માટેની આપણી સમજને વધારવા માટે મોટા ભાગનાં પારજનીનિક પ્રાણીઓ વિકસાવવામાં આવ્યાં છે. માનવરોગો માટે એક મૉડલ તરીકે તેનો પ્રયોગ કરી શકાય, તે માટે તેને વિશિષ્ટરૂપે બનાવેલ છે. જેથી રોગોની નવી સારવાર માટેનો અભ્યાસ થઈ શકે. વર્તમાન સમયમાં કેન્સર, સિસ્ટિક ફાઇબ્રોસિસ, સંધિવા વા અને અલ્ઝાઇમર જેવા ઘણા માનવરોગો માટે પારજનીનિક મૉડલ ઉપલબ્ધ છે.

(iii) ***જૈવિક નીપજો (Biological Products) :*** કેટલાક માનવરોગોની સારવાર માટે દવાઓની આવશ્યકતા હોય છે કે જે જૈવિક નીપજોની બનેલી હોઈ શકે છે. આવી નીપજોને બનાવવી ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. પારજનીનિક પ્રાણીઓ જે ઉપયોગી જૈવિક નીપજોનું નિર્માણ કરે છે તેમાં DNAના ભાગ (અથવા જનીનો)ને પ્રવેશ કરાવાય છે જે વિશિષ્ટ નીપજોના નિર્માણમાં ભાગ લે છે. ઉદાહરણ : માનવ પ્રોટીન (α-1-એન્ટિટ્રિપ્સિન)નો ઉપયોગ એમ્ફિસેમાની સારવાર માટે થાય છે. એવી જ રીતે ફિનાઇલકિટોન્યુરિયા (PKU) અને સિસ્ટિક ફાઇબ્રોસિસની સારવાર માટે પ્રયાસ કરવામાં આવેલ છે. 1977માં પ્રથમ પારજનીનિક ગાય 'Rosie' દ્વારા માનવ પ્રોટીનસભર દૂધ (એક લિટરમાં 2.4 gm) ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યું. આ દૂધ મનુષ્યનું આલ્ફાલેક્ટાલ્બ્યુમિન ધરાવે છે અને તે માનવ- શિશુ માટે ગાયના કુદરતી દૂધ કરતાં વધુ પોષણયુક્ત સમતોલ ઉત્પાદન ગણાય છે.

(iv) ***રસી-સુરક્ષા (Vaccine Safety) :*** મનુષ્ય પર ઉપયોગ કરતા પહેલાં રસીની સુરક્ષા માટેના પરીક્ષણ કરવા માટે પારજનીનિક ઉંદરોનું નિર્માણ કરવામાં આવ્યું છે. શરૂઆતમાં પારજનીનિક ઉંદરોનો ઉપયોગ પોલિયો રસીની સુરક્ષાના પરીક્ષણ માટે કરવામાં આવે છે. જો ઉપર્યુક્ત પ્રયોગ સફળ અને વિશ્વસનીય હશે તો રસી-સુરક્ષા તપાસ માટે વાનરના સ્થાને પારજનીનિક ઉંદરોનો ઉપયોગ થઈ શકશે.

(v) ***રાસાયણિક સુરક્ષા-પરીક્ષણ (Chemical Safety Testing) :*** આ વિષારિતા / સુરક્ષા- પરીક્ષણ તરીકે પણ ઓળખાય છે. આ એ જ પ્રક્રિયા છે કે જેમાં દવાઓની વિષારીતાનું પરીક્ષણ કરવામાં આવે છે. પારજનીનિક પ્રાણીઓમાં જોવા મળતા કેટલાક જનીનોને આવા વિષારી પદાર્થો પ્રત્યે અતિસંવેદનશીલ બનાવાય છે. જ્યારે બિનપારજનીનિક પ્રાણીઓમાં આવું હોતું નથી. પારજનીનિક પ્રાણીઓને વિષારી પદાર્થોના સંપર્કમાં લાવ્યા બાદ ઉત્પન્ન થતી અસરોનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. આવાં પ્રાણીઓમાં વિષારિતાના પરીક્ષણ દ્વારા આપણને ટૂંકા સમયમાં જ પરિણામ પ્રાપ્ત થઈ જાય છે.

12.4 નૈતિક પ્રશ્નો (Ethical Issues)

હવે, માનવજાતિ દ્વારા અન્ય કોઈ પણ સજીવોમાં કોઈ પણ નિયમન વગર વધુ અખતરા કરી શકાશે નહિ. બધી માનવીય પ્રવૃત્તિઓ કે જે સજીવો માટે મદદરૂપ અથવા નુકસાનકારક હોય તેના નીતિનિયમોના મૂલ્યાંકન માટે કેટલાક નૈતિક માપદંડોની આવશ્યકતા છે.

આવા નૈતિક મુદ્દાઓનું જૈવિક મહત્ત્વ રહેલું હોય છે. જ્યારે જનીનિક રૂપાંતરિત સજીવો નિવસનતંત્રમાં પ્રવેશે ત્યારે આવા સજીવોનાં અણધાર્યાં પરિણામો મળી શકે છે.

એટલા માટે, ભારત સરકારે એવા સંગઠનની સ્થાપના કરી જેમકે **GEAC (Genetic Engineering Approval Committee),** જે પારજનીનિક સંશોધન સંબંધિત કાર્યોની માન્યતા (વૈધાનિકતા) તથા જનસેવાઓ માટે પારજનીનિક સજીવોના અમલીકરણની સુરક્ષા વગેરે વિશે નિર્ણય લેશે.

જનસેવાઓ (ઉદાહરણ : આહાર તેમજ ચિકિત્સા-સ્રોતો) માટે સજીવોના રૂપાંતરણ / ઉપયોગિતા જે આવા સજીવોના ઈજારા (પેટન્ટ) સંબંધિત સમસ્યાઓ પણ બનવા પામી છે.

લોકોમાં એ વાતને લઈને આક્રોશ છે કે, કેટલીક કંપનીઓ આનુવંશિક દ્રવ્યો, વનસ્પતિઓ અને અન્ય જૈવિક સ્રોતોનો ઉપયોગ કરી તેનાથી બનતી નીપજો તથા તક્નિકો વિશે પેટન્ટ પ્રાપ્ત કરી રહી છે, જે ઘણા સમય પહેલાંથી ઓળખાયેલ, વિકસિત અને ખેડૂતો દ્વારા તથા વિશેષ ક્ષેત્ર કે સ્થાનિક દેશના લોકો દ્વારા તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવી રહ્યો છે.

ચોખા એક મહત્ત્વનું ખાદ્ય અન્ન છે, જેના વિશે હજારો વર્ષો પહેલાંની એશિયાની ખેતીના ઈતિહાસમાં વર્ણન જોવા મળે છે. એક અનુમાનના આધારે માત્ર ભારતમાં ચોખાની લગભગ 2 લાખ જાતિઓ જોવા મળે છે. ભારતમાં ચોખાની જે વિવિધતા છે તે વિશ્વની સૌથી વધુ વિવિધતાઓમાંની એક છે. બાસમતી ચોખા તેની અનોખી સુગંધ તથા સ્વાદ માટે પ્રચલિત છે અને તેની 27 ઓળખાયેલ જાતો ભારતમાં ઉગાડવામાં આવે છે. પ્રાચીન પુસ્તકો, લોકસાહિત્ય તથા કવિતાઓમાં બાસમતીનું વર્ણન જોવા મળેલ છે, જેનાથી એ ખ્યાલ આવે છે કે, તેનું સૈકાઓ પહેલાંથી વાવેતર કરવામાં આવે છે. વર્ષ 1977માં અમેરિકાની એક કંપનીએ બાસમતી ચોખા પર US પૅટન્ટ અને ટ્રેડમાર્ક કાર્યાલય દ્વારા પૅટન્ટ (ઈજારો) પ્રાપ્ત કરી લીધો. જેનાથી તે કંપની બાસમતી ચોખાની નવી જાતો અમેરિકા તથા વિદેશોમાં વેચી શકે છે. બાસમતીની આ નવી જાત વાસ્તવમાં ભારતીય ખેડૂતોની પરંપરાગત જાતોમાંથી વિકસિત કરવામાં આવી હતી. ભારતીય બાસમતીને અર્ધ-વામન જાત સાથે સંકરણ કરાવીને નવી શોધ અથવા એક નવી ઉપલબ્ધિનો દાવો કર્યો હતો. પૅટન્ટ લાગુ પડવાથી એક આધિપત્ય દ્વારા અન્ય લોકો દ્વારા બાસમતીનું વેચાણ પ્રતિબંધિત થઈ શકતું હતું. નીપજો અને પ્રક્રિયાઓ આધારિત ભારતીય પરંપરાગત ઔષધો, ઉદાહરણ : હળદર અને લીમડાના પૅટન્ટ મેળવવાના ઘણાબધા પ્રયત્નો કરેલા છે. જો આપણે આના વિશે જાગ્રત થઈશું નહિ અને આવી પૅટન્ટના પ્રયોજન (અમલીકરણ)ને તરત જ અટકાવીશું નહિ તો અન્ય દેશો / વ્યક્તિઓ આપણો સમૃદ્ધ વારસો છીનવી લેશે અને આપણે તે માટે કશું જ નહિ કરી શકીએ.

જૈવતસ્કરી (Biopiracy) : બહુરાષ્ટ્રીય કંપનીઓ અને અન્ય સંગઠનો દ્વારા જૈવસંપત્તિઓની પૅટન્ટનું જે-તે દેશ તથા તેના સંબંધિત લોકોની સત્તાવાર મંજૂરી કે આર્થિક લાભ આપ્યા વગર તેના શોષણ કરે તેને જૈવતસ્કરી કહે છે.

મોટા ભાગનાં ઔદ્યોગિક રાષ્ટ્રો આર્થિક સમૃદ્ધિ ધરાવે છે. પરંતુ જૈવવિવિધતા અને પરંપરાગત જ્ઞાન અપૂરતું છે. એનાથી વિપરિત વિકાસશીલ અને અલ્પવિકસિત વિશ્વ જૈવસ્રોત માટે જૈવવિવિધતા અને પરંપરાગત જ્ઞાનથી સમૃદ્ધ હોય છે. આવા જૈવસ્રોતોના પરંપરાગત જ્ઞાનનો ઉપયોગ આધુનિક પ્રયોજનોમાં કરવામાં આવે છે. જેના ફળસ્વરૂપે તેના વ્યાપારીકરણ દરમિયાન સમય, શક્તિ તથા ખર્ચનો પણ બચાવ થાય છે.

વિકસિત અને વિકાસશીલ રાષ્ટ્રોની વચ્ચે અન્યાય, અપર્યાપ્ત ક્ષતિપૂર્તિ અને લાભોની ભાગીદારી પ્રત્યે સમજદારી પામી રહી છે. જેના કારણે કેટલાંક રાષ્ટ્રો પોતાના જૈવસ્રોતો અને પરંપરાગત જ્ઞાનના પૂર્વ અનુમતિ વગર થતા શોષણ પર પ્રતિબંધ માટેના નિયમો બનાવી રહ્યા છે.

ભારતીય સંસદમાં હમણાં જ ઈન્ડિયન પૅટન્ટ બિલમાં બીજો મુસદ્દો લાગુ કરેલ છે જે એવા મુદ્દાઓને ધ્યાને લેશે જેના અંતર્ગત પૅટન્ટ નિયમ સંબંધિત, ઝડપી પ્રાવધાન, સંશોધન અને વિકાસિય પ્રયાસ સામેલ હોય.

સારાંશ

સૂક્ષ્મજીવો, વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ અને તેમની ચયાપચયિક કાર્યપ્રણાલીના ઉપયોગ કરતા બાયૉટેક્નોલૉજી દ્વારા મનુષ્ય માટે ઘણાબધા ઉપયોગી પદાર્થોનું નિર્માણ થઈ શક્યું છે. પુનઃ સંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીએ એવા સૂક્ષ્મજીવો, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનું નિર્માણ સંભવ કરી દીધું છે જેમાં અભૂતપૂર્વ ક્ષમતા હોય. જનીનિક પરિવર્તિત સજીવોનું નિર્માણ એક કે એકથી વધુ જનીનોનું એક સજીવમાંથી બીજા સજીવમાં સ્થાનાંતરણની કુદરતી પદ્ધતિથી વિશેષ પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવેલ છે.

GM વનસ્પતિઓનો ઉપયોગ પાક-ઉત્પાદનને વધારવા, લણણી બાદ થતા નુકસાનમાં ઘટાડો અને વનસ્પતિઓને તાણ પ્રત્યે વધારે સહનશીલ બનાવવામાં વધારે થઈ રહ્યો છે. એવી કેટલીય GM વનસ્પતિઓ છે કે જેમાં પોષણમૂલ્ય ખૂબ જ ઉન્નત છે અને રાસાયણિક કીટનાશકો પર નિર્ભરતા ખૂબ જ ઓછી છે (કીટ-પ્રતિરોધક પાકો).

પુનઃસંયોજિત DNA ટેક્નોલૉજીનું સ્વાસ્થ્ય-સુરક્ષાના ક્ષેત્રમાં અત્યંત વધારે મહત્ત્વ છે. કેમકે તેના દ્વારા સુરક્ષિત અને અત્યંત પ્રભાવશાળી ઔષધોનું નિર્માણ સંભવ બન્યું. પુનઃસંયોજિત ઔષધો મનુષ્યના પ્રોટીનના સમતુલ્ય છે એના કારણે અનિચ્છનીય પ્રતિરક્ષા પ્રભાવ પડતો નથી અને તે ચેપના જોખમથી મુક્ત છે જેમકે, આપણે જોયું કે અમાનવીય સ્રોતોમાંથી એક જ પ્રકારની નીપજ અલગ કરવામાં આવેલ છે. માનવ ઇન્સ્યુલિન કે જે બૅક્ટેરિયામાં ઉત્પન્ન કરવામાં આવ્યું તેનું બંધારણ કુદરતી અણુ જેવું જ છે.

પારજનિક પ્રાણીઓ માનવરોગો જેવા કે કૅન્સર, સિસ્ટિક ફાઇબ્રોસિસ, સંધિવા અને અલ્ઝાઇમર માટે મૉડલ તરીકે વપરાય છે, જેનાથી આપણને રોગના વિકાસમાં જનીનની ભૂમિકાનો ખ્યાલ મેળવવામાં સુવિધા રહે છે.

જનીન થેરાપીમાં મુખ્યત્વે આનુવંશિક રોગોને દૂર કરવા માટે વ્યક્તિના કોષો અને પેશીઓમાં જનીનનો પ્રવેશ કરાવાય છે. જેમાં ક્ષતિયુક્ત વિકૃતિ કારકના સ્થાને સક્રિય જનીન અથવા જનીન-નિર્ધારણ દ્વારા ઉપચાર થાય છે. જેમાં જનીન પ્રવર્ધનનો સમાવેશ થાય છે. વાઇરસ કે જે યજમાન પર આક્રમણ કરીને પોતાના વિભાજનચક્રો માટે પોતાના આનુવંશિક દ્રવ્યને યજમાનના કોષોમાં પ્રવેશ કરાવે છે તેને વાહકના સ્વરૂપે પ્રયોગ કરી સ્વસ્થ જનીન અથવા નવા જનીનના ભાગને સ્થાનાંતરિત કરી શકાય છે.

સૂક્ષ્મજીવો, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના વ્યવહાર પ્રત્યે વર્તમાન દિલચસ્પીએ ગંભીર નૈતિક પ્રશ્નો ઊભા કરી દીધા છે.

સ્વાધ્યાય

1. કેટલાક બૅક્ટેરિયા Bt વિષના સ્ફટિકો પેદા કરે છે પરંતુ બૅક્ટેરિયા સ્વયંને મારતા નથી કારણ કે -
   (a) બૅક્ટેરિયા વિષ પ્રત્યે પ્રતિરોધી છે.
   (b) વિષ અપરિપક્વ હોય છે.
   (c) વિષ નિષ્ક્રિય હોય છે.
   (d) વિષ બૅક્ટેરિયામાં વિશિષ્ટ કોષ્ઠનમાં આવરિત હોય છે.

2. પારજનીનિક બૅક્ટેરિયા શું છે ? કોઈ એક ઉદાહરણ દ્વારા વર્ણન કરો.
3. જનીનિક રૂપાંતરિત પાકોના ઉત્પાદનના ફાયદા તથા ગેરફાયદાની તુલનાત્મક સરખામણી કરો.
4. *Cry* પ્રોટીન શું છે ? તે પેદા કરતાં સજીવનું નામ જણાવો. મનુષ્ય આ પ્રોટીનને પોતાના ફાયદા માટે કેવી રીતે ઉપયોગમાં લે છે ?
5. જનીન થેરાપી શું છે ? એડિનોસાઈન ડિએમિનેઝ (ADA)ની ઊણપ ઉદાહરણ આપી તેને વર્ણવો.
6. *E. coli* જેવા બૅક્ટેરિયામાં માનવજનીન (વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ માટેનું જનીન)ની ક્લોનિંગ તેમજ અભિવ્યક્તિનાં પ્રાયોગિક ચરણોનું ચિત્રાત્મક નિરુપણ કરો.
7. r DNA તક્નિકી તથા તેલના રસાયણશાસ્ત્ર વિશે તમારી પાસે જેટલી સમજૂતી છે, તેના આધારે બીજમાંથી તેલ (હાઈડ્રોકાર્બન) દૂર કરવાની કોઈ એક પદ્ધતિ સમજાવો.
8. ઈન્ટરનેટ દ્વારા તપાસ કરો કે ગોલ્ડન રાઈસ શું છે ?
9. શું આપણા રુધિરમાં પ્રોટીએઝ અને ન્યુક્લિએઝ છે ?
10. ઈન્ટરનેટ દ્વારા તપાસ કરો કે મુખેથી લઈ શકાય તેવા ઔષધીય સક્રિય પ્રોટીન (orally active protein pharmaceutical) કેવી રીતે બનાવીશું ? આ કાર્યમાં આવનારી મુખ્ય સમસ્યાઓનું વર્ણન કરો.

એકમ 10
પરિસ્થિતિવિદ્યા
(Ecology)

પ્રકરણ 13
સજીવો અને વસ્તી
પ્રકરણ 14
નિવસનતંત્ર
પ્રકરણ 15
જૈવવિવિધતા અને સંરક્ષણ
પ્રકરણ 16
પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ

વિવિધતા (diversity) એ ફક્ત સજીવ જીવનની જ વિશિષ્ટતા નથી પરંતુ તે જીવવિજ્ઞાન પાઠ્યપુસ્તકોમાં વિષયાર્થ પણ છે. જીવવિજ્ઞાન (Biology)નું પ્રસ્તુતીકરણ એ વનસ્પતિશાસ્ત્ર (Botany), પ્રાણીશાસ્ત્ર (Zoology) તથા સૂક્ષ્મજીવશાસ્ત્ર (Microbiology) સ્વરૂપે અથવા તો પ્રચલિત (classical) તથા આધુનિક (modern) સ્વરૂપે કરવામાં આવ્યું છે. ત્યાર બાદ તેનો પાછળનો ભાગ એ જીવવિજ્ઞાનના આણ્વિક ઉદ્દેશો (molecular aspects) માટે સૌમ્યોકિત (euphemism - સત્યથી થોડુંઘણું અસંગત શબ્દ-પ્રયોજન) છે. ભાગ્યવશ, આપણી પાસે ઘણાં વિચારસૂત્રો છે કે જેનો ઉપયોગ આપણે જૈવવૈજ્ઞાનિક જ્ઞાનની માહિતી કે જાણકારીનાં વિભિન્ન ક્ષેત્રોને એકસૂત્રી સિદ્ધાંતમાં વણી લેવા માટે કરીએ છીએ. પરિસ્થિતિવિદ્યા પણ એક એવું સૂત્ર છે કે જે આપણને જીવવિજ્ઞાનનો સકલવાદી દૃષ્ટિકોણ (holistic perspective) પ્રદાન કરે છે. જૈવવિજ્ઞાનિક સમજૂતીનો તત્ત્વાર્થ (સાર) એ સજીવો (an individual) સ્વતંત્ર રૂપથી કેવા પ્રકારે રહે છે, અન્ય સજીવો સાથે કેવા પ્રકારે પરસ્પર અસર કરે છે અને એક સમૂહ સ્વરૂપે (as a group) તેમનાં ભૌતિક નિવાસસ્થાનો (physical habitats) કેવા પ્રકારના છે તથા કેવા પ્રકારે તેઓ સંગઠિત થઈને વસ્તી (population), સમુદાય (community), નિવસનતંત્ર (ecosystem) કે સમગ્ર જીવાવરણ (biosphere)ની રચના કરે છે તે વગેરેની જાણકારી માટે છે. પરિસ્થિતિવિદ્યા આ બધું આપણને સમજાવે છે. માનવકેન્દ્રિત પર્યાવરણીય અવનતીકરણ (anthropogenic environmental degradation) તથા તેનાથી ઉદ્ભવતી સામાજિક-રાજકીય સમસ્યાઓ (socio-political issues)નો અભ્યાસ કરવો એ તેનો ચોક્કસ ઉદ્દેશ છે. આ એકમમાં ઉપર્યુક્ત ઉદ્દેશોનું આલોચનાત્મક દૃષ્ટિ (critical view)એ વિશેષ રીતે વર્ણન લેવામાં આવ્યું છે.

રામદેવ મિશ્રા
(Ramdeo Misra)
(1908 – 1998)

આદરણીય રામદેવ મિશ્રા (Ramdeo Misra)ને ભારતવર્ષમાં પરિસ્થિતિવિદ્યાના પિતા તરીકે માનવામાં આવે છે. તેમનો જન્મ 26 ઑગસ્ટ, 1908માં થયો હતો. તેમણે યુનાઈટેડ કિંગડમ (UK)માં લીડ્સ વિશ્વવિદ્યાલય (Leeds university)માં ડબલ્યુ.એચ.પીયરસાલ (W.H.Pearsall), એફ.આર.એસ. (FRS)ના માર્ગદર્શન હેઠળ 1937ના વર્ષમાં પરિસ્થિતિવિદ્યામાં ડૉક્ટર ઑફ ફિલૉસૉફી (Ph.D. વિદ્યાવાચસ્પતિ)ની ઉપાધિ મેળવી. તેમણે બનારસ હિંદુ વિશ્વવિદ્યાલય, વારાણસીના વનસ્પતિશાસ્ત્રના વિભાગમાં પરિસ્થિતિવિદ્યા વિષયમાં અધ્યાપન તેમજ સંશોધન શાખાઓની સ્થાપના કરી. તેમનાં સંશોધનોએ ઉષ્ણકટિબંધના (tropical) સમુદાયો તથા તેમના અનુક્રમણ (succession), વનસ્પતિ-વસ્તીઓની પર્યાવરણીય પ્રતિક્રિયાઓ (responsed) અને ઉષ્ણકટિબંધના જંગલ તથા તૃણભૂમિ નિવસનતંત્રોમાં ઉત્પાદકતા (productivity) અને પોષક ચક્રણ (nutrient cycling) વગેરેની સમજૂતી માટેનો પાયો નાખ્યો. રામદેવ મિશ્રાએ ભારતમાં પરિસ્થિતિવિદ્યા પર સૌપ્રથમ અનુસ્નાતક (postgraduate) પાઠ્યક્રમ શરૂ કર્યો. તેમની દેખરેખ નીચે 50થી પણ વધારે શિષ્યોએ ડૉક્ટર ઑફ ફિલૉસૉફીની ઉપાધિ મેળવી અને તેઓએ દેશની અન્ય વિશ્વવિદ્યાલયો તથા સંશોધન સંસ્થાઓમાં જઈ પરિસ્થિતિવિદ્યાકીય અધ્યાપન તેમજ સંશોધનો શરૂ કર્યાં.

તેમને ભારતીય રાષ્ટ્રીય વિજ્ઞાન અકાદમી (Indian National Science Academy) અને આર્ટ્સ તથા વિજ્ઞાનની વિશ્વ અકાદમી (World Academy of Arts and Science) ની શિષ્યવૃત્તિ (fellowships)થી સન્માનિત કરવામાં આવ્યા હતા તેમજ પર્યાવરણ અને પરિસ્થિતિવિદ્યા ક્ષેત્રે લબ્ધપ્રતિષ્ઠિત સંજય ગાંધી પુરસ્કારથી પુરસ્કૃત કરવામાં આવ્યા હતા. તેમના પ્રયત્નોથી જ, ભારત સરકારે પર્યાવરણીય આયોજન તેમજ સંકલન (1972) માટે રાષ્ટ્રીય સમિતિ સ્થાપી, કે જેણે પાછલાં વર્ષોમાં, પર્યાવરણ અને વન મંત્રાલયની સ્થાપના કરવા માટે (1984) માર્ગ પ્રશસ્ત કર્યો.

