આથી, પરિસ્થિતિકીય પિરામિડોની કેટલીક સીમા મર્યાદાઓ (limitations) છે, જેમકે પિરામિડમાં એવી પણ જાતિઓનો સમાવેશ થાય છે કે જેઓ બે કે બે કરતાં વધારે પોષકસ્તરો સાથે સંબંધિત હોય તેને ગણતરીમાં લેવાતી નથી. તેનાથી એક સરળ આહારશૃંખલા રચાય છે જેનું પ્રકૃતિમાં કદી પણ અસ્તિત્વ નથી હોતું; તેમાં આહારજાળનો સમાવેશ થતો નથી. એથી પણ વધારે, મૃતોપજીવી (saprophytes)ઓ નિવસનતંત્રમાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે, છતાં પણ પરિસ્થિતિકીય પિરામિડોમાં તેમને કોઈ સ્થાન આપવામાં આવેલ નથી.

14.6 પરિસ્થિતિકીય અનુક્રમણ (Ecological Succession)

તમે પ્રકરણ 13માં વસ્તી તથા સમાજની લાક્ષણિકતાઓ અને પર્યાવરણ પ્રત્યેની તેમની પ્રતિક્રિયા (response) તેમજ આવી પ્રતિક્રિયાઓ કેવા પ્રકારે એક વ્યક્તિગત પ્રતિક્રિયાથી જુદી પડે છે તેનો અભ્યાસ કર્યો હશે. ચાલો, આપણે સમયની સાથે પર્યાવરણ પ્રત્યેની જૈવસમાજની પ્રતિક્રિયાનાં અન્ય પાસાંઓ (aspects) તપાસીએ.

બધા સમાજની મહત્ત્વપૂર્ણ લાક્ષણિકતા એ છે કે, પર્યાવરણની બદલાતી પરિસ્થિતિઓની સાથે તેમના બંધારણ (composition) અને રચના (structure)માં સતત પરિવર્તન થતું રહે છે. આ પરિવર્તન શ્રેણીબદ્ધ અને ક્રમબદ્ધ (orderly and sequential) તથા ભૌતિક પર્યાવરણમાં થતાં ફેરફારને સમાંતર છે. આથી, આ પ્રકારનો ફેરફાર, છેવટે એક એવા સમાજનું નિર્માણ કરે છે, જે પર્યાવરણ સાથેના સંતુલન (equilibrium)ની નજીક હોય છે તેને **ચરમ સમાજ (climax community)** કહેવામાં આવે છે. આપેલ ક્ષેત્રમાં જાતિના બંધારણમાં થતા ક્રમશઃ અને ધારી શકાય તેવા ફેરફારોને **પરિસ્થિતિકીય અનુક્રમણ (ecological succession)** કહે છે. અનુક્રમણ દરમિયાન કેટલીક જાતિઓ જે-તે વિસ્તારમાં વસાહતો સર્જે છે અને તેમની વસ્તી ઘણી સંખ્યામાં વધવા પામે છે જ્યારે ત્યાં બીજી જાતિઓની વસ્તી ઘટતી જાય છે અને અદૃશ્ય થઈ જાય છે.

સમાજનો સમગ્ર ક્રમ જે આપેલ વિસ્તારમાં સફળતાપૂર્વક અનુક્રમિત રીતે પરિવર્તિત થાય છે તેને **ક્રમક (sere)** કહે છે. વ્યક્તિગત પરિવર્તનશીલ સમુદાયોને ક્રમકી અવસ્થાઓ (seral stages) કે ક્રમકી સમાજ (seral communities) કહેવામાં આવે છે. અનુક્રમિત ક્રમકી અવસ્થાઓમાં, સજીવોની જાતિઓની ભિન્નતામાં, જાતિ અને સજીવોની સંખ્યામાં વધારો અને તેની સાથે કુલ જૈવભારમાં વધારો થવા જેવાં પરિવર્તનો થાય છે.

વિશ્વમાં પ્રવર્તમાન સમાજો, ધરતી પર જીવનની શરૂઆત થઈ ત્યારથી, લાખો વર્ષોના અનુક્રમણના પરિણામ સ્વરૂપે રચાયા છે. વાસ્તવિક રીતે અનુક્રમણ અને ઉત્ક્રાંતિ એ જે-તે સમયે સમાંતર પ્રક્રિયાઓ હતી.

આથી, અનુક્રમણ એક એવી પ્રક્રિયા છે કે જે જગ્યાએ તે શરૂ થાય છે ત્યાં કોઈ સજીવો હોતા નથી અથવા કોઈ એવો વિસ્તાર કે જ્યાં ક્યારેય પણ કોઈ સજીવોનું અસ્તિત્વ ન રહ્યું હોય. ઉદાહરણ તરીકે ખુલ્લા ખડક (bare rock) કે કોઈ એવા વિસ્તારો કે જ્યાં પહેલાં ક્યારેક સજીવો અસ્તિત્વમાં હતા પણ કોઈ પ્રકારે તેઓ બધા જ નાશ પામ્યા હોય. પહેલાને પ્રાથમિક અનુક્રમણ (primary succession) કહે છે જ્યારે બીજાને દ્વિતીયક અનુક્રમણ (secondary succession) કહેવામાં આવે છે.

પ્રાથમિક અનુક્રમણ જ્યાં થાય છે તેવા વિસ્તારોનાં ઉદાહરણો : નવો ઠંડો પડેલો લાવા (cooled lava), ખુલ્લા ખડક, નવસર્જિત તળાવ કે જળાશય વગેરે છે. નવા જૈવિક સમાજના સ્થાપનની પ્રક્રિયા ઘણી ધીમી હોય છે. વિવિધ સજીવોના જૈવિક સમાજની સંસ્થાપના થાય તે પહેલાં, ત્યાં ભૂમિ હોવી આવશ્યક છે. મહદંશે આબોહવા પર આધારિત, ખુલ્લા ખડક પર ફળદ્રુપ જમીનના નિર્માણની પ્રાકૃતિક પ્રક્રિયાઓમાં સદીઓથી હજારો વર્ષો લાગે છે.

દ્વિતીયક અનુક્રમણ એવા વિસ્તારોમાં શરૂ થાય છે કે, જ્યાં પ્રાકૃતિક જૈવિક સમાજો નાશ પામ્યા હોય - જેમકે પૂર્ણપણે ત્યજાયેલી ખેતીલાયક જમીન (abandoned farm land), સળગી ગયેલા કે કાપી નાંખેલાં જંગલો (burned or cut forest), પૂરથી પ્રભાવિત જમીન વગેરે છે. જેથી કરીને, કેટલીક માટી કે અવસાદન (sediment) તેમાં હાજર હોય છે. દ્વિતીયક અનુક્રમણની ક્રિયા પ્રાથમિક અનુક્રમણ કરતાં ઝડપી હોય છે.

પરિસ્થિતિકીય અનુક્રમણનું વર્ણન સામાન્યતઃ વાનસ્પતિક સમૂહોના પરિવર્તન પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે. જેથી, વાનસ્પતિક સમૂહનું પરિવર્તન વિવિધ પ્રકારનાં પ્રાણીઓ માટે ખોરાક તથા આશ્રયસ્થાનને પ્રભાવિત કરે છે. આથી, જેમ-જેમ અનુક્રમણ ક્રિયા આગળ વધે છે તેમ-તેમ પ્રાણીઓની સંખ્યા અને પ્રકારો તેમજ વિઘટકો પણ બદલાય છે.

કોઈ પણ સમય દરમિયાન પ્રાથમિક અને દ્વિતીયક અનુક્રમણને કુદરતી કે માનવપ્રેરિત ખલેલ (આગ, વનનાશ, વગેરે) દ્વારા અનુક્રમણની ચોક્કસ ક્રમક અવસ્થાને તે પહેલાંની અવસ્થામાં તબદીલ કરી શકાય છે. આવા પ્રકારની ખલેલોથી એવી નવી સ્થિતિઓ નિર્માણ પામે છે કે જેમાં કેટલીક નવી જાતિઓને વિકાસ પામવા પ્રોત્સાહન મળે છે અને અન્ય જાતિઓ હતોત્સાહિત કે ખસી (discourage or eliminate) જાય છે.

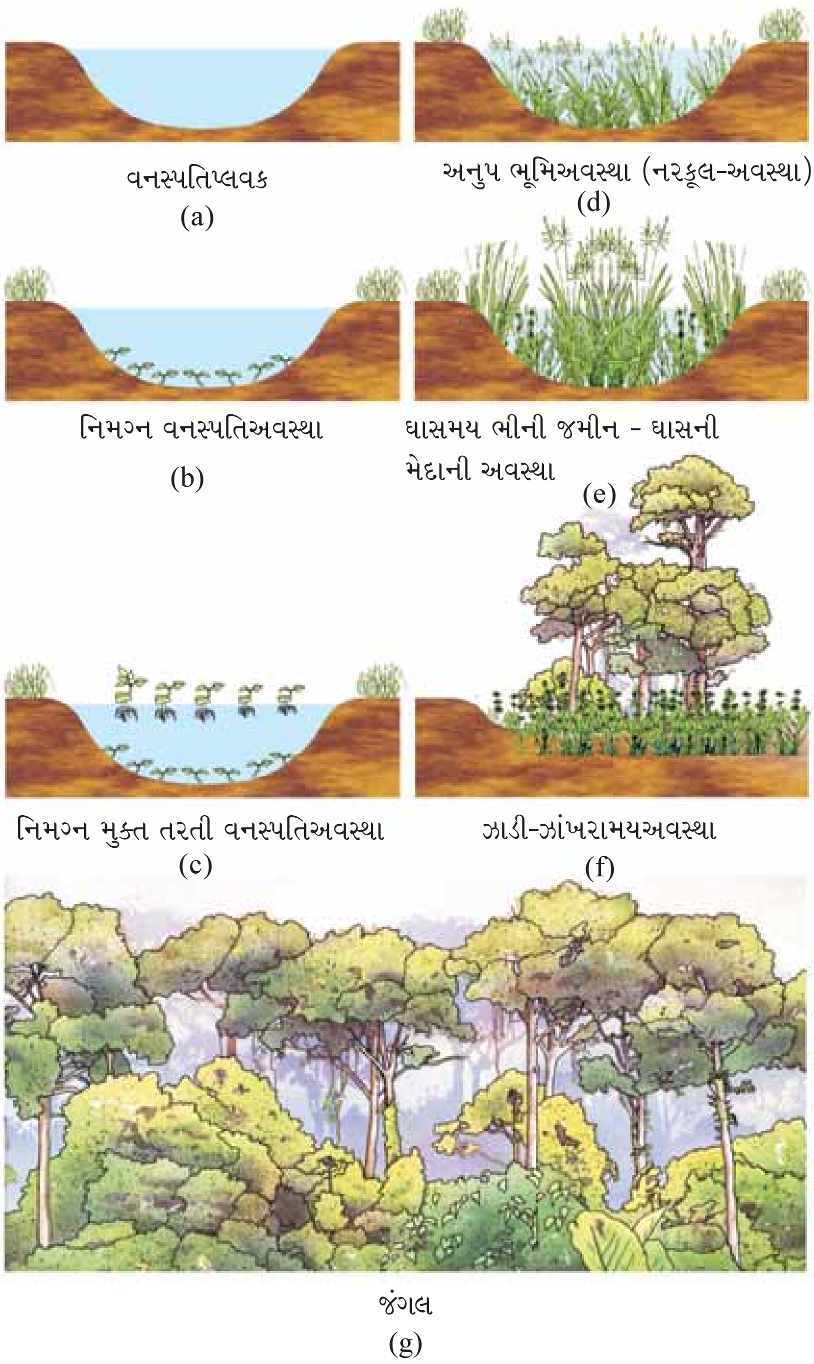
14.6.1 વનસ્પતિઓનું અનુક્રમણ (Succession of Plants)

નૈસર્ગિક નિવાસસ્થાનો (આવાસ)ની પ્રકૃતિ પર આધારિત - ભલે તે પાણી હોય (કે ખૂબ જ ભીના વિસ્તારો) કે ખૂબ જ શુષ્ક વિસ્તારો હોય - વનસ્પતિઓના અનુક્રમણને અનુક્રમે જલ-આરંભી (hydrarch) કે શુષ્ક-આરંભી (xerarch) કહેવાય છે. **જલ-આરંભી અનુક્રમણ (hydrarch succession)** ખૂબ જ જલમગ્ન વિસ્તારોમાં થાય છે તથા અનુક્રમિત શ્રેણી જલીય (hydric)માંથી સંક્રમિત મધ્યમ જલ પરિસ્થિતિઓ (mesic) તરફ આગળ વધે છે. એનાથી વિરુદ્ધ, **શુષ્ક-આરંભી અનુક્રમણ (xerarch succession)** શુષ્ક વિસ્તારોમાં હોય છે તથા તે અનુક્રમિત શ્રેણી જીર્ણતા (xeric)માંથી સંક્રમિત મધ્યમ જલ પરિસ્થિતિઓ (mesic) તરફ વિકાસ પામે છે. આમ, જલ-આરંભી અને શુષ્ક-આરંભી બંને અનુક્રમણો એ મધ્યમ જલ પરિસ્થિતિઓ (mesic) તરફ દોરાય છે - નહિ કે અતિશય શુષ્ક (જીર્ણ) તથા ન તો ખૂબ જ ભેજમય (જલમગ્ન) પરિસ્થિતિઓ તરફ.

જાતિ, જે ખુલ્લા વિસ્તાર પર અનુક્રમિત થાય છે તેને **સ્થાપક જાતિ (પાયાની જાતિ-pioneer species)** કહેવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે લાઇકેન ખડકો પર સૌપ્રથમ પ્રાથમિક અનુક્રમણ કરે છે, કે જે ખડકને પિગળાવા (ઓગળાવા) માટે ઍસિડનો સ્રાવ કરવા સક્ષમ હોય છે અને અપક્ષયન (weathering) તથા ભૂમિનિર્માણ (soil formation)માં સહાયક બને છે. ત્યાર પછી, તે દ્વિઅંગીઓ જેવી ખૂબ જ નાની વનસ્પતિઓ માટેના વિકાસનો માર્ગ બનાવે છે, કે જેઓ ભૂમિની ઓછી માત્રામાં પણ પોતાની પક્કડ જકડી રાખવા સક્ષમ છે. સમયની સાથે મોટી વનસ્પતિઓ દ્વારા સફળતાપૂર્વક તેમનું સ્થાન લેવાય છે અને પછી કેટલીક વધુ અવસ્થાઓ બાદ અંતે એક સ્થાયી ચરમાવસ્થા (stable climax) વનસમાજ (forest community) નિર્માણ પામે છે. જ્યાં સુધી પર્યાવરણ બદલાતું નથી ત્યાં સુધી તે ચરમાવસ્થા સમાજ લાંબા સમય માટે સ્થાયી રહે છે. સયમની સાથે શુષ્કોદ્‌ભિદ (xerophytic) વસવાટ મધ્યોદભિદ (mesophytic) વસવાટમાં ફેરવાઈ જાય છે.

પાણીમાં પ્રાથમિક અનુક્રમણમાં, નાના વનસ્પતિપ્લવકો પાયાની જાતિઓ હોય છે, કે જેઓ સમય જતાં મૂળધારી નિમજ્જિત વનસ્પતિઓ (rooted-submerged plants) દ્વારા પ્રતિસ્થાપિત થાય છે તથા મુક્ત રીતે તરતી વનસ્પતિઓ (free-floating plants) દ્વારા તેને અનુસરીને મૂળધારી તરતી આવૃત્ત બીજધારીઓ (rooted-floating angiosperms) પ્રતિસ્થાપિત થાય છે. ત્યાર બાદ નરકૂલ અવસ્થા (reed-swamp), ઘાસમય ભીની જમીન (marsh-meadow), ઝાડી-ઝાંખરામય અવસ્થા (scrub) અને અંતે વૃક્ષો પ્રતિસ્થાપિત થાય છે. જંગલ જ ત્યાર પછીનો ચરમાવસ્થા સમુદાય હોઈ શકે છે. સમયની સાથે જળસંગ્રહસ્થાન (water body) એ સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે (આકૃતિ 14.5).

દ્વિતીયક અનુક્રમણમાં જાતિનું આક્રમણ, ભૂમિની સ્થિતિ, પાણીની ઉપલબ્ધિ, પર્યાવરણ તથા બીજ કે તેમાં



આકૃતિ 14.5 : પ્રાથમિક અનુક્રમણનું રેખાંકિત નિરૂપણ

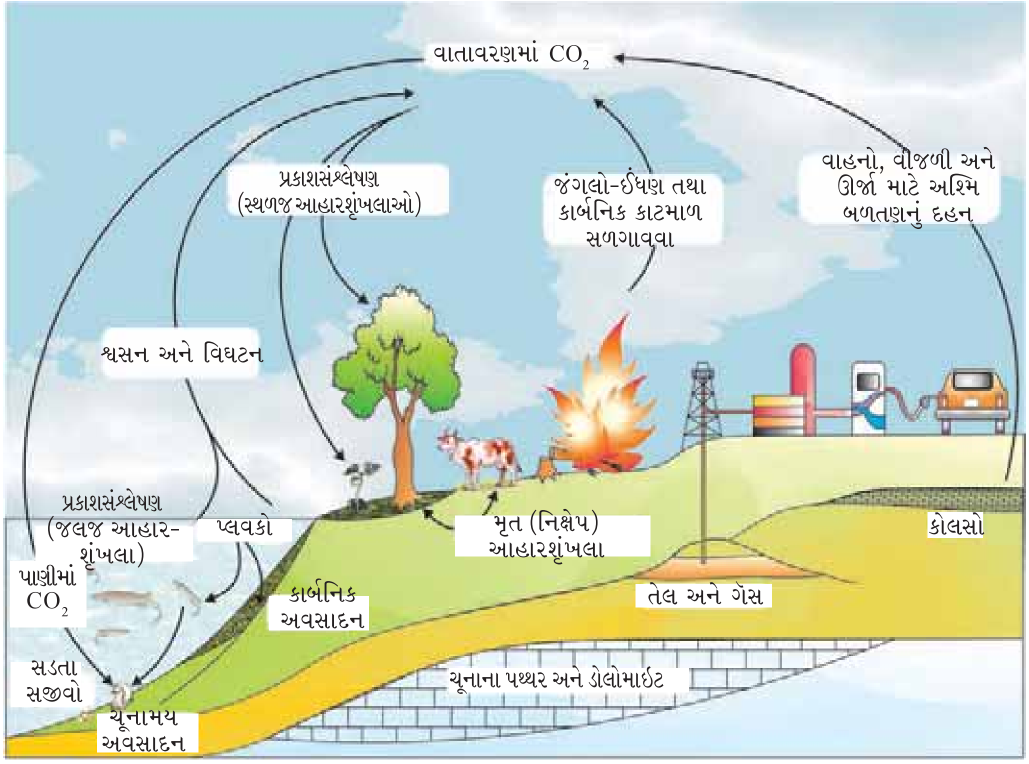
રહેલા અન્ય પ્રાંકુરો (propagules) પર આધારિત હોય છે. જોકે પહેલેથી ભૂમિ ત્યાં ખરેખર હાજર હોય છે. અહીં અનુક્રમણનો દર ખૂબ જ ઝડપી હોય છે, આથી ચરમાવસ્થા પણ ખૂબ જ ત્વરિત રીતે પ્રાપ્ત થઈ જાય છે.

સમજવા માટે એ મહત્ત્વનું છે કે અનુક્રમણ, ખાસ કરીને પ્રાથમિક અનુક્રમણ, એક ખૂબ ધીમી પ્રક્રિયા છે, જેને ચરમાવસ્થા સુધી પહોંચવા માટે કદાચ હજારો વર્ષો લાગે છે. બીજું મહત્ત્વનું સત્ય (તથ્ય) એ છે કે બધા અનુક્રમણ, ભલે એ પાણીમાં હોય કે ભૂમિ પર, એક જ સરખા પ્રકારે ચરમાવસ્થા સમાજ એ મધ્યમ જલ-પરિસ્થિતિ (mesic) તરફ આગળ વધે છે.

14.7 પોષકચક્રણ (Nutrient Cycling)

તમે ધોરણ XIમાં અભ્યાસ કર્યો કે સજીવોને વૃદ્ધિ, પ્રજનન તથા વિવિધ દૈહિકક્રિયાઓનું નિયમન કરવા માટે સતત પોષકોના પુરવઠાની આવશ્યકતા હોય છે. કોઈ આપેલ સમયે, ભૂમિમાં હાજર તત્કાલીન કાર્બન, નાઇટ્રોજન, ફૉસ્ફરસ, કૅલ્શિયમ વગેરે જેવા પોષકોની માત્રાને **ઉપલબ્ધ સ્થિતિ-અવસ્થા (standing state)** તરીકે ઉલ્લેખવામાં આવે છે. તે જુદા-જુદા પ્રકારનાં નિવસનતંત્રોમાં જુદી-જુદી હોય છે અને ઋતુ પર પણ આધારિત હોય છે.

એ સમજવું અગત્યનું છે કે પોષકો કે જેઓ નિવસનતંત્રોમાંથી ક્યારેય સંપૂર્ણપણે દૂર થતા નથી, પરંતુ તેઓ વારંવાર પુનઃચક્રણ પામે છે તથા આ પુનઃચક્રણ અનંતકાળ સુધી ચાલ્યા કરે છે. નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો દ્વારા પોષકતત્ત્વોની ગતિશીલતાને **પોષકચક્રણ (nutrient cycling)** કહેવાય છે. પોષકચક્રણનું બીજું એક નામ **જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રો-biogeochemical cycles** (જૈવ = bio : સજીવ જીવન = living organism અને ભૂ = geo : પર્વતો, હવા, પાણી = rocks, air, water) પણ છે. પોષકચક્રો બે પ્રકારના હોય છે : (a) **વાયુરૂપ (gaseous)** અને (b) **અવસાદી (sedimentary)**. વાયુરૂપ પ્રકારના પોષકચક્ર (એટલે કે નાઇટ્રોજન, કાર્બનચક્ર) માટેના ભંડાર



આકૃતિ 14.6 : જીવાવરણમાં કાર્બનચક્રની સરળીકૃત પ્રતિકૃતિ (નમૂનો)

સંચયસ્થાન (reservoir) વાતાવરણમાં હોય છે તથા અવસાદીચક્ર (એટલે કે સલ્ફર, ફૉસ્ફરસચક્ર) માટેના ભંડાર પૃથ્વીના પોપડા કે સ્તર (Earth's crust)માં આવેલો હોય છે. પર્યાવરણીય ઘટકો જેવા કે ભૂમિ (જમીન), ભેજ (આદ્રતા), pH, તાપમાન વગેરે વાતાવરણમાં પોષકોને મુક્ત કરવાના દરનું નિયંત્રણ કરે છે. સંચયસ્થાનોની ક્રિયાશીલતા, ઊણપ (કમી-deficit) પૂરી કરવા માટે હોય છે કે જે પોષકોના અંદર પ્રવેશ (influx) અને બહાર નિકાલ (efflux)ના દરની અસંતુલિતતાને કારણે થતી હોય છે.

તમે ધોરણ XIમાં નાઇટ્રોજનચક્રનો વિસ્તૃત અભ્યાસ કર્યો છે. અહીં આપણે કાર્બન અને ફૉસ્ફરસ જેવા ચક્રોની ચર્ચા કરીએ.

14.7.1 નિવસનતંત્ર - કાર્બનચક્ર (Ecosystem-Carbon Cycle)

જ્યારે તમે સજીવોની સંરચનાનો અભ્યાસ કરશો તો જાણવા મળશે કે સજીવોના શુષ્ક વજનનો 49 % ભાગ કાર્બનથી બનેલો હોય છે અને પાણી પછી તે બીજા ક્રમે આવે છે. જો આપણે વૈશ્વિક કાર્બનની કુલ માત્રા તરફ ધ્યાન આપીએ ત્યારે આપણે જાણીએ કે 71 % કાર્બન તો મહાસાગરોમાં દ્રાવ્ય સ્વરૂપમાં આવેલો છે. આ મહાસાગરનો કાર્બનભંડાર, વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની માત્રાનું નિયમન કરે છે (આકૃતિ 14.6). શું તમે જાણો છો કે કુલ વૈશ્વિક કાર્બનનો આશરે માત્ર 1 % ભાગ જ વાતાવરણમાં સમાવેશિત છે ?

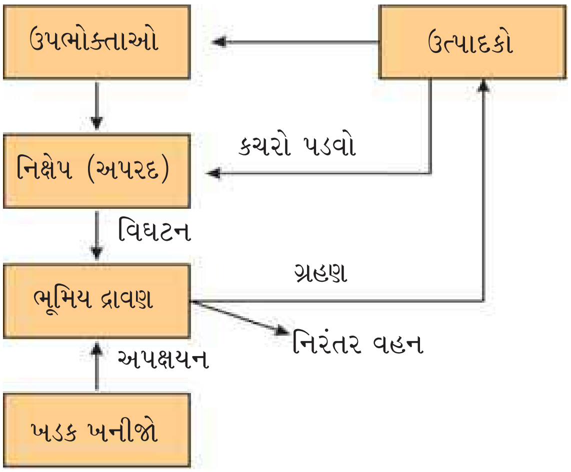
અશ્મિ–બળતણ (fossil fuel) પણ કાર્બનના એક સંચયસ્થાનનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. વાતાવરણ અને મહાસાગર દ્વારા તથા જીવંત અને મૃતજીવો દ્વારા કાર્બનનું ચક્રીયકરણ થાય છે. એક અંદાજ પ્રમાણે પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા 4×10^{13} kg જેટલા કાર્બનનું જીવાવરણમાં વાર્ષિક સ્થાપન થાય છે. ઉત્પાદકો અને ઉપભોગીઓની શ્વસન ક્રિયાવિધિ દ્વારા વાતાવરણમાં કાર્બનની મહત્ત્વપૂર્ણ માત્રા CO_2 સ્વરૂપે પાછી ફરે છે. જમીન કે મહાસાગરના નકામા પદાર્થો અને મૃત કાર્બનિક દ્રવ્યોની તેમની વિઘટન-પ્રક્રિયા દ્વારા CO_2નો સેતુ જાળવી રાખવા વિઘટકો પણ વાસ્તવિક રીતે (sunstantially) સહભાગી બને છે. સ્થાપન થયેલા કાર્બનની કેટલીક માત્રા અવસાદનમાં વ્યય પામે છે અને પરિવહન (ચક્રીયકરણ)માંથી બહાર નિકાલ પામે છે. લાકડાં સળગાવવા (કાષ્ઠ-બળતણ-burning of wood), જંગલની આગ (દવ-forest fire) તથા કાર્બનિક દ્રવ્યોનું દહન (combustion), અશ્મિ-બળતણ, જ્વાળામુખી ક્રિયાવિધિ (volcanic activity) વગેરે વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2)ની મુક્તિ માટેના વધારાના સ્રોતો છે.

કાર્બનચક્રમાં મનુષ્યની પ્રવૃત્તિઓનો ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રભાવ છે. ઝડપી વનવિનાશ (deforestation) તથા ઊર્જા તેમજ પરિવહન માટે અશ્મિ-બળતણનું સતત દહન (ઉપયોગ) વગેરેથી વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ મુક્ત કરવાના દરમાં નોંધપાત્ર વધારો થયો છે (પ્રકરણ 16માં ગ્રીનહાઉસ અસર-greenhouse effect જુઓ).

