળીને શુદ્ધ કરી લેવું જોઈએ. અશુદ્ધ પાણી ઘણા રોગોનું વાહક છે.

છેવટે પાણીના ઘણા ભૌતિક ગુણો પણ જાણી લેવા જોઈએ. પ્રકાશનાં કિરણો જ્યારે એક માધ્યમમાંથી બીજા માધ્યમમાં દાખલ થાય છે ત્યારે વળી જાય છે એ તો જાણીતી હકી-કત છે. પ્રકાશનું આ વક્રીભવન આપણને છેતરી શકે છે. આથી સ્વચ્છ પાણીના જળા-શયનું તળિયું સ્પષ્ટ દેખાતું હોય તો પણ તેની સાચી ઊંડાઈનો ખ્યાલ નથી આવતો. પાણી છીછરૂં માનીને તેમાં ઝંપલાવો તો જાણ થાય કે પાણી તો ઊંડું છે.

હવા કરતાં પાણીમાં અવાજ વધુ સરળતાથી ગતિ કરે છે. હવામાં તેની ઝડપ હવાના ઉષ્ણતામાન પર આધાર રાખે છે. માનો કે ઝડપ ૩૬૦ મીટર હોય તો પાણીમાં ૧,૩૫૦ મીટર હોય છે. પરંતુ પાણીમાં ક્ષારો, ઉષ્ણતા અને દબાણ હોય તે પ્રમાણે તેમાં ફેરફાર થાય. સમુદ્રમાં છુપાયેલ સબમરિન, ખરાબા અને તળિયાની ભાળ સોનાર નામનાં યંત્રથી અવા-જનાં મોજાં મોકલીને તેમના પ્રતિધ્વનિ વડે મેળવી શકાય છે.

પાણી ઓછી જગ્યા રોકે એવી રીતે તેને દબાવવું હોય તો તેમાં ભાગ્યે જ થોડી સફ-ળતા મળશે. હજાર વાતાવરણના દબાણ જેટલું દબાણ આપો તો પાણી અઢી હજાર ભાગે એક ભાગ દબાશે.

પાણીના અણુઓ એકબીજા પર સરકે છે તેથી પાણી પ્રવાહી છે. જે પ્રવાહીના અણુઓ એકબીજા સાથેના ઘર્ષણથી ઓછા સરકે તે પ્રવાહી ઓછા વહે છે. જો ઢાળ હોય તો ગુરૂત્વાકર્ષણ પાણીને વહેતું રાખે છે. આથી નદીઓ વહેતી રહે છે. સમુદ્રમાં ભરતી-ઓટ અને મોજાં પાણીને વહેતું રાખે છે. પાણીની આ ગતિ તેને હવામાંથી પ્રાણવાયુ ચૂસી લેવાની સગવડ આપે છે. પ્રાણવાયુ હવાથી સમાગમમાં આવતી પાણીની સપાટી-માં જ ઓગળે છે. ગતિને લીધે ઉપરનું પાણી નીચે અને નીચેનું પાણી ઉપર આવે છે. આમ પ્રાણવાયુથી સંતૃપ્ત ઉપરનું પાણી નીચે ઊતરે છે અને પ્રાણવાયુથી અતૃપ્ત નીચેનું પાણી ઉપર આવે છે; આમ પ્રાણવાયુ પાણીમાં પ્રસરે છે. જો પાણીમાં પ્રવાહ કે મોજાં ન હોય તો તેમાં પ્રાણવાયુનું પ્રમાણ ઘટી જાય અને તે જીવોને નિભાવી શકે નહિ. પાણીમાં ઓગળેલા પ્રાણવાયુના શ્વસન પર જલચર સૃષ્ટિ જીવે છે. સંખ્યા અને કદમાં જલચરો પાસે ધરતીના જીવો કશી વિસ્તારમાં નથી. પરંતુ જલચરોને સરખામણીમાં બહુ ઓછો પ્રાણવાયુ જોઈએ છે.

પહેલો જીવ પાણીમાં પ્રગટયો હતો. હવે જીવ સ્થલચર હોય કે જલચર હોય ( કે ખેચર હોય) પણ તેના શરીરમાં પાણીનું ચોકકસ પ્રમાણ જળવાવું જોઈએ, પછી ભલે અવસ્થા પ્રમાણે પાણીનું પ્રમાણ વધે કે ઘટે. આપણે જોઈ ગયા કે બાળકના શરીરમાં વધુ

પાણી હોય, વૃદ્ધના શરીરમાં પ્રમાણમાં ઓછું. પાણીના પ્રમાણ સાથે શરીરના કોશોની અંદર ક્ષારો અને વીજ ભાર ધરાવતા અણુઓ (ions) ને પણ સંબંધ છે. સમુદ્રના મોટા ભાગના જીવોના કોશોમાં આ પદાર્થો સમુદ્રના પાણીમાં ક્ષારો અને આયનો હોય તે પ્રમાણે હોય છે, જેથી સમુદ્રના ક્ષારો તેમના શરીરમાં ઘૂસીને વધારો ન કરે. મીઠા પાણીના જલચરોમાં આ સમતુલા નથી હોતી. મીઠાપાણી કરતાં તેમના શરીરમાં વધુ ક્ષાર હોય છે. મીઠું પાણી શરીરમાં ઘૂસીને ન આવે અને ક્ષારોને ખેંચી ન લે તેવી જોગવાઈ હોય છે. ખારા પાણીના બધા જીવો મીઠા પાણીમાં અને મીઠા પાણીના બધા જીવો ખારા પાણીમાં મોટા ભાગે જીવી શકતા નથી તેનું કારણ આ છે.

પૃથ્વી પર પાણી ખૂટી જાય તો પ્રાણવાયુ પણ ખૂટી જાય. લીલી વનસ્પતિમાં રહેલ હરિત દ્રવ્ય (ક્લોરોફિલ) સૂર્યપ્રકાશની શક્તિ ગ્રહણ કરીને હવામાંથી કાર્બનડાયોક્સાઈડ મેળવે છે. કાર્બનડાયોક્સાઈડ અને પાણીમાંથી તે પોતાના પોષણ માટે સેન્દ્રિય સંયોજિત પદાર્થો બનાવે છે. જો પાણી નહોય તો આ ક્રિયા ન થાય, અને આ ક્રિયા ન થાય તો ઓક્સીજન ખૂટી જાય. કારણ કે આ ક્રિયા દરમ્યાન વનસ્પતિ કાર્બનડાયોક્સાઈડમાંથી કાર્બનનો ઉપયોગ કરીલે છે અને ઓક્સીજન જીવસૃષ્ટિ માટે છૂટો કરે છે. આમ આપણને ઓક્સીજન મળે તે માટે પાણી અને વનસ્પતિ બંને જરૂરી છે.

