टिप्पणी

2

अन्तर्जात बल

आप भूगोल के विकास, इसके विषयों तथा इसकी विभिन्न शाखाओं के बारे में पहले ही अध्ययन कर चुके हैं। यह पाठ भूगोल की शाखा, 'भू-आकृति विज्ञान' से संबंधित है- मेज पर रखी आपकी पुस्तक तब तक वहीं रहेगी जब तक आप या कोई अन्य कुछ बल लगाकर इसको हटा नहीं देता। इसके बाद ही किताब की स्थिति बदलेगी। इसकी स्थिति तब भी बदल सकती है जब मेज स्वयं किसी बल द्वारा स्थानांतरित हो जाए। मेज की गति आंतरिक तंत्र के कारण हो सकती है। आपका हाथ एक बाहरी बल है जो पुस्तक को हटा देता है। अत: बल दो प्रकार के होते हैं- आंतरिक और बाह्य।

पृथ्वी की सतह पर देखी गई सभी विशेषताएं इन दो प्रकार के बलों के बीच संतुलन का परिणाम हैं। ये बल कई कारकों पर निर्भर करते हैं। अत: पृथ्वी के आंतरिक भाग और आंतरिक बलों के संचालन को समझना आवश्यक है। आंतरिक बलों के कारण, बड़ी मोटाई वाली सतह हमेशा गति में रहती है। इस संदर्भ में, हम महाद्वीपीय विस्थापन और प्लेट टेक्टोनिक्स के इसके तात्कालिक संस्करण का अध्ययन करेंगे। इनके परिणामस्वरुप निर्मित परतों, दरारों (भ्रंशन) और भूकंप जैसी घटनाओं सीखने का अध्ययन भी हम इस पाठ में करेंगे।

सीखने के प्रतिफल

इस पाठ का अध्ययन करने के पश्चात् शिक्षार्थी:

- आंतरिक भाग में बदलते तापमान, चट्टानों के घनत्व और पदार्थ की स्थिति को स्पष्ट करते हैं;
- पृथ्वी को आकार देने वाले आंतरिक बलों की पहचान करते हैं;
- महाद्वीपीय विस्थापन और प्लेट संचलन के तंत्र की व्याख्या करते हैं;
- वलन, दरारों तथा उनके प्रकार एवं निर्माण का वर्णन करते हैं; और
- ज्वालामुखियों तथा भूकम्पों के आने के कारणों तथा उनके स्थानिक वितरण की व्याख्या करते हैं।

टिप्पणी

2.1 पृथ्वी के आंतरिक बल

पृथ्वी पर दिखाई देने वाले लक्षण, दो प्रकार के बलों का परिणाम हैं-आंतरिक बल तथा बाह्य बल। पृथ्वी के नीचे आंतरिक भाग में उत्पन्न होने वाले बल, आंतरिक बल कहलाते हैं तथा पृथ्वी के ऊपर संचालित होने वाले बल बाह्य बल कहलाते हैं। इस पाठ में हम आंतरिक बलों के बारे में चर्चा करेंगे, जबकि बाह्य बलों का अध्ययन हम अगले पाठ में करेंगे।

आप जानते ही होंगे कि जब हम पृथ्वी की सतह से आंतरिक भाग में जाते हैं तो तापमान बढ़ता जाता है। तापमान में वृद्धि से चट्टान के अणुओं का विस्तार होता है। उष्मा उच्च तापमान से कम तापमान वाले क्षेत्रों को स्थानांतरण होती है। चूंकि आंतरिक भागों की तुलना में सतह की ओर तापमान कम है, इसलिए उष्मा का प्रवाह केवल सतह की ओर संभव है। उष्मा के परिवहन की इस प्रक्रिया में, संवहन धाराओं का निर्माण होता है। संवहन धाराओं के निर्माण के बाद, कई प्रकार के परिवर्तन होते हैं।

2.2 पृथ्वी का आन्तरिक भाग (भू-गर्भ)

आपने टेलीविजन या फिल्मों में ज्वालामुखी विस्फोट देखा होगा। विस्फोट के समय ज्वालामुखी के छिद्र (क्रेटर) से भारी मात्रा में पिघली हुई सामग्री, धूल के कण, धुआं और अग्नि लौ निकलती है। इस प्रकार, हमें पृथ्वी की सतह पर कुछ आंतरिक सामग्री देखने को मिलती है। ज्वालामुखीय उत्पत्ति की गहराई से नीचे, पृथ्वी की सतह पर ऐसे पदार्थों की कोई उपलब्धता नहीं है जिनकी मदद से हम पृथ्वी के अंतरतम का प्रत्यक्ष अवलोकन तथा विश्लेषण कर सकें। पृथ्वी की औसत त्रिज्या लगभग 6371 किमी है। पृथ्वी के आंतरिक भाग तक हमारी पहुँच केवल खनन और प्रवेधन की गहराई तक ही सीमित है। उस सीमित गहराई से उपलब्ध पदार्थ ही, हमें भू-गर्भ के अध्ययन के लिए उपलब्ध हो पाते हैं। इसीलिए पृथ्वी के आन्तरिक भाग के बारे में जानने के लिए हमें विभिन्न स्रोतों की मदद लेनी होती है।

(क) भू-गर्भ के अध्ययन में सहायक स्रोत

मुख्य रूप से, दो प्रकार के स्रोत होते हैं जिनके द्वारा हम भू-गर्भ के बारे में जानने का प्रयत्न करते हैं।

- प्रत्यक्ष स्रोत, और
- अप्रत्यक्ष स्रोत

a प्रत्यक्ष स्रोत

ये वे स्रोत हैं जिनकी मदद से हम पृथ्वी के आंतरिक भाग के पदार्थ अपने हाथों में लेते हैं। पृथ्वी के आंतरिक भाग से मिलने वाली सामग्री खनन, प्रवेधन या ज्वालामुखी विस्फोट के माध्यम से उपलब्ध होती है।

टिप्पणी

i. खनन

बहुत लंबे समय से, सम्पूर्ण संसार में कई स्थानों पर खनन किया गया है। खनन प्रक्रिया में, पृथ्वी की सतह की खुदाई की जाती है तथा अयस्क अथवा आवश्यक पदार्थ निकाले जाते हैं। इस प्रकार, सतह के नीचे से प्राप्त पदार्थ को हम अपने हाथों में लेते हैं। लेकिन खनन पृथ्वी के आंतरिक भाग में बहुत कम गहराई तक ही सीमित है। दक्षिण अफ्रीका की पोनेंग सोने की खान सबसे गहरी है। इसकी गहराई सतह से लगभग 3.8 किमी है। परन्तु पृथ्वी की त्रिज्या के सन्दर्भ में, यह नगण्य है।

ii. प्रवेधन

प्रवेधन द्वारा भी पृथ्वी के आंतरिक भाग की गहराई से प्राप्त पदार्थों को सतह पर लाया जाता है। रूसी क्षेत्र में कोला प्रायद्वीप पर स्कैंडिनेवियाई भूभाग के उत्तर-पूर्वी भाग में सबसे गहरा प्रवेधन किया गया है। इसकी गहराई सतह से 12.2 किमी तक है। यह भी गहराई में बहुत कम है तथा गहरे आंतरिक भागों के बारे में बताने में सक्षम नहीं है।

iii. ज्वालामुखी विस्फोट

ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान निकलने वाले पदार्थ भू-गर्भ के बहुत गहरे भाग से बाहर आते हैं । परन्तु इन पदार्थों से ये ज्ञात होना बहुत कठिन है कि ये पदार्थ भू-गर्भ की कितनी गहराई से निकलते हैं? परन्तु यह सर्वविदित है कि ये पदार्थ पृथ्वी की त्रिज्या की तुलना में बहुत गहराई से नहीं आते। इस प्रकार ज्वालामुखी विस्फोट से भी हमें पृथ्वी के आंतरिक भाग के बारे में कोई महत्वपूर्ण जानकारी नहीं मिल पाती।

b अप्रत्यक्ष स्त्रोत

'अप्रत्यक्ष' शब्द का अर्थ काफी स्पष्ट है। इसमें वे स्रोत शामिल हैं जिनका अध्ययन कुछ वैज्ञानिक सिद्धांतों और अनुसंधानों के आधार पर किया जाता है। इसमें विभिन्न गहराई पर चट्टानों का घनत्व, दबाव और तापमान का अध्ययन किया जाता है। आइए इनका विस्तारपूर्वक अध्ययन करें तथा इनके बारे में जानकारी प्राप्त करें-

i. घनत्व

चट्टानों का निर्माण किसी एक खनिज या कई खनिजों से होता है। खनिजों के गुण चट्टान की प्रकृति को निर्धारित करते हैं। चट्टान का घनत्व चट्टान की सघनता का गुण है। घनत्व को चट्टान के द्रव्यमान तथा उसके द्वारा घेरे गए आयतन के बीच संबंध के रूप में परिभाषित किया जाता है। इस प्रकार, अधिक द्रव्यमान और कम आयतन वाली चट्टानें सघन होंगी, जबकि अधिक आयतन के साथ कम द्रव्यमान वाली चट्टानों का घनत्व कम होगा।

टिप्पणी

ii. दबाव

ऊपरी चट्टानों के दबाव के कारण भू-गर्भ की चट्टानें अधिक संपीडित होती हैं। प्रारंभ में, यह माना जाता था कि संपीड़न के कारण पृथ्वी के आंतरिक भाग की चट्टानें सघन होती हैं। लेकिन यह भी वैज्ञानिक रूप से सिद्ध हुआ है कि संपीडन/दबाव द्वारा चट्टान के घनत्व को केवल एक निश्चित सीमा तक ही बढ़ाया जा सकता है, निश्चित सीमा के बाद घनत्व को नहीं बढ़ाया जा सकता। इसलिए, यह निष्कर्ष निकाला गया है कि भू-गर्भ में पाई जाने वाली चट्टानें मुख्य रूप से भारी पदार्थों से बनी होती हैं।

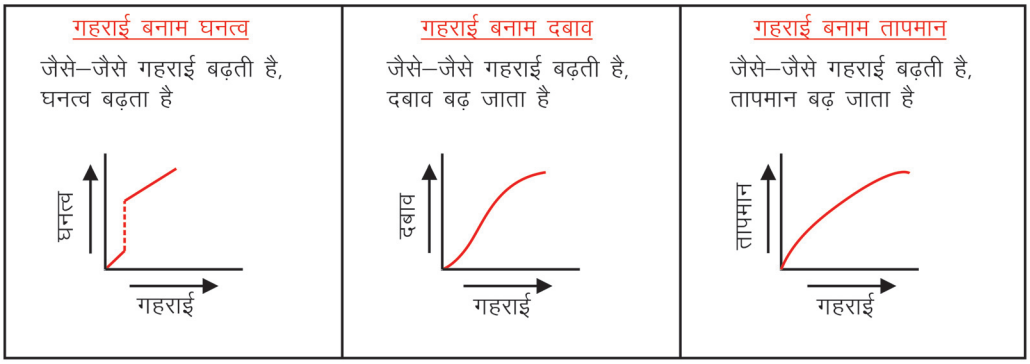
iii. तापमान

यह देखा गया है कि जैसे-जैसे हम आंतरिक भाग में जाते हैं तापमान बढ़ता जाता है। तापमान में ये वृद्धि 3° से. मीटर (अथवा 30° से. किमी) की दर से होती है। परन्तु ये वृद्धि केवल शीर्ष परत तक ही सीमित होती है। क्योंकि तापमान की यह प्रवृत्ति बहुत गहराई तक यथावत नहीं रहती है। हाल के अन्वेषणों के आधार पर, भू-वैज्ञानिकों ने लगभग 500° की भिन्नता के साथ क्रोड़ (कोर) का तापमान लगभग 500° सेल्सियस होने की गणना की है।

iv. घनत्व, दबाव तथा तापमान का गहराई के साथ संबंध

ऊपर दिए गये विवरणों के आधार पर यह पूरी तरह से स्पष्ट है कि तीनों घटक बढ़ती गहराई के साथ बढ़ते हैं। लेकिन इनकी वृद्धि लगातार एक समान नहीं है, इनके बढ़ने की दर बदलती रहती है। इनका आपस में सम्बन्ध बहुत स्पष्ट है, जिसे नीचे दिए गए आकृति (2.1) के द्वारा स्पष्ट रूप से समझा जा सकता है।

