इग्नू
जन–जन का
विश्वविद्यालय

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
विज्ञान विद्यापीठ

BGYCT – 131

भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान

पर्वत निर्माण और प्लेट विवर्तनिकी

4

"शिक्षा मानव को बन्धनों से मुक्त करती है और आज के युग में तो यह लोकतंत्र की भावना का आधार भी है। जन्म तथा अन्य कारणों से उत्पन्न जाति एवं वर्गगत विषमताओं को दूर करते हुए मनुष्य को इन सबसे ऊपर उठाती है।"

– इन्दिरा गांधी

ignou
THE PEOPLE'S
UNIVERSITY

"Education is a liberating force, and in our age it is also a democratising force, cutting across the barriers of caste and class, smoothing out inequalities imposed by birth and other circumstances."

– Indira Gandhi

इंदिरा गांधी
राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
विज्ञान विद्यापीठ

BGYCT-131
भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान

खंड

4

पर्वत निर्माण और प्लेट विवर्तनिकी

इकाई 14
पर्वत निर्माण एवं पर्वतनी प्रक्रियाएं 7

इकाई 15
पर्वत निर्माण के सिद्धांत 24

इकाई 16
प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत 43

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

प्रो. विजयश्री
भूतपूर्व निदेशक
विज्ञान विद्यापीठ
इग्नू, नई दिल्ली

प्रो. वी. के. वर्मा (से. नि.)
भूविज्ञान विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

प्रो. प्रमेन्द्र देव (से. नि.)
भूविज्ञान अध्ययनशाला
विक्रम विश्वविद्यालय
उज्जैन, म.प्र.

प्रो. पी. मधुसूदन रेड्डी (से. नि.)
भूविज्ञान विभाग
डॉ. बी. आर. अम्बेडकर मुक्त वि.वि.
हैदराबाद, आंध्र प्रदेश

प्रो. एल. एस. चामयाल
भूविज्ञान विभाग
म. स. गा. बड़ौदा विश्वविद्यालय
वडोदरा, गुजरात

(स्व.) प्रो. जी. वल्लिनायगम
भूविज्ञान विभाग
कुरूक्षेत्र विश्वविद्यालय
कुरूक्षेत्र, हरियाणा

प्रो. दीपक सी. श्रीवास्तव
पृथ्वी विज्ञान विभाग
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान रूड़की
रूड़की, उत्तराखंड

प्रो. जे. पी. श्रीवास्तव
भूविज्ञान उच्चानुशीलन केन्द्र
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

प्रो. एच. बी. श्रीवास्तव
भूविज्ञान उच्चानुशीलन केन्द्र
काशी हिन्दू विश्वविद्यालय
वाराणसी, उ.प्र.

प्रो. एम. ए. मलिक (से. नि.)
भूविज्ञान विभाग
जम्मू विश्वविद्यालय, जम्मू
जम्मू एवं कश्मीर

प्रो. एस. जे. सांगोड़े
भूविज्ञान विभाग
सावित्रीबाई फुले पुणे वि.वि.
पुणे, महाराष्ट्र

प्रो. अरूण कुमार
पृथ्वी विज्ञान विभाग
मणिपुर विश्वविद्यालय
इम्फाल, मणिपुर

प्रो. (श्रीमती) मधुमिता दास
भूविज्ञान विभाग
उत्कल विश्वविद्यालय
भुवनेश्वर, ओडिशा

प्रो. के. आर. हरि
भूविज्ञान एवं जल संसाधन
प्रबंधन अध्ययनशाला
पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय
रायपुर, छत्तीसगढ़

डॉ. के. अन्नबरसु
भूविज्ञान विभाग
नेशनल कॉलेज
तिरूचिरापल्ली, तमिलनाडु

भूविज्ञान विषय संकाय सदस्य
विज्ञान विद्यापीठ, इग्नू

डा. मीनल मिश्रा

डॉ. बेनीधर देशमुख

डॉ. काकोली गोगोई

डॉ. एम. प्रशांथ

डॉ. ओमकार वर्मा

खंड निर्माण दल

विषयवस्तु लेखन

प्रो. वैभव श्रीवास्तव (इकाई 15 और 16)
भूविज्ञान उच्चानुशीलन केन्द्र
काशी हिन्दू विश्वविद्यालय
वाराणसी, उ.प्र.

अनुवाद

डॉ. राहुल वर्मा (इकाई 14 और 16)
भूविज्ञान विभाग, पचूंगा महाविद्यालय
मिज़ोरम विश्वविद्यालय
आइज़ॉल, मिज़ोरम

डॉ. एम. प्रशांथ (इकाई 14)
विज्ञान विद्यापीठ
इग्नू, नई दिल्ली

डॉ. राम अवतार सिंह (इकाई 15)
भूविज्ञान विभाग
एल.एस.एम.राज. स्नातकोत्तर महाविद्यालय
पिथौरागढ़, उत्तराखंड

विषयवस्तु संपादक

प्रो. वी. के. वर्मा (से. नि.)
भूविज्ञान विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

रूपांतरण तथा पुनरीक्षण : डॉ. बेनीधर देशमुख

पाठ्यक्रम समन्वयक : डॉ. मीनल मिश्रा एवं डॉ. बेनीधर देशमुख

श्रव्य दृश्य सामग्री

डॉ. अमितोष दुबे
निर्माता, संचार केन्द्र, इग्नू, नई दिल्ली

डॉ. मीनल मिश्रा एवं डॉ. बेनीधर देशमुख
विषयवस्तु सम्न्वयक

मुद्रण निर्माण

श्री सुनील कुमार
सहायक कुलसचिव (प्रकाशन), विज्ञान विद्यापीठ, इग्नू, नई दिल्ली

आभार : आवरण पृष्ठ की अभिकल्पना हेतु डॉ. काकोली गोगोई एवं टंकन वआलेखी कार्य हेतु श्रीमती सविता शर्मा

अगस्त, 2019

© इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, 2019

ISBN: 978-93-89668-18-6

अस्वीकरण : विभिन्न स्रोतों से लिए गए चित्र या अन्य संसाधन शैक्षणिक उद्देश्य के लिए है ना कि किसी व्यावसायिक उद्देश्य हेतु और उनके कॉपीराइट मूल स्रोत या लेखक के पास हैं।

सर्वाधिकार सुरक्षित। इस कार्य का कोई भी अंश इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की लिखित अनुमति लिए बिना किसी भी रूप में मिमियोग्राफ (मुद्रण) अथवा किसी अन्य साधन से पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय के पाठ्यक्रमों के विषय में और अधिक जानकारी विश्वविद्यालय के कार्यालय, मैदानगढ़ी, नई दिल्ली–110 068 और इग्नू की वेबसाइट www.ignou.ac.in से प्राप्त की जा सकती है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की ओर से निदेशक, विज्ञान विद्यापीठ द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित।

लेजर टाइप सेटिंग : राजश्री कम्प्यूटर्स, वी-166ए, भगवती विहार (नजदीक सेक्टर 2, द्वारका), उत्तम नगर, नई दिल्ली-110059

मुद्रक : हाईटेक ग्राफिक्स, डी–4/3, ओखला इण्डस्ट्रियल एरिया, फेस–2, नई दिल्ली–110020

BGYCT-131 भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान

खंड 1 सामान्य भूविज्ञान

इकाई 1 भूविज्ञान – एक परिचय

इकाई 2 पृथ्वी और सौरमंडल

इकाई 3 पृथ्वी की संरचना और संयोजन

इकाई 4 भूकंप और ज्वालामुखी

खंड 2 भूसतही प्रक्रियाएं

इकाई 5 शैल अपक्षय

इकाई 6 नदी के भूवैज्ञानिक कार्य

इकाई 7 वायु और भौमजल के भूवैज्ञानिक कार्य

इकाई 8 हिमनदों और महासागरों के भूवैज्ञानिक कार्य

खंड 3 संरचनात्मक भूविज्ञान

इकाई 9 संरचनात्मक भूविज्ञान – एक परिचय

इकाई 10 वलन

इकाई 11 भ्रंश

इकाई 12 संधि और विषमविन्यास

इकाई 13 क्षेत्र भूविज्ञान

खंड 4 पर्वत निर्माण और प्लेट विवर्तनिकी

इकाई 14 पर्वत निर्माण एवं पर्वतनी प्रक्रियाएं

इकाई 15 पर्वत निर्माण के सिद्धांत

इकाई 16 प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

पाठ्यक्रम से संबंधित श्रव्य/दृश्य सामग्रियों की सूची

1. Earth System Science and Society - Part 1
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=dVbjNn0ZHRg

2. Earth System Science and Society - Part 2
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=0GMPlOrCdcE

3. Geoinformatics: An Introduction
   लिंक : https://youtu.be/vu7f5aFoox0

4. Applications of Geoinformatics
   लिंक : https://youtu.be/tfSDp2TO-Eg

5. Weathering, its types and Significance
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=gBYijlPPVgc

6. Soil: Product of Weathering
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=y-SENU4Abv8

7. Landslides: Its types and causes
   लिंक : https://youtu.be/cI73TU0hjQk

8. Landslides: Mitigation measures
   लिंक : https://www.youtu.be/BcUVeL43x7c

9. Deccan Volcanism-an Inside Story
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=1a3glcg0oGs

10. Himalaya-an Overview
    लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=vK5Cglisa1Y

11. Evolution of Himalaya
    लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=gVGZKqrjVZY

श्रव्य/दृश्य सामग्रियों का निर्माण एक निरंतर प्रक्रिया है। आप इस पाठ्यक्रम से संबंधित और सामग्रियों के लिए यूट्यूब के विज्ञान विद्यापीठ, इग्नू के वेबसाइट पर जाए।

ये वीडियो आप इग्नू के eGyankosh वेबसाइट में भी देख सकते हैं।
लिंक : http://egyankosh.ac.in/handle/123456789/36575

खंड 4 : पर्वत निर्माण और प्लेट विवर्तनिकी

पर्वत सर्वदा मानव जाति के लिए प्रेरणा के स्रोत रहे है। मनुष्य पर्वतों के रहस्य को जानने का प्रयास करता रहा है। पर्वत पृथ्वी पर आसानी से पहचानने योग्य भूदृश्य है। विशालकाय पर्वत जैसे हिमालय, आल्पस, एण्डीस और रॉकी वलित पर्वतों के उदाहरण है। वास्तव में वलित पर्वतों की उत्पत्ति जानने की जिज्ञासा ने ही यह विचार दिया कि जिन बलों के कारण शैलों का वलन हुआ है वही बल उन पर्वतों के निर्माण के लिये भी उत्तरदायी हैं। पिछले दो शताब्दियों में पर्वत निर्माण और पर्वतन की कई परिकल्पनाएं प्रस्तावित की गई हैं। हाँलाकि भूअभिनति परिकल्पना अधिक प्रचलित है तथापि इसकी कई सीमाएं हैं। 1950 से 1970 के बीच विकसित प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत जो महाद्वीपीय विस्थापन का आधुनिक रूप है को वैज्ञानिक अल्फ्रेड वेगेनर ने प्रस्तावित किया था। समुद्र अधस्तल विस्तारण परिकल्पना, प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत के निर्धारण बहुत प्रभावी था। पर्वत निर्माण तब होता है जब दो विवर्तनिक प्लेटें टकराती हैं। तब या तो पदार्थ उपर आकर पर्वत क्षेत्र का निर्माण करतें हैं जैसे हिमालय या एक प्लेट दूसरे प्लेट के नीचे चली जाती है और ज्वालामुखी पर्वत श्रृंखला बनता है जैसे एण्डीस। प्लेट विवर्तनिकी भूविज्ञान विषय का एक भाग है जिसे लोकप्रिय विज्ञान कार्यक्रमों में टीवी या रेडियो पर प्रसारित किया जाता है। इस खंड में तीन ईकाईयाँ हैं जिसके अंतर्गत आप पर्वत निर्माण के मूल धारणाओं, पर्वतन, और प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत के विशेष संदर्भ में पर्वत निर्माण के सिद्वांतों से परिचित होंगें।

इकाई 14 पर्वतों के मूल, उनके महत्व और निर्माण से परिचय कराता है। यह ईकाई पर्वतों की स्थान, निर्माण की कालाविधि और उत्पत्ति के आधार पर वर्गीकरण की विस्तृत विवेचना करता है। इसके साथ ही यह ईकाई पर्वतनी प्रक्रियाओं के प्रमाणों की भी चर्चा करता है।

इकाई 15 महाद्वीपीय विस्थापन के सिद्वान्त, इसके प्रमाणों और एतिहासिक विकास की व्याख्या करता है। यह ईकाई महाद्वीपों के विस्थापन के लिये उत्तरदायी बलों की विवेचना करता है और समुद्र अधस्तल विस्तारण के प्रमाणों द्वारा इस परिकल्पना की व्याख्या करता है। यह ईकाई पर्वत निर्माण से संबंधित परिकल्पनाओं के एतिहासिक परिदृष्य को भी संक्षेपित करता है।

इकाई 16 में प्लेट विवर्तनिकी के सिद्वान्त और स्थलमंडलीय प्लेटों एवं प्लेट सीमाओं के बारे में जानेगें। हम प्लेटों की गति के लिये आवश्यक बलों को पहचानेगें और उनकी व्याख्या करेंगें। अंत में यह हमें प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत से महाद्वीपीय विस्थापन, समुद्र अधस्तल विस्तारण और पर्वत निर्माण को जोड़ने मे सहायता करेगा। इसके साथ ही प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत के प्रकाश में हिमालय के विकास को जानने का प्रयास करेंगें।

अपेक्षित लक्ष्य :

इस खंड के अध्ययन के पश्चात् आप निम्नलिखित में सक्षम होंगे :

- पर्वत निर्माण की प्रारंभिक जानकारी देने और पर्वतों के वर्गीकरण में;
- पर्वतन की अवधारणा और पर्वतनी प्रक्रियाओं के प्रमाणों की व्याख्या करने में;
- महाद्वीपीय विस्थापन के सिद्वांत और प्रमाणों की चर्चा करने में;
- समुद्र अधस्तल विस्तारण परिकल्पना के प्रमाणों की विवेचना करने में;
- पर्वत निर्माण के सिद्वांतों की एतिहासिक परिदृश्य की चर्चा करने में;

- प्लेट विवर्तनिकी के सिद्वांतों की विस्तृत व्याख्या करने में;
- स्थलीय प्लेटों, प्लेट सीमा और किनारों का सचित्र वर्णन करने में;
- प्लेटों की गति के कारणों या आवश्यक बलों की चर्चा करने में;
- प्लेट विवर्तनिकी के आधार पर हिमालय की उत्पत्ति की चर्चा करने में; और
- प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत से महाद्वीपीय विस्थापन, समुद्र अधस्तल विस्तारण और पर्वत निर्माण को एकीकृत करने में।

हम आशा करते है कि इस खंड को पढ़ने के बाद आप पर्वत निर्माण की प्रक्रियाओं, पर्वतन, महाद्वीपीय विस्थापन, समुद्र अधस्तल विस्तारण और प्लेट विवर्तनिकी के मूल ज्ञान को प्राप्त कर लेंगें।

आपके इस कार्य में हम सफलता की कामना करते हैं !!

ignou
THE PEOPLE'S
UNIVERSITY

इकाई 14

पर्वत निर्माण एवं पर्वतनी प्रक्रियाएँ

इकाई की रूपरेखा

14.1 प्रस्तावना
अपेक्षित लक्ष्य
14.2 पर्वतों का वर्गीकरण
स्थान के आधार पर
निर्माण की कालावधि के आधार पर
उत्पत्ति के आधार पर
14.3 पर्वत निर्माण
भूसन्नति/भूअभिनति सिद्धांत
प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत
14.4 पर्वतनी प्रक्रियाओं के प्रमाण
14.5 क्रियाकलाप
14.6 सारांश
14.7 सात्रिक प्रश्न
14.8 संदर्भ
14.9 आगे/प्रस्तावित अध्ययन
14.10 उत्तर

14.1 प्रस्तावना

जब आप नदियों, समुद्र एवं पर्वतों के सौंदर्य का अवलोकन करते हैं तब आपके मन में स्वाभाविक विचार आता है कि ये सब भूआकृतियां क्या पृथ्वी पर प्रारम्भ से ही विद्यमान हैं। बारंबार होने वाले भूकंप, ज्वालामुखी एवं भूस्खलन जैसी आपदाकारी घटनाएँ हमे यह सोचने पर विवश कर देती हैं कि हमारी पृथ्वी सतत् परिवर्तनशील है। ये समस्त परिवर्तन अन्तर्जात (endogenic) एवं बहिर्जात (exogenic) बलों के कारण होते हैं। ये परिवर्तन लघु या दीर्घ, सतत् या आकस्मिक, क्रमिक अथवा प्रलयकारी (catastrophic) हो सकते हैं। यह परिवर्तन भूवैज्ञानिक की दृष्टि में रोचक और प्रेक्षणीय है। कुछ परिवर्तनों की अवधि लाखों वर्षों की होती है जैसे कि पर्वत निर्माण। इस इकाई में हम पर्वत निर्माण की विभिन्न प्रक्रियाओं का अध्ययन करेंगे।

अपेक्षित लक्ष्य

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात आप निम्नलिखित में सक्षम होंगे :

- ❖ पर्वतों का वर्गीकरण करने में;
- ❖ पर्वतों के प्रकार की सूची बनाने में;
- ❖ पर्वत निर्माण की प्रक्रिया की व्याख्या करने में; और
- ❖ पर्वतनी प्रक्रियाओं के प्रमाणों का वर्णन करने में।

14.2 पर्वतों का वर्गीकरण

हम सबने पर्वत देखे हैं और हम में से कुछ के घर भी पर्वत पर स्थित होंगे। **पर्वत** एक विस्तृत भूभाग-क्षेत्र है जो समीपवर्ती भूभाग के सापेक्ष ऊपर उठे होते हैं। जब कई पर्वत या चोटियाँ समानान्तर रूप से स्थित होती हैं तो उस संरचना को पर्वत श्रेणी के नाम से जाना जाता है। आपको ज्ञात होगा कि पर्वत क्षेत्र, नदियों का उद्गम स्थान होते हैं और क्षेत्रीय एवं वैश्विक जलवायु के नियंत्रक कारक होते हैं। उदाहरण के तौर पर, भारत की प्रमुख नदियां गंगा, यमुना, सिंधु, नर्मदा, महानदी, कावेरी एवं ब्रह्मपुत्र आदि का उद्गम पर्वतों से हुआ है। हिमालय पर्वत, न केवल भारतीय महाद्वीप को उत्तर दिशा (मध्य एशिया) से आने वाली बर्फीली हवाओं से बचाता है, अपितु दक्षिणी पश्चिमी मानसूनी हवाओं को उत्तर दिशा की ओर जाने से रोकता है जिस कारण हिमालय की दक्षिणी ढलानों पर प्रचुर वर्षा होती है। पर्वत प्रकृति की विशालता एवं सुरम्यता का जीवंत प्रमाण हैं। इसी कारण से पर्वतीय क्षेत्र पसंदीदा पर्यटन स्थल होते हैं। पर्वतों से अपरदित अवसाद नदी घाटियों मे अत्यंत उपजाऊ भूमि का निर्माण करते हैं। पर्वत क्षेत्र प्राकृतिक संसाधनों के भंडार होते हैं तथा जलविद्युत उत्पादन हेतु उपयुक्त निर्माण स्थल होते हैं। पर्वतों से उद्गमित नदियों द्वारा लायी जाने अवसादों से निचले इलाके मे उपजाऊ मैदान बनते हैं।

आइए पर्वतों के अध्ययन के संदर्भ मे निम्न तथ्यों का आकलन करते है :

- पर्वतों से सम्बद्ध भूवैज्ञानिक संरचनाएं
- समबद्ध चट्टानों की आयु एवं उत्पत्ति
- पर्वत निर्माण में संलग्न प्रक्रिया

इन तीनों तथ्यों में तीसरी प्रक्रिया का आकलन सर्वाधिक महत्वपूर्ण है। भूवैज्ञानिक पर्वतों के निर्माण एवं उत्पत्ति जानने की कोशिश कर रहे है।

पर्वत एक द्वितीय श्रेणी की उच्चावच लक्षण हैं जो समीपवर्ती भूभाग के सापेक्ष अधिक उच्चावच पर स्थित होते हैं ये अधिकांशतः श्रेणियों के रूप में पाये जाते हैं। पर्वत पृथ्वी के क्षेत्रफल 1/5 भाग को आच्छादित करते हैं। ये मुख्यतया खड़ी ढलानों और खड़ी चोटियों वाले होते हैं। पर्वत जैव विविधता (biodiversity) के केंद्र हैं। आइए, हम पर्वत (mountain) और पहाड़ी (hill) मे अंतर समझते है। इन दोनो का अंतर उनकी उंचाई और क्षेत्रीय विस्तार के आधार पर किया जाता है। यदि किसी भूखण्ड की उंचाई 600 मी. से अधिक है तब उसे पर्वत कहते हैं और यदि उँचाई इससे कम हो और वह स्थानिक होती उसे पहाड़ी कहते हैं।

आइए पहले हम पर्वत से संबंधित कुछ शब्दों के बारे में जानते हैं :

- **पर्वत श्रेणी** : पर्वत श्रेणी कई पर्वतों और पहाड़ो का रेखीय विन्यास है जिसमें बहुत से कटकें, शिखर चोटियां और घाटियाँ होती है ये सदा एक ही समय में निर्मित होते हैं परन्तु उनमें भौतिक एवं संरचनात्मक विविधता हो सकती है। उदाहरण – काराकोरम पर्वत श्रेणी एवं लद्दाख पर्वत श्रेणी।
- **पर्वतमाला** : यह विभिन्न आयु के समानान्तर लंबे और सकरे पर्वतमाला को दर्शाते हैं। जो कभी–कभी पठार में विभाजित होते हैं।
- **पर्वत तंत्र** : पर्वत तंत्र समान आयु के होते हैं किन्तु घाटी द्वारा पृथक होते हैं।
- **पर्वत समूह** : कई अव्यवस्थित पर्वत तंत्रों के समूह को पर्वत समूह कहते हैं।
- **कार्डीलेरा** : कार्डीलेरा कई अलग अलग पर्वत श्रेणियों, पर्वतमालाओं, तंत्रों और पर्वत समूहों के समायोजन को कहते हैं। इसके अंतर्गत पर्वत के अलावा घाटियाँ पठार और अंतरापर्वतीय द्रोणी भी समाहित होते हैं। उदाहरण – संयुक्त राज्य अमेरिका का पश्चिमी कार्डीलेरा।

अगले उपअनुभाग में हम पर्वतों के वर्गीकरण का अध्ययन करेंगे।

14.2.1 स्थान के आधार पर

स्थान के आधार पर पर्वतों को दो वर्गों मे बांट सकते है :

- **महाद्वीपीय पर्वत** : वे पर्वत जो महाद्वीपों में पाये जाते हैं। भारत के हिमालय, सतपुड़ा, अरावली, पूर्वी एवं पश्चिमी घाट, एशिया के कुनलुन, अलटाई, तैंशान, अमेरिका महाद्वीप के रॉकीज़, एंडीज़, यूरोप के अलपाइन और यूराल आदि प्रमुख उदाहरण हैं।
- **महासागरीय पर्वत** : ये पर्वत महाद्वीपीय ढलानों, समुद्री तलों, मध्य महासागरीय कटकों एवं महाखड्डों मे पाये जाते हैं। मध्य अटलांटिक कटक इनका प्रमुख उदाहरण हैं।

14.2.2 निर्माण की कालावधि के आधार पर

पर्वतो को उनकी उत्पत्ति के भूवैज्ञानिक कालखण्ड के आधार पर निम्नलिखित प्रकार से वर्गीकृत कर सकते है :

- **पुराकल्पीय पर्वत** (Precambrian Mountains): कुछ पर्वतों की उत्पत्ति पुराकल्प में 3800 से 550 मिलियन वर्ष पूर्व हुई थी। समय के साथ इन पर्वतों मे अपक्षय, अपरदन एवं कायान्तरण के कारण अनेक प्रकार के परिवर्तन एवं क्षरण हुए। इस कारण से इन पर्वतों को अवशिष्ट पर्वत (residual mountains) कहते हैं। कुछ प्रमुख उदाहरण हैं – भारत के अन्नामलाई एवं नीलगिरी पर्वत तथा कनाडा का लौरेंशियन पर्वत।
- **कैलिडोनियन पर्वत** (Caledonian Mountain) के निर्माण का काल लगभग 430 से 380 मिलियन वर्ष तक था। भारत के अरावली, महादेवा पर्वत तथा उत्तरी अमेरिका के अप्लेरियन को कैलिडोनियन पर्वत निर्माण कल्प में निर्मित माना गया है।
- **हरसीनियन पर्वत** (Hercynian Mountains) के निर्माण का लगभग काल 350 से 250 मिलियन वर्ष पूर्व तक था। यूरोप का कौकेशश एवं एशिया के अल्ताई, तिएन शान, एवं रूस का यूराल पर्वत, हरसीनियन पर्वत निर्माण कल्प से सम्बद्ध माने जाते हैं।

- **तृतीयक या अल्पाइन पर्वत तंत्र** (Tertiary or Alpine Mountain System) का निर्माण लगभग 65 मिलियन वर्ष पूर्व से अब तक हुआ था। उदाहरण उत्तरी अमेरिका का रॉकी और यूरोप का अल्पाइन पर्वत, उत्तर–पश्चिम अफ्रीका का ऐटलस पर्वत, भारतीय महाद्वीप का हिमालय। ये पर्वत पृथ्वी के सबसे ऊंची संरचना हैं, जिनमे हिमालय नवीनतम है।

14.2.3 उत्पत्ति के आधार पर

उत्पत्ति के आधार पर पर्वतों को निम्नलिखित पाँच वर्गों मे विभाजित किया जाता हैं :

- ज्वालामुखीय पर्वत
- अपरदन से जनित पर्वत
- वलित पर्वत
- भ्रंश घाटी एवं ब्लॉक पर्वत
- अवशिष्ट या अवशेष पर्वत

A) ज्वालामुखीय पर्वत (Volcanic Mountains)

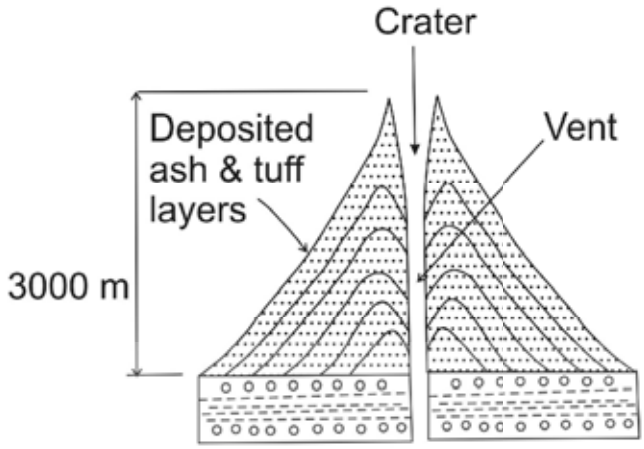
ये पर्वत ज्वालामुखी जनित सामग्री के जमा होने से निर्मित होते हैं। हम जानते हैं कि पृथ्वी के भीतर अत्यधिक ताप के कारण शैल सामग्री पिघले हुए लावा के रूप मे होती है। यह मैग्मा पृथ्वी की सतह पर ज्वालामुखी से लावा, राख, टफ तथा गैस के रुप में उत्सर्जित होता है (चित्र.14.1)। लावा मध्य मे स्थित छिद्र (vent) के चारों ओर सतह पर उत्सर्जन से एक शंकु (cone) के रूप मे ज्वालामुखी पर्वत का रूप लेती जाती है। टफ् 2 मि.मी. से छोटे से कणों का ज्वालामुखी राख के संघटन का शैल है। ज्वालामुखी पर्वत के प्रमुख उदाहरण हैं – भारत के डेक्कन ज्वालामुखी पठार, जापान का फूजियामा, इटली का विसुवियस, हवाई के मौना लोवा एवं मौना केया। टफ्, 2 मि.मी. से छोटे से कणों का ज्वालामुखी राख के संघटन का शैल है।

दक्कन ज्वालामुखीय उद्गार के बारे में जानने के लिए निम्न वीडियो देखें :

- Deccan Volcanics-an Inside story
  लिंक: https://www.youtube.com/watch?V=1a3glcgO.oGs

महासागर के भीतर उत्पन्न ज्वालामुखी पर्वत सागरीय द्वीपों के रूप मे विकसित होते हैं (चित्र.14.2)। अलास्का का एलूशियन द्वीप इसका उत्तम उदाहरण है।

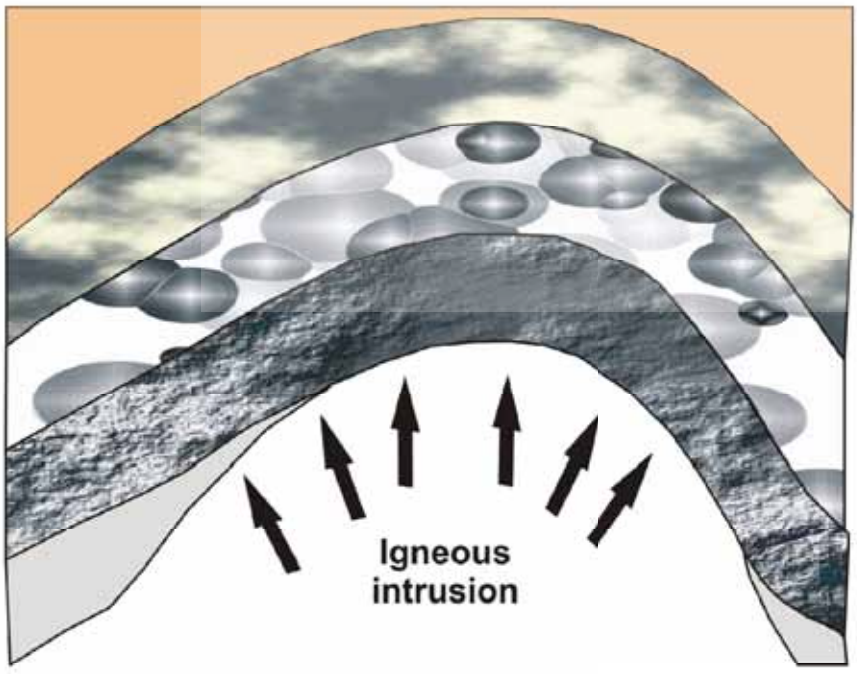
चित्र 14.1 : ज्वालामुखी उत्सर्ग, राख एवं टफ् जनित ज्वालामुखी पर्वत।
(Photo credit: Dr. Meenal Mishra)



