ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ/1215/170-179/છ, તા. 26-02-2016–થી મંજૂર

# ભૂગોળ

## ધોરણ 11

### પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધાં ભારતીયો મારા 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-382 010**

© 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.

**વિષય-સલાહકાર**
પ્રા. વાય. પી. પાઠક

**લેખન-સંપાદન**
ડૉ. નવનીત એમ. જયસ્વાલ (કન્વીનર)
ડૉ. ભાવના આર. દવે
શ્રી ફત્તેહસિંહ કે. ચૌધરી
શ્રી વિષ્ણુભાઈ બી. પટેલ
શ્રી ઘનશ્યામભાઈ કે. પટેલ
શ્રી મહેન્દ્રભાઈ કે. પટેલ

**સમીક્ષા**
ડૉ. એન. જી. દીક્ષિત
ડૉ. જાયમલ રંગીયા
ડૉ. બિમલ ભાવસાર
પ્રા. કલ્પના માલવત
પ્રા. ભારતી દલવાડી
શ્રી મહેશકુમાર પટેલ
શ્રી ગોપાલભાઈ ચૌધરી
શ્રી મહેશભાઈ ચૌધરી
શ્રી હારુનભાઈ પઠાણ
શ્રી મહેન્દ્રકુમાર પાઠક

**ભાષાશુદ્ધિ**
શ્રી ભીખુભાઈ પરમાર

**ચિત્રાંકન**
શ્રી ગ્રાફિક્સ

**સંયોજન**
શ્રી આશિષ એચ. બોરીસાગર
(વિષય-સંયોજક : ગણિત)

**નિર્માણ-સંયોજન**
શ્રી હરેશ એસ. લીમ્બાચીયા
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

**મુદ્રણ-આયોજન**
શ્રી હરેશ એસ. લીમ્બાચીયા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

## પ્રસ્તાવના

રાષ્ટ્રીય અભ્યાસક્રમોના અનુસંધાનમાં ગુજરાત માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બૉર્ડે નવા અભ્યાસક્રમો તૈયાર કર્યા છે. આ અભ્યાસક્રમો ગુજરાત સરકાર દ્વારા મંજૂર કરવામાં આવ્યા છે.

ગુજરાત સરકાર દ્વારા મંજૂર થયેલા **ધોરણ 11, ભૂગોળ** વિષયના નવા અભ્યાસક્રમ અનુસાર તૈયાર કરવામાં આવેલ આ પાઠ્યપુસ્તક વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પાઠ્યપુસ્તકનું લેખન તથા સમીક્ષા નિષ્ણાત શિક્ષકો અને પ્રાધ્યાપકો પાસે કરાવવામાં આવ્યાં છે. સમીક્ષકોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રતમાં યોગ્ય સુધારાવધારા કર્યા પછી આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવામાં આવ્યું છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને 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.

**એચ. એન. ચાવડા**
નિયામક
તા. 1-3-2016

**ડૉ. નીતિન પેથાણી**
કાર્યવાહક પ્રમુખ
ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2016

**પ્રકાશક** : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી એચ. એન. ચાવડા, નિયામક

**મુદ્રક** :

# મૂળભૂત ફરજો

ભારતના દરેક નાગરિકની ફરજ નીચે મુજબ 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 પાડવાની.

*ભારતનું સંવિધાન : કલમ 51-क

# અનુક્રમણિકા


| | | |
|---|---|---|
| 1. | ભૂગોળ એક વિષય તરીકે | 1 |
| 2. | પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ અને ઉત્ક્રાંતિ | 8 |
| 3. | પૃથ્વીની આંતરિક સંરચના | 18 |
| 4. | ભૂકંપ અને જ્વાળામુખી | 22 |
| 5. | ભૂમિખંડો અને મહાસાગરો | 30 |
| 6. | ખડકો, ખનીજો અને જમીન | 36 |
| 7. | ભૂમિસ્વરૂપો | 41 |
| 8. | વાતાવરણ | 54 |
| 9. | તાપમાન | 62 |
| 10. | પવન | 67 |
| 11. | વાતાવરણીય ભેજ | 79 |
| 12. | જલાવરણ | 87 |
| 13. | જીવાવરણ | 95 |
| 14. | આપત્તિ વ્યવસ્થાપન | 101 |
| 15. | નકશા - અર્થ અને પ્રકારો | 111 |
| 16. | ભૌગોલિક માહિતી અને નકશા-નિર્માણ | 117 |
| 17. | સ્થળવર્ણન નકશા | 124 |

# 1 ભૂગોળ : એક વિષય તરીકે

વિદ્યાર્થીમિત્રો, હવે ધોરણ (10 + 1)માં તમે ભૂગોળનો એક સ્વતંત્ર વિષય તરીકે અભ્યાસ કરવાના છો. ભૂગોળ ખૂબ જ મજાનો વિષય છે. ભૂગોળ અને વિજ્ઞાન વચ્ચે ખૂબ જ ગાઢ અનુબંધ છે. ભૂગોળમાં તમે પૃથ્વીનું વાતાવરણ, મૃદાવરણ (Lithosphere) સંસાધનો, જલાવરણ  માનવીય પ્રવૃત્તિઓ અને તેના આંતરસંબંધો વિશે જાણકારી મેળવશો. આપ સૌના મનમાં એક પ્રશ્ન થતો હશે કે ભૂગોળ શા માટે શીખવી જોઈએ ? ખરું ને. તો આજે, તમારા પ્રશ્નોના જવાબો શોધવા, સમસ્યાઓનું સમાધાન કરવા ભૂગોળના વિશ્વમાં પ્રવેશ કરીએ.

## ભૂગોળ શું છે ? (What is Geography ?)

પૃથ્વી મનુષ્ય ઉપરાંત સમગ્ર જીવસૃષ્ટિનું નિવાસ સ્થાન છે. પૃથ્વીનું ભૌતિક સ્વરૂપ સર્વત્ર સમાન નથી. પૃથ્વી ઉપર પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો, મેદાનો, ખીણો, મહાસાગરો, સાગરો, નદીઓ, વિશાળ વનક્ષેત્રો અને વેરાન રણપ્રદેશો આવેલાં છે. પૃથ્વીના ભૌતિક તત્ત્વોની વિવિધતાઓના કારણે સામાજિક, આર્થિક અને સાંસ્કૃતિક પર્યાવરણમાં ભિન્નતાઓનો જન્મ થયો છે. સાંસ્કૃતિક વિકાસની લાંબી યાત્રાના કારણે માનવ દ્વારા ગામડાંઓ, શહેરો, બજારો, રેલમાર્ગો, સડક માર્ગો, ઔદ્યોગિક એકમો, બંદરો વગેરે અનેકવિધ સાંસ્કૃતિક વૈવિધ્યવાળું પર્યાવરણ નિર્માણ પામ્યું છે. કેટલાક પ્રદેશોમાં માનવી પ્રતિકૂળ ભૌગોલિક પરિસ્થિતિને આધીન બન્યો છે, તો કોઈ પ્રદેશમાં તેણે પરિસ્થિતિને પોતાનાં પરિશ્રમ, બુદ્ધિ અને વૈજ્ઞાનિક સંશોધનોથી અનુકૂળ બનાવી છે. પૃથ્વીસપાટી પર આવેલાં ભૌતિક તત્ત્વો અને માનવીય તત્ત્વોની ભિન્નતાઓનો અભ્યાસ ભૂગોળ વિષયમાં થાય છે. ભૂગોળ માટે 'Geography' (જિઓગ્રાફી) શબ્દ સૌપ્રથમ ઈ.સ. પૂર્વેની બીજી સદીમાં ગ્રીક ભૂગોળવિદ્ ઇરેટોસ્થિનિસે પ્રયોજ્યો હતો. લૅટિન ભાષામાં 'Geo' (જિઑ)નો અર્થ પૃથ્વી અને Graphia (ગ્રાફિયા) એટલે વર્ણન કરવું. તેથી ‘ભૂગોળ’ એટલે પૃથ્વીનું વર્ણન કરનાર વિજ્ઞાન. ‘ભૂગોળ’નો શાબ્દિક અર્થ ‘પૃથ્વીનું વર્ણન’ એવો થાય છે. પૃથ્વીસપાટીનું પદ્ધતિસર વર્ણન કરતું વિજ્ઞાન એટલે ભૂગોળ. પૃથ્વીના જે પ્રદેશોનો અભ્યાસ કરવાનો હોય તેનાં સ્થાન, ભૂપૃષ્ઠ, આબોહવા, વનસ્પતિ, પ્રાણીસૃષ્ટિ, ખેતી તથા બાગાયતી પાક, ખનીજો, સંસાધનો, ઉદ્યોગો, પરિવહન તેમજ એ પ્રદેશમાં વસવાટ કરતા માનવ સમુદાય અને તેની પ્રવૃત્તિઓ વગેરે વિશે વ્યવસ્થિત માહિતીનો સમાવેશ ભૂગોળમાં કરવામાં આવે છે. પ્રસિદ્ધ ભૂગોળવિદ્ હાર્ટશોર્ન (Hartshorne)ના મતાનુસાર ભૂગોળ એ એવું વિજ્ઞાન છે, જે પૃથ્વીના એક સ્થાનથી બીજા સ્થાન સુધીનાં પરિવર્તનશીલ સ્વરૂપોનું વર્ણન ‘માનવ-સંસાર’ના રૂપમાં કરે છે.

કેટલાક ભૂગોળવિદ્દો ભૂગોળના સમગ્ર વિષયવસ્તુને ત્રણ ટૂંકા પ્રશ્નો કે સાત શબ્દોમાં વર્ણવે છે. તેમાં શું છે, ક્યાં છે, શા માટે છે (What is, Where and Why of it)નો સમાવેશ થાય છે. ભૂગોળનું કાર્યક્ષેત્ર પૃથ્વી જેટલું વિશાળ હોવા છતાં તેમાં મુખ્યત્વે બે પરિબળોનો અભ્યાસ થાય છે. પ્રાકૃતિક તત્ત્વો (Physical elements) અને સાંસ્કૃતિક તત્ત્વો (Cultural elements), આ બંનેને માનવને કેન્દ્ર સ્થાને રાખી તપાસવામાં આવે છે. પૃથ્વી પર આકાર લેતી પ્રત્યેક ભૌગોલિક ઘટના કાર્યકારણના સંબંધને સમજાવે છે. માનવી કાર્યકારણના સંબંધના સંદર્ભમાં ભૂગોળને સમજે તો જ ભૂગોળનું જ્ઞાન જીવનોપયોગી બની જાય.

ભૂગોળ વિષયનું વિષયવસ્તુ અત્યંત વ્યાપક છે. આ વિષયમાં પૃથ્વી પરનાં મૃદાવરણ, (ઘનાવરણ) જલાવરણ, વાતાવરણ, જીવાવરણ અને નૃવંશાવરણના ઉદ્ભવ અને ઉત્ક્રાંતિનો વિજ્ઞાનના પરિપ્રેક્ષ્યમાં અભ્યાસ થાય છે. તેથી કહી શકાય કે પૃથ્વીનાં પાંચ આવરણોનો વિગતે અભ્યાસ કરતું વિજ્ઞાન એટલે ભૂગોળ. પ્રાકૃતિક સંસાધનોનો માનવી બેફામ રીતે ઉપયોગ કરતો થયો જેના કારણે ભિન્ન ભિન્ન પ્રકારનાં પ્રદૂષણો, પર્યાવરણીય સંકટો અને જૈવિક વિનાશ જેવી અનેક સમસ્યાઓનાં કારણો અને સમસ્યાનો ઉકેલ ભૂગોળનું વિષયવસ્તુ સ્પષ્ટ કરે છે. કાર્લ રિટર નામના જર્મન ભૂગોળવિદ્દે કહ્યું છે કે, ભૂગોળનો અભ્યાસ પૃથ્વીસપાટીએથી શરૂ થાય છે, પરંતુ માનવજાત પાસે જેમ જેમ નિરીક્ષણ અને સંશોધનનાં સાધનો વિકસતાં જશે તેમ તેમ ભૂગોળનું કાર્યક્ષેત્ર પૃથ્વીસપાટીએથી વધુ ને વધુ ઊંચે અને વધુ ને વધુ ઊંડે સુધી વિસ્તરશે.

## ભૂગોળ : એક વિદ્યાશાખા તરીકે

ભૂગોળવિદ્દો ભૌગોલિક તથ્યોની વ્યાખ્યા કાર્યકારણના સંદર્ભે જ કરે છે. બે ભૌગોલિક તથ્યો અથવા એકથી વધારે ભૌગોલિક તથ્યોની વચ્ચેના કાર્યકારણ-સંબંધને સમજાવવામાં વધુ રસ દાખવે છે. જેમકે, પંજાબ અને હરિયાણામાં જોવા મળતું કૃષિ-પ્રારૂપ કેરળ અને તમિલનાડુના કૃષિ-પ્રારૂપથી ભિન્ન છે, એ ભૂગોળ સમજાવે છે. પણ તેની સાથે સાથે ભિન્નતાઓનો સંબંધ,

તે રાજ્યોનું મૃદાવરણ, વાતાવરણ, બજારની માંગ, ત્યાંના ખેડૂતોની આર્થિક સ્થિતિ અને કૃષિવિષયક તક્નીકીનો ઉપયોગ વગેરે જવાબદાર પરિબળોની ચર્ચા પણ કરે છે.

ભૂગોળ વિષયને વધુ પ્રચલિત બનાવનારા મોટા ભાગના ભૂગોળવિદ્દો ભારત, ચીન, અરબસ્તાન અને ગ્રીસ વગેરે દેશોના હતા. આપણા પ્રાચીન વેદો, પુરાણો, આરણ્યકો, બ્રાહ્મણગ્રંથો, મહાભારત અને રામાયણ ગ્રંથોમાં પ્રચુર માત્રામાં ભૌગોલિક વર્ણનો છે. અથર્વવેદમાં પૃથ્વી અને તેનાં લક્ષણો તથા માનવવસ્તી અંગેની વિગતે ચર્ચા કરવામાં આવી છે. ઈ.સ. પૂર્વેની બીજી સદીમાં ઇરેટોસ્થિનિસે પૃથ્વીનો પરિઘ માપવાનો પ્રયત્ન કર્યો હતો. ગ્રીક ભૂગોળવિદ્ થેલ્સે ઈ.સ. પૂર્વેની છઠ્ઠી સદીમાં પૃથ્વીનાં કદ, આકાર, ગતિ વિશે પોતાના વિચારો રજૂ કર્યા હતા. થેલ્સને વિશ્વનો **પ્રથમ ભૂગોળવિદ્** ગણવામાં આવે છે. ક્લોડિયસ **ટૉલેમી** નામના ગ્રીક ભૂગોળવિદ્દે પૃથ્વીનાં અક્ષાંશવૃત્તો-રેખાંશવૃત્તો અને દેશોનાં ભૌગોલિક સ્થાન વિશેની માહિતી રજૂ કરી હતી. રોમન ભૂગોળવિદ્ **સ્ટ્રાબોએ** 17 ભૌગોલિક ગ્રંથો રચીને પૃથ્વીનું વિસ્તૃત વર્ણન રજૂ કર્યું હતું.

ભારતના **આર્યભટ્ટે** સૂર્યમંડળ અંગે, વરાહમિહિરે પૃથ્વીના વ્યાસસંબંધી વીગતો રજૂ કરી હતી. ભાસ્કરાચાર્યે ગુરુત્વાકર્ષણ સંબંધી માહિતી આપી અને બ્રહ્મગુપ્તે ખગોળ અને જ્યોતિષવિષયક ગ્રંથોની રચના કરી હતી. મહાકવિ કાલિદાસે પોતાનાં મહાકાવ્યો 'મેઘદૂત' અને 'કુમારસંભવ'માં ભારતનાં પર્વતો, લોકમાતા સમાન નદીઓ અને જંગલો વિશે વર્ણન કરેલું છે. **ઈબ્નબતૂતા** નામના અરબ ભૂગોળવિદ્દે ભારતની મુલાકાત લઈ અહીંની ભૂમિ અને લોકજીવન અંગેની માહિતી રજૂ કરી હતી.

18મી સદીમાં વિશ્વના મહાન મુસાફરોએ નવા જળમાર્ગની શોધ કરી. તેઓએ પૃથ્વીના ભૌતિક સ્વરૂપ, દેશોનાં વિભિન્ન સ્થળો, મહાસાગરો તથા વિશ્વના દેશોના લોકજીવનની માહિતી આપી. જર્મનીના **એ. વી. હંબોલ્ટ, કાર્લ રિટર, ઈમેન્યુએલ કાન્ટ** અને **ફ્રેડરિક રેટઝેલ** વગેરે મહાન ભૂગોળવેત્તાઓએ ભૂગોળના વિષયવસ્તુ અંગે વિચારો પ્રસ્થાપિત કર્યા. આધુનિક ભૂગોળનું સ્વરૂપ યુરોપ ખંડમાં તૈયાર થયું. જેમાં પ્રાકૃતિક તત્ત્વોને પ્રાધાન્ય અપાયું. વીસમી સદીમાં પૃથ્વીના ભૂપૃષ્ઠનો અભ્યાસ પદ્ધતિસર તથા ક્ષેત્રીય (પ્રાદેશિક) એવા બે દૃષ્ટિકોણથી થવા લાગ્યો. 1950 સુધીમાં માનવીને સમજાઈ ગયું કે પૃથ્વી પરનાં પ્રાકૃતિક સંસાધનો એ સજીવસૃષ્ટિનો સંપૂર્ણ આધાર છે. પ્રાકૃતિક સંસાધનોનો વિવેકપૂર્વક ઉપયોગની સમજ અપાઈ. એકવીસમી સદીમાં પ્રાકૃતિક ભૂગોળ અને માનવભૂગોળ બંનેને લગભગ એકસરખું મહત્ત્વ મળ્યું. 1960થી 1970ના દશકામાં માત્રાત્મક પ્રવિધિ (qualitative techniques) અને અદ્યતન ટેક્નોલૉજીનો ઉપયોગ ભૂગોળ વિષયમાં શરૂ થયો.

1957થી કૃત્રિમ ઉપગ્રહો અવકાશમાં પ્રક્ષેપિત કરાતાં પૃથ્વીસપાટી ઉપરના કે સપાટી નીચેના પદાર્થોના ફોટોગ્રાફ્સ લેવાનું શક્ય બન્યું. પરિણામે ખનીજભંડારો અને જળસ્રોતોની જાણકારી સહજ બની. કૃત્રિમ ઉપગ્રહોના ઉપયોગથી ભૌગોલિક માહિતીતંત્ર (Geographic Information Systems), ભૂ-માહિતી તંત્ર (Land Information Systems) તથા ભૂ-સ્થિતિ તંત્ર (Global Positioning Systems)ની તક્નિક સુલભ બની છે. વર્તમાનમાં અંતરિક્ષ માહિતી તક્નીકી (Spatial Information Technology)ના વિકાસના કારણે 'પર્યાવરણ', 'ભૂગોળ'નું મુખ્ય ક્ષેત્ર બન્યું છે.

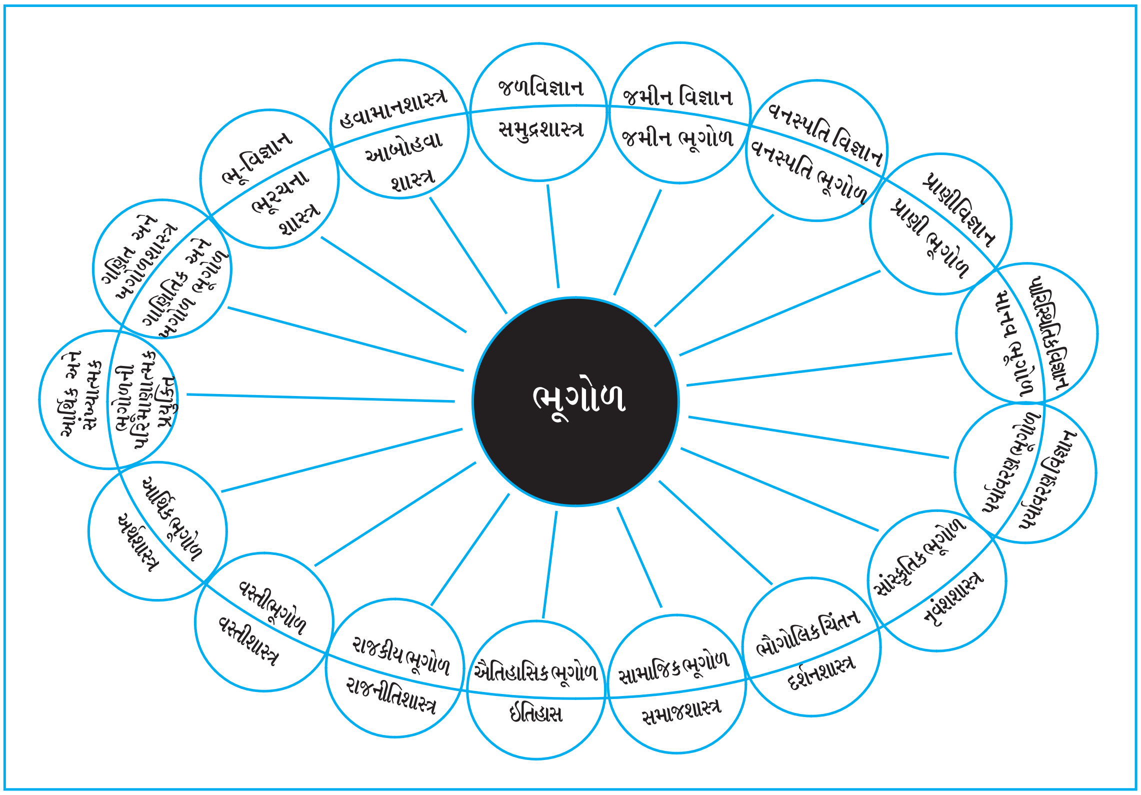
### ભૂગોળ : એક સંકલિત વિદ્યાશાખા તરીકે (Geography as an Integrating Subject)

બધાં પ્રાકૃતિક વિજ્ઞાન તથા સામાજિક વિજ્ઞાન 'યથાર્થતાને જાણવી' (To know the reality)ના ઉદ્દેશ્યને ધ્યાનમાં રાખે છે. ભૂગોળ યથાર્થતાને સમગ્રતાના સ્વરૂપમાં સમજાવવાનો પ્રયત્ન કરે છે. વિજ્ઞાન સાથે જોડાયેલા બધા જ વિષયો પણ ભૂગોળ સાથે સંબંધ રાખે છે. એક સંશ્લેષણાત્મક વિષયના રૂપમાં ભૂગોળ અનેક પ્રાકૃતિક અને સામાજિક વિજ્ઞાનો સાથે ગાઢ સંબંધ ધરાવે છે.

પૃથ્વીની ધરીભ્રમણ ગતિ અને કક્ષાભ્રમણ ગતિ, અક્ષાંશ-રેખાંશ, પ્રમાણ-સમય, વરસાદ, તાપમાનના આલેખો વગેરે ભૌગોલિક બાબતો સમજવામાં ગણિતવિષય મદદ કરે છે. ગ્રહણો અને તેનો સમય, પૂર, ભૂકંપ તથા અન્ય કુદરતી આફતોની આગાહી કરવા ભૂગોળ ગણિત અને વિજ્ઞાનની મદદ લે છે. રાષ્ટ્ર કે વિદેશના ઇતિહાસની મહત્ત્વની ઘટનાઓનું હાર્દ પામવા ભૂગોળના જ્ઞાનની જરૂર છે. ભૌતિક ભૂગોળની બધી શાખાઓ પ્રાકૃતિક વિજ્ઞાન સાથે સહસંબંધ ધરાવે છે. ભૂસ્તર વિજ્ઞાન, ખગોળવિજ્ઞાન, ભૌતિકવિજ્ઞાન, વનસ્પતિ વિજ્ઞાન, જૈવવિજ્ઞાન વગેરે વિજ્ઞાનો સાથે ભૂગોળને ખૂબ જ ગાઢ સહસંબંધ રહેલો છે.

સામાજિક વિજ્ઞાનના બધા વિષયો દર્શનશાસ્ત્ર (તત્ત્વજ્ઞાન), ઇતિહાસ, નાગરિકશાસ્ત્ર, રાજ્યશાસ્ત્ર, અર્થશાસ્ત્ર, સમાજશાસ્ત્ર અને નૃવંશશાસ્ત્ર સાથે ભૂગોળને પ્રત્યક્ષ સંબંધ છે. રાજનીતિ-ભૂગોળ, ઐતિહાસિક ભૂગોળ, આર્થિક-ભૂગોળ, વસ્તીવિષયક ભૂગોળ વગેરે ભૂગોળની શાખાઓ સામાજિક વિજ્ઞાન સાથે સંબંધ ધરાવે છે. માનવીનાં ખોરાક, પોશાક, રહેઠાણ અને સંસ્કૃતિ સાથે ભૂગોળ સંબંધ ધરાવે છે, તેથી ભૂગોળનો અનુબંધ સામાજિક વિજ્ઞાનો સાથે છે. પરિવહન, દૂરસંચાર, ઉદ્યોગો અને ખેતી વગેરે માનવીની આર્થિક પ્રવૃત્તિઓનો ભૂગોળ અભ્યાસ કરે છે. આમ, ભૂગોળ અર્થશાસ્ત્ર સાથે ઘનિષ્ઠ સંબંધ ધરાવે છે. નકશાવાચન,

નકશા-પૂરણી તેમજ અક્ષાંશ-રેખાંશની ગણતરી માટે ભૂમિતિના જ્ઞાનનો આધાર અનિવાર્ય છે. પ્રત્યેક વિષયને પોતાનું તત્ત્વજ્ઞાન હોય છે, જે વિષય માટેની પાયાની ભૂમિકા અદા કરે છે. તત્ત્વજ્ઞાન ભૂગોળના ક્રમિક વિકાસ માટે સ્પષ્ટ ઐતિહાસિક ભૂમિકા ભજવે છે, 'ભૌગોલિક ચિંતનનો ઇતિહાસ' તૈયાર કરવામાં તત્ત્વજ્ઞાન ભૂગોળ વિષયને સહાયક બને છે. સમય સંશ્લેષણ માટે ભૂગોળ ઇતિહાસની મદદ મેળવે છે. રાજ્ય વ્યવસ્થાઓ, રાજ્યનો વિસ્તાર, વસ્તી, ભિન્ન ભિન્ન સંગઠનો વગેરેના વિશ્લેષણ માટે ભૂગોળ રાજનીતિ વિજ્ઞાન (Political Science) પાસેથી આધાર મેળવે છે. વ્યક્તિમાં આંતરરાષ્ટ્રીય સમજ વિકસે, વિશ્વ બંધુત્વ અને વૈશ્વિક સંગઠનો પ્રત્યેની ફરજો વિકસે તે માટે ભૂગોળ પોતાનો અનુબંધ નાગરિકશાસ્ત્ર સાથે જોડે છે. આમ, ભૂગોળ પ્રાકૃતિક તેમજ સામાજિક વિજ્ઞાનો સાથે પોતાનો સંબંધ પ્રસ્થાપિત કરે છે.



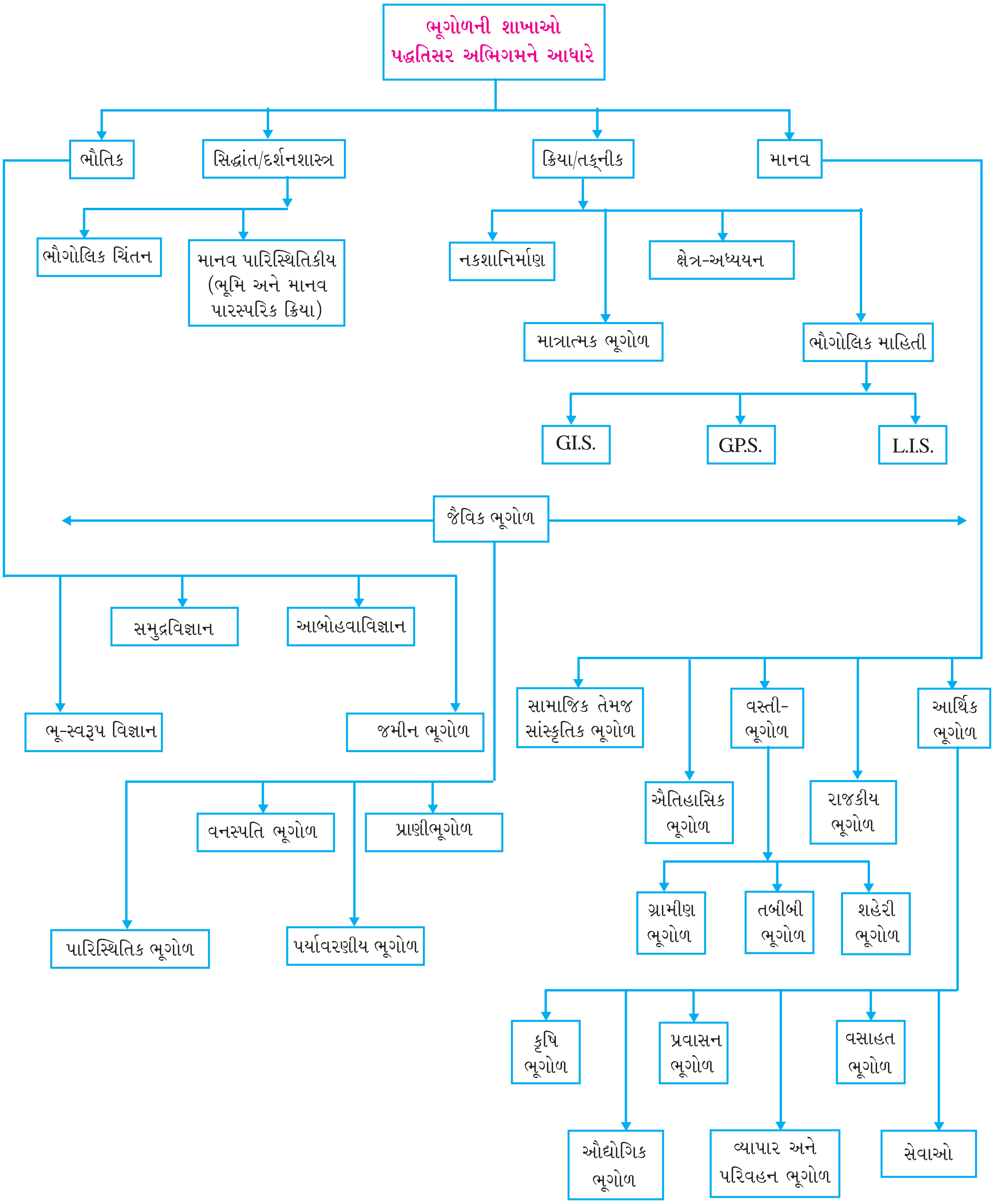

**1.1 ભૂગોળનો પ્રાકૃતિક (ભૌતિક) અને સામાજિક વિજ્ઞાનો સાથેનો સંબંધ અને ભૂગોળની શાખાઓ**

ભૂગોળમાં ભૂપૃષ્ઠના અભ્યાસ માટે બે અભિગમો છે : (1) ક્રમબદ્ધ અથવા પદ્ધતિસર અભ્યાસનો અભિગમ (Systematic Approach) અને (2) પ્રાદેશિક અભિગમ (Regional Approach).

**(1) ક્રમબદ્ધ અથવા પદ્ધતિસર અભ્યાસનો અભિગમ :** આ અભિગમ સામાન્ય ભૂગોળનો છે. જર્મન ભૂગોળવિદ્ **ઍલેકઝાંડર વૉન હમ્બોલ્ટ** (1769-1859) આ અભિગમના પ્રવર્તક છે. આ વિધિ પ્રમાણે ભૌગોલિક તત્ત્વોને પ્રકરણોમાં વિભાજિત કરીને મૃદાવરણ દરેક પ્રકરણનો અભ્યાસ વૈશ્વિક સ્તરે કરવામાં આવે છે. ઘનાવરણ, વાતાવરણ, જીવાવરણ, ખનીજ, કૃષિ, ઉદ્યોગ, પરિવહન વસ્તી, વ્યાપાર વગેરેને અલગ-અલગ પ્રકરણમાં મૂકીને અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. વિશ્વસ્તરે અભ્યાસ કર્યા પછી ક્ષેત્રીય સ્વરૂપમાં વર્ગીકૃત પ્રકારોમાં અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. જેમકે 'કુદરતી વનસ્પતિ' - સર્વ પ્રથમ તેનું વૈશ્વિક સ્તરે અધ્યયન કરવામાં આવે પછી ક્ષેત્રીય સ્વરૂપના વર્ગીકૃત પ્રકારો ભૂમધ્ય પ્રકારની વનસ્પતિ, શંકુદ્રુમ પ્રકારની વનસ્પતિ, મોસમી પ્રકારની વનસ્પતિ, વિષુવવૃત્તીય પ્રકારની વનસ્પતિ વગેરેની જાણકારી આપવામાં આવે છે. પદ્ધતિસરના અભ્યાસમાં સમગ્ર પરથી તેના અંશોનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે.

**(2) પ્રાદેશિક અભિગમ :** પ્રાદેશિક અભિગમનો વિકાસ જર્મન ભૂગોળવિદ્ **કાર્લ રિટરે** (1779-1859) કર્યો છે. પૃથ્વીના જુદા જુદા એકમો પાડીને એક નિશ્ચિત પ્રાદેશિક વિસ્તારના સંદર્ભમાં તેની તમામ ભૌગોલિક બાબતોનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે.

દક્ષિણ અમેરિકામાં ઍમેઝોનનો ખીણ પ્રદેશ, આફ્રિકામાં કોંગો નદીનો ખીણ પ્રદેશ, મલેશિયા, ઇન્ડોનેશિયા અને ફિલિપિન્સના દ્વીપ સમૂહો વગેરેને એક પ્રાકૃતિક પ્રદેશ (Natural Region)માં જોડીને **વિષુવવૃત્તીય જંગલોનો પ્રદેશ** તરીકે તેનો અભ્યાસ થાય છે. આ એક પ્રદેશની આબોહવા, વનસ્પતિ, કૃષિ, ખનીજો, પ્રાણીજીવન વગેરેનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે. તેને પ્રાદેશિક અભિગમ કહેવાય છે.




**1.2 ભૂગોળની શાખાઓ**

## 1. પદ્ધતિસર અભિગમના આધારે ભૂગોળની શાખાઓ

**(1) ભૌતિક ભૂગોળ (Physical Geography) :** ભૌતિક ભૂગોળને પાંચ પેટા વિભાગોમાં વહેંચવામાં આવે છે. (1) ભૂસ્વરૂપ વિજ્ઞાન કે શાસ્ત્ર (Geomophology), (2) આબોહવા વિજ્ઞાન (Climatology), (3) સમુદ્રવિજ્ઞાન (Oceanography) (4) જમીન વિજ્ઞાન (Soil Geography) (5) જળવિજ્ઞાન (Hydrology).

ભૂસ્વરૂપ વિજ્ઞાનમાં પૃથ્વીસપાટી સ્તરનાં ભૂમિસ્વરૂપો, તેમનું વિતરણ, ઉત્પત્તિ અને પ્રકાર વિશે માહિતી આપવામાં આવે છે. આબોહવા વિજ્ઞાનમાં વાતાવરણના સ્તરો, ઋતુઓ, આબોહવાનાં ઘટકો અને તત્ત્વો જેવાં કે તાપમાન, હવાનું દબાણ, પવનો, વૃષ્ટિ, વાદળો, ચક્રવાત તથા સ્થાનિક પવનો વગેરેનો અભ્યાસ થાય છે. સમુદ્રવિજ્ઞાન મહાસાગરોની ઉત્પત્તિ, ભરતી-ઓટ, મહાસાગરોની ઊંડાઈ, તેનાં સ્થાન, મહાસાગરોના પ્રવાહો, સમુદ્રતળનું ભૂપૃષ્ઠ, સમુદ્રજળની ક્ષારતા ઉપરાંત મહાસાગરોની માનવજીવન પર અસરોનો અભ્યાસ કરે છે. જમીનવિજ્ઞાનમાં જમીનના પ્રકાર, નિર્માણ, વિતરણ તેનાં લક્ષણો અને તેની ઉપયોગિતાનો અભ્યાસ થાય છે. જળવિજ્ઞાન મહાસાગરો, સમુદ્રો, નદીઓ, સરોવરો, હિમનદીઓ વગેરે જળરાશિ-ભૂમિકાનો અભ્યાસ કરે છે.

**(2) માનવ ભૂગોળ (Human Geography) :** પ્રકૃતિ અને માનવીના પરસ્પરના સંબંધોના કારણે ગામડાં, કસબા, શહેરો, દેશ, કારખાનાં, સડકો, રેલમાર્ગો, રહેઠાણ વગેરેનાં સાંસ્કૃતિક લક્ષણો કે વિશેષતાઓ તથા તેમના વિતરણનો અભ્યાસ માનવ ભૂગોળમાં થાય છે. સાંસ્કૃતિક ભૂગોળ, સામાજિક ભૂગોળ, વસ્તીવિષયક ભૂગોળ, ગ્રામીણ ભૂગોળ, શહેરી ભૂગોળ, આર્થિક ભૂગોળ, ઔદ્યોગિક ભૂગોળ, કૃષિ-ભૂગોળ, વ્યાપાર અને પરિવહન ભૂગોળ અને રાજકીય ભૂગોળ વગેરે માનવ ભૂગોળની મુખ્ય વિષય શાખાઓ છે. માનવવિકાસને આડે આવતાં ભૌગોલિક પરિબળો અને ભૌગોલિક સમસ્યાઓ સમજાવે છે. તેના ઉપાયો વિશે ચર્ચા કરે છે. વિડાલ દ લા બ્લાશના મતાનુસાર માનવ ભૂગોળમાં પૃથ્વીને નિયંત્રણ કરનારા ભૌતિક નિયમો તથા પૃથ્વી પર વિકાસ કરનાર સજીવોના પારસ્પરિક સંબંધોનું સંયુક્ત જ્ઞાન સમાવિષ્ટ છે. 'પ્રવૃત્તિશીલ માનવ અને ગતિમાન પૃથ્વીના પારસ્પરિક બદલાતા સંબંધોનું અધ્યયન એટલે માનવ ભૂગોળ' – ઍલન સેમ્પલ (Ellen Sample).

**(3) જૈવિક ભૂગોળ (Bio Geography) :** ભૌતિક ભૂગોળ અને માનવ ભૂગોળના આંતરસંબંધોમાંથી જૈવિક ભૂગોળનો જન્મ થયો છે. પ્રાણીભૂગોળ (Zoo Geography), વનસ્પતિ ભૂગોળ (Plant Geography), પારિસ્થિતિકી (Ecology) અને પર્યાવરણ-ભૂગોળ (Environment-Geography) જૈવિક ભૂગોળની શાખાઓ છે. પ્રાણીભૂગોળ વિવિધ પ્રકારનાં પ્રાણીઓ, જીવજંતુઓ તથા સૂક્ષ્મ જીવાણુઓના વિતરણ અંગેની માહિતી આપે છે. વનસ્પતિ ભૂગોળમાં જંગલો અને ત્યાંની વિવિધ વનસ્પતિઓ, ઘાસભૂમિના પ્રકારો તથા તેના વિતરણની માહિતી પ્રદાન કરે છે. માનવ તથા પ્રકૃતિ વચ્ચે બદલાતા સંબંધો, પ્રકૃતિની માનવજીવન પર થતી વિવિધ અસરો, પ્રજાતિઓનાં નિવાસસ્થાન, તેનાં ક્ષેત્રો, વિકાસ, વર્ગીકરણ અને તેના વિતરણનો વૈજ્ઞાનિક અભ્યાસ કરે છે. પર્યાવરણીય સમસ્યાઓ, ભૂમિ-પ્રદૂષણના પ્રકારો તથા પર્યાવરણીય સંરક્ષણ, સજીવ પર્યાવરણની ગુણવત્તા-અવક્રમણ અને માનવકલ્યાણ ઉપરની અસરોની માહિતી પારિસ્થિતિકી અને પર્યાવરણ ભૂગોળ પ્રદાન કરે છે.

**(4) ભૌગોલિક પ્રવિધિઓ અને પ્રયુક્તિઓ (Geographical methods and Techniques) :** ભૌતિક પ્રવિધિઓ અને પ્રયુક્તિઓને અંતર્ગત નીચે પ્રમાણેની ઉપશાખાઓનો સમાવેશ થાય છે :

- ક્ષેત્ર-અધ્યયન (ભૌતિક તથા સામાજિક-આર્થિક સર્વેક્ષણ)
- નકશાનું નિર્માણ અને કમ્પ્યૂટર પર આધારિત નકશા-નિર્માણ
- માત્રાત્મક ભૂગોળ
- સ્પેશ્યલ ઇન્ફર્મેશન ટૅક્નોલૉજી (Geographical Information System, Global Positioning Systems, Land Information System)

## 2. પ્રાદેશિક અભિગમ :

પ્રાદેશિક અભિગમ (Regional Approach)ની મુખ્ય ઉપશાખાઓ નીચે પ્રમાણે છે :

- પ્રાદેશિક અધ્યયન (Regional Study)
- પ્રાદેશિક વિશ્લેષણ (Regional Analysis)
- પ્રાદેશિક વિકાસ (Regional Development)
- પ્રાદેશિક આયોજન (Regional Planning)

## ભૂગોળનું મહત્ત્વ (Importance of Geography)

વ્યક્તિ-નિર્માણ માટે અથવા માનવીના સશક્તિકરણ માટે ભૂગોળનો અભ્યાસ અનિવાર્ય છે. ખેતી, વ્યાપાર, પરિવહન, ઉદ્યોગોની સ્થાપના માટે અને તેના વિકાસનો ખ્યાલ મેળવવા ભૂગોળનું જ્ઞાન ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે. માનવજીવનનાં વિવિધ પાસાંને સમજવામાં, માનવસમાજના સાંસ્કૃતિક વારસાનું પૃથક્કરણ કરવા, ઐતિહાસિક ઘટનાઓને સમજવા અને વર્તમાન વૈશ્વિક સમસ્યાઓ હલ કરવા ભૂગોળ પાયાનું જ્ઞાન પૂરું પાડે છે.

વ્યક્તિમાં આંતરરાષ્ટ્રીય સમજ વિકસે, વિશ્વબંધુત્વની ભાવના કેળવાય, રાષ્ટ્ર માટે પ્રેમ પ્રગટે, રાષ્ટ્રીય ગુણો વિકસે વગેરે મૂલ્યોના સંવર્ધન અને વિકાસ માટે ભૂગોળ મહત્ત્વની ભૂમિકા ભજવે છે. રાષ્ટ્રીય અને આંતરરાષ્ટ્રીય સમસ્યા ઉકેલવી હોય તો ભૂગોળનું જ્ઞાન અનિવાર્ય છે. પ્રત્યેક વિષયના અધ્યયન પાછળ કેટલાંક લક્ષ્ય અને ઉદ્દેશ્ય હોય છે. ભૂગોળ એક ગત્યાત્મક (Dynamic) વિષય છે. તેના વિષયવસ્તુનો વિકાસ વૈજ્ઞાનિક આધારે કરવામાં આવ્યો છે. ભૂગોળના અધ્યયનથી આપણામાં ઘણી ક્ષમતાઓ અને કૌશલ્યો વિકસે છે. પ્રવાસ, પ્રદર્શન, વાર્તાલાપો સમજી શકીએ છીએ. પત્રમૈત્રી બાંધવાની સૂઝ કેળવાય છે. નકશાવાચન, નકશાપૂરણી, વરસાદનું માપન, તાપમાનનું માપન, ભૂકંપની તીવ્રતાનું માપન, હવાના દબાણનું માપન વગેરે પ્રકારની ક્ષમતાઓ વિકસાવવામાં ભૂગોળ ટેકણ લાકડીની ભૂમિકા ભજવે છે. પ્રાકૃતિક સંસાધનો વિશે આપણામાં સ્વસ્થ દૃષ્ટિકોણ ઉત્પન્ન થાય છે અને સંસાધનોનો વિવેકપૂર્વક ઉપયોગ કરવાની સૂઝ પેદા થાય છે. મૃદાવરણ (ઘનાવરણ), વાતાવરણ, જલાવરણ અને જીવાવરણ સંબંધિત વિશેષતાઓ અને વિવિધતાઓની જાણકારી ભૂગોળ આપે છે. જેથી વ્યક્તિની પોતાની સ્વાભાવિક જિજ્ઞાસાવૃત્તિ સંતોષાય છે. ભૂગોળના વિવિધ પ્રકારના નકશા, પૃથ્વીનો ગોળો અને પ્રાકૃતિક તથા ભૌતિક તત્ત્વોના નિરીક્ષણની કળા વ્યક્તિમાં વિકસે છે. ભૌગોલિક ઘટનાઓ થકી કાર્યકારણ સંબંધ (Cause and Effect Relationship) કેળવવાની માનસિક ક્ષમતા કેળવાય છે. વ્યાપાર, સંરક્ષણ, પ્રવાસ, ઉદ્યોગ, ખેતી અને પશુપાલન માટે ભૂગોળનું જ્ઞાન એ એક વ્યાવહારિક જરૂરિયાત છે. વિશ્વના દેશો-દેશો વચ્ચેના આંતર-અવલંબનની સમજ ભૂગોળ આપે છે. આપણા ઘણા ઉત્સવો અને સામાજિક રીતરિવાજોની પશ્ચાદ્ભૂમિમાં આપણી ભૂગોળ છે. ભૌતિક ભૂગોળના અભ્યાસ વડે માનવીની આર્થિક પ્રવૃત્તિઓ, સિદ્ધિઓ અને નિષ્ફળતાઓ જાણી શકાય છે. કુદરતી આપત્તિઓ જેવી કે ભૂકંપ, ભૂમિપાત, વાવાઝોડું, પૂર કે દુષ્કાળ સાથે પર્યાવરણ-સુરક્ષા અને સંવર્ધન અંગેનું જરૂરી માર્ગદર્શન ભૂગોળના અભ્યાસ દ્વારા મળે છે. વૈશ્વિક સમસ્યાઓ જેવી કે ઊર્જા અને જળસંરક્ષણ, પર્યાવરણ-જતન, પ્રદૂષણ નિયંત્રણ અંગેનું જરૂરી જ્ઞાન ભૂગોળના અભ્યાસ વગર અધૂરું રહે છે. વધતી વસ્તી અને ઘટતી વનસ્પતિ, ગરીબી, આતંકવાદ જેવા પ્રશ્નોના નિરાકરણ કે ઉકેલ માટે પણ ભૂગોળનું જ્ઞાન આવશ્યક બને છે. 'વસુધૈવ કુટુમ્બકમ્' અર્થાત્ સમગ્ર વિશ્વ એક પરિવાર કે કુટુંબ છે, તેવી ભાવના ભૂગોળના અભ્યાસ દ્વારા જ ચરિતાર્થ થાય છે. વ્યક્તિમાં સૂક્ષ્મ અવલોકન કરવાની, તારણો કાઢવાની, નિર્ણયો કરવાની અને યોગ્ય અભિપ્રાયો બાંધવાની વગેરે માનસિક શક્તિઓનો વિકાસ ભૂગોળ દ્વારા સરળ બને છે. ભૂગોળ નાગરિકને વિશ્વનાગરિક બનાવે છે. રાષ્ટ્રીય સમસ્યાઓ સમજી અને તેને ઉકેલવામાં નાગરિક પોતાનું યોગદાન આપી શકે તે માટે ભૂગોળનું જ્ઞાન ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે.

વિદ્યાર્થીમિત્રો, આ પ્રકરણ દ્વારા ભૂગોળના સમગ્ર વિષયવસ્તુથી તમે વાકેફ બન્યા છો. હવે પછીનાં પ્રકરણોમાં આપણે ભૌતિક ભૂગોળ ક્રમશઃ શીખવાના છીએ. દરેક પ્રકરણના અંતે આપેલા સ્વાધ્યાય-પ્રશ્નો તમારી જિજ્ઞાસાવૃત્તિને સંતોષ આપશે અને તમારી અભ્યાસવિષયક સિદ્ધિઓને ઊંચે લઈ જવામાં મદદરૂપ બનશે. તો મિત્રો, આવો આપણે ભૂગોળને ખૂબ જ રસપૂર્વક અને જિજ્ઞાસા સાથે શીખીએ.

### સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ આપો :**

(1) 'વર્તમાન સમયમાં ભૂગોળ ખૂબ જ ઉપયોગી વિષય છે.' આ વિધાન સમજાવો.

(2) ભૂગોળનો અર્થ સમજાવી તેના વિષયવસ્તુની ચર્ચા કરો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર જવાબ આપો :**

(1) ભૂગોળની મુખ્ય પ્રશાખાઓ વિશે જણાવો.

(2) ભૌતિક ભૂગોળના પેટા વિભાગો જણાવી ટૂંકમાં તેમનું વર્ણન કરો.

(3) 'માનવ ભૂગોળ' ટૂંક નોંધ લખો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) ભૂગોળ કયા કયા વિષયો સાથે અનુબંધ ધરાવે છે ?

(2) માનવ ભૂગોળના કોઈ પણ ચાર વિભાગો જણાવો.

(3) હાલની વૈશ્વિક સમસ્યાઓ કઈ કઈ છે ?

(4) વસ્તીભૂગોળ એટલે શું ?

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યોમાં આપો :**

(1) સૂર્યમંડળ વિશે માહિતી આપનાર ભારતીય ભૂગોળવિદ્ કોણ હતા ?

(2) ભારતનો પ્રવાસ કરી તેની ભૂમિ અને લોકજીવન અંગે વર્ણન કરનાર કોણ હતું ?

(3) ભૂગોળનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાના સ્રોત કયા કયા છે ?

(4) ભારતના બે ભૂગોળવિદ્દોનાં નામ લખો.

(5) ભૂગોળ શબ્દનો અર્થ આપો.

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) વિશ્વનો પ્રથમ ભૂગોળવિદ્ કોણ છે ?

(a) થેલ્સ (b) ઈબ્ન-બતૂતા (c) કાર્લ રિટર (d) ભાસ્કરાચાર્ય

(2) મહાન ભૂગોળવિદ્ કાર્લ રિટર કયા દેશના હતા ?

(a) ગ્રીસ (b) ઇંગ્લૅન્ડ (c) અરબસ્તાન (d) જર્મની

(3) ભારતનો પ્રવાસ કરી ભૂમિ અને લોકજીવનનું વર્ણન કરનાર કોણ હતા ?

(a) આર્યભટ્ટ (b) ઈબ્ન-બતૂતા (c) કાલિદાસ (d) ભાસ્કરાચાર્ય

(4) 'મેઘદૂત'ની રચના કોણે કરી ?

(a) ચંદ્રગુપ્ત (b) ભાસ્કરાચાર્ય (c) કાલિદાસ (d) વરાહમિહિર

# 2 પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ અને ઉત્ક્રાંતિ

વસુંધરા માનવીનું જન્મસ્થળ છે. ભૂ-સપાટી પર મનુષ્યજીવનનો સમગ્ર કાર્યવ્યવહાર ચાલે છે. મનુષ્યનું શરીર પણ તેના મૃત્યુ બાદ ધરતીની ધૂળમાં ભળી જાય છે. આ કારણે જ માનવીને ધરતીનો છોરું કહ્યો છે. સમસ્ત માનવ-સંસ્કૃતિનો ઇતિહાસ આ ધરતીમાતા સાથે સંકળાયેલ છે. જ્યારથી પૃથ્વી પર માનવનું અસ્તિત્વ સાકાર બન્યું છે ત્યારથી પૃથ્વીના ઉદ્ભવથી માંડીને પૃથ્વીનાં વિવિધ આવરણો અંગે તે સતત વિચારતો રહ્યો છે. વિજ્ઞાનની અનેકવિધ ક્ષેત્રે પ્રગતિ થઈ હોવા છતાં પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ કેવી રીતે થયો ? એ પ્રશ્ન આજે પણ એટલો જ વિવાદાસ્પદ રહ્યો છે. બ્રહ્માંડનાં રહસ્યો આજે પણ વણઉકલ્યાં છે.