पृथ्वी के आंतरिक भाग में गहराई के साथ घनत्व, दबाव और तापमान का संबंध



चित्र 2.1 गहराई के साथ घनत्व, दबाव और तापमान

टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 2.1

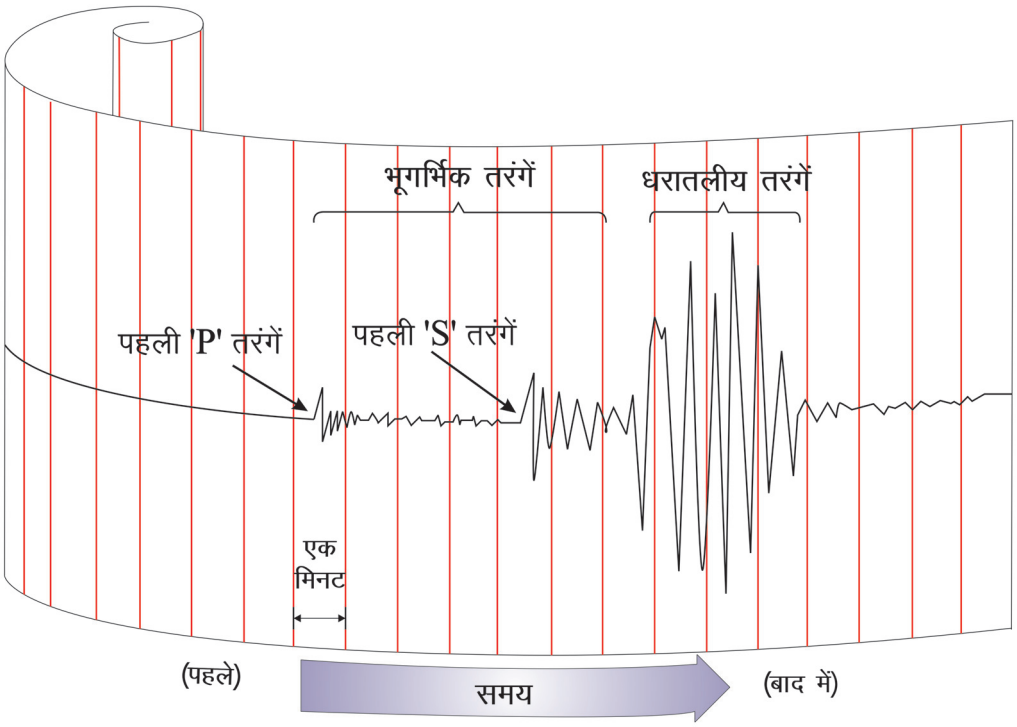
1. पृथ्वी के आंतरिक भाग के बारे में जानकारी देने वाले स्रोत हैं: (अ)..... (ब) .....

2. घनत्व, दबाव और तापमान गहराई बढ़ने के साथ .....(अ) बढ़ते हैं (ब) घटते हैं)

3. शीर्ष परत में ..... की दर से तापमान में वृद्धि होती है

B भू-गर्भ तथा भूकंप विज्ञान

भूकंप विज्ञान, विज्ञान की एक शाखा है जिसके अंतर्गत हम भूकंप तथा भूकंपीय लहरों के बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं, ये भूकंपीय लहरें भूकंप की उत्पत्ति के समय पृथ्वी की विभिन्न गहराईयों में फैलकर भूकंप लाती हैं साधारण भाषा में भूकंप, किसी क्षेत्र की जमीन का अचानक कंपन या हिलना है, जो कि भू-भाग की अचानक गति के कारण होता है। जिससे भूकंप की लहरें उठती हैं। उन्हें एक उपकरण द्वारा दर्ज किया जाता है जिसे सीस्मोग्राफ के रूप में जाना जाता है। (चित्र 2.2) भूकंपीय घटनाओं का मापन भूकंपीय तीव्रता के आधार पर किया जाता है तथा इस तीव्रता को मापने वाली इकाई को 'रिक्टर स्केल' कहा जाता है।

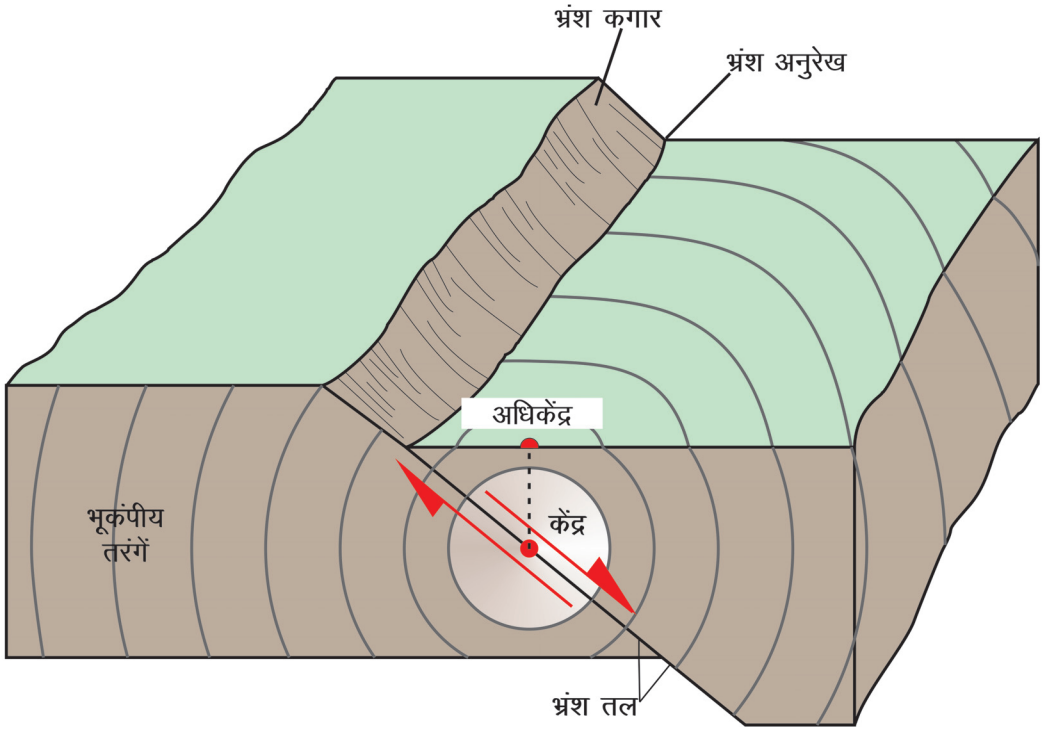


चित्र 2.2: एक आदर्श सीस्मोग्राफ

टिप्पणी

यहां यह उल्लेख करना महत्वपूर्ण है कि भूकंप विज्ञान एकमात्र ऐसा स्रोत है जिसके द्वारा पूरी पृथ्वी को स्कैन किया जा सकता है। स्कैनिंग पृथ्वी के सभी भागों / गहराई के बारे में प्रामाणिक और पूर्ण जानकारी प्रदान करती है। भूकंपीय घटनाओं की उत्पत्ति पृथ्वी की सतह के नीचे बहुत गहराई में होती है। यह गहराई कुछ मीटर से लेकर सैकड़ों किमी तक हो सकती है।

वह बिंदु जहाँ से ऊर्जा निकलती है तथा भूकंप उत्पन्न होता है, भूकंप का उद्गम केंद्र (focus) कहलाता है। (चित्र 2.3)। पृथ्वी की सतह पर वह बिंदु जो अधिगम केंद्र के समीपतम होता है, अधिकेन्द्र (epicentre) कहलाता है। (उद्गम केंद्र से ठीक ऊपर लंबवत दूरी पर अधिकेन्द्र होता है) अधिकेंद्र, पृथ्वी की सतह पर निकटतम स्थान होने के कारण भूकंप का अनुभव सबसे पहले करता है। जिसको बाद में अधिकेंद्र से दूर के स्थानों पर दर्ज किया जाता है। अधिकेन्द्र से विभिन्न स्थानों को भूकंप का प्रसार, भूकंपीय तरंगों के माध्यम से होता है, जो मुख्य रूप से, तीन प्रकार की होती हैं- प्राथमिक तरंगें (P), द्वितीयक तरंगें (S) और धरातलीय तरंगें (L) तरंगें। ये तरंगें सीस्मोग्राफ पर एक के बाद एक रिकॉर्ड की जाती हैं।



चित्र 2.3: भूकंपीय तरंग प्रसार की आरेखीय प्रस्तुति

भूकम्पीय तरंगें- प्राथमिक (P), द्वितीयक (S) और धरातलीय / लम्बवत (l) तरंगें:

प्राथमिक (P) तरंगों को संपीड़न तरंगों के रूप में भी जाना जाता है। इन्हें कर्षापकर्षी तरंगें (push and pull waves) भी कहा जाता है। यह ध्वनि तरंगों की तरह होती हैं जिन्हें हम सुनते हैं। **द्वितीयक (S)** तरंगों को अनुप्रस्थ तरंगों के रूप में जाना जाता है। ये तरंगें तरंग प्रसार की दिशा में लम्बवत चलती हैं। ये तरंगें प्रकाश तरंगों की तरह प्रतीत होती हैं। **धरातलीय** तरंगें पृथ्वी की सतह के माध्यम से एक बड़ी दूरी तक जाती हैं। इसलिए, उन्हें **लंबवत (L)** तरंगों के रूप में भी जाना जाता है।

टिप्पणी

वास्तव में, धरातलीय तरंगें 'P' और 'S' तरंगों का एक संयुक्त प्रदर्शन हैं। इन तरंगों की विशेषताएं सारणी 2.1 में दी गई हैं।

तालिका 2.1: भूकंपीय तरंगों की विशेषताएं

प्राथमिक (P) तरंगें	**द्वितीयक (S) तरंगें**	**धरातलीय/लम्बवत (L) तरंगें**
सबसे अधिक तीव्र तरंग है और धरातल पर सबसे पहले पहुंचती है।	इनका वेग तथा गति प्राथमिक (P) तरंगों से कम होती है। इसलिए ये तरंगें सीस्मोग्राफ पर 'P' तरंगों के बाद रिकॉर्ड की जाती हैं।	इनका वेग 'P' और 'S'तरंगों से कम होता है। इसलिए, ये तरंगें सीस्मोग्राफ पर 'P' और 'S' तरंगों के बाद दर्ज की जाती हैं।
ठोस, तरल और गैसीय तीनों, प्रकार के पदार्थों तथा माध्यम से गुजर सकती है।	ये तरंगें केवल ठोस पदार्थों के माध्यम से ही गुजर सकती हैं।	केवल ठोस माध्यमों से होकर ही गुजर सकती हैं।
ठोस पदार्थों में उच्च वेग से, तरल पदार्थों में कम वेग से तथा गैसीय पदार्थों से बहुत मंद गति से गुजरती हैं।	चट्टानों के घनत्व में वृद्धि के साथ ही इन तरंगों का वेग बढ़ता है तथा घनत्व कम होने पर इनके वेग में कमी आती है।	इन तरंगों का वेग 2.0 से 4.4 किमी/सेकंड के बीच होता है।
चट्टानों के घनत्व में वृद्धि से वेग बढ़ता है और घनत्व कम होने से वेग कम हो जाता है।	चट्टानों के पदार्थों में ठोस से चिपचिपी स्थिति आते ही इन तरंगों का वेग कम हो जाता है। लेकिन जब चट्टानें पिघल जाती हैं, तो यह तरंगे पूरी तरह से गायब हो जाती हैं।	
पदार्थ की अवस्था में ठोस से चिपचिपा या तरल में परिवर्तन होने से घनत्व अधिक होने पर भी इनका वेग कम हो जाता है।	'S' तरंगों की गति सतह तथा गहराई में भिन्न होती है। सतह या उसके पास इनकी गति 3.25 किमी प्रति सेकंड होती है जबकि आंतरिक भाग में 7.0 किमी प्रति सेकंड तक होती है	

