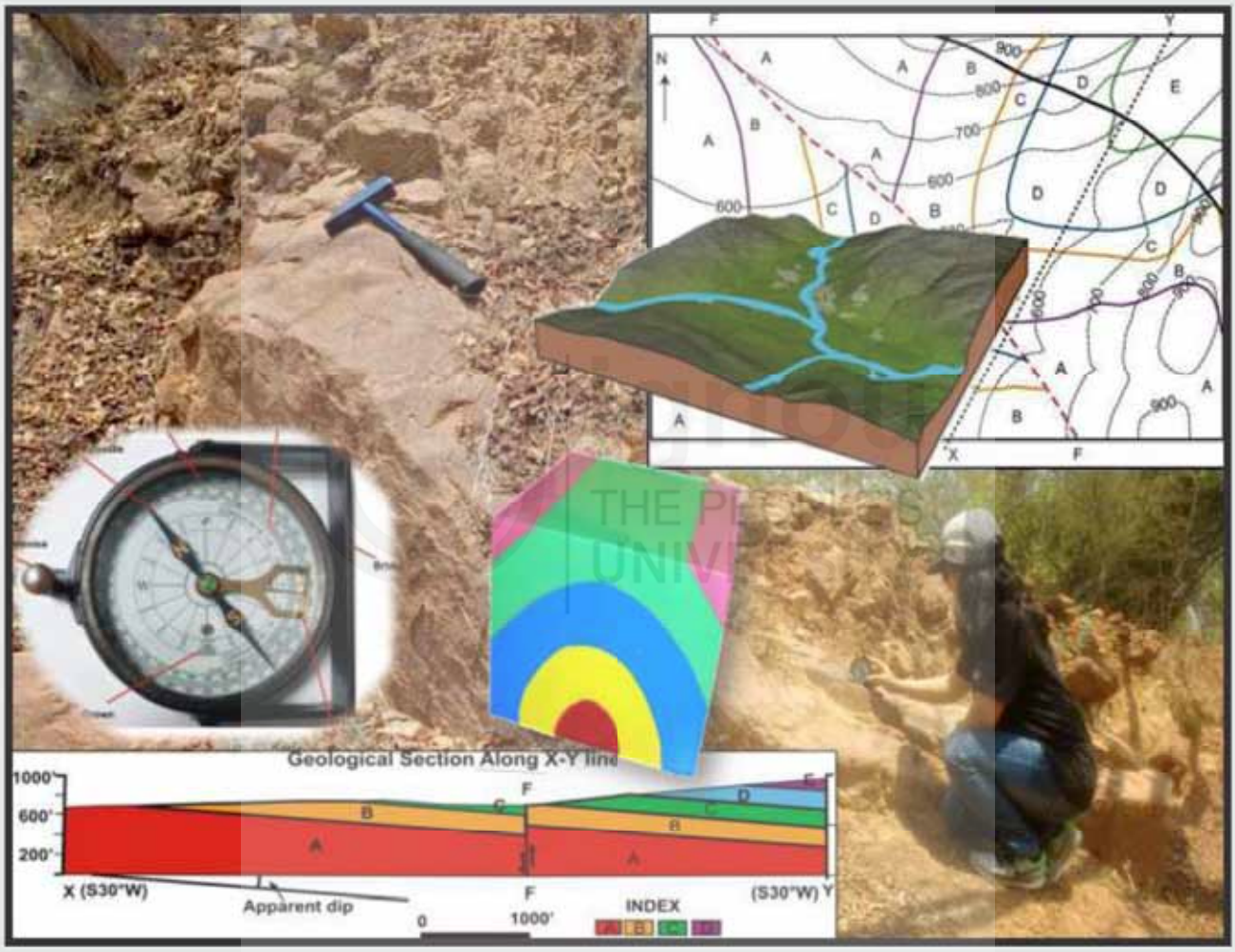
इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
विज्ञान विद्यापीठ

BGYCL – 132
भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान : प्रयोगशाला



"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

BGYCL-132
भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान : प्रयोगशाला

प्रयोग 1

पृथ्वी की आंतरिक स्तरित संरचना को दर्शाने वाले रेखाचित्र बनाना 7

प्रयोग 2

भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण का मानचित्र बनाना 15

प्रयोग 3

भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थलाकृतिक मानचित्रों का अध्ययन 24

प्रयोग 4

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से भूआकृतियों की पहचान 51

प्रयोग 5

क्लाईनोमीटर कम्पास का उपयोग करना 66

प्रयोग 6

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से वलनों की पहचान 77

प्रयोग 7

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से भ्रंशों की पहचान 88

प्रयोग 8

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से विषमविन्यासों की पहचान 103

प्रयोग 9

नति और नतिलम्ब की संरचनात्मक समस्याओं पर प्रयोगशाला के अभ्यास 113

प्रयोग 10

भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना तथा भूवैज्ञानिक मानचित्रों का निर्वचन 126

प्रयोग 11

भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य करना और क्षेत्रीय कार्य की रिपोर्ट तैयार करना 147

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

प्रो. विजयश्री
भूतपूर्व निदेशक
विज्ञान विद्यापीठ
इग्नूए नई दिल्ली

प्रो. वी. के. वर्मा (से. नि.)
भूविज्ञान विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालयए 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. जे. पी. श्रीवास्तव
भूविज्ञान उच्चानुशीलन केन्द्र
दिल्ली विश्वविद्यालयए दिल्ली

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

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

प्रो. एम. ए. मलिक (से. नि.)
भूविज्ञान विभाग
जम्मू विश्वविद्यालयए 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 (प्रयोग 9 एवं 10)
भूविज्ञान उच्चानुशीलन केन्द्र
काशी हिन्दू विश्वविद्यालय वाराणसी, उ.प्र.
डॉ. काकोली गोगोई (प्रयोग 1, 2 एवं 5)
डॉ. ओमकार वर्मा (प्रयोग 3, 8 एवं 11)
डॉ. बेनीधर देशमुख (प्रयोग 4, 6 एवं 7)

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

अनुवाद
प्रो. वैभव श्रीवास्तव (प्रयोग 9 एवं 10)
श्री अभिषेक मिश्रा (प्रयोग 1 से 8 एवं 11)

पुनरीक्षण : डॉ. बेनीधर देशमुख (प्रयोग 1 से 5)
डॉ. मीनल मिश्रा (प्रयोग 6 से 11)

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

श्रव्य दृश्य सामग्री

डॉ. अमितोष दुबे
निर्माता, संचार केन्द्र, इग्नू

डॉ. मीनल मिश्रा एवं डॉ. बेनीधर देशमुख
विषयवस्तु समन्वयक

मुद्रण निर्माण

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

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

अगस्त, 2019

© इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, 2019

ISBN: 978-93-89668-20-9

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

महत्वपूर्ण निर्देश

- इस प्रयोगशाला पाठ्यक्रम के परामर्श सत्र में आपकी उपस्थिति अनिवार्य है। यह पाठ्यक्रम सामान्यतः अध्ययन केंद्र मे होता है।
- यह प्रयोगशाला पाठ्यक्रम **2** क्रेडिट का है जिसे आपको **7** दिनों के समय में पूर्ण करना होगा जिसमे
  - **6** दिन निर्देशित कार्य के होंगे।
  - **1** दिन अनिर्देशित कार्य का होगा।
- प्रयोगशाला पाठ्यक्रम को सफलतापूर्वक पूर्ण करने के लिए आपको निर्देशित व अनिर्देशित दोनो भागों में अलग–अलग उत्तीर्ण होना होगा। प्रत्येक में कम से कम **35%** अंक प्राप्त करने होंगें।

भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान : प्रयोगशाला

यह प्रयोगशाला पाठ्यक्रम जिसका शीर्षक **भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान : प्रयोगशाला** (BGYCL-132) है, उन सैद्वांतिक पहलुओं से संबंधित है जिनका अध्ययन आप भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान (BGYCT-131) पाठ्यक्रम में कर चुके हैं। इस पाठ्यक्रम के ज्यादातर प्रयोगों के क्रियाकलापों को आप भूविज्ञान प्रयोगशाला या कक्षा मे कर सकते है। सभी प्रयोगों में एक से अधिक क्रियाकलाप हैं जिसे आपको अपनी प्रयोगशाला फाइल/प्रायोगिक पुस्तिका में लिखना होगा और पूर्ण करने के पश्चात् उसे अपने परामर्शदाता को दिखाना होगा। इस 2 क्रेडिट के पाठ्यक्रम में 11 प्रयोग हैं जिसे करते समय आपकी क्रियात्मक भागीदारी की आवश्यकता होगी। इन प्रयोगों को पूर्ण करने के पश्चात् आपको भौतिक एवं संरचनात्मक भूविज्ञान से संबधित प्रेक्षण, अभिलेखन और प्रश्नों का उत्तर देने मे प्रायोगिक कौशल प्राप्त होगा। साथ ही आप स्थलाकृतिक मानचित्र और क्लाइनोमीटर कम्पास का उपयोग करना तथा भूवैज्ञानिक मानचित्रों की निर्वचन करना सीखेंगे।

पहले दो प्रयोग BGYCT-131 पाठ्यक्रम के **खंड 1** पर आधारित हैं जो कि पृथ्वी की आंतरिक संरचना और भारत के भूकंपीय क्षेत्रों से संबंधित है। **प्रयोग 1** मे आप पृथ्वी की आंतरिक स्तरित संरचना का आरेख और **प्रयोग 2** मे भारत के भूकंपीय क्षेत्रों का मानचित्र बनाएंगे।

स्थलाकृतिक मानचित्रों का उपयोग किसी भी भूवैज्ञानिक अध्ययन का एक महत्वपूर्ण भाग है। **प्रयोग 3** स्थलाकृतिक मानचित्रों के अध्ययन और उसमे दर्शाये गये भौतिक एवं सांस्कृतिक लक्षणों की पहचान एवं उनकी निर्वचन से संबंधित है।

प्रयोग 4 BGYCT-131 पाठ्यक्रम के **खंड 2** पर आधारित हैं और विभिन्न भूवैज्ञानिक कारकों द्वारा निर्मित भूआकृतियों की पहचान से संबंधित है। इस प्रयोग से संबंधित क्रियाकलापों में की गयी ब्लॉक प्रतिमानों तथा उपग्रह चित्र से विभिन्न प्रकार की भूआकृतियों की पहचान सम्मिलित है।

क्लाईनोमीटर कम्पास का उपयोग करना किसी भी भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य मे प्रारंभिक तथा महत्वपूर्ण हिस्सा है। **प्रयोग 5** में आप क्लाईनोमीटर कम्पास का उपयोग करना सीखेंगे।

प्रयोग 6 से 11 BGYCT-131 पाठ्यक्रम के **खंड 3** पर आधारित हैं और विभिन्न भूवैज्ञानिक संरचनाओं की ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से पहचान से संबंधित है। **प्रयोग 6** और **7** क्रमशः वलन और भ्रंश से संबंधित है। **प्रयोग 8** मे आप विषमविन्यास को पहचानना सीखेंगे और **प्रयोग 9** में नति और नतिलंब के प्रश्नों को हल करेंगे। **प्रयोग 10** मे आप स्थलाकृतिक प्रोफाइल और भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने के साथ–साथ भूवैज्ञानिक मानचित्रों को समझना भी सीखेंगे जो कि किसी भी भूवैज्ञानिक अध्ययन का एक महत्वपूर्ण अंग है।

हम जानते है कि क्षेत्र भूवैज्ञानिक अध्ययन के लिए एक प्राकृतिक प्रयोगशाला है तथा क्षेत्रकार्य भूविज्ञान में किसी भी उपाधि के लिए एक अनिवार्य और विशिष्ट आवश्यकता है। अतः इस पाठ्यक्रम के अंत में **प्रयोग 11** है जो कि आपके लिए बहुत रुचिकर और उपयोगी है। इस प्रयोग में आप भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य के बारे मे जानेंगे। इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप क्षेत्रकार्य की योजना बनाना और उसकी तैयारी करना सीखेंगे। साथ ही यह भी जानेंगे कि क्षेत्रकार्य में भूवैज्ञानिक आकड़ों को इकट्ठा कर, कैसे उनका विश्लेषण करना है। इसके अलावा आप क्षेत्रीय कार्य की रिपोर्ट तैयार करना भी सीखेंगे।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते हैं कि इन प्रयोगों को करने के पश्चात् आप निम्नलिखित में सक्षम होंगेः

- पृथ्वी की आंतरिक स्तरित संरचना का आरेख एवं भारत के भूकंपीय क्षेत्रों का मानचित्र बनाना,
- भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा निर्मित स्थलाकृतिक मानचित्रों का अध्ययन करना और उसको समझना,

- ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से विभिन्न प्रकार के भूआकृतियों, वलनों, भ्रंशों और विषमविन्यासों की पहचान करना,
- क्षेत्र में क्लाईनोमीटर कम्पास का उपयोग करना,
- नति और नतिलंब का मापन और संरचनाओं से संबंधित प्रश्नों को हल करना,
- स्थलाकृतिक प्रोफाइल और भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना एवं भूवैज्ञानिक मानचित्रों का निर्वचन करना, तथा
- भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य की योजना बनाना, तैयारी करना और क्षेत्रीय प्रेक्षणों का अभिलेखन।

प्रयोगों के निष्पादन के लिए दिशानिर्देश

इन प्रयोगों के निष्पादन के समय आप अपने साथ इस प्रायोगिक मैनुअल के अलावा **सैद्धांतिक पाठ्यक्रम के संबंधित** खण्डों को अपने संदर्भ के लिए रखें। प्रयोगों मे संबंधित **इकाई/खण्ड का उल्लेख** अंत में किया गया है।

इन 11 प्रयोगों को 6 दिन अर्थात 12 प्रायोगिक सत्रों मे पूरा करना है। प्रतिदिन दो सत्र होंगे। इन प्रयोगों को **निर्देशित प्रयोग** कहते हैं। सातवें दिन **सत्रांत परीक्षा** होगी जो कि **अनिर्देशित** होगी। आपकी जानकारी के लिए दिनों, सत्रों और प्रयोगों के विवरण का प्रारुप अगले पृष्ठ पर एक सारणी में दिया गया है।

प्रयोगशाला फाइल/प्रायोगिक पुस्तिका

प्रयोगशाला कार्य का अद्यतन अभिलेखन का अनुरक्षण करना किसी भी वैज्ञानिक प्रशिक्षण का एक महत्वपूर्ण अंग है। आपको एक प्रयोगाशाला फाइल/प्रायोगिक पुस्तिका बनानी होगी जिसमें हर प्रायोगिक सत्र में आपके द्वारा निष्पादित प्रयोग एवं प्रायोगिक अभ्यासों को लिखना होगा। इसके लिए आप 100 पृष्ठों की एक प्रायोगिक पुस्तिका उपयोग में ला सकते है।

> निर्देश : *प्रयोगशाला अभ्यास* अनुभाग में दिये गये अभ्यासों के उत्तरों को अपनी प्रयोगशाला फाइल/प्रायोगिक पुस्तिका मे लिखें तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

आपको सलाह दी जाती है कि आप प्रयोगशाला मे आने के पूर्व ही संबंधित प्रयोग को प्रायोगिक पुस्तिका में लिख लें या लिखने की तैयारी कर लें ताकि प्रयोगशाला में परामर्श सत्र के दौरान आप अपने समय का सदुपयोग कर सकें। हर प्रयोग मे आप उस प्रयोग का शीर्षक, दिनांक, समय, प्रेक्षण, प्राप्त हुए परिणाम इत्यादि लिखें।

प्रयोगों के सफल निष्पादन के बाद आपको उस प्रायोगिक पुस्तिका को अन्य अपेक्षित वस्तुओं के साथ मूल्यांकन के लिए परामर्शदाता के पास जमा करना होगा। उसका मूल्यांकन आपके द्वारा किए गये प्रेक्षण, प्राप्त परिणाम एवं उनके अभिलेखन के आधार पर होगा।

पाठ्यक्रम में सुधार के लिए एक प्रपत्र दिया जाएगा। कृपया इसे भरकर वापस भेज दें। आपके सुझाव हमें इस पाठ्यक्रम को बेहतर बनाने में मदद करेंगे।

हम आशा करते है कि इन प्रयोगों के अध्ययन तथा उनके सफल निष्पादन के पश्चात् आप आधारभूत प्रायोगिक कौशल जैसे कि भौतिक एवं संरचनात्मक भूविज्ञान से संबंधित प्रेक्षण, अभिलेखन और उनसे संबंधित समस्याओं का हल करना सीखेंगे।

शुभकामनाएँ!

सारणी : पाठ्यक्रम BGYCL-132 से संबंधित दिनों, सत्रों और प्रयोगों के विवरण का एक प्रारुप

	शीर्षक	दिन	सत्र	प्रयोग के प्रकार
परिचय		1		
निर्देशित कार्य				
प्रयोग 1	पृथ्वी की आंतरिक स्तरित संरचना को दर्शाने वाले रेखाचित्र बनाना		I	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 2	भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण का मानचित्र बनाना		II	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 3	भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थलाकृतिक मानचित्रों का अध्ययन	2	III	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 4	ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से भूआकृतियों की पहचान		IV	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 5	क्लाईनोमीटर कम्पास का उपयोग करना	3	V	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 6	ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से वलनों की पहचान			प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 7	ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से भ्रंशों की पहचान		VI	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 8	ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से विषमविन्यासों की पहचान			प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 9	नति और नतिलंब की संरचनात्मक समस्याओं पर प्रयोगशाला के अभ्यास	4	VII व VIII	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 10	भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना एवं भूवैज्ञानिक मानचित्रों का निर्वचन	5	IX व X	प्रयोगशाला या कक्षा
प्रयोग 11	भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य करना और क्षेत्रीय कार्य की रिपोर्ट तैयार करना	6	XI व XII	क्षेत्रीय कार्य
अनिर्देशित कार्य		7	XIII	**सत्रांत परीक्षा**

प्रयोग 1

पृथ्वी की आंतरिक स्तरित संरचना को दर्शाने वाले रेखाचित्र बनाना

रूपरेखा

1.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
1.2 आवश्यकताएं
1.3 मूलभूत अवधारणाएँ
पृथ्वी की स्तरित संरचना
असांतत्य
1.4 प्रयोगशाला अभ्यास
1.5 गृहकार्य
1.6 संदर्भ

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

1.1 प्रस्तावना

भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 3 पृथ्वी की संरचना एवं संयोजन में आप पढ़ चुके हैं कि पृथ्वी की आंतरिक संरचना हमारे प्रत्यक्ष अध्ययन हेतु कहीं भी उपलब्ध नहीं है। आप पृथ्वी के केंद्र तक पहुँच कर अध्ययन नहीं कर सकते ना ही नमूने एकत्र कर सकते हैं। ऐसी स्थिति में आपको निश्चित ही आश्चर्य होता होगा कि आखिर भूवैज्ञानिक इसकी संरचना अथवा संयोजन के बारे में हमें कैसे बताते हैं! वर्तमान में उपलब्ध वैज्ञानिक कौशल से हम पृथ्वी जिसकी त्रिज्या 6370 किमी है, के कुछ किलोमीटर तक ही भेदन कर सकते हैं। पृथ्वी की आंतरिक संरचना की जानकारी हमें भूवैज्ञानिकों द्वारा इसके प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष अवलोकन से प्राप्त हुई है। इकाई 3 द्वारा हमें ज्ञात है कि भूकंप तरंगों से प्राप्त आँकड़ें वह महत्वपूर्ण स्रोत है जिसके अध्ययन से यह प्रमाणित हुआ है कि पृथ्वी विभिन्न स्तरों से निर्मित है जो प्याज के छिलकों की तरह एक के ऊपर एक अवस्थित हैं।

इस प्रयोग में आप पृथ्वी के विभिन्न स्तरों को प्रदर्शित करने वाले आरेख बनाने से परिचित कराए जायेंगे। प्रयोग को आरंभ करने से पूर्व यह आश्वस्त करना जरूरी है कि आपने BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 1 व इकाई 3 का अध्ययन कर लिया है।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते हैं कि इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप :

- ❖ पृथ्वी की आंतरिक संरचना का वर्णन कर सकेंगे,
- ❖ पृथ्वी के विभिन्न स्तरों - पर्पटी (crust), प्रावार (mantle) और क्रोड (core) का चित्रांकन कर सकेंगे, और
- ❖ पर्पटी, प्रावार और क्रोड में विभेद कर पायेंगे और मुख्य असांतत्यों (discontinuities) के वर्णन करने में सक्षम होंगे।

1.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी :

- ड्राफ्टिंग कम्पास
- पेंसिल / कलर पेंसिल
- कलम
- रबड़
- रूलर
- प्रयोगशाला फाइल

<u>निर्देश</u> : आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 1 व इकाई 3 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 1 अवश्य लाएं ।

1.3 मूलभूत अवधारणाएँ

हमारा ब्रह्मांड जिसमे लाखों तारे और ग्रह हैं की तुलना में हमारी पृथ्वी का आकार सूई की नोंक से भी कम है। आप जानते होंगे कि पृथ्वी संपूर्ण गोलाकार नहीं है अपितु इसे सामान्यतः गोलाभ (spheroid) कहा जा सकता है। यह अपने ध्रुवों पर थोड़ी चपटी है और भूमध्य रेखा पर थोड़ी उभरी हुई है, अतः इसे 'पृथ्वी आकृति' या 'Geoid' कह सकते हैं। पृथ्वी की भू-पर्पटी को उनकी भौतिक रचनाओं के आधार पर तीन मुख्य इकाइयों में विभाजित किया गया है :

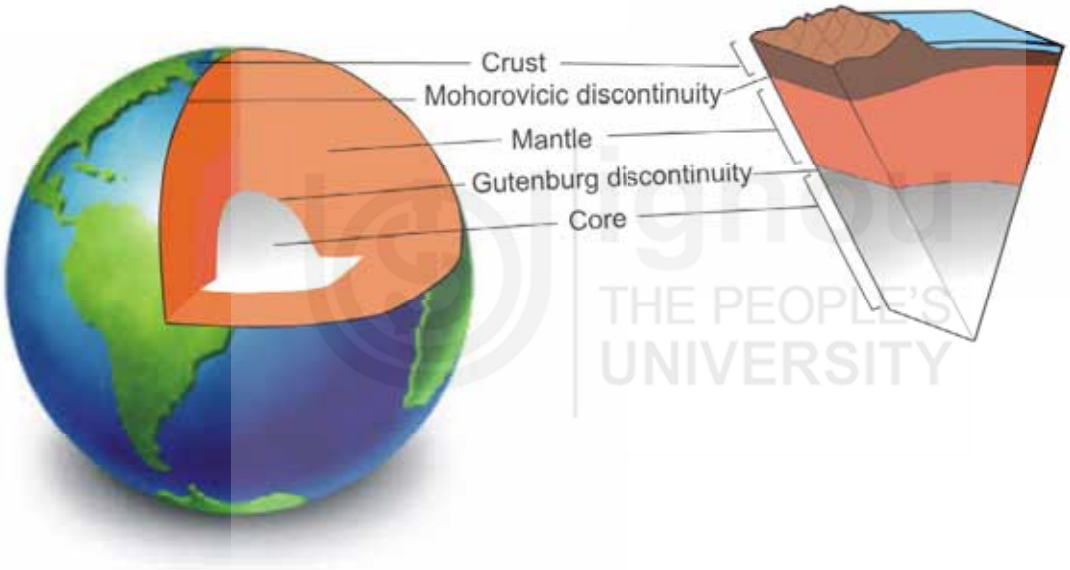
- **महाद्वीप** : महाद्वीप पृथ्वी पर अवस्थित विस्तृत भूभाग हैं। यह पृथ्वी की सतह के लगभग 29.2% भाग में स्थित हैं, जिनका भी 75% भाग भूमध्य रेखा के उत्तर में ही स्थित है। महाद्वीपों में विभिन्न उच्चावच पाये जाते हैं, जैसे मैदान, पठार, पर्वत श्रेणियाँ इत्यादि।
- **महासागर** : पृथ्वी पर स्थित विस्तृत जलीय भाग को महासागर कहते है। पृथ्वी की सतह का लगभग 70.8% भाग इन्ही से आच्छादित है। महासागर के विभिन्न भागों में समुद्री कंदरा, द्वीप, कटक, समुद्री टीला और समुद्री खाई आदि पाई जाती हैं।
- **मध्य महासागरीय कटक** : महासागर पृथ्वी के लगभग 70.8% भाग को घेरे हैं जिनमें मध्य महासागरीय कटक भी पाये जाते हैं। इनकी ऊँचाई 2-3 किमी तक हो

सकती है। यह समुद्र में अंतर्जलीय पर्वत तंत्र के समान संरचना होती है। मध्य अटलांटिक कटक अटलांटिक महासागर के पूर्वी और पश्चिमी किनारों के मध्य स्थित है। इस कटक के शिखर के भाग जो सागर की जल सतह के उपर आ जाते हैं, द्वीपों का निर्माण करते हैं।

1.3.1 पृथ्वी की स्तरित संरचना

आइए हम पृथ्वी की तुलना एक गहरे गड्ढेयुक्त फल जैसे सेब या आलू बुखारा से करते हैं। यदि हम इसे अर्ध विभाजित करें तो पायेंगे कि यह तीन भागों से निर्मित है : 1) बाहरी पतला छिलका, 2) केंद्र में स्थित बीज, और 3) फल के मध्य स्थित बड़ा गुदा वाला भाग।

इसी प्रकार अब देखते हैं कि यदि पृथ्वी को अर्ध विभाजित करें तो हम निम्न भाग पायेंगे: a) बाहरी पतली भू-पर्पटी, b) केंद्र में क्रोड, और c) मध्य भाग में प्रावार जिसमें पृथ्वी का अधिकांश भाग स्थित है (चित्र 1.1)।



चित्र 1.1: पृथ्वी की आंतरिक स्तरित संरचना।

a) पर्पटी

पृथ्वी की पर्पटी सेब के छिलके के समान है- जो कि काफी पतली, कठोर और रालवट युक्त चट्टानी परत है। यह पृथ्वी की सबसे बाहरी परत है। भू-पर्पटी और ऊपरी प्रावार सम्मिलित हो स्थलमंडल (lithosphere) का निर्माण करते हैं, जिसका विस्तार लगभग सतह से 80 किमी गहराई तक है। स्थलमंडल कई विशाल खंडों या प्लेट्स में विभक्त है जो एक-दूसरे से चित्र पहेली के टुकड़ों के समान जुड़ सकते हैं। स्थलमंडल के ठीक नीचे प्लास्टिक विरूपण के गुण से युक्त क्षेत्र है जिसे दुर्बलतामंडल (asthenosphere) कहते हैं। यह पृथ्वी की सतह से 80 किमी से 200 किमी गहराई के मध्य स्थित है। दुर्बलतामंडल पृथ्वी की एक कमजोर और आसानी से विकृत हो सकने वाली परत है जो विवर्तनिक प्लेटों के संचलन हेतु एक उपयुक्त माध्यम के रूप में कार्य करती है।

भू-पर्पटी को दो भागों में विभाजित किया जा सकता है : महासागरीय पर्पटी और महाद्वीपीय पर्पटी। महासागरीय पर्पटी सामान्यतः 5 से 10 किमी मोटी होती है

जबकि महाद्वीपीय पर्पटी की मोटाई लगभग 33 किमी होती है। पर्पटी प्रावार पर स्थित है। पृथ्वी की पपंटी को उसके संयोजन के आधार पर दो उप-स्तरों में उपविभाजित किया जाता है:

i) **सिआल (SiAl)** : पृथ्वी की सतह पर दृष्टिगोचर होने वाली इस परत को ऊपरी महाद्वीपीय पटल भी कहते हैं जो सिलिका (Si) और एल्युमिनियम (Al) मिश्रित ग्रेनाइट एवं ग्रेनोडॉयोराइट के शैलों से निर्मित होती है। अतः इसे सिआल भी कहते हैं। इसमें सिलिका 70% और एल्यूमिनियम इसके मुख्य संघटक होता है। इसका घनत्व लगभग 2.7 g/cm^3 है।

ii) **सिमा (SiMa)** : इस परत को निचली महाद्वीपीय पटल भी कहते हैं। इसकी मोटाई 22 किमी और घनत्व 3 से 3.4 g/cm^3 है। इस परत में सिलिका की मात्रा 40-50% और उसके बाद दूसरा मुख्य संघटक मैग्नेशियम होता है। अतः इसे सिमा (सि-सिलिका, मा-मैग्नेशियम) भी कहते हैं। संयोजन के आधार पर सिमा को निम्न भागों में विभाजित किया गया है :

- **बाह्य सिमा -** इसका विस्तार लगभग 19 किमी की गहराई तक है और यह मध्यवर्ती संयोजन की चट्टानों से निर्मित है।
- **आंतरिक सिमा -** इसका विस्तार लगभग 19 किमी की गहराई से 33 किमी की गहराई तक है और यह मैफिक से अल्ट्रामैफिक संयोजन की चट्टानों से निर्मित है।

b) प्रावार

प्रावार पृथ्वी का सबसे विस्तृत भाग होता है। यह अर्ध पिघली हुई शैल सामग्री से निर्मित होता है जिन्हे मैग्मा (magma) कहते हैं। यह मुख्यतः ऑलिवीन खनिज बहुल चट्टानों से निर्मित होता है। प्रावार के ऊपरी भाग की चट्टानें ठोस होती हैं, जबकि इसके निचले भाग की चट्टानें पिघली अवस्था में होती हैं। इसकी ऊपरी सतह की मोटाई महासागरीय पटल के नीचे लगभग 5 से 10 किमी और महाद्वीपीय पटल के नीचे लगभग 20 से 80 किमी तक होती है। पृथ्वी के समस्त आयतन का लगभग 80% इसी भाग में संकलित होता है। इसकी मोटाई लगभग 2865 किमी होती है और विस्तार 35 से 2900 किमी के मध्य होता है। इसकी विभिन्न गहराइयों पर विभिन्न तापमान पाए जाते हैं। भू-पर्पटी के समीप इसका तापमान न्यूनतम होता है जो कि गहराई के साथ बढ़ता जाता है। जहाँ प्रावार ऊष्मा उत्सर्जक क्रोड के संपर्क में आता है वहाँ इसका तापमान अधिकतम होता है। वह काल्पनिक रेखा जो भूपर्पटी को प्रावार से पृथक करती है उसे **'मोहो'** (Moho) अथवा **मोहोरोविसिक असांतत्य** (Mohorovicic discontinuity) कहते हैं।

c) क्रोड

क्रोड प्रावार के नीचे स्थित पृथ्वी का केंद्रीय तथा आंतरिक भाग है। इस भाग की भौतिक प्रकृति और पदार्थों का संयोजन इसकी गहराई के साथ परिवर्तित होता

रहता है। क्रोड पृथ्वी की आंतरिक ऊर्जा का मुख्य स्रोत है क्योंकि यह रेडियोऐक्टिव घटकों से निर्मित होता है, जो अधिक स्थाई तत्वों में परिवर्तन हेतु विखंडित होते रहते हैं। इसे निम्न भागों में विभाजित किया गया है :

- **बाह्य क्रोड -** यह परत तरल अवस्था में होती है जो आंतरिक क्रोड को घेरे रहती है। इसके तरल अवस्था में होने का कारण इस भाग में उपस्थित लोहे और निकिल के पिघलने के लिए उपयुक्त तापमान का उपलब्ध होना है। इस परत का घनत्व शुद्ध पिघले लोहे के समान नहीं है, जोकि इसमें अन्य हल्के तत्वों की उपस्थिति का भी परिचायक है।

- **आंतरिक क्रोड -** यह पृथ्वी का केंद्रीय और सर्वाधिक गरम भाग है जो कि ठोस अवस्था में है। बाह्य क्रोड से भी ज्यादा तापमान होने के बावजूद इसके ठोस होने का कारण ताप-दाब संबंध है जो अधिकतर तरल पदार्थों के साथ होता है जब तापमान घटे या दबाव बढ़े।

  आंतरिक क्रोड को 'निफे' (Nife) भी कहते हैं क्योंकि यह निकेल (nickel) और लौह (ferrous) से निर्मित होता है। इसका विस्तार 2900 किमी से नीचे होता है। क्रोड गुटेनबर्ग असांतत्य (Gutenburg discontinuity) के द्वारा प्रावार से पृथक होता है।

1.3.2 असांतत्य

भूकंपों के अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि निश्चित गहराइयों पर भूकम्पीय तरंगों की गति तथा अन्य प्रकृतियों में परिवर्तन आता है, जिसे **असांतत्य** कहते हैं। इन्हे दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है :

a) **वृहत असांतत्य :** इन्हें सामान्यतः प्रथम स्तर के असांतत्य कहा जाता है।

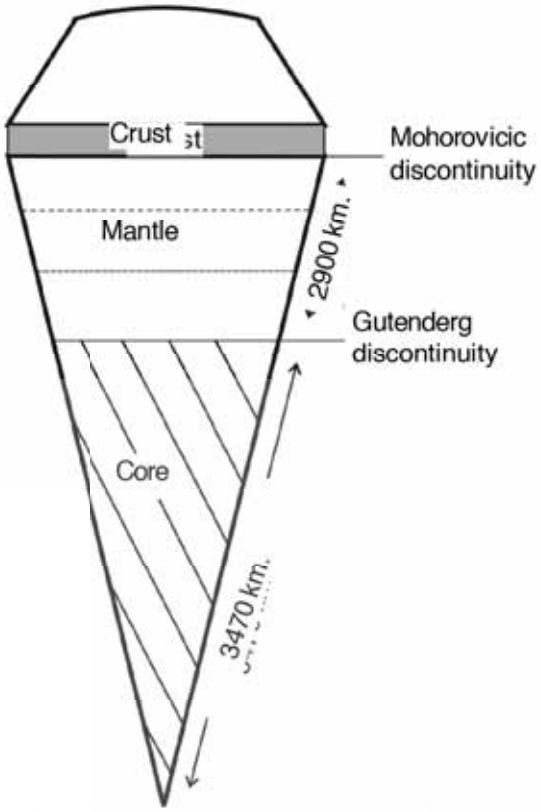
- **मोहोरोविसिक असांतत्य** अथवा 'मोहो' (Moho) पहला मुख्य असांतत्य है जो भू-पर्पटी और प्रावार के मध्य की सीमा को रेखांकित करता है। इसकी गहराई महासागरों के नीचे 2 से 10 किमी तथा महाद्वीपों और पर्वतों के नीचे औसतन 35 किमी की गहराई तक पाई जाती है। इसकी अधिकतम गहराई 70 किमी तक हो सकती है।

- **गुटेनबर्ग असांतत्य** प्रावार को क्रोड से अलग करती है।

b) **गौण असांतत्य :** इन्हें द्वितीय स्तर के असांतत्य भी कहा जाता है।

- **लेहमेन-बुलेन असांतत्य** (Lehmann-Bullen discontinuity) आंतरिक और बाह्य क्रोड के मध्य स्थित है।

- **कोनराड असांतत्य** (Conrad discontinuity) ऊपरी और निचली भू-पर्पटी के मध्य आठ अन्य असांतत्य में से एक है।

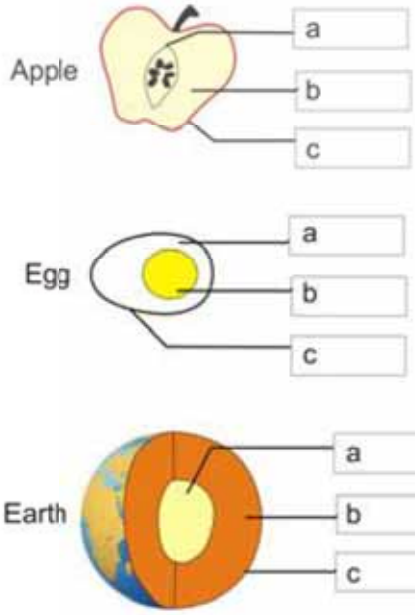


चित्र 1.2: पृथ्वी की एक अनुप्रस्थ काट के द्वारा इसकी पर्पटी, प्रावार और क्रोड तथा मुख्य सीमाओं का निरूपण (चित्र पैमाने पर नहीं)।

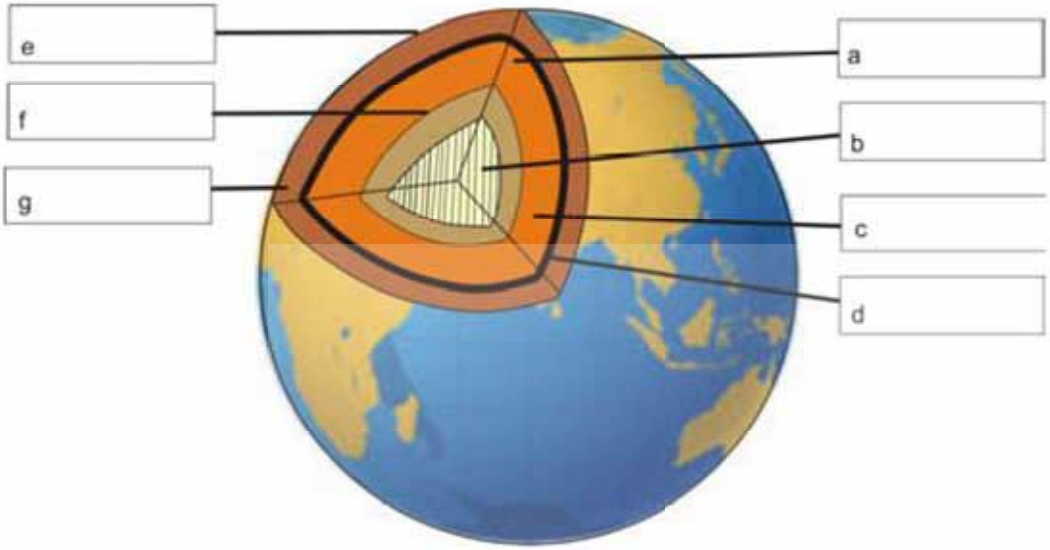
1.4 प्रयोगशाला अभ्यास

निर्देश : *इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तरों का आरेख अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।*

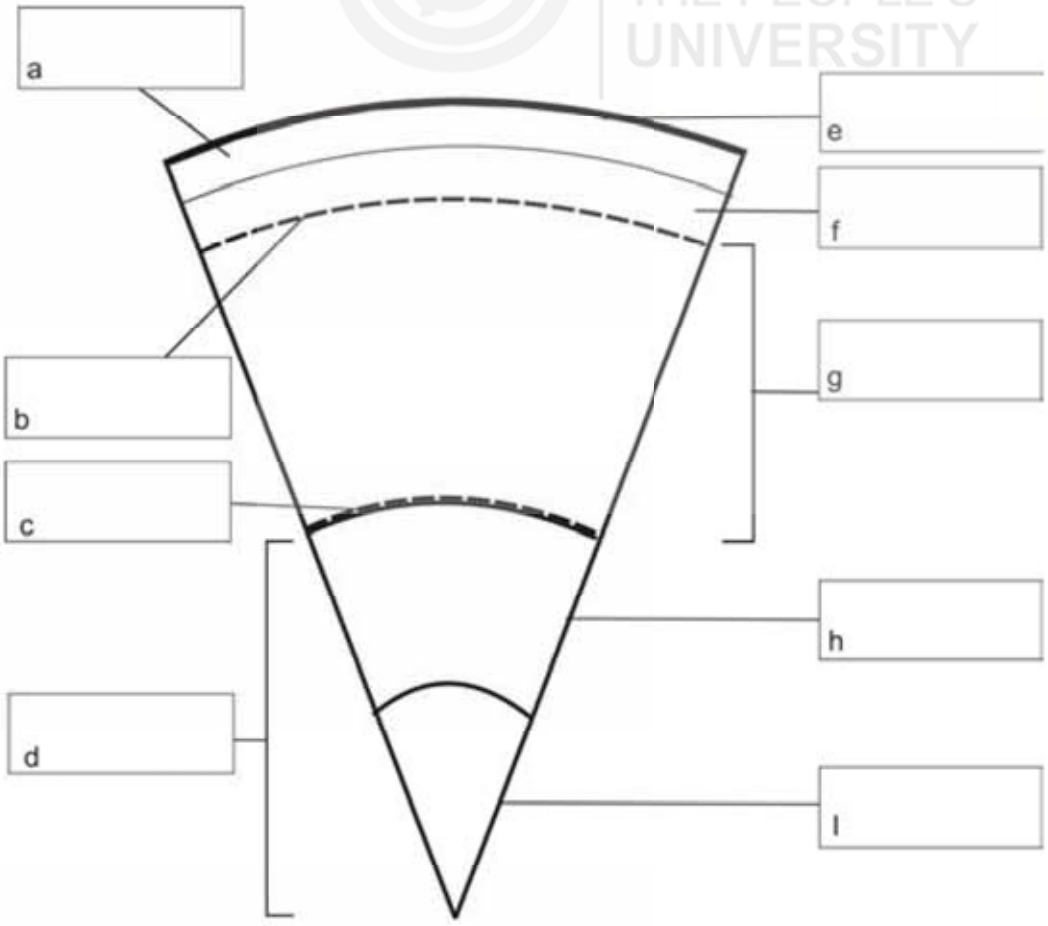
अभ्यास 1: नीचे दिये गए ख़ानों में सेब (apple), अंडे (egg) तथा पृथ्वी (Earth) के पर्पटी, प्रावार और क्रोड का अंकन करें।



अभ्यास 2: नीचे दिये ख़ानों में सिआल, सिमा, प्रावार, आंतरिक क्रोड, बाह्य क्रोड, मोहोरोविसिक असांतत्य और गुटेनबर्ग असांतत्य का अंकन करें।



अभ्यास 3: नीचे दिये ख़ानों में पर्पटी, स्थलमंडल, क्रोड, दुर्बलतामंडल, प्रावार, आंतरिक क्रोड, बाह्य क्रोड, मोहोरोविसिक असांतत्य और गुटेनबर्ग असांतत्य का अंकन करें।



अभ्यास 4: नीचे दिये गए स्थान में शब्दों को परिभाषित करें।

पर्पटी	
प्रावार	
क्रोड	
मोहोरोविसिक असांतत्य	

1.5 गृहकार्य

1. पृथ्वी की आंतरिक संरचना को दर्शायें।
2. एक अनुप्रस्थ काट के माध्यम से पृथ्वी के पर्पटी, प्रावार तथा क्रोड एवं मुख्य असांतत्यों को दर्शायें।
3. चित्र में पृथ्वी की सतह, स्थलमंडल, दुर्बलतामंडल, सिआल, सिमा, प्रावार, आंतरिक क्रोड, बाह्य क्रोड, मोहारोविसिक असांतत्य और गुटेनबर्ग असांतत्य को दर्शायें।

1.6 संदर्भ

- Mahapatra, G.B. (2008) Textbook of Physical Geology, CBS Publishers, New Delhi, 326p.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Structure_of_the_Earth#/media/File:Slice_Earth.svg
- इकाई 1 व 3, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

(वेबसाईट 15 दिसंबर 2015 को देखा गया)

प्रयोग 2

भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण का मानचित्र बनाना

रूपरेखा

2.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
2.2 आवश्यकताएं
2.3 मूलभूत अवधारणाएँ
भूकंपीय अनुक्षेत्र
भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण के प्रकार
2.4 भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र
2.5 प्रयोगशाला अभ्यास
2.6 गृहकार्य
2.7 संदर्भ
2.8 शैक्षणिक साधन

2.1 प्रस्तावना

अपनी विशाल जनसंख्या और भौगोलिक विशेषताओं के कारण भारत विश्व का सर्वाधिक आपदा संभावित क्षेत्र है। देश के विभिन्न भागों में भूकंप, चक्रवात, सूखा, बढ़ और भूस्खलन आदि आते ही रहते हैं। हिमालय विश्व की सर्वाधिक नवीनतम वलित पर्वत श्रेणी है, जिसका भूमिगत भाग भूगर्भीय और भूकंप की संभावना की दृष्टि से काफी सक्रिय और संवेदनशील है। देश के विभिन्न स्थानों की विभिन्न भूगर्भीय विशेषता के कारण अलग-अलग स्थानों पर भूकंप की संभावना में भी विविधता पाई जाती है। इसलिए देश में भूकंप की दृष्टि से संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान के लिए भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण मानचित्र आवश्यक है। ये मानचित्र देश में ऐसे क्षेत्रों की पहचान करने में सहायक होते हैं जहाँ विभिन्न तीव्रता के भूकंप आते हैं या इनके आने की संभावना होती है।

इस प्रयोग में हम भारत के विभिन्न भूकंपीय क्षेत्रों से परिचित होंगे और भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण मानचित्र बनाना सीखेंगे। इस प्रयोग के आरंभ करने से पूर्व यह आवश्यक है कि आपने भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 4 भूकंप और ज्वालामुखी का अध्ययन कर लिया हो।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते हैं कि इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप :

- ❖ भूकंपीय वर्गीकरण के प्रकारों को परिभाषित कर सकेंगे,
- ❖ भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण मानचित्र को बना पायेंगे,
- ❖ कम, मध्यवर्ती और ज्यादा तीव्रता वाले भूकंपीय क्षेत्रों को पहचान सकेंगे, तथा
- ❖ भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण मानचित्र की उपयोगिता का वर्णन कर सकेंगे।

2.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी :

- पेंसिल/कलर पेंसिल
- कलम
- रबड़
- रूलर
- प्रयोगशाला फाइल

निर्देश: *आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 4 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 1 अवश्य लाएं ।*

2.3 मूलभूत अवधारणाएँ

आपने इकाई 4 में पढ़ा है कि भूकंप एक प्राकृतिक घटना है। ये अन्य सभी आपदाओं की तुलना में सर्वाधिक अप्रत्याशित होते हैं। भूकंप भूपटल पर होने वाले आकस्मिक कंपन या हिलने के फलस्परूप उत्पन्न झटके होते हैं। अधिकांश भूकंप हल्के झटके होते हैं। बड़े भूकंप सामान्यतः छोटे झटकों से आरंभ होते हैं मगर जल्द ही एक या कई शक्तिशाली झटकों का रूप ले लेते हैं जिनका अंत धीरे-धीरे कम होती तरंगों के रूप में होता है जिसे उत्तर प्रघात (after shocks) कहते हैं। भूकंप सामान्यतः भूगर्भीय भ्रंश या प्लेटों की सीमाओं के समानांतर उत्पन्न होते हैं। भूकंप का प्रभाव असंतृप्त पदार्थ युक्त सतह पर ज्यादा होता है, जैसे कोमल मृदा या नदियों द्वारा से लायी हुइं तलछट के निक्षेपण से निर्मित स्थलों पर। भूकंप का प्रभाव दो पैमानों पर मापा जाता है (i) परिमाण (magnitude) यानि भूकंपीय ऊर्जा जो इसके उद्‌गम या अधिकेन्द्र (epicentre) पर मुक्त होती है और भूकम्पलेखी (seismograph) पर अभिलेखित होती है तथा (ii) तीव्रता (intensity) यानि इस कंपन का जनसंख्या, मानवीय परिवेश, ईमारतों, मानव निर्मित संरचनाओं तथा प्राकृतिक भूआकृतियों आदि पर प्रभाव।

2.3.1 भूकंपीय अनुक्षेत्र

एक भूकंपीय अनुक्षेत्र/मंडल वह भाग होता है जिसमें भूकंपीय गतिविधि का प्रभाव समान होता है अर्थात बहुत कम अथवा ज्यादा होता है। **भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण** (Seismic zonation) को भविष्य में आने वाले भूकंपों के संभावित दुष्प्रभावों के आधार पर निर्मित भौगोलिक सीमांकन समझ सकते हैं। यह एक प्रक्रिया है जो शहरी आयोजना विधान या भूकंप प्रभावित क्षेत्रों में तदनुकूल डिजाईन करने के लिए उपयोगी सूचनायें उपलब्ध करवाती है।

2.3.2 भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण के प्रकार

कई देशों में सरकारी संस्थाएं किसी विशेष क्षेत्र में भूकंपीय घटनाओं का अवलोकन करती हैं। उनके द्वारा एकत्रित सूचनाओं के आधार पर पूरे देश को विभिन्न भूकंपीय अनुक्षेत्रों में विभाजित किया जाता है। वर्गीकरण के लिए कई पद्धतियाँ प्रयोग में लाई जाती हैं, जैसे कि आंकिक वर्गों से रंगीन वर्गों तक, जिनमें प्रत्येक अंक या रंग एक अलग स्तर की भूकंपीय गतिविधि को प्रदर्शित करता है। समान महत्व के मापदंडों के आधार पर प्रत्येक वर्ग का निर्धारण ही वर्गीकरण कहलाता है।

भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण किसी भी पैमाने, जैसे कि देश, क्षेत्र या स्थानीय स्तर पर किया जा सकता है। वर्गीकरण के तीन प्रकार होते हैं : स्थूल (macrozonation), लघु (microzonation) और सूक्ष्म वर्गीकरण (nanozonation)।

स्थूल वर्गीकरण : बृहत स्तर पर वर्गीकरण विस्तृत भूभाग जैसे देश अथवा महाद्वीप के वर्गीकरण में किया जाता है और इसमें भूकंप और भूगर्भ से जुड़े बड़े बिंदुओं को उनके भू-तकनीकी पहलुओं को विशेष ध्यान में रखे बगैर उपयोग किया जाता है। स्थूल वर्गीकरण में किसी राष्ट्रीय सीमा को संभावित भूकंप की तीव्रता, झटकों आदि कारकों के आधार पर विभिन्न वर्गों में बांटा जाता है। किसी देश को कितने वर्गों में बांटा जाए यह बिल्कुल स्वैच्छिक होता है। बृहत वर्गीकरण सामान्यतः 1:1,000,000 से अधिक स्केल/पैमाने पर किया जाता है।

लघु वर्गीकरण : लघु वर्गीकरण एक क्षेत्र को भूकंप के समान प्रभाव की दृष्टि से विभिन्न वर्गों में बाँटने की प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया में भूकंप और इसके प्रभावों का विस्तृत अध्ययन किया जाता है। लघु वर्गीकरण में भूगर्भीय, भूकंपीय और भू-तकनीकी बिंदुओं को आर्थिक, सामाजिक और राजनैतिक संदर्भों से जोड़ते हुये भूकंप के प्रभावों पर आधारित भूमि उपयोग योजना तैयार की जाती है। लघु वर्गीकरण का उद्देश्य किसी विशेष क्षेत्र के लिए नई इमारतों और ढांचों के निर्माण हेतु उनके प्रकार या शैली संबंधित उपयुक्त दिशानिर्देश उपलब्ध कराना है।

सूक्ष्म वर्गीकरण : इसमें काफी गहन और विस्तृत अध्ययन के आधार पर विशुद्ध वर्गीकरण किया जाता है। यह मानचित्र किसी शहर के अंतर्गत किसी भी स्थल की जानकारी उपलब्ध कराता है। इसके लिए 1:5000 से भी कम स्केल पर मानचित्रण और अतिरिक्त क्षेत्रीय अन्वेषण की आवश्यकता होती है जिसे कम्प्यूटर आधारित विश्लेषण से जोड़ा जाता है।

2.4 भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र

भारत में भूकंप की घटनाएँ एक समान रूप से वितरित नहीं हैं। सीमांत हिमालय भूकंप की दृष्टि से विश्व के सर्वाधिक सक्रिय स्थलों में एक है। वस्तुतः पूरी हिमालय श्रृंखला ही बड़े भूकंपों की संभावना वाला क्षेत्र है। दक्षिणी भारत में भूकंप की घटनाएँ अनियमित हैं तो उत्तर-पूर्व, उत्तर तथा उत्तर-पश्चिमी भाग में भूकंप काफी सामान्य हैं।

देश में भूकंप से होने वाले दुष्प्रभावों का आकलन भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (Geological Survey of India) और भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (India Meteorological Department) का भूकंपीय अनुभाग करता है। 15 जनवरी, 1934 को आए 8.4 परिमाण के बिहार-नेपाल भूकंप के बाद भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण ने राष्ट्रीय भूकंप मानचित्र का सर्वप्रथम 1935 में प्रकाशन किया था। 1962 में भारतीय मानक ब्यूरो (Bureau of Indian Standards, पूर्व नाम भारतीय मानक संस्थान) ने भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण मानचित्र (BIS, 1962) का प्रकाशन किया जो 1935 में भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण द्वारा प्रकाशित भूकंपीय अधिकेन्द्र और समभूकंपीय मानचित्र पर आधारित था (सारणी 2.1 देखें)। इसमें भारत को 0 (कोई नुकसान नहीं) से VI (व्यापक नुकसान) जैसे 7 वर्गों में बांटा गया था, जिसमें 5 और इससे ज्यादा परिमाण वाले और अधिकतम संशोधित मरकली तीव्रता (Modified Mercalli Intensity, MMI) स्केल पर V से IX की श्रेणी को स्वीकार किया गया था।

सारणी 2.1: BIS 1962 और 1966 पर आधारित 7 भूकंपीय वर्ग और MMI पैमाने पर उनकी संभावित अधिकतम तीव्रता

भूकंपीय वर्ग	संभावित अधिकतम तीव्रता (MMI)
0	से कम V
I	V
II	VI
III	VII
IV	VIII
V	IX
VI	X और अधिक

इस वर्गीकरण मानचित्र में दक्कन पठार को कमोबेश एक सुरक्षित वर्ग माना गया था और इसे नुकसान के स्तर पर 0 मान दिया गया था, जबकि हिमालय और उत्तरपूर्वी भारत को अलग-अलग वर्गों में बांटा गया था।

1967 में दक्कन पठार जिसे पूर्व के मानचित्र में भूकंप की शून्य संभाव्यता का क्षेत्र माना गया था, में आए 6.7 परिमाण के कोयना भूकंप के बाद वर्गीकरण मानचित्र का 1970 में पुनर्निरीक्षण किया गया। कुछ भूगर्भीय, भूभौतिक और भूकंपीय अध्ययनों को भी ध्यान में रखा गया। भूकंपीय वर्गों की संख्या MMI स्केल (सारणी 2.2 देखें) और विस्तृत तीव्रता पैमाने (Comprehensive Intensity Scale, CIS – 64) के आधार पर 7 से घटा कर 5 (I, II, III, IV, V) कर दी गई (सारणी 2.3 देखें)।

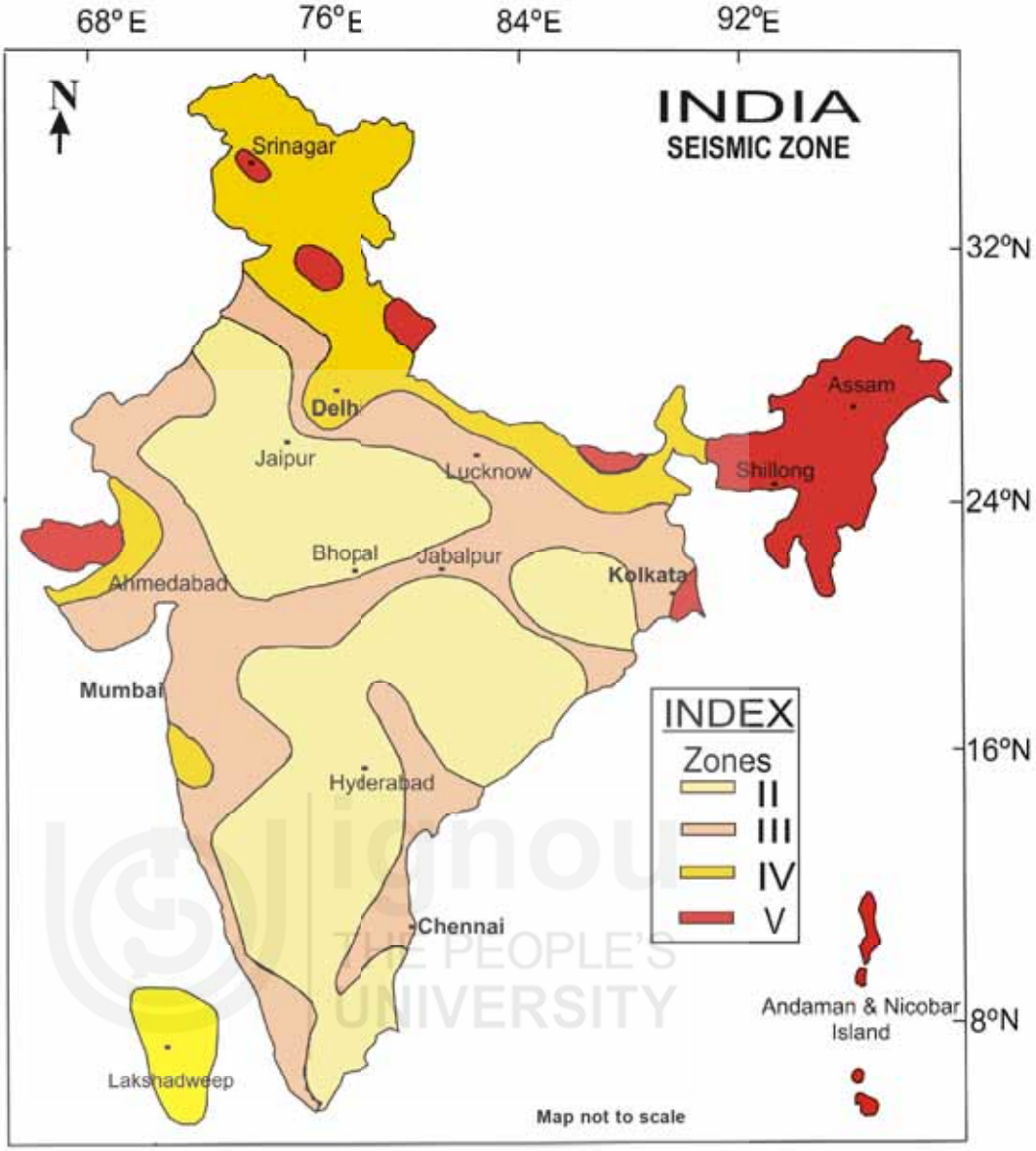
सारणी 2.2: BIS 1970 और 1984 पर आधारित 5 भूकंपीय वर्ग और MMI पैमाने पर उनकी संभावित अधिकतम तीव्रता

भूकंपीय वर्ग	संभावित अधिकतम तीव्रता (MMI स्केल)
I	V
II	VI
III	VII
IV	VIII
V	IX या अधिक

दो प्रमुख परिवर्तनों में एक था वर्ग 0 को हटाना, क्योंकि वैज्ञानिक दृष्टिकोण से किसी क्षेत्र को भूकंप की शून्य संभावना वाले क्षेत्र में रखना उचित नहीं था; और दूसरा था वर्ग V तथा वर्ग VI को एक में मिलाना। 1993 में लातूर में एक बड़ा भूकंप आया जिसका परिमाण 6.3 और नुकसान की तीव्रता IX आँकी गई थी। इससे पूर्व इसे भूकंपीय वर्ग I में रखा गया था, जिसमें इस परिणाम के भूकंप का अनुमान नहीं था। इसने एक बार पुनः भूकंपीय वर्गों के पुनर्निरीक्षण की आवश्यकता पर बल दिया और 2002 में इस वर्गीकरण के पुनःनवीकरण के पश्चात् अब इसमें मात्र चार वर्ग हैं- II, III, IV और V (चित्र 2.1 देखें)। 1970 के मानचित्र में जो क्षेत्र भूकंपीय वर्ग I के अंतर्गत आते थे उन्हे भूकंपीय वर्ग II के साथ जोड़ दिया गया। प्रायद्वीपीय क्षेत्र के भूकंपीय मानचित्र में भी परिवर्तन किए गए। वर्ग V के अंतर्गत आने वाले क्षेत्र भूकंप के प्रति सर्वाधिक असुरक्षित हैं, इसमें देश के सबसे ज्यादा विनाशकारी भूकंप आए हैं। इस वर्ग के अंतर्गत आने वाले क्षेत्रों में अंडमान व निकोबार द्वीपसमूह, देश का संपूर्ण उत्तर-पूर्वी भाग, बिहार के उत्तर-पश्चिमी क्षेत्र के कुछ भाग, हिमाचल प्रदेश की कांगड़ा घाटी, उत्तराखंड का पूर्वी भाग, गुजरात के कच्छ का रण और जम्मू व कश्मीर में श्रीनगर के भाग अते हैं। इस वर्गीकरण मानचित्र में दो बड़े महानगर दिल्ली और मुंबई वर्ग IV में तथा कोलकाता वर्ग III व IV की सीमा पर आता है।

सारणी 2.3: भूकंपीय वर्ग और विस्तृत तीव्रता पैमाने (CIS-64) पर उनकी अनुमानित तीव्रता

भूकंपीय वर्ग	तीव्रता
II	VI और कम
III	VII
IV	VIII
V	IX और ज्यादा



चित्र 2.1: भारत का भूकंपीय अनुक्षेत्र वर्गीकरण मानचित्र (BIS, 2002)।

किसी देश का भूकंपीय वर्गीकरण मानचित्र उस क्षेत्र की भूकंपीय स्थिति और संभावना का मार्गदर्शक होता है। भारत के भूकंपीय मानचित्र में बड़े भूकंपों के आने के आधार पर किए जाने वाले परिवर्तन यह दर्शाते हैं कि राष्ट्रीय स्तर पर मात्र वर्गीकरण कर दिया जाना ही भूकंप से संभावित दुष्परिणामों का सामना करने के लिए समाधान उपलब्ध नहीं करवाता, अपितु भविष्य में बेहतर भूमि उपयोग तथा सुरक्षित विकास के लिए योजना बनाने के लिए एक उपयोगी दिशानिर्देश देता है।

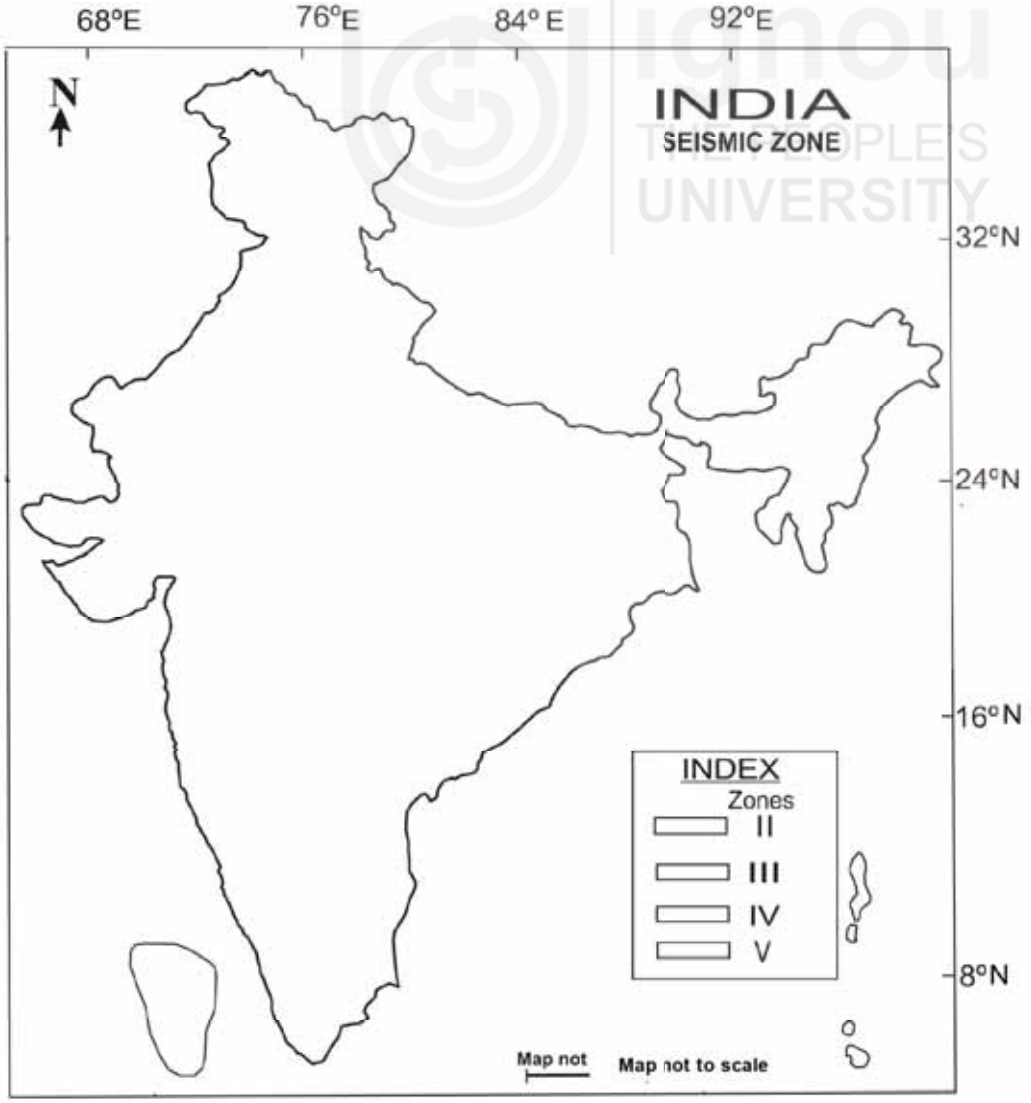
2.5 प्रयोगशाला अभ्यास

निर्देश : इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तर का आरेख /सारणी अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

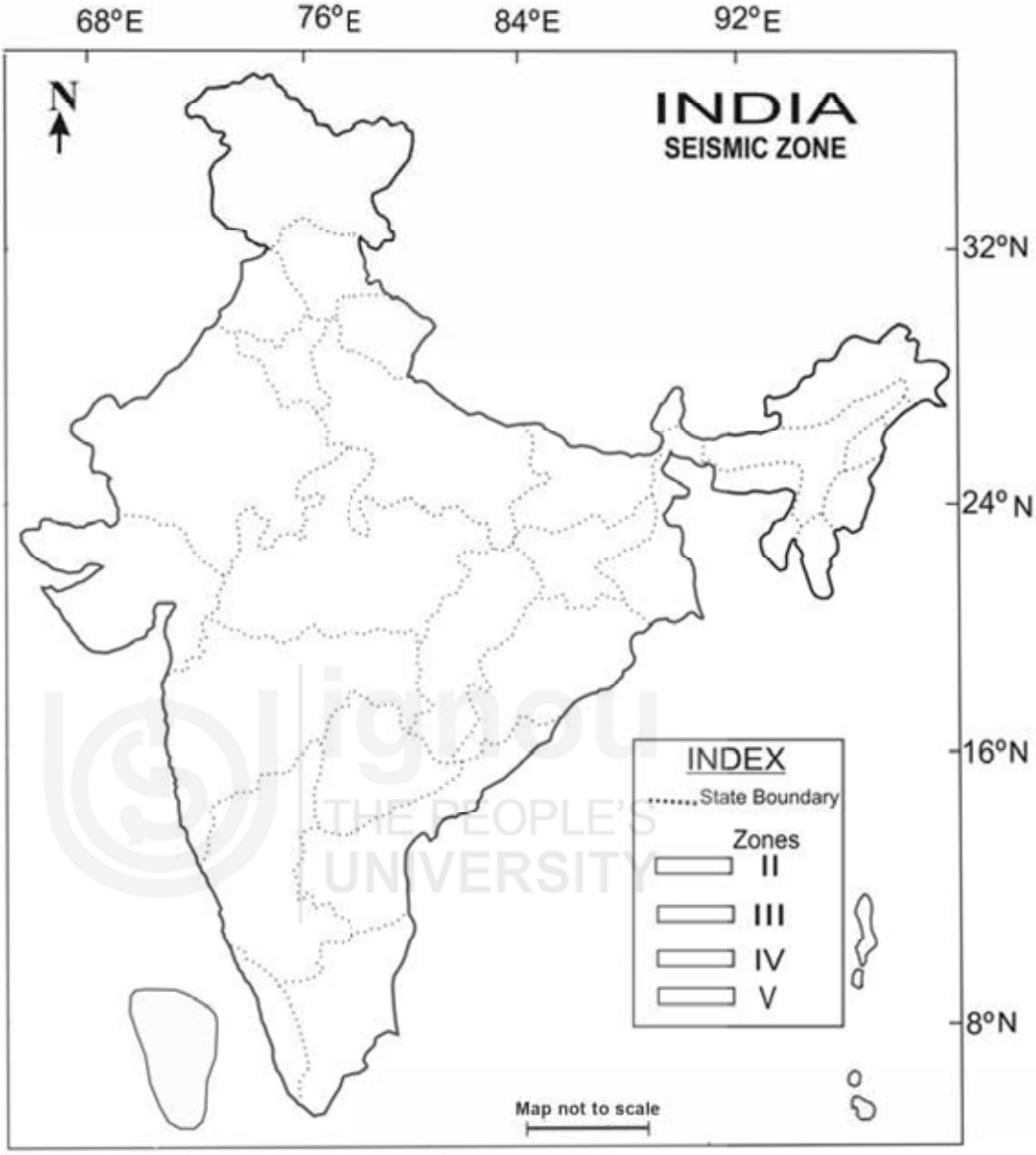
अभ्यास 1 : निम्न सारणी में दिये गए रिक्त स्थान में भूकंपीय वर्गों को भरें

BIS 1962 and 1966		BIS 1970 and 1984		BIS 2002	
भूकंपीय वर्ग	MMI स्केल पर मानचित्र	भूकंपीय वर्ग	MMI व CIS-64 स्केल पर मानचित्र	भूकंपीय वर्ग	संशोधित CIS-64 स्केल पर मानचित्र
	V से कम				
	V		V और कम		
	VI		VI		VI और कम
	VII		VII		VII
	VIII		VIII		VIII
	IX		IX और अधिक		IX और अधिक
	X और अधिक	-	-	-	-

अभ्यास 2: दिये गए मानचित्र में भारत के भूकंपीय वर्गों का अंकन करें विभिन्न रंगों भरें।



अभ्यास 3 : भूकंपीय वर्गीकरण मानचित्र को दिये गए भारत के राजनीतिक मानचित्र पर अधिचित्रित करें और अलग-अलग वर्गों को विभिन्न रंगों से भरे।



अभ्यास 4 : वर्ग II, III, IV तथा V के अंतर्गत आने वाले राज्यों के नाम ज्ञात करें और दी गई सारणी में लिखें।

भूकंपीय वर्ग	भारत के राज्य
वर्ग - V	
वर्ग - IV	
वर्ग - III	
वर्ग - II	

अभ्यास 5 : आपका शहर जिस भूकंपीय वर्ग में आता है उसे ज्ञात करें।

2.6 गृहकार्य

- भारत में आए 5 बड़े भूकंपों की सूची बनाएँ तथा उन्हें मानचित्र में प्रदर्शित करें।
- यह भी ज्ञात करें कि वो किस भूकंपीय वर्ग में आते हैं।

2.7 संदर्भ

- BIS (1962) IS 1893-1962: Indian Standard Recommendations for Earthquake Resistant Design of Structures. Bureau of Indian Standards, New Delhi.
- GSI (1939) The Bihar-Nepal earthquake of 1934. Geological Survey of India Memoir, 7, 280.
- इकाई 4 भूकंप और ज्वालामुखी, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

2.8 शैक्षणिक साधन

- Giardini, D., Grunthal, G., Shedlock, K.M. and Zhang, P. (1999) The Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP). Ann Geofis 42:1225-1228.
- Mohapatra, A.K. and Mohanty, W.K. (2010) An overview of seismic zonation studies in India. Indian Geotechnical Conference, Geotren, pp. 175-178.
- http://14.139.172.204/nptel/CSE/Web/105108076/module4/lecture10.pdf
- http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip04.pdf

(वेबसाईट 2 जनवरी 2016 को देखे गये)

प्रयोग 3

भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थलाकृतिक मानचित्रों का अध्ययन