આપણે નાનાં હતાં ત્યારથી જ આપણી જિજ્ઞાસા રહી છે કે આકાશમાં તારા શા માટે ચમકે છે ? તારાની સંખ્યા કેટલી ? ઈશ્વરે તારાનું સર્જન શા માટે કર્યું હશે ? જ્યારે પૃથ્વી પરનો કોઈ વ્યક્તિ અવસાન પામે છે ત્યારે તે શું આકાશનો તારો બની જાય છે ? અવકાશમાં પૃથ્વી કોના પર ટકી રહી છે ? તેના પેટાળમાં શું છુપાયેલું હશે ? આપણે એક ગીત સાંભળતા આવ્યા છીએ : 'ચલો દિલદાર ચલો, ચાંદ કે પાર ચલો.' તો શું આપણે અંતરિક્ષની પેલે પાર જઈ શકીશું ? આ બ્રહ્માંડમાં અન્યત્ર ક્યાંય જીવસૃષ્ટિ હશે ખરી ? આ બધા જ પ્રશ્નોનો ઉકેલ મેળવવા આવો, આપણે આ પ્રકરણનો સહેતુક અભ્યાસ કરીએ.

### પૃથ્વીના ઉદ્ભવની પૌરાણિક માન્યતાઓ

પૃથ્વીના ઉદ્ભવની માન્યતાઓ અને અટકળો વિવિધ ધર્મગ્રંથોમાં જોવા મળે છે. પ્રાચીન કાળમાં અનેક દેશોના લોકો પૃથ્વીનો આકાર ઈંડા જેવો કલ્પતા હતા. હિંદુ લોકોની પ્રાચીન માન્યતા હતી કે બ્રહ્મા યુગો સુધી ધ્યાનાવસ્થામાં રહ્યા અને તેમણે એક સોનાનું ઈંડું બનાવ્યું. ક્રોએશિયા દેશમાં પૃથ્વીને સૂર્યદેવતાએ ઉત્પન્ન કરેલું ઈંડું માનવામાં આવે છે. આ ઈંડું એ જ પૃથ્વી. સ્કૅન્ડિનેવિઆના દેશો (સ્વિડન, ફિનલૅન્ડ અને નોર્વે)માં પૃથ્વીને ઢાલ જેવા આકારની કલ્પી છે. આ ઢાલ જેવી પૃથ્વી એક વૃક્ષ પર ટકેલી છે. આ વૃક્ષનું મૂળ તે પાતાળ અને ઉપરનું છત્ર તે સ્વર્ગ છે. હિંદુ ધર્મશાસ્ત્રો મુજબ એક મોટો કાચબો છે. આ મહા કાચબાની પીઠ પર ચાર મોટા હાથી છે અને તેમની પીઠ ઉપર ઊંધા અર્ધ ગોળાકારે પૃથ્વી ટકેલી છે. પૃથ્વીની વધુ ઊંચાઈએ સૂર્યલોક (સ્વર્ગ) છે.

કેટલાક લોકોની માન્યતા હતી કે કોઈક રાક્ષસના પ્રચંડ, મજબૂત વાંસા ઉપર પૃથ્વી ટકેલી છે. જ્યાં સુધી તે રાક્ષસ સૂતેલો છે, બધું સરસ છે, કંઈ વાંધો નથી, પણ જ્યારે તે જાગી જશે અને હલવા લાગશે ત્યારે ધરતીકંપ શરૂ થશે. કેટલીક પ્રજા માનતી હતી કે પૃથ્વી ત્રણ વિશાળકાય વ્હેલ ઉપર ટેકવાયેલી છે. વળી પ્રાચીન કાળના લોકો માનતા હતા કે કદાચ આકાશની પાર કોઈક અઘરું, અટપટું અને બુદ્ધિશાળી યંત્ર છુપાયેલું છે. આ યંત્ર ઘડિયાળના યંત્રને કદાચ મળતું આવે છે. તેમાં કદાચ પર્વતોથી પણ મોટા એવા વિશાળ, દાંતાવાળાં પૈડાં હળવે હળવે ગોળ ફરે છે અને તેથી તારા સહિત આખા આકાશને પૃથ્વી પર ફેરવે છે.

આપણા પૂર્વજો માનતા કે પૃથ્વી શેષનાગના માથા પર ટકેલી છે. શેષનાગ માથું ધૂણાવે છે તેથી ધરા ધ્રુજી ઊઠે છે. વળી, કેટલાક માનતા હતા કે સૂર્ય પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે તેથી દિવસ-રાત થાય છે. આ હતી આપણી પ્રાચીન માન્યતાઓ.

એવું માનવામાં આવે છે કે આજથી આશરે સાડા ચાર અબજ વર્ષ પૂર્વે પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ થયો ત્યારે તે ગરમ વાયુવીય ગોળારૂપે હતી. કાળક્રમે તેની બાહ્ય સપાટી ઠરતી ગઈ અને પૃથ્વી ઉપર પાતળો ઘન પોપડો અસ્તિત્વમાં આવ્યો. પૃથ્વી સૌર પરિવારનો એકમાત્ર એવો ગ્રહ છે, જેના પર જીવસૃષ્ટિ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. સૌર પરિવારના ઉદ્ભવ સાથે જ પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ જોડાયેલો છે. પૃથ્વીના જન્મ વિશે અનેક ઉત્કલ્પનાઓ, માન્યતાઓ અને સિદ્ધાંતો રજૂ થયા છે. પૃથ્વીના ઉદ્ભવ વિશે સમજ આપતા નિહારિકાવાદ, ગ્રહાણુવાદ, ભરતીવાદ, એકતારક સિદ્ધાંત, યુગ્મતારક સિદ્ધાંત, નિહારિકીય વાદળ સિદ્ધાંત, સ્ફોટક તારકનો (નોવા) સિદ્ધાંત વગેરે સિદ્ધાંતો છે. જરૂરી સમર્થન કે પુરાવાના અભાવે દરેક સિદ્ધાંત વિવાદાસ્પદ રહ્યો છે.

### પૃથ્વીના ઉદ્ભવ અંગેના વિવિધ સિદ્ધાંતો

પૃથ્વીના ઉદ્ભવ અંગે વિજ્ઞાનીઓ અને તત્ત્વવેત્તાઓએ અનેક ઉત્કલ્પનાઓ રજૂ કરી છે. જેને આપણે ત્રણ વિભાગોમાં વહેંચી શકીએ :

(1) એક તારક ઉત્કલ્પના (Monistic Hypothesis) : આ ઉત્કલ્પના પ્રમાણે પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ એક તારામાંથી થયો હોવાનું માનવામાં આવે છે, તેને એક-પૈતૃક કલ્પના પણ કહે છે.

(2) દ્વૈ-તારક અથવા યુગ્મતારક ઉત્કલ્પના (Dualistic Hypothesis) : આ ઉત્કલ્પના પ્રમાણે બે તારાઓના અથડાવાથી પૃથ્વીનો ઉદ્ભવ થયો હોવાનું માનવામાં આવે છે.

(3) વાયુવીય અને ધૂલી વાદળો પર આધારિત ઉત્કલ્પના : આ ઉત્કલ્પના પ્રમાણે સૌર પરિવારનો ઉદ્ભવ વાયુ અને ધૂળ જેવા આદિ પદાર્થોથી થયો હોવાનું મનાય છે.

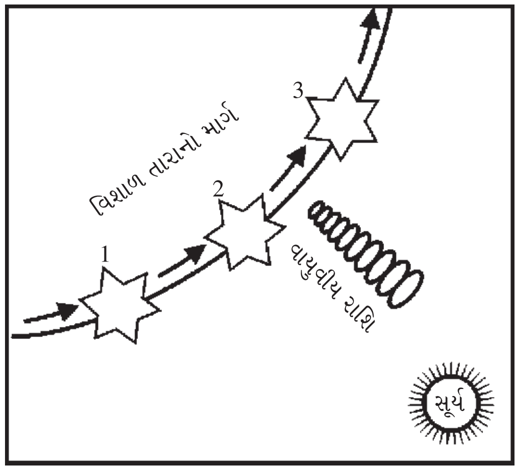
### (1) એક તારક ઉત્કલ્પનાઓ :

(1) વાયુવીય રાશિ ઉત્કલ્પના : જર્મન તત્ત્વજ્ઞ **ઈમેન્યુઅલ કાન્ટે** (Emanual Kant) 1755માં આ ઉત્કલ્પનાની ભેટ આપી. તેના મત પ્રમાણે અવકાશમાં ઠંડું અને ગતિહીન વાયુવાદળ હતું. વાયુવીય વાદળના વાયુકણોના પારસ્પરિક ગુરુત્વાકર્ષણ બળના કારણે એક ગરમ અને પોતાની કાલ્પનિક ધરી પર ફરતી નિહારિકામાં રૂપાંતર પામ્યું.

(2) નિહારિકા વાદળ ઉત્કલ્પના : 1796માં ફ્રાન્સના ખગોળશાસ્ત્રી અને ગણિતજ્ઞ **લાપ્લાસે** (Laplace) કાન્ટની વાયુવીય રાશિ ઉત્કલ્પનામાં સુધારો સૂચવ્યો. તેના વિચાર પ્રમાણે વાયુવીય અને ધ્રુવીય રાશિના આદિ પદાર્થમાંથી સૂર્ય અને ગ્રહોનો ઉદ્ભવ થયો છે.

### (2) યુગ્મતારક અથવા દ્વૈતારક ઉત્કલ્પના :

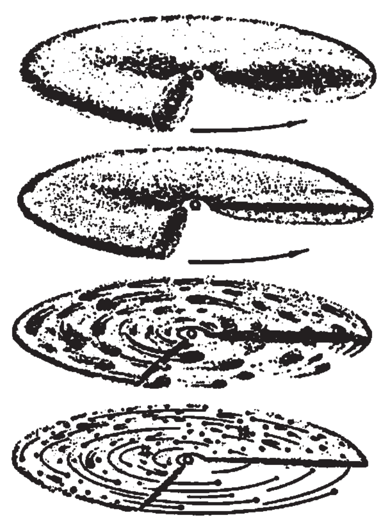
(1) ગ્રહાણુ ઉત્કલ્પના : બે અમેરિકન વૈજ્ઞાનીઓ **ટી. સી. ચૅમ્બર** લેન (T. C. Chamber Lain) અને (2) **મોલ્ટને** (Forest Ray Moulton) 1900માં ગ્રહાણુ ઉત્કલ્પના આપી હતી. તેઓના મતાનુસાર બ્રહ્માંડમાં સૂર્ય પાસેથી એક ભ્રમણશીલ પ્રવાસી તારો પસાર થયો. આ તારાના ગુરુત્વાકર્ષણ બળના કારણે સૂર્ય-સપાટીમાંથી કેટલાક પદાર્થો છૂટા પડ્યા અને બ્રહ્માંડમાં દૂર-સુદૂર વિખરાઈ ગયા. આ છૂટા પડેલા ભાગ ગ્રહોમાં રૂપાંતરિત થઈ સૂર્યની આસપાસ ભ્રમણ કરવા લાગ્યા. આ ઉત્કલ્પનાને **સર જેમ્સ જીન્સ** અને પછીથી **સર હેરોલ્ડ જેફરી**એ સમર્થન આપ્યું. આકૃતિ 2.1માં ગ્રહાણુ ઉત્કલ્પના રજૂ થઈ છે.




**2.1 ચૅમ્બર લેન અને મોલ્ટનની ઉત્કલ્પના**

### 3. વાયુવીય અને ધૂલી વાદળો પર આધારિત ઉત્કલ્પના :

**(1) આંતર તારાકીય ધૂલીવાદળ ઉત્કલ્પના :** રશિયન વિચારક **ઑટો શ્મિડે** (Otto schmidt, 1943) સૌર-પરિવાર ઉદ્ભવના સંદર્ભમાં આંતર તારાકીય ધૂલી વાદળની ઉત્કલ્પના (Inter stellar Dust Hypothesis) રજૂ કરી. તેના મતાનુસાર બ્રહ્માંડમાં સૂર્ય હતો જ. લગભગ 600 કરોડ વર્ષ પહેલાં ગ્રહોનું નિર્માણ કરનાર પદાર્થ પરમાણુ સ્વરૂપે હતા. સમયાંતરે આ પરમાણુઓમાંથી વાયુઓ (હાઇડ્રોજન અને હિલિયમ) અને ધૂલી વાદળોની ઉત્પત્તિ થઈ. સૂર્યની આકર્ષણ શક્તિના કારણે તારાઓના મધ્યમાં રહેલા ધૂલીકણો અને વાયુવીય વાદળો પરસ્પર પોતાની તરફ આકર્ષિત થયા. ધૂલી અને વાયુવીય વાદળો એક ચપટી તાસકના રૂપમાં સૂર્યની ચારે તરફ પરિક્રમા કરવા લાગ્યા. પછીથી ધૂલી અને વાયુવીય વાદળોમાંથી ગ્રહોની ઉત્પત્તિ થઈ છે. આકૃતિ 2.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ધૂલીકણો એકઠા થવાથી ક્રમશઃ ગ્રહો અને ઉપગ્રહોનો ઉદ્ભવ થયો.



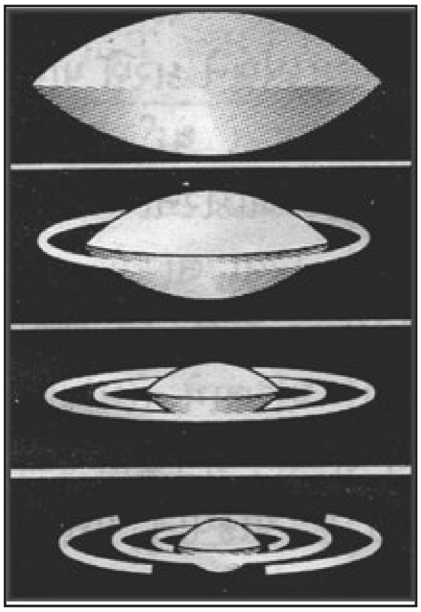
**2.2 કણોના સંગઠિત થવાથી ક્રમશઃ ગ્રહાણુઓ, ગ્રહો અને ઉપગ્રહોનું નિર્માણ**

**(2) નિહારિકીય વાદળ ઉત્કલ્પના (Nebular Cloud Hypothesis) :** જર્મન વિચારક **કાર્લ વૉન વાઈજાસ્કર** (Carl Von weizsacker)ના મતાનુસાર વાયુવીય અને ધૂલી રાશિ વાદળમાં સૂર્યનો પ્રવેશ થયો. સૂર્યના આકર્ષણ બળના કારણે વાયુવીય અને ધૂલી વાદળોનો કેટલોક ભાગ સૂર્યનું પરિક્રમણ કરવા લાગ્યો અને કેટલોક ભાગ અંતરિક્ષમાં ફંગોળાઈ ગયો. ધૂલી રજકણો પરસ્પર સંગઠિત થઈ મોતીઓની માળા સ્વરૂપમાં ગોઠવાયા. સમયાંતરે મોટા સ્વરૂપના મોતી 'ગ્રહો' અને નાના સ્વરૂપના મોતી 'ઉપગ્રહો' બની ગયા. આ પ્રકારના ગ્રહો અને ઉપગ્રહોની રચના થતાં લગભગ 10 કરોડ વર્ષ લાગ્યા હશે.

## પૃથ્વીના ઉદ્ભવના આધુનિક સિદ્ધાંત

પૃથ્વીના ઉદ્ભવ સંબંધિત અનેક ઉત્કલ્પનાઓમાંથી બે વિચારધારાઓ વધુ પ્રમાણમાં સ્વીકૃતિ પામી છે જે આધુનિક ગણવામાં આવે છે, જેમાં (1) નિહારિકા ઉત્કલ્પના અને (2) ભરતી ઉત્કલ્પના. આ બંને ઉત્કલ્પનાઓ હવે આપણે વિસ્તારથી જોઈએ.

**(1) નિહારિકા ઉત્કલ્પના (Nebular Hypothesis) :** જર્મન તત્ત્વજ્ઞ **ઈમેન્યુઅલ કાન્ટે** 1755માં આ ઉત્કલ્પના રજૂ કરી હતી. તેના મતાનુસાર અબજો વર્ષ પહેલાં અવકાશમાં ઠંડું અને ગતિહીન વાયુવીય વાદળ અસ્તિત્વ ધરાવતું હતું. વાયુવીય વાદળમાં રહેલા વાયુકણોના પારસ્પરિક ગુરુત્વાકર્ષણ બળના કારણે ભારે ઘર્ષણ થયું અને આ વાયુવીય વાદળ તપ્ત અને પોતાની કાલ્પનિક ધરી પર ફરતી નિહારિકા (Nebula)માં રૂપાંતર પામ્યું. અંતરિક્ષમાં તારાઓના સમૂહ વચ્ચે શ્વેત અને શ્યામ જે વાયુવીય વાદળો દેખાય છે તેને **નિહારિકા** કહે છે. કાન્ટની આ વિચારધારામાં ફ્રેન્ચ ગણિતશાસ્ત્રી લાપ્લાસે (Laplace) 1796માં સુધારો કર્યો. તેણે આરંભથી જ પરિક્રમણ કરતી ખૂબ જ તપ્ત નિહારિકાની કલ્પના રજૂ કરી. આ નિહારિકાની સપાટી પરથી ગરમી સતત ફેંકાતી હતી. પરિણામે તેની ગરમીમાં ક્રમશઃ ઘટાડો થતો ગયો. તે ધીમે ધીમે ઠંડી થવા લાગી તેથી તેની સપાટીના ભાગો સંકોચાઈને ઘટ્ટ બનવા લાગ્યા. આ નિહારિકાના કદમાં ધીમે ધીમે ઘટાડો થતાં તેના અક્ષ ભ્રમણવેગમાં ઉત્તરોત્તર વધારો થવા લાગ્યો. તેથી તેના કેન્દ્રગામી (Centripetal) બળ કરતાં કેન્દ્રત્યાગી બળ (Centrifugal) વધવા લાગ્યું. કેન્દ્રત્યાગી બળના કારણે નિહારિકાની સપાટી પરથી સમયાંતરે એક પછી એક વાયુવીય જથ્થો છૂટો પડી વલયાકારે અવકાશમાં ફેંકાયો. આ વાયુવીય પદાર્થોનો જથ્થો નિહારિકાના પોતાના ગુરુત્વાકર્ષણ બળને લીધે તેની આસપાસ ફરવા લાગ્યો. આ વાયુવીય પદાર્થોનું ધીમે ધીમે સંયોજન અને એકત્રીકરણ થવાના કારણે વલયાકાર વાયુવીય પદાર્થો ઘન ગોળાકાર (Sphere)માં પરિવર્તિત થયા. જે ગ્રહો તરીકે ઓળખ પામ્યા. ગ્રહોનું ઘનીકરણ થતાં પહેલાં આ સમગ્ર પ્રક્રિયાનું પછીથી પુનરાવર્તન થતાં કેટલાક ગ્રહોમાંથી ઉપગ્રહો બન્યા. મૂળ નિહારિકાનો બાકી રહેલો ભાગ તે સૂર્ય કહેવાયો. આ રીતે સૌર પરિવારનો ઉદ્ભવ કરોડો વર્ષો પહેલાં થયો.

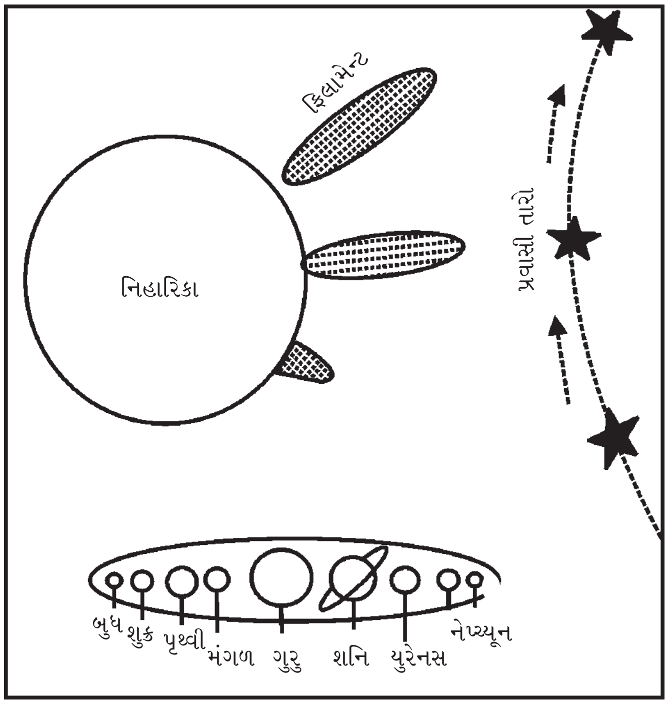


**2.3 નિહારિકા ઉત્કલ્પના**

**(2) ભરતી ઉત્કલ્પના (Tidal Hypothesis) :** સાગર જળમાં ચંદ્ર અને સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે ભરતી (Tide) આવે છે. આ ભરતીને લક્ષમાં રાખીને ઇંગ્લૅન્ડના ભૂગોળવિદ્દો **સર જેમ્સ જીન્સ** (Sir James Jeans) તથા **જેફરીઝે** સૌર પરિવારની ઉત્પત્તિ માટે 1919માં ભરતી ઉત્કલ્પના રજૂ કરી હતી.

આ ઉત્કલ્પના પ્રમાણે વિશાળકાય વાયુપિંડ ધરાવતા આપણા આદિસૂર્યની નજીકમાંથી એક પ્રવાસી તારો પસાર થયો.

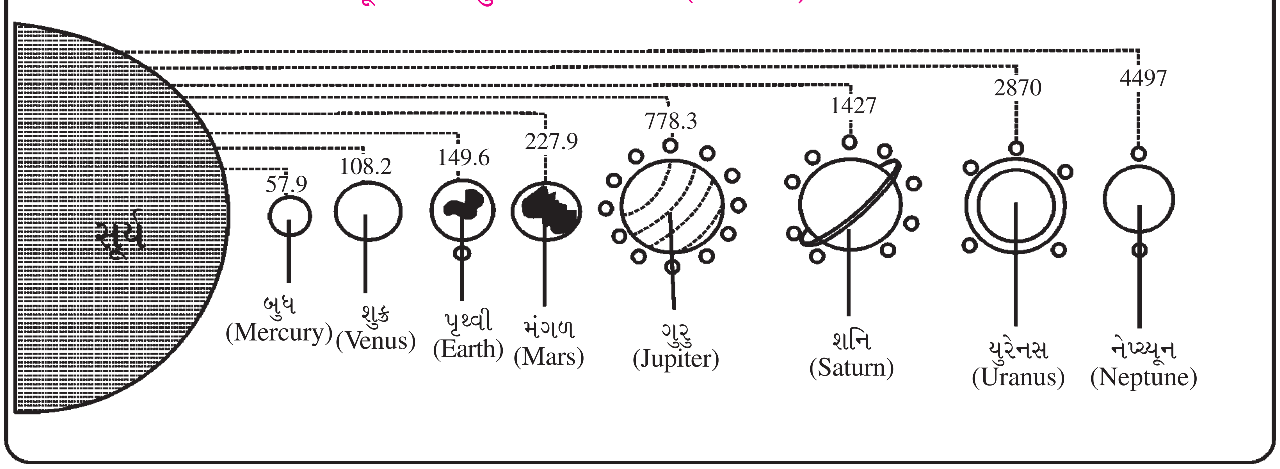
આ પ્રવાસી તારો આપણા સૂર્ય કરતાં કદમાં અનેકગણો મોટો હતો. તેથી તેનું ગુરુત્વાકર્ષણ પણ વધુ હતું. આ પ્રવાસી તારાના ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે સૂર્યની સપાટી પર વાયુવીય ભરતી આવી. પ્રવાસી તારો જેમ જેમ સૂર્યની વધુ ને વધુ નજીક આવતો ગયો તેમ તેમ ભરતીની ઊંચાઈ વધતી રહી. સિગાર કે ચિરૂટ આકારનો વાયુવીય જથ્થો પ્રવાસી તારા તરફ આકર્ષાયો અને તે સૂર્યમાંથી છૂટો પડી ગયો. પ્રવાસી તારો સૂર્યથી જેમ જેમ દૂર થતો ગયો તેમ તેમ તેનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ઘટતું ગયું. સૂર્યમાંથી છૂટા પડેલા ભાગને સૂર્યના ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે ધરીભ્રમણ અને પરિક્રમણ ગતિ પ્રાપ્ત થઈ. સમય જતાં સિગાર આકારનો છૂટો પડેલો ભાગ ઠરવા લાગ્યો. સંકોચન-પ્રક્રિયાને કારણે તેનું વિભાજન થયું. તેમાંથી ગ્રહો ઉદ્‌ભવ્યા. સૂર્ય અને ગ્રહો વચ્ચે પણ આ જ પ્રક્રિયાનું પુનરાવર્તન થતાં ઉપગ્રહો બન્યા.




2.4 ભરતી ઉત્કલ્પના

આ ઉત્કલ્પના પ્રમાણે આપણા સૌર પરિવારનો ઉદ્‌ભવ થયો. પૃથ્વી સહિત અન્ય ગ્રહો, ઉપગ્રહોનો ઉદ્‌ભવ, તેઓનો સૂર્યથી ક્રમ, કદ, ધરીનું નમન, ઉપગ્રહોની સંખ્યા વગેરે અનેક પ્રશ્નોના ઉકેલ ભરતી ઉત્કલ્પના કારણે પ્રાપ્ત થયા. આ વિચારધારા લોકપ્રિય અને સર્વસ્વીકૃત બની રહી. આપણું સૌરમંડળ એક જ પ્રકારના વાયુવીય પદાર્થોની ભરતી પ્રક્રિયાથી રચાયેલું છે.

**સૌર પરિવાર :** ગ્રહો, ઉપગ્રહો, લઘુ ગ્રહો, ઉલ્કાઓ અને ધૂમકેતુઓનું મંડળ, જેનો અધિષ્ઠાતા સૂર્ય છે. સૌર પરિવારમાં આઠ ગ્રહો ઉપરાંત 173 કરતાં વધુ ઉપગ્રહો, આશરે 45,000થી વધુ લઘુગ્રહો, ધૂમકેતુઓ, ઉલ્કાઓ વગેરેને સંયુક્ત રીતે સૌર પરિવાર કે સૂર્યમંડળ કહેવામાં આવે છે.




2.5 આપણું સૌરમંડળ

સૂર્ય મધ્યમ કદનો તારો છે જે સ્વયં પ્રકાશિત છે અને પોતાના પરિવારના સભ્યોને પ્રકાશિત કરે છે. સૂર્યનો વ્યાસ 13,92,000 કિમી છે, જે પૃથ્વીના વ્યાસ કરતાં આશરે 109 ગણો વધુ છે. તેનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણ બળ કરતાં 28 ગણું વધારે છે. તે ખૂબ જ ગરમ વાયુપીંડ છે. તેની સપાટીનું તાપમાન આશરે 6000° સે અને તેના કેન્દ્રનું તાપમાન આશરે 1.5 કરોડ ડિગ્રી સે છે. પૃથ્વીના કેન્દ્ર ભાગમાં જે દબાણ અને ગરમી છે તેનાથી અનેકગણું દબાણ અને ગરમી સૂર્યના કેન્દ્રમાં છે. તેથી અહીં થતી નાભિકીય પ્રક્રિયામાં સૂર્ય દ્રવ્યના હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું એકીકરણ થતાં હિલિયમમાં રૂપાંતર થાય છે. જેના થકી પ્રકાશ અને ગરમીરૂપી પ્રચંડ ઊર્જા પેદા થાય છે. 12,000 અબજ ટન કોલસો બાળવાથી જેટલી ઊર્જા પેદા થાય તેટલી ઊર્જા સૂર્યમાંથી પ્રતિ સેકન્ડે પેદા થાય છે. આ ઊર્જા વિકિરણરૂપે અંતરિક્ષમાં ફેંકાય છે.

સૂર્યની સપાટી (Photosphere) પર દેખાતાં કાળાં ધાબાંને સૂર્યકલંકો (Sun spots) કહે છે.

સૂર્ય કલંકો સૂર્યસપાટી પર આવેલી ફાટખીણો છે. જેમાં થઈને સૂર્યની આંતરિક ગરમી બહાર આવે છે. જ્યારે સૂર્ય કલંકોની સંખ્યા વધુ હોય ત્યારે આપણે વધુ ગરમીનો અનુભવ કરીએ છીએ. સૂર્યની ફરતે 400 કિમી સુધીના તેજોમય આવરણને **ફોટોસ્ફિયર** કહે છે. હાલમાં સૂર્ય તેની પૂર્ણ વિકસિત અવસ્થામાં છે. એવું અનુમાન છે કે સૂર્ય બીજાં લગભગ પાંચ અબજ (billion) વર્ષો પછી જ નષ્ટ થશે.

સૂર્ય આપણો મુખ્ય ઊર્જાસ્રોત છે. સૂર્ય પૃથ્વીને જરૂરી ઊર્જા પૂરી પાડે છે. સજીવસૃષ્ટિના ઉદ્‌ભવ અને ઉત્ક્રાંતિ માટે આ ખૂબ જ જરૂરી છે.

વિશિષ્ટ આકાર અને દેખાવવાળા તથા લંબવૃત્તીય કક્ષામાં સૂર્યની આસપાસ ફરતા આકાશી પદાર્થોને ધૂમકેતુઓ (Coments) કહે છે. પૃથ્વી પરથી જોતાં ધૂમકેતુ પ્રકાશિત પુચ્છ ભાગ ધરાવતો હોવાથી તેને **પૂંછડિયા તારા** તરીકે ઓળખીએ છીએ. હેલીનો ધૂમકેતુ સૌથી વધુ જાણીતો ધૂમકેતુ છે. તે છેલ્લે 1986માં દેખાયો હતો, જે હવે 2062માં પુનઃ દેખાશે. પ્રાચીન કાળમાં ધૂમકેતુ દેખાય તો યુદ્ધ, રોગચાળો, પૂર જેવી વિનાશક દુર્ઘટનાઓ થશે તેવી માન્યતા હતી, પરંતુ તેનું દેખાવવું એક સહજ ખગોળીય ઘટના છે. રાત્રે જોવા મળતા ખરતા તારા કે ઉલ્કાઓ પણ સૌર પરિવારના સભ્યો છે. અંધારી રાત્રે સ્વચ્છ આકાશમાં જોતાં ઉત્તરથી દક્ષિણ સુધી ફેલાયેલો લાંબો દૂધિયા રંગનો એક પટ્ટો અવકાશમાં દેખાય છે જેને **આકાશગંગા** (Milky-Way) કહેવાય છે. આકાશગંગામાં ખૂબ જ મોટી સંખ્યામાં તારક સમૂહો આવેલાં છે.

### ગ્રહો

સૂર્યમંડળમાં કુલ 8 ગ્રહો છે. બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી અને મંગળ **પાર્થિવ (Terrestrial) ગ્રહો** કહેવાય છે. ગુરુ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યૂન **બાહ્ય (Jovian) ગ્રહો** કહેવાય છે જે પૃથ્વી ગ્રહની કક્ષાની બહાર આવેલા છે. આ ગ્રહો વિશે આપણે અગાઉનાં ધોરણોમાં માહિતી મેળવી છે.

## સૌર પરિવારના ગ્રહો

| ગ્રહનું નામ | સૂર્યથી સરેરાશ અંતર (લાખ કિમીમાં) | પરિક્રમણ સમય | ધરિભ્રમણ સમય | વ્યાસ (કિમીમાં) | ઉપગ્રહોની સંખ્યા | વિશેષતાઓ | અન્ય |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. બુધ | 579 | 88 દિવસ | 59 દિવસ | 4878 | 0 | આ ગ્રહની સપાટી પર પર્વતો, ખીણો અને જ્વાળામુખી આવેલા છે. | કદમાં સૌથી નાનો પણ સૂર્યની સૌથી નજીક |
| 2. શુક્ર | 1082 | 225 દિવસ | 243 દિવસ | 12,100 | 0 | શુક્ર (વીનસ (શુક્ર) એટલે કે ગ્રીસની પ્રેમ અને સૌંદર્યની દેવી) | સૌથી વધુ તેજસ્વી. પરિક્રમણ પશ્ચિમથી પૂર્વમાં |
| 3. પૃથ્વી | 1496 | 365.25 દિવસ | 23.9 કલાક | 12,756 | 01 | શુક્ર અને મંગળની વચ્ચે પૃથ્વી ગ્રહ છે. | અહીં સજીવ સૃષ્ટિ છે. |
| 4. મંગળ | 2280 | 687 દિવસ | 24.6 કલાક | 6787 | 02 | 'નાસા'ના વિજ્ઞાનીઓએ મંગળની કાયાપલટ કરવાની યોજના વિચારી છે તેને 'ટેરા ફાર્મિંગ' કહે છે. | નારંગી રંગનો, નાનો, ઠંડો અને શુષ્ક ગ્રહ |
| 5. ગુરુ | 7783 | 11.86 વર્ષ | 9.9 કલાક | 1,42,800 | 67 | આ ગ્રહનું બંધારણ સૂર્યના વાતાવરણને મળતું આવે છે. | કદમાં સૌથી મોટો અને સૌથી ઝડપી ધરિભ્રમણ ધરાવતો ગ્રહ |
| 6. શનિ | 14,270 | 29.46 વર્ષ | 10.7 કલાક | 1,20,600 | 62 | આ ગ્રહનું કદ પૃથ્વી કરતાં 700 ગણું વધારે છે. | ત્રણ વલયોવાળો, ટાઇટન અને થીમલ ઉપગ્રહોવાળો ગ્રહ |
| 7. યુરેનસ | 28,700 | 84.9 વર્ષ | 17 કલાક | 51,118 | 27 | ભારતના વૈજ્ઞાનિક ડૉ. જે. સી. ભટ્ટાચાર્યે આ ગ્રહનો છઠ્ઠો ઉપગ્રહ શોધ્યો હતો. | વિલિયમ હર્ષલે 1781 માં શોધ્યો. |
| 8. નેપ્ચ્યૂન | 44970 | 165.9 વર્ષ | 18 કલાક | 49,500 | 14 | 1846માં આ ગ્રહ શોધાયો હતો. | લીલા રંગનો. ટિટોન અને નેરીડ મુખ્ય ઉપગ્રહો |

(**નોંધ :** 2006 પહેલાં પ્લૂટોને નવગ્રહો પૈકી એક ગ્રહ ગણવામાં આવતો હતો. આંતરરાષ્ટ્રીય ખગોળ પરિષદમાં લેવાયેલા નિર્ણય મુજબ 2006 પછી પ્લૂટોનો ગ્રહની પરિભાષામાં સમાવેશ થતો નથી.)

### પૃથ્વી

માનવીનું નિવાસસ્થાન પૃથ્વી (Earth) પણ એક ગ્રહ છે. તેની આસપાસના વાતાવરણ-સ્તરની જાડાઈ લગભગ 800થી 1000 કિમી છે. તે સૂર્યથી આશરે 15 કરોડ કિમી દૂર, શુક્ર અને મંગળ ગ્રહોની વચ્ચે તથા પર પ્રકાશિત ગ્રહ છે. તે નારંગી જેવો ગોળાકાર ધરાવે છે. તેનો ધ્રુવીય વ્યાસ 12,714 કિમી અને વિષુવવૃત્તીય વ્યાસ 12,756 કિમી છે. સૂર્યની એક પરિક્રમા

પૂર્ણ કરતાં તેને 365.25 દિવસ લાગે છે. પોતાની ધરીની આસપાસ પશ્ચિમથી પૂર્વ દિશામાં 23.9 કલાકમાં એક આંટો ફરે છે. તેની ધરી તેની પરિક્રમણ કક્ષા સાથે $66.5^0$ને ખૂણે નમેલી છે. પૃથ્વી પરના વાતાવરણમાં મુખ્યત્વે નાઇટ્રોજન, ઑક્સિજન તથા અલ્પ માત્રામાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, હાઇડ્રોજન, ઓઝોન વગેરે વાયુઓ આવેલા છે. પૃથ્વી પરનું વાતાવરણ આપણને ઉલ્કાઓ સામે રક્ષણ આપે છે. ઓઝોન વાયુનું સ્તર સૂર્યમાંથી આવતાં અલ્ટ્રાવાયોલેટ (UltraViolet) વિકિરણોનું શોષણ કરીને સજીવ સૃષ્ટિને જાળવી રાખે છે. પૃથ્વીનો એક માત્ર કુદરતી ઉપગ્રહ 'ચંદ્ર' (Moon) છે. જ્યાં સજીવ સૃષ્ટિનું અસ્તિત્વ નથી. તેનો વ્યાસ આશરે 3475 કિમી અને તે પૃથ્વીથી 3,85,000 કિમી અંતરે આવેલો છે. ચંદ્ર પોતાની ધરીની ઉપર તથા પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે. તેનો ધરીભ્રમણ અને પરિક્રમણ સમય 29.5 દિવસ છે. 20 જુલાઈ, 1969માં નીલ આર્મસ્ટ્રોંગ પ્રથમ ચંદ્રયાત્રી બન્યા હતા. તેના ખડકો મુખ્યત્વે આગ્નેય પ્રકારના છે. ચંદ્રનું ગુરુત્વબળ પૃથ્વીના ગુરુત્વબળ કરતાં આશરે છઠ્ઠા ભાગનું છે. તેથી ત્યાં દરેક વસ્તુ વજનમાં હલકી લાગે છે. તેના પર મૃત જ્વાળામુખીઓ આવેલા છે.

## બિગ બેંગ અને તેના વિવિધ તબક્કા

વીસમી સદીના વૈજ્ઞાનિકોએ પૃથ્વી તથા અન્ય ગ્રહો ઉપરાંત સમગ્ર બ્રહ્માંડના ઉદ્‌ભવ સંબંધિત સમસ્યાઓને ઉકેલવા પ્રયત્ન કર્યા. વર્તમાનમાં બ્રહ્માંડના ઉદ્‌ભવ સંબંધે બિગ બેંગ સિદ્ધાંત (Big Bang Theory) વધુ આધુનિક ગણવામાં આવે છે. આ સિદ્ધાંતને વિસ્તરણ પામતા બ્રહ્માંડની વિચારધારા કહે છે. આ એક વિસ્તરણવાદી સિદ્ધાંત છે. બૅલ્જિયમ વિદ્વાન **જૉર્જ લિમિત્રેએ** (George Limaitre) બિગ બેંગનો સિદ્ધાંત આપ્યો છે. 1920માં **ઍડવિન હબ્બલ** (Edwin Hubble) નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ જાહેર કર્યું કે બ્રહ્માંડનો વિસ્તાર થઈ રહ્યો છે. સમયાંતરે આકાશગંગાઓ અવિરતપણે એકબીજાથી દૂર ખસી રહી છે. બિગ બેંગના સિદ્ધાંત અનુસાર બ્રહ્માંડના વિસ્તરણ સંદર્ભે વિવિધ તબક્કા નીચે જણાવેલી અવસ્થાઓમાં થઈ રહ્યા છે :

- બ્રહ્માંડની રચના જેનાથી થઈ છે તે પદાર્થો પ્રારંભે એક નાના ગોળાના સ્વરૂપમાં હતા. એક જ સ્થાને તે સ્થિર હતા. આ આદિ પદાર્થો અત્યંત સૂક્ષ્મ હતા અને તેઓનું તાપમાન અને ઘનતા ખૂબ જ હતા.
- આ ખૂબ જ નાના ગોળામાં પ્રચંડ વિસ્ફોટ (Bang) થતાં તેમાં રહેલા આદિ પદાર્થોના કણો અંતરિક્ષમાં વિખરાઈ ગયા.
- બિગ બેંગની ઘટના આજથી લગભગ 13.7 અબજ વર્ષો પહેલાં થઈ હશે. પ્રચંડ વિસ્ફોટ પછી એક સેકંડ કરતાં અધિક સમયમાં આદિ પદાર્થોના કણો અંતરિક્ષમાં ફેલાઈ જઈને બ્રહ્માંડમાં વિસ્તરણ પામ્યા હશે. બ્રહ્માંડનું વિસ્તરણ આજે પણ ચાલુ જ છે, પરંતુ તેની ગતિ ધીમી પડી ગઈ છે.
- બિગ બેંગ થતાંની સાથે માત્ર ત્રણ જ મિનિટમાં પ્રથમ પરમાણુની ઉત્પત્તિ થઈ હશે.
- બિગ બેંગ થયા બાદ આશરે ત્રણ લાખ વર્ષ દરમિયાન તાપમાન 4500 ડિગ્રી કૅલ્વિન સુધી નીચું આવી ગયું અને આણ્વિક પદાર્થોનું નિર્માણ થયું હશે.

## પૃથ્વીની ઉત્ક્રાંતિ (Evolution of Earth)

પૃથ્વી આજે જે સ્વરૂપમાં જોવા મળે છે તે ભૂતકાળમાં ન હતી. પૃથ્વીનું વર્તમાન સ્વરૂપ તેના ક્રમિક વિકાસના અનેક યુગો પછી પ્રાપ્ત થયું છે. પૃથ્વી તેના ઉદ્‌ભવ સમયે અતિશય તપ્ત વાયુના ગોળા સ્વરૂપે હતી. પૃથ્વી પરનું વાતાવરણ હાઇડ્રોજન અને હિલિયમ વાયુઓનું બનેલું હતું પરંતુ આજે પૃથ્વી જળ અને જીવજગતથી પણ સુશોભિત એક સુંદર જીવંત ગ્રહ છે. પૃથ્વીના આ રૂપ-પરિવર્તન માટે અનેક ઘટનાઓ અને પ્રક્રિયાઓ જવાબદાર છે. પૃથ્વીસપાટીના લગભગ 71 % વિસ્તાર ઉપર જળરાશિ પથરાયેલી છે. તેથી તેને **જલીય ગ્રહ** પણ કહે છે. પૃથ્વીની ચારે બાજુ વીંટળાઈને આવેલા હવાના આવરણને **વાતાવરણ** અને પૃથ્વી પરની વિશાળ જળરાશિને **જલાવરણ** કહે છે. વાતાવરણમાં રહેલા ઑક્સિજન અને નાઇટ્રોજન વાયુઓ જીવસૃષ્ટિને જીવંત રાખે છે. પૃથ્વીસપાટીનું ઘન આવરણ જે માટીના સ્તરો કે ખડક સ્તરોનું બનેલું છે તેને મૃદાવરણ કહે છે. મૃદાવરણ એ ભૂકવચ છે. વાતાવરણ, જલાવરણ અને મૃદાવરણ આ ત્રણેય આવરણોમાં જુદી જુદી જીવસૃષ્ટિ અસ્તિત્વ ધરાવે છે. સમગ્ર જીવસૃષ્ટિને સાંકળતા આવરણને **જીવાવરણ** કહે છે.

### મૃદાવરણની ઉત્ક્રાંતિ

મૃદાવરણ સરેરાશ 33 કિમીની જાડાઈ ધરાવે છે. પૃથ્વીની ઘન સપાટીથી ભૂ-કેન્દ્ર તરફ જતાં સામાન્ય રીતે દર 32 મીટરની ઊંડાઈએ 1° સે તાપમાન વધે છે. પૃથ્વીસપાટીની નજીકના ભાગમાં પ્રસ્તર ખડકોનું પાતળું સ્તર છે. તેના બે પેટા વિભાગ છે : (1) ભૂકવચ (સિયાલ-Sial) અને (2) ભૂરસ (સાયમા-Sima) સિયાલ સ્તર ગ્રેનાઇટ ખડકોનું અને સાઈમા સ્તર બેસાલ્ટ ખડકોનું બનેલું છે. મૃદાવરણની નીચે આશરે 2880 કિમીની ઊંડાઈ સુધી મેન્ટલ કે મિશ્રાવરણ (Mantle) છે. તેને ભૂરસ પણ કહે છે. મિશ્રાવરણથી પૃથ્વીના કેન્દ્ર સુધીનો વિસ્તાર ભૂ-ગર્ભ (Core) કહેવાય છે. તેને કેન્દ્રીય ધાતુપીંડ પણ કહે છે. તેનો વ્યાસ 6020 કિમી છે. આ સ્તરમાં નિકલ (Nickel) અને લોખંડ (Ferrous)નાં ખનીજ દ્રવ્યો મુખ્ય હોવાથી તેને નિફે (Nife) કહે છે. પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ કે ચુંબકીય બળ આ ધાતુપિંડને આભારી છે. ભૂ-ગર્ભમાં થતી ભૂસંચલન-પ્રક્રિયા અને આંતરક્રિયાના પરિણામે ખંડો, મહાસાગરો, પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો, ફાટખીણો, કિનારાનાં મેદાનો વગેરે ભૂમિ-સ્વરૂપો રચાયાં છે.

### વાતાવરણ અને જલાવરણનો ઉદ્ભવ અને ઉત્ક્રાંતિ

**પ્રથમ અવસ્થા :** પૃથ્વી પરના પ્રારંભિક વાતાવરણમાં હાઇડ્રોજન અને હિલિયમ વાયુઓ વિશેષ પ્રમાણમાં હતા. સૂર્યના સૌર પવનોને કારણે પૃથ્વી પરના આદિકાલીન વાયુઓ દૂર થઈ ગયા. વાતાવરણની ઉત્ક્રાંતિની આ પ્રથમ અવસ્થા હતી.

**દ્વિતીય અવસ્થા :** પૃથ્વી સમયાંતરે ઠંડી પડવા લાગી. પરિણામે તેની અંદરથી વાયુઓ અને પાણીની વરાળ બહાર નીકળવા લાગ્યાં. આ પ્રક્રિયાને વાયુ-ઉત્સર્જન કહે છે. આ અવસ્થા દરમિયાન વાતાવરણમાં પાણીની વરાળ, નાઇટ્રોજન, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, મીથેન અને એમોનિયા વાયુઓનું પ્રમાણ વિશેષ હતું. જ્વાળામુખીઓના પ્રસ્ફોટનના કારણે વાતાવરણમાં પાણીની વરાળ અને અન્ય વાયુઓનું પ્રમાણ વધતું જ રહ્યું.

**તૃતીય અવસ્થા :** આ અવસ્થામાં પૃથ્વી ઠંડી પડવાના કારણે વરાળનું ઘનીભવન શક્ય બન્યું. જેથી વૃષ્ટિ થવા લાગી. વાતાવરણમાં રહેલો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વૃષ્ટિ-જળમાં ભળી જવાના કારણે પૃથ્વી પરનું તાપમાન ઘટવા લાગ્યું અને મુશળધાર વરસાદ થવા લાગ્યો.

આ વરસાદનું પાણી પૃથ્વીસપાટી પરના ઊંડી અને વિશાળ ગર્તાઓમાં એકઠું થવાના કારણે સાગરો અને મહાસાગરો રચાયા. પૃથ્વીના ઉદ્ભવ પછી 50 કરોડ વર્ષ બાદ મહાસાગરો રચાયા. તે પછી કરોડો વર્ષ પછી જીવસૃષ્ટિની ઉત્ક્રાંતિનો આરંભ થયો. પ્રકાશસંશ્લેષણની પ્રક્રિયા આજથી 250થી 500 કરોડ વર્ષ પહેલાં વિકસી. લાંબા સમય સુધી સજીવો ફક્ત મહાસાગરો સુધી સીમિત રહ્યા. પ્રકાશસંશ્લેષણના કારણે વાતાવરણમાં ઑક્સિજનનું પ્રમાણ વધ્યું. મહાસાગરો ધીમે ધીમે ઑક્સિજનથી સંતૃપ્ત બન્યા. વાતાવરણમાં ઑક્સિજન વાયુની માત્રા 200 કરોડ વર્ષ પહેલાં પ્રમાણસર બની.

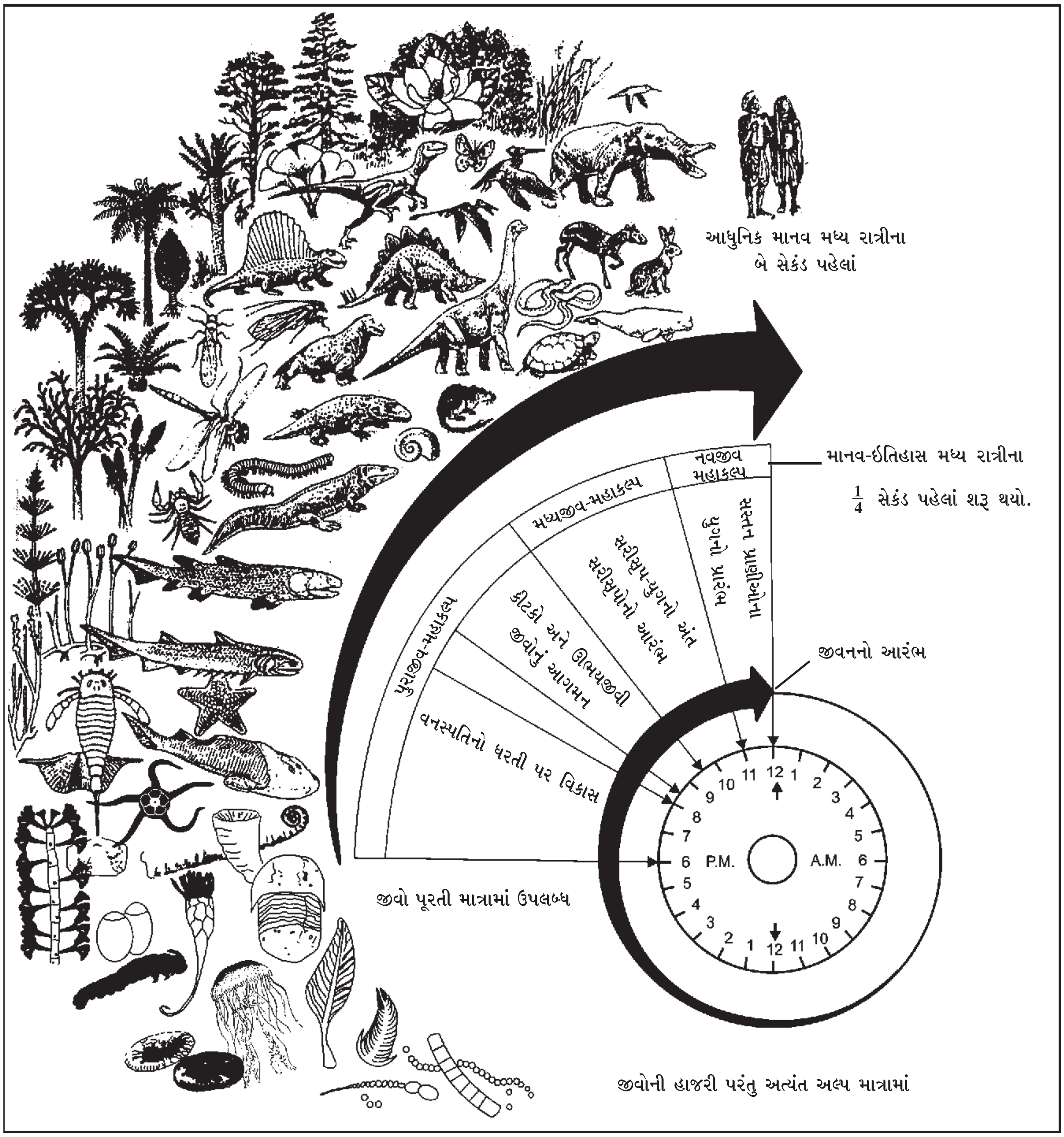
### જીવનો ઉદ્ભવ (Origion of Life)

પૃથ્વી પરનું પ્રારંભિક વાતાવરણ સજીવના ઉદ્ભવ અને વિકાસ માટે પ્રતિકૂળ હતું. તેથી જીવનો ઉદ્ભવ પૃથ્વી ઉદ્ભવના અંતિમ ચરણમાં શક્ય બન્યો. આધુનિક વિજ્ઞાનીઓ જીવના ઉદ્ભવને એક રાસાયણિક પ્રક્રિયા માને છે. સૌથી પહેલાં જટિલ જૈવ અણુનો ઉદ્ભવ થયો, આ અણુઓના સમૂહમાંથી જીવનો ઉદ્ભવ થયો.