પ્રકરણ 13

સજીવો અને વસ્તી
(Organisms and Populations)

13.1 સજીવો અને તેનું પર્યાવરણ
13.2 વસ્તી

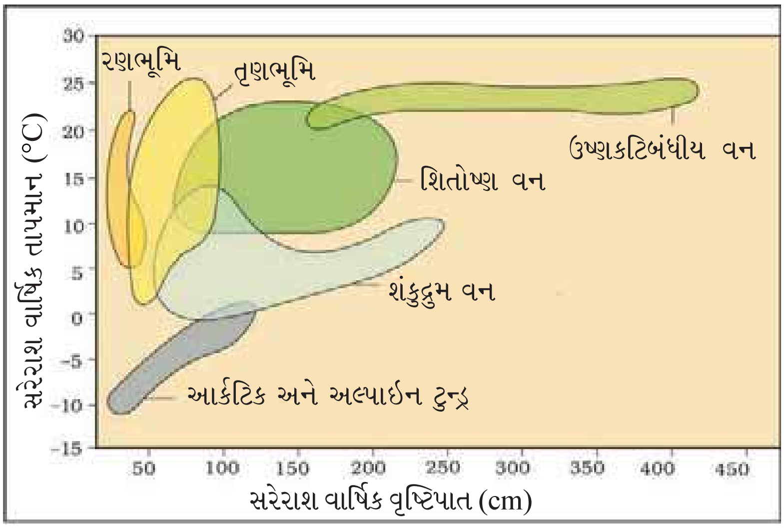
આપણું સજીવ વિશ્વ વિવિધ પ્રકારનું આકર્ષક (fascinatingly) અને નવાઈ પમાડે (amazingly) એવું જટિલ છે. આપણે મહાઅણુઓ, કોષો, પેશીઓ, અંગો, અંગતંત્રો, સ્વતંત્ર સજીવો, વસ્તી, સમુદાયો, નિવસનતંત્રો અને જૈવવિસ્તારો–જેવા જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠનોના વિભિન્ન સ્તરોએ શોધખોળ પ્રક્રિયાઓ (investing processes) દ્વારા તેની જટિલતાને સમજવા માટે પ્રયાસ કરી શકીએ છીએ. જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠન (આયોજન-organisation)ના કોઈ પણ સ્તરે આપણે બે પ્રકારના પ્રશ્નો પૂછી શકીએ છીએ - ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે આપણે બગીચામાં વહેલી સવારે બુલબુલ (bulbul)ને ગાતી સાંભળીએ છીએ ત્યારે પ્રશ્ન થાય કે, 'પક્ષી કેવી રીતે ગાય છે ?' કે 'પક્ષી શા માટે ગાય છે ?' 'કેવી રીતે' પ્રકારના પ્રશ્નોમાં પ્રક્રિયાની પાછળ તેની ક્રિયાવિધિ (mechanism) જાણવાની કુતૂહલતા હોય છે જ્યારે 'શા માટે' પ્રકારના પ્રશ્નોમાં પ્રક્રિયાની મહત્ત્વતા (significance) જાણવાની જિજ્ઞાસા હોય છે. આપણા ઉદાહરણમાં પહેલા પ્રશ્ન માટેનો જવાબ પક્ષીમાં સ્વરપેટી (voice box) અને કંપનઅસ્થિ (vibrating bone)ની સંચાલન વ્યવસ્થા હોઈ શકે છે જ્યારે બીજા પ્રશ્નના જવાબમાં કહી શકીએ છીએ કે પ્રજનનઋતુ દરમિયાન પક્ષીને તેના સાથી સાથે સંવાદ સાધવાની (communicate) આવશ્યકતા હોઈ શકે છે. જ્યારે તમે તમારી આસપાસ પ્રકૃતિનું વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ (scientific frame)થી અવલોકન કરશો તો તમારા મનમાં નિશ્ચિતરૂપે બંને પ્રકારના અનેક દિલચસ્પ પ્રશ્નો ઊઠશે - *રાત્રે ખીલતાં પુષ્પો (night-blooming flowers) સામાન્ય રીતે સફેદ શા માટે હોય છે ? મધમાખીને કેવી રીતે જાણ થાય છે કે, કયા પુષ્પમાં મધુરસ (nectar) હોય છે ? થોર (cactus) શા માટે ઘણાબધા કંટકો (thorns) ધરાવે છે ? પક્ષીનાં બચ્ચાં (chick spurs) કેવી રીતે પોતાની માતાને ઓળખી લે છે ? વગેરે વગેરે.*

તમે અગાઉના વર્ગોમાં પહેલેથી જ શીખી ગયાં છો કે પરિસ્થિતિવિદ્યા એક એવો વિષય છે કે જે સજીવો-સજીવો વચ્ચેની તથા સજીવ અને તેના ભૌતિક (અજૈવિક) પર્યાવરણ વચ્ચેની આંતરક્રિયાઓ (interactions)નો અભ્યાસ શીખવે છે.

મૂળભૂત રીતે પરિસ્થિતિવિદ્યા એ જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠનના ચાર સ્તરો સાથે સંલગ્ન છે : સજીવો (organisms), વસ્તી (populations), સમુદાયો (communities) અને જૈવવિસ્તારો (biomes). આ પ્રકરણમાં આપણે સજૈવક અને વસ્તી સ્તરોએ પરિસ્થિતિવિદ્યાનો અભ્યાસ કરીશું.

13.1 સજીવો અને તેનું પર્યાવરણ (Organisms and Its Environment)

સજૈવિક સ્તરે પરિસ્થિતિવિદ્યા એ મૂળભૂત રીતે દેહધાર્મિક પરિસ્થિતિવિદ્યા (physiological ecology) છે કે જે વિવિધ સજીવો માત્ર જીવિત રહેવા (survival) માટે જ નહિ પરંતુ પ્રજનનના સંદર્ભે પણ તેમના પર્યાવરણ પ્રત્યે કેવી રીતે અનુકૂલિત થયેલા છે, તે સમજવા માટેના પ્રયત્નો છે. તમે અગાઉનાં ધોરણોમાં અભ્યાસ કર્યો હશે કે આપણો ગ્રહ પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ કેવી રીતે પરિક્રમણ (rotation) કરે છે અને તેની ધરીનું નમણ (ઝુકાવ-tilt) એ તાપમાનની તીવ્રતા (intensity) તથા અવધિ (સમયગાળો-duration)માં કેવી રીતે વાર્ષિક ફેરફારો (પરિવર્તનો) સર્જે છે તથા તે જુદી-જુદી ઋતુઓમાં પરિણમે છે. આ ફેરફારો વૃષ્ટિપાત-precipitation (યાદ રાખવું રહ્યું કે



આકૃતિ 13.1 : વાર્ષિક તાપમાન અને વૃષ્ટિપાતના સંદર્ભે જૈવવિસ્તાર વિતરણ

વૃષ્ટિપાતમાં વરસાદ અને બરફવર્ષા કે હિમપ્રપાત બંને સમાવેશિત છે)માં થતાં વાર્ષિક ફેરફારો સાથે મળીને મુખ્ય જૈવવિસ્તારોનું નિર્માણ કરે છે જેવા કે રણવિસ્તાર (મરુસ્થલ-desert), વર્ષાવન (rain forest) તથા ટુંડ્ર પ્રદેશ (tundra-ધ્રુવ, પરનો વૃક્ષહીન બરફ આચ્છાદિત વિશાળ સપાટ જમીન વિસ્તાર (આકૃતિ 13.1).

દરેક જૈવવિસ્તારોની અંદર જ સર્જાતી ક્ષેત્રિય (regional) તેમજ સ્થાનિક (local) વિભિન્નતાઓના કારણે નૈસર્ગિક નિવાસસ્થાનો (આવાસ-habitats)ની વ્યાપક વિવિધતાઓનું નિર્માણ થાય છે. ભારતના મુખ્ય જૈવવિસ્તારો આકૃતિ 13.2માં દર્શાવેલ છે. પૃથ્વી ગ્રહ પર સજીવ જીવન ફક્ત થોડાંક જ અનુકૂળ નિવાસસ્થાનો પૂરતું મર્યાદિત નથી પરંતુ અતિશય સખત (extreme) અને કઠોર (harsh) નિવાસસ્થાનોમાં પણ અસ્તિત્વ ધરાવે છે - જેવા કે શેકી નાખતું (દઝાડતું-scorching) રાજસ્થાનનું રણ, નિરંતર વર્ષાથી ભીંજાયેલાં (perpetually rain soaked) મેઘાલયનાં જંગલો, ગહન મહાસાગરિય ખાઈઓ (deep ocean trenches), વેગવંતા પ્રવાહો (torrential streams), બારેમાસ બરફથી ઠરી ગયેલા ધ્રુવીય વિસ્તારો (તુષાર ભૂમિ-permafrost (snow laden) polar regions), ઊંચાં પર્વતશિખરો (high mountain tops), ઉકળતા ગરમ (ઉષ્ણ) ઝરણાં (boiling thermal streams) અને દુર્ગંધ મારતી સેન્દ્રીય

આકૃતિ 13.2 : ભારતના મુખ્ય જૈવવિસ્તારો : (a) ઉષ્ણકટિબંધીય વર્ષાવન (b) પર્ણપ્રપાતી વન (c) રણ (d) સમુદ્રતટ

ખીણો (stinking compost pits) વગેરે થોડાં ઉદાહરણ છે. એટલે સુધી કે આપણા આંતરડા પણ સૂક્ષ્મજીવોની હજારો જાતિઓનું અજોડ (unique) નિવાસસ્થાન છે.

ચાવીરૂપ તત્ત્વો (પરિબળો-key elements) કયાં છે જે વિવિધ નિવાસસ્થાનોની ભૌતિક (physical) અને રાસાયણિક (chemical) સ્થિતિઓમાં ઘણીબધી વિવિધતાઓનું કારણ બને છે ? સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળો તાપમાન, પાણી, પ્રકાશ અને ભૂમિ છે. આપણે એ યાદ રાખવું જરૂરી છે કે, ભૌતિક-રાસાયણિક (અજૈવિક) ઘટકો એકલા આપમેળે સંપૂર્ણ રીતે કોઈ પણ સજીવની લાક્ષણિકતા દર્શાવી શકતા નથી; નિવાસસ્થાનોમાં રોગકારકો (pathogens), પરોપજીવીઓ (parasites), ભક્ષકો (predators) તથા સજીવના એવા સ્પર્ધકો (હરિફો-competitors) કે જેમની સાથે તેઓ સતત આંતરક્રિયા કરે છે તેવાં ઘટકો પણ સમાવેશિત છે. આપણે એ માનીએ છીએ કે, એક લાંબા ગાળાની સમયઅવધિ દરમિયાન, સજીવે પ્રાકૃતિક પસંદગી (natural selection) દ્વારા તેના નૈસર્ગિક નિવાસસ્થાનમાં તેની સ્થાયી ટકાઉપણું કે ઉત્તરજીવિતા (survival) તથા પ્રજનન (reproduction)ને ઈષ્ટતમ બનાવી રાખવા માટે અનુકૂલનોનો વિકાસ સાધ્યો હશે.

દરેક સજીવને ફેરફાર ના કરી શકાય તેવો ચોક્કસ સ્થિતિનો તફાવત હોય છે જેમાં તે તેને સહન કરવા સક્ષમ હોય છે. તે માટે ઉપયોગમાં લેવાતા સ્રોતો (સંસાધનો કે પ્રાપ્તિસ્થાનો-resources)ની વિવિધતા અને પરિસ્થિતિકીય તંત્રમાં એક અલગ કાર્યકારી ભૂમિકા (functional role), આ બધું એકસાથે રાખીને તે તેની આગવી **જીવનપદ્ધતિ (niche)** રચે છે.

13.1.1 મુખ્ય અજૈવિક પરિબળો (Major Abiotic Factors)

તાપમાન (Temperature) : તાપમાન એ પરિસ્થિતિવિદ્યાનું સૌથી મહત્ત્વનું પર્યાવરણીય પરિબળ (કારક-factor) છે. તમે વાકેફ છો કે પૃથ્વી પર સરેરાશ તાપમાન ઋતુઓ પ્રમાણે બદલાતું રહે છે. વિષુવવૃત્ત (ભૂમધ્યરેખા-equator)થી ધ્રુવીય વિસ્તારો (polar region) તરફ તથા સપાટ મેદાનના વિસ્તારો (plains)થી પર્વતશિખરો (mountain tops) તરફ ઉત્તરોત્તર ઘટતું જાય છે. તાપમાનનો વ્યાપ ધ્રુવીય વિસ્તારો અને ઉત્તુંગ ઊંચાઈવાળા વિસ્તારો (high altitudes)માં શૂન્યથી નીચે(subzero)થી લઈ ઉનાળામાં ઉષ્ણકટિબંધીય રણવિસ્તારો (tropical desert)માં 50° સે.થી વધારે પણ પહોંચી જાય છે. તેમ છતાં કેટલાંક અદ્વિતીય નિવાસસ્થાનો પણ છે જેવા કે ગરમ ઝરણાં તથા ઊંડા સમુદ્રના જલઉષ્ણ નિકાલ માર્ગો (deep sea hydrothermal vents) કે જ્યાં સરેરાશ તાપમાન 100° સે.ને પણ વટાવી જાય છે. તેથી સામાન્ય જ્ઞાન છે કે આંબાનાં વૃક્ષો કેનેડા અને જર્મની જેવા શિતોષ્ણ (temperate) દેશોમાં થતા નથી અને ઉછેરી પણ શકાતાં નથી. બર્ફીલો દીપડો કેરલનાં જંગલોમાં જોવા

મળતા નથી અને ટુના માછલી મહાસાગરમાં ઉષ્ણકટિબંધના અક્ષાંશો (latitudes)થી આગળ ભાગ્યે જ જોવા મળે છે કે પકડી શકાય છે. સજીવ જીવન માટે તાપમાનના મહત્ત્વનું તમે એ સમયે સહેલાઈથી યોગ્ય રીતે મૂલ્યાંકન કરી શકો છો કે જ્યારે તમને ખ્યાલ આવે કે તે (તાપમાન) ઉત્સેચકોના ગતિવિજ્ઞાન (kinetics of enzymes)ને પ્રભાવિત (અસર) કરે છે અને તેના દ્વારા સજીવની આધારભૂત ચયાપચય (metabolism) ક્રિયાવિધિ અને અન્ય દેહધાર્મિક કાર્યોને પણ પ્રભાવિત કરે છે. થોડાક જ સજીવો તાપમાનની વ્યાપક ક્ષેત્રમર્યાદા (wide range)ને સહન કરી શકે છે અને વૃદ્ધિ પામે છે (તેઓને યુરીથર્મલ-eurythermal કે પૃથુતાપી કહેવાય છે) પરંતુ તેમનામાંથી મોટા ભાગના (મહદંશે) તાપમાનની ઓછી ક્ષેત્રમર્યાદા પૂરતા સીમિત રહે છે (તેવા સજીવોને સ્ટીનોથર્મલ-stenothermal કે તનુતાપી કહેવાય છે). વિવિધ જાતિઓનું ભૌગોલિક વિતરણ ખૂબ જ વધુ હદ સુધી તેમના તાપીય સહનશક્તિ (thermal tolerance) સ્તર પર નિર્ભર કરે છે. *શું તમારા ધ્યાનમાં એવાં કેટલાંક યુરીથર્મલ તથા સ્ટીનોથર્મલ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ છે ?*

તાજેતરનાં વર્ષોમાં, ધીમે-ધીમે ક્રમશઃ વધતા જતા સરેરાશ વૈશ્વિક (global) તાપમાન વિશે ચિંતા વધવા પામી છે (પ્રકરણ 16). *જો આ સિલસિલો (trend) સતત ચાલુ રહ્યો તો તમે માનો છો કે કેટલીક જાતિઓના વિતરણની મર્યાદાને અસર થશે અને તેનાથી તે પ્રભાવિત થશે ?*

પાણી (Water) : પાણી સજીવોનાં જીવનને અસર કરતું ખૂબ મહત્ત્વનું પરિબળ છે. પૃથ્વી પર જીવન પાણીમાં જ ઉદ્ભવ્યું હતું અને તે પાણી વગર બિનટકાઉ (unsustainable) પણ છે. રણવિસ્તારોમાં તેની ઉપલબ્ધિ એટલી બધી સીમિત (મર્યાદિત) હોય છે કે ફક્ત વિશિષ્ટ અનુકૂલનોના કારણે જ ત્યાં રહેવું શક્ય બને છે. વનસ્પતિઓની ઉત્પાદકતા (productivity) અને વિતરણ (distribution) પાણી પર ખૂબ જ વધુ આધારિત હોય છે. તમે વિચારતા હશો કે મહાસાગરો, સરોવરો તથા નદીઓમાં રહેવાવાળા સજીવોને જળસંબંધિત કોઈ પણ સમસ્યાઓનો સામનો નહિ કરવો પડતો હોય, પરંતુ તે સાચું નથી, જલીય સજીવો માટે પાણીની ગુણવત્તા (રાસાયણિક સંગઠન, pH) મહત્ત્વની બને છે. ક્ષારોની સાંદ્રતા (પ્રતિ હજારમા ભાગમાં ક્ષારતા સ્વરૂપે માપન) અંતઃસ્થલીય જળ (inland water)માં 5 % કરતાં ઓછી, સમુદ્રમાં 30થી 35 % તથા અતિક્ષારીય (અતિ લવણીય-hyper saline) ખારા પાણીનાં સરોવરોમાં તે 100 %થી પણ વધારે હોય છે. કેટલાક સજીવો ક્ષારતાની ખૂબ જ વ્યાપક ક્ષેત્રમર્યાદા (વધુ સાંદ્રતા)ને સહન કરે છે (યુરીથર્મલ) પરંતુ મોટા ભાગના અન્ય સજીવો સાંદ્રતાની ઓછી ક્ષેત્રમર્યાદા પૂરતા સીમિત છે (સ્ટીનોથર્મલ). ઘણા મીઠા પાણીનાં પ્રાણીઓ સમુદ્રના પાણીમાં લાંબા સમય માટે જીવિત રહી શકતા નથી તથા સામુદ્રિક પ્રાણીઓ લાંબા સમય માટે મીઠા પાણીમાં જીવિત રહી શકતાં નથી, કારણ કે તેમને આસૃતિ સંબંધિત સમસ્યાઓ (osmotic problems)નો સામનો કરવો પડે છે.

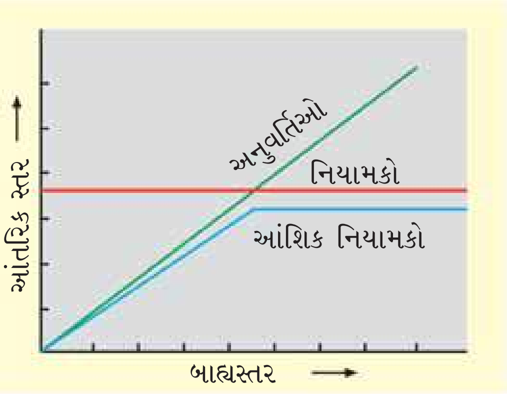
પ્રકાશ (Light) : વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ (photosynthesis) દ્વારા ખોરાક ઉત્પન્ન કરે છે. આ એવી પ્રક્રિયા છે કે જે ઊર્જાના સ્રોત સ્વરૂપે પ્રકાશ ઉપલબ્ધ હોય ત્યારે જ શક્ય હોય છે. એટલા માટે જ આપણે સજીવ જીવન માટે વિશેષરૂપથી સ્વયંપોષી (autotrophs)ઓ માટે પ્રકાશની મહત્ત્વતાને ત્વરિત રીતે સમજી શકીએ છીએ. જંગલોમાં વિકાસ પામતી નાની વનસ્પતિઓની ઘણી જાતિઓ (છોડ અને ક્ષુપો) ખૂબ જ ઓછા પ્રકાશવાળી પરિસ્થિતિઓમાં ઈષ્ટતમ પ્રકાશસંશ્લેષણ કરવા માટે અનુકૂલિત થયેલા હોય છે કારણ કે તેઓ સતત ઊંચાં વૃક્ષોની છત્રછાયા (overshadowed)માં જ રહે છે. ઘણી વનસ્પતિઓ પણ પુષ્પોદ્ભવ માટે તેમની પ્રકાશઅવધિ (photoperiodic) આવશ્યકતાની પૂર્તતા માટે સૂર્યપ્રકાશ પર નિર્ભર રહેતી હોય છે. ઘણાં પ્રાણીઓ માટે પણ પ્રકાશ એ રીતે મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે તેઓ પ્રકાશની તીવ્રતા અને સમયગાળા (પ્રકાશઅવધિ)માં દૈનિક તથા મોસમી વિવિધતાઓ (તફાવતો)ને તેમના ચારા (આહાર-foraging)ની શોધ, પ્રજનન અને સ્થળાંતરિત (પ્રવાસી-migratory) ક્રિયાવિધિઓનો સમય નક્કી કરવા માટે વિવિધ સંકેતો (cues) સ્વરૂપે ઉપયોગમાં લાવે છે. જ્યાં સુધી પ્રકાશ અને તાપમાન બંનેનો સ્રોત સૂર્ય છે ત્યાં સુધી જમીન પર પ્રકાશની ઉપલબ્ધિ તાપમાન સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલી છે. પરંતુ મહાસાગરોમાં (500 મીટરથી વધારે) ઊંડાઈએ પર્યાવરણ નિરંતર અંધકારમય (perpetually dark) રહે છે અને ત્યાં વસવાટ કરતા સજીવોને એ પણ જાણ નથી કે સૂર્ય નામે ઓળખાતા ઊર્જાના કોઈ ખગોળીય સ્રોત (celestial source)નું અસ્તિત્વ પણ છે. *ત્યારે તેમની ઊર્જાનો સ્રોત શું છે ?* સૌર વિકિરણની વર્ણપટ ગુણવત્તા

(spectral quality) પણ જીવન માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. સૌર વિકિરણ વર્ણપટના પારજાંબલી (UV-ultra violet) ઘટક ઘણા સજીવો માટે નુકસાનકારક છે. જ્યારે મહાસાગરની જુદી-જુદી ઊંડાઈએ રહેતી ખારા પાણીની વનસ્પતિઓ માટે દૃશ્ય વર્ણપટનાં બધાં જ રંગીન ઘટકો ઉપલબ્ધ પણ નથી. *સમુદ્રમાં રહેલી રાતી (લાલ-red), હરિત (લીલી-green) અને કથ્થાઈ (બદામી-brown) લીલ પૈકી કોની (કઈ લીલની) ઊંડામાં ઊંડા પાણી (ખારા કે મીઠા)માં મળવાની સંભાવના છે ? શા માટે ?*

જમીન (ભૂમિ-Soil) : વિવિધ સ્થાનોમાં જમીનની પ્રકૃતિ (nature) અને ગુણધર્મો (properties) જુદા-જુદા હોય છે; તે આબોહવા (climate), અપક્ષયન પ્રક્રિયા (weathering process) કે માટી (ભૂમિ) કેવી રીતે એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ વહન પામી (transported) અથવા તો અવસાદન (sedimentation) પામી છે તથા તેનો વિકાસ કેવી રીતે થયો છે તેના પર આધારિત છે. ભૂમિ (જમીન)ની વિવિધ લાક્ષણિકતાઓ જેવી કે ભૂમિરચના (સંગઠન-composition), કણોનું કદ (size) અને કણોનું સામૂહીકરણ (aggregation) એ ભૂમિની અંતઃસ્રવણ-ક્ષમતા તથા જલગ્રહણ-ક્ષમતા (percolation and water holding capacity) નક્કી કરે છે. આ લાક્ષણિકતાઓની સાથે-સાથે pH, ખનિજ સંગઠન અને ભૂતલ (સ્થળાકૃતિ-topography) જેવા માપદંડો ઘણી વિસ્તૃત હદ સુધી કોઈ પણ ક્ષેત્રનો વનસ્પતિ સમાજ નક્કી કરે છે. તેના પછી તે બધા મળીને નક્કી કરે છે કે તે વિસ્તારમાં કેવા પ્રકારનાં પ્રાણીઓનું પાલનપોષણ થઈ શકશે જે તેના પર આધાર પામી શકે. એ જ રીતે, જલીય પર્યાવરણમાં, અવસાદી-લાક્ષણિકતાઓ ઘણી વાર જલજ નિઃતલસ્થ (પાણીના તળિયે રહેલી જીવસૃષ્ટિ-benthic) પ્રાણીઓના પ્રકાર નક્કી કરે છે જે ત્યાં વિકાસ સાધી શકે.