14.7.2 નિવસનતંત્ર - ફૉસ્ફરસચક્ર (Ecosystem-Phosphorus Cycle)

જૈવિકપટલો, ન્યુક્લિક ઍસિડ અને કોષીય ઊર્જા સ્થાનાંતરણ તંત્રનો એક મુખ્ય ઘટક ફૉસ્ફરસ છે. ઘણાં પ્રાણીઓને તેમના કવચ (shells), હાડકાં (bones) અને દાંત (teeth) બનાવવા માટે પણ આ તત્ત્વની મોટી માત્રામાં આવશ્યકતા હોય છે. ફૉસ્ફરસનાં કુદરતી સંચયસ્થાનો એ પર્વતો છે કે જે ફૉસ્ફેટના સ્વરૂપમાં ફૉસ્ફરસને સંચિત કરે છે. જ્યારે પર્વતો અપક્ષયન (weathered) પામે ત્યારે, આ ફૉસ્ફેટની નહિવત્ માત્રા ભૂમિય દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય થાય છે અને વનસ્પતિઓના મૂળ વડે શોષી લેવામાં આવે છે (આકૃતિ 14.7). તૃણાહારી અને અન્ય પ્રાણીઓ આ તત્ત્વ વનસ્પતિઓમાંથી મેળવે છે. નકામી નીપજો (waste products) અને મૃત જીવોનું ફૉસ્ફેટ દ્રાવ્યીકરણ બૅક્ટેરિયા (phosphate solubilising bacteria) દ્વારા વિઘટન થતાં ફૉસ્ફરસ મુક્ત કરવામાં આવે છે. કાર્બનચક્રની જેમ, શ્વસન દ્વારા વાતાવરણમાં ફૉસ્ફરસ મુક્ત કરી શકાતો નથી. *શું તમે કાર્બનચક્ર અને ફૉસ્ફરસચક્ર વચ્ચેનો તફાવત કરી શકો છો ?*

અહીં કાર્બનચક્ર અને ફૉસ્ફરસચક્ર વચ્ચેના મુખ્ય મહત્ત્વના બે તફાવતો છે : પહેલો એ છે કે વરસાદ દ્વારા ફૉસ્ફરસનો વાતાવરણમાં અંતઃપ્રવેશ (atmospheric inputs) કાર્બનના અંતઃપ્રવેશ કરતાં ખૂબ જ



આકૃતિ 14.7 : સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં ફૉસ્ફરસ ચક્રીયકરણનો સરળ નમૂનો

ઓછો હોય છે અને બીજો, સજીવો અને પર્યાવરણ વચ્ચે ફૉસ્ફરસનો વાયુ-વિનિમય (gaseous exchanges) એકદમ નહિવત્ હોય છે.

14.8 નિવસનતંત્રીય સેવાઓ (Ecological Services)

તંદુરસ્ત નિવસનતંત્ર એ આર્થિક (economic), પર્યાવરણીય (environmental) અને સૌંદર્યલક્ષી (aesthetic) સામાન અને સેવાઓની વ્યાપક વિસ્તૃતિ માટેનો આધાર છે. નિવસનતંત્રીય પ્રક્રિયાઓની નીપજો (ઉત્પાદનો)ને **નિવસનતંત્ર-સેવાઓ (ecosystem services)**ના નામથી જાણી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે - તંદુરસ્ત જંગલ નિવસનતંત્રોની ભૂમિકા હવા અને પાણીને શુદ્ધ કરવા, દુષ્કાળ (અનાવૃષ્ટિ-droughts) અને પૂર (અતિવૃષ્ટિ-floods) ઘટાડવા પોષકોનું ચક્રીયકરણ (cycle nutrients) જમીનને ફળદ્રુપ બનાવવી, વન્ય-જીવન વસવાટ પૂરા પાડવાં, જૈવવિવિધતાને જાળવી રાખવી, વિવિધ પાકોના પરાગનયનમાં સહાયકતા કરવી, કાર્બન માટે સંચયસ્થાન પૂરું પાડવું અને સૌંદર્યલક્ષી (aesthetic), સાંસ્કૃતિક (cultural) તથા અધ્યાત્મિક (spiritual) મૂલ્યો પણ પૂરાં પાડવાં વગેરે છે. તેમ છતાં, જૈવવિવિધતાની આ સેવાઓનું મૂલ્યાંકન કરવું મુશ્કેલ છે, પરંતુ તે માનવું ઉચિત (કારણભૂત) છે કે જૈવવિવિધતાની ઊંચી કિંમત અંકાવી જોઈએ.

રૉબર્ટ કોન્સ્ટાન્ઝા (Robert Constanza) અને તેના સાથીદારોએ હાલમાં, પ્રાકૃતિક (નૈસર્ગિક) જીવનસમર્થક સેવાઓ (nature's life-support services)ની ઊંચી કિંમત આંકવા પ્રયત્ન કર્યો છે. સંશોધકોએ આ આધારભૂત નિવસનતંત્રકીય સેવાઓની એક વર્ષની અંદાજિત કિંમત લગભગ 33 ટ્રિલિયન અમેરિકી ડૉલર મૂકી છે કે જેને વ્યાપક રીતે અનુદાનિત ભાવથી લેવામાં (taken for granted) આવે છે કારણ કે તે મફતમાં મળે છે. આ મૂલ્ય એ વૈશ્વિક કુલ રાષ્ટ્રીય ઉત્પાદન (Gross National Product-GNP)ની કિંમત (18 ટ્રિલિયન અમેરિકી ડૉલર) કરતાં લગભગ બેગણું વધારે છે.

વિવિધ નિવસનતંત્રકીય સેવાઓની કુલ કિંમતમાંથી 50 % તો ફક્ત ભૂમિ સંરચના (મૃદા સંગઠન) માટે છે અને બીજી સેવાઓ જેવી કે મનોરંજન (recreation) તથા પોષકચક્રણ વગેરે દરેકની 10 % કરતાં પણ ઓછી ભાગીદારી છે. વન્યજીવન માટે આબોહવા નિયમન તથા વસવાટનું મૂલ્ય લગભગ પ્રત્યેક માટે 6 % જેટલું છે.

સારાંશ

નિવસનતંત્ર એ પ્રકૃતિનો રચનાત્મક અને ક્રિયાત્મક એકમ (functional unit) છે અને તેમાં અજૈવિક (નિર્જીવ) તથા જૈવિક (સજીવ) ઘટકો સમાવેશિત છે. હવા, પાણી અને જમીન અકાર્બનિક અજૈવિક ઘટકો જ્યારે ઉત્પાદકો (producers), ઉપભોગીઓ (consumers) અને વિઘટકો (decomposers) એ જૈવિક ઘટકો છે. અજૈવિક અને જૈવિક ઘટકો વચ્ચેની આંતરક્રિયાઓના પરિણામ સ્વરૂપ દરેક નિવસનતંત્ર વિશિષ્ટ ભૌતિક સંરચના ધરાવે છે. નિવસનતંત્રની બે મુખ્ય રચનાકીય વિશિષ્ટતાઓ - જાતિ-સંગઠન (species composition) અને સ્તરીકરણ (stratification) છે. પોષણના સ્રોતને આધારે દરેક સજીવનું નિવસનતંત્રમાં એક ચોક્કસ સ્થાન હોય છે.

ઉત્પાદકતા, વિઘટન, ઊર્જાપ્રવાહ અને પોષકચક્રણ નિવસનતંત્રના ચાર અગત્યનાં ઘટકો છે. સૌરઊર્જાના ગ્રહણનો દર કે ઉત્પાદકોનું જૈવભાર ઉત્પાદન એ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા છે. તે બે પ્રકારોમાં વિભાજિત છે : કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (GPP) અને વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (NPP). સૌરઊર્જાના ગ્રહણનો દર કે અકાર્બનિક દ્રવ્યોના કુલ ઉત્પાદનને કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા કહેવાય છે. ઉત્પાદકોના ઉપયોગ પછી બાકી રહેલ જૈવભાર કે ઊર્જા વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા છે. દ્વિતીયક ઉત્પાદકતા એ વિઘટકો દ્વારા આહારઊર્જાનો સ્વાંગીકરણ (પરિપાચન-assimilation) દર હોય છે. વિઘટનમાં, વિઘટકો દ્વારા મૃત દ્રવ્યોનાં જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી અને અકાર્બનિક પોષકોમાં ફેરવાય છે. વિઘટનમાં ત્રણ પ્રક્રિયાઓ સંકળાયેલી છે જે મૃત દ્રવ્યોનું અવખંડન (fragmentation), ધોવાણ (leaching) અને અપચય (catabolism) તરીકે નામાંકિત છે.

ઊર્જાપ્રવાહ (energy flow) એકમાર્ગીય છે. પહેલા, વનસ્પતિઓ સૌરઊર્જા ગ્રહણ કરે છે અને પછી, ખોરાક ઉત્પાદકોમાંથી વિઘટકોમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે. પ્રકૃતિમાં, વિવિધ પોષકસ્તરોના સજીવો તેમના આહાર કે ઊર્જાસંબંધે એકબીજા સાથે સંકળાઈને આહારશૃંખલાની રચના કરે છે. નિવસનતંત્રનાં વિવિધ ઘટકો દ્વારા પોષકતત્ત્વોનો સંચય અને ગતિશીલતા પોષકચક્રણ (nutrient cycling) કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયા દ્વારા પોષકોનો વારંવાર ઉપયોગ થાય છે. પોષકચક્રોના બે પ્રકારો છે : વાયુરૂપ અને અવસાદી. વાતાવરણ કે જલાવરણ એ વાયુરૂપ પ્રકારના ચક્ર (કાર્બન) માટેનું સંચયસ્થાન (reservoir) છે, જ્યારે પૃથ્વીનું પડ (પોપડો) એ અવસાદી પ્રકાર (ફૉસ્ફરસ) માટેનું સંચયસ્થાન છે. નિવસનતંત્રની પ્રક્રિયાઓની નીપજોને નિવસનતંત્રકીય સેવાઓનું નામ આપવામાં આવે છે. દા.ત., જંગલો દ્વારા હવા અને પાણીનું શુદ્ધીકરણ.

જૈવિક સમુદાય ગતિશીલ (dynamic) હોય છે તથા સમયની સાથે પરિવર્તન પામે છે. આ પરિવર્તનો ક્રમશઃ અનુક્રમિત છે અને પરિસ્થિતિકીય અનુક્રમણની રચના કરે છે. અનુક્રમણનો પ્રારંભ સ્થાપક (પાયાની) જાતિ દ્વારા ખાલી જીવનવિહીન (lifeless) વિસ્તારો પર પ્રવેશની સાથે થાય છે કે જેઓ પાછળથી તેમના અનુગામીઓ (successors) માટે માર્ગ મોકળો કરે છે અને અંતે એક સ્થાયી ચરમસમાજનું નિર્માણ થાય છે. ચરમાવસ્થા સમાજ પર્યાવરણ અપરિવર્તનશીલ રહે ત્યાં સુધી લાંબા સમય માટે સ્થાયી રહે છે.

સ્વાધ્યાય

1. ખાલી જગ્યા ભરો :
   (a) વનસ્પતિઓ ____________ કહેવાય છે; કારણ કે તેઓ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું સ્થાયીકરણ કરે છે.
   (b) વૃક્ષો દ્વારા પ્રભાવિત નિવસનતંત્રમાં સંખ્યાનો પિરામિડ ____________ પ્રકારનો હોય છે.
   (c) જલીય નિવસનતંત્રમાં, ઉત્પાદકતા માટે સિમાંતક કારક ____________ છે.

(d) આપણા નિવસનતંત્રમાં સામાન્ય મૃતભક્ષીઓ ____________ છે.
(e) પૃથ્વી પર કાર્બનનું મુખ્ય સંચયસ્થાન (ભંડાર) ____________ છે.

2. એક આહારશૃંખલામાં નીચેના પૈકી કયું એક સૌથી મોટી વસ્તી ધરાવે છે ?
   (a) ઉત્પાદકો
   (b) પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ
   (c) દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ
   (d) વિઘટકો
3. તળાવમાં દ્વિતીય પોષકસ્તર એ....
   (a) વનસ્પતિપ્લવકો
   (b) પ્રાણીપ્લવકો
   (c) સમુદ્રના તળિયાની જીવસૃષ્ટિ
   (d) માછલીઓ
4. તે દ્વિતીયક ઉત્પાદકો છે :
   (a) તૃણાહારીઓ
   (b) ઉત્પાદકો
   (c) માંસાહારીઓ
   (d) ઉપરનું એક પણ નહિ
5. પ્રાસંગિક સૌર વિકિરણમાં પ્રકાશસંશ્લેષણીય સક્રિય વિકિરણ (PAR)ના કેટલા % હોય છે ?
   (a) 100 %
   (b) 50 %
   (c) 1-5 %
   (d) 2-10 %
6. નીચેના વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો :
   (a) ચરીય આહારશૃંખલા અને મૃત આહારશૃંખલા
   (b) ઉત્પાદન અને વિઘટન
   (c) ઊર્ધ્વવર્તી (સીધો) અને અધોવર્તી (ઊલટો) પિરામિડ
   (d) આહારશૃંખલા અને આહારજાળ
   (e) કચરો અને મૃતદ્રવ્યો
   (f) પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા અને દ્વિતીયક ઉત્પાદકતા
7. નિવસનતંત્રનાં ઘટકોનું વર્ણન કરો.
8. પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ વ્યાખ્યાયિત કરો અને સંખ્યા તથા જૈવભારના પિરામિડો ઉદાહરણ સહિત વર્ણવો.
9. પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા શું છે ? એવાં પરિબળો (કારકો)નું સંક્ષિપ્ત વર્ણન આપો જે પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા પર અસર કરે છે.
10. વિઘટનને વ્યાખ્યાયિત કરો અને વિઘટનની પ્રક્રિયાઓ તથા નીપજો વર્ણવો.
11. નિવસનતંત્રમાં ઊર્જાપ્રવાહનો અહેવાલ આપો.
12. નિવનસતંત્રમાં અવસાદીચક્રની અગત્યની વિશિષ્ટતાઓ લખો.
13. નિવસનતંત્રમાં કાર્બનચક્રની મુખ્ય વિશિષ્ટતાઓની રૂપરેખા આપો.

પ્રકરણ 15

જૈવ-વિવિધતા અને સંરક્ષણ (Biodiversity and Conservation)

15.1 જૈવ-વિવિધતા

15.2 જૈવ-વિવિધતાનું સંરક્ષણ

જો દૂર રહેલી આકાશગંગા (galaxy)માંથી કોઈ એલિયન આપણા પૃથ્વી ગ્રહની મુલાકાતે આવે, તો સૌથી પહેલી વાત તેને અભિભૂત અને અચંબિત (amaze and baffle) કરશે, જે કદાચ આપણા (પૃથ્વી પરના) જીવનની અતિવિશાળ વિવિધતા હશે કે જેનો તે સામનો કરશે. માનવીઓ માટે પણ, સજીવ જીવનની વિવિધતાસભર સમૃદ્ધ જાતિઓ કે જેની સાથે આ ગ્રહ પર આપણે રહીએ છીએ તે આપણને આશ્ચર્યચકિત તેમજ મંત્રમુગ્ધ (astonish and fascinate) કર્યા વગર રહેતી નથી. સામાન્ય માણસ પણ ખૂબ જ મુશ્કેલીથી વિશ્વાસ કરશે કે અહીં આપણી પૃથ્વી પર 20,000 કીડીની જાતિઓ, 3,00,000 ભૃંગકીટક (beetles) જાતિઓ, 28,000 માછલીની જાતિઓ તથા લગભગ 20,000 જેટલી ઑર્કિડની જાતિઓ છે. પરિસ્થિતિવિદો અને ઉદ્‌વિકાસકીય જીવશાસ્ત્રીઓ કેટલાક આવશ્યક પ્રશ્નો પૂછીને આ વિવિધતાની મહત્ત્વતાને સમજવાનો પ્રયત્ન કરી રહ્યા છે - જેમકે; અહીં આટલી બધી વિભિન્ન જાતિઓ કેમ છે ? શું આ મહાન વિવિધતા પૃથ્વીના ઇતિહાસની સાથે જ અસ્તિત્વ પામેલ છે ? *આ વૈવિધ્ય કેવી રીતે અને ક્યાંથી આવ્યું ? જીવાવરણ માટે આ વિવિધતા કેવી રીતે અને શા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે ? જો આ વિવિધતા ખૂબ જ ઓછી હોત તો શું તેની કાર્યકી પણ કોઈક રીતે અલગ હોત ? જીવનની આ વિવિધતાથી મનુષ્યો કેવી રીતે લાભ મેળવી શકે છે ?*

15.1 જૈવ-વિવિધતા (Biodiversity)

આપણા જીવાવરણમાં માત્ર જાતીય સ્તરે જ નહિ પરંતુ જીવશાસ્ત્રીય સંગઠન (આયોજન-organization)ના દરેક સ્તરે કોષોની અંદર મોટા અણુઓ (બૃહત્ અણુઓ)થી લઈ જૈવવિસ્તારો સુધીની ખૂબ જ વિવિધતા (વિષમ વૈવિધ્ય-heterogeneity)નું અસ્તિત્વ છે. જૈવ-વિવિધતા શબ્દ સામાજિક જીવવૈજ્ઞાનિક

(socio-biologist) ઍડવર્ડ વિલ્સન (Edware Wilson) દ્વારા જૈવિક સંગઠનના દરેક સ્તરે સંકળાયેલી વિવિધતાના વર્ણન માટે પ્રચલિત કરવામાં આવ્યો છે. તેમાંથી ખૂબ જ અગત્યના શબ્દો નીચે પ્રમાણે છે :

(i) ***જનીનિક વિવિધતા (Genetic diversity) :*** એક જાતિ જનીનિક સ્તરે તેના વિતરણક્ષેત્રમાં ખૂબ જ વિવિધતા દર્શાવી શકે છે. હિમાલયના વિવિધ વિસ્તારોમાં ઊગતી ઔષધીય વનસ્પતિ સર્પગંધા (*Rauwolfia vomitoria*) દ્વારા દર્શાવાતી જનીનિક વિવિધતા એ તેના દ્વારા ઉત્પાદિત સક્રિય રસાયણ (રીસર્પિન-reserprine)ની ક્ષમતા તથા સાંદ્રતાના અર્થમાં (સંબંધમાં) હોઈ શકે છે. ભારત 50,000થી પણ વધારે જનીનિક રીતે ભિન્ન ચોખા (rice)ની ધાન્યજાતિઓ તથા 1000થી પણ વધારે કેરી (mango)ની જાતિઓ ધરાવે છે.

(ii) ***જાતિ-વિવિધતા (Species diversity) :*** આ વિવિધતા જાતિસ્તરે છે. ઉદાહરણ તરીકે, પશ્ચિમ ઘાટ (Western Ghats)ની ઉભયજીવી (amphibian) જાતિઓની વિવિધતા પૂર્વીય ઘાટ (Eastern Ghats) કરતાં વધારે છે.

(iii) ***પરિસ્થિતિકીય વિવિધતા (Ecological diversity) :*** આ વિવિધતા નિવસનતંત્ર સ્તરે છે. ઉદાહરણ તરીકે ભારત પાસે રણપ્રદેશો (deserts), વર્ષાવનો (rain forests), દરિયાકિનારાના ક્ષારયુક્ત વિસ્તારો (mangroves), પરવાળા ટાપુઓ (coral reefs), ભેજયુક્ત ભૂમિ (wetlands), વેલાનદ્‌મુખી પ્રદેશો (estuaries) અને પહાડો પરની વનસ્પતિઓ કે પહાડો પરનાં ઘાસનાં મેદાનો (alpine meadows) જેવી પરિસ્થિતિકીય વિવિધતા - એ નોર્વે (Norway) જેવા સ્કેંડિનેવિયન (Scandinavian) દેશ કરતાં વધારે છે.

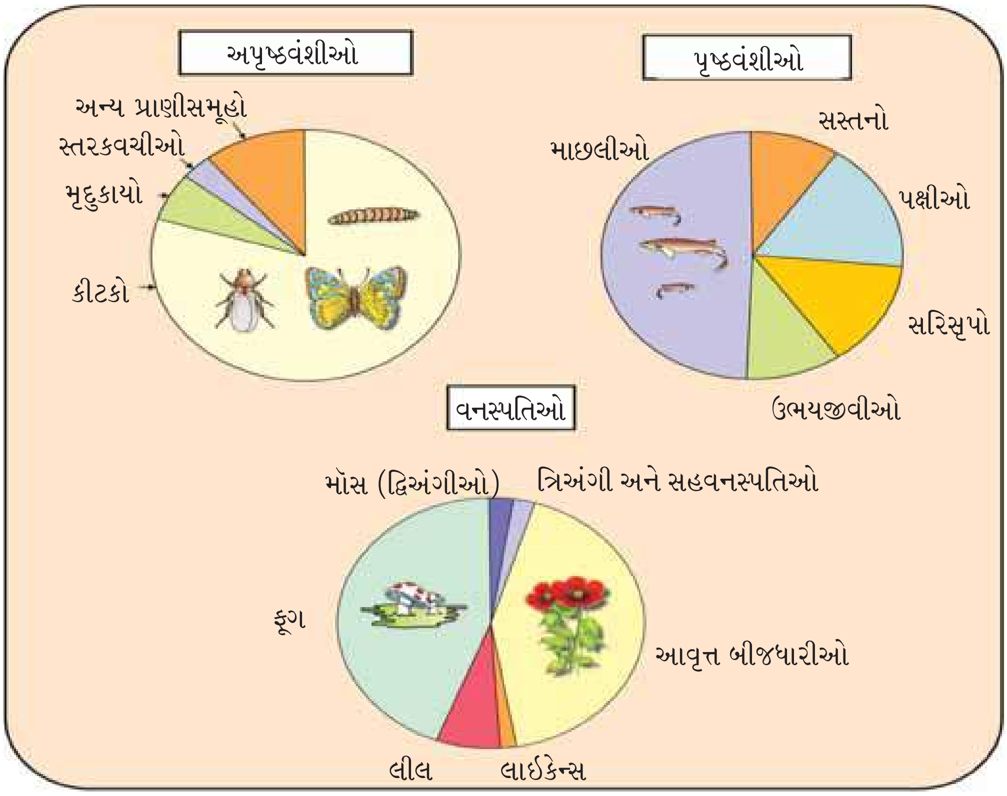
પ્રકૃતિમાં આ સમૃદ્ધ વિવિધતાને એકત્ર થવા માટે ઉદ્‌વિકાસનાં લાખો વર્ષો લાગે છે, પરંતુ જો જાતિ ગુમાવવાનો (species losses) આ વર્તમાન દર સતત ચાલુ રહેશે તો આપણે આ બધી જ સંપત્તિને બે સદી કરતાં પણ ઓછા સમયમાં ગુમાવી શકીએ છીએ. જૈવ-વિવિધતા અને તેનું સંરક્ષણ (conservation) આજકાલ દરેકના હિતસંબંધી આંતરરાષ્ટ્રીય અતિઆવશ્યક પર્યાવરણીય મુદ્દાઓ છે. કારણ કે આ ગ્રહ પર આપણી ચિરંજીવિતા અને સુખાકારી (survival and well-being) માટે સમગ્ર વિશ્વમાં વધુમાં વધુ લોકોને જૈવ-વિવિધતાની ચિંતાજનક મહત્ત્વતા (critical importance)નું ભાન થયું છે કે તેનો વાસ્તવિક ખ્યાલ આવ્યો છે.

15.1.1 પૃથ્વી પર તથા ભારતમાં કેટલી જાતિઓ છે ? (How many Species are there on Earth and How Many in India ?)

હમણાં સુધી શોધાયેલી અને નામાંકિત (discovered and named) બધી જ જાતિઓની નોંધણી પ્રકાશિત કરવામાં આવેલી છે. આપણે જાણીએ છીએ કે, આજ સુધી આ બધામાંથી કેટલી બધી જાતિઓ નોંધાયેલી છે. પરંતુ પૃથ્વી પર કેટલી જાતિઓ છે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ આપવો સહેલો નથી. IUCN (International Union for Conservation Of Nature And Natural Resources)-2004 પ્રમાણે આજ સુધીની વર્ણન કરાયેલી વનસ્પતિ અને પ્રાણી-જાતિઓની કુલ સંખ્યા 1.5 મિલિયન કરતાં સહેજે વધારે છે, પરંતુ આપણને સ્પષ્ટ ખ્યાલ નથી કે હજુ કેટલી જાતિઓની શોધ તથા વર્ણન કરવાનું બાકી છે. અંદાજ લગાવવામાં ખૂબ જ વ્યાપકતા છે તથા તેમનામાંથી ઘણી તો માત્ર પ્રશિક્ષિત રીતે ધારણા (guesses) જ છે. ઘણા વર્ગીકરણીય સમૂહો (જૂથો-groups) માટે, જાતિઓની શોધ ઉષ્ણકટિબંધીય (tropical) દેશો કરતાં સમશિતોષ્ણ (temperate) દેશોમાં વધુ પરિપૂર્ણ છે. એ ધ્યાનમાં લેવાયું કે ઉષ્ણકટિબંધમાં નોંધપાત્ર રીતે (overwhelmingly) મોટા પ્રમાણમાં જાતિઓની શોધ બાકી છે. જીવશાસ્ત્રીઓએ ઉષ્ણકટિબંધીય તેમજ સમશીતોષ્ણ પ્રદેશોમાં કીટકો (insects)ના સમૂહોની જાતિસમૃદ્ધિનો કંટાળાજનક (exhaustively) અભ્યાસ કરી તેમની આંકડાકીય તુલના કરી અને આ પ્રમાણ (ગુણોત્તર-ratio)માં તે વિસ્તારોનાં પ્રાણીઓ તથા વનસ્પતિઓનાં અન્ય જૂથોને આવરી લઈ (ઉમેરો કરી) પૃથ્વી પરની જાતિઓની કુલ સંખ્યાનો એકંદર અંદાજ (gross estimate) લગાવ્યો. કેટલાક અંતિમ અંદાજ

(extreme estimate)નો વિસ્તાર 20થી 50 મિલિયન (2થી 5 કરોડ) સુધીનો છે, પરંતુ રૉબર્ટ મે (Robert May) દ્વારા કરવામાં આવેલ વધુ સંતુલિત અને વૈજ્ઞાનિક રીતે સચોટ અંદાજ (sound estimate) પ્રમાણે વૈશ્વિક જાતિ-વિવિધતા લગભગ 7 મિલિયન (70 લાખ) જેટલી છે.

ચાલો, આપણે વર્તમાન ઉપલબ્ધ જાતિ-સંશોધનોને આધારે પૃથ્વીની જૈવ-વિવિધતા વિશેના કેટલાક રસપ્રદ ઉદ્દેશો (interesting aspects)ને જોઈએ. બધી અંદાજિત જાતિઓના 70 % કરતાં પણ વધારે પ્રાણીઓ છે જ્યારે બધી વનસ્પતિઓ (લીલ, ફૂગ, દ્વિઅંગી, અનાવૃત્ત બીજધારીઓ તથા આવૃત્ત બીજધારીઓ સમાવેશિત) ભેગી કરીએ તોપણ તે કુલ ટકાવારીના 22 % કરતાં વધારે નથી. પ્રાણીઓમાં, કીટકો એ સૌથી વધારે જાતિસમૃદ્ધિ ધરાવતો વર્ગીકરણીય સમૂહ છે, તે પ્રાણીઓની કુલ ટકાવારીના 70 %થી પણ વધારે છે, એનો અર્થ એ છે કે, આ ગ્રહ પર દરેક 10 પ્રાણીઓએ 7 કીટકો છે. ફરીથી, કીટકોના આ વિપુલ વૈવિધ્યને આપણે કેવી રીતે સમજાવીએ ? વિશ્વમાં ફૂગની જાતિઓની સંખ્યા એ મત્સ્ય (fishes), ઉભયજીવી (amphibians), સરિસૃપ (reptiles) તથા સસ્તનો (mammals)ની જાતિઓની એકત્રિત કુલ સંખ્યા કરતાં પણ વધારે છે. આકૃતિ 15.1માં કેટલાક મુખ્ય વર્ગકો (taxa)ની જાતિસંખ્યા દર્શાવતું જૈવ-વિવિધતાનું ચિત્રણ કરવામાં આવ્યું છે.



