VIDYA UNIVERSITY PRESS

TOUCH n PASS

सर्वश्रेष्ठ परीक्षा पथ-प्रदर्शक

B.A.
तृतीय वर्ष
(डिग्री कोर्स)
सेमेस्टर-V

भूगोल

रिमोट सेंसिंग और जी०आई०एस० की मूल बातें

SYLLABUS

UNIT-I

Remote Sensing : Definition, Type, Scope and Historical Development, Types,of Satellites.

UNIT-II

Electro-magnetic radiation : Characteristics, spectral regions and bands. Stages or Process of Remote Sensing.

UNIT-III

Remote sensing satellites : Platform and sensors, Resolution; Spatial, Spectral, Temporal, Radiometric Resolution.

UNIT-IV

Types and their characteristics of aerial photographers. Basic of image interpretation an Its application.

UNIT-V

Introduction to GIS : Definition, concept and history of GiS.

UNIT-VI

Remote Sensing and GIS applications in Urban Planning, Agriculture, Forestry, Land use/Land cover Mapping, Oceanic Studies and Disaster Management.

UNIT-VII

Computer fundamentals for GIS, GIS Packages like ARC GIS, EROAS, QGI etc.

UNIT-VIII

Coordinate system, Datum, Raster and vector data. File Formats (Like Geo-TIff, JPEG, PNG, IMG, SHP, KML etc.)

TOUCH n PASS

VIDYA®
UNIVERSITY PRESS

पंजीकृत कार्यालय
विद्या एम्पायर, बागपत रोड,
मेरठ, उत्तर प्रदेश (NCR) 250 002
www.vidyauniversitypress.com

© प्रकाशक

लेखन एवं सम्पादन
शोध एवं अनुसन्धान प्रकोष्ठ

मुद्रक
विद्या यूनिवर्सिटी प्रेस

TOUCH 'n' PASS

विषय-सूची

UNIT-I	:	सुदूर संवेदन	...3
UNIT-II	:	विद्युत चुम्बकीय विकिरण	...25
UNIT-III	:	सुदूर संवेदन सैटेलाइट	...43
UNIT-IV	:	वायु फोटोग्राफी के प्रकार और विशेषताएँ	...65
UNIT-V	:	जी०आई०एस० का परिचय	...80
UNIT-VI	:	सुदूर संवेदन और जी०आई०एस० अनुप्रयोग	...91
UNIT-VII	:	जी०आई०एस० का कम्प्यूटर मूलभूत सिद्धान्त	...106
UNIT-VIII	:	समन्वय प्रणाली, डेटम, रास्टर और विक्टर डेटा, फाइल प्रारूप	...116

UNIT-I

सुदूर संवेदन

Remote Sensing

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन की आवश्यकताएँ लिखिए।
Write the needs of remote sensing.

उत्तर सुदूर संवेदन की निम्नलिखित आवश्यकताएँ हैं—

1. सुदूर संवेदन एक अन्तरानुशासिक क्रिया है, जिसमें किसी सुदूर प्लेटफॉर्म से प्रेक्षित आँकड़ों का विश्लेषण करने, प्राकृतिक संसाधनों की तालिका, मॉनीटरन व मूल्यांकन के लिए इसकी आवश्यकता है।
2. प्रदूषण की समस्या तथा जलवायु के क्षेत्र में मौसम के पूर्वानुमान, जैसे—कार्यों को पूरा करने में मदद प्राप्त करने के लिए।
3. आर्थिक कार्यों के अलावा समस्त देशों में राष्ट्रीय प्रतिरक्षा के क्षेत्र में सुदूर संवेदन की आवश्यकता है।
4. फसल उत्पादन, फसल नाशक जीवों तथा रोगों की चौकसी, मृदा आर्द्रता अनुमान लगाने हेतु।
5. प्रदूषण मॉनीटरन, महासागर उत्पादकता, समुद्र तल उद्‌भव के प्रभाव, वर्षण अनुमान, जैव विविधता तथा जैव मात्रा के अनुमान लगाने हेतु।
6. भू-सम्पत्ति मानचित्रण व संसाधन प्रबन्धन के प्रतिरूपों की रचना करने हेतु।

प्र.2. सुदूर संवेदन के उद्देश्य लिखिए।
Write the objectives of Remote Sensing.

उत्तर सुदूर संवेदन के उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

1. जैव विविधता के सन्दर्भ में पूर्वानुमान लगाना।
2. अगम्य तथा दुर्गम क्षेत्रों का प्राथमिक मानचित्रण करना।
3. मनुष्य एवं वातावरण के मध्य बदलते सम्बन्धों की जानकारी अर्जित करना।
4. पर्यावरण प्रदूषण तथा अवनयन का ज्ञान अर्जित करना।
5. पारम्परिक सर्वेक्षण के स्थान पर कम समय में व्यापक क्षेत्र का सर्वेक्षण करना।
6. भूमण्डलीय समस्याओं; जैसे—वैश्विक तपन, हिम क्षेत्रों का पिघलना, हरित गृह प्रभाव, जल स्तर का बढ़ना तथा ओजोन अवक्षय की जानकारी देना।

प्र.3. उपग्रह क्या है?
What is Satellite?

उत्तर उपग्रह कोई खगोलीय पिण्ड अथवा मशीन हो सकती है, जो किसी ग्रह अथवा तारे की परिक्रमा करता है; जैसे—पृथ्वी को एक उपग्रह कह सकते हैं क्योंकि यह सूर्य की परिक्रमा करती है। इसी प्रकार से चन्द्रमा एक उपग्रह है क्योंकि यह पृथ्वी की परिक्रमा करता है। इसके अतिरिक्त इन्सानों के द्वारा बनायी गयी विभिन्न प्रकार की मशीनें जो कि किसी विशेष कार्य के लिए अन्तरिक्ष में भेजी जाती हैं, वे भी उपग्रह हैं।

TOUCH 'n PASS

प्र.4. भारत में उपग्रहों का संक्षिप्त इतिहास बताइए।

State the brief History of Satellites in India.

उत्तर प्राचीनकाल से ही अन्तरिक्ष के प्रति व्यक्तियों में जिज्ञासा रही है तथा पीढ़ी-दर-पीढ़ी ये जिज्ञासा बढ़ती गयी। कुछ देशों ने तो अन्तरिक्ष अनुसन्धान के क्षेत्रों में वास्तव में झण्डे गाढ़ दिए हैं। वर्तमान में भारत भी इस क्षेत्र में आगे बढ़ रहा है।

भारत में अन्तरिक्ष कार्यक्रम की शुरुआत सन् 1962 में प्रसिद्ध अन्तरिक्ष वैज्ञानिक **डॉ० विक्रम साराभाई** की अध्यक्षता में गठित भारतीय राष्ट्रीय अन्तरिक्ष अनुसंधान समिति के साथ हुई। सन् 1963 में केरल के थुंबा में साउंडिंग रॉकेट लाँचिंग फैसिलिटी सेंटर की स्थापना भारत के अन्तरिक्ष कार्यक्रम की दिशा में एक महत्त्वपूर्ण कदम था। भारत ने 21 नवम्बर, सन् 1963 को अपना पहला रॉकेट नाइक एपाश प्रक्षेपित किया था। 15 अगस्त, सन् 1969 को इसी भारतीय राष्ट्रीय अन्तरिक्ष अनुसंधान समिति को पुनर्गठित करके 'भारतीय अन्तरिक्ष अनुसन्धान संगठन' (Indian Space Research Organization) की स्थापना गई थी, जिसे वर्तमान समय में इसरो (ISRO) कहा जाता है। अन्तरिक्ष अनुसन्धान को स्वतन्त्र अस्तित्व देने के लिए सन् 1972 में अन्तरिक्ष आयोग व अन्तरिक्ष विभाग का गठन किया गया था। 19 अप्रैल, सन् 1975 को उपयोग के तौर पर आर्यभट्ट नामक उपग्रह को अन्तरिक्ष में भेजा गया तथा इसके पश्चात् इसरो ने फिर कभी पीछे मुड़कर नहीं देखा तथा वर्तमान में इसरो विश्व की शीर्ष अन्तरिक्ष एजेन्सियों में से एक है।

प्र.5. सुदूर संवेदन किसे कहते हैं?

What is called the Remote Sensing?

उत्तर सुदूर संवेदन को दूर संवेदन भी कहते हैं। इसका तात्पर्य है किसी वस्तु को स्पर्श किए बिना ही उस वस्तु की सूचना प्राप्त करना 'दूर संवेदन' कहलाता है।

दूर संवेदन का महत्त्व विगत कुछ वर्षों में लगातार बढ़ता हुआ नजर आ रहा है। वास्तव में इससे सम्बन्धित तकनीकों में तुलनात्मक रूप से अधिक सुधार होने के कारण यह आज के भूमण्डलीय वातावरण को समझने का अकेला सबसे महत्त्वपूर्ण साधन बन गया है। वर्ष 1906 से पहले पृथ्वी, सूर्य, नक्षत्र, ग्रह, उपग्रह आदि के प्रत्यक्षीकरण की हमारी क्षमता स्वत: प्रेरणा (Self obsercilion) तथा दृश्य प्रकाश द्वारा फोटोग्राफों पर निर्भर थी। लेकिन आज दूर संवेदन की सहायता से हम अधिक बड़े तरंग दैर्ध्यों पर ब्रह्माण्ड को देख सकते हैं एवं वायुयानों एवं कृत्रिम उपग्रहों में हम इन उपकरणों को रखकर लिए गये प्रतिबिम्बों का विश्लेषण करके अनेक विषय से सम्बन्धित सूचनाएँ प्राप्त कर सकते हैं।

प्र.6. दूर-संवेदन के लाभ लिखिए।

Write the advantages of Remote Sensing.

उत्तर दूर संवेदन के लाभ निम्नलिखित हैं—

1. यह किसी बड़े यंत्र का विहंगम दृश्य प्रस्तुत करता है।
2. यह समय आधार रेखा पर विश्वसनीय तथा वास्तविक सूचनाएँ प्रदान करता है।
3. यह भूमि सर्वेक्षण की अपेक्षा कम खर्चीली है और इससे सूचनाएँ शीघ्र ही एकत्र हो जाती हैं।
4. यह दृष्टिगोचर तथा डिजिटल व्याख्या के लिए क्रमश: सदृश तथा डिजिटल आँकड़े प्रदान करता है।
5. यह किसी भी यंत्र के ऊपर कई बार गुजरता है जिससे चित्रों की पुनरावृत्ति होती है। इससे समयानुसार होने वाले परिवर्तनों को समझने में सहायता मिलती है।

प्र.7. भारत में दूर-संवेदन का क्या उपयोग है?

What is the application of Remote Sensing in India?

उत्तर भारत में दूर-संवेदन तकनीक के क्षेत्र में प्रशंसनीय प्रगति हुई है। वर्तमान में वन संसाधन के क्षेत्र, वन मानचित्रण, घास स्थल मानचित्रण तथा स्थानान्तरी कृषि मृदा के क्षेत्र में मृदा वर्गीकरण, क्षारीय व लवण मृदा का मानचित्रण, परती भूमि का सीमांकन, जल संसाधन के क्षेत्र में भू-पृष्ठ जल तालिका (Surface Water Inventary), सिंचाई जल प्रबन्धन खनिजों की खोज, प्रदूषण की समस्या एवं जलवायु के क्षेत्र में आगामी मौसम पूर्वानुमान जैसे महत्त्वपूर्ण कार्यों में दूर संवेदन का भरपूर प्रयोग हो रहा है।

TOUCH 'n' PASS

प्र.8. NRSA क्या है?
What is the NRSA (National Remote Sensing Agency).

उत्तर हैदराबाद के निकट बालानगर (Balanagar) में स्थित (National Remote Sensing Agency (NRSA)) महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। इसकी स्थापना 1972 में हुई थी। इस संस्था के कार्यक्रमों द्वारा एकत्र की गई सूचना अति आधुनिक तथा विश्वसनीय होती है। कई उन्नत देश इन सूचनाओं के महत्त्व को समझते हैं और वे इन सूचनाओं को भारत से खरीदते हैं। भारत की राष्ट्रीय दूर-संवेदन एजेंसी (National Remote Sensing Agency) विदेशों में भी सक्रिय है।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन के विकास का उल्लेख कीजिए।
Explain the development of Remote Sensing.

उत्तर

सुदूर संवेदन का विकास
(Development of Remote Sensing)

वर्तमान में अन्तरिक्ष आधारित सुदूर संवेदन का विकास हवाई छाया-चित्रण तकनीक से प्रारम्भ हुआ है। 1840 में पेरिस स्थित प्रेक्षणशाला के निदेशक अर्गो (Argo) ने स्थलाकृतिक सर्वेक्षण में छाया-चित्रण के प्रयोग की सम्भावना व्यक्त की। 1858 में गैसयर्ड फेलिक्स दूर्नाचन नामक फ्रांसीसी फोटोग्राफर ने सबसे पहले हवाई छायाचित्र खींचा था जबकि 1880 तक मौसम सम्बन्धी आँकड़ों की प्राप्ति हेतु पतंगों का काफी प्रचलन हो चुका था। 1882 में ई०डी० आर्कीबाल्ड नामक अंग्रेज मौसम-विज्ञानी ने पंतग छाया-चित्रण के द्वारा सबसे पहले वायु छायाचित्र खींचा था। हवाई छाया-चित्रण को सर्वाधिक प्रोत्साहन द्वितीय विश्वयुद्ध में मिला। हवाई छायाचित्रों की प्राप्ति व उनके विश्लेषण की तकनीकों के विकास का आधारभूत कारण, सैन्य उद्देश्यों की पूर्ति था। युद्ध-रणनीति के सन्दर्भ में विकसित हवाई चित्रण की भी कुछ सीमाएँ थीं क्योंकि हवाई जहाज में व्यवस्थित कैमरे से धरातल के छायाचित्र लेना तो सम्भव हो गया था, लेकिन एक बार की उडान में सीमित क्षेत्र का ही छाया-चित्रण सम्भव था तथा वायुयानों को एक निश्चित सीमा से ऊँचा नहीं उड़ाया जा सकता था। इस प्रक्रिया को वृहद् और कम खर्चीली बनाने हेतु सुदूर संवेदन तकनीक का विकास हुआ।

द्वितीय विश्वयुद्ध में जर्मनी द्वारा प्रयुक्त V-2 रॉकेटों के आधार पर संयुक्त राज्य अमेरिका ने सन् 1949 में अपना रॉकेट ब्रह्माण्ड में प्रक्षेपित किया। सन् 1950 के बाद संयुक्त राज्य अमेरिका एवं तत्कालीन सोवियत रूस के अन्तरिक्ष कार्यक्रमों को लेकर प्रतिस्पर्धा होने लगी। इसमें बाजी तब सोवियत रूस के हाथ लगी जब सन् 1957 में उसके द्वारा स्पुतनिक-1 उपग्रह अन्तरिक्ष में छोड़ा गया। सन् 1959 में चन्द्रमा सम्बन्धी अनुसंधान करने के लिए सोवियत रूस ने ही लुनिक 1, 2, 3 कृत्रिम उपग्रहों को चन्द्रमा की ओर रवाना किया।

12 अप्रैल, 1961 को सोवियत संघ के यूरी गागरिन (Yuri Gagarin) ने संसार का प्रथम अन्तरिक्ष मानव-यात्री बनने का गौरव प्राप्त किया। उन्होंने अपनी 1 घण्टा 48 मिनट की अन्तरिक्ष यात्रा में वोस्टक-1 (Vostak-1) अन्तरिक्ष-यान के द्वारा लगभग 325 किमी ऊँचा उड़ते हुए समस्त पृथ्वी का चक्कर लगाया था।

1960-61 में वियतनाम युद्ध में संयुक्त राज्य अमेरिका ने सुदूर संवेदन-तकनीक की व्यापक संभावनाओं को प्राप्त किया, जब हमला करके जंगलों में छिप जाने वाले वियतनामी छापामारों को तलाशने हेतु अमेरिकी हवाई जहाजों के कैमरे में मिथ्या रंग-संयोजन (False Colour Composite) वाले छायाचित्रों को प्राप्त करके पेड़ों के हरे रंग और छापामारों के नीले रंग द्वारा उनकी पहचान की जाती थी। 5 मई, 1981 में अमेरिकी अन्तरिक्ष यात्री ऐलन बी० शेपर्ड ने अन्तरिक्ष से 150 फोटो खींचे जो उसने मर्करी उपग्रह में बैठकर सम्भव किया। इसी मर्करी उपग्रह से ही 20 फरवरी, 1962 में जोहन ग्लेन नामक अमेरिकी अन्तरिक्ष यात्री ने पृथ्वी की परिक्रमा करते हुए धरातल के कई चित्र लिये। 22 जुलाई, 1962 में ही संयुक्त राज्य अमेरिका ने टेलीविजन-कार्यक्रम हेतु 'टेलस्टार उपग्रह' अन्तरिक्ष में छोड़ा। सन् 1967 में ऑर्बिटर कार्यक्रमों में चन्द्रमा की सतह का पूरा परिशुद्ध मानचित्रण कर लिया गया। दिसम्बर 1968 में अपोलो-8 नामक अमेरिकी अन्तरिक्षयान ने चन्द्रमा की 10 बार परिक्रमा की। अपोलो-9 नामक उपग्रह से धरातलीय संसाधनों के कई चित्र प्राप्त किये गये। अपोलो-11 अन्तरिक्षयान से जुलाई, 1969 में पहली बार अमेरिकी अन्तरिक्ष यात्री नील आर्मस्ट्रांग चन्द्रमा के तल पर उतरा।

TOUCH 'n PASS

संयुक्त राज्य अमेरिका ने अपने अन्तरिक्ष कार्यक्रम का व्यवस्थित तरीके से विकास किया। सन् 1958 में राष्ट्रीय हवाई तथा अन्तरिक्ष प्रशासन (NASA—National Aeronautics & Space Administration) की स्थापना हो गई थी। सन् 1972 से ही धरातलीय संसाधनों के सर्वेक्षण हेतु अमेरिका ने ERTS (Earth Resource Technology Satellite) की उपग्रहीय शृंखला का प्रक्षेपण प्रारम्भ किया। इसी को अगले चरण में LANDSAT नाम दिया गया। इन उपग्रहों से प्राप्त जानकारी को LACIE (Large Scale Area Crop Inventory Experiment) नाम दिया गया। सन् 1980 के बाद LACIE कार्यक्रम का अधिकतर विस्तार किया गया। इसी क्रम में फ्रांस ने भी सन् 1985, सन् 1990 में क्रमशः SPOT-1, SPOT-11 उपग्रह प्रक्षेपित किये। इन्हीं का अनुकरण करते हुए जर्मनी, जापान, भारत, चीन और कोरिया ने भी उपग्रह, अन्तरिक्ष में स्थापित किये हैं।

प्र.2. सुदूर संवेदन का संक्षिप्त परिचय दीजिए।
Give the short introduction to Remote Sensing.

उत्तर

सुदूर संवेदन परिचय
(Introduction to Remote Sensing)

सुदूर संवेदन (Remote Sensing)—सामान्यतः **'सुदूर संवेदन'** (Remote Sensing) शब्द दो शब्दों 'सुदूर' (Remote) और 'संवेदन' (Sensing) से मिलकर बना है। इसमें 'सुदूर' का अर्थ बहुत दूर (Far away) और 'संवेदन' का अर्थ विश्वास करना, देखना और कुछ सूचनाएँ प्राप्त करना है अर्थात् 'सुदूर संवेदन' का अर्थ दूर से वस्तुओं की सूचनाएँ प्रदान करना है।
हम अपने 5 संवेदनों में से 3 का प्रयोग सुदूर संवेदकों के रूप में करते हैं।

(i) जब हम स्टेडियम में टेनिस का मैच देखते हैं। (दृश्य संवेदक)
(ii) जब कढ़ाई में ताजा सब्जी बनती है। (सूंघने वाला संवेदक)
(iii) जब हम टेलीफोन की घण्टी सुनते हैं। (श्रवण संवेदक)
इनके अतिरिक्त दो ऐसे संवेदक हैं जिनका प्रयोग दूरस्थ नहीं हो सकता—
(iv) स्पर्श करके रेशमी कमीज का चिकनापन अनुभव करते हैं। (स्पर्श संवेदक)
(v) आम की मिठास चखकर अनुभव करते हैं। (स्वाद संवेदक)

अतएव सुदूर संवेदन किसी घटना या वस्तु के सम्बन्ध में शीघ्र एवं तीव्र टोह लगता है।
सुदूर संवेदन को हम अन्य रूप में भी सरलतापूर्वक समझ सकते हैं। हमारे आस-पास स्थित किसी वस्तु की जानकारी प्राप्त करनी है, तो हमारी आँखें एक संवेदक (Sensor) का कार्य करती हैं। ये वस्तु की आकृति का चित्र ग्रहण कर हमारे मस्तिष्क तक पहुँचाती हैं तथा यह प्राकृतिक कम्प्यूटर वस्तु का विश्लेषण करता है। इस विश्लेषण से प्राप्त सूचना के आधार पर हमें वस्तु की जानकारी मिल जाती है। जब हम कोई पुस्तक पढ़ते हैं, तो भी सुदूर संवेदन कहा जाता है, क्योंकि इसमें हमारी आँखें संवेदक का कार्य करती है। ये संवेदक पृष्ठ के काले व सफेद स्थानों को परावर्तित (Reflected) प्रकाश या विद्युत चुम्बकीय विकरण (Electromagnetic Radiation) के अनुरूप आवेगों को ग्रहण कर मस्तिष्क में पहुँचाता है। यह मस्तिष्क इन सूचनाओं का विश्लेषण कर देता है, जिससे हमें काले-सफेद स्थानों से अक्षरों का बोध हो जाता है तथा हम पुस्तक को पढ़ पाते हैं।

प्र.3. लैंडसेट उपग्रह की विशेषताओं का उल्लेख कीजिए।
Explain the characteristics of Landsat Satellites.

उत्तर

लैंटसेट उपग्रह की विशेषताएँ
(Characteristics of Landsat Satellite)

इस उपग्रह की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

1. यह उपग्रह ध्रुवीय क्षेत्रों को छोड़कर (82° उ० एवं 82° द०) अन्य पूरी पृथ्वी के सुदूर संवेदन सूचनाओं को संग्रहित करने की क्षमता रखता है।
2. लैंडसेट 1, 2 व 3 सम्पूर्ण पृथ्वी को 18 दिन में तय कर लेते हैं, जबकि लैंडसेट 4 एवं 5 पृथ्वी को 16 दिन में तय करते हैं।
3. इस तरह एक ही क्षेत्र के प्रति 16 या 18 दिनों के अन्तराल पर बिम्ब मिलते रहते हैं। एक दृश्य को एक वर्ष में उपग्रह के माध्यम से 20 बार तय किया जाता है।

TOUCH 'n' PASS

4. यहाँ दैनिक क्रमिक घुमाव के बीच बिम्ब विस्तार (Image Coverage) में दीर्घ अवधि का अन्तर होता है। प्रत्येक आने वाले दिन में उपग्रह का घुमाव धीरे-धीरे पश्चिम की तरफ बढ़ता जाता है। इसलिए गुजरे हुये दिन व आने वाले दिन के बिम्बों में अति-व्यापन (Overlap) होता है।
5. सारे लैंडसेट पृथ्वी का एक चक्कर 103 मिनट में लगा लेते हैं और एक दिन में पृथ्वी के 14 चक्कर लगाते हैं।
6. सामान्यत: ये भूमध्य रेखा को 9° के कोण पर पार करते हैं, जहाँ पर भूमध्य रेखा से इनकी दूरी लगभग 2,760 किमी० होती है।
7. इनके दृश्यांश की चौड़ाई 185 किमी० है।

तालिका 8–लैंडसेट क्रम के उपग्रहों की कक्षीय विशेषताएँ

लैंडसेट क्रम	ऊँचाई (Attitude)	अन्तराल (Duration)	कक्षा समय (Orbital Time)	प्रतिदिन कक्षा (Per day (Class)	सामयिक विभेदन (Temporal Resolution)	भू-रेखा पार समय (E-Crossing Time)	संवेदक (Sensor)
(i)	919 मीटर	1972-1978	103.3 मिनट	14	18 दिन	9.30 AM	MSS/RBV
(ii)	919 मीटर	1975-1983	103.3 मिनट	14	18 दिन	9.30 AM	MSS/RBV
(iii)	919 मीटर	1978-1983	103.3 मिनट	14	18 दिन	9.30 AM	MSS/RBV
(iv)	705 मीटर	1982-1983	99 मिनट	14.5	16 दिन	9.45 AM	MSS/RBV
(v)	705 मीटर	1984 से अब तक	99 मिनट	14.5	16 दिन	9.45 AM	MSS/RBV
(vi)	705 मीटर	1993 (असफल)	—	—	—	—	—
(vii)	NA	NA	NA	NA	—	—	—

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन का परिचय, अर्थ एवं परिभाषाओं का वर्णन कीजिए।
Describe the introduction, meaning and Definitions.

उत्तर

सुदूर संवेदन का परिचय
(Introduction to Remote Sensing)

वर्तमान समय में अन्तरिक्ष तकनीकी के क्षेत्र में जिस नयी तथा क्रान्तिकारी सूचना संग्रहण और मानचित्रण विधि का विकास व प्रयोग हो रहा है, वह सुदूर संवेदन तकनीक ही है। इसमें पारम्परिक सर्वेक्षण विधियों की तुलना में सूचनाओं व सांख्यिकी का शीघ्र संग्रहण मुमकिन हो गया है। इसमें वायुयानों व अन्तरिक्षयानों द्वारा प्राप्त फोटोचित्रों के माध्यम से भू-संसाधन की **टोह** (मॉनीटरन) एवं मापन, वायु एवं जल प्रदूषण सर्वेक्षण व मानचित्रण इत्यादि कार्य आते हैं। इस तकनीक का भौगोलिक प्रयोग की दृष्टि से भू-संसाधन सर्वेक्षण आवश्यक कार्य है।

प्राचीन समय से ही मनुष्य के मन में यह जिज्ञासा रही है कि ब्रह्माण्ड या अन्तरिक्ष के बारे में अधिकाधिक जानकारी ग्रहण की जाये। उस समय ग्रहों (Planets), उपग्रहों (Satellites), नक्षत्रों (Stars), निहारिकाओं (Nebulae), उल्काओं (Meteors) एवं धूमकेतुओं (Comets) को देखने के लिए दूरबीन (Telescope) का उपयोग होता था लेकिन आज सुदूर संवेदन विज्ञान के क्षेत्र में ऐसे तकनीकी उपकरणों का विकास हो गया है जिनके द्वारा दृश्य प्रकार के तरंग-दैर्ध्य (Wavelength) के द्वारा ब्रह्माण्ड (Universe) को देखा जा सकता है। वायुयानों व मनुष्य द्वारा बने उपग्रहों के विकास ने सुदूर संवेदन के क्षेत्र में क्रान्ति उत्पन्न कर दी है। आधुनिक विकसित उपकरणों को वायुयानों और उपग्रहों में रखकर सुदूर से पृथ्वी के प्रतिबिम्बों को लिया जाता है एवं सूचनाएँ ग्रहण की जाती हैं। उपग्रहों के विकास से पहले अन्तरिक्ष से सूचनाएँ ग्रहण

TOUCH 'n PASS

करने का कार्य स्वत: प्रक्षेपण व प्रकाश फोटोग्राफी तक सीमित था। सन् 1960 के बाद सुदूर संवेदन तकनीक में इतना अधिक सुधार हुआ है कि वर्तमान में यह ग्लोबीय वातावरण के प्रत्येक पक्ष को समझने में मुख्य भूमिका निभा रही है। वर्तमान में सुदूर संवेदन एक शक्तिशाली विज्ञान की भाँति उभरकर सामने आया है, जिसका व्यावहारिक प्रयोग हर क्षेत्र में होने लगा है। विभिन्न क्षेत्रों में सुदूर संवेदन का उल्लेखनीय योगदान है, जैसे—भूविज्ञान (Geology), भौगोलिक घटनाओं, पर्यावरण संरक्षण, संसाधनों के प्रयोग व संरक्षण, भूमि उपयोग, प्राकृतिक आपदाओं (Natural Hazards) व मौसम विज्ञान, धीरे-धीरे यह विषय अनुसन्धान कार्यों के अलावा विश्वविद्यालय व स्कूल स्तर तक के पाठ्यक्रमों में शामिल होने लगा है जिससे शिक्षण संस्थाओं में भी इसके व्यावहारिक अध्ययन का महत्त्व काफी बढ़ गया है।

सुदूर संवेदन का अर्थ
(Meaning of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन को अंग्रेजी में 'Remote Sensing' कहा जाता है। यह शब्द 'Remote' तथा 'Sensing' से निर्मित हुआ है, जिसमें Remote का अर्थ 'दूर से' तथा Sensing का अर्थ 'पहचानना' है यानि किसी वस्तु अथवा परिघटना को बिना हुए या बिना स्पर्श किए हुए सूचना ग्रहण करने को 'सुदूर संवेदन' कहा जाता है। साधारण अर्थ में सामाजिक, आर्थिक, भौतिक तथा सांस्कृतिक तत्त्वों को बिना स्पर्श किए हुए दूर से ही सूचना ग्रहण करने की तकनीक को **सुदूर संवेदन** कहा जाता है।

हम अपने चारों तरफ जो कुछ देखते हैं, उन सभी में सुदूर संवेदन का नियम पारित होता है। जैसे—टी०वी० देखते समय हमारी आँखें एक संवेदक का काम कर रही हैं। ये संवेदक टी०वी० के लिखे हुए तथा बिना लिखे हुए स्थानों से परावर्तित प्रकाश अथवा विद्युत चुम्बकीय विकिरण के तद्नुरूपी आवेगों को प्राप्त कर रहे हैं। इसके बाद से आवेग आपके मस्तिष्क में आ जाते हैं। यहाँ एक प्राकृतिक कम्प्यूटर के द्वारा इनका साथ-साथ विश्लेषण हो रहा है। इस विश्लेषण से मिली सूचना के आधार पर यह ज्ञात हो जाता है कि टी०वी० के काले भाग वास्तव में अक्षरों से निर्मित तथा वाक्य हैं और आप इन वाक्यों में निहित अर्थ को समझ रहे हैं। महाभारत के समय में संजय द्वारा हस्तिनापुर से ही कुरुक्षेत्र में कौरवों तथा पाण्डवों के मध्य के महाभारत युद्ध का वर्णन किया गया, उसे भी सुदूर संवेदन कह सकते हैं।

सुदूर संवेदन शब्द का सबसे पहले प्रयोग, सन् 1960 में **एवलिन प्रूट** (Evelyn Pruitt) के माध्यम से किया गया और मिशिगन विश्वविद्यालय को **विलारेन लेबोरेटरीज**, जिसे वर्तमान में 'मिशिगन पर्यावरणीय शोध संस्थान' के नाम से जाना जाता है, पर सुदूर संवेदन का विकास हुआ। वस्तुत: सन् 1960 से पूर्व सुदूर संवेदन (Remote Sensing) शब्द अत्यधिक प्रचलित नहीं था, लेकिन वर्तमान में यह वैज्ञानिक व तकनीकी विशेषज्ञों में एक आकर्षक विषय के रूप में प्रचलित है।

सुदूर संवेदन की परिभाषाएँ
(Definitions of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन का तात्पर्य है किसी दूर स्थित घटना, वस्तु या धरातल के सन्दर्भ में सूचनाओं व आँकड़ों को अर्जित करना। अन्य शब्दों में, सुदूर संवेदन का तात्पर्य है कि बिना किसी भौतिक सम्पर्क के, किसी वस्तु या घटना से सम्बन्धित सूचनाएँ एकत्र करना। सुदूर संवेदन की प्रमुख परिभाषाएँ निम्नलिखित हैं—

कैम्पबेल (Campbell) के शब्दों में—"सुदूर संवेदन एक ऐसा अभ्यास है जो शीर्ष परिदृश्य से प्राप्त प्रतिबिम्बों के उपयोग द्वारा पृथ्वी की भूमि तथा जल तलों के बारे में सूचनाएँ प्राप्त करता है तथा जिनमें विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के एक या एक से अधिक प्रदेशों से विद्युत चुम्बकीय विकिरण में परावर्तन या उत्सर्जन का प्रयोग किया जाता है।"

अमेरिकन राष्ट्रीय शैक्षणिक विज्ञान (American National Academy of Science) के अनुसार—हाल ही में कई वैज्ञानिकों द्वारा सुदूर संवेदन शब्द का उपयोग वृहत दूरी से सुदूर लक्ष्यों (पृथ्वी, चन्द्रमा, वायुमण्डल, स्टेलर घटनाएँ इत्यादि) के अध्ययन के लिए किया गया है। विस्तृत रूप से सुदूर संवेदन, नियोजित आधुनिक संवेदकों, आँकड़ों, संशोधित विधितंत्र, संचार सिद्धान्त व युक्तियों, अन्तरिक्ष व वायु निर्मित संयन्त्र तथा वृहत् सैद्धान्तिक तथा प्रयोगात्मक प्रणाली जिसका उद्देश्य पृथ्वी के धरातल के वायु एवं अन्तरिक्ष सर्वेक्षणों के संचालन के सामूहिक प्रभावों को निर्दिष्ट करता है।

बैरेट एवं कर्टीज (Barett and Curtis) के शब्दों में—किसी निश्चित दूरी से किन्हीं युक्तियों द्वारा किसी लक्ष्य के अवलोकन को सुदूर संवेदन कहते हैं।

लिन्टज एवं सिमोनेट (Lintz and Simonett) के शब्दों में—बिना छुये या सम्पर्क के किसी वस्तु के बारे में भौतिक आँकड़ों की प्राप्ति करना सुदूर संवेदन कहलाता है।

TOUCH 'n PASS

फिसचर (Fischer) के शब्दों में—सुदूर संवेदन एक ऐसी कला या विज्ञान है जो बिना किसी सम्पर्क के किसी वस्तु के बारे में जानकारी प्राप्त करता है।

कोलवेल (Colwell) के शब्दों में—विस्तृत अर्थों में 'सुदूर संवेदन' शब्द का अर्थ है किसी निश्चित दूरी से टोह लेना या सर्वेक्षण करना।

फ्लॉयड एफ० साबिन्स (Floyd F. Sabins) के शब्दों में—सुदूर संवेदन शब्द का तात्पर्य उन विधियों से है जिनमें किसी लक्ष्य को पहचानने तथा उनके लक्षणों को मापने के लिए विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा (जैसे, प्रकाश, ऊष्मा व रेडियो तरंगों) को प्रयोग में लाया जाता है।

"तरंगदैर्ध्य के पराबैंगनी से लेकर रेडियो प्रभाग में आँकड़ों को एकत्र करने की व्यावहारिकता अथवा अभ्यास को सुदूर संवेदन कहते हैं।"

"किसी घटना अथवा वस्तु के सम्बन्ध में शीघ्र एवं तीव्र टोह लेना सुदूर संवेदन कहलाता है।"

बी०एल० डीकशटुलु (B.L. Deekshatulu) तथा **जॉर्ज जोसफ** (George Joseph) के शब्दों में—"सुदूर संवेदन एक अन्तरानुशासनिक क्रिया है, जिसमें किसी सुदूर संवेदन प्लेटफार्म से प्रेक्षित आँकड़ों का विश्लेषण करके प्राकृतिक संसाधनों की तालिका, मॉनीटरन व आंकलन करते हैं।"

"सुदूर संवेदन एक ऐसा विज्ञान है जिसमें हम किसी स्थान, वस्तु या परिघटना से दूर स्थित किसी युक्ति (Device) अर्थात् सुदूर संवेदक द्वारा ग्रहण किये गये परावर्तित प्रकाश के आवेगों का विश्लेषण करके, समंकों या प्रतिबिम्बों (Images) के माध्यम से उस स्थान, वस्तु या परिघटना के सम्बन्ध में इच्छित जानकारी प्राप्त करते हैं।"

"सूचना संग्रहण साधनों की सहायता से दूर से ही विशिष्ट वस्तुओं, लक्ष्यों या प्रतिक्रियाओं से सम्बन्धित सूचना उपलब्ध करने की विधि को सुदूर संवेदन कहा जाता है।"

"सुदूर संवेदन तकनीक भू-सतह के निश्चित भौतिक गुणों की माप (जैसे—विद्युत चुम्बकीय विकिरण) और इन आँकड़ों का वैज्ञानिक सूचनाओं के रूप में परिवर्तित करने सम्बन्धी क्रियाविधि, दोनों को इंगित करता है।"

सुदूर संवेदन एक अभ्यास है जो शीर्ष परिदृश्य से प्राप्त प्रतिबिम्बों के उपयोग द्वारा पृथ्वी के भूमि तथा जल तलों के बारे में सूचनाएँ प्राप्त करता है तथा जिनमें विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम के एक या एक से अधिक प्रदेशों में विद्युत चुम्बकीय विकिरण के परावर्तन या उत्सर्जन का प्रयोग किया जाता है।"

प्र.2. सुदूर संवेदन का महत्त्व, क्षेत्र एवं ऐतिहासिक विकास का विवरण दीजिए।
Give the description of importance, scope and Historical Development.