13.1.2 અજૈવિક કારકો સામેની પ્રતિક્રિયાઓ (Responses to Abiotic Factors)

એ વાસ્તવિકતાઓનો અનુભવ કર્યા પછી અનેક નૈસર્ગિક નિવાસસ્થાનોની અજૈવિક પરિસ્થિતિઓ ક્યારેક ને ક્યારેક સશક્તરૂપથી ભારે (drastically) પરિવર્તન પામી શકે છે. હવે આપણે પૂછીએ કે - *આ પ્રકારનાં નિવાસસ્થાનોમાં રહેવાવાળા સજીવો કેવી રીતે તણાવપૂર્ણ પરિસ્થિતિઓ (stressful conditions)નો સામનો કરે છે તથા એ પરિસ્થિતિઓમાં રહેવાની વ્યવસ્થા કરે છે ?* પરંતુ આ પ્રશ્નનો જવાબ આપવાનો પ્રયત્ન કરતાં પહેલાં, આપણે કદાચ એ પૂછવું જોઈએ કે, આખરે અત્યંત પરિવર્તનશીલ બાહ્ય પર્યાવરણ સજીવોને શા માટે સંતાપ પમાડે છે કે માનસિક મૂંઝવણ (સંતાપ-bother)માં મૂકે છે. સજીવ (વ્યક્તિ) એ આશા (અપેક્ષા) રાખી શકે કે તેના અસ્તિત્વનાં લાખો વર્ષોના સમયગાળા દરમિયાન, ઘણી જાતિઓએ અપેક્ષિત સ્થાયી આંતરિક (શરીરની અંદર જ) પર્યાવરણ વિકસિત કર્યું હશે જે બધી જ જૈવરાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ તથા દેહધાર્મિક કાર્યોને અધિકતમ કાર્યદક્ષતા (maximal efficiency)થી કરવા દે છે અને આ જ રીતે જાતિઓની બધી જ રીતની યોગ્યતા (તંદુરસ્તી-fitness)માં વધારો કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે આ સ્થિરતા (નિરંતરતા-constancy), દેહજળના ઈષ્ટત્તમ (અનૂકુલતમ-optimal) તાપમાન અને આસૃતિ સાંદ્રતા (osmotic concentration)ના સ્વરૂપે હોઈ શકે છે. આદર્શ રીતે ત્યારે, સજીવ તેના આંતરિક પર્યાવરણની સ્થિરતા (સમસ્થિતિ કહેવાતી પ્રક્રિયા-homeostasis) જાળવવા પ્રયત્ન કરશે, પછી ભલે એ વિવિધ બાહ્ય પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ તેના સમસ્થાપનને અસ્વસ્થ બનાવવાનું (બગાડવાનું) વલણ ધરાવે. આ મહત્ત્વપૂર્ણ સંકલ્પનાને સુસ્પષ્ટ કરવા માટે આપણે સાદૃશ્યતા (સાકારરૂપ-analogy)ની ચર્ચાને ધ્યાનમાં લઈએ છીએ. માની લો કે કોઈ વ્યક્તિ જ્યારે તેના પરિસરનું તાપમાન 25° સે હોય ત્યારે તે સર્વશ્રેષ્ઠ કાર્ય રજૂ કરવા સક્ષમ હોય છે અને જ્યારે બહાર દઝાડી નાખતી ગરમી (scorchingly hot) કે થીજાવી નાખતી ઠંડી (freezingly cold) હોય ત્યારે પણ તેની સમસ્થિતિને સર્વોત્તમ રીતે જાળવી કે ટકાવી રાખવાની ઈચ્છા રાખે છે. તે તેની સમસ્થિતિને



આકૃતિ 13.3 : સજૈવિક પ્રતિક્રિયાનું આલેખીય નિરૂપણ

ઘરમાં, મુસાફરી કરતી વખતે કારમાં અને તેના કાર્યસ્થળે ઉનાળામાં વાતાનુકૂલક (air conditioner) તથા શિયાળામાં તાપક-સગડી (heater) દ્વારા પ્રાપ્ત કરી શકે છે. ત્યારે ભલે તેની / તેણીની આસપાસ હવામાનની સ્થિતિ અસ્વીકાર્ય જેવી હોય તેમ છતાં તેની / તેણીની પોતાની કાર્યક્ષમતા હંમેશાં મહત્તમ હશે. અહીં વ્યક્તિની સમસ્થિતિને દેહધાર્મિક કે શારીરિક રીતે નહિ પરંતુ કૃત્રિમ સાધનો (artificial means) દ્વારા પરિપૂર્ણ કરવામાં આવે છે. *બીજા સજીવો આવી હાલત (situation) નો સામનો કરી કેવી રીતે રહી શકે છે ?* ચાલો, આપણે વિવિધ શક્યતાઓ તરફ નજર કરીએ (આકૃતિ 13.3).

(i) ***નિયમન કરવું (Regulate) :*** કેટલાક સજીવો દેહધાર્મિક-physiological (ક્યારેક આચરણ કે વર્તણૂકને લગતા વ્યાવહારિક પણ-behavioural) સાધનો દ્વારા સમસ્થિતિને જાળવી રાખવા સક્ષમ હોય છે કે જેઓ શરીરનું તાપમાન (દૈહિક તાપમાન) તથા આસૃતિક સાંદ્રતા વગેરે સામે સ્થિર હોવાની ખાતરી આપે છે. બધાં જ પક્ષીઓ અને સસ્તનો (સ્તનધારીઓ-mammals) તથા ખૂબ જ નિમ્ન કક્ષાના પૃષ્ઠવંશી અને અપૃષ્ઠવંશી (lower vertebrate and invertebrate) સજીવોની જાતિઓ વાસ્તવમાં આવું નિયમન (ઉષ્મીય નિયમન અને આસૃતિ નિયમન-thermoregulation and osmoregulation) કરવા કાર્યદક્ષ છે. ઉદ્‌વિકાસકીય જીવશાસ્ત્રીઓ માને છે કે સસ્તન પ્રાણીઓની સફળતા તેમના શરીરનું તાપમાન જાળવી રાખવાની ક્ષમતાને કારણે છે પછી ભલે તેઓ એન્ટાર્કટિકા (Antarctica)માં રહેતા હોય કે સહારાના રણ (Sahara desert)માં.

મોટા ભાગનાં સસ્તનો દ્વારા તેમનાં શરીરના તાપમાનનું નિયમન કરવા માટે જે ક્રિયાવિધિ અપનાવવામાં આવે છે તે એ પ્રકારની છે કે જેવી આપણે મનુષ્યો અપનાવીએ છીએ. આપણે શરીરનું તાપમાન 37° સે સ્થાયી રાખીએ છીએ. ઉનાળામાં, જ્યારે બહારનું તાપમાન આપણા શરીરના તાપમાન કરતાં વધારે હોય ત્યારે અતિશયપણે પરસેવો (profusely sweat) થાય છે. ગરમીના પરિણામ સ્વરૂપ બાષ્પીભવનથી થતી શીતળતા (evaporative cooling) એવી જ છે કે જેવી રણમાં શીતક (કૂલર-cooler)ની કામગીરી કરી શરીરનું તાપમાન નીચું લાવે છે. શિયાળામાં, જ્યારે પર્યાવરણનું તાપમાન 37° સે કરતાં ખૂબ વધારે નીચું હોય ત્યારે આપણે કાંપવા લાગીએ (shiver) છીએ કે ધ્રૂજારી પામીએ છીએ જે એક પ્રકારની કસરત છે જેનાથી ઉષ્મા પેદા થાય છે અને શરીરનું તાપમાન ઊંચું આવે છે. જ્યારે બીજી બાજુ વનસ્પતિઓ, તેમનું આંતરિક તાપમાન સ્થિર જાળવી રાખવા માટે આવી કોઈ પણ ક્રિયાવિધિ ધરાવતી નથી.

(ii) ***અનુકૂળ થવું (Conform) :*** પ્રાણીઓની ધાર્યા કરતા વધારે બહુમતી-overwhelming majority (લગભગ 99 %) અને લગભગ બધી જ વનસ્પતિઓ તેમનું આંતરિક પર્યાવરણ સ્થિર જાળવી શકતા નથી. તેમના શરીરનું તાપમાન આસપાસના પરિસરના તાપમાન અનુસાર બદલાયા કરે છે. જલીય પ્રાણીઓમાં, દેહજળની આસૃતિ સાંદ્રતા જે તેમની આસપાસની હવા તેમજ પાણીની સાંદ્રતા મુજબ બદલાયા કરે છે. આ પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ સર્વથા અનુકૂલિત સજીવો (અનુવર્તીઓ-conformers) કહેવાય છે. સજીવોના સ્થાયી (અચળ) આંતરિક પર્યાવરણના લાભને ધ્યાનમાં લેતાં, આપણે એ અવશ્ય પૂછવું જોઈએ કે આ અનુકૂલિત સજીવો શા માટે વિકસિત થઈને નિયામકી સજીવો (નિયામકો-regulators) બન્યા નથી. આપણે ઉપર જે મનુષ્યનાં સાદૃશ ઉદાહરણનો ઉપયોગ કર્યો છે તેને યાદ કરો; કેટલા લોકોને નહિ ગમે કે તેમની પાસે પણ એક વાતાનુકૂલક હોય ? અને કેટલા લોકો છે કે જેઓને તે પરવડી શકે છે કે તેને ખરીદી શકે છે ? ઘણા લોકો સર્વથા એવા છે કે જેઓ ઉનાળાની ગરમીના મહિનાઓમાં પોતાનો પરસેવો નીકળી જવા દે છે અને ઉપઅનુકૂલતમ કામગીરી (suboptimal performance)થી સંતોષ માની લે છે. ઘણા સજીવો માટે ઉષ્મીયનિયમન એ ઊર્જાની રીતે ખર્ચાળ હોય છે. છછૂંદરો (shrews) અને રંગબેરંગી ગુંજન પક્ષીઓ (humming birds) જેવા નાનાં પ્રાણીઓ માટે તે સવિશેષ સાચું છે. ઉષ્મા (ગરમી) ગુમાવવી કે ઉષ્મા મેળવવી એ સપાટીય ક્ષેત્રફળની કાર્યકી છે. ત્યારે નાનાં પ્રાણીઓનું સપાટીય ક્ષેત્રફળ તેમના કદ-પરિમાણની સાપેક્ષે વધારે હોય છે, જેથી જ્યારે બહારની બાજુએ ઠંડી હોય છે ત્યારે તેઓ તેમના શરીરની ઉષ્મા ખૂબ જ ઝડપથી ગુમાવવાનું વલણ (tend) દાખવે છે; આવી પરિસ્થિતિમાં તેઓને ચયાપચય દ્વારા શરીરની ઉષ્મા પેદા કરવા માટે ખૂબ જ વધારે ઊર્જાનો ખર્ચ કરવો પડે છે. આ જ મુખ્ય કારણથી ખૂબ નાનાં પ્રાણીઓ ધ્રુવ પ્રદેશોમાં ભાગ્યે જ જોવા મળે છે. ઉદ્‌વિકાસના સમયગાળા દરમિયાન, સ્થાયી આંતરિક પર્યાવરણ જાળવી

રાખવાની કિંમત અને લાભ (cost and benefit)નો વિચાર ધ્યાને લેવામાં આવે છે. કેટલીક જાતિઓએ નિયમન કરવાની ક્ષમતા વિકસિત કરી લીધી છે, પરંતુ માત્ર પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓની સીમિત મર્યાદામાં જ (in limited range). જો તે મર્યાદા બહાર (મર્યાદાથી વધારે) હોય તો તેઓ સર્વથા અનુકૂળ થાય છે.

જો બાહ્ય પરિસ્થિતિ તણાવપૂર્ણ હોય ત્યારે સજીવો પાસે જીવિતતા માટે અન્ય બે વિકલ્પો હોય છે. ફક્ત થોડાક સમયગાળા માટે સ્થાયી થઈ જાય છે અથવા જે-તે સ્થિતિમાં એ જ જગ્યાએ રહી જાય છે.

(iii) ***સ્થળાંતર કરવું (Migrate) :*** સજીવ તણાવપૂર્ણ નિવાસસ્થાનમાંથી હંગામી ધોરણે (અસ્થાયીરૂપે-temporarily), સ્થળાંતરિત થઈ વધુ અનુકૂળ (આતિથ્યશીલ-hospitable) વિસ્તારમાં જતા રહે છે અને જ્યારે તણાવપૂર્ણ સમય સમાપ્ત થાય કે તણાવપૂર્ણ વખત વીતી જાય ત્યારે તેઓ જે-તે સ્થળે પાછા આવી જાય છે. સાદૃશ્ય રીતે મનુષ્યમાં, આ રણનીતિ (strategy) એવી છે કે, ઉનાળાના ગરમીના દિવસો દરમિયાન વ્યક્તિ દિલ્હી (Delhi)માંથી સિમલા (Shimla) ખસી જાય છે. ઘણાં પ્રાણીઓ, તેમાં પણ ખાસ કરીને પક્ષીઓ, શિયાળા દરમિયાન લાંબા અંતરનો પ્રવાસ કરીને વધુ અનુકૂળ વિસ્તારોમાં સ્થળાંતરિત થઈ જાય છે. દરેક શિયાળામાં રાજસ્થાન (Rajasthan)માં ખૂબ જ જાણીતો કેવલાદેવ રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન-ભરતપુર-Keoladeo National Park-Bharatpur) એ સાઈબેરિયા (Siberia) અને અન્ય અતિશય ઠંડા ઉત્તરિય વિસ્તારોમાંથી આવતાં હજારો પ્રવાસી પક્ષીઓનું યજમાન (host) સ્થળ બની સ્વાગત કરે છે.

(iv) ***મુલતવી રાખવું (Suspend) :*** બૅક્ટેરિયા, ફૂગ તથા નિમ્ન કક્ષાની વનસ્પતિઓ એ વિવિધ પ્રકારના જાડી દીવાલવાળા બીજાણુઓ (thick walled spores)નું સર્જન કરે છે કે જેનાથી તેમને પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં જીવિત રહેવા માટે મદદ મળે છે - યોગ્ય (ઉચિત) પર્યાવરણ પ્રાપ્ત થતાં તેઓ અંકુરિત થઈ જાય છે. ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં, બીજ અને કેટલીક બીજી વાનસ્પતિક પ્રાજનનિક સંરચનાઓ તેમના વિકિરણમાં મદદ કરવા ઉપરાંત તણાવના સમયગાળાને પાર પાડવાના સાધન સ્વરૂપે કામ આવે છે. અનુકૂળ તાપમાન અને ભેજની પરિસ્થિતિઓમાં તેઓ નવા છોડ સ્વરૂપે અંકુરિત થાય છે. સુષુપ્તાવસ્થા (dormancy)માં તેઓ તેમની ચયાપચયિક ક્રિયાઓ ઘટાડી દે છે.

પ્રાણીઓમાં, સજીવો જો સ્થળાંતરણ (પ્રવાસ) કરવા માટે અસમર્થ હોય, તો તેઓ તે સમયે ત્યાંથી પલાયન થઈ (ભાગી જઈ-escaping) તણાવને ટાળી દે છે. શિયાળા દરમિયાન રીંછ શીતનિંદ્રા (hibernation)માં જતા રહેવાનો જાણીતો કિસ્સો તથા એ સમયે ત્યાંથી ભાગી છૂટવાનું એક ઉત્તમ ઉદાહરણ છે. કેટલીક ગોકળગાય અને માછલીઓ ગરમી તથા જળશુષ્કન જેવી ઉનાળા સંબંધિત સમસ્યાઓને ટાળવા ગ્રીષ્મનિંદ્રા (aestivation)માં જતી રહે છે. પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓમાં સરોવરો તથા તળાવોમાં ઘણી પ્રાણીપ્લવકોની જાતિઓ સુષુપ્તાવસ્થા ધારણ કરવા માટે જાણીતી છે (dispause-વિપરિત પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓ સામે વિકાસમાં વિલંબ કરતી પ્રાણીઓની સુષુપ્તતાની શારીરિક અવસ્થા-પ્રાણી સુષુપ્ત અવસ્થા). સુષુપ્ત અવસ્થા (diapause) કે જે નિલંબિત વિકાસની એક અવસ્થા છે.

13.1.3 અનુકૂલનો (Adaptations)

સજીવોના પર્યાવરણમાં અત્યંત કઠિન પરિસ્થિતિઓ હોય ત્યારે તેનો સામનો કરવા માટે સજીવો ઉપલબ્ધ અનેકવિધ વિકલ્પોને અપનાવતા નજરે જોયા છે કે જ્યાં કેટલાક સજીવો ચોક્કસ દેહધાર્મિક વ્યવસ્થા (ગોઠવણ) દ્વારા પ્રતિક્રિયા આપવા સક્ષમ હોય છે જ્યારે બીજા કેટલાક પોતાની વર્તણૂક દ્વારા વ્યાવહારિક રીતે પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓ સામે પ્રતિક્રિયા કરે છે (અસ્થાયી રૂપે ઓછા તણાવયુક્ત નિવાસસ્થાન તરફ સ્થળાંતર કરીને). આ પ્રતિક્રિયાઓ વાસ્તવમાં તેમનાં અનુકૂલનો પણ છે. તેથી, આપણે કહી શકીએ કે **અનુકૂલન** એ સજીવનું કોઈ એક સવિશેષ લક્ષણ (બાહ્યાકારકીય-morphological, દેહધાર્મિક-physiological, વ્યાવહારિક-behavioural) છે જે સજીવને તેના નિવાસસ્થાન (આવાસ)માં જીવિત રહેવા માટે અને પ્રજનન કરવા માટે યોગ્ય બનાવે છે. ઘણાં અનુકૂલનો લાંબા ઉદ્‌વિકાસકીય (evolutionary) સમયની યાત્રા બાદ વિકસિત થયા છે અને જનીનિક રીતે સ્થાયી બન્યા છે. પાણીના બાહ્ય સ્રોતની ગેરહાજરીમાં, ઉત્તર અમેરિકાના રણમાં કાંગારુ ઉંદર (kangaroo rat) પાણીને લગતી તમામ જરૂરિયાતો તેની આંતરિક ચરબીના ઑક્સિડેશન (કે જેમાં પાણી ઉપપેદાશ છે) દ્વારા પૂર્ણ કરવામાં સક્ષમ છે. તે તેના

મૂત્ર (urine)ને સાંદ્ર બનાવવાની ક્ષમતા પણ ધરાવે છે તેથી તે ઉત્સર્ગ પેદાશો (excretory products)ના નિકાલ માટે પાણીનો ઓછા પ્રમાણમાં ઉપયોગ કરે છે.

ઘણી રણની વનસ્પતિઓ તેમનાં પર્ણોની સપાટી પર જાડું ક્યુટિકલ ધરાવે છે અને બાષ્પોત્સર્જન દ્વારા થતો પાણીનો વ્યય ઘટાડવા તેમના પર્ણરંધ્રો ઊંડા ગર્તો (deep pits)માં ગોઠવાયેલા છે. તેઓ વિશિષ્ટ પ્રકાશસંશ્લેષી માર્ગ (CAM-Crassulacean Acid Metabolism) પણ ધરાવે છે જે દિવસના સમય દરમિયાન તેમના પર્ણરંધ્રો બંધ રાખવા યોગ્ય બનાવે છે. કેટલીક ફાફડાથોર (*Opuntia*) જેવી રણની વનસ્પતિઓ પર્ણો ધરાવતી નથી–તેઓ રૂપાંતરિત થઈ કંટકોમાં ફેરવાઈ જાય છે–પ્રકાશસંશ્લેષણનું કાર્ય ચપટા પ્રકાંડ દ્વારા પરિપૂર્ણ કરવામાં આવે છે.

ઠંડી આબોહવાયુક્ત વિસ્તારનાં સસ્તન પ્રાણીઓ સામાન્ય રીતે ઉષ્માનો વ્યય ઘટાડવા ટૂંકા કાન અને ટૂંકા ઉપાંગો ધરાવે છે (જેને એલનનો નિયમ-Allen's Rule કહેવાય છે). ધ્રુવીય સમુદ્રોમાં સીલ (seal) જેવા જલિય સસ્તનો તેમની ત્વચાની નીચે ચરબીનું જાડું થર (blubber-દરિયાઈ પ્રાણીજ ચરબી) ધરાવે છે જે ઉષ્માઅવરોધક (insulator) તથા શરીરની ગરમી (દૈહિક ઉષ્મા)ને ઘટાડવા કામ આવે છે.

કેટલાક સજીવો દેહધાર્મિક અનુકૂલનો ધરાવે છે કે જે તેમને તણાવભરી પરિસ્થિતિ (હાલત) સામે ત્વરિત પ્રતિક્રિયા અપનાવવા દે છે. જો ક્યારેક તમને કોઈ વધુ ઊંચાઈવાળા ઉત્તુંગ વિસ્તારો > 3500 મીટરથી વધુ-મનાલી પાસે રોહતંગ ઘાટ (Rohtang Pass) અને લેહમાં જવાનું થાય તો તમે ઉત્તુંગતા બીમારી (altitude sickness-ઊંચાઈ સંબંધિત બીમારી)નો અવશ્ય અનુભવ કર્યો હશે. ઉબકા (nausea), થકાવટ (fatigue) તથા હૃદયના ધબકારા વધવા (heart paipitations) વગેરે સમાવિષ્ટ આ બીમારીનાં લક્ષણો છે. આનું કારણ એ જ છે કે વધુ ઊંચાઈ ધરાવતા વિસ્તારોમાં વાતાવરણીય દબાણ ઓછું હોય છે, જેના કારણે શરીરને પૂરતો ઑક્સિજન મળતો નથી. પરંતુ ધીમે-ધીમે તમે સ્થાનિક હવામાનને સાનુકૂળ (acclimatized-પર્યાનુકૂલિત) થઈ જશો અને તમને ઉત્તુંગતા બીમારી અનુભવવાનું અટકી જશે. તમારા શરીરે આ સમસ્યાનું સમાધાન કેવી રીતે કર્યું ? તમારું શરીર લાલ રુધિર કોષો (red blood cells-રક્તકણો)નું ઉત્પાદન વધારીને, હિમોગ્લોબીનની બંધન-ક્ષમતા (binding affinity) ઘટાડીને તથા શ્વસનદરમાં વધારો કરીને ઓછા ઑક્સિજનની ઉપલબ્ધિ ભરપાઈ (ક્ષતિપૂર્તિ) કરે છે. *હિમાલયની વધુ ઊંચાઈમાં અનેક જનજાતિઓ (tribes) રહે છે. તમે એ શોધી કાઢો કે, સપાટ મેદાની વિસ્તારોમાં રહેતા લોકો કરતાં એ જનજાતિઓમાં સામાન્યતઃ લાલ રુધિર કોષોની સંખ્યા (કે કુલ હિમોગ્લોબીન) વધારે હોય છે.*

મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં, ચયાપચયિક પ્રક્રિયાઓ અને તે સંલગ્ન બધાં જ દેહધાર્મિક કાર્યો ઓછી (સાંકડી-narrow) તાપમાન ક્ષેત્રમર્યાદામાં ઇષ્ટત્તમ રીતે આગળ વધે છે (મનુષ્યોમાં તે 37° છે). પરંતુ એવા સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ (આર્કીબૅક્ટેરિયા–archaebacteria) પણ છે જે ગરમ પાણીના ઝરાઓ તથા ગાઢ સામુદ્રિક ઉષ્ણતાપીય નિકાલ માર્ગો (vents) કે જ્યાં તાપમાન 100° થી પણ વધારે હોય છે ત્યાં ખૂબ ફૂલેફાલે (flourish) છે. આ કેવી રીતે શક્ય છે ?

ઘણી માછલીઓ એન્ટાર્કટિકા (દક્ષિણ ધ્રુવપ્રદેશ)ના અતિશીતળ પાણીમાં ખૂબ ઝડપથી વિકાસ સાધે છે કે જ્યાં તાપમાન હંમેશાં શૂન્ય કરતાં પણ નીચે રહે છે. *તેઓ તેમના દેહજળને ઠરી જતું (થીજી જતું-freezing) અટકાવી રાખવા કેવી રીતે વ્યવસ્થાપન કરે છે ?*

ખારા પાણીના અપૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓની અનેક જાતિઓ અને માછલીઓ મહાસાગરની ખૂબ જ ઊંડાઈએ રહે છે કે જ્યાંનું દબાણ એ સામાન્ય વાતાવરણીય દબાણ જે આપણે જમીન પર અનુભવીએ છીએ તેનાં કરતાં 100 ગણું વધારે હોય છે. *તેઓ આવા જબરદસ્ત કચડી નાખતા દબાણ (crushing pressure)માં કેવી રીતે રહે છે ? અને શું તેઓ કોઈ વિશિષ્ટ ઉત્સેચકો ધરાવે છે ?* આવી અત્યંત કઠિન પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિઓમાં રહેવાવાળા સજીવો જૈવરાસાયણિક અનુકૂલનોની આકર્ષક (મોહક-fascinating) ગોઠવણી (વ્યૂહરચના-array) દર્શાવે છે.

કેટલાક સજીવો તેમના પર્યાવરણમાં થતા પરિવર્તનનો સામનો કરવા માટે વ્યાવહારિક વર્તણૂકની પ્રતિક્રિયા દર્શાવે છે. તેમના નિવાસસ્થાનના ઊંચા તાપમાનને પહોંચી વળવા માટે સસ્તન પ્રાણીઓ દેહધાર્મિક ક્ષમતા ધરાવે છે. આ ક્ષમતાનો રણની ગરોળીઓ (desert lizards)માં અભાવ હોય છે, પરંતુ તે વ્યાવહારિક ઉપાયો (પ્રયુક્તિઓ) દ્વારા પોતાના શરીરનું તાપમાન એકદમ સ્થિર (અચળ) રાખવા વ્યવસ્થાપન કરે છે. જ્યારે તેમનું તાપમાન સુવિધાયુક્ત ક્ષેત્ર-વિસ્તાર (અનુકૂળ ક્ષેત્ર મર્યાદા)થી નીચે જતું રહે છે ત્યારે તેઓ સૂર્યપ્રકાશમાં તડકાનો

આનંદ માણી (bask) અને ઉષ્મા અવશોષિત કરે છે પરંતુ જ્યારે પરિસરનું (આસપાસનું-ambient) તાપમાન વધવા લાગે ત્યારે તે છાંયડામાં ચાલી જાય છે. ઘણી જાતિઓમાં જમીન ઉપરની ગરમી (ઉષ્મા)થી બચવા-છુપાવા (hide) કે છટકી જવા (escape) માટે માટીમાં દર ખોદવા (burrowing)ની ક્ષમતા હોય છે.

