એકમ 14

પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાન (Environmental Chemistry)

હેતુઓ :

આ એકમના અભ્યાસ પછી તમે...

- પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાનનો અર્થ સમજી શકશો.
- વાતાવરણીય પ્રદૂષણને વ્યાખ્યાયિત કરી શકશો, ગ્લોબલ વૉર્મિંગ, ગ્રીન હાઉસ અસર અને ઍસિડ વર્ષાના કારણોની યાદી બનાવી શકશો.
- ઓઝોન સ્તરના ક્ષયનના કારણો તથા તેની અસરોને જાણી શકશો.
- જલપ્રદૂષણના કારણો કહી શકશો અને પીવાના પાણી માટેના આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણો (માનાંક) અંગે જાણી શકશો.
- જમીન પ્રદૂષણના કારણો વર્ણવી શકશો.
- પર્યાવરણીય પ્રદૂષણના નિયંત્રણ માટેની યોજના બનાવી શકશો અને અપનાવી શકશો.
- રોજિંદા જીવનમાં હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાનના મહત્ત્વને સ્વીકારી શકશો.

"વિશ્વે ડહાપણ (wisdom) વિનાની ચમક અને વિવેકહીન શક્તિ પ્રાપ્ત કરી લીધી છે. આપણું વિશ્વ કેન્દ્રિય રીતે મહાદાનવ તથા નૈતિક રીતે શિશુ છે."

અગાઉના ધોરણોમાં તમે પર્યાવરણનો અભ્યાસ કરેલો છે. પર્યાવરણીય અભ્યાસ આપણી આસપાસના સામાજિક, આર્થિક, જૈવિક, ભૌતિક અને રાસાયણિક પરિબળોના આંતરસંબંધને સમજાવે છે. આ એકમમાં આપણે પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાન પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીશું. પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાન રાસાયણિક સ્પીસિઝના ઉદ્‌ભવસ્થાનો, વહન, પ્રક્રિયાઓ, અસરો અને નિર્માણ સાથે સંબંધિત છે. ચાલો આપણે પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાનના કેટલાક અગત્યના પાસાઓ ચર્ચીએ.

14.1 પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ (Environmental Pollution)

પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ આપણી આસપાસના અનિચ્છનીય ફેરફારોનું પરિણામ છે, જે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ અને માનવજાત માટે નુકસાનકર્તા છે. જે પદાર્થ પ્રદૂષણ ફેલાવે છે તેને પ્રદૂષક કહે છે. પ્રદૂષકો ઘન, પ્રવાહી કે વાયુ સ્વરૂપના હોઈ શકે છે. આ પ્રદૂષકોનું પ્રમાણ કુદરત સર્જિત કે માનવસર્જિત પ્રવૃત્તિઓને કારણે પર્યાવરણમાં વધતું જોવા મળે છે. શું તમે જાણો છો કે સામાન્ય માણસને ખોરાક કરતાં 12-15 ગણી હવાની જરૂર હોય છે ? આમ, ખોરાકમાં અલ્પપ્રમાણમાં રહેલા પ્રદૂષક જેટલા જ પ્રમાણમાં પ્રદૂષક હવામાં રહેલો હોય તો તે પ્રમાણ અર્થસૂચક બની જાય છે. પ્રદૂષકોનું વિઘટન થઈ શકે છે. જેમ કે શાકભાજીના કચરાનું કુદરતી રીતે વિઘટન ઝડપી થાય છે, જ્યારે બીજી તરફ કેટલાક પ્રદૂષકોનું વિઘટન ધીમું થાય છે, તેથી તેવા પ્રદૂષકો પર્યાવરણમાં ફેરફાર પામ્યા વિના ઘણા દશકાઓ સુધી મૂળ અવસ્થામાં પડ્યા રહે છે. દા.ત., ડાયક્લોરોડાયફિનાઈલટ્રાયક્લોરોઈથેન (DDT), પ્લાસ્ટિક પદાર્થો, ભારે ધાતુઓ, ઘણા રસાયણો, રેડિયોસક્રિય કચરો જેવા પદાર્થો એક વખત પર્યાવરણમાં દાખલ થયા બાદ તેઓને દૂર કરવા મુશ્કેલ છે. આ પદાર્થોનું કુદરતી રીતે વિઘટન થતું નથી અને તેઓ જીવસૃષ્ટિ માટે ખૂબ જ હાનિકારક હોય છે. પર્યાવરણીય પ્રદૂષણમાં પ્રદૂષક વિભિન્ન સ્રોતમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે

અને તે હવા દ્વારા અથવા પાણી દ્વારા અથવા મનુષ્ય દ્વારા તેમને જમીનમાં દાટવાથી વહન પામે છે.

14.2 વાતાવરણીય પ્રદૂષણ (Atmospheric Pollution)

પૃથ્વીની આસપાસ રહેલા વાતાવરણના સ્તરની જાડાઈ પૃથ્વીથી બધી ઊંચાઈએ સમાન હોતી નથી એટલે કે હવાના જુદા જુદા સંકેન્દ્રિ સ્તર અથવા ક્ષેત્રો હોય છે અને દરેક સ્તર જુદી જુદી ઘનતા ધરાવે છે. વાતાવરણનો નીચેનો વિસ્તાર જ્યાં માનવ સહિતની સમગ્ર જીવસૃષ્ટિ વસે છે તેને **ક્ષોભ-આવરણ** (Troposphere) કહે છે. તે દરિયાની સપાટીથી લગભગ 10 kmની ઊંચાઈ સુધી વિસ્તરેલું છે. દરિયાની સપાટીથી 10 km થી 50 kmની વચ્ચેના વિસ્તારને **સમતાપ આવરણ** (Stratosphere) કહે છે. ક્ષોભ-આવરણ અશાંત ધૂળના કણોનું ક્ષેત્ર છે, જેમાં વધુ પ્રમાણમાં પાણીની બાષ્પ અને વાદળો હોય છે. આ ક્ષેત્રમાં પ્રબળ હવાના પ્રવાહ અને વાદળોનું નિર્માણ થાય છે. જ્યારે સમતાપ આવરણમાં ડાયનાઇટ્રોજન, ડાયઑક્સિજન, ઓઝોન અને સૂક્ષ્મ પ્રમાણમાં પાણીની બાષ્પ હોય છે.

પર્યાવરણીય પ્રદૂષણમાં મુખ્યત્વે ક્ષોભ-આવરણીય અને સમતાપ આવરણીય પ્રદૂષણનો અભ્યાસ થાય છે. સૂર્યના હાનિકારક પારજાંબલી કિરણોનાં 99.5 % ભાગને, સમતાપ આવરણમાં રહેલો ઓઝોન પૃથ્વીની સપાટી સુધી પહોંચતા રોકે છે તથા તેની અસરોથી માનવજાત અને અન્ય પ્રાણીઓનું રક્ષણ કરે છે.

14.2.1 ક્ષોભ-આવરણીય પ્રદૂષણ (Tropospheric Pollution)

હવામાં રહેલા અનિચ્છનીય ઘન અથવા વાયુમય કણોને કારણે ક્ષોભ-આવરણીય પ્રદૂષણ થાય છે. ક્ષોભ-આવરણમાં રહેલા મુખ્યત્વે વાયુમય અને રજકણ સ્વરૂપના પ્રદૂષકો નીચે દર્શાવ્યા છે.

1. વાયુમય હવા પ્રદૂષકો : સલ્ફર, નાઇટ્રોજન અને કાર્બનના ઑક્સાઇડ, હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ, હાઇડ્રોકાર્બન, ઓઝોન અને અન્ય ઑક્સિડેશનકર્તાઓ વગેરે.
2. રજકણ સ્વરૂપના પ્રદૂષકો : ધૂળ (dust), ધૂમ્મસ (mist), ધૂમ (fumes), ધૂમાડો (smoke), ધૂમ્ર-ધુમ્મસ (smog) વગેરે.

1. વાયુમય હવા પ્રદૂષકો :

(a) સલ્ફરના ઑક્સાઇડ સંયોજનો : જ્યારે સલ્ફરયુક્ત અશ્મિગત બળતણનું દહન થાય છે ત્યારે સલ્ફરના ઑક્સાઇડ સંયોજનો ઉત્પન્ન થાય છે. સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ સામાન્ય વાયુમય સ્પીસિઝ છે, જે પ્રાણી અને વનસ્પતિસૃષ્ટિ માટે ઝેરી છે. સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડના ઓછા પ્રમાણની હાજરીથી પણ મનુષ્યજાતિમાં શ્વસનતંત્રને લગતા રોગો જેવા કે દમ (અસ્થમા), શ્વાસનળીમાં સોજો અને બળતરા વગેરે થાય છે. સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડના કારણે આંખમાં બળતરા થવી, લાલ થવી અને આંખમાંથી પાણી નીકળવું વગેરે તકલીફો પણ થાય છે. સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડના વધુ પ્રમાણથી ફૂલની કળી કડક થઈ છોડ પરથી ખરી પડે છે. સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડનું ઑક્સિડેશન ઉદ્દીપક વગર ધીમું થાય છે, પણ પ્રદૂષિત હવામાં રજકણો ઉદ્દીપક તરીકે વર્તી સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડનું સલ્ફર ટ્રાયૉક્સાઇડમાં રૂપાંતર કરે છે.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

આ પ્રક્રિયા ઓઝોન અને હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ દ્વારા પણ થઈ શકે છે.

$$SO_2(g) + O_3(g) \rightarrow SO_3(g) + O_2(g)$$

$$SO_2(g) + H_2O_2(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

(b) નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ સંયોજનો : ડાયનાઇટ્રોજન અને ડાયઑક્સિજન હવાના મુખ્ય ઘટકો છે. સામાન્ય તાપમાને આ બે વાયુઓ એકબીજા સાથે પ્રક્રિયા કરતા નથી, પરંતુ વધુ ઊંચાઈએ જ્યારે વીજળીનો ચમકારો થાય છે ત્યારે તેઓ એકબીજા સાથે જોડાઈને નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ બનાવે છે. આ NO_2 નું ઑક્સિડેશન થઈ NO_3^- બને છે, જે જમીનમાં પ્રવેશે છે ત્યારે ખાતર તરીકે કામ કરે છે. વાહનોમાં ઊંચા તાપમાને અશ્મિગત બળતણનું દહન થાય છે ત્યારે ડાયનાઇટ્રોજન અને ડાયઑક્સિજન સંયોજાવાથી નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ (NO) અને નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડનો (NO_2) અસરકારક જથ્થો ઉત્પન્ન થાય છે.

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{1483\ K} 2NO(g)$$

NO તરત જ ઑક્સિજન સાથે પ્રક્રિયા કરી NO_2 આપે છે.

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$

સમતાપ આવરણમાંના નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ સાથે ઓઝોનની પ્રક્રિયાથી NO_2 બનવાની પ્રક્રિયાનો વેગ ઝડપી હોય છે.

$$NO(g) + O_3(g) \longrightarrow NO_2(g) + O_2(g)$$

ગીચતાવાળા અને ટ્રાફિકવાળા વિસ્તારોમાં સર્જાતું દાહક લાલ ધૂંધળું વાતાવરણ નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડના કારણે હોય છે. NO_2નું વધુ પ્રમાણ વનસ્પતિના પર્ણોને નુકસાન પહોંચાડે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા ધીમી પાડે છે. NO_2 ફેફસાં માટે દાહક પદાર્થ છે તેનાથી બાળકોમાં શ્વસનતંત્રના ગંભીર રોગ થાય છે. તે સજીવપેશીઓ માટે પણ નુકસાનકારક છે. ઉપરાંત તે ધાતુઓ અને કાપડના રેસાઓને પણ નુકસાન પહોંચાડે છે.

(c) હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો : હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો માત્ર કાર્બન અને હાઇડ્રોજન પરમાણુઓના બનેલા હોય છે. વાહનોમાં ઈંધણના અપૂર્ણ દહનથી તેઓ ઉત્પન્ન થાય છે. હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો કેન્સરપ્રેરક પદાર્થો છે, એટલે કે તેનાથી કેન્સર થાય છે. તેઓ છોડની પેશીઓને તોડીને, કાલપકવન (ઘડપણ) દ્વારા તથા પર્ણો, ફૂલો અને કાંટા પર આવરણ બનાવીને છોડને નુકસાન પહોંચાડે છે.

(d) કાર્બનના ઑક્સાઇડ સંયોજનો :

(i) કાર્બન મોનૉક્સાઇડ : કાર્બન મોનૉક્સાઇડ અતિગંભીર હવા પ્રદૂષક છે. તે રંગવિહીન અને વાસવિહીન છે. તે સજીવસૃષ્ટિ માટે ભારે હાનિકારક છે. તે વિવિધ અંગો અને પેશીઓને પહોંચતા ઑક્સિજનના પ્રવાહને રોકવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. કાર્બન મોનૉક્સાઇડ કાર્બનના અપૂર્ણ દહનથી ઉત્પન્ન થાય છે. વાહનોમાંથી નીકળતા ધુમાડામાં કાર્બન મોનૉક્સાઇડ વિશેષ પ્રમાણમાં હોય છે. આ ઉપરાંત તે લાકડાં, કોલસા અને પેટ્રૉલિયમ જેવી પેદાશોના અપૂર્ણ દહનથી પણ ઉત્પન્ન થાય છે. વિશ્વમાં છેલ્લા કેટલાક વર્ષોથી વાહનોની સંખ્યામાં વધારો થતો જાય છે. વાહનોની નિયમિત મરામત (service) ન થવાના કારણે અને વાહનોમાં જરૂરી પ્રદૂષણ-નિયંત્રક સામગ્રીના અભાવે આ વાહનો વધુ જથ્થામાં કાર્બન મોનૉક્સાઇડ અને અન્ય પ્રદૂષણકર્તા વાયુઓ બહાર કાઢે છે. શું તમે જાણો છો કે કાર્બન મોનૉક્સાઇડ શા માટે ઝેરી છે ? તે રુધિરમાંના હિમોગ્લોબિન સાથે જોડાઈ કાર્બોક્સિ હિમોગ્લોબિન સંકીર્ણ બનાવે છે, જે ઑક્સિજન-હિમોગ્લોબિન સંકીર્ણ સંયોજન કરતાં 300 ગણુ વધુ સ્થાયી છે. જ્યારે આપણા રુધિરમાં કાર્બોક્સિહિમોગ્લોબિનનું પ્રમાણ 3થી 4 % જેટલું થાય છે, ત્યારે રુધિરમાંના હિમોગ્લોબિનની ઑક્સિજન વહન કરવાની ક્ષમતા ઘટતી જાય છે. ઑક્સિજનની આ ઊણપના કારણે માથામાં દુઃખાવો, આંખોની દૃષ્ટિમાં નબળાઈ, બેચેની તથા હૃદય અને રક્તવાહિનીઓના કાર્યમાં ખલેલ પહોંચે છે. આ કારણે લોકોને ધૂમ્રપાન ન કરવાની સલાહ પણ આપવામાં આવે છે. સગર્ભા સ્ત્રીને ધૂમ્રપાનની આદત હોય તો તેના રુધિરમાં COનું પ્રમાણ વધવાને કારણે કસુવાવડ (premature birth), સ્વયંભૂગર્ભપાત (spontaneous abortion) અને બાળકમાં વિકૃતિ આવવાની શક્યતાઓ વધી જાય છે.