જીવનના નિભાવમાં તેમ પ્રસારણમાં પણ પાણી મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. જીવની ઉત્પત્તિમાં અને ગર્ભના તથા શરીરના વિકાસમાં પાણી મુખ્ય ભાગ ભજવે છે તે આપણે જોયું. વનસ્પતિના પ્રસારણમાં પણ તે મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. પાણી વનસ્પતિનાં બીજને એક ઠેકાણેથી બીજે ઠેકાણે લઈજાય છે અને ત્યાં ઊગવાની અને ફાલવાની સગવડ કરી આપે છે. જાવા પાસે ગઈ સદીમાં ક્રકતોવા જવાળામુખી ટાપુ ફાટયા પછી તેના રસનો નવા ટાપુ બન્યો ત્યારે સમુદ્રે બીજા ટાપુઓપરથી નાળિયર અને બીજાં ફળ તથા બીજ ત્યાં પહોંચાડયા હતાં અને થોડાં વરસોમાં એ નિર્જીવ ટાપુ પર વનસ્પતિ અને જીવ-સૃષ્ટિ પાંગરી હતી !

પાણીના સહસ્ર ઉપયોગોનું વર્ણન કરવાની અહીં જગ્યા નથી, પણ જલચિકિત્સામાં પાણીના ઉપયોગનો ઉલ્લેખ કરવો જોઈએ. ગરમ પાણીના ઝરાના વર્ણનમાં તેનો થોડોક ઉલ્લેખ કર્યો છે. જલચિકિત્સાને અંગ્રેજીમાં (hydropathy) કહે છે. નિસર્ગોપચારમાં તેનું સ્થાન છે. પ્રાચીન ગ્રીક અને રોમન પ્રજાઓમાં જલચિકિત્સા લોકપ્રિય હતી. ઈ. સ. ૧૮૨૯ના અરસામાં યુરોપમાં સાઈલેશિઆના એક નિસર્ગોપચારકે જલચિકિત્સાને શાસ્ત્રીય સ્વરૂપ આપીને લોકપ્રિય બનાવી. તેનો પ્રચાર યુરોપ-અમેરિકામાં થયો. આપણે શેક કરવા માટે ગરમ પાણીનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. તેથી શરીરના રોગવાળા ભાગને એકસરખી અને એકધારી ગરમી મળતાં તેનું ઉષ્ણતામાન વધે છે, લોહીનું પરિભ્રમણ વધતાં ત્યાં વધુ લોહી મળે છે અને દર્દ ઘટે છે. હોજરીમાંથી અનિચ્છનીય પદાર્થ કે ઝેર કાઢી નાખવા માટે મીઠાવાળું ગરમ પાણી પાઈને ઉલટી કરાવવામાં આવે છે. શરીરમાં પાણી ઓછું થઈ ગયું હોય તો યોગ્ય પ્રમાણના ક્ષાર અને શર્કરાવાળું પાણી નસ વાટે ચડાવવામાં

આવે છે.

વિજ્ઞાનમાં અને ઉદ્યોગમાં દ્રાવક (solvent) તરીકે, રાસાયણિક ક્રિયાના યોગવાહક (catalyst) તરીકે, તોલ, માપ અને સરખામણીના એકમ તરીકે, શુદ્ધિકારક તરીકે, વગેરે અનેક રીતે પાણી મહત્ત્વ ધરાવે છે. ઉદ્યોગોમાં જોઈતો હાઈડ્રોજનવાયુ પાણીમાંથી મેળવવામાં આવે છે.

# ૧૨

# વાહન વહેવારમાં પાણી

રાવણ વિશે કથા છે કે તેના મહેલમાં સૂર્ય-ચંદ્ર દીવા કરતા હતા, વાયુ વીંજણો ઢોળતો હતો અને વાસીદાં કાઢતો હતો, વરૂણ પાણી ભરતો હતો. આમ દેવો રાવણની સેવા કરતા હતા.

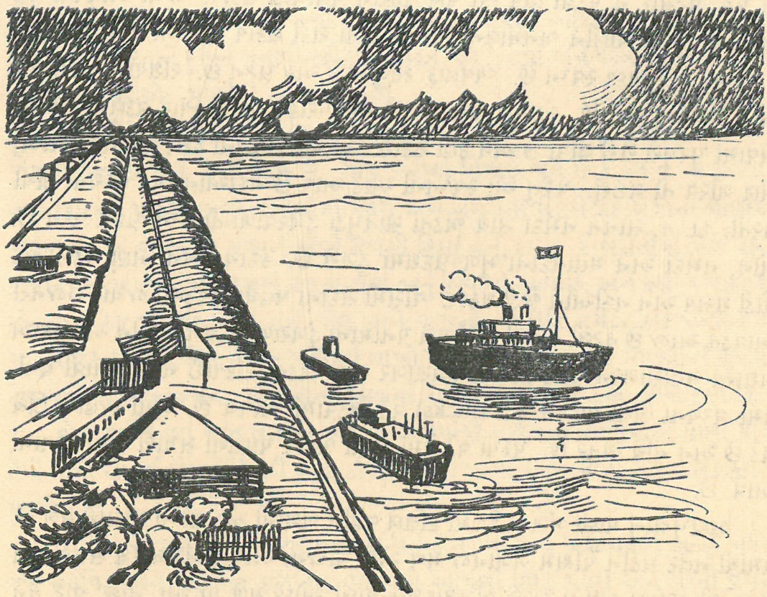
વિજ્ઞાન વડે આપણે પણ દેવોને—એટલે કે કુદરતની શકિતને—આપણી સેવામાં રોકેલ છે. તેમાં પાણીનો દેવ વરુણ માણસજાતની કદાચ સૌથી વધારે સેવા બજાવે છે. માણસ તરાપો બાંધીને તરતો થયો ત્યારથી પાણીએ વાહન વહેવારમાં માણસને શ્રેષ્ઠ સેવા આપી છે. ઈમારતી લાકડાં માટે પહાડો અને જંગલોમાંથી નદીઓ દર વર્ષે કરોડો થડ લાવે છે, થડને પાણીમાં નાખ્યા પછી સેંકડો માઈલ સુધી લઈ આવવાનો કશો ખર્ચ નથી થતો.

આજે કરોડો નાનાં-મોટાં વહાણો અને હોડકાં આખા જગતમાં માલ અને મુસાફરોને લઈ જાય છે. એક ટ્રેઈન કરતાં એક આગબોટ વધુ માલ અને મુસાફરોને ઓછા ખર્ચે લઈ જઇ શકે. આપણું વહાણવટું હજારો વર્ષ જૂનું છે. તેમ છતાં વેપારી વહાણવટામાં આપણે ઘણા પાછળ છીએ. દુનિયાનાં જહાજોનું કુલ ગ્રોસ ટનેજ ત્રણ કરોડ ટન વધું છે. તેમાં ભારત પાસે જૂન ૧૯૭૨ સુધી માત્ર ૨૫ લાખ ટન જેટલું જ હતું. આંતરિક જળવહેવારમાં આપણે તેથી પણ પાછળ છીએ. યુરોપ, અમેરિકા, અને રશિયાની નદીઓ વાહન વહેવારથી ધમધમે છે. આપણા દેશમાં વાહન વહેવાર માટે ઉત્તમ નદીઓ છે, એટલી નહેરો છે. દુનિયામાં વધુમાં વધુ નહેરો બે પંજાબમાં છે. તેમ છતાં આપણા દેશમાં જલમાર્ગોનો ઉપયોગ ઓછામાં ઓછો થાય છે. નદી પાર કરવા કે ટૂંકા પ્રવાસ માટે જે હોડકાં રાખવામાં આવ્યાં છે તે પણ સારી હાલતમાં નથી હોતાં, સારી વ્યવસ્થા નથી હોતી, સત્તાવાળાઓ તેમનું નિયમન કરવામાં ફરજ નથી બજાવતા. પરિણામે દર વર્ષે હોડી હોનારતો થાય છે અને અનેક માણસો જીવ ગુમાવે છે.

