भूगोल में प्रयोगात्मक कार्य

भाग 1

कक्षा 11 के लिए पाठ्यपुस्तक

विद्ययाऽमृतमश्नुते

एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

© NCERT not to be republished

11097 – भूगोल में प्रयोगात्मक कार्य (भाग 1)
कक्षा 11 के लिए पाठ्यपुस्तक

ISBN 81-7450-594-6

प्रथम संस्करण
जून 2006 आषाढ़ 1928

पुनर्मुद्रण
दिसंबर 2006, अक्तूबर 2007, जनवरी 2009, जनवरी 2010, दिसंबर 2010, जनवरी 2011, जनवरी 2014, मार्च 2017, अक्तूबर 2017, नवंबर 2017, नवंबर 2018, जनवरी 2019 और सितंबर 2019

संशोधित संस्करण
नवंबर 2022 कार्तिक 1944

पुनर्मुद्रण
मार्च 2024, चैत्र 1946,

PD 10T SU

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, 2006, 2022

₹100.00

एन.सी.ई.आर.टी. वाटरमार्क 80 जी.एस.एम. पेपर पर मुद्रित।

प्रकाशन प्रभाग में सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016 द्वारा प्रकाशित तथा एस.के. ऑफ़सेट प्राइवेट लिमिटेड, 10, स्पोर्ट्स कॉम्प्लेक्स इंक्लेव, दिल्ली रोड, मेरठ 250 002 द्वारा मुद्रित।

सर्वाधिकार सुरक्षित

- प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना इस प्रकाशन के किसी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी, फोटोप्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुन: प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रसारण वर्जित है।
- इस पुस्तक की बिक्री इस शर्त के साथ की गई है कि प्रकाशक की पूर्व अनुमति के बिना यह पुस्तक अपने मूल आवरण अथवा जिल्द के अलावा किसी अन्य प्रकार से व्यापार द्वारा उधारी पर, पुनर्विक्रय या किराए पर न दी जाएगी, न बेची जाएगी।
- इस प्रकाशन का सही मूल्य इस पृष्ठ पर मुद्रित है। रबड़ की मुहर अथवा चिपकाई गई पर्ची (स्टिकर) या किसी अन्य विधि द्वारा अंकित कोई भी संशोधित मूल्य गलत है तथा मान्य नहीं होगा।

एन सी ई आर टी के प्रकाशन प्रभाग के कार्यालय

एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस
श्री अरविंद मार्ग
नयी दिल्ली 110 016 फोन : 011-26562708

108, 100 फीट रोड
हेली एक्सटेंशन, होस्डेकेरे
बनाशंकरी III इस्टेज
बैंगलुरु 560 085 फोन : 080-26725740

नवजीवन ट्रस्ट भवन
डाकघर नवजीवन
अहमदाबाद 380 014 फोन : 079-27541446

सी.डब्ल्यू.सी. कैंपस
निकट: धनकल बस स्टॉप पनिहटी
कोलकाता 700 114 फोन : 033-25530454

सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लेक्स
मालीगांव
गुवाहाटी 781 021 फोन : 0361-2674869

प्रकाशन सहयोग

अध्यक्ष, प्रकाशन प्रभाग	: *अनूप कुमार राजपूत*
मुख्य संपादक	: *श्वेता उप्पल*
मुख्य उत्पादन अधिकारी	: *अरुण चितकारा*
मुख्य व्यापार प्रबंधक (प्रभारी)	: *अमिताभ कुमार*
संपादक	: *रेखा अग्रवाल*
सहायक उत्पादन अधिकारी	: ओम प्रकाश

आवरण एवं सज्जा
श्वेता राव

कार्टोग्राफी
नरेन्द्र कुमार सैनी एवं कार्टोग्राफ़िक डिज़ाइन एजेंसी, नयी दिल्ली

© NCERT not to be republished

आमुख

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (2005) सुझाती है कि बच्चों के स्कूली जीवन को बाहर के जीवन से जोड़ा जाना चाहिए। यह सिद्धान्त किताबी ज्ञान की उस विरासत के विपरीत है जिसके प्रभावश हमारी व्यवस्था आज तक स्कूल और घर के बीच अन्तराल बनाये हुए है। नयी राष्ट्रीय पाठ्यचर्या पर आधारित पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकें इस बुनियादी विचार पर अमल करने का प्रयास हैं। इस प्रयास में हर विषय को एक मज़बूत दीवार से घेर देने और जानकारी को रटा देने की प्रवृत्ति का विरोध शामिल है। आशा है कि ये कदम हमें राष्ट्रीय शिक्षा नीति (1986) में वर्णित बाल-केन्द्रित व्यवस्था की दिशा में काफ़ी दूर तक ले जाएँगे।

इस प्रयत्न की सफलता अब इस बात पर निर्भर है कि स्कूलों के प्राचार्य और अध्यापक बच्चों को कल्पनाशील गतिविधियों और सवालों की मदद से सीखने और सीखने के दौरान अपने अनुभव पर विचार करने का अवसर देते हैं। हमें यह मानना होगा कि यदि जगह, समय और आज़ादी दी जाए तो बच्चे बड़ों द्वारा सौंपी गई सूचना-सामग्री से जुड़कर और जूझकर नये ज्ञान का सृजन करते हैं। शिक्षा के विविध साधनों व स्रोतों की अनदेखी किये जाने का प्रमुख कारण पाठ्यपुस्तक को परीक्षा का एकमात्र आधार बनाने की प्रवृत्ति है। सर्जना और पहल को विकसित करने के लिए ज़रूरी है कि हम बच्चों को सीखने की प्रक्रिया में पूरा भागीदार मानें और बनाएँ, उन्हें ज्ञान की निर्धारित खुराक का ग्राहक मानना छोड़ दें।

ये उद्देश्य स्कूल की दैनिक ज़िन्दगी और कार्यशैली में काफ़ी फेरबदल की माँग करते हैं। दैनिक समय-सारणी में लचीलापन उतना ही ज़रूरी है जितना वार्षिक कैलेण्डर के अमल में चुस्ती, जिससे शिक्षण के लिए नियत दिनों की संख्या हकीकत बन सके। शिक्षण और मूल्यांकन की विधियाँ भी इस बात को तय करेंगी कि यह पाठ्यपुस्तक स्कूल में बच्चों के जीवन को मानसिक दबाव तथा बोरियत की जगह खुशी का अनुभव बनाने में कितनी प्रभावी सिद्ध होती है। बोझ की समस्या से निपटने के लिए पाठ्यक्रम निर्माताओं ने विभिन्न चरणों में ज्ञान का पुनर्निर्धारण करते समय बच्चों के मनोविज्ञान व अध्यापन के लिए उपलब्ध समय का ध्यान रखने की पहले से अधिक सचेत कोशिश की है। इस कोशिश को और गहराने के यत्न में यह पाठ्यपुस्तक सोच-विचार और विस्मय, छोटे समूहों में बातचीत व बहस, और हाथ से की जाने वाली गतिविधियों को प्राथमिकता देती है।

एन.सी.ई.आर.टी. इस पुस्तक की रचना के लिए बनाई गई पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति के परिश्रम के लिए कृतज्ञता व्यक्त करती है। परिषद् सामाजिक विज्ञान सलाहकार समूह

© NCERT not to be republished

के अध्यक्ष प्रोफ़ेसर हरि वासुदेवन और इस पुस्तक के मुख्य सलाहकार प्रोफ़ेसर एम.एच. कुरैशी की विशेष आभारी है। इस पाठ्यपुस्तक के विकास में कई शिक्षकों ने योगदान दिया; इस योगदान को संभव बनाने के लिए हम उनके प्राचार्यों के आभारी हैं। हम उन सभी संस्थाओं और संगठनों के प्रति कृतज्ञ हैं जिन्होंने अपने संसाधनों, सामग्री और सहयोगियों की मदद लेने में हमें उदारतापूर्वक सहयोग दिया। हम माध्यमिक एवं उच्च शिक्षा विभाग, मानव संसाधन विकास मंत्रालय द्वारा प्रोफ़ेसर मृणाल मीरी एवं प्रोफ़ेसर जी.पी. देशपांडे की अध्यक्षता में गठित निगरानी समिति (मॉनिटरिंग कमेटी) के सदस्यों को अपना मूल्यवान समय और सहयोग देने के लिए धन्यवाद देते हैं। व्यवस्थागत सुधारों और अपने प्रकाशनों में निरन्तर निखार लाने के प्रति समर्पित एन.सी.ई.आर.टी. टिप्पणियों एवं सुझावों का स्वागत करेगी जिनसे भावी संशोधनों में मदद ली जा सके।

निदेशक
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान
और प्रशिक्षण परिषद्

नई दिल्ली
20 दिसंबर 2005

© NCERT not to be republished

पाठ्यपुस्तकों में पाठ्य सामग्री का पुनर्संयोजन

कोविड-19 महामारी को देखते हुए, विद्यार्थियों के ऊपर से पाठ्य सामग्री का बोझ कम करना अनिवार्य है। *राष्ट्रीय शिक्षा नीति, 2020* में भी विद्यार्थियों के लिए पाठ्य सामग्री का बोझ कम करने और रचनात्मक नज़रिए से अनुभवात्मक अधिगम के अवसर प्रदान करने पर ज़ोर दिया गया है। इस पृष्ठभूमि में, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् ने सभी कक्षाओं में पाठ्यपुस्तकों को पुनर्संयोजित करने की शुरुआत की है। इस प्रक्रिया में रा.शै.अ.प्र.प. द्वारा पहले से ही विकसित कक्षावार सीखने के प्रतिफलों को ध्यान में रखा गया है।

पाठ्य सामग्रियों के पुनर्संयोजन में निम्नलिखित बिंदुओं को ध्यान में रखा गया है —

- एक ही कक्षा में अलग-अलग विषयों के अंतर्गत समान पाठ्य सामग्री का होना;
- एक कक्षा के किसी विषय में उससे निचली कक्षा या ऊपर की कक्षा में समान पाठ्य सामग्री का होना;
- कठिनाई स्तर;
- विद्यार्थियों के लिए सहज रूप से सुलभ पाठ्य सामग्री का होना, जिसे शिक्षकों के अधिक हस्तक्षेप के बिना, वे खुद से या सहपाठियों के साथ पारस्परिक रूप से सीख सकते हों;
- वर्तमान संदर्भ में अप्रासंगिक सामग्री का होना।

वर्तमान संस्करण, ऊपर दिए गए परिवर्तनों को शामिल करते हुए तैयार किया गया पुनर्संयोजित संस्करण है।

© NCERT not to be republished

© NCERT
not to be republished

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

अध्यक्ष, सामाजिक विज्ञान पाठ्यपुस्तक सलाहाकार समिति

हरि वासुदेवन, *प्रोफ़ेसर,* इतिहास विभाग, कलकत्ता विश्वविद्यालय, कोलकाता

मुख्य सलाहकार

एम.एच. कुरैशी, *प्रोफ़ेसर,* क्षेत्रीय विकास अध्ययन केन्द्र, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नयी दिल्ली

सदस्य

एस.एम. राशिद, *प्रोफ़ेसर,* जामिया मिल्लिया इसलामिया, नयी दिल्ली

रूपा दास, *पी.जी.टी.,* डी.पी.एस., आर. के. पुरम, नयी दिल्ली

वॉय. श्रीकांत, *लैक्चरर,* शैक्षिक मापन एवं मूल्यांकन विभाग, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, नयी दिल्ली

सुचारिता सेन, *असिस्टेंट प्रोफ़ेसर,* क्षेत्रीय विकास अध्ययन केन्द्र, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नयी दिल्ली

हिन्दी अनुवाद

राजेश्वरी जागलान, *लैक्चरर,* कुरुक्षेत्र विश्वविद्यालय, कुरुक्षेत्र

स्पैक्ट्रम कम्यूनिकेशन्स, नयी दिल्ली

सदस्य-समन्वयक

तनु मलिक, *लैक्चरर,* सामाजिक विज्ञान एवं मानविकी शिक्षा विभाग, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, नयी दिल्ली

© NCERT not to be republished

भारत का संविधान

उद्देशिका

हम, भारत के लोग, भारत को एक [1]**[संपूर्ण प्रभुत्व-संपन्न समाजवादी पंथनिरपेक्ष लोकतंत्रात्मक गणराज्य]** बनाने के लिए, तथा उसके समस्त नागरिकों को :

सामाजिक, आर्थिक और राजनैतिक **न्याय,**

विचार, अभिव्यक्ति, विश्वास, धर्म

और उपासना की **स्वतंत्रता,**

प्रतिष्ठा और अवसर की **समता**

प्राप्त कराने के लिए,

तथा उन **सब में**

व्यक्ति की गरिमा और [2]**[राष्ट्र की एकता और अखंडता]** सुनिश्चित करने वाली **बंधुता**

बढ़ाने के लिए

दृढ़संकल्प होकर **अपनी इस संविधान सभा में** आज तारीख 26 नवंबर, 1949 ई. को **एतद्द्वारा इस संविधान को अंगीकृत, अधिनियमित और आत्मार्पित करते हैं।**

---

1. संविधान (बयालीसवां संशोधन) अधिनियम, 1976 की धारा 2 द्वारा (3.1.1977 से) ''प्रभुत्व-संपन्न लोकतंत्रात्मक गणराज्य'' के स्थान पर प्रतिस्थापित।
2. संविधान (बयालीसवां संशोधन) अधिनियम, 1976 की धारा 2 द्वारा (3.1.1977 से) ''राष्ट्र की एकता'' के स्थान पर प्रतिस्थापित।

© NCERT not to be republished

आभार

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् इस पुस्तक के निर्माण में सहयोग देने हेतु मिलाप चंद शर्मा, *रीडर*, क्षेत्रीय विकास अध्ययन केन्द्र, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय; मुज़म्मिल हुसैन क़ासमी, *लैक्चरर,* आई.ए.एस.ई., जामिया मिल्लिया इसलामिया; अरुणा गोर्डन, *पी.जी.टी.,* सेंट थॉमस स्कूल, नयी दिल्ली एवं सी. पारगी, *पी.जी.टी.,* केंद्रीय विद्यालय, नीमच के प्रति आभार व्यक्त करती है।

परिषद्, सविता सिन्हा, प्रोफ़ेसर एवं विभागाध्यक्ष (सामाजिक विज्ञान एवं मानविकी शिक्षा विभाग) के प्रति भी अपनी कृतज्ञता अर्पित करती है, जिन्होंने प्रत्येक स्तर पर इस पाठ्यपुस्तक के निर्माण में अपना अमूल्य सहयोग दिया।

परिषद् वीर सिंह आर्य, *प्रधान वैज्ञानिक अधिकारी* (अवकाश प्राप्त), वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, भारत सरकार; के. के. शर्मा, *प्रिंसिपल* (अवकाश प्राप्त), अजमेर; नरेश कुमार बघमार, *रीडर*, पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर; डी.डी. चौनियाल, *रीडर*, एच.एन.वी. गढ़वाल वि. वि., श्रीनगर का भी आभार व्यक्त करती है, जिन्होंने प्रत्येक स्तर पर इस पाठ्यपुस्तक के निर्माण में अपना अमूल्य सहयोग दिया।

परिषद् भारतीय सर्वेक्षण विभाग को भी धन्यवाद देती है जिसने पाठ्यपुस्तक में प्रकाशित मानचित्रों को प्रमाणित किया। परिषद् निम्न सभी व्यक्तियों एवं संगठनों का आभार व्यक्त करती है जिन्होंने इस पाठ्यपुस्तक को सहज बनाने हेतु विभिन्न आकृतियाँ एवं पाठ्य सामग्री उपलब्ध करवाई–

मिलाप चंद शर्मा, *रीडर,* क्षेत्रीय विकास अध्ययन केन्द्र, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय को अध्याय 5 में मंद ढाल, खड़ा ढाल, अवतल ढाल, उत्तल ढाल, शंक्वाकार पहाड़ी, पठार, V-आकार की घाटी, U-आकार की घाटी, महाखड्ड, पर्वतस्कं, भृगु एवं जलप्रपात के चित्रों के लिए; नरेन्द्र कुमार सैनी, जामिया मिल्लिया इसलामिया को चित्र 1.1, 1.15 तथा 6.1 के लिए; कॉन्सेप्ट पब्लिशिंग कम्पनी (पुस्तक : फन्डामेन्टल्स ऑफ कार्टोग्राफी; लेखक : आर.पी.मिश्रा एवं ए. रमेश) नयी दिल्ली को चित्र 1.4, 1.5 एवं 1.6 के लिए; एन.सी.ई.आर.टी. की पाठ्यपुस्तक (रिमोट सेन्सिंग; लेखक मीनाक्षी कुमार) को चित्र 6.3 एवं 6.6 के लिए; भारतीय सर्वेक्षण विभाग को चित्र 1.2 एवं 1.3 तथा पृष्ठ संख्या 62 एवं 64 पर स्थलाकृतिक शीट के भागों के लिए; राष्ट्रीय एटलस एवं थिमैटिक मानचित्रण संगठन को चित्र 1.7, 1.8 1.9, 1.10, 1.11, 1.12 एवं 1.12 के लिए; रीजनल रिमोट सेन्सिंग सर्विस सेन्टर, जोधपुर को चित्र 6.4 के लिए; नेशनल रिमोट सेन्सिंग एजेन्सी, हैदराबाद को चित्र 6.9, 6.11, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17 एवं पृष्ठ 87 पर बिम्ब के लिए; डिज़िटल ग्लोब ऐजेन्सी को चित्र 6.10 के लिए।

© NCERT not to be republished

परिषद् पाठ्यपुस्तक के निर्माण में उल्लेखनीय सहयोग देने हेतु अनिल शर्मा, *डी.पी.टी. ऑपरेटर;* अरविन्द सारस्वत एवं सतीश झा, *कॉपी एडिटर;* आनन्द बिहारी वर्मा, *प्रूफ रीडर;* दिनेश कुमार, *कंप्यूटर स्टेशन प्रभारी* का भी हार्दिक आभार व्यक्त करती है। इसी संदर्भ में प्रकाशन विभाग, एन.सी.ई.आर.टी. का सहयोग भी प्रशंसनीय है।

निम्नलिखित बिंदु इस पुस्तक में इस्तेमाल करे गए भारत के मानचित्रों के लिए लागू हैं

© भारत सरकार का प्रतिलिप्याधिकार, 2006

1. आन्तरिक विवरणों को सही दर्शाने का दायित्व प्रकाशक का है।
2. समुद्र में भारत का जलप्रदेश, उपयुक्त आधार-रेखा से मापे गए बारह समुद्री मील की दूरी तक है।
3. चण्डीगढ़, पंजाब और हरियाणा के प्रशासी मुख्यालय चण्डीगढ़ में है।
4. इस मानचित्र में अरुणाचल प्रदेश, असम और मेघालय के मध्य में दर्शायी गयी अन्तर्राज्यीय सीमाएँ, उत्तरी पूर्वी क्षेत्र (पुनर्गठन) अधिनियम 1971 के निर्वाचनानुसार दर्शित हैं, परंतु अभी सत्यापित होनी हैं।
5. भारत की बाह्य सीमाएँ तथा समुद्र तटीय रेखाएँ भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा सत्यापित अभिलेख/प्रधान प्रति से मेल खाती हैं।
6. इस मानचित्र में उत्तरांचल एवं उत्तर प्रदेश, झारखंड एवं बिहार और छत्तीसगढ़ एवं मध्यप्रदेश के बीच की राज्य सीमाएँ संबंधित सरकारों द्वारा सत्यापित नहीं की गयी हैं।
7. इस मानचित्र में दर्शित नामों का अक्षरविन्यास विभिन्न सूत्रों द्वारा प्राप्त किया है।

© NCERT not to be republished

विषय-सूची

आमुख *iii*

पाठ्यपुस्तकों में पाठ्य सामग्री का पुनर्संयोजन *v*

अध्याय 1
मानचित्र का परिचय **1–15**

अध्याय 2
मानचित्र मापनी **16–23**

अध्याय 3
अक्षांश, देशांतर और समय **24–30**

अध्याय 4
मानचित्र प्रक्षेप **31–44**

अध्याय 5
स्थलाकृतिक मानचित्र **45–64**

अध्याय 6
सुदूर संवेदन का परिचय **65–88**

© NCERT not to be republished

भारत का संविधान

भाग-3 (अनुच्छेद 12-35)

(अनिवार्य शर्तों, कुछ अपवादों और युक्तियुक्त निर्बंधन के अधीन)

द्वारा प्रदत्त

मूल अधिकार

समता का अधिकार

- विधि के समक्ष एवं विधियों के समान संरक्षण;
- धर्म, मूलवंश, जाति, लिंग या जन्मस्थान के आधार पर;
- लोक नियोजन के विषय में;
- अस्पृश्यता और उपाधियों का अंत।

स्वातंत्र्य-अधिकार

- अभिव्यक्ति, सम्मेलन, संघ, संचरण, निवास और वृत्ति का स्वातंत्र्य;
- अपराधों के लिए दोष सिद्धि के संबंध में संरक्षण;
- प्राण और दैहिक स्वतंत्रता का संरक्षण;
- छः से चौदह वर्ष की आयु के बच्चों को निःशुल्क एवं अनिवार्य शिक्षा;
- कुछ दशाओं में गिरफ्तारी और निरोध से संरक्षण।

शोषण के विरुद्ध अधिकार

- मानव के दुर्व्यापार और बलात श्रम का प्रतिषेध;
- परिसंकटमय कार्यों में बालकों के नियोजन का प्रतिषेध।

धर्म की स्वतंत्रता का अधिकार

- अंतःकरण की और धर्म के अबाध रूप से मानने, आचरण और प्रचार की स्वतंत्रता;
- धार्मिक कार्यों के प्रबंध की स्वतंत्रता;
- किसी विशिष्ट धर्म की अभिवृद्धि के लिए करों के संदाय के संबंध में स्वतंत्रता;
- राज्य निधि से पूर्णतः पोषित शिक्षा संस्थाओं में धार्मिक शिक्षा या धार्मिक उपासना में उपस्थित होने के संबंध में स्वतंत्रता।

संस्कृति और शिक्षा संबंधी अधिकार

- अल्पसंख्यक-वर्गों को अपनी भाषा, लिपि या संस्कृति विषयक हितों का संरक्षण;
- अल्पसंख्यक-वर्गों द्वारा अपनी शिक्षा संस्थाओं का स्थापन और प्रशासन।

सांविधानिक उपचारों का अधिकार

- उच्चतम न्यायालय एवं उच्च न्यायालय के निर्देश या आदेश या रिट द्वारा प्रदत्त अधिकारों को प्रवर्तित कराने का उपचार।

© NCERT not to be republished

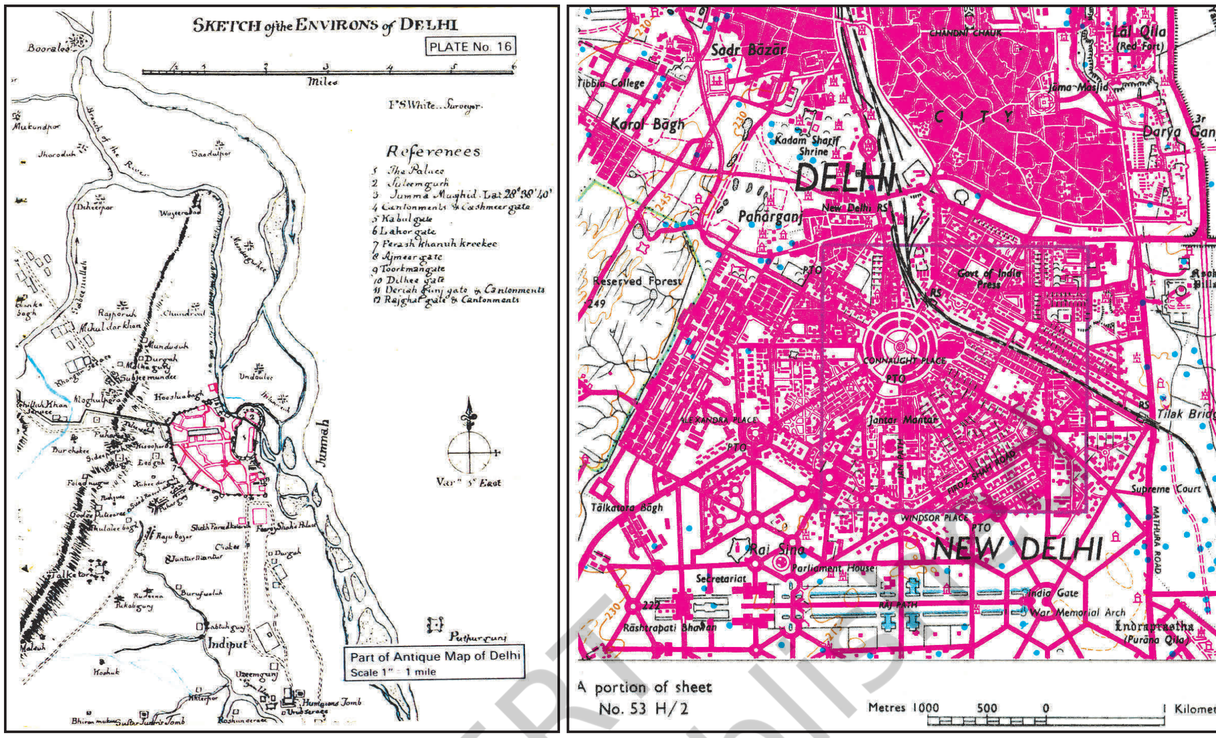
अध्याय 1

मानचित्र का परिचय

चित्र 1.1 : भारत, ग्लोब पर

मानचित्रों से आप परिचित ही होंगे। आपने अपनी सामाजिक विज्ञान की अधिकांश पुस्तकों में पृथ्वी या उसके भागों को दर्शाते मानचित्रों को देखा होगा। आप यह भी जानते होंगे कि पृथ्वी का आकार जीऑयड (त्रिविम) होता है तथा ग्लोब के द्वारा इसे सबसे अच्छी तरह से प्रदर्शित किया जा सकता है (चित्र 1.1)। दूसरी ओर मानचित्र में पूरी पृथ्वी या उसके किसी भाग को कागज पर चित्रित किया जाता है। इस प्रकार मानचित्र त्रिविम पृथ्वी की द्विविम प्रस्तुति है जिसे मानचित्र प्रक्षेप का उपयोग करके बनाया जा सकता है (अध्याय 4 देखें)। चूँकि, पृथ्वी की सभी आकृतियों को उनके सही आकार एवं प्रकार में दिखाना असंभव है, इसलिए मानचित्र को मापनी के आधार पर घटाकर बनाया जाता है। अपने विद्यालय परिसर की कल्पना करें। अगर आपको अपने विद्यालय का मानचित्र या रेखाचित्र उसके सही आकार में बनाना हो तो यह उतना ही बड़ा होगा जितना कि आपके विद्यालय का परिसर। इसलिए मानचित्रों को मापनी तथा प्रक्षेप के आधार पर बनाया जाता है ताकि कागज का प्रत्येक बिंदु स्थल की वास्तविक स्थिति के तदनुरूपी हो। इसके अतिरिक्त प्रतीकों, रंगों तथा छाया का उपयोग करके विभिन्न लक्षणों को सरलतापूर्वक दर्शाया जाता है। इस प्रकार कह सकते हैं कि मानचित्र संपूर्ण पृथ्वी या उसके किसी भाग का समतल पृष्ठ पर समानीत मापनी द्वारा वरणात्मक, प्रतीकात्मक तथा व्यापकीकृत निरूपण करता है। बिना मापनी के खींची गई रेखाओं तथा बहुभुज को मानचित्र नहीं कहा जा सकता है। इन्हें केवल एक रेखाचित्र कहते हैं (चित्र 1.2)। इस अध्याय में हम मानचित्रों की अनिवार्य आवश्यकताओं, उनके प्रकार तथा उपयोगों का अध्ययन करेंगे।

© NCERT not to be republished



चित्र 1.2 : दिल्ली के पर्यावरण का रेखाचित्र (बाएँ) तथा दिल्ली का मानचित्र (दाएँ)

शब्दावली

जीऑयड : एक लध्वक्ष गोलाभ, जो पृथ्वी के वास्तविक आकार के अनुरूप हो।

प्रधान बिंदु : उत्तर (N), दक्षिण (S), पूर्व (E) तथा पश्चिम (W)।

भूसंपत्ति मानचित्र : बृहत मापनी पर निर्मित मानचित्र, जो कि 1:500 से 1:4,000 की मापनी पर भूसंपत्ति परिसीमा दर्शाने के लिए निर्मित किया जाता है। इसमें प्रत्येक भूमि खंड को एक संख्या द्वारा व्यक्त किया जाता है।

मानचित्र : किसी मापनी से लघुकृत हुए आयामों के आधार पर संपूर्ण पृथ्वी या उसके किसी भाग का चयनित, संकेतात्मक तथा सामान्य प्रदर्शन।

मानचित्रकला : मानचित्र, चार्ट, खाका तथा अन्य प्रकार के ग्राफ़ बनाने की कला, विज्ञान तथा तकनीक और उनका अध्ययन तथा उपयोग।

मानचित्र क्रम : किसी देश या क्षेत्र के लिए समान मापनी, प्रकार तथा विशिष्टता के साथ बनाए गए मानचित्रों का समूह।

मानचित्र प्रक्षेप : गोलाकार सतह को समतल सतह पर प्रदर्शित करने की प्रणाली।

मापनी : एक मानचित्र, खाका या छायाचित्र पर दी गई दूरी तथा वास्तविक दूरी के बीच का अनुपात।

रेखाचित्र : वास्तविक मापनी या अभिविन्यास के बिना मुक्त-हस्त द्वारा खींचे गए सरल मानचित्र।

व्यापकीकरण मानचित्र : मानचित्र पर आकृतियों का सरल प्रदर्शन, जो इसकी मापनी या उद्देश्य के उपयुक्त हो एवं उनके वास्तविक स्वरूप को प्रभावित नहीं करता हो।

© NCERT not to be republished

मानचित्र बनाने की अनिवार्यताएँ

मानचित्रों की विभिन्नता को देखते हुए, उन सभी के बीच की समानता को समझने में हमें कठिनाई हो सकती है। मानचित्रकला, मानचित्र बनाने की कला एवं विज्ञान है, जिसमें सभी प्रकार के मानचित्रों को बनाने का प्रक्रम सर्वनिष्ठ है। मानचित्रों के लिए अनिवार्य, ये प्रक्रम निम्नलिखित हैं :

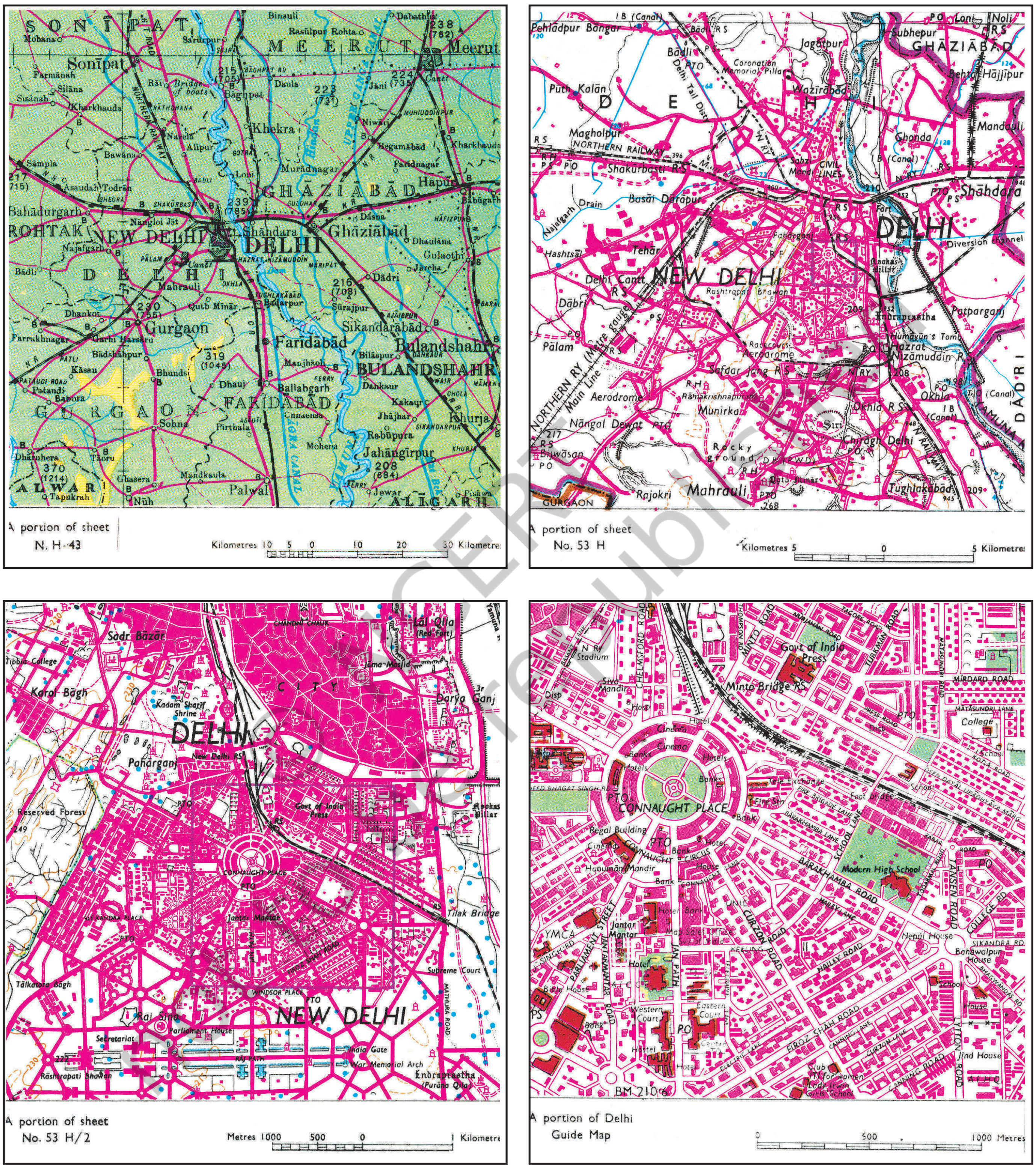
- मापनी
- मानचित्र प्रक्षेप
- मानचित्र व्यापकीकरण
- मानचित्र अभिकल्पना
- मानचित्र का निर्माण तथा प्रस्तुति

मानचित्र मापनी : हम जानते हैं कि सभी मानचित्र लघुकरण होते हैं। मानचित्र बनाने के लिए सबसे पहले मापनी के विषय में निर्णय लेना होता है। मापनी का चयन अत्यधिक महत्त्वपूर्ण होता है। किसी मानचित्र की मापनी इस बात को निर्धारित करती है कि उस मानचित्र में कितनी सूचनाओं, विषयवस्तु एवं वास्तविकताओं का समावेश किस हद तक संभव है। उदाहरण के लिए, चित्र 1.3 विभिन्न मापनी वाले मानचित्रों तथा मापनी में बदलाव के बाद आए सुधारों के बीच की तुलना को दर्शाता है।

मानचित्र प्रक्षेप : हम यह भी जानते हैं कि मानचित्र पृथ्वी की त्रिविम सतह का, कागज की समतल सतह पर दी गई एक सरल प्रस्तुति है। सभी ओर से वक्रित जीऑयड की सतह का चपटी सतह पर प्रदर्शन, मानचित्रकला प्रक्रम का दूसरा महत्त्वपूर्ण पहलू है। हमें यह जानना चाहिए कि इस प्रकार के मूलज परिवर्तन के कारण जीऑयड के वास्तविक स्वरूप की दिशाओं, दूरियों, क्षेत्रों तथा आकारों में अपरिहार्य परिवर्तन होते हैं। एक गोलाकार सतह को, समतल सतह पर दर्शाने की प्रणाली को प्रक्षेप कहा जाता है। इसलिए प्रक्षेपों का चयन, उपयोग तथा निर्माण मानचित्र बनाने के लिए सबसे महत्त्वपूर्ण होता है।

मानचित्र व्यापकीकरण : प्रत्येक मानचित्र एक निश्चित उद्देश्य के साथ बनाया जाता है। उदाहरण के लिए, सामान्य उद्देश्य वाला मानचित्र उच्चावच, अपवाह, वनस्पति, बस्ती, परिवहन के साधन आदि जैसी सामान्य सूचनाओं को दर्शाता है। इसी प्रकार, विशेष उद्देश्य वाला मानचित्र एक या एक से अधिक चयनित विषयवस्तु, जैसे— जनसंख्या घनत्व, मिट्टी के प्रकार या उद्योगों की स्थिति से संबंधित जानकारी को दर्शाता है। इसलिए यह आवश्यक है कि मानचित्र के उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए उसकी विषयवस्तु को सावधानीपूर्वक नियोजित किया जाए। चूँकि, मानचित्रों को एक निश्चित उद्देश्य के लिए लघुकृत मापनी पर तैयार किया जाता है, इसलिए मानचित्रकार का तीसरा कार्य मानचित्र की विषयवस्तु को व्यापकीकृत करना है। ऐसा करते समय, एक मानचित्रकार को चुनी गई विषयवस्तु से संबंधित सूचनाओं (आँकड़ों) को एकत्रित करके आवश्यकतानुसार सरल करना चाहिए।

© NCERT not to be republished



चित्र 1.3 : मानचित्र की सूचनाओं पर मापनी का प्रभाव

मानचित्र अभिकल्पना : मानचित्रकार का चौथा महत्त्वपूर्ण कार्य है मानचित्र अभिकल्पना। इसमें मानचित्रों की आलेखी विशिष्टताओं को योजनाबद्ध किया जाता है, जिसमें शामिल हैं- उचित संकेतों का चयन, उनके आकार एवं प्रकार, लिखावट का तरीका, रेखाओं की चौड़ाई का निर्धारण, रंगों का चयन, मानचित्र में मानचित्र अभिकल्पना के विभिन्न तत्त्वों की व्यवस्था और रूढ़ चिह्न। अत:, मानचित्र अभिकल्पना मानचित्र बनाने की एक जटिल अभिमुखता है, जिसमें उन सिद्धांतों की गहन जानकारी की आवश्यकता होती है, जो आलेखी संचार के प्रभावों को संनियमन करती है।

मानचित्र निर्माण तथा उत्पादन : मानचित्रकला प्रक्रम का पाँचवाँ महत्त्वपूर्ण कार्य मानचित्रों को बनाना तथा उनका पुनरुत्पादन करना है। पुराने समय में, मानचित्र बनाने एवं उनके पुनरुत्पादन का कार्य हाथों से किया जाता था। कलम एवं स्याही से मानचित्र बनाकर उनको मशीनों द्वारा छापते थे। किंतु हाल में, मानचित्र बनाने तथा उनकी छपाई की तकनीकों में कंप्यूटर की सहायता मिलने के कारण मानचित्र निर्माण एवं पुनरुत्पादन में क्रांतिकारी परिवर्तन आया है।