(ii) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ : વાતાવરણમાં શ્વસન દરમિયાન, ઊર્જા મેળવવા માટે અશ્મિગત બળતણના દહનથી અને સિમેન્ટના ઉત્પાદન દરમિયાન ચૂનાના પથ્થરના વિઘટન દ્વારા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ મુક્ત થાય છે. જ્વાળામુખી ફાટી નીકળવાથી પણ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ મુક્ત થાય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ માત્ર ક્ષોભ-આવરણમાં જ હોય છે. સામાન્ય રીતે તેનું પ્રમાણ આશરે વાતાવરણના કદના 0.03 % જેટલું હોય છે. અશ્મિગત બળતણના વધુ ઉપયોગથી વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ વધતું જાય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના વધુ પ્રમાણને લીલી વનસ્પતિના ઉછેર દ્વારા ઘટાડીને વાતાવરણમાં CO_2નું યોગ્ય પ્રમાણ જાળવી શકાય છે. લીલી વનસ્પતિ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા માટે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનો ઉપયોગ કરે છે અને ઑક્સિજન મુક્ત કરે છે, તેથી વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને ઑક્સિજન વાયુનું સમતોલન જળવાઈ રહે છે. તમે જાણો છો તે પ્રમાણે જંગલોને કાપવાથી તથા વધુ અશ્મિગત બળતણના દહનથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ વધે છે અને વાતાવરણનાં સમતોલનમાં ખલેલ પહોચે છે. હવામાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું વધતું જતું પ્રમાણ ગ્લોબલ વૉર્મિંગ માટે જવાબદાર છે.

ગ્લોબલ વૉર્મિંગ અને ગ્રીન હાઉસ અસર : સૌર-ઊર્જાનો 75 % ભાગ પૃથ્વીની સપાટી દ્વારા અવશોષિત થાય છે, જેથી પૃથ્વીના તાપમાનમાં વધારો થાય છે. બાકીની ઉષ્મા વાતાવરણમાં પાછી જાય છે. આ ઉષ્માના કેટલાક ભાગને વાતાવરણના વાયુઓ જેવા કે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, મિથેન, ઓઝોન, પાણીની બાષ્પ તથા ક્લોરોફ્લોરોકાર્બન સંયોજનો (CFCs) જકડી રાખે છે. આમ, વાતાવરણનું તાપમાન વધે છે, તેથી પૃથ્વીનું તાપમાન પણ વધે છે.

આપણે જાણીએ છીએ તે પ્રમાણે ઠંડા વિસ્તારમાં ફૂલો, શાકભાજીઓ અને ફળોને કાચના આવરણવાળા વિસ્તારમાં ઊગાડવામાં આવે છે કે જેને ગ્રીન હાઉસ (હરિતગૃહ) કહેવામાં આવે છે. શું તમે જાણો છો કે આપણે મનુષ્યો પણ ગ્રીન હાઉસમાં રહીએ છીએ ? જો કે આપણી આસપાસ કાચનું આવરણ નથી પરંતુ હવાનું એક આવરણ છે કે જેને વાતાવરણ કહે છે. આ વાતાવરણે સૈકાઓથી પૃથ્વીના તાપમાનને અચળ રાખ્યું છે, પરંતુ આજકાલ તેમાં ધીમું પરિવર્તન થઈ રહ્યું છે. જેવી રીતે ગ્રીન હાઉસમાં કાચ સૂર્યની ગરમીને અંદર પકડી રાખે છે તેવી જ રીતે વાતાવરણ સૂર્યની ગરમીને પૃથ્વીની સપાટીની નજીક જકડી રાખે છે અને પૃથ્વીને ગરમ રાખે છે. આને કુદરતી ગ્રીન હાઉસ અસર કહે છે, જે પૃથ્વીનું તાપમાન જાળવીને જીવસૃષ્ટિ માટે યોગ્ય બનાવે છે. સૂર્ય પ્રકાશ પારદર્શક કાચમાંથી પસાર થઈ જમીન અને છોડને ગરમ રાખે છે. આ ગરમ જમીન અને છોડ અવરક્ત વિકિરણોનું (Infrared radiations) ઉત્સર્જન કરે છે. જો કે અવરક્ત વિકિરણો (ગરમી) માટે કાચ અપારદર્શક હોય છે તેથી આ વિકિરણોનો આંશિક ભાગ કાચ દ્વારા શોષાય છે અને આંશિક ભાગ પરાવર્તન પામે છે. આ ક્રિયાવિધિ ગ્રીન હાઉસમાં સૌરઊર્જાને

જકડી રાખે છે. આ જ પ્રમાણે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અણુઓ ઉષ્માને જકડી રાખે છે, કારણ કે તે સૂર્યપ્રકાશ માટે પારદર્શક હોય છે પણ ઉષ્માવિકિરણો માટે નહીં. જો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ 0.03 %થી વધી જાય તો કુદરતી ગ્રીનહાઉસના સમતોલનમાં ખલેલ પહોંચે છે. ગ્લોબલ વૉર્મિંગમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું મુખ્ય યોગદાન છે.

કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ સિવાય મિથેન, પાણીની બાષ્પ, નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ, CFCs અને ઓઝોન વગેરે અન્ય ગ્રીન હાઉસ વાયુઓ છે. જ્યારે વનસ્પતિઓને ઑક્સિજનની ગેરહાજરીમાં બાળવામાં આવે, વિઘટન કરવામાં આવે અથવા સડવા દેવામાં આવે ત્યારે મિથેન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. ડાંગરના ખેતર, કોલસાની ખાણ, સડેલા કચરાને દાટ્યો હોય તે જગ્યાએથી અને અશ્મિગત બળતણ દ્વારા વધુ પ્રમાણમાં મિથેન વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. ક્લોરોફ્લોરોકાર્બન (CFCs) માનવનિર્મિત ઔદ્યોગિક રસાયણ છે, જે એરકન્ડિશનર વગેરેમાં વપરાય છે. CFCs પણ ઓઝોન સ્તરને નુકસાન પહોંચાડે છે (મુદ્દો 14.2.2). નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ વાતાવરણમાં કુદરતી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે. હાલના વર્ષોમાં તેઓના પ્રમાણમાં રાસાયણિક ખાતરના ઉપયોગથી અને અશ્મિગત બળતણના દહનથી તેમાં અસરકારક વધારો થયો છે. જો આ મુજબની પરિસ્થિતિ ચાલુ રહી તો પૃથ્વીનું સરેરાશ તાપમાન વધશે પરિણામે ધ્રુવ પ્રદેશોનો બરફ પીગળશે અને પૃથ્વીના નીચાણવાળા ભાગમાં પૂર આવશે. પૃથ્વીના સરેરાશ તાપમાન વધવાના કારણે ડેન્ગ્યુ, મેલેરિયા, પીળો તાવ, નિદ્રારોગ વગેરે રોગો ફેલાવાની શક્યતાઓ વધી જાય છે.

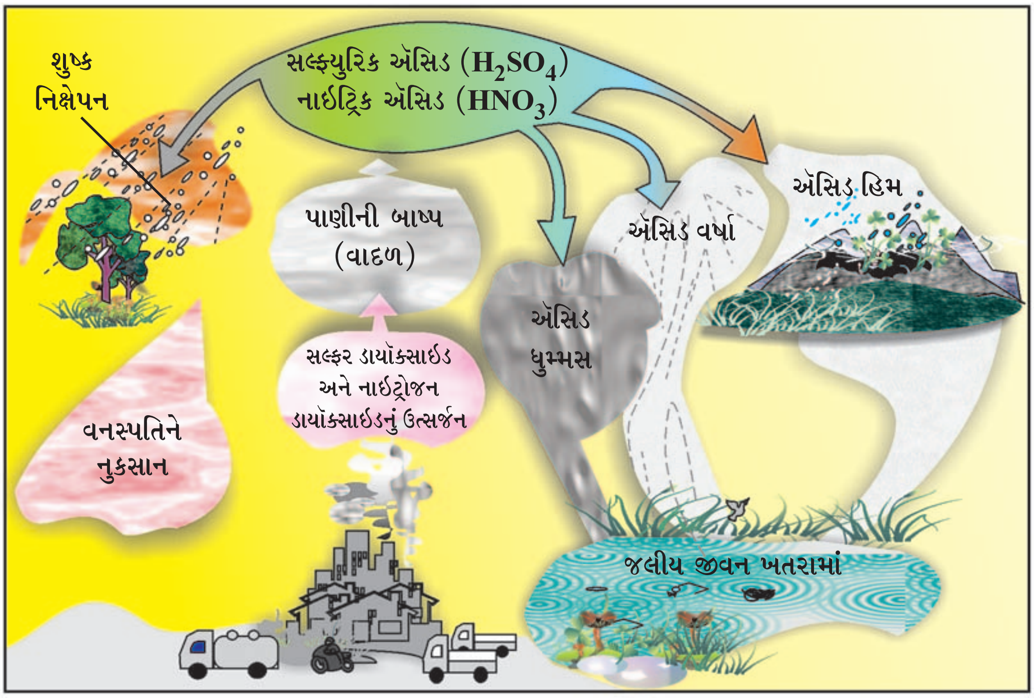
ફરીથી વિચાર કરો

ગ્લોબલ વૉર્મિંગનો વેગ ઘટાડવા આપણે શું કરી શકીએ?

અશ્મિગત બળતણના દહનથી, જંગલો તથા વૃક્ષોને કાપવાથી વાતાવરણમાં ગ્રીન હાઉસ વાયુઓનો ઉમેરો થાય છે, તેઓના યોગ્ય, ક્ષમતાપૂર્વકના તથા ન્યાયપૂર્ણ ઉપયોગ માટેના ઉપાયો આપણે શોધવા પડશે, જે વાતાવરણના તાપમાનમાં ઘટાડો કરવામાં મદદરૂપ થાય. આ માટેના એક સામાન્ય ઉપાય તરીકે વાહનોનો ઉપયોગ ઘટાડવો જોઈએ તે માટે પરિસ્થિતિને અનુરૂપ સાઇકલ કે જાહેર વાહન વ્યવહારનો ઉપયોગ અથવા વ્યક્તિગત પ્રવાસના બદલે સહિયારો પ્રવાસ (car pooling) કરવો જોઈએ. આપણે વધુ વૃક્ષો ઉછેરીને હરિત આવરણને વધારવું જોઈએ. સૂકા પાંદડાં કે લાકડાંને બાળવા જોઈએ નહીં. જાહેર સ્થળોએ કે કાર્યસ્થળોએ ધૂમ્રપાન કરવું ગેરકાયદેસર છે કારણ કે તે ધૂમ્રપાન કરનારને જ માત્ર નહીં પણ આસપાસની અન્ય વ્યક્તિઓને માટે નુકસાનકારક છે. તેથી આપણે સૌએ ધૂમ્રપાનને ત્યાગવું જોઈએ. હજુ ઘણી વ્યક્તિઓને ગ્રીન હાઉસ અસર અને ગ્લોબલ વૉર્મિંગ અંગે સમજ નથી તો આપણે તેઓને આ માહિતીથી અવગત કરાવવા જોઈએ.

ઍસિડ વર્ષા

આપણે સૌ જાણીએ છીએ તે પ્રમાણે વરસાદી પાણીની pH 5.6ની આસપાસ હોય છે. કારણ કે પાણી વાતાવરણના CO_2 સાથે પ્રક્રિયા કરી H^+ ઉત્પન્ન કરે છે.



આકૃતિ 14.1 ઍસિડ નિક્ષેપન

$$H_2O(l) + CO_2(g) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

$$H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

જ્યારે વરસાદના પાણીની pH 5.6 કરતાં ઓછી હોય તો તેવા વરસાદને ઍસિડ વર્ષા કહે છે.

ઍસિડ વર્ષાથી વાતાવરણમાં રહેલો ઍસિડ પૃથ્વીની સપાટી પર જમા થાય છે. ઍસિડ પ્રકૃતિવાળા નાઇટ્રોજન અને સલ્ફરના ઑક્સાઇડ વાતાવરણના ઘનકણો સાથે હવામાં વહીને છેલ્લે જમીન પર શુષ્ક નિક્ષેપન સ્વરૂપે અથવા પાણી, ધુમ્મસ અને હિમમાં ભીના નિક્ષેપન સ્વરૂપે જમા થાય છે (આકૃતિ 14.1).

ઍસિડ વર્ષા માનવજાતની એવી વિવિધ પ્રવૃત્તિઓની ઉપનીપજ છે કે જે દરમિયાન સલ્ફર અને નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ સંયોજનો ઉત્પન્ન થઈ વાતાવરણમાં ભળતા હોય છે. અગાઉ જણાવ્યા મુજબ અશ્મિગત બળતણ (જે સલ્ફર અને નાઇટ્રોજન- જન્ય પદાર્થ ધરાવે છે) જેવા કે વિદ્યુતમથક અને ભઠ્ઠીઓમાં કોલસા કે ઑઈલ તથા વાહનોના ઍન્જિનમાં પેટ્રોલ કે ડીઝલના દહનથી સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ સંયોજનો ઉત્પન્ન થાય છે. આ NO_2 અને SO_2 ઑક્સિડેશન બાદ પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી ઍસિડ વર્ષાના નિર્માણમાં મહત્ત્વનું યોગદાન આપે છે, કારણ કે પ્રદૂષિત હવામાં રહેલા રજકણો આ ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા માટે ઉદ્દીપક તરીકે વર્તતા હોય છે.

$$2SO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(aq)$$

$$4NO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4HNO_3(aq)$$

અહીં એમોનિયમ ક્ષારો પણ ઉત્પન્ન થાય છે અને તે ધૂંધળું વાતાવરણ (બારિક કણોનું એરોસોલ) બનાવે છે. વરસાદી પાણીના બિંદુઓમાં ઑક્સાઇડ સંયોજનોના એરોસોલ કણો અથવા એમોનિયમ ક્ષારોનું ભીનું નિક્ષેપન થાય છે. જમીન પરની ઘન અને પ્રવાહી સપાટી પર SO_2 વાયુ પણ સીધો જ શોષાઈને શુષ્ક નિક્ષેપન દર્શાવે છે.