આકૃતિ 15.1 : વૈશ્વિક જૈવ-વિવિધતાનું પ્રતિનિધિત્વ-અપૃષ્ઠવંશી, પૃષ્ઠવંશી તથા વનસ્પતિ-જાતિઓના વર્ગકોની પ્રમાણસર સંખ્યા

તે વાત નોંધવી જોઈએ કે, આ અંદાજ આદિકોષકેન્દ્રીય સજીવો (prokaryotic organisms) માટેની કોઈ સંખ્યા આપતો નથી. જીવશાસ્ત્રીઓને એ ચોક્કસ ખાતરી નથી કે આદિકોષકેન્દ્રીય જાતિઓની સંખ્યા કેટલી હોઈ શકે છે. સમસ્યા એ છે કે પરંપરાગત (conventional) વર્ગીકરણની રીતો સૂક્ષ્મજીવોને ઓળખવા માટે યોગ્ય કે ઉચિત નથી તથા ઘણી જાતિઓનું પ્રયોગશાળામાં સંવર્ધન યોગ્ય નથી. જો આ સમૂહની જાતિઓના વર્ણન માટે જૈવરાસાયણિક (biochemical) અથવા આણ્વિક (molecular) માપદંડો અપનાવવામાં આવે ત્યારે તેમની વિવિધતા લાખોમાં પહોંચી શકે છે.

તેમ છતાં ભારત એ વિશ્વના કુલ જમીનવિસ્તારના માત્ર 2.4 % જ જમીનવિસ્તાર ધરાવે છે, પરંતુ તેની વૈશ્વિક જાતિવિવિધતા પ્રભાવશાળી (an impressive) રીતે 8.1 % છે. આ જ કારણ છે કે ભારત પણ વિશ્વના 12 મોટી વિવિધતા ધરાવતા દેશો પૈકી એક છે. ભારતમાં લગભગ 45 હજાર જેટલી વનસ્પતિજાતિઓ તથા તેના કરતાં બેગણાથી પણ વધારે પ્રાણીઓની જાતિઓની નોંધણી કરી શકાઈ છે. વાસ્તવિક રીતે આજ સુધી કેટલી જીવંત જાતિઓની શોધ તથા તેમનાં નામ આપવાના બાકી છે ? જો આપણે રૉબર્ટ મેના વૈશ્વિક અંદાજ (global estimate)નો સ્વીકાર કરીએ ત્યારે હજુ સુધી માત્ર કુલ જાતિઓના 22 % જાતિઓની જ શોધ થઈ છે. ભારતમાં વિવિધતાની સંખ્યા માટે આ ટકાવારીના અમલનો આપણે અંદાજ લગાવીએ તો 1,00,000 (1 લાખ)થી વધારે વનસ્પતિઓની જાતિઓ તથા 3,00,000 (3 લાખ)થી વધારે પ્રાણીજાતિઓની શોધ તથા વર્ણન કરવાનું બાકી છે. શું આપણે ક્યારેય આપણા દેશની જૈવિક સંપદા (biological wealth)ની સંપૂર્ણ શોધ કરવા સક્ષમ બની શકીશું ? વિચાર કરો કે આ કાર્યને પૂર્ણ કરવા માટે કેટલી પ્રશિક્ષિત માનવશક્તિ-trained manpower (વર્ગીકરણવિદ્-taxonomists) તથા કેટલા સમયની આવશ્યકતા પડશે. આ પરિસ્થિતિ હજુ પણ વધારે નિરાશાજનક (hopeless) દેખાય છે, જ્યારે આપણે સ્પષ્ટ રીતે જાણીએ છીએ કે, મોટા ભાગની આ જાતિઓ આપણે તેમની શોધ કરતાં પહેલાં જ વિલુપ્ત (extinct) થવાના ભયનો સામનો કરી રહી છે. પ્રકૃતિના જૈવિક પુસ્તકાલયમાં સગૃહિત બધાં જ પુસ્તકોના શીર્ષકોને આપણા દ્વારા સૂચિબદ્ધ (catalogue) કરતાં પહેલાં જ તેમનો અગ્નિદાહ (burning) થઈ રહ્યો છે.

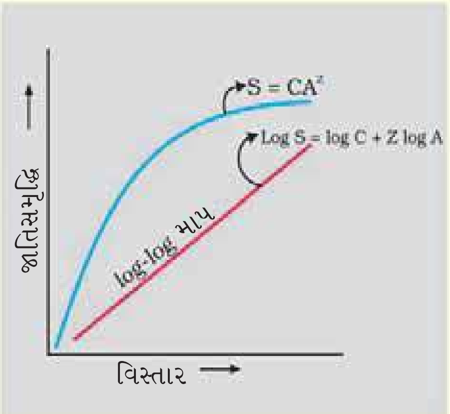
15.1.2 જૈવ-વિવિધતાનાં પ્રતિરૂપો/ભાતો (Patterns of Biodiversity)

(i) ***અક્ષાંશીય ઢોળાંશ (Latitudinal Gradients) :*** પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓની વિવિધતા સમગ્ર વિશ્વમાં સમાન નહિ પરંતુ અસમાન વિતરણ દર્શાવે છે. પ્રાણીઓ તેમજ વનસ્પતિઓના ઘણા સમૂહો માટે, વિવિધતામાં રસપ્રદ ભાતો મળે છે, જેમાં ખૂબ જ જાણીતી વિવિધતામાં અક્ષાંશીય ક્રમબદ્ધ ઢોળાંશ (ઉતાર-ચઢાવ) છે. સામાન્યતઃ વિષુવવૃત્ત (ભૂમધ્ય રેખા-equator)થી ધ્રુવો (poles) તરફ જઈએ તેમ જાતિવિવિધતા ઘટતી જાય છે. ફક્ત કેટલાક જ અપવાદો સાથે, વિષુવવૃત્તીય (ઉષ્ણકટિબંધિય) વિસ્તાર (અક્ષાંશીય સીમા 23.5° ઉત્તરથી 23.5° દક્ષિણ સુધી)માં સમશીતોષ્ણ કે ધ્રુવપ્રદેશો કરતાં વધારે જાતિઓ મળે છે. વિષુવવૃત્તથી નજીક રહેલ કોલંબિયા (colombia)માં 1400 જેટલી પક્ષીઓની જાતિઓ જ્યારે 41° ઉત્તરમાં રહેલા ન્યૂયૉર્ક (New York)માં 105 જેટલી પક્ષીઓની જાતિઓ તથા 71° ઉત્તરમાં સ્થિત ગ્રીનલૅન્ડ (Greenland) ફક્ત 56 પક્ષીઓની જાતિઓ ધરાવે છે. ભારત, કે જેનો અધિકતમ જમીનવિસ્તાર ઉષ્ણકટિબંધિય અક્ષાંશમાં છે તે 1200થી વધારે પક્ષીઓની જાતિઓ ધરાવે છે. ઇક્વાડોર જેવા ઉષ્ણ-કટિબંધિય વનવિસ્તારમાં વાહકપેશીધારી (vascular) વનસ્પતિઓની જાતિઓ યુ.એસ.એ. (USA)ના મધ્ય-પશ્ચિમ જેવા સમશીતોષ્ણ ક્ષેત્રના વનવિસ્તારો કરતાં 10 ગણી વધારે છે. દક્ષિણ અમેરિકામાં એમેઝોન (Amazon)ના મોટા ભાગના ઉષ્ણકટિબંધિય વર્ષાવનો પૃથ્વી પર સૌથી વધારે જૈવ-વિવિધતા ધરાવે છે. તે 40,000 હજાર વનસ્પતિઓની જાતિઓ, 3000 મત્સ્યની, 1300 પક્ષીઓની, 427 સસ્તનોની, 427 ઉભયજીવીઓની, 378 સરિસૃપોની તથા 1,25,000થી વધારે અપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓની જાતિઓનું નિવાસસ્થાન છે. વૈજ્ઞાનિકોનું અનુમાન છે કે આ વર્ષાવનોમાં અત્યારે પણ ઓછામાં ઓછી 20,00,000 (2 મિલિયન) જેટલી કીટક જાતિઓની શોધ તથા નામકરણ કે ઓળખ બાકી છે.

વિષુવવૃત્તિય વિસ્તારમાં એવું શું વિશેષ છે, જે તેમની સૌથી વધારે વિવિધતા માટે કારણભૂત છે ? પરિસ્થિતિવિદો તથા ઉદ્‌વિકાસકીય જીવશાસ્ત્રીઓએ ઘણી પરિકલ્પનાઓ (hypothesis) પ્રસ્થાપિત કરી છે : જેમાંથી કેટલીક મહત્ત્વની છે જે (a) જાતિઉદ્‌ભવ (speciation) સામાન્ય રીતે સમયનું કાર્ય છે. સમશિતોષ્ણ કટિબંધ આધીન વિસ્તારોમાં ભૂતકાળમાં વારંવાર હિમપ્રપાત (glaciation) થતો રહ્યો જ્યારે તેનાથી વિપરિત, ઉષ્ણકટિબંધિય અક્ષાંશો લાખો વર્ષોથી તેની સાપેક્ષે ખલેલ વગરના રહ્યા છે અને આ જ કારણે, જાતિવૈવિધ્યીકરણ માટે લાંબો ઉદ્‌વિકાસકીય સમય મળ્યો. (b) ઉષ્ણકટિબંધ પર્યાવરણ એ સમશિતોષ્ણ પર્યાવરણથી વિપરિત રીતે ઓછા મૌસમીય (ઋતુકીય) પરિવર્તનયુક્ત, પ્રમાણમાં વધુ સ્થિર અને ભવિષ્ય ભાખવાયોગ્ય (constant and predictable) અથવા તો અનુમાનિત રહ્યું. આવું સ્થિર પર્યાવરણ અનોખા વિશિષ્ટીકરણ (niche specialization)ને પ્રોત્સાહિત કરતું રહ્યું તથા સૌથી વધુ જાતિ-વિવિધતા તરફ દોરાયું. (c) વિષુવવૃત્તિય

પ્રદેશમાં વધુ સૌરઊર્જા (solar energy) ઉપલબ્ધ છે કે જે તેના ઉચ્ચ ઉત્પાદન (higher production)માં સહભાગી બને છે. આ ઉચ્ચ ઉત્પાદકતા સૌથી વધુ વિવિધતા માટે પરોક્ષ રીતે ફાળો આપી શકે છે.

(ii) ***જાતિ-વિસ્તારના સંબંધો (Species-Area relationships) :*** જર્મનીના મહાન પ્રકૃતિવિદ્ અને ભૂગોળશાસ્ત્રી એલેક્ઝાંડર વોન હમ્બોલ્ટે (naturalist and geographer Alexander Von Humboldt) દક્ષિણ અમેરિકાનાં જંગલોના વેરાન પ્રદેશોમાં તેમના પ્રારંભિક અને વ્યાપક સંશોધન દરમિયાન અવલોકન કર્યું હતું કે, શોધખોળ (સંશોધન) વિસ્તારમાં વધારો કરવા સાથે કોઈ પ્રદેશની જાતિસમૃદ્ધિમાં વધારો થાય છે, પરંતુ માત્ર અમુક મર્યાદા સુધી જ. હકીકતમાં, વર્ગકો (આવૃત્ત બીજધારી વનસ્પતિઓ, પક્ષીઓ, ચામાચીડિયા, મીઠાજળની માછલીઓ)ની વ્યાપક વિવિધિતા માટે જાતિસમૃદ્ધિ અને વિસ્તાર વચ્ચેનો સંબંધ એક લંબચોરસ અતિવલય (rectangular hyperbola) વળાંકમાં જોવા મળે છે (આકૃતિ 15.2). લઘુગુણક માપ પર, આ સંબંધ એ નીચેનાં સમીકરણ દ્વારા વર્ણવવામાં આવેલી એક સીધી રેખા છે.



આકૃતિ 15.2 : જાતિ-વિસ્તારના સંબંધનું પ્રદર્શન : માપન પર સંબંધ રેખિય બની જાય છે

$$\log S = \log C + Z \log A$$

જ્યાં S = જાતિસમૃદ્ધિ (Species richness)

A = વિસ્તાર (પ્રદેશ-Area)

Z = રેખાનો ઢાળ (સમાશ્રયણ ગુણાંક-Regression coefficient)

C = Y-આંતર્છેદ (Intercept)

પરિસ્થિતિવિદોએ શોધ્યું કે Z રેખાનું મૂલ્ય 0.1થી 0.2 વચ્ચેની ક્ષેત્રમર્યાદામાં હોય છે. પછી ભલે વર્ગીકરણીય સમૂહ કે પ્રદેશ (જેમકે બ્રિટન-Britainમાં વનસ્પતિઓ, કેલિફોર્નિયા-Californiaમાં પક્ષીઓ કે ન્યૂયૉર્ક-New York રાજ્યમાં મૃદુકાયો-moluscs) કોઈ પણ હોય તેને અનુલક્ષીને સમાશ્રયણ રેખાનો ઢાળ આશ્ચર્યજનકરૂપે એકસમાન જ હોય છે. પરંતુ, જો તમે સમસ્ત ખંડો જેવા કોઈ ખૂબ જ વિશાળ પ્રદેશો વચ્ચેના જાતિ-વિસ્તાર સંબંધોનું પૃથક્કરણ (વિશ્લેષણ-analysis) કરશો તો તમને જોવા મળશે કે સમાશ્રયણ રેખાનો ઢાળ ખૂબ જ વધારે તીવ્ર (ત્રાંસો ઊભો ઢાળ-steeper) છે (Z રેખાનું મૂલ્ય 0.6થી 1.2 જેટલી ક્ષેત્રમર્યાદામાં હોય છે). ઉદાહરણ માટે, વિવિધ ખંડોના ઉષ્ણકટિબંધિય જંગલોમાં ફળાહારી (ફળ ખાનારા-fruit eating) પક્ષીઓ અને સસ્તનોની Z રેખાનો ઢોળાવ 1.15 જેટલો જોવા મળશે. *આ સંદર્ભમાં તીવ્ર ઢોળાવ (ત્રાંસા ઊભા ઢાળ)નો અર્થ શું છે ?*

15.1.3 નિવસનતંત્ર માટે જૈવ-વિવિધતાનું મહત્ત્વ (The importance of Species Diversity to the Ecosystem)

શું કોઈ સમુદાય (community)માં જાતિની સંખ્યા ખરેખર નિવસનતંત્રની કામગીરી માટે મહત્ત્વપૂર્ણ બાબત છે ? આ એક સવાલ છે કે, જેના માટે પરિસ્થિતિવિદો એક ચોક્કસ જવાબ આપી શક્યા નથી. ઘણા દાયકાઓ (decades) સુધી, પરિસ્થિતિવિદો માનતા હતા કે, વધુ જાતિઓ ધરાવતા સમુદાયો, સામાન્ય રીતે ઓછી જાતિઓ ધરાવતા સમુદાયો કરતાં વધારે સ્થિર વલણ (tend) ધરાવે છે. એક જૈવિક સમુદાય માટે સચોટ સ્થિરતા શું છે ? એક સ્થિર સમુદાયે તેની ઉત્પાદકતામાં વર્ષે-વર્ષે ઘણો ફેરફાર (વધુ વિવિધતા) થવો જોઈએ નહિ; તે સમયે-સમયે આવનાર અવરોધો માટે પ્રતિરોધક કે પ્રસંગોપાત્ વિક્ષેપો-resistant or occasional disturbances (કુદરતી કે માનવસર્જિત) સામે પ્રતિકારક અથવા સ્થિતિસ્થાપક (resilient) હોવું જોઈએ અને તે વિદેશી જાતિઓ દ્વારા થતા આક્રમણ માટે પ્રતિરોધક (resistant to invasions) પણ હોવું જ જોઈએ. આપણે જાણતા નથી કે આ લક્ષણો સમુદાયમાં જાતિસમૃદ્ધિ સાથે કેવી રીતે જોડાયેલાં છે, પરંતુ ડેવિડ ટિલમેન (David Tilman)ના પ્રયોગશાળાની બહાર ભૂખંડો પર કરવામાં આવેલ લાંબા સમયના નિવસનતંત્રના પ્રયોગો

આ વિષયે કેટલાક કામચલાઉ જવાબો પૂરા પાડે છે. ટિલમેનને જોવા મળ્યું કે, વધુ જાતિઓ ધરાવતા ભૂખંડો એ કુલ જૈવભારમાં વર્ષે-વર્ષે ઓછો ફેરફાર (ઓછી વિવિધતા) દર્શાવતા હતા. તેઓએ તેમના પ્રયોગોમાં એ પણ દર્શાવ્યું કે વધતી જતી વિવિધતાએ તેની ઉચ્ચ ઉત્પાદકતામાં ફાળો આપ્યો હતો.

તેમ છતાં આપણે સંપૂર્ણપણે જાણતા નથી કે, જાતિસમૃદ્ધિ કેવી રીતે નિવસનતંત્રને સારું કે તંદુરસ્ત બનાવી રાખવામાં સહયોગ આપે છે. આપણે ખ્યાલ કે સમજણ પૂરતું જાણીએ છીએ કે, સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતા એ ફક્ત નિવસનતંત્રની તંદુરસ્તી માટે જ આવશ્યક નથી પરંતુ આ ગ્રહ પર માનવજાતિના લાંબા અસ્તિત્વ કે જીવન ટકાવી રાખવા માટે પણ અનિવાર્ય છે. આ સમયે જ્યારે આપણે એકદમ ઘટતા જતા દરની ગતિએ (ભયંકર ચેતવણી આપતી ગતિએ-alarming pace) જાતિઓ ગુમાવી રહ્યા છીએ, ત્યારે કોઈ કદાચ પૂછે કે જો કેટલીક જાતિઓ લુપ્ત થઈ જાય તો શું આ બાબત આપણા માટે ખરેખર મહત્ત્વની છે ? જો પશ્ચિમ ઘાટનાં વૃક્ષો પર જોવા મળતી દેડકાની એક જાતિ (tree frog species) હંમેશાં માટે વિલુપ્ત થઈ જાય તો શું પશ્ચિમ ઘાટનાં નિવસનતંત્રો ઓછાં ક્રિયાશીલ બની જશે ? જો પૃથ્વી પર કીડીઓની 20,000 જાતિઓને બદલે આપણી પાસે માત્ર 15,000 જાતિઓ જ રહે ત્યારે કહો કે તે આપણા જીવનની ગુણવત્તા પર કેવી રીતે અસર કરે છે ?

આવા સરળ પ્રશ્નોના કોઈ સીધા જવાબો નથી, પરંતુ સ્ટેન્ડફૉર્ડના પરિસ્થિતિવિદ્ પૉલ એહરલિક (Stanford ecologist Paul Ehrlich) દ્વારા ઉપયોગ કરવામાં આવેલી સાદૃશ્યતા (ધી રીવેટ પોપર પૂર્વધારણા-the 'rivet popper hypothesis') દ્વારા આપણે યોગ્ય વિચાર કે પરિપ્રેક્ષ્ય (perspective) વિકસિત કરી શકીએ છીએ. એક વિમાન જેવા નિવસનતંત્ર (નિવસનતંત્ર એક વાયુયાન જેવું છે કે જેમાં આપણે મુસાફરો જેવા છીએ)ના બધા જ ભાગોને હજારો ખીલીઓ (રીવેટ્સ) (જાતિઓ)ના ઉપયોગ દ્વારા એકસાથે જોડવામાં આવે છે. જો વિમાનના દરેક મુસાફરો તેમાં જડેલી એક-એક ખીલી (રીવેટ) ખોલીને તેમના ઘરે લઈ જવાનું શરૂ કરે (આવી રીતે જાતિઓ લુપ્ત થઈ જાય છે), ત્યારે શરૂઆતમાં તો વિમાનની સુરક્ષાને અસર થશે નહિ (નિવસનતંત્રની ક્રિયાશીલતા યોગ્ય રહેશે), પરંતુ જો વધુ ને વધુ ખીલીઓ ખોલી લેવામાં કે દૂર કરવામાં આવે, ત્યારે કેટલાક સમય પછી વિમાન જોખમી રીતે પડી ભાંગશે (dangerously weak). સાથે-સાથે એ પણ મહત્ત્વનું છે કે કયો રીવેટ કાઢી નાંખવામાં આવ્યો છે તે પણ નિર્ણાયક કે અંતિમ જોખમી હોઈ શકે છે. વિમાનની અંદરની બાજુએ બેઠકો કે બારીઓ પરના થોડા રીવેટ્સની નુકસાની કરતાં તેની પાંખો પર રહેલા રીવેટ્સની ખોટ કે નુકસાની (એટલે કે ચાવીરૂપ જાતિઓ કે જે નિવસનતંત્રની મુખ્ય ક્રિયાવિધિને સંચાલિત કરે છે)થી દેખીતી રીતે વિમાનને સલામતી માટે ગંભીર જોખમ (serious threat) છે. (વિમાનની પાંખોના રીવેટ્સની અહીં નિવસનતંત્રની મુખ્ય જાતિઓ સાથે તુલના કરવામાં આવે છે.)

15.1.4 જૈવ-વિવિધતાની ક્ષતિ કે નુકસાની (Loss of Biodiversity)

જ્યારે કોઈ નવી જાતિઓનો પૃથ્વીના ખજાના (તિજોરી-treasury)માં ઉમેરો (જાતિઉદ્ભવ દ્વારા) કરવામાં આવે ત્યારે તે શંકાસ્પદ લાગે છે, પરંતુ તેમના સતત-નિરંતર નુકસાન વિશે કોઈ શંકા નથી. આપણા ગ્રહ (પૃથ્વી)ની જૈવિક સંપદા ખૂબ જ ઝડપથી ઘટી રહી છે અને આક્ષેપિત (આરોપી-accusing) આંગળી સ્પષ્ટપણે માનવપ્રવૃત્તિઓ તરફ ચિંધાઈ રહી છે. માનવીઓ દ્વારા ઉષ્ણકટિબંધિય પ્રશાંત વિસ્તારના બરફ આચ્છાદિત ટાપુઓ (tropical pacific islands)ના વસાહતીકરણ (colonization)ને કારણે ત્યાંનાં સ્થાનિક પક્ષીઓની 200થી પણ વધારે જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગઈ છે. IUCN રેડ લિસ્ટ (Red List) 2004ના દસ્તાવેજી પુરાવાઓ પ્રમાણે પાછલાં 500 વર્ષોમાં 784 જાતિઓ (338 પૃષ્ઠવંશીઓ, 359 અપૃષ્ઠવંશીઓ-invertebrates, 87 વનસ્પતિઓની જાતિઓ સમાવેશિત) લુપ્ત થઈ ગઈ છે. તાજેતરની લુપ્ત જાતિઓ (extinction species)નાં કેટલાંક ઉદાહરણોમાં ડોડો-dodo (મોરેશિયસ-Mauritius), ક્વેગા-quagga (આફ્રિકા-Africa), થાયલેસિન-thylacine (ઑસ્ટ્રેલિયા-Australia), સ્ટીલર સી કાઉ-Steller Sea Cow (રશિયા-Russia) અને વાઘની ત્રણ ઉપજાતિઓ બાલી (Bali), જાવાન (Javan) તથા કાસ્પિયન (Caspian) છે. છેલ્લાં 20 (વીસ) વર્ષો જ 27 (સત્તાવીસ) જાતિઓના અદૃશ્ય થવાના સાક્ષી (witness) રહ્યા છે. અહેવાલોનું કાળજીપૂર્વકનું આંકડાકીય પૃથક્કરણ (વિશ્લેષણ) દર્શાવે

છે કે સમગ્ર વર્ગકોનું વિલોપન એ યાદૃચ્છિક (random) નથી; જેમકે ઉભયજીવીઓ જેવાં કેટલાંક જૂથો લુપ્ત થવા માટે વધુ સંવેદનશીલ (more vulnerable to extinction) લાગે છે. લુપ્તતાના ભયાનક દૃશ્ય (grim scenario of extinction)માં ઉમેરો કરતાં એ પણ હકીકત (fact) છે કે વિશ્વવ્યાપી 15,500 કરતાં પણ વધારે જાતિઓ લુપ્ત થવાના ભયનો સામનો (facing the threat of extinction) કરી રહી છે. વર્તમાન વિશ્વમાં, બધી જ પક્ષી જાતિઓના 12 %, બધી જ સસ્તન જાતિઓના 23 %, બધી જ ઉભયજીવી જાતિઓના 32 % અને બધી જ અનાવૃત્ત બીજધારીઓના 31 % જાતિઓ લુપ્ત થવાના ભયનો સામનો કરે છે કે વિનાશના આરે આવીને ઊભી છે.

અશ્મિ અહેવાલોના માધ્યમ દ્વારા પૃથ્વી પરના જીવનના ઇતિહાસના અભ્યાસ પરથી આપણે જાણ્યું છે કે, જાતિઓનું મોટા પાયે થતું નુકસાન જે હાલમાં આપણે જોઈ રહ્યા છીએ તેવું અગાઉ મનુષ્યજાતિના અવતરણ (આગમન) પહેલાં પણ થયું છે. લાંબા સમય દરમિયાન લગભગ 3 બિલિયન વર્ષ પહેલાં જ્યારથી પૃથ્વી પર જીવનનો ઉદ્ભવ તથા વૈવિધ્યીકરણ થયું છે ત્યારથી આજ સુધીમાં પાંચ વખત જાતિઓના સામૂહિક વિલોપન (વિનાશ)નો ઘટનાક્રમ થયો છે. વર્તમાન સમયમાં છઠ્ઠી (6) વારનું વિલોપન કે વિનાશ પ્રગતિ પર છે તે પહેલાંના પાંચ ઘટનાક્રમથી કેવા પ્રકારે અલગ હશે ? તફાવત ફક્ત તેના દરમાં છે. વર્તમાન સમયમાં જાતિઓના વિલોપનનો દર એ માનવ-અસ્તિત્વના સમય પૂર્વે થવાવાળા વિલોપન કરતાં 100થી 1000 ગણો ઝડપી આંકવામાં આવ્યો છે અને આ ઝડપી દર માટે આપણી ક્રિયાવિધિઓ જ જવાબદાર છે. પરિસ્થિતિવિદોને ચિંતાજનક ચેતવણી (warn) છે કે જો જાતિ ઘટાડાનો આ વર્તમાન સિલસિલો સતત ચાલુ રહ્યો, તો આવતાં સો (100) વર્ષોની અંદર જ પૃથ્વી પરની તમામ જાતિઓની લગભગ અડધા ભાગની જાતિઓ વિલુપ્ત થઈ જશે.