રશિયાએ પોતાની બધી મોટી નદીઓને જોડી લીધી છે. નદીઓ અને નહેરો દ્વારા ઉત્તર-દક્ષિણ સમુદ્રો પણ જોડાયેલા છે. નદીઓ પર હાઈડ્રોફોઈલ (તળિયે પાંખ વાળી) અને બીજી ઝડપી નૌકાઓ મુસાફરો માટે દોડે છે. વિશાળ નૌકાઓ માલ ભરીને હંકારે છે. નૌકાબસ તરીકે ઓળખાતી ઝડપી નૌકાઓ શહેરમાં કામધંધે જતા લોકોને લઈ જાય છે.

યુરોપમાં દાન્યુબ, રાઈન, સીન, એલ્બ, વિસ્તુલા, નીપર વગેરે નદીઓ કેટલો બધો

માલ બંદરો સુધી પહોંચાડે છે, તેની આપણને કલ્પના પણ નહિ આવે. દાન્યુબ તો આંતરરાષ્ટ્રીય વેપાર માટે પ્રસિદ્ધ છે. તે નવ દેશોમાંથી પસાર થાય છે. અમેરિકામાં સેન્ટ લોરેન્સ નદી યુનાઈટેડ સ્ટેટ્સ અને કેનેડાનો ધોરી જલમાર્ગ બની ગયેલ છે. સરોવરોને નદી સાથે જોડીને યુનાઈટેડ સ્ટેટ્સના અંદરના ભાગમાં મહાસાગરની આગબોટોને લાવવામાં આવે છે. દુનિયામાં જલમાર્ગ તરીકે નદીઓ અને નહેરોનો શ્રેષ્ઠ ઉપયોગ અમેરિકાએ અને રશિયાએ કર્યો છે. ચીનાઓએ સૈકાઓ પહેલાં પૂર્વ ચીનમાં હજાર માઈલ લાંબી મહાનહેર (ગ્રાન્ડ કેનાલ) બાંધી હતી. રાતાસમુદ્રના માર્ગે ભારતનો માલ નીલ નદીમાં થઈને યુરોપ જતો હતો.



**૧૬૫ કિલોમીટર લાંબી સુએઝ નહેર વડે રાતો સમુદ્ર અને ભૂમધ્ય સમુદ્ર જોડાઈ જતાં જગતને એક બહુ મહત્ત્વનો જલમાર્ગ મળ્યો છે. ભારત માટે તેનું મહત્ત્વ ઘણું જ છે.**

આપણે પંજાબથી આસામ સુધી અને દિલ્હીથી રામેશ્વર સુધી નદીઓ અને નહેરો વાટે માલ અને મુસાફરોની હેરફેર કરી શકીએ. તે માટે કેટલીક નદીઓને નહેરો વડે જોડવી જોઈએ. એવી યોજના કાગળ પર છે. અમલ થાય ત્યારે ખરો. વગર જોડાયેલી નદીઓનો પણ પૂરતો ઉપયોગ આપણે નથી કરતા.

યોજના એવી છે કે પટણા પછી આગળ જતાં વેડફાઈ જતું અને પૂર વડે ભારે નુકસાન કરતું ગંગાનું પાણી તેની શાખા સોનમાં વાળવું. સોનને નર્મદા અને મહાનદી સાથે,

મહાનદીને ગોદાવરી સાથે જોડવી. નર્મદા અને મહાનદી જોડાય એટલે ખંભાતના અખાતથી ભારત સોંસરવા બંગાળના ઉપસાગરમાં જઈ શકાય. ગોદાવરીને કૃષ્ણા સાથે, કૃષ્ણાને પેનર નદી સાથે, પેનરને પાલેરૂ નદી સાથે અને પાલેરૂને કાવેરી નદી સાથે જોડવી. આમ ગંગા કાવેરી સાથે જોડાઈ જાય અને વીજળીના ગ્રિડની જેમ પાણીનું ગ્રિડ સર્જાય. કાવેરીને વાઈગાઈ નદી સાથે જોડો એટલે રામેશ્વર સુધી ગંગાનું પાણી પહોંચે. ઉત્તરમાં પંજાબની નદીઓ તો પરસ્પર જોડાયેલી છે જ. પંજાબની નદીઓને યમુના સાથે અને યમુનાને દિલ્હીની પૂર્વે ગંગા સાથે જોડી ધ્યો, એટલે અમૃતસરથી રામેશ્વર અને ભરૂચથી ભુવનેશ્વર અને કટક સુધી જલમાર્ગો જોડાઈ જાય. તેથી ખેતી માટે ક્યાંય પાણીની તંગી ન પડે. વરસાદ ન પડયો હોય ત્યાં પણ પાણીને પહોંચાડી શકાય. જ્યાં અતિવર્ષા થઈ હોય ત્યાં પૂરના પાણીને જાનમાલનો વિનાશ કરતાં રોકી શકાય અને બીજે વાળી શકાય.

આ એક ભવ્ય સ્વપ્ન છે. વ્યવહારૂં કેટલું છે તે એક પ્રશ્ન છે. રશિયાએ એથી પણ મોટાં પરાક્રમો કર્યા છે. આપણે પણ જ્યારે આ પરાક્રમ કરીશું ત્યારે વરૂણને આપણી સેવામાં પૂરેપૂરો રોકી લીધો છે એમ કહી શકાશે. આપણે રાવણની જેમ ગર્વ નહિ કરીએ, પણ ગૌરવ તો લઈશું. પરંતુ આ સ્વપ્નની આડે આવે છે નદીઓના પટ વચ્ચેની ઊંચી ધરતી. દા. ત. સોનને નર્મદા સાથે જોડતાં સાતપુડા ડુંગરવાળા તો ઉચ્ચ પ્રદેશ વચ્ચે છે. સોન, નર્મદા અને મહાનદીના મૂળ પ્રદેશમાં ડુંગરો છે. કદાચ તેમને અણુ ધડાકા વડે તોડી શકાય અને નદીઓને જોડી શકાય. વીસમી સદીના પહેલા દાયકામાં જ્યારે ઈજનેરી આવડત આજે છે તેટલી ન હતી ત્યારે પણ પનામાના ડુંગરાળ પ્રદેશને ખોદીને અમેરિકાએ પ્રશાન્ત મહાસાગરને આટલાન્ટિક મહાસાગર સાથે જોડતી દરિયાઈ નહેર બનાવી હતી. તેમાં વચ્ચેના ઊંચા ભાગને કુંડો (locks) વડે જોડવામાં આવેલ છે. જેમાં જહાજો ઊંચે ચડે છે અને નીચે ઊતરે છે. પમ્પો વડે તેમાં પાણી ભરીને પાણીની સપાટી ઊંચી કરવામાં આવે છે.