આશરે 3.8 બિલિયન વર્ષ દરમિયાન પૃથ્વી પર મહાસાગરોના પાણીમાં સૌથી પ્રથમ અતિ સૂક્ષ્મ જીવસૃષ્ટિનો પ્રારંભ થયો હશે. શરૂઆતના જીવો એક કોષના બનેલા અને અમીબા નામથી ઓળખાયા. આ અતિસૂક્ષ્માતિસૂક્ષ્મ જીવો હાડકાં વગરના લોચા જેવા હતા. સમયાંતરે કોમળ હાડકાંવાળાં પ્રાણીઓમાંથી કરોડરજ્જુ અને જડબાં વગરના કરચલા જેવા જીવોનો ઉદ્ભવ થયો.

વનસ્પતિ સૃષ્ટિના વિકાસને પણ કરોડો વર્ષ લાગ્યાં છે. સૌપ્રથમ મહાસાગરમાં લીલ-શેવાળ પછી જમીન પર ઘાસ તથા નાના છોડ અને કાળક્રમે ફૂલવાળા છોડ, વેલા અને વૃક્ષોની ઉત્પત્તિ થઈ છે.

ત્યાર પછી કરોડરજ્જુવાળાં, ડોક તથા પૂંછડીવાળાં પ્રાણીઓનો વિકાસ થયો. ત્યાર પછી શારીરિક રચનામાં ફેરફાર થતાં મહાકાય પક્ષીઓ, મહાકાય ધરાવતા ડાયનોસોર જેવાં પ્રાણીઓનો ઉદ્ભવ થયો. જમીન પરનું વાતાવરણ અનુકૂળ બનતાં આંચળવાળાં પ્રાણીઓ અસ્તિત્વમાં આવ્યાં. આ પ્રાણીઓ ઈંડાં મૂકવાને બદલે બચ્ચાંને જન્મ આપવા લાગ્યાં. બચ્ચાંના જન્મ પછી તેઓ તેમની સંભાળ લેતાં હતાં. આશરે ચાર કરોડ વર્ષ પહેલાં વાનરોની ઉત્પત્તિ થઈ. કાળક્રમે ચિમ્પાન્ઝિ, ગોરીલા અને બબૂન પ્રકારના વિકસિત મગજવાળાં પ્રાણીઓની ઉત્પત્તિ થઈ. વિકસિત વાનરોનાં લક્ષણો માનવને મળતાં આવતાં હોવાથી વિદ્વાનોએ તેમને અર્ધમાનવ કે કપિમાનવ તરીકે ઓળખાવ્યા.




**2.6 24 કલાકના સમયમાપક ઉપર જીવનના ઉદ્‌ભવનો વિકાસ**

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ લખો :**

(1) પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ સમજાવતા ભરતીવાદની ચર્ચા કરો.

(2) 'નિહારિકાવાદ' સમજાવો.

(3) પૃથ્વીની આંતરિક રચના વર્ણવો.

(4) સૌર પરિવાર એટલે શું ? સૌર પરિવારના સભ્ય તરીકે પૃથ્વીની એક ગ્રહ તરીકે ચર્ચા કરો.

(5) બિગ બેંગના સિદ્ધાંતને વર્ણવો.

(6) વાતાવરણ અને જલાવરણનો વિકાસ કેવી રીતે થયો ? સવિસ્તર લખો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર ઉત્તર લખો :**

(1) 'એક તારક ઉત્કલ્પના' - ટૂંક નોંધ લખો.

(2) સૌર પરિવારના સભ્યો વિશે ટૂંકી માહિતી આપો.

(3) યુગ્મતારક અથવા દ્વૈતારક ઉત્કલ્પના લખો.

(4) 'સૂર્ય' વિશે ટૂંક નોંધ તૈયાર કરો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) ધૂમકેતુ એટલે શું ?

(2) આકાશગંગા (Milky Way) એટલે શું ?

(3) પાર્થિવ ગ્રહો કયા કયા છે ?

(4) જોવિયન ગ્રહો એટલે શું ?

(5) ટેરા ફાર્મિંગ શું છે ?

(6) પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ સમજાવતા સિદ્ધાંતો કયા કયા છે ?

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) સૌથી તેજસ્વી અને સુંદર ગ્રહ કયો છે ?

(2) 'ટિટોન' કયા ગ્રહનો ઉપગ્રહ છે ?

(3) નિહારિકાવાદનો સિદ્ધાંત કોણે રજૂ કર્યો ?

(4) સૂર્યકલંક એટલે શું ?

(5) નિહારિકા એટલે શું ?

(6) નિહારિકા વાદળ ઉત્કલ્પના કોણે આપી છે ?

(7) આંતર તારાકીય ધૂલી વાદળની ઉત્કલ્પના કોણે આપી ?

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) કયો ગ્રહ સૌથી વધુ તેજસ્વી ગ્રહ છે ?

(a) બુધ (b) શુક્ર (c) શનિ (d) મંગળ

(2) સૌર પરિવારના ઉપગ્રહોની કુલ સંખ્યા કેટલી છે ?

(a) 173 (b) 141 (c) 09 (d) 136

(3) શનિના ઉપગ્રહનું નામ નીચેના પૈકી કયું છે ?

(a) ટાઇટન (b) ચંદ્ર (c) ઍરોન (d) ટિટોન

(4) બિગ બેંગનો સિદ્ધાંત આપનાર કોણ ?

(a) લિમેત્રે (b) હબ્બલ (c) ઑટો શ્મિડે (d) લાપ્લાસ

(5) નિહારિકીય વાદળ સિદ્ધાંત રજૂ કરનાર હતા.

(a) કાન્ટ (b) વાઈજાસ્કર (c) મોલ્ટન (d) ચેમ્બર લેન

# 3 પૃથ્વીની આંતરિક સંરચના

પૃથ્વી સૌરમંડળનો સજીવસૃષ્ટિ ધરાવતો ગ્રહ છે. પૃથ્વી તેની ઉત્પત્તિ વખતે ગરમ વાયુમય ગોળા સ્વરૂપે હતી. કાળક્રમે એનાં દ્રવ્યો ઠરતાં ગયાં અને બહારના તેમજ અંદરના ભાગમાં વિવિધ આવરણો બંધાતાં ગયાં. સૌપ્રથમ પૃથ્વીની ઉપરની સપાટીનો ભાગ ઠંડો પડતો ગયો, ઠરતો ગયો અને તે ઘન પોપડામાં ફેરવાયો. પૃથ્વીસપાટીનું આ ઘન આવરણ **ભૂકવચ** તરીકે ઓળખાય છે. પૃથ્વીની ઉત્પત્તિની જેમ પૃથ્વીના પેટાળની રચનાના રહસ્યને પણ માનવી હજી સુધી સંપૂર્ણપણે જાણી શક્યો નથી. પૃથ્વીના પેટાળનું જ્ઞાન પ્રત્યક્ષ રીતે મેળવવું આપણા માટે સંભવિત નથી, કારણ કે તેનું પેટાળ અત્યંત ગરમ છે. પૃથ્વીનો આંતરિક ભાગ કઈ અવસ્થામાં છે ? પૃથ્વી એકાએક કેમ કંપી ઊઠે છે ? જ્વાળામુખી શા માટે અત્યંત ગરમ પદાર્થો અને ભૂદ્રવ્યો બહાર ફેંકે છે ? ત્સુનામી લહેરો શા માટે પેદા થાય છે ? શું આ બધી ઘટનાઓ પૃથ્વીની આંતરિક સંરચના સાથે સંબંધ ધરાવે છે ? તો આવો ! આપણે પૃથ્વીના આંતરિક રહસ્યોને જાણીએ.

## ભૂગર્ભની જાણકારીના સ્રોત (Sources of the Information about the Interior)

પૃથ્વીસપાટીથી પૃથ્વીનું કેન્દ્ર લગભગ 6370 કિમી ઊંડે છે. પૃથ્વીના કેન્દ્ર સુધી પહોંચી તેના આંતરિક સ્વરૂપને નિહાળવું શક્ય નથી. પૃથ્વીના આંતરિક સ્વરૂપનું રહસ્ય પામવાનું ઍક્સ-રે જેવું યંત્ર પણ આપણી પાસે નથી. પૃથ્વીના કેન્દ્ર પ્રદેશના પદાર્થોના નમૂના લાવવા પણ શક્ય નથી. અતઃ પૃથ્વીનો આંતરિક ભાગ દૃશ્યમાન ન હોવાના કારણે ભૂગર્ભ વિશે આપણું જ્ઞાન ખૂબ જ સીમિત છે. પૃથ્વીના આંતરિક ભાગો વિશેની જે કોઈ માહિતી પ્રાપ્ત થઈ છે તે બધી જ પરોક્ષપણે અને અનુમાન પર આધારિત છે. તેમ છતાં આ જાણકારીનો કેટલોક ભાગ પ્રત્યક્ષ નિરીક્ષણ અને ભૂગર્ભના પદાર્થોના વિશ્લેષણ પણ આધારિત છે.

**(1) પ્રત્યક્ષ સ્રોત (Direct Sources) :** ભૂ-ગર્ભ વિશે પ્રત્યક્ષ જાણકારી મેળવવાના બે સ્રોત છે : (1) ઊંડી ખાણો તથા ખનીજ તેલ મેળવવા કરેલા ઊંડા શાર. (2) જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન સમયે ભૂગર્ભમાંથી બહાર આવતા પદાર્થો. વિશ્વની ઊંડામાં ઊંડી ખાણ દક્ષિણ આફ્રિકાની રોબિન્સન ખાણ છે. આ સોનાની ખાણ લગભગ 4 કિમી ઊંડાઈ ધરાવે છે. ખનીજ તેલ શોધવા માટે ખોદવામાં આવેલા કૂવાની ઊંડાઈ 8 કિમીથી વધુ નથી. આર્ક્ટિક મહાસાગરમાં કોલા (Kola) ક્ષેત્રમાં 12 કિમી ઊંડાઈ સુધી શારકામ થઈ શક્યું છે. 6370 કિમીની ત્રિજ્યા ધરાવતી પૃથ્વીમાં માણસનો ભૂગર્ભ તરફનો પેટાળ-પ્રવેશ ભૂગર્ભ વિશેની વીગતે માહિતી ન આપી શકે તે સમજી શકાય તેમ છે.

ભૂ-ગર્ભની પ્રત્યક્ષ જાણકારી માટેનો બીજો પ્રત્યક્ષ સ્રોત જ્વાળામુખીનું પ્રસ્ફોટન છે. પ્રસ્ફોટન સમયે નીકળતો લાવારસ પ્રયોગશાળાના સંશોધન-કાર્ય માટે પ્રાપ્ત થાય છે. છતાં એ વાતની જાણકારી મળતી નથી કે મૅગ્મા કેટલી ઊંડાઈથી બહાર આવ્યો છે.

**(2) પરોક્ષ સ્રોત (Indirect Sources) :** ભૂગર્ભમાંથી મળતા પદાર્થોના ગુણધર્મોના વિશ્લેષણથી પૃથ્વીની આંતરિક સંરચના સંબંધિત પરોક્ષ જાણકારી મળે છે. મુખ્ય પરોક્ષ સ્રોત અને તેમની સાબિતીઓ આ પ્રમાણે છે :

(1) ઘનતા (Density) પર આધારિત સાબિતીઓ

(2) દબાણ (Pressure) પર આધારિત સાબિતીઓ

(3) તાપમાન (Temperature) પર આધારિત સાબિતીઓ

(4) ઉલ્કાઓ (Meteorites) પર આધારિત સાબિતીઓ

(5) ગુરુત્વાકર્ષણ (Gravitation) પર આધારિત સાબિતીઓ

(6) ચુંબકીય સર્વેક્ષણો (Magnetic Surveys) પર આધારિત સાબિતીઓ

(7) ભૂકંપીય તરંગો (Seismic activities) પર આધારિત સાબિતીઓ

**(1) ઘનતા :** પૃથ્વીની સરેરાશ ઘનતા 5.5 / ગ્રામ / ઘન સેમી છે. પૃથ્વીની ઉપરની સપાટીના ખડકોની ઘનતા 2.7 ગ્રામ / ઘન સેમી છે. જ્યારે મૃદાવરણ નીચે આવેલા આગ્નેય ખડકોની ઘનતા 3.0થી 3.5 ગ્રામ / ઘન સેમી છે. તેથી સાબિત થાય છે કે, પૃથ્વીના અંદરના ભાગોની ઘનતા ઉપરના ભાગોની ઘનતાથી વધારે હોવી જોઈએ. પૃથ્વીના અંદરના ભાગોની ઘનતા આશરે 11થી 12 ગ્રામ / ઘન સેમી છે. પૃથ્વીની ઘનતા 1774માં પહેલી વાર માપવામાં આવી હતી. ઘનતા માપવાનો આધાર ન્યૂટનનો ગુરુત્વાકર્ષણનો સિદ્ધાંત છે.

**(2) દબાણ :** પૃથ્વીના ઉપરના સ્તરો નીચેના સ્તરો પર દબાણ કરે છે. જેથી પૃથ્વીના કેન્દ્ર તરફ જઈએ તેમ દબાણ વધવાના કારણે તેની ઘનતાનું પ્રમાણ વધે છે.

**(3) તાપમાન :** સામાન્ય રીતે પ્રત્યેક 32 મીટરની ઊંડાઈએ તાપમાન $1^{o}$ સે વધે છે. આ દરે પૃથ્વીના કેન્દ્રીય ભાગનું તાપમાન $10{,}000^{o}$ સેથી પણ વધારે હોવાનો અંદાજ છે. જ્વાળામુખીના પ્રસ્ફોટન દરમિયાન નીકળતા ગરમ વાયુઓ અને ગરમ પ્રવાહી લાવા, ગરમ પાણીના ઝરા અને ફુવારા, પાણીની વરાળ વગેરે બાબતો સૂચવે છે કે ભૂ-ગર્ભમાં રહેલા પદાર્થો પ્રવાહી તથા વાયુ સ્વરૂપે છે.

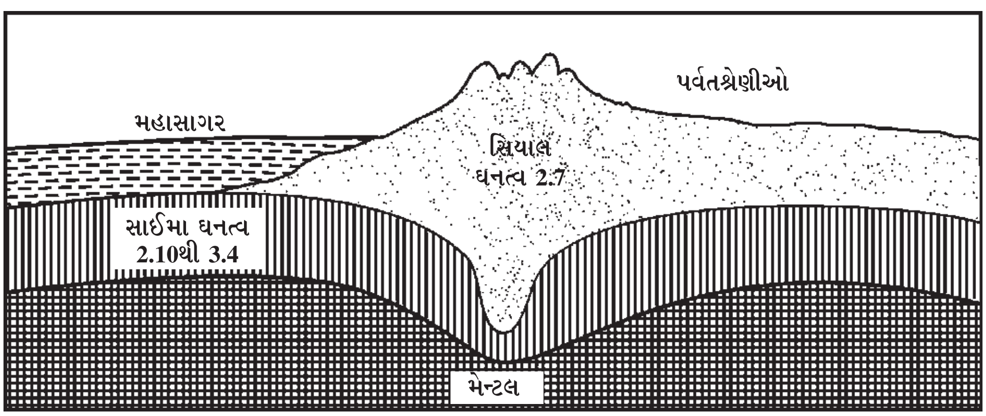
**(4) ઉલ્કાઓ :** અંતરિક્ષમાંથી પૃથ્વી પર તૂટી પડતી ઉલ્કાઓથી ભૂગર્ભ વિશે જાણવા માટે સહાયતા મળે છે. ઉલ્કાઓમાંથી લોખંડ અને નિકલ જેવી ભારે ધાતુઓ પ્રાપ્ત થાય છે. તેથી સાબિત થાય છે કે, પૃથ્વીના કેન્દ્રીય ભાગમાં ભારે ધાતુઓ હશે જ. પૃથ્વી પણ ઉલ્કાઓની જેમ સૌર પરિવારની સભ્ય છે.

**(5) ગુરુત્વાકર્ષણ :** પૃથ્વીસપાટીના અલગ અલગ ભાગો પર ગુરુત્વાકર્ષણ બળ અલગ અલગ અનુભવાય છે. ધ્રુવોથી પૃથ્વીનું કેન્દ્ર પ્રમાણમાં નજીક હોવાથી ધ્રુવો પર ગુરુત્વાકર્ષણ બળનું પ્રમાણ વિષુવવૃત્ત કરતાં વધુ છે. વિષુવવૃત્તથી પૃથ્વીનું કેન્દ્ર દૂર હોવાથી અહીં ગુરુત્વાકર્ષણ બળ ધ્રુવો કરતાં એકંદરે ઓછું લાગે છે. પૃથ્વીના આંતરિક ભાગમાં ભૂ-પદાર્થોના અસમાન વિતરણના કારણે પણ ગુરુત્વાકર્ષણ બળમાં તફાવત સર્જાય છે. આમ, પૃથ્વીની આંતરિક રચનાની સમજ પ્રાપ્ત થાય છે.

**(6) ચુંબકીય સર્વેક્ષણો :** ચુંબકીય સર્વેક્ષણોથી સાબિત થયું છે કે પૃથ્વીના આંતરિક ભાગમાં ભૂ-પદાર્થોનું વિતરણ અસમાન છે.

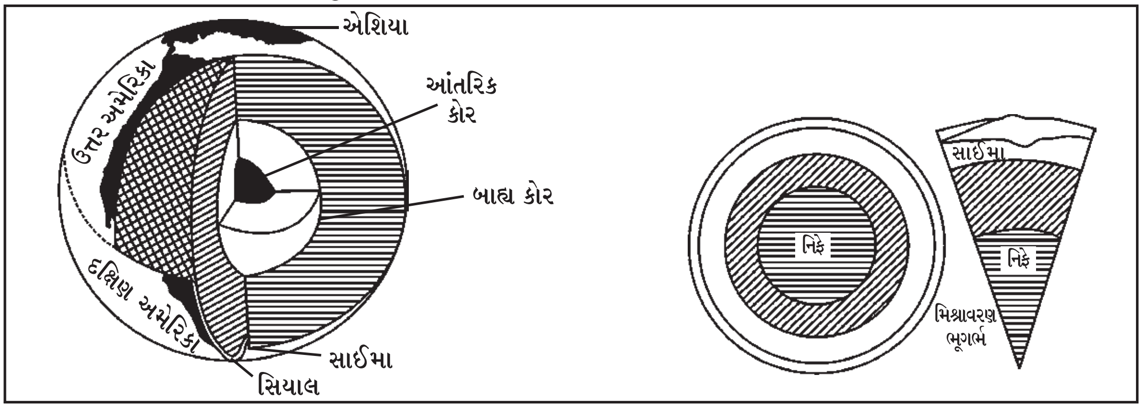
**(7) ભૂકંપીય મોજાં :** ભૂકંપ આલેખક (Seismograph) દ્વારા ત્રણ પ્રકારનાં ભૂકંપ મોજાંની નોંધ થાય છે : (1) પ્રાથમિક મોજાં (P-Waves) (2) દ્વિતીયક મોજાં (S-Waves) અને (3) પૃષ્ઠીય મોજાં (L-Waves). આ મોજાંઓના માપનની નોંધના અભ્યાસના આધારે વૈજ્ઞાનિકોએ પૃથ્વીના આંતરિક ભાગ વિશે કેટલીક માહિતી પ્રાપ્ત કરી છે. આ માહિતીના આધારે પૃથ્વીસપાટીથી તેના કેન્દ્ર સુધીના ત્રણ ભાગ પાડ્યા છે : (1) મૃદાવરણ (2) મિશ્રાવરણ (Mantle) અને (3) ભૂ-ગર્ભ. ભૂ-ગર્ભના બે પેટા વિભાગ પાડ્યા છે : (1) બાહ્ય ભૂ-ગર્ભ અને (2) આંતરિક ભૂ-ગર્ભ.

**(1) મૃદાવરણ (Lithosphere) :** આ આવરણ પૃથ્વીસપાટીનું ઉપરનું આવરણ છે, જે માટીના સ્તરો કે ખડક સ્તરોનું બનેલું છે. તેને મૃદાવરણ કે ભૂકવચ પણ કહે છે. પૃથ્વીનો આ પોપડો આશરે સરેરાશ 33 કિમીની જાડાઈ ધરાવે છે. ભૂમિખંડોની નીચે તેની જાડાઈ 30 કિમી સુધી અને મહાસાગરોની નીચે તેની જાડાઈ 5 કિમી છે. મુખ્ય પર્વતીય ક્ષેત્રોમાં તેની જાડાઈ ખૂબ વધારે છે. હિમાલય પર્વતશ્રેણી નીચે તેની જાડાઈ આશરે 70 કિમી છે. પૃથ્વીસપાટીની નજીકના ભાગમાં પ્રસ્તર ખડકોનું પાતળું સ્તર છે. આ સ્તરના નીચેના વિસ્તારના બે પેટા વિભાગ પડે છે : (1) ભૂકવચ (Sial) અને (2) ભૂરસ (Sima). સિયાલ સ્તર ગ્રેનાઇટ ખડકોનો બનેલો છે. તેમાં સિલિકા (Silica) અને ઍલ્યુમિનિયમ (Alluminium) (Si + AL = Sial) વધુ માત્રામાં પ્રાપ્ત થાય છે. આ સ્તરની સરેરાશ ઘનતા 2.75થી 2.90 ગ્રામ/ઘન સેમીની છે. ભૂમિખંડોની રચના સિયાલથી થયેલી મનાય છે.




**3.1 પૃથ્વીની આંતરિક રચના**

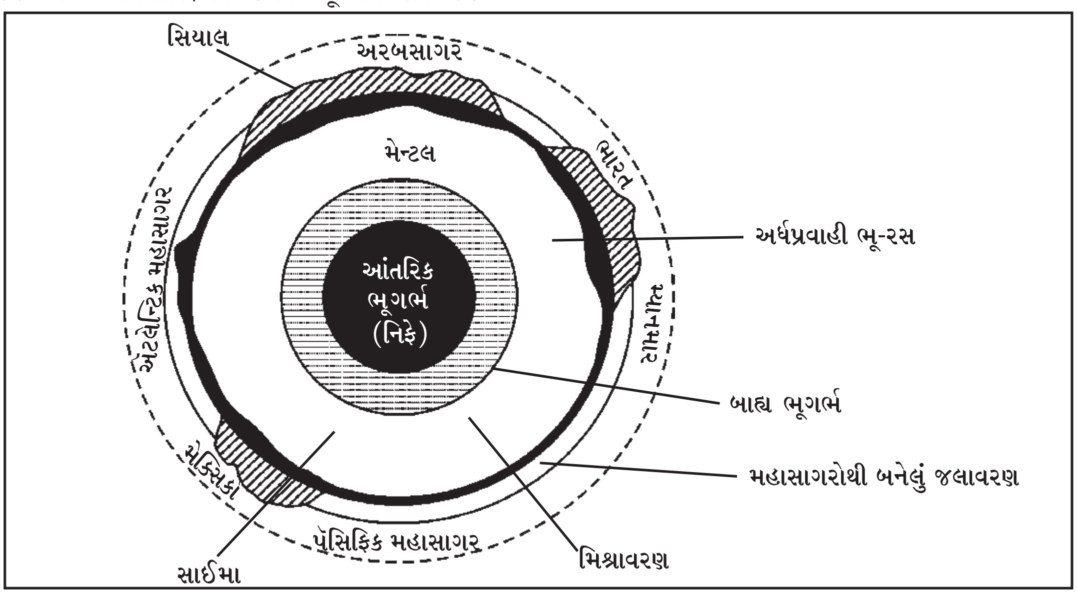
સિયાલની નીચે આવેલા સ્તરમાં સિલિકા અને મૅગ્નેશિયમ (Magnesium)નાં તત્ત્વો વિશેષ છે. તેથી Silica અને Magnesiumના પ્રથમ બે-બે અક્ષરો, Si અને Ma પરથી આ સ્તર **સાઈમા (Sima)** તરીકે ઓળખાય છે. તે બેસાલ્ટ ખડકોનું બનેલું છે. એમાં ખડકોની ઘનતા આશરે 2.9થી 4.7 ગ્રામ/ઘન સેમી છે. આ સ્તરની ઊંડાઈ આશરે 1000 કિમી છે. સિયાલ અને સાઈમાના સ્તરો માનવ તથા પ્રકૃતિનાં કાર્યક્ષેત્ર ગણાય છે, જે જીવસૃષ્ટિ માટે ખૂબ જ અગત્યનાં છે.




**3.2 પૃથ્વીની આંતરિક રચના**

ભૂમિખંડોમાં સાઈમાના આવરણ ઉપર સિયાલનું આવરણ સ્પષ્ટ જોવા મળે છે, પરંતુ સમુદ્રો અને મહાસાગરોના ઊંડા ભાગોમાં સાઈમાનું સ્તર તળિયાની સપાટીએ આવેલું છે. મહારાષ્ટ્રમાં મુંબઈ નજીક આવેલા માથેરાનમાં લાવાના થર જોવા મળે છે. આ લાવા જ્વાળામુખીના પ્રસ્ફોટન દરમિયાન બહાર સપાટી પર ફેલાઈ જવાથી અસ્તિત્વમાં આવેલા છે. ગિરનાર ઉપર બેસાલ્ટ અને ગ્રેનાઇટના ઘણા બધા ખડકો જોવા મળે છે.

**(2) મિશ્રાવરણ (મૅન્ટલ) :** મૃદાવરણની નીચે આવેલા આ આવરણની જાડાઈ 2900 કિમી છે. તે મિશ્ર ખનીજ દ્રવ્યોનું બનેલું હોવાથી તેને મિશ્રાવરણ કહે છે. મૅન્ટલની શરૂઆતનું પડ 'ઍસ્થેનોસ્ફિયર' (Asthenosphere) કહેવાય છે. તેની જાડાઈ આશરે 700 કિમી છે. આ સ્તરમાં લગભગ 3.5 ઘનતા ધરાવતા બેસાલ્ટ ખડકો વધુ પ્રમાણમાં છે. અહીં પદાર્થો મૅગ્મા સ્વરૂપમાં છે. આ ઍસ્થેનોસ્ફિયર ઉપર ભૂકવચ તરે છે.




**3.3 પૃથ્વીની આંતરિક રચના**

**(3) ભૂગર્ભ (Core) :** મૅન્ટલથી પૃથ્વીના કેન્દ્ર સુધીનો વિસ્તાર ભૂ-ગર્ભ તરીકે ઓળખાય છે. ભૂ-ગર્ભનો વિસ્તાર આશરે 2900 કિમીની ઊંડાઈથી લઈ પૃથ્વીના કેન્દ્ર (6370 કિમી) સુધી છે. આ સ્તરમાં નિકલ અને લોહ ખનીજ દ્રવ્યો મુખ્ય છે. આ સ્તરના બે ઉપવિભાગ છે : (1) આંતરિક ભૂગર્ભ અને (2) બાહ્ય ભૂગર્ભ. બાહ્ય ભૂગર્ભ ઘણું કરીને તરલ અને અર્ધ તરલ અવસ્થામાં છે. જેની ઘનતા આશરે 5 છે. આંતરિક ભૂગર્ભને **નિફે (Nife)** કહેવામાં આવે છે. અહીંની ઘનતા લગભગ 13 ગ્રામ / ઘન સેમી છે, જે અતિ દબાણ સૂચવે છે. પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ, ચુંબકીય બળ અને તેનો સ્થિરતા (Rigidity)નો ગુણ આ ધાતુપિંડ અથવા ભૂ-ગર્ભ (Core)ને આભારી છે.

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ લખો :**

(1) પૃથ્વીની આંતરિક રચના અને તેના વિભાગો જણાવી મૃદાવરણ સમજાવો.

(2) પૃથ્વીની આંતરિક સ્થિતિ જાણવાના પરોક્ષ સ્રોત વર્ણવો.

(3) ભૂ-ગર્ભની જાણકારીના સ્રોત કેટલા પ્રકારના છે ? પ્રત્યક્ષ સ્રોતની માહિતી આપો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર ઉત્તર લખો :**

(1) 'સિયાલ' - એટલે શું ?

(2) મિશ્રાવરણ (મેન્ટલ) વિશે ટૂંકી નોંધ લખો.

(3) 'ભૂ-ગર્ભ (Core)' - ટૂંક નોંધ તૈયાર કરો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) પૃથ્વીની આંતરિક રચના અનુસાર કેટલા વિભાગ પડે છે ?

(2) સાઈમા સ્તરમાં કયાં ખનીજ તત્ત્વો આવેલાં છે ?

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) પૃથ્વીસપાટીનું ઘન આવરણ કયા નામે પણ ઓળખાય છે ?

(2) પૃથ્વીસપાટીથી પૃથ્વીનું કેન્દ્ર કેટલા કિમી ઊંડું છે ?

(3) વિશ્વની ઊંડામાં ઊંડી ખાણ કઈ છે ? તે કયા ખંડમાં આવેલી છે ?

(4) ગુરુત્વાકર્ષણનો સિદ્ધાંત કોણે આપ્યો છે ?

(5) મૃદાવરણની સરેરાશ જાડાઈ કેટલા કિમીની છે ?

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) પૃથ્વીનું ભૂ-ગર્ભ કયા નામે ઓળખાય છે ?

(a) સાઈમા (b) સિયાલ (c) નિફે (d) મૅન્ટલ

(2) ભૂ-ગર્ભ (Core)માં કયાં ખનીજ તત્ત્વો મુખ્ય છે ?

(a) નિકલ અને લોહ (b) સિલિકા અને લોહ

(c) સિલિકા અને મૅગ્નેશિયમ (d) ઍલ્યુમિનિયમ અને લોહ

(3) સિયાલ સ્તરમાં કયા પ્રકારના ખડકો છે ?

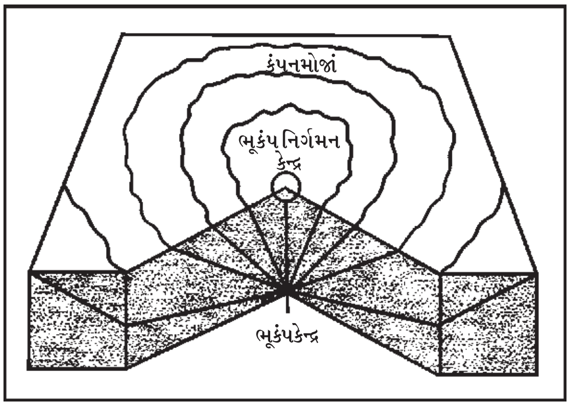
(a) બેસાલ્ટ (b) ગ્રેનાઈટ (c) લાવાના ખડકો (d) પ્રસ્તર

(4) 'રોબિન્સન' - સોનાની ખાણ કયા દેશમાં છે ?

(a) યુ.એસ.એ. (b) રશિયા (c) દક્ષિણ આફ્રિકા (d) દક્ષિણ કોરિયા

# 4 ભૂકંપ અને જ્વાળામુખી

ભૂકવચનો ભાગ ઘન સ્વરૂપે બહારની બાજુએ ઠરી ગયેલો દેખાય છે, પરંતુ તેના પેટાળમાં તો હજી અતિશય ગરમી છે. પેટાળના ભાગ ઉપર તેની ઉપરના ખડક સ્તરોનું પ્રચંડ દબાણ છે. આ પેટાળની આંતરિક ગરમી અને દબાણના ફેરફારોને કારણે ખડક દ્રવ્યોના સ્વરૂપમાં પ્રસરણ કે સંકોચનની પ્રક્રિયા થાય છે. તેથી ભૂકવચમાં હલનચલન અનુભવાય છે. આ પ્રક્રિયાને **ભૂ-સંચલન** કહે છે. ભૂસંચલન મંદ અને ઝડપી પણ હોય છે.

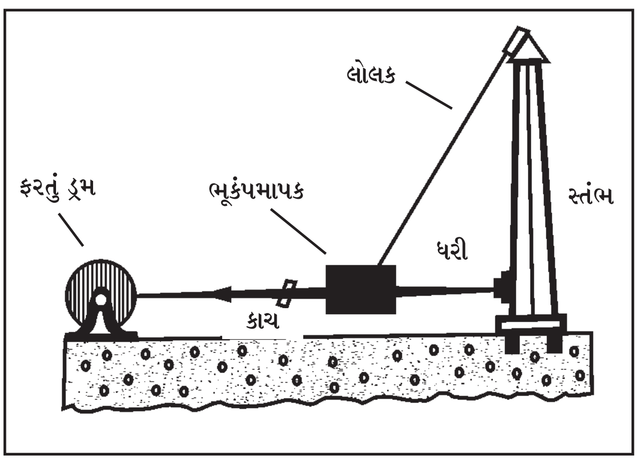



**4.1 ભૂકંપ ઉદ્‌ગમ કેન્દ્ર અને નિર્ગમન કેન્દ્ર (ઍપિસેન્ટર)**

પૃથ્વીના પેટાળમાં ગરમી અને દબાણમાં ઝડપી ફેરફારોથી જે ભૂ-સંચલન અનુભવાય છે તેને ઝડપી ભૂ-સંચલન કહે છે. જ્વાળામુખી અને ભૂકંપ પ્રક્રિયાઓ એ ઝડપી ભૂ-સંચલનો છે. જે પૃથ્વીની નબળી ભૂ-રચનાવાળા પ્રદેશમાં અનેક પરિવર્તન લાવે છે. ભૂ-સંચલનની ક્રિયાને કારણે પૃથ્વીસપાટીનો અમુક નબળો ભાગ આકસ્મિક રીતે ધ્રૂજી ઊઠે ત્યારે તે આકસ્મિક ધ્રુજારીને **ભૂકંપ** કહે છે. ભૂકંપન એકાએક, આકસ્મિક અને ત્વરિત થાય છે. 26 જાન્યુઆરી, 2001નો ભૂજમાં અનુભવાયેલા ભૂકંપે થોડીક મિનિટોમાં ભયંકર તારાજી સર્જી હતી. ભૂકંપ એક પ્રાકૃતિક ઘટના છે. 'પૃથ્વી પેટાળના ખડકોમાં વિક્ષોભના સ્રોતથી પેદા થનાર તરંગીત કંપનને ભૂકંપ કહે છે.' - આર્થર હોમ્સ (Arthur Holms.) જેવી રીતે તળાવના શાંત પાણીમાં પથ્થર નાંખવાથી વૃત્તાકાર તરંગો કેન્દ્રથી બહારની ચારે તરફ ફેલાય છે તેવી જ રીતે ભૂકંપીય તરંગો પણ વિક્ષોભ કેન્દ્રની ચારે બાજુએ ફેલાય છે. જે સ્થળેથી ભૂકંપ-મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે તે સ્થળને **ભૂકંપકેન્દ્ર (Focus)** કહે છે. ભૂકંપકેન્દ્રથી પૃથ્વીની સપાટી ઉપરના સૌથી નજીકના સ્થળે જ્યાં ભૂકંપમોજાં સૌપ્રથમ પહોંચતાં હોય તેને **ભૂકંપ નિર્ગમન કેન્દ્ર (Epicentre)** કહે છે. ભૂકંપની સૌથી વિનાશક અસર આ કેન્દ્રની આસપાસ થાય છે.

ભૂકંપકેન્દ્ર પૃથ્વી સપાટીથી આશરે 700 કિમીના વચ્ચેના સ્તરમાં હોય છે. ત્યાંથી કંપનમોજાં શરૂ થઈ થોડી સેકંડમાં જ પૃથ્વીની સપાટી સુધી પહોંચે છે. જો આ કેન્દ્ર આશરે 60 કિમીની ઊંડાઈએ હોય, તો છીછરા ભૂકંપ, આશરે 60થી 250 કિમીની ઊંડાઈએ હોય, તો મધ્યમ ભૂકંપ અને આશરે 250થી 700 કિમીની ઊંડાઈ સુધીમાં હોય, તો તેને ગહન ભૂકંપ કહે છે.

## ભૂકંપ આલેખક અને ભૂકંપમોજાં



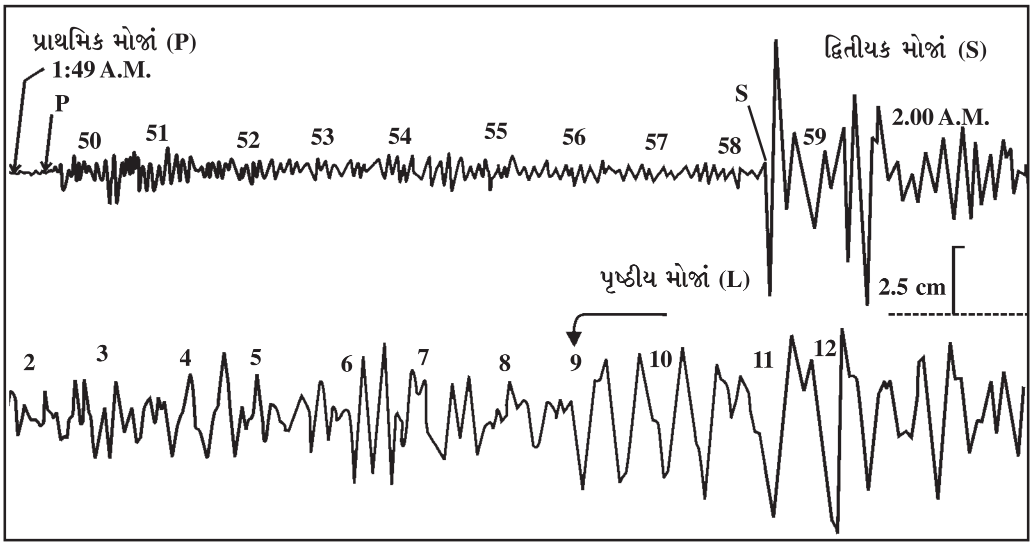

**4.2 ભૂકંપ આલેખક (Seismograph)**

ભૂકંપનો અભ્યાસ કરતા વિજ્ઞાનને ભૂકંપ-વિજ્ઞાન (Seismology) કહે છે. ગ્રીક ભાષાના સિસમોસ (Seismos) શબ્દ પરથી આ શબ્દ બન્યો છે જેનો અર્થ ભૂકંપ થાય છે. ભૂકંપ આલેખક દ્વારા ભૂકંપની તીવ્રતા અને ઉદ્‌ભવકેન્દ્ર વિશે માહિતી મળે છે.

આ ઉપકરણનો મુખ્ય ભાગ એક લટકતું લોલક છે. તેનો ઉપરનો છેડો એક સ્તંભ સાથે બાંધેલો છે. બીજો છેડો હલનચલન માટે છૂટો રહે છે. તેની સાથે એક પેન (Pen) જોડેલી હોય છે. બીજો છેડો નળાકાર કે જેની આસપાસ કાગળ અથવા ગ્રાફ વીંટાળેલો હોય છે જે તેની સાથે સ્પર્શ કરતો હોય છે. તેનો સંબંધ એક ઘડિયાળ સાથે પણ જોડાયેલો હોય છે. ભૂકંપના સમયે કંપનવેગ પ્રમાણે નળાકાર પર વીંટેલા કાગળ પર નાના મોટા કદમાં રેખાઓ અંકિત થાય છે. ઘડિયાળ સાથે જોડાણ હોવાના

કારણે સમય પણ નોંધાય છે. જુદાં જુદાં સ્થળોએ રાખેલા ભૂકંપ-આલેખક ઉપર નોંધાયેલાં **ભૂકંપ-આલેખો**ની સરખામણી કરતાં ભૂકંપ **ઉદ્ભવ-સ્થાન** તથા ભૂકંપ નિર્ગમન કેન્દ્રની જાણકારી મળે છે. ભારતમાં મુંબઈ, કોલકાતા, દિલ્લી, દેહરાદૂન, હૈદરાબાદ અને ગુજરાતમાં રાજકોટ, વડોદરા, ગાંધીનગર વગેરે શહેરોમાં ભૂકંપ આલેખક કેન્દ્રો સ્થાપવામાં આવ્યાં છે.

ભૂકંપ આલેખ પર ત્રણ પ્રકારનાં ભૂકંપમોજાંની નોંધ થાય છે.




## 4.3 ભૂકંપ-મોજાં

**(1) પ્રાથમિક મોજાં (લંબાત્મક મોજાં અથવા 'પી' મોજાં) (P-Waves) :** આ મોજાં સૌથી વધુ વેગ ધરાવતાં મોજાં છે. તેથી ભૂકંપ નોંધણી કેન્દ્ર પર સૌપ્રથમ પહોંચે છે. આ મોજાં પ્રવાહી અને ઘન બંને પ્રકારનાં માધ્યમોમાંથી પસાર થાય છે. પ્રવાહી માધ્યમમાં પ્રવેશતાં તેની ગતિમાં ઘટાડો થાય છે. કેન્દ્રીય ભાગમાં તે પ્રતિ સેકંડ 8થી 14 કિમીના વેગથી પસાર થાય છે. પદાર્થની ઘનતા બદલાતાં આ મોજાં વક્રીભવન પામે છે.

**(2) દ્વિતીયક મોજાં (ઉપ મોજાં અથવા 'એસ' મોજાં) (S-Waves) :** પ્રાથમિક મોજાં કરતાં આ મોજાંઓનો વેગ ઓછો છે. તેઓ માત્ર ઘન માધ્યમમાંથી જ પસાર થઈ શકે છે. આમાં અણુઓનું કંપન મોજાંની દિશામાં કાટખૂણે ઉપર-નીચે થાય છે. આ મોજા પ્રકાશનાં મોજાંને મળતાં આવે છે. સમુદ્ર અથવા પ્રવાહી માધ્યમમાં તે શાંત થઈ જાય છે. તે પણ ભૂ-સપાટીથી વધુ ઊંડાઈએ પ્રવેશ કરે છે.

**(3) પૃષ્ઠીય મોજાં (L-Waves) :** આ મોજાં પૃથ્વીની સપાટી ઉપર પરિઘની લંબ દિશામાં ગતિ કરે છે. શાંત સરોવરમાં પથ્થર નાંખવાથી જેવાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે તેવાં આ મોજાં છે. તેમની ગતિ પ્રતિ સેકંડ 3 કિમી હોય છે. આ મોજાં સૌથી વધુ વિનાશકારી છે. ભૂકંપના કારણે જે તબાહી મચે છે તે આ મોજાંને કારણે છે. આ મોજાં સમુદ્રમાં પ્રવેશે છે ત્યારે સમુદ્રના પાણીમાં ખૂબ ઊંચાં વિશાળકાય અને વિનાશક મોજાં ઉછળે છે જેને ત્સુનામી કહે છે. આ મોજાં ભૂ-ગર્ભ (Core)માંથી પસાર થતાં ન હોવાથી પૃથ્વીની આંતરિક રચના જાણવામાં ઉપયોગી થતાં નથી. 'P' મોજાં અને 'S' મોજાંની ગતિ અને દિશાની લાક્ષણિકતા પૃથ્વીના આંતરિક ભાગોની ભૂસ્તરીય રચના વિશે માહિતી પૂરી પાડે છે.

### ભૂકંપનાં કારણો (Causes of Earthquakes)

પૃથ્વીની સંતુલિત અવસ્થામાં ખલેલ પડવાના કારણે ભૂકંપ થાય છે. ઉપરાંત પૃથ્વીના ભૂકવચની નીચે કાર્યરત અદૃશ્યમાન ઘટનાઓના પરિણામે જે પ્રતિક્રિયાઓ થાય છે તેને કારણે પણ ભૂકંપ ઉદ્ભવે છે. ભૂકંપનાં મુખ્ય કારણો છે : (1) સ્તરભંગ પ્રક્રિયા (2) જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન (3) ભૂ-સંતુલન પરિસ્થિતિ (Isostasy) (4) પાણીની વરાળ (5) માનવી.

(1) ભૂગર્ભમાં થતા ભૂસંચલનના પરિણામે ખડક-સ્તરો પર **તણાવ** અને **દબાણ** પેદા થાય છે. આ બળોને કારણે પેટાળનાં ભૂ-દ્રવ્યોમાં સંકોચન અને પ્રસરણ અનુભવાય છે. સ્તરભંગ ક્રિયાથી ભૂકંપ થાય છે. હિમાલય, આલ્પ્સ વગેરે નવી ગેડ પર્વત શ્રેણીઓમાં તથા આફ્રિકાની ફાટખીણમાં થતા ભૂકંપો માટે આવી સ્તરભંગ પ્રક્રિયા જવાબદાર છે.

(2) પૃથ્વીસપાટી પર થતા ભૂકંપોમાં મોટા ભાગના ભૂકંપો જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટનને કારણે થાય છે. વિસ્ફોટ (Explosion) થતાં ગરમ મૅગ્મા બહાર નીકળવાનો પ્રયત્ન કરે છે. જ્વાળામુખીની આસપાસના લગભગ 150થી 200 કિમી વિસ્તારમાં તીવ્ર ભૂકંપ અનુભવાય છે.

(3) જ્યારે પૃથ્વીની સમતુલાની સ્થિતિ ખોરવાય છે, ત્યારે સમતુલાના પુનઃસ્થાપન માટે ભૂગર્ભની ઊંડાઈએ મૅગ્માનું સ્થળાંતરણ થાય છે, તેથી ખડક સ્તરોમાં ધ્રુજારી કે કંપન ઉત્પન્ન થાય છે. પામિરના ઉચ્ચપ્રદેશની નજીક આવેલા હિંદુકુશ હારમાળાઓમાં આ કારણસર ભૂકંપ થાય છે. તેની અસર બહુ દૂર સુધી થાય છે. એપ્રિલ, 2015માં નેપાળમાં થયેલા ભૂકંપની અસર ભારતના બિહાર સુધી અનુભવાઈ હતી.

(4) પૃથ્વીની સપાટી પરનું કેટલુંક પાણી સપાટીની નીચે ઊતરે છે ત્યારે આંતરિક ગરમીના કારણે સંસર્ગમાં આવતાં તે પાણીનું વરાળમાં રૂપાંતર થાય છે. વરાળ પાણી કરતાં 1300 ગણી વધુ જગ્યા રોકે છે. વરાળના આ દબાણના કારણે પૃથ્વીના નબળા ભૂ-પૃષ્ઠીય ભાગોમાં ભૂકંપ પેદા થાય છે.

(5) માનવી પૃથ્વી પર સુરંગો અને ખાણો ખોદે છે. પૃથ્વીના પેટાળમાંથી ખનીજતેલ બહાર કાઢે છે. બંધોનું નિર્માણ કરે છે, મોટી ગગનચુંબી ઇમારતો બનાવે છે, રેલવેના ટ્રૅક, સડકો અને જમીન સમથળ બનાવે છે. ભૂગર્ભમાં અણુધડાકાના પ્રયોગો કરે છે તેથી સ્થાનિક ક્ષેત્ર પર કૃત્રિમ ભૂકંપ થાય છે.

(6) પર્વતીય વિસ્તારોમાં ભૂ-સ્ખલન, હિમપ્રપાત, મોટા કદના ખડકો ધસી પડવાથી અને અવકાશીય ઉલ્કાઓ પડવાથી પણ ભૂકંપ થાય છે.

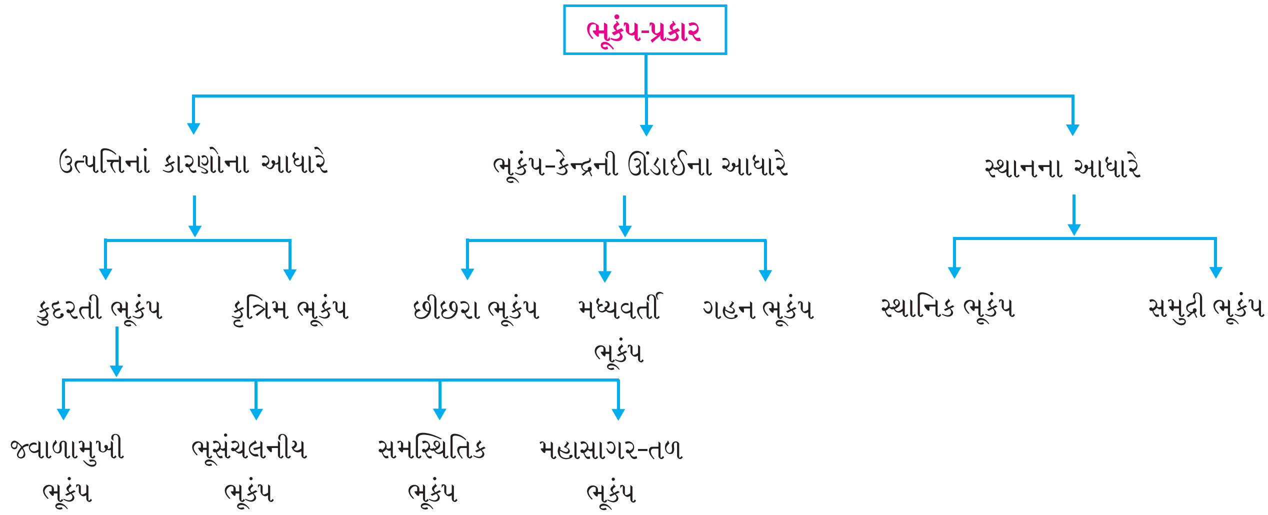
### ભૂકંપની અસરો (Effect of Earthquakes)

ભૂકંપની વિનાશાત્મક અને સર્જનાત્મક અસરો થાય છે. ભૂકંપના કારણે હજારોની સંખ્યામાં માણસો મૃત્યુ પામે છે. સાથેસાથે ભૂકંપ પ્રભાવિત ક્ષેત્રોનાં અનેક મકાનો જમીનદોસ્ત બની જાય છે. 26 જાન્યુઆરી, 2001માં ભારતના કચ્છ વિસ્તારમાં ભૂજ ક્ષેત્રમાં આવેલો પ્રલયકારી ભૂકંપ 7.9 રિચર સ્કેલનો હતો. જેમાં હજારો લોકો માર્યા ગયા. તુર્કીનું ટેંજિયર્સ નગર, જાપાનનું ટોકિયો શહેર, મેસેડોનિયાનું સ્કોપ્જી શહેરના કેટલાક વિસ્તારો ભૂકંપના કારણે તારાજ થઈ ગયા. ઘણાં મકાનો ધરતીમાં ગરકાવ થઈ ગયાં. સડકોમાં ભંગાણ પડ્યું. પાણી, વીજળી વગેરે વ્યવસ્થાઓ ક્ષતિગ્રસ્ત બની હતી. ભૂકંપના કારણે ક્યારેક નદીઓ પોતાનો વહનમાર્ગ બદલી નાખે છે. 1950માં અસમમાં આવેલા ભૂકંપના કારણે દિહાંગ અને બ્રહ્મપુત્ર નદીઓએ પોતાનો વહન માર્ગ બદલી નાખ્યો હતો. અસમમાં સુબનસિરી નદીનો બંધ તૂટી ગયો હતો. ભૂતકાળમાં સિંધુ નદી કચ્છના અખાતને મળતી હતી પણ હાલમાં તે પાકિસ્તાનમાં થઈને વહે છે. આમ, ભૂકંપને કારણે સડકો તૂટી પડે છે, રેલવેના પાટા વળી જાય છે, નદીઓ પરના પુલ અને બંધ તૂટી જાય છે અને નદીઓ પોતાનાં વહેણમાર્ગ બદલી નાખે છે. સમુદ્રો કે મહાસાગરોના તળભાગે થતા ભૂકંપને કારણે ત્સુનામી (Tsunamis) તરીકે ઓળખાતાં ઊંચાં પ્રચંડ કદનાં મોજાં ઊછળે છે. ડિસેમ્બર, 2004માં ઈન્ડોનેશિયાના સુમાત્રા નજીક ઉદ્‌ભવેલા અને તે પછી અંદમાન અને નિકોબાર દ્વીપ સમૂહ તથા તમિલનાડુના **કોરોમાંડલ** કિનારા પર ત્સુનામી મોજાં ફરી વળ્યાં હતાં, જેને લીધે જાનમાલને ભારે નુકસાન થયું હતું. ભારતના દક્ષિણતમ સ્થળ તરીકે જાણીતા ઈંદિરા પૉઈન્ટનો મોટો ભાગ સમુદ્રના પાણીમાં ગરકાવ થઈ ગયો છે. આ પ્રકારનાં મોજાં સમુદ્રકિનારાનાં શહેરો અને બંદરોને પારાવાર નુકસાન કરે છે.