उत्तर

सुदूर संवेदन का महत्त्व
(Importance of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन कोई नया विषय नहीं है लेकिन पिछली कुछ दशाब्दियों में सुदूर संवेदन की तकनीकों में इतना सुधार हुआ है कि वर्तमान में ग्लोबीय वातावरण (Global environment) को समझने का एकमात्र सबसे अनिवार्य साधन बन गया है। आज सुदूर वन संसाधन के क्षेत्र में वन मानचित्रण दवानल पहचान (Forest Fire Detection), घास स्थल मानचित्रण (Grass land Mapping), स्थानान्तरण कृषि (Shifting Agriculture), कृषि के क्षेत्र में फसल तालिका (Crop Inventory), मृदा वर्गीकरण (Soil Classification), क्षारीय (Alkaline) तथा लवण मृदा (Saline soil) का मानचित्रण, व्यर्थ भूमि का सीमांकन, भूमि प्रयोग मानचित्रण, अनावृष्टि मॉनीटरन (Drought Monitoring), जल संसाधन के क्षेत्र में भू-पृष्ठ जल तालिका (Surface Water Inventory), हिम जलवाह (Snow-melt Run-off) सिंचाई जल प्रबन्धन (Irrigation water management) बहुउद्देशीय नदी घाटी परियोजना और बाढ़ ग्रस्त क्षेत्रों का सीमांकन, भूविज्ञान के क्षेत्र में भौम जल मॉनीटरन, भूवैज्ञानिक मानचित्रण तथा खनिजों की खोज, पर्यावरण क्षेत्र में नगर स्वप्रसार में होता है। उपर्युक्त समस्त दशाओं के सन्दर्भ में जानकारी सुदूर संवेदन के माध्यम से ही मिलती है। इस प्रकार भौगोलिक अध्ययन में इसका विशेष स्थान है।

सुदूर संवेदन का क्षेत्र
(Scope of Remote Sensing)

भूगोल में सुदूर संवेदन के निम्नलिखित क्षेत्रों का अध्ययन किया जा रहा है—

1. **भू-विज्ञान** (Geology)—इस तकनीक से भूगर्भ की संरचना तथा कटिबंध, घनत्व, गहराई, प्रमुख खनिजों, शैल संरचना, भिन्न-भिन्न प्रकार की चट्टानों की स्थिति नमन, उनमें पाये जाने वाले कई तरह के तत्त्वों की जानकारी है।

TOUCH 'n' PASS

2. **जल विज्ञान** (Hydrology)—सुदूर संवेदन तकनीक की मदद से नदियों के जल, प्रवाह प्रणाली में क्षेत्र की सीमा, हिम रेखा का चित्रण, नदियों, झीलों व पोखरों के जल का तल, भूमि प्रयोग से सम्बन्धित जल संसाधनों की जानकारी, नवीन जल स्रोतों की खोज व जल सर्वेक्षण की जानकारी मिलती है।
3. **मौसम विज्ञान** (Meteorology)—सुदूर संवेदन तकनीक से हवाओं की दशा तथा गति, तापक्रम का वितरण, बादलों की स्थिति, वायुदाब, वायुमण्डल विक्षोभ, सूर्यताप, आर्द्रता, वर्षा, वायुराशि एवं वाताग्र की जानकारी मिलती है।
4. **समुद्र विज्ञान** (Oceanography)—इसमें सुदूर संवेदन की मदद से महासागरीय नितल के उच्चावच, तापमान, लवणता, महासागरीय निक्षेप, महासागरीय धाराओं, प्रवाल भित्तियों, ज्वारभाटा एवं महासागरीय खनिज भण्डारों की जानकारी मिलती है।
5. **मिट्टी, कृषि, वन** (Soil, Agriculture, Forest)—सुदूर संवेदन की मदद से मिट्टियों की निर्माण प्रक्रिया, प्रमुख पदार्थों, मिट्टी के प्रकारों, ऊसरता, मिट्टी जमाव, मिट्टियों का उपजाऊपन, मिट्टी अपरदन व मिट्टी क्षरण इत्यादि कृषि क्षेत्रों, प्रमुख कृषि फसलों, वन प्रदेशों में वनस्पति के प्रकार व वन पदार्थों की जानकारी मिलती हैं।
6. **मानचित्रकला** (Cartography)—सुदूर संवेदन का मुख्य विषय क्षेत्र मानचित्रण है, इसके माध्यम से प्रतिबिम्ब होते हैं, वह प्राकृतिक व मानवीय साक्ष्यों से सम्बन्धित सूचना वाले होते हैं। इन्हीं की मदद से प्रयोग विषयक मानचित्र (Thematic Map) व अंकीय मानचित्रण (Digital Mapping) का महत्त्वपूर्ण योगदान होता है।
7. **भूमि प्रयोग विश्लेषण** (Land use analysis)—सुदूर संवेदन तकनीक का मुख्य क्षेत्र भूमि प्रयोग के प्रारूप, विशेषताओं, प्रकारों के साथ ग्रामीण तथा नगरीय क्षेत्रों में भूमि प्रयोग के भिन्न-भिन्न प्रारूप को जानकारी प्रदान करना है।

इसके अलावा प्राकृतिक संसाधनों की खोज, पर्यावरण आपदाओं एवं बाढ़ग्रस्त क्षेत्रों में भी इनका अनुप्रयोग होता है।

सुदूर संवेदन का ऐतिहासिक विकास
(Historical Development of Remote Sensing)

द्वितीय विश्व युद्ध समाप्त होने के साथ ही साथ सुदूर संवेदन के अन्तरिक्ष युग का आरम्भ हुआ था। चूँकि वायुयानों को एक निश्चित सीमा से ऊँचा नहीं उड़ाया जा सकता था। अतएव वायु फोटोग्राफी के माध्यम से किसी बड़े क्षेत्र अथवा देश को एक ही वायु फोटोचित्र में दर्शाना सम्भव नहीं होता। इसी कारण वायु फोटोग्राफी के द्वारा होने वाले स्थलाकृतिक सर्वेक्षणों में संलग्न क्षेत्रों के वायु फोटोचित्रों को जोड़कर फोटोमोजैक (Photomosaic) तैयार करने पड़ते हैं। किसी वृहद क्षेत्र के फोटोमोजैक के लिए एक ओर समस्त आवश्यक वायु फोटोचित्र पाने में पर्याप्त समय, श्रम तथा धन की जरूरत होती है वहीं दूसरी ओर भिन्न-भिन्न उड़ानों में खींचे जाने के कारण ये वायु फोटोचित्र विभिन्न समय की स्थितियों को प्रदर्शित करते हैं। संक्षेप में, वायु फोटोग्राफी की मदद से अपेक्षाकृत वृहद् क्षेत्रों में दूर-दूर तक व्याप्त परिघटनाओं की एक साथ चौकसी (Surveillance) व मॉनीटरन करना अत्यधिक दुर्लभ है। इस समस्या का समाधान खोजने के प्रयास में वैज्ञानिकों का ध्यान अन्तरिक्ष की ओर आकर्षित हुआ था। द्वितीय विश्व युद्ध में जर्मनी ने अपने वी-2 रॉकेटों (V-2 rockets) के द्वारा ब्रिटेन पर काफी बमबारी (Bombardment) की थी लेकिन युद्ध में जर्मनी के द्वारा आत्मसमर्पण करने पर उसके बचे हुए वी-2 रॉकेटों को अध्ययन के लिए अमेरिका में लाया गया। इन रॉकेटों का अध्ययन करने के बाद सन् 1949 में न्यू मैक्सीको के व्हाइट सैन्ड नामक स्थान से पहली बार एक सोपानी रॉकेट (Step Rocket) छोड़ा गया, जिसका ऊपरी भाग अथवा 'अपर स्टेज' वायुमण्डल को चीरता हुआ समुद्र तल से करीब 390 किमी० की ऊँचाई तक चला गया था। इस रॉकेट का निचला भाग अथवा लोअर स्टेज जर्मनी के वी-2 रॉकेट का ही एक संशोधित रूप था। अतएव **वी-2 रॉकेट को वर्तमान अन्तरिक्षयानों का पूर्वज कह सकते हैं।** सन् 1950 के दशक में रॉकेट तकनीक व अन्तरिक्ष-विजय के क्षेत्र में संयुक्त राज्य अमेरिका एवं तत्कालीन सोवियत संघ के बीच एक स्पर्धा पैदा हो गयी। सन् 1955 में संयुक्त राज्य अमेरिका के राष्ट्रपति निवास, व्हाइट हाउस में यह घोषणा हुई थी कि सन् 1957-58 के **अन्तर्राष्ट्रीय भूभौतिकीय वर्ष** (International Geophysical Year) में संयुक्त राज्य अमेरिका अन्तरिक्ष में एक कृत्रिम उपग्रह (Artificial Satellite) छोड़ेगा। लेकिन इस प्रस्तावित उपग्रह से पहले तत्कालीन सोवियत संघ ने 4 अक्टूबर, सन् 1957 को स्पुतनिक-I (Sputnik-I) नामक अपने प्रथम उपग्रह को अन्तरिक्ष में छोड़ दिया। पृथ्वी के चारों तरफ परिक्रमा करते हुए, इस उपग्रह के माध्यम से भेजे गये रेडियो संकेत सम्पूर्ण विश्व में प्राप्त हुए थे। इस सफलता ने अन्तरिक्ष युग के वास्तविक आरम्भ को चिह्नित कर दिया। सन् 1959 के जनवरी, सितम्बर तथा अक्टूबर माह में सोवियत संघ ने 3 और उपग्रह-लुनिक-1, लुनिक-2 तथा लुनिक-3, अन्तरिक्ष में छोड़े थे। इनमें लुनिक-1 (Lunik-1) चन्द्रमा से करीब 6400 किमी दूरी रखकर अपने मार्ग पर बढ़

गया था। लुनिक-2 चन्द्रमा की सतह से टकरा गया और लुनिक-3 ने चन्द्रमा की परिक्रमा करते हुए पहली बार चन्द्रमा के उस भाग के फोटोचित्र लिये थे जो भाग हमारी पृथ्वी के समक्ष कभी भी नहीं आता। **12 अप्रैल सन् 1961 को पूर्व सोवियत संघ के यूरी गागरिन** (Yuri Gagrarin) नामक व्यक्ति को **संसार का प्रथम अन्तरिक्ष मानव-यात्री बनने का गौरव** मिला। उसने अपने 1 घण्टा 48 मिनट की अन्तरिक्ष-यात्रा में वोस्टक-1 (Vostak-1) अन्तरिक्षयान के माध्यम से करीब 325 किमी, ऊँचा उड़ते हुए सम्पूर्ण पृथ्वी का चक्कर लगाया था।

सन् 1960-61 में अमेरिका-वियतनाम युद्ध के समय फोटोग्राफी की एक ऐसी तकनीक की जानकारी हुई जिसने अन्तरिक्ष-उड़ानों के सैन्य व शान्तिकालीन प्रयोगों को स्पष्ट कर दिया। इस युद्ध में खाकी वर्दी पहने वियतनामी गुरिल्ला/छापामार सैनिक हमला करने के पश्चात् वनों एवं जंगलों में छिप जाते थे और अमेरिका के **टोही विमान वनों** में इन छापामारों की क्रियाओं, ठिकानों की जानकारी लगाने में असक्षम थे। इस समस्या का समाधान करने के लिए वायुयानों के कैमरे में **मिथ्या-रंग** (False-Colour) **फोटोग्राफिक फिल्म प्रयोग की कई**, जिसमें **हरी वनस्पति का रंग लाल** (Red) व **खाकी वर्दी का रंग नीला** (Blue) आने के कारण न सिर्फ छापामारों की खोज करने का कार्य आसान हुआ। बल्कि यह भी मालूम हो गया कि **मिथ्या-रंग** फोटोग्राफी की मदद से वन व कृषि संसाधनों का सफलतापूर्वक मानीटरन किया जा सकता है। इस प्रकार सन् 1960-61 के बाद संयुक्त राज्य अमेरिका तथा सोवियत संघ पुरोगामी देशों के अन्तरिक्ष कार्यक्रमों में अन्तरिक्ष की खोज के साथ-ही-साथ सुदूर संवेदन के माध्यम से संसाधनों के मॉनीटरन का एक नवीन आयाम जुड़ गया। संयुक्त राज्य के मर्करी (Mercury), जेमिनी (Gemini) और अपोलो (Apollo) कार्यक्रम उपर्युक्त कथनों के उत्तम उदाहरण हैं।

सन् 1961 में मर्करी उपग्रह योजना, उसके बाद अपोलो योजना तथा सन् 1972 में ERTS-1 (Earth Resource Technology Satellite) उपग्रह से धरातलीय संसाधनों से सम्बन्धित सूचनाएँ मिलने लगीं। कालान्तर में संयुक्त राज्य अमेरिका में ही LANDSAT शृंखला के अन्तर्गत सर्वेक्षण के लिए कई उपग्रहों को प्रक्षेपित किया। फ्रांस व ब्रिटेन यूरोपीय देश भी उपग्रह प्रक्षेपण तकनीक में पीछे नहीं रहे। फ्रांस द्वारा प्रक्षेपित SPOT भी विशेष कृत्रिम उपग्रह था जो संसाधनों के सन्दर्भ में सूचनाएँ प्रदान करता रहा है।

इस प्रकार कई देशों में उपग्रह तकनीक संसाधनों से सम्बन्धित सूचनाएँ प्रबन्धन एवं अनेक क्षेत्रों में विशेष योजनाओं को बनाने में प्रयोग की जाने लगी। विभिन्न देशों ने इसीलिए भाड़े पर सूचनाएँ संग्रहित करना आरम्भ किया।

भारत में भी सन् 1966 में **'राष्ट्रीय दूरस्थ संवेदन अभिकरण'** (NRSA) हैदराबाद एवं (Indian Air Photo Interpretation Institute) देहरादून (उत्तराखण्ड) की स्थापना के साथ सुदूर संवेदन तकनीक के उपयोग का आरम्भ हुआ। अन्तरिक्ष तकनीक का वास्तविक विकास भारत में सन् 1975 में कृत्रिम उपग्रह आर्यभट्ट के प्रक्षेपण के साथ शुरू होता है। उसके बाद सन् 1979 में भास्कर-I, सन् 1981 में भास्कर-II अन्तरिक्ष में प्रक्षेपित हुए। सन् 1988 में IRS-IA के प्रक्षेपण के पश्चात् भारत कई धरातलीय सूचनाओं को संग्रहित करने तथा उनका विश्लेषण करने वाला मुख्य देश बन गया। इसके पश्चात् भारत ने विकसित तकनीक वाले अनेक उपग्रह छोड़े हैं, जिससे देश का सूचना तंत्र व संसाधनों के विश्लेषण, मानचित्रण का कार्य आसानीपूर्वक होता है। इस तरह सुदूर संवेदन तकनीक ने कई विषयों के अध्ययन क्षेत्र व विधि में क्रान्ति पैदा कर दी है। भूगोल में तो सुदूर संवेदन का उपयोग महत्त्वपूर्ण होता जा रहा है। इसकी वजह यह है कि कई संसाधनों के सर्वेक्षण, विश्लेषणों एवं मानचित्रण में पारम्परिक विधियों में लगने वाला समय, श्रम तथा लागत सामान्यत: सुदूर संवेदन तकनीक के अनुप्रयोग से घटती जा रही है, दूसरा कथन यह है कि इसमें भिन्न-भिन्न सूचनाओं के त्वरित सम्प्रेषण की सुविधा भी है।

प्र.3. दूर संवेदन का अर्थ देते हुए इसके तकनीकी विकास और विषय क्षेत्रों का वर्णन कीजिए।
Describe the Development of Remote Sensing Technology and its scope and define the meaning of Remote Sensing.

उत्तर वर्तमान समय में दूर संवेदन एक शक्तिशाली या विज्ञान के रूप में उभरकर सामने आया है जिसका व्यवहारिक उपयोग प्रत्येक क्षेत्र में किया जाने लगा है। भू-विज्ञान (Geology), भौगोलिक घटनाओं, पर्यावरण संरक्षण, संसाधनों के उपयोग एवं संरक्षण, भूमि उपयोग, प्राकृतिक आपदाओं तथा मौसम विज्ञान के क्षेत्र में इसका उल्लेखनीय योगदान है।

दूर संवेदन का अर्थ
(Meaning of Remote Sensing)

दूर संवेदन का अर्थ किसी ऐसी वस्तु अथवा घटना के बारे में सूचना प्राप्त करना है जिसका सूचना एकत्र करने वाले यंत्र अथवा व्यक्ति से सीधा सम्पर्क न हो। हमारी आँखें, नाक, कान तथा किसी सीमा तक हमारी 'त्वचा' दूर संवेदन यंत्र का काम करते हैं,

क्योंकि ये हमें देखने, सूँघने तथा महसूस करने में सहायता देते हैं। यद्यपि इनका उन वस्तुओं तथा घटनाओं से सीधा सम्पर्क नहीं होता है। इसको इस प्रकार से समझा जा सकता है कि हमारे आस-पास स्थित किसी वस्तु की जानकारी प्राप्त करनी हो तो हमारी आँखें एक संवेदक (Sensor) का कार्य करती हैं। ये वस्तु की आकृति का चित्र ग्रहण कर हमारे मस्तिष्क तक पहुँचाती हैं तथा यह प्राकृतिक कम्प्यूटर वस्तु का विश्लेषण करता है। इस विश्लेषण से प्राप्त सूचना के आधार पर हमें वस्तु की जानकारी मिल जाती है। जब हम पुस्तक पढ़ते हैं, तो वह भी दूर संवेदन कहलाता है, क्योंकि इसमें हमारी आँखें संवेदक का कार्य करती हैं। ये संवेदक पृष्ठ के काले व सफेद स्थानों को परावर्तित (Reflected) प्रकाश या विद्युत चुम्बकीय विकिरण (Electromagnetic Radiation) के तद्नुरूप आवेगों को ग्रहण कर मस्तिष्क में पहुँचा देते हैं। यहाँ मस्तिक इन सूचनाओं का विश्लेषण कर देता है, जिसमें हमें काले सफेद स्थानों से अक्षरों का बोध हो जाता है और हम पुस्तक पढ़ पाते हैं।

दूर संवेदन तकनीक का विकास
(Development of Remote Sensing Techonology)

वर्तमान में विज्ञान ने हमें दूर संवेदन के ऐसे-ऐसे उपकरण दिए हैं, जो दूर संवेदन के विकास में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, दूर संवेदन का विकास विगत दशाब्दियों में बहुत हुआ है। 1906 से पूर्व पृथ्वी, सूर्य, नक्षत्र ग्रह, उपग्रह आदि के प्रत्यक्षीकरण की हमारी क्षमता स्वत: प्रंक्षण (Self observation) तथा दृश्य प्रकाश (Visual light) पर निर्भर था। इस समय दूरस्थ स्थानों के अवलोकन व विश्लेषण के लिए दूरबीन या वायुयान से खींचे गए फोटों चित्रों का सहारा लेना पड़ता था।

1839 में कैमरे के आविष्कार के साथ फोटोग्राफी का जन्म हुआ। सर्वप्रथम 1858 में गैसपर्ड फेलिक्स टूर्नाचर (Gaspard Felix Touranachor) नामक एक पर्शियन फोटोग्राफर ने वायु फोटो चित्र खींचा था। इस चित्र को खींचने के लिए उसने गुब्बारे की सहायता ली। गुब्बारे को 60 मीटर की ऊँचाई तक उड़ाकर वायु फोटोचित्र खींचे। इसी वर्ष फ्रांस के लूसिडाल्ट (Laussedalt) नामक एक सर्वेक्षक ने धरातलीय सर्वेक्षण में पहली बार बैलून फोटोग्राफी का प्रयोग किया था। इसके बाद बैलून फोटोग्राफी का प्रचलन शुरू हो गया, जिससे दूर-संवेदन के विकास में निरन्तर वृद्धि होती गई। इसके उपरान्त 1880 ई० में पतंगों (kits) की सहायता से वायु-चित्र प्राप्त करने का प्रयास होने लगा। सन् 1882 में ई०डी० आर्कीबल्ड (E.D. Archibald) नामक एक अंग्रेज मौसम विज्ञानी (Meteorologist) ने पतंग फोटोग्राफी के द्वारा सबसे पहले वायु फोटोचित्र खींचा। इसके बाद 1900 में जी०आर० लॉरेन्स (G.R. Lawrence) ने भी पतंग फोटोग्राफी द्वारा दूर संवेदन के विकास में महत्त्वपूर्ण योगदान किया।

हालाँकि 1903 में ही वायुयान का आविष्कार हो चुका था, परन्तु सर्वप्रथम 1909 में विन्बर राइट नामक एक शिक्षार्थी पायलट के साथ उड़ान भरकर एक फोटोग्राफर ने इटली के नौसेना अधिकारियों के प्रयोग हेतु एक चलचित्र (Motion Picture) बनाया था। इस सफलता के पश्चात् वायुयान वायव फोटोग्राफी दूर-संवेदन के आम साधन बन गए तथा प्रथम विश्वयुद्ध के दौरान सैन्य अनुसंधान (Millitary Reconaissance) कार्यों में इनका प्रयोग हुआ था। इसके साथ-साथ जर्मनी, फ्रांस, ब्रिटेन व संयुक्त राज्य अमेरिका आदि कुछ देशों में वायव फोटोग्राफी (Aerial Photography) की सहायता से स्थलाकृति सर्वेक्षण किया जाने लगा।

चूँकि वायुयानों को एक निश्चित सीमा से ऊँचा नहीं उड़ाया जा सकता था। अत: वायव फोटोग्राफी के द्वारा किसी बड़े क्षेत्र या देश को एक ही वायु फोटोचित्र में अंकित करना संभव नहीं होता। इस समस्या का समाधान ढूँढ़ने के प्रयास में द्वितीय विश्व युद्ध की समाप्ति के बाद वैज्ञानिकों का ध्यान अन्तरिक्ष की ओर आकर्षित हुआ तथा सेटेलाइटों की सहायता से एक बड़े क्षेत्र का फोटोचित्र ग्रहण किया जा सका। इस कदम ने दूर संवेदन के विकास में अत्यन्त महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा की है एवं इस तकनीक के विकास से भूगोल के ज्ञान को अधिक सार्थक और सुदृढ़ आधार प्रदान हुआ है।

दूर संवेदन का विषय क्षेत्र
(Scope of Remote Sensing)

दूर संवेदन तकनीक का उपयोग मुगल के विभिन्न अध्ययनों; जैसे—फसल के क्षेत्रफल और उत्पाद के आकलन, मौसम के पूर्वानुमान, भूमिगत जल की खोज, मत्स्यपालन, वन संसाधनों के सर्वेक्षण खनिजों का पता लगाने, नगरीय विकास एवं नियोजन, मृदा वर्गीकरण, क्षारीय व अम्लीय मृदा का मानचित्रण, बहुउद्देशीय नदी घाटी परियोजना तथा बाढ़ग्रस्त का सीमांकन आदि क्षेत्रों में सफलतापूर्वक किया जा रहा है।

TOUCH 'n PASS

1. **मौसम के पूर्वानुमान में** (Forecasting of weather)—दूर संवेदन का उपयोग वायुमण्डल विशेष रूप से मौसम सम्बन्धी विभिन्न तथ्यों की जानकारी प्राप्त करने हेतु किया जाता है। दूर-संवेदन तकनीकी के प्रयोग से चक्रवातों के आने की जानकारी उनकी दिशा, गति आदि का ज्ञान प्राप्त करता है। इसी प्रकार झंझावात, आँधी-तूफान, वर्षा, हिमपात व ओलावृष्टि के आने की सूचना प्राप्त होती है। इन सभी सूचनाओं के माध्यम से अपार जन-धन की हानि होने से बचाया जा सकता है। मौसम की जानकारी को मौसम विज्ञान विभाग देश के प्रत्येक वायुयान अड्डों को पहुँचाकर वायु परिवहन की उड़ानों को सुखद, सुगम एवं सुनिश्चित बनाने में भी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।
2. **भूमिगत जल की खोज में** (Searching of Ground Water)—विश्व के अनेक देश जहाँ पेयजल आपूर्ति समुचित नहीं है या स्थलीय जल स्रोतों की पर्याप्त मात्रा में होने के बावजूद जनसंख्या के बाहुल्य वाले देशों में जल आपूर्ति सभी मानवों को सुलभ एवं सुनिश्चित नहीं होती है तो ऐसे देश भूमिगत जल पर निर्भर होते हैं। दूर-संवेदन तकनीकी से भूमिगत जल के स्रोतों को खोजने में पर्याप्त सहायता प्राप्त होती है।
3. **खनिजों की खोज में** (In Mineral Exploration)—दूर संवेदन तकनीक द्वारा देश के खनिज भण्डारों का पता लगाने में महत्त्वपूर्ण सफलता मिल रही है। "लैण्डसेट" एवं इन्सैट-1 बी से प्राप्त आँकड़ों से मेहसाणा, केम्बे बेसिन के कादोकलीम क्षेत्रों में भारी मात्रा में कच्चे तेल होने का पता लगाया गया है। इसी प्रकार अन्य खनिज पदार्थों, जैसे—कोयला, लोहा, मैग्नीशियम, रेडियम, थोरियम आदि का पता लगाने में दूर संवेदन तकनीकी ने अहम भूमिका निभाई है।

   विश्व के विकसित देश दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग कर खनिज पदार्थों का बड़ी मात्रा में उत्खनन कर रहे हैं। भारत जैसे विकासशील देश में भी दूर-संवेदन तकनीकी का काफी विस्तार किया गया है, जिससे इसका उपयोग कर देश को खनिज पदार्थों के उत्पादन में सक्षम बनाया जा सके।
4. **वन-संरक्षण के क्षेत्र में** (In Forest Conservation)—वन संरक्षण के क्षेत्र में दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग बड़े पैमाने पर किया जा रहा है। इस तकनीकी की सहायता से वनों पर निगरानी करने में सहायता मिलती है, ताकि कोई जंगलों की अवैध कटाई न करने पाए। वन के विकास में इस तकनीक ने महत्त्वपूर्ण योगदान दिया है।
5. **मृदा संरक्षण में** (In Soil Conservation)—वायु, जल आदि के द्वारा भूमि का कटाव होता है जिससे मृदा अपरदन होता है। भूमि कटाव की जानकारी भी दूर-संवेदन द्वारा सुगमतापूर्वक की जा रही है। लैण्डसेट उपग्रह द्वारा विशाखापट्टनम, चेन्नई एवं पाराद्वीप पतनों के किनारे कटाव, आदि के बारे में जानकारी एकत्र की गई है।
6. **कृषि क्षेत्रों में** (In Agriculture)—कृषि पर आधारित देश दूर-संवेदन का उपयोग कर कृषि क्षेत्रों में बहुत उन्नति कर रहे हैं। फसल के सम्बद्ध में अनुमान लगाने एवं बीमारियों के बारे में जानकारी प्राप्त करने में दूर-संवेदन प्रौद्योगिकी महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा कर रही है। 'लैण्डसेट उपग्रह द्वारा अरुणाचल प्रदेश में 'झूमिंग' नामक कृषि से होने वाली हानियों का पता लगाया गया है।

प्र.4. भारत में सुदूर संवेदन के विकास का वर्णन कीजिए।

Describe the development of Remote Sensing in India.

उत्तर

भारत में सुदूर संवेदन का विकास
(Development of Remote Sensing in India)

भारत में अन्तरिक्ष-कार्यक्रम को प्रारम्भ करने का श्रेय डॉ० विक्रम अम्बालाल साराभाई को जाता है। अन्तरिक्ष-तकनीक के विकास में भारत ने क्रमिक रूप से कई उपलब्धियाँ प्राप्त की हैं। आज इसका उपयोग सुदूर संचार, दूरदर्शन-प्रसारण, मौसम-विज्ञान तथा प्राकृतिक संसाधनों के सर्वेक्षण व प्रबन्धन में सफलतापूर्वक किया जा रहा है। अन्तरिक्ष क्षेत्र में भारत की उपलब्धियाँ अति उत्तम प्रकार की स्वदेशी तकनीक पर आधारित हैं। इसका प्रमाण, विश्वसनीय एवं उपयोग में लाये गये उपयुक्त उपग्रहों का निर्माण एवं संचालन है। 'भारत की प्रगति का प्रमाण इस बात से लगाया जा सकता है कि भारत ने प्रक्षेपण-यान (Launch Vehicles) का निर्माण करके अन्तरिक्ष-कार्यक्रम में पूर्ण रूप से आत्मनिर्भरता प्राप्त कर ली है। भारत द्वारा अन्तरिक्ष कार्यक्रम का शुभारम्भ सन् 1972 में भारत सरकार द्वारा अंतरिक्ष आयोग (Space Commission) एवं अन्तरिक्ष-विभाग (Department of Space-DOS) की स्थापना के साथ हुआ था। इसकी स्थापना के साथ अन्तरिक्ष-कार्यक्रम को अति व्यापक

TOUCH 'n' PASS

बनाया गया जिसके अन्तर्गत अन्तरिक्ष-प्रक्षेपण प्रणाली (Space Launch System), उपग्रहों के विकास तथा उपयोग को विशेष महत्त्व दिया गया। यह एक पूर्ण संगठित कार्यक्रम था जो विश्वसनीय अन्तरिक्ष-सेवाओं की व्यवस्था करता है। अन्तरिक्ष-विभाग (DOS) के अन्तर्गत भारतीय अनुसंधान संगठन (ISRO), राष्ट्रीय अन्तरिक्ष-कार्यक्रम की योजनाओं के विकास तथा इनको कार्यान्वित करने में मूलभूत भूमिका निभाता है। 'भौतिक-अनुसंधान-प्रयोगशला' (Physical Research Laboratory), अहमदाबाद तथा तिरुपति के पास स्थित राष्ट्रीय आयनमण्डलीय, समतापमण्डलीय तथा अधोमण्डलीय रेडार सुविधाएँ अन्तरिक्ष-विज्ञान की खोज में कार्य करती हैं। ये सभी अन्तरिक्ष विभाग द्वारा संचालित होती हैं। हैदराबाद स्थित राष्ट्रीय सुदूर संवेदन एजेन्सी (National Remote Sensing-NRSA), अन्तरिक्ष-आधारित सुदूर संवेदन-सूचनाओं को उपयोगकर्त्ता तक पहुँचाती है। अन्तरिक्ष-क्षेत्र में भारत का क्रमिक विकास निम्न प्रकार से हुआ है—

आर्यभट्ट (Aryabhat)—भारत का प्रथम उपग्रह 'आर्यभट्ट' सोवियत संघ की सहायता से 19 अप्रैल 1975 में पृथ्वी के कक्ष के नजदीक अन्तरिक्ष में प्रक्षेपित किया गया था।

भास्कर (Bhaskar)—'भास्कर-1' का प्रक्षेपण 7 जून 1979 में व भास्कर-2 का प्रक्षेपण 20 नवम्बर, 1981 में रूस के इन्टर कॉसमोस रॉकेट की सहायता से किया गया था। इन पर एक दृश्य बैंड तथा दूसरा अवरक्त बैंड में कार्य करने वाले दो टेलीविजन कैमरे तथा तीन आवृत्ति निष्क्रिय लघुतरंग रेडियो मीटर लगे हुए थे।

एप्पल (Ariane Passangar Payload Experiment-APPLE)—'एप्पल' एक भू-तुल्यकालिक संचार उपग्रह था जिसे 19 जून, 1981 में यूरोप अन्तरिक्ष संस्था (ESA) के एरिओन प्रक्षेपण-यान द्वारा प्रक्षेपित किया गया था। इसका उपयोग कई संचार कार्यक्रमों को संचालित करने के लिये किया गया।

रोहिणी (Rohini Series)—रोहिणी क्रम के उपग्रह भारत द्वारा निर्मित Satellite Launch Vehicle (SLV-3) प्रक्षेपण-यान द्वारा प्रक्षेपित किये गये। रोहिणी क्रम के दो अन्य उपग्रहों SROSS-C व S-2 को क्रमशः 20 मई, 1992 तथा 4 मई, 1994 को भारत में निर्मित उपग्रह प्रक्षेपण यान ASLV द्वारा प्रक्षेपित किया गया।

साइट (Satellite Instructional Television Experiment-SITE)—यह एक प्रकार की अनुसंधान-परियोजना थी जिसका उद्देश्य उपग्रह-तकनीक-सम्भावनाओं का पता लगाना था। इस तकनीक को संचार के क्षेत्र में प्रभावशाली बनाया गया।

स्टेप (Satellite Telecommunication Experiment Project-STEP)—स्टेप को 1977-79 के दौरान 'फ्रांस-जर्मनी सिमफोनी उपग्रह' की सहायता से सम्पन्न किया गया। इसका प्रमुख उद्देश्य घरेलू दूरसंचार तथा भूमि पर तकनीकी ढाँचा तैयार करने के लिये 'भू-स्थैतिक उपग्रह प्रणाली' का क्रियान्वयन कर अनुभव प्राप्त करना था। भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली (Indian National Satellite System-INSS), भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संस्थान दूरसंचार विभाग, भारतीय मौसम विभाग, आकाशवाणी, दूरदर्शन इत्यादि कई विभागों के सामूहिक प्रयास का प्रतिफल है। इसका उद्देश्य क्षेत्रीय दूरसंचार, आकाशवाणी व दूरदर्शन का विस्तार एवं मौसम के बारे में जानकारी प्राप्त करना है। INSAT क्रम भू-स्थौतिक उपग्रह है।

इन्सैट-1ए (INSAT-1A)—इसको 10 अप्रैल, 1982 को कैप कारनवेल (अमेरिका) से छोड़ा गया लेकिन 6 दिसम्बर, 1982 के बाद इसने कार्य करना बन्द कर दिया। इसके बाद 'इन्सैट-2बी' को अगस्त, 1983 में कैप कारनवेल से सफलतापूर्वक छोड़ा गया और इसके साथ ही भारत, एशिया में बहुउद्देशीय उपग्रह छोड़ने वाला जापान तथा इण्डोनेशिया के बाद तीसरा देश हो गया। 'इन्सैट-1सी' को 'यूरोपियन अन्तरिक्ष संस्था' द्वारा एरीयन-3 रॉकेट की सहायता से 22 जुलाई, 1988 में फ्रेंच गुयाना से छोड़ा गया। नवम्बर, 1989 को इसे अनुपयोगी घोषित किया गया था। 'इन्सैट-1डी' को अमेरिका प्रक्षेपण पैड से 12 जून, 1990 को छोड़ा गया। यह 17 जुलाई 1990 से उपयोग में आया। यह इन्सैट-1 शृंखला का चौथा एवं अन्तिम उपग्रह था। इसके द्वारा दूरसंचार, आकाशवाणी, दूरदर्शन तथा मौसम विज्ञान के क्षेत्र में क्रान्तिकारी परिवर्तन आये।

इन्सैट-2 (INSAT-2)—भारत द्वारा स्वदेशी तकनीक से निर्मित यह इन्सैट शृंखला की द्वितीय पीढ़ी का उपग्रह है। इन्सैट-2ए को एरियन-4 रॉकेट की सहायता से 10 जुलाई, 1992 को छोड़ा गया। यह उपग्रह इन्सैट-1 शृंखला से अधिक शक्तिशाली श्रेणी का था। (तालिका 2.1)

इसी क्रम में 'इन्सैट-2बी' स्वदेशी तकनीक से निर्मित था। इसका छः जुलाई, 1993 को अन्तरिक्ष में सफलतापूर्वक प्रक्षेपण किया गया। इन्सैट-2बी निरन्तर क्रियाशील है। 4 जून, 1997 को भारत ने अपने ही देश में निर्मित 2079 किलोग्राम या इन्सैट-2डी को बाह्य अन्तरिक्ष में स्थापित किया। इन्सैट 2डी में बुनियादी टेलीफोन सुविधा तथा दूरदर्शन के कार्यक्रमों को दूरस्थ क्षेत्रों तक पहुँचाने के लिये 23 ट्रांसपोण्डर्स (Transponders) लगे हैं। इसी शृंखला के पाँचवें उपग्रह 'इन्सैट-2ई' को भारत ने 3 अप्रैल, 1999 को छोड़ा।

तालिका 2.1 इन्सैट क्रम के उपग्रहों की कक्षीय विशेषताएँ
(Orbital Characteristics of INSAT Series Satellites)

ऊँचाई (Altitude)	3600 किमी०
प्रकृति (Nature)	भू-स्थैतिक (Geostationary).
पुनरावृत्तिक प्रसार (Repetitive Coverage)	3 घण्टे
संवेदक (Sensor)	VHRR
विभेदक (Resolution)	275 किमी०
स्पैक्ट्रल बैंड	0.75 से 0.75 माइक्रोमीटर 10.5 से 12.5 माइक्रोमीटर

भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह क्रम (Indian Remote Sensing Satellite Series–IRS)—भारत में सुदूर संवेदन–उपग्रह–शृंखला का प्रथम उपग्रह IRS-1A को मार्च, 1988 में सोवियत वोस्टक रॉकेट की सहायता से अन्तरिक्ष में प्रक्षेपित किया गया। इसी शृंखला का द्वितीय उपग्रह IRS-IB में 72.5 मीटर विभेदन के LISS-1 तथा 36.25 मीटर के LISS-IIA व LISS-IIB संवेदक के दो कैमरे लगे हुए हैं। ये कैमरे चार स्पैक्ट्रल बैंड्स 0.45 से 0.86 माइक्रोमीटर पर कार्य करते हैं (तालिका 2.2)। इसी प्रकार तृतीय उपग्रह IRS-IC को 28 दिसम्बर, 1995 में रूसी रॉकेट द्वारा प्रक्षेपित किया गया है। इस पर निम्न तीन कैमरे लगे हुए थे—

(i) **पेंक्रोमेटिक कैमरा** (Panchromatic Camera–PAN)—यह एक उच्च विभेदक (5.8 मीटर) पेंक्रोमेटिक बैंड पर कार्य करता है जिसकी स्वॉथ चौड़ाई 70 किमी० होती है। इसमें स्टीरियोस्कोपिक बिम्ब देखने की क्षमता है।

(ii) **LISS-III** (A Linear Imaging Self-Scanning Sensor)—यह चार स्पैक्ट्रल बैंड्स पर कार्य करता है। इनमें तीन दृश्य/अवरक्त स्पैक्ट्रल (VNIR) बैंड्स तथा एक लघु तरंग अवरक्त (SWIR) प्रभाग है। इसका भूमि–विभेदन, VNIR बैंड पर 23.5 मीटर तथा SWIR बैंड पर 70.5 मीटर है, जिनकी स्वॉथ चौड़ाई क्रमश: 41 किमी तथा 148 किमी० है।