13.2 વસ્તી (Populations)

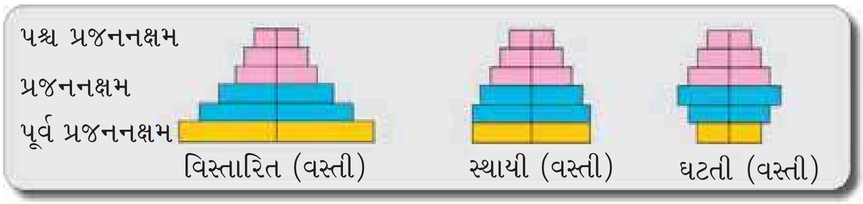
13.2.1 વસ્તીનાં સવિશેષ લક્ષણો (Population Attributes)

પ્રકૃતિમાં, આપણને કોઈ પણ જાતિના એક વ્યક્તિગત સજીવ (individuals)નાં દર્શન ભાગ્યે જ થાય છે; તેમાંના મોટા ભાગના સારી રીતે વિકાસ પામેલા ભૌગોલિક વિસ્તારમાં સમૂહોમાં રહે છે. એકસરખા સ્રોતો માટે, ભાગીદારી કે સ્પર્ધા (share or compete) કરે છે, આંતરપ્રજનન કરે છે, સંભવિત રીતે આંતરજાતીય (મિશ્રજાતીય-interbreed) હોય છે અને આ પ્રકારે તેઓ વસ્તીની રચના કરે છે. જોકે આંતરપ્રજનન શબ્દ લિંગીપ્રજનન માટે સૂચિત છે, અલિંગીપ્રજનનના પરિણામ સ્વરૂપ ઉદ્ભવતા સજીવોના સમૂહને પણ પરિસ્થિતિકીય અભ્યાસના હેતુ માટે સામાન્યતઃ વસ્તી તરીકે માનવામાં આવે છે. ભેજયુક્ત જમીનમાં બધા જ દરિયાઈ પક્ષીઓ (cormorants), ત્યજાયેલ વસવાટમાં રહેતા ઉંદરો (abandoned dwelling), વનક્ષેત્રનાં સાગના વૃક્ષો (teakwood trees), સંવર્ધન પાત્રમાંના બૅક્ટેરિયા તથા તળાવમાં કમળના છોડવાઓ વસ્તીનાં કેટલાક ઉદાહરણો છે. અગાઉનાં પ્રકરણોમાં તમે એ શીખ્યાં છો તેમ છતાં પણ વ્યક્તિગત સજીવ એ છે કે જે પરિવર્તિત પર્યાવરણનો સામનો (cope) કરે, વસ્તીના સ્તરે પ્રાકૃતિક પસંદગી દ્વારા ઇચ્છિત લક્ષણોને વિકસિત કરવાનું સંચાલન થાય છે. આથી, વસ્તી પરિસ્થિતિવિદ્યા એ પરિસ્થિતિવિદ્યાનું એક મહત્ત્વનું ક્ષેત્ર છે, કારણ કે તે પરિસ્થિતિવિદ્યાને વસ્તી જનીનવિદ્યા (population genetics) અને ઉદ્વિકાસ (evolution) સાથે જોડે છે.

વસ્તી ચોક્કસ લક્ષણો ધરાવે છે જે વ્યક્તિગત સજીવમાં હોતા નથી. વ્યક્તિગત સજીવ જન્મે છે અને મૃત્યુ પણ પામે છે પરંતુ વસ્તી જન્મદર (birth rate) અને મૃત્યુદર (death rate) ધરાવે છે. વસ્તીમાં આ દર ક્રમશઃ પ્રતિ વ્યક્તિ (માથા દીઠ-per capita) જન્મદર અને મૃત્યુદર ઉલ્લેખાય છે. તેથી આ દરને વસ્તીના સભ્યોની સાપેક્ષે સંખ્યામાં થતા ફેરફાર (વધવું કે ઘટવું) સ્વરૂપે પ્રદર્શિત કરાય છે. અહીં એક ઉદાહરણ આપેલ છે. જો કોઈ તળાવમાં પાછલાં વર્ષમાં કમળના 20 છોડ હતા અને પ્રજનન દ્વારા 8 નવા છોડ ઉમેરાયા, જેથી વર્તમાન વસ્તી 28 થઈ જાય છે, તો આપણે જન્મદરને $8/20 = 0.4$ સંતતિ પ્રતિ કમળ પ્રતિ વર્ષ હિસાબથી ગણતરી કરીએ છીએ. જો પ્રયોગશાળામાં કુલ 40 ફળમાખીઓ (fruit flies)ની વસ્તીમાંથી 4 વ્યક્તિગત ફળમાખીઓ દર્શાવેલ ચોક્કસ સમયાંતરે - માની લો કે એક અઠવાડિયા દરમિયાન મૃત્યુ પામે છે, તો એ સમય દરમિયાન વસ્તીમાં મૃત્યુદર $4/40 = 0.1$ વ્યક્તિગત પ્રતિ ફળમાખી પ્રતિ અઠવાડિયા પ્રમાણે કહેવાશે.

વસ્તીનું બીજું વિશિષ્ટ લક્ષણ લિંગપ્રમાણ (sex ratio) એટલે કે નર કે માદાનું પ્રમાણ છે. વ્યક્તિગત સજીવ નર અથવા માદા બંનેમાંથી એક (either a male or a female) છે, પરંતુ તે વસ્તીનું લિંગપ્રમાણ હોય છે (જેમ કે વસ્તીના 60 % માદા છે અને 40 % નર છે).

કોઈ આપેલ સમયે વસ્તી જુદી-જુદી વયના વ્યક્તિગત સજીવોના સંગઠનથી બનેલી હોય છે. જો વસ્તી માટે વય-વિતરણ (આપેલ વય અથવા વયજૂથના વ્યક્તિગત સજીવોની ટકાવારી)ની રૂપરેખા દોરવામાં આવે છે, તેના પરિણામ સ્વરૂપ બનતી સંરચના વય પિરામિડ (age pyramid) કહેવાય છે (આકૃતિ 13.4). માનવવસ્તી માટે, વય-પિરામિડો



આકૃતિ 13.4 : માનવવસ્તી માટે વય-પિરામિડોનું નિરૂપણ

સામાન્ય રીતે સંયુક્ત આલેખમાં નર અને માદાનું વય-વિતરણ દર્શાવે છે. પિરામિડોનો આકાર વસ્તીની વૃદ્ધિસ્થિતિ (દરજ્જો-status) પ્રતિબિંબિત કરે છે : (a) કે એ વધી રહી છે, (b) સ્થાયી છે કે (c) ઘટી રહી છે.

વસ્તીનું કદ નિવાસસ્થાનમાં તેની સ્થિતિ વિશે આપણને ઘણુંબધું કહી જાય છે. વસ્તીમાં આપણી ઇચ્છા મુજબ ગમે તે પરિસ્થિતિકીય પ્રક્રિયાઓની શોધખોળ કે તપાસ કરીએ, પછી ભલે તે બીજી જાતિઓ સાથેની સ્પર્ધાનું પરિણામ હોય, પરભક્ષીનો પ્રભાવ હોય કે જંતુનાશક વપરાશ (pesticide application)ની અસર હોય, આપણે તેનું મૂલ્યાંકન હંમેશાં વસ્તીના કદમાં થતા કોઈ પરિવર્તનના સંદર્ભ (terms)માં જ કરીએ છીએ. પ્રકૃતિમાં, વસ્તીના કદની કોઈ પણ વર્ષમાં આટલી ઓછી સંખ્યા 10 થી પણ ઓછી (કોઈ પણ વર્ષે ભરતપુરની ભેજયુક્ત ભૂમિમાં સાઇબેરિયન સારસ) કે ખૂબ જ વધારે-લાખોમાં (તળાવમાં ક્લેમિડોમોનાસ) જઈ શકે છે. વસ્તીનું કદ, વધુ તક્નિકી રીતે (technically) જોઈએ તો **વસ્તીગીચતા-population density** (Nના દરજ્જા તરીકે ઓળખાવાય છે) એ આવશ્યક નથી કે વસ્તીને માત્ર સંખ્યાની રીતમાં જ માપી શકાય. તેમ છતાં વસ્તીગીચતા (density)નું સૌથી વધુ યોગ્ય અને ઉચિત માપ સામાન્ય રીતે તેની કુલ સંખ્યા જ છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં તે અર્થહીન હોય છે અથવા તેનું નિર્ધારણ કરવું મુશ્કેલ હોય છે. કોઈ પણ વિસ્તારમાં જો 200 કોંગ્રેસ ઘાસ (ગાજર ઘાસ-*Parthenium hysterophorus*)ના છોડ છે, પરંતુ એ જ વિસ્તારમાં મોટી છત્રછાયા ધરાવતું ફક્ત એકલું વિશાળ વટવૃક્ષ (banyan tree) પણ છે, તો એમ કહેવું પડે કે ગાજર ગ્રાસના પ્રમાણની સાપેક્ષે વટવૃક્ષની વસ્તીગીચતા ખૂબ જ ઓછી છે, એટલે કે એ સમાજમાં વટવૃક્ષની ગંજાવર ભૂમિકા (enormous role) અવગણવા બરાબર છે. આવા કિસ્સાઓમાં, ટકાવારી આવરણ (percent cover) કે જૈવભાર (biomass) એ વસ્તીના કદનું વધુ અર્થપૂર્ણ માપન છે. જો વસ્તી ખૂબ જ વિશાળ હોય અને ગણતરી અસંભવ છે કે ગણતરીમાં વધુ સમય લાગે એવો છે તો તેની કુલ સંખ્યા એ સરળતાથી અપનાવવા યોગ્ય માપન (adoptable measure) નથી. *જો તમારી પાસે પ્રયોગશાળામાં પેટ્રીડિશમાં બૅક્ટેરિયાનું ઘટ્ટ સંવર્ધન છે તો તેની ગીચતા જાણવાનું સર્વોત્તમ માપન કયું છે ?* ક્યારેક, ચોક્કસ પરિસ્થિતિકીય સંશોધનો (investigations) માટે નિરપેક્ષ (absolute) વસ્તીગીચતા જાણવાની આવશ્યકતા હોતી નથી; સાપેક્ષ ગીચતા (relative density)થી પણ આ ઉદ્દેશ (હેતુ-purpose)ની પૂર્તિ કરી યોગ્ય રીતે નિષ્પક્ષતાથી કામ ચલાવી લેવાય છે. દૃષ્ટાંત (instance) માટે, પ્રતિ પાશ (ગાળિયા-trap) દીઠ પકડવામાં આવેલી માછલીઓની સંખ્યા એ તળાવમાં તેની કુલ વસ્તીગીચતાનું સારુ પર્યાપ્ત માપન છે. આપણે વાસ્તવિક રીતે (actually) ગણતરી કર્યા વગર કે તેને જોયા વગર પરોક્ષ રીતે (indirectly) વસ્તીના કદનો અંદાજ લગાવવાની મોટે ભાગે ઉપકૃતતા (obliged) કરીએ છીએ. આપણાં રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને વાઘ આરક્ષણક્ષેત્રોમાં વાઘની વસ્તી-ગણતરી (census) ઘણી વાર તેનાં પગલાંની નિશાનીઓ તથા મળ ગુટિકાઓ (fecal pellets)ને આધારે થાય છે.

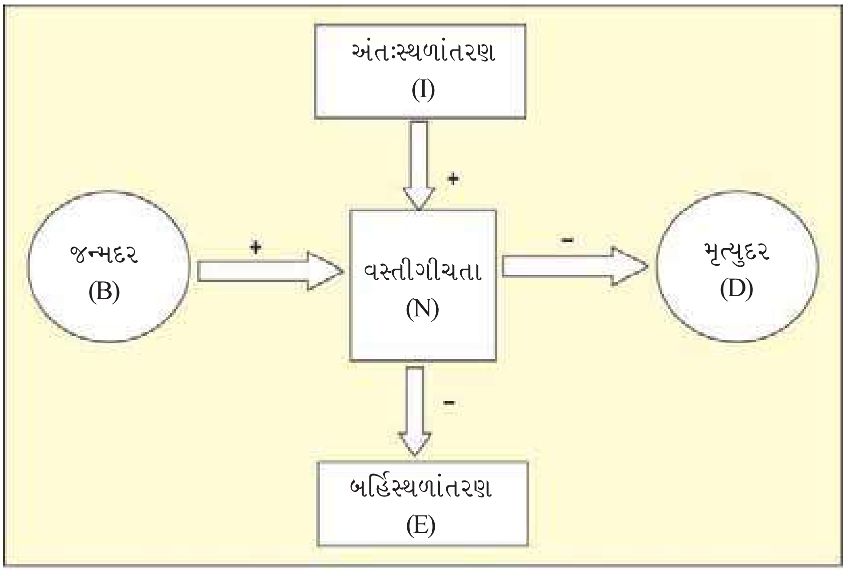
13.2.2 વસ્તીવૃદ્ધિ (Population Growth)

કોઈ પણ જાતિ માટે વસ્તીનું કદ એ સ્થિર માપદંડ (static parameter) નથી. તે સમયે-સમયે બદલાતું રહે છે, જે આહારની ઉપલબ્ધિ, પરભક્ષણ પ્રભાવ અને વિપરિત હવામાન સમાવેશિત વિવિધ પરિબળો પર આધાર રાખે છે. વાસ્તવમાં, વસ્તીગીચતામાં થતા આ ફેરફારો આપણને વસ્તીમાં શું થઈ રહ્યું છે તેનો ખ્યાલ (વિચાર-idea) આપે છે-કે શું તે (વસ્તીગીચતા) વધી રહી છે કે ઘટી રહી છે. અંતિમ કારણ કોઈ પણ રહ્યું હોય, પરંતુ આપેલ સમય દરમિયાન, આપેલ નિવાસસ્થાનોમાં, વસ્તીની ગીચતા એ ચાર મૂળભૂત પ્રક્રિયાઓમાં ફેરફાર થવાને કારણે વધતી-ઘટતી રહે છે. આ ચારમાંથી બે (જન્મદર અને અંતઃસ્થળાંતરણ) વસ્તીગીચતામાં વધારો કરવામાં તથા બે (મૃત્યુદર અને બર્હિસ્થળાંતરણ) તેમાં ઘટાડો કરવામાં ફાળો આપે છે.

(i) ***જન્મદર (Natality) :*** વસ્તીમાં આપેલ સમયગાળા દરમિયાન જન્મની (જન્મ પામતા સજીવોની) એ સંખ્યા તરીકે ઉલ્લેખાય છે, જે આરંભિક ગીચતામાં ઉમેરો કરે છે.

(ii) ***મૃત્યુદર (Mortality) :*** આપેલ સમયગાળા દરમિયાન વસ્તીમાં મૃત્યુની (મૃત્યુ પામતા સજીવોની) સંખ્યા છે.

(iii) ***અંતઃસ્થળાંતરણ (Immigration) :*** એ જ જાતિના વ્યક્તિગત સજીવોની સંખ્યા વિચારણામાં લેવાય છે, જે આપેલ સમયગાળા દરમિયાન અન્ય જગ્યાએથી નિવાસસ્થાન (વસવાટ)માં ચાલ્યા આવે છે.



આકૃતિ 13.5

(iv) ***બર્હિસ્થળાંતરણ (Emigration) :*** વસ્તીના સજીવોની એ સંખ્યા વિચારણામાં લેવાય છે જે આપેલ સમયગાળા દરમિયાન નિવાસસ્થાન છોડીને બીજે ક્યાંક ચાલ્યા ગયા છે.

તેથી, જો t સમયે વસ્તીગીચતા N છે ત્યારે t + 1 સમયે તેની ગીચતા $N_{t+1} = N_t + [(B + I) - (D + E)]$ છે.

તમે ઉપર આપેલ સમીકરણમાં જોઈ શકો છો કે, જો જન્મ લેતા સજીવોની સંખ્યા (+) અંતઃસ્થળાંતરિત સજીવોની સંખ્યા (B + I) એ મૃત્યુ પામતા સજીવોની સંખ્યા (+) બર્હિસ્થળાંતરિત સજીવોની સંખ્યા (D + E) કરતાં વધારે હોય તો વસ્તીગીચતા વધશે, નહિતર તે ઘટી જશે. સામાન્ય પરિસ્થિતિમાં, જન્મ અને મૃત્યુ એ વસ્તીગીચતાને અસર કરતા સૌથી મહત્ત્વપૂર્ણ પરિબળો છે, બીજાં બે પરિબળો ફક્ત વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિઓમાં જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે તેમ ધારણા કરવામાં આવે છે. ઉદાહરણ તરીકે જો નિવાસસ્થાનની વસ્તી-વસાહતો હમણાં નવી જ બની છે (just being colonized), તો વસ્તીવૃદ્ધિમાં જન્મદર કરતાં અંતઃસ્થળાંતરિત સજીવોનો ફાળો વધુ નોંધપાત્ર (more significantly) હોય છે.

વૃદ્ધિ-નમૂનાઓ (Growth Models) : શું વસ્તીની વૃદ્ધિ સમયની સાથે કોઈ વિશિષ્ટ અને ભવિષ્ય ભાખવા યોગ્ય ભાત કે પ્રણાલિકા (predictable pattern) દર્શાવે છે ? આપણે આપણા દેશમાં નિરંકુશ (unbridled) માનવવસ્તી વૃદ્ધિ તથા તેના દ્વારા ઉદ્ભવતી સમસ્યાઓ વિશે ચિંતિત છીએ અને તેથી જ જો કુદરતમાં જુદી-જુદી વસ્તીઓ આ જ પ્રકારે વર્તે કે વૃદ્ધિ પર થોડો અંકુશ (restraint) દર્શાવે તો તે માટે આપણી જિજ્ઞાસા સ્વાભાવિક છે. વસ્તીવૃદ્ધિને કેવી રીતે નિયંત્રણમાં રાખી શકાય તેના વિશે કદાચ પ્રકૃતિ પાસેથી એકબે બોધપાઠ શીખી શકીએ છીએ.

(i) ***ચરઘાતાંકીય વૃદ્ધિ (Exponential Growth) :*** કોઈ વસ્તીની અબાધિત વૃદ્ધિ (unimpeded growth) માટે સંસાધન કે સ્રોત (ખોરાક અને જગ્યા)ની ઉપલબ્ધિ દેખીતી રીતે આવશ્યક છે. આદર્શ રીતે, જ્યારે નિવાસસ્થાનમાં સંસાધનો કે સ્રોતો અમર્યાદિત હોય છે ત્યારે દરેક જાતિ તેની સંખ્યામાં વૃદ્ધિ કરવાની તેની જન્મજાત શક્તિનો સંપૂર્ણપણે અનુભવ કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે, જેવું કે ડાર્વિને (Darwin) જ્યારે પ્રાકૃતિક પસંદગીનો તેનો સિદ્ધાંત વિકસતો હતો ત્યારે અવલોકન કર્યું હતું, ત્યારે ચરઘાતાંકીય કે ભૌમિતિક શૈલી (geometric fashion)માં વસ્તીવૃદ્ધિ હતી. જો N કદની વસ્તીમાં, જન્મદર (કુલ સંખ્યા નહિ પરંતુ પ્રતિ વ્યક્તિ જન્મ) હોય તો b રૂપે તથા મૃત્યુદર (પ્રતિ વ્યક્તિ મૃત્યુ) d ના રૂપે પ્રસ્તુત કરવામાં આવે છે, ત્યારે એકમ સમયઅવધિ t (dN/dt) દરમિયાન વધારો કે ઘટાડો

નીચે પ્રમાણે થશે :

$$dN/dt = (b - d) \times N$$

અહીં માનો કે $(b–d) = r$ છે, ત્યારે

$$dN/dt = rN \text{ થશે.}$$

આ સમીકરણમાં ‘r’ પ્રાકૃતિક વૃદ્ધિનો આંતરિક દર (intrinsic rate of natural increase) કહેવાય છે તથા તેને વસ્તીવૃદ્ધિ પર કોઈ પણ જૈવિક કે અજૈવિક પરિબળની અસર (પ્રભાવ)ને નક્કી કરવા માટેના ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ માપદંડ માનવામાં આવે છે.

‘r’ મૂલ્યોના પરિમાણ (magnitude) વિશે તમને થોડોક ખ્યાલ આપવા ઉદાહરણ સ્વરૂપ નોર્વેના ઉંદરો (Norway rat) માટે ‘r’ = 0.015 છે તથા લોટમાં પડતી રાતી જીવાત (ધનેડા-flour beetle) માટે ‘r’ = 0.12 છે. 1981માં, ભારતમાં માનવવસ્તી માટે ‘r’નું મૂલ્ય 0.0205 હતું. *વર્તમાન ‘r’ નું મૂલ્ય કેટલું છે તે શોધો. તેની ગણતરી માટે, તમને જન્મદર તથા મૃત્યુદરની જાણ હોવી જરૂરી છે.*

ઉપર આપવામાં આવેલ સમીકરણ વસ્તીની ચરઘાતાંકીય કે ભૌમિતિક વૃદ્ધિ ભાત વર્ણવે છે (આકૃતિ 13.6) તથા જ્યારે આપણે વસ્તીગીચતા (N)ને સમય (t)ની સાપેક્ષે આલેખિત કરીએ છીએ ત્યારે તેની ફલશ્રુતિએ J આકારનો વક્ર મળે છે, જો તમે મૂળભૂત કલન (ગણતરીની વિશિષ્ટ પદ્ધતિ)થી પરિચિત છો, તો તમે ચરઘાતાંકીય વૃદ્ધિના સંકલિત સ્વરૂપને નીચે પ્રમાણે અલગ તારવી શકો છો :

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

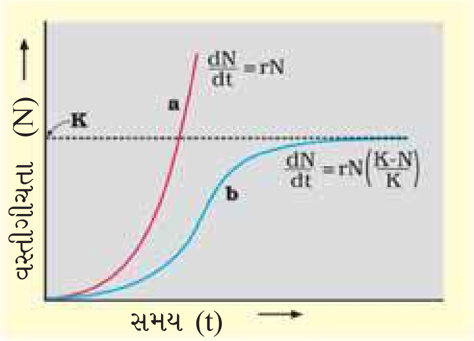
જ્યાં

N_t = t સમય પછી વસ્તીગીચતા

N_0 = શૂન્ય સમયે વસ્તીગીચતા

r = પ્રાકૃતિક વધારાનો આંતરિક દર

e = પ્રાકૃતિક લઘુગુણકનો આધાર (2.71828)



આકૃતિ 13.6 : વસ્તીવૃદ્ધિ વક્ર
(a) જ્યારે પ્રતિક્રિયાઓ વૃદ્ધિને સીમિત કરતી નથી ત્યારે આલેખ ચરઘાતાંકીય છે. (b) જ્યારે પ્રતિક્રિયાઓ વૃદ્ધિને સીમિત કરે છે ત્યારે આલેખ સંભાવ્ય છે.
(k) વહન-ક્ષમતા છે

અમર્યાદિત સ્રોતની પરિસ્થિતિઓમાં ચરઘાતાંકીય રીતે વૃદ્ધિ પામતી કોઈ પણ જાતિ ઓછા સમયમાં જ ખૂબ જ વિશાળ વસ્તીગીચતા સુધી પહોંચી જાય છે. ડાર્વિને દર્શાવ્યું કે હાથી જેવું ધીમે વૃદ્ધિ પામતું પ્રાણી પણ તેની વસ્તી-ગીચતામાં રોક ન હોવા પર કે અંકુશના અભાવ (absence of checks)માં વિશાળ સંખ્યા સુધી પહોંચી શકે છે. ચરઘાતાંકીય રીતે વૃદ્ધિ કરવા પર વિશાળ વસ્તી કેવી રીતે ઝડપથી નિર્માણ પામે છે તેના નાટકીય ઢબે નમૂના રૂપ નિરૂપણ (dramatically demonstrate) વિશે નીચે પ્રમાણેનું લોકપ્રિય રમૂજી ટુચકું (anecdote) સાંભળ્યું છે.

રાજા અને પ્રધાન શતરંજની રમત (chess game) રમવા બેઠા. રમતની જીતનો વિશ્વાસ ધરાવતો રાજા, પ્રધાન દ્વારા સૂચિત કોઈ પણ શરત (bet) સ્વીકારવા તૈયાર હતો. પ્રધાને નમ્રતાપૂર્વક કહ્યું કે જો તે જીતી જશે તો, તે માત્ર થોડાક ઘઉંના દાણા (wheat grains) લેવાનું ઇચ્છશે, કે જેની માત્રા શતરંજના પટ (chess board) પર રહેલ ચોરસ ખાનાની સંખ્યા પ્રમાણે પ્રથમ ખાનામાં એક દાણો, જ્યારે બીજા ખાનામાં બે, ત્રીજા ખાનામાં ચાર અને ચોથા ખાનામાં આઠ દાણા અને આ પ્રકારે દરેક સમયે ઘઉંના દાણાની પાછલી માત્રાથી બેગણા કરતા રહી તે પછીનાં ખાનાંઓમાં મૂકતા રહેવું કે જ્યાં સુધી બધાં જ 64 ખાનાં ભરાઈ ન જાય. રાજાએ મૂર્ખતાપૂર્ણ લાગતી શરત (seemingly silly bet) માની લીધી અને રમત શરૂ કરી, પરંતુ તેના (રાજાના) દુર્ભાગ્યવશ પ્રધાન જીતી ગયો. રાજાને લાગ્યું કે પ્રધાનની શરત પૂરી કરવી ખૂબ જ સરળ હતી. તેણે પહેલા ખાનામાં એક દાણો મૂકવાની શરૂઆત કરી અને પ્રધાનની સૂચન કરવામાં આવેલ પદ્ધતિ અનુસાર અન્ય ખાનાંઓ આગળ ભરતો ગયો, પરંતુ શતરંજના પટ પર રહેલા અડધા ખાના ભરાવા સુધીમાં તો રાજાને સમજાઈ ગયું અને તેને ધ્રાસકો (ફાળ-dismay) પડ્યો કે તેના સંપૂર્ણ રાજ્યમાં ઉત્પાદિત બધા જ ઘઉં

એકસાથે ખેંચી લાવીએ તોપણ બધાં 64 ખાનાંઓ ભરવા અપૂરતા હશે. હવે નાના પેરામેશિયમ (Paramoecium) વિશે વિચારીએ જે ફક્ત એક વ્યક્તિગત સંખ્યાથી શરૂ કરી અને દ્વિભાજન (binary fission) દ્વારા દરેક દિવસે તેની સંખ્યામાં બેગણો વધારો કરતું રહે છે તથા કલ્પના કરો કે 64 દિવસોમાં તેનું વસ્તીકદ મગજને ચકરાવામાં નાંખી દે તેવું (mind-boggling) થઈ જશે (શરત એ છે કે અમર્યાદિત આહાર અને જગ્યા પ્રદાન થતી રહે).