रूपरेखा

3.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
3.2 आवश्यकताएं
3.3 मूलभूत अवधारणाएँ
स्थलाकृतिक मानचित्र
मानचित्र पैमाना
मानचित्र पैमाने का निरूपण
स्थलाकृतिक मानचित्रों का अनुक्रमण
3.4 स्थलाकृतिक मानचित्र का अध्ययन
प्रतीक और रंग
उपांत सूचनाएं
मानचित्र पैमाना
मानचित्र का अभिविन्यास
3.5 स्थलाकृतिक मानचित्र के आकृतियों की पहचान
भौतिक आकृतियाँ
मानव–निर्मित (सांस्कृतिक) आकृतियाँ
3.6 स्थलाकृतिक मानचित्र की व्याख्या
उपांत सूचनाओं की पहचान
भौतिक आकृतियों की व्याख्या
मानव निर्मित आकृतियों की व्याख्या
3.7 प्रयोगशाला अभ्यास
मानचित्र की दिशा
अपनी स्थिति ज्ञात करना
दूरी ज्ञात करना
समोच्च रेखाओं की व्याख्या
मानव–निर्मित आकृतियों की व्याख्या
भूवैज्ञानिक क्षेत्रीय अध्ययन के लिए उपयुक्त मार्ग का चयन
स्थलाकृतिक अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना
3.8 संदर्भ

3.1 प्रस्तावना

पिछले दो प्रयोगों में आपने पृथ्वी की आंतरिक संरचना और भारत के भूकंपीय क्षेत्र के वर्गीकरण आदि के मानचित्र/रेखाचित्र बनाये हैं। ये दो प्रयोग रह स्पष्ट करते हैं कि मानचित्र और चित्र किसी स्थल से संबंधित जानकारी देने के काफी प्रभावी माध्यम हो सकते हैं। **मानचित्र** की परिभाषा इस प्रकार दी जा सकती है कि यह संपूर्ण पृथ्वी अथवा इसके किसी भाग की सतह और इसकी आकृतियों का एक नियत पैमाने पर किसी समतल सतह पर चित्रित द्विआयामी प्रस्तुतिकरण है। वास्तविक जगत की विभिन्न आकृतियों को मानचित्र में संकेतों, चिह्नों, छाया और रंगों आदि से प्रतिष्ठापित कर दिया जाता है, अतः मानचित्र सामान्यतः इन सभी विशिष्टताओं का सम्मिलित रूप होते हैं। स्थलाकृतिक और भूवैज्ञानिक मानचित्र भूवैज्ञानिक अध्ययन में निरंतर प्रयुक्त होने वाले मानचित्रों के प्रकार हैं।

स्थलाकृतिक मानचित्र आपको पृथ्वी पर भौतिक और मानव निर्मित आकृतियों को ढूँढ़ने में सहायता करते हैं। इसके साथ ही भूवैज्ञानिक इनकी सहायता से स्थलाकृतिक, भूआकृतिक और उच्चावच आकृतियों का अध्ययन करते हैं और इनसे पृथ्वी की सतह के नीचे स्थित भूगर्भीय आकृतियों तथा शैलों का अनुमान लगाते हैं। स्थलाकृतिक मानचित्र आपको क्षेत्र में भूवैज्ञानिक अध्ययन के लिए उचित भाग चुनने में भी सहायता करते हैं। कुल मिलाकर स्थलाकृतिक मानचित्र किसी भी क्षेत्र के भूवैज्ञानिक अध्ययन के लिए एक आधार मानचित्र के रूप में कार्य करते हैं। अतः भूविज्ञान में स्थलाकृतिक मानचित्र का संपूर्ण ज्ञान होना अति आवश्यक है। इस प्रयोग में आप स्थलाकृतिक मानचित्र से महत्त्वपूर्ण सूचनायें प्राप्त करना सीखेंगे।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते हैं कि इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप :

- ❖ स्थलाकृतिक मानचित्र के प्रचलित चिह्नों और संकेतों के महत्व को समझेंगें;
- ❖ स्थलाकृतिक मानचित्र पर प्राकृतिक और मानव निर्मित आकृतियों की पहचान कर सकेंगे;
- ❖ स्थलाकृतिक मानचित्र पर प्राकृतिक और मानव निर्मित आकृतियों के संबंध को निर्धारित कर सकेंगे;
- ❖ अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना कर सकेंगे; तथा
- ❖ भूवैज्ञानिक क्षेत्रीय अध्ययन के लिए उपयुक्त भाग का चयन कर पायेंगे।

3.2 आवश्यकताएं

इस अभ्यास को सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी :

- स्थलाकृतिक मानचित्र
- A-4 आकार का ट्रेसिंग या बटर पेपर
- ग्राफ पेपर
- कम्पास
- 1 मीटर लंबा मोटा सिलाई धागा
- कुछ पेपर पिन
- कलम, पेंसिल, कैलकुलेटर, पैमाना (स्केल) और रबड़
- प्रयोगशाला फाइल।

आप एक स्थलाकृतिक मानचित्र www-surveyofindia-gov-in/pages/display/127/educational/map/series वेबसाईट से डाउनलोड कर सकते हैं। यहाँ 1:50000 स्केल के कुछ मानचित्र उपलब्ध हैं, जिन्हे शैक्षणिक उद्देश्य हेतु मुफ्त में डाउनलोड किया जा सकता है। आप इस प्रयोग में उदाहरण हेतु उपयोग किए गए 1:25000 स्केल के स्थलाकृतिक मानचित्र अथवा अपने इच्छित क्षेत्र के 1:250,000 स्केल के मानचित्र को www.lib-utexas-edu/maps/ams/india/ से भी डाउनलोड कर सकते हैं।

3.3 मूलभूत अवधारणाएँ

पृथ्वी की सतह विभिन्न प्रकार की उच्चावच आकृतियों जैसे पहाड़, पठार, मैदान, घाटी या महासागरों आदि से निर्मित है। इन उच्चावच आकृतियों का उचित प्रतिरूपण स्थलाकृतिक मानचित्रों द्वारा होता है जिसमें इनके तीसरे आयाम यानि ऊँचाई का भी विवरण शामिल होता है। स्थलाकृतिक मानचित्रों में तीसरे आयाम यानि ऊँचाई अथवा गहराई के निरूपण के लिए समोच्च रेखाओं या समोच्च (contour) का प्रयोग किया जाता है। समोच्च रेखाओं का प्रयोग पृथ्वी की सतह (स्थलाकृति) तथा समुद्री तल (bathymetry) पर स्थित आकृतियों के निरूपण के लिए होता है। अतः समोच्च रेखाएं पर्वतों की ऊँचाई, महासागरों की सतह की गहराई, ढ़ालों की तीव्रता तथा अन्य भूआकृतियों आदि की माप में सहायक होते हैं। एक स्थलाकृतिक मानचित्र में किसी क्षेत्र के उच्चावच को एक क्षैतिज अथवा समतल सतह पर समोच्च रेखाओं की सहायता से प्रक्षेपित किया जाता है। स्थलाकृतिक मानचित्र द्वारा धरातल पर स्थित जल स्रोतों जैसे नदियाँ, झील और दलदल आदि तथा सांस्कृतिक एवं मानव-निर्मित आकृतियों जैसे सड़क, रेल, नहर, बांध, शहर, गाँव या कारखाने आदि को भी दर्शाया जाता है।

3.3.1 स्थलाकृतिक मानचित्र

एक स्थलाकृतिक मानचित्र पृथ्वी की त्रिआयामी सतह का द्विआयामी प्रस्तुतिकरण है। यह सामान्यतः पृथ्वी की सतह पर स्थित भौतिक तथा मानव-निर्मित आकृतियों का परिमाणात्मक और शुद्ध निरूपण है। अतः, भूवैज्ञानिक अध्ययन, शहर तथा क्षेत्रीय योजनाकारों, प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन के साथ-साथ अभियांत्रिकी और पर्यावरणीय अध्ययन के लिए ये मानचित्र अपरिहार्य हैं।

स्थलाकृतिक मानचित्रों को प्रचलित रूप से टोपो-शीट या टोपो-मानचित्र भी कहते हैं, यद्यपि स्थलाकृतिक मानचित्र शब्द का प्रयोग ही उचित है। यह किसी छोटे क्षेत्र में प्राकृतिक या मानव-निर्मित आकृतियों का अपेक्षाकृत बड़े पैमाने पर एक सांकेतिक निरूपण है। प्रत्येक देश में स्थलाकृतिक मानचित्रों का निर्माण और प्रकाशन राष्ट्रीय मानचित्रण संगठन द्वारा किया जाता है। उदाहरण के लिए, भारत में भारतीय सर्वेक्षण विभाग (Survey of India, SOI) देश की सबसे पुरानी राष्ट्रीय सर्वेक्षण और मानचित्रण संस्थान है, जो कि देश के हरेक भाग के स्थलाकृतिक मानचित्र के निर्माण और प्रकाशन के लिए उत्तरदायी है।

स्थलाकृतिक मानचित्रों में दो लगातार समोच्च (कंटूर) रेखाओं के बीच की दूरी को ऊर्ध्वाधर अंतराल या समोच्च रेखा अंतराल कहते हैं। भारतीय सर्वेक्षण विभाग के 1:50000 पैमाने (स्केल) के स्थलाकृतिक मानचित्र में समोच्च रेखा अंतराल (contour interval) 20 मी. होता है। इसके विपरीत, स्थलाकृतिक मानचित्र पर दो बिंदुओं के मध्य क्षैतिज दूरी को **क्षैतिज तुल्यांक** (horizontal equivalent) कहते हैं। यहाँ यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण होगा कि दो समोच्च रेखाओं के मध्य का अंतराल उस मानचित्र में नियत ही रहता है, जबकि क्षैतिज तुल्यांक प्रत्येक स्थान पर वहाँ के प्राकृतिक ढ़ाल पर निर्भर रहने के कारण परिवर्तित होता रहता है। यह मंद ढ़ाल के लिए अधिक होता है क्योंकि समोच्च रेखाओं के मध्य ज्यादा जगह होती है, तथा यह तीव्र ढ़ाल के लिए कम होती है क्योंकि समोच्च रेखाएं एक-दूसरे के निकट होती हैं।

3.3.2 मानचित्र पैमाना

मानचित्र किसी भी पैमाने का हो सकता है जो उस क्षेत्र पर निर्भर करता है, उदाहरण के लिये किसी जिले, राज्य, देश एक महाद्वीप अथवा पूरे विश्व का मानचित्र। पृथ्वी की संपूर्ण सतह को उसके वास्तविक आकार के साथ किसी एक कागज की सतह पर निरूपित करना असंभव है, क्योंकि इसके लिए हमें पृथ्वी के ही आकार के एक विशाल कागज की आवश्यकता होगी। इस समस्या को दूर करने के लिए हम पैमाने का उपयोग करते हैं ताकि पृथ्वी के किसी भाग या पृथ्वी की संपूर्ण सतह को निरूपित किया जा सके। एक पैमाना संपूर्ण पृथ्वी या इसके किसी भाग को सुविधाजनक रूप से छोटे स्तर पर उनके वैज्ञानिक और तार्किक महत्त्व के साथ निरूपित करने में सहायक होता है। इसलिए, मानचित्रों के स्केल को कम कर दिया जाता है ताकि वो उपलब्ध कागज के अनूरूप दर्शाए जा सकें।

मानचित्र के पैमाना को किसी मानचित्र में दूरी और धरातल पर दूरी के संबंध से परिभाषित किया जा सकता है। दूसरे शब्दों में, पैमाना को मानचित्र पर दो बिंदुओं के मध्य दूरी और धरातल पर उनके तदनुरूप दो बिंदुओं के मध्य दूरी के अनुपात से भी अभिव्यक्त किया जा सकता है। अतः पैमाना मानचित्र पर दूरी और धरातल अथवा पृथ्वी की सतह पर दूरी के मध्य के संबंध को अभिव्यक्त करने की एक विधि है। हमारे लिए मानचित्र पर दर्शाई जा रही आकृति के मानचित्र पैमाना और उसके आकार तथा उनके बीच की दूरी की जानकारी होना आवश्यक है।

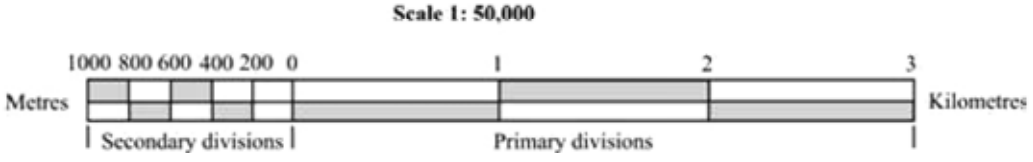
3.3.3 मानचित्र पैमाने का निरूपण

मानचित्र के पैमाने के प्रस्तुतिकरण की निम्नलिखित तीन विधियाँ हैं :

पैमाने की अभिव्यक्ति (Statement of scale) : यह पैमाने के प्रदर्शन की सरलतम विधि है। इस विधि में मानचित्र की माप को लिखित प्रकथन में व्यक्त किया जाता है, जैसे 1 सेमी = 10 किमी। इसका अर्थ यह हुआ कि मानचित्र पर 1 सेमी की दूरी धरातल पर उसके तदनुरूप 10 किमी की दूरी के बराबर है।

इस विधि की मुख्य कमियां हैं : a) इस विधि से अपरिचित व्यक्ति इसकी इकाईयों को समझने में असमर्थ होते हैं, और b) जब मानचित्र को बड़ा या छोटा किया जाता है तब पैमाने का प्रकथन बदल जाता है।

आलेखी विधि (Graphic scale) : मानचित्र पर दूरी और उसके तदनुरूप धरातल पर दूरी में संबंध को प्रदर्शित करने की दूसरी विधि आलेखी विधि है। इसे रेखीय पैमाना अथवा दंड पैमाना कहते हैं। इस विधि में दूरी को आलेख के माध्यम से एक क्षैतिज पैमाने के द्वारा दिखाते हैं जिस पर प्राथमिक और द्वितीयक विभाजक चिह्नित होते हैं (चित्र 3.1)। रेखा के एक भाग की लम्बाई धरातल पर दूरी को प्रदर्शित करती है। आलेखी पैमाना में, शून्य बिन्दु स्केल के बाईं ओर स्थित होता है। शून्य बिन्दु की दाईं ओर स्केल **प्राथमिक विभाजकों** में विभक्त होता है तथा शून्य से बाईं ओर यह **द्वितीयक विभाजकों** में विभक्त होती है। इस विधि का लाभ यह है कि जब मानचित्र का आकार घटाया या बढ़ाया जाता है तब पैमाना भी उसके अनुपात में घटता या बढ़ता है।



चित्र 3.1: आलेखी पैमाना।

निरूपक भिन्न (Representative Fraction) : हम पैमाना का उल्लेख निरूपक भिन्न के रूप में कर सकते हैं। इस विधि से मानचित्र पर दो बिंदुओं की दूरी और उसके तदनुरूप धरातल पर दूरी में संबंध के अनुपात को लम्बाई की इकाई में प्रदर्शित किया जाता है। उदाहरण के लिए, यदि हम एक निरूपक भिन्न 1/1000 या 1:1000 लें तो इसका अर्थ है मानचित्र पर माप की एक इकाई धरातल पर 1000 इकाई को प्रदर्शित करती है। निरूपक भिन्न में मानचित्र की दूरी को हमेशा 1 से निरूपित किया जाता है और यह किसी भी माप की इकाई जैसे यार्ड, मीटर, इंच, सेमी आदि से स्वतंत्र होता है। यद्यपि यह याद रखना आवश्यक है कि भिन्न के दोनों मानों की इकाई समान ही होगी, जैसे 1 इंच 1000 इंच को या 1 सेमी 1000 सेमी को प्रदर्शित करेगा। इस विधि में, अंश मानचित्र पर दूरी जबकि भाजक (denouminator) धरातल पर दूरी को प्रदर्शित करता है और इसका मान पैमाने के अनुरूप बदलता रहता है।

निरूपक भिन्न में धरातल के दो बिंदुओं के मध्य की दूरी को मानचित्र पर उन्ही दो बिंदुओं के मध्य की दूरी को मापने और फिर मानचित्र की माप को निरूपक भिन्न के हर से गुणा कर ज्ञात किया जा सकता है। उदाहरण के लिए यदि निरूपक भिन्न 1:1000 हो और मानचित्र पर दो बिंदुओं मान लें A और B के मध्य की दूरी 5 सेमी हो तो धरातल पर दूरी 5 x 1000 = 5000 से.मी. होगी। निरूपक भिन्न एक विविधतापूर्ण विधि है जो किसी भी प्रणाली के मापन के साथ प्रयुक्त हो सकती है।

3.3.4 स्थलाकृतिक मानचित्रों का अनुक्रमण

भारतीय सर्वेक्षण विभाग के निम्न दो प्रकार के स्थलाकृतिक मानचित्र हैं :

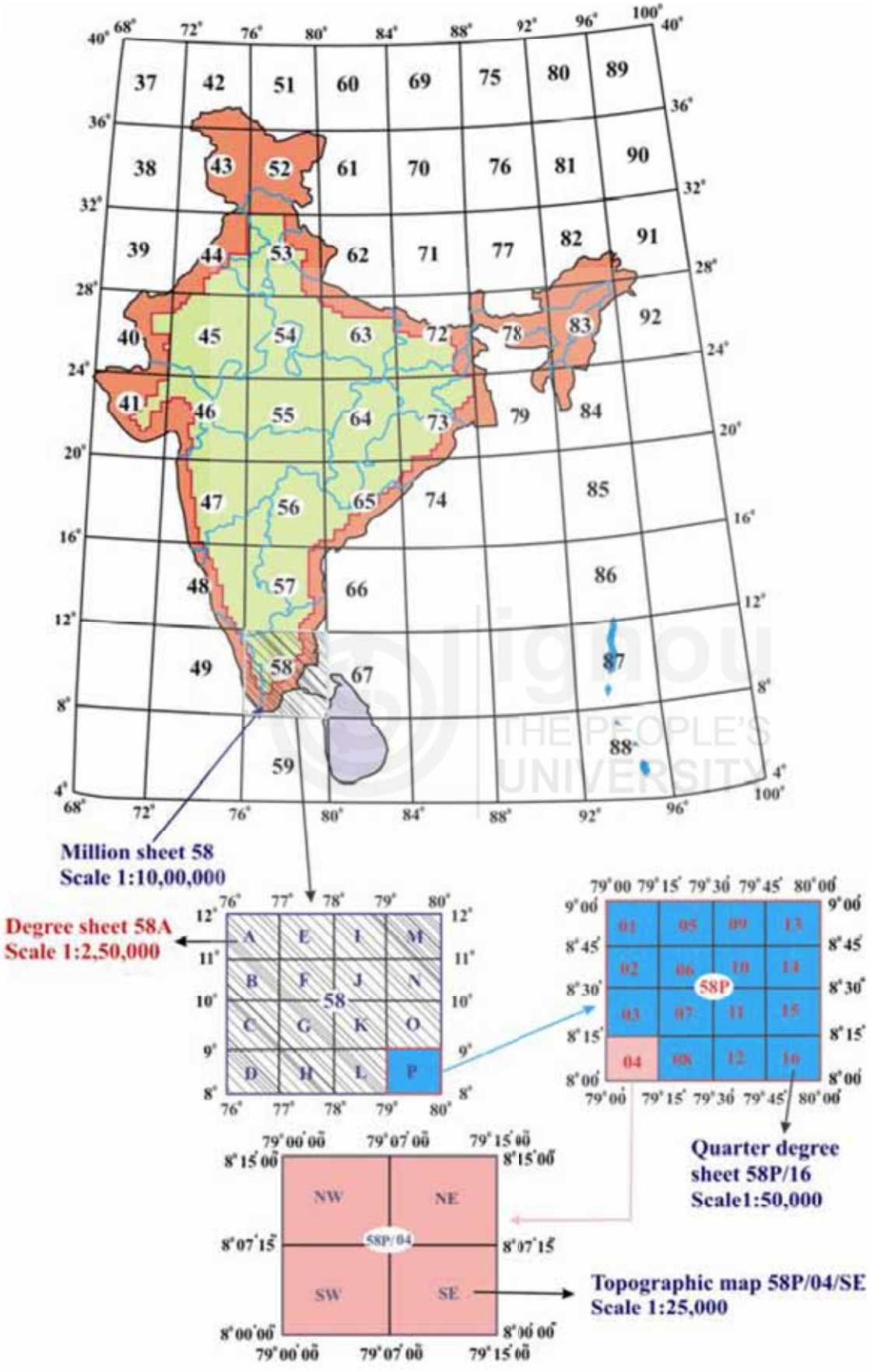
A. पोलिकोणिक प्रक्षेपण (Polyconic projection) और एवरेस्ट गोलाभ आधार (Everest spheroid datum) पर आधारित स्थलाकृतिक मानचित्र

B. Universal Transverse Mercator प्रक्षेपण और WGS84 आधार (WGS 84 datum) पर आधारित खुली श्रृंखला के मानचित्र

C. **पोलिकोणिक प्रक्षेपण और एवरेस्ट गोलाभ आधार पर आधारित स्थलाकृतिक मानचित्र**

भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा निर्मित भारत के कई भागों के स्थलाकृतिक मानचित्र उपलब्ध हैं। किसी खास स्थान के मानचित्र की पहचान के लिए SOI द्वारा एक अंकन व्यवस्था अपनाई गई है। भारत के स्थलाकृतिक मानचित्र 1:10,00,000 स्केल पर 4°N से 40°N अक्षांशीय और 44°E से 124°E देशांतरीय क्षेत्र के विस्तार में निर्मित हैं। ये मानचित्र आधार मानचित्र के रूप में माने जाते हैं। प्रत्येक मानचित्र 4° अक्षांश × 4° देशांतर (दस लाखवाँ शीट) क्षेत्र दर्शाता है और इसे दो अंकों के पूर्णांक 58 के साथ निरूपित किया जाता है। भारत के मानचित्र के लिए निर्देशांक 39 से आरंभ और 88 से समाप्त होते हैं (चित्र 3.2)। SOI ने हर मिलियन मानचित्र (4° अक्षांश × 4° देशांतर) को 16 समान भागों में विभाजित किया है और प्रत्येक भाग का विस्तार 1° अक्षांश × 1° देशांतर (डिग्री मानचित्र) है तथा इनका नामकरण A से आरंभ हो P तक है। प्रत्येक डिग्री मानचित्र को एक अंक और एक अक्षर पद्धति से निर्दिष्ट किया गया है, जैसे 58A, 58P।

प्रत्येक डिग्री मानचित्र को पुनः 16 समान भागों में विभाजित किया गया है और प्रत्येक भाग का विस्तार 15' अक्षांश × 15' देशांतर है। इन भागों का क्रम किसी डिग्री मानचित्र के उत्तरपश्चिम छोर पर 1 से आरंभ होकर 16 तक होता है। प्रत्येक भाग को निर्दिष्ट इस प्रकार किया जाता है- 58P/1, 58P/2 आदि (चित्र 3.2)। प्रत्येक चौथाई डिग्री मानचित्र (15′ अक्षांश × 15' देशांतर) चार समान भागों में उपविभाजित होता है, जिसमें



चित्र 3.2: स्थलाकृतिक मानचित्रों के संदर्भ मानचित्र (स्रोत : SOI)।

प्रत्येक भाग का विस्तार 7' 30" × 7' 30" होता है और प्रत्येक भाग को उनकी प्रधान (कार्डिनल) दिशाओं के अनुसार निर्देशित किया जाता है, जैसे NW, NE, SW, और SE. इस विस्तार के मानचित्र इस प्रकार अभिव्यक्त किए जाते हैं- 58P/4/NW, 58P/4/NE, 58P/4/SW, 58P/4/SE आदि (चित्र 3.2)। यह नामावली अन्य निर्देशांकों के समान ही होती है, जैसा कि चित्र 3.2 में दर्शाया गया है।

B. Universal Transverse Mercator प्रक्षेषण और WGS-84 आधार पर आधारित खुली श्रृंखला के मानचित्र

खुली श्रृंखला के मानचित्रों के नामकरण और पहचान के लिए SOI, अंर्तराष्ट्रीय विश्व मानचित्र (International Map of the World, IMW) की अंर्तराष्ट्रीय मानक पद्धति को स्वीकार किया है। IMW श्रृंखला में भारत निम्न अंकों के अन्तर्गत आता है: NC43-44 और 46, ND43-44 और 46, NE43-44, NF42-46, NG42-46, NH42-44, NI43-44 और NJ43। जहाँ N उत्तरी गोलर्ध को तथा अंक जैसे C43 निर्देशिका मानचित्रों की अंर्तराष्ट्रीय मान्यता के अनुरूप IMW श्रृंखला के 4° अक्षांश और 6° देशांतर के अंतराल को प्रदर्शित करता है। उदाहरण के लिए C43 में 4° अक्षांश और 6° देशांतर के विस्तार में 24 स्थलाकृतिक मानचित्र आते हैं। प्रत्येक मानचित्र का स्केल 1:250,000 और 1° अक्षांश × 1° देशांतर है, जिसे डिग्री मानचित्र के समान C43A से C43X सदृश्य क्रम देते हैं (चित्र 3.3)। प्रत्येक 1:250,000 स्केल के मानचित्र के अंतर्गत पुनः 16 मानचित्र आते हैं जिनका स्केल 1,50000 तथा 15′ अक्षांश × 15′ देशांतर विस्तार होता है। C43F मानचित्रों में इनका क्रम C43F1 से C43F16 तक होता है, जहाँ 1 मानचित्र के उत्तरपश्चिम छोर से आरंभ होता है (चित्र 3.3)।

3.4 स्थलाकृतिक मानचित्र का अध्ययन

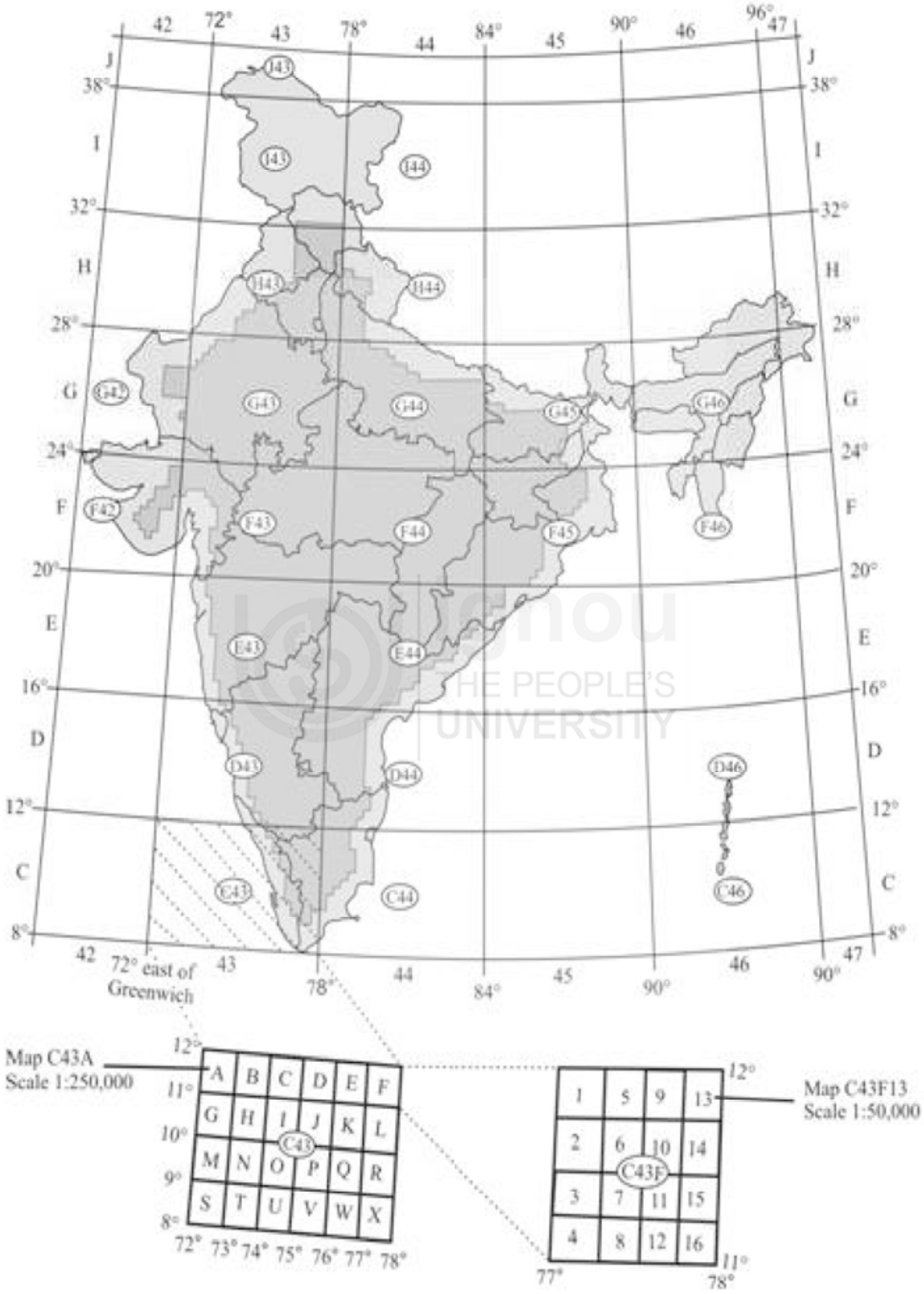
स्थलाकृतिक मानचित्र आपको किसी क्षेत्र की विस्तृत रूपरेखा उपलब्ध करवाते हैं, और सभी प्राकृतिक तथा मानव-निर्मित आकृतियों को प्रदर्शित करते हैं। हमारे लिए मानचित्र पर प्रत्येक सूचना को लिख पाना संभव नहीं होता। इस बाधा को दूर करने के लिए मानचित्र में उपलब्ध आकृतियों को दर्शाने के लिए हम प्रतीकों, चिह्नों, अक्षरों और रंगों की एक मानक पद्धति का उपयेग करते हैं। आपके लिए स्थलाकृतिक मानचित्रों पर दर्शाए जाने वाले पारंपरिक चिह्नों, निर्देशिकाओं, उपांत सूचनाओं, मानचित्र स्केल एवं मानचित्र की दिशा आदि का ज्ञान होना अनिवार्य है।

3.4.1 प्रतीक और रंग

स्थलाकृतिक मानचित्र पर विभिन्न आकृतियों को प्रदर्शित करने के लिए पारंपरिक प्रतीकों और रंगों की एक गानक पद्धति प्रयोग की जाती है। यह गानचित्र को ज्यादा जानकारीपूर्ण और अध्ययन हेतु ज्यादा सरल बनाती है। कुछ पारंपरिक प्रतीक और रंग चित्र 3.4 और सारणी 3.1 मे दिखाये गए हैं।

सारणी 3.1 : परम्परागत रंगों से दर्शायी जाने वाली आकृतियाँ

रंग	दर्शायी गई आकृतियाँ	रंग	दर्शायी गई आकृतियाँ
पीला	बोया गया कृषि क्षेत्र	**लाल**	सड़क और मानव बस्ती, बाड़
नीला	जल क्षेत्र जैसे दलदल, झील, जलाशय, नदियां और खाड़ियाँ	**हरा**	वनस्पति जैसे जंगल, झाड़ियाँ, घास फलोद्यान और अंगूर के बाग आदि
काला	रेल्वे लाईन, बिजली लाईन सीमाएँ आदि	**भूरा**	स्थलाकृतिक समोच्च रेखा



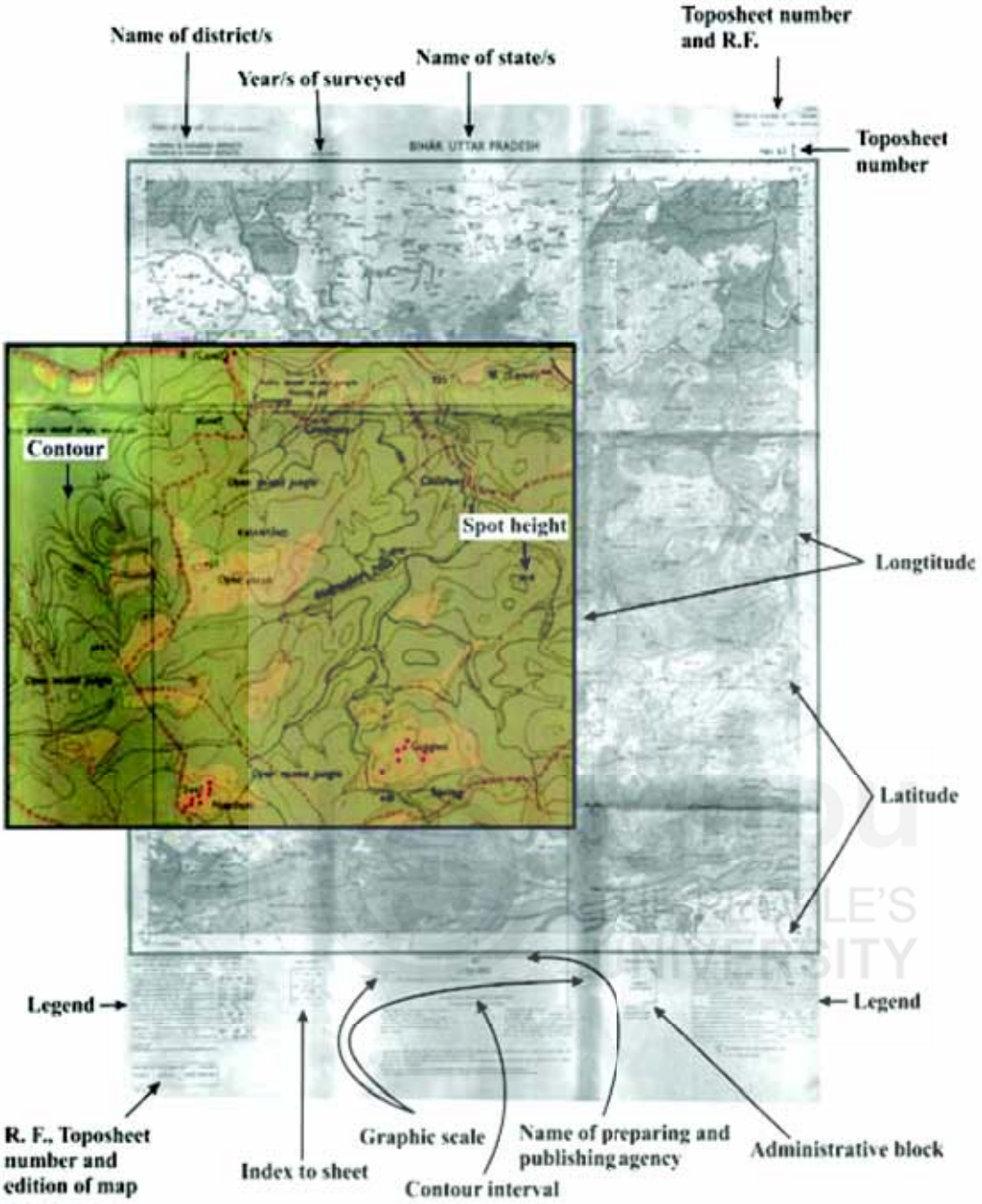
चित्र 3.3: खुली श्रृंखला के मानचित्र की निर्देशिका पद्धति।



चित्र 3.4 : SOI के स्थलाकृतिक मानचित्रों में यु सामान्य परम्परागत चि और तीक। स्रोत: SOI७

3.4.2 उपांत सूचनाएं

SOI के स्थलाकृतिक मानचित्रों के उपांत में उपयोगी सूचनायें होती हैं। स्थलाकृतिक मानचित्र के शीर्ष पर राज्य का नाम लिखा होता है। शीर्ष में बाईं ओर जिले का नाम और प्रकाशन का वर्ष लिखा होता है और दाहिनी ओर स्थलाकृतिक मानचित्र की संख्या, चुंबकीय उत्तर की दिशा, प्रकाशन का भाग के साथ स्केल भी लिखा होता है। निचले उपांत में आलेखी स्केल और इसके नीचे समोच्च रेखाओं का अंतराल दिया होता है। स्थलाकृतिक मानचित्र के नीचे पारंपरिक चिह्नों की निर्देशिका भी दी होती है। नीचे दाहिनी ओर एक प्रशासनिक निर्देशिका भी होती है जो प्रशासनिक सीमाओं को प्रदर्शित करती है। निचले उपांत में प्रकाशन संस्थान का नाम भी दिया होता है। यह जानकारी चित्र 3.5 में भी दर्शायी गई है।



चित्र 3.5 : SOI के स्थलाकृतिक मानचित्र के उपांतों से प्राप्त होने वाली जानकारियां। (स्रोत : SOI)

3.4.3 मानचित्र पैमाना

प्रत्येक मानचित्र का एक पैमाना होता है जो मानचित्र पर एक निश्चित दूरी और धरातल पर दूरी के संबंध को प्रदर्शित करता है। सामान्यतः, स्थलाकृतिक मानचित्र के निचले उपांत के मध्य में आलेखी पैमाना दर्शाया होता है (चित्र 3.5)।

3.4.4 मानचित्र का अभिविन्यास

SOI के स्थलाकृतिक मानचित्र में, मानचित्र के शीर्ष की दिशा में उत्तर दिशा दर्शायी होती है। पश्चिम दिशा बाईं ओर, पूर्व दिशा दाहिनी ओर और दक्षिण दिशा नीचे की ओर दर्शायी होती है। स्थलाकृतिक मानचित्र के किनारों पर दर्शायी गईं काले रंग की ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज रेखाएं उक्त मानचित्र की क्रमशः देशांतर और अक्षांश को दर्शाती हैं (चित्र 3.5)।

3.5 स्थलाकृतिक मानचित्र के आकृतियों की पहचान

स्थलाकृतिक मानचित्र में समोच्च रेखाओं का उपयोग विभिन्न आकृतियों का समुद्री तल से ऊँचाई ज्ञात करने के लिए किया जाता है। ये मानचित्र क्षेत्र की प्राकृतिक और मानव-निर्मित आकृतियों को प्रदर्शित करती हैं। आईये अब स्थलाकृतिक मानचित्र मे प्रदर्शित विभिन्न आकृतियों को पहचानने, ढूँढने और उनका वर्णन करना सीखें।

3.5.1 भौतिक आकृतियाँ

पृथ्वी की सतह सर्वत्र एक समान नहीं है, क्योंकि यह कई भौतिक या उच्चावच आकृतियों जैसे पर्वतों, पहाड़ियों, पत्थरों, मैदानों, नदियों या झीलों से मिलकर बनी है। स्थलाकृतिक मानचित्र पर उच्चावच आकृतियाँ समोच्च रेखाओं और स्थानिक ऊँचाई (Spot heights) द्वारा दर्शाई जाती हैं। स्थलाकृतिक मानचित्र पर इन रेखाओं के मध्य दूरी और इनके क्रम का उपयोग उच्चावच आकृतियों को निर्धारित करने में किया जाता है। उदाहरण के लिए यदि कोई समोच्च रेखा न हो अथवा एक या दो समोच्च रेखाएं ही मानचित्र से गुजर रही हों तो यह समतल क्षेत्र को प्रदर्शित करता है।

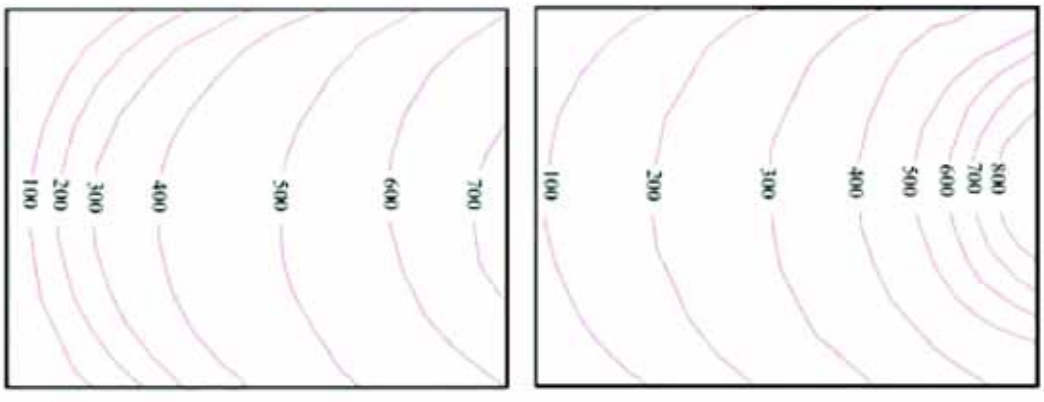
उच्चावच आकृतियाँ

समोच्च रेखाओं के विभिन्न क्रम विभिन्न उच्चावच आकृतियों को प्रदर्शित करते हैं।

यहाँ हम समोच्च रेखाओं द्वारा प्रदर्शित होने वाले विभिन्न प्रकार के ढाल और भूआकृतियों पर चर्चा करेंगे :

A) विभिन्न प्रकार की ढालों के लिए समोच्च रेखाओं के नियम

- **उत्तल ढाल** : समोच्च रेखाएं ढाल के निचले भाग में पास-पास तथा ऊपर की ओर दूर-दूर होती हैं (चित्र 3.6a)।
- **अवतल ढाल** : समोच्च रेखाएं ढाल के ऊपर की ओर पास-पास तथा निचले भाग में दूर-दूर होती हैं (चित्र 3.6b)।
- **खड़ी ढाल** : समोच्च रेखाएं पास-पास होती हैं।
- **मंद ढाल** : समोच्च रेखाएं दूर-दूर होती हैं।
- **समान ढाल** : समोच्च रेखाएं समान दूरी पर होती हैं।
- **असमान ढाल** : समोच्च रेखाएं असमान दूरी पर होती हैं।



(a) (b)

चित्र 3.6: समोच्च क्रम द्वारा a) उत्तल ढाल; और b) अवतल ढाल का निरूपण।

B) विभिन्न भूआकृतियों का समोच्च रेखाओं द्वारा निरूपण

- **कटक** : एक कटक समोच्च रेखाओं के दीर्घवृत्तीय क्रम द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। समोच्च का मान बाहर की ओर घटता जाता है।

- **खड्ड** : इसे करीब स्थित समोच्च रेखाओं द्वारा निरूपित किया जाता है।

- **स्थानिक ऊँचाई** : इसे स्थलाकृतिक मानचित्रों पर अंकों की सहायता से दिखाया जाता है (चित्र 3.5)। इसकी ऊँचाई समुद्र तल से मापी जाती है। यह कुछ विशिष्ट स्थलों यथा सर्वेक्षण स्टेशन, पर्वतों के शीर्ष, चौराहों या झील की सतह पर दर्शाया जाता है।

- **शंक्वाकार पहाड़ी** : नियमित अंतराल पर स्थित संकेंद्री समोच्च शंक्वाकार पहाड़ी को प्रदर्शित करते हैं। समोच्च रेखाएं पहाड़ी के ऊपरी भाग में पास-पास हो जाती हैं (चित्र 3.7a)।

- **पठार** : पठारों को प्रदर्शित करने वाली समोच्च रेखाएं किनारों पर पास-पास और अंदर की ओर दूर-दूर होती हैं (चित्र 3.7b)।



(a) (b)

चित्र 3.7: समोच्च रेखा के क्रम द्वारा a) शंक्वाकार पहाड़ी, और b) पठार का निरूपण।

- **U आकार की घाटी** : इसे U आकार के समोच्चों के द्वारा दर्शाया जाता है, जहाँ सबसे अंदर की समोच्च रेखा का मान सबसे कम होता है तथा इसके दोनों किनारों के मध्य काफी अंतराल होता है। समोच्च का मान बाहर की ओर समान रूप से बढ़ता जाता है (चित्र 3.8a)।

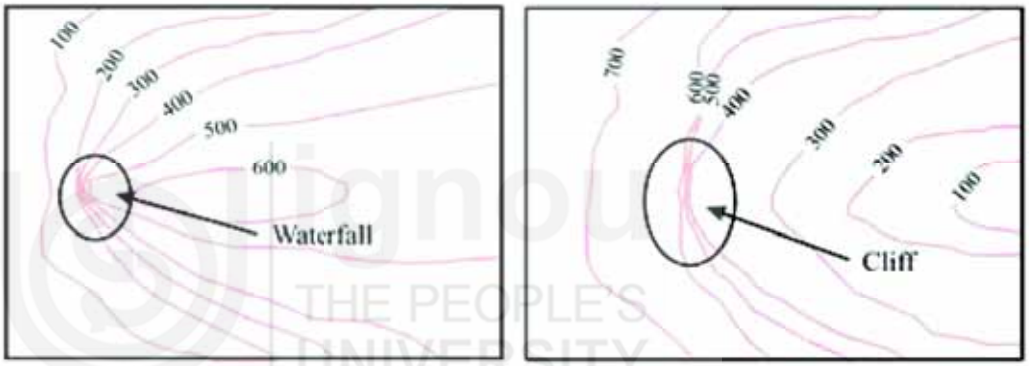
- **V आकार की घाटी** : इसे V आकार के समोच्चों के द्वारा दर्शाया जाता है, जहाँ सबसे अंदर की समोच्च रेखा का मान सबसे कम होता है तथा इसके दोनों किनारों के मध्य काफी कम अंतराल होता है। समोच्च का मान बाहर की ओर समान रूप से बढ़ता जाता है (चित्र 3.8b)।

- **महाखड्ड (Gorge)** : महाखड्ड को काफी नजदीक स्थित समोच्च रेखाओं द्वारा दर्शाया जाता है, जिसमें भीतरी समोच्च रेखाओं के मध्य अन्तर काफी कम होता है, जो इसके दोनों किनारों को दिखाता है (चित्र 3.8c)।



चित्र 3.8: समोच्च रेखा क्रम द्वारा (a) U आकार की घाटी; और b) V आकार की घाटी; और c) महाखड्ड का निरूपण।

- **जलप्रपात** : जलप्रपात को प्रदर्शित करने वाली समोच्च रेखाएं नदी को पार करती हुई परस्पर मिल जाती हैं (चित्र 3.9a)।
- **भृगु** : भृगु का प्रदर्शन पास-पास स्थित समोच्च रेखाएं जो आपस में जुड़ी प्रतीत होती हैं द्वारा होता है (चित्र 3.9b)।



चित्र 3.9: समोच्च रेखा क्रम द्वारा a) जलप्रपात; और b) भृगु का निरूपण।

वनस्पति

SOI के स्थलाकृतिक मानचित्रों में, प्राकृतिक वनस्पतियाँ हरे रंग से प्रदर्शित की जाती हैं तथा ये संरक्षित या वर्गीकृत या किसी अन्य प्रकार के हैं यह पारंपरिक चिह्नों की सहायता से दर्शाया जाता है।

अपवाह

किसी क्षेत्र की अपवाह व्यवस्था वहाँ की ढ़ाल, प्रकृति और स्थलाकृतिक ऊँचाई पर निर्भर करती है। अपवाह के अध्ययन से पूर्व, जो कि स्थलाकृतिक मानचित्र पर स्पष्ट दिखते हैं ढ़ाल के अनुपात के समोच्च रेखाओं की सहायता से निर्धारण आवश्यक है। किसी क्षेत्र की ढ़ाल वहाँ अपवाह की दिशा ज्ञात करने में सहायक होती है। अपवाह का अध्ययन इसके प्रतिरूप, संरचना और घनत्व के आधार पर किया जाता है। मूलतः अपवाह प्रतिरूप 6 प्रकार के होते हैं- द्रुमाकृतिक (dendritic) अपवाह, ट्रेलिस (trellis) अपवाह, समानांतर (parallel) अपवाह, अरीय (radial) अपवाह, कोणीय (angular) अपवाह तथा समकोणिक (rectangular) अपवाह। मुख्य नदियाँ, उनकी सहायक नदियाँ तथा उनसे निर्मित घाटियों का विस्तार भी निर्धारित किया जा सकता है।

3.5.2 मानव-निर्मित (सांस्कृतिक) आकृतियाँ

स्थलाकृतिक मानचित्रों में मानव-निर्मित आकृतियों की भी महत्वपूर्ण जानकारियाँ संकलित रहती हैं। मुख्य मानव-निर्मित आकृतियों में ईमारतें, सड़कें, बस्तियां, बांध, उद्योग या रेलवे

आदि को इनपर पारंपरिक चिह्नों, प्रतीकों और रंगों आदि से दिखाया जाता है। मुख्य मानव-निर्मित आकृतियां निम्न हैं :

भूमि उपयोग

प्रतीकों, पारंपरिक चिह्नों और रंगों आदि से भूमि उपयोग के प्रकार, जैसे प्राकृतिक वनस्पति और वन (वर्गीकृत, संरक्षित, सघन या विरल), कृषि भूमि (अनाज, फलोद्यान), बंजर भूमि, औद्योगिक और अन्य उपयोगों में आने वाली भूमि की पहचान और विश्लेषण हो सकता है। इनके अलावा अन्य सेवाओं और सुविधाओं जैसे विद्यालयों, महाविद्यालयों, उद्यानों, चिकित्सालयों, हवाईअड्डों, नहरों, कूपों, जलाशयों, तालाबों और सामान्य व्यवसायों जैसे कृषि, वानिकी और मत्स्य पालन आदि की पहचान भी की जा सकती है।

यातायात एवं संचार के साधन

स्थलाकृतिक मानचित्र यातायात एवं संचार के साधनों तथा उनके घनत्व के विषय में भी जानकारी देते हैं। इन माध्यमों में रेलवे लाईन और उसके प्रकार, सड़कें (राष्ट्रीय, राज्यस्तरीय) और उनके प्रकार, ट्रान्स वे, रोप वे, दूरसंचार लाईन्स, विद्युत लाईन्स, पगडंडी, जलमार्ग, डाकघर आदि को प्रतीकों और चिह्नों से दर्शाया जाता है।

बस्तियों के प्रकार

बस्तियों के प्रकार (शहरी अथवा ग्रामीण) और उनके विभिन्न प्रकार (संहत, प्रकीर्ण, गोलाकार, रैखिक आदि), स्थल और आकार आदि भी स्थलाकृतिक मानचित्र पर दर्शाए जाते हैं। बस्तियों का अध्ययन हमें किसी खास क्षेत्र में जनसंख्या घनत्व, शहरी और ग्रामीण केंद्रों, उच्चावच की प्रकृति, जलस्रोत, खाद्य, निवासियों के व्यवसाय आदि पर उपयोगी जानकारी प्रदान करता है।

3.6 स्थलाकृतिक मानचित्र की व्याख्या

स्थलाकृतिक मानचित्र के अध्ययन के लिए समोच्च रेखाओं के प्रतिरूपों, परंपरागत चिह्नों, प्रतीकों और शीर्षकों की अच्छी जानकारी आवश्यक है चूंकि परंपरागत चिह्न और प्रतीक पूरे विश्व में एकसमान ही रहते हैं, अतः इनकी अच्छी जानकारी रहने से किसी भी देश के मानचित्र का उसकी भाषा को जाने बिना भी अध्ययन संभव है।

स्थलाकृतिक मानचित्र की व्याख्या की विधियों को मुख्यतः निम्न शीर्षकों के अंतर्गत रखा गया है :

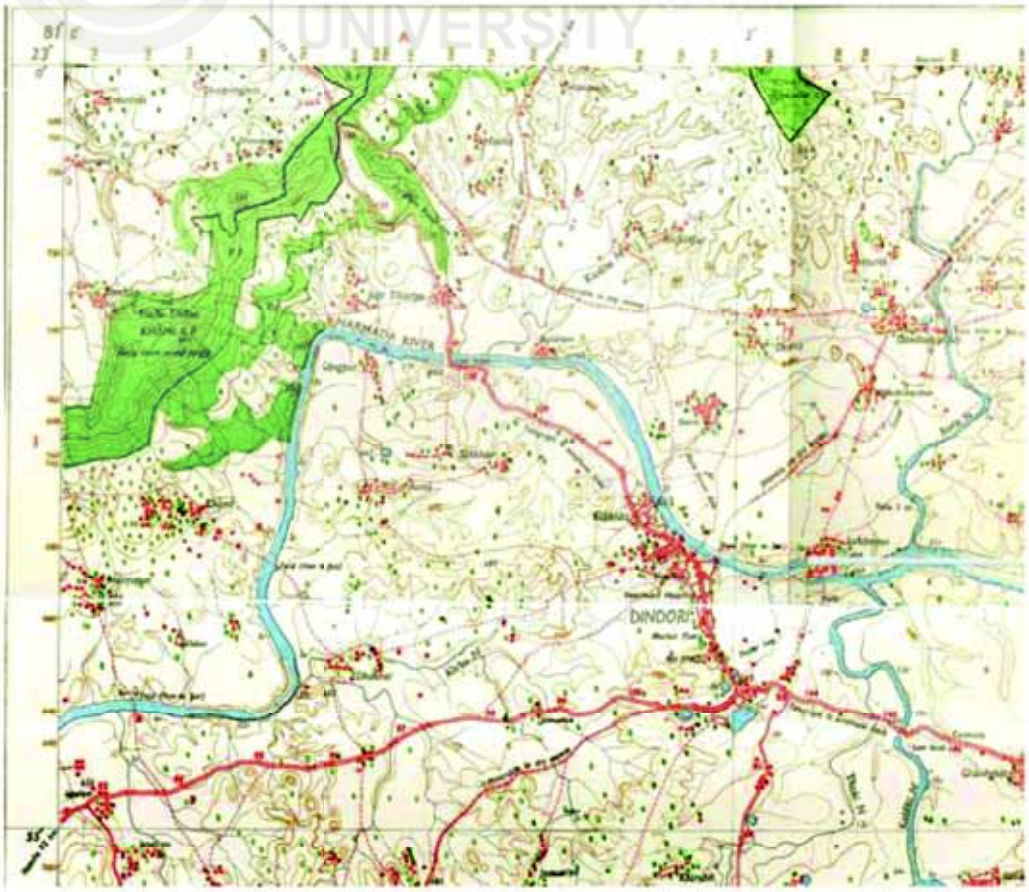
1. **उपांत सूचनायें** : इसमें स्थलाकृतिक मानचित्र संख्या, स्थान का नाम, प्रकाशन वर्ष, अक्षांश व देशांतर की स्थिति, स्केल, सम्मिलित जिले, समोच्च रेखा अंतराल, ग्रिड के संदर्भ आदि शामिल होते हैं।
2. **भू-आकृतिक सूचना** : सामान्य भू-आकृतिक सूचनायें निम्न हैं-
   - **उच्चावच** : इसमें किसी क्षेत्र की सामान्य स्थलाकृति जैसे पर्वतों, पहाड़ियाँ, पत्थरों, मैदानों, घाटियों और उनकी ऊँचाई या गहराई के साथ ढ़ाल की प्रकृति आदि सम्मिलित होते हैं।
   - **अपवाह** : इसमें प्रमुख नदियों तथा उनकी सहायक नदियों की पहचान, अपवाह तंत्र आदि शामिल होते हैं।
   - **वनस्पति** : इसमें उस क्षेत्र में उपस्थित प्राकृतिक वनस्पतियाँ, उनके प्रकार और वनों की श्रेणीयां शामिल होती हैं।

3. **मानव-निर्मित सूचनायें** : सामान्य मानव-निर्मित सूचनायें निम्न हैं:
   - **भूमि उपयोग** : इसमें कृषि योग्य भूमि, बंजर भूमि, औद्योगिक, सावर्जनिक भूमि, व्यवसाय आदि शामिल हैं।
   - **यातायात एवं संचार** : इसमें राष्ट्रीय, राज्यस्तरीय, जिले की सीमाएँ, सड़कों और उनके प्रकार, हवाईअड्डों, रेलवेलाईन, डाकघर और अन्य संचार लाईनें शामिल होती हैं।
   - **बस्तियां** : इसमें बस्तियों के प्रकार और प्रतिरूप, शहरी केंद्र आदि शामिल होते हैं।

इस भाग में आप स्थलाकृतिक मानचित्रों की व्याख्या के विषय में जानेंगे। इसके लिये, एक 1:50,000 पैमाने का एक स्थलाकृतिक मानचित्र जो संख्या 64F/1 के अंतर्गत आने वाले क्षेत्र का चयन किया गया है (चित्र 3.10)।

3.6.1 उपांत सूचनाओं की पहचान

मानचित्र 64F/1 मध्यप्रदेश राज्य के मांडला जिले के अधिकांश भाग और शहडोल जिले के कुछ भाग को प्रदर्शित करता है। इस क्षेत्र का 1975-76 में सर्वेक्षण किया गया था और पैमाने की माप 2 से.मी. = 1 कि.मी. है तथा समोच्च रेखा अंतराल 20 मी है। यह क्षेत्र 22°45′ N से 23°00′ N अक्षांश और 81°00′ E से 81°15′ E देशांतर के मध्य स्थित है तथा इसका विस्तार 700 वर्ग किमी है। इस भाग में हम मानचित्र के अंतर्गत आने वाले 22°55′ N से 23°00′ N अक्षांश और 81°00′ E से 81°15′ E देशांतर (चित्र 3.10) की ही व्याख्या करेंगे। ज्यादा जानकारी के लिये आप गूगल अर्थ या किसी अन्य वेबसाईट द्वारा उक्त क्षेत्र का बेहतर अवलोकन कर सकते हैं।



चित्र 3.10: 64F/1 भाग को दर्शाते एक स्थलाकृतिक मानचित्र का उदाहरण (© SOI)।

3.6.2 भौतिक आकृतियों की व्याख्या

स्थलाकृतिक मानचित्र में दर्शाया गया क्षेत्र (चित्र 3.10) एक पठारी भाग है। इस क्षेत्र में नर्मदा नदी (नीली रैखिक आकृति में) पूर्व से पश्चिम दिशा की ओर बहती है, और क्षेत्र को उत्तरी और दक्षिणी भागों में विभाजित करती है।

नदी के तीन मोड़ हैं। डिंडोरी के उत्तर में यह उत्तर-उत्तरपश्चिम दिशा में बहती है और बिचरपुर गाँव के दक्षिण में यह पश्चिम की ओर मुड़ जाती है। यह अक्षांश के लगभग समानांतर पश्चिम की ओर गंगपुर गाँव तक बहती है जहाँ लगभग समकोण से दक्षिण की ओर मुड़ जाती है। यह पुनः धौरल गाँव के पश्चिम से पश्चिम दिशा की ओर मुड़ कर अक्षांश के समानांतर बहती है।

नर्मदा नदी के दक्षिण भाग की तुलना में उत्तरी पठारी भाग ज्यादा असमान है। जैसा कि समोच्च रेखा अंतरालों से प्रतीत हो रहा है एक ऊँची पहाड़ी जिसकी प्रवृत्ति उत्तर-पूर्व, दक्षिण-पश्चिम है उत्तर-पश्चिमी भाग में स्थित है। इसकी अधिकतम ऊँचाई लगभग 880 मी है। समोच्च रेखा अंतराल दर्शाते हैं कि पहाड़ी का शीर्ष समतल है। इस क्षेत्र में कई अन्य चोटियाँ भी हैं। हरे भाग और प्रतीक प्राकृतिक वनस्पतियों की उपस्थिति दर्शाते हैं। एक बड़ा हरा भाग यानि 'खामी वर्गीकृत वन' खामी गाँव के उत्तर के पहाड़ी क्षेत्र में दिखता है। यह वन घना, वर्गीकृत और संरक्षित है।

3.6.3 मानव निर्मित आकृतियों की व्याख्या

लाल बिन्दु और चिह्न मानवीय बस्तियों को प्रदर्शित करते हैं। ग्रामीण बस्तियां मुख्यतः बिखरी हुईं और कुछ स्थलों पर रैखिक होती हैं। इस क्षेत्र के उत्तरी भाग में डिंडोरी सबसे बड़ा गाँव है। यह गाँव सड़कों से भली-भाँति जुड़ा हुआ है। जबलपुर और मंडला जानेवाली सड़कें मुख्य पक्की सड़कें हैं और कुछ अन्य सड़कें भी हैं जो सूखे मौसम में गाड़ियों के जाने योग्य हैं। इस क्षेत्र में कई ग्रामीण सड़कें और पगदंडियां भी हैं जो गाँवों को सड़कों से जोड़ती हैं।

मानचित्र में पीले रंग की कमी यह दर्शाती है कि मुख्यतः इस क्षेत्र में कृषि नहीं होती। यद्यपि, नर्मदा और उसकी सहायक नदियों के समीप समोच्च रेखाओं में अंतराल कुछ क्षेत्रों में कृषि को इंगित करता है। आप यह अनुमान लगा सकते हैं कि चूंकि कृषि इस क्षेत्र का मुख्य व्यवसाय नहीं है अतः वानिकी और पशुपालन यहाँ के मुख्य व्यवसाय हो सकते हैं।

3.7 प्रयोगशाला अभ्यास

निर्देश: इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तरों का आरेख अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

विभिन्न प्रश्नों को हल करने से पूर्व आपको यह ज्ञात होना चाहिए कि स्थलाकृतिक मानचित्र भूवैज्ञानिक अध्ययन के लिए दो प्रकार से सहायक हो सकते हैं:

- ये पृथ्वी की सतह को विस्तार से चित्रित करते हैं;
- ये भू-वैज्ञानिक मानचित्रों के लिए एक आधार मानचित्र का कार्य करते हैं।

स्थलाकृतिक मानचित्रों द्वारा उपलब्ध करवाई गई पृथ्वी की सतह की सूचनाओं से सतह के ऊपर और नीचे की भूवैज्ञानिक जानकारी के भी संकेत मिलते हैं। यह जानना

महत्वपूर्ण है कि पृथ्वी की सतह की विभिन्न स्थलाकृतियां भूगर्भीय प्रक्रियाओं जैसे अपरदन, अवसादन, मैग्मा या प्लेट विवर्तनिकी आदि से निर्मित होती हैं। अतः, स्थलाकृतिक मानचित्रों से पृथ्वी की सतह की आकृतियों का अध्ययन सतह पर पूर्व अथवा वर्तमान में कार्यरत विभिन्न प्रक्रियाओं जैसे नदी, हिमानी, अवसादन आदि से अवगत करवाता है तथा उस क्षेत्र में प्राकृतिक आपदाओं, अपरदन या अवसादन से प्रभावित क्षेत्रों की पहचान करने में भी सहायक होता है। साथ-ही-साथ, स्थलाकृतिक मानचित्रों से भू-आकृतियों का अध्ययन, भूवैज्ञानिक संरचनाओं की पहचान और आंतरिक क्षेत्रों के इतिहास को जानने में भी सहायक होता है।

3.7.1 मानचित्र की दिशा

यह आवश्यक है कि क्षेत्र में स्थलाकृतिक मानचित्र के प्रयोग से पूर्व आप इसकी दिशा निर्धारित कर लें। इसके लिए, मानचित्र को क्षैतिज रूप से पकड़ें और इसे तब तक घुमाएँ जब तक कि इसकी दिशा और इसमें दिखाई गई आकृतियाँ उस क्षेत्र में दिख रही दिशा और आकृतियों के समान्तर न हो जाए।

कक्षा में, दिये गए मानचित्र को मेज पर खोलें और अपने कम्पास या क्लाईनोमीटर को इस पर रखकर इसे धीरे-धीरे घुमाएँ ताकि इसकी उत्तर दिशा इंगित करती सुई मानचित्र पर निर्दिष्ट देशांतर रेखा के समानांतर हो जाए जैसा कि चित्र 3.11a और b में दर्शाया गया है। यह ध्यान रखा जाना चाहिए कि कम्पास चुंबकीय उत्तर को दर्शाता है न कि भोगौलिक उत्तर को। वास्तविक उत्तर दिशा की सटीक स्थिति ज्ञात करने के लिए चुंबकीय झुकाव यानि वास्तविक उत्तर और चुंबकीय उत्तर के मध्य कोणीय अन्तर को ध्यान में रखा जाना चाहिए।



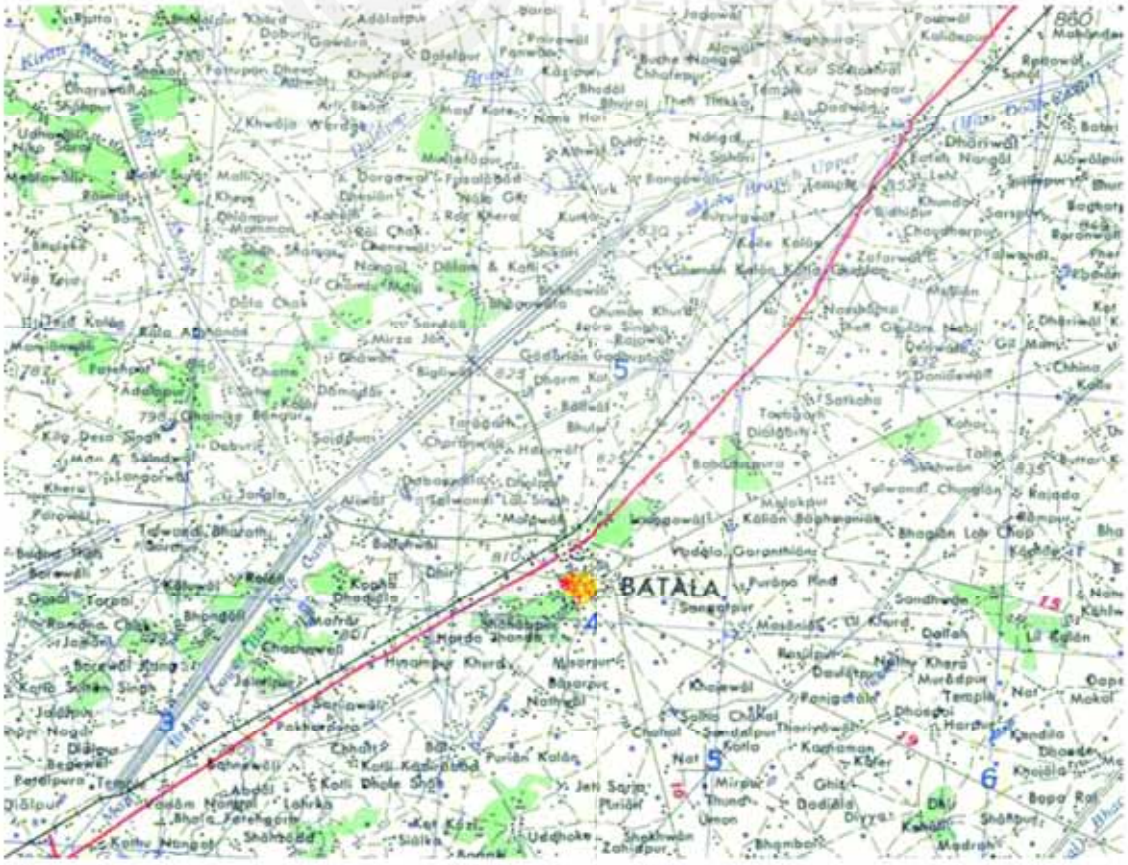
(a)



(b)

चित्र 3.11 : a) मानचित्र के दिशा निर्धारण में कंपास का उपयोगय; और b) कंपास की उत्तर दिशा दर्शाती सुई और मानचित्र पर देशांतर या ऊर्ध्वाधर रेखाओं की स्थिति पर ध्यान दें।

अभ्यास 1: चित्र 3.12 में कंपास का उपयोग करते हुये मानचित्र के शीर्ष, नीचे, बाएँ तथा दाहिनी ओर दिये गए रिक्त स्थानों में उत्तर, दक्षिण, पूर्व और पश्चिम दिशाओं को लिखें।



चित्र 3.12: स्थलाकृतिक मानचित्र का एक भाग।

3.7.2 अपनी स्थिति ज्ञात करना

आपको क्षेत्र में सबसे पहले अपनी स्थिति ज्ञात करनी चाहिए। आप यह वैश्विक स्थिति निर्धारण प्रणाली (Global Positioning System, GPS) की सहायता से कर सकते हैं, यह सुनिश्चित कर लें कि GPS के निर्देशांकों को उपयोग किए जा रहे स्थलाकृतिक मानचित्र के अनुरूप समायोजित कर लिए हैं। अन्यथा आपका GPS आपकी स्थिति की गलत सूचना दे सकता है। इसके साथ ही, आपको यह भी ध्यान रखना चाहिए कि GPS हर समय-हर क्षेत्र में कुछ तकनीकी कारणों जैसे सिग्नल की समस्या आदि के कारण कार्य नहीं भी कर सकता है।

स्थलाकृतिक मानचित्र में अपनी स्थिति ज्ञात करने हेतु क्लाईनोमीटर कंपास का उपयोग सबसे पुरानी और उपयोगी विधियों में से एक है। किसी भी परिस्थिति के लिए, आपको अपनी स्थिति मानचित्र पर ज्ञात करने की जानकारी होनी चाहिए; और आपको सिर्फ GPS पर ही निर्भर नहीं रहना चाहिए। मानचित्र पर अपनी स्थिति ज्ञात करने के लिए क्लाईनोमीटर कंपास के उपयोग में समय भी कम लगता है, इसके लिए आपको निम्न चरण पूरे करने चाहिए :

(a) मानचित्र की स्थिति में इस प्रकार परिवर्तन कर लें कि इसपर दिख रही आकृतियाँ और क्षेत्र में दिख रही आकृतियाँ समरूप हो जाएँ।

(b) दो आकृतियों को ढूँढ़ कर चुनें (जैसे ईमारत, टावर, तालाब, पहाड़ी आदि), जो कि आपको मानचित्र और क्षेत्र दोनों में दिख रहे हों।

(c) अपनी गति की दिशा एक चयनित आकृति की ओर कर लें और कंपास के डायल को इस तरह घुमाएँ कि इसकी सुई उत्तर दिशा को इंगित करे और इस आकृति की दिशा उत्तर के संदर्भ से ज्ञात कर लें। कंपास के केंद्र और चयनित आकृति को जोड़ते हुये एक रेखा खींच लें।

(d) अब कंपास को दूसरी चयनित आकृति की ओर घुमा लें और पुनः इसी प्रक्रिया को दोहराएँ। इन दो रेखाओं का कटाव बिन्दु ही आपकी ठीक स्थिति है।

आपको यह भी ध्यान रखना चाहिए कि कंपास की सुई चुंबकीय उत्तर को निरूपित करती है, और भोगौलीक तथा चुंबकीय उत्तर की दिशाएँ एक-दूसरे के निकट अथवा थोड़े अंतराल पर होती हैं। अतः, मानचित्र पर सटीक स्थिति ज्ञात करने के लिए प्राप्त मान में चुंबकीय झुकाव की त्रुटि दूर कर लेनी चाहिए।

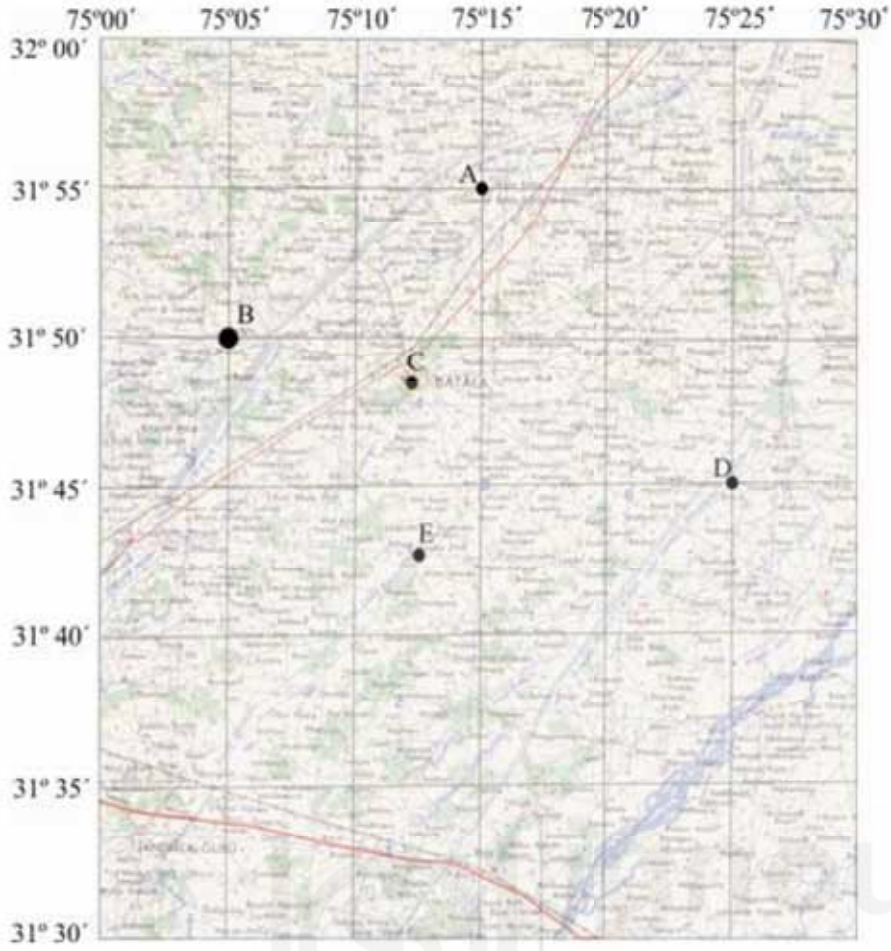
अभ्यास 2: मानचित्र (चित्र 3.13) में देशांतर और अक्षांश के मान दिये गए हैं। बिन्दु 'A' की स्थिति का मान 31°55′, 75°15′ है। निम्न बिंदुओं की स्थिति का मान ज्ञात करें :

बिन्दु B : .....

