



टिप्पणी

## भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी

दिल्ली में गर्मी का मौसम है। मेरी बोर्ड की परीक्षा कल ही समाप्त हुई है और आज मैं ब्रेकफास्ट के समय यह जान कर बहुत उत्साहित हूँ कि मेरा परिवार तीन दिन के लिए शिमला भ्रमण पर जाने की योजना बना रहा है। अतः मेरे पिता ने मुझे यह कार्य सौंपा है कि मैं टेलिविजन तथा इंटरनेट से शिमला के मौसम की जानकारी एकत्र करूँ ताकि हम उपयुक्त कपड़े पहन और साथ ले जा सकें। पहले मेरी माता जी यह काम करती थीं। मुझे आश्चर्य हुआ कि यह व्यर्थ का कार्य मुझे क्यों सौंपा गया। हम यहां गर्मी के लिए उपयुक्त कपड़े पहन रहे हैं और शिमला ठण्डा स्थान है इसलिए हम वहां सर्दी के कपड़े ले जा सकते हैं। परंतु मैंने यह कार्य चुपचाप स्वीकार कर लिया। नाश्ता करने के बाद मैंने गंभीरता से टेलिविजन देखना शुरू किया। मैं जानता हूँ कि समाचारों के अंत में वे पूरे भारत के मौसम की जानकारी देते हैं। मैं पूरी जानकारी नोट करने के लिए कलम-कागज लेकर बैठा हुआ हूँ। जब मैं टेलिविजन देख रहा था तो उन्होंने भारत का मानचित्र दिखाया जिसमें राज्यों और बड़े शहरों के नाम थे तथा पूर्व से पश्चिम की ओर जाते बादल भी दिखा रहे थे। अलग स्थानों के लिए अलग-अलग जानकारी थी। मैंने जानकारी को नोट किया परंतु मेरे मस्तिष्क में अनेक प्रश्न उठ रहे थे कि उन्होंने यह सब जानकारी कहाँ से एकत्र की? वे इस जानकारी को कैसे प्रस्तुत करते हैं। उत्तर बहुत साधारण है “भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी”। देखने में यह साधारण लगता है परंतु यह जानकारी प्राप्त करना आसान नहीं है। अतः हम यहाँ इस प्रौद्योगिकी के बारे में जानेंगे।

भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी एक परिवर्तनकारी उपकरण है जो लोगों को हमारे साझे भविष्य के प्रति लोगों को जागरूक करने और नवाचार तथा स्थानिक जानकारी देने के लिए सशक्त बनाने हेतु सार्वभौमिक रूप से उपलब्ध है। इस प्रौद्योगिकी में दूर संवेदन, भौगोलिक सूचना तंत्र (ज्योग्राफिकल इन्फार्मेशन सिस्टम) एवं ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम शामिल होते हैं। ये प्रौद्योगिकी पूरी पृथ्वी व्यवस्था की भौतिक विशेषताओं को समझने एवं निगरानी करने में हमारी क्षमता बढ़ाती है। इस प्रौद्योगिकी में अपनी पृथ्वी व्यवस्था की घटनाओं तथा पृथ्वी के संसाधनों के प्रबंधन की जटिलताओं को समझने तथा भविष्य के साथ तालमेल बैठाने की बड़ी सम्भावनाएं हैं।



### सीखने के प्रतिफल



टिप्पणी

इस पाठ के अध्ययन के पश्चात् शिक्षार्थी:

- भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी का वर्णन करता है;
- दूर संवेदन, सूचना तंत्र और जी.पी.एस. प्रौद्योगिकी के सिद्धांतों को समझता है;
- भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी में प्रयुक्त आंकड़ों का प्रकार बताता है;
- रास्टर और वेक्टर आंकड़ों की संरचना के बीच अंतर करता है;
- सूचना प्राप्ति के लिए चित्रों की विविधता के तत्वों को वर्णन करता है और
- भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी का प्रयोग करता है।

### 2.1 भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी

भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी तीन शब्दों का मेल है। जिओ का अर्थ है पृथ्वी, स्पेटियल का अर्थ है 'स्थान' और प्रौद्योगिकी का अर्थ है उपकरण और तरीके। अतः इसका शाब्दिक अर्थ है विभिन्न प्रकार की प्रौद्योगिकियों का संग्रह जो पृथ्वी के बारे में जानकारी देती हैं तथा पृथ्वी के संसाधन प्रबंधन और सतत पोषणीय विकास के प्रति निर्णय लेने की योग्यता प्रदान करती है। इसको 'स्थान का विज्ञान' भी कहा जाता है। इस प्रौद्योगिकी में दूर संवेदन, जी.पी.एस. और जी.आई.एस. शामिल हैं।

दूर संवेदन का उद्देश्य पृथ्वी की सतह के बारे में निष्पक्ष एवं दूर से अनुभव किया गया वास्तविक समय के आंकड़ों रियल टाइम आंकड़ा प्रदान करना होता है। यह आंकड़ा उपग्रह की विभिन्न विशेषताओं और संवेदक की विशिष्टताओं द्वारा प्रदान किया जाता है जो विषयगत जानकारी का वर्गीकरण एवं आकलन करने के लिए बहुत उपयोगी है। जी.पी.एस. ऐसा उपकरण है जिसे क्षेत्रीय कार्य अथवा सर्वेक्षण प्रक्रिया में प्रयोग किया जाता है जिससे पृथ्वी की सतह पर विभिन्न विशेषताओं की अवस्थिति की जानकारी देने में सहायता मिलती है तथा दूर से अनुभव किए गए आंकड़ा को सत्यापित करने में उपयोगी होता है। जी.आई.एस. एक कम्प्यूटर आधारित तकनीक है जो विशेष और साधारण आंकड़ों को एकीकृत करने के लिए मंच प्रदान करती है जिसे विभिन्न प्रकार के विशेष विश्लेषण, माडल स्थापित करने तथा उसके लिए तैयारी करने के लिए दूर संवेदन (दूर-अनुभव), जी.पी.एस. आधारित आंकड़ा, प्राथमिक और द्वितीयक आंकड़ा स्रोतों से प्राप्त किया जाता है। अतः यह सारी प्रौद्योगिकी अपनी अनूठी विशेषताओं के साथ पृथ्वी के संसाधनों के नियोजन और विकास प्रक्रियाओं के लिए एक-दूसरे की पूरक हैं। अतः कुल मिलाकर इन सारी प्रौद्योगिकियों को भू-स्थानिक तकनीक कहा जाता है। आइये हम प्रत्येक प्रौद्योगिकी पर आगे गहराई से चर्चा करें और उनके प्रयोग के बारे में जानें।



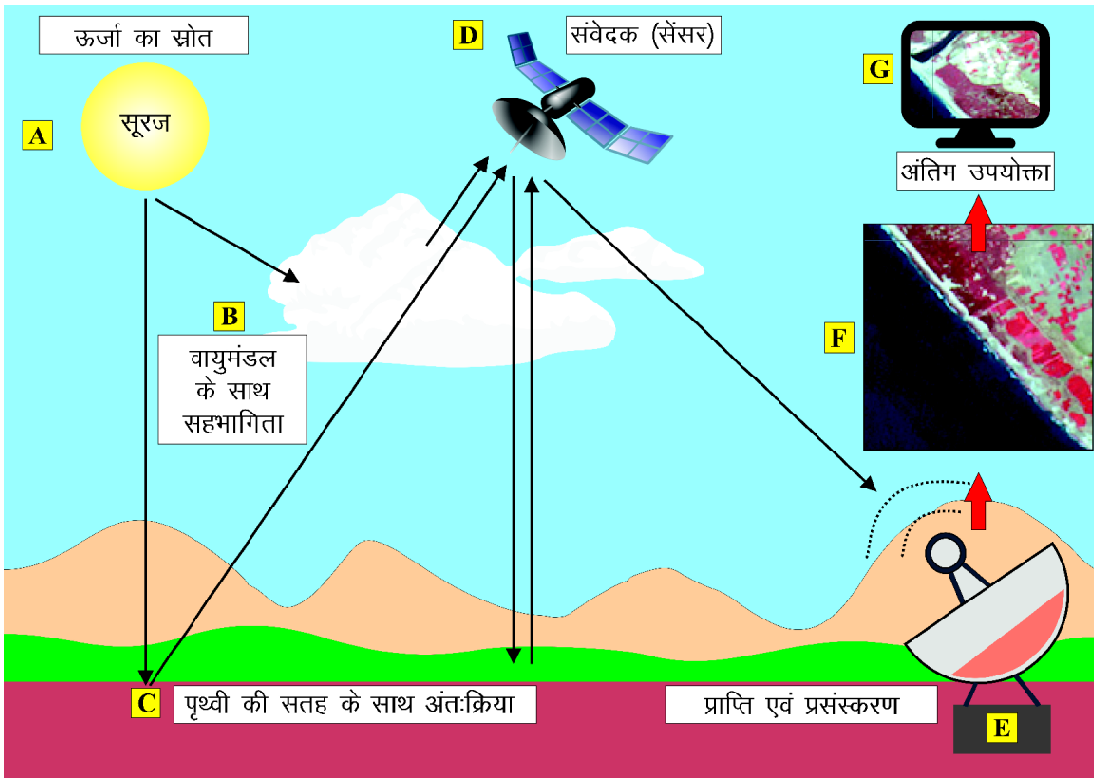
टिप्पणी

## दूर संवेदन

‘दूर संवेदन’ दो शब्दों के मेल से बना है- रिमोट का अर्थ है ‘दूरी से’ और ‘सेन्सिंग’ का अर्थ है जानकारी प्राप्त करना। साधारण शब्दों में इसका अर्थ है दूर से जानकारी प्राप्त करना। फसल (1986) के अनुसार दूर संवेदन, किसी वस्तु को छुए बिना उसका विवरण (जानकारी) प्राप्त करना है। बिना छुए आंकड़ा प्राप्त करने में पृथ्वी की सतह के बारे में आंकड़ा प्राप्त करने की पूरी प्रक्रिया शामिल है जिसमें संवेदक (सेन्सर्स), अथवा कैमरे अथवा उपग्रह या हवाई जहाज पर कैमरे लगाकर रिकार्ड किया जाता है। रिकार्ड किए गए आंकड़ा को डाउन लोड करके प्रयोगशाला में उस पर काम किया जाता है ताकि उसका प्रयोग कर सकें। जॉन आर. जेनसन (2007) के अनुसार दूर संवेदन वस्तुओं के साथ अथवा भू-विशेषताओं के साथ सीधे संपर्क में आए बिना उनके बारे में ब्यौरा (आंकड़ा) प्राप्त करने की प्रक्रिया है। अथवा घटना के सीधे संपर्क में आए बिना तिपाये (ट्राइपोड), वायुयान, अंतरिक्षयान अथवा उपग्रह पर लगे संवेदक या कैमरों द्वारा बहुत बड़े इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक फील्ड में काम करके वास्तविक जानकारी प्राप्त करने के माध्यम के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