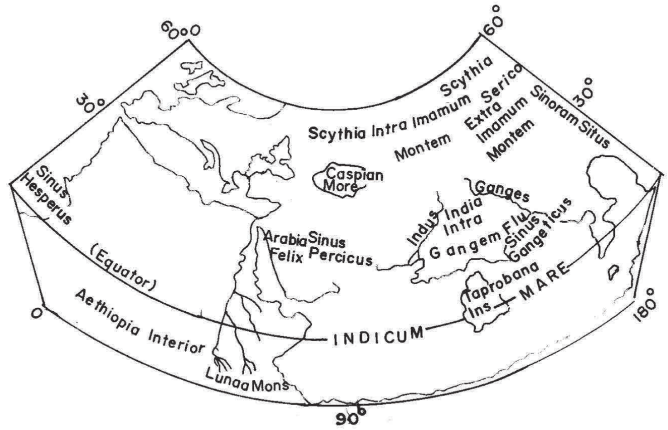
मानचित्रण का इतिहास

मानचित्रण का इतिहास मानव के इतिहास जितना ही पुराना है। सबसे पुराना मानचित्र मेसोपोटामिया में पाया गया था, जो कि चिकनी मिट्टी की टिकिया से बना है और 2,500 ईसा पूर्व का माना जाता है। चित्र 1.4 में विश्व का टॉलमी द्वारा निर्मित मानचित्र दिखाया गया है। आधुनिक मानचित्रकला की नींव अरब एवं यूनान के भूगोलविदों द्वारा रखी गई। पृथ्वी की परिधि का माप तथा मानचित्र बनाने में भौगोलिक निर्देशांक की पद्धति के उपयोग जैसे कुछ महत्त्वपूर्ण योगदान यूनानी एवं अरब भूगोलविदों द्वारा दिए गए। आधुनिक काल के आरंभिक दौर में मानचित्र बनाने की कला एवं विज्ञान को पुनर्जीवित किया गया, जिसमें जीऑयड को समतल सतह पर दर्शाने से होने वाले परिवर्तनों को कम करने का प्रयास किया गया। सही दिशा, दूरी एवं क्षेत्रफल के परिशुद्ध माप के लिए विभिन्न प्रक्षेपों पर मानचित्रों को खींचा गया था। वायव (aerial) फ़ोटोग्राफ़ी से सतह पर होने वाले सर्वेक्षणों के तरीकों को सहयोग मिला तथा वायव फ़ोटो के उपयोग ने 19वीं एवं 20वीं शताब्दी में मानचित्र बनाने के कार्य को और भी अधिक तेज़ कर दिया।

भारत में मानचित्र बनाने का कार्य वैदिक काल में ही शुरू हो गया था, जब खगोलीय यथार्थता तथा ब्रह्मांडिकी रहस्योद्घाटन के प्रयत्न किए गए थे। आर्यभट्ट, वाराहमिहिर तथा भास्कर आदि के पौराणिक ग्रंथों में इन अभिव्यक्तियों को सिद्धांत या नियम के निश्चित रूप में दिखाया गया था। प्राचीन भारतीय विद्वानों ने पूरे विश्व को सात द्वीपों में बाँटा (चित्र 1.5)। महाभारत में माना गया था कि यह गोलाकार विश्व चारों ओर से जल से घिरा है (चित्र 1.6)।

टोडरमल ने भू-सर्वेक्षण तथा मानचित्र बनाने के कार्य को लगान वसूली प्रक्रिया का एक अभिन्न अंग बना दिया था। इसके अतिरिक्त, शेरशाह सूरी के लगान मानचित्रों ने मध्य काल में मानचित्र बनाने के कार्य को और अधिक समृद्ध किया। पूरे देश के तत्कालीन मानचित्रों को बनाने

© NCERT not to be republished



चित्र 1.4 : टॉलमी का विश्व मानचित्र

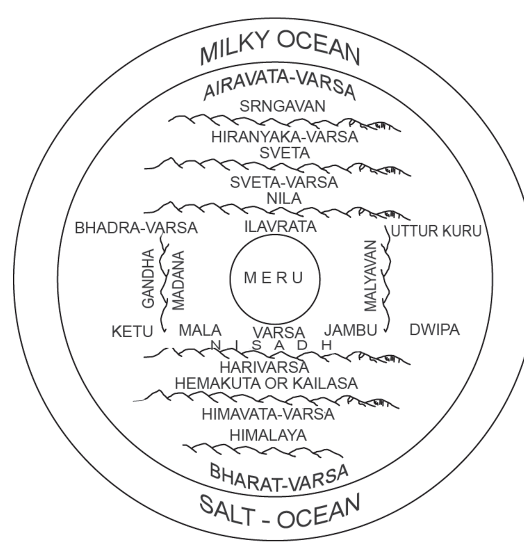
के लिए गहन स्थलाकृतिक सर्वेक्षण 1767 में सर्वे ऑफ इंडिया की स्थापना के साथ किया गया, जिसके चरम बिंदु के रूप में 1785 में हिंदुस्तान का मानचित्र बनकर तैयार हुआ। आज, सर्वे ऑफ इंडिया विभिन्न मापनियों के आधार पर पूरे देश का मानचित्र तैयार करता है।

मापनी पर आधारित मानचित्रों के प्रकार : मापनी के आधार पर मानचित्रों को बृहत मापनी तथा लघु मापनी में वर्गीकृत किया जा सकता है। बृहत मापनी मानचित्रों में छोटे क्षेत्रों को अपेक्षाकृत बृहत मापनी के द्वारा दिखाया जाता है, उदाहरण के लिए स्थलाकृतिक मानचित्रों को 1:2,50,000, 1:50,000 अथवा 1:25,000 की मापनी पर बनाया जाता है तथा गाँव के मानचित्र एवं क्षेत्रीय प्लान को 1:4,000, 1:2,000 अथवा 1:500 की मापनी पर दिखाया जाता है, जो बृहत मापनी के मानचित्र हैं। दूसरी ओर, लघुमान मानचित्र का उपयोग बृहत क्षेत्र को दर्शाने के लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए एटलस मानचित्र एवं भित्ति मानचित्र आदि।

(i) बृहत मापनी मानचित्र : बृहत मापनी मानचित्रों को निम्नलिखित प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है–

© NCERT not to be republished

चित्र 1.5 : प्राचीन भारत में कल्पित विश्व के सात द्वीप



चित्र 1.6 : महाभारत में कल्पित चारों ओर जल से घिरा गोलाकार विश्व

(क) भूसंपत्ति मानचित्र
(ख) स्थलाकृतिक मानचित्र

(क) भूसंपत्ति मानचित्र : कैडेस्ट्रल या भूसंपत्ति मानचित्र शब्द की उत्पत्ति फ्रेंच भाषा के 'कैडेस्त्रे' शब्द से हुई है, जिसका अर्थ होता है क्षेत्रीय संपत्ति की पंजिका। इन मानचित्रों को कृषित भूमि की सीमाओं का निर्धारण कर तथा नगरों में व्यक्तिगत (निजी) मकानों के प्लान को दर्शा कर उन के स्वामित्व को दर्शाने के लिए बनाया जाता है। ये मानचित्र सरकार द्वारा विशेष रूप से भूमिकर, लगान की वसूली एवं स्वामित्व का रिकॉर्ड रखने के लिए बनाए जाते हैं। ये मानचित्र बृहत मापनी पर बनाए जाते हैं, जैसे- गाँवों का भूसंपत्ति मानचित्र 1:4,000 की मापनी पर तथा नगरों का मानचित्र 1:2,000 और इससे अधिक मापनी पर बनाए जाते हैं।

(ख) स्थलाकृतिक मानचित्र : ये मानचित्र भी साधारणत: बृहत मापनी पर बनते हैं। स्थलाकृतिक मानचित्र परिशुद्ध सर्वेक्षणों पर आधारित होते हैं तथा मानचित्रों की शृंखला के रूप में विश्व के लगभग सभी देशों की राष्ट्रीय मानचित्र एजेंसी के द्वारा तैयार किए जाते हैं (अध्याय 5)। उदाहरण के लिए, भारत का सर्वेक्षण विभाग पूरे देश के स्थलाकृतिक मानचित्रों को 1:2,50,000, 1:50,000 तथा 1:25,000 की मापनी पर व्यक्त करता है (चित्र 1.3)। इन मानचित्रों में स्थलाकृतिक जानकारियों, जैसे- आकृति, अपवाह, कृषि-भूमि, वन, बस्ती, परिवहन के साधन, स्कूलों की स्थिति, डाकघरों तथा अन्य सेवाओं एवं सुविधाओं को दर्शाने के लिए समान रंगों तथा प्रतीकों का प्रयोग किया गया है।

(ii) लघुमान मानचित्र : लघुमान मानचित्रों को निम्नलिखित वर्गों में वर्गीकृत किया गया है :

(क) भित्ति मानचित्र
(ख) एटलस मानचित्र

(क) भित्ति मानचित्र : यह मानचित्र सामान्यत: बड़े आकार के कागज या प्लास्टिक पर बनाया जाता है। जिसका उपयोग कक्षा या व्याख्यानकक्ष के लिए होता है। इसकी मापनी स्थलाकृतिक मानचित्र से लघु, लेकिन एटलस मानचित्र से बृहत होती है।

(ख) एटलस मानचित्र : एटलस मानचित्र लघुमान मानचित्र हैं। ये मानचित्र बड़े आकार वाले क्षेत्रों को प्रदर्शित करते हैं तथा भौतिक एवं सांस्कृतिक विशिष्टताओं को सामान्य तरीके से दर्शाते हैं। एटलस मानचित्र विश्व, महाद्वीपों, देशों या क्षेत्रों की भौगोलिक जानकारियों के आलेखी विश्वकोश हैं। सही तरीके से देखने पर, ये मानचित्र हमें स्थिति, आकृति, अपवाह, जलवायु, वनस्पति, नगरों एवं शहरों के वितरण, जनसंख्या, उद्योगों की स्थिति, परिवहन तंत्र, पर्यटन तथा धरोहरों आदि के संबंध में सामान्य जानकारी प्रदान करते हैं।

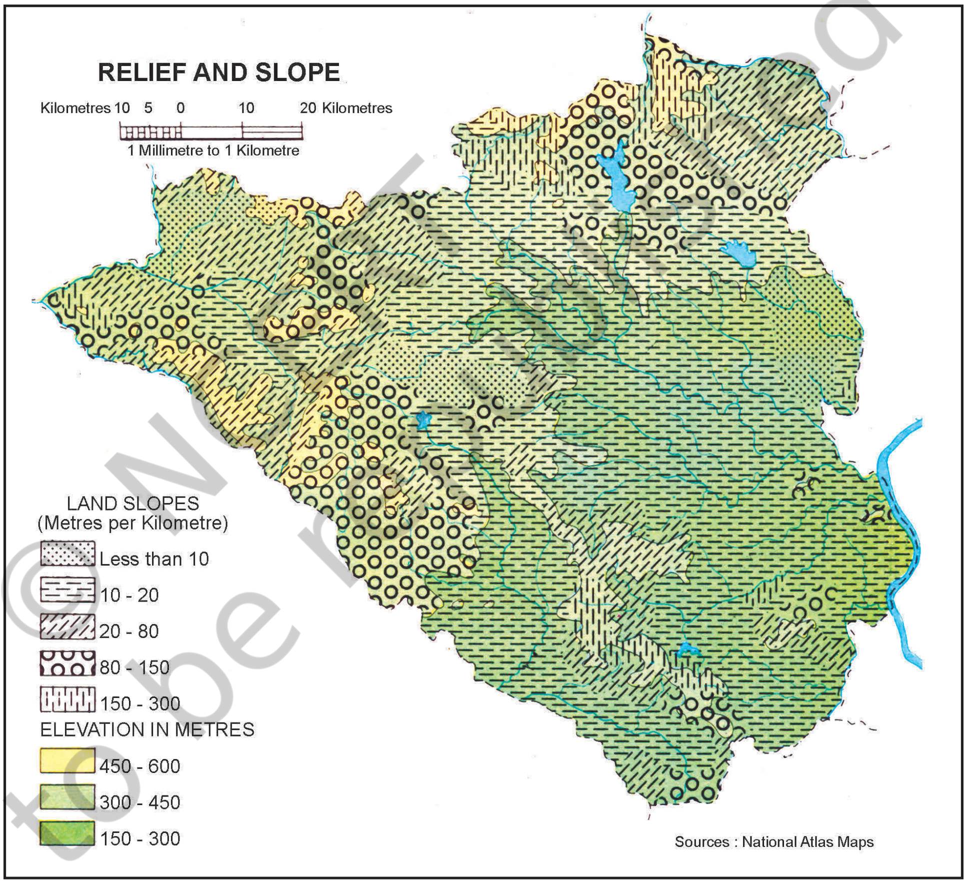
प्रकार्य के आधार पर मानचित्रों का वर्गीकरण : मानचित्रों को उनके प्रकार्य के आधार पर भी वर्गीकृत किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, एक राजनीतिक मानचित्र, एक महाद्वीप

© NCERT not to be republished

या एक देश के प्रशासनिक विभाजनों को दर्शाने का काम करता है तथा एक मृदा मानचित्र विभिन्न प्रकार की मृदाओं के वितरण को दर्शाता है। व्यापक रूप से मानचित्रों को उनके प्रकार्य के आधार पर भौतिक मानचित्रों एवं सांस्कृतिक मानचित्रों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

(i) भौतिक मानचित्र : भौतिक मानचित्र प्राकृतिक लक्षणों, जैसे- उच्चावच, मृदा, अपवाह, जलवायु के तत्त्वों, तथा वनस्पति इत्यादि को दर्शाता है।

(क) उच्चावच मानचित्र : उच्चावच मानचित्रों में पर्वतों, मैदानों, पठारों, अपवाह तंत्र आदि जैसे सामान्य स्थलाकृतियों को प्रदर्शित किया जाता है। चित्र 1.7 नागपुर जिले के उच्चावच तथा ढाल को दिखाता है।

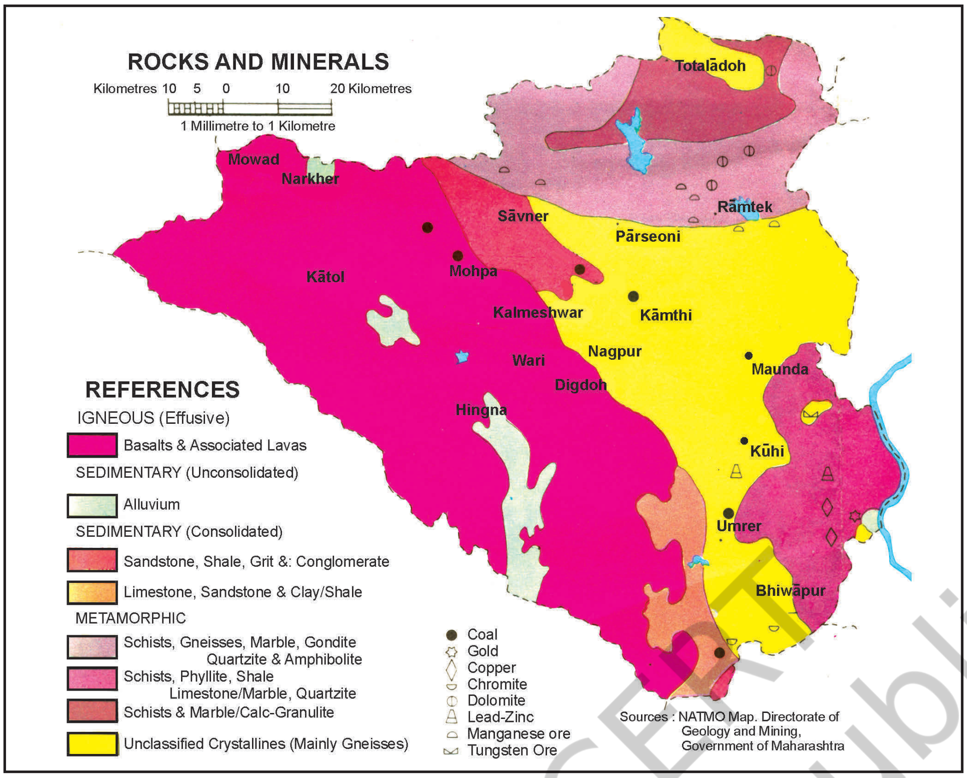


चित्र 1.7 : नागपुर जिला – उच्चावच तथा ढाल

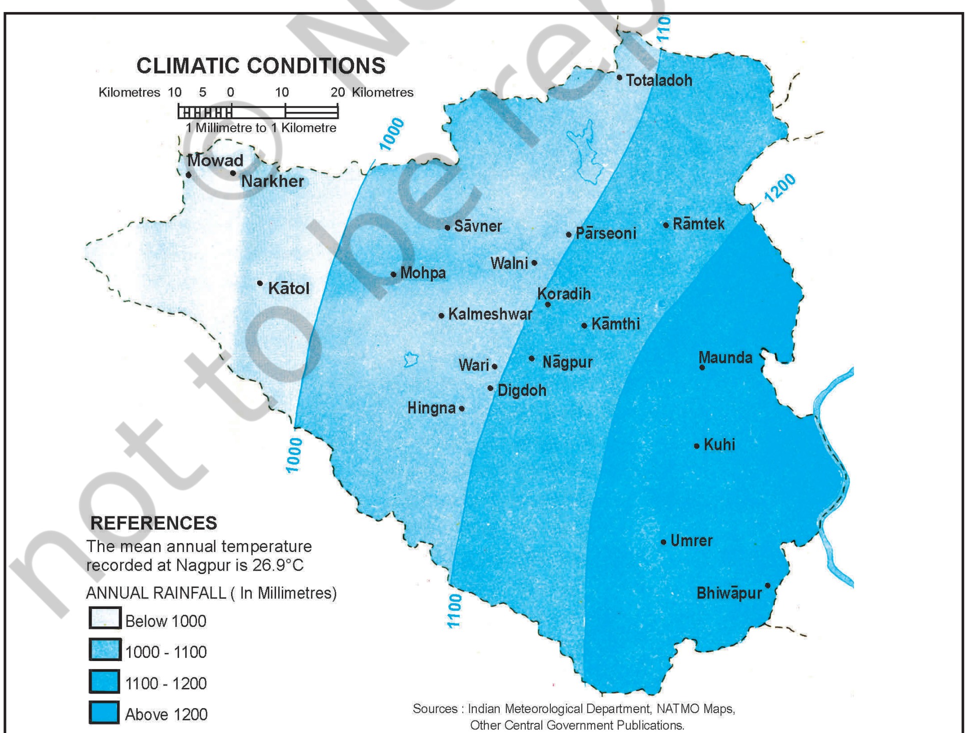
(ख) भूगर्भीय मानचित्र : ये मानचित्र भूगर्भीय संरचनाओं, शैल प्रकारों इत्यादि को दर्शाते हैं। चित्र 1.8 नागपुर जिले के शैल एवं खनिजों का वितरण दिखाता है।

(ग) जलवायु मानचित्र : ये मानचित्र किसी क्षेत्र के जलवायु क्षेत्रों को दर्शाते हैं। इसके अतिरिक्त इन मानचित्रों के द्वारा तापमान, वर्षा, बादल, सापेक्ष आर्द्रता, वायु की दिशा एवं गति तथा मौसम के दूसरे तत्त्वों के वितरण को दर्शाया जाता है (चित्र 1.9)।

© NCERT not to be republished



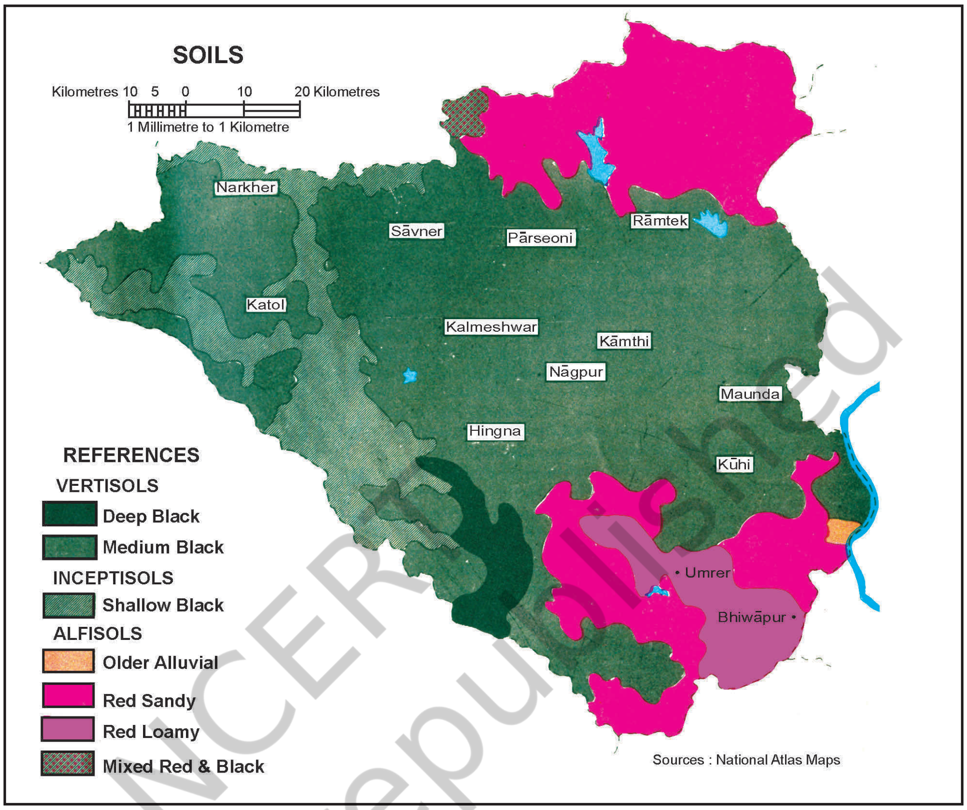
चित्र 1.8 : नागपुर जिला – शैल एवं खनिजों का वितरण



चित्र 1.9 : नागपुर जिला – जलवायु दशाएँ

© NCERT not to be republished

(घ) मृदा मानचित्र : मृदा मानचित्र विभिन्न प्रकार की मृदाओं के वितरण तथा उनके गुणों को दर्शाता है (चित्र 1.10)।



चित्र 1.10 : नागपुर जिला – मृदाएँ

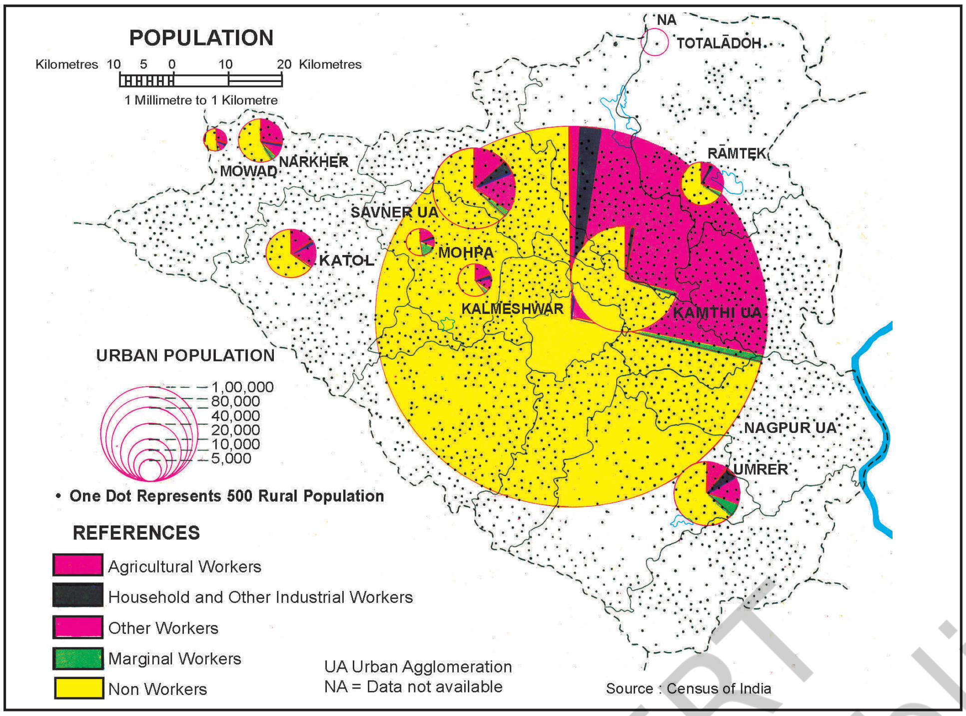
(ii) सांस्कृतिक मानचित्र : सांस्कृतिक मानचित्र मानव निर्मित लक्षणों को दर्शाते हैं। इनमें विभिन्न प्रकार के मानचित्र होते हैं, जो जनसंख्या वितरण एवं वृद्धि, लिंग एवं आयु, सामाजिक तथा धार्मिक घटक, साक्षरता, शैक्षिक स्तर की प्राप्ति, व्यवसायिक संरचना, बस्तियों की स्थिति, सुविधाएँ एवं सेवाएँ, परिवहन व्यवस्था तथा उत्पादन, विभिन्न वस्तु-प्रवाह को दर्शाते हैं।

(क) राजनीतिक मानचित्र : ये मानचित्र किसी क्षेत्र के प्रशासनिक विभाजन, जैसे- देश, राज्य या जिले को दर्शाते हैं। ये मानचित्र संबंधित प्रशासनिक इकाई के योजना एवं प्रबंधन में प्रशासनिक तंत्र की मदद करते हैं।

(ख) जनसंख्या मानचित्र : जनसंख्या मानचित्र जनसंख्या के वितरण, घनत्व एवं वृद्धि, आयु एवं लिंग की संरचना, धार्मिक, भाषाई तथा सामाजिक वर्गों का वितरण, जनसंख्या की व्यवसायिक संरचना इत्यादि को दर्शाता है (चित्र 1.11)। किसी क्षेत्र के योजना एवं विकास में जनसंख्या मानचित्र की अहम् भूमिका होती है।

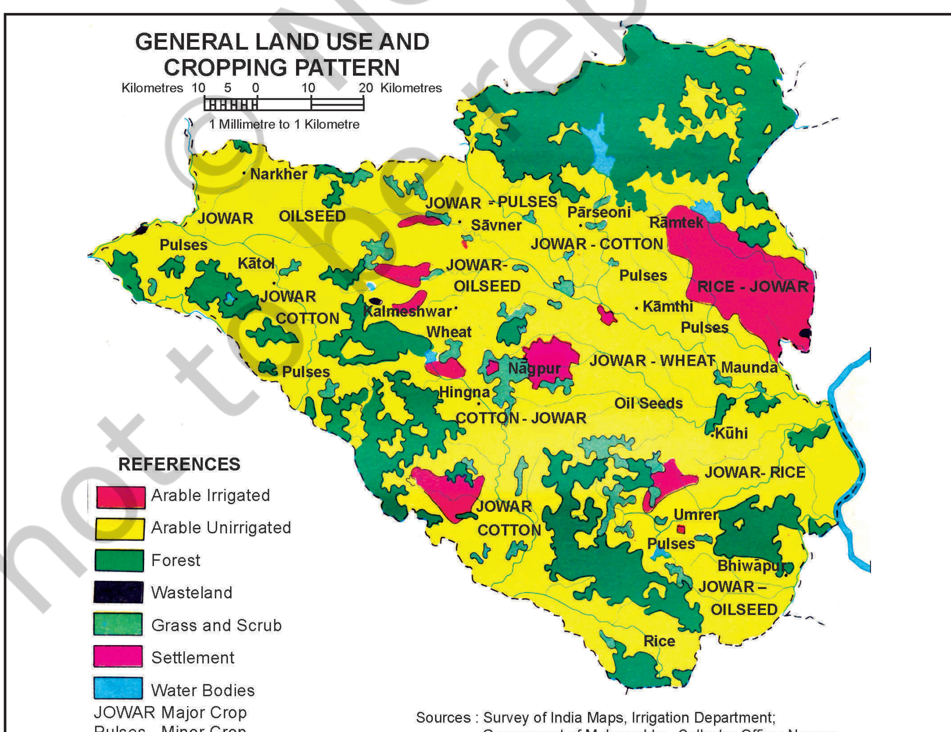
(ग) आर्थिक मानचित्र : आर्थिक मानचित्र विभिन्न प्रकार की फसलों एवं विभिन्न खनिजों के उत्पादन तथा वितरण, उद्योगों एवं बाजारों की स्थिति, व्यापार के मार्गों तथा उत्पादों के प्रवाह

© NCERT not to be republished



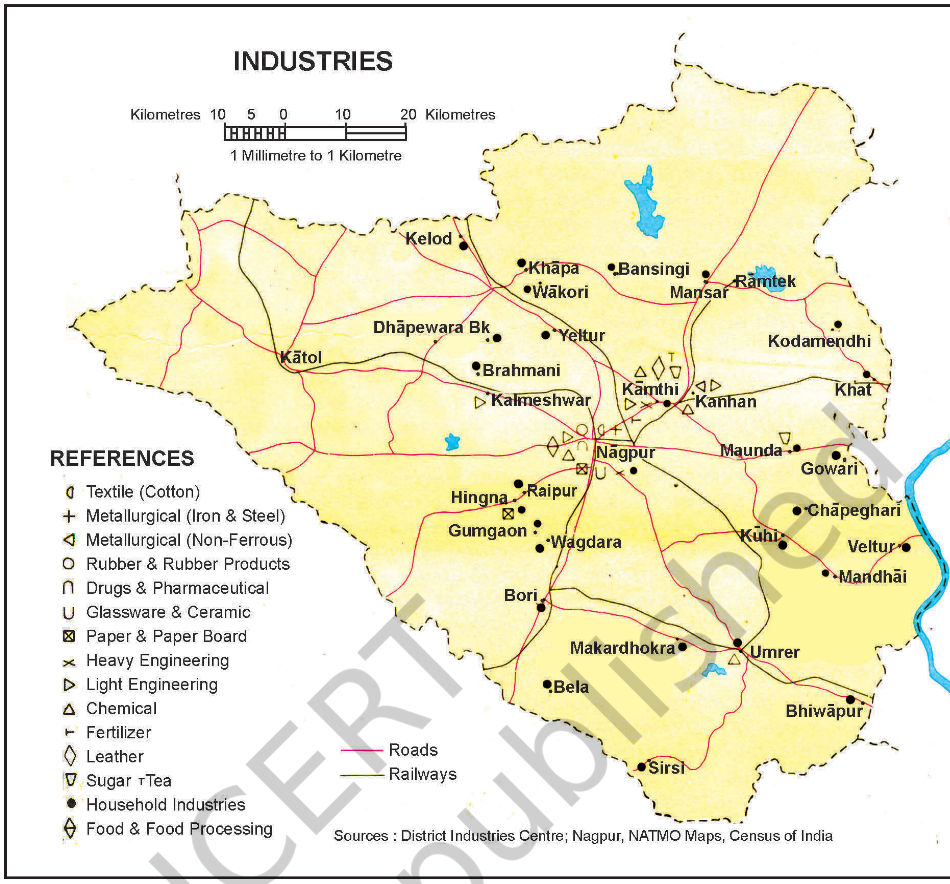
चित्र 1.11 : नागपुर जिला – जनसंख्या वितरण

को दिखाता है। चित्र 1.12 तथा 1.13 नागपुर जिले की क्रमशः भू-उपयोग एवं फ़सल-प्रारूप तथा उद्योगों की स्थिति को दिखाते हैं।



चित्र 1.12 : नागपुर जिला – भूमि उपयोग एवं फ़सल प्रतिरूप

© NCERT not to be republished



चित्र 1.13 : नागपुर जिला – उद्योगों की स्थिति

(घ) परिवहन मानचित्र : ये मानचित्र सड़कों, रेल की पटरियों तथा रेलवे स्टेशनों एवं हवाई अड्डों को दर्शाते हैं।

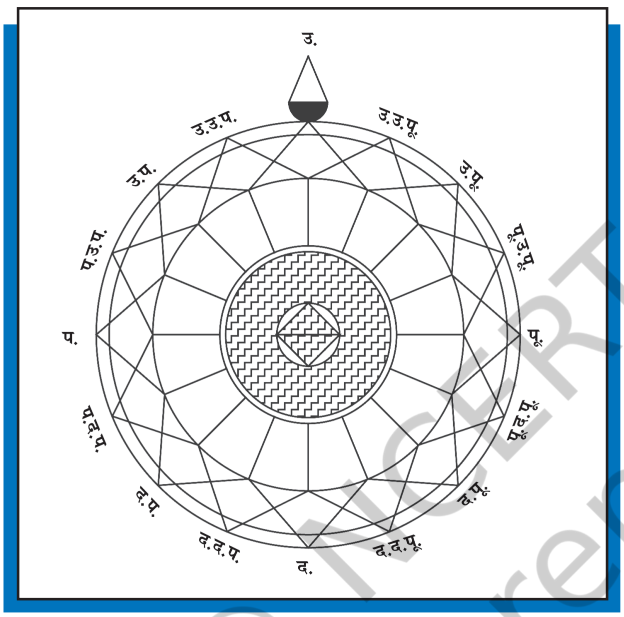
मानचित्रों का उपयोग

भूगोलवेत्ता, नियोजक तथा अन्य संसाधन अध्ययनवेत्ता मानचित्रों का उपयोग करते हैं। ऐसा करने में वे दूरी, दिशा एवं क्षेत्र को सुनिश्चित करने के लिए विभिन्न प्रकार के मापन करते हैं।

दूरी का मापन : मानचित्रों में दिखाए गए रैखिक लक्षणों को दो भागों में वर्गीकृत किया जा सकता है, जो हैं- सीधी रेखाएँ एवं अव्यवस्थित या टेढ़ी-मेढ़ी रेखाएँ। सीधी रेखा वाले लक्षणों, जैसे- सड़कें, रेल की पटरियाँ एवं नहरों का मापना आसान होता है। एक विभाजक (चांदे) की सहायता से या मानचित्र की सतह पर एक मापनी रखकर इसे मापा जा सकता है। किंतु दूरियों को मापने की आवश्यकता प्राय: अव्यवस्थित रास्तों, जैसे- तटीय किनारों, नदियों तथा धाराओं को मापने में होती है। इस प्रकार की आकृतियों की दूरियों को मापने के लिए धागे का एक छोर प्रारंभिक बिंदु पर रख कर धागे को टेढ़े मार्ग पर रखा जाता है और आखिरी छोर पर पहुँच जाने के बाद धागे को फैलाकर उसकी सही दूरी को मापा जाता है। एक साधारण यंत्र वक्ररेखामापी के द्वारा भी यह दूरी मापी जा सकती है। दूरी को मापने के लिए वक्ररेखामापी के पहिए को रास्ते के साथ-साथ घुमाया जाता है।

© NCERT not to be republished

दिशा का मापन : दिशा, मानचित्र पर एक काल्पनिक सीधी रेखा है, जो एक समान आधार से दिशा की कोणीय स्थिति को प्रदर्शित करती है। उत्तर दिशा की ओर संकेत करने वाली रेखा बिंदु को शून्य दिशा या आधार दिशा रेखा कहते हैं। एक मानचित्र सदैव उत्तर दिशा को दर्शाता है। अन्य सभी दिशाओं का निर्धारण इसके संबंध से किया जाता है। सामान्यत: चार दिशाएँ मानी जाती हैं (उत्तर, दक्षिण, पूर्व एवं पश्चिम, इन्हें प्रधान दिग्बिंदु (कार्डिनल प्वाइंट) भी कहा जाता है। प्रधान दिग्बिंदुओं के बीच कई अन्य मध्यवर्ती दिशाएँ होती हैं (चित्र 1.14)।



चित्र 1.14 : दिग्बिंदु एवं मध्यवर्ती दिशाएँ

क्षेत्र का मापन : प्रशासनिक एवं भौगोलिक इकाइयों जैसी आकृतियों का मापन मानचित्र की सतह पर किया जाता है। मानचित्र उपयोगकर्त्ताओं द्वारा क्षेत्रों को विभिन्न तरीकों से मापा जाता है। वर्गों की एक नियमित शैली के द्वारा किसी क्षेत्र की माप की जा सकती है, हालांकि यह विधि अधिक परिशुद्ध नहीं होती है। इस विधि द्वारा क्षेत्र को मापने के लिए एक प्रदीप्त ट्रेसिंग टेबुल के ऊपर मानचित्र के नीचे एक ग्राफ़ (आलेख) पेपर रखकर मानचित्र को वर्गों से ढँक लें अथवा स्क्वायर शीट पर उस क्षेत्र को ट्रेस कर लें। 'संपूर्ण वर्गों' की संख्या को 'आंशिक वर्गों' के साथ जोड़ लिया जाता है। इसके बाद एक साधारण समीकरण द्वारा क्षेत्रफल मापा जाता है।

$$\text{क्षेत्रफल} = \text{'संपूर्ण वर्गों' का योग} + \left(\frac{\text{'आंशिक वर्गों' का योग}}{2}\right) \times \text{मानचित्र पैमाना}$$

स्थिर ध्रुवीय प्लैनीमीटर से भी क्षेत्रफल की गणना की जा सकती है (चित्र 1.15)।

© NCERT not to be republished

बॉक्स 1.1 ध्रुवीय प्लैनीमीटर के द्वारा क्षेत्रफल का मापन

ध्रुवीय प्लैनीमीटर से भी क्षेत्रफल की गणना की जा सकती है। इस उपकरण में एक छड़ की गति को मापा जाता है, जिसके एक सिरे को त्रिज्य चाप पर स्थिर करके उसके रेखापथ को सीमित कर दिया जाता है। जिस क्षेत्र का क्षेत्रफल मापना है, उसकी परिधि को एक निर्देशक बिंदु की मदद से दक्षिणावर्त्त दिशा में ट्रेस कर लेते हैं। इस प्रक्रिया की शुरुआत एक सुविधाजनक बिंदु से करते हैं, जिस पर ट्रेस करने वाली भुजा लौटकर वापस आती है।

क्षेत्र की परिधि मापने के पूर्व एवं पश्चात् डायल की रीडिंग उपकरणीय इकाई में एक मान देगी। क्षेत्रफल को वर्ग इंच या सेंटीमीटर में परिवर्तित करने के लिए इन रीडिंग को उस उपकरण विशेष के स्थिरांक से गुणा किया जाता है।

चित्र 1.15 : ध्रुवीय प्लैनीमीटर

आप अधिक जान सकते हैं – bhuvan.nrsc.gov.in

अभ्यास

1. दिए गए चार विकल्पों में से सही विकल्प चुनें :

(i) रेखाओं एवं आकृतियों के मानचित्र कहे जाने के लिए निम्नलिखित में से क्या अनिवार्य है?
   (क) मानचित्र रूढ़ि
   (ख) प्रतीक
   (ग) उत्तर दिशा
   (घ) मानचित्र मापनी

(ii) एक मानचित्र जिसकी मापनी 1:4,000 एवं उससे बड़ी है, उसे कहा जाता है–
   (क) भूसंपत्ति मानचित्र
   (ख) स्थलाकृतिक मानचित्र
   (ग) भित्ति मानचित्र
   (घ) एटलस मानचित्र

(iii) निम्नलिखित में से कौन-सा मानचित्र के लिए अनिवार्य नहीं है?
   (क) मानचित्र प्रक्षेप
   (ख) मानचित्र व्यापकीकरण
   (ग) मानचित्र अभिकल्पना
   (घ) मानचित्रों का इतिहास

© NCERT not to be republished

2. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लगभग 30 शब्दों में दें।
   (क) मानचित्र व्यापकीकरण क्या है?
   (ख) मानचित्र अभिकल्पना क्यों महत्त्वपूर्ण है?
   (ग) लघुमान वाले मानचित्रों के विभिन्न प्रकार कौन-कौन से हैं?
   (घ) बृहत मापनी मानचित्रों के दो प्रमुख प्रकारों को लिखें।
   (ङ) मानचित्र रेखाचित्र से किस प्रकार भिन्न है?

