 ISBN: 978-93-343-9868-7

Chapter 15

पृथ्वी की आंतरिक संरचना

Mahendra, Department of Geography

Shri Jain Terapanthi College, Ranawas, Pali

प्रस्तावना–

पृथ्वी, जिस पर हम रहते हैं, एक जटिल और रहस्यमयी ग्रह है। हालांकि हम इसकी सतह पर मौजूद महासागरों, महाद्वीपों, पहाड़ों और घाटियों से परिचित हैं, लेकिन इसके आंतरिक भाग की गहराई अभी भी हमारे लिए एक बड़ा रहस्य बनी हुई है। मानव ने अंतरिक्ष की गहराईयों तक पहुँच बनाई है, लेकिन पृथ्वी के केंद्र तक पहुँचना अभी तक एक असंभव कार्य रहा है। हमारे पास पृथ्वी की सबसे गहरी खानें और ड्रिलिंग परियोजनाएँ भी केवल कुछ किलोमीटर की गहराई तक ही पहुँच पाई हैं, जबकि पृथ्वी का अर्धव्यास लगभग 6,371 किलोमीटर है। यह विरोधाभास हमें बताता है कि पृथ्वी के आंतरिक भाग के बारे में हमारा अधिकांश ज्ञान प्रत्यक्ष अवलोकन पर नहीं, बल्कि अप्रत्यक्ष साक्ष्यों और वैज्ञानिक अनुमानों पर आधारित है।

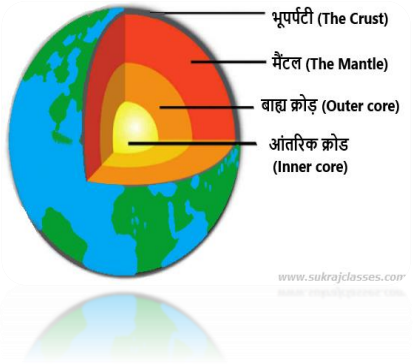
इस अध्याय में, हम पृथ्वी की आंतरिक संरचना का विस्तार से अध्ययन करेंगे। हम उन वैज्ञानिक विधियों और स्रोतों पर चर्चा करेंगे जिन्होंने इस छिपे हुए संसार को उजागर करने में मदद की है, और फिर पृथ्वी की परतों की रासायनिक और भौतिक विशेषताओं का विश्लेषण करेंगे।

पृथ्वी के आंतरिक भाग के अध्ययन के स्रोत–

चूँकि हम सीधे पृथ्वी के गर्भ में प्रवेश नहीं कर सकते, वैज्ञानिक कई प्रकार के अप्रत्यक्ष प्रमाणों का उपयोग करते हैं।

1. **प्रत्यक्ष स्रोत** –प्रत्यक्ष स्रोत बहुत सीमित हैं और केवल ऊपरी परतों की जानकारी देते हैं।

गहरी खनन परियोजनाएँ–



दक्षिण अफ्रीका में सोने की खदानें 3.9 किलोमीटर की गहराई तक पहुँच चुकी हैं। ये खदानें ऊपरी भूपर्पटी की संरचना और वहाँ मौजूद चट्टानों के बारे में जानकारी देती हैं।

'ड्रिलिंग परियोजनाएँ –वैज्ञानिक अनुसंधान के लिए कई ड्रिलिंग परियोजनाएँ शुरू की गई हैं। सबसे प्रसिद्ध कोला सुपरडीप बोरहोल है, जो रूस में स्थित है और लगभग 12.2 किलोमीटर की गहराई तक पहुँच चुका है। हालाँकि, यह पृथ्वी के

ज्वालामुखी विस्फोट – ज्वालामुखी विस्फोटों के दौरान पृथ्वी के मैंटल से पिघले हुए पदार्थ (मैग्मा) सतह पर आते हैं। इन मैग्मा के रासायनिक विश्लेषण से मैंटल की संरचना और रासायनिक गुणों के बारे में कुछ अनुमान लगाए जा सकते हैं, लेकिन यह मैंटल के एक छोटे से हिस्से का ही प्रतिनिधित्व करता है।