(iii) **WIFS** (Wide Field Sensor–WIFS)—यह एक निम्न विभेदक (188.3 मीटर) कैमरा है, जिसकी स्वॉथ चौड़ाई 810 किमी० है। उपग्रह में एक टेपरिकार्डर भी है जो आँकड़ों को अंकित करता है।

चतुर्थ उपग्रह IRS-1D को 29 सितम्बर, 1997 को प्रक्षेपित किया गया जो IRS-IC के ही समान है। IRS-P2 तथा IRS-P3 को भारत में निर्मित PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle) द्वारा क्रमश: 15 अक्टूबर, 1994 व 21 मार्च, 1996 को प्रक्षेपित किया गया। IRS-1A व IB की भाँति ही IRS-P2 में भी LISS-II कैमरा लगा है जबकि IRS-P3 में WIFS कैमरा लगा हुआ है।

IRS-P4 को PSLV-C2 द्वारा 26 मई, 1999 को सफलतापूर्वक अन्तरिक्ष में छोड़ा गया। यह अपनी तरह का एक नया प्रयोग था। इस पर 'समुद्री रंगीन मॉनीटर' (Ocean Colour Monitor) तथा 'बहु आवृत्ति स्कैनिंग लघुतरंग रेडियोमीटर (Multi-Frequency Scanning Microwave Radiometer) लगे हुए हैं। 12 सितम्बर 2002 को PSLV-C4 रॉकेट द्वारा मौसमी अध्ययन हेतु भारत ने Metsat (अब कल्पना–1) उपग्रह को 36000 किमी० की ऊँचाई वाली भूस्थिर कक्षा में स्थापित किया। इसके अगले चरण में PSLV-C5 रॉकेट से Resource Sat-1 नामक उपग्रह को 17 अक्टूबर 2003 में ध्रुवीय कक्षा में स्थापित किया गया। 20 सितम्बर, 2004 को श्री हरिकोटा से GSLV रॉकेट से शिक्षा का प्रसार करने हेतु EDUSAT उपग्रह का सफल प्रक्षेपण किया गया है। IRS-P5 (कार्टोसेट–1, Cartosat-1) का PSLV-C7 द्वारा प्रक्षेपण 5 मई 2005 को किया गया। इसका अनुप्रयोग वृहद् मापक पर मानचित्रण और Terrain Modeling के लिये किया जायेगा। 10 जनवरी 2007 को Cartosat-2 (IRS-P7) का PSLV-C7 प्रक्षेपण यान से और 28 अप्रैल 2008 को PSLV-C9 से Cartosat-2 का प्रक्षेपण महासागरों के अध्ययन हेतु सफलतापूर्वक किया गया।

उपरोक्त उपग्रहों के अलावा भी ISRO ने विदेशी उपग्रहों का प्रक्षेपण सफलतापूर्वक करके भारत की इस क्षेत्र में धाक जमाई है। सन् 2012 तक भारत कई उपग्रहों का निर्माण करके उनका प्रक्षेपण करेगा जिसमें 'चन्द्रयान–प्रथम' का सफल प्रमोचन महत्त्वपूर्ण मिशन है। 'चन्द्रयान–प्रथम' ने भारतीय प्रतिभा का विश्व में लोहा मनवाया है।

TOUCH 'n' PASS

उपग्रह नियन्त्रण केन्द्र बंगलुरु में स्थित है। राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र (NRSC) का आँकड़ों को प्राप्त करने वाला स्टेशन हैदराबाद के पास सादनगर में स्थित है। यहाँ पर उपग्रह से आँकड़ों को प्राप्त कर विभिन्न प्रकार के संशोधनों (Radiometric and Geometric Corrections) के पश्चात् इन्हें उपयोगकर्त्ता के प्रयोग के योग्य बनाया जाता है। तत्पश्चात् हैदराबाद में NRSC द्वारा आँकड़ों को वितरित करने की सुविधा है।

तालिका 2.2 आई०आर०एस० शृंखला की कक्षीय विशेषताएँ

लक्षण (Features)	IRS-1A/IB	IRS-P2
ऊँचाई (Altitude)	904 किमी०	817 किमी०
कक्षीय काल (Orbital Period)	103.2 मिनट	101.35 मिनट
सामयिक विभेदन (Temporal Resolution)	22 दिन	24 दिन
भूमध्य रेखा पार करने का समय (Equatorial Crossing Time)	10 बजे सुबह	10 बजे सुबह
संवेदक (Sensors)	LISS-I व LISS-II	LISS-II

आई०आर०एस०-1C शृंखला की कक्षीय विशेषताएँ

लक्षण (Features)	IRS-IC
कक्षीय प्रकार (Orbital Type)	ध्रुवीय सूर्य तुल्यकालिक
ऊँचाई (Altitude)	817 किमी०
झुकाव (Inclination)	98.69°
दूरी (Distance between adjacent Traces)	117.5 किमी०
पुनरावृत्ति (Repitative for LISS-3)	24 दिन
दृश्यावलोकन (Revisit for Pan)	5 दिन
नादिर बिन्दु पर कवरेज (Coverage)	398 किमी०
स्टीरियोग्राफिकल क्षमता (Stereo-Coverage Capacity)	5 दिन

आई०आर०एस०-P3 की कक्षीय विशेषताएँ

लक्षण (Features)	IRS-P3
कक्षीय प्रकार (Orbital Type)	ध्रुवीय सूर्य तुल्यकालिक
कक्षीय काल (Orbital Period)	101.35 मिनट
भूमध्य रेखा पार करने का समय	10.30 बजे सुबह
ऊँचाई (Altitude)	817 किमी०
झुकाव (Inclination)	98.73°
संवेदक (Sensors)	WIFS, MOS, X-Ray

भारत में अन्तरिक्ष विभाग के विकास अनुसंधान के लिए देश के विभिन्न भागों में अन्तरिक्ष केन्द्रों की स्थापना की गयी है।

सुदूर-संवेदन की उपयोगिता
(Advantages of Remote Sensing)

दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग भूगोल के विभिन्न अध्ययनों जैसे फसल के क्षेत्रफल और उत्पाद के आकलन, मौसम के पूर्वानुमान, भूमिगत जल की खोज, मत्स्य-पालन, वन संसाधनों के सर्वेक्षण, खनिजों का पता लगाने, नगरीय विकास एवं नियोजन, मृदा वर्गीकरण, क्षारीय व अम्लीय मृदा का मानचित्रण, बहुउद्देशीय नदी घाटी परियोजना तथा बाढ़ग्रस्त क्षेत्रों का सीमांकन आदि क्षेत्रों में सफलतापूर्वक किया जा रहा है।

1. **मौसम के पूर्वानुमान में** (Forecasting of Weather)—दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग वायुमण्डल विशेष रूप से मौसम सम्बन्धी विभिन्न तथ्यों की जानकारी प्राप्त करने हेतु किया जाता है। दूर-संवेदन तकनीकी के उपयोग से चक्रवातों के आने की जानकारी, उनकी दिशा, गति आदि का ज्ञान प्राप्त होता है। इसी प्रकार झंझावात, आँधी-तूफान,

TOUCH 'n' PASS

वर्षा, हिमपात व ओलावृष्टि के आने की सूचना प्राप्त होती है। इन सभी सूचनाओं के माध्यम से अपार जन-धन की हानि होने से बचाया जा सका है। मौसम की जानकारी विज्ञान विभाग देश के प्रत्येक वायुयान अड्डों को पहुँचाकर वायु परिवहन की उड़ानों को सुखद, सुगम एवं सुनिश्चित बनाने में भी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

2. **भूमिगत जल की खोज में** (Searching of Ground Water)—विश्व के अनेक देश जहाँ पेयजल आपूर्ति समुचित नहीं है या स्थलीय जल स्रोतों की पर्याप्त मात्रा होने के बावजूद जनसंख्या के बाहुल्य वाले देशों में जल आपूर्ति सभी मानवों को सुलभ एवं सुनिश्चित नहीं होती है तो ऐसे देश भूमिगत जल पर निर्भर होते हैं। दूर संवेदन तकनीकी से भूमिगत जल के स्रोतों को खोजने में पर्याप्त सहायता प्राप्त होती है।
3. **खनिजों की खोज में** (In Mineral Exploration)—दूर-संवेदन तकनीक द्वारा देश के खनिज भण्डारों का पता लगाने में महत्त्वपूर्ण सफलता मिल रही है। 'लैण्डसेट' एवं इन्सैट-1बी से प्राप्त आँकड़ों के लिए मेहसाणा, केम्बे बेसिन के कादोकलीम क्षेत्रों में भारी मात्रा में कच्चे तेल होने का पता लगाया गया है। इसी प्रकार अन्य खनिज पदार्थों, जैसे—कोयला, लोहा, मैग्नीशियम, रेडियम, थोरियम आदि का पता लगाने में दूर-संवेदन तकनीकी ने अहम् भूमिका निभाई है।

   विश्व के विकसित देश दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग कर खनिज पदार्थों का बड़ी मात्रा में उत्खनन कर रहे हैं। भारत जैसे विकासशील देश में भी दूर-संवेदन तकनीकी का काफी विस्तार किया गया है, जिससे इसका उपयोग कर देश को खनिज पदार्थों के उत्पादन में सक्षम बनाया जा सके।
4. **वन संरक्षण के क्षेत्र में** (In forest Conservation)—वन संरक्षण के क्षेत्र में दूर-संवेदन तकनीकी का उपयोग बड़े पैमाने पर किया जा रहा है। इस तकनीकी की सहायता से वनों पर निगरानी करने में सहायता मिलती है।

प्र.5. उपग्रह के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
Describe the types of Satellite.

उत्तर

उपग्रह के प्रकार
(Types of Satellite)

उपग्रह के दो मुख्य प्रकार हैं—

1. **प्राकृतिक उपग्रह** (Natural Satellite)—प्रकृति के माध्यम से बने उपग्रह को प्राकृतिक उपग्रह कहते हैं। जैसे—चन्द्रमा पृथ्वी का एक प्राकृतिक उपग्रह है। चन्द्रमा पृथ्वी का चक्कर लगभग 27 दिन व 8 घण्टे में पूरा करता है। सबसे अधिक प्राकृतिक उपग्रह शनि ग्रह के हैं, जो संख्या में 82 हैं।
2. **कृत्रिम उपग्रह** (Artificial Satellite)—अन्तरिक्ष आधारित प्लेटफॉर्म में कृत्रिम उपग्रह सुदूर संवेदन का मुख्य प्लेटफॉर्म है, जो वायुमण्डल की दशाओं व भू-संसाधनों का भूमण्डलीय स्तर पर निरन्तर प्रेक्षण तथा मॉनीटरन अथवा प्रबोधन (Monitor) करता है। इस कृत्रिम उपग्रह को पृथ्वी के गुरुत्व बल से बचने तथा अन्तरिक्ष में पहुँचने हेतु **11.2 किमी० प्रति सेकण्ड (पृथ्वी का पलायन वेग)** अथवा इससे अधिक **अन्तःक्षेपी वेग** (Injection Velocity) चाहिए। किसी उपग्रह की ऊँचाई वेग और परिक्रमण समय में आपसी सम्बन्ध होता है। इन्हें उपग्रह छोड़ने से पहले निर्धारित किया जाता है। (तालिका 2)

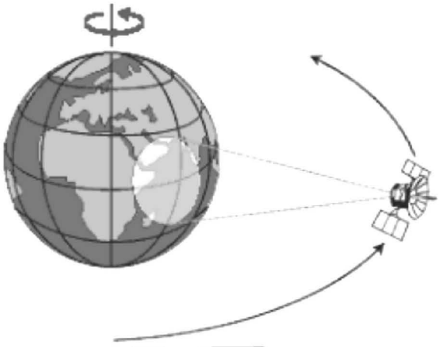
तालिका 2-विभिन्न देशों के प्रथम कृत्रिम-उपग्रह

क्र०सं०	देश	उपग्रह	प्रक्षेपण तिथि
(i)	सोवियत संघ	स्पुतनिक-1	4 अक्टूबर, 1957
(ii)	सं०रा० अमेरिका	एक्सप्लोरर-1	31 जनवरी, 1958
(iii)	फ्रांस	आस्तेनिक ए-1	26 नवम्बर, 1965
(iv)	जापान	ओसुनी	11 फरवरी, 1970
(v)	चीन	चीन-1	24 अप्रैल, 1970
(vi)	भारत	रोहिणी/आई०आर०एस०-1	18 जुलाई, 1980

TOUCH 'n' PASS

ऊँचाई एवं परिक्रमण पथ के आधार पर कृत्रिम उपग्रह के दो प्रकार होते हैं—

1. **भू-तुल्यकालिक उपग्रह** (Geosynchronous Satellite)—पृथ्वी के परिभ्रमण समय से समानता वाले वेग से चलने वाले उपग्रह को भू-तुल्यकालिक या भूस्थिर (Geostationary) उपग्रह कहा जाता है। इस प्रकार कोई भी उपग्रह, विषुवतरेखा (Equator) के तल में पृथ्वी से करीब 40,075 किमी दूर स्थित किसी अण्डाकार अथवा वृत्ताकार कक्षा में पश्चिम से पूर्व की तरफ गति करता हुआ, 24 घण्टे में एक चक्र पूरा करता है। समय की इस अवधि में पृथ्वी अपने ध्रुवीय अक्ष पर, **पश्चिम से पूर्व की तरफ घूमती (1,610 किमी० प्रति घण्टा)** हुई एक चक्र पूरा करती है। समस्त पृथ्वी को आच्छादित करने हेतु कम-से-कम दो अथवा तीन भूस्थिर उपग्रहों की जरूरत होती है। वर्तमान समय में विषुवत रेखा के ऊपर 36 किमी० से 40 किमी० की ऊँचाइयों के बीच 6 भूस्थिर उपग्रह कार्य कर रहे हैं। (तालिका 3 एवं चित्र 1)



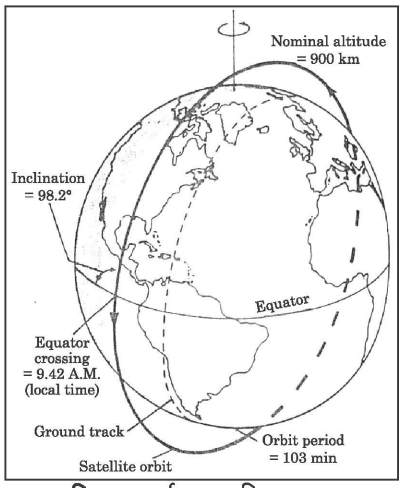
चित्र 1 : कृत्रिम उपग्रह–भू-तुल्यकालिक उपग्रह

तालिका 3–भू-तुल्यकालिक उपग्रह तथा उनके लक्षण

क्र०सं०	भूस्थिर उपग्रह का नाम	सम्बन्धित देश	लक्षण
(i)	GMS	जापान	पश्चिमी प्रशान्त महासागर को कवर करता है।
(ii)	INSAT	भारत	हिन्द महासागर को कवर करता है।
(iii)	GOMS	रूस	एशिया तथा हिन्द महासागर को कवर करता है।
(iv)	GOES-E	यू०एस०ए०	उत्तरी अमेरिका तथा दक्षिणी अमेरिका महाद्वीप, पूर्वी प्रशान्त महासागर को कवर करता है।
(v)	GOES-W	यू०एस०ए०	उत्तरी अमेरिका तथा दक्षिणी अमेरिका महाद्वीप, पूर्वी प्रशान्त महासागर को कवर करता है।
(vi)	METEOSAT	यूरोपीय अन्तरिक्ष एजेन्सी	अफ्रीका महाद्वीप तथा यूरोप को कवर करता है।

भू-तुल्यकालिक उपग्रहों का प्रयोग (Use of Geosynchronous Satellite)—ये उपग्रह दूरसंचार सेवाओं तथा मौसम विज्ञान सम्बन्धी जानकारियों के लिए प्रयोग होते हैं। इसके साथ ही महासागरीय दशाओं का आसानी से मॉनीटरन किया जा सकता है। निरन्तर प्राप्त फोटोचित्रों से धरातल के छोटे-छोटे विवरणों की पहचान की जा सकती है।

2. **सूर्य-कालिक उपग्रह** (Sun-synchronous Satellite)—भूस्थिर उपग्रह के विपरीत, किसी सूर्य-तुल्यकालिक उपग्रह की मदद से पहले निश्चित समय-अन्तराल के अनुसार पृथ्वी के हर एक भाग का निरन्तर संवेदन करना सम्भव होता है। सूर्य तुल्यकालिक उपग्रहों को ध्रुवीय कक्ष वाले भू-उपग्रह भी कहा जाता है। इनका मार्ग कक्ष ध्रुव से होकर गुजरता है। इनकी ऊँचाई 700 से 900 किमी होती है। यह उपग्रह पृथ्वी के समस्त भाग को तय कर सकता है और हर एक अक्षांश रेखा को स्थानीय समयानुसार दो बार पार करता है। ध्रुवीय कक्षा में ये उपग्रह ऐसे गति करते हैं कि वे हर एक बार भूमध्य रेखा को एक ही स्थानीय समय पर पार कर सकते हैं। चूँकि पृथ्वी पश्चिम से पूर्व की तरफ घूर्णन करती है अतएव उपग्रह की कक्षा का धरातलीय मार्ग सूर्य की दिशा में यानी पूर्व से पश्चिम की तरफ निरन्तर आगे बढ़ता जाता है। इस तरह इन भू-उपग्रहों की मदद से निरन्तर समस्त पृथ्वी का अवलोकन हो सकता है और ये सामयिक आधार पर पुनरावृत्तिक कवरेज देते रहते हैं। (चित्र 2)



चित्र 2 : सूर्यतुल्य कालिक उपग्रह

TOUCH 'n' PA

3. **भूसंसाधन उपग्रह** (Earth Resources Satellite)—भू-संसाधन उपग्रह के दो प्रकार होते हैं—

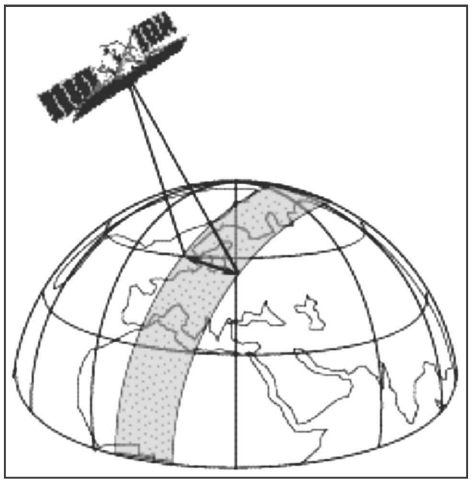
(a) **मनुष्ययुक्त भूसंसाधन उपग्रह** (Manned Earth Resources Satellite)—इस उपग्रह में मनुष्य द्वारा फोटोग्राफिक सामग्री व धरातलीय बिम्बों को लेने के लिए संवेदक को उपग्रह में ले जाया जाता है। इन बिम्बों की फोटोग्राफिक विश्लेषण तकनीक के माध्यम से व्याख्या होती है। सर्वप्रथम जिस मनुष्ययुक्त उपग्रह को बनाया गया उसका नाम **अन्तरिक्ष दौड़** (Space Race) रखा गया था। इसके बाद मनुष्ययुक्त उपग्रह, आकाश प्रयोगशाला (Sky Lab) एवं अन्तरिक्ष शटल क्रम (Space Shuttle Series) को अन्तरिक्ष स्टेशन के रूप में उपयोग के लिए बनाया गया। उदाहरणार्थ अन्तरिक्ष दौड़ (Space Race) उपग्रहों में जो प्रमुख हैं, वे हैं—**मर्करी क्रम** (1961), **जैमिनी क्रम** (1965) व **अपोलो क्रम** (1967)। इसी तरह अन्तरिक्ष स्टेशन में अन्तरिक्ष शटल (Space Shuttle) क्रम (1981) और स्काईलैब (1973) हैं।

(b) **मनुष्य रहित भूसंसाधन उपग्रह** (Unmanned Earth Resources Satellites)—ये उपग्रह भूधरातल के बिम्बों को लेने के लिए अपने साथ विभिन्न संवेदकों को ले जाते हैं। इस तरह की सूचनाओं, आँकड़ों व बिम्बों का विश्लेषण, फोटोग्राफिक विश्लेषण तकनीक एवं डिजिटल इमेज प्रक्रिया तकनीक के माध्यम से किये जाते हैं। अत: इन उपग्रहों का चार समूहों में विकास किया जा सकता है। (तालिका 4)

तालिका 4–मानव रहित भू उपग्रहों के समूह

समूह (Group)	युग (Generation)	उपग्रह (Satellites)
I	प्रथम युग	लैंडसेट 1, 2 व 3
II	द्वितीय युग	स्पॉट, लैंडसेट 4 व 5, आई०आर०एस० क्रम
III	तृतीय युग	तापीय अवरक्त संवेदक HCMM
IV	चतुर्थ युग	लघु तरंग संवेदक, सीसेट (Seasat), ERS-1 एवं रडारसेट (Radarsat), JER S-I शटल इमेजिंग रडार (SIR) क्रम।

उपर्युक्त विवेचन के बाद कहा जा सकता है कि समस्त सुदूर संवेदन संसाधनों, उपग्रहों (Resource, Satellite) को सूर्यतुल्यकालिक वर्ग में रखा गया है। इनमें कुछ लैण्डसेट क्रम (Landsat), स्पॉट (Spot) क्रम, आई०आर०एस० (IRS) क्रम नोआ (NOAA), सीसेट (SEASAT), टीरोज (TIROS), एच०सी०एम०एम० (HCMM), स्काईलैब (Skylab) एवं अन्तरिक्ष शटल (Space Shuttle) इत्यादि हैं। इन भूउपग्रहों का प्रयोग धरातल के अलावा आकाशीय पिण्डों को देखने के लिए हो सकता है, जिन पर वायुमण्डल का कोई असर नहीं होता है। भू-उपग्रहों के माध्यम से पृथ्वी का सिंहावलोकन सामयिक रूप से होता है, जो इस खर्च पर प्राकृतिक संसाधनों के प्रबन्धन हेतु अत्यन्त महत्त्वपूर्ण है। शुरू में इनके विकास व निर्माण पर बहुत ज्यादा खर्च होता है, लेकिन पृथ्वी के पुनरावृत्तिक सिंहावलोकन से अन्तरिक्षयान (Space Craft) सेवाएँ वायुयान आधारित सुदूर संवेदन की अपेक्षा मितव्ययी होती हैं। अन्तरिक्ष आधारित प्लेटफॉर्मों को तीन वर्गों में विभाजित कर सकते हैं—(i) निम्न ऊँचाई वाले उपग्रह (Low Altitude Satellite), (ii) अन्तरिक्ष शटल अथवा मान (Space Shuttle), (iii) अधिक ऊँचाई वाले भू-तुल्यकालिक उपग्रह (High Altitude Geostationary Satellite)।



चित्र 3 : Swath-Area Sensed by a Satellite in One Pass

(c) **स्वॉथ** (Swath)—यहाँ यह भी समझना अनिवार्य है कि उपग्रह का संवेदक किस तरह धरातल के सफर को तय किया करता है। जैसे ही कोई भू-उपग्रह पृथ्वी की परिक्रमा करता है तो संवेदक के माध्यम से पृथ्वी के धरातल का

TOUCH 'n' PASS

कुछ भाग तय किया जाता है। (चित्र 3) इस तय की गई पट्टिका को उपग्रह का स्वॉथ (Swath) कहा जाता है। विभिन्न भू-उपग्रहों में स्वॉथ की चौड़ाई भिन्न-भिन्न 10 किमी० से 100 किमी० के बीच रहती है। जब भू-उपग्रह, जैसे— लैण्डसेट (Landsat) पृथ्वी की परिक्रमा किया करते हैं तो इनके संवेदक द्वारा एक बार में धरातल की 185 किमी० चौड़ी पट्टी को तय किया जाता है। इस तरह एक दिन में मात्र 14 पट्टियों का ही संवेदन हो पाता है और इन क्रमोत्तर पट्टियों के बीच का भाग बिना तय किये ही छूट जाता है। यह स्थिति विभिन्न अक्षांशों पर अलग-अलग होती है। भूमध्य रेखा पर दो उत्तरोत्तर परिक्रमणों के धरातलीय मार्गों के मध्य की दूरी लगभग 2760 किमी० व 40° उ० अक्षांश पर लगभग 2100 किमी होती है। यह दूरी उच्च अक्षांशों की तरफ लगातार घटती जाती है जिससे अतिव्यापन (Overlap) अधिक होता जाता है। भूमध्य रेखा पर अतिव्यापन (Overlap) की मात्रा 14% व 81° उत्तरी अक्षांश पर सर्वाधिक 85% होती है। संवेदन पट्टियों के लगातार पश्चिम की तरफ खिसकने से उच्च अक्षांशों को छोड़कर पृथ्वी के बचे हुए भागों को 18 दिन में तय कर देता है।

समस्त सुदूर संवेदन संसाधन उपग्रहों (Resource Satellite) को सूर्य तुल्यकालिक वर्ग में रखा गया है। इनमें से कुछ लैण्डसेट (Landsat), स्पॉट (Spot), आई०आर०एस० (IRS), नोआ (NOAA), सीसैट (SEASAT), टीरोस (Tiros), एच०सी०एम०एम० (HCMM), स्काईलैब (Skylab) एवं अन्तरिक्ष शटल (Space Shuttle) इत्यादि हैं। इन भू-उपग्रहों का प्रयोग धरातल में अतिरिक्त आकाशीय पिण्डों को देखने के लिए भी हो सकता है जिस पर वायुमण्डल का कोई प्रभाव नहीं होता है। भू-उपग्रहों के माध्यम से पृथ्वी का सिंहावलोकन सामयिक रूप से होता है जो कम व्यय पर प्राकृतिक संसाधनों के प्रबन्धन (Management) के लिये अत्यन्त महत्त्वपूर्ण होते हैं। शुरू में इनके विकास व निर्माण पर बहुत अधिक व्यय होता था लेकिन पृथ्वी के पुनरावृत्ति सिंहावलोकन से अन्तरिक्षयान (Space Craft) सेवायें वायुयान आधारित सुदूर संवेदन की अपेक्षा मितव्ययी होती हैं। अन्तरिक्ष आधारित प्लेटफॉर्म को निम्नलिखित तीन भागों में बाँटा जा सकता है—

1. निम्न ऊँचाई वाले उपग्रह (Low Altitude Satellite)
2. अधिक ऊँचाई वाले ज्योस्टेशनरी उपग्रह (High Altitude Geostationary Satellites) तथा
3. अन्तरिक्ष शटल अथवा अन्तरिक्ष यान (Space Shuttle)।

प्र.6. भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी क्या है? इस बात पर चर्चा कीजिये। भारत के लिये भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी क्यों आवश्यक है?

उत्तर भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी पृथ्वी और मानव समाजों के भौगोलिक मानचित्रण और विश्लेषण में योगदान देने वाले आधुनिक उपकरणों की श्रेणी का वर्णन करती है। 'भू-स्थानिक' उन प्रौद्योगिकियों के संग्रह को संदर्भित करती है जो भौगोलिक जानकारी एकत्र करने, विश्लेषित करने, संग्रहित करने, प्रबंधित करने, वितरित करने, एकीकृत करने और प्रस्तुत करने में मदद करते हैं।

भू-स्थानिक तकनीक के अंतर्गत भौगोलिक सूचना तंत्र (GIS), वैश्विक स्थिति निर्धारण प्रणाली (GPS) तथा भौगोलिक मानचित्रण और विश्लेषण के लिये रिमोट सेंसिंग जैसे तंत्रों का प्रयोग किया जाता है, जो बेहतर माप, प्रबंधन तथा सम्पत्तियों के रखरखाव, संसाधनों की निगरानी करने में सक्षम बनता है, साथ ही पूर्वानुमान तथा निर्देशात्मक विश्लेषण प्रदान करता है जिससे पूर्वानुमान लगाया जा सके और नियोजित हस्तक्षेप किया जा सके।

भू-स्थानिक अवसंरचना (Geospatial infra structure)—भारत में भू-स्थानिक के क्षेत्र में एक सुदृढ़ पारितंत्र मौजूद है जहाँ विशेष रूप से भारतीय सर्वेक्षण विभाग (Survey of India–SOL), भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संस्थान (ISRO), रिमोट सेंसिंग एप्लीकेशन सेंटर (RSACs) एवं राष्ट्रीय सूचना विज्ञान केंद्र (NIC) और सभी मंत्रालयों एवं विभाग सामान्य रूप से भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी का उपयोग करते हैं।

भारत के लिये भू-स्थानिक प्रौद्योगिकी का महत्त्व
(Importance of geospatial technology for India)

जलवायु परिवर्तन, आपदा प्रबंधन, शिक्षा, शासन आदि जैसी आज की कई समस्याओं को हल करने में भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों के कई महत्त्व हैं—

1. **जलवायु परितंत्र एवं आपदा प्रबंधन**—प्राकृतिक आपदाओं को कम करने, निगरानी रखने और सटीक परिस्थितियाँ देने के लिये GIS प्रौद्योगिकियों ने बहु-अनुशासनात्मक विषयों को साथ लाकर स्थितिजन्य जागरूकता बढ़ाने तथा कार्यवाही योग्य जानकारी प्रदान करने में बड़ी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

TOUCH 'n PASS

2. **भू-परीक्षण क्षमताएँ**—भारत ने वर्ष 2020 में अपनी इच्छित कक्षा में EOS-01 (पूर्व में RISAT-2BR2) को इंजैक्ट करके सफल पृथ्वी अवलोकन उपग्रह प्रक्षेपण की अपनी परंपरा को जारी रखा। सिंथेटिक अपरचर राडार (SAR) जो डाटा प्रदान करता है उसकी अनूठी विशेषताओं की मदद से आने वाले समय में वानिकी, कृषि और आपदा प्रबंधन अनुप्रयोगों को बड़ा बढ़ावा मिलेगा।
3. **प्रशासन**—देश और उसके नागरिकों को स्वतंत्र और आत्मनिर्भर बनाने पर केन्द्रित एक प्रमुख सुधार अभियान 'आत्मनिर्भर भारत' वर्ष 2020 में शुरू किया गया था। इन पहलों की सफलता में भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों की प्रमुख भूमिका है।
4. **स्वास्थ्य सेवा**—महामारी से निपटने के लिये स्वास्थ्य सेवा के क्षेत्र में भू-स्थानिक उपकरणों और डैशबोर्ड के उपयोग में तेजी से वृद्धि हुई। यह कोविड-19 स्थिति की निगरानी के साथ शुरू हुआ और तेजी से संचार, नियंत्रण, कीटाणुशोध के क्षेत्र, प्रवासी सहायता में विस्तृत हुआ। 'राष्ट्रीय डिजिटल स्वास्थ्य मशीन' वर्ष 2020 में शुरू किया गया था जिसका उद्देश्य स्वास्थ्य सेवा के लिये बुनियादी डिजिटल ढाँचा तैयार करना था और भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियाँ इसकी सफलता में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती रहेंगी।
5. **भूमि एवं वन-संसाधन प्रबंधन**—हालाँकि GIS प्रौद्योगिकियों का उपयोग शहरी विकास तथा नियोजन के लिये विभिन्न प्रशासनिक स्तरों पर जारी है, ग्रामीण सर्वेक्षण और ग्रामीण क्षेत्रों के संशोधित मानचित्रण की योजना (SVAMITVA) को वर्ष 2020 में लाँच किया गया था जिसका उद्देश्य सर्वेक्षण के बुनियादी ढाँचे को तैयार करना, GIS मानचित्र एवं ग्रामीण नियोजन के लिये सटीक भूमि रिकॉर्ड्स उपलब्ध कराना है। वन-विभाग ने GIS प्रौद्योगिकियों का उपयोग करना जारी रखा जिससे वन क्षेत्र का मानचित्रण कर तथा कार्बन स्टॉक मूल्यांकन कर देशभर में आवश्यक संरक्षण और बहाली के प्रयासों को मजबूत किया जा सके।
6. **सामाजिक क्षेत्र**—कृषि, आजीविका, वित्तीय समावेशन, पर्यावरण, पारिस्थितिकी, प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन आदि सहित जटिल सामाजिक समस्याओं को दूर करने के लिये सामाजिक क्षेत्र द्वारा भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों और उपकरणों को अपनाना वर्ष 2020 में उत्साहजनक था। भारत में उनके द्वारा निभाई गई महत्त्वपूर्ण भूमिका के साथ संयुक्त राष्ट्र सतत् विकास लक्ष्यों (SDGs) को पूरा करने की दिशा में प्रयास, भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियों को अपनाना एक बहुत ही सकारात्मक कदम है।
7. **जल संसाधन प्रबंधन**—जल शक्तिमंत्रालय और राज्य सरकारों ने राष्ट्र की जल सुरक्षा को मजबूत करने के उद्देश्य से एकीकृत जल संसाधन प्रबंधन के लिये पहल शुरू की है, जिसमें भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियाँ प्रमुख घटक के रूप में हैं।
8. **भू-स्थानिक** बुनियादी ढाँचे को अब व्यापक रूप से क्षेत्रीय विकास और आर्थिक विकास के लिये एक महत्त्वपूर्ण घटक के रूप में स्वीकार किया जाता है। सरकारें और उधम आज रणनीतिक प्राथमिकताओं का समर्थन करने, निर्णय लेने और परिणामों की निगरानी के लिये स्थान-आधारित जानकारी पर भरोसा करते हैं। नि:संदेह, भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियाँ 5 ट्रिलियन अमेरिकी डॉलर की अर्थव्यवस्था की ओर भारत को ले जाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
9. **राष्ट्र के लचीलेपन के लिये जीआईएस**—भू-स्थानिक प्रौद्योगिकियाँ एकीकृत-सिस्टम-आधारित दृष्टिकोण को बढ़ावा देने में एक अनूठा लाभ प्रदान करती है और सभी स्तर (स्थानीय, क्षेत्रीय और विश्व) पर, जो एक राष्ट्र के लचीलेपन के लिए महत्त्वपूर्ण है, की सहज समझ प्रदान करती है।
10. **स्वास्थ्य देखभाल और COVID-19 टीकाकरण**—महामारी का डर अभी खत्म नहीं हुआ है और सार्वजनिक स्वास्थ्य प्रणालियों को मजबूत करने की आवश्यकता प्राथमिकता बनी हुई है। जीआईएस प्रौद्योगिकियाँ वैक्सीन वितरण और प्रशासन की योजना, संचालन एवं प्रबंधन में सरकारों की मदद करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है।

भू-स्थानिक अवसंरचना घटकों में से प्रत्येक अर्थात् संस्थागत, ज्ञान, प्रौद्योगिकी, मानव और अंतिम मील की एक महत्त्वपूर्ण भूमिका है और भविष्य की चुनौतियों का समाधान करने के लिये इसे सामंजस्यपूर्ण तरीके से मजबूत करने की त्वरित आवश्यकता है।

TOUCH 'n PASS

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन को अंग्रेजी में क्या कहा जाता है?
(क) Remote Sesing (ख) Remote Sense
(ग) Remote Sensing (घ) Remot Sensing
उत्तर (ग) Remote Sensing

प्र.2. सुदूर संवेदन शब्द का प्रयोग सबसे पहले कब हुआ?
(क) 1950 में (ख) 1960 में (ग) 1965 में (घ) 1970 में
उत्तर (ख) 1960 में

प्र.3. किसने कहा कि सुदूर संवेदन एक ऐसी कला या विज्ञान है जो बिना किसी सम्पर्क के किसी वस्तु के बारे में जानकारी प्राप्त करता है?
(क) कैम्पबेल (ख) कोलवेल (ग) फिसचर (घ) बैरेट एवं वर्टीज
उत्तर (ग) फिसचर

प्र.4. सुदूर संवेदन का क्षेत्र है—
(क) भू-विज्ञान (ख) मानचित्रकला (ग) मौसम विज्ञान (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.5. सुदूर संवेदन का उद्देश्य है—
(क) पर्यावरण प्रदूषण तथा अवनयन का ज्ञान अर्जित करना
(ख) जैव विविधता के सन्दर्भ में पूर्वानुमान लगाना
(ग) आगम्य तथा दुर्गम क्षेत्रों को प्राथमिक मानचित्रण करना
(घ) उपर्युक्त सभी
उत्तर (घ) उपर्युक्त सभी

प्र.6. वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म कितने प्रकार के होते हैं?
(क) दो (ख) तीन (ग) चार (घ) पाँच
उत्तर (क) दो

प्र.7. वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म के लाभ हैं—
(क) उच्च विभेदन (ख) सूक्ष्म सर्वेक्षण (ग) पुनरावृत्ति उड़ानें (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.8. भारत में अन्तरिक्ष कार्यक्रम की शुरुआत कब हुई थी?
(क) सन् 1960 में (ख) सन् 1962 में (ग) सन् 1970 में (घ) सन् 1972 में
उत्तर (ख) सन् 1962 में

प्र.9. उपग्रह के प्रकार हैं—
(क) प्राकृतिक उपग्रह (ख) कृत्रिम उपग्रह (ग) अ एवं ब दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) अ एवं ब दोनों

प्र.10. मोट सेंसिंग के बारे में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सत्य है?
(क) यह पृथ्वी की सतह के भौतिक संपर्क में आए बिना उसके बारे में जानकारी प्राप्त करने की प्रक्रिया है।
(ख) यह भौतिक रूप से पृथ्वी की सतह के संपर्क में रहकर डेटा एकत्र करने की प्रक्रिया है।
(ग) यह पृथ्वी की सतह में छेद करके उसके बारे में जानकारी प्राप्त करने की प्रक्रिया है।
(घ) यह सर्वेक्षण करके पृथ्वी की सतह के बारे में जानकारी प्राप्त करने की प्रक्रिया है।
उत्तर (क) यह पृथ्वी की सतह के भौतिक संपर्क में आए बिना उसके बारे में जानकारी प्राप्त करने की प्रक्रिया है।

TOUCH 'n' PASS

प्र.11. जीआईएस के बारे में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सत्य है?