બ્રહ્મપુત્રાનું પાણી બંગલા દેશમાં દક્ષિણે વહીને ગંગાની એક શાખા પદ્માને મળે છે. તેમાંથી નહેર કાઢીને પશ્ચિમે ગંગાનેજ મળે એવી યોજના આપણે બંગલાદેશ સમક્ષ મૂકી છે. તેથી ફરાકકા બંધના કારણે બંગલાદેશને પાણી ઓછું મળે તો આ નહેર વાટે તેને બદલો મળી રહે.

નદીઓના જોડાણની યોજના શેખચલ્લી જેવી નથી, કંઈ નહિ તો ડુંગરાળ પ્રદેશોને બાદ કરતાં તેમને મેદાનોમાં તો જોડી શકાય. આ સદી પૂરી થાય તે પહેલાં કેટલાંક જોડાણો થશે. તેથી ખેતીમાં અને વાહન વહેવારમાં પાણીનો વધુ ઉપયોગ થશે.

## ૧૩

# પવિત્ર ગંગાને ગટર બનાવી!

આજે આખી દુનિયામાં પોકાર ઊઠયો છે કે આપણી ઔદ્યોગિક સંસ્કૃતિ હવા, પાણી, અને ધરતીને દૂષિત બનાવી રહી છે; સમુદ્રને પણ! હવા અને ધરતીની વાત આપણે અહીં જતી કરીએ. પાણીની જ વાત કરીએ.

કરોડો હિંદુઓ માટે ગંગા મૈયાનો પ્રવાહ પવિત્ર છે. તેમાં સ્નાન કરવાથી બધા-પાપ ધોવાઈ જાય છે એમ તેઓ માને છે. પાપ ખરેખર ધોવાઈ જાય છે કે કેમ તે તો આપણે નથી જાણતા, પણ આપણા ઉદ્યોગોનો કચરો અને નગરોની ગંદકી તો ગંગાના પાણીમાં ધોવાય છે. બે વખત તો ગંગાનું પાણી સળગી ઊઠયું હતું, કારણ કે બરૌનીમાં તેલ શુદ્ધ કરવાના કારખાનામાંથી નકકામું તેલ ગંગામાં જતું કરવામાં આવે છે, અને અગ્નિ પડવાથી એ તરતું તેલ સળગી ઊઠયું હતું. તેલ અને ગટરની ગંદકીથી તેમજ કારખાનાંઓના રાસાયણિક કચરાથી ઝેરી બનતા પાણીમાં લાખો માછલાં મરી જાય છે. માછલાંની ચૂઈમાં તેલ જવાથી અને જળચર પક્ષીઓનાં પીછાંમાં તેલ ચોંટી જવાથી તેઓ માર્યા જાય છે.

થોડા વર્ષ પહેલાં વડોદરા પાસે એક તળાવડીમાંથી સરકસના હાથીઓએ પાણી પીધું તેથી તેઓ રીબાઈ રીબાઈને મરી ગયા, કારણ કે તળાવડીમાં કારખાનાનો રાસાયણિક કચરો પડયો હતો.

અમેરિકાના ગૃહપ્રધાને ૧૯૬૫માં કહ્યું હતું કે ગરીબી અને અજ્ઞાનતાને કારણે નહિ, પણ આર્થિક અને વૈજ્ઞાનિક પ્રગતિના પરિણામે આપણાં હવા, પાણી અને ધરતી વધુને વધુ દુષિત થાય એ પણ કેવો કટાક્ષ છે! પ્રમુખ કેનેડીએ કહ્યું હતું કે અમેરિકાની દરેક નદીનું પાણી દુષિત થઈ ગયું છે!

અમેરિકાની હડસન નદી જેના નામથી ઓળખાય છે તે હેન્રી હડસને પહેલી વાર આ નદીને જોઈ ત્યારે તેના સ્વચ્છ પાણી અને નૈસર્ગિક સૌંદર્ય પર મુગ્ધ થઈ ગયો હતો. સેનેટર રોબર્ટ કેનેડીનું ખૂન થઈ ગયું તે પહેલાં તેમણે આ નદી જોઈને અફસોસ કરતાં કહ્યું હતું કે તેમાં બધે મોટરગાડીઓનો ભંગાર, ખાલી નકામા ડબા, તેલના નકકામા પીપ, અને શહેરના ઉકરડા તથા ગટરો ઠલવાતાં હોવાથી છારીવાળું પાણી ગંધાતું હોય છે!

દાંડેલી (કર્ણાટક) જંગલના રેસ્ટ હાઉસમાં હું મુકામ કરવા ગયો ત્યારે પાછળ નદી છે તે જાણી મને આનંદ થયો. પરંતુ જયારે નદી કાંઠે ગયો ત્યારે ગંધાતા પાણીએ જાણ

કરી કે કારખાનાંઓએ તેને પોતાની ઔદ્યોગિક ગંદકીના નિકાલ માટે ગટર બનાવી દીધી છે !

અમેરિકાની નદીઓ અને તેનાં સરોવરો હવે ખાદ્ય માછલાં માટે પ્રખ્યાત નથી. તેમનાં પાણી તરવા માટે પણ યોગ્ય નથી. એરી સરોવર એક જમાનામાં લાખો લોકોને ખોરાક, પાણી અને મનોરંજન આપતું હતું. હવે ગંદકીથી તેને મરી પરવારેલા સરોવર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. કાંઠાના ખેતરોમાં જે રાસાયણિક ખાતર અને જંતુઘ્ન રસાયણો છાંટવામાં આવે છે તે ધોવાઈને આ સરોવરોમાં જાય છે. તેથી સરોવરોમાં પુષ્કળ વનસ્પતિ થઈ પડી છે. તેમાં રોજ દોઢ અબજ ગેલનથી વધુ ગંદુ પાણી અને ૭૦ લાખ રતલ રસાયણો જાય છે ! ઉદ્યોગપતિઓ એવા વગદાર છે કે તેઓ પ્રદુષણ (અં. પોલ્યુશન) વિરૂદ્ધના કાયદાની અવગણના કરે છે.

ઉલ્હાસ નદી માથેરાનના પહાડી પ્રદેશમાંથી નીકળે છે ત્યાં કેવી રમ્ય લાગે છે ! પણ કલ્યાણના ઔદ્યોગિક વિસ્તારમાંથી તે પસાર થાય છે ત્યારે ૧૦૦ જેટલા ઉદ્યોગોનો રાસાયણિક અને બીજો કચરો તેમાં પડતો હોવાથી એક મોટી ગટર બની ગઈ છે. ઉદ્યોગોને અને નગરોને પોતાની ગંદકી નદીમાં વહેતી કરવી તેના જેવો સોંઘો અને સહેલો નિકાલ બીજો એકે નથી લાગતો. આથી દિલ્હી અને તેની આસપાસના ઔદ્યોગિક વિસ્તારોની ગટરો યમુનામાં વાળવામાં આવી છે. ઋષિકેશથી કલકત્તા સુધીની ગંદકી ગંગામાં જાય છે. શબને જલદાહ દેવા માટે તેને પવિત્ર નદીમાં નાખી દેવાની પ્રથા જૂની છે. સદ્ભાગ્યે ગંગાના પાણીમાં રોગના જીવાણુઓને ખાઈ જનાર બેકટીરિઆફેજ નામના વિષાણુઓ હોય છે. તેઓ જીવાણુઓને ખાઈ જાય છે. તેમ છતાં યમુનાપાન અને ગંગાપાન કરનારા શ્રદ્ધાળુઓએ જાણવું જોઈએ કે આ નદીઓનું પાણી હંમેશાં નિર્દોષ નથી હોતું. બિહાર અને બંગાળમાં દૂષિત જળના કારણે ચેપી ઝાડા (ગેસ્ટ્રોએન્ટરાઈટીસ) અને કોલેરાના બનાવ બન્યા જ કરે છે.