### ભૂકંપની સર્જનાત્મક અસરો

- ભૂકંપના કારણે પૃથ્વીની આંતરિક સંરચના વિશે જાણકારી મળી શકે છે.
- ભૂકંપના કારણે ખડક-સ્તરો પર લાગતા ખેંચાણ અને દબાણ બળથી સ્તરભંગ અને ગેડીકરણ અનુભવાય છે. પરિણામે ફાટખીણો, પર્વતો, મેદાનો, ઉચ્ચપ્રદેશો, ખંડીય છાજલી વગેરે ભૂમિઆકારો રચાય છે. નવા જલસ્રોત પ્રાપ્ત થાય છે.
- ભૂકંપથી ખડકોમાં થતી ઊથલપાથલના કારણે અનેક ખનીજો પ્રાપ્ત થાય છે. કુદરતી વાયુ અને ખનીજતેલ ભંડારની જાણકારી મેળવવા અને તે વિષયક સંશોધન-કાર્યોને મદદ મળે છે.
- મધદરિયે ક્યારેક નવા ટાપુઓ કે દ્વીપસમૂહ અસ્તિત્વમાં આવે છે. કોલકાતાની દક્ષિણે બંગાળાની ખાડીમાં રચાયેલો ન્યૂમૂર (New Moor) ટાપુ આનું ઉદાહરણ છે.

## ભૂકંપના પ્રકાર




**4.4 ભૂકંપના પ્રકાર**

ભૂકંપ માપવાના બે માપક્રમ છે : (1) રિક્ટર (Ritcher) માપક્રમ તે ભૂકંપની તીવ્રતા માપે છે અને (2) મર્કાલી (Mercalli) માપક્રમ જે ભૂકંપની વ્યાપકતા દર્શાવે છે.

સંભવિત ભૂકંપક્ષેત્રો : મોટા ભાગના સંભવિત ભૂકંપક્ષેત્રો સમુદ્રતળિયે અને ભૂમિખંડો ઉપર નબળી ભૂપૃષ્ઠ-રચના ધરાવતા વિસ્તારોમાં આવેલાં છે. તે મુખ્ય બે પટ્ટામાં વહેંચાયેલાં છે.

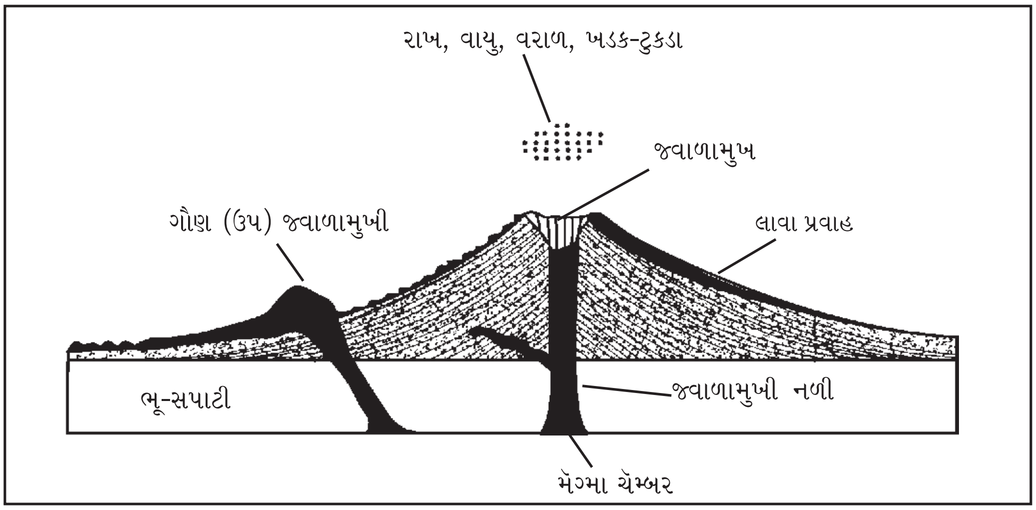
**(1) પૅસિફિક કિનારાનો પટ્ટો :** આ ભૂ-ભાગમાં વિશ્વના 68 % ભૂકંપો થાય છે. ઉત્તર અમેરિકા અને દક્ષિણ અમેરિકામાં પૅસિફિક કિનારે આવેલી રૉકિઝ અને ઍન્ડિઝ પર્વતશ્રેણીઓ, એશિયા ખંડમાં ચીન, જાપાન, ફિલિપીન્સ, ઇન્ડોનેશિયા અને ન્યૂઝીલૅન્ડમાં આવેલી પર્વતશ્રેણીઓનો સમાવેશ થાય છે.

**(2) મધ્ય વિશ્વનો પટ્ટો :** વિશ્વના 21 % ભૂકંપો આ પટ્ટામાં અનુભવાય છે. પશ્ચિમે ઍટલૅન્ટિક કિનારાથી શરૂ થઈ પૂર્વમાં પૅસિફિક કિનારા સુધી વિસ્તરેલી નવી ગેડ પર્વતશ્રેણીઓ ભૂકંપ સંભવિત ક્ષેત્રો છે. આ પટ્ટામાં ભૂમધ્ય સમુદ્રની ઉત્તરે આલ્પ્સ અને દક્ષિણે આવેલા ઍટલસ પર્વતો તથા એશિયામાં આવેલ હિમાલય પર્વતશ્રેણીઓમાં વધુ ભૂકંપ થાય છે. આ ઉપરાંત હિંદ મહાસાગર અને ઍટલૅન્ટિકમાં છૂટાછવાયા ટાપુઓ પણ સંભવિત ભૂકંપક્ષેત્રો છે. (જુઓ આકૃતિ 4.6)

## જ્વાળામુખી (Volcanoes)

જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન એ પૃથ્વીસપાટી પર બનતી આકસ્મિક અને અસાધારણ ઘટના છે. તે પૃથ્વીના મર્યાદિત પ્રદેશોમાં ફેરફાર લાવનારું પ્રાકૃતિક પરિબળ છે. તે મોટા પાયાની અને લાંબા ગાળાની અસરો પેદા કરે છે. સપાટીના ભૂપૃષ્ઠની સમતુલા ખોરવાતાં પૃથ્વીના પેટાળમાંથી ગરમ ભૂરસ, રાખ, વરાળ તથા બીજાં વાયુદ્રવ્યો ખૂબ વેગ સાથે ઉપરની સપાટી તરફ ધસી આવે છે અને સપાટીના નબળા ખડક-સ્તરોમાં ફાટ કે બાકોરું પાડીને તે બહારની સપાટી પર ફેંકાવા લાગે છે. આ જ્વાળામુખી-ક્રિયા (Volcanicity) કહેવાય છે.

પૃથ્વીના પેટાળમાંથી જે માર્ગે જ્વાળામુખી દ્રવ્યો - મૅગ્મા, વાયુઓ, રાખ, વરાળ વગેરે બહારની સપાટીએ આવે છે તેને 'જ્વાળામુખી નળી' (Volcanic Pipe) કહે છે. જમીનસપાટી પર અસ્તિત્વમાં આવેલું ગળણી આકારનું બાકોરું કે જ્યાંથી જ્વાળામુખી નળી દ્વારા પેટાળનાં દ્રવ્યો બહારની સપાટીએ ફેંકાય છે તેને **જ્વાળામુખ** કહે છે. જ્વાળામુખીની આ પ્રસ્ફોટન (Eruption) ક્રિયાનું વારંવાર પુનરાવર્તન થવાથી જ્વાળામુખ જ્યારે ખૂબ પહોળું બને છે ત્યારે તેને **જ્વાળાકુંડ (Caldera)** કહે છે. જ્વાળામુખીની આસપાસ લાવા, ખડકપદાર્થો, રાખ વગેરે દ્રવ્યો જમા થતાં જે શંકુ આકારના પર્વતની રચના થાય છે તેને **જ્વાળામુખી પર્વત (Volcanic Mountain)** કહે છે. જ્વાળામુખ નળી ઉપર કટોરા જેવી આકૃતિ રચાય છે તેને **ક્રેટર (Crater)** કહે છે.




**4.5 જ્વાળામુખી**

જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટનની પ્રક્રિયા થવા માટેનાં કારણો આ મુજબ છે :

**(1) પૃથ્વીનું ગરમ પેટાળ અને તેનું સ્વરૂપ :** પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ થઈ ત્યારે તે ગરમ વાયુમય ગોળા સ્વરૂપે હતી. ભૂકવચનો ભાગ ઠરીને નક્કર બન્યો. આમ છતાં ભૂ-કવચના પેટાળમાં ખૂબ જ ગરમી છે. પૃથ્વીના પેટાળમાં રહેલા યુરેનિયમ, રેડિયમ, થોરિયમ જેવાં કિરણોત્સર્ગી ખનીજ દ્રવ્યોના કિરણોત્સર્ગી વિઘટનથી ઉત્પન્ન થતી ગરમીને લીધે પણ પૃથ્વીનું પેટાળ ગરમ રહે છે.

**(2) મૅગ્માનો ઉદ્ભવ :** જમીનસપાટીના નબળી સ્તર રચનાવાળા વિસ્તારોમાં કોઈ કારણસર ઉપરના ખડક-સ્તરોનું દબાણ ઓછું થતાં પેટાળની ગરમીને કારણે એ ખડક પદાર્થો મૅગ્મામાં ફેરવાય છે. આ રીતે પૃથ્વીના પેટાળમાં રહેલો મૅગ્માનો ઉદ્ભવ જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન માટે જવાબદાર છે.

**(3) વાયુઓ અને વરાળનો ઉદ્ભવ :** મૅગ્માના કદનું વિસ્તરણ થવાને કારણે તેમાં રહેલી ગરમીને લીધે વિવિધ વાયુઓ ઉત્પન્ન થાય છે. ખડક-સ્તરોની ફાટો દ્વારા પૃથ્વીસપાટી નીચે ઊતરેલું પાણી મૅગ્માના સંસર્ગમાં આવતાં વરાળમાં રૂપાંતર પામે છે. આ ઉપરાંત સાગરો અને મહાસાગરોનાં પાણી પેટાળમાં જતાં તેમાંથી પણ વરાળ ઉદ્ભવે છે, જે પ્રસ્ફોટન સમયે પૃથ્વીસપાટી પર ધસી આવે છે.

**(4) મૅગ્માનું ભૂ-સપાટી તરફનું ઉદ્વહન :** પાણી કરતાં વરાળ 1300 ગણી વધુ જગ્યા રોકે છે. પેટાળમાં રહેલી આ વરાળને પૂરતી જગ્યા અને મોકળાશ ન મળતાં તે ખૂબ જ વેગથી બહાર નીકળવા પ્રયત્ન કરે છે. પોતાની સાથે પ્રવાહી મૅગ્માને પણ ભૂ-સપાટી તરફ ધકેલે છે. પરિણામે પોચા ખડક-સ્તરોને તોડી ધડાકા સાથે અથવા શાંત રીતે બહાર ધસી આવે છે. આ ક્રિયા **જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન** તરીકે ઓળખાય છે.

### જ્વાળામુખીના પ્રકારો

જ્વાળામુખીની સ્થિતિ અથવા બે પ્રસ્ફોટન ક્રિયા વચ્ચેના સમય અનુસાર જ્વાળામુખીના આ પ્રમાણે પ્રકાર પડે છે :

**(1) સક્રિય જ્વાળામુખી (Active Volcano) :** જે જ્વાળામુખીમાંથી લાવા, વરાળ, વાયુઓ અને અન્ય પદાર્થો નીકળવાની ક્રિયા લગભગ સતત ચાલુ રહેતી હોય તેને 'સક્રિય જ્વાળામુખી' કહે છે. ઈટલીમાં આવેલો એટના જ્વાળામુખી તેનું ઉદાહરણ છે. તે છેલ્લાં 2500 વર્ષથી સક્રિય છે. સિસીલીના લિપારી ટાપુ ઉપર આવેલો સ્ટ્રૉમ્બોલી જ્વાળામુખીમાં આશરે દર 15 મિનિટ પછી વિસ્ફોટ થયા કરે છે. દક્ષિણ અમેરિકામાં આવેલો કોટોપેક્સી વિશ્વનો સૌથી ઊંચો (6500 મીટર) ધીખતો જ્વાળામુખી છે. સ્ટ્રૉમ્બોલી ભૂમધ્ય સમુદ્રની દીવાદાંડી કહેવાય છે, કારણ કે તેમાંથી નીકળતા સળગતા વાયુઓનો પ્રકાશ દૂર દૂર સુધી ફેલાય છે. ભારતમાં અંદમાન દ્વીપ સમૂહમાં આવેલો બૅરન ટાપુ સમયાંતરે સક્રિય બને છે. તેથી જ તો તે સક્રિય જ્વાળામુખી છે.

**(2) સુપ્ત જ્વાળામુખી (Dormant Volcano) :** વર્ષો સુધી શાંત રહેલો જ્વાળામુખી ફરીથી પ્રસ્ફોટન પામે તો તેને 'સુપ્ત જ્વાળામુખી' કહે છે. ઈટલીનો વિસુવિયસ તેનું ઉત્તમ ઉદાહરણ છે. ઘણાં વર્ષો સુધી સુપ્ત અવસ્થામાં રહ્યા પછી 1931માં તેનું પુનઃ પ્રસ્ફોટન થયું. પછી ફરી પ્રસુપ્ત અવસ્થામાં છે. ઇન્ડોનેશિયાનો ક્રાકાટોઆ, ચિલીમાં આવેલો ઍકોન્કાગુઆ અને જાપાનનો ફુજિયામા સુપ્ત જ્વાળામુખીઓ છે.

**(3) નિષ્ક્રિય જ્વાળામુખી (Extinct Volcano) :** જ્વાળામુખ નિષ્ક્રિય બની, પછીથી તેમાં પાણી ભરાઈ સરોવર બની ગયું હોય, ભવિષ્યમાં વિસ્ફોટ થવાનાં કોઈ લક્ષણો જણાતાં ન હોય તેવા જ્વાળામુખીને નિષ્ક્રિય જ્વાળામુખી કહે છે. આફ્રિકામાં આવેલો કિલિમાંજારો, મ્યાનમારનો પોપા અને ઈરાનનો કોહ-સુલ્તાન અને બંગાળાની ખાડીમાં આવેલ નારકોન્ડમ નિષ્ક્રિય જ્વાળામુખી છે.

**જ્વાળામુખીથી થતી વિનાશાત્મક અસરો**

- મહાસાગરોના તળભાગમાં થતા જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટનને કારણે ત્સુનામીનાં અસાધારણ સમુદ્રમોજાં ઉત્પન્ન થાય છે. જે સમુદ્ર-કિનારા નજીકનાં ક્ષેત્રોમાં ભારે વિનાશ સર્જે છે. 1893માં ફાટેલા ક્રાકાટોઆ જ્વાળામુખીના કારણે ઉત્પન્ન થયેલાં ત્સુનામી મોજાંઓથી જાવા, સુમાત્રાના કિનારાના પ્રદેશોમાં ભારે નુકસાન થયું અને કિનારાના કેટલાક પ્રદેશો પાણીમાં ડૂબી ગયા.
- જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા ગરમ વાયુઓ, ગરમ રાખ અને ગરમ લાવારસ તેના ક્ષેત્રમાં ચારે બાજુએ વિનાશ સર્જે છે. ઈટલીનો સક્રિય વિસુવિયસ ફાટવાથી ગરમ રાખ અને ગૂંગળાવી નાખતા વાયુઓના કારણે અત્યાર સુધીમાં અનેક માણસો મૃત્યુ પામ્યાનો અંદાજ છે.
- જ્વાળામુખીમાંથી ક્યારેક નીકળતા હાઇડ્રોજન, કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ અને સલ્ફર ડાયૉક્સાઇડ જેવા ઝેરી વાયુઓ વાતાવરણને ભારે પ્રદૂષિત કરે છે.
- સમુદ્રના તળિયે જ્વાળામુખીનું પ્રસ્ફોટન થાય તો તે ક્ષેત્રમાં આવેલા સમુદ્રી જીવો નાશ પામે છે. જેથી સાગરીય પારિસ્થિતિકીમાં અસંતુલન પેદા થાય છે.
- જ્વાળામુખીના તીવ્ર પ્રસ્ફોટનથી ભૂકંપ થાય છે. 1980માં અમેરિકાનો માઉન્ટ સૅન્ટ હૅલન્સ જ્વાળામુખી ફાટ્યો તે દિવસે દર કલાકે આશરે 40 ભૂકંપ થયા હતા.
- જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટનની કુદરતી આફત છેવટે તો માનવસૃષ્ટિ અને વનસ્પતિ-સૃષ્ટિને નુકસાન પહોંચાડે છે.
- જ્વાળામુખીથી વાતાવરણમાં ભળતી રાખથી હવાઈ પરિવહન-વ્યવસ્થા અવરોધાય છે.

**જ્વાળામુખીની સર્જનાત્મક અસરો**

- જ્વાળામુખી પ્રાકૃતિક સુરક્ષા વાલ્વ (Safety Valve) તરીકેનું કાર્ય કરે છે. જેના માધ્યમથી મૅગ્મા અને ભારે દબાણવાળા વાયુઓ ભૂગર્ભમાંથી બહાર નીકળી જાય છે.
- જ્વાળામુખીની ક્રિયા પૃથ્વીની ઉત્પત્તિનો ઇતિહાસ તથા તેની સંરચના સમજવામાં આપણને મદદ કરે છે.
- જ્વાળામુખીના પ્રસ્ફોટનથી નીકળેલો લાવારસ ઠરી ગયા પછી તેમાંથી અનેક પ્રકારની ખનીજો પ્રાપ્ત થાય છે.
- લાવારસથી અસ્તિત્વમાં આવેલા બેસાલ્ટ અને ગ્રેનાઇટ જેવા આગ્નેય ખડકોનો ઉપયોગ મકાન બાંધકામમાં થાય છે.
- લાવાના ખડકો ધોવાણ પામ્યા પછી ફળદ્રુપ જમીનમાં રૂપાંતરિત થાય છે. આ જમીન કપાસ, શેરડી, તમાકુ, ઘઉં વગેરે પાક માટે ખૂબ જ ઉપયોગી છે.
- જ્વાળામુખીના પ્રસ્ફોટનથી નીકળતી રાખ તેના આસપાસનાં ક્ષેત્રોમાં પથરાય છે. પરિણામે ખેતરો અને બગીચાઓની જમીન ફળદ્રુપ બને છે. ઈટલીમાં વિસુવિયસના પ્રસ્ફોટન પછી તેના ઢોળાવો પર પથરાયેલી રાખ થકી ફળદ્રુપ બનેલી જમીનમાં દ્રાક્ષનું મહત્તમ ઉત્પાદન થાય છે.
- જાપાન, હવાઈ ટાપુઓ અને આઇસલૅન્ડમાં જ્વાળામુખીનો ઉપયોગ ભૂ-તાપીય ઊર્જા (geo-thermal) મેળવવા થાય છે.
- કેટલાક સુપ્ત જ્વાળામુખીઓની નજીકના વિસ્તારોમાં નૈસર્ગિક વાતાવરણનું નિર્માણ થાય છે. પરિણામે અહીં પ્રવાસન સ્થળોનો વિકાસ થાય છે. જાપાનના ઉંઝે (Unzen) જ્વાળામુખી પર્વતથી 50 કિમી દૂર આવેલા માઉન્ટ ઍસો (Aso)ની ગણના ઉત્તમ કક્ષાના પ્રવાસન સ્થળ તરીકે થાય છે. એમાંથી નીકળતી સુંદર સફેદ ધૂમ્રસેરો પ્રવાસીઓને આકર્ષે છે.
- ક્રેટર અને કાલ્ડેરામાં રચાતાં સરોવર કેટલીક વાર નદીઓનાં શીર્ષ જળ બની રહે છે. ઇજિપ્તનું વિક્ટોરિયા સરોવર તેનું ઉદાહરણ છે. તેમાંથી નીકળતી નાઈલ નદી ઇજિપ્તની જીવાદોરી બની છે.
- જ્વાળામુખીના ક્રેટરમાં વરસાદી પાણી ભરાતાં સુંદર જ્વાળામુખી સરોવર (Crater lake) બને છે. મહારાષ્ટ્રનું લોનાર અને ગુજરાતમાં પાવાગઢ ઉપરનું દૂધિયું તળાવ તેનાં ઉદાહરણ છે.
- જ્વાળામુખીના પ્રસ્ફોટનના કારણે ગરમ પાણીના ઝરા, ગરમ પાણીના કુંડ અને ગરમ પાણીના ફુવારા અસ્તિત્વમાં આવે છે. આ ગરમ પાણીમાં ગંધકના અંશોની માત્રા વધુ હોવાના કારણે તેમાં સ્નાન કરવાથી ત્વચાના રોગો મટે છે. ગુજરાતમાં આવેલું ગરમ પાણીના ઝરા માટેનું જાણીતું સ્થળ ઊનાઈ અને તુલસીશ્યામ છે. અહીં ત્વચાના દર્દીઓ મોટી સંખ્યામાં આવે છે.

## જ્વાળામુખી પ્રદેશોનું વિતરણ

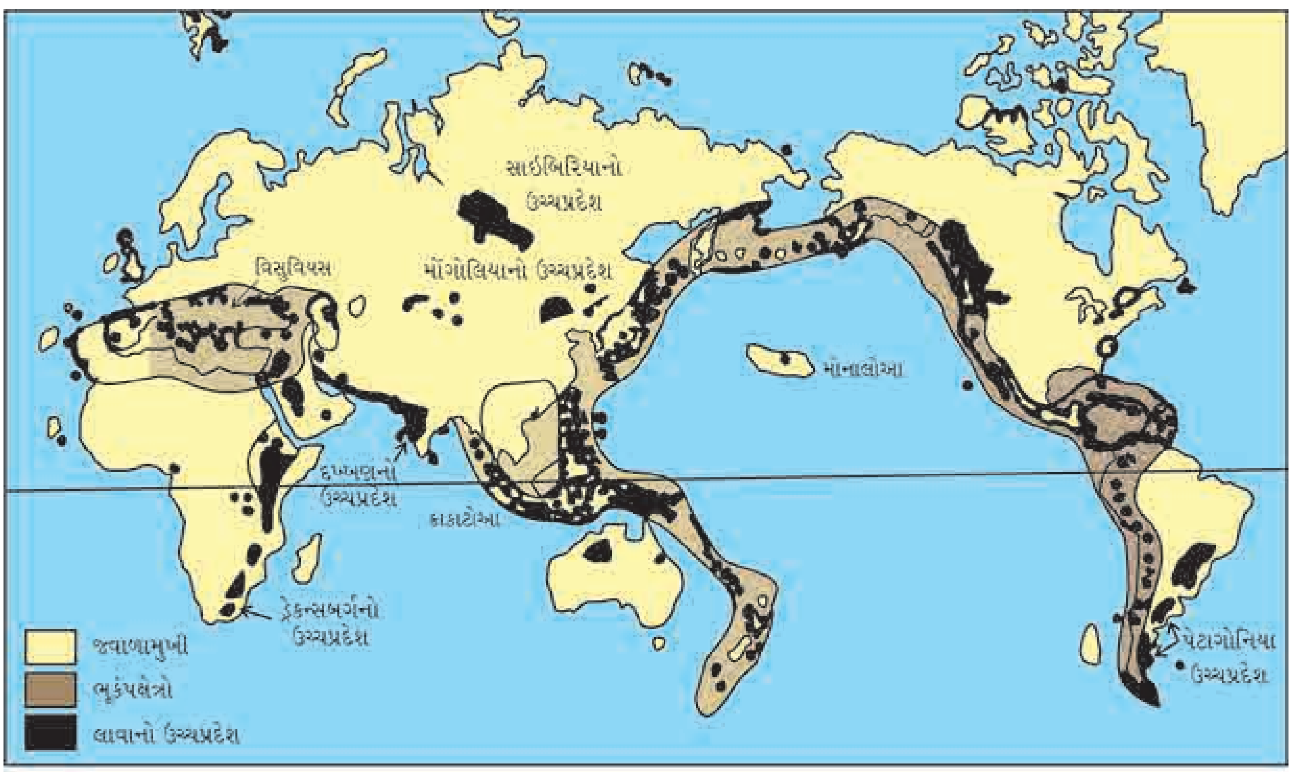
જ્વાળામુખી પ્રદેશો પૃથ્વીની સપાટીના નબળા ભૂપૃષ્ઠવાળા વિસ્તારોમાં આવેલા છે. નવા ગેડવાળા પર્વતીય વિસ્તારોમાં પણ જ્વાળામુખી આવેલા છે. જગતના જ્વાળામુખી મુખ્યત્વે ત્રણ વિસ્તારોમાં છે :

(1) પૅસિફિક કિનારાનો પટ્ટો (2) મધ્ય ભૂમિખંડીય પટ્ટો (3) ઍટલૅન્ટિક મહાસાગરનો પટ્ટો

**(1) પૅસિફિક કિનારાનો પટ્ટો :** અહીં એકંદરે સૌથી વધુ સક્રિય જ્વાળામુખી છે. એટલે કેટલાક વિદ્વાનો આ પટ્ટાને 'પૅસિફિક રિંગ ઑફ ફાયર' તરીકે ઓળખાવે છે. પૅસિફિકના પૂર્વ કિનારે ઉત્તર અમેરિકાની રૉકિઝ પર્વત શ્રેણીઓ અને દક્ષિણ અમેરિકાની ઍન્ડિઝ પર્વતશ્રેણીઓ તથા સામે છેડે ન્યૂ ગીની, સૉલોમન, ન્યૂઝીલૅન્ડ, ઇન્ડોનેશિયા, ફિલિપીન્સ, જાપાન તથા ઍલ્યુશિયન ટાપુઓનો સમાવેશ થાય છે. ઍન્ટાર્કટિકામાં આવેલો માઉન્ટ ઇરેબસ (રૉસ દ્વીપ) નામનો જ્વાળામુખી આવેલો છે. વિશ્વમાં સૌથી ઊંચો જ્વાળામુખી પર્વત દક્ષિણ અમેરિકાના ઈક્વેડોરનો કોટોપેક્સી (ઊંચાઈ આશરે 6500 મીટરથી વધુ) આ જ પટ્ટામાં આવેલો છે. આ સિવાય મેયૉન (ફિલિપીન્સ) ફુજિયામા (જાપાન), પોપોકેટિપેટલ (મૅક્સિકો) વગેરે આ પટ્ટાના જાણીતા જ્વાળામુખી છે.

**(2) મધ્ય ભૂમિખંડીય પટ્ટો :** આ પટ્ટામાં યુરોપના દક્ષિણમાં આલ્પ્સ પર્વતશ્રેણી અને એશિયાના મધ્ય ભાગમાં પૂર્વ-પશ્ચિમ દિશામાં હિમાલય પર્વતશ્રેણીઓ જ્વાળામુખીય વિસ્તારો છે. આ પટ્ટો આઇસલૅન્ડથી શરૂ થઈ સ્કૉટલૅન્ડ થઈ આફ્રિકાના કેમરુન સુધી વિસ્તરેલો છે. આ પટ્ટાની એક શાખા પશ્ચિમી દ્વીપસમૂહ વેસ્ટ ઇન્ડિઝ તરફ અને બીજી શાખા સ્પેન, ઈટલી, ભૂમધ્ય સમુદ્ર, કોકેશસ, ઈરાન, અફઘાનિસ્તાન થઈને હિમાલયની ઉત્તર થઈ મ્યાનમાર તરફ વળી જાય છે. આશ્ચર્ય એ છે કે હિમાલયમાં એક પણ સક્રિય જ્વાળામુખી નથી. બંગાળાની ખાડીમાં આવેલો બૅરન ટાપુ અને નારકોંડમ ટાપુ અહીંના જ્વાળામુખી ટાપુઓ છે. આ સિવાય કોહ-સુલ્તાન (ઈરાન), અરાવર્ત (ટર્કી), કિલિમાન્જારો (આફ્રિકા) અને માઉન્ટ પોપા (મ્યાનમાર) વગેરે જાણીતા જ્વાળામુખીઓ આ પટ્ટામાં છે.

**(3) ઍટલૅન્ટિક મહાસાગરનો પટ્ટો :** ઉત્તર ઍટલૅન્ટિકમાં આઇસલૅન્ડમાંથી ઍઝોર્સ થઈને દક્ષિણ ઍટલૅન્ટિકમાં આવેલા ટાપુ ત્રિસ્તાન-દ-કુન્હામાં પહોંચે છે. ઍઝોર્સ અને સૅન્ટ હેલિના અહીંના મુખ્ય જ્વાળામુખી છે. દક્ષિણ ઍન્ટિલીસ ટાપુઓ જ્વાળામુખીનું મુખ્ય ક્ષેત્ર છે.




**4.6 જ્વાળામુખી, ભૂકંપક્ષેત્રો અને તેના ઉચ્ચપ્રદેશોનું વિતરણ**

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ લખો :**

(1) ભૂકંપ-મોજાં વિશે સવિસ્તર લખો.

(2) ભૂકંપની વિનાશક અસરો વર્ણવો.

(3) જ્વાળામુખીના પ્રકારો જણાવી દરેક વિશે ટૂંકી નોંધ લખો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર ઉત્તર લખો :**

(1) ભૂકંપ થવાનાં કારણો કયાં કયાં છે ?

(2) 'ભૂકંપ આલેખક' પર ટૂંકી નોંધ તૈયાર કરો.

(3) જ્વાળામુખી-પ્રસ્ફોટનનાં કારણો કયાં છે ?

(4) 'જ્વાળામુખીની સર્જનાત્મક અસરો' વર્ણવો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) ભૂમિગત અણુ ધડાકા નુકસાનકારક છે. સમજાવો.

(2) જ્વાળામુખીના પ્રકાર લખો.

(3) વિશ્વના મહત્ત્વના જ્વાળામુખીઓનાં નામ લખો.

(4) 'જ્વાળામુખીનું પ્રસ્ફોટન કુદરતી આફત છે' કેવી રીતે ?

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) ભૂકંપના કારણે કયા ભૂમિઆકારો રચાય છે ?

(2) સક્રિય જ્વાળામુખી કોને કહે છે ?

(3) ભૂકંપ માપવાના માપક્રમ કયા કયા છે ?

(4) વિશ્વનો સૌથી ઊંચો તેમજ સક્રિય જ્વાળામુખી કયો છે ?

(5) ભૂકંપકેન્દ્ર કોને કહે છે ?

(6) પાવાગઢનું કયું તળાવ જ્વાળામુખમાં પાણી ભરાતાં બનેલું છે ?

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) જાપાનનો કયો જ્વાળામુખી પર્વત પવિત્ર જ્વાળામુખી ગણાય છે ?

(a) માઉન્ટ પોપા (b) વિસુવિયસ (c) ફુજિયામા (d) સ્ટ્રોમ્બોલી

(2) કયો દેશ જ્વાળામુખીનો ઉપયોગ ભૂ-તાપીય (જીયોથર્મલ) ઊર્જા મેળવવા કરે છે ?

(a) શ્રીલંકા (b) જાપાન (c) ભારત (d) ઈરાન

(3) કયા સાધનથી ભૂકંપની તીવ્રતા માપી શકાય છે ?

(a) સિસ્મોગ્રાફ (b) બૅરોગ્રાફ (c) ઍનિમોમિટર (d) બૅરોમિટર

# 5 ભૂમિખંડો અને મહાસાગરો

ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોની ઉત્પત્તિ અંગેના કેટલાય પ્રશ્નો વણઉકલ્યા છે. પૃથ્વીની ભૂરચના વિશેનું જ્ઞાન જેમ જેમ વધતું ગયું તેમ તેમ ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોનું વિતરણ અને તેની ઉત્પત્તિ વિશેના વિચારો રજૂ થતા ગયા. આમાં ખંડપ્રવહન અને ભૂતક્તિ વિવર્તનિકી સિદ્ધાંત (Plates tectonics theory)ની સંકલ્પનાઓની સ્વીકૃતિ વધતી ગઈ. પૃથ્વી પર ભૂમિખંડો, મહાસાગરો, પર્વતો, ખીણો, ઉચ્ચપ્રદેશો અને મેદાનો વગેરે વિશિષ્ટ ભૂ-ભાગો આવેલા છે. આ વિશિષ્ટ ભૂ-ભાગો તેમના આકાર, ખડક રચના, ઊંચાઈ, સમતલ વિસ્તારનું પ્રમાણ, ઢોળાવ વગેરે લાક્ષણિકતાઓને કારણે એકબીજાથી જુદા પડે છે. તેથી તેઓને **ભૂમિસ્વરૂપ (Landform)** પણ કહે છે. પૃથ્વીસપાટીનાં ભૂમિસ્વરૂપોને ત્રણ જૂથમાં વહેંચવામાં આવે છે : (1) પ્રથમ શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો (2) દ્વિતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો અને (3) તૃતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો.

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ બાદ સૌપ્રથમ અસ્તિત્વમાં આવેલા ભૂમિખંડો અને મહાસાગર-તળ **પ્રથમ શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો** છે. કાળક્રમે પ્રથમ શ્રેણીના ભૂમિખંડો અને મહાસાગરમાં પૃથ્વીની ભૂગર્ભિક હિલચાલ દ્વારા બનેલા પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો, મેદાનો, ફાટખીણો વગેરે વિશિષ્ટ ભૂ-ભાગોને **દ્વિતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. લાંબા સમયગાળા પછી આ દ્વિતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો પર બાહ્ય બળો (નદી, હિમનદી, પવન, ભૂમિગત જળ વગેરે) દ્વારા ધોવાણ, ઘસારણ તેમજ નિક્ષેપણ થવાથી તૃતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં. જેમાં મેદાનો, કોતરો, ડેલ્ટા, ખીણો, નાની ટેકરીઓ તેમજ વિવિધ અન્ય ભૂમિ-ભાગો બન્યા. સમુદ્ર કરાડ, રેતીના ઢૂવા, ઊર્ધ્વગામી અને અધોગામી સ્તંભો ભૂમિસ્વરૂપોનું સર્જન કેટલીક વાર ભૂકંપ, જ્વાળામુખી, સ્તરભંગ અને ગેડીકરણ જેવી આંતરિક ક્રિયાઓને આભારી છે. ભૂસંચલનના કારણે પૃથ્વીના પોપડાના એક વિશાળ ભૂ-ભાગનું વિભાજન થયું. આ વિભાજિત ભૂખંડો વિવિધ દિશામાં સરકતા ગયા અને ભિન્ન ભિન્ન અંતરે ગોઠવાયા. ભૂખંડોની વચ્ચે નીચાણવાળા ભાગોમાં પાણી ભરાયાં. પાણીની સપાટી કરતાં ઊંચાઈએ આવેલા ભૂમિ-ભાગો ભૂમિખંડો કહેવાયા અને વિશાળ જળરાશિ ધરાવતા વિસ્તારો મહાસાગરો કહેવાયા.

## ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોના વિતરણની લાક્ષણિકતાઓ

પૃથ્વીસપાટીનું કુલ ક્ષેત્રફળ આશરે 50.68 કરોડ ચો કિમી છે. તેમાંથી લગભગ 36.60 કરોડ ચો કિમી વિસ્તાર સમુદ્રો અને મહાસાગરો રોકે છે. તેને જલાવરણ કહે છે. લગભગ 14.08 કરોડ ચો કિમી વિસ્તારમાં ભૂમિખંડો આવેલા છે. મહાસાગરો-સમુદ્રો અને ભૂમિ-ખંડોનું પ્રમાણ અનુક્રમે લગભગ 71 % અને 29 % છે.

વિષુવવૃત્ત પૃથ્વીના ઉત્તર ગોળાર્ધ અને દક્ષિણ ગોળાર્ધ એવા બે સરખા ભાગ પાડે છે. ઉત્તર ગોળાર્ધ **જમીન ગોળાર્ધ** તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. અહીં પૃથ્વીનો લગભગ 81 % જમીનવિસ્તાર આવેલો છે. જેમાં ઉત્તર અમેરિકા, યુરોપ, એશિયા, આફ્રિકા અને દક્ષિણ અમેરિકા ખંડના કેટલાક વિસ્તારો આવેલા છે. દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં જળરાશિના વિસ્તારો વધારે છે તેથી તેને **જળ ગોળાર્ધ** કહે છે. જળરાશિ અને જમીનવિસ્તારની સરખામણી કરીએ તો અહીં લગભગ 90.5 % પાણી અને માત્ર 9.5 % જમીનવિસ્તારો આવેલા છે. ઉત્તર ગોળાર્ધમાં 20°થી 70° સુધી અને દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં 70°થી 80° અક્ષાંશવૃત્ત સુધી જમીનની અધિકતા છે. પૅસિફિક, ઍટલૅન્ટિક, હિંદ અને આર્કટિક આ ચાર મહાસાગરો પૃથ્વીની સમગ્ર જળરાશિના 92.7 % વિસ્તાર ધરાવે છે. ભૂમિખંડો અને મહાસાગરો મુખ્યત્વે ત્રિકોણાકાર છે. મહાસાગરો પોતાના દક્ષિણ ભાગમાં પહોળા અને ઉત્તર તરફ સાંકડા બનતા જાય છે. જ્યારે ભૂમિખંડો ઉત્તરમાં પહોળા અને દક્ષિણમાં સાંકડા છે.

પૃથ્વી ઉપર મહાસાગરો અને ભૂમિખંડો એકબીજાની સામસામે ગોઠવાયેલા છે. મહાસાગરો દક્ષિણમાં વધુ, જ્યારે ઉત્તર ગોળાર્ધમાં ઓછો ભૂમિવિસ્તાર રોકે છે.

## ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોના વિતરણના સિદ્ધાંતો

ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોના વિતરણના સિદ્ધાંતો તેમની ઉત્પત્તિસંબંધી પ્રશ્નોના નિરાકરણ માટે મદદરૂપ થાય છે. સોલાસ, ગ્રીન, ગ્રેગરી, કેલવીન, હેરી હેસ, વેગનર વગેરે વિદ્વાનોએ પ્રથમ શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપોની ઉત્પત્તિ અંગે પોતાના વિચારો રજૂ કર્યા હતા.

એકબીજાથી ખૂબ દૂર આવેલા ભૂમિખંડોની વનસ્પતિ, ભૂસ્તરીય રચના, પ્રાણીઓ, ભૂમિસ્વરૂપો વગેરે બાબતોમાં વિવિધતાની સાથે સામ્યતા પણ જોવા મળે છે. ઑસ્ટ્રેલિયાનાં જંગલોમાં જોવા મળતાં કોથળી વર્ગનાં (Masupials) પ્રાણીઓ દક્ષિણ અમેરિકાની

ભૂમિમાંથી અશ્મિ સ્વરૂપે પ્રાપ્ત થયાં છે. ઉત્તર અમેરિકાના ઍપેલેશિયન અને પશ્ચિમ યુરોપની ભૂમિમાંથી પ્રાપ્ત થતો કોલસો એક જ કાળમાં બનેલો હોવાનાં પ્રમાણ મળી આવ્યાં છે. કેટલાક પ્રદેશોમાં પ્રવર્તમાન આબોહવા કરતાં ભૂતકાળમાં જુદા જ પ્રકારની આબોહવા હતી તેવી સાબિતીઓ પણ પ્રાપ્ત થઈ છે. આવું ત્યારે જ સંભવે જો, (1) આબોહવા ધરમૂળથી આપોઆપ બદલાઈ ગઈ હોય અથવા (2) ઘણા દૂરના ભૂતકાળમાં વર્તમાન ભૂમિખંડો અન્ય સ્થાને હોય અને પછીથી વિસ્થાપન પામ્યા હોય.

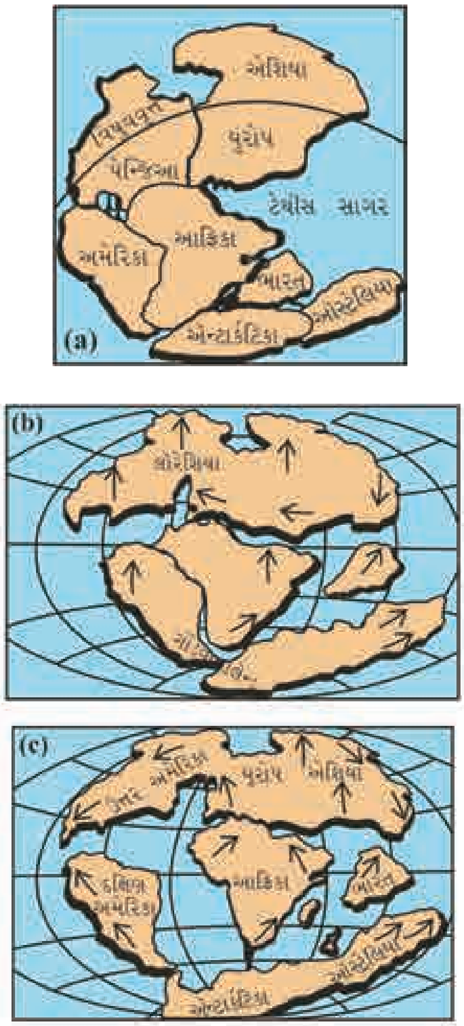
દ્વિતીય સંભાવનાને ધ્યાનમાં રાખીને જર્મનીના આબોહવા વિજ્ઞાની પ્રા. આલ્ફ્રેડ વેગનરે (A. Wegener) વર્તમાન, ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોની ઉત્પત્તિ અને તેના વિતરણને સમજાવતો 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંત 1912માં રજૂ કર્યો. 1924માં અંગ્રેજી ભાષામાં તેનું ભાષાંતર થયું. તે પછીથી આ સિદ્ધાંત પ્રસિદ્ધિ પામ્યો.

**વેગનરનો ખંડ પ્રવહનનો સિદ્ધાંત (Continental Drift Theory)**

વેગનરનો 'ખંડ પ્રવહન'નો સિદ્ધાંત રજૂ થયો એ પહેલાં સ્નેઇડર (Snaidor), ફિશર (Fisher), ટેલર (Taylor), બેકન (Bacon) વગેરે વિદ્વાનોએ પણ આ સંબંધી પોતાના વિચારો રજૂ કર્યા હતા. પૃથ્વીનો ભૂસ્તરીય અને પ્રાકૃતિક ઇતિહાસ તેના ખડકોમાં પ્રાચીન જીવો અને વનસ્પતિનાં અશ્મિઓ રૂપે સચવાયેલો છે. જુદા જુદા ખંડોના ભૂ-ભાગોમાંથી સામ્ય ધરાવતાં અશ્મિઓ મળી આવ્યાં. આ માહિતીના આધારે 1912માં એક એવા વિચારનો જન્મ થયો કે, આજથી આશરે 20 કરોડ વર્ષ પહેલાં વર્તમાન ભૂમિખંડો એકબીજા સાથે જોડાયેલા હતા. પૃથ્વીસપાટી પર એક અને એકમાત્ર જ ખંડ હતો, જેને વેગનરે **પેન્જિઆ (Pengaea)** નામ આપ્યું. પેન્જિઆ જર્મન ભાષાનો શબ્દ છે, જેનો અર્થ આદિખંડ થાય છે. ખંડ પ્રવહન સિદ્ધાંત અનુસાર આ પેન્જિઆના ઉત્તર ભાગને **લૉરેશિયા** અને દક્ષિણ ભાગને **ગોંડવાનાલૅન્ડ** કહે છે. બંને ભૂમિ ભાગની વચ્ચે પૂર્વ-પશ્ચિમ વ્યાપ્ત **ટેથીસ (Tethys)** સમુદ્ર હતો. ટેથીસની ઉત્તરે આવેલા લૉરેશિયામાં હાલના ઉત્તર અમેરિકા, યુરોપ અને એશિયા ખંડ હતા. ટેથીસની દક્ષિણે આવેલા ગોંડવાનાલૅન્ડમાં દક્ષિણ અમેરિકા, આફ્રિકા, દક્ષિણ ભારત, ઑસ્ટ્રેલિયા અને ઍન્ટાર્ક્ટિક ખંડો આવેલા હતા. આ પેન્જિઆ મહાખંડની ચારે બાજુ એક વિશાળ અને છીછરો 'પેન્થાલસા' (Panthalassa) મહાસાગર આવેલો હતો. આ સમયે ઍન્ટાર્કટિકા ખંડ એ દક્ષિણ આફ્રિકાના દક્ષિણ કિનારા પાસે હતો. આ વિચારધારા ખંડોના કિનારાના આકાર, બંધારણ, વનસ્પતિ, જીવસૃષ્ટિ સ્થાન વગેરે વિશેની અદ્યતન માહિતી પૂરી પાડે છે. પેન્જિઆનું કાળક્રમે વિભાજન થતાં આજના ભૂમિખંડો (Continents) અને મહાસાગરો (Oceans) અસ્તિત્વમાં આવ્યા. વેગનર આબોહવા વિજ્ઞાની (Climatologist) તથા ભૂ-ભૌતિકવિજ્ઞાની (Geophysist) હતો. તેણે પોતાના 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંતના સમર્થનમાં ભૂસ્વરૂપ વિજ્ઞાન, ભૂ-ભૌતિકવિજ્ઞાન, ભૂસ્તર વિજ્ઞાન, આબોહવા વિજ્ઞાન અને અન્ય વિજ્ઞાનોના પુરાવા રજૂ કર્યા છે. આકૃતિ 5.1 'ખંડ પ્રવહન' (Continental Drifting)ના સિદ્ધાંતને સ્પષ્ટ કરે છે.

**5.1 વર્તમાન ભૂમિખંડોની 20 કરોડ વર્ષ પહેલાંની સ્થિતિ**

દ્વિતીય જીવયુગ (Mesozoic Era) દરમિયાન પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણ અને અન્ય બળોના કારણે પૅન્જિઆમાં ભંગાણ પડ્યું. અલગ પડેલા ભૂખંડો તેની નીચે આવેલા ભૂરસ (Sima) ઉપર વિશાળ તરાપાની જેમ તરતા હતા. આ ભૂખંડોમાંથી છૂટા પડેલા કેટલાક ભૂખંડો બળની દિશામાં સરકવા લાગ્યા. ઉત્તર અમેરિકા અને દક્ષિણ અમેરિકા, યુરોપ અને આફ્રિકાથી છૂટા પડી પશ્ચિમ તરફ સરક્યા. આફ્રિકા અને યુરોપ વિષુવવૃત્ત તરફ ખસ્યા. તૃતીય જીવયુગ દરમિયાન ઑસ્ટ્રેલિયા અને ઍન્ટાર્ક્ટિકા દક્ષિણ દિશામાં સરકવા લાગ્યા. ભારતીય ઉપખંડ આફ્રિકાથી અલગ થઈ ઉત્તર-પૂર્વ તરફ ખસ્યો. સમયાંતરે અલગ પડેલા ભૂમિખંડો વર્તમાન સ્થાન પર ગોઠવાયા. ભૂમિખંડો વચ્ચે ખાલી વિસ્તારો નિર્માણ પામ્યા. આ ખાલી વિસ્તારમાં જળરાશિ એકઠી થતાં મહાસાગરો અને સમુદ્રો અસ્તિત્વમાં આવ્યા.




**5.2 (a) પેન્જિઆ (b) લૉરેશિયા અને ગોંડવાનાલૅન્ડ (c) વિસ્થાપન પછી ભૂમિખંડો**

વેગનરના 'ખંડ પ્રવહન' અંગેના વિચારો 1912માં રજૂ થયા હતા. તે મૂળ જર્મન ભાષામાં લખાયેલા તેમના પુસ્તકનો પછીથી અંગ્રેજી ભાષામાં અનુવાદ થયો. તેમણે રજૂ કરેલા વિચારોને સ્વીકૃતિ મળવા લાગી. વેગનરના વિચારોને અમેરિકાના ભૂસ્તરવિજ્ઞાનીઓ સ્વીકારવા તૈયાર ન હતા, પરંતુ બ્લેકેટ (Blackett)ની ધ્રુવોનું ભ્રમણ વિચારધારા (1950-1960), હેરી હૅસનો 'સમુદ્રતળ પ્રસરણ' (1960), ગ્રીન અને ગ્રેગરીનો 'ચતુષ્ફલક સિદ્ધાંત' વગેરેના કારણે ખંડ પ્રવહન સિદ્ધાંત સ્વીકૃત બનવા લાગ્યો.