3. मानचित्रों के प्रकारों की विस्तृत व्याख्या करें।

© NCERT not to be republished

अध्याय 2

मानचित्र मापनी

जैसा कि अध्याय 1 में आपने पढ़ा है कि मापनी सभी प्रकार के मानचित्रों के लिए आवश्यक तत्त्व है। यह इतनी अधिक महत्त्वपूर्ण है कि अगर रेखाओं एवं बहुभुजों का एक जाल बिना मापनी के बनाया जाए, तो उसे केवल एक रेखाचित्र कहा जाता है। मापनी इतनी महत्त्वपूर्ण क्यों है? इसका अर्थ क्या है? मानचित्र पर मापनी को दिखाने के विभिन्न तरीके कौन-कौन से हैं? क्षेत्र एवं दूरियों को मापने में मापनी कितनी उपयोगी है? इस तरह के प्रश्नों का उत्तर इस अध्याय में देने का प्रयास किया गया है।

शब्दावली

अंश : भिन्न में रेखा के ऊपर स्थित अंक को अंश कहते हैं। उदाहरण के लिए, 1:50,000 के भिन्न में 1 अंश है।

निरूपक भिन्न : मानचित्र अथवा प्लान की मापनी को प्रदर्शित करने की एक ऐसी विधि, जिसमें मानचित्र या प्लान पर दिखाई गई दूरी तथा धरातल की वास्तविक दूरी के बीच के अनुपात को भिन्न के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

हर : भिन्न में रेखा के नीचे स्थित अंक को हर कहते हैं। उदाहरण के लिए, 1:50,000 के भिन्न में 50,000 हर है।

© NCERT not to be republished

मापनी क्या है?

आपने मानचित्रों में अवश्य देखा होगा, जिनमें एक रेखिका समान विभाजनों को व्यक्त करती है तथा प्रत्येक का मान किलोमीटर या मील में अंकित होता है। मानचित्र पर धरातल की दूरियों का पता लगाने के लिए इन विभाजनों का उपयोग किया जाता है। दूसरे शब्दों में, मापनी, मानचित्र पर दिखाए गए संपूर्ण पृथ्वी या इसके किसी आंशिक भाग के साथ मानचित्र के संबंध को दर्शाता है। इस संबंध को मानचित्र पर किन्हीं दो स्थानों के बीच की दूरी एवं धरातल पर उन्हीं दोनों स्थानों के बीच की वास्तविक दूरी के अनुपात के रूप में भी व्यक्त कर सकते हैं।

मानचित्र एवं धरातल के आपसी संबंधों को तीन विधियों से व्यक्त किया जाता है। जो हैं :

1. मापनी का प्रकथन
3. आलेखी अथवा ग्राफ़ी विधि
2. निरूपक भिन्न (R. F.)

उपरोक्त विधियों के अपने-अपने लाभ एवं सीमाएँ हैं। किन्तु इन तथ्यों को जानने से पूर्व, यह जानने का प्रयास करें कि सामान्यत: मापनी को माप की एक या अन्य पद्धति के द्वारा कैसे व्यक्त किया जाता है। धरातल पर दो बिंदुओं के बीच की क्षैतिज दूरी को मापने के लिए किलोमीटर, मीटर एवं सेंटीमीटर इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। प्राय: आपने मील, फर्लांग, गज़ व फीट आदि के बारे में भी सुना होगा। विश्व के विभिन्न देशों में माप के लिए उपयोग में लायी जाने वाली ये दो विभिन्न पद्धतियाँ हैं। इनमें से पहली पद्धति को माप की मेट्रिक (मीटरीय) प्रणाली कहते हैं, जिसका उपयोग भारत तथा विश्व के अनेक अन्य देशों में किया जाता है। दूसरी पद्धति को माप की अंग्रेज़ी प्रणाली कहते हैं, जिसका उपयोग संयुक्त राज्य अमेरिका एवं इंग्लैंड दोनों स्थानों में प्रचलित है। रेखीय दूरियों को मापने तथा दिखाने के लिए, 1957 के पूर्व इस प्रणाली का उपयोग भारत में भी किया जाता था। इन पद्धतियों के मापकों की इकाई को बॉक्स 2.1 में दिया गया है।

बॉक्स 2.1– माप की पद्धतियाँ

माप की मेट्रिक प्रणाली

1 कि.मी.	=	1,000 मीटर
1 मीटर	=	100 सें.मी.
1 सें.मी.	=	10 मिली मीटर

माप की अंग्रेज़ी प्रणाली

1 मील	=	8 फर्लांग
1 फर्लांग	=	220 यार्ड
1 यार्ड	=	3 फुट
1 फुट	=	12 इंच

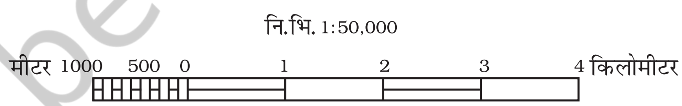
© NCERT not to be republished

मापनी व्यक्त करने की विधियाँ

जैसा पूर्व में स्पष्ट किया गया है कि मानचित्र की मापनी को कई विधियों के द्वारा व्यक्त किया जा सकता है। यहाँ पर यह प्रयास किया गया है कि इन विधियों का उपयोग किस प्रकार किया जाता है तथा उनके लाभ एवं सीमाएँ क्या हैं?

1. मापनी का प्रकथन : मानचित्र की मापनी को जब लिखित प्रकथन में व्यक्त किया जाता है, तो उसे मापनी का प्रकथन कहते हैं। उदाहरण के लिए, यदि मानचित्र पर 1 सेंटीमीटर बराबर 10 किलोमीटर लिखा हो, तो इसका अर्थ है कि मानचित्र पर 1 सेंटीमीटर की दूरी, धरातल की 10 किलोमीटर की दूरी के बराबर होती है। इसी प्रकार दूसरा उदाहरण, 1 इंच बराबर 10 मील, जिसका अभिप्राय है कि 1 इंच मानचित्र की दूरी धरातल पर 10 मील के बराबर है। यह मापनी प्रदर्शित करने की विधियों में सबसे सरल विधि है। कभी-कभी एक पद्धति से परिचित लोग दूसरी पद्धति में दी गई मापनी के कथन को नहीं समझ पाते हैं। इसी प्रकार, वास्तविक मानचित्र को बड़ा या छोटा करने पर इसकी मापनी पूर्ववत् नहीं रहती तथा इसके लिए एक नई मापनी की गणना करनी पड़ती है। ऐसी स्थिति में मापनी व्यक्त करने की अन्य विधियों का उपयोग किया जाता है।

2. आलेखी अथवा ग्राफ़ी : मापनी की दूसरी विधि में मानचित्र पर किन्हीं दो स्थानों के बीच की दूरी एवं धरातल पर उन्हीं दो स्थानों के बीच की दूरी को एक क्षैतिज मापनी के द्वारा दिखाया जाता है, जिस पर प्राथमिक एवं द्वितीयक विभाजक चिह्नित होते हैं। इसे आलेखी मापनी अथवा रेखिका मापनी भी कहा जाता है। चित्र 2.1 से स्पष्ट है कि मापनी में माप को किलोमीटर या मीटर में ही व्यक्त किया गया है। किसी अन्य रेखिका मापनी में माप की इकाई को मील तथा फर्लांग में भी व्यक्त किया जा सकता है। मापनी के प्रकथन की तरह ही, यह विधि भी केवल उन्हीं के लिए उपयुक्त है, जो मापनी में प्रयुक्त विशिष्ट इकाई से परिचित हों। इसके विपरीत, मानचित्र को बड़ा या छोटा करने पर भी आलेखी मापनी मान्य रहती है। आलेखी मापनी की यह एक प्रमुख विशेषता है।



चित्र 2.1 : आलेखी मापनी

3. निरूपक भिन्न (R. F.) : मापनी प्रदर्शित करने की तीसरी विधि निरूपक भिन्न है। यह मानचित्र पर दी गई दूरी तथा धरातल पर उन्हीं दूरियों के बीच के अनुपात को व्यक्त करती है। मापनी में व्यक्त इकाइयों के उपयोग ने इस विधि को सबसे उपयुक्त बना दिया है।

इसे प्रायः भिन्न के रूप में व्यक्त किया जाता है, क्योंकि यह दर्शाता है कि मानचित्र पर दिखाने के लिए वास्तविक विश्व को कितना छोटा किया गया है। उदाहरण के लिए, 1:24,000 एक भिन्न दिखाता है जिसका अर्थ है कि मानचित्र पर दी गई दूरी की 1 इकाई, भूमि पर दूरी की 24,000 इकाइयों को निरूपित करती है। निरूपक भिन्न का अंश हमेशा 1 इकाई में होता है। इसे किसी भी इकाई में माना जा सकता है। जैसे कि एक मि.मी., एक सें.मी. या एक इंच धरातल पर क्रमशः 24,000 मि.मी., 24,000 सें.मी. या 24,000 इंच को दर्शाता है। यहाँ, यह भी याद रखना चाहिए कि इकाइयों के भिन्न को मेट्रिक या अंग्रेज़ी पद्धति में बदलते समय सेंटीमीटर या इंच की इकाइयों

© NCERT not to be republished

का उपयोग सामान्यतः परिपाटी के अनुसार लिया जाता है। निरूपक भिन्न विधि में मापनी की इकाई को व्यक्त करने का यह तरीका इस विधि को सार्वत्रिक मान्य एवं उपयोज्य बनाता है। आइए, 1:36,000 के निरूपक भिन्न को निरूपक भिन्न विधि की सार्वत्रिक प्रकृति के रूप में समझें।

यदि दी गयी मापनी 1:36,000 है, मेट्रिक प्रणाली से परिचित व्यक्ति दी गई इकाइयों को सेंटीमीटर में बदलकर पढ़ेगा, यानी मानचित्र पर 1 इकाई दूरी को 1 सेंटीमीटर तथा 36,000 इकाइयों की दूरी को धरातल के 36,000 सेंटीमीटर के रूप में पढ़ेगा। निरूपक भिन्न को साधारण कथन में बदला जा सकता है, यानी 1 सेंटीमीटर = 360 मीटर को व्यक्त करता है। (यहाँ भिन्न के हर में सेंटीमीटर की संख्या को 100 से भाग देकर मीटर में बदल दिया गया है)। अंग्रेज़ी प्रणाली से परिचित एक अन्य व्यक्ति दी गई मापनी को अपनी सुविधानुसार इंच में बदल सकता है। इस प्रकार 1 इंच मापनी को 1,000 गज के रूप में समझेगा। दी गई मापनी के अनुसार 36,000 को 36 से भाग देने पर 1,000 प्राप्त किया जा सकता है।

मापनी का रूपांतरण

इस प्रकार मापनी प्रदर्शित करने वाली उपर्युक्त विधियों के अध्ययन के पश्चात् मापनी के प्रकथन को निरूपक भिन्न में एवं निरूपक भिन्न को मापनी के प्रकथन में परिवर्तित किया जा सकता है।

मापनी के प्रकथन को निरूपक भिन्न में बदलना :

प्रश्नः एक मानचित्र की मापनी में दिए गए 4 मील को 1 इंच में व्यक्त करने वाले मापनी के प्रकथन को निरूपक भिन्न में बदलिए।

हलः निम्नलिखित चरणों के द्वारा, दी गई मापनी को निरूपक भिन्न में बदला जा सकता है। मानचित्र की 1 इंच दूरी, धरातल की 4 मील की दूरी को व्यक्त करती है

अर्थात्, 1 इंच = 4 × 63,360 इंच को व्यक्त करता है (1 मील = 63,360 इंच)

इस प्रकार, 1 इंच = 253,440 इंच दूरी को व्यक्त करता है।

नोटः अब हम 'इंच' के स्थान पर 'इकाई' रखकर इस प्रकार पढ़ सकते हैं :
1 इकाई 253,440 इकाइयों को दर्शाता है

उत्तरः **निरूपक भिन्न 1:253,440**

निरूपक भिन्न को मापनी के प्रकथन में परिवर्तित करना

प्रश्नः निरूपक भिन्न 1:253,440 को मापनी के प्रकथन (मेट्रिक प्रणाली) में परिवर्तित करें।

हलः दिए गए निरूपक भिन्न 1:253,440 को निम्नलिखित चरणों के द्वारा मापनी के प्रकथन में बदला जा सकता है:
1:253,440 का अर्थ है,
मानचित्र की 1 इकाई दूरी, धरातल की 253,440 इकाइयों को व्यक्त करती है।

2024-25

© NCERT not to be republished

अर्थात, 1 सें.मी. = 253,440/100,000 किलोमीटर को व्यक्त करेगा।
(1 किलोमीटर = 100,000 सेंटीमीटर)
या, 1 सेंटीमीटर = 2.5344 किलोमीटर को व्यक्त करता है।
दशमलव के बाद के दो अंकों के साथ उत्तर होगा :
उत्तर: 1 सेंटीमीटर 2.53 किलोमीटर को व्यक्त करता है।

आलेखी या रेखिका मापनी की रचना

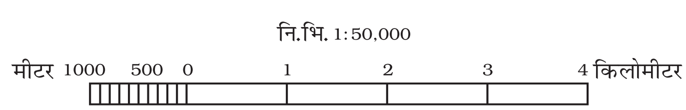
प्रश्न 2: 1:50,000 मापक पर निर्मित मानचित्र के लिए एक आलेखी मापनी की रचना कीजिए, जिसमें किलोमीटर तथा मीटर पढ़े जा सकें।

नोट: परिपाटी के अनुसार, एक आलेखी मापनी बनाने के लिए लगभग 15 सेंटीमीटर की लंबाई ली जाती है।

हल: निम्न चरणों में आलेखी मापनी की लंबाई ज्ञात की जाती है–
1:50,000 का अर्थ है मानचित्र की एक इकाई दूरी धरातल की 50,000 इकाइयों को व्यक्त करती है।
अर्थात्, 1 सेंटीमीटर, 50,000 सेंटीमीटर को व्यक्त करता है।
या, 15 सेंटीमीटर = 50,000 × 15/100,000 किलोमीटर को व्यक्त करता है।
या, 15 सेंटीमीटर = 7.5 कि.मी.
चूँकि, 7.5 (किलोमीटर) एक पूर्णांक नहीं है, इसलिए हम 5 या 10 (किलोमीटर) को पूर्णांक के रूप में ले सकते हैं। इस प्रश्न में 7.5 का निकटतम मान 5 को पूर्णांक के रूप में लेते हैं।
इस प्रकार 5 किलोमीटर को रेखा की लंबाई में व्यक्त करने के लिए निम्नलिखित गणनाएँ करेंगे :
- 7.5 किलोमीटर को 15 सेंटीमीटर की रेखा के द्वारा व्यक्त किया जाता है।
- 5 कि.मी. को 15 × 5/7.5 की रेखा के द्वारा व्यक्त किया जाएगा।

अर्थात्, 5 किलोमीटर को 10 सेंटीमीटर की रेखा के द्वारा व्यक्त किया जाएगा।
आलेखी मापनी को निम्नलिखित चरणों में बनाया जा सकता है:

सर्वप्रथम 10 सेंटीमीटर की एक सीधी रेखा खींचें तथा इसे 5 बराबर मुख्य भागों में विभाजित करें। बायें वाले एक मुख्य भाग को छोड़कर 0 से दाईं ओर प्रत्येक भाग को 1 कि.मी. का मान प्रदान कर देते हैं। अब रेखा के बायें भाग को 10 बराबर भागों में विभाजित करें तथा 0 से शुरू करते हुए प्रत्येक भाग को 100 मीटर के मान के द्वारा चिह्नित करें। (आप इसे 2, 4 या 5 भागों में भी विभाजित कर सकते हैं तथा प्रत्येक उपभागों के लिए 500, 250 या 200 मीटर के मान रख सकते हैं।)



चित्र 2.2

प्रश्न 2: एक आलेखी मापनी की रचना कीजिए जिसकी मापनी का प्रकथन 1 मील = 1 इंच है और जिसे मील एवं फर्लांग में पढ़ा जा सके।

© NCERT not to be republished

नोट: परिपाटी के अनुसार, आलेखी मापनी बनाने के लिए लगभग 6 इंच की लंबाई ली जाती है।

गणना: आलेखी मापनी के लिए निम्नलिखित तरीके से रेखा की लंबाई ज्ञात की जा सकती है:

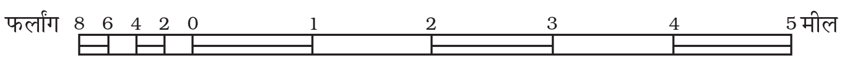
चूँकि, 1 इंच = 1 मील

या, 6 इंच = 6 मील

रचना : निम्नलिखित तरीके से आलेखी मापनी बनायी जा सकती है:

6 इंच लंबी एक सीधी रेखा खींचें तथा इसे 6 बराबर भागों में बाँट दें। दाहिनी ओर के पाँचों भागों में प्रत्येक का मान 1 मील रखें। अब बायें भाग को भी चार बराबर भागों में विभक्त कर दें तथा 0 से शुरू करते हुए प्रत्येक भाग का मान 2 फर्लांग रखें।

नि.भि.1:63,360



चित्र 2.3

प्रश्न 3: एक आलेखी मापनी बनाएँ, जिसमें दिया गया निरूपक भिन्न 1:50,000 है तथा दूरियों को मील एवं फर्लांग में व्यक्त करें।

गणना: आलेखी मापनी के लिए रेखा की लंबाई जानने के लिए निम्नलिखित गणना की जाती है:

1:50,000 का अर्थ है-

1 इकाई दूरी, 50,000 इकाइयों को व्यक्त करती है।

इस प्रकार, 1 इंच = 50,000 इंच

6 इंच = 50,000 × 6/63,360 (1 मील = 63,360″)

= 6 इंच = 4.73 मील

चूँकि, 4.73 (मील) पूर्णांक नहीं है, इसलिए पूर्णांक के रूप में 5 को लेते हैं। अब रेखा की लंबाई को 5 किलोमीटर के रूप में व्यक्त करने के लिए निम्नलिखित गणना की जाती है:

चूँकि, 6 इंच की रेखा के द्वारा 4.73 मील को व्यक्त किया जाता है।

इसलिए, 6 × 5/4.73 की रेखा के द्वारा 5 मील को व्यक्त किया जाएगा।

6.34 इंच के द्वारा 5 मील को व्यक्त किया जाएगा।

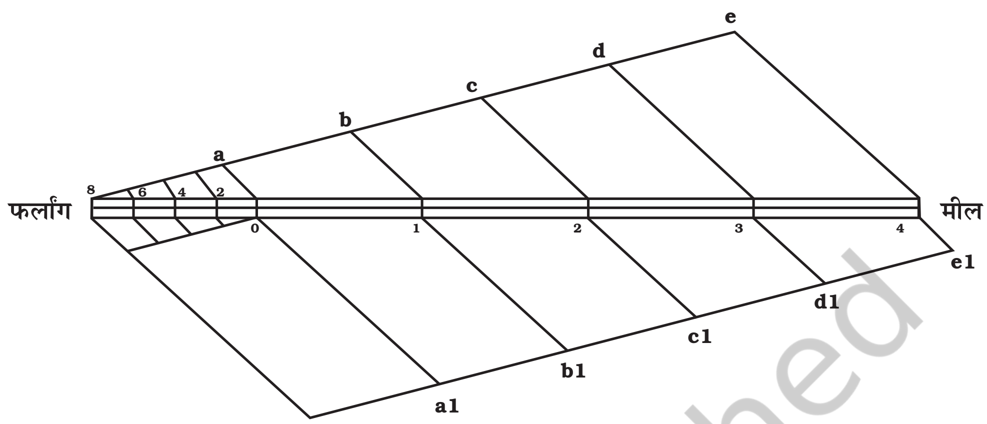
रचना : आलेखी मापनी निम्न तरीके से बनायी जा सकती है:

5 मील को व्यक्त करने के लिए 6.34 इंच की एक रेखा खीचिए तथा इसे 5 बराबर भागों में विभाजित कीजिए। रेखा के पाँच बराबर भाग करने के लिए निम्न प्रक्रिया अपनाई जाती है:

- 6.3 इंच की एक सीधी रेखा खींचे।
- रेखा के प्रारंभिक एवं अंतिम सिरे से 40° या 45° के कोण पर रेखाओं को खींचें तथा उनको लगभग 1 या 1.5 इंच वाले पाँच बराबर भागों में विभक्त करें।
- दोनों रेखाओं पर चिह्नित विभाजनों को बिंदुओं के द्वारा मिला दें।
- मापनी पर इन रेखाओं के विभाजक-बिंदुओं को चिह्नित करें।

© NCERT not to be republished

ऐसा करके आप 6.3 इंच की असमान रेखा को 5 बराबर भागों में बाँट लेंगें। पुनः बायें भाग को फर्लांगों में व्यक्त करने के लिए 4 या 8 भागों में विभाजित कीजिए।



चित्र 2.4 आलेखी मापनी पर समान वितरण का चिह्न

अभ्यास

1. नीचे दिए गए चार विकल्पों में से सही उत्तर चुनें :

(i) निम्नलिखित में से कौन-सी विधि मापनी की सार्वत्रिक विधि है?
- (क) साधारण प्रकथन
- (ख) निरूपक भिन्न
- (ग) आलेखी विधि
- (घ) उपरोक्त में से कोई नहीं

(ii) मानचित्र की दूरी को मापनी में किस रूप में जाना जाता है?
- (क) अंश
- (ख) हर
- (ग) मापनी का प्रकथन
- (घ) निरूपक भिन्न

(iii) मापनी में 'अंश' व्यक्त करता है-
- (क) धरातल की दूरी
- (ख) मानचित्र पर दूरी
- (ग) दोनों दूरियाँ
- (घ) उपरोक्त में से कोई नहीं

2. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लगभग 30 शब्दों में दें:

(i) मापक की दो विभिन्न प्रणालियाँ कौन-कौन सी हैं?

(ii) मेट्रिक एवं अंग्रेज़ी प्रणाली में मापनी के एक-एक उदाहरण दें।

(iii) निरूपक भिन्न विधि को सार्वत्रिक विधि क्यों कहा जाता है?

(iv) आलेखी विधि के मुख्य उपयोग क्या हैं?

© NCERT not to be republished

3. निम्न मापनी के प्रकथन को निरूपक भिन्न में बदलें।
   (i) 5 सेंटीमीटर, 10 किलोमीटर को व्यक्त करता है।
   (ii) 2 इंच के द्वारा 4 मील व्यक्त होता है।
   (iii) 1 इंच के द्वारा 1 गज व्यक्त होता है।
   (iv) 1 सेंटीमीटर, 100 मीटर को व्यक्त करता है।

4. निरूपक भिन्न को कोष्ठक में दी गई माप-प्रणाली के अनुसार मापनी के प्रकथन में परिवर्तित करें:
   (i) 1:100,000 (किलोमीटर में)
   (ii) 1:31,680 (फर्लांग में)
   (iii) 1:126,720 (मील में)
   (iv) 1:50,000 (मीटर में)

5. 1:50,000 मापक पर एक आलेखी मापनी की रचना कीजिए जिसमें किलोमीटर एवं मीटर पढ़े जा सकें।

© NCERT not to be republished

अध्याय 3

अक्षांश, देशांतर और समय

पृथ्वी लगभग गोले के समान है। ऐसा इसलिए है क्योंकि पृथ्वी की विषुवतीय त्रिज्या तथा ध्रुवीय त्रिज्या एक समान नहीं है। पृथ्वी का अपने अक्ष पर घूर्णन विषुवत वृत पर उभार पैदा करता है। इसलिए वास्तविक आकार एक लध्वक्ष गोलाभ के समान प्रतीत होता है। पृथ्वी के इस आकार के कारण धरातलीय लक्षणों की अवस्थिति को जानने में कुछ कठिनाई होती है, क्योंकि इसपर अन्य बिंदुओं की सापेक्ष स्थिति को मापने के लिए कोई संदर्भ बिंदु उपस्थित नहीं है। इसलिए विभिन्न स्थानों की स्थिति को जानने के लिए ग्लोब या मानचित्र पर काल्पनिक रेखाओं का जाल बनाया जाता है। आइए, देखें ये रेखाएँ क्या हैं एवं कैसे खींची जाती हैं?

पृथ्वी के अपने अक्ष पर पश्चिम से पूर्व घूर्णन करने से दो प्राकृतिक संदर्भ बिंदु प्राप्त होते हैं, जो उत्तरी ध्रुव एवं दक्षिणी ध्रुव हैं। ये भौगोलिक ग्रिड (**Geographical Grid**) को आधार प्रदान करते हैं। प्रतिच्छेदी रेखाओं के जाल को भूपृष्ठ पर विभिन्न धरातलीय लक्षणों की स्थिति को निश्चित करने के उद्देश्य से बनाया गया है। ग्रिड में दो प्रकार की रेखाएँ हैं- क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर, जिसे अक्षांश समानांतर तथा देशांतरीय याम्योत्तर कहा जाता है।

क्षैतिज रेखाएँ एक-दूसरे के समांतर पूर्व से पश्चिम दिशा में खींची गई हैं। उत्तरी ध्रुव एवं दक्षिणी ध्रुव के मध्य खींची गई रेखा को विषुवत वृत्त कहा जाता है। यह सबसे बड़ा वृत्त है तथा यह ग्लोब को दो बराबर भागों में बाँटता है। इसे बृहत वृत्त भी कहा जाता है। अन्य सभी समांतर रेखाएँ विषुवत वृत्त से ध्रुवों की ओर बढ़ने से, आनुपातिक रूप से आकार में छोटी होती जाती हैं तथा ये पृथ्वी को दो असमान भागों में बाँटती हैं, जिन्हें लघु वृत्त भी कहते हैं। पूर्व से पश्चिम की ओर खींची इन काल्पनिक रेखाओं को सामान्यतः अक्षांश समांतर कहा जाता है।

उत्तर से दक्षिण दिशा की ओर जाने वाली लंबवत् रेखाएँ दोनों ध्रुवों को जोड़ती हैं। इन्हें देशांतरीय याम्योत्तर कहा जाता है। विषुवत वृत्त पर इन रेखाओं के बीच की दूरी सबसे अधिक होती है तथा प्रत्येक ध्रुव पर ये एक बिंदु पर मिल जाती हैं।

अक्षांश एवं देशांतर रेखाओं को सामान्यतः भौगोलिक निर्देशांक **(Coordinate)** कहा जाता है, क्योंकि ये रेखाओं के जाल का एक तंत्र बनाती हैं, जिसपर हम धरातल के विभिन्न लक्षणों की स्थिति को प्रदर्शित कर सकते हैं। इन निर्देशांको की सहायता से विभिन्न बिंदुओं की अवस्थिति, दूरी तथा दिशा को आसानी से निर्धारित किया जा सकता है।

यद्यपि ग्लोब पर अनंत समांतर एवं याम्योत्तर रेखाएँ खींची जा सकती हैं, उनमें से कुछ चुनी हुई रेखाएँ ही मानचित्र पर खींची जाती हैं। अक्षांशों एवं देशांतरों को डिग्री या अंश (°) में मापते हैं, क्योंकि ये कोणीय दूरी को प्रदर्शित करते हैं। प्रत्येक डिग्री को 60 मिनट (') में एवं प्रत्येक मिनट को 60 सेकेंड (") में विभाजित किया जाता है।

© NCERT not to be republished

शब्दावली

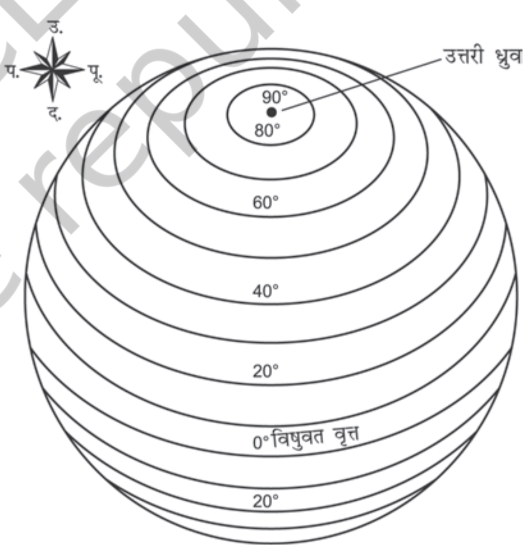
अक्षांश समांतर : यह विषुवत वृत्त के उत्तर या दक्षिण में स्थित किसी बिंदु की कोणीय दूरी को डिग्री, मिनट तथा सेकेंड में व्यक्त करता है। अक्षांश रेखाओं को प्रायः समांतर रेखाएँ भी कहा जाता है।

देशांतर याम्योत्तर : यह प्रधान याम्योत्तर (ग्रीनविच) के पूर्व या पश्चिम में स्थित किसी बिंदु की कोणीय स्थिति को डिग्री, मिनट एवं सेकेंड में व्यक्त करता है। देशांतर रेखाओं को प्रायः याम्योत्तर कहा जाता है।

अक्षांश समांतर

भूपृष्ठ पर किसी स्थान का अक्षांश उस स्थान की वह कोणीय दूरी है, जो विषुवत वृत्त के उत्तर या दक्षिण याम्योत्तर पर पृथ्वी के केंद्र से मापी जाती है। एक ही अक्षांश पर स्थित स्थानों को मिलाने वाली रेखा समांतर कहलाती है। विषुवत वृत्त का मान 0° है एवं ध्रुवों के अक्षांश 90° उ. एवं 90° द. हैं (चित्र 3.1)। यदि अक्षांश समांतरों को 1° के अंतराल पर खींचते हैं, तो उत्तरी एवं दक्षिणी दोनों गोलार्द्धों में 89 अक्षांश समांतर होंगे। इस प्रकार, विषुवत वृत्त को लेकर अक्षांश समांतरों की कुल संख्या 179 होगी। किसी स्थान की अवस्थिति विषुवत वृत्त के उत्तर या दक्षिण में होने के आधार पर अक्षांशों के मान के साथ उ. (N) या द. (S) लिखते हैं।

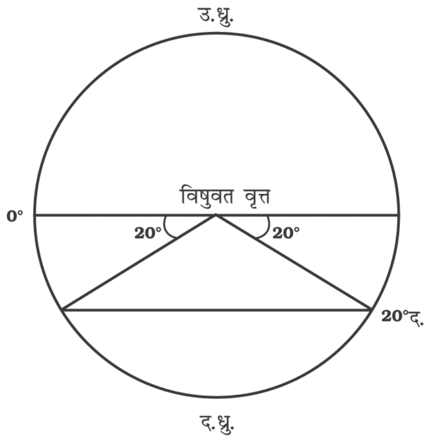
यदि पृथ्वी बिल्कुल गोल होती तो 1° अक्षांश (याम्योत्तर का 1° चाप) एक स्थिरांक होता, अर्थात् पृथ्वी के प्रत्येक स्थान पर इसका मान 111 किलोमीटर होता। यह लंबाई विषुवत वृत्त पर सभी देशांतर रेखाओं के एक डिग्री के लगभग समान है। लेकिन विषुवत वृत्त से ध्रुवों की ओर अक्षांशों की लंबाई में कुछ परिवर्तन आता है। विषुवत वृत्त पर यह लंबाई 110.6 किलोमीटर है, जबकि ध्रुवों पर यह 111.7 किलोमीटर है। किसी स्थान का अक्षांश सूर्य की तुंगता या ध्रुवतारे की सहायता से निर्धारित किया जा सकता है।



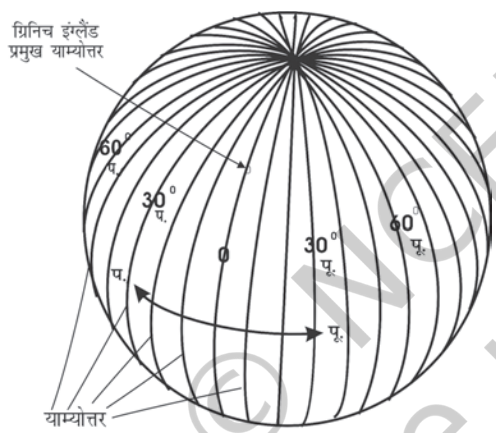
चित्र 3.1 अक्षांश समांतर

अक्षांश समांतर बनाना

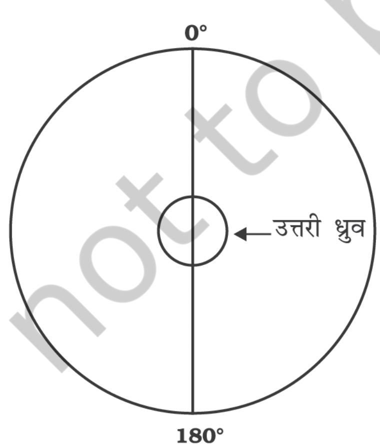
अक्षांश समांतर कैसे खींचा जाता है? एक वृत्त बनाएँ तथा केंद्र में एक क्षैतिज रेखा खींचकर इसे दो बराबर भागों में बाँटें। यह रेखा विषुवत वृत्त को दर्शाती है। इस वृत्त पर चांदा (प्रोट्रैक्टर) को इस तरह से रखें कि चांदा की 0° एवं 180° की रेखा



चित्र 3.2 : अक्षांश समांतर बनाना



चित्र 3.3 : देशांतरीय याम्योत्तर



चित्र 3.4 : उत्तरी ध्रुव पर मिलने वाले 0° तथा 180° याम्योत्तर

कागज पर बनाए वृत्त के मध्य खींची रेखा से मिल जाए। अब 20° द. (S) दर्शाने के लिए वृत्त के निचले आधे भाग में, विषुवत वृत्त से 20° का कोण बनाते हुए पूर्व एवं पश्चिम में दो बिंदु लगाएँ, जैसा कि चित्र 3.2 में दिखाया गया है। कोण की दोनों भुजाएँ वृत्त के दो बिंदुओं को काटती हैं। विषुवत वृत्त के समांतर रेखा खींचते हुए इन दो बिंदुओं को मिला दें। यह 20° द. (S) होगा।

देशांतर याम्योत्तर

पूर्ण वृत्त बनाने वाली अक्षांश रेखाओं के विपरीत, अर्द्धगोलाकार देशांतरीय याम्योत्तर ध्रुवों पर एक बिंदु पर मिल जाती हैं। अगर आमने-सामने के याम्योत्तरों को एक साथ मिला दिया जाए तो ये पूर्ण वृत्त बन जाते हैं, लेकिन इनकी गणना दो अलग-अलग याम्योत्तर के रूप में की जाती है।

ये याम्योत्तर विषुवत वृत्त को समकोण पर काटते हैं। अक्षांश समांतर के विपरीत इनकी लंबाई समान होती है। सुविधाजनक गणना के लिए ग्रिनिच वेधशाला (लंदन के निकट) से गुजरने वाली देशांतरीय याम्योत्तर को अंतर्राष्ट्रीय समझौते के द्वारा प्रमुख याम्योत्तर माना गया है तथा इसे 0° का मान दिया गया है।

किसी स्थान का देशांतर उस स्थान के प्रमुख याम्योत्तर के पूर्व या पश्चिम में उस स्थान की कोणीय दूरी होती है। इसे डिग्री में भी मापा जाता है। देशांतरों का मान प्रमुख याम्योत्तर से पूर्व तथा पश्चिम में 0° से 180° तक होता है (चित्र 3.3)। पृथ्वी का वह भाग, जो प्रमुख याम्योत्तर के पूर्व में है, उसे पूर्वी गोलार्द्ध तथा जो पश्चिम में है, उसे पश्चिमी गोलार्द्ध कहा जाता है।

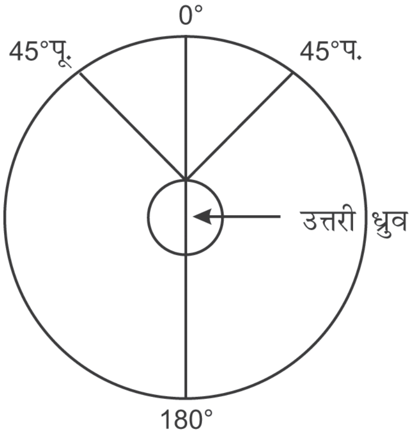
देशांतरीय याम्योत्तर बनाना

देशांतर रेखाएँ कैसे खींची जाती हैं? एक वृत्त बनाएँ, जिसका केंद्र उत्तरी ध्रुव को प्रदर्शित करता हो। इसकी परिधि विषुवत वृत्त को प्रदर्शित करेगी। वृत्त के केंद्र, अर्थात् उत्तरी ध्रुव से एक लंबवत् सीधी रेखा खींचे। यह उत्तरी ध्रुव पर मिलने वाली 0° एवं 180° याम्योत्तरों को प्रदर्शित करती है (चित्र 3.4)।

जब आप मानचित्र को देखते हैं, पूर्व दिशा आपके दाहिनी ओर एवं पश्चिम दिशा आपके बायीं ओर होती है। किंतु एक याम्योत्तर खींचने के लिए, मान लें कि आप उत्तरी ध्रुव पर हैं, यानी चित्र 3.4 के अनुसार वृत्त के केंद्र पर हैं। अब ध्यान दें कि इस अवस्था में पूर्व एवं पश्चिम की सापेक्ष दिशाएँ उलट जाती

© NCERT not to be republished

हैं, तो अब आपके बायीं ओर पूर्व एवं दाहिनी ओर पश्चिम दिशा होगी। अब चित्र 3.5 के अनुसार 45° पू. (E) एवं प. (W) याम्योत्तर खींचे। इसके लिए आप चांदा को लंबवत् रेखा के साथ 0° तथा 180° याम्यात्तरों को मिलाते हुए रखें तथा दोनों तरफ 45° को मापें जो कि क्रमशः आपके बायीं एवं दाहिनी ओर 45° पू. (E) एवं 45° प. (W) याम्योत्तरों को दर्शाएगा। यह चित्र पृथ्वी का वह रूप प्रस्तुत करेगा जैसा उत्तरी ध्रुव के ठीक ऊपर से दिखाई देता है।



चित्र 3.5 : देशांतरीय याम्योत्तर बनाना

सारणी 3.1 : अक्षांश समांतरों तथा देशांतरीय याम्योत्तरों की तुलना

क्रम सं.	अक्षांश समांतर	देशांतर याम्योत्तर
1.	अक्षांश, विषुवत वृत्त के उत्तर या दक्षिण में स्थित किसी बिंदु की कोणीय दूरी है, जिसे डिग्री में मापा जाता है।	देशांतर, विषुवत वृत्त के साथ बनी वह कोणीय दूरी है, जिसे डिग्री में मापा जाता है। इसे ग्रिनिच के पूर्व या पश्चिम 0° से 180° तक मापा जाता है।
2.	सभी अक्षांश विषुवत वृत्त के समांतर होते हैं।	देशांतर के सभी याम्योत्तर ध्रुवों पर मिलते हैं।
3.	ग्लोब पर अक्षांश समांतर वृत्त के समान प्रतीत होते हैं।	सभी याम्योत्तर वृत्त के समान प्रतीत होते हैं, जो ध्रुवों से गुजरते हैं।
4.	दो अक्षांशों के बीच की दूरी लगभग 111 किलोमीटर होती है।	याम्योत्तरों के बीच की दूरी विषुवत वृत्त पर अधिकतम (111.3 किलोमीटर) तथा ध्रुवों पर न्यूनतम (0 किलोमीटर) होती है। मध्य में अर्थात् 45° अक्षांश पर यह 79 किलोमीटर होती है।
5.	0° अक्षांश को विषुवत वृत्त एवं 90° को ध्रुव कहा जाता है।	देशांतर 360° के होते हैं, जो प्रमुख याम्योत्तर से पूर्व एवं पश्चिम दोनों ओर 180° में बँटे होते हैं।
6.	विषुवत वृत्त से ध्रुव की ओर अक्षांशों का उपयोग तापमंडलों के निर्धारण में होता है। जैसे, 0° से 23½° तक उत्तर या दक्षिण उष्ण कटिबंध, 23½° से 66½° तक शीतोष्ण कटिबंध तथा 66½° से 90° तक शीत कटिबंध।	देशांतरों का उपयोग प्रमुख याम्योत्तर के सापेक्ष स्थानीय समय को निर्धारित करने में किया जाता है।

© NCERT not to be republished

देशांतर एवं समय

हम सभी जानते हैं कि पृथ्वी अपनी धुरी पर पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है। यही कारण है कि पूर्व में सूर्योदय एवं पश्चिम में सूर्यास्त होता है। पृथ्वी अपनी धुरी पर घूमती हुई 360° देशांतर अर्थात् एक चक्कर लगभग 24 घंटे में पूरा करती है। चूँकि, 180° देशांतर प्रमुख याम्योत्तर के पूर्व एवं पश्चिम दोनों ओर स्थित है, इसलिए सूर्य पूर्व से पश्चिमी गोलार्द्ध में जाने में 12 घंटे का समय लेता है। इस प्रकार सूर्य पूर्व से पश्चिम प्रति घंटा 15° देशांतर या प्रति 4 मिनट में 1° देशांतर को पार करता हुआ दिखाई देता है। जब हम पश्चिम से पूर्व की ओर बढ़ते हैं तब समय बढ़ता है तथा जब हम पश्चिम की ओर बढ़ते हैं तब समय घटता है।

किसी क्षेत्र के स्थानीय समय का निर्धारण प्रमुख याम्योत्तर पर होने वाले समय के सापेक्ष किया जाता है। आइए कुछ उदाहरणों के द्वारा प्रमुख याम्योत्तर के सापेक्ष समय के निर्धारण को समझने का प्रयास करें।

उदाहरण 1 : जब ग्रिनिच पर दोपहर के 12 बजे हैं, तब 90° पूर्व देशांतर पर स्थित थिंपू, भूटान का स्थानीय समय क्या होगा।

प्रकथन : प्रमुख याम्योत्तर के पूर्व में प्रति 1° देशांतर पर समय 4 मिनट की दर से बढ़ता है।

हल : ग्रिनिच एवं थिंपू के बीच का अंतर = 90° देशांतर

समय का कुल अंतर = 90 × 4 = 360 मिनट

= 360/60 = 6 घंटा।

इसलिए, थिंपू का स्थानीय समय ग्रिनिच से 6 घंटे आगे यानी अपराह्न 6.00 बजे का होगा।

उदाहरण 2 : जब ग्रिनिच पर दोपहर के 12 बजे हों, तो 90° पश्चिम देशांतर पर स्थित न्यू औरलियेंस (अक्टूबर 2005 में कैटरीना तूफान से सबसे अधिक प्रभावित होने वाला क्षेत्र) का स्थानीय समय क्या होगा?