टिप्पणी

'P' तरंगों का वेग सतह पर या उसके पास 5.5 किमी प्रति सेकंड से लेकर गहरे आन्तरिक भाग में 13.0 किमी प्रति सेकंड तक भिन्नता लिए हुए होता है।		

a) भूकंप विज्ञान तथा पृथ्वी के आंतरिक भाग की संरचना

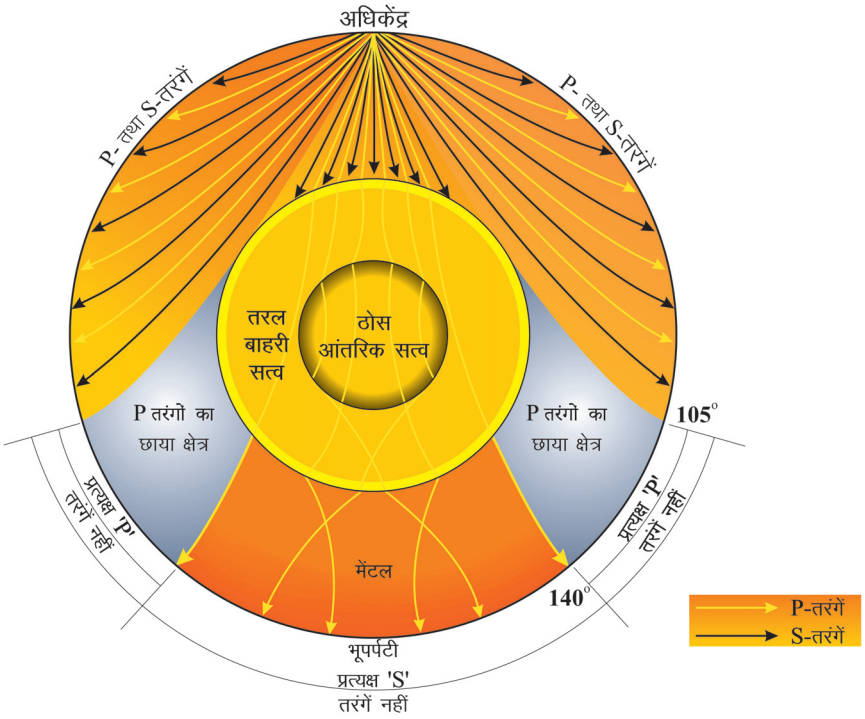
भूकंप के समय उत्पन्न तरंगें सभी दिशाओं में विसरित होती हैं। इनका पथ वक्रीय होता है। भूकंपीय तरंगों की वक्रता पृथ्वी की सतह से कोर तक घनत्व बदलने के कारण होती है। तरंगों के अपवर्तन के कारण 'S' तरंगे भूकंप के अधिकेंद्र से 105° की कोणीय दूरी से आगे नहीं पाई जातीं। इसी तरह 'P' तरंगों का भूकंप के अधिकेंद्र से 105° से 140° तक पता नहीं चलता। इस क्षेत्र को छाया क्षेत्र के रूप में जाना जाता है। पृथ्वी के अंदर के वे स्थान जहाँ पर तरंगें रिकॉर्ड नहीं होतीं उन्हें 'छाया क्षेत्र' कहते हैं। सभी भूकंपीय तरंगों का छाया क्षेत्र भिन्न-भिन्न होता है।

पृथ्वी के आंतरिक भागों के बारे में 'P' और 'S' तरंगों के प्रसार की प्रकृति से पता चलता है। लगभग 40 किमी की औसत गहराई पर, दोनों तरंगों के वेग में अचानक वृद्धि होती है जो चट्टानों के घनत्व के अचानक बढ़ जाने का संकेत देती है।

लगभग 100 से 250 किमी की गहराई पर, दोनों तरंगों का वेग घटने लगता है और लगभग 700 किमी के बाद वेग फिर से बढ़ जाता है। इन गहराइयों के बीच घटता वेग इंगित करता है कि चट्टानों का पदार्थ अर्ध-ठोस है। इस वजह से दोनों तरंगों का वेग कम हो जाता है। इस कम वेगीय क्षेत्र को दुर्बलतामंडल (एस्थेनो स्फीयर) के रूप में जाना जाता है। इसे संक्रमण क्षेत्र के रूप में भी जाना जाता है।

इसके बाद, दोनों तरंगों का वेग 2900 किमी की गहराई तक लगातार बढ़ता है। बढ़ते वेग से पता चलता है कि वहां घनत्व अधिक है और चट्टानों की स्थिति ठोस है। 2890 किमी से 2900 किमी तक, चट्टानें फिर से लगभग प्लास्टिक अवस्था में हैं, यानी, न तो ठोस और न ही तरल। इसे गुटेनबर्ग असांतत्य (Gutenberg discontinuity) कहा जाता है।

2900 किमी की गहराई के बाद, 'S' तरंगों का कोई संकेत नहीं मिलता है और 'P' तरंगों की गति बहुत तेजी से कम होने लगती है (दोनों तरंगों की विशेषताओं को देखें, तालिका 2.1)। इस गहराई पर चट्टानें पिघल जाती हैं और 'S' तरंगे तरल क्षेत्र से नहीं गुजर पाती । 'P' तरंगों के वेग में कमी पदार्थ/चट्टानों की बदलती स्थिति के कारण भी होती है। लगभग 5150 किमी की गहराई पर, 'P' तरंगों का वेग बढ़ जाता है जो इस बात का प्रमाण है कि चट्टानें फिर से ठोस हो जाती हैं।



चित्र 2.4: पृथ्वी के आंतरिक भाग में 'P' और 'S' तरंगों का प्रसरण

पाठगत प्रश्न 2.2

1. भूकंप मापने वाले उपकरण का नाम लिखिए। .....

2. 'P' तरंगें.....परत /परतों में गुजर जाती है और 'S' तरंगें .... परत /परतों से गुजरती हैं।

b) पृथ्वी की रासायनिक संरचना

पृथ्वी के अंदर लगभग संकेंद्रित तीन प्रमुख परतें पाई जाती हैं। स्विस द्वारा इन परतों की व्याख्या की गई है। ये परतें हैं–सियाल (SIAL), सीमा (SIMA) तथा निफे (NIFE)।

सियाल (SIAL): यह पृथ्वी की सबसे ऊपरी परत है जो भूपर्पटी (Crust) के अवसादी पतले आवरण के ठीक नीचे पाई जाती है। सिलिकॉन (Si) और एल्यूमीनियम (Al) इस परत में पाए जाने वाले दो बहुत महत्वपूर्ण तत्व हैं। इस कारण इस परत को सियाल नाम दिया गया है। इस परत का औसत घनत्व 2.75 से 2.90 ग्राम/घन सेमी है और इसकी औसत गहराई 40 किमी है। सियाल परत महासागरीय तल (5 से 10 किमी) के नीचे बहुत पतली होती है, लेकिन पर्वतों के नीचे इसकी मोटाई अधिक (70 किमी तक) होती है। यहां मुख्य रूप से ग्रेनाइट चट्टानों की अधिकता पाई जाती है।

सीमा (SIMA): यह पृथ्वी की सतह से नीचे सियाल (SIAL) के बाद दूसरी परत है। इस परत में सिलिकॉन (Si) तथा मैग्नीशियम (Mg) प्रचुर मात्रा में मिलते हैं इसलिए इस परत का

टिप्पणी

टिप्पणी

नामकरण सीमा (SIMA) के नाम पर हुआ है। यह बहुत मोटी परत है जो लगभग 2900 किमी की गहराई तक पाई जाती है। महाद्वीपों के नीचे, इस परत की औसत गहराई 40 किमी है जबकि महासागरों के नीचे, यह लगभग 0 से 5 किमी गहरी है। इसका औसत घनत्व 2.90 ग्राम / घन सेमी से 4.75 ग्राम / घन सेमी के बीच होता है। इस परत में चट्टानें मुख्य रूप से मैग्नीशियम और लोहे के सिलिकेट से बनी होती हैं। इस परत का बड़ा भाग बेसाल्ट से बना होता है।

निफे (NIFE): यह पृथ्वी की सबसे भीतरी परत है। यह परत निकल (Ni) तथा लोहे (Fe) से बनी है और इसलिए इसे निफे नाम दिया गया है। यह पृथ्वी के नीचे 2900 किमी की गहराई से पृथ्वी के केन्द्र तक होती है। निकल और लोहा बहुत भारी और घने तत्व हैं, इसलिए इस परत का घनत्व अधिक है। इस परत का घनत्व लगभग 11 से 12 ग्राम /घन सेमी है।

c) पृथ्वी की आंतरिक संरचना

पृथ्वी के आंतरिक भाग में भूकंपीय तरंगों के प्रसरण के अध्ययन ने वैज्ञानिकों को इसकी संरचना के बारे में सिद्धांत प्रतिपादित करने में सक्षम बनाया। भूकंपीय तरंगों के मार्गों में अचानक परिवर्तन के आधार पर, पृथ्वी की संरचना को स्पष्ट रूप से तीन क्षेत्रों में सीमांकित किया गया है। ये क्षेत्र हैं- भूपर्पटी (Crust) जो कि पृथ्वी की प्रथम तथा बाहरी परत है ,जो बहुत पतली है तथा पृथ्वी की सतह इसी परत में सम्मिलित है। मेंटल (Mantle)- भूपर्पटी के नीचे चट्टानों की बड़ी मात्रा के साथ यह एक मोटी तथा मध्यस्थ परत है। क्रोड़ (Core)- सबसे भीतरी परत है जो पृथ्वी के केंद्र के चारों ओर फैली हुई है।

i.) भूपर्पटी (Crust)

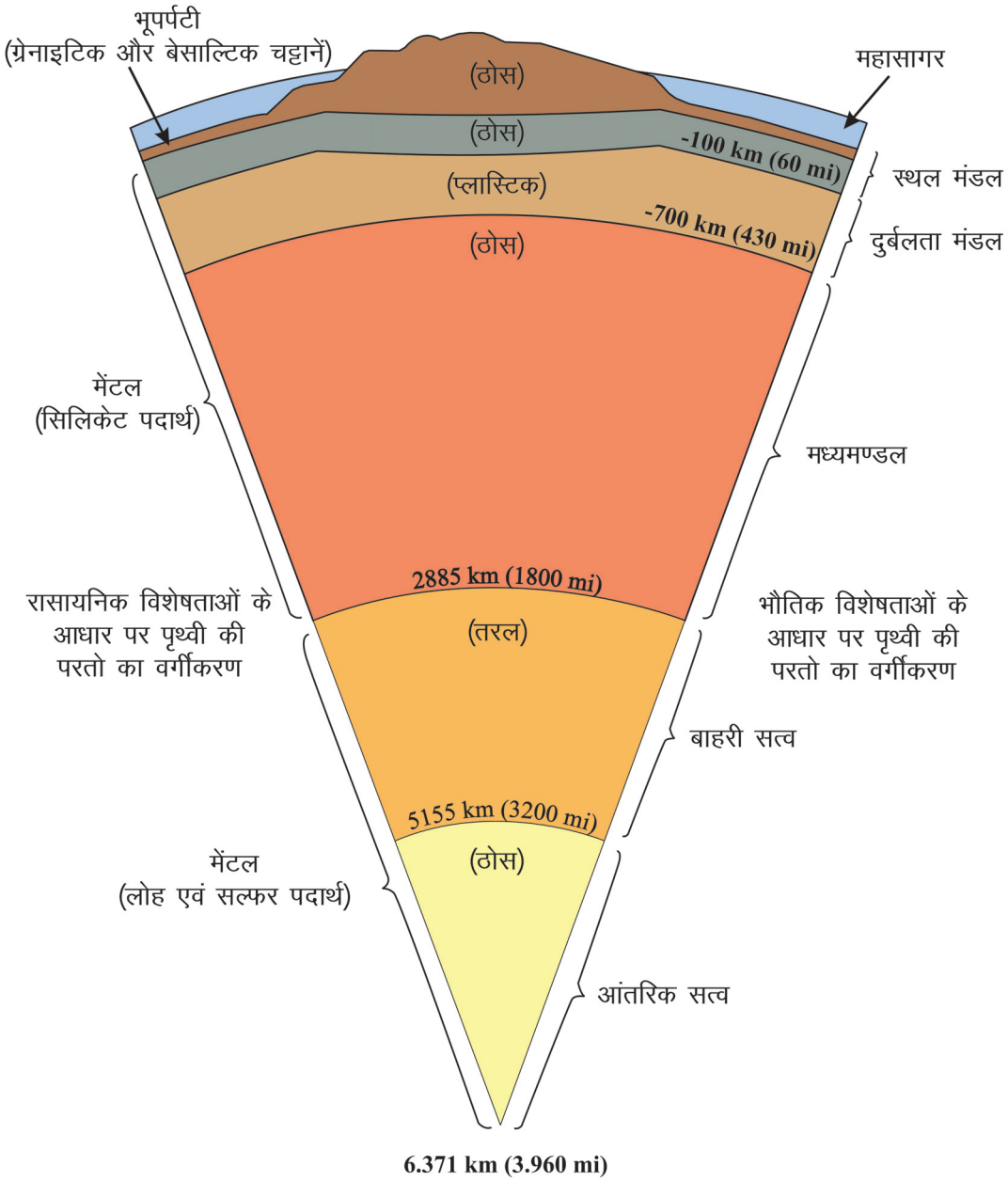
पृथ्वी की पर्पटी महासागरों के नीचे 5 किमी तक तथा महाद्वीपों से 40 किमी नीचे की औसत गहराई तक सबसे बाहरी और सबसे पतली परत है। पर्वतों के नीचे इसकी गहराई लगभग 70 किमी (चित्र 2.5) तक मिलती है। महाद्वीपीय पर्पटी और समीपस्थ समुद्र तल पर ये एक बहुत पतली अवसादी परत के रूप में है तथा यह मुख्य रूप से आग्नेय और कायांतरित चट्टानों से बनी है। सतह पर भूपर्पटी का घनत्व 2.7 ग्राम / घन सेमी है और निचली सीमा पर, यह 2.9 ग्राम / घन सेमी है। सीमांकन सीमा को मोहोरोविक (मोहो) असान्तत्य के रूप में जाना जाता है। मोहो असान्तत्य से मेंटल परत आरम्भ होती है।

ii.) मेंटल (Mantle)