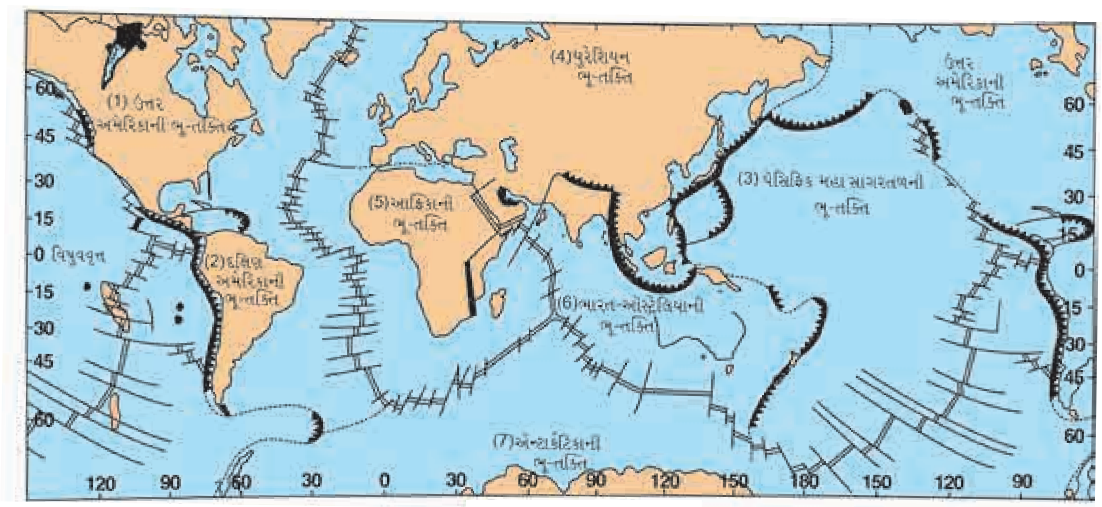
વેગનરે સમજાવ્યું કે પૅન્જિઆના વિભાજિત ભૂમિખંડોને ફરી પાછા બંધબેસતા ગોઠવવામાં આવે તો એક સંપૂર્ણ આકૃતિ બને છે. આ માટે તેણે જિગ-સો-ફિટ (Jig-saw-Fit) પઝલ રમતનો ઉપયોગ કર્યો હતો. પૅન્જિઆ પ્રમાણે જુદા જુદા આકારના ભૂમિખંડોના ટુકડા એકબીજામાં યોગ્ય જગ્યામાં જોડવામાં આવે તો આકૃતિ 5.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણેની આકૃતિ તૈયાર થાય. તેના મત પ્રમાણે ઍટલૅન્ટિકના બંને કિનારે આવેલ દક્ષિણ અમેરિકા અને પશ્ચિમ આફ્રિકા એકબીજામાં બરાબર ગોઠવાઈ જાય એવો આકાર ધરાવે છે. એ જ રીતે ઉત્તર અમેરિકા અને ગ્રીનલૅન્ડ યુરોપની સાથે મળીને એક સંપૂર્ણ આકાર બનાવે છે. ઑસ્ટ્રેલિયાનો ઉત્તર કિનારો બંગાળાની ખાડીમાં બરાબર ગોઠવાઈ જાય છે.

સ્વેસ (Swess)ના મતાનુસાર મહાસાગરનાં તળિયાં સહિત આખી પૃથ્વી પર ભૂકવચ (Sial) પથરાયેલું છે. સાયમા સિઆલની સરખામણીમાં વધુ સખત છે. મધ્ય આફ્રિકા અને બ્રાઝિલના ઉચ્ચપ્રદેશો એક જ પ્રકારના પ્રાચીન નક્કર આગ્નેય ખડકોના બનેલા છે. ઍટલૅન્ટિક મહાસાગરના બંને કાંઠાના પ્રદેશનું ભૂસ્તરીય બંધારણ એકબીજાને મળતું આવે છે. અરબસ્તાનનો ઉચ્ચપ્રદેશ, ભારતનો દ્વીપકલ્પીય ઉચ્ચપ્રદેશ અને પશ્ચિમ ઑસ્ટ્રેલિયાનો વિશાળ ઉચ્ચપ્રદેશ પણ પ્રાચીન આગ્નેય ખડકોના બનેલા છે. ઉપરાંત આ પ્રદેશોમાં આવેલી હિમ અશ્માવલીઓમાં પણ સામ્યતા જણાય છે. ઉત્તર અમેરિકાની ઍપેલેશિયન પર્વતમાળા અને પશ્ચિમ યુરોપ તથા બ્રિટિશ ટાપુઓનાં પર્વતીય ક્ષેત્રોમાંથી એક જ કાળમાં બનેલો કોલસો મળી આવ્યો. ઍટલૅન્ટિક મહાસાગરના બંને કિનારાના પ્રદેશોમાંથી મળી આવેલી પ્રાચીન વનસ્પતિ અને જીવજંતુઓના અશ્મિઓમાં સમાનતા છે. કેટલાંક પશુ-પંખીઓ પણ સદીઓ વીતી ગઈ હોવા છતાં પોતાના મૂળ વતનમાં સ્થળાંતરણ કરે છે. ઉત્તર સ્કૅન્ડેનેવિયાના ઉંદર અને અન્ય સરિસૃપો પશ્ચિમ દિશામાં પોતાના પૂર્વજોની વતનભૂમિ આઇસલૅન્ડ તરફ સ્થળાંતરણ કરે છે. આઇસલૅન્ડનાં કેટલાંક પ્રાણીઓ ઉત્તર સ્કૅન્ડેનેવિયા પ્રાણીઓને મળતાં આવે છે. વેગનરના ખંડ પ્રવહનના સિદ્ધાંતને ઉપર્યુક્ત બાબતો સાબિતીઓ પૂરી પાડે છે. **સમુદ્રતળ પ્રસરણ** અને **ભૂ-તક્તિ સંચલન** વિચારધારા (Plate Tectonics Theory)ના કારણે પણ ખંડ પ્રવહન વિચારધારાને મહત્ત્વ મળ્યું છે. તેમ છતાં 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંતની સામે કેટલાયે પ્રશ્નો વણઉકલ્યા છે.

**ભૂ-તક્તિ સંચલન સિદ્ધાંત (Plate Tectonics Theory) :** ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોનું તળિયું એક એકમ તરીકે ખસે છે. તેમાં મૅન્ટલની ઉપર રહેલાં મિશ્રાવરણ એટલે કે ‘ઍસ્થેનોસ્ફિયર’નો પણ તેમાં સમાવેશ થાય છે. આવા નક્કર ભૂમિભાગોને ભૂ-તક્તિ (Plate) કહે છે. વૈશ્વિક ભૂ-વિસ્તરણ કે સંકોચન, ચંદ્રના કારણે આવતી ભરતીનાં બળોની અસરો, ભૂ-પટલના વિસ્તૃત ભાગોનો ઊંચકાવ, ખંડોનું પ્રવહન, સમુદ્રતળનું પ્રસરણ વગેરે વિશેની માહિતી આ સિદ્ધાંત આપે છે. મુખ્યત્વે સાત ભૂ-તક્તિઓ છે : (1) ઉત્તર અમેરિકાની ભૂ-તક્તિ (2) દક્ષિણ અમેરિકાની ભૂ-તક્તિ (3) પૅસિફિક ભૂ-તક્તિ (4) યુરેશિયન ભૂ-તક્તિ (5) આફ્રિકાની ભૂ-તક્તિ (6) ભારત-ઑસ્ટ્રેલિયાની ભૂ-તક્તિ અને (7) ઍન્ટાર્ક્ટિક-ભૂ-તક્તિ. આ સિવાય 20 જેટલી ગૌણ ભૂ-તક્તિઓ પણ છે. આ ભૂ-તક્તિઓને પર્વતીય હારમાળાઓ, ભૂ-સપાટી પરની નવી ગેડ પર્વતીય શ્રેણીઓ, સાગરમાં જળમગ્ન ફાટો વગેરે એકબીજાથી જુદી પાડે છે. ભૂ-તક્તિઓ છેવટે તો સંરચનાત્મક સ્વરૂપો છે. જળમગ્ન પર્વતશ્રેણીઓ, સામુદ્રિક ખીણો, જ્વાળામુખી ટાપુઓ, ભૂકંપજન્ય વિસ્તારો, ફાટખીણો વગેરે ભૂ-તક્તિઓની કિનારીઓ સાથે સંકળાયેલા છે.

ભૂ-તક્તિઓના કદમાં વૈવિધ્ય રહેલું છે. કેટલીક ભૂ-તક્તિઓ 10,000 ચો કિમી કે તેથી ઓછો વિસ્તાર ધરાવે છે, તો કેટલીક ભૂ-તક્તિઓ દસ કરોડ ચો કિમીથી પણ વધુ વિસ્તારમાં વિસ્તરેલી છે. પૅસિફિક, આફ્રિકા, યુરેશિયા વગેરે મોટી ભૂ-તક્તિઓ છે, જ્યારે બિસ્માર્ક, સોલૉમન, સોમાલિયન, નાઝકા, કોકોસ (Cocoas), અરેબિયન, ફ્યૂજી, ફિલિપીન, કેરોલિન (Caroline) વગેરે નાની (ગૌણ) ભૂ-તક્તિઓ છે.

જો બે ભૂ-તક્તિ એકબીજાથી વિરુદ્ધ દિશામાં ખસતી હોય તો તેમને **અપસારી ભૂ-તક્તિઓ (Divergent plates)** કહે છે. જો બે ભૂ-તક્તિઓ એકબીજા તરફ આગળ વધીને નજીક આવતી હોય તો તેમને **અભિસરણ ભૂ-તક્તિઓ (Converging Plates)** કહે છે. ભૂ-તક્તિઓની જાડાઈ 47 કિમી કે તેથી વધુ હોવી જોઈએ. કારણ કે ખંડોની સરેરાશ જાડાઈ 40 કિમી અને સમુદ્રતળની જાડાઈ 7 કિમી છે. એક અંદાજ મુજબ ભૂ-તક્તિઓની જાડાઈ સમુદ્રવિસ્તારો નીચે 70 કિમીથી માંડી જમીનખંડો નીચે 150 કિમી હોવી જોઈએ.




**5.3 વિશ્વની મુખ્ય ભૂ-તક્તિઓ**

ભૂ-તક્તિઓ સરકે છે તેની સાબિતી નિષ્ક્રિય જ્વાળામુખીઓની પર્વતશ્રૃંખલા છે. એમ માનવામાં આવે છે કે, ઍસ્થેનોસ્ફિયર (Asthenosphere)માં ઉદ્ભવતા ઉષ્ણતાનયન પ્રવાહો ભૂ-તક્તિઓને ગતિશીલ રાખે છે. મૅન્ટલ (Mantle)માં અતિ ગરમ ભાગો આવેલા છે. જે જ્વાળામુખીના ઉદ્ભવ-સ્રોત છે. સરકતી ભૂ-તક્તિ પર આવેલા જ્વાળામુખીઓ અતિશય ગરમ કેન્દ્ર ભાગોથી દૂર હડસેલાઈ જતાં નિષ્ક્રિય જ્વાળામુખી બની જાય છે. કેટલાક ભૂગોળવિદ્દો ભૂ-તક્તિઓની સરકવાની ક્રિયા માટે ઉષ્મીનયન પ્રવાહોને કારણભૂત માનતા નથી. તેઓના મતાનુસાર મિશ્રાવરણમાં રહેલો મૅગ્મા સમુદ્રતળની (Pyrosphere) ફાટ દ્વારા બહાર આવી નવું સમુદ્રતળ રચે છે. લાવાના ધક્કાના કારણે તે ઢોળાવની દિશામાં સરકે છે. નવું સમુદ્રતળ સરકતા પટ્ટા (Conveyor Belt)ની ગરજ સારે છે. તેના ઉપર ભૂ-તક્તિઓ સરકતી સીડીની માફક અત્યંત મંદ ગતિથી સરકે છે.

ભૂ-તક્તિ વિચારધારામાં ‘સમુદ્રતળ પ્રસરણ’ અને ‘ખંડ પ્રવહન’ વિચારધારાઓને એક વૈચારિક સૂત્રમાં બાંધવાનો પ્રયત્ન

થયો છે. ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોની ઉત્પત્તિ અને વિતરણ તથા ગિરિનિર્માણ પ્રક્રિયાને સમજાવતી આ સૌથી મહત્ત્વની વૈજ્ઞાનિક વિચારધારા છે.

### ભારતીય ભૂ-તક્તિનું સંચલન

વિશ્વમાં કુલ સાત મુખ્ય ભૂ-તક્તિઓ છે. ભારતીય ભૂ-તક્તિ (Indian Plate) તેમાંની એક છે. આ ભૂ-તક્તિ ભારતીય ઉપખંડ, ઑસ્ટ્રેલિયા ખંડ, ટાસ્માનિયા, ન્યૂઝીલૅન્ડ, હિંદ મહાસાગરનું તળિયું અને પૅસિફિક મહાસાગરના નૈર્ઋત્ય વિસ્તારના તળિયાની બનેલી છે. ભારતીય ભૂ-તક્તિના ઉત્તર-પૂર્વ તરફ સરકવાના કારણે ભારતીય-ભૂ-તક્તિ અને યુરેશિયન ભૂ-તક્તિ વચ્ચે દબાણ સર્જાય છે. તેના પરિણામે હિમાલય પર્વતશ્રેણીઓનું સર્જન થયું છે અને આજે પણ તેમાં ભૂકંપો થતા રહે છે. એપ્રિલ, 2015માં નેપાળમાં થયેલો ભૂકંપ આ જ પ્રક્રિયાનું પરિણામ છે. ભારતીય ભૂ-તક્તિ આશરે 75 મિલિયન વર્ષ પહેલાં ઍન્ટાર્ક્ટિકાથી છૂટી પડ્યાનો અંદાજ છે. આ ભૂ-તક્તિએ અત્યાર સુધીમાં આશરે 5000 કિમી અંતર કાપ્યું હોવાનું મનાય છે.

ભારતીય ભૂ-તક્તિની ઉત્તરે હિમાલય પર્વતશ્રેણીઓ તથા પશ્ચિમ અને દક્ષિણમાં હિંદ મહાસાગરમાં જળમગ્ન પર્વતશ્રેણીઓ (Ridge) આવેલી છે. હિંદ મહાસાગરને તળિયે : (1) નાઇન્ટી ઈસ્ટ હારમાળા અને (2) મેસ્કારેન (Mascarene) હારમાળા આવેલી છે. આ હારમાળાઓ વૈશ્વિક જ્વાળામુખી પટ્ટાના ભાગરૂપ છે.

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ લખો :**

(1) ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોની વહેંચણીની લાક્ષણિકતાઓ સમજાવો.

(2) 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંત ચર્ચો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર ઉત્તર લખો :**

(1) ભૂમિસ્વરૂપ એટલે શું ? ભૂમિસ્વરૂપના પ્રકાર જણાવો.

(2) ભૂ-તક્તિ એટલે શું ? મુખ્ય ભૂતક્તિઓ કઈ કઈ છે ?

(3) ભારતીય ભૂ-તક્તિનું સંચલન સમજાવો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) 'પેન્જિઆ'નો અર્થ સમજાવો.

(2) 'ગોંડવાનાલૅન્ડ' વિશે માહિતી આપો.

(3) કયા ગોળાર્ધને 'જળ ગોળાર્ધ' કહેવામાં આવે છે ? શા માટે ?

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંતને કઈ રમત દ્વારા સમજાવી શકાય ?

(2) દ્વિતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો કયાં કયાં છે ?

(3) કઈ વિચારધારાઓએ 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંતને અનુમોદન આપ્યું છે ?

(4) મોટી ભૂ-તક્તિઓ કઈ કઈ છે ?

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) મુખ્ય ભૂ-તક્તિઓની સંખ્યા કેટલી છે ?

(a) 7 (b) 8 (c) 9 (d) 15

(2) પૃથ્વીસપાટી પર જલાવરણનો કુલ વિસ્તાર કેટલા ટકા છે ?

(a) 70 (b) 72 (c) 71 (d) 80

(3) પૅન્જિઆ એટલે...

(a) ટેથીસ સમુદ્ર (b) આદિ મહાખંડ (c) પેન્થાલસા (d) જળગોળાર્ધ

(4) મેસ્કારેન હારમાળા કયા મહાસાગરમાં જળમગ્ન છે ?

(a) પૅસિફિક (b) ઍટલૅન્ટિક (c) આર્કટિક મહાસાગર (d) હિંદ

(5) 'ખંડ પ્રવહન' સિદ્ધાંત રજૂ કરનાર જર્મન વિજ્ઞાનીનું નામ શું હતું ?

(a) આલ્ફ્રેડ વેગનર (b) ગ્રેગરી (c) સોલાસ (d) હેરી હૅસ

## પ્રવૃત્તિ

- શિક્ષક પાસેથી માર્ગદર્શન લઈ ભૂ-તક્તિઓની 'જિગ-સૉ-ફિટ પઝલ'નું નિર્માણ કરો.
- વિશ્વની મુખ્ય ભૂ-તક્તિઓની આકૃતિ તૈયાર કરો.

# 6 ખડકો, ખનીજો અને જમીન

ભૂ-સપાટી ઉપર ઘન અને પ્રવાહી પદાર્થનાં વિશાળ આવરણો આવેલાં છે. પૃથ્વીનો ઉપરનો પોપડો ઘન પદાર્થનો બનેલો છે. આ ઘન પદાર્થોનું આવરણ મૃદાવરણ (Lithosphere) કહેવાય છે. તે નક્કર પદાર્થોનું બનેલું છે. જેને ખડક કહે છે. આ કારણે જ ઉપરના પોપડાને મૃદાવરણ કે ખડકાવરણ પણ કહે છે.

ખડકો જુદાં જુદાં દ્રવ્યોના સંયોજનથી બને છે. તે દ્રવ્યોને ખનીજ (Mineral) કહે છે. આમ, એક કે તેથી વધુ ખનીજ, દ્રવ્યોનો સંગઠિત જથ્થો એટલે ખડક.

નિર્માણ-પ્રક્રિયાના આધારે ખડકોના ત્રણ પ્રાથમિક પ્રકારો પડે છે :

**ખડકોના પ્રકારો**

- આગ્નેય ખડક (Igneous rocks)
- પ્રસ્તર ખડક (Stratified rocks)
- રૂપાંતરિત ખડક (Metamorphic rocks)

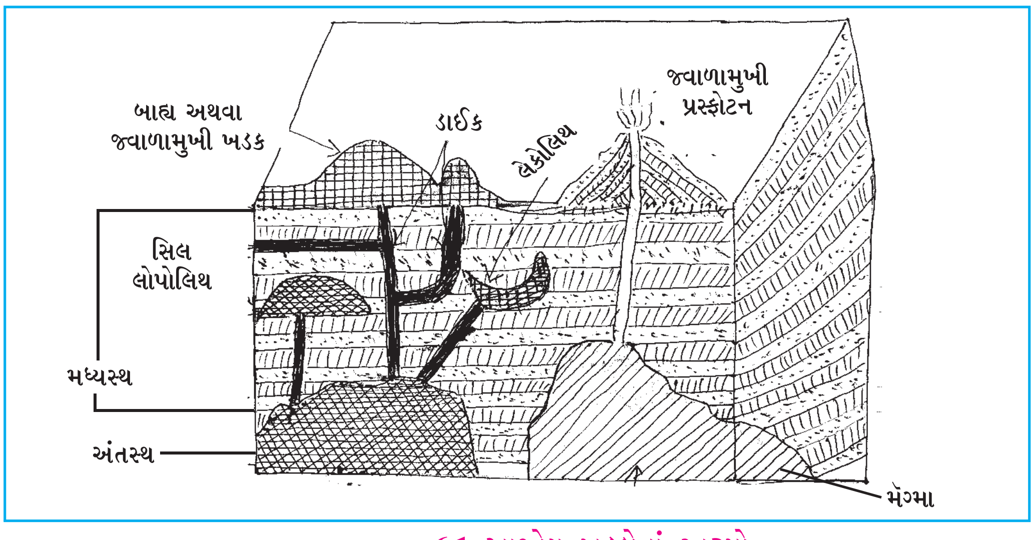
**(1) આગ્નેય ખડક :** આગ્નેય શબ્દનો અર્થ અગ્નિથી બનેલા એમ થાય છે.

પૃથ્વીનું પેટાળ ગરમ હોવાથી તેનું લાલચોળ તત્ત્વ-મૅગ્મા વિવિધરૂપે ઠરવાથી બનતા ખડકોને આગ્નેય ખડકો તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. સૌપ્રથમ આ ખડકોની ઉત્પત્તિ થઈ હોવાથી તેમને **પ્રાથમિક ખડકો** પણ કહે છે.

આગ્નેય ખડકોના મુખ્ય બે પ્રકારો પાડવામાં આવે છે : (1) આંતરિક આગ્નેય ખડક (2) બાહ્ય આગ્નેય ખડક

**આગ્નેય ખડકો**

- આંતરિક આગ્નેય ખડક (Intrusive)
  - અંતઃસ્થ (પાતાલીય) (Plutonic)
  - મધ્યસ્થ (Hypabyssal)
- બાહ્ય આગ્નેય ખડક (Extrusive)
  - જ્વાળામુખીય (Volcanic)




**6.1 આગ્નેય ખડકોનાં સ્વરૂપો**

**અંત:સ્થ આગ્નેય ખડક :** આ પ્રકારના આગ્નેય ખડકની રચના મૅગ્મા ઠંડો પડવાથી થાય છે. જો આ મૅગ્મા પૃથ્વીના પેટાળમાં એટલે કે વધુ ઊંડાઈએ ઠરી જાય તો આ પ્રકારના ખડકો રચાય છે. વધુ ઊંડાઈએ ગરમીનું પ્રમાણ વધુ હોવાથી મૅગ્મા ધીરે ધીરે ઠરે છે. આ કારણે બનતા ખડકોમાં મોટા કદના સ્ફટિક જોવા મળે છે. **ગ્રેનાઈટ** ખડક એ અંત:સ્થ આગ્નેય ખડકનું ઉત્તમ દૃષ્ટાંત છે. અંત:સ્થ ખડકો દક્ષિણ ભારતનો ઉચ્ચપ્રદેશ, રાજસ્થાન અને મધ્ય પ્રદેશમાં જોવા મળે છે.

**મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડક :** જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન ક્રિયા દરમિયાન મૅગ્મા ભૂ-સપાટી તરફ આવવા માટે પ્રયત્ન કરે છે. પરંતુ પાતાલીય ખડકો અને બાહ્ય ખડકોની વચ્ચે ઠરી જાય છે. જે સિલ, ડાઈક, લોપોલિથ અને લૅકોલિથ જેવાં સ્વરૂપોની રચના કરે છે આ ખડકોને મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકો કહે છે.

**બાહ્ય આગ્નેય ખડક :** જ્વાળામુખી ક્રિયા દરમિયાન મૅગ્મા ખડક સ્તરો તોડીને બહાર આવે છે. તે પૃથ્વીની બહારની હવા સાથે સંસર્ગમાં આવવાથી લાવા ઝડપથી ઠંડો પડે છે. જેમાં સ્ફટિકો અતિસૂક્ષ્મ જોવા મળે છે. **બેસાલ્ટ** ખડક તેનું દૃષ્ટાંત છે, જે દક્ષિણ અને પશ્ચિમ ગુજરાતમાંથી મળે છે.

**(2) પ્રસ્તર ખડક :** અપક્ષરણ (વિદારણ) અને ઘસારણ બળોના પરિણામે આગ્નેય ખડકો તૂટે છે. તૂટેલા ખડક પદાર્થોનું જળમાં નિક્ષેપણ થતું રહે છે અને તેમના સ્તરો રચાય છે. આમ, એક સ્તર ઉપર બીજું સ્તર રચાય છે. કાળક્રમે તેમાંથી સ્તરરચના ધરાવતા ખડકોનું નિર્માણ થાય છે. કેટલીક વાર આ ખડકોને એટલે જ નિક્ષેપકૃત ખડક તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

પ્રસ્તર ખડકોની રચનામાં કેટલાંક રાસાયણિક દ્રવ્યો તથા સેન્દ્રિય દ્રવ્યો જોવા મળે છે. આ પદાર્થો પ્રમાણે પ્રસ્તર ખડકોના નીચે પ્રમાણે પેટા વિભાગ પડે છે :

**પ્રસ્તર ખડકો**

- ખડક પદાર્થ નિર્મિત (Clastic)
  - રેતીના (Arenaceous)
  - માટીના (Argillaceous)
  - કૉંગ્લોમરેટ (Conglomerate)
- રાસાયણિક પદાર્થ નિર્મિત (Non-Clastic)
- સેન્દ્રિય પદાર્થ નિર્મિત (Organic)
  - ચુનાળું (Calcareous)
  - કાર્બનયુક્ત (Carbonecious)

**ખડક પદાર્થ નિર્મિત પ્રસ્તર ખડકો :** અપક્ષરણ પ્રક્રિયાથી ખડકોનું વિભંજન થાય છે. આ ખડક પદાર્થોને નદી, હિમનદી અને પવન જેવાં ગતિશીલ બળો અન્યત્ર લઈ જાય છે. આ બળોનો વેગ ઘટતાં સ્થળાંતરિત પદાર્થો જુદા જુદા સ્થળે પથરાઈ જાય છે. સમય જતાં ખડક પદાર્થના સ્તરો રચાય છે. જેને ખડક પદાર્થ નિર્મિત પ્રસ્તર ખડકો કહે છે. રેતી ખડક, માટી ખડક અને કૉંગ્લોમરેટ ખડક તેનાં દૃષ્ટાંત છે.

**રાસાયણિક પદાર્થ નિર્મિત પ્રસ્તર ખડક :** ખડકોમાં રહેલા રાસાયણિક પદાર્થો વહેતા જળમાં દ્રાવણ સ્વરૂપે ઓગળી જાય છે. પાણીનો વેગ ઘટતાં દ્રાવણરૂપે ઓગળેલા રાસાયણિક પદાર્થોના નિક્ષેપણ દ્વારા જે ખડકોનું નિર્માણ થાય છે તેને રાસાયણિક પદાર્થ નિર્મિત પ્રસ્તર ખડકો કહે છે. ચિરોડી અને મીઠાના ખડક તેનાં દૃષ્ટાંત છે.

**સેન્દ્રિય પદાર્થ નિર્મિત પ્રસ્તર ખડકો :** જીવાવશેષો કે વનસ્પતિના અવશેષો કાળક્રમે જમા થવાથી ખડકોનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે. ચૂના અને કાર્બનના પ્રમાણ અનુસાર તેના બે પેટા વિભાગો પડે છે.

ચૂનાયુક્ત ખડકો તૂટવાથી તે નદીઓ દ્વારા આવા ચુનાળું પદાર્થો દ્રાવ્ય સ્વરૂપે સમુદ્રમાં ઠલવાય છે. આ ચુનાળું દ્રવ્યોનો ઉપયોગ પરવાળા જેવા સૂક્ષ્મ જીવો પોતાના ખોરાકમાં કરે છે. આ જલીય જીવોના અવશેષોના નિક્ષેપણથી જે ખડકસ્તરો બને છે. તેને ચુનાળું ખડક કહે છે.

વનસ્પતિના અવશેષો દટાઈ જવાથી દબાણ તથા **આંતરિક** ગરમીની લાંબા ગાળાની અસરથી ખડકોનું નિર્માણ થાય છે. જેને કાર્બનયુક્ત ખડકો કહે છે. ખનીજ કોલસો તેનું ઉત્તમ દૃષ્ટાંત છે.

**રૂપાંતરિત ખડકો :** આગ્નેય અને પ્રસ્તર ખડકોના મૂળ બંધારણ અને સ્વરૂપમાં પરિવર્તન થઈ રચાતા નવનિર્મિત ખડકોને રૂપાંતરિત ખડક કહે છે.

ખડકોનું સ્વરૂપ બે રીતે બદલાય છે. ભૌતિક રૂપાંતરણ અને રાસાયણિક રૂપાંતરણ. આમ, મૂળ ખડકોના આકાર અને ખનીજ દ્રવ્યોનું સ્વરૂપ બદલાઈ આ ખડકોમાં નવા સ્ફટિકોનું નિર્માણ થાય છે.

પ્રવાહી મૅગ્માના સ્પર્શથી તેની આસપાસના સ્થાનિક ખડકોમાં પરિવર્તન થઈ આવા ખડકોનું રૂપાંતરણ થાય છે. તેને સંસ્પર્શિત રૂપાંતરણ (Contact-metamorphism) કહે છે.

તાપમાન અને દબાણના પરિણામે ખૂબ વ્યાપક વિસ્તારોમાં ખડકો પોતાનું બંધારણ અને સ્વરૂપ બદલી નાખે છે. તેને પ્રાદેશિક રૂપાંતરણ (Regional-metamorphism) કહે છે. આરસપહાણ અને ક્વાર્ટ્ઝાઇટ તેનાં દૃષ્ટાંત છે.

### ખનીજ

'જૈવિક અને અજૈવિક પદાર્થો ગરમી અને દબાણને લીધે પરિવર્તન પામીને ચોક્કસ રાસાયણિક બંધારણ ધારણ કરે છે તેને **ખનીજ** કહે છે.'

સ્ફટિકમય બંધારણ, ઘનતા, નક્કરતા, રંગ, ચમક વગેરે ખનીજનાં મૂળભૂત લક્ષણો છે. દરેક ખનીજને પોતાની ઘનતા હોય છે. ઘનતા એટલે ખનીજનું ભારેપણું.

ખનીજ ઉપર જ્યારે ઘસરકો કરવામાં આવે ત્યારે તે ખનીજ જેટલો પ્રતિકાર કરે તેને તે ખનીજની નક્કરતા કહે છે. ખનીજની નક્કરતા માટે 1થી 10 સુધીના ક્રમાંક આપવામાં આવ્યા છે. જેમકે ટાલ્ક ખનીજનો ક્રમાંક 1 અને હીરો 10 ક્રમાંક ધરાવે છે.

પ્રત્યેક ખનીજની સપાટી સૂર્યપ્રકાશનું પરાવર્તન કરે છે. તેના આધારે ખનીજની ચમક નક્કી થાય છે. જુદી જુદી ખનીજની અને ધાતુઓની ચમક અલગ અલગ જોવા મળે છે.

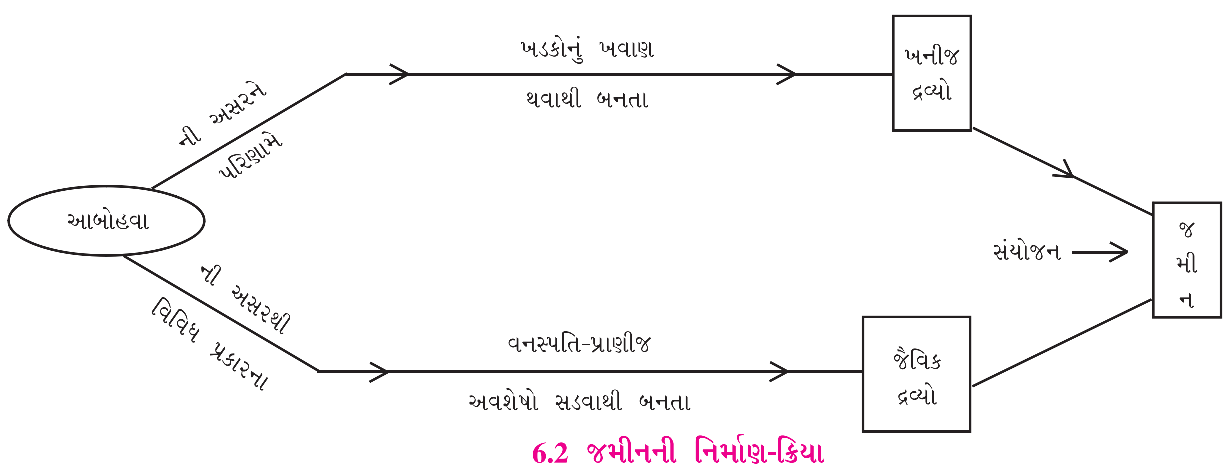
ખનીજો વિવિધ રંગો પણ ધરાવે છે. ખનીજમાં રહેતી અશુદ્ધિઓના પ્રમાણને આધારે તેમના રંગ ઘેરા અથવા ઝાંખા બને છે.

આમ, પ્રાથમિક લક્ષણોને આધારે ખનીજને ધાત્વિક અને અધાત્વિક એમ બે વિભાગોમાં વહેંચી શકાય છે. લોખંડ, તાંબું, સોનું વગેરે ધાત્વિક ખનીજો છે. જ્યારે પોટાશ, સલ્ફર, નાઇટ્રેટ્સ અને ફ્લોરસ્પાર એ અધાત્વિક ખનીજ છે.

કોલસો અને ખનીજતેલ ઈંધણ તરીકે વપરાય છે. તેથી તેમને ઊર્જા-ખનીજ એવા વિશિષ્ટ વિભાગમાં મૂકવામાં આવે છે.

### જમીન

ખડકોની ખુલ્લી સપાટી ઉપર સૂર્યપ્રકાશ, તાપમાન, હિમ, વરસાદ વગેરે બળોના કારણે ખવાણ થતાં ખડકોનો ભૂકો બને છે. આ ખડકકણોમાં જૈવિક દ્રવ્યો, હવા અને પાણી ભળવાથી જમીન બને છે.




**6.2 જમીનની નિર્માણ-ક્રિયા**

'આબોહવાની અસરના પરિણામે તળ ખડકોના ખવાણથી બનતા ખનીજ દ્રવ્યો અને વનસ્પતિ-પ્રાણીજ અવશેષો સડવાથી બનતા જૈવિક દ્રવ્યોથી તૈયાર થયેલા અસંગઠિત પદાર્થોના પાતળા સ્તરને જમીન કહે છે.'

જમીનના મુખ્ય ચાર ભૌતિક લક્ષણો છે :

(1) રંગ (2) કણરચના (3) કણોની ગોઠવણી અને (4) સ્તરરચના.

રંગ એ જમીનનું મહત્ત્વનું લક્ષણ છે. ખનીજતત્ત્વો તથા ઉત્પત્તિની પ્રક્રિયા પ્રમાણે રંગ બદલાય છે. ઘેરા રંગની માટીમાં જૈવિક દ્રવ્યો વધુ હોય છે. રાતા, પીળા કે બદામી રંગની જમીનમાં લોહતત્ત્વનું પ્રમાણ વધારે છે.

અલગ અલગ પ્રકારની જમીનના બંધારણમાં રેતી, માટીનું પ્રમાણ અલગ અલગ હોય છે. રેતી કણોનું કદ મોટું અને માટી કણોનું કદ નાનું જોવા મળે છે. તેથી તે જમીનમાં ભેજનો સંગ્રહ કરવાની ક્ષમતા વધારે રહેલી છે અને તેમાં વધુ ફળદ્રુપતા જોવા મળે છે.

જુદા જુદા જમીનકણો પરસ્પર અલગ અલગ ગોઠવાયેલા જોવા મળે છે. તેથી જમીનની કણ ગોઠવણી રચાય છે. આ ગોઠવણીથી જમીનની છિદ્રાળુતા નક્કી થાય છે. આમ, વિશિષ્ટ ગોઠવણી કે રચનાથી જમીનમાં હવા, પાણી અને વનસ્પતિનાં મૂળ સહેલાઈથી પ્રવેશ પામે છે.

જમીન સ્તરો ઉપર ઊભો કાપ મૂકવામાં આવે, તો સ્પષ્ટ રીતે ઉપરથી નીચે સુધીમાં જુદા જુદા જમીન સ્તરો જોઈ શકાય છે. તેને જમીનનું પાર્શ્વચિત્ર કહે છે.

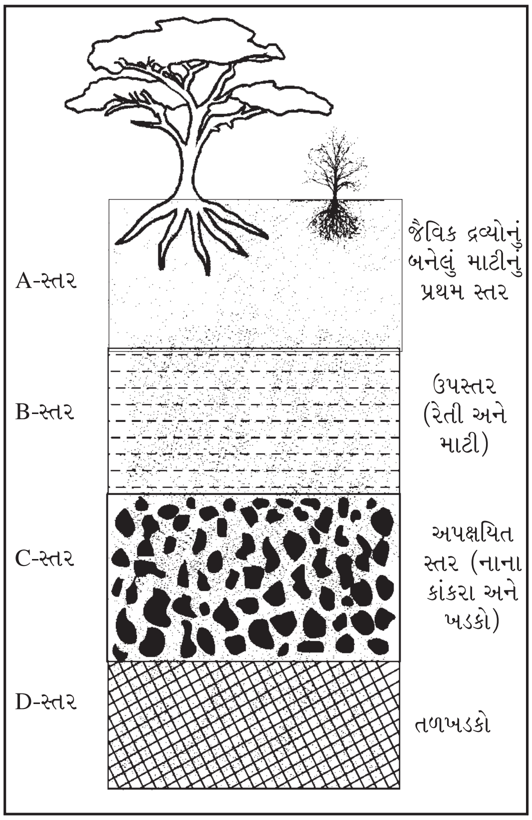
જમીનના પાર્શ્વચિત્રમાં તેના જુદા જુદા સ્તરોમાં જમીનની કણરચના, જમીનના કણોની ગોઠવણી અને તેમના રંગ વગેરેમાં વિભિન્નતા વર્તાઈ આવે છે. આ જમીન સ્તરોને પાર્શ્વચિત્રમાં A-સ્તર, B-સ્તર, C-સ્તર અને D-સ્તર નામ આપ્યાં છે. (આકૃતિ 6.3 પ્રમાણે)

સૌથી ઉપરના A-સ્તરમાં જમીનકણો સૂક્ષ્મ હોય છે. આ સ્તરમાં જીવસૃષ્ટિ સૌથી વધુ ક્રિયાશીલ હોય છે તેમજ જૈવિક દ્રવ્યો વધુ હોવાથી ફળદ્રુપતા વધુ હોય છે.

B-સ્તરમાં રેતી અને માટીના જમીનકણો જોવા મળે છે. આ સ્તરમાં જૈવિક દ્રવ્યોનું પ્રમાણ અલ્પ હોય છે, તેને ઉપસ્તર પણ કહે છે.

C-સ્તરમાં કાંકરા, નાના ખડક ટુકડા અને મોટા જમીન કણો હોય છે. સામાન્યપણે આ સ્તર ઓછું ફળદ્રુપ હોય છે.

સૌથી નીચે D-સ્તર આવેલું છે. આ સ્તર તળ ખડકોનું બનેલું છે. જેના ખડક કણો એકબીજા સાથે જોડાયેલા જોવા મળે છે.




6.3 જમીનનું પાર્શ્વચિત્ર

'C' અને 'D' સ્તરનો વાસ્તવિક જમીન (Real Soil)માં સમાવેશ થતો નથી.

### જમીનના પ્રકારો

જમીન નિર્માણ-પ્રક્રિયા અનુસાર જમીનના મુખ્ય બે વિભાગો પાડી શકાય :

(1) સ્વસ્થાનીય જમીન (2) સ્થળાંતરિત જમીન

તળ ખડકોના ખવાણથી જમીન બન્યા પછી એના એ જ સ્થાન પર ટકી રહે તેવી જમીનને **સ્વસ્થાનીય જમીન** કહે છે. વનપ્રદેશોમાં આ પ્રકારની જમીન જોવા મળે છે.

નદી, હિમ નદી, પવન જેવા ગતિશીલ બળોના કારણે ઉદ્‌ભવ સ્થાનેથી ખડકબોજ અને કાંપ વગેરે સ્થળાંતરણ થઈ બીજી જ જગ્યાએ પથરાઈને જે જમીનનું નિર્માણ થાય છે તેને **સ્થળાંતરિત જમીન** કહે છે. આ પ્રકારની જમીન ફળદ્રુપ હોય છે. તેમાં જૈવિક અને ખનીજ દ્રવ્યોના સૂક્ષ્મ માટીકણો વધુ પ્રમાણમાં જોવા મળે છે. ગંગા-નદીનું મેદાન આ પ્રકારનું છે.

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ લખો :**

(1) ખડક એટલે શું ? તેના મુખ્ય પ્રકારો સમજાવો.

(2) ખનીજની વ્યાખ્યા આપી તેનાં લક્ષણોની ચર્ચા કરો.

(3) જમીન નિર્માણ-ક્રિયા સમજાવી તેનાં મુખ્ય લક્ષણો વિશે સવિસ્તર નોંધ લખો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) ખડકોના કેટલા પ્રકાર પડે છે ? કયા કયા ?

(2) આગ્નેય ખડકોના પેટા-વિભાગો જણાવો.

(3) સેન્દ્રિય ખડક એટલે શું ?

(4) જમીનની સ્તરરચનાના વિભાગો કયા કયા છે ?

(5) જમીનના મુખ્ય પ્રકાર જણાવો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના એક-બે વાક્યમાં જવાબ આપો :**

(1) મૅગ્મા કોને કહે છે ?

(2) મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકનું દૃષ્ટાંત આપો.

(3) કયા જીવો ચુનાળું પ્રસ્તર ખડકોની રચના કરે છે ?

(4) ખનીજના મુખ્ય પ્રકારો જણાવો.

(5) સ્વસ્થાનીય જમીન એટલે શું ?

**4. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) ગ્રેનાઇટ ખડક કયા પ્રકારના ખડકનું દૃષ્ટાંત છે ?

(a) પ્રસ્તર (b) આગ્નેય (c) રૂપાંતરિત (d) કોઈ નહિ

(2) આરસપહાણ ખડક કયા પ્રકારના ખડકનું દૃષ્ટાંત છે ?

(a) આગ્નેય (b) પ્રસ્તર (c) રૂપાંતરિત (d) જ્વાળામુખીય

(3) સૌથી નરમ ખનીજ કઈ છે ?

(a) સોનું (b) ઍલ્યુમિનિયમ (c) તાંબું (d) ટાલ્ક

(4) કયા પ્રકારની જમીન અને તળ ખડકોનું બંધારણ એકસરખું જોવા મળે છે ?

(a) સ્થળાંતરિત (b) સ્વસ્થાનીય (c) A અને B બંને (d) કોઈ નહિ

## પ્રવૃત્તિ

- તમારી આસપાસ આવેલા જુદા જુદા ખડકોના તથા માટીના નમૂના એકઠા કરી વર્ગખંડમાં પ્રદર્શન ગોઠવો.

# 7 ભૂમિસ્વરૂપો

પ્રાકૃતિક બળો દ્વારા ભૂતળ (ભૂમિખંડો અને મહાસાગરો) ઉપરની પર્વતશ્રેણીઓ, મેદાનો, ઉચ્ચપ્રદેશો, કોતરો, ખાડીઓ, ખીણો, જળધોધ, હિમ-અશ્માવલી અને રેતીના ઢૂવા વગેરે વિશિષ્ટિ દેખાવવાળાં સ્વરૂપો કે આકારોનો ઉદ્‌ભવ, વિકાસ અને હ્રાસ થતો રહે છે. આમ, કુદરતી બળો દ્વારા ભૂતળનો કોઈ ભૂમિ ભાગ આગવો આકાર, ઢોળાવ અને ઊંચાઈ ધારણ કરે છે ત્યારે તેને ભૂમિઆકાર કે **ભૂમિસ્વરૂપ (Landform)** કહે છે.

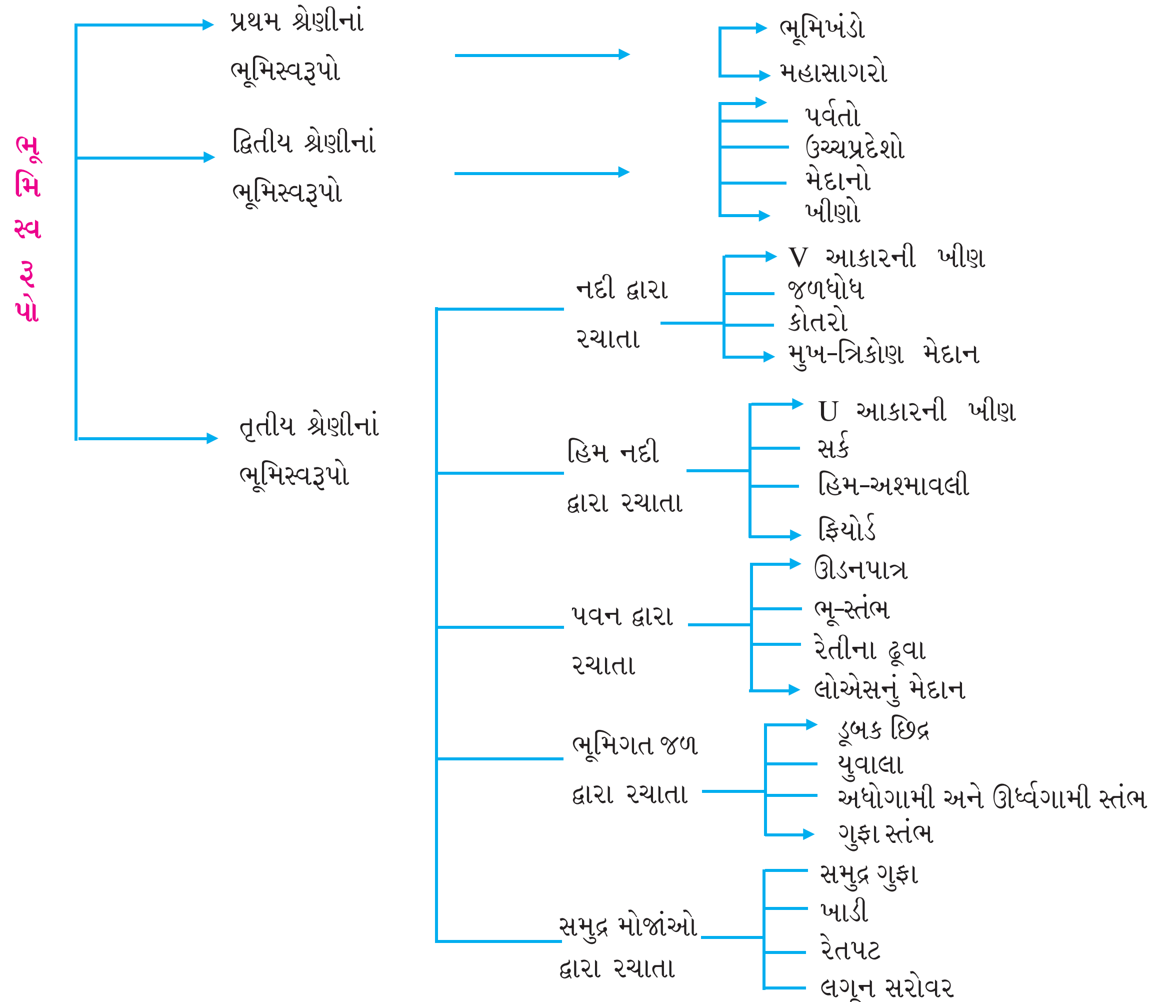
### ભૂમિસ્વરૂપોનો ઉદ્‌ભવ

પૃથ્વીની આંતરિક ગરમી અને દબાણમાં થતા ફેરફારોને કારણે પેટાળમાં રહેલા ખડકોમાં પ્રસાર કે આકુંચન થઈને સમાયોજન થાય છે. આ સમાયોજનને કારણે જ ભૂ-પૃષ્ઠમાં સંચલન ઉદ્‌ભવે છે. પરિણામે ભૂસપાટી પર પર્વતશ્રેણીઓ, ઉચ્ચપ્રદેશો, મેદાનો અને ખીણ વગેરે સ્વરૂપોનું નિર્માણ થાય છે. આ પ્રક્રિયાને જ ભૂસંચલન કહે છે.

ભૂસંચલનના પરિણામે સૌપ્રથમ બે મોટાં સ્વરૂપો ભૂમિખંડ અને મહાસાગરો રચાયા. તેથી તે પ્રથમ શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો કહેવાયા. તેમની ઉપર આંતરિક બળોની અસરથી પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો, મેદાનો, ફાટખીણો વગેરે દ્વિતીય શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપોની રચના થઈ. આ ભૂમિસ્વરૂપો ઉપર બાહ્યબળો કે ગતિશીલ બળોના ઘસારણ અને નિક્ષેપણ કાર્યથી વિવિધ આકારો રચાયા. વી (V) કે યૂ (U) આકારની ખીણ, જળધોધ, રેતીના ઢૂવા, હિમ-અશ્માવલી, ભૂ-સ્થંભ કે સમુદ્ર કરાડ વગેરેનો સમાવેશ તૃતીય શ્રેણીના ભૂમિસ્વરૂપોમાં થાય છે.

### મુખ્ય ભૂમિસ્વરૂપોના પ્રકાર

પૃથ્વીની આંતરિક હિલચાલને કારણે ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોનાં તળિયાં પર જે ભૂમિસ્વરૂપો રચાયા તેમને મુખ્ય ભૂમિસ્વરૂપો કહે છે. પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો અને મેદાનો મુખ્ય ભૂમિસ્વરૂપો છે.




**7.1 ભૂમિસ્વરૂપોનું વર્ગીકરણ**

## મુખ્ય ભૂમિસ્વરૂપો

**પર્વત :** પૃથ્વીસપાટીના આશરે 26 % ભાગ ઉપર પર્વતો આવેલા છે. ઊંચાઈ એ પર્વતની મુખ્ય લાક્ષણિકતા છે. સમુદ્રસપાટીથી આશરે 900 મીટરથી વધુ ઊંચાઈ ધરાવતા, ઊંચા-નીચા ઢોળાવો અને સાંકડા શિખરક્ષેત્રો ધરાવતા ભૂમિસ્વરૂપને પર્વત કહે છે.

આ બધી લાક્ષણિકતા હોવા છતાં ઊંચાઈનો આંક પર્વતની સાચી ઓળખ નથી. જેમકે તિબ્બતનો ઉચ્ચપ્રદેશ 5000 મીટર કરતાં વધુ ઊંચો હોવા છતાં તેને પર્વત કહેવામાં આવતો નથી. તે માટે ભૂમિસ્વરૂપની ઊંચાઈ, આકાર અને ઢોળાવને પણ ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.

**પર્વતોના પ્રકાર :**

નિર્માણ-પ્રક્રિયા અનુસાર પર્વતના મુખ્ય બે પ્રકાર પાડવામાં આવ્યા છે :

(1) ભૂગર્ભિક (ભૂ-સંચલનીય) પર્વતો (2) અવશિષ્ટ પર્વતો.

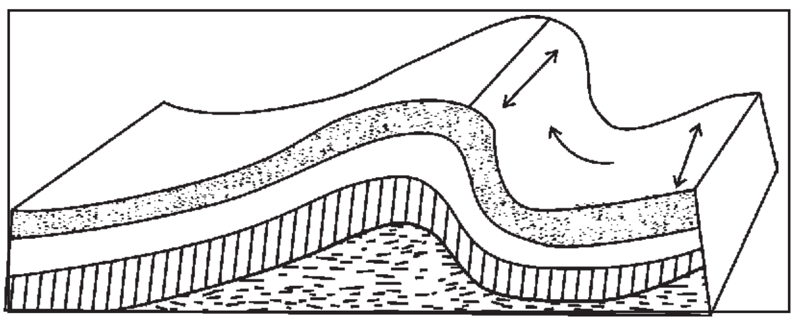
**પર્વતો (Mountain)**

- ભૂગર્ભિક પર્વતો (Tectonic Mountains)
  - ગેડ પર્વત (Folded Mountain)
  - ખંડ પર્વત (Block Mountain)
  - ઘુમ્મટાકાર પર્વત (Dome Mountain)
  - જ્વાળામુખી પર્વત (Volcanic Mountain)
- અવશિષ્ટ અથવા શેષ પર્વતો (Residual Mountains)

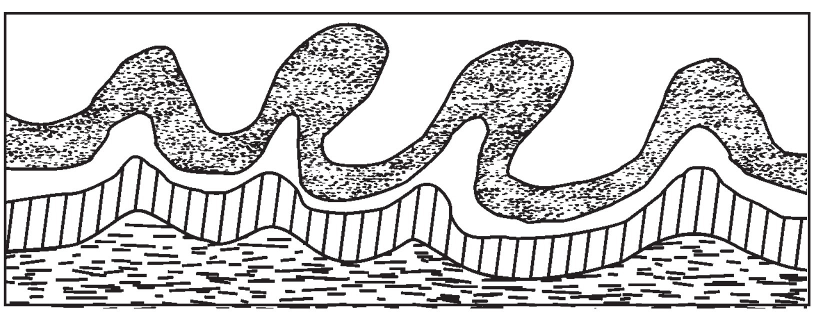
## ભૂગર્ભિક પર્વતોના પ્રકાર

**(1) ગેડ પર્વત :** પ્રસ્તર ખડકોવાળા ભૂ-સંન્નતિ ધરાવતા પ્રદેશો પર ભૂ-સંચલનને કારણે પેદા થયેલું અને ક્ષૈતિજ દિશાઓથી લાગતું દબાણ તેમાં લહેર આકારની ગડીઓ પાડે છે અને તે દબાણબળ લાંબા સમય સુધી ચાલુ રહેતાં અને ઊંચકાવની પ્રક્યિા થતાં તેમાંથી કેટલાક ભાગ ગડી સ્વરૂપે ઊંચા ઉપસી આવે છે, તેને ગેડ પર્વત કહે છે.