प्रकथन : प्रमुख याम्योत्तर के पश्चिम में प्रति 1° देशांतर पर समय 4 मिनट की दर से घटता है।

हल : ग्रिनिच एवं न्यू औरलियेंस के बीच का अंतर = 90° देशांतर

समय का कुल अंतर = 90 × 4 = 360 मिनट

= 360/60 = 6 घंटा

इसलिए न्यू-औरलियेंस का स्थानीय समय ग्रिनिच से 6 घंटा कम यानी पूर्वाह्न के 6 बजे का होगा।

इसी प्रकार विश्व के किसी भी स्थान का समय ज्ञात किया जा सकता है। किसी देश की सीमाओं के भीतर यथासंभव समय में एकरूपता बनाए रखने के लिए उस देश के केंद्रीय याम्योत्तर को उस देश का मानक याम्योत्तर माना जाता है तथा उसके स्थानीय समय को देश का मानक समय माना जाता है। मानक याम्योत्तर का चुनाव इस तरह किया जाता है कि ये 150° या 7°30' द्वारा विभाजित हों, ताकि मानक समय एवं ग्रिनिच माध्य समय के बीच के अंतर को 1 या आधे घंटे के गुणक के रूप में बताया जा सके।

भारत के मानक समय का निर्धारण 82°30' पू. (E) से किया जाता है, जो कि मिर्ज़ापुर से गुजरती है। अतः भारतीय मानक समय (IST) ग्रिनिच माध्य समय (GMT) से 5.30 घंटे आगे है। (82°30' × 4) ÷ (60 मिनट) = 5 घंटे 30 मिनट। इसी प्रकार, विश्व के सभी देश अपनी

© NCERT not to be republished

प्रशासनिक सीमाओं के भीतर एक मानक याम्योत्तर तय करके अपने देश के स्थानीय समय का निर्धारण करते हैं। पूर्व-पश्चिम में अधिक विस्तार वाले देश एक से अधिक मानक याम्योत्तर चुन सकते हैं, जैसा कि रूस, कनाडा तथा संयुक्त राज्य अमेरिका में है। विश्व को 24 टाइम ज़ोन में विभाजित किया गया है (चित्र 3.6)।

चित्र 3.6 : विश्व के प्रमुख टाइम ज़ोन

अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा

जहाँ विश्व को 24 टाइम ज़ोन में विभाजित किया गया है, वहीं एक स्थान तो ऐसा होगा जहाँ ग्रिनिच समय से पूरे दिन का अंतर होगा, अर्थात् ऐसा स्थान, जहाँ से पृथ्वी पर सचमुच दिन का प्रारंभ होता है। 180° देशांतर रेखा लगभग उसी स्थान पर स्थित है, जहाँ से अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा गुजरती है। इस देशांतर के समय में 0° देशांतर से ठीक 12 घंटे का अंतर होता है, चाहे प्रमुख याम्योत्तर से पूर्व जाएँ या पश्चिम। हम जानते हैं कि प्रमुख याम्योत्तर के पूर्व में समय बढ़ता है तथा पश्चिम में घटता है। इसलिए, जब कोई व्यक्ति प्रमुख याम्योत्तर से पूर्व दिशा की ओर जाता है, तो वहाँ का समय 0° देशांतर से 12 घंटे कम होगा और पश्चिम दिशा में जाने वाले दूसरे व्यक्ति के लिए समय 12 घंटे अधिक होगा। उदाहरण के लिए, मंगलवार को पूर्व दिशा में जाने वाले व्यक्ति के लिए अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा को पार कर लेने पर बुधवार का दिन हो जाएगा। इसी प्रकार, उसी दिन अपनी यात्रा शुरू करने वाले, लेकिन पश्चिम दिशा में जाने वाले व्यक्ति के लिए अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा पार कर लेने के बाद सोमवार का दिन हो जाएगा।

© NCERT not to be republished

अभ्यास

1. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लगभग 30 शब्दों में दें :
   (i) पृथ्वी पर दो प्राकृतिक संदर्भ बिंदु कौन-से हैं?
   (ii) बृहत वृत्त क्या है?
   (iii) निर्देशांक क्या है?
   (iv) सूर्य पूर्व से पश्चिम जाता हुआ क्यों दिखाई देता है?
   (v) स्थानीय समय से आप क्या समझते हैं?
2. अक्षांशों एवं देशांतरों के बीच अंतर स्पष्ट करें।

क्रियाकलाप

1. एटलस की सहायता से निम्नलिखित स्थानों को खोजकर उनके अक्षांश एवं देशांतर लिखें।

	स्थान	अक्षांश	देशांतर
(i)	मुंबई		
(ii)	वलॉदिवोस्तोंक		
(iii)	कैरो		
(iv)	न्यूयॉर्क		
(v)	ओटावा		
(vi)	जेनेवा		
(vii)	जोहानसबर्ग		
(viii)	सिडनी		

2. जब प्रमुख याम्योत्तर पर दिन के 10 बजे हों, तो निम्नलिखित शहरों में क्या समय होगा?
   (i) दिल्ली
   (ii) लंदन
   (iii) टोकियो
   (iv) पेरिस
   (v) कैरो
   (vi) मॉस्को

© NCERT not to be republished

अध्याय 4

मानचित्र प्रक्षेप

मानचित्र प्रक्षेप क्या होते हैं? मानचित्र प्रक्षेप क्यों बनाए जाते हैं? विभिन्न प्रकार के प्रक्षेप कौन-कौन से हैं? किस क्षेत्र के लिए कौन-सा प्रक्षेप सर्वाधिक उपयोगी होता है? इस अध्याय में, हम इन अनिवार्य प्रश्नों के उत्तर पाएँगे।

मानचित्र प्रक्षेप

अक्षांश एवं देशांतर रेखाओं के जाल को समतल पृष्ठ पर उतारना मानचित्र प्रक्षेप है। इसे, गोलाकार पृष्ठ से, अक्षांशों एवं देशांतरों के जाल को समतल सतह पर स्थानांतरण के रूप में भी परिभाषित किया जा सकता है। जैसा कि आप जानते हैं कि जिस पृथ्वी पर हम रहते हैं, चपटी नहीं है। यह गोलक की तरह जीऑयड के आकार में है। ग्लोब, पृथ्वी का सबसे अच्छा प्रतिरूप है। यह त्रिविम है। ग्लोब के इसी गुण के कारण महाद्वीपों एवं महासागरों के सही आकार एवं प्रकार को इस पर दिखाया जाता है। यह दिशा एवं दूरी की भी सही-सही जानकारी प्रदान करता है। ग्लोब अक्षांश एवं देशांतर रेखाओं के द्वारा विभिन्न खंडों में विभाजित होता है। क्षैतिज रेखाएँ अक्षांश के समांतरों एवं ऊर्ध्वाधर रेखाएँ देशांतर के याम्योत्तरों को दर्शाती हैं। इस जाल को रेखाजाल (ग्रैडिक्यूल) के नाम से भी जाना जाता है। यह जाल मानचित्रों को बनाने में सहायक होता है। रेखाजाल को समतल सतह पर खींचना प्रक्षेप कहलाता है।

लेकिन, एक ग्लोब की अनेक सीमाएँ होती हैं। यह महँगा होता है। इसे न तो आसानी से किसी भी जगह ले जाया जा सकता है और न ही छोटी-छोटी जानकारियाँ इस पर दिखाई जा सकती हैं। ग्लोब पर याम्योत्तर अर्द्धवृत्त एवं समांतर पूर्णवृत्त होते हैं। जब उन्हें समतल सतह पर स्थानांतरित किया जाता है, तब वे सीधी या वक्र प्रतिच्छेदी रेखाएँ बनाते हैं।

© NCERT not to be republished

मानचित्र प्रक्षेप की आवश्यकता

मानचित्र प्रक्षेप की आवश्यकता मुख्यतः इसलिए पड़ती है, क्योंकि ग्लोब पर छोटे स्थानों के विस्तृत विवरण को देखने में कठिनाई होती है। इसी प्रकार, ग्लोब पर दो प्राकृतिक प्रदेशों की तुलना करना आसान नहीं होता है। इस कारण समतल पृष्ठ पर बड़ी मापनी के मानचित्रों के सही चित्रण की आवश्यकता होती है। अब, समस्या यह है कि अक्षांश एवं देशांतरों की इन रेखाओं को समतल सतह पर कैसे स्थानांतरित किया जाए। यदि हम एक समतल पृष्ठ को ग्लोब पर चिपकाएँ, तो यह एक बड़े भाग पर बिना विकृति के सतह के अनुरूप नहीं बैठेगा। ग्लोब के केंद्र से प्रकाश डालने पर प्रक्षेपित छायांकन, ग्लोब पर कागज के स्पर्श बिंदु या स्पर्श रेखा से दूर विकृत हो जाएगा। स्पर्श बिंदु या स्पर्श रेखा से बढ़ती दूरी के साथ-साथ विकृति में वृद्धि हो जाती है। इसलिए ग्लोब से शुद्ध आकार, प्रकार एवं दिशा जैसे गुणों को कागज पर उतारना लगभग असंभव होता है, क्योंकि ग्लोब एक विकासनीय पृष्ठ नहीं है।

मानचित्र प्रक्षेप में, हम पृथ्वी के किसी भी भाग को उसके सही आकार एवं विस्तार में दिखाने की कोशिश करते हैं। लेकिन विकृति किसी न किसी रूप में अत्यावश्यक है। इस विकृति को दूर करने के लिए कई विधियाँ सुझाई गई हैं तथा उनके आधार पर अनेक प्रकार के प्रक्षेप बनाए गए हैं। इसी कारण, मानचित्र प्रक्षेप को इस प्रकार भी परिभाषित किया जा सकता है कि यह अक्षांश व देशांतर रेखाओं के जाल को ग्लोब से समतल कागज पर स्थानांतरण करने में अपनाई गई विभिन्न विधियों का अध्ययन है।

शब्दावली

बृहत वृत्त : यह दो बिंदुओं के बीच की लघुत्तम दूरी को दर्शाता है, जिसका उपयोग प्रायः वायु परिवहन एवं नौसंचालन में किया जाता है।

मानचित्र प्रक्षेप : यह गोलाकार सतह को समतल सतह पर स्थानांतरित करने की एक पद्धति है। किसी सुविधाजनक मापनी पर गोलाकार पृथ्वी या उसके किसी अंश की अक्षांश समांतर एवं देशांतर याम्योत्तर रेखाओं के जाल को समतल सतह पर स्थानांतरित करने का यह व्यवस्थित एवं क्रमबद्ध कार्य होता है।

यथाकृतिक प्रक्षेप : वह प्रक्षेप जिसमें धरातल के किसी क्षेत्र की यथार्थ आकृति बनाए रखी जाती है।

लेक्सोड्रोम या रंब रेखा : यह मर्केटर प्रक्षेप पर खींची गई सीधी रेखा है, जो एक स्थिर दिक्मान वाले दो बिंदुओं को जोड़ती है। नौसंचालन के दौरान दिशा निर्धारण में यह अत्यंत सहायक होती है।

समक्षेत्र प्रक्षेप : ऐसा प्रक्षेप जिसमें अक्षांश एवं देशांतर रेखाओं का रेखाजाल इस प्रकार से बनाया जाता है कि मानचित्र का प्रत्येक चतुर्भुज क्षेत्रफल में ग्लोब पर स्थित संगत चतुर्भुज के ठीक बराबर हो। इसे शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप भी कहा जाता है।

© NCERT not to be republished

मानचित्र प्रक्षेप के तत्त्व

1. पृथ्वी का छोटा रूप – पृथ्वी के मॉडल को छोटी मापनी की सहायता से कागज के समतल सतह पर दर्शाया जाता है। इस मॉडल को पृथ्वी का छोटा रूप कहते हैं। यह मॉडल लगभग गोलाभ होना चाहिए, जिसमें ध्रुव का व्यास विषुवतीय व्यास से छोटा हो तथा इस पर रेखाजाल को स्थानांतरित किया जा सके।

2. अक्षांश के समांतर – ये ग्लोब के चारों ओर स्थित वे वृत्त हैं, जो विषुवत वृत्त के समांतर एवं ध्रुवों से समान दूरी पर स्थित होते हैं। प्रत्येक समांतर इसकी सतह पर स्थित होता है, जो कि पृथ्वी की धुरी से समकोण बनाता है। वे एक समान लंबाई के नहीं होते हैं। इनका विस्तार ध्रुव पर बिंदु से लेकर विषुवत वृत्त पर ग्लोबीय परिधि तक होता है। इनका सीमांकन 0° से 90° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांशों में किया जाता है।

3. देशांतर के याम्योत्तर – ये अर्द्धवृत्त होते हैं, जो कि उत्तर से दक्षिण दिशा की ओर, एक ध्रुव से दूसरे ध्रुव तक खींचे जाते हैं तथा दो विपरीत याम्योत्तर एक वृत्त का निर्माण करते हैं, जो ग्लोब की परिधि होती है। प्रत्येक याम्योत्तर अपनी सतह पर स्थित होता है, लेकिन ये सभी ग्लोब की धुरी के साथ एक–दूसरे को समकोण पर काटते हैं। यद्यपि वास्तव में कोई मध्य याम्योत्तर नहीं होता है, लेकिन सुविधा के लिए ग्रिनिच के याम्योत्तर को मध्य याम्योत्तर माना गया है। जिसका मान 0° देशांतर रखा गया है। अन्य सभी देशांतरों के निर्धारण में इससे संदर्भ देशांतर का काम लिया जाता है।

4. ग्लोब के गुण – मानचित्र प्रक्षेप बनाने में, ग्लोब की सतह के निम्नलिखित मूल गुणों को कुछ विधियों के द्वारा संरक्षित रखा जाता है :

(i) किसी क्षेत्र के दिए गए बिंदुओं के बीच की दूरी;

(ii) प्रदेश की आकृति;

(iii) प्रदेश के आकार या क्षेत्रफल का सही माप;

(iv) प्रदेश के किसी एक बिंदु से दूसरे बिंदु की दिशा।

मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण

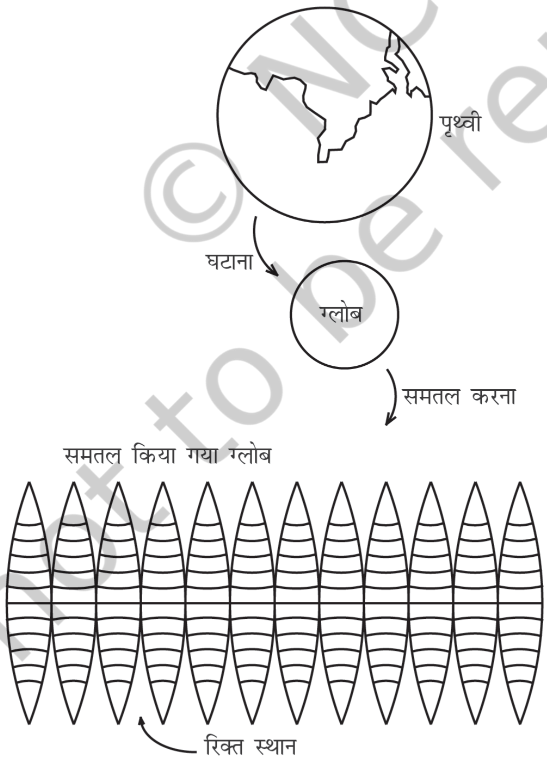
निम्नलिखित आधार पर मानचित्र प्रक्षेपों को वर्गीकृत किया जा सकता है :

1. बनाने की तकनीक – बनाने की विधियों के आधार पर प्रक्षेपों को सामान्यत: दो वर्गों में

© NCERT not to be republished

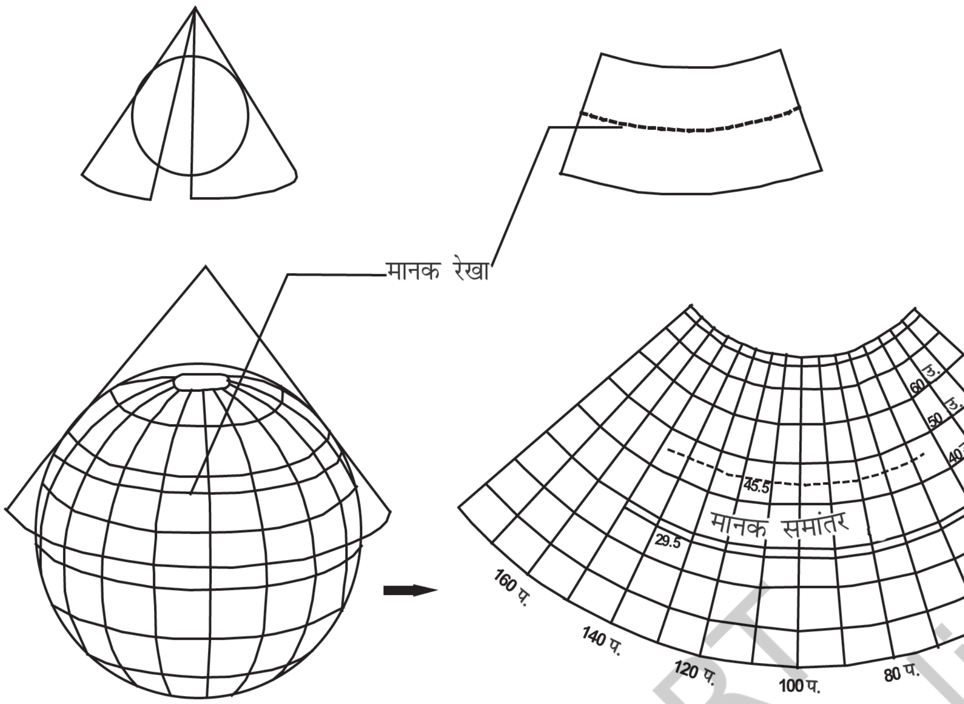
विभाजित किया जाता है। संदर्श, असंदर्श तथा रूढ़ अथवा गणितीय प्रक्षेप। संदर्श प्रक्षेप विकासनीय पृष्ठ पर ग्लोब के याम्योत्तर तथा समांतर से बने जाल के प्रतिबिंब को प्रक्षेपित करके बनाया जा सकता है। असंदर्श प्रक्षेप प्रकाश के स्रोत या प्रतिबिंब की सहायता के बिना बनाया जाता है, जो कि समतल हो सकता है। गणितीय या रूढ़ प्रक्षेप वे हैं, जिनकी व्युत्पत्ति गणितीय गणना एवं सूत्रों के द्वारा होती है तथा प्रक्षेपित प्रतिबिंब के साथ इनका कम संबंध होता है।

2. विकासनीय पृष्ठ – विकासनीय पृष्ठ वह होता है, जिसे समतल किया जा सकता है तथा जिसपर अक्षांश एवं देशांतरों के जाल को प्रक्षेपित किया जा सकता है। अविकासनीय सतह वह है, जिसे बिना सिकोड़े, खंडित किए अथवा तोड़े-मोड़े चपटा नहीं किया जा सकता। ग्लोब या गोलाकार सतह में अविकासनीय पृष्ठ के गुण होते हैं, जबकि एक बेलन, शंकु तथा समतल में विकासनीय पृष्ठ के गुण होते हैं। विकासनीय पृष्ठ के गुणों के आधार पर प्रक्षेपों को बेलनी, शंकु तथा खमध्य प्रक्षेपों में वर्गीकृत किया जाता है। बेलनी प्रक्षेपों को बेलनाकार विकासनीय पृष्ठ का इस्तेमाल करके बनाया जाता है। एक कागज का बना बेलन ग्लोब को लपेट लेता है तथा उस पर समांतरों एवं याम्योत्तरों को प्रक्षेपित किया जाता है। जब बेलन को काट कर खोला जाता है, तब यह समतल कागज पर बेलनी प्रक्षेप के रूप में प्रकट होता है। एक शंकु प्रक्षेप ग्लोब के चारों ओर शंकु को लपेट कर खींचा जाता है एवं इस पर पड़ने वाले रेखाजाल की छाया को प्रक्षेपित किया जाता है। जब शंकु को काटकर खोला जाता है, तब हमें चपटे कागज पर एक शंकु प्रक्षेप प्राप्त होता है। जब एक समतल सतह ग्लोब के किसी बिंदु को स्पर्श करता है तथा इस पर रेखाजाल को प्रक्षेपित किया जाता है, तब खमध्य प्रक्षेप समतल सतह पर सीधे प्राप्त किया जाता है। सामान्यत: सतह को ग्लोब पर इस प्रकार रखा जाता है कि वह ग्लोब के किसी एक ध्रुव से स्पर्श करे। इन प्रक्षेपों को ग्लोब की सतह को स्पर्श करने की स्थिति के आधार पर अभिलंब, तिर्यक या ध्रुवीय प्रक्षेपों में उपवर्गीकृत किया जाता है। अगर विकासनीय पृष्ठ ग्लोब पर विषुवत वृत्त पर स्पर्श करता है, तो उसे विषुवतीय या अभिलंब प्रक्षेप कहा जाता है। अगर यह विषुवत वृत्त या ध्रुव के बीच किसी बिंदु पर स्पर्शरेखीय होता है, तो इसे तिर्यक प्रक्षेप कहा जाता है तथा अगर यह ध्रुव पर स्पर्शरेखीय होता है, तो इसे ध्रुवीय प्रक्षेप कहा जाता है।



चित्र 4.1 : ग्लोब से समतल सतह पर परिवर्तन क्षेत्रफल, आकार एवं दिशा में विकृति पैदा करता है

© NCERT not to be republished



चित्र 4.2 : ग्लोब से समतल मानचित्र पर एक शंकु प्रक्षेप

3. भू-मंडलीय गुण – जैसा कि ऊपर वर्णित है, एक मानचित्र में चार भू-मंडलीय गुण क्षेत्रफल, आकृत, दिशा तथा दूरी की शुद्धता को संरक्षित रखा जाता है। लेकिन, किसी भी प्रक्षेप में, ये सभी गुण एक साथ नहीं मिल सकते। इसलिए आवश्यकतानुसार प्रक्षेपों को इस प्रकार खींचा जा सकता है कि उनमें इच्छित गुण बने रहें। इस प्रकार भूमंडलीय गुणों के आधार पर प्रक्षेपों को समक्षेत्र प्रक्षेप, यथाकृतिक प्रक्षेप, समदूरस्थ प्रक्षेप में वर्गीकृत किया जाता है। समक्षेत्र प्रक्षेप को होमोलोग्राफ़ीय प्रक्षेप भी कहा जाता है। यह, वह प्रक्षेप होता है जिसमें पृथ्वी के विभिन्न भागों को सही-सही दर्शाया जाता है। यथाकृतिक प्रक्षेप वह है, जिसमें विभिन्न क्षेत्रों की आकृती को सही-सही चित्रित किया जाता है। इसमें क्षेत्रफल की शुद्धता का ध्यान रखे बिना आकृति को यथावत् बनाए रखा जाता है। दिगंशीय प्रक्षेप वह है, जिसमें केंद्र से सभी बिंदुओं की दिशाओं को सही-सही दर्शाया जाता है। समदूरस्थ प्रक्षेप वह है, जिसमें दूरी या मापनी की शुद्धता को बनाए रखा जाता है। किंतु ऐसा कोई भी प्रक्षेप नहीं है, जो कि मापनी की शुद्धता को हमेशा बनाए रखता हो। आवश्यकतानुसार कुछ चुने हुए समांतरों एवं याम्योत्तरों के साथ इसकी शुद्धता को बनाए रखा जा सकता है।

4. प्रकाश का स्रोत – प्रकाश के स्रोत की स्थिति के आधार पर प्रक्षेपों को नोमॉनिक, त्रिविम एवं लंबकोणीय प्रक्षेपों में वर्गीकृत किया जा सकता है। **नोमॉनिक प्रक्षेप** प्रकाश को ग्लोब के **केंद्र** में रख कर प्राप्त किया जाता है। **त्रिविम प्रक्षेप** प्रकाश के स्रोत, को समतल कागज के ग्लोब से

© NCERT not to be republished

सटे हुए भाग के विपरीत ग्लोब की परिधि में रखकर खींचा जाता है। ग्लोब के जिस बिंदु पर समतल सतह सटी होती है, उसके विपरीत अनंत दूरी पर रखे प्रकाश के स्रोत के द्वारा **लंबकोणीय प्रक्षेप** खींचा जाता है।

कुछ चुने हुए मानचित्र प्रक्षेप

1. एक मानक अक्षांश रेखा वाला शंकु प्रक्षेप

शंकु प्रक्षेप की रचना ग्लोब के किसी एक अक्षांश समांतर को स्पर्श करते हुए एक विकासनीय शंकु पर याम्योत्तर एवं समांतर रेखाओं के जाल की छाया को प्रक्षेपित करके की जाती है। इस अक्षांश समांतर को मानक अक्षांश समांतर कहते हैं। ऐसे में, यदि शंकु ग्लोब के केंद्र को AB पर स्पर्श कर रहा है, तब ग्लोब पर इस समांतर की स्थिति को मानक अक्षांश समांतर माना जाता है। मानक समांतर के दोनों ओर अन्य समांतरों की लंबाई में विकृति होगी (चित्र 4.3)।

उदाहरण : 10° उ. से 70° उ. अक्षांशों तथा 10° पू. से 130° पू. देशांतरों के बीच घिरे हुए एक क्षेत्र के लिए एक मानक समांतर के साथ शंकु प्रक्षेप बनाएँ, जबकि मापनी 1: 25,00,00,000 है एवं अक्षांशीय तथा देशांतरीय अंतराल 10° है।

गणना : पृथ्वी की घटी हुई त्रिज्या $= \frac{64,00,00,000}{25,00,00,000} = 2.56$ से.मी.

मानक समांतर 40° उ. है (10, 20, 30, **40**, 50, 60, 70)

मध्य देशांतर 70° पू. है (10, 20, 30, 40, 50, 60, **70**, 80, 90, 100, 110, 120, 130)

रचना की विधि :

1. 2.56 से.मी. त्रिज्या वाला एक वृत्त खींचें, जिसमें कोण COE 10° तथा BOE एवं AOD 40° मानक समांतर हों।
2. एक स्पर्श रेखा को B से बढ़ाकर P तथा A से बढ़ाकर P तक खींचें, ताकि शंकु की दो भुजाएँ AP तथा BP ग्लोब को स्पर्श करें तथा 40° उ. पर मानक समांतर का निर्माण करें।
3. चाप दूरी CE समांतरों के बीच के अंतराल को दर्शाता है। इस चाप दूरी के अनुसार एक अर्द्धवृत्त खींचा जाता है।
4. OP से OB पर एक लंब, XY खींचा जाता है।
5. एक अन्य उ.- द. रेखा पर मानक समांतर को प्रदर्शित करने वाली BP दूरी को खींचा जाता है। उ.- द. रेखा मध्य याम्योत्तर हो जाती है।

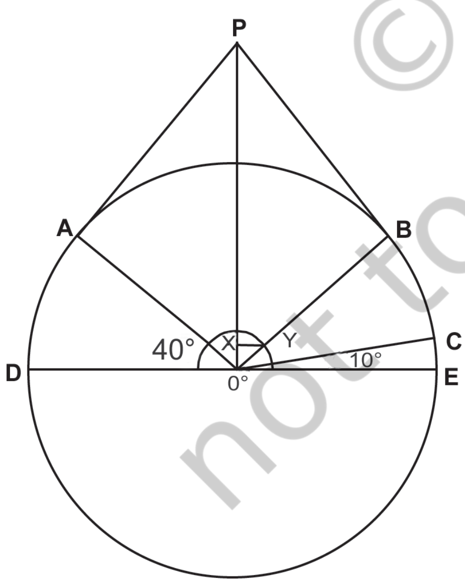
© NCERT not to be republished

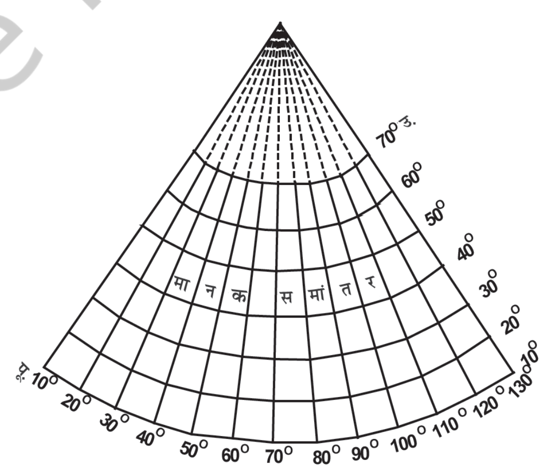
6. मध्य याम्योत्तर पर चाप दूरी CE को लेकर अन्य समांतरों को खींचा जाता है।
7. अन्य याम्योत्तरों को खींचने के लिए 40° मानक समांतर पर XY दूरी को चिह्नित किया जाता है।
8. ध्रुव से मिलाते हुए सीधी रेखाएँ खींची जाती हैं।

गुण :

1. सभी अक्षांशों के समांतर वृत्तों के चाप होते हैं तथा उनके बीच की दूरी बराबर होती है।
2. सभी याम्योत्तर रेखाएँ सीधी होती हैं, जो ध्रुवों पर मिल जाती हैं। याम्योत्तर समांतर को समकोण पर काटती हैं।
3. सभी याम्योत्तरों की मापनी सही होती है, अर्थात् याम्योत्तरों पर सारी दूरियाँ सही होती हैं।
4. एक वृत्त का चाप ध्रुव को दर्शाता है।
5. मानक समांतर पर मापनी शुद्ध होती है, लेकिन इससे दूर यह विकृत हो जाती है।
6. याम्योत्तर ध्रुवों के निकट जाते हुए एक-दूसरे के समीप आ जाते हैं।
7. यह प्रक्षेप न तो समक्षेत्र है तथा न ही यथाकृतिक प्रक्षेप।

© NCERT not to be republished





चित्र 4.3 : एक मानक समांतर के साथ सामान्य शंकु प्रक्षेप

सीमाएँ :

1. यह विश्व मानचित्र के लिए उपयुक्त नहीं है, क्योंकि जिस गोलार्द्ध में मानक अक्षांश वृत्त चुना जाता है, उसके विपरीत गोलार्द्ध में चरम विकृति होती है।
2. जिस गोलार्द्ध में यह बनाया जाता है, उसके लिए भी यह उपयुक्त नहीं है, क्योंकि उसमें भी ध्रुव पर तथा विषुवत वृत्त के पास विकृति होने के कारण इसका उपयोग बड़े क्षेत्र को प्रदर्शित करने के लिए अनुपयुक्त है।

उपयोग :

1. सामान्यतः इस प्रक्षेप का उपयोग मध्य अक्षांश क्षेत्रों के सीमित अक्षांशीय तथा बड़े देशांतरीय विस्तार के मानचित्रण के लिए किया जाता है।
2. इस प्रक्षेप के द्वारा मानक अक्षांश के साथ पूर्व से पश्चिम दिशा में लंबी संकीर्ण पट्टी को शुद्ध रूप में प्रदर्शित किया जाता है।
3. मानक अक्षांशों की दिशा का उपयोग रेल-लाइनों, सड़कों, संकीर्ण नदी-घाटियों तथा अंतर्राष्ट्रीय सीमाओं को प्रदर्शित करने में किया जाता है।
4. यह प्रक्षेप कैनेडियन प्रशांत रेल-लाइन, ट्रांस-साइबेरियन रेल-लाइन, कनाडा तथा संयुक्त राज्य अमेरिका के मध्य अंतर्राष्ट्रीय सीमा तथा नर्मदा घाटी को प्रदर्शित करने के लिए सर्वाधिक उपयुक्त है।

2. बेलनाकार सम-क्षेत्रफल प्रक्षेप

बेलनाकार सम-क्षेत्रफल प्रक्षेप को लैम्बर्ट के प्रक्षेप के नाम से भी जाना जाता है। इसे ग्लोब के विषुवतीय वृत्त पर सटे बेलन पर पड़ने वाली समांतर किरणों के द्वारा प्राप्त किया जाता है। समांतर एवं याम्योत्तर रेखाओं का प्रक्षेपण सीधी रेखा के रूप में तथा एक-दूसरे को समकोण पर काटते हुए प्राप्त किया जाता है। ध्रुवों को विषुवत वृत्त के समान एवं समांतर दिखाया जाता है, इसलिए उच्च अक्षांशों वाले क्षेत्रों के आकार बहुत अधिक विकृत हो जाते हैं।

उदाहरण : विश्व का एक बेलनाकार सम-क्षेत्रफल प्रक्षेप बनाइए जिसमें मानचित्र की प्रतिनिधि भिन्न 1: 30,00,00,000 है तथा अक्षांशीय एवं देशांतरीय मध्यांतर 15° है।

गणना : ग्लोब का अर्द्धव्यास $= \dfrac{64,00,00,000}{30,00,00,000} = 2.1$ से.मी.

विषुवत वृत्त की लंबाई $2\pi R = \dfrac{2 \times 22 \times 2.1}{7} = 13.2$ से.मी.

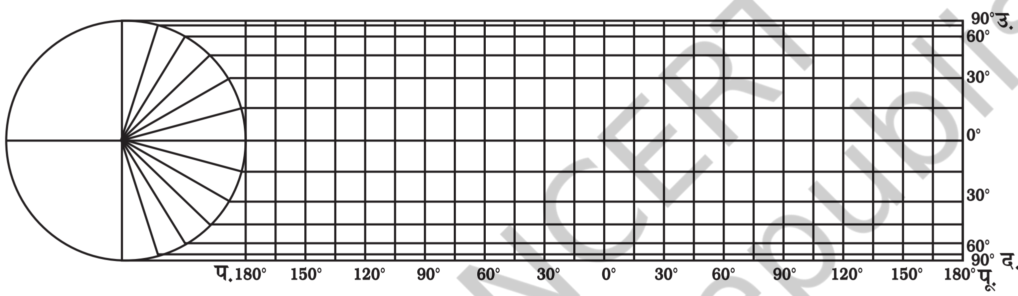
विषुवत वृत्त के साथ मध्यांतर $= \dfrac{2 \times 22 \times 2.1}{7} = 13.2$ से.मी.