ऊपरी परत के ठीक बाद, यानी, भूपर्पटी की सीमा पर मेंटल का घनत्व 3.0 ग्राम / घन सेमी तक बढ़ जाता है। यह भूपर्पटी की आधार से नीचे लगभग 2900 किमी (चित्र 2.5) तक फैला हुआ है और पृथ्वी के आयतन के 80% से अधिक और कुल द्रव्यमान का 65% है। मेंटल अल्ट्रामैफिक चट्टानों से बना है जो कि आग्नेय चट्टानें हैं। इनमें सिलिका तत्व बहुत कम पाया जाता है। परन्तु मैग्नीशियम और लोहे का गठन करने वाले खनिज इस परत में प्रचुर मात्रा में मिलते हैं। मोटे तौर पर पृथ्वी की सतह से 100 से 250

टिप्पणी

किमी की गहराई तक, चट्टानें दृढ़, ठोस और कठोर होती हैं। इसे ही स्थलमंडल (Lithosphere) कहा जाता है। इस गहराई के नीचे, पदार्थ आंशिक रूप से पिघली हुई अवस्था में होते हैं, जिसे दुर्बलतामंडल (Asthenosphere) कहा जाता है। इन चट्टानों की प्रकृति प्लास्टिक है। यह प्लास्टिक और अर्ध-ठोस बेल्ट लगभग 700 किमी की गहराई तक फैली हुई है। इस गहराई से लगभग 2900 किमी तक, चट्टानें दृढ़ अवस्था में हैं। मेंटल को दो भागों में विभाजित किया गया है-बाहरी मेंटल तथा आन्तरिक मेंटल। आन्तरिक मेंटल का विस्तार दुर्बलतामंडल के समाप्त हो जाने तक है। यह ठोस अवस्था में है।



चित्र 2.5 पृथ्वी की आंतरिक संरचना

टिप्पणी

iii.) क्रोड़ (Core)

यह पृथ्वी की सबसे भीतरी परत है जो 2900 किमी से शुरू होकर पृथ्वी के केंद्र (6371 किमी) तक जाती है। इसका आयतन पृथ्वी का केवल 17% है लेकिन इसका द्रव्यमान पृथ्वी के कुल द्रव्यमान का 34% है। ऐसा इसीलिए है क्योंकि क्रोड़ में पाए जाने वाले पदार्थों का घनत्व बहुत अधिक है। बाहरी सीमा पर क्रोड़ का घनत्व लगभग 10 ग्राम / घन सेमी है और सबसे भीतरी हिस्से में यह 13 ग्राम / घन सेमी है। क्रोड़ लोहे और निकल से बना है। इसको दो परतों ऊपरी और निचली क्रोड़ में विभाजित किया गया है।

पाठगत प्रश्न 2.3

1. स्विस द्वारा बतायी गयी पृथ्वी की विभिन्न परतों के नाम लिखिए? (क)..... (ख)..... (ग).....स्थल मंडल बना है ..... और .....से.....

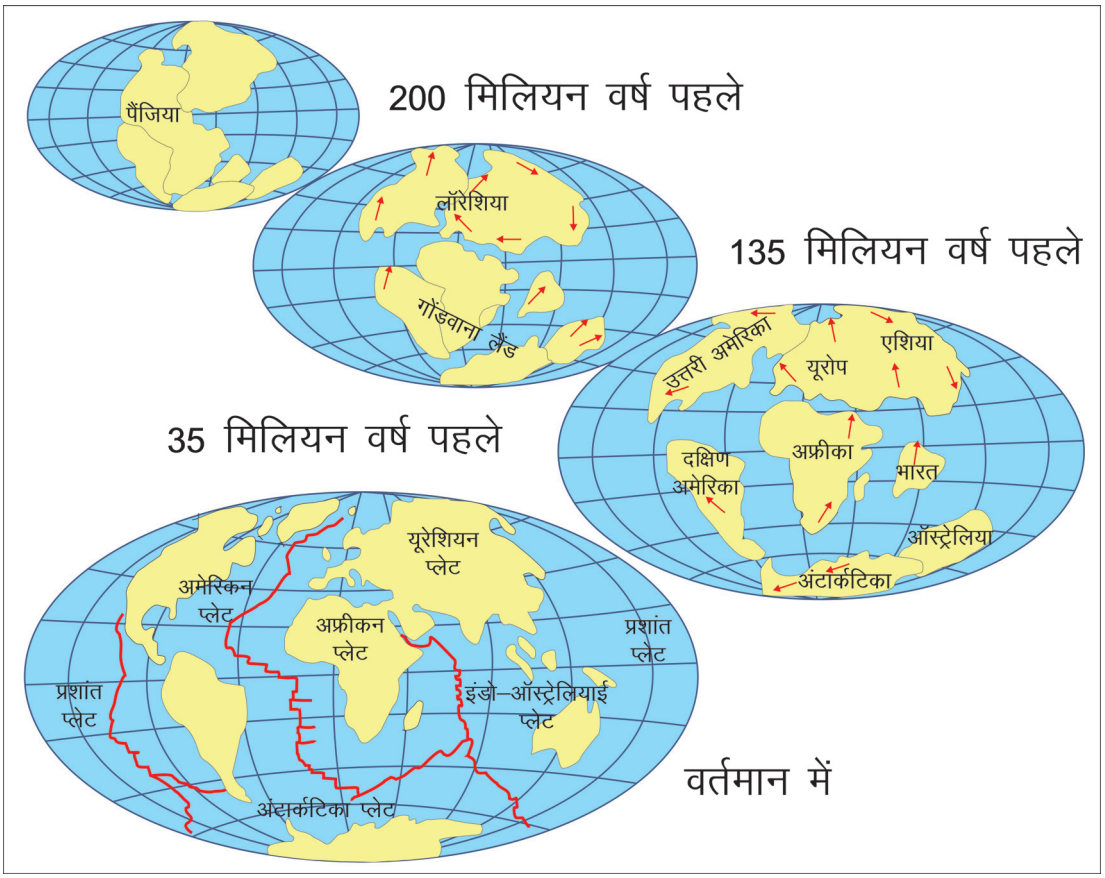
2. पृथ्वी का क्रोड़ ..... किमी से आरम्भ होता है।

2.3 महाद्वीपीय विस्थापन

जैसा कि यह शब्द स्वयं वर्णात्मक है- 'महाद्वीपीय विस्थापन'। इसका मतलब है कि समय बीतने के साथ महाद्वीप अपनी स्थिति बदलते रहे हैं अथवा बदल रहे हैं।

अल्फ्रेड वेगनर ने सबसे पहले 1912 में "महाद्वीपीय विस्थापन" की अवधारणा को विस्तृत तथा व्यापक रूप में प्रस्तुत किया था। वह एक जर्मन मौसम विज्ञानी और भूभौतिकीवेत्ता थे और दुनिया भर में पौधों के वितरण का अध्ययन कर रहे थे। अपने अध्ययन के दौरान, वह अटलांटिक महासागर के पूर्वी और पश्चिमी तटों की अवसादी चट्टानों में पौधों के जीवाश्मों का अध्ययन करने की कोशिश कर रहे थे। इस अध्ययन के दौरान ही दोनों तटों पर मिलने वाले पौधों के जीवाश्म और भूविज्ञान के संदर्भ में दोनों तटों के बीच समानता के कुछ तथ्य सामने आये। इस अध्ययन के आधार पर, उन्होंने महाद्वीपीय विस्थापन की अवधारणा का प्रतिपादन किया। (चित्र 2.6)।

अल्फ्रेड वेगनर के अनुसार, संसार का समस्त भूभाग लगभग 200 मिलियन साल पहले समग्र रूप में एक विशाल भूखंड के रूप में था। उन्होंने इसे आरम्भ का सुपर महाद्वीप नाम दिया जिसका नाम 'पैंजिया' था। पैंजिया के आसपास फैली विशाल जल राशि को उन्होंने 'पेंथालासा' के नाम से जाना। लगभग 135 मिलियन साल पहले, पैंजिया दो भूखंडों में विभक्त हुआ। इसके उत्तरी भाग को 'लौरेंशिया' (अंगारालैंड) और दक्षिणी भाग को गोंडवानालैंड के नाम से जाना जाता था। दोनों भूखंड विस्थापन के कारण दूर चले गए और बीच में पेंथालासा से उथला समुद्र उभरा। इसे 'टेथिस सागर' के नाम से जाना जाता था। बाद में लौरसिया और गोंडवानालैंड में दरार आ गई और पृथ्वी पर भूमि और पानी का वर्तमान वितरण हुआ (चित्र 2.6)।



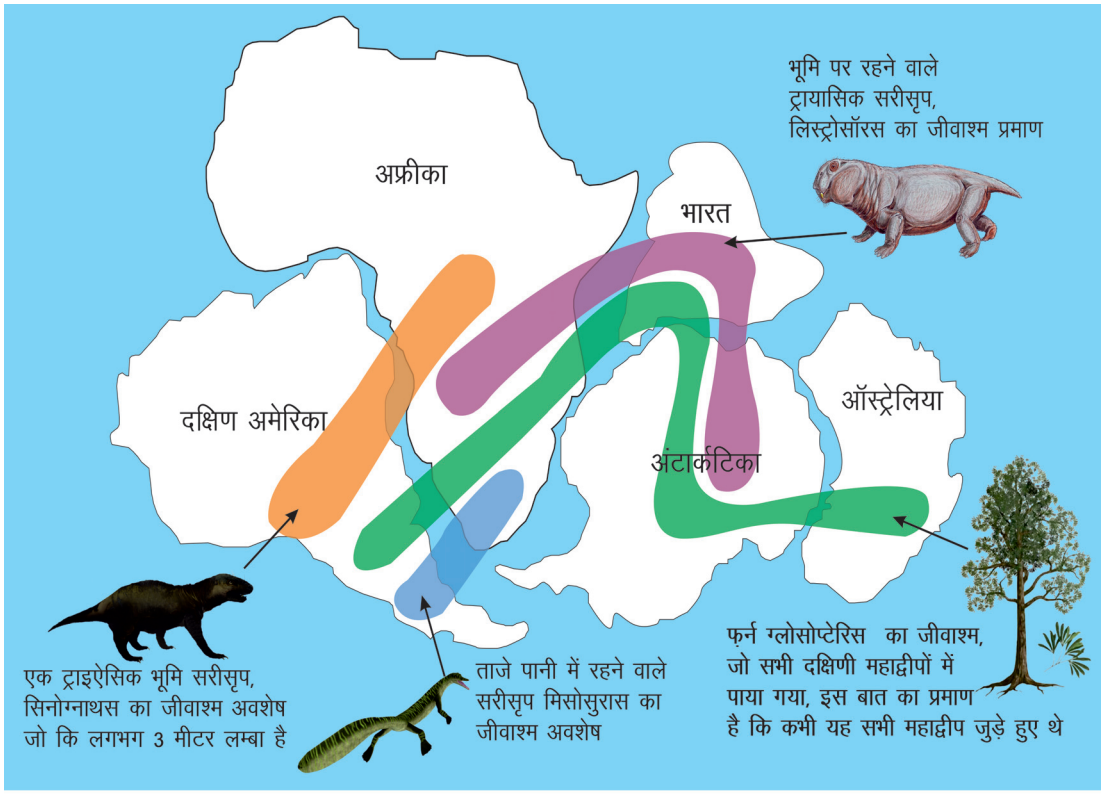
चित्र 2.6 समय के साथ महाद्वीपीय विस्थापन

महाद्वीपीय विस्थापन के पक्ष में प्रमाण : अपनी परिकल्पना का प्रतिपादन करते समय, वेगनर ने बहुत समय पहले महाद्वीपीय एकीकरण के पक्ष में कई प्रमाण प्रस्तुत किए जो बाद में विस्थापित हुए। प्रमाण अत्यंत विश्वसनीय थे और इन्हें व्यापक रूप से स्वीकार किया गया था। वे प्रमाण इस प्रकार हैं:

महाद्वीपों में साम्यता (जिग सा फिट) : दक्षिण अमेरिका और अफ्रीका के साथ अटलांटिक महासागर के दोनों तट समान हैं और बहुत अच्छी तरह से एक दूसरे में फिट होते हैं। इस फिटिंग को जिग-सॉ -फिट कहा जाता है। इसका मतलब टेढ़े-मेढ़े तरीके से काटे गए लकड़ी के टुकड़ों को एक साथ जोड़ना है और जोड़कर इसे एक पूर्ण इकाई बनाया जा सकता है। ये सभी टुकड़े एक दूसरे के नाप में भी फिट बैठते हैं। इसी प्रकार आंतरिक बलों द्वारा टूटे महाद्वीपों को अलग-अलग दिशाओं में खींचा जा सकता है तथा इनका आसानी से मिलान किया जा सकता है। (चित्र-2.7)