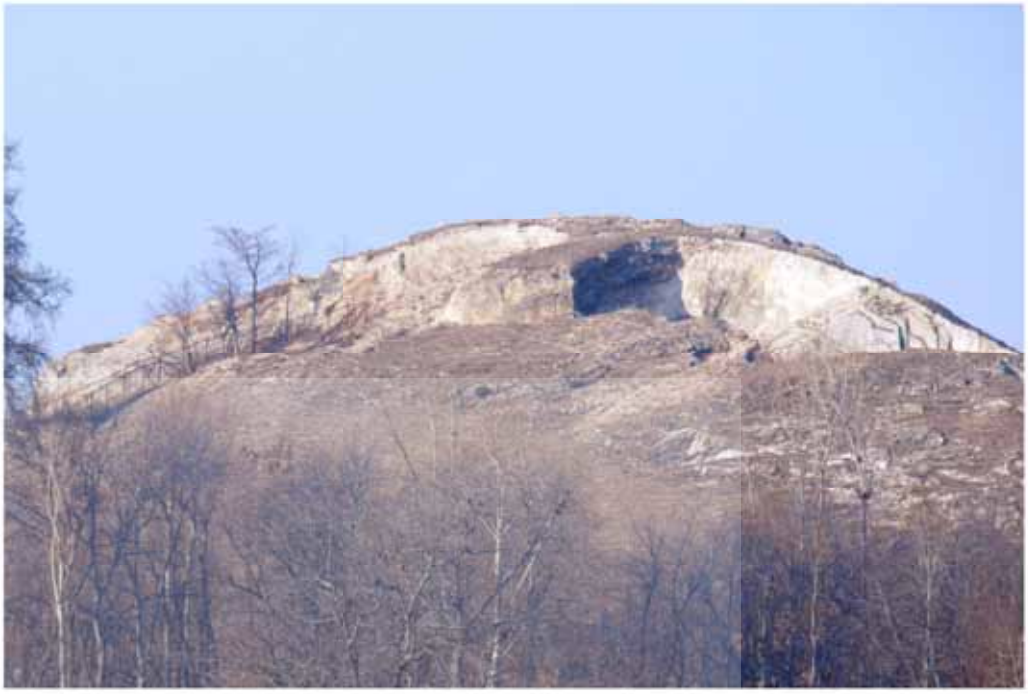
चित्र 14.2 : ज्वालामुखी नलिका के चारों ओर राख़ एवं ट्फ़ सतहों का जमाव।

B) अपरदन जनित पर्वत (Erosion Mountains)

ये पर्वत, पूर्ववर्ती पर्वतों के अवशिष्ट होते हैं। "मैग्मा के अंतर्बेधन" से जनित पर्वतों की वर्तमान ऊंचाई तक अपरदन तथा **भूसंतुलन** (isotatic) के समायोजन से इन का निर्माण होता है। भूसतह के उर्ध्वाधर से बनने के कारण इसे **गुंबद पर्वत** (dome mountain) भी कहा जाता है (चित्र.14.3)। गुंबद–पर्वत का निर्माण मैग्मा के **ऊपरीमुखी संचलन** (upward movement) के कारण वलन एवं संपीडन से होता है (चित्र.14.4)। इन्हे **उर्ध्वावजित पर्वत** (upwarping mountains) भी कहते हैं। गुम्बद पर्वत को हम पृथ्वी की सतह पर फफोले की तरह समझ सकते है क्योंकि अन्तर्वेधित मैग्मा की वजह से उर्ध्वावलन होता है जिससे अनावरित होकर उसका अपरदन होता है इसलिए इसको अपरदन जनित पर्वत भी कहते है। चूंकि इस गुम्बद की सापेक्ष ऊंचाई अधिक होती है इसलिए इसका अपरदन उपर से नीचे की ओर होता है जिसकी वजह से वृत्ताकार पर्वत श्रेणी का निर्माण होता है। इस प्रकार के पर्वतों के उत्तम उदाहरण हैं – आबू गुंबद, राजस्थान, भारत एवं सिंसिनाटी गुंबद, उत्तरी अमेरिका।



चित्र 14.3 : गुम्बदाकार पर्वत का निर्माण दर्शाता हुआ आरेख।

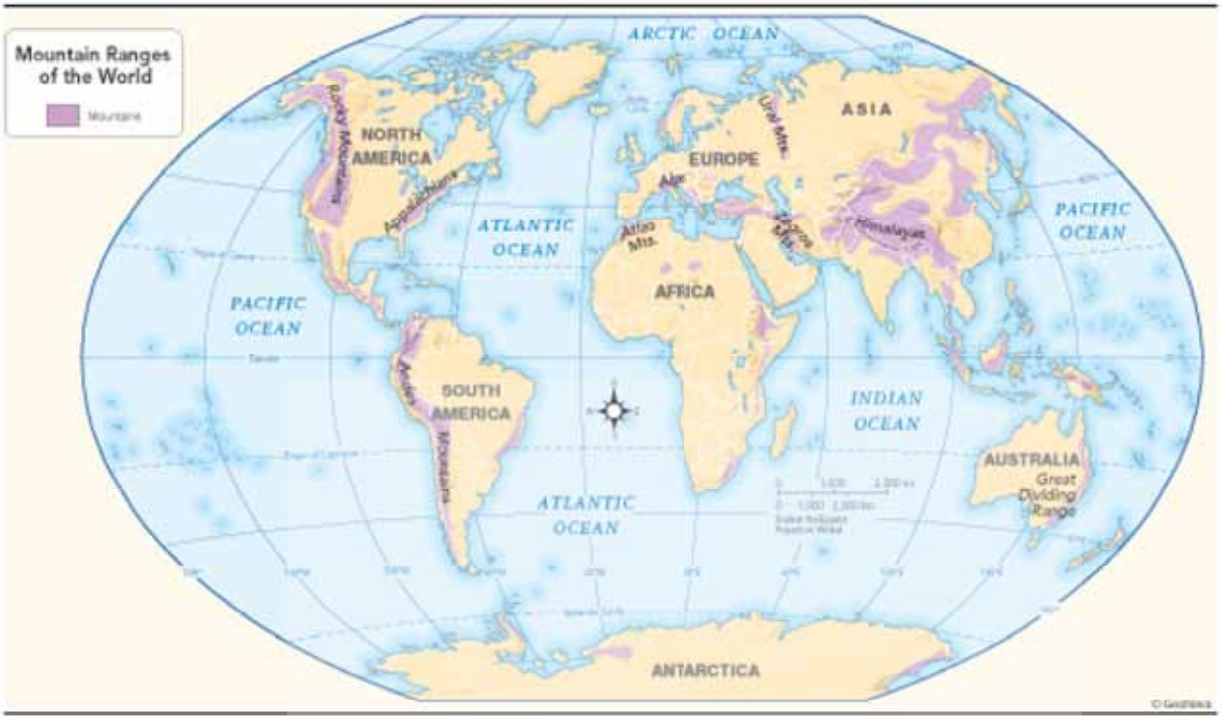


चित्र 14.4: पीर पांजाल पर्वत श्रेणी कश्मीर के गुंबद पर्वत का एक दृश्य।
(Photo credit: Sainandini Mishra)

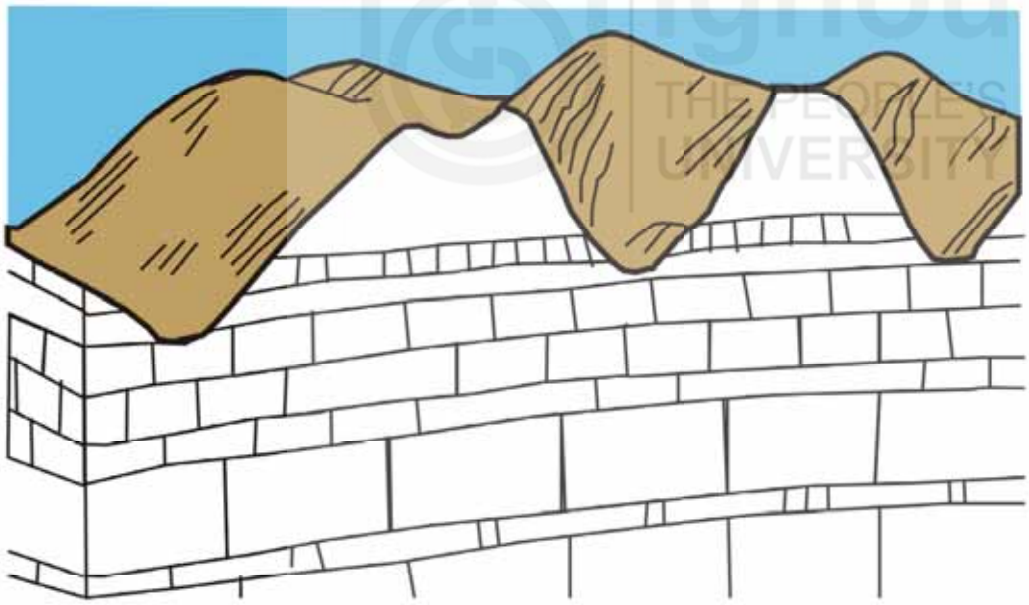
C) वलित पर्वत (Fold Mountains)

वलित पर्वत पृथ्वी पर सबसे ज्यादा पाये जाते हैं, तथा हजारों वर्ग किलोमीटर तक क्षेत्र में विस्तृत होते हैं (चित्र.14.5)। वलित पर्वतों का निर्माण अवसादी चट्टानों के विशाल खण्डो के उत्थान से होता है। वलन अवसादी चट्टानों पर क्षैतिज संपीडन के कारण होता है (चित्र 14.6)। समय के साथ यह चट्टानों पृथ्वी के संचालन के कारण बहुत उंचाई तक उत्थित हो जाते है जिसके कारण वलित पर्वतो का निर्माण होता है। **महाद्विपीय प्लेटों** के टकराने से भूपर्पटी का वलन और उत्थान होता है जिसकी वजह से पर्वतो का निर्माण होता है चूंकि इन पर्वतो में वलित चट्टानें होती है इसलिए इन्हे **पटलविरुपणी** (diastrophic) पर्वत भी कहते है। हिमालय पर्वत (चित्र 14.7a) एवं आल्प्स (चित्र. 14.7b) वलित पर्वतों का उत्तम उदाहरण हैं। वलित पर्वतों मे कुछ सामान्य गुण होते हैं जो निम्नलिखित हैं :

- साधारणतया, वलित पर्वत रेखीय पट्टिका के रूप मे मिलते हैं जिनमे समानान्तर कटक होते हैं।
- ये संरचनात्मक तौर पर वलित होते है। ये पर्वत उथले समुद्री पर्यावरण में जमा हुए अवसादी शैलों से निर्मित होते हैं।
- वैवर्तनिक गतिविधियों के कारण वलित पर्वतों मे सामान्य एवं व्युत्क्रम भ्रंश, आग्नेय गतिविधियां एवं कायांतरण होता है।



चित्र 14.5 : विश्व मानचित्र पर वलित पर्वतों का वितरण।
(स्रोत : www.mapofimages.com/world-mountain-maps)



चित्र 14.6 : वलित पर्वत का एक आरेख।

आयु के आधार पर वलित पर्वतों को निम्न प्रकार से विभाजित किया गया है :

i) **युवा वलित पर्वत (Young Fold Mountains)** : ये पर्वत सर्वाधिक ऊंचे एवं बीहड़ होते है। इनका निर्माण 10 – 25 मिलियन वर्ष पूर्व हुआ है। वलित पर्वतों मे वलन) भ्रंशन तथा नदियों तथा हिमखंडों के द्वारा अपक्षय एवं अपरदन प्रचुर मात्रा मे पाये जाते हैं। विश्व की सर्वाधिक ऊंची चोटी "माउंट एवरेस्ट" (8848 मीटर) भी वलित पर्वत का उदाहरण है। इसके अतिरिक्त आल्प्स एवं एंडीज़ भी वलित पर्वत हैं।

चित्र 14.7a : नैनीताल हिमालय (वलित पर्वत) का विहंगम दृश्य। (Photo credit: Ishani Srivastava)

चित्र 14.7b : वलित पर्वत के उदाहरण आल्प्स – स्विट्ज़रलैंड का विहंगम दृश्य।
(Photo credit: Dr. S.D. Shukla)

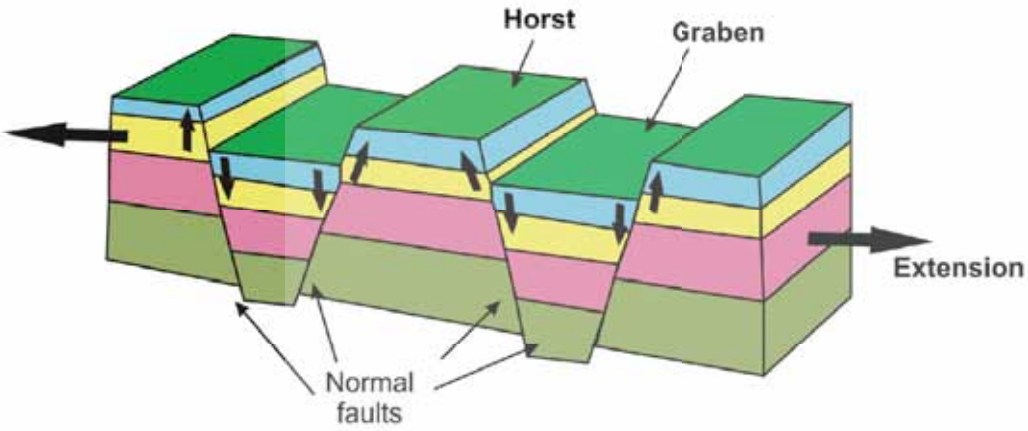
ii) **पुरातन वलित पर्वत (Old Fold Mountains) :** ये पर्वत 200 मिलियन वर्ष से अधिक आयु के होते हैं। इनमे से अधिकांश अवशिष्ट पर्वतों के रूप मे विद्यमान है। मोनाडनाक, पठार एवं गुंबद, इन पर्वतों की विशेषता है। उतरी अमेरिका का अपलेशियन तथा रूस का यूराल पुरातन पर्वतों के उदाहरण हैं।

D) रिफ्ट घाटियां एवं ब्लॉक पर्वत

रिफ्ट घाटी तंत्र से सम्बंधित पर्वतों को भ्रंश पर्वत या ब्लॉक पर्वत भी कहते है। इन पर्वतों को समझने के पहले आइए हम जानते हैं कि रिफ्ट घाटी क्या होती है। **रिफ्ट घाटी** पृथ्वी की सतह पर रेखीय संकीर्ण गड्ढे या भ्रंश है, जो भूपर्पटी पर विस्तारात्मक बलों के कारण उत्पन्न होते हैं। रिफ्ट घाटी के उत्थित ब्लॉक को **ब्लॉक पर्वत** या **हार्स्ट** कहते हैं तथा उनके मध्य नीचे धसें हुए ब्लॉक को **ग्राबेन** कहते है (चित्र.14.8)। इस प्रकार दो समांतर भ्रंशों के बीच में उठे या घंसे हुए भाग को ब्लॉक पर्वत कहते हैं। ब्लॉक पर्वत खड़ी ढलानों वाले होते हैं। भ्रंश ब्लॉक पर्वत का आगे का हिस्सा तीव्र ढाल युक्त होता है तथा पीछे का हिस्सा ढलानयुक्त होता है। नर्मदा रिफ्ट (भ्रंश) घाटी इस का उत्तम उदाहरण है (चित्र.14.9)।

E) अवशिष्ट या अवशेष पर्वत

ये पर्वत पुरातन विशाल पर्वतों के अपक्षय एवं विगेदी अपरदन के कारण निर्गित होते हैं। वायु, नदी, समुद्र, एवं हिमनद, अपक्षय एवं अपरदन के प्रमुख कारक होते हैं। जिनके कारण विशाल पुरातन पर्वत अपेक्षाकृत कम ऊंचाई वाले वर्तमान रूप में पाये जाते हैं। अपक्षय एवं अपरदन सतत् प्रक्रियाएं हैं। नरग शैलों के हजारों वर्षो तक अपरदन से बचे हुए कठोर शैलें उठे हुए **मोनाडनाक** निर्मित करते हैं। अन्नामलाई, नीलगिरी, अरावली एवं राजमहल पर्वत अवशिष्ट पर्वत के कुछ उदाहरण हैं।



चित्र 14.8 : रिफ्ट घाटी मे सामान्य भ्रंश के कारण निर्मित हॉर्स्ट एवं ग्राबेन के निर्माण का आरेख।

चित्र 14.9 : रिफ्ट घाटी मे बहती हुई नर्मदा नदी का दृश्य (जबलपुर) मध्य प्रदेश)।
(Photo credit: Dr. Nishi Rani)

इस भाग में हम पर्वतों से सम्बद्ध तथ्यों एवं शब्दावलियों का अध्ययन कर चुके हैं। अगले भाग मे हम पर्वत निर्माण के विभिन्न सिद्धांतों की चर्चा करेंगे।

परंतु इसके पूर्व हम अपनी प्रगति का आकलन करेंगे।

बोध प्रश्न 1

a) पर्वत की परिभाषा दें एवं उनके महत्व बताइए।

b) कार्डीलेरा की विशेषताएं बताइए।

c) उत्पत्ति के आधार पर पर्वतों का वर्गीकरण करें।

d) वलित पर्वतों के कुछ उदाहरण बताइए।

14.3 पर्वत निर्माण

पर्वतों का निर्माण भूपर्पटी में अत्यंत धीमी पर बृहद स्तर पर गतिविधियों एवं विकृति के कारण होता है। वलित पर्वत दुनिया के सबसे बृहद एवं अत्यंत जटिल पर्वत तंत्र है। पर्वत निर्माण के मूल कारणों पर भूवैज्ञानिक वर्षों से शोध कर रहे हैं। यह एक सर्वमान्य तथ्य है कि वलित पर्वतों की उत्पत्ति अवसादों के दबाव मूलक संपीड़न, संकुचन, वलन एवं उत्थान के कारण होती है। परंतु उसका वास्तविक तरीका चर्चा का विषय है।

यद्यपि पर्वत निर्माण की प्रक्रिया को समझने के बहुत से सिद्धांत प्रतिपादित की गई हैं, पर्वत निर्माण भूवैज्ञानिकों के लिए लंबें समय से एक पहेली है। पर्वत निर्माण की प्रक्रिया को **पर्वतनी प्रक्रम** (orogenic process) भी कहते है।

पर्वत निर्माण की जटिलता का अंदाज इसी बात से लगाया जा सकता है कि पृथ्वी के सर्वोच्च शिखर माउंट एवरेस्ट की चोटी गहरे समुद्र मे पाये जाने वाले चूना पत्थर (deep marine limestone) से निर्मित है जो कि 450 मिलियन वर्ष आयु का है। यह एक आश्चर्यजनक बात है कि गहरे समुद्र मे पायी जानी वाली चट्टान समुद्र तल से 8848 मीटर की ऊंचाई पर कैसे पहुँच गई?

चित्र 14.10 : पल्लम, तमिलनाडु के पास एक अवशिष्ट पर्वत का दृश्य।

बीसवीं शताब्दी के शुरूआत में भूअभिनति (भूसन्नति) सिद्धांत प्रतिपादित की गई जिससे पर्वत निर्माण प्रक्रिया को समझने में मदद मिली। परंतु अब यह सिद्धांत प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत द्वारा प्रतिस्थापित हो गई है। आइए, भूअभिनति सिद्धांत को संक्षेप में जानें।

14.3.1 भूसन्नति/भूअभिनति सिद्धांत

इस सिद्धान्त का प्रतिपादन जेम्स हॉल ने 1850 के दशक मे किया था जिसे बाद मे डाना ने 1870 के दशक में परिमार्जित किया था। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के पूर्व यही सर्वमान्य सिद्धांत के रूप में जाना जाता था। यह सिद्धांत वलित पर्वतों के निर्माण से संबंधित प्रक्रिया एवं लक्षणों पर आधारित था। इस सिद्धांत के अनुसार पर्वतों का निर्माण एक विशाल रेखीय द्रोणी में हुआ जिसे **भूअभिनति** कहते हैं। अवसादों के सतत् जमाव के कारण 'भूसन्नति' में धँसाव होता है एवं कालांतर मे मैग्मीय विभेदन के कारण संपीडन रूपान्तरण एवं उत्थान होता है जिसके कारण पर्वत श्रेणी का निर्माण होता है। इस सिद्धांत में पर्वतन (orogeny) को निम्नांकित पाँच चरणों में समझाया गया है।

a) **भूसन्नति चरण (Geosynclinal stage)**: इस चरण में एक लम्बी रेखीय द्रोणी में समीपवर्ती उच्च स्थलों से सतत् अवसाद का जमाव होता है तथा भूसंतुलन (isostasy) के कारण भूसन्नति संघनन का क्रमिक धँसाव होने लगता है (चित्र 14.11a)।

b) **शैलोद्गम चरण (Lithogenesis stage)**: इस चरण मे भूसन्नति मे जमा अवसाद का भारजनित दबाव के कारण, संघनन एवं जुड़ाव (compaction and cementing) होता है तथा कठोर शैल का निर्माण होता है (चित्र. 14.11b)।

c) **विवर्तनकजनन चरण (Tectogenesis)**: इस चरण मे मध्य भाग मे भार जनित दबाव एवं भूताप प्रवणता (geothermal gradient) के कारण, पार्श्विक (lateral) संपीड्न (compaction), आग्नेय गतिविधियां, भ्रंशन आदि वैवर्तनिक गतिविधियों का उद्भव होता है (चित्र. 14.11c) तथा विभिन्न भूवैज्ञानिक संरचनाएं बनती है।

d) **पर्वतन चरण (Orogenesis stage)**: इस चरण में भूसन्नति में अवसादों में संपीड़न बलों द्वारा सामान्य एवं व्युत्क्रम भ्रंशन और वलन के कारण लम्बे रेखीय पर्वतमाला का निर्माण होता है। इसके पश्चात् मैग्मा की उत्पत्ति, उपरिमुखी संचालन एवं उपरशायी अवसादों का उद्भेदन होता है। इस प्रकार एक जटिल पर्वतमाला का निर्माण होता है जिसमें वलित और भ्रंशित अवसादी एवं कायांतरित चट्टानें पायी जाती है (चित्र.14.11c)।

e) **भौतिक उत्कीर्णन चरण (Glyptogenesis stage)**: इसके पश्चात् पर्वत में उपरिमुखी भूसंतुलन सामन्जस्य के कारण पृथ्वी के भीतरी माप में बैथोलिथ अनावृत हो जाता है (चित्र.14.11d)।

यद्यपि भूसन्नति सिद्धांत पर्वत निर्माण प्रक्रिया के मूलभूत चरणों तथा कारणों को समझाने में सफल रहा, यह भूसन्नति में धंसाव के कारणों को समझाने में विफल रहा। अवसाद लाखों वर्षो तक बिना किसी परिवर्तन के कैसे जमा होते रहे और अचानक कैसे उसमें विरुपण हुआ? ऐसे अनुतरित प्रश्न भूवैज्ञानिको को पर्वत निर्माण का समझने के प्रेरित कर रहे है। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत ऐसे कई प्रश्नों को समझाने में सफल है।

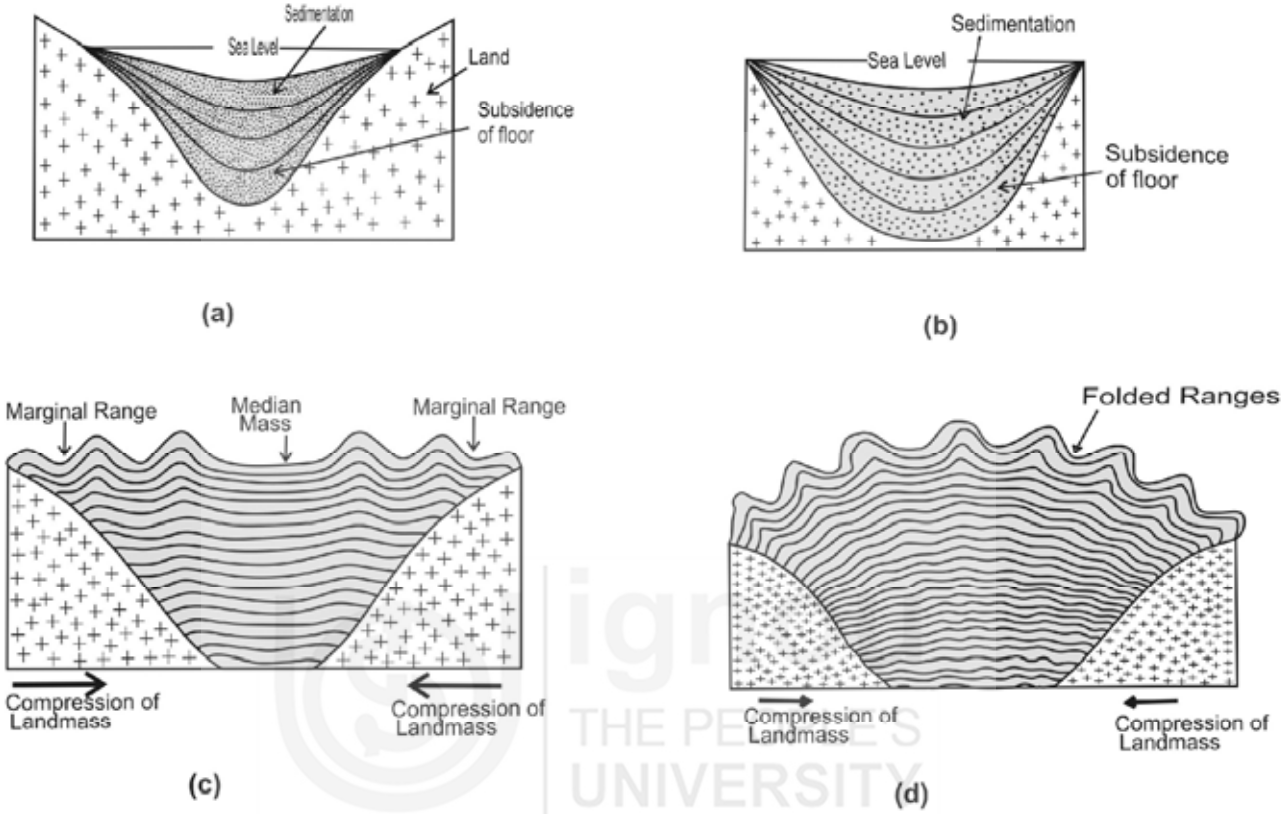
आइए अब हम प्लेट विवर्तनिकी के सिद्धांत को जाने।

14.3.2 प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत

इस सिद्धांत के अनुसार, पर्वतों का निर्माण स्थलमंडल के बड़े खंड जिसे हम **प्लेट्स** कहते है के क्षैतिज विस्थापन से होता है। जब दो महाद्विपीय प्लेट आपस में टकराते है

तो संपीडन के कारण वलित पर्वतो का निर्माण होता है। इससे हमें कई प्रक्रियाएं जैसे वलन, भ्रंशन, व्युत्क्रम भ्रंशन, मैग्मीय प्रक्रिया, कायांतरण और महाद्वीपीय किनारों में जमा हुए अवसादों की मोटी परत के उत्थान को समझने में मदद मिलती है।

प्लेट विवर्तनिकी के विषय में हम इकाई 16 में पढ़ेंगे। आइए अब हम पर्वतनी प्रक्रियाओं के प्रमाण के बारे में पढ़ते हैं।



चित्र.14.11 : भूअभिनति सिद्धान्त के अनुसार पर्वतन की चरणें: a) भूसन्नति चरण; b) शैलोद्गम चरण; c) विवर्तनजनन चरण एवं पर्वतन; d) भौतिक उत्कीर्णन चरण (स्रोत : Singh, 2012 से पुनः आरेखित)

14.4 पर्वतनी प्रक्रियाओं के प्रमाण

पर्वतन (orogeny) पर्वत निर्माण से संबंधित है तथा **महादेशरचना** (epierogeny) महाद्वीपो और महासागरीय द्रोणियो के निर्माण से संबंधित है। दोनो ही प्रक्रियाओं में का विवतर्निक विरुपण होता है। पर्वतन के अंर्तगत पर्वतीय क्षेत्रों में जटिल विर्वतनिक प्रक्रियाएं जैसे वलन, भ्रंशन, व्युत्क्रम भ्रंशन, कायांतरण और वितलीय गतिविधियां शामिल है। इस प्रकार पर्वतन हमें भौगोलिक, विवर्तनिकी, संरचनात्मक घटनाओं के अध्ययन के लिए भूवैज्ञानिक काल चक्रबद्ध अभिलेख प्रदान करता है।

आपने पढ़ा है कि पर्वतन के बाद पर्वतों का लाखों वर्षों तक अपरदन होता रहता है। पर्वतों के अवशेषों के अध्ययन से हमें पर्वतनी प्रक्रियाओं को समझने में मदद मिलती है। शैलों के **शैल विवर्तनिकी समुच्चय** (petrotectonic assemblage), जैसे ओफियोलाइट (ophiolites), ओफियोलिटिक सम्मिश्र (मेलांज) (ophiolitic mélange) स्तरविन्यास और संबंधित भूसंरचनाओं जैसे वलन, भ्रंशन, व्युत्क्रम भ्रंशन, के अध्ययन से हम पर्वतन के बारे में जान सकते है।

ओफियोलाइट महासागरीय प्लेटों के वो टुकड़े होते हैं जो महाद्वीपीय प्लेटों के उपांत पर होते है। वे मैफिक (mafic) और अतिमैफिक (ultramafic) और अधिवितलीय

(obducted) शैलों का समुच्चय होते हैं जो अवसादी चटट्ानों जैसे ग्रेवैक और चर्ट के सहचर्य में पाये जाते हैं। अल्ट्रामैफिक शैल अत्यंत निम्न सलिका युक्त (45% से कम), तथा >18% MgO तथा उच्च FeO युक्त होती हैं। जब ओफियोलाइट विच्छिन्न होकर (block-in-matrix) विन्यास दर्शाते है जिसमें ओफियोलाइट समुच्चय के शैलों के बड़े खण्ड सूक्ष्मकणीय मैट्रिक्स में पाये जाते हैं तो उसे **ओफियोलाइट सम्मिश्र** कहते हैं (चित्र 14.12)। ओफियोलाइट सम्मिश्र पार्श्विक स्तरीय विदारण दर्शाते हैं।

आइए अब हम उन शैलों के बारे में जानते हैं जो हमें पर्वतनी प्रक्रियाओं का प्रमाण देते है।

आग्नेय शैल : पर्वतन के दौरान बनने वाले आग्नेय शैल ज्वालामुखी और वितलीय शैल होते है। महास्कंधो का निर्माण पर्वतन का सूचक है। यद्यपि वितलीय शैलों मे मुख्यतः ग्रेनाइट और ग्रेनोडाइयोराइट पाये जाते है परंतु मैफिक और मध्यवर्ती संघटन के शैल भी मिल जाते हैं। अतिमैफिक शैल, शैल विवर्तनिकी समुच्चय का एक महत्वपूर्ण भाग है।

कायांतरित शैल : सामान्यतः पर्वतन के दौरान प्रादेशिक कायांतरण व्यापक रूप से विस्तृत होता है। पर्वतन के दौरान लगभग सभी तरह के कायांतरित शैलों का निर्माण होता है परंतु बहुतायत में शिस्ट और नाइस पाये जाते है जो कि उच्च ताप अवस्था में निर्मित होती हैं। वृहद पर्वत पट्टियां जो समुद्र की ओर वाले भाग मे निर्मित होती हैं, उनमे ज्यादातर कम ताप और उच्च दाब वाले कायांतरित शैल मिलते हैं।