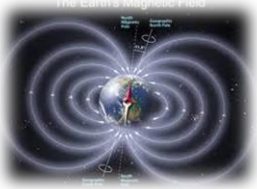
इन प्रत्यक्ष स्रोतों की सीमित पहुँच के कारण, वैज्ञानिकों को अधिक विश्वसनीय जानकारी के लिए अप्रत्यक्ष स्रोतों पर निर्भर रहना पड़ा।

2. अप्रत्यक्ष स्रोत – ये स्रोत पृथ्वी के आंतरिक भाग की भौतिक स्थितियों और संरचना के बारे में महत्वपूर्ण सुराग प्रदान करते हैं।

घनत्व में भिन्नता – पृथ्वी का औसत घनत्व लगभग 5.5 ग्राम/सेमीङ है, जबकि सतह पर मौजूद चट्टानों का औसत घनत्व 2.7 ग्राम/सेमीङ है। इस अंतर से यह स्पष्ट होता है कि पृथ्वी के आंतरिक भाग में अत्यधिक सघन पदार्थ मौजूद हैं। घनत्व में यह क्रमिक वृद्धि भूपर्पटी से लेकर क्रोड तक होती है, जिससे यह सिद्ध होता है कि पृथ्वी परतों में विभाजित है।

तापमान और दबाव में वृद्धि – जैसे–जैसे हम पृथ्वी के अंदर जाते हैं, तापमान और दबाव दोनों में वृद्धि होती है। सतह से केंद्र तक तापमान में वृद्धि की दर भिन्न होती है। जबकि ऊपरी परतों में यह 10–30 प्रति किलोमीटर है, यह दर आंतरिक परतों में धीमी हो जाती है। अनुमान है कि आंतरिक क्रोड का तापमान 6000 से भी अधिक है। इसी तरह, पृथ्वी के केंद्र में दबाव इतना अधिक है कि यह ऊपरी परतों में दबाव से लगभग 3.6 मिलियन गुना अधिक है।

गुरुत्वाकर्षण और चुंबकीय क्षेत्र – पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वाकर्षण बल एक समान नहीं है। गुरुत्वाकर्षण में ये भिन्नताएँ



(गुरुत्वाकर्षण विसंगतियाँ) पृथ्वी के आंतरिक भाग में द्रव्यमान के वितरण में असमानता को दर्शाती हैं। इसी तरह, पृथ्वी का एक मजबूत चुंबकीय क्षेत्र है जो इसकी सतह से हजारों किलोमीटर ऊपर तक फैला हुआ है। इस चुंबकीय क्षेत्र का अस्तित्व इस बात का ठोस प्रमाण है कि पृथ्वी के अंदर कोई गतिशील, विद्युत–संचालित माध्यम मौजूद है। यह माध्यम, जैसा कि वैज्ञानिकों ने सिद्ध किया है, तरल बाहरी क्रोड है, जहाँ लोहे और निकल जैसी धातुओं के संवहन से विद्युत धाराएँ उत्पन्न होती हैं।

3. सबसे महत्वपूर्ण स्रोतरू भूकंपीय तरंगें – पृथ्वी के आंतरिक भाग को समझने का सबसे निर्णायक स्रोत भूकंपीय तरंगों का अध्ययन है। भूकंपीय तरंगें, जो भूकंप या कृत्रिम विस्फोटों से उत्पन्न होती हैं, पृथ्वी के आंतरिक भाग से होकर गुजरती हैं। इन तरंगों का व्यवहार (गति, दिशा और परावर्तन) माध्यम की प्रकृति (ठोस, तरल, या गैसीय) पर निर्भर करता है, जिससे वैज्ञानिकों को पृथ्वी की परतों की सटीक तस्वीर मिलती है।

पी–तरंगें– ये प्राथमिक तरंगें होती हैं जो ध्वनि तरंगों की तरह अनुदैर्ध्य होती हैं। ये सबसे तेज़ होती हैं और ठोस, तरल और गैस, तीनों माध्यमों से गुजर सकती हैं। हालाँकि, उनकी गति माध्यम की सघनता पर निर्भर करती है।