ઍસિડ વર્ષા ખેતીવાડી, વૃક્ષો અને છોડ માટે નુકસાનકારક છે કારણ કે તે તેઓની વૃદ્ધિ માટે જરૂરી પોષક તત્ત્વોને ઓગાળી દે છે અથવા ધોઈ નાખે છે. ઍસિડ વર્ષા મનુષ્ય અને પ્રાણીઓ માટે શ્વસન અવરોધ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે ઍસિડ વર્ષા ભૌમજળની (ground water) જેમ વહીને નદી અને તળાવને મળે છે ત્યારે પાણીમાં રહેલી વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના જીવનને અસર કરે છે. તે પાણીની પાઈપોનું ખવાણ કરે છે. તેથી પીવાના પાણીમાં આયર્ન, લેડ અને કૉપર જેવી ભારે ધાતુઓ ભળે છે. ઍસિડ વર્ષા પથ્થર અને ધાતુઓથી બનેલા મકાનો કે બાંધકામોને નુકસાન પહોંચાડે છે. ભારતમાં આવેલો તાજમહેલ ઍસિડ વર્ષાથી અસર પામેલો છે.

પ્રવૃત્તિ 1

તમે તમારા નજીકના વિસ્તારમાં જઈને વિભિન્ન પાણીના નમૂના એકત્ર કરી તેની pH નોંધો. વર્ગખંડમાં તમારા પરિણામોની ચર્ચા કરો. ચાલો આપણે ચર્ચા કરીએ કે ઍસિડ વર્ષાના નિર્માણને ઘટાડવા આપણે શું કરી શકીએ ?

વાતાવરણમાં સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડના ઉત્સર્જનને ઘટાડીને ઍસિડ વર્ષાના નિર્માણને ઘટાડી શકાય છે. આપણે અશ્મિગત બળતણથી ચાલતા વાહનોનો ઓછો ઉપયોગ કરવો જોઈએ, વિદ્યુતમથક તથા ઉદ્યોગોમાં ઓછું સલ્ફર ધરાવતા અશ્મિગત બળતણનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. આપણે સલ્ફરનું પ્રમાણ ઓછું હોય તેવા કોલસાનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ અથવા કોલસા કરતા ઉત્તમ બળતણ એવા કુદરતી વાયુનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. મોટરગાડીમાં ઉદ્દીપકીય પરિવર્તકનો ઉપયોગ કરવો જ જોઈએ. જેથી ઉત્સર્જિત થતા ધુમાડાની વાતાવરણ પર થતી અસરને ઘટાડી શકાય છે. આ પરિવર્તકના મુખ્ય ભાગ તરીકે સિરામિકનો બનેલો મધપૂડો હોય છે, જેની પર દુર્લભ ધાતુઓ Pd, Pt અને Rhનું સ્તર લાગેલું હોય છે. ઉત્સર્જિત થતા વાયુઓમાં બળ્યા વિનાનું બળતણ, CO અને NO_x હોય છે. જ્યારે તે 573 K તાપમાને પરિવર્તકમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે CO_2 અને N_2માં પરિવર્તન પામે છે. આપણે જમીનમાં ચૂનાના પથ્થરને ઉમેરીને જમીનની ઍસિડિકતા ઘટાડી તેને તટસ્થ બનાવવી જોઈએ. ઘણા વ્યક્તિઓને ઍસિડ વર્ષા અને તેની હાનિકારક અસરોની જાણકારી હોતી નથી. આપણે તેઓને આ માહિતી પહોંચાડીને જાગૃત કરી શકીએ છીએ અને પર્યાવરણને બચાવી શકીએ છીએ.

તાજમહેલ અને ઍસિડ વર્ષા

આગ્રા શહેરમાં આવેલા તાજમહેલની આજુબાજુની હવામાં સલ્ફર અને નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડનું ઊંચું પ્રમાણ હોય છે. આમ થવાનું કારણ તેની આસપાસ વધુ સંખ્યામાં રહેલા ઉદ્યોગો અને વિદ્યુત મથકો છે. નીચી ગુણવત્તાવાળા કોલસા, કેરોસીન અને લાકડાનો બળતણ તરીકે ઉપયોગ કરવાથી આ સમસ્યા વધતી જાય છે. જેના પરિણામે ઍસિડ વર્ષા તાજમહેલના આરસપહાણ ($CaCO_3$) સાથે પ્રક્રિયા ($CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$) કરે છે અને આખા વિશ્વને આકર્ષિત કરનાર આ અદ્‌ભુત સ્મારકને નુકસાન પહોંચે છે. ઍસિડ વર્ષાને કારણે આ સ્મારક ધીરે ધીરે વિરૂપ (disfigured) બને છે અને પોતાની કુદરતી સુંદરતા ગુમાવતું જાય છે. આ ઐતિહાસિક સ્મારકને નુકસાન થતું બચાવવા માટે ભારત સરકારે 1995 પહેલા એક ઍક્શન પ્લાન શરૂ કરવાની જાહેરાત કરી હતી. મથુરા રિફાઈનરીએ

ઝેરી વાયુઓના ઉત્સર્જનના નિયંત્રણ માટે અગાઉથી જ ઉપર્યુક્ત પગલાં ભર્યાં છે.

આ યોજના અંતર્ગત 'તાજ ટ્રેપેઝિયમ'નો હેતુ આગ્રા, ફિરોઝાબાદ, મથુરા તથા ભરતપુર વગેરે શહેરોની હવાને શુદ્ધ કરવાનો છે. આ યોજના અનુસાર ટ્રેપેઝિયમ સ્થિત 2000થી વધુ પ્રદૂષણ કરનારા ઉદ્યોગો કોલસા અને ઑઈલના બદલે કુદરતી વાયુ અથવા પ્રવાહીકૃત પેટ્રોલિયમ વાયુનો ઉપયોગ કરે છે. આ માટે કુદરતી વાયુ માટેની નવી પાઈપલાઈન નખાઈ રહી છે. જેની મદદથી 5 લાખ ઘનમીટર કુદરતી વાયુને આ ક્ષેત્રમાં લાવી શકાશે. શહેરના રહેવાસીઓને દૈનિક જીવનમાં કોલસા, કેરોસીન અને લાકડાના બદલે LPGનો ઉપયોગ કરવા પ્રોત્સાહિત કરવામાં આવશે. તાજમહેલની આજુબાજુ મુખ્ય ધોરી માર્ગો પર ચાલતા વાહનોમાં ઓછા સલ્ફરવાળા ડીઝલનો ઉપયોગ કરવાની પ્રેરણા આપવામાં આવશે.

2. રજકણ પ્રદૂષકો

રજકણ-પ્રદૂષકો હવામાં સૂક્ષ્મ ઘનકણ અથવા પ્રવાહીના સૂક્ષ્મબિંદુ સ્વરૂપના હોય છે. વાહનોમાંથી ઉત્સર્જિત થતા પદાર્થો, આગમાંથી નીકળતો ધૂમાડો, ધૂળ અને ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતી રાખમાં આ પ્રકારનાં પ્રદૂષકો હાજર હોય છે. વાતાવરણમાં બે પ્રકારની રજકણો-જીવસહિત અને જીવરહિત હોય છે. જીવાણુ (bacteria), ફૂગ (fungi) અને શેવાળ કે લીલ (algae) વગેરે સૂક્ષ્મજીવો જે વાતાવરણમાં ફેલાયેલા હોય છે તે જીવસહિતના રજકણ પ્રદૂષકો છે. હવામાં જોવા મળતી કેટલીક ફૂગ માનવજાતમાં એલર્જી ઉત્પન્ન કરે છે. તેઓ વનસ્પતિમાં રોગ પણ ઉત્પન્ન કરે છે.

જીવરહિત રજકણોનું તેમની લાક્ષણિકતા અને કદના આધારે નીચે દર્શાવ્યા મુજબ વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે.

(a) ધુમાડો (smoke) કાર્બનિક પદાર્થોના દહન દરમિયાન ઉત્પન્ન થતાં ઘન અથવા ઘન અને પ્રવાહી કણોનું મિશ્રણ છે. દા.ત., બીડી-સિગારેટનો ધુમાડો, અશ્મિગત બળતણ, સૂકા પાંદડાં અને કચરો બાળવાથી ઉત્પન્ન થતો ધુમાડો.

(b) ધૂળ (dust) બારિક ઘન કણ છે (વ્યાસ 1 μm થી વધુ). ઘન પદાર્થોને વાટતાં કે દળતાં આવા કણ પેદા થાય છે. પવનના જોરદાર સપાટાથી ઉડતી રેતી, લાકડાંને વહેરવાથી ઉત્પન્ન થતો લાકડાનો વહેર, કોલસાને તોડવાથી ઉત્પન્ન થતો ભૂકો, ઔદ્યોગિક કારખાનાઓમાંથી ઉડતી રાખ અને સિમેન્ટ, ધૂળની ડમરીઓ વગેરે આ પ્રકારના રજકણ ઉત્સર્જનના વિશિષ્ટ ઉદાહરણો છે.

(c) ધુમ્મસ (mist) ફેલાયેલા પ્રવાહીના કણોથી અને હવામાંની વરાળની ઠારણ પ્રક્રિયાથી ઉત્પન્ન થાય છે. દા.ત., સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ધુમ્મસ અને નીંદણનાશક, જંતુનાશક જેમને પોતાના લક્ષ્યને ગુમાવ્યો છે તેઓ હવામાં ફેલાઈને ધુમ્મસ બનાવે છે.

(d) ધૂમ (fumes) સામાન્ય રીતે ઉર્ધ્વપાતન, નિસ્યંદન, પ્રવાહીના ઉકળવાથી અને કેટલાક અન્ય રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી બાષ્પની ઠારણ ક્રિયાથી ઉત્પન્ન થાય છે. સામાન્ય રીતે કાર્બનિક દ્રાવકો, ધાતુઓ અને ધાતુઓના ઑક્સાઇડ ધૂમ રજકણો બનાવે છે.

રજકણ પ્રદૂષકોની અસર મુખ્યત્વે તેના કણના કદ પર આધારિત હોય છે. હવામાં ઉત્પન્ન થતાં રજકણો જેવા કે ધૂળ, ધૂમ, ધુમ્મસ વગેરે માનવજાતની તંદુરસ્તી માટે હાનિકારક છે. 5 માઇક્રોનથી વધુ કદના રજકણો નાકના માર્ગમાં જમા થાય છે, જ્યારે 1 માઇક્રોન જેટલા કદના રજકણો ફેફસાં સુધી સરળતાથી પ્રવેશી શકે છે.

વાહનોમાંથી ઉત્સર્જિત થતું લૅડ એક મુખ્ય વાયુ પ્રદૂષક છે. ભારતના શહેરોમાં હવામાં લૅડના ઉત્સર્જન માટેનો મુખ્ય સ્રોત લૅડયુક્ત પેટ્રોલ છે. હાલમાં ભારતના શહેરોમાં લૅડ રહિત પેટ્રોલના ઉપયોગ દ્વારા આ સમસ્યાને નિવારી શકાઈ છે. લૅડ રક્તકણોના વિકાસ અને પરિપક્વતામાં અવરોધ ઊભો કરે છે.

ધૂમ્ર-ધુમ્મસ (smog) : ધૂમ્ર-ધુમ્મસ ધુમાડો (smoke) અને હવામાંના ભેજ (fog) શબ્દોના જોડાણથી બનેલો શબ્દ છે. વિશ્વના ઘણા શહેરોમાં સામાન્ય રીતે હવાના પ્રદૂષણ તરીકે ધૂમ્ર-ધુમ્મસ જોવા મળે છે. ધૂમ્ર-ધુમ્મસ બે પ્રકારના જોવા મળે છે.

(a) પારંપારિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ (classical smog) ઠંડા ભેજવાળા વાતાવરણમાં ઉત્પન્ન થાય છે. તે ધુમાડા, હવામાંના ભેજ અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડનું મિશ્રણ છે. તે રાસાયણિક રીતે રિડક્શનકર્તા મિશ્રણ હોવાથી તેને રિડક્શનકર્તા ધૂમ્ર-ધુમ્મસ કહે છે.

(b) પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ (Photochemical smog) ગરમ, શુષ્ક અને સૂર્યપ્રકાશવાળા હવામાનમાં ઉત્પન્ન થાય છે. તે વાહનો અને ઔદ્યોગિક એકમોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રૉકાર્બન સંયોજનો પર સૂર્યપ્રકાશ પડવાથી ઉત્પન્ન થાય છે. ધૂમ્ર-ધુમ્મસ ઑક્સિડેશનકર્તાની ઊંચી સાંદ્રતા ધરાવતું હોવાથી તેને ઑક્સિડેશનકર્તા ધૂમ્ર-ધુમ્મસ કહે છે.

પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસનું નિર્માણ

જ્યારે અશ્મિગત બળતણનું દહન થાય ત્યારે જુદા જુદા પ્રકારના પ્રદૂષકો પૃથ્વીના ક્ષોભ-આવરણમાં ઉત્સર્જિત થાય છે. આ પૈકીના નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ (NO) અને હાઇડ્રૉકાર્બનનું પૂરતું ઊંચું પ્રમાણ જ્યારે જમા થાય છે ત્યારે સૂર્યપ્રકાશની

હાજરીમાં તેમની વચ્ચે શૃંખલા પ્રક્રિયા થઈ NO_2 બને છે. આ NO_2 સૂર્યપ્રકાશમાંથી મળતી ઊર્જા શોષી નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ અને મુક્ત ઑક્સિજન પરમાણુમાં ફેરવાય છે (આકૃતિ 14.2).

$$NO_2(g) \xrightarrow{hv} NO(g) + O(g) \qquad (i)$$

મુક્ત ઑક્સિજન પરમાણુ વધુ પ્રતિક્રિયાત્મક હોવાથી હવામાં રહેલા ઑક્સિજન વાયુ સાથે સંયોજાઈ ઓઝોન બનાવે છે.

$$O(g) + O_2(g) \rightleftharpoons O_3(g) \qquad (ii)$$

પ્રક્રિયા (ii) દ્વારા બનેલો ઓઝોન વાયુ પ્રક્રિયા (i) દ્વારા બનેલા NO(g) સાથે ખૂબ જ ઝડપી પ્રક્રિયા કરી ફરીથી $NO_2(g)$ બનાવે છે. NO_2 કથ્થાઈ રંગનો વાયુ છે. તેનું પૂરતું ઊંચું પ્રમાણ વાતાવરણને ધૂંધળું બનાવે છે.

$$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g) \qquad (iii)$$

ઓઝોન ઝેરી વાયુ છે તથા NO_2 અને O_3 બંને પ્રબળ ઑક્સિડેશનકર્તા છે. તે પ્રદૂષિત હવામાંના દહન ન પામેલા હાઇડ્રોકાર્બન સાથે પ્રક્રિયા કરી ફોર્માલ્ડિહાઇડ, ઍક્રોલિન અને પરઑક્સિએસિટાઇલ નાઇટ્રેટ (PAN) બનાવે છે.

$$3CH_4 + 2O_3 \rightarrow 3CH_2=O + 3H_2O$$

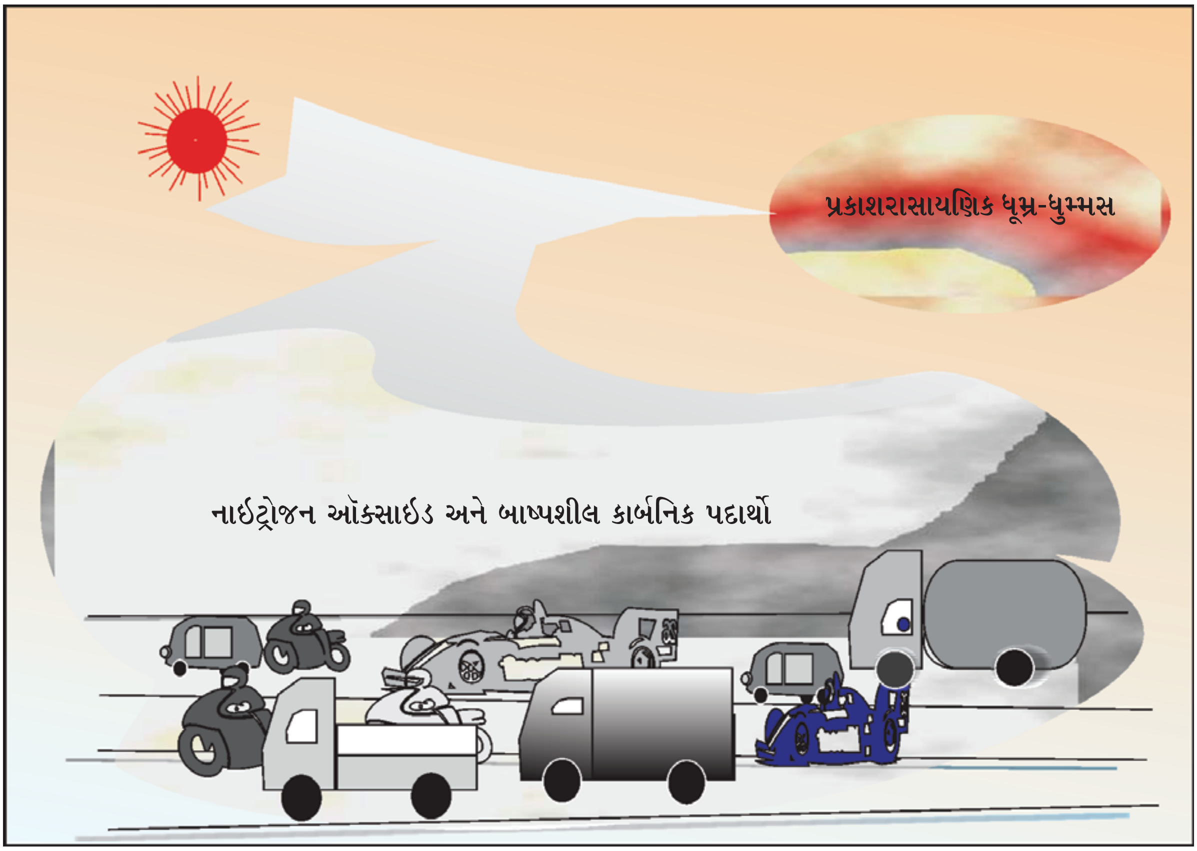
ફોર્માલ્ડિહાઇડ

$$CH_2=CHCH=O \qquad CH_3C(=O)OONO_2$$

ઍક્રોલિન પરઑક્સિએસિટાઇલ નાઇટ્રેટ (PAN)

પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસની અસરો

પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસના સામાન્ય ઘટકો ઓઝોન, નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ, ઍક્રોલિન, ફોર્માલ્ડિહાઇડ અને પરઑક્સિએસિટાઇલ નાઇટ્રેટ (PAN) છે. પ્રકાશ રાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસની આરોગ્ય પર ગંભીર અસર થાય છે. ઓઝોન અને PAN આંખોમાં તીવ્ર બળતરા પેદા કરે છે. ઓઝોન અને નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ નાક અને ગળામાં બળતરા પેદા કરે છે. તેમની ઊંચી સાંદ્રતાથી માથું દુઃખવું, છાતીમાં દુઃખાવો થવો, ગળું શુષ્ક થવું, કફ થવો અને શ્વાસ લેવામાં તકલીફ પડવી વગેરે આરોગ્ય સંબંધિત તકલીફો ઊભી થાય છે. ધૂમ્ર-ધુમ્મસ રબરને તોડે છે અને વનસ્પતિસૃષ્ટિને નુકસાન પહોંચાડે છે. તેનાથી ધાતુઓ, પથ્થરો, બાંધકામ માટેની સામગ્રી, રબર અને રંગેલી સપાટીનું અપક્ષરણ પણ થાય છે.



આકૃતિ 14.2 જ્યારે વાહન પ્રદૂષકો પર સૂર્યપ્રકાશ પડે છે ત્યારે પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ રચાય છે.

પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરશો ?

પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસને નિયંત્રિત કરવા અનેક પ્રવિધિઓ વપરાય છે. જો પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસના પ્રાથમિક પૂર્વવર્તી (Precursors) જેવા કે NO_2 અને હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનો તથા દ્વિતીયક પૂર્વવર્તી જેવા કે ઓઝોન અને PANને નિયંત્રિત કરીએ તો પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ આપોઆપ ઘટી જાય છે. સામાન્ય રીતે વાહનોમાં ઉદ્દીપકીય રૂપાંતરકોના ઉપયોગ દ્વારા નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડ અને હાઇડ્રોકાર્બન સંયોજનોને વાતાવરણમાં ભળતાં ઘટાડી શકાયા છે. કેટલાક વૃક્ષો જેવા કે પીનસ (Pinus), જુનીપેરસ (Juniparus), ક્વેરકસ (Quercus), પાયરસ (Pyrus) અને વિટિસ (Vitis), જે નાઇટ્રોજન ઑક્સાઇડનું ચયાપચયન (metabolise) કરી શકે છે તેથી તેઓની વાવણી આ સંદર્ભે મદદરૂપ થઈ શકે છે.

14.2.2 સમતાપ આવરણીય પ્રદૂષણ (Stratospheric Pollution)

ઓઝોન વાયુનું નિર્માણ અને ખંડન

સમતાપ આવરણના ઉપરના ભાગમાં ઓઝોન વાયુ (O_3)નો વધુ જથ્થો આવેલો હોય છે, જે સૂર્યમાંથી આવતા હાનિકારક પારજાંબલી (UV) વિકિરણોથી (λ = 255 nm) આપણને રક્ષણ આપે છે. આ વિકિરણોથી માનવજાતમાં ચામડીનું કેન્સર (મેલાનોમા) થાય છે. તેથી ઓઝોન સ્તરને જાળવી રાખવું ખૂબ અગત્યનું છે.

સમતાપ આવરણમાં પારજાંબલી કિરણો જ્યારે ડાયઑક્સિજન (O_2) અણુ પર પડે છે, ત્યારે તેમાંથી બે મૂક્ત ઑક્સિજન પરમાણુઓ બને છે. આ ઑક્સિજન પરમાણુ ડાયઑક્સિજન અણુ સાથે સંયોજાઈ ઓઝોન બનાવે છે.

$$O_2(g) \xrightarrow{UV} O(g) + O(g)$$

$$O(g) + O_2(g) \underset{}{\overset{UV}{\rightleftharpoons}} O_3(g)$$

ઓઝોન ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર રીતે અસ્થાયી હોય છે અને ઑક્સિજન અણુમાં વિઘટન પામે છે. તેથી ઓઝોન અણુના નિર્માણ અને વિઘટન વચ્ચે ગતિશીલ સંતુલન સ્થપાય છે. હાલના સમયમાં સમતાપ આવરણમાં રહેલા કેટલાક રસાયણોને કારણે ઓઝોન સુરક્ષા સ્તરનું ક્ષયન થયાનું નોંધાયું છે. ઓઝોન સ્તરનું ક્ષયન થવાનું મુખ્ય કારણ ક્લોરોફ્લોરોકાર્બન સંયોજનો (CFCs)નું ઉત્સર્જન છે, જેને ફ્રિઓન કહેવાય છે. આ સંયોજનો અપ્રતિક્રિયાત્મક, અજ્વલનશીલ, બિનઝેરી કાર્બનિક સંયોજનો છે. તેથી તેઓનો ઉપયોગ રેફ્રિજરેટર, એરકન્ડિશનર, પ્લાસ્ટિક ફોમના ઉત્પાદનમાં અને કમ્પ્યૂટરના ભાગોની સફાઈ માટે ઇલેક્ટ્રૉનિક ઉદ્યોગોમાં થાય છે. CFCs વાતાવરણમાં ભળી, વાતાવરણના વાયુઓ સાથે મિશ્ર થઈ સમતાપ આવરણમાં પહોંચે છે. સમતાપ આવરણમાં તેઓ પ્રબળ પારજાંબલી કિરણોથી ખંડિત થઈને ક્લોરિન મુક્તમૂલક ઉત્પન્ન કરે છે.

$$CF_2Cl_2(g) \xrightarrow{UV} \dot{C}l(g) + \dot{C}F_2Cl(g) \qquad (i)$$

આ ક્લોરિન મુક્તમૂલક સમતાપ આવરણમાં રહેલા ઓઝોન સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્લોરિન મોનૉક્સાઇડ મુક્તમૂલક અને ઑક્સિજન અણુ બનાવે છે.

$$\dot{C}l(g) + O_3(g) \rightarrow Cl\dot{O}(g) + O_2(g) \qquad (ii)$$

આ ક્લોરિન મોનૉક્સાઇડ મુક્તમૂલક ઑક્સિજન પરમાણુ સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્લોરિન મુક્તમૂલક બનાવે છે.

$$Cl\dot{O}(g) + O(g) \rightarrow \dot{C}l(g) + O_2(g) \qquad (iii)$$

આમ, ક્લોરિન મુક્તમૂલક સતત બનતો જ રહે છે જે ઓઝોન વાયુનું ક્ષયન કરે છે. તેથી CFCs સમતાપ આવરણમાં ક્લોરિન મુક્તમૂલક ઉત્પન્ન કરવાવાળા અને ઓઝોન સ્તરને નુકસાન પહોંચાડનાર પરિવહનીયકારકો છે.

ઓઝોન સ્તરમાં ગાબડું

1980માં ઍન્ટાર્કટિકામાં અભ્યાસ કરનાર વાતાવરણીય વૈજ્ઞાનિકાએ દક્ષિણ ધ્રુવની ઉપર ઓઝોન સ્તરનું ક્ષયન થયું હોવાનું જણાવ્યું હતું. તેને ઓઝોન ગાબડું પણ કહે છે. આ અંગે જાણવા મળ્યું કે ઓઝોન ગાબડા માટે પરિસ્થિતિઓનો વિશેષ સમૂહ જવાબદાર હતો. ઉનાળામાં નાઇટ્રોજન ડાયૉક્સાઇડ અને મિથેન; ક્લોરિન મોનૉક્સાઇડ (પ્રક્રિયા iv) અને ક્લોરિન પરમાણુઓ (પ્રક્રિયા v) સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્લોરિનયુક્ત નીપજ બનાવે છે. જે ઓઝોનના ક્ષયનને વધુ હદ સુધી રોકે છે, જ્યારે શિયાળામાં ઍન્ટાર્કટિકા પર વિશિષ્ટ પ્રકારનું વાદળ રચાય છે જેને ધ્રુવીય સમતાપ વાદળ કહે છે. આ વાદળ એવી સપાટી પ્રદાન કરે છે જેના પર બનેલો ક્લોરિન નાઇટ્રેટ (પ્રક્રિયા iv) જળવિભાજન પામી હાઇપોક્લોરસ ઍસિડ (પ્રક્રિયા vi) બનાવે છે. ક્લોરિન નાઇટ્રેટ, હાઇડ્રોજન ક્લોરાઇડ સાથે પણ પ્રક્રિયા કરી પ્રક્રિયા (vii) મુજબ ક્લોરિન અણુ બનાવે છે.

$$Cl\dot{O}(g) + NO_2(g) \rightarrow ClONO_2(g) \qquad (iv)$$

$$\dot{C}l(g) + CH_4(g) \rightarrow \dot{C}H_3(g) + HCl(g) \qquad (v)$$

$$ClONO_2(g) + H_2O(g) \rightarrow HOCl(g) + HNO_3(g) \qquad (vi)$$

$$ClONO_2(g) + HCl(g) \rightarrow Cl_2(g) + HNO_3(g) \qquad (vii)$$

જ્યારે વસંતઋતુમાં ઍન્ટાર્કટિકા પર સૂર્યપ્રકાશ પાછો ફરે છે ત્યારે સૂર્યની ગરમી આ વાદળને વિખંડિત કરે છે અને

પ્રક્રિયા (viii) અને (ix)માં દર્શાવ્યા મુજબ સૂર્યપ્રકાશ દ્વારા HOCl અને Cl_2 નું પ્રકાશીય વિભાજન થાય છે.

$$HOCl(g) \xrightarrow{h\nu} \dot{O}H(g) + \dot{C}l(g) \quad \text{(viii)}$$

$$Cl_2(g) \xrightarrow{h\nu} 2\dot{C}l(g) \quad \text{(ix)}$$

આમ, ક્લોરિન મુક્તમૂલક બને છે. જે અગાઉ જણાવ્યા મુજબ ઓઝોનના ક્ષયન માટેની શૃંખલા પ્રક્રિયાનો પ્રારંભ કરે છે.

