ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ / 1211 / 414 / છ, તા. 1-2-2012– થી મંજૂર

જીવવિજ્ઞાન

ધોરણ 12

(સિમેસ્ટર III)

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધાં ભારતીયો મારાં ભાઈબહેન છે.
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.
હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે આદર રાખીશ
અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિષ્ઠા અર્પું છું.
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક

ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ
'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર – 382010

© ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર
આ પાઠ્યપુસ્તકના સર્વ હક ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળને હસ્તક છે.
આ પાઠ્યપુસ્તકનો કોઈ પણ ભાગ કોઈ પણ રૂપમાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળના નિયામકની લેખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

લેખન-સંપાદન

ડૉ. એમ. આઈ. પટેલ (કન્વીનર)
ડૉ. વાય. એમ. દલાલ
ડૉ. બી. કે. જૈન
ડૉ. યોગેશ બી. ડબગર
ડૉ. ચિરાગ આચાર્ય
ડૉ. નરસિંહ બી. પટેલ

અનુવાદ

ડૉ. એમ. આઈ. પટેલ ડૉ. વાય. એમ. દલાલ
ડૉ. બી. કે. જૈન ડૉ. યોગેશ બી. ડબગર
ડૉ. ચિરાગ આચાર્ય ડૉ. નરસિંહ બી. પટેલ

સમીક્ષા

શ્રી નીતિન ડી. દવે શ્રી જયસુખ બી. હરમાણી
શ્રી જયંતિભાઈ પી. પટેલ શ્રીમતી સોનલ ટી. ભાટિયા
શ્રી રાજેન્દ્ર એસ. પટેલ શ્રી એમ. કે. સોલંકી
શ્રી અવિનાશ કે. ભટ્ટ શ્રી વી. એમ. પટેલ
શ્રી નરેશ આર. ઝવેરી શ્રી જયપ્રકાશ એન. પટેલ

ભાષાશુદ્ધિ

શ્રી ઓ. બી. દવે

ચિત્રાંકન

શીલ્પ ગ્રાફિક્સ

સંયોજન

શ્રી ચિરાગ એચ. પટેલ
(વિષય-સંયોજક : ભૌતિકવિજ્ઞાન)

નિર્માણ-આયોજન

શ્રી હરેશ એસ. લીમ્બાચીયા
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

મુદ્રણ-આયોજન

શ્રી હરેશ એસ. લીમ્બાચીયા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

પ્રસ્તાવના

કોર-કરિક્યુલમ અને એન.સી.ઈ.આર.ટી. દ્વારા NCF-2005 મુજબ તૈયાર કરવામાં આવેલા નવા રાષ્ટ્રીય અભ્યાસક્રમોના અનુસંધાનમાં ગુજરાત રાજ્ય માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડે નવા અભ્યાસક્રમો તૈયાર કર્યા છે. આ અભ્યાસક્રમો ગુજરાત સરકાર દ્વારા મંજૂર કરવામાં આવે છે.

ગુજરાત સરકાર દ્વારા મંજૂર થયેલા **ધોરણ 12, સિમેસ્ટર III ના જીવવિજ્ઞાન** વિષયના નવા અભ્યાસક્રમ અનુસાર તૈયાર કરવામાં આવેલું આ પાઠ્યપુસ્તક વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલાં એની હસ્તપ્રતની આ સ્તરે શિક્ષણકાર્ય કરતા શિક્ષકો અને તજ્જ્ઞો દ્વારા સર્વાંગી સમીક્ષા કરાવવામાં આવી છે. શિક્ષકો તથા તજ્જ્ઞોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારાવધારા કર્યા પછી આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવામાં આવ્યું છે.

આ મૂળ અંગ્રેજીમાં લખાયેલ પાઠ્યપુસ્તકનો ગુજરાતી અનુવાદ છે. ગુજરાતી અનુવાદની વિષય અને ભાષાના નિષ્ણાતો દ્વારા સમીક્ષા કરાવવામાં આવી છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને વિષયવસ્તુલક્ષી, રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે મંડળે પૂરતી કાળજી લીધી છે, તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી પુસ્તકની ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

ડૉ.ભરત પંડિત
નિયામક
તા. 3-3-2015

ડૉ. નીતિન પેથાણી
કાર્યવાહક પ્રમુખ
ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2012, પુનઃમુદ્રણ : 2013, 2014

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી ડૉ. ભરત પંડિત, નિયામક

મુદ્રક :

મૂળભૂત ફરજો

ભારતના દરેક નાગરિકની ફરજ નીચે પ્રમાણે રહેશે :*

(ક) સંવિધાનને વફાદાર રહેવાની અને તેના આદર્શો અને સંસ્થાઓનો, રાષ્ટ્રધ્વજનો અને રાષ્ટ્રગીતનો આદર કરવાની;

(ખ) આઝાદી માટેની આપણી રાષ્ટ્રીય લડતને પ્રેરણા આપનારા ઉમદા આદર્શોને હૃદયમાં પ્રતિષ્ઠિત કરવાની અને અનુસરવાની;

(ગ) ભારતનાં સાર્વભૌમત્વ, એકતા અને અખંડિતતાનું સમર્થન કરવાની અને તેમનું રક્ષણ કરવાની;

(ઘ) દેશનું રક્ષણ કરવાની અને રાષ્ટ્રીય સેવા બજાવવાની હાકલ થતાં, તેમ કરવાની;

(ચ) ધાર્મિક, ભાષાકીય, પ્રાદેશિક અથવા સાંપ્રદાયિક ભેદોથી પર રહીને, ભારતના તમામ લોકોમાં સુમેળ અને સમાન બંધુત્વની ભાવનાની વૃદ્ધિ કરવાની, સ્ત્રીઓના ગૌરવને અપમાનિત કરે તેવા વ્યવહારો ત્યજી દેવાની;

(છ) આપણી સમન્વિત સંસ્કૃતિના સમૃદ્ધ વારસાનું મૂલ્ય સમજી તે જાળવી રાખવાની;

(જ) જંગલો, તળાવો, નદીઓ અને વન્ય પશુપક્ષીઓ સહિત કુદરતી પર્યાવરણનું જતન કરવાની અને તેની સુધારણા કરવાની અને જીવો પ્રત્યે અનુકંપા રાખવાની;

(ઝ) વૈજ્ઞાનિક માનસ, માનવતાવાદ અને જિજ્ઞાસા તથા સુધારણાની ભાવના કેળવવાની;

(ટ) જાહેર મિલકતનું રક્ષણ કરવાની અને હિંસાનો ત્યાગ કરવાની;

(ઠ) રાષ્ટ્ર પુરુષાર્થ અને સિદ્ધિનાં વધુ ને વધુ ઉન્નત સોપાનો ભણી સતત પ્રગતિ કરતું રહે એ માટે, વૈયક્તિક અને સામૂહિક પ્રવૃત્તિનાં તમામ ક્ષેત્રે શ્રેષ્ઠતા હાંસલ કરવાનો પ્રયત્ન કરવાની;

(ડ) માતા-પિતાએ અથવા વાલીએ 6 વર્ષથી 14 વર્ષ સુધીની વયના પોતાના બાળક અથવા પાલ્યને શિક્ષણની તકો પૂરી પાડવી.

* ભારતનું સંવિધાન : કલમ 51-क

અનુક્રમણિકા

1.	વનસ્પતિઓમાં વહન	1
2.	ખનીજપોષણ	13
3.	પ્રકાશસંશ્લેષણ	28
4.	શ્વસન	41
5.	પાચન અને અભિશોષણ	53
6.	શ્વાસોચ્છ્વાસ અને વાયુઓની આપ-લે	67
7.	દેહજળ અને પરિવહન	77
8.	ઉત્સર્ગપદાર્થ અને તેનો નિકાલ	90
9.	પ્રચલન અને હલનચલન	100
10.	સજીવો અને વસતિ	111
11.	નિવસનતંત્ર	129
12.	જૈવવિવિધતા અને તેનું સંરક્ષણ	142
13.	પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ	159
●	પારિભાષિક શબ્દો	173

1

વનસ્પતિઓમાં વહન

તમને આશ્ચર્ય થશે કે ઊંચાં વૃક્ષોની ટોચે પાણી કેવી રીતે પહોંચતું હશે ? એ જ રીતે ઘટકો એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં કેવી રીતે સ્થળાંતર કરતા હશે ? શું ચયાપચયશક્તિની જરૂરિયાત ઘટકોના સ્થળાંતર માટે હોય છે ? પાણીનું શોષણ મૂળરોમ દ્વારા થાય છે અને ત્યાંથી વનસ્પતિ પ્રકાંડની ટોચે પહોંચે તે જરૂરી છે. એ જ રીતે ખોરાકનું સંશ્લેષણ પર્ણો દ્વારા થાય છે અને ત્યાંથી જમીનની અંદર ખૂંપેલા મૂળાગ્ર સહિત બધા જ ભાગોમાં સ્થળાંતર થાય તે જરૂરી છે. કોષની આરપાર પટલમાંથી અને પેશીના એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં વિવિધ સ્થળે હલનચલન થાય તે પણ જરૂરી છે.

જ્યારે દ્રવ્યોનું વહન થતું હોય છે, ત્યારે આપણે પ્રથમ એ સ્પષ્ટ કરવું પડે કે કયા પ્રકારનું વહન છે અને કયાં દ્રવ્યોને ધ્યાનમાં લઈએ છીએ ? પુષ્પધારી વનસ્પતિઓમાં પાણી, ખનીજપોષક દ્રવ્યો, કાર્બનિક પોષક દ્રવ્યો અને વનસ્પતિ-વૃદ્ધિ, અંતઃસ્રાવો જેવાં દ્રવ્યોના વહનની આવશ્યકતા રહે છે. નજીકના અંતરમાં ઘટકોનું વહન પ્રસરણ તેમજ કોષરસીય પ્રવાહ દ્વારા દૂરના અંતર માટે વહનની ક્રિયાવિધિ વાહકપેશીતંત્ર દ્વારા થાય છે, જેને દ્રવ્યોનું સ્થળાંતરણ (Translocation) કહે છે.

વહનની દિશા એ એક અગત્યનું પાસું છે. મૂળધારી વનસ્પતિઓમાં જલવાહકમાં વહન એકમાર્ગી હોય છે, જે મૂળથી પ્રકાંડ તરફ હોય છે. કાર્બનિક અને ખનીજપોષક દ્રવ્યોનું દ્વિમાર્ગી વહન થાય છે. મોટેભાગે કાર્બનિક પોષક દ્રવ્યો પર્ણો દ્વારા તૈયાર થાય છે અને તેનું સ્થળાંતરણ નીચેની તરફ પ્રકાંડ અને મૂળમાં વપરાશ અને સંગ્રહ માટે થાય છે. ખનીજપોષક દ્રવ્યો મૂળ દ્વારા લેવામાં આવે છે અને ઉપરની દિશામાં તેનું વહન પ્રકાંડ, પર્ણો અને વૃદ્ધિ પામતા પ્રદેશોમાં થાય છે. અંતઃસ્રાવોનું પણ વહન થતું હોય છે, જે ખૂબ જ અલ્પ પ્રમાણમાં હોય છે. ક્યારેક તે માત્ર ધ્રુવીય અથવા એકમાર્ગીય રીતે જ્યાંથી સંશ્લેષણ થતું હોય ત્યાંથી બીજા ભાગો તરફ થાય છે. આથી પુષ્પધારી વનસ્પતિઓમાં જુદા-જુદા માર્ગે ઘટકોની જટિલ હેરફેર થાય છે, જેમાં દરેક અંગ કેટલાક ઘટકો મેળવે છે અને બીજા ઘટકો બહાર મોકલે છે.

વહનના પ્રકારો (Means of Transport)

(1) પ્રસરણ (Diffusion) : કોઈ પણ દ્રવ્યના અણુઓ પોતાના વધુ સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તારમાંથી પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરી જાય છે. આવી ગતિ કોઈ આયોજનયુક્ત હોતી નથી. આ ઘટનાને પ્રસરણ કહે છે. આ વહન નિષ્ક્રિય છે અને તેમાં કોઈ પણ જાતની શક્તિ વપરાતી નથી. વાયુઓનું પ્રસરણ સૌથી વધુ ઝડપી હોય છે. પ્રવાહીનું પ્રસરણ તેની સરખામણીમાં ધીમું હોય છે. પ્રસરણદર ઉપર તાપમાન, દબાણ, સંકેન્દ્રણ ઢોળાંશ, તેઓને અલગ કરતા પટલની પ્રવેશશીલતા વગેરેની અસર થાય છે.

(2) સાનુકૂલિત પ્રસરણ (Facilitated Diffusion) : પ્રસરણ માટે ઢોળાંશ જરૂરી છે. પ્રસરણનો દર દ્રવ્યોના અણુના કદ ઉપર આધાર રાખે છે, દેખીતી રીતે નાના કદના અણુઓનું પ્રસરણ ઝડપી થાય છે. કોઈ પણ દ્રવ્યનું પટલની આરપાર પ્રસરણનો

આધાર તેની લિપિડમાં દ્રાવ્યતા ઉપર છે, જે પટલના બંધારણમાં આવેલો મુખ્ય ઘટક છે. જે દ્રવ્ય લિપિડ (ચરબી)માં દ્રાવ્ય હોય, તેનું પટલમાંથી વહન ઝડપી થાય છે. જે દ્રવ્ય જલાનુરાગી (hydrophilic moiety) હોય, તેનું પટલમાંથી પસાર થવું મુશ્કેલ છે. તેના વહન માટે સાનુકૂળતા પૂરી પાડવી પડે, જે પટલમાં રહેલ પ્રોટીન પસાર થવા માટે સ્થાન પૂરું પાડે છે. તે પ્રસરણ-ઢોળાંશ સર્જતા નથી, પરંતુ અગાઉથી પ્રસરણ-ઢોળાંશ હાજર હોવાથી તેને પ્રોટીન મદદ કરે છે. આ ક્રિયાને સાનુકૂલિત પ્રસરણ કહે છે.

સાનુકૂલિત પ્રસરણમાં વિશિષ્ટ પ્રોટીનની મદદથી દ્રવ્યો ATPની શક્તિના વપરાશ વગર પટલમાંથી પસાર થઈ શકે છે. સાનુકૂલિત પ્રસરણ ઓછા સંકેન્દ્રણથી વધુ સંકેન્દ્રણ તરફ અણુનું પૂરું વહન દર્શાવતું નથી. તેના માટે શક્તિ આપવાની જરૂરિયાત રહે છે. જ્યારે બધા જ પ્રોટીન વાહકોનો ઉપયોગ થાય છે, ત્યારે વહન મહત્તમ દરે પહોંચે છે. સાનુકૂલિત પ્રસરણ એ ખૂબ જ સ્પષ્ટ હોય છે, તે કોષમાં ઘટકોના ઉપરનીચે જવાની પરવાનગી આપે છે. તે અવરોધકો પ્રત્યે સંવેદનશીલ છે. જે પ્રોટીન સ્થાને રહેલી સાંકળ સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે. પટલમાં રહેલ પ્રોટીન તેને માટે માર્ગ બનાવે છે. પટલમાં રહેલ પ્રોટિન નિર્મિત સાંકળ પૈકી કેટલીક સાંકળો અણુના વહન માટે હંમેશાં ખુલ્લી રહે છે, જ્યારે બાકીની નિયંત્રિત હોય છે. કેટલીક મોટી હોય છે, જે વિવિધતા ધરાવતા અણુઓને પસાર થવાની પરવાનગી આપે છે. પોરિન્સ (Porins)એ પ્રોટીન છે, જે રંજકકણો, કણાભસૂત્ર અને કેટલાક જીવાણુઓના બહારના પટલમાં ખૂબ મોટાં છિદ્રો ઉત્પન્ન કરે છે, જે પ્રોટીન જેટલા કદના અણુઓને પણ પસાર થવા દે છે. બાહ્યકોષીય અણુઓ વાહક પ્રોટીન સાથે જોડાય છે, ત્યારે વાહક પ્રોટીન ઘૂમીને અણુને કોષની અંદરની બાજુએ મુક્ત કરે છે.

કેટલાક વાહક પ્રોટીન પ્રસરણની મંજૂરી ત્યારે જ આપે છે કે જ્યારે બે પ્રકારના અણુઓ સાથે વહન પામતા હોય. સીમપોર્ટમાં બંને પ્રકારના અણુઓનું એક જ દિશામાં વહન થાય. જ્યારે એન્ટિપોર્ટમાં તેનું વહન વિરુદ્ધ દિશામાં થાય છે. જ્યારે અણુ બીજા અણુઓથી સ્વતંત્ર રીતે પટલમાંથી પસાર થતા હોય ત્યારે આ ક્રિયાને યુનિપોર્ટ કહે છે.

(3) સક્રિય વહન (Active transport) : અણુઓનું વહન સંકેન્દ્રણ ઢોળાંશની વિરુદ્ધ અને શક્તિની મદદથી થતું હોય તો તેને સક્રિય વહન કહે છે. સક્રિય વહન પટલ પ્રોટીનની મદદથી થાય છે. આથી પટલમાં આવેલા વિવિધ પ્રકારનાં પ્રોટીન સક્રિય અને નિષ્ક્રિય એમ બંને પ્રકારના વહનમાં મહત્ત્વનો ફાળો આપે છે. પમ્પ પ્રોટીનના બનેલા હોવાથી શક્તિનો ઉપયોગ કરી દ્રવ્યોને પટલની આરપાર પસાર થવા દે છે. આ અણુઓ દ્રવ્યોનું વહન નીચા સંકેન્દ્રણથી ઊંચા સંકેન્દ્રણ તરફ કરે છે. જ્યારે બધા જ પ્રોટીન વાહકોનો ઉપયોગ થાય છે, ત્યારે વહનનો દર મહત્તમ થાય છે. ઉત્સેચકોની જેમ જ વાહક પ્રોટીન ચોક્કસ પ્રકારના દ્રવ્યનું જ પટલની આરપાર વહન કરે છે. આ પ્રોટીન અવરોધકો પ્રત્યે સંવેદનશીલ છે, જે પ્રોટીનની બાજુની સાંકળો સાથે પ્રતિક્રિયા કરે છે.

આયનોનું વાહક અણુઓ દ્વારા સંયોજન

જુદી-જુદી વહનપ્રક્રિયાઓની સરખામણી :

ગુણધર્મ	સાદું પ્રસરણ	સાનુકૂલિત વહન	સક્રિય વહન
1. પટલમય પ્રોટીન	ના	હા	હા
2. વહનની સાંદ્રતા	ના	હા	હા
3. ખૂબ જ પસંદગીમાન	ના	હા	હા
4. શક્તિની આવશ્યકતા	ના	ના	હા
5. ચઢાણવાળું વહન	ના	ના	હા

વનસ્પતિના જલસંબંધો (Plant water relations)

વનસ્પતિમાં થતી બધી દેહધાર્મિક ક્રિયાઓમાં પાણી મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. તેની ગેરહાજરીમાં વનસ્પતિઓ લાંબો સમય જીવંત રહી શકતી નથી. અન્ય પ્રવાહીઓની તુલનામાં પાણી ઉત્તમ દ્રાવક છે અને **હંમેશાં** બધા જ ભાગોના જીવરસના બંધારણમાં હોય છે. સામાન્યતઃ કોષરસમાં તેનું પ્રમાણ 75% જોવા મળે છે. તડબૂચ (Watermelon)માં તેનું પ્રમાણ 92% થી વધારે હોય છે. શાકીય વનસ્પતિઓના છોડમાં શુષ્ક વજનની સરખામણીમાં તેનું સામાન્ય વજન 10થી 15% હોય છે. ઘણી જલીય વનસ્પતિઓમાં તેનું પ્રમાણ 98% સુધી હોય છે. એ જ રીતે શુષ્કોદ્‌ભિદ વનસ્પતિઓમાં તેનું પ્રમાણ સામાન્યતઃ 60% અથવા તેનાથી ઓછું હોય છે. બીજ ભલે શુષ્ક દેખાતું હોય - પરંતુ તે પાણી ધરાવે છે, કારણ કે તેના વગર તે જીવંત રહી શકે નહીં અને શ્વસન કરી શકે નહીં. પુખ્ત મકાઈ વનસ્પતિ મોટે ભાગે દિવસમાં ત્રણ લિટર પાણીનું શોષણ કરે છે, જ્યારે રાઈનો છોડ તેના પોતાના વજન જેટલા જ પાણીનું 5 કલાકમાં શોષણ કરે છે. પાણીની આટલી બધી જરૂરિયાતને કારણે આપણને આશ્ચર્ય થતું નથી કે પાણી સીમિત પરિબળ તરીકે વનસ્પતિની વૃદ્ધિ અને ઉત્પાદકતા ઉપર અને એ રીતે ખેતીવાડી અને પ્રાકૃતિક પર્યાવરણ ઉપર અસર કરે છે.

જલક્ષમતા (Water-Potential) : વનસ્પતિ સહિત, બધા જ જીવંત સજીવોમાં વૃદ્ધિ અને પ્રજનન માટે મુક્તશક્તિની આવશ્યકતા રહે છે. થરમૉડાઇનેમિક્સના નિયમ મુજબ, મુક્તશક્તિ એ કાર્ય કરી શકે તેવી સ્થિતિશક્તિ નિર્દેશન કરે છે. આમ, પાણીમાં રહેલી સ્થિતિશક્તિને તેની જલક્ષમતા કહે છે. જલક્ષમતાનો સિદ્ધાંત પાણીના વહનને સમજાવે છે.

પાણીનો અણુ ગતિશીલતા ધરાવે છે. પ્રવાહી અને વાયુમય માધ્યમમાં તે અસ્તવ્યસ્ત (randomly) રીતે ઝડપી અને સતત હોય છે. ગુરુત્વાકર્ષણીય ખેંચાણ પાણીમાં રહેલી સ્થિતિશક્તિનું કાર્ય કરી શકે તેવા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર કરવા માટે જવાબદાર છે. બંધમાં સંચિત પાણીના પ્રપાતમાંથી આવા જ કારણસર વીજઉત્પાદન કરી શકાય છે. દબાણ એક બીજું પરિબળ છે જે પાણીને વધુ કાર્યશક્તિ મુક્ત કરવા માટે પ્રેરી શકે. પાણીના એક સ્થળેથી બીજા સ્થળ તરફના વહનને જલક્ષમતાને આધારે સમજાવી શકાય છે. પાણીની જલક્ષમતા પર ત્રણ પરિબળો અસર કરે છે : સંકેન્દ્રણ, દબાણ અને ગુરુત્વાકર્ષણ

જલક્ષમતાનું નિર્દેશન ગ્રીક સંજ્ઞા Psi અથવા Ψ છે. અને તે દબાણનો એકમ પાસ્કલ (Pa)થી અભિવ્યક્ત થાય છે. કોઈ પણ દ્રાવણની જલક્ષમતાને તેના ત્રણ ઘટકોને આધારે દર્શાવાય છે.

$$\Psi w = \Psi s + \Psi p + \Psi g$$

Ψw = જલક્ષમતા

Ψs = સંકેન્દ્રણ ઘટક. દ્રાવણમાં રહેલાં દ્રવ્યોનું પ્રમાણ.

Ψp = જલસ્થિતિ દબાણ. દબાણ જેમ વધુ તે જલક્ષમતા વધુ. ઋણ દબાણે તે ઘટે. શુદ્ધ ખુલ્લા પાણીમાં તેનું મૂલ્ય શૂન્ય હોય છે.

Ψg = ગુરુત્વાકર્ષણ ઘટક પાણીના જથ્થાની સ્થિતિ પર અવલંબે છે.

સામાન્ય રીતે, વનસ્પતિકોષની બાબતમાં તેને Ψg અવગણવામાં આવે છે. આમ, ઉપરનું સમીકરણ સરળ બને.

$$\Psi w = \Psi s + \Psi p$$

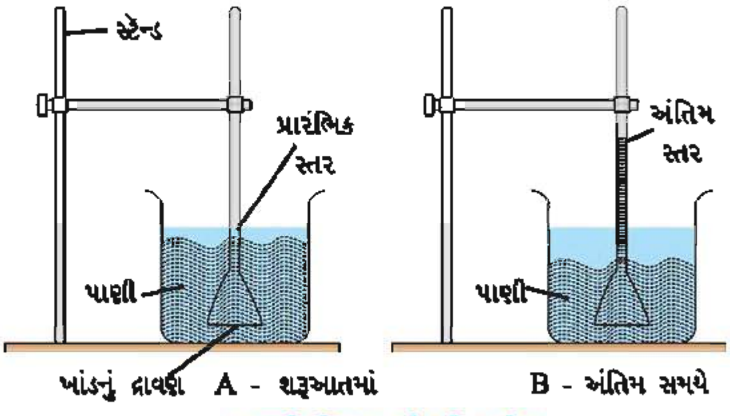
આ સમીકરણ અનુસાર પાણી જ્યારે કોષમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે Ψp નું મૂલ્ય વધે છે. Ψp નું ધન મૂલ્ય આશૂનદાબ કહેવાય છે. આમ થતાં કોષની અંદરના અને કોષની બહારના પાણીની જલક્ષમતા વચ્ચેનો તફાવત ઘટે છે. બીજી બાજુ જો કોષમાંનાં દ્રવ્યોનું સંકેન્દ્રણ વધે, તો Ψsનું મૂલ્ય ઘટે છે. આ કારણસર પાણી બહારથી કોષમાં પ્રવેશે છે. સામાન્ય રીતે પાણી પોતાની વધુ જલક્ષમતાના વિસ્તારમાંથી પોતાની ઓછી જલક્ષમતાના વિસ્તાર તરફ જાય છે, રાસાયણિક સંદર્ભમાં જલક્ષમતાને પાણીની રસાયણક્ષમતા પણ કહે છે.

આસૃતિ (Osmosis) : આસૃતિ એ પ્રસરણ કરતાં સહેજ જુદી પડે છે, કારણ કે આસૃતિમાં કેટલાક પ્રકારના અવરોધકો બે જુદા-જુદા પ્રકારની સાંદ્રતા ધરાવતાં દ્રાવણો વચ્ચે હોય છે, જ્યારે સરળ પ્રસરણમાં આવા કોઈ અવરોધકો હોતા નથી. બધા જ જીવંત સજીવોમાં અવરોધક તરીકે અર્ધપ્રવેશશીલ પટલ આવેલું હોય છે. અર્ધપ્રવેશશીલ પટલને પસંદગીમાન પ્રવેશશીલ પટલ પણ કહે છે. દા.ત., કોષરસસ્તર. આથી આસૃતિ બે જુદી-જુદી સાંદ્રતા ધરાવતાં દ્રાવણો વચ્ચે થાય છે. આપણે આસૃતિને વ્યાખ્યાયિત કરી શકીએ કે બે અસમાન સાંદ્રતા ધરાવતાં દ્રાવણોને અર્ધપ્રવેશશીલ પટલથી જુદાં પાડવામાં આવે, ત્યારે મંદ સાંદ્રતા ધરાવતા દ્રાવણમાંથી દ્રાવક (પાણી) સાંદ્રદ્રાવણ તરફ પ્રસરણ પામે છે. આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે, જ્યાં સુધી બંને દ્રાવણોની સાંદ્રતા એકસરખી ન થાય.

મૂળના કોષોમાં ભૂમીય જળમાંથી પાણીના શોષણની પ્રક્રિયા મુખ્યત્વે આસૃતિ દ્વારા થાય છે. આસૃતિની આ પ્રક્રિયા સરળતાથી દર્શાવવા થિસલ ફનેલનો પ્રયોગ યોજી શકાય.

થિસલ ફનેલ પ્રયોગ (Thistle Funnel Experiment) : થિસલ ફનેલના પહોળા છેડે પાર્ચમેન્ટપેપર, દેડકાનું મૂત્રાશય કે મરઘીના ઈંડામાંનો પટલ અર્ધપ્રવેશશીલ પટલ તરીકે બાંધવામાં આવે છે. હવે થિસલ ફનેલમાં ખાંડનું દ્રાવણ ભરવામાં આવે છે. તેની દાંડીના અમુક ભાગ સુધી તે સમાવાય છે. આ આંક નિશાનીથી નોંધી લેવાય. હવે આ ફનેલના પહોળા પટલ યુક્ત છેડાને પાણી ભરેલા બીકરમાં પાણીમાં તળિયે ન અડકે તે રીતે ડુબાડવામાં આવે છે. થોડા સમયમાં આસૃતિની ક્રિયા દ્વારા બીકરમાંનું પાણી પટલમાંથી થિસલ ફનેલમાં પ્રસરે છે. થિસલ ફનેલની દાંડીમાં પ્રસરેલું પાણી નોંધેલ નિશાનીથી ઉપર પ્રવેશેલું નોંધી શકાય. જ્યારે પાણી કોષમાં પ્રવેશે છે, ત્યારે તેને અંતઃઆસૃતિ કહે છે.

હવે જો આપણે દાંડીમાં રહેલા દ્રાવકમાં ઉપરની તરફથી દબાણ કરીએ, તો આસૃતિ દ્વારા પ્રવેશતા પાણીનો પ્રવેશ અટકાવી શકીએ. આ દબાણ કે જે દબાણે અર્ધપ્રવેશશીલ પટલમાંથી પાણીનો પ્રવેશ અટકી જાય, તે દબાણને આસૃતિદાબ કહે છે. આસૃતિદાબનું મૂલ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતા પર અવલંબે છે. દ્રાવણ વધુ સાંદ્ર, તો તેનો આસૃતિદાબ વધુ અને જેમ દ્રાવણ મંદ તેમ તેનો આસૃતિદાબ ઓછો.



આસૃતિ-થિસલ ફનેલનો પ્રયોગ

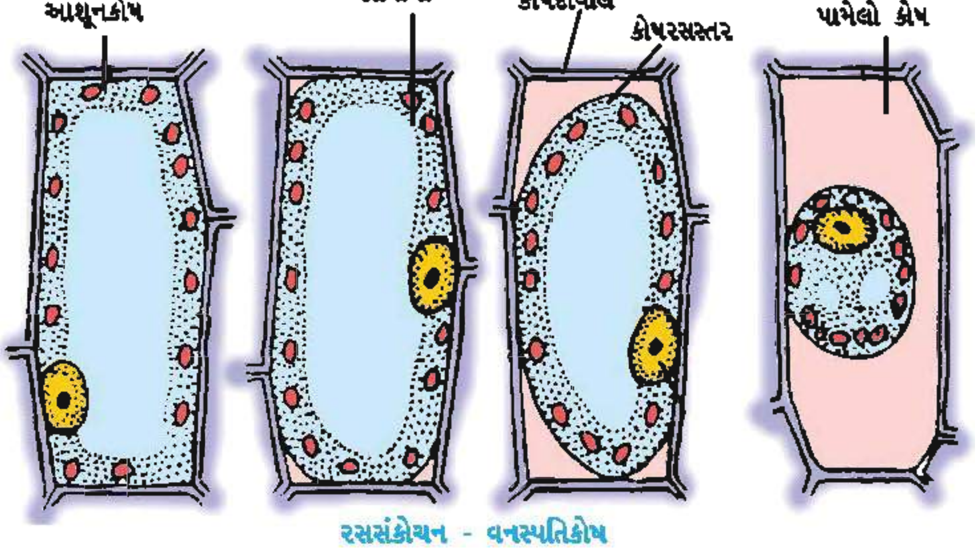
આમ, આસૃતિની પ્રક્રિયા પર બે બાબતોની અસર હોય છે.

(1) દ્રાવણમાંનાં દ્રવ્યોની સાંદ્રતા (2) દાબ-તફાવત

આ બંને બાબતો સંયુક્ત રીતે જલક્ષમતા નક્કી કરે છે. પાણી પોતાની ઊંચી જલક્ષમતાથી પોતાની નીચી જલક્ષમતાની દિશા તરફ વહન પામે છે. જલક્ષમતાને રાસાયણિક ક્ષમતા પણ કહે છે, જે પાણીમાં રહેલી મુક્તશક્તિનું સૂચક છે. મુક્તશક્તિ એટલે ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવી સ્થિતિશક્તિ.

રસસંકોચન (Plasmolysis) : વનસ્પતિકોષોની વર્તણૂક તેની આજુબાજુમાં આવેલા દ્રાવણમાંના પાણીના હલનચલન ઉપર આધારિત છે. જો બહારના દ્રાવણની સાંદ્રતા, અંદરના દ્રાવણની સાંદ્રતા જેટલી જ એટલે કે એકસરખી હોય, તો તેને સમસાંદ્ર (Isotonic) દ્રાવણ કહે છે. જો બહારના દ્રાવણની સાંદ્રતા, કોષરસ કરતાં ઓછી હોય, તો તે અધોસાંદ્ર (Hypotonic) દ્રાવણ કહે છે અને જો બહારના દ્રાવણની સાંદ્રતા કોષરસ કરતાં વધારે હોય, તો તેને અધિસાંદ્ર (Hypertonic) દ્રાવણ કહે છે.

જ્યારે વનસ્પતિના જીવંત કોષોને ખાંડના કે મીઠાના સાંદ્રદ્રાવણ (અધિસાંદ્રદ્રાવણ)માં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે પાણી કોષમાંથી બહાર આવે છે અને કોષરસસ્તર કોષદીવાલથી સંકોચાય છે. આ કોષને રસસંકોચિત કોષ અને ઘટનાને રસસંકોચન કહે છે. સામાન્યતઃ જીવંત કોષો આશૂન હોય છે. બહારના દ્રાવણની સરખામણીમાં કોષના ધાનીરસની સાંદ્રતા ઓછી હોવાથી કોષમાંથી બહિર્રાસૃતિ દ્વારા પાણી બહાર આવવા માંડે છે. આમ થતાં કોષદીવાલની અંદર રહેલો કોષરસ સંકોચાવાની શરૂઆત થાય છે. કોષરસ કોષદીવાલ સાથેનો સંપર્ક ગુમાવે છે. શરૂઆતની આ સ્થિતિ રસસંકોચનનો પ્રારંભ (Incipient - Plasmolysis) કહેવાય છે. જેમજેમ બહિર્રાસૃતિ આગળ વધે તેમતેમ જીવરસ કોષના કોઈ વિસ્તારમાં ખૂબ સંકોચાઈને ગોઠવાય છે. તેની અને કોષદીવાલ વચ્ચેની સમગ્ર જગ્યામાં બહારના માધ્યમનું દ્રાવણ આવેલું હોય છે. કોષની આ સ્થિતિ પૂર્ણ રસસંકોચનની સ્થિતિ કહેવાય છે.



રસસંકોચન - વનસ્પતિકોષ

જ્યારે કોષને સમસાંદ્ર દ્રાવણમાં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે પાણીનો કુલ પ્રવાહ અંદર કે બહાર જતો નથી. આમ છતાં કોષના અંદર જતા અને કોષમાંથી બહાર આવતા પાણીના પ્રવાહ વચ્ચે સંતુલન સ્થપાય છે. આવા કોષને શિથિલકોષ (flaccid) કહે છે.

રસસંકોચનની ક્રિયાને પ્રતિવર્તી કરવા માટે કોષને અધોસાંદ્રદ્રાવણમાં મૂકવામાં આવે છે. પાણી કોષમાં પ્રવેશવાને કારણે કોષરસ કોષદીવાલ ઉપર દબાણ શરૂ કરે છે. આ દબાણને આશૂનદાબ કહે છે અને કોષની આ ફૂલેલી સ્થિતિને કોષીય આશૂનતા કહે છે.

અંતઃચૂષણ (Imbibition) : કોઈ પણ કલિલતંત્ર પોતાની આસપાસમાંથી મોટા જથ્થામાં પાણી શોષે છે, પરિણામે તે ફૂલે છે. સ્ટાર્ચ, પ્રોટીન, ગુંદર તથા સેલ્યુલોઝ આમ કરે છે. શુષ્ક લાકડું અને કેટલાંક બીજ જેમનાં આવરણ પાણી માટે પ્રવેશ્ય હોય તેમને પણ પાણીમાં મૂકતાં તેઓ આ પ્રકારે પાણીનું શોષણ કરે છે અને ફૂલે છે. આમ, અંતઃચૂષણ એ વિશિષ્ટ પ્રકારનું પ્રસરણ છે, જેમાં પાણી ઘન કલિલમય કારકોને લીધે શોષાવાથી કોષના કદમાં પ્રચંડ વધારો થાય છે. અંતઃચૂષણના પરિણામે અંતઃચૂષણદાબ સર્જાય છે. લાકડું ફૂલવાને પરિણામે સર્જાતા દબાણનો ઉપયોગ પ્રાગૈતિહાસિક માનવ-ખડકો અને શિલાખંડો તોડવા માટે કરતા હતા. આ દબાણને લીધે બીજાંકુર બીજમાંથી બહાર આવે છે.

પાણીનું દૂરગામી વહન (Long distance transport of water)

મૂળરોમ સતત પાણીના સંપર્કમાં હોય છે. પ્રસરણની પ્રક્રિયાને કારણે પાણી મૂળરોમમાં પ્રવેશે છે, પરંતુ વનસ્પતિદેહમાં તેનું દૂરગામી વહન થઈ શકતું નથી. પ્રસરણ એ મંદ પ્રક્રિયા છે અને તે અણુઓના ટૂંકા અંતરના હલનચલન માટે જવાબદાર

છે. આમ, વિશિષ્ટ પ્રકારનું દૂરગામી વહનતંત્ર ઘટકોના દૂરગામી વહન અને ઝડપી દરે વહન માટે જરૂરી છે. પાણી, ખનીજો અને ખોરાકનું વહન સામૂહિક અથવા જથ્થામય વહન (Mass or bulk flow) રીતે થાય છે. સામૂહિક વહનમાં, ઘટકો એક છેડેથી બીજે છેડે સમૂહમાં વહન પામે છે, જેને પરિણામે બંને છેડા વચ્ચે દબાણ તફાવત ઊભો થાય છે. સામૂહિક વહનને કારણે ધન જલસ્થિતિ દબાણ-ઢોળાંશ (દા.ત. ગાર્ડન હોસ) અથવા ઋણ જલસ્થિતિ દબાણ-ઢોળાંશ (દા.ત., નળી દ્વારા શોષણ) મેળવી શકાય છે. વનસ્પતિઓની વાહક પેશીઓ દ્વારા થતા ઘટકોના સામૂહિક વહનને સ્થળાંતરણ કહે છે. ધોરણ 11માં તમે વાહક પેશીમાં જલવાહક અને અન્નવાહક પેશીની હાજરીનો અભ્યાસ કર્યો છે. જલવાહક એ પાણી, ખનીજ ક્ષારો, કેટલાક કાર્બનિક નાઇટ્રોજનયુક્ત દ્રવ્યોનું અને અંતઃસ્રાવોનું મૂળથી વનસ્પતિદેહના વિવિધ ભાગોમાં સ્થળાંતરણ સાથે સંકળાયેલ છે. અન્નવાહક કાર્બનિક અને અકાર્બનિક ક્ષારોનું પર્ણોથી વનસ્પતિના જુદા-જુદા ભાગો સુધી સ્થળાંતરણ કરે છે.

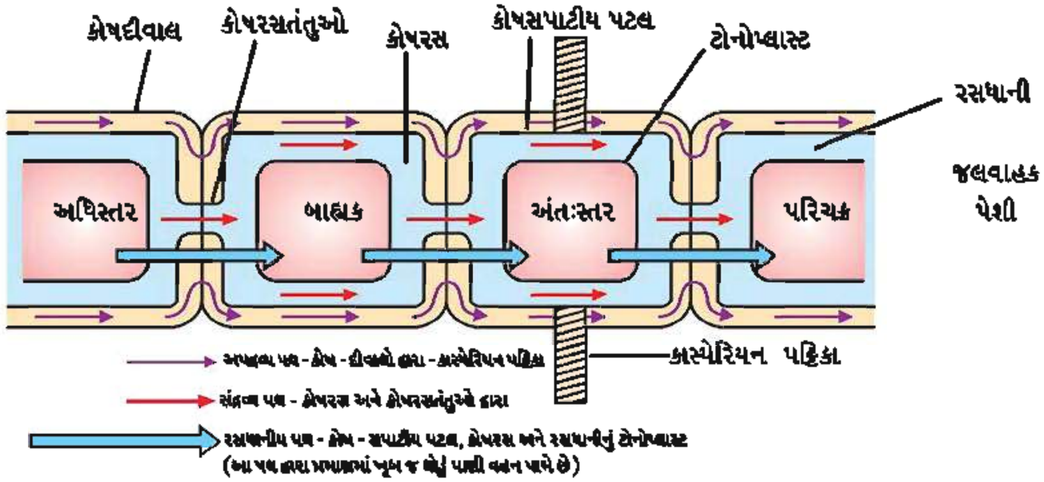
વનસ્પતિ પાણીનું શોષણ કઈ રીતે કરે છે ? (How do plants absorb water ?)

વનસ્પતિઓ પાણીનું શોષણ તેના બધા જ ભાગો જેવા કે મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણો દ્વારા કરે છે, પરંતુ મૂળ દ્વારા પાણીનું શોષણ મહત્તમ થાય છે, તેમાંય ખાસ કરીને મૂળરોમના અગ્ર ભાગેથી. મૂલાધિસ્તરના કેટલાક કોષો એકકોષીય, પાતળી દીવાલવાળા બહિરુદ્ભેદ સર્જે છે, જેને મૂળરોમ કહે છે, જે મૂળની શોષણ સપાટી વધારે છે. મૂળરોમ ભૂમિના કણોની વચ્ચેના વિસ્તારોમાં પ્રસરેલા હોય છે. અને તેઓ ભૂમિમાંથી પાણી અને તેની સાથે ખનીજક્ષારોનું શોષણ કરે છે. મૂળરોમ દ્વારા શોષાયેલું પાણી બાહ્યકમાંથી વહન પામી જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. આ માટે બે વહનપથ હોય છે.

(1) અપદ્રવ્ય પથ (Apoplast pathway) અને (2) સંદ્રવ્ય પથ (Symplast pathway)

ફક્ત આંતરકોષીય અવકાશો અને કોષદીવાલના માર્ગે થતા વહનપથને અપદ્રવ્ય પથ કહે છે. આ પાણી કોઈ પણ પટલમય રચનાને ઓળંગતું નથી. અપદ્રવ્ય પથમાં પાણીની અવરજવરમાં કોઈ પણ અવરોધ સર્જાતો નથી અને પાણીની અવરજવર સામૂહિક વહનથી પાણીના અભિલગ્ન અને સંલગ્નબળના ગુણધર્મને લીધે થાય છે. જ્યારે એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં કોષરસતંતુઓ (Plasmodesmata) દ્વારા વહન પામતા પાણીના પથને સંદ્રવ્ય પથ કહે છે.

મોટા જથ્થામાં પાણીનું વહન બાહ્યકમાંથી અપદ્રવ્ય પથ દ્વારા થાય છે. બાહ્યકના કોષો પ્રમાણમાં શિથિલ ગોઠવણી ધરાવતા હોવાથી પાણીના અપદ્રવ્ય વહનમાં ખાસ અવરોધ સર્જાતો નથી. અંતઃસ્તરના કોષો પાસે આ પથમાં અવરોધ ઊભો થાય છે. કારણ કે અંતઃસ્તરના કોષો પાણી માટે અપ્રવેશ્ય હોય છે. આ કોષો સુબેરીન દ્રવ્યની બનેલી કાસ્પેરિયન પટ્ટીનાં સ્થૂલનો ધરાવતા હોય છે, જે પાણી માટે અપ્રવેશ્ય છે. આ સ્તર અને તેથી આગળ પાણીને કોષીય પટલોમાંથી આગળ દબાણપૂર્વક ધકેલવામાં આવે છે. આ પ્રકારના વહનને પારપટલ વહન (Transmembrane transport) કહે છે. આ પ્રકારના વહનમાં પાણી ધાનીરસપટલની આરપાર પણ પ્રવેશી શકે છે. પાણી એક વાર જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે પછી તે ઉત્સ્વેદનદાબ દ્વારા પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફ ઉપર ચઢે છે.



મૂળમાં પાણીના હલનચલનના પથ

કેટલીક વનસ્પતિઓમાં મૂળતંત્ર ફૂગ સાથે સહજીવન ગુજારે છે. આ સહજીવનને કવકજાળ (Mycorohiza) કહે છે. ફૂગના તંતુઓ તરુણમૂળની આસપાસ જાળીમય રચના ધરાવે છે અથવા તે મૂળના કોષોમાં દાખલ થાય છે. આ કવકતંતુઓ (hyphae) ખૂબ જ વિશાળ સપાટી ધરાવે છે. તેઓ ભૂમિમાંથી મોટા જથ્થામાં ખનીજ આયનો અને પાણીનું શોષણ કરે છે. આમ, ફૂગ ખનીજદ્રવ્યો અને પાણી મૂળને પહોંચાડે છે. જ્યારે મૂળ, ખાંડ (સુગર) અને નાઈટ્રોજનયુક્ત સંયોજનો ફૂગને પૂરાં પાડે છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં ફરજિયાત કવકજાળના સમૂહો જોવા મળે છે. દા.ત., પાઈનસનાં બીજ કવકજાળની હાજરી વગર અંકુરણ પામતા નથી કે સ્થાપિત થતાં નથી.

વનસ્પતિઓમાં પાણીનું વહન (Transport of water in plant) : વનસ્પતિના મૂળતંત્ર દ્વારા શોષાયેલા પાણી અને તેમાં ઓગળેલાં ખનીજદ્રવ્યોનાં પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફના વહનને રસારોહણ (ascent of sap) કહે છે. આ ક્રિયા વનસ્પતિ માટે ખૂબ જ મહત્ત્વની છે, કારણ કે કેટલીક વનસ્પતિઓ ખૂબ જ ઊંચી 400 ફૂટ જેટલી ઊંચાઈ ધરાવે છે. મૂળ દ્વારા પાણીનું શોષણ થાય છે અને તે ઉપરની દિશામાં વહન પામે છે અને ત્યાં રહેલ પેશીને પ્રાપ્ત થાય છે. જ્યારે પાણી ગુરુત્વાકર્ષણની વિરુદ્ધ દિશામાં વહન પામે છે, ત્યારે શક્તિની આવશ્યકતા રહે છે. મૂળથી પ્રકાંડની અગ્ર દિશા તરફ પાણીનું વહન દર્શાવતા બે મુખ્ય સિદ્ધાંતો રજૂ કરવામાં આવ્યા છે. 1. મૂળદાબ સિદ્ધાંત 2. ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત

(1) મૂળદાબ સિદ્ધાંત (Root pressure theory) : પાણીનું જલસ્થિતિ દબાણ મૂળની અંદર ઉત્પન્ન થવાથી ભૂમિમાંથી પાણી મૂળરોમમાં પ્રવેશે છે અને ત્યાંથી જલવાહકના કોષોમાં જાય છે. આ ક્રિયાને મૂળદાબ કહે છે. આ દાબ વડે જલવાહક પેશીમાં પાણી નીચેથી ઉપર તરફ ધકેલાય છે. મૂળદાબ રસારોહણ માટે જવાબદાર છે, પરંતુ તે ફક્ત ખૂબ ઓછી ઊંચાઈ ધરાવતા છોડ માટે જ ઉપયોગી છે. મૂળદાબ વધુ ઊંચી વનસ્પતિમાં પાણીનું ઉપર તરફ વહન કરવા માટે અપૂરતો છે. તંદુરસ્ત વિકાસ ધરાવતી અને પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી ધરાવતી વનસ્પતિને જમીનસપાટીએ સહેજ ઉપર કાપ મૂકવામાં આવે, તો પ્રકાંડના કાપેલા ભાગમાંથી પાણી બહાર નીકળે છે, જે સૂચવે છે કે વનસ્પતિઓમાં મૂળદાબ વિકસે છે. મૂળદાબ રાત્રિ દરમિયાન અને વહેલી સવારે જ્યારે બાષ્પીભવન ધીમું હોય ત્યારે જોઈ શકાય છે. દા.ત., ઘાસનાં પર્ણોની અગ્રશિરા ઉપર અને ઘણી શાકીય વનસ્પતિઓનાં પર્ણોમાં ખુલતા વિશિષ્ટ પ્રકારનાં છિદ્રો (જલોત્સર્ગી ગ્રંથિ) દ્વારા બહાર નીકળતું વધારાનું પાણી જોવા મળે છે. પાણીના આ રીતે પ્રવાહી સ્વરૂપે નિકાલ થવાની ક્રિયાને બિંદુસ્વેદન (Guttation) કહે છે.

પાણી વહન માટે મોટે ભાગે મૂળદાબ જવાબદાર નથી, ઘણી ખરી વનસ્પતિઓ તેઓની આ જરૂરિયાત ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ દ્વારા પૂરી કરે છે.

(2) ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત (Transpiration pull theory) : ઘણા વૈજ્ઞાનિકો હવે એ બાબત સાથે સહમત થાય છે કે વનસ્પતિમાં પાણી ખેંચાતું હોય છે અને આ વાહક પ્રવાહપર્ણોમાં ઉત્સ્વેદન થવાને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. પાણીના વહનની આ ઘટનાને ઉત્સ્વેદન દ્વારા સર્જાતો શોષકદાબ પણ કહે છે.

- મૂળરોમથી પર્ણોના અગ્ર ભાગ સુધી પાણીની સાંકળો સતત જાળી સ્વરૂપે હોય છે.
- પાણીના અણુઓ એકબીજા તરફ ખેંચાવાને લીધે અને એકબીજા સાથે વળગી રહેવા (સંલગ્ન)ને લીધે, પાણીના અણુનો એક સળંગ સ્તંભ રચાય છે.
- પાણીના અણુઓ અને જલવાહક પેશીની જલવાહિનીની દીવાલો વચ્ચે અભિલગ્નબળ સર્જાય છે.
- ઉત્સ્વેદનદાબ વધુ ઊંચાઈ ધરાવતી વનસ્પતિમાં પાણીના સ્તંભના ખેંચાણ માટે પૂરતું છે. હવે પ્રશ્ન એ થાય છે કે ઉત્સ્વેદનદાબ કેવી રીતે નિર્માણ થતો હશે ?

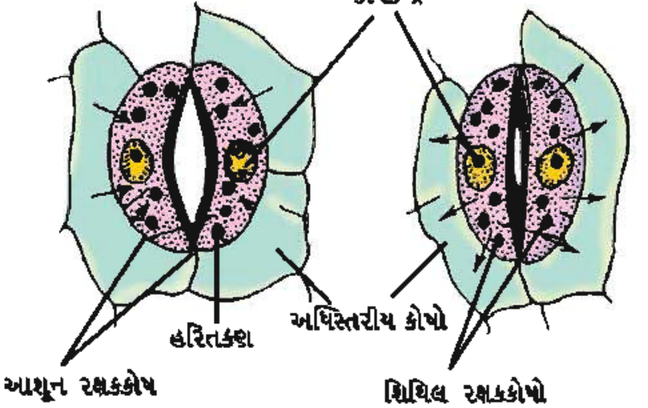
જ્યારે પર્ણોમાંથી ઉત્સ્વેદન દ્વારા પાણી વાતાવરણમાં ભેજ રૂપે ચાલી જાય એટલે પર્ણના કોષોની જલક્ષમતા ઘટે, જેના પરિણામે પર્ણની શિરા (જલવાહક)માંનું પાણી વહન પામીને પર્ણના કોષોમાં જાય. જલવાહકની જલવાહિનીમાંથી વહન પામીને તે મુખ્ય પ્રકાંડની જલવાહક પેશીની જલવાહિનીમાં જાય. આને ઉત્સ્વેદનદાબ કહે છે.

ઉત્સ્વેદન (Transpiration)

વનસ્પતિ મોટા જથ્થામાં પાણીનું શોષણ ભૂમિમાંથી કરે છે. આમાંનું થોડુંક પાણી તેના જીવનની જાળવણીમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. બાકી વધેલા શોષાયેલા પાણીનો જથ્થો વનસ્પતિ દ્વારા વરાળ સ્વરૂપે કે પ્રવાહી સ્વરૂપે ગુમાવાય છે. વનસ્પતિ દ્વારા

વરાળ સ્વરૂપે પાણી ગુમાવવાની ક્રિયાને ઉત્સ્વેદન કહે છે. ઉત્સ્વેદનના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર છે : (1) વનસ્પતિનાં હવાઈ અંગોની સપાટી પરથી થતા ઉત્સ્વેદનને ત્વચીય ઉત્સ્વેદન કહે છે. (2) કાષ્ઠમય વનસ્પતિના પ્રકાંડ પર આવેલાં હવાદાર છિદ્રોમાંથી થતું ઉત્સ્વેદન હવાદાર છિદ્રીય ઉત્સ્વેદન કહેવાય છે. (3) પર્ણોમાં આવેલા વાયુરંધ્રનાં છિદ્રમાંથી થતું ઉત્સ્વેદન રંધ્રીય ઉત્સ્વેદન કહેવાય છે. મોટા ભાગનું ઉત્સ્વેદન વાયુરંધ્રો દ્વારા થાય છે.

વાયુરંધ્ર ખુલવા-બંધ થવાની ક્રિયા : પર્ણોના બંને અધિસ્તરમાં અસંખ્ય વાયુરંધ્ર આવેલાં હોય છે. દરેક વાયુરંધ્રની રચનામાં એક છિદ્ર અને તેને ઘેરીને ગોઠવાયેલા બે રક્ષકકોષો આવેલા હોય છે. કેટલાક કિસ્સામાં બે સહાયક કોષો પણ હોય છે. રક્ષકકોષોની આશૂનતા વાયુરંધ્રને ખુલ્લું કે બંધ રાખે છે. રક્ષકકોષોની અંદરની છિદ્ર કે રંધ્રીય કોટર તરફની દીવાલ સ્થૂલિત અને સ્થિતિસ્થાપક હોય છે. જ્યારે રક્ષકકોષોની આશૂનતા વધે ત્યારે તેની બહારની પાતળી દીવાલ ફૂલવાને લીધે અને અંદરની સ્થૂલિત દીવાલો ઉપર દબાણ વધવાથી તેનો આકાર અર્ધચંદ્રાકાર બને છે, જેના લીધે છિદ્ર ખૂલે છે. રક્ષકકોષોની દીવાલો ઉપર અરિય રીતે ગોઠવાયેલા સેલ્યુલોઝના સૂક્ષ્મતંતુકોને લીધે વાયુરંધ્ર સરળતાથી ખૂલે છે, જ્યારે રક્ષકકોષો પાણી ગુમાવાને લીધે, આશૂનતા ગુમાવે, ત્યારે તેની અંદરની સ્થિતિસ્થાપક દીવાલ તેનો પ્રારંભિક આકાર ફરીથી ધારણ કરે છે. અને રંધ્ર બંધ થાય છે.



વાયુરંધ્ર ખૂલવા - બંધ થવાની ક્રિયા

દ્વિદળીમાં (પૃષ્ઠવક્ષીય પર્ણ) પર્ણની નીચેની સપાટીએ ઘણી સંખ્યામાં વાયુરંધ્રો આવેલાં હોય છે. પરંતુ એકદળીમાં (સમદ્વિપાર્શ્વીય પર્ણ) પર્ણની બંને સપાટીએ સરખી સંખ્યામાં વાયુરંધ્રો આવેલાં હોય છે.

ઉત્સ્વેદનની પ્રક્રિયા ઉપર ઘણાં બાહ્ય પરિબળો જેવાં કે ભેજ, તાપમાન, પવનની ગતિ અને પ્રકાશની અસર થતી હોય છે. વનસ્પતિ ઘટકો ઉત્સ્વેદન ઉપર અસર કરે છે, જેમાં વાયુરંધ્રોની સંખ્યા અને વિતરણ, ખુલ્લા થતા પર્ણરંધ્રોની સંખ્યા, વનસ્પતિમાં પાણીનું પ્રમાણ, ઘટ્ટ આવરણ વગેરે.

ઉત્સ્વેદન અને પ્રકાશસંશ્લેષણ વચ્ચેનું સમાધાન (Transpiration and photosynthesis a compromise)

ઉત્સ્વેદન એક કરતાં વધારે હેતુ માટે હોય છે :

- તે રસારોહણની ક્રિયામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. ઉત્સ્વેદન દ્વારા સર્જાતા શોષકદાબ વડે રસારોહણ થાય છે.
- ભૂમિમાંથી વનસ્પતિના વિવિધ ભાગો તરફ ખનીજતત્ત્વોનું વહન થાય છે.
- તે શીતળતા પ્રેરે છે, આથી પર્ણોમાં તાપમાન જળવાય છે.
- પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે પર્ણોને પાણી પૂરું પાડે છે.
- કોષની આશૂનતા જાળવે છે. આથી વનસ્પતિનો આકાર અને તેની રચના જળવાય છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન વનસ્પતિને પાણીની જરૂરિયાત રહે છે. ઉત્સ્વેદનના દરમાં ઝડપી ઘટાડો થાય ત્યારે પાણીની પ્રાપ્તિ ઘટતાં પ્રકાશસંશ્લેષણનો દર ઘટે છે. આમ, ઉત્સ્વેદનની સીધી અસર પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા ઉપર થાય છે. આમ, પાણી પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે સીમિત પરિબળ છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણના C_4 - પથનો વિકાસ, CO_2ની વધુ પ્રમાણમાં પ્રાપ્તિ અને ઓછા પ્રમાણમાં પાણી ગુમાવવાની ક્રિયા ઉપર આધારિત છે. આથી CO_2 સ્થાપનના સંદર્ભમાં C_4 વનસ્પતિઓ C_3 વનસ્પતિઓ કરતાં બમણી ક્ષમતા ધરાવે છે.

ખનીજપોષક દ્રવ્યોનું ગ્રહણ અને વહન (Uptake and transport of mineral nutrients)

વનસ્પતિઓ હવામાંના કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંથી કાર્બન અને ઑક્સિજન મેળવે છે, જ્યારે હાઇડ્રોજન પાણીમાંથી મેળવે છે. આમ છતાં, તેઓની બાકી રહેતી પોષણની જરૂરિયાત તેઓ ભૂમિમાંનાં ખનીજદ્રવ્યોમાંથી મેળવે છે.

આમ, મૂળ દ્વારા પાણીનું નિષ્ક્રિય શોષણ થાય છે, ખનીજદ્રવ્યોનું નહીં, કારણ કે (1) ખનીજદ્રવ્યો વીજભાર ધરાવે છે અને તે કોષીય પટલમાંથી પસાર થઈ શકતાં નથી. (2) ભૂમિમાં રહેલાં ખનીજદ્રવ્યોની સાંદ્રતા મૂળમાં રહેલાં ખનીજદ્રવ્યો કરતાં ઓછી હોય છે. આથી ખનીજદ્રવ્યો હંમેશાં સક્રિય વહનથી શોષાતાં હોય છે, જેને માટે ATP સ્વરૂપે શક્તિની આવશ્યકતા રહે છે.

પ્રયોગોના નિરીક્ષણથી પુરવાર થયું છે કે ખનીજ પોષકદ્રવ્યોનું શોષણ સ્વતંત્ર છે, અને તે પાણીના શોષણ ઉપર આધાર રાખતું નથી. બીજી તરફ, ખનીજદ્રવ્યોનું શોષણ સંકેન્દ્રણ-ઢોળાંશની વિરુદ્ધ દિશામાં થાય છે. (i.e. ઓછી સાંદ્રતાથી વધુ સાંદ્રતા તરફ) મૂળરોમના પટલમાં ચોક્કસ પ્રકારના પ્રોટીનની હાજરી હોય છે. ભૂમિમાંથી પંપઆયનો સક્રિયપણે અધિસ્તરીય કોષોના કોષરસમાં વહન પામે છે. અંતઃસ્તરના કોષોના રસસ્તરમાં ઘણા વાહક પ્રોટીન્સ આવેલા હોય છે જે કેટલાંક પોષકદ્રવ્યો (દ્રવ્યો)ને પટલમાંથી પસાર થવા દે છે, પરંતુ બાકીનાને નહીં. આ એક રસપ્રદ બાબત છે કે અંતઃસ્તરના કોષોમાં આવેલા વાહક પ્રોટીન્સ નિયંત્રક ઘટક તરીકે વર્તે છે, જેને લીધે જલવાહકમાં દ્રવ્યોની માત્રા અને પ્રકારો જળવાઈ રહે છે.

ખનીજ-આયનોનું સ્થળાંતરણ (Translocation of mineral ions) : મૂળ દ્વારા શોષાયેલાં ખનીજતત્ત્વો ક્રમશઃ બાહ્યક, અંતઃસ્તર અને પરિચક્રમાં થઈને જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. જલવાહક પેશી દ્વારા ખનીજતત્ત્વો વનસ્પતિના ઊગતા ભાગો જેવા કે અગ્રીય અને પાર્શ્વીય વર્ધમાન પેશી, તરુણ પર્ણો, વિકાસ પામતાં પુષ્પો, ફળો અને બીજમાં પહોંચે છે. આ ઊર્ધ્વગામી પરિવહન સ્થળને ઉત્સ્વેદનમાર્ગ કહે છે.

વનસ્પતિઓમાં ખનીજતત્ત્વો પુનઃ એકઠાં થતાં હોય છે. ખનીજતત્ત્વો પરિપક્વ પામેલાં પર્ણોમાંથી તરુણ પર્ણોમાં સ્થાનાંતર પામે છે. પર્ણોમાં, ખનીજતત્ત્વોનું કાર્બનિક સંયોજનો સ્વરૂપે સ્વાંગીકરણ થાય છે. આ કાર્બનિક સંયોજનોનું અંતે અન્નવાહક દ્વારા પુનઃવિતરણ વનસ્પતિના વિવિધ ભાગોમાં થાય છે. આ તત્ત્વો તરત જ ફૉસ્ફરસ, સલ્ફર, નાઇટ્રોજન અને પોટેશિયમ સ્વરૂપે એકઠાં થાય છે.

અન્નવાહક વહન સ્રોતથી સિંક તરફ (Phloem transport : Flow from source to sink)

પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા સંશ્લેષણ પામેલા ખોરાકનું અન્નવાહક દ્વારા મૂળ સ્રોતથી સિંક તરફ વહન થાય છે. મૂળ સ્રોત એટલે એવું સ્થળ કે જ્યાં ખોરાક નિર્માણ થાય છે. દા.ત., પર્ણ અને સિંક (sink) એટલે એવા ભાગો કે જેને ખોરાકની જરૂરિયાત હોય અથવા જ્યાં ખોરાકનો સંગ્રહ થતો હોય. મૂળ સ્રોત અને સિંક એકબીજાથી વિપરીત છે, જે વનસ્પતિની જરૂરિયાત ઉપર આધારિત છે. શર્કરાનો સંગ્રહ મૂળમાં થાય છે. ત્યાંથી ફરીને તે જ્યાં ખોરાકનું ઉદ્ભવસ્થાન છે ત્યાં જાય છે, જ્યારે વૃક્ષની કલિકાઓ અસ્ત થવાની હોય છે, ત્યારે આ બાબત સૂચવે છે કે અન્નવાહકમાં અન્નવાહક રસનું દ્વિમાર્ગી વહન (ઉપર તરફ અને નીચે તરફ) થાય છે. જ્યારે જલવાહકમાં તેની સરખામણીમાં પાણી અને ખનીજદ્રવ્યોનું એકમાર્ગી (ઉપરની દિશામાં) વહન થાય છે.

સામૂહિક વહન સિદ્ધાંત (દબાણ-વહન સિદ્ધાંત) : આ સિદ્ધાંત મૂળ સ્રોતથી સિંક સુધી શર્કરાના સ્થળાંતરણ માટે સ્વીકૃત છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દરમિયાન સ્ટાર્ચનું નિર્માણ થાય છે, જેનું પાછળથી સુક્રોઝમાં રૂપાંતર થાય છે. સુક્રોઝ એ કાર્બોદિતનું મુખ્ય પાયાનું સ્વરૂપ છે, જે પર્ણમાંથી સ્થળાંતરણ પામીને વનસ્પતિના પ્રકાશસંશ્લેષણ ન કરતા ભાગો તરફ જાય છે. તે નોન રિડ્યુસિંગ શર્કરા છે અને તેથી રાસાયણિક રીતે સ્થિર છે. આ સુક્રોઝ હવે સાથીકોષોમાં વહન પામીને ત્યાંથી સક્રિય વહન દ્વારા અન્નવાહકના જીવંત કોષો ચાલનીનલિકાના કોષોમાં જાય છે. દ્રવ્યોના વહનની આ પ્રક્રિયા અન્નવાહક પેશીમાં અધિસાંદ્ર દ્રાવણને લીધે ઉત્પન્ન થાય છે. નજીકની જલવાહકમાંથી પાણી આસૃતિ અને આશૂનદાબને લીધે અન્નવાહકમાં જાય છે. વપરાશને અંતે (છેડે) શર્કરાની સાંદ્રતા ઘટે છે, જેના લીધે આશૂનતા અને આસૃતિદાબ ઘટે છે, આથી આશૂનદાબનો ઢોળાંશ મૂળ સ્રોત (પર્ણ) અને સિંક અથવા વપરાશ છેડો (મૂળ) વચ્ચે રચાય છે, જેના કારણે પાણી સાથે ઘટકોનું સામૂહિક વહન પર્ણના કોષો (મૂળ સ્રોત)થી વનસ્પતિના બીજા ભાગો (સિંક) સુધી અન્નવાહક પેશી દ્વારા થાય છે.

સારાંશ

વાહક પેશીતંત્ર દ્વારા દૂરના અંતર સુધી થતા વહનને દ્રવ્યોનું સ્થળાંતરણ કહે છે. મૂળધારી વનસ્પતિઓમાં જલવાહકમાં વહન એકમાર્ગી રીતે મૂળથી પ્રકાંડ તરફ થાય છે. આમ છતાં કાર્બનિક અને ખનીજપોષક દ્રવ્યો દ્વિમાર્ગી વહન પામે છે. મોટે ભાગે કાર્બનિક ખોરાક દ્રવ્યો પર્ણો દ્વારા તૈયાર થાય છે અને ત્યાંથી નીચેની તરફ સ્થળાંતરણ પામીને પ્રકાંડ અને મૂળમાં તેનો વપરાશ અને સંગ્રહ થાય છે.

કોઈ પણ દ્રવ્યના અણુઓ પોતાના વધુ સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તારમાંથી પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરી જાય છે. આવી ગતિ કોઈ આયોજનયુક્ત હોતી નથી. આ ઘટનાને પ્રસરણ કહે છે. સાનુકૂલિત પ્રસરણમાં વિશિષ્ટ પ્રોટીનની મદદથી ઘટકો ATPની શક્તિ ખર્ચ્યા વગર પટલમાંથી પસાર થઈ શકે છે, જ્યારે સક્રિય વહનમાં અણુઓ પ્રસરણ-ઢોળાંશની વિરુદ્ધ અથવા ATPની શક્તિનો ઉપયોગ કરી વહન પામે છે.

પાણીમાં રહેલી સ્થિતિશક્તિને તેની જલક્ષમતા કહે છે. તેનું નિદર્શન ગ્રીક શબ્દ Psi અને તેની સંજ્ઞા Ψ છે. એક સ્થળેથી બીજાં સ્થળોએ પાણીનું સ્થળાંતર જલક્ષમતાને આધારે સમજાવી શકાય.

આસૃતિને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે "બે અસમાન સાંદ્રતા ધરાવતા દ્રાવણોને અર્ધપ્રવેશશીલ પટલથી જુદાં પાડવામાં આવે ત્યારે મંદ સાંદ્રતા ધરાવતા દ્રાવણમાંથી દ્રાવક (પાણી) સાંદ્ર દ્રાવણ તરફ પ્રસરણ પામે છે. આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી ચાલુ રહે છે, જ્યાં સુધી બંને દ્રાવણોની સાંદ્રતા એકસરખી ન થાય." આસૃતિની પ્રક્રિયા પર બે બાબતોની અસર હોય છે :

(1) દ્રાવણમાંનાં દ્રવ્યોની સાંદ્રતા (2) દાબ-તફાવત

જ્યારે વનસ્પતિના જીવંત કોષોને ખાંડના કે મીઠાના સાંદ્રદ્રાવણ (અધિસાંદ્રદ્રાવણ)માં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે પાણી કોષમાંથી બહાર આવે છે અને કોષરસસ્તર કોષદીવાલથી સંકોચાય છે. આ કોષને રસસંકોચિત કોષ અને ઘટનાને રસસંકોચન કહે છે. રસસંકોચનની ક્રિયાને પ્રતિવર્તી કરવા માટે, કોષને અધોસાંદ્રદ્રાવણમાં મૂકવામાં આવે છે પાણી કોષમાં પ્રવેશવાને કારણે કોષરસ કોષદીવાલ ઉપર દબાણ શરૂ કરે છે. આ દબાણને આશૂનદાબ કહે છે અને કોષની આ ફૂલેલી સ્થિતિને કોષીય આશૂનતા કહે છે.

મૂળરોમ દ્વારા શોષાયેલું પાણી બાહ્યકમાંથી વહન પામી જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. આ માટે બે વહનપથ હોય છે : (1) અપદ્રવ્ય પથ અને (2) સંદ્રવ્ય પથ. વનસ્પતિના મૂળતંત્ર દ્વારા શોષાયેલા પાણી અને તેમાં દ્રાવ્ય ખનીજદ્રવ્યોના પ્રકાંડ અને પર્ણો તરફના વહનને રસારોહણ કહે છે. પાણીનું મૂળથી પ્રકાંડની અગ્ર ભાગ તરફના વહન દર્શાવતા મુખ્ય બે સિદ્ધાંતો રજૂ કરવામાં આવ્યા છે : (1) મૂળદાબ સિદ્ધાંત (2) ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત.

વનસ્પતિ દ્વારા વરાળ સ્વરૂપે પાણી ગુમાવવાની ક્રિયાને ઉત્સ્વેદન કહે છે. ઉત્સ્વેદનના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર છે : (1) ત્વચીય ઉત્સ્વેદન (2) હવાદાર છિદ્રિય ઉત્સ્વેદન અને (3) રંધ્રીય ઉત્સ્વેદન.

પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દ્વારા ખોરાકનું નિર્માણ થાય છે, જેનું અન્નવાહક દ્વારા મૂળ સ્રોતથી સિંક તરફ વહન થાય છે. મૂળ સ્રોત એટલે એવું સ્થળ કે જ્યાં ખોરાકનિર્માણ થાય છે. દા.ત. પર્ણ અને સિંક એટલે એવા ભાગો કે જેને ખોરાકની જરૂરિયાત હોય અથવા જ્યાં ખોરાકનો સંગ્રહ થતો હોય. મૂળ સ્રોત અને સિંક એકબીજાંના વિપરીત છે, જે વનસ્પતિની જરૂરિયાત ઉપર આધારિત છે. સુગર (ખાંડ)નો સંગ્રહ મૂળમાં થાય છે, ત્યાંથી ફરીને તે જ્યાં ખોરાકનું ઉદ્‌ભવસ્થાન છે ત્યાં જાય છે. આ બાબત સૂચવે છે કે અન્નવાહકમાં અન્નવાહક રસનું દ્વિમાર્ગી વહન (ઉપર તરફ અને નીચે તરફ) થાય છે, જ્યારે જલવાહકમાં તેની સરખામણીમાં પાણી અને ખનીજદ્રવ્યોનું એકમાર્ગી (ઉપરની દિશામાં) વહન થાય છે.

મૂળ સ્રોતથી સિંક સુધી સુગર (ખાંડ)ના સ્થળાંતરણને સામૂહિક વહન અથવા દબાણવહન સિદ્ધાંત કહે છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) રસસંકોચન થવાનું કારણ :

(અ) શોષણ ◯ (બ) અંતઃચૂષણ ◯ (ક) અંતઃઆસૃતિ ◯ (ડ) બહિર્રાસૃતિ ◯

(2) સુગર (ખાંડ)નું મૂળ સ્રોતથી સિંક સુધીના સ્થળાંતરણનો સિદ્ધાંત સ્વીકૃત :

(અ) સંલગ્નબળ સિદ્ધાંત ◯ (બ) સામૂહિક વહન ◯

(ક) મેલેટ સિદ્ધાંત ◯ (ડ) ડોનન સિદ્ધાંત ◯

(3) જલવાહકમાં વહન હંમેશાં :

(અ) એકમાર્ગી ◯ (બ) દ્વિમાર્ગી ◯ (ક) બહુમાર્ગી ◯ (ડ) ત્રિમાર્ગી ◯

(4) કોઈ પણ દ્રવ્યના અણુઓ પોતાના વધુ સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તારમાંથી પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણવાળા વિસ્તાર તરફ ગતિ કરી જાય છે, તેને ઓળખવામાં આવે છે.

(અ) આસૃતિ ◯ (બ) રસસંકોચન ◯ (ક) પ્રસરણ ◯ (ડ) શોષણ ◯

(5) જલક્ષમતા માટે જવાબદાર ત્રણ ઘટકોમાં સાંદ્રતા, દબાણ અને ....

(અ) ભેજ ◯ (બ) પ્રકાશ ◯ (ક) ગુરુત્વાકર્ષણ ◯ (ડ) તાપમાન ◯

(6) જ્યારે પાણી વહન પામીને એક કોષમાંથી બીજા કોષમાં કોષરસતંતુઓ દ્વારા જાય છે, આ પથને કહે છે.

(અ) અપદ્રવ્ય પથ ◯ (બ) સંદ્રવ્ય પથ ◯

(ક) માયકોપ્લાસ્ટ પથ ◯ (ડ) પારપટલ વહનપથ ◯

(7) વાયુરંધ્રોની ખૂલવા અને બંધ થવાની ક્રિયાનું નિયંત્રણ કરે છે.

(અ) અંતઃચૂષણ ◯ (બ) આશૂનતા ◯ (ક) પ્રસરણ ◯ (ડ) રસસંકોચન ◯

(8) જલવાહકની જલવાહિનીઓ અને પાણીના અણુઓ વચ્ચેના બળને .... કહે છે.

(અ) સંલગ્નબળ ◯ (બ) અભિલગ્નબળ ◯

(ક) આસૂનદાબ ◯ (ડ) આસૃતિદાબ ◯

(9) અન્નવાહકમાં અન્નવાહક રસની અવરજવર :

(અ) એકમાર્ગી ◯ (બ) દ્વિમાર્ગી ◯

(ક) દિશાવિહિન ◯ (ડ) આમાંથી એકેય નહિ ◯

(10) રસસંકોચનની પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયામાં કોષને ક્યાં મૂકવામાં આવે છે ?

(અ) અધિસાંદ્રદ્રાવણ ◯ (બ) સમસાંદ્રદ્રાવણ ◯

(ક) અધોસાંદ્રદ્રાવણ ◯ (ડ) સંતૃપ્ત દ્રાવણ ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) વ્યાખ્યા આપો : રસારોહણ

(2) વ્યાખ્યા આપો : પ્રસરણ અને સાનુકૂલિત પ્રસરણ

(3) આસૂતિની પ્રક્રિયા કયા હેતુને અસર કહે છે ?

(4) ઉત્સ્વેદનની પ્રક્રિયા ઉપર અસર કરતાં બાહ્ય પરિબળ જણાવો.

(5) આસૂતિ અને પ્રસરણ વચ્ચેનો ભેદ શું છે ?

3. માગ્યા પ્રમાણે જવાબ આપો :

(1) સમજાવો : મૂળદાબ સિદ્ધાંત

(2) ઉત્સ્વેદન-ખેંચાણ સિદ્ધાંત વિશે નોંધ લખો.

(3) સક્રિય વહન સમજાવો.

(4) પાણીના વહન અંગેનો અપદ્રવ્ય પથ સમજાવો.

(5) પાણીના વહન અંગેનો સંદ્રવ્ય પથ સમજાવો.

(6) ઉત્સ્વેદનનું મહત્ત્વ સમજાવો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) સામૂહિક વહન સિદ્ધાંત સમજાવો.

(2) આસૂતિની ક્રિયા અંગેનો થિસલ ફનેલનો પ્રયોગ સમજાવો.

(3) વાયુરંધ્રની રચના અને વાયુરંધ્રની ઉઘાડ-બંધ પ્રક્રિયા સમજાવો.

(4) રસસંકોચનની પ્રક્રિયા વિશે નોંધ લખો.

(5) સાનુકૂલિત પ્રસરણ વિશે નોંધ લખો.

2

ખનીજપોષણ

વનસ્પતિઓ દ્વારા વિવિધ ખનીજદ્રવ્યોના અભિશોષણ, વિતરણ અને ચયાપચયને ખનીજપોષણ કહે છે. બધા સજીવોને પોષણની આવશ્યકતા છે. વનસ્પતિઓ તેમની રચના અને દૈહિક ક્રિયાઓના સંતુલન માટે વિવિધ અકાર્બનિક અને કાર્બનિક કાચા પદાર્થોની પોષણક્ષમ જરૂરિયાત ધરાવે છે. સામાન્ય રીતે વનસ્પતિઓ જમીન, પાણી અને હવામાંથી અકાર્બનિક દ્રવ્યો મેળવે છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે વનસ્પતિઓમાં મુખ્યત્વે સ્વોપજીવી પોષણ હોય છે. હરિતદ્રવ્ય ધરાવતી બધી જ વનસ્પતિઓ સૂર્યપ્રકાશની શક્તિની મદદથી H_2O અને CO_2 વડે પોતાના ખોરાકનું સંશ્લેષણ કરે છે. કાર્બોદિત, લિપિડ તથા પ્રોટીન જેવાં કાર્બનિક શક્તિસભર સંયોજનોના બંધારણમાં C, H અને O તથા N મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. આ ઉપરાંત પોતાની જીવિતતાની જાળવણી, વૃદ્ધિ, યોગ્ય વિકાસ તેમજ પ્રજનન જેવાં વિવિધ કાર્યો માટે વનસ્પતિને વિવિધ ખનીજતત્ત્વોની આવશ્યકતા રહે છે. આ ખનીજતત્ત્વો મુખ્યત્વે તેમના અકાર્બનિક આયનો સ્વરૂપે ભૂમિમાં રહેલાં છે. વનસ્પતિ તેના મૂળતંત્ર દ્વારા તેમનું શોષણ કરે છે.

વનસ્પતિ માટેનાં આવશ્યક ખનીજતત્ત્વોનું શોષણ અને વનસ્પતિજીવનમાં તેમની મહત્ત્વની ભૂમિકા તેમજ તેમની અસંતુલિત પ્રાપ્તિની અસરો ઇત્યાદિના અભ્યાસને ખનીજપોષણ સાથે સાંકળવામાં આવે છે. જો વનસ્પતિ ને ખનીજતત્ત્વો ન મળે તો ચોક્કસ તત્ત્વની ઊણપને લીધે તેમાં વિશિષ્ટ ચિહ્નો જોવા મળે છે.

વનસ્પતિઓ માટે ખનીજતત્ત્વોની જરૂરિયાત અંગેની પદ્ધતિઓ (Methods to study the requirement of Mineral in plants)

વનસ્પતિઓ માટે ખનીજોની જરૂરિયાત અંગેની જલસંવર્ધન, વાતસંવર્ધન અને રસાયણસંવર્ધન જેવી કેટલીક પદ્ધતિઓ પૈકી જલસંવર્ધન પદ્ધતિનું વર્ણન નીચે પ્રમાણે છે.

વ્યક્તિગત ખનીજતત્ત્વની ભૂમિકા અને તેમની ત્રુટિ કે ઊણપની વનસ્પતિ પર થતી અસરો સમજવા માટે જલસંવર્ધન (Hydroponics) ઉછેર પદ્ધતિ અપનાવાય છે.

જમીનની તદ્દન ગેરહાજરીમાં વનસ્પતિઓને માત્ર સંવર્ધન-માધ્યમમાં ઉછેરવામાં આવતી પદ્ધતિને જલસંવર્ધન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. જર્મન વનસ્પતિશાસ્ત્રી જુલિયસ વૉન સેચ દ્વારા 1860માં સૌપ્રથમ તેનું નિદર્શન કરવામાં આવ્યું. ખનીજો વનસ્પતિઓ દ્વારા દ્રાવણ સ્વરૂપમાં શોષાય છે, તેથી ખનીજક્ષારોના નિર્ધારિત પ્રમાણયુક્ત પાણીમાં વનસ્પતિઓની વૃદ્ધિ કે ઉછેર શક્ય બને છે, જેમાં હવાઈ ભાગો હવા અને પ્રકાશ તરફ વિસ્તરે તેની કાળજી લેવાય છે.

જલસંવર્ધન એ જમીન વગર વનસ્પતિઓનું વાવેતર છે. તે જમીનને બદલે ખનીજતત્ત્વોયુક્ત દ્રાવણનો ઉપયોગ કરી વનસ્પતિઓને ઉછેરવાની પદ્ધતિ છે. જમીન એ વનસ્પતિઓ માટે ખનીજતત્ત્વોના સંગ્રાહક સ્રોત તરીકે ભાગ ભજવે છે, પરંતુ જમીન પોતે તેમની વૃદ્ધિ માટે જરૂરી નથી. આથી ખનિજતત્ત્વો એ જલીય માધ્યમમાં કૃત્રિમ રીતે વનસ્પતિઓના ઉછેર માટે

જલસંવર્ધન પદ્ધતિઓ

ઉમેરવામાં આવે છે. આ જલસંવર્ધનનો સિદ્ધાંત છે. આથી જલસંવર્ધનમાં, વનસ્પતિઓને તેમના મૂળ સાથે ફક્ત ખનીજ-પોષણ યુક્ત દ્રાવણમાં ઉછેરવામાં આવે છે.

વનસ્પતિના મૂળતંત્રને ભૂમિને બદલે ફક્ત વિવિધ ખનીજતત્ત્વો ઓગાળેલા દ્રાવણમાં ઉછેરવામાં આવે છે. ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં આવું 'પોષક દ્રાવણ' ઉપયોગમાં લેવું પડે છે. આવા દ્રાવણમાં આવશ્યક ખનીજતત્ત્વો તેમની નિર્ધારિત માત્રામાં ઓગાળેલાં હોય છે. તેમના સંકેન્દ્રણ અને માધ્યમના pHની વારંવાર ચકાસણી કરાય છે અને તેઓનાં યોગ્ય સ્તર જળવાય છે. ઉછેર દરમિયાન દ્રાવણમાં સતત ઑક્સિજનનું વાયુ સ્વરૂપે ઉમેરણ કર્યા કરવું પડે છે. આમ કરવાથી વનસ્પતિના મૂળતંત્રને પૂરતો O_2 મળી રહે છે. વિવિધ વિજ્ઞાનીઓએ આવાં 'પોષક દ્રાવણ' તૈયાર કરવાની રીતો વર્ણવી છે.

હવે આપણે જે ખનીજતત્ત્વની અસરો અને ત્રુટિનો અભ્યાસ કરવો હોય તે તત્ત્વને આ દ્રાવણમાં ઉમેરવાનું નહિ. સામાન્ય દ્રાવણમાં અને આ દ્રાવણમાં ઉછેરાતી વનસ્પતિના વિકાસની સરખામણી કરી આપણે જે તત્ત્વ નથી આપ્યું, તેની અસરો નોંધી શકીએ.

જલસંવર્ધનના પ્રકારો (Types of Hydroponics)

દ્રાવણ સંવર્ધન (Solution culture) અને માધ્યમ સંવર્ધન (Medium culture) એ જલસંવર્ધનના બે પ્રકારો છે.

દ્રાવણ સંવર્ધન : જલસંવર્ધનના આ પ્રકારમાં વનસ્પતિઓના ઉછેર માટે આવશ્યક વાનસ્પતિક પોષકતત્ત્વોનું પોષક દ્રાવણ ઉપયોગમાં લેવાય છે. દ્રાવણ સંવર્ધનના ત્રણ પ્રકારો છે.

(1) સંતુલિત દ્રાવણ સંવર્ધન (Static solution culture) : કાચની બરણીઓ, બાલદી, ટબ અને હોજ જેવાં દ્રાવણ ભરેલાં પાત્રોમાં ઉછેરાતી વનસ્પતિઓ અને બીજાંકુરણ માટે જલસંવર્ધનની આ પદ્ધતિ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

(2) સતત પ્રવાહિત દ્રાવણ સંવર્ધન (Continuous flow solution culture) : આ પદ્ધતિમાં પોષક તત્ત્વ ફિલ્મ તકનિકી (Nutrient film technique- NFT)ના ઉપયોગ વડે સ્વયંસંચાલિત રીતે પોષકતત્ત્વોયુક્ત સતત પ્રવાહ આપવામાં આવે છે.

(3) વાયુસંવર્ધન (Aeroponics) : ખુલ્લા વાતાવરણમાં પોષક દ્રાવણના ઝરમર ઝીણાં ટપકાં (aerosol) વડે વનસ્પતિઓના ઉછેર કે બીજાંકુરણ માટે જલસંવર્ધનની આ પદ્ધતિ ઉપયોગમાં લેવાય છે.

જલસંવર્ધનના ફાયદા

- વનસ્પતિ ખનીજપોષક તત્ત્વોનો યોગ્ય માત્રામાં ઉપયોગ
- જરૂરિયાત પ્રમાણે પાણીનો ઉપયોગ
- ઊર્જા અને જગ્યાની આવશ્યક ઉપયોગિતા
- ભૂમિજન્ય રોગોથી રક્ષણ
- નીંદણથી સંપૂર્ણ રીતે છુટકારો
- વનસ્પતિ ખનીજપોષક તત્ત્વોની સંતુલિતતા

ખનીજતત્ત્વોની આવશ્યકતા માટેનાં ધોરણો (Criteria for Essentiality of Elements)

ખનીજતત્ત્વોની આવશ્યકતા માટેનાં ધોરણો અર્નોન અને શાઉટ (1939) દ્વારા આપવામાં આવ્યાં. ઘણાં ખરાં ખનીજતત્ત્વો જમીનમાંથી મૂળ દ્વારા શોષાય છે. ક્યું ખનીજતત્ત્વ આવશ્યક છે તે નક્કી કરવા માટે નીચે મુજબનાં ધોરણો ઉપયોગમાં લેવાય છે.

(1) ખનીજતત્ત્વોની ગેરહાજરીમાં વનસ્પતિ પોતાનું જીવનચક્ર પૂર્ણ કરવા અસમર્થ છે.

(2) એક ખનીજતત્ત્વના કાર્યને બીજા ખનીજતત્ત્વ વડે પુનઃસ્થાપન કરી શકાતું જ નથી.

(3) વનસ્પતિ ચયાપચયમાં ખનીજતત્ત્વો સીધાં જ પ્રવેશ પામે છે.

વનસ્પતિપોષણ માટે આ ધોરણો અગત્યના માર્ગદર્શક છે અને તેનાથી આસૃતિદાબની સંતુલિતતા જેવું વિશિષ્ટ કાર્ય સરળતાથી સમજાય છે.

આવશ્યક ખનીજતત્ત્વો (Essential Mineral Elements)

ખનીજતત્ત્વ (કે ખનીજપોષણ) શબ્દ અર્નોન અને શાઉટ દ્વારા પ્રતિપાદિત કરવામાં આવ્યો હતો. વનસ્પતિની તંદુરસ્ત વૃદ્ધિ માટે આવશ્યક હોય તેવાં પોષકદ્રવ્યો કે તત્ત્વોને **આવશ્યક ખનીજતત્ત્વો** કહે છે.

તમે જાણો છો કે અત્યાર સુધીમાં 112 જેટલાં તત્ત્વો શોધાયાં છે. મોટા ભાગનાં ખનીજતત્ત્વો જમીનમાં રહેલાં છે. પાણીમાં ઓગળેલાં છે અને વનસ્પતિના મૂળ દ્વારા શોષાય છે. વનસ્પતિ દ્વારા શોષાતાં બધાં ખનીજતત્ત્વો આવશ્યક હોતાં નથી. વિવિધ પ્રકારનાં ખનીજતત્ત્વો વનસ્પતિઓ માટે આવશ્યક છે.

આવશ્યક ખનીજતત્ત્વ તે છે જેની ગેરહાજરીમાં વનસ્પતિ પોતાનું જીવનચક્ર પૂરું ન કરી શકે. તેના વિકલ્પે અન્ય તત્ત્વથી ચલાવી શકાય નહિ.

આવશ્યક ખનીજતત્ત્વોને તેમની આવશ્યકતાની માત્રાને આધારે ગુરુ પોષકતત્ત્વો અને લઘુ પોષકતત્ત્વો તરીકે વર્ગીકૃત કરાય છે. ગુરુ પોષકતત્ત્વોનું સંકેન્દ્રણ વનસ્પતિના શુષ્કદળમાં પ્રતિ ગ્રામ 1 થી 10 mg જેટલું હોય છે. લઘુ પોષકતત્ત્વોનું આવું સંકેન્દ્રણ 0.1 mg કે તેથી ઓછું હોય છે. લઘુ પોષકતત્ત્વોને 'લેશ'તત્ત્વો (trace elements) પણ કહે છે.

ગુરુ પોષકતત્ત્વોમાં કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન, પોટૅશિયમ, ફૉસ્ફરસ, સલ્ફર, કૅલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમને સમાવાય છે.

લઘુ પોષકતત્ત્વોમાં મૅંગેનીઝ, કૉપર, મોલિબ્લેડનમ, બોરોન, ઝિંક, આયર્ન અને ક્લોરિન અને નિકલ, સોડિયમ, કોબાલ્ટ, સિલિકોન તથા વેનેડિયમનું પણ વનસ્પતિમાં 'લેશ તત્ત્વ' તરીકે મહત્ત્વ જણાય છે.

પોષકતત્ત્વોનું જૈવિક મહત્ત્વ : તેમના સ્રોત, સાપેક્ષ પ્રમાણ, કાર્યો અને વર્ગીકરણ

તત્ત્વ	રસાયણિક ચિહ્ન	સ્રોત	કયા સ્વરૂપે શોષાય	મુખ્ય કાર્યો	વનસ્પતિમાં તેની પ્રમાણમાં ટકાવારી (%)
ગુરુપોષકતત્ત્વો					
બિનખનીજતત્ત્વો					
કાર્બન	(C)	વાતાવરણ	CO_2	બધા કાર્બનિક અણુઓમાં	-
ઑક્સિજન	(O)	વાતાવરણ	O_2	મોટા ભાગના કાર્બનિક અણુઓમાં	-
હાઇડ્રોજન	(H)	ભૂમિ	H_2O	મોટા ભાગના કાર્બનિક અણુઓમાં	-
નાઇટ્રોજન	(N)	ભૂમિ	NH_4^+ અને NO_2^- NO_3^-	પ્રોટીન, ન્યુક્લિઇક ઍસિડ વગેરેમાં	100
ખનીજતત્ત્વો					
ફૉસ્ફરસ	(P)	ભૂમિ	$H_2PO_4^-$	ન્યુક્લિઇક ઍસિડ, ATP, ફૉસ્ફોલિપિડ વગેરેમાં	6
પોટૅશિયમ	(K)	ભૂમિ	K^+	ઉત્સેચકની સક્રિયતા, જલસંતુલન આયન-સંતુલનમાં	25

સલ્ફર	(S)	ભૂમિ	SO_4^{2-}	સહઉત્સેચકના બંધારણમાં, આયન-સંતુલનમાં	3
કેલ્શિયમ	(Ca)	ભૂમિ	Ca^{2+}	કોષરસીય કંકાલ પર અસર કરે છે. પટલો અને ઘણા ઉત્સેચકો દ્વિતીય વાહક તરીકે	12.5
મૅગ્નેશિયમ	(Mg)	ભૂમિ	Mg^{2+}	ક્લોરોફિલ અને ઘણા ઉત્સેચકોના બંધારણમાં રિબોઝોમને સ્થાયી બનાવે છે.	8
લઘુ પોષકતત્ત્વો					
લોહ	(Fe)	ભૂમિ	Fe^{3+}	ઘણા રેડોક્ષ-ઉત્સેચકો અને ઈલેક્ટ્રૉન-વાહકોના સક્રિય સ્થાનમાં, ક્લોરોફિલ સંશ્લેષણમાં	0.2
ક્લોરિન	(Cl)	ભૂમિ	Cl^-	પ્રકાશસંશ્લેષણ, આયનસંતુલનમાં	0.3
મૅંગેનીઝ	(Mn)	ભૂમિ	Mn^{2+}	ઘણા ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે	0.1
બોરોન	(B)	ભૂમિ	$H_2BO_3^-$ $H_2BO_3^{2-}$	કાર્બોદિતોના વહનમાં, કોષદીવાલના બંધારણમાં	0.2
ઝિંક	(Zn)	ભૂમિ	Zn^{2+}	ઉત્સેચકની સક્રિયતા માટે ઑક્ઝિન સંશ્લેષણમાં	0.03
કૉપર	(Cu)	ભૂમિ	Cu^{2+}	રેડોક્ષ-ઉત્સેચકો અને વીજાણુવાહકોમાં	0.01
મોલિબ્લેડનમ	(Mo)	ભૂમિ	MoO_4^{3-}	નાઇટ્રોજનસ્થાપનની વિવિધ પ્રક્રિયાઓમાં	0.0001
નિકલ	(Ni)	ભૂમિ	Ni^{2+}	લોહતત્ત્વની શોષણ ક્રિયાવિધિ માટે જરૂરિયાત	
સોડિયમ	(Na)	ભૂમિ	Na^+	આસૃતિ અને વનસ્પતિઓમાં આયોનિક સંતુલનમાં	
કોબાલ્ટ	(Co)	ભૂમિ	Co^{2+}	શિમ્બી વનસ્પતિઓમાં નાઇટ્રોજનના સ્થાપન માટે જરૂરિયાત	
સિલિકોન	(Si)	ભૂમિ	Si^{4+}	કોષદીવાલના ઘટક તરીકે	
વેનેડિયમ	(V)	ભૂમિ	$V^{3+, 4+, 5+}$	નાઇટ્રોજન સ્થાપક બૅક્ટેરિયામાં નાઇટ્રોજિનેઝ ઉત્સેચકની ક્રિયાશીલતા માટે	

ગુરુ અને લઘુ પોષકતત્ત્વોનો ફાળો અને તેમની ઊણપની અસરો કે ચિહ્નો (Role of Macro and Micro nutrients and their Mineral deficiency symptoms or effects)

જમીનમાંથી પ્રાપ્ત થતા 13 ખનીજપોષક તત્ત્વો પાણીમાં દ્રાવ્ય થયેલા અને વનસ્પતિના મૂળ દ્વારા શોષાય છે. વનસ્પતિની તંદુરસ્ત વૃદ્ધિ માટે જમીનમાં આ પોષકતત્ત્વો હંમેશાં પૂરતા પ્રમાણમાં હોતાં નથી, તેથી ઘણા ખેડૂતો અને માળીઓ જમીનમાં પોષકતત્ત્વો ઉમેરવા ખાતરનો ઉપયોગ કરે છે.

કોઈ પણ એક આવશ્યક પોષકતત્ત્વની ગેરહાજરી કે ઊણપથી તે વનસ્પતિ ત્રુટિજન્ય ચિહ્નો દર્શાવે છે. જલસંવર્ધન દ્વારા ત્રુટીજન્ય ચિહ્નોનો અભ્યાસ કરી શકાય છે. નૈસર્ગિક પરિસ્થિતિમાં, આ અસરો કે ચિહ્નો એ જમીનમાં ખનીજતત્ત્વોની ઊણપનું સૂચન કરે છે.

કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન અને નાઇટ્રોજન બિનખનીજતત્ત્વો છે. ખનીજપોષક તત્ત્વોને બે સમૂહમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે. ગુરુ પોષકતત્ત્વો અને લઘુ પોષકતત્ત્વો

(1) ગુરુ પોષકતત્ત્વો : ગુરુ પોષકતત્ત્વોના પણ બે સમૂહ છે :

(a) પ્રાથમિક પોષકતત્ત્વો : નાઇટ્રોજન (N), ફૉસ્ફરસ (P) અને પોટૅશિયમ (K) પ્રાથમિક પોષકતત્ત્વો છે. આ પોષકતત્ત્વો હંમેશાં જમીનમાં પૂરતા પ્રમાણમાં હોતાં નથી, તેથી વનસ્પતિઓની વૃદ્ધિ માટે ખાતરની જરૂરિયાત રહે છે. વનસ્પતિઓ આ મહત્ત્વના પોષકતત્ત્વોનો તેમની વૃદ્ધિ અને જીવન ટકાવી રાખવા વધુ પ્રમાણમાં ઉપયોગ કરે છે.

(b) દ્વિતીયક પોષકતત્ત્વો : કૅલ્શિયમ (Ca), મૅગ્નેશિયમ (Mg) અને સલ્ફર (S) દ્વિતીયક પોષકતત્ત્વો છે. આ પોષકતત્ત્વો હંમેશાં જમીનમાં પૂરતા પ્રમાણમાં હોય છે, તેથી ખાતરની જરૂરિયાત રહેતી નથી.

(2) લઘુ પોષકતત્ત્વો : બોરોન (B), કૉપર (Cu), આયર્ન (Fe), ક્લોરિન (Cl^-), મૅંગેનીઝ (Mn), મોલિબ્લેડનમ (Mo) અને ઝિંક (Zn), લઘુ પોષકતત્ત્વો છે. લઘુ પોષકતત્ત્વો એવાં આવશ્યક તત્ત્વો છે કે વનસ્પતિ વૃદ્ધિ માટે તેમની ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં જરૂરિયાત છે. આ તત્ત્વોને લઘુતત્ત્વો કે લેશતત્ત્વો પણ કહે છે.

નાઇટ્રોજન (N) : તે એમિનો ઍસિડ, પ્રોટીન તથા ન્યુક્લિઇક ઍસિડનો ખૂબ મહત્ત્વનો બંધારણીય ઘટક છે. તે ઘણાં વિટામિન, અંતઃસ્રાવ તથા ક્લોરોફિલના બંધારણમાં પણ રહેલો છે.

પ્રાપ્તિ : ભૂમિમાંથી NH_4^+, NO_2^- તથા NO_3^- સ્વરૂપે શોષાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : તેની ઊણપથી પાકમાં ઘટાડો થઈ શકે, પર્ણો પીળાં પડી જાય (ક્લોરોસિસ- chlorosis) અને વૃદ્ધિ કુંઠિત થાય, પાર્શ્વકલિકાઓ સુષુપ્તતા પામે, પ્રકાંડધરી જાંબલી રંગની બને, પુષ્પસર્જન વિલંબમાં પડે, કોષવિભાજન અવરોધાય.

પોટૅશિયમ (K) : કોષમાં 'આયનિક-સંતુલન'ની જાળવણી માટે ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે. કોષોની આશૂનતાની જાળવણી માટે જરૂરી છે. વાયુરંધ્રના કદના નિયમનમાં તે મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. પ્રોટીનસંશ્લેષણની પ્રક્રિયામાં તેમજ કેટલાક ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે તે આવશ્યક છે.

પ્રાપ્તિ : પોટૅશિયમ (K^+) આયન સ્વરૂપે ભૂમિજલમાંથી તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : તેની ઊણપથી પર્ણો ટપકાંવાળા કે વળી ગયેલાં અને તડકામાં બળેલાં હોય તેવો પર્ણોનો દેખાવ - પર્ણોની ટોચના ભાગ કાળા પડી જવા, શિરાઓની વચ્ચેના ભાગ પીળા પડી જવા, અગ્રકલિકાની પ્રભાવી અસર નાબૂદ થવી. આ કારણે પાર્શ્વકલિકાઓ વિકસે, શ્વસનદર વધે, આંતરગાંઠો ટૂંકી થાય, રંજકકણોનું વિઘટન થાય, એધાની સક્રિયતા ઘટે.

ફૉસ્ફરસ (P) : ફૉસ્ફરસ કોષરસસ્તરનો બંધારણીય ઘટક છે. તે ન્યુક્લિઓટાઇડ અને ન્યુક્લિઇક ઍસિડના બંધારણમાં જરૂરી છે. બધી ફૉસ્ફોરીકરણ પ્રક્રિયાઓ માટે અનિવાર્ય છે. કેટલાંક પ્રોટીનના બંધારણમાં સંકળાય છે.

પ્રાપ્તિ : ભૂમિમાંથી ફૉસ્ફેટ આયન સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : પર્ણોની સપાટી પર લાલ કે જાંબલી ડાઘ પડે, બીજમાં સુષુપ્તતા પ્રેરાય, પર્ણો, પુષ્પકલિકાઓ અને ફળ કસમયે ખરી જાય.

કૅલ્શિયમ (Ca) : વર્ધમાનપેશી તેમજ વિભેદન પામતી પેશીઓમાં તે જરૂરી છે. વનસ્પતિકોષો વચ્ચેની દીવાલ જેને મધ્યપટલ કહે છે, તેના બંધારણ માટે જરૂરી છે. કોષવિભાજન દરમિયાન સર્જાતા દ્વિધ્રુવીય ત્રાકમાં તે સંકળાય છે. કોષના ચયાપચયના નિયમનમાં તે ભાગ ભજવે છે. કેટલાક ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે તે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : Ca^{2+} આયન સ્વરૂપે ભૂમિમાંથી તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : તેની ઊણપથી વનસ્પતિની નવી વિકાસ પામતી શાખાઓ, પુષ્પો અને મૂળની વૃદ્ધિ કુંઠિત થાય છે. કુમળા મૂલાગ્રો, પ્રરોહાગ્ર તથા કુમળાં પર્ણની કિનારીઓના વિસ્તાર મૃત થવા માંડે છે.

મૅગ્નેશિયમ (Mg) : શ્વસન અને પ્રકાશસંશ્લેષણ સાથે સંકળાયેલા ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે અનિવાર્ય છે. તે ક્લોરોફિલના બંધારણનો ઘટક છે. રિબોઝોમના બંધારણની જાળવણી તેમજ ન્યુક્લિઇડ ઍસિડના સંશ્લેષણ માટે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : Mg^{2+} આયન સ્વરૂપે ભૂમિમાંથી તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : અસરગ્રસ્ત વનસ્પતિમાં પર્ણોની શિરાઓ વચ્ચેનો મધ્યપર્ણ વિસ્તાર પીળો પડી જાય, જૂનાં પર્ણો મરવા માંડે અથવા તેમના પર જાંબલી ડાઘ દેખાય, કસમયનું પર્ણપતન પ્રેરાય.

સલ્ફર (S) : કેટલાક એમિનોઍસિડના બંધારણનો ઘટક છે. વિટામિન થાયોમીન અને બાયોટિનના બંધારણમાં પણ સલ્ફર છે. ઘણા સહઉત્સેચકોના બંધારણમાં તે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : સલ્ફેટ (SO_4^{2-}) સ્વરૂપે તેનું ભૂમિમાંથી શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : તેની ઊણપ આછા લીલાં પર્ણો દર્શાવે છે. પર્ણો પીળાં પડવાં અને કુંઠિત વૃદ્ધિની નાઇટ્રોજન જેવી જ ઊણપીય અસરો, જાંબલી રંગના રંજકદ્રવ્યનો ભરાવો થાય.

આયર્ન (Fe) : વીજાણુવહનતંત્ર સાથે સંકળાયેલા સાયટોક્રોમ્સ તથા ફેરેડૉક્સિનના બંધારણ માટે જરૂરી છે. ક્લોરોફિલના સંશ્લેષણ માટે પણ તે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : મુખ્યત્વે Fe^{3+} (ફેરિક આયન) સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : પર્ણો અને મોટી શિરાઓ પીળી થવાથી પાંડુવર્ણ પર્ણો દેખાય, પર્ણો સંપૂર્ણ પીળાં પડી જવાં તેની મુખ્ય અસર છે.

મૅંગેનીઝ (Mn) : તેની સૌથી મહત્ત્વની જાણીતી ભૂમિકા પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન પાણીના વિઘટનને પ્રેરવાની છે. આ કારણે O_2 મુક્ત થાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ, શ્વસન તથા નાઇટ્રોજન-સ્થાપન સાથે સંકળાયેલા ઘણા ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે તે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : Mn^{2+} આયન તરીકે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : કુમળાં પર્ણોમાં શિરાની ફરતે બદામી, કાળા કે ભૂખરા ડાઘા દેખાય.

ઝિંક (Zn) : કાર્બોક્ઝાયલેઝ પ્રકારના ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે તે જરૂરી છે. ઑક્સિનના સંશ્લેષણ માટે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : Zn^{2+} આયન સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : કુંઠિત વૃદ્ધિ અને પર્ણનાં મધ્યપર્ણ પીળાં પડી જવાની અસર.

કૉપર (Cu) : શ્વસન માટેના ઑક્સિડેશન-રિડક્શન માટેનાં ઉત્સેચકોની સક્રિયતા માટે તે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : Cu^{2+} આયન સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : પ્રકાંડાગ્ર અને કુમળાં પર્ણોની પર્ણકિનારીઓના ભાગ મરવા લાગે છે પર્ણો કરમાઈને ખરી પડે, વૃક્ષોની છાલ ખરબચડી બની ફાટવા માંડે અને ગુંદર જેવો સ્રાવ થાય છે.

બોરોન (B) : કૅલ્શિયમના શોષણ અને વપરાશ માટે તે જરૂરી છે. પરાગરજના અંકુરણ, કોષવિભેદન તથા શર્કરાઓના વહન માટે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : બોરોન આયનો સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : વનસ્પતિ પર ગુલાબવત અસરથી અગ્રકલિકાઓ મૃત પામવી, પર્ણો જાડાં થવાં, બદામી ટપકાયુક્ત ફળ, કંદ અને મૂળ રંગવિહીન, મૂલાગ્ર અને પ્રરોહાગ્રો મરી જાય, ફળનાં કદ ઘટી જાય.

મોલિબ્લેડનમ (Mo) : નાઇટ્રોજનના સ્થાપનની વિવિધ ક્રિયાઓ સાથે સંકળાયેલા ઉત્સેચકોના બંધારણનો ઘટક છે.

પ્રાપ્તિ : મોલિબ્લેડનમ (Mo^{6+}) આયન સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : પીળાશ પડતા લીલા રંગના કોકડું કે વળી ગયેલી કિનારીયુક્ત પર્ણોની નિશાનીઓ – નાઇટ્રોજનની ઊણપ વર્તાય, વૃદ્ધિ કુંઠિત થાય અને પર્ણો પીળાં પડી જવા.

ક્લોરિન (Cl) : કોષોમાં આયનસંતુલનની જાળવણી માટે તે જરૂરી છે. તે કોષવિભાજન માટે તથા પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન H_2Oના વિઘટન માટે જરૂરી છે.

પ્રાપ્તિ : Cl^- સ્વરૂપે તેનું શોષણ થાય છે.

ત્રુટિજન્ય અસરો : પર્ણો કરમાઈ જાય, ઝાંખરાં કે ઠૂંઠાં જેવાં મૂળ, પર્ણો ચળકતા પીળાં પડી જવા (ક્લોરોસિસ - chlorosis), ફળ ઉત્પાદન ઘટે, વૃદ્ધિ કુંઠિત થાય.

એમ કહી શકાય કે ખનીજતત્ત્વોની ઊણપની સૌથી સામાન્ય અસર પર્ણો પીળાં પડી જવાં અને પર્ણો ટોચ તથા કિનારીના ભાગેથી મરતાં જવાં તે છે.

(1) નાઇટ્રોજન (2) પોટૅશિયમ (3) ફૉસ્ફરસ (4) કૅલ્શિયમ (5) મૅગ્નેશિયમ

(6) સલ્ફર (7) આયર્ન (8) મૅંગેનીઝ (9) ઝિંક

(10) કોપર

(11) બોરોન

(12) મોલિબ્લેડનમ

(13) ક્લોરિન

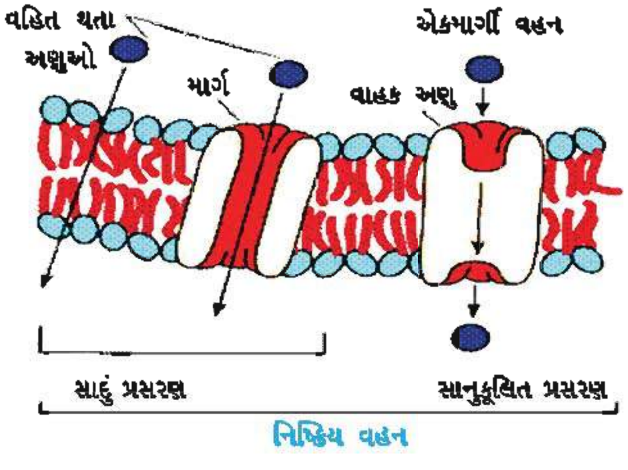
(ઉપયુક્ત આકૃતિઓ માત્ર જાણકારી માટે આપેલી છે.)

લઘુપોષકતત્ત્વોની વિષારિતા (Toxicity of Micronutrients)

લઘુ પોષકત્તત્ત્વોની જરૂરિયાત હંમેશાં ઓછી માત્રામાં હોય છે, છતાં પણ તેમનું પ્રમાણ ઘટવાથી ત્રુટિજન્ય અસરો અને તેમનું પ્રમાણ વધવાથી વિષારિતા ઉત્પન્ન કરે છે. તેમની ઝેરી અસરોને ઓળખવી મુશ્કેલ છે. કોઈ પણ તત્ત્વની વિષારિતાનું સ્તર બીજા તત્ત્વના કાર્યને અવરોધે છે. મૅંગેનીઝ એ પ્રકાંડાગ્રમાં કૅલ્શિયમના વહનને અવરોધે છે, તેથી મૅંગેનીઝનું વધુ પ્રમાણ લોહ, મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમની ઊણપ કે અસરો પ્રેરે છે. આથી મૅંગેનીઝની અસરો કે ચિહ્નો અને લોહ, મૅગ્નેશિયમ અને કૅલ્શિયમની અસરો વચ્ચે કોઈ તફાવત જોઈ શકાતો નથી.

ખનીજતત્ત્વોનું શોષણ (Absorption of Mineral Nutrients)

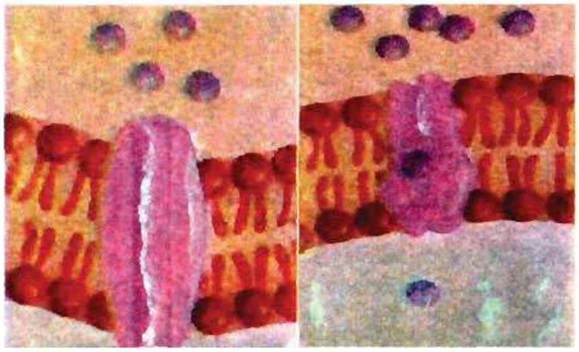
ખનીજતત્ત્વોના ભૂમિમાંથી શોષણની પ્રક્રિયાના મુખ્ય બે તબક્કા જણાય છે : (1) સૌપ્રથમ આ તત્ત્વો ભૂમિમાંથી મૂળના કોષોની દીવાલોમાં કોષરસપટલના બહારના વિસ્તારમાં પ્રવેશે છે. ઉપરાંત આંતરકોષીય અવકાશોમાં પણ પ્રવેશે છે. આ ક્રિયા પ્રમાણમાં વધુ ઝડપી છે. આ પ્રક્રિયા સામાન્ય વહન દ્વારા થાય છે. અને તેમાં કોઈ શક્તિ વપરાતી નથી. (2) આ જગ્યામાંથી ત્યાર બાદ ખનીજતત્ત્વો કોષીય વિસ્તારમાં પ્રવેશે છે. કોષીય વિસ્તાર એટલે કોષરસપટલની અંદરનો તથા ધાનીરસનો વિસ્તાર. આ પ્રક્રિયા વિવિધ રીતે થાય છે.



વનસ્પતિઓ જમીનમાંથી વધુ સંખ્યામાં ખનીજતત્ત્વો શોષે છે. ખનીજ આયનો મૂળ દ્વારા પરોક્ષ કે સક્રિય રીતે ખેંચાય છે.

(અ) સરળ અથવા નિષ્ક્રિય (પરોક્ષ) શોષણ (Simple or Passive Absorption) : આ પ્રકારના શોષણમાં કોષમાંથી કોઈ પણ ચયાપચયિક શક્તિનો વપરાશ થતો નથી. તે શરૂઆતનો અને ત્વરિત તબક્કો છે અને કોષબાહ્ય સપાટી પરથી આયનો શોષાય છે. સામાન્ય ભૌતિક સિદ્ધાંતો અનુસાર શોષણ થાય છે. ઉદાહરણ : પ્રસરણ, આયનોની ફેરબદલી, ડોનન સમતુલન, સામૂહિક વહન સિદ્ધાંત, જલઆસુતિ અને સાનુકૂલિત પ્રસરણ.

પ્રસરણ (Diffusion) : દ્રવ્ય પોતે જ્યાં વધુ સંકેન્દ્રણમાં હોય ત્યાંથી તે પોતાના ઓછા સંકેન્દ્રણ ધરાવતા વિસ્તાર તરફ પ્રસરે છે. આમ, આયનો પોતાના સંકેન્દ્રણઢાળને અનુસરીને શોષણ પામે છે. આયનોનાં આવાં શોષણ માટે વિવિધ 'આયન-માર્ગો' [Ion channels] કોષરસપટલમાં આવેલા છે. કોષરસપટલની આરપાર પથરાયેલાં વિશિષ્ટ પ્રકારનાં પ્રોટીન આવાં 'આયનમાર્ગો' તરીકે વર્તતાં છિદ્રો સર્જે છે.

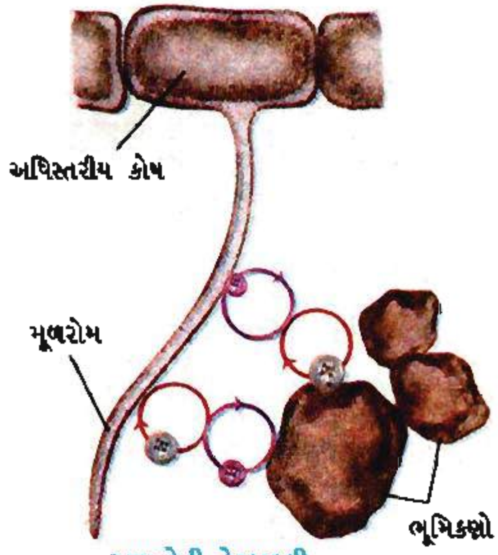


આયનમાર્ગ

આયનોની ફેરબદલી (Ion Exchange) : બંને પ્રકારનાં આયનો ધન અને ઋણ પ્રકારની કોષદીવાલની સપાટી પર અભિશોષણ પામી ગોઠવાયેલાં હોય છે. ભૂમીય દ્રાવણમાં પણ આયનો આવેલાં હોય છે. આ આયનો વચ્ચે ફેરબદલની પ્રક્રિયા થાય છે. આવાં આયનોનું શોષણ સંકેન્દ્રણઢાળથી વિરુદ્ધ પણ થાય છે.

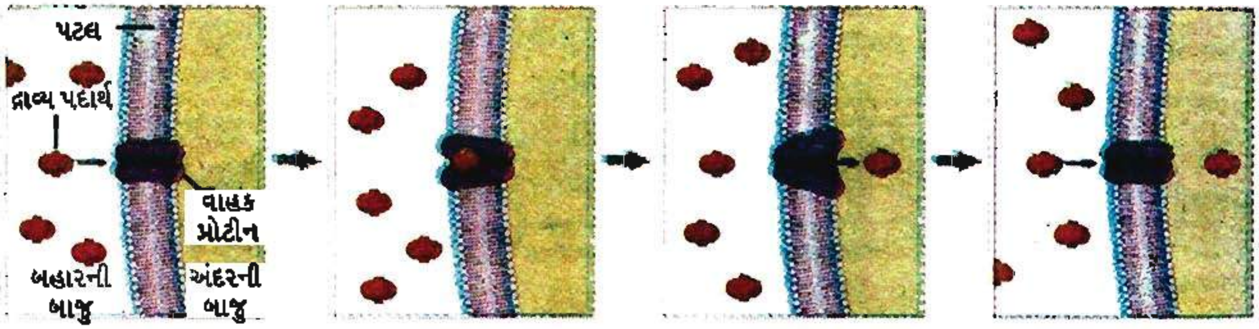
ડોનન સમતુલન (Donnan Equilibrium) : કેટલાંક આયનો સંકેન્દ્રણઢાળની વિરુદ્ધ પ્રસરણશીલ હોતાં નથી. આવાં સ્થાયી અને અપ્રસરણશીલ આયનોનું પરોક્ષ સંગ્રહણ આ સિદ્ધાંત વડે સમજાવાય છે. (તે સંકેન્દ્રણઢાળની વિરુદ્ધ દિશામાં થાય છે.)

કોષરસપટલ પસંદગીમાન પ્રવેશશીલતા ધરાવે છે. કેટલાંક આયનોની ફેરબદલી તે થવા દે છે અને અન્ય કેટલાંકની ફેરબદલ નથી થવા દેતો. કેટલાંક ધન આયનો આવાં કારણોસર કોષરસપટલની અંદરની સપાટી પર સંકેન્દ્રિત થાય છે અને તેને કારણે કોષરસપટલની અંદર સપાટી ધનવીજભારયુક્ત થાય છે. આ કારણે, ભૂમીય દ્રાવણમાંનાં ઋણ આયનો કોષરસપટલની બહારની સપાટી પર સંકેન્દ્રિત થાય છે.



આયનોની ફેરબદલી

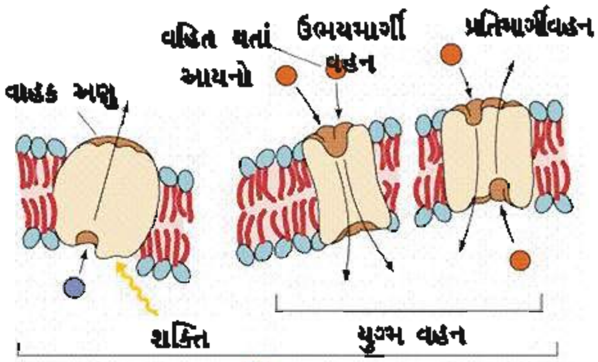
સામૂહિક વહન સિદ્ધાંત (Principle of Mass Flow) : આ સિદ્ધાંત અનુસાર પાણીના જથ્થાના શોષણની સાથે-સાથે મોટા જથ્થામાં આયનો પણ શોષણ પામે છે. પાણીના શોષણ માટે જવાબદાર ઉત્સ્વેદનદાબ આ માટે જવાબદાર છે. જેમ શોષણદાબ વધે છે, તેમ શોષણ વધે છે અને પાણી સાથે આયનોનું શોષણ પણ વધે છે.



વાહક અણુઓ દ્વારા આયનોનું વહન

(બ) સક્રિય શોષણ (Active Absorption) : આ પ્રકારના શોષણમાં ATPના સ્વરૂપમાં ચયાપચયિક શક્તિનો વપરાશ થાય છે. કોષની અંતઃસપાટી પરથી આયનો ધીમે-ધીમે શોષાય છે. ઉદાહરણ : મોટા અણુઓનું વહન અને સોડીયમ પોટેશીયમ પમ્પ.

આ પ્રકારનું શોષણ આયનોના સંકેન્દ્રણઢાળની વિરુદ્ધ દિશામાં થાય છે. અને તે દરમિયાન શક્તિ વપરાય છે. વિવિધ પ્રકારના પુરાવાના આધારે એમ જણાય છે કે આ ક્રિયામાં વિશિષ્ટ 'વાહક અણુ'ઓ સંકળાયેલા છે.



સક્રિય વહન

આ વાહક અણુઓ વિશિષ્ટ પ્રકારનાં પ્રોટીન છે. તેઓ કોષરસપટલની બહારની બાજુએ આયનો સાથે જોડાઈ આયન-વાહક સંકુલ રચે છે. આ સંકુલ કોષરસપટલમાંથી અંદરની તરફ સ્થળાંતરણ કરે છે અને ત્યાં આ સંકુલ આયનને મુક્ત કરે છે. આ વાહક પ્રોટીન કોઈ છિદ્ર જેવા માર્ગની રચના કરતા નથી.