## दूर संवेदन की प्रक्रिया

दूर संवेदन की प्रक्रिया में उपयोग में लाने वाले समुदाय के लिए दूर संवेदन द्वारा प्राप्त किए गए आंकड़ा को एकत्र एवं प्रसारित करने के लिए अनेक तंत्र एवं गतिविधियां शामिल होती हैं। इसमें निम्नलिखित प्रक्रिया शामिल होती हैं-



चित्र 2.1 दूर संवेदन की प्रक्रिया



1. ऊर्जा के स्रोत
2. वातावरण के साथ इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक ऊर्जा की अन्तक्रिया
3. पृथ्वी की सतह के साथ इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक ऊर्जा की अंतक्रिया
4. संवेदक द्वारा प्राप्त इलेक्ट्रो मैग्नेटिक ऊर्जा
5. संवेदक से पृथ्वी स्थित स्टेशन को इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक ऊर्जा का संचरण
6. प्राप्त आंकड़ों का संशोधन
7. संशोधित आंकड़ों को उपयोग करने वाले समुदाय तक पहुंचाना

दूर संवेदन में शामिल आंकड़ों की प्रक्रिया पर चर्चा करने के बाद आप दूर संवेदन के लाभ जानना चाहेंगे। आप कदाचित भारत सहित विभिन्न देशों को दूर संवेदन उपग्रहों को स्थापित करने में अपार वित्तीय संसाधनों के निवेश के बारे में सुना होगा। आइये हम रिमोट सेन्सिंग के कुछ लाभों की चर्चा करें।

#### दूर संवेदन के लाभ:-

1. दूर संवेदन पृथ्वी की विशेषताओं के उपग्रहीय और आकाशीय फोटोग्राफ प्रदान करता है।
2. इससे मानवीय दृष्टि से परे की चीजें देखी जा सकती है।
3. इसको किसी विशेष वेब लेंथ (तरंग दैर्ध्य) पर केन्द्रित किया जा सकता है।
4. यह विहंगम दृष्टि प्रदान करती है।
5. यह उसी क्षेत्र के बार-बार चित्र प्रदान करता है।
6. दूर संवेदक सभी मौसमों में काम करता है।
7. यह बहुउद्देशीय सचित्र आंकड़े प्रदान करता है।
8. यह निष्पक्ष और लगभग वास्तविक समय के आंकड़े (रियल टाइम आंकड़ा) प्रदान करता है।
9. दूर संवेदन से आंकड़ा प्राप्त करना पारम्परिक तरीकों से आंकड़ा प्राप्त करने से सस्ता है।

#### दूर संवेदन के सिद्धांत

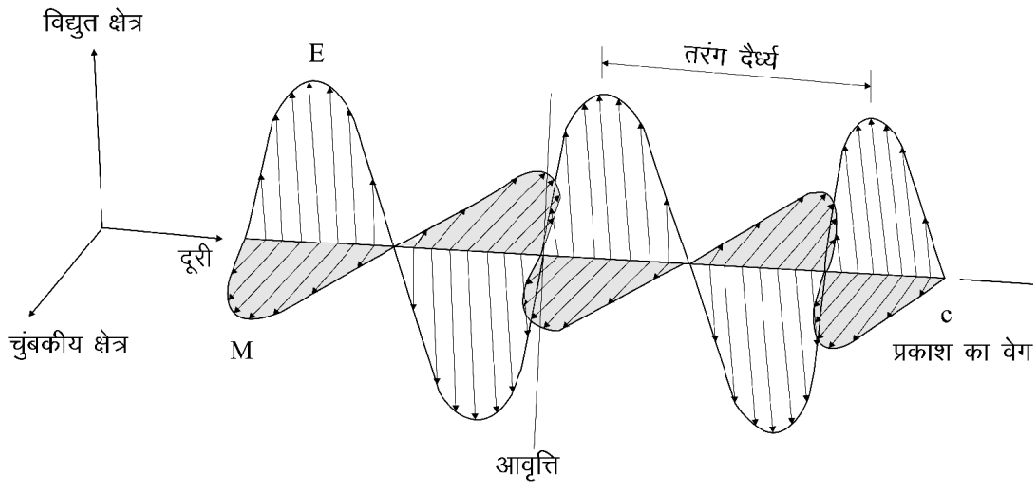
पिछले खण्ड में हम दूर संवेदन से प्राप्त आंकड़ों को प्राप्त करने की प्रक्रिया पर चर्चा कर चुके हैं। आइये अब हम इस प्रकार के आंकड़ों को प्राप्त करने की प्रक्रिया पर चर्चा करें-

**इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक ऊर्जा और इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम:** दूर संवेदन इलेक्ट्रो मैग्नेटिक ऊर्जा पर निर्भर करती है जो तरंग के रूप में प्रकाश के वेग से चलती है। इलेक्ट्रो मैग्नेटिक ऊर्जा पृथ्वी की विशेषताओं और संवेदक के बीच परावर्तन, विसरण और पुनर्विकिरण के द्वारा प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष अंत क्रिया का माध्यम है। इलेक्ट्रो मैग्नेटिक ऊर्जा के दो स्रोत हैं। पहला प्राकृतिक जैसे सूर्य और पृथ्वी तथा दूसरा कृत्रिम जैसे कैमरा फ्लैशगन और राडार। ऊर्जा का सबसे महत्वपूर्ण संसाधन सूर्य है परंतु

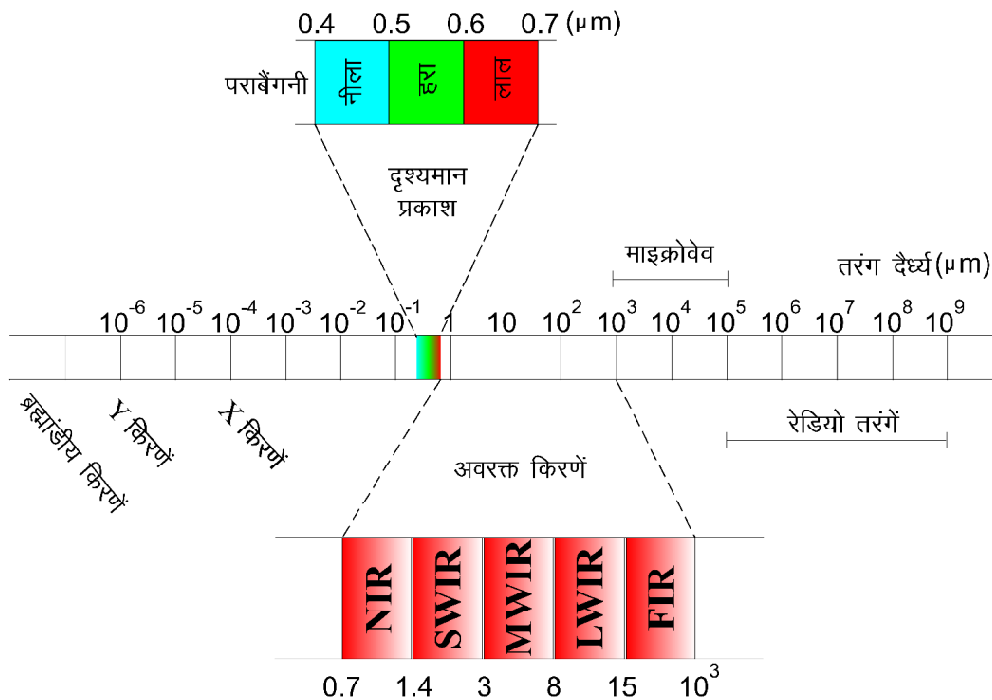


टिप्पणी

इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा पृथ्वी की सतह द्वारा उत्सर्जित भू-तापीय ऊर्जा से भी प्राप्त होती है। इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा अंतरिक्ष के माध्यम से दो क्षेत्रों में पहुंचती है- पहला क्षेत्र है इलेक्ट्रिकल और दूसरा क्षेत्र है मैग्नेटिक। इस कारण से इसको इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा कहा जाता है। तरंगों के प्रतिरूप में चलने वाली इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक ऊर्जा को मापने के लिए तीन मापकों-तरंगा दैर्ध्य, आवृत्ति और वेग का प्रयोग किया जाता है। तरंग दैर्ध्य दो क्रमिक शिखरों अथवा गर्तों की बीच की दूरी है जिसे लैम्ब्डा द्वारा प्रदर्शित किया जाता है और उसको मीटर अथवा मैनोमीटर माइक्रोमीटर में मापा जाता है। आवृत्ति किसी निश्चित बिन्दु से एक इकाई समय में गुजरने वाली तरंगों की संख्या है। इसको हर्ट्ज में मापा जाता है जो एक सेकेंड में एक चक्र के बराबर है। इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा का वेग प्रकाश के वेग के बराबर है अर्थात तीन लाख किलोमीटर प्रति सेकेंड होता है।