भू-वैज्ञानिक साम्यता : दक्षिण अमेरिका और अफ्रीका की पर्वत प्रणालियों के संदर्भ में बहुत समानता देखने को मिलती है। दक्षिण अमेरिका के अर्जेंटीना में दक्षिण अफ्रीका की पर्वत प्रणाली अनवरत रूप से देखने को मिलती है। उत्तरी अमेरिका के अप्लेशियन क्षेत्र में पाई जाने वाली भूवैज्ञानिक विशेषताएं यूरोप के ब्रिटिश द्वीपों और स्कैंडिनेविया में अनवरत रूप में पायी जाती हैं।

टिप्पणी



चित्र 2.7 महाद्वीपों की जिग-सॉ-फिटिंग

कोयला और वनस्पति साक्ष्यः दक्षिण अमेरिका, अफ्रीका, भारत और ऑस्ट्रेलिया पर कोयले और वनस्पति का वितरण प्रमाणित करता है कि वे भूवैज्ञानिक अतीत में यह सभी एक साथ जुड़े हुए थे। इन भू-भागों पर कार्बोनिफेरस काल के दौरान प्राचीन ग्लेशियल जमाव एक-दूसरे से मिलते जुलते हैं जो एकजुटता की कहानी कहते हैं। आज वे विभिन्न जलवायु क्षेत्रों में स्थित हैं। वेगनर द्वारा सामने रखे गए उपरोक्त प्रमाणों के अतिरिक्त महाद्वीपीय विस्थापन के विचार का समर्थन करने वाले अन्य प्रमाण (जो बाद में ज्ञात हुए) भी हैं।

2.4 प्लेट विवर्तनिकी

वेगनर द्वारा प्रतिपादित 'महाद्वीपीय विस्थापन' का सिद्धांत 1912 से लेकर लगभग 50 वर्षों तक काफी अधिक मान्य रहा। इस अवधि में कई वैज्ञानिक अध्ययन हुए- जैसे संवहन धारा सिद्धांत, (Conventional current theaory) सागरीय अधस्तल का विस्तार, और पुराचुम्बकीय अध्ययन। इन सभी अध्ययनों ने वैज्ञानिकों को प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के प्रतिपादन में मदद की।

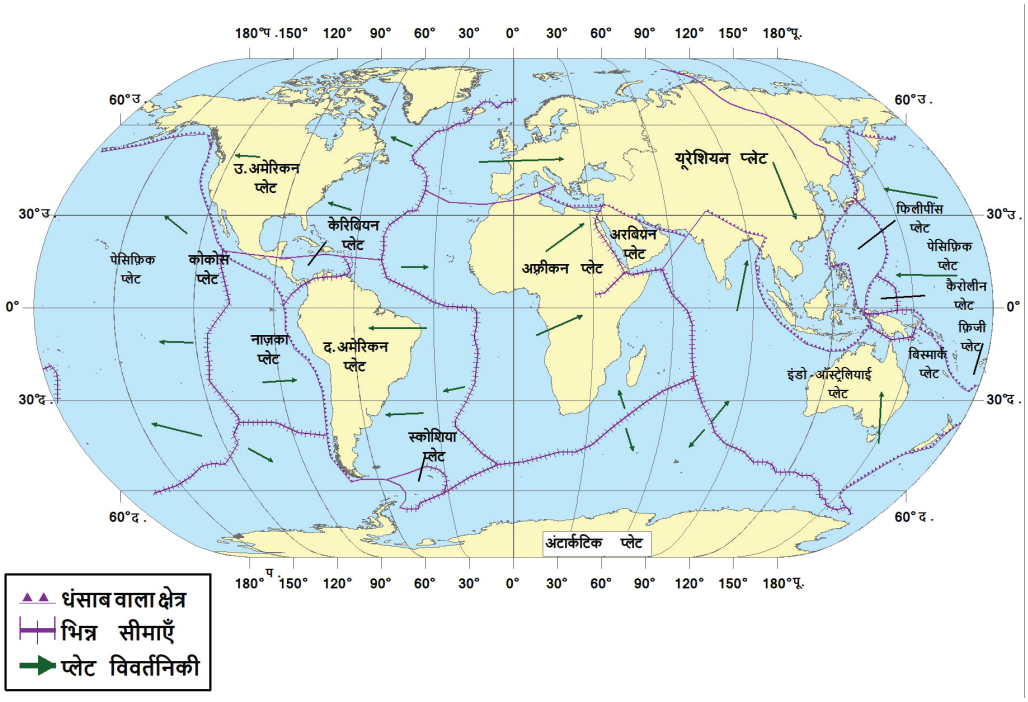
प्लेट विवर्तनिकी (टेक्टोनिक) सिद्धांत के अनुसार, पृथ्वी की सतह कई प्लेटों से बनी है। प्लेटें एस्थेनोस्फीयर के ऊपर उपस्थित ठोस और कठोर भाग हैं जो कई बड़े-बड़े भागों में विभाजित हैं। उन भागों को स्थलमंडलीय प्लेटों के रूप में जाना जाता है।

टिप्पणी

A बड़ी तथा छोटी प्लेटें

हमारी पृथ्वी में सात प्रमुख बड़ी प्लेटें हैं (चित्र 2.8)। इनके नाम हैं- यूरेशियन, अफ्रीकी, इंडो-ऑस्ट्रेलियाई, प्रशांत, उत्तरी अमेरिकी, दक्षिण अमेरिकी और अंटार्कटिक प्लेटें। कुछ छोटी प्लेटें भी हैं। उनमें से कुछ महत्वपूर्ण प्लेटों के नाम हैं- अरबियन, कैरिबियन, स्कोशिया, नाजका, कोकोस, जुआन डी फुका, फिलीपीन, कैरोलीन, बिस्मार्का, फिजी आदि।

पृथ्वी की पूरी सतह का गठन विभिन्न प्लेटों द्वारा हुआ है। प्लेट की मोटाई सतह से लगभग 100 से 250 किमी गहरी होती है। इसके नीचे, पदार्थ/चट्टानों की अवस्था चिपचिपी/अर्ध-ठोस होती है इसी पदार्थ पर प्लेटों का सन्चलन होता है।



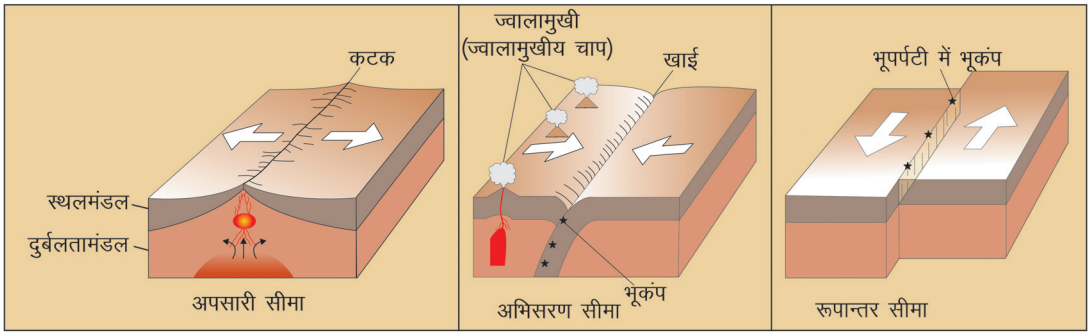
चित्र 2.8 संसार में प्लेटों का वितरण

B प्लेट संचलन तंत्र तथा सम्बंधित विशेषताएँ

ब्रिटिश भूवैज्ञानिक आर्थर होम्स ने स्थलमंडल के नीचे संवहन धाराओं की उपस्थिति के बारे में बताया था। ये धाराएं दुर्बलतामंडल में उपलब्ध अत्यधिक उष्मा से उत्पन्न होती हैं। अत्यधिक उष्मा सतह की ओर फैल जाती है। संवहन धाराओं को क्रमशः अपसरण तथा अभिसरण क्रियाओं के साथ दो बढ़ती और गिरती क्रियाओं के रूप में वर्गीकृत किया गया है।

अपसारी प्लेट सीमा: ऊपर उठती संवहन धाराओं के साथ, गर्म और चिपचिपे चट्टानी पदार्थ, सतह को विभक्त करते हुए ऊपर लाये जाते हैं। पिघले हुए पदार्थ विभक्त किए हुए स्थान में प्रवेश करते हैं। इस प्रकार एक नई सतह का निर्माण होता है और एक विशाल आकार की प्लेट

अलग धकेल दी जाती है। ऐसा मध्य-महासागरीय रिज के नीचे होता है। इसे अपसारी प्लेट सीमा कहा जाता है। यहाँ एक नयी सतह का निर्माण होता है इसीलिए इसे रचनात्मक सीमा भी कहा जाता है (चित्र 2.9)।



चित्र 2.9 प्लेट सीमाओं के प्रकार

अभिसारी (अभिसरण) प्लेट सीमा: जब संवहन धाराओं के समुच्चय के कारण दो प्लेटें आमने सामने आती हैं तो इसे अभिसारी प्लेट सीमा कहा जाता है। यहां प्लेटें आपस में टकराती हैं। इस सीमा पर, प्लेट का धंसना तथा पहाड़ का गठन देखा जाता है। इस प्रक्रिया के कारण, सतह का क्षेत्र कम अथवा नष्ट हो जाता है। इसलिए, इसे विनाशकारी प्लेट सीमा भी कहा जाता है (चित्र 2.9)।

रूपान्तर प्लेट सीमा: कभी-कभी प्लेट सीमा और प्लेट किनारे को समानार्थी शब्दों के रूप में प्रयोग किया जाता है। लेकिन व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए, सीमा प्लेटों को अलग करने वाली एक पतली रेखा है जबकि किनारा प्लेट सीमा के साथ एक क्षेत्र है। पृथ्वी की सतह दो प्रकार की होती है - भूमि और जल। इसी प्रकार प्लेट की सीमा भी दो प्रकार की होती है - महासागरीय और महाद्वीपीय।

अपसारी प्लेट सीमा के आस-पास मैग्मा के विभिन्न प्रकार से रिसाव के कारण प्लेट खण्डों के प्रस्थान में भी विभिन्नता देखी जाती है। इस सीमा को रूपान्तर सीमा के रूप में जाना जाता है। इस सीमा के साथ, न तो किसी नई सतह का निर्माण होता है और और न ही सतह नष्ट होती है। इसलिए, इसे संरक्षित प्लेट सीमा भी कहा जाता है (चित्र 2.9)।

C प्लेट सीमाएं और संबद्ध विशेषताएं

प्लेट सीमाओं तथा उनकी गतिविधियों को ऊपर समझाया गया है।प्लेटों की विभिन्न क्रियाओं के कारण, विभिन्न प्रकार के स्वरुप बनते हैं जिन्हें सारणीबद्ध रूप में नीचे दिया गया है (तालिका 2.2):

टिप्पणी

तालिका 2.2: प्लेट सीमाओं की विशेषताएं तथा परिणामस्वरुप निर्मित आकृतियाँ

गतिविधियाँ	प्लेट सीमा के प्रकार		
	अपसारी	**अभिसारी**	**रूपान्तर**
संचलन	प्लेटें एक-दूसरे से विपरीत दिशा में जाती हैं।	प्लेटें एक-दूसरे के करीब आती हैं।	पार्श्व में खिसकती हैं
क्षेत्र के रूप में जाना जाता है	रचनात्मक	विनाशकारी	संरक्षणात्मक
प्रभाव	नई सतह का निर्माण	सतह का नष्ट होना, प्लेट का आंतरिक भाग में चले जाना	प्लेटों का साथ-साथ दूर खिसकना
निर्मित आकृतियाँ	भ्रंशन, मध्य महासागरीय कटक	खाई का निर्माण, ज्वालामुखी द्वीप	कोई बड़ी आकृति नहीं बनती
ज्वालामुखी क्रियाएं	हाँ	हाँ	नहीं
भूकंप	हाँ	हाँ	हाँ, बिल्कुल कम

पाठगत प्रश्न 2.4

1. .....को महाद्वीपीय विस्थापन का श्रेय दिया जाता है

2. महाद्वीपीय विस्थापन के किन्हीं दो खण्डों के नाम लिखिए.

   (क) ..... (ख) .....

3. प्लेट सीमाएं हैं: (क) ..... (ख) ..... और (ग) .....