ભારતમાં વસતિ વધતી જાય છે, ઉદ્યોગો વધતા જાય છે, તેમ કચરો અને ગંદકી વધતી જાય છે. તેમના નિકાલનો સહેલો અને સસ્તો માર્ગ નદીઓ અને સમુદ્ર છે. ઘણી નદીઓનાં વહેણ સૂકી ઋતુમાં અટકી જાય છે અથવા મંદ પડી જાય છે તેથી બધી ગંદકી ધોવાઈ જતી નથી. જ્યારે પાણીમાં કચરો સડે છે ત્યારે પાણીમાં ઓગળેલા પ્રાણવાયુ તેમાં વપરાય જાય છે. રસાયણો પાણીને ઝેરી બનાવે છે, તેથી માછલાં મરી જાય છે.

તેલ, રસાયણો, ખાતર, કાગળ, કાપડ, ખાંડ, દારૂ, ચામડાં, વગેરેના કારખાનાં તથા શહેરોની ગટરો જળાશયોને વધુમાં વધુ મલિન બનાવે છે. આપણા દેશમાં ઘણા ભણેલા માણસો પણ સ્વચ્છતા અને સ્વાસ્થ્ય વિશે સભાન નથી હોતા, તો ગામડાંનાં અભણ માણસોની શી વાત કરવી ? નહાવું, કપડાં ધોવાં, વાસણ માંજવાં, ઢોરને નવરાવવા, એ બધું કૂવા કે તળાવને કાંઠે થાય છે, જેથી ગંદું પાણી સીધું કે ધરતીમાં થઈને જળાશયમાં જાય છે. ગંગાકાંઠે કાનપુર અને બીજાં નગરો કાપડ, ઊન, ચામડાં કાગળ, શણ, વગેરેના કારખાના માટે જાણીતા છે. તેઓ કારખાનાનું ગંદુ પાણી ગંગામાં પધરાવે છે !

આગ્રા પણ ચામડાં, ડી. ડી. ટી., બીજા રસાયણો, વગેરેનાં કારખાનાં ધરાવે છે. આ કારખાનાંની ગંદકી અને દિલ્હી શહેરની તથા તેની આસપાસના ઔદ્યોગિક વિસ્તારોની ગંદકી યમુનામાં પડે છે. તેથી માછલાં તો મરે જ છે, પણ જ્યારે પાણી વધુ દૂષિત બને છે ત્યારે યમુનાપાન કરનારાઓને યમુના પોતાના ભાઈ (યમ)ને ત્યાં મોકલી આપે છે !

દામોદર નદી તેના જળ-બંધ સંકુલ ઉપરાંત ઉદ્યોગો વડે ધમધમે છે. કેટલાંય ઝેરી રસાયણોવાળું ૪૦ લાખ ગેલન ગંદુ પાણી રોજ દામોદર નદીમાં જાય છે. ઉત્તર પ્રદેશ અને બિહારની બધી નદીઓની ગંદકી બંગાળમાં ગંગા (હુગલી) નદીમાં એકઠી થાય છે. એ જાણે ઓછી હોય તેમ કલકત્તાના દોઢસોથી વધુ ઉદ્યોગો ગંગામાં ગંદકી ઠાલવે છે !

ભારતમાં પીવાના સ્વચ્છ પાણીની સગવડ બધાં ગામડાંમાં નથી, અને ભાગ્યશાળી નગરોને અને ગામડાંને નાની-મોટી નદીઓ છે તેમનું પાણી આપણે મલિન અને દૂષિત કરીએ છીએ ! આપણી આ કેવી પ્રગતિ !

આજે વિજ્ઞાન અને ટેકનોલોજી એટલાં આગળ વધી ગયા છે કે કારખાનાનું ગંદુ પાણી અને નગરોની ગટરોનું પાણી પણ શુદ્ધ કરીને પીવામાં પણ વાપરી શકાય અને કચરાનું ખાતર બને. મુંબઈમાં એક કારખાનાએ ગટરનું પાણી શુદ્ધ કરીને પત્રકારએ પાસે પીવા મૂક્યું હતું—જો કોઈને પીવાની ઈચ્છા હોય તો ! અને એ પાણી નળમાંથી આવતા સુધરાઈના પાણી કરતાં વધુ શુદ્ધ હતું ! મુંબઈમાં પીવાના પાણીના નળ ગટરોમાંથી પસાર થાય છે. જૂના પાઈપ સડી ગયા હોય અને પાણીનો પુરવઠો બંધ હોય ત્યારે ગટરનું પાણી એ પાઈપમાં ઘૂસી જાય છે અને એવું દૂષિત પાણી ઘરમાં પીવા માટે પણ આવે છે. તેના પરિણામે ટાઈફોઈડ, કમળો, અને ચેપી ઝાડા જેવા રોગ ફાટી નીકળે છે.

'જળમાં મળ નહિ' એવી ખોટી કહેવતાથી પણ આગળ વધીને પવિત્ર નદીઓને કાંઠે વસનારા એમ જ માને છે કે આ પવિત્ર લોકમાતાઓમાં ગમે તેટલી ગંદકી નાખો તો પણ તેમનું પાણી શુદ્ધ જ રહે ! આથી કાશીના સાત લાખ નગરજનોનાં શૌચ અને મોઢાની ગંદકી ઉપરાંત માણસ અને ગાયોનાં શબ પણ ગંગામાં પધરાવી દેવામાં આવે છે ! કાશીમાં મરવાથી સ્વર્ગ મળે છે એમ માનનારા અહીં મરવા પણ આવે છે. આસપાસના ૧૫૦ કિલોમીટરના વિસ્તારમાંથી પણ શબ લાવવામાં આવે છે. અને તે શબ અથવા તેમની રાખ ગંગામાં પધરાવી દેવામાં આવે છે !

પારિસ વચ્ચે થઈને વહેતી સીન નદી, લંડન વચ્ચે વહેતી થેમ્સ નદી અને યુરોપના ઘણા દેશોમાં થઈને વહેતી દાન્યુબ નદી ઉદ્યોગોની ગટર બની ગઈ છે. જ્યારે ઝેરી ગંદકીનું પ્રમાણ વધી જાય છે ત્યારે તેમનાં પાણી અને કાંઠા મરેલાં માછલાંથી છવાઈ જાય છે.