© NCERT not to be republished

रचना की विधि :

1. 2.1 सेंटीमीटर अर्द्धव्यास का एक वृत्त खींचें।
2. उत्तरी एवं दक्षिणी गोलार्द्धों के लिए 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° के कोणों को चिह्नित करें।
3. 13.2 सेंटीमीटर लंबी एक रेखा खींचें तथा 0.55 सेंटीमीटर दूरी वाले 24 बराबर भागों में बाँटें। यह रेखा विषुवत वृत्त को प्रदर्शित करती है।
4. जहाँ 0° का कोण वृत्त की परिधि पर मिल रहा है, उस बिंदु से विषुवत वृत्त पर लंब बनाइए।
5. लंब रेखा से सभी समांतरों को बढ़ाकर विषुवत वृत्त की लंबाई के बराबर करें।
6. नीचे दिए गए चित्र 4.4 के अनुसार प्रक्षेप को पूरा करें।

नि.भि. 1:30,00,00,000



चित्र 4.4 : बेलनाकार सम-क्षेत्रफल प्रक्षेप

गुण :

1. सभी समांतर एवं याम्योत्तर सीधी रेखाएँ होती हैं, जो एक-दूसरे को समकोण पर काटती हैं।
2. ध्रुवीय समांतर भी विषुवत वृत्त के बराबर होती है।
3. मापनी केवल विषुवत वृत्त के पास ही सही होती है।

सीमाएँ :

1. इसमें ध्रुव की ओर विकृति बढ़ती जाती है।
2. यह प्रक्षेप यथाकृतिक प्रक्षेप नहीं है।
3. क्षेत्र की समानता को बनाए रखने के लिए आकार में विकृति लानी पड़ती है।

उपयोग :

1. यह प्रक्षेप 45° उ. एवं द. अक्षांशों के बीच के क्षेत्रों के लिए सर्वाधिक उपयुक्त है।
2. यह उष्णकटिबंधीय फ़सलों जैसे- चावल, चाय, कॉफ़ी, रबड़ तथा गन्ना पैदा करने वाले क्षेत्रों को दर्शाने के लिए अधिक उपयुक्त है।

© NCERT not to be republished

3. मर्केटर प्रक्षेप

सन् 1569 में एक डच मानचित्रकार जेरार्डस मर्केटर ने इस प्रक्षेप की रचना की। यह प्रक्षेप एक गणितीय सूत्र पर आधारित है। इसलिए यह एक यथाकृतिक प्रक्षेप है, जिसमें आकृति को सही बनाए रखा जाता है। इस प्रक्षेप, में अक्षांशों के बीच की दूरी ध्रुवों की ओर क्रमशः बढ़ती जाती है। बेलनी प्रक्षेप की तरह इसमें भी समांतर एवं याम्योत्तर रेखाएँ एक-दूसरे को समकोण पर काटती हैं। सीधी रेखा के द्वारा शुद्ध दिशा को प्रदर्शित करना इसकी विशेषता है। इस प्रक्षेप पर किसी भी दो बिंदु को जोड़ने वाली सीधी रेखा एक नियत दिक्स्थिति को प्रदर्शित करती है, जिसे रंब रेखा या लेक्सोड्रोम कहते हैं।

उदाहरण : विश्व मानचित्र के लिए 1:25,00,00,000 की मापनी पर तथा 15° के मध्यांतर पर एक मर्केटर का प्रक्षेप खींचें।

गणना : ग्लोब का अर्द्धव्यास $= \frac{25,00,00,000}{25,00,00,000} = 1''$

विषुवत वृत्त की लंबाई $2\pi R = \frac{1 \times 22 \times 2}{7} = 6.28''$

विषुवत वृत्त के पास मध्यांतर $= \frac{6.28 \times 15°}{360°} = 0.26''$

रचना की विधि :

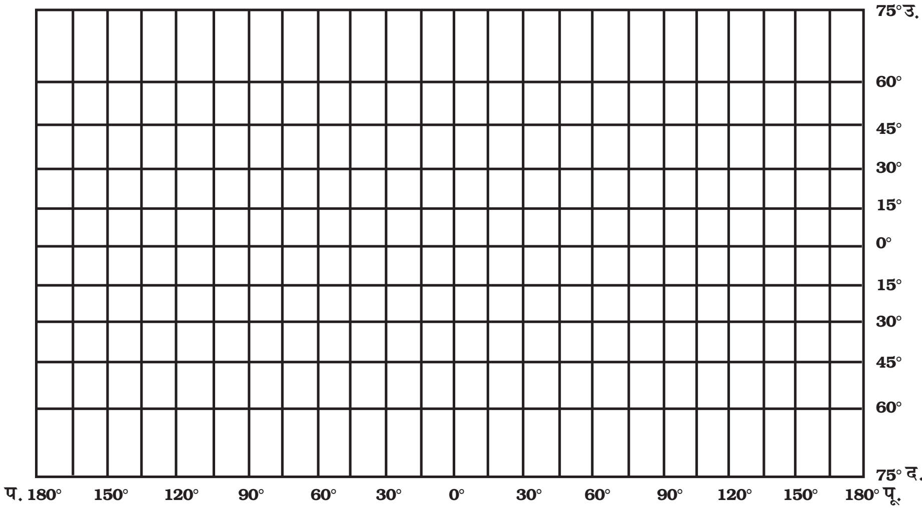
1. 6.28'' की एक रेखा EQ खींचें, जो कि विषुवत वृत्त को दर्शाती है।
2. इसे 24 बराबर भागों में विभाजित करें। प्रत्येक भाग की दूरी निम्नांकित सूत्र की सहायता से ज्ञात की जाती है-

$$\frac{\text{विषुवत वृत्त की लंबाई} \quad \text{अंतराल}}{360}$$

3. अक्षांशों के बीच की दूरी की गणना निम्नानुसार सारणीबद्ध मान के अनुरूप की जाती है

अक्षांश	*दूरी*
15°	0.265 × 1 = 0.265"
30°	0.549 × 1 = 0.549"
45°	0.881 × 1 = 0.881"
60°	1.317 × 1 = 1.317"
75°	2.027 × 1 = 2.027"

© NCERT not to be republished



नि.भि. 1:25,00,00,000

चित्र 4.5 : मर्केटर प्रक्षेप

4. चित्र 4.5 के अनुसार प्रक्षेप को पूरा करें।

गुण :

1. इस प्रक्षेप में समांतर एवं याम्योत्तर दोनों सीधी रेखाएँ होती हैं तथा वे एक-दूसरे को समकोण पर काटती हैं।
2. सभी समांतरों की लंबाई समान तथा विषुवत वृत्त की लंबाई के बराबर होती है।
3. सभी देशांतरों की लंबाई एवं उनके मध्य की दूरी समान होती है, लेकिन ग्लोब के याम्योत्तरों की अपेक्षा इनकी लंबाई अधिक होती है।
4. अक्षांशों के बीच की दूरी ध्रुवों की ओर बढ़ती जाती है।
5. विषुवत वृत्त पर मापनी शुद्ध होती है, क्योंकि इस प्रक्षेप में विषुवत वृत्त की लंबाई ग्लोब पर विषुवत वृत्त की लंबाई के बराबर होती है, लेकिन अन्य अक्षांश समांतरों की लंबाई ग्लोब पर स्थित अक्षांशों की अपेक्षा अधिक होती है। उदाहरण के लिए, इस प्रक्षेप पर 30° अक्षांश समांतर ग्लोब पर संबंधित अक्षांश से 1.154 गुणा बड़ी होती है।
6. इस पर क्षेत्रों की वास्तविक आकृति प्रदर्शित होती है, लेकिन उच्च अक्षांशीय क्षेत्रों की आकृति में विकृति आ जाती है।
7. छोटे देशों का आकार विषुवत वृत्त के पास संरक्षित रहता है, लेकिन यह ध्रुवों की ओर बड़ा होता जाता है।
8. यह दिगंशीय प्रक्षेप है।
9. यह प्रक्षेप यथाकृतिक है, क्योंकि याम्योत्तर के सहारे किसी एक बिंदु पर मापनी अक्षांश पर की मापनी के बराबर होती है।

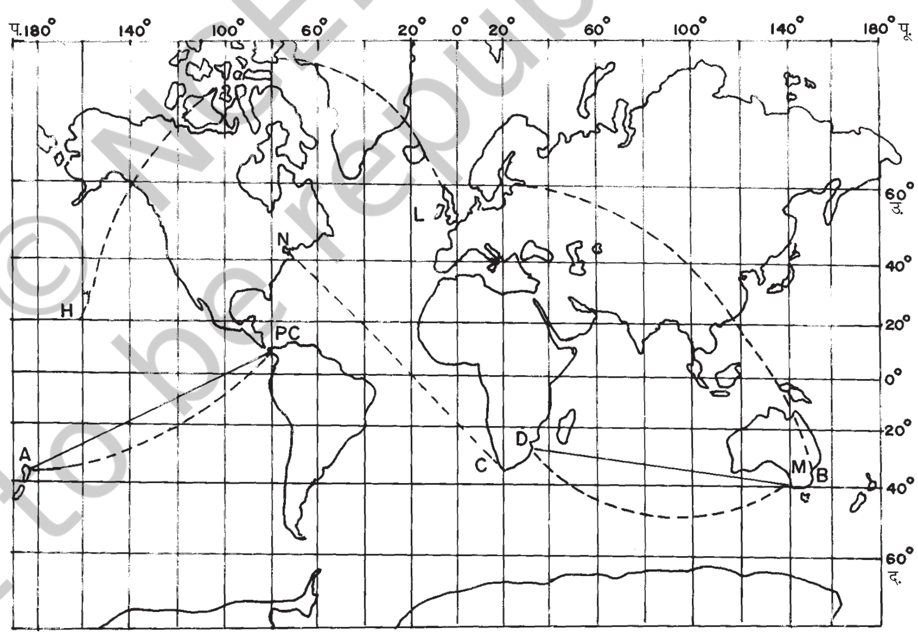
© NCERT not to be republished

सीमाएँ :

1. याम्योत्तर एवं अक्षांशों के सहारे मापनी का विस्तार उच्च अक्षांशों पर तीव्रता से बढ़ता है। जिसके परिणामस्वरूप, ध्रुव के निकटवर्ती देशों का आकार उनके वास्तविक आकार से अधिक हो जाता है। उदाहरण के लिए, ग्रीनलैंड का आकार संयुक्त राज्य अमेरिका के बराबर हो जाता है, जबकि यह अमेरिका के आकार का 1/10 वाँ हिस्सा है।
2. इस प्रक्षेप में ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है, क्योंकि 90° अक्षांश समांतर एवं याम्योत्तर रेखाएँ अनंत होती हैं।

उपयोग :

1. यह विश्व के मानचित्र के लिए बहुत ही उपयोगी है तथा एटलस मानचित्रों को बनाने में इसका उपयोग किया जाता है।
2. यह समुद्र एवं वायु मार्गों पर नौसंचालन के लिए बहुत-ही उपयोगी है।
3. अपवाह प्रतिरूपों, समुद्री धाराओं, तापमान, पवनों एवं उनकी दिशाओं, पूरे विश्व में वर्षा का वितरण इत्यादि को मानचित्र पर दर्शाने के लिए यह उपयुक्त है।



चित्र 4.6 : सीधी रेखाएँ रंब रेखा तथा वक्र रेखाएँ बृहत वृत्त हैं

© NCERT not to be republished

अभ्यास

1. नीचे दिए गए चार विकल्पों में से सही विकल्प को चुनें :

   (i) मानचित्र प्रक्षेप, जो कि विश्व के मानचित्र के लिए न्यूनतम उपयोगी है।

   (क) मर्केटर
   (ख) बेलनी
   (ग) शंकु
   (घ) उपरोक्त सभी

   (ii) एक मानचित्र प्रक्षेप, जो न सम-क्षेत्र हो एवं न ही शुद्ध आकार वाला हो तथा जिसकी दिशा भी शुद्ध नहीं होती है।

   (क) शंकु
   (ख) ध्रुवीय शिराबिंदु
   (ग) मर्केटर
   (घ) बेलनी

   (iii) एक मानचित्र प्रक्षेप, जिसमें दिशा एवं आकृति शुद्ध होती है, लेकिन ध्रुवों की ओर यह बहुत अधिक विकृत हो जाती है।

   (क) बेलनाकार सम-क्षेत्र
   (ख) मर्केटर
   (ग) शंकु
   (घ) उपरोक्त सभी

   (iv) जब प्रकाश के स्रोत को ग्लोब के मध्य रखा जाता है, तब प्राप्त प्रक्षेप को कहते हैं-

   (क) लंबकोणीय
   (ख) त्रिविम
   (ग) नोमॉनिक
   (घ) उपरोक्त सभी

2. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लगभग 30 शब्दों में दें:

   (i) मानचित्र प्रक्षेप के तत्त्वों की व्याख्या कीजिए।
   (ii) भूमंडलीय संपत्ति से आप क्या समझते हैं?
   (iii) कोई भी मानचित्र ग्लोब को सही रूप में नहीं दर्शाता है, क्यों?
   (iv) बेलनाकार सम-क्षेत्र प्रक्षेप में क्षेत्र को समरूप कैसे रखा जाता है?

3. अंतर स्पष्ट कीजिए-

   (i) विकासनीय एवं अविकासनीय पृष्ठ
   (ii) सम-क्षेत्र तथा यथाकृतिक प्रक्षेप
   (iii) अभिलंब एवं तिर्यक प्रक्षेप
   (iv) अक्षांश के समांतर एवं देशांतर के याम्योत्तर

4. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर 125 शब्दों में दीजिए:

   (i) मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण करने के आधार की विवेचना कीजिए तथा प्रक्षेपों की मुख्य विशेषताएँ बताइए।
   (ii) कौन-सा मानचित्र प्रक्षेप नौसंचालन उद्देश्य के लिए बहुत उपयोगी होता है? इस प्रक्षेप की सीमाओं एवं उपयोगों की विवेचना कीजिए।
   (iii) एक मानक अक्षांश वाले शंकु प्रक्षेप के मुख्य गुण क्या हैं तथा उसकी सीमाओं की व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप

1. 30° उ. से 70° उ. तथा 40° प. से 30° प. के बीच स्थित एक क्षेत्र का रेखाजाल एक मानक अक्षांश वाले सामान्य शंकु प्रक्षेप पर बनाइए, जिसकी मापनी 1:20,00,00,000 तथा मध्यांतर 10° है।
2. विश्व का रेखाजाल बेलनाकार सम-क्षेत्र प्रक्षेप पर बनाइए, जहाँ प्रतिनिधि भिन्न 1:15,00,00,000 तथा मध्यांतर 15° है।
3. 1:25,00,00,000 की मापनी पर एक मर्केटर प्रक्षेप का रेखाजाल बनाइए, जिसमें अक्षांश एवं देशांतर 20° के मध्यांतर पर खींची जाए।

© NCERT not to be republished

अध्याय 5

स्थलाकृतिक मानचित्र

आप जानते हैं कि मानचित्र एक महत्त्वपूर्ण भौगोलिक उपकरण है। आप यह भी जानते हैं कि मानचित्रों का वर्गीकरण उनकी मापनी एवं कार्यों के आधार पर होता है। अध्याय 1 में उल्लेखित स्थलाकृतिक मानचित्र भूगोलवेत्ताओं के लिए बहुत-ही अधिक महत्त्वपूर्ण हैं। इस मानचित्र को आधार मानकर सभी मानचित्र बनाए जाते हैं।

स्थलाकृतिक मानचित्र, जिसे सामान्य उपयोग वाले मानचित्रों के नाम से भी जाना जाता है, को आपेक्षिक बृहत मापनी पर बनाया जाता है। इन मानचित्रों में महत्त्वपूर्ण प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक लक्षणों, जैसे- उच्चावच, वनस्पति, जलाशय, कृषिगत भूमि, बस्तियों एवं परिवहन तंत्र आदि को प्रदर्शित किया जाता है। ये मानचित्र सभी देशों की राष्ट्रीय मानचित्र संगठनों द्वारा तैयार एवं प्रकाशित किए जाते हैं। उदाहरण के लिए, भारतीय सर्वेक्षण विभाग, भारत में, पूरे देश के लिए स्थलाकृतिक मानचित्र तैयार करता है। स्थलाकृतिक मानचित्र विभिन्न मापनियों पर मानचित्र शृंखला के रूप में तैयार किए जाते हैं। इसलिए दी हुई शृंखला के सभी मानचित्रों में एक ही प्रकार के संदर्भ बिंदु, मापनी, प्रक्षेप, रूढ़ चिह्नों तथा रंगों का प्रयोग किया जाता है।

भारत में स्थलाकृतिक मानचित्र दो शृंखलाओं में तैयार किए जाते हैं - भारत एवं पड़ोसी देशों की शृंखला तथा विश्व के अंतर्राष्ट्रीय मानचित्रों की शृंखला।

भारत एवं उसके पड़ोसी देशों की शृंखला :

सन् 1937 में दिल्ली सर्वेक्षण सम्मेलन होने तक भारत एवं उसके पड़ोसी देशों की शृंखला वाले मानचित्रों का निर्माण भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा किया जाता था। उसके बाद, पड़ोसी देशों वाले मानचित्रों का निर्माण बंद कर दिया गया तथा भारत का सर्वेक्षण विभाग केवल विश्व के अंतर्राष्ट्रीय मानचित्रों वाली शृंखला के विनिर्देशों के आधार पर भारत के स्थलाकृतिक मानचित्रों का निर्माण एवं प्रकाशन करने लगा। परंतु भारतीय सर्वेक्षण विभाग ने स्थलाकृतिक मानचित्रों के लिए नयी शृंखला के अंतर्गत छोड़ दी गई भारत और पड़ोसी देशों की शृंखला के संख्यात्मक प्रणाली और विन्यास को अभिधारण किया है।

भारत का स्थलाकृतिक मानचित्र 1:10,00,000, 1:2,50,000, 1:1,25,000, 1:50,000 तथा 1:25,000 की मापनी पर तैयार किया जाता है, जिसमें अक्षांशीय एवं देशांतरीय मान क्रमशः 4° × 4°, 1° × 1°, 30' × 30', 15' × 15' तथा 5' × 7'30'' होते हैं। इनमें से प्रत्येक मानचित्र की संख्यात्मक प्रणाली को चित्र 5.1 में दिखाया गया है।

2024-25

शब्दावली

अनुप्रस्थ परिच्छेद : किसी सरल रेखा पर ऊर्ध्वाधर कटी हुई भूमि का पार्श्वचित्र। इसे परिच्छेद अथवा परिच्छेदिका भी कहते हैं।

समोच्च रेखा: समुद्र तल से समान ऊँचाई पर स्थित बिंदुओं को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा। इसे समतल रेखा भी कहते हैं।

समोच्चरेखीय अंतराल : दो उत्तरोत्तर समोच्च रेखाओं के बीच का अंतर। इसे ऊर्ध्वाधर अंतराल भी कहते हैं। यह प्राय: अंग्रेज़ी के अक्षरों द्वारा लिखा जाता है। किसी भी मानचित्र पर प्राय: इसका मान स्थिर होता है।

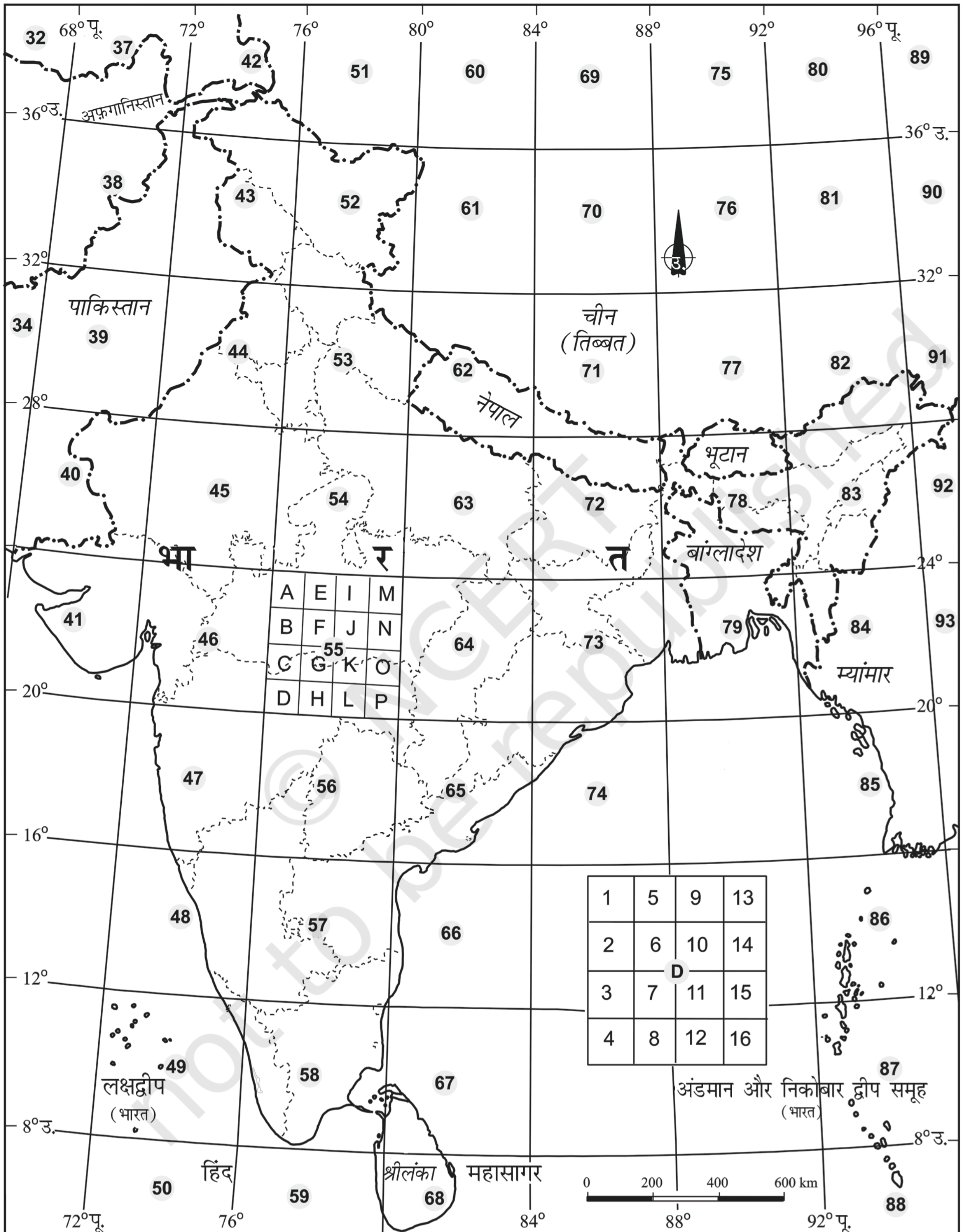
स्थलाकृतिक मानचित्र : भू सतह के प्राकृतिक एवं मानवकृत ब्यौरों को प्रदर्शित करने वाला, बड़ी मापनी पर खींचा गया, एक छोटे क्षेत्र का मानचित्र। इस मानचित्र पर उच्चावच समोच्च रेखाओं द्वारा प्रकट किया जाता है।

हैश्यूर : मानचित्र पर समोच्च रेखाओं को लंबवत् काटती हुई महत्तम ढाल की दिशा में खींची गई छोटी सरल रेखाएँ। ये भूमि के ढाल में अंतरों का बोध भी कराती हैं।

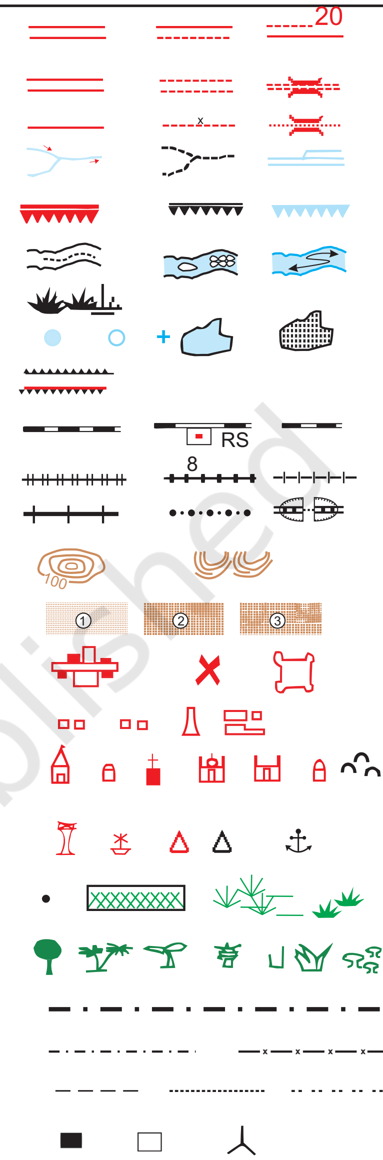
विश्व की अंतर्राष्ट्रीय मानचित्र श्रृंखला: विश्व की अंतर्राष्ट्रीय मानचित्र श्रृंखला के अंतर्गत स्थलाकृतिक मानचित्र बृहत मापनी पर पूरे विश्व के लिए 1:10,00,000 अथवा 1:2,50,000 की मापनी पर मानकीकृत मानचित्र तैयार करने के लिए अभिकल्पित (डिज़ाईन) किए जाते हैं।

स्थलाकृतिक मानचित्र पठन : स्थलाकृतिक मानचित्रों का अध्ययन आसान होता है। इसके लिए पाठक को मानचित्रों पर दी गई निर्देशिका, रूढ़ चिह्न, प्रतीक एवं रंगों को जानना आवश्यक है। स्थलाकृतिक मानचित्रों पर दिए गए रूढ़ चिह्नों एवं संकेतों को चित्र 5.2 में दिखाया गया है।

© NCERT not to be republished



चित्र 5.1 : भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित स्थलाकृतिक शीट का संदर्भ मानचित्र



सड़कें, पक्की: महत्त्वानुसार, मील पत्थर	
सड़कें, कच्ची: महत्त्वानुसार, पुल	
रास्ता, लद्‌दू का, दर्रे सहित, पगडंडी, पुल सहित	
नाले तल में मार्ग सहित, अनिश्चित, नहर	
बाँध : चिना हुआ अथवा पत्थरों से पटा, मिट्टी से पटा, बंधिका	
नदी : सूखी, धारा सहित, द्वीप और चट्टान सहित; ज्वारीय नदी	
दलदल : नद	
कूप : पक्का, कच्चा। सोता। तालाब : बारहमासी; अन्य	
पुश्ते : सड़क अथवा रेल की पटरी के	
रेल की पटरी: चौड़ी लाइन, दोहरी; इकहरी स्टेशन सहित, निर्माणाधीन	
रेल की पटरी : अन्य लाइनें, दोहरी; इकहरी मील-पत्थर सहित, निर्माणाधीन	
हल्की रेलवे या ट्रामवे। तार। कटान सुरंग सहित	
समोच्च-रेखाएँ, भृगु	
बालू के आकार (1) सपाट, (2) बालू के टिब्बे (पक्के), (3) बालू के टिब्बे (कच्चे)	
नगर अथवा गाँव : आबाद, उजाड़, गढ़	
झोपड़ियाँ : स्थाई, अस्थाई। मीनार। पुरातन अवशेष	
मंदिर, छतरी, गिरजाघर, मस्जिद, ईदगाह, मकबरा, कब्रें	
प्रकाश स्तंभ। प्रकाशपोत। बोया : प्रकाशित, अप्रकाशित, लंगरगाह	
खान, बेल, जाली पर चढ़ी, घास, झाड़	
पनई ताड़, अन्य ताड़, शंकु जाति, बाँस, अन्य पेड़	
सीमा: अंतर्राष्ट्रीय	
सीमा राज्य: सीमांकित, असीमांकित	
सीमा-ज़िला: परगना, तहसील या ताल्लुक, वन	
सीमा-स्तंभ: सर्वेक्षित, अनुपलब्ध, गाँवों का त्रिसीमास्तंभ	
ऊँचाई: त्रिकोणीय, चांदे की बिंदु, सन्निकट	△200 • 200 • 200
तल चिह्न, ज्योडीय, तरशियरी, नहर, अन्य	BM 63.3, DM 63.3, .63
डाकघर, थाना	PO, PS
डाक या यात्री बंगला, निरीक्षण भवन, विश्राम गृह	DB, IB (Canal), RH (Forest)
सर्किट हाउस, पड़ाव	CH, CG
वन : आरक्षित, संरक्षित	RF, PF

चित्र 5.2 : रूढ़ चिह्न एवं प्रतीक

उच्चावच निरूपण विधियाँ

भूपृष्ठ समतल नहीं है तथा इसमें विभिन्न पर्वत, पहाड़ियाँ, पठार तथा मैदान हैं। भूपृष्ठ के उत्थान एवं अवनमन भौतिक लक्षणों या उच्चावच के रूप में जाने जाते हैं। इन लक्षणों को दर्शाने वाले मानचित्र को उच्चावच मानचित्र कहते हैं।

© NCERT not to be republished

वर्षों से मानचित्रों पर उच्चावच लक्षण प्रदर्शित करने के लिए अनेक विधियों का उपयोग होता रहा है। ये विधियाँ हैं : हैश्यूर, पहाड़ी छायांकन, स्तर आभा, बेंच मार्क, स्थानिक ऊँचाई तथा समोच्च रेखाएँ। परंतु सभी स्थलाकृतिक मानचित्रों पर किसी क्षेत्र के उच्चावच को दिखाने के लिए समोच्च रेखा एवं स्थानिक ऊँचाइयों का सर्वाधिक उपयोग किया जाता है।

समोच्च रेखा

समोच्च रेखा माध्य समुद्र तल से समान ऊँचाई वाले बिंदुओं को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा होती है। वह मानचित्र, जो भू-आकृति को समोच्च रेखाओं द्वारा दर्शाता है, समोच्च रेखा मानचित्र कहलाता है। उच्चावच लक्षणों को समोच्च रेखा के द्वारा दर्शाना अत्यधिक उपयोगी एवं लोकप्रिय विधि है। मानचित्र पर समोच्च रेखाएँ एक क्षेत्र की स्थलाकृति को समझने की सबसे उपयोगी विधि है।

पहले स्थलाकृतिक मानचित्रों में समोच्च रेखाओं को खींचने के लिए धरातलीय सर्वेक्षण तथा तल-मापन विधि का उपयोग किया जाता था। लेकिन अब फ़ोटोग्राफ़ी के आविष्कार तथा वायव फ़ोटोग्राफ़ी से सर्वेक्षण तथा तल मापन एवं मानचित्रीकरण की पुरानी पद्धतियों का प्रयोग छोड़ दिया गया है। फलस्वरूप, स्थलाकृतिक मानचित्र बनाने के लिए इन फ़ोटोग्राफ़ का उपयोग होता है।

समोच्च रेखाएँ माध्य समुद्र तल के ऊपर विभिन्न ऊर्ध्वाधर अंतरालों (VI), जैसे- 20, 50, 100 मीटर पर खींची जाती हैं। इसे समोच्च रेखाओं का अंतराल कहा जाता है। दिए गए मानचित्र पर प्राय: यह नियत होता है। इसे सामान्यत: मीटर में व्यक्त किया जाता है। एक स्थान से दूसरे स्थान पर ढाल की प्रकृति के अनुसार दो समोच्च रेखाओं के बीच की क्षैतिजीय दूरी में अंतर होता है, जबकि उनके बीच का ऊर्ध्वाधर अंतराल अचल होता है। क्षैतिज दूरी, जिसे क्षैतिज तुल्यांक (HE) के नाम से भी जाना जाता है, मंद ढाल के लिए अधिक एवं तीव्र ढाल के लिए कम होती है।

समोच्च रेखाओं के कुछ मूल लक्षण :-

- समोच्च रेखाएँ समान ऊँचाइयों वाले स्थान को दर्शाती हैं।
- समोच्च रेखाएँ एवं उनकी आकृतियाँ स्थलाकृति के ढाल एवं ऊँचाई को दर्शाती हैं।
- पास-पास खींची, अधिक घनी समोच्च रेखाएँ तीव्र ढाल को तथा दूर-दूर खींची हुई, कम घनी समोच्च रेखाएँ मंद ढाल को प्रदर्शित करती हैं।
- दो या दो से अधिक समोच्च रेखाओं के एक-दूसरे से मिलने से ऊर्ध्वाधर वाली आकृतियाँ, जैसे- भृगु अथवा जलप्रपात प्रदर्शित होते हैं।
- विभिन्न ऊँचाई वाली दो समोच्च रेखाएँ सामान्यत: एक-दूसरे को नहीं काटती हैं।

समोच्च रेखाओं एवं उनके अनुप्रस्थ परिच्छेद खींचना

हम जानते हैं कि सभी स्थलाकृतिक आकृतियों के ढाल अलग-अलग होते हैं। उदाहरण के लिए, एक समतल सतह का ढाल कम होता है तथा भृगु एवं महाखड्ड तीव्र ढाल वाले होते हैं। इसी प्रकार घाटियों एवं पर्वत शृंखलाओं में विभिन्न प्रकार की तीव्रता वाले ढाल होते हैं, जो खड़े ढाल से कम ढाल तक हो सकते हैं। इसलिए, ढालों को दर्शाने के कारण समोच्च रेखाओं के बीच का अंतर बहुत-ही अधिक महत्त्वपूर्ण होता है।

© NCERT not to be republished

ढाल के प्रकार :

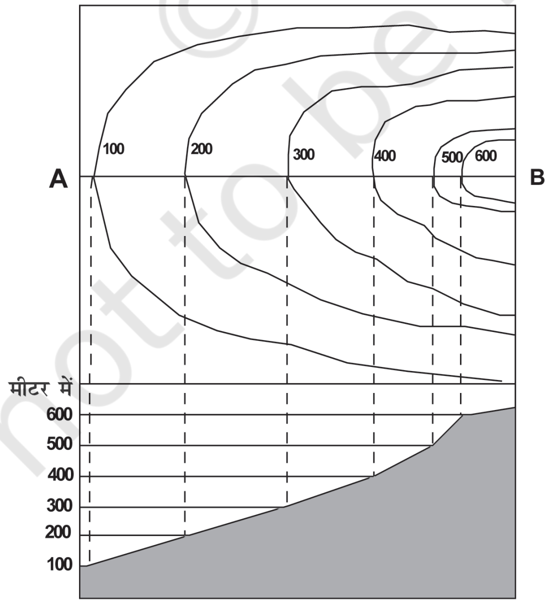
ढालों को मुख्यतः मंद, खड़ा, अवतल, उत्तल एवं तरंगित भागों में वर्गीकृत किया जा सकता है। विभिन्न प्रकार के ढालों की समोच्च रेखा एक विशिष्ट अंतराल की पद्धति को दर्शाता है। ढाल को डिग्री या कोण में भी व्यक्त किया जाता है।

मंद ढाल :

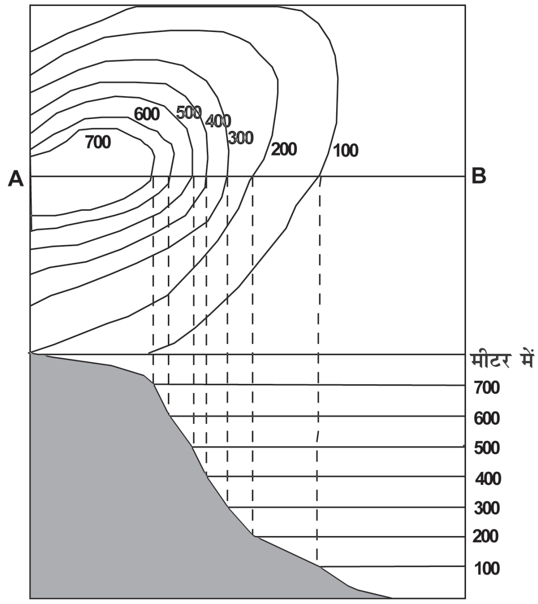
जब किसी स्थलाकृति के ढाल की डिग्री या कोण बहुत कम होता है, तब ढाल मंद होता है। इस प्रकार की ढालों की समोच्च रेखाओं के बीच की दूरी बहुत अधिक होती है।

खड़ी ढाल :

जब किसी स्थलाकृति के ढाल का कोण अधिक होता है, तो इनकी समोच्च रेखाओं के बीच की आपसी दूरी बहुत कम होती है तथा ये खड़ी ढाल को इंगित करते हैं।



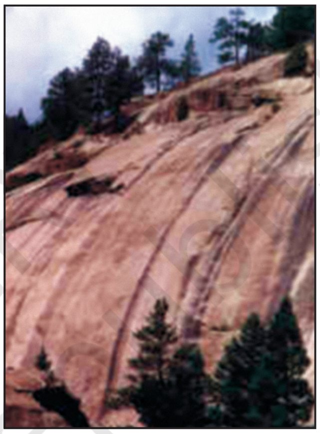
मंद ढाल

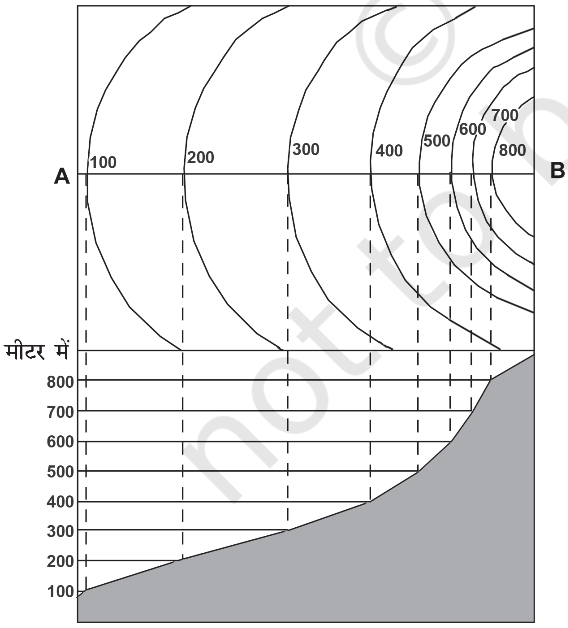


खड़ी ढाल

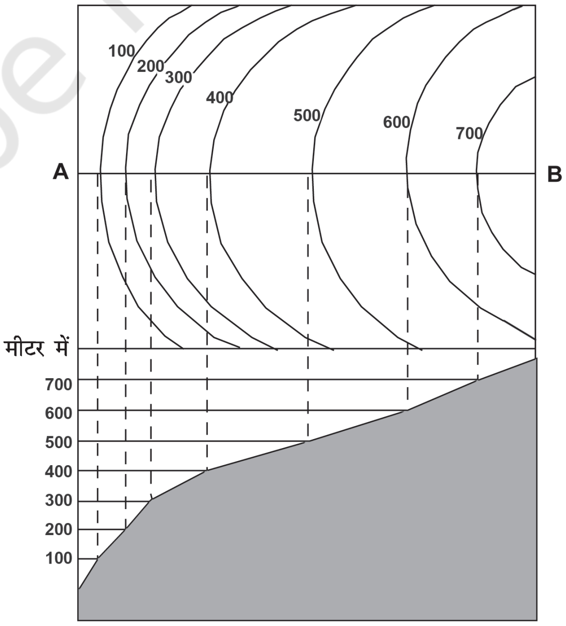
अवतल ढाल :
जब उच्चावच स्थलाकृति का निचला भाग मंद ढाल वाला एवं ऊपरी भाग खड़े ढाल वाला हो, तो उसे अवतल ढाल कहा जाता है। इस प्रकार के ढाल में समोच्च रेखाएँ निचले भाग में दूर-दूर तथा ऊपरी भाग में पास-पास होती हैं।

उत्तल ढाल :
अवतल ढाल के विपरीत, उत्तल ढाल का ऊपरी भाग मंद एवं निचला भाग खड़ा होता है। इसके परिणामस्वरूप ऊपरी भाग में समोच्च रेखाएँ दूर-दूर तथा निचले भाग में पास-पास होती हैं।