बिन्दु C : .....

बिन्दु D : .....

बिन्दु E : .....



चित्र 3.13: देशांतर और अक्षांश मान के साथ स्थलाकृतिक मानचित्र का एक भाग।

3.7.3 दूरी ज्ञात करना

सभी स्थलाकृतिक मानचित्रों में एक पैमाना दिया होता है जिसके उपयोग से आप मानचित्र पर किन्ही दो बिंदुओं के मध्य की दूरी ज्ञात कर सकते हैं। स्केल सामान्यतः मानचित्र के नीचे स्थित होते हैं।

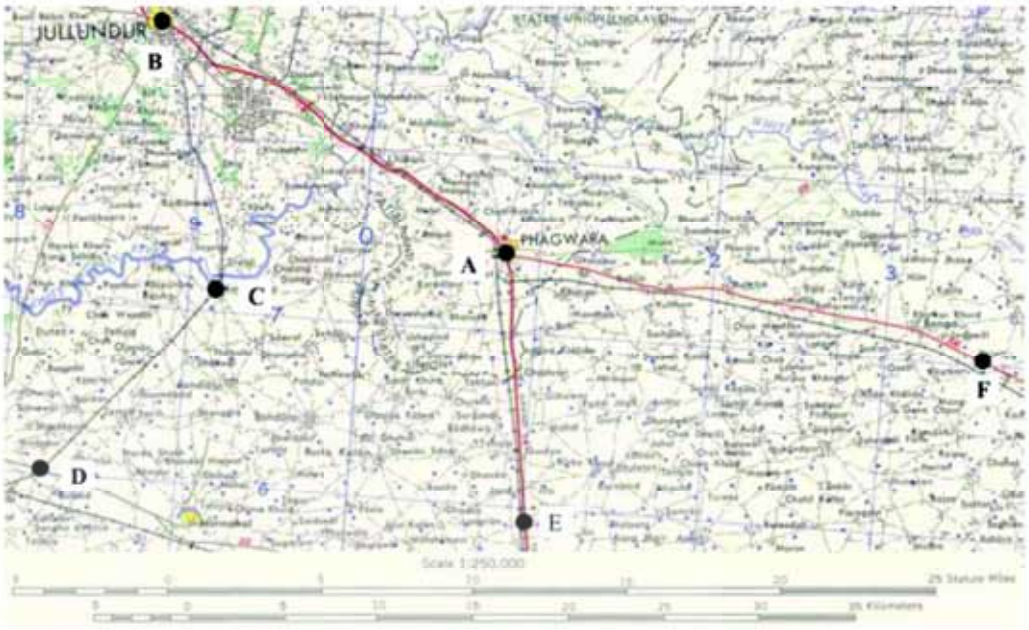
अभ्यास 3: चित्र 3.14 में दर्शाए स्थलाकृतिक मानचित्र का अध्ययन करें। 6 बिन्दु A, B, C, D, E और F मानचित्र में दिखाये गए हैं (चित्र 3.14)। हमने A और E के मध्य की दूरी मापी है जो लगभग 9 मील और 14.40 किमी है। निम्न बिंदुओं के मध्य की दूरी ज्ञात करें :

A से B: .....

A से F: .....

C से D: .....

संकेत : बिंदुओं A, B, C, D तथा F पर पेपर पिन लगाएं और A से B, A से F और C से D बिंदुओं को एक धागे से जोड़ें। A से B बिन्दु के मध्य धागे की लम्बाई को मानचित्र के नीचे दिये स्केल की सहायता से मापें। धागे को मपते हुये, इसका पहला सिरा स्केल के 0 बिन्दु पर रखें। इसी प्रकार, आप अन्य बिंदुओं के मध्य की दूरी भी ज्ञात कर सकते हैं।



चित्र 3.14: स्थलाकृतिक मानचित्र का एक भाग।

3.7.4 समोच्च रेखाओं की व्याख्या

किसी स्थलाकृतिक मानचित्र में समोच्च रेखाएं माध्य समुद्र तल (mean sea level) से ऊँचाई को प्रदर्शित करती हैं और इस प्रकार, पृथ्वी की सतह की स्थलाकृति और आकृति को प्रदर्शित करती है। समोच्च रेखाओं से ही हमें विभिन्न भौतिक आकृतियों जैसे घाटियों, कटकों, पहाड़ियों या अन्य आकृतियों की त्रिआयामी संदर्भ में उनके आकार तथा विस्तार के बारे में जानकारी मिलती है। आपको याद होगा कि समोच्च रेखाएं कभी एक-दूसरे को काटती नहीं हैं, किन्तु ये पहाड़ियों या गड्ढों के चारों ओर वृत्त की रचना करती हैं। समोच्च रेखाओं के मानों में वृद्धि या कमी से आप क्रमशः ऊँची या नीची दिशाओं का निर्धारण कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त, समोच्च रेखाएं आपको नदी के बहाव की दिशा ज्ञात करने में भी सहायता करती हैं। समोच्च रेखाओं पर और जानकारी के लिए उप अनुभाग 3.5.1 पुनः देख सकते हैं।

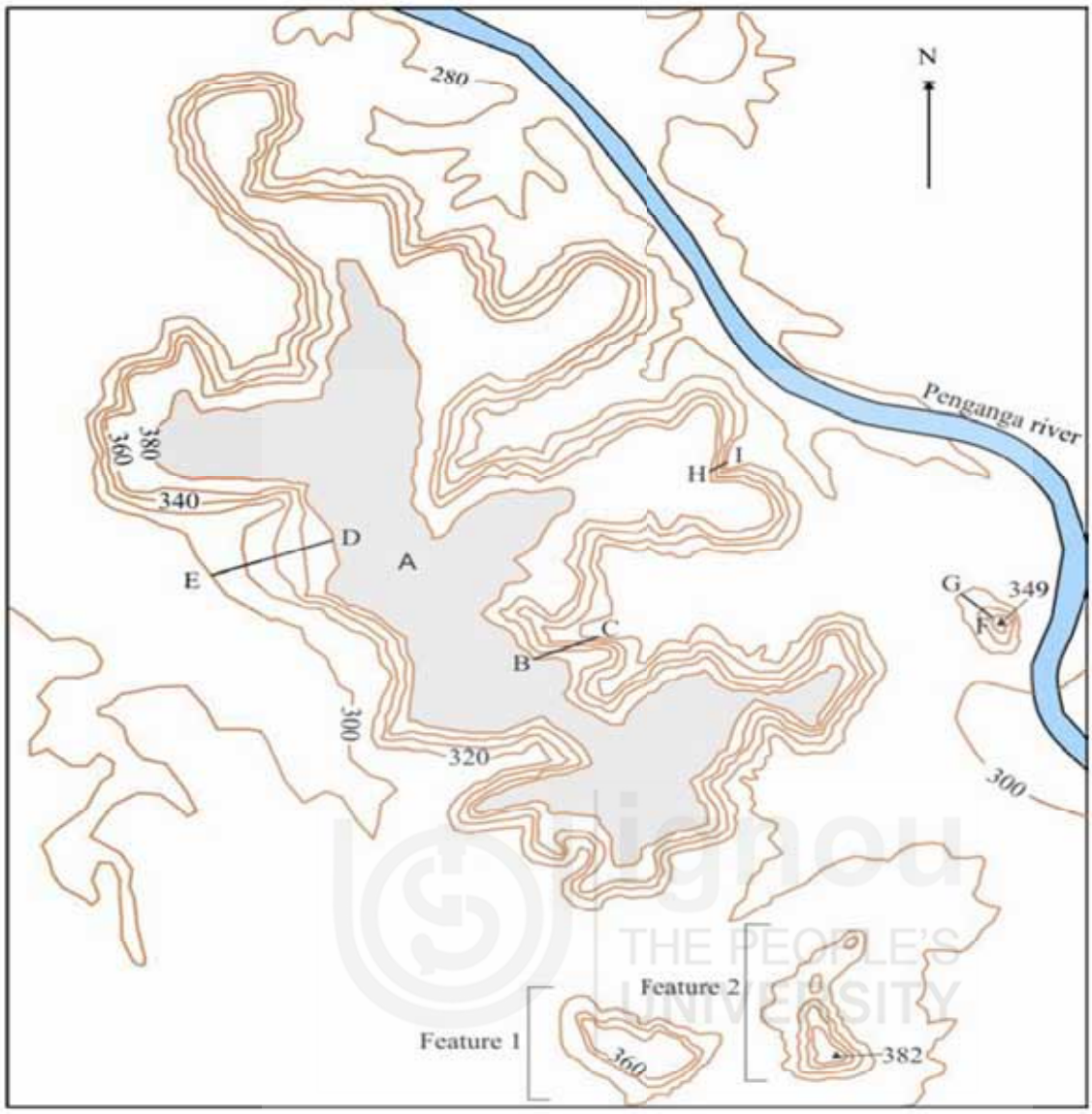
अभ्यास 4: चित्र 3.15 में दर्शाए स्थलाकृतिक मानचित्र का अध्ययन करें और निम्न प्रश्नों के उत्तर दें :

i) A बिन्दु पर ऊँचाई ज्ञात करें। ज्ञात करें कि A पहाड़ी के शीर्ष को प्रदर्शित करता है अथवा गड्ढ़े को। अपने उत्तर के पक्ष में उचित तर्क भी प्रस्तुत करें। यदि A पहाड़ी के शीर्ष को प्रदर्शित करता है तो ज्ञात करें कि स्थलाकृति का स्वरूप (समतल/असमान) कैसा है?

ii) बिंदुओं B से C, D से E, F से G और H से I को जोड़ने वाली रेखा की ढ़ाल ज्ञात करें।

iii) पेनगंगा नदी किस दिशा में बहती है? (उत्तरपश्चिम, उत्तरपूर्व, दक्षिणपश्चिम या दक्षिणपूर्व)

iv) आकृति 1 और 2 को पहचानें। उनकी दिशा का भी उल्लेख करें (उत्तरपश्चिम, उत्तरपूर्व, दक्षिणपश्चिम या दक्षिणपूर्व)



चित्र 3.15: स्थलाकृतिक मानचित्र का एक भाग।

3.7.5 मानव निर्मित आकृतियों की व्याख्या

स्थलाकृतिक मानचित्रों में दर्शायी मानव-निर्मित आकृतियों में भूमि उपयोग (कृषि भूमि, बंजर भूमि, औद्योगिक, सावर्जनिक भूमि या व्यवसायिक), यातायात एवं संचार के साधन (राष्ट्रीय, राज्यस्तरीय, जिले की सीमाएँ, सड़कों और उनके प्रकार, हवाईअड्डों, रेलवे लाईनें, डाकघर और अन्य संचार लाईनें) और बस्तियां शामेल होती हैं। सभी आकृतियों को विभिन्न रंगों, प्रतीकों और चिह्नों से दर्शाया जाता है।

अभ्यास 5: चित्र 3.16 में दर्शाये शीर्षकों का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें और चित्र 3.17 में स्थलाकृतिक मानचित्र की जाँच करने के पश्चात निम्न प्रश्नों के उत्तर दें :

i) कुल रेलवे ट्रैक की संख्या ज्ञात करें और उन्हे मानचित्र पर चिह्नित करें।

ii) ज्ञात करें कि किस क्षेत्र में जनसंख्या ज्यादा सघन है: क) दिल्ली या ख) गाजियाबाद। अपने उत्तर की व्याख्या करें।

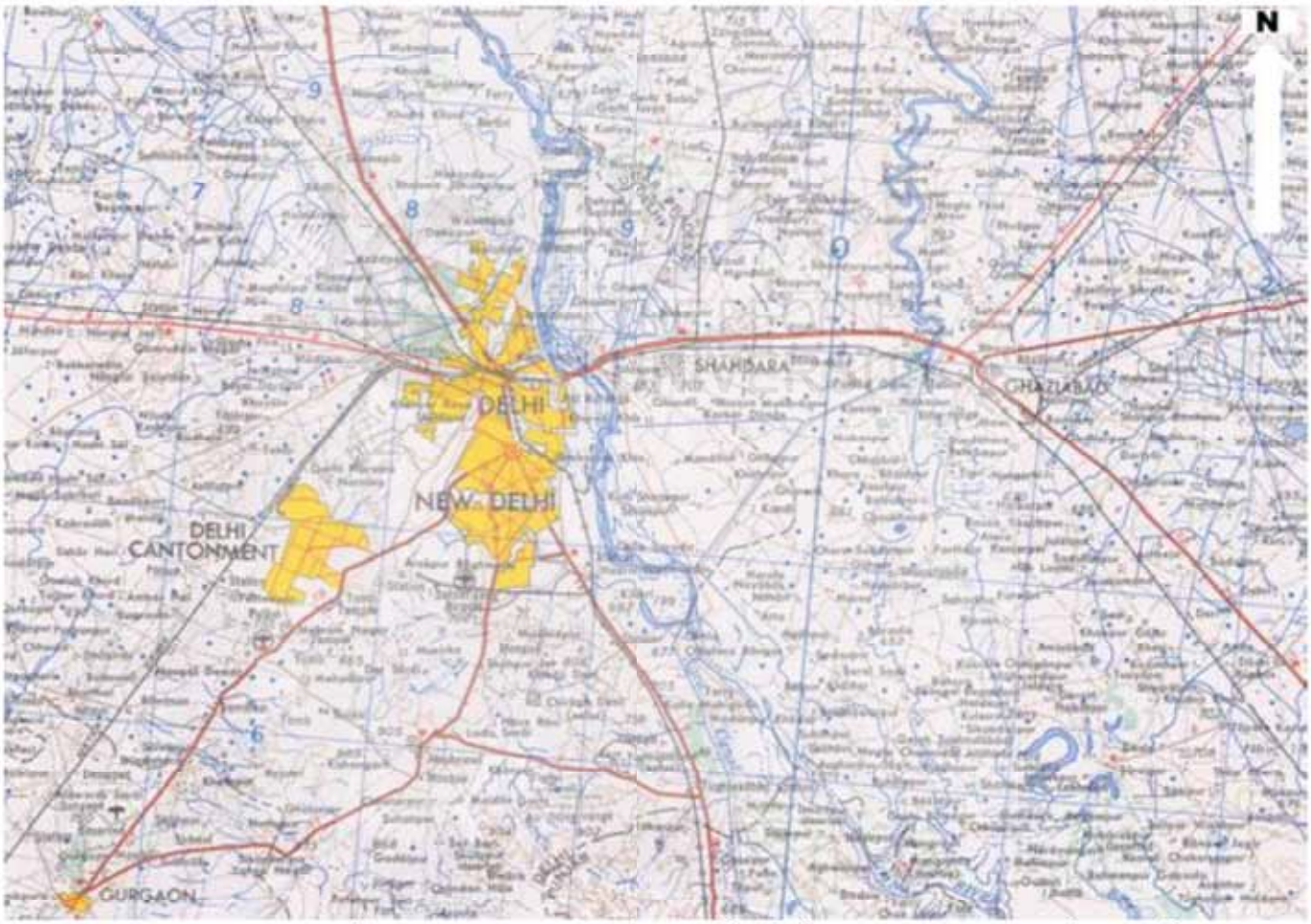
iii) क्या आपने मानचित्र में हवाईअड्डा (एयरपोर्ट) देखा? यदि हाँ, तो उनकी स्थिति को मानचित्र में चिह्नित करें और उनके नाम अपनी प्रायोगिक पुस्तिका में लिखें।

iv) मानचित्र पर दिल्ली और उत्तरप्रदेश की सीमा को चिह्नित करें।



चित्र 3.16: 1:250,000 स्केल के एक स्थलाकृतिक मानचित्र के शीर्षक।

(स्रोत: www.lib.utexas.edu/maps/ams/india/) ।



चित्र 3.17: 1:250,000 स्केल पर दिल्ली के एक भाग का स्थलाकृतिक मानचित्र।

(स्रोत : www.lib.utexas.edu/maps/ams/india/)

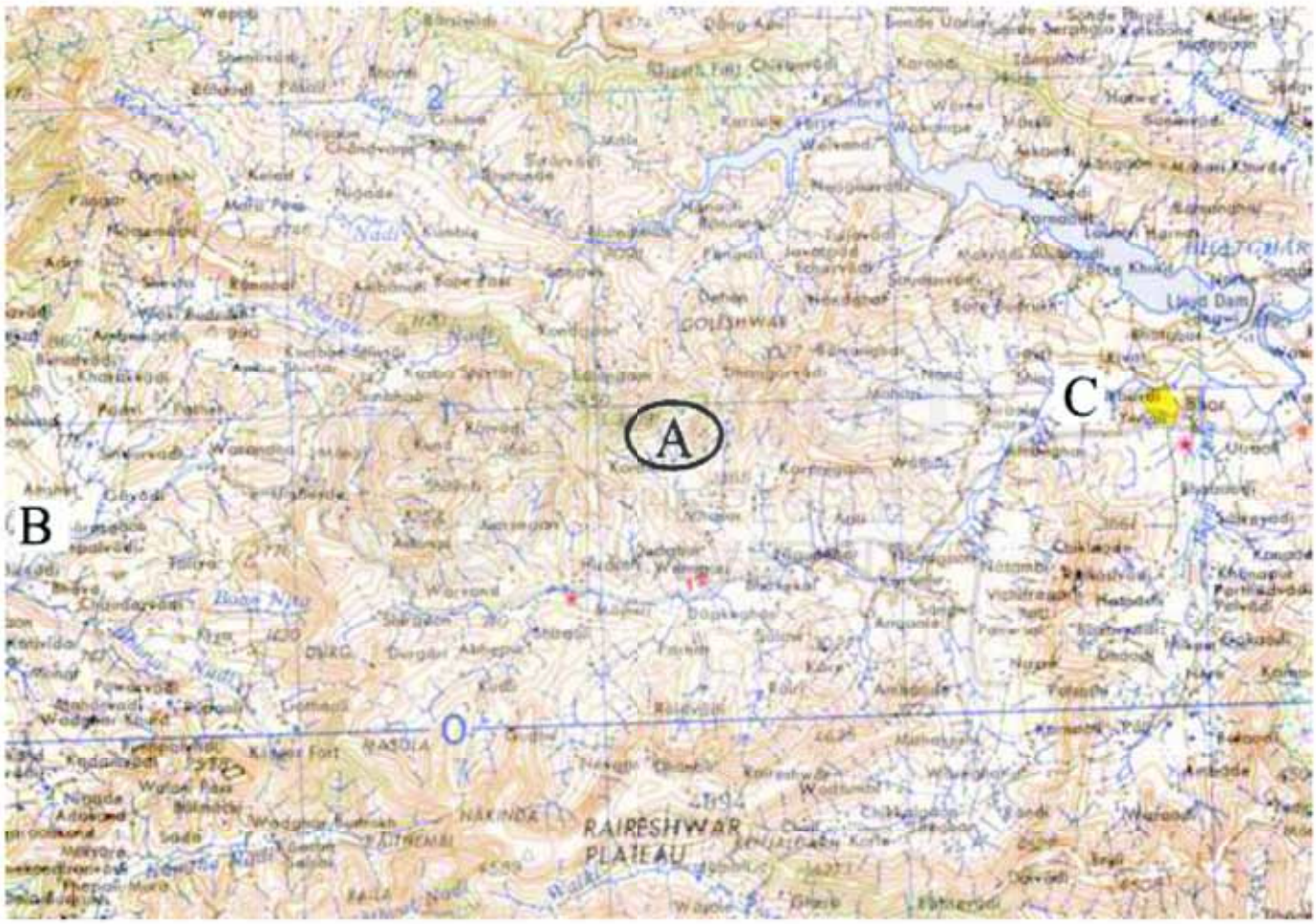
3.7.6 भूवैज्ञानिक क्षेत्रीय अध्ययन के लिए उपयुक्त मार्ग का चयन

किसी क्षेत्र में भूवैज्ञानिक अध्ययन पर जाने से पूर्व सामान्यतः एक उपयुक्त मार्ग का चयन कर लिया जाता है। इस संदर्भ में, स्थलाकृतिक मानचित्र एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, क्योंकि मानचित्र किसी क्षेत्र की बहुआयामी छवि उपलब्ध करवाते हैं जिसमें,

मुख्य सड़कें, पगडंडियां, रेलवे मार्ग, झरने, पहाड़ियाँ, घाटियाँ, जल अवरोध, ढ़ाल की प्रकृति, खनन स्थल सहित अन्य महत्वपूर्ण जानकारियाँ भी संकलित रहती हैं। इनके अध्ययन से किसी स्थल की सटीक स्थिति और वहाँ तक पहुँचने के लिए छोटा और सुगम मार्ग निर्धारित किया जा सकता है।

अभ्यास 6: चित्र 3.18 में दिये गए मानचित्र का अध्ययन करें और निम्न प्रश्नों के उत्तर दें:

मान लें कि आपने क्षेत्र A में क्षेत्रीय अध्ययन हेतु दो बिन्दु B और C का चयन किया है। ढ़ाल की प्रकृति, दूरी तथा अन्य कारकों का अध्ययन कर क्षेत्र A के क्षेत्रीय अध्ययन हेतु बिन्दुओं B और C के मध्य उपयुक्त मार्ग का चयन करें। अपने उत्तर की व्याख्या भी करें।

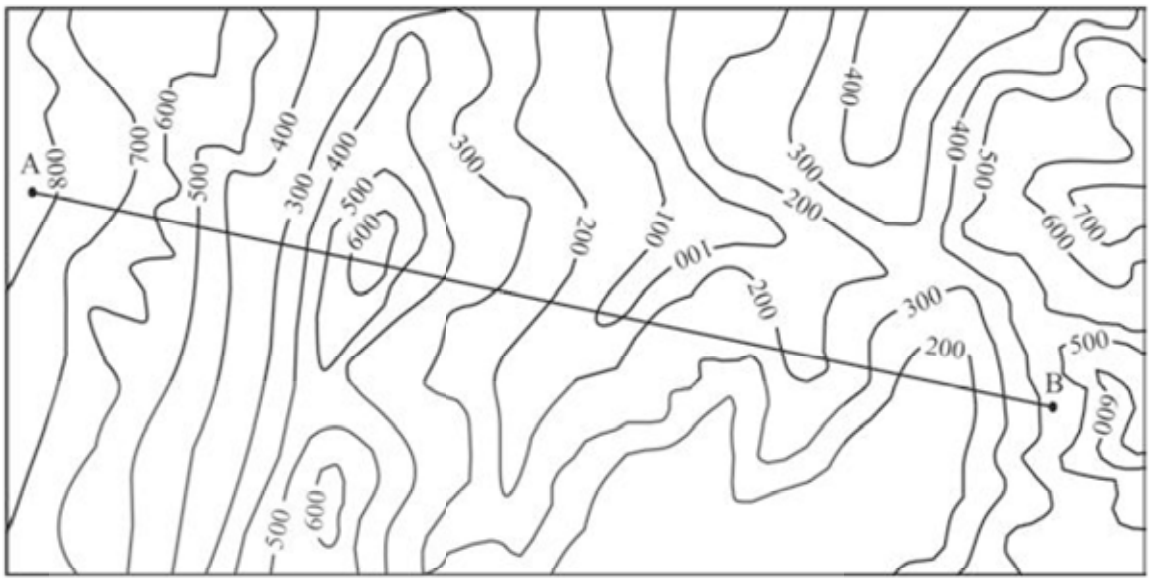


चित्र 3.18: 1:25000 स्केल पर पुणे के एक भाग का स्थलाकृतिक मानचित्र।
(स्रोत : www.lib.utexa.edu/maps/ams/india/)

3.7.7 स्थलाकृतिक अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना

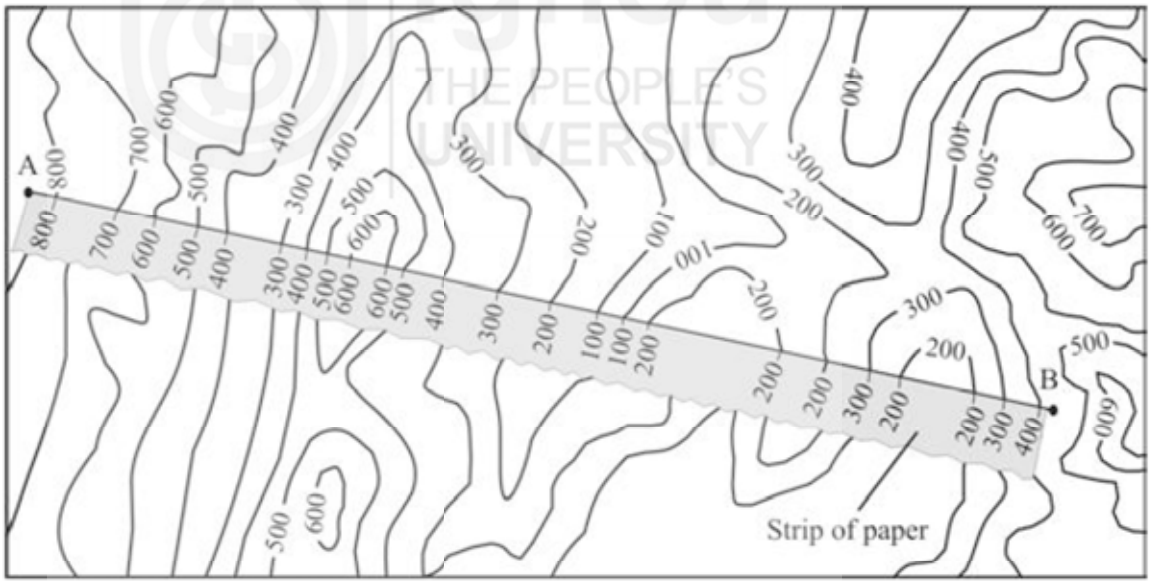
स्थलाकृतिक मानचित्रों के अध्ययन का यह एक रोचक और सरल भाग है। यह आपको किसी क्षेत्र की स्थलाकृति को समझने में सहायता करता है। आईये, अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना के विभिन्न चरणों की चर्चा करें :

चरण 1: एक स्थलाकृतिक मानचित्र का चयन करें। मानचित्र पर जहाँ आप अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना करना चाहते हैं, वहाँ एक रेखा खींचें। उदाहरण के लिए जैसा कि चित्र 3.19 में रेखा A-B से दर्शाया गया है।



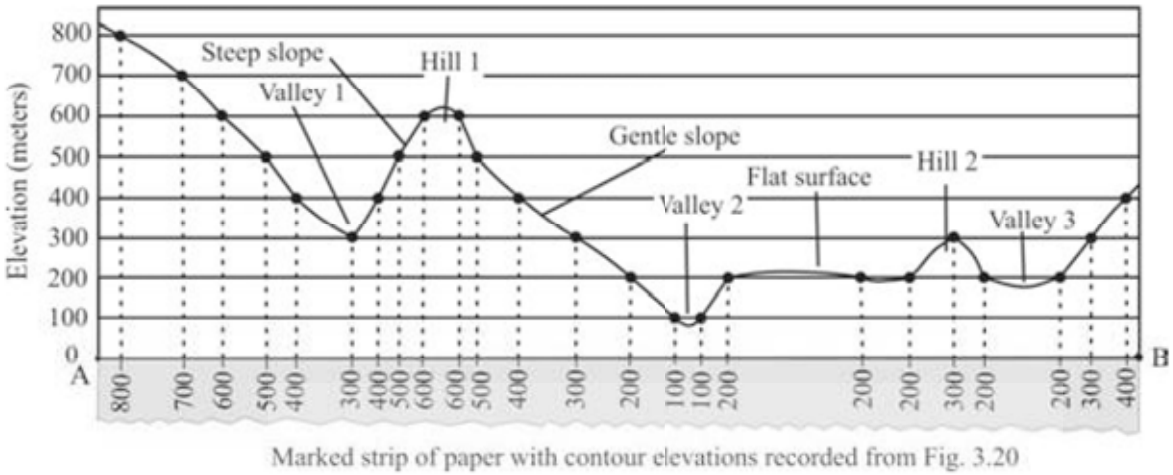
चित्र 3.19 : एक समोच्च रेखा सहित स्थलाकृतिक मानचित्र का उदाहरण जिसमें प्रोफाइल रेखा A-B भी प्रदर्शित है।

चरण 2: एक कागज की पट्टी को रेखा A-B से लगाकर रखें जैसा कि चित्र 3.20 में दर्शाया गया है, और जिस-जिस बिन्दु पर समोच्च रेखाएं कागज के किनारे से मिलती है वहाँ निशान लगाएं। रेखा A-B पर मिलने वाली सभी समोच्च रेखाओं की ऊँचाई (अर्थात, समोच्च रेखा का मान) कागज की पट्टी पर लिखें; जैसा कि चित्र 3.20 में दर्शाया गया है।



चित्र 3.20: एक समोच्च रेखा सहित स्थलाकृतिक मानचित्र का उदाहरण जिसमें प्रोफाइल रेखा A-B अभिलिखित समोच्च रेखाओं और उनकी ऊंचाइयों के साथ प्रदर्शित है।

चरण 3: समोच्च रेखाओं के न्यूनतम और अधिकतम मान को लिख लें। एक ग्राफ पेपर या सफेद कागज लें, उस पर एक क्षैतिज रेखा खींचें जिसे A-B से इंगित करें। जैसा कि चित्र 3.21 में दर्शाया गया है। समोच्च रेखाओं के न्यूनतम और अधिकतम मान को ध्यान में रखते हुये एक उपयुक्त ऊर्ध्वाधर स्केल का चयन करें। समोच्च रेखाओं मान लिखी कागज की पट्टी को ग्राफ पेपर या सफेद कागज पर बनी क्षैतिज रेखा A-B से चित्र 3.20 के अनुसार लगा कर रखें और समोच्च रेखाओं को उसपर चिह्नित करें तथा उनकी ऊंचाइयों को चित्र 321 के अनुसार लिखें।



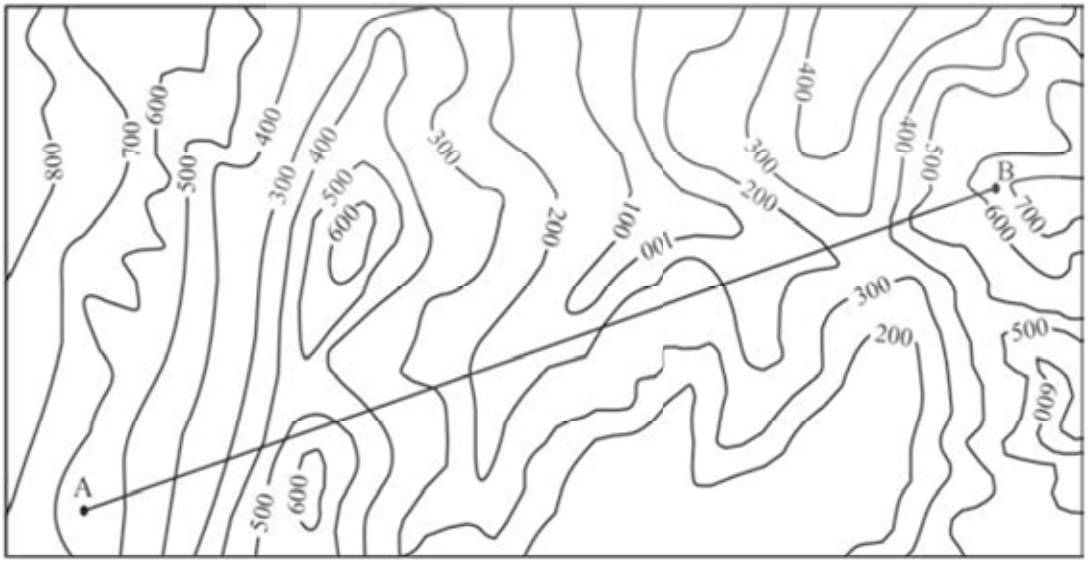
Marked strip of paper with contour elevations recorded from Fig. 3.20

चित्र 3.21: चित्र 3.20 में दर्शित कागज की पट्टी के अनुदिश A-B रेखा पर अभिलिखत समोच्च रेखाएं और उनकी ऊंचाई से निर्मित स्थलाकृतिक अनुप्रस्थ परिच्छेद।

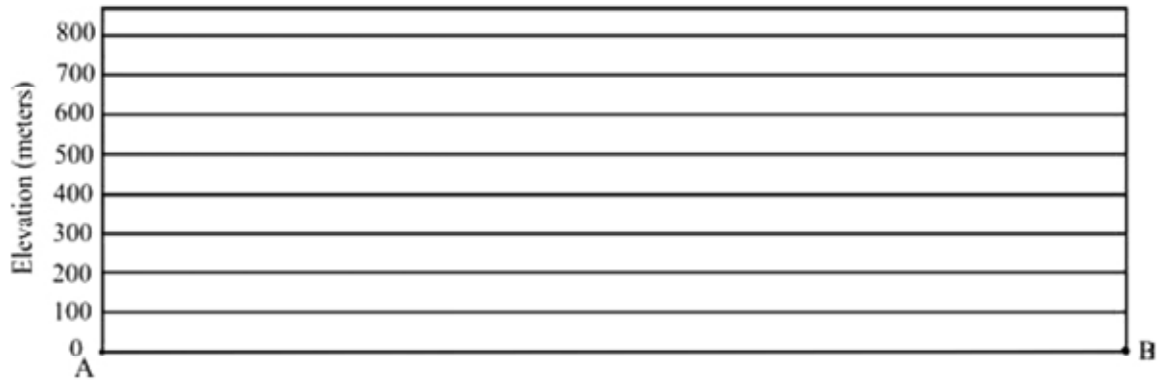
चरण 4: क्षैतिज समोच्च रेखा के मानों को उनके तदनुरूप ऊर्ध्वाधर मानों के अनुरूप लम्बवत् मिलाएँ और जहाँ ये दो बिन्दु मिलें वहाँ एक बिन्दु लगाएं जैसा कि चित्र 3.21 में दर्शाया गया है। अंत में, सभी बिंदूओं को एक सरल रेखा से मिला दें। अंतिम परिणाम एक अनुप्रस्थ परिच्छेद होगा।

व्याख्या : निर्मित स्थलाकृतिक अनुप्रस्थ परिच्छेद अधिकतम समोच्च मान 800 मी. और न्यूनतम 100 मी. दर्शाता है। उक्त क्षेत्र की स्थलाकृति असमान है और इसमे तीन घाटियाँ और दो पहाड़ियाँ हैं। ढ़ाल मुख्यतः कम है। यद्यपि, खड़ी चढ़ाईयाँ भी मिलती हैं। पहाड़ी 1 की ऊँचाई पहाड़ी 2 से अधिक है। घाटी 1 और 2 'V'- आकार की तथा घाटी 3 'U'-आकार की है। घाटी 2 और पहाड़ी 2 के मध्य एक छोटा समतल क्षेत्र भी है। पहाड़ियों के नीचे का क्षेत्र संभवतः कठोर शैलों से निर्मित हो सकता है क्योंकि बाह्य भूवैज्ञानिक कारकों जैसे हवा, पानी या अपक्षयण आदि का प्रभाव कम दर्शाते हैं। दूसरी ओर घाटी और समतल सतह के नीचे का क्षेत्र कोमल शैलों का आभास देते हैं, जो कि भूवैज्ञानिक कारकों का कम प्रतिरोध कर पाते हैं।

अभ्यास 7: चित्र 3.22 में दिये मानचित्र का अध्ययन करें और A-B रेखा के अनुरूप चित्र 3.23 में एक अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना करें।



चित्र 3.22: एक स्थलाकृतिक मानचित्र का उदाहरण जिसमें समोच्च रेखायें A-B रेखा को निरूपित कर रहे हैं, जिसके समानांतर अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना की जानी है।



चित्र 3.23: स्थलाकृतिक अनुप्रस्थ परिच्छेद की रचना में उपयोग के लिए लेखाचित्र।

3.8 संदर्भ

- www.lib.utexas.edu/maps/ams/india

(वेबसाइट 10 मार्च 2017 को देखा गया)

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

प्रयोग 4

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से भूआकृतियों की पहचान

रूपरेखा

4.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
4.2 आवश्यकताएं
4.3 मूलभूत अवधारणाएं
4.4 विभिन्न प्रकार के भूआकृतियों की पहचान करना
नदीय भूआकृतियां
वायुढ़ भूआकृतियां
कार्स्ट भूभाग की भूआकृतियां
हिमनदीय भूआकृतियां
समुद्र तटीय भूआकृतियां
4.5 प्रयोगशाला अभ्यास
4.6 गृहकार्य
4.7 संदर्भ
4.8 शैक्षणिक साधन

4.1 प्रस्तावना

पिछले तीन प्रयोगों में आपने पृथ्वी की आंतरिक स्तरीय संरचना और भारत के भूकंपीय अनुक्षेत्र के मानचित्र के आरेख बनाये हैं तथा स्थलाकृतिक मानचित्रों से विभिन्न भौतिक और सांस्कृतिक आकृतियों की पहचान करना भी सीखा है। मानचित्रों में दिखाई गई प्राकृतिक भौतिक आकृतियां जैसे भूआकृतियाँ विभिन्न बाह्य तथा आंतरिक भूवैज्ञानिक प्रक्रियाओं की अभिव्यक्ति हैं। जैसा कि आप अब जानते हैं, किसी स्थान की भूआकृति विभिन्न कारकों जैसे अपरदन, जलवायु, चट्टान के प्रकार, भूगर्भीय संरचना, उच्चावच, भूवैज्ञानिक समय से प्रभावित होती है। भूआकृतियों से प्राप्त जानकारियाँ उनके निर्माण की प्रक्रियाओं को जानने और पृथ्वी के इतिहास को समझने के लिए उपयोगी होती हैं। इसलिए क्षेत्र में उनकी पहचान आवश्यक है।

आप BGYCT-131 भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम की इकाई 5 में चट्टानों के अपक्षय तथा अगली तीन इकाईयों में नदियों, वायु, भूमिगत जल, हिमनद और महासागरों जैसे विभिन्न माध्यमों के भूवैज्ञानिक कार्यों के बारे में पढ़ चुके हैं। इस प्रयोग में आप विभिन्न प्रकार की भूआकृतियों के ब्लॉक प्रतिमानों का उपयोग करेंगे ताकि उन भूआकृतियों की क्षेत्र में पहचान कर सकें।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते है कि इस प्रयोग के अध्ययन और वर्णित प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन के बाद, आप निम्नलिखित में सक्षम हो सकेंगें :

- ❖ नदियों के भूवैज्ञानिक कार्यों के कारण निर्मित भूआकृतियों की पहचान और चित्रण;
- ❖ वायु के भूवैज्ञानिक कार्यों के कारण निर्मित भूआकृतियों की पहचान;
- ❖ भूमिगत जल के भूवैज्ञानिक कार्यों के कारण निर्मित कार्स्ट भूभाग के भूआकृतियों की पहचान और उनका चित्रण;
- ❖ हिमनदों के भूवैज्ञानिक कार्यों के कारण निर्मित भूआकृतियों की पहचान और चित्रण, और
- ❖ महासागरों के भूवैज्ञानिक कार्य के कारण निर्मित समुद्र तटीय भूआकृतियों से परिचित होना और उनकी पहचान करना।

4.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग को सफलतापूर्वक करने के लिए आपके पास निम्नलिखित सामग्रियाँ होनी चाहिए :

- पेन, पेंसिल और रबड़
- मापनी और छिलनी
- भूआकृतियों के ब्लॉक प्रतिमान
- प्रयोगशाला फाइल।

<u>निर्देश</u>: आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाईयों 5 से 8 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 2 अवश्य साथ लाएं।

4.3 मूलभूत अवधारणाएं

भूआकृतियां पृथ्वी की सतह पर विशेष आकार और आकृति वाली आकृतियाँ हैं। आप अपक्षय और इसकी तीन प्रकार की प्रक्रियाओं जैसे भौतिक (यांत्रिक), रासायनिक और जैविक प्रक्रियाओं से BGYCT-131 भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम के इकाई 5 शैल अपक्षय में परिचित हुए हैं। अब आप जानते हैं कि अपक्षय चट्टानों की उसी स्थान पर टूटने की प्रक्रिया है। भौतिक या यांत्रिक अपक्षय चट्टानों का छोटे टुकड़ों में यांत्रिक विघटन होना है जबकि रासायनिक अपक्षय रासायनिक परिवर्तनों द्वारा चट्टानों के घटक खनिजों के टूटने की प्रक्रिया है। तथा जैविक अपक्षय मुख्यतः पौधों और जीव-जंतुओं द्वारा चट्टानों के टूटने की प्रक्रिया है। एक से अधिक प्रकार की अपक्षय प्रक्रिया एक ही समय में या एक के बाद एक हो सकती हैं।

पृथ्वी की सतह को गढ़ने वाले विभिन्न बाह्य कारकों जैसे नदी, वायु, भूमिगत जल, हिमनद, महासागर और इनसे निर्मित स्थलाकृतियों के विषय में आप इकाइयों 6, 7 और 8 में पढ़ चुके हैं। अब आप जानते हैं कि अपरदन भूमि की सतह का विभिन्न भूवैज्ञानिक

कारकों जैसे नदी, भूमिगत जल, हिमनद, महासागर और वायु के माध्यम से कटाव द्वारा उनके स्रोत से उनके गंतव्य तक एकत्रित सामग्रियों के परिवहन की प्रक्रिया है। स्थलाकृतियों का अध्ययन कर हम अतीत अथवा वर्तमान में पृथ्वी पर कार्यरत प्रक्रियाओं को समझ सकते हैं। पृथ्वी की सतह पर कार्यरत प्रक्रियाओं का परीक्षण कर भूवैज्ञानिक इतिहास समझने के इस सिद्धांत को भूविज्ञान में वर्तमान ही भूत की कुंजी हैं से जानते है।

आप जानते हैं कि बाह्य और आंतरिक प्रक्रियाएं ऐसे परिवर्तन लाती हैं जो पृथ्वी की सतह पर खूबसूरत भूपरिदृश्य और भूआकृतियाँ निर्मित करती हैं। कुछ भूवैज्ञानिक कारक भूपरिदृश्य में क्रमिक परिवर्तन लाने का काम करते हैं। ये कारक किसी भी माध्यम में हो सकते हैं, जैसे- हिमनदों की तरह ठोस; नदियों, झीलों, भूमिगत जल और महासागरों के समान तरल अथवा हवा की तरह गैसीय या फिर इन कारकों के मिश्रित रूप में भी। प्रत्येक भूवैज्ञानिक कारक अपने स्वयं के तरीके से विशिष्ट अपक्षय और निक्षेपण भूआकृतियाँ विकसित करता है। ये कारक तीन बुनियादी कार्य अर्थात अपरदन, परिवहन और निक्षेपण करते हैं। अपरदन प्राकृतिक माध्यमों से जुड़े भौतिक बलों के कारण चट्टानों के टूटने या विघटन होने की क्रिया है। विभिन्न भूवैज्ञानिक कारको द्वारा उस रसायन से परिवहित हो जाते हैं। परिवहन विभिन्न भूवैज्ञानिक कारकों द्वारा उनके निर्माण स्थल से विघटित सामग्रियों को हटाने की प्रक्रिया है। उस विशेष भूवैज्ञानिक कारक की हटाये गये सामग्रियों के भार को आगे बढ़ाने की क्षमता में कमी के कारण, उन सामग्रियों को कहीं गिराने और संचय की प्रक्रिया ही निक्षेपण है।

4.4 विभिन्न प्रकार के भूआकृतियों की पहचान करना

आपने BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाइयों 5 से 8 में पृथ्वी की सतह पर रचनाकारी करने वाले विभिन्न कारकों और उनके परिणामस्वरूप निर्मित भूआकृतियों के विषय में पढ़ा है। आपने पहले से ही विभिन्न भूवैज्ञानिक कारकों और उनके द्वारा निर्मित विभिन्न प्रकार की भूआकृतियों की विशेषताओं के बारे में अध्ययन किया है। इस प्रयोग में हम चित्रों और खंड आरेखों की सहायता से क्षेत्र में कुछ भूआकृतियें की पहचान करना सीखेंगे।

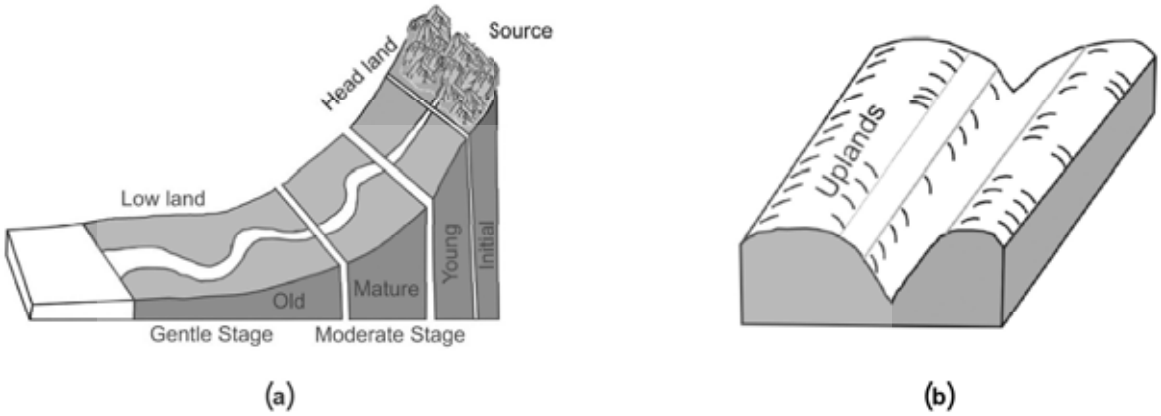
4.4.1 नदीय भूआकृतियाँ

जैसा कि आप पूर्व में पढ़ चुके हैं कि, नदियां भूपृष्ठ पर गतिमान जल है जो गुरुत्वाकर्षण के परिणामस्वरूप उच्च से निम्न क्षेत्रों की ओर प्रवाहित होती हैं। वो पृथ्वी की सतह पर जल प्रणाली विकसित करती हैं। नदी के विभिन्न चरणों के दौरान ढलान के झुकाव, जलीय वेग और अपरदन तथा निक्षेपण की प्रक्रिया के परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार की भूआकृतियाँ विकसित होती हैं।

इस प्रयोग में, हम ब्लॉक आरेखों के माध्यम से नदियों के भूवैज्ञानिक कार्यों द्वारा विकसित निम्नलिखित भूआकृतियों को पहचानना सीखेंगे :

भूआकृतियों के प्रकार	उदाहरण
अपरदन	नदी घाटी (River valley)
निक्षेपण	नदी विसर्प (River meander) चापीय या गोखुर छाड़ झील (Oxbow lake) बाढ़ का मैदान (Flood plain) डेल्टा (Delta)

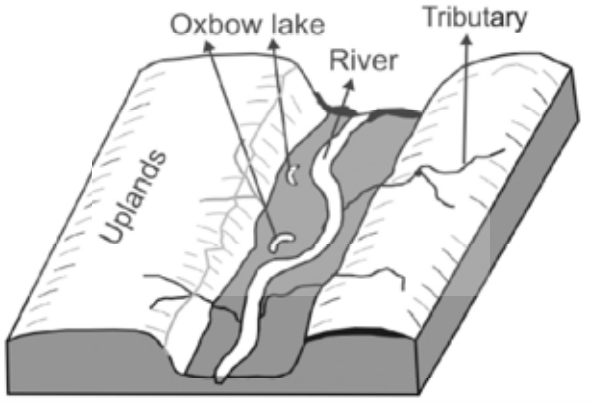
नदी घाटी (River valley): नदी के चार चरण होते हैं : प्रारंभिक, युवावस्था, परिपक्वावस्था और वृद्धावस्था (चित्र 4.1a)। इन चरणों में विभिन्न प्रकार की भूआकृतियाँ बनती हैं। वी-आकार घाटी युवा चरण से जुड़ी होती है जब तीक्ष्ण ढलानों के कारण नदी जल के प्रवाह की गति काफी अधिक होती है (चित्र 4.1b)। जैसा कि चित्र 4.1a में दर्शाया गया है कि ढाल में कमी होने पर घाटी की चौड़ाई बढ़ती है।



चित्र 4.1: a) नदी के विभिन्न चरणों एवं b) वी-आकार घाटी को दर्शाते ब्लॉक आरेख।

नदी विसर्प (River meanders): ये नदी के परिपक्व चरण में बनाते हैं जब नदी जल के प्रवाह की गति कम होती है। इस चरण में नदी की ढाल काफी कम हो जाती है। नदी एक टेढ़े-मेढ़े (zigzag) पथ में बहती है, जिसे **नदी विसर्प** कहा जाता है (चित्र 4.2)।

चापीय या गोखुर झील (Oxbow lake): कम ढाल और तलछट की आपूर्ति के कारण, तलछटों का जमाव विसर्पों के उत्तल (convex) किनारों पर होता है, जहां नदी के पानी की सापेक्ष वेग कम हो जाता है। इस कारण धारा का प्रवाह अवरुद्ध हो जाता है और एक अर्धचंद्राकार आकृति की झील निर्मित होती है जिसे चापीय या गोखुर झील कहते हैं जैसा कि चित्र 4.2 में दिखाया गया है।

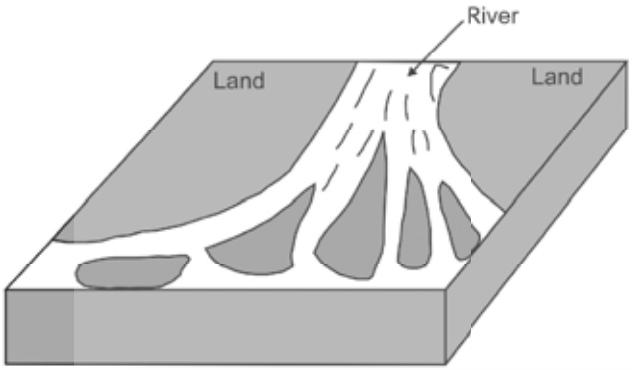


चित्र 4.2: नदी विसर्पों, गोखुर झीलों और बाढ़ के मैदान को दर्शाता हुआ ब्लॉक आरेख।

बाढ़ का मैदान (Flood plain): यह नदी के समीपवर्ती क्षेत्र में विस्तृत एक समतल भूभाग है और नदी तट से नदी घाटी के बाह्य किनारों तक फैली होती है जैसा कि चित्र 4.2 में दिखाया गया है। बाढ़ के मैदान के दो भाग होते हैं: पहला भाग नदी का मुख्य प्रवाह होता है और दूसरा भाग नदी घाटी के बाह्य तटों से इसकी घाटी की दीवारों तक विस्तृत होता है। बाढ़ के मैदानों की चौड़ाई काफी संकीर्ण से अत्यंत

व्यापक हो सकती है। नदी के निक्षेपण से बाढ़ के मैदान निर्मित होते हैं, और बाढ़ के पानी में डूब भी सकते हैं। बाढ़ के मैदानों के अवसादों में रेत और कंकड़/बजरी हो सकती है। चूंकि नदी विसर्प या वक्र पथ में गति करती है अतः बाढ़ के मैदान का इससे अपरदन भी हो सकता है।

डेल्टा (Delta): अपने आखिरी चरण में, अधिकांश नदियां समुद्र से मिलती हैं जहां नदियों द्वारा बहा कर लाई गई सामग्री संकलित हो जाती है। जमा की गई सामग्री एक बड़ी समतल सतह वाली कम दलदली मैदान का निर्माण करती है जिसे डेल्टा के नाम से जाना जाता है। डेल्टा नदी के मुंहाने पर लगभग समतल त्रिकोणीय या पंखे के आकार का मैदान है जो ग्रीक अक्षर Δ की तरह प्रतीत होता है (चित्र 4.3)।



चित्र 4.3: डेल्टा को दर्शाता हुआ ब्लॉक आरेख।

4.4.2 वायुढ़ भूआकृतियां

बहती हवा (वायु) जो नदी के सदृश्य ही अपरदन और निक्षेपण के कारक के रूप में कार्य करती है। वायु नदी के समान ही गतिमान तथा अपवाहन करने वाली एक माध्यम है। हालांकि, वायु आमतौर पर पानी की तुलना में अधिक गति से बहती है किन्तु इसका घनत्व कम होता है। वायु असंपीड़ित रेत, तलछट और धूल के आकार के कणों के परिवहन और निक्षेपण में प्रभावी है। यह बारीक हल्के कणों को निलंबित भार के रूप में प्रवाहित करती है जबकि रेत और बड़े कण जमीन के साथ घिसटते हुये स्थानांतरित होते हैं।

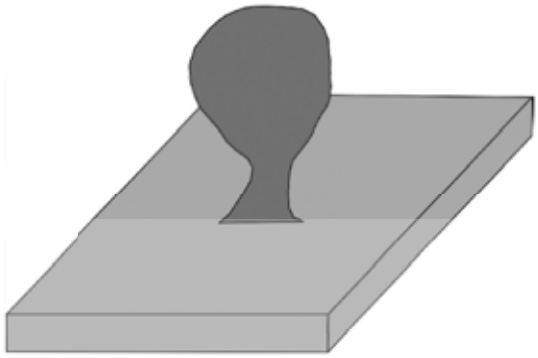
हवा धूल को काफी ऊंचाई और लंबी दूरी तक ले जा सकती है। यह बड़ी मात्रा में सामग्री का परिवहन करती है। नमी हवा की प्रक्रिया को धीमा करती है और वनस्पतियां भी इसकी गतिविधियों में रूकावट लाती है।

इस प्रयोग में, हम वायु के भूवैज्ञानिक कार्यो द्वारा विकसित निम्नलिखित भूआकृतियों को पहचानना सीखेंगे :

भूआकृतियों के प्रकार	उदाहरण
अपरदन	पीठिका शैल (Pedestal rock)
निक्षेपण	बरखान टिब्बा (Barchan dune) रैखिक या अनुदैर्ध्य बालुका टिब्बा (Linear or longitudinal dunes) अनुप्रस्थ बालुका टिब्बा (Transverse dunes)

पीठिका शैल : जब वायु गतिशील होती है, तो भारी और बड़े कण जमीन के नजदीक रहते हैं और छोटे हल्के कण ऊंचाई पर गतिमान होते हैं। जब ये कण अपने मार्ग में

चट्टानों से टकराते हैं, तो उन्हें इस तरह से काटते हैं कि चट्टान का ऊपरी भाग चट्टान (rock head or cap) का संतुलन बहुत ही पतली गर्दन जैसे चट्टानी भाग पर होता है, जिसके परिणामस्वरूप **पीठिका शैल** सदृश्य आकृति का निर्माण होता हैं (चित्र 4.4)।

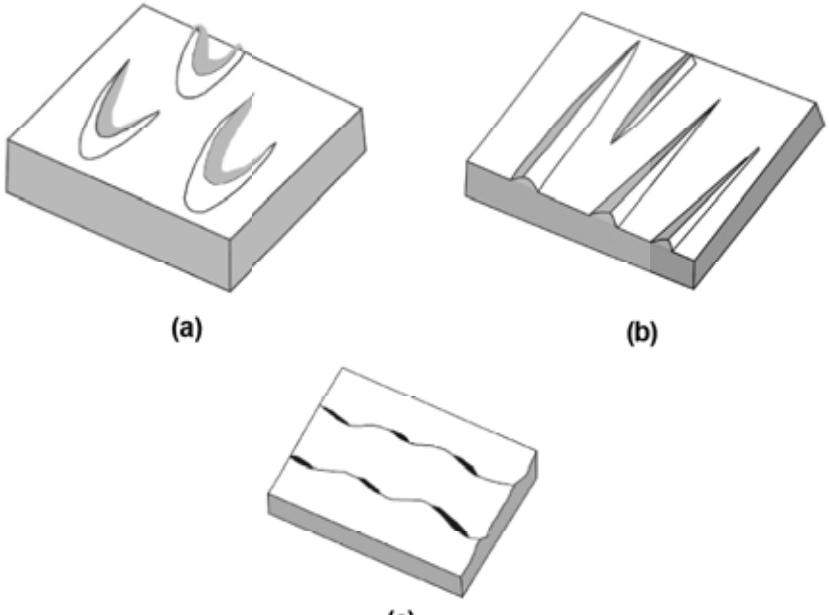


चित्र 4.4: एक पीठिका शैल को दर्शाता हुआ ब्लॉक आरेख।

बरखान टिब्बा : टिब्बा विभिन्न आकार और आकृति होते हैं। अधिकांश टिब्बे समान तथा असमित होते हैं जिनकी पवनाभिमुख (windward) ढाल मंद तथा पवनाविमुख (leeward) ढाल तीक्ष्ण होती है। अर्धचंद्राकार टिब्बा जिनके दोनों छोरों पर आगे की ओर दो सींगों जैसी आकृति होती है जो वायु की दिशा में होती है और जिसके अवतल ओर के भाग की ढाल तीक्ष्ण होती है को **बरखान** टिब्बा कहा जाता है। इस प्रकार के टिब्बे लगातार एक ही दिशा से हवा के बहाव के कारण बनते हैं (चित्र 4.5a)।

रैखिक या अनुदैर्ध्य टिब्बा : जब प्रबल और स्थिर हवा दो दिशाओं से बहती है तो बड़े, रैखिक या थोड़े वक्र रेतीले टीले जो रेत की गति की दिशा के समानांतर बनते हैं **अनुदैर्ध्य टिब्बा** कहलाते हैं। आमतौर पर चौड़ाई की तुलना में इनकी लंबाई अधिक होती है (चित्र 4.5b)।

अनुप्रस्थ बालुका टिब्बा : वायु की दिशा के समकोण दिशा में लंबे, लहरदार, रैखिक टीले **अनुप्रस्थ बालुका** टिब्बा कहलाते हैं। इस प्रकार के टिब्बा एक ही दिशा में वायु की स्थिर और मध्यम गति के कारण निर्मित होते हैं (चित्र 4.5c)।



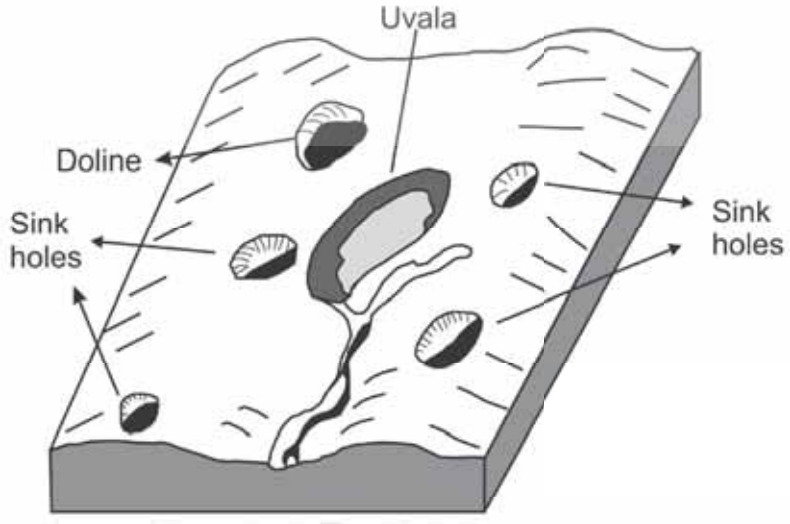
चित्र 4.5: a) बरखान टिब्बा; b) अनुदैर्ध्य टिब्बा; और c) अनुप्रस्थ बालुका टिब्बा को दर्शाते ब्लॉक आरेख।

4.4.3 कार्स्ट भूभाग की भूआकृतियाँ

आप पढ़ चुके हैं कि भूमिगत जल अपरदन और निक्षेपण दोनों का ही एक महत्वपूर्ण कारक है। यह कार्स्ट स्थलाकृति और विभिन्न प्रकार की भूआकृतियों के विकास के लिए महत्वपूर्ण है। गुरुत्वाकर्षण के कारण भूमिगत जल नीचे की ओर बढ़ता है। सरंध्रता और पारगम्यता भूमिगत जल की मात्रा, उपलब्धता और गतिशीलता को काफी हद तक प्रभावित करती है। भूमिगत जल का भूवैज्ञानिक कार्य ज्यादतर चट्टान के घुलने जमने से होता है। इस प्रयोग में, हम भूमिगत जल के भूवैज्ञानिक कार्यों द्वारा निर्मित निम्नलिखित स्थलाकृतियों को पहचानना सीखेंगे :

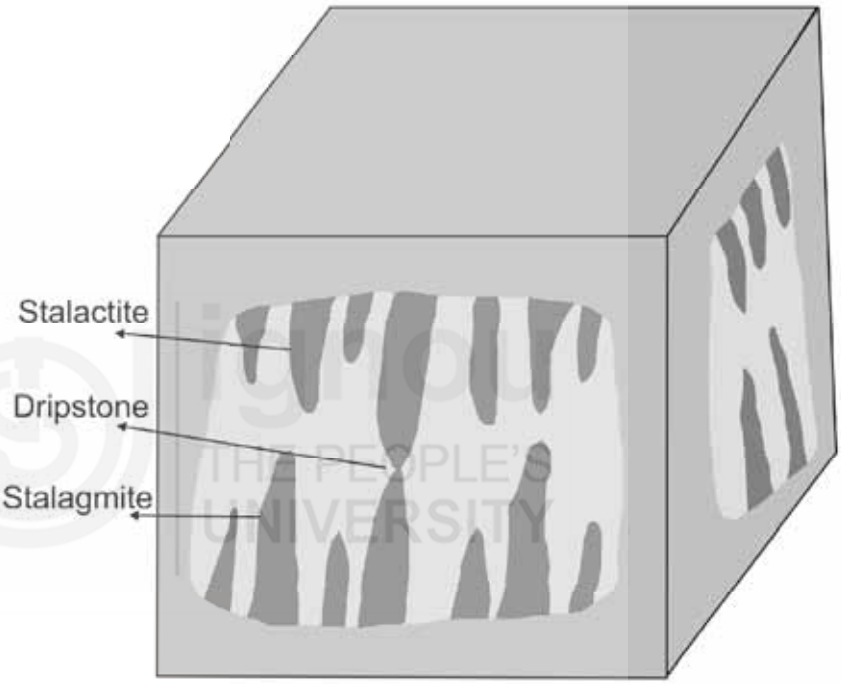
भूआकृतियों के कारक	उदाहरण
अपरदन	विलयन रंध्र घोलरंध्र (Sinkholes) डोलाइन (Dolines) सकुण्ड अथवा उवाला (Uvala)
निक्षेपण	आश्चुताश्म (Stalactite) निश्चुताश्म (Stalagmite) द्रप्साश्म (Dripstone)

घोलरंध्र (Sinkholes), डोलाइन (Dolines) और सकुण्ड अथवा उवाला (Uvala)
ये कई प्रक्रियाओं जैसे सतह के घुलने, गुफा के धंसने, अवतलन (subsidence) इत्यादि के संयोजन के द्वारा निर्मित होते हैं। ये घाटी या कीप के आकारों के होते हैं, जो भूमिगत घुलनशीलता के कारण चूना पत्थर वाले क्षेत्रों में विकसित होते हैं (चित्र 4.6)। जब भौम जल चूना पत्थर चट्टान के माध्यम से सतह के नीचे की ओर बढ़ता है, तो पर्याप्त मात्रा में चट्टान भी घुलती जाती है। घुलने की क्रिया के परिणामस्वरूप एक घाटी सदृश्य रचना बनती है जो कि छत के लगातार धसने से लगभग गोलाकार गड्ढे में परिवर्तित हो जाती है जिसे **घोलरंध्र** कहते हैं। घोलरंध्र कई कार्स्ट भूपरिदृश्य की प्रमुख स्थलाकृति है। डोलाइन जिसे विलय रंध्र **(swallow holes)** भी कहते हैं का आकार एक मीटर से भी कम चौड़ाई और गहराई वाली आकृति से लेकर सैकड़ों मीटर गहराई और चौड़ाई तक हो सकता है (चित्र 4.6)। वे शंकु से लेकर बेलनाकार तक विभिन्न आकारों के हो सकते हैं और घोलरंध्रों के बड़े गड्ढों में सम्मिलन के कारण निर्मित हो सकते हैं। भूमिगत मार्गों में बड़ी छतों के ढहने से निर्मित बड़े विस्तारित गड्ढों को **उवाला** कहा जाता है।



चित्र 4.6: घोलरंध्र, डोलाइन और सकुण्ड अथवा उवाला को दर्शाता हुआ ब्लॉक आरेख।

आश्चुताश्म (Stalactite), निश्चुताश्म (stalagmite), द्रप्साश्म (dripstone): ये चूना पत्थर गुफाओं में गठित $CaCO_3$ से निर्मित निक्षेपण स्थलाकृतियाँ हैं। कंदराओं की छत से लटका हुआ एक उलटे शंकु के आकार की स्तंभाकृति आश्चुताश्म कहलाती है और एक कंदरा के फर्श से ऊपर की ओर एक शंकु के आकार की स्तंभाकृति निश्चुताश्म (चित्र 4.7) कहलाती है। आश्चुताश्म कंदरा की छत से लटके भाग होते हैं जबकि निश्चुताश्म गुफा के आधार पर निर्मित भाग होते हैं। आश्चुताश्म लंबे पतले द्रव्यमान होते हैं जबकि निश्चुताश्म मोटे होते हैं। कभी-कभी, छत के आश्चुताश्म और फर्श के निश्चुताश्म एक दूसरे से जुड़कर स्तंभ (या columns) बनाते हैं जिसके परिणामस्वरूप कंदरा स्तंभ का निर्माण होता है। कंदराओं की इन स्तंभाकार आकृतियों को सामूहिक रूप से द्रप्साश्म कहा जाता है।



चित्र 4.7: आश्चुताश्म, निश्चुताश्म और द्रप्साश्म को दर्शाता ब्लॉक आरेख।

4.4.4. हिमनदीय भूआकृतियाँ

आप पूर्व में पढ़ चुके हैं कि हिमनदों के भूवैज्ञानिक कार्य को हिमनदन कहा जाता है। हिमनद धरातल पर बर्फ के गतिशील समूह होते हैं जो नीचे की ओर अथवा संचय के क्षेत्र से बाहर की ओर गतिशील होती है। भूमि की सतह पर हिमनद की गतिशीलता के कारण, यह अपरदन, परिवहन और निक्षेपण का कारण बनता है। जैसे ही हिमनद गति आरंभ करता है, यह अपने नीचे स्थित चट्टानों का अपरदन आरंभ कर देता है। घाटी हिमनद नदियों के समान हैं क्योंकि वे तलछट के भार का परिवहन करते हैं। एक हिमनद द्वारा निक्षेपण तब होता है जब बर्फ पिघलने लगती है और हिमनद की गति धीमी हो जाती है तब अपनी परिवहन शक्ति खोते हुये यह नष्ट हो जाता है। इसके परिणामस्वरूप विशिष्ट भूआकृति का विकास होता है।

इस अभ्यास में हम हिमनदों के भूवैज्ञानिक कार्यों द्वारा विकसित निम्नलिखित स्थलाकृतियों को पहचानना सीखेंगे :

भूआकृतियों के प्रकार	उदाहरण
अपरदन	हिमज गह्वर (Cirque) तीक्ष्ण कटक (Arête) शृंग (Horn) U आकार की घाटी (U shape valley) या हिमनदीय गर्त (Glacial trough) लटकती घाटी (Hanging valley)
निक्षेपण	हिमोढ़ (Moraines)

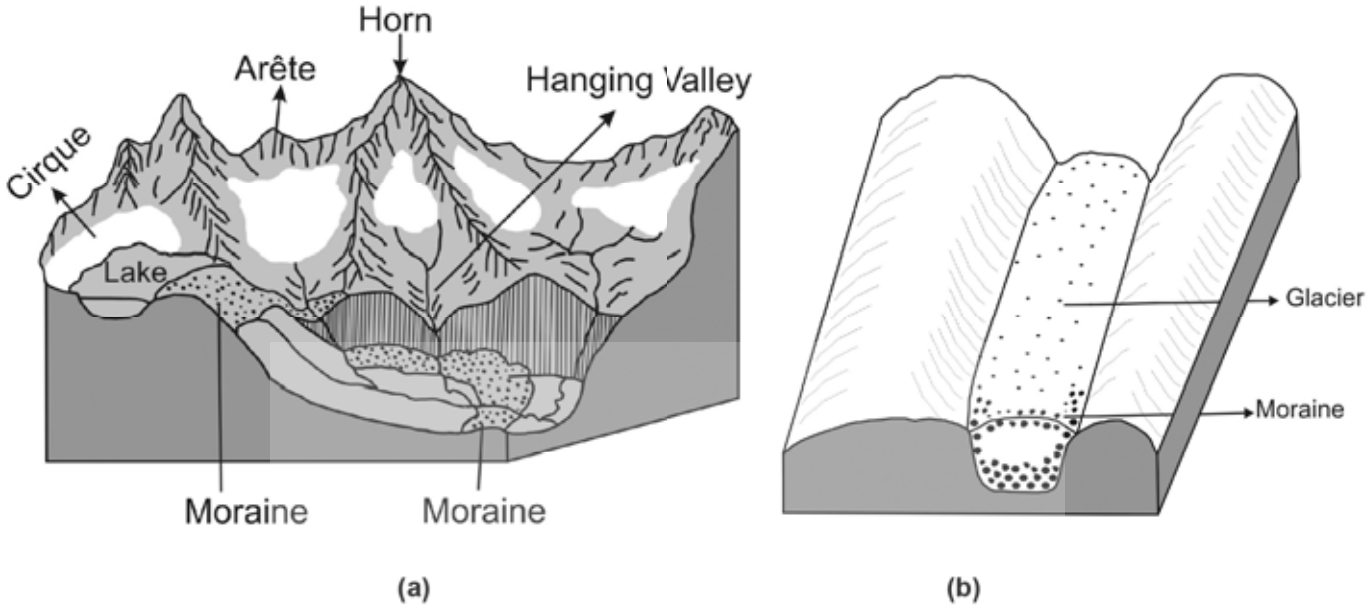
हिमज गह्वर या सर्क (Cirque): यह एक कटोरा के आकार के एम्फीथिएटर जैसे गड्ढे सदृश्य आकृति है जो हिमनद के टूटने और इसके सिरे पर घर्षण द्वारा निर्मित होता है जैसा कि चित्र 4.8 में दिखाया गया है। सर्क घाटी हिमनद की उत्पत्ति को चिह्नित करते हैं जहां वर्ष भर बर्फ जमा होने के लिए स्थितियां अनुकूल होती हैं। सिरे की ओर अपरदन के कारण सर्क चौड़े और गहरे होते जाते हैं।

तीक्ष्ण कटक (Arête): एक रिज के विपरीत किनारों पर हिमनदीय बर्फ से भरे सर्क (हिमज गह्वर) अपरदन के कारण एक संकीर्ण आरी के दांतों सी आकृति निर्मित करते है जिसे तीक्ष्ण कटक कहते हैं (चित्र 4.8)। तीक्ष्ण कटक तब भी निर्मित हो सकते हैं जब दो समानान्तर हिमनदीय द्रोणियों के मध्य अपरदन के कारण चट्टान एक पतली कटक के रूप में रह जाती है।