(क) यह एक प्रकार की रिमोट सेंसिंग तकनीक है।

(ख) यह एक सॉफ्टवेयर एप्लिकेशन है जिसका उपयोग स्थानिक डेटा का विश्लेषण, कल्पना और हेरफेर करने के लिए किया जाता है।

(ग) यह महासागरों की गहराई मापने के लिए उपयोग किया जाने वाला उपकरण है।

(घ) यह भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण करने के लिए उपयोग किया जाने वाला एक उपकरण है।

उत्तर (ख) यह एक सॉफ्टवेयर एप्लिकेशन है जिसका उपयोग स्थानिक डेटा का विश्लेषण, कल्पना और हेरफेर करने के लिए किया जाता है।

प्र.12. निम्नलिखित में से कौन सक्रिय रिमोट सेंसिंग तकनीक का उदाहरण है?

(क) लीडर (ख) लैंडसैट (ग) मोडिस (घ) एवीएचआरआर

उत्तर (क) लीडर

प्र.13. निम्नलिखित में से कौन निष्क्रिय रिमोट सेंसिंग तकनीक का उदाहरण है?

(क) रडार (ख) लीडार (ग) सोनार (घ) लैंडसैट

उत्तर (घ) लैंडसैट

प्र.14. रिमोट सेंसिंग इमेजरी के बारे में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सत्य है?

(क) इसे केवल दिन के दौरान ही एकत्र किया जा सकता है।

(ख) इसे केवल साफ मौसम की स्थिति के दौरान ही एकत्र किया जा सकता है।

(ग) इसे दिन या रात के किसी भी समय और किसी भी मौसम की स्थिति में एकत्र किया जा सकता है।

(घ) इसे केवल रात के दौरान ही एकत्र किया जा सकता है।

उत्तर (ग) इसे दिन या रात के किसी भी समय और किसी भी मौसम की स्थिति में एकत्र किया जा सकता है।

प्र.15. निम्नलिखित में से कौन-सा कारक रिमोट सेंसिंग इमेजरी के स्थानिक रिजॉल्यूशन को प्रभावित करता है?

(क) प्रयुक्त विकिरण की तरंग दैर्ध्य (ख) प्रयुक्त सेंसर का प्रकार

(ग) सेंसर ले जाने वाले प्लेटफॉर्म की ऊँचाई (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.16. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग सेंसर पृथ्वी के वायुमंडल का अध्ययन करने के लिए सबसे उपयुक्त है?

(क) रडार (ख) लिडार (ग) एवीएचआरआर (घ) मोडिस

उत्तर (ग) एवीएचआरआर

प्र.17. निम्नलिखित में से कौन-सा जीआईएस डेटा प्रारूप का उदाहरण है?

(क) जेपीईजी (ख) पीडीएफ (ग) टीआईएफएफ (घ) पीएनजी

उत्तर (ग) टीआईएफएफ

प्र.18. नई जानकारी बनाने के लिए विभिन्न डेटा परतों को संयोजित करने के लिए निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग किया जाता है?

(क) विश्लेषण (ख) प्रश्न (ग) संपादन (घ) ओवरले

उत्तर (घ) ओवरले

प्र.19. समुद्र के तापमान की निगरानी के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म सबसे उपयुक्त है?

(क) एयरबोर्न प्लेटफॉर्म (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म

(ग) ग्राउंड आधारित प्लेटफॉर्म (घ) ये सभी

उत्तर (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म

TOUCH 'n' PASS

प्र.20. निम्नलिखित में से कौन-सा रिपोट सेंसिंग सेंसर वनस्पति स्वास्थ्य का पता लगाने के लिए सबसे उपयुक्त है?
(क) रडार (ख) लिडार (ग) एवीएचआरआर (घ) मोडिस

उत्तर (घ) मोडिस

प्र.21. निम्नलिखित में से कौन-सा जीआईएस में वेक्टर डेटा मॉडल का उदाहरण है?
(क) डिजिटल एलिवेशन मॉडल (डीईएम) (ख) छवि वर्गीकरण
(ग) बिंदु, रेखाएँ और बहुभुज (घ) रिमोट सेंसिंग इमेजरी

उत्तर (ग) बिंदु, रेखाएँ और बहुभुज

प्र.22. निम्नलिखित में से कौन निष्क्रिय रिमोट सेंसिंग तकनीक का उदाहरण है?
(क) सिंथेटिक एपर्चर रडार (एसएआर) (ख) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग
(ग) रेडियोमीटर (घ) डॉपलर रडार

उत्तर (ग) रेडियोमीटर

प्र.23. चट्टानों की संरचना का अध्ययन करने के लिए निम्नलिखित में से किस रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग किया जा सकता है?
(क) लिडार (ख) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग
(ग) रडार (घ) थर्मल इमेजिंग

उत्तर (ख) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग

प्र.24. निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग किसी दिए गए स्थान की निर्दिष्ट दूरी के भीतर सुविधाओं को खोजने के लिए किया जाता है?
(क) विश्लेषण (ख) प्रश्न (ग) संपादन (घ) बफरिंग

उत्तर (घ) बफरिंग

प्र.25. समय के साथ शहरी क्षेत्रों में परिवर्तनों की निगरानी के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म सबसे उपयुक्त है?
(क) एयरबोर्न प्लेटफॉर्म (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म
(ग) ग्राउंड-आधारित प्लेटफॉर्म (घ) ये सभी

उत्तर (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म

प्र.26. निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग किसी सुविधा की लंबाई या क्षेत्र को मापने के लिए किया जाता है?
(क) विश्लेषण (ख) प्रश्न (ग) संपादन (घ) माप

उत्तर (घ) माप

प्र.27. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग सेंसर पृथ्वी की सतह का विस्तार से अध्ययन करने के लिए सबसे उपयुक्त है?
(क) रडार (ख) लिडार (ग) एवीएचआरआर (घ) मोडिस

उत्तर (ख) लिडार

प्र.28. निम्नलिखित में से कौन-सा जीआईएस में रैस्टर डेटा मॉडल का उदाहरण है?
(क) डिजिटल एलिवेशन मॉडल (डीईएम) (ख) छवि वर्गीकरण
(ग) बिंदु, रेखाएँ और बहुभुज (घ) रिमोट सेंसिंग इमेजरी

उत्तर (घ) रिमोट सेंसिंग इमेजरी

TOUCH 'n' PASS

UNIT-II

विद्युत चुम्बकीय विकिरण

Electromagnetic Radiation

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. विद्युत चुम्बकीय विकिरण क्या है? समझाइए।

What is electromagnetic radiation?

उत्तर विद्युत चुम्बकीय विकिरण एक प्रकार की ऊर्जा है जो अंतरिक्ष से असीमित वेग से संचरित होती है। आसानी से समझने के लिये संचरण को अनुप्रस्थ तरंगों के रूप में देखा जा सकता है। जो विविक्त ऊर्जा पैकेटों की होती है, जिन्हें फोटोन कहते हैं। तरंगें प्रवर्धन की दिशा के लंबवत् सभी तलों में दोलन करती हैं।

प्र.2. विद्युत चुम्बकीय विकिरण का क्या कारण है?

What is the reason of electro magnetic radiation?

उत्तर विद्युत चुम्बकीय विकिरण तब उत्पन्न होता है जब कोई आवेशित कण, जैसे कि इलेक्ट्रॉन, अपना वेग बदलता है अर्थात् जब भी यह त्वरित या मंद होता है। इस प्रकार उत्पन्न विद्युत चुम्बकीय विकिरण की ऊर्जा आवेशित कणों से आती है और इसलिए इसके द्वारा नष्ट हो जाती है।

प्र.3. रिमोट सेंसिंग की प्रक्रिया क्या है?

What is the process of remote sensing?

उत्तर रिमोट सेंसिंग पृथ्वी की सतह से सीधे संपर्क के बिना उसके बारे में जानकारी प्राप्त करने और उसकी व्याख्या करने का विज्ञान है। इसमें विभिन्न घटनाओं की भौतिक, रासायनिक और जैविक विशेषताओं की निगरानी, निरीक्षण और विश्लेषण करने के लिए उपग्रह या हवाई सेंसर प्रौद्योगिकियों का उपयोग शामिल है।

प्र.4. सुदूर संवेदन में विद्युत चुम्बकीय विकिरण का क्या महत्त्व है?

What is importance of EMR in remote sensing?

उत्तर रिमोट सेंसिंग तकनीक की नींव ईएमआर के पैटर्न की माप और व्याख्या पर आधारित है। ईएमआर ऊर्जा का एक गतिशील रूप है। ईएमआर तरंग रूप में और प्रकाश की गति में क्रॉस स्पेस संचारित करता है।

प्र.5. कौन-से दो घटक विद्युत चुम्बकीय विकिरण बनाते हैं?

Which two componente making the EMR?

उत्तर विद्युत चुम्बकीय तरंगों के दो घटक होते हैं—एक दोलनशील विद्युत क्षेत्र और एक लंबवत, गतिशील चुम्बकीय क्षेत्र जो एक ही आवृत्ति पर दोलन करता है, लेकिन एक चरण के साथ 90° स्थानांतरित होता है। वे दो बिंदुओं के बीच ऊर्जा के एक पैकेट की गति का वर्णन करते हैं।

प्र.6. विद्युत चुम्बकीय विकिरण की से कौन-सी तरंगदैर्ध्य ऊर्जा में सबसे अधिक है?

Which wavelegth meximum in energy of EMR?

उत्तर विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम पर गामा किरणों की ऊर्जा सबसे अधिक और तरंगदैर्ध्य सबसे कम होती है। वे विस्फोटित सितारों, टकराते न्यूट्रॉन सितारों और सुपरमैसिव ब्लैक होल में शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्रों द्वारा त्वरित किए गए मुक्त इलेक्ट्रॉनों और छीने गए परमाणु नाभिक से आते हैं।

TOUCH 'n' PASS

प्र.7. विद्युत चुम्बकीय विकिरण कितने प्रकार के होते हैं?
How many types of electromagnetic radiation.

उत्तर विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम को विभिन्न क्षेत्रों जैसे—किरणें, X-किरणें, पराबैंगनी, दृश्यमान, अवरक्त, माइक्रोवेव और रेडियो तरंगों आदि में विभाजित किया गया है।

प्र.8. विकिरण के गुण लिखिए।
Write the characteristics of radiation.

उत्तर विकिरण विद्युत चुम्बकीय तरंगों या ऊर्जावान कणों के रूप में अंतरिक्ष के माध्यम से प्रसारित ऊर्जा है। प्रकाश या रेडियो तरंगों की तरह विद्युत चुम्बकीय विकिरण का कोई द्रव्यमान या आवेश नहीं होता है।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. ऊर्जा-विकिरण संबंधी संकल्पनाओं का उल्लेख कीजिए।
Explain the concepts of regarding energy radiation.

उत्तर

ऊर्जा-विकिरण सम्बन्धी संकल्पनाएँ
(Concepts regarding Energy Radiation)

1. **विकिरित ऊर्जा** (Radiant Energy)—विद्युत-चुम्बकीय विकिरण द्वारा उत्सर्जित ऊर्जा की सम्पूर्ण मात्रा को विकिरित ऊर्जा कहा जाता है।
2. **विकिरित प्रवाह** (Radiant Flux)—किसी इकाई समय में उत्सर्जित कुल ऊर्जा को विकिरित प्रवाह कहते हैं।
3. **विकिरण-सघनता** (Radiant Density)—किसी इकाई क्षेत्र द्वारा सभी दिशाओं में उत्सर्जित कुल ऊर्जा को विकिरित सघनता कहते हैं।
4. **प्रदीपन या चमक** (Irradiance)—जब विकिरित ऊर्जा-प्रवाह प्रति इकाई धरातलीय क्षेत्र से ऊपर चिकनी सतह से अवरुद्ध हो जाता है तब प्रवाह की दिशा निश्चित नहीं रहती है। धरातल पर यह चारों ओर से आने लगता है।
5. **वर्णक्रमीय मात्रा** (Spectral Quantities)—ये विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम में विद्युत संकेतकों से निर्मित विभिन्न तरंगों की अनवरत आवृत्तियाँ हैं। ये तरंगें भी कुल विकिरित ऊर्जा प्रवाह के अलग-अलग मात्रा वाली रहती हैं। इनमें जिस तरह प्रवाह की मात्रा का वितरण रहता है। उसी वितरण को वर्णक्रमीय वितरण कहते हैं।
6. **विकिरण तीव्रता** (Radiant Intensity)—किसी वस्तु द्वारा किसी विशेष कोण पर उत्सर्जित ऊर्जा की मात्रा को विकिरण-तीव्रता कहा जाता है।

   I. **तरंगदैर्ध्य और आवृत्ति में सम्बन्ध**—तरंगदैर्ध्य और आवृत्ति में विलोम सम्बन्ध होता है। इसे $\lambda = C/\nu$ द्वारा व्यक्त करते हैं। यहाँ λ = तरंगदैर्ध्य, ν = आवृत्ति और C = प्रकाश गति।

   II. **तरंगदैर्ध्य और ऊर्जा में सम्बन्ध**—प्लैंक के सिद्धान्त के अनुसार, लघु तरंग दैर्ध्य में अधिक ऊर्जा होती है, इसे $E = \frac{hC}{\lambda}$ द्वारा व्यक्त किया जाता है यहाँ E = लघु तरंग, दैर्ध्य वाली तरंगों के कणों की ऊर्जा तथा h प्लैंक का ऊर्जा स्थिरांक है।

   III. **तरंगदैर्ध्य एवं तापमान का सम्बन्ध**—लघु तरंगदैर्ध्य वाली तरंगें उच्च तापमान पर उत्पन्न होती है। इन्हें $m\lambda max = b/t$ व्यक्त करते हैं।

   IV. **उत्सर्जन स्थिरता एवं तापमान का सम्बन्ध**—स्टीफेन बोल्टजमेन सिद्धान्त के अनुसार, तापमान बढ़ने के साथ उत्सर्जन स्थिरता बढ़ती है इसे $M = T^4$ से व्यक्त करते हैं।

   V. **तापमान, उत्सर्जन-स्थिरता तथा तरंगदैर्ध्य का सम्बन्ध**—प्लैंक के नियमानुसार, गर्म वस्तुएँ अधिक शक्तिशाली लघु तरंगदैर्ध्य की तरंगें उत्सर्जित करती हैं।

TOUCH 'n PASS

इसे $$M\lambda = \frac{C1}{\lambda 5 \frac{eC2}{\lambda T - 1}}$$

प्र.2. तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति तथा वेग में क्या सम्बन्ध है?
What is the relationship between wavelength, frequency and velocity?

उत्तर

तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति तथा वेग में सम्बन्ध
(Relation between Wavelength, Frequency and Velocity)

ऊपर बताया गया है कि तरंग दैर्ध्य को लैम्डा (λ) से, तरंग आवृत्ति को न्यू (ν) से एवं तरंग वेग को 'सी' (C) से दर्शाया जाता है। इनका एक-दूसरे से गहरा सम्बन्ध है। (चित्र Z) जिसको निम्नलिखित सूत्र के माध्यम से स्पष्ट किया जा सकता है—

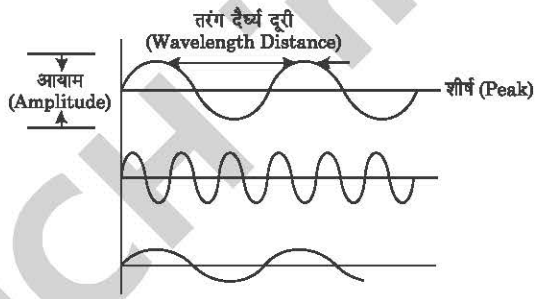
$$\text{वेग} = \text{आवृत्ति} \times \text{तरंग दैर्ध्य} \quad (C = \nu \times \lambda)$$

आवृत्ति तथा तरंग दैर्ध्य ज्ञात करने के लिए भी उपर्युक्त सूत्र को निम्न प्रकार उपयोग कर सकते हैं—

$$\text{आवृत्ति } (n) = \frac{\text{वेग } (c)}{\text{तरंगदैर्ध्य } (\lambda)}$$

एवं $$\text{तरंगदैर्ध्य } (\lambda) = \frac{\text{वेग } (c)}{\text{आवृत्ति } (\nu)}$$

उदाहरणार्थ, दृश्य स्पैक्ट्रम (Visible spectrum) 4×10^5 सेमी० से 7.6×10^5 सेमी० तक है तो इसको आवृत्ति इकाई में परिवर्तित किया जा सकता है। इसे निम्नलिखित उदाहरण के माध्यम से समझा जा सकता है—



चित्र 3 : तरंग दैर्ध्य और आवृत्ति के मध्य सम्बन्ध

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{-10}}{4 \times 10^{-5}} = \frac{3 \times 10^{10+15}}{4} = .75 \times 10^{15} \text{ Hz अथवा } 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{-10}}{7.6 \times 10^{-5}} = \frac{3 \times 10^{15}}{7.6} = .39 \times 10^{15} \text{ Hz अथवा } 3.9 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

इस प्रकार दृश्य स्पैक्ट्रम को आवृत्ति की इकाई 7.5×10^{14} Hz से 3.9×10^{14} Hz में प्रदर्शित किया जा सकता है। यहाँ यह बताना अनिवार्य है कि प्रकाश का वेग $(c) = 3 \times 10^{10}$ सेमी/सेकण्ड सदैव स्थिर (Constant) रहता है।

प्र.3. पृथ्वी के धरातल पर विकिरण ऊर्जा की अन्योन्यक्रिया का उल्लेख कीजिए।
Explain the interaction electromagnetic radiation with the earths surface.

उत्तर

पृथ्वी के धरातल पर विकिरण ऊर्जा की अन्योन्यक्रिया
(Interaction of Electromagnetic Radiation with the Earths Surface)

विद्युत चुम्बकीय विकिरण जब पृथ्वी के भिन्न-भिन्न पदार्थों जैसे—ठोस (Solid), द्रव (Liquid) एवं गैसीय (Gaseous) भाग पर पड़ता है तो उसे आपातित विकिरण (Incident Radiation) कहा जाता है। यह आपातित विकिरण इन भिन्न-भिन्न पदार्थों पर कई प्रकार की अन्योन्यक्रिया करता है। पृथ्वी के धरातल के साथ अन्योन्यक्रिया से विद्युत चुम्बकीय (EMR) की (i)

TOUCH 'n' PASS

गहनता (Intensity), (ii) प्रसार (Magnitude), (iii) दिशा (Direction), (iv) तरंगदैर्ध्य (Wave length), (v) ध्रुवीकरण (Polarization) एवं (vi) प्रावस्था (Phase) लक्षणों में विभिन्न प्रकार के मौलिक परिवर्तनों का अनुभव किया जाता है। इस तरह के परिवर्तनों को सुदूर संवेदक द्वारा संसूचन (Detect) कर, अभिलेखन (Recording) एवं विवेचन (Interpretation) किया जाता है। विश्लेषणकर्त्ता अपनी रुचि के अनुसार किसी लक्षण (Feature) की सूचनाओं, जैसे—क्षेत्रफल (Area), आकार (Size), आकृति (Shape), रंग (Colour), गठन (Texture) एवं आन्तरिक संरचना (Internal Structure) का प्रयोग करने में सफल रहता है। सुदूर संवेदन आँकड़ों में निम्नलिखित दो तरह की सूचनायें संग्रहित की जाती हैं—

1. **धरातलीय सूचनायें** (Spatial Information)—इन सूचनाओं का सम्बन्ध किसी वस्तु के लक्षणों से होता है, जिन्हें ऊपर बताया गया है।
2. **स्पैक्ट्रल सूचनायें** (Spectral Information)—इन सूचनाओं में आभा (Tone), गठन (Texture), रंग (Colour) व स्पैक्ट्रल संकेतों (Spectral Signature) विभिन्न प्रकार की सूचनायें ग्रहण की जाती हैं।
   जैसे कि पूर्व में स्पष्ट किया जा चुका है कि विद्युत चुम्बकीय विकिरण (EMR) की पूरी क्रियाविधि विद्युत चुम्बकीय तरंगों पर आधारित होती है। विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम का 0.3 से 16 माइक्रोमीटर क्षेत्र को दृश्य प्रकाश (Visible) व अवरक्त प्रदेश (Infrared Region) कहा जाता है। इसे पुन: तीन भागों में बाँटा जा सकता है—
   (i) **स्पैक्ट्रल बैण्ड** (Spectral Band)—इसका प्रसार 0.3-3 माइक्रोमीटर तक होता है। इसे परावर्तन भाग (Reflective Region) कहा जाता है। इस बैण्ड में संवेदक के माध्यम से जो विकिरण ऊर्जा का संसूचन होता है वह सौर ऊर्जा के पृथ्वी के धरातल द्वारा परावर्तन (Relectance) से मिलता है।
   (ii) **मध्यम बैण्ड** (Intermediate Band)—0.3–5.5 माइक्रोमीटर प्रभाग में परावर्तन (Reflectance) एवं स्वत: उत्सर्जन (Emission) दोनों ही होते हैं।
   (iii) **तापीय अवरक्त बैण्ड** (Thermal Infrared Band)—यह 8–14 माइक्रोमीटर तरंग दैर्ध्य के बीच का भाग है। इस बैण्ड में सुदूर संवेदक को जो ऊर्जा मिलती है वह पृथ्वी के धरातल से तापीय उत्सर्जन से होती है।

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

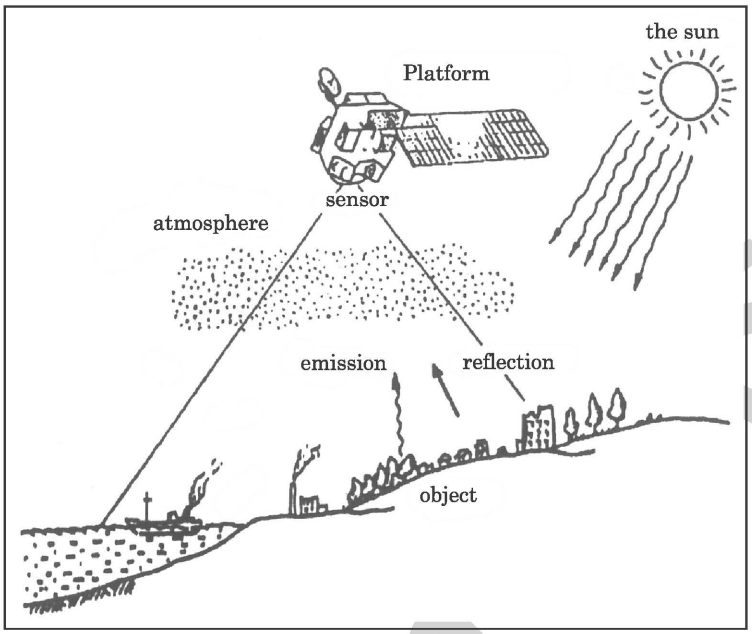
प्र.1. सुदूर संवेदन की आधारभूत संकल्पना एवं विद्युत चुम्बकीय विकिरण का वर्णन कीजिए।
Describe the fundamental concept and electromagnetic rays, EMR of remote sensing.

उत्तर

सुदूर संवेदन की आधारभूत संकल्पना
(Fundamental Concept of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन एक ऐसा तकनीकी विज्ञान है जो पृथ्वी के किसी स्थान, वस्तु अथवा घटना के सम्बन्ध में दूर अन्तरिक्ष में स्थित उपग्रह या अन्तरिक्षयानों पर लगे संवेदकों के द्वारा ग्रहण किये गये धरातलीय परावर्तित प्रकाश के आवेगों को अंकित करता है। सूचना-संग्रह की यह प्रक्रिया विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा पर आधारित होती है। धरातल को या उस पर स्थित विभिन्न पदार्थों को यह ऊर्जा सूर्य से प्राप्त होती है। विभिन्न पदार्थ इस ऊर्जा का कुछ भाग अवशोषित करते हैं और कुछ भाग का विकिरण करते हैं। इसे विद्युत चुम्बकीय विकिरण (Electromagnetic Radiation) कहते हैं। ब्रह्माण्ड में सूर्य, विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का स्रोत है। अत: यह स्पष्ट है कि विभिन्न धरातलीय तथ्य अलग-अलग मात्रा में ऊर्जा का विकिरण करते हैं। यह विकिरण, तरंगों (Waves) के रूप में होता है। विभिन्न धरातलीय तथ्यों से नि:सृत विद्युत-संकेतकों (Electrical Signals) को संवेदकों द्वारा ग्रहण किया जाता है। संग्रहण का यह तरीका आंकिक (Digital) होता है। संवेदकों से ये (Signals form) भूकेन्द्रों को प्रेषित किये जाते हैं जहाँ उन्हीं संकेतकों के आंकिक प्रतिरूप का छाया प्रतिबिम्ब (Image) बनता है और पुन: विद्युत-संकेतकों से निर्मित लम्बाई की तरंगों के आधार पर वर्णक्रमीय बैंड (Spectral Bands) द्वारा कम्प्यूटरों से उन्हीं धरातलीय पदार्थों की विभिन्न विशेषताओं का विश्लेषण किया जाता है।

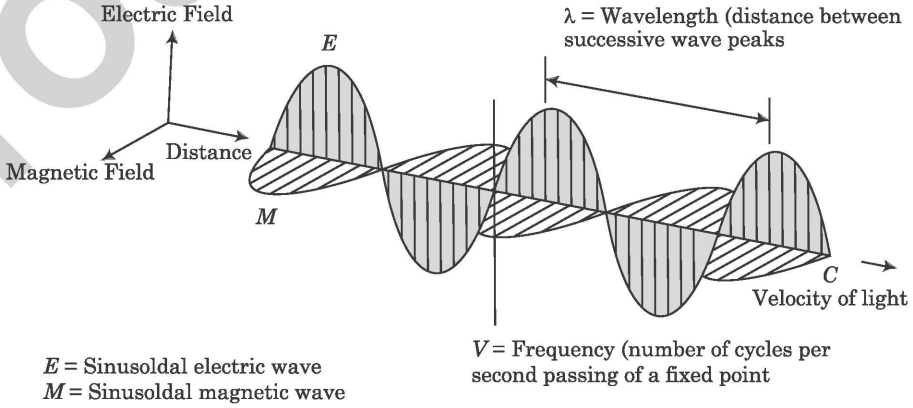
TOUCH 'n PASS



चित्र 1 : सुदूर संवेदन द्वारा आँकड़ा संग्रहण

सुदूर संवेदन तकनीक में कुछ भौतिक शास्त्रीय परिकल्पनाएँ प्रयुक्त होती हैं जो निम्नलिखित हैं—

1. **विद्युत चुम्बकीय विकिरण** (Electro Magnetic radiation, EMR)—ब्रह्माण्ड का सबसे बड़ा स्रोत है। उससे अनवरत रूप में इसी ऊर्जा का प्रकाश या विकिरण होता रहता है। इसे ही विद्युत चुम्बकीय विकिरण कहते हैं। यह एक गतिशील ऊर्जा है, जिसे तरंग के रूप में 3×10^8 मीटर प्रति सेकण्ड के आधार पर व्यक्त किया जाता है। ये तरंगें लहरदार होती हैं। इन तरंगों की तीन विशेषताएँ सुदूर संवेदन का आधार बनती है—
   (i) **तरंग वेग** (Wave Velocity)—सभी प्रकार की विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के संचरण का वेग, प्रकाश के वेग के समान होता है। प्रकाश या किसी अन्य विद्युत-चुम्बकीय तरंग का वेग सामान्यत: किसी निर्वात (Vaccum) में 299,793 किमी० प्रति सेकण्ड होता है जिसे सामान्यत: 3,000,00 किमी० प्रति सेकण्ड अथवा 3×10^8 मीटर प्रति सेकण्ड मान लिया जाता है। लेकिन अलग-अलग घनत्व वाले क्षेत्रों में इस वेग में अन्तर उत्पन्न हो जाता है। इसे c से प्रदर्शित करते हैं।



चित्र 2 : विद्युत-चुम्बकीय तरंग के घटक अंग

TOUCH 'n' PASS

(ii) **तरंगदैर्ध्य** (Wave Length)—चित्र से स्पष्ट है कि किन्हीं दो उत्तरोत्तर तरंग शीर्षों के बीच की क्षैतिज दूरी तरंगदैर्ध्य कहलाती है। इस दूरी को माइक्रोमीटर (m) में व्यक्त किया जाता है। इसे ग्रीक भाषा के λ (लेम्डा) से प्रदर्शित किया जाता है।

तालिका–दूरी की मीट्रिक इकाइयाँ

इकाई (Unit)	चिह्न (Symbol)	मीटर में तुल्यांक (Equivalent पद metre)
किलोमीटर	किमी० (km)	1000 मी० $=10^3$ मी०
मीटर	मी० (m)	1.0 मी० $=10^6$ मी०
सेन्टीमीटर	सेमी० (cm)	0.01 मी० $=10^{-2}$ मी०
मिलीमीटर	मिमी० (mm)	0.001 मी० $=10^{-3}$ मी०
माइक्रोमीटर	Um	0.000001 मी० $=10^{-6}$ मी०
नैनोमीटर	nm	0.000000001 मी० $=10^{-9}$ मी०

(iii) **तरंग बारम्बारता (आवृत्ति)** (Wave Frequency)—एक निश्चित समय में किसी निश्चित बिन्दु से गुजरने वाली तरंग के शीर्षों की संख्या को सम्बन्धित विद्युत चुम्बकीय तरंग की बारम्बारता कहते हैं। इसे हर्टज (Hertz) में व्यक्त किया जाता है। इसे ग्रीक भाषा के ν (न्यू) अक्षर से प्रदर्शित करते हैं। बारम्बारता को व्यक्त करने की इकाइयाँ तालिका–2.4 में प्रदर्शित की गई है।

तालिका-2.4 बारम्बारता को व्यक्त करने की इकाइयाँ

इकाई (Unit)	चिह्न (Symbol)	बारम्बारता (Frequency)
हर्ट्ज (hertz)	Hz	1
किलोहर्ट्ज (kilohertz)	K-Hz	10^3
मेगाहर्ट्ज (megahertz)	MHz	10^6
गीगाहर्ट्ज (gigahertz)	GHz	10^9

उपर्युक्त तीनों लक्षणों को सूत्र $C = \lambda\nu$ द्वारा व्यक्त किया जा सकता है।

प्र.2. सुदूर संवेदन में विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम का वर्णन कीजिए।
Describe the electromagnetic spectrum in remote sensing.

उत्तर विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम (Electromagnetic Spectrum)—जब प्रकाश की एक किरण को किसी प्रिज्म (Prism) में से गुजारा जाता है तो सफेद रंग के पर्दे पर एक बहुरंगी पट्टी उभर कर आती है जिसके एक सिरे पर बैंगनी और दूसरे सिरे पर लाल रंग होता है। विभिन्न रंगों की पट्टियों के इस लगातार क्रम को प्रकाश-स्पेक्ट्रम अथवा दृश्य स्पेक्ट्रम (Visible Spectrum) कहते हैं। वैसे मानव की आँखों द्वारा 256 प्रकार के रंग देखे जा सकते हैं। विद्युत चुम्बकीय तरंगदैर्ध्य के विभिन्न प्रदेशों एवं उनके उपविभागों के तुलनात्मक लक्षणों को तालिका में प्रदर्शित किया गया है।

तालिका–विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रमी प्रदेश

	प्रदेश (Region)	तरंगदैर्ध्य (Wavelength)	लक्षण (Characteristics)
1.	गामा किरण प्रदेश (Gamma-ray region)	<0.03 nm	वायुमण्डल के ऊपरी भाग द्वारा विकिरण का पूर्णत: अवशोषण (absorption); सुदूरसंवेदन के लिए विकिरण की अप्राप्ति।
2.	ऐक्स-किरण प्रदेश (X-ray region)	0.03 से 30.0 nm	वायुमण्डल में पूर्णत: अवशोषित, सुदूरसंवेदन में कोई उपयोग नहीं।

TOUCH 'n PASS

3.	पराबैंगनी प्रदेश (Ultraviolet region)	0.03 से 0.4um	0.3 m से कम तरंगदैर्ध्य के विकिरण का ऊपरी वायुमण्डल की ओजोन परत में पूर्णत: अवशोषण।
(i)	फोटोग्राफिक पराबैंगनी बैंड (Photographic ultraviolet region)	0.03 से 0.4um	वायुमण्डल में विकिरण का पारगमन सम्भव परन्तु अत्यधिक प्रकीर्णन फिल्म तथा फोटो संमुचकों (Photo detectors) के द्वारा संवेदन सम्भव।
4.	दृश्य प्रदेश (Visible region)	0.4 से 0.7um	फिल्म व फोटो संमुचकों से संवेदन के योग्य प्रदेश, जिसमें ऊर्जा का सबसे अधिक परावर्तनशील हरा बैंड (0.5 um तरंग दैर्ध्य) स्थित है।
5.	अवरक्त प्रदेश (Infrared region)	0.7 से 100 m	तरंगदैर्ध्य के अनुसार ऊर्जा व पदार्थ की अन्योन्यक्रिया में भिन्नता; अवशोषण बैंडों के द्वारा वायुमण्डलीय परागमन खिड़कियों का पृथक्करण।
(i)	परावर्तित अवरक्त बैंड (Reflected IR band) या	0.7 से 3.0 m	परावर्तित सूर्य विकिरण में पदार्थों के तापीय लक्षणों की सूचना का पूर्णत: अभाव; 0.7 से 0.9 um तक का अन्तराल (अर्थात् फोटोग्राफीय अवरक्त बैंड) फिल्म में संवेदन के योग्य।
	निकट अवरक्त बैंड (Near IR band)	0.7 से 3.0 m	
(ii)	तापीय अवरक्त बैंड (Thermal IR band) तथा	3.0 से 5.0 m	तापीय प्रदेश की प्रमुख वायुमण्डलीय खिड़कियाँ; प्रकाशिक-यांत्रिक क्रमवीक्षकों व
	मध्य अवरक्त बैंड (Mid IR band)	8.0 से 14.0 m	विशिष्ट विडीफोन तंत्र (vidicon system) से प्रतिबिम्बों की प्राप्ति; फिल्म से असंवेदनशील।
6.	लघुतरंग प्रदेश (Microwave region)	0.1 से 100 cm	मेघ, कुहरा (fog) व वर्षा में प्रवेश करने की क्षमता वाले अपेक्षाकृत लम्बे तरंगदैर्ध्य; सक्रिय व निष्क्रिय दोनों तरीकों से प्रतिबिम्बों की प्राप्ति सम्भव; रडार के द्वारा सक्रिय फोटोग्राफी।
7.	रेडियो प्रदेश (Radio region)	100 cm	विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में सबसे लम्बे तरंगदैर्ध्य का प्रदेश।

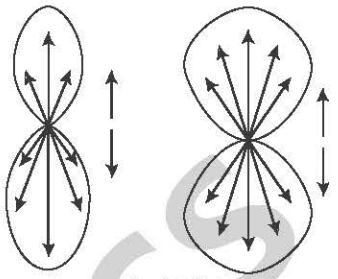
प्र.3. ऊर्जा के प्रकीर्णन की विवेचना कीजिए।
Discuss the scattering of energy.