चित्र 2.2 इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा



चित्र 2.3 इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम



इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा वर्ग को तरंग दैर्ध्य के पैमाने पर इलेक्ट्रो मैग्नेटिक स्पेक्ट्रम कहा जाता है। यह बहुत छोटी तरंग दैर्ध्य गामा किरणों से बहुत बड़ी तरंग दैर्ध्य की रेडियो तरंगों तक विस्तृत है और इनके बीच एक्स-रे क्षेत्र, अल्ट्रावायलेट (पराबैगनी) क्षेत्र, दृश्य क्षेत्र, इन्फ्रारेड क्षेत्र और माइक्रोवेव क्षेत्र पाए जाते हैं जिन्हें स्पेक्ट्रम बैंड कहा जाता है। ऐसे स्पेक्ट्रम बैंड जो इलेक्ट्रो मैग्नेटिक ऊर्जा का अवशोषण करते हैं उन्हें अवशोषक बैंड अथवा अवशोषक क्षेत्र कहा जाता है और वे स्पेक्ट्रम बैंड जो इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा के लिए पारदर्शी होते हैं उन्हें एटमोस्फेरिक विन्डोस (वातावरण की खिड़कियां) कहा जाता है। वातावरण की ये खिड़कियां आंकड़ा प्राप्त करने के लिए रिमोट संवेदक लगाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

### प्लेटफार्म और संवेदक (संवेदक)

प्लेटफार्म एक ऐसा स्थान है जहां पृथ्वी की सतह के बारे में आंकड़े प्राप्त करने के लिए कैमरा अथवा संवेदक लगाया जाता है। पृथ्वी से ऊपर की ऊंचाई के आधार पर प्लेटफार्मों को स्थलीय, हवाई अथवा अंतरिक्षीय के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। स्थलीय संवेदक को जमीन के निकट तिपाई, भवन अथवा हाथ में पकड़े अथवा किसी वाहन पर लगाकर प्रयोगशालाओं अथवा क्षेत्रीय कार्य के लिए आंकड़ा एकत्र किया जाता है और उसके बाद ही अंतरिक्ष में हवाई संवेदक लगाए जाते हैं। विद्यालय में लगे सीसीटीवी कैमरे अथवा चलते वाहनों पर लगे कैमरे स्थलीय प्लेटफार्म के उदाहरण हैं वायुमण्डल से आंकड़ा एकत्र करने के लिए हवाई जहाजों में लगे कैमरे हवाई, प्लेटफार्म कहे जाते हैं। पहले गुब्बारों, कबूतरों और पतंगों को हवाई प्लेटफार्म के रूप में प्रयोग किया जाता था परंतु हवाई जहाजों के आने के बाद सर्वाधिक अथवा आवश्यकतानुसार आंकड़ा प्राप्त करने के लिए इनका प्रयोग किया जाता है। हवाई जहाजों का प्रयोग वायुमण्डल में किया जाता है। जहां तेज हवाओं, चक्रवातों, बादलों और तूफानों से वातावरण में हवाई जहाजों की उड़ान एवं रास्ते में बाधाएं आती हैं जिससे एकत्र आंकड़ा में त्रुटियां उत्पन्न होती हैं। वातावरण के प्रभाव से बचने के लिए अंतरिक्ष में स्थापित प्लेटफार्म का प्रयोग किया जाता है। जब किसी उपग्रह पर एक निश्चित कक्षा में संवेदक को आंकड़े प्राप्त करने के लिए लगाया जाता है तो इसे अंतरिक्ष प्लेटफार्म कहते हैं। ऊंचाई पर निर्भर होने के आधार पर दो प्रकार की कक्षाओं का उपग्रह स्थापित करने के लिए किया जाता है। लगभग 800 किलोमीटर की ऊंचाई पर ध्रुवीय कक्षा है तथा दूसरी कक्षा भू-स्थिर कक्षा है जो पृथ्वी से लगभग 36,000 किलोमीटर की ऊंचाई पर है।

ध्रुवीय कक्षा उपग्रह को सूर्य तुल्यकालिक उपग्रह के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि यह एक ही आक्षांश पर स्थानीय सूर्य समय के साथ समानता बैठाता है अथवा एक सूर्य समय पर समान ऊंचाई रखने वाले पृथ्वी के सभी स्थानों से गुजरता है। उदाहरण के लिए यदि उपग्रह भू-मध्य रेखा से 10:30 बजे गुजरता है तो प्रत्येक स्थानीय समय वाला उपग्रह भू-मध्य रेखा से 10:30 बजे अलग-अलग देशांतर पर ही गुजरता है। अतः सभी दूर संवेदन संसाधन उपग्रह ध्रुवीय कक्षा के उपग्रह हैं जैसे भारतीय उपग्रह शृंखला आई.आर.एस. (I.R.S.), अमरीकी उपग्रह शृंखला लैंड सेट (LanosQat) यूरोपीय उपग्रह शृंखला स्पॉट (SPOT), इत्यादि। एक भू-स्थिर कक्षा के उपग्रह को पृथ्वी की घूर्णन गति के समान गति की जाती है। यह उपग्रह 70° उत्तर से 70° दक्षिण अक्षांश के



टिप्पणी

निश्चित क्षेत्र की निरंतर जानकारी और आंकड़ाबेस प्रदान करता है। यह उपग्रह पृथ्वी के केवल एक तिहाई भाग को ही देख सकता है। सभी दूरसंचारी और मौसम की जानकारी देने वाले उपग्रह भू-स्थिर उपग्रह होते हैं जैसे जीसैट GSAT और इनसैट INSAT शृंखला।

संवेदक (सेंटर) एक ऐसा यंत्र है जो परावर्तित, विसरित और उत्सर्जित इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा को या तो डिजिटल संख्या अथवा छवि के रूप में एक संकेत के रूप में मापता और अंकित करता है। हमारी आंखें भी किसी चीज को देखने के लिए संवेदक के रूप में कार्य करती हैं। कैमरा भी संवेदक का एक उदाहरण है जो डिजिटल अथवा एनालॉग के रूप में फोटो प्रदान करता है। हमारे मोबाइल फोन भी संवेदक हैं जो इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रेडियो तरंगों को ध्वनि तरंगों के परिवर्तित करता है। ऊर्जा के स्रोत के आधार पर संवेदक सक्रिय अथवा निष्क्रिय हो सकते हैं। निष्क्रिय संवेदक बाहरी ऊर्जा के स्रोत जैसे सूर्य द्वारा पृथ्वी की सतह से परावर्तित ऊर्जा के साथ-साथ पृथ्वी की सतह से उत्सर्जित ऊर्जा से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। सक्रिय संवेदक ऊर्जा के अपने स्रोत को प्रयोग करते हैं। उदाहरण के लिए राडार अपनी कंपनी से पृथ्वी की सतह पर ऊर्जा भेज कर पृथ्वी को प्रकाश देते हैं और उसी ऊर्जा को पृथ्वी की विभिन्न विशेषताओं से प्राप्त करते हैं।

पृथ्वी की अन्तर्क्रियात्मक विशेषताओं से संवेदकों द्वारा प्राप्त इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा को पृथ्वी पर स्थित स्टेशनों पर डिजिटल छवियों के रूप में डाउनलोड किया जाता है। डिजिटल छवि सेल की दो आयामी सरणी अथवा चित्र तत्वों को पिक्सल कहा जाता है। प्रत्येक पिक्सल का एक संख्यात्मक मूल्य होता है जो पृथ्वी की विशेषता से परावर्तित अथवा उत्सर्जित ऊर्जा को फिक्सल मूल्य अथवा किसी संख्या से दर्शाया जाता है। यह आंकड़ा एक कच्ची छवि होती है जिसे प्रयोग करने वाले समुदाय के लिए इसकी स्थैतिक त्रुटि और सादृश्य विभेद में कमी के कारण प्रयोग करने योग्य नहीं पाया जाता। इसलिए इस कच्चे आंकड़े को स्थितिगत सटीकता और दृश्य अभिवृद्धि तकनीक के संदर्भ में सुधारा जाता है।

### छवि के तत्व और फोटो व्याख्या

उपग्रहों से प्राप्त छवियों अथवा हवाई फोटोग्राफी में हम तत्वों की दृश्यता के आधार पर विशेषताओं की पहचान करते हैं। कभी-कभी विशेषताओं की पहचान के लिए एक ही तत्व पर्याप्त होता है और कभी एक से अधिक तत्वों की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए हरा रंग वनस्पतियों को दर्शाता है लेकिन उनकी प्रजातियों को पहचानने के लिए हमें अन्य तत्वों जैसे बनावट अथवा अवस्थिति जैसे अन्य तत्वों की जरूरत होती है।

1. **रंग:** पहली बार में रंग विशेषताओं की पहचान करने के लिए अथवा दो विशेषताओं में भेद करने के लिए महत्वपूर्ण होता है। उदाहरण के लिए वनस्पतियां रंगीन छवियों में हरी दिखाई देती हैं।
2. **टोन या रंगत:** टोन को 'हल्के से गहरे' की ओर रंग की गहनता अंतर को कहा जाता है। छवि अथवा फोटोग्राफी में विशेषताएं हल्के से गहरी शेड में दिखाई देती हैं जो वस्तु की परावर्तनशीलता के गुण पर निर्भर होता है। उच्च परावर्तनशीलता हल्के टोन में दिखती है और कम परावर्तनशीलता गहरे टोन में दिखती है। उदाहरण के लिए लेटराईट मृदा गहरे टोन में