(ii) ***સંભાવ્ય વૃદ્ધિ (Logistic Growth) :*** પ્રકૃતિમાં કોઈ પણ વસ્તીની પાસે એટલા અમર્યાદિત સ્રોતો નથી હોતા કે ચરઘાતાંકીય વૃદ્ધિ થતી રહે. તેના કારણે મર્યાદિત સ્રોતો માટે વ્યક્તિગત સજીવો વચ્ચે હરીફાઈ થાય છે. આખરે, યોગ્યતમ વ્યક્તિગત સજીવ (fittest individual) જીવિત રહેશે તથા પ્રજનન કરશે. ઘણા દેશોની સરકારોને પણ આ હકીકત સમજાઈ છે અને માનવ વસ્તીવૃદ્ધિને મર્યાદિત કરવા માટે વિવિધિ પ્રતિબંધો (restraints) દાખલ કર્યા છે. પ્રકૃતિમાં, આપેલ નિવાસસ્થાન (આવાસ)ની પાસે મહત્તમ સંભાવ્ય સંખ્યાના પાલનપોષણ માટે પૂરતા સ્રોતો હોય છે, તેનાથી આગળ વધારે વૃદ્ધિ સંભવ નથી. એ નિવાસસ્થાનમાં એ જાતિ માટે આ મર્યાદાને પ્રકૃતિની વહનક્ષમતા-carrying capacity (K) તરીકે ચાલો આપણે માની લઈએ.

કોઈ પણ નિવાસસ્થાનમાં મર્યાદિત સ્રોતોની સાથે વૃદ્ધિ પામતી વસ્તી શરૂઆતમાં ધીમી વૃદ્ધિ-અવસ્થા (lag phase) દર્શાવે છે, ત્યાર બાદ તેને અનુસરી ઝડપી વૃદ્ધિ-અવસ્થા (acceleration phase) તથા મંદ વૃદ્ધિ-અવસ્થા (deceleration phase) અને છેવટે સ્થાયી (અનંતસ્પર્શી-asymptote) વૃદ્ધિ-અવસ્થાઓ આવે છે, જ્યારે વસ્તીગીચતા તેની વહન-ક્ષમતા સુધી પહોંચી જાય છે ત્યારે વસ્તીગીચતા (N)ને સમય (t)ની સાપેક્ષે આલેખિત કરતાં તેની ફલશ્રુતિએ સિગ્મોઇડ-S-આકારનો વક્ર મળે છે. આ પ્રકારની વસ્તીવૃદ્ધિને વિર્હુસ્ટ-પર્લ સંભાવ્ય વૃદ્ધિ-Verhulst-Pearl Logistic Growth (આકૃતિ 13.6) કહે છે અને તે નીચેના સમીકરણ દ્વારા વર્ણવિત છે :

$$dN/dt = rN\left(\frac{K-N}{K}\right)$$

જ્યાં N = t સમયે વસ્તીગીચતા

r = પ્રાકૃતિક વધારાનો આંતરિક દર

K = વહનક્ષમતા (carrying capacity)

મોટા ભાગની પ્રાણી-વસ્તીઓમાં વૃદ્ધિ માટે સ્રોતો (સંસાધનો) મર્યાદિત (finite) છે અને જલદીથી કે પછીથી મર્યાદિત (limiting sooner or later) થવા વાળા હોય છે. આથી સંભાવ્ય વૃદ્ધિ મૉડેલને વધુ વાસ્તવિક મૉડેલ (realistic model) માનવામાં આવે છે.

સરકારી વસ્તીગણતરી પ્રમાણે ભારત માટે પાછલાં 100 વર્ષોના વસ્તીઆંકડા એકત્રિત કરો, તેને આલેખિત કરો અને તપાસ કરો કે કઈ વૃદ્ધિ ભાત (pattern)નો નમૂનો સ્પષ્ટ થાય છે ?

13.2.3 જીવન-વૃત્તાંત વિવિધતાઓ (Life History Variation)

વસ્તી જે નિવાસસ્થાનમાં રહે છે તેમાં પોતાની મહત્તમ પ્રજનનયોગ્યતા, જેને ડાર્વિનિયન યોગ્યતા (ઊંચા r મૂલ્યની યોગ્યતા) પણ કહેવામાં આવે છે તે માટે વિકસિત હોય છે. ખાસ પ્રકારના પસંદગી દબાણને વશ, સજીવો ઉત્તમ કાર્યદક્ષ પ્રાજનનિક પ્રયુક્તિ તરફ વિકાસ કરે છે. કેટલાક સજીવો તેમના જીવનકાળમાં ફક્ત એક જ વાર પ્રજોત્પત્તિ કરે છે - પ્રશાંત મહાસાગરની સાલ્મન માછલી અને વાંસ

(Pacific salmon fish and bamboo), જ્યારે અન્ય સજીવો પોતાના જીવનકાળ દરમિયાન ઘણી વાર પ્રજનન કરે છે - મોટા ભાગનાં પક્ષીઓ અને સસ્તનો (most birds and mammals). કેટલાક ઘણી સંખ્યામાં નાના કદની સંતતિઓ ઉત્પન્ન કરે છે - છીપ અને ગહન સામુદ્રિક માછલીઓ (Oysters and pelagic fishes) જ્યારે અન્ય ઓછી સંખ્યામાં મોટા કદની સંતતિઓ ઉત્પન્ન કરે છે - પક્ષીઓ અને સસ્તનો (birds and mammals). તેથી, મહત્તમ યોગ્યતા માટે કોણ ઇચ્છનીય છે ? પરિસ્થિતિવિદો સૂચવે છે કે સજીવોનાં જીવન-વૃત્તાંત લક્ષણો એ તેઓ જે નિવાસસ્થાનમાં રહે છે તેના જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકો દ્વારા લાદવામાં આવેલ પ્રતિબંધોની સાપેક્ષમાં વિકસિત થાય છે. વિવિધ જાતિઓમાં જીવન-વૃત્તાંત લક્ષણોનો ઉદ્‌વિકાસ વર્તમાન સમયમાં સંશોધનનું મહત્ત્વપૂર્ણ ક્ષેત્ર છે અને પરિસ્થિતિવિદો દ્વારા સંશોધનો હાથ ધરાયેલાં છે.

13.2.4 વસ્તી આંતરક્રિયાઓ (Population Interactions)

શું તમે પૃથ્વી પર કોઈ એવા પ્રાકૃતિક નિવાસસ્થાન વિશે વિચારી શકો છો કે જ્યાં ફક્ત એક જ જાતિનો વસવાટ હોય ? એવું કોઈ નિવાસસ્થાન છે જ નહિ અને તેથી આવી કોઈ પરિસ્થિતિ અકલ્પનીય છે. કોઈ પણ જાતિ માટે, ન્યૂનતમ આવશ્યકતા એક વધુ જાતિની છે કે જેને તે ખોરાક તરીકે લઈ શકે. વનસ્પતિજાતિઓ પણ પોતાનો ખોરાક જાતે બનાવે છે, પરંતુ તેઓ એકલી જીવી શકતી નથી; જમીનમાં કાર્બનિક દ્રવ્યોને તોડવા તથા અકાર્બનિક પોષકોને તેના શોષણ માટે પાછા આપવા ભૂમિના સૂક્ષ્મ જીવોની તેને જરૂર પડે છે અને ત્યાર પછી, પ્રાણી સભ્ય વગર વનસ્પતિ પરાગનયનની વ્યવસ્થા કેવી રીતે કરશે ? તે સ્પષ્ટ છે કે કુદરતમાં પ્રાણીઓ, વનસ્પતિઓ અને સૂક્ષ્મજીવો ન તો અલગ રહે છે ન તો રહી શકે છે, પરંતુ જૈવસમુદાય બનાવવા માટે વિવિધ રીતે આંતરક્રિયાઓ કરે છે. ન્યૂનતમ સમુદાયોમાં પણ, ઘણાં પરસ્પર અસરકર્તા જોડાણો (સહલગ્નતાઓ કે અનુબંધતાઓ) હોય છે, તેમ છતાં બધાં જોડાણો સહેલાઈથી જોઈ શકાતાં નથી.

આંતરજાતીય આંતરક્રિયાઓ (પારસ્પરિક ક્રિયાઓ) બે જુદી-જુદી જાતિઓની વસ્તીની આંતરક્રિયા (પારસ્પરિક ક્રિયા)થી ઉદ્‌ભવે છે. તે ક્રિયાઓ એક જાતિ કે બંને જાતિઓ માટે લાભકારી, હાનિકારક કે તટસ્થ (ન લાભકારી કે ન હાનિકારક) હોઈ શકે છે. લાભદાયક આંતરક્રિયાઓ માટે '+' ચિહ્ન, હાનિકારક માટે '–' ચિહ્ન તથા તટસ્થ માટે '0' ચિહ્નની નિશાની કરેલ છે. તો ચાલો, આંતરજાતીય આંતરક્રિયાઓનાં બધાં શક્ય પરિણામો પર નજર કરીએ (કોષ્ટક 13.1).

કોષ્ટક 13.1 : વસ્તી આંતરક્રિયાઓ

જાતિ A	જાતિ B	આંતરક્રિયાઓનું નામ
+	+	સહોપકારિતા (mutualism)
–	–	સ્પર્ધા (competition)
+	–	પરભક્ષણ (predation)
+	–	પરોપજીવન (parasitism)
+	0	સહભોજિતા (commensalism)
–	0	પ્રતિજીવન (amensalism)

એકબીજા સાથેની પારસ્પરિક ક્રિયાઓમાં-**સહોપકારિતા**માં બંને જાતિઓને લાભ થાય છે અને **સ્પર્ધા**માં બંનેને નુકસાન થાય છે. **પરોપજીવન** અને **પરભક્ષણ** બંનેમાં ફક્ત એક જ જાતિને લાભ થાય છે (અનુક્રમે પરોપજીવી અને પરભક્ષીને) તથા પારસ્પરિક ક્રિયા બીજી જાતિ (અનુક્રમે યજમાન અને શિકાર) માટે નુકસાનકારક હોય છે. એવી પારસ્પરિક ક્રિયા કે જ્યાં એક જાતિને લાભ થાય છે અને બીજીને ન તો લાભ થાય છે કે ન તો હાનિ, તેને **સહભોજિતા** કહે છે. જ્યારે બીજી બાજુ, **પ્રતિજીવન**માં એક જાતિને હાનિ થાય છે

જ્યારે બીજી જાતિ અપ્રભાવિત (અસર વગરની) રહે છે. પરભક્ષણ, પરોપજીવન અને સહભોજિતા આ ત્રણેયની એક સામાન્ય વિશેષતા એ છે કે, પારસ્પરિક ક્રિયા કરવાવાળી જાતિઓ નજીકથી એકસાથે જ રહે છે.

(i) ***પરભક્ષણ (Predation)*** : *જો કોઈ સમુદાયમાં વનસ્પતિઓને ખાવા માટે પ્રાણી જ ન હોય તો સ્વયંપોષી સજીવો દ્વારા સ્થાપન કરવામાં આવેલી એ બધી ઊર્જાનું શું થાય ?* પરભક્ષણને તમે પ્રકૃતિની એવી રીત વિચારી શકો છો કે જેમાં વનસ્પતિઓ દ્વારા સ્થાપિત કરવામાં આવેલી ઊર્જા ઉચ્ચ પોષક સ્તરોએ સ્થાનાંતરિત થાય છે. જ્યારે આપણે પરભક્ષી અને શિકાર (ભક્ષક અને ભક્ષ્ય-predator and prey) વિશે વિચારીએ છીએ ત્યારે કદાચ વાઘ (tiger) અને હરણ (deer)નું ઉદાહરણ સહેજે જ આપણા મગજમાં આવે છે, પરંતુ કોઈ પણ બીજને ખાનાર ચકલી (sparrow) પણ પરભક્ષીથી ઓછી નથી. તેમ છતાં વનસ્પતિઓને ખાવાવાળાં પ્રાણીઓને તૃણાહારીઓ (શાકાહારીઓ)ના રૂપે અલગ રીતે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે, પરંતુ તેઓ વ્યાપક પરિસ્થિતિકીય સંદર્ભમાં પરભક્ષીઓથી વધારે અલગ નથી.

પોષક સ્તરો સુધી ઊર્જા સ્થાનાંતરિત કરવા માટે સળંગ માર્ગ રચ્યા સિવાય, પરભક્ષીઓ એક બીજી મહત્ત્વપૂર્ણ ભૂમિકાઓ પણ ભજવે છે. તેઓ શિકાર વસ્તીને નિયંત્રણમાં રાખે છે. પરંતુ જો પરભક્ષીઓ ન હોય તો શિકારજાતિઓની વસ્તીગીચતા ખૂબ જ વધારે થઈ જાય અને નિવસનતંત્રમાં અસ્થિરતા (instability) આવી જાય. જ્યારે કોઈ ભૌગોલિક ક્ષેત્રમાં કેટલીક વિદેશી જાતિઓ (exotic species) લાવવામાં આવે છે તો તેઓ આક્રમક થઈ જાય છે અને ઝડપથી ફેલાઈ (પ્રસરાઈ) જાય છે; કારણ કે અતિક્રમણ પામેલ ભૂમિ (invaded land)માં તેના કુદરતી પરભક્ષીઓ નથી હોતા. 1920ની શરૂઆતમાં ઑસ્ટ્રેલિયા (Australia)માં લાવવામાં આવેલ ફાફડાથોરે (prickly pear cactus) ત્યાં લાખો હેક્ટર પ્રક્ષેત્ર (rangeland)માં ઝડપથી ફેલાઈને તબાહી (havoc) મચાવેલી. છેવટે, ફાફડાથોર ખાનાર પરભક્ષી (એક પ્રકારનું ફૂદુ-moth)ને તેના પ્રાકૃતિક આવાસ ઑસ્ટ્રેલિયા લાવવામાં આવ્યા પછી જ આક્રમક (invasive) ફાફડાથોરને નિયંત્રિત કરી શકાયા. કૃષિજંતુ (agricultural pest)ના નિયંત્રણમાં અપનાવવામાં આવેલ જૈવિક નિયંત્રણ પદ્ધતિઓ (Biological control methods) શિકારની વસ્તીનું નિયમન કરવાની પરભક્ષીની ક્ષમતા પર આધારિત છે. પરભક્ષીઓ, સ્પર્ધા કરતી (સ્પર્ધક) શિકાર જાતિઓની વચ્ચે સ્પર્ધાની તીવ્રતા ઓછી કરીને કોઈ સમુદાયમાં જાતિઓની વિવિધતા જાળવી રાખવામાં પણ મદદરૂપ છે. અમેરિકાના પ્રશાંત મહાસાગરિય કિનારા (American Pacific Coast)ના પથરાળ (ખડકાળ-rocky) આંતરજુવાળિય (ભરતીયુક્ત-intertidal) વિસ્તારના સમુદાયોમાં તારામાછલીની એક જાતિ પાઈસેસ્ટર (starfish pisaster) એક મહત્ત્વપૂર્ણ પરભક્ષી છે. પ્રયોગશાળાની બહાર કરવામાં આવેલ એક ક્ષેત્ર પ્રયોગમાં જ્યારે એકબંધ આંતરજુવાળિય ક્ષેત્રમાંથી બધી તારામાછલીઓ દૂર કરવામાં આવી તો આંતરજાતીય સ્પર્ધાના કારણે એક વર્ષમાં જ અપૃષ્ઠવંશીઓની દસ કરતાં પણ વધારે જાતિઓ વિલુપ્ત (extinct) થઈ ગઈ.

જો પરભક્ષી ખૂબ જ વધારે કાર્યદક્ષ (too efficient) છે તથા તેના શિકારનું અતિશોષણ (overexploits) કરે છે ત્યારે બની શકે છે કે શિકાર વિલુપ્ત થઈ જાય અને ત્યાર બાદ તેને અનુસરતાં ખોરાકના અભાવથી પરભક્ષી પણ વિલુપ્ત થઈ જશે. આ જ કારણ છે કે કુદરતમાં પરભક્ષીઓ શા માટે સમજદાર (prudent) છે. પરભક્ષણના પ્રભાવને ઓછો કરવા માટે શિકારી જાતિઓએ વિવિધ સ્વરક્ષણ (defenses) કેળવી લીધું છે. કીટકો અને દેડકાઓ (insects and frogs)ની કેટલીક જાતિઓ પરભક્ષી દ્વારા સહેલાઈથી ઓળખાઈ જવાથી બચવા માટે રહસ્યમય રીતે રંગીન-cryptically coloured (રંગઅનુકૃત-camouflaged) હોય છે. કેટલીક શિકારજાતિઓ ઝેરી (poisonous) હોય છે અને તેથી પરભક્ષીઓ તેમને ટાળી દે છે કે ખાતા નથી. મોનાર્ક પતંગિયું (Monarch butterfly) તેના શરીરમાં વિશેષ રસાયણ હોવાના કારણે તે પોતાના પરભક્ષી (પક્ષી) માટે ખૂબ જ અરુચિકર (distasteful), એટલે

કે સ્વાદમાં ખરાબ છે. રસપ્રદ રીતે, પતંગિયું આ રસાયણને પોતાની ઈયળ-અવસ્થા (કેટરપિલર-caterpillar stage)માં ઝેરી નિંદણના આહાર દ્વારા મેળવે છે.

વનસ્પતિઓ માટે, તૃણાહારી પ્રાણીઓ પરભક્ષીઓ છે. કુલ કીટકોના લગભગ 25 % જેટલા કીટકો વનસ્પતિભક્ષી (phytophagous) છે (તેઓ વનસ્પતિ રસ અને વનસ્પતિઓના અન્ય ભાગો ખાય છે). વનસ્પતિઓ માટે આ સમસ્યા ખાસ કરીને ગંભીર (severe) છે, કારણ કે તેઓ તેમના પરભક્ષીઓથી દૂર ભાગી શકતા નથી જેમ કે પ્રાણીઓ આવું કરી શકે છે. આ માટે વનસ્પતિઓએ તૃણાહારીઓ સામે રક્ષણ માટે આશ્ચર્યજનક (astonishing) વિવિધ બાહ્યઆકારકીય અને રાસાયણિક સંરક્ષણ ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરી લીધી છે. રક્ષણના સૌથી સામાન્ય બાહ્ય આકારકીય સાધન કાંટા (બાવળ-*Acacia*, થોર-*Cactus*) છે. ઘણી વનસ્પતિઓ આવાં રસાયણો ઉત્પન્ન કરે છે અને સંગ્રહ પણ કરે છે, જ્યારે તૃણાહારીઓ ખાય છે ત્યારે તેઓને બીમાર (sick) કરી દે છે. આહાર કે પાચનને અવરોધે (inhibit) છે, તેમના પ્રજનનને ભંગ (disrupt) કરે છે કે તેમને મારી (kill) પણ નાંખે છે. તમે ખેડાણલાયક ન હોય તેવાં ખેતરો (વેરાન ક્ષેત્રોમાં-abandoned fields)માં નિંદણ સ્વરૂપે ઊગેલ આકડો (*Calotropis*) જોયો હશે. આ છોડ અતિ ઝેરી હૃદયને ઉત્તેજિત કરતું ગ્લાયકોસાઇડ (highly poisonous cardiac glycosides) રસાયણ ઉત્પન્ન કરે છે અને આના કારણે જ તમે ક્યારેય પણ કોઈ ચરતા પશુ કે બકરી (browsing cattle or goats)ને આ વનસ્પતિને ચરતાં જોઈ નહિ હોય. રાસાયણિક પદાર્થોની વ્યાપક વિવિધતા જે આપણે વનસ્પતિઓમાંથી વ્યાપારિક ધોરણે (commercial) નિત્કર્ષિત કરીએ છીએ (નિકોટિન-nicotine, કેફિન-caffeine, ક્વિનાઇન-quinine, સ્ટ્રીક્નાઇન-strychnine, ઓપિયમ-opium વગેરે). તેઓ વનસ્પતિઓ દ્વારા ઉત્પન્ન થાય છે. વાસ્તવમાં આ રસાયણો ચરતાં પ્રાણીઓથી બચવા માટેનું સ્વરક્ષણ છે.

(ii) ***સ્પર્ધા (Competition) :*** જ્યારે ડાર્વિને પ્રકૃતિમાં અસ્તિત્વ માટે જીવનસંઘર્ષ (struggle for existence) અને યોગ્યતમની ચિરંજીવિતા (survival of fittest) વિશે કહ્યું ત્યારે તેમણે નક્કી કર્યું હતું કે કાર્બનિક ઉદ્‌વિકાસ (organic evolution)માં આંતરજાતીય હરીફાઈ એક શક્તિશાળી બળ (potent force) છે. સામાન્યતઃ એ માનવામાં આવે છે કે, સ્પર્ધા ત્યારે જ થાય છે જ્યારે નજીકની સંબંધિત જાતિઓ એક જ સરખા સ્રોતો માટે હરીફાઈ (સ્પર્ધા) કરે છે જે મર્યાદિત છે, પરંતુ તે સંપૂર્ણપણે સાચું નથી. પહેલી વાત તો એ છે કે સંબંધિત ન હોય તેવી જાતિઓ પણ એક જ સરખા સ્રોતો માટે સ્પર્ધા કરી શકે છે. દૃષ્ટાંત માટે, દક્ષિણ અમેરિકાનાં કેટલાંક છીછરાં તળાવો (shallow south american lakes)માં મુલાકાત લેતા આગંતુક સુરખાબ (ફ્લેમિંગો-flamingo) અને ત્યાંની સ્થાનિક આવાસી માછલીઓ (resident fishes) તેમના સામાન્ય ખોરાક પ્રાણીપ્લવકો (zooplanktons) માટે તળાવમાં સ્પર્ધા કરે છે. બીજી વાત એ છે કે સ્પર્ધાના સ્રોતોનું મર્યાદિત હોવું આવશ્યક નથી; દખલગીરીની સ્પર્ધા (interference competition)માં, એક જાતિની ખોરાક લેવાની કાર્યદક્ષતા (feeding efficiency) બીજી જાતિની દખલયુક્ત અને અવરોધક હાજરી (interfering and inhibitory presence)ને કારણે ઘટી શકે છે. ભલે એ સ્રોતો (ખોરાક અને જગ્યા-food and space) વિપુલ માત્રામાં ઉપલબ્ધ હોય. તેથી, સ્પર્ધાને એક એવી પ્રક્રિયારૂપે સારી રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે કે જેમાં એક જાતિની યોગ્યતા (વૃદ્ધિના આંતરિક દર r ના અર્થમાં તેનું માપન) બીજી જાતિની હાજરીમાં નોંધપાત્ર રીતે (significantly) ઘટી જાય છે. પ્રયોગશાળામાં કરવામાં આવેલ પ્રયોગોમાં તેની સરખામણીનું સરળતાથી નિદર્શન કરાય છે, જેવું કે ગોસે (Gause)એ અને બીજા પ્રયોગાત્મક પરિસ્થિતિવિદોએ કર્યું, જ્યારે સ્રોતો મર્યાદિત હોય, તો સ્પર્ધાત્મક રીતે ઉત્તમ જાતિઓ છેવટે બીજી જાતિઓને દૂર કરી દેશે (competitively superior species will eventurally eliminate the other species), પરંતુ કુદરતમાં આ પ્રકારના સ્પર્ધાત્મક બહિષ્કાર (exclusion) માટેના પુરાવા (evidence) હંમેશાં નિર્ણાયક નથી હોતા. કેટલાક કિસ્સાઓમાં ઠોસ અને સ્વીકાર્ય પરિસ્થિતિજન્ય સાંયોગિક પુરાવા (strong and persuasive circumstantial evidence) મળે તો છે. ગેલોપેગસ બરફના ટાપુમાં એબિંગ્ડન કાચબો (Abingdon tortoise in Galapagos Island) ત્યાં બકરીઓ લાવ્યા બાદ એક દાયકામાં જ વિલુપ્ત થઈ ગયો,

દેખીતી રીતે બકરીઓની મહત્તમ ચરણદક્ષતા (greater browsing efficiency)ને કારણે જ. પ્રકૃતિમાં સ્પર્ધા થવાનો બીજો પુરાવો સ્પર્ધાત્મક મુક્તિ (સ્પર્ધામોચન-competitive release) છે. હરીફરૂપે ઉત્તમ જાતિની હાજરીના કારણે જે જાતિનું વિતરણ નાના ભૌગોલિક વિસ્તારો પૂરતું પ્રતિબંધિત થઈ ગયું છે, તે સ્પર્ધાજાતિને પ્રયોગાત્મક રીતે દૂર કરી દેવાથી તેનો વિતરણ-વિસ્તાર નાટકીય રીતે (dramatically) ફેલાઈ જાય છે. કાનેલના લાવણ્યમયી ક્ષેત્રપ્રયોગો (Connell's elegant field experiments) એ દર્શાવ્યું કે સ્કોટલૅન્ડના પથરાળ સમુદ્રતટ (rocky sea coast of Scotland) પર મોટા અને સ્પર્ધી રૂપે ઉત્તમ બાર્નેકલ (બેલેનસ-Balanus)ની આંતરજુવાળિય ક્ષેત્રમાં પ્રભાવિતા છે તથા તેને નાના બાર્નેકલ (ચેથેમેલસ-Chathamalus)ને તે ક્ષેત્રમાંથી ખસેડી દીધા. સામાન્ય રીતે, માંસાહારીઓ કરતાં તૃણાહારીઓ અને વનસ્પતિઓ હરીફાઈ દ્વારા વધુ પ્રતિકૂળ રીતે અસરકારક (adversely affected) જણાય છે.