अवतल ढाल



उत्तल ढाल

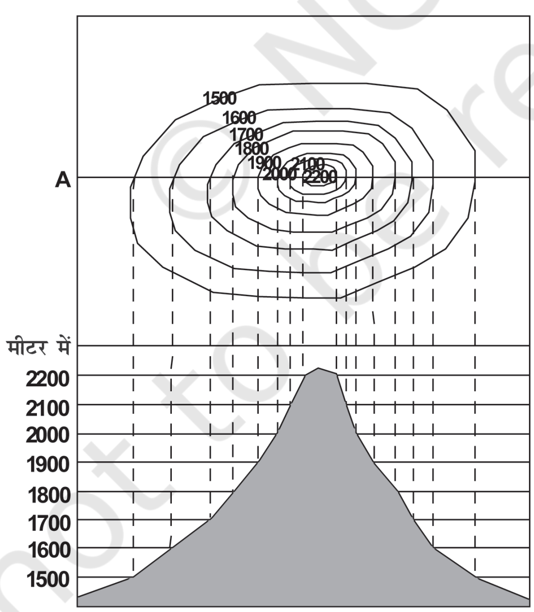
स्थलाकृतियों के प्रकार

शंक्वाकार पहाड़ी

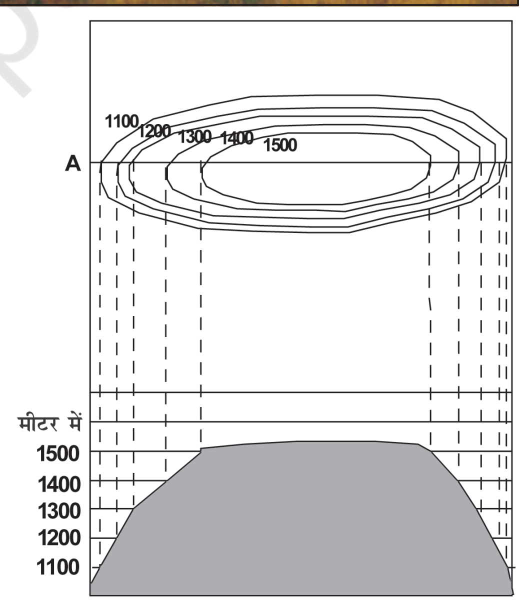
यह आसपास की भूमि से लगभग समान रूप से उठी होती है। एक शंक्वाकार, समान ढाल वाली पहाड़ी के लिए समोच्च रेखाएँ संकेंद्री एवं नियमित अंतराल पर होंगी।

पठार

एक विस्तृत चपटा उठा हुआ भूभाग, जिसकी ढाल अपेक्षाकृत पार्श्वों पर खड़ी होती है तथा जो आसपास के मैदान या समुद्र से ऊँची उठी होती है, पठार कहलाती है। पठारों को दर्शाने वाली समोच्च रेखाएँ सामान्यत: किनारों पर पास-पास तथा भीतर की ओर दूर-दूर होती हैं।



शंक्वाकार पहाड़ी



पठार

© NCERT not to be republished

घाटी :

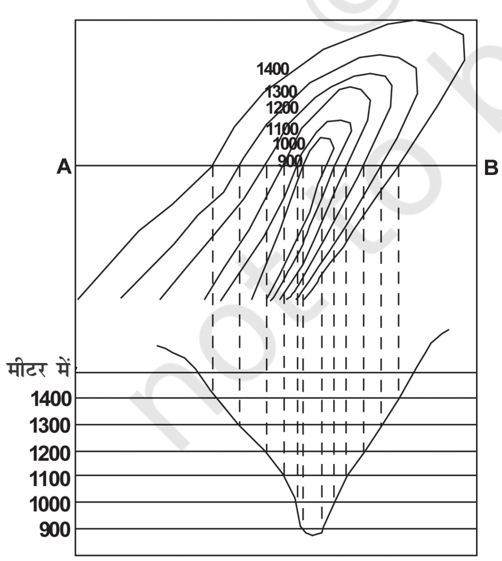
यह दो पहाड़ियों या कटकों के बीच भूमि का निम्न क्षेत्र है, जो एक नदी या हिमानी के पार्श्व अपरदन के परिणामस्वरूप बनती है।

V आकार की घाटी

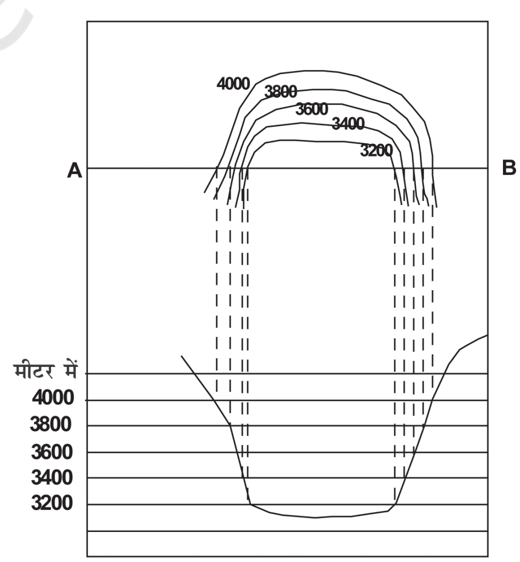
यह V अक्षर की तरह दिखाई देती है। V आकार की घाटी पर्वतीय क्षेत्रों में पायी जाती है। V आकार की घाटी का निचला भाग भीतरी समोच्च रेखाओं के द्वारा दिखाया जाता है, जो पास-पास स्थित होते हैं तथा जिनके समोच्च का मान कम होता है। बाहर की ओर स्थित समोच्च रेखाओं का मान एकसमान रूप से बढ़ता है।

U आकार की घाटी

ऊँचाई पर स्थित हिमानियों के पार्श्व अपरदन के कारण इस प्रकार की घाटी का निर्माण होता है। इसका निचला तल चौड़ा एवं चपटा तथा किनारे खड़े होते हैं, जिसके कारण इसका आकार U अक्षर के समान प्रतीत होता है। U आकार की घाटी के सबसे निचले हिस्से को सबसे भीतर स्थित समोच्च रेखाओं के द्वारा दर्शाया जाता है तथा इसके दोनों किनारों के बीच का अंतर अधिक होता है। बाहर की ओर स्थित दूसरी समोच्च रेखाओं के लिए एकसमान अंतराल के साथ समोच्च रेखाओं का मान बढ़ता जाता है।



V आकार की घाटी



U आकार की घाटी

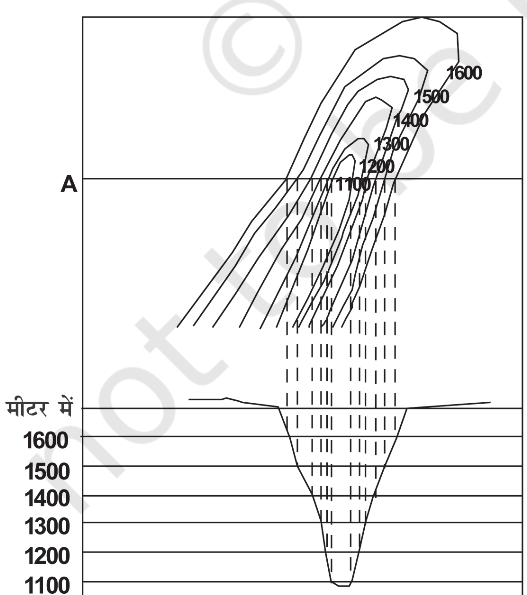
© NCERT not to be republished

महाखड्ड (गार्ज)

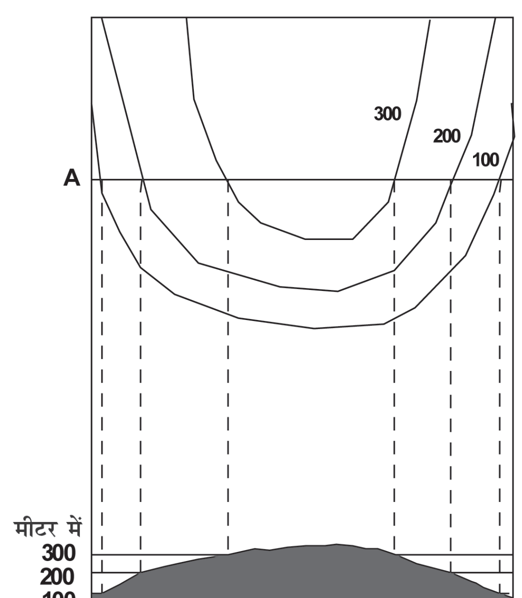
उच्च भागों में, जहाँ नदियों के द्वारा पार्श्व अपरदन की अपेक्षा ऊर्ध्वाधर अपरदन की क्रिया तीव्र होती है, वहाँ तंग घाटी का निर्माण होता है। ये गहरी तथा संकरी नदी घाटियाँ होती हैं, जिनके दोनों किनारों का ढाल बहुत तीव्र होता है। तंग घाटी को पास-पास स्थित समोच्च रेखाओं के द्वारा दर्शाया जाता है, जिसमें भीतरी समोच्च रेखाओं के बीच का अंतर बहुत कम होता है, जो इसके दोनों किनारे को दिखाता है।

पर्वतस्कंध

पर्वत शृंखलाओं से घाटी की ओर की झुकी हुई उत्तल ढाल वाली आकृति को स्पर या पर्वतस्कंध कहा जाता है। इसे V आकार की समोच्च रेखा के द्वारा दर्शाया जाता है, लेकिन विपरीत तरीके से। V के दोनों किनारे ऊँचाई वाले भाग को दिखाते हैं तथा इसकी चोटी निचले हिस्से को।



महाखड्ड (गार्ज)



पर्वतस्कंध

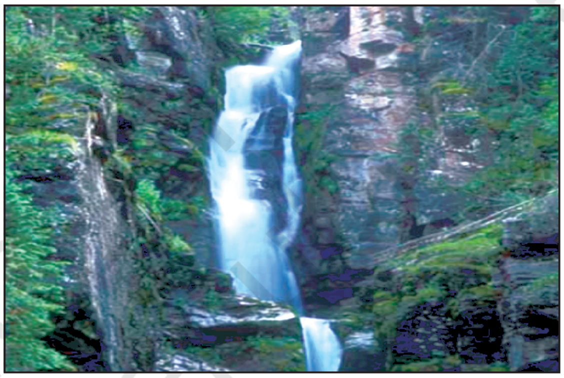
© NCERT not to be republished

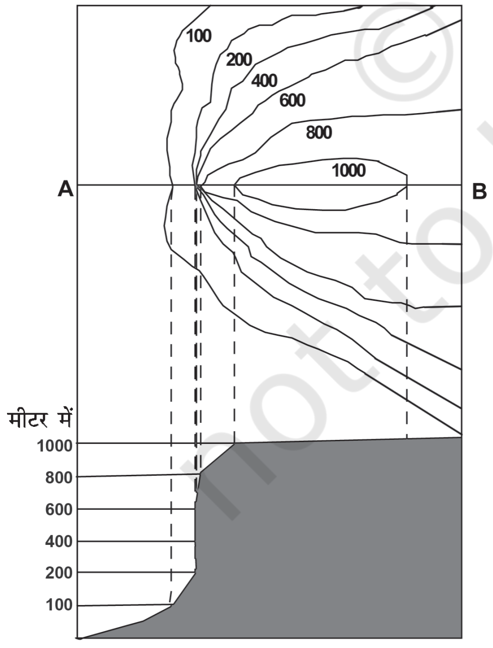
भृगु

यह अत्यधिक तीव्र ढाल या खड़े पार्श्वों वाली भू-आकृति है। मानचित्र पर भृगु की पहचान पास-पास बनी समोच्च रेखाओं से की जाती है, जो आपस में जुड़ी हुई प्रतीत होती हैं।

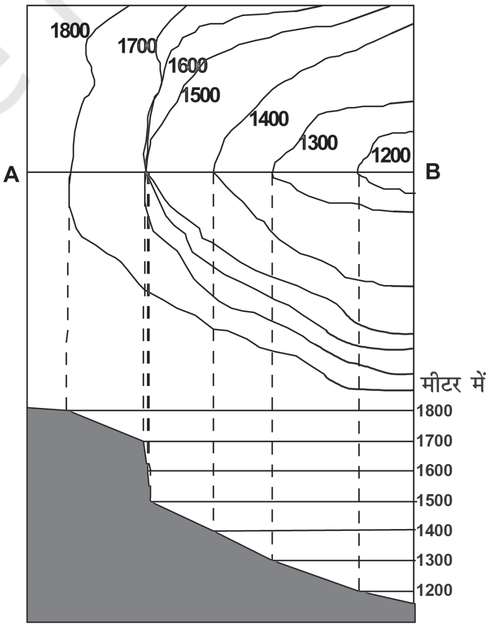
जलप्रपात

किसी नदी तल पर काफ़ी ऊँचाई से पानी का अचानक ऊर्ध्वाधर गिरना जलप्रपात कहलाता है। कभी-कभी जलप्रपात सोपानी धारा के रूप में गिरता है, जिसे रैपिड कहा जाता है। मानचित्र पर नदी को पार करती हुई समोच्च रेखाओं के परस्पर मिल जाने से जलप्रपात को पहचाना जा सकता है तथा रैपिड को अपेक्षाकृत दूर स्थित समोच्च रेखाओं के द्वारा।





भृगु



जलप्रपात

अनुप्रस्थ परिच्छेद बनाने के चरण :

विभिन्न उच्चावच स्थलाकृतियों का उनके समोच्च रेखाओं से निम्नलिखित चरणों में अनुप्रस्थ परिच्छेद खींचा जा सकता है:

1. मानचित्र पर समोच्च रेखाओं को काटती हुई एक सीधी रेखा खींचें एवं उसे AB से व्यक्त करें।
2. सफ़ेद कागज या ग्राफ़ पेपर की एक पट्टी लें तथा इसके किनारों को AB लाइन के साथ लगाकर रखें।
3. जहाँ-जहाँ AB रेखा को समोच्च रेखाएँ काटती हैं, उनकी स्थिति पर निशान लगाएँ।
4. एक उपयुक्त ऊर्ध्वाधर मापनी का चुनाव करें, जैसे- ½ सेंटीमीटर = 100 मीटर और एक-दूसरे के समांतर क्षैतिज रेखाएँ खींचें, जो कि लंबाई में AB के बराबर हों। इस प्रकार की रेखाओं की संख्या समोच्च रेखाओं की संख्या के बराबर या उससे अधिक होनी चाहिए।
5. समोच्च मानों के अनुसार अनुप्रस्थ परिच्छेदिका के ऊर्ध्वाधर को मानों से चिह्नित करें। संख्यात्मक मान का प्रारंभ समोच्च रेखा में दर्शाए गए सबसे कम मान से किया जा सकता है।
6. अब चिह्नित पेपर के किनारे को अनुप्रस्थ परिच्छेद की तल रेखा पर इस प्रकार रखें कि पेपर का AB मानचित्र के AB से मिला रहे तथा समोच्च बिंदुओं को चिह्नित करे।
7. AB रेखाओं से समोच्च रेखाओं को काटते हुए लंब रेखा खींचें।
8. परिच्छेद के आधार पर स्थित सभी रेखाओं पर चिह्नित बिंदुओं को मिला दें।

स्थलाकृतिक शीट पर सांस्कृतिक लक्षणों की पहचान

बस्तियाँ, भवन, रेलमार्ग एवं सड़क मार्ग रूढ़ चिन्हों, प्रतीकों एवं रंगों के द्वारा स्थलाकृतिक शीट पर दिखाए जाने वाले महत्त्वपूर्ण सांस्कृतिक लक्षण हैं। इन लक्षणों की अवस्थिति एवं उनका वितरण प्रारूप मानचित्र पर दर्शाए गए क्षेत्र को समझने में सहायता प्रदान करते हैं।

बस्तियों का वितरण

इसके वितरण को मानचित्र पर इनकी स्थिति, अवस्थिति, प्रारूप, संरक्षण तथा घनत्व द्वारा देख सकते हैं। बस्ती मानचित्र एवं समोच्च मानचित्रों की परस्पर तुलना के द्वारा बस्तियों के विभिन्न प्रकारों की प्रकृति एवं कारण को समझा जा सकता है।

मानचित्र पर चार प्रकार की ग्रामीण बस्तियों को पहचाना जा सकता है:

(क) संहत

(ख) प्रकीर्ण

(ग) रैखिक

(घ) वृत्ताकार

© NCERT not to be republished

इसी तरह नगर केंद्रों की भी पहचान की जा सकती है :

(क) चतुष्पथ नगर
(ख) नोडीय बिंदु
(ग) बाज़ार केंद्र
(घ) पहाड़ी नगर
(ङ) तटीय विश्राम स्थल केंद्र
(च) पत्तन
(छ) उपनगरीय गाँव अथवा अनुषंगी नगरों के साथ विनिर्माण केंद्र
(ज) राजधानी नगर
(झ) धार्मिक केंद्र

बस्तियों के चुनाव को निर्धारित करने वाले अनेक कारक होते हैं, जैसे :

(क) जल के स्रोत
(ख) भोजन की सुविधाएँ
(ग) उच्चावच की प्रकृति
(घ) व्यवसाय की प्रकृति एवं प्रकार
(ङ) रक्षा

मानव बस्तियों के स्थल का परीक्षण समोच्च रेखा एवं अपवाह तंत्र मानचित्र के संदर्भ में बहुत निकटता से करना चाहिए। बस्तियों का घनत्व खाद्य पदार्थों की पूर्ति से प्रत्यक्ष रूप से संबंधित होता है। कभी-कभी ग्रामीण बस्तियों का सरेखण होता है, यानी ये नदी घाटी, सड़क, तटबंध, तटरेखा के साथ वितरित होती हैं। इन्हें रैखिक प्रारूप कहते हैं।

नगरीय बस्तियों में, एक चतुष्पथ नगर पंखे की आकृति का स्वरूप ग्रहण करता है, जिसमें मकान सड़कों के किनारे व्यवस्थित होते हैं, तथा मुख्य बाज़ार एवं नगर के केंद्र में चौराहे होते हैं। एक नोडीय नगर में सड़कें केंद्र से सभी दिशाओं में जाती हैं।

यातायात एवं संचार का प्रतिरूप

उपयोग में लाए जाने वाले यातायात के साधनों तथा परिवहन जाल के घनत्व का उच्चावच, जनसंख्या आकार तथा संसाधन विकास के प्रारूपों से घनिष्ठ संबंध होता है। ये रूढ़ि चिह्नों एवं प्रतीकों के द्वारा दर्शाए जाते हैं। मानचित्र पर दिखाए गए परिवहन तथा संचार के साधन हमें उस क्षेत्र के बारे में महत्त्वपूर्ण जानकारी प्रदान करते हैं।

स्थलाकृतिक मानचित्रों का निर्वचन

स्थलाकृतिक मानचित्र को पढ़ने एवं समझने के लिए मानचित्रों की भाषा तथा दिशा का ज्ञान होना आवश्यक है। आपको पहले उत्तर रेखा एवं मापनी को देखना होगा तथा उसी के अनुसार अपने आप को ओरियन्ट करना होगा। विभिन्न स्थलाकृतियों के लिए उपयोग में लाए गए रूढ़ चिह्नों के बारे में जानकारी होना आवश्यक है। सभी स्थलाकृतिक शीट में मानचित्रों में इस्तेमाल

© NCERT not to be republished

होने वाले रूढ़ चिह्नों तथा प्रतीकों को दर्शाया जाता है। ये रूढ़ चिह्न एवं प्रतीक पूरे विश्व में स्वीकृत हैं, कोई भी व्यक्ति विश्व में कहीं भी बिना उस देश की भाषा जाने भी इन मानचित्रों को पढ़ सकता है।

सामान्यत: जिन शीर्षकों के अंतर्गत स्थलाकृतिक मानचित्रों की व्याख्या की जाती है, वे हैं :

(क) उपांत सूचनाएँ
(ख) उच्चावच एवं अपवाह
(ग) भूमि उपयोग
(घ) यातायात तथा संचार के साधन
(ङ) मानव बस्तियाँ

उपांत सूचनाएँ : मानचित्र की सीमाओं पर लिखी गई सूचनाओं को उपांत सूचनाएँ कहते हैं। इसमें स्थलाकृतिक शीट संख्या, इसकी स्थिति, डिग्री एवं मिनट में इसका विस्तार, मापनी एवं सम्मिलित जिले, आदि की सूचनाएँ होती हैं।

क्षेत्र का उच्चावच : इसमें किसी क्षेत्र के सामान्य स्थलाकृति का अध्ययन मैदानों, पठारों, पहाड़ियों या पर्वतों को उनके शिखरों, टीलों एवं ढाल की दिशा के साथ किया जाता है। इन आकृतियों को निम्नलिखित वर्गों के अंतर्गत पढ़ा जाता है :

- पहाड़ी : अवतल, उत्तल, सीधा या मंद ढाल तथा आकार के साथ
- पठार : यह चौड़ा, संकरा, चपटा, तरंगित अथवा कटा-फटा है या नहीं।
- मैदान : इसके प्रकार यानि, जलोढ़, हिमानी, कार्स्ट, तटीय, कच्छ इत्यादि।
- पर्वत : सामान्य ऊँचाई, शिखर, दर्रे इत्यादि।

क्षेत्र का अपवाह : महत्त्वपूर्ण नदियाँ एवं उनकी सहायक नदियाँ तथा उनके द्वारा बनाए गए घाटियों के प्रकार एवं विस्तार। उनके द्वारा बनाए गए अपवाह तंत्र, जैसे- द्रुमाकृतिक, अरीय, वलय, जालीनुमा एवं आंतरिक इत्यादि की व्याख्या की जाती है।

भूमि उपयोग : इसमें विभिन्न प्रकारों से भूमि उपयोगों का विश्लेषण किया जा सकता है, जैसे-

- प्राकृतिक वनस्पति एवं वन (कौन-सा क्षेत्र वनाच्छादित है, यह वन घना है या विरल तथा वन के वर्ग, जैसे- यह संरक्षित, वर्गीकृत या अवर्गीकृत है)।
- कृषिगत्, फलोद्यान, बंजर भूमि, औद्योगिक इत्यादि।
- सुविधाएँ एवं सेवाएँ, जैसे- विद्यालय, महाविद्यालय, चिकित्सालय, पार्क, हवाईअड्डे, विद्युत उपकेंद्र इत्यादि।

यातायात एवं संचार : यातायात के साधनों के अंतर्गत राष्ट्रीय तथा राज्य महामार्ग, जिला सड़कें, रथ्या, ऊँटों के रास्ते, पगडंडी, रेलवे, जल मार्ग, मुख्य संचार साधन, डाकघर इत्यादि।

बस्तियाँ : निम्नलिखित शीर्षकों में बस्तियों का अध्ययन किया जाता है-

© NCERT not to be republished

- ग्रामीण बस्तियाँ : ग्रामीण बस्तियों के प्रकार, जैसे- संहत, प्रकीर्ण, रैखिक इत्यादि।
- नगरीय बस्तियाँ : नगरीय बस्तियों के प्रकार एवं उनके कार्य, जैसे- राजधानी नगर, प्रशासनिक नगर, धार्मिक नगर, पत्तन नगर, पर्वत नगर इत्यादि।

व्यवसाय : किसी क्षेत्र के लोगों के सामान्य व्यवसाय को वहाँ के भूमि उपयोग तथा बस्तियों के प्रकार के द्वारा पहचाना जा सकता है। उदाहरण के लिए, ग्रामीण क्षेत्रों में अधिसंख्य लोगों का मुख्य व्यवसाय खेती होता है, आदिवासी क्षेत्रों में लकड़ी काटना एवं प्रारंभिक खेती की अधिकता होती है तथा तटीय क्षेत्रों में मछली पकड़ने का कार्य किया जाता है। इसी प्रकार शहरों एवं नगरों में सेवाएँ तथा व्यापार लोगों का मुख्य पेशा है।

मानचित्र निर्वचन विधि

मानचित्र निर्वचन में उन कारकों का अध्ययन शामिल है, जो मानचित्र पर दिखाए गए अनेक लक्षणों के बीच संबंधों को समझने में सहायता करते हैं। उदाहरण के लिए, स्थलाकृतिक मानचित्रों पर प्राकृतिक वनस्पतियों के वितरण तथा कृषि के अंतर्गत क्षेत्रों को भू-आकृतियों एवं अपवाह तंत्र की पृष्ठ भूमि में ठीक से समझ सकते हैं। इसी प्रकार बस्तियों के वितरण को परिवहन के साधनों एवं स्थलाकृतियों के द्वारा पहचाना जा सकता है।

निम्नलिखित चरण मानचित्रों की व्याख्या में सहायता प्रदान करेंगे :

- स्थलाकृतिक मानचित्र में स्थलाकृतिक शीट सूचक संख्या के अनुसार भारत में इसकी अवस्थिति ज्ञात की जा सकती है। इससे बृहत एवं मध्यम स्तर वाले भू-आकृतिक विभागों की भी सामान्य विशेषताओं की जानकारी मिलती है। मानचित्र के मापनी तथा समोच्च अंतरालों को देखिए, जो आपको एक क्षेत्र की सामान्य स्थलाकृति एवं उसके विस्तार को बताता है।
- ट्रेसिंग कागज पर निम्नलिखित लक्षणों को उतारिए :
  (क) मुख्य स्थलाकृतियाँ- समोच्च रेखाओं एवं भौगोलिक लक्षणों द्वारा दिखाए गए।
  (ख) अपवाह एवं जलीय लक्षण- मुख्य नदी एवं उसकी महत्त्वपूर्ण सहायक नदियाँ।
  (ग) भूमि उपयोग, जैसे- वन, कृषिगत् भूमि, बेकार भूमि, पशु विहार, पार्क, विद्यालय इत्यादि।
  (घ) बस्तियाँ एवं परिवहन प्रतिरूप।
- प्रत्येक लक्षण के वितरण प्रतिरूप का वर्णन सबसे महत्त्वपूर्ण पक्षों की ओर ध्यान आकर्षित करते हुए अलग-अलग कीजिए।
- एक समय में मानचित्रों के एक जोड़े को अध्यारोपित करके, यदि किन्हीं दो प्रारूपों के बीच कोई संबंध है, तो उसे लिखिए। उदाहरण के लिए, अगर एक समोच्च मानचित्र भूमि उपयोग से मिल जाता है, तो ढाल के डिग्री एवं उपयोग में आने वाली भूमि के बीच संबंध को बताएगा।

एक ही क्षेत्र के हवाई चित्रों तथा उपग्रही प्रतिबिंबों की तुलना उस क्षेत्र के स्थलाकृतिक मानचित्र के द्वारा की जा सकती है।

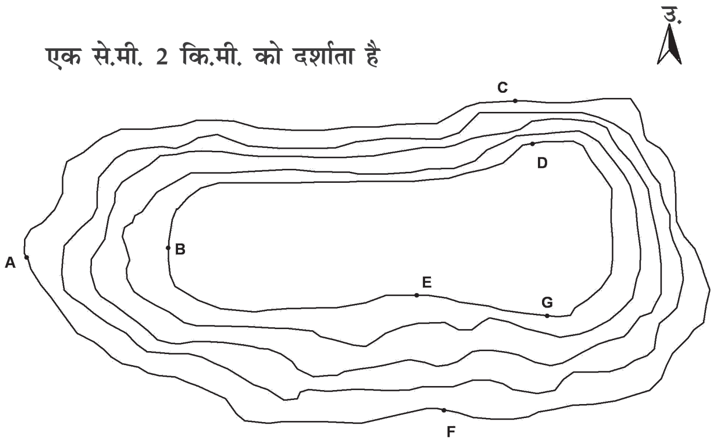
अभ्यास

1. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लगभग 30 शब्दों में दें।
   (क) स्थलाकृतिक मानचित्र क्या होते हैं?
   (ख) भारत की स्थलाकृतिक मानचित्र बनाने वाली संस्था का नाम बताइए तथा इसके मानचित्रों में प्रयुक्त मापनियों के विषय में बताइए।
   (ग) भारतीय सर्वेक्षण विभाग हमारे देश के मानचित्रण में किन मापनियों का उपयोग करता है?
   (घ) समोच्च रेखाएँ क्या हैं?
   (ङ) समोच्च रेखाओं के अंतराल क्या दर्शाते हैं?
   (च) रूढ़ चिह्न क्या हैं?
2. संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए–
   (क) समोच्च रेखाएँ
   (ख) स्थलाकृतिक शीट में उपांत सूचनाएँ
   (ग) भारतीय सर्वेक्षण विभाग
3. स्थलाकृतिक मानचित्र निर्वचन का क्या अर्थ है तथा इसकी विधि क्या है, इसकी विवेचना कीजिए।
4. यदि आप स्थलाकृतिक शीट के सांस्कृतिक लक्षणों की व्याख्या कर रहे हैं, तो आप किस प्रकार की सूचनाएँ लेना पसंद करेंगे तथा इन सूचनाओं को कैसे प्राप्त करेंगे? उपयुक्त उदाहरण की सहायता से विवेचना करें।
5. निम्नलिखित लक्षणों के लिए रूढ़ चिह्नों एवं संकेतों को बनाइए :
   (क) अंतर्राष्ट्रीय सीमा रेखाएँ
   (ख) तल चिह्न
   (ग) गाँव
   (घ) पक्की सड़क
   (ङ) पुल सहित पगडंडी
   (च) पूजा करने के स्थान
   (छ) रेल लाइन

© NCERT not to be republished

अभ्यास (क)

समोच्च प्रणाली को देखें तथा निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें।



1. समोच्च रेखाओं से निर्मित स्थलाकृति का नाम लिखें।
2. मानचित्र में समोच्च अंतराल का पता लगाएँ।
3. मानचित्र पर के E एवं F के बीच की दूरी को धरातल पर की दूरी में बदलें।
4. A तथा B, C तथा D एवं E तथा F के बीच के ढालों के प्रकार का नाम लिखें।
5. G से E, D तथा F के दिशाओं को बताएँ।

अभ्यास (ख)

स्थलाकृतिक शीट संख्या 63 K/12 जैसा कि पृष्ठ 62 पर चित्र में दिखाया गया है का अध्ययन करें तथा निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें–

1. 1:50,000 को साधारण कथन में बदलें।
2. क्षेत्र की मुख्य बस्तियों के नाम लिखें।
3. गंगा नदी के बहाव की दिशा क्या है?
4. गंगा नदी के कौन-से किनारे पर भतौली स्थित है?
5. गंगा नदी के किनारे ग्रामीण बस्तियाँ किस प्रकार अवस्थित हैं?
6. उन गाँवों/बस्तियों के नाम लिखें, जहाँ डाकघर स्थित है?
7. क्षेत्र में पीला रंग क्या दर्शाता है?
8. भतौली गाँव के लोगों के द्वारा नदी को पार करने के लिए परिवहन के किस साधन का उपयोग किया जाता है?

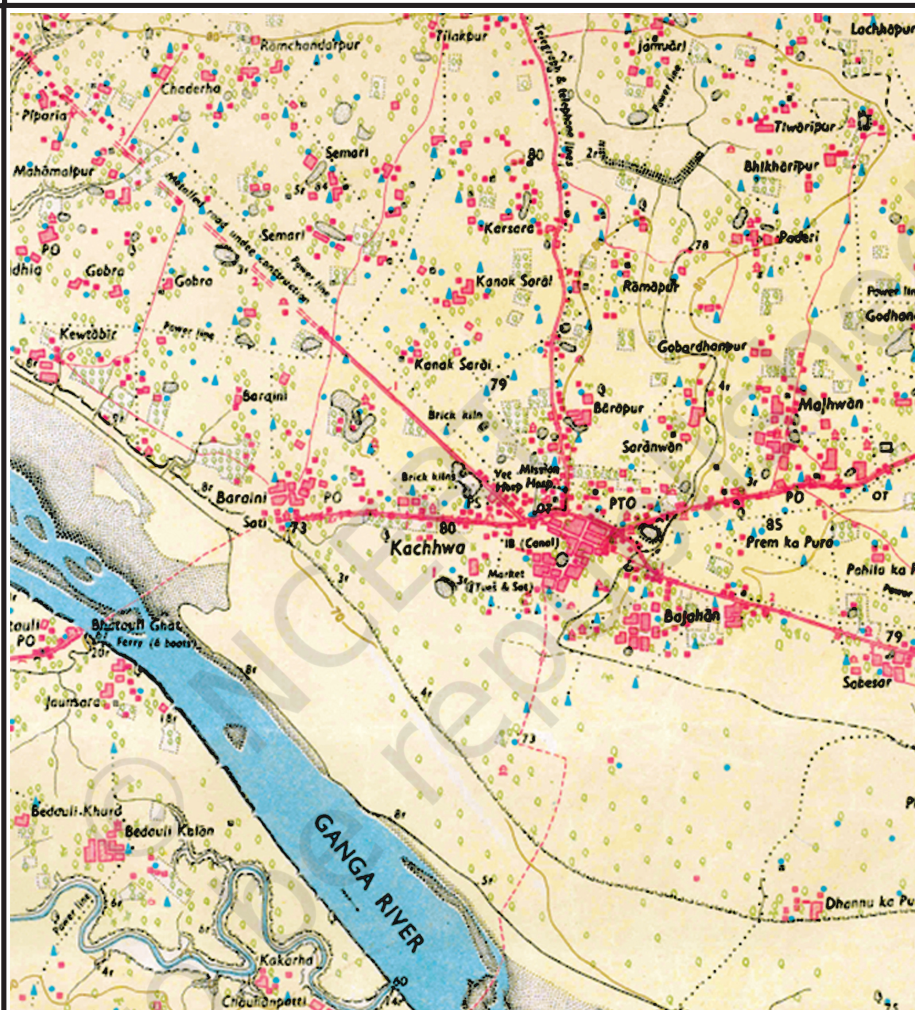
© NCERT not to be republished

उत्तर प्रदेश

मिर्जापुर एवं वाराणसी जिला **63 K/12 का भाग**

82° 25° 40' 82° 45' 25°

15' 15'



25° 25°

10' 82° 40' 82° 45' 10'

1:50,000

स्थलाकृतिक शीट संख्या **63 K/12** का भाग

© NCERT not to be republished

अभ्यास (ग)

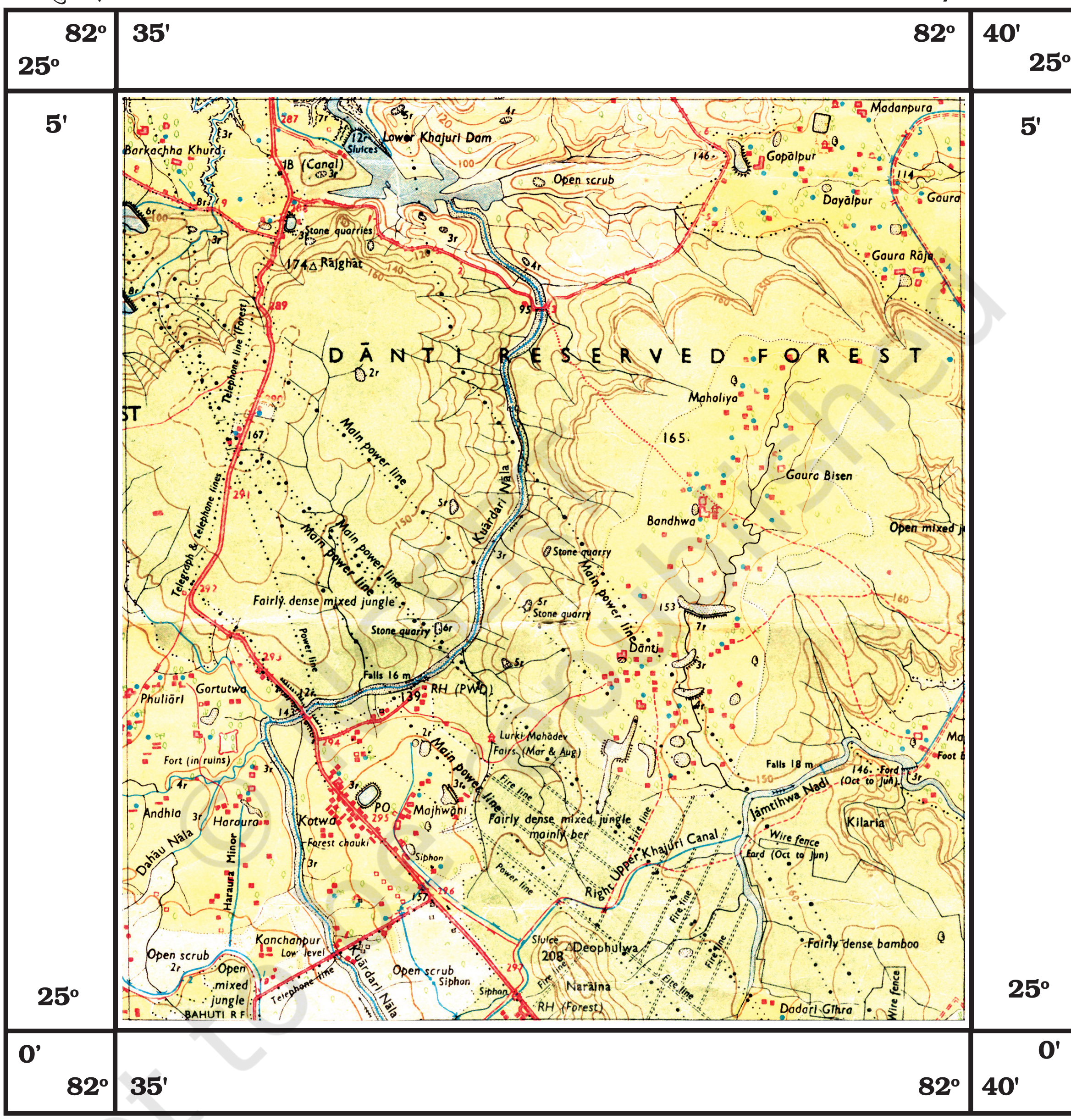
पृष्ठ 64 पर दी गई स्थलाकृतिक शीट संख्या 63 K/12 का अध्ययन करें तथा निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें-

1. मानचित्र के सबसे उच्च बिंदु की ऊँचाई ज्ञात करें।
2. जमटिहवा नदी मानचित्र के किस भाग से होकर बह रही है?
3. कुरदरी नाले के पूर्व में कौन-सी मुख्य बस्ती अवस्थित है?
4. इस क्षेत्र में किस प्रकार की बस्ती है?
5. सिपू नदी के बीच के सफ़ेद धब्बे किस प्रकार की भौगोलिक स्थलाकृति को दर्शाते हैं?
6. स्थलाकृतिक शीट के इस भाग पर दर्शायी गई दो प्रकार की वनस्पतियों के नाम लिखें।
7. कुरदरी के बहाव की दिशा क्या है?
8. नीचला खजौरी डैम स्थलाकृतिक शीट के किस भाग में अवस्थित है?