उत्तर ऊर्जा का प्रकीर्णन (Scattering of Energy)—वायुमण्डल में विद्यमान कणों के द्वारा विद्युत चुम्बकीय विकिरण का सभी दिशाओं में विक्षेपण (Deflection) अर्थात् विकिरण का विसरण (Diffusion) होना, प्रकीर्णन कहलाता है। इस प्रकीर्णन के निम्नांकित तीन मुख्य भेद होते हैं—

1. **रैले-प्रकीर्णन** (Releigh-Scatter)—तरंगदैर्ध्य की तुलना में बहुत छोटे व्यास वाले वायुमण्डलीय अणुओं (Atmospheric molecules) से विकिरण की अन्योन्यक्रिया, रैले प्रकीर्णन उत्पन्न करती है। वस्तुत: सूर्य की रोशनी पड़ने पर ये अणु दृश्य प्रकाश की अन्य तरंगदैर्ध्यों की तुलना में अपेक्षाकृत छोटे (नीले) तरंगदैर्ध्य का प्रभावोत्पादक तरीके से प्रकीर्णन कर देते है जिसके फलस्वरूप हमें दिन में आकाश का रंग नीला प्रतीत होता है। दोपहर की तुलना में सूर्य के उदय तथा अस्त होते समय वायुमण्डल में सूर्य किरणों की पथ दूरी बढ़ जाती है जिसके फलस्वरूप छोटे तरंगदैर्ध्यों को देख पाते हैं। रैले प्रकीर्णन के कारण प्रतिबिम्ब धुंधले हो जाते हैं तथा रंगीन फोटोचित्रों में एक हल्के नीले-धूसर रंग की छाया-सी पड़ जाती है जो फोटोचित्र को अस्पष्ट बना देती है। इस प्रभाव को कम करने के लिये कैमरे के लेन्स पर उपयुक्त फिल्टर लगाये जाते हैं।

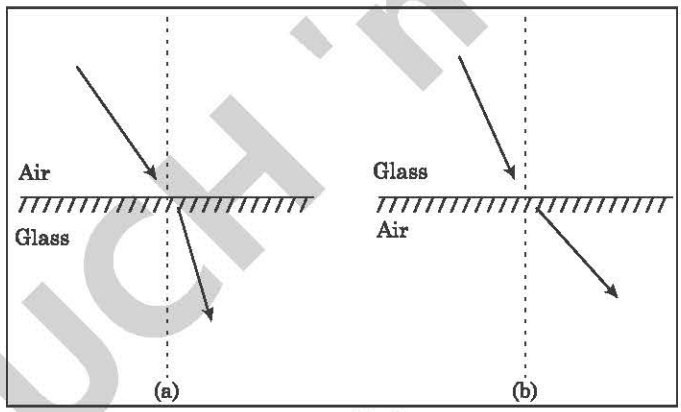
TOUCH 'n' PASS

2. **मी-प्रकीर्णन** (Mie-Scatter)—यदि वायुमण्डलीय अणुओं के व्यास संवेदन किये जाने वाली तरंगदैर्ध्यों के बराबर हैं तो उन अणुओं से मी प्रकार के प्रकीर्णन की उत्पत्ति होती है। वायुमण्डल में विद्यमान जल-वाष्प (Water vapour) तथा धूल-कण (Dustparticles) इस प्रकीर्णन के मुख्य कारण हैं। अपेक्षाकृत लम्बी तरंगदैर्ध्यों पर रैले प्रकीर्णन का प्रभाव अधिक होता है।
3. **अवरणात्मक प्रकीर्णन** (Non-Selective Scattering)—किसी एक विशेष तरंगदैर्ध्य के बजाय कई तरंगदैर्ध्यों का एक-समान बिखराव, अवरणात्मक प्रकीर्णन कहलाता है। यह प्रकीर्णन उस दशा में सम्भव है जब संवेदित की जानी वाली तरंगदैर्ध्यों की तुलना में प्रकीर्णन करने वाले कणों के व्यास बहुत बड़े हों। चूँकि अवरणात्मक प्रकीर्णन में दृश्य प्रदेश के नीले, हरे व लाल सभी बैण्डों का समान मात्रा में प्रकीर्णन हो जाता है इसलिए हमें मेघ व कुहरे का रंग श्वेत दिखाई देने लगता है।



चित्र 1 : मी और रैले प्रकीर्णन

अपवर्तन (Refraction)—जब प्रकाश किन्हीं दो माध्यमों से होकर गुजरता है तो वह सीधी रेखा के रूप में नहीं चलता है। किसी माध्यम की सतह से गुजरने के कारण प्रकाश का झुकाव अलग प्रतीत होता है। प्रकाश का यह झुकाव माध्यमों के अपवर्तनांक पर निर्भर करता है। प्रकाश का सीधी रेखा में न चलकर सतह से झुक जाने को ही अपवर्तन कहते हैं। चूँकि वायुमण्डल में भी आर्द्रता व तापमान के कारण वायुमण्डलीय सतहें होती हैं अत: अपवर्तन का नियम वायुमण्डल पर भी लागू होता है। विकिरण-प्रकाश जब विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करता है तो अपरावर्तित किरण अभिलम्ब की ओर झुक जाती है अर्थात् अभिलम्ब के पास आ जाती है।



चित्र 2 : अपवर्तित किरणें

वायुमण्डलीय धुंध प्रकीर्णन का सुदूर संवेदन पर प्रभाव (Effect of Atmospheric Haze Scattering in Remote Sensing)—विद्युत चुम्बकीय विकिरण का निम्न सतही घटक जो धरातलीय आकृतियों को प्रदीप्त (Illuminate) करता है उसके निम्न दो प्रमुख घटक हैं—1. प्रत्यक्ष सूर्य-प्रकाश (Direct Sunlight) तथा 2. विसरित आकाशीय प्रकाश (Diffused Sky-light) जो वायुमण्डलीय प्रकीर्णन के कारण उत्पन्न होता है।

उपरोक्त दोनों का सापेक्षिक महत्त्व सौर्य शिरोबिन्दु कोण अथवा वायुमण्डल की प्रकाशीय पथ-दूरी (Path-length) पर निर्भर करता है। यही कारण है कि आकाशीय प्रकाश (Sky light) प्रत्यक्ष सौर्य प्रकाश की तुलना में नीला दृष्टिगोचर होता है। सुदूर संवेदन तक पहुँचने वाले ऊर्ध्वगामी विकिरण (Upwalling Radiation) के भी दो घटक हैं—(i) पृथ्वी के धरातल के साथ अन्योन्यक्रिया करने वाला प्रकाश जो ऊपर को (वायुमण्डल की ओर) परावर्तित हो जाता है तथा (ii) वह घटक जो वायुमण्डलीय अणुओं से विकिरण के पुष्ट भाग की ओर प्रकीर्णन द्वारा उत्पन्न होता है।

विपर्यास पदावनयन (Contrast Reduction)—धुंध का सबसे महत्त्वपूर्ण प्रभाव विपर्यास पदावनयन है। आकाशीय प्रकाश के धरातलीय-स्तरीय घटक वस्तुओं में उज्वलता एवं चमक को कम कर देते हैं। ऐसी स्थिति में प्रतिबिम्बों में सूर्य-प्रकाश से युक्त एवं छाया-युक्त क्षेत्रों में विभेद करना कठिन हो जाता है जिसका सुदूर संवेदन की प्रक्रिया पर प्रभाव पड़ता है।

TOUCH 'n PASS

प्र.4. विद्युत चुम्बकीय विकिरण का स्त्रोत एवं विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम का वर्णन कीजिए।
Describe the source of electromagnetic radiation and electromagnetic spectrum.

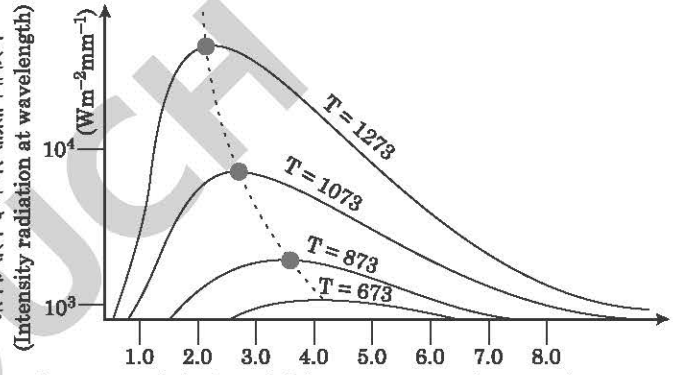
उत्तर

विद्युत चुम्बकीय विकिरण का स्त्रोत
(Source of Electromagnetic Radiation)

विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत सूर्य है। समस्त पदार्थ शून्य से अधिक निरपेक्ष तापमान के साथ विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा को प्रसारित किया करते हैं। निरपेक्ष तापमान को परम्परागत रूप से केल्विन (Kelvin) K में मापा जाता है। निरपेक्ष शून्य (0 K = – 273.15°C) सम्भावित तापमान सबसे कम होता है। यहाँ पर कोई भी वस्तु ठण्डी नहीं हो सकती क्योंकि शून्य केल्विन पर अणु गति नहीं करते हैं।

पृथ्वी के धरातल का वैश्विक औसत तापमान 288 K है और पृथ्वी पर किसी वस्तु का तापमान औसत से हट कर व्यवहार करता है। इसलिए पृथ्वी की धरातलीय आकृतियाँ विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा को उत्सर्जित किया करती हैं। सूर्य का तापमान लगभग 6000 K है। सूर्य अपनी ऊर्जा का 44 प्रतिशत प्रकाश के रूप में प्रसारित करता है और 48 प्रतिशत अवरक्त विकिरण के माध्यम से प्रसारित होता है।

सूर्य प्राय: ब्लैक बॉडी है इसलिए यह एक तारा है। ब्लैक–बॉडी एक सैद्धान्तिक वस्तु है जिसकी विशिष्ट विशेषतायें हैं। जो हमें विद्युत चुम्बकीय विकिरण की व्याख्या करने में मदद करती है। यहाँ पर यह स्पष्ट करना जरूरी है कि जो वस्तु 100 प्रतिशत विकिरण को अवशोषित करती है अथवा जो वस्तु 100 प्रतिशत विकिरित (Radiate) करती है उन दोनों को (Black Body) कहा जाता है। चूँकि सूर्य पूर्ण ऊर्जा को विकिरित करता है, इसलिए इसे (Black Body) कहा जाता है। ब्लैक बॉडी में प्राप्त हुई ऊर्जा को पुनर्प्रसारित करने की क्षमता होती है। अत: हम कह सकते हैं कि किसी भी ब्लैक बॉडी की अधिकाधिक उत्सर्जना (Emissiscity) एक होती है। ब्लैक बॉडी हर तरंगदैर्ध्य पर ऊर्जा को उत्सर्जित (Emit) किया करती है।



चित्र 1 : तरंग दैर्ध्य ब्लैक बॉडी विकिरण वक्र (तापमान के साथ K में T_1)

किसी भी ब्लैक बॉडी के माध्यम से जो ऊर्जा प्रसारित होती है, इसे ब्लैक बॉडी विकिरण कहा जाता है। एक ब्लैक बॉडी में अनेक तापमान हो सकते हैं। इसका तापमान उसके विकिरण के प्रचलित तरंगदैर्ध्य के निर्धारण से होता है। जब कोई ब्लैक बॉडी 127 K (1000°C) से ऊपर गर्म हो जाती है तो उसका प्रकाश उत्सर्जकता प्रचण्ड होती है। यह प्रचण्डता लाल, नारंगी, पीला व सफेद (at 6000 K) के माध्यम से नीलिमा (Blue) के खत्म होने से पूर्व तक होती है। इसके पश्चात् आगे उत्सर्जकता अल्ट्रा वॉयलेट विकिरण की बढ़ती हुई मात्रा को शामिल करती है। सफेद रंग विशिष्ट होता है, जिसमें रंग तो नहीं होते लेकिन रंगों का पूरा विभ्रम होता है। 6000 K पर एक ब्लैक बॉडी समस्त दृश्य तरंगदैर्ध्य पर एक समान विकिरण ऊर्जा को प्रसारित करती हैं। अत्यन्त तापमान लघु तरंगदैर्ध्य के साथ विकिरण का उच्च योगदान की भाँति हैं।

चित्र से स्पष्ट होता है कि विकिरण गहनता तापमान की बढ़ती मात्रा के साथ बढ़ती जाती है। इसे ऐसे भी समझा जा सकता है कि एक जलती मोमबत्ती को ध्यानपूर्वक देखो। जलती हुई मोमबत्ती को ज्वाला (Flame) के केन्द्र से बाहर की तरफ हल्का नीला दिखाई देता है क्योंकि वहाँ ज्वाला सबसे गर्म होती है। जिसका तापमान 1670 K होता है। ज्वाला का केन्द्रीय भाग नारंगी

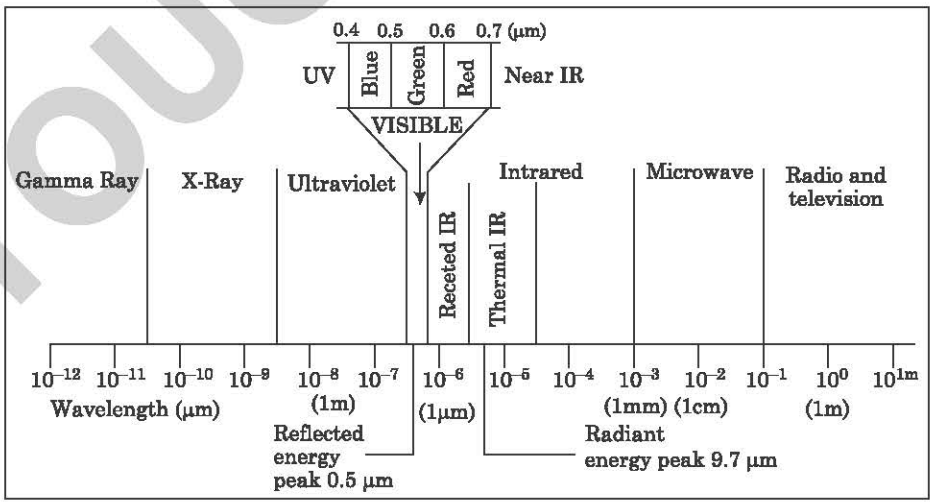
TOUCH 'n PASS

(Orange) दिखाई देता है जिसका तापमान 1070 K जो बाहरी भाग (Outer care) से 600 K कम है। प्राय: ज्वाला में बाह्य कोर से लेकर आन्तरिक कोर तक तापमान (600-140°C) भिन्न-भिन्न होने के कारण हर भाग में भिन्न-भिन्न रंग दिखाई देते हैं। यह जलते पदार्थ आस-पास के तापमान तथा ऑक्सीजन की मात्रा पर निर्भर करता है। हम रंग के उपयोग से किसी ज्वालामुखी से निकलते हुए लावा के तापमान को एक निश्चित दूरी से ज्ञात कर सकते हैं। रंग हमें तापमान की जानकारी प्रदान करते हैं व किसी वस्तु में निहित तापमान की मात्रा को भी बताते हैं।

अगर हम एक ऐसा संवेदक (Sensor) बनाएँ तो हम अनेक तरंगदैर्ध्य पर विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा की संसूचन करने में समर्थ हो तो हम सुदूर संवेदन में इसका प्रयोग आसानीपूर्वक कर सकते हैं और भिन्न-भिन्न वस्तुओं के तापमान का आकलन आसानी से कर सकते हैं। वैज्ञानिकों ने इन्हीं कथनों को आधार मानकर विभिन्न प्रकार के सुदूर संवेदक बना दिए हैं, जो कि आसानीपूर्वक उपग्रहों पर कार्य कर रहे हैं।

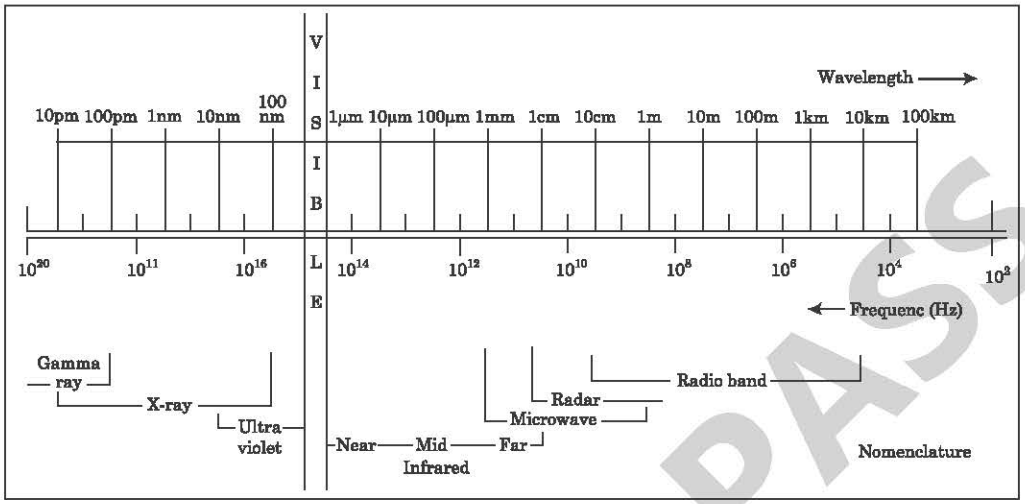
विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम
(Electromagnetic Spectrum)

ऐसा वृहत स्पैक्ट्रम जिसमें कॉसमिक (Cosmic) किरणों से लेकर रेडियो तरंगों (Radio Waves) को समस्त तरंगदैर्ध्य होते हैं, उसे **विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम** कहा जाता है। इसे हम ऐसे भी समझ सकते हैं, अगर हम सूर्य के प्रकाश की किसी किरण को किसी प्रिज्म की मदद से अन्धेरे में किसी सफेद पर्दे पर दिखाएँ तो उस पर्दे पर बहु-रंगीन पट्टी बन जाती है। यह एक प्रकाश स्पैक्ट्रम (Light Spectrum) है, जो विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम का बहुत छोटा रूप है। इस पर बैंगनी (Violet) जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी तथा लाल रंग (Vibgyor) दिखाई देते हैं। यही वजह है कि इसे दृश्य स्पैक्ट्रम (Visible Spectrum) भी कहा जाता है। दृश्य स्पैक्ट्रम के लाल रंग की सबसे लम्बी तरंग दैर्ध्य (Wavelength) तथा बैंगनी रंग की सबसे छोटी तरंग दैर्ध्य होती है। सूर्य के प्रकाश का स्पैक्ट्रम मात्र लाल रंग से लेकर बैंगनी रंग तक ही सीमित नहीं है अपितु यह लाल रंग से ऊपर व बैंगनी रंग से नीचे भी अधिकाधिक विस्तार में फैला हुआ होता है। ये भाग नेत्रों से नहीं दिखाई देते हैं, जिन्हें अदृश्य स्पैक्ट्रम (Invisible Spectrum) कहा जाता है। लाल रंग के ऊपर बड़ी तरंग दैर्ध्य वाले भाग को **अवरक्त स्पैक्ट्रम** (Infrared Spectrum) एवं बैंगनी रंग से नीचे छोटी तरंग-दैर्ध्य वाले भाग को **पराबैंगनी स्पैक्ट्रम** (Ultra Violet Spectrum) कहा जाता है वाद के अन्वेषणों से 'X' किरणों, गामा किरणों व रेडियो तरंगों का आविष्कार हुआ। ये समस्त विकिरण (दृश्य स्पैक्ट्रमों सहित) विद्युत चुम्बकीय तरंगें हैं। तरंग दैर्ध्य के मानों के आधार पर विद्युत-चुम्बकीय स्पैक्ट्रम का वर्गीकरण हुआ। विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम के कई बड़े-बड़े प्रदेश अग्रलिखित हैं।



चित्र 2 : विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम (The Electromagnetic Spectrum)

TOUCH 'n' PASS



चित्र 3 : विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र (तरंग दैर्ध्य, आवृत्ति एवं नामांकन)
[(Electromagnetic Regions (Wavelength Frequency and Naming)]

विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम के कुछ ही प्रदेश ऐसे हैं जो कि सुदूर संवेदन के लिए सही हैं। तरंगदैर्ध्य के अनुसार इन्हें दो वर्गों में बाँटा जा सकता है—

1. **प्राकृतिक तरंगदैर्ध्य** (Optical Wavelength)—0.3-16 μm तक का प्रदेश जिसमें (i) दृश्य प्रदेश तथा (ii) अवरक्त प्रदेश (a) निकट अवरक्त बैन्ड (Near IR Band) व (b) मध्य अवरक्त बैन्ड (Middle IR Band) शामिल होते हैं। इनमें प्रयोग होने वाले संवेदक, वायु कैमरे, तापीय क्रमवीक्षक, बहुस्पैक्ट्रल क्रमवीक्षक एवं विडियोकोन हैं।
2. **सूक्ष्म तरंगदैर्ध्य** (Microwave Wavelength)—इसका तरंगदैर्ध्य प्रदेश 1 मिमी० से 1 मीटर तक होता है इसमें प्रयोग होने वाला संवेदक रडार हैं।

तालिका से स्पष्ट है कि कुछ प्रदेशों की ऊर्जा वायुमण्डल द्वारा मध्य में ही अवशोषित कर दी जाती है जिससे ये पदेश सुदूर संवेदन के लिए अनुचित होते हैं। इसमें प्रमुख प्रदेश गामा किरण, एक्स किरण एवं पराबैंगनी हैं। तालिका में अवरक्त प्रदेशों के उपभागों को बैन्ड की संज्ञा प्रदान की जाती है। इसी तरह दृश्य प्रकाश के उपभागों के लिए नीला, हरा व लाल बैन्ड का प्रयोग हुआ है।

प्र.5. सुदूर संवेदन की अवस्थाओं का वर्णन कीजिए।
Describe the remote sensing stages.

उत्तर सुदूर संवेदन वह तकनीक है जो धरातलीय तथ्यों के सन्दर्भ में विस्तृत सूचनाएँ दूर से ही अर्जित कर लेती है अर्थात् बिना धरातल के सम्पर्क में आए उसके सन्दर्भ में सूचनाएँ एकत्रित हो जाती हैं। यह प्रक्रिया विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा पर आधारित होती है। धरातल को अथवा उस पर रिक्त अनेक पदार्थों को वह ऊर्जा सूर्य से मिलती है। कई पदार्थ इस ऊर्जा का कुछ भाग अवशोषित कर लेते हैं एवं कुछ भाग विकिरण करता है, इसे विद्युत चुम्बकीय विकिरण अथवा ऊर्जा (Electromagnetic Radiation) कहा जाता है। प्रयोगकर्त्ताओं व विश्लेषकों को यह ज्ञात रहता है कि धरातल का औसत प्रतिरूप तथा कौन-सा पदार्थ कितनी मात्रा में ऊर्जा का विकिरण करता है। इसी सिद्धान्त पर कृत्रिम उपग्रहों से लगे संवेदक विकिरण को मापकर वस्तु विशेष की स्थिति तथा कई विशेषताओं को स्पष्ट कर देते हैं। ब्रह्माण्ड में सूर्य विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का स्रोत है। वहाँ से ऊर्जा धरातल पर आती है उसके बाद इसका कुछ भाग विकिरण के माध्यम से पुन: अन्तरिक्ष में वापस आ जाता है। यहाँ पर यह स्पष्ट है कि विभिन्न धरातलीय तथ्य भिन्न-भिन्न मात्रा में ऊर्जा विकिरण करते हैं। यह निश्चित तरंगों की भाँति होता है। कई धरातलीय तथ्यों से नि:स्तृत विद्युत संकेतक (Electrical Signals) संवेदकों द्वारा अर्जित किए जाते हैं। संग्रहण की यह तकनीक आंकिक होती हैं संवेदकों से ये

TOUCH n PASS

(Signals Digital form) में भूकेन्द्रों को प्रेषित होते हैं। जहाँ पर कम्प्यूटर के माध्यम से उसका विश्लेषण व मानचित्रण होता है। अत: स्पष्ट है कि सुदूर संवेदन में निम्नलिखित चरण शामिल हैं—

1. विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा जो सूर्य पर आधारित है।
2. सूर्य से धरातल को ऊर्जा का सम्प्रेषण, अवशोषण व प्रसार।
3. भू-अध्ययन केन्द्रों पर कम्प्यूटर द्वारा आंकिक रूपों का विश्लेषण तथा मानचित्रण।
4. धरातल से विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का विकिरण।
5. विकिरण से विद्युत संकेतक का सुदूर संवेदकों द्वारा प्राप्त करना।
6. सुदूर संवेदकों से विद्युत संकेतक का आंकिक रूप में भू-अध्ययन केन्द्रों को प्रेषण करना।
7. भिन्न-भिन्न आंकिक प्रतिकृतियों का अध्ययन नियोजन व प्रबन्धन में प्रयोग करना।

सुदूर संवेदन की अवस्थाएँ
(Stages of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन आँकड़ा अर्जन की प्रक्रिया को निम्नलिखित 7 चरणों में विभक्त किया जा सकता है, जो सुदूर संवेदन की भिन्न-भिन्न अवस्थाएँ हैं—

1. **ऊर्जा स्त्रोत** (Energy Source)—सुदूर संवेदन में मूलभूत आवश्यकता ऊर्जा स्त्रोत की है, जोकि इच्छित लक्ष्यों को प्रकाशयुक्त करता है। इसको विद्युत चुम्बकीय विकिरण का उत्सर्जन कहा जाता है।
2. **ऊर्जा की वायुमण्डल के साथ अन्योन्यक्रिया** (Energy Interaction with the Atmosphere)—ऊर्जा जब मुख्य स्त्रोत से धरातल पर किसी लक्ष्य तक व किसी लक्ष्य से संवेदक तक पहुँचती है तो यह वायुमण्डल के सम्पर्क में आकर अन्योन्यक्रिया करती है। इसमें ऊर्जा का संचारण अवशोषण एवं प्रकीर्णन को शामिल किया जाता है।
3. **ऊर्जा की पृथ्वी के धरातलीय आकृतियों से अन्योन्यक्रिया** (Interaction of Energy with Earth's Surface Features)—पृथ्वी के धरातल की आकृतियाँ, आपतन (Incident) ऊर्जा के साथ विभिन्न प्रकार से अन्योन्यक्रिया करती है। धरातल द्वारा आपतन ऊर्जा का कुछ अंश प्रतिबिम्बित व कुछ अंश अवशोषित होता है।
4. **ऊर्जा का संवेदक द्वारा अभिलेखन** (Recording of Energy by the Sensor)—धरातलीय तत्त्वों के साथ अन्योन्यक्रिया के बाद ऊर्जा संवेदक तक पहुँचती है, जिसे ऊर्जा का संचारण (Transmission) कहा जाता है। जिन रूपों में इसे दर्शाया जाता है, उन्हीं रूपों में उपयोगकर्ता के माध्यम से इसे उपयोग किया जाता है।
5. **आँकड़ों का संचारण तथा प्रकमण** (Data Transmission and Processing)—जो ऊर्जा संवेदक के माध्यम से अभिलेखित होती है उसे प्राप्तकर्ता व प्रकमण स्टेशन को संचारित किया जाता है। इस सम्पूर्ण प्रक्रिया को धरातल से सुदूर संवेदक तक ऊर्जा का संचरण कहा जाता है।
6. **प्रतिबिम्ब प्रक्रमण तथा विश्लेषण** (Image Processing and Analysis)—प्रकमण के बाद बिम्बों का विश्लेषण होता है और पृथ्वी के धरातलीय आकृतियों के विषय में सूचनाओं को निकाला जाता है। इसे आँकड़ों का प्रकमण व विश्लेषण करना कहा जाता है।
7. **अनुप्रयोग** (Application)—विश्लेषण के बाद उपयोगी सूचनाओं का अनुप्रयोग किसी समस्या का समाधान करने में निर्णय लेने के लिए होता है।

अत: हम कह सकते हैं कि सुदूर संवेदन एक अन्तर्विषयी विज्ञान है जिसमें विभिन्न विषयों जैसे—ऑप्टिक्स (Optics), फोटोग्राफी (Photography), कम्प्यूटर (Computer), इलेक्ट्रॉनिक्स (Electronics), दूर संचार (Telecommunication) एवं उपग्रहीय-प्रक्षेपण (Satellite launching) का समावेश है।

हम क्या देखते हैं? यह स्पष्ट है कि संवेदन के लिए सबसे मूलभूत रणनीति विद्युत चुम्बकीय विकिरण की है। प्रश्न यह है कि इस परिदृश्य पर क्या देखते हैं? हर एक वस्तु अपने परमाण्विक (Atomic) व आण्विक (Molecular) दोलन (Oscillations) के माध्यम से निरपेक्ष शून्य डिग्री तापमान से अधिक पर विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा (Electromagnetic Energy) को विकीर्णित (Radiate) या प्रसारित करती है। वस्तु के निरपेक्ष मान में वृद्धि होने के साथ उत्सर्जित विकिरण की मात्रा में भी वृद्धि हो जाती है। जहाँ तक सुदूर संवेदन का प्रश्न है, सौर ऊर्जा के विकिरण तथा प्रदीपन (Illumination) में इतनी क्षमता होती है कि प्रत्यावर्तित प्रकाश सुदूर कैमरा व संवेदक तक पहुँच जाता है। सुदूर संवेदन का आधार विद्युत-चुम्बकीय विकिरण है। प्रकृति में हर एक वस्तु

TOUCH 'n PASS

का अपना धरातलीय प्रतिरूप होता है। प्रत्येक वस्तु का परावर्तित (Reflected), उत्सर्जित (Emitted) एवं अवशोषित (Absorbed) विकिरण (Radiation) का वितरण भिन्न-भिन्न होता है। अगर इन स्पैक्ट्रल विशेषताओं का उत्तम विधि से शोषण (Exploitation) या मापन हो तो एक वस्तु से दूसरे वस्तु में भेद दिखाया जा सकता है। इसी तरह हर वस्तु का आकार, आकृति विस्तार व अन्य भौतिक तथा रासायनिक गुणों से सम्बन्धित सूचनाओं को सरलता से संग्रहित किया जा सकता है। उत्तम संसूचक (Detector) के चयन तथा सहायता से आवश्यकता के अनुसार ऊर्जा का मापन भी कर सकते हैं। जैसे कि स्पष्ट है कि तरंगदैर्ध्य एवं दूरी के साथ ऊर्जा का संचारण कम होता जाता है। किसी भी कलेक्टर डाईमीटर के सूक्ष्म तरंगदैर्ध्य तथा अधिकतम ऊर्जा भाग में धरातलीय विभेद बहुत अधिक होता है।

अत: कह सकते हैं कि सूर्य से मिली ऊर्जा को कितनी मात्रा विद्युत चुम्बकीय विकिरण के माध्यम से संवेदक अथवा फिल्म तक पहुँचती है। यह काफी कुछ संसूचक की उत्तमता पर भी निर्भर होता है कि वह कितनी मात्रा में इसे दर्शाता है।

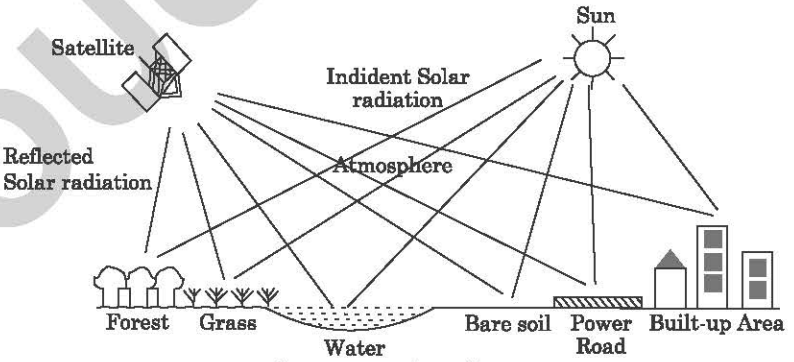
प्र.6. सुदूर संवेदन की प्रक्रियाओं का वर्णन कीजिए।
Describe the process of remote sensing.

उत्तर

सुदूर संवेदन की प्रक्रियाएँ
(Processes of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन तकनीक के माध्यम से पृथ्वी के धरातल से सूचनाओं को संग्रहित करने व विद्युत चुम्बकीय आँकड़ों का विश्लेषण करने हेतु मुख्य रूप से 2 प्रक्रियाओं से गुजरना पड़ता है—

1. **आँकड़े अर्जित करना** (Data Acquisition)—सबसे पहले, संवेदक के माध्यम से पृथ्वी अथवा पृथ्वी के किसी भाग को अथवा किसी वस्तु के सम्बन्ध में विद्युत चुम्बकीय विकिरण द्वारा सूचनायें अंकीय (Digital) रूप में संग्रहित की जाती हैं। दूसरा इन अंकीय आँकड़ों की मदद से प्रतिबिम्ब बनाए जाते हैं, जिन्हें चित्रीय (Pictorial) रूप भी कहा जाता है। **टी०एम० लिलिसेंड** एवं **आर०डब्ल्यू० कईफर** ने आँकड़ा अर्जित करने की प्रक्रिया को पाँच रूपों में वर्गीकृत किया है। जिनको चित्र 1 व 2 में दर्शाया गया है।
   (i) ऊर्जा का स्रोत (Source of Energy),
   (ii) वायुमण्डल द्वारा संचरण (Propagation through the atmosphere),
   (iii) पृथ्वी की धरातलीय आकृतियाँ (Earth Surface Features),
   (iv) वायुमण्डल द्वारा पुन: संचारण (Re-transmission through the Atmosphere) एवं
   (v) संवेदन प्रणालियाँ (Sensing Systems)।

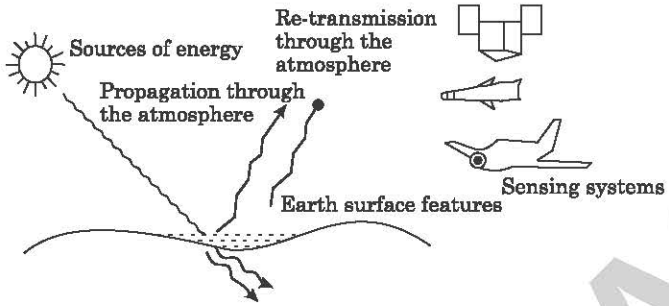


चित्र 1 : सुदूर संवेदन प्रक्रिया

ऊर्जा का प्रमुख स्रोत सूर्य है। पृथ्वी सूर्य से विकिरण ऊर्जा ग्रहण करती हैं। सूर्य से पृथ्वी की तरफ कुल विकिरण ऊर्जा को 100 इकाई अथवा प्रतिशत कहा जाता है। सूर्य से जितनी ऊर्जा विकिरण होती है उसका स्वल्पांश (1/2 अरबवां भाग) ही पृथ्वी को मिलता है। वायुमण्डल के माध्यम से प्रकीर्णन व प्रत्यावर्तन के कारण सौर ऊर्जा का कुछ भाग शून्य में वापस आ जाता है। सूक्ष्म तरंग प्रवेशी विकिरण का 35% भाग प्रकीर्णन एवं प्रत्यावर्तन के द्वारा शून्य में वापस पहुँच जाता है (27% बादलों से + 20% धरातल से प्रत्यावर्तित + 6% वायुमण्डल द्वारा प्रकीर्ण), 51% भाग भूतल के माध्यम से अवशोषित

TOUCH 'n' PASS

किया जाता है (17% विसरित दिवा प्रकाश (Diffuse day light) के रूप में और 34% प्रत्यक्ष विकिरण के रूप में) एवं 14% वायुमण्डल के माध्यम से अवशोषित कर लिया जाता है।

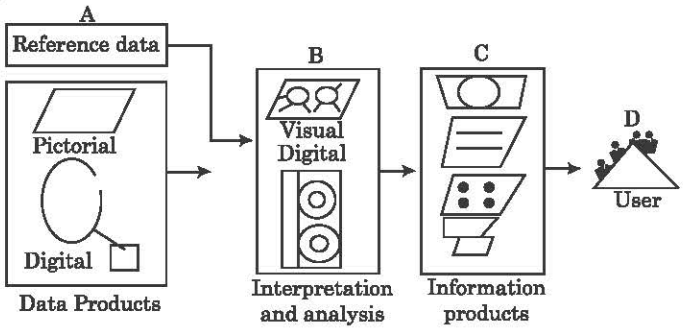


चित्र 2 : धरातलीय संसाधनों की विद्युत चुम्बकीय सुदूर संवेदन
(Electromagnetic Remote Sensing of Earth Resources)

23 प्रतिशत ऊर्जा का धरातल से पार्थिव विकिरण के माध्यम से वायुमण्डल में प्रत्यक्ष गमन हो जाता है, 9 प्रतिशत ऊर्जा संवहन व विक्षोभ के रूप में व्यय होती है एवं 19 प्रतिशत ऊर्जा वाष्पीकरण के रूप में व्यय होती है। इस प्रकार भूतल पर सौर्यिक विकिरण के माध्यम से जो 51% ऊर्जा है, वह पृथ्वी से विकिरण, संवहन एवं परिचालन द्वारा वायुमण्डल में पुन: लौट जाती है। वायुमण्डल सौर्यक विकिरण से अवशोषण के माध्यम से 14 प्रतिशत से ऊर्जा और पृथ्वी से होने वाले विकिरण से 34 प्रतिशत ऊर्जा अर्थात् कुल 48 प्रतिशत ऊर्जा अर्जित करता है।

2. **आँकड़ा विश्लेषण** (Data Analysis)—सुदूर संवेदन की दूसरी प्रक्रिया आँकड़ों का विश्लेषण करना है। अन्तरिक्ष आधारित संवेदकों के माध्यम से जो अंकीय आँकड़े प्राप्त किए जाते हैं उनसे कम्प्यूटर की मदद से प्रतिबिम्ब बनाए जाते हैं जिन्हें आँकड़ा उत्पाद (Data Product) कहा जाता है। ये उत्पाद किसी भी दृश्य क्षेत्र के समस्त विवरणों को व्यक्त करते हैं। इन विवरणों को पहचानने तथा इनके सन्दर्भ में महत्त्वपूर्ण जानकारी ग्रहण करने व किसी निर्णय तक पहुँचने की प्रक्रिया को **आँकड़ा विश्लेषण** कहा जाता है। इसके लिए पर्याप्त अनुभव, अभ्यास, ज्ञान व श्रम की जरूरत होती है। आँकड़ा उत्पादों को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है—(i) उपग्रहीय प्रतिबिम्ब (Satellite Imageries), (ii) वायु फोटो चित्र (Aerial Photographs) वायु फोटो चित्रों के विश्लेषण हेतु स्टीरियोस्कोप (Sterioscope) इत्यादि उपकरणों की जरूरत होती है। इनकी मदद के लिए स्थलाकृतिक मानचित्र, सांख्यिकीय आँकड़े व अन्य सन्दर्भ आँकड़ों की जरूरत होती है। आँकड़ा विश्लेषण के निम्नलिखित तत्व है।

(i) आँकड़ा उत्पाद (Data Product)
(ii) व्याख्या एवं विश्लेषण (Interpretation and Analysis)
(iii) सूचना उत्पाद (Information Products) तथा
(iv) उपयोगकर्ता (Users)।



चित्र 3 : आँकड़ा विश्लेषण की प्रक्रिया (Process of Data Analysis)

TOUCH 'n PASS

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. प्रकाश के दोलन घटक हैं—
(क) विद्युत ऊर्जा (ख) चुम्बकीय ऊर्जा
(ग) अ एवं ब दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) 'क' एवं 'ख' दोनों

प्र.2. विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा होती है—
(क) गतिमान (ख) स्थायी
(ग) अ एवं ब दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (क) गतिमान

प्र.3. विद्युत चुम्बकीय विकिरण की विशेषताएँ हैं—
(क) तरंगदैर्ध्य (ख) तरंग आवृत्ति (ग) तरंग वेग (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.4. तरंगदैर्ध्य को किससे प्रदर्शित किया जाता है?
(क) μ (ख) λ (ग) ν न्यू (घ) c
उत्तर (ख) λ

प्र.5. विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का प्रमुख स्त्रोत क्या है?
(क) सूर्य (ख) चन्द्रमा
(ग) तारा (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (क) सूर्य

प्र.6. सुदूर संवेदन आँकड़ों में कौन-सी सूचनाएँ संग्रहित की जाती है?
(क) धरातलीय (ख) स्पैक्ट्रल
(ग) 'क' एवं 'ख' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) 'क' एवं 'ख' दोनों

प्र.7. दृश्य प्रकाश के उपभागों के लिए किन बैण्डों का प्रयोग हुआ है?
(क) नीला (ख) हरा (ग) लाल (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.8. विद्युत चुम्बकीय स्पैक्ट्रम के बैण्ड हैं—
(क) स्पैक्ट्रल (ख) मध्यम (ग) तापीय अवरक्त (घ) ये सभी
उत्तर

प्र.9. सुदूर संवेदन के चरण हैं—
(क) धरातल से विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का विकिरण
(ख) सूर्य से धरातल को ऊर्जा का सम्प्रेषण, अवशोषण तथा प्रसार
(ग) आंकिक प्रतिकृतियों का अध्ययन, नियोजन व प्रबन्धन में प्रयोग करना
(घ) उपर्युक्त सभी
उत्तर (घ) उपर्युक्त सभी

प्र.10. सुदूर संवेदन की अवस्था हैं—
(क) चार (ख) पाँच (ग) छः (घ) सात
उत्तर (घ) सात

TOUCH 'n PASS

प्र.11. सुदूर संवेदन की अवस्था है—

(क) अनुप्रयोग (ख) ऊर्जा स्रोत

(ग) प्रतिबिम्ब प्रक्रमण व विश्लेषण (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.12. सुदूर संवेदन की प्रक्रिया है—

(क) आँकड़े अर्जित करना (ख) आँकड़ा विश्लेषण

(ग) 'क' एवं 'ख' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ग) 'क' एवं 'ख' दोनों

प्र.13. टी०एम० लिलिसेंड एवं आर० डब्ल्यू० काईफर ने आँकड़ा अर्जित करने की प्रक्रिया को कितने रूपों में विभाजित किया है?