ઓઝોન સ્તરના ક્ષયનની અસરો

ઓઝોન સ્તરના ક્ષયનની સાથે જ વધુ પારજાંબલી વિકિરણો ક્ષોભ-આવરણમાં પ્રવેશે છે. આ પારજાંબલી વિકિરણોના કારણે ચામડી જીર્ણ થવી, આંખમાં મોતિયો આવવો, સૂર્યની ગરમીથી દઝાવું, ચામડીનું કેન્સર થવું, જલજ વનસ્પતિનો નાશ થવો, માછલીની પ્રજનન ક્ષમતામાં ઘટાડો થવો વગેરે થાય છે. એક બાબત નોંધવામાં આવી છે કે પારજાંબલી વિકિરણો વનસ્પતિ પ્રોટીનને પણ અસર કરે છે. તેઓ વનસ્પતિ કોષમાં નુકસાનકારક ઉત્પરિવર્તન (mutation) લાવે છે. તેનાથી વનસ્પતિના પર્ણો પર રહેલા છિદ્રો દ્વારા પાણીનું બાષ્પીભવન થાય છે અને જમીનમાં રહેલા ભેજનું પ્રમાણ ઘટે છે. આમ, ભૂપૃષ્ઠી જળનું (surface water) બાષ્પીભવન વધે છે. પારજાંબલી વિકિરણોના વધુ પ્રમાણથી રંગ અને રેસાઓને નુકસાન થાય છે અને તેઓ જલ્દી ઝાંખા પડી જાય છે.

14.3 જળ પ્રદૂષણ (Water Pollution)

પાણી જીવન માટે અતિઆવશ્યક છે. પાણી વિના જીવન શક્ય નથી. સામાન્ય રીતે આપણે પાણીને શુદ્ધ માનીએ છીએ, પરંતુ આપણે પાણીની ગુણવત્તા નક્કી કરવી જ જોઈએ. પાણીના પ્રદૂષણની શરૂઆત માનવીની પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા થાય છે. વિભિન્ન રીતે આ પ્રદૂષણ ભૂપૃષ્ઠી જળ અને ભૌમ જળ સુધી પહોંચે છે. પ્રદૂષણના જ્ઞાત સ્રોત અથવા સ્થળોને 'બિંદુ સ્રોત' કહેવામાં આવે છે. દા.ત., નગરપાલિકા અને ઔદ્યોગિક કચરાના નિકાલ માટેની નળીઓ દ્વારા પ્રદૂષકો જળસ્રોતમાં પ્રવેશે છે. જ્યાં પ્રદૂષણના સ્રોત સહેલાઈથી જાણી શકાતા નથી. તેઓને પ્રદૂષણના 'અબિંદુ સ્રોત' કહે છે. દા.ત., કૃષિ કચરો (ખેતર, પ્રાણીઓ અને પાકની જમીન વગેરે દ્વારા), ઍસિડ વર્ષા, ઝડપી પાણી નિકાલ વ્યવસ્થા (શેરીઓ, ઉદ્યાનો અને લૉન દ્વારા) વગેરે. કોષ્ટક 14.1માં મુખ્ય જળપ્રદૂષકો અને તેના સ્રોત દર્શાવેલા છે.

14.3.1 જળપ્રદૂષણના કારણો (Causes of Water Pollution)

(i) રોગકારકો : રોગ પેદા કરનાર અતિ ગંભીર જળપ્રદૂષકોને રોગકારકો કહે છે. ઘરેલુ સુએજ અને પ્રાણીઓના મળમૂત્રોમાંથી બૅક્ટેરિયા અને અન્ય સૂક્ષ્મજીવો સહિતના રોગકારકો પાણીમાં પ્રવેશે છે. માનવ મળમૂત્રમાં ઇસ્ટેરેશિયા કોલાઈ અને સ્ટેપ્ટોકોક્સ ફેકેલીસ જેવા બૅક્ટેરિયા રહેલા હોય છે. જે જઠર સંદર્ભના રોગો માટે જવાબદાર હોય છે.

(ii) કાર્બનિક કચરો : કાર્બનિક કચરાને પણ મુખ્ય જળપ્રદૂષક તરીકે ગણવામાં આવે છે. જેમાં પાંદડાં, ઘાસ, કૃષિ કચરો વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. તેઓ પાણીને પ્રદૂષિત કરે છે. પાણીમાં વધુ જલજ વનસ્પતિ પણ જળપ્રદૂષણનું એક કારણ છે. આ કચરો જૈવવિઘટનીય હોય છે.

બૅક્ટેરિયાની વધુ સંખ્યા પાણીમાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થનું વિઘટન કરે છે. તેઓ પાણીમાં રહેલા દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. જલીય દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ સીમિત હોય છે. ઠંડા પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનની સાંદ્રતા 10 ppm (parts per million) જ્યારે હવામાં ઑક્સિજનની સાંદ્રતા 2,00,000 ppm હોય છે. આ કારણથી થોડા પ્રમાણમાં

કોષ્ટક 14.1 જળપ્રદૂષકો

પ્રદૂષક	સ્રોત
સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ	ઘરેલુ ગંદા પાણીની નિકાલ વ્યવસ્થા
કાર્બનિક કચરો	ઘરેલુ સુએજથી, પ્રાણીઓના મળમૂત્રથી, પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિના અવશેષોના કોહવાટથી, ખાદ્ય પદાર્થોનું ઉત્પાદન કરતાં એકમો દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં કચરાથી
વનસ્પતિના પોષક તત્ત્વો	રાસાયણિક ખાતરોમાંથી
ઝેરી ભારે ધાતુઓ	રાસાયણિક કારખાનાઓ અને ઉદ્યોગો દ્વારા
ભારે કચરો (sediments)	કૃષિ ઉદ્યોગ અને ખનિજ ઉદ્યોગથી જમીનનું ધોવાણ થવાથી
કીટનાશકો	જંતુઓ, ફૂગ તેમજ નીંદામણનો નાશ કરવા વપરાતા રસાયણોથી
કિરણોત્સર્ગી પદાર્થો	યુરેનિયમ ધરાવતા ખનિજના ઉત્પાદનમાંથી
ઉષ્મીય	ઉદ્યોગોમાં શીતક તરીકે વપરાતા પાણીમાંથી

રહેલા કાર્બનિક પદાર્થના વિઘટનથી પાણીમાં રહેલા દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટે છે. જલીય જીવસૃષ્ટિ માટે પાણીમાં રહેલા દ્રાવ્ય ઑક્સિજનની સાંદ્રતા ખૂબ અગત્યની હોય છે. જો પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનની સાંદ્રતા 6 ppm થી ઓછી હોય તો માછલીઓનું સંવર્ધન રોકાઈ જાય છે. પાણીમાં ઑક્સિજન વાતાવરણ દ્વારા અથવા જલીય લીલી વનસ્પતિઓ દ્વારા સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં થતાં પ્રકાશસંશ્લેષણ મારફતે પ્રવેશે છે. રાત્રિના સમય દરમિયાન પ્રકાશસંશ્લેષણ થતું નથી, પરંતુ વનસ્પતિની શ્વસનક્રિયા ચાલુ હોય છે. પરિણામે દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટે છે. સૂક્ષ્મજીવો કાર્બનિક પદાર્થના ઑક્સિડેશન માટે પણ દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે.

જો પાણીમાં વધુ પ્રમાણમાં કાર્બનિક પદાર્થ ઉમેરવામાં આવે તો તેમાં ઉપલબ્ધ ઑક્સિજન વપરાઈ જાય છે. પરિણામે ઑક્સિજન પર આધારિત જલીય જીવસૃષ્ટિ નાશ પામે છે. આમ અજારક બૅક્ટેરિયા (જેને ઑક્સિજનની જરૂર નથી) કાર્બનિક કચરાનું વિઘટન કરે છે અને ખરાબ વાસવાળા રસાયણો ઉત્પન્ન કરે છે, જે માનવ સ્વાસ્થ્ય માટે હાનિકારક છે. જારક બૅક્ટેરિયા (જેને ઑક્સિજનની જરૂર હોય છે) કાર્બનિક કચરાનું વિઘટન કરે છે અને પાણીમાં દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટાડે છે.

આમ, નિશ્ચિત કદના પાણીના નમૂનામાં રહેલા કાર્બનિક પદાર્થોના વિઘટન માટે જરૂરી ઑક્સિજનના જથ્થાને **જૈવ-રાસાયણિક ઑક્સિજન જરૂરિયાત** (Biochemical Oxygen Demand) (**BOD**) કહે છે. આમ, પાણીમાં BODનું મૂલ્ય કાર્બનિક પદાર્થના જૈવવિઘટન માટે જરૂરી ઑક્સિજનનો જથ્થો સૂચવે છે. સ્વચ્છ પાણીનું BOD મૂલ્ય 5 ppm થી ઓછું હોય છે જ્યારે વધુ પ્રદૂષિત પાણીનું BOD નું મૂલ્ય 17 ppm કે તેથી વધુ હોય છે.

(iii) રાસાયણિક પ્રદૂષકો : આપણે જાણીએ છીએ તે મુજબ પાણી ઉત્તમ દ્રાવક છે. કેડમિયમ, મરક્યુરી, નિકલ વગેરે ભારે ધાતુઓ ધરાવતા પાણીમાં દ્રાવ્ય અકાર્બનિક સંયોજનોનો સમાવેશ પ્રદૂષકોના અગત્યના વર્ગમાં થાય છે. આ બધી ધાતુઓ માનવજાત માટે નુકસાનકારક છે કારણ કે આપણું શરીર તેમનો નિકાલ કરી શકતું નથી. સમય જતાં તેઓનું પ્રમાણ સ્વીકાર્ય હદ કરતાં વધી જાય છે. આ ધાતુઓ કિડની, મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર, યકૃત વગેરેને નુકસાન પહોંચાડે છે. ખનીજ ઉદ્યોગના નકામા કચરામાં આવતો ઍસિડ (સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ જેવા) અને ઠંડા વાતાવરણ દરમિયાન હિમ અને બરફને પીગાળવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતાં પાણીમાં દ્રાવ્ય એવા ક્ષારો (સોડિયમ ક્લોરાઇડ અને કૅલ્શિયમ ક્લોરાઇડ) રાસાયણિક પ્રદૂષકો છે.

પ્રદૂષિત પાણીમાં મળી આવતા અન્ય સંયોજનો કાર્બનિક રસાયણો છે. પેટ્રોલિયમ પેદાશો પાણીના ઘણા સ્રોતોને પ્રદૂષિત કરે છે. દા.ત., સમુદ્રમાં ઢોળાયેલ તેલ. બીજું ગંભીર કાર્બનિક સંયોજન કીટનાશક છે. જે ધીમે ધીમે જમીનમાં નીચે ઉતરે છે. ભિન્ન ઔદ્યોગિક રસાયણો જેવા કે પોલિક્લોરિનેટેડ બાયફિનાઇલ (PCBs) જે સફાઈ માટેના દ્રાવક તરીકે, ડિટરજન્ટ તરીકે અને ખાતર તરીકે વપરાય છે. તેઓને પણ જળપ્રદૂષકોની યાદીમાં ઉમેરવામાં આવ્યા છે. PCBs કેન્સરપ્રેરક સંયોજનો છે. હાલના સમયમાં મોટા ભાગના ઉપલબ્ધ ડિટરજન્ટ જૈવવિઘટનીય હોય છે. તેમ છતાં તેઓ અન્ય મુશ્કેલીઓ ઊભી કરે છે. બૅક્ટેરિયાને ડિટરજન્ટ સાથે ઉમેરવામાં આવે છે. ત્યારે બૅક્ટેરિયાની વૃદ્ધિ ઝડપી થાય છે. જ્યારે બૅક્ટેરિયા વૃદ્ધિ પામે છે ત્યારે તેઓ પાણીમાંના દ્રાવ્ય ઑક્સિજનનો ઉપયોગ કરે છે. ઑક્સિજનની ઊણપને કારણે જલીય જૈવસૃષ્ટિના અન્ય ઘટકો જેવા કે માછલીઓ અને વનસ્પતિઓ નાશ પામે છે. ખાતરમાં ફૉસ્ફેટ હોય છે. પાણીમાં આ ફૉસ્ફેટ ઉમેરાતાં લીલની વૃદ્ધિ ઝડપી થાય છે. આવી લીલ પાણીની સપાટી પર છવાઈ જાય છે અને પાણીમાં ઑક્સિજનની સાંદ્રતા ઘટાડે છે. પરિણામે અજારક પરિસ્થિતિ ઉત્પન્ન થાય છે. જેથી દુર્ગંધવાળી કોહવાણની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે અને જલીય જીવોના મૃત્યુનું કારણ બને છે. આ રીતે પુષ્પકુંજ(bloom)વાળું પાણી અન્ય જીવોની વૃદ્ધિને અવરોધે છે. જળાશયોમાં પોષક તત્ત્વોના વધુ પ્રમાણના કારણે વનસ્પતિનું પ્રમાણ વધે છે, તેથી પાણીમાં ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટે છે જે અન્ય જીવોનો નાશ કરે છે અને અંતે જૈવવિવિધતા ગુમાવાય છે જેને **સુપોષણ** (Eutrophication) કહે છે.

14.3.2 પીવાના પાણીના આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણો (International Standards for Drinking Water)

પીવાના પાણીના આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણો નીચે દર્શાવ્યા છે જેનું પાલન થવું જ જોઈએ.