સામાન્ય રીતે, કોઈ પ્રદેશમાં જૈવ-વિવિધતાને નુકસાન થવાથી (a) વનસ્પતિ-ઉત્પાદનમાં ઘટાડો થાય છે. (b) દુષ્કાળ (drought) જેવા પર્યાવરણીય ઉપદ્રવો (perturbations) તરફનું નિમ્ન પ્રતિરોધન (c) વનસ્પતિ-ઉત્પાદકતા, પાણીનો ઉપયોગ અને જંતુ તથા રોગચક્રો (pest and disease cycles) જેવી કેટલીક નિવસનતંત્રકીય પ્રક્રિયાઓમાં પરિવર્તનશીલતા વધવા પામવી.

જૈવ-વિવિધતાની નુકસાનીનાં કારણો (Causes of Biodiversity losses) : જાતિ-વિલોપન (વિલુપ્તતા)નો વધતો જતો દર કે જેનો વિશ્વ આજે સામનો કરી રહ્યું છે તે મુખ્યત્વે માનવ-પ્રવૃત્તિઓને કારણે છે. તેનાં મુખ્ય ચાર કારણો છે (ધી એવિલ ક્વાર્ટેટ-The 'Evil Quartet' એ ઉપશીર્ષક છે કે જેનો તેમના વર્ણન માટે નીચે પ્રમાણે ઉપયોગ થાય છે.)

(i) ***વસવાટી નુકસાન અને અવખંડન (Habitat Loss and Fragmentation) :*** પ્રાણીઓ તથા વનસ્પતિઓના વિલોપન માટેનું આ સૌથી મુખ્ય કારણ છે. ઉષ્ણકટિબંધના વર્ષાવનોમાં થતી વસવાટ નુકસાની (વસવાટ નાબૂદી-habitat loss) એ તેનાં નાટ્યાત્મક ઉદાહરણો (dramatic examples) છે. એક સમયે વર્ષાવનો એ પૃથ્વીની જમીનસપાટીના 14 % કરતાં પણ વધારે વિસ્તારને આવરી લેતા હતા, પરંતુ હાલમાં આ વર્ષાવનો 6 % કરતાં વધારે વિસ્તાર આવરતા નથી. તેઓ ખૂબ જ ઝડપથી નાશ થતાં રહે છે કે જ્યારે તમે આ પ્રકરણ વાંચવાનું પૂરું કરો ત્યાં સુધીમાં (તેટલા સમયમાં) તો વર્ષાવનોના 1000થી વધુ હેક્ટર્સ (hectares) નાશ પામ્યાં હશે. એમેઝોન વર્ષાવન (તે ખૂબ જ વિશાળ છે જેથી તેને પૃથ્વી ગ્રહનું ફેફસું-lungs of the planet) કહેવાય છે તે કદાચ લાખો જાતિઓનો આશ્રય છે તેને સોયાબીન (soya beans)ની ખેતી માટે કાપીને સાફ કરી દેવામાં આવ્યું છે કે ગૌમાંસ આપતા ઢોર (beef cattle)ના ચારા માટે તૃણ કે ઘાસભૂમિ (grass lands)માં ફેરવી દેવામાં આવ્યું છે. સંપૂર્ણ વસવાટ-નાબૂદી ઉપરાંત પ્રદૂષણ (pollution)ના કારણે પણ ઘણા વસવાટો અવનતીકરણ (degradation) થયા છે તથા ઘણી જાતિઓના અસ્તિત્વ માટે ખતરો (જોખમ-threatens) પણ ઊભો થયો છે. જ્યારે વિવિધ માનવ-પ્રવૃત્તિઓને કારણે વિશાળ વસવાટો (નિવાસસ્થાનો)ને નાના-નાના ખંડોમાં વિભાજિત કરી દેવામાં આવે છે ત્યારે જે સસ્તનો અને પક્ષીઓને મોટા પ્રદેશોની જરૂરિયાત છે તે અને પ્રવાસી પ્રકૃતિવાળાં કેટલાંક પ્રાણીઓ તેનાથી ખરાબ રીતે અસર પામે છે જેથી તેઓ વસ્તી ઘટાડા તરફ દોરાય છે.

(ii) ***અતિશોષણ (Over-exploitation) :*** મનુષ્યો હંમેશાં ખોરાક અને આશ્રયસ્થાન માટે પ્રકૃતિ (કુદરત-nature) પર આધાર રાખે છે પરંતુ જ્યારે તેમની આવશ્યકતા લાલચ (લોભ-greed)માં બદલાઈ જાય છે ('needs' turns to 'greed') ત્યારે નૈસર્ગિક સ્રોતોનું અતિશોષણ શરૂ થાય છે. મનુષ્યો દ્વારા થતા અતિશોષણને કારણે પાછલાં પાંચસો (500) વર્ષોમાં સ્ટીલર સી કાઉ (Steller's Sea Cow), પેસેન્જર પીજીઅન (passenger pigean) જેવી ઘણી જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગઈ છે. આજે ઘણી દરિયાઈ માછલીઓની વસ્તી વધુપડતા શિકારને કારણે સમગ્ર વિશ્વમાં ઓછી થઈ રહી છે તેથી કેટલીક વ્યાવસાયિક રીતે મહત્ત્વની (commerciall important) જાતિઓનું લાંબું અસ્તિત્વ ખતરામાં મુકાયું છે.

(iii) ***વિદેશી જાતિઓનું અતિક્રમણ (Alien species invasions) :*** જ્યારે વિદેશી જાતિઓ અજાણતાં કે જાણી જોઈને ઇરાદાપૂર્વક (unintentionally or deliberately) કોઈ પણ આશયથી કોઈ પ્રદેશમાં દાખલ થાય છે ત્યારે તેમનામાંથી કેટલીક જાતિઓ આક્રમક થઈને સ્થાનિક જાતિઓમાં ઘટાડો કે તેમના વિલોપનનું કારણ બની જાય છે. જ્યારે નાઇલ પર્શને(Nile perch-એક જાતની મીઠા જળની માછલી)ને પૂર્વ આફ્રિકાના વિક્ટોરિયા સરોવર (Victoria lake)માં દાખલ કરવામાં આવી ત્યારે તેના પરિણામ સ્વરૂપ સરોવરમાં રહેલી પરિસ્થિતિકીય રીતે અજોડ સ્થાનિક સિચલિડ માછલીઓ (cichlid fishes)ની 200થી પણ વધારે જાતિઓના સમૂહ એકસાથે વિલુપ્ત થઈ ગયો. તમે ગાજર ઘાસ (carrot grass-*Parthenium*), ગંધારી (*Lantana*) અને જળકૂંભિ (water hyacinth-*Eichornia*) જેવી આક્રમક નીંદણ જાતિઓ દ્વારા થતા પર્યાવરણીય નુકસાન અને આપણી સ્થાનિક જાતિઓ માટે ઉદ્ભવેલા ખતરાથી પરિચિત હોવા જ જોઈએ. તાજેતરમાં જળચર સજીવ ઉછેરના હેતુ (ઉદ્દેશ) માટે ક્લેરિયસ ગેરિપિનસ (*Clarian gariepinus*) નામની આફ્રિકન કેટફિશ (African catfish)ને ગેરકાયદેસર રીતે આપણી નદીઓમાં લાવવામાં આવી, તો હાલમાં આપણી સ્થાનિક કેટફિશ માછલીઓ માટે જોખમ ઊભું થયું છે.

(iv) ***સહવિલોપન કે સહલુપ્તતા (Co-extinctions) :*** જ્યારે એક જાતિ લુપ્ત થઈ જાય છે ત્યારે તેની સાથે સંકળાયેલી વનસ્પતિ અને પ્રાણીજાતિઓ પણ ફરજિયાત રીતે લુપ્ત થઈ જાય છે. જ્યારે યજમાન માછલીની જાતિ (host fish species) લુપ્ત થાય છે ત્યારે તેના પરોપજીવીઓનું વિશિષ્ટ જૂથ (unique assemblage of parasites) પણ એ જ નિયતિ (fate)ને પૂર્ણ કરે છે. વનસ્પતિ-પરાગવાહકની સહોપકારિતા (plant-pollinator mutualism)ના સહવિકાસ (coevolved)નો કિસ્સો એ તેનું બીજું ઉદાહરણ છે કે જ્યાં એક (જાતિ)નું વિલોપન એ નિશ્ચિતપણે બીજી (જાતિ)ના વિલોપન તરફ દોરાય છે.

15.2 જૈવ-વિવિધતાનું સંરક્ષણ (Biodiversity Conservation)

15.2.1 આપણે જૈવ-વિવિધતા સંરક્ષણ શા માટે કરવું જોઈએ ? (Why Should We Conserve Biodiversity ?)

તેનાં ઘણાં કારણો છે, કેટલાંક સ્પષ્ટ અને બીજાં કેટલાંક અસ્પષ્ટ છે, પરંતુ બધાં સમાન રીતે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. તેમને ત્રણ વર્ગોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે; સંક્ષિપ્ત રીતે ઉપયોગિતાવાદી (narrowly utilitarian), વ્યાપક રીતે ઉપયોગિતાવાદી (broadly utilitarian) અને નૈતિક (ethical).

જૈવ-વિવિધતાના સંરક્ષણ માટે **સંક્ષિપ્ત રીતે ઉપયોગી** દલીલો સ્પષ્ટ છે; જેમકે મનુષ્યો પ્રકૃતિમાંથી અગણિત સીધા આર્થિક લાભો મેળવે છે - ખોરાક (ધાન્ય-cereals, કઠોળ-pulses, ફળ-fruits), બળતણ (firewood), રેસા (fibers), બાંધકામ-સામગ્રી (construction materials), ઔદ્યોગિક ઉત્પાદનો (ટેનિન્સ-tannins, ઊંજણ-lubricants, રંગકો-dyes, રાળ-resins, અત્તર-perfumes) તથા ઔષધકીય મહત્ત્વનાં ઉત્પાદનો. વર્તમાન વૈશ્વિક બજારમાં વેચાતી 25 % કરતાં વધારે દવાઓ વનસ્પતિઓમાંથી મેળવવામાં આવે છે અને સમગ્ર વિશ્વના મૂળ સ્થાનિક લોકો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી લગભગ 25,000 જેટલી વનસ્પતિઓની જાતિઓ પરંપરાગત દવાઓ (ઔષધો)માં ફાળો આપે છે. એ કોઈ જાણતું નથી કે ઘણી બધી ઔષધીય રીતે ઉપયોગી વનસ્પતિઓની ઉષ્ણકટિબંધિય વર્ષાવનોમાં શોધ બાકી છે. જો સ્રોતો (સંસાધનો-

resources)ના વધારા સાથે ‘જૈવ-શોધખોળ-bioprospecting’ (આર્થિક રીતે મહત્ત્વનાં ઉત્પાદનો માટે આણ્વિય, જનીનિક અને જાતીય સ્તરે વિવિધતાની શોધ) કરવામાં આવે તો સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતા ધરાવતાં રાષ્ટ્રો તેના વધુ લાભો (ફાયદા) લેવાની અપેક્ષા રાખી શકે છે.

વ્યાપક ઉપયોગિતાવાદી દલીલો કહે છે કે, પ્રકૃતિ દ્વારા પ્રદાન કરવામાં આવતી ઘણી નિવસનતંત્રકીય સેવાઓમાં જૈવ-વિવિધતા મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. ખૂબ જ ઝડપથી નાશ પામતા કે ઘટતા જતાં એમેઝોન જંગલો પ્રકાશસંશ્લેષણ (photosynthesis) દ્વારા પૃથ્વીના વાતાવરણમાં કુલ ઑક્સિજનના લગભગ 20 % જેટલો ઑક્સિજન ઉત્પન્ન કરતા હોવાનો અંદાજ છે. શું આપણે પ્રકૃતિ દ્વારા પ્રદાન કરવામાં આવતી આ સેવાનું આર્થિક મૂલ્ય આંકી શકીએ છીએ ? તમારી નજીકની હૉસ્પિટલમાં એક ઑક્સિજન સિલિન્ડર પર કેટલો ખર્ચ થાય છે તેનાથી તમે તેનું કેટલુંક અનુમાન લગાવી શકો છો. પરાગનયન (જેના વગર વનસ્પતિઓ આપણને ફળ તથા બીજ આપી શકતી નથી) નિવસનતંત્રની બીજી સેવા છે જે પરાગવાહકો જેવા કે મધમાખી (bees), ભમરા (bumblebees), પક્ષીઓ (birds) તથા ચામાચીડિયા (bats) દ્વારા નિવસનતંત્રો આપણને પ્રદાન કરે છે. *પ્રાકૃતિક પરાગવાહકોની મદદ વગર પરાગનયન પૂર્ણ કરવાનો ખર્ચો શું હશે ?* બીજા અપ્રત્યક્ષ (અમૂર્ત-intangible) લાભો પણ છે જે આપણે પ્રકૃતિમાંથી મેળવીએ છીએ. જેમકે લાકડાના જાડા ગોળવા ફેરવીને (walking through thick wood) ચાલવાનો વનભ્રમણ દરમિયાન વસંતઋતુમાં સંપૂર્ણ ખીલેલાં પુષ્પો નિહાળવાનો (watching spring flowers in full bloom) કે સવારમાં બુલબુલનાં ગીત સાંભળતાં-સાંભળતાં જાગવાનો સૌંદર્યલક્ષી આનંદ (waing up to bulbul’s song in the morning). શું આપણે આવી વસ્તુઓ પર કોઈ ભાવસૂચક (price tag-કિંમત દર્શાવતી કાપલી) કિંમત મૂકી શકીએ ?

જૈવ-વિવિધતાના સંરક્ષણ માટે **નૈતિક** દલીલનો સંબંધ આ પૃથ્વીગ્રહ પર રહેલી એવી વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ તથા સૂક્ષ્મજીવોની લાખો જાતિઓ સાથે છે જેના આપણે ઋણી છીએ કે જેમની સાથે આપણે રહીએ છીએ. દાર્શનિક કે અધ્યાત્મિક રીતે (philosophically or spiritually) આપણે એ સમજવાની જરૂર છે કે દરેક જાતિઓ તેનું આંતરિક (intrinsic) મૂલ્ય ધરાવે છે, ભલે પછી આપણા માટે તેનું વર્તમાનમાં કોઈ પણ આર્થિક મૂલ્ય ન હોય. ભવિષ્યની આવનારી પેઢીઓને સારી રીતે સુનિશ્ચિત કરવા તેમજ તેમની સુખાકારી માટે આપણા જૈવિક વારસા (ધરોહર-legacy)નું જતન કરવાની આપણી નૈતિક ફરજ બને છે.

15.2.2 આપણે જૈવ-વિવિધતાનું સંરક્ષણ કેવી રીતે કરવું જોઈએ ? (How do we conserve Biodiversity ?)

જ્યારે આપણે સમગ્ર નિવસનતંત્રને સંરક્ષિત અને સુરક્ષિત (conserve and protect) કરીએ છીએ ત્યારે તે જૈવ-વિવિધતાના બધા જ સ્તરો પણ સુરક્ષિત થઈ જાય છે. આપણે વાઘને બચાવવા માટે સમગ્ર જંગલને બચાવવું પડે છે. આ અભિગમને સ્વસ્થાન-in situ (એ જ જગ્યાએ-on site) સંરક્ષણ કહે છે. જોકે, જ્યારે એવી કોઈ પરિસ્થિતિઓ હોય કે જ્યાં પ્રાણી અથવા વનસ્પતિનું અસ્તિત્વ જોખમ કે સંકટ (endangered or threatened)માં મુકાયું હોય (સજીવો જંગલમાં કે જ્યાં છે ત્યાં નજીકના ભવિષ્યમાં લુપ્ત થવાના અત્યંત વધુ જોખમનો સામનો કરતાં હોય) અને તેને વિલોપનના સંકટમાંથી બચાવવા ત્વરિત પગલાં લેવાની આવશ્યકતા હોય, ત્યારે બાહ્ય સ્થાન-ex situ (અન્ય જગ્યાએ-off site) સંરક્ષણ એ ઈચ્છનિય અભિગમ (desirable approach) છે.

***સ્વસ્થાન સંરક્ષણ* (*In situ* conservation) :** વિકાસ તથા સંરક્ષણની વચ્ચેના સંઘર્ષ (conflict)નો સામનો કરવા છતાં પણ ઘણાં રાષ્ટ્રોને અવાસ્તવિક (unrealistic) લાગે છે અને તેમની તમામ જૈવિક સંપદાનું સંરક્ષણ કરવાનું આર્થિક રીતે વ્યાવહારિક પણ લાગતું નથી. નિશ્ચિતપણે, જેટલા સંરક્ષણના સ્રોતો (સંસાધનો) ઉપલબ્ધ છે તેનાથી વિલોપનમાંથી બચવાની રાહ જોતી જાતિઓની સંખ્યાને બચાવવી દૂરની વાત છે. વૈશ્વિક આધાર પર, આ સમસ્યા શ્રેષ્ઠ સંરક્ષણવાદીઓ (eminent conservationists) દ્વારા સંબોધવામાં આવેલ છે. તેઓએ મહત્તમ સુરક્ષા માટે ખૂબ જ ઉચ્ચ સ્તરોની જાતિસમૃદ્ધિ ધરાવતા અને ઉચ્ચપ્રમાણની **સ્થાનિકતા-endemism** (એટલે કે જાતિઓ જે-તે પ્રદેશ પૂરતી મર્યાદિત હોય અને અન્યત્ર બીજે ક્યાંય જોવા મળતી ન હોય) ધરાવતા કેટલાક જૈવ-વિવિધતાના ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો (હૉટસ્પૉટ્સ-hotspots) ઓળખ્યા છે. શરૂઆતમાં પચીસ (25) જૈવ-વિવિધતાના

હૉટસ્પૉટ્સની ઓળખ કરવામાં આવી હતી પરંતુ ત્યાર બાદ આ યાદીમાં 9 હૉટસ્પૉટ વધારે ઉમેરવામાં આવ્યા હતા. આમ, વિશ્વભરમાં જૈવ-વિવિધતાના હૉટસ્પૉટની કુલ સંખ્યા 34 સુધી લઈ જવાઈ છે. આ હૉટસ્પૉટ્સ એ ત્વરિત રીતે ક્ષતિ પામતા આવાસીય ક્ષેત્રો પણ છે. આમાંથી 3 હૉટસ્પૉટ્સ-પશ્ચિમ ઘાટ અને શ્રીલંકા (Western Ghats and Sri Lanka), ઈન્ડો-બર્મા (Indo-Burma) તથા હિમાલય (Himalaya) છે જે અપવાદરૂપે આપણા દેશની ઉચ્ચ જૈવ-વિવિધતાનાં ક્ષેત્રોને આવરી લે છે. તેમ છતાં બધા જ જૈવ-વિવિધતાવાળા હૉટસ્પૉટ્સને એકસાથે ભેગા કરીએ તોપણ તે પૃથ્વીના જમીનવિસ્તારના 2 % કરતાં ઓછા થાય છે, પરંતુ આ ક્ષેત્રોમાં સામૂહિક રીતે આવાસિત જાતિઓની સંખ્યા અત્યંત વધારે છે તથા આ હૉટસ્પૉટ્સની કડક સુરક્ષા દ્વારા ચાલુ રહેલા સમૂહ વિલોપનના દરને લગભગ 30 % સુધી ઘટાડી શકાય છે.

ભારતમાં, પરિસ્થિતિકીય રીતે અદ્વિતીય અને જૈવ-વિવિધતા-સમૃદ્ધ પ્રદેશોને જૈવાવરણ આરક્ષિત વિસ્તારો (biosphere reserve areas), રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો (national parks) અને અભયારણ્યો (sanctuaries) તરીકે કાયદાકીય (legally) સુરક્ષા આપવામાં આવી છે. અત્યારે ભારતમાં 14-જૈવાવરણ આરક્ષિત વિસ્તારો, 90-રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને 448-વન્યજીવ અભયારણ્યો છે. ભારતમાં ધાર્મિક અને સાંસ્કૃતિક પરંપરાઓ (religious and cultural traditions)નો ઈતિહાસ પણ છે જે પ્રકૃતિની સુરક્ષા પર ભાર મૂકે છે. ઘણી સંસ્કૃતિઓમાં, જંગલો માટે અલગ હિસ્સો છોડી દેવામાં આવતો હતો અને તેમાં રહેલાં બધાં જ વૃક્ષો તથા વન્યજીવનની પૂજા કરવામાં આવતી અને સમગ્ર રીતે રક્ષણ આપવામાં આવતું. આ પ્રકારનાં **પવિત્ર ઉપવનો (sacred grooves**-ધાર્મિક માન્યતાને આધારે વનસ્પતિ-પ્રાણી સુરક્ષિત વિસ્તારો) મેઘાલયની ખાસી અને જયંતિયા ટેકરીઓ (Khasi and Jaintia Hills in Meghalaya), રાજસ્થાનની અરવલ્લી ટેકરીઓ (Aravalli Hills of Rajasthan), કર્ણાટક અને મહારાષ્ટ્રના પશ્ચિમ ઘાટના વિસ્તારો (Western Ghat regions of Karnataka and Maharashtra) તથા મધ્યપ્રદેશના સરગુજા, ચંદા અને બસ્તર વિસ્તારો (Sarguja, Chanda and Bastar area of Madhya Pradesh)માં જોવા મળે છે. મેઘાલયમાં પવિત્ર ઉપવનો (sacred groves) એ દુર્લભ (rare) અને સંકટમાં રહેલ (threatened) વનસ્પતિઓની ઘણી સંખ્યા માટેના અંતિમ શરણાર્થીઓ (refuges) છે.

***નવસ્થાન સંરક્ષણ* (*Ex-situ* Conservation) :** આ અભિગમમાં, સંકટમાં રહેલ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓને તેમના કુદરતી નિવાસસ્થાનમાંથી બહાર કાઢી લેવામાં આવે છે અને એક વિશેષ જગ્યામાં લઈ જઈ સમૂહમાં રાખવામાં આવે છે કે જ્યાં તેમની સારી સુરક્ષા કરી શકાય અને ખાસ કાળજી આપી શકાય. પ્રાણીઉદ્યાનો (zoological parks), વનસ્પતિઉદ્યાનો (botanical gardens) અને વન્યજીવ સફારીઉદ્યાનો (wildlife safari parks) આ હેતુ માટે સેવાઓ આપે છે. એવાં ઘણાં પ્રાણીઓ જે જંગલોમાં વિલુપ્ત થઈ ગયાં છે પરંતુ પ્રાણીઉદ્યાનોમાં જાળવી રાખવાનું ચાલુ છે. તાજેતરનાં વર્ષોમાં સંકટમાં રહેલી ઘણી જાતિઓને તેમના ભયજનક દાયરામાં રાખ્યા સિવાય (સંકટમાં મુકાય તે પહેલાં) અગાઉથી જ બાહ્યસ્થાન સંરક્ષણ (ex-situ conservation) આપી દેવામાં આવે છે. હાલમાં સંકટમાં રહેલી જાતિઓના જન્યુઓની ક્રાયોપ્રિઝર્વેશન-cryopreservation તક્નિકીઓ (–196° સે તાપમાને અનિશ્ચિત સમય માટે સંગ્રહ કરવાની પદ્ધતિ)ના ઉપયોગથી જીવિત (viable) અને જનનક્ષમ અથવા ફળદ્રુપ (fertile) સ્થિતિમાં લાંબા સમયગાળા માટે સાચવણી કરી શકાય છે. ઈંડાને કૃત્રિમ રીતે (in vitro) ફલિત કરી શકાય છે અને વનસ્પતિઓને પેશી-સંવર્ધન (tissue culture) પદ્ધતિઓના ઉપયોગથી પ્રસર્જિત (propagated) કરી શકાય છે. વ્યાપારિક ધોરણે મહત્ત્વની વનસ્પતિઓના વિભિન્ન જનીનિક (genetic) જાતોના બીજને બીજબૅન્કો (seed banks)માં લાંબા સમયગાળા માટે રાખી શકાય છે.

જૈવ-વિવિધતા માટે કોઈ રાજકીય સીમાઓ નથી અને તેથી તેનું સંરક્ષણ બધાં રાષ્ટ્રોની સામૂહિક જવાબદારી છે. જૈવિક વિવિધતા પરનું ઐતિહાસિક સંમેલન-The Historic Convention on Biological Diversity (પૃથ્વી પરિષદ-'The Earth Summit') વર્ષ 1992માં રિયો ડી જાનેરો Rio de Janeiro ખાતે યોજવામાં આવેલ હતું. જેમાં તમામ રાષ્ટ્રોને સંબોધીને કહેવામાં આવ્યું હતું કે, જૈવ-વિવિધતાના સંરક્ષણ માટે યોગ્ય પગલાં લેવા તેમજ તેના લાભોનો એ રીતે ઉપયોગ કરવામાં આવે કે જેથી તે લાંબા સમય સુધી મળતા

રહે. તેને અનુસરીને વર્ષ 2002માં દક્ષિણ આફ્રિકાના જોહાનિસબર્ગ (Johannesburg)માં ટકાઉ વિકાસ પર વિશ્વ પરિષદ (World Summit) યોજવામાં આવી, જેમાં વિશ્વના 190 દેશો પ્રતિજ્ઞા લઈ વચનબદ્ધ (commitment) થયા કે તેઓ 2010 સુધીમાં વૈશ્વિક, પ્રાદેશિક તેમજ સ્થાનિક સ્તરે ઘટતા જતા જૈવ-વિવિધતાના વર્તમાન દરમાં નોંધપાત્ર ઘટાડો કરશે.

સારાંશ

લગભગ 3.8 બિલિયન વર્ષો પહેલાં પૃથ્વી પર જીવનની ઉત્પત્તિના સમયથી પૃથ્વી પર જૈવસ્વરૂપોનું પ્રચંડ વૈવિધ્યીકરણ (enormous diversification) થયું છે. જૈવ-વિવિધતા એ જૈવિક સંગઠનના બધા જ સ્તરોએ હાજર રહેલી કુલ વિવિધતા દર્શાવે છે. તેની વિશિષ્ટ મહત્ત્વતા એ છે કે, આનુવંશિક (જનીનિક-genetic), જાતીય (species) તથા નિવસનતંત્રકીય (ecosystem) સ્તરોએ વિવિધતા અને સંરક્ષણના પ્રયત્નો આ તમામ સ્તરોએ વિવિધતાનું રક્ષણ કરવાના ઉદ્દેશથી કરવામાં આવ્યા છે.

વિશ્વભરમાં 1.5 મિલિયન (15 લાખ)થી વધારે જાતિઓની નોંધણી કરવામાં આવી છે, પરંતુ હજુ પણ પૃથ્વી પર લગભગ 6 મિલિયન (60 લાખ) જાતિઓ શોધ તથા નામકરણની રાહ જોઈ રહી છે. નામકરણ કરવામાં આવેલ જાતિઓ પૈકી 70 %થી વધારે પ્રાણીઓ છે અને તેમાંથી પણ લગભગ 70 % તો કીટકો (insects) છે. તેમાં ફૂગનું જૂથ એ સંયુક્ત રીતે બધી જ સંયુક્ત પૃષ્ઠવંશી (vertebrate) જાતિઓ કરતાં પણ વધારે જાતિઓ ધરાવે છે. ભારત લગભગ 45,000 વનસ્પતિઓની જાતિઓ તથા તેનાથી બેગણી પ્રાણીઓની જાતિઓ સાથે વિશ્વના 12 મહાવિવિધતા (mega-diversity) ધરાવતા દેશો પૈકી એક છે.