ખનીજતત્ત્વોનું સ્થાનાંતરણ (Translocation of Solutes)

ખનીજક્ષારો જલવાહક પેશી દ્વારા વનસ્પતિના અન્ય ભાગો તરફ પાણીના ચઢતા પ્રવાહની સાથે સાથે મૂળતંત્ર વડે વહન પામે છે.

મૂળ દ્વારા શોષાયેલાં ખનીજતત્ત્વો ક્રમશઃ બાહ્યક, અંતઃસ્તર તથા પરિચક્રના કોષોના માર્ગે જલવાહક પેશીના ઘટકો સુધી પહોંચે છે. આ વહન અપદ્રવ્ય અને સંદ્રવ્ય એમ બંને પથ દ્વારા થાય છે. જલવાહક પેશીમાંથી તેમનું વહન પાણીના રસારોહણની સાથે-સાથે થાય છે. બંનેનાં પાણી તથા ખનીજદ્રવ્યોના વહનના દર પણ એકમેક સાથે સંકલિત જણાય છે.

ભૂમિ ખનીજપોષક તત્ત્વોના સંચયસ્થાન તરીકે (Soil as a nutrient reservoir Source)

આપણે જાણીએ છીએ કે ફક્ત વાયુ અને પ્રવાહી સ્વરૂપે જ દ્રવ્યો વનસ્પતિમાં પ્રવેશ પામી શકે છે. ફક્ત કાર્બન અને ઑક્સિજન જ વાતાવરણમાંથી CO_2 અને O_2 વાયુ સ્વરૂપે મેળવે છે. આ સિવાયનાં અન્ય બધાં તત્ત્વો વનસ્પતિના મૂળતંત્ર વાટે થતા શોષણ દ્વારા ભૂમિમાંથી વનસ્પતિમાં પ્રવેશે છે. આ તત્ત્વો ભૂમીય દ્રાવણમાં રહેલાં હોય છે. વાતાવરણમાં ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં રહેલો હોવા છતાં નાઇટ્રોજન વાતાવરણમાંથી પ્રાપ્ય નથી. તે તેના ક્ષાર સ્વરૂપે ભૂમિમાં હોય છે અને ત્યાંથી શોષાય છે. C, H અને O આમ ખનીજતત્ત્વો ન ગણાય. તે મુજબ N પણ ખનીજતત્ત્વ ન ગણાય, કારણ કે તેમના મૂળ સ્રોત હવા છે.

બીજા અન્ય તત્ત્વો મૂળતંત્ર દ્વારા જમીનમાંથી શોષાઈને વનસ્પતિમાં પ્રવેશ પામે છે. આ તત્ત્વો ભૂમિજલમાં દ્રાવ્ય કે ઓગળેલી સ્થિતિમાં હોય છે.

નાઈટ્રોજન : NH_4^+ તથા NO_3^- સ્વરૂપે શોષાય છે, પોટૅશિયમ : (K^+) આયન સ્વરૂપે, ફૉસ્ફરસ : ફૉસ્ફેટ આયન સ્વરૂપે કૅલ્શિયમ : Ca^{2+} આયન સ્વરૂપે, મૅગ્નેશિયમ : Mg^{2+} આયન સ્વરૂપે, સલ્ફર : સલ્ફેટ (SO_4^{2-}) સ્વરૂપે, આયર્ન : મુખ્યત્વે Fe^{3+} (ફેરિક આયન) સ્વરૂપે, મૅંગેનીઝ : Mn^{2+} આયન તરીકે, ઝિંક : Zn^{2+} આયન સ્વરૂપે, કૉપર : Cu^{2+} આયન સ્વરૂપે, બોરોન : બોરોન આયનો સ્વરૂપે, મોલિબ્લેડનમ : મોલિબ્ડેટ આયન સ્વરૂપે, ક્લોરિન : Cl^- સ્વરૂપે વગેરે ગુરુ પોષકતત્ત્વો અને લઘુ પોષકતત્ત્વોનું ભૂમિ કે ભૂમિજલમાંથી તેનું શોષણ થાય છે.

ભૂમિ વિવિધ કદના કણો ધરાવે છે. દા.ત. રેતી (મોટા), કાંપ (મધ્યમ), માટી (નાના), માટીના ખૂબ નાના કણો (કલિલ) અને ભૂમિજલમાં રહેલા અન્ય વિલંબિત કણો. કલિલો એ

(1) ખનીજ (પ્રાથમિક રીતે ઍલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ)

(2) કાર્બનિક (હવામાન અને સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ વડે ધીમે-ધીમે વિઘટન પામતા)

(3) વધુ સપાટી વિસ્તાર ધરાવતા

(4) ધન આયનોની હેરફેરમાં ભાગ લે છે. આથી ભૂમિને ખનીજતત્ત્વોના સંચયસ્થાન તરીકે ગણવામાં આવે છે.

નાઈટ્રોજનનું ચયાપચય (Nitrogen Metabolism)

આપણે અગાઉ જાણ્યું કે સૌથી મહત્ત્વનાં આવશ્યક તત્ત્વોમાં C, H, O અને N છે. સજીવોમાં C, H અને Oને બાદ કરતાં સૌથી વધુ પ્રમાણમાં N રહેલો છે. નાઈટ્રોજન જીવરસના અગત્યના ઘટકો જેવાં કે એમિનોઍસિડ, પ્રોટીન, ન્યુક્લિઓટાઇડ્ઝ, વિટામિન તથા અંતઃસ્રાવોના બંધારણમાં રહેલો છે.

આપણે એ પણ જાણીએ છીએ કે વાતાવરણમાં ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં N_2 રહેલો છે અને તે સીધો ઉપયોગમાં કોઈ સજીવથી લઈ શકાતો નથી. વનસ્પતિ N_2ના ક્ષારો જેવા કે NH_4^+, NO_2^- અને NO_3^-નું ભૂમિમાંથી શોષણ કરે છે અને પોતાના કાર્બનિક ઘટકોમાં તેમને સાંકળે છે. પ્રાણીઓ વનસ્પતિનો ખોરાક તરીકે ઉપયોગ કરી આ ઘટકો મેળવે છે.

વનસ્પતિ તથા પ્રાણીઓ જ્યારે મૃત્યુ પામે છે, ત્યારે તેમના મૃતદેહોનું વિઘટન થાય છે. જીવાણુ દ્વારા પ્રેરાતા આવા વિઘટન દરમિયાન NH_3 મુક્ત થાય છે. આ પ્રક્રિયા એમોનિફિકેશન કહેવાય છે. આ NH_3 તરત જ નાઇટ્રિફિકેશનની પ્રક્રિયા દ્વારા NO_2^- અને NO_3^- માં ફેરવાય છે. વિશિષ્ટ જીવાણુઓ આ માટે જવાબદાર છે. આ ક્ષાર વનસ્પતિ દ્વારા શોષી શકાય છે. કેટલાક જીવાણું નાઇટ્રેટનું મુક્ત N_2માં વિઘટન પણ કરી શકે છે.

નાઈટ્રોજનચક્ર (Nitrogen cycle)

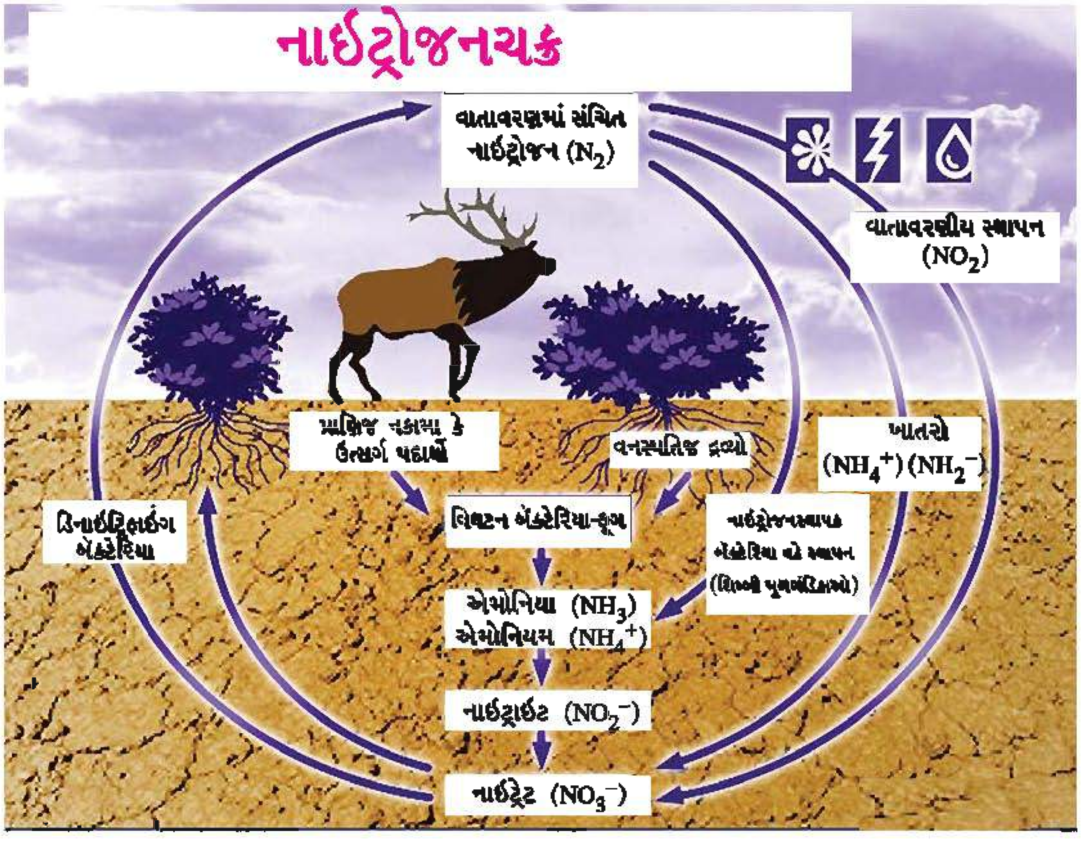
નાઈટ્રોજનચક્ર વાયુરૂપ જૈવ-ભૂરાસાયણિક ચક્રનું ઉદાહરણ છે. નાઈટ્રોજન જીવરસ, પ્રોટીન અને DNA જેવા જનીનિક મહત્ત્વ ધરાવતા ન્યુક્લિઇક ઍસિડ માટેનું આવશ્યક તત્ત્વ છે. તે વાતાવરણનો મુખ્ય બંધારણીય ઘટક (આશરે 78%) છે. મોટા ભાગે લીલી વનસ્પતિઓને નાઈટ્રેટ (NO_3^-) અને એમોનિયમ આયન (NH_4^+) સ્વરૂપે તેની જરૂર છે. શિમ્બી વનસ્પતિઓના મૂળમાં રહેલા કેટલાક ખાસ પ્રકારના નાઈટ્રોજનસ્થાપક બૅક્ટેરિયા (રાઈઝોબિયમ) અને કેટલીક નીલહરિતલીલ (નોસ્ટોક અને એનાબિના) નાઈટ્રોજનનું નાઈટ્રેટમાં રૂપાંતર કરવા સક્ષમ છે. વિજળીના ચમકારા પણ નાઈટ્રોજનને નાઈટ્રેટમાં ફેરવે છે. પરંતુ ડીનાઈટ્રીફાઈંગ બૅક્ટેરિયા નાઈટ્રેટને વાયુરૂપ નાઈટ્રોજનમાં ફેરવી અને વાતાવરણમાં મુક્ત કરે છે. આ ચક્રમાં સ્થાપન, એમોનિફિકેશન, નાઈટ્રિફિકેશન અને ડીનાઈટ્રિફિકેશન જેવી પ્રક્રિયાઓ ભાગ લે છે.

એમોનિફિકેશન : એમોનિફિકેશન એ જટિલ કાર્બનિક પદાર્થોમાંથી અકાર્બનિક પદાર્થોમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયા છે. મૃત પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ પેશીઓ અને ઉત્સર્ગપદાર્થો નાઈટ્રોજનયુક્ત કચરો (જટીલ કાર્બનિક પદાર્થો) ઉત્પન્ન કરે છે. આ નાઈટ્રોજનયુક્ત કચરો પરપોષી બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને પાણી કે જમીનમાં રહેલા અન્ય વિઘટકો દ્વારા એમોનિયામાં (NH_3) ફેરવાય છે. આ એમોનિયા પાણીમાં ઓગળે છે. તે એકમાર્ગી પ્રક્રિયા છે.

નાઈટ્રિફિકેશન : નાઈટ્રિફિકેશન એ એમોનિયાનું નાઈટ્રાઈટ આયન અને નાઈટ્રેટ આયનમાં રૂપાંતર થવાની જૈવિક પ્રક્રિયા છે. બે પ્રકારના બૅક્ટેરિયા આ પ્રક્રિયામાં ભાગ લે છે. એમોનિયા બૅક્ટેરિયલ ક્રિયાવિધિ દ્વારા ક્રમશઃ નાઈટ્રાઈટ આયનમાં ફેરવાય છે (નાઈટ્રોસોમોનાસ બૅક્ટેરિયા) છેલ્લે બૅક્ટેરિયલ ક્રિયાવિધિ દ્વારા નાઈટ્રાઈટ આયન એ નાઈટ્રેટ આયનમાં ફેરવાય છે (નાઈટ્રોબેક્ટર) આમ નાઈટ્રિફિકેશન એ નાઈટ્રોજનમાં વધારો કરતી ઑક્સિડેશન પ્રક્રિયા છે.

આ રીતે અસ્તિત્વમાં આવેલો નાઈટ્રેટ (NO_3^-) ફરીથી લીલી વનસ્પતિઓ દ્વારા પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે. વિજળીના ચમકારા, નાઈટ્રોજન સ્થાપક બૅક્ટેરિયા અને નીલહરિત લીલ વાયુરૂપ નાઈટ્રોજનને નાઈટ્રેટમાં ફેરવે છે. આમ, વારંવાર નાઈટ્રોજન ચક્ર કુદરતમાં સતત ચાલ્યા કરે છે

ડીનાઈટ્રિફિકેશન : કેટલાક બૅક્ટેરિયા નાઈટ્રેટનું રીડક્શન કરી તેને વાયુરૂપ નાઈટ્રોજનમાં ફેરવવા સક્ષમ છે આ પ્રક્રિયાને ડીનાઈટ્રિફિકેશન કહે છે. ડીનાઈટ્રિફાઈંગ બૅક્ટેરિયા NO_3^- ને N_2માં પુનઃ રૂપાંતરિત કરે છે. (એગ્રોબેક્ટેરિયમ અને સ્યુડોમોનાસ) દા.ત. $2NO_3 \rightarrow 2NO_2 \rightarrow 2NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$



નાઈટ્રોજન સ્થાપન (Nitrogen Fixation)

નાઈટ્રોજન સ્થાપન એ વાતાવરણના નાઈટ્રોજનનું એમોનિયા કે નાઈટ્રેટમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયા છે. એમોનિયા એ જૈવિક સ્થાપનની નીપજ છે અને નાઈટ્રેટ એ ઊંચા શક્તિમૂલ્યની નીપજ છે. જૈવિક સ્થાપનમાં આણ્વિક નાઈટ્રોજન (N_2) એ બે મુક્ત નાઈટ્રોજનના પરમાણુઓમાં વિભાજિત થાય છે.

$$N_2 \rightarrow 2N$$

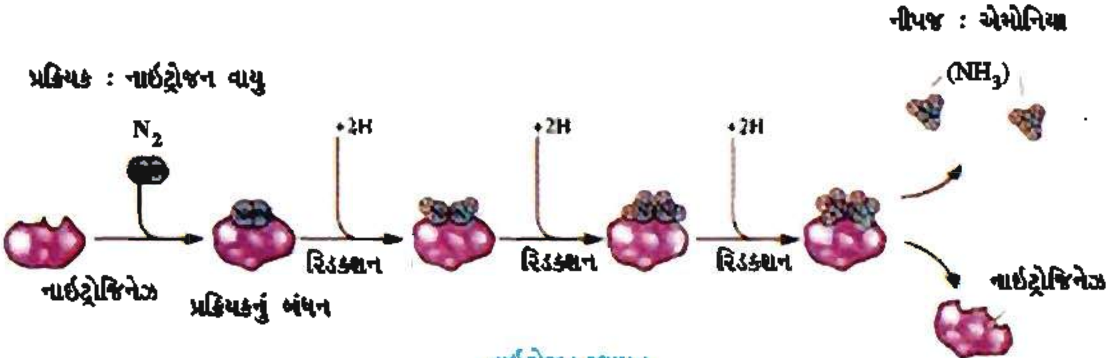
મુક્ત નાઈટ્રોજનના પરમાણુઓ હાઈડ્રોજન સાથે જોડાઈ એમોનિયા બનાવે છે.

$$2N + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

આ પ્રક્રિયા મુખ્યત્વે જીવંત જીવાણુઓ, વિશિષ્ટ બૅક્ટેરિયા અને નીલહરિતલીલ દ્વારા થાય છે. આથી તેને નાઈટ્રોજનનું જૈવિક સ્થાપન કહે છે.

સહજીવી નાઈટ્રોજન સ્થાપન એ શિમ્બી કે શિમ્બકુળ વિનાની વનસ્પતિઓના મૂળ સાથે સંગઠિત જીવન જીવતા સહજીવી બૅક્ટેરિયા દ્વારા થાય છે, જે રાઈઝોબિયમ તરીકે ઓળખાય છે. અસહજીવી નાઈટ્રોજન સ્થાપન એ નીલહરિતલીલ (નોસ્ટોક અને એનાબિના) અને જારક-એઝેટોબૅક્ટર જાતિના અને અજારક ક્લોસ્ટ્રીડિયમ જાતિના મુક્તજીવી ભૂમિ બૅક્ટેરિયા દ્વારા થાય છે.

સહજીવી નાઈટ્રોજન-સ્થાપન : આ પ્રકારનું નાઈટ્રોજનનું જૈવિક સ્થાપન એ રાઈઝોબિયમ તરીકે ઓળખાતા સહજીવી બૅક્ટેરિયા દ્વારા થાય છે.



નાઈટ્રોજન-સ્થાપન

શિમ્બી વનસ્પતિઓ નાઈટ્રોજનનું સ્થાપન કરતી એ ધ્યાન ખેંચે તેવી વનસ્પતિઓ છે, જે રાઈઝોબિયમ પ્રજાતિના બૅક્ટેરિયા સાથે સહજીવી સંબંધ ધરાવે છે. વનસ્પતિઓનાં મૂળની ફરતે ગાઢ સંપર્કમાં રહી જીવન જીવતા હોય છે, તેને રાઈઝોસ્ફિયર કહેવાય છે. જ્યારે તેઓ બહુગુણિત અને કદમાં વધે છે, જેના પરિણામ રૂપે ફૂલેલી કે સૂજી ગયેલી અસર ધરાવતા કોષસમૂહો બને છે, તેને મૂળગંડિકાઓ કહેવાય છે કે જેમાં પ્રાણીરુધિરના હિમોગ્લોબિન જેવું જ લેગ્હિમોગ્લોબિન તરીકે ઓળખાતો ઑક્સિજન વાહક લાલ રંજક હિમોપ્રોટીન હોય છે. રાઈઝોબિયમમાં નાઈટ્રોજન સ્થાપક જનીન nif - જનીન (nitrogen-fixation-gene) એ નાઈટ્રોજિનેઝ ઉત્સેચકનું સંશ્લેષણ કરવા માટે જવાબદાર છે. આ ઉત્સેચક ઑક્સિજનની હાજરી પ્રત્યે ખૂબ સંવેદનશીલ છે. લેગ્હિમોગ્લોબિન O_2નું ગ્રહણ કરી ઉત્સેચકને તેની આડઅસરથી રક્ષણ આપે છે. આ જૈવિક સ્થાપનની પ્રક્રિયા એ ઓછી શક્તિની જરૂરિયાત અને બે ઉત્સેચકો વડે નિયંત્રિત થાય છે જે નાઈટ્રોજિનેઝ (લોહ સમાવેશિત પ્રોટીન) અને હાઈડ્રોજિનેઝ (મોલિબ્ડેનમ સમાવેશિત પ્રોટીન) છે.

N_2 સ્થાપનની ક્રિયામાં હાઈડ્રોજન ઉમેરી તેનું રિડક્શન કરવામાં આવે છે. N_2ના બે અણુઓ વચ્ચેના ત્રણ બંધને ($N \equiv N$) ખોલીને H_2ના ત્રણ એકમો ઉમેરવામાં આવે છે. આ પ્રકારે બે અણુ એમોનિયા (NH_3) ના બને છે.

આ પ્રક્રિયા માટે ત્રણ ઘટકો જરૂરી છે : (1) રિડક્શન-પ્રેરક ઘટક FAD (ફ્લેવીન એડિનાઈન ડાયન્યુક્લિઓટાઈડ) અને તેનું નિર્માણ પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસન દરમિયાન થાય છે. (2) ATP સ્વરૂપે શક્તિ N_2ના દ્વિ-અણુ ઘટકમાં H_2ના અણુ સ્થળાંતરિત કરવા માટે જરૂરી શક્તિ ATP પૂરી પાડે છે. (3) આવશ્યક ઉત્સેચકો.

એમિનોઍસિડનું સંશ્લેષણ (Amino Acid Synthesis)

NH_3નો સૌપ્રથમ ઉપયોગ એમિનોઍસિડના સંશ્લેષણમાં થાય છે. આપણે જાણીએ છીએ કે દરેક એમિનોઍસિડના બંધારણમાં ઓછામાં ઓછું એક એમિનોજૂથ (NH_2) અને એક કાર્બોક્સિલ જૂથ (COOH) હોય છે.

વનસ્પતિમાં એમિનોઍસિડના સંશ્લેષણની બે મુખ્ય પદ્ધતિ છે.

(1) રિડ્‌ક્ટિવ એમિનેશન : આ પદ્ધતિ વડે a કિટોગ્લુટેરિકઍસિડ એમોનિયા (NH_3) સાથે પ્રક્રિયા કરી ગ્લુટેમિકઍસિડ નામનો એમિનોઍસિડ બનાવે છે. આ માટે જવાબદાર ઉત્સેચક ગ્લુટામેટ ડિહાઇડ્રોજિનેઝ છે.

(2) ટ્રાન્સએમિનેશન : આ પદ્ધતિમાં એક એમિનોઍસિડમાંથી એમિનો જૂથ છૂટું પડી, કીટો પ્રકારના ઍસિડના કિટો-જૂથમાં સ્થાનાંતરિત થાય છે. ગ્લુટેમિકઍસિડ એમિનોજૂથના મુખ્ય દાતા તરીકે વર્તે છે. અન્ય સત્તર પ્રકારના એમિનોઍસિડનું નિર્માણ આ પ્રકારે થાય છે. આ માટેના જવાબદાર ઉત્સેચક ટ્રાન્સએમિનેઝ પ્રકારના છે.

પ્રોટીનસંશ્લેષણ (Protein Synthesis) : વિવિધ પ્રકારના એમિનોઍસિડ એકમો એકબીજા સાથે વિવિધ ક્રમમાં અને વિવિધ સંખ્યામાં પેપ્ટાઇડ-બંધ વડે જોડાઈ પોલિપેપ્ટઇડ બનાવે છે. પ્રોટીન બંધારણમાં આવી એક કે વધુ પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા હોય છે.

સારાંશ

વનસ્પતિઓ દ્વારા વિવિધ ખનીજદ્રવ્યોનાં શોષણ, વિતરણ અને ચયાપચયને ખનીજપોષણ કહે છે. બધા સજીવોને પોષણની આવશ્યકતા છે. આપણે જાણીએ છીએ કે વનસ્પતિમાં મુખ્યત્વે સ્વોપજીવી પોષણ હોય છે. આ ખનીજતત્ત્વો મુખ્યત્વે તેમના અકાર્બનિક આયનો સ્વરૂપે ભૂમિમાં રહેલાં છે. વનસ્પતિ તેના મૂળતંત્ર દ્વારા તેમનું શોષણ કરે છે. વનસ્પતિ માટેનાં આવશ્યક ખનીજતત્ત્વોનું શોષણ અને વનસ્પતિજીવનમાં તેમની મહત્ત્વની ભૂમિકા તેમજ તેમની અસંતુલિત પ્રાપ્તિની અસરો ઇત્યાદિના અભ્યાસને ખનીજપોષણ સાથે સાંકળવામાં આવે છે. જો વનસ્પતિને ખનીજ તત્ત્વો ન મળે તો ચોક્કસ તત્ત્વની ઊણપને લીધે વિશિષ્ટ ચિહ્નો જોવા મળે છે.

વનસ્પતિઓ માટે ખનીજોની જરૂરિયાત અંગેની જલસંવર્ધન, વાતસંવર્ધન અને રસાયણસંવર્ધન જેવી કેટલીક પદ્ધતિઓ છે. ખનીજતત્ત્વોની આવશ્યકતા માટેનાં ધોરણો (1) ખનીજતત્ત્વોની ગેરહાજરીમાં વનસ્પતિ પોતાનું જીવનચક્ર પૂર્ણ કરવા અસમર્થ છે. (2) એક ખનીજતત્ત્વના કાર્યને બીજા ખનિજતત્ત્વ વડે પુનઃસ્થાન થઈ શકાતું જ નથી. (3) વનસ્પતિ ચયાપચયમાં ખનીજતત્ત્વો સીધાં જ પ્રવેશ પામે છે.

વનસ્પતિની તંદુરસ્ત વૃદ્ધિ માટે આવશ્યક હોય તેવાં પોષકદ્રવ્યો કે તત્ત્વો ને આવશ્યક ખનીજતત્ત્વો કહે છે. તમે જાણો છો કે અત્યાર સુધીમાં 112 જેટલાં તત્ત્વો શોધાયાં છે. ફક્ત 20 (વીસ) પ્રકારનાં જ તત્ત્વો વનસ્પતિઓ માટે આવશ્યક છે. વનસ્પતિ દ્વારા શોષાતાં બધાં ખનીજતત્ત્વો આવશ્યક હોતાં નથી. મોટા ભાગનાં ખનીજતત્ત્વો જમીનમાં રહેલા છે. પાણીમાં ઓગળેલાં છે અને વનસ્પતિના મૂળ દ્વારા શોષાય છે.

ગુરુ પોષકતત્ત્વોમાં કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઑક્સિજન, નાઇટ્રોજન, પોટેશિયમ, ફૉસ્ફરસ, સલ્ફર, કેલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમને સમાવાય છે. લઘુ પોષકતત્ત્વોમાં મૅંગેનીઝ, કૉપર, મોલિબ્લેડનમ, બોરોન, ઝિંક, આર્યન અને ક્લોરિનને સમાવાય છે. નિકલ, સોડિયમ, કોબાલ્ટ, સિલિકોન તથા વેનેડિયમનું પણ વનસ્પતિમાં લેશતત્ત્વ તરીકે મહત્ત્વ જણાય છે. કાર્બન, હાઇડ્રોજન, ઓક્સિજન અને નાઇટ્રોજન બિનખનીજતત્ત્વો છે.

કોઈ પણ એક આવશ્યક પોષકતત્ત્વની ગેરહાજરી કે ઊણપ (જરૂરી માત્રામાં ન હોવા)થી તે વનસ્પતિમાં ત્રુટિજન્ય ચિહ્નો દર્શાવે છે. લઘુ પોષકતત્ત્વોની જરૂરિયાત હંમેશાં ઓછી માત્રામાં હોય છે, છતાં પણ તેમનું પ્રમાણ ઘટવાથી ત્રુટિજન્ય અસરો અને તેમનું પ્રમાણ વધવાથી વિષારિતા ઉત્પન્ન કરે છે.

વનસ્પતિઓ જમીનમાં વધુ સંખ્યામાં ખનીજતત્ત્વો શોષે છે. ખનીજ-આયનો મૂળ દ્વારા પરોક્ષ કે સક્રિય રીતે ખેંચાય

છે. (અ) **નિષ્ક્રિય શોષણ :** આ પ્રકારના શોષણમાં કોષમાંથી કોઈ પણ ચયાપચયિક શક્તિનો વપરાશ થતો નથી. (બ) **સક્રિય શોષણ :** આ પ્રકારના શોષણમાં કોષમાંથી ATPના સ્વરૂપમાં ચયાપચયિક શક્તિનો વપરાશ થાય છે.

મોટા ભાગનાં તત્ત્વો વનસ્પતિના મૂળતંત્ર વાટે કથતા શોષણ દ્વારા ભૂમિમાંથી વનસ્પતિમાં પ્રવેશે છે. આ તત્ત્વો ભૂમીજલમાં દ્રાવ્ય કે ઓગળેલી સ્થિતિમાં હોય છે. આથી ભૂમિને ખનીજતત્ત્વોના સંચયસ્થાન તરીકે ગણવામાં આવે છે.

વાતાવરણમાં ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં N_2 રહેલો છે. અને તે સીધો ઉપયોગમાં કોઈ સજીવથી લઈ શકાતો નથી. નાઇટ્રોજન જીવરસના અગત્યના ઘટકો જેવાં કે એમિનોએસિડ, પ્રોટીન, ન્યુક્લિઓટાઇડ્ઝ, વિટામિન તથા અંતઃસ્રાવોના બંધારણમાં રહેલો છે. વનસ્પતિ N_2ના ક્ષારો જેવા કે NH_4^+, NO_2^- અને NO_3^-નું ભૂમિમાંથી શોષણ કરે છે અને પોતાના કાર્બનિક ઘટકોમાં તેમને સાંકળે છે. પ્રાણીઓ વનસ્પતિનો ખોરાક તરીકે ઉપયોગ કરી આ ઘટકો મેળવે છે.

નાઇટ્રોજનચક્ર વાયુરૂપ જૈવ-ભૂરાસાયણિકનું ઉદાહરણ છે. આ ચક્રમાં સ્થાપન, એમોનિફિકેશન, નાઈટ્રિફિકેશન અને ડિનાઈટ્રીફિકેશન જેવી પ્રક્રિયાઓ ભાગ લે છે. એમોનિફિકેશન એ જટીલ કાર્બનિક પદાર્થોમાંથી અકાર્બનિક પદાર્થોમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયા છે. નાઇટ્રિફિકેશન એ એમોનિયાનું નાઇટ્રાઈટ આયન અને નાઇટ્રેટ આયનમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયા છે. નાઇટ્રોસોમોનાસ અને નાઇટ્રોબેક્ટર બે પ્રકારના બૅક્ટેરિયા આ પ્રક્રિયામાં ભાગ લે છે. એગ્રોબૅક્ટેરિયમ અને સ્યુડોમોનસ જેવા ડીનાઈટ્રિફાઈંગ બૅક્ટેરિયા વડે NO_3 એ પુનઃ N_2માં રૂપાંતરિત થાય છે. આ પ્રક્રિયાને ડિનાઈટ્રીફિકશન કહે છે.

આ રીતે અસ્તિત્વ ધરાવતા નાઇટ્રેટ (NO_3) ફરીથી લીલી વનસ્પતિઓ દ્વારા પ્રોટીન સંશ્લેષણ માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

વાતાવરણના નાઇટ્રોજનનું તેના ક્ષારોમાં રૂપાંતર કરવાની ક્રિયાને નાઇટ્રોજન સ્થાપન કહે છે. આ ક્રિયા મુખ્યત્વે સજીવો દ્વારા થાય છે. જૈવ-નાઇટ્રોજન સ્થાપન કહે છે. આ ક્રિયા વિશિષ્ટ જીવાણુઓ કે બૅક્ટેરિયા (રાઇઝોબિયમ) અને નીલહરિત લીલ (નોસ્ટોક અને એનાબિના) દ્વારા થાય છે.

N_2 સ્થાપનની ક્રિયામાં નાઇટ્રોજન ઉમેરી તેનું રિડક્શન કરવામાં આવે છે અને બે અણુ NH_3 (= એમોનિયા)ના બને છે. NH_3 નો સૌપ્રથમ ઉપયોગ એમિનોએસિડના સંશ્લેષણમાં થાય છે. વિવિધ પ્રકારના એમિનોએસિડ એકમો એકબીજા સાથે પેપ્ટાઇડ-બંધો વડે જોડાઈ પોલિપેપ્ટાઇડ શૃંખલા બનાવે છે. પ્રોટીનના બંધારણમાં આવી એક કે વધુ પોલિપેપ્ટાઈડ શૃંખલા હોય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) વનસ્પતિઓ ખનીજપોષક તત્ત્વો શાનાથી શોષે છે ?

(અ) પ્રરોહતંત્ર ◯ (બ) મૂળતંત્ર ◯

(ક) શાખાતંત્ર ◯ (ડ) એક પણ નહીં ◯

(2) સંપૂર્ણ રીતે ભૂમિવિહીન પોષક માધ્યમમાં વનસ્પતિઓને ઉછેરવાની તક્નિકી છે.

(અ) ભૂમિસંવર્ધન ◯ (બ) પેશીસંવર્ધન ◯

(ક) ભ્રૂણસંવર્ધન ◯ (ડ) જલસંવર્ધન ◯

(3) ગુરુ પોષકતત્ત્વ કયું છે ?

(અ) મૅંગેનીઝ ◯ (બ) કોબાલ્ટ ◯ (ક) ફૉસ્ફરસ ◯ (ડ) ઝિંક ◯

(4) લઘુતત્ત્વ છે...

(અ) કાર્બન ◯ (બ) વેનેડિયમ ◯ (ક) ફૉસ્ફરસ ◯ (ડ) મૅગ્નેશિયમ ◯

(5) બિનખનીજતત્ત્વ છે.

(અ) નાઇટ્રોજન ◯ (બ) મોલિબ્લેડનમ ◯ (ક) નિકલ ◯ (ડ) ઝિંક ◯

(6) વર્ધમાનપેશી તેમજ વિભેદન પામતી પેશીઓમાં કયું તત્ત્વ આવશ્યક છે ?

(અ) ફૉસ્ફરસ ◯ (બ) કોબાલ્ટ ◯ (ક) કૅલ્શિયમ ◯ (ડ) નાઇટ્રોજન ◯

(7) પર્ણો પીળાં થવા એ...

(અ) ટાયલોસિસ ◯ (બ) નેક્રોસિસ ◯ (ક) ફ્લોરોસિસ ◯ (ડ) ક્લોરોસિસ ◯

(8) સલ્ફર વિટામિનના બંધારણમાં રહેલો છે...

(અ) થાયોમીન ◯ (બ) રિબોફ્લેવીન ◯ (ક) રેટિનોલ ◯ (ડ) કૅલ્સિફેરોલ ◯

(9) વનસ્પતિ પર ગુલાબવત્ અસર અગ્રકલિકાઓ મૃત પામવી એ ઊણપ છે...

(અ) કોબાલ્ટ ◯ (બ) બોરોન ◯ (ક) કૅલ્શિયમ ◯ (ડ) ફૉસ્ફરસ ◯

(10) નાઇટ્રોજન-સ્થાપક બૅક્ટેરિયા ઉદાહરણ છે.

(અ) નાઇટ્રોસોમોનાસ ◯ (બ) રાઇઝોબિયમ ◯

(ક) સ્યુડોમોનાસ ◯ (ડ) નાઇટ્રોબૅક્ટર ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) લઘુ પોષકતત્ત્વોનાં ઉદાહરણો જણાવો.

(2) જમીનમાંથી નાઇટ્રોજન કયા સ્વરૂપમાં શોષાય છે ?

(3) ખનીજોના સ્થાનાંતરણમાં કઈ વાહકપેશી ભાગ લે છે ?

(4) નીલહરિત લીલનાં ઉદાહરણો આપો.

(5) લેગ્હિમોગ્લોબિન એટલે શું ?

3. વ્યાખ્યા આપો :

(1) જલસંવર્ધન (2) આવશ્યક તત્ત્વો (3) એમોનિફિકેશન (4) નાઇટ્રિફિકેશન

4. ટૂંક નોંધ લખો.

(1) ગુરુ પોષકતત્ત્વો (2) પરોક્ષ વહન (3) સક્રિય વહન

(4) નાઇટ્રોજનચક્ર (5) પ્રસરણ (6) ડોનન-સમતુલન

5. તુલનાત્મક અહેવાલ : પરોક્ષ વહન અને સક્રિય વહન

6. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

1. પોટૅશિયમની અગત્યતા અને તેની ત્રુટિજન્ય અસરો જણાવો.
2. પોષકતત્ત્વોની વિષારિતા જણાવો.
3. ખનીજતત્ત્વોનું સ્થાનાંતરણ વર્ણવો.
4. ભૂમિ શા માટે ખનીજપોષક તત્ત્વોના સંચયસ્થાન તરીકે છે ?
5. નાઇટ્રોજન ચયાપચય વર્ણવો.
6. એમિનોઍસિડના સંશ્લેષણની પ્રક્રિયા જણાવો.

3

પ્રકાશસંશ્લેષણ

મનુષ્ય સહિત બધાં જ પ્રાણીઓ તેઓના ખોરાક માટે વનસ્પતિઓ ઉપર આધાર રાખે છે. બધી લીલી વનસ્પતિઓ પ્રકાશસંશ્લેષણ કરે છે. આ ક્રિયા દ્વારા વિવિધ પ્રકારની લીલ, ઘણા બૅક્ટેરિયા અને બધી ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિ પોતાનો ખોરાક તૈયાર કરે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન સૂર્યની પ્રકાશશક્તિનું ખોરાકમાં રસાયણશક્તિ સ્વરૂપે સ્થાપન થાય છે, જેનો ઉપયોગ બધા જ સજીવો કરે છે. આમ, પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દ્વારા સમગ્ર સજીવસૃષ્ટિની શક્તિની જરૂરિયાત પૂરી પડે છે. આપણા અશ્મિબળતણમાંથી પ્રાપ્ત થતી શક્તિ પણ ભૂતકાળમાં થયેલી પ્રકાશસંશ્લેષણની નીપજમાંથી જ સર્જાયેલી છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દરમિયાન વાતાવરણનો CO_2 વપરાય છે અને પ્રક્રિયાને અંતે O_2 વાતાવરણમાં ઉપપેદાશ સ્વરૂપે મુક્ત થાય છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન શક્તિનું સ્થાપન થતું હોવાથી તે શક્તિગ્રાહી પ્રક્રિયા (Endergonic process) કહે છે.

આપણે શું જાણીએ છીએ ? (What do we know ?)

ચાલો હવે જોઈએ પ્રકાશસંશ્લેષણ વિશે આપણે શું જાણીએ છીએ. કેટલાક સરળ પ્રયોગો આપણે અગાઉના વર્ગોમાં સમજ્યા કર્યા હશે, જે દર્શાવે છે કે પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા માટે હરિતદ્રવ્ય, પાણી અને CO_2ની હાજરી જરૂરી છે.

સ્ટાર્ચનું નિર્માણ દર્શાવતો બે પર્ણનો પ્રયોગ તમારા દ્વારા કરવામાં આવ્યો હશે, જેમાં એક પર્ણને કાળા કાગળથી ઢાંકવામાં આવ્યું હતું અને બીજું પર્ણ ખુલ્લુ રાખો. આ બીજા પર્ણોને સૂર્યપ્રકાશમાં મૂકવામાં આવે છે. આ પર્ણોની કસોટી કરતાં સ્ટાર્ચની હાજરી જોવા મળી. આથી સ્પષ્ટ કરી શકાય કે, સૂર્યપ્રકાશમાં ખુલ્લા થયેલા પર્ણના લીલા ભાગોમાં આ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા થાય છે.

બીજો અર્ધપર્ણનો પ્રયોગ તમારા દ્વારા કરવામાં આવ્યો હશે. જેમાં પર્ણનો કેટલોક ભાગ કસનળીમાં નાખવામાં આવે છે કે જેમાં KOHથી ભીજવેલું રૂ (જે CO_2નું શોષણ કરે છે) મૂકેલું હોય છે, જ્યારે બાકીનો અડધો ભાગ હવામાં ખુલ્લો રાખવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ આ સાધનને થોડા સમય માટે સૂર્યપ્રકાશમાં રાખવામાં આવે છે. ત્યારબાદ સ્ટાર્ચ માટે કસોટી કરવામાં આવી તો પર્ણના ખુલ્લા ભાગોમાં સ્ટાર્ચની કસોટી હકારાત્મક (ધન) આવી, આ દર્શાવે છે કે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા માટે CO_2 આવશ્યક છે.

પૂર્વપ્રયોગો (Early Experiments)

પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયાનો અભ્યાસ આશરે 300 વર્ષ પૂર્વે શરૂ થયો.

જૉસેફ પ્રિસ્ટલી (1733-1804) : તેમણે 1770માં શ્રેણીબદ્ધ પ્રયોગો કર્યા અને દર્શાવ્યું કે વનસ્પતિ વાતાવરણમાંથી CO_2 લે છે અને વાતાવરણમાં O_2 મુક્ત કરે છે.

જૉન ઈન્જનહાઉસ (1730-1799) : તેમણે જલીય વનસ્પતિઓ ઉપર પ્રયોગો કર્યા અને દર્શાવ્યું કે વધુ તીવ્રતાવાળા સૂર્યપ્રકાશની હાજરીમાં વનસ્પતિના લીલા ભાગોની આસપાસ નાના પરપોટા ઉત્પન્ન થાય છે, જ્યારે અંધકારમાં આમ થતું

નથી. તેમણે શોધ્યું કે આ પરપોટા ઑક્સિજનના છે. તેણે નક્કી કર્યું કે વનસ્પતિના હરિતદ્રવ્યયુક્ત અંગો જ O_2 મુક્ત કરે છે અને તે પણ પ્રકાશની હાજરીમાં જ.

જુલિયસ વૉન સેચ (1854) : તેમણે દર્શાવ્યું કે વનસ્પતિઓમાં લીલા પદાર્થો (હરિતદ્રવ્ય) વનસ્પતિકોષની વિશિષ્ટ અંગિકા (હરિતકણ)માં આવેલા છે. આ લીલા પદાર્થો ગ્લુકોઝ ઉત્પન્ન કરે છે કે જે સામાન્ય રીતે સ્ટાર્ચના સ્વરૂપમાં સંગ્રહિત થાય છે.

ઓગણીસમી સદીના મધ્યમાં એવું પ્રસ્થાપિત થયું કે પ્રકાશની હાજરીમાં લીલી વનસ્પતિ CO_2 અને H_2Oનો ઉપયોગ કરી ખોરાક બનાવે છે અને વાતાવરણમાં O_2 મુક્ત કરે છે. ઑક્સિજન ઉત્પન્ન કરતા સજીવો માટે સમગ્ર પ્રકાશસંશ્લેષણની જે પ્રક્રિયા કરે છે, તેને આનુષંગિક સમીકરણ દ્વારા નીચે પ્રમાણે સમજાવી શકાય.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{પ્રકાશ}} [CH_2O] + O_2$$

જ્યાં $[CH_2O]$ એ કાર્બોદિતનું સૂચન કરે છે.

કોર્નેલિયસ વાન નીલ (1897-1985) : તેમણે જાંબલી અને હરિત બૅક્ટેરિયાના અભ્યાસ પરથી નિદર્શન કર્યું કે, પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે પ્રકાશની હાજરી અનિવાર્ય છે. જેમાં ઑક્સિડાઈઝેબલ સંયોજન દ્વારા મળેલ હાઇડ્રોજન કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંથી કાર્બોદિતના નિર્માણમાં વપરાય છે. નીલે વનસ્પતિઓ માટે સરળ સમીકરણ આપ્યું.

$$2H_2O + CO_2 \xrightarrow{\text{પ્રકાશ}} O_2 + CH_2O + H_2O$$

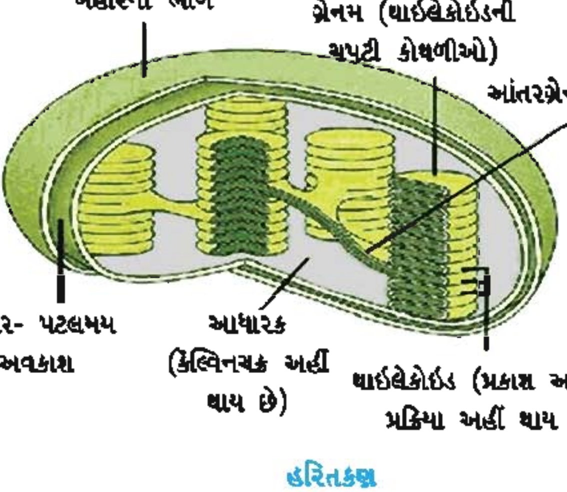
આગળ જતાં રૉબર્ટ હિલ નામના વિજ્ઞાનીએ દર્શાવ્યું કે વાતાવરણમાં મુક્ત થતા O_2 નો સ્રોત પ્રક્રિયામાંના પાણીનો છે. આમ, નીચે મુજબ સમીકરણ સુધારવામાં આવ્યું :

$$6CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow[\text{હરિતદ્રવ્ય}]{\text{પ્રકાશ}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

પ્રકાશસંશ્લેષણ ક્યાં થાય છે ? (Where does photosynthesis takes place ?)

પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા વનસ્પતિનાં લીલાં અંગોમાં જ થાય છે. તેમાં મુખ્યત્વે પર્ણો છે. પર્ણમાં પણ તેનાં મધ્યપર્ણમાં રહેલી હરિતકણોત્તક પેશીમાં આ ક્રિયા થાય છે. આ પેશીના કોષોમાં હરિતકણ નામની અંગિકાઓ આવેલી છે. કોષોના પરિઘ વિસ્તાર તરફ હરિતકણો ગોઠવાયા હોય છે, તેથી વાયુઓના પ્રસરણમાં સરળતા રહે છે.

આપણે હરિતકણની રચના અગાઉ શીખેલા છીએ, હરિતકણમાં પટલમય તંત્ર ગ્રાના તરીકે અને પ્રવાહી તરીકે આધારક (Stroma) આવેલા હોય છે. દરેક ગ્રેનમની રચના સિક્કાની થપ્પીઓ જેવી રચના વડે થાય છે, તેમને થાઇલેકોઇડ કહે છે. થાઇલેકોઇડમાં હરિતદ્રવ્યો આવેલા છે. હરિતકણમાં કાર્યની સ્પષ્ટ વહેંચણી જોવા મળે છે. પટલમય તંત્ર પ્રકાશશક્તિનું શોષણ કરી ATP અને NADPHનું સંશ્લેષણ કરવા જવાબદાર છે. જેને પ્રકાશ-પ્રક્રિયા (Light reaction) કહે છે. આધારકમાં ઉત્સેચકીય પ્રક્રિયાઓ દ્વારા Co_2 ઉમેરાય છે, જે શર્કરાનું સંશ્લેષણ કરે છે. આ પ્રક્રિયામાં પ્રકાશની હાજરી દ્વારા થતી નથી તેથી તે અંધકાર-પ્રક્રિયા (Dark reaction) તરીકે જાણીતી છે.



હરિતકણ

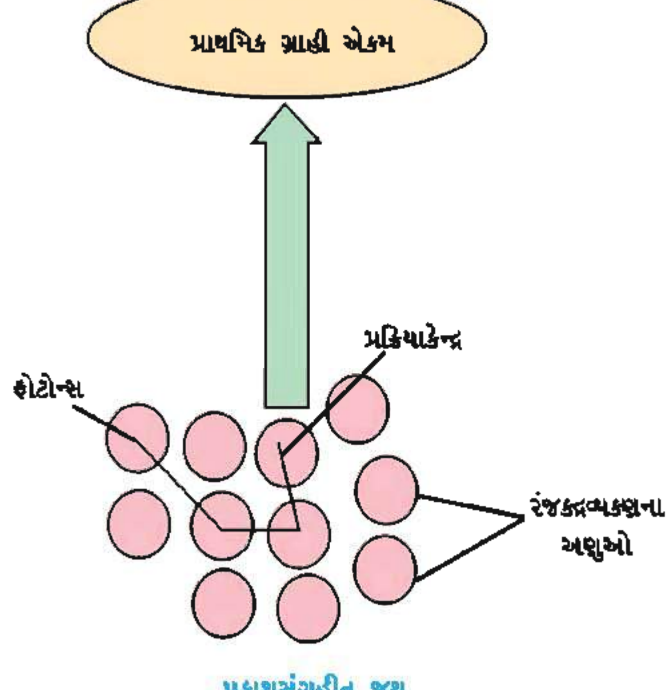
પ્રકાશ સંશ્લેષણની પ્રક્રિયામાં કેટલા રંજકકણો સંકળાયેલા છે ? (How many pigments are involved in photosynthesis) ?

પર્ણના રંજકદ્રવ્યોનું ક્રોમેટોગ્રાફિક અલગીકરણમાં જોવા મળતા રંગ ઉપરથી તારવી

શકાય છે કે પર્ણમાં એક જ રંજકદ્રવ્ય હોતું નથી, પરંતુ ચાર પ્રકારનાં રંજકદ્રવ્યો હોય છે. જેમકે ક્લોરોફિલ a, ક્લોરોફિલ - b, ઝેન્થોફિલ અને કેરોટીનોઇડ્સ જેમાં લીલાં દ્રવ્યો તરીકે ક્લોરોફિલ - a, ક્લોરોફિલ - b, પીળાં દ્રવ્યો તરીકે ઝેન્થોફિલ અને પીળાથી નારંગી રંગનાં દ્રવ્યો કેરોટીનોઇડ્સ હોય છે. આ દ્રવ્યો પ્રકાશશક્તિના શોષણ સાથે સંકળાયેલાં છે. તેઓ પ્રકાશની વિશિષ્ટ તરંગલંબાઈનું શોષણ કરે છે અને તેમાંથી શક્તિ મેળવે છે. આ શક્તિ પ્રથમ વીજાણુશક્તિમાં અને ત્યાર બાદ રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ ક્રિયામાં ક્લોરોફિલ-aના અણુ મુખ્ય પ્રક્રિયકો છે. અન્ય પ્રકારનાં રંજકદ્રવ્યો તેમના દ્વારા શોષેલી પ્રકાશશક્તિને તેના તરફ સંકેન્દ્રિત કરે છે તેથી તેઓ સહાયક રંજકદ્રવ્યો તરીકે ઓળખાય છે. આમ, ક્લોરોફિલ a-ના અણુઓ પ્રક્રિયાકેન્દ્ર (Reaction-centre) તરીકે વર્તે છે.

પ્રકાશ-પ્રક્રિયા એટલે શું ? (What is light reaction ?)

પ્રકાશ-પ્રક્રિયામાં પ્રકાશની હાજરી અનિવાર્ય હોય છે. આથી આ પ્રક્રિયા પ્રકાશ-રાસાયણિક તબક્કો કહેવાય છે. આ પ્રક્રિયા હરિતકણના ગ્રેના પ્રદેશમાં થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં પ્રકાશનું શોષણ, પાણીનું પ્રકાશવિભાજન, ઑક્સિજનની મુક્તિ અને ATP તેમજ NADP નું નિર્માણ થાય છે. અગાઉ વર્ણવેલાં પ્રકાશસંશ્લેષિત રંજકદ્રવ્યો બે પ્રકારનાં પ્રકાશગ્રાહી સંકુલ (Light Harvesting Complexes - LHC) જેમકે રંજકદ્રવ્યતંત્ર - I (PS - I) અને રંજકદ્રવ્યતંત્ર II (PS - II)નું નિર્માણ કરે છે. પ્રથમ પ્રકારના રંજકદ્રવ્યતંત્રના પ્રક્રિયાકેન્દ્રમાં રહેલા ક્લોરોફિલ-a ના અણુ 700nm તરંગલંબાઈથી ઉત્તેજિત થાય છે. અને તેથી તે P700 તરીકે પણ ઓળખાય છે. બીજા પ્રકારના રંજકદ્રવ્યતંત્રના પ્રક્રિયાકેન્દ્રમાં રહેલા ક્લોરોફિલ-a ના અણુ 680 nm તરંગલંબાઈથી ઉત્તેજિત થાય છે અને તેથી તેને P680 કહે છે. દરેક રંજકદ્રવ્યતંત્રમાં લગભગ 250 થી 400 અણુઓ આવેલા હોય છે, જેને પ્રકાશગ્રાહી તંત્ર એન્ટેના (antennae) કહે છે, એકાકી ક્લોરોફિલ-a અણુ-પ્રક્રિયાકેન્દ્રનું નિર્માણ કરે છે.



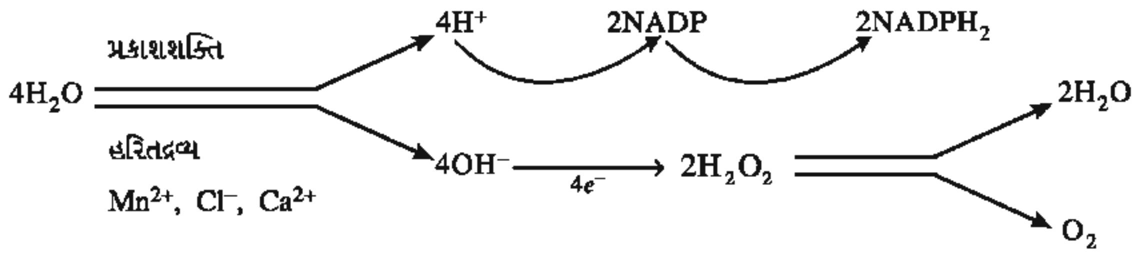
પ્રકાશસંગૃહીત જૂથ

વીજાણુવહનતંત્ર (The Electron Transport System)

વીજાણુવહનતંત્રમાં વીજાણુ, પ્રક્રિયાકેન્દ્રમાંથી મુક્ત થઈ બે માર્ગે વહન પામે છે : 1. ચક્રીય અને 2. અચક્રીય માર્ગ. વીજાણુના વહનનો અભ્યાસ કરતા પહેલાં આપણે પ્રકાશ-પ્રક્રિયામાં પાણીના અણુનું વિઘટન કેવી રીતે થાય છે તે જોઈશું.

પાણીના અણુનું વિઘટન : પાણીના અણુના પ્રકાશશક્તિ દ્વારા મેળવાતા વિઘટનને પ્રકાશ-વિઘટન (Photolysis of water) કહે છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન એક સમયે પાણીના ચાર અણુનું વિઘટન થાય છે. આથી $4H^+$ અને $4OH^-$ મુક્ત થાય છે.

આ $4H^+$ હાઈડ્રોજનગ્રાહી પદાર્થ NADPના બે અણુ દ્વારા સ્વીકારાય છે. આમ, 2 અણુ NADPના 2 અણુ NADP $2H^+$માં ફેરવાય છે. $4OH^-$ પોતાના ચાર વીજાણુ ગુમાવે છે. અને 2 અણુ H_2Oના તથા 1 અણુ O_2નો મુક્ત કરે છે. સમગ્ર પ્રક્રિયા નીચે મુજબ રજૂ કરી શકાય :

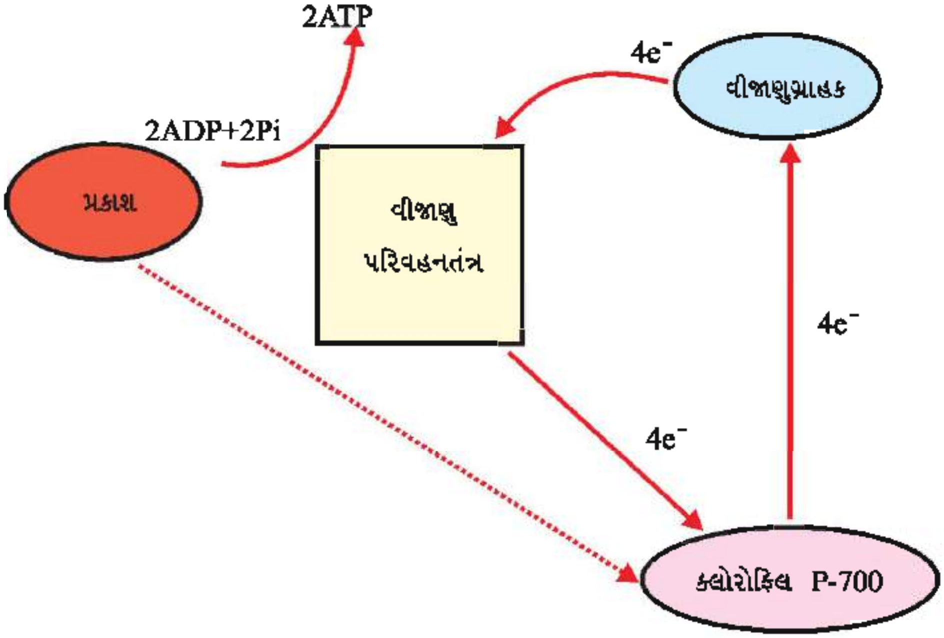


આ પ્રક્રિયામાં Mn^{2+}, Ca^{2+} અને Cl^- આયનો મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. આ પ્રક્રિયા માટે જરૂરી પ્રકાશશક્તિનું શોષણ PS-II વડે થાય છે. 2NADP. $2H^+$, $4e^-$ PS - Iમાંથી પ્રાપ્ત કરે છે. અને $2NADPH_2$માં ફેરવાય છે. આ $NADPH_2$ જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં CO_2 ના રિડક્શનમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે.

ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન (Photophosphorylation) : આ પ્રક્રિયામાં ADP નું ફૉસ્ફોરાયલેશન થઈ ATPનું નિર્માણ થાય છે, આથી પ્રકાશશક્તિનું રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતર થાય છે. ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન બે માર્ગે થાય છે. ચક્રીય ફોટો ફૉસ્ફોરાયલેશન અને અચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન.

(1) ચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન (Cyclic Photophosphorylation) : આ પ્રક્રિયામાં ફક્ત PS-I ભાગ લે છે. PS-I 700nm તરંગલંબાઈના પ્રકાશમાંથી 4 ફોટોન ગ્રહણ કરી ઉત્તેજિત થાય છે. પરિણામે PS-I ના પ્રક્રિયાકેન્દ્રમાંથી ચાર વીજાણુ મુક્ત થાય છે. આ વીજાણુ, વીજાણુગ્રાહકો દ્વારા પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે. જે વીજાણુ પરિવહનતંત્રમાંથી પસાર કરી સાયટોક્રોમતંત્રમાં પહોંચાડે છે.

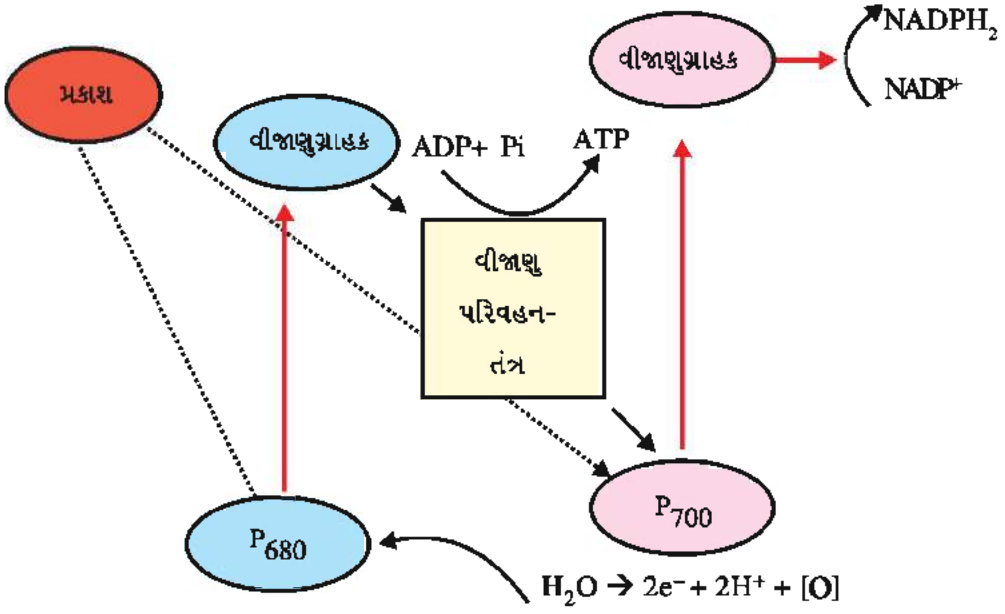
આ ક્રિયામાં વીજાણુવહન દરમિયાન શક્તિ મુક્ત થાય છે, જેનો ઉપયોગ ATP ના 2 અણુઓના સંશ્લેષણમાં થાય છે. વીજાણુ પોતાના મૂળ સ્રોત પાસે પાછા ફરતા હોવાથી આવું વીજાણુવહન, ચક્રીય વીજાણુવહન કહેવાય છે.



ચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન

(2) અચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન : આ પ્રક્રિયામાં PS-I તેમજ PS-II બંને ભાગ લે છે. PS-II, 680nm તરંગલંબાઈના પ્રકાશમાંથી 4 ફોટોન ગ્રહણ કરે છે, જે PS-IIને ઉત્તેજિત કરે છે, જ્યાં પ્રક્રિયાકેન્દ્રમાંથી ચાર ઇલેક્ટ્રૉન (વીજાણુ) મુક્ત થાય છે. મુક્ત થયેલા $4e^-$ વિવિધ વીજાણુગ્રાહકો દ્વારા સ્વીકારવામાં આવે છે અને અંતે PS-II માં જવાને બદલે PS-I માં જાય છે. આમ, PS-Iના પ્રક્રિયાકેન્દ્ર ક્લોરોફિલના અણુઓ $4e^-$ PS-IIમાંથી મેળવે છે. આ વહન દરમિયાન વીજાણુશક્તિ વિવિધ તબક્કે મુક્ત થાય છે, જે ADPનું ફૉસ્ફોરાયલેશન કરી ATPના નિર્માણમાં સંચિત થાય છે. તે સાથે જ પ્રક્રિયાકેન્દ્ર PS-Iમાંથી મુક્ત થયેલા $4e^-$, 700nm તરંગલંબાઈ ધરાવતા લાલ પ્રકાશ દ્વારા સ્વીકારાય છે. ત્યાંથી તે PS-I કે PS-II માં ન જતાં સૌ પ્રથમ વીજાણુગ્રાહકો દ્વારા સ્વીકારાઈને ત્યાંથી NADPHના રિડક્શનમાં વપરાય છે.

વિવિધ પ્રકારે મુક્ત થતા વીજાણુ પોતાના મૂળ દાતા સ્રોત પાસે પાછા વળતા ન હોવાથી તેમનું વહન અચક્રીય વીજાણુવહન કહેવાય છે.



અચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન

કેમિઓસ્મોટિક સિદ્ધાંત (Chemiosmotic Hypothesis) : હરિતકણમાં ATPના સંશ્લેષણને સમજાવવા કેમિઓસ્મોટિક પરિકલ્પના રજૂ કરવામાં આવી.

ATP સંશ્લેષણ થાઇલેકોઇડના પટલની આરપાર પ્રોટોન-ઢોળાંશના વિકાસથી સંકળાયેલું છે.

થાઇલેકોઇડના અવકાશ (પોલાણ)માં પ્રોટોનનું એકત્રિકરણ થાય છે. પાણીના અણુઓનું થાઇલેકોઇડમાં વિભાજન થતાં પ્રોટોન કે હાઇડ્રોજન આયનોનું નિર્માણ થાય છે, જે થાઇલેકોઇડના પોલાણમાં એકત્રિત થાય છે.

બીજી બાજુએ થાઇલેકોઇડપટલની બહારની બાજુએ આધારકમાં NADPનું રિડક્શન થાય છે. આ રિડક્શન માટે પ્રોટોન્સની જરૂર પડે છે અને આધારકમાં આવેલા પ્રોટોન્સ આ કાર્ય માટે વપરાય છે. આમ, હરિતકણના આધારકમાં પ્રોટોન્સની સંખ્યા ઘટે છે, જ્યારે બીજી બાજુ થાઇલેકોઇડના પોલાણમાં તેનું પ્રમાણ વધે છે. આમ થવાથી થાઇલેકોઇડપટલની આરપાર પ્રોટોન-ઢોળાંશ ઉત્પન્ન થાય છે.

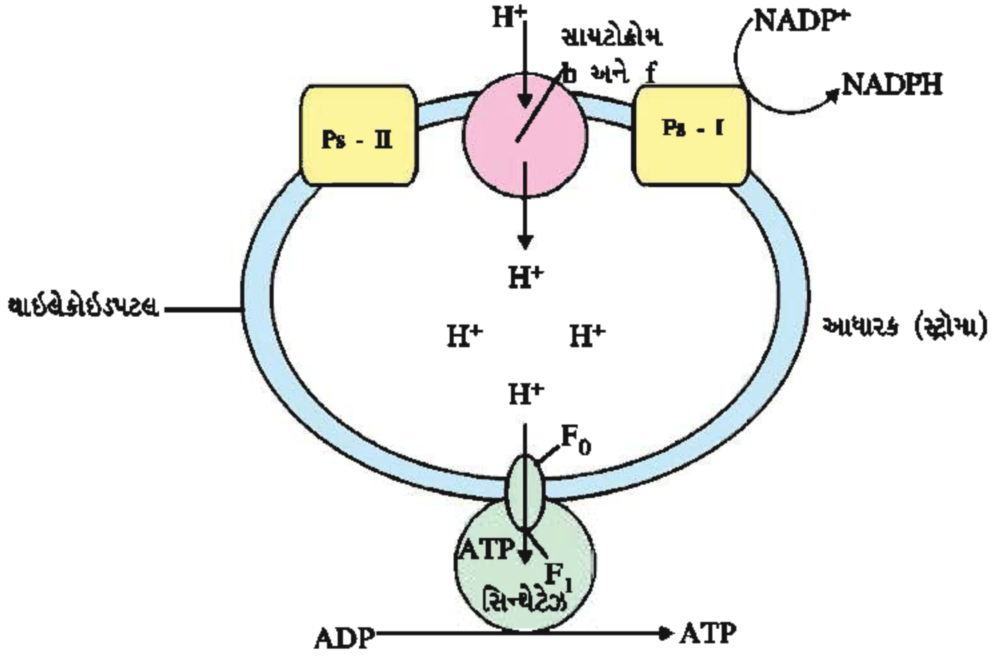
પ્રોટોન-ઢોળાંશનું કાર્ય શું છે ? ખરેખર તે ઊર્જા મુક્ત કરવા પ્રોટોન ઢોળાંશને તોડવાની ક્રિયા છે. ATP એઝના F_Oના માર્ગ મારફત પ્રોટોન આધારક તરફ ગતિ કરે છે જેના લીધે ઢોળાંશ તૂટે છે. ATP એઝ ઉત્સેચક બે ભાગો ધરાવે છે

F_O - જે પટલમાં સંચિત થયેલ હોય છે તેમજ પારપટલના માર્ગોનું નિર્માણ કરે છે, જેનાથી પ્રોટોનનું પ્રસરણ પટલની આરપાર થાય છે.

F_1 - જે થાઇલેકોઇડપટલની આધારક તરફની બાહ્ય સપાટી પાસે ઊપસી આવે છે અને આધારક તરફની બાજુએ હોય છે.

ઢોળાંશ તૂટવાથી પુષ્કળ પ્રમાણમાં ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે, જેને લીધે ATP એઝના F_1 કણોમાં યથાયોગ્ય પરિવર્તન થાય છે. આ પરિવર્તન ઊર્જા ધરાવતા ATPના કેટલાક અણુઓના નિર્માણ માટે ઉત્સેચકોને તૈયાર કરે છે.

અહીં બનતા ATP આધારકમાં થતા જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં NADPHની સાથે તરત જ વપરાઈ જાય છે.



કેમિઓસ્મોસી દ્વારા ATPનું સંશ્લેષણ

ATP અને NADPH નો ઉપયોગ ક્યાં થાય છે ? (Where are the ATP and NADPH used ?)

આપણે અભ્યાસ કર્યો કે પ્રકાશ-પ્રક્રિયા દરમિયાન ATP, NADPH અને O_2નું નિર્માણ થાય છે. હરિતકણમાંથી O_2 પ્રસરણ પામે છે, જ્યારે ATP અને NADPHનો ઉપયોગ અંધકાર પ્રક્રિયામાં અથવા જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં થાય છે. આ જૈવસંશ્લેષણ તબક્કો પ્રકાશ ઉપર આધારિત નથી, પરંતુ તે પ્રકાશ-પ્રક્રિયાની પેદાશ ઉપર આધારિત છે.

હવે ATP અને NADPHનો ઉપયોગ જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં કેવી રીતે થાય છે તે જોઈએ. આપણે જાણીએ છીએ કે જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં H_2O એ CO_2 સાથે સંયોજાઈને શર્કરાનું નિર્માણ કરે છે. વૈજ્ઞાનિકો માટે એ રસપ્રદ બાબત હતી કે આ પ્રક્રિયા કેવી રીતે થતી હશે અથવા જ્યારે CO_2નું સ્થાપન થાય છે, ત્યારે પ્રથમ પેદાશ કઈ નિર્માણ થાય છે ? મેલ્વિન કેલ્વિને રેડિયો-ઍક્ટિવ C^{14}નો ઉપયોગ લીલમાં પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયામાં કર્યો અને શોધ્યું કે પ્રારંભિક CO_2નું સ્થાપન 3 કાર્બનયુક્ત કાર્બોનિક ઍસિડ જેમકે 3 ફૉસ્ફોગ્લિસરિક ઍસિડ (PGA)માં થાય છે. તેમણે જૈવસંશ્લેષણના પથનો સંપૂર્ણ અભ્યાસ કર્યો, તેથી તેને કેલ્વિનચક્ર પણ કહે છે.

ત્યાર બાદ ઘણા વિજ્ઞાનીઓએ જાણવાનો પ્રયત્ન કર્યો કે બધી જ વનસ્પતિઓમાં CO_2નું પ્રારંભિક સ્થાપન થવાથી પ્રથમ નિર્માણ પામતો ઘટક PGA છે. વિવિધ પ્રકારની વનસ્પતિઓ ઉપર પ્રયોગો કરવામાં આવ્યા અને તે ઉપરથી શોધી કાઢવામાં આવ્યું કે અમુક સમૂહની વનસ્પતિઓમાં CO_2નું સ્થાપન થવાથી સૌપ્રથમ નિર્માણ પામતો 4 કાર્બનયુક્ત સંયોજન ઑક્ઝેલો ઍસિટિક ઍસિડ (OAA) છે. ત્યાર બાદ પ્રતિપાદિત થયું કે પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન CO_2નું સ્થાપન બે પ્રકારે થાય છે :

(1) એવી વનસ્પતિઓ કે જેમાં સૌપ્રથમ CO_2 સ્થાપનથી ઉત્પન્ન થતી પ્રારંભિક પેદાશ C_3 ઍસિડ (PGA) છે, જેને C_3-પથ કહે છે.

(2) એવી વનસ્પતિઓ કે જેમાં સૌપ્રથમ CO_2 સ્થાપનથી ઉત્પન્ન થતી પ્રારંભિક પેદાશ C_4 ઍસિડ (OAA) છે, જેને C_4-પથ કહે છે.

CO_2ના પ્રાથમિક ગ્રાહક (The primary acceptor of CO_2) : વિજ્ઞાનીઓએ ઘણા સમય બાદ અને ઘણા પ્રયોગોને અંતે CO_2નો પ્રાથમિક ગ્રાહક જાણ્યો. ત્યાર બાદ તેઓએ પુરવાર કર્યું કે 5 કાર્બનયુક્ત કિટોઝ-શર્કરા, રિબ્યુલોઝ બાયફૉસ્ફેટ (RuBP) એ સૌપ્રથમ ગ્રાહક અણુ છે.

કેલ્વિનચક્ર (The Calvin cycle) : કેલ્વિન અને તેના સહ-કાર્યકરોએ તેના સમગ્ર પથનો વિગતવાર અભ્યાસ કર્યો અને જોયું કે આ પથ ચક્રીય રીતે નિયંત્રિત થાય છે. સમગ્ર કેલ્વિનચક્રનું વર્ણન નીચે મુજબ ત્રણ તબક્કામાં રજૂ કરી શકાય :

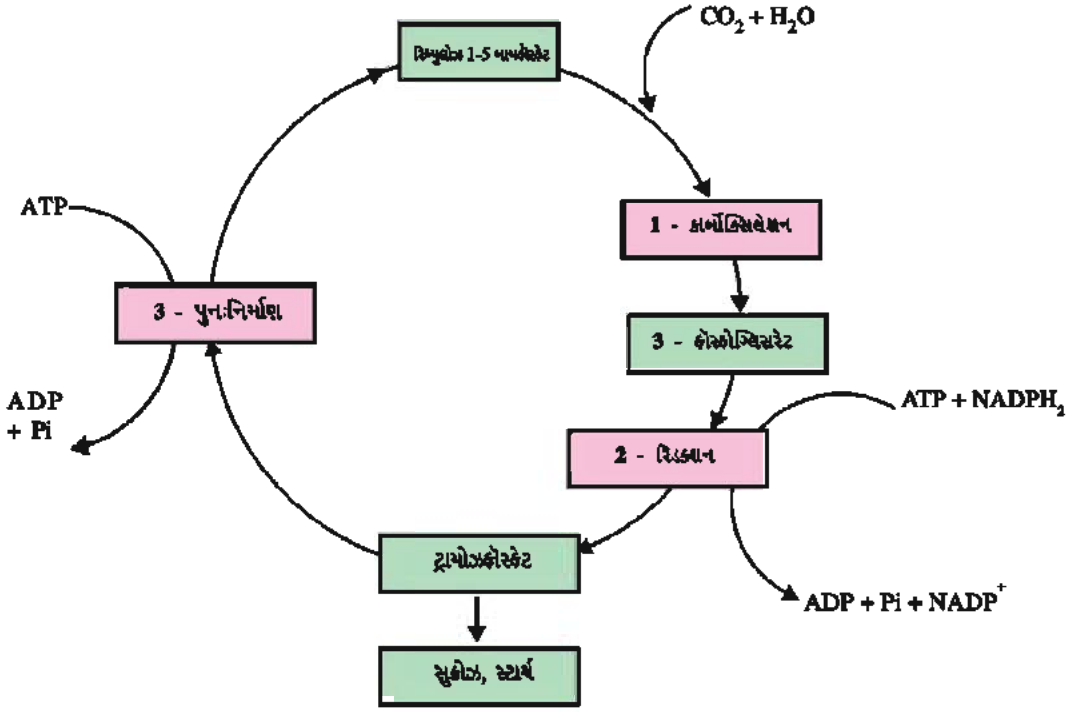
(1) કાર્બોક્સિલેશન : કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું સ્થાપન સ્થાયી કાર્બનિક મધ્યસ્થી સંયોજનમાં થાય તેને કાર્બોક્સિલેશન કહે છે. સૌપ્રથમ વાતાવરણમાંથી પ્રાપ્ત થયેલો CO_2, આધારકમાંથી પ્રાપ્ત એવા 5 - C યુક્ત રિબ્યુલોઝ બાયફોસ્ફેટ નામની પેન્ટોઝ શર્કરાના અણુ સાથે સંયોજાય છે. અને 6 - C ના બનેલા અસ્થિર સંયોજનનું નિર્માણ કરે છે. આ સંયોજન વિભાજિત થઈ 3 - C ના બનેલા ફોસ્ફોગ્લિસરીક ઍસિડ (PGA)ના બે અણુ સર્જે છે. આ પ્રક્રિયા ઉત્સેચક RuBP કાર્બોક્ઝાયલેઝ વડે ઉદ્દીપન પામે છે. આ તબક્કાને કાર્બોક્સિલેશન તબક્કો કહે છે.

(2) રિડક્શન : ગ્લુકોઝના નિર્માણ માટે ક્રમિક પ્રક્રિયાઓ થાય છે. ગ્લુકોઝના નિર્માણ માટેના વિવિધ પથમાં CO_2ના દરેક અણુના સ્થાપન માટે 2 અણુ ATPના ફૉસ્ફોરાયલેશનમાં અને 2 અણુ NADPHના રિડક્શન માટે જરૂરી છે. ગ્લુકોઝના એક અણુના નિર્માણ માટે CO_2ના 6 અણુનું સ્થાપન થાય છે તેમજ છ વાર આ ચક્ર ફરે તે જરૂરી છે.

(3) પુનઃનિર્માણ : RuBPના પુનઃનિર્માણ માટે આ ચક્ર સતત વિરામ વગર ચાલે તે જરૂરી છે. તેથી RuBPનો અણુ બનાવવા માટે ફોસ્ફોરાયલેશનની પ્રક્રિયામાં એક ATP અણુની જરૂર રહે છે.

આ રીતે દરેક CO_2 અણુ કેલ્વિનચક્રમાં પ્રવેશે ત્યારે 3 અણુ ATPના અને 2 અણુ NADPHના જરૂરી છે. તમે જાણ્યું કે ગ્લુકોઝના એક અણુના નિર્માણ માટે આ ચક્ર સતત છ વખત ચાલે તે જરૂરી છે, તો ગ્લુકોઝના એક અણુના નિર્માણ માટે કેટલા અણુ ATP અને NADPH જરૂરી છે ?

એક CO_2ના અણુના સ્થાપનમાં 3 ATP અને 2 NADPH જરૂરી છે, જેથી 6 CO_2 અણુ 18 ATP અને 12 NADPH જરૂરી છે. (ગ્લુકોઝના એક અણુના નિર્માણ માટે)



કેલ્વિનચક્ર

C_4-ચક્ર

આ પથને હેચ-સ્લેક પથ પણ કહે છે. આ પથ ખાસ કરીને ઉષ્ણ કટિબંધમાં થતી એકદળી વનસ્પતિમાં જોવા મળે છે. શેરડીનાં પર્ણોમાં તે ખૂબ જ સ્પષ્ટ જણાય છે.

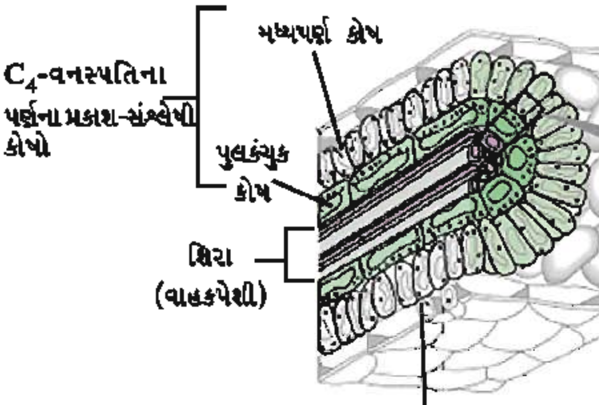
આપણે અગાઉ વર્ણવ્યો તે પથ C_3-પથ મધ્યપર્ણના કોષોમાં જોવા મળે છે. પ્રકાશ-પ્રક્રિયા તેમજ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના સ્થાપનની ક્રિયા એમ બંને ક્રિયા મધ્યપર્ણના કોષોમાં થાય છે.

C_4 - પથની પ્રક્રિયા બે પ્રકારના પ્રકાશસંશ્લેષી કોષોમાં થાય છે. મધ્યપર્ણના કોષો અને પુલકંચુકના કોષો. પુલકંચુકના કોષો વાહિપુલને ઘેરીને ગોઠવાયા હોય છે. આવી ગોઠવણીને ક્રેન્ઝ પેશીરચના (Kranz anatomy) કહેવાય છે. મધ્યપર્ણના કોષોના હરિતકણ ગ્રેનામય રચના ધરાવતા હોય છે. પુલકંચુકના કોષોમાંના હરિતકણ ગ્રેનામય રચના ધરાવતા નથી. તેઓ થાઈલેકોઈડ ધરાવે છે, પરંતુ તે ગ્રેનામય રચના ધરાવતા નથી. આ બે પ્રકારના કોષોમાં બે અલગ પ્રકારની ક્રિયાઓ થાય છે. મધ્યપર્ણના કોષોમાં પ્રકાશ-પ્રક્રિયા થાય છે અને પુલકંચુકના કોષોમાં કાર્બનસ્થાપનની ક્રિયા થાય છે. આ વ્યવસ્થા પ્રકાશ-પ્રક્રિયામાં ઉદભવતા O_2 ને પુલકંચુકના કોષોમાં દાખલ થતાં અટકાવે છે. આથી પ્રકાશશ્વસનની સંભાવના રહેતી નથી.

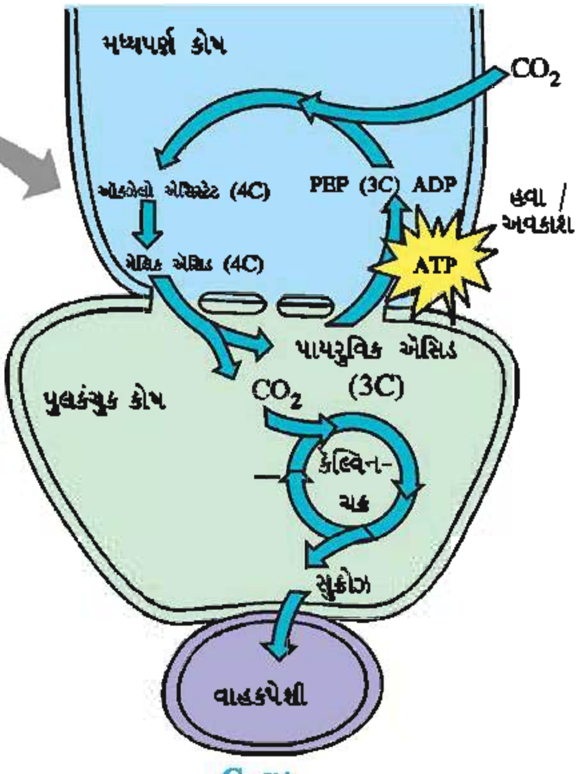
C_4-પથમાં સૌપ્રથમ વાતાવરણનો CO_2 મધ્યપર્ણમાં પ્રસરે છે. આ CO_2, ફૉસ્ફોઇનોલ પાયરુવિક ઍસિડ નામના 3 - C યુક્ત પદાર્થ સાથે પ્રક્રિયા કરી 4-C યુક્ત ઑક્ઝેલો એસેટિક ઍસિડનું સર્જન કરે છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન સર્જાતો પ્રથમ સ્થાયી પદાર્થ 4-C યુક્ત હોવાથી તેને C_4-પથ કહે છે.

હવે આ પ્રકારે સર્જાયેલા, ઑક્ઝેલોએસેટીક ઍસિડનું મેલિક ઍસિડમાં રૂપાંતર થાય છે, જેનું વહન પુલકંચુકના કોષોના હરિતકણોમાં થાય છે. અહીં તેનું ડિકાર્બોક્સિલેશન થાય છે. અને એક અણુ 3-C ના પાયરુવિક ઍસિડનો બને છે અને CO_2 મુક્ત થાય છે. પાયરુવિક ઍસિડના અણુનું વહન પાછું મધ્યપર્ણના કોષોમાંના હરિતકણમાં થાય છે. અહીં તે ફૉસ્ફોઇનોલ પાયરુવિક ઍસિડના પુનઃનિર્માણમાં વપરાય છે. આમ, ચક્ર ચાલુ રહે છે.

આ પ્રક્રિયાના ફળસ્વરૂપ પુલકંચુકના કોષોમાંના હરિતકણમાં CO_2નું સંકેન્દ્રણ વધતું રહે છે. આ કોષોમાં પણ કાર્બન-સ્થાપનની જૈવસંશ્લેષણ ક્રિયા થતી હોવાથી વધુ CO_2 મળતાં વધુ ખોરાક બને છે. પ્રકાશશ્વસનની સંભાવના ન હોવાથી C_4માં C_3 કરતાં વધુ કાર્યક્ષમ રીતે કાર્બોદિતનું ઉત્પાદન થાય છે.



C_4-પર્ણની અંતઃસ્થરચના



C_4-ચક્ર

કોઠો : C_3 અને C_4 ચક્ર વચ્ચે ભેદ

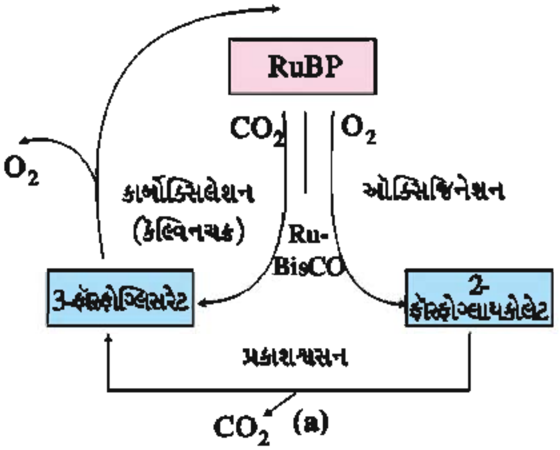
અનુ. નં.	લક્ષણ	C_3-પથ	C_4-પથ
(1)	કોષપ્રકાર	એક (મધ્યપર્ણ)	બે (મધ્યપર્ણ અને પુલકંચુક) હોય
(2)	ક્રેન્ઝપેશી ગોઠવણી	ન હોય.	હોય.
(3)	હરિતકણ	ગ્રેના ધરાવે.	ગ્રેના યુક્ત અને ગ્રેનાવિહીન
(4)	પ્રથમ CO_2 ગ્રાહક	RuBP	PEP
(5)	પ્રથમ નીપજ	PGA (C_3)	ઓક્ઝેલો એસિટિક એસિડ(C_4)
(6)	ઉત્પાદકતા	સામાન્ય	ઊંચી

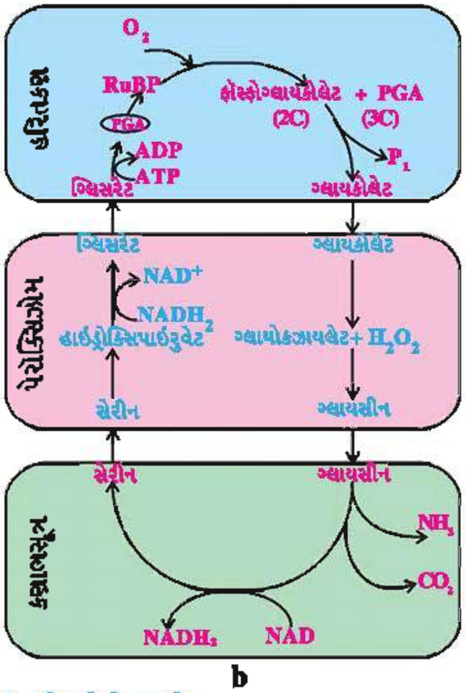
પ્રકાશશ્વસન (Photorespiration)

આપણે અભ્યાસ કર્યો કે પ્રકાશસંશ્લેષણના જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં વાતાવરણના CO_2 સાથે RuBPનું સંયોજન થાય છે અને 2 અણુ PGAના બને છે. આ ક્રિયા કાર્બોક્સિલેશન છે અને તે માટે જવાબદાર ઉત્સેચક રિબ્યુલોઝ બાયફોસ્ફેટ કાર્બોક્સાયલેઝ (RuBisCo-રુબિસ્કો) છે. આ ઉત્સેચક વિશ્વમાં ખૂબ જ વિપુલ પ્રમાણમાં મળે છે અને તેની વિશેષતા એ છે કે તે સક્રિય સ્થાને CO_2 અને O_2 બંનેની સાથે સંયોજન બનાવી શકે છે. આથી તે ઑક્સિજિનેઝ (ઑક્સિજન ઉત્સેચક) તરીકે પણ વર્તે છે.

જે શ્વસન હરિતકણમાં અને પ્રકાશની હાજરીમાં જ થાય છે તેને પ્રકાશશ્વસન કહે છે. આ પ્રક્રિયામાં સૌ પ્રથમ O_2 ની હાજરીમાં RuBP નું ઑક્સિજિનેશન થઈ 1 અણુ 2- C યુક્ત ફૉસ્ફોગ્લાયકોલેટનો અને 1 અણુ 3 C યુક્ત PGAનો બને છે. PGA કૅલ્વિનચક્રમાં વપરાય છે. ફૉસ્ફોગ્લાયકોલેટનું વિફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે અને ગ્લાયકોલેટ બને છે. હવે ગ્લાયકોલેટ હરિતકણની બહાર પ્રસરી પેરોક્સિઝોમ નામની અંગિકામાં પ્રવેશે છે, જ્યાં તેનું ઑક્સિડેશન થાય છે અને ગ્લાયોક્ઝાયલેટ બને છે, જે ગ્લાયસીનના સર્જનમાં વપરાય છે.

ગ્લાયસીન હવે પેરોક્સિઝોમમાંથી બહાર પ્રસરી કણાભસૂત્રમાં પ્રવેશે છે. આ 2 Cના બનેલા ગ્લાયસીનના બે અણુ સંયોજાઈ 3 C નો એક અણુ સેરીનનો બનાવે છે. આ દરમિયાન એક અણુ CO_2 મુક્ત થાય છે. આ સેરીન હવે કણાભસૂત્રમાંથી બહાર પ્રસરી પેરોક્સિઝોમમાં પુનઃ પ્રવેશે છે. કેટલીક રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓને અંતે ગ્લિસરેટમાં ફેરવાય છે. ગ્લિસરેટ પેરોક્સિઝોમમાંથી બહાર નીકળી હરિતકણમાં પ્રવેશે છે ત્યાં તેનું ફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે અને PGA બને છે, તે PGA હવે કૅલ્વિનચક્રમાં પ્રવેશે છે. સેરીનના નિર્માણ દરમિયાન કણાભસૂત્રમાંથી મુક્ત થયેલા 1 અણુ CO_2નું પુનઃસ્થાપન કરવું પડે છે. આમ, RuBP ના ઑક્સિજિનેશનને કારણે ગુમાવાયેલા કુલ કાર્બનના 75 % ની પુનઃપ્રાપ્તિ થાય છ એન 25 % કાબન CO_2 ના, એક અણુ સ્વરૂપે વ્યય પામે છે.





(a) કેલ્વિનચક્રમાં તથા પ્રકાશશ્વસનમાં રૂબિસ્કોનો ફાળો
(b) પ્રકાશશ્વસનમાં હરિતકણ, પેરોક્સિઝોમ અને કણાભસૂત્રનું સંકલન

તીવ્ર પ્રકાશ અને અપૂરતા CO_2ની પ્રાપ્તિની સ્થિતિમાં પ્રકાશશ્વસન રક્ષણાત્મક ભૂમિકા ભજવે છે. અપૂરતા CO_2માં શોષાયેલી પ્રકાશશક્તિનો પૂર્ણ ઉપયોગ થઈ શકતો નથી. વધારાની શક્તિ, ફોટોઑક્સિડેશન પ્રેરી વનસ્પતિને હાનિ પહોંચાડી શકે છે. પ્રકાશશ્વસન તે સામે રક્ષણ પૂરું પાડે છે.

C_3 વનસ્પતિઓમાં કેટલાક O_2 રુબિસ્કો (RuBisCo) સાથે જોડાય છે. અને તેથી CO_2ના સ્થાપનમાં ઘટાડો થાય છે. C_4 વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશશ્વસન થતું નથી. તેનું કારણ એ છે કે, તેમની એવી કાર્યપદ્ધતિ છે કે, જેથી ઉત્સેચકીય સ્થાને CO_2 ની સાંદ્રતામાં વધારો થાય છે. તેથી નક્કી થાય છે કે રુબિસ્કોનું કાર્ય કાર્બોક્સાયલેઝ તરીકેનું અને લઘુતમ ઑક્સિજિનેઝ તરીકેનું છે. આ કારણે C_4 વનસ્પતિઓની ઉત્પાદકતા અને ઉત્પાદન વધુ હોય છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ પર અસર કરતાં પરિબળો (Factors affecting photosynthesis)

ધાન્ય પાકો સહિતની વનસ્પતિઓમાં ઉત્પાદનદર નક્કી કરવા માટે પ્રકાશસંશ્લેષણનો દર ખૂબ મહત્ત્વનો છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ ઘણાં આંતરિક અને બાહ્ય એમ બંને પરિબળોની અસરો હેઠળ છે, જ્યારે ઘણાં પરિબળોની અસર (જૈવ) રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ ઉપર થાય છે, ત્યારે બ્લૅકમેન (1905)નો ન્યુનતમની માત્રાના નિયમની પણ અસર થાય છે. તે નીચે પ્રમાણે છે.

જ્યારે કોઈ રાસાયણિક પ્રક્રિયા ઉપર એક કરતાં વધારે પરિબળની અસર થતી હોય ત્યારે તેનો દર જે ઘટક તેના લઘુતમ મૂલ્યની નજીકમાં હોય તેને અનુસરશે. આ ઘટકની માત્રા બદલાવાથી તેની સીધી અસર પ્રક્રિયા ઉપર થાય. દા.ત., લીલાં પર્ણોમાં વધુ માત્રામાં પ્રકાશ અને CO_2ની હાજરી હોવા છતાં જો તાપમાન નીચું હોય, તો પ્રકાશસંશ્લેષણની સંભાવના રહેતી નથી. આ પર્ણને જ્યારે પૂરતું તાપમાન પૂરું પાડવામાં આવે, ત્યારે પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા શરૂ થાય છે.

પ્રકાશ : પ્રકાશની તીવ્રતા અને ગુણવત્તા બંને પ્રકાશસંશ્લેષણ પર અસર કરે છે. સામાન્ય રીતે પ્રકાશની તીવ્રતા વધે તેમ પ્રકાશસંશ્લેષણનો વેગ વધે. પરંતુ પ્રકાશની ઊંચી તીવ્રતાએ આમ થતું નથી. પ્રકાશની ઉંચી તીવ્રતાએ હરિતદ્રવ્યનું ઑક્સિડેશન થાય છે. અને તેનું વિઘટન થાય છે. આ ઘટનાને ફોટો-ઑક્સિડેશન કહે છે. આમ થવાથી પ્રક્રિયાનો દર ઘટે છે.

પ્રકાશનો દશ્ય વર્ણપટ 400 nmથી 700 nmનો છે. આ વનસ્પતિવ્યાપમાંથી જ પ્રકાશ શોષી શકે છે. નારંગી અને લાલ રંગમાં દર વધે, લીલા રંગમાં તેનો દર ઘટે છે.

CO_2 સંકેન્દ્રણ : વાતાવરણમાં CO_2નું સંકેન્દ્રણ ઊંચું નથી હોતું. જેમકે 0.036% જ્યારે તેનું પ્રમાણ વધીને 0.05% સુધી પહોંચે ત્યારે CO_2 સ્થાપનનો દર વધે છે. લાંબા સમય માટે તેનાથી વધુ પ્રમાણ મોટું નુકસાન કરે છે. C_3 અને C_4 પ્રકારની વનસ્પતિમાં CO_2ના પ્રમાણની અસર ભિન્ન જણાય છે. C_3 અને C_4 વનસ્પતિમાં પ્રકાશની ઊંચી તીવ્રતાએ પ્રકાશસંશ્લેષણનો દર વધે છે. એ બાબત મહત્ત્વની છે કે C_4 વનસ્પતિઓ 360-μlL^{-1} એ સંતૃપ્તતા દર્શાવે છે, જ્યારે C_3 વનસ્પતિઓ CO_2ના વધતા સંકેન્દ્રણમાં સામે સાનુકૂળ પ્રતિક્રિયા દર્શાવે છે તેમજ 450-μlL^{-1} એ સંતૃપ્તતા દર્શાવે છે. પરિણામે વર્તમાન પ્રાપ્ય CO_2નું પ્રમાણ એ C_3 વનસ્પતિમાં સીમાકારક બની રહે છે.

તાપમાન : પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયાના બે તબક્કા છે. પ્રકાશરાસાયણિક તબક્કા પર તાપમાનની નોંધપાત્ર અસર જણાતી નથી. પરંતુ અંધકાર-પ્રક્રિયા અથવા જૈવસંશ્લેષણ તબક્કા ઉત્સેચકીય છે તેથી, તાપમાનની નોંધપાત્ર અસર થાય છે. C_4 વનસ્પતિમાં ઊંચા તાપમાને પ્રકાશસંશ્લેષણનો દર વધે છે, જ્યારે C_3 વનસ્પતિમાં ઘણા નીચા તાપમાને તેનો દર મહત્તમ હોય છે.

પાણી : પાણીની અસર નોંધપાત્ર છે. જો પાણીનું પ્રમાણ ઘટી જાય તો વનસ્પતિ પાણીની તાણ અનુભવે છે. આની બે અસર થાય છે. એક તો વાયુરંધ્રો બંધ થાય, જેને કારણે પ્રાપ્ત CO_2નું પ્રમાણ ઘટે. બીજું પર્ણોની જલક્ષમતા ઘટતાં તેઓ વલન પામે જેથી, કારણે પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે પ્રાપ્ય સપાટી ઘટી જાય.

સારાંશ

પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન સૂર્યની પ્રકાશશક્તિનું ખોરાકમાં રસાયણશક્તિ સ્વરૂપે સ્થાપન થાય છે, જેનો ઉપયોગ બધા જ સજીવો કરે છે. પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા વનસ્પતિનાં લીલા અંગોમાં જ થાય છે. તેમાં પણ પર્ણો મુખ્ય અંગો છે. આ પ્રક્રિયા મધ્યપર્ણમાં રહેલી હરિતકણોયુક્ત પેશીમાં થાય છે. આ પેશીના કોષોમાં હરિતકણ નામની અંગિકાઓ આવેલી છે. કોષોના પરિઘ વિસ્તાર તરફ હરિતકણો ગોઠવાયા હોય છે, જેથી વાયુઓના પ્રસરણમાં સરળતા રહે છે. હરિતકણમાં કાર્યની સ્પષ્ટ વહેંચણી જોવા મળે છે. પટલમય તંત્ર પ્રકાશશક્તિનું શોષણ કરે છે અને ATP અને NADP નું સંશ્લેષણ કરે છે, તેને પ્રકાશ પ્રક્રિયા કહે છે. આધારકમાં ઉત્સેચકીય પ્રક્રિયાઓ જેવી કે CO_2 માંથી શર્કરાનું નિર્માણ થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં પ્રકાશની હાજરી અનિવાર્ય નથી, તેથી તેને અંધકાર-પ્રક્રિયા કહે છે.

વીજાણુ વહનતંત્રમાં, વીજાણુ પ્રક્રિયાકેન્દ્રમાંથી મુક્ત થઈ બે માર્ગે વહન પામે છે. 1. ચક્રીય અને 2. અચક્રીય વહન. ચક્રીય વહનમાં વીજાણુ પોતાના મૂળ સ્રોત પાસે પાછા ફરતા હોવાથી આવું વીજાણુવહન ચક્રીય વીજાણુવહન કહેવાય છે. જ્યારે અચક્રીય વહનમાં વિવિધ પ્રકારે મુક્ત થતા વીજાણુ પોતાના મૂળ દાતા-સ્રોત પાસે પાછા ફરતા ન હોવાથી તેમનું વહન અચક્રીય વીજાણુવહન કહેવાય છે.

કેમિઓસ્મોટિક સિદ્ધાંત પ્રમાણે પ્રોટોન-ઢોળાંશના તૂટવાથી પૂરતી શક્તિ પ્રાપ્ત થાય છે તે F_1 પાર્ટિકલને યથાયોગ્ય ATPaseમાં રૂપાંતરીત કરે છે. જે ઉત્સેચકીય સંશ્લેષણ કરી શક્તિસભર ATPના ઘણા અણુઓનું નિર્માણ કરે છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન CO_2નું સ્થાપન બે પ્રકારે થાય છે : 1. એવી વનસ્પતિઓ કે જેમાં સૌપ્રથમ CO_2 સ્થાપનથી ઉત્પન્ન થતી પ્રારંભિક પેદાશ C_3 ઍસિડ (PGA) છે. જેથી તેને C_3-પથ કહે છે. 2. એવી વનસ્પતિઓ કે જેમાં સૌપ્રથમ CO_2 સ્થાપનથી ઉત્પન્ન થતી પ્રારંભિક પેદાશ C_4-ઍસિડ (OAA) છે, જેને C_4-પથ કહે છે.

પ્રકાશશ્વસન ફક્ત હરિતકણમાં જ અને પ્રકાશની હાજરીમાં જ થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં સૌપ્રથમ O_2 ની હાજરીમાં RuBPનું ઑક્સિજિનેશન થઈને 1 અણુ 2 C યુક્ત ફૉસ્ફોગ્લાયકોલેટનો અને 1 અણુ 3 C યુક્ત PGAનો બને છે. C_3 વનસ્પતિઓમાં કેટલાક O_2 રુબિસ્કો સાથે જોડાય છે અને તેથી CO_2 ના સ્થાપનમાં ઘટાડો થાય છે. C_4 વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશશ્વસન થતું નથી. તેનું કારણ ઉત્સેચકીય સ્થાને CO_2 ની સાંદ્રતામાં વધારો થાય છે. તેથી નક્કી થાય છે કે રુબિસ્કોનું કાર્ય કાર્બોક્સાયલેઝ તરીકેનું અને લઘુત્તમ ઑક્સિજિનેઝ તરીકેનું છે. આ કારણે C_4 વનસ્પતિઓની ઉત્પાદકતા અને ઉત્પાદન વધુ હોય છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણના દર ઉપર વિવિધ પરિબળો જેવાં કે તાપમાન, CO_2ની સાંદ્રતા, પ્રકાશ અને પાણીની અસર થતી હોય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) અચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરીલેશન ક્યાં જોવા મળે છે ?

(અ) અંધકાર-પ્રક્રિયા ◯ (બ) Ps-I ◯

(ક) Ps-II ◯ (ડ) બંને બ અને ક ◯

(2) કેલ્વિનચક્ર થાય છે.

(અ) કોષરસ ◯ (બ) કણાભસૂત્ર ◯

(ક) ગ્લાયોક્સિઝોમ્સ ◯ (ડ) હરિતકણ ◯

(3) પાણીના વિભાજન માટે જરૂરી તત્ત્વ

(અ) નાઈટ્રોજન ◯ (બ) ઑક્સિજન ◯ (ક) ક્લોરિન ◯ (ડ) કાર્બન ◯

(4) C_4 વનસ્પતિઓ C_3 વનસ્પતિઓથી કઈ બાબતમાં જુદી પડે છે ?

(અ) પ્રારંભિક પેદાશ ◯ (બ) તે સ્તરે જ્યાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સ્વીકારાય છે ◯

(ક) ATP વપરાય છે તે સંખ્યા ◯ (ડ) ઉપરના બધા જ ◯

(5) પ્રકાશસંશ્લેષણમાં પ્રકાશનું ચોક્કસ કાર્ય

(અ) CO_2નું રિડક્શન ◯ (બ) બીજા અણુઓને સક્રિય કરવા ◯

(ક) પાણીનું વિઘટન ◯ (ડ) આ બધામાંથી કંઈ નહીં ◯

(6) પ્રકાશશ્વસન સાથે સંકળાયેલી અંગિકા

(અ) રિબોઝોમ ◯ (બ) પેરોક્સિઝોમ ◯

(ક) ન્યુક્લિઓઝોમ ◯ (ડ) મેસોઝોમ ◯

(7) પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન કઈ તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ સૌથી વધુ શોષાય છે ?

(અ) 700 nm ◯ (બ) 660 nm ◯ (ક) 550 nm ◯ (ડ) 400 nm ◯

(8) પ્રકાશસંશ્લેષણમાં પાણીના વિઘટનનો ઉપયોગ

(અ) NADPના રિડક્શનમાં ◯ (બ) NADPના ઑક્સિડેશનમાં ◯

(ક) FAD ઑક્સિડેશનમાં ◯ (ડ) ઉપરનામાંથી કોઈ નહીં ◯

(9) પ્રકાશશ્વસનમાં સમાવિષ્ટ કોષીય અંગિકાઓની સંખ્યા

(અ) એક ◯ (બ) બે ◯ (ક) ત્રણ ◯ (ડ) ચાર ◯

(10) વધારે પ્રકાશસંશ્લેષણ થાય છે.

(અ) લાલ પ્રકાશ ◯ (બ) લીલો પ્રકાશ ◯

(ક) વાદળી પ્રકાશ ◯ (ડ) પીળો પ્રકાશ ◯

(11) C_4 વનસ્પતિઓનું મુખ્ય લક્ષણ

(અ) પાતળું ક્યુટિકલ ◯ (બ) બહુશિરીય અધિસ્તર ◯

(ક) ક્રેન્ઝ અંતઃસ્થરચના ◯ (ડ) બંને a અને b ◯

(12) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું સ્થાપન શેમાં થાય છે ?

(અ) પ્રકાશ-પ્રક્રિયા ◯ (બ) અંધકાર-પ્રક્રિયા ◯

(ક) પ્રકાશશ્વસન ◯ (ડ) પાણીનું વિઘટન ◯

(13) શેરડીમાં, મધ્યપર્ણના કોષોમાં પ્રકાશસંશ્લેષણનું કયું ચક્ર ચાલે છે ?

(અ) C_4 ◯ (બ) C_3 ◯ (ક) C_2 ◯ (ડ) C_1 ◯

(14) નીચેની પૈકી કઈ C_4 વનસ્પતિ છે ?

(અ) ટામેટા ◯ (બ) શેરડી ◯ (ક) સફરજન ◯ (ડ) કેરી ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) વ્યાખ્યાયિત કરો : પ્રકાશસંશ્લેષણ

(2) પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે નીલ વૈજ્ઞાનિકે કયું સમીકરણ આપ્યું ?

(3) પ્રકાશ-વિભાજન એટલે શું ?

(4) PGA, OAA, RuBPનાં પૂર્ણનામ આપો.

(5) RuBisCo એટલે શું ? તેનું પૂર્ણ નામ શું છે ?

(6) પ્રકાશસંશ્લેષણની અંતિમ પેદાશ કઈ છે ?

(7) C_3-પથમાં, ગ્લુકોઝના એક અણુના નિર્માણમાં ATPના કેટલા અણુઓ જરૂરી છે ?

(8) ચક્રીય વીજાણુવહન એટલે શું ?

(9) વ્યાખ્યાયિત કરો : અચક્રીય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન

3. માગ્યા પ્રમાણે ઉત્તરો આપો :

(1) ક્રેન્ઝ અંતઃસ્થરચના વિશે ટૂંક નોંધ લખો.

(2) C_3 અને C_4 વનસ્પતિઓ વચ્ચે ભેદ લખો.

(3) RuBisCo એટલે શું ? C_3 અને C_4માં તેનો ફાળો વર્ણવો.

(4) ચક્રિય ફોટોફૉસ્ફોરીલેશનનું વર્ણન કરો.

(5) અચક્રિય ફોટોફૉસ્ફોરાયલેશન વિશે નોંધ લખો.

(6) કેલ્વિનચક્રના કાર્બોક્સિલેશનના તબક્કા વર્ણવો.

(7) જૈવસંશ્લેષણ તબક્કામાં પ્રકાશ-પ્રક્રિયાની હાજરી અનિવાર્ય છે, તે વિશે સમજાવો.

(8) હરિતકણની રચના વર્ણવો.

(9) પાણીનું વિઘટન સમજાવો.

(10) ક્રેન્ઝ પેશીરચના વર્ણવો.

(11) C_3ની સરખામણીમાં C_4 વનસ્પતિઓની ઉત્પાદકતા વધારે કેમ છે તે સમજાવો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) કેલ્વિનચક્ર એટલે શું ? તે સવિસ્તર વર્ણવો.

(2) પ્રકાશસંશ્લેષણના દર ઉપર અસર કરતાં પરિબળો વર્ણવો.

(3) પ્રકાશશ્વસન વર્ણવો.

(4) ફોટો ફૉસ્ફોરાયલેશન વર્ણવો.

(5) પ્રકાશસંશ્લેષણનો પ્રકાશ-તબક્કો વર્ણવો.

(6) પ્રકાશસંશ્લેષણનો જૈવસંશ્લેષણ તબક્કો વર્ણવો.

(7) કેમિઓસ્મોટિક સિદ્ધાંત વર્ણવો.

(8) C_4 - પથ વર્ણવો.

4

શ્વસન

પ્રત્યેક સજીવમાં વિવિધ પ્રકારની જૈવિક ક્રિયાઓ ચાલતી હોય છે. આ બધી જ ક્રિયાઓને સામૂહિક રીતે દેહધાર્મિક ક્રિયાઓ કહે છે. આ ક્રિયાઓ કરવા માટે શક્તિની આવશ્યકતા રહે છે. જીવંત સજીવો આ શક્તિ બૃહદ્ અણુઓનું ઑક્સિડેશન કરીને મેળવે છે, જેને આપણે ખોરાક (food) કહીએ છીએ. લીલી વનસ્પતિઓ અને સાયનોબૅક્ટેરિયા પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દ્વારા પોતાના ખોરાકનું સંશ્લેષણ કરે છે. લીલી વનસ્પતિઓનાં એવાં અંગો કે જે હરિતકણ ધરાવતાં હોય તેઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા થાય છે. જે અંગો હરિતકણો ધરાવતાં નથી. તેવાં બધાં જ અંગોમાં ઑક્સિડેશન માટે ખોરાક જરૂરી છે. તેથી, સંશ્લેષિત ખોરાકનું હરિતકણો ધરાવતા ન હોય તેવા ભાગોમાં સ્થળાંતરણ થાય છે. અગત્યની બાબત એ છે કે બધા જ ખોરાક જૈવિક ક્રિયાઓ દ્વારા શ્વસન માટે પ્રકાશસંશ્લેષણમાંથી મળે છે. આમ, જૈવિક ક્રિયાઓ દ્વારા શક્તિનો વિનિમય થાય છે. શક્તિવિનિમયને આધારે જૈવિક ક્રિયાઓ બે પ્રકારની હોય છે : (1) શક્તિગ્રાહી પ્રક્રિયા (Endergonic processes) અને (2) શક્તિત્યાગી પ્રક્રિયા (Exergonic processes).

શક્તિગ્રાહી ક્રિયા દરમિયાન શક્તિનો સંગ્રહ થાય છે, જ્યારે શક્તિત્યાગી ક્રિયા દરમિયાન શક્તિનો ત્યાગ થાય છે. પ્રકાશસંશ્લેષણ શક્તિગ્રાહી ક્રિયા જ્યારે શ્વસન એ શક્તિત્યાગી ક્રિયા છે. કોષોમાં ઑક્સિડેશનની ક્રિયા દ્વારા C-C બંધનું સંયોજન તૂટવાથી નિશ્ચિત પ્રમાણમાં શક્તિ મુક્ત થાય છે. આ ક્રિયાને શ્વસન (Respiration) કહે છે. જો આ ક્રિયા કોષમાં થતી હોય, તો તેને કોષીય શ્વસન કહે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન જે ઘટકોનું ઑક્સિડેશન થાય છે, તે ઘટકોને શ્વાસ્ય પદાર્થો કહે છે. વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ બંનેમાં શ્વસન થાય છે. બધા જ સજીવોના કોષોના કણાભસૂત્રમાં આ અગત્યની દેહધાર્મિક ક્રિયા થાય છે. આ ક્રિયા દરમિયાન મુક્ત થતી શક્તિ ATPના સંશ્લેષણમાં વપરાય છે. સજીવોમાં કાર્બનિક પોષકદ્રવ્યોનું સંશ્લેષણ અથવા ખોરાકનું મંદદહન આ ક્રિયા દ્વારા થાય છે.

વનસ્પતિ શ્વસન કરે છે ? (Do plants breathe ?)

વનસ્પતિઓમાં શ્વસન માટે ઑક્સિજન અનિવાર્ય છે અને તે CO_2 મુક્ત કરે છે. આમ છતાં પ્રાણીઓથી વિપરીત વનસ્પતિમાં તે માટે કોઈ વિશિષ્ટ શ્વસનાંગો હોતાં નથી. આમ છતાં વાયુઓના વિનિમય માટે વાયુરંધ્રો અને હવાછિદ્ર આવેલાં હોય છે. વનસ્પતિમાં વિશિષ્ટ શ્વસનાંગો ન હોવા પાછળ ઘણાં કારણો છે. જેમાં -

- વનસ્પતિનો દરેક ભાગ વાયુઓના વિનિમયમાં સીધો જ ભાગ લે છે.
- પ્રાણીઓ કરતાં વનસ્પતિના ભાગોમાં શ્વસનનો દર ઘણો ધીમો હોય છે તેમજ વાયુઓના વિનિમયની જરૂરિયાત પણ ઘણી ઓછી હોય છે.

- જ્યારે કોષો પ્રકાશસંશ્લેષણ કરે છે, ત્યારે O_2ની પ્રાપ્યતાની મુશ્કેલી હોતી નથી, કારણકે એ કોષોમાંથી O_2 મુક્ત થાય છે.

વનસ્પતિકોષોમાં અપચયક્રિયામાં ગ્લુકોઝનો અણુનું દહન થવાથી બધી જ શક્તિ ઉષ્મા સ્વરૂપે મુક્ત થતી નથી. શ્વસનની પ્રક્રિયામાં ગ્લુકોઝમાં રહેલી સંચિત શક્તિ તેના નિયંત્રિત ઑક્સિડેશન વડે ક્રમશઃ મુક્ત થાય છે. મુક્ત થતી આ શક્તિ ADP માંથી ATP બનાવીને સંગ્રહાય છે. શ્વસનની સમગ્ર પ્રક્રિયા નીચેના સમીકરણથી રજૂ કરી શકાય.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{મુક્ત શક્તિ}$$

ગ્લાયકોલિસિસ (Glycolysis)

ગ્લુકોઝના અણુ તૂટવાથી પાયરુવિક ઍસિડના નિર્માણ થવાની ઘટનાને ગ્લાયકોલિસિસ કહે છે. ગ્લાયકોલિસિસ શબ્દનો ઉદ્ભવ મૂળ ગ્રીક શબ્દ, 'ગ્લાયકોસ' એટલે 'સુગર' અને 'લિસિસ' એટલે 'છૂટા પડવું' એમ થાય છે. ગ્લાયકોલિસિસનો આ પથ એમ્બેડેન - મેયરહોફ અને પરનાસે (Embden - Meyerhof - Parnas) શોધ્યો હોવાથી આ પથ EMP તરીકે ઓળખાય છે.

આ પ્રક્રિયા બધા જીવંત સજીવોમાં સામાન્ય છે. જારક તેમજ અજારક શ્વસન બંનેની શરૂઆત ગ્લાયકોલિસિસ જ થાય છે.

આ તબક્કામાં O_2નો ઉપયોગ થતો નથી. ગ્લાયકોલિસિસ કોષના આધારક વિસ્તારમાં થાય છે. ગ્લાયકોલિસિસ દરમિયાન ગ્લુકોઝનો અણુ પાયરુવિક ઍસિડના બે અણુઓમાં રૂપાંતર પામે છે. વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દરમિયાન ગ્લુકોઝનું નિર્માણ સુક્રોઝમાંથી થાય છે. ઇન્વર્ટેઝ ઉત્સેચક સુક્રોઝને ગ્લુકોઝ અને ફ્રુક્ટોઝમાં ફેરવે છે. જે તરત જ ગ્લાયકોલાયટિક પથમાં પ્રવેશે છે.

આ તબક્કામાં, સૌપ્રથમ ગ્લુકોઝના અણુનું ATPની મદદ વડે ફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે. અને ગ્લુકોઝ 6 ફૉસ્ફેટ બને છે. ATP એ ADPમાં ફેરવાય છે. છૂટો પડેલો ફૉસ્ફેટ ગ્લુકોઝના 6 નંબરના કાર્બન સાથે જોડાય છે. જવાબદાર ઉત્સેચક હેક્સોકાઇનેઝ છે.

ગ્લુકોઝ-6-ફૉસ્ફેટ રૂપાંતર પામી અણુઓની પુનઃગોઠવણી દ્વારા તેના સમઘટક (isomer) ફ્રુક્ટોઝ-6-ફૉસ્ફેટમાં ફેરવાય છે. હવે ફ્રુક્ટોઝ-6-ફૉસ્ફેટનું ફરીથી ATPની મદદ વડે ફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે. ફ્રુક્ટોઝ1-6 બાયફૉસ્ફેટ બને છે. ATP એ ADPમાં ફેરવાય છે.

ફ્રુક્ટોઝ 1-6 બાયફૉસ્ફેટનું વિખંડન થાય છે અને 3 કાર્બનના બનેલા બે અણુ ફૉસ્ફોગ્લિસરાલ્ડિહાઈડ (PGAL) અને ડાયહાઇડ્રૉક્સિ એસિટોન ફૉસ્ફેટ (DHAP) અસ્તિત્વમાં આવે છે. આ બંને ટ્રાયોઝ શર્કરા એકમેકમાં રૂપાંતરિત થઈ શકે છે. સામાન્ય રીતે, ડાયહાઇડ્રૉક્સિએસિટોન ફૉસ્ફેટ એ ફૉસ્ફોગ્લિસરાલ્ડિહાઇડમાં ફેરવાય છે. આમ 3-ફૉસ્ફોગ્લિસરાલ્ડિહાઇડના બે અણુ પ્રાપ્ત થાય છે.

હવેના તબક્કામાં શક્તિ પ્રાપ્ત થાય છે. અત્યાર સુધીમાં 2 ATP વપરાશમાં લેવાયા છે.

ફૉસ્ફોગ્લિસરાલ્ડિહાઇડના દરેક અણુનું ઑક્સિડેશન થાય છે અને તેમાંથી $2H^+$ અને $2e^-$ મુક્ત થાય છે. મુક્ત થયેલા ઘટકો NAD દ્વારા સ્વીકારાય છે અને $NADH + H^+$ નિર્માણ થાય છે. સાથે સાથે અકાર્બનિક ફૉસ્ફેટનો એક-એક અણુ પણ ઉમેરાય છે. આમ થતાં 1, 3 બાયફૉસ્ફોગ્લિસરિક ઍસિડ (BPGA) અસ્તિત્વમાં આવે છે.

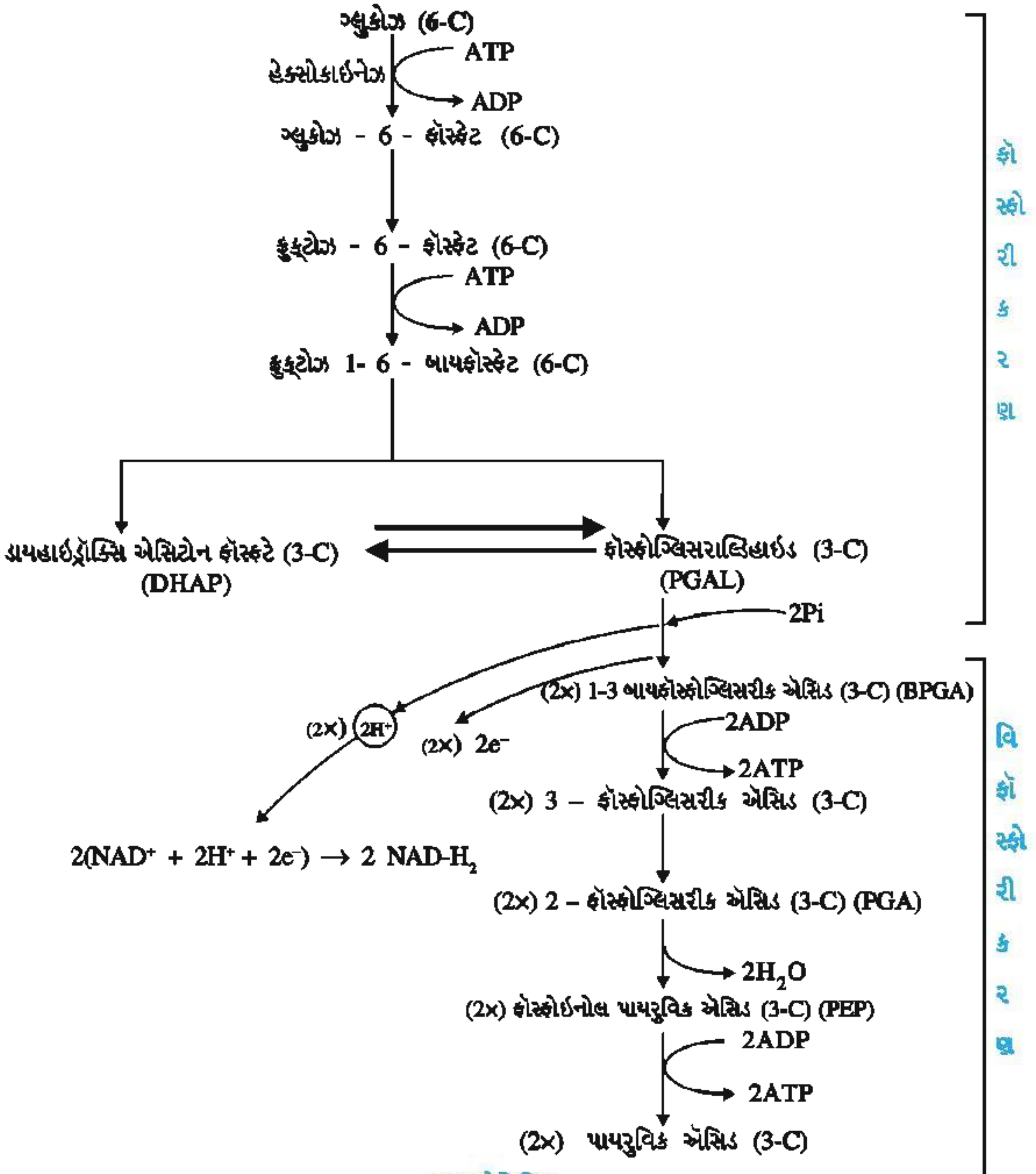
અત્યાર સુધીની પ્રક્રિયાને ફૉસ્ફોરીકરણ તબક્કો કહે છે. હવે વિફૉસ્ફોરીકરણ તબક્કો શરૂ થાય છે.