યુરોપમાં જર્મન પ્રજા પાણીને સ્વચ્છ રાખવા વિશે ઘણી જાગૃત છે. તેણે પોતાની હદમાં વહેતી રાઈન અને રૂર નદીને સ્વચ્છ રાખવાનો પુરૂષાર્થ કર્યો છે. તેઓ બતાવે છે કે ઉદ્યોગપતિઓ સંસ્કારી હોય તો તેઓ જળાશયોને શુદ્ધ રાખી શકે. રૂરનો પ્રદેશ યુરોપમાં વધુમાં વધુ ઉદ્યોગો ધરાવનાર એક પ્રદેશ છે. તેમાં રસાયણોના અને ઔષધોના ઉદ્યોગ પણ છે. તેમ છતાં ઉદ્યોગપતિઓએ રૂર નદીના પાણીને સ્વચ્છ અને શુદ્ધ રાખ્યું છે. ૮૦

લાખથી વધુ માણસોને રૂર નદી પાણી, ખોરાક અને મનોરંજન પૂરાં પાડે છે. જર્મનોએ તેને ખરા અર્થમાં લોકમાતા ગણી છે, ત્યારે આપણે ગંગા-યમુનાને પણ ગંદી કરી છે.

રાસાયણિક ખાતરનું ધોવાણ અને તેનો કચરો જ્યારે નદી કે સરોવરના પાણીમાં જાય છે ત્યારે તેનાથી લીલ (એકકોશી શેવાળ) અને બીજી વનસ્પતિ વધી પડે છે. શેવાળ કે બીજી વનસ્પતિવાળું પાણી પીવા યોગ્ય નથી હોતું. તેમાં સેન્દ્રિય પદાર્થો હોય છે. સેન્દ્રિય પદાર્થવાળું પાણી પીવાથી જાત જાતના રોગ થાય છે.

ડી. ડી. ટી., બીજાં જંતુઘ્ન રસાયણો, સીસું, પારો, ડીટરજન્ટ, પ્લાસ્ટીક પદાર્થો વગેરે અશુદ્ધિઓ પાણીમાં જાય છે. ત્યારે તેમનો નાશ નથી થતો તેઓ જે વનસ્પતિ કે જીવના પેટમાં જાય છે તેમાં તેમનો સંગ્રહ થાય છે. એ જીવ કે વનસ્પતિ પર નભનારા જીવોના શરીરમાં એ સંગ્રહ વધે છે. છેવટે જે માણસ કે પશુ એ વનસ્પતિ કે જીવને ખાય તેના શરીરમાં આ ઝેર જાય છે. સેન્દ્રિય પદાર્થોને તો પાણીમાં રહેતા સુક્ષ્મ જીવાણુઓ ખાઈ જાય છે. પરંતુ તેઓ ડી. ડી. ટી., બીજા જંતુઘ્ન રસાયણો, ડીટરજન્ટ વગેરેને ખાઈ શકતા નથી. તેથી જળાશયોમાં આવો કચરો નાખવાથી પાણીમાં આ અનિચ્છનીય પદાર્થોનો વધારો થાય છે. ડીટરજન્ટની શોધ થઈ તે પછીના બે દાયદા દરમ્યાન યુરોપ-અમેરિકામાં અવિચારી પણે ગટરનું ડીટરજન્ટવાળું પાણી જળાશયોમાં જવા દેવામાં આવતું હતું. તેના પરિણામે નળમાં આવતું પીવાનું પાણી પણ ફીણ વડે બસબસતું હતું !

હિંદીચીનના ત્રણે દેશોમાં ગેરિલાઓ જંગલમાં છુપાઈ ન શકે અને ખેતરનો પાક તેમના હાથમાં ન જાય તે માટે અમેરિકાએ જંગલ અને પાકને બાળી નાખે એવાં દાહક રસાયણો હજારો ટનના હિસાબે છાંટયા હતાં. આવા રસાયણોથી પાક અને બીજી બધી વનસ્પતિ બળી જાય છે. વરસાદમાં આ રસાયણો ધોવાઈને નદીમાં અને છેવટે સમુદ્રમાં જાય છે. એ બંને ઠેકાણે તેઓ કુદરતે રચેલી જીવસમાજશાસ્ત્રીય (ઈકોલોજીકલ) ગોઠવણી (ઈકોસિસ્ટમ)ને તોડી નાખે છે.

જીવસમાજ રચના તૂટી પડે તો શું પરિણામ આવે તેનો એક કુતુહલજનક કિસ્સો નોંધવા જેવો છે. સારાવાક (મલયેશિયા) ના જંગલ અને પહાડી પ્રદેશમાં આવેલાં ગામડાંને મલેરિયાથી મુક્ત કરવા માટે જંતુઘ્ન રસાયણો છાંટવામાં આવ્યાં. તેથી મચ્છર તો મરી ગયા. જીવડાં પણ મરી ગયાં. આ જીવડાં ગામની બિલાડીઓએ ખાધાં. તેથી ઝેર ચડવાથી બિલાડીઓ મરી ગઈ. કુદરતની સમતુલા ખોરવાઈ જતાં બિલાડીઓની ગેરહાજરીમાં ઊંદરો એટલા બધા વધી પડ્યા કે તેઓ માણસના ખોરાકનો નાશ કરવા લાગ્યા. રોગ ફેલાવવા લાગ્યા. આખરે ગામડાના લોકોના જાનમાલના રક્ષણ માટે ઊંદરોને મારવા વિમાની છત્રીઓ વડે બિલાડીઓની ટુકડીઓ ઉતારવી પડી !

આપણા દેશોમાં હવાનું પ્રદૂષણ ઔદ્યોગિક વિસ્તારો પૂરતું મર્યાદિત છે, પણ પાણીનું પ્રદુષણ તો ઘણું વ્યાપક છે, કારણ કે શહેરો અને ઔદ્યોગિક વિસ્તારોનો કચરો લઈને નદીઓ છેક સમુદ્ર સુધી પહોંચે છે. ઉદ્યોગોના ક્ષેત્રે સરકારના ઉદ્યોગો વધતા જાય છે. ધરતી, વાતાવરણ અને પાણીને દૂષિત બનાવવામાં તેઓ પણ પાછળ નથી રહેતા ! મુંબ-

ઈમાં ટ્રોમ્બે પાસે ખાતરનું કારખાનું સરકારી છે અને તેમાંથી નીકળતા વાયુઓથી આસ-પાસનાં વૃક્ષો ચીમળાઈ જાય છે. ત્યાં વસતા લોકોના આરોગ્ય પર ખરાબ અસર થઈ છે.

શહેરોના અને ઉદ્યોગોના કચરાનો નિકાલ કેમ કરવો એ એક સમસ્યા છે એ ખરૂં, પણ એ સમસ્યાનો ઉકેલ અશકય નથી. આપણા તથા જીવ માત્રના અને વનસ્પતિના જીવનનો આધાર પાણી છે. કુદરતે આ અમૃતતુલ્ય રસાયણ આપણને શુદ્ધ સ્વરૂપે આપ્યું છે. આપણે તેને દૂષિત બનાવીને આપણું જ અહિત કરી રહ્યા છીએ.