પૃથ્વી પર જાતીય વિવિધતા એકસમાન રીતે વિતરિત નથી પરંતુ તે એક રસપ્રદ ભાતો (interesting patters) દર્શાવે છે. તે સામાન્યતઃ ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રમાં સૌથી વધારે તથા ધ્રુવો તરફ ઘટતી જાય છે. ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રમાં જાતીય સમૃદ્ધિની મહત્ત્વપૂર્ણ સ્પષ્ટતાઓ (explanations) આ પ્રકારે છે : ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રોને ઉદ્‌વિકાસકીય સમય (evolutionary time) વધારે મળ્યો; તેમને પર્યાવરણસંબંધી સ્થિરતા પ્રદાન થઈ તથા આ ક્ષેત્રએ વધારે સૂર્યઊર્જા મેળવી કે જે વધુ ઉત્પાદકતા (productivity) માટે સહભાગી બની. જાતીય સમૃદ્ધિ એ કોઈ પ્રદેશના ક્ષેત્રનું કાર્ય પણ છે; જાતિક્ષેત્ર સંબંધ એ સામાન્યતઃ એક લંબચોરસ અતિ વલયિક (rectangular hyperbola) કાર્ય છે.

એવું માનવામાં આવે છે કે, ઉચ્ચ વિવિધતા ધરાવતા સમુદાયો ઓછા પરિવર્તનશીલ, વધુ ઉત્પાદક તથા જૈવિક આક્રમણો (biological invasions) સામે વધારે પ્રતિરોધક હોય છે. પૃથ્વીના અશ્મિભૂત ઇતિહાસ (fossil history)માં ભૂતકાળમાં સામૂહિક વિનાશની ઘટનાઓ થવા પામી છે પરંતુ વર્તમાન વિલોપનનો દર મોટે ભાગે માનવ ક્રિયાવિધિઓ (human activities)ને આભારી છે જે પ્રાચીન દર કરતાં 100થી 1000 ગણો વધારે છે. વર્તમાન સમય (તાજેતર)માં લગભગ 700 જાતિઓ વિલુપ્ત થઈ ગઈ છે અને 15,500થી વધારે જાતિઓ (જેમાંથી 650થી વધારે ભારતમાંથી છે) વર્તમાન સમયમાં વિલોપનના સંકટનો સામનો કરી રહી છે. હાલમાં વધારે વિલોપનનાં કારણોમાં-વસવાટ ક્ષતિ-habitat loss (ખાસ કરીને જંગલો) અને અવખંડન (fragmentation), અતિશોષણ (over-exploitation), જૈવિક અતિક્રમણ (biological invasions) તથા સહવિલોપન (co-extinction) સામેલ છે.

પૃથ્વીની સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતા માનવજાતની વધુ ચિરંજીવિતા (survival) માટે પ્રાણ સમાન છે. જૈવ-વિવિધતાને સંરક્ષિત કરવાનાં મુખ્ય કારણો સંકિર્ણ ઉપયોગિતાવાદી (narrowly utilitarian), વ્યાપક ઉપયોગિતાવાદી (broadly utilitarian) તથા નૈતિક (ethical) છે. નિવસનતંત્રથી આપણને પ્રત્યક્ષ લાભો (ખોરાક-food, રેસા-fiber, બળતણ-firewood તથા

ઔષધકીય-pharmaceutical વગેરે) ઉપરાંત તેના દ્વારા પરાગનયન-pollination, જંતુ-નિયંત્રણ-pest control, આબોહવા સંયમન-climate moderation તથા પૂર-નિયંત્રણ-flood control વગેરે જેવા ઘણા પરોક્ષ લાભો પણ મળે છે. પૃથ્વીની જૈવ-વિવિધતાની સારી રીતે સંભાળ લેવાની તથા તેને આપણી આગામી પેઢીને સારી રીતે પ્રદાન કરવાની આપણી નૈતિક જવાબદારી (moral responsibility) પણ છે.

જૈવ-વિવિધતા સંરક્ષણ સ્વસ્થાને તેમજ બાહ્યસ્થાને (ex situ) હોઈ શકે છે. સ્વસ્થાન (in situ) સંરક્ષણમાં સંકટમાં રહેલી નાશપ્રાય (endangered) જાતિઓને તેમના કુદરતી આવાસમાં જ સુરક્ષિત રાખવામાં આવે છે જેથી સમગ્ર નિવસનતંત્રને સુરક્ષિત રાખી શકાય છે. તાજેતરમાં વિશ્વના 34 જૈવ-વિવિધતા ધરાવતા હૉટસ્પૉટ (ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો-hotspot)ના સઘન સંરક્ષણ માટેના પ્રયત્નો સૂચવવામાં આવ્યા છે. આ પૈકી ત્રણ (પશ્ચિમ ઘાટ-શ્રીલંકા, હિમાલય અને ઈન્ડો-બર્મા) ભારતના સમૃદ્ધ જૈવ-વિવિધતાવાળા પ્રદેશોને આવરી લે છે. આપણા દેશમાં સ્વસ્થાન સંરક્ષણના પ્રયાસો તેના 14 આરક્ષિત જૈવાવરણ વિસ્તારો (biosphere reserve areas), 90 રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો (national parks), 450થી વધારે વન્યજીવ અભયારણ્યો (wildlife sanctuaries) તથા ઘણાં ખૂબ જ પવિત્ર ઉપવનો (sacred groves)માં પ્રતિબિંબિત થાય છે. બાહ્યસ્થાન સંરક્ષણ અંતર્ગત સંકટમાં રહેલી જાતિઓની રક્ષણાત્મક જાળવણીમાં પ્રાણીઉદ્યાનો (zoological parks) તથા વનસ્પતિ ઉદ્યાનો (botanical gardens), કૃત્રિમ રીતે ફલન (in vitro fertilization), પેશીસંવર્ધન પ્રસર્જન (tissue propagation) તથા જન્યુઓના ક્રાયોપ્રિઝર્વેશન (cryopreservation of gametes) જેવી પદ્ધતિઓ સમાવેશિત છે.

સ્વાધ્યાય

1. જૈવ-વિવિધતાનાં ત્રણ મહત્ત્વનાં ઘટકોનાં નામ જણાવો.
2. પરિસ્થિતિવિદો કેવી રીતે વિશ્વમાં રહેલી જાતિઓની કુલ સંખ્યાનો અંદાજ લગાવે છે ?
3. શા માટે ઉષ્ણકટિબંધિય ક્ષેત્રો સૌથી વધારે સ્તરોની જાતિસમૃદ્ધિ દર્શાવે છે તે માટેની ત્રણ પરિકલ્પનાઓ આપો.
4. જાતિ-ક્ષેત્ર સંબંધમાં સમાશ્રયણના ઢોળાવની શું મહત્ત્વતા છે ?
5. કોઈ એક જૈવભૌગોલિક ક્ષેત્રમાં જાતિક્ષતિનાં મુખ્ય કારણો શું છે ?
6. નિવસનતંત્ર ક્રિયાવિધિ માટે જૈવ-વિવિધતા કેવી રીતે મહત્ત્વની છે ?
7. પવિત્ર ઉપવનો શું છે ? તેમની સંરક્ષણમાં શું ભૂમિકા છે ?
8. નિવસનતંત્રીય સેવાઓ અંતર્ગત પૂર અને જમીન-ધોવાણ કે ઘસારાનું નિયંત્રણ છે. આ સેવાઓ નિવસનતંત્રનાં જૈવિક ઘટકો દ્વારા કેવી રીતે પ્રાપ્ત થાય છે ?
9. વનસ્પતિઓની જાતિ-વિવિધતા (22 %) એ પ્રાણીઓની (72 %) જાતિ-વિવિધતા કરતાં ખૂબ જ ઓછી છે; પ્રાણીઓને સૌથી વધારે વૈવિધ્યીકરણ પ્રાપ્ત થવાની સ્પષ્ટતા શું હોઈ શકે છે ?
10. તમે એવી સ્થિતિ વિશે વિચારી શકો છો કે, જ્યાં આપણે જાણી જોઈને કોઈ જાતિને વિલુપ્ત કરવાનું ઈચ્છીએ છીએ ? તમે તેને કેવી રીતે ઉચિત સમજશો ?

પ્રકરણ 16
પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ (Environmental Issues)

16.1 હવા-પ્રદૂષણ અને તેનું નિયંત્રણ
16.2 જળ-પ્રદૂષણ અને તેનું નિયંત્રણ
16.3 ઘન કચરો
16.4 કૃષિ-રસાયણો અને તેમની અસરો
16.5 કિરણોત્સર્ગી કચરો
16.6 ગ્રીનહાઉસ–અસર અને વૈશ્વિક ઉષ્ણતા
16.7 સમતાપ મંડળમ (ઊર્ધ્વમંડળ)માં ઓઝોન અવક્ષયન
16.8 સંસાધનનો અનુચિત ઉપયોગ અને અનુચિત જાળવણી દ્વારા અવનતીકરણ
16.9 વનવિનાશ

છેલ્લાં સો વર્ષોમાં માનવવસ્તીમાં અતિશય વધારો થયો છે. આ કારણોથી ખોરાક, પાણી, ઘર, વીજળી, રસ્તા, વાહનો (મોટરગાડીઓ) તથા અસંખ્ય બીજી ચીજવસ્તુઓની માંગ (commodities) વધવા પામી છે. આ માંગણીઓ આપણા કુદરતી સંસાધનો (સ્રોતો) પર જબરદસ્ત દબાણ ઊભું કરે છે અને હવા, પાણી તથા જમીનના પ્રદૂષણમાં પણ સહભાગી બને છે. આપણા કિમતી પ્રાકૃતિક સંસાધનોનું અવનતીકરણ (અધઃપતન-degradation) તથા ભંગાણ (અવક્ષય-depletion) અને પ્રદૂષણને વિકાસની પ્રક્રિયાને અટકાવ્યા (halting) વગર ચકાસવાની આજે જરૂરિયાત છે.

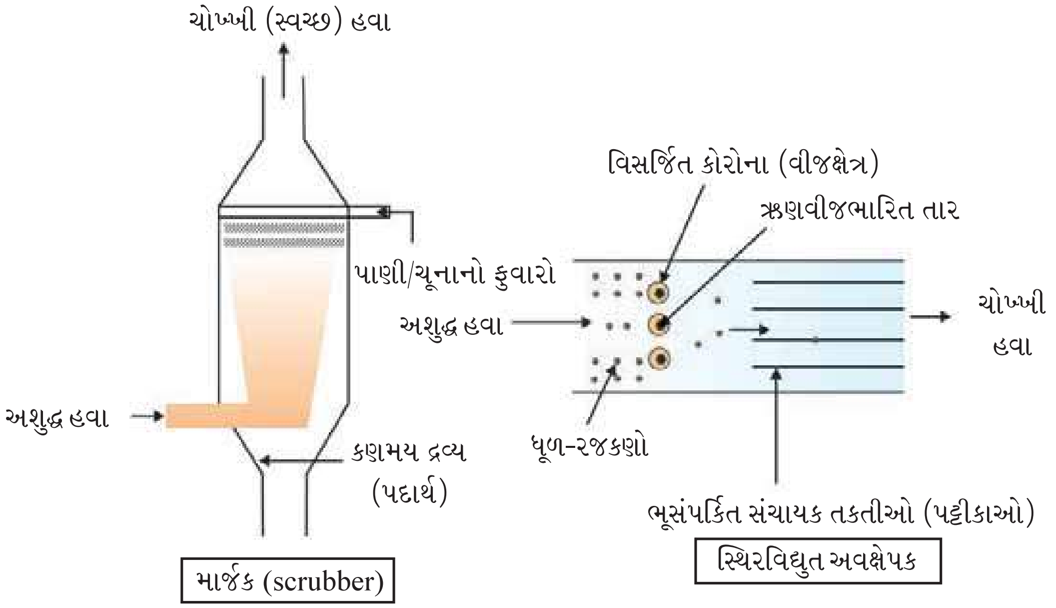
પ્રદૂષણ એ હવા, ભૂમિ, પાણી કે જમીનની ભૌતિક, રાસાયણિક કે જૈવિક લાક્ષણિકતાઓમાં થતો કોઈ પણ અનિચ્છનીય (undesirable) ફેરફાર છે. આવા અનિચ્છનીય ફેરફાર લાવતાં ઘટકોને **પ્રદૂષકો** કહેવામાં આવે છે. પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને નિયંત્રણમાં રાખવા તથા તેની સુરક્ષા કરવા તેમજ આપણા પર્યાવરણની ગુણવત્તા સુધારવા માટે ભારત સરકારે 1986માં **પર્યાવરણ (સંરક્ષણ) અધિનિયમ-Environment (Protection) Act, 1986** પસાર કર્યો (હવા, પાણી અને જમીન).

16.1 હવા-પ્રદૂષણ અને તેનું નિયંત્રણ (Air Pollution and Its Control)

આપણે શ્વસનસંબંધી જરૂરિયાતો માટે હવા પર આધારિત છીએ. વાયુ-પ્રદૂષકો તમામ સજીવ જીવનને નુકસાન પહોંચાડે છે. તેઓ પાકની વૃદ્ધિ તથા ઉપજ ઘટાડે છે અને વનસ્પતિઓના અકાળ (અપરિપક્વ અવસ્થાએ) મૃત્યુનું કારણ બને છે. વાયુ-પ્રદૂષકો મનુષ્યોના અને પ્રાણીઓના શ્વસનતંત્ર પર પણ નુકસાનકારક રીતે અસર પહોંચાડે છે. આ હાનિકારક અસરો એ પ્રદૂષકોની સાંદ્રતા, વિસ્તરવાનો (exposure) સમયગાળો તથા સજીવ પર આધાર રાખે છે.

થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ્સ (તાપ વિદ્યુતકીય એકમો-thermal power plants)ના

ધુમ્રસ્તંભો (ધુમાડાની ચિમનીઓ-smokestacks), ધાતુઓ ગાળવાનાં કારખાનાંઓ (પિગલકો-smelters) અને અન્ય ઉદ્યોગો દ્વારા નુકસાનકારક કણસ્વરૂપ અને વાયુસ્વરૂપ પ્રદૂષકો નીકળે છે. આ પ્રદૂષકો નાઇટ્રોજન, ઑક્સિજન વગેરે જેવા બિનહાનિકારક વાયુઓ સાથે ભળીને વાયુરૂપ હવા-પ્રદૂષકો મુક્ત થાય છે. વાયુમંડળમાં મુક્ત થાય તે પહેલાં આવા પ્રદૂષકોને અલગ કરીને કે ગાળણ કરીને અવશ્ય બહાર કાઢી લેવા જોઈએ.



આકૃતિ 16.1 : સ્થિરવિદ્યુત અવક્ષેપક

કણસ્વરૂપી દ્રવ્યોને બહાર કાઢી લેવાની ઘણી રીતો છે; તે પૈકી **સ્થિરવિદ્યુત અવક્ષેપક** (ઈલેક્ટ્રૉસ્ટેટિક પ્રેસિપિટેટર-electrostatic precipitator) રીત સૌથી વ્યાપકરૂપે ઉપયોગમાં લેવાય છે (આકૃતિ 16.1) કે જે થર્મલ પાવર પ્લાન્ટમાંથી બહાર નિકાલ પામતા વાયુરૂપ પદાર્થોમાં રહેલાં 99 % કણસ્વરૂપી દ્રવ્યોને દૂર કરી દે છે. તેમાં એક ઈલેક્ટ્રૉડ તાર હોય છે જે હજારો વૉલ્ટેજે જળવાયેલો હોય છે જેનાથી વીજક્ષેત્ર (corona) ઉત્પન્ન થાય છે અને તે ઈલેક્ટ્રૉન્સ ઉત્પન્ન કરે છે. આ ઈલેક્ટ્રૉન્સ ધૂળના રજકણો સાથે ચોંટી જાય છે અને તેમને વાસ્તવિક ઋણવીજભાર આપે છે. સંચાયક પટ્ટીકાઓ તળિયાના (નીચેના) ભાગે આવી જાય છે અને વીજભારિત ધૂળના રજકણોને આકર્ષે છે. સંચાયક પટ્ટીકાઓ (collecting plates)ની વચ્ચે હવાનો વેગ એકદમ ઓછો જ હોવો જોઈએ જે ધૂળના કણોને નીચે પાડી દેવા માટે પૂરતો છે. માર્જક (scrubber) સંરચના (આકૃતિ 16.1) સલ્ફર ડાયૉક્સાઈડ જેવા વાયુઓને દૂર કરી શકે છે. માર્જકમાં નિકાલ પામતાં દ્રવ્યો પાણી કે ચૂનાના ફુવારામાંથી પસાર થાય છે. હાલમાં જ આપણે અતિસૂક્ષ્મ કણસ્વરૂપી પદાર્થોના ખતરાને સમજ્યા છીએ જે આવા અવક્ષેપકો દ્વારા પણ દૂર કરી શકાતા નથી. કેન્દ્રીય પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ (CPCB-Central Pollution Control Board) પ્રમાણે 2.5 માઇક્રોમિટર કે તેનાથી ઓછા વ્યાસ (PM 2.5)નું કદ ધરાવતા કણસ્વરૂપી પદાર્થો માનવ-સ્વાસ્થ્યને સૌથી વધુ નુકસાન પહોંચાડવા માટે જવાબદાર છે. આ અતિશય ઝીણા કણો શ્વાસ લેતી વખતે ફેફસાંઓમાં ઊંડે જઈ શકે છે અને તેનાથી શ્વાસ (breathing) તથા શ્વસનસંબંધી લક્ષણો, ઉત્તેજના (irritation), બળતરા (inflammations) અને ફેફસાંને નુકસાન તથા અકાળે મૃત્યુ થઈ શકે છે.

ખાસ કરીને મહાનગરોમાં મોટરગાડીઓ (વાહનો-automobiles) એ વાતાવરણીય પ્રદૂષણ માટેનું મુખ્ય કારણ છે. જેમ-જેમ શહેરોમાં વાહનોની સંખ્યા વધતી જાય છે તેમ-તેમ વાતાવરણીય પ્રદૂષણની સમસ્યા પણ વધતી જાય છે. સીસામુક્ત (lead free) પેટ્રોલ કે ડીઝલનો ઉપયોગ કરવા સાથે વાહનોની યોગ્ય

જાણવણીથી ઉત્સર્જિત પ્રદૂષકોની માત્રા ઘટાડી શકાય છે. ઝેરી વાયુઓના ઉત્સર્જનને ઘટાડવા માટે ઉદ્દીપકો (ઉત્પ્રેરકો-catalysts) તરીકે પ્લેટિનમ (platinum), પેલેડિયમ (palladium) અને રોડિયમ (rhodium) નામની કિમતી ધાતુઓ ધરાવતા ઉદ્દીપકીય પરિવર્તકો વાહનોમાં લગાવેલા હોય છે. નિકાલ પામતાં દ્રવ્યો જેવા ઉદ્દીપકીય પરિવર્તકમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે દહન થયા વગરના હાઇડ્રોકાર્બન્સ એ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને પાણીમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે તથા કાર્બન મોનોક્સાઇડ અને નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ ક્રમશઃ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજન વાયુમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે. ઉદ્દીપકીય પરિવર્તકોથી સજ્જ કરેલાં મોટર-વાહનોમાં સીસારહિત પેટ્રોલનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ કારણ કે પેટ્રોલમાં સીસુ ઉદ્દીપકોને નિષ્ક્રિય કરે છે.

ભારતમાં, **ધ ઍર (પ્રિવેન્શન ઍન્ડ કન્ટ્રોલ ઑફ પોલ્યુશન) ઍક્ટ-The Air (prevention and control of pollution) Act (હવા-પ્રદૂષણનું નિવારણ અને નિયંત્રણ અધિનિયમ)-1981**માં અમલમાં આવ્યો, પરંતુ 1987માં તેમાં સુધારો કરીને હવાના પ્રદૂષક તરીકે ઘોંઘાટ (noise)નો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો. **ઘોંઘાટ** એ અનિચ્છનીય કે અણગમતો ઊંચી તીવ્રતાનો અવાજ છે. આનંદ અને મનોરંજન (pleasure and entertainment) સાથે સંકળાયેલ મોટા અવાજોનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ, પરંતુ એ સમજતા નથી કે ઘોંઘાટ માનવમાં મનોવૈજ્ઞાનિક અને શારીરિક વિકારો (psychological and physiological disorders)નું કારણ બને છે. જેટલું મોટું શહેર - એટલી જ મોટી કાર્યપ્રવૃત્તિઓ તથા એટલો જ વધુ ઘોંઘાટ - કોઈ જેટવિમાન કે રૉકેટના ઉડાણ વખતે સર્જાતા અત્યંત ઊંચા ધ્વનિસ્તર 150 ડેસિબલ (dB) કે તેનાથી વધુ સ્તરના ધ્વનિ-સંસર્ગમાં થોડાક સમય માટે રહીએ તોપણ તેને સાંભળવાથી કાનના પડદા (કર્ણપટલો-ear drums)ને નુકસાન થઈ શકે છે જેથી કાયમી ધોરણે સાંભળવાની ક્ષમતામાં નબળાઈ આવે છે. શહેરોમાંના અપેક્ષાકૃત નિમ્ન ધ્વનિસ્તરને પણ લાંબા સમય સુધી સાંભળવાથી મનુષ્યની શ્રવણશક્તિને કાયમી ધોરણે નુકસાન થઈ શકે છે. ઘોંઘાટને કારણે નિરાશા, અનિદ્રા, હૃદયના ધબકારા (સ્પંદન-beat) વધી જવા, શ્વાસોચ્છ્વાસની રીતો બદલાવાથી મનુષ્ય ખૂબ જ તણાવની સ્થિતિમાં રહે છે.

ધ્વનિ-પ્રદૂષણની ખતરનાક અસરોને ધ્યાનમાં લઈને શું તમે તમારી આસપાસ અવાજના પ્રદૂષણના બિનજરૂરી સ્રોતોને ઓળખી શકો છો જેથી કોઈ પણ પ્રકારના આર્થિક નુકસાન વગર કોઈ પણ માટે તેમાં તરત જ ઘટાડો કરી શકાય છે ? આપણા ઉદ્યોગોમાં ધ્વનિશોષક સામગ્રી (sound-absorbent materials)ના ઉપયોગ દ્વારા કે ઘોંઘાટને રોકી રાખવાનાં સાધનો (muffling noise) દ્વારા ઘોંઘાટમાં અસરકારક રીતે ઘટાડો કરી શકાય છે. દવાખાના કે શાળાઓની આસપાસ હૉર્નમુક્ત વિસ્તારોની સીમિતતા, ફટાકડા અને મોટા અવાજવાળા સ્પીકર્સ માટે અનુકૂળ પરવાનગીમય ધ્વનિસ્તર તથા યોગ્ય સમય પછી જે ધ્વનિવિસ્તારક યંત્રો (લાઉડસ્પીકર્સ-loudspeakers) વગાડી શકાતાં નથી તથા તેનું પાલન કરી અવાજના પ્રદૂષણથી આપણી જાતને બચાવવી જરૂરી છે.

16.1.1 વાહનવ્યવહાર વાયુ-પ્રદૂષણનું નિયંત્રણ : દિલ્લીના એક કિસ્સાનું અધ્યયન (Controlling Vehicular Air Pollution : A Case Study of Delhi)

દિલ્લીમાં સંખ્યાબંધ વાહનોની અવરજવરના કારણે હવાના પ્રદૂષણનું સ્તર આપણા દેશમાં સૌથી વધારે છે. તે ગુજરાત અને પશ્ચિમ બંગાળ જેવાં રાજ્યોમાં કુલ જેટલાં વાહનો છે તેના કરતાં પણ વધારે કાર ધરાવે છે. 1990ના દાયકાના એક આંકડા અનુસાર વિશ્વના 41 સૌથી વધુ પ્રદૂષિત શહેરો પૈકી દિલ્લી ચોથા ક્રમે રહ્યું છે. દિલ્લીમાં હવાના પ્રદૂષણની સમસ્યા એટલી ગંભીર બની ગઈ છે કે ભારતની સર્વોચ્ચ ન્યાયાલય (Supreme Court)માં એક જાહેર હિતની અરજી (PIL-Public Interest Litigation) દાખલ કરવામાં આવી. સર્વોચ્ચ ન્યાયાલય દ્વારા તેની ખૂબ જ સખત નિંદા કરવામાં આવ્યા પછી તેના નિર્દેશો હેઠળ ભારત સરકારને એક ચોક્કસ સમયગાળામાં, સાર્વજનિક પરિવહનના સમગ્ર કાફલામાં ફેરબદલી સહિત યોગ્ય પગલાં (ઉચિત ઉપાય) લેવાનો આદેશ કરવામાં આવ્યો. દા.ત., બસોમાં ડીઝલના સ્થાને **કોમ્પ્રેસ્ડ નેચરલ ગૅસ (CNG-Compressed Natural Gas)**નું પ્રયોજન કરવું.

2002ના અંત સુધીમાં દિલ્લીની બધી જ બસોને CNGમાં પરિવર્તિત કરી દેવામાં આવી. તમે પ્રશ્ન પૂછી શકો છો કે CNG એ ડીઝલ કરતાં શ્રેષ્ઠ શા માટે છે ? જવાબ એ છે કે CNG સૌથી વધુ સારી રીતે દહનક્ષમ છે અને વાહનોમાં ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં દહન પામ્યા વગરનો છૂટી જાય છે. જ્યારે પેટ્રોલ-ડીઝલની બાબતમાં આવું થતું નથી. વધુમાં તે પેટ્રોલ કે ડીઝલ કરતાં સસ્તો છે. ચોરો દ્વારા ચોરાઈ શકતો નથી તથા પેટ્રોલ કે ડીઝલની જેમ તેને ભેળસેળ કરી બગાડી શકાતો નથી. CNG ફેરબદલી કરવામાં મુખ્ય સમસ્યા તેને વિતરણ કેન્દ્રો/પંપો સુધી પહોંચાડવા અને અવિરત પુરવઠો પૂરો પાડવા માટે નીચે પાઈપલાઈન્સ પાથરવાની મુશ્કેલી છે. સાથે-સાથે વાહનોના પ્રદૂષણમાં ઘટાડો કરવા માટે દિલ્લીમાં લેવામાં આવેલ સમાંતર પગલાંઓમાં ધીરે-ધીરે જૂનાં વાહનોનો નિકાલ કરવો, સીસારહિત પેટ્રોલનો ઉપયોગ, ઓછા સલ્ફર (ગંધક)યુક્ત પેટ્રોલ કે ડીઝલનો ઉપયોગ, વાહનોમાં ઉદ્દીપક પરિવર્તકોનો ઉપયોગ, વાહનો માટે સખત પ્રદૂષણ-સ્તરના નિયમો (norms)નું પ્રયોજન વગેરે છે.

એક નવી વાહન ઇંધણનીતિ દ્વારા ભારત સરકારે ભારતીય શહેરોમાં વાહનોના પ્રદૂષણને ઓછું કરવા એક માર્ગદર્શિકા (દિશાનિર્દેશન) નિર્ધારિત કરી છે. બળતણ માટે વધુ કડક નિયમો બનાવવામાં આવ્યા છે જેનો હેતુ પેટ્રોલ અને ડીઝલ ઇંધણમાં સતત સલ્ફર તથા સુગંધિત પદાર્થોને ઘટાડવાનો છે. યુરો-III (Euro-III) નિયમો-ઉદાહરણ તરીકે, તે અનુસાર સલ્ફરને ડીઝલમાં 350 ppm (parts-per-million) પર તથા પેટ્રોલમાં 150 ppm પર નિયંત્રિત કરવો જોઈએ. સુગંધિત હાઈડ્રોકાર્બન્સને સંબંધિત ઇંધણના 42 % જેટલો સમાવવો જોઈએ. માર્ગદર્શી નકશા પ્રમાણે તેનો હેતુ પેટ્રોલ અને ડીઝલમાં સલ્ફરને 50 ppm ઘટાડવાનો તથા તેને 35 %થી નીચે લાવવાનો છે. બળતણને અનુરૂપ વાહનના એન્જિનમાં પણ સુધારો કરવાની જરૂર પડશે.