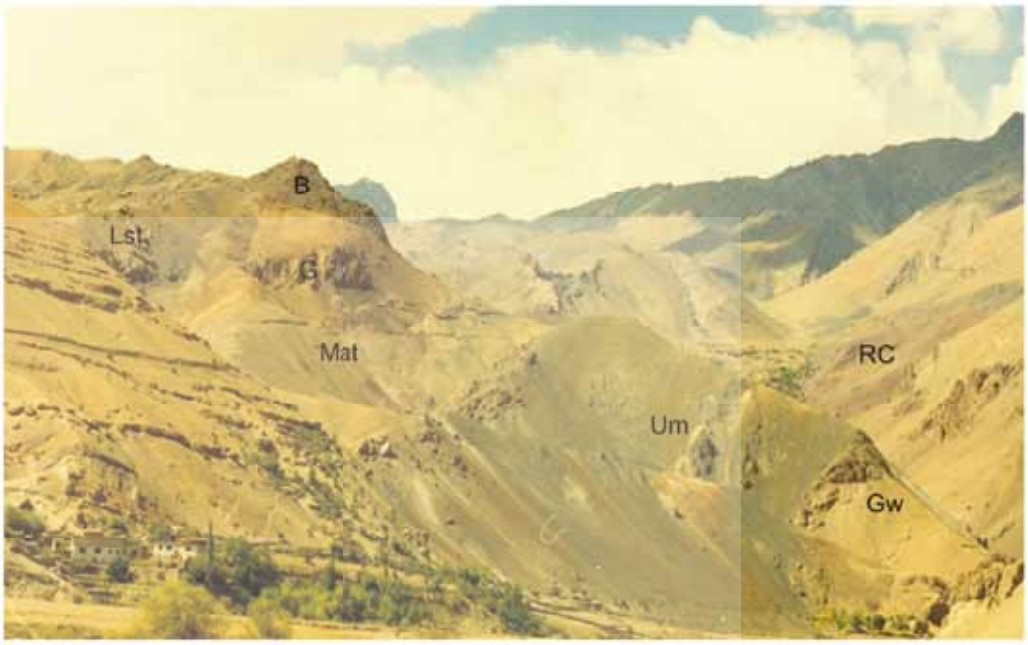
अवसादी शैल : पर्वतों के उत्थान और अपरदन से निर्मित होने वाली अवसादी शैलें भी पर्वतन का प्रमाण प्रस्तुत करती है। अपक्षय एवं अपरदन की प्रक्रिया से अवसाद पर्वत निर्माण के क्षेत्र मे या उनके किनारों पर जमा हो जाते है जिससे अवसादी शैल का निर्माण होता है। जिनमें से ज्यादातर बहुमत पत्थर के कुछ प्रकार जैसे ग्रेवैक और आर्कोस मिलते है। यदि पर्वतन के दौरान ग्रेवैक बहुतायत मे मिलते हैं तो यह उस समय के सक्रिय ज्वालामुखीय चाप (active volcanic) को इंगित करता है। ग्रेवाके (Greywacke) बालूपत्थर (sandstone) का ही प्रकार है जो कि अधिक कठोर, क्वाट्र्ज़ (Quartz) एवं फेल्ड्स्पार के शैल खंडो से युक्त होते हैं। यदि पर्वतन के आखिरी चरणों मे ज्वालामुखीय चाप किसी दूसरे जगह पर विस्थापित हो जाती है तब सतत् उत्थान और अपरदन से आग्नेय और कायांतरित शैल अनावृत हो जाती हैं। इन पर्वतों से अपरदित अवसादों से आर्कोस (एक प्रकार का बलुआ पत्थर) का निर्माण होता है जिसमें सिलिका और स्फटिक खनिज होते हैं। समुद्री जल के अपक्षेपण से चूना पत्थर और रेडियोलेरियन चर्ट जैसे अवसादी चट्टानों का निर्माण होता है जो कि पर्वतनी क्षेत्र के प्रतिरूपी होते है। रेडिओलरियन चर्ट (Radiolarian chert) एक सिलिका युक्त शैल है जो कि रेडिओलरिया नामक सूक्ष्म जीवाश्म (microfossils) से निर्मित होती है।

महादेशरचना महाद्वीपों के क्रेटॉनिक भागों के बृहत क्षेत्रों के मंद उत्थान या धंसाव की प्रक्रिया है परन्तु इसमें आग्नेय गतिविधियां, भ्रंशन, कायांतरण या अपरूपण अपेक्षाकृत कम पैमाने पर होता है। पर्वतन के विपरीत महादेशरचना, भूपर्पटी पर बृहत क्षेत्र में अरैखिक तरीके से होता है। महादेशरचना के क्षेत्रों में मुख्यतः गुबंद, द्रोणी और चाप पाये जाते हैं। महादेशरचना के कारण बृहत पैमाने अपसमविन्यास (discomformity) बनती है और साथ ही समुद्री पश्च गमन की घटनाओं के कारण निक्षेप निर्मित होते है। **पश्च गमन (regression) प्रक्रिया** में डुबे हुए स्थल समुद्र तल के ऊपर आ जाते हैं।

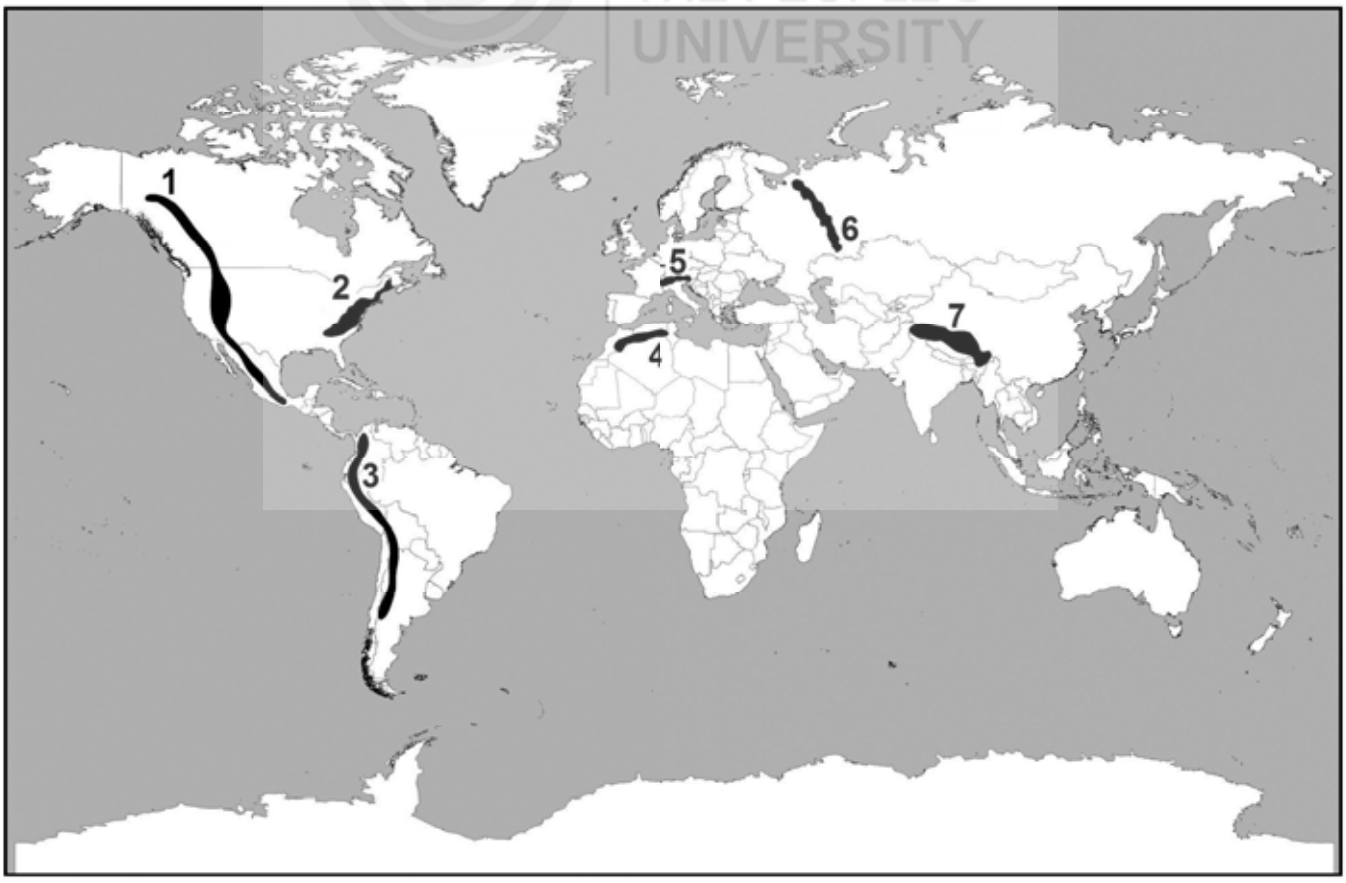
अब हम जानते हैं कि पर्वतन संबंधित प्रक्रियाएं प्लेटों के क्षैतिज गति से जुड़ी है जबकि महादेशरचना संबंधित प्रक्रियाएं प्लेटों के उर्ध्वाधर गति से जुड़ी है। पर्वत निर्माण के

सिद्धांतो को और प्लेट विवर्तनिकी की अवधारणा के बारे में अगले दो इकाइयों में विस्तार से समझेंगें।

आइए हम कुछ अभ्यास करें।



चित्र 14.12: ओफियोलिटिक सम्मिश्र (Ophiolitic mélange), लद्दाख हिमालय, शेरगोल (Um)– विखंडित चूनापत्थर अतिमैफिक (B)–बसाल्ट, (G)–गैब्रो (Lst) – चूनापत्थर, (RC) रेडिओलेरियन चर्ट, (Gw)–ग्रेवाके, (Mat)–सूक्ष्मकणीय मैट्रिक्स में कायांतरित शैलें।



चित्र 14.13: मुख्य पर्वत शृंखलाओं को दर्शाता विश्व मानचित्र।

बोध प्रश्न 2

a) भूसन्नति सिद्धांत की विभिन्न चरणों का उल्लेख करें।

b) महादेशरचना एवं पर्वतनी मे अंतर स्पष्ट करें।

c) पर्वत निर्माण प्रक्रम से सम्बद्ध अवसादी शैलों के नाम लिखें।

14.5 क्रियाकलाप

1. इस इकाई में आप वलित पर्वतों के परिचित हुए हैं। दिये गए मानचित्र 14.13 मे 1 से 7 अंकित पर्वत श्रृंखलाओं के नाम लिखें।

2.. इस पाठ मे उद्धत पर्वत श्रृंखलाओं को विश्व मानचित्र में पहचानिए।

14.6 सारांश

आइए, देखें कि हमने इस इकाई में क्या पढ़ा :

- पर्वत अपने आसपास के धरातल के सापेक्ष अधिक ऊंचे होते हैं।
- पर्वत, नदी घाटियों के विकास के महत्वपूर्ण कारक होते हैं।
- पर्वत, प्रमुख नदियों के स्रोत और जलवायु के नियंत्रक होते हैं। इसके अलावा पर्वत क्षेत्र प्रचुर सम्पदा, जल विद्युत ऊर्जा का भंडार होते हैं और पर्वत, पर्यटन के केंद्र होते हैं।
- पर्वतों के विभिन्न रूप हैं – जैसे कि पहाड़ी, पर्वत, चोटी, पर्वत श्रेणी, पर्वत तंत्र, पर्वत समूह, कार्डीलेरा आदि।
- पर्वतों को उनकी उत्पत्ति के आधार पर ज्वालामुखीय, अपरदन, वलित/विरूपित, भ्रंश खंड और अपशिष्ट पर्वतों में बांटा जाता है।
- पर्वत निर्माण में कई जटिल प्रक्रियाएं शामिल हैं जिन्हें भूअभिनिति (भूसन्नति) सिद्धांत के द्वारा समझाया जा सकता है। परंतु भूअभिनति सिद्धांत में कई खामियां है जिनकी वजह से भूविवर्तनिकी की सिद्धांत को वर्तमान में उचित माना जाता है जो पर्वत निर्माण प्रक्रियाओं को समझाने में सक्षम है।
- भूसन्नति सिद्धान्त के अनुसार पर्वत निर्माण की पाँच अवस्थाएं हैं – (1) भूअभिनति (2) शैलोद्गम (3) विवर्तनजनन (4) पर्वतन (5) भौतिक उत्कीर्णन चरण।
- पर्वतनी, पर्वत निर्माण प्रक्रिया से पर्वतों का विकास होता है तथा महादेशजनक महाद्वीपों एवं महासागरों का विकास की प्रक्रिया है।
- विभिन्न शैल वैवर्तनिक समुच्चय जैसे कि ओफिओलाइट, ओफिओलाइट सम्मिश्र और संबंधित भूवैज्ञानिक संरचनाये पर्वत निर्माण प्रक्रिया के महत्वपूर्ण प्रमाण देते हैं।

14.7 सात्रिक प्रश्न

1. पर्वत एवं पहाड़ी में अंतर स्पष्ट करें।
2. उद्गम के आधार पर पर्वतों के प्रकारों का वर्णन करें।

3. भूसन्नति सिद्धान्त के आधार पर पर्वत निर्माण की व्याख्या करें।
4. पर्वत निर्माण से सम्बद्ध शैलों का वर्णन करें तथा पर्वत निर्माण के साक्ष्य प्रस्तुत करें।
5. पर्वत निर्माण एवं महादेशजनक प्रक्रिया के अंतर संक्षेप मे बताएं।

14.8 संदर्भ

- Singh, S. (2012) Physical Geography, Prayag Pustak Bhawan, India.
- www.map_of_images.com/world-mountains-maps

(वेबसाइट 17 नवंबर 2015 को देखा गया)

14.9 आगे प्रस्तावित प्रश्न

- Singh, S. (2012) Physical Geography, Prayag Pustak Bhawan, India.
- Lal, D.S. (2011) Physical Geography, Sharda Pustak Bhawan, India.

14.10 उत्तर

बोध प्रश्न

1. a) पर्वत एक विशाल संरचना है जो समीपवर्ती भूमि के सापेक्ष अधिक ऊंचाई पर स्थित होते हैं।

   b) कार्डीलेरा : कार्डीलेरा कई अलग अलग पर्वत तंत्रों, समूहों के समायोजन को कहते हैं। इसके अंतर्गत पर्वत, चोटियाँ, घाटियां सब समाहित होती हैं। उदाहरण– संयुक्त राष्ट्र अमेरिका का पश्चिमी कोर्डीलेरा।

   c) उत्तरी अमेरिका के अपलेशियन तथा रॉकी पर्वत दक्षिण अमेरिका का एंडीज़, यूरोप का आल्प्स, एशिया का हिमालय।

2. a) भूसन्नति सिद्धान्त के अनुसार पर्वत निर्माण की पाँच अवस्थाएं हैं – (1) भूसन्नति अवस्था, (2) शैलोद्गम अवस्था (3) विवर्तनोद्गम अवस्था (4) वैवर्तनिक अवस्था और (5) विकास अवस्था।

   b) पर्वत निर्माण प्रक्रिया से पर्वतों का विकास होता है तथा महादेशजनक प्रक्रिया के कारण महाद्वीपों एवं महासागरों का विकास होता है।

   c) ग्रेवाके, आर्कोज़, शेल, चूनापत्थर एवं चर्ट।

   d) महादेशजनक प्रक्रिया मे "क्रेटोन" के हिस्से का निम्न गति से उत्थान होता है, जो कुछ किलोमीटर तक सीमित होता है। इस प्रक्रिया मे विवर्तनकारी गतिविधियां जैसे कि भ्रंशन, रूपान्तरण, मैग्मीय उदभेदन पर्वत निर्माण की अपेक्षा कम सक्रिय होती हैं।

सात्रिक प्रश्न

1. अनुभाग 14.2 मे उद्धित पर्वतों के प्रकार की व्याख्या करें।
2. उपअनुभाग 14.2.3 में दिये गये उद्गम के आधार पर पर्वतों का वर्गीकरण करें।
3. अपने उत्तर में उपयुक्त चित्रों की सहायता से उपअनुभाग 14.3.1 में दी गयी भूसन्नति सिद्धान्त की व्याख्या करें।
4. अनुभाग 14.4 का संदर्भ लें।
5. अनुभाग 14.4 का संदर्भ लें।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

इकाई 15

पर्वत निर्माण के सिद्धांत

इकाई की रूपरेखा

15.1 प्रस्तावना
अपेक्षित लक्ष्य
15.2 महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना
महाद्वीपीय विस्थापन के प्रमाण
महाद्वीपीय विस्थापन के लिए उत्तरदायी बल
15.3 समुद्र अधस्तल विस्तारण परिकल्पना
समुद्र अधस्तल विस्तारण के प्रमाण
समुद्र अधस्तल विस्तारण की क्रियाविधि
15.4 पर्वत निर्माण के सिद्धान्त
संकुचन परिकल्पना
प्रसार परिकल्पना
महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना
दोलन एवं ऊर्ध्वतरंगण परिकल्पना
संवहन धारा परिकल्पना
प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत
15.5 पर्वत निर्माण काल
15.6 सारांश
15.7 क्रियाकलाप
15.8 सात्रिक प्रश्न
15.9 सन्दर्भ
15.10 आगे/प्रस्तावित अध्ययन
15.11 उत्तर

15.1 प्रस्तावना

जब भी हम पर्वत की बात करते हैं, हमारा दिमाग एक ऐसी उच्च भूमि की कल्पना करता है जो भव्य एवं विशाल है। पर्वतों की कल्पना हमें हिमालय, नीलगिरी, अरावली, सतपुड़ा, आल्प्स आदि सुन्दर स्थानों के ऐसे चित्र प्रस्तुत करती है जो मानव को हमेशा ही प्रेरित करते रहे हैं। परन्तु इसी विचार के साथ ही दिमाग में यह प्रश्न भी आता है कि इतनी आश्चर्यजनक आकृतियां पृथ्वी पर कैसे निर्मित हुई होगीं! पर्वत बनने की प्रक्रिया को सामान्यतया **पर्वत निर्माण** के नाम से जाना जाता है। समय–समय पर इस घटना की व्याख्या के लिए कई परिकल्पनाएं प्रस्तावित की जाती रहीं हैं जिनकी विस्तृत चर्चा हम इस इकाई में करेंगें।

आप लोगों को यह भी जानकर आश्चर्य होगा कि महाद्वीपों पर पाये जाने वाले बहुत से पर्वत समुद्री अवसादों से बने हैं। इसका अर्थ यह है कि पर्वत निर्माण में समुद्र की भी भूमिका होती है। अतः पर्वत निर्माण के सिद्धांतों पर चर्चा करने से पहले महासागरों एवं महाद्वीपों को समझना आवश्यक है। इस इकाई में हम महाद्वीपों के विस्थापन, समुद्र अधस्तल का विस्तारण इत्यादि से संबंधित परिकल्पनाओं और सिद्धान्तों के ऐतिहासिक और क्रमिक विकास की चर्चा करेगें तथा आधुनिक प्लेट विवर्तनिकी सिद्धान्त के विकास में इनकी भूमिका का विवेचन करेगें।

अपेक्षित लक्ष्य

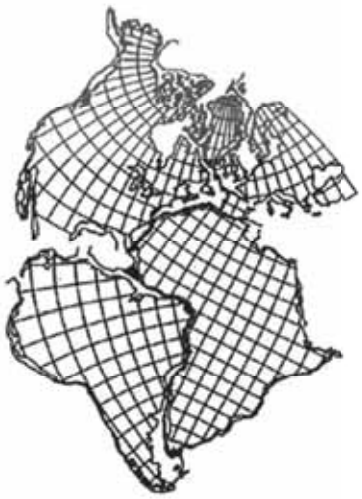
इस इकाई को पढ़ने के बाद आप निम्नलिखित में सक्षम होंगे :

- ❖ पर्वत निर्माण के प्रारंभिक विचारों की प्रस्तुति;
- ❖ महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना और इसके ऐतिहासिक विकास की चर्चा करने में;
- ❖ महाद्वीपीय विस्थापन के प्रमाणों को सूचीबद्व करने मे;
- ❖ महाद्वीपीय प्रवाह के लिए उत्तरदायी बलों का वर्णन करने में;
- ❖ समुद्र अधस्तल विस्तारण की परिकल्पना की व्याख्या करने में;
- ❖ समुद्र अधस्तल विस्तारण के प्रमाणों को सूचीबद्व करने में; और
- ❖ पर्वत निर्माण से संबन्धित सिद्वान्तों के ऐतिहासिक परिदृश्यों के निष्कर्ष का संक्षिप्तीकरण करने में।

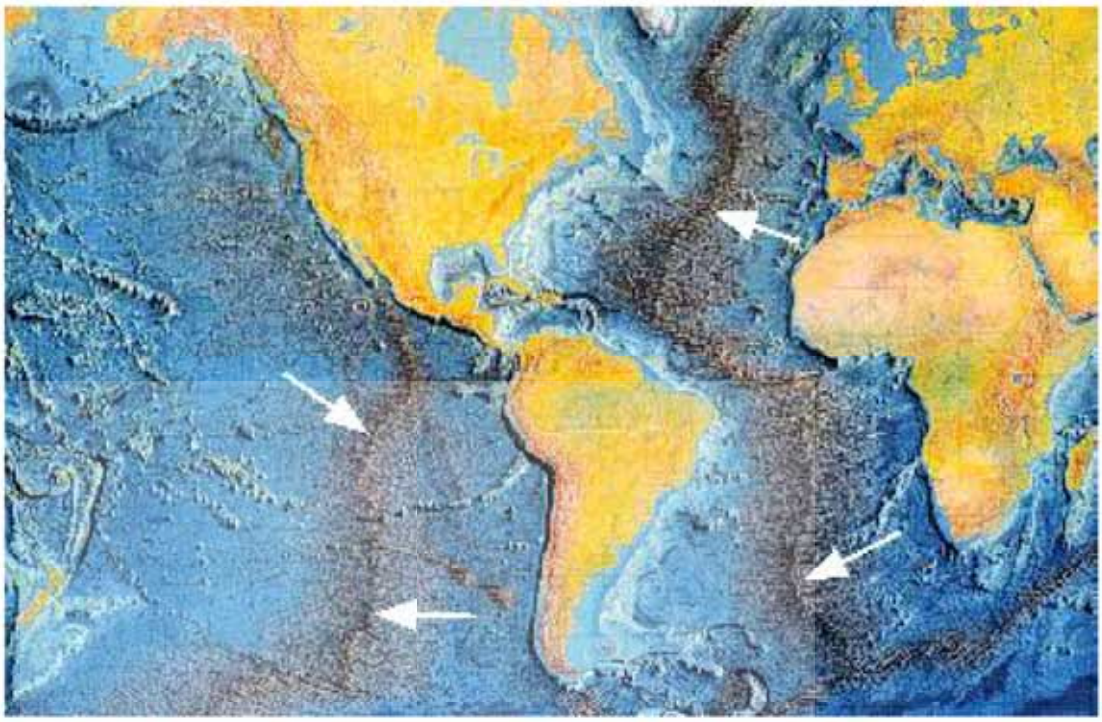
15.2 महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना

हम पर्वत निर्माण शब्द से इकाई 14 पर्वत निर्माण एवं पर्वतनी प्रक्रियाएँ में परिचित हो चुके हैं। यद्यपि समय-समय पर कई मत प्रस्तावित किए गए लेकिन पर्वत निर्माण की अवध्सारणा ने महाद्वीपीय विस्थापन, समुद्र अधस्तल विस्तारण और संवहन-धारा की अवधारणाओं के प्रादुर्भाव के बाद जोर पकड़ा। आइए अब हम इन अवधारणाओं की चर्चा करते हैं।

जैसे ही यह एहसास हुआ कि अटलांटिक महासागर के दोनों ओर के समुद्र तट चौखटी–आरा (jig-saw) की तरह व्यवस्थित हो सकते हैं (त्रित्र 15.1 एवं 15.2) तभी से **महाद्वीपीय विस्थापन** की अवधारणा ने जन्म लेना आरंभ कर दिया था। इस विचार की शुरूआत एक अमेरिकी भौतिक शास्त्री एफ.बी. टेलर ने 1910 में की थी। इसके अनुसार महाद्वीप स्थिर नहीं हैं अपितु भूवैज्ञानिक इतिहास में इनके विस्थापन हो चुके हैं। लेकिन महाद्वीपीय विस्थापन के सिद्धांत के पथप्रदर्शक 32 वर्षीय जर्मन मौसम विज्ञानी और भूभौतिक विज्ञानी अल्फ्रेड लोथार वेजेनर थे जिन्होनें इस सिद्वान्त को 1912 में प्रस्तावित किया। वेजेनर ने अपने इस नये विचार को अपने पुस्तक 'दी इन्ट्स्टेनुंग डर कोन्टीनेन्टे उन्ड ओजीएने' (महाद्वीप और समुद्र की उत्पत्ति) में दिया जिसके 1915 से 1928 के बीच चार संस्करण प्रकाशित हुए।



इचित्र 15.1: अटलांटिक महासागर के समुद्री किनारों का चौखटी–आरा स्थिति।
(स्रोत : http://www.age-of the-sage.org/plate_tectonics/continental_drift.html)



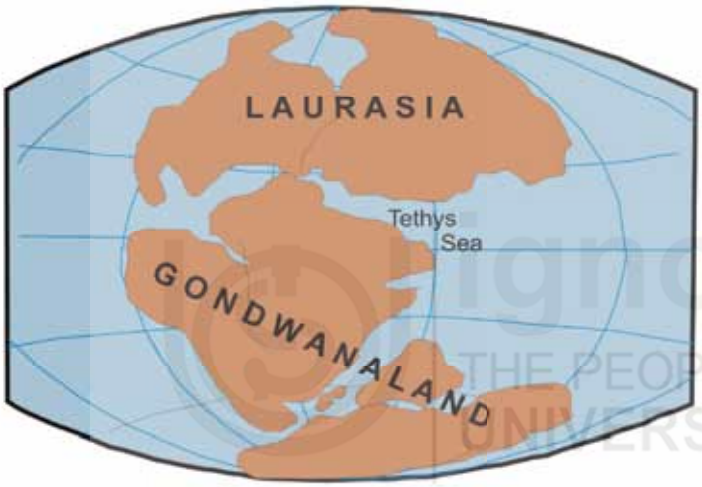
चित्र 15.2: अटलांटिक महासागर के समुद्री किनारों की वर्तमान स्थिति। महाद्वीपों को पीले तथा महासागरीय क्षेत्र को हरे रंग से प्रदर्शित किया गया है। आप समुद्र के मध्य भाग में एक कटक की उपस्थिति को देख सकते हैं।
(स्रोत : www.usgs.gov)

वेजेनर ने सभी महाद्वीपों के सम्मिलन को एक वृहत्महाद्वीप (Supercontinent) के रूप में पहचाना और इसे **'पैंजिया'** (ग्रीक मे जिसका अर्थ है सम्पूर्ण धरती, चित्र 15.3a) और समुद्री भाग को **'पैंथालासा'** (ग्रीक मे जिसका अर्थ है सभी महासागर) नाम दिया। बाद में पैंजिया अनेक छोटे महाद्वीपों में खण्डित हो गया जो प्रवाहित होकर वर्तमान महाद्वीप वितरण प्रतिरूप बनाते हैं (चित्र 15.3a एवं b)। वेजेनर का सिद्धांत भूवैज्ञानिक आंकड़ों, पुरातन संरचनाओं की निरंतरता, स्तरित शैल समूहों, वर्तमान महाद्वीपीय तटों के दोनों ओर के जन्तुओं एवं वनस्पतियों के जीवाश्मों आदि के प्रमाणों पर आधारित है। वह मूल रूप से एक मौसम विज्ञानी थे जिन्होने पर्मो–कार्बनी काल (भूवैज्ञानिक कालक्रम में लगभग 225 मिलियन वर्ष पूर्व का समय) में विस्तृत **हिमनद प्रक्रियाओं** की उपस्थिति की ओर विश्व का ध्यान आकृष्ट किया था। इस हिमनदन ने अधिकांश दक्षिणी महाद्वीपों को प्रभावित किया था, जबकि उत्तरी यूरोप में उस समय उष्ण कटिबंधीय दशाएं मौजूद थीं। वर्तमान काल के दक्षिणी महाद्वीप तब दक्षिणी ध्रुव के आस पास तथा उत्तरी महाद्वीप भूमध्य रेखा के आस पास केंद्रित थे (चित्र 15.3)। वेजेनर ने यह सुझाव भी दिया था कि पृथ्वी के घूमने की प्रतिक्रिया नें अधिक उचाईयों पर स्थित होने के कारण महाद्वीपों ने अधिक अभिकेंद्रीय बल (centripetal force) का अनुभव किया जिसके कारण महाद्वीपीय विस्थापन हुआ।

यद्यपि वेजेनर का सिद्वान्त उन आंकड़ों पर आधारित था जो कई विषयों से लिए गए थे लेकिन इनकी कुछ सीमाएं थीं। वेजेनर के सिद्वान्त में एक कमजोरी थी कि यह आलोचकों के एक मौलिक प्रश्न का उत्तर सन्तोषजनक रूप से नहीं दे सके जो यह था कि किस प्रकार के बल इतने सशक्त हैं जो ठोस शैलों के इतने बड़े पिंडों को इतनी अधिक दूरी तक विस्थापित कर सकते हैं ? अस्वीकृति से विचलित हुए बिना वेजेनर बाकी पूरी जिन्दगी अपने सिद्वांत के पक्ष में प्रमाणों को खोजते रहे। ग्रीनलैण्ड बर्फ छत्रक

225 Million years ago

(a)



200 Million years ago

(b)

Present Day

(c)

चित्र 15.3: महाद्वीपों के उत्पत्ति के चरण a) वर्तमान महाद्वीप पैंजिया b) पैंजिया का टूटना लगभग 200 मिलियन वर्ष पूर्व प्रारम्भ हुआ c) महाद्वीपों के टुकड़े जैसा कि हम आज जानते हैं। (स्रोत : www.usgs.gov)

को पार करते हुए एक अभियन के दौरान 1930 में बर्फ में जम कर उनकी मृत्यु हो गयी लेकिन जिस विषय का वह शोध करते रहे वह अब तक सशक्त रूप से आगे बढ़ चुका था।

1937 में जोहान्सबर्ग विश्वविद्यालय में भूविज्ञान के प्रोफेसर एलैक्जेण्डर डू ट्वायट जो वेजेनर के अनुयायियों में से एक थे, ने प्रस्तावित किया कि पैंजिया चित्र 15.3a पहले दो बड़े महाद्वीपीय भूखण्डों– उत्तरी गोलार्ध में **लॉरेशिया** (जिसके अन्तर्गत उत्तरी अमेरिका, ग्रीनलैण्ड, यूरोप और एशिया के कुछ भाग आते हैं) और दक्षिणी गोलार्ध में **गोंडवानालैंड** (जिसके अन्तर्गत दक्षिण अमेरिका, अन्टार्कटिका, अफ्रीका, मेडागास्कर, भारत और आस्ट्रेलिया आते हैं) में टूटा (चित्र 15.3b)। लॉरेशिया और गोंडवानालैण्ड भूखण्ड आगे भी टूटते गए जिनके अस्तित्व आज के महाद्वीपों के रूप में दिखते हैं (चित्र 15.3c)। लॉरेशिया शब्द कनाडा के एक क्षेत्र लॉरेशिया और एशिया के संयोजन से विकसित हुआ जबकि गोंडवानालैंड (जिसका अर्थ है गोंडों की जमीन) का नाम मध्यप्रदेश के एक प्राचीन जनजाति गोंड के नाम पर पड़ा। दो अधिमहाद्वीप लौरेशिया और गोंडवानालैंड 'पैलियो टेथिस' नाम के एक महासागर – जिसका नाम समुद्र की ग्रीक देवी 'टेथिस' के नाम पर है, के द्वारा पृथक्कित थे।