1, 3 બાયફૉસ્ફોગ્લિસરિક ઍસિડનું વિફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે અને તે 3 - ફૉસ્ફોગ્લિસરિક ઍસિડમાં (PGA) ફેરવાય છે. આધારકમાંથી મુક્ત થયેલો ફૉસ્ફેટ ADP સાથે સંયોજાઈને ATP બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા આધારક - ફૉસ્ફોરીકરણ (Substrate- phosphorylation) કહેવાય છે.

હવે 3 - ફૉસ્ફોગ્લિસરિક ઍસિડ પ્રથમ 2 - ફૉસ્ફોગ્લિસરિક ઍસિડમાં અને પછી ફૉસ્ફોઇનોલ પાયરુવિક ઍસિડમાં (PEP)ફેરવાય છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન H_20 મુક્ત થાય છે.

ફૉસ્ફોઇનોલ પાયરુવિક ઍસિડનું વિફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે અને તે પાયરુવિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. આધારકમાંથી મુક્ત થયેલો ફૉસ્ફેટ ADP સાથે સંયોજાઈ ATP બનાવે છે.

આમ, સમગ્ર પ્રક્રિયાને અંતે ગ્લુકોઝના એક અણુમાંથી પાયરુવિક ઍસિડના બે અણુ સર્જાય છે. 2 અણુ ATPના વપરાય અને 4 અણુ સર્જાય એટલે કુલ 2 અણુ ATPની ચોખ્ખી પ્રાપ્તિ થાય છે. 2 અણુ $NADH_2$ના પણ બને છે. હવે ગ્લાયકોલિસિસથી ઉત્પન્ન થયેલો પાયરુવિક ઍસિડ જુદા-જુદા કોષોમાં ત્રણ પ્રકારોથી વપરાય છે, જેમાં લેક્ટિક ઍસિડના નિર્માણમાં, આલ્કોહૉલિક આથવણ (ઉત્સેચન) અને જારક શ્વસનનો સમાવેશ થાય છે.



ગ્લાયકોલિસિસ

આથવણ (Fermentation)

જે શ્વસન ઑક્સિજન અણુના અભાવમાં થતું હોય તેને અજારક શ્વસન કહે છે. તેને પરિણામે આધારકમાં ગ્લુકોઝનું અપૂર્ણ વિઘટન થાય છે. આ પ્રક્રિયામાં CO_2 અને કાર્બનિક સંયોજનો જેવાં કે ઇથાઇલ આલ્કોહૉલ અને લેક્ટિક ઍસિડ બને છે અને થોડીક શક્તિ મુક્ત થાય છે. અજારક શ્વસન દરમિયાન પાણીનો અણુ બનતો નથી. આ પ્રક્રિયા આથવણ પણ કહેવાય છે. આથવણ બે પ્રકારનાં છે :

આલ્કોહોલિક આથવણ : આ આથવણ યીસ્ટમાં થાય છે. અજારક શ્વસનમાં પ્રક્રિયા થવાથી ગ્લુકોઝનું અપૂર્ણ ઑક્સિડેશન થાય છે. જ્યારે પાયરુવિક એસિડ એ CO_2 અને ઇથેનોલમાં રૂપાંતર પામે છે. આ માટે જવાબદાર ઉત્સેચકો જેવા કે પાયરુવિક એસિડ ડિકાર્બોક્ઝાયલેઝ અને આલ્કોહોલ ડિહાઇડ્રોજિનેઝ છે.

સૌ પ્રથમ પાયરુવિક ઍસિડનું પાયરુવિક ઍસિડ ડિકાર્બોક્ઝાયલેઝ અને થીઆમીન પાયરોફોસ્ફેટ (TPP) ઉત્સેચકોની હાજરીમાં ડિકાર્બોક્સિલેશન થવાથી એસિટાલ્ડિહાઇડ બને છે.

$$2CH_3CO\ COOH \xrightarrow{\text{ડિકાર્બોક્ઝાયલેઝ + TPP}} 2CH_3CHO + 2CO_2$$

એસિટાલ્ડિહાઇડ

હવે એસિટાલ્ડિહાઇડનું રિડક્શન, ઉત્સેચક એસિટાલ્ડિહાઇડ આલ્કોહોલ ડિહાઇડ્રોજિનેઝ અને સહઉત્સેચક $NADH_2$ની હાજરીમાં થાય છે અને ઇથાઇલ આલ્કોહોલ બને છે, જેમાં $NADH_2$ ઑક્સિડાઇઝ થઈને NAD બને છે.

$$2CH_3CHO + 2NADH_2 \xrightarrow{\text{આલ્કોહોલ ડિહાઇડ્રોજિનેઝ}} 2(C_2H_5OH) + 2NAD$$

ઇથાઇલ આલ્કોહોલ

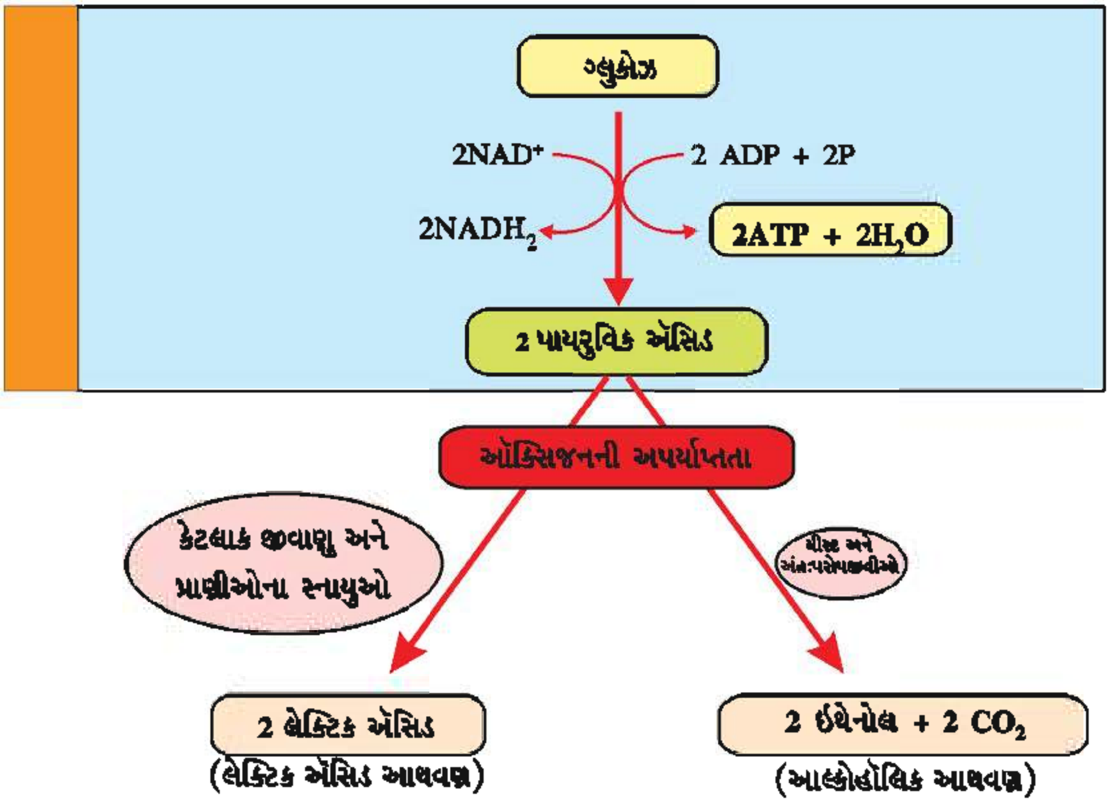
લેક્ટિક ઍસિડ આથવણ

આ પ્રકારના આથવણમાં ઉત્સેચક લેક્ટિક ડિહાઇડ્રોજિનેઝ અને સહત્સેચક $NADH_2$ની હાજરીમાં પાયરુવિક ઍસિડનું લેક્ટિક ઍસિડમાં રૂપાંતર થાય છે. જેમાં આ $NADH_2$ ઑક્સિડાઇઝ થઈને NAD બને છે.

$$2CH_3COCOOH + 2NADH_2 \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + 2NAD$$

લેક્ટિક ઍસિડ

પ્રાણીઓના સ્નાયુઓમાં જ્યારે કોષીય શ્વસનમાં ઑક્સિજન અપૂરતા પ્રમાણમાં હોય ત્યારે લેક્ટિક ઍસિડનું આથવણ થાય છે.



આથવણ

બંને આલ્કોહોલ અને લેક્ટિક ઍસિડના આથવણ દરમિયાન સાત ટકા કરતાં પણ ઓછી શક્તિ ગ્લુકોઝમાંથી મુક્ત થાય

છે. મુક્ત થતી આ બધી જ શક્તિ ઊંચી શક્તિ ધરાવતા ATPના બંધમાં સંચિત થતી નથી. આ પ્રક્રિયાની અંતિમ પેદાશ લેક્ટિક ઍસિડ અથવા આલ્કોહૉલ છે.

જારક શ્વસન (Aerobic Respiration)

જારક શ્વસનમાં ગ્લુકોઝના અણુનું ઑક્સિજનની હાજરીમાં સંપૂર્ણ ઑક્સિડેશન થાય છે અને CO_2, પાણી અને મોટા પ્રમાણમાં શક્તિ મુક્ત થાય છે. જારક શ્વસનમાં ગ્લાયકોલિસિસ ઉપરાંત ક્રેબ્સચક્ર અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણ થાય છે. ગ્લાયકોલિસિસને અંતે પાયરુવિક ઍસિડના બે અણુઓ સર્જાય છે જે કણાભસૂત્રમાં પ્રવેશીને તેમાં આવેલા ઉત્સેચકોની મદદથી ક્રેબ્સચક્રની અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણની તમામ પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થાય છે. આ એક રસપ્રદ બાબત છે કે ક્રેબ્સચક્રની પ્રક્રિયા કણાભસૂત્રના આધારકમાં (Matrix) થાય છે. જ્યારે ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણ એ કણાભસૂત્રના અંતઃપટલમાં થાય છે. કણાભસૂત્રમાં, 3 કાર્બનયુક્ત પાયરુવિક ઍસિડનું સંપૂર્ણ ઑક્સિડેશન થઈને CO_2 ના 3 અણુઓ મુક્ત થાય છે, ક્રેબ્સચક્ર અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણની સમગ્ર પ્રક્રિયા દરમિયાન ઑક્સિજનની હાજરી અનિવાર્ય છે.

ક્રેબ્સચક્રની પ્રક્રિયામાં પ્રવેશતાં પહેલાં પાયરુવિક ઍસિડના ડિકાર્બોક્સિલેશન થાય છે અને સાથે સાથે ઑક્સિડેશન થાય છે. આમ થતાં તેમાંથી CO_2 નો એક અણુ મુક્ત થાય છે. તથા NAD એ $NADH_2$માં ફેરવાય છે. સર્જાતો 2Cનો એકમ ઍસિટેટ છે. સહઉત્સેચક તરીકે વર્તતો કો-ફૅક્ટર-A (CO. A) આ 2C એકમને સ્વીકારે છે અને ઍસિટાઇલ કો-એન્ઝાઇમ A બને છે. આ સમગ્ર પ્રક્રિયા કેટાલિસિસની છે જે ઉત્સેચક પાયરુવેટ ડિહાઇડ્રોજિનેઝની મદદથી થાય છે.

$$\text{પાયરુવિક ઍસિડ} + CoA + NAD \xrightarrow{\text{પાયરુવેટ ડિહાઇડ્રોજિનેઝ}} \text{ઍસિટાઇલ } Co.A + CO_2 + NAD.H_2$$

ઍસિટાઇલ Co.A ત્યાર બાદ ચક્રીય પથમાં ટ્રાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ ચક્રમાં પ્રવેશે છે, જે સામાન્ય રીતે હાન્સક્રેબ્સ (Hans Krebs)નામના વિજ્ઞાનીએ સૌપ્રથમ શોધ્યું હોવાથી ક્રેબ્સચક્ર તરીકે ઓળખાય છે. ઍસિટાઇલ Co.A એ ગ્લાયકોલિસિસ અને ક્રેબ્સચક્ર વચ્ચેનું મધ્યસ્થી સંયોજન છે.

ટ્રાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડચક્ર (Tricarboxylic Acid Cycle) : ક્રેબ્સચક્રની બધી જ પ્રક્રિયાઓ કણાભસૂત્રના આધારકમાં થાય છે. 4-C યુક્ત કાર્બનિક ઍસિડ - ઑક્ઝેલો ઍસિટિક ઍસિડના 1 અણુ સાથે 2 C યુક્ત ઍસિટાઇલ કો-એન્ઝાઇમ-Aના સંયોજન સાથે ક્રેબ્સચક્રનો પ્રારંભ થાય છે. બનતો અણુ 6 C યુક્ત સાઇટ્રિક ઍસિડ છે. આમ, પ્રથમ નિર્માણ પામતો પદાર્થ સાઇટ્રિક ઍસિડ હોવાથી આ ચક્રને સાઇટ્રિક ઍસિડચક્ર પણ કહે છે.

સાઇટ્રિક ઍસિડ તેના સમઘટક એવા આઇસોસાઇટ્રિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. આઇસોસાઇટ્રિક ઍસિડ ડિહાઇડ્રોજિનેશન તથા ડિકાર્બોક્સિલેશન પામી 5-C યુક્ત α-કિટોગ્લુટેરિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. આ દરમિયાન મુક્ત થતો $2H^+$ સ્વીકારીને NAD એ $NADH_2$માં ફેરવાય છે અને CO_2 મુક્ત થાય છે.

α કિટોગ્લુટેરિક ઍસિડ, ડિકાર્બોક્સિલેશન અને ડિહાઇડ્રોજિનેશન પામી 4-C સક્સિનિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. CO_2 મુક્ત થાય છે અને મુક્ત થતા $2H^+$ને NAD સ્વીકારે છે અને $NADH_2$માં ફેરવાય છે.

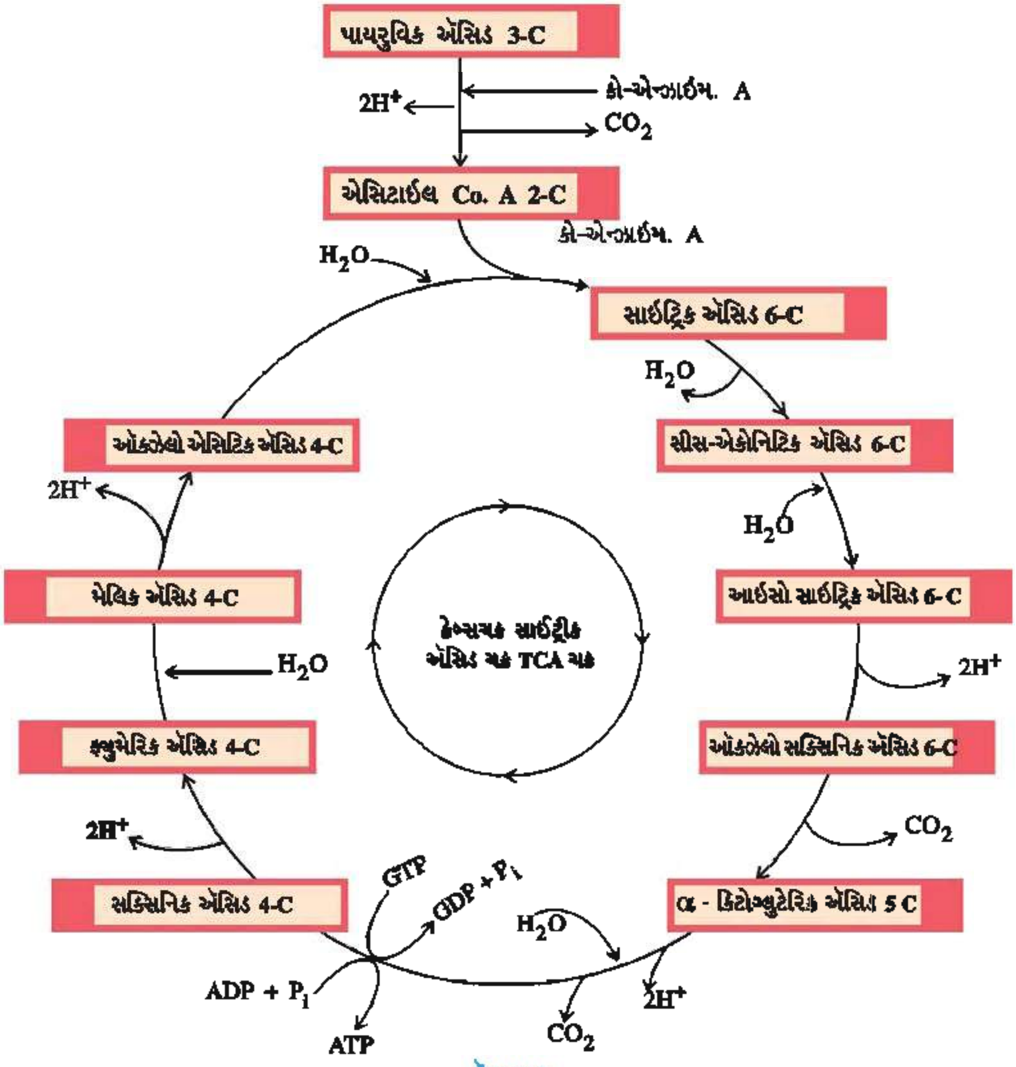
સક્સિનિક ઍસિડનું ડિહાઇડ્રોજિનેશન થતાં તે ફ્યુમેરિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. મુક્ત થતાં $2H^+$ને FAD સ્વીકારે છે અને $FADH_2$માં ફેરવાય છે.

ફ્યુમેરિક ઍસિડ H_2O નો એક અણુ મેળવી મેલિક ઍસિડમાં ફેરવાય છે. મેલિક ઍસિડ ડિહાઇડ્રોજિનેશન પામી ઓક્ઝેલો ઍસેટિક ઍસિડના અણુનું પુનઃનિર્માણ છે. મુક્ત થતાં $2H^+$ને NAD સ્વીકારીને $NADH_2$માં ફેરવાય છે.

આ પ્રકારે પાયરુવિક ઍસિડનો 1 અણુ ક્રેબ્સચક્રની પ્રક્રિયામાંથી પસાર થાય એટલે 3 અણુ CO_2ના મુક્ત થાય અને 5 તબક્કે $2H^+$ અને $2e^-$ મુક્ત થાય.

આવું બે અણુ પાયરુવિક ઍસિડ સાથે થાય એટલે કુલ 6 CO_2 મુક્ત થાય. આમ, 6-Cના ગ્લુકોઝનું પૂર્ણ વિઘટન થાય. શ્વસનના આ તબક્કાને સમીકરણ દ્વારા સારાંશરૂપે નીચે મુજબ લખી શકાય.

$$\text{પાયરુવિક ઍસિડ} + 4NAD^+ + FAD^+ + 3H_2O + ADP + Pi \rightarrow 3CO_2 + 4NADH + 4H^+ + FADH_2 + ATP$$



ક્રેબ્સચક્ર

આ ચક્રમાં સંકળાયેલા મુખ્ય કાર્બનિક ઍસિડ ત્રણ કાર્બોક્સિલ જૂથ ધરાવતા હોવાથી આ ચક્રને ટ્રાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડ ચક્ર (TCA-ચક્ર) પણ કહે છે.

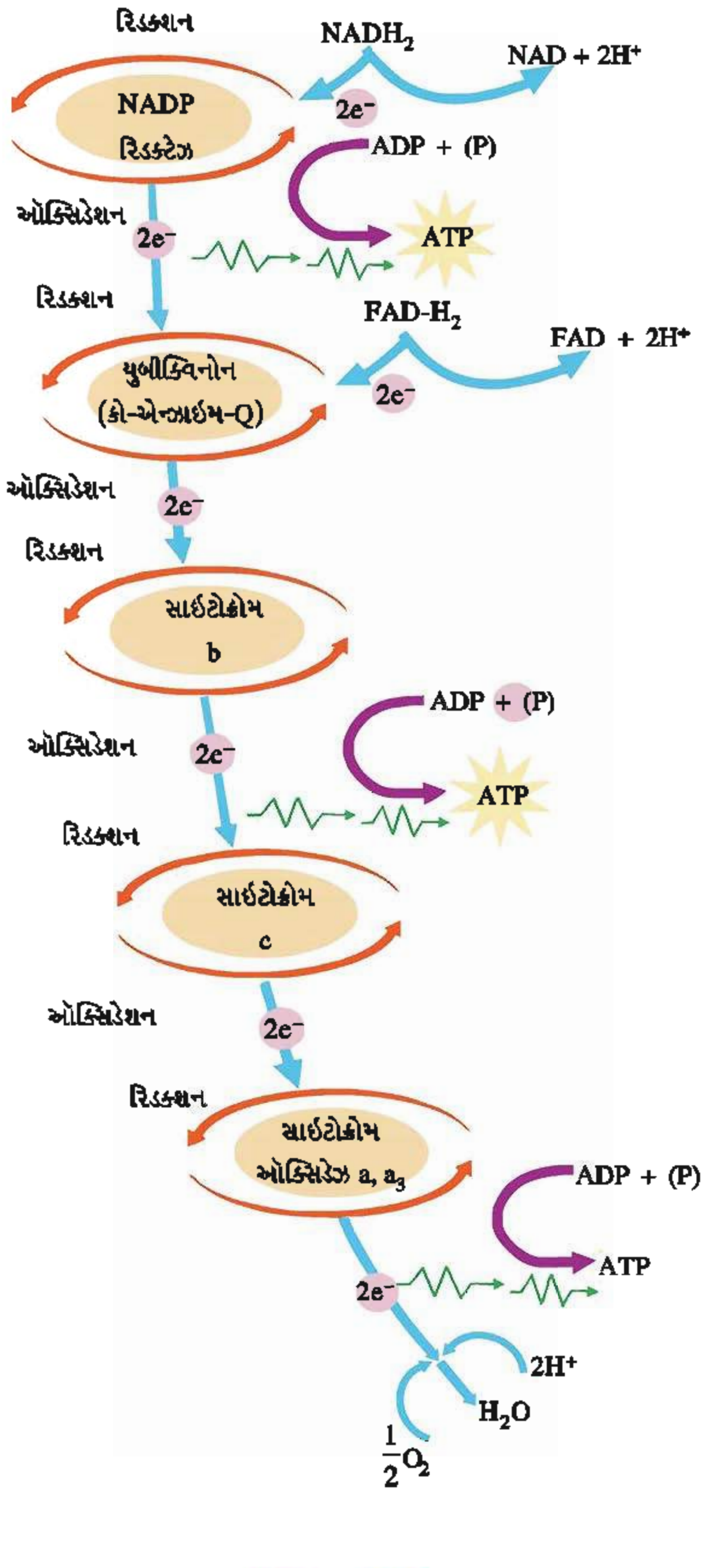
ક્રેબ્સચક્રનું મહત્ત્વ :

(1) ગ્લુકોઝના પૂર્ણ વિઘટન માટેનો પથ પૂરો પાડે છે.

(2) ATP ના નિર્માણ માટેનો મુખ્ય પથ પૂરો પાડે છે.

(3) આ ચક્ર દરમિયાન સર્જાતા વિવિધ કાર્બન-સંકુલો કોષની વૃદ્ધિ અને જાળવણી માટેના જરૂરી ઘટકો પૂરા પાડે છે. આ ઘટકો એમિનોએસિડ્સ, ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ, મેદ, ક્લોરોફિલ અને સાઇટ્રોક્રોમ્સ જેવાં દ્રવ્યોના સંશ્લેષણમાં વપરાય છે.

વીજાણુ (ઇલેક્ટ્રૉન) પરિવહનતંત્ર (ETS) અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણ (Electron Transport System (ETS) and Oxidative Phosphorylation) : આપણે જોયું કે ક્રેબ્સચક્રના અંત સુધીમાં ગ્લુકોઝના અણુનું સંપૂર્ણ વિઘટન થાય છે, પરંતુ જ્યાં સુધી તે દરમિયાન સર્જાયેલા $NADH_2$ અને $FADH_2$નું વાતાવરણના O_2 સુધી વહન થઈ ઑક્સિડેશન ન થાય ત્યાં સુધી શક્તિ મુક્ત થતી નથી. આ માટે $2e^-$ વીજાણુઓ અને $2H^+$ નું ઑક્સિજન તરફ વહન થવું જરૂરી છે. આ ચયાપચયિક પથમાં વીજાણુનું એક વાહકથી બીજા વાહક તરફ પરિવહન થતું હોવાથી તેને વીજાણુ પરિવહનતંત્ર (ETS) કહે છે. આ ક્રિયા કણાભસૂત્રના અંતઃપટલમાં થાય છે.



ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણ

ઑક્સિડેશનની ક્રિયા દરમિયાન મુક્ત થતી શક્તિ ADPમાંથી ATP બનાવવામાં સંચિત થાય છે. ADPનું આવું ફૉસ્ફોરીકરણ ઑક્સિડેશનની શક્તિ દ્વારા થતુ હોવાથી તેને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણ કહે છે. આ ક્રિયા કણાભસૂત્રની ક્રિસ્ટીના પટલમાં ગોઠવાયેલાં એકમો દ્વારા થાય છે.

સૌપ્રથમ $NADH_2$ તેના બે $2H^+$ અને $2e^-$ NADP નામના વીજાણુગ્રાહકને આપે છે. આને પરિણામે NAD મુક્ત થાય છે અને NADP $2H^+$ અને $2e^-$ સ્વીકારે છે. આ $2H^+$ આધારકમાં જળવાય છે અને વહન $2e^-$નું આગળ વધે છે.

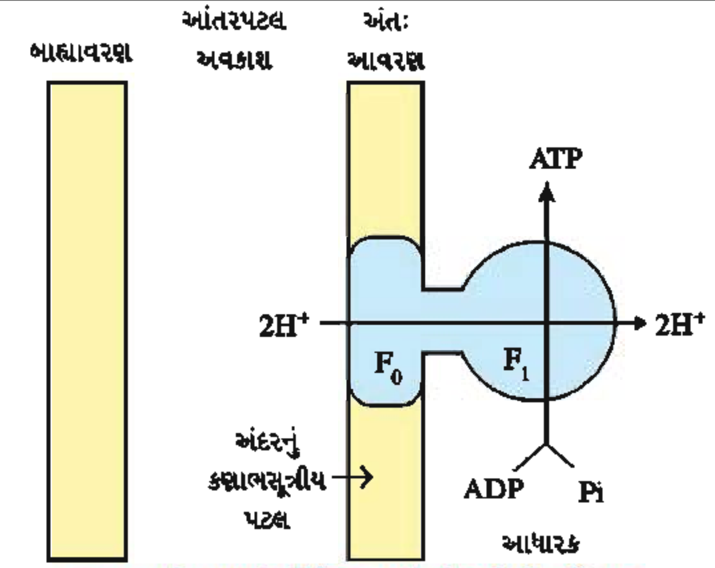
NADPમાંથી $2e^-$ યુબીક્વિનોન નામના વીજાણુવાહકમાં પ્રવેશે છે. યુબીક્વિનોનમાંથી તેમનું વહન વિવિધ પ્રકારના સાઇટોક્રોમ દ્વારા થાય છે. શૃંખલાના અંતિમ વાહક સાઇટોક્રોમ a અને a_3 (સાઇટોક્રોમ ઑક્સિડેઝ) પ્રકારના છે. આ સાઇટોક્રોમ આધારકમાંથી $2H^+$ અને પોતાની પાસે વહન દ્વારા આવેલ $2e^-$નું તથા વાતાવરણમાંથી પ્રવેશેલા $\frac{1}{2}$ O_2નું સંયોજન કરી H_2O બનાવે છે.

$FADH_2$માંના $2H^+$ અને $2e^-$ પણ યુબીક્વિનોન (કો-એન્ઝાઇમ-Q)દ્વારા વહન પામે છે.

NADમાંથી $2H^+$ના O_2 સુધીના વીજાણુવહન દરમિયાન મુક્ત થતી શક્તિ 3ATPના સર્જનમાં સંચય પામે છે, જ્યારે FADમાંથી $2H^+$ના વીજાણુવહન દરમિયાન મુક્ત થતી શક્તિ 2 ATPના સર્જનમાં સંચય પામે છે.

ATP (નિર્માણ) અંગેની કેમિઓસ્મોટિક ક્રિયાવિધિ (Mechanism of Chemiosmotic generation of ATP) :

પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રકરણમાં તમે કેમિઓસ્મોટિક સિદ્ધાંત દ્વારા પટલ સાથે સંકલિત ATP નિર્માણની ક્રિયાવિધિનો અભ્યાસ કર્યો. આમ, કણાભસૂત્રીય પટલ એ પ્રોટોન માટે અપ્રવેશશીલ છે, તે આધારકમાંથી પટલની આરપાર પ્રસરણ પામી પરત આવી શકતો નથી. આમ છતાં, તે પટલમાં પ્રોટોન ચેનલ દ્વારા વહન પામે છે. જેનું નિર્માણ પટલથી આવરિત એડેનોસાઈન ટ્રાયફોસ્ફેટેઝ (ATPase) દ્વારા થાય છે. ATPase એ બહુઉત્સેચકીય સંકુલ છે, જે બે ભાગો F_0 અને F_1 ધરાવે છે. F_0 ઘટકમાર્ગ બનવાના પટલમાં છુપાયેલો હોય છે. આ ચેનલ દ્વારા પ્રોટોનનું વહન F_1 તરફ થાય છે. F_1ના માથાનો ભાગ પરિઘવર્તી પટલમય પ્રોટીન સંકુલનો બનેલો છે. અને ADPમાંથી ATPનું નિર્માણ જે સ્થળે થાય છે, તે સ્થળ ધરાવે છે. ઉત્પન્ન થયેલા દરેક ATP માટે $2H^+$ અંતઃપટલ અવકાશમાના F_0માંથી પસાર થઈ વિજાણુરસાયણ પ્રોટોન ઢોળાંશને અનુસરીને આધારકમાં આવે છે.



કણાભસૂત્રમાં ATPનું સંશ્લેષણ દર્શાવતું આરેખીય નિરૂપણ

તે જ ક્ષણે $FADH_2$ 2 જોડ પ્રોટોનનું વહન પટલની બહાર F_0 અને F_1 સંકુલ તરફ કરે છે, જેથી માત્ર બે ATPના અણુનું નિર્માણ થાય છે.

શ્વસનસંતુલન-શીટ (The respiratory balance-sheet)

ગ્લુકોઝના એક અણુના ઓક્સિડેશન થવાથી ATPના કેટલા અણુ મેળવાય છે, તેની ગણતરી કરી શકાય છે. જારક શ્વસન દરમિયાન થતા ATP સંશ્લેષણની વિગતો નીચે મુજબ વર્ણવી શકાય :

ગ્લાયકોલિસિસના તબક્કા દરમિયાન ATP નિર્માણ

2 અણુ ATPનું સંશ્લેષણ આધારક-આધારિત બેવાર (2 ATP × 2 = 4 ATP)

2 અણુ ATP ગ્લુકોઝના ફોસ્ફોરીકરણ તબક્કામાં વપરાય.

આમ, 4 ATP બને અને 2 વપરાય એટલે પ્રાપ્તિ 2 ATPની થાય.

ગ્લાયકોલિસિસ દરમિયાન 2 અણુ $NADH_2$ ના સર્જાય છે. તેમના ઓક્સિડેટિવ ફોસ્ફોરીકરણ દરમિયાન 2 × 3 ATP = 6 ATP પ્રાપ્ત થાય. આમ, ગ્લાયકોલિસિસ દરમિયાન કુલ 8 ATP બને છે.

ક્રેબ્સચક્રના તબક્કા દરમિયાન ATP નિર્માણ : પાયરુવિક એસિડના વિઘટન દરમિયાન 4 તબક્કે $NADH_2$નું નિર્માણ થાય છે અને 1 તબક્કે $FADH_2$ બને છે. 4 $NADH_2$ ના ઓક્સિડેટિવ ફોસ્ફોરીકરણ દરમિયાન 4 × 3 ATP = 12 ATP બને છે અને 1 $FADH_2$ ના ઓક્સિડેટિવ ફોસ્ફોરીકરણ દરમિયાન 1× 2 = 2 ATP બને. આમ, કુલ 14 ATP બને છે.

આ ક્રિયા પાયરુવિક એસિડના બે અણુના વિઘટન દરમિયાન થાય એટલે કુલ 28 (14 × 2 = 28 ATP)નું સંશ્લેષણ થાય.

આ ઉપરાંત α-કિટોગ્લુટેરિક એસિડમાંથી સક્સિનિક એસિડના નિર્માણ દરમિયાન 1 ATPનું નિર્માણ આધારક-આધારિત થાય છે. આમ, 2ATP બને. આમ, ક્રેબ્સચક્ર દરમિયાન 30 ATP બને છે.

સમગ્ર જારક શ્વસન દરમિયાન કુલ 38 ATP બને છે.

ગ્લાયકોલિસિસ દરમિયાન	:	6 - ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરાયલેશન દ્વારા
		2 - આધારક-આધારિત ફૉસ્ફોરાયલેશન દ્વારા
ક્રેબ્સચક્ર દરમિયાન	:	28 - ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરાયલેશન દ્વારા
		2 - આધારક-આધારિત ફૉસ્ફોરીકરણ દ્વારા
		કુલ 38

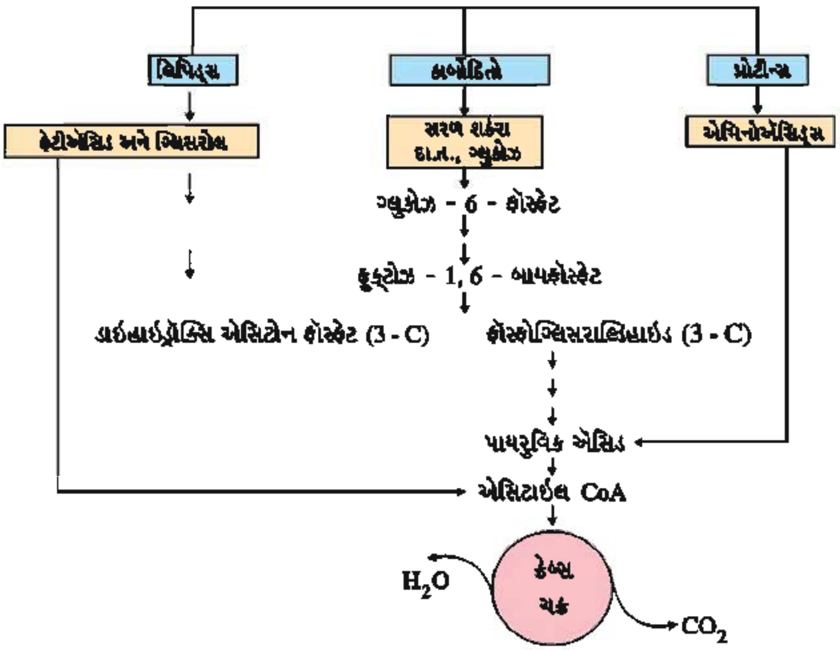
ગ્લુકોઝના બંધારણમાં સંચિત રસાયણશક્તિના ATP ના બંધારણમાં રહેલી શક્તિમાં રૂપાંતરની કાર્યક્ષમતા લગભગ 45% છે. બાકીની શક્તિ ઉષ્મા સ્વરૂપે વ્યય પામે છે.

ઉપરાંત 2 ATP જેટલી શક્તિ પાયરુવિક ઍસિડના કણાભસૂત્રમાં પ્રસરણ દરમિયાન વપરાય છે. આમ, સુકોષકેન્દ્રી સજીવોમાં ATPની સંખ્યા 36 ગણાય.

ઍમ્ફિબોલિક પથ (Amphibolic Pathway)

શ્વસનમાં કાર્બોદિતનો ઉપયોગ સામાન્ય રીતે આધારક સ્તરે થાય છે. પરંતુ તે શ્વસનમાં પ્રવેશે તે પહેલાં તેનું રૂપાંતર ગ્લુકોઝમાં થાય છે. બાકીના શ્વાસ્ય ઘટકોનું શ્વસન થાય છે, પરંતુ તે શ્વસનપથના પ્રથમ તબક્કામાં પ્રવેશતા નથી. દા.ત., લિપીડ (મેદ) સૌપ્રથમ ફેટિઍસિડ અને ગ્લિસરોલમાં વિભાજન થાય છે. હવે ફેટિ ઍસિડનું વિઘટન ઍસિટાઇલ CoAમાં થાય છે. જે હવે શ્વસનપથમાં પ્રવેશે છે. એ જ રીતે, ગ્લિસરોલનું સૌપ્રથમ PGALમાં રૂપાંતર થાય છે અને ત્યાર બાદ તે શ્વસનપથમાં પ્રવેશે છે. પ્રોટીનના કિસ્સામાં જોઈએ તો, તે સૌપ્રથમ એમિનોઍસિડમાં વિભાજિત થાય છે, ત્યાર બાદ પાયરુવિક ઍસિડમાં ફેરવાઈને શ્વસનપથમાં દાખલ થાય છે.

સૌથી અગત્યની બાબત એ છે કે જ્યારે ફેટિઍસિડનું શ્વસન થાય છે, ત્યારે તે ઍસિટાઇલ CoAમાં વિભાજિત થઈને પછી શ્વસનપથમાં પ્રવેશે છે. પરંતુ સજીવોમાં તેની જરૂરિયાત ફેટિઍસિડ સ્વરૂપમાં હોવાથી ઍસિટાઇલ CoA શ્વસનપથમાં ન પ્રવેશતા ફેટિઍસિડનું પુનઃનિર્માણ કરે છે. આમ, શ્વસનપથમાં ફેટિ ઍસિડનું ઑક્સિડેશન અને નિર્માણ થવું એમ બે ઘટનાઓ જોવા મળશે. તે જ રીતે, પ્રોટીનનું પણ ઑક્સિડેશન અને નિર્માણ થવું એમ બે ઘટનાઓ થાય છે. આ રીતે શ્વસનપથમાં ચય અને અપચય પ્રક્રિયાનો સમાવેશ થાય છે. આથી તે અપચય પથને બદલે ઍમ્ફિબોલિક પથ તરીકે ઓળખાય છે.



શ્વસનના ચયાપચયિક પથમાં આંતરસંબંધોથી ઉત્પન્ન થતા વિવિધ કાર્બોનિક ઍસિડનું વિઘટનથી ઉત્પન્ન થતા CO_2 અને H_2Oનું સંશ્લેષણ દર્શાવતું આરેખીય નિરૂપણ

શ્વસનાંક (Respiratiory Quotient)

આપણે જાણીએ છીએ કે જારક શ્વસન દરમિયાન O_2 વપરાય છે અને CO_2 મુક્ત થાય છે. શ્વસન દરમિયાન મુક્ત થતા CO_2 અને તે દરમિયાન વપરાતા O_2ના ગુણોત્તરને શ્વસનાંક (RQ) કહે છે.

$$\frac{\text{શ્વસનાંક}}{\text{(RQ)}} = \frac{\text{શ્વસન દરમિયાન ઉદ્ભવતો } CO_2}{\text{શ્વસનમાં વપરાતો } O_2}$$

શ્વસનાંકના મૂલ્યનો આધાર કયા પ્રકારના દ્રવ્યનું શ્વસન થાય છે, તેના પર છે.

કાર્બોદિત : કાર્બોદિત દ્રવ્ય માટેનો શ્વસનાંક 1 છે. આનો અર્થ એ કે શ્વસનમાં વપરાતા O_2 અને મુક્ત થતા CO_2નું પ્રમાણ સરખું છે.

સમીકરણ : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ ઊર્જા

$$RQ = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1$$

ચરબી : ચરબી માટેનો શ્વસનાંક 1 થી ઓછો છે. આનો અર્થ એ કે ચરબીના બંધારણમાં કાર્બોદિતના બંધારણ કરતાં ઓછા પ્રમાણમાં ઑક્સિજન હોય છે. આથી તેઓને શ્વસન માટે વધારે O_2 ની જરૂર રહે છે.

દૃષ્ટાંત રૂપ ટ્રાયપામિટીનના શ્વસન માટેનું સમીકરણ નીચે મુજબ છે.

$2\ (C_{51}\ H_{98}\ O_6) + 145\ O_2 \longrightarrow 102\ CO_2 + 98\ H_2O +$ શક્તિ

$$RQ = \frac{102CO_2}{145O_2} = 0.7$$

જ્યારે પ્રોટીનનું શ્વસન થશે ત્યારે તેનો ગુણોત્તર 0.9 આવશે.

એ અગત્યની બાબત જાણવા જેવી છે કે શ્વસનઘટકો જ્યારે એક કરતાં વધારે હોય ત્યારે શુદ્ધ પ્રોટીન કે ચરબીનું શ્વસન ઘટકો તરીકે કદાપી ઉપયોગ થતો નથી.

સારાંશ

સજીવોમાં દેહધાર્મિક ક્રિયાઓ કરવા માટે શક્તિનો પુરવઠો સતત મળતો રહેવો અનિવાર્ય છે. શક્તિવિનિમયને આધારે જૈવિક ક્રિયાઓ બે પ્રકારની છે : (1) શક્તિગ્રાહી પ્રક્રિયા અને (2) શક્તિત્યાગી પ્રક્રિયા. કોષોમાં ઑક્સિડેશનની ક્રિયા દ્વારા C-C બંધનું સંયોજન તૂટવાથી નિશ્ચિત પ્રમાણમાં શક્તિ મુક્ત થાય છે. આ ક્રિયાને શ્વસન કહે છે. જે ક્રિયા દરમિયાન ઘટકો ઑક્સિડાઇઝ થાય તેને આધારક શ્વસન કહે છે.

ગ્લુકોઝ તૂટીને પાયરુવિક ઍસિડમાં ફેરવાય તેને ગ્લાયકોલિસિસ કહે છે. ગ્લાયકોલિસિસ કોષોના કોષરસના આધારકમાં થાય છે. ગ્લાયકોલિસિસ દરમિયાન ગ્લુકોઝનું રૂપાંતર પાયરુવિક ઍસિડના 2 અણુઓમાં થાય છે. ગ્લાયકોલિસિસથી ઉત્પન્ન થયેલા પાયરુવિક ઍસિડ જુદા-જુદા કોષોમાં ત્રણ પ્રકારોથી વપરાય છે, જેમાં લેક્ટિક ઍસિડનિર્માણ, આલ્કોહૉલિક આથવણ અને જારક શ્વસન.

આલ્કોહૉલિક આથવણની અંતિમ પેદાશ ઇથાઇલ આલ્કોહૉલ અને CO_2 છે. જ્યારે લેક્ટિક ઍસિડ આથવણની અંતિમ પેદાશ લેક્ટિક ઍસિડ છે.

જારક શ્વસન દરમિયાન ગ્લુકોઝના અણુનું ઑક્સિજનની હાજરીમાં સંપૂર્ણ ઑક્સિડેશન થાય છે અને CO_2, પાણી અને મોટા પ્રમાણમાં શક્તિ મુક્ત થાય છે. જારક શ્વસનમાં ગ્લાયકોલિસિસ ઉપરાંત ક્રેબ્સચક્ર અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરીકરણનો સમાવેશ થાય છે.

ક્રેબ્સચક્રમાં પ્રવેશતાં પહેલાં પાયરુવિક ઍસિડનું ડિકાર્બોક્સિલેશન થઈને તે તરત જ ઑક્સિડેશન પામીને એસિટાઇલ CoA, CO_2 અને $NADH_2$ ઉત્પન્ન કરે છે.

ક્રેબ્સચક્રની બધી જ પ્રક્રિયાઓ કણાભસૂત્રના આધારકમાં થાય છે.

ચયાપચયિક પથમાં વીજાણુનું એક વાહકથી બીજા વાહક તરફ વહન થતું હોવાથી તેને વીજાણુ પરિવહનતંત્ર (ETS) કહે છે. આ ક્રિયા કણાભસૂત્રના અંતઃપટલમાં થાય છે.

વીજાણુ પરિવહનતંત્રમાં જ્યારે H_2 એ NADથી O_2 તરફ વહન પામે ત્યારે શક્તિ મુક્ત થાય છે, જે ADPમાંથી 3 ATPના સંશ્લેષણમાં સંગૃહીત છે. જ્યારે H_2 એ FADથી O_2 તરફ વહન પામે ત્યારે ADP માંથી 2ATPના સંશ્લેષણમાં શક્તિ સંગૃહીત થાય છે.

શ્વસનપથમાં ચય અને અપચય પ્રક્રિયાઓ સંકળાયેલી છે અને તેથી તેને કેટાબોલિક કરતાં એમ્ફિબોલિક પથ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

જારક શ્વસનમાં O_2 વપરાય છે અને CO_2 મુક્ત થાય છે. શ્વસન દરમિયાન મુક્ત થતા CO_2 અને વપરાતા O_2 ના ગુણોત્તરને શ્વસનાંક (RQ) કહે છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) TCA ચક્ર ક્યાં થાય છે ?

(અ) કણાભસૂત્ર ◯ (બ) હરિતકણ ◯ (ક) કોષરસ ◯ (ડ) પેરૉક્સિસોમ ◯

(2) ગ્લાયકોલિસિસ પછી થતી અજારક શ્વસનની પ્રક્રિયા :

(અ) ETS ◯ (બ) કેલ્વિનચક્ર ◯

(ક) ક્રેબ્સચક્ર ◯ (ડ) આમાંથી એકેય નહિ. ◯

(3) આથવણની અંતિમ પેદાશ :

(અ) O_2 અને એસિટાલ્ડિહાઇડ ◯ (બ) O_2 અને ઇથાઇલ આલ્કોહૉલ ◯

(ક) CO_2 અને ઇથાઇલ આલ્કોહૉલ ◯ (ડ) CO_2 અને એસિટાલ્ડિહાઇડ ◯

(4) વીજાણુ પરિવહનતંત્રનું કણાભસૂત્રમાં સ્થાન :

(અ) બાહ્યપટલ ◯ (બ) અંતઃક્રિસ્ટી અવકાશ ◯

(ક) અંતઃપટલ ◯ (ડ) અંતઃપટલ અવકાશ ◯

(5) યીસ્ટના કોષોમાં આથવણ દરમિયાન શેના આથવણથી આલ્કોહોલનું નિર્માણ થાય છે.

(અ) પ્રોટીન ◯ (બ) લિપિડ ◯ (ક) શર્કરા ◯ (ડ) ન્યુક્લિઇક ઍસિડ ◯

(6) ગ્લાયકોલિસિસ અને ક્રેબ્સચક્ર વચ્ચેનું મધ્યસ્થી સંયોજન :

(અ) મેલિક ઍસિડ ◯ (બ) પાયરુવિક ઍસિડ ◯

(ક) સક્સિનિક ઍસિડ ◯ (ડ) એસિટાઇલ CoA ◯

(7) ક્રેબ્સચક્રમાં FAD એ વીજાણુગ્રાહક તરીકે શેના રૂપાંતરથી ભાગ લે છે.

(અ) સક્સિનાઇલ CoAમાંથી સક્સિનિક ઍસિડ ◯

(બ) ફ્યુમેરિક ઍસિડમાંથી મેલિક ઍસિડ ◯

(ક) સક્સિનિક ઍસિડમાંથી ફ્યુમેરિક ઍસિડ ◯

(ડ) મેલિક ઍસિડમાંથી ઑક્ઝેલો એસિટિક ઍસિડ ◯

(8) ગ્લાયકોલિસિસની ઘટના થાય છે તે સ્થળ.

(અ) કણાભસૂત્ર ◯ (બ) કણાભસૂત્રની ક્રિસ્ટી ◯

(ક) કોષરસીય આધારક ◯ (ડ) કણાભસૂત્રનું અંતઃપટલ ◯

(9) ગ્લુકોઝનું ગ્લુકોઝ 6 - ફૉસ્ફેટમાં ફૉસ્ફોરીકરણ માટે જવાબદાર ઉત્સેચક :

(અ) ATPase ◯ (બ) હેક્ઝોકાઈનેઝ ◯

(ક) ડિહાઇડ્રોજિનેઝ ◯ (ડ) ઑક્સિડેઝ ◯

(10) ગ્લાયકોલિસિસ દરમિયાન ગ્લુકોઝના એક અણુમાંથી શેના 2 અણુ બને છે ?

(અ) એસિટાઇલ CoA ◯ (બ) પાયરુવિક ઍસિડ ◯

(ક) એસિટાલ્ડિહાઇડ ◯ (ડ) મેલિક ઍસિડ ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) ક્રેબ્સચક્રને TCA ચક્ર શા માટે કહે છે ?

(2) વ્યાખ્યાયિત કરો : શ્વસન; ગ્લાયકોલિસિસ

(3) વ્યાખ્યાયિત કરો : શક્તિગ્રાહી અને શક્તિત્યાગી ક્રિયાઓ

(4) ગ્લાયકોલિસિસ, ક્રેબ્સચક્ર અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરાયલેશનનું ક્રિયાસ્થાન જણાવો.

(5) શ્વસનનું રાસાયણિક સમીકરણ આપો.

(6) ક્રેબ્સચક્રનું રાસાયણિક સમીકરણ આપો.

(7) વ્યાખ્યાયિત કરો : અજારક શ્વસન

(8) વીજાણુ પરિવહનતંત્ર એટલે શું ?

(9) સુકોષકેન્દ્રી સજીવોમાં, ગ્લુકોઝના એક અણુનું ઑક્સિડેશન થવાથી કુલ કેટલા ATP અણુ બને છે ?

3. માગ્યા પ્રમાણે કરો :

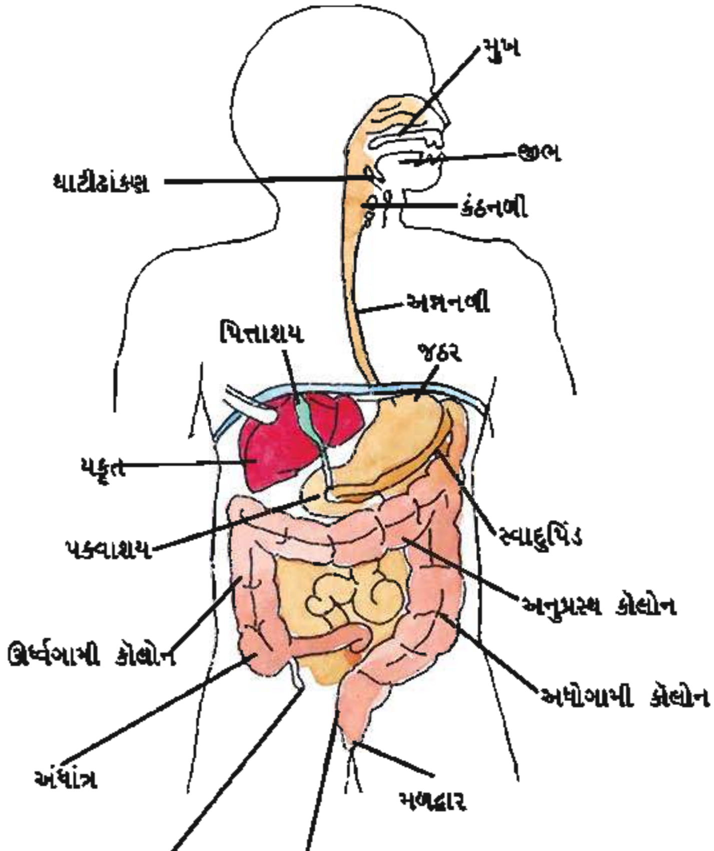
1. તફાવત આપો. જારક અને અજારક શ્વસન
2. વર્ણવો : શ્વસનાંક
3. ક્રેબ્સચક્રનું મહત્ત્વ શું છે ?
4. લેક્ટિક ઍસિડનું આથવણ વર્ણવો.
5. આલ્કોહૉલિક આથવણ વર્ણવો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

1. ગ્લાયકોલિસિસ વર્ણવો.
2. વર્ણવો : ક્રેબ્સચક્ર
3. સમજાવો : ઑક્સિડેટીવ ફૉસ્ફોરાયલેશનમાં સમાવિષ્ટ વિવિધ તબક્કાઓ
4. સમજાવો : વીજાણુ પરિવહનતંત્ર
5. ક્રેબ્સચક્રની આકૃતિ દોરો.

5

પાચન અને અભિશોષણ

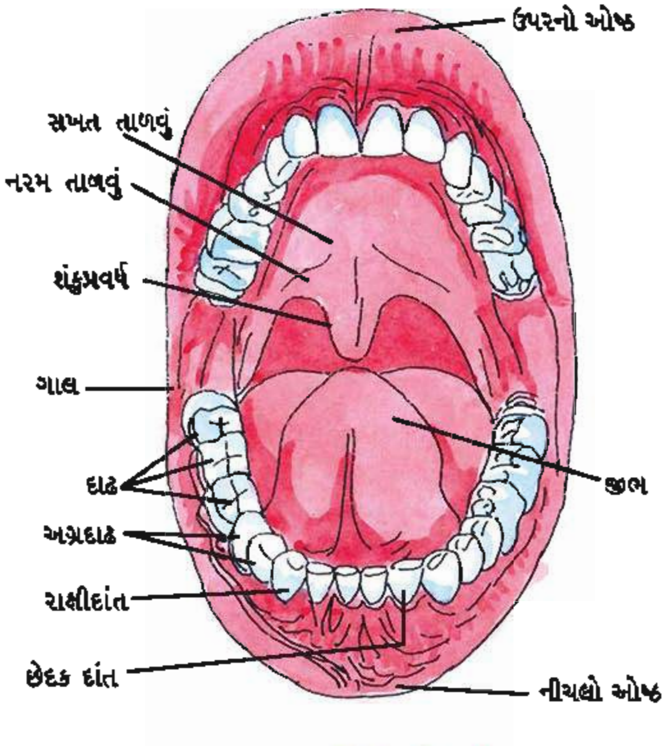


મનુષ્યના પાચનમાર્ગનાં અંગો દર્શાવતી આકૃતિ

શરીરને જરૂરી એવા સામાન્ય આહારઘટકો તરીકે કાર્બોદિતો (Carbohydrates), ચરબી (મેદ), નત્રલો (Proteins), વિટામિન્સ, ખનીજતત્ત્વો અને પાણી છે. આ ઘટકો પૈકી પાણી, ખનીજતત્ત્વો અને વિટામિન્સ તેના મૂળ સ્વરૂપે પરિપાચિત થતા હોય છે. પરંતુ જટિલ ઘટકો જ્યાં સુધી પરિપાચિત કરી શકાય તેવા સરળ ઘટકોમાં રૂપાંતરિત ના થાય ત્યાં સુધી પરિપાચનને યોગ્ય બનતા નથી. પાચનમાર્ગ દ્વારા સ્રવતા જુદા-જુદા જલવિચ્છેદ ઉત્સેચકો દ્વારા તેમનું બંધારણીય સ્વરૂપ સરળ બનાવાય છે. આ માર્ગ સ્નાયુલ નળી છે, જે વિવિધ ભાગોની બનેલી છે. જેવા કે મુખ, કંઠનળી, અન્નનળી, જઠર, પક્વાશય, નાનું આંતરડું, મોટું આંતરડું, મળાશય અને મળમાર્ગ. આ ઉપરાંત કેટલીક સહાયક પાચક ગ્રંથિઓ અને અંગો જેવી કે લાળગ્રંથિઓ, સ્વાદુપિંડ, પિત્તાશય, યકૃત તેમના સ્રાવો પાચનમાર્ગમાં ઠાલવી પાચનમાં મદદ કરે છે. આ અંગો ખોરાક ચાવવાની ક્રિયા, ગળવાની ક્રિયા, પાચન અને શોષણ જેવી ક્રિયાઓ સાથે અને શોષી ના શકાય તેવા ખોરાકમાંના ઘટકોનું બાહ્યોત્સર્જન સાથે સંકળાયેલાં છે.

મુખ :

મુખ મુખગુહામાં ખૂલે છે. તે હનુય અસ્થિ અને દાંતથી બંને બાજુઓથી ઘેરાયેલ હોય છે અને પાછળ મુખ કંઠનળી સાથે સંપર્કમાં હોય છે. મુખની છત સખત

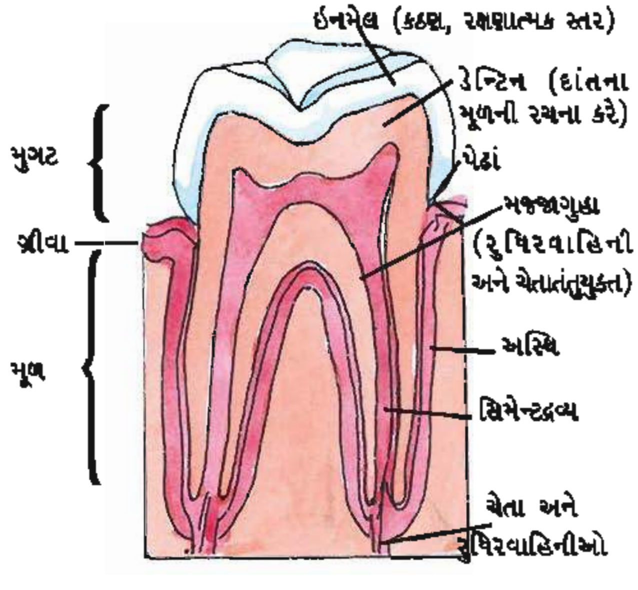


મનુષ્યના દાંતની ગોઠવણી

તાળવું રચે છે અને જીભ દ્વિતઅસ્થિ (hyoid bone) સાથે જોડાઈને તળિયે ગોઠવાયેલી હોય છે. ઓષ્ઠ એ સ્નાયુલ ગડીઓ છે જે મુખની બાહ્ય મુખ સપાટી (Oriface) ઉપર ચામડી દ્વારા આવરિત હોય છે, જ્યારે અંતઃસપાટી તરફ શ્લેષ્મકલાથી આચ્છાદિત હોય છે. તાળવું બે ભાગ ધરાવે છે : સખત તાળવું અને નરમ તાળવું. નરમ તાળવાની મધ્યે શંકુપ્રવર્ધ (Uvula) લટકતા હોય છે. ગાલ ચહેરાની માંસલ બાજુઓ રચે છે, જે હોઠો (ઓષ્ઠ) સાથે જોડાય છે.

મુખગુહામાં અનેક દાંત અને માંસલ જીભ હોય છે. દરેક દાંત જડબાનાં અસ્થિઓના ખાડામાં ખૂંપેલો હોય છે. આ પ્રકારના જોડાણવાળા દાંતને 'કૂપદંતી' કહે છે. દાંત બે પ્રકારનાં જૂથ ધરાવે છે. (કામચલાઉ જૂથ) દૂધિયા દાંત અને કાયમી દાંત.

દૂધિયા દાંત 20 હોય છે. દરેક જડબામાં દસ હોય છે. કાયમી દંતસંખ્યા બત્રીસ સુધી વધતી હોય છે. દરેક જડબામાં સોળ દાંત હોય છે, જેનો ક્રમ જોઈએ તો મધ્યમાં બે છેદક દાંત (Incisors = I), એક રાક્ષી દાંત (Canine = C), બે અગ્રદાઢ (Pre-molars = PM) અને ત્રણ દાઢ (Molars = M). દાંતની દરેક ઉપલા અને નીચલા જડબાના અર્ધ ભાગમાં રહેલી ગોઠવણીનો ક્રમ I, C, PM, M છે, જે $\frac{2123}{2123}$ દંતસૂત્રથી દર્શાવાય છે. આમ, મનુષ્યના બધા દાંત એકસરખા પ્રકારના નથી. આવા દાંત 'વિષમદંતી' (Heterodont) કહેવાય છે. કાયમી દાંત દૂધિયા દાંતને લગભગ છ વર્ષની ઉંમરે દૂર કરે છે. આ પ્રકારની દંતવ્યવસ્થાને પ્રતિસ્થાપી (Diphyodont) કહે છે.



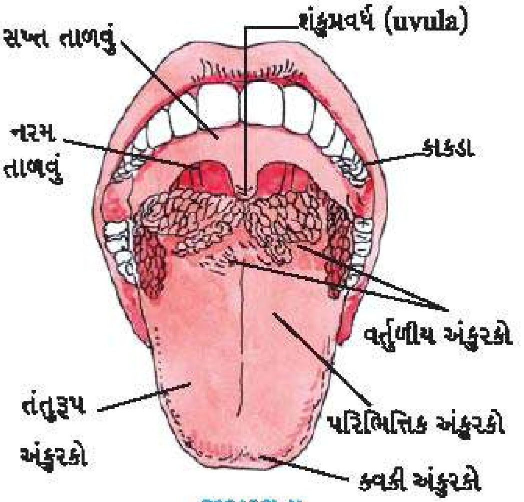
દાંતની રચના દર્શાવતો દાંતનો ઊભો છેદ

દરેક દાંત મુગટ (Crown), ગ્રીવા (Neck) અને મૂળ (Root) ધરાવે છે. મુગટ પેઢાં (Gum)ની ઉપર તરફ નીકળે છે. ગ્રીવા પેઢાથી આવરિત હોય છે અને મૂળ તેની નીચે તરફ હોય છે. મુગટ મજબૂત ઇનેમલનું બનેલું હોય છે. દાંત દંતધાતુ જેવા સખ્ત દ્રવ્યના બનેલા છે. તેની રચનામાં કેન્દ્રમાં દંતમજ્જાગુહા હોય છે. દંતમજ્જા તંતુઘટક પેશી, રુધિરવાહિનીઓ અને ચેતાઓ ધરાવે છે.

દાંતની મદદથી ચાવવાની ક્રિયા થાય છે. તે ઉપલા અને નીચલા જડબાની મદદથી હલનચલન કરી ખોરાક કાપવાની ને દળવાની ક્રિયા કરે છે, જેમાં જીભનું અને ગાલોનું હલનચલન ખોરાકને નરમ બનાવવામાં મદદરૂપ થાય છે.

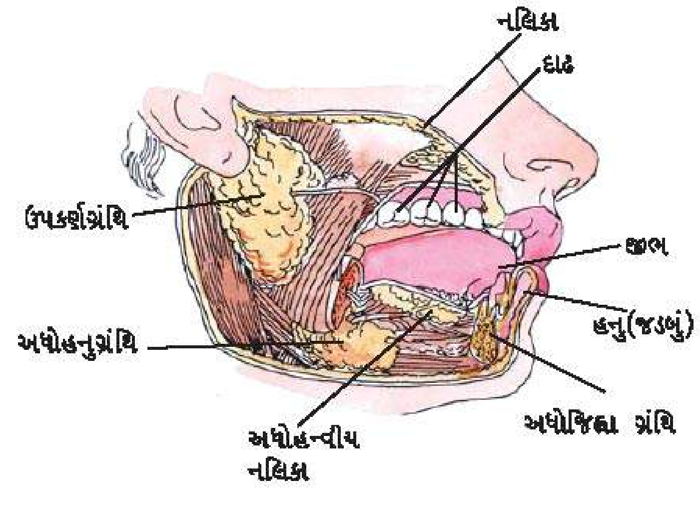
જીભ :

મનુષ્યની જીભ અડધી મુખમાં અને અડધી કંઠનળીમાં ગોઠવાયેલી છે. તે માંસલ અંગ છે અને ખોરાક ગળવામાં, સ્વાદ પારખવામાં અને બોલવામાં સંકળાયેલ છે. તે મુખગુહાના તલપ્રદેશમાં ફ્રેનુલમ દ્વારા જોડાયેલી છે. જીભના ઉપરી સ્તરમાં નાના અંકુર ઊપસેલા હોય છે. જે પૈકી કેટલાક સ્વાદાંકુર ધરાવે છે. ચાર પ્રકારના અંકુરો હોય છે : (i) પરિભિત્તિક અંકુરકો (Valate papillae) (ii) કવકી અંકુરકો (Fungiforom), (iii) તંતુરૂપ અંકુરકો (iv) સરળ અંકુરકો (Papillac simplices) માનવની જીભમાં શ્લેષ્મ (Muous) અને લસીયુક્ત (Serous) ગ્રંથિઓ પણ હોય છે.



જીભરચના

લાળગ્રંથિઓ :



લાળગ્રંથિઓ

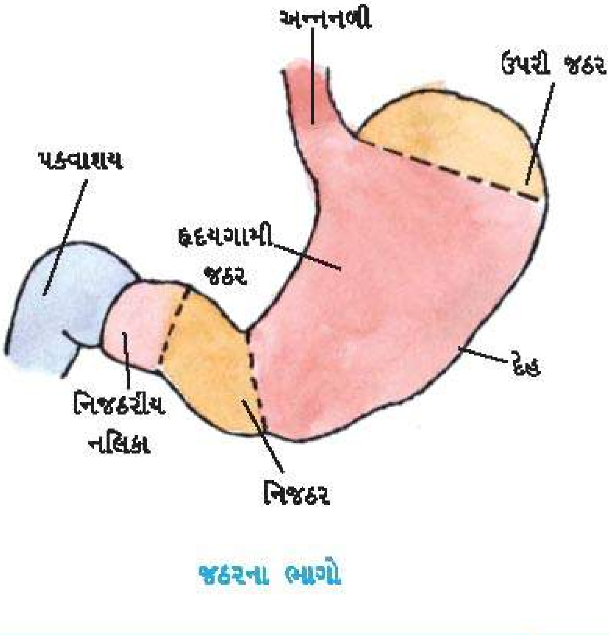
લાળગ્રંથિઓ કોથળીઓ જેવી કૂપિકાઓથી રચાયેલી હોય છે કે જે નાની ખંડિકાઓ રચે છે. દરેક કૂપિકાની નલિકાઓ ભેગી મળી મોટી નલિકા રચે છે, જે સ્રાવને મુખ્ય નલિકામાં ઠાલવે છે, જેના દ્વારા લાળસ્રાવ મુખમાં ઠલવાય છે. મુખ્ય લાળગ્રંથિઓ તરીકે ઉપકર્ણગ્રંથિ (Parotid), અધોહનુગ્રંથિ (Submandibula) અને અધોજિહ્વા ગ્રંથિ (Sublingual) છે. તેઓ જોડમાં હોય છે.

ઉપકર્ણગ્રંથિઓ સૌથી મોટી છે. જે દરેક કાનની નીચે દરેક બાજુએ સહેજ આગળ તરફ આવેલી છે. અધોહનુગ્રંથિઓ દરેક બાજુએ એ જડબાંનાં હાડકાં નીચે આવેલી છે. અધોજિહ્વા ગ્રંથિઓ જીભ નીચે હોય છે.

કંઠનળી અને અન્નનળી :

કંઠનળી એ નાક, મુખ અને સ્વરપેટીની પાછળ હોય છે. તે શંકુ આકારનો કલાયુક્ત માંસલ માર્ગ છે. તે આશરે 12.5 સેમી લાંબી હોય છે અને ત્રણ ભાગમાં વહેંચાયેલી છે. નાસિકા કંઠનળી (Nasopharynx) મુખીય કંઠનળી (Oral pharynx) અને સ્વરપેટી કંઠનળી (Laryngeal pharynx)

અન્નનળી 23થી 25 સેમી લાંબી, સ્નાયુલ નળી છે. તે શ્વાસનળી પાછળ અને કરોડસ્તંભની આગળ હોય છે. તે પર્શ્વ છેડેથી ગળા, ઉરસ અને ઉરોદરપટલ (Diaphragm)માંથી પસાર થઈ જઠરમાં ખૂલે છે. માંસલ મુદ્રિકાઓ અન્નનળીના જઠરમાં ખૂલતા દ્વારનું નિયમન કરે છે.



જઠરના ભાગો

જઠર :

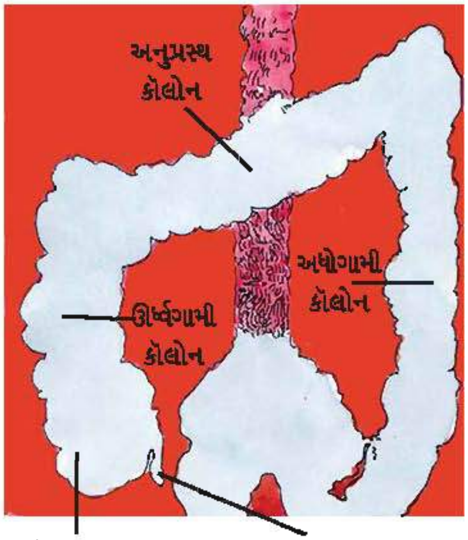
જઠર અન્નમાર્ગનો સૌથી વિસ્તૃત ભાગ છે. તે ઉદરમાં ઉપરી જઠરીય પ્રદેશમાં ઉરોદર પટલની નીચે હોય છે. તેના મુખ્ય ત્રણ વિસ્તાર છે. હૃદયગામી વિસ્તાર કે જેમાં અન્નનળી ખૂલતી હોય છે. ઉપરી જઠર તેનો મુખ્ય દેહ છે. નીચેનો નિજઠરનો અનુપ્રસ્થ વિસ્તાર. જઠર હૃદયગામી ભાગ દ્વારા અન્નનળી સાથે અને નિજઠર મુખ (Pyloric antrum) પક્વાશય સાથે જોડાણ ધરાવે છે.

નાનું આંતરડું :

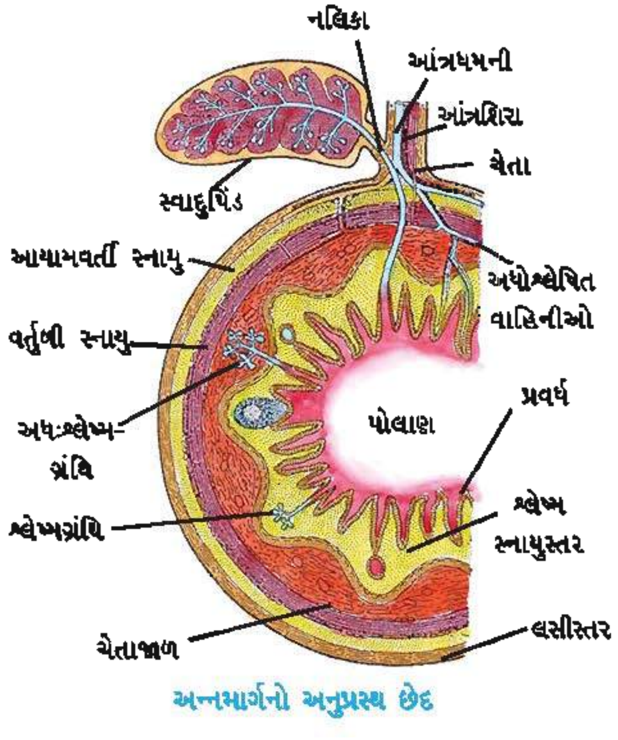
નાનું આંતરડું એ નળી છે, જે લગભગ 6.25 મીટર લાંબી છે. તે જઠરથી શરૂ થાય છે અને જ્યાં ઇલિયો-કેકલ વાલ્વ હોય છે, ત્યાં મોટા આંતરડા સાથે જોડાય છે. તે ઉદરના નાભિપ્રદેશમાં મોટા આંતરડાથી ઘેરાઈને આવેલું છે. તે ત્રણ વિસ્તારમાં વિભાજિત છે. 'U' આકારનું પક્વાશય, લાંબો ગૂંચળાદાર મધ્ય વિસ્તાર-મધ્યાંત્ર અને ખૂબ જ ગૂંચળાયુક્ત શેષાંત્ર. પિત્ત નલિકાઓ અને સ્વાદુપિંડનલિકાઓ સામાન્ય પિત્તનળી દ્વારા પક્વાશયમાં ખૂલે છે.

મોટું આંતરડું :

મોટું આંતરડું અથવા કોલોન આશરે 1.5 મીટર લાંબું છે. કોલોન બંધ કોથળી જેવી રચના ધરાવતા 'અંધાંત્ર'થી થાય છે કે જ્યાં આંત્રપુચ્છ જોડાયેલ હોય છે. અંધાંત્ર કોલોનમાં ખૂલે છે. કોલોન ત્રણ ભાગમાં વહેંચાયેલું છે : ઊર્ધ્વગામી ભાગ, અનુપ્રસ્થ ભાગ અને અધોગામી ભાગ. અધોગામી ભાગ મળાશયમાં ખૂલે છે, જે મળદ્વાર દ્વારા બહાર ખૂલે છે.



મોટું આંતરડું (બેરિયમ મિલ્ક સ્કીએગ્રામ)



અન્નમાર્ગનો અનુપ્રસ્થ છેદ

અન્નમાર્ગની દીવાલની પેશીય સંરચના :

અન્નમાર્ગ (પાચનનળી)ની દીવાલ ચાર સ્તરો ધરાવે છે - જેવાં કે લસીસ્તર (serosa), સ્નાયુસ્તર (muscularis), અધઃશ્લેષ્મસ્તર (sub mucosa) અને શ્લેષ્મસ્તર(mucosa).

લસીસ્તર સૌથી બહારનું સ્તર છે જે સંયોજક પેશી સાથેના પાતળા મિસોથેલિયમ (Mesothelium)નું બનેલું છે. સ્નાયુસ્તર સરળ સ્નાયુઓનું બનેલું છે, જે સામાન્ય રીતે અંદરની તરફ વર્તુળી સ્નાયુસ્તરથી અને બહારની તરફ આયામ સ્નાયુસ્તરથી ગોઠવાયેલું હોય છે. અધઃશ્લેષ્મસ્તર સરળ સંયોજક પેશીઓ, ચેતાઓ, રુધિરવાહિનીઓ અને લસિકાવાહિનીઓથી રચાય છે. પક્વાશયના અધઃશ્લેષ્મસ્તરમાં ગ્રંથિઓ પણ હોય છે. સૌથી અંદરનું સ્તર શ્લેષ્મસ્તર કહેવાય છે. આ સ્તર જઠરમાં અનિયમિત ગડીઓ અને નાના આંતરડામાં આંગળીઓ જેવા પ્રવર્ધો રચે છે, જેને રસાંકુરો કહે છે. રસાંકુરોના કોષો

અસંખ્ય સૂક્ષ્મ રસાંકુરો ધરાવે છે. રસાંકુરોને કેશવાહિનીઓનું જાળું અને મોટી લસિકાવાહિની (પયસ્વીની) પૂરી પાડેલી હોય છે. શ્લેષ્મસ્તરમાં શ્લેષ્મસ્રાવી કોષો (ગોબ્લેટ કોષો) હોય છે જે શ્લેષ્મનો સ્રાવ કરે છે. જઠરના શ્લેષ્મસ્તરમાં જઠરીય ગ્રંથિઓ હોય છે. આ ચારેય સ્તરો અન્નમાર્ગના વિવિધ ભાગોમાં ફેરફારો દર્શાવે છે.

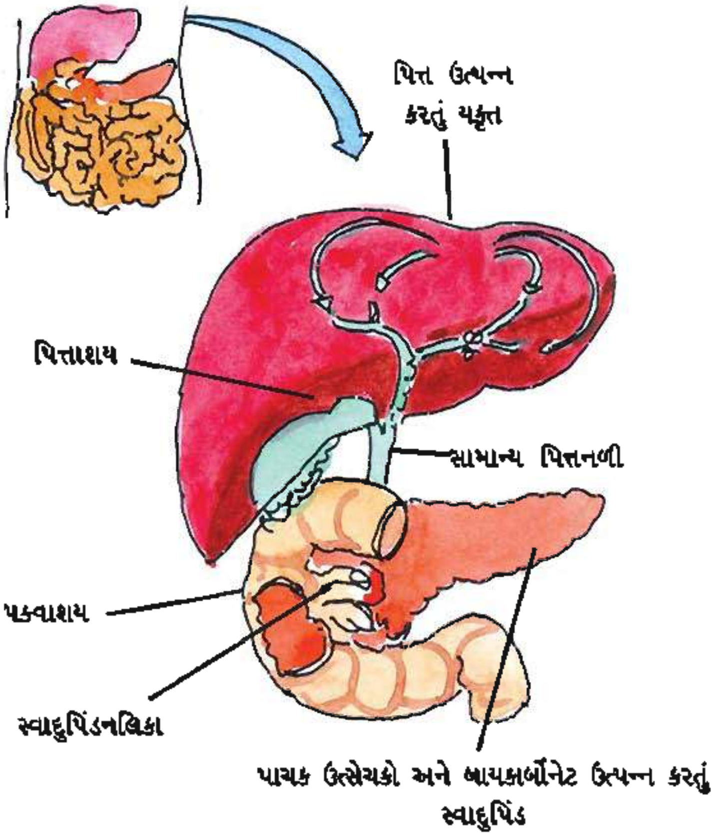
સહાયક પાચકગ્રંથિઓ :

પાચનમાર્ગ સાથે મુખ્ય ત્રણ સહાયક પાચકગ્રંથિઓ સંકળાયેલી છે : લાળગ્રંથિઓ, યકૃત અને સ્વાદુપિંડ.

યકૃત :

યકૃત શરીરમાં આવેલી મોટામાં મોટી ગ્રંથિ છે. માનવ યકૃત ફાચર (છીણી) આકારનું લાલ-બદામી રંગનું હોય છે. પુખ્ત મનુષ્યમાં તે 1.2થી 1.5 કિગ્રા વજન ધરાવે છે. તે મોટા જમણા ખંડ અને નાના ડાબા ખંડમાં વહેંચાયેલું છે. પાતળી સંયોજક પેશીનું આવરણ સમગ્ર યકૃતને ઢાંકે છે. તે ઉદરીયગુહામાં આવેલું છે. યકૃત ખંડિકાઓ યકૃતની રચનાત્મક અને ક્રિયાત્મક એકમો છે જે યકૃતકોષો ધરાવે છે કે જે મજબૂત હરોળના સ્વરૂપે ગોઠવાયેલા હોય છે. યકૃત કોષો દ્વારા સ્રવતો પિત્તરસ યકૃતનલિકાઓમાંથી પસાર થઈ અંતે પિત્તાશયમાં એકઠો થાય છે.

પિત્તાશયની નળી (પિત્તનલિકા = Cystic duct), યકૃતની યકૃતનલિકા સાથે મળી સામાન્ય પિત્તનલિકા રચે છે. આ પિત્તનલિકા અને સ્વાદુપિંડનલિકા સાથે મળી સામાન્ય યકૃત-સ્વાદુપિંડનલિકા તરીકે પક્વાશયમાં ખૂલે છે.



સહાયક પાચકગ્રંથિ (યકૃત અને સ્વાદુપિંડ)

સ્વાદુપિંડ :

તે નરમ, ખંડીય રાખોડી—આછા ગુલાબી રંગની ગ્રંથિ છે. તે સંયુક્ત પુષ્પગુચ્છયુક્ત જેવી દેખાતી ગ્રંથિ છે, જે લાળગ્રંથિઓની રચનાને ખૂબ મળતી આવે છે. તે 'U' આકારની રચનાવાળા પક્વાશયના પાશની વચ્ચે આવેલ છે. તે અંતઃસ્રાવી તેમજ બહિર્સ્રાવી ગ્રંથિ છે. તેનું બહિર્સ્રાવી ક્ષેત્ર ઉત્સેચકો ધરાવતું અને બેઝિક પ્રકારના સ્વાદુપિંડરસનો સ્રાવ કરે છે. જ્યારે અંતઃસ્રાવી ક્ષેત્ર ઈન્સ્યુલિન અને ગ્લુકેગોન જેવા અંતઃસ્રાવોનો સ્રાવ કરે છે.

પાચનમાર્ગના દરેક અંગનાં કાર્યો

મુખ (મુખગુહા)	• ચર્વણ (કાપવું અને દળવું) • ખોરાકને નરમ બનાવવાની ક્રિયાવિધિ
કંઠનળી	• ખોરાકને ગળવામાં મદદ કરે છે. • ખોરાકને અન્નનળીમાં મોકલે છે.
અન્નનળી	• ખોરાકને જઠરમાં મોકલે છે.
લાળગ્રંથિઓ	• તેની લાળ (ટાઇલિન) શર્કરા અને પકવેલા સ્ટાર્ચ ઉપર પ્રક્રિયા કરે છે.
જઠર	• તે હંગામી સંગ્રાહક તરીકે વર્તે છે. • જઠરરસ સાથે ખોરાકનું મિશ્રણ કરે છે. • બધા જ પ્રકારના ખોરાકઘટક પ્રવાહીરૂપ અને મિશ્રિત બનાવી આંત્રીય પાચન માટે તૈયાર કરે છે. • તેમાં જઠરપાક તૈયાર થાય છે. • પાણી, ક્ષારયુક્ત દ્રવ્ય, ગ્લુકોઝનું ઓછા જથ્થામાં અભિશોષણ
નાનું આંતરડું	• જઠરપાકમાંથી પૂર્ણપાકનું નિર્માણ અને તેનું અભિશોષણ
મોટું આંતરડું (કૉલોન)	• પાણી, ક્ષાર અને ગ્લુકોઝનું અભિશોષણ
મળાશય	• અર્ધઘટ્ટ મળના સંગ્રાહક તરીકે વર્તે છે.
યકૃત	• તેનો સંબંધ ચયાપચય સાથે છે. • તે શરીરની મોટામાં મોટી ગ્રંથિ તેમજ રાસાયણિક ફૅક્ટરી છે. • તે નકામાં ઉત્પાદનો અને ઝેરી દ્રવ્યોને પિત્ત અને મૂત્ર દ્વારા ઉત્સર્જિત થાય તેવાં બનાવે છે.
સ્વાદુપિંડ	• તેનું બહિર્સ્રાવી કાર્ય સ્વાદુરસનો સ્રાવ કરવાનું છે, જે સ્રાવ ઉત્સેચકો અને ઇલેક્ટ્રૉલાઇસ (Electrolytes) ધરાવે છે. • તેનું અંતઃસ્રાવી કાર્ય ઇન્સ્યુલિન અને ગ્લુકેગોન જેવા અંતઃસ્રાવોનો સ્રાવ કરવાનો છે.

પાચનતંત્રનાં કાર્યો :

- ખોરાકગ્રહણ
- ખોરાકનું પાચન
- વિવિધ પાચકરસોનો સ્રાવ
- પાણી, ક્ષારો, વિટામિન્સ અને પાચિત ખોરાકના અંતિમ ઘટકોનું અભિશોષણ
- ઉત્સર્ગ દ્રવ્યોનું ઉત્સર્જન

પાચકરસો

પાંચ પાચકરસો છે : લાળરસ, જઠરરસ, સ્વાદુરસ, આંત્રરસ અને પિત્તરસ. દરેકનાં બંધારણ અને કાર્યો કોઠામાં આપ્યાં છે.

પાચકરસનું નામ	બંધારણ	કાર્યો
લાળરસ (Saliva)	• પાણી (99.5%, ઘનદ્રવ્યો (0.5%) • અકાર્બનિક અને કાર્બનિક ક્ષારો, ટાઇલિન શ્લેષ્મ (Mucin) •	• મુખ ભીનું રાખે છે. કોળિયો બનાવવાની • ચર્વણની ક્રિયામાં મદદરૂપ થવું. સ્ટાર્ચનું માલ્ટોઝમાં વિઘટન કરાવે છે.
જઠરરસ	• પાણી (99.45%), ઘનદ્રવ્યો (0.55%) HCl (0.4 - 0.5 %) અકાર્બનિક અને કાર્બનિક ક્ષારો, શ્લેષ્મ, ઉત્સેચકો : પેપ્સિનોજન, રેનિન, લાઇપેઝ વગેરે	• પ્રોટીનનું પેપ્ટોન તથા પ્રોટીઓસીઝમાં રૂપાંતર • દૂધનું પાચન
સ્વાદુરસ	• અકાર્બનિક અને કાર્બનિક ઘટકો, ઉત્સેચકો : ટ્રિપ્સિનોજન, કાયમોટ્રિપ્સિનોજન, પ્રોકાર્બોક્સિપેપ્ટાઇડેઝ, ન્યુક્લિએઝ, લાઇપેઝ	• કાર્બોદિતો, પ્રોટીન્સ અને ચરબીનું પાચન તેમજ ન્યુક્લિઇક એસિડનું પાચન
પિત્તરસ	• અકાર્બનિક ક્ષારો, પિત્તક્ષારો, પિત્તરંજકો (બિલીરુબિન, બિલીવર્ડીન), કોલેસ્ટેરોલ વગેરે	• ચરબીના પૂર્ણ પાચન માટે મદદકર્તા • અમ્લીયતા દૂર કરે
આંત્રરસ	• પાણી (98.5%) અને ઘનદ્રવ્યો (1.5%) ક્રિયાશીલ સમૂહ : એન્ટેરોકાઇનેઝ ઉત્સેચકો : ઇરેપ્સીન, ન્યુક્લિઓટાઇડેઝ, સુક્રેઝ માલ્ટેઝ, લેક્ટેઝ, લાઇપેઝ	• બધા જ પ્રકારના ખોરાકનું પાચન

પાચન :

જટિલ ખોરાકનું પાચક ઉત્સેચકોની મદદથી સાદા અને અભિશોષણ યોગ્ય રૂપાંતરણ કરતી જૈવરાસાયણિક ક્રિયાને પાચન (Digestion) કહે છે.

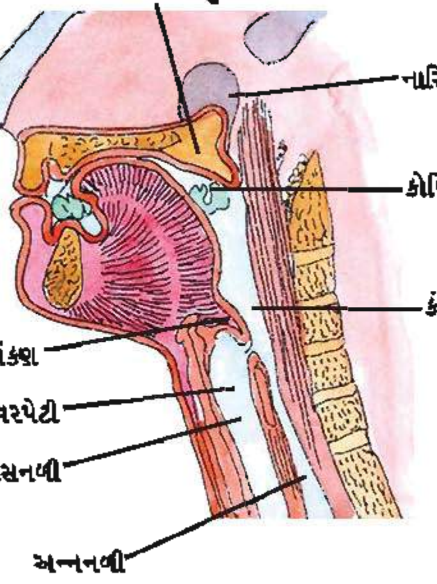
મુખમાં પાચન :

મુખગુહા મુખ્ય બે કાર્યો અનુસરે છે : ખોરાકનું ચર્વણ અને ગળવા યોગ્ય સ્વરૂપ તૈયાર કરવું.

લાળરસનો સૌથી અગત્યનો ઉત્સેચક ટાઇલિન (Ptylin) અથવા લાળયુક્ત એમાયલેઝ છે. પાચનની રાસાયણિક પ્રક્રિયાની શરૂઆત મુખગુહામાં કાર્બોદિતો સાથે જલવિભાજન ક્રિયાથી કરતા લાળ-એમાયલેઝ દ્વારા થાય છે. સ્ટાર્ચ સાથે જલવિભાજન થઈ માલ્ટોઝ બને છે. લાળમાં રહેલો લાઇસોઝાઇમ જીવાણુ પ્રતિરોધક તરીકે વર્તે છે અને ચેપને રોકે છે.

જઠરીય પાચન :

લાળ દ્વારા પાચન થયેલ અર્ધઘન ખોરાક જઠરમાં પહોંચે છે, જ્યાં તે જઠરની દીવાલના શ્લેષ્મસ્તર દ્વારા સ્રવિત જઠરરસના સંપર્કમાં આવે છે. જ્યારે ખોરાકદ્રવ્ય જઠરીય પોલાણમાં આવે ત્યારે નિજઠરીય ભાગ દ્વારા રુધિરમાં ગેસ્ટ્રીનનો સ્રાવ કરવામાં આવે છે. તે જઠરગ્રંથિઓને જઠરરસના સ્રાવ માટે ઉત્તેજે છે. જઠરરસનો સૌથી અગત્યનો ઉત્સેચક પેપ્સિન છે. (તેનો ગ્રીક શબ્દાર્થ થાય છે પાચન) જઠરરસમાં બીજા પણ ઉત્સેચકો હોય છે, જેવા કે રેનીન અને લાયપેઝ.



ખોરાકનો કોળિયો ગળવાની ક્રિયા

હાઈડ્રોક્લોરિક ઍસિડ જઠરરસના બંધારણનો સૌથી અગત્યનો ઘટક છે. HClનાં જઠરમાં અનેક કાર્યો છે. તે જઠરીય સમાવિષ્ટ દ્રવ્યનો pH ઘટાડી સાનુકૂળ ઍસિડિટી પૂરી પાડે છે, જેથી જઠરરસના ઉત્સેચકો પેપ્સિનોજન અને અન્ય પ્રોટિયોલાયટિક ઉત્સેચકો કાર્ય કરી શકે તે નિષ્ક્રિય પેપ્સિનોજનને સક્રિય પેપ્સિનમાં ફેરવે છે. તે મુખ દ્વારા દાખલ થયેલા જીવાણુ કે અન્ય પરોપજીવીઓનો નાશ કરે છે.

પેપ્સિનોજન
↓ HCl
પેપ્સિન
↓
પ્રોટીન્સ ⟶ પ્રોટીઓઝિસ + પેપ્ટોન્સ

માનવીના શૈશવકાળમાં તેના જઠરરસમાં રેનીન હોય છે. આ ઉત્સેચક કેસીન (મિલ્કપ્રોટીન)નું હાઇડ્રોલિસિસ કરી તેને દ્રાવ્ય પેરાકેસીનમાં ફેરવે છે. લાઈપેઝ ઉત્સેચકીય ક્રિયાથી ચરબીનું હાઇડ્રોલિસિસ કરે છે.

જઠરમાં ખોરાક 4-5 કલાક સંગ્રહ કરે છે. જઠરની દીવાલો દ્વારા વલોવવા જેવી હલનચલનની ક્રિયા થતાં ખોરાક અમ્લીય જઠરરસ સાથે ભળી જાય છે, જેને જઠરપાક કહે છે.

નાના આંતરડામાં પાચન :

અર્ધપાચિત ખોરાક-જઠરપાક (Chyme) નિજઠર દ્વારા આંતરડામાં આવે છે. નાના આંતરડામાં જઠરપાક ત્રણ જુદા-જુદા સ્રાવોના સંપર્કમાં આવે છે. સ્વાદુરસ, પિત્તરસ અને આંત્રરસ. સ્વાદુરસ નિષ્ક્રિય ઉત્સેચકો ધરાવે છે — ટ્રિપ્સિનોજન, કાયમોટ્રિપ્સિનોજન, પ્રોકાર્બોક્સિપેપ્ટાઈડેઝ, એમાયલેઝ, લાઈપેઝ અને ન્યુક્લિએઝ. આંત્રીય શ્લેષ્મસ્તર દ્વારા સ્રવતા એન્ટેરોકાઈનેઝ સહઉત્સેચકની મદદથી નિષ્ક્રિય ટ્રિપ્સિનોજન સક્રિય ટ્રિપ્સિનમાં ફેરવાય છે, જે અન્ય ઉત્સેચકોને સક્રિય કરે છે. ટ્રિપ્સિન સક્રિયપણે પ્રોટીઓઝિસ અને પેપ્ટોનનું પાચન કરે છે.

નિષ્ક્રિય ટ્રિપ્સિનોજન
↓ એન્ટેરોકાઈનેઝ
(પ્રોટીન્સ)
પ્રોટીઓઝિસ + પેપ્ટોન્સ —ટ્રિપ્સિન→ પોલિપેપ્ટાઈડ્ઝ, એમિનોએસિડ

કાયમોટ્રિપ્સિન તેના નિષ્ક્રિય સ્વરૂપ કાયમોટ્રિપ્સિનોજન તરીકે આવે છે. ટ્રિપ્સિનની હાજરીમાં, કાયમોટ્રિપ્સિનોજન કાયમોટ્રિપ્સિનમાં ફેરવાય છે.

નિષ્ક્રિય કાયમોટ્રિપ્સિનોજન
↓ ટ્રિપ્સિન
પ્રોટીઓઝિસ પોલિપેપ્ટાઈડ્ઝ —કાયમોટ્રિપ્સિન→ નાના પોલિપેપ્ટાઈડ
પેપ્ટોન્સ — થોડાક મુક્ત એમિનોએસિડ્ઝ

ટ્રિપ્સિનની હાજરીમાં પ્રોકાર્બોક્સિપેપ્ટાઈડેઝ કાર્બોક્સિપેપ્ટાઈડેઝમાં ફેરવાય છે કે જે પોલિપેપ્ટાઈડ્ઝ ઉપર ક્રિયા કરે છે.

પ્રોકાર્બોક્સિપેપ્ટિડેઝ
↓ ટ્રિપ્સિન
પોલિપેપ્ટાઈડ્ઝ —કાર્બોક્સિપેપ્ટિડેઝ→ પેપ્ટાઈડ એમિનોએસિડ

સ્વાદુરસમાં રહેલા એમાયલેઝ દ્વારા જઠરપાકના કાર્બોદિતોનું જળવિભાજન થતાં ડાયસેકેરાઇડ બને છે.

પોલિસેકેરાઇડ $\xrightarrow{\text{એમાયલેઝ}}$ ડાયસેકેરાઇડ

પિત્તરસની મદદથી લાઈપેઝ દ્વારા ચરબી ડાયગ્લિસરાઇડ અને મોનોગ્લિસરાઇડમાં વિભાજિત થાય છે.

ચરબી $\xrightarrow{\text{લાઈપેઝ}}$ ડાયગ્લિસરાઇડ $\longrightarrow$ મોનોગ્લિસરાઇડ્સ

ન્યુક્લિએઝ ન્યુક્લિક ઍસિડ પર અસર કરી તેમને ન્યુક્લિઓટાઇડ અને ન્યુક્લિઓસાઇડમાં ફેરવે છે.

ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાઓ દ્વારા પેદા થયેલાં અંત્ય ઉત્પાદનો પર ઉત્સેચકો પ્રક્રિયાઓ કરી દરેકને અભિશોષણ કરી શકાય તેવાં સ્વરૂપોમાં ફેરવે છે.

ડાયપેપ્ટાઇડ્ઝ $\xrightarrow{\text{ઈરેપ્સિન}}$ એમિનોએસિડ્સ

માલ્ટોઝ $\xrightarrow{\text{માલ્ટેઝ}}$ ગ્લુકોઝ + ગ્લુકોઝ

લેક્ટોઝ $\xrightarrow{\text{લેક્ટેઝ}}$ ગ્લુકોઝ + ગેલેક્ટોઝ

સુક્રોઝ $\xrightarrow{\text{સુક્રેઝ}}$ ગ્લુકોઝ + ફ્રુક્ટોઝ

ન્યુક્લિઓટાઇડ્ઝ $\xrightarrow{\text{ન્યુક્લિઓટાઈડેઝ}}$ ન્યુક્લિઓસાઇડ્ઝ $\xrightarrow{\text{ન્યુક્લિઓસાઈડેઝ}}$ શર્કરાઓ + બેઇઝિસ

ડાય અને મોનોગ્લિસરાઇડ્સ $\xrightarrow{\text{લાઈપેઝ}}$ ફેટિએસિડ + ગ્લિસરોલ

અપાચિત અને શોષી ન શકાય તેવાં દ્રવ્યો મોટા આંતરડામાં આવે છે. જે ઘટકો મોટા આંતરડામાં આવે છે, તેઓ વિપુલ પ્રમાણમાં પાણી ધરાવે છે. આ પાણીમાંનો મોટો જથ્થો મોટા આંતરડા દ્વારા શોષાય છે અને શેષ જથ્થો જેમાં ફેરવાય તેને મળ (Stool કે faees) કહે છે. મળત્યાગ થાય ત્યાં સુધી તે મળાશયમાં હંગામી સંગ્રહાય છે. મોટા આંતરડામાં કોઈ વિશિષ્ટ પાચનક્રિયા થતી નથી.

પાચનક્રિયામાં અંતઃસ્રાવોનો ફાળો			
	અંતઃસ્રાવ	સ્રાવી અંગ	કાર્ય
(1)	ગેસ્ટ્રિન	જઠરીય દીવાલ	જઠરગ્રંથિઓને ઉત્તેજિત કરી જઠરરસના સ્રાવને પ્રેરે.
(2)	પેન્ક્રિયોઝાઈમીન	પક્વાશયની દીવાલ	સ્વાદુપિંડને ઉત્તેજિત કરી સ્વાદુરસ પ્રેરે તથા સિક્રિટીનની સંયુક્ત અસર હેઠળ આંત્રરસ પ્રેરવામાં મદદ કરે.
(3)	સિક્રિટીન	પક્વાશયની દીવાલ	પેન્ક્રિયોઝાઈમીનની સંયુક્ત અસર હેઠળ સ્વાદુરસને તથા આંત્રરસને પ્રેરે.
(4)	કોલિસિસ્ટોકાઇનીન	પક્વાશયની દીવાલ	પિત્તાશયને ઉત્તેજિત કરી પિત્તરસ સ્રાવને પ્રેરે.
(5)	એન્ટેરોગેસ્ટ્રોન અથવા ગેસ્ટ્રિક ઇન્હિબીટરી પેપ્ટાઇડ (GIP)	પક્વાશયની દીવાલ	જઠરરસના સ્રાવને અવરોધે અને ગતિદાયકતાને બંધ કરે છે.

અભિશોષણ

જટિલ ખોરાકનાં દ્રવ્યો પોલિસેકેરાઇડ્સ, ચરબી, પ્રોટીન્સ કે જેઓ ઊંચો અણુભાર ધરાવે છે અને મોટા કદના અણુઓ હોઈ તેનું અભિશોષણ થતું નથી. પાચનમાર્ગમાં તેઓને પાચક ઉત્સેચકોની મદદથી જળવિભાજન દ્વારા નાના કદના કણોમાં ફેરવવામાં આવે છે. આ સરળ દ્રવ્યોનું ફરીથી સાદું સ્વરૂપ કરવાની જરૂર હોતી નથી અને તેવા જ સ્વરૂપે અભિશોષિત થાય છે. આમ, અભિશોષણ એવી પ્રક્રિયા છે જેમાં પાચનની અંત્ય પેદાશો આંતરડાના શ્લેષ્મસ્તરમાં પસાર થઈ રુધિર કે લસિકામાં આવે છે. તે અક્રિયાશીલ, સક્રિય કે સુલભ વહન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા અભિશોષણ કરાય છે. ગ્લુકોઝ જેવા મોનોસેકેરાઇડ, એમિનો-ઍસિડનો થોડોક જથ્થો સરળ પ્રસરણ દ્વારા શોષાય છે. જોકે કેટલાંક દ્રવ્યો જેવાં કે ફ્રુક્ટોઝ અને કેટલાક એમિનોઍસિડનું અભિશોષણ વાહક Na^+ દ્વારા થાય છે. પાણીનું વહન આસૃતિ-ઢોળાંશ આધીન હોય છે.

ગ્લિસરોલ જે સંપૂર્ણ જલ-દ્રાવ્ય હોવાથી તેના અભિશોષણમાં કોઈ મુશ્કેલી જણાતી નથી. પરંતુ ફેટિઍસિડ રુધિરમાં શોષી શકાતા નથી. તેઓ પ્રથમ નાનાં-નાનાં બિંદુસ્વરૂપોમાં વિભાજિત થાય છે, જેને મિશ્રણીય ઘટકો (micelles) કહે છે. તેઓ ફરીથી નાનાં તેલીબિંદુઓમાં ફેરવાય છે, જેને આમપાકકણો કહે છે, જે રસાંકુરોમાં આવેલી લસિકાવાહિનીઓ (પયસ્વીનીઓ)માં મોકલાવાય છે. આ લસિકાવાહિનીઓ આ અભિશોષિત દ્રવ્યોને તરત રુધિરપ્રવાહમાં મુક્ત કરે છે.

પાચનમાર્ગમાં વિવિધ ભાગો દ્વારા અભિશોષણ થાય છે, પરંતુ વધુ પ્રમાણમાં અભિશોષણ નાના આંતરડામાં થાય છે.

પાચનમાર્ગમાં થતી અનિયમિતતાઓ

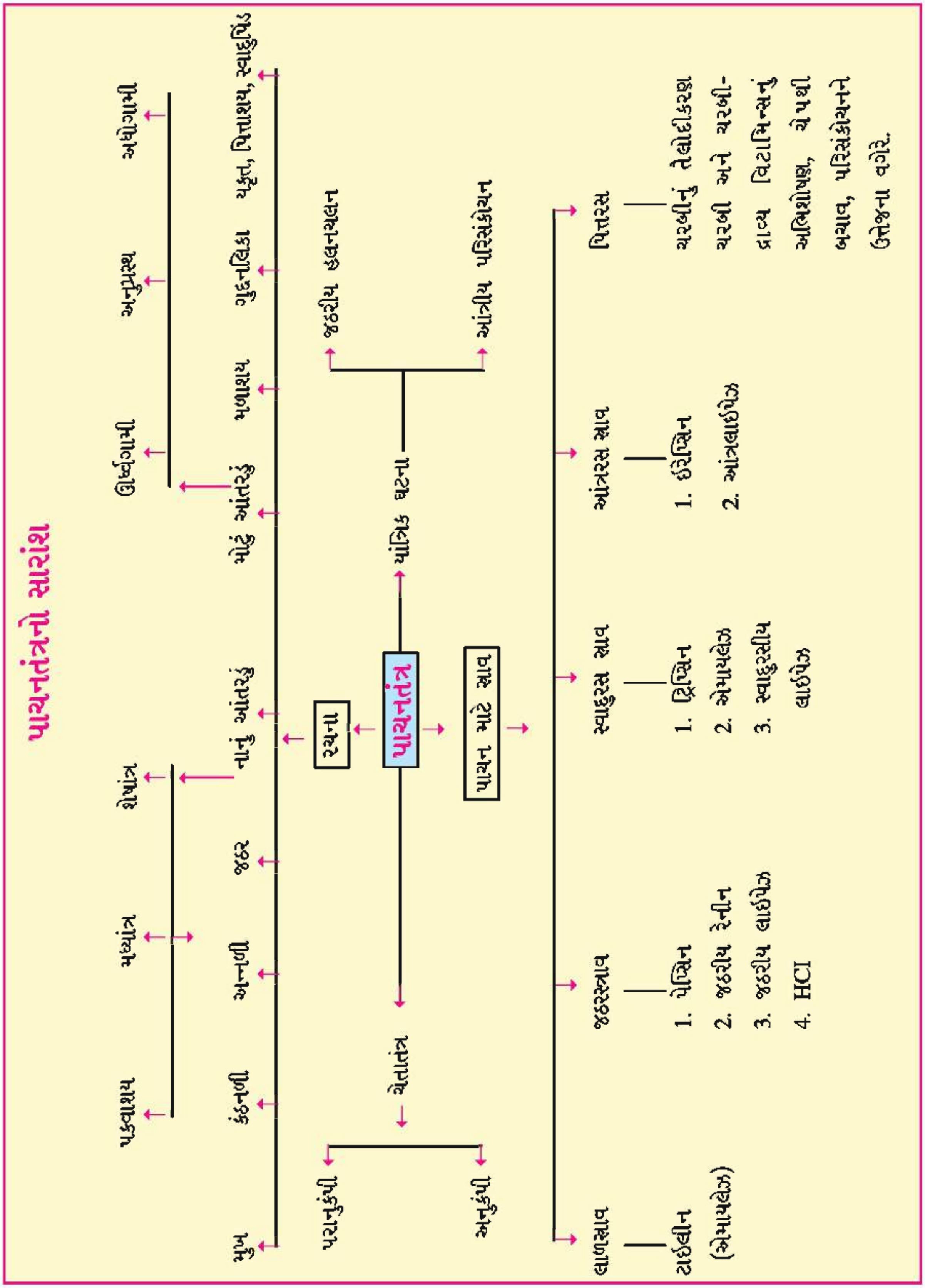
કેટલાક રોગો પોષણ સંબંધિત હોય છે ઉદાહરણરૂપ કેટલાક દેશોમાં ભૂખપીડિત લોકો ઘાતક કુપોષણના ભોગ બને છે જે ક્વૉશિયોકોર તરીકે ઓળખાય છે.

દર્દી મુખ દ્વારા પૂરતો ખોરાક નહીં લઈ શકવાનાં અનેક કારણો હોય છે. ઊબકા, પાચનશક્તિમાં ઘટાડો (appetite), ઊલટી જેવી ઘટનાઓ જઠરરોગને લીધે થતી હોય છે. કાકડા ઊભરાવવા (tansillitis)ની ઘટનામાં ખોરાક ગળવામાં મુશ્કેલી અનુભવાય છે. લકવાગ્રસ્ત મુખપ્રદેશના સ્નાયુઓ નબળા થતા ચાવવાની ક્રિયાની મુશ્કેલી સર્જાય છે. જઠરમાં સોજો ગેસ્ટ્રાઇટીસનું કારણ છે. સામાન્ય રીતે અસાધ્ય ગૅસ્ટ્રાઇટીસ ઝેરી ખોરાકની અસર દ્વારા થતી બળતરાથી થાય છે. જઠર કે આંતરડાના ખુલ્લા ભાગોમાં જઠરરસની અસરને લીધે પેપ્ટિક અલ્સર થાય છે. આવા રોગો માટે અનેક અન્ય કારણોનો સમાવેશ થાય છે, જેવાં કે અનિયમિત આહાર લેવો, માનસિક તાણ, ચિંતા, લાગણીઓનાં દબાણો. કૉલાઇટીસ અથવા કોલોન સોજો. અલ્સરાઇટીવ કૉલાઇટીસ-એ કૉલોનમાં પડતી ચાંદીઓ કે કૉલોન ફૂલવાની સાથે-સાથે લોહી અને ચીકાશયુક્ત ઝાડા થવા એ તેનાં લક્ષણો છે. ઊલટી થવા માટે પાચનમાર્ગના કોઈ ભાગમાં વિષઅસર, ગતિઅસર જેમકે વાહનમાં પ્રવાસ દરમિયાન થતી ઊલટી જેવાં કારણો જવાબદાર હોય છે.

કબજિયાત માટે ઘણાં કારણો છે, જેવાં કે આહારમાં ચરબી, પાણી, ફળ કે શાકભાજી નહીં લેવાતાં હોય, બાળકોમાં મળત્યાગની ખોટી ટેવ હોય. અપચા સાથે પણ તે સુસંગત છે. મળ મળાશયમાં પડી રહે છે.

કમળો : યકૃત અસરગ્રસ્ત થાય છે. ચામડી અને આંખોમાં પિત્તરંજકો જમા થતા તે પીળા દેખાય છે. તે થવાનાં કારણોમાં વધુ પડતાં પિત્તરંજકોનું ઉત્પાદન અથવા યકૃતકોષો પિત્તના સ્વરૂપ બદલવામાં કે ઉત્સર્જન કરવામાં નિષ્ફળ જવા (અસરગ્રસ્ત હિપેટાઇટીસ) અથવા સામાન્ય પિત્તનલિકામાં રહેલો અવરોધ હોઈ શકે.

ઝાડા (Diarrhoea) : પેટ હેઠળના ભાગનું અસામાન્ય આવર્તિક હલનચલન અને મળોત્સર્ગમાં પ્રવાહી વધુ જવાને ઝાડા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. તે ખોરાકના અભિશોષણને ઘટાડે છે.



સારાંશ

આપણા આહારમાં જટિલ ખાદ્યદ્રવ્યો સીધેસીધાં શોષાતાં નથી તેથી તેઓનું સરળ રચનાત્મક સ્વરૂપ થવું જરૂરી બને છે. તે અન્નમાર્ગમાં પાચન દ્વારા શક્ય બને છે. અન્નમાર્ગ મુખ, કંઠનળી, અન્નનળી, જઠર, પક્વાશય, નાનું આંતરડું, મોટું આંતરડું, મળાશય અને ગુદાનળી ધરાવે છે. આ ઉપરાંત સહાયક પાચકગ્રંથિઓ—લાળગ્રંથિઓ, યકૃત, સ્વાદુપિંડ પાચનક્રિયામાં

મદદરૂપ થાય છે. અન્નમાર્ગમાં વિવિધ ક્રિયાઓ થાય છે, જેવી કે ચાવવું, ગળવું, પાચન, અભિશોષણ અને મળોત્સર્ગ. દાંત અને જીભ પણ તેમાં ભાગ લે છે. કંઠનળી અને અન્નનળી ખોરાકદ્રવ્યને પસાર કરવાનું કાર્ય કરે છે. નાનું આંતરડું જઠર અને મોટા આંતરડાની વચ્ચે આવેલું છે. તે ત્રણ ભાગમાં વહેંચાયેલું છે : ઊર્ધ્વગામી, અનુપ્રસ્થ અને અધોગામી ભાગ. અન્નમાર્ગની દીવાલ ચાર સ્તરો ધરાવે છે, જેવા કે લસીસ્તર, સ્નાયુસ્તર, અધઃશ્લેષ્મસ્તર અને શ્લેષ્મસ્તર. પાંચ પાચકરસો છે : લાળરસ, જઠરરસ, સ્વાદુરસ, પિત્તરસ અને આંત્રરસ. લાળરસ સ્ટાર્ચને માલ્ટોઝમાં ફેરવે છે. જઠરરસ પ્રોટીનનું પેપ્ટોન સુધી પાચન કરે છે. સ્વાદુરસ કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ, પ્રોટીન્સ અને ચરબી પચાવે છે. આંત્રરસ બધા જ પ્રકારના ખોરાકનું પાચન કરે છે. આંતરડાના શ્લેષ્મસ્તર દ્વારા રુધિર અને લસિકામાં અભિશોષણ થાય છે. તે અક્રિયાશીલ, સક્રિય કે સુલભ વહનની પ્રક્રિયાઓ દ્વારા થાય છે. અન્નમાર્ગમાં કેટલીક અનિયમિતતાઓ થાય છે. જેવી કે ઊબકા, પાચનશક્તિમાં ઘટાડો, ઊલટી, ગૅસ્ટ્રાઇટીસ, પેપ્ટિક અલ્સર (ચાંદું), કૉલાઇટીસ, કબજિયાત, કમળો, ઝાડા વગેરે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) પાચનમાર્ગમાં કયાં પોષકદ્રવ્યો પરિપાચન લાયક બનાવાય છે ?

(અ) કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ, વિટામિન્સ, ચરબી ◯ (બ) ચરબી, પાણી, વિટામિન્સ ◯

(ક) પાણી, ખનીજતત્ત્વો, વિટામિન્સ ◯ (ડ) વિટામિન્સ, પાણી, પ્રોટીન્સ ◯

(2) કઈ ક્રિયા દ્વારા જટિલ ખોરાક સરળ બનાવાય છે ?

(અ) પરિપાચન ◯ (બ) પાચન ◯

(ક) ઉત્સર્જન ◯ (ડ) ચયાપચય ◯

(3) પાચનમાં ક્યા પ્રકારના ઉત્સેચકો ભાગ લે છે ?

(અ) હાઇડ્રોલેસીસ ◯ (બ) ઑક્સિડો-રિડકોટેઝ ◯

(ક) સિન્થેટેઝિસ ◯ (ડ) આયસોમરેઝિસ ◯

(4) 'X' એ વિધાન છે અને 'Y' એ કારણ છે. તે નીચે આપેલ છે. તેના વિશે તમારું મંતવ્ય આપો.

X – નાના આંતરડામાં માત્ર અભિશોષણ થાય છે. Y – આ ક્રિયા આંત્રરસને લીધે થાય છે.

(અ) X - ખોટું છે, Y - પણ ખોટું છે. ◯ (બ) X - સાચું છે, Y - સાચું છે. ◯

(ક) X - ખોટું છે, Y - સાચું છે. ◯ (ડ) X - સાચું છે, Y - ખોટું છે. ◯

(5) જોડકાં રચો :

કૉલમ I		કૉલમ II
(અ) લાળગ્રંથિ	(i)	ટ્રિપ્સિનોજન
(બ) જઠર	(ii)	પિત્તરંજકો
(ક) સ્વાદુપિંડ	(iii)	લાળરસ
(ડ) આંતરડું	(iv)	ઈરેપ્સીન
(E) પિત્તાશય	(v)	જઠરરસ

(અ) A-v, B-iii, C-i, D-ii, E-iv ◯ (બ) A-iii, B-v, C-i, D-iv, E-ii ◯

(ક) A-iv, B-iii, C-ii, D-i, E-v ◯ (ડ) A-v, B-i, C-ii, D-iii, E-iv ◯

(6) જડબાના અસ્થિના ખાડામાં દાંતના જોડાણને શું કહે છે ?

(અ) વિષમદંતી ◯ (બ) પ્રતિસ્થાપી ◯

(ક) સમદંતી ◯ (ડ) કૂપદંતી ◯

(7) બાળકમાં દૂધિયા દાંત કેટલા હોય છે ?

(અ) 32 ◯ (બ) 20 ◯ (ક) 16 ◯ (ડ) 40 ◯

(8) માનવીના દરેક જડબામાં કેટલા કાયમી દાંત હોય છે ?

(અ) 08 ◯ (બ) 32 ◯ (ક) 20 ◯ (ડ) 16 ◯

(9) પુખ્ત માનવીનું દંતસૂત્ર છે.......

(અ) $\frac{2321}{2321}$ ◯ (બ) $\frac{1632}{1632}$ ◯ (ક) $\frac{2123}{2123}$ ◯ (ડ) $\frac{3216}{3216}$ ◯

(10) માણસની જીભમાં સામાન્ય રીતે કેટલા રસાંકુરો હોય છે ?

(અ) 3 ◯ (બ) 2 ◯ (ક) 4 ◯ (ડ) 6 ◯

(11) માણસમાં મોટામાં મોટી લાળગ્રંથિ કઈ છે ?

(અ) ઉપકર્ણ ગ્રંથિ ◯ (બ) અધોહનુ ગ્રંથિ ◯

(ક) અધોજિહ્વા ગ્રંથિ ◯ (ડ) તેઓ પૈકી એક પણ નહિ. ◯

(12) પાચનમાર્ગના કયા અંગમાં પિત્ત અને સ્વાદુપિંડનલિકા મળીને ખૂલે છે ?

(અ) ઉપરી જઠર ◯ (બ) મધ્યાંત્ર ◯

(ક) પક્વાશય ◯ (ડ) અંધાંત્ર ◯

(13) પાચનમાર્ગના સૌથી અંદરનું સ્તર...

(અ) લસીસ્તર ◯ (બ) શ્લેષ્મસ્તર ◯

(ક) અધઃશ્લેષ્મ ◯ (ડ) સ્નાયુસ્તર ◯

(14) માનવશરીરમાં સૌથી મોટી ગ્રંથિ કઈ ?

(અ) ઉપકર્ણ ગ્રંથિ ◯ (બ) સ્વાદુપિંડ ◯

(ક) યકૃત ◯ (ડ) જઠરગ્રંથિ ◯

(15) યકૃતકોષો પિત્તરસનો સ્રાવ કરે છે, પરંતુ કયું અંગ તેનો સંગ્રહ કરે છે ?

(અ) મૂત્રાશય ◯ (બ) સ્વાદુપિંડ ◯

(ક) પક્વાશય ◯ (ડ) પિત્તાશય ◯

(16) કઈ ગ્રંથિ બાહ્ય તેમજ અંતઃસ્રાવી ગ્રંથિ તરીકે ઓળખાય છે ?

(અ) સ્વાદુપિંડ ◯ (બ) લાળગ્રંથિ ◯

(ક) યકૃત ◯ (ડ) પિચ્યુટરી ગ્રંથિ ◯

(17) ટાઇલિન ક્યા પાચકરસમાં હોય છે ?

(અ) આંત્રરસ ◯ (બ) લાળ ◯

(ક) જઠરરસ ◯ (ડ) સ્વાદુરસ ◯

(18) પાચનમાર્ગના કયા અંગમાં જઠરપાકનું પાચન અને અભિશોષણ થાય છે ?

(અ) જઠર ◯ (બ) નાનું આંતરડું ◯

(ક) મોટું આંતરડું ◯ (ડ) ગુદનલિકા ◯

(19) શરીરનું કયું અંગ મોટામાં મોટી રાસાયણિક ફૅક્ટરી તરીકે ઓળખાય છે ?

(અ) સ્વાદુપિંડ ◯ (બ) જઠર ◯

(ક) યકૃત ◯ (ડ) પક્વાશય ◯

(20) અન્નમાર્ગના કયા અંગમાં સ્ટાર્ચનું માલ્ટોઝમાં હાયડ્રોલાઇઝ્ડ (જલવિભાજન) થાય છે ?

(અ) મુખ ◯ (બ) જઠર ◯ (ક) નાનું આંતરડું ◯ (ડ) યકૃત ◯

(21) ટ્રિપ્સિનોજન કયા ઉત્સેચકને લીધે ક્રિયાશીલ બને છે ?

(અ) ટાઇલિન ◯ (બ) એન્ટેરોકાઇનેઝ ◯

(ક) કાયમોટ્રિપ્સિનોજન ◯ (ડ) કાયમોટ્રિપ્સિન ◯

(22) પાચનતંત્રમાં અનિયમિત આહાર, માનસિક તાણ, ચિંતા અને લાગણી—દબાણથી કઈ અનિયમિતતા સર્જાય છે ?

(અ) ઊલટી ◯ (બ) કમળો ◯ (ક) પેપ્ટિક અલ્સર ◯ (ડ) ડાયેરિયા ◯

2. માગ્યા મુજબ કરો :

(1) માનવમુખની દંતરચના સમજાવો.

(2) લાળગ્રંથિઓનો ફાળો

(3) જઠરનું સ્થાન અને ભાગો

(4) પાચનતંત્રનાં કાર્યો

3. ટૂંક નોંધ લખો :

(1) યકૃત (2) અભિશોષણ

(3) જઠરરસ (4) ચરબીનું પાચન

4. ફક્ત આકૃતિ દોરો અને નામનિર્દેશન કરો :

(1) મનુષ્યનો પાચનમાર્ગ

(2) પાચનમાર્ગની પેશીય સંરચના

5. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) પાચન એટલે શું ? પક્વાશયમાં થતું ચરબીનું પાચન વર્ણવો.

(2) પાચકરસોના ઘટકો આપી તેમનો પાચનક્રિયામાં ફાળો લખો.

6. વ્યાખ્યાઓ આપો :

પાચન, અભિશોષણ, દંતવિન્યાસ

7. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો.

(1) આહારનું પાચન શા માટે જરૂરી છે ?

(2) પ્રોટીઓલાયટિક ઉત્સેચકો કયા છે ?

(3) માણસના મુખમાં કયા પ્રકારના દાંત હોય છે ?

(4) માણસના મુખમાં આવેલી લાળગ્રંથિઓનાં નામ આપો.

(5) જઠરની દીવાલમાં કયા પ્રકારના સ્નાયુઓ હોય છે ?

(6) રસાંકુરો (પ્રવર્ધો)નાં કાર્યો શું છે ?

(7) સ્વાદુરસમાં કયા ઉત્સેચકો હોય છે ?

(8) પાચનતંત્રની અનિયમિતતાઓનાં નામ આપો.