2.5 वलन तथा भ्रंशन

वलन तब बनते हैं जब लचीली चट्टानें आंतरिक बलों के कारण संपीड़ित होती हैं। भ्रंशन तब होता है जब आंतरिक बलों के कारण कठोर चट्टानें टूट जाती हैं।

A वलन

वलन, पृथ्वी की वह सतह है जो तरंगित और लहरदार होती है। संपीड़न के कारण तरंगित अथवा लहरदार संरचना बनती है। सामान्यत: परतें अवसादी चट्टानों में पायी जाती हैं। वलन में,

टिप्पणी

सतह से आंतरिक भाग तक कई परतें होती हैं। सतह की परतें निर्माण के मामले में सबसे नई होती हैं जबकि आंतरिक भाग की परतें बहुत पुरानी होती हैं।

वलन दिखने में ऊपर और नीचे की ओर होते हैं। ऊपर की ओर उठे भाग को अपनति (anticline) के रूप में जाना जाता है जबकि नीचे के आकार को अभिनति (syncline) कहा जाता है; दोनों अंगों को हिंज क्षेत्र कहा जाता है। जब परत को दो भागों में अलग करने के लिए एक काल्पनिक रेखा खींची जाती है, तो इसे अक्षीय तल कहा जाता है। यह विवरण दिए गए चित्र से बहुत अच्छी तरह से समझा जा सकता है।

वलन के प्रकार : वलन की उपस्थिति और उसके कोण के आधार पर, वलन को निम्नलिखित प्रकारों में रखा जाता है:

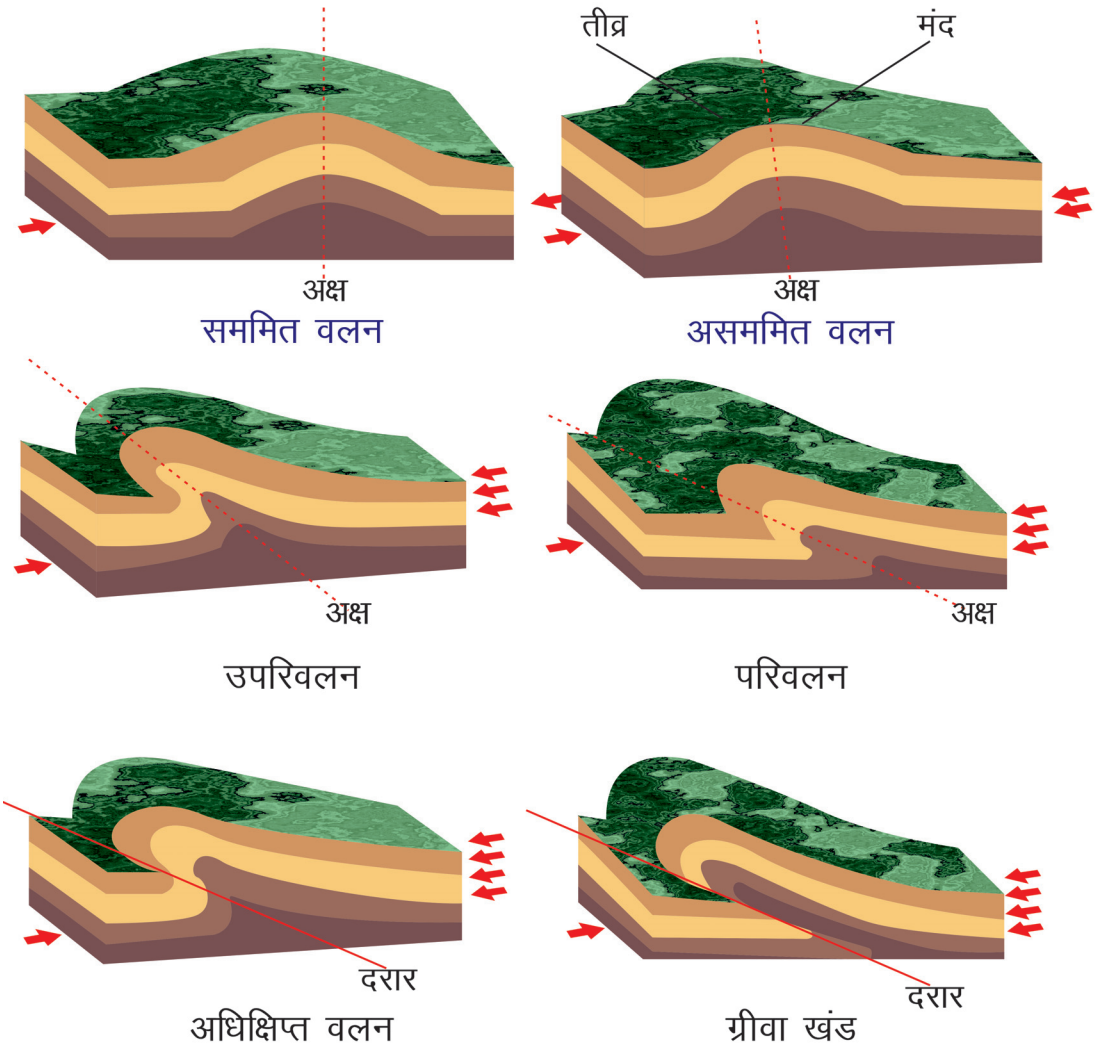
(क) सममित वलन : लंबाई और झुकाव के कोण के संदर्भ में दोनों भुजाएँ समान होती हैं।

(ख) असममिति वलन : लंबाई और झुकाव के कोण के संदर्भ में दोनों भुजाएँ भिन्न होती हैं। एक भुजा दूसरे की तुलना में छोटी होती है। छोटी भुजा अधिक ढलान वाली होती है जबकि लंबी भुजा की ओर कम ढलान होता है।

(ग) उपरिवलन: जब संपीड़न का अधिक बल एक तरफ से क्रियान्वित होता है तो वलन दूसरी तरफ पलटता रहता है और इस प्रकार उसमें एक झुकाव देखा जाता है। इस वलन में भुजा का मोड़ 90 डिग्री से अधिक होता है, और पलटा हुआ वलन दिखाई देने लगता है।

(घ) परिवलन या शयन वलन: जब उपरिवलन को और तीव्र किया जाता है, तो बड़ी मुड़ी हुई भुजा दूसरी तरफ से आगे निकल जाती है। इस तरह, परत लगभग क्षैतिज हो जाती है।

(ङ) अधिक्षिप्त वलन: बल की और अधिक तीव्रता तथा उत्कटता के कारण दबी हुई भुजा का अधिक्षेपण हो जाता है। इस मामले में, अधिक से अधिक संपीड़न के कारण, परत इतनी फैल जाती है कि यह टूटने वाली होती है लेकिन टूटती नहीं है। लेकिन जब यह टूट जाती है, तो यह एक वलन नहीं रहता है, बल्कि भ्रंशपूर्ण हो जाता है। इसे 'नाप्पे' (ग्रीवा खंड) कहा जाता है जिसे नीचे 'भ्रंशन' शीर्षक के द्वारा समझाया गया है। इन सभी विभिन्न प्रकार के वलनों को चित्र 2.10 से समझा जा सकता है। क्रियान्वित बलों की दिशा और तीव्रता दिखाने वाले तीरों का अध्ययन करने का प्रयास करें।



चित्र 2.10 वलन के प्रकार

वलन द्वारा उत्पन्न आकृतियां

वलन की प्रक्रिया द्वारा वलित पर्वतों का निर्माण होता है। विश्व में पाए जाने वाले अधिकांश पर्वत इस श्रेणी के हैं। भूपर्पटी के झुकाव के कारण वलन होने पर सतह का क्षेत्रफल कम हो जाता है। प्लेट विवर्तनिकी के संदर्भ में, इसे अभिसरण का क्षेत्र या भूपर्पटी की क्षैतिज दूरी की कमी का क्षेत्र कहा जाता है।

भ्रंशन

आंतरिक शक्तियों के कारण जब पृथ्वी की पर्पटी झुकती है तो एक वलन बन जाती है, लेकिन जब उसमें दरार आ जाती है या वह अलग हो जाती है तो इसे भ्रंश कहा जाता है। इस प्रक्रिया में, भूपर्पटी का मामूली से लेकर ज्यादा तक विस्थापन होता है। भ्रंश तनाव तथा संपीड़न दोनों के कारण होता हैं।

टिप्पणी

टिप्पणी

भ्रंश के प्रकार

भ्रंश के निर्माण के तरीके के आधार पर इन्हें निम्नलिखित प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है:

(क) सामान्य भ्रंश: आंतरिक भाग से होने वाले तनाव बल के कारण सामान्य भ्रंश का निर्माण होता है। इस भ्रंशन में, धरातलीय क्षेत्र में वृद्धि होती है।

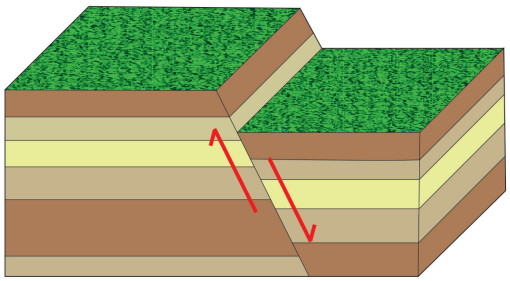
(ख) व्युत्क्रम भ्रंश: आंतरिक भाग से होने वाले संपीड़न बल के कारण व्युत्क्रम भ्रंश बनता है। इस भ्रंश में, धरातलीय क्षेत्र छोटा हो जाता है।

(ग) पार्श्व भ्रंश: भूपर्पटीय भाग / पिंड के एक-दूसरे से फिसल जाने के कारण जो भ्रंश निर्मित होता है, उसे पार्श्व भ्रंश कहा जाता है।

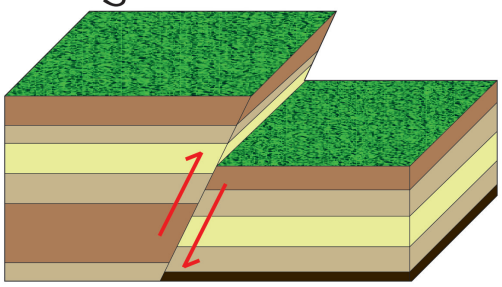
(घ) तिर्यक भ्रंश: तिर्यक भ्रंश में, भूपर्पटीय पिंड न केवल सामान्य भ्रंश की तरह दूर स्थानांतरित हो जाता है, बल्कि एक तरफ के संचलन द्वारा घुमाया भी जाता है। इसे समझने के लिए, सामान्य भ्रंश में संचलन और चित्र 2.11 में दिखाए गए तिर्यक भ्रंश की तुलना करें।

(ङ) ग्रीवा खंड (नाप्पे): अत्यधिक बल के कारण, जब वलन का अंग टूट जाता है, तो यह अलग हो जाता है और अपनी मूल स्थिति से दूर फेंक दिया जाता है और एक वलन नहीं रहता बल्कि यह एक भ्रंश में परिवर्तित हो जाता है जिसे नाप्पे अथवा ग्रीवा खंड के रूप में जाना जाता है। (चित्र 2.14)

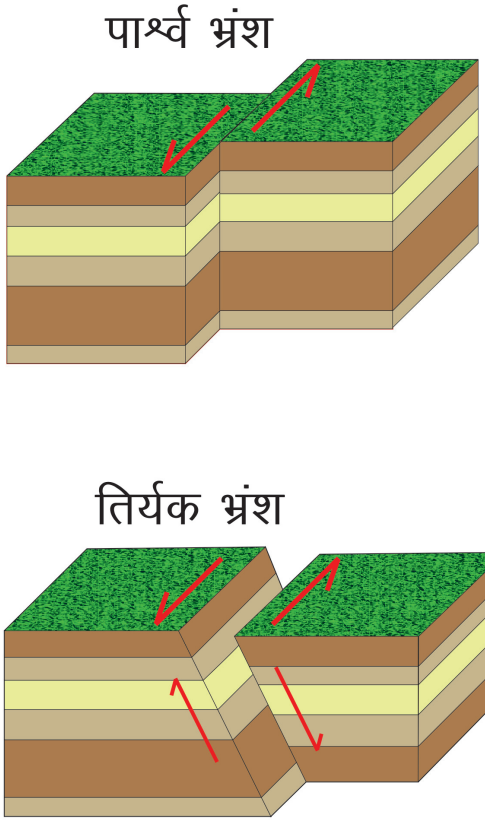
सामान्य भ्रंश



व्युत्क्रम भ्रंश



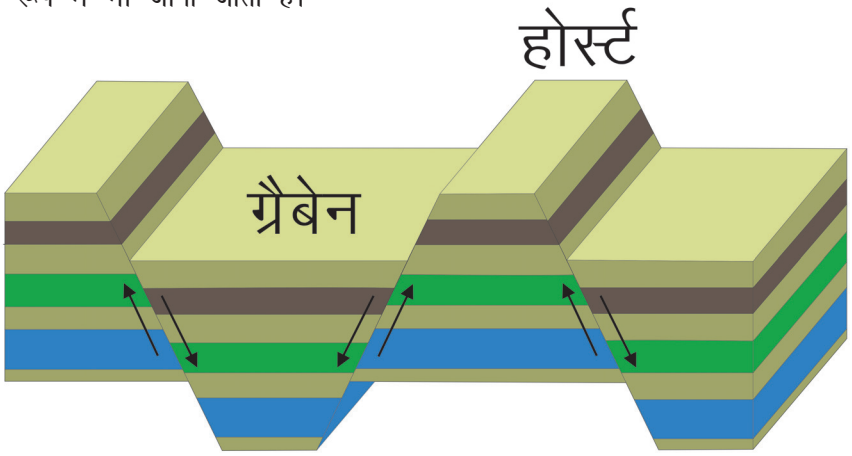
टिप्पणी



चित्र 2.11 भ्रंश के प्रकार

भ्रंशन द्वारा निर्मित आकृतियाँ

भ्रंशन के कारण दो प्रकार की आकृतियाँ बनती हैं- (1) ग्रैबेन या रिफ्ट वैली और (2) हॉर्स्ट जब सामान्य भ्रंशन होता है, तो अपने आस-पास की तुलना में नीचे की ओर झुका हुआ जो स्वरूप होता है वहां पर नदियाँ आम तौर अपना स्थान ले लेती हैं। जब नीचे की ओर धंसे हुए भाग का विस्तार चौड़ा हो जाता है, तो यह दरार एक घाटी बन जाती है। जब कोई भाग अपने आस-पास के क्षेत्रों की तुलना में उठा हुआ होता है तो वह होर्स्ट कहलाता है। यदि ऊंचाई अधिक है तो होर्स्ट को ब्लॉक माउंटेन के रूप में भी जाना जाता है।