15.2.1 महाद्वीपीय विस्थापन के प्रमाण

महाद्वीपीय विस्थापन सिद्वान्त के ऐतिहासिक विकास के बारे में हम लोग पढ़ चुके हैं। यह अपने अनेक प्रमाणों पर आधारित है। आइए इनमें से कुछ की चर्चा करते हैं :

- **ज्यामितीय पुनर्निमाण** : यदि विश्व के एक मानचित्र को कार्डबोर्ड पर चिपकाएं और इसे महाद्वीप के ज्यामितीय आकृति में काटे तथा निकटवर्ती महाद्वीपों को एक साथ लाने की कोशिश करें, आप पाएंगे कि ये सभी टुकडे आपस में जिग–सा (zig-saw) की भांति ठीक नाप से बैठते हैं (चित्र 15.3)। यह दिखाता है कि कभी सभी महाद्वीप एक साथ रहे होगें और बाद में टूट कर एक दूसरे से अलग विस्थापित हो गये। वेजेनर ने अटलांटिक महासागर के आमने–सामने के दोनों समुद्रतटीय किनारों के बीच विशिष्ट समानताओं की पहचान की (चित्र 15.1 और 15.2)।

- **भूवैज्ञानिक प्रमाण** : अटलांटिक महासागर के दोनों समुद्री किनारों के भूभागों में भूवैज्ञानिक समानताएं – जैसे शैल एवं स्तरिकीय समानताएं, समान जीवाश्म, समान भूवैज्ञानिक संरचनाएं तथा विवर्तनिक विरूपणों के लक्षण इत्यादि पायी गयी हैं। उदाहरण के लिए वेजेनर ने ब्राजील के 22 मिलियन वर्ष पूर्व की आग्नेय शैलों के लगभग समान इसी आयु के शैलों के प्रमाण अफ्रीका में भी प्राप्त किए थे। इसी प्रकार के प्रमाण उन पर्वतीय पट्टियों मे भी देखे जा सकते हैं जो एक समुद्री किनारे पर समाप्त होकर दूसरी ओर के भूभाग पर पुनः प्रकट हो जाती हैं।

- **पुराजलवायु प्रमाण** : वेजेनर को यह एहसास था कि पुराजलवायु (palaeo = ancient = पुरातन, climate = जलवायु) के आंकड़े महाद्वीप प्रवाह के विचारों का समर्थन करेगें। कार्बनी कल्प (200 मिलियन वर्ष पूर्व) के हिमनदन का प्रमाण दक्षिण अमेरिका, दक्षिणी अफ्रीका, मेडागास्कर, फाकलैण्ड, प्रायदीपीय भारत, आस्ट्रेलिया और अंटार्कटिका पर एक समान रूप से पाए गए जिससे पता चलता है कि ये भूखण्ड कार्बनी कल्प (Carboniferous Period) के समय एक साथ जुड़े हुए थे (चित्र 15.3)।

- **जीवाश्म प्रमाण** : 225 मिलियन वर्ष पूर्व भूमि पर पायी जाने वाली वनस्पतियों के जीवाश्म अफ्रीका, आस्ट्रेलिया, भारत आदि के भूभागों पर विस्तृत रूप से वितरित पाये जाते है। याद रहे कि इन लुप्त वनस्पति जातियों के बीज समुद्र के खारे पानी में जीवित नहीं रह सकते अतः यह स्पष्ट है कि ये वनस्पतियां उस समय पैदा हुई और समाप्त हो गयी होंगी जब ये महाद्वीप गोण्डवानालैंड के भाग थे।

- **समुद्र अधस्तल विस्तारण** : महासागर के फर्श में विस्तार को समुद्र अधस्तल विस्तारण कहा जाता है। समुद्र अधस्तल विस्तारण के अध्ययन से पुष्टि होती है कि महाद्वीप कभी एक साथ वृहत्महाद्वीप पैंजिया के रूप में जुडे थे जो बाद में टुकडे टुकड़े होकर विस्थापित हो गए। विस्थापित महाद्वीपीय खण्डों के बीच के समुद्र अधस्तल का विस्तार पिछले 200 मिलियन वर्ष के दौरान हुआ है। हम समुद्र अधस्तल विस्तारण के बारे में और अधिक आगे अनुभाग 15.3 में पढ़ेंगें।

- **पुराचुम्बकत्व प्रमाण** : पुराचुम्बकत्व प्रमाण भूवैज्ञानिक काल में पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के अध्ययन पर आधारित होते हैं। आइए इसे हम एक उदाहरण से समझते हैं। हम लोग जानते हैं कि महासागर में पानी के भीतर भी पर्वतों की श्रेणियॉ होती हैं जिनको मध्य महासागरीय कटक कहा जाता है। चित्र 15.2 में आप महासागर के तल में मध्य महासागरीय कटक की उपस्थिति को देख सकते हैं। मध्य महासागरीय कटक भूवैज्ञानिक काल से सक्रिय रहे हैं और अभी भी सक्रिय हैं। यहॉ से समुद्र के भीतर ही नीचे से लावा (लौह और मैग्नीशियम युक्त खनिजों से निर्मित शैल जिसे बेसाल्ट कहा जाता है) का उद्गार होता रहता है। इस नवजनित लावा के चुम्बकीय खनिज (जैसे मैग्नेटाइट) जब ठोस रूप में परिवर्तित होते हैं तो इनमें पृथ्वी की तत्कालीन चुम्बकीय ध्रुवत्व के आंकड़े भी संरक्षित हो जाते हैं। किसी चुंबकीय खनिज जैसे मैग्नेटाइट (Fe_3O_4) के क्रिस्टलन पर चुंबकीय बलों का प्रभाव पड़ता है। यदि लावा में ऐसे खनिज मौजूद हों तो इनके क्रिस्टलन के दौरान तत्कालीन चुंबकत्व के आंकड़े जैसे– उत्तरी एवं दक्षिणी चुंबकीय ध्रुव एवं चुंबकीय रेखाएं आदि भी इन खनिजों में संरक्षित हो जाते हैं। ये तब तक संरक्षित रहते हैं जब तक कि ताप एक क्रांतिक सीमा जिसे **क्यूरी ताप** कहा जाता है, से अधिक तापमान बढ़ जाने के कारण इनका विचुम्बकन न हो गया हो। **चुम्बकत्वमापी** के साथ यदि एक जहाज समुद्रतल पर चले तो समुद्र अधस्तल में सामान्य और प्रतिलोम ध्रुवत्व की अनेक पट्टियॉ दिखाई पड़ने लगती है। **सामान्य और प्रतिलोम ध्रुवता (Normal and reverse polarity)** की ये पट्टियॉ मध्यमहासागरीय कटक के दोनों ओर दर्पण प्रतिबिम्ब की भॉति सममिती में पायी जाती हैं। दो अंग्रेज भूवैज्ञानिकों ड्रमंड एच. मैथ्यूज एवं फ्रेडरिक जे. वाइने ने 1963 में यह धारणा दी कि कटक के समांतर पायी जाने वाली चुंबकीय–विसंगति–पट्टियों को संरक्षित करने में नव पर्पटी ने जैसे एक चुंबकीय टेपरिकार्डर की भॉंति कार्य किया है। बेसाल्ट से निर्मित इन पट्टियों में एक के बाद एक क्रम से सामान्य एवं प्रतिलोम प्रकार का चुंबकत्व दर्ज हुआ है जो पृथ्वी के चुंबकीय ध्रुवों में होने वाले परिवर्तनों का द्योतक है।

पृथ्वी पर इस तरह के पुराचुम्बकीय अध्ययन ये बताते हैं कि पृथ्वी के इतिहास में उत्तरी और दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुवों ने एक स्थान से दूसरे स्थान तक का भ्रमण किया है और इतना ही नहीं ध्रुवों ने अपनी स्थितियों को भी आपस में कई बार बदल लिया है। यह पाया गया है कि वर्तमान ग्लोब के चुम्बकीय ध्रुवों की स्थिति भूवैज्ञानिक काल के दौरान बदलती रहती है और इन ध्रुवों की स्थितियों को मिलाने

से एक वक्र प्राप्त होता है जिसे **"ध्रुवीय परिभ्रमण वक्र"** कहा जाता है। जब विभिन्न महाद्वीपों के ध्रुवीय परिभ्रमण वक्र (polar wandering curve) और ध्रुवीय प्रतिलोमन का विश्लेषण किया गया तब पाया गया कि ये सभी भूखण्ड कभी एक साथ थे और बाद में विस्थापित होकर वर्तमान स्थिति में आ गए हैं।

15.2.2 महाद्वीपीय विस्थापन के लिए उत्तरदायी बल

हम महाद्वीपीय विस्थापन के सिद्वान्त के समर्थन में उपलब्ध अनेक प्रमाणों को पढ़ चुके हैं। आइए अब हम महाद्वीपों के विस्थापन के लिए उत्तरदायी बलों के बारे में लोगों द्वारा दिये गये विभिन्न विचारों से परिचित होते हैं।

- **वेजेनर की अवधारणा** : अल्फ्रेड वेजेनर के अनुसार महाद्वीप हल्के पदार्थ **सियाल** अर्थात सिलिकान (Si) और ऐल्युमिनियम (Al) द्वारा निर्मित हैं जो अपेक्षाकृत अधिक सघन पदार्थ **साइमा या सिमा** – अर्थात सिलिकान (Si) और मैग्नेशियम (Mg), के ऊपर तैरते हैं। महाद्वीपों (सियाल) के प्रवाह का कारण सूर्य और चन्द्रमा के उन गुरूत्वाकर्षण बलों को माना गया जिनके कारण समुद्र में ज्वार आते हैं। यह अवधारणा अस्वीकार कर दी गयी क्योकि ज्वारीय बल इतना कम होता है कि वो महाद्वीपीय विस्थापन के लिए अपर्याप्त समझा जाता है।
- **होल्म्स की संवहन धारा अवधारणा** : 1928 में होल्म्स ने महाद्वीपीय विस्थापन को संचलित करने वाले बल के लिए प्रावार में तापीय संवहन की क्रियाविधि को उत्तरदायी माना। इनके अनुसार संवहन धाराएं पृथ्वी के भीतरी भाग में रेडियोधर्मी ऊष्मा के कारण उत्पन्न होती हैं। इस अवधारणा को महत्व नहीं मिल सका क्योंकि रेडियोधर्मिता से उत्पन्न ऊष्मा इतनी कम होती है कि वह महाद्वीपों के विस्थापन का कारण नहीं बन सकती। यद्यपि वेजेनर और होल्म्स दोनों के महाद्वीपीय विस्थापन के लिए जिम्मेदार बलों की अवधारणाओं को अस्वीकृत कर दिया गया लेकिन इन्होनें ऐसी नींव रखी जिससे आधुनिक विचारों का विकास हो सका।
- **प्लेट विवर्तनिकी सिद्वांत** : यद्यपि वेजेनर के महाद्वीपीय विस्थापन के सिद्वान्त के समर्थन में बहुत से प्रमाण हैं लेकिन यह सिद्वान्त महाद्वीपों के विस्थापन के लिए उत्तरदायी बलों की उचित व्याख्या नहीं कर सका।

प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत संवहन धाराओं की भूमिका को तो स्वीकार करता है किन्तु उस रूप में नहीं जैसा कि होल्म्स ने सुझाया था। प्लेट विवर्तनिकी में शामिल प्रक्रियाओं का विस्तार से विवरण इकाई 16 में किया जाएगा। अभी आगे इसी इकाई में हम प्लेट विवर्तनिकी की थोड़ी चर्चा करेगें और जानेगें कि कैसे यह महाद्वीपों के प्रवाह की क्रियाविधि की व्याख्या करने में समर्थ है।

15.3 समुद्र अधस्तल विस्तारण परिकल्पना

महाद्वीपीय विस्थापन के प्रमाणों के बारे में व्याख्या करते समय समुद्र अधस्तल विस्तारण के बारे में चर्चा कर चुके हैं। आइए अब हम लोग इसके ऐतिहासिक विकास के बारे में पढ़ते हैं।

समुद्र अधस्तल विस्तारण (seafloor spreading) शब्द को नेवल रिजर्व रियर एडमिरल राबर्ट एस. डिट्ज जो यू. एस. कोस्ट एवं जियोडेटिक सर्वे मे वैज्ञानिक थे, और प्रिंसटन विश्वविद्यालय के प्रोफेसर हैरी एच. हेस ने 1962 में महाद्वीपीय विस्थापन की व्याख्या करने के प्रयास में प्रस्तावित किया था। हेस की शोध अंततः एक अच्छी परिकल्पना के रूप में परिणीत हुई जिसे अब समुद्र अधस्तल विस्तारण के नाम से जाना जाता है। इसे प्लेट विवर्तनिकी के विकास में अतिमहत्वपूर्ण योगदानों में से एक माना जाता है।

अटलांटिक महासागर को उदाहरण मानकर हेस ने महासागर अधस्तल विस्तारण के सिद्वान्तों से व्याख्या की। उनके अनुसार उत्तरी अमेरिका और यूरोप महाद्वीपों के बीच का विस्थापन अटलांटिक महासागर में धीरे–धीरे होने वाली वृद्धि के कारण हुआ है (चित्र 15.1 और 15.2)। जैसे जैसे समुद्र की चौड़ाई बढ़ती जाती है महाद्वीपीय किनारे क्रमशः दूर होते जाते हैं या दूसरे शब्दों में महाद्वीपों का विस्थापन होता जाता है। इन्होनें गणना की कि दक्षिण अमेरिका और अफ्रीका दोनों ही मध्य अटलांटिक कटक से 10 मि.मी. प्रति वर्ष की दर से 250 मिलियन वर्षों के अन्तराल के दौरान परस्पर 2500 कि.मी. दूर हो गए।

महासागर अधस्तल के वर्धन के लिए नए भूपर्पटीय पदार्थों के निर्माण की आवश्यकता होती है जिसके लिए यह माना जाता है कि महासागर के बीच के भाग में कटक के अनुदिश समुद्र में ज्वालामुखीय क्रियाएं लगातार चल रही थी। जैसा कि पहले ही बताया जा चुका है कि इन्हें मध्य महासागरीय कटक कहा जाता है जहाँ पर पृथ्वी के गहराई वाले भाग से लावा लगातार बाहर आ रहा है जिससे दोनों पार्श्वों पर नए भूपर्पटीय पदार्थ जुड़ते जाते हैं

15.3.1 समुद्र अधस्तल विस्तारण के प्रमाण

1969 में ज्वाइंट ओशनोग्राफिक इंस्टीट्यूशन्स डीप अर्थ सैंपलिंग (JOIDS) परियोजना (चित्र 15.4) से एकत्रित आंकड़े, गहरे समुद्र बेधन परियोजना (DSDP) के आंकड़े तथा 1976 में इंटरनेशनल फेज ऑफ ओसेन ड्रिलिंग परियोजना (IPOD) के आंकड़ों ने समुद्र अधस्तल विस्तारण के मूल्यांकन का अवसर दिया। इन आंकड़ों ने समुद्र अधस्तल विस्तारण के पक्ष में कई प्रमाण प्रस्तुत किये। आइए अब हम समुद्र अधस्तल विस्तारण के पक्ष में प्रमाणों के बारे में पढ़ते हैं।

1. **शैलों की आयु** : समुद्र अधस्तल के सीधे वेधन (drilling) से प्राप्त नमूनों की समस्थानिकों की सहायता से आयु ज्ञात की गयी और यह पाया गया कि सबसे कम उम्र की शैल मध्य महासागरी कटक के अनुदिश है और सबसे पुराने शैल महाद्वीप की ओर समुद्र के किनारे वाले भागों में उपस्थित हैं। अर्थात् शैलों की आयु मध्य महासागरी कटक के दोनों पार्श्वों पर सममित पैटर्न में महाद्वीपों की ओर क्रमशः बढ़ती जाती है (चित्र 15.5) ।

2. **ताप का असामान्य उच्च मान** : सकिय ज्वालामुखीय द्वीप मध्य अटलांटिक कटक के शिखर से सम्बंधित है। निरन्तर भूकंप की घटना और कटक के शिखर पर अवसादों का अभाव समुद्र अधस्तल विस्तारण की व्याख्या करता है। मध्य महासागरी कटक के शिखर के पास ताप का असामान्य उच्च मान में प्रावार से उत्पन्न उंचे तापमान वाले पदार्थ के अभिस्थापन को प्रतिबिम्बित करता है।

चित्र 15.4: ज्वाइड्स रिजॉल्यूशन 1990 के दशक की गहरे समुद्र की वेधन पोत है जिसके पास 9000 मीटर से अधिक का वेधन पाइप है तथा यह सही स्थान निर्धारण और गहरे वेधन में सक्षम है।

(स्रोत : http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/glomar.html)

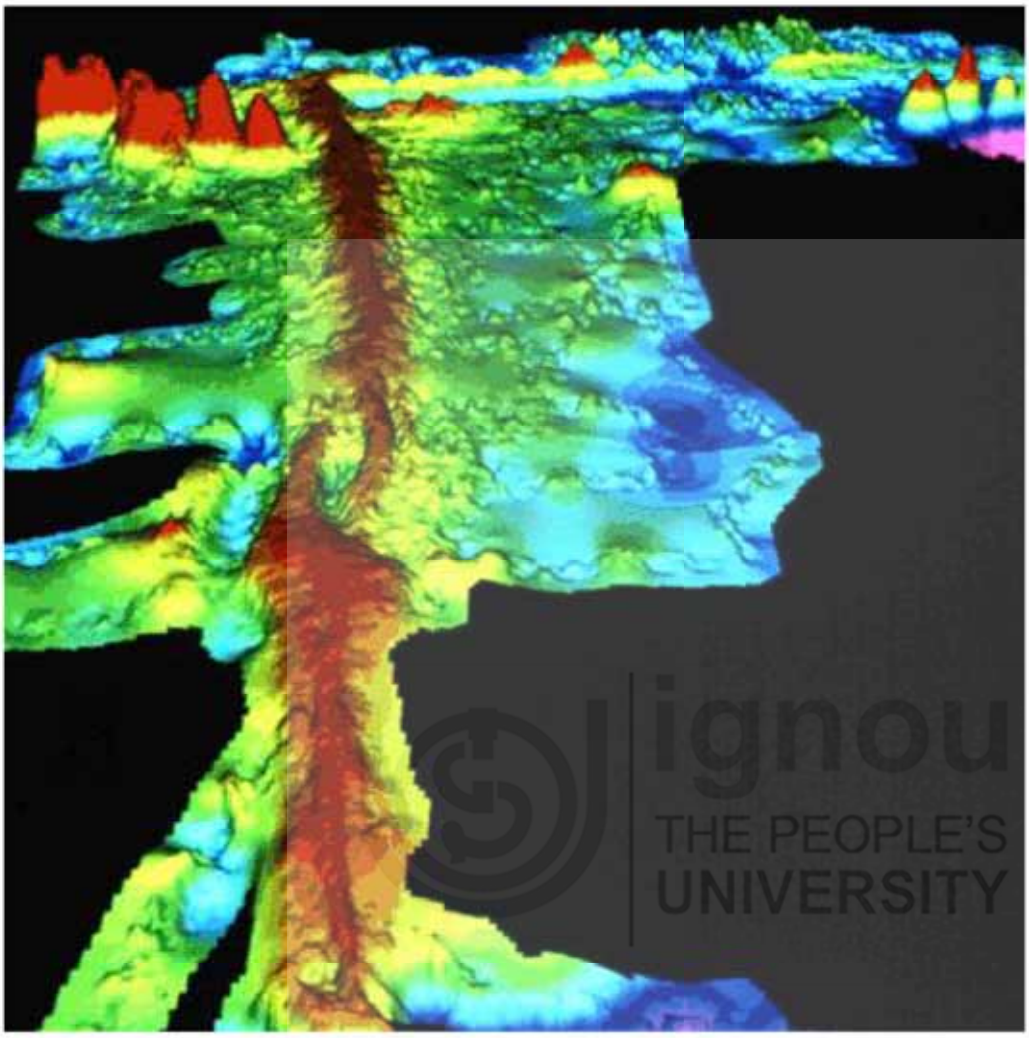
3. **वेधन और निकर्षण** : प्रत्यक्ष अवलोकन, वेधन और निकर्षण आदि ने समुद्र अधस्तल विस्तारण के अनेक प्रमाण उपलब्ध कराए हैं। लगभग 180 मिलियन वर्ष आयु से अधिक का कोई भी पदार्थ गहरे महासागर के अधस्तल से अभी तक प्राप्त नहीं हुआ है।

4. **चुम्बकीय विसंगतियां** : पुराचुम्बकीय सर्वेक्षण और **चुम्बकीय विसंगतियों** ने जो महासागर तल के शैलों में अभिलिखित हैं समुद्र अधस्तल विस्तार के पक्ष में प्रमाण उपलब्ध कराए हैं। चुम्बकीय विसंगति शैलों के चुंबकत्व या रसायन में विभिन्नता के कारण पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र में उत्पन्न स्थानिक विभिन्नता होती है।

   किसी क्षेत्र की विसंगतियों का मानचित्रण महत्वपूर्ण है क्योंकि उपरीशासी सामग्रियों से ढके अस्पष्ट संरचनाओं को पता लगाने के लिए मददगार है।

5. **वैकल्पिक प्रक्रियाओं का अवलोकन** : यद्यपि हेस का समुद्र अधस्तल विस्तारण का विचार आधुनिक आंकड़ों द्वारा भी मान्य हैं लेकिन यदि हम मानते हैं कि समुद्र का विस्तार हो रहा हैं और महाद्वीप और महासागर का कुछ भी भाग नष्ट अथवा व्यय नहीं हो रहा है तो पृथ्वी के धरातल मे अत्यधिक वृद्धि हो चुकी होती! चूंकि पृथ्वी के धरातल क्षेत्र में कोई खास वृद्धि नहीं हूई है। अतः कोई दूसरी प्रक्रिया भी है जो पृथ्वी के धरातल क्षेत्र को नियत रखती है। वह क्या है?

इस प्रश्न का उत्तर बाद में जानने का प्रयास करेंगे जब हम प्लेट विवर्तनिकी सिद्धान्त के बारे में पढ़ेंगे। लेकिन इसके पहले हम यह जानने की कोशिश करते हैं कि समुद्र अधःस्तल के फैलने अथवा विस्तारण के वास्तव में क्या कारण हैं।



चित्र 15.5: कम्प्यूटरजनित मध्य महासागरी कटक के एक खण्ड का स्थलाकृतिक नक्शा जो पूर्वी प्रशांत उर्ध्वगमन (East Pacific Rise) का एक छोटा भाग है। "उष्ण" रंग (पीला से लाल) समुद्र अधस्तल के ऊपर उठते हुए कटक को इंगित करता है और "शीत" रंग (हरा से नीला) कम ऊचांईयों को निरूपित करता है। (स्रोत : http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/topomap.html)

बोध प्रश्न 1

a) पैंजिया और पैंथालसा क्या हैं ?

b) महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना के समर्थन में प्रमाणों की सूची दें।

c) समुद्र अधस्तल विस्तारण के प्रमाणों को लिखिए।

15.3.2 समुद्र अधस्तल विस्तारण की क्रियाविधि

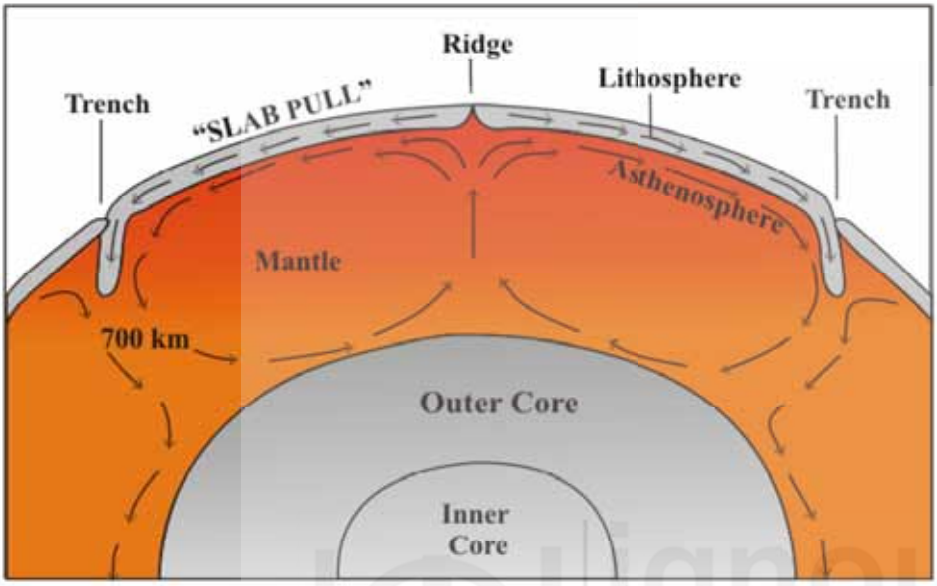
हम समुद्र अधस्तल विस्तारण के प्रमाणों के बारे में जान चुके हैं।

आइए अब हम लोग समुद्र अधस्तल विस्तार के लिए उत्तरदायी क्रियाविधि को देखें। **आर्थर होल्म्स** ने सुझाव दिया था कि समुद्र अधस्तल विस्तारण के लिए मुख्य प्रेरक क्रियाविधि पृथ्वी के आन्तरिक भाग में उत्पन्न संवहन धाराएं हो सकती हैं। उनका मानना था कि पृथ्वी के आन्तरिक भाग में रेडियोधर्मी तत्वों की उपस्थिति से लगातार उष्मा उत्पन्न हो रही है जिसके कारण संवहन धाराएं वृतीय गति में ऊपर की ओर उठती रहती हैं। हम इसके बारे में एक उदाहरण से अधिक जानने की कोशिश करते हैं। यह घटना द्रवों के गर्म होने की प्रक्रिया की तरह है। यदि पानी से भरे बीकर में पोटेशियम परमैंग्नेट के कुछ टुकड़े रखकर नीचे से बीकर को गर्म करें तब ध्यान से देखने पर हम पायेगें कि संवहन धाराएं ऊपर और नीचे वृत्तीय गति में चल रही हैं (चित्र 15.6)। मान लीजिए किसी वस्तु के कुछ टुकड़े (जैसे कार्क – जो पृथ्वी के पर्पटी के खण्डों को निरूपित करते हैं) सतह पर इन संवहन धाराओं के ऊपर तैर रहे हों तो आप देखेगें कि कुछ समय पश्चात् इनमें गतिशीलता आ जाती है। वे स्थान जहां पर दो निकटवर्ती महाद्वीपीय टुकड़े जब ऐसी दो संवहन धाराओं पर तैर रहे हों जो ऊपर आकर विपरीत दिशाओं में घूम जाती हैं तो दोनों टुकड़ों के बीच अपसारी गति शुरू हो जाएगी तथा उनके बीच की दूरी बढ़ती जाएगी। समुद्र में यहाँ पर मध्य महासागरीय कटक के अनुदिश नया लावा ऊपर आकर फैल जाता है तथा समुद्र अधस्तल में वृद्धि करता है। उनके इस विचार को स्वीकृति नहीं मिल सकी क्योंकि रेडियोधर्मी खनिजों द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा इतनी अधिक नहीं होती कि वह ऐसी गतियों का कारण बन सके। हालांकि बाद में संवहन धारा के विचार ने प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के विकास में सहायता की।

चित्र 15.6 : संवहन धाराओं की गति

प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के अनुसार संवहन धाराएं वृत्ताकार गति में उत्पन्न होती हैं। जो गहरे प्रावार से ऊपर उठकर उपरी प्रावार तक आती हैं तथा कुछ दूरी तक क्षैतिज संचलन के पश्चात् वापस गहरे प्रावार में उतर जाती हैं। इन संवहन धाराओं के पास **स्थलमण्डलीय प्लेट** को **दुर्बलता मंडल** (asthenosphere) के ऊपर कुछ दूर तक संचलित करने अथवा घसीट लेने की प्रचण्ड शक्ति होती है। ऐसे स्थान जहॉ पर दो संवहन धाराओं की गति परस्पर विपरीत दिशाओं में होती है वहां पर स्थलमण्डलीय भूखण्ड – जिसे प्लेट कहा जाता है, विपरीत दिशाओं में गतिमान हो जाती हैं (चित्र 15.7)। प्लेटों की परस्पर विपरीत दिशाओं मे गति के कारण मध्य महासागरीय कटक के पास विभंग विकसित होते हैं जो तुरन्त अंतःसागरीय ज्वालामुखी से निकले लावा से भर

जाता है। यह लावा नवीनतम भूपर्पटी का निर्माण करता है। चूंकि संवहन धाराएं लगातार गतिमान रहती हैं इसलिए समुद्र अधस्तल पर नई भूपर्पटी हमेशा उत्पन्न होती हैं जो समुद्र अधस्तल के विस्तार का वास्तविक कारण होती है। संवहन धाराएं रेडियोधर्मी खनिजों के द्वारा उत्पन्न नहीं होती हैं जैसा कि होल्म्स ने प्रस्ताव दिया था बल्कि वे प्रावार की आन्तरिक उष्मा से उत्पन्न होती हैं जबकि स्थलमण्डल इनकी अपेक्षा अधिक ठंडा होता है।



चित्र 15.7 : पृथ्वी के आन्तरिक भाग में संवहन धाराओं के प्रकोष्ठ
(स्रोतः www.indiana.edu/~g105lab/1425chap13.htm)

15.4 पर्वत निर्माण के सिद्धान्त

पर्वत निर्माण के कारणों की व्याख्या के लिए कई परिकल्पनाएं आगे आयीं थीं। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के आने के बाद यद्यपि इन परिकल्पनाओं की मान्यता पूर्णतः खत्म हो चुकी है किन्तु यहाँ इनका उल्लेख उन विचारों के प्रादुर्भाव की एतिहासिक पृष्ठभूमि उपलब्ध कराने हेतु किया गया है जो निम्नलिखित है :

1. संकुचन परिकल्पना
2. प्रसार परिकल्पना
3. महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना
4. दोलन और उर्ध्वतरंगण परिकल्पना
5. संवहन धारा परिकल्पना
6. प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत

15.4.1 संकुचन परिकल्पना

संकुचन परिकल्पना का विचार वैरिसन ने 19वीं शताब्दी में दिया था। इसके बाद में जेफ्रीस ने 1929 में पृथ्वी के तापीय इतिहास के आधार पर विकसित किया। इन्होनें यह

प्रस्तावित किया कि 700 कि.मी. के नीचे प्रावार का आन्तरिक भाग न तो ठण्डा होता रहा है और न ही इसके आयतन नें परिवर्तन हो रहा है और इसी प्रकार बाहरी परत का (लगभग 100 कि.मी.) मोटा हिस्सा ठंडा होकर पहले से साम्यावस्था (equilibrium) में पहुंच चुका है अतः इसके भी आयतन में परिवर्तन नहीं होता है। इस प्रकार ठंडीकरण और संकुचन की प्रक्रियाएं केव्ल 100 से 700 कि.मी. के बीच की गहराई वाली परत में सीमित थी। चूंकि इस परत की आन्तरिक त्रिज्या निश्चित हो चुकी थी अतः इस क्षेत्र में संकुचन केवल तनन और पतला होने से ही हो सकता था। इस प्रकार यह क्षेत्र तो तनाव में था, लेकिन इनके संकुचन और पतलीकरण के परिणामस्वरूप ऊपर की 100 कि. मी. मोटी सबसे बाहरी परत का भी संपीडन होने लगा था। जेफ्रीस ने 100 कि.मी. गहराई पर स्थित उस सतह को जहाँ पर तनाव क्षेत्र संपीडन क्षेत्र में परिवर्तित होता है, को "विकृति विहीन सतह" कहा। जेफ्रीस के अनुसार पर्वतों का निर्माण पृथ्वी के सबसे बाहरी परत में सम्पीडन और तनन के कारण हुआ था। यह सिद्वांत लोकप्रिय नहीं हो सका क्योंकि इससे कुछ प्रक्रियाओं जैसे पर्वतों में दिखने वाले कायान्तरण की व्याख्या नहीं की जा सकती।