गिरिशृंग (Horn): जब कम से कम तीन सर्क जुड़ते हैं, तो उनके सिरों की ओर अपरदन की वजह से एक पिरामिड के आकार की चोटी बनती है। इस प्रकार की खड़ी दीवार वाली तीक्ष्ण चोटी को गिरिशृंग कहा जाता है।

'यू' आकार की घाटियां (हिमनदीय गर्त) और लटकती घाटी ['U' shape valleys (glacial troughs) and hanging valley]: 'यू' आकार की घाटियां या हिमनदीय गर्त तब निर्मित होती हैं जब सर्क से नीचे बहते हिमनद एक नई घाटी का उत्खनन अथवा पहले से उपस्थित घाटी को और गहरा कर देते हैं। इस प्रकार की घाटियों का एक विशिष्ट 'यू' (U) आकार होता है। जब बर्फ पिघलती है, तो सहायक घाटी एक लटकती घाटी (hanging valley) के रूप में छूट जाती है जो कि मुख्य घाटी के तल के ऊपर स्थित होती है (चित्र 4.8)।

हिमोढ़ : पीछे हटते हुये हिमनद अवर्गीकृत (unsorted) व अस्तरित मलबों जैसे पत्थरों, कंकड़, बजरी, रेत, रेग (silt), मिट्टी, आदि के मिश्रण छोड़ जाता है। इस तलछट जमावट के परिणामस्वरूप हिमोढ़ नामक भूआकृति विकसित होती है (चित्र 4.8)। जमावट के स्थान के आधार पर, इन्हें तलस्थ हिमोढ़ (चट्टान भूमि जिस पर, जहां हिमनद गति करती है), पार्श्विक हिमोढ़ (हिमनद के किनारों पर), मध्यवर्ती हिमोढ़ (हिमनद के मध्य भाग के साथ), अंतस्थ हिमोढ़ (हिमनद के अंतिम भाग पर) कहा जाता है।



चित्र 4.8: a) हिमोढ़ तथा अन्य हिमनदीय आकृतियों b) हिमोढ़ को दर्शाते ब्लॉक आरेख।

4.4.5 समुद्र तटीय भूआकृतियाँ

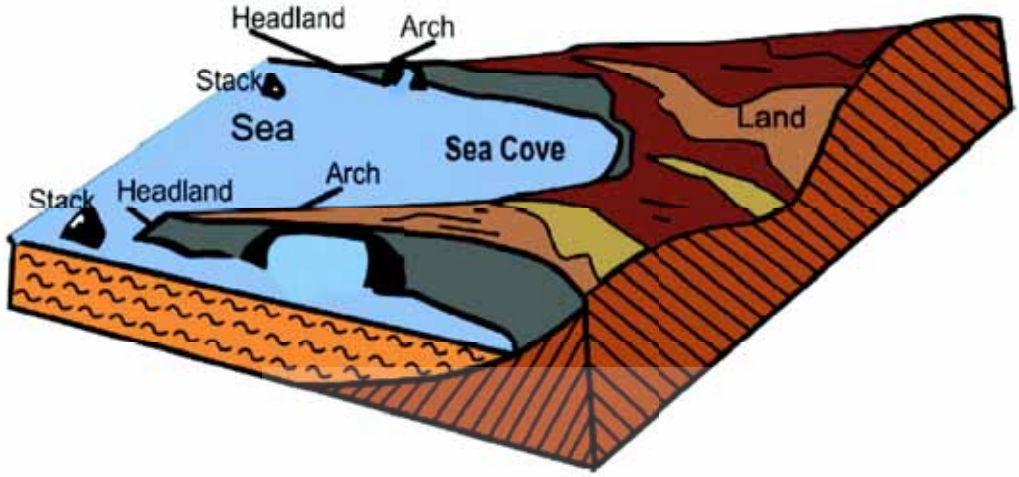
आप पढ़ चुके हैं कि समुद्र तटीय क्षेत्रों में वायु, लहरें और धाराएं लगातार चलती रहती हैं। समुद्री अपरदन और निक्षेपण के परिणामस्वरूप कई तरह की भूआकृतियाँ विकसित होती हैं।

इस प्रयोग में, हम महासागरों के भूवैज्ञानिक कार्यों द्वारा विकसित निम्नलिखित स्थलाकृतियों को पहचानना सीखेंगे :

भूआकृतियों के प्रकार	उदाहरण
अपरदन	भृगु (Cliff) खोह या छोटी खाड़ी (Cove) और अतंरीप (Headland) कंदरा (Cave) प्राकृतिक मेहराब और सागरीय स्तंभ (Arch and Stack)
निक्षेपण	पुलिन (Beach) संलग्न भित्तियाँ (Spit) रोधिका (Bar) और अंकुश (Hook) अनूप या समुद्रताल (Lagoon)

भृगु : समुद्र की ओर उन्मुख खड़ी दीवार सदृश्य चट्टान को **भृगु** कहा जाता है। यह भूमि के निरंतर अपरदन (चित्र 4.9) के कारण विकसित होता है।

खोह या छोटी खाड़ी और अतंरीप : समुद्री किनारे पर नरम और कमजोर चट्टानों के तीव्र अपरदन के कारण प्रतिरोधी और मजबूत चट्टान समुद्र में बाहर निकले होते हैं। इसके परिणामस्वरूप **खोह** या **छोटी खाड़ी** और **अतंरीप** का विकास होता है (चित्र 4.9)।



चित्र 4.9: महासागर के भूवैज्ञानिक कार्यों के कारण विकसित तटीय भूआकृतियों को दर्शाता ब्लॉक आरेख।

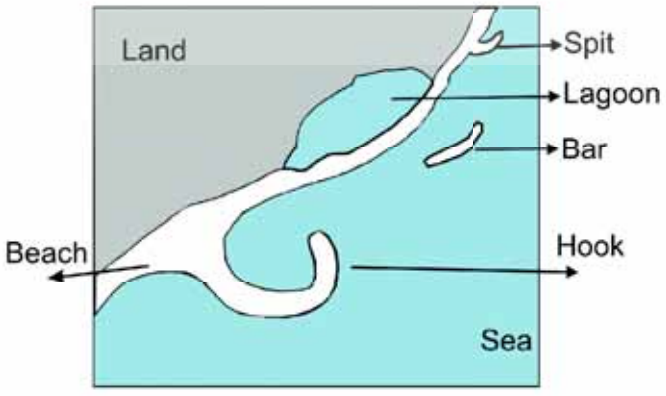
कंदरा : लहरों के घर्षण और जलीय प्रभावों के कारण मुलायम हिस्से के निकल जाने से चट्टान में निर्मित खोखले भाग को **कंदरा** कहा जाता है (चित्र 4.9)।

प्राकृतिक मेहराब और सागरीय स्तंभ : समुद्री कंदरा के किसी भी हिस्से के आंशिक अपरदन के कारण, शेष भाग पुल के समान आकृति बनाता है जिसे **समुद्री मेहराब** या **समुद्री पुल** कहते हैं। ऊपरी भाग के अपरदन के कारण शेष अवशेष को **सागरीय स्तंभ** कहा जाता है (चित्र 4.9)।

पुलिन : यह सबसे सामान्य समुद्र तटीय भूआकृति है। यह समुद्र तट के कम ढ़लान वाला हिस्सा है जो लहरों, ज्वार-भाटा और धाराओं द्वारा रेत और कंकड़ के निक्षेपण की प्रक्रिया से निर्मित होता है (चित्र 4.10)।

संलग्न भित्तियाँ, रोधिका और अंकुश : संलग्न भित्तियाँ समुद्र में समुद्र तट का एक संकीर्ण उंगली जैसा प्रक्षेपण है। यह रोधिका से इस संदर्भ में अलग है कि इसका एक छोर भूमि से जुड़ा होता है। जब संलग्न भित्तियां अंदर की ओर घूम अंकुश के आकार की आकृति बनाती हैं तो इसे **अंकुश** कहा जाता है (चित्र 4.10)।

अनूप या समुद्रताल : जब तलछट समुद्र तट के लगभग समानांतर इस प्रकार जमा होते हैं कि एक जलराशि को घेरे मुख्य तटरेखा और महासागर के मध्य एक अवरोध का निर्माण करते हैं, तब उस घिरी हुई जलराशि को **अनूप** या **समुद्रताल** कहा जाता है (चित्र 4.10)।



चित्र 4.10: महासागर के भूवैज्ञानिक कार्यों के कारण विकसित समुद्र तटीय भूआकृतियों को दर्शाता हुआ आरेख।

4.5 प्रयोगशाला अभ्यास

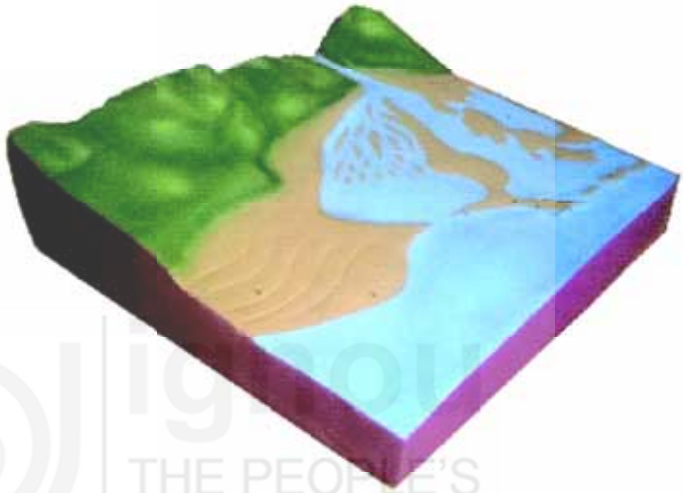
निर्देश : इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तरों का आरेख अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

यहां, हम आपको स्थलाकृतियों की पहचान करने के लिए सैद्धांतिक पाठ्यक्रम में प्राप्त ज्ञान का उपयोग करने के लिए कहेंगे।

अभ्यास 1 : चित्र 4.11 में दर्शाये गए त्रिआयामी मॉडल का अध्ययन कर निम्न करें :

i) स्थलाकृतियों को पहचानें।

ii) उन स्थलाकृतियों का अपनी प्रयोगशाला फाइल में चित्रण कर नामांकन करें।



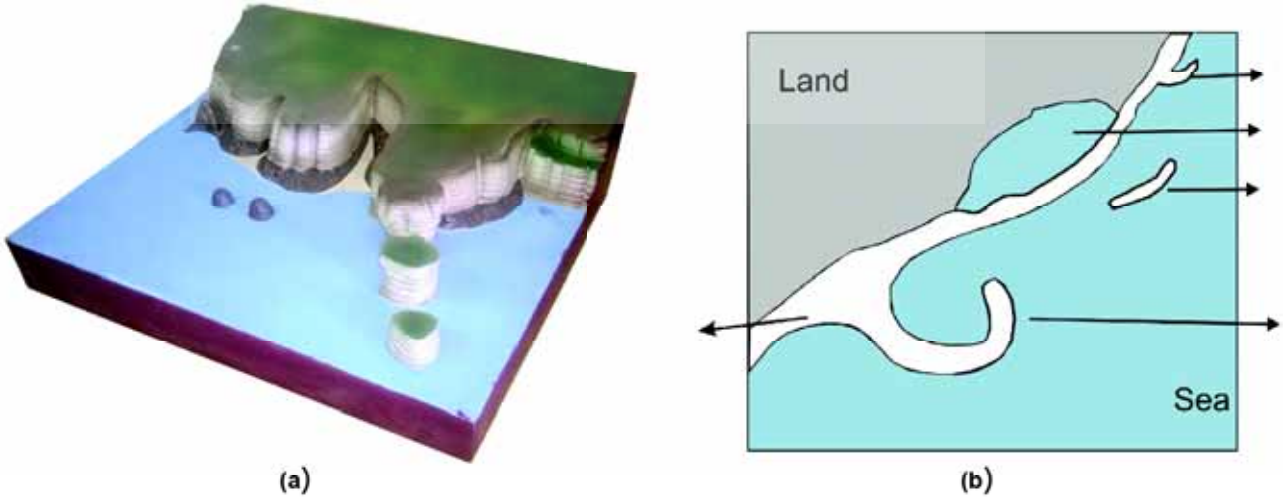
चित्र 4.11: नदी के मुहाने के भूदृश्य का एक त्रिआयामी भौतिक मॉडल।

अभ्यास 2: चित्र 4.12 में दिखाए गए त्रिआयामी मॉडल एवं रेखाचित्र का अध्ययन कर निम्न करें :

i) चित्र में स्थलाकृतियों को पहचानें।

ii) पहचानी गई स्थलाकृतियों का अपनी नोटबुक में चित्रण करें।

iii) चित्रित विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों का नामांकन करें।



चित्र 4.12: तटीय भूदृश्य का: a) एक त्रिआयामी भौतिक मॉडल; और b) एक आरेख।

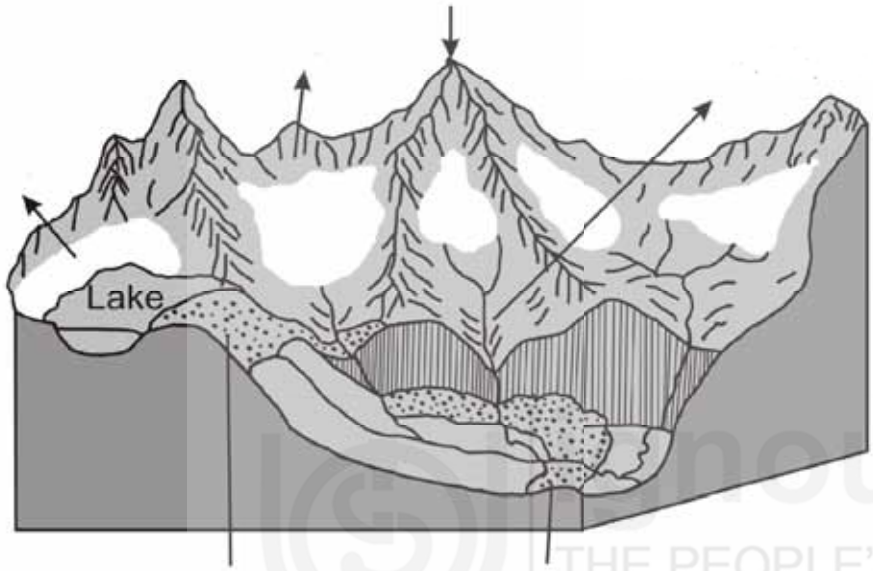
अभ्यास 3: एक लटकती या निलम्बी घाटी (hanging valley) के ब्लॉक आरेख चित्रित करें।

अभ्यास 4: प्रवाल भितियों (coral reefs) का एक ब्लॉक आरेख का चित्रण करें।

अभ्यास 5: चित्र 4.13 में दिखाए गए ब्लॉक आरेख का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को करें :

i) आरेख में स्थलाकृतियों को पहचानें।

ii) एक ब्लॉक आरेख का अपनी प्रयोगशाला फाइल में चित्रण करें और विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों का नामांकन करें।



चित्र 4.13: हिमनदीय भूदृश्य का एक ब्लॉक आरेख।

अभ्यास 6: चित्र 4.14 में दिखाए गए त्रियायमी मॉडल का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को करें :

i) स्थलाकृतियों को पहचानें।

ii) पहचानी गई स्थलाकृतियों का अपनी प्रयोगशाला फाइल में चित्रण करें।

iii) चित्रित की गई विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों का नामांकन करें।



चित्र 4.14: रेगिस्तानी भूदृश्य का एक त्रिआयामी भौतिक मॉडल।

अभ्यास 7: चित्र 4.15 में दिखाए गए त्रिआयामी भूआकृति मॉडल का अध्ययन कर निम्न करें :

i) चित्र में नदी के भूवैज्ञानिक कार्यों द्वारा निर्मित विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों को पहचानें।

ii) एक ब्लॉक आरेख बनाएँ और पहचानी गई स्थलाकृतियों का नामांकन करें।

iii) नदी की विभिन्न अवस्थाओं की पहचान करें।



चित्र 4.15: नदी संबंधी भूदृश्य का एक त्रिआयामी भौतिक मॉडल।

अभ्यास 8: चित्र 4.16 में दिखाये गए उपग्रहीय सुदूर संवेदन छवि का अध्ययन कर निम्न करें :

i) चित्र में नदी के भूवैज्ञानिक कार्यों द्वारा निर्मित विभिन्न प्रकार की स्थलाकृतियों को पहचानें।

ii) एक ब्लॉक आरेख बनाएँ और पहचानी गई स्थलाकृतियों का नामांकन करें।

iii) नदी की अवस्था की पहचान करें।



चित्र 4.16: भारत के एक भाग की नदी संबंधी भूदृश्य दिखाती एक उपग्रहीय सुदूर संवेदन छवि। (स्रोत : Google Earth)

4.6 गृहकार्य

1. अपने आस-पास की विभिन्न प्रकार के भूआकृतियों को पहचानने का प्रयास करें और जैसा कि आपने इस पाठ्यक्रम में सीखा है उन प्रक्रियाओं को समझने का प्रयास करें जिनके परिणामस्वरूप इनका निर्माण हुआ है। अपनी नोटबुक में भूआकृतियों का स्केच भी बनाएं।
2. Bhuvan या Google Earth या इसी प्रकार के किसी भी पोर्टल पर जाएं और भारत के विभिन्न हिस्सों की भूआकृतियों को 2 या 3 आयामों में देखें। भूआकृतियों की पहचान करने, रेखाचित्र बनाने और अपनी प्रयोगशाला पुस्तिका में ब्लॉक आरेख बनाने का प्रयास करें।
3. जांचें कि क्या आप अपने अध्ययन केंद्र में या इंटरनेट से डाउनलोड कर कुछ स्थलाकृतिक मानचित्र देख सकते हैं और इसमें दर्शाई गई भूआकृतियों को पहचानने का प्रयास करें। अपनी नोटबुक में भूआकृतियों का स्केच बनाएं तथा ब्लॉक आरेख भी बनाएं।

4.7 संदर्भ

- इकाइयाँ 5, 6, 7 व 8, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131 इग्नू, नई दिल्ली।

4.8 शैक्षणिक साधन

- Dutta, A.K. (2010) Introduction to Physical Geology, Kalyani Publishers, Ludhiana, 250p.
- Mahapatra, G.B. (2012) A Textbook of Geology, CBS Publishers, New Delhi, 366p.
- Verma, V.K. (1999) Lectures on Geomorphology, Pilgrim Book Pvt. Ltd., Varanasi, 485p.

प्रयोग 5

क्लाईनोमीटर कम्पास का उपयोग करना

रूपरेखा

5.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
5.2 आवश्यकताएं
5.3 मूलभूत अवधारणाएँ
क्लाईनोमीटर कम्पास के भाग
कम्पास की दिशाएँ
5.4 क्रियाविधि
कम्पास का उपयोग
आनत तल की नति तथा नतिलंब ज्ञात करना
5.5 कम्पास के प्रयोग में सावधानियाँ
5.6 प्रयोगशाला अभ्यास
5.7 गृहकार्य
5.8 संदर्भ
5.9 शैक्षणिक साधन

5.1 प्रस्तावना

किसी भी क्षेत्र में सूचनाओं का संग्रह सामान्यतः दिशा के ज्ञान के बिना नहीं किया जा सकता। दिशा के निर्धारण हेतु दिशासूचक या कम्पास सबसे आधारभूत साधन है। कम्पास और नतिमापी या क्लाईनोमीटर का प्रयोग विभिन्न सर्वेक्षणों में किया जा सकता है। भूवैज्ञानिकों के पास साधारणतः दो प्रकार के कम्पास होते हैं ; ब्रंटन कम्पास या क्लाईनो कम्पास। क्लाईनोमीटर का उपयोग किसी ढ़लान का कोण, ऊँचाई या झुकाव, विशेषतः नति ज्ञात करने में किया जाता है। एक भूवैज्ञानिक के लिए यह अनिवार्य है कि वह क्षेत्र में सूचनाओं के संग्रह के दौरान इस उपकरण के उचित उपयोग तथा क्रियाविधि से भलीभांति अवगत हो।

आप इकाई 9 संरचनात्मक भूविज्ञान का परिचय में क्लाईनोमीटर कम्पास और इकाई 10 क्षेत्र भूविज्ञान में क्षेत्र कार्य के विषय में पढ़ चुके हैं। इस प्रयोग में हम क्लाईनोमीटर कम्पास के भागों, और उसका उपयोग ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से नति, नतिलंब का परिमाण और इसकी दिशा ज्ञात करना सीखेंगे। हम इसके प्रयोग के दौरान ध्यान में रखने वाली सावधानियों पर भी चर्चा करेंगे।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते हैं कि इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप :

- ❖ क्लाईनोमीटर कम्पास के विभिन्न भागों के वर्णन कर सकेंगे,
- ❖ दिशा ज्ञात करने हेतु आप कम्पास का उपयोग कर सकेंगे,
- ❖ एक आनत तल के नति और नतिलंब की दिशा और परिमाण ज्ञात कर सकेंगे; तथा
- ❖ कम्पास के प्रयोग में सावधानियों से परिचित हो सकेंगे।

5.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी:

- नति, नतिलंब तथा नति की दिशा ज्ञात करने हेतु क्लाईनोमीटर
- पेंसिल
- रबड़
- रूलर
- हार्ड बोर्ड या कार्ड बोर्ड
- प्रयोगशाला फाइल

<u>निर्देश</u>: आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 9 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 3 अवश्य साथ लाएं।

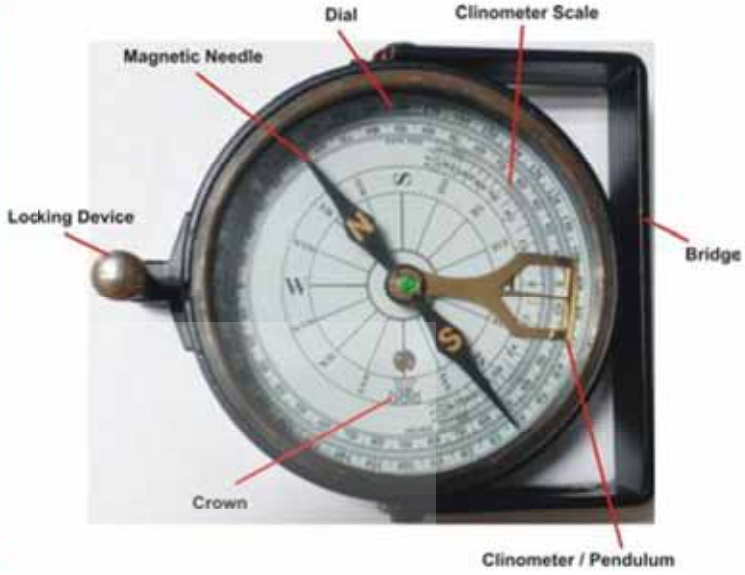
5.3 मूलभूत अवधारणाएँ

क्लाईनोमीटर कम्पास में एक कम्पास और एक क्लाईनोमीटर शामिल होते हैं। कम्पास एक यंत्र होता है जो चुंबकीय उत्तर को दर्शाता है। इसका प्रयोग पृथ्वी से क्षैतिज दिशा ज्ञात करने में होता है। इसका उपयोग नौवहन तथा मानचित्रण में होता है, क्योंकि इसकी सहायता से दो बिंदुओं के मध्य की भौगोलिक दिशा ज्ञात की जा सकती है। कम्पास पीतल और अल्युमिनियम से निर्मित होता है, क्योंकि ये धातुएँ इसकी चुंबकीय सुई को प्रभावित नहीं करती हैं (चित्र 5.1a)। इसका प्रयोग ऊँचाई ज्ञात करने में भी किया जाता है। इस यंत्र को एक भूवैज्ञानिक कम्पास में जोड़ा जाता है ताकि इससे किसी सतह का झुकाव, संधियों का झुकाव, तटबंधों की ढ़ाल का कोण ज्ञात करने में सहायता मिल सके। स्थलाकृतिक मानचित्र के साथ इसका प्रयोग करते हुये किसी स्थान को सटीक रेखांकित भी किया जा सकता है।

5.3.1 क्लाईनोमीटर कम्पास के भाग

क्लाईनोमीटर कई प्रकार के पाये जाते हैं और उनके पैमाने भी अलग-अलग हो सकते है। क्लाईनोमीटर कम्पास के मूलभूत भाग चित्र 5.1b में दर्शाए गए हैं जिनका वर्णन निम्न है :





(a) (b)

चित्र 5.1: विभिन्न क्लाईनोमीटर: a) पीतल का क्लाईनोमीटर; और b) विभिन्न भागों के नामांकन के साथ क्लाईनोमीटर कम्पास।

- **चुंबकीय सुई (Magnetic needle) :** चुंबकीय सुई इस यंत्र के हृदय के सदृश्य है (चित्र 5.1b)। यह एक चुंबकीय धातु से निर्मित पट्टी होती है जो एक तीक्ष्ण धुरी पर संतुलनावस्था में टिकी होती है और कम्पास के आधार के लम्बवत् अथवा क्षैतिज स्थिति में होने पर किसी भी दिशा में स्वतंत्र दोलन कर सकती है। स्वतंत्र रूप से घूर्णन हेतु छोड़ दिये जाने पर यह पृथ्वी की उत्तर-दक्षिण दिशा प्रदर्शित करता है। चुंबकीय सुई के एक सिरे पर सामान्यतः एक तीर का निशान बना होता है अथवा किसी चमकीले लाल रंग से निशान बना होता है, जो उत्तर दिशा को प्रदर्शित करता है। जब कम्पास को क्षैतिज रूप से रखा या पकड़ा जाता है, इसकी सुई का लाल सिरा हमेशा चुंबकीय उत्तर दिशा को प्रदर्शित करता है।

- **कम्पास अंशांकन (Compass graduations) :** कम्पास में एक वृत्ताकार अंकपट्ट होता है जो वामावर्त दिशा में 360 अंशों में विभक्त होता है; जिसे **दिगंश** (azimuthal) वृत्त कहते हैं; जिसमें 0 या 360 उत्तर दिशा को निरूपित करता है (चित्र 5.1b)। इसी प्रकार 90, 180 और 270 क्रमशः पूर्व, दक्षिण तथा पश्चिम दिशा को प्रदर्शित करते हैं। इच्छित दिशा को अंकपट्ट पर चुंबकीय सुई के छोर पर निरूपित N (उत्तर) की सहायता से पढ़ा जाता है। अंकपट्ट के आंतरिक वृत्त पर भी दिशाएँ जैसे E (पूर्व), NE (उत्तर पूर्व), NNE (उत्तर उत्तर पूर्व), W (पश्चिम) अंकित होती हैं जो बाह्य वृत्त के पूरक के रूप में कार्य करती हैं, ताकि दिशा को अनुक्रम में पढ़ा जा सके।

- **लोलक (Pendulum)/क्लाईनोमीटर (नलिकाकार) :** लोलक की सहायता से किसी भी सतह के झुकाव को ज्ञात किया जा सकता है। लोलक तथा चुंबकीय सुई एक अचुंबकीय पात्र में स्थापित होते हैं (चित्र 5.1b)।

- **क्लाईनोमीटर स्केल (ऊर्ध्वाधर कोण के मापन हेतु) :** क्लाईनोमीटर के खांचे के अंदर के खुले भाग में एक आंतरिक डायल होता है जिसपर 0° से 90° तक

अंशांकन किया होता है जो किसी कोण के प्रत्यक्ष मापन में सहायक होता है। (चित्र 5.1b)

- **ब्रिज (Bridge) :** चुंबकीय सुई और क्लाईनोमीटर कम्पास एक डायल के बाहर एक फ्रेम से जुड़े होते हैं जिसे ब्रिज कहते हैं (चित्र 5.1b)। यह एक चलायमान ब्रिज होता है जो डायल के समानांतर तथा लम्बवत 90° अंश तक घूम सकता है। इसका उपयोग किसी सतह के झुकाव के मापन में होता है।

- **उत्थापक (Lift) पिन/लौकिंग यंत्र (locking device) :** डायल रिंग के बाहर एक उत्थापक पिन होती है जिसे लौकिंग यंत्र भी कहते हैं (चित्र 5.1b)। जब हम इस पिन को दबाते हैं तो यह चुंबकीय सुई और क्लाईनोमीटर को लौक कर देता है, जिससे कि हम कम्पास को दृश्यांश (outcrop) से हटाने के बाद भी उसके आँकड़े प्राप्त कर सकते हैं।

- **धुरी (Pivot) :** धुरी कम्पास के केंद्र में होती है और चुबकीय सुई को स्वयं पर स्वतंत्रतापूर्वक घूमने में सहायता करती है (चित्र 5.1b)।

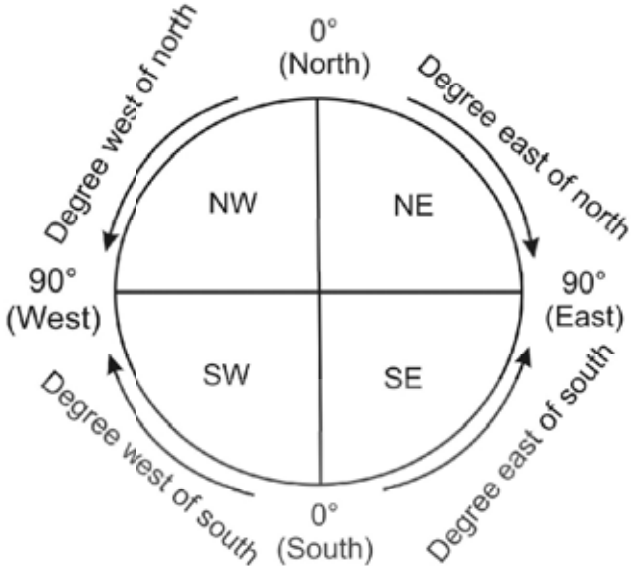
5.3.2 कम्पास की दिशायें

एक बिन्दु से दूसरे की दिशा ज्ञात करने के लिए आपको एक कम्पास की आवश्यकता होती है। कम्पास की प्रधान दिशाओं के संदर्भ से एक बिन्दु से दूसरी बिन्दु की दिशा को **बियरिंग** कहते हैं। कम्पास के प्रयोग से पूर्व किसी को भी उसकी सामान्य दिशाओं और अंशों की स्थिति से परिचित होना चाहिए। चार मुख्य दिशाएँ यानी उत्तर (North, N), पूर्व (East, E), पश्चिम (West, W) और दक्षिण (South, S) **प्राथमिक प्रधान दिशाएँ** हैं। उत्तरपूर्व (Northeast, NE), दक्षिणपूर्व (Southeast, SE), दक्षिणपश्चिम (Southwest, SW) और उत्तरपश्चिम (Northwest, NW) दिशाएँ **वर्गीय, प्राथमिक अंतरप्रधान** या **मध्यवर्ती दिशाएँ** कहलाती हैं। अतिरिक्त उपविभाजन यानी उत्तर-उत्तरपूर्व (North-Northeast, NNE), पूर्व-उत्तरपूर्व (East-Northeast, ENE), पूर्व-दक्षिणपूर्व (East-Southeast, ESE), दक्षिण-दक्षिणपूर्व (South-Southeast, SSE), पश्चिम- दक्षिणपश्चिम (West-Southwest, WSW), पश्चिम-उत्तरपश्चिम (West- Northwest, WNW), उत्तर-उत्तरपश्चिम (North-Northwest, NNW) दिशाएँ **द्वितीयक अंतरप्रधान दिशाएँ** कहलाती हैं। हम कम्पास में दिशाएँ दो विधियों - चतुर्थांश और दिगंश से पढ़ सकते हैं। अब हम इन दो विधियों पर चर्चा करेंगे।

- **चतुर्थांश विधि (Quadrant bearing method)**

इस विधि में कम्पास के डायल को चार भागों (चतुर्थांश) में बांटा जाता है, क्रमशः उत्तरपूर्व, दक्षिणपूर्व, दक्षिणपश्चिम और उत्तरपश्चिम। उत्तर और दक्षिण दिशाएँ 0 अंश पर होती हैं जैसा कि चित्र 5.2 में दर्शाया गया है। चतुर्थांश के आधार पर 90 अंश तक कोण की माप उत्तर तथा दक्षिण में (जो भी पूर्व या पश्चिम दिशा से निकट हो) की जाती है। उदाहरण के लिए, उत्तरपूर्व जो कि उत्तर दिशा से 45 अंश पूर्व दिशा की ओर है को चतुर्थांश विधि से N45°E के रूप में दर्शाया जाएगा।

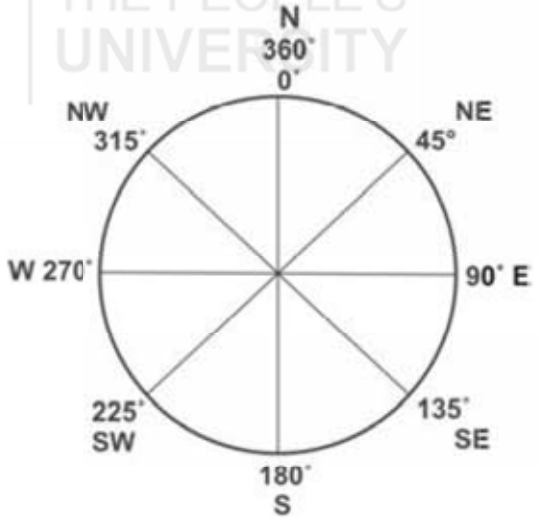
इस विधि का लाभ यह है कि यह आपको दिशा जैसे उत्तर, उत्तरपूर्व, उत्तरपश्चिम आदि की जानकारी सटीक कोण के साथ देता है।



चित्र 5.2: दिशाओं के प्रदर्शन की चतुर्थांश विधि : चार चतुर्थांश–उत्तरपूर्व, दक्षिणपूर्व, दक्षिणपश्चिम, उत्तरपश्चिम–उत्तर या दक्षिण के पूर्व या पश्चिम में होते हैं।

- **दिगंश विधि (Azimuth method)**

इस विधि में कम्पास के डायल को 360 समान भागों या अंशों में विभक्त किया जाता है, जो कि किसी भी दिशा को माप सकता है। जैसा कि चित्र 5.3 में दर्शाया गया है- कोणों को उत्तर दिशा से घड़ी की दिशा में मापा जाता है; 0 अंश उत्तर, पूर्व 90 अंश, दक्षिण 180 अंश, पश्चिम 270 अंश और उत्तर 360 या 0 अंश।



चित्र 5.3: दिशाओं के प्रदर्शन की दिगंश विधि; कोणों को उत्तर दिशा से घड़ी की दिशा में मापा जाता है।

उदाहरण के लिए, 130° दिगंश का मान 90° से अधिक किन्तु 180° से कम होता है इसलिए यह दक्षिणपूर्व चतुर्थांश में स्थित होगा। चतुर्थांश विधि से प्रदर्शित करने पर यह दक्षिण दिशा से 50 अंश दक्षिण और पूर्व दिशाओं के मध्य अर्थात् (180 – 130) = 50 अंश होगा, इसलिए चतुर्थांश विधि में इसे S50°E पढ़ा जाएगा। इसी प्रकार एक चतुर्थांश मान **S40°W** जो कि दक्षिणपूर्व (SW) चतुर्थांश में स्थित होगा 220° दिगंश अर्थात् (180 + 40) = 220 अंश के तुल्य होगा। यहाँ यह भी महत्वपूर्ण है कि दिगंश 0° को

सटीक उत्तर, तथा इसी क्रम में 90° को सटीक पूर्व, 180° को सटीक दक्षिण एवं 270° को सटीक पश्चिम पढ़ा जाएगा।

5.4 क्रियाविधि

यद्यपि भूवैज्ञानिक कम्पास एक सरल यंत्र होता है, किन्तु इनसे सही मान ज्ञात करने के लिए इन्हें उचित रूप से प्रयोग करने की आवश्यकता होती है। अब हम दिशा, नति तथा नतिलंब ज्ञात करने में कम्पास के प्रयोग करने की विधि को समझते हैं।

5.4.1 कम्पास का उपयोग

शुद्ध मान ज्ञात करने हेतु कम्पास को हमेशा एक उचित स्तर पर रखा जाना चाहिए ताकि चुंबकीय सुई स्वतंत्रतापूर्वक घूम सके। इसे हमेशा एक ऐसी ऊँचाई पर रखा जाना चाहिए ताकि इसके डायल के अंशों को उचित रूप से पढ़ा जा सके। 360 अंशों में किसी भी दिशा में इसे घूमाने के दौरान इसकी सुई में अनावश्यक विचलन नहीं होना चाहिए।

1. **उत्तर दिशा ज्ञात करना**

   कुछ कम्पासों पर तीर का निशान अथवा निर्देशक चिह्न अंकित होते हैं। आपको डायल पर 360 अंश को इस निर्देशक चिह्न की दिशा से संबद्ध कर लेना चाहिए। कम्पास को इस तरह पकड़ें कि इसकी सुई स्वतंत्रतापूर्वक गति कर सके और तब तक अपनी स्थिति को इस तरह परिवर्तित करना चाहिए कि चुंबकीय सुई निर्देशक चिह्न की दिशा में आ जाए। अब जिस दिशा की ओर आप होंगे वही उत्तर दिशा है।

2. **किसी वस्तु की दिशा ज्ञात करना**

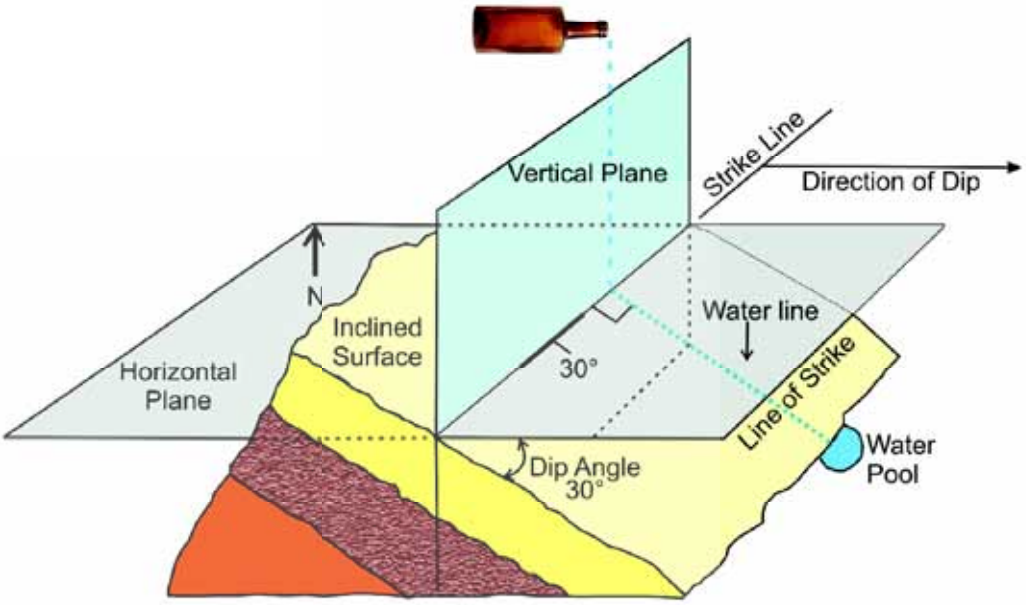
   कम्पास को इस प्रकार पकड़ना चाहिए ताकि सुई स्वतंत्रतापूर्वक गति कर सके और तब इसे निर्देशक चिह्न की दिशा में लाना चाहिए। फिर डायल को इस प्रकार घूमाना चाहिए ताकि सुई उत्तर दिशा दर्शाने वाले संकेतक की दिशा की सीध में आ जाए। यह याद रखना होगा कि किसी वस्तु की दिशा ज्ञात करते हुए डायल पर निर्देशित उत्तर दिशा को उस वस्तु की ओर उन्मुख किया जाए जिसकी दिशा ज्ञात करनी है। कम्पास के ब्रिज को बाईं ओर मोड़ें और निर्देशक रेखा 360° अंश के डायल पर जहाँ मिल रही हो उस दिगंश का मान ही उस वस्तु की दिशा है।

5.4.2 आनत तल की नति तथा नतिलंब ज्ञात करना

किसी सतह की नति तथा नतिलंब ज्ञात करने की विधि को जानने से पूर्व हम नति, नतिलंब और इन्हे मानचित्र पर प्रदर्शित करने वाले प्रतीकों की समीक्षा करेंगे। जैसा कि आपको ज्ञात है **नति** किसी आनत सतह का उसके क्षैतिज के साथ बनाया गया कोण है, जबकि **नतिलंब** उस रेखा की दिशा है जो एक आनत तल और उसके काल्पनिक क्षैतिज सतह के कटाव पर बनती है। अन्य शब्दों में, नतिलंब कम्पास की वो दिशा होती है जो किसी चट्टानी सतह की उसकी क्षैतिज सतह के कटाव से बनती है। नति, जो नतिलंब के अभिलंब की दिशा में मापी जाती है सामान्यतः झुकाव के कोण की वह मात्रा होती है जो किसी चट्टानी सतह और उसके क्षैतिज सतह के मध्य पायी जाती है।

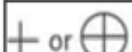
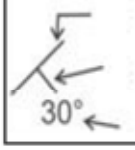
आइए अब हम नति और नतिलंब को चित्र 5.4 की सहायता से समझते हैं। यदि दृश्यांश पर पानी गिराया जाए तो चित्र में दर्शाये अनुसार जल अधिकतम ढलान की दिशा मे बहेगी। आनत तल का नतिलंब उस आनत तल के क्षैतिज तल से मिलने पर बनने वाली

काल्पनिक रेखा है। चित्र 5.4 में नतिलंब N65°E है जिसे उत्तर 65 अंश पूर्व या दिगंश विधि में 65 अंश कहेंगे। आप जानते हैं कि नति आनत तल और क्षैतिज तल के बीच का कोण है अतः नति की दिशा नतिलंब के अभिलंब की दिशा में वह है जिधर जल बह रहा है जिसे चित्र मे 30° दक्षिणपूर्व दर्शाया गया है।



चित्र 5.4: एक आनत सतह के नति तथा नतिलंब का निरूपण।

हम नति तथा नतिलंब प्रदर्शित करने के लिए प्रतीकों का उपयोग करते हैं। इन्हें प्रदर्शित करने वाले चिह्नों को चित्र 5.5 में दर्शाया गया है। चिह्न "T" का प्रयोग किसी आनत तल के नति तथा नतिलंब को दर्शाने हेतु किया जाता है।

	यह प्रतीक दर्शाता है कि नति का परिमाण 90°है अर्थात सतह उर्ध्वाधर है
	यह दर्शाता है कि सतह क्षैतिज है
	लंबी रेखा नतिलंब रेखा को दिखाता है छोटी रेखा घड़ी की छोटी डंडी की तरह नति की दिशा दिखाती है संख्या नति की परिमाण दर्शाता है

चित्र 5.5: नति तथा नतिलंब को प्रदर्शित करने वाले चिह्न।

नति तथा नतिलंब को क्षेत्र में एक कम्पास और क्लाईनोमीटर अथवा इन दोनों के संयोजन जैसे ब्रंटन कम्पास (brunton compass) के माध्यम से ज्ञात किया जाता है। इस प्रयोग में हम नति तथा नतिलम्ब ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से ज्ञात करेंगे।

अब हम एक आनत तल की क्लाईनोमीटर कम्पास की सहायता से नतिलंब, नति तथा नति का परिमाण ज्ञात करने के चरणों को जानेंगे।

1. नतिलंब ज्ञात करने के विभिन्न चरण

a) सबसे पहले जैसा कि चित्र 5.6b में दर्शाया गया है, कम्पास को आनत तल पर इस तरह से रखें ताकि कम्पास के ब्रिज का निचला सिरा आनत तल से पूरी तरह स्पर्श करता रहे। कभी-कभी यह ज्यादा सुविधाजनक होता है कि आप अपनी फील्ड नोट बुक को दृश्यांश के साथ रख लें और तब कम्पास को उसके ऊपर रखें ताकि कम्पास के लिए एक समतल और विस्तृत स्थान मिल सके।

b) कम्पास को इस तरह घुमा कर व्यवस्थित करें ताकि इसके ब्रिज का निचला किनारा क्षैतिज स्थिति में इस प्रकार स्थित हो कि इसका एक छोर आनत सतह को स्पर्श करे और चुंबकीय सुई स्वतंत्रतापूर्वक घूम सके। (चित्र 5.6b)।



(a) (b)

चित्र 5.6: a) एक आनत तल का प्रतिमान; और b) नतिलंब ज्ञात करने के दौरान क्लाईनोमीटर की स्थिति का प्रदर्शन।

c) पेंसिल से आनत सतह पर एक रेखा खींचें जहाँ क्लाईनोमीटर का आधार दृश्यांश के साथ संलग्न है।

d) चुंबकीय सुई को स्थिर होने दें और इसके दोनों किनारों के मान दिगंश वृत्त पर पढ़ लें। चूंकि यह एक क्षैतिज रेखा है अतः इसके दो किनारे नतिलंब की दिशा दर्शायेंगे।



चित्र 5.7: नति का परिमाण ज्ञात करने की विधि का प्रदर्शन।

2. नति का परिमाण ज्ञात करने के चरण

a) नतिलंब ज्ञात करने के पश्चात् आनत तल पर नतिलंब के लम्बवत् एक रेखा खींचें और कम्पास को 90° पर घुमाएँ।

b) जैसा कि चित्र 5.7 में दर्शाया गया है अब ब्रिज को इस रेखा के समानांतर समतल में इस प्रकार रखें कि डायल सतह ऊर्ध्वाधर स्थित हो।

c) अब कम्पास में बने मापक यानि क्लाईनोमीटर के फ्रेम से मान ज्ञात कर लें, जो कि नति का मान है।

3. नति की दिशा ज्ञात करने के चरण

a) चित्र 5.6 में दर्शाए अनुसार कम्पास के ब्रिज को नति की दिशा में इस तरह रखें ताकि डायल का मुख आकाश की ओर हो।

b) अब कम्पास को क्षैतिज रूप से इस प्रकार घुमाएँ कि ब्रिज और डायल की N-S रेखा दोनों नति रेखा के समानांतर हों और क्राऊन (अक्सर क्राऊन को N से दर्शाया जाता है) सतह की नति की दिशा में हो- जैसा कि चित्र 5.8 में दर्शाया गया है।



चित्र 5.8: क्लाईनोमीटर द्वारा नति की दिशा ज्ञात करने की विधि का प्रदर्शन।

c) चुंबकीय सुई का उत्तर अथवा N चिह्नित किनारा नति की दिशा प्रदर्शित करेगा। आप अपने द्वारा ज्ञात किए अंशों की जाँच इस तरह भी कर सकते हैं कि ये एक दूसरे के अभिलंब हैं अथवा नहीं। नतिलंब तथा नति सदैव एक-दूसरे के अभिलंब होते हैं।

5.5 कम्पास के प्रयोग में सावधानियाँ

चुंबकीय कम्पास के प्रयोग के दौरान कुछ सावधानियों का ध्यान रखना आवश्यक है। इसके प्रयोग में एक छोटी सी भी भूल अध्ययन के दौरान आँकड़ों के संग्रहण में बड़ी त्रुटि का कारण बन सकती है। कम्पास के सटीक प्रयोग के लिए :

- कम्पास लेवल को स्थिरता से इस प्रकार पकड़ें कि इसकी सुई स्वतंत्र रूप से गतिशील रह सके।
- कम्पास को कमर से ऊपर शरीर के सामने उस वस्तु की ओर पकड़ें जिसका अध्ययन किया जाना है।
- कम्पास को पथरीली अथवा असमतल स्थानों पर खुले रखते हुये नहीं चलना चाहिए, क्योंकि ऐसे में इसके अचानक गिर पड़ने और क्षतिग्रस्त होने की संभावना रहती है। जब आवश्यकता हो तभी इसे खोला जाना चाहिए।
- यदि कम्पास का प्रयोग वर्षा के दौरान किया जाए अथवा दुर्घटनावश यह पानी में गिर जाए तो इसे खोलकर सूखा लेना चाहिए क्योंकि गीली होने पर इसकी सुई उचित रूप से कार्य नहीं कर पाएगी।

- रेल की पटरी, लोहे के तारों की बाड़, स्टील पाईप, इलेक्टिक तारों, चुम्बकीय क्षेत्र जैसे स्टील, लोहा (लौह धातु), गाड़ियों आदि के समीप कम्पास के प्रयोग से बचने का प्रयास किया जाना चाहिए।
- बेल्ट, पॉकेट चाकू (नाईफ), शीशा, अंगूठी आदि के समीप और बाहों में हथौड़ा (हैमर) रखे हुये इसका उपयोग नहीं किया जाना चाहिए क्योंकि ये इसके नतीजों को प्रभावित कर सकते हैं।
- पॉकेट चुम्बक (मैगनेट) को भी कम्पास से दूर रखा जाना चाहिए क्योंकि इसकी निकटता कम्पास सुई को स्थायी रूप से नुकसान पहुँचा सकती है।
- चुम्बकीय क्षेत्र में कम्पास के नतीजे गलत आ सकते हैं, अतः क्रोम अथवा मैंगनीज के निकट इसके प्रयोग के दौरान सावधानी रखनी चाहिए, क्योंकि इनमें कुछ अंश लौह का भी होता है। बेसाल्ट, गैब्रो और अतिमैफिक चट्टानें भी कम्पास के नतीजों को प्रभावित कर सकती हैं।
- सही नतीजों के लिए आँकड़े कम-से-कम दो बार ज्ञात करें।

5.6 प्रयोगशाला अभ्यास

निर्देश: इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तरों का आरेख अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

अभ्यास 1: नीचे दिखाये गए क्लाइनोमीटर कम्पास के विभिन्न भागों के नाम बताएँ :

अभ्यास 2: दिशा ज्ञात करने हेतु चतुर्थांश (quadrant) या बियरिंग विधि तथा दिगंश (azimuth) का वर्णन करें।

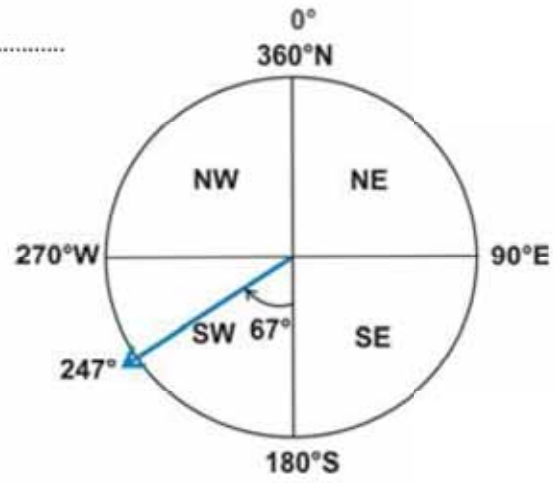
अभ्यास 3: नीचे दी गई सारणी में कम्पास की चतुर्थांश बियरिंग दी हुई है। रिक्त स्थान में उसके दिगंश को भरें।

Compass Quadrant Bearing	Due N	N7°E	N27°E	S69°E	S50°E	Due S	S80°W	N20°W
Azimuth								

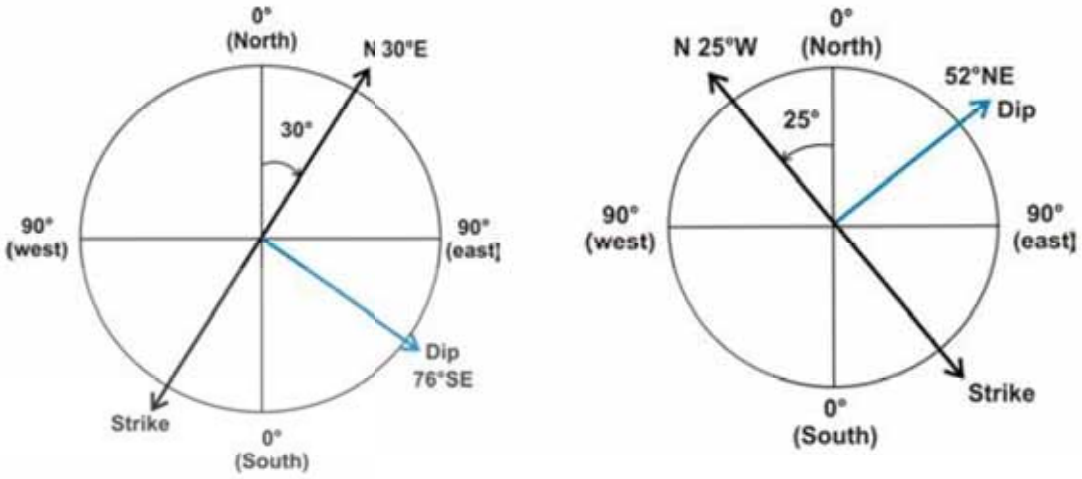
अभ्यास 4: दिये गए कम्पास के आँकड़े से उसकी बियरिंग कैसे प्राप्त करेंगे?

a) दिगंश .....

b) चतुर्थांश .....



अभ्यास 5: नीचे दिये गए कम्पास की रीडिंग्स से ज्ञात करें-



a) सतह का नतिलंब ..... है, और नति 76° ..... है।

b) सतह का नतिलंब ..... है, और नति 52° ..... है।

5.7 गृहकार्य

1. कम्पास के विभिन्न भागों का वर्णन करें।
2. क्लाईनोमीटर कम्पास के तीन आधारभूत भाग कौन से हैं?
3. दिगंश तथा चतुर्थांश बियरिंग कम्पास डायल का चित्रण करें।
4. क्षेत्र में एक आनत तल के नतिलंब ज्ञात करने के विभिन्न चरणों को लिखें।

5.8 संदर्भ

1. इकाई 9 और 10, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

5.9 शैक्षणिक साधन

- Mathur, S.M. (2010) Guide to Field Geology, PHI Learning Private Limited, New Delhi, 24.33p.
- http://files.meetup.com/824870/Basic%20Land%20Navigation,%20Chapter%204%20.%20June,%202007.pdf
- http://training.nwcg.gov/pre.courses/s290/S.290%20Student%20CDèMap%20and%20Compass.pdf

(वेबसाईट 2 जनवरी 2016 को देखे गये)

प्रयोग 6

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से वलनों की पहचान

रूपरेखा

6.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
6.2 आवश्यकताएं
6.3 आधारभूत सिद्धांत
वलन के भाग
वलन के प्रकार
6.4 वलन की पहचान के मानदंड
6.5 प्रयोगशाला अभ्यास
6.6 गृहकार्य
6.7 संदर्भ
6.8 शैक्षणिक साधन

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

6.1 स्तावना

आप आधारभूत संरचनात्मक भूविज्ञान और संरचनाएं जैसे वलन, भ्रंश, संधि के साथ विषमविन्यास के विषय में पाठ्यक्रम BGYCT-131 के खंड 3 में पढ़ चुके हैं। पूर्व के प्रयोग में आप क्लाईनोमीटर और इसके प्रयोग से परिचित हो चुके हैं। क्लाईनोमीटर का प्रयोग चट्टानी सतहों के नतिलंब तथा नति निर्धारित करने में किया जाता है। हम इसमें तथा अगले दो प्रयोगों में क्रमशः वलन, भ्रंश तथा विषमविन्यास पर चर्चा करेंगे।

आपने वलन के विषय में इस पाठ्यक्रम की इकाई 10 में अध्ययन किया है। अतः आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व उस इकाई 10 का सावधानीपूर्वक अध्ययन करें। **भूवैज्ञानिक संरचनाएं** जैसे वलन, भ्रंश, संधि, दरार आदि चट्टानों में पृथ्वी के आंतरिक बलों के प्रभाव से चट्टानों में विरूपण द्वारा उत्पन्न होते हैं, के बारे में पढ़ चुके हैं। ये भूवैज्ञानिक संरचनाएं न सिर्फ भूवैज्ञानिक इतिहास को दर्ज रखती हैं, बल्कि ये पृथ्वी की प्रक्रियाओं को समझने में भी सहायक होती हैं। भूवैज्ञानिक संरचनाओ की पहचान खनिज निक्षेपों की खोज के साथ ही अभियांत्रिकी परियोजनाओं जैसे बांध, सुरंग, ऊर्जा उत्सर्जन केंद्रों आदि के लिए स्थल निर्धारित करने में भी सहायक होती है।

इस प्रयोग में आप, विभिन्न प्रकार के वलनों के ब्लॉक प्रतिमानों के साथ कार्य करेंगे। ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से हम आपको बताएंगे कि वलन कैसे निर्मित होते हैं तथा उनकी क्षेत्र में पहचान किस प्रकार हो सकती है।

अपेक्षित कौशल

हम अपेक्षा करते है कि इस प्रयोग के अध्ययन के बाद आप :

- ❖ वलन तथा उसके विभिन्न भागों की पहचान कर सकेंगे,
- ❖ विभिन्न प्रकार के वलनों की पहचान कर सकेंगे, और
- ❖ वलित चट्टानों पर अपरदन के प्रभाव को समझ सकेंगे।

6.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी:

- कलम, पेंसिल, रबड़, स्केल और शार्पनर
- रंगीन पेंसिल
- वलन के ब्लॉक प्रतिमान
- प्रयोगशाला फाइल

निर्देश : आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व पाठ्यक्रम भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 के इकाई 10 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 3 अवश्य लाएं।

6.3 मूलभूत अवधारणाएँ

आप BGYCT-131 के इकाई 16 में पढ़ चुके हैं कि पृथ्वी कई विवर्तनिक प्लेटों में विभाजित हैं जो परस्पर गतिशील हैं। जब ये प्लेटें गति करती हैं तो अक्सर चट्टानों पर तनाव डालती हैं, जो कि उनमें वलन, दरार या भ्रंश का निर्माण करती हैं।

आप जानते हैं कि किसी बेसिन में अवसाद मूलतः क्षैतिज परतों के रूप में निक्षेपित होते हैं जो समय के साथ सघन होकर अवसादी शैलों का निर्माण करते हैं। ये शैल जो मूलतः क्षैतिज परत के रूप में होते हैं विवर्तनिक बलों के प्रभाव से वलन तथा भ्रंश में विरूपित हो जाते हैं। वलन और भ्रंश शैलों में विरूपण के सबसे सामान्य रूप हैं। इनका आकार कुछ मिलीमीटर से लेकर हजारों किलोमीटर तक हो सकता है। अरावली और हिमालय पर्वत श्रेणियाँ वलन की श्रृंखलाओं को प्रदर्शित करती हैं।

आइए हम एक छोटा सा प्रयोग करें।

आप क्षेत्र में शैलों में वलन की तुलना एक कागज के वलन से कर सकते हैं। जब आप एक कागज के टुकड़े को इसके विपरीत छोरों से एकसाथ बल आरोपित करते हैं, तब यह एक वलन के रूप में मुड़ जाता है। इसी प्रकार जब संपीडन बल किन्हीं शैल परतों पर कार्य करते हैं और ये शैल यदि सिलवट या मरोड़ जाने योग्य होते हैं तब इनसे वलनों की उत्पत्ति होती है। **वलन** शैलों में तरंगों के समान होते हैं और सामान्यतः

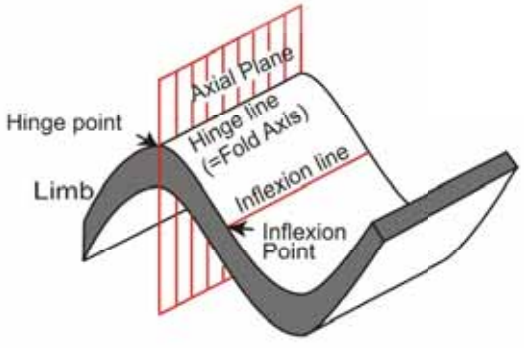
परतदार चट्टानों में पाये जाते हैं। किसी संस्तर में वलन **संपीडन बल** के कारण पृथ्वी के भू-पर्पटी के संकुचन को दर्शाता है।

जैसा कि आप पूर्व में पढ़ चुके हैं, भूवैज्ञानिक आकृतियाँ जैसे वलन और भ्रंश भूवैज्ञानिक इतिहास के दस्तावेज होते हैं और इस प्रकार यह संरचनाएं पृथ्वी की प्रक्रियाओं को समझने, प्राकृतिक तेल तथा गैस का संचयन, खनिज निक्षेपों की खोज और अभियांत्रिकी परियोजनाओं हेतु स्थल निरीक्षण में सहायक होते हैं। भूवैज्ञानिक अध्ययन में वलन बहुत महत्वपूर्ण होते है क्योंकि यह ज्यादातर खनिज वाहक घोल के निक्षेपण के लिए अनुकूल स्थल प्रदान करतें है।

6.3.1 वलन के भाग

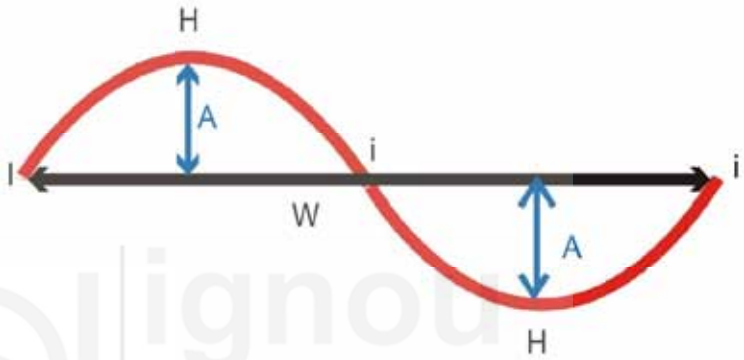
क्षेत्र में वलन की पहचान में सक्षम होने के लिए आइए हम इसके विभिन्न भागों की जानकारी प्राप्त करें। पहले हम पाठ्यक्रम BGYCT-131 की इकाई 10 वलन में पढ़े वलन के मुख्य भागों का पुनःस्मरण कर लेते हैं।

- **हिंज बिन्दु / रेखा / मंडल** (Hinge point / line/ zone): हिंज बिन्दु एक वलन के प्रोफाइल खंड में उसका अधिकतम वलित बिन्दु होता है (चित्र 6.1)। किसी वलन का प्रोफाइल उसकी हिंज रेखा के आरपार एक अनुप्रस्थ काट होती है। किसी संस्तरण तल के हिंज बिंदुओं के बिंदुपथ को हिंज रेखा कहते हैं। इस रेखा के साथ ही नति की दिशा में कोई परिवर्तन होता है तथा कई वलनों में यह अधिकतम वलित बिन्दु के मान के तुल्य होता है। जब किसी वलन में अधिकतम वलित भाग एक बिन्दु न होकर एक मंडल होता है तब इसे हिंज मंडल कहते हैं जहाँ वलित सतह की नति कुछ दूरी पर बदलती है। ऐसे क्षेत्र संवृत वलन (fold closure) भी कहलाते हैं।
- **वलन अक्ष** (Fold axis): यह एक काल्पनिक रेखा है जो स्वयं के समानांतर गति कर वलन की रचना करती है। एक वलन की हिंज रेखा वलन अक्ष के समतुल्य होती है यदि यह सीधी रेखा में हो और वलन बेलनाकार प्रकृति का हो (चित्र 6.1)।
- **अंतर्नत बिन्दु और रेखा** (Inflexion point and line): अंतर्नत बिन्दु किसी वलन के शून्य झुकाव का बिन्दु होता है जहाँ से एक अपनति आकृति अभिनति आकृति में परिवर्तित होती है अथवा इसके विपरीत होता है (चित्र 6.1)। जब हम एक वलित तल के अंतर्नत बिंदुओं को मिलाते हैं तो परिणामी रेखा को अंतर्नत रेखा कहते हैं जहाँ से एक अपनति आकृति अभिनति आकृति में परिवर्तित होती है अथवा इसके विपरीत होता है (चित्र 6.1)।



चित्र 6.1: एक वलन के विभिन्न अवयवों / भागों जैसे हिंज बिन्दु, हिंज रेखा, अंतर्नत बिन्दु, अंतर्नत रेखा, पाद, वलन अक्ष और अक्षीय तल झूलाल काल्पनिक सतह द्वारा दर्शाया गया है७ को दर्शाता हुआ आरेख।

- **पाद** (Limb): यह एक वलन में अंतर्नत बिन्दु और हिंज के मध्य का भाग होता है (चित्र 6.1)।
- **अक्षीय तल / सतह** (Axial plane / surface): यह एक सतह है जो वलन के क्रमिक संस्तरों की हिंज रेखाओं को मिलाने से निर्मित होता है। जब एक अक्षीय सतह एक तल का निर्माण करती है तो इसे अक्षीय तल अथवा अक्षीय सतह कहते हैं (चित्र 6.1)।
- **तरंगदैर्ध्य तथा ऊँचाई** (Wavelength and amplitude): किसी वलन का तरंगदैर्ध्य समान अवस्था के दो क्रमिक बिंदुओं की न्यूनतम दूरी होती है, जैसे दो एकांतर क्रमिक अंतर्नत बिन्दु। दो क्रमिक अंतर्नत बिंदुओं को जोड़ने वाली रेखा पर वलन के हिंज बिन्दु से खींची ऊर्ध्वाधर रेखा की लम्बाई को ऊँचाई कहते हैं (चित्र 6.2)।



चित्र 6.2: वलन के अवयव (प्रयुक्त संक्षिप्त शब्द) : **W– तरंगदैर्ध्य (wavelength), I–ऊँचाई (amplitude), H–हिंज बिंदु (hinge point), i– अंतर्नत बिन्दु (inflexion point)।**

- **शीर्ष तथा द्रोणी** (Crest and trough): शीर्ष वह बिन्दु है जो किसी वलन के प्रोफाइल भाग में सबसे ऊपर स्थित होता है तथा द्रोणी वह बिन्दु है जो किसी वलन के प्रोफाइल भाग में सबसे नीचे स्थित होता है।

6.3.2 वलन के प्रकार

आप जानते हैं कि शैलों पर दबाव कार्य करता है तब वलन निर्मित होते हैं। दबाव एक बल है जो जब किसी पदार्थ पर कार्य करता है तो तनाव उत्पन्न होता है। यदि दबाव प्रत्येक दिशा से समान न हो तो इसे **अंतरीय दबाव** (differential stress) कहते हैं। विरूपण पृथ्वी के भीतर उत्पन्न होने वाले बलों तथा प्रतिबलों के कारण होता है, जो कि **संपीडन** (compressional), **तनाव मूलक** (tensional), अथवा अपरूपण (shearing), प्रकार के हो सकते है। अंतरीय दबाव तीन प्रकार के होते हैं :

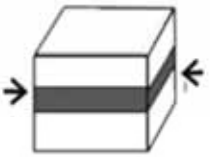
- **तनाव या प्रसारात्मक दबाव** (Tensional or extensional stress): जब किसी शैलखण्ड पर तनाव या प्रसारात्मक दबाव कार्य करता है तब शैलखण्ड में प्रसार उत्पन्न होता है तथा खिंचाव के फलस्वरूप शैलखण्ड पृथक होता है ।
- **संपीडन दबाव** (Compressional stress): जब किसी शैलखण्ड पर यह संपीडन दबाव कार्य करता है तब यह शैलखण्ड पर दबाव डालता है, जिसके फलस्वरूप शैल खण्ड में सिकुड़न उत्पन्न होती है।

- **तिबल दबाव** (Shear stress): जब किसी शैलखण्ड पर यह दबाव कार्य करता है तब शैलखण्ड में फिसलन, स्थानंतरण या चिकनाहट उत्पन्न होती है।

यद्यपि, दबाव के दौरान शैल का व्यवहार कई कारकों पर निर्भर करता है जैसे शैल का प्रकार, दबाव का प्रकार और परिमाण, दबाव के कार्य करने की दर आदि। जब एक भंगुर शैलखण्ड अत्यधिक दबाव रो गुजरता है तब तनाव रो इरामे विरुपण आ जाता है और इसके आकार, आकृति या आयतन में परिवर्तन आ जाता है। यदि यह तनाव अनुत्क्रमनीय हो तो शैलखण्ड में विदर विकसित होने लगते हैं। लगातार बढ़ते दबाव के कारण भ्रंशन होता है जिराके कारण शैल खण्ड भ्रंश तल के रामान्तर सांचालित होते हैं।

तीन प्रकार के दबाव यानी तनाव, संपीडन और अपरूपण शैलों में विकृति तथा विरूपण उत्पन्न करते हैं जैसा कि सारणी 6.1 में दर्शाया गया है।

सारणी 6.1: विभिन्न कार के दबाव, तनाव और शैल खंड पर उनके भाव

दबाव के कार	विरूपण के कार ज्ञनाव७	शैलखंड पर भाव
कोई दबाव नहीं 	कोई विरूपण नहीं	अविरूपित शैलखंड 
तनाव 	पृथक और खिंचाव जिससे शैलखण्ड में प्रसार और इसका पतला होना	प्रसार और पतला होना 
संपीडन 	दोनों ओर से दबाव जिसके परिणामस्वरूप शैलखंड में सिकुड़न	वलन 
प्रतिबल 	शैलखंड में खिंचाव और अपरूपण का उत्पन्न होना	अपरूपण 

आप पूर्व में ही BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 10 में विभिन्न प्रकार के वलन के विषय में पढ़ चुके हैं, अतः यहाँ हम वलनों के कुछ चयनित प्रकारों पर संक्षिप्त चर्चा करेंगे।

- **अपनति आकृति** (Antiform) ऊपर की ओर से घुमा हुआ वलन होता है (चित्र 6.3a)।

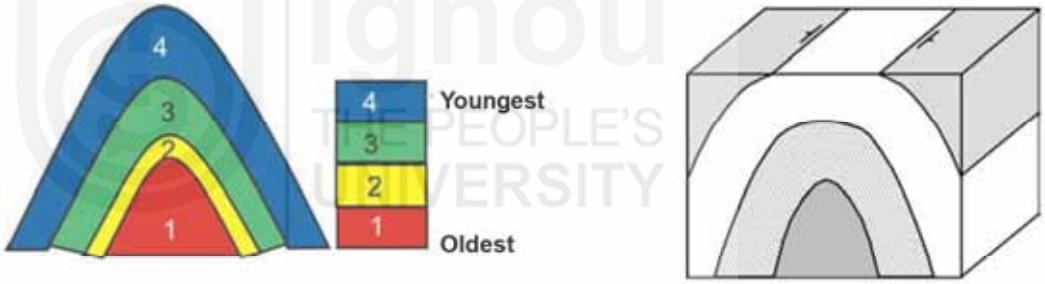
- **अभिनति आकृति** (Synform) नीचे की ओर से घुमा हुआ वलन होता है (चित्र 6.3b)।
- **तटस्थ वलन** (Neutral fold) न तो ऊपर की ओर से और ना ही नीचे की ओर से बल्कि किनारे से घुमा हुआ वलन होता है (चित्र 6.3c)।



(a) (b) (c)

चित्र 6.3: a) अपनति आकृति; b) अभिनति आकृति; और c) तटस्थ आकृति।

- **अपनति** (Anticline): वह वलन जिसमें पुराने शैल केंद्र की ओर होते हैं (उदाहरण चित्र 6.4a और b)। इन्हें **अपनतिकार अपनति** भी कहते हैं क्योंकि वलन ऊपर की ओर मुड़ा होता है और इसके केंद्र में पुराने शैल होते हैं।



(a) (b)



(c)

चित्र 6.4: a) अपनति आकृति का आरेख; b) अपनति का त्रिआयामी ब्लॉक मॉडल; और c) अपनति दर्शाता काष्ठ मॉडल। (Source (b) : www.tulane.edu)