ગોસનો સ્પર્ધક નિષેધ નિયમ (Gause's Competitive Exclusion Principle) એ જણાવે છે કે, એક જ પ્રકારના સ્રોતો માટે સ્પર્ધા કરવાવાળી બે નજીકની સંબંધિત જાતિઓ અનંતકાળ (indefinitely) સુધી સાથે-સાથે રહી શકતી નથી કે સહઅસ્તિત્વ (co-exist) ધરાવતી નથી અને અંતે સ્પર્ધારૂપે નિમ્ન (ઊતરતી-inferior) જાતિને વિલુપ્ત કરી દેવામાં આવશે. એવું ત્યારે જ સાચું થશે કે જ્યારે સ્રોતો મર્યાદિત હશે અન્યથા નહિ. સ્પર્ધા વિશેનો વધુ વર્તમાન અભ્યાસ એ આવી કુલ સર્વમાન્યતા (generalization)ની સહાય કરતો નથી ત્યારે તેઓ પ્રકૃતિમાં આંતરજાતીય સ્પર્ધા થવાના નિયમને નકારતા નથી, પણ તેઓ એ તરફ ધ્યાન ખેંચે છે કે, સ્પર્ધાનો સામનો કરવાવાળી જાતિઓ આવી ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરી શકે છે. જો નિષેધ (બહિષ્કાર) સિવાય તેના સહઅસ્તિત્વને પ્રોત્સાહન આપે તો. આવી એક ક્રિયાવિધિ 'સ્રોત વિભાજન' (resource partitioning) છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો બે જાતિઓ એક જ સ્રોત માટે સ્પર્ધા કરે છે તો તેઓ ખોરાક માટે અલગ-અલગ સમય અથવા અલગ ચારણકૌશલ્યો (foraging patterns) પસંદ કરીને સ્પર્ધાથી બચી શકે છે. મૅક આર્થરે (Mac Arthur) દર્શાવ્યું કે એક જ ઝાડ પર રહેતી ફુદકીઓ (ગાનાર કે ટહુકનાર પક્ષીઓ-warblers)ની પાંચ નજીકની સંબંધિત જાતિઓ સ્પર્ધાથી બચવા માટે સફળ રહી અને વૃક્ષ પર કીટકોનો શિકાર શોધવાની તેમની ચારણ-પ્રવૃત્તિઓમાં વ્યાવહારિક ભિન્નતાઓ (behavioural differences in foraging activities)ના કારણે સાથે-સાથે રહી શકી.

(iii) ***પરોપજીવન (Parasitism)*** **:** એમ માનીએ છીએ કે, જીવનનો પરોપજીવી પ્રકાર (રીત) એ રહેવાની અને ખાવાની બિનખર્ચાળ વ્યવસ્થાની ખાતરી આપે છે, (ensures free lodging and meals) તો એ આશ્ચર્યની વાત નથી કે પરોપજીવન એ વનસ્પતિઓથી લઈ ઉચ્ચ કક્ષાના પૃષ્ઠવંશીઓ સુધી આટલા ઘણા વર્ગીકરણીય સમૂહમાં વિકસિત થયું છે. ઘણા પરોપજીવીઓ એ વિશિષ્ટ યજમાન (host-specific)ની જાતિઓ પ્રમાણે વિકસિત થયા છે (એ પરોપજીવી કે જેઓ યજમાનની ફક્ત એક જ જાતિ પર પરોપજીવી જીવન ગુજારે છે). આ પ્રકારે યજમાન અને પરોપજીવી બંને સાથે જ વિકસિત થાય છે; એટલે કે જો યજમાન એ પરોપજીવીનો અસ્વીકાર કરવા કે પ્રતિકાર કરવા (rejecting or resisting) માટેની ખાસ ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરે છે તો એક જ યજમાન જાતિની સાથે સફળ થવા માટે, પરોપજીવીએ તેની (યજમાનની) ક્રિયાવિધિને નિષ્ફળ તથા બિનઅસરકારક (counteract and neutralize) કરવા માટેની ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરવી પડશે. તેમની જીવનશૈલી (life style)ને અનુરૂપ પરોપજીવીઓએ વિશેષ અનુકૂલનો વિકસિત કર્યા છે જેવા કે જરૂર ન હોય તેવાં સંવેદી અંગો ગુમાવવા (loss of unnecessary sense organs), યજમાનથી ચોંટી રહેવા માટે ગુંદરિય અંગો કે ચૂષકોની હાજરી (presence of adhesive organs or suckers to cling on to the host), પાચનતંત્રનો લોપ તથા ઉચ્ચ પ્રજનન-ક્ષમતા (loss of digestive system and high reproductive capacity). પરોપજીવીનું જીવનચક્ર ઘણી વાર જટિલ હોય છે જેમાં એક કે બે મધ્યસ્થ યજમાનો કે વાહકો (intermediate host or vectors) સામેલ હોય છે જે તેના પ્રાથમિક યજમાનના પરોપજીપણા (parasitisation)ને સુલભ (સાનુકૂળ-facilitate) બનાવે છે. માનવયકૃત

કૃમિ (ટ્રીમેટોડ પરોપજીવી- a trematode parasite) તેના જીવનચક્રને પૂર્ણ કરવા માટે બે મધ્યસ્થ યજમાનો (ગોકળ ગાય અને માછલી-a snail and a fish) પર આધાર રાખે છે. મૅલેરિયા પરોપજીવીને બીજા યજમાનો પર ફેલાવા (પ્રસરાવા-spread) માટે રોગવાહક (મચ્છર-mosquito)ની આવશ્યકતા રહે છે. મોટા ભાગના પરોપજીવીઓ, યજમાનને નુકસાન પહોંચાડે છે; તેઓ યજમાન (પરપોષી)ની ઉત્તરજીવિતા (ચિરંજીવિતા-survival), વૃદ્ધિ (growth) અને પ્રજનન (reproduction)માં ઘટાડો કરી શકે છે તથા તેની વસ્તીગીચતાને પણ ઘટાડી શકે છે. તેઓ યજમાનને શારીરિક રીતે કમજોર (physically weak) બનાવીને, પરભક્ષણ માટે વધુ અસુરક્ષિત (more vulnerable) બનાવી શકે છે. *શું તમે એવું માનો છો કે, એક આદર્શ પરોપજીવી (ideal parasite)એ, યજમાનને હાનિ પહોંચાડ્યા સિવાય વૃદ્ધિ પામવા સક્ષમ થવું જોઈએ ? ત્યારે પ્રાકૃતિક પસંદગીએ આવા સંપૂર્ણ રીતે હાનિકારક (totally harmless) પરોપજીવીઓનો વિકાસ શા માટે નથી કર્યો ?*

યજમાન સજીવની બાહ્ય સપાટી પર આહારપૂર્તિ માટે આધાર રાખતા પરોપજીવીઓને બાહ્ય પરોપજીવીઓ (ectoparasites) કહેવાય છે. તેનું પ્રસિદ્ધ ઉદાહરણ મનુષ્યો પર જૂ (lice)નો સમૂહ અને કૂતરાઓ પર બગાઈઓ (ticks) છે. ઘણી સામુદ્રિક માછલીઓ બાહ્ય પરોપજીવી અરિત્રપાદ (કોપેપોડ્સ-copepods) દ્વારા અસરગ્રસ્ત થાય છે. અમરવેલ (Cuscuta) એક પરોપજીવી વનસ્પતિ છે જે સામાન્યતઃ વાડ (hedge)માં ઊગતી વનસ્પતિઓ પર વૃદ્ધિ કરે છે. ઉદ્‌વિકાસ દરમિયાન તેને હરિતદ્રવ્ય અને પર્ણો (chlorophyll and leaves) ગુમાવી દીધાં છે. તે યજમાન વનસ્પતિમાંથી તેનું પોષણ મેળવે છે કે જે તેનું પરોપજીવીપણું છે. માદા મચ્છરને પરોપજીવી માનવામાં આવતો નથી, તેમ છતાં પ્રજનન માટે તેને આપણા લોહીની જરૂર પડે છે. શું તમે સમજાવી શકો છો કે શા માટે ?

તેની વિરુદ્ધમાં, અંતઃપરોપજીવીઓ (endoparasites) એવા છે કે જેઓ યજમાન સજીવનાં શરીરમાં વિવિધ સ્થાનો (યકૃત-liver, મૂત્રપિંડ-kidney, ફેફસાં-lungs, લાલ રુધિર કોષો-red blood cells વગેરે)એ રહે છે. તેમનાં અત્યંત વિશિષ્ટીકરણ (extreme specialization)ને કારણે અંતઃપરોપજીવીઓનું જીવનચક્ર ખૂબ જ જટિલ (more complex) છે. તેમના બાહ્યઆકારકીય અને અંતઃસ્થરચનાકીય લક્ષણો અત્યાધિક સરળ (greatly simplified) છે, છતાં તેમની પ્રજનનશક્તિને બળ આપે છે.

પક્ષીઓમાં અંડ પરોપજીવન (brood parasitism) એ પરોપજીવનનું રસપ્રદ ઉદાહરણ (fascinating example) છે કે જેમાં પરોપજીવી પક્ષી પોતાનાં ઈંડાં તેના યજમાનના માળા (nest)માં મૂકે છે અને યજમાનને એ ઈંડાં સેવવા (incubate) દે છે. ઉદ્‌વિકાસ-પ્રક્રિયા દરમિયાન, પરોપજીવીનાં ઈંડાં કદ અને રંગમાં યજમાનનાં ઈંડાંની સાથે મળતા આવે છે તેથી યજમાનનાં ઈંડાંની સાથે જ વિકસિત થઈ જાય તો યજમાન પક્ષી દ્વારા વિજાતીય ઈંડાંને શોધી કાઢવાની તથા માળામાંથી તેમને નીકળી જવા માટેની તક ઓછી થઈ જશે. તમારી આસપાસના ઉદ્યાનમાં પ્રજનનઋતુ (વસંત ઋતુથી ગ્રીષ્મ ઋતુ-spring to summer) દરમિયાન કોયલ (cuckoo)ની ગતિવિધિઓને અનુસરો અને અંડ પરોપજીવનની ક્રિયા થતી જુઓ.

(iv) ***સહભોજિતા (Commensalism) :*** આ એવી આંતરક્રિયા છે કે જેમાં એક જાતિને લાભ થાય છે તથા બીજી જાતિને ન તો હાનિ કે ન તો લાભ થાય છે. આંબાની ડાળી પર પરરોહી (epiphyte) તરીકે ઊગતી ઑર્કિડ (orchid) અને વ્હેલ (whale)ની પીઠ પર વસવાટ કરતા બાર્નેકલ (barnacles)ને ફાયદો થાય છે જ્યારે આંબાના વૃક્ષને અને વ્હેલને તેનાથી કોઈ લાભ થતો નથી. બગલાં (egret) અને ચારણ કરતાં પશુઓ (grazing cattle) નજીકથી એકબીજાના ગાઢ સહવાસ (close association)માં રહે છે. જો તમે કૃષિક્ષેત્રવાળા ગ્રામીણ વિસ્તાર (farmed rural areas)માં રહો છો તો તમને એ દૃશ્ય જોવા મળશે. સહભોજિતાનું આ ઉત્તમ ઉદાહરણ છે. જ્યાં પશુઓ ચરે છે તેની પાસે જ બગલાં ખોરાકપ્રાપ્તિ માટે રહે છે કારણ કે જ્યારે પશુઓ ચાલે (move) છે ત્યારે ઝાડપાન હલાવે (stir-up the vegetation) છે અને તેમાંથી કીટકો બહાર નીકળે છે (flush out the insects) બગલાં

(a)

(b)

આકૃતિ 13.7 : અંજીર વૃક્ષ અને ભમરી વચ્ચેનો સહોપકારી સંબંધ : (a) ભમરી દ્વારા પરાગિત અંજીર-પુષ્પ; (b) અંજીર ફળમાં ભમરી દ્વારા મૂકવામાં આવેલાં ઈંડાં

એ કીટકોને ખાય છે, નહિતર વાનસ્પતિક કીટકોને શોધવા તથા પકડવા (to find and catch) બગલાં માટે મુશ્કેલ થશે. સહભોજિતાનું બીજું ઉદાહરણ સમુદ્રફૂલ (sea anemone) જે ડંખી સૂત્રાંગો (stinging tentacles) ધરાવે છે તથા તેની વચ્ચે રહેતી રંગ બદલતી ક્લોવન માછલી (clown fish)ની પારસ્પરિક ક્રિયાનું છે. માછલીને સમુદ્રફૂલ દ્વારા પરભક્ષીઓથી સુરક્ષા મળે છે કે જે પરભક્ષીઓને ડંખી સૂત્રાંગોથી દૂર રાખે છે. સમુદ્રફૂલને ક્લોવન માછલી યજમાન હોવા છતાં કોઈ લાભ થતો હોય એવું લાગતું નથી.

(v) ***સહોપકારિતા (Mutualism) :*** આ આંતરક્રિયાથી પરસ્પર ક્રિયા કરતી બંને જાતિઓને લાભ થાય છે. લાઈકેન (Lichens) એ ફૂગ (Fungus) અને પ્રકાશસંશ્લેષણ કરતી લીલ અને સાયનોબૅક્ટેરિયા (cyanobacteria)ની વચ્ચેના ગાઢ સહોપકારી સંબંધનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. આ જ રીતે ફૂગ અને ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓના મૂળ વચ્ચે કવકમૂળ (mycorrhizae) સહવાસી છે. ફૂગ એ જમીનમાંથી અતિઆવશ્યક પોષક તત્ત્વોના શોષણમાં વનસ્પતિઓની મદદ કરે છે જ્યારે બદલામાં વનસ્પતિ એ ફૂગને ઊર્જા-ઉત્પાદિત કાર્બોહાઈડ્રેટ્સ (energy-yielding carbohydrates) પૂરા પાડે છે.

સહોપકારિતાના સૌથી શાનદાર અને ઉદ્વિકાસની દૃષ્ટિએ મોહક (લોભામણા) ઉદાહરણો (most spectacular and evolutionary fascinating examples) વનસ્પતિ-પ્રાણી સંબંધોમાં જોઈ શકાય છે. વનસ્પતિઓને તેમના પુષ્પ પરાગનયન (pollination) માટે તથા બીજના વિકિરણ (dispersing) માટે પ્રાણીઓની જરૂર પડે છે. સ્પષ્ટ રીતે વનસ્પતિઓને જે સેવાઓ (services)ની અપેક્ષા પ્રાણીઓથી હોય છે તેના માટે કર (fees) તો ચૂકવવો જ પડશે. વનસ્પતિઓ પરાગવાહકો (pollinators)ને પરાગ અને મધુરસ (pollen and nectar) તથા બીજ વિકિરકો (dispersers)ને રસાળ અને પોષક ફળો (juicy and nutritional fruits)ના સ્વરૂપમાં પુરસ્કાર અથવા કર (rewards or fees) અર્પણ કરે છે. પરંતુ સહોપકારી એવા પરસ્પર લાભકારી તંત્રને છેતરનારા કે દગાખોરો સામે સુરક્ષા (safeguarded against cheaters) પણ થવી જોઈએ. ઉદાહરણ તરીકે, એવાં પ્રાણીઓ જે પરાગનયનમાં સહાયતા કર્યા વગર જ મધ ચોરી જાય છે. હવે તમે જોઈ શકો છો કે વનસ્પતિ-પ્રાણી પારસ્પરિક ક્રિયાઓમાં ઘણી વાર સહોપકારીઓનો સહઉદ્વિકાસ (co-evolution of the mutualists) શા માટે સમાવેશિત છે ? એટલે કે પુષ્પ અને તેની પરાગવાહક જાતિઓનો ઉદ્વિકાસ એકબીજા સાથે મજબૂતાઈથી જોડાયેલો (tightly linked) છે. અંજીર વૃક્ષ (fig tree)ની ઘણી જાતિઓમાં ભમરી (wasp)ની પરાગવાહક જાતિઓ સાથે એકબીજાનો મજબૂત સંબંધ છે (આકૃતિ 13.7). એનો અર્થ એ છે કે કોઈ આપવામાં આવેલ અંજીર જાતિ ફક્ત તેના સાથી ભમરીની જાતિ દ્વારા જ પરાગિત થઈ શકે છે, ભમરીની બીજી જાતિ દ્વારા નહિ. માદા ભમરી ફળનો ઉપયોગ માત્ર અંડનિક્ષેપણ-oviposition (ઈંડાં મૂકવા-egg laying) માટે જ કરતી નથી પરંતુ

આકૃતિ 13.8 : ઑર્કિડ પુષ્પ પર મધમાખી એક પરાગવાહક તરીકે

ફળની અંદર જ વિકાસ પામતા બીજનો ડિંભો (larvae)ના પોષણ માટે પણ ઉપયોગ કરે છે. ઈંડાં મૂકવા માટે ઉચિત સ્થાનની શોધ કરતાં ભમરી એ અંજીર પુષ્પવિન્યાસને પરાગિત કરે છે. તેના બદલામાં અંજીર એ તેના કેટલાક વિકસતા બીજને ભમરીના વિકાસ પામતા ડિંભો માટે ખોરાક અર્પે છે.

ઑર્કિડ વનસ્પતિ એ પુષ્પીય ભાતોની આશ્ચર્યચકિત કરતી વિવિધતા (bewildering diversity) દર્શાવે છે જેમાંથી ઘણી સાચા પરાગવાહક કીટકો (મધમાખીઓ અને ભમરા-bees and bumblebees)ને આકર્ષિત કરવા માટે વિકસિત થઈ છે કે જેના દ્વારા સુનિશ્ચિત ખાતરીપૂર્વકનું પરાગનયન (ensure guaranteed pollination) થઈ શકે (આકૃતિ 13.8). બધા ઑર્કિડ આ પુરસ્કાર પ્રદાન કરતા (offer reward) નથી. ભૂમધ્યસામુદ્રિક ઑર્કિડ (Mediterranean orchid) એ મધમાખીની જાતિઓ દ્વારા પરાગનયન કરાવવા માટે લિંગીકપટ (sexual deceit)નો સહારો લે છે. તેના પુષ્પના દલપત્રની એક પાંખડી (petal), કદ (size), રંગ (colour) તથા નિશાનીઓ (markings)માં માદા મધમાખી સાથે ખૂબ જ વિચિત્ર સામ્યતા (uncanny resemblance) ધરાવે છે. નર મધમાખી તેને માદા સમજી તેની તરફ આકર્ષિત થાય છે તથા પુષ્પની સાથે કૂટમૈથુન (pseudo-copulation) કરે છે અને આ પ્રક્રિયા દરમિયાન આ પુષ્પમાંથી તેના પર પરાગરજ ઝરે છે. જ્યારે આ જ મધમાખી બીજા પુષ્પ સાથે કૂટમૈથુન કરે છે ત્યારે તેના શરીર પર લાગેલી પરાગરજ તેની પર પરિવહન પામે છે અને આ પ્રકારે પુષ્પને પરાગિત કરે છે. અહીંયાં તમે જોઈ શકો છો કે સહઉદ્‌વિકાસ કેવી રીતે વિકસિત થયો. જો ઉદ્‌વિકાસ દરમિયાન કોઈ પણ કારણથી માદા મધમાખીના રંગની રૂઢિપ્રણાલી (colour patterns) જરાક પણ બદલાઈ જાય તો પરાગનયનની સફળતા ઘટી જશે. આમ, ઑર્કિડ પુષ્પ એ માદા મધમાખી સાથે તેની પાંખડીની સદશ્યતા જાળવવા (maintain the resemblance) સહવિકસિત થાય છે.

સારાંશ

જીવવિજ્ઞાનની શાખા તરીકે, પરિસ્થિતિવિદ્યા (ecology) એ સજીવોનો તેમના પર્યાવરણ અજૈવિક (ભૌતિક-રાસાયણિક પરિબળો) અને જૈવિક ઘટકો (અન્ય જાતિઓ) સાથેના સંબંધોનો અભ્યાસ છે. તે જૈવવૈજ્ઞાનિક સંગઠન (biological organization)ના ચાર સ્તરો સાથે સંલગ્ન છે : સજીવો, વસ્તી, સમુદાય અને જૈવવિસ્તારો (biomes).

તાપમાન, પ્રકાશ, પાણી અને ભૂમિ (જમીન) પર્યાવરણના સૌથી મહત્ત્વનાં ભૌતિક પરિબળો (physical factors) છે જેની પ્રત્યે સજીવો વિવિધ પ્રકારે અનુકૂલિત થયેલા છે. સજીવો દ્વારા સ્થાયી આંતરિક પર્યાવરણ (સમસ્થિતિ-homeostasis)ની જાળવણી થાય છે જે ઈષ્ટતમ કાર્યો કરવામાં ફાળો આપે છે, પરંતુ પરિવર્તનશીલ બાહ્ય પર્યાવરણના સંદર્ભમાં ફક્ત કેટલાક જ સજીવો (નિયામકો-regulators) સમસ્થિતિ જાળવવા માટે સક્ષમ છે જ્યારે બીજા સજીવો તેમના આંતરિક પર્યાવરણનું આંશિકરૂપે નિયમન કરી લે છે અથવા ફક્ત તેમને અનુકૂળ થઈ જાય છે. કેટલીક અન્ય જાતિઓએ જગ્યા (સ્થળાંતરણ-migration)માં અથવા સમય (ગ્રીષ્મનિંદ્રા-aestivation, શીતનિંદ્રા-hibernation તથા સુષુપ્તાવસ્થા-diapause)માં પ્રતિકૂળ પરિસ્થિતિઓથી બચવા માટે અનુકૂલનો વિકસિત કરી લીધા છે.

પ્રાકૃતિક પસંદગી (natural selection) દ્વારા ઉદ્‌વિકાસકીય પરિવર્તન વસ્તીસ્તર પર થાય છે અને તેથી વસ્તી પરિસ્થિતિવિદ્યા એ પરિસ્થિતિવિદ્યાનું એક મહત્ત્વનું ક્ષેત્ર છે. વસ્તી કોઈ પણ આપેલ જાતિના વ્યક્તિગત સજીવોનો સમૂહ (group of individual) છે જે મર્યાદિત ભૌગોલિક ક્ષેત્રમાં સમાન સ્રોતો (સંસાધનો-resources) માટે ભાગ પાડે છે અથવા સ્પર્ધા કરે

છે. વસ્તી જન્મદર (birth rate) તથા મૃત્યુદર (death rate), લિંગપ્રમાણ (sex ratio) અને વય-વિતરણ (age distribution) વગેરે લક્ષણો (attributes) ધરાવે છે જે વ્યક્તિગત સજીવોમાં નથી હોતાં. વસ્તીમાં નર અને માદાના વિવિધ વયસમૂહોનું પ્રમાણ ઘણી વાર વય પિરામિડ તરીકે ભૌગોલિક રીતે પ્રસ્તુત થાય છે. તેનો આકાર સૂચવે છે કે શું વસ્તી સ્થાયી (stationary) છે, વધી રહી (growing) છે કે ઘટી રહી (declining) છે.

વસ્તી પર કોઈ પણ પરિબળોની પરિસ્થિતિકીય અસર (પ્રભાવ) સામાન્યતઃ તેના કદ (વસ્તી-ગીચતા)માં પ્રતિબિંબિત થાય છે, જે જાતિ અનુસાર વિવિધ રીતે (સંખ્યા-numbers, જૈવભાર-biomass, ટકાવારી આવરણ (percent cover) વગેરે)થી વ્યક્ત કરી શકાય છે.

વસ્તી જન્મ અને અંતઃસ્થળાંતરણ (births and immigration)થી વધે છે તથા મૃત્યુ અને બહિર્સ્થળાંતરણ (deaths and emigration)થી ઘટે છે. જ્યારે સ્રોતો અમર્યાદિત હોય તો વૃદ્ધિ હંમેશાં ચરઘાતાંકીય (exponential) હોય છે પરંતુ જ્યારે સ્રોત ઉત્તરોત્તર (progressively) મર્યાદિત થતાં જાય છે ત્યારે વૃદ્ધિ ભાત સંભાવ્ય (logistic) થઈ જાય છે. બંને બાબતોમાં વૃદ્ધિ છેવટે (ultimately) પર્યાવરણની વહન-ક્ષમતાથી સીમિત કે મર્યાદિત હોય છે. પ્રાકૃતિક વધારાનો આંતરિક દર-intrinsic rate of natural increase (r) કોઈ વસ્તીની વૃદ્ધિ કરવાની જન્મજાત શક્તિનું માપન (measure of the inherent potential) છે.