ફ્લોરાઇડ : પીવાના પાણીમાં ફ્લોરાઇડ આયનની સાંદ્રતા જાણવી જરૂરી છે. પીવાના પાણીમાં તેની ઊણપ માનવજાત માટે નુકસાનકારક છે અને દાંતનું ક્ષયન થવું જેવા રોગ ઉત્પન્ન કરે છે. મોટા ભાગે પીવાના પાણીમાં દ્રાવ્ય ફ્લોરાઇડ ઉમેરવામાં આવે છે જેથી તેની સાંદ્રતા 1 ppm અથવા 1 mg dm^{-3} થાય. ફ્લોરાઇડ આયન દાંતના કઠણ આવરણ હાઇડ્રૉક્સિ એપેટાઇટ $[3(Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2]$ને વધુ કઠણ આવરણ ફ્લોર એપેટાઇટ $[3(Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2]$માં

રૂપાંતર કરે છે. વધુમાં F^- આયનની સાંદ્રતા 2 ppm કરતા વધુ હોય તો તેનાથી દાંત પર કથ્થાઈ રંગના ડાઘા પડે છે, જ્યારે F^-નું પ્રમાણ વધુ હોય (10 ppmથી વધુ) તો રાજસ્થાનના કેટલાક વિસ્તારોમાં જોવા મળ્યા મુજબ હાડકાં અને દાંતને નુકસાન કરે છે.

લૅડ : જ્યારે પીવાના પાણીનું પરિવહન લૅડ પાઈપ દ્વારા કરવામાં આવે છે ત્યારે લૅડ પાણીમાં ભળે છે. પીવાના પાણીમાં લેડના પ્રમાણની નિર્ધારિત ઉપલી સીમા 50 ppb છે. લૅડ કિડની, યકૃત અને પ્રજનન તંત્રને નુકસાન પહોંચાડે છે.

સલ્ફેટ : પીવાના પાણીમાં સલ્ફેટનું વધુ પ્રમાણ (> 500 ppm) માનવીમાં વિરેચક અસર (laxative effect) પેદા કરે છે. તેનું મધ્યમસરનું પ્રમાણ નુકસાનરહિત હોય છે.

નાઈટ્રેટ : પીવાના પાણીમાં નાઈટ્રેટની નિર્ધારિત મહત્તમ સીમા 50 ppm છે. પીવાના પાણીમાં નાઈટ્રેટનું વધુ પ્રમાણ મિથિમૉગ્લોબીનેમિયા (methemoglobinemia) (બ્લ્યુબેબી) જેવો રોગ પ્રેરે છે.

અન્ય ધાતુઓ : પીવાના પાણીમાં કેટલીક ધાતુઓની મહત્તમ સાંદ્રતાને કોષ્ટક 14.2માં દર્શાવવામાં આવી છે.

કોષ્ટક 14.2 પીવાના પાણીમાં કેટલીક ધાતુઓની મહત્તમ નિર્ધારિત સાંદ્રતા

ધાતુ	મહત્તમ સાંદ્રતા (ppm અથવા $mgdm^{-3}$)
Fe	0.2
Mn	0.05
Al	0.2
Cu	3.0
Zn	5.0
Cd	0.005

પ્રવૃત્તિ 2

તમે સ્થાનિક પાણીના સ્રોત જેવા કે નદી / સરોવર / ટાંકી / તળાવની મુલાકાત લઈ, અવલોકન કરી તેઓ અપ્રદૂષિત / આંશિક પ્રદૂષિત / મધ્યમ પ્રદૂષિત અથવા વધુ પ્રદૂષિત છે તેમ નક્કી કરો. આ તમે પાણીને જોવાથી અથવા તેની pH જાણવાથી નક્કી કરી શકશો. જળાશયની નજીકમાં રહેલા શહેરી કે ઔદ્યોગિક વિસ્તાર જ્યાંથી પ્રદૂષણ ઉત્પન્ન થાય છે તેના નામની નોંધ કરો. તમે આ વિગત પ્રદૂષણ નિયંત્રણ માટે કાર્યરત સરકારી તંત્રને જણાવો તથા ચોક્કસ કાર્યવાહી નક્કી કરો. તમે આ વિગત મીડિયાને પણ આપી શકો છો. ઘરેલુ કે ઔદ્યોગિક કચરાને (ગટરને) સીધેસીધો નદી, તળાવ, ઝરણું કે સરોવરમાં ઠાલવવો જોઈએ નહીં. બગીચામાં રાસાયણિક ખાતરને બદલે કૉમ્પોસ્ટ(સેન્દ્રિય ખાતર)નો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. DDT, મેલાથિયોન જેવા કિટનાશકોનો ઉપયોગ ટાળીને સૂકા લીમડાના પાનનો ઉપયોગ કિટનાશક તરીકે કરવો જોઈએ. તમારા ઘરની પાણીની ટાંકીમાં પોટેશિયમ પરમૅંગેનેટ($KMnO_4$)ના થોડા સ્ફટિક અથવા બ્લીચિંગ પાઉડર નાખવો જોઈએ.

14.4 જમીનનું પ્રદૂષણ (Soil Pollution)

ભારત એક કૃષિ આધારિત અર્થ વ્યવસ્થાવાળો દેશ છે, જ્યાં કૃષિ, મત્સ્ય તથા પશુધનના વિકાસને પ્રાથમિકતા આપવામાં આવે છે. દુષ્કાળના સમય માટે વધારાના ઉત્પાદનનો સંગ્રહ સરકારી તથા બિનસરકારી સંસ્થાઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે. સંગ્રહ દરમિયાન ખાદ્ય સામગ્રીમાં થનારા ઘટાડા તરફ વિશેષ ધ્યાન આપવું આવશ્યક છે. શું તમે ક્યારેય જંતુઓ (insects), કૃન્તકો (rodents), નિંદામણ (weeds) અને પાકને લાગુ પડતી બીમારીઓ દ્વારા પાક અને ખાદ્ય પદાર્થોને થતું નુકસાન જોયું છે ? તેને આપણે કેવી રીતે બચાવી શકીએ ? પાકના રક્ષણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતાં કેટલાક જંતુનાશકો અને કીટનાશકોથી તમે પરિચિત છો. આ જંતુનાશકો, કીટનાશકો અને નિંદણનાશકો જમીનના પ્રદૂષણ માટે જવાબદાર છે. આમ તેમનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ જરૂરી છે.

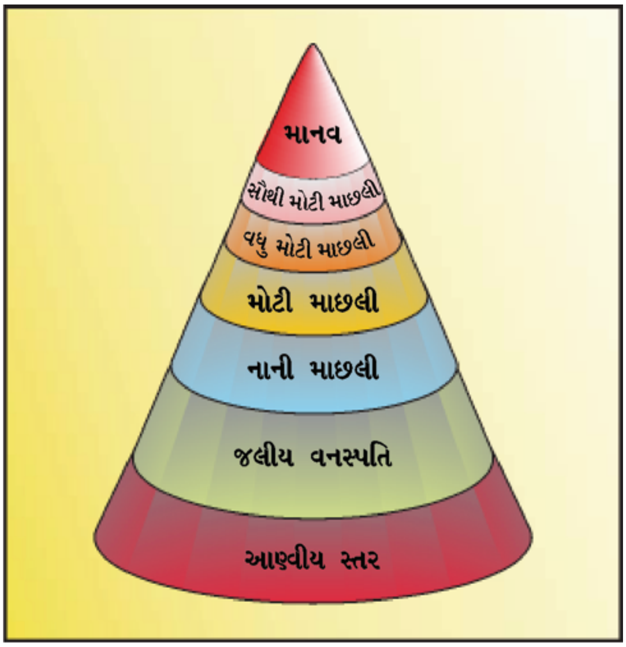
14.4.1 કીટનાશકો (Pesticides)

બીજા વિશ્વયુદ્ધ પૂર્વે કુદરતી રીતે મળી આવતા અનેક રસાયણો જેવા કે નિકોટીનનો (પાકની સાથે ખેતરમાં તમાકુના છોડ ઊગાડીને) ઉપયોગ અનેક પાકો માટે કીટકોના નિયંત્રણ માટે કર્યો હતો.

બીજા વિશ્વયુદ્ધ દરમિયાન મેલેરિયા તથા અન્ય જંતુઓ દ્વારા થતા રોગોના નિયંત્રણ માટે DDT બહુ ઉપયોગી રસાયણ ગણાતું હતું. તેથી વિશ્વયુદ્ધ પછી કૃષિમાં જંતુઓ, કૃન્તકો, નિંદામણ અને પાકોના ભિન્ન રોગોના નિયંત્રણ માટે DDTનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો. જો કે તેની પ્રતિકૂળ અસરોના કારણે ભારતમાં તેના ઉપયોગ પર પ્રતિબંધ મૂકવામાં આવ્યો છે.

કીટનાશકો મૂળસ્વરૂપે સંશ્લેષિત ઝેરી રસાયણો છે. જે પર્યાવરણીય પ્રતિઘાતી છે. એક જ પ્રકારના કીટનાશકના વારંવાર ઉપયોગથી કીટકોમાં કીટનાશકો પ્રત્યે પ્રતિરોધ ક્ષમતા ઉત્પન્ન થાય છે. જે કીટનાશકોને બિનઅસરકારક બનાવે છે.

તેથી DDTની પ્રત્યે પ્રતિરોધકતામાં વધારો થવા લાગ્યો; અન્ય કાર્બનિક વિષ જેવા કે આલ્ડ્રીન અને ડાયએલ્ડ્રીનને કીટનાશક ઉદ્યોગો દ્વારા બજારમાં ઉપલબ્ધ કરાવવામાં આવ્યા. મોટા ભાગના કાર્બનિક વિષ પાણીમાં અદ્રાવ્ય અને જૈવ-અવિઘટનીય હોય છે. આ વધુ અસરકારક કાર્બનિક વિષ આહારશૃંખલા દ્વારા નિમ્નપોષી સ્તરથી ઉચ્ચપોષી સ્તર સુધી સ્થાનાંતર પામે છે (આકૃતિ 14.3). સમયની સાથે સાથે ઉચ્ચ પ્રાણીઓમાં કાર્બનિક વિષની સાંદ્રતા એટલી હદે વધી જાય છે કે ચયાપચય તથા દેહધાર્મિક ક્રિયાઓમાં ખલેલ પહોંચે છે.



આકૃતિ 14.3 પ્રત્યેક પોષી સ્તર પર પ્રદૂષકનું પ્રમાણ 10 ગણું વધતું જાય છે.

વધુ સ્થાયીતાવાળા ક્લોરિનયુક્ત કાર્બનિક વિષના પ્રત્યુત્તરમાં ઓછી સ્થાયીતાવાળા અને વધુ જૈવ-વિઘટનીય નીપજો જેવી કે ઓર્ગેનોફોસ્ફેટ અને કાર્બામેટને બજારમાં લાવવામાં આવી હતી. પરંતુ આ રસાયણો ગંભીર ચેતા (nerve) વિષ છે. તેથી તે માનવજાત માટે વધુ નુકસાનકારક છે. પરિણામે આવા કીટનાશકોના કારણે ખેતરમાં કામ કરનાર મજૂરના મૃત્યુ થયાની વિગતો નોંધાયેલી જોવા મળે છે. જંતુઓ પણ આ જંતુનાશકો પ્રત્યે પ્રતિરોધી બન્યા છે. તેથી જંતુનાશક ઉદ્યોગો નવા જંતુનાશકો બનાવવામાં વ્યસ્ત છે, પરંતુ આપણે વિચારવું પડશે કે કીટકોના ખતરા સામે માત્ર આ જ ઉકેલ છે ?

હાલમાં કીટનાશક ઉદ્યોગોએ પોતાનું ધ્યાન **નિંદામણ નાશકો** જેવા કે સોડિયમ ક્લોરેટ ($NaClO_3$), સોડિયમ આર્સિનાઇટ (Na_3AsO_3) અને અન્ય બીજા નિંદામણ નાશકો તરફ વાળ્યું છે. ગઈ શતાબ્દીના પૂર્વાર્ધમાં યાંત્રિકથી રાસાયણિક નિંદામણ નિયંત્રણ તરફના બદલાવના કારણે ઉદ્યોગોને સમૃદ્ધ આર્થિક બજાર પ્રાપ્ત થયું છે, પરંતુ આપણે એ ધ્યાન રાખવું જરૂરી છે કે આ પણ પર્યાવરણ માટે અનુકૂળ નથી.

મોટા ભાગના નિંદામણ નાશકો સસ્તન વર્ગના પ્રાણીઓ માટે હાનિકારક હોય છે. પરંતુ તેઓ ઓર્ગેનોક્લોરાઇડ જેવા સ્થાયી હોતા નથી. આ રસાયણો ઓછા મહિનાઓમાં વિઘટન પામે છે. ઓર્ગેનોક્લૉરાઇડની જેમ તે પણ આહાર જાળ પર સંકેન્દ્રિત થાય છે. કેટલાક નિંદામણ નાશક માનવમાં જન્મજાત ખામી પેદા કરે છે. આ સંદર્ભે થયેલા અભ્યાસના પરિણામો સૂચવે છે કે મકાઈના ખેતરમાં નિંદણ નાશકોના કરેલા છટકાંવથી જંતુઓનો હુમલો અને છોડમાં થતા રોગોનું પ્રમાણ હાથથી નિંદામણ દૂર કરવામાં આવનાર ખેતર કરતા વધુ જોવા મળ્યું હતું.

વ્યાપકરૂપે ફેલાયેલા રાસાયણિક પ્રદૂષણમાં કીટનાશકો અને નિંદામણ નાશકો પ્રદૂષણના નાના ભાગનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. વિભિન્ન વસ્તુઓના ઉત્પાદનની ઔદ્યોગિક અને રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓમાં નિયમિતપણે ઉપયોગમાં લેવાનારા અનેક સંયોજનો એક અથવા બીજા સ્વરૂપે વાતાવરણમાં ભળે છે.

14.5 ઔદ્યોગિક કચરો (Industrial Waste)

ઔદ્યોગિક ઘન કચરાને પણ જૈવ-વિઘટનીય અને જૈવ-અવિઘટનીય કચરામાં વર્ગીકૃત કરી શકાય છે. સુતરાઉ કાપડની મિલો, ખાદ્ય પદાર્થની બનાવટના એકમો, કાગળ બનાવવાની મિલો અને કાપડની મિલો જૈવ-વિઘટનીય કચરો ઉત્પન્ન કરે છે.