दिखती है और लवण प्रभावित मृदा उपग्रह प्रेषित छवि अथवा हवाई फोटोग्राफी में हल्के टोन में दिखाई देती है। सकल बदलाव भिन्नता को ग्रे-स्केल के रूप में दर्शाया जाता है।

3. **आकार:** छवि से विशेषताओं को उनकी लम्बाई, चौड़ाई परिमिति और क्षेत्रफल के संदर्भ में छवि अथवा फोटो स्केल के आकार से आसानी से पहचाना जा सकता है। आकार एक सापेक्ष शब्द है जो छवि अथवा फोटोग्राफ के मापक पर छोटी, मध्यम अथवा बड़ी हो सकती है। उदाहरण के लिए शहरी बस्तियों में आकार का परिवर्तन ग्रामीण बस्तियों की तुलना में अधिक होता है। राष्ट्रीय राज मार्ग की चौड़ाई स्थानीय सड़क से अधिक होती है।
4. **शेप आकृति:** कुछ विशेषताओं को उपग्रह चित्रों में उनकी आकृति से पहचाना जाता है जैसे मिस्र में पिरामिड अथवा भारत की संसद की वृताकार आकृति अथवा अमरीका की पेंटागन बिल्डिंग। मूल रूप से आकृति (शेप) का अर्थ रेखिक, वृताकार, वर्गाकार, आयताकार इत्यादि है। उदाहरण के लिए एक समेकित कृषि क्षेत्र आयाताकार अथवा वर्गाकार है। सड़कें, रेलवे और नहरों में धाराओं और नदियों से कम मोड़ होते हैं। स्टेडियम की आकृति वृताकार अथवा दीर्घ वृताकार हो सकती है।
5. **बनावट (टेक्सचर):** इसका सम्बन्ध उपग्रहीय छवि अथवा हवाई फोटोग्राफ में खुरदरेपन अथवा चिकनेपन से है। टेक्सचर, समतलीय (सम अथवा समांगी अथवा बेहद सम) से खुरदरेपन की ओर के सकल परिवर्तन के प्रबंध को कहते हैं। उदाहरण के लिए वन और धान की खेती वाले क्षेत्र का रंग तो हरा होता है परंतु टेक्सचर की भिन्नता के कारण वन का टेक्सचर खुरदरा और धान वाले क्षेत्र का टेक्सचर समतल होता है। एक अन्य उदाहरण है झील में पानी नदी अथवा समुद्र के पानी के तुलना में समतल अथवा चिकनी बनावट का होता है।
6. **प्रतिरूप (पैटर्न):** पृथ्वी की सतह की विशेषताएं भिन्न-भिन्न प्रतिरूपों को जन्म देती है जैसे नियमित, अनियमित, व्यवस्थित और अव्यवस्थित स्थानिक प्रतिरूप उदाहरण के लिए चंडीगढ़ जैसा एक योजनाबद्ध नगर का प्रतिरूप चेकबोर्ड की तरह है लेकिन बिना योजना के बनाए गए नगर की व्यवस्था बेतरतीब होती है। इसी प्रकार बाग या वन में वृक्षारोपण में पौधों की व्यवस्था नियमित होती है और प्राकृतिक वन में वृक्षों की व्यवस्था अनियमित होती है।
7. **छाया:** यह पृथ्वी पर ऊर्ध्वाधर लक्षणों की पहचान करने के लिए एक तरीका है जैसे ऊंची इमारतों अथवा पहाड़ों को उनकी छाया के चित्रों द्वारा पहचाना जा सकता है। उदाहरण के लिए कुतुब मीनार अथवा आइफिल टावर को उनकी छाया से पहचाना जाता है।
8. **स्थान अथवा अवस्थिति:** पृथ्वी पर कुछ विशेषताएं स्थान विशेष अथवा भौगोलिक अवस्थिति पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए विभिन्न भौगोलिक स्थानों पर भिन्न-भिन्न प्रकार के वन पाए जाते हैं। जैसे अधिक वर्षा वाले क्षेत्रों में सदाबहार वन पाए जाते हैं और ठंडी जलवायु में नुकीले कांटेदार वन पाए जाते हैं। किसी बड़े जल निकाय के पास परमाणु संयंत्र की अवस्थिति स्थान विशेष अवस्थिति है।





टिप्पणी

9. **संबद्धता:** उपग्रह छाया अथवा हवाई फोटो में पृथ्वी की कुछ विशेषताओं को अन्य विशेषताओं के साथ जोड़कर पहचाना जाता है। उदाहरण के लिए एक चीनी मिल गन्ने के खेत से और गन्ने के रस की टैंकी से घिरी हुई है। गन्ने का रस का टैंक, गन्ने के खेत और गोदाम चीनी मिल से जुड़े हुए हैं। किसी आबादी वाले क्षेत्र में वनस्पति वाला क्षेत्र एक पार्क हो सकता है। वाणिज्यिक केन्द्र मुख्य सड़कों रेलवे और जलमार्गों के निकट स्थित होने की संभावना होती है।
10. **रिजोल्यूशन:** छवि का पिक्सल साइज दो निकट रखी वस्तुओं को एक दूसरे से अलग दिखाने में सक्षम हो सकता है। रिजोल्यूशन कम, मध्यम या उच्च हो सकता है। छोटी और बारीक विशेषताओं को हाई रिजोल्यूशन के चित्रों अथवा छवियों से आसानी से पहचाना जा सकता है। उदाहरण के लिए भूकर स्तर के मानचित्र के लिए उच्च रिजोल्यूशन चित्रों की आवश्यकता होती है जबकि क्षेत्रीय अथवा राज्य अथवा उससे ऊपर के स्तर के मानचित्र के लिए कम रिजोल्यूशन की।



### पाठगत प्रश्न 2.1

1. दूर संवेदन का क्या अर्थ है?
2. दूर संवेदन के लाभों का वर्णन कीजिए
3. इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम क्या होता है?
4. दूर संवेदन में कितने प्लेटफार्म प्रयोग किए जाते हैं?
5. दूर संवेदन में संवेदक क्या होता है?

### 2.3 ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम (जी.पी.एस.)

ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम (जी.पी.एस.) उपग्रहों का एक जाल तंत्र है जो पृथ्वी सतह पर किसी स्थान की ठीक अवस्थिति को जानना सम्भव बनाने के लिए निरंतर जी.पी.एस. रिसीवर को सिग्नल भेजता रहता है। अतः जी.पी.एस. पृथ्वी की सतह पर किसी स्थान की अवस्थिति की जानकारी अक्षांश और देशांतर के रूप में प्रदान करता है। पहले जी.पी.एस. का अर्थ अमेरिका के रक्षा विभाग का सेटेलाइट था जिसे NAVSTAR (नैवस्टार) (Navigation Satellite Timing and Ranging) के नाम से जाना जाता था। पहला सेटेलाइट अमेरिका की वायु सेना द्वारा 22 फरवरी, 1978 को छोड़ा गया था। आज, कई देशों ने अपने सेटेलाइट भेजे हैं जैसे रूस द्वारा GLONASS, भारत द्वारा IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System), चीन द्वारा 'बाईडू' (Beidou) नेवीगेशन सेटेलाइट सिस्टम, यूरोपीयन यूनियन द्वारा गैलेलियो नेवीगेशन सेटेलाइट सिस्टम और जापान द्वारा क्वासी, जेनिथ सेटेलाइट सिस्टम (QZSS), जी.पी.एस. सिग्नल 'लाईन ऑफ साईट' अर्थात् सीधी रेखा में चलते हैं और ये

प्रायोगिक पुस्तिका



टिप्पणी

बादलों, कांच और प्लास्टिक से गुजरते हैं परंतु ठोस वस्तुओं जैसे भवनों और पहाड़ों से नहीं गुजर पाते।



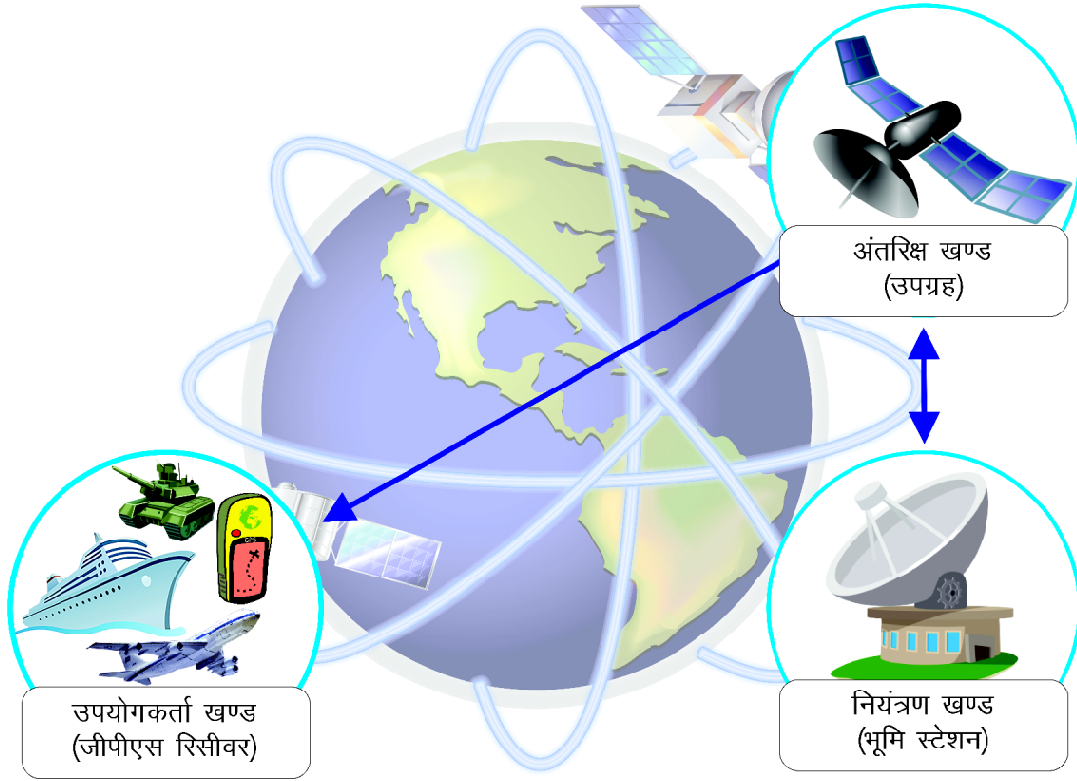
चित्र 2.4 जी.पी.एस.