6

શ્વાસોચ્છ્વાસ અને વાયુઓની આપ-લે

ચયાપચય એ દરેક સજીવોની આવશ્યક ક્રિયા છે. શક્તિ ઉત્પન્ન કરવા અપચય થાય છે કે જેનો બધી પ્રક્રિયાઓમાં ઉપયોગ થાય છે. કોષીય શ્વસન એ અપચયનો ભાગ છે, જ્યાં સામાન્ય રીતે ગ્લાયકોલિસિસ, ટ્રાયકાર્બોક્સિલિક ઍસિડચક્ર (TCA ચક્ર) અને ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરાયલેશન દ્વારા ગ્લુકોઝનું ઑક્સિડેશન થાય છે. આ પ્રક્રિયા દરમિયાન CO_2 ઉત્પન્ન થાય છે, જે કોષ માટે વિષકારી છે. તેથી કોષ માટે તેને દૂર કરવો જરૂરી છે. તેવી જ રીતે ઑક્સિડેટિવ ફૉસ્ફોરાયલેશન માટે કોષને ઑક્સિજન મેળવવો આવશ્યક છે. આમ, CO_2ને દૂર કરવા અને O_2ને મેળવવા વિશિષ્ટ તંત્રની જરૂરિયાત પડે છે, જે શ્વસનતંત્ર દ્વારા શક્ય બને છે. આ તંત્રને મુખ્ય બે માર્ગ છે : શ્વાસ અને ઉચ્છ્વાસ જ્યાં અનુક્રમે O_2નું ગ્રહણ અને CO_2નો નિકાલ થાય છે. આ વાયુઓની આપ-લે બે સ્તરો સમીપે થાય છે : કોષીય સ્તર અને ફુપ્ફુસીય સ્તર. આ સમગ્ર પ્રક્રિયા 'શ્વસન'ના મથાળા નીચે આવે છે. કોષોને તેનું અસ્તિત્વ ટકાવી રાખવાની જરૂરી પ્રક્રિયા કરવાં ઑક્સિજન સતત મળતો રહે તે જરૂરી છે. આમાંની ઘણી પ્રક્રિયાઓ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ મુક્ત કરે છે. માનવશરીરમાં O_2 પૂરો પાડવા અને CO_2 દૂર કરવા પરિવહનતંત્ર અને શ્વસનતંત્ર આવેલાં હોય છે. આપણે સૌપ્રથમ શ્વસનતંત્રનો ફાળો અને સાથે તેની રચના જોઈએ. શ્વસનતંત્ર વાયુઓની વાતાવરણ અને રુધિર વચ્ચે આપ-લે થાય તેવાં અંગો ધરાવે છે. જ્યાં રુધિર વાયુઓને ફેફસાં અને કોષો વચ્ચે વહન કરે છે. આમ, એકંદરે વાતાવરણ, રુધિર અને કોષો વચ્ચે વાયુઓની આપ-લે સામાન્ય રીતે 'શ્વસન' કહે છે.

શ્વસનતંત્ર : માનવના શ્વસનતંત્રમાં નાક, કંઠનળી, સ્વરપેટી, શ્વાસનળી, શ્વાસવાહિની અને ફેફસાંનો સમાવેશ થાય છે.

નાક : નાક એ ચહેરાની બહાર ઊપસી આવેલો ભાગ છે. તેનો અંદરનો ભાગ (ખોપરી) અસ્થિથી ઢંકાયેલો હોય છે. તે બાહ્યનાસિકા છિદ્રો, નાસિકાકોટર અને અંતઃનાસિકા છિદ્રોમાં વિભાજિત થાય છે.

બાહ્યનાસિકા છિદ્ર : બાહ્ય નાકની નીચેની સપાટીએ બે છિદ્રો ખૂલે છે, જેને બાહ્યનાસિકા છિદ્રો કહે છે. આ બે નાસિકાછિદ્રો પટલ દ્વારા જુદાં પડે છે.

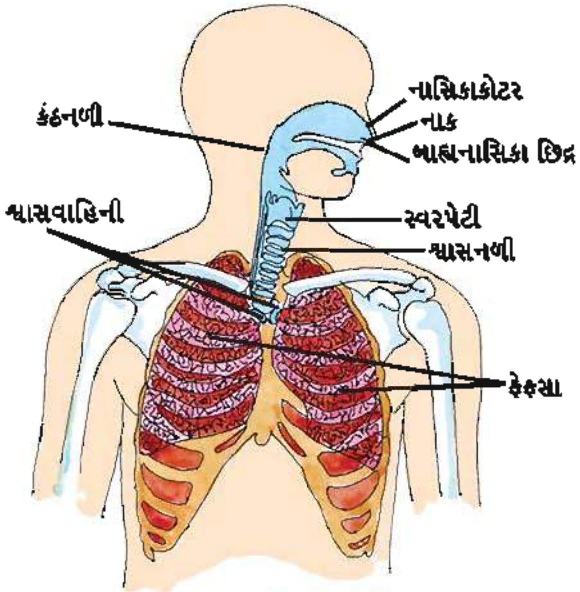
નાસિકાકોટર : નાકનો અંદરનો ભાગ એ (ખોપરી) અસ્થિથી ઘેરાયેલ મોટી ગુહા છે. અગ્ર બાજુએ તે બાહ્ય નાસિકાછિદ્ર દ્વારા ખૂલે છે અને પશ્ચ બાજુએ કંઠનળી સાથે અંતઃનાસિકા છિદ્ર દ્વારા જોડાયેલા હોય છે. આ બે નાસિકાકોટરો પણ નાસિકાપટલ દ્વારા એકબીજાથી જુદા પડે છે. આ દરેક નાસિકાકોટર ત્રણ પ્રદેશોમાં વિભાજિત થાય છે. નીચેનાને વેસ્ટીબ્યુલર પ્રદેશ (પ્રઘ્રાણ પ્રદેશ), મધ્યમાં શ્વસનપ્રદેશ, ઉપરનો ઘ્રાણપ્રદેશ કહે છે.

કંઠનળી : કંઠનળી એ 12.5 સેમી લાંબી નળી છે, જે હવા અને ખોરાકના વહન માર્ગ તરીકે વર્તે છે. કંઠનળી ત્રણ ભાગોમાં વિભાજિત થાય છે :

(i) નાસિકા-કંઠનળી : તે કંઠનળીનો સૌથી ઉપરનો ભાગ છે.

(ii) મુખ-કંઠનળી : મુખગુહાની પાછળ આવેલો કંઠનળીનો દ્વિતીય ભાગ છે.

(iii) સ્વર-કંઠનળી : કંઠનળીનો સૌથી નીચેનો ભાગ છે, જે નીચે તરફ આગળ વધી પશ્ચ બાજુએ અન્નનળીમાં અને અગ્ર બાજુએ સ્વરપેટીમાં ખૂલે છે.



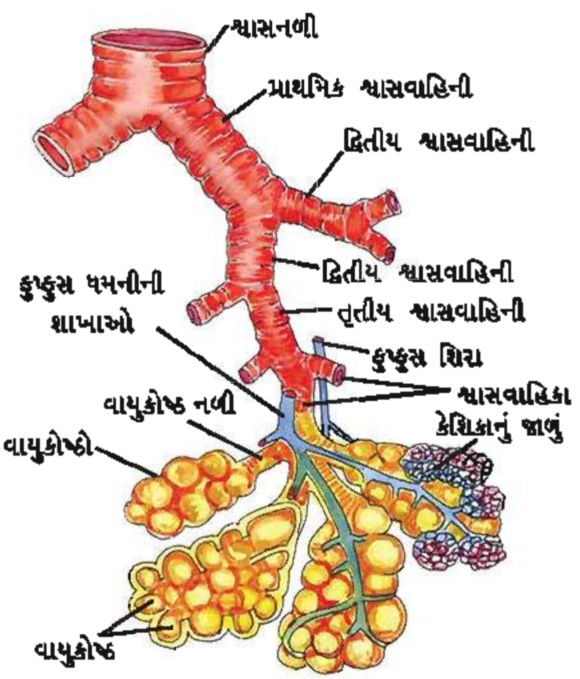
શ્વસનતંત્રનાં અંગો

સ્વરપેટી : સ્વરપેટીએ એવો માર્ગ છે કે જે કંઠનળીને શ્વાસનળી સાથે જોડે છે. સ્વરપેટીની ઉપરની બાજુએ આવેલ પર્ણ આકારના કાસ્થિના ટુકડા જેવા ભાગ હોય છે, જે ગળવાની ક્રિયા સિવાય કાયમી ખુલ્લા રહે છે. તેને ઘાંટી ઢાંકણ કહે છે. સ્વરપેટીનું શ્લેષ્મસ્તર સ્વરદંડ (Vocal cords) ધરાવે છે. તે કંપન ક્ષમતા ધરાવે છે. આ ક્ષમતાથી અવાજ પેદા થાય છે.

શ્વાસનળી : શ્વાસનળી 12 સેમી લાંબી અને 2.5 સેમી ઘેરાવો ધરાવે છે. તે સ્વરપેટીથી ઉરસીય ગુહાના મધ્ય ભાગ સુધી લંબાયેલી હોય છે, જ્યાં તે જમણી અને ડાબી પ્રાથમિક શ્વાસવાહિનીઓમાં વિભાજિત થાય છે. તે વાયુનો નલિકામય વહનમાર્ગ છે.

જમણી શ્વાસવાહિની જમણા ફેફસામાં અને ડાબી શ્વાસવાહિની ડાબા ફેફસામાં વિભાજિત થઈ દાખલ થાય છે. જમણી પ્રાથમિક શ્વાસવાહિની ડાબી કરતાં વધુ સીધી, ટૂંકી અને પહોળી હોય છે. શ્વાસનળી અને શ્વાસવાહિની તેની લંબાઈ અનુલક્ષીને નજીક-નજીકના અંતરે 'C' આકારની કાસ્થિમય કડી ધરાવે છે. તે શ્વસનમાર્ગને ખુલ્લો રાખે છે અને તેને રૂંધાતો અટકાવે છે.

જ્યારે પ્રાથમિક શ્વાસવાહિનીઓ ફેફસાંમાં પ્રવેશી નાની શ્વાસવાહિનીઓમાં વિભાજિત થાય છે, જેને દ્વિતીયક શ્વાસવાહિનીઓ કહે છે, જે ફેફસાંના દરેક ખંડ માટે હોય છે. આ દ્વિતીય શ્વાસવાહિનીઓ સતત શાખિત બનતી જાય છે અને વધુ નાની શ્વાસવાહિનીનુ નિર્માણ કરે છે, જેને તૃતીય અથવા ખંડીય શ્વાસવાહિનીઓ કહે છે. આ શ્વાસવાહિનીઓ, શ્વાસવાહિકાઓમાં વિભાજિત થાય છે. શ્વાસવાહિકાઓ તેનાથી નાની નલિકાઓમાં વિભાજિત થાય છે. જેને અંત્ય શ્વાસવાહિકાઓ કહે છે અને જે અંતે ફેફસાંના વાયુકોષ્ઠમાં અંત પામે છે. દરેક ફેફસાંમાં લાખોની સંખ્યામાં



શ્વાસવાહિની વૃક્ષ

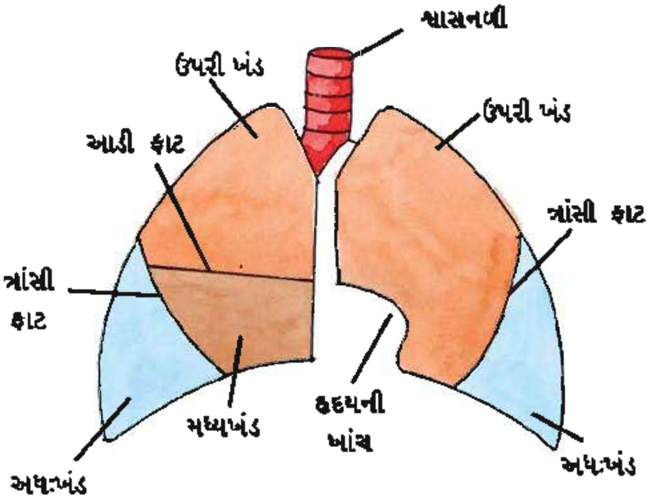
વાયુકોષ્ઠ આવેલા હોય છે. દરેક વાયુકોષ્ઠએ કોટર જેવી રચના છે. જે ફુપ્ફુસીય કોષોથી ઘેરાયેલી અને તેની ફરતે રુધિરકેશિકાઓનું જાળું આવેલ હોય છે.

શ્વાસનળીની શાખાઓ જેવી કે પ્રાથમિક શ્વાસવાહિની, દ્વિતીય શ્વાસવાહિની, તૃતીય શ્વાસવાહિની, શ્વાસવાહિકા અને અંત્ય શ્વાસવાહિકાથી રચાતી રચનાને સામાન્ય રીતે 'શ્વાસવાહિની વૃક્ષ' તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

ફેફસાં : જોડમાં આવેલાં ફેફસાં શંકુ આકારનાં અંગ છે, જે ઉરસીય ગુહામાં આવેલાં છે. તે પાંસળી-પિંજર દ્વારા રક્ષાયેલ હોય છે. ઉરોદરપટલ તેની નીચે સ્થાન પામેલ છે. ડાબું ફેફસું, જમણા કરતાં સાધારણ નાનું અને હલકું હોય છે. દરેક ફેફસું સંયુક્ત રીતે કહેવાતાં ફેફસાંવરણ (ફુપ્ફુસ આવરણ) દ્વારા આવરિત હોય છે. બાહ્ય આવરણ ઉરસીય ગુહાની દીવાલ સાથે જોડાયેલ હોય છે. જ્યારે અંદરનું સ્તર તેની જાતે જ ફેફસાંને ઘેરે છે. બે સ્તરો વચ્ચેનો અવકાશ આવરણ દ્વારા સાવિત ઘર્ષણનિરોધક પ્રવાહી ધરાવે છે. આ પ્રવાહી ફેફસાંને આંચકા સામે રક્ષણ આપે છે. જમણા અને ડાબા ફેફસામાં રચનાત્મક ભિન્નતા જોવા મળે છે :

જમણું ફેફસું	ડાબું ફેફસું
(1) તે જાડું, પહોળું, લાંબુ અને ભારે હોય છે.	(1) તે પાતળું, સાંકડું, ટૂંકુ અને હલકું હોય છે.
(2) તે ત્રણ ખંડો (ઉપરી, અધઃ અને મધ્ય ખંડ) ધરાવે છે જે બે ફાટો (ચિરાડ) (એક ત્રાંસી અને એક આડી (સમાંતર)થી જુદાં પડે છે.	(2) તે બે ખંડો (ઉપરી અને અધઃખંડ) જે એક ફાટ (ચિરાડ) (ત્રાંસી)થી જુદાં પડે છે.
(3) હૃદખાંચ (Cardiac notch)કે જ્યાં હૃદય આવેલું છે તે ગેરહાજર	(3) હૃદખાંચ હાજર

શ્વસનની ક્રિયા : શ્વસનનો મુખ્ય હેતુ શરીરના કોષોને (O_2) ઑક્સિજન પૂરો પાડવો અને કોષો દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (CO_2)ને દૂર કરવાનો છે. વાતાવરણમાંથી વાયુને ફેફસાં સુધી લઈ જવાની ક્રિયાને શ્વાસ અને વાયુને ફેફસાંમાંથી વાતાવરણમાં દૂર કરવાની ક્રિયાને ઉચ્છ્વાસ કહે છે. બંને ક્રિયા ક્રમિક થાય છે, જેને શ્વાસોચ્છ્વાસ કહે છે.



માનવનાં ફેફસાંની બાહ્ય રચના

શ્વાસોચ્છ્વાસની પ્રક્રિયામાં ઉરોદરપટલ અને પાંસળીઓ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. 'ઘુંમટ આકારનું' ઉરોદરપટલ, ઉરસીય ગુહા અને ઉદરીય ગુહાને છૂટી પાડે છે. તે આગળના ભાગે ઉરોસ્થિ સાથે જોડાયેલ અને પાછળના ભાગે કરોડસ્તંભ સાથે જોડાયેલ રહે છે. આંતર પાંસળી સ્નાયુઓ પાંસળીઓ સાથે જોડાયેલા હોય છે.

શ્વાસ : જ્યારે ઉરસીય ગુહાનું કદ વધે અને હવાનું દબાણ ઘટે, ત્યારે શ્વાસની ક્રિયા થાય છે. શ્વાસની ક્રિયા દરમિયાન નીચે પ્રમાણેના ક્રમિક તબક્કા થાય છે.

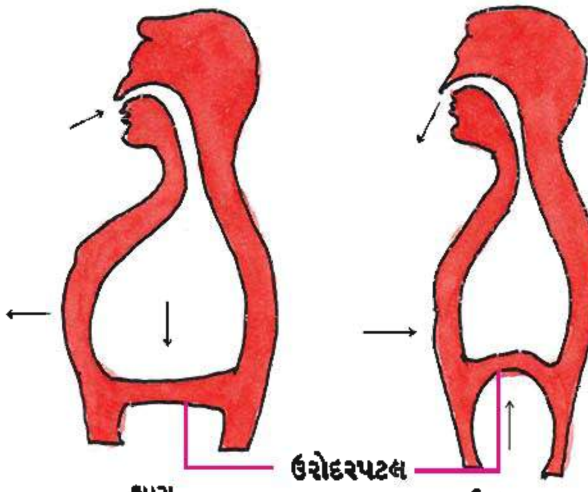
(i) જ્યારે ઉરોદરપટલના સ્નાયુઓ સંકોચન પામે છે, ત્યારે ઉરોદરપટલ નીચેની તરફ ધકેલાય છે.

(ii) તેના પરિણામે ઉરસીય ગુહાનું કદ વધે છે.

(iii) ફેફસાંમાં હવાનું આંશિક દબાણ ઘટે છે.

(iv) તેના પરિણામે, વાતાવરણની હવા, બાહ્ય નાસિકાછિદ્રો દ્વારા જ્યાં સુધી બહારનું અને અંદરનું દબાણ એકસરખું ન થાય ત્યાં સુધી ફેફસાંમાં પ્રવેશે છે.

(v) ફેફસાંમાં હવા વાયુકોષ્ઠો સુધી પહોંચે છે. જ્યાં O_2 વાયુકોષ્ઠોમાં પ્રસરે છે અને CO_2 તેની બહારની તરફ પ્રસરે છે. જ્યારે બધા જ વાયુકોષ્ઠો હવા સ્વીકારે, ત્યારે ફેફસાંનું કદ વધે છે.



માનવનાશરીરમાં શ્વાસોચ્છ્વાસની પ્રક્રિયા

ઉચ્છ્વાસ : ઉચ્છ્વાસની ક્રિયા, જ્યારે ઉરસીય ગુહાનું કદ ઘટે છે ત્યારે થાય છે. ઉચ્છ્વાસ દરમિયાન નીચેના ક્રમિક તબક્કા થાય છે :

(i) જ્યારે ઉરોદરપટલના સ્નાયુઓ શિથિલ થાય ત્યારે ઉરોદરપટલ ઉપર તરફ ધકેલાય છે.

(ii) તેના પરિણામે, ઉરસીય ગુહાનું કદ ઘટે છે.

(iii) તેના પરિણામે, ફેફસાં દબાય છે અને તેમાંનું દબાણ વધે છે.

(iv) આ દબાણ નીચે ફેફસાંમાંની હવા, વાતાવરણમાં ધકેલાય છે.

ઉપર્યુક્ત શ્વાસ અને ઉચ્છ્વાસની ક્રિયાઓ સામાન્ય આરામની અવસ્થામાં થાય છે.

શ્વસનનું કદ અને ક્ષમતા : ઘણા ઘટકો શ્વસનક્ષમતાને અસર કરે છે. જેવા કે, વ્યક્તિની ઉંમર, કદ, જાતિ અને શારીરિક સ્થિતિ. ચાલો આપણે શ્વસનનું કદ અને ક્ષમતા સમજીએ.

(1) ટાઈડલ વૉલ્યુમ (TV) : સામાન્ય શ્વાસોચ્છ્વાસમાં 500 મિલિ હવા દરેક શ્વાસોચ્છ્વાસમાં ફેફસાંની અંદર અને બહાર જાય છે. આ કદને ટાઈડલ વૉલ્યુમ (TV) તરીકે વર્ણવવામાં આવે છે.

(2) ઈન્સપાયરેટરી રિઝર્વ વૉલ્યુમ (IRV) : IRV એટલે સામાન્ય કે (ટાઈડલ) કદ ઉપરાંત હવા દબાણપૂર્વક લેવામાં આવે તે. સામાન્ય રીતે IRV 2500 મિલિથી 3000 મિલિની વચ્ચે હોય છે.

(3) એક્સપાયરેટરી રિઝર્વ વૉલ્યુમ (ERV) : ERV એટલે સામાન્ય (ટાઈડલ) ઉચ્છ્વાસ બાદ હવાને દબાણપૂર્વક બહાર કાઢવામાં આવે તે. ERV આશરે 1000 મિલિથી 1100 મિલિ હોય છે.

(4) રેસિડ્યુઅલ વૉલ્યુમ (RV) : તે દબાણ પૂર્વકના ઉચ્છ્વાસ બાદ વધેલ હવાનો જથ્થો છે. RV આશરે 1100 મિલિથી 1200 મિલિ હોય છે.

(5) ઈન્સપાયરેટરી કૅપેસિટી (IC) : તે વ્યક્તિએ સામાન્ય ઉચ્છ્વાસ બાદ દાખલ કરેલ હવાનું કુલ કદ છે. એટલે કે IC એ TV અને IRVનો સરવાળો છે. તે લગભગ 3000 મિલિથી 3500 મિલિ છે.

(6) એક્સપાયરેટરી કૅપેસિટી (EC) : તે વ્યક્તિએ સામાન્ય શ્વાસ બાદ નિકાલ કરેલ હવાનું કુલ કદ છે. એટલે કે EC એ TV અને ERVનો સરવાળો છે. તે લગભગ 1500 મિલિથી 1600 મિલિ છે.

(7) ફંક્સનલ રેસિડ્યુઅલ કૅપેસિટી (FRC) : તે સામાન્ય ઉચ્છ્વાસ બાદ ફેફસાંમાં રહેલ હવાનું કદ છે. FRC એ ERV અને RVનો સરવાળો છે. FRC આશરે 2100 મિલિથી 2300 મિલિ છે.

(8) વાઈટલ કૅપેસિટી (VC) : તે વ્યક્તિ દ્વારા શ્વાસોચ્છ્વાસમાં લેવાતું હવાનું કુલ કદ છે. VC એ TV, IRV અને ERVનો સરવાળો છે. VC આશરે 4000 મિલિથી 4600 મિલિ છે.

(9) ટોટલ લંગ કૅપૅસિટી (TLC) : તે મહત્તમ શ્વાસ બાદ ફેફસાં અને શ્વસનમાર્ગમાં રહેલ હવાનો જથ્થો છે. TLC એ TV, IRV, ERV અને RVનો સરવાળો અથવા VC + RV છે. TLC આશરે 5100 મિલિથી 5800 મિલિ છે.

વાયુઓની આપ-લે : ફેફસાં જેવા હવાથી ભરાય કે, તરત ઑક્સિજન રુધિરકેશિકાઓથી આવરિત વાયુકોષ્ઠોથી આંતરકોષીય જળ દ્વારા વહન પામે છે અને અંતે કોષોમાં જાય છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ તેના કરતાં વિરુદ્ધ દિશા તરફ વહન પામે છે. એટલે કે કોષોમાંથી, આંતરકોષીય જળ દ્વારા રુધિરમાં અને છેવટે વાયુકોષ્ઠમાં. આ સ્થાને ઑક્સિજન અને કાર્બનડાયૉક્સાઇડની આપ-લે દબાણ અને સાંદ્રતાના ઢોળાંશ આધારિત સાદા પ્રસરણ દ્વારા થાય છે. વિવિધ ભાગોના O_2 અને CO_2ના આંશિક દબાણ (in mm Hgમાં)ની વાતાવરણ સાથેની તુલના નીચે પ્રમાણે છે :

શ્વસન વાયુ	વાતવરણની હવા	વાયુકોષ્ઠ	રુધિર (ઑક્સિજનવિહીન)	રુધિર (ઑક્સિજનયુક્ત)	પેશી
O_2	159	104	40	95	40
CO_2	0.3	40	45	40	45

શ્વસન વાયુઓનું વહન

રુધિરમાં O_2નું વહન : રુધિરમાં ઑક્સિજન (O_2)નું વહન બે માર્ગે થાય છે : આશરે 97 % O_2 રક્તકણો (RBCs) દ્વારા વહન પામે છે. બાકી રહેલ O_2નું વહન રુધિરરસ દ્વારા થાય છે.

રક્તકણોમાં રહેલ શ્વસનરંજક, હિમોગ્લોબિન O_2ના વહન માટે જવાબદાર છે. દરેક RBC લગભગ એક અબજ (બિલિયન) O_2ના અણુઓનું વહન કરે છે.

શ્વસનસપાટીએ રુધિરનાં રક્તકણોમાંનો હિમોગ્લોબિન, હિમોગ્લોબિનિક ઍસિડ તરીકે જોવા મળે છે. જે O_2 સાથે સંયોજાઈ ઑક્સિહિમોગ્લોબિનિક ઍસિડ બનાવે છે.

$$H + Hb \longrightarrow H.Hb$$ (હિમોગ્લોબિનિક ઍસિડ)

$$H.\ Hb + O_2 \longrightarrow H.Hb\ O_2$$ (ઑક્સિહિમોગ્લોબિનિક ઍસિડ)

ઑક્સિહિમોગ્લોબિનિક ઍસિડ ($H.Hb\ O_2$) રક્તકણમાંના પોટૅશિયમ બાયકાર્બોનેટ ($KHCO_3$) સાથે પ્રક્રિયા કરી $KHbO_2$ની સાથે H^+ અને HCO_3^- ઉત્પન્ન કરે છે. તે (H^+ અને HCO_3^-) ફરી પ્રક્રિયા કરી H_2CO_3 (કાર્બોનિક ઍસિડ) બનાવે છે.

$$H.Hb\ O_2 + KHCO_3 \longrightarrow KHbO_2 + H^+ + HCO_3$$

$$H^+ + HCO_3 \longrightarrow H_2CO_3$$

આ રીતે, O_2 પોટૅશિયમ ઑક્સિહિમોગ્લોબિન ($KHbO_2$) સ્વરૂપે વહન પામે છે.

$$KHbO_2 \longrightarrow K^+ + Hb + O_2$$ (પેશીય સપાટી પાસે)

રુધિરમાં CO_2નું વહન : કોષોના કોષીય શ્વસન દરમિયાન ઉત્પન્ન થતો CO_2, રુધિર દ્વારા કેશિકાઓમાં પ્રસરણ પામે છે. તે બે સ્વરૂપે વહન પામે છે :

(i) ભૌતિક દ્રાવણના સ્વરૂપમાં :

આશરે 10 % CO_2 રાસાયણિક રીતે રુધિરરસના પાણી સાથે સંયોજાઈ કાર્બોનિક ઍસિડ બનાવે છે.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

આની સાંદ્રતામાં કોઈ પણ વધારાને કારણે H_2CO_3નું હાઇડ્રોજન આયન અને બાયકાર્બોનેટ આયનમાં વિયોજન થાય છે.

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

જો CO_2નો બધો જથ્થો રુધિરપ્રવાહમાં વહન પામે, તો રુધિરનો pH તેના સામાન્ય સ્તરથી નીચે એટલે કે 7.4 થી આશરે 4.5 થાય છે. તે ત્વરિત ઘાતક છે. તે માટે પેશીઓએ ઉત્પન્ન કરેલ વાસ્તવિક CO_2ના ફક્ત આશરે 10 % જ આ પ્રમાણે વહન પામે છે.

(ii) રાસાયણિક ઘટક તરીકે :

(A) કાર્બેમિનો ઘટકો : કુલ રુધિરમાંનો આશરે 20 % CO_2 હિમોગ્લોબિનની સાથે વહન પામે છે.

$$CO_2 + Hb.\,NH_2 \longrightarrow Hb.NH.COOH$$

(કાર્બેમિનોહિમોગ્લોબિન)

(B) બાયકાર્બોનેટ તરીકે : લગભગ 70 % CO_2 રુધિરમાં બાયકાર્બોનેટ સ્વરૂપે વહન પામે છે.

(i) રક્તકણમાં (એરીથ્રોસાઈટમાં) (RBC)

રુધિરરસમાંનો CO_2 RBCમાં દાખલ થઈ અને કોષમાંના જ પાણી સાથે સંયોજાય છે. આ પ્રક્રિયા કાર્બોનિક એનહાઈડ્રેઝ દ્વારા ઉદ્દીપન પામે છે અને કાર્બનિક ઍસિડ ઉત્પન્ન કરે છે, તે તરત જ વિઘટન પામે છે.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{એનહાઈડ્રેઝ}]{\text{કાર્બોનિક}} H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

RBC માં હિમોગ્લોબિન, પૉટેશિયમ સાથે સંયોજાય છે અને KHb ફેરવાય છે. KHb, H_2CO_3 સાથે સંયોજાઈ $KHCO_3$ અને HHb બનાવે છે.

$$K + Hb \longrightarrow KHb$$

$$H^+ + HCO_3^- + KHb \longrightarrow KHCO_3 + H.Hb$$

(પૉટેશિયમ હિમોગ્લોબિન) (હિમોગ્લોબિનિક ઍસિડ)

(ii) રુધિરરસમાં : રુધિરરસ ત્રણ વિભિન્ન પ્રક્રિયાઓ દ્વારા CO_2 નું વહન કરે છે.

(a) ફૉસ્ફેટ બફર દ્વારા : આલ્કલાઈન ફૉસ્ફેટ, કાર્બનિક ઍસિડ સાથે રુધિરરસમાં સંયોજાઈ સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ બનાવે છે.

$$Na_2HPO_4 + H_2CO_3 \longrightarrow NaHCO_3 + NaH_2PO_4$$

(ડાયસોડિયમ હાઈડ્રોજન ફૉસ્ફેટ) (સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ) (સોડિયમ ડાયહાઈડ્રોજન ફૉસ્ફેટ)

(b) રુધિરરસ પ્રોટીન દ્વારા : રુધિરરસમાંનાં પ્રોટીનો મોટે ભાગે Na (સોડિયમ) સાથે સંયોજાયેલા હોય છે અને સોડિયમ-પ્રોટીન સંકુલ બનાવે છે. હવે આ સંકુલ કાર્બનિક ઍસિડ સાથે સંયોજાઈ અને સોડિયમના બાયકાર્બોનેટ બનાવે છે.

$$Na^+ + Pr. \longrightarrow Na.\,Pr \text{ સંકુલ}$$

$$Na.\ Pr. + H_2CO_3 \longrightarrow NaHCO_3 + H.\ Pr$$

(પ્રોટીનીક એસિડ)

કલોરાઈડ-સ્થળાંતર દ્વારા : પેશીઓમાંથી મુક્ત થયેલ CO_2, RBC (રક્તકણ)માં દાખલ થાય છે, જે પાણી સાથે પ્રક્રિયા કરી કાર્બનિક એસિડ બનાવે છે.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{એનહાઈડ્રેઝ}]{\text{કાર્બોનિક}} H_2CO_3$$

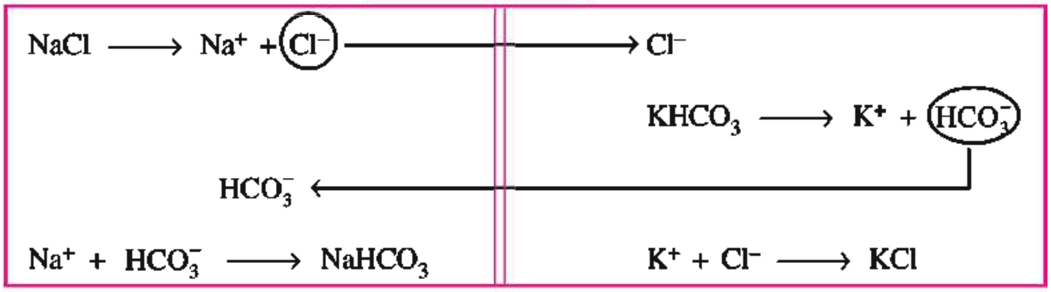
આંતરકોષીય પોટૅશિયમ હિમોગ્લોબિન (K.Hb) દ્વારા કાર્બનિક ઍસિડનો pH અચળ (બફર) બની અને પોટૅશિયમ બાયકાર્બોનેટ ($KHCO_3$) અને હિમોગ્લોબિનિક એસિડ (H. Hb) બનાવે છે.

$$H_2CO_3 + K.Hb \longrightarrow KHCO_3 + H.\ Hb$$

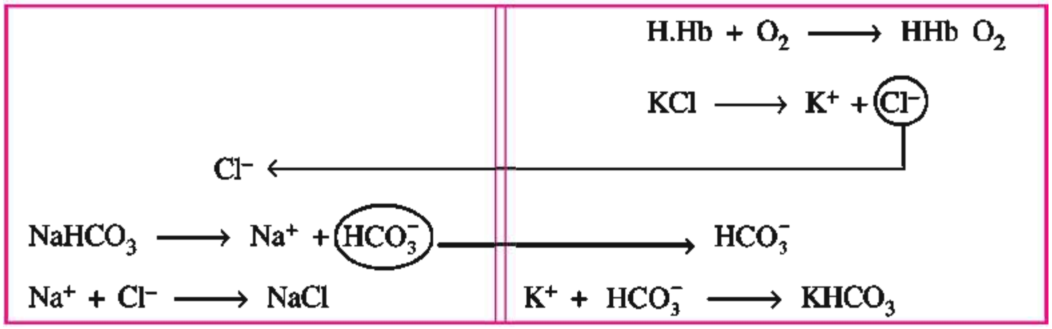
રક્તકણની દીવાલ સામાન્ય સ્થિતિએ ઋણ આયન (Cl^-, HCO_3^-) માટે પ્રવેશશીલ પટલ તરીકે પણ ધન આયન માટે (Na^+, K^+) વાસ્તવિક રીતે અપ્રવેશશીલ છે. આ પરિસ્થિતિ નીચે રુધિરરસમાંનો કલોરાઈડ આયન (Cl^-) જે NaClના વિભાજનથી મળે છે. રક્તકણ (RBC)માં પ્રસરણ પામે છે અને $KHCO_3$ સાથે પ્રક્રિયા કરે છે. $KHCO_3$ એ HCO_3^- અને K^+માં વિયોજન (વિભાજન) પામે છે. બાયકાર્બોનેટ આયન (HCO_3^-) કે જે રક્તકણ (RBC) માંથી રુધિરરસમાં પ્રસરણ પામે છે, જ્યારે K^+ રક્તકણમાં Cl^-નું તટસ્થીકરણ કરે છે. રુધિરરસમાં HCO_3^-, Na^+ સાથે સંયોજાઈ $NaHCO_3$ (સોડિયમ બાયકાર્બોનેટ) બનાવે છે. આ ઘટના કલોરાઈડનાં સ્થળાંતર તરીકે ઓળખાય છે.

રુધિરરસ   રક્તકણ

કલોરાઈડ-સ્થળાંતર



કલોરાઈડ પ્રતિસ્થળાંતર - ફેફસાંમાં



કલોરાઈડ સ્થળાંતર સંબંધિત તમામ પ્રક્રિયાઓ ફેફસાંની સપાટી ઉપર ઉલટી થાય છે. ફેફસાંમાં, $NaHCO_3$ રુધિરરસમાં અને KCl અને H. Hb રક્તકણમાં હાજર હોય છે. જ્યારે વાતાવરણમાંનો O_2 રુધિરમાં પ્રસરે છે, ત્યારે તે RBC (રક્તકણ)માંના H.Hb સાથે પ્રક્રિયા કરી $H.HbO_2$ બનાવે છે. હવે KClમાંથી Cl^- મુક્ત થઈ રુધિરરસમાં પાછો પ્રસરે છે. આ ઘટના કલોરાઈડના પ્રતિસ્થળાંતર તરીકે ઓળખાય છે. આ Cl^- રુધિરરસમાંના $NaHCO_3$માંથી મુક્ત થયેલ Na^+ સાથે પ્રક્રિયા કરી NaCl અને HCO_3^- બનાવે છે. આ HCO_3^- ફરીથી રક્તકણ (RBC)માં દાખલ થાય છે અને K^+ સાથે પ્રક્રિયા કરી $KHCO_3$ બનાવે છે.

શ્વસનસપાટી (ફેફસાં) ઉપર CO_2ની મુક્તિ :

કાર્બનિક ઍસિડ, સોડિયમ અને પોટૅશિયમના બાયકાર્બોનેટ ફેફસાં તરફ સ્થળાંતર કરે છે, જ્યાં તે તૂટી અને CO_2 મુક્ત કરે છે.

$$H_2CO_3 \longrightarrow H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2KHCO_3 \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$Hb.\ NH.\ COOH \longrightarrow Hb.\ NH_2 + CO_2\uparrow$$

શ્વસનનું નિયમન

શ્વસનનું નિયમન બે પ્રકારે થાય છે :

(i) ચેતા નિયમન અને, (ii) રાસાયણિક નિયમન

(i) ચેતા નિયમન : એક સિદ્ધાંતને આધારે શ્વસન કેન્દ્રનો આદેશ કે જે ઊર્મિવેગ દ્વારા વેગસ ચેતા (10મી મસ્તિષ્ક ચેતા) મારફતે ઉરોદરપટલ અને આંતરપાંસળી સ્નાયુઓ તરફ પસાર થઈ તેનું નિયમન કરે છે. શ્વસનકેન્દ્ર લંબમજ્જામાં આવેલ હોય છે.

બીજા સિદ્ધાંત પ્રમાણે, શ્વસનકેન્દ્રને બે ગડીઓ હોય છે : જેવી કે શ્વાસ અને ઉચ્છ્‌વાસ, કેન્દ્રો જે અરસપરસ કાર્ય કરે છે. આ શ્વસનકેન્દ્રો, મસ્તિષ્કસ્થંભ (Brain stem)માં છૂટાંછવાયાં હોય છે અને તે સતત સ્વાભાવિક સંવાદિતતાને લીધે શ્વસન સ્નાયુઓને લયબધ્ધ ઉત્તેજના આપે છે, જેના કારણે શ્વાસ અને ઉચ્છ્‌વાસ થાય છે.

જે કોઈ સિદ્ધાંત સાચો હોય, પણ શ્વસનકેન્દ્ર અથવા કેન્દ્રો ઊર્મિવેગ ફેફસાંનાં ઘટકો ઉપર પ્રસરેલી ચેતાઓ દ્વારા ગ્રહણ કરે છે.

(ii) રાસાયણિક નિયમન : શ્વસનનું રાસાયણિક નિયમન, ધમનીમાંનાં રુધિર અને મસ્તિષ્ક-મેરુજળમાંનાં CO_2નાં પ્રમાણથી નિયમિત હોય છે. મગજ, ધમનીકમાન અને ગ્રીવાકોટરમાંના રસાયણ-ગ્રાહકો, રુધિરમાંના CO_2, pH અને O_2નું પ્રમાણ તપાસે છે અને આ સંદેશો મગજના સંવાદિતા જાળવતાં કેન્દ્રોને પહોંચાડે છે. આ કેન્દ્રો યોગ્ય સંકેતો શ્વસનસ્નાયુઓને મોકલે છે.

શ્વસનતંત્રની અવ્યવસ્થાઓ (અનિયમિતતાઓ)

બ્રૉન્કાઈટિસ : બ્રૉન્કાઈટિસ એ શ્વાસવાહિનીની દાહ કે બળતરા છે. તે ચેપને કારણે થાય છે. તે ધૂમ્રપાનને કારણે પણ થાય છે. તેનાં લાક્ષણિક લક્ષણ, ઘટ્ટ અને મોટા જથ્થામાં કફ અને તેની સાથે સતત ઉધરસ (ખાંસી) આવવી તે છે. જે પીળાશ પડતું અથવા લીલાશ પડતું દેખાય છે. તે શ્વાસનળીમાં સખત બળતરાની સંવેદના ઉપજાવે છે. ધુમાડો, રસાયણો અને પ્રદૂષકોથી દૂર રહેવાથી બ્રૉન્કાઈટિસથી બચી શકાય છે. આ રોગની સારવાર યોગ્ય ઍન્ટિબાયોટિક્સથી કરવામાં આવે છે.

અસ્થમા (દમ) : આ ઍલર્જિક રોગ છે. શ્વાસનળીની દીવાલના સ્નાયુ ઉત્તેજિત રહે છે અને સતત સંકોચન પામ્યાં કરે છે. તેનાં માટે હવામાંના ઍલર્જી-પ્રેરકો જવાબદાર છે. તેનાં લક્ષણો જેવાં કે : વારંવાર ઉધરસ (ખાંસી) દ્વારા કફ નીકળવો, શ્વાસોચ્છ્‌વાસમાં તકલીફ પડવી, ખાસ કરીને ઉચ્છ્‌વાસ દરમિયાન અને શ્વાસનળીમાં રૂંધામણ થવી તે છે. બાહ્ય ઘટકો અથવા ઍલર્જી-પ્રેરકોથી દૂર રહેવું તે તેનો શ્રેષ્ઠ બચાવ છે. યોગ્ય ઍન્ટિબાયોટિક, ઍન્ટિહિસ્ટેમાઈન દવાઓથી તેની સારવાર કરવામાં આવે છે.

ઍમ્ફિસેમા : ઍમ્ફિસેમા એ ફેફસાંનો વારંવાર ઊથલો મારતો કે અવરોધક રોગ છે, જ્યાં વાયુકોષ્ઠો તેની સ્થિતિસ્થાપકતા ગુમાવે છે. જેને પરિણામે વાતકોટરો ઉચ્છ્‌વાસ બાદ પણ હવાથી ભરેલાં રહે છે. તે મુખ્યત્વે ધ્રૂમ્રપાન અને વારંવાર ઊથલો મારતાં બ્રૉન્કાઈટિસને કારણે થાય છે. તેનાં લક્ષણો જેવાં કે : શ્વાસોચ્છ્‌વાસમાં તકલીફ, ઉધરસ અને રૂંધામણ અને તેની આડઅસર તરીકે, હૃદય અને મગજને પૂરતો O_2 મળતો નથી અને તેનાં કાર્યો જોખમાય છે. ધ્રૂમ્રપાન અને પ્રદૂષકોથી દૂર રહી તેનો અટકાવ કરી શકાય છે. એક વાર થઈ ગયા બાદ વાયુકોષ્ઠોની સ્થિતિસ્થાપકતા દૂર થવાથી તેનો કાયમી ઇલાજ શક્ય નથી, પરંતુ ઍન્ટિબાયોટિક અને શ્વાસનળીનો વિસ્તાર કરતી દવાઓના ઉપયોગથી રાહત મળી શકે છે.

ન્યુમોનિયા : ન્યુમોનિયા એ ફેફસાંનાં વાયુકોષ્ઠોનો તીવ્ર ચેપ છે. તે સ્ટ્રેપ્ટોકોક્સ ન્યુમોનિ *(Streptococcus pneumoniae)* બૅક્ટેરિયાને કારણે થાય છે. ફેફસાંના વાયુકોષ્ઠો પ્રવાહી અને મૃત શ્વેતકણો (WBCs) વડે ભરાઈ જાય છે. આવા વિસ્તારો નષ્ટ પામે છે. આવો વિસ્તાર જેટલો વધુ તેટલો આ રોગનો ફેલાવો વધુ. બાળકો, વૃદ્ધ વ્યક્તિઓ અને AIDSના દર્દીઓમાં આ રોગ થવાનું જોખમ વધુ હોય છે. ઍન્ટિબાયોટિક દ્વારા તેની સારવાર થાય છે.

વ્યવસાયપ્રેરિત ફેફસાંના રોગો : તે તેના નામ, પ્રમાણે વ્યક્તિના વ્યવસાયને કારણે થાય છે. આ હાનિકારક ઘટકો જેવા કે વાયુઓ, રજકણો (ઍન્ટિજન) વગેરેને કારણે થાય છે. સિલિકોસિસ અને ઍસ્બેસ્ટોસિસ આવા રોગોનાં સામાન્ય ઉદાહરણો છે.

સારાંશ

શરીરના કોષોને ચયાપચયની ક્રિયા કરવા માટે સતત O_2 મળતો રહે અને CO_2 મુક્ત થાય તે જરૂરી છે. આ માટે પરિવહન અને શ્વસનતંત્ર મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. શ્વસનતંત્ર વાયુઓની વાતાવરણ અને રુધિર વચ્ચે આપ-લે કરવામાં મદદ કરે છે. ત્યાંથી O_2 કોષો તરફ અને CO_2 ફેફસાં તરફ વહન પામે છે. આ સમગ્ર પ્રક્રિયા 'શ્વસન'ના શીર્ષક નીચે આવે છે.

માનવનું શ્વસનતંત્ર અંગો જેવાં કે નાક, કંઠનળી, સ્વરપેટી, શ્વાસનળી, શ્વાસવાહિની અને ફેફસાં ધરાવે છે. તેના દ્વારા શ્વાસ અને ઉચ્છ્વાસ જેવી શ્વસનની પ્રક્રિયાઓ થાય છે.

O_2 વાયુકોષ્ઠ → રુધિર→ આંતરકોષીય જળ → કોષોના માર્ગે અને CO_2 તેનાથી વિરુદ્ધ દિશામાં વહન પામે છે. આ સ્થાને O_2 અને CO_2ની આપ-લે દબાણ અને સાંદ્રતાના ઢોળાંશ આધારિત સાદા પ્રસરણ દ્વારા થાય છે.

રુધિરમાં O_2નું વહન બે માર્ગે થાય છે : રક્તકણો (RBCs) દ્વારા અને રુધિરરસ દ્વારા. રક્તકણો (RBCs)માં રહેલ હીમોગ્લોબિનની હાજરી તેના માટે જવાબદાર છે. CO_2 નું વહન ભૌતિક દ્રાવણનાં સ્વરૂપમાં અને રાસાયણિક ઘટકો એટલે કે કાર્બામિનો ઘટક, બાયકાર્બોનેટ વગેરે દ્વારા થાય છે. રુધિરરસ CO_2નું વહન ફૉસ્ફેટ બફર દ્વારા, રુધિરરસ, પ્રોટીન દ્વારા અને ક્લોરાઇડના સ્થળાંતર દ્વારા કરે છે.

શ્વસનનું નિયમન ચેતાતંત્ર અને રસાયણો દ્વારા થાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) કંઠનળીની લંબાઈ ....

(અ) 12 સેમી ◯ (બ) 12.5 સેમી ◯

(ક) 14 સેમી ◯ (ડ) 15 સેમી ◯

(2) શ્વસનતંત્રનો કયો ભાગ આપણને બોલવાની ક્રિયા કરાવે છે ?

(અ) મુખ કંઠનળી ◯ (બ) શ્વાસનળી ◯ (ક) સ્વરદંડ ◯ (ડ) નાક ◯

(3) શ્વાસનળીનો ઘેરાવો ....

(અ) 1.5 સેમી ◯ (બ) 2.5 સેમી ◯

(ક) 3.5 સેમી ◯ (ડ) 0.5 સેમી ◯

(4) માનવનું રેસિડ્યુઅલ વૉલ્યુમ (RV) .... મિલિ છે.

(અ) 1000થી 1100 ◯ (બ) 3000થી 3500 ◯

(ક) 1100થી 1200 ◯ (ડ) 1500થી 1600 ◯

(5) O_2નું વાયુકોષ્ઠમાં આંશિક દબાણ (in mm Hgમાં) કેટલું છે ?

(અ) 159 ◯ (બ) 104 ◯ (ક) 40 ◯ (ડ) 45 ◯

(6) રક્તકણો દ્વારા કેટલો O_2 વહન પામે છે ?

(અ) 90 % ◯ (બ) 97 % ◯ (ક) 3 % ◯ (ડ) 10 % ◯

(7) રુધિરનો સામાન્ય pH ....

(અ) 7.4 ◯ (બ) 7.3 ◯ (ક) 6.5 ◯ (ડ) 7.0 ◯

(8) નીચેની પ્રક્રિયાનું સમીકરણ પૂર્ણ કરો :

$2NaHCO_3 \rightarrow$ .... + H_2O + CO_2

(અ) $NaCO_3$ ◯ (બ) $2NaCO_3$ ◯ (ક) Na_2CO_3 ◯ (ડ) $NaHCO_3$ ◯

(9) વેગસ એ .... નંબરની મસ્તિષ્કચેતા છે.

(અ) 8મા ◯ (બ) 17મા ◯ (ક) 9મા ◯ (ડ) 10મા ◯

(10) નીચેનામાંનો કયો એલર્જિક શ્વસનરોગ છે ?

(અ) બ્રૉન્કાઇટિસ ◯ (બ) અસ્થમા ◯ (ક) એમ્ફિસેમા ◯ (ડ) ન્યુમોનિયા ◯

2. માગ્યા પ્રમાણે જવાબ આપો :

(1) નાક એ શ્વસનતંત્રનાં ભાગ તરીકે વર્ણવો.

(2) જમણાં અને ડાબાં ફેફસાં વચ્ચેનો તફાવત આપો.

(3) સમજાવો - વાયુઓની આપલે

(4) વર્ણવો - રુધિરમાં O_2નું વહન

(5) વર્ણવો - શ્વસનનું નિયમન

3. ટૂંક નોંધ લખો :

(1) ફેફસાં

(2) શ્વાસ

(3) ઉચ્છ્વાસ

(4) શ્વસનકદો અને ક્ષમતાઓ

(5) ક્લોરાઇડનું સ્થળાંતર અને પ્રતિસ્થળાંતર

(6) એમ્ફિસેમા

(7) બ્રૉન્કાઇટિસ

•

7

દેહજળ અને પરિવહન

બધાં જ પ્રાણીઓના કોષોને વિવિધ ચયાપચયની ક્રિયાઓ કરવા માટે ઑક્સિજન અને પોષકઘટકોની જરૂર પડે છે. પરિવહન પ્રક્રિયા કોષોને ઑક્સિજન અને પોષકઘટકોના પુરવઠાની જરૂરિયાત પૂરી પાડે છે અને ચયાપચયિક કચરાનો નિકાલ કરે છે. આ કારણે શરીરજળ આખા શરીરમાં વહન પામે છે. આ વિશિષ્ટ નળીમાંનો દેહજળનો પ્રવાહ પરિવહન તરીકે ઓળખાય છે.

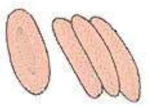
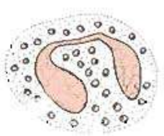
રુધિર : લાલ દેહજળ કે જે લસિકાવાહિનીઓ સિવાય તમામ વાહિનીઓમાં વહે છે. તે રુધિર તરીકે ઓળખાય છે. રુધિર શરીરનાં બધાં કોષો, પેશીઓ અને અંગોને સાંકળે છે તેથી, રુધિરને પ્રવાહી સંયોજક પેશી કહે છે. રુધિર શરીરના કુલ વજનના આશરે 8 % જેટલું છે. સરેરાશ કદના પુરુષમાં રુધિરનો જથ્થો 5થી 6 લિટર હોય છે અને સરેરાશ કદની સ્ત્રીમાં તે આશરે 4થી 5 લિટર હોય છે. રુધિર; રુધિરરસ અને રુધિરકણોનું બનેલું છે.

રુધિરરસ : રુધિરરસ વિશે પ્રકરણ પ્રાણીપેશીમાં અભ્યાસ કરી ચૂક્યા છીએ. અહીં ફક્ત અગત્યની માહિતી આપેલ છે. રુધિરરસ, રુધિરનો આશરે 55 % ભાગ રચે છે. તે આછું (ઝાંખા) પીળાશ પડતા રંગનું અને સાધારણ સ્નિગ્ધ, બાહ્યકોષીય પ્રવાહી છે. તેના ઘટકો અને મુખ્ય કાર્યો નીચે આપેલ છે :

ઘટક	મુખ્ય કાર્યો
• પાણી	ધારણ કરેલ ઘટકોનો દ્રાવક
• ક્ષારો : સોડિયમ, કેલ્શિયમ, મેગ્નેશિયમ, પોટેશિયમ, ક્લોરાઇડ, બાયકાર્બોનેટ	આસૃતિ-સમતોલન, pH બફરિંગ (buffering) અને સ્તરની પ્રવેશ્યશીલતાનું નિયમન
• રુધિરરસ પ્રોટીનો (પ્લાઝ્મા પ્રોટીનો) – આલ્બ્યુમિન – ફાઇબ્રિનોજન – ગ્લોબ્યુલિન	આસૃતિ નિયમન અને pH બફરીંગ (buffering) રુધિર ગંઠાવવામાં, પ્રતિકાર અને પ્રવાહી વહન

રુધિરકણો : આનો અભ્યાસ પણ પ્રકરણ - પ્રાણીપેશીમાં કરી ચૂક્યા છીએ. રુધિરકણો, રુધિરનો આશરે 45% ભાગ રચે છે. તેના પ્રકારો, રુધિરમાં પ્રમાણ (પ્રતિ mm^3) અને કાર્યોને સંકલિત કરી નીચેના કોષ્ટકમાં દર્શાવેલ છે :

કોષ્ટક : રુધિરકણો

કોષો (કણો)ના પ્રકાર	રુધિરમાં પ્રમાણ (પ્રતિ mm^3)	કાર્ય	આકૃતિ
(1) રાતા રુધિરકણો (RBCs) (એરિથ્રોસાઇટ્સ)	4 - 6 મિલિયન	O_2 અને CO_2નું વહન	 એરિથ્રોસાઇટ્સ
(2) શ્વેત રુધિરકણો (WBCs) (લ્યુકોસાઇટ્સ)	4000 - 11000	વિવિધ પ્રકારોને અનુલક્ષીને કાર્યો નીચે પ્રમાણે છે.	
(a) કણિકામય			
(i) ન્યુટ્રોફિલ્સ (તટસ્થ કણ)	3000 - 7000 (40 - 70 % WBCsના)	સક્રિય ભક્ષકો	તટસ્થ કણ
(ii) ઈઓસિનોફિલ્સ (અમ્લરાગી)	100 - 400 (WBCsના 1-4 %)	પરોપજીવી સૂક્ષ્માજીવોનો નાશ અને બળતરા ઉત્પન્ન કરનારાં રસાયણોને નિષ્ક્રિય બનાવવા. વિષનિવારક	 અમ્લરાગી
(iii) બેઝોફિલ્સ (અલ્કરાગી)	20 - 50 (WBCsના 0-1 %)	એલર્જિક પ્રક્રિયામાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે.	અલ્કરાગી
(b) કણિકાવિહીન			
(i) લિમ્ફોસાઇટ્સ (લસિકાકણ)	1500 - 3000 (WBCsના 20-45 %)	તે રોગપ્રતિકારક તંત્રનો ભાગ છે.	લસિકાકણ
(ii) મોનોસાઇટ્સ (એકકેન્દ્રીયકણ)	100 - 700 (WBCsના 4-8 %)	સક્રિય ભક્ષકો	એકકેન્દ્રીયકણ
(3) ત્રાકકણિકાઓ			
ત્રાકકણિકાઓ	2,50,000 5,00,000	રુધિર ગંઠાવવાની ક્રિયામાં જરૂરી	ત્રાકકણિકાઓ

રુધિરજૂથ :

માનવમાં 30 કરતાં વધુ સમાન RBC ઍન્ટિજન્સ આવેલાં છે, જે દરેક વ્યક્તિના રુધિરકોષોને જુદાંજુદાં રુધિરજૂથોમાં વર્ગીકૃત કરે છે. મહદ્ અંશે અભ્યાસ થયેલાં રુધિરજૂથોમાં ABO અને Rh જૂથનો સમાવેશ થાય છે. આ બે રુધિરજૂથો અહીં વર્ણવેલાં છે.

ABO જૂથો

ABO રુધિરજૂથ રક્તકણો (RBCs)માં હાજર ટાઈપ A અને ટાઈપ B નામના ઍન્ટિજનને આધારે હોય છે. તેવી જ રીતે વિવિધ વ્યક્તિઓના રુધિરરસમાં બે પ્રકારના ઍન્ટિબૉડી (પ્રતિદ્રવ્ય) હોય છે જે ઍન્ટિજનથી વિરુદ્ધ પ્રકારના છે. તેથી તેને ઍન્ટિ A અને ઍન્ટિ B કહે છે. ઉપર મુજબના ઍન્ટિજન અને ઍન્ટિબૉડીની હાજરી અને ગેરહાજરીને કારણે માનવમાં ચાર પ્રકારના રુધિરજૂથો જોવા મળે છે. જેવાં કે, A, B, AB અને O રુધિરજૂથ, દાતા અને ગ્રાહી રુધિરજૂથો રક્તકણો (RBCs)ઉપરના ઍન્ટિજન અને રુધિરરસમાંના ઍન્ટિબૉડીને આધારે નીચેના કોષ્ટકમાં દર્શાવેલ છે :

રુધિરજૂથ	રક્તકણો ઉપરનો ઍન્ટિજન	રુધિરરસમાંના ઍન્ટિબૉડી	કોને રુધિર આપી શકે (દાતા)	કોનું રુધિર લઈ શકે (ગ્રાહી)
A	A	ઍન્ટિ B	A, AB	O, A
B	B	ઍન્ટિ A	B, AB	O, B
AB	A અને B	એક પણ નહીં	AB	A, B, AB, O (સર્વગ્રાહી)
O	એક પણ નહિ	ઍન્ટિ A અને ઍન્ટિ B	A, B, AB, O (સર્વદાતા)	O

Rh જૂથ

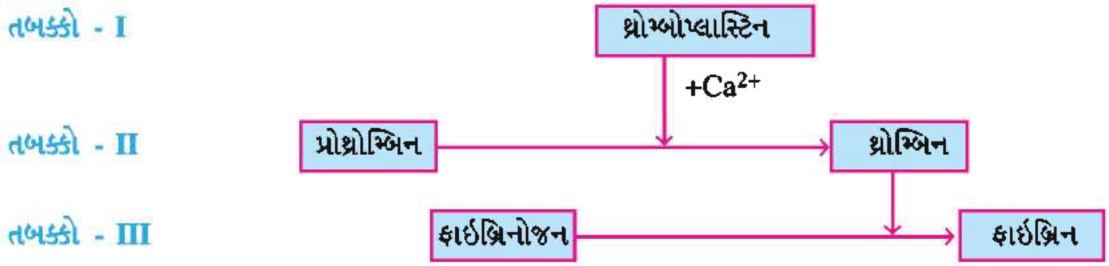
આ ઍન્ટિજન વાસ્તિવિક રીતે રહેસસ (Rhesus) વાંદરાના રુધિરમાંથી શોધાયો છે, તેથી તેને 'Rh' (રહેસૂસ (Rhesus) કારક) નામ આપવામાં આવેલ છે. ત્યાર બાદ આવો જ ઍન્ટિજન માનવમાં શોધાયો. મનુષ્ય Rh ઍન્ટિજન તેના રક્તકણો (RBCs)માં ધરાવે છે તેને Rh પૉઝિટિવ (Rh^{+ve}) કહે છે અને જે Rh ઍન્ટિજન ધરાવતો નથી, તેને Rh નૅગેટિવ (Rh^{-ve}) કહે છે. માનવવસ્તીમાં આશરે 85% લોકો Rh^{+ve} અને 15 % લોકો Rh^{-ve} છે.

અગત્યની Rh સંબંધિત સમસ્યા ગર્ભધારણ દરમિયાન જોવા મળે છે. ગર્ભવતી Rh^{-ve} સ્ત્રી કે જે Rh^{+ve} બાળક ધરાવે છે તેમાં જોવા મળે છે. પ્રથમ ગર્ભધારણનું પરિણામ મોટે ભાગે સ્વસ્થ બાળક હોય છે. ત્યાર બાદ માતા Rh^{+ve} ઍન્ટિજનથી સંવેદનશીલ થાય છે અને તે પ્લેસેન્ટા (જરાયુ) દ્વારા તેણીના રુધિરપ્રવાહમાં ભળે છે અને જો બાળકના જન્મ બાદ ટૂંક સમયમાં યોગ્ય સારવાર આપવામાં ન આવે તો તેણી Rh^{+ve} ઍન્ટિબૉડી ઉત્પન્ન કરે છે. તેણીને સારવાર આપવામાં ન આવે અને ફરીથી તે Rh^{+ve} બાળક ધારણ કરી ગર્ભવતી બને, તો તેણીના ઍન્ટિબૉડી જરાયુ દ્વારા ગર્ભ બાજુ પહોંચે છે અને બાળકના રક્તકણો (RBCs)નો નાશ કરે છે. ઉત્પન્ન થતી આ સ્થિતિને હિમોલાયટિક રોગ અથવા નવા જન્મેલ બાળકને એરિથ્રોબ્લાસ્ટોસિસ ગર્ભ (Erythroblastosis foetalis) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આને આપણે પ્રથમ બાળકના જન્મ બાદ તત્કાલીન માતાનાં Rh^{+ve} ઍન્ટિબૉડીના વ્યવસ્થાપન દ્વારા દૂર રાખી શકીએ છીએ.

રુધિરની જમાવટ

રુધિર વહી જતું અટકાવવા સામે સૌથી મોટો રાસાયણિક પ્રતિચાર રુધિર ગંઠાવું તે છે. પ્રવાહી જેવા રુધિરનું જેલી જેવી ગાંઠમાં પરિવર્તિત થવાની પ્રક્રિયાને રુધિરની જમાવટ કહે છે.

રુધિરનું જામી જવું એ જટિલ જૈવિક પ્રક્રિયા છે, જેમાં રુધિરરસ અને પેશીઓમાં હાજર 13 કારકો સામેલ છે, જે કોષ્ટકમાં આપેલા છે. તેમ છતાં આ પ્રક્રિયામાં ત્રણ તબક્કા સામેલ છે : તબક્કો - I -થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિનનું નિર્માણ, તબક્કો - II -થ્રોમ્બિનનું નિર્માણ અને તબક્કો - III - ફાઈબ્રિનનું નિર્માણ.



રુધિરની જમાવટ માટેના કારકોના નામકરણ માટેનું સંખ્યાસૂચક તંત્ર

રોમન સંખ્યાકીય	સામાન્ય નામ	સક્રિય સર્જન
I	ફાઇબ્રિનોજન	ફાઇબ્રિન
II	પ્રોથ્રોમ્બિન	થ્રોમ્બિન
III	થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિન	-
IV	કેલ્શિયમ	-
V	પ્રોએસેલેરિન	એસેલેરિન (VI)
VII	પ્રોકોન્વર્ટિન	કૉન્વર્ટિન
VIII	ઍન્ટિહિમોફિલિક ગ્લોબ્યુલિન (AHG)	સક્રિય AHG
IX	ક્રિસ્ટમસ કારક	સક્રિય ક્રિસ્ટમસ કારક
X	સ્ટુઅર્ટ કારક	સક્રિય સ્ટુઅર્ટ કારક
XI	પ્લાઝ્મા થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિન એન્ટેસેડેન્ટ (PTA)	સક્રિય PTA
XII	હેગમેન કારક	સક્રિય હેગમેન કારક
XIII	ફાઇબ્રિન સ્ટેબિલાઇઝિંગ કારક (FSF)	સક્રિય FSF

તબક્કો-I : થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિનનું નિર્માણ

ગંઠાવવાની પ્રક્રિયાનો આ શરૂઆતનો તબક્કો છે, જે બે સ્રોતોમાં વિભાજિત થાય છે : આંતરિક **(Intrinsic)** અને બાહ્ય(**Extrinsic**) માર્ગ :

આંતરિક માર્ગ (Intrinsic pathway) : આ તંત્રની શરૂઆત કરનાર કારકો રુધિરરસમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે. આ પ્રકારના જમાવટનો માર્ગ, રુધિર જ્યારે નુકસાન પામેલ રુધિરવાહિનીની સપાટીના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે શરૂ થાય છે. તેની શરૂઆત હેગમેન કારક (XII)ને સક્રિય કરવા સાથે અને અંત 'આવશ્યક કારક X ઉત્તેજક સંકુલ' (સક્રિય ક્રિસ્ટમસ કારક (IX) + AHG + ફૉસ્ફોલિપિડ + Ca^{2+})ના નિર્માણથી થાય છે.

બાહ્ય માર્ગ (Extrinsic pathway) : આ તંત્રની શરૂઆત કરનાર કારકો રુધિરરસની બહારની બાજુ (ઈજાગ્રસ્ત પેશી)માંથી નિર્માણ પામે છે. ફૉસ્ફોલિપિડ-પ્રોટીન સંકુલ (પેશીય થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિન) સાથે પ્રોકોન્વર્ટિન કારક (VII) પ્રક્રિયા કરતા બાહ્ય કારક - X ઉત્તેજક સંકુલનું નિર્માણ કરે છે.

કારક X ઉત્તેજક સંકુલ (આંતરિક અથવા બાહ્ય)નું કાર્ય સ્ટુઅર્ટ કારક (X)ને સક્રિય કરવાનું છે. આ સક્રિય કારક X એ પ્રોએસેલેરિન (V), ફૉસ્ફોલિપિડ અને કેલ્શિયમ આયન (Ca^{2+}) સાથે સંકુલ બનાવી થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિનનું નિર્માણ કરે છે.

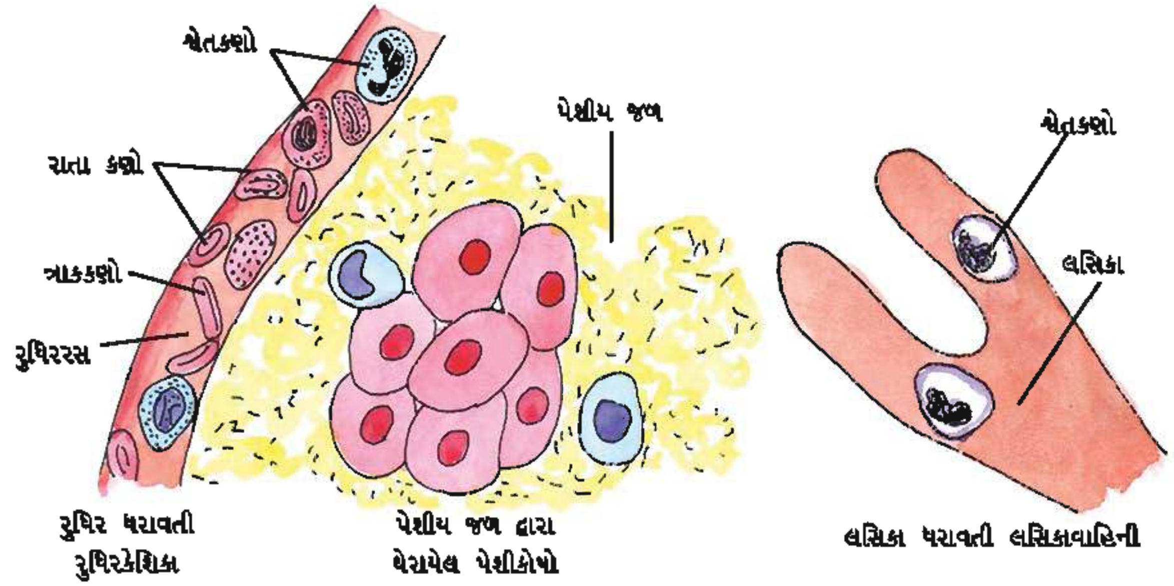
તબક્કો-II : થ્રોમ્બિનનું નિર્માણ : પ્રોથ્રોમ્બિનમાંથી થ્રોમ્બિનનું નિર્માણ, થ્રોમ્બોપ્લાસ્ટિનની હાજરીમાં થાય છે અને Ca^{2+} મુક્ત થાય છે.

તબક્કો-III : ફાઇબ્રિનનું નિર્માણ : તબક્કા-II માંનો થ્રોમ્બિન, ફાઇબ્રિનોજન સાથે પ્રક્રિયા કરી દ્રાવ્ય ફાઇબ્રિન બનાવે છે. Ca^{2+} અને સક્રિય ફાઇબ્રિન સ્ટેબિલાઇઝિંગ કારક (FSF) (XIIIa) બનાવે છે. આ સક્રિય FSF, દ્રાવ્ય ફાઇબ્રિનને સ્થાયી ફાઇબ્રિનમાં ફેરવે છે. આને પરિણામે સખત રુધિરગાંઠોનું નિર્માણ થાય છે.

ઉપરના તમામ અને કેટલાક અન્ય બાહ્ય સ્રોત કારકો રુધિરની જમાવટને અસર કરે છે. જેવા કે : વિટામિન - K, હિપેરિન, ડિફાઇબ્રિનેશન અને હિરુડીન.

લસિકા (પેશીય જળ)

પેશીય જળ અને લસિકા વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત તેના સ્થાનને આધારે છે. જળ કે જે કોષોને આવરે છે, તેને પેશીય જળ કહે છે. જ્યારે તે લસિકાવાહિનીઓ મારફતે વહે ત્યારે તેને લસિકા કહે છે.



રુધિર, પેશીય જળ અને લસિકાની તુલના

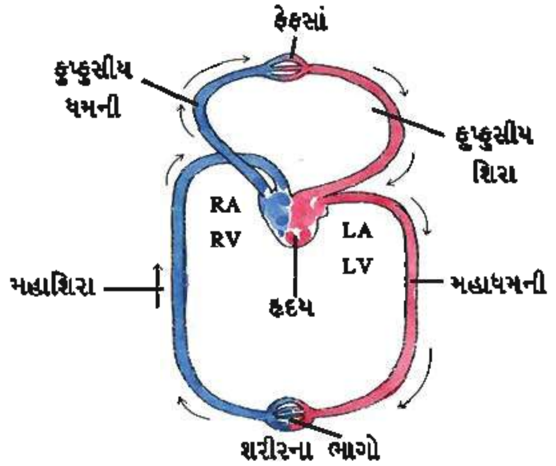
બંધારણમાં બંને જળ સમાન છે. લસિકાનું બંધારણ મહદ્અંશે રુધિરરસને મળતું આવે છે, પરંતુ તેમાં ઓગળેલા ઘટકોની સાંદ્રતા જુદી હોય છે. લસિકામાં પ્રોટીન ઘટકો ઓછા અને તે ફાઇબ્રિનોજન ઘટક રુધિરરસ કરતાં ઓછો ધરાવે છે. તે પેશીય ચયાપચયમાંથી નકામા ઘટકો પ્રાપ્ત કરે છે. નાની કેશિકાઓમાંનું લસિકા, કોષો ધરાવતું નથી, પરંતુ જ્યારે લસિકા, લસિકાગાંઠોમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે તેમાં તે ઉમેરાય છે. હાજર કોષોમાં 99% નાના લિમ્ફોસાઇટ્સ છે. બાકીના 1% ક્યારેક રક્તકણો (RBCs), ઇઓસિનોફિલ અથવા મોનોસાઇટ્સ (એકકેન્દ્રીય કણ)થી બનેલ હોય છે. સામાન્યતઃ લસિકા શરીરની રોગપ્રતિકાર માટે જવાબદાર વિશિષ્ટ લિમ્ફોસાઇટ્સ ધરાવતું રંગવિહીન પ્રવાહી છે. તે પોષકઘટકો, અંતઃસ્રાવો વગેરેનું અગત્યનું વાહક પણ છે.

પરિવહનમાર્ગ

પ્રાણીઓમાંની રુધિરવાહિનીઓ પરિવહનતંત્ર બનાવે છે, જે ખુલ્લું અથવા બંધ પ્રકારનું હોય છે.

ખુલ્લું પરિવહન : ખુલ્લા તંત્રમાં રુધિર આંશિક રુધિરવાહિનીઓ દ્વારા અને આંશિક રુધિર અવકાશો દ્વારા વહન પામે છે. આ પ્રકારનું પરિવહન સંધિપાદીઓ અને મૃદુકાયો (શીર્ષપાદીઓ સિવાય)માં જોવા મળે છે.

બંધ પરિવહન : બંધ તંત્રમાં રુધિર વાહિનીઓ દ્વારા વહન પામે છે. રુધિરવાહિનીઓ શરીરમાં જટિલ જાળું બનાવે છે. આ પ્રકારનું પરિવહન નૂપુરકો અને પૃષ્ઠવંશીઓમાં જોવા મળે છે.



RA - જમણું કર્ણક, LA - ડાબું કર્ણક
RV - જમણું ક્ષેપક, LV - ડાબું ક્ષેપક

રુધિર-પરિવહનનો પરિપથ

માનવ-પરિવહનતંત્ર

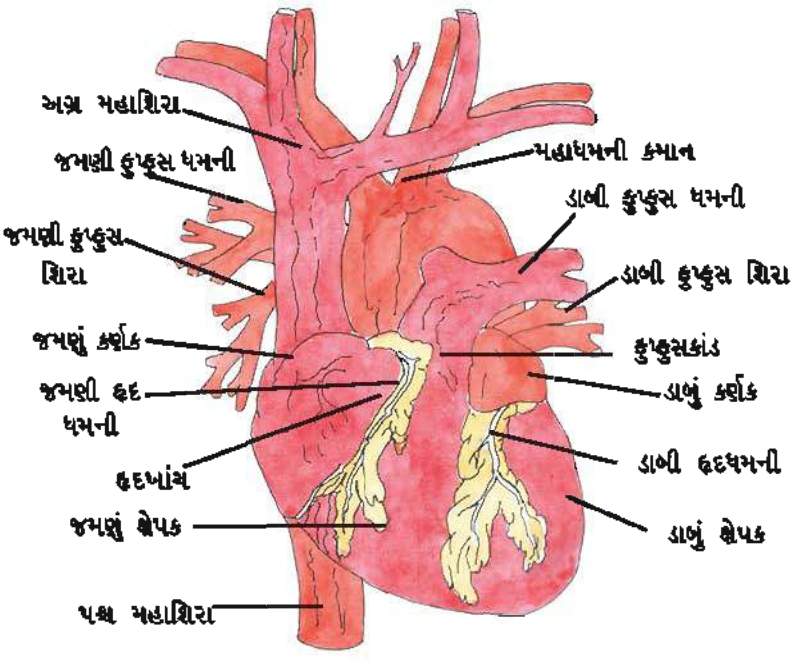
માનવ-પરિવહનતંત્ર હૃદય અને વિવિધ પ્રકારની વાહિનીઓ - ધમનીઓ, શિરાઓ અને કેશિકાઓનાં જાળાં દ્વારા બને છે. માનવમાં રુધિર-પરિવહનના બે પરિપથ આવેલ છે. દૈહિક અને ફુપ્ફુસીય પરિવહન. દૈહિક પરિવહનમાં રુધિરનો પ્રવાહ હૃદયની ડાબી બાજુએથી મહાધમની દ્વારા શરીરની પેશીઓમાં અને મહાશિરા દ્વારા હૃદયની જમણી બાજુ પરત આવે છે. ફુપ્ફુસીય પરિવહનમાં રુધિરપ્રવાહ હૃદયની જમણી બાજુએથી ફુપ્ફુસીય ધમની દ્વારા ફેફસાંમાં વહે છે અને ફુપ્ફુસીય શિરા દ્વારા હૃદયની ડાબી બાજુએ પરત આવે છે.

હૃદય

હૃદય પોલું સ્નાયુલ અંગ છે, જે રુધિરને વાહિનીઓ તરફ ધક્કો મારે છે. તે ફેફસાં વચ્ચેની ખાંચમાં ત્રાંસું ગોઠવાયેલ હોય છે. તેનો 2/3 ભાગ શરીરની મધ્યરેખાથી ડાબી બાજુએ આવેલો હોય છે. તે બુઠ્ઠા શંકુ જેવું દેખાય છે.

હૃદય બેવડા પડની રચનાથી ઘેરાયેલ હોય છે, જેને પરિહૃદાવરણ કહે છે. તે બહારની તરફ તંતુમય આવરણ અને અંદર લસીસ્તર ધરાવે છે. આ બે સ્તરોની વચ્ચે બહુ સાંકડો અવકાશ હોય છે. તેને પરિહૃદ અવકાશ કહે છે, જે પરિહૃદ પ્રવાહીથી ભરેલ હોય છે.

માનવનું હૃદય ચાર ખંડો ધરાવે છે, જેમાં બે ઉપર તરફ પાતળી દીવાલવાળા કર્ણક અને બે નીચેની તરફ જાડી દીવાલવાળા ક્ષેપક હોય છે. ક્ષેપકો એ કર્ણકો કરતાં મોટા પરંતુ, રુધિરનો જથ્થો બધા જ ખંડોમાં સમાન હોય છે. બે કર્ણકો અને બે ક્ષેપકો બહારથી સ્પષ્ટ આડી ખાંચથી જુદા પડે છે, જેને હૃદખાંચ કહે છે. તદ્ઉપરાંત ક્ષેપકોમાં બે ખાંચો હાજર છે - અગ્ર આંતરક્ષેપક ખાંચ અને પશ્વ આંતરક્ષેપક ખાંચ. હૃદયને રુધિર પૂરું પાડતી હૃદધમનીઓ અહીં સ્થાન પામેલ છે.

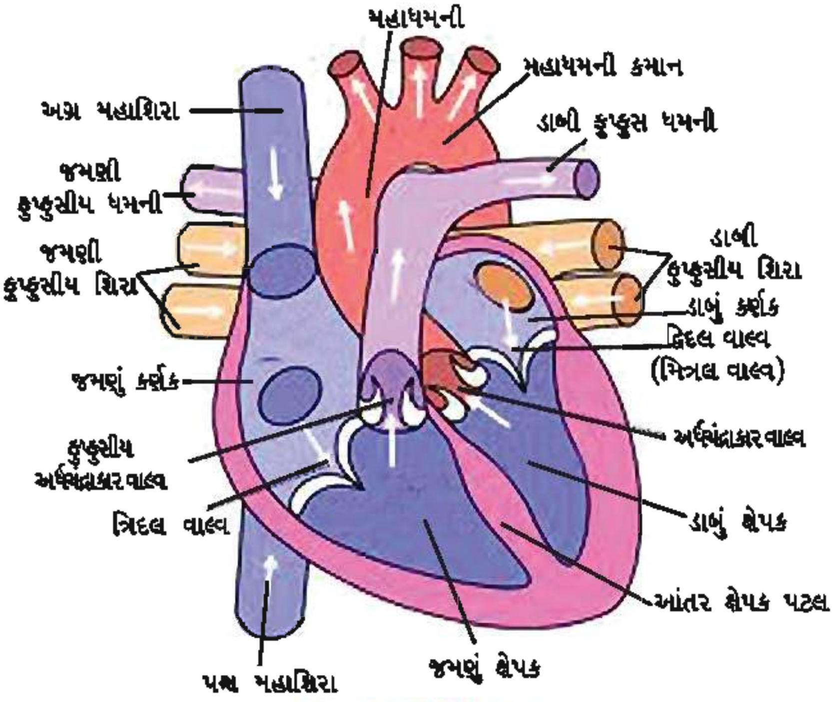


હૃદયની બાહ્ય રચના

હૃદયની આંતરિક રચના તેના ઊભા છેદમાં જોઈ શકાય છે.

આંતરિક રીતે માનવનું હૃદય ચાર ખંડોમાં વિભાજિત હોય છે - બે કર્ણકો અને બે ક્ષેપકો. બે કર્ણકો એકબીજાથી આંતર-કર્ણક પટલ દ્વારા જુદા પડે છે. બે ક્ષેપકો પણ એકબીજાથી આંતર ક્ષેપક પટલ દ્વારા જુદા પડે છે. કર્ણકો અને ક્ષેપકો બંને કર્ણક ક્ષેપક પટલ દ્વારા જુદા પડે છે.

હૃદયના પોલાણમાં ઘણાં વાલ્વ હાજર હોય છે. આ વાલ્વો રુધિરપ્રવાહની દિશાનું નિયમન કરે છે.



હૃદયની આંતરિક રચના

કર્ણક-ક્ષેપક (AV) વાલ્વો કર્ણકો અને ક્ષેપકોને જુદા પાડે છે. જમણો AV વાલ્વ, જમણા કર્ણક અને જમણા ક્ષેપકની વચ્ચે જોવા મળે છે. તે ત્રણ પટલ (Flaps) ધરાવે છે, તેથી તેને ત્રિદલ વાલ્વ કહે છે. ડાબું કર્ણક અને ડાબું ક્ષેપક, ડાબા AV વાલ્વથી જુદું પડે છે. તે બે પટલ (Flaps) ધરાવે છે. તેને દ્વિદલ વાલ્વ કહે છે. તેને મિત્રલ વાલ્વ પણ કહે છે. દ્વિદલ અને ત્રિદલ વાલ્વો બંને હૃદબદ્ધ તંતુઓ વડે ક્ષેપકની દીવાલો સાથે જોડાયેલ છે.

અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વો હૃદયમાંથી બહાર નીકળતી ધમનીની શરૂઆતમાં હોય છે. આ વાલ્વો રુધિરને ક્ષેપકમાં પાછું વહેતું અટકાવે છે. આવા વાલ્વો જો જમણા ક્ષેપક અને ફુપ્ફુસકાંડ વચ્ચે હોય, તો તેને ફુપ્ફુસીય અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વ કહે છે અને ડાબા ક્ષેપક અને ધમનીકાંડ વચ્ચે હોય, તો તેને ધમની અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વ કહે છે.

અગ્ર અને પશ્ચ મહાશિરાઓ જમણા કર્ણકમાં ખૂલે છે અને ફુપ્ફુસીય શિરા ડાબા કર્ણકમાં ખૂલે છે.

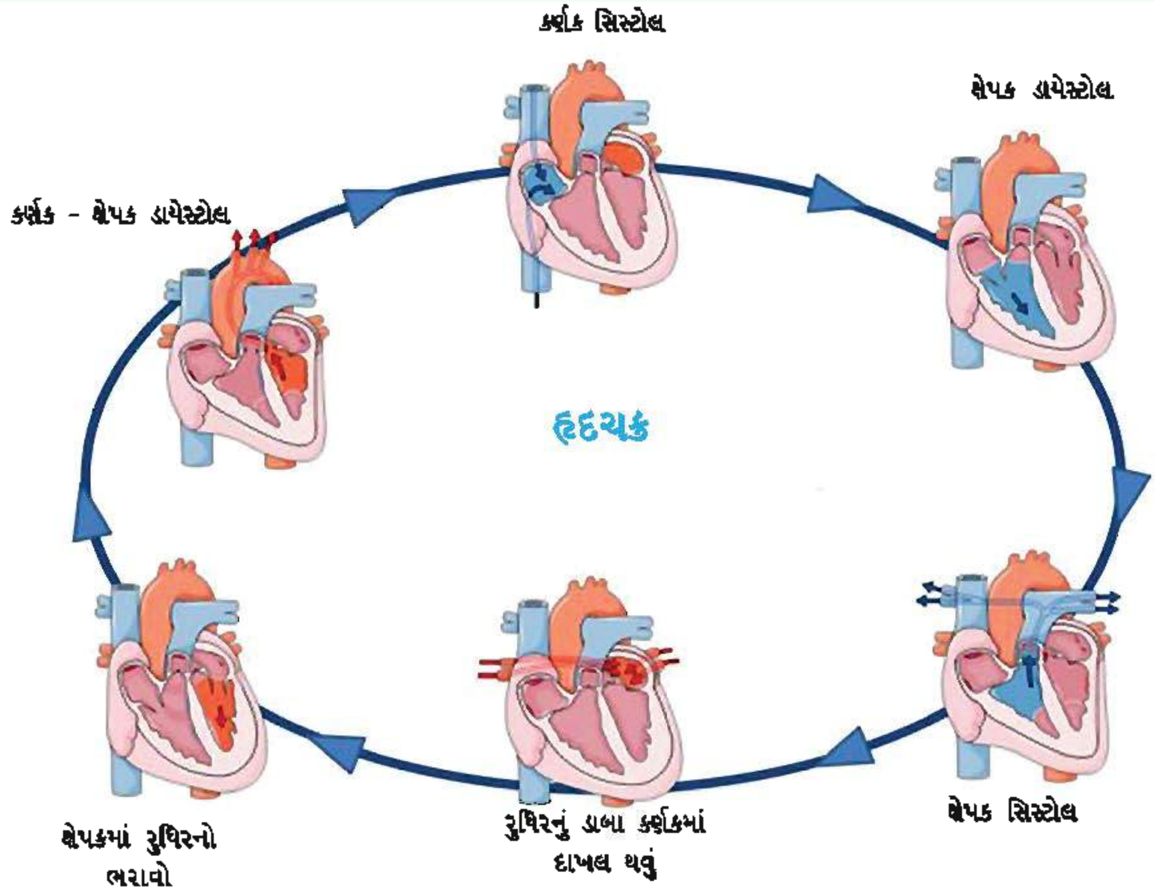
હૃદયની દીવાલ હૃદસ્નાયુ પેશી, સંયોજક પેશી અને રુધિરકેશિકાઓની બનેલ છે.

સાયનો-એટ્રીએલ ગાંઠ (SA-ગાંઠ) કહેવાતો વિશિષ્ટ હૃદયસ્નાયુબંધ જમણા કર્ણકની જમણી ઉપરી ખૂણાની દીવાલમાં હોય છે અને બીજો આવો જ પેશીનો જથ્થો જમણા કર્ણકના ડાબા ખૂણામાં કર્ણક-ક્ષેપક પટલની ખૂબ જ નજીક જોવા મળે છે, તેને એટ્રીઓ-વેન્ટ્રિક્યુલર ગાંઠ- (AV ગાંઠ) કહે છે. AV ગાંઠમાંથી ઉત્તેજનાનું ક્ષેપકમાં વહન કરતા તંતુઓ હીસના જૂથ (Bundle of His) તરીકે ઓળખાય છે, જે આંતરક્ષેપક પટલ તરફ લંબાય છે. પરકિન્જે તંતુઓએ હીસના જૂથમાંથી ઉદ્‌ભવતી શાખાઓ છે.

હૃદચક્ર

હૃદય પંપ (Pump) તરીકે વર્તે છે અને તેની ક્રિયા નિયમિત પરંપરાગત ઘટનાઓ ધરાવે છે, જેને હૃદચક્ર કહે છે. માનવમાં જ્યારે હૃદયના ધબકારા સામાન્ય હોય ત્યારે હૃદચક્ર 1 મિનિટમાં 72 વખત થાય છે, તેથી દરેક ચક્ર આશરે 0.8 સેકન્ડ ચાલે છે.

હૃદયના ખંડોના સંકોચનના તબક્કાને સિસ્ટોલ કહે છે અને તેના શિથિલનના તબક્કાને ડાયેસ્ટોલ કહે છે. એક સંપૂર્ણ હૃદચક્ર દરમિયાન નીચેના તબક્કા થાય છે :



કોષ્ઠક : હૃદયચક્ર

સમયગાળો	કર્ણકો	ક્ષેપકો
0.10 સેકન્ડ	સિસ્ટોલ પામે	ડાયેસ્ટોલ પામે
0.30 સેકન્ડ	ડાયેસ્ટોલ પામે	સિસ્ટોલ પામે
0.40 સેકન્ડ	ડાયેસ્ટોલ પામે	ડાયેસ્ટોલ પામે

સૌપ્રથમ કર્ણકો સંકોચાય છે તે જ સમયે ક્ષેપકો શિથિલ થાય છે. આ દરમિયાન જમણા કર્ણકમાંનું રુધિર જમણા ક્ષેપકમાં વહે છે અને ડાબા કર્ણકમાંનું રુધિર ડાબા ક્ષેપકમાં વહે છે. તેનો એકદિશીય પ્રવાહ વાલ્વો દ્વારા નિયંત્રિત હોય છે.

હવે ક્ષેપકો સિસ્ટોલ અનુભવે છે એટલે કે સંકોચાય છે. આ દરમિયાન કર્ણક ડાયેસ્ટોલ અનુભવે છે. ક્ષેપકોના સંકોચનથી તેમાંનું રુધિર દબાણ પામે છે. આ દબાણ જમણા ક્ષેપકમાંથી ઉદ્ભવતા ફુપ્ફુસકાંડમાં આવેલ વાલ્વને ખોલે છે અને રુધિરપ્રવાહને ફેફસાં તરફ ધકેલે છે. ડાબા ક્ષેપકમાં આવેલ રુધિર ધમનીકાંડમાં આવેલ વાલ્વને ખોલે છે અને રુધિરપ્રવાહને શરીરનાં બધાં જ અંગો તરફ ધકેલે છે.

હવે હૃદયના બધા ખંડો ડાયેસ્ટોલ અનુભવે છે તે દરમિયાન રુધિર કર્ણકોમાં ભરાય છે ત્યાર બાદ કર્ણકોના સંકોચનથી નવું હૃદયચક્ર શરૂ થાય છે.

ઇલેક્ટ્રોકાર્ડિયોગ્રામ (ECG)

દરેક હૃદયચક્ર દરમિયાન હૃદસ્નાયુમાં પ્રેરાતા વીજકીય ફેરફારો શરીરની સપાટી ઉપર વીજધ્રુવો (electrodes) ગોઠવીને નોંધી શકાય છે. આવી નોંધણીને ઇલેક્ટ્રોકાર્ડિયોગ્રામ (ECG) કહે છે. આ હૃદયના સ્વાસ્થ્ય કે સ્વાસ્થ્ય સંબંધિત ખામીની ચકાસણી માટેની અગત્યની પદ્ધતિ છે.

જ્યારે કર્ણકો અને ક્ષેપકો સંકોચન પામે છે, ત્યારે તેઓમાંથી વીજપ્રવાહો સર્જાય છે, જે હૃદયથી શરીરનાં બધાં અંગોમાં પ્રસરે છે. વીજધ્રુવોને શરીરનાં વિવિધ સ્થાનો પર ગોઠવવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે તેઓને કાંડા અને ઘૂંટી પર મુકાય છે. આ વીજધ્રુવો, વીજપ્રવાહની અસરને નોંધે છે. ECGનું નિર્દેશન વીજધ્રુવોની નિયત ગોઠવણી ઉપર આધાર રાખે છે.

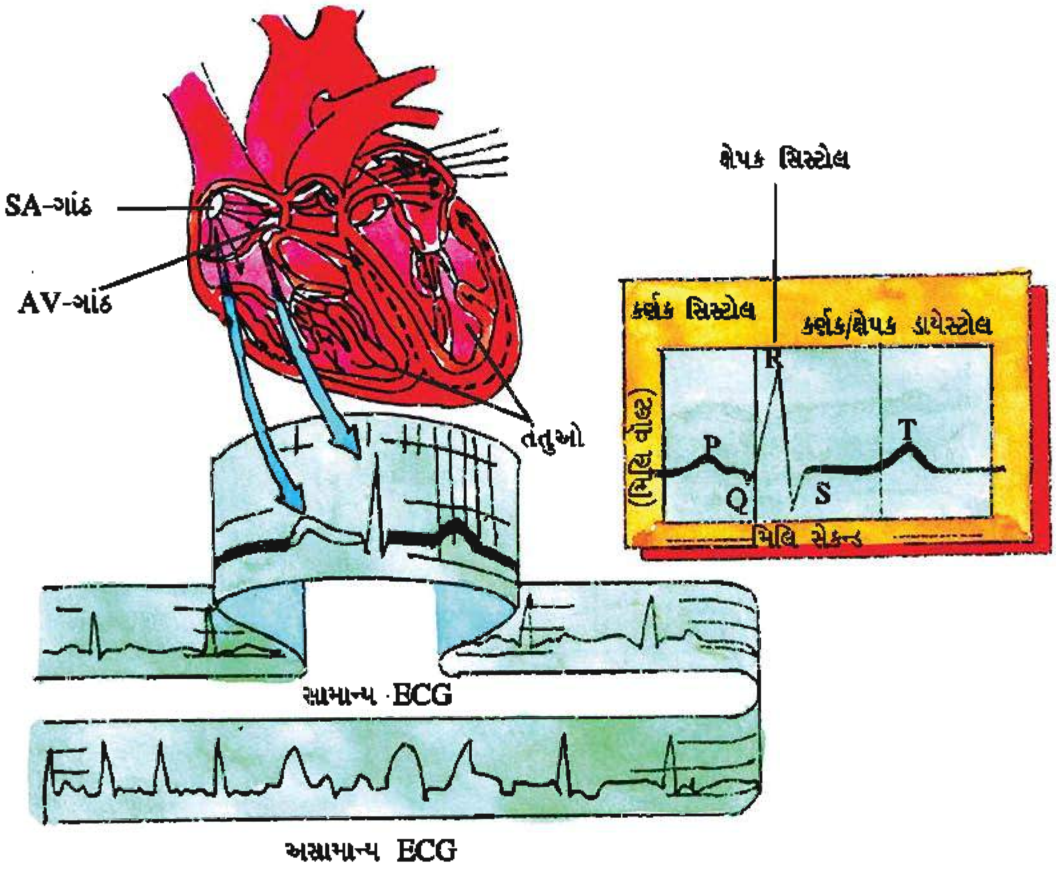
ઈલેક્ટ્રોકાર્ડિયોગ્રામના તરંગોને P, Q, R, S અને T નામ અપાય છે. દરેક અક્ષર હૃદયચક્રમાંની નિયત ઘટનાઓ સૂચવે છે.

P તરંગ : કર્ણકોના સંકોચન સાથે સંબંધિત છે. તે SA-ગાંઠથી કર્ણકો સુધીની ઉત્તેજનાની સ્થિતિ સૂચવે છે.

Q, R, S તરંગો : તે સંયુક્ત રીતે ક્ષેપકોનું સંકોચન સૂચવે છે. તેની શરૂઆત 'Q' થી થાય છે, જે નીચે તરફ વળે છે. ત્યાર પછી 'R' ઉપર તરફ મોટો વળાંક દર્શાવે છે. 'S' આ તબક્કાના અંતે નીચે તરફ વળાંક દર્શાવે છે.

T તરંગ : તે ક્ષેપકોનું ડાયેસ્ટોલ (શિથિલન) દર્શાવે છે. આ સમયે કર્ણકો પણ ડાયેસ્ટોલ (શિથિલન)ની સ્થિતિ હોય છે.

હૃદયરોગના નિષ્ણાત ECGનો ઉપયોગ હૃદય સંબંધિત રોગોના નિદાન માટે કરે છે.



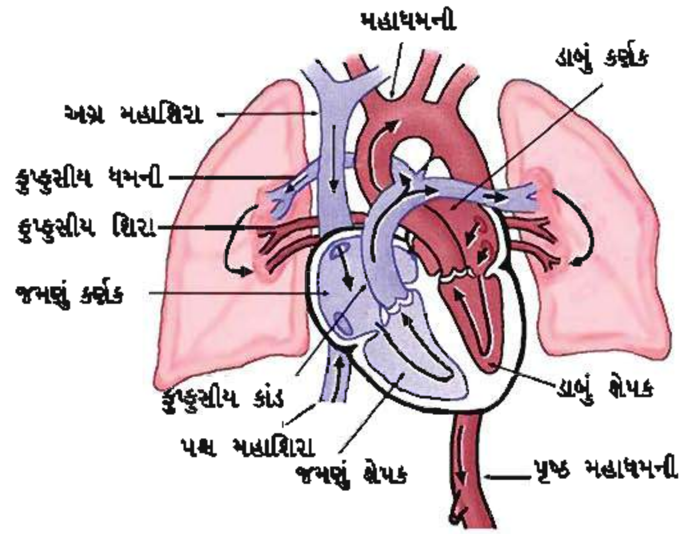
ઈલેક્ટ્રોકાર્ડિયોગ્રામ

બેવડું પરિવહન

ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિરનું પરિવહન અલગ-અલગ થાય, તેને બેવડું પરિવહન કહે છે. આ વહન-માર્ગ નીચે વર્ણવેલ છે.

અગ્રમહાશિરા અને પશ્ચમહાશિરા શરીરનાં વિવિધ અંગોમાંથી ઑક્સિજનવિહીન રુધિર એકઠું કરી જમણા કર્ણકમાં ઠાલવે છે.

જમણા કર્ણકમાંનું રુધિર જમણા ક્ષેપકમાં ત્રિદલ, કર્ણક-ક્ષેપક વાલ્વ દ્વારા વહે છે.



રુધિરનું પરિવહન

જમણા ક્ષેપકમાંનું રુધિર ફુપ્ફુસ ધમનીઓમાં અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વ ધરાવતા ફુપ્ફુસકાંડમાં થઈ ફેફસામાં વહે છે.

ફેફસાંમાંથી ફુપ્ફુસ શિરાઓ દ્વારા ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર ડાબા કર્ણકમાં વહન પામે છે.

ડાબા કર્ણકમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર કર્ણક-ક્ષેપક વાલ્વ કે જે દ્વિદલ વાલ્વ છે, તેના દ્વારા ડાબા ક્ષેપકમાં વહે છે.

ડાબા ક્ષેપકમાંથી ઑક્સિજનયુક્ત રુધિર શરીરના વિવિધ અંગોમાં ધમનીઓ દ્વારા વહે છે.

હૃદયના જમણી તરફના ખંડોમાંથી રુધિરને ડાબી તરફના ખંડોમાં પ્રવેશવા માટે ફેફસાંમાંથી પસાર થવું પડે છે આથી હૃદયને 'બેવડો પંપ' કહે છે, કારણ કે જમણી તરફના ખંડો રુધિરને ફેફસાંમાં ધકેલે છે અને ડાબી તરફના ખંડો રુધિરને સમગ્ર શરીર તરફ ધકેલે છે, તેથી ડાબા ક્ષેપકની દીવાલ, જમણા ક્ષેપકની દીવાલ કરતાં વધુ સ્નાયુમય હોય છે..

હૃદ ક્રિયાનું નિયમન

હૃદક્રિયાનું નિયમન ચેતાનિયંત્રણ અને અંતઃસ્ત્રાવી નિયંત્રણના તાબા હેઠળ છે. સામાન્ય રીતે હૃદક્રિયાઓ ગાંઠપેશી દ્વારા સ્વયં નિયંત્રિત હોય છે. જે સ્નાયુ અને ચેતા એમ બંનેના ગુણો ધરાવે છે. તેથી હૃદય માયોજેનિક તરીકે ઓળખાય છે. સંકોચનની ઊર્મિઓ હૃદયમાંથી જાતે જ ઉદ્દભવે છે. અને હૃદયના અનુકંપી ચેતાતંતુઓ હૃદક્રિયાને વેગીલી બનાવે છે. જ્યારે બીજી બાજુ પરાનુકંપી ચેતાતંતુઓ હૃદક્રિયાઓને અવરોધે છે.

SA-ગાંઠ હૃદયના ધબકારાનો આરંભ કરે છે અને દર 0.80 સેકન્ડે કર્ણકોનું સંકોચન પ્રેરતા ઉત્તેજક સંદેશા પાઠવે છે. આ કારણે SA-ગાંઠ, 'પેસમેકર' તરીકે પણ ઓળખાય છે. તે હૃદયના ધબકારાને નિયમિત અને તાલબદ્ધ રાખે છે. જ્યારે આ ઉત્તેજના AV-ગાંઠ સુધી પહોંચે છે, ત્યારે AV-ગાંઠ ક્ષેપકોનું સંકોચન પ્રેરે છે. આ ઉત્તેજનાનું વહન હૃદયની દીવાલમાં આવેલ વિશિષ્ટ તંતુઓ (હિસનું જૂથ અને પરકિન્જે સ્નાયુ) દ્વારા થાય છે.

રુધિરપરિવહન સંબંધિત રોગો

રુધિરના પરિવહન સંબંધિત રોગોમાં હાયપરટેન્શન (રુધિરનું ઉચ્ચ દબાણ) અને એથરોસ્ક્લેરોસિસ મુખ્ય છે.

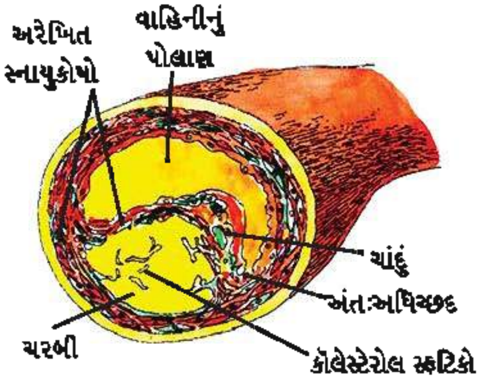
હાઈપરટેન્શન : હાઈપરટેન્શન મુખ્યત્વે હૃદયરોગો થવા માટે જવાબદાર છે. આપણા શરીરમાં રુધિરપરિવહન દબાણ હેઠળ જળવાય છે. રુધિર દબાણ શરીરની મોટી ધમનીમાં મપાય છે. આ સાધનને સ્ફિગ્મોમેનોમીટર કહે છે. દબાણનાં બે માપો છે – સિસ્ટોલિક દબાણ અને ડાયેસ્ટોલિક દબાણ. સામાન્ય તંદુરસ્ત વ્યક્તિમાં સિસ્ટોલિક દબાણ 120 (એટલે કે 120 mm Hg) અને ડાયેસ્ટોલિક દબાણ 80 હોય છે, તે 120/80 એમ નોંધાય છે. વિવિધ દેહધાર્મિક પરિસ્થિતિઓ દરમિયાન થોડો ફેરફાર થાય છે. જો આ દબાણ, સિસ્ટોલિક 140 ઉપર અને ડાયેસ્ટોલિક 90 ઉપર નોંધાય તો તેને હાઈપરટેન્શન કહે છે. જો આ સ્થિતિ લાંબો સમય ચાલુ રહે, તો શરીરના ત્રણ અત્યાવશ્યક અંગો-હૃદય, મગજ અને મૂત્રપિંડ નુકસાન પામી શકે છે.

હાઈપરટેન્શન માટે મુખ્ય બે કારકો જવાબદાર છે. આ બંને ટાળી શકાય તેવા છે : એક છે ધૂમ્રપાન અને બીજું છે મેદસ્વિતા. ધૂમ્રપાન દરમિયાન નિકોટીન રુધિરમાં ભળે છે અને ધમનિકાઓનું સંકોચન પ્રેરે છે. તેના પરિણામે રુધિરદબાણ વધે છે. વળી, ફેફસાંની ઑક્સિજન-ધારણક્ષમતા ઘટવાથી પણ રુધિર દબાણ વધે છે. ધૂમ્રપાન દરમિયાન ઉત્પન્ન થતો કાર્બનમોનોક્સાઇડ, હિમોગ્લોબિનની O_2 ધારણક્ષમતા ઘટાડે છે. જે વ્યક્તિનું વજન તેની ઉંમર, ઊંચાઈ અને અન્યને આધારે,

પ્રમાણિત કરેલા વજન કરતાં 20%થી વધારે હોય, તો તેને મેદસ્વી વ્યક્તિ કહે છે. આવા વ્યક્તિમાં વધુ પડતું રુધિર પેશીઓને પહોંચાડવું પડે એટલે રુધિર દબાણ વધે છે. ધૂમ્રપાનથી દૂર રહેવું અને સતત વધતા વજન ઉપર ધ્યાન રાખવું એ અત્યંત આવશ્યક છે.

એથરોસ્ક્લેરોસિસ

એથરોસ્ક્લેરોસિસ 'ધમનીઓના દઢીકરણ' તરીકે પણ ઓળખાય છે. તેની અસરો દર્શાવતાં ચિહ્નો અનેક વર્ષો પછી જણાતાં હોવાથી તે 'મૂક ઘાતક' (Silent killer) કહે છે. તે હાર્ટએટેક અને મગજનાં સ્ટ્રોક માટે જવાબદાર છે.



રુધિરવાહિનીમાં કૉલેસ્ટેરોલની જમાવટ

તંદુરસ્ત ધમનીઓની દીવાલનું સૌથી અંદરનું સ્તર લીસું હોય છે. ઊંચા રુધિરદાબ, ધૂમ્રપાન અને વધુ પડતાં ચરબીયુક્ત ખોરાક ઇત્યાદિથી તેને હાનિ પહોંચાડે છે. આવા હાનિગ્રસ્ત ભાગમાં ચરબીયુક્ત દ્રવ્યો જમા થઈ અને પ્લેક (plaque) સર્જે છે. સૌપ્રથમ તો હાનિગ્રસ્ત કોષોની વૃદ્ધિ થાય છે. પછી તેમની સાથે અંતઃચ્છદ હેઠળના સ્તરના અરેખિત સ્નાયુઓ સંકળાય છે. આ કોષોમાં લિપિડ અને તેમાં પણ ખાસ કરીને કૉલેસ્ટેરોલ સંચિત થાય છે. આ 'પ્લેક' ધમનીઓના પોલાણમાં પ્રવર્ધરૂપે ગોઠવાય છે. આમ, રુધિરના પરિવહનમાં અવરોધ થાય છે. આવા પ્લેક અનિયમિત ધમની દીવાલ પર રુધિરનું ગાંઠ-સર્જન પ્રેરે છે. આવી રુધિરગાંઠ (blood clot) જ્યાં હોય ત્યાં સ્થાયી રહે તો તેને થ્રોમ્બસ કહે છે. જ્યારે તે પોતાનું સ્થાન છોડી રુધિરની સાથે ફરવા માંડે ત્યારે તેને એમ્બોલસ કહે છે. જો આની સારવાર ન કરાય તો ગંભીર પરિણામો આવી શકે.

ધમનીઓમાં પ્લેક સર્જાવાની અને તેના પરિણામે તેમનાં પોલાણ સાંકડાં થઈ જવાની રોગમય સ્થિતિને એથરોસ્ક્લેરોસિસ કહે છે. હાર્ટએટેક અને મગજનો સ્ટ્રોક એથરોસ્ક્લેરોસિસની અસર હેઠળ થાય છે. હૃદયને રુધિર પૂરું પાડતી હૃદધમનીઓમાં પોલાણ આંશિક કે સંપૂર્ણપણે રૂંધાય ત્યારે હાર્ટએટેક શક્ય બને છે. એન્જિયોપ્લાસ્ટી, બાય-પાસ સર્જરી વગેરે વડે તેની સારવાર શક્ય બને છે.

આર્ટિરિયોસ્ક્લેરોસિસ

આ સ્થિતિ ધમનીની દીવાલના દઢીકરણની છે. કૉલેસ્ટેરોલ અને કૅલ્શિયમના ક્ષારની જમાવટથી દીવાલ જાડી અને અસ્થિતિસ્થાપક બને છે. આવી બરડ ધમની તૂટી શકે છે. તેમ થાય તો તેમાંથી રુધિર બહાર આવે અને જામી જાય છે. આવી ગાંઠો રુધિરમાં ફરે છે અને શક્ય છે કે કોઈ અંગમાં મુશ્કેલી સર્જે.

સારાંશ

પ્રાણીઓના શરીરના તમામ કોષોને પૂરતા પ્રમાણમાં O_2 અને પોષકઘટકોની જરૂરિયાત અને CO_2 અને વિવિધ દેહધાર્મિક પ્રક્રિયાઓને અંતે ઉત્પન્ન થતા નકામાં પદાર્થોનો નિકાલ કરવો જરૂરી છે. એટલા માટે વાહક તરીકે શરીરમાં રુધિર અને લસિકા હાજર હોય છે. આવા વાહકોનું આવા ઘટકોના વહન માટે વહેવું જરૂરી છે, જેને પરિવહન કહે છે. જ્યાં આ ઘટકો પરિવહન પામે છે, તેને પરિવહનતંત્ર કહે છે.

રુધિર એ લાલ શરીરજળ છે, જે વિવિધ વાહિનીઓ દ્વારા વહે છે. જેવી કે - ધમનીઓ, શિરાઓ અને વાહિકાઓ. તે રુધિરરસ અને રુધિરકણોનું બનેલું છે. માનવમાં વિવિધ RBC ઍન્ટિજન આવેલ છે જે દરેક વ્યક્તિના રુધિરકોષોને જુદાં-જુદાં રુધિરજૂથોમાં વર્ગીકૃત કરે છે. ABO અને Rh-જૂથ માનવમાં બહુ પ્રચલિત જૂથો છે. રુધિર ગંઠાવવાનો અગત્યનો ગુણ ધરાવે છે. રુધિર ગંઠાવવાની ક્રિયામાં 13 કારકો રુધિરરસ અને પેશીઓમાં જોવા મળે છે. બીજો ઘટક કે જે તેની વિશિષ્ટ વાહિનીઓમાં વહન પામે છે, તેને લસિકા કહે છે. લસિકા રચના અને કાર્યની દૃષ્ટિએ રુધિરરસને ઘણી મળતી આવે છે.

પ્રાણીઓમાં રુધિર બે પ્રકારે પરિવહન પામે છે. ખુલ્લું પરિવહન અને બંધ પરિવહન. આમાંનું માનવમાં બંધ પ્રકારનું પરિવહન જોવા મળે છે. માનવનું પરિવહનતંત્ર હૃદય અને વિવિધ પ્રકારની વાહિનીઓનું જાળું ધરાવે છે. માનવમાં રુધિર-પરિવહનના બે પરિપથો જોવા મળે છે, દૈહિક અને ફુપ્ફુસીય પરિવહન.

હૃદય પોલું, સ્નાયુલ અંગ છે, જે રુધિરને વાહિનીઓ તરફ ધક્કો મારે છે. હૃદય ચાર ખંડો ધરાવે છે : બે ઉપર તરફ કર્ણકો અને બે નીચે તરફ ક્ષેપકો. હૃદયમાં ઘણાં વાલ્વો, પટલો અને ગાંઠો હાજર હોય છે.

હૃદય પંપ (Pump) તરીકે વર્તે છે અને તેની ક્રિયા નિયમિત પરંપરાગત ઘટનાઓ ધરાવે છે, જેને હૃદચક્ર કહે છે, જે આશરે 0.8 સેકન્ડ સમય લે છે. દરેક હૃદચક્ર દરમિયાન પ્રેરાતા હૃદસ્નાયુઓના વીજપ્રવાહોને ECG દ્વારા નોંધવામાં આવે છે.

ઑક્સિજનયુક્ત અને ઑક્સિજનવિહીન રુધિરનું માનવમાં પરિવહન અલગ-અલગ થાય છે. તેને બેવડું પરિવહન કહે છે. હૃદક્રિયાઓનું બધું નિયમન ચેતાઓ અને અંતઃસ્રાવી નિયમન દ્વારા થાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) સામાન્ય કદના પુરુષમાં રુધિરનો જથ્થો આશરે કેટલો હોય છે ?

(અ) 4થી 6 લિટર ○ (બ) 5થી 6 લિટર ○

(ક) 3થી 6 લિટર ○ (ડ) 5થી 7 લિટર ○

(2) રુધિર ગંઠાવવાની ક્રિયામાં કોણ સામેલ છે ?

(અ) સોડિયમ ○ (બ) આલ્બ્યુમિન ○

(ક) પોટૅશિયમ ○ (ડ) ફાઇબ્રિનોજન ○

(3) રુધિરમાં રહેલ ન્યુટ્રોફિલ કેટલા ટકા છે ?

(અ) 1-4 % ○ (બ) 20-45 % ○

(ક) 40-70 % ○ (ડ) 4-8 % ○

(4) નીચેનામાંનું કયું પ્રતિકારતંત્રનો ભાગ છે ?

(અ) લિમ્ફોસાઇટ ○ (બ) એરિથ્રોસાઇટ ○

(ક) બેસોફિલ ○ (ડ) એક પણ નહિ. ○

(5) કયું રુધિરજૂથ સર્વદાતા છે ?

(અ) A ○ (બ) B ○ (ક) AB ○ (ડ) O ○

(6) આશરે ------- મનુષ્ય Rh ઍન્ટિજન તેના RBCsમાં ધરાવે છે.

(અ) 80 % ○ (બ) 85 % ○ (ક) 70 % ○ (ડ) 75 % ○

(7) નીચેનામાંનો કયો સક્રિય કારક છે ?

(અ) ફાઇબ્રિનોજન ○ (બ) કેલ્શિયમ ○

(ક) પ્રોથ્રોમ્બિન ○ (ડ) સ્ટુઅર્ટ કારક ○

(8) કયા પ્રાણીનો સમૂહ ખુલ્લું પરિવહન ધરાવે છે ?

(અ) સંધીપાદ ◯ (બ) નૂપુરક ◯

(ક) પૃષ્ઠવંશી ◯ (ડ) શૂળત્વચી ◯

(9) કયો વાલ્વ કર્ણકો અને ક્ષેપકોને જુદાં પાડે છે ?

(અ) AV-વાલ્વ ◯ (બ) અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વ ◯

(ક) ફુપ્ફુસીય અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વ ◯ (ડ) બધા ◯

(10) દરેક હૃદચક્ર આશરે .... સેકન્ડ લે છે.

(અ) 0.8 ◯ (બ) 0.7 ◯

(ક) 0.1 ◯ (ડ) 0.4 ◯

2. માગ્યા પ્રમાણે જવાબ આપો :

(1) સમજાવો : ABO-જૂથો

(2) રુધિર જામી જવામાં સામેલ તમામ કારકોનાં ફક્ત નામ આપો.

(3) વર્ણવો : હૃદયની બાહ્ય રચના

(4) સમજાવો : માનવમાં બેવડું પરિવહન

3. ટૂંક નોંધ લખો :

(1) રુધિરરસ (2) Rh-જૂથો

(3) લસિકા (4) માનવ-પરિવહનતંત્ર

(5) હૃદયની અંતઃસ્થ રચના (આકૃતિસહ) (6) ECG

(7) હાઇપરટૅન્શન

4. આકૃતિ દોરો અને નામનિર્દેશન કરો :

(1) હૃદયની બાહ્ય રચના

(2) હૃદયની અંતઃસ્થરચના

8

ઉત્સર્ગપદાર્થ અને તેનો નિકાલ

ઉત્સર્જનને વિશાળ અર્થમાં લઈએ તો ઉત્સર્ગપદાર્થને છૂટા પાડવા અને તેનો શરીરમાંથી નિકાલ કરવો થાય. પરંતુ મર્યાદિત અર્થમાં લઈએ તો ઉત્સર્જન શબ્દનો વહેવારુ ઉકેલ શરીરમાંથી બિનઆવશ્યક નાઇટ્રોજનયુક્ત પદાર્થોને દૂર કરવા એવો થાય. નકામા પદાર્થોના ઘણા પ્રકાર છે, અને તે એક પ્રાણીથી બીજા પ્રાણીમાં અને એક જ પ્રાણીમાં જુદા-જુદા સમયે જુદા હોય છે. નકામા પદાર્થોના પ્રકારોનો તફાવત પ્રાણીઓના ચયાપચયની પ્રક્રિયાઓ સાથે સંબંધિત છે. એમોનિયા, યુરિયા, યુરિક-ઍસિડ, જેવા પદાર્થો સંપૂર્ણપણે અથવા અમુક અંશે દૂર થાય છે.

આ પ્રકરણમાં ઉપર જણાવેલ પદાર્થોને દૂર કરવાની ક્રિયાવિધિ અને ખાસ કરીને મહત્ત્વના સામાન્ય નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામા પદાર્થોનો અભ્યાસ કરીશું. મુખ્ય નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામાં પદાર્થમાં એમોનિયા, યુરિયા અને યુરિક ઍસિડ પ્રાણીઓ દ્વારા ઉત્સર્જિત થાય છે. એમોનિયા ઘણો જ ઝેરી પદાર્થ છે, જેનો નિકાલ થોડા પ્રમાણમાં પાણી દ્વારા થાય છે. આમ, નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગ-પદાર્થનો પ્રકાર અને તેના ઉત્સર્જનનો આધાર પાણીની પ્રાપ્યતા ઉપર રહેલો છે. નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્જિત પદાર્થોના પ્રકારોના આધારે પ્રાણીઓનું વર્ગીકરણ મુખ્યત્વે ત્રણ સમૂહમાં કરવામાં આવ્યું છે. એમોનિયાત્યાગી, યુરિયાત્યાગી, યુરિક ઍસિડત્યાગી.

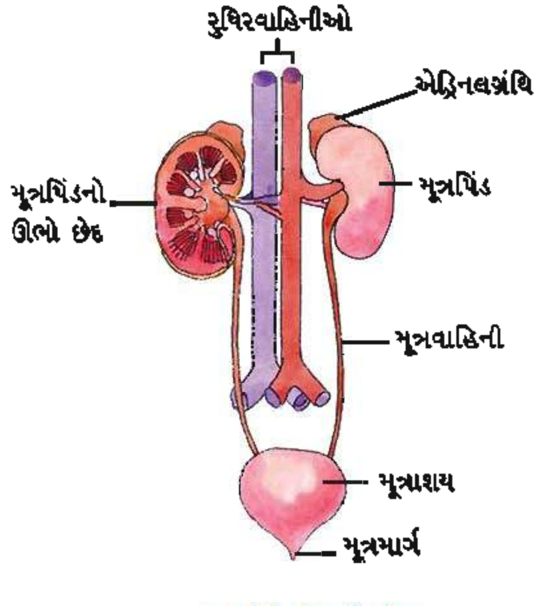
એમિનોઍસિડના વિનત્રલીકરણના પરિણામે એમોનિયા ઉત્પન્ન થાય છે. એમોનિયા ઉત્સર્જનની પ્રક્રિયાને એમોનિયાત્યાગી પ્રક્રિયા કહે છે. કુદરતમાં ઘણાં જલીય કિટક, અસ્થિમત્સ્ય અને ટેડપોલ એમોનિયાત્યાગી છે. એમોનિયા ખૂબ ઝડપથી પાણીમાં દ્રાવ્ય થાય છે અને સામાન્ય રીતે પ્રસરણ દ્વારા શરીરદીવાલ અથવા મત્સ્યમાં ઝાલરસપાટી દ્વારા નિકાલ થતો હોવાથી મૂત્રપિંડ એના નિકાલમાં કોઈ ભાગ ભજવતો નથી. યુરિયા અને યુરિક ઍસિડ જેવા ઓછા ઝેરી નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગપદાર્થોનું ઉત્સર્જન જમીન ઉપરનાં પૃષ્ઠવંશીઓમાં પાણી સાચવણીનું અનુકૂલન છે. યુરિયાત્યાગી પ્રાણી મુખ્યત્વે યુરિયા ઉત્સર્જિત કરે છે, જેને યુરિયાત્યાગી પ્રાણીઓ કહે છે. ઉ.દા., સસ્તન પ્રાણી, કાસ્થિમત્સ્ય અને પુખ્ત ઉભયજીવી. એમોનિયા આ પ્રાણીઓમાં યકૃતમાં યુરિયામાં રૂપાંતરિત થાય છે, જે રુધિરમાં વિમુક્ત થઈ મૂત્રપિંડમાં ગાળણ થઈ બહાર ઉત્સર્જિત થાય છે. પ્રાણીઓ દ્વારા જરૂરી જળનિયમનની જાળવણી માટે કેટલીક માત્રામાં યુરિયાનો મૂત્રપિંડ મધ્યકમાં સંગ્રહ થાય છે. પાણીનો વ્યય ઘટાડવા સરિસૃપો, વિહગો, કીટકો અને જમીન પરની સ્નેઇલ યુરિક ઍસિડનું ઉત્સર્જન ગોળી કે લૂગદી સ્વરૂપે કરે છે. આ પ્રાણીઓ યુરિક ઍસિડ-ત્યાગી તરીકે ઓળખાય છે. પ્રાણીઓના અવલોકન પરથી દર્શાવાય છે કે પ્રાણીઓમાં વિશિષ્ટ ઉત્સર્ગ-અંગો તેમના શરીરમાં ઉત્સર્ગપદાર્થના નિકાલ માટે આવેલાં છે. પાણી અને ઉત્સર્ગદ્રવ્યોના નિકાલ પ્રકાર માટે શક્તિનો વપરાશ વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે, જે તમે સિમેસ્ટર-Iમાં ભણી ગયા છો.