स–तरंगें'– ये द्वितीयक तरंगें होती हैं जो प्रकाश तरंगों की तरह अनुप्रस्थ होती हैं। ये पी–तरंगों से धीमी होती हैं और केवल ''ठोस माध्यम'' से ही गुजर सकती हैं। यह तथ्य पृथ्वी की आंतरिक संरचना को समझने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है।

जब भूकंपीय तरंगें पृथ्वी के आंतरिक भाग से गुजरती हैं, तो उनकी गति और मार्ग बदल जाते हैं। भूकंपीय स्टेशनों पर इन तरंगों के आगमन के समय का विश्लेषण करके, वैज्ञानिक यह निर्धारित कर सकते हैं कि वे किन परतों से गुजरी हैं।

तरंगों का परावर्तन और अपवर्तन – जब तरंगें एक परत से दूसरी परत में जाती हैं, तो वे अपनी दिशा बदलती हैं (अपवर्तन)। जब वे एक परत की सीमा से टकराती हैं, तो वे वापस लौट आती हैं (परावर्तन)। इन घटनाओं का अध्ययन करके, वैज्ञानिकों ने विभिन्न परतों की सीमाओं (जैसे, मोहरोविसिक और गुटेनबर्ग असंबद्धता) की पहचान की है।

छाया क्षेत्र – यह एक ऐसा क्षेत्र है जहाँ भूकंपीय तरंगें दर्ज नहीं की जाती हैं। एस–तरंगों का एक बड़ा छाया क्षेत्र है जो भूकंप के केंद्र से 103 से 103 के बीच होता है। चूँकि एस–तरंगें तरल माध्यम से नहीं गुजर सकतीं, यह छाया क्षेत्र इस बात का स्पष्ट प्रमाण है कि पृथ्वी का बाहरी क्रोड तरल अवस्था में है। पी–तरंगों का भी एक छोटा छाया क्षेत्र (103से 142 के बीच) होता

है, जो क्रोड और मैंटल के बीच घनत्व में अचानक बदलाव के कारण होता है।

पृथ्वी की परतों की संरचना'–

उपरोक्त अप्रत्यक्ष साक्ष्यों के आधार पर, वैज्ञानिकों ने पृथ्वी की आंतरिक संरचना को दो तरीकों से वर्गीकृत किया हैरू ''रासायनिक संरचना'' के आधार पर और ''भौतिक या यांत्रिक गुणों'' के आधार पर।

1. रासायनिक संरचना के आधार पर वर्गीकरण''

रासायनिक संरचना के अनुसार, पृथ्वी को तीन प्रमुख परतों में विभाजित किया गया है।

भूपर्पटी –यह पृथ्वी की सबसे बाहरी और सबसे पतली परत है। इसकी मोटाई महाद्वीपों के नीचे (35–70किमी) और महासागरों के नीचे (5–10किमी) अलग–अलग होती है। महाद्वीपीय भूपर्पटी में मुख्य रूप से सिलिकॉन और एल्यूमीनियम होता है, जबकि महासागरीय भूपर्पटी में सिलिकॉन और मैग्नीशियम (ैप्ड।) की अधिकता होती है। यह परत पूरी तरह से ठोस है।

मैंटल– यह भूपर्पटी के नीचे स्थित सबसे मोटी परत है, जो लगभग 2,900 किलोमीटर गहरी है। यह पृथ्वी के कुल आयतन का लगभग 84ः और द्रव्यमान का 67ः हिस्सा है। मैंटल मुख्य रूप से लोहे, मैग्नीशियम और सिलिकॉन से भरपूर सिलिकेट चट्टानों से बना है। इसे ऊपरी मैंटल और निचले मैंटल में विभाजित किया गया है। मोहरोविसिक असंबद्धता (डवीव क्पेबवदजपदनपजल) भूपर्पटी और मैंटल को अलग करती है, जबकि गुटेनबर्ग असंबद्धता मैंटल और क्रोड को अलग करती है।'क्रोड – यह पृथ्वी की सबसे भीतरी और सबसे सघन परत है, जो निकल और लोहे से बनी है। इसका व्यास लगभग 7,000 किलोमीटर है। इसे दो उप–परतों में विभाजित किया गया हैरू