### जी.पी.एस. के खण्ड

जी.पी.एस. के तीन खण्ड होते हैं जैसे अंतरिक्ष, पृथ्वी और प्रयोगकर्ता खण्ड। अंतरिक्ष खण्ड में पृथ्वी से लगभग 20 हजार किलोमीटर की ऊंचाई पर उपग्रहों की सघनता होती है और यह ऊंचाई पृथ्वी की त्रिज्या से लगभग तीन गुणा है। ये उपग्रह 13,000 किलोमीटर प्रति घंटा की चाल से गति कर रहे हैं और प्रति 12 घण्टे में पृथ्वी का एक चक्कर लगाते हैं। नैवस्टार (NAVSTAR) 24 उपग्रहों का समूह है जिनमें 21 उपग्रह सक्रिय हैं और तीन अतिरिक्त सक्रिय उपग्रह हैं। रूस का जी.पी.एस. सेटेलाइट GLONASS 24 उपग्रहों का समूह है, भारतीय जी.पी.एस. नवआईसी (Navic) आठ उपग्रहों का समूह है, चीन के सिस्टम बायड में 28 उपग्रह हैं। यूरोपीय यूनियन के गेलिलियो के 26 उपग्रह हैं जापान QZSS में 4 उपग्रह हैं। पृथ्वी खण्ड जी.पी.एस. सेटेलाइट पर नियंत्रण रखता है और बाहरी अंतरिक्ष में उनकी स्थिति को मानीटर करता है। नेवीगेशन आंकड़ा को अपलोड करने के साथ-साथ इसके सही संचालन को सुनिश्चित करता है। अमरीका के जी.पी.एस. नैवस्टार (NAVSTAR) का मुख्य नियंत्रण केन्द्र कोलारडो में है तथा इसके अतिरिक्त पूरी दुनिया में चार अन्य जमीनी केन्द्र हैं। भारत के (IRNSS) का जमीनी खण्ड केन्द्र कर्नाटक में बंगलुरु के निकट बायलालू में स्थित है तथा उससे जुड़े 21 अन्य केन्द्र भारत के विभिन्न भागों में स्थित हैं। रूस के (GLONASS) का पृथ्वी खण्ड तंत्र नियंत्रण केन्द्र रूस में क्रास्नोजनार्मेस्क में स्थित है और इसके साथ छह अन्य केन्द्र पूरे देश में हैं। चीन के बायडू का एक मुख्य नियंत्रण केन्द्र तथा 30 मानीटरिंग केन्द्र हैं। QZSS के दो मास्टर नियंत्रण केन्द्र कोबा और हिथोइता में है तथा जी.पी.एस. सेटेलाइट को मानीटर करने के लिए 4 अन्य स्टेशन है। जी.पी.एस. रिसेवर रखने वाला व्यक्ति खण्ड प्रयोक्ता है। अक्षांश और देशांतर में अपनी सही स्थिति जानने के इच्छुक लोग रक्षा, नाविक, पायलट, शिकारी जैसे कोई अन्य हो सकते हैं जो इसका प्रयोग मार्ग जानने के लिए करते हैं। सभी प्रकार के जी.पी.एस. रिसेवर्स को प्रयोगकर्ता



टिप्पणी



चित्र 2.5 जी.पी.एस. के खण्ड

जी.पी.एस. रिसेवर किस प्रकार स्थिति को निर्धारित करता है? मान लीजिए कि कोई व्यक्ति पृथ्वी की सतह पर पहले सेटेलाइट से 18000 किलोमीटर की दूरी पर जीपीएस रिसेवर के साथ है। हमारी स्थिति 18,000 किलोमीटर की त्रिज्या वाले एक काल्पनिक गोले के केन्द्र में होगी। 19 हजार किलोमीटर की दूरी पर स्थित दूसरा सेटेलाइट पहले गोले को प्रतिच्छेद कर एक सांझा गोला निर्मित करेगा। 20000 किलोमीटर की दूरी पर स्थित तीसरा उपग्रह जहां प्रतिच्छेद करेगा वहां दो सांझा बिन्दु होंगे। 16 हजार किलोमीटर की दूरी पर स्थित चौथे उपग्रह को शामिल करके, जिसका गोला पहले तीन गोलों को एक कामन बिन्दु पर प्रतिच्छेदित करेगा। वह बिन्दु ही अक्षांश और देशांतर की दृष्टि से जी.पी.एस. रिसेवर लेकर चलने वाले की वास्तविक स्थिति होगी।

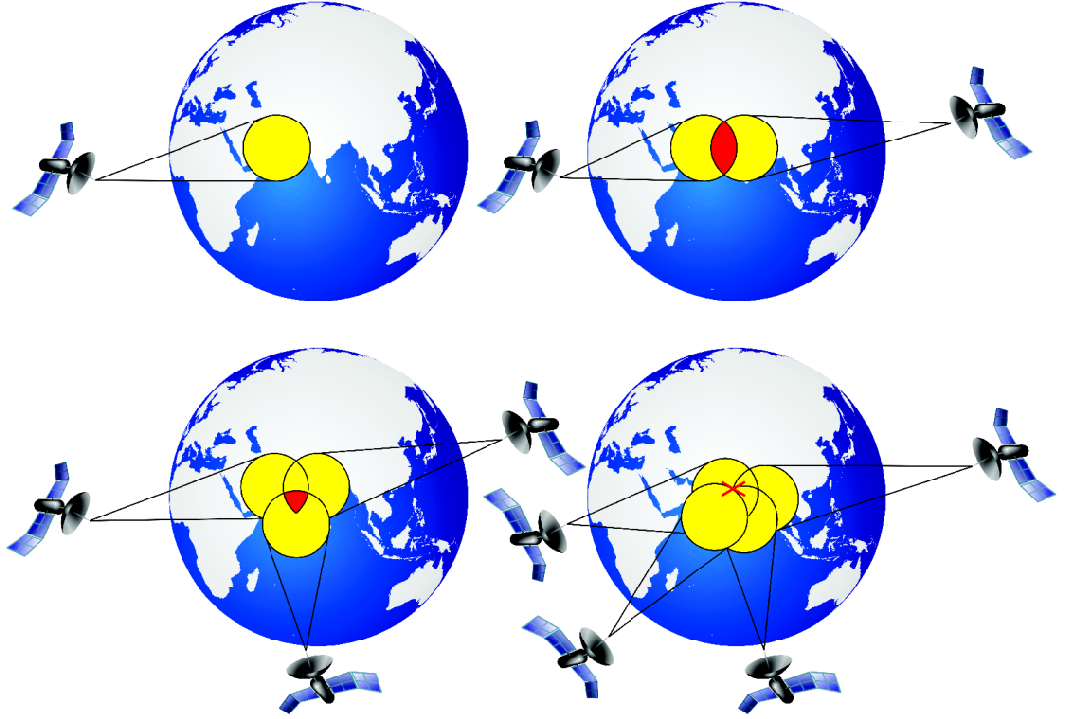
### जी.पी.एस. के उपयोग

1. **स्थिति:** यह जी.पी.एस. लेकर चलने वाले की वास्तविक स्थिति प्रदान करता है।
2. **मार्गदर्शन ( दिशा ):** यह गतिशील वाहनों जैसे जलयानों अथवा वायु-यानों में मार्ग जानने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है।



टिप्पणी

3. **ट्रैकिंग और मानीटरिंग:** यह जी.पी.एस. से लैस गतिशील वाहनों जैसे पुलिस की गाड़ियों, टैक्सियों, दूध की गाड़ियों, रेलगाड़ियों इत्यादि की चाल और स्थिति के बारे में सूचना प्रदान करता है।
4. **समय:** यह वैश्विक स्तर के पैमाने पर सही समय की जानकारी प्रदान करता है।



चित्र 2.6 स्थिति को कैसे ज्ञात करें



### पाठगत प्रश्न 2.2

1. जी.पी.एस. क्या होता है?
2. जी.पी.एस. के खण्डों की सूची बनाइये।
3. नाविक (Navic) के आंतरिक खण्ड में कितने जी.पी.एस. उपग्रह हैं?