चित्र 2.12 ग्रैबेन और हॉर्स्ट

पाठगत प्रश्न 2.5

1. वलन तथा भ्रंशन को परिभाषित कीजिये।

2. वलन का ऊपर की ओर निर्मित भाग ..... कहलाता है तथा नीचे की ओर निर्मित भाग .....कहलाता है।

3. किन्हीं तीन प्रकार के वलनों के नाम लिखिए।

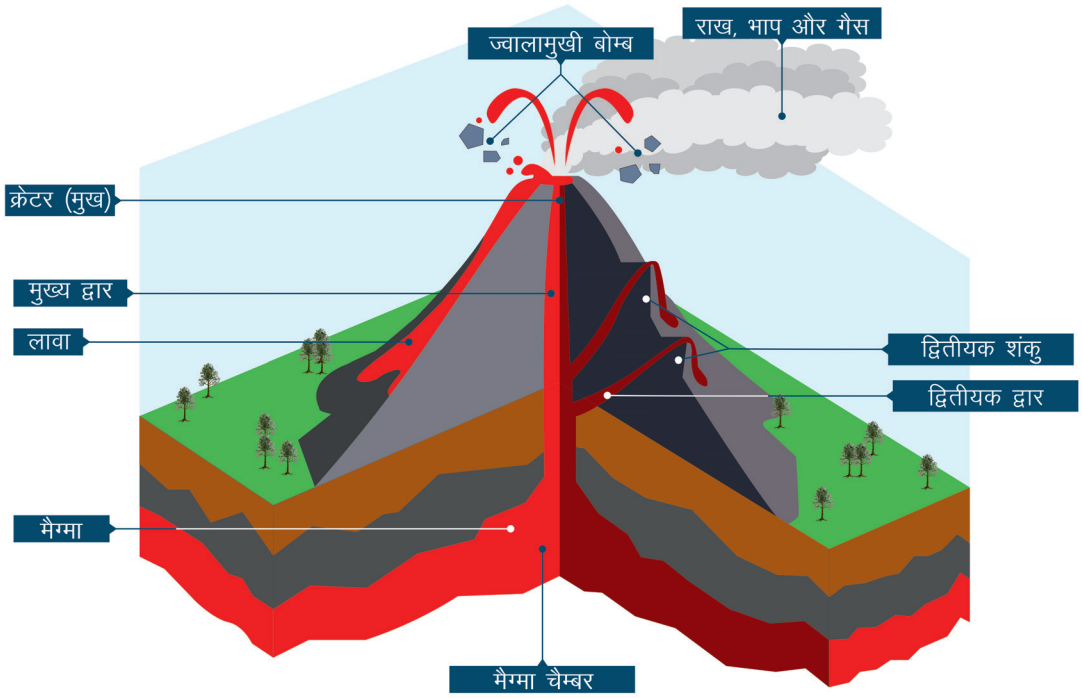
   (क)..... (ख) ..... और (ग) .....

4. भ्रंशन के कोई तीन प्रकार लिखिए।

   (क) ..... (ख) ..... और (ग) .....

2.6 ज्वालामुखी

ज्वालामुखी, पृथ्वी की पपड़ी में एक विवर अथवा छिद्र होता है जिसके माध्यम से पिघली हुई चट्टान की सामग्री, चट्टान के टुकड़े, राख, भाप और अन्य गर्म गैसें धीरे-धीरे या बलपूर्वक उत्सर्जित होती हैं। इन सामग्रियों को पृथ्वी के गर्म आंतरिक भाग से पृथ्वी के धरातल पर फेंक दिया जाता है। इस तरह के छिद्र या विवर पृथ्वी की पपड़ी के उन हिस्सों में होते हैं जहां चट्टान का स्तर अपेक्षाकृत कमजोर होता है।



चित्र 2.13: ज्वालामुखी

टिप्पणी

आप सोच रहे होंगे कि इस तरह के विस्फोट क्यों होते हैं। बाहरी ठोस परत के नीचे गर्म और पिघले हुए चट्टानी पदार्थों को मैग्मा के रूप में जाना जाता है। जब ये मैग्मा पृथ्वी की सतह पर आता है, तो इसे लावा के रूप में जाना जाता है। मैग्मा और गैसों द्वारा निर्मित तीव्र बल भूपर्पटी को तोड़ देता है। धरातल पर दिखाई देने वाले मैग्मा को लावा कहा जाता है। यह प्रक्रिया जिसमें ठोस, तरल और गैसीय पदार्थ पृथ्वी के आंतरिक भाग से पृथ्वी की सतह तक आ जाते हैं, ज्वालामुखी कहलाती है। ज्वालामुखीय सामग्री, द्वार या विवर के चारों ओर जमा हो जाती है और एक शंकु बनाती है। शंकु के शीर्ष में एक कीप के आकार का खड्ड होता है। जिसे इसका क्रेटर अथवा मुख कहा जाता है।

ज्वालामुखियों के प्रकार : ज्वालामुखियों को उनकी प्रकृति के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। जो विस्फोट की आवृत्ति, विस्फोट या द्रवता का प्रकार और ज्वालामुखीय सामग्री के आधार पर होते हैं।

A विस्फोट की आवृत्ति के आधार पर

a) सक्रिय ज्वालामुखी : ज्वालामुखियों की इस श्रेणी में प्राय: विस्फोट होता है या हाल ही में विस्फोट हो चुका होता है। इनमें भूमध्यसागर में मौजूद स्ट्रोमबोली, इंडोनेशिया में क्राकाटोआ, फिलीपींस में मेयोन, हवाई द्वीप समूह में मौना लोआ और भारत में बैरन द्वीप सम्मिलित हैं।

b) प्रसुप्त ज्वालामुखी: ऐसे ज्वालामुखी जिनमें हाल के दिनों में विस्फोट नहीं हुआ है, उन्हें निष्क्रिय ज्वालामुखियों के रूप में जाना जाता है। उन्हें प्रसुप्त ज्वालामुखी भी कहा जाता है। इनमें इटली के वेसुवियस, दक्षिण अमेरिका के कोटोपैक्सी महत्वपूर्ण हैं।

c) मृत ज्वालामुखी: इन दोनों के विपरीत ये ऐसे ज्वालामुखी हैं जो ऐतिहासिक समय में नहीं फटे हैं। इन्हें विलुप्त ज्वालामुखी कहा जाता है। म्यांमार (बर्मा) का माउंट पोपा और तंजानिया का किलिमंजारो महत्वपूर्ण विलुप्त अथवा मृत ज्वालामुखी हैं।

B विस्फोट की प्रणाली के आधार पर

a) केन्द्रीय उद्भेदन: जब किसी ज्वालामुखी में उद्भेदन विवर या छिद्र द्वारा होता है तो उसे केन्द्रीय उद्भेदन ज्वालामुखी कहा जाता है। उद्भेदित पदार्थों की प्रकृति के आधार पर इस प्रकार के उद्भेदन से विभिन्न प्रकार के ज्वालामुखी गुम्बद तथा शंकु आकार की पहाड़ियों का निर्माण होता है। उद्भेदन की इस प्रणाली की अन्य विशेषताओं में गैसों और पिघली हुई चट्टानों के अचानक निकलने के कारण भयानक विस्फोटों को चिह्नित किया गया है। विस्युवियस और फ्यूजीयामा ज्वालामुखियों के समूह इससे संबंधित हैं।

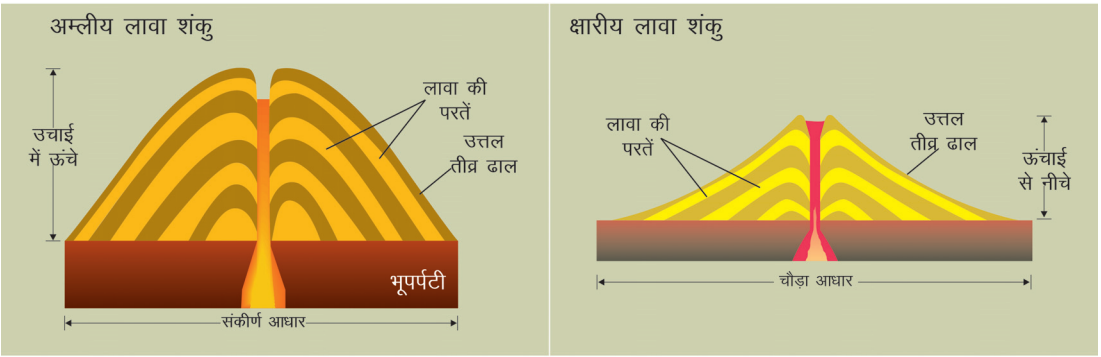
b) दरारी उद्भेदन वाले ज्वालामुखी: कभी-कभी आंतरिक बलों के कारण गहरी लम्बी दरारें विकसित होती हैं, ऊपर प्लेट विवर्तनिकी उपविषय में इसकी चर्चा की गयी है। इस प्रक्रिया में दरारों के माध्यम से मैग्मा निष्कासित होता है। इसलिए, इसे दरारी उद्भेदन कहा

टिप्पणी

जाता है। जब लावा एक बड़े क्षेत्र में फैल जाता है, तो इसे लावा पठार कहा जाता है। भारत का डेक्कन ट्रैप दरारी प्रकार के उद्भेदन का एक उदाहरण है।

C लावा की तरलता के आधार पर

a) **अम्लीय लावा के ज्वालामुखी:** अम्लीय लावा में सिलिका बहुत अधिक मात्रा में मिलता है और इसका गलनांक बिंदु अपेक्षाकृत उच्च होता है। यह अत्यधिक चिपचिपा होता है और जल्दी से जम जाता है। इसलिए, अम्लीय लावा वाले ज्वालामुखी आमतौर पर खड़ी ढलानों के साथ उच्च गुंबदों का निर्माण करते हैं।



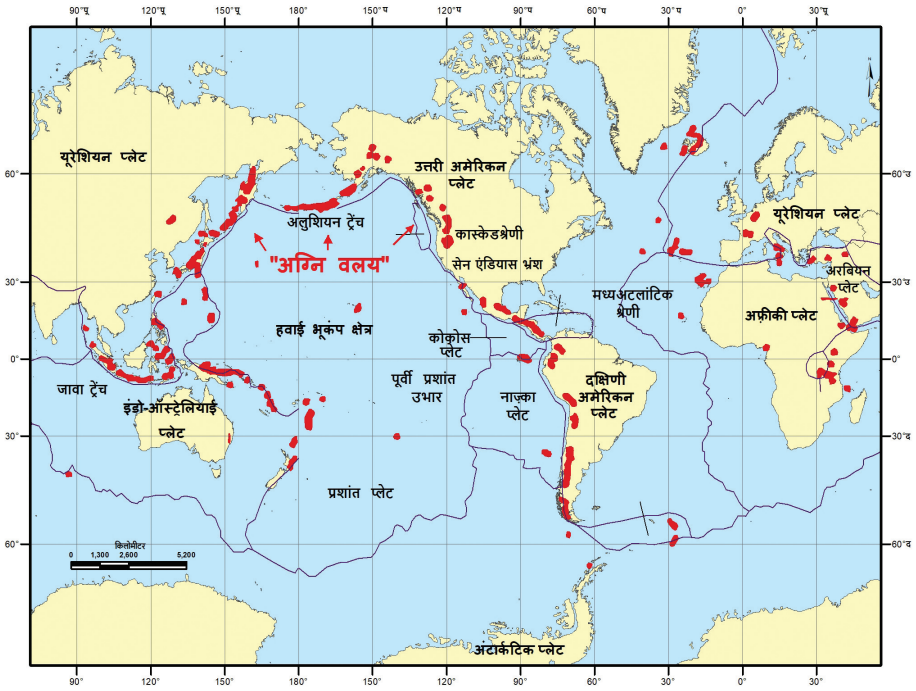
चित्र: 2.14 अम्लीय और क्षारीय लावा शंकु

b) **क्षारीय लावा के ज्वालामुखी:** क्षारीय लावा धात्विक खनिजों से भरपूर होता है और इसका गलनांक बिंदु निम्न होता है इसीलिए इसकी तरलता अधिक होती है। इस प्रकार के उद्भेदन में लावा तीव्र गति से दूर तक तथा अधिक चौड़ाई में बहता है। इस प्रकार लावा एक बड़े क्षेत्र में पतली चादर के रूप में फैल जाता है। इस प्रकार ये लावा गुम्बद तथा लावा शील्ड का निर्माण करता है। प्रशांत महासागर में, हवाई द्वीप पर उपस्थित शील्ड ज्वालामुखी इस प्रकार के ज्वालामुखी के उदाहरण हैं।