ઉષ્મીય વિદ્યુતમથક જે ઉડતી રાખ (fly ash) ઉત્પન્ન કરે છે તથા લોખંડ અને સ્ટીલનો સંયુક્ત પ્લાન્ટ જે વાતભઠ્ઠીની સ્લૅગ અને પીગલિત સ્ટીલની સ્લૅગ ઉત્પન્ન કરે છે. ઉત્પન્ન થતાં આ પદાર્થો જૈવ-અવિઘટનીય કચરો છે. ઍલ્યુમિનિયમ, ઝિંક તથા કૉપરનું ઉત્પાદન કરનાર ઉદ્યોગ પંક (mud) અને છેવટનો અવશેષ (tailing) ઉત્પન્ન કરે છે. ખાતર ઉદ્યોગો જિપ્સમ પેદા કરે છે. ધાતુઓ, રસાયણો, દવાઓ, રંગકો, કીટનાશકો, રબર વગેરેનું ઉત્પાદન કરતા ઉદ્યોગો અતિજ્વલનશીલ પદાર્થો, મિશ્રિત વિસ્ફોટકો અથવા અતિપ્રતિક્રિયાત્મક પદાર્થો ઉત્પન્ન કરે છે.

જો જૈવ-અવિઘટનીય ઔદ્યોગિક ઘન કચરાનો યોગ્ય અને અનુકૂળ પદ્ધતિથી નિકાલ કરવામાં ન આવે તો તે પર્યાવરણ માટે ગંભીર ખતરો ઊભો કરી શકે છે. નવીન વિચારો દ્વારા કચરાના વિવિધ ઉપયોગો શોધવામાં આવ્યા છે. હાલમાં ઉડતી રાખ અને સ્ટીલ ઇન્ડસ્ટ્રીઝમાંથી નીકળતા સ્લૅગનો ઉપયોગ સિમેન્ટ ઉદ્યોગમાં કરવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે વધુ જથ્થામાં રહેલા ઝેરી કચરાનો નિયંત્રિત ભસ્મીકરણ પદ્ધતિથી નાશ

કરવામાં આવે છે, જ્યારે ઓછા જથ્થામાં હોય તો તેને ખુલ્લી જગ્યામાં બાળીને નષ્ટ કરવામાં આવે છે. વધુમાં જો ઘન કચરાનું વ્યવસ્થાપન અસરકારક રીતે કરવામાં ન આવે તો તે પર્યાવરણના વિવિધ ઘટકોને અસર કરે છે.

શું તમે કચરાના પુનર્ચક્રણ વિશે જાણો છો ?

- પ્લાસ્ટિકના કચરામાંથી મળતા ઈંધણનો ઑક્ટેન આંક ઊંચો હોય છે. તેમાં લૅડ હોતું નથી અને તે 'હરિત ઈંધણ' (green fuel) તરીકે ઓળખાય છે.
- રસાયણ અને કાપડ ઉદ્યોગમાં થયેલા આધુનિક વિકાસના કારણે હવે પુનર્ચક્રિત પ્લાસ્ટિકના વસ્ત્રો બનાવાશે. આ જલ્દીથી વિશ્વના બજારોમાં ઉપલબ્ધ થશે.
- આપણા દેશમાં શહેરો અને નગરોમાં વીજળીના કાપની સમસ્યાનો સામનો કરવો પડે છે. ચારે તરફ સડતા કચરાના ઢગલાં પણ જોવા મળે છે. એક સારી ખબર એ છે કે આ બંને સમસ્યાઓનો એક સાથે છૂટકારો મેળવી શકાય છે. હાલમાં એવી ટેક્નોલૉજી વિકસિત કરવામાં આવી છે કે જેથી કચરામાંથી વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. પ્રાયોગિક ધોરણે એક મૉડેલ તૈયાર કરાયું છે જેમાં કચરામાંથી લોખંડ, પ્લાસ્ટિક, કાચ, કાગળ વગેરેને અલગ કરી બાકી રહેલા ભાગને પાણી સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે. તેમાં બૅક્ટેરિયાનો કેટલોક જથ્થો ઉમેરવામાં આવે છે, જે મિથેન ઉત્પન્ન કરે છે. સામાન્ય રીતે તે બાયોગૅસ તરીકે ઓળખાય છે. આ રીતે મળતો બાયોગૅસ વીજળી ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે અને તેની ઉપનીપજ ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

14.6 પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ-નિયંત્રણના પગલાં (Strategies to Control Environmental Pollution)

આ એકમમાં સમાવિષ્ટ હવા પ્રદૂષણ, જળ પ્રદૂષણ, જમીન પ્રદૂષણ અને ઔદ્યોગિક કચરા દ્વારા થતા પ્રદૂષણના અભ્યાસ બાદ હવે તમે પર્યાવરણ પ્રદૂષણના નિયંત્રણની આવશ્યકતાને મહેસૂસ કરતા હશો. તમે તમારી નજીકના પર્યાવરણને કેવી રીતે બચાવી શકો છો ? તમે તમારા પડોશમાં જોવા મળતાં ઉપર્યુક્ત પ્રદૂષણોના નિયંત્રણ માટે કયા કયા પગલાં/પ્રવૃત્તિઓ કરી શકો છો તેના વિશે વિચાર કરો. અહીં કચરાના વ્યવસ્થાપન માટેના ઉપાયો સંબંધિત એક વિચાર રજૂ કરવામાં આવ્યો છે.

14.6.1 કચરાનું વ્યવસ્થાપન (Waste Management)

ઘન કચરો માત્ર એ જ નથી કે જે તમને તમારી કચરાપેટીમાં જોવા મળે છે. નકામી ઘરેલુ ચીજવસ્તુઓ સિવાય પણ અનેક કચરો જોવા મળે છે, જેમ કે ચિકિત્સકીય કચરો, કૃષિ કચરો, ઔદ્યોગિક કચરો અને ખનીજ કચરો. પર્યાવરણનું સ્તર નીચું ઉતરવાનું એક મુખ્ય કારણ કચરાનો અયોગ્ય રીતે નિકાલ છે. તેથી કચરાનું વ્યવસ્થાપન અતિ આવશ્યક છે.

એકત્રિકરણ અને નિકાલ

ઘરેલુ કચરાને નાના પાત્રમાં એકત્ર કરવામાં આવે છે, જેને અંગત અથવા નગરપાલિકાના કામદાર દ્વારા સામૂહિક પાત્રમાં સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે. આ સામૂહિક પાત્રોને નિકાલના સ્થળે પહોંચાડવામાં આવે છે. તે સ્થળે આ કચરાને જૈવ-વિઘટનીય અને જૈવ-અવિઘટનીય કચરા તરીકે અલગ પાડવામાં આવે છે. જૈવ-અવિઘટનીય કચરો જેવો કે પ્લાસ્ટિક, કાચ, ધાતુની વસ્તુઓ વગેરેને પુનર્ચક્રણ માટે મોકલવામાં આવે છે, જ્યારે જૈવ-વિઘટનીય કચરાને ખુલ્લી જમીનમાં દાટી દેવામાં આવે છે, જે થોડા સમય બાદ કૉમ્પોસ્ટમાં રૂપાંતર પામે છે.

જો કચરાને કચરાપેટીમાં એકત્ર કરવામાં ન આવે તો તે ગટરમાં જાય છે. જેમાંના કેટલાક કચરાને ઢોર-ઢાંખર ખાઈ જાય છે. જૈવ-અવિઘટનીય કચરો જેવો કે પોલિથીન બૅગ, ધાતુની વસ્તુઓ વગેરે ગટરમાં અવરોધ ઊભો કરે છે અને પ્રતિકૂળતા સર્જે છે. જો પોલિથીન બૅગને કોઈ ઢોર-ઢાંખર ગળી જાય તો તે તેના મૃત્યુનું કારણ પણ બની શકે છે.

તેથી સામાન્ય વ્યવહારમાં બધા ઘરેલુ કચરાને યોગ્ય રીતે એકત્રિત કર્યા બાદ તેનો નિકાલ કરવો જોઈએ. નબળા વ્યવસ્થાપનના કારણે ભૌમજળ પ્રદૂષિત થાય છે, જેના કારણે આરોગ્યને લગતા પ્રશ્નો ઊભા થાય છે. વિશેષ રીતે તે એ લોકો માટે વધુ હાનિકારક છે જે આ કચરાના સીધા સંપર્કમાં આવે છે. જેમકે જૂનો સામાન અને કચરો વીણનાર અને એવા કામદારો જે કચરાના નિકાલના કામ સાથે સંકળાયેલા છે. આ એવા વ્યક્તિઓ છે જે મોજાં અથવા જળરોધી બૂટ અને ગૅસ માસ્ક જેવી સુરક્ષા માટેની સાધનસામગ્રીનો ઉપયોગ કરતા નથી. તમે તેમના માટે શું કરી શકો છો ?

14.7 હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન (Green Chemistry)

14.7.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

આપણે સૌ જાણીએ છીએ કે આપણા દેશે 20મી સદીના અંત સુધીમાં ખાતર અને કીટનાશકોના ઉપયોગથી તથા કૃષિની સુધારેલી પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરી, ઊંચી ગુણવત્તાવાળા બીજ, સિંચાઈ વગેરેની મદદથી ખાદ્ય પદાર્થોના ક્ષેત્રમાં આત્મનિર્ભરતા પ્રાપ્ત કરી લીધી છે, પરંતુ જમીનનું વધુ શોષણ

કરવાથી તથા ખાતર અને કીટનાશકોના વધુ ઉપયોગથી જમીન, પાણી અને હવાની ગુણવત્તા ઘટી છે.

આ સમસ્યાનો ઉકેલ વિકાસની પ્રક્રિયાને રોકવાનો નહીં પરંતુ એવી પદ્ધતિઓને શોધવાનો છે જે વાતાવરણને પ્રદૂષિત થતું રોકી શકે. રસાયણવિજ્ઞાન અને અન્ય વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતો તથા વર્તમાન જ્ઞાનના ઉપયોગથી પર્યાવરણ પર થતી અવળી અસરોને ઓછી કરવાના વિચારો કે રસ્તાઓને હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન કહે છે. હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન ઉત્પાદનની એવી પદ્ધતિ છે જે પર્યાવરણમાં ન્યૂનતમ પ્રદૂષણ કે ખરાબી લાવે છે. પ્રક્રિયા દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી ઉપપેદાશનો લાભદાયક ઉપયોગ ન કરી શકાય તો તે પર્યાવરણના પ્રદૂષણમાં ઉમેરો કરે છે. આવી પ્રક્રિયાઓ માત્ર પર્યાવરણની દૃષ્ટિએ હાનિકારક છે, તેવું નથી પરંતુ તે મોંઘી પણ પડે છે. નકામા પદાર્થો બનવા અને તેનો નિકાલ બંને આર્થિક દૃષ્ટિએ નુકસાનકારક છે. વિકાસના કાર્યોની સાથે સાથે રાસાયણિક નુકસાનને ઘટાડવામાં વર્તમાન જ્ઞાનની મદદ લેવી તે હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાનનો પાયો છે. શું તમે હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાનના વિચારને ગ્રહણ કર્યો છે ? આપણે જાણીએ છીએ કે કાર્બનિક દ્રાવકો જેવા કે બેન્ઝિન, ટોલ્યુઇન, કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ વગેરે અત્યંત ઝેરી છે. તેમનો ઉપયોગ કરતા સમયે કાળજી રાખવી જરૂરી છે.

તમે જાણો છો તે મુજબ કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયાનો વ્યાપ તાપમાન, દબાણ અને ઉદ્દીપકના ઉપયોગ પર રહેલો છે. જો પર્યાવરણીય મિત્ર સ્વરૂપના માધ્યમની મદદથી જો પ્રક્રિયકો સંપૂર્ણપણે પર્યાવરણીય મિત્ર સ્વરૂપની નીપજોમાં ફેરવાય તો પર્યાવરણમાં કોઈ રાસાયણિક પ્રદૂષક ઉમેરાતું નથી.

સંશ્લેષણ દરમિયાન પ્રારંભિક પદાર્થની પસંદગી સમયે એ બાબત ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ કે જ્યારે તે અંતિમ નીપજમાં પરિવર્તન પામે ત્યારે 100 % નીપજ બને છે. જેને સંશ્લેષણ પ્રક્રિયા દરમિયાન અનુકૂળ પરિસ્થિતિઓ ગોઠવીને મેળવી શકાય છે. પાણીની ઊંચી વિશિષ્ટ ઉષ્મા તથા નીચી બાષ્પશીલતાના કારણે તેને સંશ્લેષણ પ્રક્રિયાઓમાં માધ્યમ તરીકે ઉપયોગમાં લેવાય છે. પાણી સસ્તું, અપ્રજ્વલનશીલ તથા અકેન્સરપ્રેરક માધ્યમ છે.

હરિયાળું રસાયણ વિજ્ઞાનીઓને નૉબેલ પુરસ્કાર

યસ ચૌવિન

રોબર્ટ એચ. ગ્રુબ્સ

રિચાર્ડ આર. શ્રોક

યસ ચૌવિન, ઈન્સ્ટીટ્યૂટ ફ્રેંક્સ ડૂ પેટ્રૉલે, રુઇનલ-મેલમેસન, ફ્રાન્સ; **રોબર્ટ એચ. ગ્રુબ્સ**, કેલિફોર્નિયા ઈન્સ્ટીટ્યૂટ ઑફ ટેક્નોલૉજી (કેલટેક), પાસાડેના, CA, USA અને **રિચાર્ડ આર. શ્રોક**, માસાચ્યુસેટ્સ ઈન્સ્ટીટ્યૂટ ઑફ ટેક્નોલૉજી (MIT), કેમ્બ્રિજ, MA, USAને નવા રસાયણોના નિર્માણ દરમિયાન ઉત્પન્ન થતાં ઝેરી નકામા પદાર્થોને ઘટાડવાના કાર્ય માટે 2005માં નૉબેલ પુરસ્કાર એનાયત કરવામાં આવ્યો હતો. તે ત્રણેયે કાર્બનિક સંશ્લેષણમાં સ્થાનાંતરણ (મેટાથેસિસ) પદ્ધતિના વિકાસ માટે પુરસ્કાર મેળવ્યો હતો. આમાં અણુની અંદર પરમાણુ પુનર્વિન્યાસ પામતા રહે છે. રોયલ સ્વીડિશ એકેડેમી ઑફ સાયન્સે તેની તુલના એવા નૃત્ય સાથે કરી, જેમાં યુગલ પોતાના જોડીદાર બદલતા રહે છે. મેટાથેસિસનો મહત્ત્વનો વ્યાપારિક ઉપયોગ ઔષધો, બાયોટેક્નોલૉજી અને ખાદ્ય ઉદ્યોગમાં થાય છે. આનો ઉપયોગ પર્યાવરણીય મૈત્રી સ્વરૂપના પોલિમર પદાર્થોના ક્રાંતિકારી વિકાસમાં પણ થાય છે.