(क) पाँच (ख) छः (ग) सात (घ) आठ

उत्तर (क) पाँच

प्र.14. आँकड़ा विश्लेषण के तत्त्व हैं—

(क) आँकड़ा उत्पाद (ख) व्याख्या एवं विश्लेषण

(ग) उपयोगकर्त्ता (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.15. समुद्र के पानी का अपवर्तनांक लवणता के साथ बढ़ता है—

(क) सत्य (ख) असत्य

उत्तर (क) सत्य

प्र.16. किसी भी सेंसर सिस्टम की मूलभूत आवश्यता होती है—

(क) स्थानिक संकल्प (ख) वर्णक्रमीय संकल्प

(ग) रेडियोमेट्रिक संकल्प (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.17. क्या रिमोट सेंसिंग अपनी प्रक्रिया में विद्युत चुंबकीय तरंगों का उपयोग करता है?

(क) हाँ (ख) नहीं

उत्तर (क) हाँ

प्र.18. इनमें से कौन सुदूर संवेदन का सिद्धांत नहीं है?

(क) विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा (ख) विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम

(ग) उपग्रह के साथ ऊर्जा की बातचीत (घ) वातावरण के साथ ऊर्जा की बातचीत

उत्तर (ग) उपग्रह के साथ ऊर्जा की बातचीत

प्र.19. ..... का उपयोग EM तरंगों द्वारा किया जाता है।

(क) सौर क्षेत्र (ख) सूक्ष्म क्षेत्र

(ग) विद्युत क्षेत्र (घ) ध्रुवीकृत क्षेत्र

उत्तर (ग) विद्युत क्षेत्र

प्र.20. रिमोट सेंसिंग के मामले में निम्नलिखित में कौन-सी तरंग कार्यरत नहीं है?

(क) एक्स-रे (ख) थर्मल आईआर

(ग) दृश्यमान किरण (घ) रेडियो तरंगें

उत्तर (क) एक्स-रे

TOUCH 'n PASS

प्र.21. पूरी तरह से काला शरीर क्या है?

(क) यह एक फैलाना उत्सर्जक है
(ख) यह प्रत्येक तरंग लंबाई की शक्ति का उत्सर्जन करता है
(ग) यह प्रत्येक तरंग लंबाई के सभी विकिरणों को अवशोषित करता है
(घ) उपर्युक्त सभी

उत्तर

प्र.22. जीपीएस उपग्रह की सामान्य ऊँचाई लगभग है—

(क) 16,200 km (ख) 20,200 km
(ग) 24,400 km (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ख) 20,200 km

प्र.23. विद्युत चुम्बकीय तरंग द्वारा परिवहन की गई ऊर्जा ..... के समानुपाती होती है।

(क) लहर की ऊँचाई (ख) आयाम की चौकोर छत
(ग) लहर की ऊँचाई का घन (घ) लहर की ऊँचाई का वर्ग

उत्तर (घ) लहर की ऊँचाई का वर्ग

प्र.24. वायुमंडल से गुजरते समय सौर विकिरण—

(क) बिखर जाता है (ख) अप्रभावित करता है
(ग) आंशिक रूप से अवशोषित हो जाता है (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (घ) इनमें से कोई नहीं

प्र.25. निम्नलिखित में से कौन-सा कथन गलत है?

(क) जीआईएस तकनीक पारंपरिक मानचित्रण के समान है
(ख) जीआईएस तकनीक में मानचित्रों को ओवरले करने के लिए विश्लेषणात्मक क्षमताएँ शामिल हैं
(ग) जीआईएस तकनीक पर्यावरणीय परिवेशों का अध्ययन करने में सक्षम है
(घ) उपर्युक्त सभी

उत्तर (क) जीआईएस तकनीक पारंपरिक मानचित्रण के समान है

प्र.26. जीपीएस में रेंज मापन ..... के साथ किया जाता है।

(क) 2 सी बैंड आवृत्तियों (ख) 3 एल बैंड आवृत्तियों
(ग) 2 एल बैंड आवृत्तियों (घ) 3 सी बैंड आवृत्तियों

उत्तर (ग) 2 एल बैंड आवृत्तियों

प्र.27. जीपीएस में सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला एंटीना ..... है।

(क) हॉन एंटीना (ख) स्लॉटेड एंटीना
(ग) माइक्रोस्ट्रिप एंटीना (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ग) माइक्रोस्ट्रिप एंटीना

प्र.28. किस प्रकार का रिमोट सेंसिंग विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा के अपने स्रोत का उपयोग करता है?

(क) सक्रिय रिमोट सेंसिंग
(ख) निष्क्रिय रिमोट सेंसिंग
(ग) सक्रिय और निष्क्रिय दोनों रिमोट सेंसिंग
(घ) उपरोकत में से कोई नहीं

उत्तर (क) सक्रिय रिमोट सेंसिंग

TOUCH 'n' PASS

प्र.29. एक भूस्थिर उपग्रह की पृथ्वी से ऊँचाई की दूरी लगभग—

(क) 26,000 km (ख) 30,000 km

(ग) 34,000 km (घ) 36,000 km

उत्तर (घ) 36,000 km

प्र.30. तरंग लंबाई (λ) और आवृत्ति और विद्युत चुम्बकीय तरंग की गति (C) के बीच निम्नलिखित में से कौन-सा संबंध सही है?

(क) $C = \nu + \lambda$ (ख) $C = \lambda/\nu$ (ग) $C = \nu\lambda$ (घ) $C = 1/\lambda\nu$

उत्तर (ग) $C = \nu\lambda$

प्र.31. पृथ्वी की सतह की विशेषताओं के लिए लागू रिमोट सेंसिंग तकनीक, आमतौर पर निम्नलिखित तरंग लंबाई तक ही सीमित हैं—

(क) 0.4 से 1.3, 1.5 से 1.8, 2.2 से 2.6 μm

(ख) 2.2 से 2.6, 3.0 से 3.6, 4.2 से 5.0 μm

(ग) 4.2 से to 5.0, 7.0 से 15.0 μm and 1 cm से 30 cm

(घ) उपर्युक्त सभी

उत्तर (घ) उपर्युक्त सभी

प्र.32. 'A' और 'B' नादिर बिंदु के दोनों ओर समान ऊँचाई के दो टावर हैं, जो 3 किमी और 5 किमी की दूरी पर हैं। निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है?

(क) A की ऊँचाई विस्थापन B से कम होगी

(ख) B की ऊँचाई विस्थापन A से कम होगी

(ग) A और B की ऊँचाई विस्थापन के बराबर है

(घ) A और B की ऊँचाई विस्थापन एक-दूसरे की ओर होगा

उत्तर (क) A की ऊँचाई विस्थापन B से कम होगी

प्र.33. दी गई आकृति में का चरण—

(क) Crest A is $\pi/2$ (ख) B crossing is π

(ग) Trough C is $3\pi/2$ (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.34. जीपीएस में, रिसीवर का उपयोग किया जाता है—

(क) इलेक्ट्रॉनिक घड़ियाँ (ख) परमाणु घड़ियाँ

(ग) क्वार्ट्ज घड़ियाँ (घ) यांत्रिक घड़ियाँ

उत्तर (क) इलेक्ट्रॉनिक घड़ियाँ

❑

TOUCH 'n' PASS

UNIT-III

सुदूर संवेदन सैटेलाइट

Remote Sensing Satellites

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. ऊर्जा के आधार पर संवेदकों को कितने रूप में विभक्त किया गया है?

In how many forms can sensors bedivided on the basis of energy.

उत्तर सुदूर स्थित वस्तुओं या क्षेत्रों के सन्दर्भ में संचय करने योग्य सूचना एकत्रित करने वाले यन्त्र को सुदूर संवेदक (Sensor) कहा जाता है। विभिन्न धरातलीय लक्षणों से ऊर्जा उत्सर्जन के अनुसार संवेदक कई प्रकार के होते हैं। प्राथमिक रूप से ऊर्जा-स्रोत के आधार पर संवेदकों को दो भागों में विभक्त किया गया है।

प्र.2. निष्क्रिय संवेदक क्या है?

What is the Passive Sensor?

उत्तर ऐसे संवेदक जिनमें ऊर्जा-स्रोत स्वयं का नहीं होता, अर्थात् वे सौर्यिक विद्युत-चुम्बकीय विकिरण से ऊर्जा ग्रहण करके धरातलीय लक्ष्यों का संवेदन करते हैं।

प्र.3. सक्रिय संवेदक को परिभाषित कीजिए।

Define Active Sensor.

उत्तर इस प्रकार के संवेदकों में स्वयं ऊर्जा उत्पन्न करने की क्षमता रहती है। ये उसी ऊर्जा को धरातलीय लक्ष्यों पर प्रक्षेपित करके पुन: परावर्तित ऊर्जा द्वारा लक्ष्यों का संवेदन करते हैं।

प्र.4. धरातलीय या स्थानिक सूचनाएँ क्या हैं?

What is the spatial information?

उत्तर सूचनाओं की धरातलीय विशेषताओं में सामान्यत: एक-दूसरे में अन्तर स्थापित किया जा सकता है। जैसे—वस्तुएँ कहीं पर स्थित हैं, एक बसाव स्थिति का दूसरे बसाव स्थिति में क्या सम्बन्ध है, धरातलीय इकाइयाँ व धरातलीय सम्बन्धों में भिन्नता, आकृतियों व संरचना के गुणात्मक तथा मात्रात्मक विश्लेषण, भिन्न-भिन्न घटनाओं के बीच सहसम्बन्ध तथा अन्तर्क्रिया आदि के अनेक तथ्य हैं।

प्र.5. जमीन आधारित प्लेटफार्म क्या है?

What is ground based platform?

उत्तर सतह के बारे में विस्तृत जानकारी अंकित करने के लिए उपयोग किया जाता है जिसकी तुलना विमान या उपग्रह संवेदक से एकत्र की गई जानकारी से की जाती है। कुछ मामलों में, इसका उपयोग उस लक्ष्य को बेहतर ढंग से चित्रित करने के लिए किया जा सकता है जिसे अन्य संवेदक द्वारा चित्रित किया जा रहा है, जिससे पृथ्वी के चित्र की जानकारी को बेहतर ढंग से समझना संभव हो जाता है। संवेदक को ऊँची सीढ़ी, मचान, ऊँची इमारत, क्रेन आदि पर रखा जा सकता है।

प्र.6. हवाई प्लेटफार्म के बारे में लिखिए।

Write about airial platform.

उत्तर मुख्य रूप से स्थिर विंग में हवाई विमान का उपयोग होता है, हालांकि कभी-कभी हेलीकॉप्टरों का उपयोग किया जाता है। बहुत विस्तृत चित्र एकत्र करना और किसी भी समय पृथ्वी की सतह के किसी भी हिस्से पर आंकिक प्रतिबिंब के संग्रह की सुविधा प्रदान करना।

TOUCH 'n' PASS

प्र.7. अंतरिक्ष प्लेटफार्म कौन-से है?
What are space platforms?

उत्तर अंतरिक्ष सुदूर संवेदन को निम्न प्लेटफार्म द्वारा संचालित किया जाता है—1. अंतरिक्ष शटल, 2. उपग्रह।
उपग्रह वे वस्तुएँ हैं जो किसी अन्य वस्तु के चारों ओर परिक्रमा करती अथवा घूमती है। इस मामले में, पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करती है। उदाहरण : चंद्रमा एक प्राकृतिक उपग्रह है, जबकि मानव-निर्मित उपग्रहों में सुदूर संवेदन, संचार और टेलीमेट्री (स्थान और नेविगेशन) उद्देश्यों के लिए प्रक्षेपण किए गए हैं।

प्र.8. सुदूर संवेदक का परिचय दीजिए।
Introduce remote sensing.

उत्तर सुदूर, संवेदक एक ऐसी **युक्ति विधि** (Mechanical Device) है, जो दूर स्थित लक्ष्यों, वस्तुओं अथवा दृश्य क्षेत्रों के सम्बन्ध में सूचनाओं को ग्रहण करने हेतु विद्युत चुम्बकीय अथवा अन्य ऊर्जा को संग्रहित करके संकेतों में बदल कर उचित रूपों में व्यक्त करता है। हालाँकि समस्त संवेदक मूल रूप से धरातल के कई लक्षणों से परावर्तित अथवा उत्सर्जित विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा की विभिन्नताओं को स्पष्ट करते हैं, लेकिन उन्हें स्पेक्ट्रमी प्रदेशों तथा बैंडों द्वारा सूचना ग्रहण करने के तरीके के अनुसार अलग-अलग वर्गों में रखा जा सकता है।
पृथ्वी की किसी भी वस्तु का सुदूर किसी भी स्पेक्ट्रम प्रदेश से देखने को सुदूर संवेदक कहा जाता है।
दूर स्थित वस्तुओं अथवा दृश्य क्षेत्रों के सम्बन्ध में संचित करने योग्य सूचना संग्रहित करने वाली कोई भी यान्त्रिक विधि अथवा उपकरण को सुदूर संवेदक कहा जाता है। हमारी आँखें **सुदूर संवेदक** का उत्तम उदाहरण है।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. संवेदक के अंतरिक्ष प्लेटफॉर्म की व्याख्या कीजिए।
Explain the space platform of the sensor.

उत्तर इस प्रकार विश्व में सुदूर संवेदन तकनीक का द्रुत गति से विकास होता जा रहा है, जो सैन्य गुप्तचरी से लेकर समुद्री और धरातलीय संसाधनों और मौसम की विशेषताओं का सूक्ष्म से सूक्ष्म विश्लेषण करने में सहायक है।
सुदूर संवेदन में लगे संवेदकों को अंतरिक्ष प्लेटफॉर्म की आवश्यकता होती है। इन प्लेटफॉर्मों का विकास भी क्रमशः गुब्बारों से शुरू होकर आज कृत्रिम उपग्रहों तक पहुँच चुका है। इन कृत्रिम उपग्रहों को पूर्व निर्धारित कक्षाओं में स्थापित किया जाता है। ये कक्षाएँ दो प्रकार की होती हैं—1. भू-तुल्यकालिक कक्षा (Geosynchronous Orbit) और 2. सूर्य-तुल्यकालिक कक्षा (Sunsynchronous Orbit)। इसी आधार पर अन्तरिक्ष में दो तरह के उपग्रह प्रक्षेपित किये जाते हैं।

1. **भू-तुल्यकालिक उपग्रह** (Geosynchronous Satellites)—पृथ्वी के घूर्णन काल (Rotational period) से मेल खाने वाले वेग से गतिमान उपग्रह को भू-तुल्यकालिक अथवा भू-स्थिर (Geostationary) उपग्रह कहते हैं। इस तरह का कोई उपग्रह, भूमध्यरेखा के तल में पृथ्वी से लगभग 40,000 किमी० दूर स्थित अपनी वृत्ताकार कक्षा (Circular orbit) में पश्चिम से पूर्व की ओर गति करता हुआ, 24 घण्टे की अवधि में एक चक्र पूर्ण करता है। वर्तमान समय में भूमध्यरेखा के ऊपर 36,000 से 40,000 किमी० की ऊँचाइयों के मध्य इस तरह के 6 भू-तुल्यकालिक उपग्रह—1. संयुक्त राज्य अमेरिका का GOES-E, 2. संयुक्त राज्य अमेरिका का ही GOES-W, 3. यूरोपीय अन्तरिक्ष-एजेन्सी का METEOSAT, 4. रूस का GOMS, 5. भारत का INSAT तथा 6. जापान का GMS अन्तरिक्ष में स्थापित है।
2. **सूर्य-तुल्यकालिक उपग्रह** (Sunsynchronous Satellites)—भू-स्थिर उपग्रह के विपरीत, किसी सूर्य-तुल्यकालिक उपग्रह की सहायता से पूर्व-निश्चित समय-अन्तराल के अनुसार पृथ्वी के प्रत्येक भाग का लगातार संवेदन सम्भव है। इस प्रकार के उपग्रहों के लिये पृथ्वी से करीब 700 से 900 किमी० की ऊँचाइयों के मध्य लगभग ध्रुवीय कक्षा (Polar Orbit) में उपग्रह को स्थापित किया जाता है। चूँकि पृथ्वी पश्चिम से पूर्व की ओर घूर्णन करती है। अतः उपग्रह की कक्षा का धरातलीय मार्ग (Ground track) सूर्य की दिशा में अर्थात् पूर्व से पश्चिम की ओर को निरन्तर आगे बढ़ता जाता है।

TOUCH 'n' PASS

प्र.2. धरातलीय आँकड़ों का संक्षिप्त परिचय दीजिए।
Give the short introduction of spatial data.

उत्तर

परिचय
(Introduction)

फोटोग्राफिक प्रतिबिम्बों के मानचित्रण तथा विश्लेषण के लिए नयी सूचना तकनीक की आवश्यकता को महसूस किया गया। इस दिशा में भौतिकविदों, गणितज्ञों एवं कम्प्यूटर वैज्ञानिकों ने मिलकर एक नए मानचित्रण उपकरण को खोजा, जिसे **भौगोलिक सूचना तन्त्र** (GIS) कहते हैं। यानी भौगोलिक सूचना तन्त्र भौगोलिक आँकड़ों व सूचनाओं के संग्रहण, विश्लेषण व मानचित्रण की एक कम्प्यूटर आधारित तकनीक है। सामान्यत: कह सकते हैं कि भौगोलिक सूचना तन्त्र एक सूचना संग्रह तथा विश्लेषण का विज्ञान है। **मार्कल डेली तथा डेवेन मार्बल ने सन् 1965 में सबसे पहले भौगोलिक सूचना प्रणाली शब्द का प्रयोग किया। मार्बल** ने भौगोलिक सूचना तन्त्र को क्षेत्रीय सूचना, संग्रह विश्लेषण और प्रदर्शन का एक तन्त्र माना है। क्लार्क ने इसे कई सूचनाओं के संग्रहण, एकत्रीकरण, विश्लेषण एवं प्रदर्शन का कम्प्यूटर आधारित तन्त्र बताया है। **गुड चाईल्ड** ने भौगोलिक सूचना तन्त्र को अलग-अलग क्षेत्रीय सूचनाओं का भौगोलिक तथ्यों से सम्बन्धित समस्याओं के समाधान हेतु उपयोग करने वाला तन्त्र बताया है।

कम्प्यूटर न सिर्फ आलेखन, गणना व गणितीय मापों को कर सकता है अपितु वह अलग-अलग आँकड़ों की गणितीय गणना के बाद उनका लेखाचित्रण एवं मानचित्रण भी आसानी से कर देता है, इसके लिए कम्प्यूटर को समुचित कार्यक्रम देना या तदनुकूल सॉफ्टवेयर का मौजूद होना आवश्यक है, वर्तमान में भौगोलिक रेखाचित्रण तथा मानचित्रण हेतु कई सॉफ्टवेयर उपलब्ध हैं, **जिनमें से कुछ निम्नलिखित हैं—**

1. **SYMVU**—इस प्रोग्राम के माध्यम से त्रिविमिय चित्रांकन होता है तथा डिजिटल प्लाटर के द्वारा क्रमबद्ध तलों का निरीक्षण होता है।
2. **RGRIG**—इस प्रोग्राम में अन्तर्वेशन के माध्यम से लाइन प्रिन्टर पर मानचित्रांकन किया जाता है।
3. **SYMAP**—इसमें समोच्च रेखा मानचित्रण व वर्णमात्री मानचित्र भी बनाए जाते हैं।

भौगोलिक सूचना प्रणाली कभी किसी मानचित्र को उसी रूप में संकलित नहीं करती है तथा न ही धरातलीय क्षेत्रों के किसी दृश्य को ही संकलित करती है अपितु जो आँकड़े भौगोलिक सूचना प्रणाली के भीतर संग्रहित किये जाते हैं, उनसे इच्छानुसार दृश्य पैदा किये जा सकते हैं। जिन उत्पादों को भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक के द्वारा बनाया जाता है उनका प्रयोग विभिन्न योजनाओं में हो सकता है। इन्हें भौगोलिक सूचनाएँ भी कह सकते हैं। भौगोलिक सूचना प्रणाली में प्रयोग होने वाली सूचनाओं को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है—

1. स्थानिक सूचनाएँ (Spatial Information),
2. अस्थानिक या लाक्षणिक सूचनाएँ (Non-Spatial Information)।

प्र.3. धरातलीय आँकड़ें क्या हैं?
What is the Spatial Data?

उत्तर

धरातलीय आँकड़े
(Spatial Data)

ये वे आँकड़े होते हैं जिनकी प्राकृतिक रूप में धरातल पर भौगोलिक बसाव स्थिति होती है। धरातलीय आँकड़े जो मानचित्र पर बने होते हैं, उन्हें स्पष्ट करने की तीन अवधारणाएँ हैं—(i) आँकड़ों को पहचानना (Entity), (ii) उनकी लाक्षणिक विशेषताओं को प्रदर्शित करना (Attributes) और (iii) उनका परस्पर सम्बन्ध स्थापित करना (Relationship)।

पहचान का अर्थ है—कोई भी धरातलीय आकृति जिसकी अपनी प्राकृतिक बसाव स्थिति होती है। प्रत्येक वस्तु की अपनी भिन्न पहचान होती है। कम अस्तित्व के कारण ही यह दूसरी वस्तुओं से भिन्न पहचानी जा सकती हैं। उदाहरण हेतु, कोई नदी अथवा झील अथवा शिखर।

किसी भी धरातलीय वस्तु अथवा आकृति की लाक्षणिक मात्रात्मक विशेषताएँ होती हैं, जिन्हें लाक्षणिक आँकड़े कहते हैं। जैसे—नदी का नाम, लम्बाई, पानी की मात्रा अथवा झील का क्षेत्र, गहराई एवं प्रकृति।

TOUCH 'n PASS

हर धरातलीय आकृति का परस्पर निकट का सम्बन्ध होता है जिससे वे जुड़ी हुई होती हैं। उदाहरण हेतु अगर हम एक धरातलीय प्राकृतिक आकृति नदी को लेते हैं, जिसकी धरातल पर अपनी एक भिन्न पहचान है। नदी का नाम, लम्बाई, चौड़ाई, शुष्क या नियतवाही इसकी लाक्षणिक विशेषताएँ हैं। नदी का दूसरी नदी, झील अथवा समुद्र से सम्बन्ध होना सम्बन्धात्मक अवधारणा का ज्ञान कराता है, जो एक आकृति का अन्य आकृति से सम्बन्ध जोड़ता है।

धरातलीय मानचित्रों में उपर्युक्त सूचनाएँ लिखी होती हैं जिनका अंकन तथा मापन सरलता से हो सकता है। सभी तरह की भौगोलिक सूचनाएँ मानचित्र पर दर्शायी जाती हैं जिन्हें कम्प्यूटर पर सुलभता से एकत्रित किया जा सकता है। कम्प्यूटर पर इन आकृतियों को बिन्दु, रेखा एवं क्षेत्र की आकृति के द्वारा दर्शाया जा सकता है।

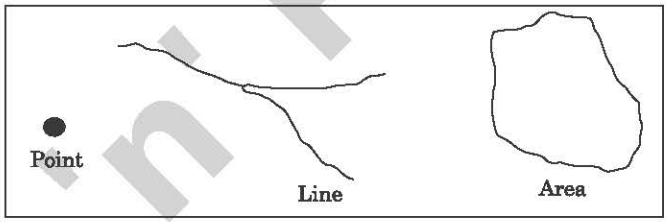
प्र.4. धरातलीय सूचनाओं का प्रस्तुतीकरण दीजिए।
Give the Presentation of Spatial Information.

उत्तर

धरातलीय सूचनाओं का प्रस्तुतीकरण
(Presentation of Spatial Information)

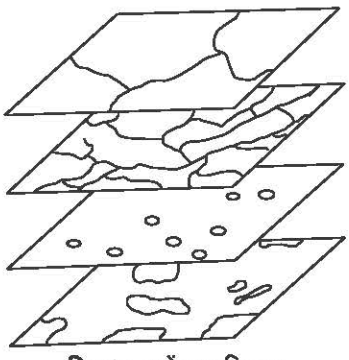
धरातलीय सूचनाएँ अलग-अलग आकृतियाँ, लक्ष्यों व क्षेत्रों की धरातलीय सापेक्षिक स्थिति सम्बन्धी होती हैं। इन भौगोलिक सूचनाओं को मानचित्र पर प्रस्तुत करने हेतु निम्नलिखित तीन विधियाँ हैं (चित्र 1)। इन्हें मानचित्र का तत्त्व भी कहा जाता है।

चित्र 1 : धरातलीय सूचनाएँ (Spatial Information)



1. **बिन्दु आकृति** (Point Feature)—अलग-अलग बसाव स्थितियों को किसी बिन्दु चिन्ह अथवा चिप्पी (Lable) के द्वारा X व Y निर्देशांक की मदद से चिह्नित किया जाता है। जैसे—कुँओं व नलकूपों का वितरण, अधिवासों की स्थिति एवं नगर क्षेत्र।
2. **रेखीय आकृति** (Line Feature)—रेखीय आकृति को X व Y निर्देशांकों की शृंखला की मदद से दर्शाया जाता है। जैसे—सड़क, नदी, नहर व रेलवे।
3. **बहुभुज आकृति** (Polygon Feature)—ये वे आकृतियाँ होती हैं जो एक जैसी विशेषताओं वाले क्षेत्रों की सीमाओं से घिरी हुयी होती हैं। जैसे—झील, बाढ़ का मैदान, कृषि भूमि, कोणधारी वनस्पति क्षेत्र एवं नगर क्षेत्र। ऐसी आकृतियों को XY निर्देशांकों के समूहों के सेट के माध्यम से व्यक्त किया जाता है। कभी-कभी चिप्पी (Label) एवं किसी विशेष सांकेतिक चिह्नों के माध्यम से भी बहुभुज आकृतियों को दर्शाया जा सकता है।

आँकड़ा संग्रह प्रणाली की सबसे महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि आँकड़ों तक पहुँचने का रास्ता आसान होना चाहिए जिससे उन तक सरलता से पहुँचा जा सके। इतना ही नहीं आँकड़ों को आड़ा अथवा तिरछा ले जाने का भी प्रावधान होना चाहिए। इससे आँकड़ों तक पहुँच आसान होती है। इन उद्देश्यों को पूरा करने के लिए अनेक तरीके हैं जिनमें से कुछ अन्य तरीकों की तुलना में अत्यन्त क्षमताशील हैं। यद्यपि कोई भी एक तरीका समस्त दशाओं में उचित नहीं होता है किन्तु फिर भी अनेक विधियाँ भिन्न-भिन्न रूपों में उपयोग की जाती हैं।



चित्र 2 : परतें तथा विस्तार
(Layers and Coverages)

परतों तथा विस्तार (Layers and Coverages)—भौगोलिक सूचना प्रणाली में सबसे बड़ी आवश्यकता इस बात की है कि एक अथवा एक से अधिक वर्गों के आँकड़ों को किस आधार पर प्रवेश किया जाये। इसके लिए सबसे पहले आँकड़ों को अनेक वर्गों में बाँटा जाता है। हर वर्ग की एक परत बनायी जाती है, जैसे—सड़क, अपवाह तन्त्र, भूमि प्रयोग मृदा प्रकार इत्यादि। भौगोलिक सूचना प्रणली धरातलीय आँकड़ों को परतों में संजोकर रखता है (चित्र 2)। हर परत एक समूह से सम्बन्धित सूचनाओं को व्यक्त करती है। कभी-कभी एक परत को दूसरी परत के साथ मिलाया जा सकता है और एक नयी परत बनायी जाती है। प्रक्रिया के समय विभिन्न परतों को अतिव्यापित कर परिणाम निकालते हैं।

KUSH 'n' PASS

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

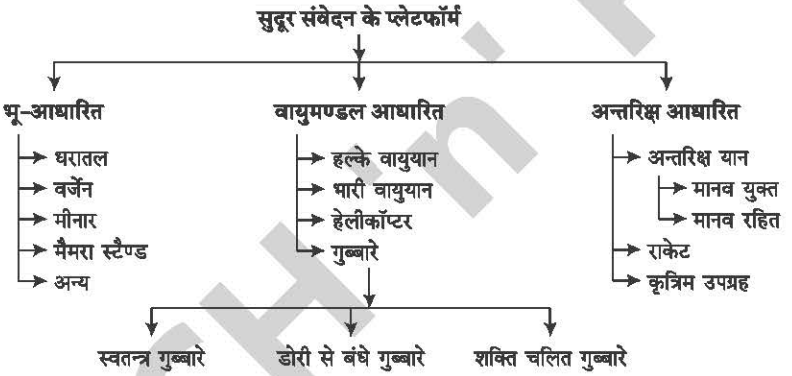
प्र.1. सुदूर संवेदन के प्लेटफॉर्मस का वर्णन कीजिए।
Describe the Platforms of Remote Sensing.

उत्तर

सुदूर संवेदन के प्लेटफॉर्म
(Platforms of Remote Sensing)

परिचय (Introduction)

सुदूर संवेदन में **'प्लेटफॉर्म'** शब्द का उपयोग किसी ऐसे स्थिर या गतिमान आधार, उपकरण अथवा वाहन के लिए होता है, जिस पर कैमरा इत्यादि किसी संवेदक को रखकर उपयोग में लाते हैं। इस दृष्टि से लकड़ी या लोहे से बना सामान्य कैमरा-स्टैण्ड से लेकर सुदूर संवेदन में उपयोग होने वाले समस्त गुब्बारों, हैलीकॉप्टरों, वायुयानों, रॉकेटों एवं अन्तरिक्षयानों को **सुदूर संवेदन का प्लेटफॉर्म** कह सकते हैं। इनमें किसी प्लेटफॉर्म का चुनाव करते समय सुदूर संवेदन कार्यक्रम का उद्देश्य संवेदक के प्रकार, पेलोड (Payload), प्रचालन ऊँचाई प्रचालन परास (Operating Range), समय और लागत को ध्यान में रखा जाता है। सुदूर संवेदन प्लेटफॉर्म को 3 वर्गों में बाँटा जा सकता है।



I. भू-आधारित प्लेटफॉर्म (Ground Based Platforms)

सुदूर संवेदन प्रणाली में धरातल पर आधारित प्लेटफॉर्म का प्रयोग मुख्य रूप से धरातलीय संसाधनों के अध्ययन हेतु किया जाता है। इस प्लेटफॉर्म में शोधकर्ता स्वत: घटना स्थल पर जाकर पहले से एकत्रित सूचनाओं का सत्यापन कर नवीन सूचनाओं को इकट्ठा करने के बाद किसी निष्कर्ष पर पहुँचता है। भू-धरातल की वास्तविक सत्यता का अवलोकन व मापन विभिन्न प्रकार से हो सकता है। वायुमण्डल विज्ञान एवं जलवायु विज्ञान सम्बन्धी घटनाओं का धरातल पर अवलोकन किया जाना एक मनोरंजक विषय है। इसका प्रयोग तब और भी ज्यादा हो जाता है जब अनेक प्रकार की क्रियाएँ वायुमण्डल के 4 अथवा 5 किलोमीटर की ऊँचाई तक घटित होती है। रडार, डॉप्लर, रेडियो मीटर, डॉक्सन स्पेक्ट्रोमीटर, लीडर, लघुतरंग इत्यादि विभिन्न स्थल आधारित सुदूर संवेदन के उपकरण हैं जिनका प्रयोग मौसम तथा जलवायु विज्ञान की सूचनाओं को संग्रहित करने हेतु किया जाता है।

II. वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म (Air Based Platforms)

इस प्लेटफॉर्म का उपयोग मुख्य रूप से वायु फोटोचित्रों को खींचने के लिए होता है। इसका उद्देश्य, फोटो-विश्लेषण (Photo Interpretation) एवं फोटोग्राममिती का अध्ययन करना होता है। इनको पाने के लिये वायुयानों पर क्रमवीक्षक (Scanner) लगे होते हैं। क्रमवीक्षक की महत्ता तथा कार्य के परख की जाँच, वायुयान और उपग्रह मिशन से पहले अच्छी तरह की जाती है। क्रमवीक्षक में उद्देश्य व महत्ता के आधार पर कई भिन्नताएँ होती हैं। **वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म को दो उपवर्गों में बाँटा जा सकता है—**

1. **गुब्बारा आधारित प्लेटफॉर्म** (Balloon Based Platforms)—सुदूर संवेदन उद्देश्य को पूरा करने के लिए गुब्बारों की उपयोगिता सन् 1900 के पश्चात् शुरू हुई थी। सबसे पहले पृथ्वी के धरातल के अध्ययन के लिए गुब्बारों का विकास

TOUCH 'n' PASS

किया गया था। शुरू में गुब्बारों का प्रयोग अनेक ऊँचाइयों पर संवेदक (Sensor) की उपयोगिता प्रमाणित करने हेतु किया गया था। मौसम विज्ञान में गुब्बारों का प्रयोग हवा की गति को नापने के लिये हुआ था। वर्तमान में मौसम सम्बन्धी वायुमण्डलीय स्थितियों की जानकारी पाने के लिये इन प्लेटफॉर्मों का अत्यधिक उपयोग होता है। अलग-अलग आकार तथा आकृति के आधार पर गुब्बारा आधारित प्लेटफॉर्म को तीन प्रमुख वर्गों में बाँटा जा सकता है—(A) स्वतंत्र गुब्बारे (Free Balloons), (B) बन्धन सूत्र गुब्बारे (Tithered Balloons), (C) शक्तियुक्त गुब्बारे (Powered Balloons)।

2. **वायुयान आधारित प्लेटफॉर्म** (Air Based Platform)—प्राय: वायुयानों का उपयोग सुदूर संवेदन के रूप में वायु फोटोचित्रों व क्रमवीक्षक (Scanner) बिम्बों को पाने के लिए होता है। वायुयान में सावधानी रखना अत्यन्त महत्वपूर्ण है। वायुयान अत्यन्त स्थिर, कम्पन्न रहित व समान गति क्षमता रखने वाला होना चाहिए। ऊँचाई के आधार पर वायुयानों को बाँटा जा सकता है। भारत में सुदूर संवेदन के प्रयोग में लाये जाने वाले वायुयान निम्न प्रकार है—(तालिका-1)

तालिका 1-सुदूर संवेदन में प्रयोग होने वाले वायुयान

क्र०सं०	वायुयान का नाम	ऊँचाई (मीटर)	न्यूनतम उड़ान गति (किमी०/प्रति घंटा)
(i)	रॉकवेल	1,08,000	6,620
(ii)	एवरो	25,000	600
(iii)	केनबरा	45,000	360
(iv)	डकोटा	18,000 – 20,000	240
(v)	U-2	21,300	798
(vi)	सेसना (Cessena)	29,000	350

पारम्परिक वायुयान के अलावा हेलीकॉप्टर, ड्रोने (Drones), डाईरीजीबल (Dirigible) एवं सेलप्लेन (Sailplane) का प्रयोग भी सुदूर संवेदन के लिए होता है। इनका विशेष प्रयोग टेलीविजन व फोटोग्राफी (कम ऊँचाई से) में किया जाता है।

वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म के लाभ (Merits of Air Craft Platforms)—वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म के निम्नलिखित लाभ हैं—