### 2.4 भौगोलिक सूचना तंत्र ( जी.आई.एस. )

भौगोलिक सूचना तंत्र में तीन शब्द हैं, भौगोलिक का संबंध भूगोल से है जो पृथ्वी के बारे में अध्ययन का वर्णन है। भूगोल हमारी पृथ्वी के बारे में ज्ञान प्राप्त करने का प्रयास करता है। पृथ्वी अवयवों की विभिन्न विशेषताओं के तथ्यों एवं उनके बीच के संबंधों जैसे वातावरण, स्थल मंडल, जल मंडल के प्रति ज्ञान यथा सम्भव सही होना चाहिए। उपलब्ध व्यौरों के आधार पर प्राप्त सूचना मानवीय अनुभूति



और मस्तिष्कीय प्रक्रियाओं को समझने और विकसित करने के लिए सूचना को वर्गीकृत अथवा व्यवस्थित करके जानकारी प्राप्त की जा सकती है। उदाहरण के लिए हम अंग्रेजी के अक्षरों ABCD.... XYZ को याद करते हैं जिनका अपना कोई अर्थ नहीं होता। इसको आंकड़ा कहा जाता है परंतु CAT इन अक्षरों से बना शब्द है जिसका अर्थ एक पालतू जानवर 'बिल्ली' है। भौगोलिक जानकारी वाले एक मानचित्र से संकेतों अथवा संख्याओं के रूप में किसी चीज की अवस्थिति जानने में सहायता मिलती है। इस तंत्र को तत्वों अथवा वस्तुओं के एक व्यवस्थित, अंतर्सम्बन्धित समुच्चय के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो एक-दूसरे के साथ अपने उद्देश्य को पूरा करने के लिए ऊर्जा और पदार्थ के प्रवाह द्वारा जुड़ी होती है। किसी प्रणाली के अंतर्गत तत्वों को किसी शृंखला अथवा एक-दूसरे के साथ गुंथे हुए रूप में व्यवस्थित किया जा सकता है, जैसे कूलर तंत्र, राजनीतिक तंत्र या जलतंत्र इत्यादि। कूलर में पानी, बिजली, पंखा, इत्यादि एक साथ मिलकर ठंडी हवा देने के लिए काम करते हैं। आमतौर पर भौगोलिक सूचना तंत्र एक कम्प्यूटर आधारित प्रोसेसिंग प्रणाली है जिसमें कम्प्यूटर हार्डवेयर, साफ्टवेयर, आंकड़े (डेटाबेस), प्रसंस्करण और प्रशिक्षित व्यक्ति, जिन्हें जी.आई.एस. के अवयव भी कहते हैं, जिनमें भू-संबंधित स्थानिक और गैर स्थानिक आंकड़ों को प्राप्त करने, भंडारित करने और विश्लेषित करने की योग्यता होती है।

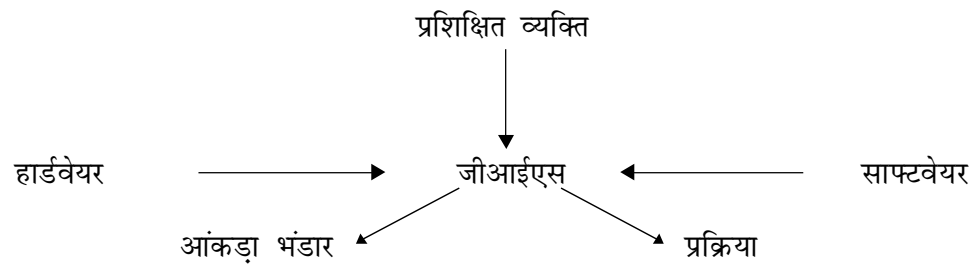
### जीआईएस के घटक

जीआईएस के पांच घटक हैं जो एक-दूसरे के साथ जुड़कर भौगोलिक अवधारणा को निष्पादित करने, मानचित्र, चार्ट और सारणीबद्ध आंकड़ों को साफ्ट कापी के साथ-साथ मुद्रित रूप (हार्ड कापी) में उपलब्ध करवाते हैं। आइये हम सब घटकों की चर्चा करें।

1. कम्प्यूटर हार्डवेयर में इनपुट उपकरण सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट (सीपीयू) और आऊटपुट उपकरण लगे होते हैं जिनमें की-बोर्ड माऊस और स्कैनर शामिल होते हैं। सीपीयू में मदरबोर्ड, प्रोसेसर, हार्डडिस्क, मेमोरी कार्ड इत्यादि होते हैं। आऊटपुट डिवाइस में डिस्प्ले यूनिट जैसे मॉनिटर, प्रिंटर, प्लॉटर और आडियो सिस्टम लगा होता है। कम्प्यूटर हार्डवेयर के सभी भाग एक-दूसरे से जुड़े होते हैं।
2. जी.आई.एस. साफ्टवेयर डिजिटलीकरण, सम्पादन, मानचित्र तैयार करने और आंकड़ों का विश्लेषण करने के लिए माड्यूल्स का एक समूह है। जीआईएस साफ्टवेयर एक कामर्शियल साफ्टवेयर और खुला स्रोत है। Arcgis, Erdas Imagine, MapInfo, Autocad मानचित्र कमर्शियल जी.आई.एस. साफ्टवेयर है एवं AGIS, GRASS इत्यादि जी.आई.एस. के खुले स्रोतों के उदाहरण हैं जो इंटरनेट पर मुक्त रूप से उपलब्ध हैं।
3. आंकड़े भंडार को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है। एक तो स्थानिक आंकड़े भंडार और दूसरा स्थानिक आंकड़े भंडार। निर्मित मानचित्र का त्रुटिहीन होना आंकड़े भंडार की प्रमाणिकता और शुद्धता पर निर्भर करता है। स्थानिक आंकड़े भंडार किसी भी प्रकार का मानचित्र, हवाई फोटोग्राफ, सेटेलाइट छवि, स्केच इत्यादि हार्ड कापी अथवा साफ्ट कापी के रूप में हो सकता है। साफ्टकापी स्थानिक आंकड़े भंडार रास्टर अथवा वेक्टर प्रारूप में हो सकता है।



4. प्रक्रिया दोष रहित और कॉपी प्रस्तुत करने योग्य परिणाम प्राप्त करने का एक सुपरिभाषित तरीका है। उदाहरण के लिए मानचित्र के उद्देश्यों और विश्लेषण पर निर्भर होकर हम अपना आंकड़े भंडार एकत्र कर रहे हैं और जीआईएस में मानचित्र तैयार करने के लिए सभी प्रकार के तरीके अपना रहे हैं। मानचित्र के रूप में विश्लेषण के विभिन्न तरीकों एवं परिणामों का प्रयोग करना 'मौलिक प्रक्रिया' है।
5. जीआईएस में सभी प्रकार की गतिविधियों के माध्यम से उपयुक्त कम्प्यूटर हार्डवेयर चुनने के लिए प्रशिक्षित व्यक्ति जीआईएस का प्रमुख घटक होता है। प्रशिक्षित व्यक्ति को भौगोलिक अवधारणाओं का ज्ञान होने के साथ-साथ कम्प्यूटरों और उनके जी.आई.एस. साफ्टवेयर का ज्ञान होना चाहिए।



चित्र 2.7 जीआईएस के घटक

### जीआईएस में आंकड़ा भंडार ( डेटाबेस )

जीआईएस आंकड़ा भंडार ( डेटाबेस ) जीआईएस वातावरण में संरचनात्मक तरीके से संग्रहित आंकड़ों का संग्रह है जो किसी भी प्रकार की जीआईएस गतिविधि में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। जीआईएस के सभी कार्य जैसे आंकड़ा संग्रहण, निस्पादन, विश्लेषण और प्रश्न पूछना इत्यादि का प्रस्तुतिकरण जीआईएस वातावरण में रखे गए आंकड़ों के प्रकार पर निर्भर करता है। वास्तविक दुनिया में सभी विशेषताएं एक-दूसरे के साथ कारण और प्रभाव के आधार पर परस्पर जुड़ी होती हैं, उदाहरण के लिए विशेष क्षेत्रों में धान की खेती को प्रभावित करने वाले कारक जैसे तापमान, वर्षा, जलवायु, मृदा और जल की परिस्थितियों को एक एकीकृत रूप में देखा जाता है परंतु जीआईएस में इन सभी घटकों या विशेषताओं को विशेषताओं की परतों के रूप में भंडारित किया जाता है जैसे जल परत, मृदा परत, तापमान परत इत्यादि। हम दो प्रकार का आंकड़ों प्रयोग कर रहे हैं। एक को स्थानिक आंकड़ों और दूसरे को गैर स्थानिक आंकड़ों कहा जाता है।

स्थानिक आंकड़ों संसार का स्थानिक अथवा भौगोलिक आंकड़ों है जिस मानचित्र के रूप में स्टोर किया जाता है। इसके लिए अनेक प्रकार के स्रोत उपलब्ध है जैसे भूपत्रक (टोपोग्राफिकल शीट्स), जनसंख्या मानचित्र, हवाई फोटोग्राफ, सेटेलाइट छवि, फील्ड स्केच इत्यादि जिन्हें विभिन्न संगठनों जैसे भारतीय सर्वेक्षण विभाग भारत की जनगणना, नेशनल दूर संवेदन सेंटर, नेशनल एटलस तथा थेमेटिक मैपिंग आर्गनाइजेशन द्वारा उपलब्ध करवाया जाता है। इस स्थानिक आंकड़ों को जीआईएस में रास्टर अथवा वेक्टर आंकड़ा स्ट्रक्चर में डिजिटली स्टोर किया जाता है। रास्टर आंकड़ा स्ट्रक्चर स्थानिक