ગેડ પર્વતો પ્રસ્તર ખડકોના બનેલા છે. તેમાં સાગરીય જીવાવશેષો અને અશ્મિઓ મળી આવે છે. જે સાબિત કરે છે કે ગેડ પર્વતનો ઉદ્‌ભવ સમુદ્રોમાંથી થયેલ છે.



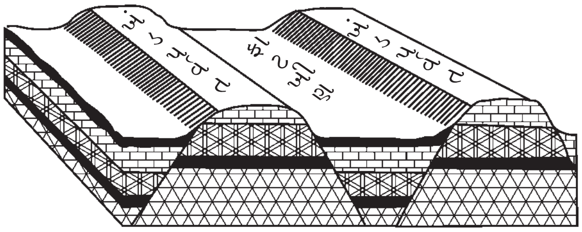
7.2 ગેડીકરણ-1

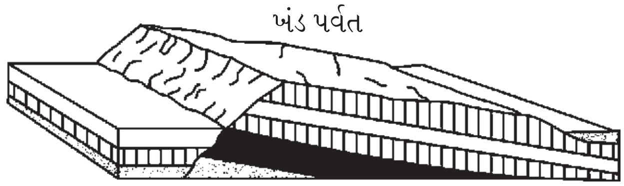


7.3 ગેડીકરણ-2

આજથી કરોડો વર્ષ પહેલાં નિર્માણ પામેલા ગેડ પર્વતોને જૂના (પ્રાચીન) ગેડ પર્વત કહે છે. જેવા કે ઉત્તર અમેરિકાના પૂર્વ ભાગમાં આવેલા ઍપેલેશિયન, રશિયાનો યુરલ, યૂ.કે.નો ઍપિનાઇન, ઇટલીનો પિનાઇન, ચીનનો સિનલિંગશાન તથા ભારતની અરવલ્લી પર્વતમાળા મુખ્ય છે. આજથી લગભગ ત્રણ કરોડ વર્ષ પહેલાં બનેલા હિમાલય, ઍન્ડિઝ, રૉકીઝ અને આલ્પ્સ નવા ગેડ પર્વતો છે.

**(2) ખંડ પર્વતો :** પૃથ્વીના આંતરિક બળોને કારણે કેટલીક વાર ભૂ-સપાટીના ખડકોમાં ફાટ કે સ્તરભંગ થાય છે. બે ઊભા સમાંતર સ્તરભંગની વચ્ચેનો ભૂમિભાગ ભૂસંચલનને કારણે ઊંચકાઈ આવે અથવા તો સ્તરભંગોની મધ્યનો ભાગ સ્થિર રહે અને આસપાસનો ભૂમિભાગ નીચે બેસી જાય છે ત્યારે ત્યાં ખંડ પર્વત રચાય છે, પરંતુ જો તેનો એક તરફનો ઢોળાવ તીવ્ર હોય અને ઉપરનો શિખરનો ભાગ સપાટ મેજ જેવો હોય તો તેને **ઉચ્ચપ્રદેશ** કહે છે અને વચ્ચેનો ભાગ જે નીચે બેસી જાય છે તેને **ફાટખીણ** કહે છે. આ ફાટખીણની બંને તરફ ખંડ પર્વતો રચાય છે.



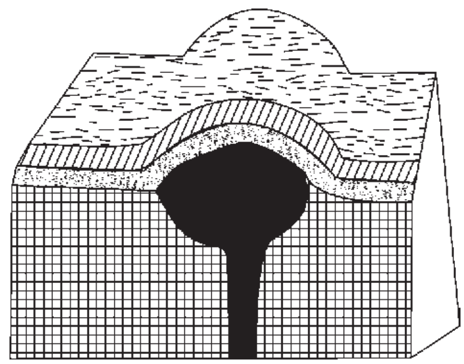




**7.4** **ખંડ પર્વત અને ફાટખીણ** **7.5**

યુરોપમાં ર્‌હાઈન નદીની ફાટખીણની પશ્ચિમ બાજુએ વૉસજિસ અને પૂર્વમાં બ્લૅક ફૉરેસ્ટ એ ખંડ પર્વતનાં દૃષ્ટાંત છે. નર્મદા ફાટખીણની ઉત્તરે વિંધ્યશ્રેણી અને દક્ષિણે સાતપુડા શ્રેણી આવેલી છે. જર્મનીનો **હૉર્સ્ટ પર્વત** ખંડ પર્વતનું દૃષ્ટાંત છે.

**(3) ઘુમ્મટાકાર પર્વત :** પૃથ્વીના પેટાળમાં રહેલો મૅગ્મા બહાર નીકળવા માટે પ્રયત્ન કરે છે, પરંતુ તેની ઉપર આવેલા નક્કર ખડકો તેમાં અવરોધરૂપ બને છે. જેથી મૅગ્માના દબાણથી જ ભૂ-સ્તરો ઘુમ્મટ આકારે ઊંચા ઉપસી આવે છે. તેને ઘુમ્મટાકાર પર્વત કહે છે. પર્વતની બહાર ખડક સ્તરો ઘસારાનાં પરિબળો દ્વારા ઘસાઈ જતાં આંતરિક ભાગમાં ઠરી ગયેલ મૅગ્મા જોઈ શકાય છે.

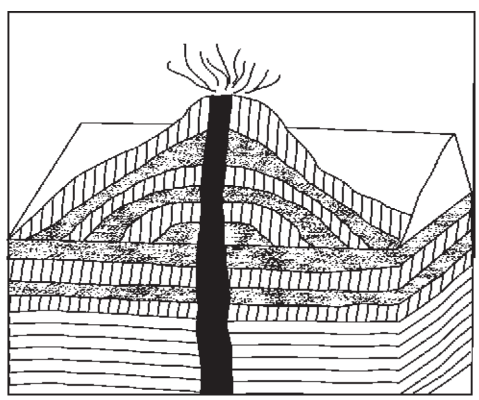
રાજસ્થાનમાં યાત્રાધામ સુન્ધા માતાની પાસે આવેલા પર્વતો અને યુ.એસ.ના ઉટાહ રાજ્યનો હૅન્રી તેનું દૃષ્ટાંત છે.



**7.6 ઘુમ્મટાકાર પર્વત**

**(4) જ્વાળામુખી પર્વત :** જ્વાળામુખીના પ્રસ્ફોટન સમયે પૃથ્વીના પેટાળમાંથી લાવા, રાખ, ખડક ટુકડા વગેરે બહાર ફેંકાયેલા પદાર્થો જ્વાળામુખીની આસપાસ જમા થઈ સમય જતાં ઊંચા શંકુ આકારનો ઢગ રચાય છે, તેને જ્વાળામુખી પર્વત કહે છે. ભૂગર્ભમાંથી નીકળતા વિવિધ પદાર્થો જમા થવાથી આ પર્વત રચાતા હોવાથી તેને સમાહિત પર્વત (Mountain of accumulation) કહે છે.

ઈટલીનો વિસુવિયસ, સિસિલીનો એટના, કેન્યાનો કિલિમાન્જરો, જાપાનનો ફુજિયામા, ફિલિપીન્સનો મેયોન, ઇન્ડોનેશિયાનો ક્રાકાટોઆ, મેક્સિકોનો પોપોકેટિપેટલ અને ઈક્વેડોરનો કોટોપેક્સી તથા ચિમ્બોરાઝો વિશ્વના જાણીતા જ્વાળામુખી પર્વતો છે.



**7.7 જ્વાળામુખી પર્વત**

## અવશિષ્ટ પર્વતો

પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો જેવાં ઊંચાં ભૂમિસ્વરૂપો ઘસારણનાં પરિબળો દ્વારા ઘસાઈને તેના અવશેષો શંકુ આકારે રહી જાય છે ત્યારે તેને ઘર્ષિત કે અવશિષ્ટ કે શેષ પર્વત તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ભારતમાં વિંધ્યાચલ, પશ્ચિમ ઘાટ, પૂર્વ ઘાટ, પારસનાથ, યૂ.કે.માં વેલ્સ, યુ.એસ.માં ઓઝાર્ક તેનાં દૃષ્ટાંત છે.

**પર્વતોનું મહત્ત્વ :**

- દેશની જમીન-સરહદ પર આવેલા પર્વતો દેશનું સંરક્ષણ કરે છે.
- પર્વતમાંથી નીકળતી નદીઓ, ઝરણાં વગેરે પાણીનો પુરવઠો પૂરો પાડે છે.
- નદીઓ દ્વારા નિક્ષેપ થતાં કાંપ, કાદવ અને સેન્દ્રિય દ્રવ્યોથી જમીનની ફળદ્રુપતામાં વધારો થાય છે.
- પર્વતોમાંથી વિવિધ ઉપયોગી ખનીજ પ્રાપ્ત થાય છે.
- પર્વતીય જંગલોમાંથી ઇમારતી લાકડું, ઔષધિઓ અને અન્ય વનિલ પેદાશો મળે છે.
- ઊંચા પર્વતો ભેજવાળા પવનોને રોકી વરસાદ લાવવા મદદરૂપ થાય છે.
- પર્વતોના ઢોળાવો પર ચા, કૉફી, ફળો વગેરે બાગાયતી તથા અન્ય પાક લેવામાં આવે છે.
- પર્વતીય ક્ષેત્રો પ્રવાસન ઉદ્યોગનાં કેન્દ્રો બને છે.
- પર્વતોમાં આવેલા કુદરતી ધોધ જળવિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની અનુકૂળતા પૂરી પાડે છે.

## ઉચ્ચપ્રદેશ (Plateau)

સમુદ્રસપાટીથી આશરે 180 મીટરથી વધુ ઊંચાઈ ધરાવતા અને મેજ જેવા સપાટ શિખરવાળા તેમજ સીધા ઢોળાવવાળા ભૂમિસ્વરૂપને **ઉચ્ચપ્રદેશ** કહે છે. ઊંચાઈનો આંક પર્વતની જેમ ભ્રામક છે. જેમકે યુ.એસ.નું પ્રેરીનું મેદાન તેના પૂર્વ ભાગના પીડમોન્ટના ઉચ્ચપ્રદેશ કરતાં વધુ ઊંચાઈ ધરાવે છે. ઉચ્ચપ્રદેશો ભૂમિખંડોના 33 % વિસ્તાર રોકે છે. કેટલાક વિદ્વાનો ઉચ્ચપ્રદેશને ટેબલલૅન્ડ (Table Land) તરીકે ઓળખાવે છે.

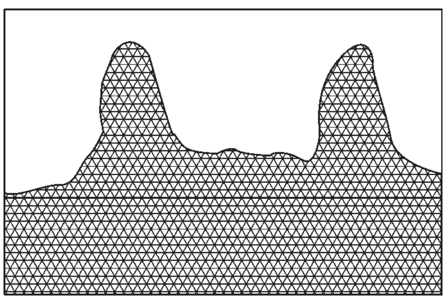
**ઉચ્ચપ્રદેશોના પ્રકાર :**

ઉચ્ચપ્રદેશોને તેમના ભૌગોલિક સ્થાન તેમજ નિર્માણક્રિયાના આધારે ચાર પ્રકારોમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે.

**ઉચ્ચપ્રદેશોના પ્રકાર**

- આંતર-પર્વતીય ઉચ્ચપ્રદેશ
- પર્વત-પ્રાંતી ઉચ્ચપ્રદેશ
- ખંડીય ઉચ્ચપ્રદેશ
- કિનારાનો ઉચ્ચપ્રદેશ

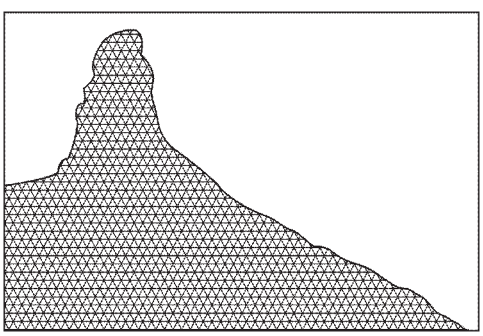
**(1) આંતર-પર્વતીય ઉચ્ચપ્રદેશ :** જે ઉચ્ચપ્રદેશ ચારે બાજુથી પર્વતશ્રેણીથી ઘેરાયેલો હોય તેને આંતર-પર્વતીય ઉચ્ચપ્રદેશ કહે છે.



**7.8 આંતર-પર્વતીય ઉચ્ચપ્રદેશ**

ભૂસન્નતિ વળાંક પર ક્ષૈતિજ દિશાનું દબાણબળ લાગતાં ગેડ પર્વતો ઊંચકાઈ આવે ત્યારે તેના મધ્ય ભાગ ગેડ પડ્યા વગર જ મૂળ સ્થિતિમાં ઊંચકાઈ આવે છે. આ મધ્યના ભાગને આંતર-પર્વતીય ઉચ્ચપ્રદેશ કહે છે. આંતર-પર્વતીય ઉચ્ચપ્રદેશના ઢોળાવો પર્વતની સાથે ભળી જાય છે. અન્ય ઉચ્ચપ્રદેશો કરતાં તેમની ઊંચાઈ વધુ છે.

ભારતની ઉત્તરે તિબ્બતનો ઉચ્ચપ્રદેશ હિમાલય શ્રેણીથી, દક્ષિણ અમેરિકાનો બોલિવિયાનો ઉચ્ચપ્રદેશ ઍન્ડિઝ પર્વતોથી, ઉત્તર અમેરિકાનો કોલમ્બિયાનો ઉચ્ચપ્રદેશ રૉકિઝ પર્વતશ્રેણીથી ઘેરાયેલા છે.

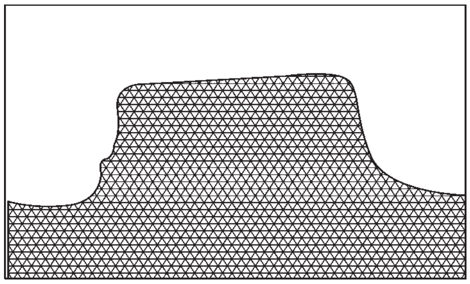


**7.9 પર્વત-પ્રાંતી ઉચ્ચપ્રદેશ**

**(2) પર્વત-પ્રાંતી ઉચ્ચપ્રદેશ :** જે ઉચ્ચપ્રદેશની એક તરફ ઊંચા પર્વતો હોય અને બીજી તરફના ઢોળાવ નીચાં મેદાનો કે સમુદ્રકિનારામાં મળી જતો હોય તો તેવા ઉચ્ચપ્રદેશોને પર્વત-પ્રાંતી ઉચ્ચપ્રદેશ કહે છે.

દક્ષિણ અમેરિકાનો પેટેગોનિયાનો ઉચ્ચપ્રદેશ અને ઉત્તર અમેરિકાનો પીડમૉન્ટનો ઉચ્ચપ્રદેશ પર્વત-પ્રાંતી ઉચ્ચપ્રદેશો છે.

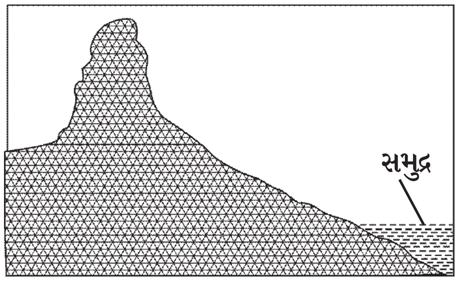
**(3) ખંડીય ઉચ્ચપ્રદેશ :** પૃથ્વીના પેટાળમાં થતી મંદ ભૂસંચલન ક્રિયાના પરિણામે જ્યારે સમગ્ર ભૂમિખંડ કે તેનો ઘણો મોટો ભૂ-ભાગ સમતલ સપાટી સાથે ઊંચકાયો હોય તો તેવા ભૂમિસ્વરૂપને ખંડીય ઉચ્ચપ્રદેશ કહે છે. ક્યારેક ફાટપ્રસ્ફોટનથી લાવા વિસ્તૃત વિસ્તારોમાં પથરાઈને ઠરવાથી પણ આ પ્રકારનો ઉચ્ચપ્રદેશ રચાય છે. દક્ષિણ ભારતનો ઉચ્ચપ્રદેશ, આફ્રિકામાં ઇથિયોપિયાનો ઉચ્ચપ્રદેશ, ગ્રીનલૅન્ડનો ઉચ્ચપ્રદેશ અને દક્ષિણ આફ્રિકાનો કારો ઉચ્ચપ્રદેશ ભૂમિખંડો ઊંચકાઈને બનેલા છે.



7.10 ખંડીય ઉચ્ચપ્રદેશ

**(4) કિનારાનો ઉચ્ચપ્રદેશ :** ભૂસંચલનથી સમુદ્રકિનારા નજીકના પ્રદેશો સમુદ્રસપાટીથી વધુ ઊંચાઈ સુધી ઊંચકાય અથવા ભૂમિખંડોના તટવર્તી પ્રદેશો નીચે બેસી જવાથી બાકી રહેલા ઊંચા ભાગને કિનારાનો ઉચ્ચપ્રદેશ કહે છે. આવા ઉચ્ચપ્રદેશો મોટા ભાગે ખંડીય છાજલી સાથે એકરૂપ થયેલા હોય છે.

દક્ષિણ ભારતના પૂર્વ કિનારાનો કોરોમાંડલનો ઉચ્ચપ્રદેશ અને આફ્રિકાનો ટાંગાનિકાનો ઉચ્ચપ્રદેશ આ પ્રકારના ઉચ્ચપ્રદેશોના દૃષ્ટાંત છે.




7.11 કિનારાનો ઉચ્ચપ્રદેશ

**ઉચ્ચપ્રદેશોનું મહત્ત્વ :**

- ઉચ્ચપ્રદેશો ખનીજોના ભંડાર છે.
- ઉચ્ચપ્રદેશોની લાવાયિક કાળી જમીન કપાસના પાક માટે ઉત્તમ છે.
- ઉચ્ચપ્રદેશોના ટૂંકા ઘાસ ધરાવતા પ્રદેશોમાં પશુપાલન થઈ શકે છે.
- ઉચ્ચપ્રદેશોના વધુ વરસાદવાળાં ક્ષેત્રોમાં જંગલોમાંથી વનિલ પેદાશો પ્રાપ્ત થાય છે, જે ઉદ્યોગો માટે કાચો માલ પૂરો પાડે છે.

## મેદાનો

સમુદ્રસપાટીથી આશરે 180 મીટરથી ઓછી ઊંચાઈ ધરાવતા અને લગભગ સમથળ સપાટી ધરાવતા તેમજ એકસમાન ખડકરચના ધરાવતાં ભૂમિસ્વરૂપોને **મેદાન** કહે છે. અન્ય ભૂમિસ્વરૂપોની જેમ મેદાનોની ઊંચાઈનો આંક પણ ભ્રામક છે. યુ.એસ.ના પ્રેરીના મેદાનોની ઊંચાઈ સમુદ્રસપાટીથી 1500 મીટર છે, જ્યારે પશ્ચિમ એશિયામાં જોર્ડન નદીનું મેદાન સમુદ્રસપાટી કરતાં પણ નીચું છે.

મેદાનો ભૂમિખંડોની કુલ ભૂમિક્ષેત્રના 41 % ભાગમાં આવેલાં છે. મેદાનના મુખ્ય ત્રણ પ્રકાર પડે છે.

**મેદાનના પ્રકાર**

કિનારાનાં મેદાનો | ઘસારણનાં મેદાનો | નિક્ષેપણનાં મેદાનો

**(1) કિનારાનાં મેદાનો :** સમુદ્રકિનારાની નજીક આવેલા મેદાનને કિનારાનું મેદાન કહે છે. આ મેદાનોનો ઉદ્ભવ ખંડીય છાજલીનો વિસ્તાર ઊંચકાઈ આવવાથી થયો છે. તેનો ઢાળ સમુદ્ર તરફનો જોવા મળે છે. નદીઓ ખંડની અંદરના ભાગોમાંથી કાંપ ઘસડી લાવી આવાં મેદાનોમાં નિક્ષેપણ કરી તેઓને સમતલ બનાવે છે.

ઘણી વાર ઘસારણને પરિણામે પણ કિનારાનાં મેદાનો બને છે. આવાં મેદાનો ક્ષારયુક્ત જમીનને કારણે મોટા ભાગે ખેતી માટે બિનઉપયોગી જોવા મળે છે.

ભારતમાં મલબારના કિનારે, જાપાનના પૂર્વ કિનારે આવાં મેદાનો આવેલાં છે.

**(2) ઘસારણનાં મેદાનો :** આ મેદાનોની રચનામાં ધોવાણ અને ઘસારણનાં બળો જેવાં કે નદી, હિમનદી, પવન વગેરે ભાગ ભજવે છે.

ગતિશીલ બળોના સતત ઘસારણ કાર્યથી પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો ઘસાઈને સમતલ બને છે. જેમાં પોચા ખડકો ઝડપથી ઘસાય છે. જ્યારે નક્કર ખડકો ધીમે ધીમે ઘસાઈને મૂળ સ્થાને ટકી રહેલા જોવા મળે છે. આવાં મેદાનોને **પેનીપ્લેઈન** (Peneplain) કહે છે.

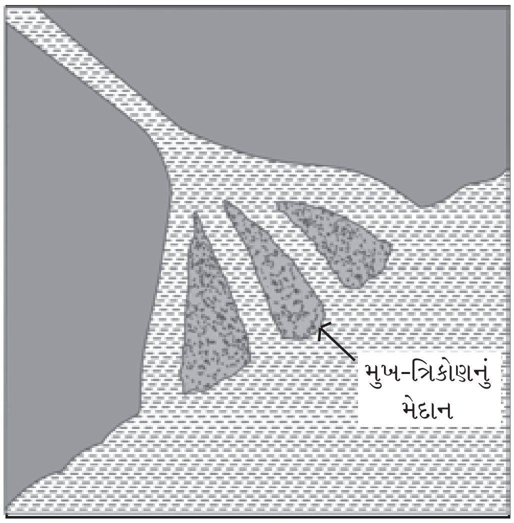
નદીના ઘસારણ કાર્યથી રચાયેલા મેદાનોમાં દિલ્લીની પશ્ચિમે આવેલો અરવલ્લી પ્રદેશ. પૂર્વ ઈંગ્લૅન્ડનું મેદાન, રશિયાના મધ્યનાં મેદાનો, પૅરિસ બેસિન મુખ્ય છે.

હિમ નદીકૃત મેદાનો, કૅનેડા, નૉર્વે, સ્વિડન અને ફિનલૅન્ડ વગેરે દેશોમાં આવેલાં છે.

સૂકા અને અલ્પ વૃષ્ટિ મેળવતા રણપ્રદેશોમાં પવન દ્વારા રચાયેલાં ઘસારણનાં મેદાનો આવેલાં છે.

**(3) નિક્ષેપણનાં મેદાનો :** ગતિશીલ બળો નદી, હિમ નદી તથા પવન દ્વારા નિક્ષેપણ કાર્ય થાય છે. તેઓ પોતાની સાથે લાવેલો વહનબોજ ખેંચી જવાની ક્ષમતામાં ઘટાડો થતાં નિક્ષેપણ કરે છે અને આમ નિક્ષેપણનાં મેદાનોની રચના થાય છે.

નદી પર્વતીય ક્ષેત્રોમાંથી મેદાની વિસ્તારમાં પ્રવેશે ત્યારે તેની ખીણ નજીક કાંકરા, ખડકટુકડા, રેતીના નિક્ષેપણ દ્વારા તળેટીનું મેદાન બનાવે છે. તેના વિશિષ્ટ આકારને કારણે તેને **પંખાકાર મેદાન** કહે છે. નદીમાં જ્યારે પૂર આવે ત્યારે તેનાં પાણી કિનારાની આજુબાજુ ફેલાઈ જાય છે. ત્યારે કાંપ નિક્ષેપણ દ્વારા **પૂરનું મેદાન** બને છે. નદી જ્યારે સમુદ્રને મળે છે ત્યારે ધીમા વેગના કારણે તેના મુખ આગળ પુષ્કળ કાંપ ઠલવાતાં ત્યાં **મુખ-ત્રિકોણનું મેદાન** બને છે. જે અતિ ફળદ્રુપ હોવાથી ખેતી માટે ઉત્તમ ગણાય છે. મુખ-ત્રિકોણ બનવા માટે કેટલીક અનિવાર્યતા આ મુજબ છે : (1) નદીમાં બારેમાસ પાણીનો જથ્થો હોવો જોઈએ. (2) નદીમાં વિપુલ પ્રમાણમાં વહનબોજ જરૂરી છે. (3) નદી સમુદ્રને મળે ત્યારે તેનો વેગ ધીમો હોવો જોઈએ. (4) સમુદ્રમાં તોફાની મોજાં કે મોટી ભરતી આવતી ન હોય તે જરૂરી.




**7.12 મુખ-ત્રિકોણ મેદાન (Delta)**

ભારતમાં ગંગા, બ્રહ્મપુત્ર અને ગોદાવરી, યુ.એસ.માં મિસિસિપી, ઈજિપ્તમાં નાઈલ, મ્યાનમારમાં ઈરાવદી વગેરે નદીઓએ મુખ-ત્રિકોણ મેદાન બનાવેલાં છે.

હિમનદી પીગળે છે ત્યારે તેમાં રહેલા પદાર્થો ચારે બાજુ પથરાઈ જાય છે. હિમનદીના આ નિક્ષેપણ કાર્યથી રચાયેલા મેદાનને ડ્રિફ્ટ પ્લેઈન કહે છે. ઊંચાં અક્ષાંશક્ષેત્રોમાં આવેલાં કૅનેડા, નોર્વે, સ્વિડન, ગ્રીનલૅન્ડ વગેરે આવાં મેદાનો જોવા મળે છે.

પવન ઘસારણકાર્ય દ્વારા પ્રાપ્ત કરેલો વહનબોજ કોઈ અવરોધ આવતાં અથવા પવનનો વેગ ધીમો પડતાં તેનું નિક્ષેપણ થાય છે. જેના પરિણામે જે મેદાન બને છે તેને લૉએસનું મેદાન કહે છે. ચીનમાં પીળી માટીનું મેદાન આનું ઉત્તમ દૃષ્ટાંત છે.

**મેદાનનું મહત્ત્વ :** મેદાનોનો માનવીના વિકાસમાં મોટો ફાળો રહેલો છે. પ્રાચીન સંસ્કૃતિનો વિકાસ મેદાનીક્ષેત્રોમાં થયેલો છે. મેદાનોમાં ખેતી, ઉદ્યોગ, પરિવહન, વ્યાપાર વગેરે પ્રવૃત્તિઓને વિકસવાની તકો મળી રહે છે. વિશ્વની કુલ વસ્તીના આશરે 75 % વસ્તી મેદાનીક્ષેત્રોમાં વસવાટ કરે છે. વિશ્વનાં કેટલાંક મોટાં શહેરો મેદાની વિસ્તારમાં વિકસ્યાં છે. અહીં સાહિત્ય, કલા, સંગીત, સ્થાપત્ય વગેરે કલાઓનો ઉદ્ભવ, સંવર્ધન અને વિકાસ થયેલો છે.

**ભૂ-સ્વરૂપીય પ્રક્રિયાઓ :** ભૂસંચલન પ્રક્રિયાના પરિણામે ભૂ-સપાટી પર પર્વતો, ઉચ્ચપ્રદેશો, મેદાનો અને ખીણોનું સર્જન થાય છે. ઘસારણનાં બાહ્ય બળો તેનું વિસર્જન કરવાની શરૂઆત કરે છે. આમ પૃથ્વીસપાટી ઉપર કશું જ કાયમી નથી. બાહ્ય બળોનો આદિ સ્રોત **સૂર્ય** છે. તેના ફળસ્વરૂપે પવન, નદી, **હિમનદી**નો ઉદ્ભવ, સમુદ્ર મોજાં

વગેરે સમથળ સ્થાપક બળો નિર્માણ પામે છે. તે ઘસારણ, સ્થળાંતરણ અને નિક્ષેપણ એમ ત્રિવિધ પ્રક્રિયાને કારણે ભૂમિસ્વરૂપોનો ઉદ્ભવ અને હ્રાસ થાય છે.

સમથળ સ્થાપક બળોના બે વિભાગ પડે છે : (1) સ્થાયી બળો (2) ગતિશીલ બળો

**(1) સ્થાયી બળો :**

જે બળો જે-તે ખડક-પદાર્થને તેની મૂળ જગ્યાએ જ તોડી નાખે છે તેને સ્થાયી બળો કહે છે. તેમાં સૂર્યની ગરમી, ભેજવાળી હવા, હિમ, વરસાદ, વનસ્પતિનાં મૂળ, જીવજંતુઓ અને માનવીનો સમાવેશ થાય છે. આ બળોને ગતિ હોતી નથી તેથી તેમને સ્થાયી બળો કહે છે. આ બળો સપાટી નજીકના સ્તરોના ખડકોને તોડી અપક્ષરણ ક્રિયા કરે છે.

**ખવાણ**

પૃથ્વી સપાટી પર આવેલા ખુલ્લા ખડકો કે થોડી ઊંડાઈ સુધી રહેલા ખડકોનું એના એ જ સ્થાન ઉપર ભૌતિક, રાસાયણિક કે જૈવિક ક્રિયાઓ દ્વારા વિભંજન તથા વિઘટન થાય છે. તે ક્રિયાને **ખવાણ** કહે છે.

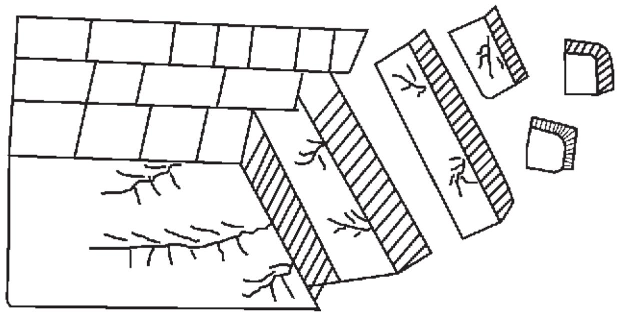
ખવાણના મુખ્ય બે પ્રકાર છે : (1) ભૌતિક ખવાણ (2) રાસાયણિક ખવાણ

**(A) ભૌતિક ખવાણ :** તાપમાન, વરસાદ, હિમ, વનસ્પતિ અને માનવ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ખડકો તૂટવાની પ્રક્રિયા થાય છે. તેમાં તેમનું ભૌતિક સ્વરૂપ બદલાય છે, પરંતુ રાસાયણિક બંધારણમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી, તેથી તેને ભૌતિક ખવાણ કહે છે.

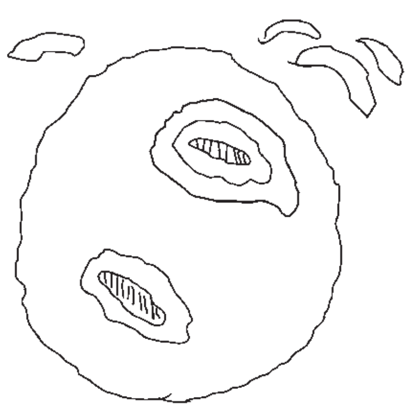
તાપમાન : સૂર્યની ગરમીના કારણે ખુલ્લા ખડકો તપે છે. તેથી તેનું પ્રસરણ થતાં તેમના કદમાં વધારો થાય છે. રાત્રે તાપમાન ઘટે છે તેથી સંકોચન થાય છે. આમ, આ ક્રિયા નિરંતર ચાલ્યા કરે છે, પરિણામે ખડકોમાં તિરાડ પડે છે. કાળક્રમે ખડકોના નાના-મોટા ટુકડા થવા લાગે છે. જેને **ખંડ વિભંજન (Block disintegration)** કહે છે. બેસાલ્ટ ખડકો ઉપર આવું ખવાણ વિશેષ જોવા મળે છે.

ખનીજ દ્રવ્યોમાં ગરમીથી પ્રસારણ પામવાની અને ઠંડીથી સંકોચન પામવાની ક્ષમતા અલગ અલગ હોવાથી પ્રસરણ અને સંકોચન અસમાન રીતે થવાથી ખડકોમાંથી નાના-મોટા કણ છૂટા પડે છે. તેને **કણ વિભંજન** કહે છે. રેતી ખડકો અને બેસાલ્ટ ખડકોમાં **કણ વિભંજન** જોવાય છે.

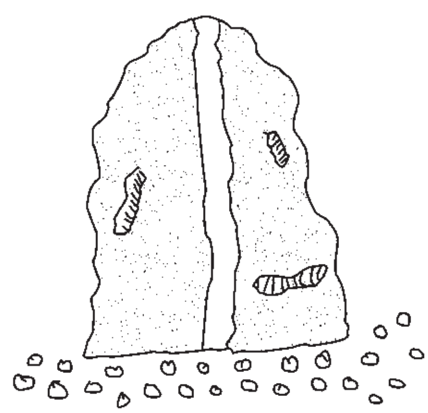
એક સ્તર ઉપર બીજું સ્તર ગોઠવાયેલું હોય તેવા ખડકોમાં એક સ્તર પછી બીજું સ્તર અલગ થાય છે. જેને **સ્તર વિભંજન** (પડ ખવાણ) કહે છે. બેસાલ્ટ ખડકોમાં સામાન્ય રીતે આ પ્રકારનું વિભંજન જોવા મળે છે.



7.13 ખંડ વિભંજન



7.14 સ્તર વિભંજન (પડ ખવાણ)



7.15 કણ વિભંજન

**હિમ**

ખૂબ ઊંચાઈ ધરાવતા પર્વતો અને ઊંચા અક્ષાંશના ઠંડા પ્રદેશોમાં દિવસ દરમિયાન તિરાડોમાં ભરાઈ રહેલું પાણી રાત્રે હિમમાં રૂપાંતર થાય છે. પાણી કરતાં હિમ વધારે જગ્યા રોકે છે. તેથી તે ખડકોની બાજુ પર દબાણ કરે છે. જેથી તિરાડો ક્રમશઃ વધુ ને વધુ પહોળી બને છે. કાળક્રમે સખત ખડકોમાં ખંડ વિભંજન અને છિદ્રાળુ ખડકોમાં કણ વિભંજન થાય છે.

વરસાદ કે પવનના સતત અનુભવાતા ઘસારણથી ખડકો પોતાની મૂળ જગ્યાએ વિભંજન પામે છે. વનસ્પતિના મૂળ ખડકોની તિરાડોમાં પ્રવેશી ખડકોને તોડે છે. જીવજંતુઓ અને કેટલાંક પ્રાણીઓ જમીન તથા ખડકો કોતરીને પોતાના દર બનાવી ખડકોને તોડે છે. તેમજ માનવ આર્થિક પ્રવૃત્તિ માટે ખડકો તોડીને ખનીજો મેળવવા ખડકોનું વિભંજન કરે છે.

**(B) રાસાયણિક ખવાણ :** ખડકોના બંધારણમાં અનેક ખનીજો જોવા મળે છે. તાપમાન, બાષ્પ અને વાયુઓના સંપર્કને કારણે ખનીજોના બંધારણમાં ફેરફાર થાય છે. ખડકો નબળા પડે છે અને ખવાણ પામે છે. આ પ્રક્રિયાને રાસાયણિક ખવાણ કહે છે. તેમાં ઑક્સિડેશન અને કાર્બોનેશન તેમજ હાઇડ્રેશન પ્રક્રિયાઓ મુખ્ય છે.

મોસમી આબોહવા ધરાવતા પ્રદેશોમાં ઑક્સિજન વાયુ સ્વતંત્ર રીતે કે પાણીના સંયોજનરૂપે લોહ તત્ત્વવાળા ખડકો પર ઑક્સાઇડ (કાટ) બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાને ઑક્સિડેશન કહે છે.

વરસાદનું પાણી વાતાવરણમાં રહેલા કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના સંયોજનથી મંદ કાર્બોનિક ઍસિડ બને છે. ખનીજો ઉપર રાસાયણિક ક્રિયા કરી કાર્બોનેટ્સનું રૂપાંતર કરે છે. આ ક્રિયાને કાર્બોનેશન કહે છે. તેનાથી ખડકો નબળા પડી વિઘટન પામે છે. ચૂનાના ખડકો અને આરસપહાણ પર તેની અસર જોઈ શકાય છે.

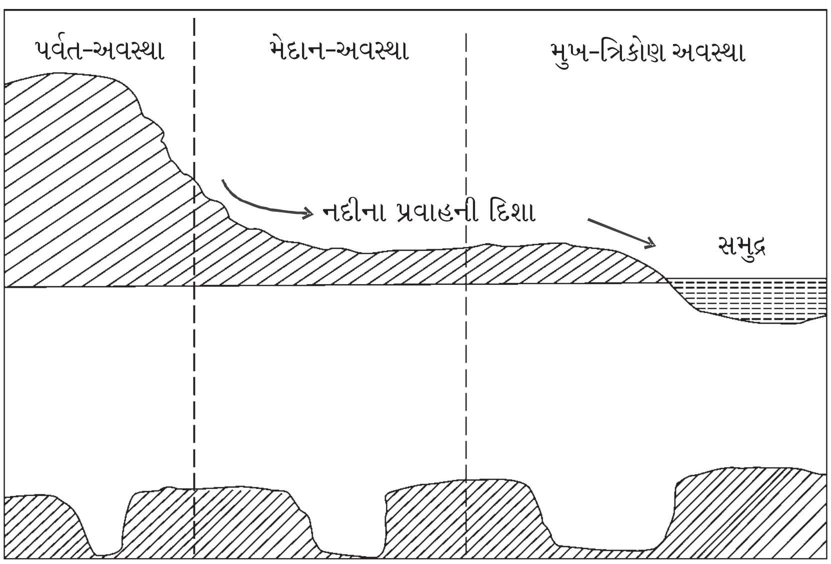
**ગતિશીલ બળો :** જે બળો પદાર્થોને એક સ્થળેથી બીજા સ્થળે લઈ જાય છે અને તેમ કરતાં તે ખડકોમાં ધોવાણ કરે છે. તેવાં બળોને **ગતિશીલ બળો** કહે છે. જેમાં વહેતું જળ (નદી) હિમનદી, પવન, ભૂમિગત જળ અને સમુદ્ર મોજાંઓનો સમાવેશ કરી શકાય. આ બળો ઘસારણ, પરિવહન અને નિક્ષેપણકાર્ય દ્વારા વિવિધ ભૂમિસ્વરૂપોની રચના કરે છે.

**(1) વહેતું જળ (નદી) :** ભૂ-સપાટી પર ઊંચા ઢોળાવો ઉપરથી નીચા ઢોળાવો તરફ ગુરુત્વાકર્ષણને કારણે તેના નિર્ધારિત વહન માર્ગમાં સ્વાભાવિક રીતે વહેતા જળપ્રવાહને નદી કહે છે.

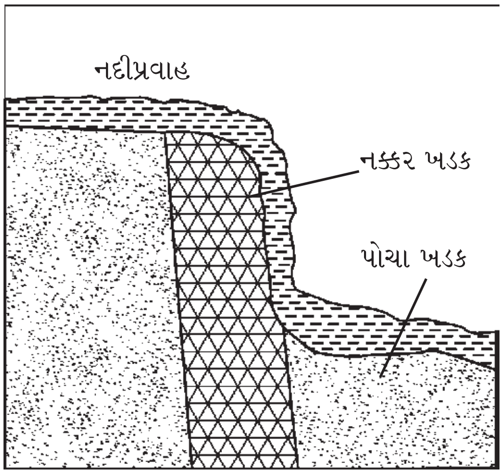
વહેતું જળ માર્ગમાં આવતી ઢોળાવસંબંધી વિષમતાઓ દૂર કરી વિશિષ્ટ ભૂદૃશ્યાવલિનું નિર્માણ કરે છે. આમ નદીનું કાર્ય ઘસારણ, પરિવહન અને નિક્ષેપણ એમ ત્રણ ભાગમાં વહેંચાયેલું છે.

**ઘસારણ-કાર્ય**

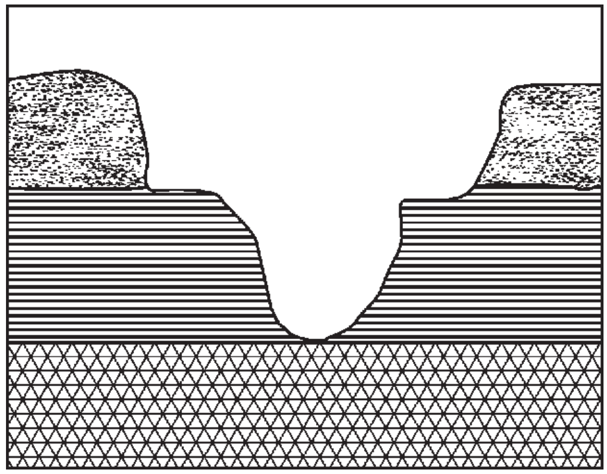
નદી પોતાના માર્ગમાં આવતા ખડકોને તોડીને વહનબોજ છૂટો પાડે છે. જે ઘસારણ-પ્રક્રિયામાં ઓજાર બને છે. આમ, ઘસારણનો આધાર વહનબોજનો જથ્થો, કદ, આકાર, નદીના પ્રવાહનો ઢોળાવ, ખડકોનું બંધારણ અને નદીના વેગ ઉપર રહે છે. નદીના ઘસારણકાર્યથી વી (V) આકારની ખીણ, જળધોધ, કોતરો, સંરચનાત્મક પગથિયાં જેવાં ભૂમિસ્વરૂપો બને છે.




**7.16 નદીની ખીણનો ક્રમિક વિકાસ**




**7.17 જળધોધ**



**7.18 રચનાત્મક પગથીઓ**

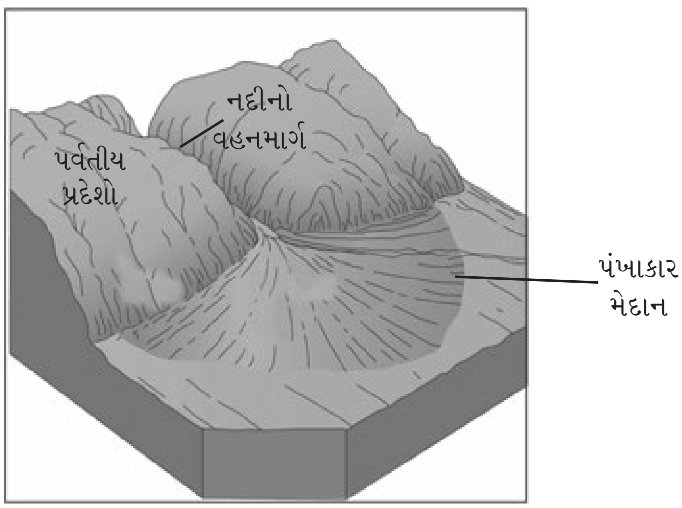
### પરિવહન કાર્ય :

નદીએ ઘસારણ-કાર્ય દ્વારા પ્રાપ્ત કરેલો વહનબોજ એક સ્થળેથી બીજા સ્થળે લઈ જવાના કાર્યને નદીનું પરિવહન-કાર્ય કહે છે. દ્રાવ્ય પદાર્થો નદીમાં દ્રાવણ સ્વરૂપે ઓગળીને આગળ વધે છે. સૂક્ષ્મ કણો તરલ અવસ્થામાં અને મોટા કદના કાંકરા નદી તળ ઉપર કુદતા કે ઘસડાતા આગળ ખેંચાઈ જાય છે.

### નિક્ષેપણ-કાર્ય

ઘસારણ-કાર્ય દ્વારા મેળવેલો વહનબોજ પાણીના વેગમાં ઘટાડો થતાં નદી તે વહનબોજને જે-તે સ્થળે પાથરે છે. જે ક્રિયાને નિક્ષેપણ કહે છે.

આ નિક્ષેપણથી કાંપના શંકુ, પંખાકાર મેદાનો, પૂરનાં મેદાનો અને મુખ-ત્રિકોણ મેદાનનું નિર્માણ થાય છે.

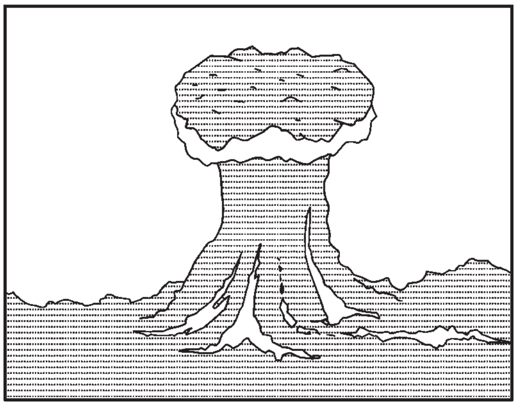



**7.19 તળેટીનું મેદાન (પંખાકાર મેદાન)**

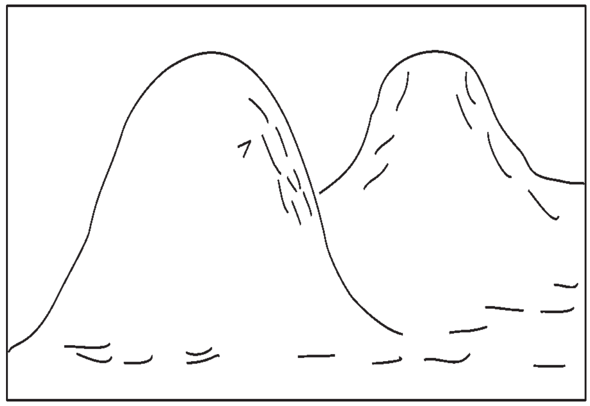
**(2) પવન :** ગતિશીલ બળોમાં પવન પણ આગવું મહત્ત્વ ધરાવે છે. ઊંચું તાપમાન, નહિવત્ વરસાદ, શુષ્ક કે અર્ધશુષ્ક પ્રદેશોમાં પવનનું કાર્ય વધુ અસરકારક જોવા મળે છે. પવન પણ ઘસારણ, પરિવહન અને નિક્ષેપણ-કાર્ય દ્વારા અવનવાં ભૂમિસ્વરૂપોનું સર્જન કરે છે.

### ઘસારણ-કાર્ય

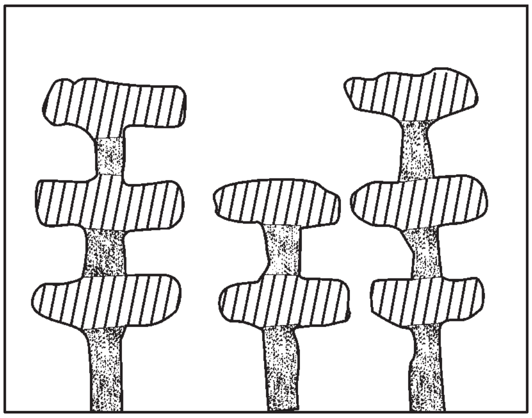
પવન પોતાના વહનમાર્ગમાં આવતા પદાર્થોને પોતાની સાથે આગળ લઈ જઈ તેને પોતાના ઓજાર બનાવી માર્ગમાં આવતા ખડકોનું ઘસારણ કરી અનેક ભૂમિ-સ્વરૂપોનું નિર્માણ કરે છે. તેને પવનનું ઘસારણ-કાર્ય કહે છે. તે મુખ્યત્વે ઊડણપાત્ર અથવા પવનગર્ત, ભૂછત્ર ખડક, ઝ્યુગેન, યારડંગ, ઈન્સેલબર્ગ વગેરે સ્વરૂપોનું સર્જન કરે છે.



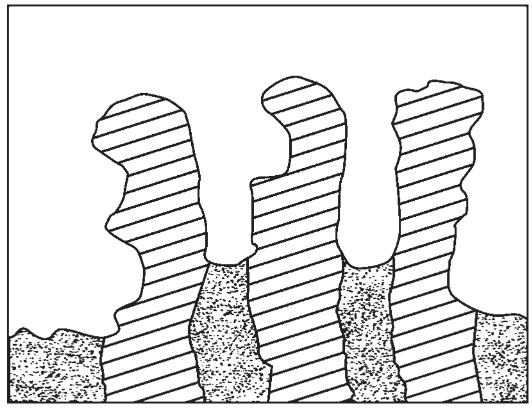
7.20 ભૂછત્ર ખડક



7.21 ઈન્સેલબર્ગ



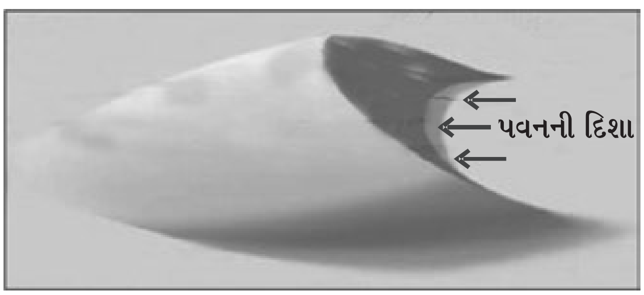
7.22 ઝ્યુગેન ભૂમિસ્વરૂપ



7.23 યારડંગ ભૂમિસ્વરૂપ

### નિક્ષેપણ-કાર્ય

પવને ઘસારણ-કાર્યથી પ્રાપ્ત કરેલો વહનબોજ પવનનો વેગ ઘટવાના પરિણામે અને માર્ગમાં ઝાડી-ઝાંખરા, વૃક્ષો કે ઊંચા ખડકાળ ભાગો વગેરે અવરોધો આવે ત્યારે નિક્ષેપણ કરે છે, જેને પવનનું નિક્ષેપણ કાર્ય કહે છે. જેનાથી રેતીના ઢૂવા, બારખાન્સ અને લોએસના મેદાનો બને છે.



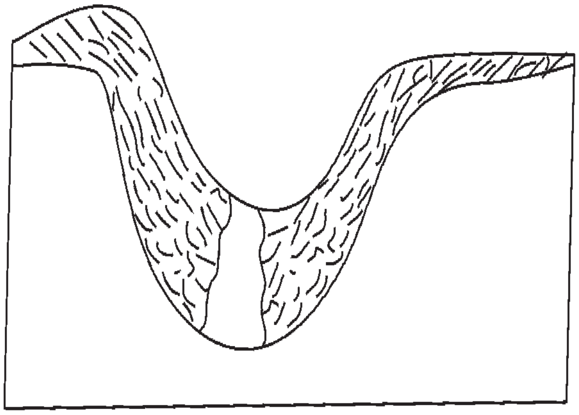

7.24 રેતીના ઢૂવા

### હિમ નદી

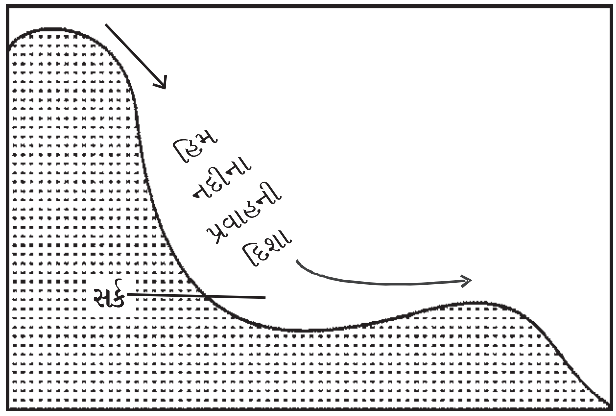
ઊંચા અક્ષાંશોમાં આવેલા પ્રદેશો અને ઊંચી પર્વતશ્રેણીઓમાં હિમવૃષ્ટિ થતી હોય છે. આ હિમવૃષ્ટિના પરિણામે જમા થયેલું હિમ ધીમે ધીમે ઢોળાવો તરફ સરકે છે. આવા હિમના સરકતા જથ્થાને હિમ નદી કહે છે. તે પણ ઘસારણ, પરિવહન અને નિક્ષેપણ-કાર્ય દ્વારા અવનવાં ભૂમિસ્વરૂપોનું સર્જન કરે છે.