ભારતના કોઈ પણ શહેરમાં વાહન-નોંધણી માટેના માપદંડો (Mass Emission Standards) વપરાશે નહિ. ભારત સ્ટેજ II કે જે યુરો IIને સમકક્ષ છે. અત્યાધુનિક વાહન-નોંધણી માટેના માપદંડો નીચે પ્રમાણે આપેલ છે (કોષ્ટક 16.1).

કોષ્ટક 16.1 : ભારતમાં વાહન-નોંધણી માટેના માપદંડો (Mass Emission Standards) કોષ્ટકમાં દર્શાવેલ છે.

વાહનના પ્રકારો	માપદંડો	શહેરોમાં અમલીકરણ
ચતુ:ચક્રીય વાહનો	*ભારત સ્ટેજ IV*	*એપ્રિલ, 2017 થી સમગ્ર દેશમાં*
ત્રિચક્રીય વાહનો	*ભારત સ્ટેજ IV*	*1st એપ્રિલ, 2017 થી સમગ્ર દેશમાં*
દ્વિચક્રીય વાહનો	*ભારત સ્ટેજ IV*	*એપ્રિલ, 2017 થી સમગ્ર દેશમાં*

હવાની ગુણવત્તામાં નોંધપાત્ર રીતે સુધારો કરવાના પ્રયત્નો માટે દિલ્લી ધન્યવાદને પાત્ર છે. એક અંદાજ પ્રમાણે 1997થી 2005 વચ્ચે દિલ્લીમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2) તથા સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ (SO_2)નું સ્તર નોંધપાત્ર રીતે નીચે આવ્યું હતું.

16.2 જળ-પ્રદૂષણ અને તેનું નિયંત્રણ (Water Pollution and Its Control)

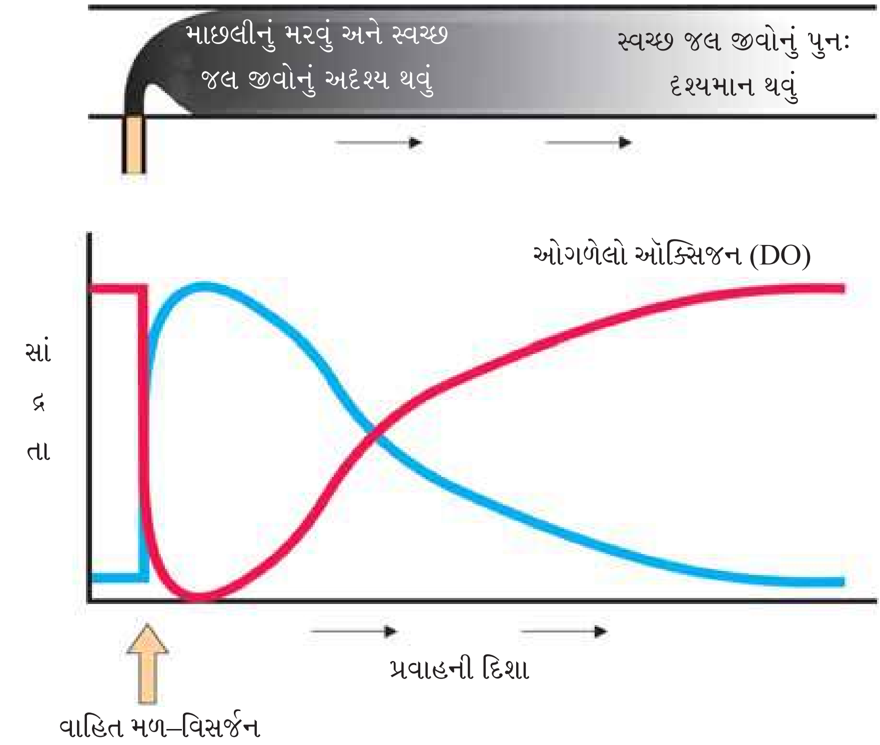
સમગ્ર વિશ્વમાં માનવજાતિ જળાશયો (water bodies)માં તમામ પ્રકારના કચરાના નિકાલ દ્વારા તેમનો દુરુપયોગ કરી રહી છે. આપણે એવું માનીએ છીએ કે, પાણી બધું જ વહાવીને દૂર લઈ જઈ શકે છે પરંતુ એવું કરતી વખતે આપણે એ વિચારતા નથી કે જળાશયો આપણી જીવનરેખાની સાથે-સાથે બીજા બધા સજીવોના જીવનનો આધાર પણ છે. *શું તમે યાદી બનાવી શકો છો કે આપણે બધા નદીઓ અને ગટરો દ્વારા શું-શું વહાવી દેવાનો પ્રયાસ કરીએ છીએ ?* માનવજાતની આવી પ્રવૃત્તિઓને કારણે વિશ્વના અનેક ભાગોમાં તળાવો, સરોવરો, ઝરણાં, નદીઓ,

વેલાનદ્‌મુખી (નદીમુખ-estuaries) પ્રદેશો અને મહાસાગરોનાં પાણી પ્રદૂષિત બની રહ્યા છે. જળાશયોની સ્વચ્છતા જાળવવાનું મહત્ત્વ સમજાતા આપણા જળસ્રોતોને બચાવી રાખવા માટે ભારત સરકારે 1974માં **ધ વૉટર (પ્રિવેન્સ ઍન્ડ કંટ્રોલ ઑફ પોલ્યુશન) ઍક્ટ-The Water (Prevention and Control of Pollution) Act, 1974 (જળ-પ્રદૂષણનું નિવારણ અને નિયંત્રણ અધિનિયમ)** પસાર કર્યો છે.

16.2.1 ઘર-વપરાશનું વાહિત મળ (રોજિંદી ક્રિયાઓ સહિતનું ગંદું પાણી) અને ઔદ્યોગિક કચરો (બાહ્યસ્રાવ) (Domestic Sewage and Industrial Effluents)

શહેરો અને નગરોમાં જ્યારે આપણે પોતાનાં ઘરોમાં કામ કરતા હોઈએ છીએ ત્યારે બધી ચીજવસ્તુઓને પાણીમાં ધોઈ ગંદા પાણીને ગટરો (drains)માં વહાવી દઈએ છીએ. શું તમને ક્યારેય આશ્ચર્ય થયું છે કે, આપણાં મકાનોમાંથી બહાર નીકળતું વાહિત મળનું ગંદું પાણી ક્યાં જાય છે ? ગામડાંઓમાં શું થાય છે ? શું નજીકની નદી સુધી પહોંચાડતાં પહેલાં તેનો ઉપચાર થાય છે કે નદીમાં ભેળવી દેવામાં આવે છે ? એકમાત્ર 0.1 % અશુદ્ધિઓને કારણે જ તે મનુષ્યના ઉપયોગ માટે અયોગ્ય બને છે (આકૃતિ 16.2). તમે ગટર-વ્યવસ્થાપન પ્લાન્ટ (ઘર-વપરાશના ગંદા પાણીના ઉપચારનો એકમ-sewage treatment plant) વિશે પ્રકરણ 10માં

આકૃતિ 16.2 : નકામા ગંદા પાણીનું સંગઠન



આકૃતિ 16.3 : નદીની કેટલીક મહત્ત્વપૂર્ણ લાક્ષણિકતાઓ પર વાહિત મળ–વિસર્જનની અસર

અભ્યાસ કર્યો છે. ઘન પદાર્થોને દૂર કરવા પ્રમાણમાં સરળ છે પરંતુ ઓગળેલા ક્ષારો જેવા કે નાઈટ્રેટ્સ, ફૉસ્ફેટ્સ તથા અન્ય પોષક પદાર્થો, ઝેરી ધાતુ આયનો અને કાર્બનિક સંયોજનો દૂર કરવા મુશ્કેલ છે. ઘરેલુ વાહિત મળમાં મુખ્યત્વે જૈવિક રીતે વિઘટનક્ષમ કાર્બનિક પદાર્થોનો સમાવેશ થાય છે કે જેનું વિઘટન સરળતાથી થાય છે જે બૅક્ટેરિયા અને અન્ય સૂક્ષ્મ જીવાણુઓને આભારી છે કે જેઓ આ કાર્બનિક પદાર્થોનો આધાર તરીકે ઉપયોગ કરી બહુગુણિત થઈ શકે છે અને તેથી આ વાહિત મળનાં કેટલાંક ઘટકોનો ઉપયોગ કરે છે.

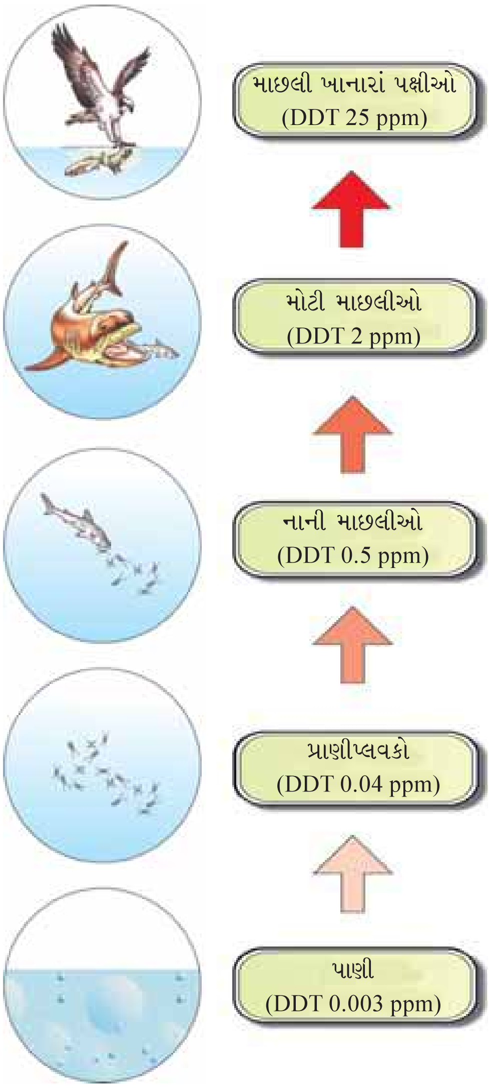
બાયૉકેમિકલ ઑક્સિજન ડિમાન્ડ (BOD-Biochemical Oxygen Demand-જૈવ રાસાયણિક ઑક્સિજન આવશ્યકતા)ના માપન દ્વારા વાહિત મળના ગંદા પાણીમાં જૈવવિઘટનીય કાર્બનિક દ્રવ્યની માત્રાનો અંદાજ લગાવવાનું શક્ય છે. *તમે કેવી રીતે સમજાવી શકો છો ?* આ સૂક્ષ્મજીવો સંબંધિત પ્રકરણમાં તમે BOD સૂક્ષ્મજીવો અને જૈવવિઘટનીય દ્રવ્ય વચ્ચેના સંબંધ વિશે અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છો.

આકૃતિ 16.3 કેટલાક ફેરફારો દર્શાવે છે કે, એક નદીમાં વાહિત મળના નિકાલ પછી નોંધી શકાય છે. સંકલિત (પાણી ભેગું કરતા) જળાશયોમાં કાર્બનિક દ્રવ્યના જૈવિક વિઘટનમાં સંકળાયેલા સૂક્ષ્મજીવો ઘણી માત્રામાં ઑક્સિજનનો ઉપભોગ કરે છે અને તેના પરિણામ સ્વરૂપ વાહિત મળના વિસર્જન સ્થળે પણ અનુપ્રવાહિત (નીચે તરફના પ્રવાહિત-downstream) પાણીમાં ઓગળેલા ઑક્સિજનની માત્રામાં તીવ્ર ઘટાડો જોવા મળે છે. તેના કારણે માછલી તથા અન્ય જલીય જીવોનો મૃત્યુ-દર વધી જાય છે.

જળાશયોમાં વધુ માત્રામાં પોષક પદાર્થોની હાજરીને કારણે **પ્લવકીય (મુક્ત રીતે તરતી-free floating)** લીલની અતિશય વૃદ્ધિ થાય છે જેને **લીલ પ્રસ્ફુટન (આલ્ગલ બ્લૂમ-algal bloom)** કહેવામાં આવે છે (આકૃતિ 16.4) કે જે જળાશયોને અલગ રંગ આપે છે. આલ્ગલ બ્લૂમને કારણે પાણીની ગુણવત્તા બગડે છે અને માછલીઓ મૃત્યુ પામે છે. કેટલીક પ્રસ્ફુટનકારી લીલ મનુષ્યો અને પ્રાણીઓ માટે અતિશય ઝેરી હોય છે.

તમે જળાશયોમાં ખૂબ જ આકર્ષક આકારની તરતી વનસ્પતિઓ પર મળી આવતા આછા જાંબુડિયા રંગ (mauve colored)નાં સુંદર પુષ્પો જોયાં હશે. આ વનસ્પતિઓ કે જે તેમનાં સુંદર પુષ્પો માટે ભારતમાં લાવવામાં આવી હતી, તેમની અતિશય વૃદ્ધિના કારણે આપણા જળમાર્ગોમાં અવરોધ ઊભો થવાથી પાયમાલી થઈ છે. તેઓ તેમને દૂર કરવાની આપણી ક્ષમતા કરતાં ખૂબ જ વધારે ઝડપથી વૃદ્ધિ પામે છે. તે વનસ્પતિ જળકુંભિ (વૉટર હાયેસિંથ-*Eichhornia crassipes*) છે જે વિશ્વની સૌથી વધારે સમસ્યારૂપ જલીય નીંદણ છે, તેને ટેરર ઑફ

આકૃતિ 16.4 : લીલ પ્રસ્ફુટનનું ચિત્રમય દૃશ્ય



આકૃતિ 16.5 : જલીય આહાર-શ્રૃંખલામાં DDTનું જૈવિક વિવર્ધન

બેંગાલ (Terror of Bengal) પણ કહેવાય છે. તેઓ સુપોષી જળાશયોમાં વિપુલ પ્રમાણમાં વૃદ્ધિ કરે છે અને તે જળાશયોના નિવસનતંત્રની ગતિશીલતામાં અસંતુલન ઊભું કરે છે.

આપણાં ઘરોની સાથે દવાખાનાઓમાંના વાહિત મળમાં ઘણા અનિચ્છનીય રોગકારક સૂક્ષ્મજીવોનો સમાવેશ થવાની શક્યતા છે અને ઉચિત સારવાર વગર તેનો પાણીમાં નિકાલ કરીને ગંભીર રોગો જેવા કે મરડો કે અતિસાર (dysentery), ટાઇફૉઇડ (typhoid), કમળો (jaundice), કૉલેરા (cholera) વગેરે થઈ શકે છે.

ઘરેલુ વાહિત મળની જેમ પેટ્રોલિયમ, કાગળ-ઉત્પાદન, ધાતુ-નિષ્કર્ષણ અને પ્રક્રિયાઓ, રાસાયણિક બનાવટો વગેરે જેવા ઉદ્યોગોમાંના નકામા પાણીમાં ઘણી વાર ઝેરી પદાર્થો, ખાસ કરીને ભારે ધાતુઓ (5 ગ્રામ/સેમી^{3}થી વધારે ઘનતા ધરાવતાં તત્ત્વો જેવા કે પારો-mercury, કેડમિયમ-cadmium, તાંબું-copper, સીસુ-lead વગેરે તરીકે વ્યાખ્યાયિત) તથા વિવિધ કાર્બનિક સંયોજનો હોય છે.

ઉદ્યોગોના નકામા પાણીમાં રહેલા કેટલાક ઝેરી પદાર્થો જલીય આહાર-શૃંખલામાં **જૈવિકવિશાલન (Biomagnification)** કરી શકે છે. જૈવિકવિશાલનનો અર્થ એ છે કે, અનુક્રમિત પોષકસ્તરોએ ઝેરીલા પદાર્થોની સાંદ્રતામાં વધારો થવો. આ ઘટનાને કારણે સજીવોમાં ઝેરી પદાર્થો એકત્રિત થવાથી તેમનું ચપાપચય કે નિકાલ (ઉત્સર્જન) થઈ શકતો નથી અને આથી તેનું વહન અન્ય ઉચ્ચ પોષક સ્તરે થાય છે. આ ઘટના મરક્યુરી અને ડીડીટી (DDT = ડાયક્લોરો ડાયફિનાઇલ ટ્રાયક્લોરોઇથેન) માટે ખૂબ જ જાણીતી છે. આકૃતિ 16.5 જલીય આહાર-શ્રૃંખલામાં ડીડીટીનું જૈવિકવિશાલન દર્શાવે છે. આ પ્રકારે અનુક્રમિત પોષક સ્તરોએ ડીડીટીનું સંકેન્દ્રણ વધી જાય છે; કહી શકીએ કે જો પાણીમાં આ સંકેન્દ્રણ 0.003 ppb (parts per billion)થી શરૂ થાય છે, તો જૈવિકવિશાલન દ્વારા માછલી ખાનારાં પક્ષીઓમાં વધીને તે 25 ppm (parts per million) સુધી પહોંચી શકે છે. ડીડીટીની ઊંચી સાંદ્રતા પક્ષીઓમાં કૅલ્શિયમના ચયાપચયને ખલેલ પહોંચાડે છે, જેના કારણે અંડકવચ પાતળું થઈ જાય છે અને તેમની પરિપક્વતા પહેલાં તૂટી જાય છે જેથી પક્ષીઓની વસ્તીઓમાં ઘટાડો થાય છે.

સુપોષકતાકરણ (Eutrophication) એ તળાવના પાણીમાં પોષક તત્ત્વોના વધારા દ્વારા થતી તેની પ્રાકૃતિક જીર્ણતા (aging) છે. એક નવનિર્મિત તળાવનું પાણી ઠંડું અને સ્વચ્છ હોય છે. થોડાક જીવનનું સમર્થન કરે છે, સમયની સાથે-સાથે તળાવમાં ઉમેરાતા પ્રવાહો નાઇટ્રોજન અને ફૉસ્ફરસ જેવાં પોષક તત્ત્વો રજૂ કરે છે કે, જે જલીય સજીવોની વૃદ્ધિને પ્રોત્સાહન આપે છે. જેમ-જેમ તળાવની ફળદ્રુપતા વધે છે તેમ-તેમ વનસ્પતિ તથા પ્રાણીજીવન પાંગરતા રહે છે અને કાર્બનિક અવશેષો તળાવના તળિયે જમા થતા જાય છે. સદીઓથી તેમાં જેમ-જેમ કાંપ (silt) અને કાર્બનિક અવશેષી પદાર્થોના ઢગલા (pile) થતા જાય છે તેમ-તેમ તળાવ છીછરાં અને ગરમ થતા જાય છે. તળાવના ઠંડા વાતાવરણમાં જીવન જીવતા સજીવોના સ્થાને ગરમ હૂંફાળા-પાણીના સજીવો જીવન જીવે છે. ઘાસમય નીચાણવાળા કળણ ભૂમિવિસ્તાર (marsh)ની વનસ્પતિઓ છીછરી જગ્યાએ મૂળ જમાવી લે છે અને તળાવના મૂળભૂત તટપ્રદેશને ભરી દે છે. આખરે તરતી વનસ્પતિઓની મોટી સંખ્યાથી તળાવ ભરાઈ જાય છે. ભેજવાળી પોચી જમીન (પંકભૂમિ-bog) બને છે,

છેવટે ભૂમિમાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. આબોહવા, તળાવનું કદ અને અન્ય પરિબળોને આધારે તળાવના આ કુદરતી જીર્ણતામાં હજારો વર્ષો લાગી શકે છે. છતાં પણ ઉદ્યોગો અને ઘરના કચરા (બાહ્યસ્રાવ) જેવી મનુષ્યની ક્રિયાવિધિઓથી જીર્ણતા (વયવૃદ્ધિ)ની પ્રક્રિયામાં ધરમૂળથી ગતિ વધવા પામી છે. આ ઘટનાને **સંવર્ધિત (Cultural) કે પ્રવેગિત સુપોષકતાકરણ (Accelerated Eutrophication)** કહીએ છીએ. ગત શતાબ્દિ દરમિયાન, પૃથ્વી પરના ઘણા ભાગોમાં તળાવો વાહિત મળ અને કૃષિવિષયક કે ઔદ્યોગિક નકામા કચરાથી સુપોષિત થયા છે. તેની મુખ્ય અશુદ્ધિઓ નાઇટ્રેટ્સ અને ફૉસ્ફેટ્સ છે કે જે વનસ્પતિઓ માટે પોષક તત્ત્વોનું કામ કરે છે. તેઓ લીલની વૃદ્ધિને અતિઉત્પ્રેરિત કરે છે, જેના કારણે તે જગ્યાએ જોવું ન ગમે તેવું લીલું આચ્છાદન (unsightly scum) બને છે તેમજ દુર્ગંધ (unpleasant odors) આવે છે અને પાણીમાં ઓગળેલો ઑક્સિજન જે અન્ય જલીય જીવન માટે અતિઆવશ્યક છે તે ઘટી જાય છે. એ જ સમયે તળાવમાં વહીને આવેલા અન્ય પ્રદૂષકો માછલીઓની સંપૂર્ણ વસ્તીને ઝેરી બનાવી શકે છે, જેના વિઘટનના અવશેષોથી પાણીમાં ઓગળેલા ઑક્સિજનની માત્રા વધુ ઘટી જાય છે. આ પ્રકારે એક તળાવની જૈવિકતા વાસ્તવિક રીતે ઘૂંટાઈને મૃત્યુ (choke to death) પામી શકે છે.

વીજ-ઉત્પાદિત એકમો એટલે કે ઉષ્ણવિદ્યુત એકમોનું બહાર વહી જતું ગરમ (ઉષ્ણ) નકામું પાણી બીજા મહત્ત્વપૂર્ણ કક્ષાના પ્રદૂષકોની રચના કરે છે. ઉષ્ણ નકામા પાણીમાં ઊંચા તાપમાન સામે સંવેદનશીલ સજીવો જીવિત રહી શકતા નથી અથવા તેમાં તેમની સંખ્યા ઘટી જાય છે અને અત્યંત ઠંડા વિસ્તારોમાં વનસ્પતિઓ અને માછલીઓ તેમની વૃદ્ધિમાં વધારો કરી શકે છે. પરંતુ માત્ર સ્થાનિક (સ્વદેશી) વનસ્પતિસમૂહો (flora) અને પ્રાણીસમૂહો (fauna)ને નુકસાન પહોંચાડ્યા પછી જ.

16.2.2 સંકલિત નકામા પાણીના ઉપચારના એક કિસ્સાનું અધ્યયન (A Case Study of Integrated Waste Water Treatment)

વાહિત મળ સહિત નકામા પાણીનો ઉપચાર સંકલિત ઢબથી કૃત્રિમ અને કુદરતી બંને પ્રક્રિયાઓને ભેગી કરીને તેનો ઉપયોગ કરવાથી કરી શકાય છે. આવા પ્રકારના ઉદાહરણનો પ્રયાસ કેલિફોર્નિયા (California)ના ઉત્તરિય તટ પર સ્થિત અર્કાટા (Arcata) શહેરમાં કરવામાં આવ્યો. હમ્બોલ્ટ સ્ટેટ યુનિવર્સિટી (Humboldt State University)ના જૈવવૈજ્ઞાનિકોના સહયોગથી શહેરના લોકોએ પ્રાકૃતિક તંત્ર અંતર્ગત સંકલિત નકામા પાણીની ઉપચાર-પ્રક્રિયા તૈયાર કરી. જળ-ઉપચારનું કાર્ય બે ચરણમાં કરવામાં આવે છે. (a) પરંપરાગત અવસાદન (the conventional sedimentation) - જેમાં નિસ્યંદન અને ક્લોરિન દ્વારા ઉપચાર આપવામાં આવે છે. આ ચરણ પછી પણ ઘણાબધા ખતરનાક પ્રદૂષકો જેવા કે ઓગળેલી ભારે ધાતુઓ વધુ માત્રામાં રહી જાય છે. તેને દૂર કરવા માટે એક નવીન અભિગમ અપનાવવામાં આવ્યો હતો અને (b) જૈવવૈજ્ઞાનિકોએ લગભગ 60 હેક્ટર્સ જેટલી કળણભૂમિ (કાદવયુક્ત નીચાણવાળી ભેજવાળી જમીન - marsh)માં એકબીજાથી જોડાઈ રહેલા 6 જેટલા કળણ ભૂમિવિસ્તારોની એક શૃંખલા વિકસિત કરી. આ વિસ્તારમાં ઉચિત વનસ્પતિઓ, લીલ, ફૂગ અને બૅક્ટેરિયા ઉછેરવામાં આવ્યા જે પ્રદૂષકોને નિષ્પ્રભાવિત (neutralise), અવશોષિત (absord) અને પરિપાચિત (assimilate) કરે છે. તેથી કળણ ભૂમિમાંથી પસાર થતું પાણી કુદરતી રીતે જ શુદ્ધ થઈ જાય છે.

આ કળણભૂમિ એક અભયારણ્યની રચના પણ કરે છે જ્યાં જૈવવિવિધતાના ઉચ્ચ સ્તરો માછલીઓ, પ્રાણીઓ અને પક્ષીઓના સ્વરૂપમાં હાલમાં નિવાસ કરે છે. આ આશ્ચર્યજનક પરિયોજનાની દેખભાળ તથા સુરક્ષા માટે નાગરિકોનો એક સમૂહ-ફ્રેન્ડ્સ ઑફ ધી અર્કટા માર્શ (FOAN-friends of the Arcata Marsh) જવાબદાર છે.

આજ સુધી આપણી એ ધારણા રહી છે કે, નકામા પદાર્થોને દૂર કરવા માટે પાણીની જરૂરિયાત રહે છે (એટલે કે વાહિત મળના નિર્માણ માટે). પરંતુ જો માનવીના નકામા પદાર્થો (ઉત્સર્ગ પદાર્થો) એટલે કે

મળ-મૂત્રના નિકાલ માટે જો પાણી જરૂરી ન હોય તો શું થાય ? શું તમે અનુમાન લગાવી શકો છો કે જો શૌચાલય (toilet)ને એક વ્યક્તિ ફ્લશ ન કરે તો તેના દ્વારા પાણીની કેટલી બચત થાય ? ખરેખરમાં આ એક વાસ્તવિકતા છે. નિવસનતંત્રની સ્વચ્છતા એ શુષ્ક ખાતરના શૌચાલયનો ઉપયોગ કરીને માનવઉત્સર્ગ (મળ-મૂત્ર)ના નિકાલ માટે એક ટકાઉ તંત્ર છે. ઘન કચરાના નિકાલ માટે આ વ્યાવહારિક (practical), સ્વાસ્થ્યકર (hygienic), કાર્યક્ષમ (efficient) તથા ઓછા ખર્ચાના (cost-effective) ઉકેલની રીતો છે. અહીંયા નોંધ કરવા યોગ્ય મુખ્ય વાત એ છે કે, ખાતરનિર્માણ (composting)ની આ પદ્ધતિમાં માનવ મળ-મૂત્રનું પુનઃચક્રણ કરીને તેને એક સંસાધન (કુદરતી ખાતર તરીકે)ના રૂપમાં પરિવર્તિત કરી શકાય છે, કે જેથી રાસાયણિક ખાતર માટેની આવશ્યકતા ઓછી રહે છે. કેરલ અને શ્રીલંકાના ઘણા ભાગોમાં 'ઇકોસન' શૌચાલયો (EcoSan toilet)નો પ્રયોગ કરવામાં આવે છે.