સમુદ્ર પર હંકારાતી આગબોટો અને ખાસ કરીને તેલ ભરી જતાં ટેંકર જહાજો સમુદ્રના પાણીનું પણ પ્રદૂષણ કરે છે. તેઓ પોતાનું વપરાઈ ગયેલું લુબ્રિકેટિંગ તેલ દરિયામાં ફેંકે છે, ટેંકરો પોતાની ટાંકીઓ ધોઈને તેલવાળું પાણી સમુદ્રમાં ફેંકે છે. કોઈ વખત અકસ્માતથી કોઈ ટેંકરને નુકસાન થાય તો તેનું હજારો ટન તેલ સમુદ્રમાં ઢોળાય છે. જે પક્ષીઓ અને માછલાં આ તેલમાં આવી જાય તેઓ માર્યા જાય છે. રીબાઈ રીબાઈને મરે છે. સોરઠ કાંઠા પાસે તૂટી ગયેલા એક તેલવાહક જહાજનું તેલ સમુદ્રમાં ઢોળાતાં ભારે ઉપદ્રવ કર્યો હતો.

પાણી વેડફી નાખવું કે બગાડવું એ આપણું ભાવિ વેડફી નાખવા કે બગાડવા સમાન છે. આપણી પ્રગતિ અને સંસ્કૃતિનો આધાર પાણી છે. પાણી બગાડીશું તો આપણું જીવન પણ બગડી જશે. આપણી ફરજ છે કે આપણે ભાવિ પ્રજાને શુદ્ધ હવાનો અને શુદ્ધ પાણીનો પણ વારસો આપી જઈએ.

૧૪

# તરસ : શરીરમાં પાણીની સમતુલા

માણસ વર્ષોસુધી નહાય નહિ તો ચાલે. મહિનાઓ સુધી ખાય નહિ તો પણ જીવતો રહે, પણ થોડા દિવસ તે પાણી ન પીએ તો અથવા પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે તેના શરીરમાં પાણી ન જાય તો તે થોડા દિવસમાં મરી જાય. કલાકોમાંજ તેને તરસ લાગે, અને તરસ લાગ્યા પછી જેમ વધુ કલાકો વીતવા લાગે તેમ તરસની પીડા અસહ્ય બનવા લાગે. શરીરમાં ક્ષારોનું પ્રમાણ વધી જાય તો પણ તરસ લાગે, પછી ભલે શરીરમાં પાણી તેના કુદરતી પ્રમાણમાં હોય. એટલે જ જે માણસ સમુદ્રનું પાણી પીએ તે તરસ્યો ન હોય તો પણ તેને તરસ લાગે. અને તરસ્યો હોય તો તેની તરસ વધી જાય.

શરીરમાં વય પ્રમાણે આસરે ૬૦ થી ૬૫ ટકા પાણી હોય છે. તેમાંથી પાંચ ટકા પાણી પણ ઓછું થાય તો તરસ અસહ્ય બની જાય. રણ ઓળંગતાં તરસે મરવા પડેલા એક મુસાફર વિશેની નોંધ ઈતિહાસમાં મળે છે અને તે બનાવ ચાર હજાર વર્ષ પહેલાં બન્યો હતો ! ઈજિપ્ત (મિશ્ર) અને સિનાઈ વચ્ચેની સંયોગી ભૂમિ ઓળંગવા જતાં મિશ્રના ફારો (રાજા) નો સુબો સિનહે મરવા પડયો હતો. તે વખતે સુએઝની નહેર ન હતી. તેની જીભ તાળવામાં ચોંટી રહી. તેણે કહ્યું કે મૃત્યુનો સ્વાદ કેવો હોય તેની હવે મને ખબર પડી !

ઈ. સ. ૧૮૨૧માં એક ફ્રેન્ચે પાણી પીવાનું છોડીને આપઘાત કર્યો હતો ! તે ૧૭મા દિવસે મરી ગયો. ત્યાં સુધી તેણે મરવા માટે તરસની યાતના ભોગવી ! વહાણ ડૂબી જવાથી તરાપા વડે તરતા રહેલા વહાણવટીઓ સાગર વચ્ચે પાણીવિના પંદર દિવસ જીવ્યાના દાખલા છે.

ખોરાક, પીણાં અને પાણી રૂપે આપણને રોજ લગભગ બે લિટર પાણી જોઈએ. પ્રકૃતિ અને હવામાન પ્રમાણે તેમાં વધઘટ થાય. તદ્દન સૂકા ખોરાકમાં પણ પાણી તો હોય, પછી તે રોટલો હોય કે શીંગ-ચણા હોય. સામાન્ય રીતે આપણે રોજ જે ખોરાક ખાઈએ છીએ તેમાંથી શરીર આસરે સાડાત્રણસો મિલિલિટર જેટલું પાણી તો મેળવે છે. પરંતુ તે પૂરતું નથી. શરીરને પાણી ન મળે તો તે પોતાની રસપેશીઓમાંથી પણ મેળવી લે છે. પરંતુ શરીરમાં જોઈતા પાણીનું પ્રમાણ જેમ ઘટે તેમ તરસ વધવા લાગે. આપણું શરીર ૨૪ કલાકમાં સામાન્ય રીતે પોણો લિટર (૭૫૦ મિલિલિટર) જેટલું પાણી પરસેવા વાટે અને ઉચ્છ્વાસ વાટે ગુમાવે છે. અલબત્ત, હવામાન અને પ્રકૃતિ પ્રમાણે તેમાં પણ ફેર પડે.

બીજું સવા લિટર જેટલું પાણી ઝાડા-પેશાબ વાટે નીકળી જાય છે. શરીરમાંથી જેટલું પાણી ચયાપચય ક્રિયા વડે નીકળી જાય તેટલું પાણી આપણે ખોરાક, પીણાં કે પાણી રૂપે પેટમાં લેવું જોઈએ. નહિતર જેમ પાણીની તંગી વધતી જાય તેમ શરીરની ચયાપચય ક્રિયાઓમાં વિક્ષેપ પડતો જાય. તરસના માર્યા આપણે વધુ પાણી પી જઈએ તેમાં વાંધો નથી, કારણ કે વધારાનું પાણી ગાળીને કાઢી નાખવાનું કામ મૂત્રપિંડો કરે છે, અને તેઓ બરાબર કામ કરે તે જીવવા માટે આવશ્યક છે. સામાન્ય ઝાડા-ઊલટીથી કે કોલેરાથી શરીરમાંથી વધુ પડતું પાણી નીકળી જાય છે ત્યારે હાથ-પગના સાંધા અકકડ થઈ જાય છે, યુવાનીમાં પણ ચામડીમાં કરચલીઓ પડે છે, ચયાપચય ક્રિયામાં ગંભીર વિક્ષેપ પડે છે અને અસરકારક ઉપાય ન થાય તો મૃત્યુ પણ નીપજે. શરીરે આથી વધુ પડતું પાણી ગુમાવ્યું હોય (dehydration થયું હોય) ત્યારે તત્કાળ રાહત માટે નસ વાટે ગ્લુકોસ-સેલાઈનવાળું પાણી પણ ચડાવવું પડે છે. નહિતર લોહીની પ્રવાહીતા ઘટી જવાથી મૃત્યુ નીપજે. લોહીની કુદરતી ઘટ્ટતા ઘટવી ન જોઈએ. પાંખું પડી જાય તો વાંધો નહિ. કારણ કે મૂત્રપિંડો લોહી ગાળી લઈને વધારાનું પાણી પેશાબ વાટે કાઢી નાખે છે.