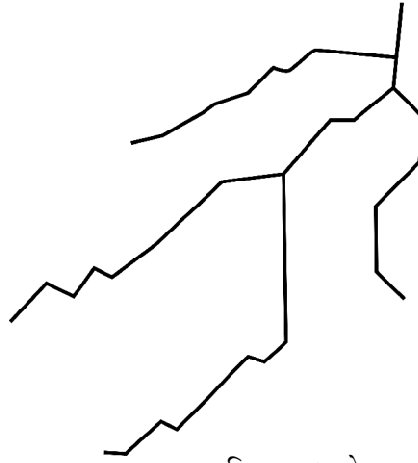
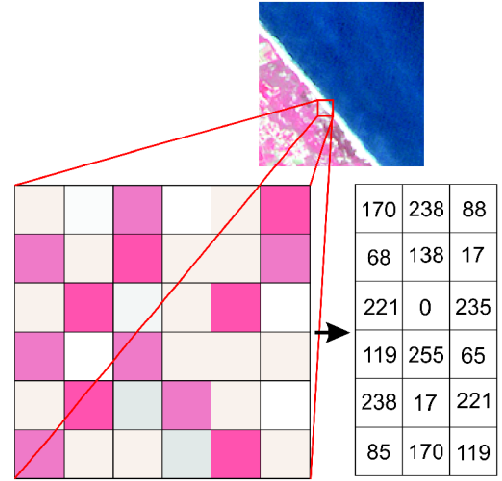
आंकड़ा को सेल्स अथवा ग्रिड फार्मेट में दो आयामों में लम्बाई और चौड़ाई में एक वर्ग के रूप में प्रस्तुत करता है। प्रत्येक पिक्सल को पंक्ति और कालम (स्तंभ) द्वारा दर्शाया जाता है। पिक्सल का आकार रास्टर आंकड़ा के रिजोल्यूशन पर निर्भर करता है। यदि पिक्सल का आकार बहुत छोटा है तो इसको हाई रिजोल्यूशन छवि कहा जाता है जो पृथ्वी की गहन जानकारी को दर्शाती है। बिन्दु विशेषता (पाऊंट फीचर) को एकल पिक्सल द्वारा दर्शाया जाता है। लाइन अथवा पोलीलाइन एक दी गई दिशा में परस्पर जुड़े अनेक पड़ोसी पिक्सलों द्वारा प्रदर्शित की जाती है। एक बहुभुज (Polygon) को साथ जुड़े पिक्सलों के समूह अथवा क्लस्टर द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। वेक्टर आंकड़ा स्ट्रक्चर में स्थानिक आंकड़ा को बिन्दु, लाईन तथा पोलीलाइन अथवा क्षेत्रफल में उसके आक्षांश और देशांतर कोआर्डिनेट्स की पहचान करके प्रस्तुत किया जाता है। ज्यामितीय रूप में बिन्दु विशेषता को आयाम रहित X और Y कोआर्डिनेट के युग्म के रूप में परिभाषित किया जाता है। पृथ्वी की विशेषताओं जैसे राज्यों की राजधानियां, बिजली के खम्बे और पर्वतों की चोटियों को बिन्दु विशेषता के रूप में अलग संकेतों द्वारा प्रस्तुत किया जाता है। रैखिक विशेषता दो या अधिक बिन्दुओं के बीच एकल आयामी सम्बन्ध है और एक ही दिशा में इस विस्तार को पोलीलाइन द्वारा दर्शाया जाता है।

संसार की सभी प्रकार की रैखिक विशेषताएं जैसे सड़क-रेल नेटवर्क, धाराएं, नहरें, पानी की पाइप लाइनें इत्यादि को पोलीलाइन द्वारा दर्शाया जाता है। पोलीगन विशेषता द्वि-आयामी रेखाओं की शृंखला है जो बिन्दुओं से जुड़ी होती हैं और एक बंद आकृति बनाकर एक क्षेत्र की विशेषताओं को दर्शाती है। बंद आकृति बनाने के लिए शुरू होने और समाप्त होने का बिन्दु एक ही होता है। सभी प्रकार की सीमाएं जैसे अंतर्राष्ट्रीय, राष्ट्रीय, भू-खण्ड, तालाब, वन, पानी इकट्ठा होने के स्थान इत्यादि को पोलीगन विशेषता द्वारा दर्शाया जाता है। मानचित्र के पैमाने के अनुसार विशेषताएं बिन्दु और पोलीगन, रेखा और पोलीगन में परिवर्तनीय हो सकती हैं। मान लीजिए कि आप छोटे पैमाने पर संसार का मानचित्र बना रहे हैं तो किसी देश की राजधानी को एक बिन्दु द्वारा दर्शाया जाता है परंतु यदि आप बड़े पैमाने पर दिल्ली का मानचित्र बना रहे हैं तो राजधानी एक पोलीगन द्वारा दर्शाई जाएगी। इसी प्रकार संसार के मानचित्र में गंगा नदी को एक पोलीलाइन द्वारा दर्शाया जाएगा लेकिन बड़े पैमाने पर प्रयागराज शहर मानचित्र में एक पोलीगन होगा।



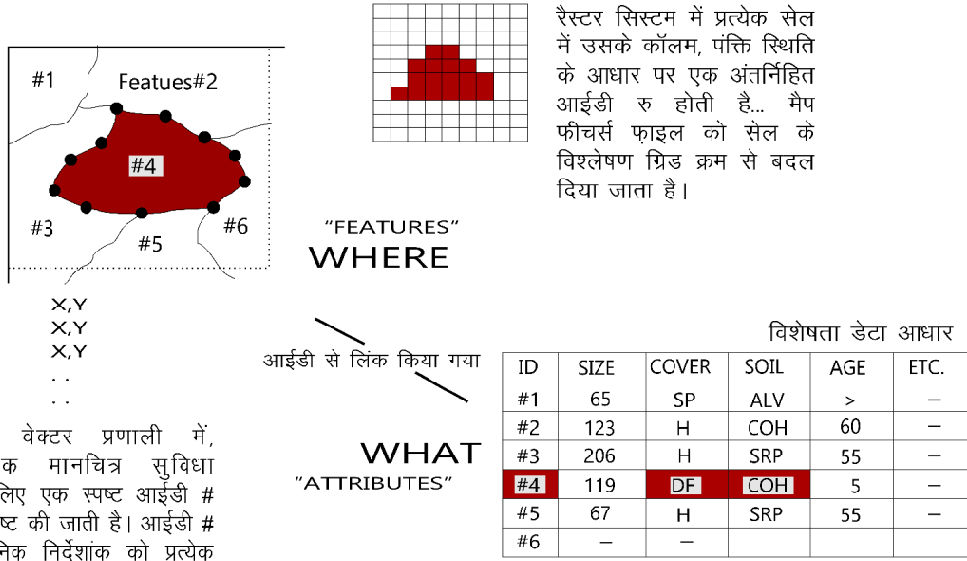


टिप्पणी



चित्र 2.8 वेक्टर और रास्टर आंकड़ा संरचना

गैर स्थानिक आंकड़े स्थानिक आंकड़ों की विशेषताओं, जिन्हें एट्रीब्यूट कहा जाता है, को दर्शाता है। ये आंकड़े प्रायः अल्फा-न्यूमेरिक होता है और नाम, जनसंख्या, लक्षण, भू-उपयोग इत्यादि विशेषताओं को पंक्तियों कालम के साथ तालिका के रूप में प्रस्तुत करता है। एट्रीब्यूट आंकड़ा स्थानिक आंकड़ा के साथ मिलकर रिलेशनल आंकड़ा संरचना तैयार करता है। रिलेशनल आंकड़ा संरचना रिलेशनल में स्थानिक और गैर स्थानिक आंकड़ा में उपलब्ध एक साझा कालम उपलब्ध है। जो एक-दूसरे की पंक्तियों को परस्पर जोड़ने और समझने के लिए अनूठा है जैसे सामान्य पहचान संख्या को प्राथमिक कुंजी कहा जाता है। प्रत्येक पंक्ति मानचित्र की किसी विशेषता को दर्शानी है और कालम किसी विशेष पंक्ति की वांछित विशेषता को दर्शाता है। मानचित्र की किसी विशेषता में परिवर्तन एट्रीब्यूट में भी परिवर्तन ला सकता है और इसके विपरीत क्रम में भी यह सही है।



चित्र 2.9 रिलेशनल आंकड़ा संरचना

### भू-स्थानिक तकनीकों का प्रयोग

भू-स्थानिक तकनीकों के केवल चार प्रमुख प्रयोग हैं जैसे मानचित्रण, निगरानी, मापन और माडलिंग। इन्हें व्यापक रूप से विभिन्न विषयों जैसे सर्वेक्षण, भू-संसाधन प्रबंधन, जल संसाधन प्रबंधन, वन प्रबंधन, कृषि में प्रयोग करने, आधारभूत संरचना प्रबंधन, आपदा प्रबंधन, अपराध प्रबंधन इत्यादि में प्रयोग किया जाता है। आइये हम संक्षेप में प्रयोग के इन तरीकों पर चर्चा करें।

1. **सर्वेक्षण में प्रयोग:** सर्वेक्षण करने वाली एजेंसियां जैसे भारतीय सर्वेक्षण विभाग, भारत की जनगणना, भारत का वन सर्वेक्षण, ज्यालोजिकल सर्वे ऑफ इंडिया जैसी अनेक एजेंसियां अपने मानचित्र तैयार करने के लिए भू-स्थानिक तकनीकों का व्यापक प्रयोग कर रही है। इन तकनीकों का प्रयोग करके सर्वे ऑफ इंडिया सभी स्थलाकृतिक और प्रशासनिक मानचित्र तैयार करती है। भारत की जनगणना जनसंख्या वितरण मानचित्र, साक्षरता पर मानचित्र इत्यादि जैसे मानचित्रों के माध्यम से जनसंख्या संबंधी जानकारी पैड करती है। भारतीय भू-वैज्ञानिक सर्वेक्षण भारत के भू-वैज्ञानिक मानचित्र, खनिज मानचित्रों को सभी प्रकार के प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष स्रोतों का उपयोग करके तैयार करती है।
2. **भूमि संसाधन प्रबंधन:** इस तकनीक का उपयोग सतह और उपसतह के बारे में जानकारी प्राप्त करने में बहुत अधिक किया जाता है। दूर संवेदन के माध्यम से भूमि उपयोग और उनके आवरण और होने वाले परिवर्तनों का आकलन किया जाता है। यह तकनीक लगभग वास्तविक समय पर सूचना प्रदान करती है जिसे भूमि संसाधनों की योजना बनाने में लागू किया जा सकता है। पृथ्वी के आंतरिक भाग की जानकारी बहुत ही सीमित है लेकिन सूचना के अप्रत्यक्ष स्रोतों और उनसे अनुमानों ने तेल और खनिज संसाधनों के आकलन के साथ-साथ भूकंपीय क्षेत्रों और ज्वालामुखियों के वितरण का मानचित्रण संभव बनाया है।