1. **पुनरावृत्ति उड़ानें** (Heavy Payload)—पुनरावृत्ति उड़ानों के माध्यम से दृश्य-क्षेत्र के अल्पकालीन बदलावों को समझने में सुगमता होती है।
2. **सुदूर क्षेत्रों का सर्वेक्षण** (Remote Area Survey)—दूर-दराज के अगम्य पर्वतीय, वन तथा मरुस्थलीय क्षेत्रों के सर्वेक्षण की सुगमता पुनरावृत्तिक उड़ानों के माध्यम से पूर्ण की जाती है।
3. **उच्च विभेदन** (High Resolution)—वायुयान आधारित सर्वेक्षणों में प्राप्त हुआ विभेदन उपग्रहों से मिले विभेदन की अपेक्षा अधिक होता है। **स्थानीय विभेदन** (Spatial Resolution) से उच्च स्तरीय फोटोचित्रों को प्राप्त किया जाता है।
4. **सूक्ष्म सर्वेक्षण** (Micro Survey)—उच्च विभेदन एवं वृहत् मापनी पर निर्मित वायु फोटो चित्रों का सूक्ष्म व सामरिक सर्वेक्षणों में प्रयोग होता है। स्टीरियोमॉडल में देखने से इनकी महत्ता और भी अधिक हो जाती है। समस्या मूलक अध्ययनों, सूक्ष्म सर्वेक्षणों व क्षेत्रीय योजनाओं के लिये बृहत् मापनी पर निर्मित फोटोग्राफ का प्रयोग होता है।
5. **विभिन्न मापनियों के बिम्ब** (Images of Different Scales)—चूँकि ऊँचाई पर वायुयान की उड़ान चालक या उपयोग करने वाले की इच्छा पर निर्भर होता है। इसलिए ऊँचाई के अनुसार भिन्न-भिन्न मापनियों पर आधारित वायुफोटो चित्रों को पाया जा सकता है। इनका विभेदन की क्षमता के आधार पर भिन्न-भिन्न प्रयोग होता है।

वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म की हानियाँ (Demerits of Air Craft Platforms)—वायुमण्डल आधारित प्लेटफॉर्म की निम्नलिखित हानियाँ हैं—

1. **भारी लोड** (Heavy Payload)—वायुयान में बहुत भारी लोड ले जाना असम्भव होता है। वायुफोटो चित्रों में फिल्म रील की लम्बाई सीमित होती है। ऐसी समस्या डिजिटल आँकड़ों को एकत्रित करने में नहीं होती है।

TOUCH 'n PASS

2. **सामरिक प्रमाणपत्र** (Defence Clearance)—कई क्षेत्र ऐसे होते हैं जो सामरिक दृष्टि से अत्यन्त संवेदनशील होते हैं। इन क्षेत्रों की वायु फोटोग्राफी के लिये उच्चस्तरीय अनुमति की जरूरत होती है। सामान्यत: यह अनुमति या तो मिलती ही नहीं अगर मिल भी जाए तो उसमें विभिन्न प्रकार की शर्तें लगाकर विलम्ब हो जाता है। दूसरे क्षेत्रों में वायुयान को उतारने एवं उड़ान में अनेक तरह की समस्याएँ होती हैं जिनके लिये पहले से अनुमति लेना अत्यन्त महत्वपूर्ण होता है।
3. **कठिन सर्वेक्षण योजना** (Difficult Surveying Plan)—वायु फोटोचित्रों की सर्वेक्षण योजना अत्यधिक कठिन होती है। इसके लिये अनुभवी व निपुण विशेषज्ञों की जरूरत होती है जिस पर अधिक खर्चा होता है।
4. **खर्चीले साधन** (Expensive Means)—वायुयान से फोटोग्राफी पर अत्यधिक खर्चा होता है जिससे इसका प्रयोग सरल नहीं है। इच्छानुसार भिन्न-भिन्न मौसम एवं समय पर फोटोचित्रों को लेना असम्भव है।
5. **खराब मौसम में अनुपयोगी** (Unused in bad Seasons)—खराब मौसम में वायु-फोटोचित्रों को लेना सम्भव नहीं होता है। बरसात के मौसम में तो इनका प्रयोग ही नहीं हो सकता है। प्रायद्वीपीय, समुद्र तटीय भागों एवं घाटियों में बादलों की उपस्थिति से फोटोग्राफी करना असम्भव होता है।

III. अन्तरिक्ष आधारित प्लेटफॉर्म (Space Based Platforms)

यह प्लेटफॉर्म वायुमण्डल के प्रभाव से अछूते रहते हैं। ऐसे प्लेटफॉर्म पृथ्वी के चारों तरफ ध्रुवीय कक्ष में स्वच्छंद रूप से घूमते हैं और एक निश्चित अन्तराल पर सम्पूर्ण पृथ्वी अथवा पृथ्वी के किसी भाग को तय किया करते हैं। भूभाग को तय करना उपग्रह के मार्ग कक्ष पर निर्भर होता है। इस प्लेटफॉर्म के कारण ही हम असामान्य मात्रा में सुदूर संवेदन आँकड़ों को अर्जित करते हैं यही कारण है कि सुदूर संवेदन अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर अत्यन्त प्रसिद्ध हुआ है। अन्तरिक्ष प्लेटफॉर्म में कृत्रिम उपग्रह को सर्वाधिक महत्वपूर्ण बताया जाता है।

उपग्रह मिशन (Satellite Mission)—उपग्रह के संवेदक के माध्यम से नियमित रूप से रिकॉर्ड करने की शक्ति का निर्धारण गहन रूप में होता है। यह उपग्रह प्रक्रिया पथ (Orbit) के प्राचलों की विशेषताओं पर निर्भर होता है।

परिक्रमा पथ (Orbit)—उपग्रह जिस पथ से होकर पृथ्वी का चक्कर लगाता है, उसे परिक्रमा पथ कहते हैं। यह गोल अथवा गोलाकार होता है। भिन्न-भिन्न उद्देश्यों के लिये भिन्न-भिन्न प्रकार के परिक्रमा पथों का प्रयोग किया जाता है। उद्देश्यों के आधार पर परिक्रमा पथ की निम्नांकित विशेषतायें हैं—

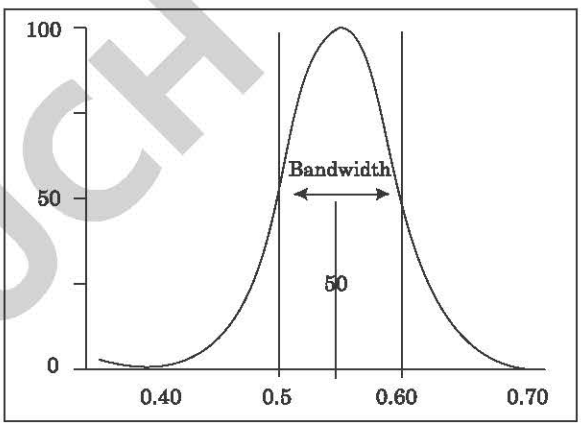
1. **कक्षीय पथ की ऊँचाई** (Orbital Altitude)—पृथ्वी के धरातल से उपग्रह के बीच की दूरी (किमी०) को परिक्रमा पथ की ऊँचाई कहा जाता है। पथ की ऊँचाई धरातल के दृश्य प्रसार (Coverage) व विभेदन (Resolution) को प्रभावित करता है। अगर उपग्रह पथ की ऊँचाई ज्यादा होगी तो धरातलीय प्रसार अधिक होगा। परन्तु धरातलीय विभेदन कम होगा। इसके विपरीत कम ऊँचाई पथ पर धरातलीय प्रसार कम होगा किन्तु विभेदन (Resolution) अधिक होगा।
2. **कक्षीय पथ का झुकाव कोण** (Orbital Inclination Angle)—कक्षीय तल तथा भूमध्य रेखीय तल के बीच के कोण को कक्षीय पथ का झुकाव कोण कहा जाता है। झुकाव कोण, किसी अक्षांश रेखा पर संवेदक के माध्यम से देखे गये धरातलीय विस्तार (Field of View) को सुनिश्चित करता है। जैसे—अगर उपग्रह पथ का झुकाव कोण 60° है तो यह पृथ्वी के धरातल पर 60° उ० व 60° द० के बीच ही परिक्रमा लगाएगा। अगर कक्षीय पथ का कोण 60° से निम्न होगा तब यह धरातल के कम भाग को ढक देगा। ध्रुवीय क्षेत्रों का अवलोकन इसके माध्यम से नहीं हो सकेगा।
3. **कक्षीय काल** (Orbital Period)—कक्षीय काल का अर्थ यह है कि कोई उपग्रह पृथ्वी का एक चक्कर कितने समय में पूर्ण कर लेता है। उदाहरणार्थ, कोई ध्रुवकक्षीय उपग्रह 806 किमी० की ऊँचाई पर है तो इसका कक्षीय भ्रमण समय 101 मिनट का होगा। चन्द्रमा का कक्षीय काल 27.3 दिन है। उपग्रह की गति का प्रभाव ग्रहण किए जा सकने वाले बिम्ब के प्रकारों पर दिखाई देता है।
4. **पुनरावृत्ति चक्र** (Repeat Cycle)—यह चक्र दो क्रमिक काल के बीच का समय है। पुनरावलोकन काल का अर्थ यह है कि एक ही स्थान के भिन्न-भिन्न दो दिनों में लिये गए बिम्ब हैं। इसका निर्धारण उपग्रह संवेदक को इंगित करने की क्षमता पर निर्भर करता है। इंगित करने की क्षमता यह प्रदर्शित करती है कि कोई भी उपग्रह सिर्फ नीचे के अतिरिक्त दाँये-बाँये, ऊपर-नीचे कितना घूम सकता है। वर्तमान उपग्रहों में इस तरह की क्षमताओं का विकास किया गया है। अगर इस तरह की क्षमता उपग्रह संवेदक में हो तो पुनरावृत्ति काल कम व अधिक किया जा सकता है।

TOUCH 'n' PASS

प्र.2. विभेदन एवं ऊर्जा के अवशोषण का वर्णन कीजिए।
Describe the Resolution and Absorption of Energy.

उत्तर विभेदन (Resolution)—धरातलीय वस्तुओं को परस्पर पृथक करने वाली कम से कम दूरी की मात्रा को विभेदन कहते हैं। दूसरे शब्दों में, धरातल की वस्तुओं के मध्य कम से कम दूरी के विवरण को एक-दूसरे से अलग-अलग प्रस्तुत करने की क्षमता को विभेदन कहते हैं। विभेदन प्रकाशीय युक्ति प्रणाली की उत्तमता या कुशलता को व्यक्त करता है। विभेदन की मात्रा या दूरी का आंकलन करने वाली चार दशाएँ हैं जैसे कि स्थानिक (Spatial), स्पैक्ट्रल (Spectral), रेडियोमेट्रिक (Radiometric) तथा तात्कालिक (Temporal)। स्थानिक दशा में दूरी, स्पैक्ट्रल दशा में विद्युत-चुम्बकीय विकिरण के तरंग-दैर्ध्य बैंड, रेडियोमेट्रिक में विकिरण-मात्रा तथा तात्कालिक में समय को व्यक्त किया जाता है। विभेदन का सम्बन्ध उपग्रह की संवेदन प्रणाली से जुड़ा हुआ है। उपर्युक्त दशाओं के आधार पर विभेदन के विभिन्न प्रकार निम्न हैं—

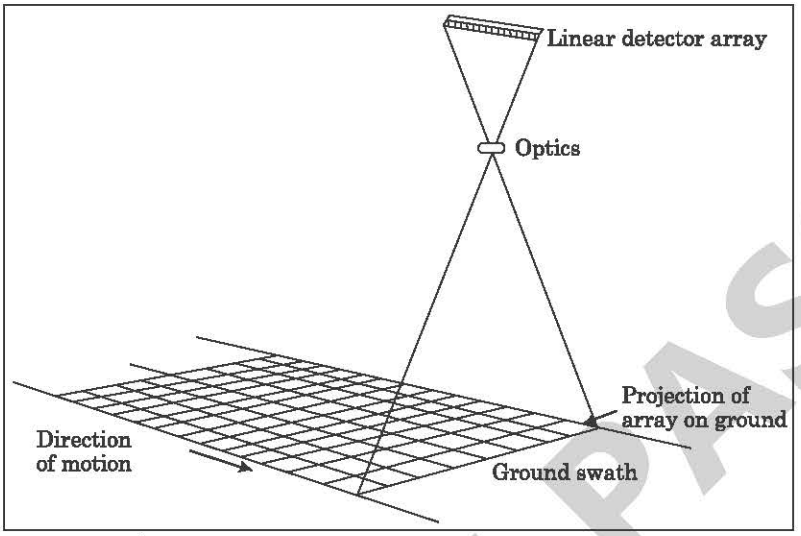
1. **स्थानिक विभेदन** (Spatial Resolution)—स्थानिक विभेदन धरातल पर पास-पास स्थित किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य की वह न्यूनतम दूरी है, जिससे उन्हें किसी प्रतिबिम्ब में स्पष्ट एवं एक दूसरे से पृथक देखा जा सके। जब वस्तुएँ पास-पास स्थित होती है तो प्रतिबिम्बों में ये वस्तुएँ एक ही नजर आती है। स्थानिक विभेदन के लिये संवेदन-प्रणाली पर क्रमवीक्षक यन्त्र लगा हुआ होता है। यह धरातल का संसूचन करता है। किसी संसूचक का स्थानिक विभेदन उस संसूचक की भौतिक बनावट पर निर्भर करता है।
2. **स्पैक्ट्रल विभेदन** (Spectral Resolution)— स्पैक्ट्रल विभेदन, अलग-अलग बैंडों के तरंग-दैर्ध्य-अन्तरालों को दर्शाता है। किसी संसूचक के उच्चतम प्रत्युत्तर के 50% पर अंकित किये गये तरंग-दैर्ध्य- अन्तराल को उस संसूचक का स्पैक्ट्रल विभेदन कहते हैं। विद्युत-चुम्बकीय स्पैक्ट्रम में कई स्पैक्ट्रल बैंड दृश्य (Visible), अवरक्त (Infrared) इत्यादि होते हैं। प्रत्येक स्पैक्ट्रल बैंड, बिम्बों पर अलग-अलग स्पैक्ट्रल प्रदीप्त-घनत्व (Irradiant Density) को दर्शाता है। स्पैक्ट्रल विभेदन धरातल पर विभक्त/संसूचित बिम्ब का अलग-अलग स्पैक्ट्रल अन्तर पर प्रतिचयन करता है। इसके द्वारा स्पैक्ट्रल प्रदीप्त-घनत्व को निर्धारित किया जाता है। (चित्र)



चित्र 1 : स्पैक्ट्रल विभेदन एवं तरंग-दैर्ध्य

3. **रेडियोमेट्रिक विभेदन** (Radiometric Resolution)—संवेदक द्वारा निर्गत संकेतक की कुल परास (Rang) को कई भागों में विभाजित किया जाता है जिससे ग्रे-स्तर (Gray Level) को अलग-अलग रूप में दर्शाया जा सके। अत: धरातलीय लक्षणों के विकिरक (चमक) या परावर्तक में अन्तर होने से उनमें भेद स्थापित किया जा सकता है। यह ग्रे-मानों (Gray Values) के विकिरण-स्तर को दर्शाता है जिसे संवेदक अंकित करता है।
4. **अल्पकालिक विभेदन** (Temporal Resolution)—किसी संसूचक द्वारा एक निश्चित अन्तराल पर D तथा स्पैक्ट्रल आँकड़ों को प्राप्त करना अल्पकालिक विभेदन कहलाता है। उपग्रह के संदर्भ में अल्पकालिक को उपग्रह का चक्रीय अवलोकन भी कहा जाता है जिसका अर्थ एक ही बिम्ब-क्षेत्र को उपग्रह द्वारा अलग-अलग समय में बार-बार अवलोकन कर आँकड़ों को एकत्र करना है। (चित्र)

TOUCH 'n' PASS



चित्र 2 : Radiometric Resolution along Track Scanning

ऊर्जा का अवशोषण
(Absorption of Energy)

पदार्थों पर आपतित विकिरण की हानि को विद्युत- चुम्बकीय ऊर्जा का अवशोषण कहते हैं। किसी पदार्थ के द्वारा अवशोषित की गयी ऊर्जा का अधिकांश भाग उस पदार्थ को गर्म करने में व्यय होता है। वायुमण्डल में विद्यमान ओजोन (Ozone), कार्बन-डाईऑक्साइड (Carbon dioxide) तथा जल-वाष्प (water-vapour), जिन्हें क्रमश: O_3, CO_2 तथा H_2O संकेताक्षरों से प्रकट किया जाता है, सूर्य से प्राप्त विकिरण के सबसे बड़े अवशोषक हैं। ये गैसीय पदार्थ विभिन्न स्पैक्ट्रमी प्रदेशों के कुछ तरंग-दैर्ध्यों का न के बराबर, कुछ का आंशिक रूप में तथा कुछ का पूर्णरूपेण अवशोषण कर लेते हैं। स्पष्ट है कि अवशोषण के कारण विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा के जिन तरंग-दैर्ध्यों का मार्ग वायुमण्डल में ही अवरुद्ध हो जाता है, उन तरंग-दैर्ध्यों का धरातल के सुदूर संवेदन में प्रयोग नहीं किया जा सकता। दूसरे शब्दों में, धरातल का दूर संवेदन केवल उन तरंग-दैर्ध्य-परासो (Wavelength-ranges) में किया जाता है जिनके लिये वायुमण्डल विशेष रूप से पारगम्य (Transmission) होता है। सुदूर संवेदन के लिये उपयुक्ता इस तरह के तरंग-दैर्ध्य-परासो को वायुमण्डल खिड़कियाँ (Atmospheric windows) कहा जाता है क्योंकि वायुमण्डल अथवा अन्तरिक्ष में स्थित कई संवेदक केवल इन्हीं खिड़कियों से धरातल को झाँक सकता है।

प्र.3. सुदूर संवेदक के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
Describe the types of Remote Sensors.

उत्तर

सुदूर संवेदक के प्रकार
(Types of Remote Sensors)

हालाँकि सभी संवेदक मूल रूप से धरातल के भिन्न-भिन्न लक्षणों से परावर्तित अथवा उत्सर्जित विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा की विभिन्नताओं को स्पष्ट किया करते हैं, लेकिन उन्हें स्पेक्ट्रमी प्रदेशों एवं सूचना पाने के तरीके के अनुसार सुदूर संवेदक निम्न प्रकार के होते हैं—

1. उच्च, मध्यम तथा निम्न विभेद वाले संवेदक
2. सक्रिय तथा निष्क्रिय संवेदक
3. चित्रीय तथा अंकीय संवेदक
4. पराबैंगनी, दृश्य, अवरक्त तथा लघु तरंग प्रदेशों के संवेदक
5. एक तथा बहुस्पेक्ट्रमी संवेदक।

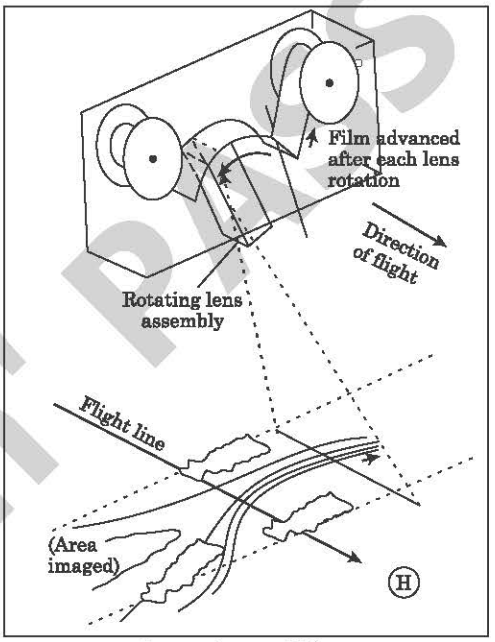
TOUCH 'n' PASS

सुदूर संवेदन में प्रयुक्त प्रमुख सुदूर संवेदकों का वर्णन निम्न प्रकार है—

I. हवाई कैमरे (Aerial Cameras)

फोटोग्राममिती की दृष्टि उपयोगी, उच्च विभेदन की विशेषताएँ वाले वायु फोटोचित्र पाने के लिए स्वचलित कैमरे का उपयोग किया जाता है। जो किसी गतिमान प्लेटफॉर्म से तीव्र गति के साथ एक के पश्चात् एक करके कई फोटोचित्र ले सकें। वर्तमान में हवाई फोटोग्राफी में निम्नांकित कैमरे प्रयोग होते हैं।

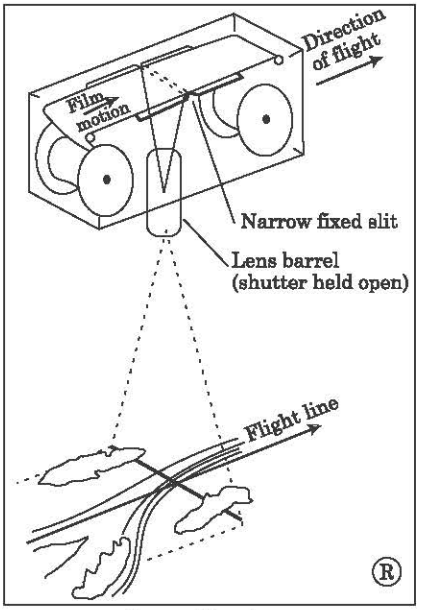
1. **विशालदर्शी कैमरे का विवरण अथवा लक्षण** (Description or Characteristics of Panoramic Cameras)—विशालदर्शी कैमरे से खींचा गया हर एक वायु फोटोचित्र एक क्षितिज से दूसरे क्षितिज के बीच स्थित पूरे दृश्य क्षेत्र को कवर कर सकता है। विशालदर्शी कैमरे दो मॉडल में उपलब्ध हैं। एक क्षितिज से दूसरे क्षितिज तक के क्षेत्र को कवर करने हेतु एक प्रकार के मॉडल में लेन्स स्थायी रहता है और उसके आगे लगा हुआ प्रिज्म घूर्णन करता है। इस कैमरे में कैमरे का लेन्स उड़ान-मार्ग की अनुप्रस्थ दिशा में, एक तरफ से दूसरी तरफ गति करता हुआ, घूर्णी लेन्स समुच्चय से फोकस दूरी पर स्थित एक वक्राकार परत के सहारे कैमरे में लगी फिल्म को अनावृत्त करता है। इस प्रकार हर एक फोटोचित्र को लेते समय कैमरे की फिल्म स्थायी हो जाती है एवं घूर्णन करते हुए लेन्स समुच्चय की अनावरण झिर्री इस स्थायी फिल्म की परत को स्पर्श करती हुई गति करती है। लेन्स के द्वारा एक घूर्णन पूरा होने पर अनावृत्त फिल्म आगे बढ़ जाती है और दूसरे फोटोचित्र के लिए फिल्म का अनावरित भाग लेन्स का समक्ष आकर स्थायी हो जाता है। इस तरह उड़ान मार्ग की दिशा में एक के पश्चात् एक करके वायु फोटोचित्रों को खींचा जाता है। (चित्र)



चित्र 1 : विशालदर्शी कैमरा

विशालदर्शी कैमरे के दोष (Disadvantages of Panoramic Cameras)—हालाँकि विशालदर्शी कैमरे के माध्यम से प्राप्त कोई वायु फोटोचित्र धरातल के अत्यन्त वृहद् भाग को ढँक लेता है, लेकिन किनारों की ओर मापनी की बहुत अधिक विकृति हो जाने के कारण यह वायु फोटोचित्र फोटोग्राममिती की दृष्टि से बहुत अधिक उपयोगी नहीं होता है।

2. **स्ट्रिप कैमरे का विवरण अथवा लक्षण** (Description or Characteristics of Strip Cameras)—अपेक्षाकृत कम ऊँची हवाई उड़ानों से तीव्रता के साथ किसी क्षेत्र का सैन्य आवीक्षण करने के ध्येय से स्ट्रिप कैमरे का आविष्कार हुआ। तत्पश्चात् ये कैमरे नहर खोदने, सड़कों का निर्माण करने व रेल तथा टेलीफोन लाइन बिछाने इत्यादि, इन्जीनियरिंग कार्यों में प्रयोग होने लगे। स्ट्रिप कैमरे के दृश्यदर्शी में धरातल की एक पट्टी अथवा स्ट्रिप दिखाई देती है, इसी विशेषता के कारण इसे स्ट्रिप कैमरा कहते हैं। स्ट्रिप कैमरे के लेन्स का शटर हमेशा खुला रहता है और कैमरे के फोकस समतल में एक महीन झिर्री कटी होती है। इस झिर्री के ऊपर चलाने वाली फिल्म बिल्कुल उसी गति से



चित्र 2 : स्ट्रिप कैमरा

TOUCH 'n' PASS

आगे बढ़ती है, जिस गति से वायुयान उड़ रहा होता है। इस प्रकार कैमरे का लेन्स दृश्य क्षेत्र के परावर्तित प्रकाश को इस झिर्री के रास्ते से कैमरे की फिल्म के नग्न हिस्से पर फोकस करता रहता है (चित्र)।

स्ट्रिप कैमरा में 3 मुख्य तथ्य होते हैं—

(i) स्ट्रिप कैमरा आपस में जुड़ी हुई उत्तरोत्तर पट्टियों की तरह दृश्य क्षेत्र की फोटोग्राफी करता है और वे पट्टियाँ उड़ान मार्ग की दिशा से समकोण का निर्माण करती हैं।

(ii) स्ट्रिप कैमरे से लिये गये वायु फोटोचित्र में धरातल के किसी भी भाग का अतिव्यापन नहीं होता है।

(iii) स्ट्रिप फोटोग्राफी में धरातल के भिन्न-भिन्न फ्रेम मिलने के बजाय सम्पूर्ण फिल्म पर सिर्फ एक फ्रेम बनता है, जिससे उड़ान मार्ग से कवर किये गये समस्त दृश्य क्षेत्र का सिर्फ एक फोटोचित्र होता है।

स्ट्रिप कैमरे के दोष (Disadvantages of Strip Cameras)—स्ट्रिप कैमरे के माध्यम से समग्र उड़ान मार्ग का सिर्फ एक ही फोटोचित्र मिलता है और इस कैमरे से खींचे गये वायु फोटोचित्र में धरातल के किसी भी भाग का अतिव्यापन नहीं होता है, इस प्रकार ऐसे फोटोचित्रों से फोटो मोजैक बनाने में समस्या आती है इसके साथ ही त्रिविम दृष्टि भी नहीं मिल सकती है।

3. **बहुलैन्स फ्रेम कैमरे का विवरण अथवा लक्षण** (Description or Characteristics of Multilens Frame Cameras)—विवरणों की पृथक्-पृथक् स्पष्ट पहचान के लिए बहुबैन्ड फोटोग्राफी किया जाना जरूरी होता है, जिसके लिए बहुलेन्स फ्रेम कैमरे का उपयोग किया जाता है। विभिन्न प्रकार के वर्ण फिल्टरों तथा फिल्मों का उपयोग करते हुए भिन्न-भिन्न स्पेक्ट्रमी बैन्डों में एक ही स्थान से दिए हुए दृश्य क्षेत्र के एक साथ लिये गये फोटोचित्र को **बहुबैन्ड फोटोचित्र** कहते हैं।

बहुलैन्स फ्रेम कैमरे के माध्यम से चार स्पेक्ट्रमी बैन्डों का उपयोग होता है—

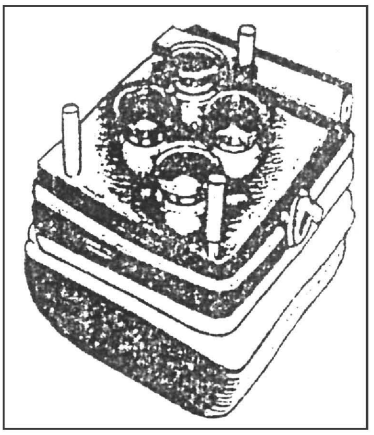
(i) **नीला बैन्ड** (0.4 से 0.5 μm),

(ii) **हरा बैंड** (0.5 से 0.6 μm),

(iii) **लाल बैंड** (0.6 से 0.7 μm),

(iv) **निकट अवरक्त बैंड** (0.7 से 1.0 μm)।

विविध बैंड से एक ही दृश्य क्षेत्र के एक साथ चार भिन्न-भिन्न फ्रेम तथा फोटोचित्र मिल जाते हैं।



चित्र 3 : बहुलैन्स कैमरा

बहुबैन्ड फोटोचित्रों का विश्लेषण करते समय सामान्यत: किसी **सकली वर्णदर्शी** (Additive Colour Viewer) के तीन प्रक्षेपित्रों (Projects) को एक साथ चलाते हैं। अपने **वास्तविक रंग** में दिखायी देता है। इसके विपरीत हरे, लाल तथा निकट अवरक्त बैन्डों का प्रकाशीय अध्यारोपण किए जाने पर वही दृश्य क्षेत्र **मिथ्या** रंग ले लेता है। दर्शन परदे पर दिखने **(मिथ्या रंग)** वाला प्रतिबिम्ब रंगीन अवरक्त फोटोग्राफी फोटोचित्र की भाँति होता हैं। वास्तविक रंग के प्रतिबिम्ब को **यथार्थ रंग संयुक्त प्रतिबिम्ब** (True Colour Composite Image—TCC Image) कहा जाता है और मिथ्यारंग वाले प्रतिबिम्ब को **मिथ्या वर्ण संयुक्त प्रतिबिम्ब** (False Colour Composite Image—FCC Image) कहा जाता है। (चित्र)

बहुलैन्स फ्रेम के कैमरे के दोष (Disadvantages of Multilens Frame Cameras)—बहुलैन्स फ्रेम कैमरे के माध्यम से नीला बैन्ड, हरा बैन्ड, लाल बैन्ड तथा निकट अवरक्त बैन्ड में एक ही दृश्य क्षेत्र के एक साथ चार भिन्न फ्रेम अथवा फोटोचित्र मिल जाते हैं। धरातलीय विवरणों की पहचान करने हेतु इन चारों फोटोचित्रों का एक साथ विश्लेषण करना होता है, इसलिए एकल लेन्स फ्रेम फोटोग्राफी की अपेक्षा बहुबैन्ड फोटोग्राफी में आँकड़ा उत्पाद का विश्लेषण कार्य अपेक्षाकृत मुश्किल होता है।

4. **एकल लैन्स फ्रेम कैमरे का विवरण अथवा लक्षण** (Description or Characteristics of Single Lens Frame Cameras)—कोई भी कैमरा जिससे दृश्य क्षेत्र में भिन्न-भिन्न फोटोचित्र खींचे जा सके उसे **फ्रेम कैमरा**

TOUCH 'n PASS

कहते हैं। फोटोग्राममितीय मानचित्रण के उद्देश्य से होने वाली हवाई फोटोग्राफी में एकल लेन्स फ्रेम कैमरे अत्यन्त उपयोगी होते हैं। इसीलिए इसे **मानचित्रण कैमरा, कार्टोग्राफिक कैमरा, मैट्रिक कैमरा** एवं **फोटोग्राममितीय कैमरा** कहते हैं। एकल लेन्स फ्रेम कैमरा की चरखी अथवा मैगजीन (Magazine) पर प्राय: 240 मिमी० चौड़ी फिल्म चढ़ा दी जाती है, जिसकी लम्बाई 120 मीटर तक होती है। इस फिल्म पर 23× 23 सेमी० आकार के 521 भिन्न-भिन्न फोटोग्राफ अथवा फ्रेम मिल सकते हैं। हवाई फोटोग्राफी में इस प्रकार की लम्बी फिल्में बहुत उपयोगी होती हैं, क्योंकि किसी फ्रेम कैमरे में हर बार शटर को दबाना होता है। इसलिए हवाई फोटोग्राफी के समय इस कैमरे को **अन्तरालमापी** (Intervalometre) नामक एक इलेक्ट्रॉनिक यन्त्र से जोड़ दिया जाता है, जो पूर्व-निर्धारित समय के अन्तराल पर स्वयं कैमरे के शटर को खोलता रहता है। साधारण मानचित्रण हेतु की गयी हवाई फोटोग्राफी में बहुधा 152 मिमी० फोकल दूरी का लैन्स प्रयोग होता है, लेकिन अधिक ऊँचाई से वायु फोटोचित्र खींचने के लिए 300 मिमी० फोकल दूरी के लेन्स का उपयोग किया जाता है। कैमरे के लेन्स के केन्द्र से फिल्म के तल तक की दूरी; लेन्स की फोकस दूरी के समान होती है।

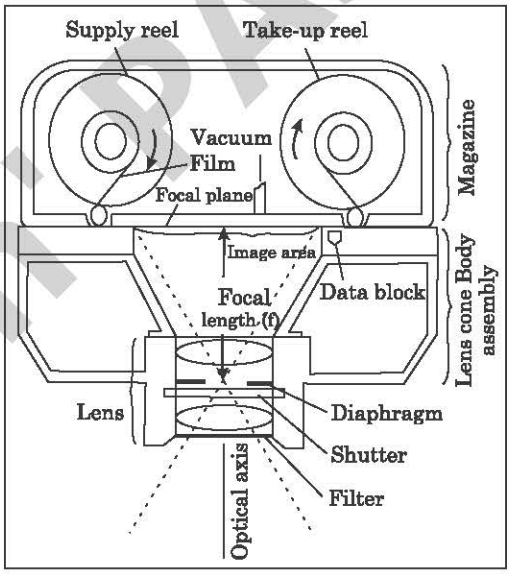
फ्रेम कैमरे के शटर के खुले रहने की अवधि में वायुयान की गति फोटोचित्र को धुँधला कर सकती है। इस प्रभाव से बचने हेतु फ्रेम कैमरे के अन्दर एक ऐसा यन्त्र लगा होता है जो फोकल तल के सहारे फिल्म को बिल्कुल उसी वेग में आगे बढ़ा देता है, जिस वेग से वायुयान उड़ रहा होता है। ये कैमरे विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के दृश्य क्षेत्र (0.4 से 0.7 μm) में प्रयोग करने योग्य होते हैं।

एकल लेन्स फ्रेम कैमरा की अन्त:संरचना को 3 मुख्य भागों में विभाजित किया जा सकता है—

(a) **लेन्स शंकु समुच्चय**—इस भाग में कैमरे का लेन्स, फिल्टर, शटर तथा डायफ्राम होते हैं।

(b) **बॉडी**—कैमरे की बॉडी में अनावरित फिल्म के फ्रेम को आगे बढ़ाने का यन्त्र होता है।

(c) **चरखी**—इनकी संख्या दो होती है। एक चरखी पर लगी फिल्म का अनावरित (exposed) भाग दूसरी चरखी पर स्वयं लिपटता रहता है। (चित्र)



चित्र 4 : एकल लैन्स फ्रेम कैमरा

एकल लैन्स फ्रेम कैमरे के दोष (Disadvantages of Single Lens Frame Cameras)—इस कैमरे से प्रभावोत्पादक फोटोचित्र मात्र उसी स्थिति में प्राप्त हो सकते हैं। जब 0.4–0.7 माइक्रोमीटर तरंगदैर्ध्य प्रदेश में धरातलीय लक्षणों के स्पेक्ट्रमी परावर्तन के प्रतिरूप में बिल्कुल स्पष्ट अन्तर विद्यमान है, अन्यथा इस कैमरे का उपयोग नहीं हो पाता है।

प्र.4. इलैक्ट्रॉनिक कैमरे एवं बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक का वर्णन कीजिए।
Describe the Electronic Cameras and Multispectral Scanner or MSS.