તરસની લાગણી એવી સ્વયંપ્રેરિત છે કે આપણે તેના વિશે યાદ કે વિચાર કરવાની જરૂર નથી પડતી. તરસ લાગી હોય છતાં પાણી ન પીઓ તો શરીરમાં સર્વત્ર ફેલાયેલા પાણીનો ઉપયોગ થાય છે, પણ ઉપયોગથી તેનું પ્રમાણ ઘટે છે. થૂંક, પચનતંત્ર, સ્નાયુઓ, હાડકાં, ચામડી, જ્ઞાનતંતુઓ, મજ્જા, લોહી, લસિકા, વગેરે શરીરના તમામ બંધારણમાં પાણી છે, પણ તે બધામાં પાણીનું કુદરતી પ્રમાણ જળવાવું જોઈએ. આથી ઉચ્છવાસ, પરસેવો, પેશાબ, વગેરે દ્વારા નીકળી જતા પાણીની ખોટ બહારથી પાણી લઈનેજ પૂરવી જોઈએ, અંદરના પાણીનો ઉપયોગ જેમ થતો જાય તેમ શરીરમાં પાણીની સમતુલા ખોરવાતી જાય.

દરિયાનું પાણી પીને, ક્ષારોવાળો કે સૂકો ખોરાક ખાઈને પણ શરીરમાં તરસ ઉત્પન્ન કરી શકાય. સૂકો ખોરાક (દા. ત. શીંગ, ચણા, ધાણી, વગેરે) ચાવવા માટે વધુ થૂંક રસની જરૂર પડશે. જઠરમાં તેને એકરસ કરવા પાણી જોઈશે. માણસ પાણી ભરપૂર ખોરાક (દૂધ, તરબુચ, કાકડી, બીજાં ફળો, વગેરે) લઈને પાણી પીધા વિના જીવી શકે. પરંતુ સૂકો ખોરાક ખાઈને પાણી વિના જીવી શકે નહિ. અમેરિકામાં એક જંગલી રીંછે શીંગદાણાના ખેતરમાં ઘૂસીને અકરાંતિયાની જેમ ફોતરાં સહિત શીંગદાણા ખાધા હતા. પછી ખૂબ તરસ લાગતાં અકરાંતિયાની જેમ પાણી પીધું. આથી જઠરમાં સૂકો ખોરાક એટલો બધો ફૂલ્યો કે તે મરી ગયો.

આપણે રેચ લેવા માટે "વિલાયતી મીઠું" કે ફ્રૂટસોલ્ટ નામે ઓળખાતા ક્ષારો લઈએ છીએ. શરીરને વધુ મીઠું જોઈતું નથી તેથી રસગ્રંથિઓમાંથી પણ પાણી ખેંચાઈ આવે છે અને આંતરડાંમાંથી મીઠા સાથે મળને કાઢી નાખે છે.

તરસની લાગણી ઉત્પન્ન કરનાર હાઈપોથેલમસ નામની ગ્રંથિ છે જે મગજ નીચે શિરોધિષ્ઠ ગ્રંથિ (પિટ્યુઈટરી ગ્લેન્ડ) પાસે આવેલી છે. શરીરમાં ઉષ્ણતાનું પ્રમાણ, ક્ષારનું

પ્રમાણ, પાણીનું પ્રમાણ વગેરે જળવાઈ રહે તેની તે કાળજી રાખે છે. તે માટે હાઈપોથેલ-મસ ગ્રંથિ શરીરના ઘણા ભાગોનો સહકાર મેળવે છે. શરીરમાં પાણીના બે ટકા પણ ઓછા થાય તો આ ગ્રંથિ ઉત્તેજિત થાય છે, તે ગળાને સંદેશા મોકલે છે, ગળું પાણી પીવા તત્પર થાય છે. પાણી ન મળે તો ગળું સુકાય છે. ગળાના જ્ઞાનતંતુઓ સભાન મનને સંદેશા મોકલે છે કે પાણીની જરૂર છે. આથી પાણી પીવાની આપણી તાલાવેલી વધતી જાય છે. ઊંટ અને ઘોડા પર પ્રયોગો કરીને વિજ્ઞાનશાસ્ત્રીઓએ બતાવ્યું છે કે પાણી પી લીધા છતાં જો આ ગ્રંથિને ઉત્તેજિત કરવામાં આવે તો પાછી તરસ લાગે !

ઓછામાં ઓછા પાણી વડે પોતાના મળ કાઢી નાખવા માટે તથા દિવસો સુધી પાણી પીધા વિના સખત તાપમાં સખત કામ કરવાની શકિત માટે ઊંટ પ્રખ્યાત છે. જો પાણી ન મળે તો ખૂંધની ચરબીમાંથી પણ તેનું શરીર પાણી બનાવી લે છે. તેથી તેની ખૂંધ ઓસ-રતી જાય છે.

રણ પ્રદેશમાં પાણી દુર્લભ છે. તેમ છતાં ત્યાં રણની વનસ્પતિ અને રણની જીવસૃષ્ટિ હોય છે. તેઓ પોતાના શરીરમાં રહેલા પાણીનું રક્ષણ કરવાની તેમજ બહારથી પાણી મેળવ્યાના લાંબા સમય સુધી ચલાવી લેવાની શકિત ધરાવે છે. દા. ત. કચ્છના રણના જંગલી ગધેડાને તથા રાજસ્થાનના રણના શેળાને મીઠું પાણી દુર્લભ છે. પરંતુ ગધેડો જે વનસ્પતિ ચરે છે અને શેળો જે જીવાત ખાય છે તેમાંથી તેને થોડું પાણી મળે તેનાથી તેઓ ચલાવી શકે છે. ગધેડા ખારૂં પાણી પણ પીએ છે.

સમુદ્રના જીવોને પણ મીઠા પાણીની જરૂર નથી. તેમને ખોરાક દ્વારા જોઈતું પાણી મળે છે. તે પાણી ખારૂં હોય છે. પણ તેમાંથી મીઠું જો તેઓ શરીરના પાણી વડે કાઢીનાખે તો શરીરમાં પાણીની ખોટ જણાય. આથી તેઓ પેશાબ કર્યા વિના મીઠું કાઢી નાખવાની સગવડ ધરાવે છે. એવી રીતે દરિયાઈ ખોરાક ખાનારાં પક્ષીઓને પણ મીઠું પાણી પીવાની જરૂર નથી અને ખોરાક સાથે આવતા વધારાના ક્ષાર તેઓ પોતાની રીતે કાઢી નાખે છે. પક્ષીઓ હગાર કાઢે છે, પેશાબ નથી કરતાં. સૂકા પ્રદેશના તથા ખારા પાણીના જીવો પેશાબ કરે તો પણ તેમાં પાણી વેડફી નાખતા નથી.