3. **कृषि:** विभिन्न प्रकार की फसलों के लिए उपयुक्त क्षेत्रों का चयन, सिंचाई प्रबंधन, फसल अनुमान और उत्पादन निगरानी के साथ-साथ बाजार की जानकारी के लिए इस तकनीक का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। पृथ्वी की भू-भौतिक विशेषताओं की सहायता से फसलों का मॉडेल निर्माण किया जा सकता है।
4. **जल संसाधन:** मौसमी या वार्षिक जल की निगरानी के लिए इस तकनीक का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग धरातलीय जल के साथ-साथ भूजल का आकलन करने और विभिन्न विषयगत जानकारी जैसे भू-आकृति विज्ञान, मृदा विज्ञान, वर्षा, नदियों, तालाब आदि को एकीकृत करके संसाधन और उनकी क्षमता के आकलन के लिए भी किया जाता है। यह बांधों, नहरों के निर्माण के लिए उपयुक्त क्षेत्रों के चयन, जल पुनर्भरण संरचनाओं, बर्फ और पानी का विश्लेषण, अपवाह मॉडलिंग आदि के लिए बहुत सहायक है यह तकनीक जल संसाधनों में अवसादन या रासायनिक प्रदूषक, तेल की परतों आदि की निगरानी भी करती है और जानकारी भी उपलब्ध कराती है।

यह तकनीक जल संसाधनों में रासायनिक प्रदूषकों और तेल के उपस्थिति की जानकारी प्रदान करती है और मानीटर भी करती है।

5. **मौसम विज्ञान:** हम दैनिक रूप से अखबारों, रेडियो और टेलिविजन पर मौसम की जानकारी प्राप्त करते हैं। यह भू-स्थानिक प्राद्योगिकी के प्रयोग का एक उदाहरण है। हम विभिन्न मौसम केन्द्रों से वर्षण और तापमान का आंकड़ा एकत्र करते हैं और इसे आंकड़ा को प्रक्षेपित कर स्थानिक वितरण को अनेक प्रक्षेपण विधियों के प्रयोग से जानते और समझते हैं। बादलों की गति एवं तूफानों की निगरानी के बारे में दूर संवेदन तकनीक के उपयोग से जानकारी प्राप्त करना संभव है। अतः इस प्रौद्योगिकी ने मौसम संबंधी जानकारी के मानचित्रों और माडलिंग में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।
6. **वन संसाधन:** वनों के बारे में विश्वसनीय जानकारी उनके प्रबंधन के लिए अत्यावश्यक है। दूर संवेदन प्रौद्योगिकी वनों की प्रजातियों, निर्वनीकरण, वनीकरण, अतिक्रमण, जंगल की आग और क्षति आकलन का आवधिक आंकड़ा प्रदान करती है।
7. **मूलभूत संरचना प्रबंधन:** राष्ट्र निर्माण एवं जीवन की गुणवत्ता में अभिवृद्धि के लिए सड़क रेल नेटवर्क की योजनाएं, शिक्षण संस्थान, चिकित्सकीय सुविधाएं, विद्युत सुविधा के विकास, पार्को, अग्निशमन केन्द्रों की अवस्थिति इत्यादि का बहुत महत्व है। यहां भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी आधारभूत संरचना विकास और उसके प्रबंधन के लिए योजनाएं बनाने में बहुत उपयोगी है।
8. **आपातकालीन प्रबंधन:** दूर संवेदन से आपदा से पूर्व और पश्चात् की सूचनाएं प्राप्त होती है जैसे बाढ़, भू-स्खलन, तूफान, भूकम्प, जंगल की आग की जानकारी प्राप्त करना और जीआईएस प्रौद्योगिकी की सहायता से जनजीवन को हुई क्षति के समय में निर्णय लेने में सहायता मिलती। इस प्रकार की जानकारी और निर्णय उपकरण निर्माण के तैयारी और बचाव के उपायों के लिए आवश्यक योजनाएं बनाने एवं आपदा ग्रस्त क्षेत्रों के आकलन और उनके मानचित्र के लिए बहुत आवश्यक हैं।



टिप्पणी

9. **अपराध प्रबंधन:** भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी अपराध की घटनाओं की निगरानी, अनुमान लगाने एवं प्रबंधन के लिए बहुत उपयोगी है जैसे कि आपराधिक घटनाओं के इतिहास का विश्लेषण करने, अपराध के मुख्य केन्द्रों की पहचान करने और भविष्यवाणियां करने के लिए। आपराधिक घटनाओं को सामाजिक परिस्थितियों से जोड़ने तथा कानून लागू करने के प्रयास जैसे सीसीटीवी कैमरे लगाने, पुलिस निरीक्षण चौकियां और दिन-रात की पेट्रोलिंग के लिए जीआईएस आधारित विश्लेषण बहुत उपयोगी है।

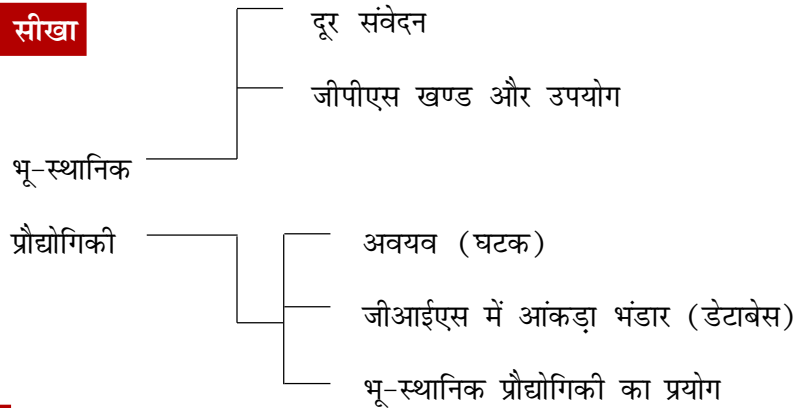


**पाठगत प्रश्न 2.3**

1. जीआईएस के अवयव (घटक) क्या हैं?
2. स्थानिक आंकड़ा भंडार (डेटाबेस) क्या होता है?
3. गैर स्थानिक आंकड़ा भंडार क्या होता है?



**आपने क्या सीखा**



**पाठांत प्रश्न**

1. भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी की व्याख्या कीजिए।
2. दूर संवेदन प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए।
3. छवि (चित्र) के तत्व तथा फोटो की व्याख्या पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
4. स्थानिक और गैर स्थानिक आंकड़ों के बीच अंतर कीजिए।
5. कोई ऐसे तीन क्षेत्र सुझाइये जहां भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी का प्रयोग किया जा सकता है।

प्रायोगिक पुस्तिका के लिए अभ्यास

1. कोई फोटो लीजिए और उसकी विशेषताओं को फोटो/चित्र तत्व जैसे रंग, आकार और आकृति इत्यादि के आधार पर पहचान कीजिए।
2. अपनी प्रायोगिक पुस्तिका में एक इलेक्ट्रोमैग्नेटिक स्पेक्ट्रम खींचिए और प्रत्यक्ष दिखने वाले



क्षेत्रों की पहचान कीजिए।

3. तीन प्रकार का स्थानिक आंकड़ा एकत्र कीजिए और उनका वर्णन कीजिए।
4. पंक्तियों और कालमों का वर्णन करने वाला एक गैर स्थानिक आंकड़ा एकत्र कीजिए।



### पाठगत प्रश्नों के उत्तर

#### 2.1

1. दूर संवेदन किसी वस्तु को बिना छुए, उसके बारे में आंकड़ा प्राप्त करना होता है।
2. दूर संवेदन पृथ्वी के लक्षणों/विशेषताओं की उपग्रह छवि और हवाई फोटोग्राफ प्रदान करती है।
3. तरंग दैर्ध्य मापक पर इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा के वर्ग को इलेक्ट्रो मैग्नेटिक स्पेक्ट्रम कहते हैं।
4. तीन प्रकार के प्लेटफार्म होते हैं- स्थलीय, हवाई और अंतरिक्षीय
5. संवेदक एक ऐसा उपकरण है जो परावर्तित, विसरित और उत्सर्जित इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा को एक डिजिटल संख्या अथवा छवि के रूप में एक सिग्नल (संकेत) के तौर पर मापता और रिकार्ड करता है।

#### 2.2

1. जीपीएस एक ऐसा उपकरण है जिसको फील्ड वर्क अथवा सर्वेक्षण के लिए प्रयुक्त किया जाता है जिससे हमें पृथ्वी की विभिन्न विशेषताओं की अवस्थिति प्राप्त करने तथा दूर संवेदन से प्राप्त वर्गीकृत थिमेटिक जानकारी की जांच करने में उपयोगी होता है।
2. जी.पी.एस. में तीन खण्ड होते हैं जैसे अंतरिक्षीय, स्थलीय और प्रयोगकर्ता खण्ड
3. 8 उपग्रह

#### 2.3

1. पांच अवयव होते हैं- जैसे कम्प्यूटर हार्डवेयर, जी.आई.ए. साफ्टवेयर, आंकड़ावेसिस, विधि और प्रशिक्षित व्यक्ति
2. किसी प्रकार का मानचित्र, हवाई फोटो, उपग्रह से प्राप्त छवि, स्केच इत्यादि का हार्ड अथवा साफ्टकापी में होना स्थानिक आंकड़ा हो सकता है।
3. गैर स्थानिक आंकड़ा स्थानिक आंकड़ा की विशेषताओं, जिन्हें एट्रोब्यूट आंकड़ा कहा जाता है, को दर्शाता है। ये आंकड़ा प्रायः अल्फा-न्यूमेरिक होता है और नाम, जनसंख्या की विशेषताएं, भूमि उपयोग की जानकारी पंक्तियों और कालम वाली तालिका के रूप में प्रस्तुत करता है।