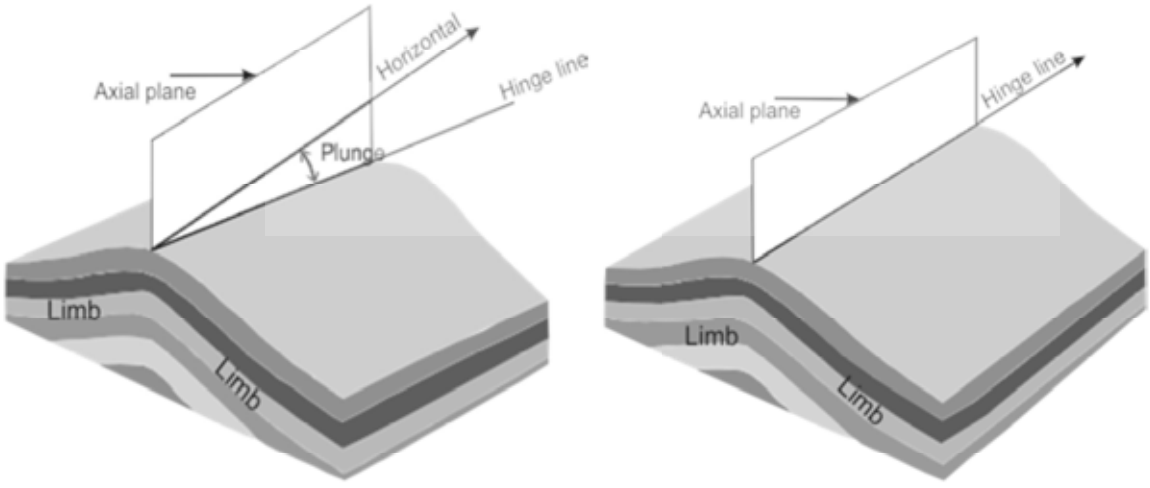
- **अभिनति** (Syncline): वह वलन जिसमें नवीन शैल केंद्र की ओर होते हैं (उदाहरण चित्र 6.5a, b और c)। इन्हें **अभिनतिकार अभिनति** भी कहते हैं क्योंकि वलन नीचे की ओर मुड़ा होता है और इसके केंद्र में नवीन शैल होते हैं।



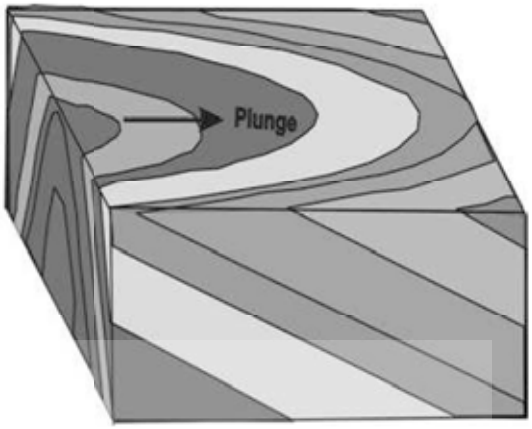


चित्र 6.5: a) अभिनति आकृति का आरेख; b) अभिनति का त्रिआयामी ब्लॉक आरेख; और c) अभिनति दर्शाता काष्ठ मॉडल। (Source (b) : www.tulane.edu)

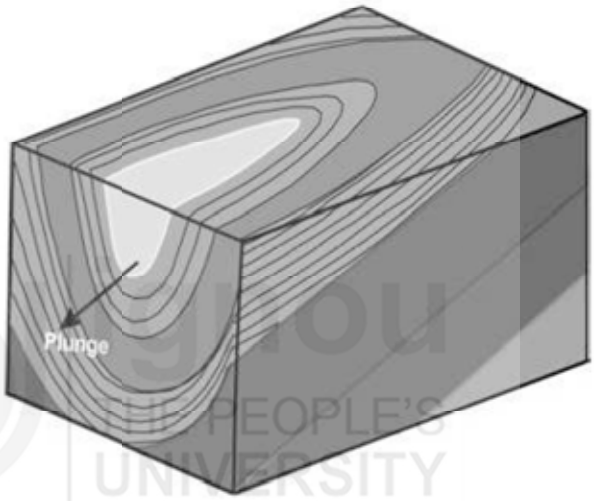
- **अनवनमनी वलन** (Non-plunging fold): जब हिंज रेखा अथवा अक्षीय रेखा का अवनमन (यानी एक वलन की हिंज रेखा का क्षैतिज तल से झुकाव) शून्य हो, तो यह एक अनवनमनी वलन कहलाता है (चित्र 6.1, 6.4c, 6.5c और 6.6b)।
- **अवनमित वलन** (Plunging fold): जब वलन की हिंज रेखा का अवनमन शून्य से अधिक हो, तो यह एक अवनमित वलन कहलाता है (चित्र 6-6b, 6.7 a and b)।



चित्र 6.6: a) अनवनमनी; और b) अवनमित वलन।



(a)



(b)

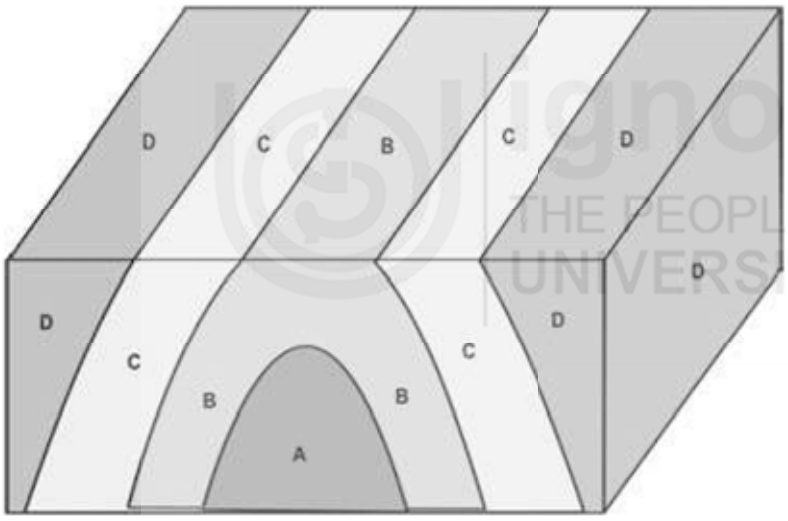
चित्र 6.7: a) अभिनति अवनमित (Plunging anticline); और b) अपनति अवनमित (Plunging syncline)।

6.4 वलन की पहचान के मानदंड

वलन सामान्यतः सतह पर दृष्टिगोचर होते हैं और आसानी से देखकर भी पहचाने जा सकते हैं, किन्तु कभी–कभी इनकी पहचान संभव नहीं भी हो पाती है। जैसा कि हम इकाई 5 शैल अपक्षय में पढ़ चुके हैं कि भूवैज्ञानिक क्रियाएँ जैसे हवा, नदी, हिमनद, भूमिगत जल आदि के कारण अपक्षय और अपरदन की प्रक्रिया घटित होती है जिससे उच्चतर सतहें निम्न स्तर पर आ जाती हैं। इनके अलावा कुछ और विरूपण भी होते हैं जो सतह पर परिवर्तन लाते हैं जिनसे क्षेत्र में वलनों की प्रत्यक्ष पहचान और भी कठिन हो जाती है। एक भूवैज्ञानिक इन प्रक्रियाओं को समझने का प्रयास इस तथ्य के साथ आरंभ करता है कि सतहें मूल रूप से क्षैतिज और अविरूपित रही होंगीं और फिर इनके बाद की क्रमिक विवर्तनिक घटनाओं के पुनर्निर्माण हेतु सावधानीपूर्वक सूचनाओं का संग्रहण और व्याख्या करता है।

वलन की पहचान से जुड़े कुछ मानक आकृतियाँ निम्न हैं जिनके आधार पर वलन की उपस्थिति का अनुमान लगाया जा सकता है:

- **संस्तरों के व्यवहार द्वारा** : यदि वलन दृश्यांशों से काफी बड़े हों तो उनकी पहचान संस्तरों के नति तथा नतिलंब की माप कर की जा सकती है।
- **प्रत्यक्ष अवलोकन द्वारा**: वलन की पहचान किसी जलधारा, सड़क–रेल मार्ग हेतु कटाव, खदान या सुरंग आदि द्वारा निर्मित दृश्यांश के प्रत्यक्ष अवलोकन से हो सकती है।
- **संस्तरों की पुनरावृत्ति के क्रम** : संस्तरों की एक सममित पुनरावृत्ति वलन की पहचान में सहायक होती है। उदाहरण के लिए, यदि एक रेखीय पथ में यदि DCBCD क्रम में संस्तरों की पुनरावृत्ति पाई जाती है, तो इसका तात्पर्य यह है कि वलन का अक्षीय तल संस्तर B में स्थित है जो शैल अनुक्रम को दो समरूप भागों में विभक्त करता है (चित्र 6.8)।
- **संस्तर की मोटाई में अन्तर** : यदि संस्तर की मोटाई धीरे–धीरे बढ़ या घट रही हो तो वहाँ एक वलन की उपस्थिति हो सकती है।
- **विदलन–संस्तर संबंध द्वारा** : विदलन–संस्तर संबंध का प्रयोग भी वलन की पहचान के लिए किया जा सकता है। संस्तर की सबसे ऊपरी अथवा निचली सतह का वलन की पहचान के लिए उपयोग किया जा सकता है।



चित्र 6.8: वलन में संस्तरों का पुनरावृत्ति क्रम।

6.5 प्रयोगशाला अभ्यास

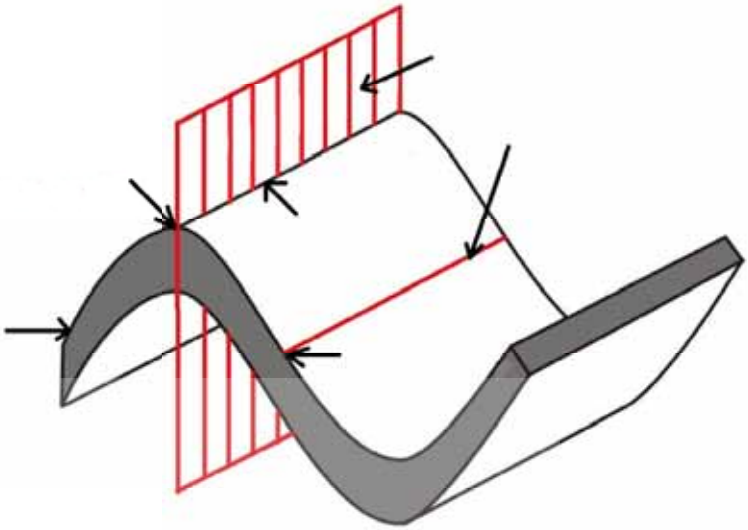
यहाँ, आपसे रेखाचित्रों की सहायता से वलनों के विषय में प्राप्त ज्ञान से संबंधित अभ्यास करवाये जायेंगे जो कि विभिन्न प्रकार के वलनो की पहचान तथा उनसे विकसित भूआकृतियों से संबंधित होंगे।

निर्देश: इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये प्रतिमानों और उनके उत्तरों का आरेख अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

अभ्यास 1: चित्र 6.9 में दर्शाए रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को करें।

i) चित्र में दिखाए गए वलन को पहचानें और उसका नाम बताएँ।

ii) वलन के विभिन्न भागों को दर्शायें।

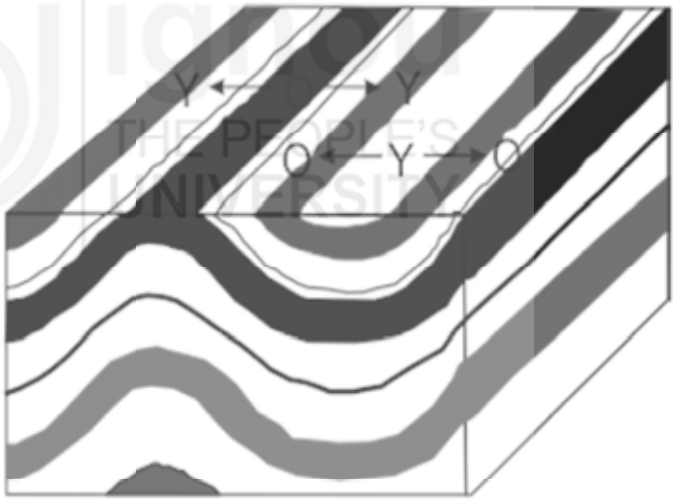


चित्र 6.9: वलन का एक ब्लॉक आरेख।

अभ्यास 2: चित्र 6.10 में दर्शाए ब्लॉक रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करें

i) वलन के विभिन्न प्रकारों की पहचान करें।

ii) वलन के दोनों प्रकारों के अक्षीय तल का अंकन करें।

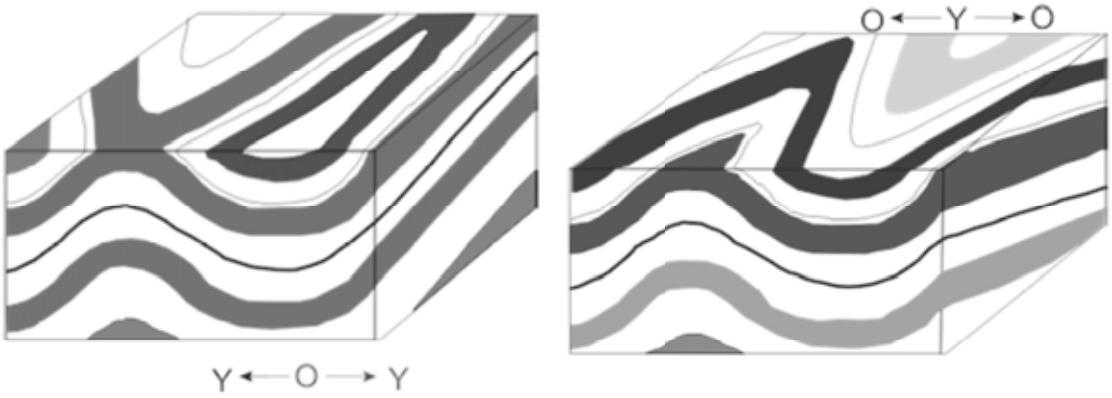


चित्र 6.10: विभिन्न प्रकार के वलनों को दर्शाता एक ब्लॉक आरेख।
O–पुराना शैल, Y–नया शैल। (Source : www.gly.uga.edu)

अभ्यास 3: चित्र 6.11 में दर्शाए ब्लॉक रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करें :

i) यदि अवनमित वलन उपस्थित हों और वो अवलोकनकर्ता की ओर अवनमित हों तो दृश्यांश कैसा दिखेगा? अपने उत्तर की व्याख्या रेखाचित्र में तलों को पूर्ण कर करें।

ii) यदि अवनमित वलन उपस्थित हों और वो अवलोकनकर्ता के विपरीत अवनमित हों तो दृश्यांश कैसा दिखेगा? अपने उत्तर की व्याख्या रेखाचित्र में तलों को पूर्ण कर करें।



(a) (b)

चित्र 6.11: अपनति और अभिनति अवनमन को दर्शाते हुए एक शैल खंड का रेखाचित्र: (a) अवलोकनकर्ता की ओर; (b) अवलोकनकर्ता के विपरीत। (Source : www.gly.uga.edu)

6.6 गृहकार्य

1. अवसादी चट्टानों के अनुक्रम के अवनमन अथवा अनवनमनी के संबंध में वलन से संबद्ध कुछ ब्लॉक रेखाचित्र बनाएँ और यह भी कल्पना करें कि यदि ऊपरी सतह अपरदित हो जाए तो यह किस प्रकार दिखेगीं।
2. अपने आस–पास के किसी ऐसे क्षेत्र का भ्रमण करें जहाँ चट्टानों के दृश्यांश उपस्थित हों और किसी वलन के चिह्न की पहचान करने का प्रयास करें।
3. यदि किसी वलन की पहचान कर पायें तो उसके नति तथा नतिलंब को लिख लें। साथ ही अपनी नोटबुक में वलन का चित्रांकन भी करें।

6.7 संदर्भ

- इकाई 10, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

6.8 शैक्षणिक साधन

- http://web.arc.losrios.edu/~borougt/GeologicStructuresDiagrams.htm
- http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10l.html
- http://www.files.ethz.ch/structuralgeology/JPB/files/English/8folds.pdf
- http://www.uno.edu/cos/earth-environmental-sciences/ees-docs/classresources/lab2_structures.pdf

(वेबसाईट 10 मार्च 2017 को देखे गये)

प्रयोग 7

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से भ्रंशों की पहचान

रूपरेखा

7.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
7.2 आवश्यकताएं
7.3 आधारभूत अवधारणाएं
भ्रंश के भाग
भ्रंश के प्रकार
7.4 भ्रंश की पहचान के मानदंड
भ्रंश की उपस्थिति की पहचान
विभिन्न प्रकार के भ्रंशों की पहचान
7.5 प्रायोगशाला अभ्यास
7.6 गृहकार्य
7.7 संदर्भ
7.8 शैक्षणिक साधन

7.1 प्रस्तावना

पिछले प्रयोग में आप वलन के विभिन्न ब्लॉक प्रतिमानों तथा ब्लॉक आरेख के साथ कार्य कर चुके है। आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व पाठ्यक्रम BGYCT-131 के इकाई 11 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। पूर्व के प्रयोग में आपने वलन के ब्लॉक प्रतिमानों का अध्ययन किया है। वलन के अलावा चट्टानों में पाई जाने वाली एक महत्वपूर्ण संरचनात्मक आकृतियों में से भ्रंश भी एक हैं। अतः, क्षेत्र में उनकी पहचान आवश्यक है।

चट्टानों के स्तरों से प्राप्त सूचनायें पृथ्वी के इतिहास को जानने में काफी उपयोगी हो सकती हैं। चट्टानों की रचनाए पृथ्वी के विवर्तनिक बलों के स्वभाव (संपीड़न अथवा तनाव) जो किसी चट्टानी अनुक्रम पर परिचालित हो चुकी हैं या हो रही हैं, को समझने में काफी सहायक होती हैं। हम चट्टानी अनुक्रम के निर्माण के क्रम को समझ कर पुरातन अथवा नवीन स्तरों को भी ज्ञात कर सकते हैं। विभिन्न चट्टानी इकाईयों की सापेक्षिक आयु तथा किसी विशेष क्षेत्र में घटित घटनाओं के क्रम को स्थापित करने के लिए हम विभिन्न संरचनात्मक आकृतियों यथा वलन, भ्रंश को विषमविन्यास के साथ प्रयोग करते हैं। इस प्रयोग में आप, विभिन्न प्रकार के भ्रंशों के ब्लॉक प्रतिमानों के साथ कार्य करेंगे। ब्लॉक प्रतिमानों की

सहायता से हम आपको बताएंगे कि भ्रंश कैसे निर्मित होते हैं तथा उनकी क्षेत्र में पहचान किस प्रकार करेंगे। अगले प्रयोग में हम विषमविन्यास पर चर्चा करेंगे।

अपेक्षित कौशल

इस प्रयोग को करने के पश्चात् आप :

- ❖ भ्रंश की पहचान तथा उसके विभिन्न भागों की पहचान कर सकेंगे;
- ❖ विभिन्न प्रकार के भ्रंशों की पहचान कर सकेंगे, और
- ❖ भ्रंशित चट्टानों पर अपरदन के प्रभाव को समझ सकेंगे।

7.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी :

- कलम, पेंसिल, रबड़, स्केल और शार्पनर
- प्रायोगिक नोटबुक
- भ्रंशों के ब्लॉक प्रतिमान
- प्रयोगशाला फाइल

<u>निर्देश</u> : आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 11 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 3 अवश्य लाएं।

7.3 आधारभूत सिद्धांत

आप इकाई 15 में पढ़ चुके हैं कि पृथ्वी की विवर्तनिक प्लेट्स एक दूसरे के परस्पर गतिशील हैं। जब ये प्लेट्स गति करती हैं तो अक्सर चट्टानों पर तनाव डालती हैं, जो कि उनमें वलन, विदर या भ्रंश का निर्माण करती हैं। जब चट्टानों के भाग एक-दूसरे से किसी विदर के समानांतर परस्पर गति करते हैं तो इसे भ्रंश कहते हैं। इनके आकार में काफी भिन्नता होती है जो कुछ सेंटीमीटर से सैकड़ों किलोमीटर तक हो सकती हैं। भ्रंशित भाग सैकड़ों किलोमीटर तक गति कर सकते हैं। भ्रंश की दिशा ऊपर या नीचे की ओर कुछ किलोमीटर तक भी हो सकती है। भ्रंश भू-दृश्य में परिवर्तन ले आते हैं और नई घाटियों या पर्वतों की रचना करते हैं, जो कि इनके ब्लॉक के ऊपर अथवा नीचे की ओर की गति पर निर्भर करता है।

7.3.1 भ्रंश के भाग

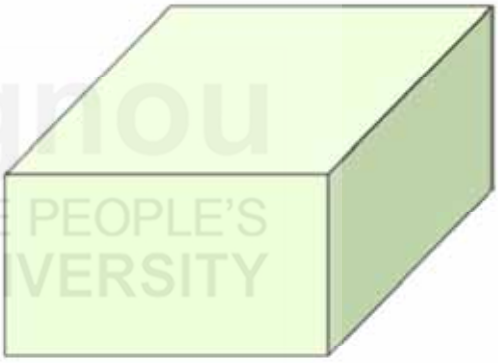
क्षेत्र में भ्रंश की पहचान के लिए हमें इसके विभिन्न भागों की पहचान होनी चाहिए।

- **भ्रंश सतह और भ्रंश मंडल** (Fault plane/surface and fault zone): वह सतह जिसके समानांतर चट्टान के भाग एक-दूसरे के सापेक्ष सर्पण (slip) या गति करते हैं इस सतह को भ्रंश सतह कहते हैं। वह क्षेत्र जहाँ कई छोटे-बड़े स्तर के विदर भ्रंश का निर्माण करते हैं, उन्हे भ्रंश मंडल कहते हैं (चित्र 7.1b)।

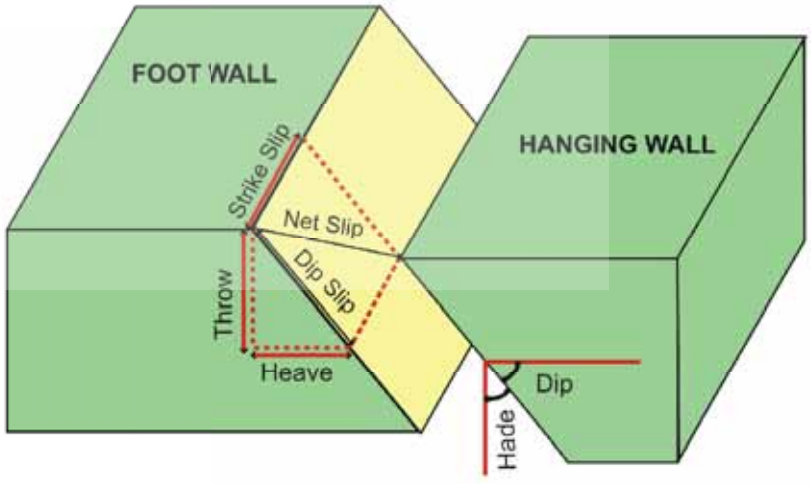
- **भ्रंश रेखा/अनुरेख** (Fault line/trace): धरातल से भ्रंश के संपर्क से निर्मित रेखा को भ्रंश रेखा/अनुरेख कहते हैं (चित्र 7.1b)।

- **शीर्ष भित्ति और आधार भित्ति** (Hanging and footwall): जब भ्रंश सतह ऊर्ध्वाधर न होकर आनत या झुकी हुई होती है तब वह चट्टानी भाग जो भ्रंश सतह के ऊपर होता है **शीर्ष भित्ति** तथा वह चट्टानी भाग जो भ्रंश सतह के नीचे होता है उसे **आधार भित्ति** कहते हैं (चित्र 7.1b)।

- **भ्रंश सतह की नतिलंब तथा नति** : भ्रंश सतह का नतिलंब वह दिशा होती है जिसमें भ्रंश सतह क्षैतिज सतह से मिलती है। भ्रंश सतह की नति, भ्रंश सतह और उसके क्षैतिज सतह के मध्य बनने वाला कोण होता है। हम वास्तविक नति का आकलन ऊर्ध्वाधर भाग में नतिलंब के लम्बवत् माप कर करते हैं।



(a)



(b)

चित्र 7.1 : a) अविरूपित चट्टान का एक भाग; b) सर्पण भ्रंश के विभिन्न भागों को दर्शाता आरेख। आरेख में तिरछे पीले रंग की सतह को भ्रंश सतह कहते है। भ्रंश सतह के ऊपर का भाग शीर्ष भित्ति तथा भ्रंश सतह के नीचे का भाग आधार भित्ति है।

- **भ्रंश सतह का उन्नमन** (Hade): यह भ्रंश सतह और उसके उदग्र के मध्य का कोण होता है। यह नति के मान का पूरक होता है, और दोनों मिलकर 90° होते हैं (चित्र 7.1)।

- **सर्पण** (Slip): यह किसी दिशा में भ्रंश सतह के समानांतर शैलखंड के भागों का परस्पर विस्थापन है। जब यह विस्थापन भ्रंश सतह की नति के समानांतर होता है तो इसे अनुनति सर्पण (dip slip) और जब यह विस्थापन नतिलंब के समानांतर होता है तो इसे नतलंबी सर्पण (strike slip) कहते हैं। जब यह विस्थापन न तो नतिलंब और न ही नति के समानांतर होता है (चित्र 7.1b) बल्कि विकर्ण के अनुरूप होता है तो इसे विकर्णी सर्पण (oblique slip) कहते हैं। भ्रंश सतह के समानांतर शिला खंडों के कुल विस्थापन की दूरी को नेट सर्पण (net slip) कहते हैं।

- **अनुप्रस्थ विस्थापन** (Heave): यह अनुनति सर्पण (dip slip) का क्षैतिज घटक है। दूसरे शब्दों में, यह दो शिला खंडों के क्षैतिज विस्थापन की मात्रा है (चित्र 7.1b)।

- **पात** (Throw): यह अनुनति सर्पण (dip slip) का उर्ध्वाधर घटक है। दूसरे शब्दों में यह एक भ्रंश में शिला खंडों के उर्ध्वाधर विस्थापन की मात्रा है (चित्र 7.1b)।

7.3.2 भ्रंश के प्रकार

आप जानते हैं कि जब चट्टानें अत्यधिक दबाव से गुजरती हैं, तब उनमें भ्रंश उत्पन्न होता है। आप यह भी जानते हैं कि दबाव एक बल होता है जो जब किसी पदार्थ पर कार्य करता है तो तनाव उत्पन्न होता है। जब दबाव प्रत्येक दिशा से समान न हो तो इसे अंतरीय दबाव कहते हैं। अंतरीय दबाव निम्न तीन प्रकार के होते हैं:

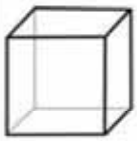
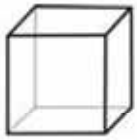
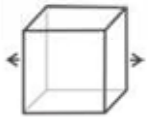
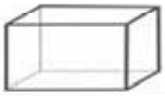
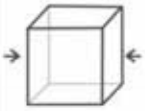
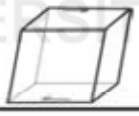
1. **तनाव या प्रसारात्मक दबाव :** जब किसी शैलखण्ड पर यह दबाव कार्य करता है तब यह शैलखण्ड को पृथक करता है और शैलखण्डों को खींचता है, जिसके फलस्वरूप शैलखण्ड में प्रसार उत्पन्न होता है।

2. **संपीडन दबाव :** जब किसी शैलखण्ड पर यह दबाव कार्य करता है तब यह शैलखण्ड पर दबाव के फलस्वरूप शैलखण्ड में सिकुड़न उत्पन्न होता है।

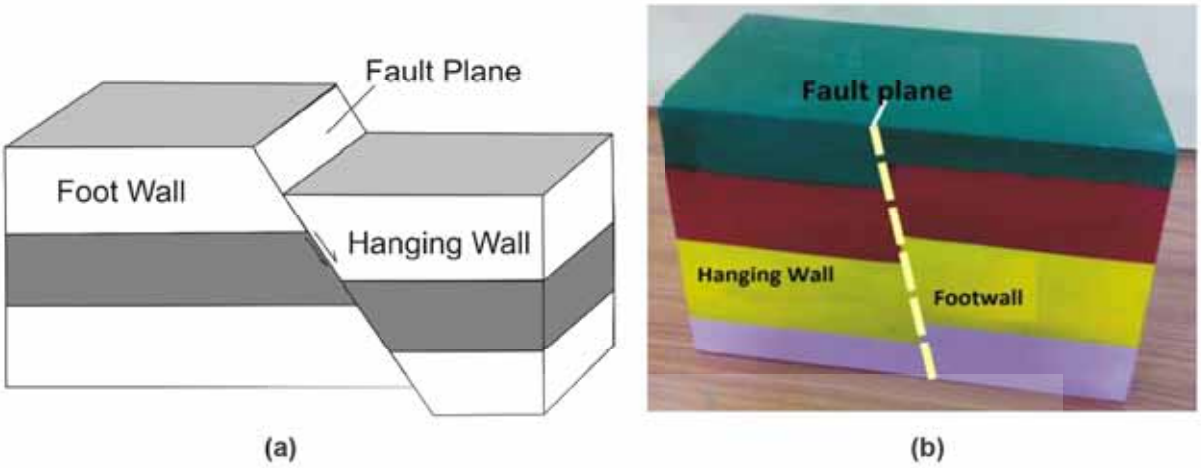
3. **प्रतिबल दबाव :** जब किसी शैलखण्ड पर यह दबाव कार्य करता है तब शैलखण्ड में फिसलन या चिकनाहट उत्पन्न होती है।

जब एक भंगुर शैलखण्ड अत्यधिक दबाव से गुजरता है तब तनाव से इसमें विरुपण आ जाता है और इसके आकार, आकृति या आयतन में परिवर्तन आ जाता है। यदि यह तनाव अनुत्क्रमणीय हो तो शैलखण्ड में विदार विकसित होने लगते हैं। लगातार बढ़ते दबाव से भ्रंश उत्पन्न होते हैं जिससे कि शैलखण्ड भ्रंश सतह के समानांतर विस्थापित हो। तीन प्रकार के दबाव यानी **तनाव**, **संपीड़न** और **प्रतिबल** क्रमशः तीन प्रकार के भ्रंश उत्पन्न करते हैं- सामान्य, उत्क्रम/क्षेप, और नतिलंब सर्पण (जैसा कि सारणी 7.1 में दर्शाया गया है)।

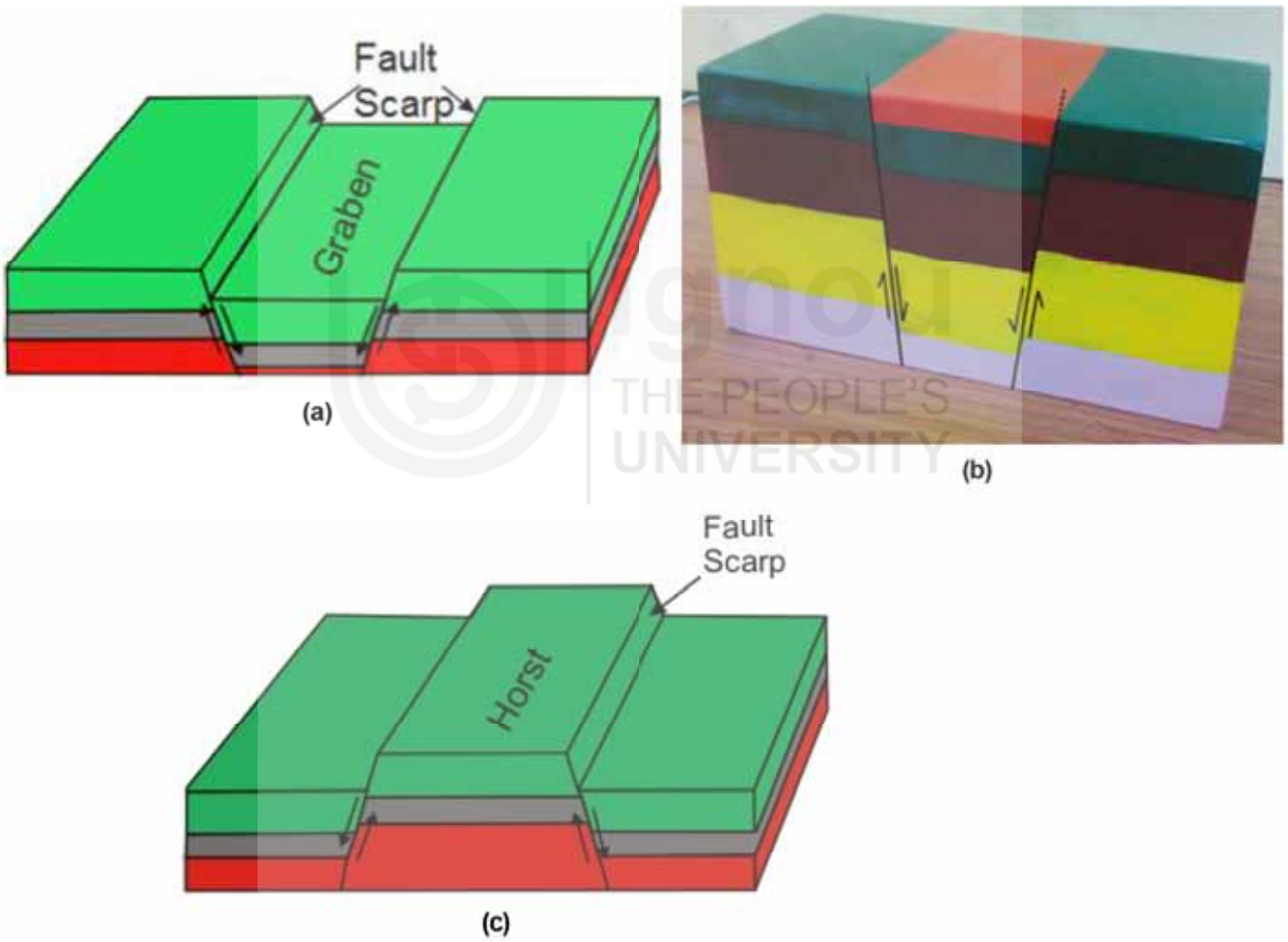
सारणी 7.1: विभिन्न प्रकार के दबाव, तनाव और उनके परिणाम से उत्पन्न भ्रंशों के प्रकार

दबाव के प्रकार	तनाव के प्रकार	शैलखंड पर प्रभाव	भ्रंश के प्रकार
कोई दबाव नहीं 	कोई विरूपण नहीं	अविरूपित शैलखंड 	कोई भ्रंश नहीं
दबाव 	पृथक ओर खिंचाव शैलखंड में प्रसार	सामान्य भ्रंश चित्र 7.2(a) सामान्य भ्रंश और परिणामी आकृतियां (b) द्रोणिका, और (c) होर्सट् 	सामान्य भ्रंश : जब दबाव के के साथ गुरुत्व बल भी जुड़ जाता है तब शीर्ष भित्ति नीचे की ओर खिसक जाती हैं
संपीडन 	दोनों ओर से दबाव जिसके परिणाम में शैलखंड में सिकुड़न	उत्क्रम भ्रंश और क्षेप भ्रंश चित्र 7.4a b और c 	उत्क्रम भ्रंश : जब शीर्ष भित्ति गुरुत्व के विरुद्ध ऊपर की ओर खिसक जाती है। जब इसकी नति का मान 45° से कम होता है तब इसे क्षेप भ्रंश कहते हैं।
प्रतिबल 	शैलखंड में खिचाव और चिकनाहट का उत्पन्न होना	चित्र 7.5 नतिलंब संर्पण : (a) वामावर्त भ्रंश, और (b) दक्षिणावर्त भ्रंश 	नतिलंब सर्पण : जब शैलखंड के भागों के मध्य क्षैतिज गति होती है
विभिन्न बलों का सम्मिलन	शैलखंड की तिर्यक गति	विकर्ण भ्रंश चित्र 7.6	विकर्ण भ्रंश : जब शैलखंड के भागों की गति न तो नति और न ही नतिलंब के भ्रंश सतह की दिशा में होती है।

जब दबाव के साथ गुरुत्व बल का प्रभाव भी जुड़ जाता है तब **सामान्य भ्रंश** (normal fault) निर्मित होते हैं। जब दबाव की वजह से शैलखंड एक–दूसरे से अलग होते हैं शीर्ष भित्ति पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव से आधार भित्ति की तुलना में नीचे की ओर खिसक जाती है। इस प्रकार के भ्रंश को सामान्य भ्रंश कहते हैं, क्योंकि यह गुरुत्व के प्रति एक सामान्य प्रतिक्रिया है (चित्र 7.2a तथा b)। कभी–कभी समानांतर सामान्य भ्रंशों के कारण लगभग समानांतर गड्ढों और ऊंचाईयों के क्षेत्र विकसित हो जाते हैं जिन्हे **द्रोणिका** (graben) और **हौर्स्ट** (horst) आकृतियाँ कहते हैं। जब भूमि का एक भाग उन दो समानांतर सामान्य भ्रंश जिनके नति की दिशा समान हो, के कारण आसपास के क्षेत्र की तुलना में नीचे की ओर खिसक जाए तो एक समतल और लंबी घाटी निर्मित होती है। यह नीचे की ओर खिसका भाग जो एक घाटी के समान भूदृश्य की रचना करता है **द्रोणिका** कहलाता है (चित्र 7.3a तथा b)। इसी प्रकार, जब भूमि का एक भाग उन दो समानांतर सामान्य भ्रंश जिनके नति की दिशा परस्पर विपरीत हो, के कारण आसपास के क्षेत्र से ऊपर की ओर खिसक जाए और एक पहाड़ी के समान भूदृश्य निर्मित हो तो इसे **हौर्स्ट** कहते हैं (चित्र 7.3c)। द्रोणिका और हौर्स्ट के क्षेत्र सामान्यतः एकांतर में समानांतर पट्टी में पाए जाते हैं।

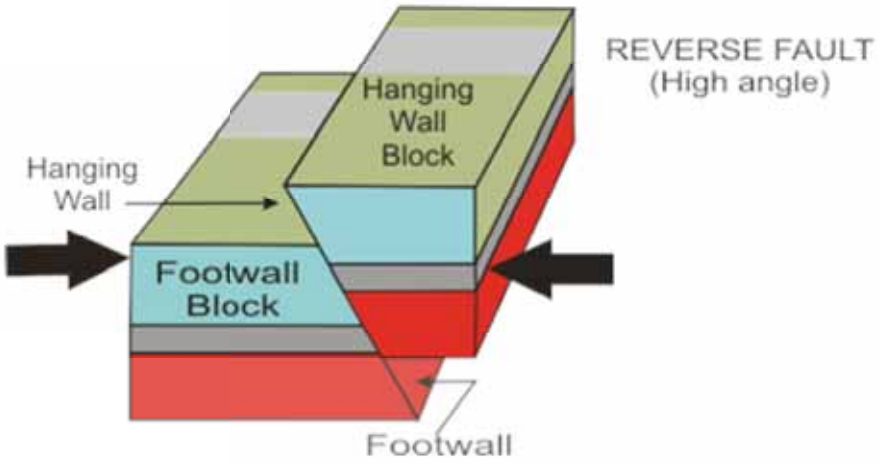


चित्र 7.2 : a) सामान्य भ्रंश का ब्लॉक आरेख; और b) सामान्य भ्रंश को दर्शाता काष्ठ मॉडल।

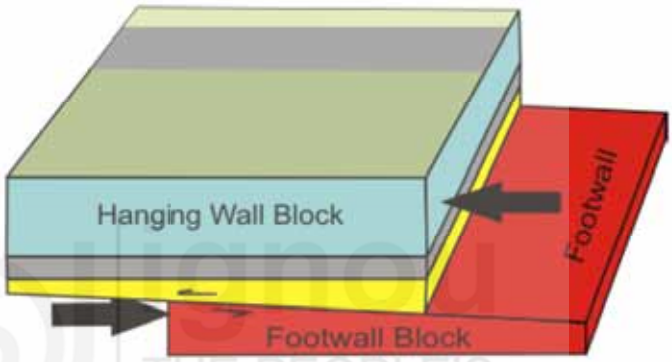


चित्र 7.3 : a) द्रोणिका का ब्लॉक आरेख; b) द्रोणिका का काष्ठ मॉडल; और c) हौर्स्ट।

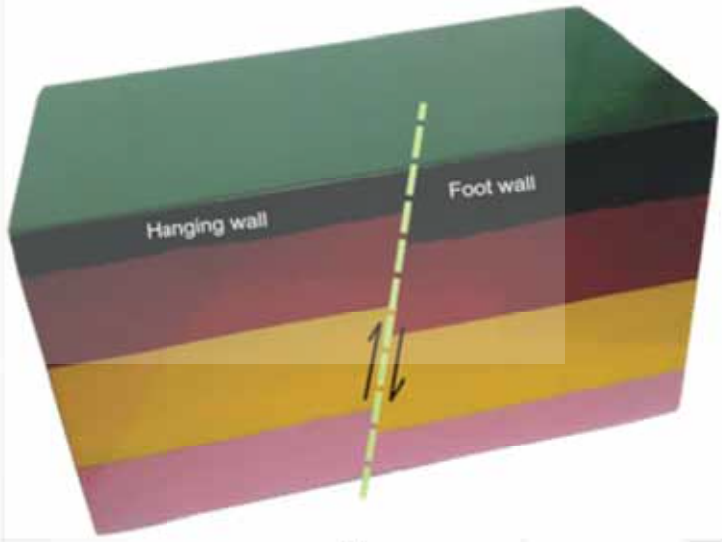
संपीडन दबाव के कारण शैलखंड पर दोनों ओर से अंदर की ओर बल कार्य करता है, जिससे शीर्ष भित्ति आधार भित्ति की तुलना में ऊपर की ओर खिसक जाती है (चित्र 7.4a तथा b)। इस प्रकार के भ्रंश **उत्क्रम भ्रंश** (reverse fault) कहलाते हैं क्योंकि शैलखंड में गुरुत्व के विरुद्ध गति हुई है। आदि भ्रंश सतह का कोण 45° अथवा इससे कम है तो ऐसे उत्क्रम भ्रंशों को **क्षेप भ्रंश** (thrust fault) कहते हैं (चित्र 7.4b)। सामान्य और क्षेप भ्रंश को **अनुनति–सर्पण भ्रंश** भी कहते हैं, क्योंकि इनका नेट सर्पण भ्रंश सतह के नति की दिशा में होता है।



(a)



(b)

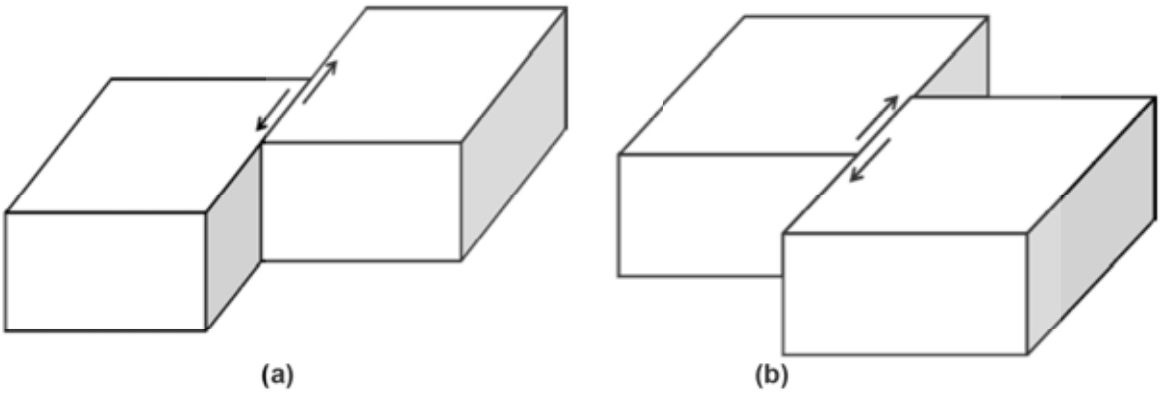


(c)

चित्र 7.4 : a) उत्क्रम भ्रंश; b) क्षेप भ्रंश के ब्लॉक आरेख; और c) क्षेप भ्रंश का काष्ठ मॉडल।

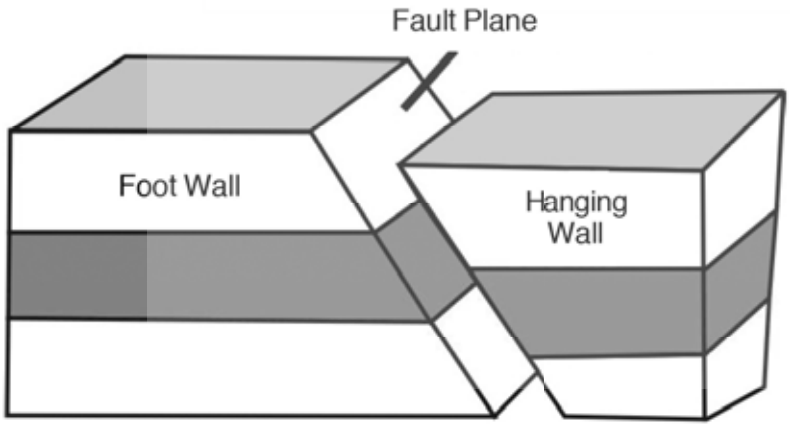
यदि कोई उर्ध्वाधर गति न हो और प्रतिबल दबाव के कारण शैलखंड के भाग एक-दूसरे के पार्श्व में फिसल जाएँ तो इसे नतिलंबी-सर्पण (strike slip) अथवा पार्श्विक (lateral)

या टियर भ्रंश (tear faults) कहते हैं। शैलखण्डों की क्षैतिज गति दो प्रकार की हो सकती है अतः नतिलंबी-सर्पण दो प्रकार के होते हैं अर्थात् दक्षिणावर्त भ्रंश (right lateral fault) और वामावर्त भ्रंश (left lateral fault)। जब हम शैलखंड के एक भाग पर खड़े होकर दूसरे भाग की ओर देखें और पायें कि वह भाग आपकी दाहिनी ओर खिसक गया है तो इसे **दक्षिणावर्त नतिलंब-सर्पण** भ्रंश कहते हैं (चित्र 7.5a)। इसी प्रकार, यदि आप पायें कि वह भाग आपकी बाईं ओर खिसक गया है तो इसे **वामावर्त नतिलंब–सर्पण भ्रंश** कहते हैं (चित्र 7.5b)।



चित्र 7.5: नतिलंबी-सर्पण भ्रंश के ब्लॉक आरेख a) वामावर्त भ्रंश; और b) दक्षिणावर्त भ्रंश।

कभी-कभी, विभिन्न बलों के संयुक्त प्रभाव से वास्तविक अर्थों में शैलखण्डों की गति उर्ध्वाधर या क्षैतिज न होकर भ्रंश सतह के नतिलंब और नति के अनुरूप न होकर तिर्यक होती है। ऐसे भ्रंश को **विकर्ण भ्रंश** (oique fault) कहते हैं (चित्र 7.6)।



चित्र 7.6: विकर्ण भ्रंश।

7.4 भ्रंश की पहचान के मानदंड

आप भ्रंश के मुख्य लक्षणों के विषय में इकाई 11 में पढ़ चुके हैं। यद्दपि हम इसकी यहाँ पुनः चर्चा करेंगे। चूंकि भ्रंश में शिलाखंडों का भ्रंश सतह के समानांतर विस्थापन होता है, अतः इस विस्थापन के कुछ साक्ष्य भी उपस्थित हो सकते हैं।

7.4.1 भ्रंश की उपस्थिति की पहचान

आप इस पाठयक्रम की इकाई 11 में भ्रंश से जुड़े कुछ लक्षणो के बारे में पढ चुके है। भ्रंश से जुड़े कुछ लक्षण निम्न हैं, जिनकी उपस्थिति के आधार पर हम इनकी उपस्थिति का अनुमान लगा सकते हैं। आइए इनका पुनःस्मरण करें।

i) **स्पष्ट विस्थापन** (Visible displacement): यदि आप शिरा (veins), भित्ति, संस्तर आदि का स्पष्ट विस्थापन पाते हैं तो यह भ्रंश के सबसे उपयुक्त प्रमाण हैं। यद्यपि, हम इन लक्षणों की पहचान सीमित स्तर के भ्रंशों में ही कर सकते हैं। बड़े स्तर के भ्रंशों में विस्थापन को देख पाने में हम असमर्थ हो सकते हैं, इसके लिए हमें अप्रत्यक्ष प्रमाणों का आकलन करना होगा।

ii) **रेखीय कटक और खाँचों की उपस्थिति** (Presence of linear ridges and grooves): जब विदर या भ्रंश की प्रक्रिया संपन्न होती है, सामान्यतः सतह पर कुछ रेखीय कटक और खांचे विकसित हो जाते हैं; जो आकार में कुछ मिमी से से.मी. तक हो सकते हैं। इन लक्षणों के आधार पर हम भ्रंश की पहचान कर सकते हैं।

iii) **स्लिक्केनसाईड्स की उपस्थिति** (Presence of slickensides): दो शिलाखंडों के मध्य भ्रंश सतह के समानांतर भ्रंशन से एक चमकीली और धारीदार सतह निर्मित होती है, जिसे स्लिक्केनसाईड्स कहते हैं। यदि भ्रंश सतह पर स्लिक्केनसाईड्स उपस्थित हो और आप अपने हाथ से उसे हल्के से स्पर्श करें तो पायेंगे कि एक दिशा दूसरी दिशा की तुलना में ज्यादा चिकनी है। यह दिशा भ्रंश के समानांतर गति की दिशा इंगित करती है।

iv) **भ्रंश संकोणाश्म** (Fault breccia) **की उपस्थिति** : संकोणाश्म एक प्रकार के शैल हैं जो सामान्यतः भ्रंश सतह के समानांतर पाये जाते हैं और जिनमें समीपवर्ती स्थानीय शैलों के कोणीय अंशों की बहुलता होती है। जब भ्रंश संकोणाश्म का आकार सूक्ष्म होता है तो इन्हें **माईलोनाईट** (mylonites) कहते हैं।

v) **अवसादी और कायांतरित स्थितियों में अन्तर** : अवसादी और कायांतरित स्थितियाँ जो कि सामान्यतः एक-दूसरे से काफी दूरी पर होनी चाहिए थीं, यदि आस-पास पाई जाती हैं तो इसे भ्रंश की उपस्थिति का चिह्न माना जा सकता है।

vi) **भूदृश्य में अकस्मात् परिवर्तन** : भ्रंश के कारण भूदृश्य में किसी प्रकार का अकस्मात परिवर्तन भी हो जाता है, जिसे घाटी, उर्ध्व चट्टान, पर्वतों पर त्रिभुजाकार पक्ष (facets) आदि के रूप में देखा जा सकता है। पर्वतों की ऊँचाई में तीव्र अन्तर भी किसी बड़े भ्रंश का संकेत हो सकता है।

vii) **नदी की रूपरेखा में अकस्मात् परिवर्तन** : यदि कोई नदी अकस्मात् अपनी दिशा में परिवर्तन दर्शाती है अथवा किसी जलप्रपात की उत्पत्ति करती है, तो यह भ्रंश का संकेत हो सकता हैं।

viii) **सिलिसिफिकेशन तथा खनिजीभवन** (Silicification and mineralisation): भ्रंश किसी भी प्रकार के विलयन अथवा तरल पदार्थों के प्रवेश तथा निक्षेपण का एक अनुकूल माध्यम होते हैं। यदि विलयन में क्वार्ट्ज (quartz) की अधिकता है तो यह स्थानीय शैल को क्वार्ट्ज के सूक्ष्म कणों से विस्थापित कर देगी,

इस प्रक्रिया को सिलिसिफिकेशन कहते हैं। खनिज बहुल विलयन से होने वाले विस्थापन को खनिजीभवन कहते हैं।

7.4.2 विभिन्न प्रकार के भ्रंशों की पहचान

हम विभिन्न प्रकार के भ्रंशों की पहचान शीर्ष भित्ति और आधार भित्ति के परस्पर गति के आधार पर कर सकते हैं। जैसा कि हम चर्चा कर चुके हैं सामान्य भ्रंश (normal fault) में शीर्ष भित्ति नीचे चली जाती है। अतः, हमें पहले यह जानने की आवश्यकता है कि आधार भित्ति स्थिर है अथवा इसमें कोई गति नहीं हुई है। तब, यदि हम किसी भ्रंश में यह पाते हैं कि शीर्ष भित्ति में आधार भित्ति के संदर्भ में नीचे की ओर गति हुई है तब इसे सामान्य भ्रंश कहते हैं।

इसी प्रकार, यदि हम यह पाते हैं कि शीर्ष भित्ति में आधार भित्ति के संदर्भ में ऊपर की ओर गति हुई है तब इसे उत्क्रम भ्रंश कहते हैं। यद्यपि, क्षेप भ्रंश में भी उर्ध्वाधर गति होती है किन्तु भ्रंश काफी कम कोण के होते हैं अतः इनकी पहचान काफी कठिन होती है। यहाँ हमें यह याद रखना चाहिए कि उत्क्रम तथा क्षेप भ्रंशों में सामान्यतः पुरातन स्तर नवीन स्तरों के ऊपर पाये जाते हैं।

नतिलंब-सर्पण भ्रंश की पहचान के लिए हमें भ्रंश के एक किनारे पर खड़ा हो इसके समानांतर यह देखना चाहिए कि इसकी विपरीत दिशा के शिलाखंड में किस प्रकार की गति हुई है। यदि हम यह पाते हैं कि विपरीत दिशा के शिलाखंड में उस शिलाखंड जिस पर हम खड़े हैं से दक्षिण दिशा की ओर गति हुई है तो इसे **दक्षिणावर्त नतिलंब-सर्पण भ्रंश** कहते हैं और यदि हम यह पाते हैं कि विपरीत दिशा के शिलाखंड में वाम दिशा की ओर गति हुई है तो इसे **वामावर्त नतिलंब-सर्पण-भ्रंश** कहते हैं।

द्रोणिका अन्य प्रकार की घाटियों से भिन्न होती है क्योंकि इसके दोनों किनारों पर **भ्रंश कगार** (fault scarp) पाये जाते हैं। साथ ही, वहाँ एकांतर में गड्ढे या द्रोणिका तथा ऊँचाई (horst) के क्षेत्र पाये जाते हैं जो कि समानांतर अथवा लगभग समानांतर होते हैं।

यद्यपि, इस बात को ध्यान में रखना चाहिए कि स्थलाकृतिक या भौतिक मानक भ्रंश के संकेत हो सकते हैं किन्तु ये भ्रंश के पूर्ण प्रमाण नहीं हो सकते। ये स्थलाकृतिक लक्षण किन्हीं अन्य कारणों से भी विकसित हो सकते हैं।

7.5 प्रयोगशाला अभ्यास

यहाँ, आपसे ब्लॉक आरेखों की सहायता से भ्रंश के विषय में प्राप्त ज्ञान से संबंधित प्रश्न पूछे जायेंगे जो कि विभिन्न प्रकार के भ्रंशों की पहचान तथा उनसे विकसित भू-आकृतियों से संबद्ध होंगे।

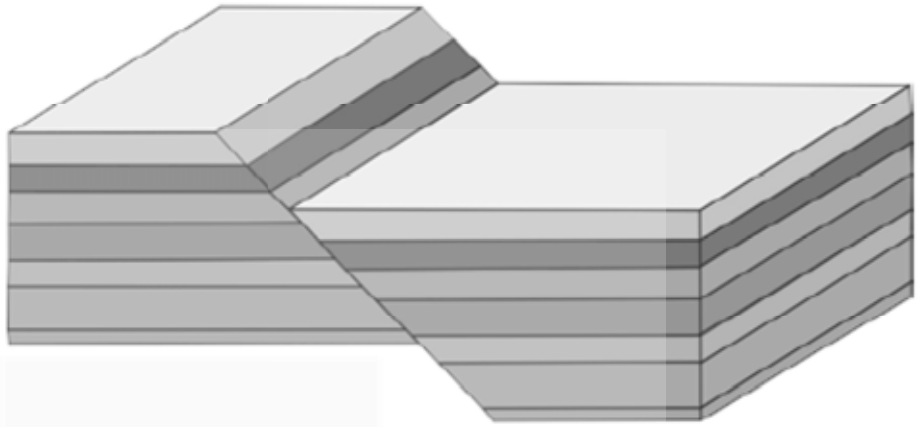
निर्देश : **इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तरों का आरेख अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।**

अभ्यास 1: चित्र 7.7 में दर्शाए गए रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करे :

i) चित्र में दिखाए गए भ्रंश को पहचानें और उसका नाम बताएँ।

ii) भ्रंश के विभिन्न भागों को दर्शायें।

iii) संचालन की दिशा को तीर (arrow) द्वारा चिन्हित करें।



चित्र 7.7 : अवसादी शैल समूह के अविकृत और विकृत शैल खंड का ब्लॉक आरेख।

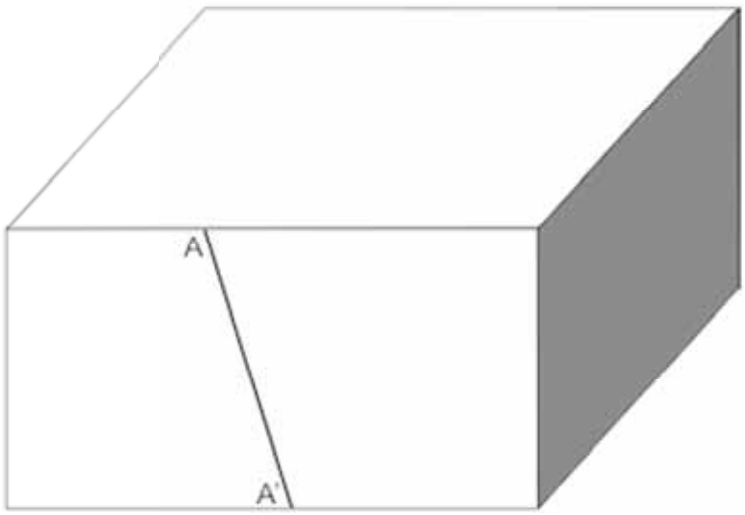
अभ्यास 2: चित्र 7.8 में दर्शाए गए रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करें :

i) यदि भ्रंश सतह AA' के समानांतर एक सामान्य भ्रंश हो तो यह खंड किस प्रकार दिखेगा? अपने उत्तर को चित्रों की सहायता से स्पष्ट करें।

ii) सामान्य भ्रंश के विभिन्न भागों को नामांकित करें।

iii) यदि भ्रंश सतह AA' के समानांतर एक उत्क्रम भ्रंश हो तो यह खंड किस प्रकार दिखेगा? अपने उत्तर को चित्रों की सहायता से स्पष्ट करें।

iv) उत्क्रम भ्रंश के विभिन्न भागों को नामांकित करें।



चित्र 7.8 : भ्रंश सतह AA' के साथ एक शैल खंड का ब्लॉक आरेख।

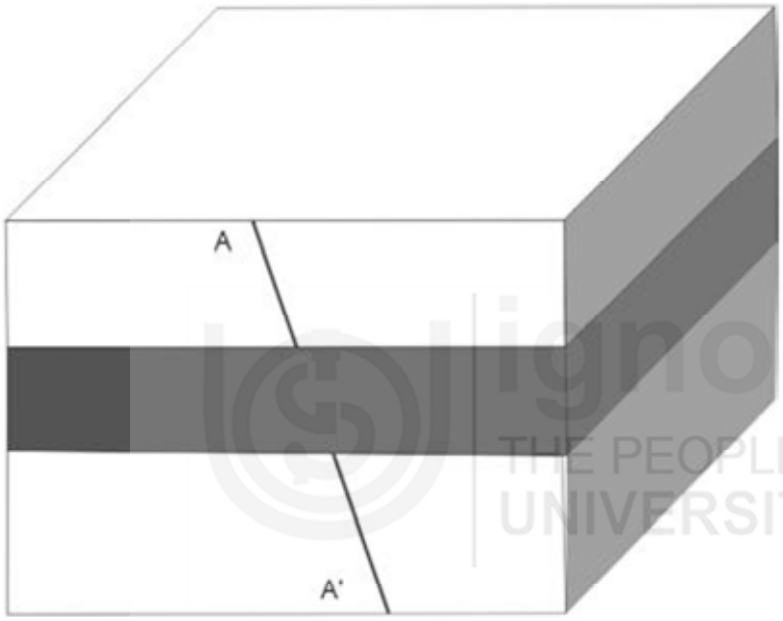
अभ्यास 3: चित्र 7.9 में दर्शाए गए ब्लॉक आरेख का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करें :

i) यदि भ्रंश सतह AA′ के समानांतर एक सामान्य भ्रंश के ऊपर उठे शैलखण्ड में

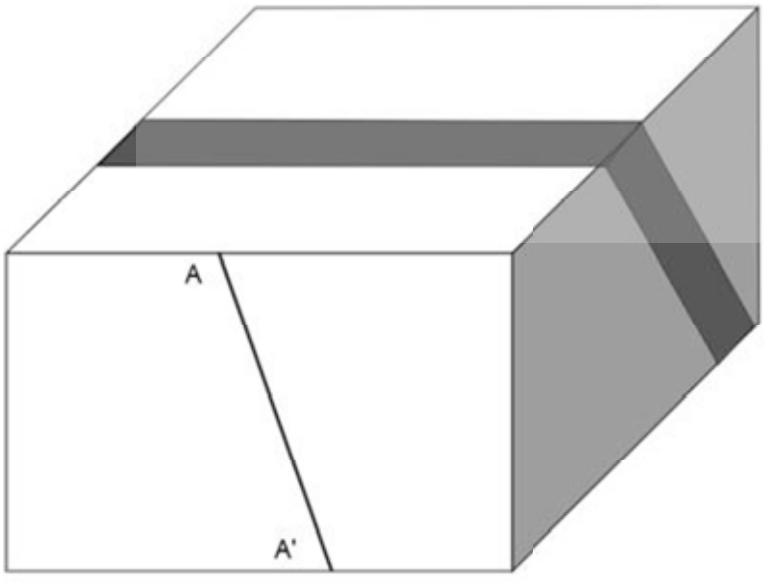
अपरदन के बाद यह दृश्यांश किस प्रकार का दिखेगा? अपने उत्तर की चित्रों के द्वारा व्याख्या करें।

ii) यदि भ्रंश सतह AA′ के समानांतर एक उत्क्रम भ्रंश के ऊपर उठे शैलखण्ड में

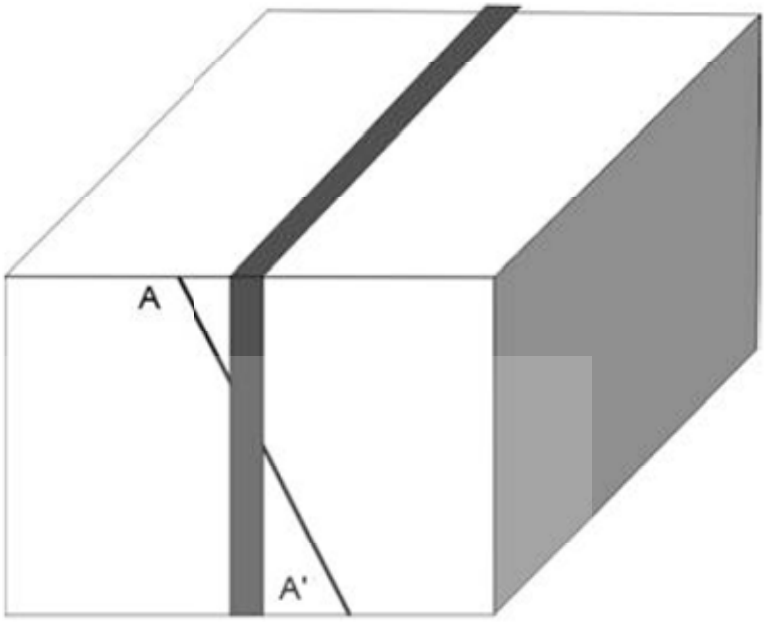
अपरदन के पश्चात् यह दृश्यांश किस प्रकार का दिखेगा? अपने उत्तर की चित्रों के द्वारा व्याख्या करें।



(a)



(b)



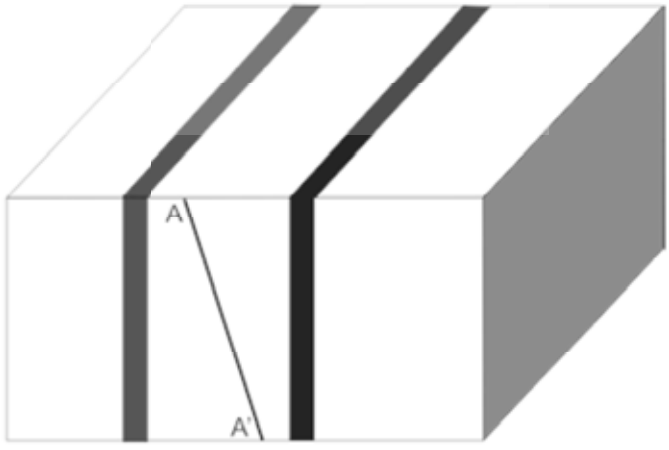
(c)

चित्र 7.9: एक अवसादी शैल समूह और उसके भ्रंश सतह से संबंधित तीन विभिन्न विन्यासों के साथ एक शैल खंड का ब्लॉक आरेख a) समानांतर तल; b) भ्रंश और तल का नतिलंब जब एक ही दिशा में हो; और c) भ्रंश और तल की नति जब एक ही दिशा में हो।

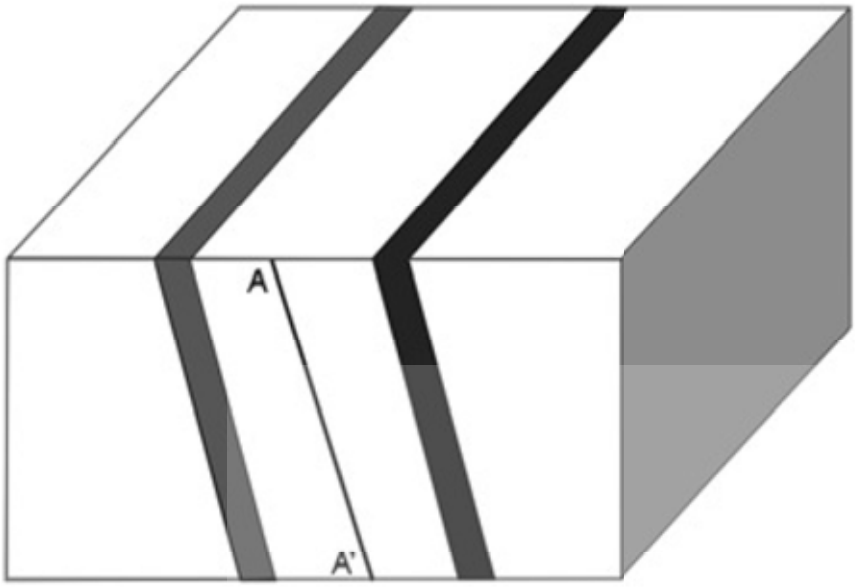
अभ्यास 4: चित्र 7.10 में दर्शाए गए रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करें :

i) यदि भ्रंश सतह AA′ के समानांतर एक सामान्य भ्रंश के ऊपर उठे शैलखण्ड में अपरदन के बाद यह दृश्यांश किस प्रकार का दिखेगा? अपने उत्तर की चित्रों के द्वारा व्याख्या करें।

ii) यदि भ्रंश सतह AA′ के समानांतर एक उत्क्रम भ्रंश के ऊपर उठे शैलखण्ड में अपरदन के पश्चात् यह दृश्यांश किस प्रकार का दिखेगा? अपने उत्तर की चित्रों के द्वारा व्याख्या करें।



(a)



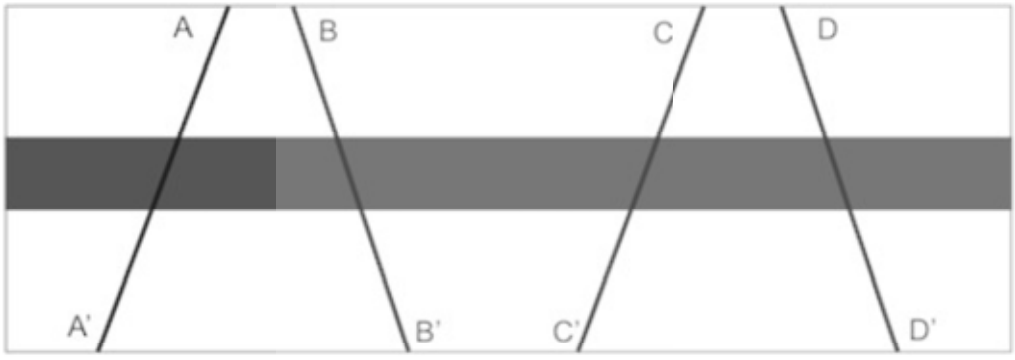
(b)

चित्र 7.10 : अवसादी शैल समूह और उसके भ्रंश सतह से संबंधित तीन विभिन्न विन्यासों के साथ एक शैल खंड का ब्लॉक आरेख; a) समानांतर तल; b) भ्रंश और तल का नतिलंब जब एक ही दिशा में हो; और c) भ्रंश और तल की नति जब एक ही दिशा में हो।

अभ्यास 5: चित्र 7.11 में दर्शाए रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न कार्यों को सम्पन्न करें:

i) यदि भ्रंश सतह AA', BB', CC' तथा DD' के समानांतर एक सामान्य भ्रंश हो तो यह दृश्यांश कैसा दिखेगा? अपने उत्तर को रेखाचित्रों की सहायता से स्पष्ट करें।

ii) इस प्रकार निर्मित होने वाले विभिन्न भूआकृतियों को नामांकित करें।



चित्र 7.11 : एक अवसादी शैल समूह और उसके भ्रंश सतह से संबद्ध एक शैल खंड का विभिन्न विन्यासों के साथ रेखाचित्र।

7.6 गह्रि कार्य

1. अवसादी चट्टानों के अनुक्रम के विन्यास के भ्रंश तल से संबद्ध कुछ ब्लॉक रेखाचित्र बनाएँ और यह भी कल्पना करें कि यदि ऊपरी सतह अपरदित हो जाए तो यह किस प्रकार दिखेगा।

2. अपने आस-पास के किसी ऐसे क्षेत्र का भ्रमण करें जहाँ चट्टानों के दृश्यांश उपस्थित हों और कसी भ्रंश के चिह्न की पहचान का प्रयास करें।

3. यदि किसी भ्रंश की पहचान कर पायें तो उसके नाति तथा नतिलंब को लिख लें। साथ ही अपनी नोटबुक में भ्रंश का चित्रांकन भी करें।

7.7 संदर्भ

- इकाई 11, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

7.8 शैक्षणिक साधन

- https://websites.pmc.ucsc.edu/~crowe/ES109/lectures/lecture7.pdf
- http://pages.geo.wvu.edu/~kammer/g100/StructuralGeology.pdf
- http://www.geology.wisc.edu/courses/g101/Lectures/lec12&13structure.pdf
- http://www.tulane.edu/~geol113/STRUCTURAL-1.pdf

(वेबसाईट 15 सितबंर 2018 को देखे गये)

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

प्रयोग 8

ब्लॉक प्रतिमानों की सहायता से विषमविन्यासों की पहचान

रूपरेखा

8.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
8.2 आवश्यकताएं
8.3 मूलभूत अवधारणाएँ
कोणीय विषमविन्यास
असमविन्यास
अपसमविन्यास
8.4 प्रयोगशाला अभ्यास
8.5 गृहकार्य
8.6 संदर्भ
8.7 शैक्षणिक साधन

8.1 प्रस्तावना

आपने संधि और विषमविन्यास के बारे में BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 12 में अध्ययन किया है। आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व इकाई 12 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। पिछले दो प्रयोगों में आपने वलन और भ्रंश के विभिन्न ब्लॅक रेखाचित्रों और प्रतिमानों के साथ कार्य किया है। ये संरचनात्मक आकृतियाँ चट्टानों में पाई जाने वाली सबसे सामान्य संरचनाऐं हैं। इसलिए, क्षेत्र अध्ययन के अंतर्गत उनकी पहचान शैल समूहों के अनुक्रमों पर विवर्तनिक बलों (संपीडक या तनाव) के प्रभाव को समझने के लिए महत्वपूर्ण हैं।

पृथ्वी के इतिहास को जानने में शैल परतों से प्राप्त सूचनयें काफी उपयोगी होती हैं। शैलों में संरचनाऐं पुरातन और नवीन शैल तलों को निर्धारित करने में काफी सहायक होती हैं। हम शैल समूहों की आयु रेडियोऐक्टिव काल निर्धारण पद्धति से ज्ञात कर सकते हैं। इस विधि से प्राप्त की गई आयु को **निरपेक्ष आयु** कहते हैं। किन्तु यह विधि काफी महंगी है और सभी जगह उपलब्ध भी नहीं है। इसके विपरीत, हम शैल तलों की सापेक्षिक आयु शैल अनुक्रम से उनके निक्षेपण के क्रम को समझ कर ज्ञात कर सकते हैं। अन्य शब्दों में, शैल समूह की पुरातन सतह क्रमानुसार नवीन सतह के नीचे होगी। शैल समूह की आयु ज्ञात करने की **सापेक्षिक विधि** कहलाती है, किन्तु यह उन्ही शैल अनुक्रमों में उपयोगी होती है जिनमें अवसादी शैल समूह पाये जाते हों। विभिन्न शैल इकाइयों की सापेक्षिक आयु ज्ञात करने और किसी क्षेत्र की भूवैज्ञानिक घटनाओं का एक अनुक्रम स्थापित करने के लिए हम संरचनात्मक आकृतियों जैसे वलन, भ्रंश आदि का विषमविन्यास के साथ प्रयोग करते हैं। आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम में निरपेक्ष और सापेक्षिक आयु के विषय में पढ़ चुके हैं।

इस प्रयोग में आप विभिन्न प्रकार के विषमविन्यासों के ब्लॉक आरेखो के साथ कार्य करेंगे। एक **विषमविन्यास** अवसादी चट्टानों में निक्षेपण की प्रक्रिया में अंतराल का संकेत हैं, और दो क्रमिक शैल इकाई/तल के मध्य एक समय अंतराल को दर्शाते हैं। ब्लॉक आरेखो की सहायता से हम यह स्पष्ट करेंगे कि विषमविन्यासों की रचना कैसे होती है? वे क्षेत्र में कैसे दिखते हैं और उनकी पहचान कैसे होती है?