ज्वालामुखियों का वितरण

अधिकांश ज्वालामुखी तीन निश्चित प्रकार से परिभाषित पेटियों में पाए जाते हैं। जो इस प्रकार हैं-प्रशांत महासागरीय क्षेत्र यहाँ ज्वालामुखियों का सबसे बड़ा संकेन्द्रण पाया जाता है। यही कारण है कि इनको 'प्रशांत महासागरीय वलय' कहा जाता है। यह माला दक्षिण अमेरिका के एंडीज पर्वत के साथ अलास्का तक और एलुशियन द्वीप समूह से जापान, फिलीपींस और इंडोनेशिया से न्यूजीलैंड तक फैली हुई है। ज्वालामुखी की संख्या में दूसरा स्थान मध्यवर्ती पेटी का है जो यूरोप में आल्प्स से दक्षिण पश्चिम एशिया के पश्चिमी हिस्सों तक जाती है। तथा अफ्रीकी दरार घाटी क्षेत्र तीसरे स्थान पर है।

टिप्पणी



चित्र: 2.15 ज्वालामुखियों और भूकंपों का वितरण

2.7 भूकंप

भूकंप पृथ्वी की सतह पर अचानक उत्पन्न होने वाला झटका है, जो निम्न गति से लेकर भयानक गति का हो सकता है। भूकंप की आवृत्ति काफी हद तक एक स्थान से दूसरे स्थान पर भिन्न होती है। संसार भर में भूकंप विज्ञान स्टेशनों का जाल हर दिन सैकड़ों भूकंप रिकॉर्ड करता है। लेकिन, गंभीर भूकंप की घटनाएं सीमित होती हैं।भूकंप की तीव्रता भूकंप के वे ंद्र पर या उसके आसपास सबसे अधिक होती है। यही कारण है कि सबसे अधिक विनाश, भूकम्प के केंद्र और उसके आसपास ही होता है।

भूकंप के कारण तथा प्रभाव

भूकंप का मुख्य कारण आंतरिक बल हैं। इसके परिणामस्वरूप वलन और भ्रंशन होता है। भूपर्पटी में अचानक बदलाव या संचलन के कारण सतह हिलती है। दूसरा महत्वपूर्ण कारण ज्वालामुखी उद्भेदन है। तीव्र ज्वालामुखी उद्भेदन पृथ्वी की पपड़ी में कंपन का कारण बनता है। भूकंप ज्वालामुखीय गतिविधि के क्षेत्रों तक सीमित रहता है।

प्रचंड भूकंप बहुत विनाशकारी होते हैं। वे भूस्खलन, नदी के मार्गों में अवरोध और बाढ़ की घटनाओं का कारण बन सकते हैं। ये किसी क्षेत्र के नदी तंत्र को परिवर्तित कर देता है जैसा कि 1951 के भूकंप के बाद असम में देखा गया था। भूकंप के कारण उत्पन्न होने वाली समुद्री लहरें तटीय क्षेत्रों में सबसे अधिक विनाशकारी साबित होती हैं। ऐसी ज्वारीय लहरों को सुनामी कहा जाता है। ये लहरें तटीय शहरों को बहा सकती हैं। इमारतें और पुल ढहने से हजारों लोगों की मृत्यु हो जाती है। परिवहन, संचार और विद्युत संचरण की लाइनें बाधित हो जाती हैं।

टिप्पणी

भूकम्पों का वितरण

भूकंप की घटनाएं दुनिया के लगभग प्रत्येक भाग में घटित होने वाली घटनाएं हैं। लेकिन दो परिभाषित पेटियां ऐसी हैं जहां भूकंप बहुतायत में आते हैं। ये पेटियां हैं – प्रशांत महासागरीय पेटी तथा मध्यवर्ती पेटी। प्रशांत महासागरीय पेटी में उत्तर और दक्षिण अमेरिका का पश्चिमी तट शामिल है; एलुशियन द्वीप समूह और एशिया के पूर्वी तटों के द्वीप समूह जैसे जापान और फिलीपींस इत्यादि जैसा कि यह 'प्रशांत महासागर' को घेरता है, इसलिए इसे ये नाम दिया गया है। इस पेटी में भूकंप प्लेटों की अभिसरण सीमा से जुड़े होते हैं। अनुमान है कि दुनिया के करीब 68 फीसदी भूकंप अकेले इसी पेटी में आते हैं।

दूसरी पेटी का विस्तार आल्प्स से भूमध्यसागरीय क्षेत्र, काकेशस और हिमालयी क्षेत्र में है जो आगे इंडोनेशिया तक चली जाती है। दुनिया के कुल भूकंपों के लगभग 21 प्रतिशत भूकम्प इसी पेटी में आते हैं। शेष 11 प्रतिशत दुनिया के अन्य हिस्सों में उत्पन्न होते हैं।

पाठगत प्रश्न 2.6

1. क्राकाटोआ एक.....ज्वालामुखी है और किलिमंजारो एक ..... ज्वालामुखी है

2. अम्लीय लावा ..... शंकु का निर्माण करता है जबकि क्षारीय लावा ....का निर्माण करता है।

3. भूकंप के किन्हीं दो प्रभावों के नाम लिखिए:-

   (क)..... और (ख) .....

आपने क्या सीखा

पृथ्वी के आंतरिक भाग का अध्ययन दो प्रकार के स्रोतों के आधार पर किया जाता है- प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष। खनन, वेधन और ज्वालामुखी विस्फोट के माध्यम से किया जाने वाला अध्ययन प्रत्यक्ष स्रोतों के तहत आता है जबकि घनत्व, दबाव और तापमान के आधार पर किया जाने वाला अध्ययन अप्रत्यक्ष स्रोतों के तहत वर्गीकृत किया जाता है। ये सभी एक-दूसरे के साथ जुड़े हुए हैं। भूकंप विज्ञान एक और अप्रत्यक्ष स्रोत है जो पूरी पृथ्वी को स्कैन करता है और इसके बारे में पूरी तरह से बताता है। भूकंपीय तरंगों को सिस्मोग्राफ द्वारा दर्ज किया जाता है और भूकंपविदों द्वारा विस्तार से अध्ययन किया जाता है। तीन प्रकार की भूकंपीय तरंगें होती हैं जो एक के बाद एक सिस्मोग्राफ पर दर्ज की जाती हैं। वे 'पी', 'एस' और 'एल' तरंगें हैं। उनकी प्रसार विशेषताएं अलग हैं। सभी तरंगें अधिक घनत्व की चट्टानों में तेजी से चलती हैं लेकिन पदार्थों की स्थिति में परिवर्तन से उनका वेग प्रभावित होता है। 'पी' और 'एस' तरंगों को भूगर्भिक तरंगों के रूप में जाना जाता है क्योंकि वे पृथ्वी के

टिप्पणी

आंतरिक भाग में चलती हैं जबकि 'एल' तरंगों को धरातलीय तरंगें कहा जाता है क्योंकि वे पृथ्वी की सतह की ऊपरी परत में चलती हैं।

विभिन्न गहराई पर पाई जाने वाली चट्टानों को उनकी रासायनिक विशेषताओं के आधार पर तीन परतों-सियाल (सिलिकॉन और एल्यूमीनियम), सीमा (सिलिकॉन और मैग्नीशियम) और निफे (निकल और फेरस) में विभाजित किया गया है। आंतरिक भाग में भूकंपीय तरंगों के वेग में परिवर्तन के आधार पर, पृथ्वी को तीन परतों में विभाजित किया गया है। वे हैं भूपर्पटी- शीर्ष पतली ठोस परत, मेंटल - शीर्ष ठोस, मध्यवर्ती चिपचिपी और फिर ठोस सघन चट्टानें अंत में क्रोड़ जिसका बाहरी भाग तरल और आंतरिक ठोस होता है और इसमें निकल और लौह की प्रचुरता वाली अत्यंत सघन चट्टानें पाई जाती हैं।

लगभग 100 से 250 किमी गहराई की शीर्ष परत के अलावा, महाद्वीप गतिशील हैं और इसे अल्फ्रेड वेगनर द्वारा ठोस साक्ष्यों के साथ प्रस्तावित किया गया है। महाद्वीपीय विस्थापन संकल्पना के बाद ये स्थापित किया गया कि सात प्रमुख प्लेटें हैं जैसे- यूरेशियन, अफ्रीकी, इंडो-ऑस्ट्रेलियाई, प्रशांत, उत्तरी अमेरिकी, दक्षिण अमेरिकी और अंटार्कटिक प्लेटें। बाद में इसे नए शोध के आधार पर प्लेट विवर्तनिकी में संशोधित किया गया, लगभग 20 छोटी प्लेटें हैं जिनसे पृथ्वी की सतह बनी है। मध्य-महासागरीय रिज के साथ निकलने वाले मैग्मा के कारण, प्लेटों का विचलन और अभिसरण प्रख्यात है। अभिसरण और अपसरण दोनों सीमाओं पर, विभिन्न प्रकार की विशेषताएं बनती हैं। प्लेटों के अपसरण और अभिसरण के कारण वलन और भ्रंशन का निर्माण होता है और परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार के वलन और भ्रंश देखे जाते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. भूकम्पीय साक्ष्यों के आधार पर पृथ्वी के आंतरिक भाग का वर्णन कीजिए।
2. आंतरिक भाग में चट्टानों के बदलते घनत्व और स्थिति के साथ भूकंपीय तरंग प्रसार की व्याख्या कीजिए।
3. चित्रों की सहायता से पृथ्वी के आन्तरिक भाग में घनत्व, दबाव और तापमान वितरण की व्याख्या करें।
4. पृथ्वी के आंतरिक भाग की रासायनिक संरचना की जाँच कीजिए।
5. उचित साक्ष्यों के आधार पर महाद्वीपीय विस्थापन की अवधारणा का मूल्यांकन कीजिए।
6. प्लेट क्या है? इसके तंत्र और प्लेट किनारों पर निर्मित लक्षणों की व्याख्या कीजिए।
7. वलन किसे कहते हैं और वे कैसे बनते हैं? वलन के प्रकारों का भी वर्णन कीजिए।
8. भ्रंश क्या है और कैसे बनते हैं? भ्रंश के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
9. प्लेट टेक्टोनिक्स के संबंध में भूकंप के वितरण को स्पष्ट कीजिए।

टिप्पणी

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

2.1

1. (क) प्रत्यक्ष (ख) अप्रत्यक्ष
2. (ग) बढ़ता है
3. 10°C/किमी

2.2

1. सीस्मोग्राफ
2. सभी (भूपर्पटी, मेंटल और क्रोड़), शीर्ष की दो (भूपर्पटी और मेंटल)

2.3

1. (क) सियाल (ख) सीमा और (ग) निफे
2. भूपर्पटी तथा ऊपरी ठोस मेंटल
3. 2900 किमी

2.4

1. अल्फ्रेड वेगनर
2. कोई दो (क) जिग सॉ (ख) भूवैज्ञानिक साम्यता (ग) कोयला तथा वानस्पतिक स्थानिकता
3. (क) अपसारी (ख) अभिसरण (ग) रूपान्तर

2.5

1. जोड़ें: संपीड़न द्वारा बनाई गई लहरदार और ..... संरचना।
2. अपनति और अभिनति
3. कोई तीन (क) सममित (ख) असममित (ग) उपरिवलन (घ) अधिक्षिप्त वलन (ङ) परिवलन
4. कोई तीन (क) सामान्य (ख) व्युत्क्रम (ग) पार्श्व (घ) तिर्यक (ङ) ग्रीवा खंड

2.6

1. सक्रिय तथा प्रसुप्त
2. तीव्र तथा समतल
3. कोई दो (क) भूस्खलन (ख) नदी मार्ग में अवरोधन (ग) बाढ़ों का आना (घ) जान तथा माल का नुकसान (ङ) कोई अन्य सम्बंधित प्रभाव।