કુદરતમાં જુદી-જુદી જાતિઓની વસ્તીઓ નિવાસસ્થાન (habitat)માં અલગ રહેતી નથી પરંતુ ઘણી રીતે પરસ્પર ક્રિયા (interact) કરે છે. બે જાતિઓની વચ્ચે થતી પારસ્પરિક ક્રિયાઓ (interactions)ના પરિણામ આધારે સ્પર્ધા-competition (બંને જાતિઓ સહન કરે છે), પરભક્ષણ-predation અને પરોપજીવન-parasitism (એક જાતિને લાભ અને બીજી સહન કરે છે), સહભોજિતા-commensalism (જેમાં એકને લાભ અને બીજી બિનઅસરકારક રહે છે), પ્રતિજીવન-amensalism (એકને હાનિ અને બીજી બિનઅસરકારક રહે છે) તથા સહોપકારિતા-mutualism (બંને જાતિઓને લાભ થાય છે). પરભક્ષણ એક ખૂબ જ મહત્ત્વપૂર્ણ પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા પોષણઊર્જાનું સ્થાનાંતરણ (trophic energy transfer) કરવામાં સાનુકૂળ થાય છે અને કેટલાક પરભક્ષીઓ તેમની શિકારવસ્તીઓ (prey populations)ને નિયંત્રિત કરવામાં મદદ કરે છે. વનસ્પતિઓએ તૃણાહારીઓ (herbivorous)ની વિરુદ્ધ વિવિધ બાહ્ય આકારકીય અને રાસાયણિક રક્ષણ ક્રિયાવિધિઓ (defenses mechanisms) વિકસિત કરી લીધી છે. સ્પર્ધામાં એવું સમજી શકાય છે કે ઉત્તમ સ્પર્ધક (superior competitor) એ નિમ્ન સ્પર્ધક (inferior competitor)ને દૂર કરી નાંખે છે (સ્પર્ધી બહિષ્કાર સિદ્ધાંત – the competitive exclusion principle), પરંતુ ઘણી નજીકની સંબંધિત જાતિએ વિવિધ ક્રિયાવિધિઓ વિકસિત કરી લીધી હોય છે, જે તેમના સહઅસ્તિત્વ (co-existence)ને સાનુકૂળ બનાવે છે. પ્રકૃતિમાં સહોપકારિતાના કેટલાક સૌથી મોહક કિસ્સાઓ (fascinating cases) વનસ્પતિ-પરાગવાહક પારસ્પરિક ક્રિયાઓમાં જોઈ શકાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. શીતનિંદ્રાથી પ્રાણી સુષુપ્તાવસ્થા કેવી રીતે જુદી છે ?
2. જો સામુદ્રિક માછલીને મીઠા પાણીના માછલીઘરમાં રાખવામાં આવે છે, તો શું તે માછલી જીવિત રહેવા માટે સક્ષમ હશે ? શા માટે અને શા માટે નહિ ?
3. મોટા ભાગના સજીવો 45° સેથી વધુ તાપમાને જીવિત રહી શકતા નથી. કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો 100° સે કરતાં પણ વધારે તાપમાન ધરાવતા નિવાસસ્થાનમાં કેવી રીતે જીવિત રહે છે ?
4. એવાં લક્ષણોની યાદી બનાવો જે વસ્તીમાં હોય પરંતુ વ્યક્તિગત સજીવોમાં હોતાં નથી.
5. જો ચરઘાતાંકીય રીતે વધતી વસ્તી 3 વર્ષમાં કદમાં બેગણી થઈ જાય છે, તો તેના વધારાનો આંતરિક દર (r) શું છે ?

6. વનસ્પતિઓમાં તૃણાહારીઓની સામે મહત્ત્વપૂર્ણ રક્ષણ ક્રિયાવિધિઓનાં નામ આપો.
7. ઑર્કિડ વનસ્પતિ આંબાના વૃક્ષની શાખા પર ઊગી રહી છે. ઑર્કિડ અને આંબાના વૃક્ષ વચ્ચેની આ પારસ્પરિક ક્રિયાનું વર્ણન તમે કેવી રીતે કરશો ?
8. જંતુ કીટકોના પ્રબંધની જૈવિક નિયંત્રણપદ્ધતિ પાછળ રહેલો પરિસ્થિતિકીય સિદ્ધાંત શું છે ?
9. નીચેના વચ્ચેનો તફાવત આપો :
   (a) શીતનિંદ્રા અને ગ્રીષ્મનિંદ્રા
   (b) બાહ્ય ઉષ્મી અને અંતઃઉષ્મી
10. ટૂંક નોંધ લખો :
   (a) મરુ (રણમાં ઊગતી) વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનાં અનુકૂલનો
   (b) જળ અછત (પાણીની અછત) સામે વનસ્પતિઓનાં અનુકૂલનો
   (c) પ્રાણીઓમાં વ્યાવહારિક અનુકૂલનો
   (d) વનસ્પતિઓ માટે પ્રકાશનું મહત્ત્વ
   (e) તાપમાન અને જળ-અછતની અસર તથા પ્રાણીઓનાં અનુકૂલનો
11. વિવિધ અજૈવિક પર્યાવરણીય પરિબળોની યાદી બનાવો.
12. નીચેના માટે ઉદાહરણ આપો :
   (a) અંતઃઉષ્મીય પ્રાણીઓ
   (b) બાહ્ય-ઉષ્મીય પ્રાણીઓ
   (c) પાણીના તળિયે જોવા મળતા સજીવો (નિઃતલસ્થ સજીવો)
13. વસ્તી અને સમુદાય વ્યાખ્યાયિત કરો.
14. નીચેના શબ્દો વ્યાખ્યાયિત કરો અને દરેકનું એક-એક ઉદાહરણ આપો :
   (a) સહભોજિતા
   (b) પરોપજીવન
   (c) રંગઅનુકૃતિ
   (d) સહોપકારિતા
   (e) આંતરજાતીય સ્પર્ધા
15. ઉચિત નામનિર્દેશિત આકૃતિની મદદથી સંભાવ્ય વૃદ્ધિવક્ર (curve)નું વર્ણન કરો.
16. વાક્ય પસંદ કરો કે જે પરોપજીવનને સારી રીતે સમજાવે છે.
   (a) એક સજીવને લાભ થાય છે.
   (b) બંને સજીવોને લાભ થાય છે.
   (c) એક સજીવને લાભ થાય છે, બીજું અસર પામતું નથી (અપ્રભાવિત-not affected).
   (d) એક સજીવને લાભ થાય છે, બીજું અસર પામે છે (પ્રભાવિત-affected).
17. વસ્તીની કોઈ પણ ત્રણ મહત્ત્વપૂર્ણ વિશેષતાઓની યાદી બનાવો અને સમજાવો.

પ્રકરણ 14

નિવસનતંત્ર (Ecosystem)

14.1 નિવસનતંત્ર–સંરચના અને કાર્યકી
14.2 ઉત્પાદકતા
14.3 વિઘટન
14.4 ઊર્જા-પ્રવાહ
14.5 પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો
14.6 પરિસ્થિતિકીય અનુક્રમણ
14.7 પોષકચક્રણ
14.8 નિવસનતંત્રીય સેવાઓ

નિવનસતંત્રને પ્રકૃતિના એક ક્રિયાત્મક એકમના સ્વરૂપમાં જોઈ શકાય છે, કે જ્યાં સજીવો એકબીજા સાથે અને આસપાસના ભૌતિક પર્યાવરણ (physical environment) સાથે પણ પરસ્પર ક્રિયાઓ કરે છે. નિવસનતંત્રનો આકાર એક નાના તળાવથી લઈ વિશાળ જંગલ કે મહાસાગર સુધી હોઈ શકે છે. ઘણા પરિસ્થિતિવિદ્દો સમગ્ર જીવાવરણને એક વૈશ્વિક નિવસનતંત્ર (global ecosystem) તરીકે જુએ છે, જેમાં પૃથ્વીનાં બધાં જ સ્થાનિક નિવસનતંત્રો સમાવેશિત થાય છે. જેથી આ તંત્ર ખૂબ જ વિશાળ હોવાથી એક જ સમયે એકસાથે અભ્યાસ કરવો જટિલ છે. આથી અભ્યાસની અનુકૂળતા માટે તેને બે આધારભૂત કક્ષાઓમાં વિભાજિત કરી **સ્થળજ (terrestrial)** અને **જલજ (aquatic)**માં નામાંકિત કરવામાં આવે છે. જંગલ (forest), તૃણભૂમિ (grassland) અને રણ (desert) સ્થળજ નિવસનતંત્રનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે; તથા તળાવ, સરોવર, જલપ્લવિત ભૂમિ (wetland), નદી અને વેલાનદ્મુખી (estuary) જલજ નિવસનતંત્રનાં કેટલાંક ઉદાહરણો છે. કૃષિક્ષેત્રો (crop fields) અને માછલીઘર (aquarium)ને માનવસર્જિત નિવસનતંત્રો તરીકે ઓળખી શકાય છે.

આપણે સૌથી પહેલાં નિવસનતંત્રની રચનાને જોઈશું, જેથી ઊર્જાપ્રવેશ (ઉત્પાદકતા), ઊર્જાનું સ્થાનાંતરણ (આહારશૃંખલા/જાળ, પોષક ચક્રીયકરણ) અને ઊર્જાનિકાલ (વિઘટન તથા ઊર્જાવ્યય)ને ક્રમબદ્ધ રીતે જાણી શકીએ. એની સાથે-સાથે આપણે ચક્રો (cycles), શૃંખલાઓ (chains), જાળ (webs)ના સંબંધોને પણ જોઈશું કે જે તંત્ર અને તેના આંતરસંબંધો (inter relationship) અંતર્ગત આ ઊર્જા-પ્રવાહોના પરિણામ સ્વરૂપે સર્જન પામ્યા છે.

14.1 નિવસનતંત્ર–સંરચના અને કાર્યકી (Ecosystem-Structure and Function)

પ્રકરણ 13માં, તમે પર્યાવરણનાં વિવિધ ઘટકો–જૈવિક (biotic) અને અજૈવિક (abiotic) વિશે જોયું. તમે અભ્યાસ કર્યો કે, કેવા પ્રકારનાં જૈવિક અને અજૈવિક પરિબળો સ્વતંત્ર રીતે એકબીજાંને તથા તેમનાં પરિસરને પ્રભાવિત કરે છે. ચાલો, હવે આપણે આ ઘટકોને વધુ સંકલિત સ્વરૂપમાં જોઈએ અને એ જાણીએ કે, નિવસનતંત્રનાં ઘટકોમાં ઊર્જાનો પ્રવાહ કેવી રીતે થાય છે.

જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકોની આંતરક્રિયાઓના પરિણામ સ્વરૂપ એક ભૌતિકરચના વિકાસ પામે. જે દરેક પ્રકારના નિવસનતંત્રની લાક્ષણિકતા છે. એક નિવસનતંત્રની વનસ્પતિ અને પ્રાણીજાતિઓની ઓળખ તથા ગણના તેની જાતિઓના સંગઠનને પ્રસ્તુત કરે છે. વિવિધ સ્તરે રહેલા વિભિન્ન જાતિઓના ઊર્ધ્વસ્થ વિતરણ (vertical distribution)ને **સ્તરીકરણ (stratification)** કહે છે. ઉદાહરણ : વૃક્ષો એ જંગલના સર્વોચ્ચ ઊર્ધ્વસ્થ સ્તરે, ક્ષુપો દ્વિતીય સ્તરે અને છોડ તથા તૃણ નિમ્ન સ્તરે ગોઠવાયેલાં હોય છે.

જ્યારે તમે નીચેના મુદ્દાઓને ધ્યાનમાં લો ત્યારે નિવસનતંત્રનાં બધાં જ ઘટકો એક એકમ તરીકે કાર્યશીલ દેખાય છે :

(i) ઉત્પાદકતા (productivity)

(ii) વિઘટન (decomposition)

(iii) શક્તિપ્રવાહ (energy flow) અને

(iv) પોષક ચક્રણ (nutrient cycling)

એક જલજ નિવસનતંત્રની પ્રકૃતિને સમજવા, ચાલો આપણે એક નાના તળાવનું ઉદાહરણ લઈએ. આ એક સ્પષ્ટ સ્વયં સ્થાયી એકમ (self-sustainable unit) અને અપેક્ષિત રીતે સરળ ઉદાહરણ છે જે એક જલજ નિવસનતંત્રમાં થતી જટિલ આંતરક્રિયાઓની પણ સમજ આપે છે. તળાવ એ છીછરા પાણી (shallow water)નું સંગ્રહસ્થાન છે કે જેમાં ઉપર જણાવેલા નિવસનતંત્રનાં બધાં જ ચાર મૂળભૂત ઘટકો ખૂબ જ સારી રીતે પ્રદર્શિત થાય છે. પાણી એ એક અજૈવિક ઘટક છે કે જેમાં બધા જ અકાર્બનિક અને કાર્બનિક પદાર્થો દ્રાવ્ય થયેલા છે અને તળાવના તળિયે સેન્દ્રિય તત્ત્વોસભર માટીની જમાવટ થાય છે. સૂર્ય- ઊર્જાનો પ્રવેશ, તાપમાનનું ચક્ર, દિવસની અવધિ (સમયગાળો) અને અન્ય આબોહવાકીય પરિસ્થિતિઓ સમગ્ર તળાવની કાર્યકીના દરનું નિયમન કરે છે. વનસ્પતિપ્લવકો, કેટલીક લીલ અને તરતી કે નિમગ્ન (ડૂબેલી) તથા કિનારે જોવા મળતી વનસ્પતિઓ વગેરે સ્વયંપોષી ઘટકો જોવા મળે છે. મુક્ત રીતે તરતા અને તળિયે વસવાટ કરતાં પ્રાણીપ્લવકો ઉપભોક્તાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. ફૂગ, બૅક્ટેરિયા અને કશાધારીઓ વિઘટકો છે જે ખાસ કરીને તળાવના તળિયે વિપુલ પ્રમાણમાં હોય છે. આ તંત્ર કોઈ પણ નિવસનતંત્રના કે સમગ્ર જીવાવરણનાં બધાં જ કાર્યો રજૂ કરે છે, એટલે કે સ્વયંપોષીઓ દ્વારા સૂર્યની વિકિરણ ઊર્જા (radiant energy)ની મદદથી અકાર્બનિક તત્ત્વોનું કાર્બનિક તત્ત્વોમાં રૂપાંતર; વિષમપોષીઓ દ્વારા સ્વયંપોષીઓનો ઉપભોગ (ભક્ષણ); મૃત કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન (decomposition) અને ખનીજીકરણ (mineralization) કરી સ્વયંપોષીઓ દ્વારા પુનઃ ઉપયોગ માટે તેઓને પાછા મુક્ત કરવા, આ ઘટનાઓનું વારંવાર પુનરાવર્તન થતું રહે છે. ઉચ્ચ પોષક સ્તરો તરફની ઊર્જાનું એકમાર્ગી વહન (unidirectional movement) તથા પર્યાવરણમાં ઉષ્મા સ્વરૂપે તેનો અપવ્યય (dissipation) અને ઘટાડો (વ્યય-loss) થાય છે.

14.2 ઉત્પાદકતા (Productivity)

કોઈ પણ નિવસનતંત્રની ક્રિયાશીલતા અને સ્થાયીપણા માટે સૂર્યઊર્જાનો સતત પ્રવેશ આધારભૂત જરૂરિયાત છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન વનસ્પતિઓ દ્વારા ચોક્કસ સમયે પ્રતિ એકમ વિસ્તારમાં ઉત્પન્ન થતા જૈવભાર કે કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાને **પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (primary productivity)** તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરાય છે. તે વજન (gm^{-2}) કે ઊર્જા ($Kcal\ m^{-2}$)ના સ્વરૂપે વ્યક્ત કરાય છે. જૈવભારના ઉત્પાદનની માત્રાને

ઉત્પાદકતા (productivity) કહે છે. તેને વિવિધ નિવસનતંત્રોની ઉત્પાદકતાની તુલના (સરખામણી) કરવા gm^{-2} yr^{-1} કે (Kcal m^{-2}) yr^{-1}ના સ્વરૂપે વ્યક્ત કરી શકાય છે. તેને **કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (gross primary production-GPP)** અને **વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (net primary production-NPP)**માં વિભાજિત કરી શકાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન કાર્બનિક પદાર્થોનાં ઉત્પાદનનો દર એ એક નિવસનતંત્રની **કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા** છે. વનસ્પતિઓ દ્વારા કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતાનો મોટા ભાગનો જથ્થો શ્વસનમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતામાંથી શ્વસન દરમિયાન થતા ઘટાડા (R)ને બાદ કરીએ, તો એ **વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (NPP)** છે.

$$GPP - R = NPP$$

વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા એ વિષમપોષીઓ (તૃણાહારીઓ અને વિઘટકો)ના વપરાશ (ઉપભોગ-consumption) માટે ઉપલબ્ધ જૈવભાર છે. **દ્વિતીયક ઉત્પાદકતા (secondary productivity)**ને ઉપભોક્તાઓ દ્વારા નવા કાર્બનિક પદાર્થોના નિર્માણના દર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરાય છે.

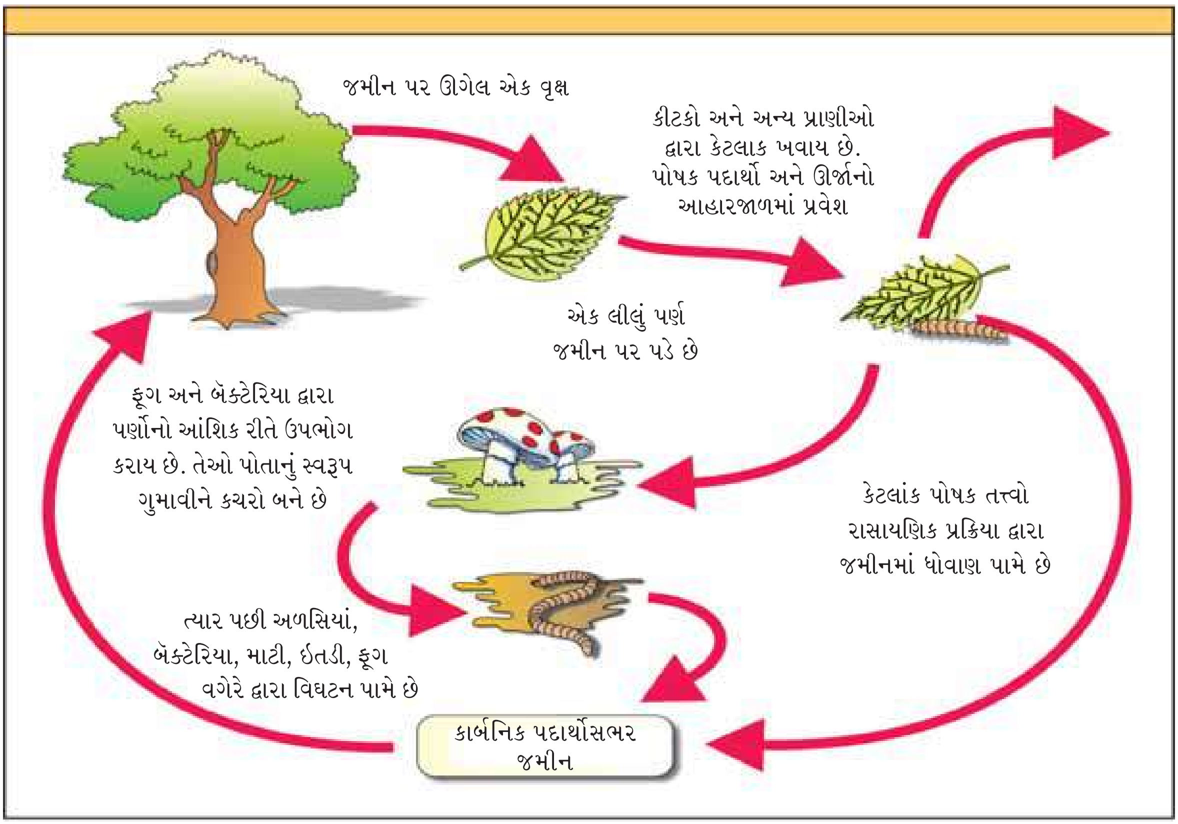
પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા એ ચોક્કસ વિસ્તારમાં રહેલી વનસ્પતિજાતિઓ પર આધારિત છે. વિવિધ પ્રકારના પર્યાવરણીય કારકો, પોષકોની ઉપલબ્ધિ અને વનસ્પતિઓની પ્રકાશસંશ્લેષણ-ક્ષમતા પર પણ આધાર રાખે છે. આથી, તે વિવિધ પ્રકારનાં નિવસનતંત્રોમાં જુદી-જુદી હોય છે. સમગ્ર જીવાવરણની વાર્ષિક વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા એ કાર્બનિક પદાર્થોના અંદાજિત 170 બિલિયન ટન (શુષ્ક વજન) આંકવામાં આવે છે. જે પૈકી, પૃથ્વીની સપાટીનો લગભગ 70 % ભાગ મહાસાગરો દ્વારા રોકાયેલો (ઢંકાયેલો) છે, તેમ છતાં પણ તેમ (મહાસાગરો)ની ઉત્પાદકતા ફક્ત 55 બિલિયન ટન છે. અલબત્ત, બાકી રહેલી માત્રા ભૂમિ પરની જ છે. *તમારા શિક્ષક સાથે મહાસાગરોની ઓછી ઉત્પાદકતા માટેનાં મુખ્ય કારણોની ચર્ચા કરો.*

14.3 વિઘટન (Decomposition)

તમે કદાચ સાંભળ્યું હશે કે અળસિયાઓને ખેડૂતોના મિત્રો તરીકે ઉલ્લેખ કરવામાં આવે છે. કારણ કે તેઓ જટિલ કાર્બનિક દ્રવ્યો (complex organic matter)ને તોડવામાં તેમજ તેની સાથે-સાથે જમીનને પોચી (ફળદ્રુપ) બનાવવામાં મદદરૂપ છે. આ જ પ્રકારે, વિઘટકો જટિલ કાર્બનિક દ્રવ્યોને કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, પાણી અને પોષકો જેવા અકાર્બનિક પદાર્થોને વિઘટિત કરવામાં મદદરૂપ બને છે. આ પ્રક્રિયાને **વિઘટન (decomposition)** કહે છે. વનસ્પતિઓના મૃત અવશેષ જેવા કે પર્ણો, છાલ, પુષ્પો તથા પ્રાણીઓના મૃત અવશેષ, મળમૂત્ર (fecal matter) સહિતનાં દ્રવ્યો એ **મૃત અવશેષીય ઘટકો (detritus)** બનાવે છે, કે જેઓ વિઘટન માટેના કાચા પદાર્થો છે. અવખંડન, ધોવાણ, અપચય, સેન્દ્રીયકરણ (ખાતરનિર્માણ) અને ખનીજીકરણ વગેરે વિઘટનની પ્રક્રિયાનાં મહત્ત્વપૂર્ણ ચરણો (steps) છે.

મૃતભક્ષીઓ-detritivores (જેવા કે અળસિયા) મૃત અવશેષીય પદાર્થોને નાના-નાના કણોમાં તોડી (ખંડિત કરી) નાખે છે. આ પ્રક્રિયા **અવખંડન (fragmentation)** કહેવાય છે. **ધોવાણ (leaching)**ની પ્રક્રિયા દ્વારા જલદ્રાવ્ય અકાર્બનિક પોષકો ભૂમિના સ્તરોમાં પ્રવેશ પામે છે અને અનુપલબ્ધ ક્ષારો તરીકે અવક્ષેપિત થઈ જાય છે. બૅક્ટેરિયા અને ફૂગના ઉત્સેચકો મૃત અવશેષીય ઘટકોને (detritus) સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં વિઘટન (degradation) કરે છે. આ પ્રક્રિયા **અપચય (catabolism)** કહેવાય છે.

એ નોંધવું મહત્ત્વનું છે કે વિઘટનમાં ઉપર્યુક્ત બધા જ તબક્કાઓ મૃત અવશેષીય ઘટકો પર સમાંતરે એકસાથે સતત ચાલ્યા કરે છે (આકૃતિ 14.1). સેન્દ્રીયકરણ અને ખનીજીકરણ પ્રક્રિયાઓ જમીનમાં વિઘટન દરમિયાન થતી રહે છે. **સેન્દ્રીયકરણ (humification)** દ્વારા એક ગાઢ રંગના અસ્ફટિકમય પદાર્થ (dark coloured amorphous substance)નું નિર્માણ થાય છે. તેને **સેન્દ્ર (ખાતર-humus)**



આકૃતિ 14.1 : સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં વિઘટન ચક્રનું રેખાંકિત નિરૂપણ

કહેવાય છે જે સૂક્ષ્મ જીવાણુકીય (microbial) ક્રિયાઓ માટે ખૂબ જ પ્રતિરોધક હોય છે તથા તેનું વિઘટન અતિશય ધીમા દરે ચાલ્યા કરે છે. કલિલ (colloidal) પ્રકૃતિ હોવાને કારણે તે પોષકોના સંચયસ્થાન (reservoir) તરીકે કાર્ય કરે છે. સેન્દ્ર (humus) ફરીથી કેટલાક સૂક્ષ્મજીવો દ્વારા વિઘટન પામે છે અને અકાર્બનિક પોષકો મુક્ત કરે છે જે **ખનીજીકરણ (mineralization)** તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયા દ્વારા થાય છે.

વિઘટન એ ખૂબ જ ઑક્સિજન આવશ્યક હોય એવી એક પ્રક્રિયા છે. વિઘટનનો દર મૃત અવશેષીય ઘટકો અને પર્યાવરણીય કારકોનાં રાસાયણિક સંઘટનો દ્વારા નિયંત્રિત હોય છે. એક ચોક્કસ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિમાં જ્યારે મૃત અવશેષીય ઘટકો લિગ્નીન અને કાઇટિનસભર હોય ત્યારે વિઘટનનો દર ખૂબ જ ધીમો હોય છે અને જો મૃત અવશેષીય ઘટકો નાઇટ્રોજન તથા શર્કરા જેવા જલદ્રાવ્ય પદાર્થોસભર હોય ત્યારે તે ખૂબ જ ઝડપી હોય છે. તાપમાન અને ભૂમિનો ભેજ ખૂબ જ મહત્ત્વના પર્યાવરણીય કારકો છે જે ભૂમિના સૂક્ષ્મજીવોની ક્રિયાઓ પર તેમની અસર દ્વારા વિઘટનનું નિયમન કરે છે. હૂંફાળું (warm) અને ભેજયુક્ત (આર્દ્રતાયુક્ત-moist) પર્યાવરણ વિઘટન માટે અનુકૂળ છે. જ્યારે ઓછું તાપમાન અને અજારક જીવન (anaerobiosis) વિઘટનને અવરોધે છે તેના પરિણામ સ્વરૂપ કાર્બનિક દ્રવ્યોના ભંડાર રચાય છે.