માનવ ઉત્સર્જનતંત્ર (Human Excretory System)

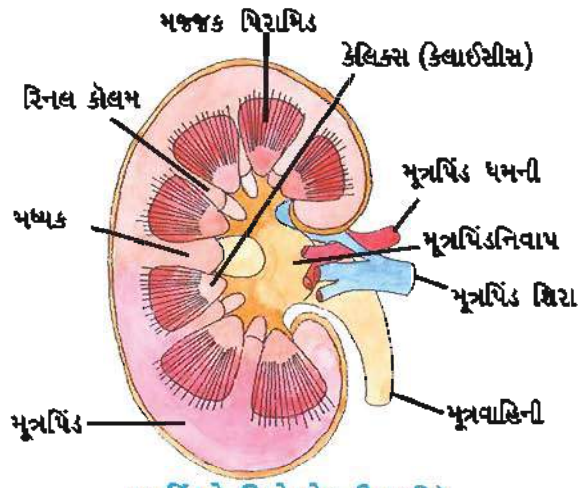
માનવમાં ઉત્સર્જન અંગોમાં એક જોડ મૂત્રપિંડ, એક જોડ મૂત્રવાહિની, એક મૂત્રાશય અને મૂત્રજનનમાર્ગ હોય છે. મૂત્રપિંડ લાલશ પડતા કથ્થાઈ રંગનાં વાલના દાણા આકારનાં અને કરોડસ્તંભની બંને બાજુએ કટિ વિસ્તારમાં આવેલાં છે. દરેક મૂત્રપિંડ લગભગ 10 સેમી લાંબા, 5 સેમી પહોળા અને 3 સેમી જાડા હોય છે. પુખ્ત માનવમાં તેનું વજન લગભગ 125-170 ગ્રામ છે. બંને મૂત્રપિંડ એક જ સમતલ પર આવેલાં નથી. જમણું મૂત્રપિંડ, ડાબા મૂત્રપિંડ કરતાં સહેજ નીચેનાં સમતલ પર આવેલ છે. કારણ કે જમણી બાજુની ઉદરીય ગુહામાં ઉપર તરફ યકૃત ગોઠવાયેલું છે.

મૂત્રપિંડની બહારની સપાટી બહિર્ગોળ જ્યારે અંદરની સપાટી અંતર્ગોળ હોય છે.

મૂત્રપિંડનો છેદ જોતાં અંદર તરફથી અંતર્ગોળ હોય છે, જેમાં એક મોટું છિદ્ર જોવા મળે છે. આયામ તે નાભિ તરીકે ઓળખાય છે.



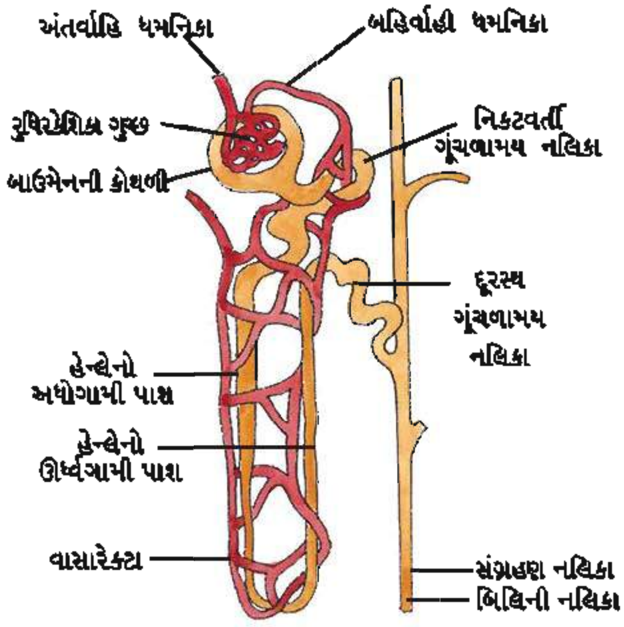
માનવીનું ઉત્સર્જનતંત્ર



મૂત્રપિંડનો ઊભો છેદ (રેખાકૃતિ)

તેના દ્વારા ચેતા અને મૂત્રપિંડ ધમની દાખલ થાય છે અને મૂત્રવાહિની અને મૂત્રપિંડ શિરા બહાર નીકળે છે. નાભિની અંદરની તરફ પહોળો નિવાપ આકારનો કોટર આવેલ છે, જેને મૂત્રપિંડ-નિવાપ (Renal pelvis) કહે છે, જેના પ્રવર્ધોને કેલાઇસીસ (Calyces) કહે છે.

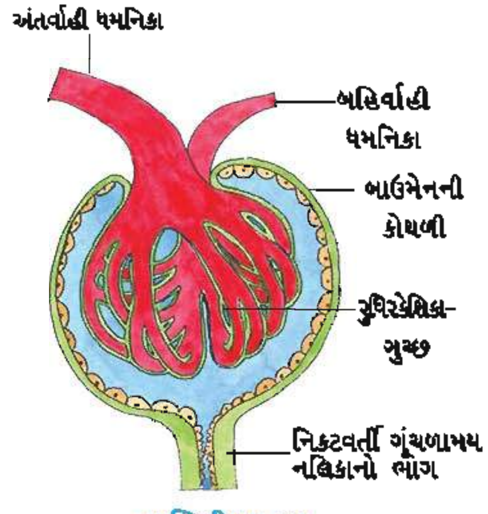
દરેક મૂત્રપિંડની ફરતે મજબૂત, પાતળી, સફેદ કોથળી આવેલી છે. મૂત્રપિંડના ઊભા છેદનું નિરીક્ષણ કરતાં તેમા બે વિશિષ્ટ વિસ્તાર જોવા મળે છે. બહારનો ઘેરા લાલ રંગનો વિસ્તાર મૂત્રપિંડ બાહ્યક (Cortex) છે, જેમાં મૂત્રપિંડનલિકાઓ (ઉત્સર્ગએકમ) આવેલા છે, જ્યાં મૂત્રનું નિર્માણ થાય છે. અંદરના વિસ્તારને, મૂત્રપિંડ મજજક કહે છે, જે ભિન્નતા પામીને શંકુ આકારની રચના બનાવે છે તેને રિનલ પિરામિડ કહે છે. જે કેલાઈસીસમાં વિસ્તરેલું છે. બાહ્યક રિનલ પિરામિડ અને રિનલ કોલમ વચ્ચે વિસ્તરેલું છે. રિનલ કોલમને કોલમ ઑફ બરટીની કહે છે.



મૂત્રપિંડનલિકાની સૂક્ષ્મ રચના

દરેક મૂત્રપિંડમાં લગભગ 10 લાખ ઉત્સર્ગએકમ (Nephron) આવેલી છે. દરેક ઉત્સર્ગ એકમ મૂત્રપિંડનો રચનાત્મક અને ક્રિયાત્મક એકમ છે, જે બે ઘટકોનો બનેલો છે. (1) માલ્પિઘીયનકાય (2) મૂત્રપિંડ નલિકા, દરેક ઉત્સર્ગ ઘટક લગભગ 3 સેમી લાંબો અને 20 થી 30 μm વ્યાસ ધરાવે છે. માલ્પિઘીયનકાય રુધિરકેશિકાગુચ્છ અને બાઉમેનની કોથળીની બનેલી સંયુક્ત રચના છે.

રુધિરકેશિકાગુચ્છ એ ધમનિકાઓનું બનેલું છે. (મૂત્રપિંડ ધમનીની નાની શાખાઓ) બનેલ છે. બહિર્વાહી ધમનિકા દ્વારા રુધિર રુધરકેશિકાગુચ્છથી દૂર લઈ જવામાં આવે છે. બહિર્વાહી ધમનિકાનો વ્યાસ અંતર્વાહી ધમનિકા કરતાં ઓછો હોય છે.



માલ્પિઘીયન કાય

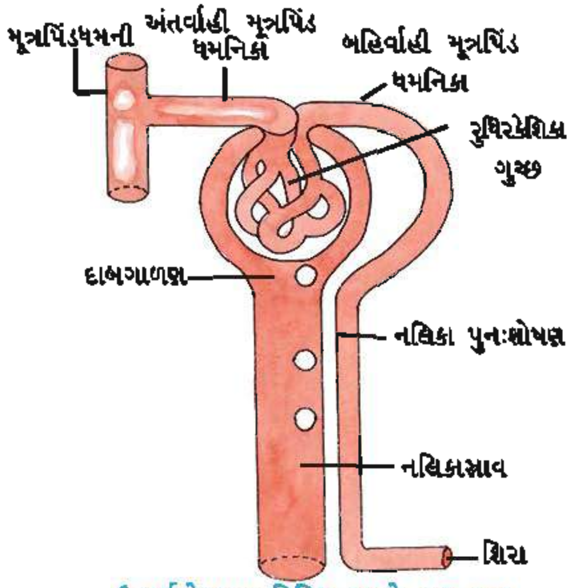
રુધિરનું ગાળણ રુધિરકોશિકાગુચ્છમાં થાય છે. બાઉમેનની કોથળી બેવડી દીવાલવાળા કપ જેવી રચના છે. કોથળીનું પોલાણ સાંકડી મૂત્રનલિકાના પોલાણ સાથે સળંગ હોય છે. માલ્પિઘીયનકાય પછીના ભાગને ગ્રીવા કહે છે.

ગ્રીવા પછીનો મૂત્રપિંડનલિકાનો ભાગ ખૂબ જ ગૂંચળામય છે, જે નિકટવર્તી ગૂંચળામય ભાગ (PCT) બનાવે છે. નિકટવર્તી ગૂંચળામય નલિકા 'U' આકારની બને છે, જેને હેન્લેનો પાશ કહે છે હેન્લેનો પાશ બે ભાગનો બનેલો છે, પહેલાં પાતળા અવરોહી (Descending) ભાગનું અસ્તર ચપટા અધિચ્છદીય કોષોનું બનેલું છે, જ્યારે બીજો આરોહી (Ascending) ભાગનું અસ્તર ઘનાકાર અધિચ્છદનું બનેલું છે. આરોહી ભાગ ત્યાર બાદ બીજો ખૂબ જ ગૂંચળામય અને વળાંકવાળા નલિકામય ભાગમાં ખૂલે છે, જેને દૂરસ્થ ગૂંચળામય નલિકા (DCT) કહે છે. જે બાહ્યક વિસ્તારમાં આવેલા છે અને તેનું અસ્તર ઘનાકાર અધિચ્છદનું બનેલું છે, જે સંગ્રહણનલિકામાં ખૂલે છે. ઘણી સંગ્રહણનલિકા જોડાઈને મોટી બિલિની (Bellini) નલિકામાં ખૂલે છે. મજ્જકમાં આવેલી બિલિની નલિકા જે મૂત્રપિંડનિવાપમાં ખૂલે છે. બધા ઉત્સર્ગ એકમમાં સંગ્રહ કરાયેલું મૂત્ર, મૂત્રપિંડનિવાપ (Renal pelvis)માં ઠલવાય છે. મૂત્રનું નિર્માણ ફક્ત ઉત્સર્ગ એકમમાં થાય છે, જ્યારે સંગ્રહણનલિકા ફક્ત મૂત્રનું વહન કરે છે. મૂત્રપિંડનિવાપ દ્વારા તેનો નિકાલ કરવામાં આવે છે.

ઉત્સર્ગએકમોના પ્રકારો (Types Of Nephrons)

ઉત્સર્ગએકમના સ્થાનને આધારે બે પ્રકારના હોય છે : **(1) જક્સ્ટા મજ્જક ઉત્સર્ગએકમ (નેફ્રોન્સ) (Juxta medullary nephrons)** કુલ ઉત્સર્ગ એકમનાં જે લગભગ 15 % હોય છે. આ ઉત્સર્ગએકમ કદમાં મોટા હોય છે. તેમના પાશ વાસા રેક્ટા (Vasa recta) સાથે સંકળાયેલા હોય છે રુધિર પ્રથમ રુધિરકેશિકા ગુચ્છની કેશિકામાંથી પસાર થઈ અને તેનું વહન હેન્લેના પાશના વાસારેક્ટા દ્વારા થાય છે.

(2) બાહ્યક ઉત્સર્ગએકમ (Cortical Nephrons) : કુલ ઉત્સર્ગએકમના 85% બાહ્યક ઉત્સર્ગ એકમ છે. તે મોટે ભાગે મૂત્રપિંડનાં બાહ્યક ભાગમાં આવેલા છે. હેન્લેનો પાશ ટૂંકો અને મજ્જકના થોડાક ભાગ સુધી લંબાયેલો છે. વાસારેક્ટા ગેરહાજર અથવા અલ્પવિકસિત હોય છે. બહિર્વાહી ધમનિકા રુધિરકેશિકાગુચ્છમાંથી નીકળી કેશિકાજાળ બનાવે છે. મૂત્રનલિકાની ફરતે તેને પેરીટ્યુબ્યુલર કેશિકા કહે છે. આ કેશિકાજાળની એક નાની વાહિની હેન્લેના પાશને સમાંતરે હોય છે, જે 'U' આકારની વાસારેક્ટાનું નિર્માણ કરે છે.



ઉત્સર્ગએકમના વિવિધ ભાગો દ્વારા મૂત્ર બનવાના ત્રણ તબક્કા દર્શાવતી રેખાકૃતિ

મૂત્રનિર્માણ (Urine Formation) : મૂત્રનિર્માણમાં મુખ્ય ત્રણ પ્રક્રિયાનો સમાવેશ થાય છે, જેમાં રુધિરકેશિકાગુચ્છમાં ગાળણ, પુનઃશોષણ અને નલિકામાં સ્રાવ ઉત્સર્ગએકમના જુદા-જુદા ભાગમાં થાય છે.

રુધિરકેશિકાગુચ્છ ગાળણ (Glomerular Filtration) : રુધિરનું ગાળણ જે રુધિરકેશિકાગુચ્છમાં થાય છે, તેને રુધિરકેશિકા ગાળણ કહે છે. સરેરાશ 1100થી 1200 મિલિ/મિનિટ રુધિરનું ગાળણ મૂત્રપિંડ દ્વારા દર મિનિટે થાય છે. રુધિરકેશિકાગુચ્છની કેશિકા અંતર્વાહી ધમનિકા કરતાં ખૂબ જ સાંકડી હોય છે. આથી રુધિરકેશિકાગુચ્છની કેશિકામાં રુધિરનું દબાણ ખૂબ જ ઊંચું હોય છે, તેથી ત્યાં સતત દબાણ હેઠળ ગાળણની પ્રક્રિયા થાય છે.

બાઉમેનની કોથળીના કેટલાક અધિચ્છદીય કોષોને પોડોસાઇટ તરીકે ઓળખાય છે. આ પોડોસાઇટની ગોઠવણી જટિલ અને વિશિષ્ટ ખાસિયતવાળી હોવાથી તેમની વચ્ચે થોડીક નાની જગ્યા ખાલી રહે છે, જેને ગાળણછિદ્ર કહે છે. રુધિરનું ગાળણ સૂક્ષ્મકલા દ્વારા થાય છે.

આથી ઘણા પદાર્થો અને પાણીનું રુધિરમાંથી ગાળણ બાઉમેનની કોથળીના અવકાશમાં થાય છે. ગાળણ પાણી અને અન્ય પદાર્થો ધરાવે છે. બંને મૂત્રપિંડના બધા જ એકમો દ્વારા દર મિનિટે ઉત્પન્ન થતા ગાળણના જથ્થાને ગ્લોમોરુલર ફિલ્ટરેશન રેટ (GFR) કહે છે. ગાળણનો જથ્થો દર મિનિટે બધા ઉત્સર્ગઘટકનાં બંને મૂત્રપિંડમાં થાય છે. તેને રુધિરકેશિકાગુચ્છ ગાળણદર (Glomerular filtration rate (GFR) કહે છે. તંદુરસ્ત વ્યક્તિમાં GFR લગભગ 125 ml^{-1} મિનિટ છે.

પસંદગીશીલ પુનઃશોષણ : આમ, કદની સરખામણી કરીએ રોજનું ગાળણ 180 લિટર થાય છે, જ્યારે દરરોજ મૂત્ર 1.5 લિટર મુક્ત થાય છે. આ આંકડા સૂચવે છે કે લગભગ 99 % ગાળણનું પુનઃશોષણ, પુનઃશોષણની પ્રક્રિયા દ્વારા થાય છે. રુધિરકેશિકાગુચ્છ ગાળણ જ્યારે નિકટવર્તી ગૂંચળામય નલિકા દ્વારા વહન થાય છે, ત્યારે ગાળણમાં રહેલાં પાણી, ગ્લુકોઝ એમિનોએસિડ, વિટામિન્સ, સોડિયમ ક્લોરાઇડ અને સોડિયમ બાયકાર્બોનેટનું રુધિરમાં સક્રિય અને મંદ વહન દ્વારા પુનઃશોષણ થાય છે, ગાળણમાં બાકી રહેલા નકામા પદાર્થોનું નલિકામાં સ્રાવ ઉત્સર્જન કરવાનું છે.

નાસિકામાં સ્રાવ : મૂત્રનિર્માણની પ્રક્રિયામાં નલિકાના કોષો સ્રાવ કરે છે, જેવા કે H^+, K^+ અને એમોનિયા છે, જે શરીરના પ્રવાહીનું આયોનિક અને ઍસિડ બૅલેન્સ ટકાવી રાખે છે. નલિકાસ્રાવ મૂત્રનિર્માણની પ્રક્રિયામાં અગત્યનો ક્રમ છે. નિકટવર્તી ગૂંચળામય ભાગમાંથી આગળ વધતું ગાળણ હેન્લેના પાશમાં વધુ સંકેન્દ્રિત થાય છે. એવું નોંધાયું છે કે હેન્લેના પાશની લંબાઈ જેમ વધુ તેમ મૂત્રનું નિર્માણ વધુ સંકેન્દ્રિત હોય છે.

નલિકામાં સ્રાવની ક્રિયા મૂત્રપિંડનલિકાના દૂરસ્થ ગૂંચળામય ભાગમાં થાય છે. આ વિસ્તારમાં એવાં દ્રવ્યોનો મૂત્રપિંડનલિકાના પોલાણમાં સ્રાવ થાય છે, જે રુધિકેશિકાગુચ્છમાંથી ગળાયાં ન હોય. એમોનિયા, યુરિક ઍસિડ, હાઇડ્રોજન આયન તથા પેનિસિલિન જેવાં ઔષધકીય દ્રવ્યોનો આ પ્રકારે સ્રાવ થાય છે.

આમ, મૂત્ર તૈયાર થાય છે જે સંગ્રહણનલિકામાં પ્રવેશે છે. સંગ્રહણનલિકાઓમાં પણ પાણીનું શોષણ થાય છે અને અંતે આ સંકેન્દ્રિત મૂત્ર મૂત્રપિંડનિવાપમાં ઠલવાય છે.

નલિકાઓનાં કાર્ય (Functions of the Tubules) : રુધિરકેશિકાગુચ્છ દ્વારા થયેલું ગાળણ લગભગ રુધિરરસને સમાન છે. ધીમે-ધીમે મૂત્રપિંડનલિકામાંથી પસાર થતા, તેના બંધારણમાં ફેરફાર થઈ મૂત્રનું નિર્માણ થાય છે.

(1) નિકટવર્તી ગૂંચળામય નલિકા (Proximal Convolated tabule (PCT)) : નિકટવર્તી ગૂંચળામય નલિકા (PCT)નું અસ્તર ઘનાકાર અધિચ્છદનું બનેલ છે, જે ગાળણનાં પુનઃશોષણની સપાટીમાં વધારો કરે છે, જેથી ગાળણનું સૂક્ષ્મ રસાંકુરોયુક્ત પુનઃશોષણ ઝડપથી થાય છે. ગાળણનું લગભગ 2/3 જેટલું પાણી અને NaCl, આ ખંડમાં પુનઃશોષણ પામે છે. PCT શરીરનાં પ્રવાહીમાં pHનો આંક અચળ રાખવા H^+નો સ્રાવ અને બફર HCO_3નું પુનઃશોષણ કરી મદદરૂપ થાય છે. ઔષધ, એમોનિયા અને બીજા ઝેરી પદાર્થોનો સ્રાવ ગાળણમાં આ ખંડમાં થાય છે. ગાળણ અને રુધિરરસ સમસંકેન્દ્રિત (આયસોટોનિક) બને છે.

(2) હેન્લેના પાશનો અવરોહી ભાગ (Descending limb of the loop of Henle) : આ ભાગ પાણી માટે પ્રવેશ્ય છે. પરંતુ ક્ષારો માટે મહદ્અંશે અપ્રવેશ્ય છે અને ગાળણમાં NaClને સાંદ્ર થવા મદદરૂપ થાય છે. ગાળણ રુધિરરસ કરતાં અધિસંકેન્દ્રિત કરે છે.

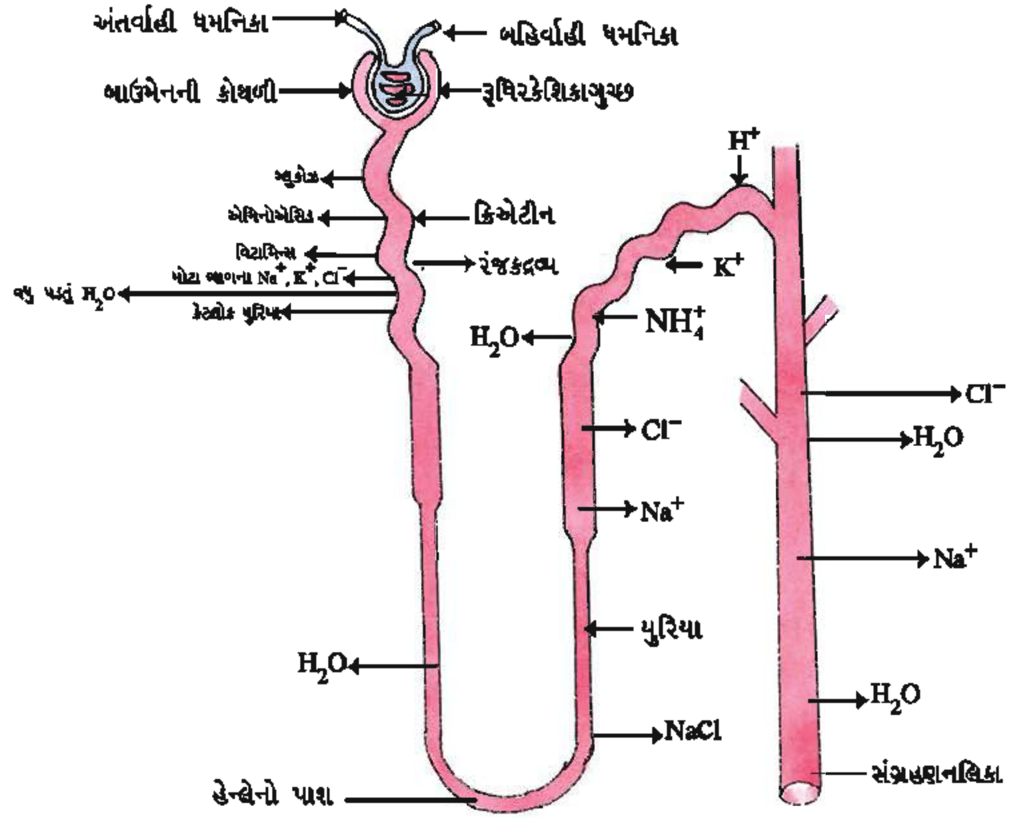
હેન્લેના પાશનો આરોહી ભાગ (Ascending limb of the loop of Henle) : આ ખંડ વાસ્તવમાં પાણી માટે અપ્રવેશશીલ છે. પરંતુ ઇલેક્ટ્રોલાઇટના વહન માટે સક્રિય અથવા નિષ્ક્રિય રીતે પ્રવેશશીલ છે. આમ, સાંદ્રગાળણ ઉપર તરફ પસાર થાય છે, ઇલેક્ટોલાઈટનું મજ્જક પ્રવાહીમાં પ્રસરણ થતા તે ગાળણ મંદ થાય છે.

દૂરસ્થ ગૂંચળામય ભાગ (DCT) (Distal convoluted tubule) :

આ ખંડમાં પાણીનું અને Na^+નું પુનઃશોષણ થાય છે. DCT પણ HCO_3^- નું પુનઃશોષણ કરે છે, જેનાથી રુધિરમાં pH અને સોડિયમ અને પોટેશિયમ સમતોલન જળવાઈ છે.

સંગ્રહણનલિકા (Collecting Tubules) :

સંગ્રહણનલિકા ખૂબ લાંબી છે. તે બાહ્યકથી મજ્જકમાં પસાર થઈ નિવાપ સુધી પહોંચે છે. આ ખંડમાં મોટા પ્રમાણમાં પાણીનું પુનઃશોષણ થાય છે અને મૂત્ર ખૂબ સાંદ્ર બને છે. નલિકાનો નીચેનો ભાગ યુરિયા માટે પ્રવેશશીલ છે, સંગ્રહણનલિકા રુધિરમાં pH અને આયનના સમતોલન માટે H^+ અને K^+ નો સ્રાવ કરી તેને નિકાલ કરવામાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે.



ગાળણમાંથી મૂત્રનું નિર્માણ

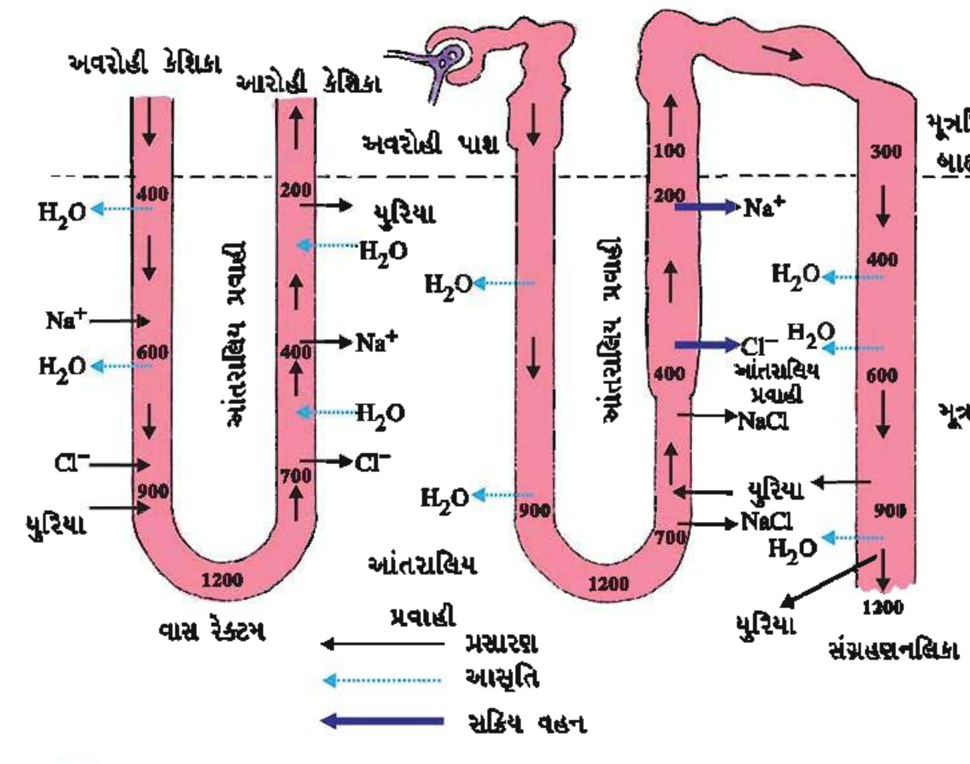
ગાળણની સાંદ્રતાની ક્રિયાવિધિ (Mechanisms of Concentration of The Filtrate) :

મૂત્રની સાંદ્રતા માટે મૂત્રપિંડમાં ક્રિયાવિધિ થતી હોય છે, જેને સાંદ્રતાની ક્રિયાવિધિ કહે છે. પક્ષીઓ અને સસ્તનો સાંદ્ર અધિસંકેન્દ્રિત (Hypertonic) મૂત્ર ઉત્સર્જિત કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. (રુધિર કરતાં વધારે સાંદ્ર) આ માટે તેઓએ કાઉન્ટર કરન્ટ ક્રિયાવિધિ વિકસિત કરી છે, જેનાથી પાણી જાળવી રખાય છે. હેન્લેનો પાશ અને વાસારેક્ટમ (પાશ સ્વરૂપે રહેલી રુધિરકેશિકાઓ) આમાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. હેન્લેના પાશમાં આવેલા બંને વિસ્તારમાં ગાળણનો પ્રવાહ વિરુદ્ધ દિશામાં હોય છે, જે કાઉન્ટરકરન્ટની રચના કરે છે. વાસારેક્ટમના બંને ભાગમાં પણ રુધિર વિરુદ્ધ દિશામાં વહે છે અને ત્યાં પણ કાઉન્ટર કરન્ટની રચના થાય છે. આમ, બંને કાઉન્ટર કરન્ટ તંત્રો મૂત્રની સાંદ્રતામાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે.

વાસારેક્ટમ અને હેન્લેના પાશ વચ્ચે નિકટતા હોવાને લીધે અને કાઉન્ટર-કરન્ટની મદદને લીધે અંદરના મજ્જક આંતરાલીય પ્રવાહીની વધતી જતી આસૃતિ જળવાય છે. એટલે કે 300 $mOsmoiL^{-1}$ બાહ્યક વિસ્તાર અને લગભગ 1200 $mOsmoiL^{-1}$ મજ્જકની અંદર થાય છે. ઢોળાંશ મુખ્યત્વે NaCl અને યુરિયાને કારણે થાય છે. આંતરાલીય (Interstitial) પ્રવાહીમાં દ્રાવણની વધતી સાંદ્રતા, આસૃતિ દ્વારા પાણી સંગ્રહણનલિકામાંથી અને અવરોહી ભાગના સાંકડા વિસ્તારમાં ખેંચી લેવાય છે, કારણ કે અવરોહી ભાગનો સાંકડો વિસ્તાર સંગ્રહણનલિકા બંને પાણી માટે પ્રવેશશીલ છે.

હેન્લેના પાશ : જ્યારે દ્રાવણ હેન્લેના પાશના આરોહી વિસ્તારમાંથી વહન થાય, ત્યારે તે તેના સાંકડા વિસ્તારમાંથી પસાર થાય છે, ત્યારે NaCl પ્રસરણ દ્વારા મૂત્રપિંડ મજ્જકમાં આવેલાં આંતરાલીય પ્રવાહીમાં દાખલ થાય છે અને Na^+ અને Cl^- આયન સક્રિય વહન દ્વારા આરોહી વિસ્તારના પહોળા ભાગમાંથી મજ્જકમાં દાખલ થાય છે. બહાર નીકળેલ પાણી વાસારેક્ટમમાં દાખલ થાય છે અને તેનું વહન થાય છે. મજ્જકના આંતરાલીય પ્રવાહીની સાંદ્રતા મૂત્ર જેટલી હોય છે અને સંગ્રહણનલિકામાંથી તેનો નિકાલ થાય છે.

વાસરેક્ટમ (Vas Rectum) : વાસરેક્ટમની દીવાલ અંતઃચ્છદના (એન્ડોથેલિયમ) કોષોની બનેલી છે, જેમાંથી પાણી, યુરિયા અને આયનો મુક્ત રીતે પ્રવેશશીલ હોય છે. રુધિરનું વહન વાસરેક્ટમની અવરોહી કેશિકાનલિકા દ્વારા રિનલ મજ્જક તરફ થાય છે. જેને કારણે આંતરાલીય પ્રવાહીમાં વધારે સાંદ્રતા હોય છે જેથી રુધિરમાંથી પાણી આસૃતિની પ્રક્રિયા દ્વારા દૂર થાય છે અને યુરિયા, Na^+ અને Cl^- પ્રસરણ દ્વારા રુધિરરસમાં દાખલ થાય છે. જ્યારે રુધિર મૂત્રપિંડમજ્જકમાં આવેલી આરોહી-કેશિકામાં દાખલ થાય છે, ત્યારે ત્યાં ઊંધી પરિસ્થિતિ જોવા મળે છે. એટલે કે પાણી રુધિરરસમાં ફરી દાખલ થાય છે. જેને કારણે આંતરાલીય પ્રવાહીમાં સાંદ્રતા ઘટે છે. જ્યારે યુરિયા અને Na^+ આયન્સ અને Cl^- બહાર નીકળી જાય છે. કાઉન્ટર-કરન્ટ વિનિયમ વાસરેક્ટમ (અ) સોડિયમ અને ક્લોરાઇડ આયનોને મૂત્રપિંડમજ્જકમાંથી બહાર જતા અટકાવે છે. (બ) મૂત્રપિંડ-મજ્જકમાં સાંદ્રતાનાં ઢાળાશની જાળવણીમાં મદદરૂપ થાય છે. કેટલોક યુરિયા ઘનતા વધારવા માટે સંગ્રહણનલિકાના છેલ્લા ભાગમાંથી પ્રસરણ પામી આંતરાલીય પ્રવાહીમાં આવે છે, જેને લીધે હેન્લેના પાશ તળિયાના ભાગમાંથી અને સંગ્રહણનલિકામાથી પાણીનું પુનઃશોષણ ઝડપથી થાય છે. કાઉન્ટર કરન્ટ ક્રિયાવિધિનું કાર્ય આસપાસના ઉત્સર્ગએકમ અને સંગ્રહણનલિકામાં વધુ સાંદ્રતા જાળવી રાખવાનું છે. આમ, માનવમાં અધિસંકેન્દ્રિત મૂત્ર ઉત્પન્ન થાય છે. માનવમૂત્રપિંડ જે મૂત્ર ઉત્પન્ન કરે છે, તે શરૂઆતના ગાળણ કરતાં ચાર ઘણું વધારે સાંદ્ર છે.



મૂત્રપિંડના કાર્યનું નિયંત્રણ (Regulation Of Kidney Functions)

મૂત્રપિંડનાં કાર્યનું કુશળતાપૂર્વક સંચાલન અને નિયંત્રણ કરવામાં અંતઃસ્રાવના પ્રતિપોષી નિયમન (Feedback control) મુખ્યત્વે હાઇપોથેલેમસ, પિટ્યુટરી, JGA (જેક્સ્ટા ગ્લોમેરુલસ એપેરેટસ) અને કેટલાક અંશે હૃદય દ્વારા સમાવેશ થાય છે. મૂત્રપિંડના કાર્ય માટે બે અગત્યના પ્રતિપોષી અંતઃસ્રાવ નિયંત્રણ છે. પૃષ્ઠવંશીના મૂત્રપિંડ મૂત્રની સાંદ્રતા મુજબ કાર્ય કરનારા હોય છે, જ્યારે શરીરની પેશીમાં પાણી વધુ હોય ત્યારે મૂત્રપિંડ મોટી માત્રામાં મંદ મૂત્રનું ઉત્સર્જન કરે છે અને જ્યારે શરીરની પેશીમાં પાણી ઓછું હોય ત્યારે સાંદ્ર મૂત્રનું ઉત્સર્જન થાય છે. શરીરના પ્રવાહીમાં પાણી અને ક્ષારોનું નિયમન મુખ્યત્વે મૂત્રપિંડ દ્વારા થાય છે, જેને જળનિયમન કહે છે. આયોનિક સાંદ્રતા, રુધિરની માત્રા અને શરીરના પ્રવાહીના કદમાં ફેરફાર શરીરના આસૃતિ-સંવેદી કેન્દ્રો (ઓસ્મોરીસેપ્ટર્સ)ને ક્રિયાશીલ બનાવે છે. શરીરમાંથી વધારાના પ્રવાહી ગુમાવતાં આ સંવેદાંગો ક્રિયાશીલ બને છે,

જે હાઈપોથેલેમસને ઉત્તેજિત કરે છે અને ઍન્ટિડાયુરેટિક અંતઃસ્રાવ (ADH વેસોપ્રેસીન) પશ્ચ પિટ્યુટરીમાંથી મુક્ત થાય છે. ADH એ નલિકાના પશ્ચભાગમાંથી પાણીનું પુનઃશોષણ પ્રેરે છે, અને મૂત્રવૃદ્ધિને (Diuresis) અટકાવે છે. શરીરના પ્રવાહી કદમાં વધારો ઓસ્મોરીસેપ્ટરને કાર્ય કરતા અટકાવે અને ADHને સ્રાવ થતો અવરોધે છે. આમ, પ્રતિપોષી ક્રિયા સંપૂર્ણ થાય છે.

મૂત્રનિકાલ (Micturition)

ઉત્સર્ગએકમો દ્વારા સતત મૂત્રનું નિર્માણ અને નિકાલ થયા કરે છે. આખરે તેનું વહન મૂત્રવાહિની દ્વારા પરિસંકોચન થતા તે મૂત્રાશય સુધી થાય છે. મૂત્રાશયનું કાર્ય મૂત્રનો હંગામી સંગ્રહ કરવાનું છે. આ સંગ્રહ જ્યાં સુધી સ્વૈચ્છિક સંદેશો મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર (Central Nervous System (CNS) દ્વારા આપે નહીં ત્યાં સુધી થાય છે અને સંદેશાની શરૂઆત થતાં મૂત્રાશયના ખેંચાવાની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે, જે મૂત્રથી ભરેલું હોય છે. આ ખેંચાણની પ્રતિક્રિયા રૂપે દીવાલ ખેંચાણની સંવેદનાના સંદેશાઓ મધ્યસ્થ ચેતાતંત્રમાં ખેંચાણ સંવેદીકેન્દ્રો સુધી પહોંચે છે. મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર સંદેશાઓ મોકલતા મૂત્રાશયની દીવાલના અરેખિત સ્નાયુ સંકોચવાનું શરૂ થાય છે અને મૂત્રજનનમાર્ગના મૂત્રાશયના ખૂલતાં છિદ્રની ફરતે અવરોધક સ્નાયુઓ આવેલા છે તે વિકોચન પામી મૂત્રને મુક્ત કરે છે.

આમ, મૂત્રાશયમાંથી મૂત્રને મુક્ત કરવાની પ્રક્રિયાને મૂત્રનિકાલ ક્રિયા કહે છે. આ ચેતાકીય ક્રિયાવિધી મૂત્રનલિકા કરે છે, તેને મૂત્રનિકાલ પ્રતિવર્તી ક્રિયા કહે છે. મૂત્રાશયનું સંકોચન અને વિકોચન (Relaxation) અનુકંપી અને પરાનુકંપી ચેતાતંતુઓના ઊર્મિવગો દ્વારા થાય છે. પુખ્ત માનવ લગભગ સરેરાશ 1થી 1.5 લિટર મૂત્ર દરરોજ ઉત્સર્જિત કરે છે.

સામાન્ય મૂત્ર એ આછા પીળા રંગનું પાણી જેવું પ્રવાહી, જે થોડુંક ઍસિડિક છે. (pH - 6.0) અને તેમાં લાક્ષણિક ગંધ હોય છે. મૂત્ર દ્વારા દરરોજનો સરેરાશ 25-30 ગ્રામ યુરિયા ઉત્સર્જિત થાય છે. મૂત્રનું વિશ્લેષણાત્મક પૃથક્કરણ મૂત્રપિંડના ખામીયુક્ત કાર્ય અને રોગોના નિદાનમાં મદદરૂપ થાય છે. ઉદા., ગ્લુકોઝની હાજરી મધુપ્રમેહનું સૂચન કરે છે.

ઉત્સર્જનમાં બીજાં અંગોનો ફાળો (Role of Other Organs in Excretion)

મૂત્રપિંડ ઉપરાંત, ચામડી, ફેફસાં અને યકૃત, નકામા ઉત્સર્ગપદાર્થને દૂર કરવામાં મદદરૂપ થાય છે. ઘણાં જલીય પ્રાણીઓ જેવાં કે સ્ટારફિશ અને જળવ્યાળ એમોનિયાને આસપાસનાં પાણીમાં ચામડી દ્વારા પ્રસરણ દ્વારા ઉત્સર્જિત કરે છે. સસ્તનની ચામડી પણ ઉત્સર્જનમાં ફાળો આપે છે, જેમાં સ્નિગ્ધગ્રંથિઓ (Sebaceous gland) અને પ્રસ્વેદગ્રંથિઓ (Sweat gland) હોય છે. સ્નિગ્ધગ્રંથિઓ દ્વારા મીણ, સ્ટીરોલ્સ, ફેટિઍસિડ, હાઇડ્રોકાર્બન વગેરેનો સ્રાવ થાય છે, જે સંયુક્ત રીતે સીબમ કહેવાય છે, જે વાળને સુવાળા કરે છે. ચામડીને સૂકી થતી અટકાવે છે અને વાળને ભીના રાખે છે, જ્યારે પ્રસ્વેદગ્રંથિનો સ્રાવ પાણી જેવો હોય છે અને શરીરના ઉષ્ણ તાપમાને દ્વારા ઉત્તેજિત કરે છે. તેના સ્રાવમાં પાણી, ક્ષાર, મુખ્યત્વે મીઠું, યુરિયા, લેક્ટિક ઍસિડ, થોડાક એમિનોઍસિડો હોય છે, જે ચામડીની સપાટી પરથી દૂર થાય છે.

ફેફસાં : માનવ દ્વારા શ્વસન દરમિયાન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને બાષ્પ સ્વરૂપે પાણી જેવાં નકામા પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે, જે ફેફસાં દ્વારા નિયમિત રીતે દૂર થાય છે. આશરે 18 લિટર CO_2 દિવસે અને 400 મિલિ પાણી લગભગ દરરોજ માનવફેફસાં દ્વારા દૂર થાય છે. જલીય પ્રાણીઓમાં ઝાલરો દ્વારા CO_2 દૂર થાય છે. લાળ દ્વારા, ઔષધ, ભારે ધાતુઓ અને થોડીક માત્રામાં નાઇટ્રોજનયુક્ત ઉત્સર્ગપદાર્થ દૂર થાય છે.

ઉત્સર્ગ સંબંધિત અનિયમિતતાઓ (Disorders Of Excretion)

યુરેમિયા : રુધિરમાં વધારે માત્રામાં યુરિયાની હાજરી યુરેમિયા સૂચવે છે બૅક્ટેરિયા દ્વારા ચેપગ્રસ્ત (નેફ્રાઈટિસ) થતાં મૂત્રપિંડનલિકા અથવા યાંત્રિક અવરોધને કારણે દ્વારા યુરિયાના ઉત્સર્જનમાં ઘટાડો થાય છે. યુરેમિયા ખૂબ જ હાનિકારક છે અને તેના કારણે મૂત્રપિંડ નિષ્ફળ થઈ શકે છે. યુરિયા દૂર કરવા હિમોડાયેલિસિસની પ્રક્રિયા કરવી પડે છે. હિમોડાયેલાઈઝર (કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ) એ યંત્ર છે, જેનો ઉપયોગ માનવના ખામીયુક્ત મૂત્રપિંડને બદલે રુધિરના ગાળણ કરવામાં વપરાય છે. હિમોડાયેલાઈઝરમાં ડાયેલાઈઝિંગ પ્રવાહી હોય છે, જેના ઘટકો રુધિરરસને મળતા આવે છે, પરંતુ તેમાં યુરિયાનો અભાવ છે અને તેમાં સેલોકેનની નલિકાઓ અવલંબિત થયેલી છે. દર્દીના રુધિરને એક ધમનીમાંથી પંપ દ્વારા સેલોકેનનલિકામાં મોકલાય છે, તેમાં હિપેરીન ભેળવી અને 0°C એ ઠંડું કરવામાં આવે છે. સેલોકેનનલિકામાં છિદ્રોમાંથી યુરિયા, યુરિક ઍસિડ,

ક્રિએટીનાઇન અને વધારાના ક્ષારો પ્રસરણ દ્વારા રુધિરમાંથી તેની ફરતે આવેલા દ્રાવણમાં આવે છે. આમ, રુધિર શુદ્ધ થાય છે અને તેમાં ઍન્ટિહિપેરીન ભેળવ્યા બાદ રુધિરને દર્દીની શિરામાં પંપ કરવામાં આવે છે. હિમોડાયાલિસિસ યુરેમિયાના હજારો દર્દીઓ માટે આશીર્વાદરૂપ છે.

મૂત્રપિંડનું નિષ્ફળ થવું : મૂત્રપિંડના થોડા ઘણા કે સંપૂર્ણ ઉત્સર્ગકાર્ય માટે અશક્તિ દર્શાવે, તો તેને મૂત્રપિંડનું નિષ્ફળ થવું કહેવાય છે. મૂત્રપિંડના નિષ્ફળ જવા માટે ઘણાં કારણો છે. તેમાં ચેપ, નલિકાને ઈજા થવી, બૅક્ટેરિયાજન્ય વિષ, તેમજ ઔષધિની પ્રતિક્રિયા વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. રોગના નિદાન પછી ડાયાલિસિસ તરત જ શરૂ કરી દેવું જોઈએ.

મૂત્રપિંડમાં પથરી : પથ્થર અથવા સ્ફટિકમય ક્ષારોનો અદ્રાવ્ય જથ્થો મૂત્રપિંડમાં પથરી બનાવે છે, જે યુરિક ઍસિડના અવક્ષેપ અથવા ઑક્ઝેલેટ હોય છે. જે મૂત્રપિંડનલિકામાં રુકાવટ ઊભી કરે છે અને તેના કારણે પીઠમાં સખત દુ:ખાવો થાય છે. પથરી મૂત્રાશયમાં દાખલ થાય, તો તીવ્ર પીડા થાય છે. શસ્ત્રક્રિયા દ્વારા પથરી દૂર કરી શકાય છે.

નેફ્રાઈટિસ : સોજાની બળતરા મૂત્રપિંડનિવાપ, આંતરાલીય પેશી અને કેલિક્સમાં થાય છે. તે બૅક્ટેરિયાના ચેપથી થાય છે. બૅક્ટેરિયા મૂત્રપિંડમાં મૂત્રજનનમાર્ગ, મૂત્રવાહિની માર્ગે દાખલ થાય છે. બળતરા કાઉન્ટરકરન્ટ ક્રિયાવિધિ પર અસર કરે છે, આ રોગને લીધે પીઠમાં બળતરા, દુ:ખાવા અને વારંવાર પેશાબ થાય છે.

સારાંશ

ઘણા નાઇટ્રોજનયુક્ત પદાર્થ, CO_2 આયન અને પાણી વગેરે જે શરીરમાં સંગ્રહિત થાય છે, તેનો નિયમિત રીતે નિકાલ થવો જોઈએ. જુદાં-જુદાં પ્રાણીઓમાં નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામા પદાર્થના ઉદ્દભવના પ્રકાર અને તેના ઉત્સર્જનનો આધાર મુખ્યત્વે પાણીની ઉપલબ્ધી પર હોય છે. નાઇટ્રોજનયુક્ત મુખ્ય નકામા પદાર્થો જેમાં એમોનિયા, યુરિયા અને યુરિક ઍસિડ છે. નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામા પદાર્થ દૂર કરવા ઉપરાંત તે આયોનિક અને શરીરના પ્રવાહીનાં ઍસિડબેઇઝ બેલેન્સ જાળવી રાખે છે.

માનવમાં ઉત્સર્જનતંત્રમાં એક જોડ મૂત્રપિંડ, એક જોડ મૂત્રવાહિની, મૂત્રાશય અને મૂત્રજનનમાર્ગ આવેલા છે. દરેક મૂત્રપિંડમાં દસ લાખ જેટલા ઉત્સર્ગએકમો આવેલા છે. ઉત્સર્ગએકમ એ મૂત્રપિંડનો ક્રિયાત્મક એકમ છે. તેના બે ભાગ છે. માલ્પિઘિયનકાય અને મૂત્રપિંડનલિકા રુધિરકેશિકાગુચ્છમાં કેશિકાઓના સમૂહ અંતર્વાહી ધમનિકા રિનલ ધમનીની ધમનિકામાંથી શાખા બને છે. બાઉમેનની કોથળીમાં રુધિરકેશિકાગુચ્છ આવેલું છે. બાઉમેનની કોથળી અને રુધિરકેશિકાગુચ્છ સંયુક્ત રીતે માલ્પિઘિયનકાય કહેવાય છે.

મૂત્રનલિકાની શરૂઆત બાઉમેનની કોથળીથી થાય છે, જે બેવડી દીવાલવાળી રચનાને આગળ પર તે નિકટવર્તી ગૂંચળામય ભાગ (PCT) હેન્લેના પાશ (HL) અને દૂરસ્થ ગૂંચળામય ભાગ (DCT)માં ભિન્નતા પામે છે. ઘણા ઉત્સર્ગએકમ DCT જોડાઈને સામાન્ય સંગ્રહણનલિકા બનાવે છે, જે મૂત્રપિંડનિવાપમાં ખૂલે છે અને રિનલ પિરામિડમાંથી પસાર થાય છે. ગાળણ, પુનઃશોષણ અને સ્રાવ આ ત્રણ મૂત્રનિર્માણની પ્રક્રિયાના મુખ્ય તબક્કા છે. ગાળણની પ્રક્રિયા રુધિરકેશિકાગુચ્છ દ્વારા થાય છે અને રુધિરકેશિકાગુચ્છ કેશિકાના દબાણનો ઉપયોગ ગાળણમાં થાય છે. ઉત્સર્ગએકમનાં જુદાં-જુદાં ભાગો દ્વારા મોટે ભાગે ગાળણનું 99 % પુનઃશોષણ થાય છે. પુનઃશોષણ મુખ્ય સ્થાન પસંદગીમાન પુનઃશોષણ નિકટવર્તી ગૂંચળામય ભાગ છે, જ્યારે હેન્લેનો પાશ આસૃતિ-ઢોળાંશની જાળવણીમાં મદદરૂપ થાય છે. DCT અને સંગ્રહણનલિકા વિશાળ માત્રમાં પાણી અને કેટલાક ઇલેક્ટ્રોલાઇટનું પુનઃશોષણ કરી જળનિયમનની જાળવણી કરે છે. H^+, K^+ અને NH_3નો સ્રાવ ગાળણમાં થાય છે, જેથી શરીરનાં પ્રવાહીમાં pHની અને આયોનિક સમતોલનની જાળવણી થાય છે. હેન્લેના પાશ અને વાસરેક્ટમ વચ્ચે કાઉન્ટરકરન્ટની ક્રિયાવિધિ થાય છે અને ગાળણ વધારે સાંદ્ર થાય છે. જ્યારે તેનું અવરોહી વિસ્તારમાં વહન થાય છે, ત્યારે તે મંદ (Dilute) થાય છે. મૂત્રાશયમાં મૂત્રનો સંગ્રહ થાય છે, જ્યારે સ્વૈચ્છિક સંદેશાઓનું મધ્યસ્થ ચેતાતંત્રમાં વહન થતા અને મૂત્ર મૂત્રજનનમાર્ગ દ્વારા મુક્ત થાય છે, જેને મૂત્રનિકાલ કહે છે. ફેફસાં, ચામડી અને યકૃત પણ વધારાનાં ઉત્સર્ગ-અંગો છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) યુરિક ઍસિડનું ઉત્સર્જન કરનાર...

(અ) દેડકો ○ (બ) સસલું ○

(ક) માનવ ○ (ડ) કબૂતર ○

(2) પોડોસાઇટ તરીકે ઓળખતા કોષ જોવાં મળે છે.

(અ) મૂત્રપિંડનાં રુધિરકેશિકાગુચ્છમાં ○ (બ) કેશિકાની દીવાલમાં ○

(ક) ઉત્સર્ગએકમની ગ્રીવામાં ○ (ડ) બાઉમેનની કોથળીની દીવાલમાં ○

(3) મૂત્રપિંડમાં પાણીનું પુનઃશોષણ મુખ્યત્વે કોના દ્વારા થાય છે.

(અ) આલ્ડોસ્ટેરોન ○ (બ) ઍન્ટિડાયયુરેટિક અંતઃસ્રાવ (ADH) ○

(ક) ઑક્સિટોસીન ○ (ડ) વૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવ (GH) ○

(4) મૂત્રનિકાલમાં

(અ) મૂત્રમાર્ગ સંકોચાય છે. ○ (બ) મૂત્રમાર્ગ વિકોચન પામે છે. ○

(ક) મૂત્રવાહિની સંકોચાય છે. ○ (ડ) મૂત્રવાહિની વિકોચન પામે છે. ○

(5) ઍન્ટિડાયયુરેટિક અંતઃસ્રાવ (ADH).

(અ) પાણીનું પુનઃશોષણ વધારે છે. ○

(બ) પાણી વધારે મુક્ત કરે છે. ○

(ક) Na^+ના પુનઃશોષણમાં વધારો કરે છે. ○

(ડ) યુરિયાનાં સંશ્લેષણમાં ઘટાડો કરે છે. ○

(6) રુધિરમાં વધુ પડતા યુરિયાની હાજરીને કહે છે.

(અ) યુરેમિયા ○ (બ) હેમેટ્યુરિયા ○

(ક) ડાયયુરિયા ○ (ડ) એન્યુરિયા ○

(7) સહાયક ઉત્સર્જન-અંગ છે.

(અ) હૃદય ○ (બ) જઠર ○

(ક) યકૃત ○ (ડ) પેન્ક્રિયાસ ○

(8) મૂત્રમાં શર્કરાની હાજરીને કહે છે.

(અ) ગ્લાયકોસુરિયા ○ (બ) હેમેટ્યુરિયા ○

(ક) ઓલિગોયુરિયા ○ (ડ) એન્યુરિયા ○

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) પ્રાણીના શરીરમાં યુરિયા કઈ રીતે બને છે ?

(2) પૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓમાં સામાન્ય ત્રણ નાઇટ્રોજનયુક્ત નકામા પદાર્થનાં નામ આપો. આમાંથી કયું ઘણું ઝેરી અને કયું દ્રવ્ય ઓછું ઝેરી છે ?

(3) ફેફસાં ઉત્સર્જનમાં કઈ રીતે મદદ કરે છે ?

(4) યુરિયાત્યાગી પ્રાણી એટલે શું ? નીચે આપેલાંમાંથી કયાં પ્રાણી યુરિયાત્યાગી છે.

હાઇડ્રા, દેડકો, વંદો, માનવ, પક્ષીઓ

(5) એમોનિયાત્યાગી પ્રાણીઓ એટલે શું ? બે ઉદાહરણ આપો.

3. માગ્યા પ્રમાણે જવાબ લખો :

(1) નોંધ લખો : હિમોડાયાલિસિસ

(2) ઉત્સર્ગએકમમાં સૂક્ષ્મ ગાળણ, પુનઃશોષણ અને સ્રાવ ક્યાં થાય છે ?

(3) મૂત્રનિકાલની પ્રક્રિયા સમજાવો.

(4) બાઉમેનની કોથળીમાં સૂક્ષ્મ ગાળણની ક્રિયાવિધિ વર્ણવો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) માનવમૂત્રપિંડમાં મૂત્રનિર્માણની ક્રિયાવિધિ ટૂંકમાં જણાવો.

(2) મૂત્રપિંડના કાર્યનું નિયંત્રણ

5. આકૃતિ દોરી ફક્ત નામકરણ કરો :

(1) માનવનું ઉત્સર્જનતંત્ર

(2) મૂત્રપિંડની અંતઃસ્થસંરચના

(3) ઉત્સર્ગએકમ (nephron)ની સંરચના

•

9

પ્રચલન અને હલનચલન

હલનચલનએ બધા જ જીવંત સજીવોનું એક અગત્યનું લક્ષણ છે. પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ વ્યાપક પ્રમાણમાં હલનચલન દર્શાવે છે. કોષીય સ્તરે કોષરસ, અમીબા જેવા એકકોષીય સજીવમાં જીવરસનું ભ્રમણ એ હલનચલનનો સાદો પ્રકાર છે. કશા, પક્ષ્મ અને સૂત્રાંગો દ્વારા હલનચલન ઘણાં જીવંત પ્રાણીઓ દર્શાવે છે. માનવ તેમનાં જડબાં, પોપચાં, જીભ, ઉપાંગો વગેરેનું હલનચલન કરે છે. કેટલાંક હલનચલન સ્થાન અથવા જગ્યાનો ફેરફાર કરે છે. આવા સ્વૈચ્છિક હલનચલનને પ્રચલન કહે છે. વનસ્પતિ તેમના ભાગનું પ્રકાશાનુવર્તિત અને ભૂવર્તિત હલનચલન કરે છે.

દોડવું, ચાલવું, ઊડવું, તરવું અને ચઢવું આ બધાં પ્રચલન પ્રકારનાં કેટલાંક હલનચલન છે. બીજા પ્રકારના હલનચલનનો કરતાં પ્રચલન રચનાઓ અલાયદી પડે છે. ઉદા. પેરામિશિયમના પક્ષ્મો પ્રચલનમાં મદદરૂપ થાય છે, તેમજ કંઠનળી દ્વારા ખોરાકના હલનચલન માટે પણ મદદ કરે છે. હાઇડ્રા સૂત્રાંગોનો ઉપયોગ શિકાર પકડવા તેમજ પ્રચલનમાં પણ કરે છે, માનવ તેનાં ઉપાંગોનો તેમનો ઉપયોગ શારીરિક સ્થિતિમાં ફેરફાર કરવા અને વધારામાં પ્રચલનમાં પણ કરે છે. આથી હલનચલનને પ્રચલનથી જુદું પાડવું મુશ્કેલ છે. ઉપરનો ઉલ્લેખ પણ સંકેત આપે છે કે હલનચલન અને પ્રચલન જુદાં પાડી શકાય નહિ. આ બંને બાબતો પરથી કહી શકીએ કે બધા પ્રચલન એ હલનચલન છે, પરંતુ બધાં હલનચલન પ્રચલન નથી. પ્રાણીઓમાં પ્રચલન ગાઢ રીતે હલનચલન સાથે સંબંધિત છે. પ્રાણીઓમાં તેમની આદતો જુદી હોય છે, અને તે સ્થિતિ 'સ્થાનની' આવશ્યકતા મુજબ સુસંગત હોય છે. આમ, પ્રચલન સામાન્ય રીતે આશ્રય, ખોરાકની શોધ, દુશ્મનથી બચવા અથવા શિકાર માટે, સમાગમ માટે અથવા પ્રજનનની યોગ્ય જગ્યાપ્રાપ્તિ, અથવા સાનુકૂળ હવામાનની સ્થિતિની પ્રાપ્તિ માટે હોય છે.

પ્રચલનના પ્રકારો : સજીવ દ્વારા જગ્યા અથવા સ્થાનમાં અથવા કોઈ એક ભાગ અથવા વધુ ભાગની ફેરફારની ક્રિયાને પ્રચલન કહે છે. કોષો ત્રણ મૂળભૂત પ્રકારનાં પ્રચલન દર્શાવે છે. અમીબીય, પક્ષ્મલ અને સ્નાયુલ.

અમીબીય પ્રકારનું પ્રચલન અમીબા ઉપરાંત આપણા શરીરના કેટલાક વિશિષ્ટ કોષો જેવા કે રુધિરના મેક્રોફેઝ અને શ્વેતકણ કરે છે. અમીબામાં આ પ્રકારનું હલનચલન ખોરાક મેળવવા તથા જગ્યા બદલવામાં પણ મદદરૂપ થાય છે. હલનચલન ખોટા પગની અસરથી થાય છે, જેનું નિર્માણ જીવરસના પ્રવાહ દ્વારા થાય છે. કોષરસીય કંકાલનાં તત્ત્વો જેવાં કે સૂક્ષ્મતંતુકો પણ અમીબીય પ્રચલનમાં મદદરૂપ થાય છે. પક્ષ્મલ હલનચલન શ્વાસનળીમાં, અંડવાહિનીમાં અને શુક્રવાહિકામાં જોવા મળે છે, તેમના કુંતલવલિત પ્રચલનથી આગળ વધવા પ્રેરિત કરે છે, પક્ષ્મના પ્રચલનના સહનિયમનથી માનવના શ્વસનપથના અગ્રભાગે રહેલા ધૂળના રજકણો તેમજ કેટલાક બહારથી પ્રવેશેલા પદાર્થો અને સૂક્ષ્મ જીવાણુઓના આક્રમણને દૂર કરે છે. માનવ

અંડવાહિની અને શુક્રવાહિકાના પક્ષ્મ અંડકોષો અને શુક્રકોષોનું આ અંગની ચોક્કસ દિશામાં પરિવહન કરે છે. પેરામિશિયમ જેવાં પ્રાણીઓ માટે વિવિધ કાર્યો પક્ષ્મલ હલનચલન દર્શાવે છે.

આપણાં ઉપાંગો, જડબાં, જીભ વગેરેના હલનચલન માટે સ્નાયૂલ હલનચલન જરૂરી છે. સ્નાયુનો, સંકોચનશીલતાનો ગુણધર્મ પ્રચલનમાં ઉપયોગી થાય છે. નિમ્નકક્ષાનાં પ્રાણીઓમાં કંકાલતંત્રનો અભાવ હોવા છતાં તેમાં જોવા મળે છે. પૃષ્ઠવંશી જેવા ઉચ્ચકક્ષાનાં પ્રાણીઓમાં સ્નાયુના હલનચલન માટે ચોક્કસ ગોઠવણી, શરીરનાં ચેતાતંત્ર, સ્નાયુ અને કંકાલતંત્રની આંતરક્રિયા અને સહનિયમન આવશ્યક છે. આ પ્રકરણમાં તમે સ્નાયુના પ્રકાર, તેમની રચના અને તેમની સંકોચનની ક્રિયાવિધિ અને કંકાલતંત્રનાં મહત્ત્વનાં પાસાંઓનો અભ્યાસ કરશો.

સ્નાયુ :

સ્નાયુએ મધ્યગર્ભસ્તરમાંથી ઉદ્‌ભવતી વિશિષ્ટ પ્રકારની પેશી છે. પુખ્ત માનવનાં શરીરના કુલ વજનના 40-50 % આ પેશીના બનેલા છે. સ્નાયુને કેટલાક લાક્ષણિક ગુણધર્મો જેવા કે, વીજકીયતા, ઉત્તેજિતા, સંકોચનશીલતા, વિસ્તરણ અને સ્થિતિસ્થાપકતા હોય છે. વીજઉત્તેજના થવાનું કારણ કોષક્લામાં જોવા મળતો વીજસ્થિતિમાનમાં તફાવત છે. સ્નાયુનું વર્ગીકરણમાં વિવિધ માપદંડનો ઉપયોગ થાય છે. જેવા કે સ્થાન, દેખાવ અને તેની ક્રિયાત્મકતા છે, તેમના સ્થાનના આધારે ત્રણ પ્રકારમાં સ્નાયુઓનું વર્ગીકરણ થયું છે.

(1) કંકાલસ્નાયુ અથવા રેખિત અથવા ઐચ્છિક સ્નાયુ

(2) કોષ્ઠાંતર અથવા અરેખિત સ્નાયુ અથવા અનૈચ્છિક સ્નાયુ

(3) હૃદસ્નાયુ

કંકાલસ્નાયુ :

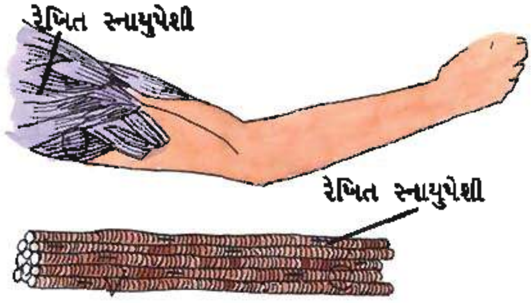
સામાન્ય રીતે કંકાલસ્નાયુઓ ગાઢ રીતે કંકાલ સાથે જેવા કે શીર્ષ, ધડ અને ઉપાંગ વિસ્તાર, સાથે સંકળાયેલ હોવાથી તેમને કંકાલસ્નાયુ કહે છે. સાદા સૂક્ષ્મદર્શકમાં જોતાં, આ કંકાલસ્નાયુમાં આડા પટ્ટા દેખાય છે, તેથી તેને રેખિત સ્નાયુ કહે છે. તેમની ક્રિયાઓ ઐચ્છિક ચેતાતંત્રના નિયંત્રણ હેઠળ છે. આથી તેને ઐચ્છિક સ્નાયુ પણ કહે છે. કંકાલસ્નાયુઓ હલનચલનની ક્રિયા અને શારીરિક સ્થિતિમાં ફેરફાર માટે જવાબદાર છે.

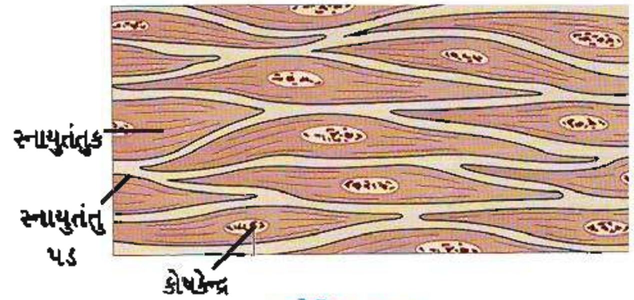
કોષ્ઠાંતર સ્નાયુ :

તેમનું સ્થાન શરીરના પોલાં કોષ્ઠાંતર અંગોની અંદરની દીવાલમાં જેવી કે પાચનનળી, પ્રજનનમાર્ગ અને શ્વસનાંગોમાં છે. તેઓમાં કોઈ પણ જાતના પટ્ટા જોવા મળતા નથી અને દેખાવમાં લીસા હોય છે, તેથી તેમને લીસા અથવા અરેખિત સ્નાયુ કહે છે. અરેખિત સ્નાયુ ત્રાક આકારના અને અનૈચ્છિક છે. તેમનું ચેતાકરણ સ્વયંવર્તી ચેતાતંત્ર કરે છે. આ સ્નાયુ અંગની નલિકામાં પદાર્થના વહનમાં મદદરૂપ થાય છે.

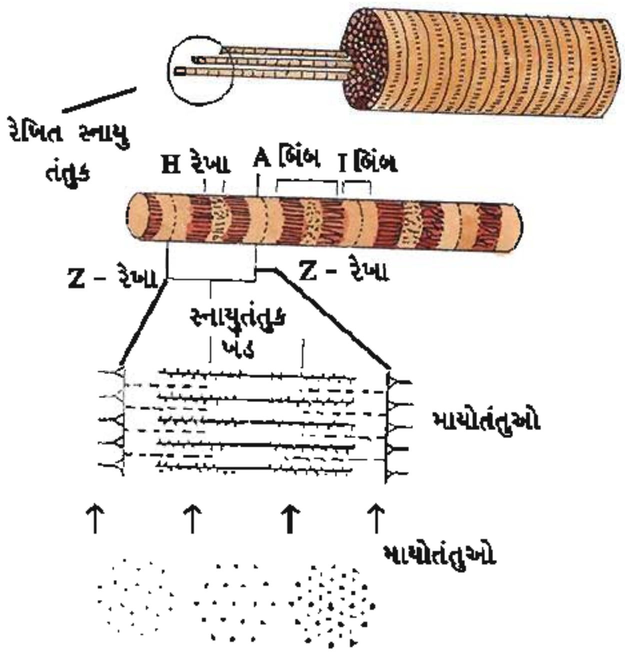
હૃદસ્નાયુ :

હૃદસ્નાયુ ફક્ત હૃદયની દીવાલમાં જોવા મળે છે. અને હૃદયમાં સ્પંદન પ્રેરે છે. હૃદસ્નાયુ કોષ ટૂંકા, નળાકાર, એકકોષકેન્દ્રીય, શાખિત રેખિત પટ્ટામાં જોવા મળે છે. દરેક હૃદસ્નાયુ કોષ એકબીજા સાથે અધિબિંબ (Intercalated disc) દ્વારા વિશિષ્ટ વાંકાચૂકાં જોડાણથી જોડાયેલ છે. તેઓ અનૈચ્છિક પ્રકારના છે, એટલે તેમની ક્રિયામાં ચેતાતંત્રનું સીધેસીધું નિયંત્રણ હોતું નથી હૃદસ્નાયુનું ચેતાકરણ સ્વયંવર્તી ચેતાતંત્ર દ્વારા થાય છે. હૃદસ્નાયુનું સંકોચન ઝડપી, નિયમિત, શક્તિશાળી અને અશ્રમિત હોય છે. તેમાં નાના ત્રાંસા સેતુ દ્વારા જોડાયેલ અને વિપુલ રુધિર-પુરવઠો મેળવતા હોય છે.

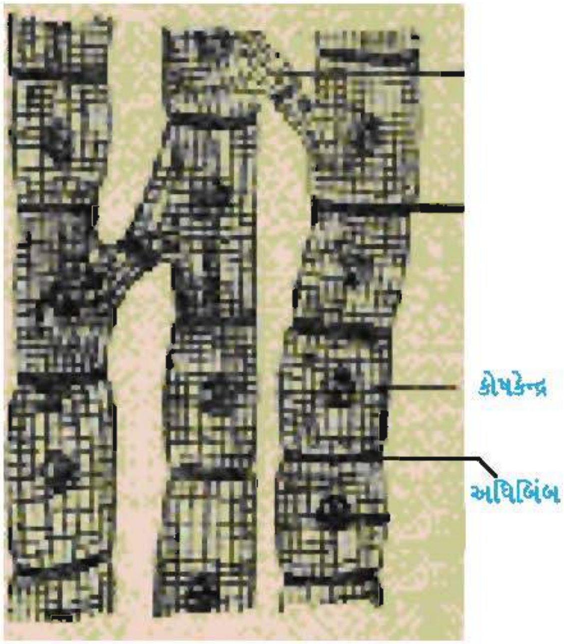




અરેખિત સ્નાયુ



રેખિત સ્નાયુની રચના



હૃદસ્નાયુ

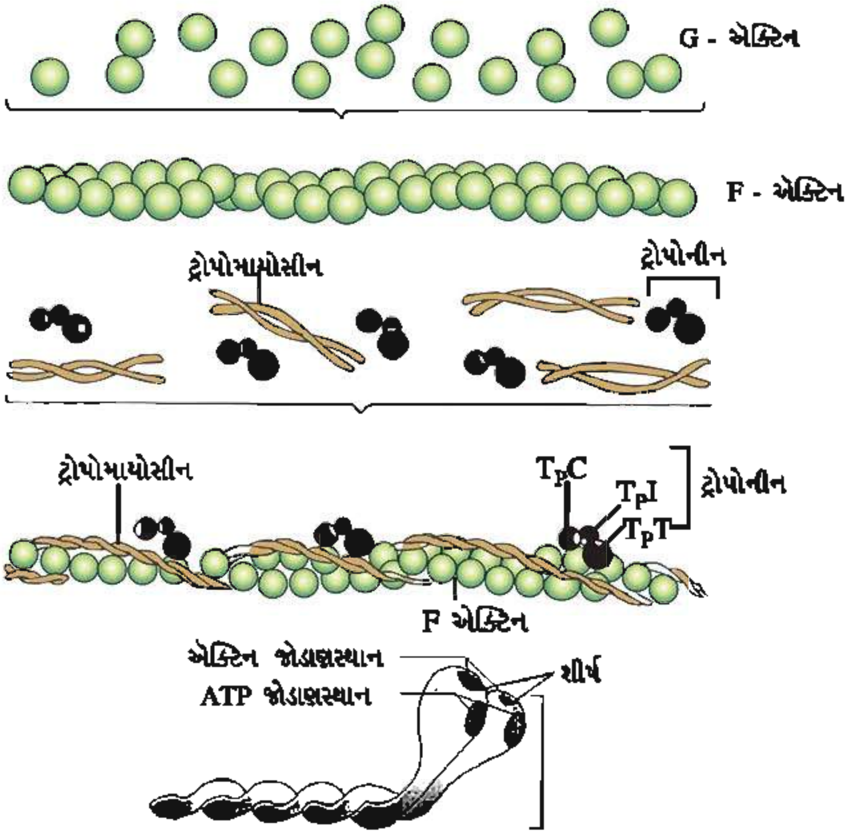
કંકાલસ્નાયુઓની અતિસૂક્ષ્મ સંરચના

ચાલો આપણે કંકાલ સ્નાયુઓની સંરચના અને સંકોચનની ક્રિયાવિધિનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીએ. તે અસંખ્ય તંતુઓના બનેલા છે. દરેક સ્નાયુતંતુ પડ લાંબા નાજુક, સાંકડા, નળાકાર અને અશાખિત હોય છે. તેમાં ઘણા ચપટા લાંબાં કોષકેન્દ્ર, સ્નાયુતંતુ- પડ પાસે ગોઠવાયેલાં હોય છે. કોષોના જોડાણના પરિણામે બહુકોષકેન્દ્રીય પરિસ્થિતિ થાય છે. આથી કંકાલસ્નાયુતંતુ એ બહુકોષ કેન્દ્રીય છે (Syncytium) સ્નાયુરસ કણાભસૂત્ર ધરાવે છે, જે સ્નાયુરસ કણાભસૂત્ર તરીકે ઓળખાય છે. સ્નાયુરસમાં અંતઃકોષરસસજાળ ધરાવે છે, જે સ્નાયુરસ જાળ તરીકે ઓળખાય છે. સ્નાયુતંતુમાં મોટી સંખ્યામાં સૂક્ષ્મ દંડ જેવા સ્નાયુતંતુકોમાં આવેલા છે. સ્નાયુતંતુકોમાં ઝાંખાં અને ઘેરાં બિંબ આવેલાં છે. ઝાંખાબિંબને આઇસોટ્રોપિક કહે છે. (વક્રીભનાંક દરેક સમતલ સપાટીએ સરખો હોય છે.) અથવા I-બિંબ તરીકે ઓળખાય છે.

ઘેરાબિંબ એનઆઇસોટ્રોપિક છે. (જે પ્રકાશને જુદા-જુદા સમતલમાં જુદી-જુદી રીતે વક્રીભૂત કહે છે) તે A બિંબ તરીકે પણ ઓળખાય છે. દરેક A બિંબ મધ્યમાં ઝાંખો વિસ્તાર ધરાવે છે, જેને હેન્સનની રેખા અથવા H વિસ્તાર કહે છે. H વિસ્તારની મધ્યમાં M રેખા આવેલી છે. દરેક I-બિંબની મધ્યમાં ઘેરી કલા Z લાઇન તરીકે ઓળખાય છે. Z લાઇનને Z-બિંબ અથવા ક્રાઉઝકલા તરીકે પણ ઓળખાય છે. સ્નાયુતંતુકોમાં બે ક્રમિક Z રેખાની વચ્ચેનો ભાગ સ્નાયુતંતુકખંડ તરીકે ઓળખાય છે. આમ, સ્નાયુતંતુકખંડ A-બિંબ અને બે અર્ધ I-બિંબના બનેલા છે, અને તે સ્નાયુતંતુના સંકોચનશીલ અને ક્રિયાશીલ એકમ છે. દરેક સ્નાયુતંતુખંડમાં પાતળા તંતુકો બંને છેડે આવેલા છે. જ્યારે જાડા તંતુકો મધ્યમાં આવેલા છે. આમ, દરેક સ્નાયુતંતુકખંડ જાડા અને પાતળા સ્નાયુતંતુકોનો સમૂહ છે. જાડા અને પાતળા તંતુ એકાંતરે ગોઠવાયેલા છે. I-બિંબ ફક્ત પાતળા તંતુ જ્યારે H વિસ્તાર ફક્ત જાડા તંતુઓનો બનેલો છે. જ્યારે A-બિંબમાં બંને બાજુ જાડા અને પાતળા તંતુઓ આવેલા છે.

સંકોચનશીલ પ્રોટીનની સંરચના

એક્ટિનના તંતુઓ બે સ્વરૂપના છે : મોનોમર G–એક્ટિન અને પોલિમેરિક 'F'–એક્ટિન. G- એક્ટિન Mg^{2+} ની હાજરીમાં પોલિમરાઈઝ થઈ તંતુમય F–એક્ટિન બનાવે છે. પ્રોટીનના બીજા બે તંતુઓ, ટ્રોપોમાયોસીન જે F–એક્ટિનની સળંગ લંબાઈમાં તેની સાથે જોડાયેલ હોય છે. ટ્રોપોમાયોસીન એ દંડ આકારના તંતુમય પ્રોટીન છે. ટ્રોપોમાયોસીન બેવડી કુંતલાકાર શૃંખલાઓ F–એક્ટિનની ફરતે વીંટળાયેલી હોય છે. ટ્રોપોનીન એ જટિલ નાના ગ્લોબ્યુલર પ્રોટીન છે. જેનું વિતરણ નિયત અંતરે ટ્રોપોમાયોસીનમાં થયેલું છે. ટ્રોપોનીન વિશ્રામી અવસ્થાએ માયોસીન માટે ક્રિયાશીલ જોડાણસ્થાન એક્ટિન તંતુકો પર કરે છે.



T_PC = ટ્રોપોનીન C; T_PI = ટ્રોપોનીન I; T_PT = ટ્રોપોનીન T

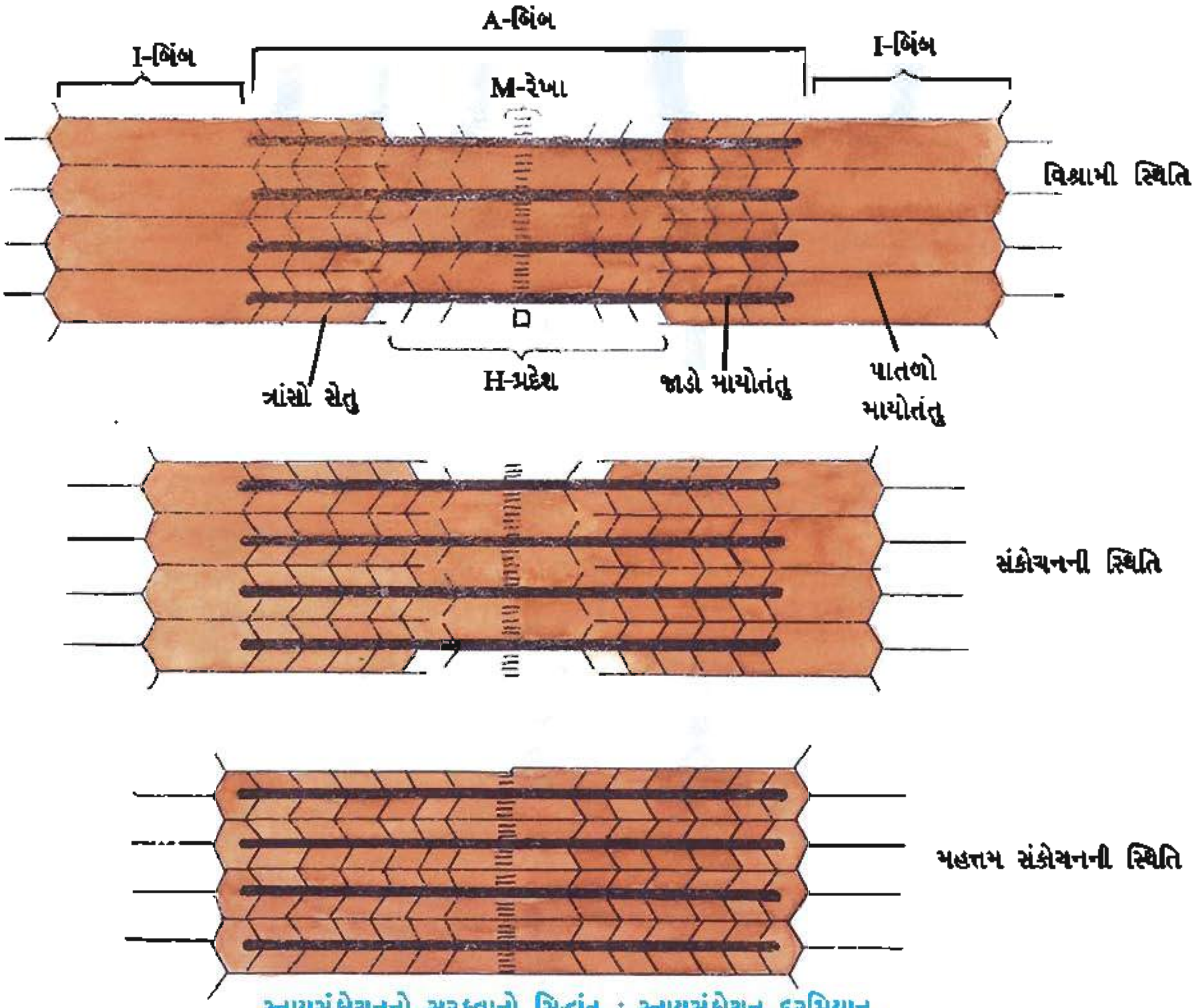
સંકોચનશીલ પ્રોટીન દર્શાવતી રચના

દરેક માયોસીન તંતુકો એ પોલિમરાઈઝ માયોસીન પ્રોટીનના બનેલા છે. અને ફક્ત A બિંબમાં આવેલા છે. ઘણા મોનોમેરીક પ્રોટીન મેરોમાયોસીન તરીકે ઓળખાય છે, જે એક જાડા તંતુકોની રચના કરે છે. દરેક માયોસીન અણુને બે અગત્યના ભાગ હોય છે. ગોળાકાર શીર્ષ સાથે ટૂંકી ભુજા અને પૂંછડી. શીર્ષ ભારે મેરોમાયોસીન (HMM) જ્યારે પૂંછડી હળવા મેરોમાયોસીન (LMM)ની બનેલી છે. HMMનો ભાગ બહારની તરફ આવેલો છે. અને તે ખૂણો બનાવીને પોલિમરાઈઝ માયોસીન તંતુકો નિયમિત અંતરે બનાવે છે, જે ભુજાની ચોકડી તરીકે ઓળખાય છે. ગોળાકાર શીર્ષ એ ક્રિયાશીલ ATPase છે, જે ઉત્સેચક તરીકે ATP અને એક્ટિનનું જોડાણસ્થાન છે.

સ્નાયુસંકોચનની ક્રિયાવિધિ

સ્નાયુસંકોચનની ક્રિયાવિધિની સમજણ સરકતા તંતુક સિદ્ધાંત દ્વારા અપાય છે (Sliding filament theory). આ સિદ્ધાંત મુજબ સ્નાયુઓના સંકોચનશીલ એકમ જાડા અને પાતળા તંતુકોનું બનેલું છે. જે સ્નાયુની વિશ્રામી અવસ્થા દરમિયાન થોડા ઘણા આચ્છાદિત હોય છે. ઉત્તેજના દરમિયાન સ્નાયુ સંકોચાય છે, ત્યારે આ તંતુકોની લંબાઈમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી, ફક્ત એકબીજા ઉપર સરકે છે. આમ, એક્ટિનના તંતુકો માયોસીનના તંતુકો વચ્ચે આવેલા અવકાશમાં સરકે છે. આના પરિણામે

I અથવા ઝાંખાં બિંબ ટૂંકાં થાય છે. જ્યારે A બિંબમાં અથવા ઘેરા બિંબમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી, પરંતુ ઘેરા બિંબમાં દેખાતો H વિસ્તાર અદશ્ય થઈ જાય છે. આનું કારણ બે સ્નાયુતંતુકખંડની Z રેખા નજીક આવે છે. એવું વિચારાય છે કે સેતુનિર્માણ દરમિયાન (Crossbridge) માયોસીન તતુંકો ઍક્ટિનના તંતુકોને ખેંચે છે, આ દરમિયાન સ્નાયુ સંકોચાય છે. પરંતુ વિકોચન દરમિયાન સેતુનિર્માણ અદશ્ય થાય છે. આમ, સ્નાયુના સંકોચન અને વિકોચનની સાથે A-બિંબના માયોસીન તંતુકો અને I-બિંબના ઍક્ટિન વચ્ચે સેતુનું નિર્માણ અને અદશ્ય થવાનું વારંવાર યથાક્રમે થાય છે.



સ્નાયુસંકોચનનો સરકવાનો સિદ્ધાંત : સ્નાયુસંકોચન દરમિયાન

સ્નાયુસંકોચનના પ્રારંભ માટેના સંદેશા મધ્યસ્થ ચેતાતંત્ર ચાલકચેતા દ્વારા મોકલે છે. ચાલક ચેતાકોષ અને સ્નાયુતંતુના સ્નાયુતંતુપડ વચ્ચેના જોડાણને ચેતાસ્નાયુ સંધાન (Neuro-musealar junction) અથવા ચાલક અંતપટ્ટી (Motor End Plate) કહે છે. ચેતાસંદેશાઓ જોડાણ પાસે પહોંચતા એસિટાઇલ કોલાઇન ચેતાપ્રેષક (Neuro transmitter)નો સ્રાવ થાય છે, તે ક્રિયાશીલ વીજસ્થિતિમાને સ્નાયુતંતુપડમાં ઉત્પન્ન કરે છે. આ વીજસ્થિતિમાન સ્નાયુતંતુમાં ઊંડે સુધી પ્રસરી સ્નાયુકોષરસમાં Ca^{2+} મુક્ત કરે છે. ઍક્ટિન અને માયોસીન વચ્ચેની પારસ્પરિક અસરને કૅલ્શિયમ ક્રિયાશીલ બનાવે છે. પરંતુ તે ફક્ત ટ્રોપોમાયસીન અને ટ્રોપોનીન દ્વારા અને ATPના વિઘટન થવાથી મુક્ત થતી શક્તિના ઉપયોગના હસ્તક્ષેપ દ્વારા થાય છે. માયોસીનનું શીર્ષ હવે ઍક્ટિનના ક્રિયાશીલ ખુલ્લા સ્થાન સાથે સેતુનિર્માણ કરે છે. તે જોડાયેલ ઍક્ટિન તંતુકોને A બિંબના મધ્ય તરફ ખેંચે છે. ઍક્ટિન સાથે જોડાયેલ Z રેખા પણ અંદરની તરફ ખેંચાઈ જતાં સ્નાયુતંતુકખંડ ટૂંકો થાય છે. તેને સ્નાયુસંકોચન કહે છે. માયોસીન ADP અને Piને મુક્ત કરતા ફરી પછી વિકોચન અવસ્થા બને છે. નવો ATP ફરી જોડાઈ

સેતુનિર્માણ તૂટી જાય છે. આણ્વિક સ્તરે સ્નાયુસંકોચનમાં સેતુનિર્માણ અને તેનું તૂટી જવું ખૂબ મહત્ત્વનું છે. જે વારંવાર થાય છે.આ સેતુનિર્માણ A-બિંબના માયોસીન તંતુકો અને I-બિંબના ઍક્ટિન તંતુકો વચ્ચે થાય છે. આ બે તંતુકોના એકમો હલનચલનની એકબીજા પર શરૂઆત કરતા, સ્નાયુતંતુકખંડ ટૂંકો થાય છે. હકીકતમાં સેતુનિર્માણ ફક્ત ATPની ગેરહાજરીમાં થાય છે, જ્યારે ATPની હાજરીમાં સેતુનિર્માણ તૂટે છે.

આ પ્રક્રિયાની અવધિ જ્યાં સુધી Ca^{++}ને સ્નાયુકોષરસમાં પુનઃ મોકલવામાં ન આવે ત્યાં સુધી થાય છે, જેને લીધે ઍક્ટિન તંતુકો પર આવરણ આવી જાય છે. આમ, Z રેખા ફરી પાછી પ્રારંભિક સ્થિતિમાં આવી જાય છે. જેને સ્નાયુવિકોચન કહે છે. આમ, જ્યારે Ca^{++} આયનની સાંદ્રતા ઘટી જાય છે, ત્યારે વિકોચન થાય છે. જુદા પ્રકારના સ્નાયુઓના તંતુકોમાં પ્રક્રિયાનો સમય જુદો હોય છે. વધારે સમયની ક્રિયાશીલતાને કારણે તે સ્નાયુમાં લેક્ટિક ઍસિડનો સંચય ગ્લાયકોજનના અજારક વિઘટનને કારણે થાય છે, જેને લીધે સ્નાયુ શ્રમિત (Faligue) થાય છે. જ્યારે સ્નાયુ ઉત્તેજનાની પ્રતિક્રિયા દર્શાવતા નથી, ત્યારે તે અવસ્થાને શ્રમિત અવસ્થા કહે છે.

કંકાલસ્નાયુ

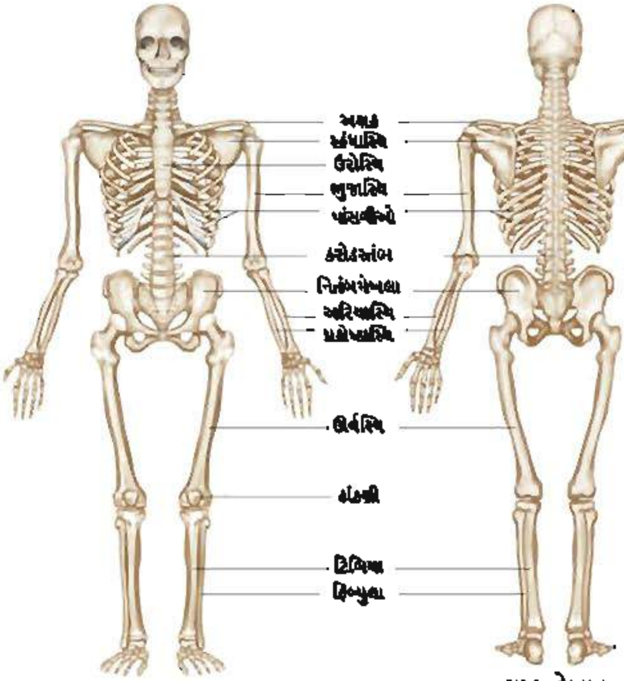
કંકાલસ્નાયુ બે પ્રકારના છે. લાલ(રાતા) અને સફેદ સ્નાયુ. લાલ સ્નાયુમાં વધારે માત્રામાં માયોગ્લોબિન હોય છે, જેથી તેનો દેખાવ લાલાશ પડતો હોય છે. આવા સ્નાયુને લાલ તંતુઓ તરીકે પણ ઓળખવામાં છે. લાલ તંતુમાં પુષ્કળ સંખ્યામાં કણાભસૂત્ર હોય છે, જે વધારે માત્રામાં તેમાં ઑક્સિજનનો સંગ્રહ કરી ATPનું નિર્માણ કરે છે. આવા સ્નાયુ-જારક સ્નાયુ-લાલ સ્નાયુ તરીકે ઓળખાય છે. ઉદા., પક્ષીઓમાં ઉડ્ડયન સ્નાયુ. સફેદ સ્નાયુમાં ઓછી માત્રામાં માયોગ્લોબિન હોય છે, તેથી તે સફેદ રંગના કે પીળાઓના દેખાય છે. સફેદ તંતુઓ ઓછી માત્રામાં કણાભસૂત્ર ધરાવે છે, પરંતુ સ્નાયુરસજાળની માત્રા વધારે હોય છે. ઉદા., માનવના આંખના ડોળાના સ્નાયુ.

કંકાલતંત્ર (Skeleton System) :

પ્રાણીશરીરના કઠણ, આધાર આપનાર, રક્ષણાત્મક તત્ત્વ કંકાલની રચના અથવા કંકાલતંત્રની રચના કરે છે. કંકાલતંત્રના અભ્યાસને અસ્થિવિજ્ઞાન (osteology) કહે છે. ઓસ્ટિઓન = અસ્થિ, લોગ્સ = નિરૂપણ કરવું. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં કોઈક પ્રકારનું કંકાલ હોય છે. વાદળીઓમાં દઢાના સામાન્ય કંકાલથી પૃષ્ઠવંશીઓમાં જટિલ કંકાલ હોય છે. કંકાલની રૂપરેખા પ્રાણીની જીવનપદ્ધતિ ઉપર આધારિત છે. ઊડતાં પ્રાણીઓ, બે પગાં, ચો પગાં, જલીય પ્રાણીઓ કે જમીન પરનાં પ્રાણીઓમાં તેમના કંકાલની વિવિધ રૂપરેખામાં ફેરફાર જરૂરી છે. કંકાલતંત્ર અસ્થિ અને થોડાક કાસ્થિનું બનેલું છે. શરીર દ્વારા દર્શાવતા હલનચલનમાં આ તંત્રનો અગત્યનો ફાળો છે. અસ્થિ અને કાસ્થિ એ વિશિષ્ટ પ્રકારની સંયોજક પેશી છે. અસ્થિમાં કઠણ કોષાન્તરદ્રવ્ય કૅલ્શિયમ ક્ષારને કારણે હોય છે. જ્યારે કાસ્થિમાં કોષાન્તરદ્રવ્ય પોચું કાસ્થિકોષોના ક્ષારોને કારણે હોય છે. માનવમાં આ તંત્ર 206 અસ્થિનું અને થોડાક કાસ્થિનું બનેલું છે. મુખ્ય જે બે વિભાગમાં વહેંચી શકાય છે : અક્ષીય કંકાલ અને ઉપાંગીય કંકાલ.

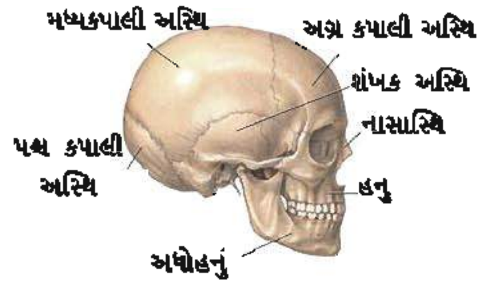
અક્ષીય કંકાલ :

તે 80 અસ્થિનું બનેલું છે, જેની વહેંચણી શરીરની મુખ્ય ધરીમાં થયેલી છે. અક્ષીય કંકાલ ખોપરી, કરોડસ્તંભ, પાંસળીઓનું બનેલું છે. ખોપરી એ મસ્તક અને ચહેરાની બનેલ છે, જે કુલ 22 અસ્થિનું બનેલું છે. જે બે ભાગમાં ગોઠવાયેલા છે. મસ્તકમાં 8 ચપટા અસ્થિઓ આવેલાં છે. તે એકબીજાં સાથે મજબૂત અને એકબીજા સાથે ચુસ્ત રીતે જોડાઈને મસ્તકની પેટી બનાવે છે. અસ્થિઓ જે મસ્તકની રચના કરે છે તેમાં 1 અગ્રકપાલી (Frontal). અસ્થિ, 2 મધ્યકપાલી અસ્થિ (Parietal), 2 શંખક અસ્થિ (Temporal), 1 પશ્વકપાલી (Occipital), 1 સ્ફિનોઇડ (Sphenoid) અને 1 એથ્મોઇડ (ethemoid) અસ્થિ આવેલા છે. મસ્તકના અસ્થિ એકબીજા સાથે તરંગી અચલીત સીમાઓ દ્વારા જોડાય છે, જેને સીવન કહે છે, ચહેરાના અસ્થિમાં 2 નાસાસ્થિ (Nasal), 2 હનુ (Maxilac), 2 તાલુકી, 2 જાયગોમેટિક (Zygomatic), 2 લેકરીમલ (Lacrimal) અને 2 અંતઃસ્થ નાસાસ્થિ કોનચિ (Conchae) 1 હલાસ્થિ અને 1 અધોહનુ (Mandible). તાલુકી અંતસ્થ નાસાસ્થિ કોનચિ (Conchae) અને હલાસ્થિ બહારની સપાટીથી જોઈ શકાતાં નથી. મુખગુહાના તળિયાના ભાગમાં દ્વિતઅસ્થિ (hyoid bone) ફક્ત એક છે, અને તે 'U' આકારનું બનેલું છે. દરેક મધ્યકર્ણમાં ત્રણ નાના અસ્થિ, હથોડી (Malleus), એરણ (incus) અને પેંગડું (Stapes) જેને સામૂહિક રીતે કાનનાં હાડકાં કહે છે. ખોપરીનો વિસ્તાર કરોડસ્તંભના અગ્રભાગે Occipital Condylesથી જોડાયેલ છે.



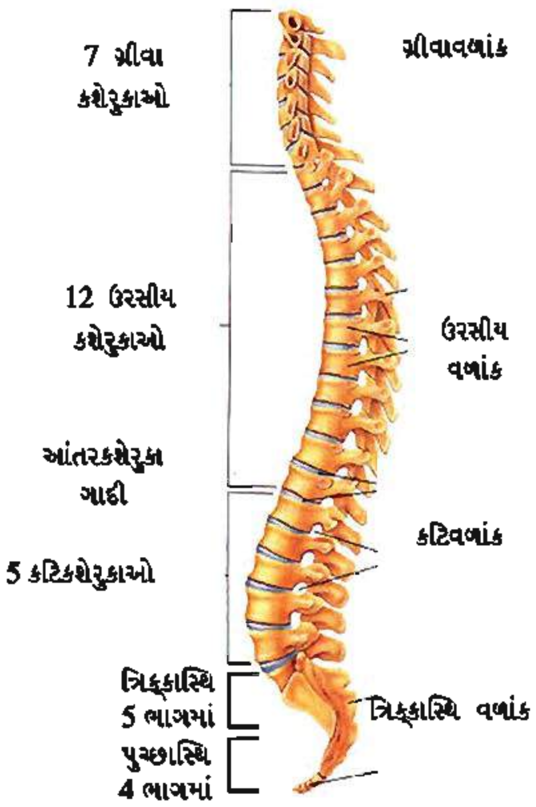
વક્ષ દેખાવ પૃષ્ઠ દેખાવ

મનુષ્યનું કંકાલતંત્ર



મનુષ્યની ખોપરી

કરોડસ્તંભ



કરોડસ્તંભ

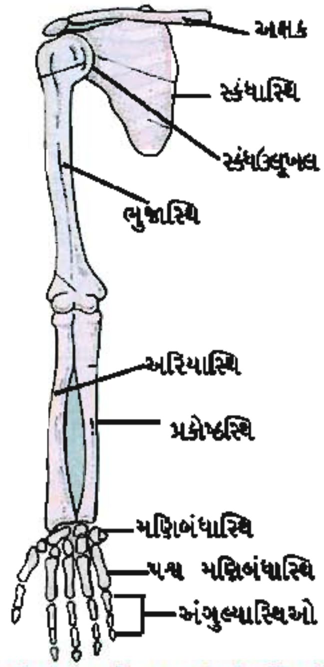
કરોડસ્તંભ 26 શ્રેણીબદ્ધ રીતે પૃષ્ઠ બાજુએ ગોઠવાયેલી કશેરુકાઓની બનેલ છે. કરોડસ્તંભ એ શરીરની મુખ્ય ધરી છે, જેનું સંધાન ખોપરી, સ્કંધમેખલા, નિતંબમેખલા અને પાંસળીઓ સાથે થયેલું છે. દરેક કશેરુકાની મધ્યમાં પોલો ભાગ હોય છે જેમાંથી કરોડરજ્જુ પસાર થાય છે. દરેક કશેરુકાનું નામ તે શરીરના ક્યા વિસ્તારમાં આવેલી છે, તેના પરથી થયેલું છે. ગ્રીવા વિસ્તારમાં આવેલી કશેરુકાને ગ્રીવા કશેરુકા કહે છે. ગ્રીવા કશેરુકા (7), ઉરસપ્રદેશમાં ઉરસિય કશેરુકા (12), કટિપ્રદેશમાં કટિકશેરુકા (5), કરોડસ્તંભના સૌથી નીચેના વિસ્તારમાં ત્રિકકશેરુકા (5) હોય છે તે જોડાયેલી છે. પુચ્છ કશેરુકાની સંખ્યા (4) છે, તે અવશિષ્ઠ પૂંછડીમાં જોવા મળે છે તે ખૂબ નાની અને જોડાઈને વળાંક બનાવી તે ત્રિકોણાકાર પુચ્છાસ્થિ બનાવે છે.

આમ, કરોડસ્તંભનું સૂત્ર માનવમાં C_7, T_{12}, L_5, S_5 અને C_4 છે. કરોડસ્તંભ કરોડરજ્જુની ફરતે આવરિત અને તેનું રક્ષણ કરે છે, શીર્ષના ઉપર ભાગને આધાર આપે છે. તે ગ્રીવાને મજબૂતાઈ અને ઉરસને સીધું રાખે છે. ઊભા કે ચાલતા હોય ત્યારે અંગવિન્યાસને સીધા રાખે છે. પાંસળી અને પીઠના સ્નાયુઓને જોડાણ સપાટી પૂરી પાડે છે. ઉરોસ્થિ ચપટું અસ્થિ છે. ઉરસની મધ્ય અક્ષ આવેલું છે.

પાંસળી

પાંસળીની 12 જોડ આવેલી છે. દરેક પાંસળી પાતળું ચપટું અસ્થિ છે, જે પૃષ્ઠ બાજુએ કરોડસ્તંભ અને વક્ષ બાજુએ ઉરોસ્થિ સાથે જોડાયેલું છે. પાંસળીને પૃષ્ઠ અને વક્ષ એમ બંને છેડે બે જોડાણસપાટી હોવાથી તેને બાઇસીફેલિક કહે છે. ઉપરની સાત જોડની પાંસળી ઉરોસ્થિ સાથે સીધી જોડાયેલી છે. આ સાચી પાંસળી છે. 8મી, 9મી અને 10મી. પાંસળીની જોડ ઉરોસ્થિ સાથે સીધી જોડાયેલ નથી, પણ 7મી પાંસળી સાથે કાસ્થિની મદદથી જોડાયેલ છે. આથી તેમને ખોટી પાંસળી તરીકે ઓળખાય છે. છેલ્લી બે જોડ (11મી અને 12મી) વક્ષ બાજુએ જોડાયેલ નથી, આથી તેમને તરતી પાંસળી કહે છે. ઉરસીય કશેરુકા, પાંસળી અને ઉરોસ્થિ ભેગા મળી પાંસળીનું પાંજરું બનાવે છે. જે હૃદય, મોટી રુધિરવાહિની અને ફેફસાંનું રક્ષણ કરે છે. તે શ્વસનસ્નાયુઓને જોડાણ માટેની સપાટી પૂરી પાડે છે.

(1) ઉપાંગીય કંકાલતંત્ર :



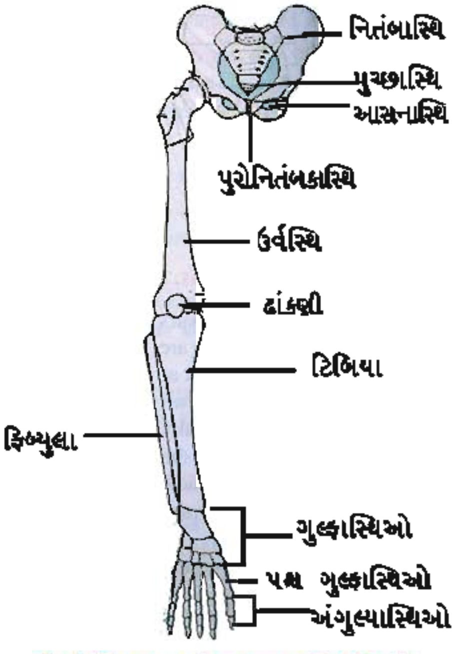
સ્કંધમેખલા અને અગ્ર ઉપાંગાસ્થિઓ

ઉપાંગનાં અસ્થિ અને તેની સાથે મેખલાઓ ભેગા મળી ઉપાંગીય કંકાલ બનાવે છે. ઉપાંગના અસ્થિ, દરેક ઉપાંગ 30 અસ્થિનું બનેલું છે. અગ્રઉપાંગનાં અસ્થિ ભુજાસ્થિ, અરિય અસ્થિ, પ્રકોષ્ઠાસ્થિ, 8 મણિબંધાસ્થિ કાંડામાં, 5 પશ્ચ મણિબંધાસ્થિ હથેળીમાં અને 14 અંગુલ્યાસ્થિ હાથની આંગળીઓમાં આવેલ છે. દરેક પગમાં 30 અસ્થિઓ હોય છે. 1 ઉર્વસ્થિ જાંઘમાં આવેલું અસ્થિ સૌથી મોટું અને ભારે અસ્થિ છે. 1 ઢાંકણી ઘૂંટણમાં, 1 ટિબિયા, 1 ફિબ્યુલા, 7 ગુલ્ફાસ્થિઓ ઘૂંટીમાં, 5 પશ્ચ ગુલ્ફાસ્થિઓ પગના તળિયામાં અને 14 અંગુલ્યાસ્થિઓ પગની આંગળીઓમાં આવેલ છે.

માનવમાં હાથ અને પગની આંગળીઓનાં અસ્થિ સૂત્ર 2,3,3,3,3 છે. હાથનાં અસ્થિઓનું કાર્ય મજબૂતાઈ અને હાથને અસરકારક રીતે કાર્ય કરી શકે તે જોવાનું છે, જ્યારે પગના અસ્થિ પગને મજબૂતાઈ આપે, જેથી શરીરનું વજન ઉપાડી શકે, ઊભા હોય ત્યારે શરીરનું સમતોલન જાળવી શકે અને પ્રચલનમાં મદદરૂપ થાય છે.

(2) મેખલા :

મેખલા ઉપાંગો સાથે સંધાન કરે છે. દરેક બાજુએ બે મેખલા હોય છે, સ્કંધમેખલા અને નિતંબમેખલા. દરેક મેખલા બે ભાગની બનેલી છે.



નિતંબમેખલા અને પશ્ચ ઉપાંગાસ્થિઓ

સ્કંધમેખલા

સ્કંધમેખલાનો દરેક અડધો ભાગ અક્ષક અને સ્કંધાસ્થિનો બનેલો છે. સ્કંધાસ્થિ મોટું ચપટું અને ત્રિકોણાકાર, ઉરસની પશ્ચ બાજુએ 2થી 7મી પાંસળીની ઉપર આવેલ અસ્થિ છે. સ્કંધાસ્થિ પર ધાર આવેલી છે, જેને પ્રવર્ધ કહે છે, જે વિસ્તૃત પ્રવર્ધ છે, જેને સ્કંધાગ્રપ્રવર્ધ (acromion process) કહે છે, જે અક્ષક સાથે સંધાન કરે છે. આ પ્રવર્ધની નીચે ખાડો આવેલો છે. જેને સ્કંધ ઉલૂખલ કહે છે. જેમાં ભુજાસ્થિનો અગ્રભાગ સંધાન કરે છે અને ખભાનો સાંધો બનાવે છે. દરેક અક્ષક લાંબું, નાજુક દંડ આકારનું અસ્થિ છે, જેમાં બે વળાંક આવેલા છે. આ અસ્થિને સામાન્ય રીતે હાંસડીનું અસ્થિ કહે છે.

નિતંબમેખલા

નિતંબમેખલા બે શ્રોણી અસ્થિની બનેલી છે. દરેક શ્રોણી અસ્થિ 3 અસ્થિનાં જોડાણથી બને છે, જેમાં ઉપરનો નિતંબાસ્થિ, આસનાસ્થિ અને અંદરનો પુરોનિતંબકાસ્થિ છે, જે મજબૂત કેડનાં અસ્થિ બનાવે છે. ઉપર

જણાવેલ અસ્થિઓ જોડાણસ્થાન બનાવે છે, જેને ઉલૂખલ (Acetabulam) કહે છે, જેમાં જાંઘનાં અસ્થિઓનું જોડાણ થાય છે. જ્યાં ઊર્વસ્થિનાં શીર્ષનો ભાગ જોડાય છે. નિતંબમેખલાના બંને ભાગ વક્ષ બાજુએ ભેગા મળી પુરોનિતંબકાસ્થિ સંધાનરેખા (Symphysis) તંતુમય કાસ્થિ ધરાવે છે.

સાંધા (Joints)

પેશીની રચનાત્મક ગોઠવણ જે બે અથવા વધારે અસ્થિને તેમનાં એકત્રસ્થાન જોડે તેને સાંધા કહે છે. સાંધાઓ શરીરના અસ્થિના ભાગોથી સમાવિષ્ટ બધા પ્રકારના હલનચલન માટે જરૂરી છે. સાંધાઓ બે અસ્થિઓ વચ્ચેના અથવા કાસ્થિ અને અસ્થિ વચ્ચેનાં સંપર્કબિંદુઓ છે. સ્નાયુ દ્વારા ઉત્પન્ન થતા બળનો ઉપયોગ સાંધાઓ દ્વારા હલનચલન કરવા માટે થાય છે. અહીં સાંધાઓ ઉચ્ચાલનના આધારબિંદુ તરીકે કાર્ય કરે છે.

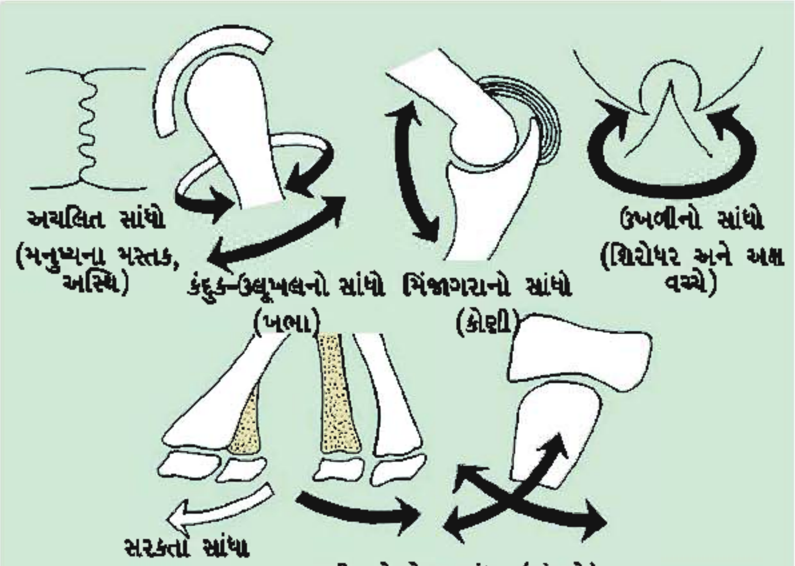
સાંધાના પ્રકાર :

સાંધાઓના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર છે : અચલ સાંધા અથવા તંતુમય સાંધા, કાસ્થિમય સાંધા અને મુક્તચલ સાંધા.

તંતુમય, સ્થાયી અથવા અચલ સાંધા : જે મસ્તકનાં અસ્થિઓ વચ્ચે જોવા મળે છે. તે કોઈ પણ જાતનું હલનચલન કરવા દેતા નથી, કારણ કે અસ્થિઓ મજબૂત કોલેજન તંતુઓના એકસાથે મજબૂત રીતે બાંધેલા છે. અચલ સાંધાને સીવન તરીકે ઓળખાય છે.

કાસ્થિમય અથવા થોડાક અંશતઃ ચલ સાંધા : આ સાંધાઓ કશેરુકાના જોડાણસ્થાને પુરોનિતંબકાસ્થિની સંધાનરેખામાં જોવા મળે છે. અસ્થિઓના છેડાઓ, સ્થિતિસ્થાપક તંતુમય કાસ્થિની નક્કર ચપટી તક્તીઓથી છૂટા પડે છે, જે તેમને એકસાથે જોડી રાખે તે રીતે જકડાયેલા હોય છે. તક્તીઓ થોડી મર્યાદિત હલનચલનની છૂટ આપે છે, દા.ત., વળવું, અથવા સાંધાઓનું થોડું ગોળ ફરવું.

મુક્તચલ સાંધા : અસ્થિઓનાં જોડાણના છેડાઓ પર કાચવત્ કાસ્થિનું આચ્છાદન થયેલું છે. બે અસ્થિઓની જોડાણસપાટીએ અવકાશ આવેલો છે, જે સાયનોવિયલ પોલાણ તરીકે ઓળખાય છે. આ પોલાણ ચીકણા સાયનોવિયલ પ્રવાહીથી ભરેલું છે, જે અસ્થિઓના સાંધાઓ સરળતાથી હલનચલન કરી શકે તે રીતે ઊંજણ કરે છે આ સાંધાઓ પ્રચલન અને બીજી ઘણી હલનચલનની ક્રિયાઓમાં મદદરૂપ છે. કંદુક-ઉલૂખલ સાંધો (ભુજાસ્થિ અને સ્કંધમેખલા વચ્ચેનો) ઊખળી સાંધો (શિરોધર અને અક્ષ કશેરુકા વચ્ચે) મિજાગરાનો સાંધો (કોણી), સરકતા સાંધા (અગ્રબાહુ અને કાંડું), વળી શકે તેવા સાંધા (અંગૂઠો)



સાંધાઓ

કંકાલતંત્રની અનિયમિતતાઓ

માયેસ્થેનીઆ ગ્રેવીસ : આ સ્વરોગપ્રતિકાર રોગ છે. જે ચેતાસ્નાયુસંધાનને અસર કરે છે, જેને લીધે થાક, નબળાઈ અને કંકાલસ્નાયુનો પક્ષાઘાત થાય છે.

ટીટેની : આ સ્નાયુનો રોગ છે, જેમાં ઝડપથી આપોઆપ થતું સ્નાયુનું સંકોચન થાય છે, જેનું કારણ શરીરના પ્રવાહીમાં Ca^{2+}નું ઓછું પ્રમાણ છે.

સારાંશ

પ્રચલન એ જીવંત સજીવોનું જરૂરી લક્ષણ છે. પ્રાણીઓ સામાન્ય રીતે બે પ્રકારનાં હલનચલન દર્શાવે છે : પ્રચલન અને શરીરના ભાગોનું હલનચલન, જીવરસનો પ્રવાહ, પક્ષ્મલ, હલનચલન, મીનપક્ષોનું હલનચલન, ઉપાંગો અને પાંખો વગેરેનું હલનચલન પ્રાણી દ્વારા દર્શાવતા કેટલાક પ્રકાર છે. પ્રચલન પ્રાણીઓ સાનુકૂળ વાતાવરણમાં લઈ જાય છે. પ્રાણી સામાન્ય રીતે ખોરાકની શોધ, આશ્રય, સંભોગ, સંભોગનું સ્થળ, સારું વાતાવરણ અને તેમના રક્ષણ માટે કરે છે. હલનચલનના ત્રણ મૂળભૂત પ્રકારો છે, જેમાં અમીબીય પક્ષ્મલ અને સ્નાયુનું પ્રચલન, જે માનવકોષો દ્વારા દર્શાવાય છે. આપણા શરીર દ્વારા ત્રણ પ્રકારના હલનચલન હોય છે. કંકાલસ્નાયુ કંકાલના ભાગ સાથે જોડાયેલ છે, જે પટ્ટાઓ દર્શાવે છે. અને ઐચ્છિક પ્રકારના છે. અરેખિત સ્નાયુ છે, જેમાં પટ્ટાઓનો અભાવ છે. હૃદસ્નાયુ હૃદયમાં જોવા મળે છે, જે અનૈચ્છિક છે. તે શાખિત છે અને તેમાં પટ્ટાઓ જોવા મળે છે. દરેક તંતુને ઘણા સમાંતરે ગોઠવાયેલા તંતુકો હોય છે. દરેક તંતુકો ઘણા શ્રેણીબદ્ધ એકમના ગોઠવાયેલા સ્નાયુતંતુકખંડના બનેલા છે. દરેક સ્નાયુતંતુકખંડની મધ્યમાં 'A' બિંબ જે માયોસીન (જાડા) તંતુકો અને બે અડધા 'I'-બિંબ ઍક્ટિન તંતુકો છે, જેની બંને બાજુએ Z રેખા આવેલી છે. ઍક્ટિન અને માયોસીન પોલિમરાઇઝ્ડ નત્રલો છે, જે સંકોચનશીલ છે. માયોસીનના ક્રિયાશીલ સ્થાન, વિશ્રામી ઍક્ટિન તંતુકો ટ્રોપોનીનથી આચ્છાદિત હોય છે. માયોસીનનું શીર્ષ ATPase ધરાવે છે, અને તેને ATP જોડાણનું સ્થાન હોય છે અને ઍક્ટિન માટે ક્રિયા સ્થાન ધરાવે છે.

ચાલક ચેતાકોષો ઊર્મિવેગોનું વહન કરે છે, જે સ્નાયુતંતુમાં સક્રિય વીજસ્થિતિમાન ઉત્પન્ન કરે છે. આના કારણે અંતઃકોષરસજાળ Ca^{2+} ઍક્ટિનને ક્રિયાશીલ બનાવે છે, જે માયોસીનના શીર્ષ સાથે જોડાઈ સેતુનિર્માણ કરે છે. આ સેતુ નિર્માણને લીધે ઍક્ટિંગના તંતુઓ ખેંચાઈ માયોસીનના તંતુકો પર સરકે છે અને સંકોચનની ક્રિયા થાય છે. હવે કેલ્શિયમ અંતઃકોષરસજાળમાં પરત આવે છે. તેથી ઍક્ટિન નિષ્ક્રિય બને છે. આમ, સેતુ તૂટી જાય છે અને સ્નાયુ વિકોચન પામે છે. સ્નાયુઓ બે પ્રકારના લાલ અને સફેદ પાતળા લાલ સ્નાયુઓ અને માયોગ્લોબિન ખૂબ પ્રમાણમાં ધરાવે છે. જ્યારે, સફેદ સ્નાયુઓ જાડા અને માયોગ્લોબિનનું પ્રમાણ ઓછું ધરાવે છે. અસ્થિ અને કાસ્થિ કંકાલતંત્રની રચના કરે છે. આ તંત્ર અક્ષીય અને ઉપાંગીયમાં વિભાજિત થાય છે. અક્ષીય કંકાલમાં ખોપરી, કરોડસ્તંભ પાંસળીઓ અને ઉરોસ્થિનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે ઉપાંગનાં અસ્થિ અને મેખલા ઉપાંગીય કંકાલતંત્ર બનાવે છે.

સાંધાઓ બે અસ્થિ વચ્ચેના અથવા અસ્થિ અને કાસ્થિ વચ્ચેના હોય છે. સાંધાઓ મુખ્ય ત્રણ રચનાઓમાં વર્ગીકરણ કરવામાં આવ્યું છે. ત્રણ પ્રકારના છે તંતુમય સાંધા કાસ્થિમય સાંધા અને મુક્તચલ સાંધા.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) માનવશરીરમાં તરતી પાંસળીઓની સંખ્યા કેટલી છે.

(અ) 6 જોડ ◯ (બ) 5 જોડ ◯

(ક) 2 જોડ ◯ (ડ) 3 જોડ ◯

(2) માનવકંકાલમાં કશેરુકા સંખ્યા કેટલી છે ?

(અ) 30 ◯ (બ) 32 ◯ (ક) 33 ◯ (ડ) 35 ◯

(3) પશ્ચ ઉપાંગમાં કુલ અસ્થિઓની સંખ્યા છે.

(અ) 21 ◯ (બ) 14 ◯ (ક) 30 ◯ (ડ) 28 ◯

(4) રેખિત સ્નાયુમાં ક્રિયાશીલ એકમ કયો છે ?

(અ) I-બિંબ ◯ (બ) Z રેખા ◯

(ક) માયોફિલામેન્ટ ◯ (ડ) સ્નાયુતંતુખંડ ◯

(5) માનવખોપરીમાં કુલ અસ્થિ સંખ્યા છે.

(અ) 26 ◯ (બ) 29 ◯ (ક) 30 ◯ (ડ) 107 ◯

(6) અક્ષ અને શિરોધર કશેરુકા વચ્ચેનો સાંધો કયા પ્રકારનો છે ?

(અ) કંદુક-ઉલૂખલ સાંધો ◯ (બ) ઊખળીનો સાંધો ◯

(ક) સેડલ ◯ (ડ) કોલાજન ◯

(7) ATPase – ઉત્સેચક સ્નાયુ સંકોચન માટે જરૂરી છે.

(અ) માયોસીન ◯ (બ) ઍક્ટિન ◯

(ક) ટ્રોપોમાયોસીન ◯ (ડ) ટ્રોપોનીન ◯

(8) કંકાલસ્નાયુના સંકોચનશીલ પ્રોટીનનો ATPase ક્રિયાશીલમાં સમાવિષ્ઠ થાય છે.

(અ) ટ્રોપોનીન ◯ (બ) ટ્રોપોમાયોસીન ◯

(ક) માયોસીન ◯ (ડ) ઍક્ટિન ◯

(9) સ્નાયુતંતુકોના બે ક્રમિક Z રેખા વિસ્તાર વચ્ચેના અંતરને શું કહે છે ?

(અ) સ્નાયુતંતુકખંડ ◯ (બ) કણાભસૂત્ર ◯

(ક) ફેસિયા ◯ (ડ) એનઆઈટ્રોપિક બિલ ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) નિતંબાસ્થિ આસનાસ્થિથી શી રીતે જુદું પડે છે ?

(2) સ્નાયુ કેવી રીતે શ્રમિત થાય છે, તે કેવી રીતે દૂર થાય છે ?

(3) માનવમાં ત્રણ પ્રકારની પાંસળી, તેમનાં નામ ઉદાહરણ સહિત આપો.

(4) નિતંબ-ઉલૂખલ શું છે ?

(5) સ્નાયુ શું છે ? વિવિધ પ્રકારના સ્નાયુનાં નામ જણાવો.

(6) હલનચલનમાં સાંધા કઈ રીતે ઉપયોગ થાય છે ? સમજાવો.

(7) માનવકંકાલમાં મુખ્ય ભાગોનાં નામ આપો અને દરેક ભાગમાં અસ્થિની સંખ્યા જણાવો.

(8) સ્નાયુસંકોચનમાં સરકવાનો સિદ્ધાંત સમજાવો.