© NCERT not to be republished

उत्तर प्रदेश

मिर्जापुर एवं वाराणसी जिला | 63 K/12 का भाग



1:50,000

स्थलाकृतिक शीट संख्या 63 K/12 का भाग

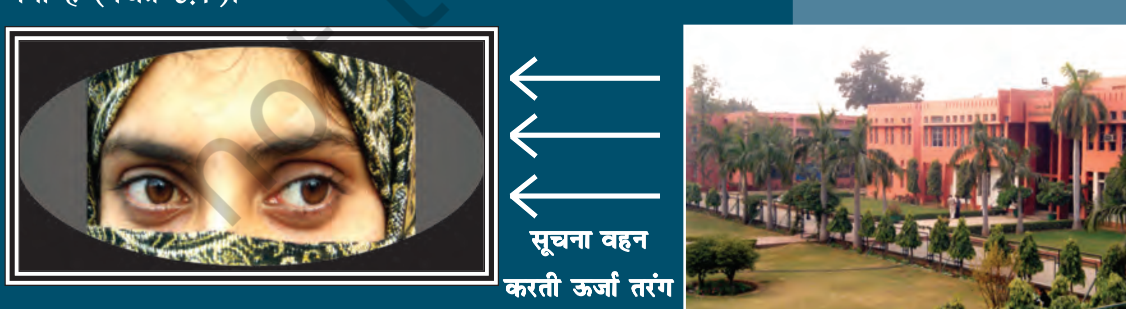
not to be republished

अध्याय 6

सुदूर संवेदन का परिचय

अध्याय 6 में आप वायव फ़ोटो के विषय में पढ़ चुके हैं। अगर आपने इसकी विषय सामग्री को ध्यान से पढ़ा हो, तो आप यह समझ गए होंगे कि वह मानवीय नेत्रों की प्रेक्षण, आंकलन एवं अभिलेखन क्षमताओं का विस्तृत रूप है। आपने इस पर भी ध्यान दिया होगा कि फ़ोटोग्राफ़ी प्रणाली भूपृष्ठीय वस्तुओं के प्रेक्षण व अभिलेखन में मानवीय नेत्र के समान सिद्धांतों का प्रयोग करते हैं। यद्यपि मानवीय नेत्र एवं फ़ोटोग्राफ़िक निकाय दोनों ही धरातलीय पदार्थों से प्रदीप्त कुल प्रकाश ऊर्जा के सूक्ष्म भाग में कार्य करते हैं। दूसरी तरफ वर्तमान सुदूर संवेदन युक्तियाँ ऊर्जा के बृहत्तर परिसर तथा विकिरण, परावर्तित, उत्सर्जित, अवशोषित तथा पारगत ऊर्जा स्वरूप का अधिकतम उपयोग करते हैं (जिनका तापमान 0° केल्विन या -273° सेल्सियस से अधिक है)।

सर्वप्रथम सुदूर संवेदन शब्द का प्रयोग 1960 के दशक में किया गया था। बाद में सुदूर संवेदन की परिभाषा इस प्रकार दी गई 'यह एक ऐसी प्रक्रिया है, जो भूपृष्ठीय वस्तुओं एवं घटनाओं की सूचनाओं का संवेदक युक्तियों के द्वारा बिना वस्तु के संपर्क में आए मापन व अभिलेखन करता है'। सुदूर संवेदन की उपर्युक्त परिभाषा में मुख्यतः धरातलीय पदार्थ, अभिलेखन युक्तियों तथा ऊर्जा तरंगों के माध्यम से सूचनाओं की प्राप्ति को सम्मिलित किया गया है (चित्र 6.1)।



चित्र 6.1 : सुदूर संवेदन का संकल्पनात्मक ढाँचा

© NCERT not to be republished

शब्दावली

अंकिक संख्या : अंकिक प्रतिबिम्ब में किसी पिक्सल का तीव्रता मान।

अंकीय बिम्ब : पंक्तियों एवं स्तंभों पर क्रमानुसार व्यवस्थित अंकिक संख्या व्यूह जिनकी विशेषता उनका तीव्रता मान होता है।

अंकीय बिम्ब प्रक्रमण: धरातली लक्ष्यों से संम्बधित सूचना ग्रहण करने की वह क्रिया जिसमें अंकीय संख्याओं का संख्यात्मक हेर फेर किया जाता है।

अवशोषणांश : किसी पदार्थ द्वारा प्राप्त एवं अवशोषित विकिरणी ऊर्जा का अनुपात।

दृश्य : एक प्रतिबिम्ब अथवा फ़ोटोग्राफ़ द्वारा धरातल का आवृत क्षेत्र।

धूसर मापक्रम : किसी प्रतिबिम्ब की प्रभामान की विभिन्नताओं के अंशांकन का साधन जिसका परिसर काले एवं सफेद के मध्य होता है।-

परावर्तकता : किसी पदार्थ द्वारा प्राप्त की गई उर्जा तथा उसके द्वारा परिवर्तित उर्जा का अनुपात।-

प्रतिबिम्ब : फ़ोटोग्राफ़ीय तथा अफ़ोटोग्राफ़ीय साधनों द्वारा उत्पादित (प्राप्त) प्राक्रतिक एवं मनुष्य द्वारा निर्मित लक्ष्यों, दृश्यों का स्थायी अभिलेख।

बैंड : विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में विशिष्ट तंरग-दैर्ध्यो का अंतराल।

विद्युत-चुम्बकीय विकीरण : प्रकाश की गति से ऊर्जा का किसी दिक्स्थान अथवा माध्यम से होने वाला प्रवर्धन।

विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम : विद्युत-चुम्बकीय विकिरण का सांतत्यक रूप जिसका परिसर उच्च आवृति वाली लघु तरंगी कास्मिक (अंतरक्षीय तरंगों) से लेकर निम्न आवृति वाली दीर्घ तरंगी रेडियो तरंगों तक होता है।

स्पेक्ट्रमी बैंड : संतत् स्पेक्ट्रम में तरंग वैर्ध्य की परिसर जैसे हरे बैंड का परिसर 0.5 से 0.6 माक्रोमीटर तक तथा अवरक्त बैंड का परिसर 0.7 से 1.1 से माक्रोमीटर तक होता है।

संवेदक : कोई भी प्रतिबिम्बन अथवा अप्रतिबिम्बन साधन, जो विद्युत् चुम्बकीय विकरण को प्राप्त करने एवं उसे ऐसे संकेतों में परावर्तित करता हो, जिनसे फ़ोटोग्राफ़ीय अथवा अंकिक प्रतिबिम्बों को अभिलेखित तथा प्रदर्शित किया जा सकता हो।-

त्रियक रंगी मिश्र : कृत्रिम रूप से उत्पादित रंगीन बिम्ब जिसमें नीला, हरा और लाल रंग उन तरंग क्षेत्रों को निर्दिष्टि किया जाता है जो प्राक्रतिक रूप से अलग होते हैं। उदाहरण के तौर पर एक मानक त्रियक रंगी मिश्र में नीला रंग हरे विकिरण क्षेत्र (0.5 से 0.6 माक्रोमीटर) को, हरा रंग लाल विकिरण क्षेत्र (0.6 से 0. 7 माक्रोमीटर)। अत: लाल रंग अवरक्त क्षेत्र (0.7 से 0.8 माक्रोमीटर) वाले विकीरण क्षेत्रों को निर्दिष्टि किए जाते हैं।

© NCERT not to be republished

सुदूर संवेदन की अवस्थाएँ

चित्र 6.2 में सुदूर संवेदन द्वारा आँकड़ों की प्राप्ति में उपयोगी प्रक्रिया को दर्शाया गया है। यह पृथ्वी के धरातलीय पदार्थों के तत्वों एवं स्वभाव से संबंधित सूचनाओं के संग्रहण में इस प्रकार सहायक होते हैं :

(क) ऊर्जा का स्रोत (सूर्य/स्वउत्सर्जित)

(ख) ऊर्जा का संचरण (स्रोत से पृथ्वी के धरातल तक)

(ग) पृथ्वी के धरातल के साथ ऊर्जा की अन्योन्यक्रिया

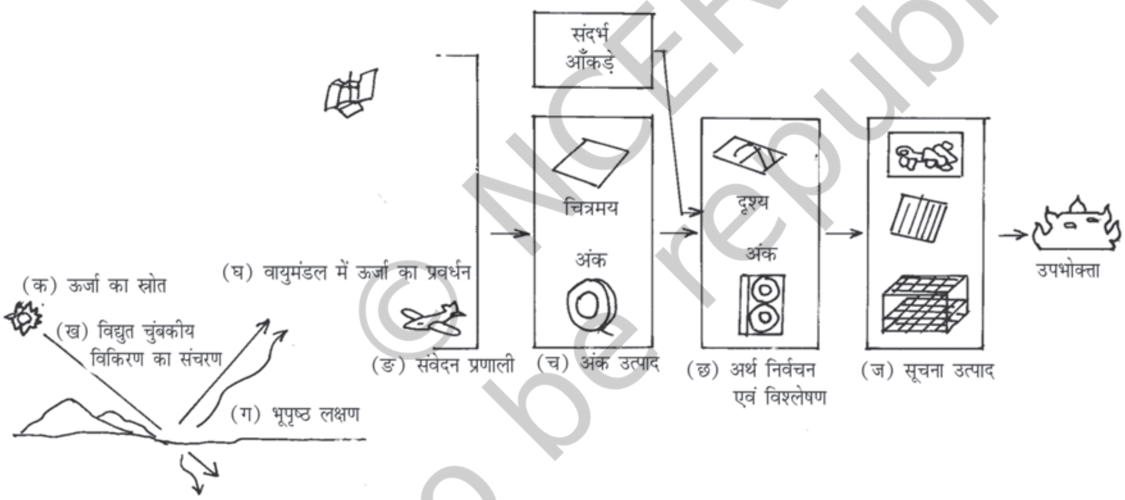
(घ) परावर्तित/उत्सर्जित ऊर्जा का वायुमंडल से प्रवर्धन

(ङ) परावर्तित/उत्सर्जित ऊर्जा का संवेदक द्वारा अभिसूचन

(च) प्राप्त ऊर्जा का फ़ोटोग्राफ़ी/अंकीय आँकड़ों के रूप में अभिसारण

(छ) आँकड़ा उत्पाद से विषयानुरूप सूचना को निकालना

(ज) मानचित्र एवं सारणी के रूप में आँकड़ों एवं सूचनाओं का अभिसारण।

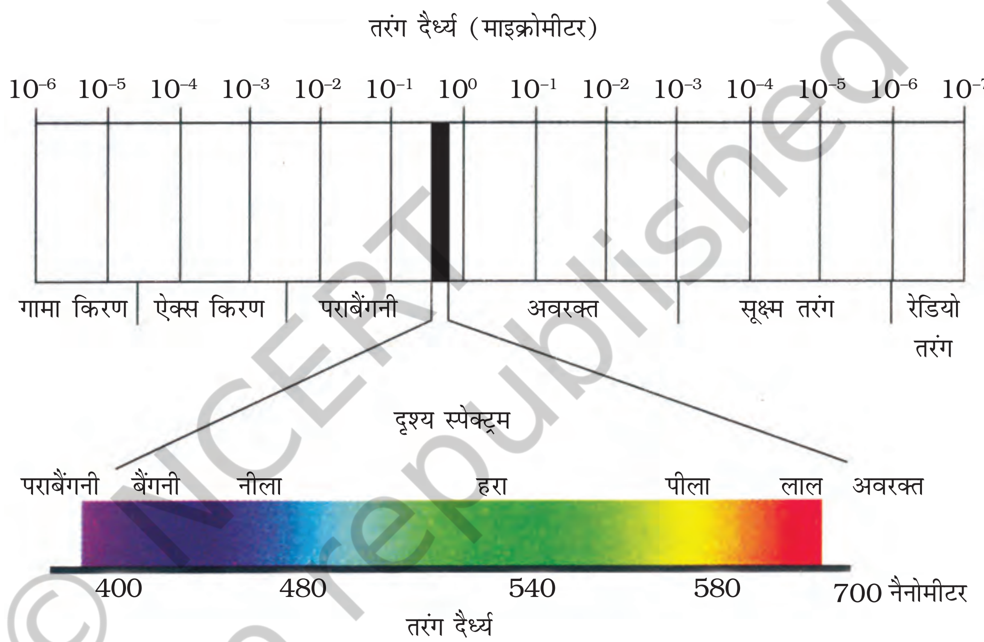


चित्र 6.2 : सुदूर संवेदन के आँकड़े अर्जन करने के चरण

(क) ऊर्जा का स्रोत : सुदूर संवेदन में ऊर्जा का सबसे महत्त्वपूर्ण स्रोत सूर्य है। किसी वस्तु एवं स्वभाव के विषय में सूचनाओं को प्राप्त करने के लिए कृत्रिम ऊर्जा का भी उपयोग किया जा सकता है। जैसे कि फ्लेशगन तथा राडार में प्रयुक्त ऊर्जा बिंब।

(ख) स्रोत से पृथ्वी के धरातल तक ऊर्जा का संचरण : सूर्य से ऊर्जा तरंगों के रूप में विस्तारित होकर प्रकाश गति से (3,00,000 कि.मी./प्रति सेकेंड की दर से) पृथ्वी के धरातल तक

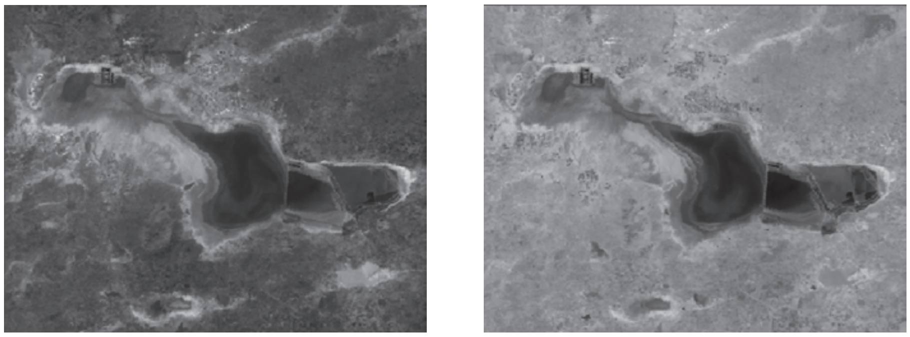
पहुँचती है। इस ऊर्जा संचरण को विद्युत-चुंबकीय विकिरण कहा जाता है। ऊर्जा तरंगों की लंबाई (तरंगदैर्ध्य) व आवृत्ति में भिन्नता पाई जाती है। इस भिन्नता के रेखांकन को विद्युत-चुंबकीय स्पेक्ट्रम के आकार, तरंगदैर्ध्य व उनकी आवृत्ति के आधार पर ऊर्जा तरंगों को गामा किरणें, ऐक्स किरणें, पराबैंगनी किरणें, दृश्य किरणें, अवरक्त किरणें, माइक्रोवेव व रेडियो तरंगों में वर्गीकृत किया जाता है। सभी किरण क्षेत्रों को अलग-अलग कार्यों के लिए प्रयोग किया जाता है। यद्यपि सुदूर संवेदन में दृश्य ऊर्जा क्षेत्र, अवरक्त क्षेत्र व माइक्रोवेव ऊर्जा क्षेत्र अधिक उपयोगी हैं।



चित्र 6.3 : विद्युत-चुंबकीय स्पेक्ट्रम

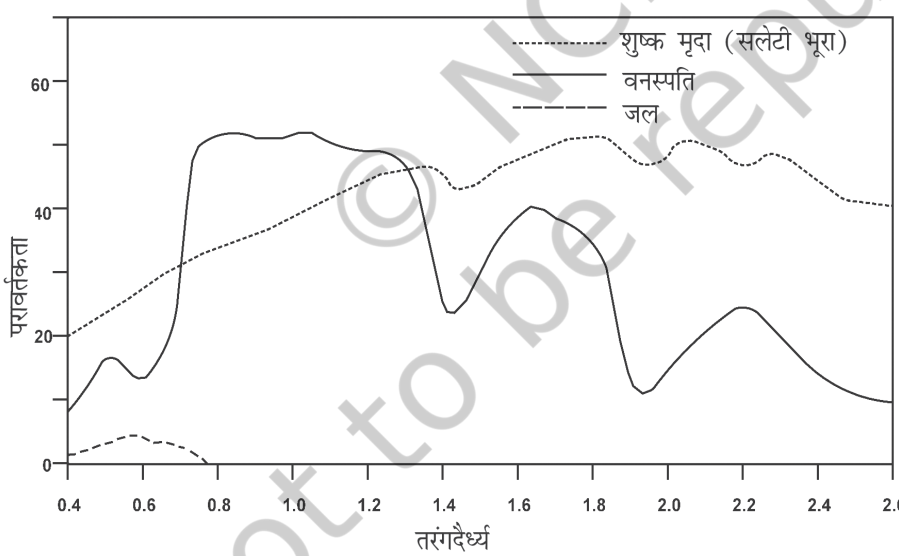
(ग) पृथ्वी के धरातल के साथ ऊर्जा की अन्योन्यक्रिया : अंततः संचरित ऊर्जा भूतल पर उपस्थित वस्तुओं के साथ अन्योन्यक्रिया करती है, जिससे वस्तुओं द्वारा ऊर्जा का अवशोषण, प्रेषण, परावर्तन व उत्सर्जन होता है। हम यह भी जानते हैं कि सभी वस्तुएँ संरचना, स्वरूप, आकार व अन्य गुणों में भिन्न-भिन्न दृष्टिगोचर होती हैं। अतः इन वस्तुओं द्वारा ऊर्जा ग्रहण व उत्सर्जन भी एक समान नहीं होता। इसके विपरीत वस्तु विशेष भी स्पेक्ट्रम के विभिन्न ऊर्जा क्षेत्रों में सर्वथा भिन्न प्रकार से प्रतिक्रिया करते हैं (चित्र 6.4)। उदारहण के तौर पर, शुद्ध जल युक्त भाग स्पेक्ट्रम के लाल व अवरक्त वर्णक्रम क्षेत्र प्रदेशों में ऊर्जा किरणों का सर्वाधिक अवशोषण करते हैं तथा उपग्रहों से प्राप्त प्रतिबिंबों में ये गहरे काले नजर आते हैं, जबकि आविल जलाशय क्षेत्र दृश्य स्पेक्ट्रम के नीले व हरे क्षेत्रों की किरणों को अपेक्षाकृत अधिक परावर्तित करते हैं और उपग्रहों से प्राप्त प्रतिबिंबों में ये हल्के नीले रंग में दिखाई देते हैं।

© NCERT not to be republished



चित्र 6.4 : सांभर झील, राजस्थान के आई.आर.एस.
1 सी बैंड, 1 ग्रीन एवं बैंड 4 आई.आर. प्रतिबिंब

(घ) वायुमंडल से परावर्तित/उत्सर्जित ऊर्जा का प्रवर्धन : जब भूपृष्ठ वस्तुओं से ऊर्जा परावर्तित होती हैं, तो यह पुनः वायुमंडल में प्रवेश करती है। आप यह जानते हैं कि वायुमंडल में गैस, जलकण व धूलकण आदि व्याप्त हैं। वस्तुओं द्वारा परावर्तित ऊर्जा इन वायुमंडलीय घटकों के संपर्क में आती है और वास्तविक या प्राप्त ऊर्जा की विशेषताओं में परिवर्तन आ जाता है। यद्यपि कार्बन डाईऑक्साइड, हाइड्रोजन व जलकण अवरक्त किरणों को अवशोषित कर लेते हैं, जबकि



चित्र 6.5 : मृदा, वनस्पति एवं जल के स्पेक्ट्रमी चिह्नक

धूलकणों से नीली किरणों का प्रकीर्णन होता है। अतः ऊर्जा, जो या तो अवशोषित हो जाती है या वायुमंडलीय घटक जिसको प्रकीर्ण करते हैं, वह उपग्रहों में विद्यमान संवेदक तक नहीं पहुँच पाती और इन वस्तुओं की विशेषताएँ अभिलेखित नहीं हो पातीं।

© NCERT not to be republished

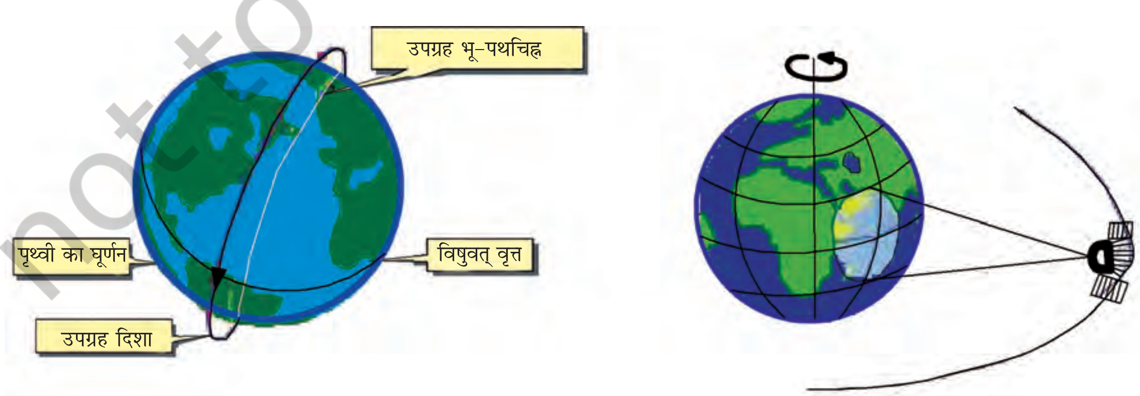
(ङ) संवेदक के माध्यम से परावर्तित/उत्सर्जित ऊर्जा का अभिसूचन : ऊर्जा अभिलेखित करने वाले संवेदक 700 से 900 कि.मी. की ऊँचाई पर ऐसे उपग्रहों में लगाए गए हैं, जिनका कक्षीय परिक्रमण सूर्य तुल्य कालिक (Sun synchronous) है (अधिक स्पष्टता के लिए चित्र 6.6 देखें)। ये उपग्रह सुदूर संवेदन उपग्रहों के नाम से जाने जाते हैं (उदाहरणार्थ भारतीय शृंखला के भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह)। इन उपग्रहों के अतिरिक्त, मौसम संबंधी आकलन व संचार के लिए भी उपग्रह भेजे गए हैं, जो भू-स्थैतिक हैं (ये उपग्रह इस तरह स्थापित हैं कि इनका परिभ्रमण कक्ष पृथ्वी के परिभ्रमण दिशा से समायोजित है।) ये उपग्रह अंतरिक्ष में लगभग 36,000 कि.मी. की ऊँचाई पर स्थापित हैं (उदाहरणार्थ INSAT श्रेणी के उपग्रह)। भू-स्थैतिक व सूर्य तुल्य कालिक उपग्रहों का एक तुलनात्मक अध्ययन बॉक्स 6.1 से किया जा सकता है।

बॉक्स 6.1 इन दोनों प्रकार के उपग्रहों का कक्षीय परिक्रमण दिखलाता है।

बॉक्स 6.1 : सूर्य तुल्य कालिक व भू-स्थैतिक उपग्रहों की तुलना

कक्ष-संबंधी विशेषताएँ	**सूर्य तुल्य कालिक**	**भू-स्थैतिक**
ऊँचाई	700 से 900 कि.मी.	लगभग 36,000 कि.मी.
व्याप्ति क्षेत्र	81° उत्तरी अक्षांश से 81° दक्षिणी अक्षांश	ग्लोब का एक-तिहाई भाग
कक्षीय अवधि	हर दिन 14 कक्षीय चक्कर	24 घंटे
विभेदन	स्पष्ट (182 मी. से 1 मी.)	अस्पष्ट (1 कि.मी. ×1 कि.मी.)
लाभ	पृथ्वी साधन अनुप्रयोग	दूरसंचार एवं मौसम मानीटरन

सुदूर संवेदन उपग्रहों में ऐसे संवेदक लगाए गए हैं, जो भूपृष्ठीय वस्तुओं द्वारा परावर्तित विद्युत चुंबकीय ऊर्जा संग्रहित करने की क्षमता रखते हैं। फ़ोटोग्राफ़ी कैमरा एक अनावरण (Exposure)



चित्र 6.6 : सूर्य तुल्य कालिक कक्षा (बाएं) एवं तुल्यकाली उपग्रह (दाएं)

© NCERT not to be republished

पर चित्र प्राप्त कर सकते हैं। यद्यपि सुदूर संवेदन उपग्रहों में लगाए गए संवेदक सूचनाएँ एकत्रित करने में एक अलग प्रक्रिया के तहत कार्यशील होते हैं, जो फ़ोटोग्राफ़ी कैमरा से भिन्न है। अंतरिक्ष में स्थापित ये संवेदक जो बिंब बनाते हैं, वह कैमरे पर आधारित चित्रों की अपेक्षा आँकड़ों के रूप में या अंकीय रूपों में सूचनाएँ देते हैं।

(च) प्राप्त ऊर्जा का फ़ोटोग्राफ़/आंकिक आँकड़ों के रूप में अभिसारण : संवेदक एकत्रित ऊर्जा को विद्युतीय क्रिया द्वारा आँकड़ों (डिजिटल) के रूपों को बिंब में बदल देते हैं। ये आंकिक संख्याएँ पंक्ति व स्तंभ में क्रमानुसार व्यवस्थित होते हैं। इन संख्याओं को आँकड़ों से निर्मित प्रतिबिंबों में परिवर्तित किया जा सकता है। पृथ्वी का परिभ्रमण करने वाले उपग्रहों में लगे संवेदक एकत्र किए गए प्रतिबिम्ब आँकड़ों का संचरण, विद्युतीय विधि द्वारा संसार के विभिन्न स्थानों पर स्थापित किए गए धरातलीय केंद्रों को प्रेषित करते हैं। ऐसा ही एक सूचना प्राप्ति का केन्द्र भारत में हैदराबाद के निकट शादनगर में स्थित है।

(छ) आँकड़ा उत्पाद से विषयानुरूप सूचना सामग्री को निकालना : धरातल पर स्थित आँकड़ा संग्रहण केंद्रों में संग्रहित बिंबों को प्राप्त करने के पश्चात् आँकड़े एकत्रीकरण के दौरान हुई त्रुटियों को दूर करने की कार्यवाही की जाती है। त्रुटियों को दूर करने के पश्चात् शुद्ध आंकिक आँकड़ों बिंब प्रकमण तकनीक की सहायता से तथा बिंब का चाक्षुष विधि में विश्लेषित की जाती है। व्याख्या के पश्चात् अलग-अलग विषय के अनुरूप सूचनाऐं प्राप्त की जाती हैं।

(ज) मानचित्र एवं सारणी के रूप में आँकड़ों एवं सूचनाओं का अभिसारण : विश्लेषित सूचनाओं को अंतत: विषयी मानचित्रों के अलग-अलग रूपों में रेखांकन एवं परिवर्तन किया जाता है। इसमें अतिरिक्त सूचनाओं का मात्रात्मक मापन कर विभिन्न आँकड़े, सारणियों का निर्माण भी किया जाता है।

संवेदक

संवेदक, वह युक्ति या उपकरण है, जो विद्युत-चुंबकीय विकिरण ऊर्जा को एकत्रित करते हैं, उन्हें संकेतकों में बदलते हैं तथा उपयुक्त आकारों में प्रस्तुत करते हैं, जो कि अन्वेषण लक्ष्यों के विषय में सूचना प्राप्त करते हैं। आँकड़ा उत्पाद के आधार पर संवेदकों को 2 वर्गों में विभाजित किया गया है (1) फ़ोटोग्राफ़ी (चित्रिय) तथा (2) फ़ोटोग्राफ़ रहित आंकिक संवेदक।

फ़ोटोग्राफ़ी संवेदक (कैमरा) किसी भी लक्ष्य बिंदुओं को एक क्षण विशेष में उद्भाषित कर अभिलेखन कर लेता है। दूसरी ओर फ़ोटोग्राफ़ रहित संवेदक किसी लक्ष्य के प्रतिबिंब को पंक्ति दर पंक्ति रूप में प्राप्त करते हैं। ये संवेदक स्कैनर के नाम से जाने जाते हैं। प्रस्तुत अध्याय में, हम सुदूर संवेदन उपग्रहों में प्रयोग किए जाने वाले फ़ोटोग्राफ़ रहित संवेदकों का ही वर्णन करेंगे।

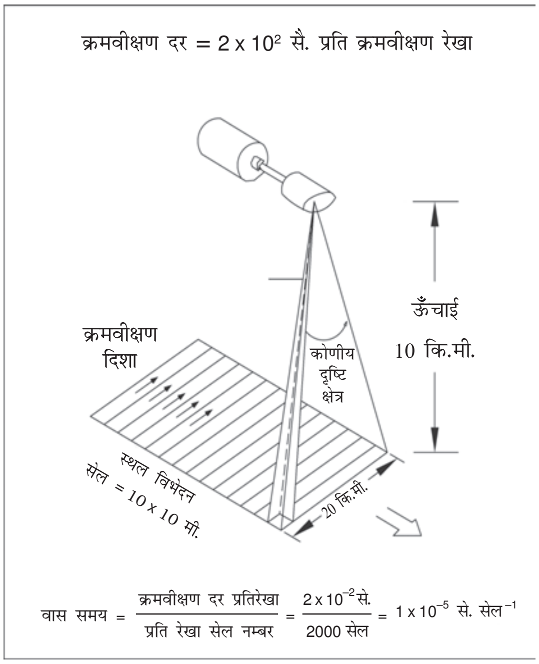
© NCERT not to be republished

बहुवर्णक्रमीय (मल्टीस्पेक्ट्रल) स्कैनर : सुदूर संवेदन उपग्रहों में मल्टीस्पेक्ट्रल स्कैनर संवेदक के रूप में इस्तेमाल किए जाते हैं। ये संवेदक इस प्रकार बनाए गए हैं कि दृश्य क्षेत्र पर दृष्टि दौड़ाते हुए ही वस्तुओं को चित्रित कर लेते हैं। प्रायः स्कैनर एक प्रकार की अभिग्रहण प्रणाली है, जिनमें एक दर्पण व संसूचक लगे होते हैं। स्कैनिंग संवेदक पंक्ति दर पंक्ति क्रमिक रूप में अभिलेखन कर दृश्य बनाते हैं। ऐसा करते हुए, क्रमवीक्षण दर्पण (मशीन से संचालित) दृश्य क्षेत्र के समकोण पर आगे व पीछे हिलता है, जिससे क्रमवीक्षण की जाने वाली पंक्ति की लंबाई निर्धारित है, और इसे 'दृश्य क्षेत्र' (Swath) कहा जाता है। यही कारण है कि इस प्रकार क्रमवीक्षण विधि द्वारा सूचनाएँ प्राप्त करने की प्रक्रिया को बिट–बॉय–बिट (bit-by-bit) कहा जाता है। हर दृश्य कोष्ठिकाओं (Cell) से बना होता है, जो उस दृश्य चित्र के क्षेत्रीय विभेदन को निर्धारित करती हैं। क्रमवीक्षक दर्पण के दृश्य स्थल के आर–पार हिलने पर एकत्रित ऊर्जा संसूचक तक पहुँचती है, जहाँ यह विद्युतीय संकेतों में परिवर्तित होती है। ये संकेत पुनः अंकों में परिवर्तित होते हैं जिन्हें आंकिक किया जाता है। बहुवर्णक्रमीय क्रमवीक्षक दो प्रकार से वर्गीकृत किए जाते हैं–

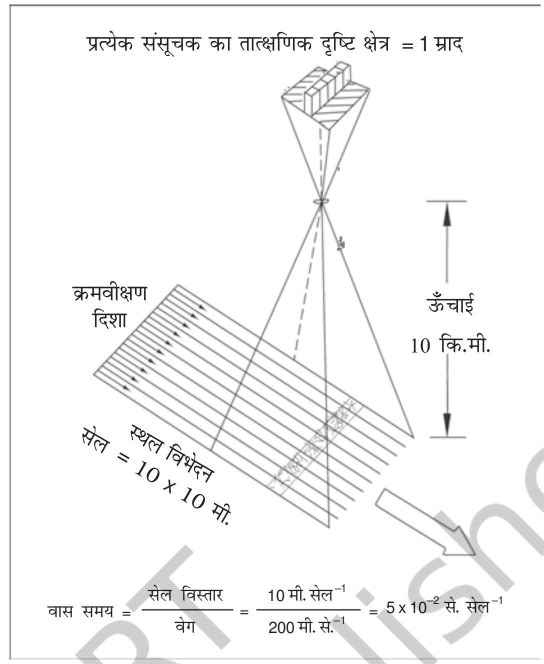
(क) विस्कब्रूम क्रमवीक्षक : विस्कब्रूम क्रमवीक्षक में एक घूमने वाला दर्पण व एकमात्र संसूचक लगा होता है। दर्पण इस प्रकार से विन्यासित होता है कि जब यह एक चक्कर पूरा करता है, तो संसूचक स्पेक्ट्रम के दृश्य एवं अवरक्त क्षेत्रों में बहुत सारे संकरे स्पेक्ट्रमी बैन्डों में प्रतिबिम्ब प्राप्त करते हुए दृश्य क्षेत्र (Swath) में 90° से 120° के मध्य प्रसर्पी होता है। संवेदक का वह पूरा क्षेत्र, जहाँ तक यह पहुँच सकता है, उसे स्कैनर का कुल दृष्टि क्षेत्र (Total Field of View) कहा जाता है। पूरे क्षेत्र का क्रमवीक्षण के लिए संवेदक का प्रकाशीय सिरा एक निश्चित आयाम का होता है, जिसे तात्क्षणिक दृष्टि क्षेत्र (Instantaneous Field of View) कहा जाता है। चित्र 6.7 विस्कब्रूम स्कैनर की क्रमवीक्षण प्रक्रिया को दिखलाता है।

(ख) पुशब्रूम क्रमवीक्षक : पुश्ब्रूम क्रमवीक्षक बहुत सारे संसूचकों पर आधारित होता है जिनकी संख्या विदेदन के कार्य क्षेत्र को क्षेत्रीय विभेदन से विभाजित करने से प्राप्त संख्या के समान होती है (चित्र 6.8)। उदाहरण के लिए फ्राँस के सुदूर संवेदन उपग्रह स्पॉट (SPOT) में लगे उच्च विभेदन दृश्य विकीरणमापी संवेदक का कार्य क्षेत्र 60 किलोमीटर है तथा उसका क्षेत्रीय विभेदन 20 मीटर है। अगर हम 60 किलोमीटर अथवा 60,000 मीटर को 20 मीटर से विभाजित करें तो हमें 3000 का आँकड़ा प्राप्त होगा, अर्थात SPOT में लगे HRV-I संवेदक में 3000 संसूचक लगाए गए हैं। पुशब्रूम स्कैनर में सभी डिटेक्टर पंक्ति में क्रमबद्ध होते हैं और प्रत्येक डिटेक्टर पृथ्वी के उपर अधोबिन्दु दृश्य पर 20 मीटर के आयाम वाली परावर्तित ऊर्जा का संग्रहण करते हैं।

© NCERT not to be republished



चित्र 6.7 : विस्कब्रूम क्रमवीक्षण क्रियाविधि

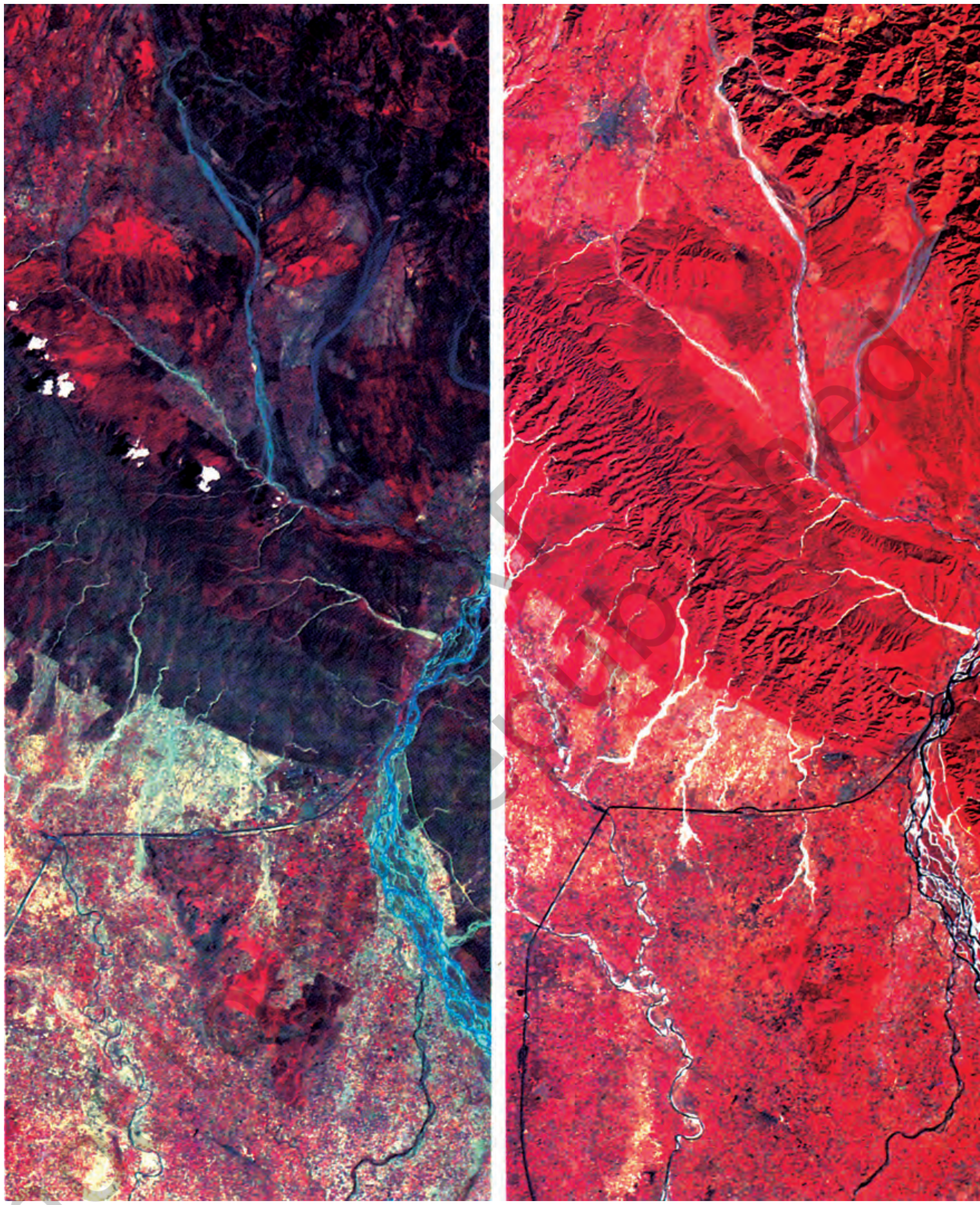


चित्र 6.8 : पुश ब्रूम क्रमवीक्षक

उपग्रहों की विभेदन क्षमता

सुदूर संवेदक उपग्रहों में सूर्य तुल्यकाली (Sun synchronous) उपग्रह, पूर्व निर्धारित समयांतराल पर आँकड़ों या प्रतिबिम्ब को प्राप्त करते हैं, जिसे सामयिक विभेदन कहा जाता है। दूसरे शब्दों में, सामयिक विभेदन, उस उपग्रह का भूपृष्ठ के उसी स्थान का पुनरावृत्तिक समय भी है। चित्र 6.9 हिमालय पर्वत क्षेत्र के एक ही स्थान के दो विभिन्न समय में प्राप्त किए गए प्रतिबिम्बों को दर्शाता है जिनकी सहायता से इस क्षेत्र में वनस्पति प्रकार में होने वाले अंतर का अध्ययन किया जाना सम्भव है। दूसरा उदाहरण चित्र 6.10 (क और ख) है, जो हिंद महासागर में 'सुनामी' आने के पहले व सुनामी के पश्चात् की तस्वीरें प्रस्तुत करते हैं। जून 2004 में प्राप्त तस्वीर इंडोनेशिया के बन्डा आसेह (Banda Aceh) नामक स्थान के शांत स्थलरूप को दर्शाता है, जबकि सुनामी के तुरंत बाद प्राप्त तस्वीर उससे हुई हानि को दर्शाती है।