15.4.2 प्रसार परिकल्पना

जॉली ने 1925 में यह प्रस्तावित किया कि पृथ्वी रेडियोधर्मी ऊष्मा के कारण बढ़ती जा रही है। कैरी ने 1958 में माना कि चूंकि महासागरीय क्षेत्र में वृद्धि हो रही है अतः पूरे भूमण्डल का आकार भी बढ़ रहा है। पुराचुम्बकीय और पुराजलवायु अध्ययनों ने इनके उन विचारों को अनुनादित किया कि पृथ्वी का मूल व्यास वर्तमान आकार के आधे से कम था तथा सतह का क्षेत्रफल भी वर्तमान क्षेत्रफल के एक चौथाई से कम था। इस प्रकार आकार में हुई वृद्धि के कारण पृथ्वी अनेक खण्डों में टूट गयी। उन अपरूपणी बलों – जो ध्रुवीय एवं विषुवतरेखीय क्षेत्रों के बीच कोणीय संवेगों का सामंजस्य स्थापित करने हेतु उत्पन्न होते हैं, के कारण ये खण्ड दक्षिण गोलार्ध में वामावर्त तथा उत्तरी गोलार्ध में दक्षिणावर्त दिशाओं में घूर्णन करने को प्रवृत्त होते हैं। जोली के अनुसार ये बल ही पर्वत निर्माण के लिए उत्तरदायी हैं। कई भूवैज्ञानिकों जैसे एजीड ने 1957 में, टूजो जे. विल्सन ने 1961 में और ए. जे. येर्डली ने 1962 में यह स्वीकार किया है कि पृथ्वी में धीरे–धीरे बढ़ोत्तरी हो रही है।

लेकिन वे प्रश्न जिनके उत्तर अभी भी नहीं मिल हैं, वे हैं – क्या यह वृद्धि वास्तव में हुई? क्या महासागरीय जल का आयतन एक समान रहा है ?`

15.4.3 महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना

वेजेनर को यह विश्वास था कि पृथ्वी तीन परतों वाले एक तंत्र से बनी है जिसमें बाहरी परत सियाल (SiAl) से, मध्य परत साइमा (SiMa) से तथा सबसे अंदर की परत निफे (NiFe) से बनी है। सियाल परत में हल्के द्रव्यमानों से बने महाद्वीप शामिल हैं जो साइमा के ऊपर तैरते रहते हैं। वेजेनर के अनुसार पैंजिया का विखण्डन हुआ और टूटे हुए भूभाग अथवा महाद्वीप एक दूसरे से दूर प्रवाहित हो गए। इनकी यह भी कल्पना थी कि साइमा के प्रतिरोध के कारण ही पर्वत बन गए थे। कुछ अन्य अवलोकन जैसे पर्वतों के आर–पार के संकुचन, अटलांटिक महासागर के दोनों किनारों का लगभग समांतर होना तथा अन्य दक्षिणी महाद्वीप भी इस मत का समर्थन करते हैं। इस सिद्धांत की

सबसे बड़ी कमजोरी यह है कि यह उन बलों के बारे में कभी भी संतोषजनक रूप से बता नहीं सका जो महाद्वीप के संचलन के लिए आवश्यक हैं। यह सिद्धांत पर्वत निर्माण तथा गहरे भूकंपों के पारस्परिक संबंधों की भी व्याख्या नहीं कर सका।

15.4.4 दोलन एवं उर्ध्वतरंगण परिकल्पना

1930 में हारमन ने यह परिकल्पना दी कि किसी अपरिभाषित खगोलीय घटनाओं के प्रभाव में परतदार पृथ्वी की पर्पटी में ऊर्ध्वाधर गतियों के करण असंतुलन उत्पन्न हो गया था। फलस्वरूप भूगर्तों (geodepressions) द्वारा पृथकित अनेक भूशोथ (geotumours) उत्पन्न हो गए जिनका निर्माण पर्पटी के नीचे से सियाल सामग्री का भूगर्तों की तरफ से बहकर भूशोथ की ओर हुआ था। जैसे–जैसे खगोलीय प्रभाव का पृथ्वी के सापेक्ष स्थान में परिवर्तन होता रहा, इन भूशोथ का भी स्थान बदलता गया। इस प्रकार बारी बारी से उत्थान (emergence) और निमज्जन (submergence) की दोलन (oscillation) समान प्रक्रियाएं होती रहीं। दूसरी प्रावस्था में गर्तों के अवसाद ऊपर उठ गए तथा बाद में बने नए भूशोथ के ढलानों से नीचे की ओर सरक गए। तीसरी प्रावस्था में ये वलित एवं जटिल संरचनाओं वाले शैल ऊपर उठ कर पर्वत श्रृंखलाएं बन गए।

हारमैन के परिकल्पना के आधार पर वान बेटमेलेन ने 1932 और 1935 में उर्ध्वतरंगण के सिद्वान्त का सुझाव दिया जिसके अनुसार पर्वत श्रृंखलाएं पर्पटी के नीचे हुए विसर्पण के कारण निर्मित हुईं थी।

इस परिकल्पना पर मुख्य आपत्ति यह है कि अंतरिक्षीय प्रभाव का आधार ज्ञात नहीं है और विसर्पण विवर्तनिकी पृथ्वी पर सभी पर्वतों के संरचनात्मक लक्षणों की व्याख्या करने में सक्षम नहीं है।

15.4.5 संवहन धारा परिकल्पना

होल्म्स और दूसरे भूवैज्ञानिकों द्वारा 1930 में संवहन धारा का परिकल्पना दी। यह परिकल्पना प्रावार में ऊष्मा के प्रवाह पर आधारित है। 1960 और 1961 में मेनार्ड के अध्ययन ने बताया कि पूर्वी प्रशांत उर्ध्वगमन के अनुदिश असामान्य रूप से ऊष्मा के उच्च उष्मा प्रवाह वाले क्षेत्र को और पूर्वी प्रशांत उर्ध्वगमन के पूर्व में निम्न ऊष्मा प्रवाह वाले क्षेत्र मौजूद हैं। मेनार्ड का विश्वास है कि नीचे जाने वाली संवहन धारा के कारण खाई क्षेत्रों में कुछ निश्चित मात्रा में संपीडन होता है। इस प्रकार ऊष्मा के असामान्य प्रवाह के आधार पर अनेक अन्य भूवैज्ञानिकों जैसे डिट्ज ने 1961 में, विल्सन ने 1963 में और हेस ने भी 1962 में यह प्रस्तावित किया था कि महासागर अधस्तल प्रावार संवहन धारा के प्रभाव में खाईयों के किनारो पर नीचे की ओर उतरता जाता है। संवहन धारा का सिद्वांत के अनुसार पर्वतों का निर्माण ऐसे ही सम्पीडनों द्वारा हुआ है। यह सिद्धांत महाद्वीपों और महासागर के वितरण के पैटर्न की व्याख्या कर सका है। यह सक्रिय द्वीपों (जैसे जापान, फिलीपिंस आदि) के लक्षणों को भी समझा सकने में सक्षम है। पृथ्वी के अन्दर रेडियोधर्मी अवयवों द्वारा उत्पन्न ऊष्मा का प्रवाह होने के लिए ये धारायें आवश्यक हैं। इन प्रमाणों के बावजूद इस सिद्धान्त पर मुख्य आपत्ति यह थी कि यह महाद्वीपीय खण्डों के स्थायित्व के पुराने विचारों को ही मानता है। तथपि यह निश्चित रूप से स्वीकार किया जाता है कि होल्म्स का संवहन धारा परिकल्पना प्लेट विवर्तनिकी संचलन

के लिए एक अग्रदूत है जो प्लेट संचलन के पीछे मुख्य बल के रूप में संवहन धारा की भूमिका की पहचान करता है।

15.4.6 प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत

विभिन्न देशों के कई वैज्ञानिकों के मिले जुले प्रयासों से प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत 1970 के दशक में प्रकाश में आया। इसे एक ऐसा व्यापक सिद्धान्त माना जाता है जो महाद्वीपीय विस्थापन, ज्वालामुखी, वलन, भ्रंशन, पर्वतन इत्यादि की कई जटिलताओं की व्याख्या करने में सक्षम है। यह सिद्धांत मानता है कि भूमण्डल स्थलमण्डल के अनेक ऐसे भूभागों से मिलकर बना हुआ है जिसे **'प्लेट'** कहते हैं तथा जो दुर्बलतामण्डल के ऊपर तैरते हुए संवहन धाराओं के सहारे ये प्लेट गतिशील रहती है। महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत और प्लेट विवर्तनिकी के बीच मुख्य अन्तर यह है कि पहला यह मानता है कि गति स्थलमण्डल के भीतर ही – जैसे महाद्वीप और समुद्र के बीच में होती है, जबकि बाद वाला यह कहता है कि दुर्बलतामण्डल के ऊपर सम्पूर्ण स्थलमण्डल ही गतिशील होता है। संवहन धारा के कारण होने वाली प्लेट गतियां तीन प्रकार की होती हैं :

- अभिसारी – जब दो प्लेटें एक दूसरे की ओर गति करती हैं।
- अपसारी – जब दो प्लेट गति करते हुए एक दूसरे से दूर जाती हैं।
- नतिलम्ब सर्पण – जब दो प्लेटों न तो एक दूसरे से दूर जाती है और न तो एक दूसरे के पास आती हैं, बल्कि वे एक दूसरे के अगल–बगल सरकती हैं। इस प्रकार की गति महासागर में बड़े विशाल नतिलम्ब सर्पण भ्रंशों के अनुदिश होती है। इन भ्रंशों को **रूपान्तर भ्रंश (transform fault)** कहते हैं।

इस सिद्धांत के अनुसार प्लेटों के बीच की अभिसारी गति और उनका आपसी टकराव ही पर्वत निर्माण के लिए उत्तरदायी है। हम लोग प्लेट विवर्तनिकी की अवधारणा के बारे में इकाई 16 प्लेट विवर्तनिकी में विस्तार से पढ़ेगें।

15.5 पर्वत निर्माण काल

विश्व के विभिन्न पर्वतों के अध्ययन यह बताते हैं कि कुछ पर्वत जैसे अरावली बहुत पुराने हैं और उनका क्षय हो रहा है जबकि कुछ दूसरे जैसे हिमालय नए हैं और अभी भी उत्थित हो रहे हैं। प्लेट विवर्तनिकी के सिद्धांत से अब हम यह जानते हैं कि भूवैज्ञानिक इतिहासकाल में पृथ्वी के बनने के बाद से ही अब तक इस पर और भी अन्य अनेक पर्वत थे। इस प्रकार पृथ्वी ने भूवैज्ञानिक इतिहासकाल में अनेक बार पर्वत निर्माण की प्रक्रियाओं को देखा है। इसलिए हम पृथ्वी पर आज अनेक पर्वतों को देख पाते हैं जिनका विकास अलग अलग समयों में हुआ है। पर्वत निर्माण की प्रक्रियाओं के अनेक आवेग (impulses) होते हैं जिन्हें **'पर्वतन प्रावस्थाओं'** (orogenic phases) के नाम से जाना जाता है। एक **'पर्वतन कल्प'** (orogenic period) में अनेक **पर्वतन प्रावस्थाएं** होंती हैं। एक **'पर्वतनी पठी'** (orogenic belt) में एक अथवा अनेक परस्पर संबधित पर्वत तंत्र (mountain system) होते हैं जिनका विरूपण एक ही पर्वतन कल्प में हुआ हो।

हम पर्वतन काल पर आधारित पर्वतों के वर्गीकरण को इकाई 14 में पढ़ चुके हैं। पृथ्वी के इतिहास में अनेक पर्वतन कालों के अस्तित्व मिले हैं इनमें से कुछ हैं :

- **कैम्ब्रियनपूर्व पर्वतन** (550 मिलियन वर्ष पूर्व के पहले) जिसमें 3800 मिलियन वर्ष से 550 मिलियन वर्ष पूर्व के अनेक पर्वतन काल शामिल हैं जैसे 1100 मिलियन वर्ष पूर्व का रोडिनियन (Rodinian) पर्वतन।
- **कैलिडोनियन पर्वतन** लगभग 430 और 380 मिलियन वर्ष पूर्व के बीच के काल में अस्तित्व में आया। उदाहरण के तौर पर भारत के अरावली और महादेव पर्वत, उत्तरी अमेरिका का अप्लेशियन पर्वत कैलीडोनियन प्रर्वतन का परिणाम है।
- **हर्सिनियन पर्वतन** (350 से 250 मिलियन वर्ष पूर्व के बीच) इसको यूरोप में **वैरिस्कन पर्वतन** कहा जाता है; और
- **तृतीयक** अथवा **अल्पाइन अथवा हिमालयी पर्वतन** (पूरानूतन अर्थात् 65 मिलियन वर्ष पूर्व से अब तक जारी)।

आगे बढ़ने से पूर्व हम अपनी प्रगति को जांचते हैं।

बोध प्रश्न 2

1. संवहन धाराओं में ..... को दुर्बलतामंडल के ऊपर कुछ क्षैतिज दूरी तक घसीट सकने की प्रचंड शक्ति होती है ।
2. प्रसार परिकल्पना ने सुझाव दिया कि पृथ्वी ..... के कारण से फैल रही है।
3. संवहन धारा परिकल्पना प्रावार में ..... पर आधारित है।
4. अभिसारी, अपसारी और ..... तीन प्रकार की प्लेट सीमाएं होती हैं।

15.6 सारांश

इस इकाई में हमने पर्वत निर्माण से संबन्धित विभिन्न सिद्धान्तों को जाना। हमने इस इकाई में जो कुछ सीखा है आइए अब उसका संक्षेपण करते हैं :

- पर्वत निर्माण के अन्तर्गत प्लेट विवर्तनिकी, विरूपण, भूपर्पटी का संकुचन, वलन, भ्रंशन, ज्वालामुखीय क्रियाएं, आग्नेय अन्तर्वेधन और कायान्तरण से संबधित भूवैज्ञानिक प्रक्रियाएं सम्मिलित हैं। पर्वत निर्माण की प्रकिया को पर्वतन भी कहा जाता है।
- अल्फ्रेड वेजेनर ने कार्बनी काल (लगभग 220 मिलियन वर्ष पूर्व) के दौरान सभी महाद्वीपों के एक सम्मिलित रूप को एक वृहत्महाद्वीप (Supercontinent) के रूप में पहचाना और इसे 'पैंजिया' नाम दिया तथा शेष महासागरीय भाग को 'पैंथालसा' कहा। आज के सभी महाद्वीप पैंजिया से टूटे हुए टुकड़े हैं जो एक दूसरे से दूर हो गये हैं। महाद्वीपों की गतिशीलता की व्याख्या करने वाले परिकल्पना को महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना के नाम से जाना जाता है।
- महाद्वीपीय विस्थापन के अनेक प्रमाण मौजूद हैं। वे ज्यामितीय पुननिर्माण, भूवैज्ञानिक, पुराजलवायु, जीवाश्मीय, समुद्र अधस्तल विस्तारण और पुराचुम्बकीय प्रमाणों पर आधारित हैं।

- हैरी हेस ने समुद्र अधस्तल विस्तारण की अभिकल्पना को प्रस्तावित किया जिसके अनुसार महासागर अधस्तल का लगातार विस्तार हो रहा है।
- समुद्र अधस्तल विस्तारण परिकल्पना के पक्ष में प्रमाण शैलों की आयु, असामान्य उच्च ऊष्मामान, प्रत्यक्ष अवलोकनों, वेधन तथा निकर्षण और चुम्बकीय विसंगतियों पर आधारित हैं।
- आर्थर होल्म्स द्वारा दिया गया संवहन धारा परिकल्पना यह मानती है कि पृथ्वी के आन्तरिक भाग में रेडियोधर्मी ऊष्मा द्वारा उत्पन्न संवहन धारा चक्रों के कारण महाद्वीपों में गति और समुद्र अधस्तल में विस्तार होता रहता है।
- महाद्वीपीय विस्थापन, समुद्र अधस्तल विस्तारण और संवहन धारा चक्र के परिकल्पना तथ्यपूर्ण तो हैं लेकिन इनके प्रस्तुतकर्ताओं द्वारा दी गयी क्रियाविधियां वर्तमान ज्ञान के प्रकाश में तर्कसंगत नहीं हैं।
- प्लेट विवर्तनिकी सिद्धान्त 1970 के दशक में विकसित हुआ जो पृथ्वी पर अवलोकित कई घटनाओं जैसे महाद्वीपों का विस्थापन, समुद्र अधस्तल विस्तारण, संवहन धारा चक्र, पर्वत निर्माण इत्यादि की व्याख्या करने में सक्षम है।
- पर्वत निर्माण की परिकल्पनाओं के अन्तर्गत संकुचन परिकल्पना, विस्तार परिकल्पना, महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना, दोलन और उर्ध्वतरंगण परिकल्पना और संवहन धारा परिकल्पना आदि शामिल हैं। तथापि पर्वत निर्माण प्रक्रिया की व्याख्या प्लेट विवर्तनिकी सिद्धान्त द्वारा सबसे अच्छी तरह की जाती है।
- पृथ्वी के इतिहास में जो तीन प्रमुख पर्वतन काल अभिलिखित हैं वे हैं– कैम्ब्रियनपूर्व पर्वतन, हर्सिनियन पर्वतन और तृतीयक अथवा अल्पाइन अथवा हिमालयी पर्वतन।

15.7 क्रियाकलाप

1. विश्व का एक नक्शा लें और इससे महाद्वीपों को काटें। पुनः इन टुकड़ों को सापेक्षिक स्थितियों में व्यवस्थित करें। सन्निकट महाद्वीपों को व्यवस्थित करने की कोशिश करें और आप देखेगें कि ये सभी एक एकल वृहत् महाद्वीप (जिसे पैंजिया कहा जाता है) की तरह व्यवस्थित हो जाते हैं।

15.8 सात्रिक प्रश्न

1. महाद्वीपीय विस्थापन के सिद्धान्त की विवेचना करें। महाद्वीपीय विस्थापन के समर्थन में प्रमाण दें।
2. वेजेनर और अर्थर होल्म्स के दिए अनुसार महाद्वीपों के विस्थापन के लिए उत्तरदायी बलों की व्याख्या कीजिए।
3. समुद्र अधस्तल विस्तारण की व्याख्या कीजिये और समुद्र अधस्तल विस्तारण के लिए प्रेरक क्रियाविधि की विभिन्न अवधारणाओं की चर्चा करें।
4. पर्वत निर्माण के कारणों के लिए समय के साथ विभिन्न सिद्धांत किस प्रकार विकसित हुए, संक्षेप में बताऐं।

15.9 सन्दर्भ

- De Sitter, L.U. (1956) Structural Geology, McGraw-Hill Book Company.
- http://indiana.edu/~g105lab/1425chap13.htm
- http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/topomap.html
- http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/glomar.html
- http://www.age-of-the-sage.org/plate_tectonics/continental_drift.html

(वेबसाइट 25 नवम्बर 2013 और 4 दिसम्बर 2013 के बीच देखे गये)

15.10 आगे / प्रस्तावित अध्ययन

- http://pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html.
- Kearey, P. and Vine, F.J. (2009) Global Tectonics, 3rd Edition. Blackwell Science Ltd.

15.11 उत्तर

बोध प्रश्न

1. a) सभी महाद्वीपों का सम्मिलन यानि एक वृहत्महाद्वीप "पैंजिया" (ग्रीक में अर्थ सम्पूर्ण धरती) और अवशेष महासागरीय भाग "पैन्थालसा" (ग्रीक में अर्थ सभी महासागर) है ।

   b) ज्यामितीय पुनर्निर्माण, भूवैज्ञानिक प्रमाण, पुराजलवायु, जीवाश्मिकीय, समुद्र अधस्तल विस्तारण और पुराचुम्बकत्व प्रमाण।

   c) कृपया उपअनुभाग 15.7 का सन्दर्भ लें और शैल की आयु, असामान्य चुम्बकत्व, वेधन तथा निकर्षण और असामान्य ताप का उच्च मान आदि के बारे में संक्षिप्त विवेचन करें।

2. a) स्थलमंडलीय

   b) रेडियोधर्मी ताप

   c) ताप ऊष्मा प्रवाह

   d) नतिलम्ब सर्पण / रूपान्तर भ्रंश

सात्रिक प्रश्न

1. कृपया अनुभाग 15.2 और 15.2.1 का सन्दर्भ लें।
2. कृपया उपअनुभाग 15.2.2 का सन्दर्भ लें।
3. आपके उत्तर में 15.3 और 15.3.2 के मुख्य पहलुओं को अवश्य सम्मिलित होना चाहिए।

4. कृपया अनुभाग 15.4 का सन्दर्भ लें। आपके उत्तर में संकुचन परिकल्पना, प्रसार परिकल्पना, महाद्वीपीय विस्थापन परिकल्पना, दोलन और उर्ध्वतरंगण परिकल्पना, संवहन धारा परिकल्पना और प्लेट विवर्तनिकी सिद्धान्त आदि को शामिल होना चाहिये।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

इकाई 16

प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत

इकाई की रूपरेखा

16.1 प्रस्तावना
अपेक्षित लक्ष्य
16.2 प्लेट विवर्तनिकी के मूल संविचार
16.3 स्थलमंडलीय प्लेटें
16.4 पृथ्वी के प्लेटों की पहचान
विवर्तनिक प्रक्रियाओं से संबधित अवलोकित तथ्य
विश्व की वृहत् प्लेटें
प्लेट सीमा एवं प्लेट किनारे
16.5 प्लेट विवर्तनिकी का मूल सिद्धांत
16.6 विभिन्न प्लेट सीमाओं से संबंधित लक्षण
16.7 महत्वपूर्ण प्रक्रियाओं की प्लेट विवर्तनिकी व्याख्या
भूकंप
ज्वालामुखी
महाद्वीपीय विस्थापन एवं समुद्र अधस्तल विस्तारण
पर्वत निर्माण
16.8 हिमालय की उत्पत्ति
16.9 सारांश
16.10 क्रियाकलाप
16.11 सान्त्रिक प्रश्न
16.12 संदर्भ
16.13 आगे/प्रस्तावित अध्ययन
16.14 उत्तर

16.1 प्रस्तावना

पिछली ईकाई में हम 'प्लेट विवर्तनिकी' (plate tectonics) शब्द से परिचित हुए थे। 'टेक्टोनिक्स' शब्द की उत्पत्ति ग्रीक शब्द *'टेक्टोन'* से हुई है जिसका अर्थ है निर्माता। संभव है कि आपने इस शब्द को रेडियो या टेलीविजन पर प्राकृतिक आपदाओं जैसे भूकंप, सुनामी, ज्वालामुखी आदि प्रक्रियाओं पर चर्चा के दौरान सुना हो। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्लेट विवर्तनिकी को एक ऐसा व्यापक सिद्धांत माना जाता है जो महाद्वीपीय विस्थापन, ज्वालामुखी, वलन, भ्रशंन, पर्वतन जैसी प्रक्रियाओं– जिन्होंने धरती पर आज दिखाई पड़ने वाले भूदृश्यों को उनके वर्तमान रूप में रूपांतरित किया है, की अनेक जटिलताओं की व्याख्या करने में समर्थ है।

प्लेट विवर्तनिकी, जिसे **भूविवर्तनिकी** भी कहा जाता है, को पृथ्वी विज्ञान में एक मूलभूत अवधारणा के रूप में माना जाता है। बीसवीं शताब्दी के साठ के दशक में यह अवधारणा लोकप्रिय होने लगी थी। 1970 के दशक के आरम्भ में **प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत** के प्रदुर्भाव ने पृथ्वी विज्ञान में एक क्रांति की शुरूआत कर दी। पृथ्वी विज्ञान से संबन्धित अध्ययनों में यह सिद्धांत एक मील के पत्थर जैसा है जिसे विज्ञान के तीन अधिकतम आकर्षक विकासों में से एक माना जाता है। भूविज्ञान के लिए प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत उतना ही महत्वपूर्ण साबित हुआ है जितना भौतिकी एवं रसायन के लिए परमाणु की खोज एवं

जीव विज्ञान के लिए विकासवाद सिद्धांत अथवा डीएनए की व्याख्या महत्वपूर्ण है। प्लेट विवर्तनिकी के आधार पर विभिन्न प्रक्रियाओं जैसे भूंकप, समुद्र अधस्तल का विस्तारण आदि की समुचित व्याख्या करना सम्भव हो सका है।

समुद्र अधस्तल विस्तारण परिकल्पना अत्यन्त प्रभावी रही क्योंकि इसने प्लेट विवर्तनिकी रिद्धांत के उद्भव के लिए मंव तैयार कर दिया था। हम इकाई 15 पर्वत निर्माण के सिद्धांत में महाद्वीपीय विस्थापन के बारे में पढ़ चुके हैं। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत को अल्फ्रेड वेजेनर द्वारा प्रतिपादित महाद्वीपीय प्रवाह का आधुनिक रूप भी माना जा सकता है। आइए इस इकाई में अब हम प्लेट विवर्तनिकी के रिद्धांत के बारे में कुछ विस्तार से जानें।

अपेक्षित लक्ष्य

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात् आप निम्नलिखित में सक्षम होंगे :

- ❖ प्लेट विवर्तनिकी के मूल संविचार की विवेचना करने में;
- ❖ आधुनिक उदाहरणों सहित स्थलमंडलीय प्लेटों की प्रकृति एवं प्रकार का वर्णन करने में;
- ❖ विभिन्न प्रकार की प्लेट सीमाएं एवं उनसे जुड़ी विशेषताओं की व्याख्या करने में;
- ❖ भूकंप, ज्वालामुखी, महाद्वीपीय विस्थापन एवं समुद्र अधस्तल विस्तारण और पर्वत निर्माण, आदि घटनाओं के कारण का मूल्यांकन करने में; और
- ❖ हिमालय के उद्भव की व्याख्या करने में।

16.2 प्लेट विवर्तनिकी के मूल संविचार

आइये अब हम प्लेट विवर्तनिकी के मूल संविचारों का अध्ययन करें।

संसार के कुछ विशिष्ट क्षेत्रों में ही भूकंप एवं ज्वालामुखी जैसी प्रक्रियाएं क्यों पायी जाती हैं? तथा हिमालय एवं आल्प्स जैसे विशाल पर्वतों का निर्माण कैसे और क्यों हुआ? इस प्रकार के अवलोकनों एवं उनके वैज्ञानिक उत्तर पाने की जिज्ञासा हमेशा ही रही है।

इस संदर्भ मे इकाई 4 भूकंप एवं ज्वालामुखी का उल्लेख आवश्यक है, जिसमे हम **"परि शांत अग्नि मेखला"** (ring of fire or circum-pacific belt) का अध्ययन कर चुके हैं।

अल्फ्रेड वेजेनर के महाद्वीपीय विस्थापन की परिकल्पना ने ही प्लेट विवर्तनिकी की अवधारणा की नींव रखी थी जिसका क्रमिक विकास हैरी हेस के समुद्र अधस्तल विस्तारण (sea floor spreading) तथा आर्थर होल्म्स के संवहन तरंगों की परिकल्पना के कारण हुआ। इन तीनों सिद्धांतो के संयुक्त अध्ययन के फलस्वरूप ही प्लेट विवर्तनिकी की जटिलता एवं उससे संबद्ध भूगर्भीक घटनाओं को समझना संभव हुआ। यह तथ्य महत्वपूर्ण है कि हैरी हेस के समुद्र अधस्तल विस्तारण तथा आर्थर होल्म्स के संवहन तरंगों (Convection Currents) की परिकल्पना में कुछ त्रुटियाँ थीं जिनका परिमार्जन प्लेट विवर्तनिकी के कारण ही संभव हो सका।

अब हम प्लेट विवर्तनिकी को भली भांति समझने के लिए कुछ आधारभूत संविचारों से परिचित होते हैं :

- समुद्र अधस्तल विस्तारण, सक्रिय **मध्य महासागरीय कटकों** (Mid Oceanic Ridges) की मध्य रेखा पर होने वाली सतत् घटना है जिसमें अनियमित रेखीय स्त्रोतों के माध्यम से नवीन सागरीय पर्पटी का सतत् निर्माण होता रहता है। मध्य महासागरीय कटक सागरों में पाये जाने वाले पानी के नीचे कटक प्रणाली है।
- संवहन धाराओं का प्रसार संचरण भूगर्भ में सतत् सक्रिय प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया का अध्ययन हम इकाई 15 मे कर चुके हैं। हाँलाकि होम्स द्वारा प्रतिपादित मत के विपरीत इन उपरिगमी संवहन धाराओं का उदद्भव न तो रेडियोधर्मिता के कारण हुआ है और न ही न कि ताप प्रवणता (thermal gradient) के कारण। इन संवहन धाराओं की उत्पत्ति वास्तव में प्रावार एवं बाह्य क्रोड की सीमा पर होती है जहां तापमान अत्यधिक होता है।
- प्लेट विवर्तनिकी का सिद्धांत मानता है कि भूवैज्ञानिक इतिहास में महाद्वीपीय विस्थापन हुआ है तथा यह प्रक्रिया अब भी हाती रहती है। इस अवधारणा का मूलभूत विचार यह है कि पृथ्वी पर महाद्वीपों की वर्तमान अवस्थिति स्थायी नहीं है अपितु सतत् परिवर्तनशील है।
- पृथ्वी के सतह का कुल क्षेत्रफल लगभग सुनिश्चित है तथा इसमें यदि कोई बदलाव होता भी हो तो वह नगण्य है।
- हम इस पाठ्यक्रम के खंड 1 में पृथ्वी के तीन प्रमुख भागों – पर्पटी, प्रावार एवं क्रोड का अध्ययन कर चुके हैं। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत स्थलमंडल को महत्व देता है जिसमें भूपर्पटी तथा ऊपरी प्रावार के कुछ भाग शामिल हैं। 'प्लेट' स्थलमंडल के सुदृढ़ खंड हैं जो दुर्बलतामंडल के ऊपर गतिशील होते हैं तथा इनकी गतिशीलता भूमंडल पर अनेक विवर्तनिक प्रक्रियाओं के लिए उत्तरदायी है।

आइए, अगले भाग मे हम स्थलमण्डल, दुर्बलतामंडल एवं स्थलमंडलीय प्लेटों के बारे में कुछ और जानकारी प्राप्त करते हैं :

16.3 स्थलमंडलीय प्लेटें

खंड 1 इकाई 3 पृथ्वी की संरचना एवं संयोजन में हम स्थलमण्डल, दुर्बलतामंडल आदि से परिचित हो चुके हैं। आइये हम प्लेट विवर्तनिकी के संदर्भ में इन शब्दों को पुनः दोहराते हैं :