बाह्य क्रोड – यह तरल अवस्था में है। यहाँ का अत्यधिक तापमान (4000 ब से 6000 ब) लोहे और निकल को पिघलाए रखता है।

आंतरिक क्रोड – यह ठोस अवस्था में है। हालांकि इसका तापमान बाह्य क्रोड के समान या उससे भी अधिक है, लेकिन यहाँ का अत्यधिक दबाव (लगभग 3.6 मिलियन वायुमंडलीय दबाव) इसे ठोस बनाए रखता है। लेहमैन असंबद्धता (स्मीउंदद क्पेबवदजपदनपजल) बाह्य और आंतरिक क्रोड को अलग करती है।

2. भौतिक/यांत्रिक गुणों के आधार पर वर्गीकरण'

यह वर्गीकरण पृथ्वी की परतों की कठोरता, तरलता और चिपचिपाहट पर आधारित है।

स्थलमंडल – यह सबसे बाहरी, कठोर और भंगुर परत है। इसमें भूपर्पटी और मैंटल का ऊपरी भाग शामिल है, जिसकी मोटाई 10 से 200 किलोमीटर तक है। पृथ्वी की टेक्टोनिक प्लेटें इसी स्थलमंडल का हिस्सा हैं, जो निरंतर गति में रहती हैं।

दुर्बलतामंडल – यह स्थलमंडल के नीचे मैंटल का ऊपरी भाग है। यह अर्ध–तरल, प्लास्टिक अवस्था में होता है। अत्यधिक तापमान और दबाव के कारण, चट्टानें यहाँ पिघली हुई अवस्था में होती हैं, जिससे यह परत धीमी गति से बह सकती है। यही दुर्बलतामंडल टेक्टोनिक प्लेटों की गति के लिए उत्तरदायी है।

मध्यमंडल – यह मैंटल का निचला, ठोस और अधिक सघन भाग है। यहाँ का दबाव इतना अधिक है कि यह परत कठोर बनी रहती है।

बाह्य क्रोड – जैसा कि पहले बताया गया है, यह तरल लोहे और निकल से बनी परत है।

आंतरिक क्रोड – यह अत्यधिक दबाव के कारण ठोस अवस्था में है।

पृथ्वी की आंतरिक संरचना का अध्ययन हमें यह समझने में मदद करता है कि हमारा ग्रह एक स्थिर पिंड नहीं, बल्कि एक अत्यंत गतिशील प्रणाली है। आंतरिक क्रोड में अत्यधिक दबाव और बाह्य क्रोड में पिघली हुई धातुओं का संचलन पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का निर्माण करता है, जो हमें हानिकारक सौर विकिरण से बचाता है। मैंटल में धीमी गति से चलने वाली संवहन धाराएँ टेक्टोनिक प्लेटों को गति प्रदान करती हैं, जिसके परिणामस्वरूप भूकंप, ज्वालामुखी और पर्वत–निर्माण जैसी भू–वैज्ञानिक घटनाएँ होती हैं।

यह अध्ययन इस बात को भी रेखांकित करता है कि वैज्ञानिक ज्ञान कैसे अप्रत्यक्ष साक्ष्यों पर आधारित हो सकता है। भूकंपीय तरंगों के सूक्ष्म अध्ययन ने हमें एक ऐसा नक्शा दिया है जो अन्यथा हमारी पहुँच से बाहर

 ISBN: 978-93-343-9868-7

होता। अंत में, पृथ्वी का आंतरिक भाग एक शक्तिशाली इंजन है जो इसकी सतह पर होने वाली सभी प्रमुख प्रक्रियाओं को संचालित करता है, और इसे समझना हमारी दुनिया को समग्रता से जानने के लिए आवश्यक है।