14.4 ઊર્જા-પ્રવાહ (શક્તિપ્રવાહ-Energy Flow)

ઊંડા સમુદ્રના જલતાપીય નિવસનતંત્ર (hydro-thermal ecosystem) સિવાય પૃથ્વી પરનાં બધાં જ નિવસનતંત્રો માટે શક્તિના પ્રવાહનો એકમાત્ર સ્રોત સૂર્ય જ છે. આપાત સૌર વિકિરણના 50 % કરતાં પણ ઓછા ભાગનો પ્રકાશ **પ્રકાશસંશ્લેષીય સક્રિય વિકિરણ (photosynthetically active**

radiation-PAR)માં પરિણમે છે. આપણે જાણીએ છીએ કે, વનસ્પતિઓ અને પ્રકાશસંશ્લેષી બૅક્ટેરિયા (સ્વયંપોષીઓ) સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાંથી ખોરાક બનાવવામાં સૂર્યની વિકિરણ ઊર્જાનું સ્થાપન કરે છે. વનસ્પતિઓ માત્ર 2-10 % પ્રકાશસંશ્લેષીય સક્રિય વિકિરણ (PAR) ગ્રહણ કરે છે અને આ ઊર્જાની ઓછી માત્રા જ સમગ્ર સજીવ વિશ્વને ટકાવી રાખે છે. આથી, તે જાણવું ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે કે વનસ્પતિઓ દ્વારા ગ્રહણ કરાયેલ સૌરઊર્જા એક નિવસનતંત્રના વિવિધ સજીવો મારફતે કેવી રીતે પ્રવાહિત થાય છે. બધા જ સજીવો તેમના આહાર માટે પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે ઉત્પાદકો પર આધાર રાખે છે. જેથી, તમે જુઓ છો કે ઊર્જાનો પ્રવાહ સૂર્યમાંથી ઉત્પાદકો તરફ અને પછી ઉપભોક્તાઓ તરફ એકદિશીય હોય છે. *શું આમાં ઉષ્માગતિકી (Thermodynamics)નો પ્રથમ નિયમ સિદ્ધ થાય છે ?*

ઉપરાંત નિવસનતંત્ર એ ઉષ્માગતિકીના બીજા નિયમથી મુક્ત નથી. જરૂરી અણુઓના સંશ્લેષણ માટે તેઓને સતત ઊર્જા મળવી આવશ્યક હોય છે જેને લીધે વધતા-જતા અવ્યવસ્થાપન સામે સંકલિત કાર્યપદ્ધતિ દ્વારા સંઘર્ષ (counteract the universal tendency toward increasing disorderliness) કરી શકે.

નિવસનતંત્રમાં લીલી વનસ્પતિઓને **ઉત્પાદકો (producers)** કહેવામાં આવે છે. સ્થલજ નિવસનતંત્રમાં, શાકીય (herbaceous) તેમજ કાષ્ઠીય (woody) વનસ્પતિઓ મુખ્ય ઉત્પાદકો છે. એ જ પ્રકારે, જલજ નિવસનતંત્રમાં વનસ્પતિપ્લવકો, લીલ અને જલીય વનસ્પતિઓની વિવિધ જાતિઓ ઉત્પાદકો છે.

તમે આહારશૃંખલાઓ (food chains) તથા આહારજાળ (food webs) વિશે વાંચ્યું છે કે જેઓ પ્રકૃતિમાં અસ્તિત્વ ધરાવે છે. વનસ્પતિઓ (ઉત્પાદકો)થી પ્રારંભ થતી આહારશૃંખલાઓ તથા આહારજાળ એવી રીતે બનેલી હોય છે કે પ્રત્યેક પ્રાણીઆહાર (ખોરાક) માટે કોઈ વનસ્પતિ પર કે અન્ય પ્રાણી પર આધાર રાખે છે અને બદલામાં તે કોઈ બીજા માટેનો આહાર બને છે. આ પરસ્પર આંતરનિર્ભરતા (interdependency)ના કારણે શૃંખલા કે જાળની રચના થાય છે. કોઈ પણ સજીવ દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવેલી ઊર્જા તેનામાં હંમેશાં માટે સંચિત રહેતી નથી. ઉત્પાદકો દ્વારા ગ્રહણ કરવામાં આવેલી ઊર્જા ઉપભોક્તાઓમાંથી પસાર થાય છે અથવા તો તે સજીવો મૃત્યુ પામે છે. એક સજીવના મૃત્યુથી મૃત અવશેષીય ઘટકોની આહારશૃંખલા તથા આહારજાળની શરૂઆત થાય છે.

બધાં પ્રાણીઓ તેમના આહારની જરૂરિયાત માટે (પ્રત્યક્ષ કે પરોક્ષ રીતે) વનસ્પતિઓ પર આધાર રાખે છે. આથી તેઓને **ઉપભોક્તાઓ (consumers)** કહેવાય છે કે વિષમપોષીઓ (પરપોષીઓ) પણ કહેવાય છે. જો તેઓ આહાર માટે ઉત્પાદકો કે વનસ્પતિઓ પર નિર્ભર હોય ત્યારે તેઓને પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ (primary consumers) કહેવાય છે અને જો પ્રાણીઓ (પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ) કે જેઓ વનસ્પતિઓ (કે તેમના ઉત્પાદન)ને ખાય છે તેઓને બીજાં પ્રાણીઓ ખાય છે તેમને દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ (secondary consumers) કહેવાય છે. આ પ્રકારે તૃતીયક ઉપભોક્તાઓ પણ હોઈ શકે છે. નિઃસંદેહ પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ **તૃણાહારી (શાકાહારી-herbivores)** હોઈ શકે. સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં કીટકો, પક્ષીઓ તથા સસ્તનો અને જલજ નિવસનતંત્રમાં મૃદુકાય પ્રાણીઓ (molluscs) કેટલાક સામાન્ય તૃણાહારીઓ હોય છે.

ઉપભોક્તાઓ કે જેઓ, આ તૃણાહારીઓનો આહાર કરે છે તેઓ માંસાહારીઓ (carnivores) હોય છે તેમને **પ્રાથમિક માંસાહારીઓ** (દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ) કહેવું ખૂબ જ યોગ્ય છે. એ પ્રાણીઓ જે આહાર માટે પ્રાથમિક માંસાહારીઓ પર આધાર રાખે છે તેમને **દ્વિતીયક માંસાહારીઓ (secondary carnivores)** સ્વરૂપે નિર્દેશિત કરાય છે. એક સરળ ચરીય આહારશૃંખલા (grazing food chain-GFC) અહીં નીચે બતાવવામાં આવી છે :

તૃણ - - - - - ➤ બકરી - - - - - ➤ મનુષ્ય - - - - - ➤
(ઉત્પાદક) (પ્રાથમિક ઉપભોક્તા) (દ્વિતીયક ઉપભોક્તા)

મૃત અવશેષીય (દ્રવ્ય) આહારશૃંખલા (Detritus Food Chain-DFC) મૃત કાર્બનિક દ્રવ્યોથી શરૂ થાય છે. તે **વિઘટકો**ની બનેલી હોય છે કે જેઓ વિષમપોષી સજીવો છે, તેઓ મુખ્યત્વે ફૂગ અને બૅક્ટેરિયા છે. તેઓ મૃત કાર્બનિક દ્રવ્યો કે મૃત અવશેષીય ઘટકોના વિઘટન (તોડવા-degrading) દ્વારા જરૂરી ઊર્જા કે પોષણ મેળવે છે. તેઓને **મૃતપોષીઓ (saprotrophs)** તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે (sapro = મૃત : to decompose = વિઘટન કરવું). વિઘટકો પાચક ઉત્સેચકો સ્રાવિત કરે છે જે મૃત કે નકામા પદાર્થોને સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોમાં ફેરવે છે, ત્યાર બાદ તેઓને તેમના જ દ્વારા શોષી લેવામાં આવે છે.

જલજ નિવસનતંત્રમાં ચરીય આહારશૃંખલા, ઊર્જાપ્રવાહ માટે મહત્ત્વનું પાસું (સાધન) છે. તેની વિરુદ્ધ, સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં ચરીય આહારશૃંખલા કરતાં મૃત આહારશૃંખલા દ્વારા ઘણી વધારે ઊર્જા પ્રવાહિત થાય છે. મૃત આહારશૃંખલાને કેટલાક સ્તરે ચરીય આહારશૃંખલા સાથે જોડી શકાય છે; મૃત આહારશૃંખલાના કેટલાક સજીવો ચરીય આહારશૃંખલાનાં પ્રાણીઓનો શિકાર (ભક્ષ્ય-prey) બની જાય છે તથા એક નૈસર્ગિક નિવસનતંત્ર (natural ecosystem)માં વંદા, કાગડા વગેરે જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ સર્વભક્ષી (omnivores) હોય છે. આ આહારશૃંખલાઓની પ્રાકૃતિક આંતરસંધિ એક **આહારજાળ**નું નિર્માણ કરે છે. *તમે માનવજાતને કેવી રીતે વર્ગીકૃત કરશો ?*

સજીવોના અન્ય સજીવો સાથેના આહારસંબંધોના આધારે તે નૈસર્ગિક પરિસર કે સમાજમાં ચોક્કસ સ્થાન પામે છે. તેમના પોષણ કે ખોરાકના સ્રોત પર આધારિત, બધા સજીવો આહાર-શૃંખલામાં ચોક્કસ સ્થાન લે છે જેને તેમના **પોષકસ્તર (trophic level)** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ઉત્પાદકો એ પ્રથમ પોષકસ્તરે, તૃણાહારીઓ (પ્રાથમિક ઉપભોક્તાઓ) દ્વિતીયક પોષકસ્તરે અને માંસાહારીઓ (દ્વિતીયક ઉપભોક્તાઓ) તૃતીયક પોષકસ્તરે સમાવેશિત છે (આકૃતિ 14.2).

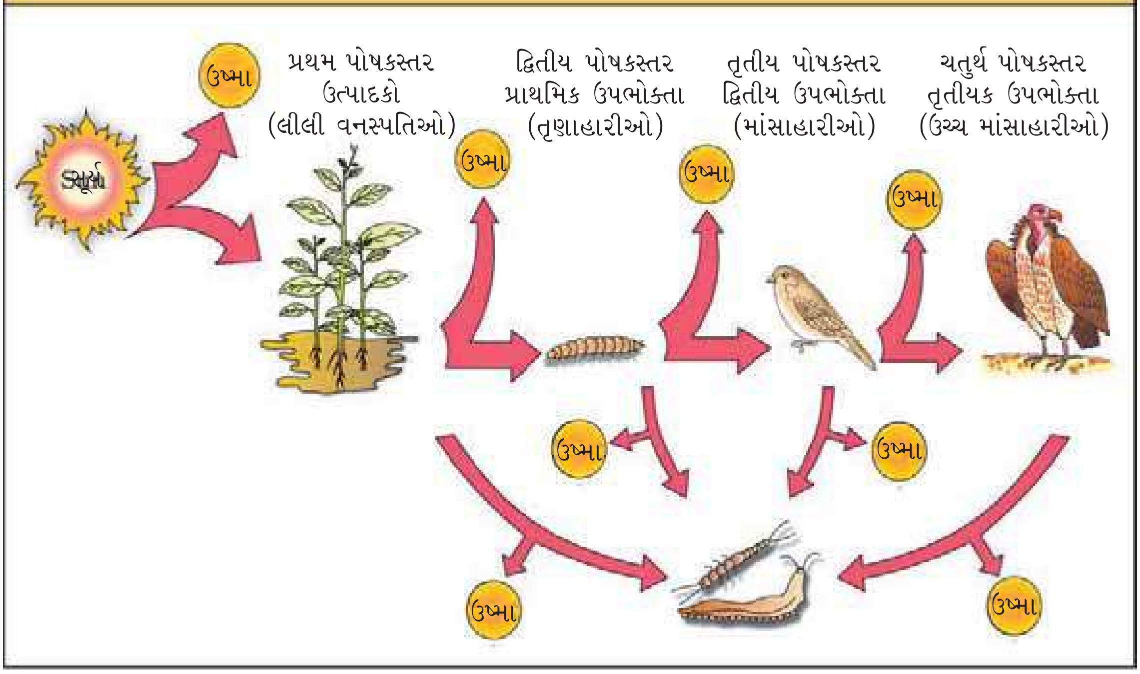
		ઉદાહરણો
તૃતીયક ઉપભોક્તા	ચતુર્થ પોષકસ્તર (ઉચ્ચ માંસાહારીઓ)	મનુષ્ય, સિંહ
↑		
દ્વિતીયક ઉપભોક્તા	તૃતીય પોષકસ્તર (માંસાહારીઓ)	પક્ષીઓ, માછલીઓ અને વરુ
↑		
પ્રાથમિક ઉપભોક્તા	દ્વિતીય પોષકસ્તર (તૃણાહારીઓ)	પ્રાણીપ્લવક, તીતીઘોડો અને ગાય
↑		
પ્રાથમિક ઉત્પાદક	પ્રથમ પોષકસ્તર (વનસ્પતિઓ)	વનસ્પતિપ્લવક, તૃણ અને વૃક્ષો

આકૃતિ 14.2 : નિવસનતંત્રમાં પોષકસ્તરોનું રેખાંકિત નિરૂપણ

અહીં અગત્યના મુદ્દાની નોંધ કરવા જેવી છે કે અનુક્રમિત પોષકસ્તરે ઊર્જાની માત્રા (પ્રમાણ) ઘટતી જાય છે. જ્યારે કોઈ સજીવો મૃત્યુ પામે છે ત્યારે તેઓ મૃત અવશેષીય ઘટકો કે મૃત જૈવભારમાં ફેરવાઈ જાય છે જે વિઘટકો માટે ઊર્જાના એક સ્રોતનું કામ કરે છે. દરેક પોષકસ્તરે સજીવો તેમની ઊર્જાની આવશ્યક્તા માટે તેમનાથી નિમ્ન પોષકસ્તર પર આધાર રાખે છે.

દરેક પોષકસ્તર એક ચોક્કસ સમયે જીવંત પદાર્થોનો કેટલોક જથ્થો ધરાવે છે તેને **પ્રાપ્ય પાક (standing crop)** કહેવાય છે. પ્રાપ્ય પાકને સજીવોનો જથ્થો (**જૈવભાર**) કે એકમ વિસ્તારમાં તેમની સંખ્યા દ્વારા માપી શકાય છે. એક જાતિના જૈવભારને તેના તાજા કે શુષ્ક વજન (fresh or dry weight)ના શબ્દોમાં અભિવ્યક્ત કરવામાં આવે છે. જૈવભારનું માપન તેના શુષ્ક વજનમાં થાય તે ખૂબ જ ઉચિત છે. શા માટે ?

ચરીય આહારશૃંખલામાં પોષકસ્તરોની સંખ્યા મર્યાદિત હોય છે એ પ્રકારે ઊર્જા-પ્રવાહનું સ્થાનાંતરણ 10 % ઓછું હોય છે - એટલે કે દરેક નિમ્ન પોષકસ્તરમાંથી તેનાથી ઉચ્ચ પોષકસ્તર પર માત્ર 10 % જ ઊર્જા પ્રવાહિત થાય છે. પ્રકૃતિમાં, આવા ઘણાબધા સ્તરોની સંભાવના રહેલી છે - જેમકે ચરીય આહારશૃંખલામાં ઉત્પાદકો, તૃણાહારીઓ, પ્રાથમિક માંસાહારીઓ, દ્વિતીયક માંસાહારીઓ વગેરે (આકૃતિ 14.3). *શું તમે વિચારી શકો છો કે, મૃત આહારશૃંખલામાં આવી કોઈ સીમામર્યાદા હોય ?*



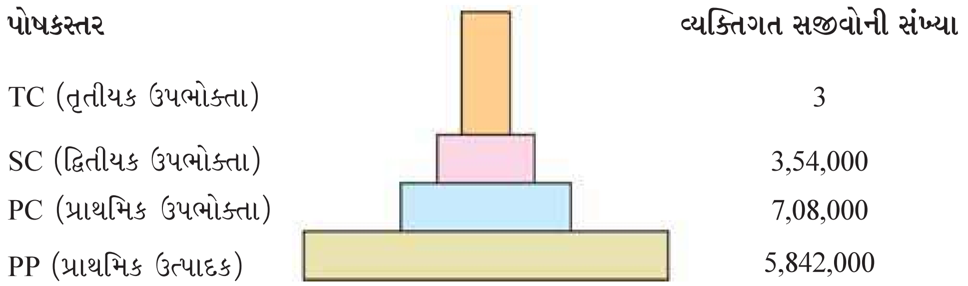
આકૃતિ 14.3 : વિવિધ પોષકસ્તરોમાં ઊર્જાપ્રવાહ

14.5 પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો (Ecological Pyramids)

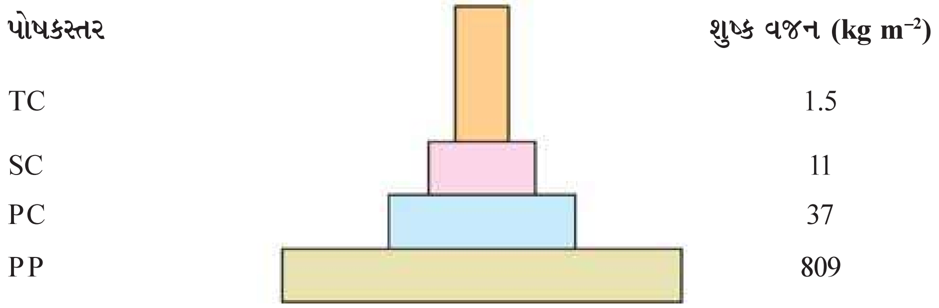
તમે પિરામિડના આકારથી ચોક્કસ પરિચિત હશો. પિરામિડનો પાયો (આધાર) પહોળો હોય છે અને તે ટોચ (શિખર) તરફ સાંકડો થતો જાય છે. વિભિન્ન પોષકસ્તરોએ ભલે તમે સજીવોનો આહાર કે ઊર્જા સાથે સંબંધ વ્યક્ત કરો તોપણ તમને પિરામિડનો આકાર સરખો જ મળશે. આથી, આ સંબંધને સંખ્યા, જૈવભાર કે ઊર્જા (શક્તિ)ના શબ્દોમાં વ્યક્ત કરી

શકાય છે. ઉત્પાદકો કે પ્રથમ પોષકસ્તર દરેક પિરામિડના પાયાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. જ્યારે તૃતીયક કે ઉચ્ચ સ્તરના ઉપભોગીઓ તેની ટોચનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે.

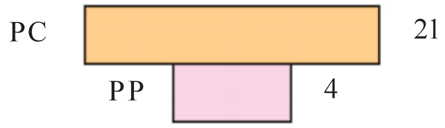
ત્રણ પ્રકારના પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો કે જેમનો સામાન્ય રીતે અભ્યાસ કરવામાં આવે છે : (a) સંખ્યાના પિરામિડ (pyramid of number) (b) જૈવભારના પિરામિડ (pyramid of biomass) અને (c) ઊર્જાના પિરામિડ (pyramid of energy). વિસ્તૃત જાણકારી માટે આકૃતિ 14.4 (a), (b), (c) અને (d) જુઓ.



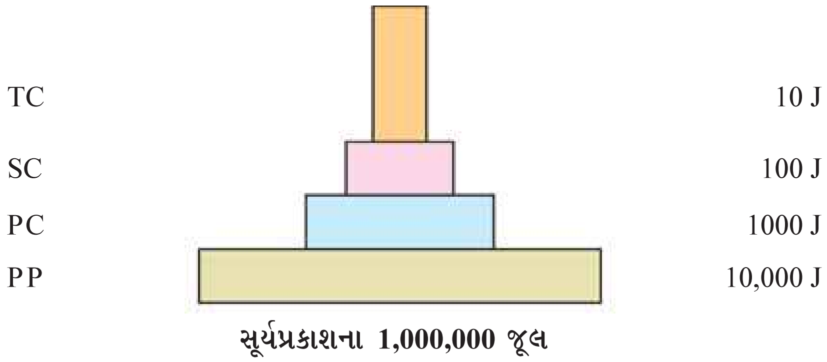
આકૃતિ 14.4 (a) : તૃણભૂમિ નિવસનતંત્રમાં સંખ્યાનો પિરામિડ. લગભગ 60 લાખ (6 millions) જેટલી વનસ્પતિઓનાં ઉત્પાદન પર આધારિત નિવસનતંત્રમાંનું સમર્થન કરતા માત્ર 3 ઉચ્ચ કક્ષાના માંસાહારીઓ છે



આકૃતિ 14.4 (b) : ઉચ્ચ પોષક સ્તરે જૈવભારમાં તીવ્ર ઘટાડો દર્શાવતો જૈવભારનો પિરામિડ



આકૃતિ 14.4 (c) : પ્રાણીપ્લવકના વ્યાપક સ્થિત (સ્થાયી) પાકનું સમર્થન કરતા વનસ્પતિપ્લવકના નાના સ્થિત પાકનો જૈવભારનો અધોવર્તી (ઊલટો) પિરામિડ



આકૃતિ 14.4 (d) : ઊર્જાનો એક આદર્શ પિરામિડ. જે અવલોકિત કરે છે કે પ્રાથમિક ઉત્પાદકો સૂર્ય પ્રકાશમાં તેમના માટે ઉપલબ્ધ ઊર્જાના ફક્ત 1 % જ ઊર્જાને વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદન (NPP)માં પરિવર્તિત કરે છે

ઊર્જાપ્રમાણ, જૈવભાર કે સંખ્યાઓની કોઈ પણ ગણતરીમાં પોષકસ્તરે રહેલા બધા સજીવોનો સમાવેશ કરવો જોઈએ. જો આપણે કોઈ પણ પોષકસ્તરે રહેલા ફક્ત થોડાક જ વ્યક્તિગત સજીવોને ગણતરીમાં લઈએ તો આપણા દ્વારા કરવામાં આવેલ કોઈ પણ સામાન્યીકરણ (generalization) સાચું નહિ થાય. ક્યારેક એક વ્યક્તિગત સજીવ એક જ સમયે એકસાથે એક કરતાં વધારે પોષકસ્તરોમાં જોવા મળે છે. આપણે એ અવશ્ય ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે પોષકસ્તર એ એક ક્રિયાત્મક સ્તર (functional level)નું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે, નહિ કે આવી કોઈ જાતિનું. આપેલ જાતિ, એક જ સમયે એ જ નિવસનતંત્રમાં એક કરતાં વધારે પોષકસ્તરે ઉપસ્થિત થઈ શકે છે; ઉદાહરણ તરીકે, એક ચકલી (sparrow) જ્યારે બીજ, ફળ તથા વટાણા ખાય છે ત્યારે તે પ્રાથમિક ઉપભોક્તા છે પરંતુ જ્યારે તે કીટકો (insects) અને કૃમિઓ (worms) ખાય છે ત્યારે તે દ્વિતીયક ઉપભોક્તા હોય છે. *શું તમે એ વિવરણ આપી શકો છો કે એક આહારશૃંખલામાં મનુષ્ય કેટલા પોષકસ્તરોએ ક્રિયાશીલ હોઈ શકે ?*

મોટા ભાગનાં નિવસનતંત્રોમાં, સંખ્યાના, જૈવભારના અને ઊર્જાનાં બધાં પિરામિડો સીધાં હોય છે, એટલે કે ઉત્પાદકો સંખ્યામાં અને જૈવભારમાં તૃણાહારીઓ કરતાં વધારે હોય છે અને આ જ રીતે તૃણાહારીઓ સંખ્યામાં અને જૈવભારમાં માંસાહારીઓ કરતાં વધારે હોય છે. આ પ્રકારે નિમ્ન પોષકસ્તરે ઊર્જાની માત્રા હંમેશાં ઉચ્ચ પોષકસ્તરો કરતાં વધુ હોય છે.

આ સામાન્યીકરણમાં કેટલાક અપવાદો (exceptions) છે; જો તમે એક મોટા વૃક્ષ પર આહાર માટે આધાર રાખતા કીટકોની સંખ્યાની ગણતરી કરો તો તમને કેવા પ્રકારનો પિરામિડ મળશે ? હવે એમાં એ નાના કીટકો પર નિર્ભર રહેતાં નાનાં પક્ષીઓની સંખ્યા ઉમેરો અને તેની ગણતરી કરો. એની સાથે કીટભક્ષી નાનાં પક્ષીઓ પર નિર્ભર રહેતા મોટાં પક્ષીઓની ગણતરી કરો. હવે તમને પ્રાપ્ત થતી સંખ્યા (આંકડા)નો આકાર દોરો.

સમુદ્રમાં જૈવભારના પિરામિડ પણ સામાન્યપણે અધોવર્તી (ઉલટા-inverted) હોય છે, કારણ કે માછલીઓનો જૈવભાર વનસ્પતિપ્લવકો (phytoplanktons)ના કરતાં ખૂબ જ વધારે હોય છે. *શું આ એક વિરોધાભાસ નથી ? તમે તેને કેવી રીતે સમજાવશો ?*

ઊર્જાના પિરામિડ હંમેશાં ઊર્ધ્વવર્તી (સીધા-upright) જ હોય છે, ક્યારેય ઊલટા શક્ય નથી કારણ કે જ્યારે એક ચોક્કસ પોષકસ્તરેથી બીજા પોષકસ્તરે ઊર્જા પ્રવાહિત થાય છે ત્યારે દરેક તબક્કે કેટલીક ઊર્જા ઉષ્માસ્વરૂપે હંમેશાં ગુમાવાય છે. ઊર્જા પિરામિડમાં દરેક સ્તંભ (bar) આપેલ સમયમાં કે વાર્ષિક પ્રતિ એકમ વિસ્તારમાં દરેક પોષકસ્તરે હાજર રહેલ ઊર્જાની માત્રાનું સૂચન છે.