स्थलमंडल : यह **दुर्बलतामंडल** के ऊपर स्थित पृथ्वी का वह खंड है जो कि पर्पटी एवं उपरी प्रावार के हिस्से से निर्मित होता है (चित्र 16.1)। स्थलमंडल बाहरी पृथ्वी का एक अपेक्षाकृत शीतल एवं सुदृढ़ खोल होता है। महासागर, महाद्वीप एवं पर्वत इसी स्थलमंडल के ऊपरी हिस्से यानि पर्पटी पर स्थित होते हैं। स्थलमंडल की निचली सीमा दुर्बलतामंडल तक होती है, जिसकी विस्तृत चर्चा इसी भाग में हम आगे करेगें।

- **स्थलमंडलीय प्लेटें** : पृथ्वी, स्थलमंडल के अनेक टुकड़ों से मिलकर बनी है जिन्हें स्थलमंडलीय प्लेटों के रूप में जाना जाता है। इन स्थलमंडलीय प्लेटों को **विवर्तनिक प्लेट** अथवा **प्लेट** के नाम से भी जाना जाता है। आइए इसकी समरूपता को एक फुटबाल की गेंद के साथ देखें। विवर्तनिक प्लेटों की तुलना हम चमड़े के उन टुकड़ों से कर सकते हैं जिन्हें परस्पर जोड़कर फुटबाल की गेंद बनती है। वैज्ञानिक इन प्लेटों की सीमा का निर्धारण पृथ्वी पर अवलोकित विवर्तन की प्रक्रियाओं द्वारा करते हैं (न कि महासागर या महाद्वीप द्वारा)।

- **स्थलमंडलीय प्लेटों की मोटाई** : हम इस तथ्य से भली भांति परिचित हैं कि तापमान और दाब पृथ्वी मे गहराई की ओर जाने से निरंतर बढ़ता है। ताप एवं दाब के मध्य का संतुलन ही चट्टानों की भौतिक अवस्था (ठोस, द्रव अथवा अर्ध ठोस) में परिवर्तन का कारक है। प्रयोगों से प्रमाणित होता है कि लगभग 1400°C तापमान पर स्थलमंडलीय प्लेटों का पिघलना प्रारम्भ हो जाता है और यहीं से दुर्बलतामंडल की शुरुआत होती है। स्थलमंडलीय प्लेटों की निचली सीमा 100 कि.मी. की औसत गहराई पर पायी जाती है। यह स्मरणीय है कि दुर्बलतामंडल के ऊपर स्थित स्थलमंडलीय प्लेटों की मोटाई सर्वत्र एक समान नहीं होती अपितु स्थान के साथ बदल सकती है। यह मोटाई महासागरीय प्लेटों में अपेक्षाकृत कम होती है तथा महाद्वीपीय प्लेटों में ज्यादा जो कि (300 कि.मी.) तक हो सकती है (चित्र 16.1)।

- **स्थलमंडलीय प्लेटों के कार** : अब तक हम इस तथ्य से अवगत हो चुके हैं कि स्थलमंडलीय प्लेटें पर्पटी एवं प्रावार के ऊपरी हिस्से से मिलकर बनी हैं। चूंकि पर्पटी पर महासागरों एवं पर्वतों के रूप में अत्याधिक उच्चावच्च उपस्थित है अतः यह कहा जा सकता है कि स्थलमंडलीय प्लेटें ही महासागरों एवं पर्वतों को भी धारण करती हैं।

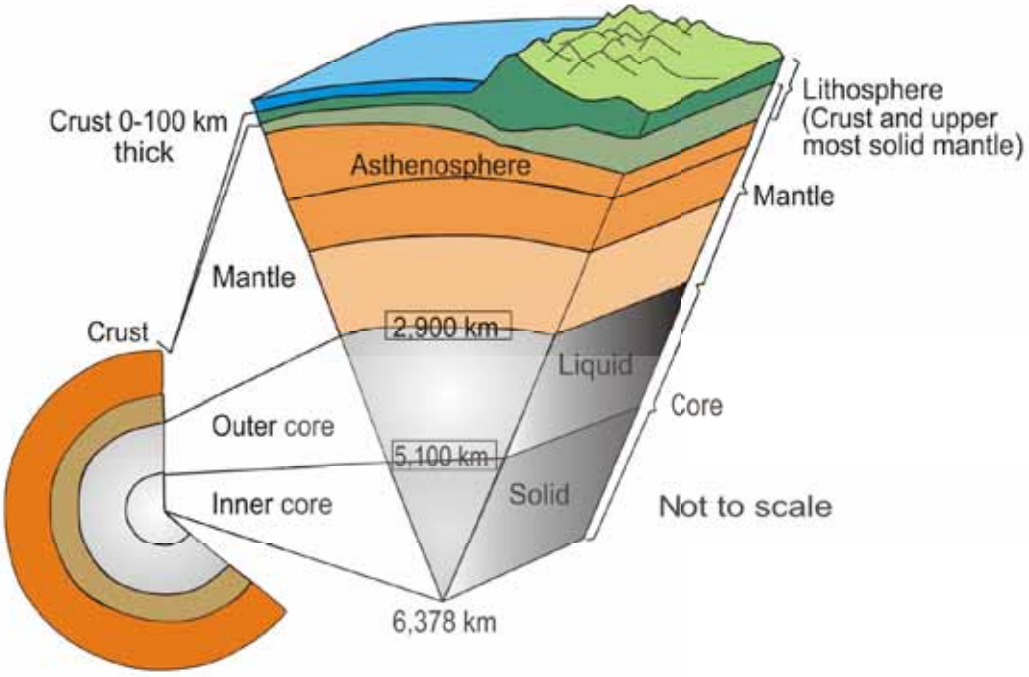
  स्थलमंडलीय प्लेटें निम्न तीन प्रकार की होती हैं :

  महासागरीय प्लेटें पूर्णतया पर्पटी के महासागरीय भाग से बनी होती हैं। इनका गठन **साइमा** (Sima) से होता है। प्रशांत प्लेट (Pacific Plate) महासागरीय प्लेट का एक उदाहरण है।

  महाद्वीपीय प्लेटें पूर्णतया पर्पटी के महाद्वीपीय भाग से बनी होती हैं। इनका ऊपरी भाग **सियाल** (SiAl) तथा निचला भाग **साइमा** (SiMa) से बना होता है।

  महाद्वीपीय–महासागरीय प्लेटे महाद्वीप के साथ–साथ महासागरीय पर्पटी को भी मिलाकर बनी होती है। महाद्वीपीय भाग सियाल तथा साइमा दोनों से मिलकर बना होता है जबकि महासागरीय भाग केवल साइमा द्वारा निर्मित होता है। विश्व की प्रमुख प्लेटों में अधिकतर (प्रशांत प्लेट को छोड़कर) महाद्वीप–महासागरीय प्लेटें हैं।

- **दुर्बलतामण्डल** : *एस्थेनोस* शब्द दो ग्रीक भाषा के शब्दों से मिलकर बना है 'ए' मतलब 'बिना' और *'स्थेनोस'* मतलब है 'ताकत'। यह पृथ्वी का वह परत अथवा खोल है जो कि स्थलमंडल से ठीक नीचे लगभग 100 किमी गहराई से प्रारम्भ होकर 350 किमी तक की गहराई तक हो सकता। यह जोन अर्ध–श्यान (semi viscous) प्रावस्था में पाया जाता है तथा इसे निम्न वेग ज़ोन (Low velocity zone एल वी जेड) के नाम से भी जाना जाता है क्योंकि **भूकंपीय तरंगों** की गति इस जोन में कम हो जाती है। स्थलमंडल के ठीक नीचे पाया जाने वाला दुर्बलतामंडल लगभग 180 कि.मी. मोटा पृथ्वी का एक सुघट्य भाग हैं जो अंशतः प्रचलित शैलों (partially molten rocks) से बना होता है। दुर्बलतामंडल की अधिकतम गहराई अब तक ज्ञात सबसे गहरे भूकंप (लगभग 700 किमी) के आधार पर परिभाषित होती है।



चित्र 16.1: स्थलमंडल (lithosphere) तथा दुर्बलतामंडल (asthenosphere) को दर्शाती पृथ्वी की आंतरिक संरचना। (स्रोत : https://igs.indiana.edu/Geothermal)

16.4 पृथ्वी के प्लेटों की पहचान

पिछले भाग मे हम यह भली भांति जान चुके हैं कि प्लेटों को स्थलमंडल का एक सुदृढ़ भाग माना जाता है अतः इन प्लेटों के भीतरी भाग में विवर्तनिक घटनाओं की अधिक उम्मीद नहीं करते। लेकिन प्लेट के किनारों या सीमावर्ती भागों के लिए हम ऐसा नहीं पाते हैं। वस्तुतः सक्रिय विवर्तनिकी विवर्तन की गतिविधियां प्लेटों की सीमाओं पर देखी जाती हैं जो कि दो प्लेटों के परस्पर सापेक्ष व्यवहार एवं गतेविधियों पर निर्भर करती हैं। इसका अभिप्राय यह है कि पृथ्वी पर विवर्तनिक प्रक्रिया वाले जोन प्लेट सीमाओं के पास अवस्थित होते हैं।

इसके पूर्व कि हम पृथ्वी पर विद्यमान प्लेटों की पहचान करे, आइये हम विवर्तनिकी से सम्बद्ध कुछ अवलोकित तथ्यों एवं प्रक्रियाओं पर चर्चा करें।

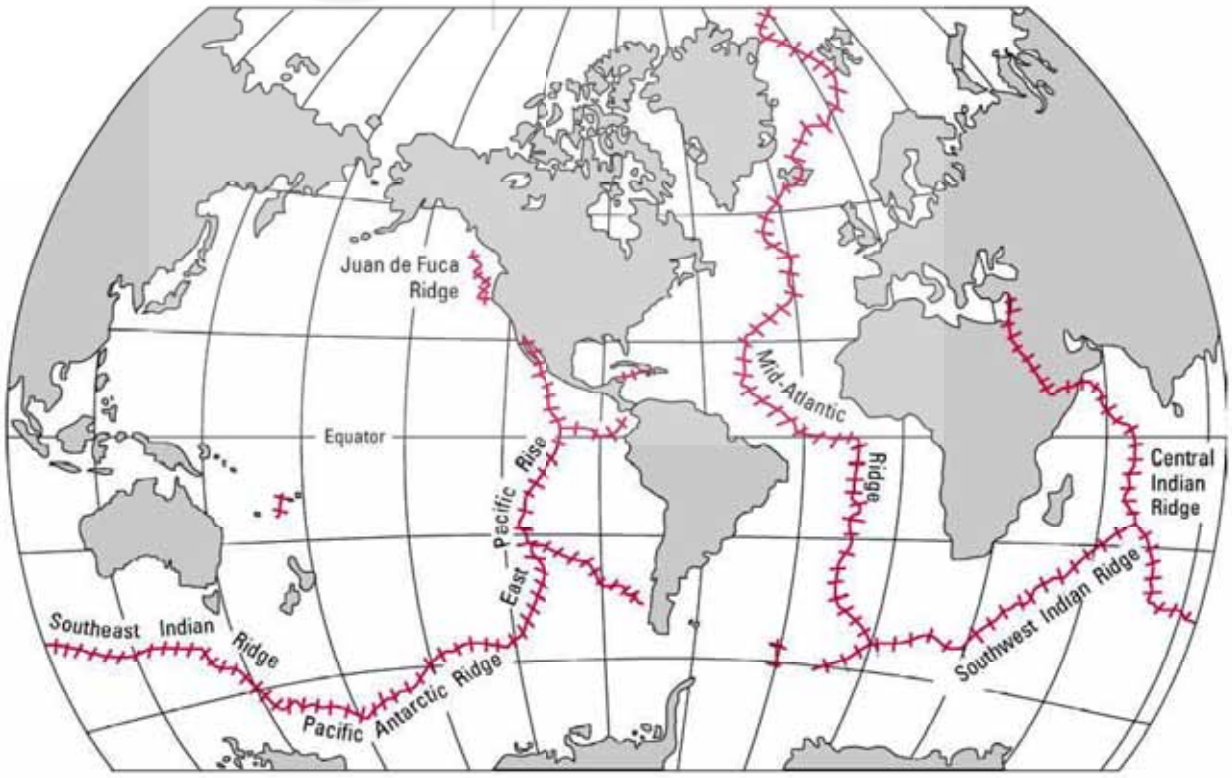
16.4.1 विवर्तनिक प्र ियाओं से संबधित अवलोकित तथ्य

महासागरों के बीच विद्यमान रेखीय कटकों को मध्य महासागरीय कटकों (Mid Oceanic Ridges या MORs) के नाम से जाना जाता है (चित्र 16.2)। शांत प्रकृति के ज्वालामुखी उद्गार इन मध्य महासागरीय कटकों (MORs) पर सतत् रूप से करते रहते हैं।

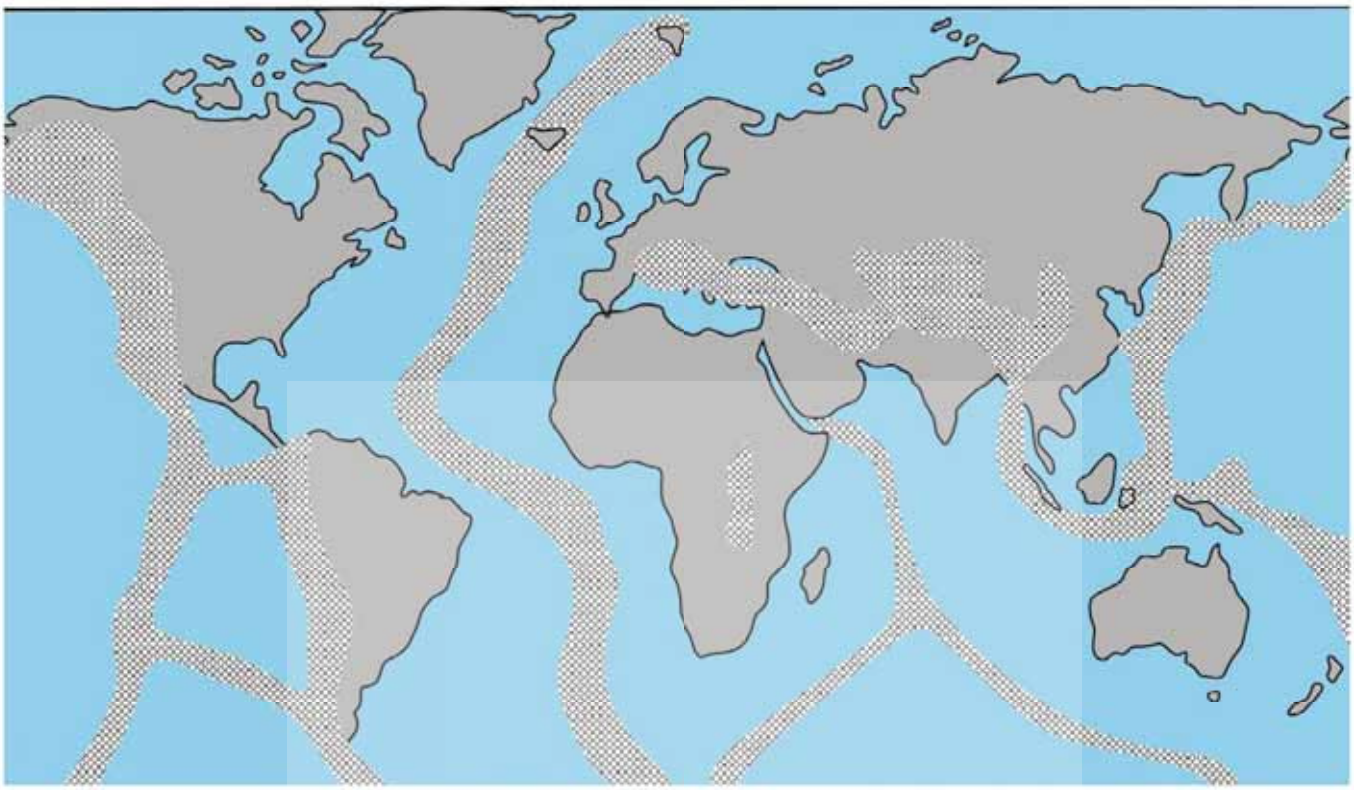
- मध्य महासागरीय कटकों के अनुदिश अनेक उथले भूकंप मूल (shallow focus earthquake) के अभिकेंद्र (epicenter) पाये जाते हैं (चित्र 16.3)।
- मध्य महासागरीय कटकों के दोनों ओर पायी जाने वाली समुद्र तलीय चट्टानों (ocean floor rocks) की आयु में समरूपता में सममिति (symmetry) पायी जाती है। कटकों के निकटवर्ती चट्टानों की आयु कम तथा कटकों से दूरस्थ (महाद्वीपों के समीपवर्ती) चट्टानों की आयु अधिक पायी जाती है (चित्र 16.4)।

- पृथ्वी पर कहीं भी समुद्र अधस्तलीय चट्टानों की आयु 280 मिलियन वर्ष से ज्यादा नहीं होती। इसके विपरीत महाद्वीपीय चट्टानों की आयु 4000 मिलियन वर्ष से भी अधिक पायी जाती है (चित्र 16.4)।
- प्रशांत महासागर (Pacific Ocean) के चारों ओर से सक्रिय ज्वालामुखियों से घिरा है। ये ज्वालामुखी प्रशांत महासागर की परिधि पर चारों ओर इस प्रकार वितरित हैं कि इन्हे प्रायः 'अग्नि मेखला' (ring of fire) के नाम से जाना जाता है। गहरे मूल वाले भूकंपों में से अधिकतर इस क्षेत्र मे पाये जाते हैं (चित्र 16.5)।
- प्रशांत महासागर में विद्यमान ज्वालामुखीय द्वीपों (volcanic islands) का वितरण बेतरतीब न होकर एक चाप (arc) के आकार मे पाये जाते हैं। अतः इन द्वीपों के समूह को 'द्वीपीय चाप' (island arc) कहा जाता है। प्रशांत महासागर मे द्वीपीय चाप एवं गहरी समुद्री खाइयाँ (deep sea trenches) एक दूसरे के निकट एवं समानान्तर पाये जाते हैं (चित्र 16.6)। समुद्री खाइयों की अपेक्षा ये द्वीपीय चाप महाद्वीप के किनारों से अधिक निकट होते हैं।

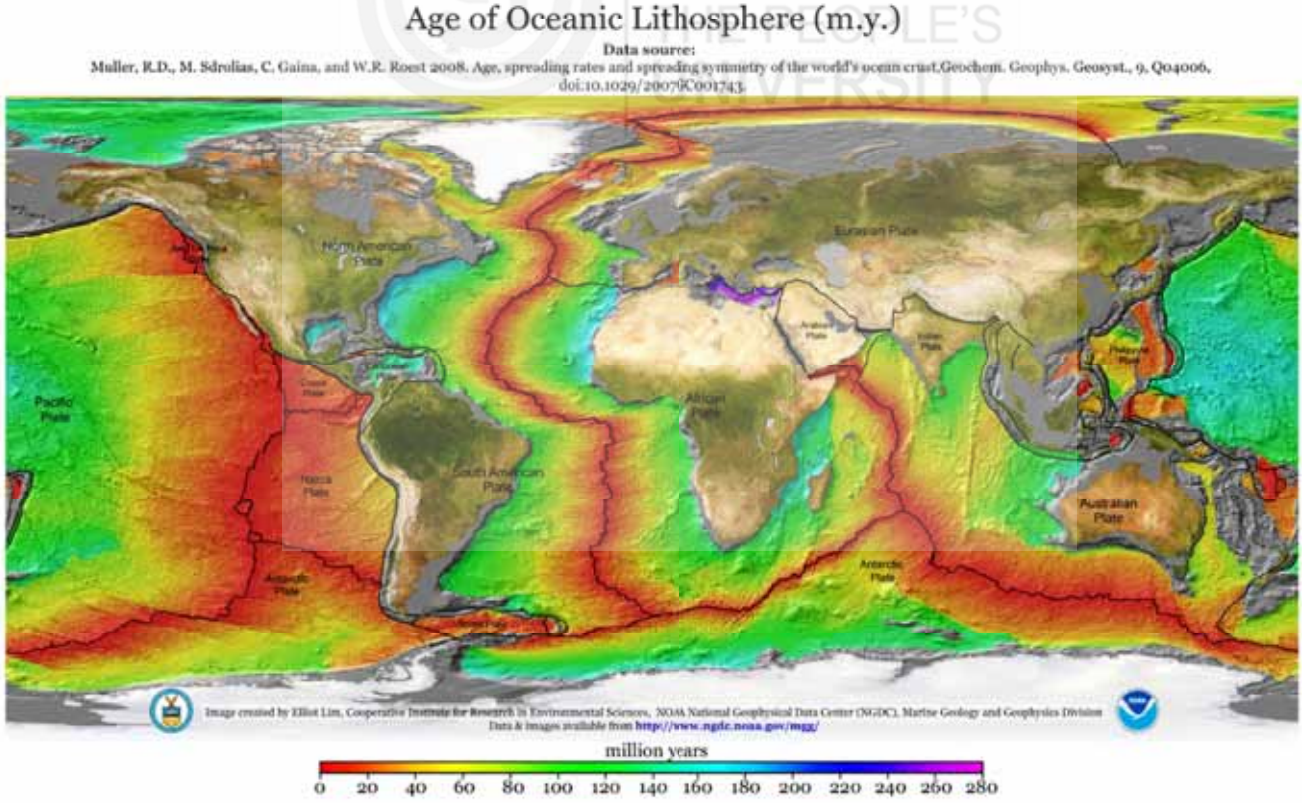
ऊपर वर्णित तथा भूवैज्ञानिकों द्वारा अवलोकित अन्य दूसरे तथ्यों ने – जो भूकंप वितरण, ज्वालामुखी सक्रियता, गहरी समुद्री खाइयों, समुद्र द्वीपों के वितरण एवं संरेखण, पर्वत श्रृखलाओं, पुराचुम्बकत्व, ध्रुवीय भ्रमण इतिहास, पुराजलवायु परिस्थितियों एवं जीवाष्म इत्यादि से संबधित हैं, विश्व की विभिन्न प्लेटों की सीमाएं निर्धारित करने में सहायता की है। पुराचुम्बकत्व शैलों, अवसादों एवं पुरातात्विक वस्तुओं में दर्ज पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के अभिलेखों का अध्ययन है। हमने पढ़ा है कि ध्रुवीय परिभ्रमण भूवैज्ञानिक काल खंड में पृथ्वी के ध्रुवों का प्रवासन (migration) होता है। अब तक सात वृहत् एवं कई दूसरे छोटे प्लेटों को पहचाना जा सका है। अगले उपअनुभाग में इनके बारे में हम और जानकारी प्राप्त करते हैं।



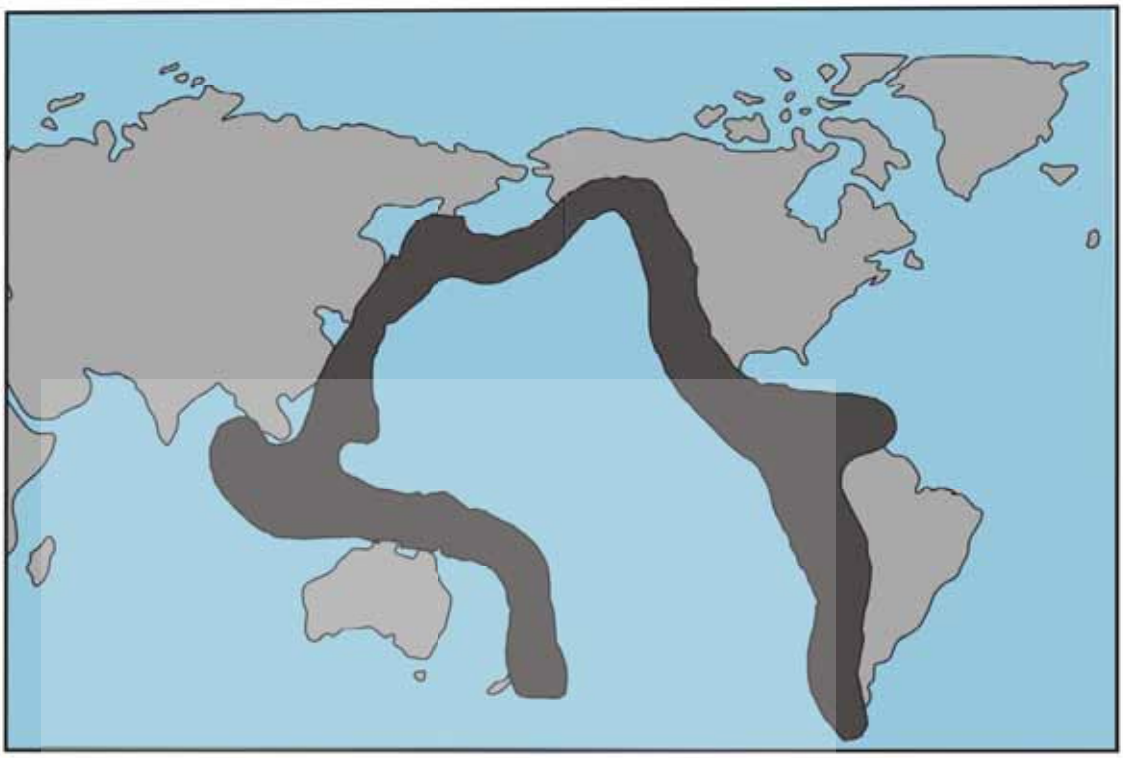
चित्र 16.2: मध्य महासागरीय कटक (लाल रेखाओं से प्रदर्शित) सागर अधस्तल पर पायी जाने वाली उच्च भूमि अथवा पर्वत हैं जो पानी के भीतर ही अवस्थित होते है। (स्रोत: www.eoEarth.org/view/article/164696)



चित्र 16.3: छिछले एवं मध्यम गहराई के भूकंपों के अधिकेंद्र। ध्यान दीजिए कि अधिकांश अधिकेंद्र मध्य महासागरीय कटकों के अनुदिश स्थित हैं।



चित्र 16.4: समुद्र अधस्तलीय शैलों की आयु। ध्यान दीजिए कि मध्य महासागरीय कटकों के निकट कम आयु की तथा कटकों से दूर अधिक आयु की शैलें अवस्थित हैं। (स्रोत: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/2008_age_of_oceans_plates.jpg)



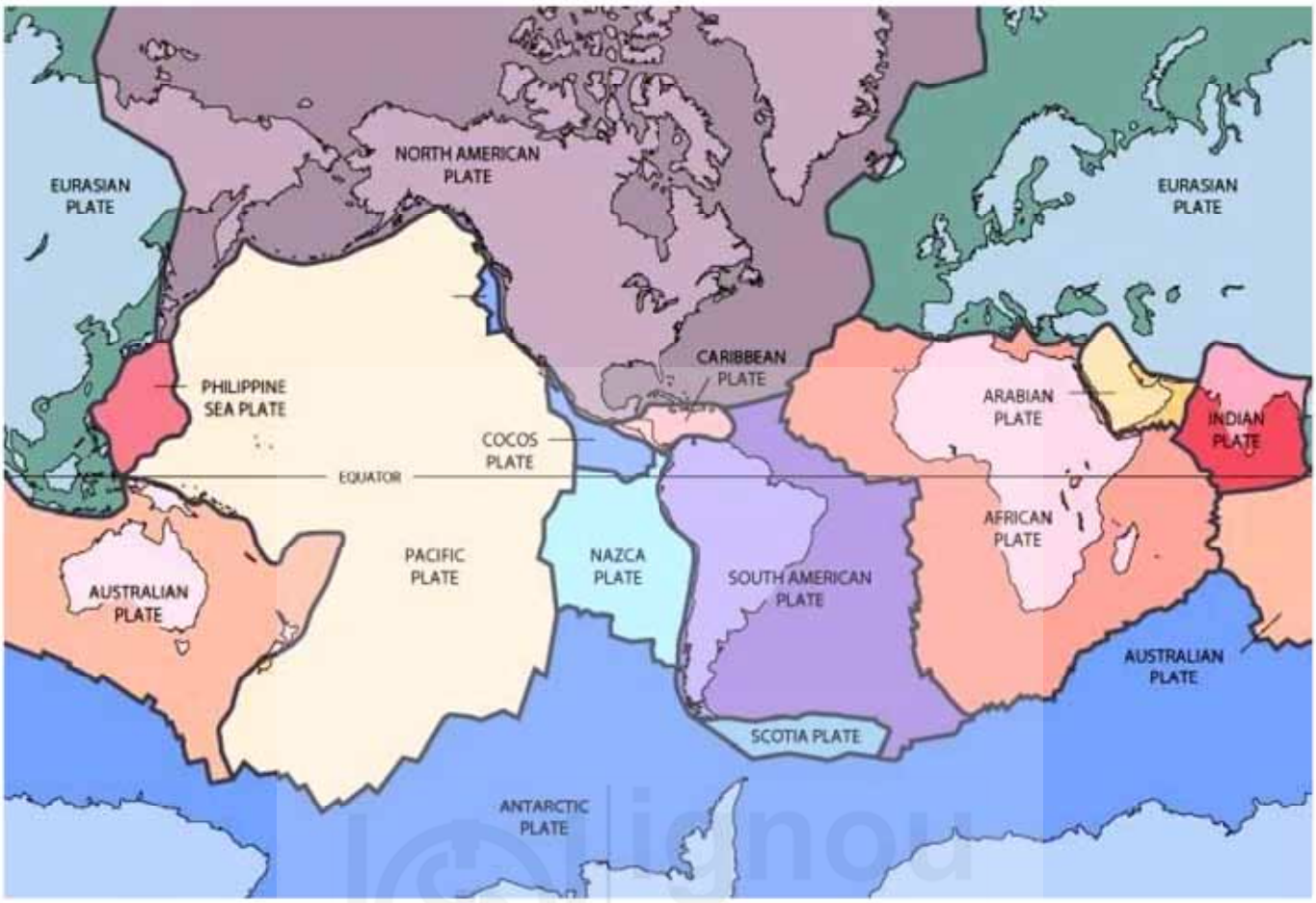
चित्र 16.5: प्रशांत महासागर के चारों ओर वितरित 'अग्नि मेखला'। इसे ऐसा नाम इसलिए दिया गया है क्योंकि इस क्षेत्र में सक्रिय ज्वालामुखी बहुलता से पाये जाते हैं। ये ज्वालामुखीय द्वीप चाप के समान वक्र रेखा के अनुदिश हैं। ध्यान दीजिए, कि गहरी समुद्री खाईयां भी इन द्वीप चापों तथा अग्नि मेखला के समानांतर पायी जाती हैं।

16.4.2 विश्व की वृहत् प्लेटें

वर्तमान विन्यास के अनुसार पृथ्वी पर सात प्रमुख प्लेटें विद्यमान हैं जो 107 वर्ग कि.मी. से अधिक क्षेत्रफल वाली हैं (चित्र.16.6)।

1. यूरेशियन प्लेट (Eurasian Plate)
2. उत्तरी अमेरिकी प्लेट (North American Plate)
3. दक्षिण अमेरिकी प्लेट (South American Plate)
4. अफ्रीकी प्लेट (African Plate)
5. भारतीय–आस्ट्रेलियाई प्लेट (Indo-Australian Plate)
6. प्रशांत प्लेट (Pacific Plate)
7. अंटार्कटिक प्लेट (Antarctica Plate)