(9) સાયનોવિયલ સાંધાનું મુક્ત રીતે હલનચલન કઈ રીતે થાય છે ? વિવિધ પ્રકારના સાયનોવિયલ સાંધાની યાદી કરો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) પ્રાણીઓમાં જોવા મળતાં હલનચલનના પ્રકાર સમજાવો.

(2) તફાવત લખો :

(i) અગ્ર ઉપાંગનાં અસ્થિ - પશ્ચ ઉપાંગનાં અસ્થિ

(ii) રાતા અને સફેદ સ્નાયુ

(iii) સ્કંધમેખલા - નિતંબમેખલા

10

સજીવો અને વસતિ

પરિસ્થિતિવિદ્યા શાસ્ત્રોક્ત શબ્દ ઇકોલૉજી (Ecology પરિસ્થિતિવિદ્યા) ગ્રીક શબ્દોમાંથી ઉદ્‌ભવ્યો છે, જેવા કે Oikos and Logos (Oikos = home = વસવાટ એટલે કે જે રહેવાયોગ્ય છે અને logos = study = અભ્યાસ) તેથી પરિસ્થિતિવિદ્યા એ સજીવોનો તેમના રહેઠાણ સાથેનો અભ્યાસ છે. પરિસ્થિતિવિદ્યાની વ્યાખ્યા ઓડમે (1969) કરી છે : ''સજીવો અને પર્યાવરણ વચ્ચેના આંતરસંબંધનો અભ્યાસ.''' પરિસ્થિતિવિદ્યા ઘણી શાખાઓમાં વહેંચાયેલી છે : પ્રાણીપરિસ્થિતિકી, વનસ્પતિ- પરિસ્થિતિકી, વસવાટ-પરિસ્થિતિકી, દરિયાઈ પરિસ્થિતિકી, મીઠા પાણીનાં જળાશયોની પરિસ્થિતિકી, ભૂ-પરિસ્થિતિકી, વસતિ પરિસ્થિતિવિદ્યા, જૈવિક પરિસ્થિતિવિદ્યા, પ્રયોજિત પરિસ્થિતિવિદ્યા, માનવ-પરિસ્થિતિવિદ્યા.

પર્યાવરણ :

પરિસ્થિતિવિદ્યા એ પર્યાવરણઅભ્યાસનો એક ભાગ જ છે. પર્યાવરણના વિજ્ઞાનને પર્યાવરણ અભ્યાસ કહે છે. આપણી આસપાસના પાયાના ઘટકો અને તેમની પારસ્પરિક પ્રતિક્રિયાઓના અભ્યાસને પર્યાવરણીય અભ્યાસ (Environmental studies) કહે છે. અભ્યાસક્રમ મુજબ આપણે નીચેના મુદ્દાઓ ભણીશું :

- પર્યાવરણના મુખ્ય ઘટકો
- પર્યાવરણના વિવિધ ઘટકો વચ્ચેની આંતરક્રિયાઓ અને આંતર-અવલંબન
- વસતિ-પરિસ્થિતિવિદ્યા
- જૈવિક સમાજ
- વસતિ-પરિસ્થિતિવિદ્યા અને જૈવિક સમાજના વિવિધ ઘટકો વચ્ચેની પ્રતિક્રિયાઓ અને આંતરસંબંધો

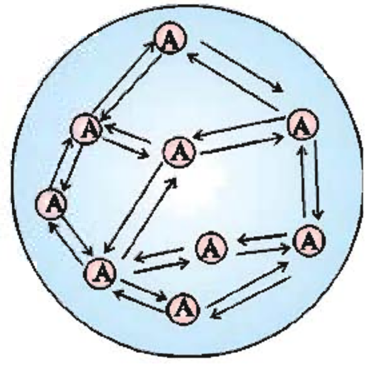
વસવાટ : વસવાટ (habitat) એટલે કે જ્યાં સજીવો રહેતા હોય. વસવાટ મુખ્યતઃ ચાર જૂથમાં વહેંચાયેલો છે. મીઠા પાણીનાં જળાશયોનો વસવાટ, દરિયાઈ વસવાટ, વેલાનદ્‌મુખી વસવાટ (Estuarine habitat) અને ભૂ-વસવાટ. (1) મીઠા પાણીનાં જળાશયોનાં પોતાનાં લક્ષણો હોય છે જેવાં કે ક્ષારણ, આસૃતિ, pH, દ્રાવ્યવાયુઓ, તાપમાન વગેરે. તળાવો, સરોવરો, નદીઓ વગેરે મીઠા પાણીનાં જળાશયો છે. મીઠા પાણીમાં વસતાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ-સમુદાયો તેના વસવાટને અનુરૂપ વળગી રહેવા, આસૃતિ નિયમન વગેરે બાબતે અનુકૂલિત થતાં હોય છે. (2) દરિયાઈ વસવાટ એટલે કે દરિયા કે સમુદ્રોનાં રહેઠાણો. દરિયાઈ વસવાટ એ જૈવપરિસરનો મોટામાં મોટો વસવાટ છે. જે તેનો 3,62000,000 ચો કિમીનું ક્ષેત્ર રોકે છે, જે પૃથ્વીની સપાટીનું લગભગ 71 % ટકા ક્ષેત્ર થાય. પ્રાણી અને વનસ્પતિ-સમુદાયો તેની ક્ષારતા, આસૃતિ, (pH), પ્રવાહો, ભરતી, તાપમાન અને પ્રકાશને અનુકૂલિત થતાં હોય છે.

(3) વેલાનદમુખી પ્રદેશ કે જ્યાં નદીનું પાણી સમુદ્રના પાણીને મળી તેને મહદ્અંશે મંદ (ક્ષારતાની દૃષ્ટિએ) બનાવતું હોય તેવાં જળાશય.

જલવસવાટમાં જીવતાં પ્રાણીજૂથોને (Fauna) માટે આસૃતિનું નિયમન કરવું તે મોટી સમસ્યા હોય છે. (4) ભૂ-વસવાટ એટલે કે એવો જમીનવિસ્તાર કે જ્યાં સજીવો રહેતા હોય. હવામાન તેમજ જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકોની વિવિધતા દ્વારા તેઓનાં લક્ષણો વ્યકત થાય છે. પરિસ્થિતિકીય રીતે ભૂ-વસવાટ અનેક ઉપએકમોમાં વહેંચાયેલો હોય છે, જેને જૈવવિસ્તાર (biomes) કહે છે. જૈવવિસ્તાર એ મુખ્ય ભૂ-જૈવિક સમાજ છે, જે લાક્ષણિક વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓનાં લક્ષણો ધરાવે છે. દા.ત., જંગલ જૈવવિસ્તાર, તૃણપ્રદેશ જૈવવિસ્તાર, રણપ્રદેશ જૈવવિસ્તાર વગેરે.

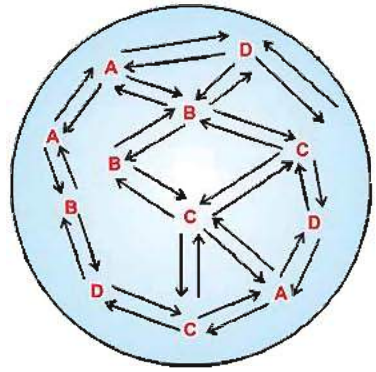
પરિસ્થિતિવિદ્યાનો પાયાનો ખ્યાલ :

અગાઉ આપણે અભ્યાસ કર્યો કે આપણું જૈવિક વિશ્વ વિવિધ અને જટિલ છે. આપણે શીખી ગયા કે તેની જટિલતા તેની જૈવિક ગોઠવણીનાં વિવિધ સ્તરોની છે - મહાઅણુઓ, કોષો, પેશીઓ, અંગો, વ્યક્તિગત જીવો, વસતિ જૈવિક સમાજો, નિવસનતંત્રો અને જૈવવિસ્તાર આપેલ ક્ષેત્રમાં એક જાતિના વ્યક્તિગત સમૂહોને વસ્તી કહે છે. આવા દર્શાવેલ ક્ષેત્રમાં વિવિધ જાતિઓની વસ્તીના સમૂહો એટલે જૈવિક સમાજ. આવો સંપૂર્ણ જૈવિક સમાજ તેમજ તેનું અજૈવિક પર્યાવરણ એટલે નિવસનતંત્ર. પદ્ધતિસરનું પર્યાવરણ અને તેના સજીવો સંક્રમણની ઘટના દ્વારા વિવિધ પ્રકારના સજીવોના વિકાસ માટેનો માર્ગ રચે છે.



રેખાકૃતિ દર્શાવે છે કે જાતિ 'A'ના સભ્યો એકબીજા સાથે દરમિયાનગીરી કરે છે.

વસતિ-પરિસ્થિતિવિદ્યા (Population Ecology)



A B C D ચાર જાતિઓનો જૈવિક સમાજ. રેખાકૃતિ દર્શાવે છે કે જુદી-જુદી ચાર જાતિઓ એકબીજા સાથે દરમિયાનગીરી કરે છે.

જૈવિક પરિસ્થિતિકી (Community Ecology)

મુખ્ય અજૈવિક પરિબળો :

બધાં જ બાહ્ય પરિબળો, સ્થિતિઓ અને અસરો કે જે સજીવને અથવા જૈવિક સમાજને અસરકર્તા રહે છે, તેને પર્યાવરણ કહે છે. પર્યાવરણ એ પ્રકાશ, તાપમાન, પાણી, જમીન વગેરેનું સંકુલ છે કે જે સજીવને ઘેરે છે. કોઈ પણ બાહ્ય પ્રભાવ, પદાર્થ કે સ્થિતિ કે જે સજીવની ફરતે હોય અને કોઈ પણ રીતે અસરકર્તા હોય તે તેના પર્યાવરણનું પરિબળ બને છે.

(1) પ્રકાશ-પરિબળ :

પ્રકાશ અજૈવિક પરિબળ છે, જેના સિવાય જીવન શક્ય નથી. બધી જ વનસ્પતિઓ તેમની ઊર્જા માટે પ્રકાશ આધારિત હોય છે અને પ્રાણીઓ વનસ્પતિ આધારિત હોય છે. તેથી કહી શકીએ કે પ્રકાશ વગર જીવન શક્ય નથી. સજીવો સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા વગેરેમાંથી પ્રકાશ મેળવે છે. તે પૈકી સૂર્ય અગત્યનો સ્રોત છે. સૂર્યપ્રકાશ વીજચુંબકીય તરંગોના મોજાં છે. પ્રકાશ એ શક્તિનું એક સ્વરૂપ છે, જેને વિકિરણ ઊર્જા કહે છે.

વનસ્પતિઓના સંદર્ભે પ્રકાશ :

વનસ્પતિની જૈવિક ક્રિયાઓ જેવી કે ક્લોરોફિલ ઉત્પાદન, ઉત્સ્વેદન, પ્રકાશસંશ્લેષણ વનસ્પતિઓના વિતરણ વગેરે ઉપર પ્રકાશ સીધી કે આડકતરી અસર કરે છે. અન્ય જીવંત સ્વરૂપો કે જેઓ વનસ્પતિ ઉપર ખોરાક માટે નભે છે તે પણ પ્રકાશને લીધે જ. પરોક્ષ રીતે પ્રકાશ તાપમાનમાં વધારો કરી ઉત્સ્વેદન દર પર અસર કરે છે. ઉત્સ્વેદન-દર પારસ્પરિક રીતે જલશોષણ પર અસર કરે છે. પર્ણરંધ્રની ખૂલવા અને બંધ થવાની ક્રિયા પ્રકાશ દ્વારા નિયંત્રિત છે.

પૃથ્વીની સપાટી જે રેડિયેશનનો કુલ જથ્થો પ્રાપ્ત કરે છે, તે અક્ષાંશ (વિષુવવૃત્તથી અંતર) અનુસાર જુદો હોય છે. અન્ય કારણો પૈકીના આ કારણથી પૃથ્વી પરના ધ્રુવીય અને અન્ય વિસ્તારોમાં વનસ્પતિ-સમુદાયોમાં તફાવતો જોવા મળે છે.

પ્રાણીઓના સંદર્ભે પ્રકાશ :

પ્રકાશની તીવ્રતા પ્રાણીઓના ચયાપચય દર પર અસર કરે છે. પ્રકાશની વધતી તીવ્રતાને લીધે ઉત્સેચકીય પ્રક્રિયા પણ વધે છે. રંગકણોનું સર્જન કરતી ફોટોકેમિકલ પ્રક્રિયાઓને પ્રકાશ પ્રોત્સાહિત કરે છે, તેથી જ ગુફાવાસી પ્રાણીઓ રંગવિહીન હોય છે. પ્રાણીઓનાં પ્રચલન અને હલનચલન ઉપર પણ તેની અસર હોય છે. પક્ષીઓનાં સ્થળાંતરણ પ્રકાશથી પ્રભાવિત હોય છે. પક્ષી જેવાં પ્રાણીઓની પ્રજનનક્રિયાઓ પણ પ્રકાશથી પ્રોત્સાહિત થતી હોય છે. કેટલાંક પક્ષીઓમાં ઉનાળામાં પ્રકાશની તીવ્રતા વધતાં જનનપિંડો સક્રિય બને છે.

(2) તાપમાન-પરિબળ :

તાપમાન ઉત્સેચકોની ક્રિયાઓનું નિયમન કરતું હોઈ બધી જ ચયાપચયની પ્રક્રિયાઓ તાપમાનની અસર તળે હોય છે. સજીવોના શરીરમાં થતી બધી જ રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ તાપમાનથી નિયંત્રિત હોય છે.

વનસ્પતિઓના સંદર્ભે તાપમાન : તાપમાન વનસ્પતિઓમાં ઉત્સ્વેદન, પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનદર ઉપર અસર કરે છે.

વનસ્પતિઓની ઋતુજૈવિકી (Phenology) માટે તાપમાન અગત્યનું પરિબળ છે. તાપમાનના તફાવત વનસ્પતિ-વિસ્તરણ પર પ્રભાવ ધરાવે છે. પૃથ્વી પરના વિવિધ ક્ષેત્રોના વનસ્પતિ જૂથો (Vegetation) જેવા કે વિષુવવૃતીય, ઉષ્ણ કટિબંધીય, શંકુદ્રુમ જંગલો તાપમાનના તફાવતો આધારિત છે. પર્વતો ઉપર વનસ્પતિજૂથોનાં ઊંચાઈસૂચક ક્ષેત્રો સ્પષ્ટ જોવા મળે છે.

પ્રાણીઓના સંદર્ભે - તાપમાન : તાપમાનની અસર કેટલાંક પ્રાણીઓ જેવાં કે રોટીફર્સ અને ડેફનિયા જાતિ-પ્રમાણ ઉપર હોય છે. ડેફનીડ્ઝ સામાન્ય સ્થિતિમાં અનિષેચિત ઈંડાં (Parthenogenetic eggs) મૂકે છે, જે માદા તરીકે વિકસે છે, જ્યારે તાપમાનના વધારા સાથે તેઓ લૈંગિક ઈંડાં (Sexual eggs) મૂકે છે, જે ફલન પછી નર કે માદા તરીકે વિકસે છે. કેટલાંક કીટકો, પક્ષીઓ અને સસ્તનો કે જે ઠંડા અને શુષ્ક હવામાનમાં રહે છે, તેઓ કરતાં ઉષ્ણ ભેજવાળા હવામાનમાં રહેતી તે જ જાતિઓ કાળા રંજકકણો ધરાવે છે. ગરમ પ્રદેશો કરતાં ઠંડા પ્રદેશોનાં પક્ષીઓ અને સસ્તનો તેમનાં શરીરના કદ મોટાં ધરાવે છે, પરંતુ અસમતાપી પ્રાણીઓ (Poikilothemms) ઠંડા પ્રદેશમાં નાનાં હોય છે. શરીરનું તાપમાન જાળવી રાખવાની દૃષ્ટિએ પ્રાણીઓ બે પ્રકારનાં હોય છે : પક્ષીઓ અને સસ્તનો જેવાં પ્રાણીઓ સમતાપી (Homeothermic) અથવા ઉષ્ણરુધિરવાળાં અને સરીસૃપો, માછલીઓ, ઉભયજીવીઓ જેવાં અસમતાપી કે શીતરુધિરવાળાં હોય છે.

(3) પાણી એ જીવનની જનેતા છે :

પાણી એ જીવનની જનેતા છે, સાર્વત્રિક દ્રાવક છે. તે જીવનનું મોટામાં મોટું માધ્યમ છે. તે ત્રણ સ્વરૂપે અસ્તિત્વ ધરાવે છે, જેવાં કે પ્રવાહી, ઘન અને વરાળ. પ્રવાહી સ્થિતિ બે સ્વરૂપે અસ્તિત્વમાં છે, જેવાં કે દરિયાઈ પાણી અને મીઠા પાણી. વૃષ્ટિપાત, ભૂ-જળ, ઝરણાં, દરિયા, તળાવો, સરોવરો, નદીઓ વગેરે પાણીના સ્રોત છે. પાણીને વિશિષ્ટ ગુણધર્મો છે, જેવા કે દ્રાવકતા, વિશિષ્ટ ઉષ્ણતા, ગુપ્ત ગરમી, ઉષ્માવાહકતા, સ્નિગ્ધતા, પૃષ્ઠતાણ, તારકશક્તિ, ક્ષારતા, દબાણ, પારદર્શકતા, pH વગેરે. ભૂ-નિવાસસ્થાનો કરતાં જલીય નિવાસ- સ્થાનોમાં તાપમાન તફાવત ખૂબ જ ઓછો હોય છે. ખૂબ જ ધીમી ગતિએ તે તફાવત થતો હોય છે. દરિયાઈ નિવાસસ્થાન કરતાં મીઠા જળના જળાશયમાં તાપમાન તફાવત ખૂબ વધારે હોય છે. ઊંડા મીઠા પાણીના જળાશય જેવાં કે તળાવ, સરોવરમાં સપાટીથી તળિયા તરફ તાપમાનમાં ધીમે-ધીમે ઘટાડો થતો હોય છે. તેના પરિણામ સ્વરૂપે પાણીનાં જુદા-જુદા સ્તરોએ વિવિધ તાપમાન નોંધાતાં હોય છે. તેને ઉષ્મીય સ્તરીકરણ (Thermal stratification) કહે છે.

જલસમતુલા અને અનુકૂલનો :

મીઠા પાણીમાં લવણતા (ક્ષારતા-Salinity) ખૂબ જ ઓછી હોય છે. મીઠા પાણીનાં પ્રાણીઓમાં દેહપ્રવાહી ખૂબ જ સાંદ્ર હોય છે. તેથી તેઓનું દેહપ્રવાહી હાયપરટૉનિક છે, જેની તુલનામાં તેઓના રહેઠાણનું મીઠું પાણી હાયપોટૉનિક ગણાય. પરિણામે

અંતર્રાસૃતિ થાય છે. તેને પરિણામે શરીરમાં સતત મીઠું પાણી દાખલ થયા કરે છે. તેથી મીઠા જળાશયોનાં પ્રાણીઓમાં શરીરમાં દાખલ થતા વધારાના પાણીના નિકાલનાં અનુકૂલનો હોય છે. મીઠા જળની માછલીઓ શરીરના વધારાના પાણીનો મૂત્ર સ્વરૂપે મૂત્રપિંડ દ્વારા નિકાલ કરે છે. જોકે મૂત્ર સાથે કેટલાક ક્ષારો પણ ગુમાવાય છે. આ ક્ષારઘટાડાને સરભર કરવા તેઓ ઝાલરો આવેલા ક્લોરિનકોષો દ્વારા ક્ષારોનું શોષણ કરે છે. સ્તરકવચીય એસ્ટેકસ (Astacus)ના કિસ્સામાં વધારાના પાણીનો મૂત્ર સ્વરૂપે હરિતપિંડો (Greenglands) દ્વારા નિકાલ કરવામાં આવે છે. જ્યારે અમીબામાં આકુંચક રસધાનીઓ દ્વારા તેને સંતુલિત કરવામાં આવે છે. કેટલીક મીઠા પાણીની માછલીઓ, જળાશયનું પાણી સુકાઈ જાય ત્યારે વાતાવરણીય હવાનું શ્વસન કરવા સહાયક શ્વસનાંગો વિકસાવે છે. દા.ત., ઓફિયોસેફેલસ, ક્લેરિયસ, એનાબસ વગેરે.

દરિયાઈ પાણીમાં જળસમસ્યા :

દરિયાઈ પાણીમાં ક્ષારઘટકો વધુ પ્રમાણમાં હોય છે. તેથી દરિયાઈ પાણી હાયપરટૉનિક ગણાય અને શરીરપ્રવાહી (દેહપ્રવાહી) હાયપોટોનિક બને. પરિણામે બહિર્રાસૃતિ થાય છે. શરીરમાં પાણીનો ઘટાડો સર્જાય છે. આ ઘટાડાને સરભર કરવા દરિયાઈ પ્રાણીઓ દરિયાનું પાણી પીએ છે. તેથી વધારાના ક્ષારનો ઝાલરોમાં રહેલા ક્લોરિનસ્રાવીકોષો નિકાલ કરે છે. દરિયાઈ કાચબાઓમાં વધારાના ક્ષારનો નિકાલ આંખ પાસે આવેલી ક્ષારગ્રંથિઓ (Saltglands) દ્વારા કરાય છે.

ભૂ-રહેઠાણમાં જળસમસ્યા :

પાણીની તંગીએ ભૂ-રહેઠાણની લાક્ષણિકતા છે. ભૂચર પ્રાણીઓ મુખ્ય બે સમસ્યાઓનો સામનો કરતાં હોય છે : (અ) પાણીની પ્રાપ્તિ અને (બ) પાણી ને ટકાવી રાખવું. આ સમસ્યાઓના નિરાકરણ માટે તેઓ વિવિધ જળસંલગ્ન અનુકૂલનો ધરાવે છે, જે નીચે મુજબ છે :

- શરીરસપાટી પરથી થતા ઉત્સ્વેદનને તેઓ કાંટા, ભીંગડાં, પ્રશલ્ક (Scute), વિશલ્ક (Shield) દ્વારા અટકાવે છે.
- કેટલાંક પ્રાણીઓ રાત્રે ક્રિયાશીલ બને છે.
- કાંગારુ ઉંદર, પ્રોટોપ્ટેરસ જેવાં કેટલાંક પ્રાણીઓ શુષ્કકાળ દરમિયાન શુષ્કતા અટકાવવા ગ્રીષ્મસમાધિ કરે છે.
- સ્પાઈની લિઝાર્ડની ચામડી જલઅનુરાગી હોઈ તે વાતાવરણમાંથી પાણી શોષે છે.
- સાંધા (યુરોમેટ્રિક્સ ગરોળી ઘો) તેના આંતરડામાં પાણીનો સંગ્રહ કરે છે. ઊંટમાં વધારાના પાણીનો સંગ્રહ જઠરમાં આવેલ રૂમેન અને રેટિક્યુલમના (Reticullum) જળકોષો (Watercells) દ્વારા થાય છે.
- સસ્તનો તેમના શરીરના તાપમાનનું નિયંત્રણ પરસેવો પેદા કરીને કરે છે.

(4) ભૂમિ (Soil) :

ભૂમિ (માટી) એ અજૈવિક પરિસ્થિતિકીય પરિબળ છે. તે વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને સુયોગ્ય જીવાધાર અને માધ્યમ પૂરાં પાડે છે. તે અકાર્બનિક અને કાર્બનિક દ્રવ્યો વચ્ચેનો સેતુ છે. ભૂમિને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે પૃથ્વીનું એવું પડ કે જ્યાં વનસ્પતિ મૂળ પ્રસ્થાપિત થઈ શકે છે. ટ્રેશો (Treshow - 1970)ના મત મુજબ ભૂમિ એ ભૂ-જૈવિક તંત્ર સંકુલ છે કે જે વનસ્પતિઓને આધાર, પાણી, પોષકદ્રવ્યો, ઑક્સિજન પૂરાં પાડે છે. તે મુખ્ય પાંચ ઘટકોની બનેલી છે. ભૂમીય ખનીજદ્રવ્યો, કાર્બનિક ભૂમીય દ્રવ્યો, ભૂમિજળ, ભૂ-હવા અને જૈવિક તંત્ર.

અનેક પ્રકારના સજીવો દ્વારા ભૂમિનો રહેણાંક તરીકે ઉપયોગ થાય છે. ભૂમિઘટકોમાં રહેતા બધા જ સજીવો ભૂ-જૈવ-સમાજ રચે છે. ભૂમિમાં રહેતા સજીવોને મુખ્ય ચાર જૂથોમાં વહેંચવામાં આવે છે. સૂક્ષ્મ વનસ્પતિ જાત (Microflora), સૂક્ષ્મ પ્રાણીજાત (Microfauna), મધ્યમકક્ષાની પ્રાણીજાત (મિસોફોના- Mesofauna) અને મોટા કદની પ્રાણીજાત (મેક્રોફોના - Macrofauna)

સૂક્ષ્મ વનસ્પતિજાત : બૅક્ટેરિયા, ફૂગ, બ્લ્યુ ગ્રીન આલ્ગી. (નીલહરિત લીલ) અને લીલ.

સૂક્ષ્મ પ્રાણીજાત : પ્રજીવો, સૂત્રકૃમિઓ, ઇતડીઓ (કદ 20થી 200 માઇક્રોન)

મીસોફોના : ઇતડીઓ, સૂત્રકૃમિઓ, કરોળિયા, કીટકીય ડિમ્ભ, મૃદુકાય પ્રાણીઓ વગેરે (કદ 200 માઇક્રોનથી 1 સેમી વચ્ચેનું)

મેક્રોફોના : અળસિયાં, સાપ, છછૂંદર, ઉંદર વગેરે કે જેઓનાં કદ 1 સેમી વધુ મોટાં હોય.

જુદી-જુદી જગ્યાએ ભૂમિસ્વરૂપ અને ગુણધર્મો જુદા હોય છે, જે હવામાન આધારિત હોય છે. ભૂમિના વિવિધ ગુણધર્મો જેવા કે ભૂમિનું બંધારણ, કણોના કદ, કણોનાં જોડાણ વગેરે ભૂમિ કે માટીની અંતઃસ્રવણશક્તિ અને જલધારક શક્તિ નક્કી કરે છે. આ ગુણધર્મો અને તેની સાથે અન્ય માપદંડો જેવા કે pH, ખનીજ-બંધારણ અને ભૂસ્તર કોઈ પણ ક્ષેત્રની લાંબા ગાળાની વનસ્પતિઓ નક્કી કરે છે.

ભૂમિમાં રહેતાં મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ દરજીવન કે ધાવીજીવન (Cursorial)વાળાં હોય છે. તેથી તેઓનાં અનુકૂલનો દરવાસી કે જમીન પર ફરી શકાય તેવા પ્રકારનાં હોય છે. દરમાં રહેનારાં પ્રાણીઓને માટી ખોદી શકાય અને દરમાં રહી શકાય તેવાં કેટલાક વિશિષ્ટ અનુકૂલનો હોય છે. તેમનાં શરીર ત્રાકાકાર અને અગ્ર સાંકડું શીર્ષ, ટૂંકી પૂંછડી, આંખો અને ગળુ અલ્પવિકસિત હોય છે.

અજૈવિક પરિબળો પ્રત્યે પ્રતિક્રિયાઓ :

આપણે શીખ્યા કે ઘણાં રહેઠાણોની અજૈવિક સ્થિતિઓ ચોક્કસ સમયે મહદ્‌પણે જુદી પડે છે. આપણને પ્રશ્ન થાય કે આવાં રહેઠાણોમાં રહેતાં સજીવો કઈ રીતે આવી તાણદાયી (Stressful) પરિસ્થિતિનો સામનો કે વ્યવસ્થા ગોઠવતાં હશે ? ઉત્ક્રાંતિ દરમિયાન ઘણી જાતિઓએ તેમના આંતરિક પર્યાવરણને ને સતત વિકસાવી તેના દ્વારા બધી જૈવરાસાયણિક અને દેહધાર્મિક ક્રિયાઓ વધુ કાર્યરત બનાવી તેમનું સમગ્ર સામર્થ્ય (Fitness) વધાર્યું હોય. આવી સ્થિરતા દેહજળના મહત્તમ તાપમાન અને આસૃતિસાંદ્રતાના કિસ્સામાં જોઈએ તો સજીવો બાહ્ય વાતાવરણ બદલાય અને સમસ્થિતિને અસર કરે તોપણ તેમના શરીરનાં આંતરિક પર્યાવરણને સ્થિર કરવા પ્રયત્ન કરતાં હોય છે (આ પ્રક્રિયાને સમસ્થિતિ (Homeostasis) કહે છે).

પ્રતિકૂળ સ્થિતિનો સામનો : નિયમન : કેટલાક સજીવો દેહધાર્મિક રીતે સમસ્થિતિ જાળવવા શક્તિમાન હોય છે. દા.ત., પક્ષીઓ અને સસ્તનો

રૂઢિ-અનુસરતાં (Conform) : મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ અને લગભગ બધી વનસ્પતિઓ તેમના આંતરિક પર્યાવરણને સતત એકધારું રાખી શકતાં નથી. આવાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ રૂઢિ-અનુસરતાં કહેવાય છે.

સ્થળાંતરણ કરનારાં (Migrate) : આ પ્રકારના સજીવ તાણ પેદા કરતાં રહેઠાણોથી હંગામી ધોરણે ખસી જઈ અનુકૂળ રહેઠાણે જતા હોય છે અને મૂળ રહેઠાણે તાણવાળી સ્થિતિ સમાપ્ત થતાં પરત ફરતા હોય છે.

ઢીલમાં નાખનારાં કે મુલતવી રાખનારાં (Suspended) : બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને નિમ્નકક્ષાની વનસ્પતિઓમાં વિવિધ પ્રકારના જાડી દીવાલ ધરાવતા બીજાણુ (Spores) પેદા થાય છે, જે તેઓને વિષમ પરિસ્થિતિમાં ટકી રહેવામાં મદદ કરે છે. જ્યારે સાનુકૂળ પર્યાવરણ પ્રાપ્ત થતાં તેઓ બીજાંકુરણ કરે છે. પ્રાણીઓ શિયાળામાં શીતસમાધિ અને ઉનાળા ગ્રીષ્મસમાધિ ગુજારે છે.

અનુકૂલનો :

વ્યક્તિગત સજીવો વિશિષ્ટ પર્યાવરણસ્થિતિનો પ્રત્યાઘાત દર્શાવવા તેની સાથે તાદાત્મ્ય સાધે છે, તેને અનુકૂલન કહે છે. જીવંત સજીવો તેના પર્યાવરણનો સામનો કરવા જુદી-જુદી રીતે સજ્જ હોય છે. અનુકૂલનો સજીવોને તેના પર્યાવરણ સાથે સાનુકૂળ થતાં કરે છે. કેટલાંક તેમની દેહધાર્મિક સાનુકૂળતા સાધીને પ્રત્યાઘાત કરવા શક્તિમાન હોય છે, જ્યારે અન્ય વર્તણૂંક દ્વારા તેવું કરતાં હોય છે. આવા પ્રત્યાઘાતો પણ વાસ્તવમાં અનુકૂલનો જ છે. તેથી આપણે કહી શકીએ કે અનુકૂલન એ સજીવની કોઈ પણ પ્રકારની લાક્ષણિકતા (બાહ્યાકાર રીતે, દેહધાર્મિક રીતે, વર્તણૂક પદ્ધતિએ) છે, જેના દ્વારા સજીવ તેના રહેઠાણમાં ટકી રહેવા અને પ્રજનન કરવા સમર્થ બને છે. ઉત્ક્રાંતિના લાંબા ગાળા પછી કેટલાંક અનુકૂલનો ઉદ્‌વિકસિત થયેલાં હોય છે અને જનીનિક રીતે નિશ્ચિત બનેલાં હોય છે. રણમાં કાંગારુ ઉંદર (Kangaroo rat) તેની પાણીની પ્રાપ્ય જરૂરિયાત આંતરિક લિપિડના ઑક્સિડેશન દ્વારા મેળવવા શક્તિમાન હોય છે. મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓમાં મહત્તમ કક્ષાએ ચયાપચય ક્રિયાઓ ઈષ્ટતમ તાપમાનગાળામાં (37^0 C) થતી હોય છે. જ્યારે કેટલાક સૂક્ષ્મ જીવો એવા પણ છે (આર્કિયો બૅક્ટેરિયા) કે જે ગરમ ઝરાઓમાં સમૃદ્ધ રીતે જોવા મળે છે કે જ્યાં તાપમાન 100^0Cથી વધુ હોય છે. એન્ટાર્ક્ટિકાના જળમાં કે જ્યાં હંમેશાં તાપમાન શૂન્ય ડિગ્રીથી નીચે હોય છે, ત્યાં ઘણી માછલીઓ સમૃદ્ધ સ્થિતિમાં હોય છે.

અનેક પ્રકારનાં દરિયાઈ અપૃષ્ઠવંશીઓ અને માછલીઓ સમુદ્રોમાં ખૂબ જ ઊંડાઈએ રહેતી હોય છે કે જ્યાંનું દબાણ સામાન્ય વાતાવરણના દબાણ કરતાં >100 ગણું વધુ હોય છે.

પ્રકૃતિમાં સજીવો ભાગ્યે જ એકબીજાથી અલગ રહી વિકસતા હોય છે. અચૂકપણે તેઓ વસતિસમાજ કે નિવસનતંત્રો રચતાં હોય છે.

વસતિ :

એક જ જાતિના સજીવોનાં જૂથ જ્યારે ચોક્કસ સમયે અને નિવાસસ્થાને (રહેઠાણમાં) રહેતા હોય, તો તેને વસતિ કહે છે. દા.ત., કોઈ એક તળાવમાં રહેતા બધા રાના ટાઈગ્રીના *(Rana tigrina)* મળીને દેડકાની વસતિ રચે છે. તેવી જ રીતે કહી શકીએ માછલીની વસતિ, જંગલમાં વાંસની વસતિ વગેરે.

વાંસ, માછલી અને દેડકાની વસતિ

વસતિનાં વિશિષ્ટ લક્ષણો નીચે મુજબ છે :

- વસતિની બધી જ વ્યક્તિઓનો સમાવેશ એક જ જાતિમાં થતો હોય છે.
- વ્યક્તિઓ બાહ્યાકાર રચના અને અંતઃસ્થરચનાની રીતે સરખી હોય છે.
- વ્યક્તિઓ જનીનિક સંબંધોથી સંકળાયેલી હોય છે.
- વ્યક્તિઓ બીજી જાતિથી પ્રજનનસંબંધે અલગ પડે છે.

દરેક વસતિને નીચેનાં લક્ષણો હોય છે :

(1) ગીચતા (Density)	(2) જન્મદર (Natality)
(3) મૃત્યુદર (Mortality)	(4) વયાધારિત વિતરણ (Age-distribution)
(5) વસતિવૃદ્ધિ (Population growth)	(6) વસતિ-સંતુલન (Population equilibrium)
(7) વસતિ-વધઘટ (Populations fluctuation)	(8) વસતિની અન્યોન્ય પ્રક્રિયા (Population interaction)

(1) વસતિગીચતા : કોઈ એક નિશ્ચિત સમયગાળામાં એકમક્ષેત્રમાં કે એકમકદમાં કેટલી વ્યક્તિઓ (Individuals) સમાવિષ્ટ હોય તેને વસતિગીચતા (Population density) કહે છે. દા.ત., એક એકર જમીનમાં વનસ્પતિઓની દર ચોરસ કિલોમીટર સંખ્યા. દર ચોરસ કિલોમીટરે માનવીની સંખ્યા કોઈ પણ વસતિની ગીચતા નીચેના સૂત્રથી દર્શાવવામાં આવે છે.

$$D = \frac{n/a}{t}$$

જ્યાં D = ગીચતા, n = વ્યક્તિસંખ્યા, t = સમય, a = ક્ષેત્રફળ

(2) જન્મદર (Natality or Birth-rate) : નિશ્ચિત સમયગાળામાં વસતિ દ્વારા સરેરાશ નવા સભ્યો કેટલા પેદા કરવામાં આવ્યા, તેને તે વસતિનો જન્મદર કહે છે. વસતિનું કદ જન્મદરને લીધે વધતું હોય છે.

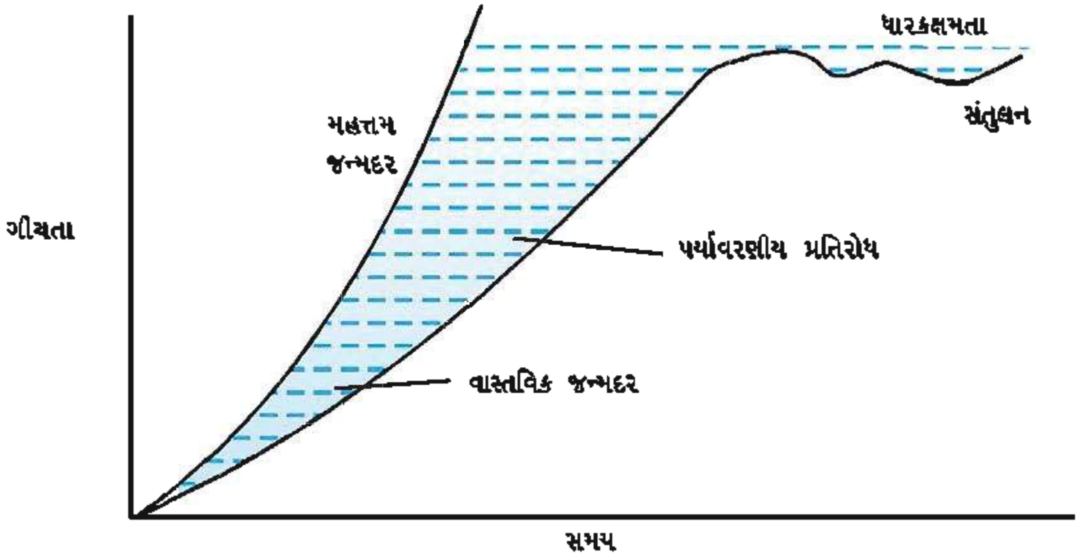
$$\text{જન્મદર} = \frac{\text{ચોક્કસ એકમ સમયે જનસંખ્યા}}{\text{સરેરાશ વસતિ}}$$

વહનક્ષમતા (Carrying capacity) :

નિશ્ચિત સમયગાળામાં કોઈ ક્ષેત્ર કેટલી વ્યક્તિઓને સમાવિષ્ટ કરી શકે છે, તેને તે ક્ષેત્રની વસતિની વહનક્ષમતા કહે છે.

સંભાવ્ય જન્મદર-મહત્તમ જન્મદર :

ઇષ્ટતમ સ્થિતિએ કોઈ વસતિના મહત્તમ પ્રજનનદરની શક્યતાને તેનો સંભાવ્ય જન્મદર કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે સાલ્મન માછલી પ્રજનન ઋતુએ 2,80,000,000 ઈંડાં મૂકે છે, જેથી સાલ્મનની તે ઋતુનો ફળદ્રુપ જન્મદર 2,80,000,000 છે તેમ કહી શકાય. પરંતુ બધાં જ ઈંડાં સેવાતાં નથી કે પુખ્તતાએ પહોંચતાં નથી, તેથી વાસ્તવિક જન્મદર શું છે તે જાણવો જરૂરી બને છે. એટલે કે ચોક્કસ સમયે વસતિમાં કેટલા વાસ્તવિક નવા સભ્યો ઉમેરાય તે આંક હંમેશાં મહત્તમ જન્મદર કરતાં ઓછો હોય.



મહત્તમ

(3) મૃત્યુદર (Mortality or Death rate) : મૃત્યુદર એટલે કે નિશ્ચિત સમયગાળામાં વસતિમાં મૃત્યુ પામનાર સભ્યોની સંખ્યા. મૃત્યુદરને લીધે વસતિનું કદ ઘટતું હોય છે. મૃત્યુદરનાં બે પાસાં છે : સંભાવ્ય મૃત્યુદર (Potential Mortality) અથવા ન્યુનતમ મૃત્યુદર અને પ્રત્યક્ષ કે વાસ્તવિક મૃત્યુદર (Realised Mortality or Actual Mortality). સંભાવ્ય મૃત્યુદર એટલે કે ઘડપણ (old age)ના કારણે મૃત્યુ. જ્યારે પ્રત્યક્ષ મૃત્યુદર એટલે બધી જ વય અવસ્થાએ થતું મૃત્યુ. પ્રત્યક્ષ મૃત્યુદર સંભાવ્ય મૃત્યુદર કરતાં ઊંચો હોય છે.

$$\text{મૃત્યુદર} = \frac{\text{એકમ સમયગાળામાં મૃત્યુ સંખ્યા}}{\text{સરેરાશ વસતિ}}$$

જીવનશક્તિસૂચક દર્શક આંક (Vital Index)

જન્મદર અને મૃત્યુદરના ગુણોત્તરને જીવનશક્તિસૂચક - દર્શક આંક કહે છે. તે નીચેના સૂત્ર દ્વારા દર્શાવાય છે.

$$\text{જીવનશક્તિસૂચક દર્શક આંક} = \frac{\text{જન્મ સંખ્યા}}{\text{મૃત્યુ સંખ્યા}} \times 100$$

જીવનશક્તિસૂચક દર્શક આંક વસતિવૃદ્ધિ સમજવામાં મદદ કરે છે.

જો જન્મદર અને મૃત્યુદર સરખા રહે, તો વસતિ સ્થાયી બને અને સંતુલનમાં રહે છે.

(4) વયાધારિત વિતરણ (Age Distribution) : વસતિ વિવિધ વયજૂથોના સભ્યોથી બને છે. ઉંમર આધારિત વસતિના સભ્યોનાં ત્રણ જૂથ પાડી શકાય, જેવાં કે :

(1) પૂર્વપ્રજનનવય, જેમાં અપરિપક્વ પ્રાણીઓનો સમાવેશ થાય છે.

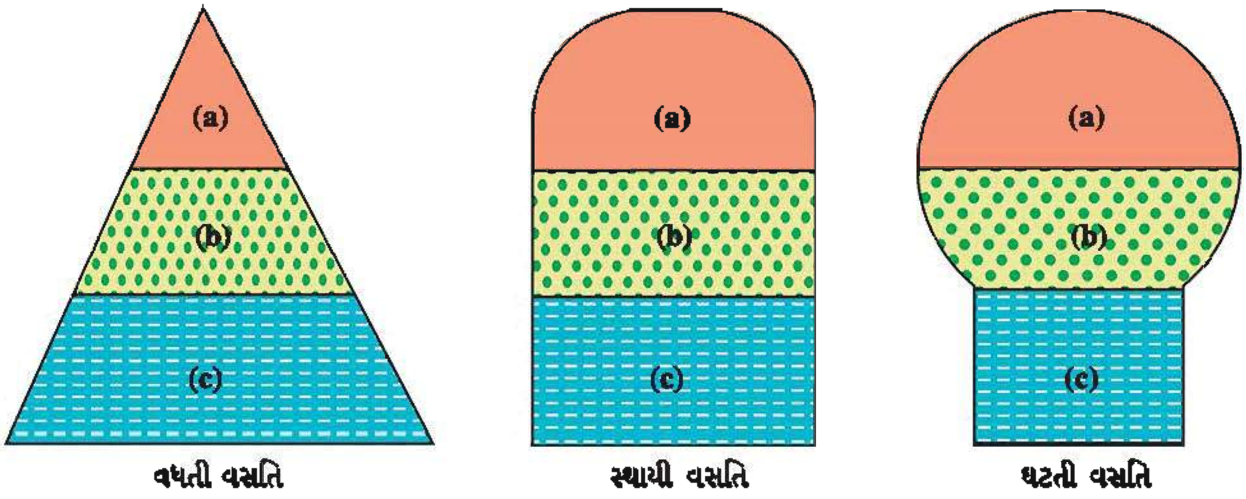
(2) પ્રજનનવય જે લૈંગિક પરિપક્વ પ્રાણીઓ ધરાવે છે.

(3) પશ્ચ પ્રજનનવય, જે ઘરડાં પ્રાણીઓ ધરાવે છે કે જેઓમાં પ્રજનનક્ષમતા અટકી ગઈ હોય છે.

વસતિનું વયવિતરણ તે વસતિના જન્મદર, મૃત્યુદર અને વસતિવૃદ્ધિ નક્કી કરે છે.

વય-પિરામિડ :

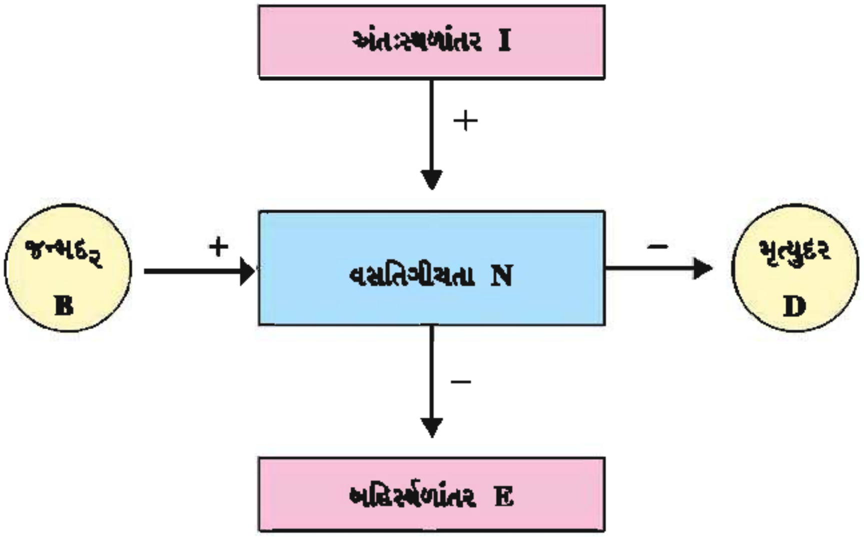
વસતિનાં વિવિધ વય જૂથને ગ્રાફ સ્વરૂપે દર્શાવી શકાય છે, જેને વય-પિરામિડ (Age Pyramid) કહે છે. વય-પિરામિડમાં પૂર્વપ્રજનન વયજૂથ ગ્રાફના તળિયે, પ્રજનન વયજૂથ વચ્ચે અને પશ્ચ પ્રજનન વયજૂથ સૌથી ઉપર રજૂ કરવામાં આવે છે, જેથી પિરામિડનો રચાતો આકાર વસતિમાં વધારો અથવા ઘટાડો અથવા સમતુલન દર્શાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે, જ્યારે વસતિ જન્મદર અને મૃત્યુદર સરખા થાય ત્યારે ઘંટાકાર રચાય છે. ઘંટાકાર પિરામિડ નિર્દેશન કરે છે કે વસતિ સંતુલિત છે.



(a) પશ્ચ પ્રજનન વયજૂથ, (b) પ્રજનન વય જૂથ, (c) પૂર્વપ્રજનન વય જૂથ
વય આધારિત પિરામિડ

જો પિરામિડ ત્રિકોણાકાર હોય ત્યાં વસતિવધારો, ઊંધા ઘડાકાર જેવો (Urn-shaped) આકાર હોય છે, જે વસતિનો ઘટાડો દર્શાવે છે.

(5) વસતિવૃદ્ધિ : વસતિના કદમાં થતા વધારાને વસતિવૃદ્ધિ કહે છે. વસતિનું કદ વસતિની તેના રહેઠાણમાં અસ્તિત્વ (Status) વિશે ઘણું કહેતું હોય છે. કોઈ પણ જાતિઓનું વસતિનું કદ એ સ્થાયી માપદંડ હોતો નથી. તે સમયે બદલાતું રહેતું હોય છે, જેનો આધાર જુદાં-જુદાં સમાવિષ્ટ પરિબળો આધારિત હોય છે. જેવાં કે ખોરાકની પ્રાપ્તિ, પરભક્ષણ (Predation), દબાણ અને અપચયિત (Reduced) હવામાન. નિશ્ચિત સમયે આપેલ રહેઠાણમાં વસતિની ગીચતા મૂળ ચાર પાયાની પ્રક્રિયા થવાથી બદલાતી હોય છે. તેમાંના બેનો (જન્મદર અને અંતઃસ્થળાંતરણ Immigration) વસતિગીચતા વધારવામાં ફાળો છે, જ્યારે બીજા બેનો (મૃત્યુદર અને બહિર્સ્થળાંતરણ (Emigration) ઘટાડવામાં ફાળો છે.



તેથી જો t સમયે વસતિગીચતા N હોય, તો તે પછી t + 1 સમયે તેની ગીચતા =

$$N (t + 1) = Nt + [(B + I) - (D + E)]$$

(6) વસતિ સંતુલન : સમય કારક સામે જ્યારે પ્રાણીસંખ્યાના વધારાનો આલેખ કરવામાં આવે, તો ત્રિઘાતી વક્ર (Curve) આલેખ મળે, જેને વૃદ્ધિનો ત્રિઘાતી વક્રઆલેખ (Growth curve) કહે છે.

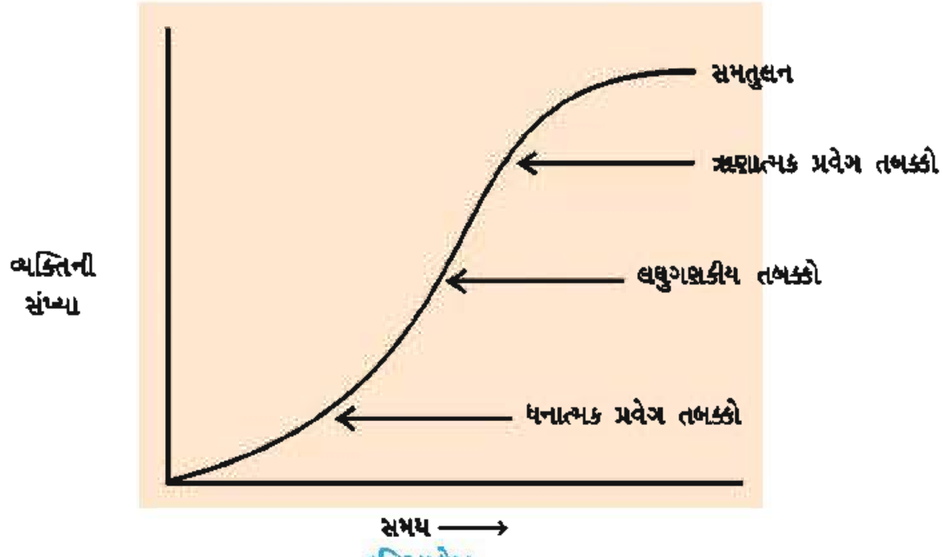
જુદી-જુદી વસતિએ વૃદ્ધિ ત્રિઘાતી વક્ર આલેખભાત (Pattern) અલગ-અલગ હોય છે. મુખ્ય બે પ્રકારની વૃદ્ધિ ત્રિઘાતી વક્ર ભાગે છે. જેવી કે :

(1) S – આકારનો વૃદ્ધિ ત્રિઘાતી વક્ર અથવા સિગ્મોઇડ (Sigmoid) વક્ર અને

(2) J – આકારનો વૃદ્ધિવક્ર

(1) S – આકારનો વૃદ્ધિવક્ર-આલેખ : વસતિવૃદ્ધિ દરમિયાન ત્રણ તબક્કા જોવા મળે છે :

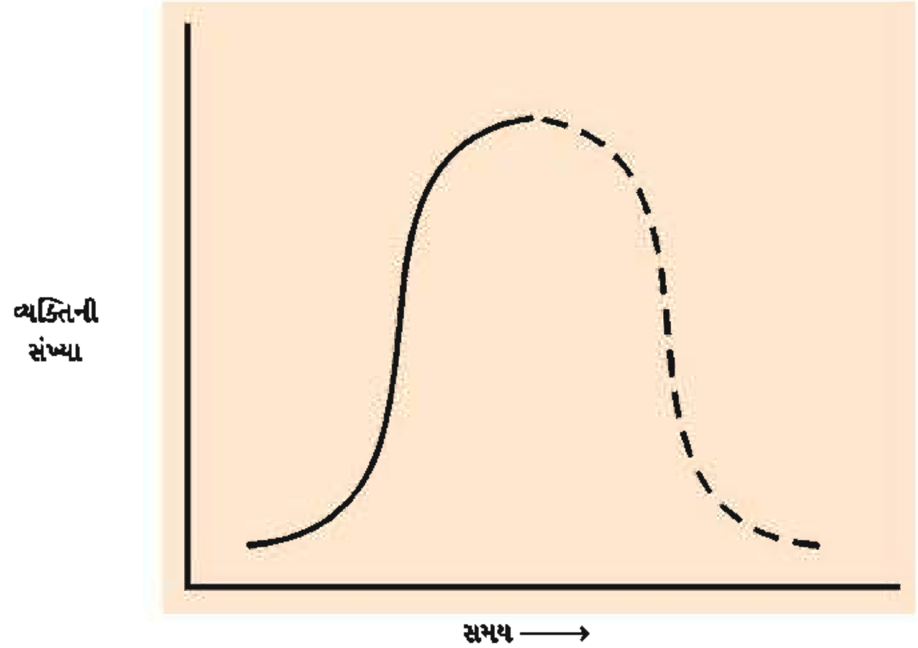
જેવા કે ધનાત્મક પ્રવેગ (Positive acceleration) તબક્કો, લઘુગણકીય તબક્કો (Logarithmic) અને ઋણાત્મક પ્રવેગ (Negative acceleration) તબક્કો. એક દાખલા દ્વારા જોઈએ. કોઈ ચોક્કસ માધ્યમમાં યીસ્ટને દાખલ કરીએ. તબક્કાવાર તેની વસતિ વધશે. શરૂઆતમાં તે વૃદ્ધિ ધીમી હશે. આ તબક્કાને ધનાત્મક પ્રવેગનો તબક્કો કહે છે. તે પછી વૃદ્ધિ ઝડપી બને છે અને વસતિ ક્રમશઃ વધતી જાય છે. આ લઘુગણકીય તબક્કો ગણાય, મહત્તમ કદે પહોંચ્યા પછી વૃદ્ધિદર ધીમો પડે છે. આ તબક્કાને ઋણાત્મક પ્રવેગનો તબક્કો કહેવાય છે. આ ઘટનાને આલેખ દ્વારા રજૂ કરાય છે.



વૃદ્ધિઆલેખ

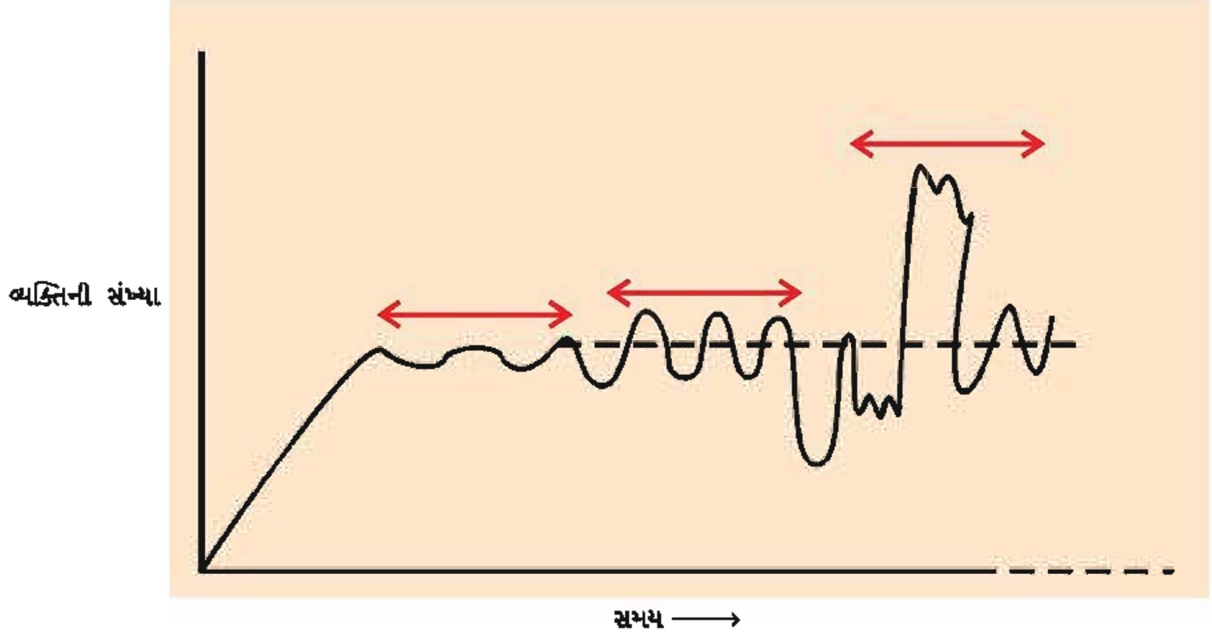
દરેક વસતિને તેની પોતાની વહન ક્ષમતા હોય છે. તેથી વધુ (વ્યક્તિ સંખ્યા) તે વસતિમાં વધે નહીં. તેને તે વસતિની મહત્તમ વ્યક્તિસંખ્યા છે, તેવું વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય, જેને નિશ્ચિત સમયે તે રહેઠાણ મદદ કરી શકે.

(2) J–આકારનો વૃદ્ધિવક્ર-આલેખ : કેટલીક વસતિઓમાં વૃદ્ધિ ખૂબ જ ઝડપી હોય છે. ચક્રવૃદ્ધિ વ્યાજની જેમ તેની સજીવ સંખ્યા વધતી હોય છે. ત્યાર પછી વૃદ્ધિ ઓચિંતી ઘટી જાય છે અને તુરત જ વસતિ ઘટે છે. તેનો આલેખ J–આકારની પદ્ધતિનો હોય છે.



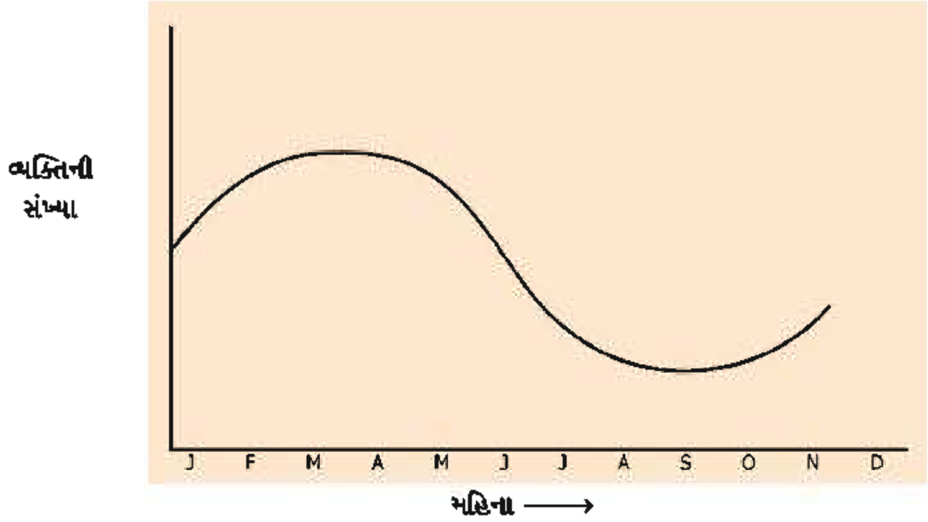
J-આકારનો આલેખ

(7) વસતિ-વધઘટ : વસતિમાં વ્યક્તિની સંખ્યામાં થતા વધારા-ઘટાડાને તે વસતિની વધઘટ કહે છે. તે સમતલ, આવર્તિ અથવા અંતર્વેધિત (Irruptive) હોઈ શકે. પરિબળોને લીધે આવું બને છે.



વસતિ-વધઘટ

ઉત્તર ગુજરાતમાં વિવિધ ભાગોમાં પક્ષી-વસતિનો દશ વર્ષ 2000-2010 સુધી અભ્યાસ કરવામાં આવેલ છે. આલેખ દ્વારા તેમાં થયેલા ઋતુવાર ફેરફાર દર્શાવવામાં આવ્યા છે. તે દર્શાવે છે કે પક્ષી-વસતિ પર ઋતુ-અસર, સ્થળાંતરણનો પ્રભાવ હોય છે.



પક્ષીઓની વસતિમાં ઋતુકીય વિવિધતા

વસતિ વૃદ્ધિ પર અસર કરતાં પરિબળો

ખોરાક, જગ્યા, આશ્રય, હવામાન વગેરે બાહ્ય પરિબળો છે. ઉદાહરણ તરીકે બેક્ટેરિયમને મર્યાદિત ખોરાકના જથ્થામાં પેટ્રીડિશમાં વૃદ્ધિ કરવા દઈએ, તો બેક્ટેરિયાને જ્યાં સુધી ખોરાક મળતો રહેશે, ત્યાં સુધી વિભાજિત અને પુનઃવિભાજિત થતું રહેશે.

ગીચતા આધારિત પરિબળો આંતરિક હોય છે. તે વસતિમાં જ પેદા થતાં હોય છે. જેવાં કે સ્પર્ધા, પરભક્ષણ (Predation), વ્યક્તિઓનું બહિર્સ્થાનાંતર (Emigration), પ્રજનનક્ષમતા, રોગો વગેરે.

સ્પર્ધા (Compitition) : તે ખાસ કરીને ખોરાક જેવા સામાન્ય સ્રોત માટે પ્રાણીઓ વચ્ચે થતી પ્રક્રિયા છે. તે અંતર્જાતીય (Interspacific) કે આંતરજાતીય (Intraspacific) હોઈ શકે.

પરભક્ષણ (Predation) : પરભક્ષણ એટલે ખોરાક માટે એકને બીજા દ્વારા મારી નાખવું. કૃષિક્ષેત્રે પેસ્ટ-નિયંત્રણ માટે અનુસરાતી જૈવિક નિયંત્રણ પદ્ધતિએ ભક્ષ્ય વસતિના નિયંત્રણમાં ભક્ષકની આવડત આધારિત છે. જૈવિક સમાજમાં જાતિવિવિધતા જાળવવામાં પણ ભક્ષક મદદગાર બને છે.

બર્હિસ્થળાંતર (Emigration) : તે વસતિમાંથી બહાર તરફ સ્થળાંતર કરવાની ઘટના છે. તે વધતી વસતિની ગીચતાને ઘટાડે છે. દા.ત., ગેલાપેગોઝ ટાપુ ઉપરનો જમીન ઉપરનો એબિંગડન (Abingdon) કાચબો અને બકરીઓ. આ ટાપુ પર બકરીઓ દાખલ કરવાથી બકરીઓની નાની ઘાસની કૂંપળો ખાવાની વધુ ક્ષમતાને લીધે એક જ દાયકામાં એબિંગડન કાચબાનો નાશ થયેલો.

પ્રજનન (Productivity) : જ્યારે ગીચતા વધે છે, ત્યારે પ્રજનનક્ષમતા ઘટે છે.

રોગો (Diseases) : રોગો વસતિગીચતાને ઘટાડે છે.

જીવનચક્ર ભિન્નતા (Life History Variation)

વધુમાં વધુ પ્રજનનક્રિયા સાનુકૂલિત થાય તે રીતે વસતિ જ્યાં રહે છે, તે રહેઠાણમાં તેની પ્રક્રિયાઓને વિકસાવતી હોય છે. કેટલાક સજીવો તેમના જીવનકાળમાં એક જ વખત પ્રજનન કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે પેસિફિક સાલ્મન માછલી, વાંસ. જ્યારે કેટલાક તેમના જીવનકાળમાં ઘણી વખત પ્રજનન કરે છે. (કબૂતર જેવાં મોટા ભાગનાં પક્ષીઓ, સસ્તનો) કેટલાંક નાના કદના પરંતુ વધુ સંખ્યામાં બચ્ચાં પેદા કરે છે ઓઈસ્ટર (Oyester), ઊંડા જળની (Pelagic) સામુદ્રિક માછલીઓ. કેટલાક ઓછી સંખ્યામાં પણ મોટા કદનાં બચ્ચાં પેદા કરતાં હોય છે. (પક્ષીઓ, શિકારી પ્રકારનાં પક્ષીઓ, સસ્તનો). પરિસ્થિતિતજ્જ્ઞો જણાવે છે કે આ બાબતો સજીવ જે રહેઠાણમાં જીવતા હોય છે, તેની અજૈવિક કે જૈવિકની અસર તળે હોય છે.

(8) **વસતિમાં પારસ્પરિક ક્રિયાઓ :** વસતિની વ્યક્તિઓ જુદી-જુદી પદ્ધતિઓથી અન્યોન્ય ક્રિયાઓ કરતી હોય છે. તે અંતઃજાતીય (એક જ જાતિના સભ્યોમાં કે આંતરજાતીય (જાતિઓ વચ્ચે) હોઈ શકે.

આંતરજાતીય પારસ્પરિક પ્રક્રિયાઓ (Interspecific) :

આવી ક્રિયાઓ જાતિઓ પૈકી એક કે બંનેને લાભદાયી, ઈજાદાયી તટસ્થ (નુકસાનકારક કે લાભદાયી પણ નહીં) હોઈ શકે. લાભદાયી અન્યોન્ય પ્રક્રિયા માટે + નિશાની રાખીએ. '_' નિશાની ઈજાદાયી માટે અને '0' તટસ્થ ક્રિયાઓ માટે રાખીએ, તો ચાલો જોઈએ કે કેટલી રીતે આંતરજાતીય અન્યોન્ય પ્રક્રિયાઓની શક્યતાઓ રહેલી છે.

કોઠો : વસતિમાં પારસ્પરિક ક્રિયાઓ

જાતિ A	જાતિ B	અન્યોન્ય પ્રક્રિયાનું નામ	સામાન્ય પરિણામ
+	+	પરસ્પરતા	બંનેને લાભકારક
-	-	સ્પર્ધા	એક કે બીજાને નુકસાનકારક
+	-	પરભક્ષણ	Aને લાભકર્તા
+	–	પરોપજીવન	Aને લાભકર્તા
+	0	સહભોજિતા	Aને લાભકર્તા
-	0	પ્રતિજીવન	એક જાતિ અસરગ્રસ્ત જ્યારે બીજીને અસર થતી નથી.

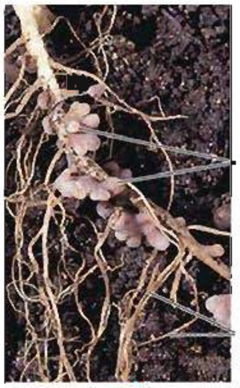
પરસ્પરતા જેવી પ્રતિક્રિયામાં બંને ભાગીદારો લાભદાયી બને છે. ઉદાહરણ તરીકે હર્મિટ કરચલો અને સમુદ્રફૂલ (Sea anemone). સ્પર્ધાની પ્રતિક્રિયામાં બંને એકબીજાથી લાભ થાય છે. પરોપજીવન અને પરભક્ષણમાં માત્ર એક જ જાતિ લાભદાયી થાય છે. (અનુક્રમે પરોપજીવી અને ભક્ષક). જ્યારે અન્યોન્ય પ્રતિક્રિયામાં, જ્યારે એક જાતિને લાભ થાય છે પણ બીજી જાતિને લાભ કે નુકસાન ના થતું હોય તો તેને સહજીવન કહે છે. પ્રતિજીવનના કિસ્સામાં એક જાતિને નુકસાન થાય છે જ્યારે અન્યને કોઈ અસર જ હોતી નથી.

પરસ્પરતા (Mutualism)

તેનો શાબ્દિક અર્થ થાય છે સાથે જીવવું. હર્મિટ કરચલો ઉદરપાદીના ખાલી કવચમાં રહે છે. આ કવચની ઉપર સમુદ્રફુલ રહે છે. સમુદ્રફૂલના ડંખકોષો દ્વારા હર્મિટ કરચલો રક્ષાય છે. કરચલાની મદદથી સમુદ્રફૂલ એક જગ્યાએથી બીજી જગ્યાએ સ્થળાંતરિત થાય છે અને સમુદ્રફૂલ દ્વારા ભાગે આવતો ખોરાક પણ મેળવે છે.

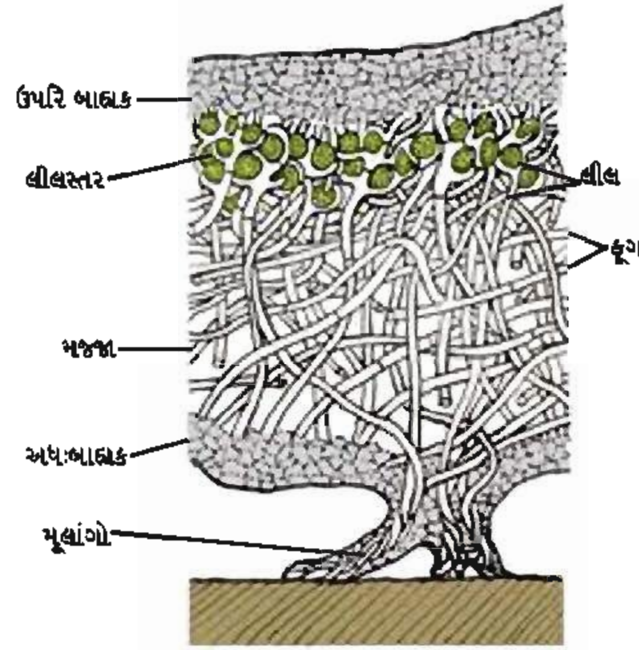
શિમ્બીકુળની વનસ્પતિના મૂળ ઉપર બેક્ટેરિયા રાઈઝોબિયમ *(Rhizobium)* મૂળગંડિકાઓ પેદા કરે છે. આ બેક્ટેરિયા વાતાવરણના મુક્ત N_2ને મૂળગંડિકાઓમાં નાઈટ્રેટ્સ સ્વરૂપે સ્થાપન કરે છે. વનસ્પતિ આ નાઈટ્રેટ્સનો ઉપયોગ કરે છે. બેક્ટેરિયા તેના બદલામાં વનસ્પતિમાંથી આશ્રય અને પોષણ મેળવે છે.

હર્મિટ કરચલો અને સમુદ્રફૂલની પરસ્પરતા



મૂળગંડિકા

મૂળગંડિકાનો આડછેદ



લાઈકેન (છેદમાં)
લીલ અને ફૂગના કોષો ધરાવતી લાઈકેન

લાઈકેન્સ એ લીલના કોષો અને ફૂગ દ્વારા રચાય છે. ફૂગ ભેજ અને ખનીજ તત્ત્વો લીલના કોષોને પૂરાં પાડે છે. લીલના કોષો બંને માટે પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા ખોરાક તૈયાર કરે છે.

સ્પર્ધા (Competition)

આ પ્રકારમાં બે વ્યક્તિઓ સામેલ હોય છે. સ્પર્ધાને લીધે બે સહભાગી કે એક સહભાગી નુકસાનગ્રસ્ત બને છે. સ્પર્ધા બે પ્રકારની હોય છે. સ્પર્ધા સમાન પોષકસ્તરના સભ્યો વચ્ચે જોવા મળે છે.

a. અંત:જાતીય સ્પર્ધા : એક જ વસતિના સભ્યો વચ્ચે જોવા મળે.

b. આંતરજાતીય સ્પર્ધા : વસતિની વિવિધ જાતિઓ વચ્ચે જોવા મળે.

જાતિને એક જ પ્રકારની જરૂરિયાતો જેવી કે ખોરાક, આશ્રય, સમાગમ વગેરે ઉદાહરણ તરીકે માદા કૂતરા સાથે સમાગમ અર્થે ઘણા નર કૂતરા સ્પર્ધા કરે છે. લાઈકેન સૂકી સપાટી ઉપર જગ્યાની પ્રાપ્તિ માટે સ્પર્ધા કરે છે, અર્ધડૂબેલા (Submerged) પથ્થર પર જગ્યા માટે બાર્નેકલ્સ સ્પર્ધા કરે છે. પ્રયોગશાળામાં પ્રયોગ દરમિયાન જોવા મળેલ છે કે પેરામિશિયમ કવૉડેટમ *(Paramoecium caudatum)* અને પેરામિશિયમ ઓરેલિયા *(P. aurelia)* વચ્ચે ખોરાક અર્થે સ્પર્ધા થતી હોય છે.

ભક્ષણ

ભક્ષણ (Predation)

આપણે શીખ્યા કે ભક્ષણ પણ વસતિનું નિયંત્રણ કરે છે. ઉદાહરણ તરીકે બધાં પ્રાણીઓ અને જંતુભક્ષી વનસ્પતિઓ પરભક્ષી છે. તેઓ બે પ્રકારનાં છે. તેઓ તૃણાહારી (દા.ત. ગાય) અને માંસાહારી (દા.ત. વાઘ) હોય છે.

પરોપજીવી

પરોપજીવન (Parasitism) : પરોપજીવન એક તરફી સંબંધની બાબત છે. જે સહભાગી લાભ મેળવે છે તેને પરોપજીવી કહે છે, જ્યારે બીજો સહભાગી યજમાન ગણાય છે. વિવિધ પ્રકારના પરોપજીવીઓ હોય છે.

(1) **હંગામી પરોપજીવીઓ :** પ્રાણી તેના જીવનચક્રનો કોઈ એક તબક્કો પરોપજીવન તરીકે ગુજારે છે. દા.ત., ડિમ્ભાવસ્થા.

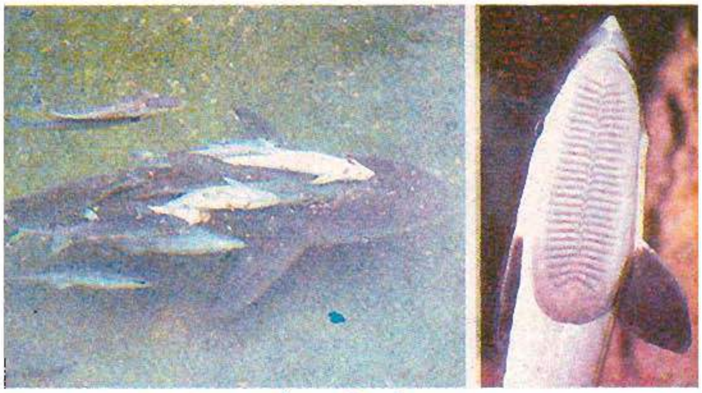
(2) **કાયમી પરોપજીવીઓ :** પ્રાણી તેનું સમગ્ર જીવન પરોપજીવી તરીકે ગુજારે છે. દા.ત., કરમિયાં, પટ્ટીકૃમિ વગેરે.

(3) **બાહ્ય પરોપજીવીઓ :** પરોપજીવીઓ યજમાનના શરીરની બાહ્ય સપાટી ઉપર જીવન ગુજારે છે. દા.ત. ઈતડીઓ, જૂઓ, વગેરે.

(4) **અંત:પરોપજીવીઓ :** પરોપજીવીઓ યજમાનના શરીરની અંદર રહી જીવે છે. (કોષો અથવા પેશીઓ કે અંગોમાં) દા.ત., પ્લાઝ્મોડિયમ, કરમિયાં વગેરે.

સહભોજિતા (Commensalism) : તે આંતરજાતીય સહજીવન સ્વરૂપના સંબંધો છે. ભાગીદારોને સહજીવીઓ કહે છે, ઉદાહરણ તરીકે ચૂષકમાછલી (Sucker fish) શાર્કમાછલીની સપાટીને ચોંટીને રહે છે. કશાધારીઓ (Flagellates) ઊધઈના શરીરમાં રહીને જીવે છે.

પ્રતિજીવન (Amensalism) : આવા કિસ્સામાં એક જાતિ નુકસાનીગ્રસ્ત હોય છે, જ્યારે અન્ય અસરગ્રસ્ત થતી નથી. ઉદાહરણ તરીકે પેનેસિલિયમ ફૂગ અને અમુક ગ્રામ પોઝિટિવ બૅક્ટેરિયા.



સહજીવન-શાર્કમાછલી અને ચૂષક માછલી

જૈવિક સમાજ (Biotic community)

પ્રકૃતિમાં વિવિધ પ્રકારના સજીવો એકબીજા સાથે મળીને રહે છે. અનેક જાતિઓનું જૂથ (વનસ્પતિઓ અને / અથવા પ્રાણીઓ) કે જે ચોક્કસ વસવાટમાં એકબીજા સાથે અનુકૂળ થઈ રહેતાં હોય તેને સમાજ (Community) અથવા જૈવિક સમાજ કહે છે. જંગલ, તૃણપ્રદેશ, રણ અથવા તળાવ આ બધા પ્રાકૃતિક સમાજો છે. વ્યાખ્યાની રીતે સમાજ જે, તે ક્ષેત્રમાં રહેતા સજીવોનો જ સમાવિષ્ટ કરે છે. જો અસ્તિત્વ ધરાવતા સજીવોની સાથે અજૈવિક પરિબળોનો સમાવેશ કરીએ, તો તેને આપણે સમાજને બદલે નિવસનતંત્ર ગણીએ છીએ.

ઉદાહરણો :

(1) તળાવનો જૈવિક સમાજ : તળાવમાં રહેતા બધા જ સજીવો તળાવનો જૈવિક સમાજ રચે છે. તે વિવિધ પ્રકારની જલીય વનસ્પતિઓ, માછલીઓ, દેડકા, કીટકો, પ્લવકો (Planktons) વગેરેથી રચાય છે.

(2) જંગલનો જૈવિક સમાજ : તે વિવિધ પ્રકારનાં વૃક્ષો, છોડવાઓ, કીટકો, સસલાં, સર્પો, સિંહ અને એવાં અનેકથી રચાય છે.

જૈવિક સમાજની લાક્ષણિકતાઓ :

વસતિની જેમ જ તેના પણ અનેક વિશિષ્ટ લક્ષણો છે, જેવાં કે જાતિવિવિધતા, સંરચના, સમાજના પ્રભાવી સજીવો (Community dominants), પરિસ્થિતિકીય જીવનપદ્ધતિ (Niche), સંક્રમણ વગેરે

જાતિ વિવિધતા : જૈવિક સમાજ ખૂબ જ જુદા-જુદા સજીવોનો બનેલો હોય છે. વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ, સૂક્ષ્મ જીવો કે જેઓ વર્ગીકરણવિદ્યાની દૃષ્ટિએ એકબીજાંથી જુદાં પડે છે.

સંરચના :

દરેક સમાજને ચોક્કસ સંરચના હોય છે. તે ત્રણ જૂથપ્રકારના સજીવોથી રચાય છે. જેવા કે ઉત્પાદકો (Producers), ઉપભોગીઓ (Consumers) અને વિઘટકો (Decomposers).

(1) ઉત્પાદકો : લીલી વનસ્પતિઓ ઉત્પાદકો તરીકે ગણાય છે. તેઓ સ્વયંપોષી છે. તે હરિતદ્રવ્ય, CO_2, પાણી, ખનીજતત્ત્વો અને સૌરશક્તિ દ્વારા પ્રકાશસંશ્લેષણ કરી ખોરાક બનાવે છે.

(2) ઉપભોગીઓ : ઉપભોગીઓ વિષમપોષી છે. તેઓ ખોરાક બનાવી શકતા નથી. તેમના ખોરાક માટે તેઓ ઉત્પાદકો ઉપર કે સમાજના અન્ય સજીવો ઉપર આધારિત હોય છે. તે બે પ્રકારના હોય છે, જેવા કે તૃણાહારી અને માંસાહારી. તૃણાહારી પ્રાણીઓ એટલે કે જેઓ ઉત્પાદકોને ખાય છે. દા.ત. સસલાં, તીતીઘોડા, ચકલી વગેરે. તેઓને પ્રાથમિક ઉપભોગીઓ પણ કહે છે. માંસાહારીઓ તેમના ખોરાક માટે અન્ય પ્રાણીઓને ખાય છે. તેઓને દ્વિતીયક ઉપભોગીઓ પણ કહે છે. દા.ત., જંગલના સમાજનાં શિયાળ, સિંહ, વાઘ અને તળાવના સમાજનાં માછલીઓ, દેડકા, સાપ વગેરે.

(3) વિઘટકો : બૅક્ટેરિયા અને ફૂગ જેવા સૂક્ષ્મ સજીવોનો સમાવેશ વિઘટકો તરીકે થાય છે. તેઓ જૈવિક સમાજનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં મૃતદેહનું વિઘટન કરી સૂક્ષ્મ અને નાના કદનાં પોષકદ્રવ્યોમાં ફેરવે છે. આ પોષકદ્રવ્યો ફરીથી વનસ્પતિઓ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે.

જૈવિક સમાજના વર્ચસ્વીઓ અથવા પ્રભાવી સજીવો

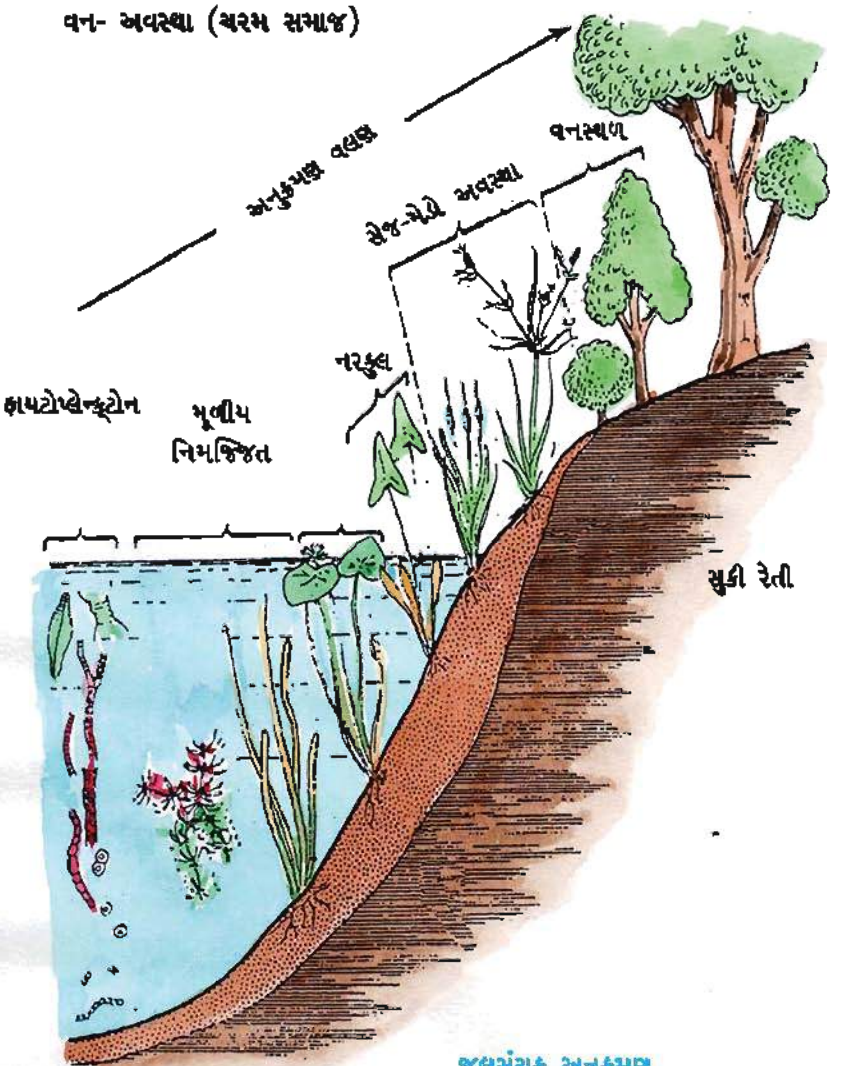
જૈવિક સમાજ ઘણી જાતિઓથી રચાય છે. તે પૈકી એક કે થોડીક જાતિઓ તેમની સંખ્યા, કદ વગેરે વિશિષ્ટ ગુણને લીધે તે સમાજના વર્ચસ્વીઓ કહેવાય છે. આ બધી જાતિઓને તે સમાજના પ્રભાવીઓ કહેવાય છે. વૃક્ષો જંગલસમાજના પ્રભાવી સમૂહો છે.

પરિસ્થિતિકીય જીવનપદ્ધતિ (Ecological Niche) : સજીવની તેના જૈવિક સમાજમાં કાર્યાત્મક પ્રતિષ્ઠાને પરિસ્થિતિકીય જીવનપદ્ધતિ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ઓડમના મંતવ્ય મુજબ પરિસ્થિતિકીય જીવનપદ્ધતિ સજીવની જૈવિક સમાજમાં પ્રતિષ્ઠા દર્શાવે છે. સજીવના રહેઠાણની તુલના સજીવના સરનામા તરીકે અને પરિસ્થિતિકીયને પ્રતિષ્ઠા સાથે સરખાવાય છે. સજીવનો જૈવિક સમાજમાં ફાળો શું છે તે પરિસ્થિતિકીય જીવનપદ્ધતિ દ્વારા દર્શાવાય છે. ફાળો એટલે કે સમાજમાં સજીવની પ્રવૃત્તિઓ, વર્તણૂકો, પર્યાવરણ પ્રત્યેની પ્રતિક્રિયાઓ અને તેની અન્ય સજીવો સાથે અન્યોન્ય પ્રતિક્રિયા. ઉદાહરણ તરીકે સિંહ અને હરણ એક જ રહેઠાણમાં વસે છે, પરંતુ સિંહ માંસાહારી અને હરણ તૃણાહારી તરીકે તેઓની નામના ધરાવે છે.

પરિસ્થિતિકીય અનુક્રમણ

જૈવિક સમાજો કદાપિ સ્થાયી હોતા નથી, પરંતુ સમય અને જગ્યાની બાબતે નિયમિતપણે વધતા કે ઓછા પ્રમાણમાં બદલાતા રહે છે. હવામાનના તફાવતો અને ભૂ-આકૃતિક પરિબળો (Physiographic factors) તેમજ સમાજમાં જાતિઓની પ્રવૃત્તિઓને લીધે જૈવિક સમાજ કદાપિ સ્થાયી જોવા મળતો નથી. આ ઘટનાઓ પ્રવર્તમાન જૈવિક સમાજને તેમની અસરોથી બદલતા હોય તેવું જણાતું હોય છે, પરિણામે ટૂંકા ગાળાએ અસ્તિત્વ ધરાવતા સમાજને સ્થાને તે જ જગ્યાએ નવો સમાજ સ્થાન લે છે. આમ, નવા જૈવિક સમાજને સર્જવાની પ્રક્રિયાને અનુક્રમણ (પરિસ્થિતિકીય સંક્રમણ) કહે છે.

સંક્રમણ એટલે કોઈ ક્ષેત્રમાં સ્થાયી સમાજ વિકસે ત્યાં સુધી એક જૈવિક સમાજને સ્થાને ક્રમશઃ અને વિકસિત બીજા જૈવિક સમાજનું સ્થાન લેવું. ઉદાહરણ તરીકે તળાવનો જૈવિક સમાજ તે તળાવમાં એક પછી એક રેતી અને કાદવથી ભરવામાં આવે, તો કળણ (Marshy) જમીન ધરાવતા જૈવિક સમાજમાં બદલાઈ શકે. વળી સમય જતાં આવી કળણ ધરાવતી જમીન તૃણભૂમિના સમાજને વિકસાવે પણ ખરી. પરિસ્થિતિકીય સંક્રમણ ચોક્કસ દિશાસૂચક અને ભવિષ્યકથન કરી શકાય તેવું હોય છે. સંક્રમણ દરમિયાન રચનાત્મક જટિલતા વધતી હોય છે.



જલસંચક અનુક્રમણ

અનુક્રમણના મૂળ પ્રકારો : જુદા-જુદા દષ્ટિકોણથી જોતાં વિવિધ પ્રકારનું સંક્રમણ જોવા મળતું હોય છે, જે નીચે મુજબ છે.

પ્રાથમિક અનુક્રમણ (Primary succession) : પ્રાથમિક સંક્રમણ પ્રાથમિક આધારકથી શરૂ થાય છે કે જ્યાં અગાઉ કોઈ જૈવિક ઘટકની શક્યતાઓ ના હોય. આવા સ્થાને જે સજીવોનું પ્રથમ જૂથ સ્થાયી થાય છે. તેને ત્યાંની પાયાની જાતિ (Pioneers) કહે છે.

દ્વિતીયક અનુક્રમણ (Secondary succession) : તેની શરૂઆત જ્યાં પહેલેથી અપાયેલા આધારકમાં જૈવિક ઘટકો ધરાવતાં હોય ત્યાંથી થાય છે.

અનુક્રમણનો સામાન્ય ઉત્ક્રાંતિપ્રક્રમ

કોઈ એક જૈવિક સમાજના વિકાસમાં અનેક શ્રેણીબદ્ધ સમાજ વિકસતા હોય છે અને તેઓ પણ જ્યાં સુધી સ્થાયી સમાજ સ્થપાય ત્યાં સુધી ક્રમશઃ એકબીજાથી દૂર પણ થતા હોય છે. સમાજની વિકાસ ઘટનામાં બનતા વિકસિત તબક્કાને ક્રમક (Sere) કહે છે. દરેક તબક્કાને ક્રમિકી અવસ્થા (Seral stage) કહે છે. પ્રથમ ક્રમિકી અવસ્થાને પાયાના જૈવિક સમાજ કહે છે. અંતે સ્થાયી બનતા જૈવિક સમાજને પરાકાષ્ઠા (ચરમસીમા) સમાજ (Climax community) કહે છે. જે-તે ક્ષેત્રને ચરમાવસ્થા સમાજ તે ક્ષેત્રનાં બધાં પર્યાવરણીય પરિબળો દ્વારા નિર્ધારિત થાય છે.

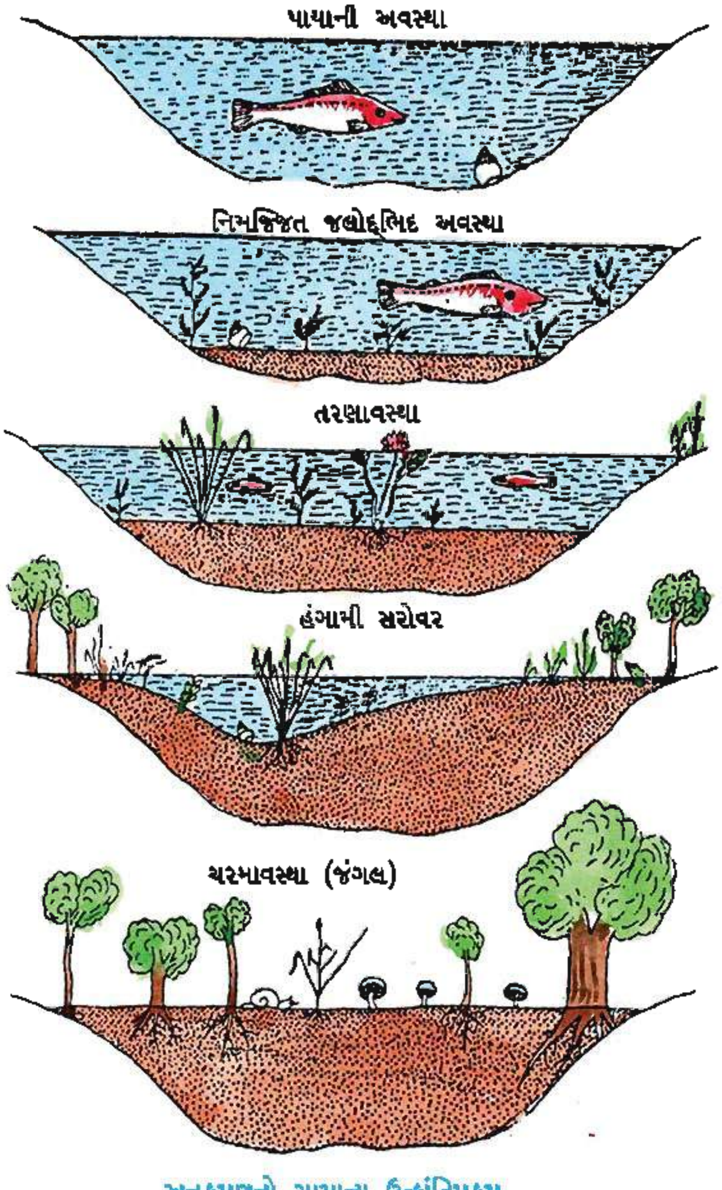
અનુક્રમણની ભાત (Pattern of succession) : અનુક્રમણ કે જે જગ્યા આધારિત હોય તે જોતાં ત્રણ પ્રકારની અનુક્રમણ ઢબ જાણીતી છે, જેવી કે :

(1) મરુસંચક (Xerosere) (2) જલસંચક (Hydrosere) (3) મધ્યસ્થ સંચક (Mesosere)

મરુસંચક : તેની શરૂઆત શુષ્ક જગ્યાથી થાય છે. ખડકો ઉપર થતું સંક્રમણ એ મરુસંચકનું ઉદાહરણ છે. લાઇકેન્સ તેની અગ્રણી જાતિ હોય છે. પછી ત્યાં શેવાળ, ક્ષુપ અને છોડ વિકાસ પામે છે.

જળસંચક : જ્યારે સંક્રમણની શરૂઆત પાણીમાં થાય છે, તો તેને જળસંચક કહે છે. આવું સંક્રમણ નવા બંધાયેલા તળાવમાં શરૂ થવા પામે છે. આવા તળાવમાં પ્રથમ પ્લવકો (Planktons) સ્થાન પામે છે. ત્યાર બાદ ડૂબેલી અને તરતી વનસ્પતિઓ તળાવને ફળદ્રુપ બનાવે છે.

મધ્યસ્થ સંચક : આ પ્રકારનું સંક્રમણ મરુસંચક અને જળસંચકની વચ્ચેનું હોય છે. જ્યાં ભેજવાળી જગ્યાઓ હોય ત્યાં તે થાય છે.



અનુક્રમણનો સામાન્ય ઉત્ક્રાંતિપ્રક્રમ

સારાંશ

સજીવો જ્યાં રહે છે, તેનો અભ્યાસ એટલે પરિસ્થિતિવિદ્યા. પરિસ્થિતિવિદ્યા ઘણી શાખાઓમાં વહેંચાયેલી છે. વસતિ-પરિસ્થિતિવિદ્યા તે પૈકી એક છે. આપણી આજુબાજુના પાયાના ઘટકો અને તેઓની વચ્ચે થતી અન્યોન્ય ક્રિયાઓના અભ્યાસને પર્યાવરણ-અભ્યાસ કહે છે. સજીવો જ્યાં રહેતાં હોય છે તે રહેઠાણ તરીકે ઓળખાય છે. તેઓ મીઠા પાણીનાં જળાશયો, દરિયાઈ, વેલાનદમુખી પ્રદેશ અને ભૂમિ રહેઠાણો છે. દરેક રહેઠાણની પોતાની આગવી લાક્ષણિકતાઓ હોય છે. નિશ્ચિત સમયગાળાએ ચોક્કસ જગ્યાએ રહેતી એક જ જાતિની વ્યક્તિઓના સમુહને વસતિ કહે છે. વસતિની દરેક વ્યક્તિઓ જુદી-જુદી રીતે પ્રતિક્રિયાઓ કરતી હોય છે. તે અંતઃજાતીય કે આંતરજાતીય હોઈ શકે. અનેક જાતિઓનો સમૂહ કોઈ એક સ્થાને એક બીજાને અનુકૂળ થઈને રહેતો હોય તો તેને સમાજ અથવા જૈવિક સમાજ કહે છે. તેમાં જાતિ-ભિન્નતા, સંરચના, અનુક્રમણ વગેરે હોય છે. દરેક સમાજને ઉત્પાદકો, ઉપભોગીઓ અને વિઘટકો હોય છે. આવા સમાજો કાયમી સ્થાયી હોતા નથી. શ્રેણીબદ્ધ અને વિકાસકીય રીતે એક સમાજ બીજા સમાજ દ્વારા દૂર પણ થતો હોય છે.

સમાજમાં વસતિ જૈવિક અને અજૈવિક પરિબળોથી અસરગ્રસ્ત થતી હોય છે. જીવંત સજીવ હંમેશાં ટકી રહેવા તેના રહેઠાણને અનુકૂળ થવા પ્રયત્નશીલ હોય છે. દરેક વસતિને લક્ષણો હોય છે : ગીચતા, જન્મદર, મૃત્યુદર, વયાધારિત વિતરણ, વૃદ્ધિ-સમતુલન અને વસતિ વચ્ચેની અન્યોન્ય પ્રતિક્રિયાઓ. વ્યક્તિઓ વિવિધ રીતે પ્રતિક્રિયાઓ કરતાં હોય છે : પરસ્પરતા, સ્પર્ધા, ભક્ષણ, પરોપજીવન, સહભોજિતા અને પ્રતિજીવન.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) સજીવો અને પર્યાવરણ વચ્ચેના આંતરસંબંધોના અભ્યાસને .... કહે છે.

(અ) દેહધર્મવિદ્યા ◯ (બ) ઉત્ક્રાંતિ ◯

(ક) પરિસ્થિતિવિદ્યા ◯ (ડ) વર્ગીકરણવિદ્યા ◯

(2) જ્યાં નદીનું પાણી દરિયાઈ પાણી સાથે ભળતું હોય છે તે ક્ષેત્ર કયા નામથી જાણીતો બને છે.

(અ) ભૂ-નિવાસસ્થાન ◯ (બ) વેલાનદમુખી ◯

(ક) દરિયાઈ નિવાસસ્થાન ◯ (ડ) મીઠા પાણીનું જળાશય ◯

(3) એક જ જાતિની વ્યક્તિઓનો કોઈ એક આપેલ ક્ષેત્રમાં રહેલ સમૂહ .... તરીકે ઓળખાય છે.

(અ) જૈવિક સમાજ ◯ (બ) નિવસનતંત્ર ◯

(ક) દશ્યભૂમિ ◯ (ડ) વસતિ ◯

(4) સામાન્ય રીતે કયું પરિબળ ઉત્સેચકની પ્રક્રિયાનું નિયંત્રણ કરતું હોય છે ?

(અ) પ્રકાશ ◯ (બ) તાપમાન ◯ (ક) પાણી ◯ (ડ) ભેજ ◯

(5) કઈ જગ્યાએ વનસ્પતિઓનાં ઊંચાઈસૂચક ક્ષેત્રો નિર્દેશિત થતાં હોય છે ?

(અ) નદી ◯ (બ) પર્વત ◯ (ક) તૃણભૂમિ ◯ (ડ) રણ ◯

(6) માછલીમાં ક્લોરિનસ્રાવી કોષો તેના શરીરના કયા ભાગમાં હોય છે ?

(અ) મૂત્રપિંડ ◯ (બ) મીનપક્ષ ◯ (ક) ઝાલર ◯ (ડ) યકૃત ◯

(7) યુરોમેસ્ટિક્સ કયા અંગમાં પાણીનો સંગ્રહ કરે છે ?

(અ) આંતરડું ◯ (બ) મૂત્રપિંડ ◯ (ક) મૂત્રાશય ◯ (ડ) મળનલિકા ◯

(8) કયા પ્રકારની આંતરજાતીય પ્રતિક્રિયામાં બંને જાતિ લાભદાયી બને છે ?

(અ) સહભોજિતા ◯ (બ) સ્પર્ધા ◯ (ક) પરસ્પરતા ◯ (ડ) પરભક્ષણ ◯

(9) રાઈઝોબિયમ અને શિમ્બી કુળની વનસ્પતિ વચ્ચેના આંતરજાતીય સંબંધ કયા પ્રકારનું ઉદાહરણ છે ?

(અ) પરસ્પરતા ◯ (બ) સહભોજિતા ◯ (ક) સ્પર્ધા ◯ (ડ) પરોપજીવન ◯

(10) જ્યારે સંક્રમણ વલણ શુષ્ક જગ્યાથી શરૂ થવા પામે, તો તે કયા નામથી ઓળખાય છે ?

(અ) જલસંચક ◯ (બ) મધ્યસ્થ સંચક ◯

(ક) મરુસંચક ◯ (ડ) તેઓ પૈકી એકેય નહીં ◯

2. વ્યાખ્યાઓ આપો :

પરિસ્થિતિવિદ્યા, વસતિ, જૈવિક સમાજ, સંક્રમણ, જીવનપદ્ધતિ

3. ટૂંક નોંધ લખો :

(1) માછલીઓમાં આસૃતિનિયમન (2) વસતિગીચતા

(3) વય-પિરામિડ (4) પરસ્પરતા

4. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) પ્રાથમિક સંક્રમણમાં પાયાની જાતિ કોણ હોય છે ?

(2) મધ્યસ્થ સંચક એટલે શું ?

(3) પરિસ્થિતિવિદ્યાની શાખાઓ કઈ છે ?

(4) પાણીના વિશિષ્ટ ગુણધર્મો કયા છે ?

(5) દરિયાઈ કાચબામાં ક્ષારગ્રંથિનું કાર્ય શું છે ?

(6) ભૂમિમાં કયા પ્રકારની સૂક્ષ્મ વનસ્પતિઓ જોવા મળે છે ?

(7) રહેઠાણની વહન-ક્ષમતા એટલે શું ?

5. સમજાવો :

(1) જન્મદર (2) મૃત્યુદર

(3) પ્રતિજીવન (4) ઉપભોગીઓ

6. નીચેના વિશે માત્ર આલેખ-નિર્દેશન કરો :

(1) વય-પિરામિડો

(2) J-આકારનો વક્રાલેખ

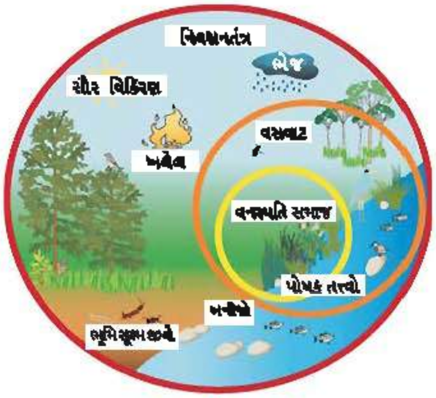
(3) વસતિ-વધઘટ

11

નિવસનતંત્ર

જલજ નિવસનતંત્ર

જૈવભૂગોળ પૃથ્વી પર દરેક જગ્યાએ જોવા મળતા સજીવોનું વાસ્તવિક દર્શન કરાવે છે. એ. જી. ટેન્સ્લીએ 1935માં સૌપ્રથમ નિવસનતંત્ર શબ્દ પ્રયોજ્યો. તેણે વ્યાખ્યાયિત કર્યું કે



મહાકાય નિવસનતંત્ર

નિવસનતંત્ર એ બધા જીવંત કારકો અને પર્યાવરણના નિર્જીવ કારકોની આંતરક્રિયાનું પરિણામ છે. નિવસનતંત્ર એ જૈવિક ઘટકો (દા.ત., વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ, સૂક્ષ્મ જીવો અને અજૈવિક ઘટકો (દા.ત., સૂર્ય ઊર્જા, પાણી, હવા અને જમીન વગેરે) સાથે આંતરક્રિયા તંત્ર ધરાવે છે. જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકો એકમાર્ગી શક્તિપ્રવાહ અને પોષકદ્રવ્યોના ચક્રીયકરણ દ્વારા એકબીજા સાથે સંકળાયેલા છે.

આપણે અભ્યાસ કર્યો છે કે સજીવો રાસાયણિક ઉત્ક્રાંતિ દ્વારા ઉદ્ભવ પામ્યા છે. તેઓ એકકોષી કે બહુકોષી છે. દરેક સ્વતંત્ર જાતિ ચોક્કસ સમયમાં અને વિસ્તારમાં વસતિ ઉત્પન્ન કરી શકે છે. જેમકે કેટલીક વસતિ ચોક્કસ વસવાટમાં જૈવિક સમાજનું નિર્માણ કરે છે તથા દરેક જૈવિક સમાજ પોતાની આગવી રચના અને કાર્યકી ધરાવે છે. તે સમયે-સમયે બદલાય છે. દરેક જૈવિક સમાજમાં કે સમાજ-સમાજ વચ્ચે આંતરસંબંધો હોય છે. જ્યારે આવા જૈવિક સમાજ અજૈવિક કારકો વડે નિયંત્રિત થાય છે, ત્યારે તેને નિવસનતંત્ર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. બહુકોષી ઉચ્ચ કક્ષાનાં પ્રાણી-સજીવોમાં તેમના દેહની જાળવણી અલગ તંત્રોથી થાય છે. એ જ રીતે પ્રકૃતિની જાળવણી પણ નિવસનતંત્ર દ્વારા થાય છે. આમ, નિવસનતંત્ર એ પરિસ્થિતિવિદ્યાનો રચનાકીય એકમ છે. દરેક નિવસનતંત્રો જૈવિક સમુદાય અને પર્યાવરણીય કારકો વડે સંગઠિત છે. તેનાં રચનાકીય પાસાં જૈવિક ઘટકો, જૈવભાર, પોષણશૃંખલા, પોષણજાળ અને વિવિધ પિરામિડ દર્શાવે છે. શક્તિપ્રવાહના લીધે દરેક

નિવસનતંત્ર સચવાય છે અને તંદુરસ્ત રહે છે. નિવસનતંત્રમાં શક્તિનો મુખ્ય સ્રોત સૂર્ય છે. સ્વયંપોષી સજીવો (લીલી વનસ્પતિઓ) આ સૂર્યશક્તિને રાસાયણિક શક્તિમાં ફેરવે છે. વિષમપોષી સજીવો વડે જુદા-જુદા પોષકસ્તરો દ્વારા કેટલીક શક્તિ ખોરાક તરીકે વપરાય છે. આવી ઘટનાને શક્તિપ્રવાહ કહે છે. આ બધા ઉદ્દેશોને વિસ્તૃતમાં જોઈએ.

નિવસનતંત્રના પ્રકારો

કુદરતનાં જુદાં-જુદાં પ્રકારનાં નિવસનતંત્રો ભેગાં મળીને મહાકાય નિવસનતંત્ર – જીવાવરણની રચના કરે છે. તેઓ કુદરતી અને કૃત્રિમ એમ બે કક્ષાઓમાં નીચે પ્રમાણે વિભાજિત છે :

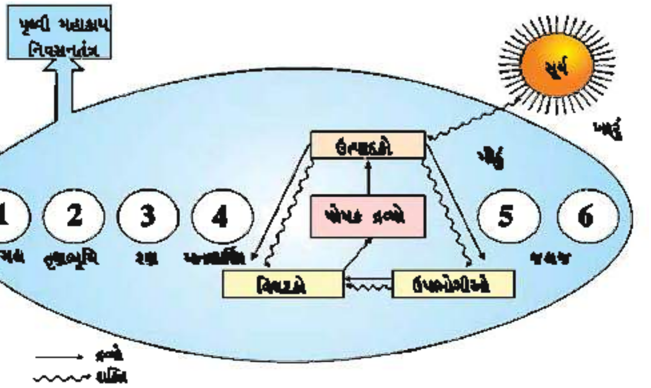
(1) કુદરતી કે નૈસર્ગિક નિવસનતંત્રો :

તેઓ માનવીની કોઈ પણ જાતની ખલેલ વગર કુદરતમાં આપમેળે સ્વયં સંચાલિત છે. ચોક્કસ પ્રકારના વસવાટને આધારે ફરીથી તેમને વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

(i) સ્થલજ નિવસનતંત્ર : (અ) જંગલ (બ) તૃણભૂમિ (ક) રણ.

(ii) જલજ નિવસનતંત્રો : તેને વધુ ઉપવિભાગોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે : (અ) મીઠા પાણીનું અસ્થગિત કે વહેતું પાણી - (ઝરણાં, વહેળા કે નદીઓ) અને સ્થગિત કે સ્થિર પાણી (સરોવર, તળાવ વગેરે.)

(બ) દરિયાઈનું (સમુદ્ર અને ખાડી કે અખાત)



નિવસનતંત્રના પ્રકારો

(2) કૃત્રિમ (માનવસર્જિત) નિવસનતંત્રો :

તેઓનો નિભાવ માનવી દ્વારા કૃત્રિમ વ્યવસ્થાપનથી થતો હોય છે, કુદરતી સમતુલા નિયમિતપણે ખલેલ પામતી હોય છે. દા.ત., ઘઉં કે ડાંગરનાં ખેતર, નર્સરી, મરઘાં-ઉછેરકેન્દ્ર.

નિવસનતંત્રનું બંધારણ અને કાર્યકી :

ચોક્કસ નિવસનતંત્રના જૈવિક અને અજૈવિક ઘટકોના સુવ્યવસ્થિત ભૌતિક આયોજન દ્વારા લાક્ષણિક બંધારણ જાણી શકાય છે. નિવસનતંત્રનાં બે મુખ્ય પાસાં છે :

(1) બંધારણ : (i) જૈવિક સમાજની સંરચના (જેમકે જાતિ, સંખ્યા, જૈવભાર, જીવનચક્ર અને વિતરણ વગેરે). (ii) અજૈવિક દ્રવ્યોનો જથ્થો અને વિતરણ (જેમકે પોષકદ્રવ્યો, પાણી વગેરે) અને (iii) જીવન જીવવાની પરિસ્થિતિના ઢોળાંશ કે વહેંચણી (જેમકે તાપમાન, પ્રકાશ વગેરે).

(2) કાર્યકી : (i) જૈવિક શક્તિપ્રવાહનો દર (ii) પોષકદ્રવ્ય-ચક્રો અને (iii) જૈવિક કે પરિસ્થિતિકીય નિયમનનો તેમાં સમાવેશ થાય છે.

આથી કોઈ પણ નિવસનતંત્રના બંધારણ અને કાર્યકીનો એકસાથે જ અભ્યાસ કરવામાં આવે છે.

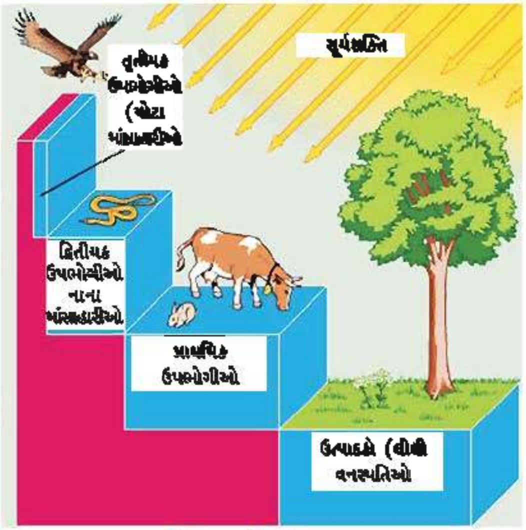
નિવસનતંત્રનું બંધારણ :

(1) અજૈવિક (નિર્જીવ) ઘટકો :

(i) અકાર્બનિક પદાર્થો તરીકે : ગુરુ – પોષકતત્ત્વો તરીકે (કાર્બન, હાઈડ્રોજન, ઑક્સિજન, નાઈટ્રોજન, પોટેશિયમ, ફૉસ્ફરસ, સલ્ફર, કેલ્શિયમ અને મૅગ્નેશિયમ વગેરે) અને લઘુ – પોષકતત્ત્વો તરીકે (મૅંગેનીઝ, કૉપર, મૉલિબ્ડેનમ, બોરોન, ઝિંક, આયર્ન, ક્લોરિન, કોબાલ્ટ, નિકલ તથા વેનેડિયમ) (ii) કાર્બનિક દ્રવ્યો તરીકે : પ્રોટીન, કાર્બોદિતો, ચરબી વગેરે. (iii) પર્યાવરણીય કારકો તરીકે : (અ) આબોહવાકીય કારકો (પ્રકાશ, તાપમાન, પવન, વૃષ્ટિપાત- (Precipitation) ભેજ વગેરે) (બ) ભૌતિક કારકો (જમીન, પાણી અને હવા).

(2) જૈવિક (સજીવ) ઘટકો : કોઈ પણ નિવસનતંત્રની પોષક રચના બે ઘટકો ધરાવે છે :

(1) સ્વયંપોષી ઘટકો : મુખ્યત્વે લીલી વનસ્પતિઓ, પ્રકાશસંશ્લેષિત બૅક્ટેરિયા દ્વારા આ ઘટકો બને છે કે જેઓ પ્રકાશશક્તિનું સ્થાપન કરી, સરળ અકાર્બનિક પદાર્થોનો ઉપયોગ કરીને જટિલ પદાર્થો બનાવે છે. સ્વયંપોષી ઘટકોના સભ્યો ઉત્પાદકો તરીકે જાણીતા છે.



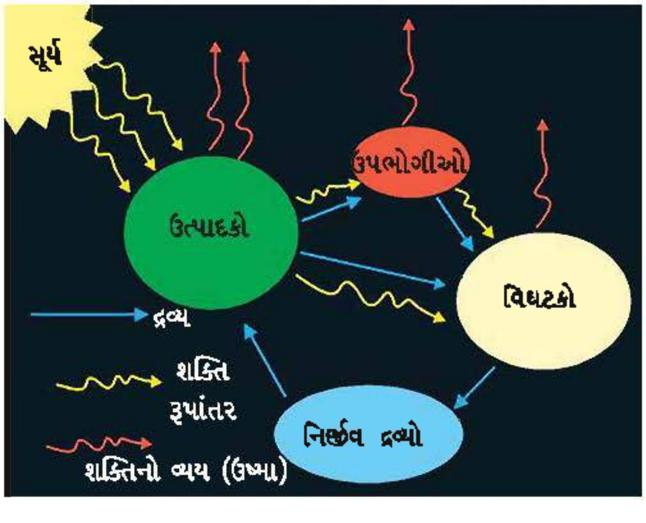
નિવસનતંત્રની રચના

(2) વિષમપોષી ઘટકો : મુખ્યત્વે પ્રાણીઓ અને સૂક્ષ્મ જીવો દ્વારા આ ઘટકો બને છે કે જેઓ જટિલ પદાર્થોની ઉપયોગિતા, પુનઃવ્યવસ્થાપન અને વિઘટન કરે છે. તેઓ ઉત્પાદકો (સ્વાવલંબીઓ) દ્વારા બનાવેલ પદાર્થોનો ઉપભોગ કરે છે. આમાં સમાવેશિત ઘટકો ઉપભોગીઓ તરીકે જાણીતા છે. ઉપભોગીઓને ફરીથી નીચેની કક્ષામાં મૂકવામાં આવે છે.

(a) મહાઉપભોગીઓ (મહાભક્ષકો) : એવા ઉપભોગીઓ છે કે જેઓ તૃણાહારીઓ, માંસાહારીઓ અને મિશ્રાહારી (સર્વભક્ષી)ઓની પોષણશૃંખલામાં ગોઠવાયેલા છે. તૃણાહારીઓ એ પ્રાથમિક કક્ષાના ઉપભોગીઓ તરીકે પણ જાણીતા છે. માંસાહારીઓ અને મિશ્રાહારીઓ દ્વિતીય અને તૃતીય કક્ષાના ઉપભોગીઓ છે. તેઓ બધા જ તૃણાહારીઓ પર આધારિત છે.

(b) સૂક્ષ્મ ઉપભોગીઓ (સૂક્ષ્મ ભક્ષકો) : તેઓ વિઘટકો કે મૃતભક્ષીઓ તરીકે જાણીતા છે. મુખ્યત્વે બૅક્ટેરિયા અને ફૂગ સમાવિષ્ટ તેઓ મૃતપોષી (મૃતોપજીવી) છે. તેઓ મૃત કે જીવંત જીવરસનાં જટિલ સંયોજનોને તોડી, કેટલાક પદાર્થોનું વિઘટન કે વિઘટિત દ્રવ્યોનું શોષણ કરી અને પર્યાવરણમાં અકાર્બનિક પોષકદ્રવ્યો મુક્ત કરે છે કે જે સ્વયંપોષીઓ માટે ફરીથી ઉપયોગમાં લેવાય છે.

નિવસનતંત્રની કાર્યકી



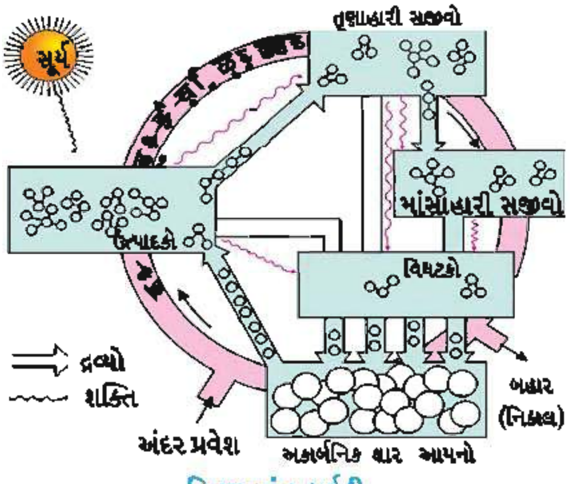
દરેક નિવસનતંત્ર બે મહત્ત્વનાં કાર્યો ધરાવે છે :

(1) શક્તિપ્રવાહ (2) દ્રવ્યોનું જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રીયકરણ

ઊર્જાવહનની શરૂઆત ત્યારે થાય છે, જ્યારે ઉત્પાદક સજીવો સૂર્યપ્રકાશ શોષે છે અને પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા તેને રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતરિત કરે છે. આ રાસાયણિક શક્તિ ખોરાક સ્વરૂપે ઉપભોગી સજીવો ઉપયોગમાં લે છે અને અંતે તે ઉષ્મા સ્વરૂપે વાતાવરણમાં મુક્ત થાય છે. સજીવો ફક્ત રાસાયણિક શક્તિનો જ ઉપયોગ કરી શકતા હોવાથી ઉષ્માશક્તિ પુનઃઉપયોગ માટે વપરાતી નથી. આ કારણસર શક્તિનું વહન એકમાર્ગી છે. નિવસનતંત્રને સતત શક્તિ મળતી રહેવી જરૂરી છે.

દ્રવ્યચક્રની શરૂઆત ત્યારે થાય છે, જ્યારે અકાર્બનિક પોષકદ્રવ્યો ઉત્પાદક સજીવો દ્વારા શોષણ પામે છે. આ પોષકદ્રવ્યોનાં રાસાયણિક તત્ત્વો વિવિધ સજીવોમાં થઈને વહન પામી ભૌતિક પર્યાવરણમાં મુક્ત થાય છે. વળી પાછા આ તત્ત્વો ઉત્પાદક સજીવો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે. આમ, તેમનું વહન ભૌતિક સૃષ્ટિમાંથી જીવસૃષ્ટિમાં અને ત્યાંથી પાછું ભૌતિક સૃષ્ટિમાં ચક્રીય રીતે વહન થતું હોવાથી આ ક્રિયા જૈવ-ભૂ-રાસાયણિકચક્ર કહેવાય છે.

નિવસનતંત્રની રચના અને કાર્યકી (1) પોષણશૃંખલા, પોષણજાળ અને પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ અને કાર્યકીને (2) શક્તિપ્રવાહ (3) ઉત્પાદકતા અને (4) પોષકદ્રવ્યોના ચક્રીયકરણ વગેરે દ્વારા સમજાવી શકાય છે.

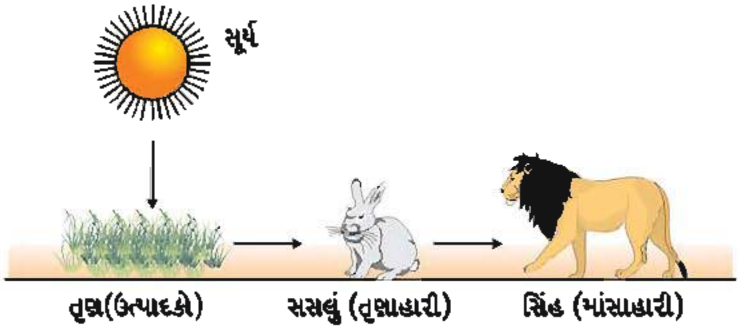


નિવસનતંત્ર કાર્યકી

પોષણશૃંખલા (આહારશૃંખલા)

ઉત્પાદકોમાંથી સતત ભક્ષક અને ભક્ષ્ય બનવા (ખાતાં અને ખવાતાં) સાથેની સજીવો (તૃણાહારીઓ-માંસાહારીઓ-વિઘટકો)ની શ્રેણીઓ દ્વારા ખોરાક રૂપે શક્તિના વહનને પોષણશૃંખલા કહે છે. પોષણશૃંખલા હંમેશાં પ્રાથમિક ઉત્પાદકોથી શરૂ થાય છે અને માંસાહારીઓમાં અંત પામે છે. પોષણશૃંખલા બે પ્રકારની છે :

(1) ચરણ આહારશૃંખલા : ચરણ આહાર-શૃંખલા નિલકણ ધરાવતા ઉત્પાદકોથી શરૂ થાય છે અને તૃણાહારીઓ, માંસાહારીઓ તથા વિઘટકો દ્વારા વિસ્તરિત થાય છે. લીલી વનસ્પતિઓ એ સીધા જ સૂર્યપ્રકાશ પર આધારિત સજીવો છે.