16.3 ઘન કચરો (Solid Waste)

ઘન કચરા (નકામા પદાર્થો)માં તે બધી ચીજવસ્તુઓ સંદર્ભિત છે જે કૂડાકચરા (trash)માં બહાર ફેંકી દેવામાં આવે છે. **નગરપાલિકા (municipality)ના ઘન કચરામાં** ઘરો, કાર્યાલયો, ભંડારો, શાળાઓ, દવાખાના વગેરેમાંથી રદ્દીમાં ફેંકવામાં આવતી નકામી બધી ચીજવસ્તુઓ આવે છે, જે નગરપાલિકા દ્વારા એકત્રિત કરવામાં આવે છે અને તેનો નિકાલ કરવામાં આવે છે. નગરપાલિકાના ઘન કચરામાં સામાન્ય રીતે કાગળ, ખાદ્ય એંઠવાડ, પ્લાસ્ટિક, કાચ, ધાતુઓ, રબર, ચામડું, વસ્ત્ર વગેરે હોય છે. તેને સળગાવવાથી કચરાના કદમાં ઘટાડો આવી જાય છે છતાં તે સામાન્યતઃ સંપૂર્ણ રીતે સળગી જતો નથી અને ખુલ્લાં સ્થાનો (dump side)માં તેને ફેંકવાથી ઉંદરો અને માખીઓ માટે પ્રજનન-સ્થળનું કાર્ય કરે છે. **સેનિટરી લૅન્ડફિલ્સ (sanitary landfills)** એ ખુલ્લા સ્થાનોમાં સળગાવીને ઢગલો કરવા માટેની અવેજીમાં અપનાવવામાં આવ્યું હતું. સેનિટરી લૅન્ડફિલ્સમાં ઘન કચરાને ઘનીકરણ (સંઘનિત-compaction) કર્યા પછી ખાડા કે ખાઈમાં દબાવી દેવામાં આવે છે અને દરરોજ ધૂળ કે માટીથી ઢાંકી દેવામાં આવે છે. *જો તમે કોઈ શહેર કે નગરમાં રહો છો તો શું તમે જાણો છો કે, સૌથી નજીકનું લૅન્ડફિલ્સ સ્થળ ક્યાં છે ?* વાસ્તવમાં લૅન્ડફિલ્સ પણ કોઈ વધારે સારો ઉકેલ નથી કારણ કે ખાસ કરીને મહાનગરોમાં ગંદા કચરા (garbage)નું સર્જન એટલું બધું વધારે છે કે તે સ્થળો પણ ભરાઈ જાય છે. આ લૅન્ડફિલ્સમાંથી પણ નાનાં-નાનાં છિદ્રોમાંથી ઝમતાં-નિતરતાં (seepage) રસાયણોનો ખતરો છે, જેનાથી ભૂમિગત જળ-સંસાધનો પ્રદૂષિત થઈ જાય છે.

આ બધાનો એકમાત્ર ઉકેલ છે કે પર્યાવરણીય મુદ્દાઓ માટે મનુષ્યો વધુ સંવેદનશીલ બની શકે છે. આપણા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા નકામા પદાર્થોને ત્રણ પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે : (a) જૈવવિઘટન યોગ્ય (bio-degradable) (b) પુનઃચક્રણ યોગ્ય (recyclable) અને (c) જૈવવિઘટન અયોગ્ય (non-biodegradable). એ મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે ઉત્પાદિત બધા કચરાની છણાવટ થાય. જે કચરાનો પુનઃ ઉપયોગ કે પુનઃચક્રણ કરી શકાય તેને અલગ કરવો જોઈએ; કબાડીવાળા અને ચિથરાં ભેગા કરવાવાળા (rag-pickers) પુનઃચક્રણ કરવા યોગ્ય સામગ્રીને અલગ કરીને એક મોટું કામ કરે છે. જૈવવિઘટનીય પદાર્થોને જમીનમાં ઊંડા ખાડામાં મૂકી શકાય છે તથા કુદરતી સ્વરૂપમાં વિઘટન માટે છોડી શકાય છે. ત્યાર પછી માત્ર અજૈવવિઘટનીય કચરાનો નિકાલ કરવાનો બાકી રહે છે. આપણા કચરાને ઘટાડવા માટેની જરૂરિયાત એ આપણું મુખ્ય લક્ષ હોવું જોઈએ પરંતુ તેના બદલે આપણે લોકો અજૈવવિઘટનીય ઉત્પાદનોનો ઉપયોગ વધારે કરી રહ્યા છીએ. કોઈ પણ સારી ગુણવત્તાની ખાવાલાયક સામગ્રીનું તૈયાર પૅકેટ પસંદ કરો, જેમકે બિસ્કિટનું પૅકેટ ઉઠાવીને તેના પૅકેજિંગ (packaging)નો અભ્યાસ કરો - શું તમે પૅકેજિંગના ઉપયોગમાં લેવાતા રક્ષણાત્મક સ્તરોને જુઓ છો ? નોંધ લો કે ઓછામાં ઓછું એક સ્તર પ્લાસ્ટિકનું હોય છે. આપણે પોલીથીન બૅગમાં દૂધ તથા પાણી જેવા પોતાના દૈનિક ઉપયોગનાં ઉત્પાદનોનું પણ પૅકેજિંગ શરૂ કર્યું છે. શહેરોમાં ફળો અને શાકભાજીને પણ સુંદર પોલીસ્ટેરિન (polystyrene) અને પ્લાસ્ટિક (plastic) પૅકિંગમાં ખરીદીએ છીએ - આપણે તેની ઘણી વધારે કિંમત ચૂકવીએ છીએ અને આપણે શું કરીએ છીએ ? પર્યાવરણીય પ્રદૂષણમાં ભારે યોગદાન આપી રહ્યા છીએ. સમગ્ર દેશમાં રાજ્ય સરકારો પ્લાસ્ટિકના ઉપયોગમાં ઘટાડો

કરવા અને પર્યાવરણની રીતે ઉપયોગી (ecofriendly) એવા પૅકેજિંગનો ઉપયોગ કરવા પ્રયત્ન કરી રહી છે. જ્યારે આપણે સામાન ખરીદીએ છીએ ત્યારે પોલીથીન (polythene)ની થેલીઓના અસ્વિકાર દ્વારા તથા કાપડ કે અન્ય કુદરતી રેસાની વહન થેલીઓ લઈને આપણે થોડું તો કરી શકીએ છીએ.

દવાખાનાઓ જોખમી કચરો પેદા કરે છે જેમાં જંતુનાશક પદાર્થો અને અન્ય નુકસાનકારક રસાયણોનો સમાવેશ થાય છે તથા રોગજન્ય સૂક્ષ્મજીવો પણ હોય છે. આ પ્રકારના કચરાનો સાવધાનીપૂર્વક ઉપચાર અને નિકાલની આવશ્યકતા છે. દવાખાનાના કચરાના નિકાલ માટે ભઠ્ઠીઓ (incinerators)નો ઉપયોગ કરવો નિર્ણાયક છે.

મરામત ન થઈ શકે તેવા કમ્પ્યૂટર અને ઇલેક્ટ્રૉનિક માલસામાનને **ઇલેક્ટ્રૉનિક કચરો (e-wastes)** કે **ઈ-કચરો** કહેવાય છે. ઈ-કચરોને લૅન્ડફિલ્સ સાઇટમાં દફનાવવામાં આવે છે કે સળગાવીને ભસ્મિભૂત કરી દેવામાં આવે છે. વિકસિત દેશોમાં ઉત્પન્ન થયેલા ઈ-કચરાની અડધાથી વધારે વિકાસશીલ દેશો, મુખ્યત્વે ચીન, ભારત તથા પાકિસ્તાનમાં નિકાસ થાય છે જ્યાં પુનઃચક્રણની ક્રિયા દરમિયાન તાંબું, લોખંડ, સિલિકોન, નિકલ અને સોના જેવી ધાતુઓ પુનઃ પ્રાપ્ત થાય છે. વિકસિત દેશોની જેમ ઈ-કચરાના પુનઃચક્રણ માટે વિશેષરૂપે સુવિધાઓ ઉપલબ્ધ હોય છે પરંતુ વિકાસશીલ દેશોમાં પુનઃચક્રણના કાર્યમાં ઘણી વાર શારીરિક (હાથેથી બનાવવાની-manual) ભાગીદારીનો સમાવેશ થાય છે. આથી આ કાર્ય સાથે જોડાયેલા કર્મચારીઓ પર ઈ-કચરામાં રહેલા ઝેરી પદાર્થોની અસર પડે છે. પુનઃચક્રણ એ ઈ-કચરાના ઉપચાર માટેનો એકમાત્ર ઉકેલ છે, તે ઉપચાર પર્યાવરણને અનુકૂળ (મૈત્રીપૂર્ણ) રીતે હાથ ધરવામાં આવે છે.

16.3.1 પ્લાસ્ટિકના કચરા માટે ઉપચારના કિસ્સાનું અધ્યયન (Case Study of Remedy for Plastic Waste)

બેંગ્લોરમાં પ્લાસ્ટિકની કોથળીઓના ઉત્પાદનકર્તાએ પ્લાસ્ટિક-કચરાની સતત વધતી જતી સમસ્યાનો એક આદર્શ ઉકેલ શોધી લીધો છે. અહમદખાનની ઉંમર 57 વર્ષની છે, તેઓ પાછલાં 20 વર્ષોથી પ્લાસ્ટિકની કોથળીઓ બનાવી રહ્યા છે. લગભગ 8 વર્ષ પહેલાં એમણે અનુભવ્યું કે, પ્લાસ્ટિક-કચરો એક વાસ્તવિક સમસ્યા છે. તેમની કંપનીએ પોલીબ્લેન્ડ (polyblend) નામનો પુનઃચક્રિત પરિવર્તિત પ્લાસ્ટિક નામનો ઝીણો પાઉડર તૈયાર કર્યો. આ મિશ્રણને બિટુમેન (bitumen)ની સાથે ભેળવવામાં આવ્યું જેનો ઉપયોગ રસ્તા બનાવવા માટે કરવામાં આવે છે. અહમદખાનને આર.વી.ઇજનેરી કૉલેજ તથા બેંગ્લોર શહેર કૉર્પોરેશનના સહયોગથી બિટુમેન અને પોલીબ્લેન્ડ સંમિશ્રણ (blend)નો ઉપયોગ કર્યો અને માર્ગ બનાવતી વખતે જણાયું કે બિટુમેનનો જલવિકર્ષક (water repellant) ગુણધર્મ વધી ગયો તથા તેના કારણે રસ્તાની વય ત્રણગણી વધારે થઈ ગઈ. પોલીબ્લેન્ડ બનાવવા માટે કાચા માલના રૂપમાં કોઈ પ્લાસ્ટિક રૅપર્સના કચરાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પ્લાસ્ટિક-કચરા માટે કચરો વીણવાવાળાને 0.40 રૂપિયા પ્રતિ કિલોગ્રામ મળતા હતા. હવે અહમદખાનથી તેમને 6 રૂપિયા પ્રતિ કિલોગ્રામ મળવા લાગ્યા છે. બેંગ્લોરમાં ખાનની પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને વર્ષ 2002 સુધી લગભગ 40 કિલોમીટર રસ્તાનું નિર્માણ થઈ ચૂક્યું છે. ત્યાં હવે અહમદખાનને પોલીબ્લેન્ડ તૈયાર કરવા માટે જલદીથી પ્લાસ્ટિક-કચરાની અછત પડવા લાગશે. પોલીબ્લેન્ડની શોધ કરવા માટે ખાનનો આભાર માનવો પડે કે હવે આપણે પ્લાસ્ટિક-કચરાના દમ ઘૂંટી નાખતા દુષ્પ્રભાવ (smothered)થી પોતાને બચાવી શકીએ છીએ.

16.4 કૃષિ-રસાયણો અને તેમની અસરો (Agro-Chemicals and Their Effects)

હરિયાળી ક્રાંતિ (green revolution)ના સમયમાં પાકોનું ઉત્પાદન વધારવા માટે અકાર્બનિક ખાતરો તેમજ જંતુનાશકોનો ઉપયોગ અનેકગણો વધી ગયો છે તથા અત્યારે જંતુનાશક (pesticides), તૃણનાશક (herbicides), ફૂગનાશક (fungicides) વગેરેનો ઉપયોગ વધુ ને વધુ થવા લાગ્યો છે. આ આકસ્મિક ઘટના ક્રમને જોતાં આ રસાયણો એ બધા ધ્યાનમાં ન લેવાયેલા (non target) સજીવો માટે પણ ઝેરી છે કે જેઓ ભૂમિ-નિવસનતંત્રનાં મહત્ત્વપૂર્ણ ઘટકો છે. શું તમે વિચારી શકો છો કે સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં તેમનું

જૈવિકવિવર્ધન (જૈવિકવિશાલન-biomagnified) કરી શકાય છે ? આપણે જાણીએ છીએ કે, રાસાયણિક ખાતરોની વધતી જતી માત્રાનો ઉમેરો જલજ નિવસનતંત્ર અને સુપોષકતાકરણને સામસામે કરી શકે છે. એના પરિણામ સ્વરૂપે કૃષિમાં પ્રવર્તમાન સમસ્યાઓ અતિશય ગંભીર છે.

16.4.1 કાર્બનિક ખેતીના કિસ્સાનું અધ્યયન (Case Study for Organic Farming)

સંકલિત કાર્બનિક ખેતી (integrated organic farming) એક ચક્રીય, કદી કચરો પેદા ન થાય તેવી (zero waste) પ્રક્રિયા છે, જ્યાં એક પ્રક્રિયાથી ઉત્પાદિત કચરો બીજી પ્રક્રિયા માટે પોષક દ્રવ્યો તરીકે કામ કરે છે. આ પ્રકારે સંસાધન (સ્રોત)ની મહત્તમ ઉપયોગિતા સંભવ છે તથા ઉત્પાદનની ક્ષમતા પણ વધે છે. રમેશચંદ્ર ડાગર નામના સોનીપત, હરિયાણાના એક ખેડૂત પણ આ જ કામ કરી રહ્યા છે. તે મધમાખી-પાલન, ડેરી-વ્યવસ્થાપન, જળ-સંગ્રહણ, સેન્દ્રીય બનાવટ તથા કૃષિવિષયક કાર્ય વગેરેનો સમાવેશ એક શ્રૃંખલામય પ્રક્રિયામાં કરી રહ્યા છે, જે એકબીજાને આધારિત છે અને આ પ્રકારે તે એક એકદમ આર્થિક રીતે પરવડે એવી (કિફાયતી) અને લાંબો સમય ટકી શકે તેવી (ટકાઉ) પ્રવૃત્તિ પણ બની જાય છે. આ ઊપજો (પાકો) માટે રાસાયણિક ખાતરોના ઉપયોગની પણ કોઈ જરૂર નથી રહેતી, કારણ કે પશુધનના ઉત્સર્ગ પદાર્થો (છાણ-ગોબર-dung)નો ખાતર તરીકે ઉપયોગ કરી શકાય છે. ઊપજના કચરાનો ઉપયોગ મિશ્ર ખાતર બનાવવા માટે કરાય છે કે જેનો કુદરતી ખાતર તરીકે ઉપયોગ કરી શકાય છે અથવા ખેતરની ઊર્જાની આવશ્યકતાની પૂર્તિ માટે કુદરતી ગૅસ ઉત્પન્ન કરવા ઉપયોગ કરી શકાય છે. આ માહિતી (જાણકારી)ના ફેલાવા વિશે ઉત્સાહ દાખવવા તથા સંકલિત કાર્બનિક ખેતીના મહાવરા (વ્યવસાય કુશળતા પ્રણાલી)માં મદદ કરવા માટે ડાગરે એક 'હરિયાણા કિસાન કલ્યાણ ક્લબ' - (Haryana Kisan Welfare Club) બનાવી છે, જેની વર્તમાન સભ્ય-સંખ્યા 5000 કિસાનો છે.

16.5 કિરણોત્સર્ગી કચરો (Radioactive Waste)

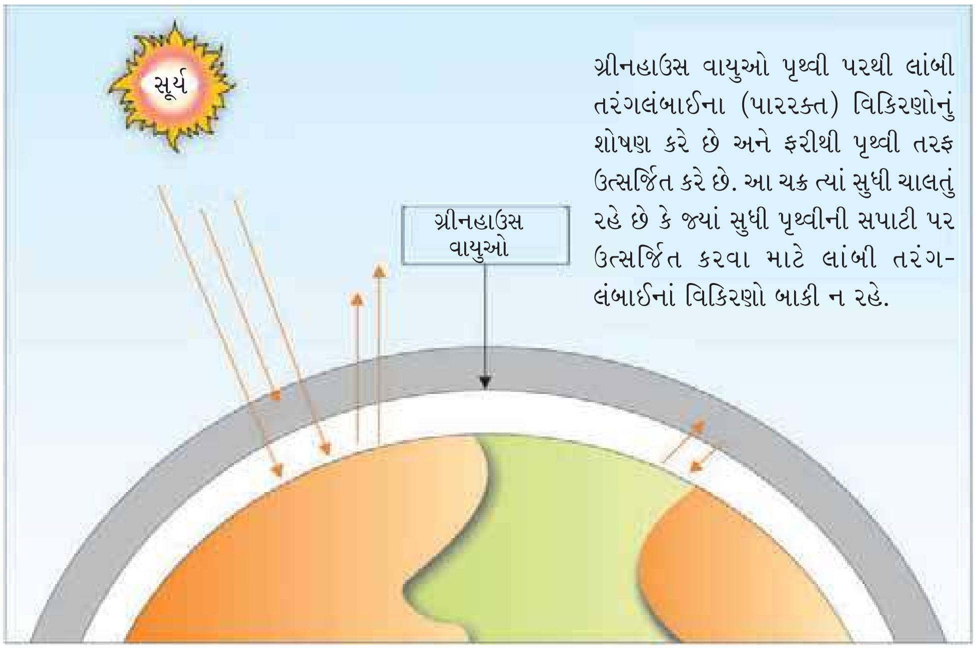
શરૂઆતમાં કેન્દ્રીય ઊર્જા (nuclear energy)ને વીજળી ઉત્પન્ન કરવા માટે એક અપ્રદૂષિત રીત માનવામાં આવતી હતી. પછી એ વાસ્તવિકતાનો ખ્યાલ આવ્યો કે કેન્દ્રીય ઊર્જાના ઉપયોગમાં બે સૌથી ખતરનાક અને સહજ રીતે જન્મજાત સમસ્યાઓ રહેલી છે. પહેલી સમસ્યા આકસ્મિક ઝરણ (leakage)ની છે જેમ કે થ્રી માઇલ આઇલૅન્ડ (Three Mile Island) તથા ચર્નોબીલ (Chernobyl) ઘટનાઓ અને બીજી સમસ્યા કિરણોત્સર્ગી (radio active) કચરાના સુરક્ષિત નિકાલની છે.

કિરણોત્સર્ગી કચરાથી નીકળતાં વિકિરણો સજીવો માટે ખૂબ જ નુકસાનકારક હોય છે કારણ કે તેના કારણે અતિશય ઊંચા દરે વિકૃતિઓ થાય છે. કિરણોત્સર્ગીની ખૂબ જ વધારે માત્રા જીવલેણ (ઘાતક-lethal) હોય છે પરંતુ તેની ઓછી માત્રાને કારણે પણ વિવિધ વિકારો થાય છે. તેનો સૌથી વધુ વારંવાર થતો વિકાર કૅન્સર છે. તેથી કેન્દ્રીય વિકિરણોનો કચરો અત્યંત શક્તિશાળી પ્રદૂષક છે અને તેની કાર્યવાહીમાં અત્યંત સાવચેતી રાખવાની જરૂર પડે છે.

એ ભલામણ કરવામાં આવી છે કે ન્યુક્લિયર કચરાને પૂર્વ-ઉપચાર (પૂર્વ-સારવાર) આપ્યા પછી, તેને યોગ્ય રીતે કવચ ધરાવતા સંગ્રાહકોમાં સંગ્રહ કરી, પૃથ્વીની સપાટી નીચે લગભગ 500 મીટર ઊંડાઈએ ખાડો ખોદીને પથ્થરોથી દબાવી દેવા જોઈએ. તેમ છતાં નિકાલની આ પદ્ધતિ માટે પણ લોકો તરફથી સખત વિરોધ થાય છે. *તમે શા માટે વિચારો છો કે નિકાલની આ પદ્ધતિથી ઘણા લોકો સહમત નથી ?*

16.6 ગ્રીનહાઉસ-અસર અને વૈશ્વિક ઉષ્ણતા (Greenhouse Effect and Global Warming)

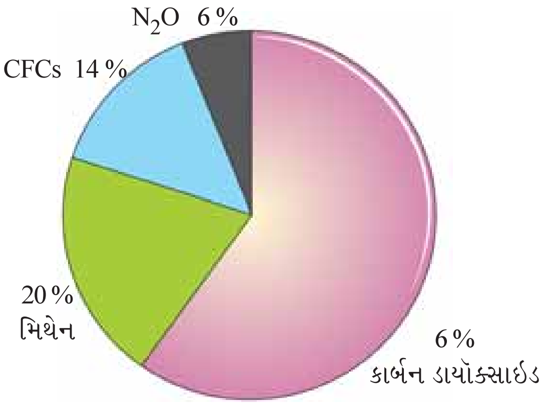
'ગ્રીનહાઉસ અસર' શબ્દની ઉત્પત્તિ એક એવી ઘટનાથી થઈ શકે છે જે ગ્રીનહાઉસમાં થાય છે. શું તમે ક્યારેય ગ્રીનહાઉસ જોયું છે ? આ એક નાના કાચના ઘર (glass house) જેવું દેખાય છે જેનો ઉપયોગ ખાસ કરીને ઠંડી ઋતુમાં વનસ્પતિના છોડના રોપાઓને ઉગાડવા માટે કરવામાં આવે છે. કાચનું ફલક (panel) પ્રકાશને અંદર તો આવવા દે છે પરંતુ ઉષ્ણતા (ગરમી)ને બહાર નીકળવા દેતું નથી. તેથી ગ્રીનહાઉસ ઠીક એવી રીતે



આકૃતિ 16.6 : સૌથી બહારના વાતાવરણ પર સૂર્યપ્રકાશ-ઊર્જા

ગરમ થઈ જાય છે કે થોડા કલાકો માટે બહાર સૂર્યના તડકામાં પાર્ક કરવામાં આવેલી કાર (ગાડી)નો અંદર ભાગ ગરમ થઈ જાય છે.

ગ્રીનહાઉસ અસર કુદરતી રીતે થતી ઘટના છે કે, તે પૃથ્વીની સપાટી તથા વાતાવરણ ગરમ થવા માટે જવાબદાર છે. તમને એ જાણીને આશ્ચર્ય થશે કે જો ગ્રીનહાઉસ અસર ન હોત તો આજે પૃથ્વીની સપાટીનું સરેરાશ તાપમાન 15° C રહેવાને બદલે ઠંડું રહીને –18° C રહે. ગ્રીનહાઉસ અસરને સમજવા માટે એ જાણવું જરૂરી છે કે સૌથી બહારના વાતાવરણમાં પહોંચતી સૂર્યપ્રકાશની ઊર્જાના ભાવિનું શું થાય છે (આકૃતિ 16.6). પૃથ્વી તરફ આવતા સૌરવિકિરણો (solar radiations)ના લગભગ ચોથા (1/4) ભાગ જેટલાં વિકિરણોના વાદળો (clouds) તથા વાયુઓ (gases)થી પરાવર્તન થઈ જાય છે અને બીજો ચોથો ભાગ તેમના દ્વારા શોષાઈ જાય છે પરંતુ લગભગ અડધા ભાગ જેટલા વાતાવરણમાં પ્રવેશ પામતા સૌરવિકિરણો પૃથ્વીની સપાટી પર પડે છે અને તેને ગરમ કરે છે જ્યારે થોડાક જ પ્રમાણમાં તે પરાવર્તન પામીને પાછા જાય છે. પૃથ્વીની સપાટી પારરક્ત વિકિરણો (infrared)ના સ્વરૂપમાં ગરમીને ફરીથી ઉત્સર્જિત (પુનઃઉત્સર્જિત-re-emit) કરે છે પરંતુ આ ભાગ અવકાશમાં છટકી જતો નથી પણ મોટા ભાગનાં પારરક્ત વિકિરણો વાતાવરણમાં રહેલા વાયુઓ દા.ત., કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, મિથેન વગેરે દ્વારા શોષાઈ જાય છે. આ વાયુઓના અણુઓ ઉષ્માઊર્જાનો ફેલાવો કરે છે અને તેનો મોટો ભાગ ફરીથી પાછો પૃથ્વીની સપાટી પર આવી જાય છે તથા તેને ફરી એકવાર ગરમ કરે છે. આ ચક્રનું પુનરાવર્તન ઘણી વખત થતું રહે છે. આ પ્રકારે પૃથ્વીની સપાટી અને નીચે રહેલું વાતાવરણ ગરમ થતું રહે છે. ઉપર જણાવેલા વાયુઓ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, મિથેન - વગેરે સામાન્ય રીતે ગ્રીનહાઉસ વાયુઓ તરીકે ઓળખાય છે (આકૃતિ 16.7). કારણ કે, તેઓ ગ્રીનહાઉસ અસર માટે જવાબદાર છે.

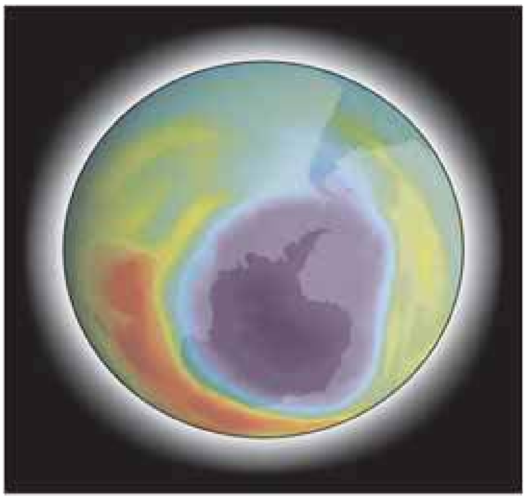


આકૃતિ 16.7 : કુલ વૈશ્વિક ઉષ્ણતામાન માટે વિવિધ ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનું સાપેક્ષ યોગદાન

ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના સ્તરમાં થતી વૃદ્ધિને કારણે પૃથ્વીની સપાટીની ઉષ્ણતા (ગરમી)માં નોંધપાત્ર વધારો થાય છે જેના કારણે વૈશ્વિક ઉષ્ણતામાન પણ વધવા પામે છે. ગત શતાબ્દિ દરમિયાન, પૃથ્વીનું તાપમાન 0.6° C જેટલું વધવા પામ્યું હતું, તે પૈકી છેલ્લા ત્રણ દાયકાઓ દરમિયાન સૌથી વધારે વૃદ્ધિ થઈ છે. વૈજ્ઞાનિકોનું માનવું છે કે તાપમાનમાં થતાં આ વધારાને કારણે પર્યાવરણમાં હાનિકારક ફેરફારો થાય છે અને તેના પરિણામ સ્વરૂપે આબોહવામાં અસાધારણ ફેરફારો થાય છે (દા.ત., અલનીનો અસર). આ રીતે ધ્રુવીય ઘન બરફનાં શિખરો અને તેવી જ રીતે હિમાલયનાં બરફ આચ્છાદિત શિખરો જેવાં અન્ય સ્થળોનું ઓગળવાનું વધી જાય છે. જેના પરિણામે ઘણાં વર્ષો પછી સમુદ્રની સપાટીના સ્તરમાં વધારો થશે જે દરિયાકિનારાના ઘણા તટ-વિસ્તારો (costal)ને ડુબાડી શકે છે. વૈશ્વિક ઉષ્ણતામાનમાં થતાં પરિવર્તનોની કુલ સાદશ્યતા એ વિષય છે કે જે હજુ પણ સક્રિય સંશોધન હેઠળ છે.