### ઘસારણ-કાર્ય

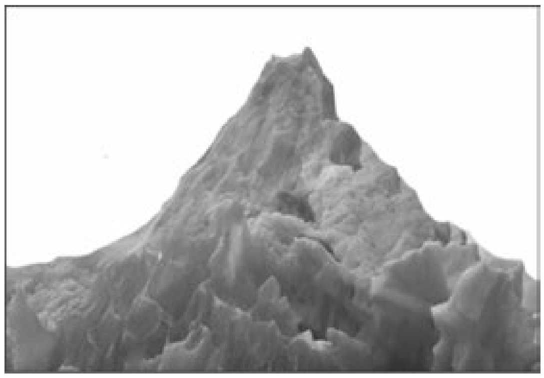
હિમ નદીના માર્ગમાં આવતા ખડકના ટુકડા અથવા અન્ય વહનબોજ બરફમાં જકડાયેલી સ્થિતિમાં હોય છે. તે ઘસારણમાં ઓજાર જેવું કામ કરે છે. તેના પરિણામે યૂ (U) આકારની ખીણ, લટકતી ખીણ, સર્ક, એરેટી અને ફિયોર્ડ કિનારાની રચના કરે છે.



7.25 યૂ (U) આકારની ખીણ



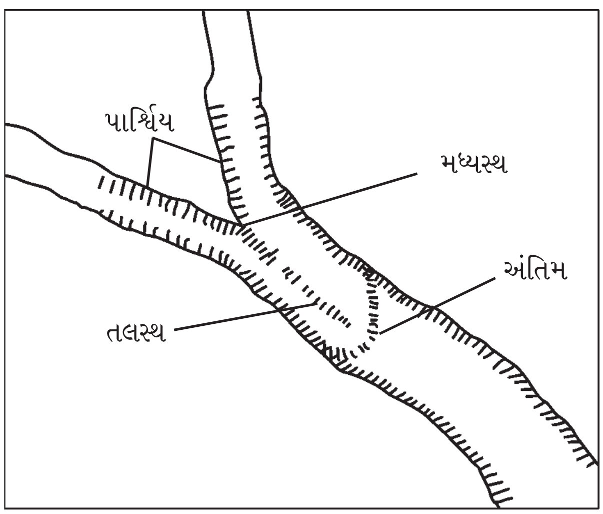

7.26 સર્ક



7.27 હિમનદીનું શ્રૃંગ

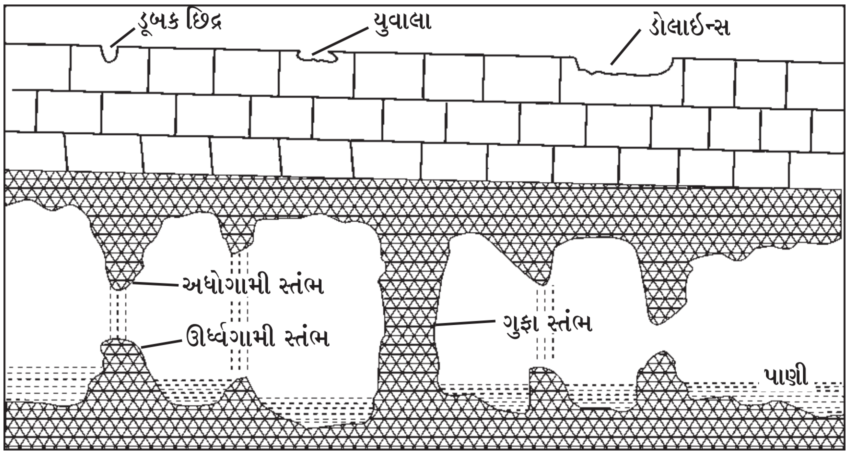
## નિક્ષેપણ-કાર્ય

હિમનદી જ્યારે હિમરેખાથી વધુ નીચે ઊતરે ત્યારે હિમ પીગળવા લાગે છે. આથી તેમાં જકડાઈ રહેલો બોજ હિમ નદીના વહનમાર્ગમાં જુદી જુદી જગ્યાએ પથરાઈ જાય છે. તેને હિમનદીનું નિક્ષેપણ-કાર્ય કહે છે. આ નિક્ષેપણથી હિમ- અશ્માવલિ રચાય છે. જે સ્થાનના આધારે પાર્શ્વિય, મધ્યસ્થ, તલસ્થ અને અંતિમ હિમ અશ્માવલિ તરીકે ઓળખાય છે.




7.28 હિમ-અશ્માવલિ

**(4) ભૂમિગત જળ :** વૃષ્ટિ દ્વારા પ્રાપ્ત થયેલું પાણી છિદ્રાળુ ખડકસ્તરોમાં જમા થાય છે. આ પાણીને ભૂમિગત જળ કહે છે. વરસાદનું દ્રાવણયુક્ત પાણી નીચેના ખડક સ્તરોમાં ઊતરે છે અને માર્ગમાં આવતા ખડક પદાર્થોનું ધોવાણ કરે છે. ચુનાળું ખડકોવાળા પ્રદેશોમાં વિશિષ્ટ ભૂમિદશ્યો રચાય છે. તેને ચુનાળું ખડકોની ભૂદશ્યાવલિ અથવા કાર્સ્ટ ભૂદશ્યાવલિ કહે છે.




7.29 કાર્સ્ટ ભૂ-દૃશ્યાવલિ

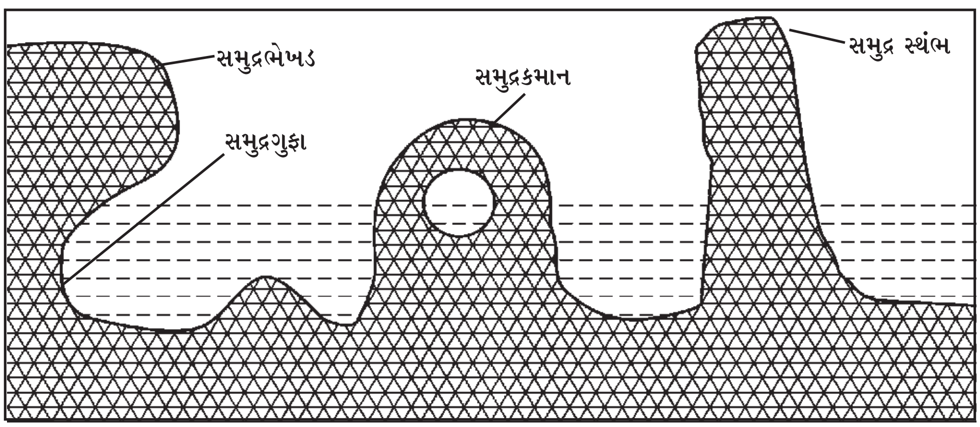
ચૂનાના ખડક સ્તરોના સાંધામાં સપાટી પરનું પાણી અનેક છિદ્રોની રચના કરે છે જેને **ડૂબક છિદ્રો** કહે છે. આ ડૂબક છિદ્રો ઘસારણ દ્વારા કદ-વિસ્તરણ થતાં તે યુવાલા, ડોલાઈન્સ અને પોલ્જેમાં રૂપાંતર પામે છે.

વધુ ઊંડાઈએ ઊતરેલા ભૂમિગત જળને લીધે ગુફાની છત ઉપર તથા તળિયે ચૂનાના થર જામે છે. તેમાંથી અધોગામી, ઊર્ધ્વગામી તેમ જ ગુફા-સ્થંભની રચના થાય છે. જો ગુફાની છત તૂટી પડે તો સપાટી પર વિશાળ ગર્ત રચાય છે જેને પોલ્જે (Polje) કહે છે.

**(5) સમુદ્ર મોજાં :** સમુદ્ર મોજાંનું કાર્ય કિનારાના પ્રદેશો પૂરતું સીમિત જોવા મળે છે. સમુદ્ર મોજાં ઉપરાંત ભરતી-ઓટ અને સમુદ્ર પ્રવાહો પણ વિવિધ ભૂમિસ્વરૂપોની રચના કરે છે.

**ઘસારણ-કાર્ય :**

સમુદ્ર મોજાં દ્વારા થતા **ઘસારણ-કાર્ય** પાણીનો વેગ અને દબાણ, મોજાંનું કદ, આકાર અને લંબાઈ તેમજ કિનારાની ઊંચાઈ વગેરે ઉપર આધાર રાખે છે. સમુદ્ર મોજાંઓ ખૂબ જ વેગથી કિનારા સાથે અથડાય છે. તેનાથી કિનારાના ખડકો તૂટે છે. આ ક્રિયા નિરંતર ચાલ્યા કરે છે. તેના પરિણામે ઘસારણના અનેક સ્વરૂપોનું નિર્માણ થાય છે. દરિયાઈ કરાડ, સમુદ્રગુફા, સમુદ્ર ભેખડ, સાગરીય સ્તંભ અને લઘુખાડી વગેરે મુખ્ય છે.




7.30 સમુદ્રજળનું ઘસારણ-કાર્ય

**નિક્ષેપણ :**

સમુદ્ર મોજાં ઘસારણ દ્વારા પ્રાપ્ત કરેલો વહનબોજ સમુદ્રકિનારા પર નિક્ષેપણ કરે છે. તેને સમુદ્ર મોજાંઓનું નિક્ષેપણ કાર્ય કહે છે. તેનાથી રેતબીચ, રેતીના બાંધ વગેરે ભૂમિસ્વરૂપોનું નિર્માણ થાય છે. ક્યારેક સમુદ્રના પાણી ચારે બાજુથી પાળાથી ઘેરાઈ જવાથી લગૂન સરોવર રચાય છે. ઓડિશાનું ચિલ્કા અને તમિલનાડુનું પુલિકટ લગૂન સરોવરનાં દૃષ્ટાંત છે.

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર જવાબ લખો :**

(1) પર્વતની વ્યાખ્યા આપી, તેના પ્રકારો વિશે વિસ્તૃત નોંધ લખો.

(2) ભૌતિક ખવાણ એટલે શું ? તેના પ્રકાર વર્ણવો.

(3) પવનનું ઘસારણ, પરિવહન અને નિક્ષેપણ-કાર્ય સમજાવો.

**2. નીચેના આપેલા પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં જવાબ લખો :**

(1) મુખ્ય ભૂમિસ્વરૂપો કેટલાં છે ? કયાં કયાં ?

(2) ઘુમ્મટાકાર પર્વત વિશે ટૂંક નોંધ લખો.

(3) ઘસારણનાં મેદાનોની રચના સમજાવો.

(4) ભૂમિગત જળનું નિક્ષેપણ-કાર્ય લખો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) પ્રથમ શ્રેણીનાં ભૂમિસ્વરૂપો જણાવો.

(2) પર્વતના મુખ્ય બે પ્રકારો કયા છે ?

(3) સમથળ-સ્થાપક બળોના મુખ્ય બે પ્રકાર કયા છે ?

(4) હિમ-અશ્માવલિ કોને કહે છે ?

**4. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) દ્વિતીય શ્રેણીનું ભૂમિસ્વરૂપ કયું છે ?

(a) ભૂમિખંડ (b) ભૂ-સ્થંભ (c) મેદાન (d) જળધોધ

(2) નીચેનામાંથી કયો પર્વત ગેડ પર્વત છે ?

(a) ફુજિયામા (b) હિમાલય (c) હેન્રી (d) વિંધ્યાચલ

(3) મેદાનો કુલ ભૂમિ ખંડોનો કેટલો ભાગ રોકે છે ?

(a) 41 % (b) 33 % (c) 29 % (d) 21 %

(4) બાહ્ય બળોનો આદિ સ્રોત કયો છે ?

(a) નદી (b) પવન (c) સૂર્ય (d) વનસ્પતિ

(5) સમુદ્ર પાણીથી રચાતા સરોવરને કયા નામથી ઓળખવામાં આવે છે ?

(a) તળાવ (b) બંધારા (c) લગૂન (d) ખાડી

## પ્રવૃત્તિ

- વિવિધ ભૂમિસ્વરૂપોની આકૃતિ દોરી પ્રદર્શન ગોઠવો.

●

# 8 વાતાવરણ

## વાતાવરણ (Atmosphere)

વાતાવરણ વગર પૃથ્વીસપાટી પરની જીવસૃષ્ટિનું અસ્તિત્વ અશક્ય છે. તેમાં ઑક્સિજન અને નાઇટ્રોજન વાયુ જીવસૃષ્ટિને જીવંત રાખે છે. વાદળ, ધુમ્મસ, વરસાદ, હિમ, વરાળ વગેરે વાતાવરણમાં રહેલાં પાણીનાં સ્વરૂપો છે. રજકણો એ વાતાવરણમાં મહત્ત્વનું સ્થાન ધરાવે છે. તે ધુમ્મસ અને ઝાકળની પ્રક્રિયાઓ માટે કારણભૂત છે.

''પૃથ્વીની ચારે બાજુ વીંટળાઈને આવેલા હવાના આવરણને **'વાતાવરણ'** કહે છે.'' પૃથ્વીસપાટીથી આશરે 32 કિમીની ઊંચાઈ સુધીના વાતાવરણના સ્તરમાં 99 % જેટલી હવા સમાયેલી છે. આથી સપાટીની નજીકનું વાતાવરણ ઘટ્ટ છે અને ઊંચે જઈએ તેમ તે પાતળું બને છે.

વાતાવરણ રંગહીન, સ્વાદરહિત અને વાસરહિત છે. ગતિ કરતી હવાને પવન કે લહેર કહીએ છીએ. વાતાવરણ સ્થિતિસ્થાપકતા અને દબનીયતાનો ગુણ ધરાવે છે. વાતાવરણ પારદર્શક છે. પરંતુ તેમાંથી પસાર થતાં અમુક પ્રકારનાં વિકિરણો શોષાય છે અને પદાર્થો હવાના ઘર્ષણથી અવરોધાય છે. તેથી ઉલ્કાઓ પૃથ્વીસપાટી પર આવતાં પહેલાં વાતાવરણમાં સળગીને નાશ પામે છે. આમ, વાતાવરણ અવકાશી પદાર્થોથી પૃથ્વીનું રક્ષણ કરે છે.

## વાતાવરણનું બંધારણ

વાતાવરણમાં ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ તત્ત્વો છે. વાતાવરણમાં મુખ્યત્વે સૂક્ષ્મ રજકણો, ક્ષારકણો, હિમકણો, જીવજંતુઓ, પાણી, જુદા જુદા વાયુઓ અને ભેજ રહેલા છે.

| વાયુ | | પ્રમાણ (ટકામાં) |
|---|---|---|
| નાઇટ્રોજન ($N_2$) | | 78.00 |
| ઑક્સિજન ($O_2$) | | 21.00 |
| આર્ગન (Ar) | | 0.93 |
| કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ ($CO_2$) | | 0.03 |
| નિયોન (Ne) | હલકા વાયુઓ | 0.4 |
| હિલિયમ (He) | | |
| ઓઝોન ($O_3$) | | |
| હાઇડ્રોજન ($H_2$) | | |
| મિથેન ($CH_4$) | | |
| ક્રીપ્ટોન (Kr) | | |
| ઝેનોન (Xe) | | 100.00 |

કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ સૌથી વધુ ભારે વાયુ છે. તેથી તે સપાટીથી 20 કિમીની ઊંચાઈ સુધીના વાતાવરણમાં વધુ પ્રમાણમાં હોય છે. જ્યારે ઑક્સિજન 110 કિમી સુધી અને નાઇટ્રોજન 130 કિમીની ઊંચાઈ સુધી હોય છે. વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ ખૂબ જ ઓછું (0.03 %) છે. વનસ્પતિ પ્રકાશસંશ્લેષણની ક્રિયા દરમિયાન હવામાંથી કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ લે છે અને પોતાનો ખોરાક તૈયાર કરવામાં તેનો ઉપયોગ કરે છે. માનવી અને પ્રાણીઓના શ્વાસોચ્છવાસ માટે ઑક્સિજન ઉપયોગી વાયુ છે. ઓઝોન વાયુનું પડ પૃથ્વીસપાટીથી આશરે 32 થી 48 કિમીની ઊંચાઈએ આવેલું છે. જે સૂર્યના અલ્ટ્રાવાયોલેટ કિરણોનું શોષણ કરે છે. સામાન્ય રીતે પૃથ્વીસપાટીથી આશરે 130 કિમીની ઊંચાઈએ વાતાવરણ હાઇડ્રોજન અને હિલિયમ જેવા હલકા વાયુઓનું બનેલું છે.

વાતાવરણમાં પાણી ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ સ્વરૂપે જોવા મળે છે. પાણી હવામાં હિમકણો, જલબુંદો અને વરાળના રૂપમાં હોય છે. આ બધામાં વરાળ એ મહત્ત્વનું સ્વરૂપ છે. વિવિધ જળાશયોમાં બાષ્પીભવન તેમજ વનસ્પતિમાં બાષ્પ નિષ્કાસન પ્રક્રિયાથી વરાળ થાય છે અને વાતાવરણમાં ભળે છે. વરાળ વાતાવરણમાં લગભગ 10 થી 12 કિમીની ઊંચાઈ સુધી જ

હોય છે. વરાળનું પ્રમાણ વાતાવરણમાં 0 થી 4 % જેટલું હોય છે. વરાળ એ સૂર્યની ગરમી શોષી લેનારું વાતાવરણનું મુખ્ય ઘટક છે. વાતાવરણમાં વાદળો, ધુમ્મસ, વરસાદ વગેરે વરાળનાં સ્વરૂપો છે.

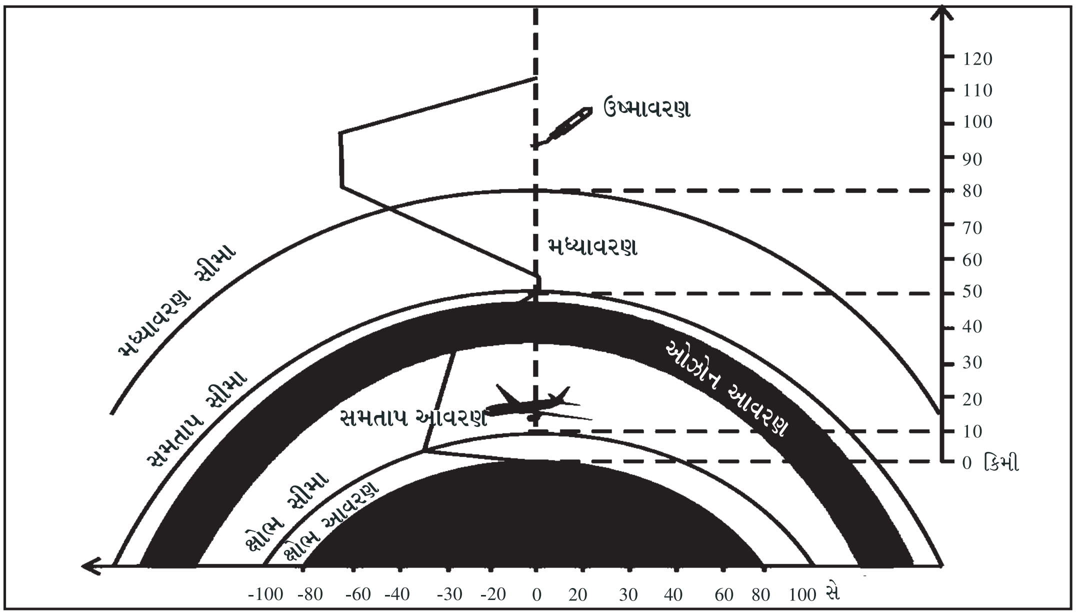
પૃથ્વીની સપાટીથી તદ્દન નજીકના વાતાવરણમાં અસંખ્ય રજકણો આવેલાં છે. તે ખુલ્લી ધરતી, કારખાનામાંથી નીકળતો ધુમાડો, વનસ્પતિ, જ્વાળામુખી પ્રસ્ફોટન, ઉલ્કાપાત વગેરે દ્વારા વાતાવરણમાં ભળે છે. રજકણો અને ક્ષારકણો ભેજગ્રાહી અને ભેજધારી હોવાથી તે વાતાવરણની ઘનતા વધારે છે. ઉષા કે સંધ્યાનાં દૃશ્યો, ધુમ્મસ, વાદળ વગેરે બનવાની પ્રક્રિયા માટે રજકણો કારણભૂત છે.

## વાતાવરણની સ્તરરચના

સપાટીથી ઊંચે અનુભવાતા તાપમાનના ફેરફારને કારણે વાતાવરણનાં ચાર આવરણો પાડવામાં આવ્યાં છે :

(1) ક્ષોભ આવરણ (Troposphere) (3) મધ્યાવરણ (Mesosphere)

(2) સમતાપ આવરણ (Stratosphere) (4) ઉષ્માવરણ (Thermosphere)




**8.1 વાતાવરણનાં આવરણો**

**(1) ક્ષોભ આવરણ (Troposhere) :** પૃથ્વીસપાટીને વીંટળાઈને આવેલા વાતાવરણના પ્રથમ આવરણને 'ક્ષોભ આવરણ' કહે છે. ઉષ્ણ કટિબંધીય પ્રદેશ પર તે 16 કિમી, સમશીતોષ્ણ કટિબંધીય પ્રદેશ પર 12 કિમી અને શીત કટિબંધીય પ્રદેશ પર 8 કિમીની ઊંચાઈ સુધી ફેલાયેલું છે. આ ઊંચાઈનો આંક ઋતુ પ્રમાણે બદલાતો રહે છે. જેમકે ઉનાળાની ગરમ ઋતુમાં ક્ષોભ આવરણ વધારે ઊંચે સુધી અને શિયાળાની ઠંડી ઋતુમાં ઓછી ઊંચાઈ સુધી વિસ્તરેલું હોય છે.

પૃથ્વીસપાટી પરની જીવસૃષ્ટિ પર ક્ષોભ આવરણની અસર થાય છે. વાતાવરણનાં તોફાનો, હવાનું સંચરણ, ગાજ-વીજ, વાદળ, વરસાદ, વંટોળ વગેરે આ આવરણમાં અનુભવાય છે. પૃથ્વી પરના હવામાન અને આબોહવાના નિર્માણમાં ક્ષોભ આવરણનો મોટો ફાળો છે. વાતાવરણના કુલ વાયુ દ્રવ્યના 75 % જેટલો વાયુ દ્રવ્ય, પાણીની વરાળ અને રજકણો આ આવરણમાં આવેલાં છે. પૃથ્વીસપાટીથી જેમ જેમ ઊંચે જઈએ તેમ તેમ તાપમાન ઘટે છે. એટલે કે એક કિમીની ઊંચાઈએ જતાં $6.5^{o}$ સે તાપમાન ઘટે છે.

ક્ષોભ આવરણની ઉપરની સપાટી કે જ્યાં તાપમાન ઘટતું અટકી જાય છે, તે સીમાને 'ક્ષોભ સીમા' (Tropopause) કહે છે. આ સીમા વિસ્તારમાં હવાનું તાપમાન લગભગ સ્થિર થાય છે. હવાનું સંચરણ મંદ પડી જાય છે. આ વિસ્તાર વિમાનોના ઉડ્ડયન માટે ખૂબ જ અનુકૂળ છે.

**(2) સમતાપ આવરણ (Stratosphere) :** જ્યાં ક્ષોભ આવરણ પૂરું થાય ત્યાંથી 50 કિમીની ઊંચાઈ સુધી સમતાપ આવરણ વિસ્તરેલું છે. આ આવરણમાં તાપમાન લગભગ સ્થિર રહે છે. તેથી તેને 'સમતાપ આવરણ' કહે છે. સમતાપ આવરણમાં ઋતુઓ અનુભવાતી નથી, વાદળ, વરસાદ, વંટોળ, હિમ વગેરે અનુભવાતાં નથી. અહીં હવા અત્યંત સ્વચ્છ અને પાતળી છે, તેથી જેટ વિમાનો ઓછા અવરોધ સાથે ઝડપથી ઊડી શકે છે.

આ વાતાવરણમાં શરૂઆતમાં પૃથ્વીસપાટીથી 20 કિમીની ઊંચાઈ સુધી હવાનું તાપમાન લગભગ સ્થિર રહે છે. ત્યાર પછી ઊંચાઈની સાથે તાપમાન ધીમે ધીમે વધવા લાગે છે અને આશરે 50 કિમીની ઊંચાઈએ તાપમાન વધતું અટકી જાય છે, જે ઊંચાઈએ તાપમાન વધતું અટકી જાય છે તે સીમાને **સમતાપ સીમા (Stratopause)** કહે છે.

ઊંચાઈની સાથે સમતાપ આવરણના બંધારણમાં થોડો ફેરફાર જોવા મળે છે. આશરે 32 કિમીથી 48 કિમી વચ્ચેની ઊંચાઈમાં ઓઝોન વાયુ આવેલો છે. તેથી સમતાપ આવરણના આ ભાગને **ઓઝોન આવરણ (Ozonosphere)** તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. સૂર્યનાં અલ્ટ્રાવાયોલેટ કિરણો આ ભાગમાં શોષાય છે તેમજ આ આવરણમાંથી પસાર થતી ઉલ્કાઓ સળગી ઊઠે છે અને નાશ પામે છે. ઓઝોન વાયુ જંતુનાશક છે, હવાને શુદ્ધ કરે છે, મનુષ્ય માટે તે આરોગ્યપ્રદ છે.

**(3) મધ્યાવરણ (Mesosphere) :** સમતાપ આવરણની ઉપર વાતાવરણના આશરે 50 થી 80 કિમીની ઊંચાઈ સુધીના ભાગને **મધ્યાવરણ** કહે છે. આ આવરણમાં ઊંચે જતાં તાપમાન ઘટતું જાય છે. લગભગ 80 કિમીની ઊંચાઈએ તાપમાન ઘટતું અટકી જાય છે. આ ઊંચાઈને **મધ્યાવરણ-સીમા (Mesopause)** કહે છે. આ વિસ્તારમાં હવાનું તાપમાન $-90^{o}$ થી $-100^{o}$ સે હોય છે.

**(4) ઉષ્માવરણ (Thermosphere) :** મધ્યાવરણની ઉપરના આવરણને ઉષ્માવરણ કહે છે. તે 80 કિમીની ઊંચાઈએથી શરૂ થઈ જ્યાં સુધી વાતાવરણ છે. ત્યાં સુધી આ આવરણ વિસ્તરેલું છે. અહીં હવા અતિશય ગરમ અને એકદમ પાતળી હોય છે. આ આવરણમાં 350 કિમીની ઊંચાઈએ આશરે $900^{o}$ સે જેટલું તાપમાન હોય છે. સૂર્યના અલ્ટ્રાવાયોલેટ કિરણોના સતત પ્રહારને કારણે ઉષ્માવરણની હવાનું આયનીકરણ થાય છે. તેથી વાતાવરણના આ આવરણને 'આયનાવરણ' (Ionosphere) પણ કહે છે.

રેડિયોના તરંગો આ આવરણની વીજભારયુક્ત હવા સાથે અથડાઈ પરાવર્તન થઈ પાછા પૃથ્વી પર આવે છે. તેથી પૃથ્વી પરનાં રેડિયો પ્રસારણ માટે આ આવરણ ખૂબ જ ઉપયોગી છે. આ આવરણમાં થતી આયનીકરણની પ્રક્રિયાને કારણે કેટલીક વાર ધ્રુવ પ્રદેશમાં ઊંચે આકાશમાં 'મેરુ જ્યોત' (aurora) જોવા મળે છે. તે કોઈક વાર તેજના લિસોટારૂપે, તો કોઈક વાર મંડપની ઝાલર જેવા આકારે પણ દેખાય છે. વિકસિત રાષ્ટ્રો અવકાશયાન દ્વારા વિવિધ પ્રકારના પ્રયોગ કરીને વધુ ઊંચાઈએ આવેલા વાતાવરણની માહિતી મેળવવા પ્રયત્નશીલ છે.

આમ, વાતાવરણ જુદાં જુદાં ચાર આવરણોમાં વહેંચાયેલું છે :

### હવામાન (Weather)

ટૂંકા સમયગાળાની વાતાવરણની વાસ્તવિક સ્થિતિને **હવામાન** કહે છે. હવામાન સવારનું, બપોરનું, સાંજનું, રાત્રીનું કે દિવસનું એમ કોઈ પણ સમયગાળાનું હોઈ શકે, હવામાનનો આધાર તાપમાન, ભેજ, વરસાદ, હવાનું દબાણ, ધુમ્મસ, વાદળનું પ્રમાણ વગેરે પર રહેલો છે. વિશ્વના દેશો પોતાના પ્રદેશનું દરરોજનું હવામાન નોંધી, તેનો અહેવાલ અને હવામાન નકશા, દૂરદર્શન તથા રેડિયો પર પ્રસારિત કરે છે. ભારતમાં હવામાન ખાતાની મુખ્ય કચેરી દિલ્લીમાં આવેલી છે, જે સમગ્ર દેશનું રોજેરોજનું હવામાન દર્શાવતા અહેવાલ અને નકશા દિવસમાં બે વખત પ્રસિદ્ધ કરે છે.

### આબોહવા (Climate)

વાતાવરણની લાંબા ગાળાની સરેરાશ સ્થિતિને **આબોહવા** કહે છે. સામાન્ય રીતે જે-તે પ્રદેશની 35 કે તેથી વધુ વર્ષોની હવામાનની પરિસ્થિતિ ઉપરથી તે પ્રદેશની આબોહવા નક્કી કરવામાં આવે છે.

### આબોહવાનાં તત્ત્વો

**(1) સૂર્યાઘાત અને તાપમાન :** સૂર્યમાંથી મળતી ગરમીને સૂર્યાઘાત કહે છે. સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ અક્ષાંશ પ્રમાણે જુદું જોવા મળે છે.

ઉષ્ણ કટિબંધમાં સૂર્યનાં કિરણો લંબ પડતાં હોવાથી તાપમાન ઊંચું રહે છે. જ્યારે ધ્રુવ પ્રદેશમાં સૂર્યનાં કિરણો ત્રાંસાં પડતાં હોવાથી તાપમાન નીચું અનુભવાય છે. સૂર્યાઘાત અને તાપમાન પરથી જે-તે પ્રદેશની આબોહવા ગરમ, ઠંડી, સમ કે વિષમ છે તે નક્કી કરી શકાય છે.

**(2) દબાણ અને પવનો :** અક્ષાંશ, સમુદ્રથી અંતર, પ્રાકૃતિક રચના, ભૌગોલિક સ્થાન, ઊંચાઈ, જંગલપ્રદેશો વગેરે કારણસર હલકા અને ભારે દબાણો રચાય છે. વિષુવવૃત્તના પ્રદેશમાં ગરમીને કારણે હલકું દબાણ અને ધ્રુવીય કે ઠંડા પ્રદેશોમાં ઠંડીને કારણે ભારે દબાણ અનુભવાય છે. આમ વિવિધ પરિબળોની અસરને કારણે હલકા અને ભારે દબાણો રચાય છે. ભારે દબાણ પરથી હલકા દબાણ તરફ હવા ગતિ કરે છે. સમુદ્ર પર ભારે દબાણ હોય છે. ત્યારે અહીંના ભેજવાળા પવનો હલકા દબાણવાળા ભૂમિખંડો તરફ વાય છે અને વરસાદ આપે છે. સમુદ્ર પરથી આવતા પવનો ઠંડા હોવાના કારણે કિનારાની આબોહવા સમ

રહે છે. સૂકા પવનો જે ભાગમાં વાય છે. ત્યાં વરસાદ ખૂબ ઓછો પડે છે અને આબોહવા વિષમ બને છે. આમ, દબાણ અને પવનો જે-તે પ્રદેશની આબોહવામાં ફેરફાર લાવવામાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.

**(3) ભેજ અને વરસાદ :** વાતાવરણમાં વરાળરૂપે રહેલા પાણીને ભેજ કહે છે. ભેજનું પ્રમાણ બાષ્પીભવનની તીવ્રતા પર આધાર રાખે છે. સૂકા રણપ્રદેશમાં ઓછા વરસાદને કારણે અને ધ્રુવ પ્રદેશમાં નીચા તાપમાનને કારણે બાષ્પીભવન મંદ થતું હોવાથી હવામાં ભેજનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે. તેથી ત્યાં વરસાદ ઓછો પડે છે. વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશમાં સૂર્યનાં કિરણો બારેમાસ લંબ પડતાં હોવાથી બાષ્પીભવન સૌથી વધુ થાય છે અને દુનિયાનો સૌથી સરેરાશ વધુ વરસાદ અહીં પડે છે. હવામાં રહેલો ભેજ ઊકળાટ અને બાફ ઉત્પન્ન કરે છે. આ કારણથી વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશની ભેજવાળી આબોહવા માનવ-સ્વાસ્થ્ય માટે અનુકૂળ નથી. આ રીતે ભેજ અને વરસાદના કારણે સૂકી કે ભેજવાળી આબોહવા નક્કી થાય છે.

### આબોહવા પર અસર કરતાં પરિબળો

આબોહવાના 'તત્ત્વો' અને 'પરિબળો' વચ્ચે તફાવત છે. આબોહવાનાં તત્ત્વો આબોહવાનું નિર્માણ કરે છે. જ્યારે આબોહવાનાં પરિબળો તેનાં તત્ત્વો પર અસર કરે છે. આબોહવા પર અસર કરતાં પરિબળો આ પ્રમાણે છે :

**(1) અક્ષાંશ :** અક્ષાંશ આબોહવા પર અસર કરનારું મહત્ત્વનું પરિબળ છે. વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશમાં સૂર્યનાં કિરણો લંબ પડતાં હોવાથી ત્યાં ગરમી વધુ પડે છે. બાષ્પીભવન વધારે થાય છે અને વરસાદ પણ વધારે પડે છે. આથી, આ પ્રદેશમાં આબોહવા ગરમ અને ભેજવાળી બને છે. વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશથી ધ્રુવીય પ્રદેશો તરફ જતાં સૂર્યનાં કિરણો ત્રાંસા પડતાં જાય છે. ધ્રુવીય પ્રદેશ પર સૂર્યનાં કિરણો સૌથી વધુ ત્રાંસા પડે છે, બાષ્પીભવન ઓછું થાય છે અને વરસાદ ઓછો પડે છે. તેથી અહીં બારેમાસ અતિશય ઠંડી આબોહવા અનુભવાય છે. ભૂમધ્ય પ્રદેશના $30^{o}$ અને $45^{o}$ અક્ષાંશના પટ્ટામાં ઉનાળામાં સૂકી અને શિયાળામાં હૂંફાળી તથા ભેજવાળી આબોહવા હોય છે.

**(2) સમુદ્રસપાટીથી ઊંચાઈ :** સમુદ્રસપાટીથી જેમ જેમ ઊંચે જઈએ તેમ તેમ તાપમાન ઘટે છે. એક કિમીની ઊંચાઈએ વાતાવરણમાં સરેરાશ $6.5^{0}$ સે તાપમાન ઘટે છે. સમુદ્રસપાટીથી જેમ ઊંચે જઈએ તેમ તાપમાનની સાથે દબાણ ઘટે છે. કેટલાંક સ્થળો ઉષ્ણ કટિબંધમાં આવેલાં હોવા છતાં, તેમની ઊંચાઈને કારણે ત્યાં આબોહવા ખુશનુમા અને સ્ફૂર્તિદાયક રહે છે. દક્ષિણ અમેરિકા ખંડના ઈક્વેડોરનું ક્વિટો શહેર વિષુવવૃત્ત પર આવેલું હોવા છતાં તેની આબોહવા ઊંચાઈના કારણે જ ખુશનુમા રહે છે. માટે લોકો ઉનાળાની સખત ગરમીથી બચવા માટે શિમલા, મનાલી, દાર્જિલિંગ, માઉન્ટ આબુ, સાપુતારા, પચમઢી, મહાબળેશ્વર, ઊટી વગેરે ઊંચાઈ પર આવેલાં ગિરિમથકો પર જાય છે.

**(3) સમુદ્રથી અંતર :** જમીન અને પાણીની ગરમી સંગ્રહ કરવાની શક્તિ અને આપ-લે કરવાની શક્તિ જુદી જુદી છે. પૃથ્વી પર આવેલા મહાસાગરો અને ભૂમિખંડો પર આ અસર સ્પષ્ટ જોવા મળે છે. સમુદ્રકિનારાના નજીકના વિસ્તારમાં સમુદ્રની અસરને કારણે આબોહવા સમઘાત જોવા મળે છે, જ્યારે સમુદ્રથી દૂર ખંડસ્થ ભાગોમાં તાપમાન ઊંચું રહે છે અને વરસાદ ઓછો પડે છે. મુંબઈ, સિંગાપોર, લંડન, શાંઘાઈ, રીઓ દ જનીરો વગેરે શહેરો સમુદ્રકિનારે હોવાથી ત્યાં સમઘાત આબોહવા રહે છે જ્યારે દિલ્લી, મોસ્કો, વિનિપેગ, અમૃતસર, લાહોર વગેરે શહેરો સમુદ્રકિનારાથી દૂર હોવાથી ત્યાં આબોહવા વિષમ રહે છે.

**(4) મહાસાગરના પ્રવાહો :** મહાસાગરમાં વહેતા ગરમ અને ઠંડા પ્રવાહો આબોહવા પર અસર કરે છે. જે સમુદ્રકિનારા નજીક ગરમ પ્રવાહ કે ઠંડો પ્રવાહ વહેતો હોય ત્યાંની આબોહવા અનુક્રમે હૂંફાળી અને ઠંડી રહે છે. કૅનેડાનો પૂર્વ કિનારો અને પશ્ચિમ યુરોપનો ઉત્તર ભાગ લગભગ સરખા અક્ષાંશો પર આવે છે છતાં તે બંને પ્રદેશોની પાસે વહેતા ભિન્ન પ્રકારના મહાસાગર પ્રવાહોના કારણે ત્યાંની આબોહવામાં તફાવત છે. કૅનેડાના પૂર્વ કાંઠા પાસે લાબ્રાડોરનો ઠંડો પ્રવાહ વહે છે. તેથી ત્યાં આબોહવા ખૂબ ઠંડી છે. શિયાળામાં ત્યાં બરફ જામી જાય છે. જ્યારે પશ્ચિમ યુરોપના ઉત્તરના ભાગ પાસેથી ઉત્તર ઍટલૅન્ટિકનો ગરમ ગલ્ફસ્ટ્રીમ પ્રવાહ વહે છે. આને કારણે ત્યાં આબોહવા બારેમાસ હૂંફાળી રહે છે.

**(5) જમીનના પ્રકાર :** આબોહવાના નિર્માણમાં જમીન એક ગૌણ પરિબળ છે. રેતાળ જમીન જલદી ગરમ અને જલદી ઠંડી થાય છે. આવી જમીન રણપ્રદેશોની વિષમ આબોહવાના નિર્માણમાં અમુક અંશે જવાબદાર ગણાય છે. લાવાની કાળી કે કાંપની જમીન જલદી ગરમ થતી નથી. તેમજ જલદી ઠંડી પડતી નથી. આની અસર પણ આબોહવા પર અમુક અંશે થાય છે.

**(6) જંગલોનું પ્રમાણ :** વિશાળ પ્રમાણમાં આવેલાં જંગલોના પ્રદેશમાં વરસાદનું પ્રમાણ વધુ હોય છે અને તાપમાન સરેરાશ કરતાં નીચું રહે છે. રણપ્રદેશ કે વનસ્પતિ વગરની ખુલ્લી જમીન સપાટીવાળા પ્રદેશોનું તાપમાન ઊંચું રહે છે અને વરસાદ

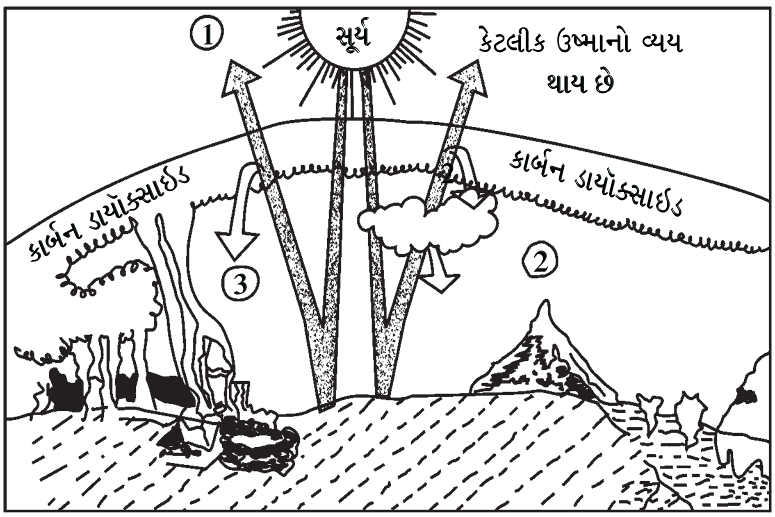
નહિવત પડે છે. પૂર્વ ભારતમાં આવેલાં વિશાળ જંગલ પ્રદેશોને કારણે વરસાદ વધુ પડે છે. તેથી અહીં આબોહવા ગરમ અને ભેજવાળી બને છે. કચ્છ અને પશ્ચિમ રાજસ્થાનના સૂકા વેરાન પ્રદેશમાં તાપમાન ઊંચું રહે છે, વરસાદ ખૂબ જ ઓછો પડે છે. આમ, અહીં વિષમ પ્રકારની આબોહવાનું નિર્માણ થાય છે.

**(7) પવનો :** પવનોની દિશા અને તેની ગતિની આબોહવા પર અસર થાય છે. ઠંડા પ્રદેશો પરથી આવતા પવનો ઠંડા હોય છે. તે જ્યારે ગરમ પ્રદેશો પર વાય છે, ત્યારે ત્યાંના તાપમાનમાં ઘટાડો કરે છે. ગરમ પ્રદેશો પરથી આવતા પવનો ગરમ હોય છે. તે જ્યારે ઠંડા પ્રદેશો પર વાય છે ત્યારે તે તાપમાનમાં વધારો કરે છે. સમુદ્ર તરફથી વાતા ગરમ અને ભેજવાળા પવનો વરસાદ આપે છે અને જમીન વિસ્તાર પરથી વાતા સૂકા પવનો વરસાદ આપતા નથી. તેની આબોહવા પર અસર થાય છે.

**(8) પર્વતમાળાની દિશા અને ઢોળાવ :** પર્વત પર સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ કેટલા સમય પૂરતું રહે છે અને તેના ઢોળાવની દિશા કઈ છે, તે મુજબ તાપમાન અને વરસાદ નક્કી થાય છે. સામાન્ય રીતે પૂર્વ દિશા કરતાં પશ્ચિમ દિશાના પહાડી ઢોળાવ પર સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ વધુ સમય સુધી રહે છે. આથી પશ્ચિમ દિશાના ઢોળાવ પર તાપમાન ઊંચું રહે છે. હિમાલયનો દક્ષિણ તરફનો ઢોળાવ ઉત્તરના ઠંડા પવનોની અસરથી દૂર રહે છે. જેનાથી દક્ષિણ ઢોળાવનું તાપમાન એટલું નીચું નથી હોતું જેટલું ઉત્તરના ઢોળાવનું હોય છે.

સમુદ્ર પરથી વાતા ભેજવાળા પવનોના માર્ગમાં પર્વતમાળા આડી આવેલી હોય તો તે પવનો તેની સાથે અથડાઈને ઊંચે ચઢે છે અને પવનાભિમુખ ઢોળાવો પર વધુ વરસાદ આપે છે અને પવનો પર્વતમાળા ઓળંગીને પવનવિમુખ બાજુએ જાય છે ત્યારે તેમાં ભેજ ઓછો થઈ ગયો હોવાને કારણે ઓછો વરસાદ આપે છે.

### વૈશ્વિક તાપ-વૃદ્ધિ (Global Warming)




8.2 ગ્રીન હાઉસ ઈફેક્ટ

પૃથ્વીની આસપાસ વાતાવરણ આવેલું છે. આ વાતાવરણમાં છેલ્લા ઘણાં વર્ષોથી તાપમાનમાં વધારો નોંધાયો છે. વૈશ્વિક તાપમાન વધવાની આ પ્રક્રિયાને વૈશ્વિક તાપ-વૃદ્ધિ કહે છે. સૂર્યનાં કિરણો વાતાવરણમાંથી પસાર થઈ સીધાં પૃથ્વી સપાટી પર પહોંચે છે અને સૌપ્રથમ પૃથ્વીસપાટીને ગરમ કરે છે. પછી વાતાવરણ ધીમે ધીમે ગરમ થાય છે.

સૂર્યનાં કિરણો પૃથ્વીસપાટી પરથી પરાવર્તન પામી વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે. ત્યારે વાતાવરણમાં રહેલો કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ ($CO_2$) લાંબી તરંગલંબાઈ ધરાવતા 'ઈન્ફ્રારેડ' કિરણોને શોષે છે અને પૃથ્વી તરફ પુનઃ પરાવર્તિત થાય છે. પરિણામે પૃથ્વી અને વાતાવરણ ગરમ થાય છે. આ અસરને **ગ્રીન હાઉસ ઈફેક્ટ** કહે છે. આવી અસર કરતાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુને ગ્રીન હાઉસ વાયુ કહે છે. આ ઉપરાંત મિથેન ($CH_4$), નાઈટ્રસ ઑક્સાઇડ ($N_2O$), ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન (CFC) વગેરે અન્ય ગ્રીન હાઉસ વાયુઓ છે.

**આકૃતિ 8.2નો અભ્યાસ કરતાં :**

**(1) કેટલીક ઉષ્મા બહાર ચાલી જાય છે. અશ્મિભૂત-ઈંધણ અને નિર્વનીકરણને કારણે કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના પ્રમાણમાં વધારો થાય છે.**

**(2) ઉષ્મામાં વૃદ્ધિ થકી બાષ્પીભવનમાં વધારો થાય છે તેથી વધારાની ઉષ્માનું અવશોષણ થાય છે. તાપ-વૃદ્ધિ થવાથી બરફ પીગળે છે અને સમુદ્રસપાટી ઊંચી આવે છે.**

**(3) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ પૃથ્વીસપાટીથી પરાવર્તિત ઉષ્માને મહત્તમ પ્રમાણમાં અવશોષે છે.**

માનવીની વિવિધ પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા ગ્રીન હાઉસ વાયુઓનો દિન પ્રતિદિન વાતાવરણમાં ઉમેરો થાય છે. જેમકે ઉદ્યોગોને કારણે ઉત્પન્ન થતો ધુમાડો, પરિવહનનાં સાધનો થકી ઉત્સર્જિત થતા વાયુઓ, અશ્મિભૂત બળતણનું દહન, નિર્વનીકરણ, જલાઉ લાકડું તથા સેન્દ્રિય કચરાનું દહન, યુદ્ધો વગેરે કારણોસર વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડના પ્રમાણમાં વધારો થવા લાગ્યો છે. આ ઉપરાંત માનવીની કેટલીક પ્રવૃત્તિઓને કારણે વાતાવરણમાં મિથેન, નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ, ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન વગેરે ગ્રીન હાઉસ વાયુઓનું પ્રમાણ વધવાને કારણે વૈશ્વિક તાપ-વૃદ્ધિ અનુભવાય છે.

**વૈશ્વિક તાપ-વૃદ્ધિના નિયંત્રણ માટે આ મુજબ પગલાં લઈ શકાય :**

- અશ્મિભૂત બળતણના દહનમાં ઘટાડો કરવો.
- શક્તિના સ્રોત તરીકે કુદરતી વાયુનો વૈકલ્પિક ઉપયોગ
- સૌર શક્તિ, પવનશક્તિ, ભરતીશક્તિ વગેરેનો ઉપયોગ કરવો.
- વનીકરણ પ્રવૃત્તિને પ્રોત્સાહન આપવું.
- ગ્રીન હાઉસ વાયુઓ વાતાવરણમાં વધુ ઉત્સર્જન ન પામે તેવી યોગ્ય તકેદારી લેવી.
- શાળા, મહાશાળા કક્ષાએ વિદ્યાર્થીઓને આ અંગે જાગૃત કરવા, તે માટે સુયોગ્ય વ્યવસ્થાપનની જોગવાઈ કરવી.

**આબોહવા પરિવર્તન (Climate Change)**

પૃથ્વીસપાટી પર વાતાવરણની રચના અદ્‌ભુત રીતે થયેલી છે. વાતાવરણની આ રચના કદી સ્થિર નથી. વૈજ્ઞાનિકોના અધ્યયન પ્રમાણે પ્રિ-કેમ્બ્રિયન યુગ (60 કરોડ વર્ષ પહેલાં)માં પૃથ્વીસપાટીનો મોટો ભાગ બરફથી છવાયેલો હતો. આમ, લાખો વર્ષના સમયગાળામાં આશરે ચાર મોટા હિમયુગો પૃથ્વી ઉપર અનુભવાયા હતા. હિમયુગોને બાદ કરતાં મોટા ભાગના સમય દરમિયાન આબોહવા ગરમ અને ભેજવાળી હતી. તે સમયે પૃથ્વી પરનું સરેરાશ તાપમાન આશરે $22^{\circ}$ સે જેટલું હતું. આથી, ધ્રુવ પ્રદેશો બરફ વગરના હતા. આજે પૃથ્વી પર સરેરાશ તાપમાન આશરે $14^{\circ}$ સે જેટલું અંદાજવામાં આવે છે.

છેલ્લાં દસ હજાર વર્ષોના સમયગાળા દરમિયાન આબોહવામાં ઘણા ફેરફારો થયા છે. આશરે 8000 વર્ષ પૂર્વે પૃથ્વી પરની આબોહવા ગરમ અને ભેજવાળી હતી. સહરાનો રણપ્રદેશ, અરબસ્તાનનો રણપ્રદેશ, ભારત-પાકિસ્તાનનો રણપ્રદેશ વગેરે હરિયાળા વિસ્તારો હતા અને માનવ સંસ્કૃતિનો વિકાસ થયો હતો. ઈ.સ. પૂર્વે 3000 થી 1700ની આસપાસ સૂકી અને ગરમ આબોહવાના આવેલા તબક્કાઓને કારણે એ વિસ્તારો રણપ્રદેશમાં ફેરવાઈ ગયા. આજે ત્યાંથી પ્રાચીન સંસ્કૃતિના અવશેષો મળી રહ્યા છે.

1885 થી 1940 સુધીના સમયગાળામાં પૃથ્વી પરની, ખાસ કરીને ઉત્તર ગોળાર્ધની આબોહવા ગરમ હતી, પરંતુ 1940 પછી પૃથ્વી પરના સરેરાશ તાપમાનમાં ઘટાડો થઈ રહ્યો છે. એવું આબોહવાવિજ્ઞાનીઓ માને છે. સંયુક્ત રાજ્ય અમેરિકાના મોટા મેદાનના દક્ષિણ-પશ્ચિમ ભાગ કે જે 'ધૂળના કટોરા' તરીકે ઓળખાય છે, ત્યાં 1930ના દશકામાં ભયંકર દુષ્કાળ પડ્યો હતો. આબોહવાના પરિવર્તનને કારણે 1950 થી 1966 વચ્ચેના સમયગાળામાં ઇંગ્લૅન્ડમાં પાકની ઋતુનો સમયગાળો 9થી 10 દિવસ ઘટી ગયો હતો.