इन सात वृहत् प्लेटों के अतिरिक्त 20 लघु प्लेटें भी विद्यमान हैं जिंनमे से – नाजका (Nazca), स्काटिया (Scotia), फिलिपाइन (Philippines), कैरेबियन (Caribbean), कोकोस (Cocos), जुआन डि फ्यूका (Juan de Fuca), अरेबियन (Arabian) आदि प्लेटें प्रमुख हैं।



चित्र 16.6: विश्व की वृहत् प्लेटें (स्रोत : http://indiana.edu/~g105lab/1425chap13.htm)

आइये हम चित्र 16.6 का अवलोकन करें तथा विश्व के महासागर तथा महाद्वीपों से तुलना करते हुए प्लेटों की सीमा के आधार पर इन प्लेटों की प्रकृति को जानने का प्रयास करें कि वे महाद्वीपीय (continental), महासागरीय (oceanic) अथवा महाद्वीपीय–महासागरीय (continent - oceanic) हैं। अब हम प्लेट सीमाएं तथा प्लेट किनारों के बारे में कुछ और पढ़ेगें।

16.4.3 प्लेट सीमा एवं प्लेट किनारा

आइए अब हम विवर्तनिकी की अवधारणा के कुछ ध्यानाकर्षित करने वाले पहलुओं का विवेचन करें।

अब हम प्लेट सीमा (plate boundary) तथा प्लेट किनारा (plate margin) के बीच के अन्तर को सुस्पष्ट करेगें।

प्लेट सीमा वह सतह है जो गति करने वाले प्लेटों के बीच उभयनिष्ठ होती है। दो प्लेट किनारे एक उभयनिष्ठ प्लेट सीमा पर मिलते हैं। प्लेट किनारा किसी एक प्लेट विशेष के किनारे वाला अथवा बाहरी भाग होता है।

आइए अब हम प्लेटों के मध्य पारस्परिक अन्तर्सम्बद्धों (mutual interactions) के आधार पर तीन मूलभूत प्रकार के प्लेट किनारों अथवा प्लेट सीमाओं के बारे में पढ़ते हैं :

- **अपसारी प्रकार** (Divergent type): जहाँ दो प्लेटें एक दूसरे से दूर जाती हैं। इस प्रकार की सीमा को रचनात्मक (constructive or accreting) प्लेट सीमा भी कहा जाता है।

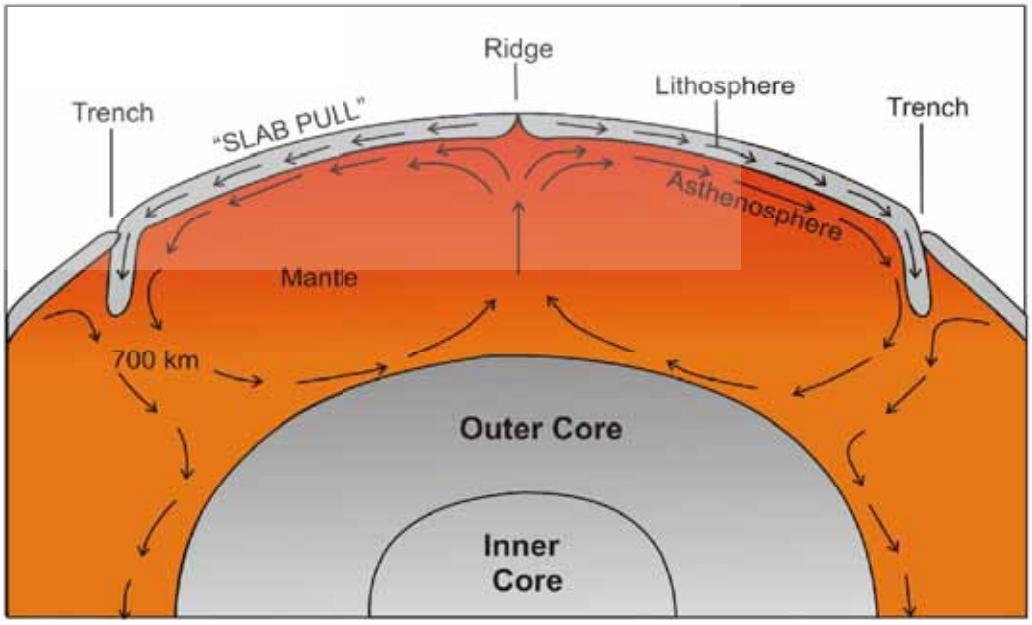
- **अभिसारी प्रकार** (Convergent type) : जहां दो प्लेटें एक दूसरे की ओर गति करती है। इस सीमा को विनाशात्मक (destructive) प्रकार भी कहा जाता है।
- **रूपांतर भ्रंशन या संरक्षी प्रकार** (Transform fault or conservative type): जहाँ दो प्लेटें न तो अपसारी और न ही अभिसारी गति में हों अपितु वे एक दूसरे के सम्पर्क में रहते हुए अगल–बगल की दिशा में गतिशील हों। इस प्रकार की प्लेट सीमा को संरक्षी प्लेट सीमा कहा जाता है।

इन तीन सीमाओं के बारें में अगले अनुभाग के 5, 6, 7 और 8 बिंदुओं को देंखें।

16.5 प्लेट विवर्तनिकी का मूल सिद्धांत

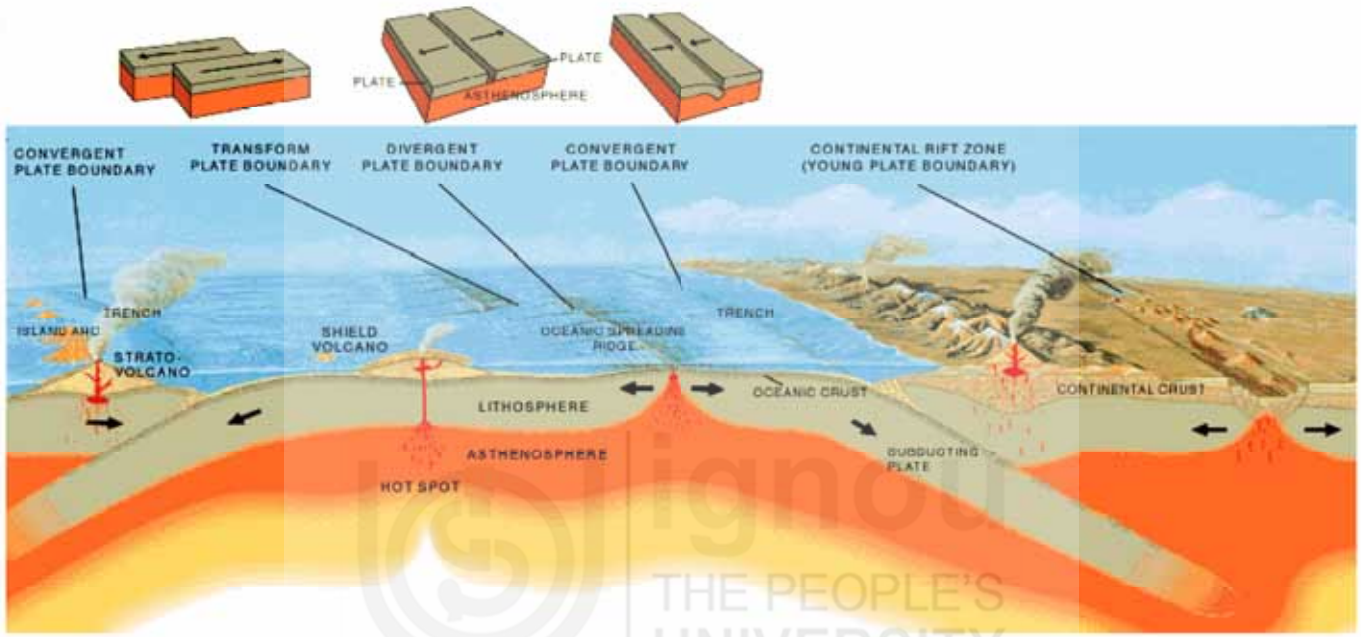
आइए, अब हम प्लेट विवर्तनिकी के कार्यकारी सिद्धांतों का अध्ययन करते हैं।

1. स्थमंडलीय प्लेटें दुर्बलतामंडल के ऊपर तैरती हैं जो संवहन धाराओं के कारण क्षैतिज दिशा में गति करती हैं। इन संवहन धाराओं की उत्पत्ति प्रावार–क्रोड की सीमा पर होती है तथा जो वृत्ताभी गति करते हुए, दक्षिणावर्ती अथवा वामावर्ती दिशाओं में बहती हैं।
2. यदि दो समीपवर्ती वृत्ताकार संवहन धाराएं गति करते हुए एक दूसरे की ओर आती हैं तो इनके ऊपर तैरते प्लेट भी एक दूसरे की ओर आने लगते हैं। जहां दो समीपवर्ती संवहन धाराएं विपरीत दिशाओं में बहती हैं तो ऐसी दशा में उन पर तैरती प्लेटें भी वितरित दिशाओं में अपसारी गति करती हैं (चित्र 16.7)।
3. मध्य महासागरीय कटको (Mid Oceanic Ridges या MORs) का निर्माण अपसारी सीमा पर होता है (चित्र 16.8)। इन्हीं कटकों के अनुदिश मैग्मा नीचे से ऊपर आता है, जो दो अपसारी प्लेटों के मध्य बने रिक्त स्थानों को भर देता है तथा मध्य महासागरीय कटक के दोनों स्कंधों पर न, समुद्र अधस्तल का निर्माण करता है। समुद्र के भीतर ज्वालामुखी की ऐसी प्रक्रियायें लगातार चलती रहती हैं। प्लेट विवर्तनिकी के अनुसार यह नवीन लावा ठोस होने के पश्चात् प्लेट का ही हिस्सा बन जाता है। जिससे दोनों ही प्लेटों पर नयी, पर्पटी की वृद्धि हो जाती है। इस प्रकार अपसारी सीमा पर नयी, पर्पटी की रचना अथवा वृद्धि होती है जिसके कारण इसे रचनात्मक सीमा भी कहते हैं।



चित्र 16.7: पृथ्वी के गर्भ मे संवहन धाराओं के परिक्रमण वृत्त
(स्रोत : www.indiana.edu/~g105lab/1425chap13.htm)

4. गहरी सागरीय खाईयों का निर्माण अभिसारी (convergent) सीमा के निकट होता है (चित्र 16.8 एवं 16.9), जब दो सागरीय प्लेटें तक एक दूसरे की ओर आती हैं। तो दोनों में अपेक्षाकृत अधिक घनत्व वाली प्लेट दूसरी प्लेट के नीचे की ओर चली जाती है। इस प्रक्रिया को **अधिगमन** (subduction) कहा जाता है तथा नीचे जानी वाली प्लेट को **अधोगामी प्लेट** (subducting plate) के नाम से जाना जाता है। वह क्षेत्र जिसमें प्लेट का अधोगमन होता है उसे अधिगम क्षेत्र (subduction zone) अथवा **बेनिआफ क्षेत्र** (Benioff zone) कहते हैं इस क्षेत्र की खोज करने वाले वैज्ञानिक बेनिआफ के नाम पर इसे यह नाम दिया गया है।

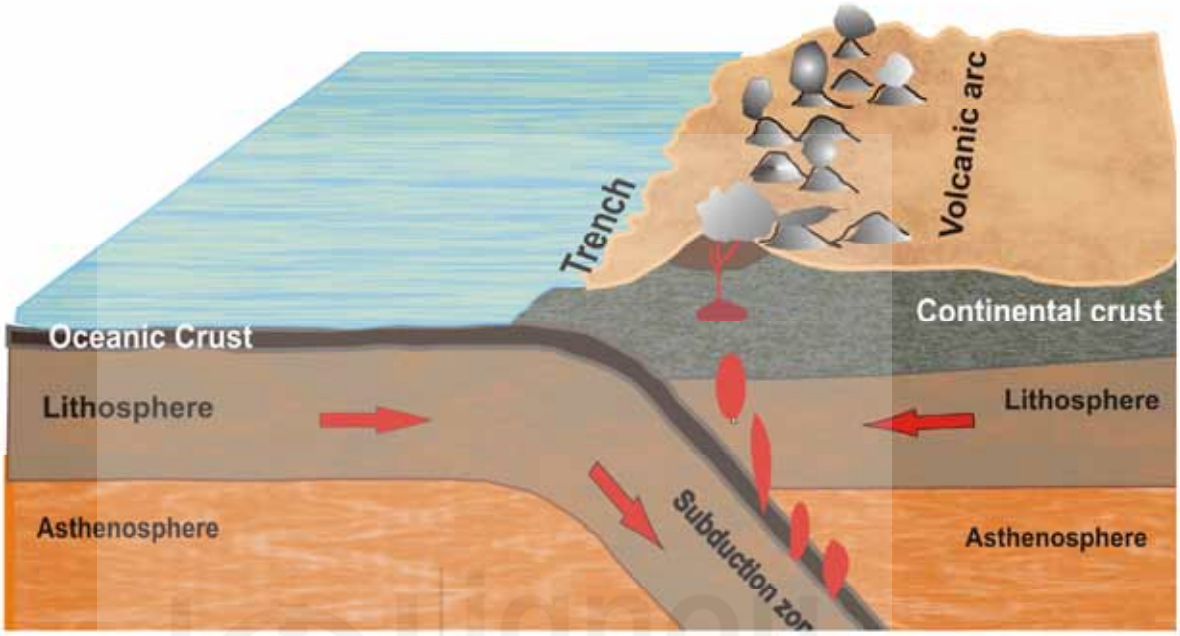


चित्र. 16.8: प्लेट विवर्तनिक सिद्धांत के अनुसार प्लेटें अपसारी सीमा पर पट्टिकाएं एक दूसरे से दूर जाती हैं तथा अभिसारी सीमा पर एक दूसरे के समीप आती हैं। रूपांतर भ्रंश प्लेट सीमा पर मध्य महासागरीय कटकों का विस्थापन रूपांतर भ्रंश द्वारा होता रहता है। (स्रोत: http://indiana.edu/~g105lab/1425chap13.htm)

5. प्लेटों के सतत् अभिसरण के फलस्वरूप अधोगामी प्लेट निरंतर बढ़ती हुई प्रावार मे अधिक गहराई मे पहुंच जाती है जहाँ अत्यधिक ताप होने के कारण यह पिघल जाती है (चित्र 16.8 एंव 16.9)। इस प्रकार अभिसारी प्लेट सीमा पर पिघलने के कारण पर्पटी का विनाश हो जाता है। अतः **अभिसारी सीमा** को **विनाशात्मक प्लेट सीमा** भी कहा जाता है। पिघलने के कारण शैलों के आयतन मे वृद्धि हो जाती है इसलिए नये द्रव (अथवा पुनः जनित मैग्मा) का घनत्व समीपवर्ती चट्टानों से हल्का होता है। यह मैग्मा उत्प्लावन के कारण ऊपर की ओर उठ कर कभी कभी प्लेट की ऊपरी सतह पर पहुँच जाता है जिससे समुद्र में ज्वालामुखी द्वीपों का निर्माण होता है। हम पिछले इकाई में यह पढ़ चुके हैं कि इस प्रकार निर्मित ज्वालामुखी द्वीपों के समूह को **द्वीप चाप** (island arc) कहा जाता है।

6: उस स्थिति में जब अभिसरण दो महाद्वीपीय प्लेटों के बीच होता तो दोनों में से कोई भी प्लेट नीचे नहीं जाती वरन् आपस में ही टकरा जाती हैं, विरूपित होती हैं तथा वलित होकर ऊपर की ओर उठती हैं जिससे पर्वत बन जाते हैं। प्लेट विवर्तनिकी के अनुसार महाद्वीपीय प्लेटें हल्की सामग्री – सियाल से निर्मित होती हैं

जो नीचे स्थित अपेक्षाकृत भारी तथा अधिक घनत्व वाली साइमा में डूब नहीं सकतीं और इसलिए ये पृथ्वी की ऊपरी सतह पर तैरती रहती हैं। उस दशा मे जब अभिसरण मे भाग लेने वाली दो प्लेटों मे से एक महाद्वीपीय तथा दूसरी महाद्वीप–सागरीय हो तो प्लेट का केवल सागरीय भाग ही अधोगामी होगा महाद्वीपीय भाग नहीं।



चित्र 16.9: अधिगमन क्षेत्र (Subduction zone) अथवा बेनीऑफ क्षेत्र (Benioff zone) केवल सागरीय खाईयों के निकट पाये जाते हैं।

7. प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के अनुसार नवीन पर्पटी का निर्माण अपसारी सीमा पर सतत रूप से होता रहता है एवं इसी प्रकार पुरातन प्लेट का विनाश अभिसारी सीमा पर सतत रूप से जारी है। इस प्रकार पृथ्वी की सतह का कुल क्षेत्रफल कायम रहता है, न तो प्रभावी रूप से बढ़ता है न घटता है।

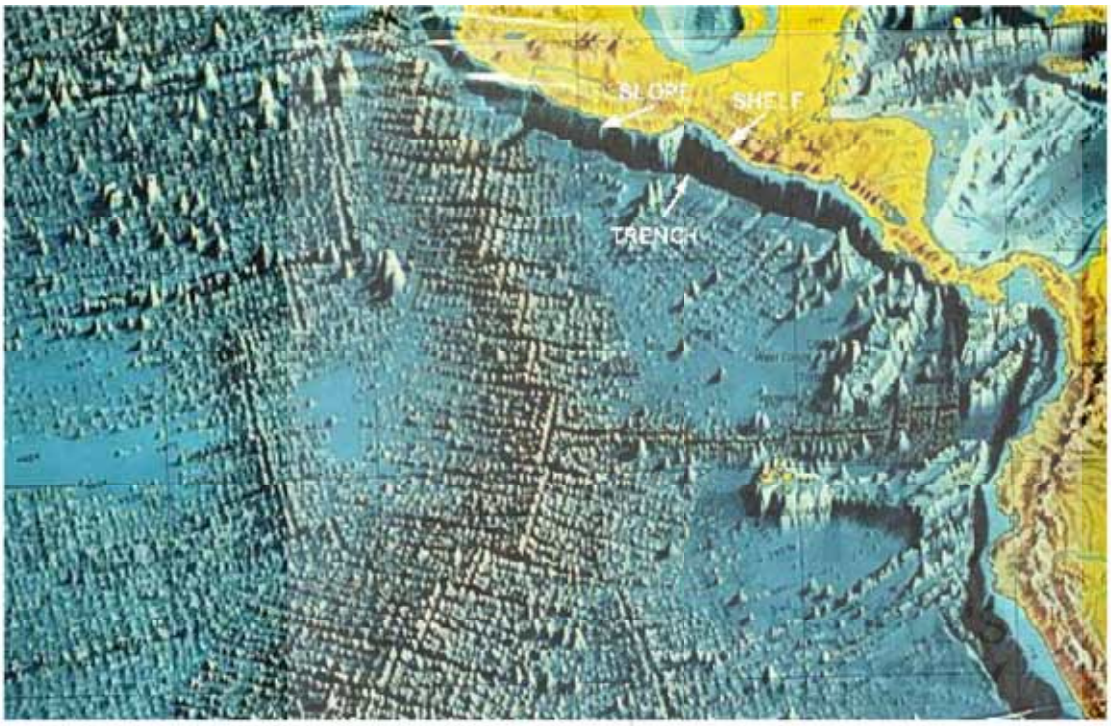
8. चूंकि पृथ्वी एक गोलाकार पिंड है अतः पृथ्वी की गोलाकार ज्यामिती से प्लेटों की गति का सामंजस्य स्थापित करने हेतु सतह पर अनेक नतिलंब भ्रंशों (strike slip faults) का जनन होता है। इन भ्रंशों को रूपांतरित भ्रंश (transform faults) भी कहते हैं जो मध्य महासागरीय कटको (mid oceanic ridge) को लंबवत् दिशा में काटते हैं (चित्र 16.8 एवं 16.10)। ये भ्रंश कई स्थानों पर अपसारी सीमा को बाधित करते हैं। **रूपांतरित भ्रंश सीमा** (transform fault boundary) के क्षेत्र में न तो किसी प्लेट का विनाश होता है और न ही निर्माण, अतः इस किनारे अथवा सीमा को **संरक्षी प्लेट सीमा** (conservative margin) भी कहते हैं।

9. आपने अध्ययन किया है कि ज्वालामुखीय शैलों की उत्पत्ति प्लेट सीमाओं पर होती है। जैसे अधोगामी क्षेत्रों में और मध्य महासागरीय कटकों के अनुदिश। प्लेटों के आंतरिक भागों में भी ज्वालामुखीय प्रक्रियाएं होते हैं। इन घटनाओं को **अंतः प्लेटी ज्वालामुखीय प्र ि याएं (Intraplate volcanism)** कहते हैं। वृहत ज्वालामुखीय प्रक्रियाओं वाले अतः प्लेटी क्षेत्रों को **तप्तस्थल (Hotspost)** कहा जाता है। आमतौर पर तप्तस्थलों के नीचे असंगत गर्म दीर्घ क्षेत्र प्रावार **पिच्छ** (mantle plume) पाये जाते हैं। यह प्रावार पिच्छ निम्न प्रवार में उत्पन्न होते हैं और धीरे–धीरे प्रावार संवहन धाराओं के साथ उपर उठते रहते हैं। भारत में दक्कन

ज्वालामुखीय प्रक्रिया उद्गार (जो भारत के कई राज्यों में विस्तृत है), क्रिटेशस काल में अंतः प्लेटी ज्वालामुखीय प्रक्रिया के फलस्वरूप निर्मित हुआ जब इंडियन प्लेट रियूनियन तप्तस्थल पर उपर पहुंचा।

ढ़क्कन ज्वालामुखी प्रक्रिया, प्रावार पिच्छ और तप्तस्थल को समझने के लिए यह वीडियो देखें।

- Deccan Volcanism-an Inside Stroy
  Link : https://www.youtube.com/watch?v=1a3glcg0oGs



चित्र 16.10: मध्य महासागरीय कटकों का विस्थापन करते हुए रूपांतर भ्रंश
(स्रोत : http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/understanding.html#anchor3617237)

16.6 प्लेट सीमाओं से संबंधित लक्षण

प्लेट सीमाओं से संबद्ध लक्षणों को वर्तमान उदाहरणों के साथ सारणी 16.1 मे प्रस्तुत किया गया है।

सारणी 16.1 : विभिक्र प्रकार की प्लेट सीमाओं पर दिखाई पड़ने वाले विशिष्ट लक्षण

सीमा का कार	प्लेट सीमा की कृति		
	सागरीय – सागरीय	सागरीय – महाद्वीपीय	महाद्वीपीय – महाद्वीपीय
अपसारी (Divergent)	मध्य–महासागरीय कटक, छिछले मूल के भूकंप, कटक के स्कंधों पर अंतःसमुद्री लावा प्रवाह की संकीर्ण पट्टी उदाहरण : मध्य अटलांटिक कटक (चित्र. 16.2, 16.3, 16.4)	—	रिफ्ट घाटियां, छिछले भूकंप, विस्तृत ज्वालामुखी क्षेत्र, उदाहरण : ग्रेट अफ्रीकन रिफ्ट

अभिसारी (Convergent)	महासागरीय खाईयां, ज्वालामुखी एवं ज्वालामुखी द्वीप चाप; छिछले, मध्यम एवं गहरे भूकंप उदाहरण : मारिया खाई, प्रशांत महासागर के जापान एवं फिलिपाइन द्वीप (चित्र 16.5)	महासागरीय खड्डे, खाईयों एवं पर्वतों का निकट साहचर्य, छिछले, मध्यम एवं गहरे भूकंप, विस्तृत ज्वालामुखी क्षेत्र उदाहरण : पेरु – चिली खाई – एंडीस पर्वत श्रेणियाँ (चित्र 16.5)	नवीन पर्वत श्रेणियाँ, छिछले एवं मध्यम भूकंप, ज्वालामुखी की अनुपस्थिति उदाहरण : हिमालय एवं आल्प्स पर्वत
रूपांतर भ्रंश (Transform Fault)	विभंग / भ्रंश क्षेत्र मध्य–महासागरीय कटक एवं घाटी एवं सम्बद्ध छिछले भूकंप, ज्वालामुखी की अनुपस्थिति (चित्र 16.10)	मध्य महासागरीय कटक को विस्थापित करते हुए रूपांतर भ्रंश, छिछले भूकंप के चौड़े जोन, ज्वालामुखी की अनुपस्थिति, उदाहरण : सैन एंड्रियास भ्रंश	–

बोध प्रश्न 1

a) प्लेट की परिभाषा दें।

b) महाद्वीपीय एवं महासागरीय प्लेटों मे अंतर स्पष्ट करें।

c) पृथ्वी पर विद्यमान सात वृहद् प्लेटों के नाम लिखें।

d) अभिसारी एवं अपसारी प्लेट सीमाओं में अंतर स्पष्ट करें।

e) संरक्षी सीमा, अभिसारी एवं अपसारी सीमाओं से किस प्रकार से भिन्न है ?

16.6 महत्वपूर्ण प्रक्रियाओं की प्लेट विवर्तनिक व्याख्या

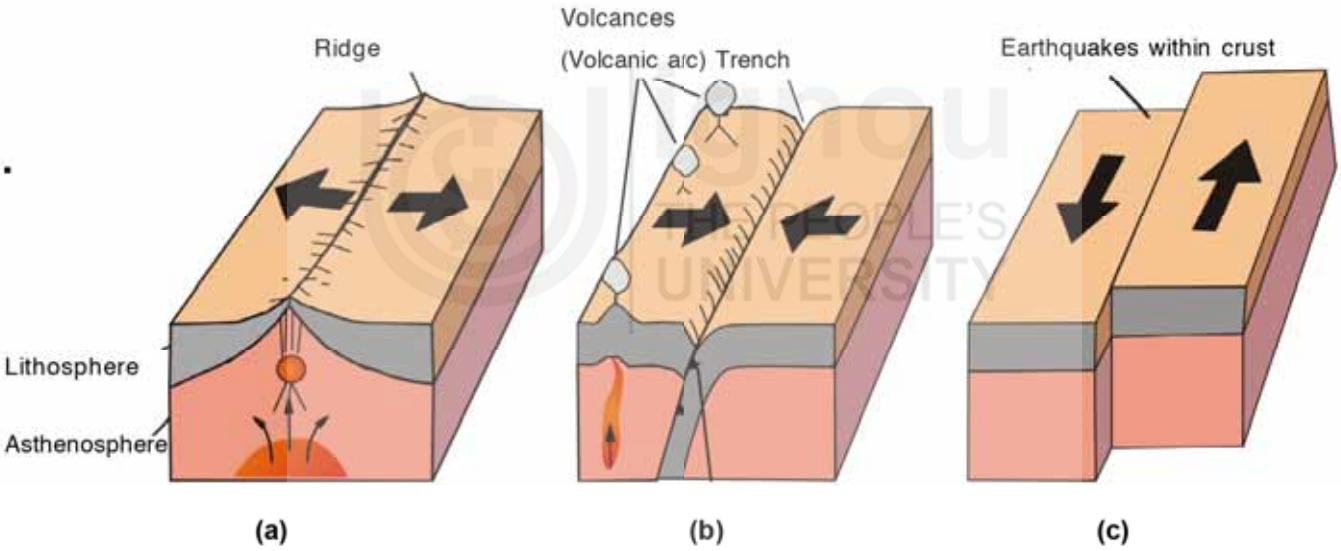
इकाई 4 में हम भूकंप एवं ज्वालामुखी तथा इकाई 14 एवं 15 में समुद्र अधस्तल विस्तारण, महाद्वीपीय विस्थापन एवं पर्वत निर्माण के बारे में अध्ययन कर चुके हैं। आइए अब हम भूकंप, ज्वालामुखी, समुद्र अधस्तल विस्तारण, महाद्वीपीय विस्थापन एवं पर्वत निर्माण आदि प्रक्रियाओं का पुनर्मूल्यांकन प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के आधार पर करते हैं।

16.7.1 भूकंप

अब तक हम जान चुके हैं कि प्लेटें सतत् रूप से गतिशील हैं किन्तु हम इस गति को नहीं पाते क्योंकि मानव जीवन काल के हिसाब से इनकी गति अत्यंत धीमी है। यूं समझिए कि यह गति आपके नाखून बढ़ने के समान है जो 2.5 सेमी से 15 सेमी प्रतिवर्ष की दर से होती हैं। पृथ्वी पर विद्यमान चट्टानें स्वाभाविक रूप से इस गति का विरोध करती हैं जिसके कारण इनमें प्रतिबलों का संचय होने लगता है। समय के साथ

धीरे–धीरे बढ़ने वाले इस संचित प्रतिबल की मात्रा शैलों की क्षमता से अधिक हो जाती है और चट्टानें टूटने लगती हैं। इस प्रकार संचित विकृति उर्जा सहसा निर्गत होने लगती है जिसके कारण भूकंप के झटके आते हैं। भूकंप उत्पत्ति की इस प्रक्रिया को **प्रत्यास्थता प्रतिक्षेप सिद्धांत** (Elastic Rebound Theory) के रूप में जाना जाता है क्योंकि यह प्रक्रिया वैसी ही है जब हम किसी रबर बैड को लगातार खींचते हैं तो एक सीमा के बाद यह टूट जाता है जिससें संचित उर्जा अचानक ही अवमुक्त हो जाती है।

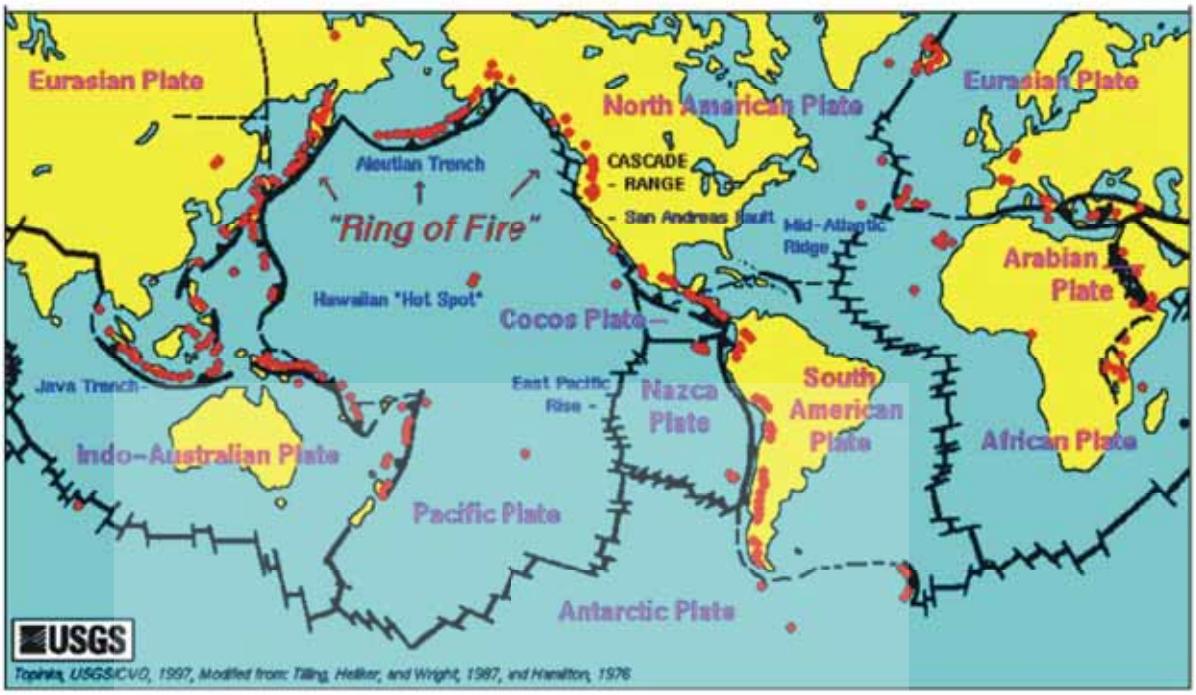
भूकंप का केन्द्र (focus) विभंग का वह वास्तविक स्थान है जो प्रायः पृथ्वी की गहराइयों के अवस्थित होता है। परस्पर विरोधात्मक गतियों के कारण अभिसारी प्लेट सीमाओं पर भूंकप आने की प्रवृत्ति अधिक होती है। गहरे मूल (>300 किमी) के भूकंप प्रायः बेनिऑफ क्षेत्र (Benioff zone) के निकट पाये जाते हैं जहां प्लेटों का इन गहराईयों तक अधोगमन (subduction) हो पाता है (चित्र 16.11b)। इसी कारण से गहरे भूकंपों का बाहुल्य प्रशांत महासागर के परिधीय क्षेत्र मे पाया जाता है (चित्र 16.12)। जहां अधोगमन क्षेत्र पाये जाते हैं। छिछले एवं मध्यम गहराई के भूकंप मुख्यतः मध्य महासागरीय कटक अर्थात अपसारी सीमा के क्षेत्र मे पाये जाते हैं (चित्र 16.11a, 16.3 व 16.12)। रूपांतर भ्रंश के अनुदिश छिछले एवं निम्न गहराई के भूकंप पाये जाते हैं जिनका मूल भूपर्पटी में अवस्थित है (चित्र 16.11c)।