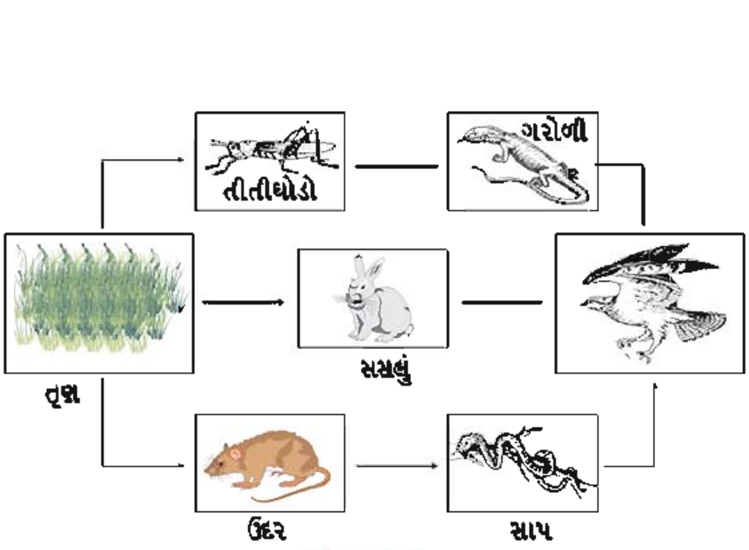


પોષણશૃંખલા

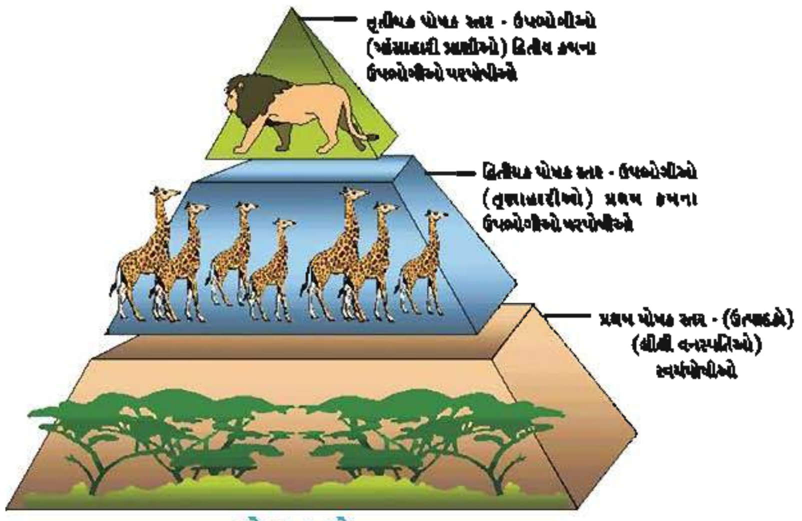
(2) નિક્ષેપ દ્રવ્ય આહારશૃંખલા : મૃત દ્રવ્ય આહારશૃંખલા વિઘટકોથી શરૂ થાય છે કે જેઓ મૃત કાર્બનિક પદાર્થો પર જીવે છે. શક્તિનો પ્રાથમિક સ્રોત મૃત કાર્બનિક પદાર્થો છે કે જેને નિક્ષેપ કહે છે, જે કોહવાયેલા પર્ણો કે વાનસ્પતિક ભાગો તથા મૃત પ્રાણીઓ છે.

પોષણજાળ (આહારજાળ)

ખોરાકની જરૂરિયાત માટે સજીવો એકબીજા પર આધાર રાખે છે અને તે શૃંખલાના સ્વરૂપમાં હોય છે, જેને પોષણશૃંખલા કહે છે. નિવસનતંત્રમાં શક્તિ અને પોષકદ્રવ્યો કેવી રીતે વહન પામે છે તે પોષણશૃંખલાથી દર્શાવાય છે. આથી કુદરતમાં પ્રાણીઓના પોષણ માટેના આંતરસંબંધો ફક્ત એક જ સરળ શૃંખલાના સ્વરૂપમાં વર્ણવી શકાતા નથી. જુદાં-જુદાં નિવસનતંત્રો પૈકી દરેક ચોક્કસ પોષણશૃંખલા ધરાવે છે. તેથી પોષણશૃંખલાઓ સ્વતંત્ર ન રહેતાં બીજા નિવસનતંત્રની પોષણશૃંખલાઓ સાથે સંકળાયેલી હોય છે, જેથી ખોરાક માટે પ્રાણીઓના એકબીજા પર આધારિત આંતરસંબંધો એક જાળ સ્વરૂપમાં હોય છે, તેને પોષણજાળ (Foodweb) કહે છે.



પોષણજાળ



પોષક સ્તરો

પોષક સ્તરો : નિવસનતંત્રની પોષક રચના એ એક પ્રકારની ઉત્પાદકો અને ઉપભોગીઓની ગોઠવણી છે કે જ્યાં દરેક ખોરાક સ્તર ને પોષક સ્તર કહેવાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો, ''સમુદાયની પોષણશૃંખલા અને પોષણજાળમાં ખોરાક માટેના અનુક્રમિત સ્તરોને પોષકસ્તર કહેવામાં આવે છે.''

તેથી દરેક પોષકસ્તર, ક્યા સજીવો વનસ્પતિઓમાંથી ખોરાક મેળવે છે અને એ જ રીતે તેઓમાંથી ક્યા સજીવો ખોરાક મેળવે છે એ દર્શાવતાં પગથિયાંઓની સંખ્યા છે.

પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ

અનુક્રમિત પોષકસ્તરે (ઉત્પાદકો-તૃણાહારીઓ- માંસાહારીઓ) પોષક રચના અને કાર્યકીના સાંકેતિક નિરુપણને **પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ** કહેવાય છે કે જ્યાં ઉત્પાદકો કે પ્રથમ પોષક સ્તર પિરામિડનો પાયો બને છે અને અનુક્રમિત સ્તરો તેની ઉપર ગોઠવાઈ મથાળાં બનાવે છે. પરિસ્થિતિકીય પિરામિડના ત્રણ સામાન્ય પ્રકારો છે :

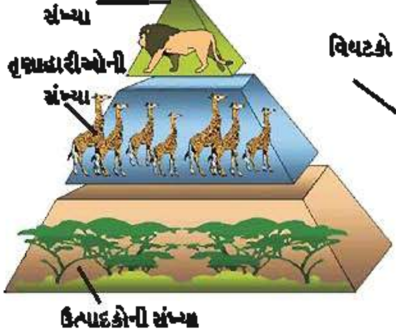
(1) સંખ્યાના પિરામિડ : તે દરેક પોષક સ્તરે વ્યક્તિગત સજીવોની સંખ્યા દર્શાવે છે. ઉત્પાદકોની સંખ્યા વધુ હોય અને છેલ્લી કક્ષાએ માંસાહારી ઉપભોગીઓની સંખ્યા તદ્દન ઓછી હોય છે, તો સામાન્ય રીતે સંખ્યાનો પિરામિડ સીધો હોય છે.

(2) જૈવભારના પિરામિડ : તે ચોક્કસ પોષક સ્તરે સજીવોનું કુલ શુષ્ક વજન કે સરેરાશ જૈવભાર દર્શાવે છે. આ પિરામિડો પણ સીધા હોય છે.

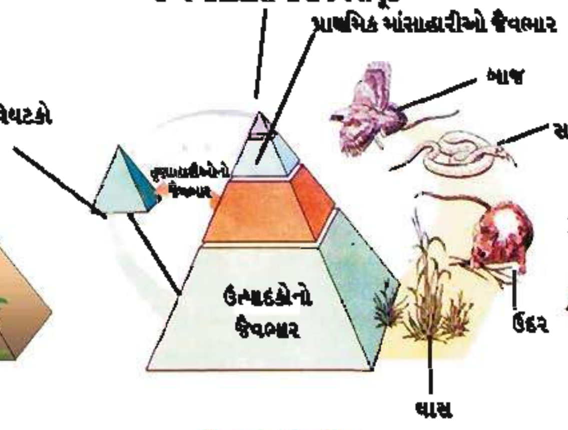
નોંધ : ચોક્કસ નિવસનતંત્રમાં પોષણશૃંખલાની પ્રકૃતિ પર આધારિત સંખ્યાના અને જૈવભારના પિરામિડો સીધા કે ઊંધા હોઈ શકે છે.

(3) શક્તિના પિરામિડ : તે શક્તિપ્રવાહનો દર અને અથવા અનુક્રમિત પોષક સ્તરે ઉત્પાદક્તા દર્શાવે છે. આ પિરામિડો હંમેશાં સીધા હોય છે. થરમોડાઇનેમિક્સના નિયમાનુસાર વપરાશ દરમિયાન સતત પ્રાપ્ત ઊર્જાનું પ્રમાણ ઘટતું જાય છે.

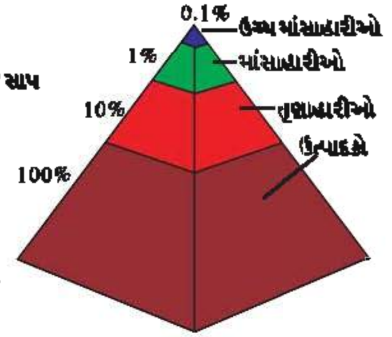
નોંધ : દરેકેદરેક નિવસનતંત્રમાં શક્તિના પિરામિડો હંમેશાં સીધા જ હોય છે.



સંખ્યા-પિરામિડ



જૈવભાર પિરામિડ



શક્તિ-પિરામિડ

શક્તિપ્રવાહ

નિવસનતંત્રમાં ઊર્જાના એકમાર્ગી પ્રવાહના દેખાવને ઊર્જાપ્રવાહ કે શક્તિપ્રવાહ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે ઊર્જા કાર્ય કરવાની ક્ષમતા છે. નિવસનતંત્રમાં ઊર્જાવહન બે મહત્ત્વના નિયમો વડે નિયંત્રિત થાય છે. થરમોડાઈનેમિક્સના પ્રથમ નિયમ પ્રમાણે શક્તિનો નાશ થઈ શક્તો નથી અને શક્તિનું સર્જન પણ થઈ શક્તું નથી. આમ, શક્તિનો જથ્થો અચળ છે. શક્તિનું એક સ્વરૂપમાંથી બીજા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થઈ શકે છે. બીજા નિયમ પ્રમાણે જ્યારે શક્તિનું એક સ્વરૂપમાંથી બીજા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે, ત્યારે અમુક પ્રમાણમાં તે ઉષ્માસ્વરૂપમાં વ્યય પામે છે. નિવસનતંત્રમાં શક્તિપ્રવાહ એકમાર્ગી છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દ્વારા સૂર્યશક્તિ રાસાયણશક્તિમાં રૂપાંતર પામે છે અને વનસ્પતિપેશીઓમાં સંગ્રહાય છે. ત્યાર બાદ ચયાપચયિક ક્રિયાઓ દરમિયાન તેનું ઉષ્માસ્વરૂપમાં તેમજ અન્ય સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે.

નિવસનતંત્ર માટે શક્તિની દૃષ્ટિએ નીચેના મુદ્દાઓ સમજવા આવશ્યક છે :

(1) સૂર્ય ઊર્જાનું શોષણ અને રૂપાંતર માટે ઉત્પાદકોની ક્ષમતા.

(2) ઉપભોગીઓ દ્વારા આ રસાયણ-સ્વરૂપની રૂપાંતરિત શક્તિનો ઉપયોગ.

(3) ખોરાક સ્વરૂપમાં શક્તિનો કુલ પ્રવેશ અને તેની પરિપાચનક્ષમતા.

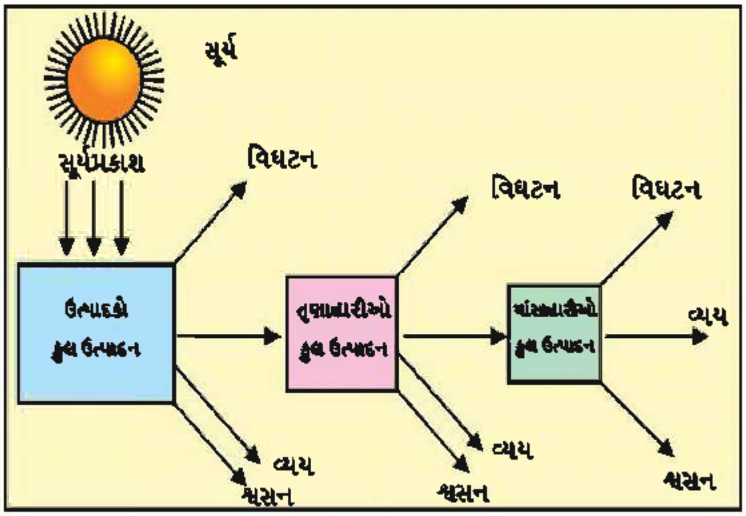
(4) શ્વસન, ઉષ્મા, ઉત્સર્જન વગેરે દ્વારા શક્તિ ગુમાવવી અને

(5) વાસ્તવિક ઉત્પાદન.

નિવસતંત્રમાં ઊર્જા સ્વીકારાય છે

પોષણશૃંખલા એ નિવસનતંત્રમાં શક્તિ અને પોષકદ્રવ્યોનું વહન કેવી રીતે થાય છે તે વર્ણવે છે. પોષણશૃંખલાના દરેક ઘટકો એક પોષક સ્તરના સ્વરૂપે હોય છે. આથી ઉત્પાદકો એ પ્રથમ પોષક સ્તરે, તૃણાહારીઓ બીજા અને માંસાહારીઓ ત્રીજા પોષક સ્તરે હોય છે.

જીવંત વિશ્વની બધી જ ક્રિયાઓમાં આ શક્તિ મદદરૂપ થાય છે. દરેક પોષક સ્તરે પ્રાપ્ય ઊર્જા ઘટતી રહે છે, કારણકે શક્તિના રૂપાંતરણ દરમિયાન ઉષ્મા ગુમાવાય છે. લીલી વનસ્પતિઓ દ્વારા મેળવાયેલ શક્તિ સૂર્ય તરફ પાછી ફરતી નથી અને તૃણાહારીઓમાંથી પસાર થયેલ તે સ્વયંપોષીઓ તરફ પાછી જતી નથી. આમ, નિવસનતંત્રમાં શક્તિનો પ્રવાહ હંમેશાં એકમાર્ગી છે.



એકમાર્ગીય શક્તિપ્રવાહ

ઉત્પાદકતા :

ચોક્કસ સમયગાળા દરમિયાન સ્વતંત્ર સજીવજાતિ, સમુદાય કે નિવસનતંત્ર દ્વારા કાર્બનિક પદાર્થોનો જથ્થો કે જૈવભારના ઉત્પાદનને ઉત્પાદકતા કહે છે.

ઉત્પાદકતાના નીચે મુજબ પ્રકારો છે :

(1) પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા : તે ઉત્પાદકો સાથે સંકળાયેલ છે કે જે સ્વયંપોષી છે. તેઓ લીલી વનસ્પતિઓ અને પ્રકાશસંશ્લેષી બૅક્ટેરિયા છે. કોઈ નિશ્ચિત વિસ્તારમાં અને ચોક્કસ સમયગાળામાં થતા ઉત્પાદનને જેન્તે નિવસનતંત્રની પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા કહે છે. તેનું માપન સામાન્ય રીતે વાર્ષિક શુષ્ક વજન (ટનમાં) પ્રતિ હેક્ટરે ગ્રામ/ મીટર^2 / વર્ષ મુજબ કરવામાં આવે છે. પ્રાથમિક ઉત્પાદકતાને ફરીથી વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

(અ) કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (Gross Primary Productivity (GPP) : નિવસનતંત્રના બધા ઉત્પાદક સજીવો દ્વારા થતા કુલ પ્રકાશસંશ્લેષણને કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા GPP કહે છે. તે હરિતદ્રવ્યના પ્રમાણ પર આધારિત છે. પ્રાથમિક ઉત્પાદકતાનો દર હરિતદ્રવ્યના જથ્થાની રીતે હરિતદ્રવ્ય/ગ્રામ, શુષ્ક વજન/એકમ ક્ષેત્રફળ અથવા પ્રકાશસંશ્લેષણની માત્રાની રીતે સ્થાપિત CO_2 નું પ્રમાણ/ ગ્રામ હરિતદ્રવ્ય/કલાકમાં માપી શકાય છે. (GPP = NPP + શ્વસનની ક્રિયાને લીધે થયેલ ઘટ).

(બ) વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (Net Primary Productivity (NPP)) : ચોક્કસ સમયગાળા દરમિયાન વનસ્પતિઓ દ્વારા શ્વસનમાં ઉપયોગ લેવાયા બાદ, વનસ્પતિપેશીઓમાં સંગ્રહાયેલ કાર્બનિક પદાર્થોનો જથ્થો એટલે કે ઉત્પાદકોના વપરાશ બાદ ઉપભોગી સજીવો માટે બાકી રહેતી પ્રાપ્ય ઊર્જાને વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (NPP) કહે છે. આ ઊર્જા વનસ્પતિના જૈવભારમાં રહેલી છે. આ જૈવભાર ઉપભોગી સજીવોના આહાર તરીકે ઉપયોગમાં આવે છે. (NPP = GPP – શ્વસનની ક્રિયાને લીધે થયેલ ઘટ).

(2) દ્વિતીય ઉત્પાદકતા : ઉપભોગીઓ (તૃણાહારીઓ)ના સ્તરે સંગ્રહાયેલ ઊર્જાના જથ્થાને દ્વિતીય ઉત્પાદકતા કહે છે. ઉત્પાદકોનો ખોરાક તરીકે ઉપભોગ કરી ઉપભોગીઓ ઊર્જા મેળવે છે. આ ઊર્જાનો ઉપયોગ કરી તેઓ શરીરની દેહપેશીઓ બનાવે છે અને તેમનો જીવનનિર્વાહ કરે છે.

(3) વાસ્તવિક ઉત્પાદકતા : વિષમપોષીઓ (ઉપભોગીઓ) દ્વારા ઉપયોગમાં ન લેવાયેલ, સંગૃહીત કાર્બનિક પદાર્થોની માત્રાને વાસ્તવિક ઉત્પાદકતા કહે છે. તે દિવસ, માસ, ઋતુ કે વર્ષના આધારે માપવામાં આવે છે.

અલગ-અલગ નિવસનતંત્રો જુદી-જુદી ઉત્પાદકતા ધરાવે છે. જંગલમાં વધુ, તૃણભૂમિમાં મધ્યમ અને રણમાં ઓછી હોય છે. જલજ વસવાટમાં ઊંડાઈ વધવા સાથે ઉત્પાદકતા ઘટે છે.

વિઘટન :

મૃત્યુ અને વિઘટન એ પૃથ્વી પરના બધા જીવોનો અગત્યનો ભાગ છે અને તે દરેક નિવસનતંત્રો માટે આવશ્યક છે. મૃત કે જટિલ પદાર્થોને તોડી સરળ સ્વરૂપોના પદાર્થોમાં રૂપાંતર થઈ જમીનમાં ભળી જવાની પ્રક્રિયાને વિઘટન કહે છે.

બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને કેટલાક કૃમિઓ એ મૃત વનસ્પતિઓ, મૃત પ્રાણીઓ અને મૃત કીટકોના દેહનું વિઘટન કરે છે. આવા બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને કૃમિઓને વિઘટકો કહે છે. જીવનનિર્વાહ અને વૃદ્ધિ પામવા વિઘટકોને ખોરાકમાં કેટલાક મૃત પદાર્થોની જરૂર પડે છે.

વિઘટકોના ખાધા પછી મુક્ત થતા અકાર્બનિક પદાર્થોના અતિ સૂક્ષ્મ ટુકડાઓ ભૂમિનો ભાગ બને છે. વનસ્પતિઓ તે પૈકી જરૂરિયાતવાળા અકાર્બનિક પદાર્થો લે છે, જેથી તેઓ વૃદ્ધિ પામી શકે. વૃદ્ધિ પામવા માટે જીવંત વનસ્પતિઓ દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતા આ અકાર્બનિક પદાર્થોને પોષકદ્રવ્યો કહે છે. લીલી વનસ્પતિઓ પોતાનો ખોરાક જાતે બનાવે છે, પરંતુ તેઓને પણ જમીનમાંથી પોષકદ્રવ્યો મેળવવાની જરૂર પડે છે. આ પોષકદ્રવ્યોની પ્રાપ્તિ માટે વિઘટકો મદદરૂપ છે.

બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને અળસિયાં નિવસનતંત્રનાં સામાન્ય વિઘટકો છે.

વિઘટનની પ્રક્રિયા :

વિઘટનની પ્રક્રિયાના ત્રણ તબક્કા છે : (1) અવખંડન (2) ધોવાણ અને (3) અપચય.

(1) અવખંડન : સૌપ્રથમ મૃતદ્રવ્યોનું મૃતભક્ષી પ્રાણીઓ ભક્ષણ કરે છે. તેઓના અન્નમાર્ગમાંથી પસાર થતાં આ દ્રવ્યોનાં કદ તથા સ્વરૂપમાં ફેરફાર થાય છે. ખોરાક ચવાય, દળાય અને ગળાય છે. આ રીતે ભાવિ વિઘટન માટે વિસ્તૃત સપાટી પ્રાપ્ત થાય છે. આ પ્રાણીઓના મળત્યાગ રૂપે આ દ્રવ્યો ભૂમિમાં ઉમેરાય છે.

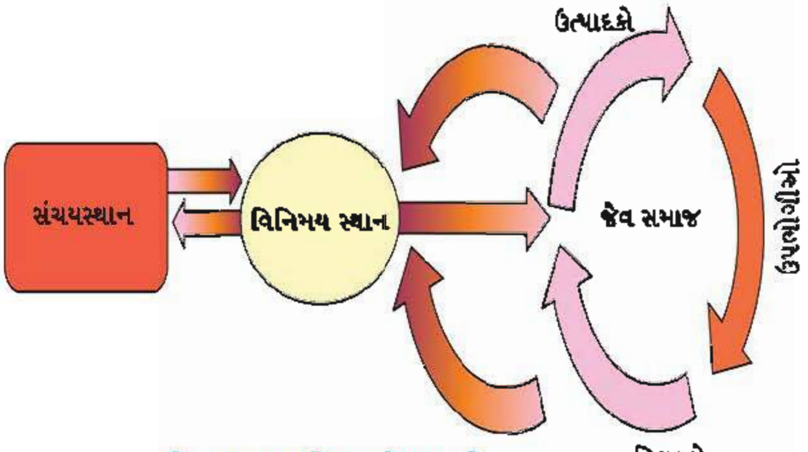
વિઘટન

(2) **ધોવાણ :** તે ભૂમિમાં પાણીની સાથે તેમાંના દ્રાવ્ય પદાર્થો ધોવાણ પામી ભૂમિના અંદરના સ્તરો તરફ વહન પામવાની ક્રિયા છે.

(3) **અપચય :** વિવિધ પ્રકારની ફૂગ તથા વિભિન્ન જીવાણુઓ દ્વારા સ્રાવ પામતા બાહ્યકોષીય ઉત્સેચકો અપચય પ્રક્રિયાઓ શરૂ કરે છે. સૌ પ્રથમ જટિલ કાર્બનિક દ્રવ્યો આયન અને ક્ષાર સ્વરૂપમાં ફેરવાય છે. ત્યાર બાદ આ દ્રવ્યો ખાતરનિર્માણ અને ખનીજીકરણની પ્રક્રિયાઓમાંથી પસાર થાય છે. ખાતરનું જ્યારે ખનીજીકરણ થાય ત્યારે આ ક્ષારો અને આયનો વનસ્પતિઓને પ્રાપ્ય સ્વરૂપમાં મુક્ત થાય છે.

જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રો

ચક્રીય માર્ગે વાતાવરણમાંથી સજીવોમાં અને સજીવોમાંથી વાતાવરણમાં રાસાયણિક તત્ત્વોના નિયમિત અને સતત રીતે થતા વહનને જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રો (Biogeochemical cycles) કહેવાય છે. અહીં બાયો-સજીવો, જીઓ - ભૂમિ, પર્વતો, પાણી વગેરે અને કેમિકલ-કાર્બન, નાઇટ્રોજન, સલ્ફર વગેરે જેવાં રાસાયણિક તત્ત્વો. પોષકદ્રવ્યો સતત ચક્રીય રીતે ફર્યા કરે છે.



જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રોના ઘટકો

જૈવ-ભૂરાસાયણિક ચક્રો બે પ્રકારનાં છે :

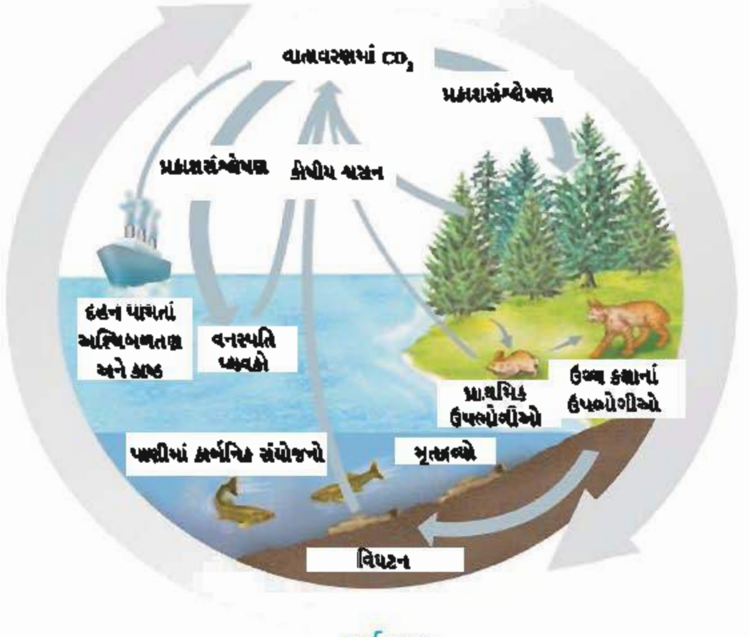
(1) **વાયુચક્ર :** કાર્બનચક્ર, નાઇટ્રોજનચક્ર, ઑક્સિજનચક્ર

(2) **અવસાદીચક્ર :** ફૉસ્ફરસચક્ર, સલ્ફરચક્ર

કાર્બનચક્ર

કાર્બનએ વાતાવરણમાં કાર્બનડાયોક્સાઇડ તરીકે હોય છે. કુદરતમાં તે ગ્રેફાઇટ અને ડાયમંડ તરીકે પણ જોવા મળે છે. કાર્બનચક્ર એ કુદરતના જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રો પૈકીના વાયુચક્રનું ઉદાહરણ છે.

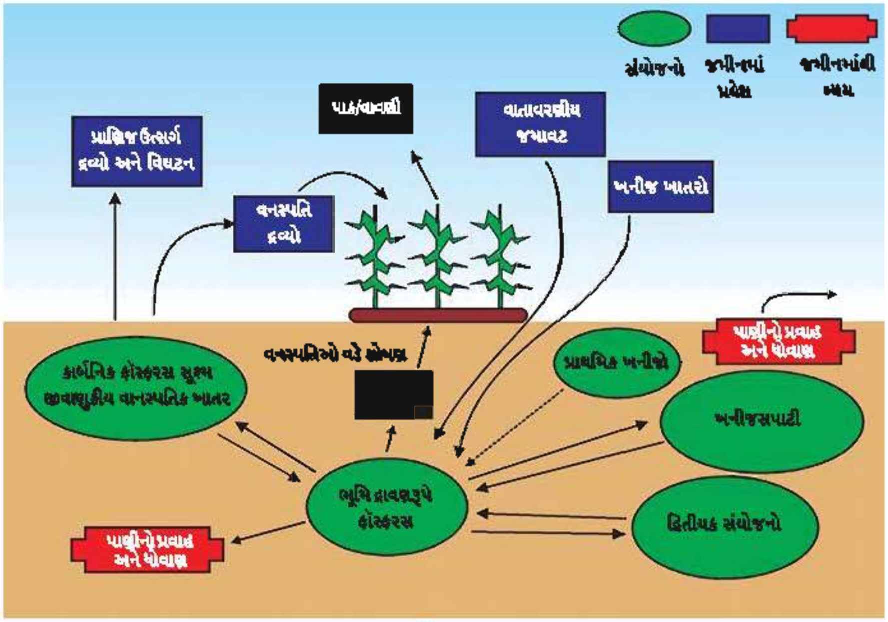
કાર્બન એ કાર્બનિક સંયોજનોનું મુખ્ય આવશ્યક તત્ત્વ છે. લીલી વનસ્પતિઓ હવામાંનો કાર્બન ડાયોક્સાઇડ મેળવી પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા દ્વારા કાર્બોહાઇડ્રેટ્સના અણુઓમાં રૂપાંતર કરી તેમાંથી કાર્બન લે છે. જ્યારે



કાર્બનચક્ર

પ્રાણીઓ એ વનસ્પતિઓ કે તેની નીપજોનો ભક્ષણ કરે છે ત્યારે કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ આ પ્રાણીઓના શરીરમાં પ્રવેશ પામે છે. શ્વસનના અંતિમ તબક્કામાં તે પ્રાણીકોષોના કણાભસૂત્રમાં હોય છે, ત્યારે કાર્બોહાઇડ્રેટ્સ તૂટી શક્તિમુક્ત થાય છે. કાર્બન ડાયોક્સાઇડ અને પાણી વધારાની નીપજ બને છે. આ કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાતાવરણમાં અને પાણી શ્વસન દરમિયાન મુક્ત થાય છે. વનસ્પતિઓ પણ શ્વસનની પ્રક્રિયા દરમિયાન કાર્બન ડાયોક્સાઇડ મુક્ત કરે છે.

કોલસા અને અશ્મિબળતણ (પેટ્રોલિયમ નીપજો)ના દહનથી પણ વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ઉમેરાય છે. આ રીતે સજીવો દ્વારા કાર્બન ડાયોક્સાઇડમાંના કાર્બનના વારંવાર ઉપયોગથી વિશાળ એવું કુદરતનું કાર્બનચક્ર ચાલ્યા કરે છે.



ફૉસ્ફરસ ચક્ર

ફૉસ્ફરસચક્ર

ફૉસ્ફરસ બધા સજીવોમાં ચાવીરૂપ છે. જૈવિકતંત્ર માટે ફૉસ્ફરસ અવસાદી આવશ્યક પોષકતત્ત્વ છે. મુખ્યત્વે અસ્થિઓ, ન્યુક્લિક ઍસિડ, કોષરસઃસ્તર, ફૉસ્ફોલિપિડ, NADP (નીકોટિનેમાઇડ એડેનાઇન ડાયન્યુક્લિઓટાઇડ ફૉસ્ફેટ) અને ATP (એડીનોસાઇન ટ્રાયફૉસ્ફેટ)ના બંધારણમાં તેની જરૂરિયાત જોઈ શકાય છે.

વિશ્વમાં ફૉસ્ફેટનું મોટું સંચયસ્થાન સામાન્યતઃ વિસ્તરિત પહાડોમાં અદ્રાવ્ય ફેરિક અને કૅલ્શિયમ ફૉસ્ફેટ છે. વરસાદ અને પ્રવાહોના વહેણ દ્વારા થતા ધોવાણથી ફૉસ્ફેટ પથ્થરોમાંથી વહન પામે છે. આના પરિણામસ્વરૂપ ફૉસ્ફરસ જમીનમાં ભળે છે, જે વનસ્પતિઓને પ્રાપ્ત થાય છે. પ્રાણીઓ વનસ્પતિઓમાંથી ફૉસ્ફરસ મેળવે છે. સજીવોના મૃત્યુ બાદ તેઓનાં અંગોમાંનો ફૉસ્ફરસ આયનો સ્વરૂપે ભૂમિમાં ઉમેરાય છે અને નિવસનતંત્રમાં તેનું ચક્રીયકરણ થાય છે. તે વનસ્પતિઓ દ્વારા ઝડપથી શોષાય છે.

મોટા ભાગનાં નિવસનતંત્રોમાં ફૉસ્ફરસની પ્રાપ્તિ સીમાંત પરિબળ છે. મૃતદેહોમાં રહેલા ફૉસ્ફરસયુક્ત કાર્બનિક સંયોજનોમાંથી કેટલાક વિશિષ્ટ બૅક્ટેરિયા ફૉસ્ફેટને વનસ્પતિ માટે પ્રાપ્ય સ્વરૂપમાં ફેરવે છે. ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓના મૂળતંત્ર પર વસતી સહજીવી ફૂગ (કવકમૂળ) ફૉસ્ફેટના શોષણમાં મદદરૂપ બને છે.

ફૉસ્ફરસનો આધુનિક સ્રોત સામાન્ય ઘરગથ્થુ કપડાં ધોવામાં વપરાતો ડિટરજન્ટ છે કે જે ગટર અથવા ગંદા પાણીના નિકાલ દ્વારા ઝરણાં, તળાવ કે નદીમુખપ્રદેશમાં મુક્ત થાય છે.

જમીનમાં રહેલો ફૉસ્ફરસ પાણીમાં ઓગળે છે, જે જળાશયોમાં વહી જાય છે. આમાંનો કેટલોક ફૉસ્ફરસ પ્લવકો દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાય છે, જે માછલીઓ દ્વારા ખવાય છે. આ માછલીઓ દરિયાઈ પક્ષીઓ દ્વારા ખવાય છે. પરંતુ મોટા ભાગનો ફૉસ્ફરસ ધોવાણ પામી સમુદ્રના તળિયે જમા થાય છે, તેનું ચક્રીયકરણ થતું નથી. દરિયામાં ધોવાણ થતો ફૉસ્ફરસ જમીનને પ્રાપ્ત થતા ફૉસ્ફરસની ઘટ કરતાં વધુ હોય છે.

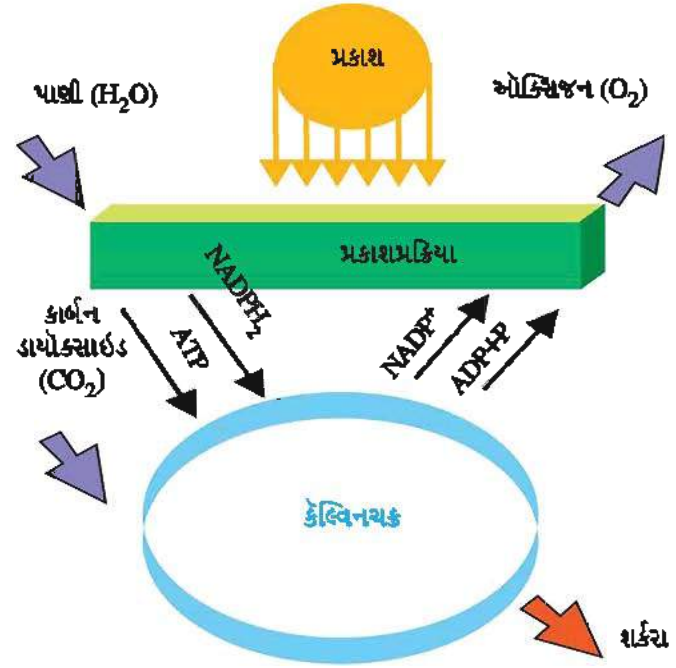
કાર્બનનું સ્થાપન

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ બંને માટે કાર્બનનું સ્થાપન મહત્ત્વનું છે. કાર્બનનું સ્થાપન એ પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું કાર્બનિક સંયોજનોમાં રૂપાંતર છે. તે મુખ્યત્વે સ્વયંપોષીઓ (ઉત્પાદકો)માં જોવા મળતી પ્રક્રિયાઓ છે, જે સામાન્ય રીતે પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા સંચાલિત છે કે જ્યાં કાર્બન ડાયોક્સાઇડ શર્કરામાં પરિવર્તિત થાય છે.

પ્રકાશસંશ્લેષી સજીવો સૂર્યપ્રકાશનો ઉપયોગ કરી શક્તિ ઉત્પન્ન કરે છે, જે કેટલાંક રાસાયણિક સંયોજનો સ્વરૂપે સંગ્રહાય છે. કેલ્વિનચક્રમાં આ શક્તિના ઉપયોગથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ શર્કરામાં રૂપાંતર પામે છે, જેને કાર્બનસ્થાપનની પ્રક્રિયા કહેવાય છે.

કેલ્વિનચક્ર કાર્બનના સ્થાપનની મુખ્ય સામાન્ય જૈવિક પદ્ધતિ છે. વનસ્પતિઓમાં, પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન ત્રણ પ્રકારે કાર્બનનું સ્થાપન થાય છે.

C_3 - વનસ્પતિઓ કે જે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડને કાર્બનિક સંયોજનોમાં સામેલ કરવા પ્રથમ તબક્કે, કેલ્વિનચક્રના ઉપયોગથી, પ્રથમ સ્થાપન તરીકે ત્રણ કાર્બનયુક્ત સંયોજનો બનાવે છે. મોટા ભાગે વનસ્પતિઓની સ્થળજ જાતિઓમાં આ સ્વરૂપે પ્રકાશસંશ્લેષણ થાય છે.



C_4 - વનસ્પતિઓમાં કેલ્વિનચક્ર એ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડમાંથી ચાર કાર્બનયુક્ત સંયોજનોમાં રૂપાંતર કરતી પ્રક્રિયાઓ સાથે સંકળાયેલ છે. C_4-વનસ્પતિઓ પર્ણની આંતરિક વિશિષ્ટ અંતઃસ્થરચના ધરાવે છે. શેરડી અને મકાઈ C_4 - વનસ્પતિઓનાં ઉદાહરણો છે.

CAM (ક્રેસ્યુલેસિયન ઍસિડ મેટાબોલિઝમ) વનસ્પતિઓ શુષ્ક પરિસ્થિતિ માટે અનુકૂલન સાધવા ક્રેસ્યુલેસિયન ઍસિડ ચયાપચયનો ઉપયોગ કરે છે. રાત્રી દરમિયાન વાયુરંધ્રો મારફતે પ્રવેશ પામેલ કાર્બન-ડાયૉક્સાઇડ દિવસ દરમિયાન જ્યારે વાયુરંધ્રો બંધ હોય છે ત્યારે કેલ્વિનચક્રમાં આ મુક્ત કાર્બનડાયૉક્સાઇડનો ઉપયોગ થઈ તે કાર્બનિક ઍસિડોમાં રૂપાંતરિત થાય છે.

પ્રદૂષણમુક્ત ઑક્સિજન

તંદુરસ્ત શરીર માટે ઑક્સિજન ખૂબ જ જરૂરી છે અને તે આપણા જીવન માટે પાયારૂપ છે. હવા આપણે શ્વાસમાં લઈએ છીએ તે ખૂબ જ આવશ્યક છે, તેના વગર આપણે ત્વરિત મૃત્યુ પામીએ. શુદ્ધ હવામાં વિવિધ વાયુઓ હોય છે તે પૈકી ઑક્સિજન આપણા માટે અત્યંત મહત્ત્વનો છે. શુદ્ધ હવા 19 % - 21 % ઑક્સિજન ધરાવે છે. પહેલાંના સમયમાં લોકો લાંબું જીવતા હતા, કારણકે એ વખતે 40 % ઑક્સિજન હતો.

આપણી બધી જ શારીરિક પ્રક્રિયાઓના સર્જન અને જાળવણીમાં જીવન-આધારકના ચાર ઘટકો આધારરૂપ છે - કાર્બોદિતો, પાણી, પ્રોટીન અને ઊર્જા (શક્તિ). ઘણા વૈજ્ઞાનિકો સંમત થયા છે કે આ ચાર ઘટકો પૈકી ખરેખર ઑક્સિજન જ મુખ્ય અને ચાવીરૂપ ઘટક છે. આપણી કુલ ચયાપચયિક શક્તિનું 80 % ઉત્પાદન ઑક્સિજન દ્વારા થાય છે.

શરીરમાં બધી ચયાપચયિક પ્રક્રિયાઓ ઑક્સિજન દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. ઑક્સિજન કે જે આપણી કીમતી જિંદગીનો આધાર છે. તેના વગર માત્ર ગણતરીની મિનિટોમાં જ અસ્તિત્વ જોખમાઈ જાય છે.

ઑક્સિજન વિશેની હકીકતો

(1) પ્રદૂષણના લીધે સમગ્ર જગતમાં ઑક્સિજનની અછત સર્જાઈ છે. અશ્મિબળતણના દહન અને CFC (ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન)થી બધે ઓઝોનસ્તરનું ભંગાણ થયું છે.

(2) આપણે દરરોજ 20,000 વખત શ્વાસ લઈએ છીએ.

(3) ઑક્સિજન દરેક તંત્રને પ્રજ્વળે છે અને રાસાયણિક ક્રિયાઓને ઉત્તેજે છે.

(4) જથ્થાની દૃષ્ટિએ, પાણીના અણુમાં 90 % ઑક્સિજનની માત્રા છે, જ્યારે માનવશરીરમાં પાણીની માત્રા 65-70 % છે.

(5) હૃદય સિવાય આપણા શરીરમાં દરેક અંગો કેન્સરગ્રસ્ત બની શકે છે, કારણ કે તેમને ઑક્સિજનનો પુરવઠો અપૂરતો મળે છે.

સારાંશ

નિવસનતંત્ર એ જૈવિક ઘટકો અને અજૈવિક ઘટકો સાથે આંતરક્રિયાતંત્ર ધરાવે છે.

વિવિધ પ્રકારનાં નિવસનતંત્રો કુદરતી અને કૃત્રિમ એમ બે કક્ષાઓમાં વિભાજિત છે : (1) કુદરતી નિવસનતંત્ર : (i) સ્થલજ - (અ) જંગલ (બ) તૃણભૂમિ (ક) રણ (ii) જલજ —(અ) મીઠા પાણીનું અસ્થગિત (વહેતા પાણીના સ્વરૂપે - ઝરણાં, વહેળા કે નદીઓ) અને સ્થગિત (સ્થિર પાણી સરોવર, તળાવ વગેર) (બ) ખારા પાણીનું (દરિયાઈ અને ખાડી કે અખાત) (2) કૃત્રિમ નિવસનતંત્ર : જેનું વ્યવસ્થાયન માનવી દ્વારા થાય છે, જ્યાં તે કુદરતી સમતુલામાં નિયમિત ખલેલ પામે છે.

નિવસનતંત્રના (1) અજૈવિક ઘટકો તરીકે (i) અકાર્બનિક પદાર્થો (ii) કાર્બનિક દ્રવ્યો (iii) પર્યાવરણીય કારકો તરીકે (અ) આબોહવાકીય કારકો (બ) ભૌમિક કારકો (2) જૈવિક ઘટકો : કોઈ પણ નિવસનતંત્રની પોષક રચના બે ઘટકો ધરાવે છે (1) સ્વયંપોષી ઘટકો. સ્વયંપોષી ઘટકોના સભ્યો ઉત્પાદકો તરીકે જાણીતા છે. (2) વિષમપોષી ઘટકો. આમાં સમાવેશિત ઘટકો ઉપભોગીઓ તરીકે જાણીતા છે. ઉપભોગીઓને ફરીથી વિભાજિત કરવામાં આવે છે. (અ) મહાભક્ષકો : તેઓ તૃણાહારીઓ, માંસાહારીઓ અને મિશ્રાહારીઓ છે. (બ) સૂક્ષ્મ ભક્ષકો : તેઓ વિઘટકો કે મૃતભક્ષીઓ તરીકે જાણીતા છે.

દરેક નિવસનતંત્ર બે મહત્ત્વનાં કાર્યો ધરાવે છે : (1) શક્તિપ્રવાહ અને (2) દ્રવ્યોનું જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રીયકરણ.

ઉત્પાદકો દ્વારા તૈયાર થયેલ ખોરાકરૂપી શક્તિ અન્ય સજીવો (તૃણાહારીઓ → માંસાહારીઓ → વિઘટકો)ની શ્રેણીઓ દ્વારા થતા વહનની ગોઠવણીને પોષણશૃંખલા કહે છે. પોષણશૃંખલા બે પ્રકારની છે : (1) ચરણ આહારશૃંખલા અને (2) મૃતદ્રવ્ય આહારશૃંખલા. પોષણશૃંખલાઓ સ્વતંત્ર ન રહેતાં બીજા નિવસનતંત્રની આહારશૃંખલાઓ સાથે સંકળાયેલી છે. આ રીતે, ખોરાક માટે પ્રાણીઓના એકબીજા પર આધારિત આંતરસંબંધો એક જાળસ્વરૂપમાં હોય છે, તેને પોષણજાળ કહે છે.

નિવસનતંત્રની પોષક રચના એ એક પ્રકારની ઉત્પાદકો અને ઉપભોગીઓની ગોઠવણી છે, કે જ્યાં દરેક ખોરાકસ્તરને પોષણસ્તર કહેવાય છે. પરિસ્થિતિકીય પિરામિડના ત્રણ સામાન્ય પ્રકારો છે : (1) સંખ્યાના પિરામિડ (2) જૈવભારના પિરામિડ અને (3) શક્તિના પિરામિડ.

ઊર્જા કાર્ય કરવાની ક્ષમતા છે. દરેક પોષક સ્તરે પ્રાપ્ય ઊર્જા ઘટતી રહે છે કારણ કે શક્તિના રૂપાંતરણ દરમિયાન ઉષ્મા ગુમાવાય છે. લીલી વનસ્પતિઓ દ્વારા મેળવાયેલ શક્તિ સૂર્ય તરફ પાછી ફરતી નથી અને તૃણાહારીઓમાંથી પસાર થયેલ તે સ્વયંપોષીઓ તરફ પાછી જતી નથી. આમ, નિવસનતંત્રમાં શક્તિનો પ્રવાહ હંમેશા એકમાર્ગી છે.

ચોક્કસ સમયગાળા દરમિયાન સ્વતંત્ર સજીવ, જાતિ, સમાજ કે નિવસનતંત્ર દ્વારા કાર્બનિક પદાર્થોનો જથ્થો કે જૈવભારના ઉત્પાદનને ઉત્પાદકતા કહે છે. ઉત્પાદકતાના નીચે મુજબના પ્રકારો છે : (1) પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા (અ) કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા - (બ) વાસ્તવિક પ્રાથમિક ઉત્પાદકતા - (2) દ્વિતીય ઉત્પાદકતા (3) વાસ્તવિક ઉત્પાદકતા - અલગ-અલગ નિવસનતંત્રો જુદી-જુદી ઉત્પાદકતા ધરાવે છે. તે જંગલમાં વધુ, તૃણભૂમિમાં મધ્યમ અને રણમાં ઓછી હોય છે. જલજ વસવાટમાં ઊંડાઈ વધવા સાથે ઉત્પાદકતા ઘટે છે.

મૃત્યુ અને વિઘટન એ પૃથ્વી પરના બધા સજીવોનો અગત્યનો ભાગ છે અને તે દરેક નિવસનતંત્રો માટે આવશ્યક છે. મૃત કે જટિલ પદાર્થોને તોડી સરળ સ્વરૂપોના પદાર્થોમાં રૂપાંતર થઈ જમીનમાં ભળી જવાની પ્રક્રિયાને વિઘટન કહે છે. બૅક્ટેરિયા, ફૂગ અને અળસિયાં નિવસનતંત્રમાં સામાન્ય વિઘટકો છે. વિઘટનની પ્રક્રિયાના ત્રણ તબક્કા છે : (1) અવખંડન (2) ધોવાણ અને (3) અપચય.

ચક્રીય માર્ગે વાતાવરણમાંથી સજીવોમાં અને સજીવોમાંથી વાતાવરણમાં રાસાયણિક તત્ત્વોના નિયમિત અને સતત રીતે થતા વહનને જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રો કહેવાય છે. જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રો બે પ્રકારનાં છે : (1) વાયુચક્ર - કાર્બનચક્ર, નાઇટ્રોજનચક્ર, ઑક્સિજનચક્ર (2) અવસાદી ચક્ર - ફૉસ્ફરસચક્ર, સલ્ફરચક્ર.

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ બંને માટે કાર્બનનું સ્થાપન મહત્ત્વનું છે. કાર્બનનું સ્થાપન એ પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું કાર્બનિક સંયોજનોમાં રૂપાંતર છે. તે મુખ્યત્વે સ્વયંપોષીઓ (ઉત્પાદકો)માં જોવા મળતી પ્રક્રિયાઓ છે, જે સામાન્ય રીતે પ્રકાશસંશ્લેષણ દ્વારા સંચાલિત થાય છે કે જ્યાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ શર્કરામાં પરિવર્તિત થાય છે.

તંદુરસ્ત શરીર માટે ઑક્સિજન ખૂબ જ જરૂરી છે અને તે આપણા જીવન માટે પાયારૂપ છે. શરીરમાં બધી ચયાપચયિક પ્રક્રિયાઓ ઑક્સિજન દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે. ઑક્સિજન કે જે આપણી કીમતી જિંદગીનો આધાર છે, તેના વગર માત્ર ગણતરીની મિનિટોમાં જ અસ્તિત્વ જોખમાઈ જાય છે. પ્રદૂષણના કારણે ઑક્સિજનની ઊણપ સર્જાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) નિવસનતંત્રના અજૈવિક ઘટકો છે...

(અ) બૅક્ટેરિયા ◯ (બ) અકાર્બનિક પદાર્થો ◯

(ક) લીલ ◯ (ડ) ફૂગ ◯

(2) ઉત્પાદકો છે...

(અ) વિષમપોષી ◯ (બ) મૃતપોષી ◯

(ક) સ્વયંપોષી ◯ (ડ) એક પણ નહીં ◯

(3) ઉપભોગીઓ છે...

(અ) સ્વયંપોષી ◯ (બ) વિષમપોષી ◯

(ક) મૃતપોષી ◯ (ડ) એક પણ નહિ ◯

(4) શક્તિનો પિરામિડ હંમેશાં હોય છે.

(અ) ઊંધો ◯ (બ) ત્રાંસો ◯ (ક) સીધો ◯ (ડ) એક પણ નહીં ◯

(5) નિવસનતંત્રમાં શક્તિનો મુખ્ય સ્રોત શું છે ?

(અ) જમીન ◯ (બ) હવા ◯ (ક) પાણી ◯ (ડ) સૂર્ય ◯

(6) સ્થળજ નિવસનતંત્રમાં પ્રથમ પોષકસ્તરના સજીવોનાં નામ...

(અ) વિઘટકો ◯ (બ) તૃણાહારીઓ ◯

(ક) માંસાહારીઓ ◯ (ડ) ઉત્પાદકો ◯

(7) પ્રથમ ક્રમના ઉપભોગીઓ કયા સજીવો છે ?

(અ) વિઘટક સજીવો ◯ (બ) તૃણાહારી સજીવો ◯

(ક) માંસાહારી સજીવો ◯ (ડ) ઉત્પાદક સજીવો ◯

(8) શક્તિનો પ્રવાહ હંમેશાં...

(અ) એકમાર્ગી ◯ (બ) દ્વિમાર્ગી ◯

(ક) બહુમાર્ગી ◯ (ડ) ત્રિમાર્ગી ◯

(9) કયું ચક્ર કાર્બનસ્થાપનની સામાન્ય જૈવિક પદ્ધતિ છે ?

(અ) વાયુચક્ર ◯ (બ) કેલ્વિનચક્ર ◯

(ક) નાઇટ્રોજનચક્ર ◯ (ડ) જલચક્ર ◯

(10) નિવસનતંત્રમાં કયું ચક્ર અવસાદી ચક્ર છે ?

(અ) હાઇડ્રોજનચક્ર ◯ (બ) ઑક્સિજનચક્ર ◯

(ક) ફૉસ્ફરસચક્ર ◯ (ડ) નાઇટ્રોજનચક્ર ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ લખો :

(1) નિવસનતંત્ર એટલે શું ?

(2) કયા સજીવો વિઘટકો તરીકે ઓળખાય છે ?

(3) ચક્રીય આહારશૃંખલા ક્યાંથી શરૂ થાય છે ?

(4) વિઘટન તબક્કાઓનાં નામ આપો.

(5) પ્રાથમિક ઉત્પાદકતાના પ્રકારો જણાવો.

(6) નિવસનતંત્રમાં શક્તિવહનનો માર્ગ જણાવો.

(7) જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્રના પ્રકારો જણાવો.

(8) પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન કાર્બન સ્થાપનના ત્રણ પ્રકારો જણાવો.

3. વ્યાખ્યા લખો :

(1) કુલ પ્રાથમિક ઉત્પાદન (2) દ્વિતીય ઉત્પાદકતા (3) નિવસનતંત્ર

(4) વિઘટન (5) આહારશૃંખલા (6) આહારજાળ

(7) પોષકસ્તર (8) પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ (9) જૈવ-ભૂ-રાસાયણિક ચક્ર

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) નિવસનતંત્રના પ્રકારો જણાવો. (2) પોષણશૃંખલાના પ્રકારો વર્ણવો.

(3) નિવસનતંત્રની રચના જણાવો. (4) નિવસનતંત્રનાં મહત્ત્વનાં કાર્યો જણાવો.

(5) પરિસ્થિતિકીય પિરામિડ વર્ણવો. (6) સજીવોમાં ફૉસ્ફરસનો ફાળો જણાવો.

(7) વિઘટનની પ્રક્રિયા વર્ણવો. (8) કુદરતમાં ફૉસ્ફરસના સ્રોત જણાવો.

5. ટૂંક નોંધ લખો :

(1) ઉપભોગી સજીવો (2) પરિસ્થિતિકીય પિરામિડો (3) ઉત્પાદકતાના પ્રકાર

(4) કાર્બનચક્ર (5) ફૉસ્ફરસચક્ર (6) વિઘટન

(7) કાર્બન-ફિક્સેશન (8) પ્રદૂષણમુક્ત ઑક્સિજન (9) શક્તિપ્રવાહ

6. માત્ર આકૃતિ દોરો :

(1) એકમાર્ગીય શક્તિપ્રવાહ (2) પોષકસ્તરો

(3) કેલ્વિનચક્રનો માર્ગ (4) કાર્બનચક્ર

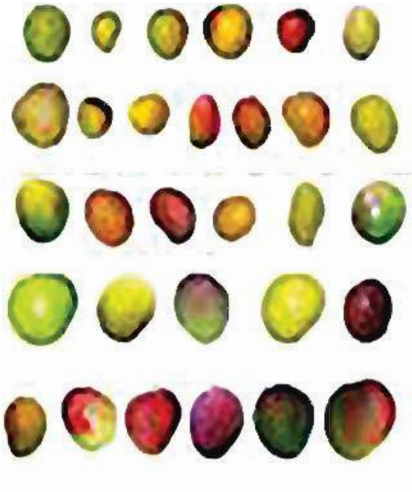
જૈવવિવિધતા અને તેનું સંરક્ષણ

આપણા સમગ્ર જીવાવરણમાં અસંખ્ય પ્રકારના સૂક્ષ્મ જીવાણુ, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ વસે છે. આપણે તેમને વિભિન્ન પ્રદેશોમાં જોઈ શકીએ છીએ. તમે એ પણ જાણો છો કે બધા જ સજીવો બધે જોવા મળતા નથી. તેઓમાં આકાર, કદ, પ્રમાણ, રંગ, જીવનચક્ર અને બીજી અનેક બાબતોમાં વિવિધતા જોવા મળે છે. દા.ત., તમે અભ્યાસ કર્યો છે કે સિકવોયા સેમ્પરવીરેન્સ (અનાવૃત બીજધારી) એ 400 ફૂટ અને યુકેલિપ્ટ્સ (આવૃત બીજધારી) 100 મીટર ઊંચાઈ ધરાવે છે, જેઓ ખૂબ જ ઊંચાં વૃક્ષો છે. જ્યારે ઝેમીઆ પિગ્મીઆ (અનાવૃત બીજધારી) અને વુલ્ફીઆ ગ્લોબોસા (આવૃત બીજધારી) એ નાનામાં નાની વનસ્પતિઓ છે. જીવાણુ (બેક્ટેરિયા) અને યીસ્ટ અતિ સૂક્ષ્મ છે. વ્હેલ અને ડોલ્ફિન ખૂબ જ વિશાળ કદનાં જલીય સસ્તનો અને હાથી એ ભૂમીય નિવાસસ્થાન ધરાવે છે. જ્યારે અમીબા, યુગ્લિના એ અતિ સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓ છે. પ્લાઝ્મોડિયમ એ પરોપજીવી પ્રકારનું જીવન ધરાવે છે. આ બધાં ઉદાહરણો પરથી નક્કી થાય છે કે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ અને સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ ખૂબ જ જુદાપણું દર્શાવે છે. આપણને આશ્ચર્ય થશે કે 20,000થી વધારે જાતિઓની કીડીઓ, 300,000 જંતુઓની જાતિઓ, 28,000 માછલીની જાતિઓ અને 20,000 જાતિઓના ઑર્કિડ જોવા મળે છે. છેલ્લી 2 થી 3 સદીઓથી મનુષ્ય તેમની ઓળખ નિર્ધારિત કરતો આવ્યો છે. સામ્ય અને ભિન્નતાને આધારે આપણે તેઓની ઓળખ અને વર્ગીકરણ કરીએ છીએ. ઉપરાંત એક જ જાતિના સજીવો વચ્ચે પણ ભેદ જોવા મળે છે.

(a) સિકવોયા સેમ્પરવીરેન્સ (b) વુલ્ફીઆ ગ્લોબોસા તળાવમાં (c) વુલ્ફીઆ ગ્લોબોસા આંગળી પર

વનસ્પતિઓના કદમાં જોવા મળતી વિવિધતા

આવી ભિન્નતાઓ શાને લીધે જોવા મળે છે ? જેના માટે આપણે જનીનિક સ્તરે, જાતિ-વેરાયટી અને વિવિધ પ્રકારના નિવસનતંત્રનો અભ્યાસ કરવો પડે. જેમાં જનીન-વિવિધતા, જાતિવિવિધતા એ જ પ્રમાણે નિવસનતંત્રીય વિવિધતાનો સમાવેશ થાય છે. જૈવવિવિધતાના આ સ્તરો (Levels of Biodiversity) હવે આપણે જોઈએ.



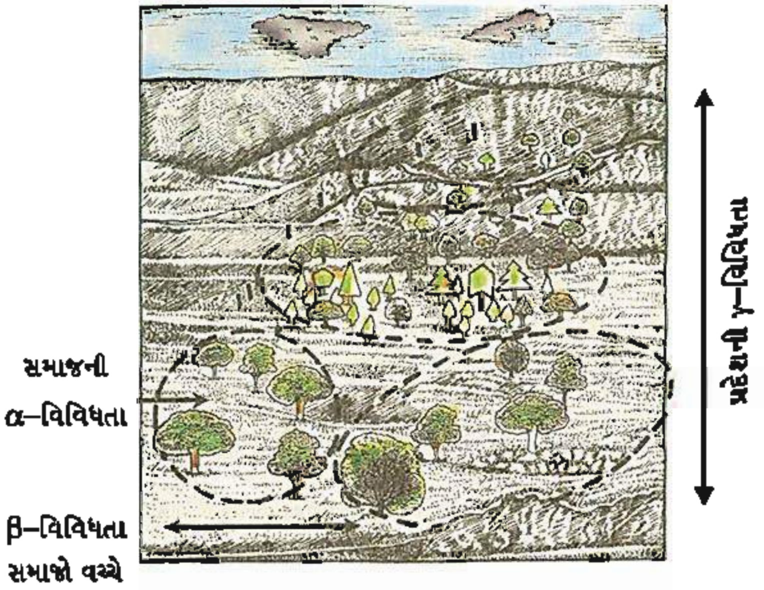
કેરીમાં જોવા મળતી જનીનિક વિવિધતા

(1) જનીન-વિવિધતા (Genetic Diversity) : દરેક જાતિના સજીવો જનીનદ્રવ્ય ધરાવે છે, જે DNAના બનેલાં છે. દરેક જાતિના સજીવોમાં જનીનોની સંખ્યા અને તેમના પ્રકાર નિર્ધારિત હોય છે. ભારત અદ્વિતીય સમૃદ્ધ જનીન-વિવિધતા ધરાવે છે. ભારતમાં ચોખા 50,000થી વધારે જનીનિક વૈવિધ્ય ધરાવતી જાતિઓ અને કેરીની 1000 વેરાયટી ધરાવે છે.

કોઈ એક જાતિના સજીવોના જનીનોના બંધારણમાં રહેલા ફેરફારોને તે જાતિની જનીન-વિવિધતા કહે છે. કોઈ એક જનીનના વિવિધ વિકલ્પી પ્રકારો હોય છે. જનીન-વિવિધતા એ વસતિની કુલ આનુવંશિક જનીન વિવિધતા નક્કી કરે છે. વસતિ એ એક જ જાતિના બધા સજીવોનું જૂથ છે. વસતિના બધાં જ જનીનોને જનીનપૂલ (Gene pool) કહે છે. આ જનીન-વિવિધતાને કારણે જ ઉદ્‌વિકાસની પ્રક્રિયામાં નૈસર્ગિક પસંદગીની તક રહે છે. જનીન-વિવિધતા નવી જાતિના નિર્માણ માટેનો આધાર છે.

(2) જાતિ-વિવિધતા (Species diversity) : કોઈ પણ વિસ્તારમાં વસતી વિવિધ જાતિઓ દ્વારા તે વિસ્તારની જાતિ વિવિધતા નક્કી થાય છે. જેટલી જાતિઓ વધુ તેટલું વૈવિધ્ય વધું. દા.ત., એક અભયારણ્યમાં 457 વનસ્પતિજાતિઓ, 140 પક્ષીઓની જાતિઓ, 40 સસ્તનની જાતિઓ, 30 સરિસૃપની જાતિઓ અને 210 સંધિપાદની જાતિઓ છે. આમ, આ અભયારણ્યની 877 જાતિ-વિવિધતા છે એમ કહી શકાય. બીજા ઉદાહરણ તરીકે કહી શકાય કે પૂર્વઘાટ કરતાં પશ્ચિમઘાટ ઉભયજીવી જાતિઓમાં વધુ જાતિ-વિવિધતા ધરાવે છે.

જાતિ-વિવિધતા તે પ્રદેશની જનીનવિવિધતા પણ વધારે છે. તે નિવસનતંત્રનાં સામાન્ય કાર્યો અને સ્થાયીપણા માટે જવાબદાર છે. જાતિ-વિવિધતાનું સરળ માપન જે-તે વિસ્તારમાં વસતી જાતિઓની સંખ્યા દ્વારા થઈ શકે. જેમ વિસ્તાર મોટો થતો જાય તેમ ત્યાંની જાતિઓની સંખ્યા વધતી જાય. બધી જાતિના સજીવોની હાજરી સાથે-સાથે જે-તે જાતિના સજીવોની સંખ્યાને પણ ધ્યાનમાં લઈ શકાય. કેટલીક જાતિના સજીવો વધુ તો કેટલીકના ઓછા હોય.



α, β, γ-વિવિધતા

આર. એચ. વ્હિટેકરે (1965) ત્રણ પ્રકારની જાતિ-વિવિધતાનું સૂચન કર્યું છે :

(1) α-વિવિધતા (2) β-વિવિધતા (3) γ-વિવિધતા

α-વિવિધતા (આલ્ફા-વિવિધતા) : જે તે નિવાસસ્થાનમાં જોવા મળતી વિવિધ જાતિઓની સાપેક્ષ સમૃદ્ધિ દર્શાવે છે. દા.ત., સમાજમાં જોવા મળતી પ્રત્યેક અને વિવિધ જાતિઓની ટકાવારી

β-વિવિધતા (બીટા-વિવિધતા) : સમાજના એક નિવાસસ્થાન ઢોળાંશથી બીજા નિવાસસ્થાન ઢોળાંશમાં જુદી-જુદી જાતિઓની સાપેક્ષ સમૃદ્ધિ એટલે β- વિવિધતા. દા.ત. એક જ તૃણવિસ્તારના તળાવનાં પક્ષીઓ અને કૃષિવિસ્તારનાં પક્ષીઓ.

γ-વિવિધતા (ગામા-વિવિધતા) : વિશાળ ભૌગોલિક વિસ્તારનાં જુદાં-જુદાં નિવાસસ્થાનોમાં પથરાયેલી વિવિધ જાતિઓની સમૃદ્ધિને γ-વિવિધતા કહે છે. દરિયા, સરોવર, તળાવ, પહાડો, જંગલો વગેરેની જૈવવિવિધતા એ γ-વિવિધતાનાં ઉદાહરણો છે.

(3) નિવસનતંત્રીય વિવિધતા (Ecosystem Diversity) : ભૌગોલિક વિસ્તારોમાં આવેલા જુદાં-જુદાં નિવસનતંત્રોમાં રહેલી જાતિસમૃદ્ધિની ભિન્નતાને નિવસનતંત્રીય વિવિધતા કહે છે. તે વનસ્પતિઓ, પ્રાણીઓ અને પર્યાવરણીય ઘટકોમાં વિવિધતા દર્શાવે છે. તેઓ એકબીજા સાથે આંતરપ્રક્રિયા કરે છે. પ્રત્યેક અને વિવિધ નિવસનતંત્રો ચોક્કસ પર્યાવરણીય પરિસ્થિતિમાં સ્થાપિત થયેલાં હોય છે અને તેમાં ચોક્કસ પ્રકારની જ વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ જ વૃદ્ધિ પામતા હોય છે. આથી જાતિવિવિધતા નિવસનતંત્રે-નિવસનતંત્રે બદલાતા જાય છે. નિવસનતંત્રમાંના જૈવસમાજમાં જેટલી વિવિધતા વધુ તેટલી તેની કાર્યક્ષમતા, ઉત્પાદકતા અને સ્થાયીપણું વધું.

વિવિધ પ્રકારની જૈવવિવિધતાનું વર્ણન કરવા માટે જુદી-જુદી વર્ગીકરણપદ્ધતિઓ અમલમાં આવેલી છે. નીચેના ટેબલમાં આ બંધારણની માહિતી સારાંશરૂપે આપેલી છે.

જૈવવિવિધતાનું બંધારણ

જનીનિક વિવિધતા	બંધારણીય (જાતિ) વિવિધતા	પરિસ્થિતિકીય વિવિધતા
↓	↓	↓
વસતિઓ	સૃષ્ટિ	જૈવપ્રદેશો
↓	↓	↓
વ્યક્તિગત જાતિઓ	સમુદાયો	નિવસનતંત્રો
↓	↓	↓
રંગસૂત્રો	કુળો	નિવાસસ્થાનો
↓	↓	↓
જનીનો	પ્રજાતિ	જીવનપદ્ધતિઓ
↓	↓	↓
ન્યુક્લિઓટાઇડ્સ	જાતિઓ	વસતિ
	↓	
	ઉપજાતિઓ	
	↓	
	જાત	

ઉપરની ચર્ચા ઉપરથી જૈવ વિવિધતાની વ્યાખ્યા સરળતાથી આપી શકાય. કોઈ પણ વિસ્તારમાં સૂક્ષ્મ જીવો, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓની વિવિધતાને તે વિસ્તારની જૈવવિવિધતા કહે છે. તે પ્રકૃતિની વિવિધતાનો દરજ્જો (કક્ષા) દર્શાવે છે. તે જે- તે પ્રદેશની જનીનો, જાતિઓ અને નિવસનતંત્રની કુલ સમગ્રતા (સંપૂર્ણતા) પણ દર્શાવે છે. આથી તેને એ રીતે પણ વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે જૈવવિવિધતા એટલે જીવોની વિવિધતા અને વૈવિધ્યપણું.

આપણી જીવનશૈલીના દરેક પ્રસંગે તેમજ આપણી આર્થિક ઉપયોગિતા અને વિકાસમાં જૈવવિવિધતાનો ફાળો છે. પ્રત્યેક અને વિવિધ સજીવો એકબીજા માટે કુદરતમાં આર્થિકતાના સંદર્ભમાં સીધા ઉપયોગી છે. પ્રશ્ન એ ઉત્પન્ન થાય છે કે આપણે શા માટે જૈવવિવિધતાનું જ્ઞાન મેળવવું જોઈએ ? તેનો ઉકેલ નીચે મુજબ છે.

જૈવવિવિધતાના હેતુઓ

- જૈવવિવિધતાના જ્ઞાન દ્વારા વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓનો વર્ગીકરણીય અભ્યાસ થઈ શકે છે.
- તત્કાલીન ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો-હોટસ્પોટ (Hot Spot)ની ઓળખ કરી શકાય છે.
- નિવસનતંત્રનો અભ્યાસ કરી શકાય છે.
- જૈવભૌગોલિક વિસ્તારોનો અભ્યાસ કરી શકાય છે.

- સંરક્ષણ અંગેના કાર્યક્રમની દરખાસ્ત કરી શકાય.
- સંપત્તિની ગુણવત્તા સુધારી શકાય.
- વૈશ્વિક નીતિવિષયક બાબતોની જાળવણી કરી શકાય.

આપણે હંમેશાં એ વિચારીએ છીએ કે આપણે લાભ માટે પ્રકૃતિમાંથી ઉપાર્જન કરીએ છીએ. ગાંધીજીએ લખ્યું હતું કે પ્રકૃતિ એ મનુષ્યની જરૂરિયાતો સંતોષવા માટે ક્ષમતા ધરાવે છે, પરંતુ તે માટે આપણે લાલસા રાખવી જોઈએ નહીં.

જૈવવિવિધતાની ભાત (Patterns of Biodiversity)

અક્ષાંશીય ઢોળાંશ : સમગ્ર વિશ્વના દરેક ભાગમાં વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓની વિવિધતા એકસરખી હોતી નથી, પરંતુ અસમાન વિતરણ દર્શાવે છે. સામાન્ય રીતે ધ્રુવપ્રદેશથી વિષુવવૃત્ત તરફ જઈએ તેમતેમ જૈવવિવિધતા વધતી જાય છે. (ઉષ્ણકટિબંધમાં અક્ષાંશની શૃંખલા - 23.5^0 ઉત્તરથી 23.5^0 દક્ષિણ સુધી). આથી ઊંચા અક્ષાંશ કરતાં નીચા અક્ષાંશમાં વધુ જાતિઓ જોવા મળે છે. તેને જાતિ-વિવિધતા માટેનો અક્ષાંશીય ઢોળાંશ કહે છે. દા.ત., વિષુવવૃત નજીક કોલમ્બિયામાં પક્ષીઓની 1400 જાતિઓ જોવા મળે છે, જ્યારે ન્યુયૉર્કમાં 41^0 N (નૉર્થ) એ 105 જાતિઓ અને ગ્રીનલેન્ડમાં 71^0 N એ માત્ર 56 જાતિઓ જોવા મળે છે. ભારતમાં ઉષ્ણકટિબંધમાં વધુ જમીનવિસ્તાર છે. જેમાં પક્ષીઓની 1200 જાતિઓ જોવા મળે છે. સમશીતોષ્ણ કટિબંધના USAના મધ્ય પશ્ચિમ વિસ્તારના જંગલવિસ્તારમાં જોવા મળતી જાતિઓ કરતાં 10 ગણી વધારે વાહક પેશીધારી જાતિઓની સંખ્યા ઉષ્ણકટિબંધના એટલા જ પ્રમાણમાં આવેલા જંગલવિસ્તારો જેવા કે ઇક્વાડોર (Equdar)માં મળે છે. દક્ષિણ અમેરિકામાં આવેલા ઉષ્ણકટિબંધીય એમેઝોન વર્ષાજંગલો પૃથ્વી ઉપરની વિખ્યાત જૈવવિવિધતા ધરાવે છે. જેમાં વનસ્પતિઓની 40,000થી વધુ જાતિઓ, 3000 મત્સ્ય, 1300 પક્ષીઓ, 427 સસ્તનો, 427 ઉભયજીવીઓ, 378 સરીસૃપ અને 1,25,000 અપૃષ્ઠવંશી ધરાવે છે. વૈજ્ઞાનિકોના અંદાજ પ્રમાણે આ વર્ષાકીય જંગલોમાં ઓછામાં ઓછી વીસ લાખ કીટકોની જાતિઓ શોધવાનું અને તેનું નામકરણ કરવાનું બાકી છે.

પ્રદેશોમાં ઊંચી જૈવવિવિધતા

પરિસ્થિતિવિદો અને ઉદ્‌વિકાસીય જીવવિજ્ઞાનીઓએ ઉષ્ણકટિબંધમાં ઊંચી જૈવ વિવિધતા હોવા માટે વિવિધ સિદ્ધાંતો રજૂ કર્યા. જે પૈકીના કેટલાકમાં -

(a) જાતિનિર્માણ સ્પેશિયેશન : જાતિનિર્માણ એટલે ઉદ્‌વિકાસને પરિણામે નવી અને નિયત જાતિનું નિર્માણ. આ પ્રક્રિયાનો સમયગાળો લાંબો છે.

ઉષ્ણકટિબંધના વિસ્તારો વર્ષો સુધી પ્રમાણમાં કોઈ પણ જાતની કનડગત વગરના રહ્યા હતા. તેનાથી વિપરીત ભૂતકાળમાં સમશીતોષણ કટિબંધમાં ભૂતકાળમાં બરફવર્ષા વધુ પ્રમાણમાં હતી અને તેથી લાંબા ઉદ્‌વિકાસીય સમયગાળાને લીધે જાતિઓમાં વિવિધતા જોવા મળતી હતી.

(b) પર્યાવરણીય અસર ઉષ્ણકટિબંધનું પર્યાવરણ, સમશીતોષ્ણ કટિબંધથી વિપરીત, ઓછા પ્રમાણમાં ઋતુકીય, પ્રમાણમાં વધુ સતત અને આગાહીક્ષમ (ભવિષ્ય ભાખી શકાય તેવું) છે. આ પ્રકારનું સતત પર્યાવરણ જીવનપદ્ધતિની વિશેષજ્ઞતા પ્રાપ્ત કરવાની પદ્ધતિને ઉત્તેજન આપે છે અને તેને પરિણામે વધુ જાતિ-વિવિધતા જોવા મળે છે. (ક) જાતિ-ઊર્જા સિદ્ધાંત : ઉષ્ણકટિબંધમાં વધુ સૂર્ય ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે જે ઊંચી ઉત્પાદકતામાં ફાળો આપે છે, જે પરોક્ષ રીતે ઊંચી વિવિધતા પ્રાપ્ત કરવામાં પરિણમે છે.

(c) જાતિવિસ્તાર સંબંધો : જાતિવિસ્તાર સંબંધો એ નિવાસસ્થાનનો વિસ્તાર અથવા નિવાસસ્થાનનો ભાગ અને એ વિસ્તારમાં જોવા મળતી જાતિઓની સંખ્યા વચ્ચે સંબંધ ધરાવે છે. જર્મન પ્રકૃતિવિદ્ અને ભૂગોળશાસ્ત્રી ઍલેક્ઝાન્ડર વૉર્ન હમબોલ્ટના મત પ્રમાણે અમુક મર્યાદા સુધી જેમજેમ ભૌગોલિક વિસ્તાર વધતો જાય તેમ તેમ જાતિઓની સંખ્યા વધતી જાય છે. આમ છતાં જાતિ સમૃદ્ધિ અને વિવિધ સમૂહોની વેરાયટી (આવૃત બીજધારી વનસ્પતિઓ, પક્ષીઓ, ચામાચીડિયા, મીઠા પાણીના મત્સ્ય) માટેનો વિસ્તાર વચ્ચેના સંબંધો કાટકોણ વળાંકમાં પુરવાર થયા છે.

જૈવવિવિધતાનું મહત્ત્વ (Importance of Biodiversity)

જૈવવિવિધતા મનુષ્ય માટે જુદી-જુદી રીતે ઉપયોગી છે. આ ઉપયોગો સીધા કે પરોક્ષ હોય છે, જે નીચે મુજબ વર્ણવી શકાય :

(1) ખોરાક : જૈવવિવિધતા મનુષ્ય અને તેનાં પાલતુ પ્રાણીઓ માટે ખોરાક પૂરો પાડે છે. પ્રાણીઓ વનસ્પતિનો ખોરાક તરીકે ઉપભોગ કરે છે, જે જૈવવિવિધતાનું ઉપભોગી મૂલ્ય છે. ચોખા, ઘઉં, મકાઈ, ધાન્યો, શાકભાજી, ફળો, દૂધ, ઈંડાં, માંસ, મત્સ્ય વગેરે આપણને આ મૂલ્યવાન જૈવવિવિધતા પૂરી પાડે છે.

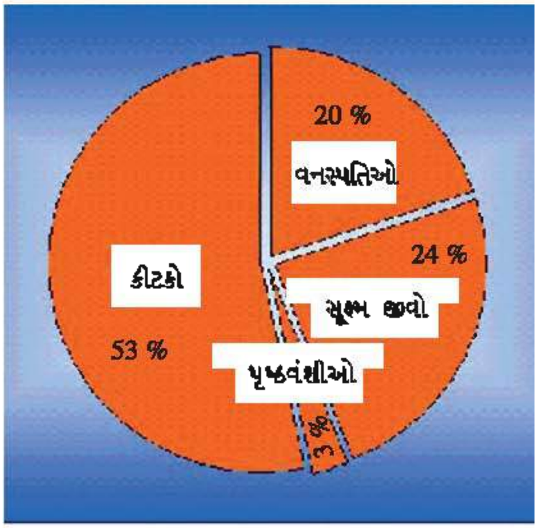
(2) ફળદ્રુપ ઉપયોગી મૂલ્ય : જૈવવિવિધતાની બજારમાં મળતી વસ્તુઓ ઉત્પાદક ઉપયોગી મૂલ્ય પુરવાર થાય છે. દા.ત., ઈમારતી લાકડું, ખેતીવાડીની પેદાશો, જલીય ખોરાક જેવા કે મત્સ્ય, પશુપાલનની પેદાશો જેવી કે દૂધ, ઈંડાં અને માંસ, રેશમ, મોતી, ઔષધો, કપાસ, કાગળ, જંતુનાશકો (જેમકે લીમડાનું વૃક્ષ). સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ દ્વારા પ્રતિજીવક દ્રવ્યનું સંશ્લેષણ થાય છે. દા.ત., ફૂગમાંથી પેનિસિલીન મળે છે.

(3) કલાત્મક મૂલ્ય અને સાંસ્કૃતિક લાભ : જૈવવિવિધતા ખૂબ જ કલાત્મક મૂલ્ય ધરાવે છે. તેનાં ઉદાહરણો જેમ કે પર્યાવરણીય પ્રવાસ, પક્ષી-દર્શન, વન્યજીવો, પાલતુ પક્ષી કે જાનવર પકડવાં, ઉદ્યાનવિદ્યા વગેરે. વિશ્વના એક છેડાથી બીજા છેડા સુધી મનુષ્યનો ઇતિહાસ જોઈએ તો લોકો જૈવવિવિધતા સાથે સંકળાયેલા છે. જેમાં મનુષ્યની વિવિધ જાતિઓ પોતાના અસ્તિત્વ માટે સાંસ્કૃતિક અને ધાર્મિક માન્યતાઓ જૈવવિવિધતા પર આસ્થા ધરાવે છે. ભારતનાં મોટા ભાગનાં ગામડાંઓ અને નાનાં શહેરો (નગરો)ના લોકો ઓસીમમ સેક્ટમ (તુલસી), કેલોટ્રોપિસ પ્રોસેરા (આકડો), પોલીઆલ્થીઆ લોન્જીફોલીઆ (આસોપાલવ), ફાઈકસ રેલીજીઓસા (પીંપળ) અને પ્રોસોપીસ સીનેરેરીઆ (ખીજડો), અને અન્ય ઘણાં વૃક્ષો ઉગાડે છે અને તેને ધાર્મિક રીતે અને પૂજાવિધિ માટે ઉપયોગી માને છે. ઘણાં પક્ષીઓ અને સાપનું પણ ધાર્મિક મહત્ત્વ માનવામાં આવે છે. આજે વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને રાષ્ટ્રીય ગૌરવ (National pride) માટેની નિશાની અને સાંસ્કૃતિક વારસાના પ્રતીક તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ભારતમાં વાઘને રાષ્ટ્રીય પ્રાણી અને મોરને રાષ્ટ્રીય પક્ષી તરીકે ઘોષિત કરવામાં આવ્યા છે. એશિયાઈ સિંહ, સૂરખાબ (Flamingo), ભારતીય લેબુરનમ (જંગલી પુષ્પ) અને લીમડો (વૃક્ષ) ગુજરાત રાજ્યના પ્રતીક તરીકેની યાદીમાં આવે છે.

(4) નિવસનતંત્ર સેવાઓ : પૃથ્વી પરના જીવાવરણ અને તેમાંના નિવસનતંત્રોની જાળવણીમાં જૈવવૈવિધ્ય મહત્ત્વનું છે. મુખ્ય ક્રિયાવિધિ જેવી કે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું કાર્બન અને ઑક્સિજનમાં રૂપાંતર અંગેના સંરક્ષણ સાથે જંગલો સંકળાયેલાં છે. ગ્રીનહાઉસ અસર, વૈશ્વિક તાપમાનની જાળવણી, દરિયાઈ પ્રવાહો તથા પવનો દ્વારા આબોહવાની જાળવણી, જંગલો દ્વારા વર્ષાનું નિયમન, ભૂમિની જાળવણી, વનસ્પતિનાં પરાગનયન તથા ભૂમીય જળનું શુદ્ધીકરણ જેવી અનેક બાબતો જૈવવિવિધતાને કારણે શક્ય છે. નિવસનતંત્રની સેવાનું મૂલ્ય એક વર્ષમાં 16થી 54 ટ્રિલિયન (10^{12}) US ડૉલર જેટલું છે.

જૈવવિવિધતા વિશ્વ, રાષ્ટ્રીય અને ગુજરાત સ્તરે (Biodiversity at World, National and Gujarat State)

(a) જૈવવિવિધતા વિશ્વ સ્તરે (Biodiversity at World level) : અગાઉ આપણે સેમિસ્ટર Iમાં નોંધ્યું છે કે લગભગ 5 લાખથી 5 કરોડ જાતિઓ હોવાનો અંદાજ મુકાય છે. છેલ્લાં 20-30 વર્ષમાં લોકોનો વનસ્પતિ તથા પ્રાણીઓને રક્ષણ આપવાનો રસ ઓળખી શક્યો છે. આજે અંદાજિત 1.7થી 1.8 મિલિયન જાતિઓ ઓળખાયેલી છે. જેમાં 3,00,000 જાતિઓ લીલી વનસ્પતિઓ, 8,00,000 જાતિઓ કીટકો, 40,000 પૃષ્ઠવંશી અને 3,60,000 સૂક્ષ્મ જીવાણુઓનો સમાવેશ થાય છે, જેમાંથી વનસ્પતિઓ જેવી કે સપુષ્પી વનસ્પતિઓની જાતિઓ વિશ્વમાં સૌથી વધુ સંખ્યામાં જોવા મળે છે. એ જ રીતે પ્રાણીસૃષ્ટિમાં સંધિપાદ (Arthropods) પ્રભાવી છે. તાજેતરના કેટલાક અંદાજ મુજબ કીટકોની જાતિઓ 10 મિલિયન કરતાં પણ વધુ છે. ઉષ્ણકટિબંધનાં જંગલો પ્રાણી અને વનસ્પતિ વિવિધતાથી સમૃદ્ધ છે. પૃથ્વી ઉપરની અડધાથી વધુ જાતિઓ ઉષ્ણકટિબંધના ભેજવાળાં જંગલોમાં જોવા મળે છે, જે માત્ર 7 % જમીન સપાટી ધરાવે છે. સામાન્ય પ્રજા અને વૈજ્ઞાનિકો બંને અનુભવે છે કે આપણે બધાં સમૂહલોપના સમયમાં જીવી રહ્યા છીએ. સમગ્ર વિશ્વમાં જૈવિક સમાજને બનતાં લાખો વર્ષો લાગે છે, જે માનવપ્રવૃત્તિને લીધે નાશ પામી રહ્યા છે.



વૈશ્વિક સ્તરે જૈવવિવિધતા

(b) જૈવવિવિધતા રાષ્ટ્રીય સ્તરે (Biodiversity at National level) : ભારત વિશ્વના 12 મહા જૈવવિવિધતા ધરાવતા દેશો પૈકીનો એક છે. ભારતમાં જૈવ વિવિધતાની સમૃદ્ધિ હોવા પાછળનું મુખ્ય કારણ વિવિધ પ્રકારની આબોહવા અને અક્ષાંશીય પરિસ્થિતિકીય લક્ષણો છે. આ વૈવિધ્યસભર આબોહવામાં ઉષ્ણકટિબંધના ભેજવાળા વિસ્તારો (પશ્ચિમઘાટ)થી બરફના પર્વતો (ટ્રાન્સ-હિમાલય) થઈને ગરમ રણ (Thar) અને સપાટીય મેદાનવિસ્તારો સુધી પથરાયેલા છે. આપણા દેશના દશ જૈવભૌગોલિક વિસ્તારો વિવિધ પ્રકારનાં પરિસ્થિતિકીય નિવાસસ્થાનો ધરાવે છે, જેને લીધે અનેક જાતની વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓને રક્ષણ મળી રહે છે.

ભારત વિશ્વના કુલ વિસ્તારના માત્ર 2.4 % જેટલો વિસ્તાર ધરાવે છે, પરંતુ તે વિશ્વના 11 % જેટલો જૈવસમૃદ્ધિ (Biota) ધરાવે છે. જેમકે 45,500 વિશિષ્ટ વનસ્પતિના સભ્યો અને 86874 પ્રાણીઓની જાતિઓ ધરાવે છે. ભારત વિશ્વની કુલ પ્રાણી જાતિઓની 7%થી વધારે જાતિઓ ધરાવે છે.

ભારતીય વનસ્પતિસમૂહનું એક મહત્ત્વનું લક્ષણ એ છે કે તે આજુબાજુના દેશો જેવા કે મલાયા, ચાઈના, તિબેટ, જાપાન અને યુરોપ અને દૂરના દેશો જેવા કે અમેરિકા, આફ્રિકા અને ઑસ્ટ્રેલિયાના વનસ્પતિસમૂહોનું સંગમસ્થાન છે. પુષ્પધારી વનસ્પતિઓની લગભગ 47 કુળોની 141 પ્રજાતિઓની 5000 જાતિઓનું જન્મસ્થળ ભારત છે. ભારતીય વનસ્પતિસમૂહો તેના બંધારણ અને સ્થાનિકતાની બાબતમાં અત્યંત વિવિધતા ધરાવે છે. અહીં ઘાસની 100 જાતિઓ જોવા મળે છે. આપણે કીટકો, ઉભયજીવી, સરીસૃપ, પક્ષીઓ અને સસ્તનની જાતિઓમાં એટલા જ સમૃદ્ધ હોવાને કારણે ખૂબ જ વધારે આર્થિક ક્ષમતા ધરાવીએ છીએ. ખેતીલાયક વનસ્પતિઓમાં વિવિધતા ધરાવતા 12 પ્રદેશો પૈકી ભારત પરંપરાગત પાકોની વેરાયટીમાં પ્રથમ ક્રમાંકે છે અને ખેતીવાડીની જાતિઓમાં સાતમા ક્રમાંકે છે. ભારત એ 166 પાકોની વનસ્પતિઓનું ઉદ્ભવસ્થાન છે અને ઉછેરવામાં આવતા પાકો સંબંધિત 320 જંગલી જાતિઓનું ઉદ્ભવસ્થાન છે. અત્યારે ભારતમાં ઉછેરવામાં આવતી વનસ્પતિઓની 30,000 - 50,000 વેરાયટી જોવા મળે છે.

ભારતમાં જોવા મળતી કુલ વનસ્પતિજાતિઓની 4000 થી વધારે જાતિઓ ઔષધી તરીકે ઉપયોગી છે. ઉપરાંત 3000 ખોરાક તરીકે, 500માંથી રેસાઓ પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે, 400 ઘાસચારા તરીકે, 300માંથી ગુંદર પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે અને લગભગ 500 જાતિઓ આવશ્યક તેલો અને અત્તરમાં ઉપયોગી છે. ભારત એ ચોખા, શેરડી, કેળાં, ચા, કેરી, કાકડી, લીંબુ, વાલ, શણ, એલચી, કાળા મરી, આદું, હળદર, ખાદ્ય કંદ (yam), વાંસ અને ફણસ વનસ્પતિઓના ઉછેર માટેનું પાયાનું કેન્દ્ર છે. ઉપરાંત બટાકા, ટામેટા, મકાઈ, તલ અને સોયાબીનના ઉછેર માટે બીજા દરજ્જાનું કેન્દ્ર છે.

ભારત દરિયાઈ જૈવવિવિધતામાં સમૃદ્ધ છે, જે 7500 km દરિયાકિનારો ધરાવે છે. તે મેન્ગ્રુવ્સ, પરવાળા, ખાડીપ્રદેશ (Estuaries), ખારા પાણીના સરોવર વગેરેના ખૂબ જ ઉત્પાદકીય નિવસનતંત્રો ધરાવે છે. અહીં મેન્ગ્રોવ્સની 45 જાતિઓ અને પરવાળાંની 341 જાતિઓ નોંધવામાં આવી છે.

કોઈ પણ સમૂહ નાના વિસ્તારમાં જોવા મળતો હોય અને બીજે ક્યાંય જોવા મળતો ન હોય, તો તેને સ્થાનિકતા (Endemism) કહે છે. વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓ એમ બંનેની સ્થાનિક જાતિઓ ઉત્તરપૂર્વ, પશ્ચિમઘાટ અને આંદામાન અને નિકોબાર દ્વીપમાં જોવા મળે છે. વૈશ્વિક પક્ષીઓના સમૂહો પૈકી 14% પક્ષીઓના સમૂહો એટલે ઊંચી સ્થાનિકતા દર્શાવે છે. નીલગીરી પીપીટ, નીલગીરી વુડ કબૂતર, મલબાર પોપટ, રોફોસ બબ્લર વગેરે સ્થાનિક પક્ષીઓ છે. એવી જાતિઓ કે જે ખૂબ જ નિયંત્રિત વિસ્તારમાં પથરાયેલી હોય તેને સ્થાનિક જાતિઓ કહે છે.

(a) (b) (c)

(a) નીલગીરી વુડ કબૂતર (b) નીલગીરી પીપીટ (c) મલબાર પોપટ

(c) ગુજરાતની જૈવવિવિધતા (Biodiversity of Gujarat) : ગુજરાત એ જાતિઓ, નિવાસસ્થાન અને નિવસનતંત્રની વિવિધતામાં સમૃદ્ધ છે. ગુજરાત વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની 7000 જેટલી જાતિઓનું નિવાસસ્થાન ગણાય છે. તેનાં ભૌગોલિક સ્થળોની વિશેષતામાં તે પર્વતીય હારમાળા તેમજ લાંબો દરિયાકિનારો વગેરે ધરાવે છે. અહીં આવેલ વિરલ ક્ષારયુક્ત મરુસ્થળ જે કચ્છના રણ તરીકે ઓળખાય છે, તેના માટે જાણીતો છે. ગુજરાતના ઘણા જિલ્લાઓના જૈવભૌગોલિક વિસ્તારોમાં પરિસ્થિતિકીય વિવિધતા મોટા પ્રમાણમાં ધરાવે છે. કચ્છની ખાડીમાં આવેલા પરવાળા તેની આશ્ચર્ય પમાડે તેવી સુંદરતા અને ભવ્ય કુતૂહલજનક વિવિધતા માટે ખૂબ જ પ્રશંસનીય છે. તેની જાતિવિવિધતા ખૂબ જ ચડિયાતી છે. ગુજરાતમાં વનસ્પતિઓની 4320 જાતિઓ જોવા મળે છે જેમાં 2198 જાતિઓ ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓ જેનો 901 પ્રજાતિ અને 155 કુળોમાં સમાવેશ થાય છે. અહીં 2728 પ્રાણીઓની જાતિ જોવા મળે છે. ગુજરાત રાજ્ય 14 % મત્સ્ય, 9 % ઉભયજીવી, 19 % સરીસૃપ, 37 % પક્ષીઓ અને 25 % સસ્તન માટે આશ્રયસ્થાન છે. ગુજરાતમાં અદ્વિતીય નિવસનતંત્રોને કારણે વિશ્વની ભયજનક વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓને રક્ષણ મળે છે.

સુરખાબ શહેર : આ વિસ્તાર ખાદીર અને પશ્ચિમ (Paccham) ટાપુઓના કચ્છના મોટા રણમાં આવેલો છે, જે સ્થળાંતરિત જાતિ - સુરખાબની મોટી સંવર્ધન ભૂમિ ગણાય છે.

સુરખાબ શહેર

કચ્છનું મોટું રણ અને કચ્છનું નાનું રણ આ બંને 25000 ચોરસ કિલોમીટરમાં પથરાયેલા વિશ્વનાં એકમાત્ર ક્ષારપ્રિય રણ છે. તેની ઊંચી ક્ષારતા (લવણતા)ને કારણે તેનો સમાવેશ વિરલ પ્રકારના નિવસનતંત્રમાં થાય છે. ઘુડખર અભયારણ્ય એ ઘુડખર માટે વિરલ નિવાસસ્થાન છે, જે વિશ્વનો જનીનભંડોળનો એકમાત્ર બચેલો અંશ છે.

ભાલપ્રદેશ (શુષ્ક અને ક્ષારપ્રિય વિસ્તાર) એ ઘઉંની પ્રાદેશિક વેરાયટી જેવી કે ભાલિયા અને રાતા માટે જાણીતો છે. પેઈન્ટેડ દેડકો (જવલ્લે પ્રાપ્ત અને નાશપ્રાયઃ જાતિ) જે વાંસદા રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (વલસાડ જિલ્લો)માં જોવા મળે છે. સફેદ મુસળી વિજયનગરનાં જંગલો, (સાબરકાંઠા જિલ્લો) અને દાંતાનાં જંગલો (બનાસકાંઠા જિલ્લો)માંથી પ્રાપ્ત થાય છે. વેરાવદર કાળિયાર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (ભાવનગર જિલ્લો) એ કાળિયારની ખૂબ જ વસતિ ધરાવે છે. ગિરનારનાં જંગલો (જૂનાગઢ જિલ્લો) એશિયાઈ સિંહોનું નિવાસસ્થાન છે. નારાયણસરોવર ચિંકારા અભયારણ્ય (કચ્છ જિલ્લો) એ ગુજરાતના શુષ્ક વિસ્તારોમાં આવેલું સમૃદ્ધ નિવસનતંત્ર છે. અને તે ગૂગળ જેવી વનસ્પતિ અને ચિંકારા, ખડમોર (લેસર ફ્લોરિકન) કંટકીય પુચ્છવાળી ઘો (સાંઢો) જેવા અનેક જવલ્લે પ્રાપ્ત અને નાશપ્રાયઃ પ્રાણીઓની જાતિઓ ધરાવે છે. રતનમહાલ રીંછ અભયારણ્ય (પંચમહાલ જિલ્લો) એ રીંછનું એક અગત્યનું નિવાસસ્થાન છે. મહાકાય ઊડતી ખિસકોલી (Giant flying squirrel) એ શૂલપાણેશ્વર (નર્મદા જિલ્લો) વન્યજીવ અભયારણ્યમાં જોવા મળે છે.

ગૂગળની ડાળી

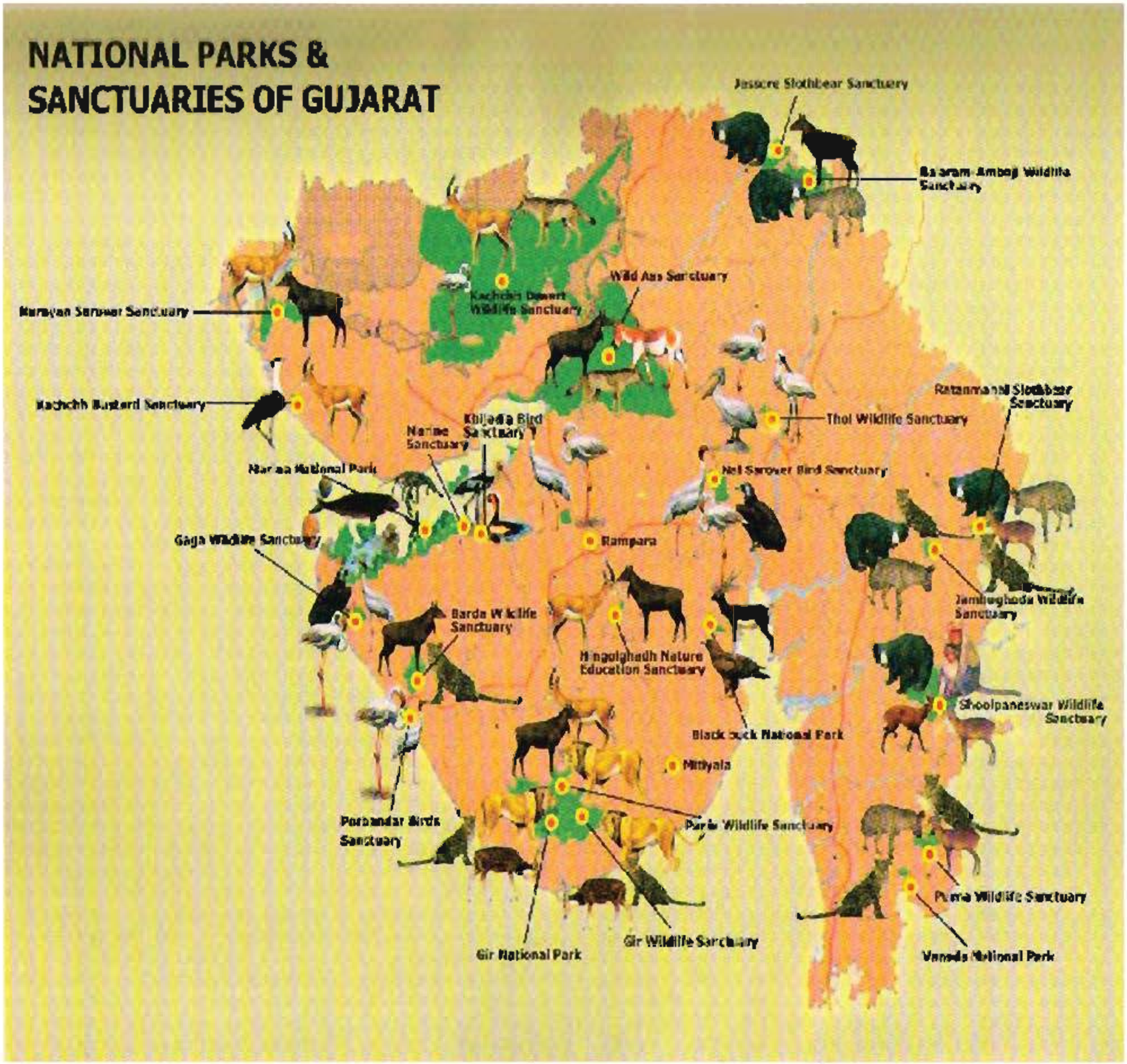
ગૂગળ વનસ્પતિના પ્રકાંડ ઉપરથી નીકળતો ગુગળ

મહાકાય ઊડતી ખિસકોલી

સાંઢો

દરિયાઈ વન્યજીવ અભયારણ્ય અને રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન એ તેના સમૃદ્ધ પરવાળા, દરિયાઈ લીલ અને મેન્ગ્રુવ વિવિધતા માટે જાણીતા છે. ઘણી સ્થળાંતરિત અને સ્થાનિક સ્થળાંતરિત ઘણા પક્ષીઓની જાતિઓ નળસરોવર પક્ષી-અભયારણ્ય અને થોળ પક્ષી અભયારણ્યની મુલાકાત લે છે.

ગુજરાતમાં ચાર કક્ષાનાં જંગલો છે. જેમાં ઉષ્ણકટિબંધનાં ભેજવાળાં પાનખર જંગલો, ઉષ્ણકટિબંધનાં શુષ્ક પાનખર જંગલો, ઉષ્ણકટિબંધનાં કંટકીય જંગલો અને સમુદ્રતટીય જંગલોનો સમાવેશ થાય છે. જેમાં મુખ્ય વનસ્પતિઓ, પ્રજાતિઓ, ટેકટોના, ટર્મિનાલીઆ, મધુકા, બામ્બુસા, બોસવેલીઆ, એકાશિઆ, ઝિઝિફસ અને મેન્ગ્રુવ્સનો સમાવેશ થાય છે.

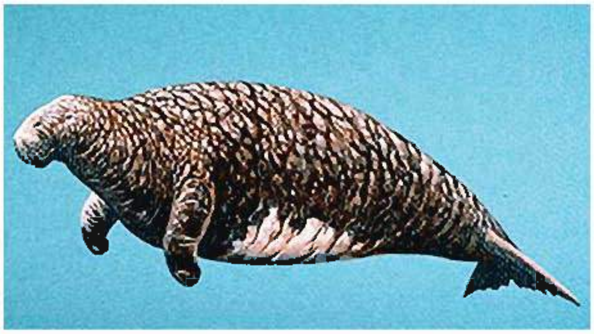


ગુજરાતનાં રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન અને અભયારણ્ય (માત્ર જાણકારી માટે)

જૈવવિવિધતાનો નાશ (Loss of Biodiversity)

જૈવવિવિધતાનો નાશ ખૂબ જ ઝડપથી થઈ રહ્યો છે. IUCN (International union for conservation of nature and natural resoures)ના રેડલિસ્ટ (Red List)ના અહેવાલ અનુસાર છેલ્લાં 500 વર્ષોમાં 784 જાતિઓનો લોપ થયો છે. તાજેતરમાં નાશ પામેલાં ઉદાહરણોમાં ડોડો (મોરેશીયસ), ક્યુગા (આફ્રિકા), સ્ટીલર સી કાઉ (રશિયા) અને વાઘની ત્રણ ઉપજાતિઓ જેવી કે બાલી, જાવાન અને કેસપીઅનનો સમાવેશ થાય છે. જેના પુરાવારૂપે છેલ્લાં વીસ વર્ષોમાં 27 જાતિઓ અદૃશ્ય થઈ ગઈ છે. જૈવઇતિહાસમાં હાલના લોપનો દર ભૂતકાળના દર કરતાં 1000થી 10,000 ગણો વધારે છે. પરિસ્થિતિવિદોના જણાવ્યા પ્રમાણે આ પ્રવાહ સતત ચાલ્યા કરે તો એકવીસમી સદીના અંત સુધીમાં પૃથ્વી પરની જૈવવિવિધતામાં 50 %નો ઘટાડો થઈ જાય.

(a)

(b)

(c)

(a) ડોડો (b) ગ્યુઆ (c) સ્ટીલર સી કાઉ

જાતિઓ લુપ્ત થવાનાં અગત્યનાં કારણો અને તેના પરિણામે જૈવવિવિધતાના નાશ થવાનાં કારણો નીચે પ્રમાણે છે :

(1) વસવાટની નાબૂદી અને તેનું અલાયદીકરણ : વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓના લુપ્ત થવા માટેનું આ એક અગત્યનું કારણ છે. સજીવોના વસવાટમાં વિઘ્ન આવે તેને વસવાટ નાબૂદી કહે છે. ક્વોરી, નવી રેલવેલાઈનો, બંધ બાંધવા, વૃક્ષોના પડી જવા, ખેતીવાડી માટે જમીનો સાફ કરવી, વનવિનાશ વગેરે વસવાટ લુપ્ત થવાનાં મુખ્ય કારણો છે. ઉષ્ણકટિબંધનાં વર્ષા જંગલો તેનું જાણીતું ઉદાહરણ છે. તે પૃથ્વીસપાટીના 14% જમીનવિસ્તાર આવરે છે. આ વર્ષાજંગલો હવે 6%થી વધારે વિસ્તાર આવરતા નથી, જેનો ખૂબ જ ઝડપથી નાશ થઈ રહ્યો છે. એમેઝોન વર્ષા જંગલ (પૃથ્વીનાં ફેફસાં તરીકે જાણીતાં છે.) કપાઈ રહ્યું છે. અને તે સોયાબીનના ઉછેર માટે દૂર કરવામાં આવ્યાં છે. બિગ્નોનીઆ અને હેબીનેરીઆ જેવી વનસ્પતિઓ પશ્ચિમઘાટના ખડકો ઉપર ઉગે છે. જે ડાયનામાઈટ દ્વારા ખડકોના ખાણ-ખોદકામ પહેલાં ત્યાં પુષ્કળ માત્રામાં તે ત્યાં ઊગતી હતી. ખાણ-ખોદકામની પ્રવૃત્તિ સતત રહેતાં આ ખડકાળ જાતિઓ છીનવાઈ (Forced)ને લુપ્ત થઈ ગઈ. પશ્ચિમઘાટના દક્ષિણ ભાગોમાં, સિંહ જેવી પૂંછડીવાળો વાનર પહેલાં મોટી સંખ્યામાં જોવા મળતો હતો, જે અત્યારે વસવાટ નાબૂદીને લીધે નાશપ્રાયઃ થઈ ગયો છે. અહીં પતંગિયાંની 370 જાતિઓ હતી, જે પૈકીની સરેરાશ 70 જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગઈ છે.

સિંહ જેવી પૂંછડીવાળો વાનર

(2) અતિશોષણ : મનુષ્ય કુદરતી સંપત્તિનો ઉપયોગ ખોરાક અને બીજા હેતુઓ માટે કરે છે, પરંતુ જ્યારે તેની આ જરૂરિયાત લોલુપતા (તૃષ્ણા)માં પરિણમે છે, ત્યારે કુદરતી સંપત્તિનું અતિશોષણ થાય છે. ઉદા. દરિયાઈ સજીવો જેવા કે મત્સ્ય, મૃદુકાયો, સ્તરકવચી, દરિયાઈ ગાય અને દરિયાઈ કાચબાને દરિયામાંથી વધુ પડતાં મેળવવામાં આવ્યા, જેના પરિણામે આ પ્રાણીઓ લુપ્ત થવા માંડ્યાં.

પ્રાગૈતિહાસિક પહેલાં, મનુષ્ય પ્રાણીઓનો શિકાર ખોરાક, કપડાં માટે કરતો હતો. વ્યાપાર-ધંધા સંબંધી જંગલી પ્રાણીઓનો શિકાર તેઓની પેદાશો જેવી કે હાથીદાંત, ચામડું, ચામડી, માંસ, શીંગડા, નહોર, અત્તર, સૌંદર્ય-પ્રસાધનસામગ્રી, ઔષધો સંબંધી અને સુશોભન-હેતુ માટે કરવામાં આવતો હતો. હાથી, ગેંડો, વાઘ, કસ્તૂરી હરણ, મગર, કંટકીય પૂંછડીવાળી ગરોળી વગેરે તેના સાક્ષી છે. અત્યારે આ જાતિઓ લુપ્ત થઈ રહી છે. ઉત્તર અમેરિકામાં પેસેન્જર પીજીઅન (કબૂતરની જાતિ)ને ખોરાક માટે મારી નાખવામાં આવતાં. જેને પરિણામે 500 વર્ષ પહેલાં તે જાતિલુપ્તતાના તબક્કા સુધી પહોંચી ગઈ. સમગ્ર વિશ્વમાં મોટી સંખ્યામાં પ્રાણીઓને પ્રયોગશાળામાં અભ્યાસ માટે, વિચ્છેદન માટે, સંશોધનના હેતુ માટે પકડવામાં આવે છે. દેડકો તેનું જાણીતું ઉદાહરણ છે. સસલાં અને વાંદરાનો પણ આવો ઉપયોગ થાય છે.

દરિયાઈ કાચબો

પેસેન્જર પીઝીઅન (કબૂતરની જાતિ)

વૉટર હાયેસિન્થ (આઈકોર્નીઆ)

(3) વિદેશી જાતિઓનું આક્રમણ : જ્યારે નવી જાતિઓનો ભૌગોલિક પ્રદેશોમાં પ્રવેશ કરાવીએ છીએ, ત્યારે તેને વિદેશી જાતિ કહે છે. આવી વિદેશી જાતિઓ પ્રવેશવાને કારણે ત્યાંની મૂળ જાતિઓ અદશ્ય થઈ જાય છે, જેનાં કેટલાંક ઉદાહરણોમાં (1) ઇરાદાપૂર્વક કે આકસ્મિક રીતે પ્રવેશેલી જાતિઓ જેવી કે ગાજર ઘાસ (પાર્થેનિયમ), ગંધારી (લાન્ટાના) અને વૉટર હાયેસિન્થ (આઈકોર્નીઆ)ને લીધે ઘણી મૂળ પ્રાકૃતિક જાતિઓ લુપ્ત થઈ ગઈ છે. એ જ રીતે મનુષ્યના સ્વાસ્થ્ય ઉપર પણ હાનિકારક અસરો ઉપજાવે છે. (2) તાજેતરમાં જળસંવર્ધન (એક્વાકલ્ચર) માટે ગેરકાયદેસર રીતે પ્રવેશેલી આફ્રિકન કેટફિશ (ક્લેરીઆસ ગેરીપીનસ)ની ઝેરી અસરને કારણે આપણી નદીઓની પ્રાદેશિક કેટફિશ માટે ભય ઊભો થયો છે.

(4) સહ-લુપ્તતા : જ્યારે જાતિઓનો નાશ થાય છે, ત્યારે વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓની સાથે સંકળાયેલી જાતિઓ પણ અનિવાર્યપણે લુપ્ત થાય છે. જ્યારે યજમાન મત્સ્ય લુપ્ત થાય છે, ત્યારે તેની સાથે રહેલા પરોપજીવીઓ પણ લુપ્ત થાય છે.

જૈવવિવિધતાની જાળવણી (Biodiversity Conservation)

જૈવવિવિધતાની જાળવણી શા માટે કરવી જોઈએ ?

માનવ પોતાના પરિઆવરણની જાળવણી પ્રત્યે સભાન થવા માંડ્યો છે. જૈવવિવિધતાની જાળવણી એટલે જનીનસંકુલો, જાતિઓ અને નિવસનતંત્રોની જાળવણી. જૈવાવરણની જાળવણી એ આપણી નૈતિક જવાબદારી છે. આપણા અનુજો માટે વધુ સારું નહિ તો ઓછામાં ઓછું જેવું છે, તેવું જૈવાવરણ તો જાળવવું જોઈએ. આમ, જૈવવિવિધતાની જાળવણી કરવાથી પરિસ્થિતિકીય સમતોલન આવશ્યક બનતું હોવાથી ભાવિ પેઢી માટે ટકાઉ પર્યાવરણ જાળવી શકીએ છીએ. વ્યક્તિ તરીકે, સમાજ તરીકે તથા રાષ્ટ્રો તરીકે આપણે આજે જે નિર્ણયો કરીશું, તેના પર ભાવિ અવલંબે છે.

આપણે એ વિચારવું પડશે કે જો જૈવવિવિધતામાંથી આપણે ફાયદો મેળવવો હશે, તો કાચા માલના ઉપયોગ અંગેની શરતોનું પરિપાલન કરવું પડશે. આપણા ખોરાક અને ઊર્જાની સુરક્ષા જૈવવિવિધતા ઉપર આધારિત છે. વૈશ્વિક ખોરાકની સુરક્ષા અને પોષણ માટે જૈવવિવિધતા આવશ્યક છે ઉપરાંત ગરીબોના ઘરસંસાર માટે જ્યારે અછત ઊભી થાય, ત્યારે તે સલામતી માટેની ચાવી તરીકે વર્તે છે.

આપણે જૈવવિવિધતાની જાળવણી કેવી રીતે કરીશું ? (How do we conserve Biodiversity) ?

જૈવવિવિધતાનું સંરક્ષણ અને તેના સંગ્રહને જૈવવિવિધતા-જાળવણી કહે છે. જૈવવિવિધતાની જાળવણી બે પ્રકારે થાય છે :

(1) સ્વસ્થાન જાળવણી (On site)   (2) નવસ્થાન (Off site)

(1) સ્વસ્થાન જાળવણી (On-site conservation) : જનીનસંપત્તિ (જુદી-જુદી જાતિઓ)ની તેના કુદરતી નિવાસસ્થાનમાં જાળવણી કરવી એટલે સ્વસ્થાન જાળવણી. જે જૈવવિવિધતાની કુદરતી વસવાટમાં જાળવણી કરે છે, જેનાથી બધાં જ નિવસનતંત્રોને સંરક્ષણ મળે છે. સ્વસ્થાન અભિગમમાં ઘણા લાક્ષણિક નિવસનતંત્રોની જાળવણી કરીને સુરક્ષિત પ્રદેશોનું નિર્માણ કરવામાં આવે છે. એવા વિસ્તારો જેમાં જૈવવિવિધતાનું સંરક્ષણ થાય છે, તેમાં સુરક્ષિત પ્રદેશો (Protected Areas) અને આરક્ષિત જૈવાવરણ (Biosphere Reserves)નો સમાવેશ થાય છે. સુરક્ષિત પ્રદેશોનું વ્યવસ્થાપન સત્તામંડળો દ્વારા થાય છે અને યોગ્ય કાયદા ઘડાય છે. આવા સુરક્ષિત વિસ્તારોનાં ઉદાહરણો રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને અભયારણ્યો છે. સપ્ટેમ્બર 2002 સુધીમાં ભારતમાં 581 સુરક્ષિત પ્રદેશો (90 રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને 448 વન્યજીવ અભયારણ્યો) છે. જે-તે રાજ્ય અથવા દેશમાં જંગલો, તૃણપ્રદેશ અને દરિયાઈ પ્રદેશોને ઓળખીને જૈવવિવિધતાની જાળવણીના હેતુ માટે તેને સુરક્ષિત પ્રદેશો તરીકે જાહેર કરવામાં આવે છે.

સુરક્ષિત પ્રદેશોના ફાયદા (Benefits of Protected Area) :

(1) બધી જ પ્રાકૃતિક જાતિઓ અને ઉપજાતિઓની જીવંત વસતિની જાળવણી કરી શકાય છે.

(2) સમાજોનું વિતરણ અને તેની સંખ્યા તેમજ તેના વસવાટની જાળવણી કરી શકાય છે અને તેમાં ઉપસ્થિત જાતિઓની જનીનવિવિધતાની જાળવણી કરી શકાય છે.

(3) માનવ દ્વારા પ્રવેશતી વિદેશી જાતિઓનો પ્રવેશ અટકાવી શકાય છે.

એવો વિસ્તાર જે વનસ્પતિ અને પ્રાણીજાતિઓથી સમૃદ્ધ છે, જેમાંની ઘણી સ્થાનિક અને નાશપ્રાયઃ છે. આવા વિસ્તારોને તાત્કાલિક ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો (Hot spot) કહે છે. શરૂઆતમાં સમગ્ર વિશ્વમાં આવા 25 જૈવવિવિધતાયુક્ત તાત્કાલિક ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા, પરંતુ પાછળથી આ યાદીમાં બીજા નવ વિસ્તારો ઉમેરવામાં આવ્યા, જેને લીધે વિશ્વમાં કુલ 34 જૈવવિવિધતા ધરાવતા આવા પ્રદેશો છે. આપણા દેશમાં આવા ત્રણ પ્રદેશો છે : (1) પશ્ચિમઘાટ અને શ્રીલંકા, (2) ઈન્ડો - બર્મા અને (3) પૂર્વ હિમાલય વિસ્તાર. પશ્ચિમઘાટમાં સમગ્ર વિશ્વની 32,678 પૃષ્ઠવંશી પ્રાણીઓની જાતિઓ પૈકી 310 સ્થાનિક જાતિઓ જોવા મળે છે.

રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો (National Park) : રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન એ એવો વિસ્તાર છે કે જેમાં વન્યજીવો ચુસ્તપણે આરક્ષિત હોય છે અને ત્યાં વનવિદ્યા, ચરાઈ અને ખેતીવાડી જેવી પ્રવૃત્તિઓ થઈ શકતી નથી. ભારતના કેટલાક અગત્યના રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનોમાં કાઝીરંગા રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (આસામ), સુંદરવન (વાઘ આરક્ષિત પ્રદેશ, પશ્ચિમ બંગાળ), હજારીબાગ રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (બિહાર), કોરબેટ રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (ઉત્તરપ્રદેશ), ગીર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (ગુજરાત, જૂનાગઢ જિલ્લો), કાન્હા પટીઆનલ ઉદ્યાન (મધ્યપ્રદેશ), ટંડોબા રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (મહારાષ્ટ્ર), બન્દીપુર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (કર્ણાટક)નો સમાવેશ થાય છે. આપણા રાજ્યમાં જામનગર નજીક દરિયાઈ રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન આવેલો છે. ગુજરાતમાં ચાર રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો છે.

અભયારણ્યો (Sanctuaries) : અભયારણ્યો એવો વિસ્તાર હોય છે જે પ્રાણીઓની જાળવણી માટે અનામત રાખવામાં આવે છે. જેમાં કેટલીક પ્રક્રિયાઓ જેવી કે લાકડાની કાપણી,

ભારતનાં મહત્ત્વનાં રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો (માત્ર જાણકારી માટે)

જંગલની લઘુ પેદાશો (Minor forest product) અને ખાનગી માલિકીહકો વગેરે પ્રાણીઓને નુકસાન ન થાય તે સ્થિતિને આધીન આ ક્રિયાઓ કરવા દેવામાં આવે છે. ભારતનાં અભયારણ્યો સમગ્ર વિશ્વના લોકોને આકર્ષે છે. ભારતનાં કેટલાંક અગત્યના અભયારણ્યોમાં અન્નામલાઈ અભયારણ્ય (તામિલનાડુ), જલડાપારા અભયારણ્ય (પશ્ચિમ બંગાળ), કેવલાદેવ ઘાના પક્ષી અભયારણ્ય (ભરતપુર- રાજસ્થાન), સુલતાનપુર સરોવર પક્ષી અભયારણ્ય (હરિયાણા), શિકારીદેવી અભયારણ્ય (હિમાચલપ્રદેશ), ડાચીગામ અભયારણ્ય, શ્રીનગર (જમ્મુ અને કાશ્મીર), મદુમલાઈ સાગર અભયારણ્ય (આંધ્રપ્રદેશ), ચિલ્કા સરોવર પક્ષી-અભયારણ્ય (ઓરિસ્સા) પેરિયાર અભયારણ્ય (કેરાલા), મનાસ વન્યજીવ અભયારણ્ય (આસામ)નો સમાવેશ થાય છે. ગુજરાતમાં નળસરોવર પક્ષી-અભયારણ્ય અને થોળ પક્ષી-અભયારણ્ય છે. ગુજરાતમાં 21 અભયારણ્ય છે.

ભારતનાં અભયારણ્યો (માત્ર જાણકારી માટે)

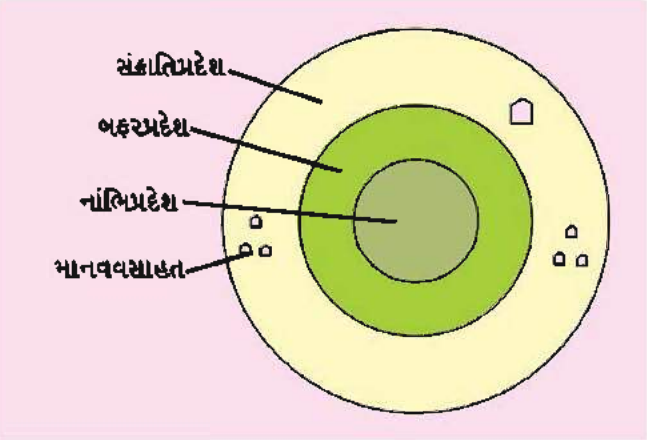
આરક્ષિત જૈવાવરણ (Biosphere Reserves) : 1975માં મેન એન્ડ બાયોસ્ફિયર (MAB) કાર્યક્રમ હેઠળ યુનેસ્કો (UNESCO)એ આ આરક્ષિત જૈવાવરણનો સિદ્ધાંત રચ્યો. આરક્ષિત જૈવાવરણો એ વિશિષ્ટ કક્ષાના જમીન અને દરિયાઈ પર્યાવરણના સુરક્ષિત પ્રદેશો છે. જ્યાં લોકો પણ આ તંત્રનો એક ભાગ બનીને રહે છે. અત્યારે ભારતમાં 14 આરક્ષિત જૈવાવરણ છે, જે પૈકીનાં કેટલાંક નંદાદેવી, મનાસ, સુંદરવન, ગ્રેટ નિકોબાર અને મનારના અખાતનો સમાવેશ થાય છે.