अपेक्षित कौशल

इस प्रयोग की विषय वस्तु सीखने और इसमें वर्णित प्रयोग को करने के पश्चात् आप:

- ❖ विषमविन्यास और उसके प्रकारों की पहचान कर सकेंगे;
- ❖ शैलों के पुरातन और नवीनतम संस्तरों को निर्धारित कर सकेंगे; तथा
- ❖ एक शैल या उसके तल की सापेक्षिक आयु ज्ञात कर सकेंगे।

8.2 आवश्यकताएं

इस प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन हेतु आपको निम्न सामग्रियों की आवश्यकता होगी:

- कलम, पेंसिल, रबड़, स्केल और शार्पनर
- रंगीन पेंसिल
- विषमविन्यास के ब्लॉक प्रतिमान
- प्रयोगशाला फाइल

निर्देश : आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 12 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 3 अवश्य लाएं।

8.3 मूलभूत अवधारणाएँ

अवसादों के निरंतर निक्षेपण से एक अबाधित अवसादी शैल अनुक्रम का निर्माण होता है। कभी-कभी, निक्षेपण की प्रक्रिया में एक अंतराल आ जाता है, इसलिए तब अवसादों का निक्षेपण नहीं हो पाता। इसे अनिक्षेपण की अवधि भी कहते हैं। इस समय अंतराल में एक अपरदन सतह विकसित होती है। निक्षेपण की प्रक्रिया में यह अंतराल ही **विषमविन्यास** कहलाता है (चित्र 8.1)। विषमविन्यास एक समय अंतराल को प्रदर्शित करता है जो दो ऐसे शैल समूहों या संस्तरों को पृथक करता है जिनके निर्माण के मध्य कोई अन्य निक्षेपण या शैल निर्माण न हुआ हो। यह समयांतराल विभिन्न कारणों से उत्पन्न हो सकता है, जैसे-

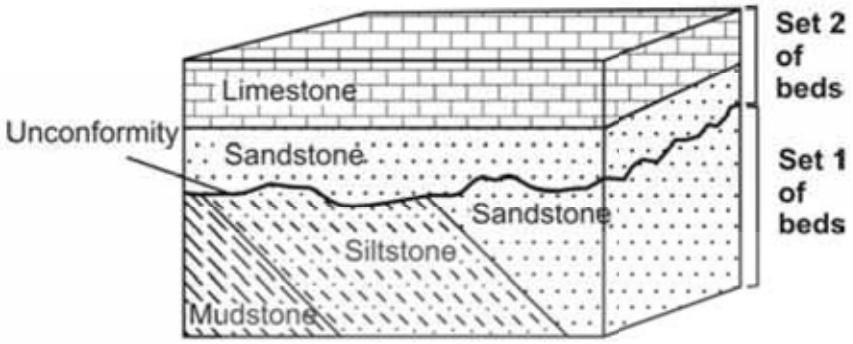
i) अवसाद उपलब्ध न हों;

ii) संभवतः द्रोणी भर गई हो;

iii) संभवतः वह क्षेत्र समुद्र तल से ऊपर आ गया हो।

यह समय अंतराल संक्षिप्त अथवा काफी लंबी अवधि के लिए भी हो सकता है। पहली स्थिति में विषमविन्यास की पहचान कठिन हो सकती है। लंबी अवधि के समयांतराल में

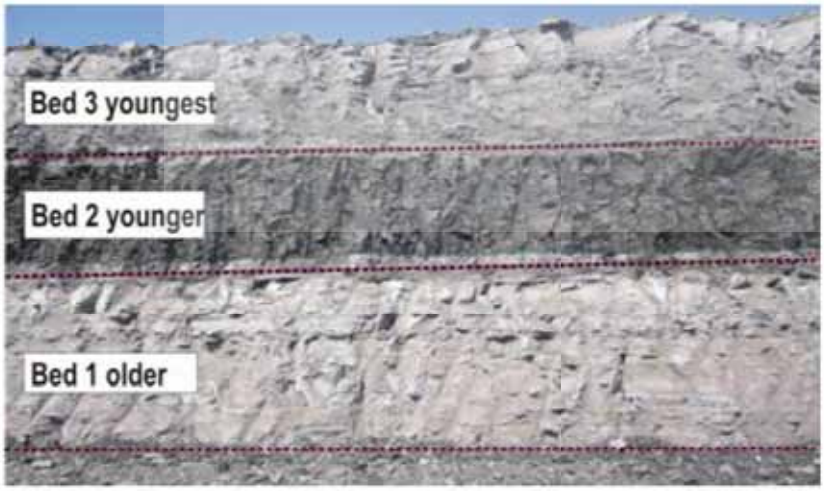
विषमविन्यास की पहचान अपरदन के प्रमाणों या संस्तरों के झुकाव के कोण में परिवर्तन से हो सकती है। चित्र 8.1 में दर्शाए एक अनुप्रस्थ काट में विषमविन्यास को एक तरंगित रेखा से दर्शाया गया है।



चित्र 8.1: एक अवसादी शैल अनुक्रम में विषमविन्यास को दर्शाता ब्लॉक आरेख।

विभिन्न प्रकार के विषमविन्यास को रेखाचित्रों से दर्शाने से पूर्व आपके लिए **अध्यारोपण के क्रम** को जान लेना आवश्यक होगा। विषमविन्यास एक अपरदन की सतह है जो अलग-अलग आयु के दो शैल संस्तरों को विभाजित करती है। नवीनतम शैल जो हमेशा अपरदन सतह के ऊपर स्थित होते हैं, वे पुरातन शैल समूह के ऊपर निक्षेपित होते हैं। नवीनतम शैल सामान्यतः अवसादी शैल होते हैं तथा पुरातन शैल अवसादी या आग्नेय या कायांतरित शैल हो सकते हैं। पुरातन शैलों की सतह जिस पर अपरदन की क्रिया सम्पन्न होती है, को **अपरदन सतह** (erosinal surface) कहते हैं।

अध्यारोपण के नियम (**Order of Superposition**) के अनुसार अवसादी शैलों के अबाधित अनुक्रम में निचले भाग के संस्तर या सतह पहले निक्षेपित होते हैं, अतः ये आयु में सबसे पुराने होते हैं जबकि जो संस्तर इनके ऊपर स्थित होते हैं वो बाद में निर्मित होते हैं और आयु में कम होते हैं। अतः, इस क्रम का अनुसरण करते हुये अवसादी शैलों के अविरूपित अनुक्रम में यह निर्धारित किया जा सकता है कि कौन सा संस्तर सतह पुरातन, नवीन और नवीनतम है। चित्र 8.2 में एक उदाहरण प्रदर्शित किया गया है।

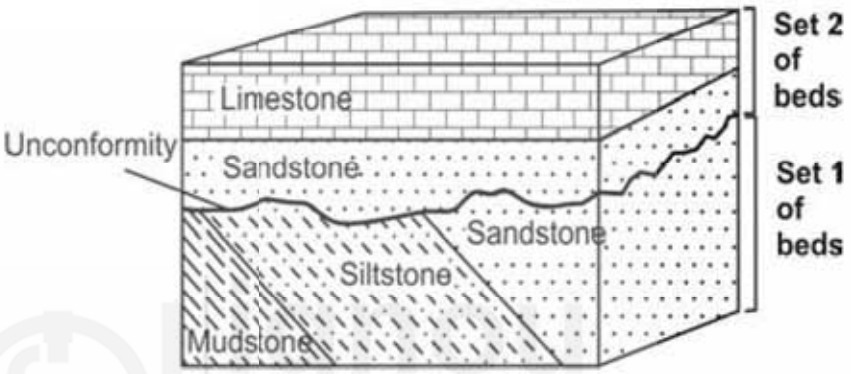


चित्र 8.2: तीन संस्तरयुक्त (1 से 3) एक अवसादी शैलों का अविरूपित अनुक्रम। अध्यारोपण के क्रम के अनुसार संस्तर 1 का निर्माण पहले हुआ, अतः यह शेष संस्तरों 2 तथा 3 से पुरातन है। संस्तर 2 तथा 3 का निर्माण बाद में हुआ है, जो कि संस्तर 1 की तुलना में क्रमशः नवीन और नवीनतम हैं।

विषमविन्यास कई प्रकार के होते हैं सामान्यतः आसानी से पहचाने जा सकते हैं। इनके मुख्य प्रकारों को निम्न तीन उपभागों में विभक्त किया गया है-

8.3.1 कोणीय विषमविन्यास

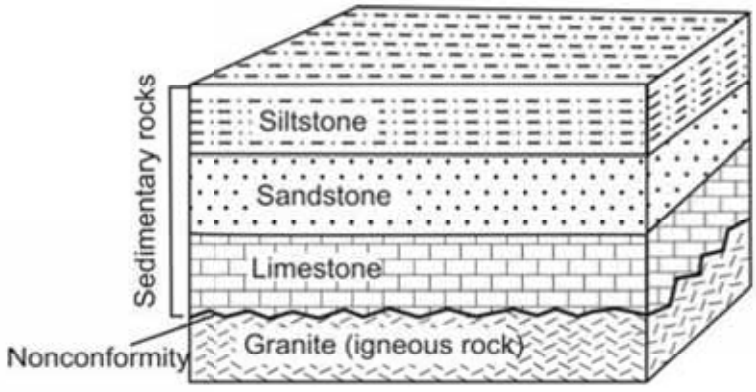
कोणीय विषमविन्यास (Angular unconformity) सबसे आसानी से पहचाना जाने वाले विषमविन्यासों में से एक है। कोणीय विषमविन्यास में दो शैल इकाईयाँ एक-दूसरे से एक कोण पर होती हैं। सामान्यतः निचली सतह तिरछी होती है, जबकि ऊपरी सतह क्षैतिज या किसी अन्य कोण पर होती है। कोणीय विषमविन्यास पुरातन शैलों के उत्थान, अनिक्षेपण की अवधि में उनके विरूपण से उत्पन्न होता है। इसका एक उदाहरण चित्र 8.3 में प्रदर्शित किया गया है। दो शैल इकाईयों/संस्तरों के कोणीय संबंध के कारण इस विषमविन्यास को क्षेत्र में सुगमता से पहचाना जा सकता है।



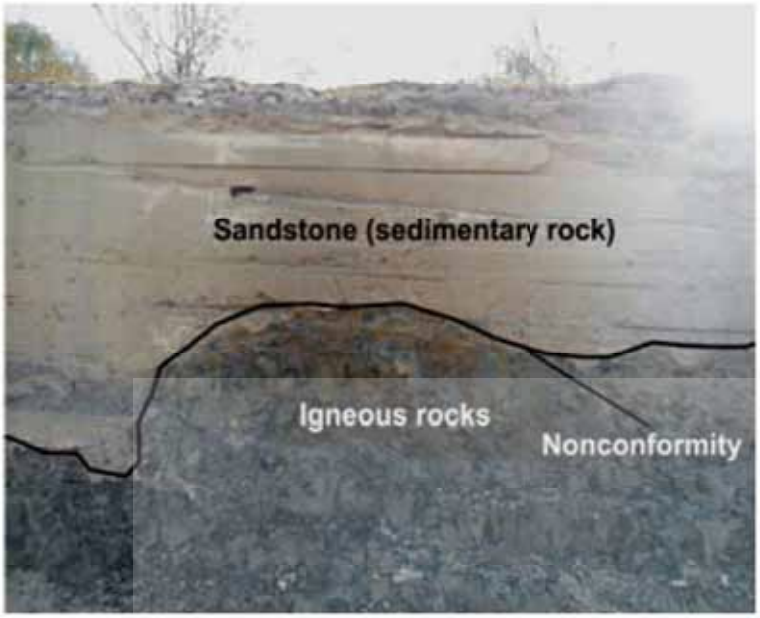
चित्र 8.3 : कोणीय विषमविन्यास को दर्शाता ब्लॉक आरेख।

8.3 असमविन्यास

असमविन्यास (Nonconformity) सहजता से पहचाना जा सकने वाला विषमविन्यास है। इसमें एक आग्नेय या एक कायांतरित शैल समूह के ऊपर एक अवसादी शैल समूह पाया जाता है, जैसा कि चित्र 8.4 और 8.5 में दर्शाया गया है। इनके मध्य की संपर्क रेखा एक अपरदन सतह होती है और निक्षेपण में एक लंबे अंतराल को दर्शाती है। यह अंतराल इतना ज्यादा होता है कि काफी गहराई में स्थित आग्नेय या कायांतरित चट्टानें भी लगातार अपरदन के कारण अनावृत हो जाती हैं। जब पुनः निक्षेपण आरंभ होता है तो अवसादी शैलों की क्षैतिज स्तह आग्नेय या कायांतरित शैलों के ऊपर निक्षेपित होने लगती हैं, जैसा कि चित्र 8.4 और 8.5 में दर्शाया गया है। चूंकि ये दो शैल समूह बिल्कुल पृथक होते हैं, अतः असमविन्यास को सहजता से पहचाना जा सकता है।



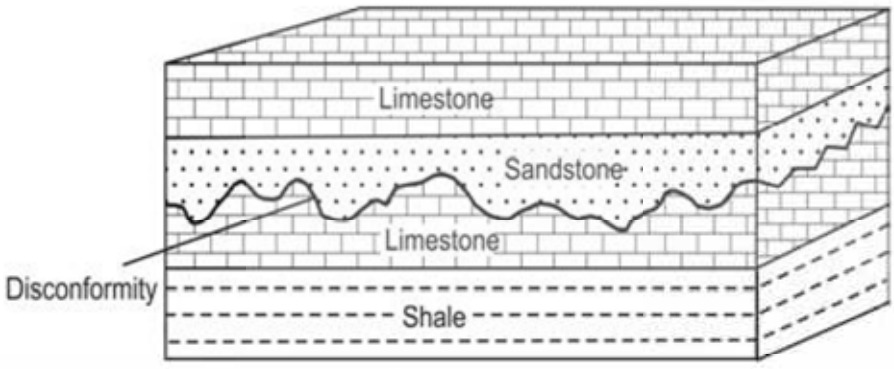
चित्र 8.4 : असमविन्यास को दर्शाता ब्लॉक आरेख।



चित्र 8.5 : क्षेत्र में असमविन्यास को दर्शाता क्षेत्र फोटोग्राफ।

8.3.3 अपसमविन्यास

आपने इकाई 12 संधि और विषमविन्यास में पढ़ा है कि अपसमविन्यास (disconformity) उस अपरदन सतह से पहचाना जाता है, जो अनिवार्यतः दो समानांतर संस्तरों को पृथक करता है। अपसमविन्यास में अपरदन सतह बेहद अनियमित आकार में होती है, जो कि निक्षेपण की प्रक्रिया में एक स्पष्ट अंतराल को दर्शाती है। जैसा कि चित्र 8.6 में दर्शाया गया है, अपसमविन्यास में ऊपरी और निचले संस्तर में कोई कोणीय अन्तर नहीं होता है। अपरदन की पहचान संगुटिकाश्म (conglomerate) संस्तर की उपस्थिति या पुरामृदा (palaeosol) की सतह के उत्पन्न होने से की जा सकती है। इनकी पहचान कठिन होती है, क्योंकि कभी-कभी ही निक्षेपण में अंतराल के कोई स्पष्ट संकेत मिलते हैं। यद्यपि, ये संगुटिकाश्म या पुरामृदा सतह की उपस्थिति अथवा ऊपरी और निचली सतह में शैल के प्रकार या जीवाश्मों की उपस्थिति में अन्तर से पहचाने जा सकते हैं।



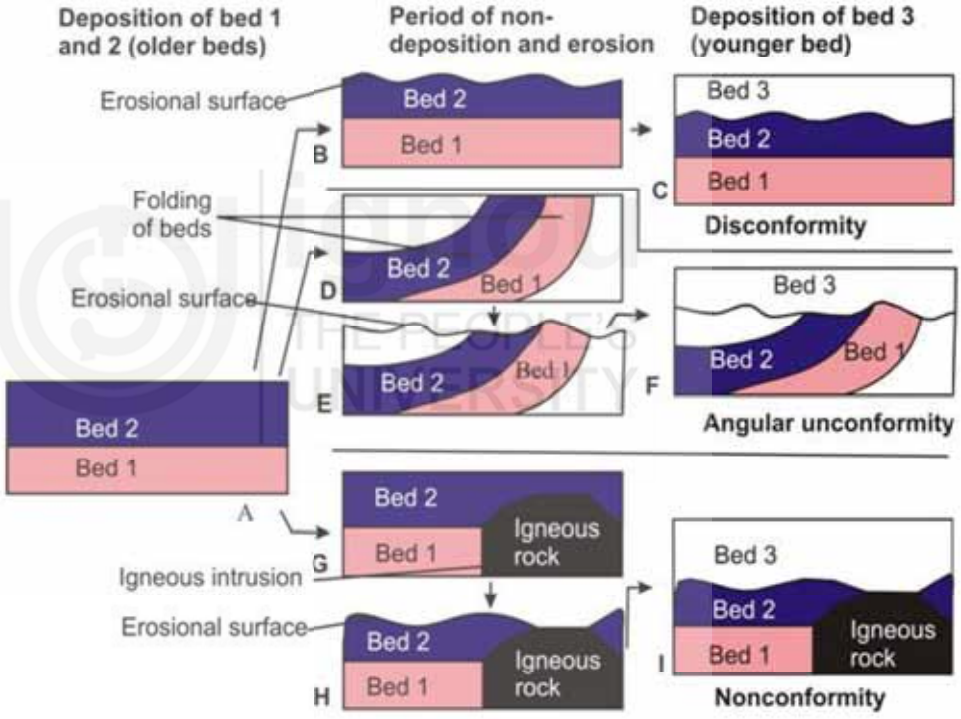
चित्र 8.6 : अपसमविन्यास को दर्शाता ब्लॉक आरेख, अपसमविन्यास की सतह को तरंगित रेखा से दर्शाया गया है, जिसके समानांतर अपरदन की क्रिया सम्पन्न हुई है।

हम विषमविन्यास, इनके प्रकार और इनकी पहचान के विषय में पढ़ चुके हैं। अब हम इनके बनने की प्रक्रिया पर चर्चा करेंगे। जैसा कि चित्र 8.7A में दर्शाया गया है, दो संस्तर निक्षेपण में बिना किसी व्यवधान और अंतराल के लगातार निक्षेपित हुये हैं। फिर अवसाद की आपूर्ति रुक जाती है और संस्तर 2 की सतह पर अपरदन की प्रक्रिया आरंभ होती है (चित्र 8.7B)। इसके बाद, जब निक्षेपण के लिए अवसाद पुनः उपलब्ध होते हैं,

संस्तर 2 के अपरदन सतह पर संस्तर 3 का निक्षेपण आरंभ हो जाता है (चित्र 8.7C)। संस्तर 2 और 3 के मध्य अनियमित सीमा संपर्क तल निक्षेपण में अंतराल को इंगित करता है और **अपसमविन्यास** की रचना करता है (चित्र 8.7C)।

कोणीय विषमविन्यास में संस्तर 1 और 2 निक्षेपण के पश्चात विरूपित हो जाते हैं, जो कि परवर्ती अपरदन और अनिक्षेपण की प्रक्रिया से भी गुजरते हैं (चित्र 8.7D और E)। इसके पश्चात, संस्तर 1 और 2 की अपरदन सतह पर संस्तर 3 निक्षेपित होता है (चित्र 8.7F)। संस्तर 1, 2 और संस्तर 3 के मध्य का कोणीय संपर्क **कोणीय विषमविन्यास** को प्रदर्शित करता है (चित्र 8.7F)।

असमविन्यास की स्थिति में संस्तर 1 और 2 कायांतरण और आग्नेय अंतर्वेधन (igneous intrusion) की स्थिति से गुजरते हैं (चित्र 8.7G), जिसके बाद अपरदन का एक दौर आता है (चित्र 8.7G) और आग्नेय तथा कायांतरित शैल अनावृत हो जाते हैं (चित्र 8.7H)। तत्पश्चात, इनके ऊपर संस्तर 3 निक्षेपित हो जाता है (चित्र 8.7H)। इस प्रकार के संपर्क को **असमविन्यास** कहते हैं (चित्र 8.7I)।



चित्र 8.7 : विषमविन्यासों का निर्माण दर्शाता रेखाचित्र।

8.4 योगशाला अभ्यास

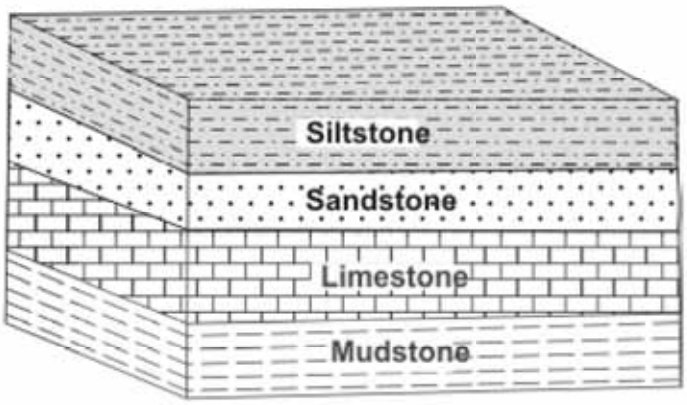
यहाँ, आपसे ब्लॉक आरेखो की सहायता से विषमविन्यास और उनके प्रकारों के विषय में प्राप्त ज्ञान से संबंधित अभ्यास करवाये जायेंगे।

निर्देश : इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों और उनके उत्तरों को अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

अभ्यास 1: चित्र 8.8 में दर्शाए रेखाचित्र का अध्ययन करें और निम्न को पहचानें :

i) अधिस्थापन के क्रम का प्रयोग करते हुए सबसे पुराने, नवीन और नवीनतम शैल तल की पहचान करें।

ii) क्या चित्र 8.8 में दर्शाए शैल अनुक्रम में कोई विषनविन्यास भी है? उनकी पहचान के कारणों का वर्णन करें।



चित्र 8.8 : एक अविरूपित अवसादी शैल अनुक्रम का ब्लॉक आरेख।

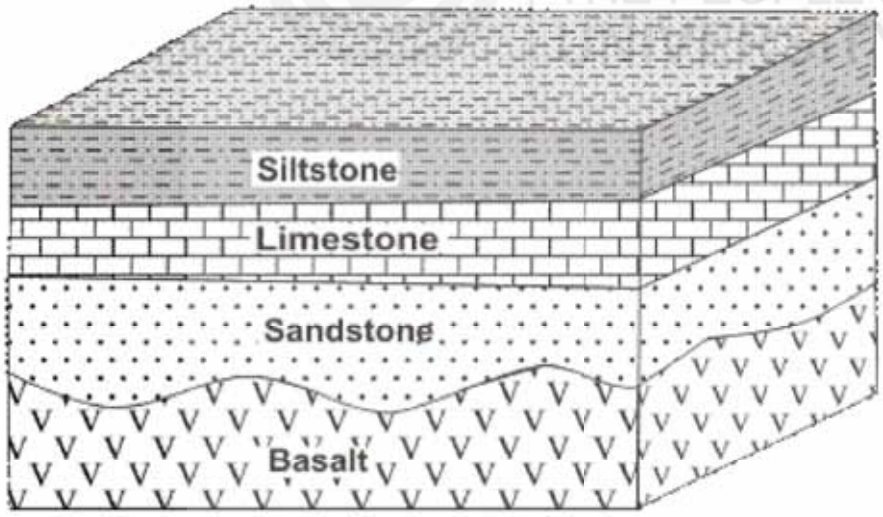
अभ्यास 2: चित्र 8.9 में दर्शाए ब्लॉक आरेख, का अध्ययन करें और निम्न कार्य सम्पन्न करें :

i) अपनी प्रायोगिक नोटबुक में एक ब्लॉक आरेख, चित्रित करें।

ii) ब्लॉक आरेख, में विभिन्न प्रकार के विषमविन्यासों की पहचान करें और इनके तलों का सीमांकन करें।

iii) विषमविन्यास के ऊपर और नीचे किस प्रकार के शैल हैं?

iv) विभिन्न शैल तलों की सापेक्षिक आयु पर टिप्पणी करें।



चित्र 8.9 : विषमविन्यास के एक प्रकार को दर्शाता ब्लॉक आरेख।

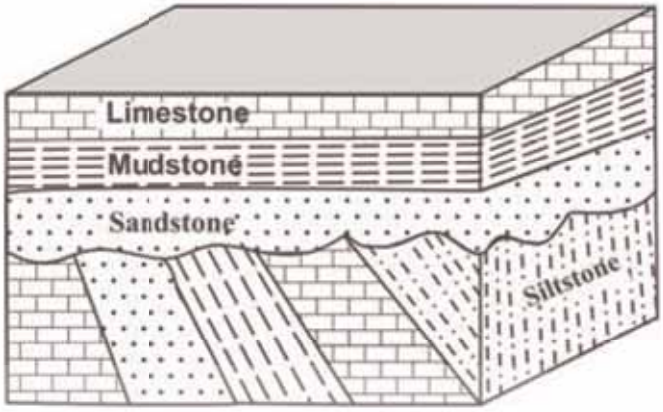
अभ्यास 3: चित्र 8.10 में दर्शाए गए ब्लॉक आरेख का अध्ययन करें और निम्न कार्य करें :

i) अपनी प्रायोगिक नोटबुक में एक ब्लॉक आरेख चित्रित करें।

ii) ब्लॉक आरेख में दर्शाए गए विषमविन्यास के प्रकार की पहचान करें और इसके तल का सीमांकन करें।

iii) विषमविन्यास के ऊपर और नीचे किस प्रकार के शैल हैं?

iv) विषमविन्यास के ऊपर और नीचे के संस्तरों के संबंध पर टिप्पणी करें।



चित्र 8.10 : विषमविन्यास के एक प्रकार को दर्शाता ब्लॉक आरेख में पुरातन क्रम के संस्तर समानांतर नहीं हैं।

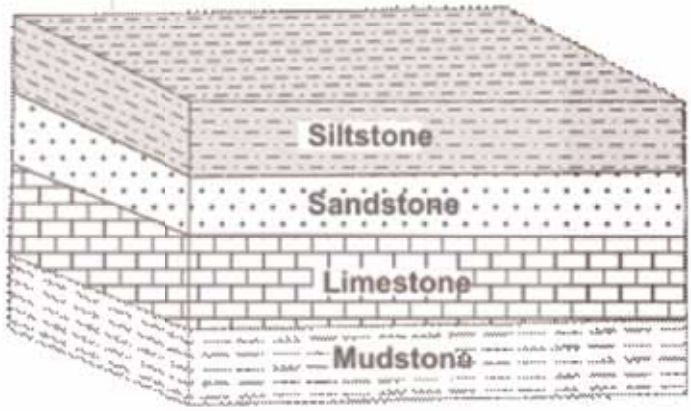
अभ्यास 4: चित्र 8.11 में दर्शाए गए ब्लॉक आरेख का अध्ययन करें और निम्न कार्य करें।

i) अपनी प्रायोगिक नोटबुक में एक ब्लॉक आरेख चित्रित करें।

ii) ब्लॉक आरेख में दर्शाए गए विषमविन्यास के प्रकार की पहचान करें और इसके तल का सीमांकन करें।

iii) विषमविन्यास के ऊपर और नीचे किस प्रकार के शैल हैं?

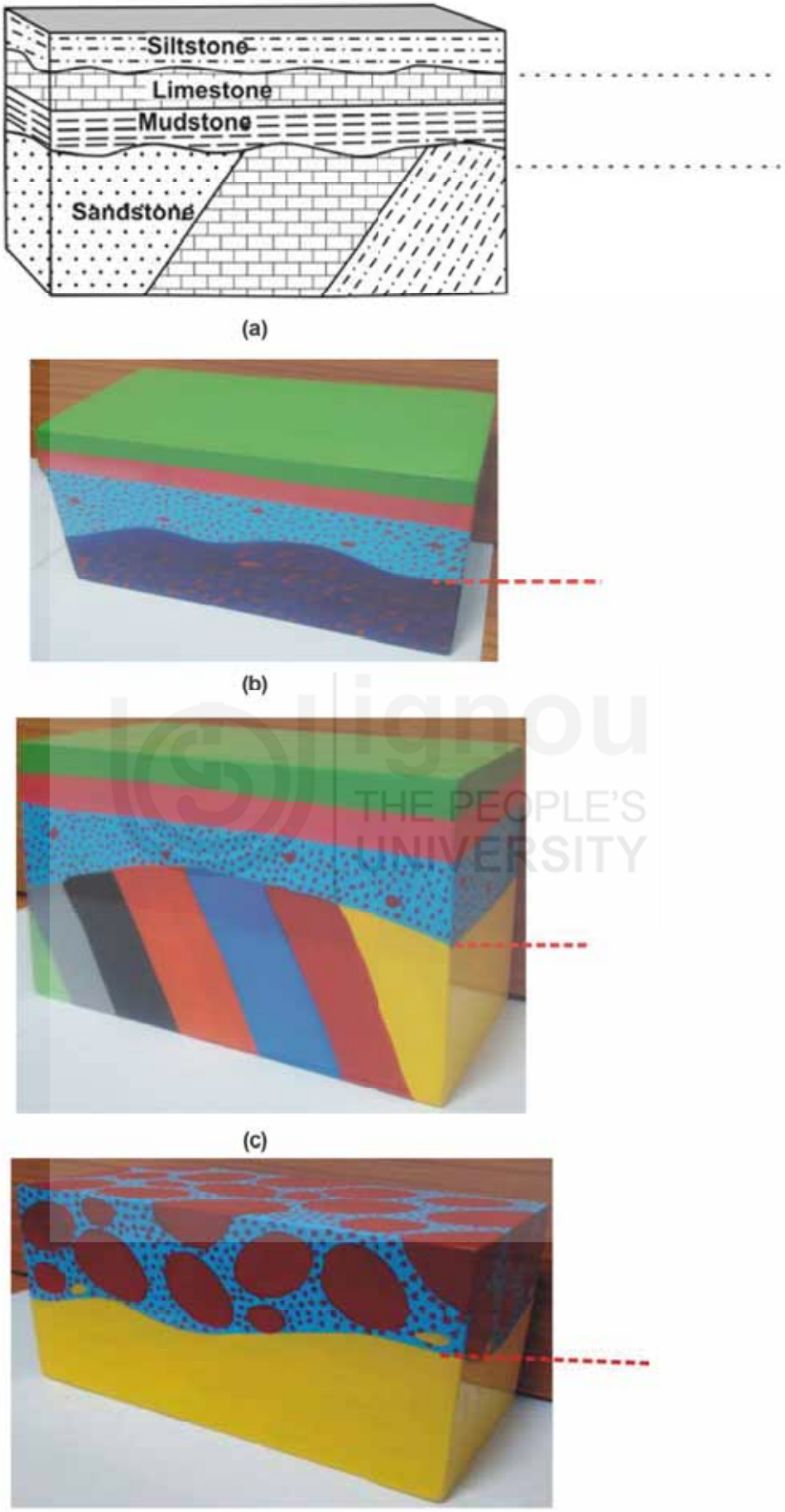
iv) विषमविन्यास के ऊपर और नीचे के संस्तरों के संबंध पर टिप्पणी करें।



चित्र 8.11 : विषमविन्यास के एक प्रकार को दर्शाता ब्लॉक आरेख।

8.5 गृहकार्य

चित्र 8.12 में दिए गए ब्लॉक आरेख और उदाहरण का अध्ययन करें और रिक्त स्थान में विषमविन्यास का नाम लिखें। ध्यान दें कि चित्र 8.12b में निचली इकाई आग्नेय शैलों को प्रदर्शित करती है।



चित्र 8.12 : विभिन्न प्रकार के विषमविन्यासों को दर्शाते ब्लॉक आरेख।

8.6 संदर्भ

- इकाई 12 विषमविन्यास, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

8.7 शैक्षणिक साधन

- http://itc.gsw.edu/faculty/bcarter/histgeol/unconf/unconf.pdf
- http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kdirik/JEO116_unconformities_son.pdf
- http://www2.sunysuffolk.edu/hornj/ReviewUnconformities.htm
- http://www.geographynotes.com/geology-2/structural-geology/unconformity-in-rocks-types-and-uses-structural-geology/1406

(वेबसाईट 10 मार्च 2017 को देखे गये)

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

प्रयोग 9

नति और नतिलम्ब की संरचनात्मक समस्याओं पर प्रयोगशाला के अभ्यास

रूपरेखा

9.1 प्रस्तावना

अपेक्षित कौशल

9.2 आवश्यकताएं

9.3 मूलभूत अवधारणाएँ

9.4 प्रयोगशाला अभ्यास

9.5 अभ्यास करने की प्रक्रिया

अभ्यास 1

अभ्यास 2

अभ्यास 3

अभ्यास 4

अभ्यास 5

अभ्यास 6

9.6 अभ्यासों के उत्तर

9.7 शैक्षणिक साधन

9.1 प्रस्तावना

नति या नतिलम्ब पर संरचनात्मक भूविज्ञान के अभ्यास या समस्याओं को संरचनात्मक भूविज्ञान पर आर्थोग्राफिक अभ्यास भी कहते है। आर्थोग्राफिक (अथवा आर्थोगोनल अथवा लंबवत्) प्रक्षेप त्रिविमीय आकृतियों को दो विमाओं में दर्शाने का एक साधन है। यह एक प्रकार का प्रक्षेप है जिसमें सभी प्रक्षेप रेखाएँ (अथवा किरणें) परस्पर समांतर होती हैं तथा चित्र तल (अथवा प्रक्षेप तल) पर लंबवत् गिरती हैं। दूसरे शब्दों में आर्थोग्राफिक प्रक्षेप किसी वस्तु की छाया को किरणों की दिशा के लंबवत् देखने में मदद करता है।

कल्पना कीजिए कि आप एक समतल धरातल पर सीधे खड़े हैं तथा सूर्य आपके सिर के ठीक ऊपर है। इस स्थिति में समतल धरातल पर आपकी छाया आपके शरीर के आर्थोग्राफिक प्रक्षेप को निरूपित करती है। आपने देखा होगा कि किसी व्यक्ति की परछाईं अधिक लंबी दिखाई पड़ती है यदि सूर्य की किरणें लंबवत् न होकर तिरछी हों। इस स्थिति में यह समांतर प्रक्षेप तो है किन्तु लंबवत् अथवा आर्थोग्राफिक नहीं। किसी ऊर्ध्व दीवार पर भी आपकी छाया आर्थोग्राफिक प्रक्षेप निरूपित करेगीं यदि छाया बनाने वाले प्रकाश की किरणें क्षैतिज हों।

अपेक्षित कौशल

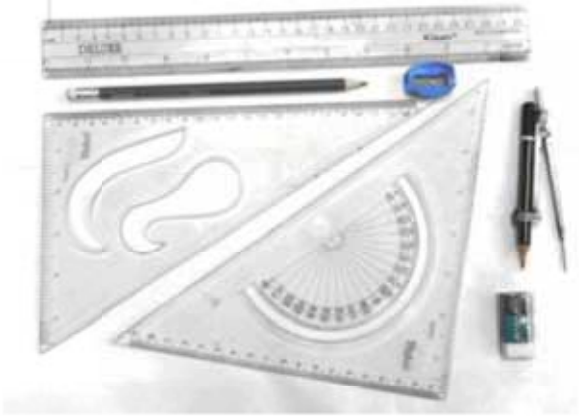
इस प्रयोग की विशय वस्तु सीखने और इसमें वर्णित प्रयोग को करने के पश्चात् आप निम्नलिखित में सक्षम हो सकेंगें:

- ❖ शैलों की परतों के त्रिविमीय विन्यास एवं उन्हें दो विमाओं में निरूपित करना सीख सकेंगे;
- ❖ दृश्यांश और उनसे संबंधित मापन के बारे में जानेगें; और
- ❖ क्षेत्र में लिए गए नति एवं नतिलंब आकड़ों से प्रयोगशाला में सत्यनति एवं आभासी नति ज्ञात करना सीख सकेंगें।

9.2 आवश्यकताएं

सफल अभ्यास हेतु निम्नलिखित सामग्रियों की आवश्यकता होगी :

- ड्राइंग शीट
- पेंसिल
- इरेजर
- प्रोट्रैक्टर
- सेट स्क्वायर
- कम्पास
- रूलर
- प्रयोगशाला फाइल



<u>निर्देश :</u> आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व पाठ्यक्रम भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 के इकाई 12 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 3 अवश्य लाएं।

9.3 मूलभूत अवधारणाएँ

आइए अब कुछ ऐसे अन्य शब्दों से परिचित होते हैं जिनका उपयोग इन प्रयोगशाला अभ्यासों के दौरान किया जाएगा।

- **प्लान अथवा मानचित्र दृष्टि** : यह दृष्टि एक ऐसा दृश्य प्रस्तुत करती है जैसे कि आप आसमान में उड़ते हुए धरती को देख रहे हों। इस दृष्टि से सब कुछ क्षैतिज सतह पर अवस्थित दिखाई देता है।
- **सेक्शन दृष्टि** : यह दृष्टि एक ऐसा दृश्य प्रस्तुत करती हैं जैसे कि आप धरती पर खड़े हों और सामने की ओर देख रहे हों। इस दृष्टि से सब कुछ ऐसा दिखाई देता है मानो वे एक ऊर्ध्व दीवार पर अवस्थित हों।
- **शैल समूह/फार्मेशन अथवा स्तरण** : शैल समूह का सामान्य अर्थ उन शैल इकाइयों से है जिससे भूवैज्ञानिक मानचित्र बनाए जाते हैं। शैल फार्मेशन संस्तरण अथवा स्तरण आदि शब्दों का प्रयोग प्रायः संस्तरों (bed) अथवा सस्तरों के उन समूहों के लिए भी किया जाता है जो परस्पर समांतर होते हैं। एक संस्तर दो संस्तर तलों (bedding planes) के मध्य अवस्थित होता है जो सर्वदा समान्तर होते हैं। इन संस्तर तलों को 'ऊपरी' एवं 'निचले' संस्तर तल की संज्ञा दी जाती है।
- **वास्तविक मोटाई** (true thickness): किसी संस्तर की वास्तविक मोटाई का अभिप्राय उस दूरी से होता है जो ऊपरी एवं निचले संस्तर तलों के मध्य लंबवत् नापी जाती है।
- **ऊर्ध्व मोटाई** (Vertical thickness): किसी संस्तर की ऊर्ध्व मोटाई का अभिप्राय ऊपरी और निचले संस्तर तलों के मध्य उस दूरी से है जो किसी ऊर्ध्व रेखा के सहारे नापी जाती है।
- **दृश्यांश** (Outcrop): पृथ्वी के अंदर अवस्थित शैल का वह भाग जो धरातल (ground surface) पर दिखाई देता है, उसे दृश्यांश कहते हैं।
- **दृश्यांश चौड़ाई** (Width of outcrop): किसी शैल संस्तर की दृश्यांश चौड़ाई, दृश्यांश पर वह दूरी है जो संस्तर के ऊपरी एवं निचले संस्तर तलों के मध्य दी हुई दिशा में नापी जाती है। यदि दी हुई दिशा का उल्लेख न हो तो यह दोनों संस्तर तलों के मध्य न्यूनतम दूरी को निरूपित करता है।
- **नतिलंब** (Strike): किसी संस्तर तल (bedding plane) एवं क्षैतिज तल (horizontal plane) के परस्पर प्रतिच्छेदन (intersection) से बनने वाली रेखा की भौगोलिक दिशा नतिलंब कहलाती है। संस्तर तल के सत्यनति दिशा (true dip direction) के हमेशा लंबवत् होने के कारण इसे नतिलंब कहते हैं।
- **नति** (Dip): क्षैतिज रेखा के सापेक्ष किसी संस्तर तल के झुकाव को नति कहते हैं।
- **सत्यनति अथवा वास्तविक नति** (true dip): क्षैतिज के सापेक्ष किसी संस्तर के महत्तम झुकाव को सत्यनति अथवा वास्तविक नति कहते हैं। सत्यनति की दिशा तथा नतिलंब हमेशा एक दूसरे के लंबवत् होते हैं।
- **आभासी नति** (Apparent dip): किसी आनत संस्तर की आभासी नति वह नति है जो सत्यनति के अतिरिक्त अन्य किसी भी दिशा में नापी जाती है।
- **ढलान** (Slope): ढलान शब्द का उपयोग क्षैतिज के सापेक्ष किसी धरातल (ground surface) के झुकाव को व्यक्त करने के लिए किया जाता है।

9.4 प्रयोगशाला अभ्यास

निर्देश : प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये अभ्यासों को अपनी प्रयोगशाला फाइल में हल करें तथा शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

निम्नलिखित अभ्यास प्रश्न कुछ सामान्य प्रायोगिक भूवैज्ञानिक समस्याओं के समाधान ज्ञात करने के उद्देश्य से दिए गए हैं। इन समस्याओं को आर्थोग्राफिक प्रक्षेप की सहायता से हल किया जा सकता है अतः ऐसी समस्याओं को आर्थोग्राफिक समस्याएँ भी कहा जाता है।

प्रयोगशाला में आप जिन प्रायोगिक समस्याओं पर अभ्यास करेगें उनकी सूची नीचे दी गई है।

अभ्यास 1: किसी शैल संस्तर की नति 30° पश्चिम की ओर है। क्षैतिज धरातल पर इसके दृश्यांश की चौड़ाई 100मी है। इस शैल संस्तर की वास्तिविक मोटाई एवं ऊर्ध्व मोटाई ज्ञात कीजिए।

अभ्यास 2: 100मी ऊर्ध्व मोटाई वाले किसी शैल संस्तर की नति 10° पूर्व की ओर है। 5° पूर्व की ओर ढलान वाली धरातल पर यह संस्तर दिखाई पड़ता है। इसके दृश्यांश की चौड़ाई ज्ञात कीजिए (a) धरातल पर (b) मानचित्र पर।

अभ्यास 3: 100मी ऊर्ध्व मोटाई वाले किसी शैल संस्तर की नति पश्चिम की ओर है। 5° पूर्व की ओर ढलान वाली धरातल पर इसके दृश्यांश की चौड़ाई 125मी है। शैल संस्तर की सत्य नति क्या है?

अभ्यास 4: 100 मी ऊर्ध्व मोटाई वाले किसी शैल संस्तर की नति 20° पूर्व की ओर है। उस धरातल की ढाल क्या होगी यदि दृश्यांश की चौड़ाई (a) 130मी एवं (b) 440मी. हो?

अभ्यास 5: उत्तर-पूर्व दिशा में किसी शैल संस्तर की आभासी नति 30° है। N30°W दिशा में इसी संस्तर की आभासी नति 35° है। शैल संस्तर की सत्य नति क्या है?

अभ्यास 6: किसी शैल संस्तर की सत्य नति 25° उत्तर की ओर है। वह दिशा ज्ञात कीजिए जिसमें इस संस्तर की आभासी नति 15° है।

9.5 अभ्यास करने की प्रक्रिया

ऊपर दिए गए अभ्यासों को पूरा करने के लिए आवश्यक विधियों का अब हम कदम-दर-कदम वर्णन करेगें।

9.5.1 अभ्यास 1

किसी शैल संस्तर की नति 30° पश्चिम की ओर है। क्षैतिज धरातल पर इसके दृश्यांश की चौड़ाई 100मी है। इस शैल संस्तर की वास्तिविक मोटाई एवं ऊर्ध्व मोटाई ज्ञात कीजिए।

आइए निम्नलिखित चरणों की सहायता से इस अभ्यास को पूरा करते हैं।

चरण 1: आइए इस अभ्यास के समाधान के लिए चर्चा करते है। इसका अभ्यास आपको प्रयोगशाला फाइल पर करना है। समस्या में उल्लिखित आनत संस्तर को दिखाने के लिए अपनी प्रयोगशाला फाइल को आप क्या मानेगें, प्लान अथवा सेक्शन दृष्टि निरूपित करने वाला? आप बिल्कुल सही हैं: आपको इसे सेक्शन दृष्टि निरूपित करने वाला मानना होगा क्योंकि आनत संस्तर को प्लान दृष्टि में दिखा पाना आसान नहीं है।

चरण 2: अपनी प्रयोगशाला फाइल की साइज के आधार पर एक समुचित पैमाना चुनिए (सुझावः 1 सेमी = 20 मी, A4 साइज की ड्राइंग शीट के लिए उपयुक्त होगा)

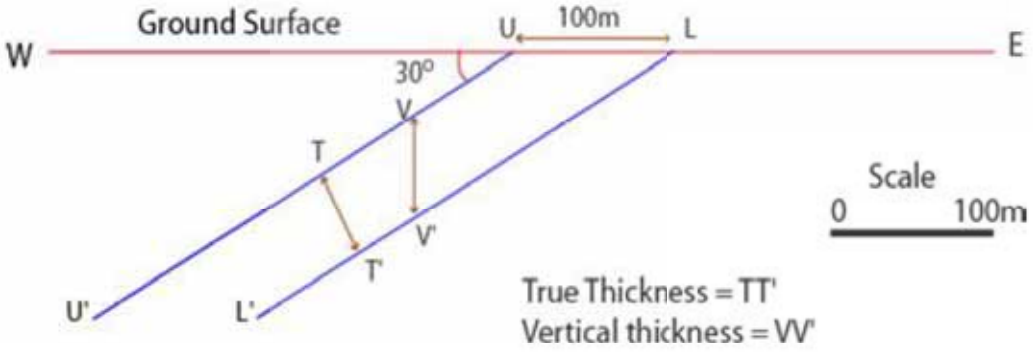
चरण 3: प्रयोगशाला फाइल के किसी उपयुक्त स्थान पर समुचित लंबाई की एक क्षैतिज रेखा खींचिए (पैमाने के अनुसार रेखा की लंबाई 100मी से अधिक की होनी चाहिए)। यह रेखा क्षैतिज धरातल को निरूपित करती है। इसे दोनों सिरों पर पूर्व(E) एवं पश्चिम(W) का बोध कराने वाले चिन्ह लगा दीजिए (E एवं W, चित्र 9.1)।

चरण 4: E-W रेखा पर किसी भी स्थान (माना U) से एक 30° पश्चिम की ओर आनत एक अन्य रेखा (रेखा UU' चित्र 9.1) खींचिए (प्रोट्रैक्टर का उपयोग करें)। मान लीजिए कि रेखा UU' ऊपरी संस्तर तल को निरूपित करती है। अब सोचकर बताइए कि निचला संस्तर तल रेखा UU' के किस ओर होगा-पूर्व अथवा पश्चिम की ओर? आपने बिल्कुल सही सोचा यह अनिवार्य रूप से पूर्व की ओर होगा क्योंकि संस्तर पश्चिम की ओर आनत है (चित्र 9.1)।

चरण 5: रूलर की सहायता से धरातल पर निचले संस्तर तल का बिन्दु चिन्हित करें (बिन्दु L, चित्र 9.1)। यह बिन्दु L बिन्दु U से 100 मी पूर्व की ओर अवस्थित होगा। धरातल पर दूरी UL दृश्यांश चौड़ाई को निरूपित करती है जो 100मी है दिया गया है।

चरण 6: रेखा UU' के समान्तर बिन्दु L से एक अन्य रेखा LL' खींचिए (सेट स्क्वायर का प्रयोग करें)। यह रेखा LL' निचले संस्तर तल को निरूपित करती है (चित्र 9.1)।

चरण 7: दो संस्तर तलों (रेखा UU' एवं LL' चित्र 9.1) के बीच मापन के आधार पर पूछे गए प्रश्नों के उत्तर दीजिए। ऊर्ध्व मोटाई के लिए दोनों संस्तर तलों के बीच किसी भी स्थान पर एक ऊर्ध्व रेखा VV' (चित्र 9.1) की लंबाई नापकर उत्तर लिखिए। वास्तविक मोटाई के लिए संस्तर तलों के बीच किसी स्थान पर एक लंबवत् रेखा खींचिए। इस रेखा TT' (चित्र 9.1) की लंबाई नापकर अपने उत्तर लिखिए। आपके उत्तर की इकाई मीटर होनी चाहिए।



चित्र 9.1 : अभ्यास 1 के लिए रेखा चित्र। U उपरी संस्तर तल तथा L निचले संस्तर तल को निरूपित करता है। प्रयोग के अंत में संभावित हल दिए गए हैं।

9.5.2 अभ्यास 2

100मी ऊर्ध्व मोटाई वाले किसी शैल संस्तर की नति 10° पूर्व की ओर है। 5° पूर्व की ओर ढलान वाली धरातल पर यह संस्तर दिखाई पड़ता है। इसके दृश्यांश की चौड़ाई ज्ञात कीजिए (a) धरातल पर (b) मानचित्र पर।

आइए निम्नलिखित चरणों की सहायता से इस अभ्यास को पूरा करते हैं।

चरण 1: अभ्यास को मन ही मन समझने का प्रयास करें। इस अभ्यास के लिए आपको प्रयोगशाला फाइल पर सेक्शन दृष्टि निरूपित करना चाहिए।

चरण 2: प्रायोगिक फाइल को शीट के अनुसार एक पैमाना चुनिए (सुझावः 1 सेमी = 50 मी)।

चरण 3: समुचित लंबाई की एक क्षैतिज रेखा खींचिए जो क्षैतिज तल का बोध कराती हो। रेखा के दोनों किनारों को पूर्व एवं पश्चिम से चिन्हाकित करें (E-W, चित्र 9.2)।

चरण 4: E-W रेखा पर किसी बिन्दु (माना U) से पूर्व दिशा की ओर 5° झुकी हुई एक अन्य रेखा (UG चित्र 9.2) खींचिए। रेखा UG धरातल को निरूपित करती है। (मन ही मन नति एवं ढलान के अंतर को स्पष्ट रखें)।

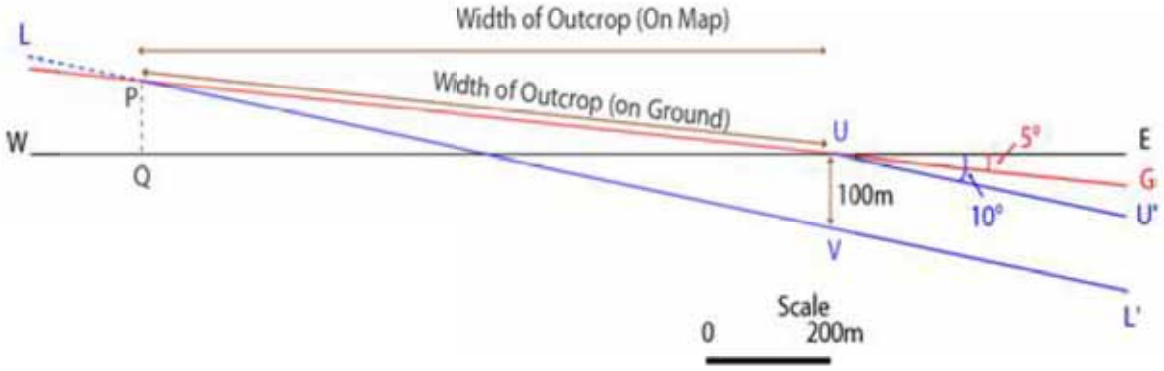
चरण 5: क्षैतिज से पूर्व की ओर 10° आनत एक अन्य रेखा UU' खींचिए। माना कि यह रेखा शैल के ऊपरी संस्तर तल को निरूपित करती है।

चरण 6: U बिन्दु से क्षैतिज रेखा EW के लंबवत् 100 मी लंबाई की एक ऊर्ध्व रेखा UV खींचिए। यह रेखा संस्तर की ऊर्ध्व मोटाई को निरूपित करती है (दिया गया है)।

चरण 7: ऊपरी संस्तर तल UU' के समांतर निचले संस्तर तल की रेखा LL' खींचिए जो बिन्दु V से होकर जाए (चित्र 9.2)। इस रेखा को पश्चिम की ओर समुचित दूरी तक बढ़ा दीजिए।

चरण 8: धरातल के निरूपित करने वाली रेखा UG को पश्चिम की ओर बढ़ाइए ताकि यह निचले संस्तर तल (रेखा LL') को P बिन्दु पर प्रतिच्छेदित करें। रेखा PU धरातल पर दृश्यांश की चौड़ाई है जिसे नापकर पूछे गए प्रश्न के प्रथम भाग (अ) का उत्तर दीजिए (मीटर इकाई में)।

चरण 9: प्रश्न के द्वितीय भाग (ब) के उत्तर के लिए E-W रेखा पर P बिन्दु से एक लंब PQ डालें (चित्र 9.2)। रेखा QU की लंबाई ही मानचित्र पर दृश्यांश की चौड़ाई है जिसे नापकर उत्तर दीजिए (मीटर इकाई में)।



चित्र 9.2 : अभ्यास 2 के लिए रेखाचित्र।

9.5.3 अभ्यास 3

100मी ऊर्ध्व मोटाई वाले किसी शैल संस्तर की नति पश्चिम की ओर है। 5° पूर्व की ओर ढलान वाली धरातल पर इसके दृश्यांश की चौड़ाई 125 मी है। शैल संस्तर की सत्य नति क्या है?

आइए निम्नलिखित चरणों की सहायता से इस अभ्यास को पूरा करते हैं।

हम अभ्यास 2 के शुरुआती 1 से 4 चरणों का यथावत पालन करेगें।

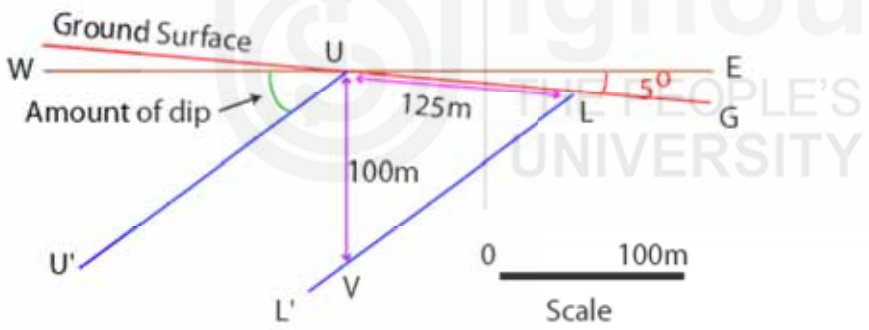
चरण 5: माना कि पश्चिम की ओर नति वाले शैल का ऊपरी संस्तर तल धरातल के बिन्दु U पर दिखाई देता है। माना इसी शैल का निचला संस्तर तल बिन्दु L पर है जो धरातल (रेखा UG) पर U बिन्दु से 125 मी (दृश्यांश चौड़ाई दी हुई) पूर्व में अवस्थित होगा। अतः बिन्दु L को रेखा UG पर चिन्हित कीजिए (चित्र 9.3)।

चरण 6: बिन्दु U से नीचे की ओर 100मी लंबाई की एक ऊर्ध्व रेखा UV खींचिए जो शैल की ऊर्ध्व मोटाई है (दिया गया)। शैल का निचला संस्तर तल V बिन्दु से होकर जाएगा तथा यह संस्तर तल बिन्दु L पर भी होगा (दिया गया)।

चरण 7: V एवं L बिन्दुओं को मिलाकर एक रेखा LV (चित्र 9.3) खींचिए जो निचले संस्तर तल को निरूपित करती है।

चरण 8: रेखा (LV) के समांतर एक अन्य रेखा (UU' चित्र 9.3) खींचिए जो U बिन्दु से होकर जाय। यह रेखा UU' ऊपरी संस्तर तल को निरूपित करती है।

चरण 9: नति के परिमाण हेतु कोण U' UW का मापन करें (चाँदा-PROTRACTOR का प्रयोग करें) तथा अपने उत्तर को डिग्री इकाई में दीजिए।



चित्र 9.3 : अभ्यास 3 के लिए रेखा चित्र।

9.5.4 अभ्यास 4

100 मी ऊर्ध्व मोटाई वाले किसी शैल संस्तर की नति 20° पूर्व की ओर है। उस धरातल की ढाल क्या होगी यदि दृश्यांश की चौड़ाई (a) 130मी एवं (b) 440 मी हो?

आइए निम्नलिखित चरणों की सहायता से हम इस अभ्यास को पूरा करते हैं।

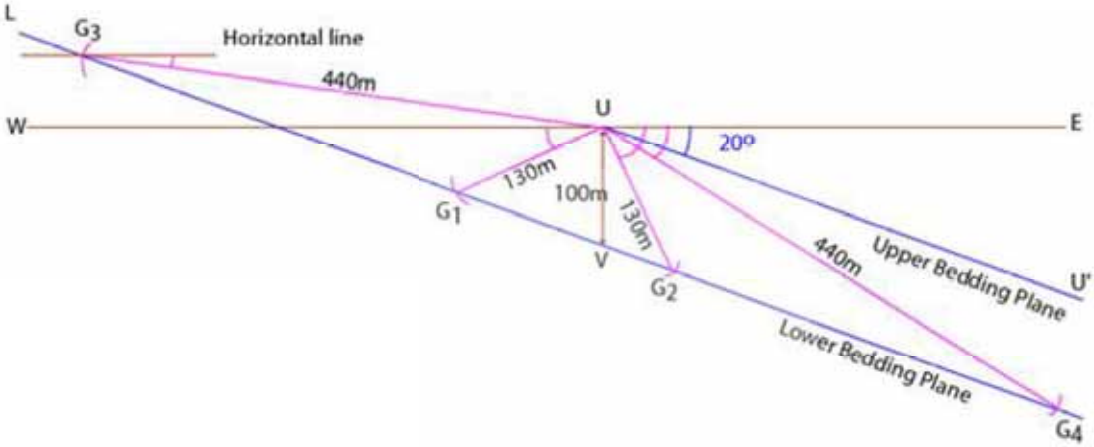
हम अभ्यास 2 के शुरुआती तीन चरणों (चरण 1 से 3) का यथावत पालन करेंगे।

चरण 4: E-W क्षैतिज रेखा पर किसी बिन्दु (माना U) से पूर्व की ओर 20° आनत (दिया गया) एक रेखा UU' खींचिए (चित्र 9.4)। माना रेखा UU' शैल के ऊपरी संस्तर तल को निरूपित करती है।

चरण 5: बिन्दु U से नीचे की ओर 100 मी लंबाई की एक ऊर्ध्व रेखा UV खींचिए। यह रेखा शैल की ऊर्ध्व मोटाई को निरूपित करती है (दिया हुआ)। शैल का निचला संस्तर तल बिन्दु V से होकर जायेगा। निचले संस्तर तल के लिए रेखा UU' के समान्तर बिन्दु

V से होकर जाने वाली एक अन्य रेखा LL' खींचिए। रेखाएँ LL' एवं UU' दिए गए आनत शैल संस्तर को निरूपित करती हैं।

चरण 6: दृश्यांश चौड़ाई 130मी होने की स्थिति में धरातल का ढाल ज्ञात करने के लिए (प्रश्न का 'अ' भाग) कम्पास में इतनी ही दूरी लेकर बिन्दु U से एक चाप लगाइए जो



चित्र 9.4: अभ्यास 4 के लिए रेखाचित्र।

निचले संस्तर तल (LL' रेखा) को G_1 एवं G_2 बिन्दुओं पर काटता है। रेखाएँ UG_1 एवं UG_2 वे धरातल हैं जिनके लिए दृश्यांश चौड़ाई 130 मी है। धरातल का ढाल ज्ञात करने के लिए कोणों WUG_1 एवं EUG_2 (क्षैतिज से झुकाव) का मापन करें। अपने प्रत्येक उत्तर को डिग्री इकाई में दिशा (पूर्व अथवा पश्चिम) के साथ प्रस्तुत करें।

चरण 7: प्रश्न के (b) भाग के उत्तर के लिए चरण 6 को दोहराएँ परन्तु इस बार कम्पास में दृश्यांश चौड़ाई 440 मी लिजिए।

9.5.5 अभ्यास 5

उत्तर-पूर्व दिशा में किसी शैल संस्तर की आभासी नति 30° है। उ. 30° प. दिशा में इसी संस्तर की आभासी नति 35° है। शैल संस्तर की सत्य नति क्या है?

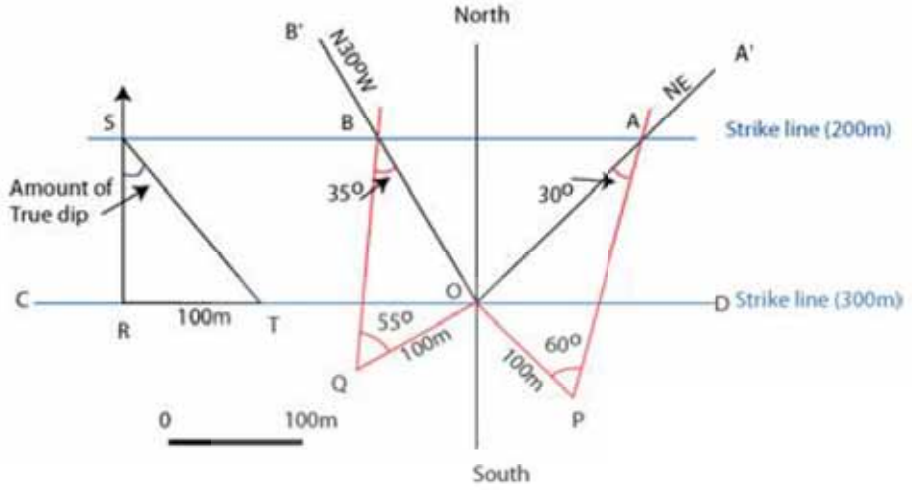
आइए निम्नलिखित चरणों की सहायता से इस अभ्यास को पूरा करते हैं।

चरण 1: समस्या का अवलोकन कीजिए। चित्र 9.5b इसमें आपकी मदद कर सकता है। प्रथम दृष्टि में ऐसा लगता है कि इस समस्या को हल करने के लिए हमें क्षैतिज तल (भौगोलिक दिशाओं के लिए) तथा उर्ध्व तल (नति के लिए) दोनों की आवश्यकता होगी। प्रश्न में उल्लिखित भौगोलिक दिशाएँ जैसे उ.पू. तथा उ. 30° प. को एक साथ सेक्शन में नहीं दिखाया जा सकता है अतः हम अपनी ड्राइंग शीट को एक प्लान दर्शाने वाला मानेगें। (प्लान पर नति को दर्शाने के लिए हम नतिलंब की सहायता लेगें)।

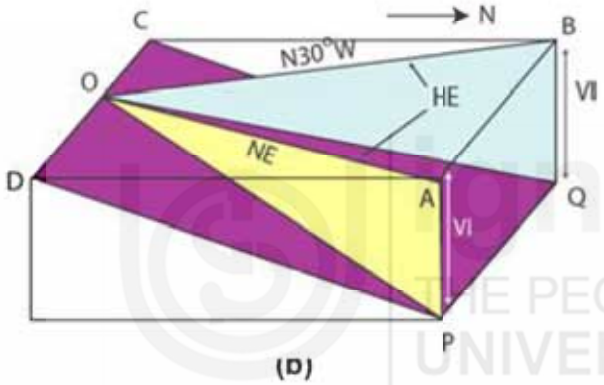
चरण 2: ड्राइंगशीट के किसी बिन्दु O पर एक फ्रेमवर्क बनाइए जिसमें उत्तर, दक्षिण, पूर्व एवं पश्चिम दिशाएँ दिखाई गई हों। मान लीजिए कि दिया हुआ संस्तर बिन्दु O पर दिखाई पड़ता है (चित्र 9.5 a, b)।

चरण 3: बिन्दु O से NE (N45°E) दिशा में समुचित लंबाई की रेखा OA' तथा उ.30°प. दिशा में रेखा OB' खींचिए। OA' तथा OB' वे रेखाएँ हैं जिनकी दिशा में संस्तर की आभासी नति क्रमशः 30° और 35° है (दिया गया)। चित्र 9.5b की सहायता से इन

आभासी नतियों का अवलोकन कीजिए। चित्र 9.5b के कोण AOP तथा BOQ क्रमशः इन आभासी नतियों की स्थिति का वर्णन करते हैं।



(a)



(b)

चित्र 9.5: **a) अभ्यास 5 के रेखा चित्र; b) आनत संस्तर तल (बैंगनी) दर्शाने वाला ब्लाक आरेख। ABCOD तल क्षैतिज सतह (अथवा प्लान) को निरूपित करता है। ABQP तल एक सेक्शन दृष्टि है। कोण AOP उ.पू. दिशा में तथा कोण BOQ उ.30°प. दिशा में आभासी नति हैं। OA एवं OB रेखाएं क्षैतिज समतुल्य (HE) हैं तथा AP एवं BQ ऊर्ध्व अंतराल (VI) हैं।**

चौथे चरण पर जाने से पहले हमें निम्नलिखित बिन्दुओं पर ध्यान देना आवश्यक है :

i) चित्र 9.5b एक ऐसा त्रिविमीय चित्र प्रस्तुत करता है जिसमें प्लान (ABCOD, चित्र 9.5a के सापेक्ष) तथा सेक्शन दोनों ही दृष्टियों को एक साथ देखा जा सकता है। माना कि उन दिए गए आभासी नतियों की दिशाओं में P एवं Q वे दो बिन्दु हैं जो O आनत संस्तर तल पर O बिन्दु से 100मी की ऊर्ध्व दूरी पर नीचे की ओर स्थित हैं।

दूसरे शब्दों में, यदि आप O बिन्दु से दी गई दिशाओं में संस्तर तल के सहारे नीचे उतरना शुरू करें तो 100मी की ऊर्ध्व गहराई उतरने पर आप P अथवा Q बिन्दु पर पहुंचेंगे। किसी संस्तर तल के दो बिन्दुओं के बीच ऊर्ध्व दूरी को **'ऊर्ध्व अंतराल'** [VerticaL Interval (VI)] कहते हैं। अतः रेखाएँ AP तथा BQ दोनों ही 100मी के ऊर्ध्व अंतराल को निरूपित करती हैं। A और B वे दो बिन्दु हैं जो क्षैतिज तल पर क्रमशः P एवं Q बिन्दुओं के ठीक ऊपर अवस्थित हैं तथा A,B एवं O बिन्दु एक ही क्षैतिज तल पर हैं (जो आपने अपनी ड्राइंगशीट को माना है, चित्र 9.5A)। एक संस्तर तल के दो बिन्दुओं के बीच की क्षैतिज दूरी को **क्षैतिज समतुल्य** (Horizontal Equivalent, HE) कहा जाता है। अतः रेखा OA की लंबाई OA की

दिशा में तथा लंबाई OB, OB की दिशा में 100मी ऊर्ध्व अंतराल (VI) के लिए क्षैतिज समतुल्य (HE) हैं।

ii) अब त्रिभुज OAP पर ध्यान दीजिए जो एक समकोण त्रिभुज है। ध्यान दीजिए कि इस त्रिभुज में नति (कोण AOP), ऊर्ध्व अंतराल (भुजा AP) के सामने का कोण है। यही गुण समकोण त्रिभुज OBQ पर भी लागू होता है जिसका उपयोग हम नतिलंब ज्ञात करने के लिए करेगें।

iii) कल्पना कीजिए कि हमें बिन्दु A (जो O बिन्दु से उ.पू. दिशा में है, दिया हुआ) तथा बिन्दु B (जो O बिन्दु से उ.30°पू. दिशा में है) की स्थिति का पता चल गया है जो क्रमशः बिन्दु P एवं बिन्दु Q के ठीक ऊपर हैं। O बिन्दु से समान ऊर्ध्व अंतराल (VI=100मी) होने के कारण ये दोनों ही बिन्दु किसी निर्धारित मानक तल (जैसे- औसत समुद्र तल) से एक ही ऊँचाई पर होगें।

iv) हम जानते हैं कि नतिलंब रेखा संस्तर तल पर एक समान ऊँचाई वाले बिन्दुओं को मिलाती है। सुविधा के लिए मान लेते हैं कि संस्तर तल पर बिन्दु O की ऊँचाई समुद्र तल से 300मी हैं। हम इस संस्तर तल के लिए 100मी नीचे की एक नतिलंब रेखा ज्ञात करना चाहते हैं। इस कार्य के लिए हम ऊर्ध्व अंतराल (VI) = 100मी का चयन करेगें। एक और बात याद रखने की है कि सामान्यतः किसी आनत संस्तर की सभी नतिलंब रेखाएँ परस्पर समान्तर होती हैं।

v) किसी आनत संस्तर की सत्यनति (true dip) नतिलंब रेखा के लंबवत् होती है। किसी संस्तर की सत्यनति अथवा आभासी नति ज्ञात करने के लिए उसी संस्तर तल की कम से कम दो नतिलंब रेखाओं की आवश्यकता होती हैं।

vi) दो नतिलंब रेखाओं के बीच लंबवत् दिशा में क्षैतिज समतुल्य (HE) न्यूनतम तथा नति का परिमाण (magnitude) अधिकतम होता है। नति की दिशा वह मानी जाती है जिस ओर नतिलंब रेखाओं का मान कम होता जाता है।

चरण 4: अपनी ड्राइंगशीट की साइज को ध्यान रखते हुए एक समुचित पैमाना चुनिए (परामर्शः 1से.मी.=50मी.)। OA' रेखा पर 100मी का ऊर्ध्व अन्तराल (VI) मानते हुए 100मी लंबाई की एक लंबवत् रेखा OP खींचिए। आप जानते हैं कि समकोण त्रिभुज POA में नति कोण सदैव ऊर्ध्व अंतराल (VI) भुजा के सामने स्थित होता है (चरण 3 के बिन्दु ii को याद करें), जो इस प्रश्न में 30° है (दिया गया)। अतः कोण OPA का मान 60° होगा (90°-30°=60°, कांप्लीमेंटरी कोण)।

चरण 5: P बिन्दु पर कोण OPA=60° खींचे (चित्र 9.5A) तथा PA रेखा को बढ़ाएँ ताकि यह रेखा OA' को A बिन्दु पर काटे। इस स्थिति में यह त्रिभुज चित्र 9.5B के त्रिभुज OPA को निरूपित करता है।

चरण 6: इसी प्रक्रिया को दोहराकर त्रिभुज OQB बनाइए ताकि B बिन्दु की स्थिति ज्ञात हो सके (याद रखें इस त्रिभुज में कोण OQB, 90°-35°=55° होगा)।

चरण 7: बिन्दु A एवं B को मिलाएँ (चित्र 9.5A) यह रेखा AB नतिलंब रेखा है (चरण 3 के बिन्दु iv को याद करें) जिसका मान 200मी होगा (बिन्दु से 100मी नीचे, बिन्दु O की ऊँचाई 300मी मानी गई है)।

चरण 8: रेखा AB के समान्तर O बिन्दु से जाती हुई दूसरी नतिलंब रेखा खींचिए। इस

नतिलंब रेखा COD का मान 300मी. होगा (क्योंकि हमने O बिन्दु को 300 मी. ऊँचाई का माना है)। अब तक आपके पास संस्तर तल की दो नतिलंब रेखाएँ ज्ञात हो चुकी हैं जो नति की दिशा एवं परिमाण ज्ञात करने के लिए पर्याप्त हैं (चरण 3 के बिन्दु v को याद करें)। ये नतिलंब रेखाएँ चित्र 9.5B में क्रमशः रेखाओं AB (200मी.) तथा CD (300मी.) का निरूपण करती हैं।

चरण 9: प्रश्न में पूछे गए सत्यनति की दिशा एवं परिमाण ज्ञात करने के लिए 300मी नतिलंब रेखा पर किसी बिन्दु R से एक लंब RS खींचिए जो दूसरी नतिलंब रेखा (200मी) को S बिन्दु पर काटती है। उत्तर-दक्षिण दिशा से RS रेखा का कोण माप कर नति की भौगोलिक दिशा ज्ञात कीजिए। R बिन्दु से S बिन्दु की दिशा ही सत्यनति की दिशा है क्योंकि निचले मान वाली नतिलंब रेखाएँ इसी दिशा में प्राप्त होगीं (चरण 3 के बिन्दु vi को याद करें)।

चरण 10: सत्यनति का परिमाण ज्ञात करने के लिए सोपान 3 के बिन्दु-ii की सहायता लीजिए। RS रेखा को क्षैतिज समतल्य (HE) मानते हुए 100मी ऊर्ध्व अंतराल (VI) के बराबर लंबाई का एक लंब RT खींचिए। बिन्दु T एवं S को मिलाकर त्रिभुज SRT पूर्ण कीजिए। कोण RST को नापें, यही **सत्य नति का परिमाण** है।

चरण 11: अपने उत्तर को सही तरीके से प्रस्तुत करें अर्थात् सत्यनति परिमाण को अंश (°) में तथा दिशा को उत्तर अथवा दक्षिण के सापेक्ष।

9.5.6 अभ्यास 6

किसी शैल संस्तर की सत्यनति 25° उत्तर की ओर है। वह दिशा ज्ञात कीजिए जिसमें इस संस्तर की आभासी नति 15° है।

आइए निम्नलिखित सोपानों की सहायता से इस अभ्यास को पूरा करते हैं।

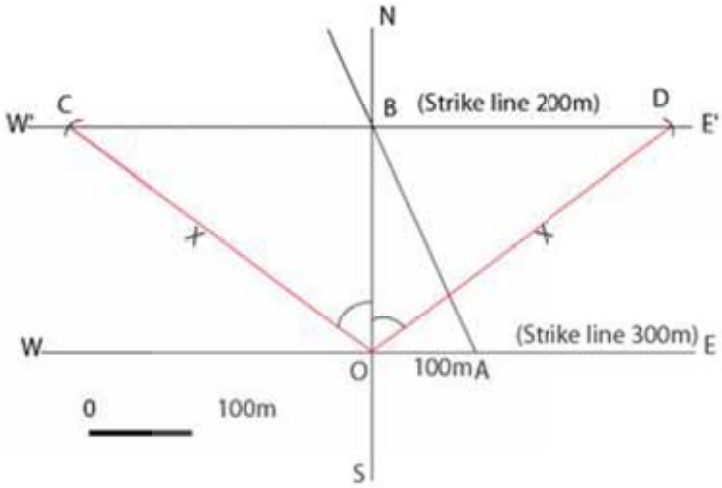
चरण 1: समस्या का मन ही मन अवलोकन करें। ध्यान दें की इस समस्या का क्या हल हो सकता है? यदि हमें दो नतिलंब रेखाएँ प्राप्त हो जायँ (अभ्यास 5 के सोपान 3 के बिन्दु v को याद करें)। इस अभ्यास को आप ड्राइंग शीट को क्षैतिज तल (plan) मान कर प्रयास करें।

चरण 3: संस्तर की सत्यनति 25° उत्तर की ओर है (दिया गया) जिसका अर्थ है कि इस संस्तर का नतिलंब अनिवार्यतः पूर्व-पश्चिम है (क्योंकि सत्यनति की दिशा एवं नतिलंब सदैव परस्पर लंबवत् होते हैं)। इसलिए पूर्व-पश्चिम दिशा में एक रेखा (E-W, चित्र 9.6) खींचिए जो नतिलंब का निरूपण करें। सुविधा के लिए आइए इस नतिलंब रेखा को कोई मान (माना 300मी) दे देते हैं।

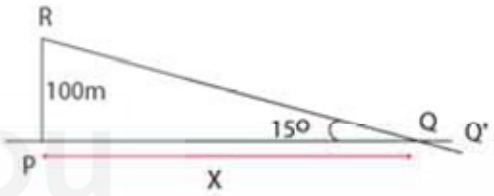
चरण 4: दूसरी नतिलंब रेखा खींचने के लिए हम नति परिमाण का उपयोग करेगें। हमारा उद्देश्य अब 200मी. की नतिलंब रेखा (100मी. ऊर्ध्व अंतराल), 300मी की नतिलंब रेखा के समान्तर खींचना है। हम यह समझ सकते हैं कि यह नई रेखा O बिन्दु के उत्तर दिशा की ओर होगी जिसके लिए ऊर्ध्व अंतराल (VI) 100मी होगा परन्तु क्षैतिज समतुल्य (HE) कितना होगा? यह हमें ज्ञात करना है।

चरण 5: एक समुचित पैमाने का चयन कीजिए (परामर्शः 1से.मी.=50मी.) ताकि आप 100मी ऊर्ध्व अंतराल (VI) की रेखा खींच सकें। सत्य नति की दिशा (उत्तर) के लंबवत् O बिन्दु से एक रेखा OA खींचिए जिसकी लंबाई 100मी हो। A बिन्दु से 65° का कोण

बनाइए जो ON रेखा को B बिन्दु पर काटे ताकि समकोण त्रिभुज OAB पूर्ण हो जाय (चित्र 9.6A)। कोण OBA नति का परिमाण है (दिया गया, अभ्यास 5 के चरण 3 का बिन्दु ii देखें)। 300मी नतिलंब रेखा के समांतर एक अन्य रेखा (E' W') खींचिए जो बिन्दु B से होकर जाय। नतिलंब रेखा E' -W' , नतिलंब रेखा से 100मी कम मान वाली होगी।



(a)



(b)

चित्र 9.6: अभ्यास 6 के लिए रेखाचित्र: a) प्लान दृष्टि; और b) सेक्शन दृष्टि।

चरण 6: 100मी ऊर्ध्व अंतराल (VI) के लिए क्षैतिज समतुल्य (HE) तथा नति परिमाण ज्ञात करने के लिए अभ्यास 5 के चरण 3 के बिन्दु ii में वर्णित अवधारणा का उपयोग करें। अपनी ड्राइंग शीट में किसी अलग स्थान पर समुचित लंबाई की एक क्षैतिज रेखा PQ' खींचिए (चित्र 9.6B) पैमाने के अनुसार 100मी. लंबाई की रेखा PR खींचिए जो रेखा PQ' पर लंबवत् हो। R बिन्दु से 75° (दी हुई आभासी नति 15° का काम्लीमेंटरी कोण) बनाते हुए एक रेखा खींचिए जो PQ' रेखा को Q बिन्दु पर काटती है। रेखा PQ की लंबाई (माना X) 15° आभासी नति (दिया हुआ) के लिए आवश्यक क्षैतिज समतुल्य (HE) है।

चरण 7: कम्पास में 'X' (सोपान 6) दूरी लेकर बिन्दु O से E' -W' नतिलंब रेखा पर चाप लगाइए जो इसे C तथा D (चित्र 9.6A) पर काटता है। चाप द्वारा नतिलंब रेखा को दो स्थानों पर काटने के कारण इस प्रश्न के दो उत्तर होगें। O बिन्दु से C तथा D बिन्दुओं को मिलाते हुए क्रमशः OC एवं OD रेखाएँ खींचिए। इन रेखाओं की दिशा अभ्यास में पूछे गए प्रश्न का वांछित उत्तर है। BOC तथा BOD कोणों को नाप कर अपने उत्तर प्रस्तुत कीजिए।

9.6 अभ्यासों के उत्तर

- **अभ्यास 1**: वास्तविक मोटाई = 50मी. ऊर्ध्व मोटाई = ~ 58मी.
- **अभ्यास 2**: धरातल पर = ~1139मी, मानचित्र पर=~1134मी.