© NCERT not to be republished



चित्र 6.9 : आई.आर.एस. उपग्रह द्वारा प्राप्त मई (बाएँ) एवं नवंबर (दाएँ) में हिमालय तथा उत्तरी मैदान (भारत) के प्रतिबिंब वनस्पति के प्रकार में अंतर दर्शाते हैं। मई के प्रतिबिंब में लाल घब्बे शंकुधारी वन दर्शाते हैं। नवंबर के प्रतिबिंब में अतिरिक्त लाल धब्बे पर्णपाती वन दर्शाते हैं तथा हल्का लाल रंग फ़सल को दर्शाता है।

चित्र 6.10 (क) जून 2004 में सूनामी से पहले अर्जित प्रतिबिंब

चित्र 6.10 (ख) दिसंबर 2004 में सूनामी के पश्चात् अर्जित प्रतिबिंब

© NCERT not to be republished

संवेदन विभेदन

सुदूर संवेदक, धरातलीय (spatial), वर्णक्रमीय (spectral) तथा विकिरणमितिय विभेदन युक्त होते हैं, जो विभिन्न धरातलीय अवस्थाओं से सम्बंधित उपयोगी जानकारी का निष्कर्षण सम्भव बनाते हैं।

(क) धरातलीय विभेदन : आपने यह देखा होगा कि कुछ व्यक्ति किताब या अखबार पढ़ते समय चश्मा लगाते हैं। क्या आपने सोचा है कि वे ऐसा क्यों करते हैं? वे ऐसा इसलिए करते हैं कि उनकी आँखों की अक्षर पहचानने की क्षमता व दो सटे हुए अक्षरों के बीच की विभेदन क्षमता कम होती है। ऐनक के प्रयोग से उनकी अक्षर पहचानने की क्षमता बढ़ती है। सुदूर संवेदन में धरातलीय विभेदन इसी प्रक्रिया से संबंधित है। धरातलीय विभेदन भूपृष्ठ पर दो साथ-साथ स्थित पर भिन्न वस्तुओं को पहचानने की संवेदक क्षमता से संबंधित है। यह एक नियम है कि धरातलीय विभेदन बढ़ने के साथ भूपृष्ठ की छोटी से छोटी चीज़ को पहचानना व स्पष्ट रूप से देखा जाना संभव हो सकता है।

(ख) वर्णक्रमीय स्पेक्ट्रम विभेदन : यह विद्युत-चुंबकीय स्पेक्ट्रम के विभिन्न ऊर्जा क्षेत्रों (बैंड) में संवेदक के अभिलेखन की क्षमता से संबंधित है। मल्टीस्पेक्ट्रल चित्रों की प्राप्ति के लिए ऐसे उपकरण प्रयोग में लाए जाते हैं, जो संवेदक द्वारा प्राप्त ऊर्जा का प्रकीर्णन करते हैं और इस पृथक ऊर्जा का निश्चित स्पेक्ट्रल रेंज (परिसर) में अभिलेखन करते हैं। जैसे- प्रकाश तरंगों के प्रकीर्णन से इन्द्रधनुष बनता है या- हम प्रयोगशाला में प्रिज़्म का प्रयोग करते हैं, उसी सिद्धांत के विस्तृत इस्तेमाल से हम इन मल्टीस्पेक्ट्रल प्रतिबिंबों को प्राप्त करते हैं (बॉक्स 6.2)। प्राप्त चित्र यह दिखाते हैं कि विभिन्न वस्तुएँ, भिन्न स्पेक्ट्रल बैंड में सर्वथा भिन्न-भिन्न प्रतीत होती हैं, जैसा कि इस अध्याय के शुरू में वर्णित है। चित्र 6.11 आई.आर.एस.पी-6 रिसोर्ससेट द्वारा भेजी गई, 4 विभिन्न स्पेक्ट्रल क्षेत्र में लिए गए 4 विभिन्न तस्वीरें प्रस्तुत करती हैं। यह दर्शाता है कि अवरक्त किरणें (बैंड 4) ताजा जल में पूर्णतः अवशोषित हो जाती हैं और हरी किरणें (बैंड 2) सूखे धरातलीय भागों में मिश्रित रूप में अधिक परावर्तन/प्रतिबिंब दर्शाती हैं।

(ग) रेडियोमीट्रिक विभेदन : यह संवेदक की दो भिन्न लक्ष्यों की भिन्नता को पहचानने की क्षमता है। जितना रेडियोमीट्रिक विभेदन अधिक होगा, विकिरण अंतर उतना ही कम होगा, जिससे दो लक्ष्य क्षेत्रों के मध्य अंतर को जाना जा सकता है।
सारणी 6.1 में संसार के कुछ सुदूर संवेदन उपग्रहों की धरातलीय, वर्णक्रमीय व रेडियोमीट्रिक विभेदन क्षमता प्रस्तुत की गई है।

© NCERT not to be republished

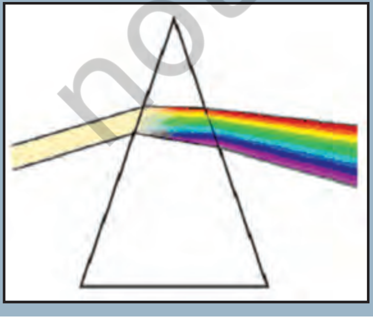
सारणी 6.1
लैंडसेट (Landsat) , आई.आर.एस. (I.R.S.) और स्पॉट (SPOT) उपग्रह के धरातलीय वर्णक्रमीय व विकिरणमितिय विभेदन क्षमता

उपग्रह/संवेदक	क्षेत्रीय विभेदन क्षमता (मीटर में)	बैंड की संख्या	विकिरणमितिय विभेदन (ग्रे-मानों में विभिन्नता की संख्या)
लैंडसेट एम.एस.एस. (अमेरिका)	80.0 × 80.0	4	0 – 64
आई.आर.एस. एल.आई.एस.एस. – I (भारत)	72.5 × 72.5	4	0 – 127
आई.आर.एस. एल.आई.एस.एस. – II (भारत)	36.25 × 36.25	4	0 – 127
लैंडसेट टी.एम. (अमेरिका)	30.00 × 30.00	4	0 – 255
आई.आर.एस. एल.आई.एस.एस. III (अमेरिका)	23.00 × 23.00	4	0 – 127
स्पॉट एच.आर.वी. - I (फ्रांस)	20.00 × 20.00	3	0 – 255
स्पॉट एच.आर.वी.– II (फ्रांस)	10.00 × 10.00	1	0 – 255
आई.आर.एस. पी.ए.एन. (भारत)	5.80 × 5.80	1	0 – 127

बॉक्स 6.2 प्रकाश का प्रकीर्णन

इंद्रधनुष
(प्रकाश का प्राकृतिक प्रकीर्णन)

प्रिज़्म
(प्रकाश का कृत्रिम प्रकीर्णन)



प्रकाश का प्रकीर्णन

(वह सिद्धांत जिसके आधार पर बहुवर्णक्रमीय चित्र प्राप्त किए जाते हैं।)

विभिन्न ऊर्जा तरंगों में चित्र प्राप्त करने की संपूर्ण प्रक्रिया प्रकाश प्रकीर्णन सिद्धांत पर आधारित है। आपने इंद्रधनुष देखा होगा। यह वायुमंडल में उपस्थित जल कणों के माध्यम से प्रकाश प्रकीर्णन की एक प्राकृतिक प्रक्रिया है। इसी की पुनरावृत्ति प्रिज़्म के एक ओर किरण पुँज डालकर की जा सकती है। प्रिज़्म के दूसरी तरफ आप इसका सात रंगों में प्रकीर्णन देखेंगे, जो सफेद प्रकाश बनाते हैं।

© NCERT not to be republished

बैंड 2 (हरा) : 0.52–0.59 माइक्रोमीटर

बैंड 3 (लाल) : 0.62–0.68 माइक्रोमीटर

बैंड 4 (अवरक्त) : 0.77–0.86 माइक्रोमीटर

मानक त्रियक रंगी मिश्र

चित्र 6.11 : आई.आर.एस. पी-6 (रिसोर्स सेट) नज़फगढ़, दिल्ली के हिस्सों के प्रतिबिंब, 3 जून 2005

© NCERT not to be republished

आँकड़ा उत्पाद

हम देख चुके हैं कि विद्युत–चुंबकीय ऊर्जा का संसूचन या तो फ़ोटोग्राफ़ द्वारा या विद्युत विधि द्वारा किया जाता है। फ़ोटोग्राफ़िक प्रक्रिया में प्रकाश संवेदी फ़िल्म का प्रयोग ऊर्जा विचरण के संसूचन तथा अभिलेखन के लिए किया जाता है (अध्याय 6 देखें)। दूसरी तरफ, स्कैनिंग युक्तियाँ प्रतिबिंबों को आंकिक रूप में प्राप्त करती हैं। यहाँ पर प्रतिबिंबों एवं फ़ोटो चित्रों में अंतर को जानना आवश्यक है। प्रतिबिंब वह है, जो किसी क्षेत्र विशेष को संसूचित व अभिलेखित की गई ऊर्जा का चित्र रूप में प्रदर्शन करता है। फ़ोटोग्राफ़ उन प्रतिबिंब चित्रों से संबंधित है, जो फ़ोटोग्राफ़िक फ़िल्म पर अभिलेखित होते हैं। अतः यह कहा जा सकता है कि सभी फ़ोटोग्राफ़ 'प्रतिबिंब' हैं, लेकिन सभी 'प्रतिबिंब' फ़ोटोग्राफ़ नहीं हैं।

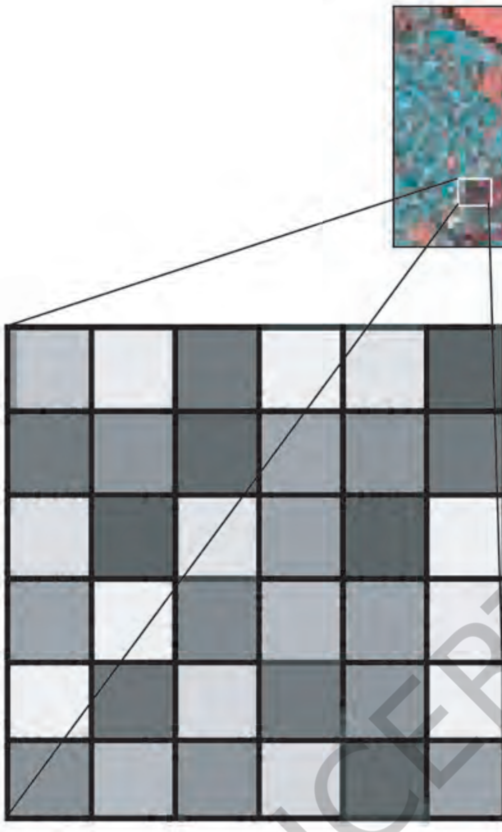
संसूचन व अभिलेखन की प्रक्रिया के आधार पर, सुदूर संवेदन आँकड़ा उत्पादों को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है–

- फ़ोटोग्राफ़िक प्रतिबिंब
- अंकीय प्रतिबिम्ब

फ़ोटोग्राफ़िक प्रतिबिंब : फ़ोटोग्राफ़ विद्युत–चुंबकीय स्पेक्ट्रम के दृश्य क्षेत्र में अर्थात् 0.3 से. 0.9 माइक्रोमीटर (μ)) में ही प्राप्त किए जाते हैं। चार भिन्न प्रकार के इमल्शन वाली फ़िल्म फ़ोटोग्राफ़ में प्रयोग की जाती है यह श्याम–श्वेत, रंगीन, श्याम–श्वेत अवरक्त तथा रंगीन अवरक्त होती हैं। प्रायः हवाई फ़ोटोग्राफ़ी के अंतर्गत श्वेत तथा श्याम फ़िल्मों का उपयोग किया जाता है। बिना सूचना अंश तथा विपर्यास खोऐ हुए फ़ोटोचित्रों को बृहत भी किया जा सकता है।

अंकीय प्रतिबिंबः अंकीय प्रतिबिंब वे होते हैं, जो अलग–अलग पिक्चर तत्त्वों के मेल से बनते हैं। इन्हें पिक्सल (Pixels) कहा जाता है। इमेज में हर पिक्सल का एक अंकीय मान होता है, जो धरातल के द्विविमीय बिंब को इंगित करता है। अंकीय मानों को अंकीय नंबर (DN) कहा जाता है। एक डिजिटल नंबर (DN) एक पिक्सल के विकिरण मान का औसत होता है। यह मान संवेदक द्वारा प्राप्त विद्युत–चुंबकीय ऊर्जा पर आधारित है। इसकी गहनता का स्तर इसके प्रास (Range) को व्यक्त करता है। किसी भी डिजिटल इमेज में वस्तुओं से संबंधित विवरण पिक्सलों के आकार से प्रभावित होते हैं। छोटे आकार के पिक्सल दृश्य के विवरण को प्रभावशाली ढ़ंग से संजोते हैं। डिजिटल बिंब के एक सीमा से अधिक विर्वधन से सूचनाओं का ह्रास होता है और केवल पिक्सल ही दिखाई देते हैं। अंकीय बिंब प्रकृमण एलगोरिथम के उपयोग से डिजिटल नंबर जिन उर्जा की तीव्रता मानों को निरूपित करते हैं, उन्हें दर्शाया जाता है।

© NCERT not to be republished



170	230	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	138	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	19	255
85	170	119	221	17	136

चित्र 6.12 : अंकीय प्रतिबिम्ब (ऊपर) एवं उसके पिक्सल दर्शाता उसका एक हिस्सा (बाएँ) एवं संबंधित अंकीय संख्याऐं (दाएँ)

© NCERT not to be republished

उपग्रह से प्राप्त प्रतिबिंबों का निर्वचन

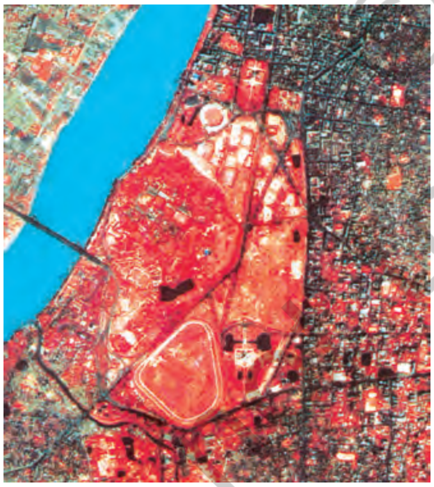
संवेदकों द्वारा प्राप्त आँकड़ों का उपयोग किसी भूपृष्ठीय घटना एवं वस्तुओं के आकार व प्रतिरूप संबंधी सूचनाओं को प्राप्त करने में किया जाता है। जैसा कि हम देख चुके हैं कि विभिन्न प्रकार के संवेदक, फ़ोटोग्राफ़िक तथा डिजिटल आँकड़े उत्पाद प्राप्त करते हैं। अत: इन घटनाओं की गुणात्मक व मात्रात्मक दोनों ही प्रकार की विशेषताएँ चाक्षुष निर्वचन अथवा अंकीय बिम्ब प्रकृमण तकनीक द्वारा प्राप्त की जा सकती हैं।

चाक्षुष निर्वचन करना एक स्वचालित अभ्यास है। जो बिंबों में किसी भी वस्तु को देखकर उसकी पहचान करता है। दूसरी तरफ, डिजिटल इमेज से हार्डवेयर व सॉफ्टवेयर (कंप्यूटरीकृत) दोनों के संयुक्त प्रयोग से ही इच्छित सूचनाएँ प्राप्त की जा सकती हैं। अंकीय बिंब व्याख्या के तकनीकों के अभाव में बिंबों का विश्लेषण करना असंभव है। इसलिए यहाँ पर केवल चाक्षुष विश्लेषण विधियों का ही वर्णन किया गया है।

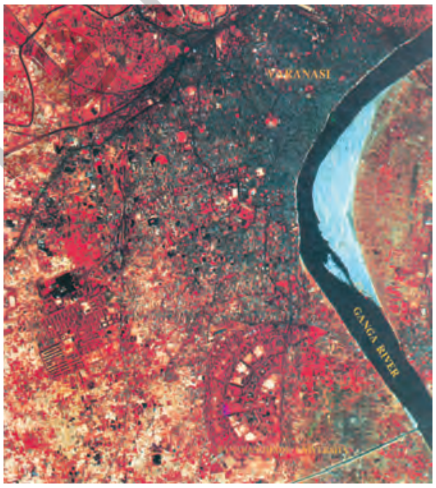
प्रतिबिम्ब निर्वचन के तत्त्व

हम अक्सर वस्तुओं की पहचान उनके आकार, प्रतिरूप, स्थिति व उनके अन्य वस्तुओं से संबंध के आधार पर करते हैं। वस्तुओं की ये विशेषताएँ ही बिंब व्याख्या के महत्त्वपूर्ण तत्त्व होते हैं। हम पुन: बिंब की व्याख्या हेतु वस्तुओं की विशेषताओं को दो प्रमुख भागों में बाँट सकते हैं– पहला, बिंब संबंधी विशेषताएँ और दूसरा, धरातलीय विशेषताएँ। बिंब की विशेषताओं में वस्तुओं की आभा अथवा रंग, उनकी आकृति, आकार, प्रतिरूप, गठन व छाया आदि सम्मिलित हैं। दूसरी तरफ धरातलीय विशेषताओं में अवस्थित, अन्य वस्तुओं का संदर्भ या साहचर्य–संबंध आदि सम्मिलित किया जाता है।

(क) आभा या रंग : हम जानते हैं कि सभी वस्तुएँ स्पेक्ट्रम के सभी भागों में ऊर्जा ग्रहण करती हैं। विद्युत–चुंबकीय ऊर्जा वस्तुओं के धरातल से अंत:क्रिया करती है, जिससे ऊर्जा का अवशोषण, परावर्तन व प्रेषण होता है। संवेदक द्वारा अभिलेखित ऊर्जा की वह मात्रा, जो धरातलीय पदार्थों द्वारा प्रतिबिंबित की जाती है, वह विभिन्न आभाओं व रंगों में दिखाई देती है। आभाओं व रंगों में भिन्नता वस्तुओं द्वारा प्राप्त ऊर्जा, उनकी धरातलीय विशेषताओं व वस्तुओं की संरचना पर निर्भर करती है। दूसरे शब्दों में, रूक्ष व आर्द्र धरातलीय वस्तुओं की अपेक्षा, चिकने शुष्क धरातल अधिक ऊर्जा परावर्तित करते हैं। इसके अतिरिक्त, ऊर्जा परावर्तन स्पेक्ट्रम के विभिन्न भागों में भी अलग–अलग होता है। उदाहरणार्थ– घनी वनस्पति अवरक्त किरणों को अधिक परावर्तित करती हैं और स्पेक्ट्रम के इस भाग में यह हल्की आभा अथवा मानक त्रियक



6.13 (क) आविल नदी



6.13 (ख) अलवणजल नदी

चित्र 6.13 : (क) में आविल नदी दर्शाई गई है और 6.13 (ख) में अलवणजल नदी दर्शाई गई है।

रंगी मिश्र (Standard False Colour Composite) में लाल रंग में प्रतीत होता है और झाड़ियाँ गहरे या लाल-ग्रे रंग में प्रतीत होती हैं। इसी प्रकार, अलवण जल क्षेत्र, सूर्य से आने वाली सभी किरणों को अवशोषित कर लेते हैं और गहरी आभा या काले रंग में दिखाई देते हैं, जबकि आविल जल क्षेत्र हल्के रंगों के समतुल्य या हल्के रंग में दिखाई देते हैं, जो जल कणों व निलंबित रेत कणों से ऊर्जा परावर्तन के कारण होता है (चित्र 6.13 क व ख)।

सुदूर संवेदन से प्राप्त चित्रों में भूपृष्ठ की विभिन्न स्थलाकृतियाँ जिन रंगों में प्रतीत होती हैं, उनका एक विवरण सारणी 6.2 में दिया गया है।

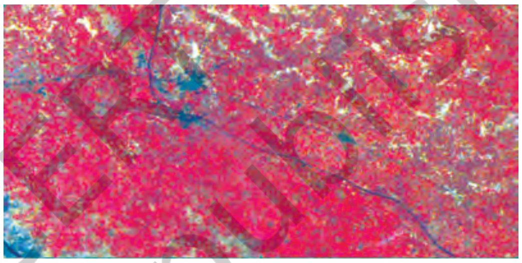
सारणी 6.2: भूपृष्ठ लक्षणों के मिथ्या वर्णमिश्र पर रंग चिह्नक

क्रम संख्या	भूपृष्ठ लक्षण	रंग (मानक एफ.सी.सी. में)
1.	**स्वस्थ वनस्पति एवं कृष्ट क्षेत्र**	
	सदाबहार	लाल से मैजेंटा
	पर्णपाती	भूरे से लाल
	कुंज	लाल धब्बों सहित हल्का भूरा
	शस्य भूमि	चमकीला लाल
	परती भूमि	हल्के नीले से सफेद
2.	**जलाशय**	
	स्वच्छ जल	गहरे नीले से काला
	आविल जलाशय	हल्का नीला
3.	**निर्मित क्षेत्र**	
	उच्च घनत्व	गहरे नीले से नीला हरा
	निम्न घनत्व	हल्का नीला
4.	**व्यर्थ भूमि/शैल दृश्यांश**	
	शैल दृश्यांश	हल्का भूरा
	रेतीला मरुस्थल/नदी रेत/नमक प्रभावित	हल्के नीले से सफेद
	गहरे खड्ड	गहरा हरा
	उथले खड्ड	हल्का हरा
	जलाक्रांत/नम भूमि	चितकबरा काला

© NCERT not to be republished

(ख) गठन : रंग सामंजस्य या धूसर आभा में सूक्ष्म भिन्नता ही गठन से संबंधित है। यह छोटे प्रतिरूपों के पुनरावृत्ति का एक वर्ग है, जिन्हें अलग से पहचान पाना मुश्किल है, जैसे कि अधिक व कम घनत्व वाली बस्तियाँ, झुग्गी-झोपड़ियाँ, कूड़ा-कर्कट व अपशिष्ट पदार्थों के स्थान तथा भिन्न प्रकार की फसलें व पौधे। प्रतिबिम्ब में निश्चित वस्तुओं के गठन में भिन्नता समतल से स्थूल गठन की हो सकती है (चित्र 6.14 क तथा ख)। उदाहरण के लिए एक बड़े शहर में घनी बसी बस्तियाँ एक समतल गठन दिखलाती हैं, क्योंकि कम क्षेत्र में घर एक-दूसरे से सटे होते हैं, जबकि कम घनत्व वाले रिहायशी इलाके स्थूल गठन दिखाते हैं। इसी प्रकार उच्च-विभेदन वाले बिंबों में गन्ना व मोटे अनाजों का गठन स्थूल प्रतीत होता है तथा चावल व गेहूँ की फसलें महीन गठन (Fine Texture) वाली होती हैं। हम इन बिंबों में झाड़ीनुमा वनस्पति को स्थूल गठन तथा हरे सदाबहार वनों को चिकने या समतल गठन में देख सकते हैं।

(क)



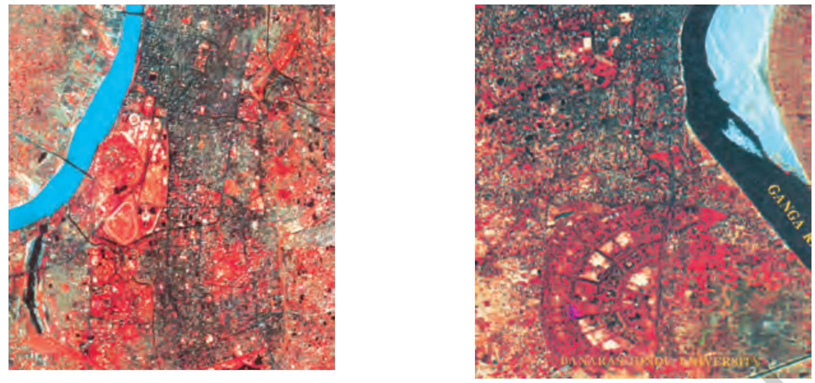
(ख)

चित्र 6.14 (क) मैंग्रोव का स्थूल गठन वाला प्रतिबिंब एवं (ख) शस्य भूमि का परिष्कृत गठन

(ग) आकार : वस्तु का उचित आकार, जोकि इमेज की मापनी अथवा विभेदन पर आधारित है, वस्तुओं की एक और विशेषता औद्योगिक संकुल स्थानों को रिहायशी स्थानों से, शहर के बीचों बीच स्थित खेल परिसर को नगर के छोर पर स्थित ईंटों के भट्ठों से, अतएव मानव बस्तियों को उनके आकार एवं पदानुक्रम के आधार पर अलग-अगल पहचानने में सहायक होता है (चित्र 6.15)।

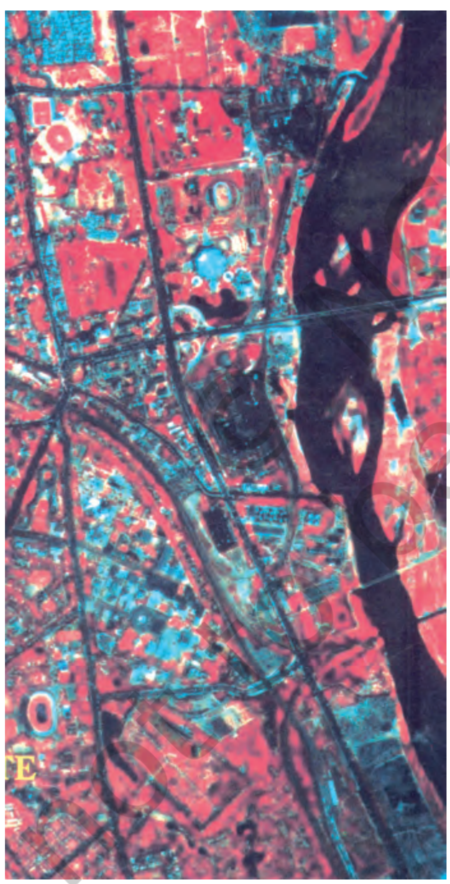
(घ) आकृति : किसी वस्तु की आकृति या रूपरेखा उसकी पहचान महत्त्वपूर्ण सुराग है। कुछ वस्तुओं की आकृत्ति इतनी अलग होती है कि हम उसे आसानी से पहचान सकते हैं। उदाहरण के लिए, संसद भवन अन्य निर्मित भवनों के आकारों से सर्वथा भिन्न है। इसी प्रकार एक रेलवे लाइन व एक सड़क आसानी से पहचानी जा सकती है, क्योंकि ये रैखिक आकृतियाँ हैं, जिनके मार्ग में क्रमश: अंतर होता है, अर्थात् इनमें अचानक परिवर्तन नहीं पाया जाता (चित्र 6.16)। धार्मिक स्थान जैसे- मस्जिद व मंदिर भी आसानी से पहचाने जा सकते हैं।

© NCERT not to be republished



(क) कोलकाता का भाग *(ख) वाराणसी का भाग*

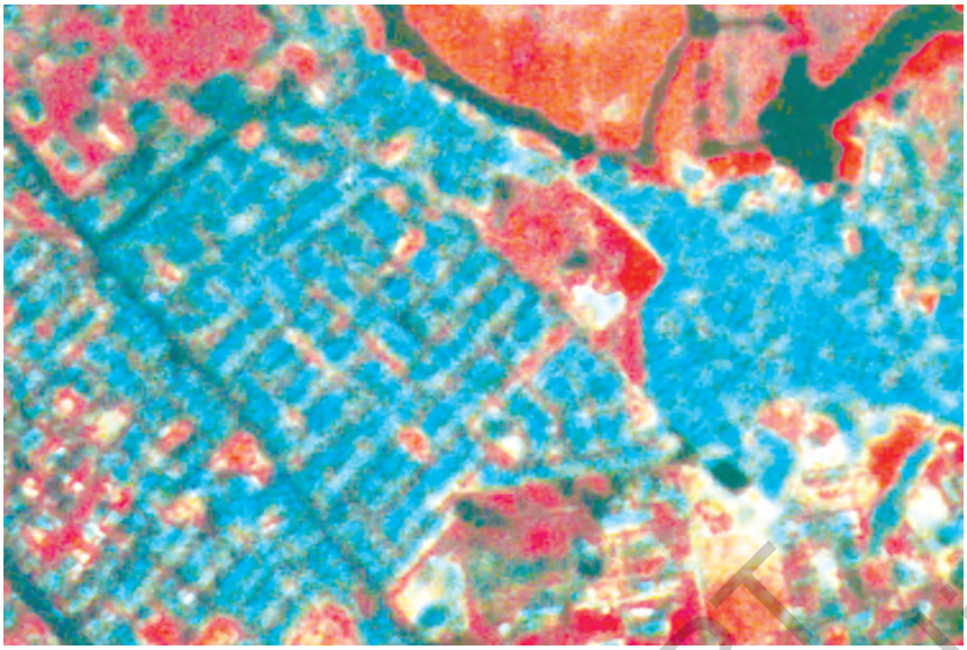
चित्र 6.15 : कोलकाता (क) तथा वाराणसी (ख) के दर्शाये गए भागों में संस्थागत भवनों एवं आवासी क्षेत्रों को आकार में अंतर के आधार पर सुस्पष्ट रूप से अभिनिर्धारित किया जा सकता है।



चित्र 6.16 : रेलमार्ग की वक्ररेखी आकृति सड़क के तीव्र मोड़ से सुस्पष्ट रूप से भिन्न है।

(ङ) छाया : किसी वस्तु की छाया सूर्य प्रकाश किरण का कोण व उस वस्तु की ऊँचाई का द्योतक है। कुछ वस्तुओं की आकृति इतनी जटिल होती है कि उन्हें उनकी छाया के अभाव में पहचान पाना मुश्किल होता है। उदाहरण के रूप में, दिल्ली में स्थित कुतुब मीनार, मस्जिद की मीनारें या बुर्ज, भवनों पर बनीं जल टंकियाँ, बिजली या टेलीफ़ोन के खंभे तथा अन्य कई मिलती-जुलती आकृतियाँ, केवल छाया द्वारा ही पहचानी जा सकती हैं। छाया, वस्तुओं की पहचान में बाधा भी डालती है। लंबी इमारतों की छाया से इनकी छाया में आने वाली वस्तुएँ गहरे काले रंग में दिखाई देती हैं या छुप जाती हैं। उपग्रही प्रतिबिम्बों की व्याख्या में छाया कम महत्त्वपूर्ण है तथापि बृहत मापक वायव फ़ोटोचित्रों में इनकी महत्ता बहुत अधिक है।

(च) प्रतिरूप : प्राकृतिक व मानव-निर्मित व्यवस्थित धरातलीय प्रतिरूपों में आकार व वस्तुओं के अंतर्संबंधों की पुनरावृत्ति होती है। कुछ वस्तुएँ उनके प्रतिरूप से पहचानी जा सकती हैं। उदाहरण के रूप में, नियोजित रिहायशी क्षेत्रों में घरों के प्रतिरूपों एवं आकारों का अध्ययन कर किसी अन्य शहरी क्षेत्रों के अधिवासीय क्षेत्रों को पहचाना जा सकता है (चित्र 6.17)। इसी प्रकार फलों के बाग-बगीचे व रोपण कृषि में पौधों की आपसी दूरी में एकरूपता से भिन्न प्रतिरूप बनता है। ध्यानपूर्वक अध्ययन से भिन्न प्रकार के अपवाह तंत्र व बस्तियों को भी पहचाना जा सकता है।



चित्र 6.17 : आयोजित आवासी क्षेत्र को उनके प्रतिरूप द्वारा आसानी से पहचाना जा सकता है।

(छ) साहचर्य : साहचर्य का अर्थ है कि वस्तुओं की भौगोलिक स्थिति एवं उनके आसपास की वस्तुओं में आपसी साहचर्य क्या है। उदाहरण के लिए, जहाँ एक शिक्षण संस्था होगी, वहाँ आवासीय क्षेत्र भी होंगे व शिक्षण संस्था के साथ खेल का मैदान भी स्थित होगा। इसी प्रकार स्टेडियम, रेस कोर्स आदि किसी बड़े शहर में ही होंगे। औद्योगिक क्षेत्र किसी मुख्य मार्ग के किनारे या शहर के बाहरी क्षेत्र में स्थित होंगे। इसी प्रकार मलिन बस्तियों की अवस्थिति किसी रेलमार्ग या नालों के नजदीक होगी।

अधिक जानकारी के लिए इंटरनेट के कुछ महत्वपूर्ण स्रोत–
- www.isro.gov.in
- www.nrsc.gov.in
- www.iirs.gov.in

© NCERT not to be republished

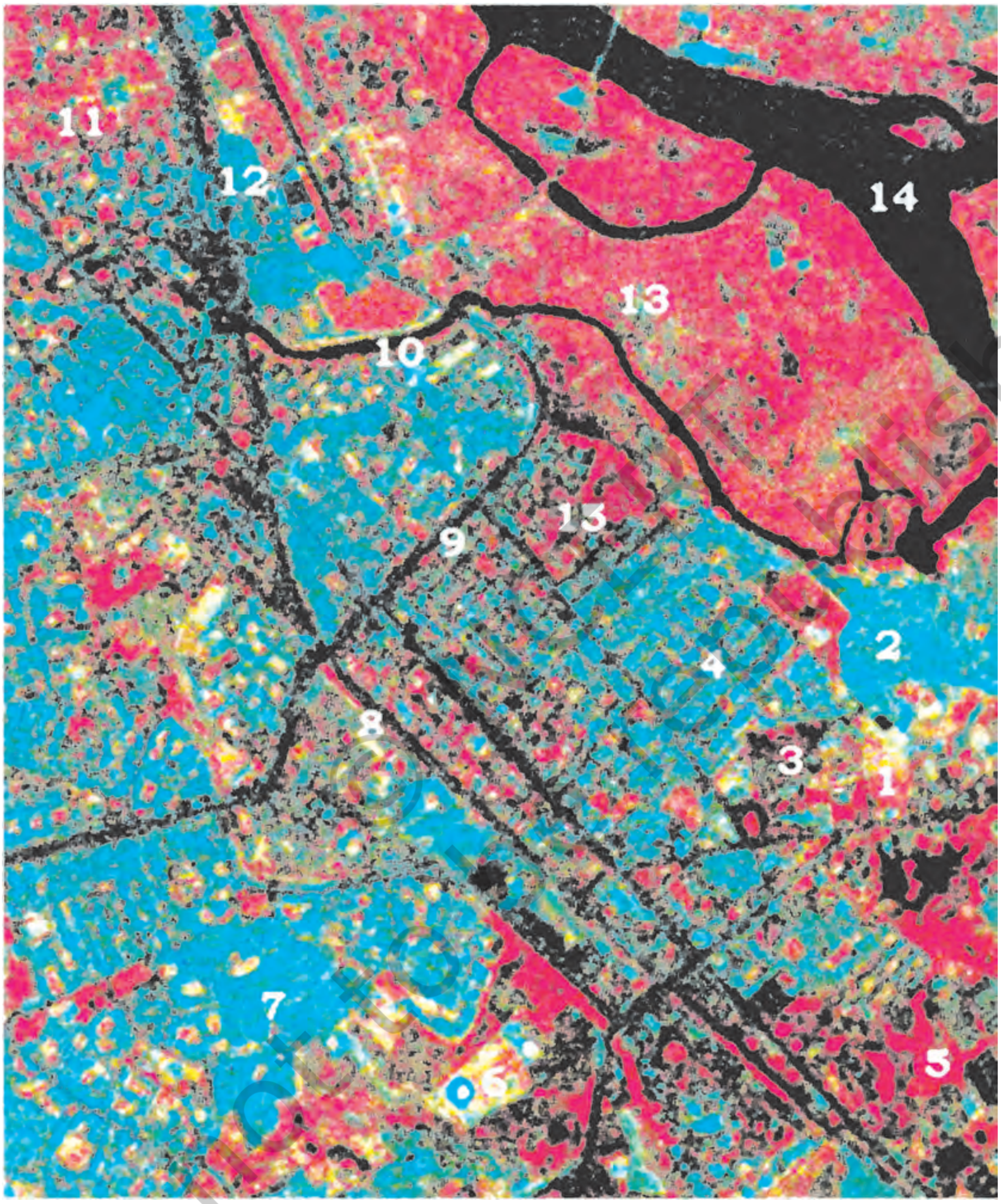
अभ्यास

1. दिए गए चार विकल्पों में सही उत्तर का चुनाव करें
   (i) धरातलीय लक्ष्यों का सुदूर संवेदन विभिन्न साधनों के माध्यम से किया जाता है, जैसे–
   (क) सुदूर संवेदक, (ख) मानवीय नेत्र, (ग) फ़ोटोग्राफ़िक, (घ) इनमें से कोई नहीं।
   निम्न में कौन-सा विकल्प उनके विकास का सही क्रम है :
   (क) ABC
   (ख) BCA
   (ग) CAB
   (घ) इनमें से कोई नहीं
   (ii) निम्नलिखित में से कौन से विद्युत् चुम्बकीय विकिरण क्षेत्र का प्रयोग उपग्रह सुदूर संवेदन में नहीं होता है?
   (क) सूक्ष्म तरंग क्षेत्र
   (ख) अवरक्त क्षेत्र
   (ग) ऐक्स रे क्षेत्र
   (घ) दृश्य क्षेत्र
   (iii) चाक्षुष व्याख्या तकनीक में निम्न में किस विधि का प्रयोग नहीं किया जाता है:
   (क) धरातलीय लक्ष्यों की स्थानीय व्यवस्था
   (ख) प्रतिबिंब के रंग परिवर्तन की आवृत्ति
   (ग) लक्ष्यों का अन्य लक्ष्यों के संदर्भ में
   (घ) आंकिक बिंब प्रक्रमण
2. निम्न प्रश्नों के उत्तर लगभग 30 शब्दों में दें :
   (i) सुदूर संवेदन अन्य पारंपरिक विधियों से बेहतर तकनीक क्यों है?
   (ii) आई.आर.एस. व इंसेट क्रम के उपग्रहों में अंतर स्पष्ट करें।
   (iii) पुशब्रूम क्रमवीक्षक की कार्यप्रणाली का संक्षेप में वर्णन करें।
3. निम्न प्रश्नों के उत्तर लगभग 125 शब्दों में दें :
   (i) विस्क-ब्रूम क्रमवीक्षक की कार्यविधि का चित्र की सहायता से वर्णन करें तथा यह भी बताएँ कि यह पुशब्रूम क्रमवीक्षक से कैसे भिन्न है?
   (ii) चित्र 6.9 में हिमालय क्षेत्र की वनस्पति आवरण में बदलाव को पहचानें व सूचीबद्ध करें।

© NCERT not to be republished

क्रिया कलाप :

निम्न आई.आर.एस.आई. सी.एल.आई.एस.एस. III प्रतिबिम्ब पर दर्शाये गए विभिन्न लक्षणों को अभिनिर्धारित करें। पाठ में बताए गए बिम्ब निर्वचन के तत्वों एवं विभिन्न वस्तुऐं किस रंग में त्रियक रंगी मिश्र में दिखाई देती हैं, के आधार पर निष्कर्ष निकालें।



टिप्पणी

© NCERT
not to be republished