આબોહવા વિજ્ઞાનીઓના અભ્યાસ પ્રમાણે 1850 થી આજ દિન સુધી માનવીની વિવિધ પ્રવૃત્તિઓને કારણે ઉદ્યોગોમાંથી ઉત્પન્ન થતો ધુમાડો, પરિવહનનાં સાધનો થકી ઉત્સર્જિત થતો વાયુ, નિર્વનીકરણ, શહેરીકરણ, યુદ્ધો વગેરેના કારણે વાતાવરણમાં કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, મીથેન, ક્લોરોફ્લોરો કાર્બન, નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ વગેરે વાયુઓનું પ્રમાણ વધ્યું છે, જે આબોહવામાં પરિવર્તન લાવવા માટે જવાબદાર છે.

ભૂતકાળની આબોહવામાં પણ મોટા ફેરફારો થયાના નક્કર પુરાવા પૃથ્વીની સપાટીમાંથી મળી આવ્યા છે. દૂર ભૂતકાળની આબોહવાના ફેરફારોની અસર અંકિત થઈ હોય એવા ખડકો પૃથ્વીની સપાટી પરથી મળી આવ્યા છે. જુદી જુદી આબોહવામાં જીવી ગયેલાં પ્રાણીઓ અને ઊગેલી વનસ્પતિના અવશેષો પણ ભૂતકાળની આબોહવામાં થયેલા ફેરફારોની ઝાંખી કરાવે છે. આ ઉપરાંત આબોહવાના ફેરફારો પ્રમાણે મોટાં વૃક્ષોના થડમાં વિકસતાં વાર્ષિક વર્તુળો, નદીઓ તથા હિમનદીઓના નિક્ષેપો, નિર્જન કે રણપ્રદેશોમાંથી મળી આવતા વસ્તી-વસવાટના જીવાવશેષો, સમુદ્ર અને સરોવરોની સપાટીમાં થયેલા ફેરફારો તથા કાયમી બરફ પ્રદેશોના બદલાતા રહેતા વિસ્તારો અને એની જમીનસપાટી પર અંકિત થયેલી અસરો વગેરે ભૂતકાળની આબોહવામાં થયેલા નોંધપાત્ર ફેરફારો સૂચવે છે.

## આબોહવામાં પરિવર્તનથી અનુભવાતાં પરિણામો

- વૈશ્વિક તાપમાનમાં વધારો થવાને પરિણામે હિમક્ષેત્રોની સીમા ઘટવા લાગી તેથી સમુદ્રની સપાટી ઊંચી આવવા લાગી.
- પૃથ્વીસપાટીના કેટલાક પ્રદેશોમાં વરસાદની અનિયમિતતા અનુભવાય છે. જેમકે કેટલાક પ્રદેશોમાં અતિવૃષ્ટિને કારણે પૂરની પરિસ્થિતિ તો કેટલાક પ્રદેશોમાં અનાવૃષ્ટિના કારણે પાણીની તંગી વર્તાય છે. ક્યારેક કમોસમી વરસાદ પણ થાય છે.
- આબોહવામાં પરિવર્તનને કારણે પાકની વાવણી તેમજ લણણી પર વિપરિત અસરો થઈ છે. પરિણામે ખેત-ઉત્પાદન પર માઠી અસરો જોવા મળે છે. આથી જે-તે પ્રદેશના સમગ્ર અર્થતંત્ર પર તેની પરોક્ષ અસરો થાય છે.
- ઓઝોન વાયુનું પડ પાતળું થવાથી સૂર્યનાં અલ્ટ્રાવાયોલેટ કિરણોની માત્રા વધવાથી કૅન્સર, ત્વચારોગ, મોતિયા તથા અન્ય રોગોમાં વધારો થયો છે.
- કેટલીક કુદરતી ઘટના જેવી કે પૂર, દુષ્કાળ, ચક્રવાત, ભૂસ્ખલન, હિમપ્રપાત, ગાઢ ધુમ્મસ, કરાવર્ષા વગેરેમાં અનિયમિતતા અને અતિશયતામાં વધારો અનુભવાય છે.

## સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર ઉત્તર લખો :**

(1) વાતાવરણ એટલે શું ? વાતાવરણમાં આવેલા વિવિધ પદાર્થો વિશે માહિતી આપો.

(2) વાતાવરણની સ્તરરચના આકૃતિ દોરી સમજાવો.

(3) આબોહવા એટલે શું ? આબોહવાનાં તત્ત્વો વિશે માહિતી આપો.

(4) આબોહવા પર અસર કરતાં પરિબળો જણાવી, કોઈ પણ બે પરિબળો વિશે ચર્ચા કરો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર ઉત્તર લખો :**

(1) ક્ષોભ આવરણ

(2) ઉષ્માવરણ

(3) હવામાન અને આબોહવા વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરો.

(4) આબોહવામાં પરિવર્તનથી અનુભવાતાં પરિણામોની ચર્ચા કરો.

(5) વૈશ્વિક તાપ-વૃદ્ધિ વિશે ટૂંકી નોંધ લખો.

(6) ભૂતકાળમાં આબોહવામાં થયેલા ફેરફારના નક્કર પુરાવા વિશે લખો.

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) 'ક્ષોભ સીમાનો વિસ્તાર વિમાન ઉડ્ડયન માટે અનુકૂળ છે.' સમજાવો.

(2) હવામાન અને આબોહવાની વ્યાખ્યા આપો.

(3) અક્ષાંશ આબોહવા પર કેવી અસર કરે છે ?

(4) આબોહવાનાં તત્ત્વ તરીકે સૂર્યાઘાત અને તાપમાન વિશે વર્ણન કરો.

(5) વૈશ્વિક તાપ-વૃદ્ધિના નિયંત્રણ માટેનાં પગલાં જણાવો.

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) વાતાવરણનાં મુખ્ય ચાર આવરણો કયાં કયાં છે ?

(2) ઓઝોન વાયુ કયા આવરણમાં આવેલો છે ?

(3) ક્ષોભ-સીમા કોને કહે છે ?

(4) હવામાન એટલે શું ?

(5) આબોહવા કોને કહે છે ?

(6) આબોહવાનાં તત્ત્વો કયાં કયાં છે ?

(7) ગ્રીન હાઉસ વાયુઓ કયા કયા છે ?

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) વાતાવરણના બંધારણમાં કયા વાયુનું પ્રમાણ સૌથી વધુ છે ?

(a) ઑક્સિજન (b) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ

(c) નાઇટ્રોજન (d) ઓઝોન

(2) વાતાવરણમાં સૌથી ભારે વાયુ કયો છે ?

(a) નાઇટ્રોજન (b) ઑક્સિજન

(c) હિલિયમ (d) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ

(3) 'મેરુ જ્યોત' કયા આવરણમાં જોવા મળે છે ?

(a) સમતાપ-આવરણ (b) ઉષ્માવરણ

(c) મધ્યાવરણ (d) ક્ષોભ-આવરણ

(4) ભારતમાં હવામાન ખાતાની મુખ્ય કચેરી કયા શહેરમાં આવેલી છે ?

(a) મુંબઈ (b) ચેન્નઈ

(c) કોલકાતા (d) દિલ્લી

(5) 'ગ્રીન હાઉસ વાયુઓમાં' મુખ્ય અને વધુ અસરકારક વાયુ કયો છે ?

(a) મિથેન (b) નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ

(c) ઓઝોન (d) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ

(6) વર્તમાન સમયમાં પૃથ્વી પર સરેરાશ તાપમાન આશરે કેટલા અંશ સે છે ?

(a) $12^{o}$ સે (b) $18^{o}$ સે

(c) $22^{o}$ સે (d) $14^{o}$ સે

## પ્રવૃત્તિ

- ગુજરાતની કોઈ પણ ઔદ્યોગિક વસાહતની મુલાકાત લઈ ઉદ્યોગો દ્વારા થતું પ્રદૂષણ અને તેને કારણે આબોહવામાં પરિવર્તન વિશે નોંધ તૈયાર કરો.

# 9 તાપમાન

''સૂર્યનાં કિરણોમાંથી પૃથ્વીને ગરમી તથા પ્રકાશ બંને પ્રાપ્ત થાય છે. આ કિરણોને **સૂર્ય વિકિરણો (solar radiation)** કહે છે.'' સૂર્યની ઉષ્માશક્તિ એના વિકિરણો દ્વારા પૃથ્વી પર આવે છે. તેથી તેને 'સૂર્ય વિકિરણો' કે 'સૂર્ય ઊર્જા' પણ કહે છે. સૂર્યનાં વિકિરણો પૃથ્વી પર આવે છે ત્યારે તે વાતાવરણમાંથી પસાર થઈ પહેલાં પૃથ્વીસપાટીને સૂર્યાઘાત આપે છે. તેથી સૌપ્રથમ પૃથ્વી-સપાટી ગરમ થાય છે. ત્યાર બાદ ઉષ્ણતાગમન, ઉષ્ણતાનયન અને ઉષ્ણતાવહન જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા વાતાવરણ તેમજ જળરાશિ ગરમ થાય છે.

## સૂર્યાઘાત (Insolation)

પૃથ્વીસપાટી અને વાતાવરણને જે ગરમી મળે છે તેનો મુખ્ય સ્રોત સૂર્ય છે. સૂર્ય પૃથ્વીથી આશરે 15 કરોડ કિમી દૂર છે. સૂર્યના કેન્દ્રમાં અતિશય દબાણ અને તાપમાન હોવાથી ત્યાં કુદરતી રીતે જ નાભિકીય પ્રતિક્રિયા થાય છે. આ પ્રતિક્રિયામાં સૂર્યના દ્રવ્યના જ હાઇડ્રોજન પરમાણુઓનું એકીકરણ થતાં પ્રકાશ અને ગરમીરૂપી પ્રચંડ ઊર્જા પેદા થાય છે. પરિણામે સૂર્યની સપાટીનું તાપમાન આશરે $6000^{o}$ સે જેટલું અને તેના કેન્દ્રના ભાગનું તાપમાન આશરે 1.5 કરોડ અંશ સે હોવાનું અનુમાન છે. સૂર્યમાંથી જે ગરમી બહાર ફેંકાય છે તે ગરમીનો બે અબજમો ભાગ જ પૃથ્વી તરફ આવે છે. ''પૃથ્વીની સપાટી અને વાતાવરણને મળતી આ ગરમી કે ઉષ્માશક્તિને **સૂર્યાઘાત** કહે છે.'' સૂર્યાઘાતને પાયરેનોમિટર દ્વારા માપી શકાય છે અને તેને કૅલેરી / મિનિટ / ચો સેમી ($w/m^2$)માં દર્શાવાય છે.

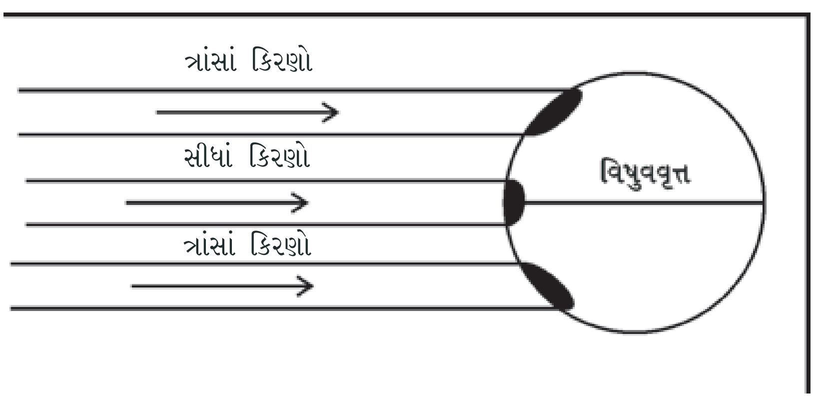
## સૂર્યાઘાતના વિતરણ પર અસર કરતાં પરિબળો

પૃથ્વી પર ભૂમિખંડો અને મહાસાગરોની અસમાન વહેંચણી, જુદી જુદી પ્રાકૃતિક રચના, તેમજ વિષુવવૃત્તથી ધ્રુવો તરફ જતાં સૂર્યાઘાતના વિતરણમાં વિવિધતા જોવા મળે છે. તેના માટે જવાબદાર પરિબળો આ મુજબ છે :

**(1) સૂર્યનાં કિરણોની કોણીય લંબાઈ :** આપણી પૃથ્વી લગભગ ગોળાકાર હોવાને કારણે સૂર્યમાંથી આવતાં કિરણોની કોણીય લંબાઈ દરેક સ્થળે એકસરખી જોવા મળતી નથી. આ કારણે પૃથ્વી પર બધાં સ્થળે એકસરખો સૂર્યાઘાત મળતો નથી. ઉષ્ણ કટિબંધના વિસ્તારમાં સૂર્યનાં કિરણો લંબ પડે છે. આથી અહીં સૂર્યાઘાત વધુ પ્રમાણમાં મળે છે. નીચા અક્ષાંશના પ્રદેશ કરતાં, મધ્ય અક્ષાંશના પ્રદેશમાં તેમજ ઊંચા (ધ્રુવીય) અક્ષાંશના પ્રદેશમાં સૂર્યનાં કિરણો ત્રાંસાં પડતાં હોવાથી સૂર્યાઘાત ક્રમશઃ ઓછો મળે છે.

પર્વતીય પ્રદેશમાં તેના કેટલાક ઢોળાવો પર સૂર્યનાં કિરણો લંબરૂપે પડે છે, તો વિરુદ્ધ ઢોળાવ પર છાયા હોય છે. તેથી સૂર્યાઘાતના વિતરણ પર પર્વતીય પ્રદેશના ઢોળાવ અસર કરે છે. દિવસ દરમિયાન બપોરે સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ વધુ હોય છે અને સવાર-સાંજના સમયે સૂર્યનાં કિરણો ત્રાંસાં પડતાં હોવાથી સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે.

**(2) દિવસની લંબાઈ :** સૂર્યના પ્રકાશનો સમયગાળો સૂર્યાઘાતના પ્રમાણ પર સીધી અસર કરે છે. જ્યાં દિવસની લંબાઈ વધુ ત્યાં સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ વધુ રહે છે. શિયાળા કરતાં ઉનાળામાં દિવસ લાંબો હોય છે. તેથી પૃથ્વીસપાટી પર ઉનાળાની ઋતુમાં સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ વધુ હોય છે, જ્યારે શિયાળામાં સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ ઓછું રહે છે.




9.1 લંબ અને ત્રાંસાં કિરણો

**(3) વાતાવરણની ઘનતા અને ઊંચાઈ :** સૂર્યનાં કિરણો વાતાવરણમાંથી પસાર થઈ સીધા પૃથ્વીસપાટી પર આવે છે. સૂર્યનાં આ કિરણો જ્યારે વાતાવરણમાંથી પસાર થતાં હોય છે. ત્યારે 40 ટકાથી 50 % જેટલો સૂર્યાઘાત વાતાવરણમાં શોષાય છે. સૂર્યાઘાતનું કેટલુંક પ્રમાણ પરાવર્તિત પણ થાય છે. પાતળા વાતાવરણમાં ઓછો સૂર્યાઘાત શોષાય છે અને ગાઢ વાતાવરણમાં વધુ સૂર્યાઘાત શોષાય છે. વિષુવવૃત્ત પર વાતાવરણ પાતળું હોવાથી ત્યાં વધુ સૂર્યાઘાત મળે છે અને ધ્રુવો પર ગાઢ વાતાવરણ હોવાથી ઓછો સૂર્યાઘાત મળે છે. આમ, વિષુવવૃત્તથી ધ્રુવો તરફ જતાં સૂર્યાઘાતનું પ્રમાણ ઘટતું જોવા મળે છે.

ત્રાંસાં કિરણો વાતાવરણના વધારે વિસ્તારમાંથી પસાર થાય છે તેથી સૂર્યાઘાત વધુ શોષાય છે. પરિણામે મધ્ય તેમજ ઊંચા અક્ષાંશીય પ્રદેશોમાં સૂર્યાઘાત ઓછો મળે છે. વાતાવરણના ઓછા વિસ્તારમાંથી સૂર્યકિરણો પસાર થાય છે. તેથી ત્યાં ઓછી ગરમી શોષાય છે અને નીચા અક્ષાંશીય પ્રદેશોમાં વધુ સૂર્યાઘાત મળે છે. આ ઉપરાંત વાતાવરણમાં વાદળોનું પ્રમાણ, વરાળ, રજકણોનું પ્રમાણ વગેરે પરિબળો સૂર્યાઘાત પર અસર કરે છે.

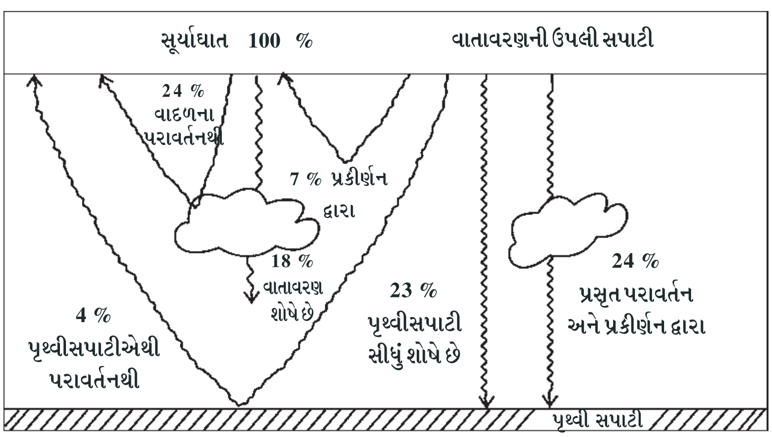
**(4) જમીન અને પાણી :** પૃથ્વીની સપાટી જમીન વિસ્તારો અને જળવિસ્તારોની બનેલી છે. બંનેની સપાટીએ સૂર્યમાંથી સરખી ગરમી મળતી હોવા છતાં પદાર્થ ભેદને કારણે બંને એકસરખા ગરમ થતા નથી. પાણી પ્રવાહી હોવાથી એને મળતી સૂર્યની ગરમી પ્રવાહો, મોજાં, ભરતી-ઓટ વગેરે દ્વારા મોટા જથ્થામાં વહેંચાય છે. તદુપરાંત પાણી પારદર્શક હોવાથી સૂર્યનાં કિરણો ઊંડે સુધી પ્રવેશી શકે છે. પાણીસપાટી પ્રમાણમાં ચળકાટવાળી હોવાથી સૂર્યનાં કેટલાંક કિરણો પરાવર્તન પામે છે. પરિણામે પાણી ધીમે ધીમે ગરમ થાય છે. જમીન ઘન પદાર્થ હોવાથી સૂર્યની મળતી ગરમી સમગ્ર સપાટી ઉપર વહેંચાઈ જતી નથી. જમીન અપારદર્શક હોવાથી સૂર્યની ગરમી સપાટીને પૂરેપૂરી મળે છે. તેથી જમીન ઝડપથી ગરમ થાય છે. આમ, જમીન અને પાણીની ગરમી ગ્રહણ કરવાની શક્તિ જુદી-જુદી છે. પૃથ્વીસપાટી ઉપર જમીન અને પાણીના વિસ્તારો અસમાન રીતે વહેંચાયેલા હોવાથી સૂર્યાઘાતના વિતરણમાં ઘણી વિવિધતા આવે છે.

**(5) સૂર્યકલંકોનું પ્રમાણ :** સૂર્યની સપાટી પર કાળાં ધાબાં જોવા મળે છે. તેને **સૂર્યકલંકો** કહે છે. સૂર્યમાં જે સમયે સૂર્યકલંકોનું પ્રમાણ વધારે હોય છે, ત્યારે પૃથ્વી પર સૂર્યાઘાત વધારે પ્રાપ્ત થાય છે. સૂર્યકલંકોનું પ્રમાણ ઓછું હોય ત્યારે સૂર્યાઘાત ઓછી માત્રામાં પ્રાપ્ત થાય છે.

### પૃથ્વીનું ઉષ્મા સંતુલન

વાતાવરણની ઉપરની સપાટીએ પહોંચતાં સૂર્યની જે ગરમી મળે છે, તેમાંથી આશરે 18 % જેટલો સૂર્યાઘાત વાતાવરણ સીધો જ શોષી લે છે. બાકીનામાંથી આશરે 47 % સૂર્યાઘાત પૃથ્વીની સપાટીને મળે છે અને આશરે 35 % જેટલો સૂર્યાઘાત શોષાયા વિના વાદળો, રજકણો, પૃથ્વીસપાટીના હિમાચ્છાદિત પ્રદેશો, જલરાશિ ક્ષેત્રો સાથે અથડાઈને પરાવર્તન પામી અવકાશમાં પરત ફરે છે. આ પરાવર્તિત સૂર્યાઘાતના જથ્થાને પૃથ્વીનો **પરાવર્તન ગુણાંક** અથવા **આલ્બેડો** કહે છે.

સૂર્યની સીધી ગરમીને કારણે વાતાવરણ સીધેસીધું ગરમ થતું નથી. સૂર્યમાંથી ગરમી પ્રકાશના ટૂંકી તરંગલંબાઈનાં કિરણોરૂપે પૃથ્વીસપાટી પર આવે છે. સૂર્યનાં આ કિરણો પ્રથમ તે પૃથ્વીની સપાટીને ગરમી આપે છે. એથી પૃથ્વીની સપાટી ગરમ થતાં એની ગરમી દીર્ઘ તરંગલંબાઈનાં વિકિરણો દ્વારા વાતાવરણમાં પ્રસરે છે. એનાથી સૌપ્રથમ પૃથ્વીસપાટીની નજીકનું વાતાવરણ ગરમ થાય છે. પછી ગરમી ધીમે ધીમે વાતાવરણમાં ઉપર તરફ પ્રસરે છે. આ કારણથી વાતાવરણના ક્ષોભ-આવરણમાં પૃથ્વીસપાટીથી ઊંચે તરફ જતાં હવાનું તાપમાન ઘટે છે.




**9.2 ભૂસપાટી અને વાતાવરણમાં સૂર્યાઘાતનું વિતરણ**

પૃથ્વીસપાટીની ગરમી ઉષ્ણતાગમન (Radiation), ઉષ્ણતાવહન (Conduction) અને ઉષ્ણતાનયન (convection) જેવી પ્રક્રિયાઓ દ્વારા વાતાવરણમાં પ્રસરે છે. ઉષ્ણતાગમનમાં પૃથ્વીસપાટીની ગરમી દીર્ઘ તરંગલંબાઈનાં વિકરણો દ્વારા વાતાવરણમાં પ્રસરે છે. ઉષ્ણતાવહનમાં ગરમ પદાર્થમાંથી ગરમીનું ઠંડા પદાર્થમાં વહન થવા લાગે છે અને બંને પદાર્થો સરખા ગરમ ન થાય ત્યાં સુધી ગરમીનું વહન થતું રહે છે. આ જ પ્રમાણે પૃથ્વીની સપાટીના સંસર્ગમાં આવેલી ઠંડી હવા ઉષ્ણતાવહનની ક્રિયા દ્વારા પૃથ્વીની સપાટીની ગરમી મેળવે છે. ઉષ્ણતાવહન ક્રિયા દ્વારા ગરમ થયેલી હવા હલકી બને છે અને ઉપર ચડે છે. એની જગ્યા ઉપરની કે બાજુની ઠંડી હવા લે છે. તે પણ ગરમ થઈ ઉપર ચડે છે. આમ, ઉષ્ણતાનયનની ક્રિયા દ્વારા પૃથ્વીસપાટીની ગરમી વાતાવરણમાં ઉપર તરફ પ્રસરે છે. આને ઉષ્ણતાનયનના પ્રવાહો પણ કહે છે.

વાતાવરણને ગરમ કરવામાં વરાળનો પણ મહત્ત્વનો ફાળો છે. પૃથ્વીસપાટીએથી બાષ્પીભવન દ્વારા જે વરાળ ઉત્પન્ન થાય છે એ વરાળ કે ભેજમાં ગુપ્ત ગરમી સમાયેલી હોય છે. આ ભેજનું ઘનીભવન થતાં તેમાં રહેલી ગુપ્ત ગરમી છૂટી પડે છે જે વાતાવરણને ગરમ કરે છે. વિવિધ ક્રિયાઓ દ્વારા સૂર્યમાંથી ગરમીનો જે જથ્થો પૃથ્વીસપાટી અને વાતાવરણ ગ્રહણ કરે છે તેનો ઉપયોગ જુદી જુદી પ્રક્રિયાઓ માટે થયા પછી બાકીની ગરમી અંતરિક્ષમાં પરત જાય છે, આમ, પૃથ્વી પર ગરમીની સમતુલા જળવાઈ રહે છે.

## તાપમાન (Temperature)

હવાની કે વાતાવરણની ગરમીની સપાટીને **તાપમાન** કહેવાય છે. તાપમાન સેલ્સિયસ અને ફેરનહીટ એકમમાં મપાય છે. હવાનું તાપમાન જુદી જુદી માપ પદ્ધતિવાળા થરમૉમિટર તથા થર્મોગ્રાફ સાધનો વડે માપવામાં આવે છે. આધુનિક ટૅક્નોલૉજીના સમયમાં અત્યારે ડિજિટલ થર્મોમિટર દ્વારા તાપમાન માપી શકાય છે. તાપમાન પર અસર કરતાં પરિબળો આ પ્રમાણે છે.

### તાપમાન પર અસર કરતાં પરિબળો

**(1) અક્ષાંશ :** વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશમાં સૂર્યનાં કિરણો કાયમ લંબવત પડે છે. તેથી અહીં બારેમાસ તાપમાન ઊંચું રહે છે. જ્યારે વિષુવવૃત્તીય પ્રદેશ તરફથી ધ્રુવીય પ્રદેશ તરફ જતાં સૂર્યનાં કિરણો ત્રાંસાં પડે છે. તદુપરાંત વાતાવરણના વધારે વિસ્તારમાંથી પસાર થવું પડે છે. આથી સૂર્યનાં કિરણોની ગરમી ધ્રુવીય પ્રદેશોમાં ઓછી અનુભવાય છે. જૂન માસમાં કર્કવૃત્ત પર (ઉત્તર ગોળાર્ધ) અને ડિસેમ્બર માસમાં મકરવૃત્ત પર (દક્ષિણ ગોળાર્ધ) સૂર્યનાં કિરણો લંબવત હોય છે. તેથી આ વિસ્તારો પર જે-તે મહિનાઓમાં સૌથી ઊંચું તાપમાન રહે છે. ધ્રુવીય પ્રદેશો પર સૂર્યનાં કિરણો ઘણાં ત્રાંસાં હોવાથી ત્યાં તાપમાન ઘણું નીચું રહે છે.

**(2) સમુદ્રની સપાટીથી ઊંચાઈ :** સૂર્યનાં કિરણો સૌપ્રથમ પૃથ્વીસપાટી પર પડે છે. આથી પૃથ્વીસપાટી ગરમ થાય છે. ત્યાર બાદ પૃથ્વીસપાટીના સંપર્ક અને સંસર્ગમાં રહેલું વાતાવરણ ગરમ થાય છે. પરિણામે પૃથ્વીસપાટીથી જેમ ઊંચે જઈએ તેમ તાપમાન ઘટે છે.

**(3) સમુદ્રથી અંતર :** જમીન, પાણી કરતાં ઝડપથી ગરમ થાય છે અને ઝડપથી ઠંડી પડે છે. તેથી સમુદ્રકિનારાના વિસ્તારોનું ઉનાળાનું તાપમાન નીચું અને શિયાળાનું તાપમાન સૌમ્ય રહે છે. સમુદ્રકિનારાથી દૂર ખંડસ્થ વિસ્તારોનું તાપમાન શિયાળામાં નીચું અને ઉનાળામાં ઊંચું રહે છે.

**(4) જમીન અને પાણીનું વિતરણ :** પૃથ્વીસપાટી પર જમીન અને પાણીનું વિતરણ એકસરખું નથી. તેમજ જમીન અને પાણીના પદાર્થભેદને કારણે પાણી ધીમે ધીમે ગરમ થાય છે અને ધીમે ધીમે ઠંડું પડે છે. પરિણામે પૃથ્વીસપાટી પર પથરાયેલા વિશાળ ભૂમિખંડો અને મહાસાગરો એકસરખું તાપમાન અનુભવતા નથી. આમ, ભૂમિખંડો તથા જળરાશિ ક્ષેત્રો પૃથ્વીસપાટી પર પ્રવર્તતા તાપમાનના વિતરણ પર અસર કરે છે.

**(5) મહાસાગરના પ્રવાહો :** મહાસાગરોમાં ગરમ અને ઠંડા પ્રવાહો વહે છે. આ પ્રવાહો જે-તે કિનારાના પ્રદેશના તાપમાન પર અસર કરે છે. નીચા અક્ષાંશ પર વહેતા ઠંડા પ્રવાહો (લાબ્રાડોર, બેંગ્વિલા, કેલિફોર્નિયા) કિનારાના વિસ્તારોના તાપમાનમાં ઘટાડો કરે છે. જ્યારે ઊંચા અક્ષાંશ પર વહેતા ગરમ પ્રવાહો (ગલ્ફસ્ટ્રીમ, ક્યુરોશિયો) કિનારા વિસ્તારના તાપમાનમાં વધારો કરે છે.

**(6) પવનો :** રણપ્રદેશો પરથી વાતા ગરમ અને સૂકા પવનો જે-તે વિસ્તારના તાપમાનમાં વધારો કરે છે અને ધ્રુવીય પ્રદેશો તરફથી વાતા ઠંડા પવનો જે વિસ્તારો ઉપર પસાર થાય છે ત્યાં તાપમાનમાં ઘટાડો કરે છે. આ ઉપરાંત સ્થાનિક પવનો (દરિયાઈ અને જમીન લહેર, લૂ, નોર્વેસ્ટર, હરમેટન) પણ જે-તે વિસ્તારના તાપમાન પર અસર કરે છે.

**(7) ભૂપૃષ્ઠ :** તાપમાન પર ભૂપૃષ્ઠની પણ અસર જોવા મળે છે. જેમકે ખુલ્લા ખડકો ધરાવતા ભૂપૃષ્ઠ તથા રણપ્રદેશમાં તાપમાન ઊંચું રહે છે. હિમાચ્છાદિત પ્રદેશો અને વનસ્પતિ આચ્છાદિત પ્રદેશોમાં તાપમાન પ્રમાણમાં નીચું રહે છે.

## તાપમાનનું વિતરણ

પૃથ્વીસપાટી પર મહાસાગરો તથા ભૂમિખંડો આવેલા છે. ભૂમિખંડો પર રણપ્રદેશો, હિમાચ્છાદિત પ્રદેશો, મેદાનો, જંગલો, પર્વતો પ્રાકૃતિક પ્રદેશો આવેલા છે. વિવિધ પ્રકારની સપાટી અલગ અલગ પ્રમાણમાં સૂર્યાઘાત મેળવે છે. આમ, વાતાવરણનું તાપમાન પણ અલગ અલગ રહે છે. તાપમાનના વિતરણનો અભ્યાસ બે વિભાગમાં વહેંચવામાં આવે છે.

**(1) તાપમાનનું ક્ષૈતિજ વિતરણ (2) તાપમાનનું ઊર્ધ્વ વિતરણ.**

**(1) તાપમાનનું ક્ષૈતિજ વિતરણ :** પૃથ્વીસપાટી પર તાપમાનના ક્ષૈતિજ વિતરણ પર અક્ષાંશ, સમુદ્રથી અંતર, મહાસાગરના પ્રવાહો, પવનોની દિશા અને સ્થળની ઊંચાઈ વગેરે પરિબળોની અસર જોવા મળે છે.

વિષુવવૃત્તથી ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રુવો તરફ જતાં સૂર્યનાં કિરણો ત્રાંસાં પડતાં હોવાથી તાપમાનમાં ઘટાડો થતો હોય છે. સમુદ્રકિનારાની નજીકના વિસ્તારોનું તાપમાન સમ અને કિનારાથી દૂર ખંડસ્થ જમીનવિસ્તારોનું તાપમાન વિષમ હોય છે. ખંડસ્થ જમીનવિસ્તારોમાં તાપમાનનો દૈનિકગાળો તથા વાર્ષિકગાળાનો તફાવત વધુ હોય છે, જ્યારે સમુદ્રકિનારા નજીકના જમીનવિસ્તારોનું તાપમાન સમઘાત રહે છે.

મહાસાગરના ઠંડા અને ગરમ પ્રવાહો જે-તે પ્રદેશના કિનારાના વિસ્તારોના તાપમાન પર અસર કરે છે. જે વિસ્તારમાં ઠંડા પ્રવાહો વહે તે કિનારાના પ્રદેશનું તાપમાન નીચું અને જે વિસ્તારોમાં ગરમ પ્રવાહો વહે તે કિનારાના પ્રદેશનું તાપમાન ઊંચું જાય છે.

આ ઉપરાંત ગરમ અને સૂકા પવનો જે વિસ્તારમાં વાય છે ત્યાં તાપમાન ઊંચું હોય છે અને જ્યાં ઠંડા અને સૂકા પવનો વાય છે તે વિસ્તારોમાં તાપમાન નીચું રહે છે. જંગલનું પ્રમાણ, સ્થળની ઊંચાઈ, જમીનના પ્રકાર, વાદળનું પ્રમાણ વગેરે પરિબળો પણ તાપમાનના વિતરણ પર અસર કરે છે.

**(2) તાપમાનનું ઊર્ધ્વ વિતરણ :** સામાન્ય પરિસ્થિતિમાં પૃથ્વીસપાટીથી ઊંચે તરફ જતાં દર એક કિમીએ $6.5^{o}$ સે તાપમાન ઘટે છે. તાપમાનના આ ઘટાડાના દરને 'લેપ્સરેટ' (Lapse rate) કહે છે. આ ઘટાડો વાતાવરણના ક્ષોભ-આવરણમાં જ અનુભવાય છે. સૂર્યનાં કિરણો દ્વારા સૌપ્રથમ પૃથ્વીસપાટી ગરમ થાય છે અને ત્યાર પછી ક્રમશઃ વાતાવરણ ગરમ થાય છે. આ રીતે વિવિધ પ્રક્રિયાઓ (ઉષ્ણતાનયન, ઉષ્ણતાગમન, ઉષ્ણતાવહન) દ્વારા વાતાવરણ ગરમ થાય છે. આમ, પૃથ્વીસપાટીથી ઊંચે તરફ જતાં તાપમાન ઘટે છે. તેથી પર્વતીય ક્ષેત્રોમાં આવેલા ગિરિમથકો / પ્રવાસન સ્થળ તરીકે વિકસ્યાં છે. શિમલા, મનાલી, શ્રીનગર, નૈનિતાલ, દાર્જિલિંગ, સાપુતારા, પચમઢી, મહાબળેશ્વર, ઊટી, આબુ વગેરે ગિરિમથકો ઉત્તમ દૃષ્ટાંત છે.

**તાપમાન-વ્યૂત્ક્રમણ (Inversion of Temperature) :**

કેટલાક સંજોગોમાં વાતાવરણનું તાપમાન ઊંચે જતાં ઘટવાને બદલે વધે તો તે પ્રક્રિયાને **તાપમાન-વ્યૂત્ક્રમણ** કહે છે. આ માટે શિયાળાની લાંબી રાત્રી, સ્થિર હવા, સ્વચ્છ આકાશ, પવન વિનાની રાત્રી, હિમાચ્છાદિત પ્રદેશો વગેરે પરિબળોની અસરથી તાપમાન-વ્યૂત્ક્રમણ અનુભવાય છે. ભૂસપાટી નજીકનું વાતાવરણ ખૂબ જ ઝડપથી ઠંડું પડી જાય છે અને તે સમયગાળા દરમિયાન વાતાવરણમાં ઊંચે આવેલા સ્તરો પ્રમાણમાં ગરમ હોય છે. આવી પરિસ્થિતિને વ્યૂત્ક્રમણ તાપમાન કહે છે. ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવીય હિમાચ્છાદિત પ્રદેશો, ઊંચા પહાડી પ્રદેશો તેમ જ ખીણ પ્રદેશોમાં તાપમાનનું આવું વ્યૂત્ક્રમણ અનુભવાય છે.

### સ્વાધ્યાય

**1. નીચેના પ્રશ્નોના સવિસ્તર ઉત્તર લખો :**

(1) સૂર્યાઘાતના વિતરણ પર સૂર્યનાં કિરણોની કોણીય લંબાઈ અને દિવસની લંબાઈની અસર સમજાવો.

(2) પૃથ્વીનું ઉષ્મા સંતુલન જણાવો.

(3) તાપમાનના વિતરણ પર અસર કરતાં પરિબળો જણાવી અક્ષાંશ અને સમુદ્રથી અંતરની અસરો સમજાવો.

(4) તાપમાનનું વિતરણ એટલે શું ? તાપમાનના ક્ષૈતિજ વિતરણ વિશે ચર્ચા કરો.

**2. નીચેના પ્રશ્નોના મુદ્દાસર ઉત્તર લખો :**

(1) સૂર્ય વિકિરણો

(2) તાપમાન-વ્યૂત્ક્રમણ

(3) વાતાવરણની ઘનતા

(4) તાપમાનનું ઊર્ધ્વ વિતરણ

**3. નીચેના પ્રશ્નોના સંક્ષિપ્તમાં ઉત્તર લખો :**

(1) 'ધ્રુવીય પ્રદેશોમાં ઓછી ગરમી પડે છે.' - કારણ આપો.

(2) 'ખંડસ્થ જમીન પ્રદેશોમાં તાપમાન વિષમ જોવા મળે છે.' શા માટે ?

(3) 'પૃથ્વીની સપાટીથી ઊંચે જતાં તાપમાન ઘટે છે.' - કારણ આપો.

**4. નીચેના પ્રશ્નોના ઉત્તર એક-બે વાક્યમાં આપો :**

(1) સૂર્યાઘાત એટલે શું ?

(2) સ્થાનિક પવનોનાં નામ જણાવો.

(3) સૂર્યાઘાત માપવાનો એકમ કયો છે ?

(4) સૂર્યકલંકો કોને કહે છે ?

(5) 'લેપ્સરેટ' એટલે શું ?

(6) સૂર્યાઘાતના વિતરણ પર અસર કરતાં પરિબળો કયાં કયાં છે ?

**5. નીચેના પ્રશ્નો માટે આપેલા વિકલ્પોમાંથી સાચો વિકલ્પ પસંદ કરી ઉત્તર લખો :**

(1) સૂર્યાઘાત માપવા માટે કયા સાધનનો ઉપયોગ થાય છે ?

(a) થરમૉમિટર (b) બેરોમિટર

(c) પાયરેનોમિટર (d) લેક્ટોમિટર

(2) સૂર્યની સપાટીનું તાપમાન આશરે કેટલા અંશ સે અનુમાનવામાં આવે છે ?

(a) $5000^{o}$ સે (b) $6000^{o}$ સે

(c) $1.5^{o}$ કરોડ સે (d) $1000^{o}$ સે

(3) નીચેનામાંથી કયું પરિબળ તાપમાન પર અસર કરતું નથી ?

(a) રેખાંશ (b) ભૂપૃષ્ઠ

(c) પવનો (d) સમુદ્રથી અંતર

(4) નીચેનામાંથી કયું પરિબળ સૂર્યાઘાતના વિતરણ પર અસર કરતું નથી ?

(a) સમુદ્રથી ઊંચાઈ (b) દિવસની લંબાઈ

(c) મહાસાગરના પ્રવાહો (d) જમીન અને પાણીનું વિતરણ

## પ્રવૃત્તિ

- ટીવી દ્વારા પ્રસારિત થતા હવામાન અહેવાલમાંથી તાપમાનના આંકડાનું સંકલન કરી શાળાના બૉર્ડ ઉપર પ્રદર્શિત કરો.

# 10 પવન

## વાતાવરણનું દબાણ

પૃથ્વીસપાટીથી સેંકડો કિમી સુધીની ઊંચાઈએ વિસ્તરેલા વાયુઓના આવરણને વાતાવરણ કહે છે.

વાતાવરણમાં રહેલી હવા એક ભૌતિક પદાર્થ છે. તેથી તેને પણ પોતાનું વજન છે. વાતાવરણનો સ્તર તેના વજન પ્રમાણે પૃથ્વીસપાટી પર દબાણ કરે છે, જેને વાતાવરણનું કે હવાનું દબાણ કહે છે. વાતાવરણના દબાણ પાછળ પૃથ્વીનું ગુરુત્વાકર્ષણ બળ જવાબદાર છે. વિષુવવૃત્ત કરતાં ધ્રુવો પર ગુરુત્વાકર્ષણ બળ વધુ હોવાથી ધ્રુવો પર વસ્તુનું વજન પ્રમાણમાં વધી જાય છે.

પૃથ્વીસપાટી પરના વિવિધ પ્રદેશોના હવામાન અને આબોહવા નિર્માણ કરનારાં તત્ત્વોમાં વાતાવરણનું દબાણ મહત્ત્વનું છે. માનવજીવન પર તેની પ્રત્યક્ષ અસર જોવા મળતી નથી પરંતુ વાતાવરણના દબાણમાં થોડું પરિવર્તન પણ પવનની ગતિ અને દિશા પર પ્રભાવ પાડે છે, જે પ્રત્યક્ષ રીતે તાપમાન અને ભેજ (વૃષ્ટિ)ના વિતરણ પર અસર કરે છે. આમ, વાતાવરણનું દબાણ પરોક્ષ રીતે સજીવોના જીવનની પરિસ્થિતિ પર અંકુશ ધરાવે છે. ચક્રવાત તેમજ વાતાવરણ સાથે સંકળાયેલી અન્ય ઘટનાઓ સમજવાં માટે વાતાવરણનું દબાણ જાણવું જરૂરી છે.

## દબાણનું માપન

વાતાવરણનું દબાણ સેન્ટિમીટર કે ઇંચ કે મિલિબાર એકમમાં મપાય છે. પરંતુ હવામાન-મથકોમાં નોંધ રાખવા તથા હવામાન-નકશાઓમાં વાતાવરણનું દબાણ દર્શાવવા માટે મિલિબાર એકમનો વધુ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. સમુદ્રની સરેરાશ સપાટીએ વાતાવરણનું દબાણ 76 સેમી કે આશરે 30 ઇંચ કે 1013 મિલિબાર છે.

[1 સેમી = 13.32 મિલિબાર અને 1 મિલિબાર = 0.295299 ઇંચ]

વાતાવરણનું દબાણ વાયુદાબમાપક (બૅરોમિટર), નિષ્પ્રવાહી વાયુદાબમાપક (ઍનોરાઇડ બૅરોમિટર) અને વાયુદાબ આલેખક (બૅરોગ્રાફ) જેવાં સાધનોથી માપી શકાય છે. પારાવાળા ફૉર્ટિનના વાયુદાબમાપકથી વાતાવરણનું દબાણ વધુ ચોકસાઈથી માપી શકાય છે.

## વાતાવરણના દબાણ પર અસર કરતાં પરિબળો

પૃથ્વીસપાટીના વિવિધ ભાગ પર વાતાવરણનું દબાણ જુદું જુદું જોવા મળે છે. વાતાવરણના દબાણના અસમાન વિતરણ માટે ઊંચાઈ, તાપમાન, બાષ્પ (ભેજ) વગેરે પરિબળો જવાબદાર છે.

**(1) ઊંચાઈ :** પૃથ્વીસપાટીથી અનેક કિમી ઊંચાઈ સુધી હવાના થર આવેલા છે. પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણ બળને લીધે હવાનો દરેક થર તેની નીચેના થર પર દબાણ કરે છે. તેથી વાતાવરણના નીચેના ભાગ પર હવા દબાયેલી અને ઘટ્ટ હોય છે, જ્યારે ઉપરના ભાગ પર તે પાતળી હોય છે.

કોઈ પણ સ્થળની ઊંચાઈ જેમ વધારે તેમ તે સ્થળની હવા વધુ પાતળી હોય છે. પાતળી હવાનું દબાણ ઓછું (હલકું) હોય છે. સમુદ્રસપાટીથી ઊંચે જતાં સરેરાશ દર 165 મીટરની ઊંચાઈએ 1 સેમી કે 13.32 મિલિબાર દબાણ ઘટે છે. હિમાલયનું માઉન્ટ એવરેસ્ટ શિખર લગભગ 8848 મીટર ઊંચું છે. ત્યાં હવા પાતળી હોવાથી હવાનું દબાણ આશરે 54 સેમી કે 320 મિલિબાર જેટલું ઘટે છે.

**ક્રિચફિલ્ડના મતે ઊંચાઈ પ્રમાણે હવાનું દબાણ**

| ઊંચાઈ (મીટરમાં) | હવાનું દબાણ (મિલિબારમાં) |
|---|---|
| સમુદ્રસપાટી | 1013 |
| 1000 | 899 |
| 3000 | 701 |
| 5000 | 540 |
| 10000 | 265 |

**(2) તાપમાન :** ગરમીને કારણે હવા પ્રસરે છે અને વધુ જગ્યા રોકે છે. તેથી હવાનું દબાણ ઘટે છે જ્યારે ઠંડીથી હવા સંકોચાય છે અને ઓછી જગ્યા રોકે છે. આવી હવા ભારે બને છે પરિણામે હવાનું દબાણ વધે છે.

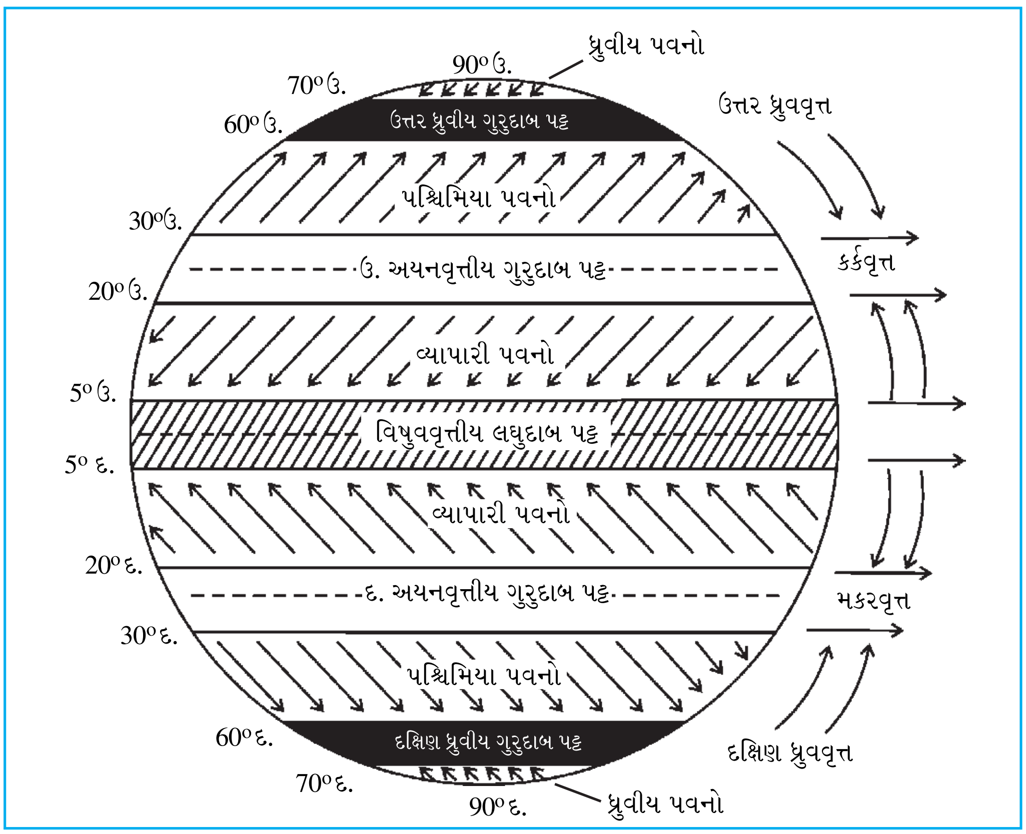
તાપમાનના તફાવતને કારણે દિવસે હવાનું દબાણ ઓછું (હલકું) હોય છે, જ્યારે રાત્રિના સમયે વધુ (ભારે) હોય છે. ઉનાળામાં જમીનવિસ્તારો પર હવાનું દબાણ હલકું અને શિયાળામાં દબાણ ભારે હોય છે એવી જ રીતે વિષુવવૃત્તના પ્રદેશોમાં તાપમાન ઊંચું હોવાથી હવાનું દબાણ હલકું અને ધ્રુવ પ્રદેશોમાં તાપમાન ઘણું નીચું હોવાથી હવાનું દબાણ ભારે જોવા મળે છે. આમ, હવાનું દબાણ જે-તે સ્થળના તાપમાન ઉપર આધાર રાખે છે.

**(3) ભેજ :** હવા કરતાં ભેજ વજનમાં હલકો છે, તેથી જો હવામાં ભેજનું પ્રમાણ વધે તો હવાનું દબાણ ઘટે છે. જ્યારે હવામાં ભેજનું પ્રમાણ ઘટે તો હવા ભારે બને છે અને તેનું દબાણ વધે છે.

ચોમાસાની હવામાં ભેજ વધુ હોય છે તેથી હવાનું દબાણ ઘટે છે. મહાસાગરો પરની હવામાં ભેજ વધુ હોય છે. પરિણામે જમીનપ્રદેશો કરતાં અહીં હવાનું દબાણ હલકું (ઓછું) રહે છે. વિષુવવૃત્તના વિસ્તારો પર હવા ખૂબ જ ભેજવાળી હોવાથી અહીં હવાનું હલકું દબાણ રચાય છે.

### દબાણ પટ્ટા (Pressure Belts)

હવાના દબાણમાં ફેરફાર લાવનારાં પરિબળોની અસરને લીધે પૃથ્વીસપાટી પરના જુદા જુદા પ્રદેશો પર હલકું (લઘુ) કે ભારે (ગુરુ) દબાણ ઉદ્ભવે છે. હવાનાં આવાં દબાણો પૃથ્વીસપાટીના જો કોઈ ચોક્કસ પ્રદેશ કે વિસ્તાર પૂરતા જ મર્યાદિત હોય તો તે દબાણકેન્દ્રો (Pressure Cells) તરીકે ઓળખાય છે. પૃથ્વીસપાટી પર નિર્માણ થતા હવાના હલકા અને ભારે દબાણો તેની શરૂઆતના તબક્કામાં દબાણકેન્દ્રો રૂપે હોય છે પછી અનુકૂળ પરિસ્થિતિ મળતાં તેઓ પૂર્વ-પશ્ચિમ વિસ્તરે છે અને હવાના દબાણના પટ્ટા બને છે. આમ, દબાણના પટ્ટા લગભગ એક જ અક્ષાંશીય સીમામાં ગોઠવાયેલા અને એકસરખું દબાણ ધરાવતાં કેન્દ્રો જ છે. જે અક્ષાંશવૃત્તીય પૂર્વ-પશ્ચિમ પટ્ટામાં ભારે દબાણના પ્રદેશો વધુ આવેલા છે તેને ભારે દબાણનો પટ્ટો કે ગુરુદાબ પટ્ટ કહે છે અને જે પૂર્વ-પશ્ચિમ પટ્ટામાં હલકા દબાણના પ્રદેશો વધુ આવેલા છે તેને હલકા દબાણનો પટ્ટો અથવા લઘુદાબ પટ્ટ કહે છે. આ પ્રકારના પટ્ટા આકૃતિ 10.1 પરથી સ્પષ્ટ થશે.




**10.1 દબાણના પટ્ટા અને કાયમી પવનો**