- **अभ्यास 3**: सत्य नति = ~ 36° पश्चिम की ओर।
- **अभ्यास 4**: (a) दो संभव परिणाम (i) ~26° पश्चिम तथा (ii) ~66° पूर्व तथा (b) दो संभव परिणाम (i) 8° पूर्व एवं (ii) ~32° पूर्व
- **अभ्यास 5**: सत्यनति = ~38° उत्तर दिशा में
- **अभ्यास 6**: दो संभव उत्तर (i) उ.54°प. एवं (ii) उ.54°पू.

9.7 शैक्षणिक साधन

- Bennison, G.M. (1990) An Introduction to Geclogical Structures and Maps, Fifth Edition, Edward Arnold. London. 5th edition, 67p.
- Singh, R.P. (1995) Structural Geoloy : A Practcal Approach, Ganga Kaveri Publication Hense, Varanasi, 133p.

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

प्रयोग 10

भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना तथा भूवैज्ञानिक मानचित्रों का निर्वचन

रूपरेखा

10.1 प्रस्तावना

अपेक्षित कौशल

10.2 आवश्यकताएं

10.3 मूलभूत अवधारणाएँ

स्थलाकृति

मानचित्र का पैमाना

संस्तरण/अनुक्रमों के भूवैज्ञानिक गुणधर्म

संस्तर/शैलसमूहों के पारस्परिक आयु संबंध

शैलसमूहों में संरचनाएँ

भूवैज्ञानिक इतिहास

10.4 स्थलाकृतिक प्रोफाइल बनाने की विधि

10.5 भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने की विधि

भूवैज्ञानिक मानचित्र से सेक्शन बनाना : क्षैतिज संस्तर

भूवैज्ञानिक मानचित्र से सेक्शन बनाना : आनत संस्तर

10.6 भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने के प्रयोगशाला अभ्यास

आनत संस्तर एवं ऊर्ध्व भ्रंश

वलित संस्तर

आनत संस्तर, आनत भ्रंश एवं आनत डाइक

आनत संस्तर, विषम विन्यास एवं ऊर्ध्व डाइक

10.7 भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने हेतु संकेत

अभ्यास मानचित्र 4

अभ्यास मानचित्र 5

अभ्यास मानचित्र 6

अभ्यास मानचित्र 7

10.8 शैक्षणिक साधन

10.1 प्रस्तावना

प्रयोग 3 में आप भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थलाकृतिक मानचित्र को पढ़ने का अभ्यास कर चुके हैं। इस मानचित्र में किसी क्षेत्र के उच्चावच संबधी (स्थलाकृतिक) अवयवों का निरूपण समोच्च रेखाओं द्वारा होता है तथा इन रेखाओं का मान एवं इनके बीच की दूरी, किसी क्षेत्र के स्थल रूपों की प्रकृति एवं ढाल की सम्पूर्ण स्थिति ज्ञात करने में हमारी सहायता करती हैं। यदि हम धरातल के किसी एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र तक किसी दी हुई रेखा के सहारे चलते हैं तो हो सकता है कि आप यह पाएँ कि इस रेखा के अनुदिश

ढलान की स्थिति सर्वत्र एक समान न होकर जगह जगह पर बदलती रहती है। प्रोफाइल हमें एक ऐसा दृश्य उपलब्ध कराता है जिससे हम किसी मानचित्र में दी हुई रेखा के अनुदिश दो स्थानों के बीच धरातल के ढाल की स्थिति को देख सकते हैं। किसी दी हुई रेखा के अनुदिश किसी धरातल के ढाल की स्थिति को सबसे अच्छे तरीके से सेक्शन दृश्टि में देखा जा सकता है इसलिए प्रोफाइल को हमेशा सेक्शन दृष्टि में दर्शाया जाता है। अतः **प्रोफाइल** दी हुई रेखा के अनुदिश धरातल के उच्चावच का सेक्शन दृश्य होता है। किसी प्रोफाइल में जब भूवैज्ञानिक अवयवों को शामिल कर दिया जाता है तो यह **भूवैज्ञानिक सेक्शन** बन जाता है।

प्रोफाइल एवं भूवैज्ञानिक सेक्शन न सिर्फ अनेक जटिल भूवैज्ञानिक समस्याओं को हल करने में सहायक होते हैं अपितु ये विकास के अनेक कार्यों जैसे धरातल के दो स्थानों के बीच रेल लाइन, सड़क, नहर, सुरंग, रोपवे इत्यादि बनाने की संभावनाओं के अध्ययन के लिए भी आवश्यक हैं। अतः हम कुछ अभ्यासों की सहायता से प्रोफाइल एवं भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना सीखेगें।

अपेक्षित कौशल

इस प्रयोग की विषयवस्तु सीखने और इसमें वर्णित प्रयोग को करने के पश्चात् आप :

- ❖ स्थलाकृतिक मानचित्र पर किसी दी हुई रेखा के अनुदिश प्रोफाइल बनाने में सक्षम हो सकेंगे,
- ❖ भूवैज्ञानिक मानचित्र से किसी शैल संस्तर का नतिलंब एवं नति ज्ञात कर सकेंगे,
- ❖ भूवैज्ञानिक मानचित्र पर किसी दी हुई रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन बना सकेंगे, और
- ❖ मानचित्र क्षेत्र का भूवैज्ञानिक निर्वचन करना अथवा भूवैज्ञानिक इतिहास का विवेचन कर सकेंगे।

10.2 आवश्यकताएँ

इस प्रयोग को अभ्यास करने के लिए आपको निम्नलिखित सामग्री की आवश्यकता होगीः

- स्थलाकृतिक मानचित्र
- भूवैज्ञानिक मानचित्र
- प्रयोगशाला फाइल
- पेंसिल
- रबड़
- रुलर (जिसमें 1 इंच के 10 भाग हों)
- सेट स्क्वायर,
- प्रोट्रैक्टर, तथा
- कागज की पट्टी।

10.3 मूलभूत अवधारणाएँ

निम्नलिखित संकेतों की सहायता से आइए अब उन मूलभूत अवधारणाओं को फिर से याद करें जो हमें भूवैज्ञानिक मानचित्र का अध्ययन करने में सहायक होती हैं।

10.3.1 स्थलाकृति

स्थलाकृतिक मानचित्र पर कंटूरों (अथवा समोच्च रेखाएँ) के प्रतिरूप एवं उनके मान का ध्यानपूर्वक अवलोकन तथा निर्वचन करें। यह स्थलरूप के बारे में अनेक सूचनाएँ उपलब्ध कराएगा जैसे कि यह कटक (ridge), घाटी (valley) अथवा पठार (plateau) इत्यादि स्थलरूपों में से कौन सा है जिन्हें आप पहले पढ़ चुके हैं और प्रयोग 3 में अभ्यास कर चुके हैं। समोच्च के उच्चतम एवं निम्नतम मानों के बीच अंतर क्षेत्र में ऊँचाई के परिवर्तन के दर्शाता है जिसे **सापेक्ष उच्चवच** (relative relief) अथवा **उच्चवच** भी कहा जाता है। मान लीजिए किसी क्षेत्र के मानचित्र में उच्चतम कंटूर का मान 1000′ तथा निम्नतम कंटूर का मान 700′ है जिसका अर्थ है कि इस क्षेत्र में सबसे नीचा धरातल औसत समुद्र तल से 700′ ऊपर है लेकिन क्षेत्र में रिलीफ अथवा ऊँचाइयों का अंतर केवल 300′ (1000′-700′=300′) है। रिलीफ किसी धरातल में ढलान का कारक होता है जो कंटूरों की दूरी के अनुसार तीव्र अथवा मंद हो सकती है।

10.3.2 मानचित्र का पैमाना

सामान्यतः मानचित्र पैमाने के साथ ही दिए जाते हैं। पैमानों को निम्नलिखित में से किसी भी रूप में निरूपित किया जा सकता है।

- तुलनात्मक रूप से जैसे 1 इंच = 1000 फीट अथवा 1 सेमी = 500 मी इत्यादि जिसका अर्थ है कि मानचित्र पर 1 इंच अथवा 1 सेमी, धरातल पर क्रमशः 1000 फीट अथवा 500 मी के बराबर है।

- निरूपक भिन्न (Representative Fraction, RF) द्वारा जैसे 1:12000 जिसका अर्थ है कि मानचित्र पर आपके द्वारा चयनित एक इकाई धरातल पर 12000 उसी इकाई के बराबर है। आपके द्वारा इंच को इकाई के रूप में चयन करने पर पैमाना 1 इंच = 12000 इंच अथवा 1 इंच = 1000 फीट के समतुल्य है। सेमी. को इकाई मानने पर यही पैमाना 1 सेमी = 120 मी. के बराबर होगा। इसी प्रकार R.F. 1:50000 होने पर यह पैमाना 1 सेमी.= 500 मी. के समतुल्य होगा।

- बार पैमाने द्वारा जिसमें निर्धारित लंबाई की एक रेखा द्वारा पैमाने को व्यक्त किया जाता है। इस प्रकार दिए गए पैमाने के मानचित्र को फोटोकॉपी द्वारा बड़ा अथवा छोटा करने पर मानचित्र का पैमाना स्वतः परिवर्तन हो जाता है।

सामान्यतः ऊँचाइयों को भी दिखाने वाले मानचित्र जैसे स्थलाकृतिक/भूवैज्ञानिक मानचित्र इत्यादि एक समान क्षैतिज एवं ऊर्ध्व पैमाने पर बने होते हैं। किन्तु इन मानचित्रों के फोटोकॉपी द्वारा बड़ा अथवा छोटा करने पर मानचित्र में उपरोक्त (a) एवं (b) परिस्थितियाँ बदल जाती हैं जिनके कारण उन मानचित्रों के क्षैतिज एवं ऊर्ध्व पैमानों में अन्तर आ जाता है जिससे बचना चाहिए।

10.3.3 संस्तरण/अनुक्रमों के गुणधर्म

एक संस्तरण अनेक संस्तरों से मिलकर बना होता है जिसमें परतों का निक्षेपण किसी निश्चित समयान्तराल के अंतर्गत ही एक के बाद एक क्रमिक एवं सतत रूप से होता रहा है। प्रत्येक संस्तर (अथवा फार्मेशन) दो परस्पर समान्तर संस्तर तलों (ऊपरी एवं निचले) के मध्य ही अवस्थित होता है। किसी शैल अनुक्रम के सभी संस्तर तल हमेशा समान्तर होते हैं तथा आपस में कभी एक दूसरे को प्रतिच्छेदित नहीं करते। इन गुणधर्मों के आधार पर आप किसी भूवैज्ञानिक मानचित्र को देखकर ही बता सकते हैं कि मानचित्र में शैलों के केवल एक अथवा एक से अधिक अनुक्रम उपस्थित हैं अथवा नहीं।

10.3.4 संस्तरों/शैलसमूहों में आयु संबंध

आपको यह पहचानना होगा कि किसी अनुक्रम में कितने संस्तर है तत्पश्चात् उन्हें उनकी सापेक्ष आयु के अनुसार पुनर्व्यवस्थित करना होगा। सबसे पुराना संस्तर सबसे नीचे तथा सबसे नवीन संस्तर सबसे ऊपर होता है। इसलिए आपने प्रायः देखा होगा कि भूवैज्ञानिक मानचित्र के सूची/इंडेक्स में संस्तरों को ऊर्ध्व क्रम में बनाया जाता है। भूवैज्ञानिक सेक्शन किसी भूवैज्ञानिक मानचित्र में दिखाए गए संस्तरों के सही क्रम को पहचानने में मददगार होते हैं।

10.3.5 शैलसमूहों में संरचनाएँ

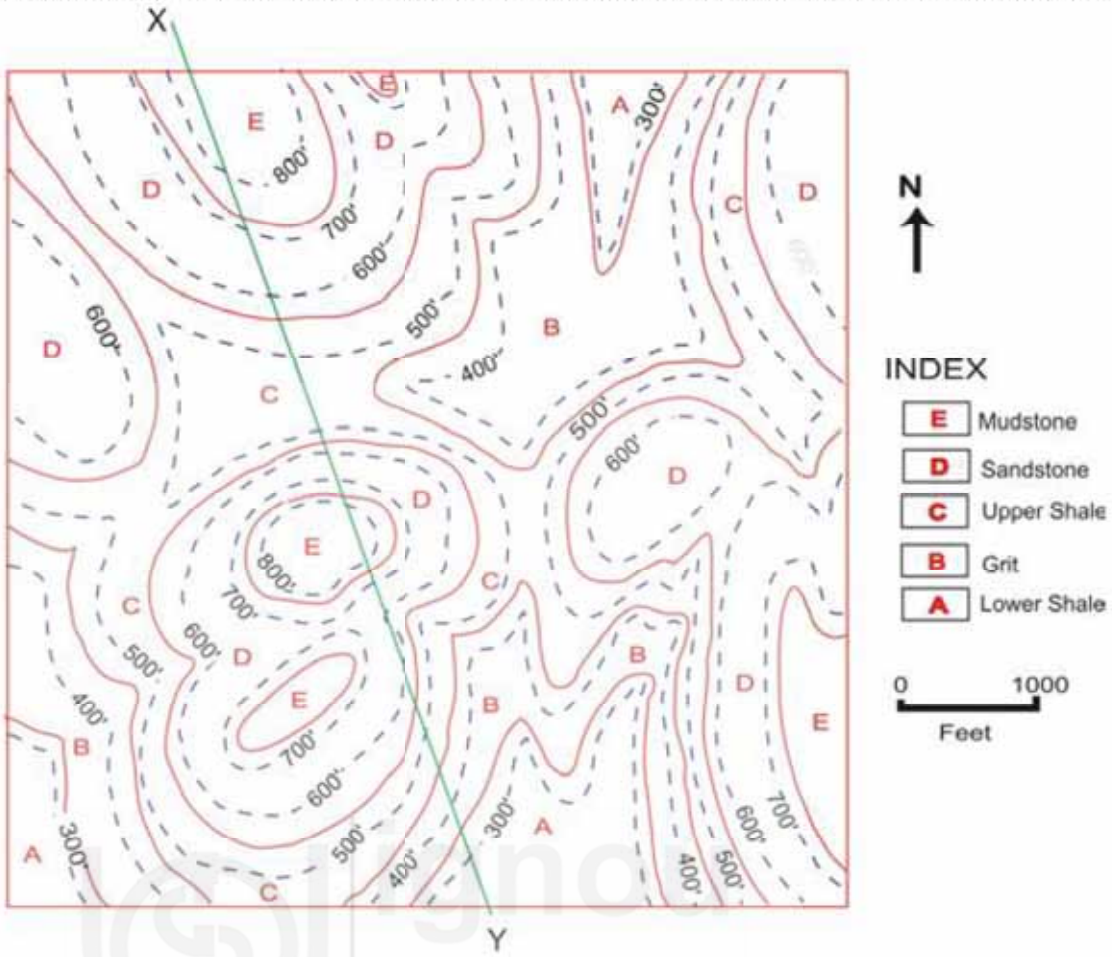
भूवैज्ञानिक मानचित्र के अध्ययन के दौरान यह आवश्यक होगा कि आप क्षेत्र में उपस्थित संरचनाओं की पहचान करें। सामान्यतः संस्तर तल स्वयं शैलों की एक महत्वपूर्ण संरचना है जो बाद में विकसित अन्य संरचनाओं जैसे वलन, भ्रंशन, विषमविन्यास, डाइक इत्यादि को पहचानने में सहायक होती है। भूवैज्ञानिक मानचित्र में संस्तरों का वितरण अथवा उनकी पुनरावृत्ति का प्रतिरूप, निरंतरता का अभाव अथवा अचानक खत्म होना या अन्य संस्तर का साहचर्य इत्यादि लक्षण क्षेत्र में संरचनाओं को पहचानने में मददगार होते हैं। भूवैज्ञानिक सेक्शन भी संरचनाओं को समझने में उपयोगी होता है।

10.3.6 भूवैज्ञानिक इतिहास

भूवैज्ञानिक मानचित्र के अध्ययन एवं भूवैज्ञानिक सेक्शनों के आधार पर क्षेत्र के भूवैज्ञानिक इतिहास के विवेचन की आवश्यकता होती है। इस इतिहास के शुरुआत प्रायः बेसिन में सबसे पुरातन संस्तर के निक्षेपण से होती है। तत्पश्चात् क्रमिक रूप से नवीनतर संस्तरों का निक्षेपण होता जाता है जो सभी आरंभ में क्षैतिज होते हैं। कहने का अर्थ यह है कि आज आनत (inclined) अथवा वलित (folded) दिखने वाले संस्तर शुरुआत में क्षैतिज रूप में निक्षेपित हुए थे किन्तु बाद की विर्वतनिक प्रक्रियाओं के कारण वे आनत अथवा वलित हो गए हैं। इसी प्रकार विशम विन्यास अथवा डाइक की उपस्थिति भूवैज्ञानिक प्रक्रियाओं के मध्य समयान्तराल का संकेत करती हैं।

10.4 स्थलाकृतिक प्रोफाइल बनाने की विधि

अभ्यास 1: चित्र 10.1 में दिए गए मानचित्र के X-Y रेखा के अनुदिश एक स्थलाकृतिक प्रोफाइल बनाइए।



चित्र 10.1: किसी क्षेत्र का स्थलाकृतिक (सह भूवैज्ञानिक) मानचित्र।

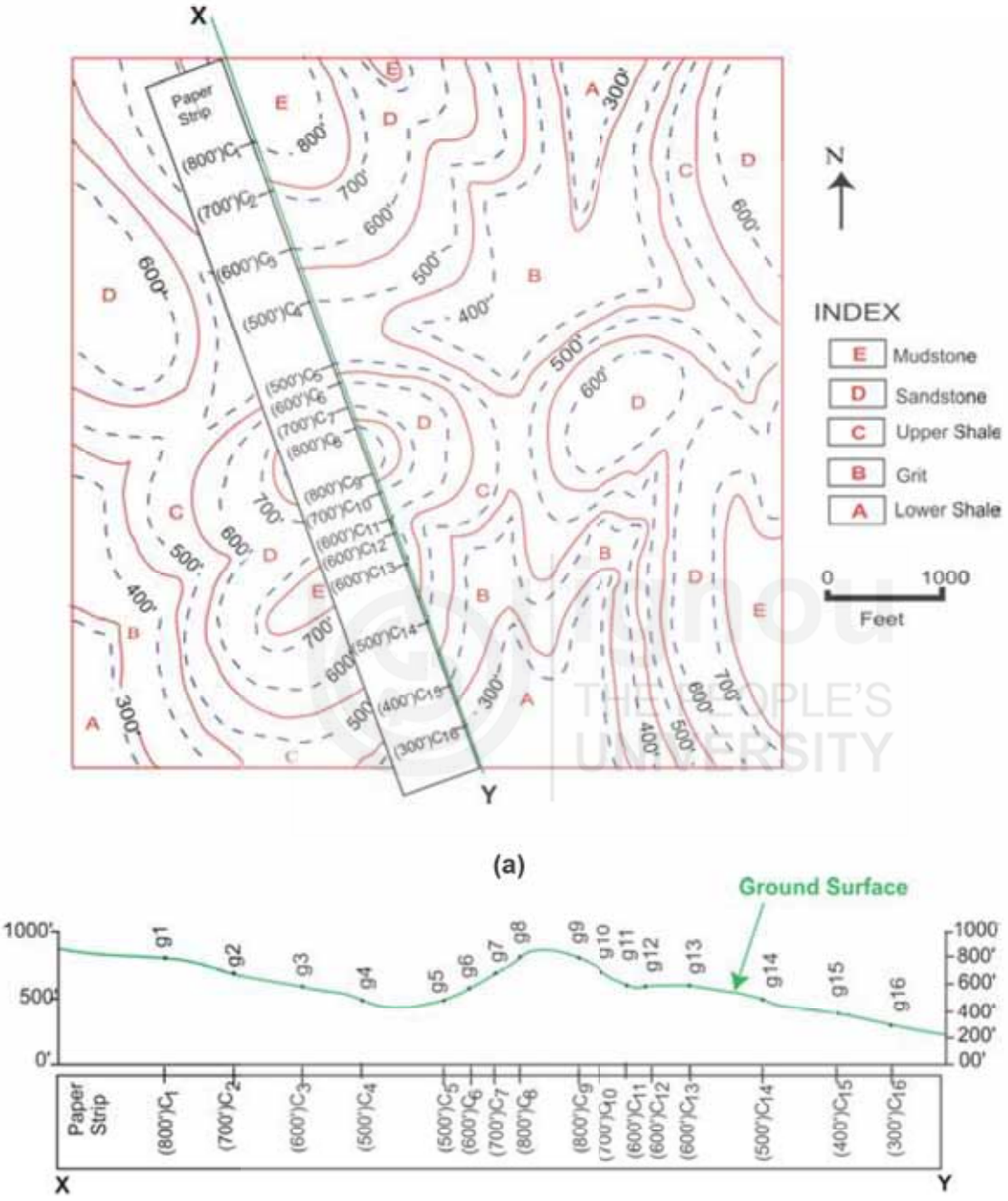
नोट: इस अभ्यास का उद्देश्य एक स्थलाकृतिक प्रोफाइल बनाना है किन्तु बाद में हम इसी प्रोफाइल का उपयोग करके भूवैज्ञानिक सेक्शन भी बनाएगें। खण्डित रेखाएँ (नीली) कंटूर रेखाएँ हैं तथा सतत (लाल) रेखाएँ फार्मेशन सीमाएँ (अथवा संस्तर तल) हैं।

रिलीफ (धरातल के उच्चावच) को मानचित्र पर कंटूर रेखाओं/समोच्च रेखाओं द्वारा दर्शाया जाता है (कंटूर रेखाओं के बारे में आप सेक्शन 9.3, संरचनात्मक भूविज्ञान का परिचय में पढ़ चुके हैं)। याद कीजिए कि किसी क्षेत्र का प्लान अथवा मानचित्र वह दृश्टि है जो आप ऊपर से देखते हैं इसलिए कई बार इसे विहंगम दृश्टि भी कहते हैं। लेकिन प्रोफाइल धरातल के रिलीफ की एक सेक्शन दृश्टि है जो स्थलाकृतिक मानचित्र पर दी हुई रेखा (अथवा दिशा) के अनुदिश होती है। आइए अब हम चित्र 10.1 में दिए गए कंटूर रेखा युक्त भूवैज्ञानिक मानचित्र पर X-Y रेखा के अनुदिश एक प्रोफाइल खींचते हैं जिसके लिए निम्नलिखित चरणों का अनुसरण किया जाएगा।

चरण 1: स्थलाकृतिक मानचित्र का अध्ययन करें एवे कंटूर मानों की सहायता से त्रिविमीय अवलोकन का प्रयास करें। रेखा X-Y की दिशा को उत्तर/दक्षिण के सापेक्ष माप कर लिखिए।

चरण 2: कागज की पट्टी के एक किनारे को मानचित्र के X-Y रेखा के सहारे रखें (चित्र 10.2a)। अब इस पट्टी पर X और Y बिन्दुओं की स्थिति को चिन्हित करें। इसके अतिरिक्त उन सभी बिन्दुओं की स्थिति को पट्टी पर चिन्हित करें जहाँ रेखा X-Y कंटूर रेखाओं को प्रतिच्छेदित करतो हैं। इन चिन्हों पर समोच्च रेखाओं के मान भी लिखें।

जब X-Y रेखा के अनुदिश सभी बिन्दुओं को पट्टी पर अंकित कर लिया हो तो इस पट्टी को मानचित्र पर से हटा लें। अब कागज की पट्टी पर कंटूर प्रतिच्छेदन बिन्दुओं को निरूपित करने C_1, C_2, C_3 ..... जैसे चिन्ह अंकित होंगे जिनके मानों को कोश्ठक में लिखा गया है (चित्र 10.2)।



चित्र 10.2 : मानचित्र से प्रोफाइल बनाना (a) भूवैज्ञानिक मानचित्र के X-Y रेखा के अनुदिश कंटूरों की स्थिति का अंकन, और (b) X-Y रेखा के अनुदिश प्रोफाइल।

चरण 3: अपनी प्रयोगशाला फाइल के उपयुक्त स्थान पर एक समुचित लंबाई की क्षैतिज रेखा (X-Y') खींचिए। इस रेखा के X-बिन्दु पर कागज की पट्टी (जिस पर आपने X-Y रेखा तथा कंटूरों की स्थिति अंकित कर रखी है) के X-बिन्दु का मिलान करते हुए रेखा X-Y' के सहारे रखिए। कागज की पट्टी पर अंकित सभी कंटूर बिन्दुओं

को उनके मानों सहित ड्राइंग शीट के X-Y' रेखा पर यथास्थिति स्थानान्तरित कर दीजिए। इसी रेखा पर बिन्दु Y को भी चिन्हित कीजिए तथा शेष बची रेखा Y-Y' को मिटा दीजिए। X तथा Y बिन्दुओं के नीचे ड्राइंग शीट पर उनकी दिशाएँ भी लिख दीजिए जिसे आप पहले ही सोपान 1 में ज्ञात कर चुके हैं । अब हम मान लेते हैं कि ड्राइंगशीट पर X-Y रेखा स्थलाकृतिक मानचित्र के X-Y दिशा में एक रेखा को निरूपित करती है जिसकी ऊँचाई शून्य है (औसत समुद्र तल पर स्थित क्षैतिज रेखा)। कागज की पट्टी को अब ड्राइंगशीट से हटा लीजिए परन्तु हटाने से पहले यह सुनिश्चित कर लें कि पट्टी के सभी आंकड़े (X, Y बिन्दु तथा कंटूर मान) ड्राइंगशीट पर चिन्हित हो चुके हैं।

चरण 4: ड्राइंग शीट पर X तथा Y बिन्दुओं के ऊपर ऊर्ध्व रेखाएँ (X-Y रेखा के लंबवत्) खींचिए। मानचित्र के पैमाने के अनुसार इन रेखाओं को 100 फीट का अंतराल रखते हुए ऊँचाइयों को चिन्हित कर दीजिए। यह चिन्ह X-Y रेखा के महत्तम मान वाले कंटूर से भी कम से कम 100 फीट ऊपर तक होना चाहिए।

चरण 5: X-Y रेखा पर कोई भी बिन्दु (माना C_1) का चयन कीजिए तथा इस बिन्दु के ठीक ऊर्ध्व में ऊपर की ओर एक दूसरा बिन्दु (g_1) चिन्हित कीजिए जो C_1 कंटूर मान के बराबर ऊँचाई पर हो। यह नया बिन्दु (g_1) मानचित्र के C_1 बिन्दु पर धरातल का बिन्दु है। इसी प्रकार X-Y रेखा पर स्थित सभी कंटूर बिन्दुओं (C_1 से C_{16}) के ठीक ऊपर धरातल के बिन्दुओं ($g_1, g_2, \ldots g_{16}$) को अंकित कर दीजिए।

चरण 6: धरातल पर स्थित ये बिन्दु अलग-अलग ऊँचाइयों पर हो सकते हैं जिनकी ऊँचाई क्रमिक रूप से अधिक या कम हो सकती है। इन बिन्दुओं के ऊपर अथवा नीचे जाने के क्रम का अवलोकन करें तथा मुक्त हस्त से उनके प्रतिरूप के अनुसार इन्हें परस्पर जोड़कर धरातल बनाए। X तथा Y बिन्दुओं के ऊपर खींची गई उर्ध्व रेखाओं तक आपको धरातल बनाना है। अतः धरातल के उठान अथवा ढलान के प्रतिरूप के अनुसार धरातल रेखा को बढ़ाते हुए उसे ऊर्ध्व रेखाओं तक ले जाएं और बंद कर दें। किन्तु बंद करते समय यह ध्यान रखें कि धरातल की ऊँचाई में वृद्धि अथवा कमी कंटूर अंतराल (यहाँ पर 100 फीट) से अधिक नहीं होनी चाहिए। अब प्रोफाइल तैयार हो गया है।

चरण 7: यह सुनिश्चित अवश्य करें कि प्रोफाइल (धरातल) पर सभी बिन्दु अपने स्थान पर निर्धारित कंटूर अंतराल पर ही है। अब उन सभी चिन्हों (जैसे $C_1, C_2, C_3 \ldots$ तथा $g_1, g_2, g_3 \ldots$ इत्यादि) को मिटा दीजिए जिनकी आवश्यकता खत्म हो गई है। ड्राइंग शीट पर अन्य आवश्यक सूचनाओं जैसे पैमाना, शीर्षक इत्यादि, जोड़कर इसे सुसज्जित करें। प्रोफाइल तैयार करने वाले के रूप में अपना नाम भी समुचित जगह लिखिए।

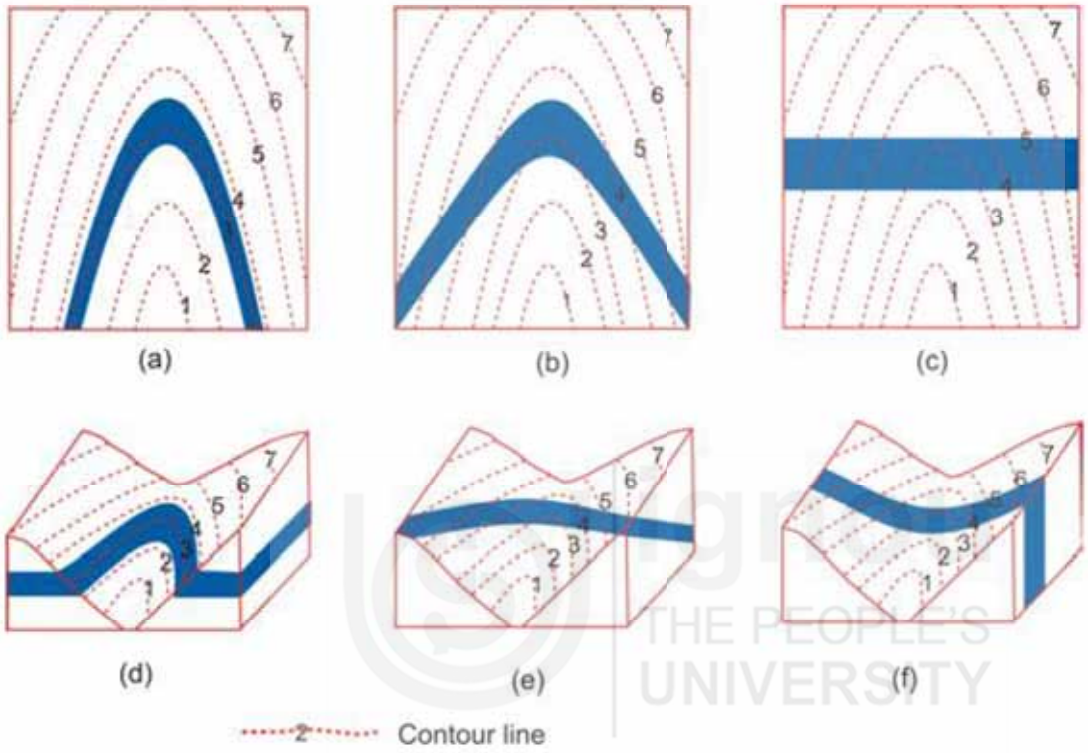
10.5 भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने की विधि

भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने के लिए हम सबसे पहले निम्नलिखित तीन नियमों के आधार पर मानचित्र का परीक्षण करेंगें।

1. यदि संस्तर तल कंटूर रेखाओं के हमेशा समांतर पाये जाते हैं (चित्र 10.3a) तथा कभी उन्हें प्रतिच्छेदित नहीं करते तो इसका अर्थ है कि संस्तर आनत नहीं है। अर्थात् दूसरे शब्दों में संस्तरतल क्षैतिज है (चित्र 10.3a एवं 10.3b देखें)।

2. यदि संस्तर तल कंटूर रेखाओं को प्रतिच्छेदित करते हैं (चित्र 10.3b) तो इसका अर्थ है कि संस्तर आनत हैं। अतः भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने से पहले हमें नति का परिमाण तथा दिशा ज्ञात करने की आवश्यकता होगी (चित्र 10.3b तथा 10.3e देखें)।

3. यदि संस्तर तल उर्ध्वाधर है तो मानचित्र पर संस्तर तल कंटूर रेखाओं को प्रतिच्छेदित अवश्य करते हैं किन्तु उनरो प्रभावित नहीं होते। इसलिए उर्ध्वाधर संरतर कंटूर रेखाओं को काटते हुए भी एक सरल रेखा के रूप में पाये जाते हैं (चित्र 10.3c तथा 10.3f देखें)।



चित्र 10.3 : भूवैज्ञानिक मानचित्र में संस्तर तल के प्रकृति की पहचानः a) क्षैतिज संस्तर वाला भूवैज्ञानिक मानचित्र; b) आनत संस्तर वाला भूवैज्ञानिक मानचित्र; c) उर्ध्वाधर संस्तर वाला भूवैज्ञानिक मानचित्र; d) चित्र a में दिखाए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र का त्रिविमीय विरूपण; e) चित्र b में दिखाए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र का त्रिविमीय विरूपण; और f) चित्र c में दिखाए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र का त्रिविमीय निरूपण

10.5.1 भूवैज्ञानिक मानचित्र से सेक्शन बनाना : क्षैतिज संस्तर

अभ्यास 2: चित्र 10.1 में दिए गए मानचित्र में X-Y रेखा के अनुदिश एक भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाइए।

आइए चित्र 10.1 में दिए गए मानचित्र का निरीक्षण करें, यह स्पश्ट रूप से ऊपर बताए गए नियम 1 का पालन करता है जिसका अर्थ है कि यह भूवैज्ञानिक मानचित्र क्षैतिज संस्तरों का निरूपण करता है। इस निर्वचन के आधार पर हम X-Y रेखा के अनुदिश एक भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाएगें। हम X-Y रेखा के अनुदिश पहले से ही बनाए गए प्रोफाइल (चित्र 10.2b) का उपयोग करेगें तथा सेक्शन को पूर्ण करने के लिए हम निम्नलिखित चरणों का उपयोग करेगें।

चरण 1: कागज की पट्टी को पुनः लीजिए और इस बार इस पर X-Y रेखा के अनुदिश पाये जाने वाले सभी संस्तर तलों को चिन्हित कीजिए (जैसे आपने प्रोफाइल के लिए

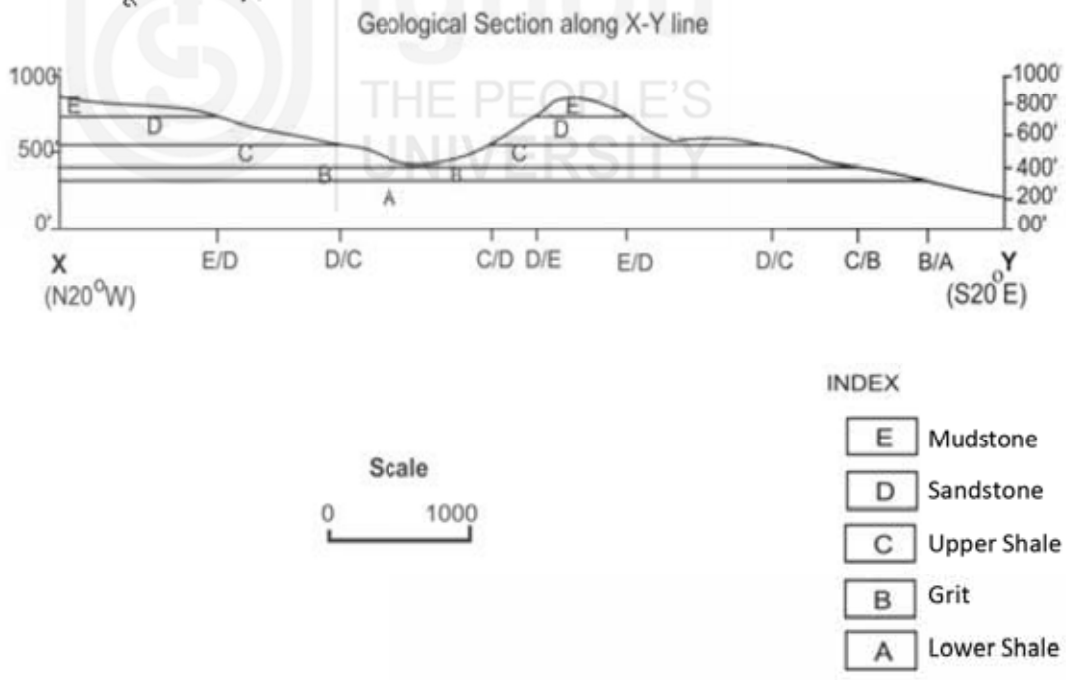
कंटूरों को अंकित किया था)। ड्राइंगशीट पर इन बिन्दुओं के X-Y रेखा के अनुदिश चिन्हित कीजिए जिसमें दो संस्तरों के सम्पर्क बिन्दु को A/B, B/C अथवा C/D इत्यादि के रूप में चिन्हित करें।

चरण 2: ड्राइंग शीट के X-Y रेखा पर सभी संम्पर्क बिन्दओं A/B, B/C, C/D इत्यादि को उर्ध्व दिशा में ऊपर की ओर स्थित धरातल (प्रोफाइल) पर स्थानान्तरित कर दीजिए।

चरण 3: प्रोफाइल पर यदि आप पाते हैं कि किसी पहाड़ी के दोनों ओर एक ही संस्तर तल के बिन्दु मौजूद है तो इन्हें रूलर की सहायता से मिला दीजिए ताकि संस्तर तल पूर्ण हो जाय। इसी प्रकार अन्य सभी संस्तर तलों को पूर्ण कीजिए जिनके दृश्यांश इस प्रोफाइल पर मौजूद हैं। आप देखेंगे कि सभी संस्तर तल क्षैतिज प्रकृति दर्शाते हैं (यदि नही तो प्रोफाइल का पुनरीक्षण करें)।

चरण 4: कभी ऐसी स्थिति भी आ सकती है जब आप यह पायें कि संस्तर तलों का दृश्यांश पहाड़ी के दोनों ओर न होकर धरातल के केवल एक ही बिन्दु पर है। यदि आपने पहले कोई संस्तर तल बना लिया है तो अब परेशान होने की आवश्यकता नहीं है। आप अपने सेट स्क्वायर का उपयोग करते हुए दृश्यांश के बिन्दुओं से पहले खींचे गए संस्तरों के समांतर नए संस्तर तल बना लीजिए।

चरण 5: सभी संस्तरों को उनके नाम देखिए जैसा कि चित्र 10.4 में दिखाया गया है। अपने सेक्शन को शीर्शक, सूची, पैमाना इत्यादि से सुसज्जित करके भूवैज्ञानिक सेक्शन को पूर्ण कीजिए।



चित्र 10.4 : X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन।

क्रियाकलाप : भूवैज्ञानिक मानचित्र (चित्र 10.1) एवं सेक्शन (चित्र 10.4) के आधार पर भूवैज्ञानिक इतिहास लिखिए।

संकेत : ये शैल परतदार अवसादी चट्टानों के हैं अतः इनके इतिहास की शुरुआत किसी बेसिन में निक्षेपण से कीजिए। अपने शब्दों में अब घटनाओं का क्रमिक वर्णन कीजिए जैसे- बेसिन में संस्तर A से E तक का निक्षेपण! बेसिन का ऊपर उठना! अपरदन द्वारा वर्तमान टोपोग्राफी का बनना! कुछ संस्तरों जैसे (संस्तरों के नाम लिखें) का धरातल पर दिखना (दृष्यांश)।

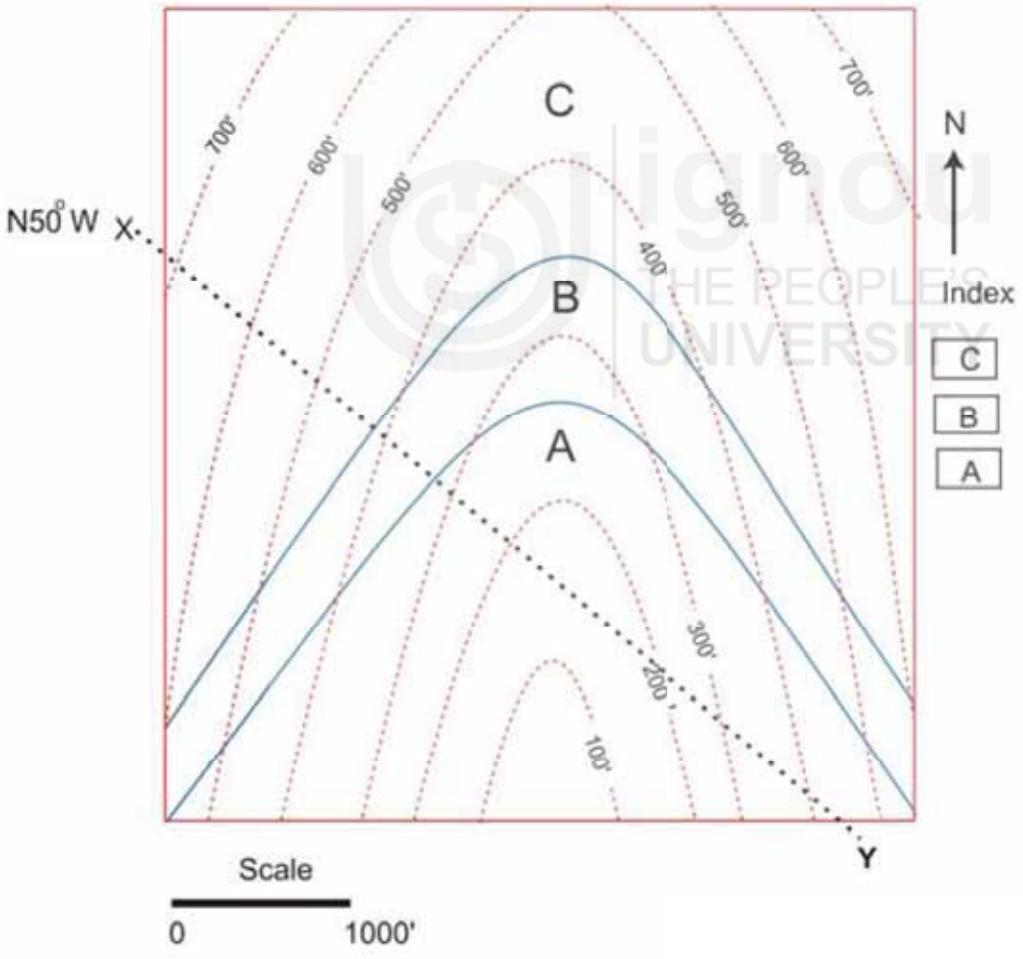
10.5.2 भूवैज्ञानिक मानचित्र से सेक्शन बनाना : आनत संस्तर

किसी आनत संस्तर वाले भूवैज्ञानिक मानचित्र से सेक्शन बनाने के लिए आपको निम्नलिखित अभ्यास करने होगें।

1. भूवैज्ञानिक मानचित्र से नतिलंब रेखा या संरचना कंटूर ज्ञात करना।
2. दो नतिलंब रेखाओं से सत्यनति एवं आभासी नति ज्ञत करना।
3. दी हुई रेखा के अनुदिश प्रोफाइल बनाना।
4. दी हुई रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना।

अब हम चित्र 10.5 में दिए गए आनत संस्तर वाले भूवैज्ञानिक मान चित्र से सेक्शन बनाना सीखेगें।

अभ्यास 3: चित्र 10.5 में दिए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र से सत्यनति का परिमाण तथा दिशा ज्ञात कीजिए। दिए गए मानचित्र से X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन भी बनाइए। क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास लिखिए।



चित्र 10.5: आनत संस्तर वाले क्षेत्र का भूवैज्ञानिक मानचित्र।

i) भूवैज्ञानिक मानचित्र से नतिलंब रेखा अथवा संरचना समोच्च रेखा ज्ञात करना

नतिलंब रेखा वह रेखा है जो किसी आनत संस्तर तल द्वारा ज्ञात ऊँचाई के क्षैतिज तल के प्रतिच्छेदन से बनती है। इस प्रकार नतिलंब रेखा का एक मान होगा जो प्रतिच्छेदित करने वाले क्षैतिज तल की माध्य सिंधु तल से ऊँचाई के बराबर होगा।

उदाहरण के लिए किसी संस्तर तल की नतिलंब रेखा का मान यदि 200 फीट है तो इसका अर्थ है कि यह संस्तर तल 200 फीट ऊँचाई के क्षैतिज तल को इस नतिलंब रेखा पर प्रतिच्छेदित कर रहा है। दूसरे शब्दों में इस नतिलंब रेखा पर स्थित संस्तर तल के सभी बिन्दु औसत समुद्र तल से एक समान ऊँचाई (200 फीट) पर हैं। इस प्रकार नतिलंब रेखाएँ किसी भूवैज्ञानिक संरचना (जैसे संस्तर तल, भ्रंश, विशम विन्यास इत्यादि) समान ऊँचाई के बिन्दुओं को उसी प्रकार दर्शाती हैं जैसे कंटूर रेखाएँ धरातल के समान ऊँचाई वाले बिन्दुओं को। इसलिए नतिलंब रेखाओं को 'संरचना कंटूर' भी कहते हैं।

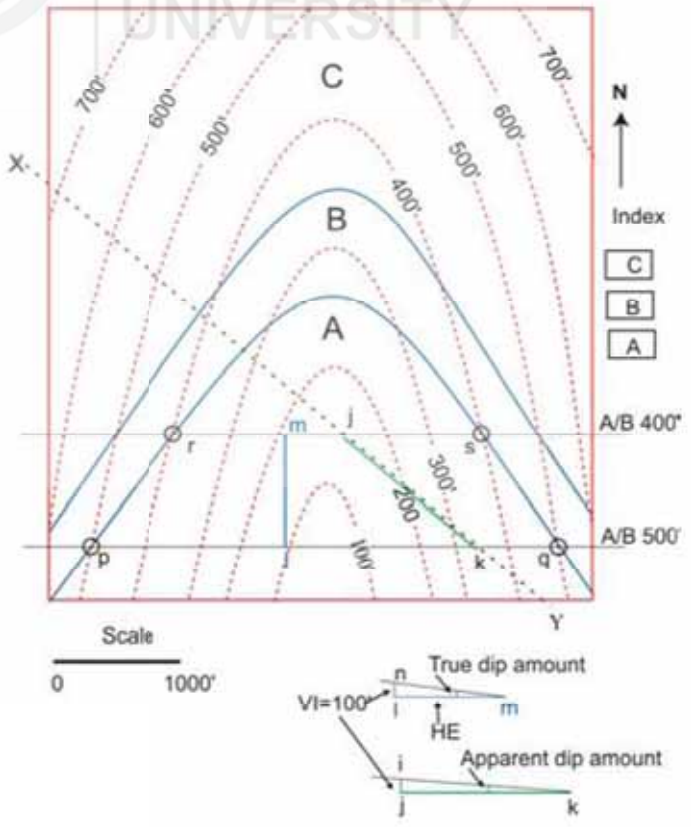
किसी भूवैज्ञानिक मानचित्र पर नतिलंब रेखाओं की बात किया जा सकता है यदि-

(a) यदि मानचित्र क्षेत्र का धरातल क्षैतिज हो : इस स्थिति में संस्तर तल दर्शाने वाली रेखाएँ स्वयं नतिलंब रेखा को निरूपित करती हैं।

(b) संस्तर तल की सत्य नति ज्ञात हो : इस स्थिति में नतिलंब रेखा को नति की दिशा के लंबवत् खींचा जा सकता है। क्षैतिज संस्तरों में कोई नतिलंब रेखा नहीं होती।

(c) मानचित्र में समोच्च रेखाएँ तथा संस्तर तल दोनों ही उपस्थित हों यदि कोई आनत संस्तर तल किसी एक समान मान वाले कंटूर रेखा को दो अलग-अलग बिन्दुओं पर काट रहा हो तो संस्तर तल के इन बिन्दुओं को मिलाकर एक नतिलंब रेखा खींची जा सकती है।

स्थिति (**c**) भूवैज्ञानिक मानचित्रों में बहुलता से पायी जाने वाली स्थिति है अतः नतिलंब रेखा खींचने की विधि का विवेचन चित्र 10.5 में दिए गए ऐसे ही भूवैज्ञानिक मानचित्र की सहायता से किया जा रहा है।



चित्र 10.6 : चित्र 10.5 में दिए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र से नतिलंब रेखा एवं नति का परिमाण ज्ञात करना।

नतिलंब रेखा ज्ञात करने की विधि को निम्नलिखित चरणों की सहायता से सीखा जा सकता है।

चरण 1: भूवैज्ञानिक मानचित्र (चित्र 10.5, 10.6) का ध्यानपूर्वक अवलोकन करें तथा एक अनुक्रम के सभी संस्तरों को सुविधा के लिए A, B, C इत्यादि नाम दे दें (यदि पहले से न दिया गया हो)। एक सांरतर तल दो सांरतरों का सांपर्क तल होता है तथा एक सांरतर (B/D) में दो संस्तर तल (bedding plane) होते हैं। इसलिए प्रत्येक संस्तर तल को उसके संपर्क संस्तरों के नाम पर एक स्पष्ट पहचान दें (उदाहरण के लिए B संस्तर के दो सांरतर तलों को A/B तथा B/C नाम दें)। इरा भूवैज्ञानिक मानचित्र में सांरतर तल कंटूर रेखाओं को प्रतिच्छेदित करते हैं इसका अर्थ है कि संस्तर आनत है और उनकी नति तथा नतिलंब को ज्ञात करना आवश्यक है।

चरण 2: भूवैज्ञानिक मानचित्र में उन दो बिन्दुओं का पता लगाएँ जिनका जिक्र ऊपर बिन्दु (स) में किया गया है। मान लीजिए एक संस्तर तल A/B, 500 फीट की कंटूर को दो बिन्दुओं (p तथा q, चित्र 10.6) पर प्रतिच्छेदित करता है। रूलर की सहायता से इन दोनों बिन्दुओं को मिलाकर एक रेखा pq खींचिए तथा इस रेखा को मानचित्र के दोनों हाशियों तक बढ़ा दीजिए। यह संस्तर तल A/B के लिए एक नतिलंब रेखा है जिसका मान 500′ है। इस रेखा को A/B 500′ के रूप में चिन्हित करें।

चरण 3: भूवैज्ञानिक मानचित्र पर इसी संस्तर तल (A/B) द्वारा किसी अन्य कंटूर रेखा को प्रतिच्छेदित करने वाले बिन्दु का चयन करें (उदाहरण के लिए A/B संस्तर तल 400′ की कंटूर रेखा को r बिन्दु पर प्रतिच्छेदित करता है)। आप पहले ही पढ़ चुके हैं कि किसी सामान्य नति वाले संस्तर तल के लिए नतिलंब रेखाएँ हमेशा समांतर होती हैं। इस गुण का उपयोग करते हुए पहली नतिलंब रेखा (pq) के समांतर r बिन्दु से जाती हुई दूसरी नतिलंब रेखा rs खींचिए। इस नतिलंब रेखा का मान 400′ है।

चरण 4: अब तक आपने A/B संस्तर तल की दो नतिलंब रेखाएँ (pq-500′ तथा rs 400′) खींच ली है। मानचित्र पर इन रेखाओं के बीच की दूरी का उपयोग हम नति का परिमाण एवं दिशा को ज्ञात करने हेतु करेगें (अगला सेक्शन देखें)। यदि आवश्यकता हुई तो इस दूरी (जिसे क्षैतिज समतुल्य HE कहते हैं) का उपयोग करके हम pq तथा rs के समान्तर अन्य अनेक नतिलंब रेखाएँ खींच सकते हैं। आप HE एवं VI (ऊर्ध्व अंतराल) का पहले भी उपयोग कर चुके हैं (प्रयोग 9)। HE एवं VI का उपयोग हम सेक्शन X-Y रेखा के अनुदिश नति का परिमाण निकालने के लिए करेगें।

ii७ दो नतिलंब रेखाओं से सत्यनति तथा आभासी नति ज्ञात करना

आप जानते हैं कि सत्यनति की दिशा हमेशा नतिलंब रेखा के लंबवत् होती हैं। इसलिए आप भूवैज्ञानिक मानचित्र पर उन नतिलंब रेखाओं का अवलोकन करें। इन नतिलंब रेखाओं के लंबवत् कोई रेखा खींचकर क्या आप सत्य नति की कोई निश्चित दिशा बता सकते हैं? शायद अभी नहीं क्योंकि इस रेखा के लंबवत् दो दिशाएँ संभव है जिनमें से कोई एक ही सत्यनति की दिशा होगी। उदाहरण के लिए पू.-प. नतिलंब रेखा के लंबवत् उ. तथा द. दो दिशाएँ होती हैं। वास्तव में सत्यनति की दिशा बताने के लिए कम से कम दो नतिलंब रेखाओं की आवश्यकता होती है। व्यवहारिक रूप से वह दिशा नति की दिशा होती है जिस ओर नतिलंब रेखाओं के मान में कमी देखी जाती है। आइए निम्नलिखित सोपानों की सहायता से अब हम दो नतिलंब रेखाओं pq एवं rs का उपयोग करते हुए सत्यनति की दिशा ज्ञात करते हैं।

चरण 1: pq एवं rs नतिलंब रेखाओं (चित्र 10.6) के किसी स्थान पर एक लंब (lm) खींचिए। इस रेखा lm की भौगोलिक दिशा ज्ञात कीजिए (इस मानचित्र में यह उ.-द. है)। चूंकि निम्नतर मानों की नतिलंब रेखाएँ उत्तर दिशा की ओर होगीं इसलिए इस मानचित्र (चित्र 10.6) में संस्तरों के सत्यनति की दिशा उत्तर है।

चरण 2: सत्य नति का परिमाण ज्ञात करने के लिए दोनों नतिलंब रेखाओं (pq एवं rs) के बीच लंबवत् दूरी (IM चित्र 10.6) को नापिए, यह दूरी क्षैतिज समतुल्य हैं (E, प्रयोग 9 को याद करें)। उर्ध्व अंतराल (VI) ज्ञात कीजिए जो वास्तव में दोनों नतिलंब रेखाओं के गानों गें अंतर के बराबर है (500′ एवं 400′ नतिलंब रेखाओं के बीच का अंतर अर्थात् 100′)। किसी अन्यत्र स्थान पर एक समकोण त्रिभुज बनाइए जिसमें दो परस्पर लंबवत् भुजाएँ पैमाने के अनुसार HE एवं VI के बराबर हों। इस त्रिभुज में VI भुजा के सामने के कोण को नाप लीजिए। यही सत्यनति का परिमाण है। (इस भूवैज्ञानिक मानचित्र में अर्थात् चित्र 10.5 में सत्यनति 6.5^0 उत्तर दिशा की ओर है)।

चरण 3: X-Y रेखा के अनुदिश आभासी नति ज्ञात करने के लिए चरण 2 को दुहराएं किन्तु E के रूप lm के स्थान पर jk दूरी (चित्र 10.6) का उपयोग करें। एक नया समकोण त्रिभुज ijk बनाइए जिसमें भुजा ij उर्ध्व अंतराल (VI) के बराबर है। इस त्रिभुज ij में VI के सामने के कोण ikj को नापें यही रेखा X-Y के अनुदिश आभासी नति का परिमाण है। आभासी नति स्पष्टतः x की दिशा की ओर होगी। (इस भूवैज्ञानिक मानचित्र (चित्र 10.5) में X-Y रेखा के अनुदिश संस्तर तल की आभासी नति 4^0, X की दिशा की ओर है)।

iii) X-Y रेखा के अनुदिश प्रोफाइल बनाना

सेक्शन 10.3 में बताई गई विधि का उपयोग करते हुए भूवैज्ञानिक मानचित्र पर दी गई X-Y रेखा के अनुदिश स्थलाकृतिक प्रोफाइल बनाइए। इसी प्रोफाइल पर भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाया जाना है।

iv) X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाना

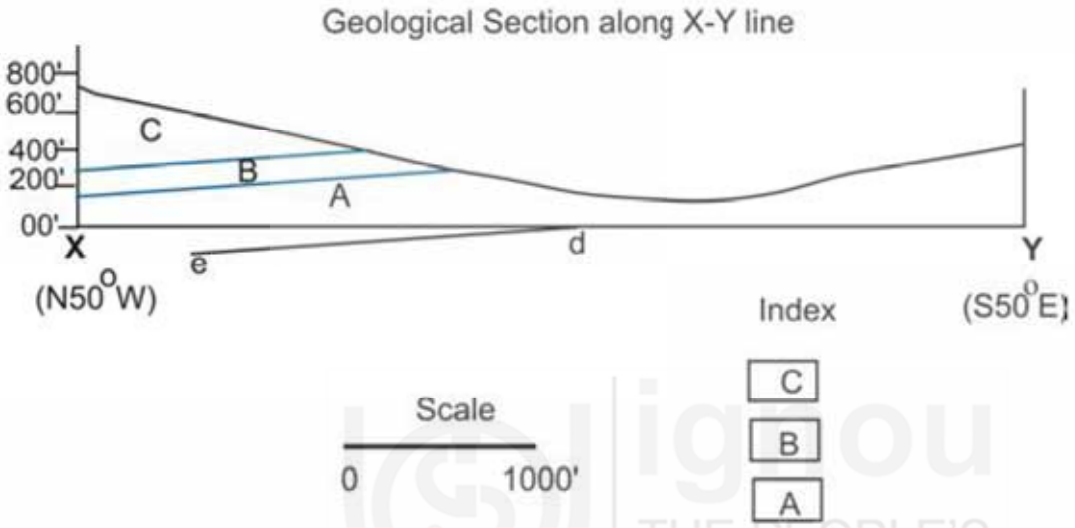
मानचित्र के X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन इसी रेखा के अनुदिश प्रोफाइल पर बनाया जायेगा तथा आपको इसी रेखा के अनुदिश आभासी नति की भी आवश्यकता होगी। अब तक आप इन्हें पहले ही ज्ञात कर चुके है। तो आइए अब भूवैज्ञानिक सेक्शन को निम्नलिखित चरणों की सहायता से बनाते हैं।

चरण 1: X-Y रेखा अंकित की हुई कागज की पट्टी (जिसका उपयोग आपने प्रोफाइल बनाते समय किया था) को एक बार फिर से भूवैज्ञानिक मानचित्र पर X-Y रेखा के सहारे बिछा दीजिए। मानचित्र से सभी संस्तर तलों जैसे A/B, B/C इत्यादि जो X-Y रेखा को प्रतिच्छेदित करते हों, की स्थिति को पट्टी पर स्थानान्तरित कीजिए। यहां से इस पट्टी को हटाकर ड्रांइगशीट पर जहाँ आपने प्रोफाइल बनाया है, X-Y रेखा के अनुदिश रखें। X एवं Y बिन्दुओं को प्रोफाइल एवं पट्टी पर परस्पर मिलाकर रखें तथा पट्टी से सभी संस्तर तलों की स्थिति को ड्राइंग शीट की X-Y रेखा पर स्थानान्तरित करें तथा अब पट्टी को हटा लें। आपको अब इन संस्तर तलों को प्रोफाइल में धरातल पर चिन्हित करना है। प्रोफाइल के धरातल पर संस्तर तलों के दृश्यांश बिन्दु X-Y रेखा पर इनकी स्थिति (जिसे आपने अभी अभी चिन्हित किया है) के ठीक ऊपर होगी।

चरण 2: ऊपर वर्णित सेक्शन 10.4. 2(ii) के सोपान 3 में आपने आभासी नति ज्ञात कर लिया है। प्रोफाइल सतह पर अब एक रेखा (नति रेखा कह लीजिए, चित्र 10.7 में De)

खींचने का समय है जो X-Y क्षैतिज रेखा से आभासी नति के बराबर परिमाण एवं दिशा वाली हों। X-Y रेखा के किसी सुविधा जनक स्थान पर पर्याप्त लंबाई की नति रेखा खींच दीजिए। इस रेखा की उपयोगिता भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने में सुविधा प्रदान करने की है।

चरण 3: सेट स्क्वायर का उपयोग करते हुए प्रोफाइल में धरातल पर पहले से ही चिन्हित किए हुए संस्तर तलों के दृश्यांश बिन्दुओं से नति रेखा (De चित्र 10.7) के समान्तर रेखाएँ खींच दीजिए। संस्तर तल की रेखाओं को तब तक बढ़ाइए जब यह X-Y रेखा अथवा किनारों की ऊर्ध्व रेखा को छू लें। अब भूवैज्ञानिक मानचित्र में X-Y रेखा के अनुदिश आने वाले राशी संस्तर यहाँ मौजूद हैं। राशी संस्तरों को उनके नाम प्रदान कर दीजिए। भूवैज्ञानिक सेक्शन अब तैयार है।



चित्र 10.7 : चित्र 10.5 में दिखाए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र में X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन।

चरण 4: शीर्षक, पैमाना, X-Y रेखा की दिशा, सूची इत्यादि को जोड़कर इस भूवैज्ञानिक सेक्शन को प्रस्तुति योग्य बना दीजिए।

10.6 भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने के प्रयोगशाला अभ्यास

<u>निर्देश</u> : इस प्रयोगशाला अभ्यास में दिये गये मानचित्रों के भूवैज्ञानिक सेक्शन अपनी प्रयोगशाला फाइल में बनाए तथा एवं उनके उत्तर लिखकर शैक्षिक परामर्शदाता के पास मूल्यांकन के लिए जमा करें।

10.6.1 आनत संस्तर एवं ऊर्ध्व भ्रंश

अभ्यास 4: दिए गए भूवैज्ञानिक मानचित्र (चित्र 10.8) में X-Y रेखा के अनुदिश एक भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाइए। निम्नलिखित पर टिप्पणी भी लिखिए।

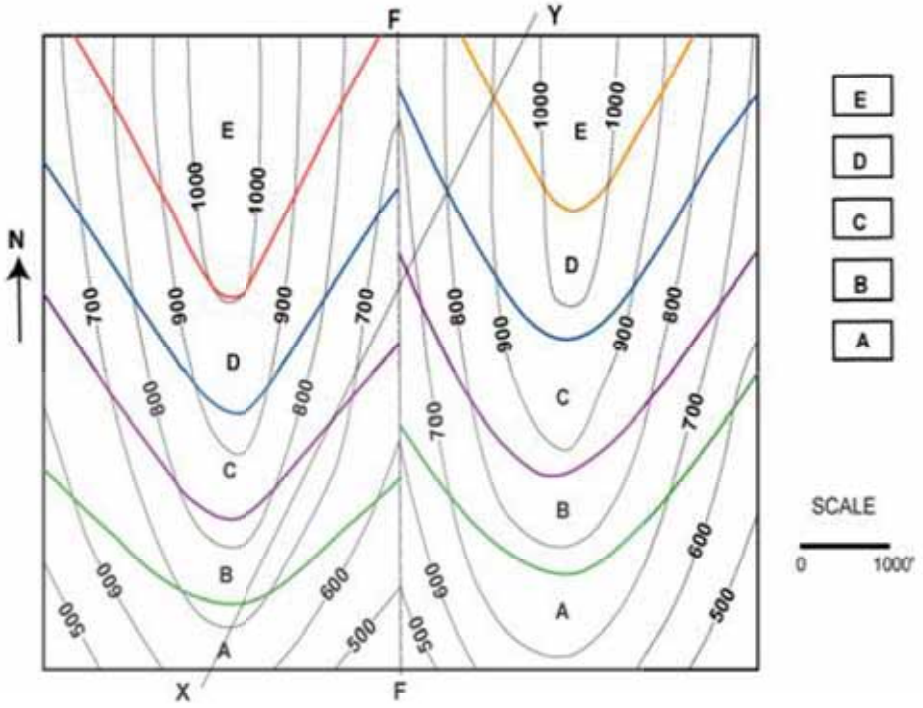
a) क्षेत्र में कौन सी संरचनाएँ उपस्थित हैं?

b) शैल अनुक्रम के संस्तर तलों की सत्यनति क्या है?

c) X-Y रेखा के अनुदिश आभासी नति क्या है?

d) क्षेत्र में यदि भ्रंश मौजूद हो तो इसका उर्ध्वपात (throw) क्या है?

e) क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास क्या है?