આપણે વૈશ્વિક ઉષ્ણતામાનને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરી શકીએ ? તેને લગતાં પગલાં(ઉપાયો)માં અશ્મિભૂત ઈંધણનો ઉપયોગ ઘટાડવો, ઊર્જાના ઉપયોગની કાર્યદક્ષતામાં સુધારો કરવો, જંગલોની નાબૂદી (વનકટાઈ) ઘટાડવી, વૃક્ષારોપણ કરવું તથા માનવવસ્તીની વૃદ્ધિમાં ઘટાડો કરવો વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. વાતાવરણમાં ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના ઉત્સર્જનને ઘટાડવા માટે આંતરરાષ્ટ્રીય પહેલ પણ કરવામાં આવી રહી છે.

16.7 સમતાપમંડળ (ઊર્ધ્વમંડળ)માં ઓઝોન અવક્ષયન (Ozone Depletion in the Stratosphere)



આકૃતિ 16.8 : ઓઝોન છિદ્ર ઍન્ટાર્કટિકા ખંડની ઉપર એ ક્ષેત્ર છે જે જાંબલી રંગથી દર્શાવવામાં આવ્યું છે. જ્યાં ઓઝોન સ્તર સૌથી પાતળું છે. ઓઝોનની જાડાઈ ડૉબસન એકમ (ધ્યાનથી માપને જુઓ જે આછા જાંબલી કે જાંબલીથી લાલ રંગ)માં દર્શાવવામાં આવ્યું છે. ઍન્ટાર્કટિકાની ઉપર ઓઝોન ગર્ત પ્રતિવર્ષે ઑગસ્ટના ઉત્તરાર્ધ અને ઑક્ટોબરના પ્રારંભમાં બને છે. સૌજન્ય : નાસા (NASA)

તમે આ પહેલાં ધોરણ XIના રસાયણવિજ્ઞાનના પાઠ્યપુસ્તકમાં 'ખરાબ' ઓઝોન વિશે અભ્યાસ કર્યો છે જે વાતાવરણના નીચેનું સ્તર (ક્ષોભમંડળ-troposhere)માં બને છે જે વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે. વાતાવરણમાં 'સારો' ઓઝોન પણ હોય છે; જે ઓઝોન વાતાવરણના ઉપરના ભાગોમાં જોવા મળે છે તેને **સમતાપમંડળ કે ઊર્ધ્વમંડળ (stratosphere)** કહેવાય છે અને તે સૂર્યમાંથી નીકળતાં પારજાંબલી વિકિરણો (ultra violet radiation)ને શોષવા કવચનું કામ કરે છે. પારજાંબલી કિરણો સજીવો માટે હાનિકારક છે કારણ કે સજીવોનું DNA તથા પ્રોટીન ખાસ કરીને પારજાંબલી કિરણોનું શોષણ કરે છે અને તેની ઊંચી ઊર્જા આ અણુઓમાં રહેલા રાસાયણિક બંધોને તોડી નાખે છે. વાતાવરણની ટોચથી લઈને જમીન પર નીચેના ભાગ સુધી હવાના સ્તંભની જાડાઈ **ડૉબસન એકમ (DU)**ના અર્થમાં મપાય છે.

આણ્વિક ઑક્સિજન પર પારજાંબલી કિરણોની ક્રિયાના પરિણામ સ્વરૂપ ઓઝોન ગૅસ સતત બનતો રહે છે અને સમતાપમંડળમાં આણ્વિક ઑક્સિજનમાં ઘટાડો પણ થતો રહે છે. સમતાપમંડળ ઓઝોનનું ઉત્પાદન અને ઘટાડા (અવનતીકરણ) વચ્ચે સંતુલન હોવું જોઈએ. હાલમાં **ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન્સ (CFCs)** દ્વારા ઓઝોનનું અવનતીકરણ વધી જવાથી તેનું સંતુલન બગડી ગયું છે. CFCsનો વધારેપડતો ઉપયોગ શીતકો (રેફ્રિજરન્ટ)માં થાય છે. વાતાવરણના નીચેના ભાગેથી વિસર્જિત થતો CFCs ઉપરની તરફ ખસે છે અને સમતાપમંડળમાં પહોંચે છે. સમતાપમંડળમાં પારજાંબલી કિરણો (UV) તેની સાથે ક્રિયા કરીને ક્લોરિન (Cl)ના પરમાણુઓ મુક્ત કરે છે. ક્લોરિન ઓઝોનનું અવનતીકરણ કરે છે અને આણ્વિક ઑક્સિજન મુક્ત કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં ક્લોરિન (Cl)ના પરમાણુઓનો વપરાશ થતો નથી કારણ કે તેઓ માત્ર ઉદ્દીપક

તરીકે કાર્ય કરે છે. તેથી સમતાપમંડળમાં જે કોઈ પણ CFCs ઉમેરાતા જાય છે તેની ઓઝોન સ્તરો પર કાયમી અને સતત અસરો થતી જ રહે છે. તેમ છતાં સમતાપમંડળમાં ઓઝોનનું અવનતીકરણ વ્યાપક રીતે થતું રહે છે પરંતુ આ અવક્ષયની અસર નમૂનારૂપ–ખાસ કરીને ઍન્ટાર્કટિક પ્રદેશ પર સૌથી વધુ થાય છે. આ અસરને પરિણામે અહીં ખૂબ જ મોટા વિસ્તારમાં ઓઝોનનું સ્તર ખૂબ જ પાતળું થઈ ગયું છે, જે સામાન્ય રીતે **ઓઝોન છિદ્ર (ozone hall)** તરીકે ઓળખાય છે (આકૃતિ 16.8).

પારજાંબલી કિરણો-B (UV-B) કરતાં ટૂંકી તરંગલંબાઈનાં પારજાંબલી કિરણો પૃથ્વીના વાતાવરણ દ્વારા લગભગ સંપૂર્ણ રીતે શોષાઈ જાય છે. જોકે ઓઝોન સ્તર જેમનું તેમ અકબંધ રહે છે, પરંતુ UV-B એ DNAને નુકસાન કરે છે અને વિકૃતિ થઈ શકે છે. તે ચામડીના વૃદ્ધત્વનું કારણ બને છે. ચામડીના કોષોને નુકસાન તથા વિવિધ પ્રકારના ચામડીના કૅન્સર થાય છે. માનવ-આંખનું, પારદર્શકપટલ (cornea) એ UV-B કિરણોને શોષી લે છે તથા UV-Bની વધારે માત્રાને કારણે પારદર્શકપટલમાં સોજો આવે છે તેને **પારપટલ અંધતા (snow-blindness)** કહે છે. આવા અભિદર્શનથી પારદર્શકપટલને કાયમી નુકસાન થઈ શકે છે. મોતિયો (cataract) વગેરે.

ઓઝોનના અવક્ષયની હાનિકારક અસરોને જોતાં આંતરરાષ્ટ્રીય સંધિ કરવામાં આવી હતી, જે **મોન્ટ્રિયલ પ્રોટોકોલ (Montreal Protocol)** તરીકે ઓળખાય છે. ઓઝોન અવક્ષય કરતા પદાર્થોના ઉત્સર્જન પર નિયંત્રણ માટે સન 1987 (1989માં અસરકારક)માં મોન્ટ્રિયલ (કૅનેડા) ખાતે તેના પર હસ્તાક્ષર કરવામાં આવ્યા હતા. ત્યાર બાદ CFCs અને અન્ય અવક્ષયકારક રસાયણોના ઉત્સર્જનને ઘટાડવા માટે ઘણા વધારે પ્રયત્નો પણ હાથ ધરવામાં આવ્યા છે તથા પ્રોટોકોલ (રાજદ્વારી શિષ્ટાચાર)માં વિકસિત અને વિકાસશીલ દેશો માટે અલગથી ચોક્કસ દિશા-નિર્દેશકો (માર્ગદર્શી નકશા) નિયત કરવામાં આવ્યા છે.

16.8 સંસાધનનો અનુચિત ઉપયોગ અને અનુચિત જાળવણી દ્વારા અવનતીકરણ (Degradation by Improper Resource Utilisation and Maintenance)

કુદરતી સંસાધનો(સ્રોતો)નું અવનતીકરણ માત્ર પ્રદૂષકોની ક્રિયાને કારણે જ નહિ પરંતુ સંસાધનોનો અનુચિત (અયોગ્ય) ઉપયોગ કરવાની જે રીતો છે તેના કારણે પણ થઈ શકે છે.

જમીનનું ધોવાણ અને રણ-સ્થળીકરણ (Soil Erosion and Desertification) : સૌથી ઉપરની જમીનની ફળદ્રુપતા માટે સદીઓ લાગી જાય છે પરંતુ વધારેપડતી ખેતી, અબાધિત (અનિયંત્રિત-unrestricted))ચરાણ, વનનાબૂદી (વનકટાઈ) તથા નબળી સિંચાઈપદ્ધતિઓ જેવી મનુષ્યની ક્રિયાવિધિઓને કારણે આ ઉપરના ફળદ્રુપ સ્તરો (fertile layer)ને ખૂબ જ સરળતાથી દૂર કરી શકાય છે, જેના પરિણામે જમીનના શુષ્ક નાના-નાના ટુકડા (શુષ્ક નાના ભૂમિખંડો- patches) થઈ જાય છે. જ્યારે, આ ઉજ્જડ શુષ્ક ભૂમિખંડો વિસ્તારિત થઈ મોટા બને છે તથા સમય જતાં એકબીજાથી જોડાઈ જાય છે ત્યારે રણનું સર્જન થાય છે. આંતરરાષ્ટ્રીય સ્તરે, તે માનવામાં આવે છે કે રણ-સ્થળીકરણ ખાસ કરીને વધતા જતા શહેરીકરણને કારણે આજકાલ એક મુખ્ય સમસ્યા છે.

જમીનમાં પાણી-ભરાવો અને જમીનની ક્ષારતા (Waterlogging and Soil Salinity) : સિંચાઈમાં જો પાણીનો યોગ્ય નિકાલ ન થાય તો જમીનમાં પાણીનો ભરાવો થાય છે અને જમીન એકદમ તરબતર થાય છે. પાકોને અસર કરવા ઉપરાંત જમીનની સપાટી પાણીમાં રહેલા ક્ષારો (salts) ખેંચે છે. પછી આ ક્ષારો ભૂમિની સપાટી પર પાતળા પડ તરીકે જમા થઈ જાય છે અથવા છોડવાંઓના મૂળ પર જમા થવા લાગે છે. ક્ષારોની વધતી જતી માત્રા પાકોની વૃદ્ધિ માટે પ્રતિકૂળ (વિપરિત-inimical) બને છે અને કૃષિ માટે અત્યંત નુકસાનકર્તા છે. પાણીનો ભરાવો અને જમીનની ક્ષારતાસંબંધી કેટલીક સમસ્યાઓ છે જે હરિયાળી ક્રાંતિને કારણે આવી છે.

16.9 નિર્વનીકરણ–વનવિનાશ (Deforestation)

વન (જંગલ) વિસ્તારોનું વનરહિત વિસ્તારોમાં રૂપાંતર કરવું વન-નાબૂદી કહેવાય છે. એક અંદાજ પ્રમાણે ઉષ્ણકટિબંધ પ્રદેશમાં લગભગ 40 % જંગલો નષ્ટ થઈ ગયાં છે. શિતોષ્ણ પ્રદેશોમાં માત્ર 1 % જ જંગલો

નાશ પામ્યાં છે તેની સાપેક્ષે ખાસ કરીને ભારતમાં નિર્વનીકરણની વર્તમાન સ્થિતિ દયનીય (grim) છે. વીસ (20)મી સદીના પ્રારંભમાં ભારતમાં જમીનના કુલ ક્ષેત્રફળના લગભગ ત્રીસ (30) % જંગલો હતાં. સદીના અંત સુધી તે ઘટીને 21.54 % રહી ગયાં. ભારતની રાષ્ટ્રીય વનનીતિ (1988) દ્વારા ભલામણ કરવામાં આવી કે સપાટ મેદાની વિસ્તારોમાં 33 % જંગલો હોવાં જોઈએ તથા પર્વતીય ક્ષેત્રોમાં 67 % જંગલો હોવાં જોઈએ.

નિર્વનીકરણ કેવી રીતે થાય છે ? તેના માટે કોઈ એક કારણ નથી પરંતુ સંખ્યાબંધ માનવ-પ્રવૃત્તિઓ તેના માટે સહભાગી બને છે. વન-નાબૂદીનું એક મુખ્ય કારણ છે કે વનપ્રદેશને કૃષિવિષયક ભૂમિમાં બદલવામાં આવે છે જેનાથી વધતી જતી માનવવસ્તી માટે ખોરાક ઉપલબ્ધ થઈ શકે. વૃક્ષોને ઈમારતી લાકડું (timber wood), બળતણ (fire wood), ઢોર-પશુપાલન (cattle ranching) માટે તથા અન્ય કેટલાક હેતુઓ માટે કાપવામાં આવે છે. **કાપો અને સળગાવો કૃષિ (Slash and burn agriculture)** જે સામાન્ય રીતે ભારતનાં ઉત્તર-પૂર્વીય રાજ્યોમાં **ઝૂમ ઉછેર (Jhum cultivation)** કહેવાય છે તે પણ નિર્વનીકરણમાં ફાળો આપે છે. કાપો અને સળગાવો કૃષિમાં ખેડૂતો જંગલનાં વૃક્ષોને કાપી નાંખે છે અને વનસ્પતિ અવશેષોને સળગાવી નાંખે છે. આ રાખનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે કરવામાં આવે છે અને એ જમીન પછી ખેતી માટે કે પશુઓને ચારવા માટે વપરાય છે. ખેતી કર્યા પછી, આ વિસ્તારને ઘણાં વર્ષો સુધી એમ ને એમ ખાલી છોડી દેવામાં આવે છે જેથી તેની પુનઃપ્રાપ્તિ થાય. કિસાનો ફરી અન્ય વિસ્તારોમાં આગળ વધે છે અને આ પ્રક્રિયાનું પુનરાવર્તન કરે છે. અગાઉના દિવસોમાં જ્યારે ઝૂમની ખેતી પ્રચલિત હતી, ત્યારે પૂરતા સમયનો તફાવત આપવામાં આવતો હતો કે જેથી ખેતી કે વાવણીની અસરમાંથી જમીન પાછી મળી શકે. આ પુનઃપ્રાપ્તિના તબક્કાને દૂર કરવામાં આવે છે જેના પરિણામે વન-નાબૂદી થાય છે.

નિર્વનીકરણનું પરિણામ શું છે ? તેની મુખ્ય અસરોમાંથી એક છે કે વાતાવરણના કાર્બન ડાયૉક્સાઇડની સાંદ્રતા વધી જાય છે કારણ કે વૃક્ષ જે પોતાના જૈવભાર (blomass)માં ખૂબ જ વધારે કાર્બન ધારણ કરી શકતા હતા તે વન-નાબૂદીના કારણે નાશ પામી રહ્યા છે. વન-નાબૂદીને કારણે વસવાટનો વિનાશ થવાથી જૈવ-વિવિધતા પણ નુકસાનનું કારણ બને છે. તેના કારણે જલચક્ર (hydrological cycle) બગડી જાય છે, જમીનનું ધોવાણ થાય છે તથા આત્યંતિક કિસ્સાઓમાં તેને રણ-સ્થળીકરણ અથવા રણપ્રદેશ તરફ દોરી શકે છે.

પુનઃવનીકરણ એ જંગલને પુનઃસ્થાપિત કરવાની પ્રક્રિયા છે જે એક વખત અસ્તિત્વમાં હતી પરંતુ ભૂતકાળમાં કોઈક સમયે તે દૂર કરવામાં આવી હતી. વન-નાબૂદી વિસ્તારમાં કુદરતી રીતે પુનઃવનીકરણ થઈ શકે છે. જોકે, આપણે તે વિસ્તારમાં પહેલાં જે અસ્તિત્વમાં હતી તે જૈવ-વિવિધતાને ધ્યાનમાં રાખીને વૃક્ષારોપણ કરી તેને ઝડપી બનાવી શકીએ.

16.9.1 વન-સંરક્ષણમાં લોકોની ભાગીદારીના કિસ્સાનું અધ્યયન (Case Study of People's Participation in Conservation of Forest)

ભારતમાં લોકોની સહભાગીદારીનો લાંબો ઈતિહાસ છે. સને 1731માં, રાજસ્થાનમાં જોધપુરના રાજાએ પોતાના એક મંત્રીને એક નવો મહેલ બનાવવા માટે લાકડાની વ્યવસ્થા કરવાનું કહ્યું. રાજાના મંત્રી અને કર્મચારીઓ એક ગામ કે જ્યાં બિશ્નોઈ (Bishnoi) પરિવારના લોકો રહેતા હતા, તેની નજીકના જંગલમાં વૃક્ષો કાપવા માટે ગયા. બિશ્નોઈ પરિવારની અમૃતા (Amrita) નામની એક મહિલાએ અદ્ભૂત સાહસનો પરિચય આપ્યો. ત્યાં મહિલા વૃક્ષને ચોંટીને ઊભી રહી ગઈ અને તેણીએ રાજાના લોકોને કહ્યું કે વૃક્ષને કાપતા પહેલાં મને કાપવાનું સાહસ કરો. તેના માટે વૃક્ષની સુરક્ષા પોતાના જીવનથી ઘણી વધારે હતી. દુઃખની વાત છે કે રાજાના લોકોએ તેણીની વાતો પર ધ્યાન આપ્યું નહિ અને તેની સાથે-સાથે અમૃતાદેવીને પણ કાપી નાખ્યાં. તે પછી તેણીની ત્રણ બેટીઓ તથા બિશ્નોઈ પરિવારના ઘણાબધા લોકોએ વૃક્ષોની રક્ષા માટે પોતાના પ્રાણ આપી દીધા. ઈતિહાસમાં ક્યાંય પણ આ પ્રકારની પ્રતિબદ્ધતાની કોઈ મિસાલ નથી કે જ્યારે પર્યાવરણની રક્ષા કરવા માટે મનુષ્યોએ પોતાનું બલિદાન કરી દીધું હોય. હાલમાં જ,

ભારત સરકારે **અમૃતાદેવી બિશ્નોઈ વન્યજીવ-સંરક્ષણ પુરસ્કાર (Amrita Devi Bishnoi Wildlife Protection Award)** આપવાનું શરૂ કર્યું છે. આ પુરસ્કાર ગ્રામીણ વિસ્તારોના એવા વ્યક્તિઓ અથવા સમુદાયોને આપવામાં આવે છે કે, જેમણે વન્યજીવોની રક્ષા માટે અદ્ભૂત સાહસ અને સમર્પણ દેખાડ્યું હોય.

તમે હિમાલયના ગઢવાલના **ચિપકો આંદોલન (Chipko Movement)** વિશે સાંભળ્યું હશે. સને 1974માં ઠેકેદારો દ્વારા કાપી નખાતાં વૃક્ષોની સુરક્ષા માટે વૃક્ષોને ચોંટીને સ્થાનિક મહિલાઓએ ખૂબ જ બહાદુરીનો પરિચય આપ્યો. વિશ્વભરના લોકોએ ચિપકો આંદોલનની પ્રશંસા કરી.

સ્થાનિક સમુદાયોની ભાગીદારીના મહત્ત્વને સમજતાં ભારત સરકારે 1980ના દાયકામાં **સંયુક્ત વન-વ્યવસ્થાપન (JFM-Joing Forest Management)**ની કલ્પના રજૂ કરી, જેનાથી સ્થાનિક સમુદાયો સાથે મળીને જંગલોના રક્ષણ અને વ્યવસ્થાપન (સંચાલન)નું કાર્ય ખૂબ જ સારી રીતે થઈ શકે. જંગલોથી મળતી તેમની સેવાઓને બદલે આ સમુદાયોને વિવિધ પ્રકારની જંગલની પેદાશો (દા.ત., ફળો, ગુંદર, રબર, ઔષધો વગેરે)નો લાભ મળે છે. આ પ્રકારે વનને લાંબો સમય ટકી શકે તેવા ટકાઉ રીતે સંરક્ષિત કરી શકાય છે.

સારાંશ

પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ અને મહત્ત્વપૂર્ણ સંસાધનોના સંબંધે મુખ્ય સમસ્યાઓ, સ્થાનિક (local) કે ક્ષેત્રિય (regional) સ્તરથી લઈને વૈશ્વિક (global) સ્તરમાં અલગ-અલગ છે. વાયુ-પ્રદૂષણ મુખ્ય રીતે ઉદ્યોગો તથા વાહનોમાં કોલસો તથા પેટ્રોલિયમ જેવા અશ્મિ-બળતણનું દહન થવાથી થાય છે. તે મનુષ્યો, પ્રાણીઓ તથા વનસ્પતિઓ માટે હાનિકારક છે અને તેથી જ આપણી આસપાસના વાયુઓને સ્વચ્છ રાખવા માટે તેમને દૂર કરવા જરૂરી છે. ઘરેલું વાહિત મળ જે જળાશયોના પ્રદૂષણનો સર્વાધિક સામાન્ય સ્રોત છે, તેના કારણે ઓગળેલો ઑક્સિજન ઓછો થઈ જાય છે પરંતુ સંકલિત-અભિગ્રાહી જળને જૈવ-રાસાયણિક પ્રક્રિયાની આવશ્યકતા વધી જાય છે. ઘરેલું વાહિત મળમાં પોષક તત્ત્વો ખાસ કરીને નાઇટ્રોજન તથા ફૉસ્ફરસ વધુ હોય છે. તેના કારણે સુપોષકતાકરણ (eutrophication) અને ખરાબ રીતે લીલ પ્રસ્ફુટન થાય છે. ઔદ્યોગિક કચરો પાણીમાં હંમેશાં ઝેરીલાં રસાયણો ખાસ કરીને ભારે ધાતુઓ અને કાર્બનિક સંયોજનો વધારે છે. ઔદ્યોગિક કચરો જલજીવધારીઓ માટે નુકસાનકારક છે. નગરપાલિકાનો ઘન કચરો (solid waste) પણ સમસ્યાઓ ઉત્પન્ન કરે છે તથા તેનો નિકાલ લૅન્ડફિલ્સ (landfills)માં અવશ્ય કરવો જોઈએ. ખતરનાક કચરો જેવો કે જૂના નકામા જહાજ, કિરણોત્સર્ગી કચરો તથા ઈ-કચરાના નિકાલ માટે વધારાના પ્રયત્નોની જરૂર પડે છે. જમીનનું પ્રદૂષણ મુખ્યત્વે કૃષિ-રસાયણો (દા.ત., જંતુનાશકો) તથા તેની ઉપર નાંખવામાં આવેલા ઘન કચરાના નિક્ષાલકો (leachates)ના કારણે થાય છે.

વૈશ્વિક પ્રકૃતિની બે મુખ્ય પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ છે; ગ્રીનહાઉસની વધતી જતી અસર કે જેના કારણે પૃથ્વી ઉપર ગરમી વધી રહી છે અને સમતાપમંડળમાં ઓઝોનનું અવક્ષયન થઈ રહ્યું છે. ગ્રીનહાઉસ અસરની વૃદ્ધિ મુખ્ય રીતે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને CFCsના ઉત્સર્જનના વધારાને કારણે તથા વન-નાબૂદી (deforestation)ને કારણે પણ થાય છે. જેના કારણે જલવૃષ્ટિ (rain fall)ની રીતો તથા વૈશ્વિક તાપનામમાં ખૂબ જ પરિવર્તન થઈ શકે છે. સાથે જ, તે સજીવોને ઘણું નુકસાન પણ પહોંચાડી શકે છે. સમતાપમંડળમાં ઓઝોનનું અવક્ષયન CFCsના ઉત્સર્જનને કારણે થાય છે જે પારજાંબલી વિકિરણોની હાનિકારક અસરથી આપણું રક્ષણ કરે છે, તેના કારણે ચામડીનું કૅન્સર, વિકૃતિ (mutation) તથા અન્ય વિકારો (disorders)ના વધવાની સંભાવના વધતી જાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. ઘરેલું વાહિત મળનાં વિવિધ ઘટકો કયાં છે ? વાહિત મળના નદીમાં વિસર્જન થવાથી થતી અસરોની ચર્ચા કરો.
2. તમે તમારા ઘર, શાળા કે બીજાં અન્ય સ્થળોએ ભ્રમણ દરમિયાન જે કચરો ઉત્પન્ન કરો છો, તેમની યાદી બનાવો. શું તમે તેમને સરળતાથી ઓછા કરી શકો છો ? એવો કયો કચરો છે જેને ઓછો કરવો મુશ્કેલ કે અસંભવ છે ?
3. વૈશ્વિક ઉષ્ણતામાનમાં થતા વધારાનાં કારણો અને અસરોની ચર્ચા કરો. વૈશ્વિક ઉષ્ણતામાનમાં થતા વધારાને નિયંત્રિત કરવાના ઉપાયો કયા છે ?
4. કૉલમ A અને Bમાં આપેલા શબ્દોને સંગત કરો :

કૉલમ A	કૉલમ B
(a) ઉદ્દીપક પરિવર્તક	(i) કણીય દ્રવ્ય (particulate matter)
(b) સ્થિરવિદ્યુત અવક્ષેપક	(ii) કાર્બન મોનોક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ
(c) કર્ણમફ (Earmuff)	(iii) ઊંચું ઘોંઘાટ સ્તર
(d) લૅન્ડફિલ્સ	(iv) ઘન કચરો

5. નીચેના પર આલોચનાત્મક નોંધ લખો :
   (a) સુપોષકતાકરણ
   (b) જૈવવિવર્ધન (જૈવિક વિશાલન)
   (c) ભૂમિજળ અવક્ષય અને તેની પુનઃપૂર્તિની રીતો
6. ઍન્ટાર્કટિકાની ઉપર ઓઝોન છિદ્ર શા માટે બને છે ? પારજાંબલી વિકિરણોના વધારાથી આપણા ઉપર કેવા પ્રકારની અસર પડશે ?
7. જંગલોનું સંરક્ષણ અને સુરક્ષામાં મહિલાઓ તથા સમુદાયો (communities)ની ભૂમિકાની ચર્ચા કરો.
8. પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને રોકવા માટે એક વ્યક્તિરૂપે તમે શું ઉપાયો કરશો ?
9. નીચેનાની સંક્ષિપ્તમાં ચર્ચા કરો :
   (a) કિરણોત્સર્ગી કચરો
   (b) બિનઉપયોગી જહાજ અને ઈ-કચરો
   (c) નગરપાલિકાનો ઘન કચરો
10. દિલ્લીમાં વાહનોથી થતા વાયુ-પ્રદૂષણને ઓછું કરવા માટે કયા પ્રયત્નો કરવામાં આવ્યા ? શું દિલ્લીના વાયુઓની ગુણવત્તા (quality)માં સુધારો થયો છે ?
11. નીચેનાની સંક્ષિપ્તમાં ચર્ચા કરો :
    (a) ગ્રીનહાઉસ ગૅસ
    (b) ઉદ્દીપક પરિવર્તક
    (c) પારજાંબલી-B