चित्र 16.11 : विभिन्न प्लेट सीमाओं पर भूकंप : a) अपसारी सीमा के क्षेत्र मे छिछले एवं मध्यम गहराई के भूकंप; b) अभिसारी सीमा के क्षेत्र मे गहरे मूल के भूकंप; c) रूपांतर भ्रंश प्लेट सीमा के क्षेत्र मे छिछली गहराई के भूकंप। (स्रोत : http://age-of-the-sage.org/tectonic_plates/boundaries_boundary_types.html)

16.7.2 ज्वालामुखी

प्लेट विवर्तनिकी की अवधारणा एवं सिद्धांत को पढ़ने के दौरान आपको यह एहसास हो चुका होगा कि दो प्रकार की प्लेट सीमाएँ होती है जिन पर ज्वालामुखी की प्रक्रियाएं हो सकती हैं, ये हैं : अपसारी (divergent) एवं अभिसारी (convergent) प्लेट सीमाएँ। अपसारी प्लेट सीमा पर जहाँ दो प्लेटें एक दूसरे से दूर जाती हैं, मध्य महासागर कटक अवस्थित होते हैं (चित्र 16.8 व 16.11a)। यहाँ शांत प्रकृति के ज्वालामुखी का उद्गार समुद्र के भीतर ही बिना अधिक विस्फोट किए ही होता रहता है



चित्र 16.12: पृथ्वी पर सक्रिय ज्वालामुखी को दर्शाने वाला मानचित्र
(स्रोत : https://classconnection.s3.amazonaws.com/754/flashcards/1160754/png/parts_of_a_volcano1328636763089.png)

अभिसारी सीमा पर मैग्मा का स्रोत (magma chamber) अपसारी प्लेटों की अपेक्षा अधिक गहराई में स्थित होता है क्योंकि यह अधोगामी (subducting) प्लेट के गहराई में जाकर पिघल जाने के कारण बनता है (चित्र 16.8 एवं 16.9)। पिघलने से उत्पन्न मैग्मा को ऊपर की दिशा में गति करते हुए लंबी दूरी तक उपस्थित चट्टानों के प्रतिरोध से होकर गुजरना पड़ता हैं। केवल वे मैग्मा ही सतह पर उद्गार कर पाते हैं जिन्होंने ऊपरी सतह तक आने के लिए पर्याप्त शक्ति का संचयन कर लिया हो। इस कारण यह ज्वालामुखी अत्यंत विस्फोटक प्रकृति का होता है। अतः अभिसारी सीमा के निकट द्वीप चापों (island arcs) के ज्वालामुखी, विस्फोट की भरपूर प्रवृत्ति वाले होतें हैं। कृपया यह ध्यान में रखिए कि ये ज्वालामुखी उपरिशायी (overriding) प्लेटों पर पायें जातें हैं तथा जो अभिसारी प्लेटों सीमा अथवा गहरी महासागरीय खाईयों से केवल कुछ दूरी पर ही स्थित होतें हैं (चित्र 16.8 एवं 16.9)। चित्र 16.12 वर्तमान प्लेट सीमाओं के मानचित्र के साथ ही पृथ्वी पर स्थित ज्वालामुखियों को भी दर्शाता हैं। ज्वालामुखी प्रक्रियाओं एवं प्लेट किनारों के साहचर्य को चित्र 16.2 में आसानी से समझा जा सकता है।

16.7.3 महाद्वीपीय विस्थापन एवं समुद्र अधस्तल विस्तारण

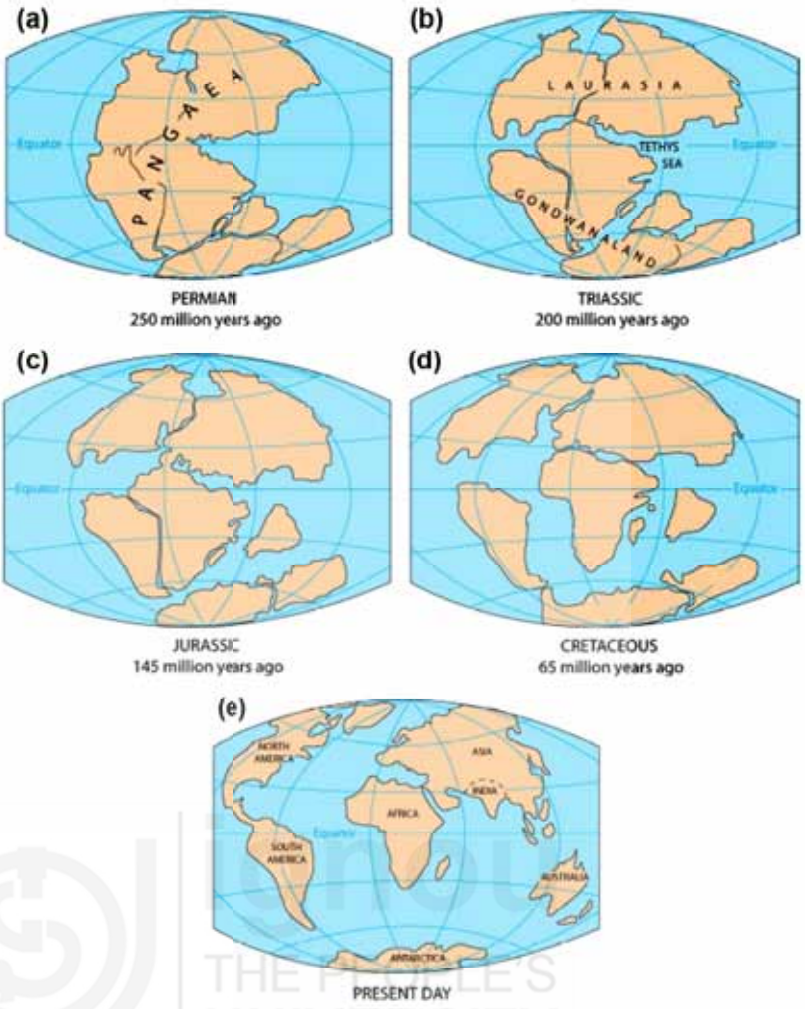
आइए अब हम महाद्वीपीय विस्थापन एवं समुद्र अधस्तल विस्तारण के बारे में प्लेट विवर्तनिक व्याख्या को समझें। महाद्वीपीय विस्थापन की प्रक्रिया को वेजेनर ने प्रस्तावित किया था। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के अनुसार वे स्थान जहाँ दो संवहन धाराएं ऊपर उठते हुए दुर्बलतामंडल तक आती हैं और यहाँ से विपरीत दिशाओं में घूम जाती है तो इनके ऊपर स्थलमंडलीय प्लेंटों के महाद्वीप भी परस्पर विपरीत दिशाओं में गतिमान हो जाते है (चित्र 16.7 व 16.8)। दो प्लेट किनारों के मध्य यह अपसारी प्रवृत्ति मध्य महासागरीय कटकों पर पायी जाती है जहाँ विपरीत दिशाओं में गतिशील दोनों अपसारी प्लेटों के मध्य रिक्त हुए स्थान को नवीन मैग्मा गहराई पर स्थित मैग्मा चैंबर से उठकर

भर देता है। इस प्रकार नवीन मैग्मा दोनों ही अपसारी प्लेटों पर जुड़ जाता है और समुद्र अधस्तल पर दोनों ही प्लेटों पर नवीन, पर्पटी का निर्माण हो जाता है। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत की यह मूलभूत मान्यता है कि समुद्र पर नवीन लावा से बना यह पर्पटी कोई अलग राशि के रूप में न होकर दोनों प्लेटों में से किसी एक का ही– जिस पर यह जम कर ठोस हो जाता है, का भाग बन जाता है। याद कीजिए कि इसी कारण से इस सीमा को रचनात्मक अथवा संवर्धी प्लेट सीमा भी कहा जाता है। इस प्रकार बना नवीन सागरीय पर्पटी समुद्री अधस्तल में जुड़कर इसका विस्तार करता है – दूसरे शब्दों में, समुद्र अधस्तल का विस्तार होता है। यह विस्तार इस प्रकार होता है कि नवीनतम पर्पटी हमेशा मध्य महासागरीय कटक के अनुदिश होती है तथा सबसे पुरातन पर्पटी समुद्र के दोनों किनारों पर महाद्वीप के निकट पायी जाती है (चित्र 16.4)। नवजनित सागरीय पर्पटी केंद्र अर्थात् मध्य महासागरीय कटक के दोनों ओर स्थित प्लेटों को महाद्वीपीय भाग समेत दोनों ओर सममिति के साथ विपरीत दिशाओं में बलपर्वूक ढकेलती है। परिणामस्वरूप महाद्वीप भी एक दूसरे से दूर प्रवाहित होते जाते है अर्थात् महाद्वीपीय प्रवाह होता है। अटलांटिक महासागर इस प्रकार के महाद्वीपीय प्रवाह का एक लाक्षणिक उदाहरण प्रस्तुत करता है।

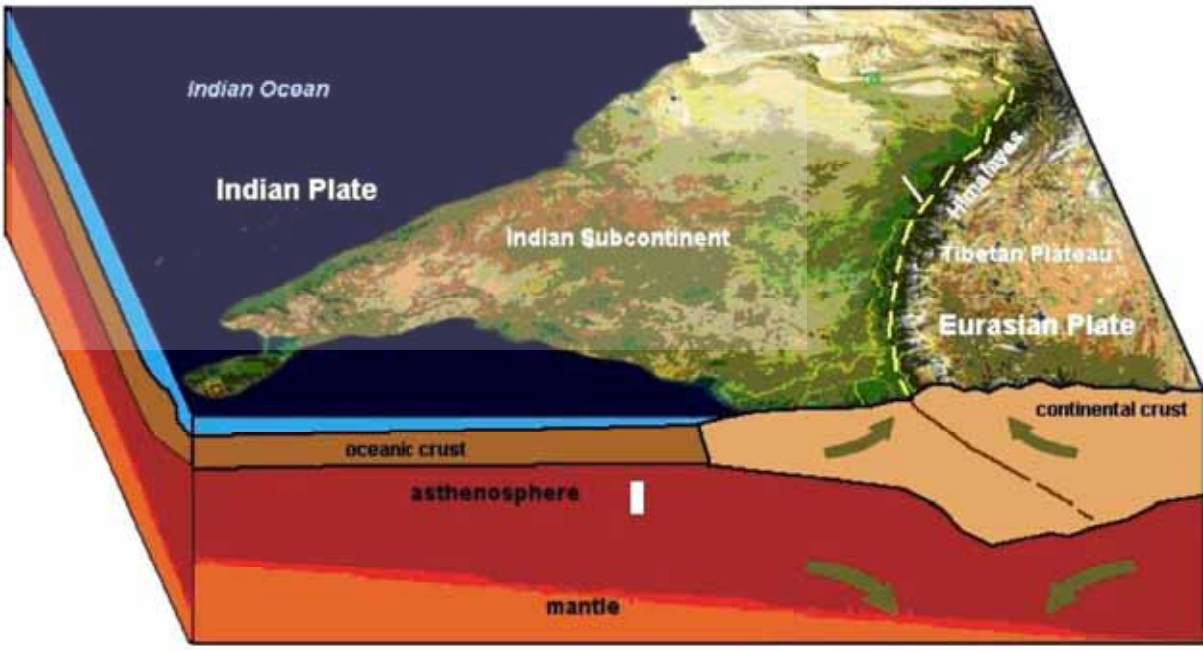
16.7.4 पर्वत निर्माण

पर्वत निर्माण की प्रक्रिया अभिसारी प्लेट किनारों पर वहाँ होती है जहाँ प्रावार की दो अभिसारी संवहन धाराएं नीचे गहराई की ओर जाती हैं। दो प्लेटों के लगातार परस्पर निकट आने पर एक प्लेट अधोगामी होकर दूसरे प्लेट के नीचे सरकने लगती है तथा अधिक गहराई में जाकर – जहाँ तापमान बहुत अधिक होता है, पिघल कर खप जाती है अथवा नष्ट हो जाती है। हमें इस तथ्य का ध्यान रखना चाहिए कि स्थलमंडलीय प्लेटों के केवल महासागरीय भाग का ही अधोगमन हो सकता है महाद्वीपीय भाग का नहीं क्योकि महाद्वीप अपेक्षाकृत कम घनत्व या हल्के द्रव्यमानों से बने होते हैं। जब अधोगामी प्लेट के महासागरीय भाग का पूर्णतया अधोगमन हो जाता है तब भी लगातार जारी अभिसरण के कारण उसी प्लेट का महाद्वीपीय भाग दूसरे उपरिशायी (overriding) प्लेट के महाद्वीपीय भाग से टकरा जाता है। यह समझना आवश्यक है कि महाद्वीप अथवा पर्पटी का सियाल वाला हिस्सा जो अपेक्षाकृत हल्का होता है – तैरती हुई मलाई की भाँति होता है जिसे अधिक घनत्व वाले दूध में डुबोया नहीं जा सकता। प्लवन (buoyancy) महाद्वीपीय पर्पटी को नीचे की ओर जाने नहीं देता। अतः दो महाद्वीपीय प्लेटों के टकराव के कारण इन पर विद्यमान सामग्री या अवसाद ऊपर की ओर उठने लगते हैं जिससे पर्वतों का निर्माण होता है। संपीडनी बलों के कारण अवसाद वलित होने लगते हैं इसलिए इन पर्वतों को वलन पर्वत (fold mountain) भी कहा जाता है। लगातार जारी प्लेट अभिसरण के कारण पर्वत भी सतत रूप से ऊपर उठते रहते है जैसा कि अब भी ऊपर की ओर उठ रहे हिमालय में देखा जा सकता है। संक्षेप में हम यह कह सकते हैं कि प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के अनुसार अभिसारी सीमा पर दो महाद्वीपीय प्लेटों के परस्पर टकराने के कारण पर्वतों का निर्माण होता है।

आइए अब हम प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत की रोशनी में हिमालय के उत्पत्ति की कहानी को पूरी तरह समझते हैं, जिसका प्रादुर्भाव भारतीय एवं यूरेशियाई प्लेटों के परस्पर टकराने से हुआ हैं।



चित्र 16.13: परमियन काल के पश्चात् हिमालय के उद्भव की विभिन्न प्रावस्थाएं।
(स्रोत : http://i.livescience.com/images/i/000/047/334/i02/Pangaea.jpg?1365037770)



चित्र.16.14: हिमालय की उत्पत्ति (स्रोत : www.geologycafe.com/images/boundary_India.jpg)

16.8 हिमालय की उत्पत्ति

हिमालय एवं उसकी उत्पत्ति को समझने के लिए निम्न वीडियो देखें :

1. Himalaya-an Overview
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=vk5Cglisa1Y.
2. Evolution of Himalaya
   लिंक : https://www.youtube.com/watch?v=g vGZKqrjVZY

हिमालय उन पर्वतों में से एक है जिनके विकास की प्रक्रिया अभी भी जारी है। हिमालय के प्रादुर्भाव का वर्णन करने के लिए वैज्ञानिक इस कहानी को 250 मिलियन वर्ष पूर्व (पर्मियन कल्प) से शुरू करते हैं जब सभी महाद्वीप एक एकल वृहद्महाद्वीप पैंजिया (Pangaea) (चित्र 16.13a) के रूप में जुड़े थे तथा सभी महासागर पैंथलासा (Panthalassa) के रूप में।

- पैंजिया का आरंभिक विभाजन दो विशाल खंडों लारेशिया (उत्तरी अमेरिका, यूरोप, एशिया, ग्रीनलैंड इत्यादि सम्मिलित) तथा गोंडवानालैंड (अन्य शेष महाद्वीपों का भाग जिसमें अफ्रीका, दक्षिण अमेरिका, अंटार्कटिका, आस्ट्रेलिया, भारत आदि शामिल) में हुआ। लगभग 200 मिलियन वर्ष पूर्व (ट्रायसिक कल्प) लारेशिया का उत्तर की ओर तथा गोंडवानालैंड का दक्षिण की ओर विस्थापन आरंभ हो गया। दोनों भूभागों के बीच के समुद्र को टेथिस सागर नाम दिया गया है (चित्र 16.13b)।
- 145 मिलियन वर्ष पूर्व (जुरैसिक कल्प में) गोंडवाना लैंड का पुनः विभाजन हुआ तथा इससे अलग होकर भारतीय भूभाग (जिसे अब आगे भारतीय प्लेट कहा जाएगा) का उत्तर की ओर विस्थापन आरंभ हो गया। फलस्वरूप एक नए महासागर (हिन्द महासागर) का जन्म हो गया (चित्र 16.13c)। नवनिर्मित भारतीय प्लेट एक महाद्वीप–महासागरीय प्रकार (continent - oceanic type) की थी।
- भारतीय प्लेट के सतत् संचलन के कारण हिन्द महासागर को विस्तार का अवसर मिला तथा बदले में टेथिस सागर का संकुचन होता चला गया। उत्तर दिशा में भारतीय प्लेट के विस्थापन के कारण उत्तर में अवस्थित यूरेशियाई प्लेट एवं भारतीय प्लेटों के मध्य अभिसरण (convergence) होने लगा। परिणामस्वरूप भारतीय प्लेट के महासागरीय भाग का यूरेशियाई प्लेट के नीचे अधोगमन (subuction) प्रारंभ हो गया। चित्र 16.13d, 65 मिलियन वर्ष पूर्व (क्रिटेशियस कल्प) के भूभागों एवं सागरों की अवस्थितियों को प्रस्तुत करता है जिसमें आप देख सकते है कि टेथिस सागर का क्षेत्रफल घटा है जबकि हिंद महासागर का क्षेत्रफल बढ़ गया है।
- धीरे–धीरे भारतीय प्लेट के समुद्री भाग का पूर्णतः अधोगमन हो जाने के कारण खात्मा हो गया। टेथिस सागर का भी अस्तित्व समाप्त हो गया (चित्र 16.13e) तथा संपीडन के कारण इसके अवसादों का संकुचन एवं वलन आरंभ हो गया। आप तो यह जानते ही हैं कि महाद्वीपीय भाग या सियाल सामग्री अधोगामी नहीं हो सकती, अतः इन्होंने ऊपर की ओर उठकर हिमालय पर्वत का निर्माण कर दिया। हिमालय आज ऐसें पर्वतों का एक उदाहरण प्रस्तुत करता है, जो महाद्वीप–महाद्वीप टकराव के कारण बनते हैं (चित्र 16.14)। चूंकि भारतीय प्लेट अभी भी उत्तर दिशा में गतिशील है अतः हिमालय अभी भी ऊपर की ओर उठ रहा है।

इस बात को अब तक हम पहचान चुके हैं कि पृथ्वी एक ऐसा ग्रह है जिसमें गत्यात्मकता विद्यमान है तथा इसमें प्लेट विवर्तनिक प्रक्रियाँ चलती रहती हैं। हमें इन

प्रक्रियाओं का ज्ञान तो है परन्तु हमारा उन पर कोई नियंत्रण नहीं है। प्लेट विवर्तनिकी के बारे में जितना अधिक हम जान पायेगें उतना ही हमें इस पृथ्वी– जिस पर हम रहते हैं, की सुन्दरता एवं महानता का न केवल हमें आभास हो सकेगा अपितु हमें उन विस्यमयकारी शक्तियों का भी मान हो सकेगा जो कभी कभी अचानक विध्वंसक रूप में दिखाई पड़ती हैं। भूंकप एवं ज्वालामुखी आपदा सम्भावना क्षेत्रों की पहचान तथा आवश्यक तैयारी करके हम इनसे होने वाले नुकसान को कम से कम कर सकते हैं।

बोध प्रश्न 2

a) जापान मे गहरे मूल के भूकंपों की बहुतायत क्यों है?

b) अग्नि मेखला (ring of fire) कहाँ है एवं क्यों?

c) समुद्र अधस्तल विस्तारण एवं महाद्वीपीय विस्थापन की व्याख्या प्लेट विवर्तनिकी के आधार पर आप किस प्रकार समन्वित करेगें?

d) प्लेट विवर्तनिकी के आधार पर बताएं कि पर्वत निर्माण के लिए कौन सी परिस्थितियां आवश्यक हैं?

16.9 सारांश

इस इकाई में हमने जो पढ़ा है आइए उसका संक्षेपण करें :

- पर्पटी एवं ऊपरी प्रावार से मिलकर बना स्थलमंडल पृथ्वी का वह भाग है जो दुर्बलतामंडल के उपर अवस्थित है। प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत यह मानता है कि पृथ्वी का स्थलमंडल अनेक प्लेटों में विभाजित है जो गतिशील हैं एवं परस्पर अतःक्रियाँ, करते रहते हैं। 20 लघु प्लेटों के अलावा पृथ्वी पर 7 वृहत् प्लेटें जिनके नाम – प्रशांत, यूरेशियाई, इंडो–आस्ट्रेलियाई, उत्तर अमेरिकी, दक्षिण अमेरिकी, अफ्रीकी तथा अंटार्कटिक प्लेट हैं, भी मौजूद हैं।
- गति करने वाली दो प्लेटों के मध्य की सतह प्लेट सीमा होती है तथा किसी प्लेट का बाहरी हिस्सा प्लेट किनारा होता है।
- प्लेटों के तीन प्रकार होते हैं – (1) महासागरीय (2) महाद्वीपीय (3) महाद्वीपीय–महासागरीय
- तीन प्रकार की प्लेट सीमाएं हैं – अपसारी (मध्य महासागरीय कटकों के अनुदिश पायी जाती है), अभिसारी (गहरी समुद्री खाईयों के अनुदिश पायी जाती है) तथा रूपांतर भ्रंश प्रकार (महासागरीय कटकों के अनुप्रस्थ पायी जाती है)।
- प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के अनुसार प्लेटों के मध्य अभिसरण की स्थिति में किसी एक प्लेट का कुछ या संपूर्ण महासागरीय भाग दूसरे प्लेट के 'अधिगामी' होकर अथवा नीचे जाकर खप जाता है। इस प्रकार से समुद्र अधस्तल प्रसरण तथा समुद्र अधस्तल संकुचन प्रक्रियाओं में संतुलन कायम रहता है तथा पृथ्वी के धरातल का क्षेत्रफल लगभग एक जैसा ही बना रहता है।
- प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत के अनुसार पर्वतों का निर्माण अभिसारी प्लेट सीमा पर दो महाद्वीपीय प्लेटों के टकराने से होता है। एवं पर्वत निर्माण के लिए प्लेट विवर्तनिकी का सिद्धांत एक सर्वमान्य सिद्धांत है।

भारतीय एवं यूरेशियाई प्लेटों के मध्य जारी टकराव के कारण हिमालय में पर्वत निर्माण प्रक्रिया अभी भी जारी है।

16.10 क्रियाकलाप

1. विश्व एटलस का उपयोग करते हुऐ पृथ्वी के भौतिक लक्षणों का अवलोकन करें एवं विश्व मानचित्र पर विभिन्न पर्वतों की स्थितियों को दर्शाने का प्रयास करें।
2. विभिन्न महासागरीय खाईयों एवं अंत समुद्री कटकों अथवा मध्यमहासगरीय कटकों के स्थान भी दिखाइए।
3. चित्र 16.6 में दर्शायी गई प्लेट सीमाओं से इन भूविवर्तनिक लक्षणों का मिलान करें।

16.11 सात्रिक प्रश्न

1. प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत की मूल अवधारणा की व्याख्या करें।
2. अपसारी प्लेट किनारों पर सक्रिय गतिविधियों की व्याख्या करें।
3. अभिसारी प्लेट किनारों के अनुदिश सक्रिय गतिविधियों की व्याख्या करें। अभिसारी प्लेट सीमाओं के उदाहरण दीजिए।
4. हिमालय की उत्पत्ति का वर्णन करें।

16.12 संदर्भ

- http://age-of-the-sage.org/tectonic_plates/boundaries_boundary_types.html.
- https://classconnection.s3.amazonaws.com/754/flashcards/1160754/png/parts_of_a_volcano1328636763089.png.
- https://igs.indiana.edu/Geothermal.
- http://i.livescience.com/images/i/000/047/334/i02/Pangaea.jpg?1365037770.
- http://indiana.edu/~g105lab/1425chap13.html.
- http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/himalaya.html.
- http://pubs.usgs.gov/publications/text/East_Africa.html.
- http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/ understanding.html#anchor3617237.
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/2008_age_of_oceans_plates.jpg.
- www.eoEarth.org/view/article/164696.
- www.express.co.uk.
- www.geologycafe.com/images/boundary_India.jpg.

(वेबसाइट 25 नवम्बर 2014 और 4 दिसम्बर 2015 के बीच देखे गये)

16.13 आगे / प्रस्तावित अध्ययन

- http://pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html.
- Kearey, P. and Vine, F.J. (2009) Global Tectonics, 3rd Edition. Blackwell Science Ltd.

16.14 उत्तर

बोध प्रश्न

1 a) प्लेट, स्थलमंडल का एक दृढ़ खंड जिसे माना जाता है कि वह दुर्बलतामंडल के ऊपर क्षैतिज गति करता है। स्थलमंडलीय प्लेट लगभग 100 किमी मोटी परत पट्टी है जो पर्पटी एवं ऊपरी प्रावार के भाग से बना होता है।

b) महासागरीय प्लेट पूर्णतया महासागरीय पर्पटी (साइमा) से निर्मित होती है। मध्य महासागरीय कटक पर इसमें वृद्धि होती है तथा गहरी महासागरीय खाईयों के पास अधोगमन क्षेत्र में खपकर यह नष्ट हो जाती है ।

c) महाद्वीपीय प्लेट महाद्वीपीय पर्पटी से निर्मित होती हैं, जिसमें ऊपरी भाग सियाल एवं निचला भाग साइमा से बना होता है। प्लेट का महाद्वीपीय भाग पर्वत निर्माण के लिए उत्तरदायी होता है।

यूरेशियाई प्लेट, उत्तर अमेरिकी प्लेट, दक्षिण अमेरिकी प्लेट, अफ्रीकी प्लेट, भारतीय–आस्ट्रेलियाई प्लेट, प्रशांत प्लेट एवं अंटार्कटिक प्लेट हैं।

d) अपसारी प्लेट सीमा जिसे रचनात्मक अथवा वर्धनात्मक प्लेट सीमा भी कहा जाता है, उन दो प्लेटों के मध्य की उभयनिष्ठ सीमा है जो अपसरण करती हैं अथवा परस्पर विपरीत दिशाओं में गतिमान होती हैं। इसी प्रकार अभिसारी प्लेट सीमा जिसे विनाशात्मक प्लेट सीमा भी कहा जाता है, उन दो निकटवर्ती प्लेटों के मध्य की सीमा है जो अभिसरण करती है अथवा परस्पर एक दूसरे की ओर गतिशील होती हैं। अपसारी प्लेट सीमाएं मध्य महासागरीय कटक के अनुदिश जबकि अभिसारी प्लेट सीमाएं गहरी समुद्री खाईयों तथा द्वीप चाप के निकट पायी जाती हैं।

e) अभिसारी प्लेट सीमा में दो प्लेटें एक दूसरे की ओर गति करती हैं जबकि अपसारी प्लेट सीमा में ये एक दूसरे के विपरीत दिशा में गति करती हैं। रूपांतर भ्रंश सीमा में प्लेटें न तो अभिसारी और न ही अपसारी गति करती है वरन् वे एक दूसरे के सापेक्ष पार्श्वीय गति करती हुई सरकती है।

2 a) जापान, यूरेशियाई एवं प्रशान्त प्लेटों के बीच सक्रिय अधोगमन क्षेत्र के निकट है। गहरे केन्द्रों वाले भूकंप प्रायः अधोगमन क्षेत्र में उत्पन्न होते है। अधोगमन क्षेत्र में स्थलमंडलीय प्लेटों का अधिगमन अधिक गहराइयों तक होता है।

b) अग्नि मेखला सक्रिय ज्वालामुखियों वाली वह मेखला है जो प्रशांत महासागर के परितः वितरित है। अधोगमन क्षेत्र में स्थलमण्डलीय प्लेटों के गहराइयों तक अधोगमन के कारण पिघलने से बने मैग्मा के ऊपर उठने के कारण इन सक्रिय ज्वालामुखियों का निर्माण होता है।

c) संकेत : उपअनुभाग 16.7.3 देखें।

d) संकेत : (a) दो अभिसारी गति वाली प्लेटें होनी चाहिए, (b) दोनों प्लेटों पर महाद्वीपीय पर्पटी होने चाहिए, (c) अभिसरण इतना अधिक होना चाहिए कि वास्तव में दोनों प्लेटों के मध्य टकराव हो।

सात्रिक प्रश्न

1. आपका उत्तर अनुभाग 16.2 के तथ्यों पर आधारित होना चाहिए।
2. कृपया अनुभाग 16.5 एवं 16.6 का संदर्भ लें। आपके उत्तर में अनुभाग 16.5 की बिन्दु संख्या 2, 3 एवं 7 का समावेश होना चाहिए तथा अपसारी प्लेट सीमा के बारे में अनुभाग 16.6 की सारणी 6.1 (प्रथम पंक्ति) की बातों का उल्लेख होना चाहिए।
3. कृपया अनुभाग 16.5 एवं 16.6 का संदर्भ लें। आपके उत्तर में अनुभाग 16.5 की बिन्दु संख्या 4, 5, 6 एवं 7 का समावेश होना चाहिए तथा अभिसारी प्लेट के बारे में अनुभाग 16.6 की सारणी 6.1 (द्वितीय पंक्ति) की बातों का उल्लेख होना चाहिए।
4. आपके उत्तर में अनुभाग 16.8 में दिये बिंदुओं का समवेश होना चाहिए।

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

NOTE

NOTE

NOTE

MPDD/IGNOU/P.O.1.8K/August, 2019

ISBN : 978-93-89668-18-6