चित्र 10.8: अभ्यास मानचित्र 4।

10.6.2 वलित संस्तर

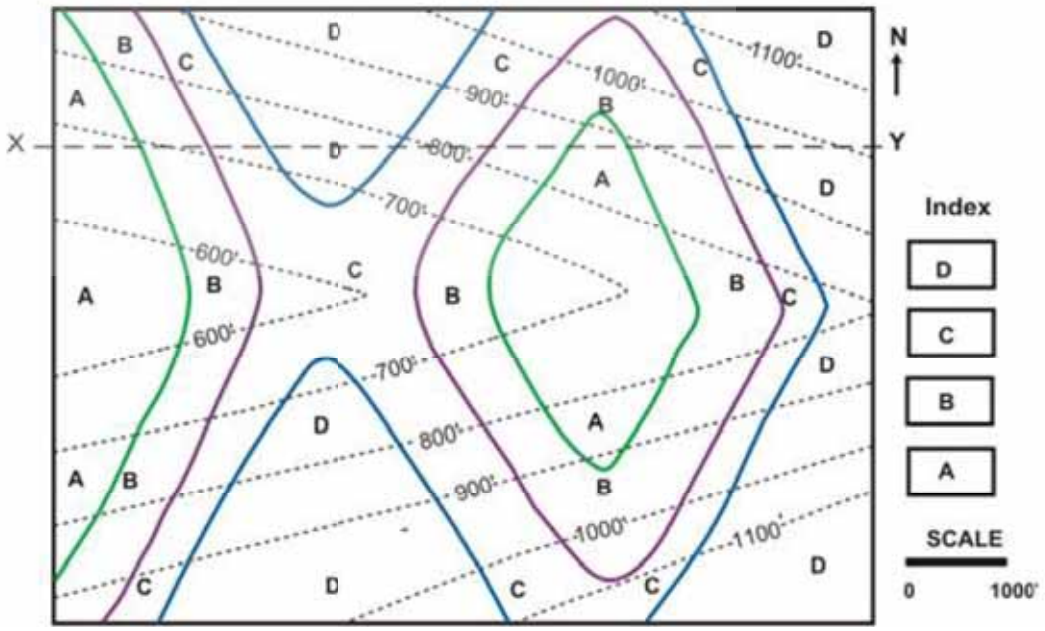
अभ्यास 5: दिए गए मानचित्र (चित्र 10.9) में X-Y रेखा के अनुदिश एक भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाइए। निम्नलिखित पर टिप्पणी भी लिखिए।

a) क्षेत्र में कौन सी संरचनाएँ उपस्थित हैं?

b) शैल अनुक्रम के संस्तर तलों की सत्यनति क्या है?

c) कौन सी शैल सबसे पुरातन है?

d) क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास क्या है?



चित्र 10.9: अभ्यास मानचित्र 5।

10.6.3 आनत संस्तर, आनत भ्रंश तथा आनत डाइक

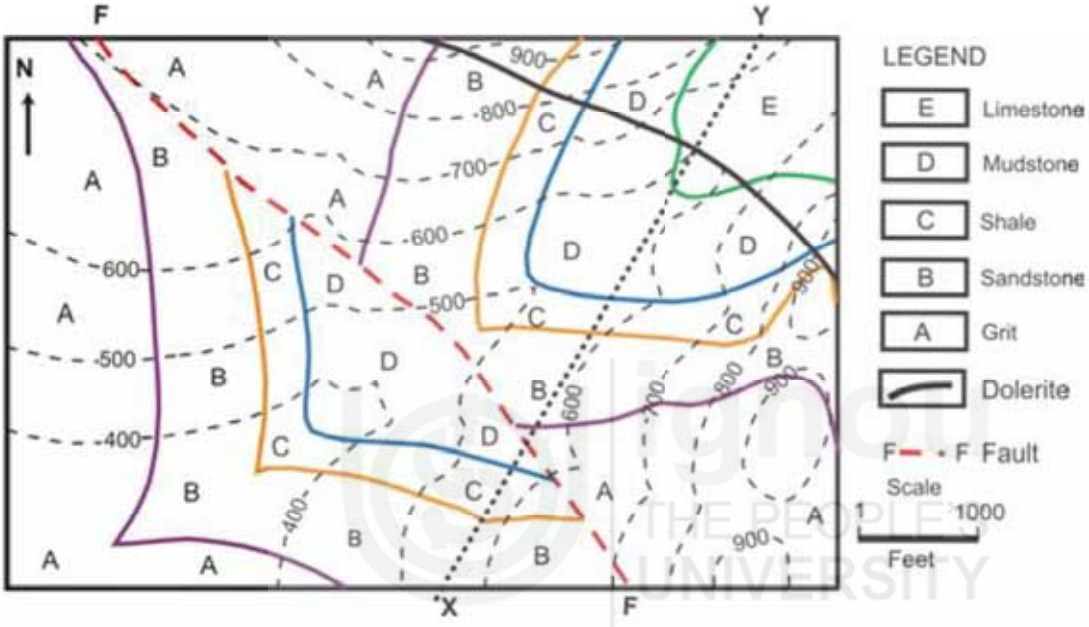
अभ्यास 6: दिए गए मानचित्र (चित्र 10.10) में X-Y रेखा के अनुदिश एक भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाइए। निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर भी दीजिए।

a) क्षेत्र में उपस्थित संरचनाएँ कौन कौन सी हैं?

b) डोलेराइट (dolerite) की प्रवृत्ति अन्य शैलों से भिन्न क्यों है?

c) भूवैज्ञानिक सेक्शन के निर्वचन के आधार पर बताइए कि भ्रंश की प्रकृति (प्रकार) क्या है?

d) क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास क्या है?



चित्र 10.10: अभ्यास मानचित्र 6।

10.6.4 आनत संस्तर, विषमविन्यास एवं ऊर्ध्व डाइक

अभ्यास मानचित्र 7: दिए गए मानचित्र (चित्र 10.11) में X-Y रेखा के अनुदिश एक भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाइए। निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर भी दीजिए।

a) क्षेत्र में उपस्थित संरचनाएँ कौन सी हैं?

b) W शैलसमूह पर शैल अनुक्रम खत्म क्यों हो रहे हैं?

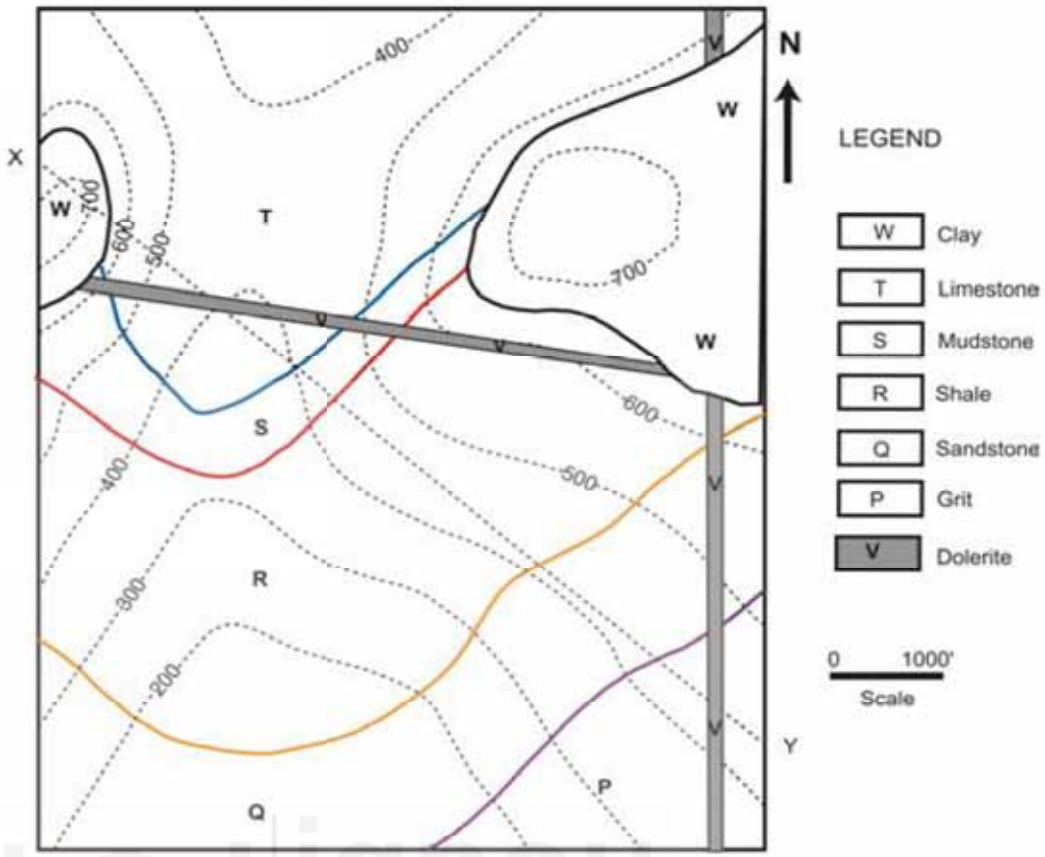
c) कौन से शैल अनुक्रम अलग-अलग समयों के हैं?

d) क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास क्या है? ,

10.7 भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाने हेतु संकेत

10.7.1 अभ्यास मानचित्र 4

- X-Y रेखा के अुनदिश आभासी नति, एवं सत्यनति ज्ञात कीजिए। सेक्शन बनाने के लिए आभासी नति का उपयोग करें।

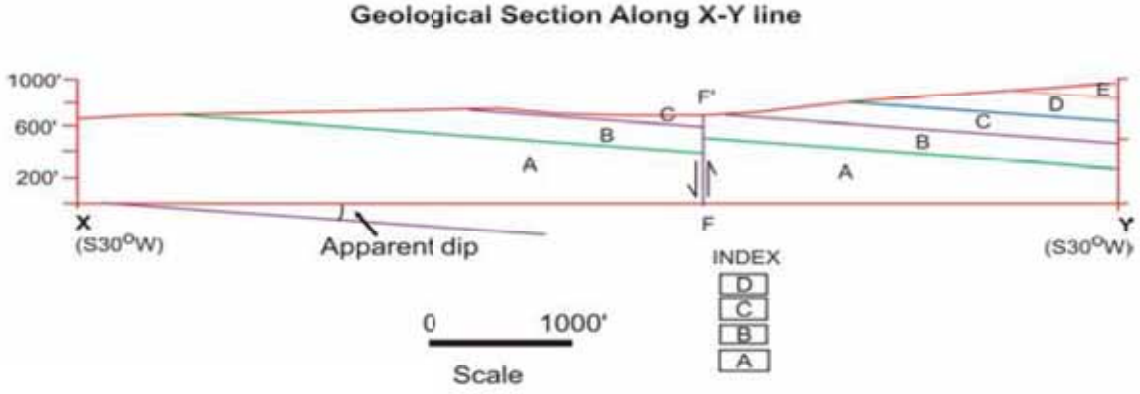


चित्र 10.11: अभ्यास मानचित्र 7।

- भ्रंश F-F के दोनों ओर के खण्डों का उपरिगामी (upthrown) एवं अधोगामी (downthrown) के रूप में वर्णित करें। सेक्शन में भ्रंश के दोनों ओर के किसी एक संस्तर की परस्पर तुलना करें। नीचे जाने वाला अधोगामी तथा ऊपर जाने वाला उपरिगामी खण्ड है। भूवैज्ञानिक सेक्शन से स्पश्ट है कि X- की तरफ का खण्ड अधोगामी है।

संस्तर की परस्पर तुलना करें। नीचे जाने वाला अधोगामी तथा ऊपर जाने वाला उपरिगामी खण्ड है। भूवैज्ञानिक सेक्शन से स्पश्ट है कि X- की तरफ का खण्ड अधोगामी है।

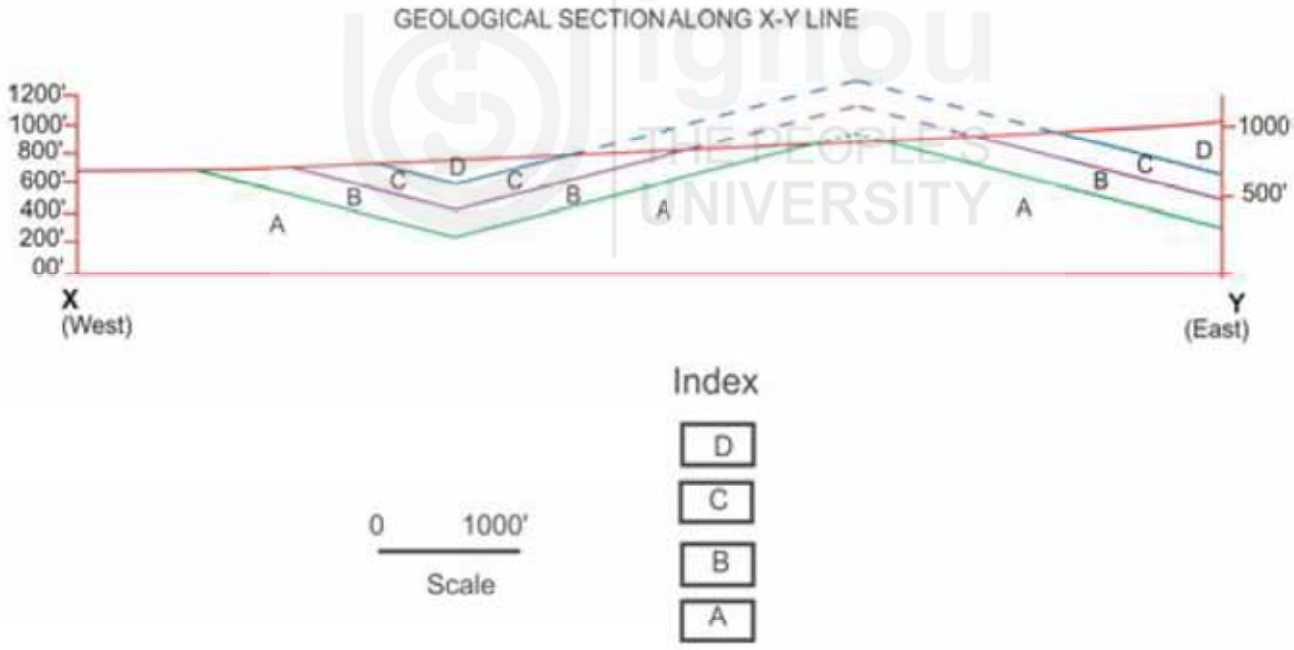
- भ्रंश तल के अनुदिश ऊर्ध्व दिशा में संस्तर तल का विस्थापन नाप कर ऊर्ध्वपात (क्षेप) ज्ञात कीजिए एवं अपने उत्तर को फीट इकाई में प्रस्तुत करें ?
- आप द्वारा बनाया गया भूवैज्ञानिक सेक्शन चित्र 10.12 जैसा हो सकता है।



चित्र 10.12: अभ्यास मानचित्र 4 के X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन।

10.7.2 अभ्यास मानचित्र 5

- मानचित्र का अवलोकन कीजिए। BGYCT-131 खंड 3 के अनुभाग 10.5 में वर्णित लक्षणों के आधार पर वलन की उपस्थिति को पहचाने (यदि मानचित्र में हो तो)। संस्तरों की पुनरावृत्ति का प्रतिरूप यह बताता है कि मानचित्र मे वलन मौजूद है अतः इस वलन के अक्षीय तल के दोनों ओर के संस्तरों की नति भिन्न होगी। इसलिए पहले अक्षीय तल को पहचानें तथा मानचित्र पर इसे निरूपित करने वाली अनुमानित अस्थायी रेखा (A) खींच दीजिए ताकि मानचित्र को विभिन्न हिस्सों में विभाजित किया जा सके जिसके हर हिस्से में संस्तरों की नति तो एक समान हो परन्तु यह अन्य हिस्सों में संस्तरों की नति से भिन्न हो। तत्पश्चात् हर हिस्से के लिए अलग-अलग नतिलंब खींचकर नति के परिमाण एवं दिशाएँ ज्ञात कीजिए।
- भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाते समय हर हिस्से में आभासी नति का उपयोग करें। सेक्शन में विपरीत दिशा में आनत एक ही संस्तर तल यदि परस्पर प्रतिच्छेदन करें तो इस प्रतिच्छेदन बिन्दु के बाद की अनावश्यक रेखाओं को मिटा दें।
- सावधानीः मानचित्र पर नतिलंब रेखा खींचने के लिए भिन्न हिस्सों में पड़ने वाले संस्तर तलों का उपयोग न करें।
- आप द्वारा बनाया गया भूवैज्ञानिक सेक्शन चित्र 10.13 जैसा दिख सकता है।

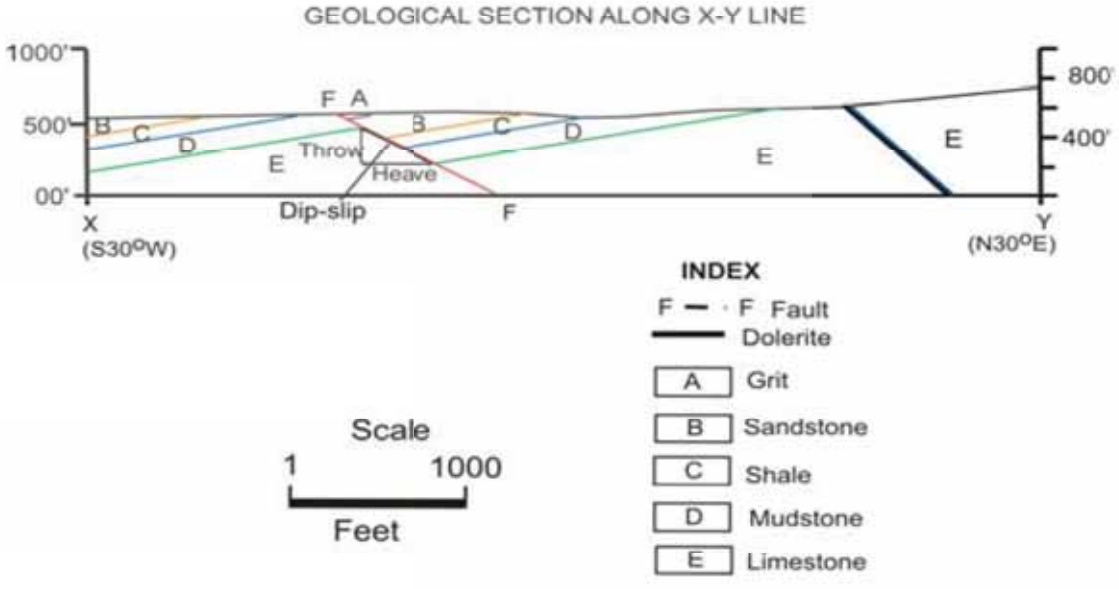


चित्र 10.13: अभ्यास मानचित्र 5 के X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन।

10.7.3 अभ्यास मानचित्र 6

- मानचित्र का अवलोकन करें। ध्यान दें कि संस्तर तल रेखा F-F के अनुदिश अचानक खत्म हो रहे हैं परन्तु कुछ विस्थापन के बाद उसी अनुक्रम में रेखा F-F के दूसरी ओर फिर से दिखाई पड़ते हैं। क्या आपने संरचना को पहचान लिया? जी हाँ! यह एक भ्रंश है। आप भ्रंश संरचना को अभ्यास मानचित्र 4 में पहले ही देख चुके हैं। यह भ्रंश उससे कितना भिन्न है? उत्तर है – यह एक आनत भ्रंश है क्योंकि भूवैज्ञानिक मानचित्र में यह समोच्च रेखाओं को काटते हुए एक वक्र रेखा के रूप में दिखता है जो अभ्यास मानचित्र 4 के ऊर्ध्व भ्रंश से अलग है।

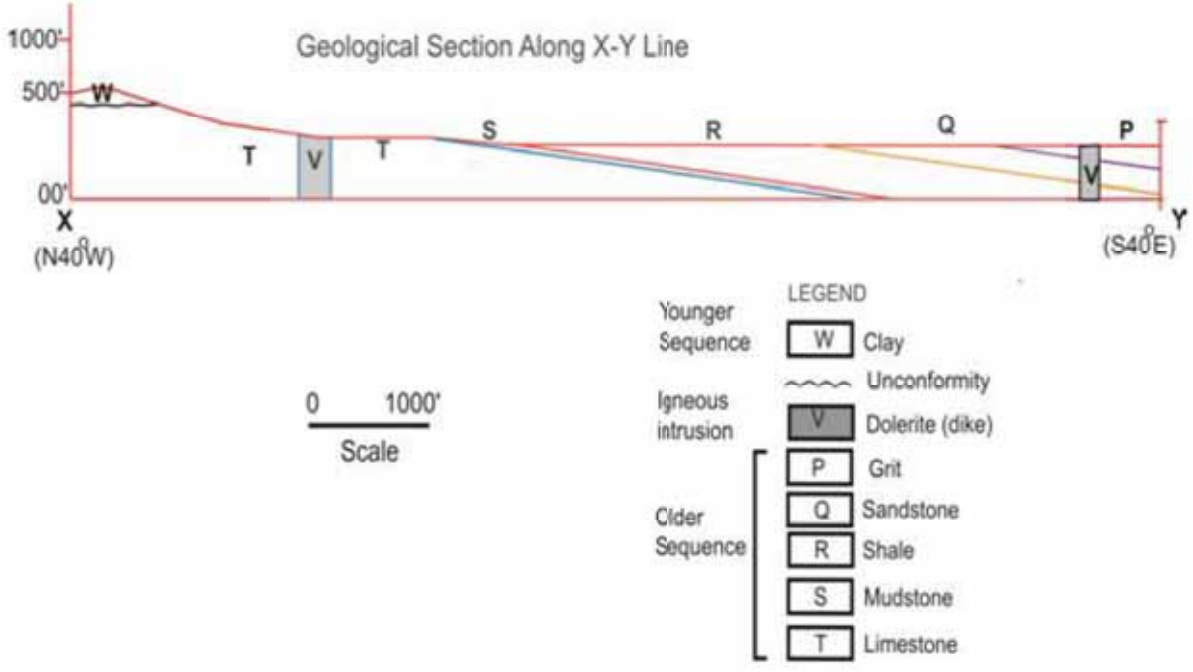
- अब आपको भ्रंश तल की नति ज्ञात करने की आवश्यकता है क्योंकि प्रोफाइल बनाने के बाद सबसे पहले इस भ्रंश तल को ही सेक्शन में बनाना जरूरी है।
- दूसरी महत्वपूर्ण संरचना जो इस मानचित्र में उपस्थित है वह है डोलेराइट जो सभी संस्तर तलों को काटती है। यह भी एक सरल रेखा में नहीं है और मानचित्र पर कंटूर रेखाओं द्वारा प्रगणित भी होता है। डोलेराइट का सम्पर्क किसी संस्तर तल विशेश के साथ सीमित नहीं है अपितु पहले से उपस्थित संस्तरों के साथ अंतर्वेध के रूप में है। अतः डोलेराइट एक डाइक संरचना के रूप में है। सभी संस्तर तलों को बनाने के पश्चात् ही डाइकों को रेक्शन में प्लाट करना चाहिए।
- X-Y रेखा के अनुदिश धरातल पर दृश्य सभी संस्तर तलों को सेक्शन में प्लाट कर दीजिए। X-Y रेखा की दिशा में प्राप्त आभासी नति का उपयोग कीजिए। भ्रंश के दूसरी ओर संस्तर तल समान नति अनुक्रम तथा मोटाई के साथ उपस्थित होगें। संस्तर तलों की मोटाई अथवा संस्तरों के विस्थापन का उपयोग करते हुए उन संस्तर तलों को पूर्ण करें जो धरातल पर दिखाई नहीं पड़ते।
- सेक्शन के आधार पर भ्रंश तल के लिए उपरिमित्ति (hanging wall) तथा आधारभित्ति (footwall) को पहचानें। (2) उपरिगामी (upthrown) तथा अधोगामी (downthrown) खण्डों को पहचाने। (3) भ्रंश की प्रवृत्ति (प्रकार-सामान्य अथवा उत्क्रम भ्रंश) पहचानें। (4) भ्रंश तल के अनुदिश संस्तर तलों का विस्थापन नापें अर्थात् भ्रंश का नति-सर्पण ज्ञात करें।
- नति-सर्पण को कर्ण मान कर एक समकोण त्रिभुज बनाएँ। भ्रंश के नति सर्पण को क्षैतिज एवं उर्ध्व घटकों को क्रमशः अनुप्रस्थ विस्थापन (heave) तथा उर्ध्वपात (throw) के रूप में नापें।
- भूवैज्ञानिक सेक्शन की सहायता से क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास बनाएँ।
- यदि आवश्यक हो तो भूवैज्ञानिक इतिहास के अनुसार सूची में संस्तरों को व्यवस्थित करें। अर्थात् सबसे पुरातन शैल को सबसे नीचे तथा नवीनतम शैल को सूची में सबसे ऊपर रखें। इस प्रकार भ्रंश एवं आग्नेय अंतर्वेधों को भी उनके सापेक्ष आयु के अनुसार सूची में स्थान मिलना चाहिए।
- आपको भूवैज्ञानिक सेक्शन चित्र 10.14 से समान दिख सकता है।



चित्र 10.14: अभ्यास मानचित्र 6 के X-Y रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन।

10.7.4 अभ्यास मानचित्र 7

- मानचित्र का अवलोकन करें। ध्यान दीजिए कि कुछ संस्तर तल जैसे R/S, S/T इत्यादि एक रेखा के अनुदिश अचानक खत्म हो रहे हैं तथा एक बिन्दु पर तीन विभिन्न शैलों (जैसे S, V तथा W) के सम्पर्क बना रहे हैं। आइए ऐसे बिन्दुओं को **त्रिसम्पर्क बिन्दु** नाम देते हैं। सामान्य भूवैज्ञानिक परिस्थितियों में त्रिसम्पर्क बिन्दु बहुधा नहीं पाये जाते हैं। अध्ययन के दौरान आप पायेगें कि त्रिसम्पर्क बिन्दु भूवैज्ञानिक मानचित्र में एक ऐसी रेखा के अनुदिश पाये जाते हैं जो शैल सम्पर्कों अथवा फार्मेशनों की निरन्तरता को भंग करते हैं। भूवैज्ञानिक मानचित्र में ऐसे असांतत्य की उपस्थिति के दो कारण हो सकते हैं - भ्रंशन तथा विषमविन्यास। दिए गए मानचित्र में आप कैसे पहचानेगें कि त्रिसम्पर्क रेखा भ्रंश है अथवा विषमविन्यास? उत्तर आसान है। इस असांतत्य रेखा के दोनों ओर देखें- यदि वही संस्तर फिर से दिखाई पड़ते है तो यह असांतत्य रेखा एक भ्रंश है अन्यथा यह विषमविन्यास को निरूपित करती है।
- इस मानचित्र में आप देख रहे हैं कि त्रिसम्पर्क बिन्दु ऐसी रेखा के अनुदिश मिल रहे हैं जो संस्तर W की एक सीमा भी है। इस अनुक्रम का कोई संस्तर जैसे P,Q,R,S,T इत्यादि त्रिसम्पर्क रेखा के दूसरी ओर मौजूद नहीं है। अतः यह रेखा एक विषमविन्यास है।
- भूवैज्ञानिक सेक्शन बनाते समय प्रोफाइल में सबसे पहले आप इस असांतत्य (विषमविन्यास) को प्लाट करेगें।
- V चिन्हित शैल का अन्य शैलों से क्या रिश्ता है? यह एक आग्नेय अन्तर्वेध है जो ऊर्ध्व डाइक का निरूपण करता है तथा संख्या में एक से अधिक है। ये ऊर्ध्व डाइकें अवश्य ही अन्य पुरातन शैल अनुक्रमों के बाद की हैं क्योंकि ये आग्नेय शैल अन्य पुरातन शैलों का भेदन करते हैं। किन्तु ये डाइकें विषमविन्यास तल का भेदन नहीं करती अतः ये विषमविन्यास से पुरातन हैं।
- आपका भूवैज्ञानिक सेक्शन चित्र 10.15 की तरह दिख सकता है।



चित्र 10.15: अभ्यास मानचित्र 7 के **X-Y** रेखा के अनुदिश भूवैज्ञानिक सेक्शन।

10.8 शैक्षणिक साधन

- Bennison, G.M. (1990) An Introduction to Geological Structures and Maps. Fifth Edition, Edward Arnold. London. 5th edition, 67p.
- Singh, R.P. (1995) Structural Geology: A Practical Approach. Ganga Kaveri Publication House, Varanasi. 133p.
- http://seoe.sc.edu/segchapter/sites/sc.edu.segchapter/files/attachments/97936453-Geological-Structures-and-Maps.pdf
- https://www.see.leeds.ac.uk/fileadmin/Documents/Admissions/Masters/step-up/Introduction_to_maps.pdf

(वेबसाईट 20 दिसंबर 2016 को देखे गये)

ignou THE PEOPLE'S UNIVERSITY

प्रयोग 11

भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य करना और क्षेत्रीय कार्य की रिपोर्ट तैयार करना

रूपरेखा

11.1 प्रस्तावना
अपेक्षित कौशल
11.2 आवश्यकताएं
11.3 सामान्य निर्देश
क्षेत्रकार्य
आप और आपका परामर्शदाता
11.4 भौतिक व संरचनात्मक भूविज्ञान में क्षेत्रकार्य
11.5 क्षेत्रकार्य की रिपोर्ट लेखन
तैयारी
रूपरेखा
11.6 अनुकरण हेतु महत्वपूर्ण सुझाव
11.7 क्षेत्रीयकार्य की रिपोर्ट लेखन हेतु सामान्य प्रारूप
11.9 संदर्भ
11.8 शैक्षणिक साधन

11.1 प्रस्तावना

आप इस प्रयोग को करने से पूर्व पाठ्यक्रम BGYCT-131 के इकाई 13 क्षेत्र भूविज्ञान का अध्ययन करें। भूविज्ञान में स्थलीय अध्ययन किसी भी श्रेणी के पाठ्यक्रम का एक विशिष्ट और अनिवार्य भाग होता है। इस पाठ्यक्रम से जुड़े प्रत्येक छात्र के लिए क्षेत्रकार्य करना और इसकी रिपोर्ट जमा करना अनिवार्य है। यह इस पाठ्यक्रम का अत्यंत महत्वपूर्ण और रोचक भाग है, क्योंकि यह इस विषय का व्यावहारिक प्रशिक्षण प्रदान करता है, जिसकी सार्थकता आप भविष्य में महसूस करेंगे। इस प्रक्रिया में स्थलीय अध्ययन के लिए एक विषय के चयन से आरंभ कर अंत में आपको अपने परामर्शदाता के पास लगभग 2000 शब्दों में, एक संक्षिप्त तथा सुव्यवस्थित क्षेत्रीय कार्य की रिपोर्ट जमा करना है। वस्तुतः क्षेत्रीयकार्य की रिपोर्ट, क्षेत्रकार्य के सफलतापूर्वक सम्पन्न होने का परिचायक है। चूंकि यह इस पाठ्यक्रम का एक अनिवार्य भाग है, अतः आपके परामर्शदाता या मूल्यांकक इस क्षेत्रीयकार्य की रिपोर्ट का मूल्यांकन कर तदनुकूल अंक देंगे।

1 से 10 तक के इन प्रयोगों को करते हुये आपके पास भौतिक व संरचनात्मक भूविज्ञान से संबंधित विभिन्न समस्याओं के अवलोकन, संग्रहण तथा हल करने हेतु व्यवहारिक ज्ञान प्राप्त हो गया होगा। इस प्रयोग में

हम मुख्यतः भौतिक एवं संरचनात्मक भूविज्ञान विषय से जुडे क्षेत्रकार्य, भूवैज्ञानिक आँकड़ों के संकलन तथा स्थलीय विवरण तैयार करने की प्रक्रिया पर चर्चा करेंगे।

अपेक्षित कौशल

इस प्रयोग की विषयवस्तु सीखने और इसमें वर्णित प्रयोग के सफलतापूर्वक निष्पादन के पश्चात् आप :

- ❖ क्षेत्रकार्य की योजना और तैयारी करने में सक्षम होंगे;
- ❖ भूवैज्ञानिक आँकड़ों तथा सूचना को जमा करने में सक्षम होंगे;
- ❖ उस क्षेत्र के भूविज्ञान की व्याख्या कर सकेंगे; और
- ❖ क्षेत्रिय कार्य की रिपोर्ट तैयार कर सकेंगे।

निर्देश : आपको सलाह दी जाती है कि इस प्रयोग को करने से पूर्व भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 13 का ध्यानपूर्वक अध्ययन करें। प्रायोगिक परामर्श सत्र में उपस्थिति के समय आप BGYCT-131 पाठ्यक्रम का खंड 3 अवश्य लाएं।

11.2 आवश्यकताएं

प्रयोग सफलतापूर्वक संपन्न करने के लिए आपको निम्न तैयारियां करनी चाहिए :

- BGYCT-131 पाठ्यक्रम के इकाई 9 संरचनात्मक भूविज्ञान का परिचय, इकाई 10 वलन, इकाई 11 भ्रंश, इकाई 12 संधि और विषमविन्यास तथा इकाई 13 क्षेत्रीय भूविज्ञान का पुनरावलोकन कर लें।
- भूदृश्य मानचित्र, भूवैज्ञानिक मानचित्र, सड़क अथवा अन्य उपलब्ध मानचित्र उपलब्ध होने चाहिए।
- क्षेत्रकार्य हेतु उपकरण : भूवैज्ञानिक हथौड़ा, छैनी, हैंड लेंस, क्लाइनोमीटर कम्पास, वैश्विक स्थिति निर्धारण प्रणाली/ग्लोबल पोजिसनिंग सिस्टम (GPS), थैला, सैंपल बैग, मापन टेप, अम्ल की छोटी शीशी, क्षेत्रीय नोटबुक (field notebook), कलम, मार्कर कलम, पेंसिल, कैलकुलेटर, स्केल, स्ट्रीक प्लेट, हैट या टोपी तथा रबड़।
- चयनित अध्ययन स्थल संबंधित पठन सामग्री
- लंच बॉक्स, पीने का पानी, प्राथमिक स्वास्थ्य सामग्री,
- इग्नू द्वारा जारी पहचान पत्र।

आप चयनित क्षेत्र का **1:250000** स्केल का भूदृश्य मानचित्र वेबसाईट http://www.lib.utexas.edu/maps/ams/india से डाउनलोड कर सकते हैं अथवा उक्त क्षेत्र का सड़क मानचित्र स्थानीय पुस्तक या स्टेशनरी की दुकान से खरीद सकते हैं। क्षेत्रकार्य हेतु कई उपकरण जैसे छेनी, हैंड लेंस, थैली, सैंपल बैग, मापन टेप, अम्ल की छोटी शीशी, फील्ड नोटबुक, मार्कर कलम, कलम, पेंसिल, कैलकुलेटर, स्केल, टोपी, रबड़ आदि आप स्थानीय बाजार से खरीद सकते हैं। कुछ अन्य उपकरण जैसे हथौड़ा, क्लाईनोमीटर कम्पास और स्ट्रीक प्लेट आदि आप अध्ययन केंद्र से प्राप्त कर सकते हैं।

11.3 सामान्य निर्देश

आप पूर्व में ही भौतिक व संरचनात्मक भूविज्ञान के सामान्य सिद्धांतों, विधियों व तकनीकों के बारे में BGYCT-131 में पढ़ चुके हैं। अब आप किसी क्षेत्र में भौतिक व संरचनात्मक आकृतियों से परिचित होंगे। भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य एवं क्षेत्रीय कार्य की रिपोर्ट तैयार करना आप के लिए एक नवीन अनुभव होगा। उस पाठ्यक्रम के इकाई 13 क्षेत्र भूविज्ञान में आप क्षेत्र में चट्टानों की स्थिति के आँकड़े संग्रह करने के बारे में पढ़ चुके हैं। यह प्रयोग आपको इस विषय में कुछ और विशिष्ट कौशल प्राप्त करने में सहायता करेगा।

11.3.1 क्षेत्रकार्य

क्षेत्रकार्य में खदान, सड़कों के कटाव, पहाड़ी क्षेत्रों आदि में दृश्यांश शैलों और भूवैज्ञानिक आकृतियों का सावधानीपूर्वक निरीक्षण तथा मापन शामिल हैं। क्षेत्रकार्य के दौरान आपको विभिन्न चट्टानों के प्रकार, उनकी स्थिति तथा परिमाण (नति तथा नतिलंब) आदि आँकड़ों का सावधानीपूर्वक निरीक्षण तथा संग्रहण करना होता है। आपको सुबह जल्दी ही क्षेत्र के लिए निकलना और सूर्यास्त से पूर्व ही वापस अपने बेस कैंप (base camp) लौट आना चाहिए। उचित होगा कि दृश्यांश शैलों के निरीक्षण, अध्ययन तथा अधिकतम जानकारियाँ इकट्ठा करने पर अधिकाधिक समय दिया जाए। किसी भी कठिनाई की स्थिति में आप अपने परामर्शदाता से संपर्क करें।

11.3.2 आप और आपका परामर्शदाता

स्थलीय अध्ययन की योजना बनाने और उस पर जाने से पूर्व आपसे अपने परामर्शदाता से परामर्श की अपेक्षा की जाती है। **आपके अध्ययन केंद्र पर इस विषय के शैक्षणिक परामर्शदाता (academic counsellor) ही आपके परामर्शदाता (mentor) होंगे**। वह स्थानीय भूविज्ञान से ज्यादा परिचित होंगे और आपको क्षेत्रकार्य तथा स्थलीय अध्ययन हेतु उचित भूवैज्ञानिक क्षेत्र के चयन में सहायता कर सकेंगे।

आपको अपने परामर्शदाता के लगातार संपर्क में रहना चाहिए और स्थलीय अध्ययन पर जाने से पूर्व उससे जुड़े विभिन्न विषयों पर चर्चा करती रहनी चाहिए। जैसा कि ऊपर उल्लेख किया जा चुका है, आपके परामर्शदाता आपको निम्न में सहायता करेंगे :

- क्षेत्रकार्य का उद्देश्य स्पष्ट करने में
- अध्ययन क्षेत्र के चयन में
- क्षेत्रकार्य की योजना बनाने में
- बजट निर्धारण में
- चयनित अध्ययन क्षेत्र से संबंधित अध्ययन सामग्री के संग्रह में
- अध्ययन हेतु आवश्यक क्षेत्र उपकरण के चयन में
- आवागमन के उपलब्ध साधनों के संबंध में
- स्थानीय जलवायु की स्थिति की जानकारी देने में

- उपयुक्त पोशाक, जूतों आदि के संबंध में सुझाव देने में
- भोजन की व्यवस्था में

यदि आप अध्ययन हेतु किसी दूरस्थ स्थल अथवा किसी सैन्य छावनी क्षेत्र में जा रहे हैं तो स्थानीय संबंधित प्राधिकारी से क्षेत्रकार्य हेतु पूर्वानुमति अनिवार्य है। क्षेत्रकार्य का कार्यक्रम तय हो जाने के पश्चात् परामर्शदाता के दिये प्रत्येक निर्देश का अध्ययन के हर चरण पर पालन करें। यह महत्वपूर्ण है कि आप यह जिम्मेदारी लें कि पूरे प्रयोग के दौरान आप इसके प्रति पूर्णतः गंभीर रहेंगे और क्षेत्रकार्य के दौरान क्षेत्र में तथा अपने परामर्शदाता से उचित व्यवहार करेंगे। स्थलीय अध्ययन पूर्ण होने के पश्चात् आपको अपने परामर्शदाता से क्षेत्रकार्य की रिपोर्ट तैयार करने और उसे जमा करने की अंतिम तिथि पर चर्चा कर लेनी चाहिए।

11.4 भौतिक एवं संरचनात्मक भूविज्ञान में क्षेत्रकार्य

भौतिक व संरचनात्मक भूविज्ञान के क्षेत्रकार्य में भूदृश्य तथा भूवैज्ञानिक आकृतियों से संबंधित आँकड़ों का संकलन शामिल होता है। इन आँकड़ों से इन शैल इकाईयों के वितरण, परस्पर संबंध तथा उस क्षेत्र के भूवैज्ञानिक विन्यास की सूचनायें प्राप्त होती है। ये सूचनायें यह जानने में बहुत सहायक होती हैं कि किस प्रकार भ्रंश, वलन, शल्कन, आदि किसी क्षेत्र के भूदृश्य को प्रभावित करते हैं साथ ही उस क्षेत्र के भूगर्भीय इतिहास के निर्धारण में भी सहायक होते हैं। सामान्यतः भूगर्भीय आकृतियाँ काफी जटिल होती हैं और उन्हे क्षेत्र के एक या दो भ्रमणों में समझ पाना सहज नहीं होता। इसलिए, हम एक सरल आकृति से प्रारंभ करते हैं जिसे क्षेत्र में सुलभता से पहचाना और अध्ययन किया जा सके।

इकाई 9, 10, 11 तथा 12 से प्राप्त जानकारियाँ आपको अध्ययन क्षेत्र में विभिन्न आकृतियों को पहचानने में सहायता करेंगीं, जिससे आप शैल इकाईयों, परतदार सतहों को पहचान सकेंगे और तथा उनका परिमाप, उनकी मोटाई, नति व नतिलंब आदि मापक टेप और क्लाईनोमीटर कम्पास से प्राप्त कर सकते हैं। इनके साथ ही आप यह भी देख पायेंगे कि अध्ययन क्षेत्र में संरचनात्मक आकृतियाँ जैसे भ्रंश, वलन, संधि या विषमविन्यास आदि हैं अथवा नहीं। यदि इनमें से कोई आकृति प्राप्त हो तो आपको उनकी नति तथा नतिलंब ज्ञात करने चाहिए। इनके साथ-साथ आपको अन्य भूआकृतियों यथा पहाड़ी, घाटी, पठार, मैदान, जल निकास पद्धति और अन्य भूचिह्नों का भी अवलोकन तथा उनसे जुड़ी जानकारियों का संग्रह करते जाना चाहिए। इकाई 6, 7 तथा 8 से प्राप्त जानकारियाँ आपको अध्ययन क्षेत्र में विभिन्न आकृतियों को पहचानने में सहायता करेंगीं। स्थलीय अध्ययन के दौरान यदि आपको सभी परतें या सतहें लगभग एक ही दिशा में झुकाव लेती प्रतीत हों तो इनमें से किसी एक की ही नति और नतिलंब ज्ञात करना पर्याप्त है, अन्यथा आपको अलग-अलग दिशा में झुकाव लेती परतों अथवा सतहों के लिए पृथक नति तथा नतिलंब के आँकड़े संग्रह करने होंगे। अपनी स्थलीय नोटबुक में आपको क्षेत्र में सुरक्षित भूआकृतियों की तस्वीरें तथा रेखाचित्र आदि शामिल करने चाहिए। बाद में आपको इनका उपयोग अपने स्थलीय विवरण में करना चाहिए। क्षेत्रकार्य समाप्त करने के पश्चात् क्षेत्र में इकठ्ठा की गयी सूचनाएं एवं आंकडे आपकी क्षेत्र नोटबुक में स्थाई तौर पर रहेंगीं। क्षेत्र में एकत्रित जानकारियो के सारांश का आप अपनी नोटबुक में अभिलेखन सारणी 11.1 के अनुसार करें।

सारणी 11.1: क्षेत्र में सूचनाएं एकत्र करने हेतु एक सामान्य रूप

सामान्य जानकारी

परामर्शदाता : दिन :

सहकर्मी / सहयोगी : दिवस :

शुरूआत करने का समय :

स्थान : स्थल सं. :

गाँव : जिला : GPS पाठ्यांक :

भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थलाकृतिक मानचित्र सं. :

परिवहन का साधन :

प्रेक्षणों का अभिलेखन

1. शैल विज्ञान संबंधित विवरण

शैल	विवरण	
आग्नेय	प्रकार, संस्पर्श (सुसंगत / अननुस्तरी), कण–साइज, रंग, इत्यादि।	रेखाचित्र / क्षेत्र छायाचित्र
अवसादी	प्रकार, संस्पर्श (सुसंगत / अननुस्तरी), संस्तर की मोटाई, कण–आकार, रंग, इत्यादि।	
कायांतरित	प्रकार, सरेखण, शल्कन, कण–आकार, रंग, इत्यादि	

2. संरचनात्मक भूविज्ञान संबंधित विवरण

संरचनात्मक लक्षण	नति और नतिलम्ब का नापन तथा विवरण	
स्तर	आनत / क्षैतिज, संस्तर / स्तरण, नति तथा नतिलम्ब	रेखाचित्र / क्षेत्र छायाचित्र
वलन	प्रकार, नति एवं नतिलम्ब	
भ्रंश	प्रकार, नति एवं नतिलम्ब	
अन्य संरचनात्मक लक्षण	प्रकार, नति एवं नतिलम्ब	

3. भूआ तिक लक्षण

उच्चावच लक्षण	विवरण	
पहाड़, घाटी, पठार, मैदान, अपवाह	प्रकार, आकार, आकृति, विस्तार, इत्यादि	रेखाचित्र / क्षेत्र छायाचित्र

11.5 क्षेत्रकार्य की रिपोर्ट लेखन

भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य रिपोर्ट लेखन में क्षेत्रकार्य के दौरान प्राप्त सूचनाओं, आँकड़ों और परिणामों का योजनाबद्ध रूप से संकलन होता है। चूंकि क्षेत्रकार्य का यह आपका प्रथम अवसर है, अतः हम क्षेत्रकार्य रिपोर्ट तैयार करने पर चर्चा करेंगे। यह ध्यान रखा जाना

चाहिए कि भूवैज्ञानिक क्षेत्रकार्य रिपोर्ट वैज्ञानिक अन्वेषण का एक भाग है, अतः इसे एक वैज्ञानिक शैली में लिखा जाना चाहिए और इसकी भाषा हिन्दी हो अथवा अंग्रेजी सुस्पष्ट होनी चाहिए। **विवरण लिखने की भाषा वही होनी चाहिए, जिसका आपने स्नातक पाठ्यक्रम के लिए चयन किया हो।** क्षेत्रकार्य की रिपोर्ट अपनी भाषा में लिखें और अनावश्यक शब्दों और मुहावरों के प्रयोग से बचें। लंबे और अधूरे वाक्यों का प्रयोग न करें। क्षेत्रकार्य रिपोर्ट लेखन के लिए समय का समुचित उपयोग करें। लिखने के दौरान शब्दकोश आदि की भी सहायता लें। भूवैज्ञानिक नामों को उचित रूप से लिखें, संक्षिप्त नामों का प्रयोग न करें उदाहरण के लिए डेक्कन ट्रेप को ड.ट. (Dt) न लिखें। जब आप **अपने क्षेत्रकार्य रिपोर्ट की यथार्थता से संतुष्ट हों तब इसे जमा कर दें। आपको ये सारी चीजें स्थलीय विवरण जमा करने की तय समय सीमा के अंदर सम्पन्न कर लेनी चाहिए। आपको यह सलाह भी दी जाती है कि आप अपनी रिपोर्ट की एक प्रति अपने पास संदर्भ हेतु सुरक्षित रख लें।**

11.5.1 तैयारी

क्षेत्रकार्य रिपोर्ट का लेखन एक ही बैठक में संपन्न कर देना संभव नहीं है। इसकी तैयारी में विवरण तैयार करने की शैली, हर भाग की रूपरेखा की योजना तैयार करना, सभी आकृतियों/सारणियों/चित्रों की संख्या तय करना आदि शामिल हैं (Lisle et al. 2011)। यह सब संपन्न कर लेने के पश्चात् आपको अपनी रिपोर्ट के हर खंड का पहला प्रारूप तैयार करना चाहिए इसके साथ ही जहाँ आपको आवश्यक लगे आकृतियाँ आदि भी बनानी चाहिए। एक बार यह कार्य संपन्न कर लेने के पश्चात् आपका अगला कदम इसका पुनःनिरीक्षण और संशोधन है। यह ध्यान में रखते हुये होना चाहिए कि इसमें सभी आवश्यक जानकारियाँ शामिल हो चुकी हैं तथा व्याकरण और मात्राओं की अशुद्धियाँ आदि दूर हो चुकी हैं। पुनःनिरीक्षण और संशोधन की प्रक्रिया आपको अपनी रिपोर्ट शुद्ध, स्पष्ट, अर्थपूर्ण और सटीक जानकारी देने में सक्षम बनाती है। अंत में अपनी रिपोर्ट का जमा करने से पहले आखिरी बार ध्यानपूर्वक पुनःनिरीक्षण, इसकी भाषा, विषयवस्तु, आकृतियों आदि के दृष्टिकोण से कर लें और उन तत्वों को हटा दें जो अपेक्षित नहीं हैं।

11.5.2 रूपरेखा

क्षेत्रकार्य रिपोर्ट में निम्नलिखित शीर्षक होने चाहिए:

- शीर्षक
- विषयवस्तु
- सार
- प्रस्तावना
- मुख्य भाग
- निष्कर्ष
- चित्र
- आभार
- संदर्भ

शीर्षक

इसमें रिपोर्ट का विषय, प्रस्तुतकर्ता का नाम, पता और उस पाठ्यक्रम का नाम शामिल होता है जिसके अंतर्गत यह रिपोर्ट बनाई गई है। शीर्षक यह स्पष्ट करता है कि रिपोर्ट किसने तैयार की है और इसका विषय क्या है, उदाहरणतः

शीर्षक : उत्तराखंड में हरिद्वार क्षेत्र में पाये जाने वाले शिवालिक समूह की संरचनात्मक आकृतियों पर भूवैज्ञानिक रिपोर्ट

प्रस्तुतकर्ता : राकेश सिंह

पाठ्यक्रम : भौतिक एवं संरचनात्मक भूविज्ञान, प्रायोगिक

पाठ्यक्रम कोड : BGYCL-132

विषयवस्तु

इसमें विषयवस्तु की सारणी शामिल होती है जिसमें रिपोर्ट के मुख्य शीर्षक तथा उपशीर्षक पृष्ठ संख्या के साथ दर्ज होते हैं। यह आपके परीक्षक को आपकी रिपोर्ट में उपलब्ध तत्वों को जानने तथा किसी जानकारी को ढूँढने में सहायक होता है।

सार

यह लगभग 200 शब्दों में तैयार मूल विवरण की संक्षिप्त प्रस्तुति होती है। टंकण करते हुए यह आधा पृष्ठ या हस्तलिखित एक पृष्ठ से ज्यादा बड़ा नहीं होना चाहिए। इसे शीर्षक और विषयवस्तु पृष्ठ के बाद रखा जाना चाहिए। उचित होगा कि रिपोर्ट को समाप्त करने के तुरंत बाद ही सार तैयार कर लिया जाए। यह सामान्यतः एक या दो अनुच्छेद में ही सीमित होना चाहिए। इसमें अध्ययन क्षेत्र, अध्ययन का विषय, संकलित आँकड़ो के प्रकार यानि नति, नतिलंब आदि के विषय में सूचनायें शामिल होनी चाहिए। आपको इसमें अपनी विवरण की विषयवस्तु, जिसमें संरचनात्मक, भूआकृतिक तथा भूवैज्ञानिक सूचनाओं के साथ किसी अन्य महत्वपूर्ण खोज को भी शामिल करना चाहिए। इसमें किसी आकृति, सारणी अथवा संदर्भ को शामिल नहीं किया जाना चाहिए।

प्रस्तावना

इससे यह जानकारी प्राप्त होती है कि आपने क्षेत्रकार्य के दौरान क्यों, कहाँ, कब, कैसे और क्या कार्य किया है। आप अपने विवरण के प्रस्तावना खंड में क्षेत्रकार्य के प्रयोजन, स्थानीय भूवैज्ञानिक जानकारी की चर्चा के साथ अध्ययन क्षेत्र की भौगोलिक स्थिति दर्शाने वाले मानचित्र को शामिल कर सकते हैं। आप इस विषय पर इससे पूर्व में भूवैज्ञानिक द्वारा किए गए कार्यों के संक्षिप्त विवरण को भी शामिल कर सकते हैं। यह जानकारी आपको क्षेत्रकार्य से पूर्व संकलित अध्ययन सामग्री से प्राप्त हो सकती है। इसके अलावा, आप अध्ययन क्षेत्र तक की पहुँच, वहाँ का भूगोल, वहाँ के भूदृश्य, प्राणी/वनस्पति, जलवायु, अध्ययन प्रक्रिया तथा अन्य उल्लेखनीय चीजें जो आपने क्षेत्रकार्य के दौरान देखा गया का भी उल्लेख कर सकते हैं। आप गूगल अर्थ (Google Earth) या ऐसे किसी अन्य स्रोत से उस क्षेत्र का उपग्रह चित्र प्राप्त कर उसे भी इसमें शामिल कर सकते हैं।

मुख्य भाग

इस खंड में रिपोर्ट के उपभाग या उपखंड होते हैं, जिसमें प्रत्येक उपखंड का एक छोटा उपशीर्षक भी होता है। यदि आपका क्षेत्रकार्य रिपोर्ट एक सीमित क्षेत्र पर आधारित है तो उसके निम्न उपशीर्षक हो सकते हैं :

सामान्य भूविज्ञान : इस उपखंड में आपको अध्ययन क्षेत्र के भूविज्ञान का उल्लेख करना होता है। इसके बेहतर प्रस्तुतिकरण के लिए इस क्षेत्र पर प्रकाशित शोध कार्यों का समुचित अध्ययन अनिवार्य है। इसमें आपको सामान्य भूवैज्ञानिक अनुक्रम, इसके भोगौलिक विस्तार, मुख्य संरचनात्मक आकृतियाँ और संक्षिप्त भूवैज्ञानिक इतिहास का उल्लेख करना होता है। ये जानकारियाँ आपको उपलब्ध अध्ययन सामग्री में मिल जायेंगी। इसके अलावा यदि उपलब्ध हो तो इस क्षेत्र के भूवैज्ञानिक मानचित्र को भोगौलिक संदर्भ बिंदुओं के साथ भी शामिल किया जाना चाहिए। यह क्षेत्र में संकलित जानकारियों का अनुप्रस्थ विवरण प्रस्तुत कर पाएगा।

शैल इकाईयां : इस उपखंड में आप क्षेत्र में दृश्यांश शैलों के अध्ययन के दौरान अपने देखे और दर्ज की गई जानकारियों का वर्णन करेंगे। इसमें शैलों के प्रकार उनकी मोटाई, सापेक्ष आयु, दृश्यांश की प्रकृति, संरचना आदि शामिल होते हैं। इसमें यह भी शामिल होता है कि यह क्षेत्र आग्नेय, अवसादी, कायांतरित चट्टानों का क्षेत्र है अथवा इसमें दो या तीनों प्रकार की शैलें शामिल हैं। चूंकि इस खंड में आपके द्वारा किए समस्त क्षेत्रकार्य/स्थलीय अध्ययन और व्याख्या शामिल होती हैं अतः शोध सामग्रियों का समुचित अध्ययन आवश्यक है ताकि आप अपनी खोज और पूर्व में किए गए कार्यों में समानता तथा भिन्नता को ढूँढ सकें।

शैलिकी/शैलविज्ञान/अश्मविज्ञान (Lithology) में उस क्षेत्र में उपस्थित विभिन्न प्रकार के शैलों का वर्णन शामिल होता है, जैसे ग्रेनाइट, बलुआ पत्थर (sandstone) स्लेट आदि। आपको शैलों के प्रकार का वर्णन उनकी आयु के अनुरूप करना चाहिए, यानि सबसे पुराने से नवीनतम, जो कि सामान्यतः नीचे से ऊपर की ओर होता है। शैलों के प्रकार के वर्णन हेतु आप इनके रंग, खनिज, संरचना, बनावट, कणों के आकार और अन्य आकृतियों का प्रयोग कर सकते हैं। इसके अलावा आप दो भिन्न प्रकार की शैलों के आपसी संस्पर्श की प्रकृति की चर्चा भी कर सकते हैं। जिन शैलों की चर्चा कर रहे हैं उनकी तस्वीर और रेखाचित्र भी दें। प्रत्येक तस्वीर या रेखाचित्र का एक संक्षिप्त परिचय इनकी चित्र संख्या के साथ इनके नीचे दिया जा सकता है जिसका उल्लेख विवरण में उचित स्थान पर होना चाहिए। क्षेत्र में पाये गए शैलों भाग के परिमाप के उल्लेख को भी शामिल किया जा सकता है। प्रकाशित शोध सामग्रियों से इन शैल इकाईयों की भूवैज्ञानिक आयु भी ज्ञात की जा सकती है जिसे रिपोर्ट में शामिल कर सकते हैं। भूवैज्ञानिक आयु के उल्लेख के साथ उनके नाम का संदर्भ भी दिया जाना चाहिए जिन्होंने यह आयु ज्ञात की हो, उदाहरणतः पंजाल वोल्कैनिक्स, कार्बनिफेरस से पर्मियन (Krishnan, 1949)। संरचनात्मक आकृतियों के विभिन्न प्रकार जैसे भ्रंश, वलन, विषमविन्यास या संधि आदि की भी चर्चा करनी चाहिए तथा उनके अनुप्रस्थ काट को भी शामिल किया जा सकता है।

संरचना : आपको ध्यान रखना होगा कि रिपोर्ट के पिछले भाग में आप अध्ययन क्षेत्र में पाई गईं सामान्य संरचनाओं का परिचय दे चुके हैं। इस खंड में आपको अपने अध्ययन के दौरान पाई गई संरचनाओं के विभिन्न प्रकारों का विस्तृत वर्णन करना है। यह उपमार्ग पूरी तरह से आपके क्षेत्र अवलोकन और उनके प्रलेखन (documentation) पर आधारित होगा। आप निम्नलिखित उपशीर्षक में संरचनात्मक विशेषताओं का वर्णन कर सकतें हैं।

- **वलन :** इसमें आपको अपने अध्ययन क्षेत्र में यदि कोई वलन प्राप्त हुआ हो उसका वर्णन करना होगा। वर्णन करने के लिए आपको उचित शब्दावली का प्रयोग करना होगा जैसे जैसे सममित, असममित इत्यादि। इसके वर्णन में आपको इसके शैल के

प्रकार और इसके मापन के आंकडे यानि नति तथा नतिलंब का उल्लेख करना होगा। इसकी ज्यामिति, आकृति, वलन अक्ष के झुकाव तथा अवनमन (plunge), वलन के प्रकार, वलन सममित आदि के बारे में भी लिखें। वलन के विषय में अपनी व्याख्या उपयुक्त आकृतियों, रेखाचित्रों या तस्वीरों के साथ लिखें। आपके विवरण का स्तर और भी बढ जाएगा यदि आप उपयुक्त तस्वीरों के माध्यम से यह भी दिखा सकें कि आपने ये आंकडे अध्ययन क्षेत्र में किस प्रकार संकलित किए है।

- **भ्रंश :** इसमें आपको अपने अध्ययन क्षेत्र में यदि कोई भ्रंश प्राप्त हुआ हो उसका वर्णन करना होगा। इराके वर्णन में आपको इराके विरतार, पैटर्न, विरथापन का मान, शैल के प्रकार और इसके मापन का उल्लेख करना होगा। इसके विस्तार, नति तथा नतिलंब की दिशा और विस्थापन अर्थात सामान्य या उत्क्रम का भी उल्लेख करें। वलन के रामान ही इराके लिए भी उपयुक्त आकृतियों, रेखाचित्रों या तरवीरों को शामिल करें।
- **संधि और विषमविन्यास** : यदि आपने अध्ययन के दौरान कोई संधि और विषमविन्यास पाया हो तो इस उपभाग में आपको उनका उल्लेख करना है। इसके वर्णन में आपको उनके प्रकार, संस्पर्श के प्रकार, चट्टान, प्रकृति आदि को शामिल करना है।

इसी प्रकार क्षेत्र अध्ययन के दौरान आपने यदि कोई अन्य उल्लेखनीय आकृति जैसे, संरेखता, शल्कन, शिष्टाभता, भित्ति (dike), सिल (sill) आदि पाई हो तो उसका उल्लेख भी एक पृथक उपभाग के साथ कर सकते हैं।

भूआकृतिक विशेषताएं : यहाँ आपको अपने अध्ययन क्षेत्र की सामान्य भौतिक, भूआकृतिक विशेषताओं का वर्णन करना है। इसमें स्थलाकृति के अलावा अपरदन, परिवहनात्मक और निक्षेपणात्मक भूआकृतिक रचनाओं जैसे आदि के भी संक्षिप्त विवरण शामिल हैं। इनके संबंध में आप पूर्व में BGYCT-131 भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम के खंड 2 में पढ़ चुके हैं।

भूवैज्ञानिक इतिहास : इस भाग में आपके द्वारा किए अंतिम प्रेक्षण और व्याख्याओं को संछिप्त रूप से व्यक्त किया जाता है जो कि अध्ययन क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास प्रस्तुत करता है। दूसरे शब्दों में यह उन कारणों को स्पष्ट करता है जिनके प्रभाव के कारण आपके द्वारा अध्ययन की गई भूवैज्ञानिक आकृतियाँ निर्मित हुई हैं। भूविज्ञान में यह एक आदर्श व्यवहार है कि किसी क्षेत्र का भूवैज्ञानिक इतिहास समयानुक्रम में लिखा जाता है- अर्थात् पुरातन से आधुनिकतम। इस पाठ्यक्रम के अध्याय 10 का अध्ययन करते हुये आप भूवैज्ञानिक इतिहास लिखने की प्रक्रिया से परिचित हो चुके होंगे।

निष्कर्ष

इसमें आपको अपनी रिपोर्ट के सारे अवलोकनों, खोज और उनकी व्याख्याओं को संक्षेप में लिखना है। निष्कर्ष की विषयवस्तु का क्रम रिपोर्ट के अनुरूप ही होगा।

चित्र

यहाँ यह उल्लेख करना उचित होगा कि आकृतियाँ जिनमें कि रेखाचित्र, स्थलीय स्केच, भूवैज्ञानिक मानचित्र, स्थानीय मानचित्र, अनुप्रस्थ काट और स्थलीय तस्वीरें आदि शामिल हैं का स्थलीय विवरण में उल्लेख होना उनके स्तर को और बढ़ा ही देगा। सभी आकृतियों के साथ उनका शीर्षक होना चाहिए ताकि उनका वास्तविक अर्थ सुस्पष्ट हो सके। उन्हे उचित अंकों से भी निरूपित किया जाना चाहिए उदाहरण के लिए, चित्र 1,

चित्र 2... आदि; तथा इनका संदर्भ इनके क्रमानुसार उचित स्थान पर दिया जाना चाहिए। प्रत्येक आकृति के नीचे इसका महत्व बताते हुये एक संक्षिप्त विवरण भी दिया जाना चाहिए उदाहरण के लिए, चित्र 1: शिवालिक समूह, हरिद्वार का भूवैज्ञानिक मानचित्र। इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि रिपोर्ट के विषय से जुड़ी सिर्फ आवश्यक और उपयुक्त तस्वीरें ही सम्मिलित की जानी चाहिए। अत्यधिक और अनपेक्षित तस्वीरों के उपयोग से बचना चाहिए।

आभार

यदि आपने क्षेत्रकार्य के दौरान किसी प्रकार की सहायता प्राप्त की हो तो उसका उल्लेख इस भाग में होता है। अपने प्रयोग के विभिन्न चरणों में जिन व्यक्तियों ने आपकी सहायता की हो उनके प्रति आभार व्यक्त किया जाना चाहिए। यह उचित होगा कि विभिन्न व्यक्तियों के प्रति आभार उनके विशिष्ट योगदान के उल्लेख के साथ किया जाए, उदाहरण के लिए, 'अ' द्वारा शोध सामग्री सर्वेक्षण करने में सहायता प्राप्त हुई। 'ब' द्वारा क्षेत्र अध्ययन की योजना तैयार करने में सहायता प्राप्त हुई। 'स' द्वारा रिपोर्ट की भाषा की जाँच में सहायता प्राप्त हुई इत्यादि।

संदर्भ

क्षेत्रीय विवरण के इस भाग में शोध प्रकाशन, पुस्तकें या अप्रकाशित विवरण आदि जिनका आपने अपनी रिपोर्ट बनाने में उपयोग किया हो की सूची देनी होती है। यह उचित होगा कि लेखकों के उपनाम वर्णमाला के क्रमानुसार, प्रकाशन की तिथि, प्रकाशक का नाम, खंड तथा पृष्ठ संख्या आदि इसमें शामिल किए जाएँ। संदर्भों को निम्नानुसार दिया जा सकता है:

- Billings (2009) के अनुसार एक दृश्यांश में भी पाये गए छोटे वलन की नति तथा नतिलंब को मापना संभव है
- जब चट्टानों तथा उनसे जुड़ी सामग्रियों को उनकी प्राकृतिक स्थिति में तथा उनके एक-दूसरे के साथ संबंधों का अध्ययन किया जाता है, तो इसे क्षेत्र भूविज्ञान कहते हैं (Lahee, 1987)।
- आगामी कार्यों (Vansberg, 1992; Greenly and Williams, 1993; Lisle et al., 2001; Coe, 2010) में क्षेत्र भूविज्ञान की परिभाषा को सुस्पष्ट किया गया है.....

संदर्भों के शीर्षक के अंतर्गत इन्हे उपरोक्तानुसार सूचीबद्ध किया जाना चाहिए:

पुस्तकें

1. Billings, M.P. (2009) Structural Geology, Third Edition. PHI Learning Private Limited, New Delhi.
2. Coe, A.L. (2010) Geological Field Techniques, Blackwell Publishing Ltd., United Kingdom.
3. Greenly, E. and Williams, H. (1993) Methods of Geological Surveying, Thomas Murby Publishers, London.
4. Lahee, F.H. (2002) Field Geology, First Indian Edition. CBS Publishers and Distributors Pvt. Ltd, New Delhi.

5. Lisle, R.J., Brabham, P.J. and Barnes, J.W. (2001) Basic Geological Mapping, Fifth Edition. John Wiley and Sons Ltd, UK.

शोधपत्र लेख

6. Vansberg, N. (1992) How to write geologese. Economic Geology. Vol. 47, Pages 220-223.

यह ध्यान रखना चाहिए कि आप एकल लेखक का संदर्भ इस प्रकार देंगे- Vansberg (1952) या Vansberg, 1952; दो लेखकों के होने पर इस प्रकार- Greenly and Williams (1930) या Greenly and Williams, 1930 और तीन या तीन से ज्यादा होने पर इस प्रकार- Lisle et al. (2001) या Lisle et al. 2001। यद्यपि संदर्भ सूची में सभी संदर्भों का ऊपर किए गए वर्णन अनुसार पूर्ण विवरण देना चाहिए।

11.6 अनुकरण हेतु महत्वपूर्ण सुझाव

क्षेत्र भूविज्ञान से सम्बंधित अध्ययन विवरण तैयार करने हेतु कुछ महत्वपूर्ण सुझाव निम्नलिखित हैं:

- आपका क्षेत्रकार्य अध्ययन रिपोर्ट मौलिक तथा आपके अपने शब्दों में होना चाहिए। लेखन की भाषा वही होनी चाहिए जिसे आपने स्नातक पाठ्यक्रम के लिए चुना हो।
- विवरण किसी अन्य से नकल या किसी अन्य के विवरण की पुनर्प्रस्तुति नहीं होनी चाहिए।
- इस प्रयोग में विवरण के लेखन की जो शैली बताई गई है उसी का अनुसरण किया जाना चाहिए।
- रिपोर्ट की लम्बाई लगभग 2000 शब्दों तक की होनी चाहिए।
- निरीक्षण हेतु आप अपना विवरण A-4 आकार के कागज पर सुस्पष्ट हस्तलिखित, या टाईप रूप में स्पाइरल अथवा कठोर जिल्दसाजी करवा कर जमा कर सकते हैं।
- इसे आपके परामर्शदाता द्वारा दी गई समय-सीमा के भीतर अध्ययन केंद्र पर जमा किया जाना चाहिए।

11.7 क्षेत्रीयकार्य की रिपोर्ट लेखन हेतु सामान्य प्रारूप

यहाँ आप स्थलीय विवरण के लेखन के लिए एक सरल प्रारूप पायेंगे। हमें आशा है यह आपको अपनी रिपोर्ट के लेखन में सहायक सिद्ध होगा।

1. शीर्षक
2. सारांश
3. प्रस्तावना
4. सामान्य भूविज्ञान
5. शैलिकी/अश्मविज्ञान/शैल इकाइयाँ
6. संरचनाएं
7. भूआकृति

8. भूवैज्ञानिक इतिहास

9. निष्कर्ष

10. आभार

11. संदर्भ

विषयवस्तु की सूची इस प्रकार दी जा सकती है :

क्र.सं.	विषयवस्तु	पृष्ठ सं.
1.	शीर्षक	1
2.	सार	2
3.	प्रस्तावना	3
4.	सामान्य भूविज्ञान	4

आवरण पृष्ठ में निम्न विवरण शामिल होंगे :

कार्यक्रम कोड : ..... नामांकन संख्या : .....

पाठ्यक्रम सं. : .....

क्षेत्रीय केंद्र (नाम व कोड) : .....

अध्ययन केंद्र (नाम व कोड) : .....

क्षेत्रीय रिपोर्ट का शीर्षक : .....

.....

इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय में बी. एस-सी. (सामान्य) भूविज्ञान से स्नातक पाठ्यक्रम की उपाधि हेतु भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान-प्रायोगिक **पाठ्यक्रम** का स्थलीय अध्ययन विवरण प्रस्तुत है।

परामर्शदाता का नाम : .....

परीक्षार्थी के हस्ताक्षर : .....

तिथि : .....

परीक्षार्थी का नाम : .....

पता : .....

प्रस्तुति की तिथि : .....

सत्र हेतु प्रस्तुत : .....

11.8 संदर्भ

- Krishnan, M.S. (2009) Geology of India and Eurma, The Madras Law Journal Press, Madras, India, 536p.
- Lisle, R.J., Brabham, P.J. and Barnes, J.W. (2001) Basic Geological Mapping, Fifth Edition. John Wiley and Sons Ltd, UK, 235p.
- इकाई 13 क्षेत्र भूविज्ञान, भौतिक और संरचनात्मक भूविज्ञान पाठ्यक्रम BGYCT-131, इग्नू, नई दिल्ली।

11.9 शैक्षणिक साधन

- https://orkustofnun.is/gogn/unu-gtp-sc/UNU-GTP-SC-11-04.pdf
- https://geographyfieldwork.com/GeologyFieldworkRiskAssessments.htm
- https://www.youtube.com/watch?v=AruhfkKIX4I
- https://www.youtube.com/watch?v=ascilxxgNw8
- https://www.youtube.com/watch?v=FbXhooadhZw

(वेबसाईट 30 दिसबंर 2016 को देखे गये)

NOTE

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

ISBN : 978-93-89668-20-9