આરક્ષિત જૈવાવરણના ત્રણ વિસ્તારો હોય છે : (1) નાભિપ્રદેશ (Core Zone), (2) બફરપ્રદેશ (Buffer Zone) અને (3) સંક્રાંતિપ્રદેશ (Transitional zone)

(1) નાભિપ્રદેશ : જેમાં કોઈ પણ જાતની કનડગત હોતી નથી અને કાયદાકીય રીતે નિવસનતંત્રો આરક્ષિત હોય છે.

(2) બફરપ્રદેશ : તે નાભિપ્રદેશને ઘેરીને આવેલો હોય છે. આ પ્રદેશમાં સંશોધન અને પર્યાવરણીય શિક્ષણ માટેની વ્યવસ્થા કરવામાં આવે છે.

(3) સંક્રાંતિપ્રદેશ : આરક્ષિત જૈવાવરણનો સૌથી બહારનો પ્રદેશ છે. આ વિસ્તારમાં સુરક્ષા જાળવતાં સત્તામંડળો અને સ્થાનિક લોકો વચ્ચે સહકાર સ્થપાય છે. સંરક્ષણને કેન્દ્રમાં રાખીને વિવિધ પ્રવૃત્તિઓ થઈ શકે છે.



આરક્ષિત જૈવાવરણ

વિશિષ્ટ સંજોગોમાં કેટલાક વિશિષ્ટ પ્રોજેક્ટ સ્થાપવામાં આવ્યા છે. દા.ત., ટાઈગર પ્રોજેક્ટ, ગીર લાયન પ્રોજેક્ટ, ક્રોકોડાયલ બ્રીડિંગ પ્રોજેક્ટ, રાઈનો કન્ઝર્વેશન, સ્નો-લેપર્ડ પ્રોજેક્ટ, પ્રોજેક્ટ એલિફન્ટ વગેરે.

(2) નવસ્થાન જાળવણી (Offsite conservation) : જનીનસ્રોતોની તેના પ્રાકૃતિક નિવાસસ્થાનની બહાર થતી જાળવણીને નવસ્થાન જાળવણી કહે છે. વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ અને સૂક્ષ્મ જીવોની જાતિઓને નવસ્થાન જાળવણીથી સંગ્રહી શકાય છે. તેમાં વનસ્પતિઉદ્યાનો, લતામંડપ, જડીબુટ્ટીઓનો ઉદ્યાન (વનસ્પતિ માટે), પ્રાણીસંગ્રહાલયો (પ્રાણીઓ માટે), બીજનિધિ, જનીનનિધિ, જૈવતક્નિકનો ઉપયોગ (પેશીસંવર્ધન, જનીનઇજનેરી વિદ્યા વગેરે) અને સંવર્ધનસંગ્રહ (સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ માટે)નો સમાવેશ થાય છે.

સમગ્ર વિશ્વમાં 1500થી વધારે વનસ્પતિ ઉદ્યાનો આવેલા છે. આ ઉદ્યાનોમાં 80,000થી વધારે જાતિઓ જળવાય છે. જે પૈકીના મહત્ત્વના 800થી વધારે ઉદ્યાનો ઇન્ટરનેશનલ એસોસિયેશન ઑફ બૉટાનિકલ ગાર્ડન (IABG) સાથે સંકળાયેલા છે, જેનો અભ્યાસ તમે સેમિસ્ટર I માં કર્યો છે. સમગ્ર વિશ્વમાં 800 પ્રાણીસંગ્રહાલયો આવેલાં છે. તેમાં પ્રાણીઓની જાળવણી થાય છે તેમજ બંધનાવસ્થામાં રહેલાં પ્રાણીઓમાં સત્તાવાર રીતે પ્રજનન કરાવાય છે. આપણા રાજ્યમાં વઘઈ વનસ્પતિઉદ્યાનમાં ઘણી ઔષધીય વનસ્પતિઓની જાળવણી થાય છે.

બીજનિધિ (Seedbank) : વનસ્પતિ ઉદ્યાન દ્વારા બીજનિધિનો વિકાસ થાય છે. બીજનિધિમાં બીજને લાંબા સમય સુધી સાચવી રાખવામાં આવે છે. બીજનિધિમાં શીતગૃહો દ્વારા આ ક્રિયા કરવામાં આવતી હોય છે. બીજનિધિમાં આદી છોડને અથવા ભૂમિની જાતિઓ અને બીજા છોડના જર્મપ્લાઝમને રાખવામાં આવે છે. જે વનસ્પતિ જાતિઓની વિવિધતા ગુમાવવાની શક્યતા હોય તેના બીજ અહીં રખાય છે. એ હકીકત છે કે સમગ્ર વર્ણપટના તમામ ભિન્નતાઓનાં બીજ મોટા જથ્થામાં અહીં હોતાં નથી, પરંતુ જેનું સંકરણ કરવાનું હોય તેવા સમૂહો અહીં હોય છે, જેને લીધે અંતે જનીનનિધિ અહીં સચવાય છે. જેને પરિણામે કેટલીક જનીનિક ભિન્નતાઓનાં અનુકૂલનો ગુમાવાય છે, જેને જાળવણીના કાર્યક્રમો થકી જર્મપ્લાઝમ દાખલ કરી બચાવી શકાય છે.

બીજનિધિ

બીજનિધિ એ વિવિધતાની જાળવણી માટેનો એક ઉચિત માર્ગ છે અને આ રીતે બીજને તેની જીવનશક્તિ ગુમાવ્યા વગર વર્ષો સુધી સાચવી શકાય છે. જંગલોની અને ફળોની ઘણી જાતિઓનો જુદા-જુદા માર્ગે સંગ્રહ કરી શકાતો હોય છે, જેમાં મુખ્યત્વે ત્રણ તરકીબ હોય છે : શુષ્ક સંગ્રહ, શીતસંગ્રહ (Cryogenic storage) અને સંપૂર્ણ અથવા પ્રયોગાત્મક રીતે ભેજવાળા બીજ જેને પર્યાવરણના તાપમાને સંગ્રહ કરવામાં આવે છે.

જનીનનિધિ : જનીનનિધિ એ જવલ્લે પ્રાપ્ત જનીનોની જાળવણી માટે વિકસાવાય છે, જેમાં જનીનિક સંપત્તિકેન્દ્રોનો સમાવેશ થાય છે. જનીનનિધિ ખાસ કરીને પાકોની જાતો અને જંગલી જનીનિક સ્રોતોની જાળવણી માટે મહત્ત્વની છે, કારણ કે તેનો ઉપયોગ ભવિષ્યમાં પાકની સુધારણા માટે અને વનવિદ્યાના કાર્યક્રમો માટે કરવામાં આવતો હોય છે. જનીનિક સંપત્તિનું એકત્રિકીકરણ અને તેના સંગ્રહ માટે નેશનલ બ્યુરો ઑફ પ્લાન્ટ જેનેટિક રિસોર્સિસ, દિલ્હી, જે પાકવાળી વનસ્પતિઓ સંબંધિત જંગલી વનસ્પતિઓના જનીનોની જાળવણી માટે, નેશનલ બ્યુરો ઑફ એનિમલ જેનેટિક રિસોર્સિસ, કર્નાલ જે પાલતુ પ્રાણીઓની જનીન જાળવણી માટે અને નેશનલ બ્યુરો ઑફ ફિશ જેનેટિક રિસોર્સિસ, અલાહાબાદ જે આર્થિક મહત્ત્વ ધરાવતી મત્સ્યજાતિઓના જનીનોની જાળવણી માટેનાં કેન્દ્રો છે. આ વિભાગો કે ખાતાઓ દ્વારા એકત્રિત કરેલા જર્મપ્લાઝ્મને દેશમાં કે દેશની બહાર અને ભારતીય કે વિદેશી કંપનીઓ દ્વારા સંશોધન હેતુ માટે જ્યારે પણ જરૂરિયાત ઊભી થાય ત્યારે તેઓને આ જર્મપ્લાઝ્મ ફાળવવાના હક્કો આપવામાં આવે છે.

ભારતમાં ચોખાની ઘણી વેરાયટીઓ જનીનનિધિમાં સંગ્રહવામાં આવી છે. આમ છતાં, તે ખૂબ જ ખર્ચાળ અને જોખમી છે. ખેડૂતોના પ્રોત્સાહન માટે ઘણી પરંપરાગત જાતિને આ રીતે ઉગાડી શકાય. તે માટે મનુષ્યજાતિના ભવિષ્યને ધ્યાનમાં રાખીને તેની અગત્યની કાળજી લેવામાં આવે છે. અત્યારે જનીનનિધિમાં 34,000થી વધારે ધાન્યો અને 22,000 કઠોળનું એકત્રિકરણ કરવામાં આવ્યું છે.

તાજેતરનાં વર્ષોમાં નવસ્થાન જાળવણીની આ એક આધુનિક પદ્ધતિ દ્વારા ભયજનક જાતિઓનો જન્યુઓને સંગ્રહવામાં આવે છે. વનસ્પતિના પ્રજનન-એકમો તેમજ પ્રાણીઓના પ્રજનન કોષોને ખૂબ જ નીચા તાપમાને ઠારી દઈ ભવિષ્ય માટે જાળવી શકાય છે. પ્રવાહી નાઇટ્રોજનમાં લગભગ-196° સે તાપમાને જાળવણી કરવાની આ પદ્ધતિને શીત-જાળવણી (Cryopreservation) કહેવાય છે અને તેની નિધિને શીતનિધિ કહે છે. અંડકોષોને નવસ્થાન (લૅબોરેટરી) પદ્ધતિથી ફલિત કરવામાં આવે છે અને વનસ્પતિઓને પેશીસંવર્ધન પદ્ધતિથી પણ સંવર્ધિત કરી શકાય છે.

જનીનનિધિ

વિશ્વસ્તરે જૈવવિવિધતાની જાળવણી માટે વિશ્વ સંરક્ષણ સંઘ (World Conservation Union) અને વર્લ્ડ વાઇલ્ડલાઇફ ફન્ડ (WWF) પ્રવૃત્ત છે. યુવાનોમાં પર્યાવરણીય અભ્યાસ (EE)ને અગ્રિમતા આપવી જોઈએ, જેનાથી આપણે આપણી પ્રકૃતિની ધનસંપત્તિ એટલે કે જૈવવિવિધતાને બચાવી શકીએ. આ હેતુ માટે આપણામાં સભાનતા, જ્ઞાન, માનસિકતા, કૌશલ્ય, મૂલ્યાંકનક્ષમતા અને આપણી હિસ્સેદારી હોવી જોઈએ.

સારાંશ

કોઈ પણ વિસ્તારમાં સૂક્ષ્મ જીવો, વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓની વિવિધતાને તે વિસ્તારની જૈવવિવિધતા કહે છે. તે જે-તે પ્રદેશનાં જનીનો, જાતિઓ અને નિવસનતંત્રની સમગ્રતા દર્શાવે છે. આથી તેને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય કે જીવોની વિવિધતા અને વૈવિધ્યપણું.

સજીવોમાં અનેક વિવિધતા જોવા મળે છે, જેમાં જનીનવિવિધતા, જાતિ-વિવિધતા એ જ પ્રમાણે નિવસનતંત્રીય વિવિધતાનો સમાવેશ થાય છે. તેના આધારે જૈવવિવિધતાના ત્રણ સ્તરો છે : જનીન, જાતિ અને નિવસનતંત્રીય વિવિધતા. જાતિ-વિવિધતાને α-વિવિધતા, β-વિવિધતા અને γ-વિવિધતાની કક્ષામાં મૂકી શકાય.

જૈવવિવિધતાનો અભ્યાસ સજીવોના વર્ગીકરણીય અભ્યાસ, નિવસનતંત્રીય અભ્યાસ અને જૈવભૌગોલિક અભ્યાસ માટે મહત્ત્વનો છે. તે ખોરાક અને બજારમાં મળતી અનેક વસ્તુઓ આપે છે. તેનું સામાજિક અને કલાત્મક મૂલ્ય છે. જૈવવિવિધતાની વૈશ્વિક સ્તરે, રાષ્ટ્રીય સ્તરે અને રાજ્ય સ્તરે જાણકારી હોવી મહત્ત્વની છે. જૈવવિવિધતાનાં નાશ થવાનાં મુખ્ય કારણોમાં, 1. વસવાટ-નાબૂદી અને તેનું અલાયદીકરણ, 2. અતિશોષણ, 3. વિદેશી જાતિઓનું આક્રમણ 4. સહ-લુપ્તતા વગેરે છે.

જૈવવિવિધતાની જાળવણી એટલે જનીનસંકુલો, જાતિ અને નિવસનતંત્રોની જાળવણી. વૈશ્વિક ખોરાકની સુરક્ષા અને પોષણ જૈવવિવિધતા ઉપર આધારિત છે. જૈવવિવિધતાની જાળવણીના બે પ્રકાર છે : 1. સ્વસ્થાન-જાળવણી અને 2. નવસ્થાન જાળવણી. સ્વસ્થાન-જાળવણી માટે સુરક્ષિત પ્રદેશો, આરક્ષિત જૈવાવરણ, રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો અને અભયારણ્યો જાહેર કરવામાં આવે છે. નવસ્થાન-જાળવણી વનસ્પતિઉદ્યાનો, પ્રાણીસંગ્રહાલયો, જનીનનિધિ, બીજનિધિ અને પેશીસંવર્ધનથી કરી શકાય છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) અનાવૃત બીજધારીનું કયું વૃક્ષ ઊંચું છે ?

(અ) સિક્વોયા ◯ (બ) ઝેમીઆ ◯

(ક) વુલ્ફીઆ ◯ (ડ) યુકેલિપ્ટ્સ ◯

(2) ભારતમાં ચોખાની કેટલી જાતો જનીનિક વિવિધતા ધરાવે છે ?

(અ) 50,000 ◯ (બ) 1000 ◯

(ક) 40,000 ◯ (ડ) 20,000 ◯

(3) પશ્ચિમ ઘાટમાં ....ની જાતિવિવિધતા પૂર્વઘાટ કરતાં વધારે છે.

(અ) સસ્તન ◯ (બ) પક્ષી ◯

(ક) ઉભયજીવી ◯ (ડ) સંધિપાદ ◯

(4) ધ્રુવપ્રદેશથી વિષુવવૃત્ત તરફ જઈએ તેમ જૈવવિવિધતા ક્રમશઃ ....

(અ) ઘટતી જાય ◯ (બ) વધતી જાય ◯

(ક) વધે અને ઘટે ◯ (ડ) અ, બ અને ક ત્રણેય ◯

(5) વિષુવવૃત્ત નજીક કોલમ્બિયામાં કેટલી સંખ્યામાં પક્ષીઓ જોવા મળે છે ?

(અ) 1200 ◯ (બ) 1400 ◯ (ક) 56 ◯ (ડ) 1300 ◯

(6) જાતિ-વિસ્તાર સિદ્ધાંત કોણે આપ્યો ?

(અ) હમબોલ્ટ ◯ (બ) વ્હિટેકર ◯ (ક) રેવેન ◯ (ડ) મેન્ડલ ◯

(7) આપણું રાષ્ટ્રીય પ્રાણી કયું ?

(અ) સિંહ ◯ (બ) વાઘ ◯ (ક) મોર ◯ (ડ) રીંછ ◯

(8) વિશ્વકક્ષાએ કેટલી જાતિઓ શોધાઈ છે ?

(અ) 1.6થી 1.8 મિલિયન ◯ (બ) 1.6થી 1.8 ટ્રિલિયન ◯

(ક) 1.7થી 1.8 મિલિયન ◯ (ડ) 1.7થી 1.8 ટ્રિલિયન ◯

(9) હાલનો જાતિની લુપ્તતાનો દર ભૂતકાળના દર કરતાં કેટલા ગણો વધારે છે ?

(અ) 1000થી 2000 ગણો વધારે ◯ (બ) 2000થી 3000 ગણો વધારે ◯

(ક) 1000થી 10,000 ગણો વધારે ◯ (ડ) 100 ગણો વધારે ◯

(10) જૈવવિવિધતાની જાળવણી માટેના અભિગમો કયા છે ?

(અ) સ્વસ્થાન ◯ (બ) નવસ્થાન ◯

(ક) અ અને બ બંને ◯ (ડ) અ અથવા બ ◯

(11) કયા પ્રકારનું રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન જામનગર નજીક આવેલું છે ?

(અ) સુંદરવન ◯ (બ) ગીર અભયારણ્ય ◯

(ક) ઘુડખર અભયારણ્ય ◯ (ડ) દરિયાઈ રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન ◯

(12) નવસ્થાન જાળવણી કેવી રીતે કરી શકાય ?

(અ) અભયારણ્ય ◯ (બ) પ્રાણી સંગ્રહાલયો ◯

(ક) રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન ◯ (ડ) અ, બ અને ક પૈકી કોઈ નહીં ◯

(13) ભારતમાં કેટલી સંખ્યામાં રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો આવેલા છે ?

(અ) 79 ◯ (બ) 89 ◯ (ક) 69 ◯ (ડ) 59 ◯

(14) ભારતમાં કેટલા તાત્કાલિક ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો (Hot spot) આવેલા છે ?

(અ) 25 ◯ (બ) 34 ◯ (ક) 3 ◯ (ડ) 581 ◯

(15) ગુજરાતના કયા વિસ્તારમાં આવેલા વનસ્પતિઉદ્યાનમાં ઘણી ઔષધીય વનસ્પતિ ધરાવે છે ?

(અ) અમદાવાદ ◯ (બ) વઘઈ ◯

(ક) રાજપીપળા ◯ (ડ) વેરાવળ ◯

(16) સુંદરવન રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન ....માં જોવા મળે છે.

(અ) આસામ ◯ (બ) પશ્ચિમ બંગાળ ◯

(ક) મધ્યપ્રદેશ ◯ (ડ) બિહાર ◯

(17) શીત-જાળવણી માટે -196^0 સે તાપમાન કોણ પૂરું પાડે છે ?

(અ) પ્રવાહી CO_2 ◯ (બ) વાયુમય નાઇટ્રોજન ◯

(ક) ઘન CO_2 ◯ (ડ) પ્રવાહી નાઇટ્રોજન ◯

(18) ગુજરાતમાં .... અભયારણ્યો આવેલાં છે.

(અ) 21 ◯ (બ) 12 ◯ (ક) 32 ◯ (ડ) 19 ◯

(19) ગીરઅભયારણ્ય શેના માટે જાણીતું છે ?

(અ) એશિયાઈ સિંહ ◯ (બ) ચિત્તા ◯

(ક) ઘુડખર ◯ (ડ) વાઘ ◯

(20) MABનો અર્થ

(અ) મનુષ્ય અને જીવાણુ ◯ (બ) મનુષ્ય અને વનસ્પતિવિદ્યા ◯

(ક) મનુષ્ય અને જૈવિક સમાજ ◯ (ડ) મનુષ્ય અને જૈવાવરણ ◯

(21) કયા ઉપપ્રદેશમાં નિવસનતંત્રો કાયદાકીય જોગવાઈથી નિયંત્રિત હોય છે ?

(અ) નાભિ ◯ (બ) બફર ◯ (ક) સંક્રાંતિ ◯ (ડ) અ અને ક ◯

(22) જૈવવિવિધતાની જાળવણી માટે કઈ સંસ્થાઓ સક્રિય રીતે પ્રવૃત્ત છે ?

(અ) વિશ્વ સંરક્ષણસંઘ ◯ (બ) વર્લ્ડ વાઇડલાઇફ ફન્ડ (WWF) ◯

(ક) WHO ◯ (ડ) અ અને બ ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ લખો :

(1) કઈ ઊંચામાં ઊંચી અનાવૃત બીજધારી વનસ્પતિ છે ?

(2) કઈ આવૃત બીજધારી વનસ્પતિ નાનામાં નાની છે ?

(3) જનીનિક દ્રવ્ય કયું છે ?

(4) નિવસનતંત્રીય વિવિધતા એટલે શું ?

(5) પૂર્ણ નામ આપો : WWF, WCU, MAB

(6) નિવસનતંત્રની સેવાનું મૂલ્ય .... છે.

(7) ભારતમાં વિશ્વની પ્રાણી જાતિઓની ....% જાતિ જોવા મળે છે.

(8) છેલ્લાં 20 વર્ષોમાં કેટલી જાતિઓ અદૃશ્ય થઈ ગઈ છે ?

(9) ભારતમાં પ્રવેશેલી કોઈ પણ એક વિદેશી જાતિનું નામ આપો.

(10) ગુજરાતમાં ..... રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાનો આવેલાં છે.

3. નીચેના શબ્દો સમજાવો :

(1) જૈવવિવિધતા (2) જાતિ-વિવિધતા (3) નિવસનતંત્રીય વિવિધતા

(4) તાત્કાલિક ધ્યાન ખેંચતા પ્રદેશો (5) રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન (6) અભયારણ્ય

(7) જનીનપૂલ

4. ટૂંક નોંધ આપો :

(1) જાતિ-વિવિધતા (2) નિવસનતંત્રીય વિવિધતા

(3) જૈવવિવિધતાનો નાશ (4) જાતિ-વિસ્તાર સિદ્ધાંત

(5) α, β અને g વિવિધતા (6) અતિશોષણ

(7) વિદેશી જાતિઓનું આક્રમણ (8) બીજનિધિ

(9) જનીનનિધિ (10) અભયારણ્ય

(11) આરક્ષિત જૈવાવરણના વિસ્તારો

5. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તર વર્ણવો :

(1) જૈવવિવિધતાના સ્તરો વર્ણવો.

(2) જૈવવિવિધતા વૈશ્વિક, રાષ્ટ્રીય અને રાજ્ય સ્તરે વર્ણવો.

(3) જૈવવિવિધતા-ભાત વર્ણવો.

(4) જૈવવિવિધતાની અગત્યતા વર્ણવો.

(5) જૈવવિવિધતાનો નાશ માટેનાં કોઈ પણ ત્રણ કારણો વર્ણવો.

(6) જૈવવિવિધતાની સ્વસ્થાન-જાળવણી વર્ણવો.

(7) જૈવવિવિધતાની નવસ્થાન-જાળવણી વર્ણવો.

13

પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ

જેમજેમ માનવવસતિમાં વધારો થતો જાય છે તેમતેમ કુદરતી નિવસનતંત્રોની પ્રાપ્ત જગ્યામાં ઘટાડો થતો જાય છે. આ કારણસર જીવાવરણમાં ઉત્પન્ન થતાં નકામાં દ્રવ્યોના વિઘટન માટેની તેમની ક્ષમતા ઘટતી જાય છે. આવાં દ્રવ્યો એકત્રિત થાય છે અને પ્રદૂષકો તરીકે વર્તે છે. જીવાવરણમાં સજીવોને હાનિકારક નીવડે એવાં દ્રવ્યોને પ્રદૂષકો કહે છે અને હવા, જમીન અને પાણી અથવા ભૂમિમાં થતા કોઈ પણ અનિચ્છનીય ભૌતિક, રાસાયણિક અથવા જૈવિક ફેરફારને પ્રદૂષણ કહે છે. પર્યાવરણીય પ્રદૂષણને નિયંત્રિત કરવા માટે ભારત સરકાર દ્વારા ધી એન્વાયરમેન્ટ (પ્રોટેક્શન) ઍક્ટ, 1986 પસાર કરવામાં આવ્યો છે. આ પ્રકરણમાં આપણે પ્રદૂષણના વિવિધ પ્રકારો, તેની અસરો અને તેના નિયંત્રણ અંગેનો અભ્યાસ કરીશું.

હવાનું પ્રદૂષણ અને તેનું નિયંત્રણ

બધા જ સજીવો પોતાના શ્વસન માટે હવા ઉપર આધારિત છે. હવાનું પ્રદૂષણ તેઓ માટે હાનિકારક છે. હવાનું પ્રદૂષણ પાકોની વૃદ્ધિ અને તેનું ઉત્પાદન ઘટાડે છે અને તેને કારણે વનસ્પતિઓ અકાળે મૃત્યુ પામે છે. તે મનુષ્યની અને પ્રાણીઓની શ્વસનક્રિયા ઉપર પણ અસર કરે છે.

હવાના પ્રદૂષણના ઘણા સ્રોત છે પરંતુ ઊડીને આંખે વળગે તેવા બે મુખ્ય સ્રોત છે : અગ્નિબળતણ અને વાહનોના ધુમાડા. હવાના પ્રદૂષણ માટે જવાબદાર સ્રોત કુદરતી તેમજ માનવપ્રેરિત હોય છે. નૈસર્ગિક હવાઈ પ્રદૂષકોમાં હવામાં તરતાં રજકણ, વનસ્પતિની પરાગરજ, ધુમાડા તથા લાવા ફાટવાથી પથરાતાં દ્રવ્યો ગણાવી શકાય. માનવપ્રેરિત સ્રોતોમાં ઔદ્યોગિક સંસ્થાનોની ચીમનીમાંથી નીકળતાં દ્રવ્યો, થર્મલ પાવરસ્ટેશનો, વાહનો અને ગૃહવપરાશ ગણાવી શકાય.

ઉદ્યોગો દ્વારા થતું હવાનું પ્રદૂષણ

કેટલાક ઉદ્યોગો હવાના પ્રદૂષણ માટે મહત્ત્વના સ્રોત બની રહે છે. ખાસ કરીને પેટ્રોલિયમ રિફાઇનરીઓ તથા ફર્ટિલાઇઝર ફેક્ટરીઓ હવામાં NO_2 અને SO_2ના પ્રદૂષણ માટે જવાબદાર છે. ધાતુ ગાળતા ઉદ્યોગો, કાગળની મિલો, ખાંડનાં કારખાનાં, રૂ અને કાપડ-ઉત્પાદક એકમો, રબર-ફેક્ટરીઓ વગેરે હવાના પ્રદૂષણના મુખ્ય સ્રોત છે. સિમેન્ટ-ફેક્ટરી, પથ્થરની ક્વૉરીઓ તથા ઍસ્બેસ્ટોસ ઉદ્યોગ પણ પ્રદૂષણ પ્રેરે છે.

હવાના પ્રદૂષણનું નિયંત્રણ

હવાના પ્રદૂષણનું નિયંત્રણ કરવા માટે પ્રકાશરાસાયણિક ધુમાડો શક્ય હોય તેટલો દૂર કરવો જોઈએ. પ્રકાશ રાસાયણિક ધુમાડો વાહનોની પેદાશ છે. બધાં જ વાહનોને રોડ ઉપરથી દૂર કરી શકાય નહીં, પરંતુ તેના વિકલ્પ તરીકે વાહનના વિવિધ પ્રકારો વિકસાવવા જોઈએ. કદાચ પેટ્રોલનું દહન થવાને બદલે ઇલેક્ટ્રિક અને સૂર્ય-ઊર્જાથી નિયંત્રિત કારો અને દ્વિચક્રીય વાહનો વિકસાવવાં જોઈએ. વાહનોની સુયોગ્ય જાળવણી તેમજ સીસામુક્ત પેટ્રોલ અને ડીઝલનો ઉપયોગ કરી પ્રદૂષણને દૂર કરી શકાય છે.

ઔદ્યોગિક એકમો અને થર્મલ પાવરસ્ટેશનોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કણમય દ્રવ્યોનું નિયંત્રણ સ્ક્રબર્સ, ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક પ્રેસિપિટેટર્સ અને ફિલ્ટર દ્વારા કરવામાં આવે છે. ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક પ્રેસિપિટેટર્સમાં વાયુઓમાંના રજકણો પર વીજભારનું નિર્માણ કરી તેમને વીજવાહકો તરફ ખેંચી જઈને દૂર કરવામાં આવે છે. આ પ્રકારે ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક પ્રેસિપિટેટર્સથી ધુમાડામાંથી અને થર્મલ પાવરમાંથી નીકળતાં લગભગ 90 % કણમય દ્રવ્યોને દૂર કરી શકાય. સ્ક્રબર્સથી સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ જેવા ગૅસ દૂર કરી શકાય છે. સ્ક્રબર્સમાં ધુમાડાને પાણી અથવા ચૂનાના ફુવારામાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. તાજેતરમાં સેન્ટ્રલ પૉલ્યુશન કંટ્રોલબોર્ડ (CPCB) દ્વારા સંશોધન કરવામાં આવ્યું છે કે 2.5 માઇક્રોમીટર કે તેનાથી ઓછા વ્યાસવાળા કણો મનુષ્યના સ્વાસ્થ્ય ઉપર હાનિકારક અસર કરે છે. આ કણોને લીધે ફેફસાં ઉપર સોજો આવવાથી તેને નુકસાન થાય છે અને મનુષ્યના અકાળે મૃત્યુ માટે તે જવાબદાર છે.

ભારતમાં ધી ઍર (પ્રિવેન્શન ઍન્ડ કન્ટ્રોલ ઑફ પૉલ્યુશન) એક્ટ, 1981માં અમલમાં આવ્યો. પરંતુ 1987માં તેમાં સુધારો કરવામાં આવ્યો અને તેમાં હવાના પ્રદૂષક તરીકે ઘોંઘાટના પ્રદૂષણને પણ આવરી લેવામાં આવ્યું. ઘોંઘાટ એટલે એવો અવાજ જે અસ્વીકાર્ય અને અણગમતો હોય. ઘોંઘાટ પ્રદૂષણનું મુખ્ય સ્રોત ખૂબ મોટા અવાજ છે. સામાન્ય રીતે 150 db (ડેસિબલ) કે તેથી વધુ અવાજ મશીનો, વિમાનો, રૉકેટ્સ, મોટરકારો, સ્કૂટર્સ, ફટાકડા વગેરેથી ઉત્પન્ન થાય છે. આ સ્રોતોથી મનુષ્યની શાંતિમાં ખલેલ પડે છે અને તેના કારણે કાયમી ધોરણે સાંભળવામાં તકલીફ પડે છે. ઘોંઘાટની ઓછી માત્રા ધરાવતાં શહેરોમાં પણ સતત અવાજ મનુષ્યમાં કાયમી ધોરણે સાંભળવામાં તકલીફ અનુભવે છે. ઘોંઘાટ-પ્રદૂષણનું નિયંત્રણ નીચેની રીતે કરી શકાય :

- એવાં મશીનોનો ઉપયોગ કરવો, જે અવાજ ઉત્પન્ન કરતાં ન હોય.
- સાઉન્ડપ્રૂફ હૉલમાં અવાજ ઉત્પન્ન કરતાં મશીનો સ્થાપન કરવાં જોઈએ.
- કાનમાં રૂનાં પૂમડાં ભરાવવાં જોઈએ.
- વસવાટના એકમોથી ફેક્ટરીઓને દૂર સ્થાપવી.
- સામાન્ય સંજોગોમાં હૉર્ન (ભૂંગળું) વગાડવા ઉપર પ્રતિબંધ મૂકવો જોઈએ.

વાહનો દ્વારા થતું હવાનું પ્રદૂષણ : ગુજરાતમાં એક અભ્યાસ

વાહનવ્યવહાર વિભાગમાં સૌથી વધુ ઊર્જાનો ઉપયોગ આપણા રાજ્યમાં થાય છે, જેમાં મોટા ભાગે ડીઝલ, પેટ્રોલ અને CNGનો ઉપયોગ થાય છે. ગુજરાત ઇકોલૉજિકલ કમિશન અને પ્રદૂષણ નિયંત્રણબોર્ડના અહેવાલ મુજબ દરેક વર્ષે આપણા દેશમાં 4,50,000 નવાં વાહનોનો રોડ ઉપર ઉમેરો થાય છે. આથી દિનપ્રતિદિન વાહનોથી થતા પ્રદૂષણનો પ્રશ્ન ઊભો થાય છે. નીચેનું ટેબલ છેલ્લાં ચાર વર્ષ દરમિયાન અમદાવાદના સાબરમતી વિસ્તારમાં હવામાં તરતાં દ્રવ્યો જેવાં કે સલ્ફર ડાયોક્સાઇડ અને નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડમાં નોંધપાત્ર વધારો થાય છે તે દર્શાવે છે.

ગુજરાત પ્રદૂષણ નિયંત્રણ બોર્ડ, ગાંધીનગરનો અહેવાલ

વર્ષ	હવામાં તરતા દ્રવ્યો (SPM)	સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ	નાઇટ્રોજનના ઑક્સાઇડ
2007-08	155	06	25
2008-09	143	05	15
2009-10	257	23	21.33
2010-11	275	23.3	24

(બધાં જ પરિબળો માઇક્રોગ્રામ પર ક્યુબિક મીટરમાં દર્શાવેલ છે.)

આ અભ્યાસ મુજબ આસપાસના વાતાવરણના પ્રદૂષણકોના સ્તરોને લીધે મોટે ભાગે શહેરમાં અંદાજિત 21% પ્રદૂષણ થવાનું કારણ તેની ભયંકર અસરો છે. દુકાનદારો અને ટ્રાફિક-પોલીસનાં માણસોના તબીબી-પરિક્ષણ સૂચવે છે કે સાંજના સમયે 18% કાર્બન મોનૉક્સાઇડ (CO)નું પ્રમાણ વધે છે. NIOH (નેશનલ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ ઑફ ઑક્યુપેશનલ હેલ્થ, અમદાવાદ)નો અભ્યાસ દર્શાવે છે કે અમદાવાદ, વડોદરા, સુરત અને ભાવનગર વગેરે શહેરોની શેરી-મહોલ્લાઓનાં સંગમસ્થાનોએ વાયુપ્રદૂષણનો દર ખૂબ જ ઊંચો છે. હવામાં તરતાં દ્રવ્યો (SPM)નું વધારે પડતું પ્રમાણ સુરક્ષાની હદને તોડી નાંખે છે. શેરી-મહોલ્લાઓનાં સંગમસ્થાનોએ રહેતાં 20% થી વધારે બાળકો ઉધરસ અને લોહીની જમાવટ (congestions) થી પીડાય છે.

ગુજરાત રાજ્યના વાહનવ્યવહાર તંત્રની ચકાસણી કરીએ તો ગુજરાત સરકારે વાહનવ્યવહાર કમિશન આયોગની સ્થાપના કરી છે, જેણે 1995માં રાજ્યમાં **'પ્રદૂષણ નિયંત્રણ તંત્ર'**, 'કમિશનોરેટ ઑફ ટ્રાન્સપોર્ટ'નો આરંભ કર્યો અને તેના આધારે સમગ્ર રાજ્યનાં બધાં જ મુખ્ય શહેરોનાં વાહનોના પરીક્ષણનો અમલ શરૂ કરાવ્યો. એ જ રીતે યુરો-III **(EURO-III)**ના માપદંડ અને તેનું વધુ ધારણ કરેલું નામ ભારત-III **(BHARAT-III)**નો અમલ 1લી એપ્રિલ, 2005થી અમદાવાદ અને સુરત જેવાં મોટાં શહેરોમાં કરાવ્યો. જ્યારે **BHARAT-II**ના માપદંડ રાજ્યના બાકીના ભાગોમાં અમલી બનાવ્યા. બધાં જ નવાં વાહનોની નોંધણી કાં તો ભારત-III અથવા ભારત-IIને આધીન કરવામાં આવી. અમદાવાદ, વડોદરા અને અન્ય શહેરોમાં સમયના વિલંબની બાબતે સખતાઈપૂર્વક અમલમાં આવતો નિયમ અમલમાં મૂકવામાં આવ્યો

ગુજરાતનાં બધાં જ મોટા શહેરોમાં મોટા ભાગની શહેરી બસો અને ઓટોરિક્ષા હવે CNG ઢબે ચાલે છે. મોટી ગાડીઓમાં (ઑટોમોબાઇલ્સ) CNG બળતણ પેટ્રોલ અને ડીઝલ કરતાં વધુ કાર્યક્ષમ છે. તેમાં ખૂબ જ ઓછું ઉપયોગ વગરનું બળતણ બાકી રહી જાય છે. તેનો ધુમાડો દશ્યમાન હોય તેવો પેદા થતો નથી અથવા તો તેની ગંધ કે વાસ આવતી નથી. તેમાં સરળતાથી ભેળસેળ થઈ શકતી નથી. CNG હવા કરતાં હલકો છે. તે હવામાંથી તરત મુક્ત થતો હોવાથી આગના જોખમનો ઘટાડો થાય છે. CNGએ કાર્સિનોજેનિક નથી.

ગુજરાતમાં **ગુજરાત ગૅસકંપની લિમિટેડ** (GGCL) એ સુરત અને અંકલેશ્વરને CNG પૂરો પાડે છે. જ્યારે **ગૅસ ઑથોરિટી ઑફ ઇન્ડિયા લિમિટેડ** (GAIL) એ વડોદરાને જ્યારે ગુજરાત અદાણી એનર્જી લિમિટેડ અમદાવાદને CNG પૂરો પાડે છે. **અમદાવાદ મ્યુનિસિપલ ટ્રાન્સપોર્ટ સર્વિસ** (AMTS) અને **ગુજરાત સ્ટેટ રોડ ટ્રાન્સપોર્ટ કૉર્પોરેશન** (GSRTC) બંને એ નિયમિત ધોરણે CNG બસો ચાલુ કરી છે. ગુજરાતનાં મોટા ભાગનાં શહેરોમાં CNGથી બસો ચાલવાને કારણે વાયુપ્રદૂષણમાં ઘટાડો થયો છે.

જળપ્રદૂષણ અને તેનું નિયંત્રણ

પાણી સાથે જ્યારે અનિચ્છનીય ઘટકો ભળી જાય છે, ત્યારે પાણી અશુદ્ધ બને છે, જે જળપ્રદૂષણમાં પરિણમે છે. પ્રદૂષિત પાણી ઉપયોગ માટે અયોગ્ય છે. જળપ્રદૂષણ થવાનું કારણ ઔદ્યોગિક કચરો, શહેરોની ગટરો, ઘરગથ્થુ કચરો, ક્લોરિનેટેડ હાઇડ્રોકાર્બન વગેરેનો પાણીમાં નિકાલ કરવાથી થાય છે, જે જલીય પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓના જીવન ઉપર મોટી અસર કરે છે. આ ઉપરાંત આ પ્રદૂષકો આખરે નદીના પાણી સાથે દરિયામાં જતાં દરિયાઈ પ્રદૂષણ થવાથી દરિયાઈ જીવો ઉપર તેની અસર થાય છે.

સમગ્ર વિશ્વમાં શુદ્ધ જળનું પ્રદૂષણ ખતરનાક પર્યાવરણીય સમસ્યા છે. જળપ્રદૂષણ થવાને કારણે વિવિધ રોગો જેવા કે ટાઇફૉઇડ, યકૃતનો સોજો, કમળો, કૉલેરા, અતિસાર અને મરડો થાય છે. જળસ્રોતની સફાઈની જાળવણી કરવા માટે ભારત સરકારે ધી વૉટર (પ્રિવેન્શન ઍન્ડ કન્ટ્રોલ ઑફ પોલ્યુશન) ઍક્ટ, 1974 કાયદો અમલી કર્યો.

ઘરગથ્થુ કચરો અને ઔદ્યોગિક કચરો

આપણે ઘરમાં પાણીનો ઉપયોગ નાહવામાં, ધોવામાં વગેરેમાં કરીએ છીએ. ઉપયોગમાં લીધેલું આ પાણી અને મનુષ્ય વગેરે દ્વારા ઉત્પન્ન થતા નકામા પદાર્થોને સુએજ કહે છે. તમે કલ્પના કરી શકો છો કે આપણા ગૃહવપરાશનો કચરો ક્યાં જાય છે ? જો તે નદીમાં જાય તો પ્રાણીઓ, વનસ્પતિઓ અને મનુષ્ય માટે પણ ખતરનાક પુરવાર થાય છે. માત્ર 0.1 % અશુદ્ધિઓનો ઘરગથ્થુ કચરો મનુષ્યના ઉપયોગ માટે અયોગ્ય છે.

ઘરગથ્થુ કચરો મોટે ભાગે જૈવ વિઘટનીય કાર્બનિક દ્રવ્યો ધરાવે છે, જે સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ દ્વારા વિઘટન પામે છે. ગૃહવપરાશના પાણીમાં કેટલા પ્રમાણમાં જૈવવિઘટનીય કાર્બનિક દ્રવ્યો ઓગળેલાં છે, તેનું પ્રમાણ **જૈવરાસાયણિક ઑક્સિજન માપ (BOD)**થી માપી શકાય છે. પાણીમાંનાં કાર્બનિક જૈવવિઘટનીય દ્રવ્યોના વિઘટન માટે જરૂરી ઑક્સિજનનું માપન BOD વડે થાય છે. કાર્બનિક દ્રવ્યોના જૈવવિઘટન સૂક્ષ્મ જીવાણુઓ વડે થાય છે, જે ઘણો ઑક્સિજનનો દુર્વ્યય કરે છે, જેને પરિણામે જળાશયોમાં દ્રાવ્ય O_2નો ઘટાડો થાય છે. તેથી પાણીમાં દ્રાવ્ય O_2 ઘટતાં BOD વધે છે.

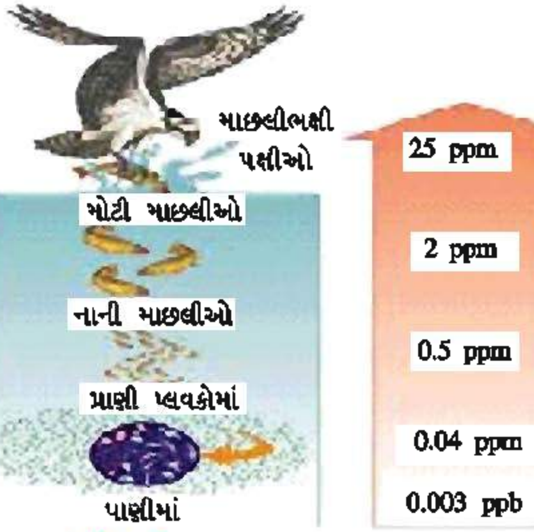
સુપોષકતાકરણ

સુપોષકતાકરણ

સુપોષકતાકરણનો અર્થ થાય છે કે જલજ વસવાટમાં પોષણપ્રાપ્તિની સુલભતા. જ્યારે પાણીમાં વિવિધ કાર્બનિક અને અકાર્બનિક દ્રવ્યોનો ઉમેરો થાય છે, ત્યારે તેમાં પોષકદ્રવ્યોની પ્રાપ્તિનું પ્રમાણ વધે છે. સુએજ, ફર્ટિલાઇઝર, પ્રાણીઓનાં મળ તેમજ ડિટર્જન્ટ દ્રવ્યો પાણીમાં ઉમેરાય છે, ત્યારે એમોનિયા, નાઈટ્રેટ, નાઈટ્રાઈટ તથા ફૉસ્ફરસનું પ્રમાણ વધે છે અને તેથી સૂક્ષ્મ જીવો અને જલજ વનસ્પતિની વૃદ્ધિને ઉત્તેજન મળે છે. લીલ અને તેમાં પણ નીલહરિત લીલમાં લગભગ વસતિવિસ્ફોટ થાય છે, જેથી લીલ વધુ પાંગરે છે. તેઓ પાણીની સમગ્ર સપાટી પર છવાઈ જાય છે અને દુર્ગંધ તેમજ સ્વાદ ખરાબ કરતાં દ્રવ્યો સર્જે છે, જેને કારણે ઘણી માછલીઓ નાશ પામે છે. પોષકદ્રવ્યોનું વધતું પ્રમાણ અનેક પ્રકારની જલજ વનસ્પતિની વૃદ્ધિ ઉત્તેજે છે. દા.ત. વૉટર હાયેસિન્થ (આઇકોર્નિયા ક્રેસીપીસ - *Eichhorinia crassipes*) જે વિશ્વની સૌથી મોટી જટિલ સમસ્યા - જલીય નિંદામણ છે, જેને **'ટેરર ઑફ બૅંગાલ'** (Terror of Bengal) કહે છે. તેની વૃદ્ધિ વિપુલ પ્રમાણમાં સુપોષકતા જળસ્રોતોમાં થાય છે. વર્ષો પછી રેતીના કણો (સીલ્ટ) અને કાર્બનિક કાટમાળ ભરાતાં, જળાશયો છીછરાં બનતાં જાય છે અને અંતે તે જમીનમાં ફેરવાઈ જાય છે.

આબોહવાને આધારે, તળાવોના કદને આધારે અને બીજા ઘટકોને આધારે કુદરતી જીવંતગાળો વર્ષો સુધીનો હોય છે. આમ છતાં મનુષ્યની ક્રિયાવિધિઓ જેવી કે ઉદ્યોગો અને ઘરમાંથી ભેગા થતા કચરાને લીધે પ્રદૂષકો વાર્ધક્યની ક્રિયા પ્રેરે છે. આ ક્રિયાવિધિને સંવર્ધિત અથવા પ્રવેગિત સુપોષકતાકરણ (Accelerated Eutrophication) કહે છે.

ઉદ્યોગોમાંથી નીકળતા ઔદ્યોગિક કચરા જેવા કે પેટ્રોલિયમ, પેપરનું નિર્માણ, ધાતુનું નિષ્કર્ષણ અને તેનું પ્રોસેસિંગ, રાસાયણિક બનાવટો વગેરે અવારનવાર ઝેરી ઘટકો ધરાવે છે. જે જૈવ-અવિઘટનીય છે અને તેને લીધે જલીય આહારશૃંખલામાં જૈવિક વિશાલન થાય છે.



જૈવિક વિશાલન (1 ppm = 1000 ppb)

જૈવિક વિશાલન : સજીવોની આહારશૃંખલાના વિભિન્ન સ્તરે કોઈ દ્રવ્યના સંકેન્દ્રણના વધારાને જૈવિક વિશાલન કહે છે. આ ઘટનાને કારણે સજીવોમાં ઝેરી ઘટકો એકત્રિત થવાથી તેનું ચયાપચય થતું નથી કે તેનો નિકાલ થતો નથી અને તેથી તેનું વહન ઉપરના પોષકસ્તરે થાય છે. આ ઘટના મર્ક્યુરી અને DDT માટે બનેલી છે. પાણીમાં મચ્છરના નાશ માટે DDTનો છંટકાવ થાય છે. પાણીમાંથી તે વનસ્પતિમાં અને ત્યાંથી તૃણાહારી અને વિવિધ ક્રમનાં માંસાહારી પ્રાણીઓમાં ખોરાક સાથે પ્રવેશે છે. તે શરીરના મેદમાં સંચિત થતું જાય છે અને તે ઉચ્ચ સ્તરનાં માંસાહારી પ્રાણીઓમાં ઘાતક અસરો પ્રેરે છે. આકૃતિ દર્શાવે છે કે પાણીમાં DDTનું પ્રમાણ 0.003 PPB (પાર્ટ પર બિલિયન) શરૂઆતમાં હોય છે અને તેનું પ્રમાણ માછલી ખાનારાં પક્ષીઓમાં 25 PPM (પાર્ટ પર મિલિયન) સુધી જૈવિક વિશાલનથી પહોંચી જાય છે.

સંકલિત ગંદા પાણીનું શુદ્ધીકરણ

સંકલિત ગંદા પાણીની શુદ્ધીકરણ-પ્રક્રિયા એટલે ગંદા પાણીમાંથી વિવિધ અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી. જેમાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓથી ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક અશુદ્ધિઓ દૂર કરી શકાય છે. સુએજ સહિત ગંદા પાણીના નિકાલના ત્રણ તબક્કા છે. પ્રાથમિક તબક્કામાં મોટા કદનાં ઘટકો, નિલંબિત દ્રવ્યો તારવી લેવાય છે અને તેમને બિનહાનિકારક બનાવાય છે. આ દ્રવ્ય ખાતર તરીકે પણ વાપરી શકાય છે. બીજા તબક્કામાં તેમાં હવા વહેવડાવીને અને જીવાણુપ્રક્રિયા કરાવી કાર્બનિક દ્રવ્યોનું વિઘટન પ્રેરાય છે અને પાણીનું ક્લોરિનેશન કરાય છે. ત્રીજા તબક્કામાં પાણીમાંથી નાઇટ્રેટ, ફૉસ્ફેટ વગેરે દૂર કરીને શુદ્ધ પાણી મેળવાય છે.

સુએજની જેમ, મનુષ્યના નકામા પદાર્થો જેવા કે મળમૂત્ર માટે પાણીની જરૂર પડતી નથી. પરંતુ તે ફરીથી ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા કુદરતી ખાતરમાં ફેરવીને રાસાયણિક ખાતરની જરૂરિયાત ઘટાડી શકાય છે. ઇકોસન (Ecosan-શૌચાલય) અત્યારે કેરાલા અને શ્રીલંકાના ઘણા વિસ્તારોમાં કાર્યરત છે.

ઘન કચરો (Solid Waste)

આપણે દરરોજ જે નકામો રદ્દી સામાન નિકાલ કરીએ છીએ તેને ઘન કચરો (Solid Waste) કહે છે. ઘન કચરાને એઠવાડ પણ કહે છે. તેમાં દરરોજ ખરીદેલી અને નિકાલ કરેલી વસ્તુઓનો સમાવેશ થાય છે. તેમાં ખાસ કરીને ખોરાકનો કચરો, મકાનનું આંગણું અથવા વાડાનો કચરો, બારદાન કે પેટી અને પાર્સલ કે પડીકાનાં પેકિંગ અને ઘરમાંથી અન્ય પરચૂરણ નીકળતો કાર્બનિક કચરો, વેપાર-ધંધા સંબંધી, કેળવણીની સંસ્થાઓ કે ઔદ્યોગિક સ્રોતમાંથી નીકળતા કચરાનો સમાવેશ થાય છે. ઉપકરણો, વર્તમાનપત્રો, કપડાં, ખોરાકનો ભંગાર, ખોખાં, ડિસ્પોસલ કપરકાબીઓ, ચમચીઓ (ખાણાંપીણાંના ટેબલ ઉપર વપરાતી વસ્તુઓ), ઑફિસ અને ક્લાસરૂમ પેપર, ફર્નિચર, લાકડાની બેડ અને તાસક, રબરટાયર્સ અને નાસ્તાગૃહનો કચરો વગેરે અકાર્બનિક કચરાનાં ઉદાહરણો છે. મ્યુનિસિપલ દ્વારા ઠલવાતા કચરાનો સમાવેશ ઔદ્યોગિક કચરો, ખેતીવાડીનો કચરો અને સેવેજ સ્લજમાં સમાવેશ થતો નથી. મ્યુનિસિપાલિટી દ્વારા નિશ્ચિત એરિયા પ્રમાણે આ કચરો એકઠો કરવામાં આવે છે, જે કાં તો ઘન અથવા અર્ધઘન સ્વરૂપે હોય છે. ગૃહવપરાશના કચરામાંથી ઘરવખરીનો સામાન જુદો કરી શકાતો નથી કે તેને રિપ્રોસેસ (પ્રક્રિયામાંથી પુનઃપસાર) કરી શકાતો નથી. નીચે જુદા-જુદા પ્રકારનો કચરો દર્શાવેલ છે :

જૈવવિઘટનીય કચરો : ખોરાક અને રસોડાનો કચરો, લીલો કચરો, પેપર (આ બધું જ રિપ્રોસેસ થઈ શકે છે.)

રિસાઈકલેબલ વસ્તુઓ : પેપર, ગ્લાસ, બૉટલ્સ, કેન, મેટલ્સ, કેટલુંક પ્લાસ્ટિક વગેરે.

નિષ્ક્રિય (Inert) કચરો : બાંધકામ અને તેમાંથી ઉખાડીને ફેંકી દેવામાં આવતો કચરો, ગંદવાડ કે ધૂળ કચરો, મોટા પથ્થરો, કાટમાળ વગેરે.

સંયુક્ત કચરો : કપડાંનો કચરો, રમકડાં જેવું નકામું પ્લાસ્ટિક વગેરે.

ગૃહવપરાશનો જોખમી કચરો (જેને ગૃહવપરાશી જોખમી કચરો કહે છે) અને ઝેરી કચરો

ઘન કચરો

હૉસ્પિટલનો જોખમી કચરો જેમાં ચેપનાશન કચરો અને અન્ય નુકસાનકારક રસાયણોનો સમાવેશ થાય છે. રંગ કરવા માટેના રસાયણો, લાઇટબલ્બ, ફ્લુરોસન્ટ ટ્યૂબ્સ, સ્પ્રેકેન્સ, ખાતરો, પેસ્ટીસાઇડનાં ખોખાં, બૅટરી, બૂટપૉલિશ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે.

સમારકામ ન કરી શકાય (irreparable) તેવા કમ્પ્યૂટર્સ અને ઇલેક્ટ્રૉનિક્સ સામાનને ઇલેક્ટ્રૉનિક્સ કચરો કે ઇ-કચરો કહે છે. વિકસિત દેશો દ્વારા ઉત્પાદિત 50%થી વધારે કચરો વિકાસશીલ દેશો જેવા કે ચીન, ભારત અને પાકિસ્તાનમાં નિકાસ કરવામાં આવે છે. આ દેશો ધાતુઓ જેવી કે કૉપર, આયર્ન, સિલિકોન, નિકલ અને ગોલ્ડને ઇ-કચરામાંથી રિસાઇકલ પ્રક્રિયા કરીને દૂર કરે છે. વિકાસશીલ દેશોમાં આવું. રિસાઇક્લિંગ માનવ-પ્રયોજિત હોય છે, જેથી આવાં ઝેરી દ્રવ્યોના સંસર્ગમાં આવતા કામદારો અસરગ્રસ્ત બને છે.

પ્લાસ્ટિક કચરાનો ઉપયોગ : રોડ બનાવવા માટે પોલિમરયુક્ત ડામર એ બાંધકામ માટેની અગત્યની સામગ્રી છે. રોડ બનાવવા માટેની સામગ્રીમાં પ્લાસ્ટિકના કચરાનો ઉપયોગ અગત્યનો ગણવામાં આવે છે. તેનાં ઘણાં કારણો છે. પોલિમરયુક્ત ડામરરોડ નિર્માણના ઘણા અગત્યના ગુણધર્મો ધરાવે છે અને પ્લાસ્ટિક કચરો આમ તો પ્રદૂષણયુક્ત ઉપદ્રવ્ય હોવાથી તેનો આ રીતે ઉપયોગ કરવાથી પ્રદૂષણનો પ્રશ્ન હલ થઈ શકે. કારણ કે પ્લાસ્ટિક કચરો એ પોલિમર જ છે.

પ્લાસ્ટિક કચરો

પ્લાસ્ટિક કચરા (બૅગ, કપ્સ, થરમૉકોલ)ને અન્ય કચરામાંથી અલગ તારવવામાં આવે છે. જરૂરિયાત મુજબ તેને સાફ કરવામાં આવે છે અને તેને નાના-નાના ટુકડાઓમાં વિભાજિત કરવામાં આવે છે. 4.35 mm ચાળણીમાંથી પસાર કરીને એકંદર જથ્થાને મીની હોટ મિક્સ પ્લાન્ટમાં 170° Cએ ગરમ કરવામાં આવે છે અને તેમાં આ નાના-નાના ટુકડાવાળું પ્લાસ્ટિક ઉમેરવામાં આવે છે, જેથી તે નરમ બને છે. એકંદરિત જથ્થાને ફરતે આવરણ રૂપે બની જાય છે. તરત જ ગરમ ડામર (160° C) તેમાં ઉમેરીને તેને મિક્સ કરવામાં આવે છે. પોલિમર અને ડામર જ્યારે પીગળી જાય (પ્રવાહી સ્વરૂપ) ત્યારે મિક્સ થઈ જાય છે અને આ મિશ્રણ એક અંદાજિત જથ્થાની સપાટી ઉપર લાગી જાય છે. આ મિક્ચરને રોડ ઉપર પાથરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ 'સેન્ટ્રલ મિક્સિંગ પ્લાન્ટ' સુધી પણ વિસ્તરેલી છે.

પોલિમર કચરો - ડામરમિશ્ર રોડનાં વિશિષ્ટ લક્ષણો

- સામાન્ય રોડ કરતાં તેની મજબૂતાઈ ડબલ હોય છે.
- પાણી સામેની નિષ્ક્રિયતા સામે પ્રતિકાર થઈ શકે છે. દા.ત., તેમાં વરસાદી ખાડા પડતા નથી.
- ઉનાળા દરમિયાન બહુ ઓછું ગળતર થાય છે.
- પ્લાસ્ટિક કચરાને બાળવાની પ્રક્રિયામાંથી મુક્તિ મળે છે.
- બીજી વધારાની મશીનરીની જરૂરિયાત રહેતી નથી.
- રોડ-બાંધકામમાં કોઈ વધારે કિંમત થતી નથી.
- ડામરમાં મિક્સ કરવાથી તેનું પ્રમાણ તેમજ તેની કિંમતમાં ઘટાડો થાય છે.

કૃષિરસાયણો અને તેની અસરો

હરિયાળી ક્રાંતિના એક ભાગરૂપે તૃણનાશકો, જંતુનાશકો અને ફૂગનાશકો અતિશય વધારે ઉપયોગ કરવાથી વધારે ઉત્પાદન મળ્યું છે. આ રસાયણો નક્કી નહીં કરેલા સજીવો ઉપર ઝેરી અસર દર્શાવે છે, જે ભૂમિ (Soil) નિવસનતંત્રના એક અગત્યના ઘટકો છે. આ રાસાયણિક ઘટકો ભૂમિમાં એકત્રિત થાય છે અને નિવસનતંત્રના જુદા-જુદા પોષકસ્તરેથી પસાર થાય છે. આ ઘટકોનું જૈવિક વિશાલન ભૂમીય નિવસનતંત્રમાં થાય છે.

ઑર્ગેનિક ખેતી - એક અભ્યાસ

ઑર્ગેનિક ખેતીમાં ખેતીવાડીની એવી પદ્ધતિઓ વપરાય છે કે જેમાં પાકની ફેરબદલી, લીલું ખાતર, સેન્દ્રિય ખાતર અને જૈવિક પેસ્ટકંટ્રોલ દ્વારા પાક ઉત્પાદન અને ખેતીમાં પરેશાન કરતી હોય તેવી બાબતો સામે નિયંત્રણનો સમાવેશ થાય છે. કાર્બનિક ખેતીમાં કૃત્રિમ ખાતરો, જંતુનાશકો અને વનસ્પતિવૃદ્ધિ અંતઃસ્રાવો વગેરેનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો નથી.

હરિયાણાના સોનીપતના એક ખેડૂત રમેશચંદ્ર ડાગરે ઑર્ગેનિક ખેતીનો ઉપયોગ કર્યો, જેમાં તેણે મધમાખી પકડવી, ડેરી-વ્યવસ્થાપન, વૉટર હાર્વેસ્ટિંગ, કમ્પોસ્ટિંગ અને ખેતીવાડીની અનેકવિધ સળંગ પદ્ધતિઓમાં તેને અપનાવી, જેથી તે એક બીજા પ્રક્રિયાઓને સહાય રૂપ બનતાં આર્થિક રીતે પરવડતું અને ટકાઉ સાહસ ગણાવી શકાય. તેણે પ્રાણીઓના મળમૂત્રનો રાસાયણિક ખાતરને બદલે પાકોમાં ઉપયોગ કર્યો. ડાંગરે 'હરિયાણા કિસાન વેલ્ફેર કલબ' ઊભી કરી, જેમાં અત્યારે 5000 ખેડૂતો તેના સભ્યો છે.

વિકિરણીય કચરો

રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરો

વિકિરણીય કચરો વિકિરણીય પદાર્થો ધરાવે છે. વિકિરણીય કચરો સામાન્ય રીતે ન્યુક્લિયર પાવર જનરેશન થવાથી ઉત્પન્ન થતી આડપેદાશ છે. ઉપરાંત ન્યુક્લિયર વિખંડન અથવા ન્યુક્લિયર ટેક્નોલૉજીના પ્રયોગો જેમકે સંશોધન અને દવાઓ, વગેરેમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે. પ્રારંભિક રીતે ન્યુક્લિયર પાવર જનરેશનને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટેની અપ્રદૂષિત રીત માનવામાં આવતી હતી. પાછળથી એ પ્રતિપાદિત થયું કે ન્યુક્લિયર એનર્જી એ પણ ખૂબ જ ગંભીર કોયડો છે. સૌપ્રથમ આકસ્મિક રીતે ત્રણ માઈલ સુધી ટાપુ ઉપર તે ઝરવા માંડ્યું હતું અને ચર્નોબિલ ઘટના અને બીજી રેડિયો- ઍક્ટિવ કચરાનો નિકાલ થયો.

ગ્રીનહાઉસ અસર

રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરો માનવ-તંદુરસ્તી અને પર્યાવરણ માટે નુકસાનકારક છે. રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા રેડિયેશનથી સજીવોમાં વિકૃતિ પેદા થાય છે, જેના લીધે વિવિધ રોગો થાય છે અને મનુષ્યમાં કૅન્સર પણ થઈ શકે છે. આથી ભલામણ કરવામાં આવે છે કે રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરાને પૂર્વસારવાર આપ્યા બાદ યોગ્ય કવચવાળા સાધનમાં પથ્થરો સાથે ભરીને જમીન લેવલના 500 મીટર તળિયે દબાવી દેવો જોઈએ.

ગ્રીનહાઉસ અસર અને વૈશ્વિક તાપમાન વધારો

પૃથ્વીની આસપાસ વાતાવરણ આવેલું છે. સૂર્યનો પ્રકાશ આ વાતાવરણમાંથી પસાર થઈને પૃથ્વીની સપાટી પર પહોંચે છે. આ પ્રકાશની અસર હેઠળ વાતાવરણ અને પૃથ્વીની સપાટી ગરમ થાય છે. પૃથ્વીની સપાટી પરથી પરાવર્તન પામી અવકાશ તરફ પ્રસરતાં કિરણોને આ વાતાવરણમાં થઈને પસાર થવાનું હોય છે. વાતાવરણમાં રહેલો CO_2 વાયુ લાંબી તરંગલંબાઈ ધરાવતાં ઇન્ફ્રારેડ કિરણોને શોષે છે અને પૃથ્વી તરફ પાછાં પરાવર્તિત કરે છે. આ કારણસર પૃથ્વી અને તેની આસપાસના વાતાવરણનું તાપમાન ગરમ થાય છે. આ અસરને ગ્રીનહાઉસ અસર

કહે છે અને આવી અસર પ્રેરતા CO_2ને ગ્રીનહાઉસ વાયુ કહે છે. માનવનિર્મિત ગ્લાસહાઉસ, જેમને ગ્રીનહાઉસ કહે છે તેમાં હૂંફાળા તાપમાનની જાળવણી માટે આ જ પ્રકારની વ્યવસ્થા યોજવામાં આવે છે, તેથી આ અસર આ જ નામે ઓળખાય છે.

સ્વાભાવિક છે કે વાતાવરણમાં જેમ CO_2નું પ્રમાણ વધે તેમ ગ્રીનહાઉસ અસર પણ વધે અને પૃથ્વીના તાપમાન પર તેની અસર થાય. ઔદ્યોગિક ક્રાંતિ અને ત્યાર બાદના વિકાસને પરિણામે લગભગ ઈ.સ. 1750થી વાતાવરણમાં CO_2ના પ્રમાણમાં વધારો થવા માંડ્યો છે.

CO_2 પોતે પ્રદૂષક નથી. વળી, વાતાવરણમાં અન્ય ગ્રીનહાઉસ વાયુઓ પણ ઉમેરાવા માંડ્યા. આ વાયુઓમાં મિથેન, નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ, હાઇડ્રોફ્લુરો કાર્બન (HFC), ક્લોરો ફ્લુરો કાર્બન (CFC) ઇત્યાદિ મુખ્ય ગણાવી શકાય.

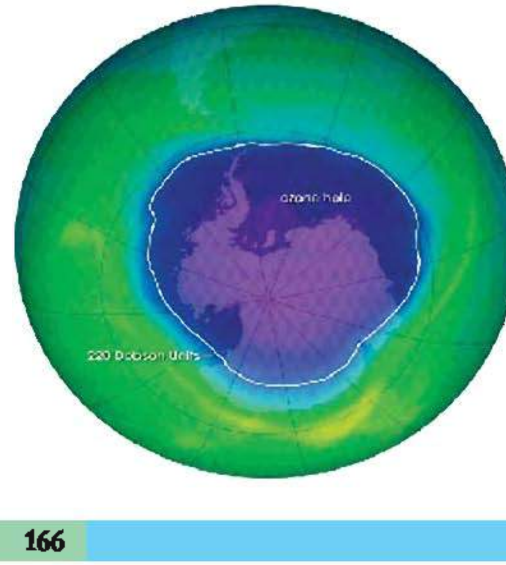
ગ્રીનહાઉસ વાયુઓના પ્રમાણમાં જેમજેમ વધારો થતો જાય છે તેમતેમ પૃથ્વીના તાપમાનમાં વધારો થતાં તે વૈશ્વિક તાપમાન વધારામાં પરિણમે છે. પૃથ્વીનું સરેરાશ તાપમાન 15° C આસપાસ હોય છે. વીસમી સદીમાં લગભગ 0.6° C જેવો વધારો થયો છે. 1950ના તાપમાનથી 2020ના તાપમાનમાં લગભગ 0.5°Cનો વધારો થવાનો અંદાજ મુકાય છે. જોકે કેટલાક અધિકૃત સ્રોતો ઈ.સ. 2050 સુધીમાં આ વધારાનો અંદાજ લગભગ 0.5°C મૂકે છે. તાપમાનમાં વધારો થવાથી તેના વાતાવરણમાં હાનિકારક ફેરફારો આવે અને તેના પરિણામે અસાધારણ આબોહવાકીય ફેરફારો થાય, જેના લીધે ધ્રુવપ્રદેશમાં સ્નોફોલ થાય. એ જ રીતે બીજા સ્થળો જેવા કે હિમાલિયન વિસ્તારોમાં પણ સ્નોફોલ (Snow Fall) થાય. આવું ઘણાં વર્ષો સુધી થવાથી, દરિયાના પાણીની સપાટી ઊંચી આવે અને તેના લીધે દરિયાકાંઠાના પ્રદેશો પણ પાણીમાં ગરકાવ થઈ જાય.

વૈશ્વિક તાપમાનના વધારાનું નિયંત્રણ કરવા માટે નીચેના પગલાં લઈ શકાય

- અશ્મિબળતણના વપરાશમાં તાકીદનો અને મોટો ઘટાડો તાત્કાલિક જરૂરી છે.
- કુદરતી ગેસનો શક્તિના એક વૈકલ્પિક સ્રોત તરીકે ઉપયોગ વધારવો જોઈએ.
- વૈકલ્પિક ઊર્જાસ્રોતો જેવા કે સૌર-ઊર્જા, ભૂતાપીય ઊર્જા તેમજ અણુ-ઊર્જાનો ઉપયોગ વધારવો જોઈએ.
- વનનાશ થતો અટકાવવો જોઈએ તેમજ પ્લાન્ટેશનને પ્રોત્સાહન આપવું જોઈએ.

સ્ટ્રેટોસ્ફિયરમાં ઓઝોનસ્તરનું વિઘટન

પૃથ્વીનું વાતાવરણ સંકેન્દ્રિત સ્તરોમાં વહેંચાયેલું છે. પૃથ્વીની સપાટીનું નજીકનું સ્તર ટ્રોપોસ્ફિયર છે. 50 કિમીની ઊંચાઈએ સ્ટ્રેટોસ્ફિયરમાં ઓઝોનનું સ્તર આવેલું છે. ઓઝોનસ્તરની જાડાઈના જમીનલેવલથી વાતાવરણની ઊંચાઈ સુધીના હવાના સ્તંભના માપનના એકમ ડોબસન એકમ (DU)થી મપાય છે. ઓઝોનસ્તર UV કિરણોને શોષી લે છે અને પૃથ્વી પર પહોંચતાં અટકાવે છે.



ઓઝોન વાયુનું નિર્માણ UV કિરણો દ્વારા ઑક્સિજનના અણુ સાથે પ્રક્રિયા થવાથી થાય છે અને તેથી O_2નું પ્રમાણ સ્ટ્રેટોસ્ફિયરમાં ઘટે છે. આમ, સ્ટ્રેટોસ્ફિયરમાં ઓઝોનનું નિર્માણ અને ઑક્સિજનના ઘટાડાનું બેલેન્સ જળવાય છે. પરંતુ વાતાવરણમાં ક્લોરિન (Cl) નો સતત ઉમેરો થવાથી બેલેન્સમાં ખલેલ પડવાથી ઓઝોનસ્તરનું વિઘટન થાય છે. ક્લોરિનનો સ્રોત છે – ક્લોરોફ્લુરો કાર્બન CFC (s). આવું એક દ્રવ્ય ફ્રીઓન (Freon) રેફ્રિજરેટર તેમજ ઍરકન્ડિશનરમાં વપરાય છે. ક્લોરિનનો પરમાણુ ઓઝોન સાથે પ્રક્રિયા કરી તેમાંથી O_2નો પરમાણુ એક પછી એક દૂર કરે છે. ક્લોરિનનો એક પરમાણુ આ પ્રકારે 1,00,000 અણુનું વિઘટન પ્રેરે છે અને વર્ષો બાદ ક્લોરાઇડ તરીકે પૃથ્વી પર પડે છે.

આમ છતાં ઓઝોનનું વિઘટન સ્ટ્રેટોસ્ફિયરમાં વધારે થાય છે, જેનું એન્ટાર્કિટક પ્રદેશમાં સૌપ્રથમ નિરીક્ષણ કરવામાં આવ્યું, જેના પરિણામે આવા મોટા વિસ્તારમાં ઓઝોનના સ્તરને પાતળું થવાની ઘટના સામાન્ય રીતે **ઓઝોનગર્ત (Ozone hole)** કહેવાય છે.

એક અભ્યાસમાં નોંધાયું છે કે ઓઝોનસ્તરમાં 10 % ઘટાડો થાય ત્યારે ચામડીના કૅન્સર અને આંખના મોતિયામાં 26 % વધારો થાય છે. આનો અર્થ એ થાય કે વિશ્વમાં 3,00,000 કેસ ચામડીનાં કૅન્સરના વધે અને 17.5 લાખ કેસ મોતિયાના વધે. UV કિરણોનો વધુ તીવ્રતાને કારણે ગળામાં સોજા આવે છે, જેને **સ્નો-બ્લાઇંડનેસ (Snow-blindness)** કહે છે.

સ્રોતોનો અયોગ્ય ઉપયોગ કરવાથી તેનો ઘટાડો અને તેનું નિયંત્રણ

એ એક અગત્યની બાબત છે કે કુદરતી સંપત્તિનું વિઘટન પ્રદૂષકોની ક્રિયાવિધિને કારણે જ થાય છે એવું નથી, પરંતુ તેનો અયોગ્ય ઉપયોગ થવાથી પણ થાય છે.

જમીનનું ક્ષારણ અને રણનું નિર્માણ

ભૂમિના સૌથી ઉપરના ફળદ્રુપ સ્તરમાં નિર્માણ માટે 100 વર્ષ લાગતાં હોય છે, પરંતુ મનુષ્યની પ્રવૃત્તિઓ જેવી કે વધુ પડતાં પાકઉછેર (Cultivation), ચરાઈ પર અનિયંત્રણ, વનનાશ અને નબળી સિંચાઈપદ્ધતિને લીધે તેનો નાશ થાય છે અને ભૂમિ ઉપર શુષ્ક જથ્થાનું નિર્માણ થાય છે. આવા મોટા જથ્થાઓ વધુ વિસ્તારોમાં ફેલાતાં લાંબા સમયે તે રણવિસ્તારમાં પરિણમે છે.

જલાક્રાન્તિ અને ભૂમિક્ષારતા

સિંચાઈમાં પાણીના નિકાલની વ્યવસ્થા બરાબર ન હોય તો ભૂમિમાં પાણી ભરાઈ રહે છે, જેની અસર માત્ર પાક ઉપર જ થાય છે એવું નથી, પરંતુ તેના કારણે ક્ષાર ભૂમિ ઉપર જ ભરાઈ રહે છે, જેના લીધે ક્ષારનું ભૂમિની સપાટી ઉપર પાતળું સ્તર રચાય છે. તે પાકોની વૃદ્ધિ અવરોધે છે. ભૂમિ પાણીથી લથબથ રહેવાથી અને ભૂમિક્ષારતા રહેવાથી હરિયાળી ક્રાંતિમાં અનેક પ્રશ્નો ઊભા થાય છે.

વનનાશ

વિશ્વનાં વનાવરણ ખૂબ ઝડપથી ઘટી રહ્યાં છે. વનનાશની તાજેતરની પરિસ્થિતિ જોતાં ભારત માટે તે ભયંકર છે. વીસમી સદીની શરૂઆતમાં ભારતમાં કુલ જમીનના 30 % વિસ્તારો જંગલો હતાં. વીસમી સદીના અંતમાં તે ઘટીને 19.4 % થઈ ગયાં. જ્યારે નેશનલ ફૉરેસ્ટ પૉલિસી (1988) ઑફ ઇન્ડિયાની ભલામણ વિસ્તાર અને 67 % ડુંગર વિસ્તાર 33 % જંગલ વિસ્તાર સપાટ જમીનો પર અને 67 % ડુંગર વિસ્તારમાં જોઈએ.

વનનાશ થવાનાં કારણોમાં વધતી જતી વસતિ અને તેના પરિણામે વધતી જતી ખેતીની જરૂરિયાત, વધતો જતો ઇમારતી લાકડાનો અને બળતણનો વપરાશ, વધતું જતું ઔદ્યોગિકીકરણ અને શહેરીકરણ છે. ખેતીવાડીમાં ઘટાડો (Slash) થવાથી તેમજ ખેતીવાડીનો આગથી નાશ થવાની ક્રિયાને ઝુમ ઉછેર (Jhum cultivation) કહે છે. જેનું ભારતના ઉત્તરપૂર્વ રાજ્યોમાં વનનાશ માટેનું મુખ્ય પ્રદાન છે. ખેતીવાડીનો ઘટાડો અને આગ લાગવાથી ખેડૂતો જંગલોમાંથી વૃક્ષો કાપી નાખે છે અને બાકી રહેલાં વૃક્ષોને આગ લગાડે છે, જેની રાખનો ઉપયોગ ખાતર તરીકે કરે છે અને જમીન ખેતી માટે અથવા ઢોર-ઢાંખરને ચરણ માટે ઉપયોગમાં લે છે.

વનનાશની ગંભીર અસરો થાય છે. વનનાશ પ્રાદેશિક તેમજ વૈશ્વિક આબોહવાકીય ફેરફાર પ્રેરે છે. વનોના નાશથી વરસાદનું પ્રમાણ ઘટે છે. વન દૂર થવાથી ત્યાંની ભૂમિનું ધોવાણ થઈ જવાથી જમીનની ફળદ્રુપતા ઘટે છે. વાતાવરણમાં CO_2નું પ્રમાણ વધતાં તાપમાનમાં વધારો થાય છે. આને કારણે ગ્રીનહાઉસ અસર સર્જાય છે. વનનાશને કારણે નિવસનતંત્રની સમતુલા

ખોરવાય છે અને જૈ-ભૂરાસાયણિક ચક્રોના સંચાલનમાં અનિયમિતતા ઊભી થાય છે. ઘણા સજીવો પોતાના કુદરતી વસવાટો ગુમાવે છે અને નાશપ્રાયઃ અથવા લુપ્ત થાય છે.

પુનઃવનનિર્માણ એ જંગલોનું ફરીથી નિર્માણ કરવાની પદ્ધતિ છે. જે ભૂતકાળમાં અસ્તિત્વમાં હતી પરંતુ કોઈ એક સમયે તે પદ્ધતિ નીકળી ગઈ. વનનાશ થયેલાં ક્ષેત્રોમાં પુનઃ વનનિર્માણ કુદરતી રીતે થાય છે. આમ છતાં આ વિસ્તારોમાં વૃક્ષો વાવવાથી તેની વૃદ્ધિ ઝડપથી થાય છે.

વનસંરક્ષણમાં લોકભાગીદારી

જંગલો અગત્યના ભાગ તરીકે કહી શકાય કેમકે વિશ્વના સાત બિલિયન લોકો જંગલોમાં રહે છે. આ પૈકીના 1.6 બિલિયન લોકો પોતાના જીવનનિર્વાહ માટે જંગલોનો સીધો જ ઉપયોગ કરે છે. તાજેતરનાં વર્ષોમાં, જંગલ ઉપર આધારિત અને જંગલોનો અને તેની પેદાશોનો ઉપયોગ કરતા લોકોની સંખ્યા સ્થિર થઈ ગઈ છે. વનનાશ થવાને કારણે, વૃક્ષો કાપવાને લીધે, વસતિનું દબાણ વધવાથી અથવા કાયદાકીય સંરક્ષણ કરવાથી જેમકે રાજ્યો દ્વારા જંગલોને અભયારણ્ય કે વન્યજીવ આરક્ષિત જાહેર કરાયા છે. ઘણા દેશોમાં જંગલના નિવસનતંત્રને સંરક્ષણ કરવાની યોજના નિષ્ફળ નીવડી છે અને તેના લીધે જંગલો ઉપર નભતા સ્થાનિક સમાજોનું જ્ઞાન અને તેની જરૂરિયાત વિશે સમજવું જરૂરી છે.

ભારતનાં અડધાં રાજ્યોએ જંગલોની **'સંયુક્ત વ્યવસ્થાપન પૉલિસી' (JFM)** ઉપર પોતાની સંમતિ દર્શાવી છે, જેમાં જંગલ વિભાગ અને સમાજે સંયુક્ત રીતે જંગલો અને તેના હક્કો અને જવાબદારીઓ નિભાવે છે. JFMના પ્રયોજનનો ઉદ્ભવ પશ્ચિમ બંગાળમાં સાલ (શોરીઆ રોબસ્ટા *Shorea robusta*)ની જાળવણી કરવા માટે હતું. અહીં, સ્થાનિક સમાજોના સમાવેશથી સાલ જંગલોના ઘટાડા ઉપર પુનઃસ્થાપન અંગે નોંધપાત્ર અસરો થઈ છે. કુદરતી પૃષ્ઠરચનાના આ લેખો દર્શાવે છે કે મિદનાપુર જિલ્લામાં લગભગ 11થી 20% વધારો સાલ જંગલવિસ્તારમાં થયો છે. ઉપરાંત અનેક ચોરસ કિલોમીટર નાશ થયેલ ઝાડીમય જંગલો ખુલ્લા વિસ્તારોમાં પુનઃસ્થાપિત બન્યાં છે. તેની સફળતાને લઈને ભારત સરકારે 1990થી આ કાર્યક્રમને વિસ્તાર્યો છે. JFM યોજના અંતર્ગત જમીનની માલિકી સરકારની રહેતી હોય છે. ગામડાનાં મંડળો સહ-સંચાલકો તરીકે રહી જંગલની પેદાશોના હકદાર બને છે. જંગલ સંરક્ષણમંડળો સંયુક્ત રીતે સંચાલિત જંગલોની ચકાસણી કરે છે. રાજ્યના જંગલ વિભાગ કરતાં આ સ્થાનિક સંસ્થાઓ દ્વારા વધુ અસરકારક રીતે જંગલોનું સંરક્ષણ થઈ રહ્યું છે.

ત્રણ પર્યાવરણીય પ્રશ્નોનો ફળદાયી અભ્યાસ

(1) રાજસ્થાન, જોધપુરના રાજાએ 1731માં તેના મુખ્યમંત્રીશ્રી સાથે નવા મહેલના નિર્માણમાં લાકડાની ગોઠવણી કરવાની સમજૂતી કરી. મંત્રીશ્રી તેના સૈનિકો સાથે ગામડાની નજીક જંગલમાં પહોંચ્યા, જ્યાં બિસ્નોઈ પ્રજા રહેતી હતી, જેઓ વૃક્ષોનું સંરક્ષણ કરતા હતા. આ લોકો છેક 15મી સદીથી આ વિસ્તારનાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓનાં જીવનનું રક્ષણ કરતા હતા અને તે બિસ્નોઈ તરીકે ઓળખાતા હતા. આ બિસ્નોઈ સમાજે તે રાજાને વૃક્ષો કાપવાના પ્રયત્નોને સદંતર નિષ્ફળ બનાવ્યા હતા. દૃષ્ટાંતરૂપ **બિસ્નોઈ** સ્ત્રી અમૃતાદેવીએ બહાદુરી દર્શાવી અને તેઓની સામે અડગ રીતે ઊભી રહી હતી. તેણીએ સૈનિકોને તેઓની વૃક્ષો પ્રત્યેની આસ્થા અને જવાબદારી અંગેનું મહત્ત્વ સમજાવ્યું હતું, જે અંગે તેણે વાદવિવાદ પણ કર્યો હતો, જ્યારે તેમના બધા જ પ્રયત્નો નિષ્ફળ ગયા અને સિપાઈઓએ વૃક્ષો કાપવાની તૈયારી શરૂ કરી, ત્યારે અમૃતાદેવી વૃક્ષને વીંટળાઈ ગઈ અને તેણીએ આગ્રહ કર્યો કે પહેલાં મને કાપો અને ત્યાર બાદ વૃક્ષોને કાપો અને તેણીએ તે સિદ્ધ કર્યું. આઘાત સાથે બળજબરીથી તેને દૂર થવા અંગે સાવધ કરવામાં આવ્યા. અમૃતાદેવીને અનુસરીને એક પછી અમુક લોકો વૃક્ષને વીંટળાઈ ગયા અને રાજાના માણસોને પડકાર્યા અને કપાઈ ગયા. આ કત્લેઆમ સતત થઈ અને આમ બિસ્નોઈ પ્રજાએ અનંત રીતે વારાફરતી આગળ આવીને મોત પસંદ કરીને વૃક્ષો અને પ્રકૃતિ પ્રત્યે પોતાનો પ્રેમ દર્શાવ્યો. છેવટે રાજા હાંફળાફાંફળા થઈને ત્યાં આવ્યા. અને આ દૃશ્ય જોયું તો તરત જ તેમણે પોતાના માણસોને આ કૃત્ય કરતા અટકાવી દીધા. જેમાં 363 માણસો મૃત્યુ પામ્યા હતા. આ ક્ષણ શાંતિમય બની ગઈ. આ ઘટનાને સમાંતર વનસંરક્ષણના ઈતિહાસની બીજી કોઈ ઘટના સંભવિત બનશે નહીં.

તાજેતરમાં ભારત સરકારે અમૃતાદેવી બિસ્નોઈ વાઈલ્ડલાઈફ પ્રોટેક્શન ઍવૉર્ડ વ્યક્તિગત કે સમગ્ર સમાજ માટે ગામડાના વિસ્તારોમાં કે જેઓ વન્યજીવોના સંરક્ષણ માટે અભૂતપૂર્વ હિંમત અને અનન્ય નિષ્ઠા દર્શાવે તે માટે જાહેર કર્યો છે.

(2) તમે ગઢવાલ હિમાલયની ચીપકો (Chipko) ચળવળનો અભ્યાસ કર્યો છે. 1974માં સ્થાનિક સ્ત્રીઓએ પ્રચંડ શૂરવીરતા (બહાદુરી) દર્શાવીને કૉન્ટ્રાક્ટરોના કુહાડીના પ્રહાર સામે બાથ ભીડી હતી. સમગ્ર દેશના લોકોમાં ચીપકો ચળવળ પ્રવેગ પકડ્યો હતો. આ ચળવળ ઉત્તરમાં હિમાચલ પ્રદેશ, દક્ષિણમાં કર્ણાટક, પશ્ચિમમાં રાજસ્થાન અને પૂર્વમાં બિહાર અને મધ્ય ભારતમાં વિંધ્યાસ (Vindhyans) સુધી પ્રસાર થયો હતો. વધુમાં ઉત્તર પ્રદેશમાં આ ચળવળ ઉપર સત્તાવાર રીતે પ્રતિબંધ ફરમાવવામાં આવ્યો હતો. આ ચળવળ ત્યાર બાદ પશ્ચિમઘાટ અને વિંધ્યાસમાં લથડીને ડામાડોળ થઈને નિષ્ફળ જતાં તેમજ વધુ પ્રમાણમાં દબાણો આવતાં લોકોની જરૂરિયાત અને પર્યાવરણીય ઘટકો પ્રત્યેની પોલિસી વધુ અસરકારક બનાવવામાં આવી. ચીપકો ચળવળને પરિણામે પૂર્ણતઃ સત્તાનું વિકેન્દ્રિકરણ કરીને સ્થાનિક સ્વાયત્ત સત્તાધીશોને સોંપવામાં આવી. તેની નેતાગીરી અને ક્રિયાવિધિ સામાન્ય રીતે ગામડાની સ્ત્રીઓને સોંપવામાં આવી, જેમાં તેઓના અને સમગ્ર સમાજના જીવનનિર્વાહ અંગેની સક્રિય રીતે કેવી રીતે આયોજન કરી શકાય તે બાબતનો પણ સમાવેશ થાય છે. પુરુષોનો પણ તેમાં સમાવેશ કરવામાં આવ્યો. આમ છતાં આ પૈકીના કેટલાકને આ ચળવળની આગેવાની સોંપવામાં આવી, જે પૈકીના એક પ્રભાવી આગેવાન સુંદરલાલ બહુગુણા હતા, જે ગાંધીવાદી અને તત્ત્વચિંતક હતા. તેઓની અપીલથી શ્રીમતી ગાંધીએ તેઓને આ ચળવળની આગેવાની આપી હતી.

ચીપકો આંદોલન

3. ભારત સરકારે 1980માં જોઇન્ટ મૅનેજમેન્ટ પ્રોગ્રામ દાખલ કર્યો, જેમાં સ્થાનિક સમાજો સાથે રહીને જંગલોનું સંરક્ષણ અને સંચાલન કરી શકાય. જેના પરિણામે સમાજોને જંગલની વિવિધ પેદાશો જેવી કે ફળો, ગુંદર, રબર, દવાઓ વગેરેનો ફાયદો થયો.

સારાંશ

જીવાવરણમાં સજીવોને હાનિકારક નીવડે એવાં દ્રવ્યોને પ્રદૂષકો કહે છે અને હવા, જમીન, પાણી અથવા ભૂમિમાં થતા કોઈ પણ અનિચ્છનીય ભૌતિક, રાસાયણિક અથવા જૈવિક ફેરફારને પ્રદૂષણ કહે છે.

હવાના પ્રદૂષણના ઘણા સ્રોત છે પરંતુ ઊડીને આંખે વળગે તેવા બે મુખ્ય સ્રોત છે. અગ્નિબળતણ અને વાહનોના ધુમાડા. હવાના પ્રદૂષણ માટે જવાબદાર સ્રોત કુદરતી અને માનવપ્રેરિત હોય છે. ઔદ્યોગિક એકમો અને થર્મલ પાવરસ્ટેશનોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કણમય દ્રવ્યોનું નિયંત્રણ સ્કબર્સ, ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક પ્રેસિપિટેટર્સ અને ફિલ્ટર દ્વારા કરવામાં આવે છે.

ઘોંઘાટ એટલે એવો અવાજ જે અસ્વીકાર્ય અને અણગમતો હોય. ઘોંઘાટ-પ્રદૂષણનો મુખ્ય સ્રોત છે, ખૂબ જ મોટો અવાજ.

પાણી સાથે જ્યારે અનિચ્છનીય ઘટકો ભળી જાય છે, ત્યારે પાણી અશુદ્ધ બને છે, જે જલપ્રદૂષણમાં પરિણમે છે. જલપ્રદૂષણ થવાને કારણે વિવિધ રોગો જેવા કે ટાઇફોઇડ, યકૃતનો સોજો, કમળો, કોલેરા, અતિસાર અને મરડો થાય છે.

સુપોષકતાકરણનો અર્થ થાય છે કે જલજ વસવાટમાં પોષણપ્રાપ્તિની સુલભતા. આ પોષકદ્રવ્યો સરળતાથી પ્રાપ્ત થતાં સૂક્ષ્મ જીવો અને જલજ વનસ્પતિસમૂહોની વૃદ્ધિ ઉત્તેજાય છે. તેઓ પાણીની સમગ્ર સપાટી ઉપર છવાઈ જાય છે અને દુર્ગંધ તેમજ સ્વાદ ખરાબ કરતાં દ્રવ્યો સર્જે છે, જેને કારણે ઘણી માછલીઓ નાશ પામે છે.

સજીવોની આહારશૃંખલાના વિભિન્ન સ્તરે કોઈ દ્રવ્યના સંકેન્દ્રણના વધારાને જૈવિક વિશાલન કહે છે. આ ઘટનાને કારણે સજીવોમાં ઝેરી ઘટકો એકત્રિત થવાથી તેનું ચયાપચય થતું નથી કે તેનો નિકાલ થતો નથી અને તેથી તેનું વહન ઉપરના પોષક સ્તરે થાય છે.

સંકલિત ગંદા પાણીનું શુદ્ધીકરણ-પ્રક્રિયા એટલે ગંદા પાણીમાંથી વિવિધ અશુદ્ધિઓ દૂર કરવી, જેમાં ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક પ્રક્રિયાઓથી ભૌતિક, રાસાયણિક અને જૈવિક અશુદ્ધિઓ દૂર કરી શકાય છે.

ઘનકચરો જુદા-જુદા પ્રકારનો હોય છે જેમકે જૈવવિઘટનીય કચરો, રિસાઇક્લેબલ વસ્તુઓનો કચરો, નિષ્ક્રિય જડ કચરો, સંયુક્ત કચરો અને ગૃહવપરાશનો જોખમી કચરો. રોડ બનાવવા માટેની સામગ્રીમાં પ્લાસ્ટિકના કચરાનો ઉપયોગ અગત્યનો ગણવામાં આવે છે, જેનાં ઘણા કારણો છે. પોલિમરયુક્ત ડામરરોડ નિર્માણમાં ઘણાં અગત્યનાં લક્ષણો ધરાવે છે. વિકિરણીય કચરો સામાન્ય રીતે ન્યુક્લિયર પાવર ઉત્પન્ન થવાથી ઉત્પન્ન થતી આડપેદાશ છે. ઉપરાંત ન્યુક્લિયર વિઘટન અથવા ન્યુક્લિયર ટેક્નોલૉજીના પ્રયોગો જેમકે સંશોધન અને દવાઓ વગેરેમાંથી ઉત્પન્ન થાય છે. રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરો માનવતંદુરસ્તી અને પર્યાવરણ માટે નુકસાનકારક છે. રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરા દ્વારા ઉત્પન્ન થતા રેડિયેશનથી સજીવોમાં વિકૃતિ પેદા થાય છે.

વાતાવરણમાં રહેલો CO_2 વાયુ લાંબી તરંગલંબાઈ ધરાવતાં ઇન્ફ્રારેડ કિરણોને શોષે છે અને પૃથ્વી તરફ પાછાં પરાવર્તિત કરે છે. આ કારણસર પૃથ્વી અને તેની આસપાસના વાતાવરણનું ઉષ્ણ તાપમાન જળવાય છે. આ અસરને ગ્રીનહાઉસ અસર કહે છે અને આવી અસર પ્રેરતા CO_2 વાયુને ગ્રીનહાઉસ વાયુ કહે છે. વનનાશ થવાનાં કારણોમાં વધતી જતી વસતિ અને તેના પરિણામે વધતી જતી ખેતીની જરૂરિયાત, ઇમારતી અને બળતણનાં લાકડાંનો વધતો જતો વપરાશ, વધતું જતું ઔદ્યોગિકીકરણ અને શહેરીકરણ છે.

સ્થાનિક લોકોના સહકારથી જંગલોની જાળવણી કરી શકાય છે. ભારતનાં અડધાં રાજ્યોએ જંગલોની સંયુક્ત વ્યવસ્થાપન પૉલિસી (JFM) ઉપર પોતાની સંમતિ દર્શાવી છે, જેમાં જંગલ વિભાગ અને સમાજો સંયુક્ત રીતે જંગલો અને તેના હક્કો અને જવાબદારીઓ નિભાવે છે.

સ્વાધ્યાય

1. નીચે આપેલા પ્રશ્નોના ઉત્તરો પૈકી સાચા ઉત્તર સામે સર્કલમાં પેન્સિલથી રંગ પૂરો :

(1) કયા પ્રકારનું પ્રદૂષણ વનસ્પતિની વૃદ્ધિ અને અકારણ મૃત્યુ માટે જવાબદાર છે ?

(અ) જલપ્રદૂષણ ◯ (બ) અવાજનું પ્રદૂષણ ◯

(ક) હવાનું પ્રદૂષણ ◯ (ડ) ભૂમિપ્રદૂષણ ◯

(2) ઇલેક્ટ્રોપેસિપિટેટર્સમાં ઇલેક્ટ્રિક ચાર્જનું નિર્માણ થાય છે...

(અ) ભૂમિકણો ◯ (બ) ધુમાડાના કણો ◯

(ક) પ્રકાશ-રાસાયણિક સ્રોત ◯ (ડ) પાણીના કણો ◯

(3) સ્ક્રબર્સથી કયા પ્રકારનો વાયુ દૂર થઈ શકે છે ?

(અ) નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ ◯ (બ) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ◯

(ક) સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ ◯ (ડ) ઑક્સિજન ◯

(4) CPCBનું પૂર્ણનામ શું છે ?

(અ) સેન્ટ્રલ પ્રોવિન્સ કન્ટ્રોલબોર્ડ ◯ (બ) સેન્ટ્રલાઇઝ પૉલ્યુશન ઍન્ડ કેમિકલબોર્ડ ◯

(ક) સેન્ટ્રલ પૉલ્યુશન કન્ટ્રોલબોર્ડ ◯ (ડ) સેન્ટર ફોર પૉલ્યુશન ઍન્ડ કેમિકલબોર્ડ ◯

(5) જલીય નિવાસસ્થાનમાં સરળતાથી પોષકદ્રવ્યો મળવાની ઘટના ......

(અ) જૈવિક વિશાલન ◯ (બ) ન્યુટ્રોફિકેશન ◯

(ક) મ્યુટેશન ◯ (ડ) ગ્રીનહાઉસ અસર ◯

(6) ડામર બનાવવા માટેનું ક્યું અગત્યનું રસાયણ બિલ્ડિંગ મટિરિયલમાં વપરાય છે,

(અ) બ્યુટાનોલ ◯ (બ) ઈથેનોલ ◯

(ક) બીટુમેન ◯ (ડ) એસિટોન ◯

(7) ઓઝોનગર્તનું નિદર્શન

(અ) ઉષ્ણપ્રદેશ ◯ (બ) એન્ટાર્કટિક પ્રદેશ ◯

(ક) ઉપઉષ્ણકટિબંધ પ્રદેશ ◯ (ડ) શીતકટિબંધ પ્રદેશ ◯

(8) ખેતીવાડીમાં ઘટાડો અને ખેતીવાડીમાં આગ લાગવાની ક્રિયા એટલે

(અ) રણની જમીન ઉપર ખેતી ◯ (બ) ઝુમઉછેર ◯

(ક) ટેકરા ઉપર ઉછેર ◯ (ડ) પુનઃવનઉછેર ◯

(9) તાપમાનના વધારા માટે ક્યો વાયુ જવાબદાર છે ?

(અ) ઑક્સિજન ◯ (બ) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ◯

(ક) સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ ◯ (ડ) કાર્બન મોનૉક્સાઇડ ◯

(10) ચીપકો આંદોલન સાથે કોણ સંકળાયેલું છે ?

(અ) અમૃતાદેવી ◯ (બ) બિસ્નોઈ ◯

(ક) સુંદરલાલ બહુગુણા ◯ (ડ) મેધા પાટકર ◯

2. નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ લખો :

(1) વાયુપ્રદૂષણના સ્રોત કયા છે ?

(2) વ્યાખ્યા આપો : પ્રદૂષણ

(3) SO_2 અને NO_2ના સ્રોત કયા છે ?

(4) અવાજ માપવાનો એકમ ક્યો છે ?

(5) જલપ્રદૂષણ થવાને લીધે કયા રોગો થાય છે ? તેનાં નામ જણાવો.

(6) BODની વ્યાખ્યા આપો અને પૂર્ણ નામ આપો.

(7) પ્રવેગિત સુપોષકતાકરણ એટલે શું ?

(8) ઘનકચરાના વિવિધ પ્રકારો જણાવો.

(9) ઈ-કચરાનાં ઉદાહરણ આપો.

(10) ગ્રીનહાઉસ વાયુઓનાં ઉદાહરણો આપો.

3. માગ્યા પ્રમાણે જવાબ આપો :

(1) અવાજના પ્રદૂષણનું નિયંત્રણ કઈ રીતે કરી શકાય ?

(2) રેડિયો-ઍક્ટિવ કચરા વિશે નોંધ લખો.

(3) પોલિમર-કચરો-ડામરનાં વિશિષ્ટ લક્ષણો લખો.

(4) વૈશ્વિક તાપમાનના વધારાના નિયંત્રણનાં પગથિયાં જણાવો.

(5) ચીપકો આંદોલન વિશે નોંધ લખો.

4. નીચેના પ્રશ્નો સવિસ્તાર વર્ણવો :

(1) સવિસ્તર વર્ણવો - સુપોષતાકરણ

(2) જૈવિક વિશાલનની ઘટના વર્ણવો.

(3) ડામરના રોડ બનાવવાની ક્રિયામાં પ્લાસ્ટિક કચરાનો ઉપયોગ કઈ રીતે કરી શકાય તે વિશે વર્ણવો.

(4) ગ્રીનહાઉસ અસરનાં કારણો અને તેનાં પરિણામો જણાવો.

(5) સ્ટ્રેટોસ્ફિયરમાં ઓઝોનસ્તરના ઘટાડાનાં કારણો વર્ણવો.

પારિભાષિક શબ્દો

પ્રકરણ 1 : વનસ્પતિઓમાં વહન

આશૂનતા	Turgidity
રસારોહણ	Ascent of sap
ઉત્સ્વેદન	Transpiration
કેશાકર્ષીય જળ	Capillary water
પ્રસરણ	Diffusion
પ્રવેશશીલતા	Permeability
અર્ધપ્રવેશશીલતા	Semi-permeability
અપ્રવેશશીલતા	Apermeable
પસંદગીશીલ પ્રવેશશીલ	Selectively permeable
આસૃતિ	Osmosis
અંતઃઆસૃતિ	Endosmosis
બહિર્સાસૃતિ	Exosmosis
રસસંકોચન	Plasmolysis
રસનિઃસંકોચન	Deplasmolysis
સમસાંદ્ર	Isotonic
અધોસાંદ્ર	Hypotonic
અધિસાંદ્ર	Hypertonic
અંતઃચૂષણ	Imbibition
જલક્ષમતા	Waterpotential
અપદ્રવ્ય પથ	Apoplast pathway
સંદ્રવ્ય પથ	Symplast pathway
પારપટલ વહન	Transmembrane Transport
મૂળદાબ	Rootpressure
સંલગ્નબળ	Cohesive force
અભિલગ્ન બળ	Adhesive force
પૃષ્ઠતાણ બળ	Surfacetention force
સ્થિતિશક્તિ	Potential energy
મુક્તશક્તિ	Free energy
આસૃતિદાબ	Osmotic pressure
આશૂનદાબ	Turgid pressure
શોષકદાબ	Suction pressure
ઉત્સ્વેદનદાબ	Transpiration pressure
અંતઃચૂષણ દાબ	Imbibition pressure
બીજાંકુરણ	Sead germination
કલિલતંત્ર	Collodel system
ગુરુત્વાકર્ષીય બળ	Gravitational force
વાયુરંધ્રો	Stomata
રક્ષકકોષો	Guard cells
સહાયક કોષો	Subsidiary cells

પ્રકરણ 2 : ખનીજપોષણ

ખનીજ	Mineral
ચયાપચય	Metabolism
તત્ત્વો	Elements
જલસંવર્ધન	Hydroponic
આવશ્યક	Essential
આસૃતિદાબ	Osmotic pressure
ઊણપ	Deficiency
ગુરુ પોષકતત્ત્વો	Macronutrients
લઘુ પોષકતત્ત્વો	Micronutrients
વર્ધનશીલ પેશી	Meristematic tissue
વિભેદન	Differentiation
પદાર્થ	Substance
સામૂહિક વહન	Massflow
વિનિમય	Exchange

વિઘટન	Decomposition	ઉત્સેચક	Enzyme
સંચય સ્થાન	Reservoir	સહઉત્સેચક	Coenzyme
જૈવિક સ્થાપન	Biological fixation	આયનમાર્ગ	Ionic channel/path
નિલહરિત લીલ	Blue-green algae	સક્રિય શોષણ	Active absorption
સંશ્લેષણ	Synthesis	સરળ શોષણ	Passive absorption
ઘટકો	Components	વાહક અણુ	Carrier molecule
સુષુપ્તતા	Dormancy		

પ્રકરણ 3 : પ્રકાશસંશ્લેષણ

પ્રકાશસંશ્લેષણ	Photosynthesis	પ્રકાશશ્વસન	Photorespiration
પ્રક્રિયાકેન્દ્ર	Reaction-centre	હરિતદ્રવ્ય	Chloropyll
રંજકદ્રવ્યતંત્ર	Photosystem	વીજાણુવાહક	Election carrier
પ્રકાશપ્રેરિત વિઘટન	Photolysis	વીજાણુવહન	Electron Transport
પ્રકાશપ્રક્રિયા	Light reaction	પ્રકાશશક્તિ	Light energy
થાઈલેકોઇડનું પોષણ/		રાસાયણિક શક્તિ	Chemical energy
અવકાશ	Lumen of thylakoid	સાયટોક્રોમ તંત્ર	Cytochrome system
અંતઃકલા/અંતઃપટલ	Inner membrane	જૈવ સંશ્લેષણ	Biosynthesis
થાઈલેકોઇડનું પટલ	Membrane of thylakoid	અંધકાર-પ્રક્રિયા	Dark reaction
આધારક (હરિતકણમાં)	Stroma (In chloroplast)	વિફૉસ્ફોરીકરણ	Dephosphorylation
આંતરગ્રેનમ પટલ	Stroma lemelre	ક્રેન્ઝ પેશીય રચના	Krenz anatomy
તરંગલંબાઈ	Wavelength	મધ્યપર્ણ કોષ	Mesophyll cell
પ્રકાશપ્રેરિત ફોસ્ફોરીકરણ	Photophosphorylation	પુલકંચુકીય કોષ	Bundle sheath cell
ચક્રીય	Cyclic	ઉષ્ણકટિબંધ	Tropical
અચક્રીય	Non-cyclic	હરિતદ્રવ્યનું ઑક્સિડેશન	Oxidation of chlorophyll
પુનઃસર્જન	Regeneration	પ્રકાશની ઊંચી તીવ્રતા	High intensity of light

પ્રકરણ 4 : શ્વસન

શ્વસન	Respiration	અપચય	Catabolism
ઊર્જાત્યાગી	Exergonic	ચયાપચય	Metabolism
ઊર્જાગ્રાહી	Exdogergonic	સમઘટક	Isomer
જારક	Aerobic	આધારક-ફૉસ્ફોરીકરણ	Substrate phosphorylation
અજારક	Anaerobic	આથવણ	Fermentation
ચય	Anabolism	આધારક (કણાભસૂત્રમાં)	Matrix (in mitechondrion)

કોષરસસ આધારક	Cytosol	ઉત્સેચન	Alcoholic anaerobic respiration
વીજાણુ પરિવહનતંત્ર	Electron transport system	ચોખ્ખો નફો	Net gain
શ્વાસ્ય પદાર્થ	Respiratory substance	સંશ્લેષણ	Synthesis
શ્વસનાંક	Respiratory Quotient (R.Q.)	વીજાણુ-ઢોળાંશ	Electron gradient
પૂરક આંક	Compensation Point (C.P.)	પ્રોટોન-ઢોળાંશ	Proton Gradient
સંકેન્દ્રણ	Concentration	રસાયણ-ઢોળાંશ	Chemical gradient
અંતઃપરોપજીવીઓ	Endo parasitics		

પ્રકરણ 5 : પાચન અને અભિશોષણ

મુખગુહા	Buccal cavity	અવશિષ્ટ	Vestigial
અન્નનળી	Oesophagus	શ્લેષ્મસ્તર	Mucosa
જઠર	Stomach	અધઃશ્લેષ્મસ્તર	Sub-mucosa
આંતરડું	Intestine	લસીસ્તર	Serosa
તાળવું	Palate	પરિસંકોચન	Peristalsis
જીભ	Tongue	શ્લેષ્મગ્રંથિ	Mucus gland
પક્વાશય	Duo denum	યકૃત	Liver
છેદક	Incisor	સ્વાદુપિંડ	Pancreas
રાક્ષી	Canine	સ્વાદાંકુરો	Tastebuds
અગ્રદાઢ	Premolar	પિત્તાશય	Gall bladder
દાઢ	Molar	પિત્તક્ષાર	Bile salts
દંતસૂત્ર	Dental formula	પિતરંજકદ્રવ્ય	Bile pigment
વિષમદંતી	Heterodont	સમદ્વિપાર્શ્વ	Isobilateral
પ્રતિસ્થાપી	Diphyodont	ઉપકર્ણગ્રંથિ	Parotid gland
મજ્જા	Pulp	અધોજિહ્વા ગ્રંથિ	Subligual gland
ઉપકર્ણ ગ્રંથિ	Parotid gland	અધોહનુ ગ્રંથિ	Submandibular gland
અધોહનુગ્રંથિ	Sub-mandibular gland	ઉરોદરપટલ	Diaphragm
નિજઠર વાલ્વ	Pyloric valve	મધ્યાંત્ર	Jujenium
આન્ત્રપુચ્છ	Vermiform appendix		

પ્રકરણ 6 : શ્વાસોચ્છ્વાસ અને વાયુઓની આપ-લે

શ્વાસોચ્છ્વાસ	Breathing	નાસિકાકોટર	Naso-phargnx
ફેફસાં	Lungs	સ્વરયંત્ર	Largyx
બાહ્યનાસિકા છિદ્રો	External mostrils	શ્વાસનળી	Trachea

શ્વાસવાહિનીઓ	Bronchus	આયનીકરણ	Ionization
સૂક્ષ્મ શ્વાસવાહિની	Bronchioles	દમ	Asthma
ઘાંટીઢાંકણ	Glotis	ગાંઠ	Tumour
ઉરોદરપટલ	Diaphragm	અવિભેદિત જથ્થો	Callus
આંતરપાંસળી સ્નાયુઓ	Intercostal muscles	રુધિરકેશિકા	Bloodcapillary
ક્લોરાઇડ સ્થળાંતર	Chloride shift	રુધિરકેશિકા જાળ	Network of blood capillaries
ક્લોરાઇડ પ્રતિસ્થળાંતર	Chloride countershift	કોષીય શ્વસન	Cellular respiration
અસ્થિપિંજર	Ribcage	શ્વસનરંજક દ્રવ્ય	Respiratory pigment
શ્વાસ	Inspiration	શ્વસનસપાટી	Respiratory surface
ઉચ્છ્વાસ	Expiration	સ્થિતિસ્થાપકતા	Elasticity
વાયુકોષ	Alveolus		

પ્રકરણ 7 : દેહજળ અને પરિવહન

પરિહૃદાવરણ	Pericardium	રુધિરકેશિકા	Blood-capillary
કર્ણક	Atrium	રક્તકણ	Red blood cell / Ery throcyte
શેપક	Ventricle	શ્વેતકણ	White blood cell / Leacocytes
ત્રિદલ વાલ્વ	Tricuspid valve	અમ્લરંગી શ્વેતકણ	Eosinophil / Acidophil
દ્વિદલ વાલ્વ	Bicuspid valve	અલ્કલરંગી શ્વેતકણ	Basophil
અર્ધચંદ્રાકાર વાલ્વ	Semilunar valve	તટસ્થકણ	Neutrophil
હૃદબદ્ધ	Chrodae tendineae	લસિકાકણ	Lymphocyte
ધમનીકાંડ	Truncus arteriosus	એકકેન્દ્રીય કણ	Monocyte
ફુપ્ફુસકાંડ	Pulmonary trunk	રુધિરકણિકાઓ	Platelets / Thrombocytes
સંકોચન	Systole	ફુપ્ફુસસીય શિરા	Pulmonary vein
શિથિલન	Diastole	હૃદધમની	Coronary artery
હૃદચક્ર	Cardiac cycle	અગ્ર મહા શિરા	Superior venacava
વિષારી	Toxic	પશ્ચ મહા શિરા	Inferior venacava
રુધિરાભિરણ	Bloodirculation	ઑક્સિજનવિહીન રુધિર	Deoxynated blood
હૃદય	Heart	હૃદખાંચ	Coronary sulcus
રુધિર	Blood	હૃદસ્નાયુ પેશી	Cardiac muscular tissue
ધમની	Artery		
મહાધમની	Aorta		

પ્રકરણ 8 : ઉત્સર્ગપદાર્થ અને તેનો નિકાલ

એમોનિયાત્યાગી	Ammonotelism
યુરિયાત્યાગી	Ureotelism
યુરિક ઍસિડત્યાગી	Ureotelic
કરોડસ્તંભ	Vertebral column
નાભિ	Hilus
મૂત્રપિંડ બાહ્યક	Renal cortex
મૂત્રપિંડ મજ્જક	Renal medulla
મૂત્રપિંડનિવાય	Renal pelvis
કેલાઇસીસ	Calyces
ઉત્સર્ગએકમ	Nephron
માલ્પિઘીયન કાય	Malpighian corpuscle
બાઉમેનની કોથળી	Bowman's capsule
ગ્રીવા	Neck
બહિર્વાહી ધમનિકા	Efferent arterode
અંતર્વાહી ધમનિકા	Afferent arteriole
નિકટવર્તી ગૂંચળામય ભાગ	Proximal convoluted region
હેન્લેનો પાશ	Henle's loop
આરોહી અને અવરોહી	Ascending and descending
દૂરસ્થ ગૂંચળામય ભાગ	Distal convoluted part
રુધિરકેશિકા ગુચ્છ	Glomerulus
મૂત્રનિર્માણ	Urine formation
બિલીની	Bellini
જક્સ્ટામજ્જક ઉત્સર્ગએકમ	Juxta medullary nephrony
વાસારેક્ટા	Vasa recta
રુધિરકેશિકાગુચ્છ ગાળણ	Glomerular filtration
પસંદગીશીલ પુનઃશોષણ	Selective reabsorption
નલિકામાં સ્રાવ	Tubular secretion
ગાળણની સાંદ્રતાની-ક્રિયાવિધિ	Mechanisms of concentration of te filtration
મૂત્રવાહિની	Ureter
મૂત્રમાર્ગ	Urethra
મૂત્રાશય	Urinary bladder
પ્રતિપોષી નિયમન	Feed back control
મૂત્રવૃદ્ધિ	Diuresis
મૂત્રપિંડ નિષ્ફળ	Kidney failure
હિમોડાયેલાયઝર/ કૃત્રિમ મૂત્રપિંડ	Hemodialyzer / Articficial kidney
પ્રસ્વેદગ્રંથિ	Sweat gland
સ્નિગ્ધગ્રંથિ	Sebaceous gland

પ્રકરણ 9 : પ્રચલન અને હલનચલન

હલનચલન	Movement
પ્રચલન	Locomotion
અમીબીય	Amocboidal
પક્ષ્મલ	Ciliary
સ્નાયુ-સંકોચન	Muscular contraction
સરકવાનો સિદ્ધાંત	Sliding theory
આધારબિંબ	Intercaluted disc
ચેતા-સ્નાયુસંધાન	Neuro muscular junction
અક્ષીય કંકાલ	Axial skeleton
ઉપાંગીય કંકાલ	Appendicular skeleton
ખોપરી	Skull
ચહેરાનાં અસ્થિઓ	Fasical bones
હથોડી	Malleus
એરણ	Incus
પેંગડું	Stepes
કશેરુકા	Vertebra

ગ્રીવા કશેરુકા	Cervical vertebrate
ત્રિકાસ્થિ	Sacrum
પૂચ્છાસ્થિ	Coccyx
અક્ષ	Axis
શિરોધર કશેરુકા	Atlas vertebra
ઉરોસ્થિ	Sternum
પાંસળીઓ	Ribs
તરતી પાંસળીઓ	Floating ribs
સ્કંધમેખલા	Pectoral girdle
સ્કંધાસ્થિ	Scapula
સ્કંધાગ્ર પ્રવર્ધ	Acromion process
સ્કંધ-ઉલૂખલ	Glenoid cavity
ભુજાસ્થિ	Humerus
અરિય-પ્રકોષ્ઠાસ્થિ	Radio - ulna
મણિ-બંધાસ્થિઓ	Carpals
પશ્ચ મણિ-બંધાસ્થિઓ	Meta carpals
અંગુલ્યાસ્થિઓ	Phalsanges

નિતંબમેખલા	Peluic girdle
નિતંબાસ્થિ	Ilium
આસનાસ્થિ	Ischium
પુરોનિતંબાસ્થિ	Pubis
નિતંબ-ઉલૂખલ	Acetabulun
ઊર્વસ્થિ	Femur
ટિબિયો-ફિબ્યુલા	Tibio-fibula
ગુલ્ફાસ્થિઓ	Tersals
પશ્ચ ગુલ્ફાસ્થિઓ	Meta tarsals
સાંધાઓ	Joints
તંતુમય સાંધા	Fibrous joint
સીવન	Sufure
કાસ્થિમય સાંધા	Cartilagenous joint
મુક્તચલ સાંધા	Synovial joint
ઊખળી સાંધો	Pivot joint
મિજાગરા સાંધા	Hinge joint
કંદુક-ઉલૂખલ સાંધો	Ball and rocket joint

પ્રકરણ 10 : સજીવો અને વસતિ

પરિસ્થિતિવિધા	Eology
વસવાટ	Habitat
સ્થળજ વસવાટ	Terrestrial habitat
વેલાનદ્મુખી વસવાટ	Estuarine habitat
વનસ્પતિસમૂહ	Flora
પ્રાણીસમૂહ	Fauna
જૈવસમાજ	Biotic community
અસંયોગીજનન	Parthenogenesis
તારકતા	Buogancy
અનુકૂલન	Adaptation
આધારક (પાયાનું સ્તર)	Substratum
માપદંડ	Perameter

સમસ્થિતિ	Homeostatis
રૂઢિ-અનુસરતા	Conformers
વસતિ	Population
સંભાવ્ય/ મહત્તમ જન્મદર	Potential Natality
પૂર્વપ્રજનનવય	Pre-reproductive age
પશ્ચ પ્રજનનવય	Post reproductivee age
મૂળગંડિકા	Root module
પ્રભાવી સજીવો	Dominant organisms
અનુક્રમણ	Succession
તાપમાન સ્તરીકરણ	Thermal stratification
પર્યાવરણાનુકૂલન	Acclimatisation
વિચરણ/ સ્થળાંતરણ	Migration

છાયાચાહક વનસ્પતિ	Sciophyte
પ્રકાશચાહક વનસ્પતિ	Heliophyte
ગીચતા	Density
મૃત્યુદર	Mortality
વહનક્ષમતા	Carrying capacity
પરસ્પરતા	Mutualism
સહભોજિતા	Commensalism
ભક્ષણ	Prodation
પરિઆવરણીય અનુક્રમણ	Enuironmental succession
પ્રારંભિક	Initialing
પ્રસ્થાપન	Ecesis
વનસ્પતિ અનુક્રમણ	Plant succession
સ્થાયીકરણ	Stabilization
જલસંચક્ર	Hydroselic succession
મરુસંચક્ર	Xeroselic succession
નિમજ્જિત જલોદ્ભિદ	Submerged Hydrophyte
તરણ અવસ્થા	Floating stage
નરકૂલ અવસ્થા	Reedswamp stage

પર્ણાભ - લાઈકેન અવસ્થા	Foliose lichen stage
જીવાવરણ	Biosphere
પર્યાવરણ	Environment
વાયુપ્રદૂષણ	Air-pollution
પરાગરજ	Pollen
ઘરગથ્થુ કચરો	Domestic waste
સુપોષકતાકરણ	Eutrophication
જૈવિક વિશાલન	Biomagnafication
ઘન કચરો	Solid waste
જૈવિક વિઘટન	Biodegradation
કૃષિરસાયણો	Agrochemicals
વૈશ્વિક ઉષ્ણતા	Global warming
વિકિરણ કચરો	Radioactive waste
ટકાઉ	Sustainable
અશ્મિ-બળતણ	Fosssile fuel
વનકટાઈ	Deforestution
પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ	Environmental issues

પ્રકરણ 11 : નિવસનતંત્ર

જૈવભૂગોળ	Biogeography
જૈવિક	Biotic
એકકોષી	Unicellular
આંતરસંબંધો	Interrelationship
સ્થળજ	Terrestrial
જલજ	Aquatic
બંધારણ	Structure
આબોહવાકીય પરિબળ	Climatic factor
એકમાર્ગી	Unidirectional
શક્તિપ્રવાહ	Energy flow
ઉત્પાદકતા	Productivity
ચરણ આહારશૃંખલા	Grazing foodchain
મૃતદ્રવ્ય આહારશૃંખલા	Detritus foodchain

પોષકસ્તર	Trophic level
જૈવભાર	Biomass
ઉત્પાદકો	Producers
તૃણાહારીઓ	Herbivores
માંસાહારીઓ	Carnivores
મિશ્રાહારીઓ	Omnivores
વિઘટકો	Decomposers
જૈવિક તંત્ર	Living system
વાસ્તવિક ઉત્પાદકતા	Net productivity
અવખંડન	Fragmantation
ધોવાણ	Leaching
અપચય	Catabolism
અવસાદી ચક્ર	Sedimentary cycle

પ્રકરણ 12 : જૈવવિવિધતા અને તેનું સંરક્ષણ

જૈવવિવિધતા	Biodiversity
સંરક્ષણ	Conservation
જનીન-વિવિધતા	Genetic diversity
જાતિ-વિવિધતા	Species diversity
નિવસનતંત્રકીય વિવિધતા	Ecosystem diversity
વસવાટ	Habitat
જાતિનિર્માણ	Speciation
વનસ્પતિ સમૂહ	Flora
પ્રાણીસમૂહ	Fauna
રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન	National park
અભયારણ્ય	Sanctuary
લુપ્તતા	Extinction
આરક્ષિત જીવાવરણ	Biospheree reserve
બીજનિધિ	Seedbank
રક્ષિત વિસ્તાર	Protective area
નૈસર્ગિક સંપત્તિ	Natural resaurces
પુનઃપ્રાપ્ય	Renewable
પુનઃઅપ્રાપ્ય	Non-renewable
વિક્ષારણ	Desalination
તૃણપ્રદેશ	Grassland
ભીની જમીનના પ્રદેશ	Wetland
જૈવસમાજીય વિવિધતા	Biotic community diversity
જીવવિવિધતાના ઢોળાંશો	Gradients of biodiversity
જાતિનો નાશ	Extinction of species
માનવપ્રેરિત લોપ	Anthropogenic extinction
સ્વસ્થાન	Insitu
નવ સ્થાન	Exsitu
રાષ્ટ્રીય ઉદ્યાન	National park
અભ્યારણ્ય	Santuries
આરક્ષિત જૈવાવરણ	Biosphere Reserves
નાભિપ્રદેશ	Core / Natural zone
સંક્રાંતિ પ્રદેશ	Transition zone

પ્રકરણ 13 : પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ

જીવાવરણ	Biosphere
પર્યાવરણ	Environment
વાયુપ્રદૂષણ	Air-pollution
પરાગરજ	Pollen
ઘરગથ્થુ કચરો	Domestic waste
સુપોષકતાકરણ	Eutrophication
જૈવિક વિશાલન	Biomagnafication
ઘન કચરો	Solid waste
જૈવિક વિઘટન	Biodegnafication
કૃષિરસાયણો	Agrochemicals
વૈશ્વિક ઉષ્ણતા	Global warming
વિકિરણ કચરો	Radioactive waste
ટકાઉ	Sustainable
અશ્મિ-બળતણ	Fosssile fuel
વનકટાઈ	Deforestution
પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ	Environmental issues

• • •