આ હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન એક મોટા પગલાંનું પ્રતિનિધિત્વ છે. કુશળ ઉત્પાદન દ્વારા હાનિકારક નકામા પદાર્થોને ઘટાડી શકાય છે. મેટાથેસિસ એ વાતનું ઉદાહરણ છે કે મૂળવિજ્ઞાનનો ઉપયોગ મનુષ્ય, સમાજ અને પર્યાવરણના લાભ માટે કેવી રીતે કરી શકાય.

14.7.2 રોજિંદા જીવનમાં હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન (Green Chemistry in day-to-day Life)

(i) કપડાંનાં ડ્રાયક્લિનિંગમાં : અગાઉ ટેટ્રાક્લોરોઇથિન ($Cl_2C{=}CCl_2$) કપડાંના ડ્રાયક્લિનિંગમાં દ્રાવક તરીકે વધુ વપરાતો હતો. તે ભૌમજલને પ્રદૂષિત કરે છે અને કેન્સર પ્રેરક પણ છે. તેથી હાલમાં ટેટ્રાક્લોરોઇથિનના ઉપયોગને બદલે પ્રવાહીકૃત કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનો અનુકૂળ ડિટરજન્ટ સાથે ડ્રાયક્લિનિંગમાં ઉપયોગ કરાય છે. હેલોજનયુક્ત દ્રાવકને બદલે પ્રવાહી CO_2ના ઉપયોગથી ભૌમજલ ઓછું પ્રદૂષિત થાય છે.

હાલના સમયમાં હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ (H_2O_2)નો ઉપયોગ કપડાં ધોવામાં બ્લીચિંગ એજન્ટ (વિરંજનકર્તા) તરીકે વધ્યો છે. તે પાણીના ઓછા વપરાશથી પણ સારું પરિણામ આપે છે.

(ii) કાગળના વિરંજનમાં : અગાઉ કાગળના વિરંજન માટે ક્લૉરિન ગૅસ ઉપયોગમાં લેવાતો હતો. હાલમાં હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડ (H_2O_2)નો ઉપયોગ યોગ્ય ઉદ્દીપકની હાજરીમાં કરવામાં આવે છે જેથી હાઇડ્રૉજન પેરૉક્સાઇડની વિરંજન અસર વધે છે.

(iii) રસાયણોનું સંશ્લેષણ : ઔદ્યોગિક રીતે ઇથિનનું એક તબક્કામાં ઑક્સિડેશન આયનીય ઉદ્દીપક અને જલીય માધ્યમની હાજરીમાં કરવામાં આવે તો લગભગ 90 % ઇથેનાલ પ્રાપ્ત થાય છે.

$$CH_2 = CH_2 + O_2 \xrightarrow[\text{Pd(II), Cu(II) પાણીમાં}]{\text{ઉદ્દીપક}} CH_3CHO\ (90\ \%)$$

ટૂંકમાં, હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન ઓછો ખર્ચાળ અભિગમ છે, જે ઓછા પદાર્થ, ઓછી ઊર્જાવપરાશ અને ઓછો નકામો પદાર્થ ઉત્પન્ન થવા સાથે સંબંધિત છે.

આ વિષે વિચારો

માનવ હોવાના નાતે પર્યાવરણને સુરક્ષિત રાખવા માટે આપણી શું જવાબદારી છે? કેટલીક સંકલ્પનાઓ કોઈ વ્યક્તિ દ્વારા અનુસરવામાં આવે તો માનવજીવન અને આપણા પર્યાવરણની ગુણવત્તાને સારી બનાવવામાં ફાળો આપી શકે છે. તમારા બગીચા અથવા ઘરની કોઈ જગ્યાએ કોમ્પોસ્ટ પાત્ર હોવું જોઈએ. જેનો ઉપયોગ છોડ માટે સેન્દ્રિય ખાતર બનાવવામાં કરવો જોઈએ, જેથી રાસાયણિક ખાતરોનો ઉપયોગ ઓછો કરવો પડે. આપણે બજારમાંથી લાવવાનું થતું કરિયાણું, શાકભાજી કે અન્ય ચીજવસ્તુઓ માટે કાપડની થેલીનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ અને પ્લાસ્ટિકની થેલીનો ઉપયોગ ટાળવો જોઈએ. તમારા વિસ્તારમાં સમાચારપત્ર, કાચ, એલ્યુમિનિયમ અને અન્ય સામગ્રીને પુનર્ચક્રણ કરનાર છે કે નહીં તે તપાસો. પર્યાવરણ સુરક્ષા માટે આવા વિક્રેતાઓને શોધવામાં આપણને મુશ્કેલીઓ પણ પડે છે. આપણે એવી સમજ રાખવી જોઈએ કે દરેક સમસ્યાનું નિવારણ શક્ય નથી, પરંતુ આપણે તે મુદ્દાઓ પર આપણું ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવું જોઈએ, જેને આપણે પ્રબળ રીતે અનુભવી શકીએ અને તે માટે આપણે કાંઈક કરી શકીએ. જે આપણે કહીએ છીએ તેનો અમલ પણ આપણે કરવો જોઈએ. આપણે યાદ રાખવું જરૂરી છે કે પર્યાવરણ સંરક્ષણ હંમેશાં આપણાથી જ શરૂ થાય છે.

સારાંશ

પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાન પર્યાવરણમાં મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. પર્યાવરણમાં રહેલી સ્પીસિઝ કુદરત દ્વારા પ્રાપ્ત થતી હોય છે અથવા માનવીની વિવિધ પ્રવૃત્તિઓના કારણે પેદા થતી હોય છે. **પર્યાવરણીય પ્રદૂષણ** વાતાવરણમાં થતા અનિચ્છનીય ફેરફારોની અસર છે, જે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ અને માનવજાત પર નુકસાનકારક અસર કરે છે. પ્રદૂષકો પદાર્થના ત્રણેય સ્વરૂપોમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. આપણે એવા પ્રદૂષકોની ચર્ચા કરી છે કે જે માનવીય પ્રવૃત્તિઓના પરિણામે હોય અને તેને નિયંત્રિત કરી શકાય. વાતાવરણીય પ્રદૂષણનો અભ્યાસ સામાન્ય રીતે **ક્ષોભ-આવરણીય** અને **સમતાપ-આવરણીય પ્રદૂષણ** તરીકે કરવામાં આવે છે. ક્ષોભ-આવરણ વાતાવરણનું નિમ્નસ્તર (~10 km) છે, જેમાં માનવસહિત અન્યજીવ તથા વનસ્પતિ પણ રહેલી હોય છે, જ્યારે સમતાપ આવરણ, ક્ષોભ-આવરણની ઉપલી સીમાથી ઉપર અને સમુદ્રની સપાટીથી 50 kmની ઊંચાઈએ આવેલું છે. ઓઝોન સ્તર સમતાપ-આવરણનો એક મુખ્ય ભાગ છે. ક્ષોભ-આવરણીય પ્રદૂષણ મુખ્યત્વે સલ્ફર, નાઇટ્રોજન, કાર્બન, હેલોજનના ઑક્સાઇડ તથા રજકણ પ્રદૂષકોના કારણે થાય છે. વાયુમય પ્રદૂષકો પૃથ્વી પર **ઍસિડ વર્ષા**ના સ્વરૂપે આવે છે. પૃથ્વી પર પહોંચતી સૌર ઊર્જાના 75 % ભાગ પૃથ્વીની સપાટી દ્વારા શોષાય છે અને બાકીની ઊર્જા વાતાવરણમાં પાછી ફેંકાય છે. ઉપર્યુક્ત વાયુઓ આ ઉષ્માને ગ્રહણ કરી પૃથ્વીનું તાપમાન વધારે છે જેને **ગ્લોબલ વૉર્મિંગ** કહે છે. આ વાયુઓ પૃથ્વી પરના જીવન માટે પણ જવાબદાર છે, જે જીવનને ટકાવી રાખવા માટે પૃથ્વી પર સૌરઊર્જાના જરૂરી જથ્થાને ગ્રહણ કરે છે. **ગ્રીન હાઉસ વાયુઓ**ના વધુ પ્રમાણથી પૃથ્વીના વાતાવરણનું

તાપમાન વધે છે, જેથી ધ્રુવ વિસ્તારમાં રહેલો બરફ પીગળવા લાગે છે અને સમુદ્રની સપાટી ઊંચી આવે છે તેથી સમુદ્રના કિનારાના વિસ્તારોમાં પાણી ભરાઈ જાય છે. કેટલીક માનવ પ્રવૃત્તિઓ રસાયણ ઉત્પન્ન કરે છે, જે સમતાપ-આવરણમાં **ઓઝોન સ્તરના ક્ષયન** માટે જવાબદાર હોય છે અને તે **ઓઝોનમાં ગાબડું** પાડે છે. ઓઝોનના ગાબડામાંથી પારજાંબલી વિકિરણો પૃથ્વીના વાતાવરણમાં પ્રવેશીને જનીનમાં ઉત્પરિવર્તન લાવે છે. પાણી આપણા જીવન માટે ઉપયોગી છે, પરંતુ આ પાણી રોગકારકો, કાર્બનિક કચરા તથા ઝેરી ભારે ધાતુઓ, કીટનાશકો વગેરે દ્વારા પ્રદૂષિત થાય તો તે ઝેરમાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. તેથી આંતરરાષ્ટ્રીય ધોરણોને ધ્યાનમાં રાખીને પીવાના પાણીની ગુણવત્તા જાળવવી જોઈએ. ઔદ્યોગિક કચરો અને વધુ પ્રમાણમાં કીટનાશકોના ઉપયોગથી જમીન અને પાણીનું પ્રદૂષણ થાય છે. કૃષિ ક્ષેત્રમાં રસાયણોનો વિવેકપૂર્ણ ઉપયોગ ટકાઉ વિકાસ માટે આવશ્યક છે. **પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને નિયંત્રિત કરવાના પગલાં :** (i) કચરાનું વ્યવસ્થાપન એટલે કે કચરાના પ્રમાણમાં ઘટાડો અને યોગ્ય નિકાલ, પદાર્થોનું અને શક્તિનું પુનર્ચક્રણ (ii) રોજિંદા જીવનમાં ઉપયોગમાં લેવાતી પદ્ધતિઓ જે પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને ઘટાડે છે. આની બીજી પદ્ધતિ રસાયણવિજ્ઞાનની નવી શાખા છે જે **હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન** તરીકે ઓળખાય છે. તે વર્તમાન જ્ઞાન અને અનુભવોનો ઉપયોગ કરીને પ્રદૂષકોના નિર્માણને ઘટાડે છે.

સ્વાધ્યાય

14.1 પર્યાવરણીય રસાયણવિજ્ઞાનને વ્યાખ્યાયિત કરો.

14.2 ક્ષોભ-આવરણીય પ્રદૂષણને લગભગ 100 શબ્દોમાં સમજાવો.

14.3 કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ કરતાં કાર્બન મોનૉક્સાઇડ વાયુ વધુ ખતરનાક શા માટે છે ? સમજાવો.

14.4 ગ્રીન હાઉસ અસર માટે જવાબદાર વાયુઓની યાદી તૈયાર કરો.

14.5 ઍસિડ વર્ષા ભારતમાં રહેલી મૂર્તિઓ અને સ્મારકોને કેવી રીતે નુકસાન કરે છે ?

14.6 ધૂમ્ર-ધુમ્મસ એટલે શું ? પારંપારિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસથી કેવી રીતે જુદું પડે છે ?

14.7 પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસના નિર્માણ દરમિયાન થતી રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને લખો.

14.8 પ્રકાશરાસાયણિક ધૂમ્ર-ધુમ્મસ કઈ નુકસાનકારક અસરો દર્શાવે છે ? અને તેઓને કેવી રીતે નિયંત્રિત કરી શકાય ?

14.9 ક્ષોભ-આવરણમાં ઓઝોનના ક્ષયન માટે કઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ થાય છે ?

14.10 ઓઝોન-સ્તરમાં ગાબડું એટલે શું ? તેના પરિણામો શું છે ?

14.11 જળપ્રદૂષણના મુખ્ય કારણો ક્યા છે ? સમજાવો.

14.12 શું તમે તમારા વિસ્તારમાં જળપ્રદૂષણ જોયું છે ? તેને નિયંત્રિત કરવા તમે શું સૂચવો છો ?

14.13 જૈવરાસાયણિક ઑક્સિજન જરૂરિયાત (BOD) એટલે શું ?

14.14 શું તમે તમારા પડોશી વિસ્તારમાં જમીનનું પ્રદૂષણ જોયું છે ? જમીન પ્રદૂષણને નિયંત્રિત કરવા તમે કેવા પ્રયત્નો હાથ ધરશો ?

14.15 કીટનાશક અને નિંદણનાશક એટલે શું ? ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

14.16 હરિયાળું રસાયણવિજ્ઞાન એટલે શું ? તે પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને ઘટાડવામાં કેવી રીતે મદદરૂપ થશે ?

14.17 પૃથ્વીના વાતાવરણમાં જો ગ્રીન હાઉસ વાયુઓ સંપૂર્ણપણે ગેરહાજર હોય તો શું થાય ? ચર્ચો.

14.18 એક તળાવમાં મોટી સંખ્યામાં મરેલી માછલીઓ તરતી જોવા મળી, તેમાં કોઈ ઝેરી પદાર્થ ન હતો, પરંતુ વિપુલ પ્રમાણમાં જલીય વનસ્પતિ જોવા મળી. માછલીઓના મરવાના કારણો સૂચવો.

14.19 ઘરેલુ કચરાને કેવી રીતે ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકશો ?

14.20 તમે તમારા ખેતરમાં અથવા બગીચામાં કૉમ્પોસ્ટ બનાવવાના ખાડા તૈયાર કરેલા છે. ઉત્તમ કૉમ્પોસ્ટ બનાવવાની પ્રક્રિયાની ચર્ચા દુર્ગંધ, માખીઓ તથા નકામા પદાર્થોના પુનર્ચક્રણના સંદર્ભમાં કરો.