उत्तर

इलैक्ट्रॉनिक कैमरे
(Electronic Cameras)

इलैक्ट्रॉनिक कैमरे में फिल्म का उपयोग नहीं होता है, केवल इलेक्ट्रॉनिक कैमरों से ही प्रतिबिम्ब ग्रहण किया जाता है, इसे ही **अंकीय फोटोग्राफी** (Digital Photography) कहते हैं। अंकीय फोटोग्राफी विधि में कैमरे के अन्दर चार्ज-युग्मित संसूचकों (CCD's) से बना द्विविम आकृतिवाला एक ऐसा व्यूह होता है, जिसका हर एक संसूचक प्रतिबिम्ब दृश्य के किसी एक पिक्सल का संवेदन किया करता है। सूक्ष्म इलैक्ट्रॉनिक सिलिकन चिप से बना कोई CCD विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा के प्रति संवेदनशील होता है। जैसे ही इस घन अवस्था वाले संसूचक की सिलिकन सतह पर ऊर्जा टकराती है, तो तुरन्त इलेक्ट्रॉनिक आवेश उत्पन्न हो जाते हैं। इन आवेशों के परिमाण दृश्य क्षेत्र की द्युति (Brightness) के समानुपाती होते हैं। विडियो रिकॉर्डिंग में परिमाण से

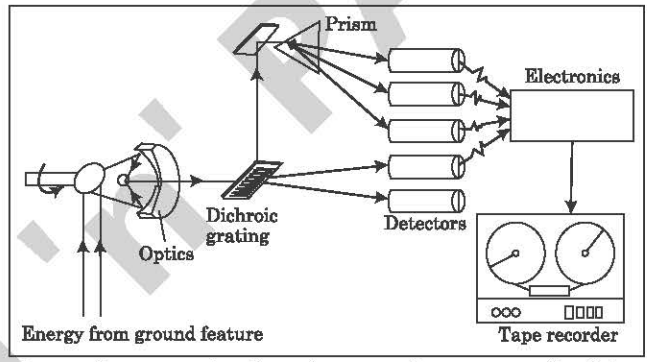
TOUCH 'n' PASS

सम्बन्धित इस इलेक्ट्रॉनिक सूचना को अनुरूप संकेतों की भाँति चुम्बकीय टेप पर और अंकीय कैमरे में अंकीय आँकड़ों की तरह कम्प्यूटर डिस्क पर परिकलित किया जाता है, जिसके पश्चात् इन सूचनाओं को प्रतिबिम्बों की भाँति क्रमशः टी०वी० स्क्रीन व कम्प्यूटर मॉनीटर पर देखा जा सके। अंकीय कैमरे में उपयोग होने वाले पिक्सल CCD द्विविम व्यूह का आकार 512×512 से 2048×2048 पिक्सल अथवा इससे अधिक हो सकता है। एक पिक्सल CCD का आकार 9× 9 μm होता है। इन CCD's के माध्यम से रंगीन तथा श्याम-श्वेत दोनों तरह के प्रतिबिम्बों से सम्बन्धित संकेत ग्रहण किये जा सकते हैं। CCD व्यूह के समस्त पिक्सलों के आकार तथा आकृतियाँ एक समान होती हैं और वे एक क्रमबद्ध ज्यामितीय प्रतिरूप यानी द्विविम सतह में प्रबन्धित होते हैं। इसीलिए इन कैमरों में विभेदन क्षमता बहुत अधिक होती है।

बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक (Multispectral Scanner or MSS)

बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक बहुबैंड फोटोग्राफी के नियम के अनुसार धरातलीय विशेषताओं का संवेदन करते हैं, लेकिन बहुबैंड फोटोग्राफी में प्रयोग होने वाले हवाई कैमरों की अपेक्षा इन्हें अत्यन्त उपयोगी एवं श्रेष्ठ कहा जाता है। बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक निम्नलिखित कारणों से महत्वपूर्ण होते हैं—(चित्र)

1. इस क्रमवीक्षक में आँकड़ों को इलेक्ट्रॉनिक तरीके से धरातल के आँकड़ों को प्राप्त करने के केन्द्रों पर साथ-साथ भेज दिया जाता है।
2. यह क्रमवीक्षक पराबैंगनी एवं निकट अवरक्त बैन्डों के साथ-ही-साथ मध्य अवरक्त तथा तापीय अवरक्त प्रदेशों में भी संवेदन कर सकता है।
3. वायु फोटोग्राफी की प्रक्रिया में फिल्म को निरन्तर आपूर्ति करनी होती है, लेकिन क्रमवीक्षक को किसी फिल्म की अनिवार्यता नहीं होती है।



चित्र 1 : व्हिस्कब्रूम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक (आन्तरिक संरचना एवं क्रियाविधि)

4. इस क्रमवीक्षकों में आँकड़ों के अंशाकन में आसानी रहती है, क्योंकि ये इलेक्ट्रॉनिक विधि से मिलते हैं।
5. इस क्रमवीक्षक में एक ही प्रकाशीय तन्त्र सभी स्पेक्ट्रमी बैन्डों का एक साथ संवेदन कर लेता है।

बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक के प्रकार (Types of Multispectral Scanner)

क्रमवीक्षण करने की विधि व अन्तःसंरचना के अनुसार क्रमवीक्षक दो प्रकार के होते हैं—**क्रॉस-ट्रेक क्रमवीक्षक** (Cross-track Scanner) एवं **एलोंग ट्रैक क्रमवीक्षक** (Along-track Scanner)। फर्श को साफ करने के लिए सीकों की झाड़ू (Wiper) तथा खुटपावड़ी (Pushbroom) चलाने की विधि से प्रेरित ये बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक दो तरह के होते हैं—(चित्र)

1. **व्हिस्कब्रूम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक** (Whiskbroom Multispectral Scanner : WMSS)—यह क्रमवीक्षक अपने धरातलीय उड़ान मार्ग के आर-पार लम्बवत् दिशा में स्थित अत्यधिक महीन, एक-दूसरे के समान्तर तथा एक-दूसरे को लगभग स्पर्श करने वाली असंख्य क्रमवीक्षण रेखाओं का भिन्न-भिन्न क्रमवीक्षण करता हुआ सम्बन्धित धरातलीय भाग को कवर करता है। क्रॉस-ट्रेक क्रमवीक्षकों के माध्यम से मिले हुए प्रतिबिम्बों एवं अन्य क्रमवीक्षण तन्त्रों की विशेषता का वर्णन निम्नांकित लक्षणों के अनुरूप करते हैं जिन्हें सामान्य रूप से **विभेदन** कहते हैं।

   विभेदन (Resolution)—धरातलीय विवरण अथवा वस्तुओं को न्यूनतम अलग करने वाली दूरी की मात्रा को **विभेदन** कहा जाता है यानी धरातल के न्यूनतम दूरी के विवरण को एक-दूसरे से अलग व्यक्त करने की क्षमता को विभेदन कहा जाता है। विभेदन स्थानिक स्थिति में दूरी, स्पेक्ट्रल स्थिति में विद्युत-चुम्बकीय विकिरण के तरंग दैर्ध्य बैंड, रेडियोमेट्रिक में विकिरण मात्रा एवं तात्कालिक समय को प्रकट करते हैं। इस आधार पर विभेदन के निम्नलिखित प्रकार होते हैं।

TOUCH 'n' PASS

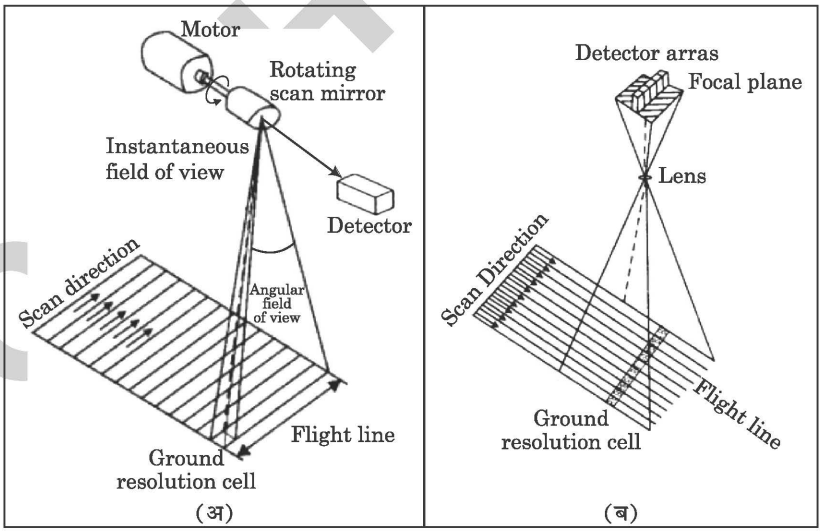
(i) **स्पेक्ट्रमी विभेदन** (Spectral Resolution)—किसी संसूचक के पीक प्रत्युत्तर के 50 प्रतिशत पर रिकॉर्ड हुए तरंग दैर्ध्य अन्तराल को उस संसूचक का स्पेक्ट्रमी विभेदन कहा जाता है अर्थात् स्पेक्ट्रमी विभेदन किसी संसूचक के माध्यम से रिकॉर्ड किये जाने वाले **तरंग दैर्ध्य अन्तराल** को बताता है।

(ii) **स्थानिक विभेदन** (Spatial Resolution)—किसी प्रतिबिम्ब के स्थानिक विभेदन का तात्पर्य धरातल पर पास-पास स्थिति किन्हीं दो वस्तुओं के मध्य की वह कम-से-कम दूरी है, जिस पर उन वस्तुओं के प्रतिबिम्बों को स्पष्ट व एक-दूसरे से अलग देखा जा सके। अगर स्थानिक विभेदन की अपेक्षा वे वस्तुएँ अधिक पास-पास हैं तो हमें प्रतिबिम्ब में वे दोनों वस्तुएँ सिर्फ एक ही वस्तु के रूप में दिखाई पड़ेंगी।

(iii) **रेडियोमेट्रिक विभेदन** (Radiometric Resolution)—संवेदक के माध्यम से निर्गत संकेतक के कुल परास (Range) को विभिन्न भागों में बाँटा जाता है, जिसमें ग्रेस्तर को विभिन्न रूपों में प्रदर्शित किया जा सके। इस तरह धरातलीय लक्षणों के विकिरण (चमक) अथवा परावर्तक में भिन्नता होने से भेद स्थापित हो सकता है। ग्रेमानों के विकिरण स्तर को प्रदर्शित करता है, जिसे संवेदक अंकित करता है।

(iv) **अल्पकालिक विभेदन** (Temporal Resolution)—किसी संसूचक के माध्यम से एक निश्चित अन्तरावधि पर धरातलीय व स्पेक्ट्रल आँकड़ों के ग्रहण करने को **अल्पकालिक विभेदन** कहा जाता है। उपग्रह के बारे में अल्पकालिक को उपग्रह का चक्रीय अवलोकन भी कहा जाता है यानी एक ही बिम्ब क्षेत्र को उपग्रह के माध्यम से भिन्न-भिन्न समय में बार-बार अवलोकन करके आँकड़ों का एकत्रीकरण किया जाता है।

व्हिस्कब्रूम प्रणाली से क्रमवीक्षण करते समय घूर्णी या दोलायमान दर्पण के माध्यम से किसी एक क्षण में देखे गये क्षेत्र के कोणीय मान को **तात्क्षणिक दृष्टि क्षेत्र** (IFOV : Instantaneous Field of View) कहा जाता है और दर्पण के एक पूरे विसर्प के अंशों में मापे गये कोण, जो धरातल पर क्रमवीक्षण रेखाओं की लम्बाई के रूप में लिखा होता है, को **कोणीय दृष्टि क्षेत्र** (Angular Field of view) कहा जाता है। किसी क्रमवीक्षक के माध्यम से कवर किये गये धरातलीय क्षेत्र की चौड़ाई को स्थानिक स्वाथ (Spatial Swath) कहा जाता है। [चित्र 2 (अ)]



चित्र 2 : व्हिस्कब्रूम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक (अ) एवं पुशब्रुम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक प्रणाली (ब)

2. **पुशब्रूम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक** (Pushbroom Multispectral Scanner PMSS)—इस क्रमवीक्षक को **बहुस्पेक्ट्रमी रेखिक व्यूह** भी कहा जाता है। स्पेक्ट्रमी विभेदन तथा स्थानिक विभेदन के विचार से उच्च कोटि के प्रतिबिम्ब पाने के लिए सामान्यत: इसी तरह के क्रमवीक्षक में प्रयोग होने वाली प्रकाशीय व यान्त्रिक तन्त्र प्रणाली कठिन होती है। इसमें एक लेन्स होता है, जो उड़ान मार्ग के समान्तर स्थित सभी क्रमवीक्षण रेखाओं से मिली ऊर्जा को क्रमवीक्षक

के **रेखीय व्यूह** पर केन्द्रित करता रहता है। पुशब्रूम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक के रेखीक व्यूह में संवेदन किये जाने वाले प्रत्येक तरंग दैर्ध्य के लिए एक अलग पंक्ति होती है और प्रत्येक पंक्ति में 10,000 अथवा इससे ज्यादा संसूचक लगे होते हैं एवं प्रत्येक संसूचक किसी दी हुई क्रमवीक्षण रेखा की मदद से एक समय में सिर्फ एक धरातलीय विभेदन प्रकोष्ठ की ऊर्जा का संवेदन करता है।

क्रमवीक्षक के अन्दर स्थित एक इलेक्ट्रॉनिक्स तन्त्र रेखीय व्यूह के प्रत्येक संसूचक से मिली सूचना का संकलन एवं विश्लेषण करके उसे अंकीय आँकड़े में बदल देता है। यह अंकीय आँकड़ा साथ-ही-साथ एक **कम्प्यूटर योग्य टेप** (Computer Compatible Tape—CCT) पर रिकॉर्ड होता रहता है, जिसके पश्चात् इन अंकीय आँकड़ों को कम्प्यूटर से मॉनीटरन पर प्रतिबिम्ब की तरह देखा जा सके। [चित्र 2 (ब)]

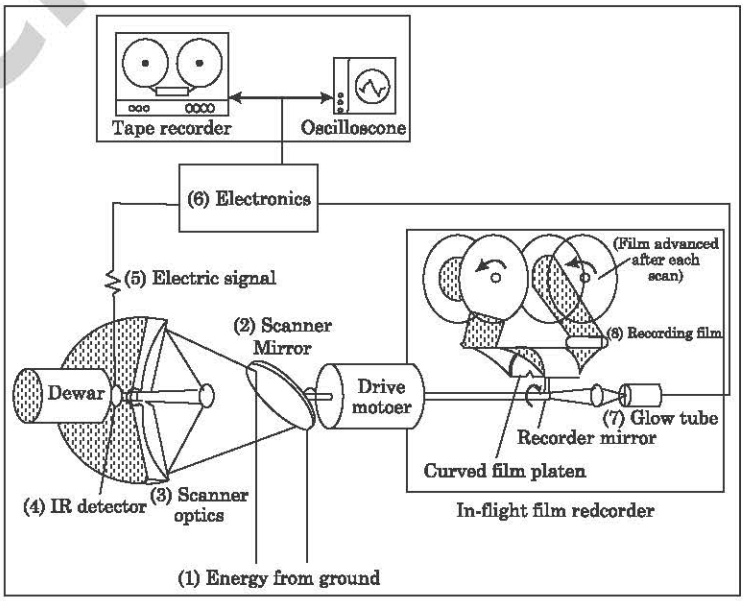
व्हिस्कब्रूम क्रमवीक्षक तथा पुशब्रूम क्रमवीक्षक दर्पण प्रणाली में भिन्नता (Difference between WMSS and PMSS Mirror System)—व्हिस्कब्रूम तथा पुशब्रूम क्रमवीक्षक की दर्पण प्रणाली में से पुशब्रूम क्रमवीक्षक दर्पण प्रणाली अत्यन्त उपयोगी होती है क्योंकि—

1. रेखीक व्यूह के समस्त संसूचक अपने स्थान पर स्थायी अवस्था में रहते हैं, इस प्रकार, पुशब्रूम प्रणाली के प्रतिबिम्ब फोटोग्राममिती की दृष्टि से भी अपेक्षाकृत अत्यन्त लाभकारी होते हैं।
2. रेखीक व्यूह का कोई भी अंग गतिमान नहीं होता, इस प्रकार कम टूट-फूट के कारण रेखीक व्यूह का जीवन काल, अपेक्षाकृत अधिक लम्बा होता है।
3. पुशब्रूम प्रणाली में रेखीक व्यूह के हर एक संसूचक का वास समय यानी किसी धरातलीय विभेदन प्रकोष्ठ के समक्ष रहने की अवधि अपेक्षाकृत अधिक होती है।
4. रेखीक व्यूह के संसूचक अथवा CCD's सूक्ष्म आकार के होते हैं। इस प्रकार उनके प्रचालन में ज्यादा शक्ति की जरूरत नहीं होती है।

तापीय क्रमवीक्षक (Thermal Scanner)

तापीय क्रमवीक्षक वास्तव में एक्रास प्रणाली में उपयोग होने वाले व्हिस्कब्रूम बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षकों का ही एक ऐसा रूप है, जिसके संसूचक विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में सिर्फ तापीय प्रदेश की ऊर्जा का संवेदन कर सकते हैं, इसीलिए इस क्रमवीक्षक को **तापीय क्रमवीक्षक** कहा जाता है।

तापीय प्रदेश की वायुमण्डलीय खिड़कियों की अवस्थितियों के अनुसार इस क्रमवीक्षक का उपयोग मात्र 3 से 5 μm तथा 8 से 14 μm के तरंग-दैर्ध्य परासों में सीमित रहता है। यह क्रमवीक्षक संसूचकों पर आपतित विकिरण (Incident Radiation) के फोटॉन (Photons) और संसूचक के पदार्थ में मौजूद विद्युत आवेश (Electric Charge) के ऊर्जा स्तर के बीच होने वाली प्रत्यक्ष अन्योन्यक्रिया के सिद्धान्त पर काम करता है। वर्तमान मॉडलों में वायुयान के अन्दर फिल्म रिकॉर्डिंग और पृथ्वी पर साथ-साथ अंकीय आँकड़े भेजने हेतु टेप रिकॉर्डिंग दोनों तरह की सुविधाएँ होती हैं। मनुष्य युक्त उड़ानों में किसी क्रमवीक्षण रेखा से मिले संकेतों का मॉनीटर करने हेतु ऐसे वर्तमान तापीय क्रमवीक्षक में एक दोलनदर्शी (Oscilloscope) लगा रहता है।



चित्र 3 : तापीय क्रमवीक्षक का आकार एवं क्रियाविधि

TOUCH 'n' PASS

इस यन्त्र के दर्शन परदे पर ये संकेत एक ग्राफ की तरह दिखाई देते हैं। **ऐसे क्रमवीक्षकों की तापमान विभेदन क्षमता 0.1°C तक हो सकती है।**

दोलनदर्शी, फिल्म रिकॉर्डिंग एवं टेप रिकॉर्डिंग, तीनों प्रकार की सुविधाओं से युक्त एक आधुनिक तापीय क्रमवीक्षक के प्रचालन तन्त्र को निम्नलिखित चरणों में समझा जा सकता है। (चित्र 3)

1. धरातल से अवरक्त ऊर्जा का विकिरण होता है।
2. इस क्रमवीक्षक में एक फलकित दर्पण (Faceted Mirror) लगा होता है, तो एक मोटर की मदद से क्षैतिज अक्ष पर लम्बवत् दिशा में घूर्णन किया करता है। यह क्रमवीक्षक दर्पण (Scanner Mirror) धरातल से विकिरित अवरक्त ऊर्जा को ग्रहण करता है।
3. घूर्णी दर्पण धरातल से मिली अवरक्त ऊर्जा को क्रमवीक्षक के प्रकाशीय तन्त्र पर प्रतिबिम्बित कर देता है।
4. इस ऊर्जा को यह प्रकाशीय तन्त्र क्रमवीक्षक के अवरक्त संसूचक पर केन्द्रित करता है।
5. किसी वायुयान या अन्तरिक्षयान से प्रत्यक्ष रूप से प्रतिबिम्ब ग्रहण करने हेतु तापीय, क्रमवीक्षक में एक फिल्म रिकॉर्डर की व्यवस्था होती है। इस रिकॉर्डर की दीप्त नलिका (Glow tube) की परिवर्ती तीव्रता को संसूचक से प्रवर्धित संकेतों के माध्यम से मॉडुलित (Modulated) किया जाता है।
6. इस नलिका से निकला हुआ प्रकाश एक घूर्णी दर्पण के द्वारा फिल्म की सतह पर पड़ता है। इस रिकॉर्डर दर्पण व क्रमवीक्षक दर्पण के घूर्णन तुल्यकालिक (Synchronized) होते हैं। इस फिल्म रिकॉर्डर में एक वक्राकार फोकस समतल (Curved Focal Plane) की मदद से फिल्म का अनावरण होता है और इस समतल को वक्राकार फिल्म प्लेटन (Curved film platen) कहा जाता है।
7. यह संसूचक द्रव नाइट्रोजन से भरे हुए ड्यूअर के सम्पर्क में स्थित अवरक्त ऊर्जा को **विद्युत संकेतों** (Electric Signals) में बदल देता है।
8. क्रमवीक्षक की इलेक्ट्रॉनिकी इन विद्युत संकेतों का प्रवर्धन (Amplification) करती है। इन प्रवर्धित संकेतों को दोलनदर्शी (Oscilloscope) के दर्शन परदे पर देखा जा सकता है और भिन्न-भिन्न क्रमवीक्षक रेखाओं के अनुरूप टेप रिकॉर्डर (Tape Recorder) की मदद से चुम्बकीय टेप पर रिकॉर्ड भी किया जा सकता है।

प्र.5. लघुतरंग संवेदक एवं विभेदन का विवरण दीजिए।
Give the description of Microwave Sensors and resolution.

उत्तर

लघुतरंग संवेदक
(Microwave Sensors)

पर्यावरण एवं संसाधनों के सुदूर संवेदन में वर्तमान में लघुतरंग प्रदेश के संवेदकों का उपयोग लगातार बढ़ता जा रहा है। लघुतरंग प्रदेश में कार्यशील संवेदकों को सामान्य रूप से दो आधारों के अनुसार विभाजित किया जाता है—

1. प्रतिबिम्बकारी तथा अप्रतिबिम्बकारी संवेदक (Image Forming and Non-Image Forming Sensors)
2. सक्रिय तथा निष्क्रिय संवेदक (Active and Passive Sensors)

प्रमुख लघुतरंग संवेदकों का विवरण निम्न प्रकार है—(तालिका 1)

तालिका 1–प्रमुख लघुतरंग संवेदक सम्बन्धी प्रामाणिक तथ्य

क्र०सं०	लघुतरंग संवेदक	स्वरूप	विवरण अथवा विशेषता
1.	**लीडार** (LIDAR—Light Detection and Ranging)	सक्रिय संवेदक (Active Sensors)	यह संवेदक लघु तरंग ऊर्जा के प्रस्फोटों के बजाय लेसर प्रकाश (Laser Light) के प्रस्फोटों का उपयोग करता है। इस संवेदक के माध्यम से परिच्छेदिका ऊर्जा मापन और क्रमवीक्षी ऊर्जा मापन, दो प्रणालियों में सुदूर संवेदन हो सकता है।

TOUCH n PASS

2.	**लघुतरंग ऊर्जामापी** (Microwave Radiometre)	निष्क्रिय तथा अप्रतिबिम्बीय संवेदक (Passive and Non-Image Forming Sensors)	यह लघुतरंग प्रदेश में धरातल से मिली ऊर्जा का संवेदन तथा अभिलेखन करता है। इस संवेदक का ऐन्टेना अपने दृष्टि क्षेत्र की ऊर्जा को संग्रहित करके, संवेदक के लघु तरंग स्विच में पहुँचा देता है, जहाँ पर इस ऊर्जा के तापमान संकेत की अन्त:तापमान संकेत से तुलना की जाती है। ऊर्जा मापी का संसूचक इन दोनों प्रकार के संकेतों में भिन्नता का संवेदन करता है। इलेक्ट्रॉनिक पद्धति से संवेदन की गयी इस सूचना को ऊर्जा मापी का रिकॉर्डर एक चुम्बकीय टेप पर अनुरूप संकेत (Analog Signal) में रिकॉर्ड करता रहता है। इस ऊर्जा मापी को **परिच्छेदिका ऊर्जा मापी** भी कहा जाता है।
3.	**लघुतरंग क्रमवीक्षक ऊर्जामापी** (Scanner of Microwave Radiometre)	निष्क्रिय संवेदक (Passive Sensors)	इस क्रमवीक्षक में प्रकाश की दिशा में ऐन्टेना के दृष्टि क्षेत्र का अनुप्रस्थ क्रमवीक्षण होता है। ऐसे क्रमवीक्षण को किसी यान्त्रिक विधि से या बहु ऐन्टेना व्यूह (Multiple Antena Array) की मदद से पूरा करते हैं। ऊर्जा के संवेदन की शेष क्रिया साधारण ऊर्जा मापी की भाँति ही होती है। अत: इस क्रमवीक्षक में एक तुल्यकालिक टेप रिकॉर्डर की मदद से धरातल के निष्क्रिय लघुतरंग प्रतिबिम्ब ग्रहण कर लिये जाते हैं।
4.	**रडार प्रणाली** (RADAR—Radio Detection and Ranging System)	सक्रिय तथा प्रतिबिम्बकारी संवेदक (Active and Image Forming Sensors)	रेडियो तरंगों के माध्यम से वस्तुओं की पहचान करने व उनकी अवस्थिति जानने के उद्देश्य से इस संवेदक का आविष्कार हुआ था। इस कार्य को पूर्ण करने हेतु एक संवेदक पहले किसी दिशा में लघुतरंग ऊर्जा के अल्पकालीन प्रस्फोट (Short Bursts) भेजता है और इसके बाद इस दिशा में अपने दृष्टिक्षेत्र के अन्दर स्थित वस्तुओं से इन प्रस्फोटों की प्रतिध्वनियों (Short Bursts) को ग्रहण करके उनकी शक्ति व व्युत्पत्ति को रिकॉर्ड करता है। वायुमण्डल आधारित प्लेट से सुदूर संवेदन करने वाले रडार में वायुयान के नीचे एक ऐन्टेना लगा होता है। इस प्रकार के रडार को SLR (Sidelocking Radar) अथवा SLAR (Side Looking Airborne Radar) कहा जाता है। इस रडार की मदद से उड़ान मार्ग के निकट स्थित वृहद् क्षेत्रों के प्रतिबिम्बों को निरन्तर पट्टियों के रूप में ग्रहण किया जाता है। (चित्र 8)

रडार प्रणाली में विभेदन का बहुत महत्व होता है।

रडार प्रणाली में तीन तरह के विभेदन होते हैं—

(a) भूमि विभेदन (Ground Resolution)

(b) प्रसार विभेदन (Range Resolution) तथा

(c) अजीमुथ विभेदन (Azimuth Resolution)

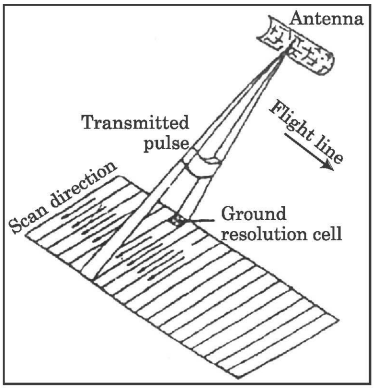
रडार प्रणाली से रडार प्रतिबिम्ब का निर्माण होता है जिसकी निम्न विशेषताएँ हैं—

(a) निकट रेन्ज में बिम्ब सम्पीडन (Image Compression in Near Range)

(b) उच्चावचन विस्थापन (Relief Displacement)

(c) वायुयान गति का प्रभाव (Effects of Aircraft Motion)

(d) दृष्टि दिशा (Sight Direction)



चित्र 1 : एस०एल०ए०आर० क्रमवीक्षक प्रणाली

TOUCH 'n' PASS

(e) स्टीरियो प्रतिबिम्ब (Stereo-Image) तथा
(f) रडार बिम्बों की व्याख्या (Interpretation of Radar Imagery)

रडार प्रतिबिम्बों के मुख्य लाभ निम्न प्रकार हैं—

(a) क्षेत्रीय अन्वेषण हेतु (Regional Investigations)
(b) तिर्यक प्रदीपन (Oblique Illumination)
(c) लघु विवरणों का सिमटना (Supperession of Minor Detail)
(d) लिनियामेण्ट की पहचान (Detection of Lineamants)
(e) प्रत्येक मौसम तथा रात्रि समय की क्षमता (All Weather and Night Time Capability)

अत: हम कह सकते हैं कि भिन्न-भिन्न प्रकार के संवेदकों के द्वारा ही सुदूर संवेदन की प्रक्रिया की जाती है। ये संवेदक ऐसी मुक्ति विधि है, जो दूर स्थित लक्ष्यों, वस्तुओं पर दृश्य क्षेत्रों के सम्बन्ध में सूचनाओं को ग्रहण करने हेतु विद्युत चुम्बकीय अथवा अन्य ऊर्जा को संग्रहित करके संकेतों में बदलकर उचित रूपों में व्यक्त करता है। विभिन्न संवेदकों का उपयोग सुदूर संवेदन के उद्देश्य के आधार पर किया जाना चाहिए।

विभेदन
(Resolution)

धरातलीय विवरण अथवा वस्तुओं को कम-से-कम अलग करने वाली दूरी की मात्रा को विभेदन कहा जाता है। अन्य शब्दों में धरातल की न्यूनतम दूरी के विवरण को परस्पर अलग-अलग व्यक्त करने की क्षमता को विभेदन कहा जाता है। विभेदन प्रकाशिक युक्ति प्रणाली की उत्तमता को प्रकट करता है। विभेदन की मात्रा अथवा दूरी को प्रकट करने की 4 दशाएँ हैं—(1) स्थानिक (Spatial), (2) स्पैक्ट्रल (Spectral), (3) रेडियोमेट्रिक (Radiometric) एवं (4) तात्कालिक (Temporal)। स्थानिक दशा में दूरी, स्पैक्ट्रल दशा में विद्युत-'चुम्बकीय विकिरण के तरंग दैर्ध्य बैंड, रेडियोमेट्रिक में विकिरण मात्रा और तात्कालिक में समय को बताया जाता है। विभेदन का उपग्रह के संवेदक प्रणाली से सम्बन्ध होता है। उपर्युक्त दशाओं के आधार पर विभेदन के प्रकारों को निम्नांकित रूप में समझाया गया है—

1. **स्थानिक विभेदन** (Spatial Resolution)—इस विभेदन का तात्पर्य धरातल पर पास-पास स्थित किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की वह कम-से-कम दूरी है, जिसे उन्हें किसी प्रतिबिम्ब में स्पष्ट तथा एक-दूसरे से अलग देखा जा सके। जब वस्तुएँ पास-पास होती हैं तो प्रतिबिम्बों में पास-पास की वस्तुएँ एक ही दिखायी देती हैं। स्थानिक विभेदन हेतु संवेदक प्रणाली पर क्रमवीक्षक यन्त्र (Scanner) लगा होता है। यह धरातल का संसूचन करता है। किसी संसूचक का स्थानिक विभेदन उस संसूचक की भौतिक संरचना पर निर्भर करता है। चित्र 9 से स्पष्ट होता है कि क्रमवीक्षक के दर्पण पर दृश्य क्षेत्र और धरातलीय विभेदन प्रकोष्ठ दोनों ही कोण का निर्माण करते हैं, जिसे **कोणीय विभेदन** क्षमता कहा जाता है। किसी संसूचक के तात्क्षणिक दृष्टि क्षेत्र (IFOV) का निर्धारण कोणीय विभेदन क्षमता पर निर्भर करता है। IFOV जिसे एक बार में निश्चित किया गया है, वह विभिन्न धरातलीय विभेदन प्रकोष्ठों में बँटा होता है। इनकी लम्बाई व चौड़ाई तात्क्षणिक दृष्टि क्षेत्र के कोणीय मान व ऊँचाई के आधार पर निकाली जा सकती है। संसूचक की ऊँचाई (H) व तात्क्षणिक दृष्टिकोण के मान (β) को एक-दूसरे से गुणा करके धरातलीय प्रकोष्ठ की एक भुजा की लम्बाई निकाली जा सकती है। इसके सूत्र को नीचे बताया गया है—

$$D = H \times \beta$$

D = धरातलीय प्रकोष्ठ की एक भुजा
H = संसूचक की ऊँचाई
β = तात्क्षणिक दृष्टि के कोण का मान

उदाहरण हेतु अगर संसूचक की ऊँचाई 20 किमी० है और तात्क्षणिक दृष्टि क्षेत्र कोण का मान 1 मिलिरेडियन (कोण मापने की इकाई) है, तो प्रत्येक प्रकोष्ठ की लम्बाई तथा चौड़ाई निम्नांकित तरीके से निकाली जाती है—

$$D = H \times \beta$$

$$D = \frac{20 \times 1000 \times 1}{1000} = 20 \text{ मीटर}$$

TOUCH 'n PASS

इसका तात्पर्य यह है कि स्कैन रेखा पर 20 मीटर वर्ग के विभेदन प्रकोष्ठ बनाए जायेंगे। इसी को स्थानिक विभेदन की संज्ञा प्रदान की गई है। दर्पण के केन्द्र यानि नादिर बिन्दु से दूर होने पर आनुपातिक रूप से धरातलीय विभेदन प्रकोष्ठ की लम्बाई अधिक होती जाती है, जिससे प्रतिबिम्बों में विक्रतियाँ पैदा हो जाती हैं।

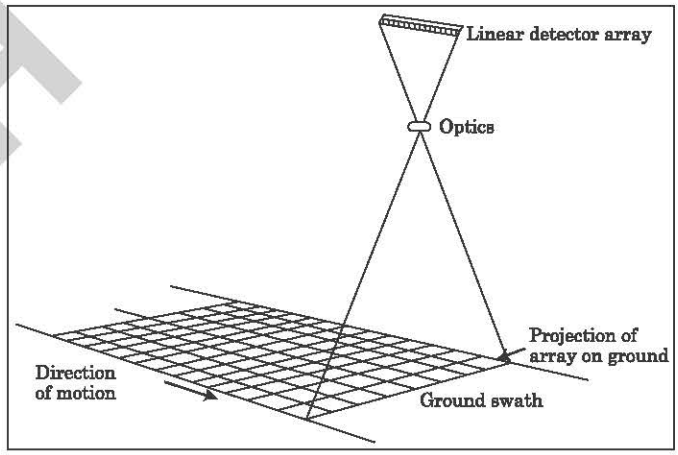
2. **स्पैक्ट्रल विभेदन** (Spectral Resolution)—यह विभेदन भिन्न-भिन्न बैंडों के तरंग दैर्ध्य अन्तरालों को प्रदर्शित करता है। किसी संसूचक के उच्चतम प्रत्युत्तर के 50% पर दर्शाये गये तरंग दैर्ध्य अन्तराल को उस संसूचक का **स्पैक्ट्रल विभेदन** कहा जाता है। विद्युत-चुम्बकीय स्पैक्ट्रम में अनेक स्पैक्ट्रम बैंड दृश्य (Visible) व अवरक्त (Infrared) हैं। प्रत्येक स्पैक्ट्रम बैंड, बिंबों पर भिन्न-भिन्न स्पैक्ट्रम प्रदीप्त घनत्व (Irradiance) को प्रदर्शित करता है। स्पैक्ट्रल विभेदन धरातलीय विभक्त (संसूचित) बिम्ब का विभिन्न स्पैक्ट्रल अन्तर पर प्रतिचयन किया करता है। इसके माध्यम से प्रदीप्त घनत्व का मूल्यांकन किया जाता है।

तालिक-2

स्पैक्ट्रल बैंड	उच्च स्पैक्ट्रल	अत्यधिक स्पैक्ट्रल
0.5–0.6	0.5–0.55	0.500–0.501
	0.55–0.60	0.501–0.502
0.6–0.7	.....	.....

ग्रेमानों अथवा ग्रे स्तर के बीच अन्तर करने हेतु स्पैक्ट्रल विभेदन का मापन बैंड चौड़ाइयों की पृथकता व संवेदक की संवेदनशीलता दोनों में नापा जाता है। चित्र 10 में दिखाए गए वक्र से स्पष्ट है कि उच्चतम प्रत्युत्तर (Response) का 50% भाग 0.5 से 0.6 माइक्रोमीटर के बीच दर्शाया गया है। इस प्रकार 0.5 तथा 0.6 तरंग दैर्ध्यों के अन्तराल यानी 0.1 माइक्रोमीटर की बैंड चौड़ाई को सम्बन्धित संसूचक का **स्पैक्ट्रमी विभेदन** कहेंगे। यह बैंड के छोटे भागों में बँटा होता है। इस आधार पर स्पैक्ट्रल विभेदन निम्नांकित प्रकार का होता है—

3. **अल्पकालिक विभेदन** (Temporal Resolution)—इस विभेदन का अर्थ है—किसी संसूचक के माध्यम से एक निश्चित अन्तराल पर धरातलीय व स्पैक्ट्रल आँकड़ों को प्राप्त करना। उपग्रह के विषय में समसामरिक को उपग्रह का चक्रीय अवलोकन भी कहते हैं। कहने का तात्पर्य यह है कि एक ही बिम्ब क्षेत्र को उपग्रह के माध्यम से भिन्न-भिन्न समय में बार-बार अवलोकन करके आँकड़ों को संग्रहित करना है।



चित्र 2 : Radiometric Resolution Along Tract Scanning

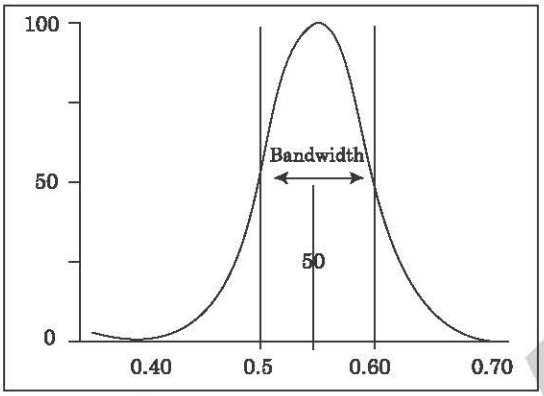
4. **रेडियोमेट्रिक विभेदन** (Radiometric Resolution)—संवेदक के माध्यम से निर्गत संकेतक के कुल प्राप्स (Range) को विभिन्न भागों में बाँटा जाता है, जिससे ग्रे स्तर को विभिन्न रूपों में प्रदर्शित किया जा सके। इसे चित्र 10 से स्पष्ट किया गया है। इस तरह धरातलीय लक्षणों के विकिरक अथवा परावर्तक में भिन्नता होने से भेद स्थापित हो सकता है। यह ग्रेमानों के विकिरण स्तर को प्रदर्शित करता है जिसे संवेदक बताता है। उदाहरण हेतु—

8 बिट = 2^8 = 256 ग्रेमान

1 बिट = $2^5 \times 32$ ग्रेमान

अधिक विट, उच्च विभेदन की व्याख्या करते हैं। आइकोनोस का विभेदन 11 बिट है जो अब तक के उपयोगों में सर्वाधिक है।

TOUCH 'n PASS



चित्र 3 : Spectral Resolution

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदक हैं—
(क) हवाई कैमरे (ख) लघुतरंग संवेदक
(ग) बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.2. हवाई कैमरे कितने प्रकार के होते हैं?
(क) दो (ख) तीन (ग) चार (घ) पाँच
उत्तर (ग) चार

प्र.3. बहुस्पेक्ट्रमी क्रमवीक्षक के प्रकार हैं—
(क) क्रॉस-ट्रेक क्रमवीक्षक (ख) एलोंग-ट्रेक क्रमवीक्षक
(ग) 'क' एवं 'ख' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) 'क' एवं 'ख' दोनों

प्र.4. विभेदन के प्रकार होते हैं—
(क) तीन (ख) चार (ग) पाँच (घ) छः
उत्तर (ख) चार

प्र.5. लघुतरंग सेवदक के प्रकार हैं—
(क) प्रतिबिम्बकारी तथा अप्रतिबिम्बकारी संवेदक (ख) सक्रिय तथा निष्क्रिय संवेदक
(ग) 'क' एवं 'ख' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) 'क' एवं 'ख' दोनों

प्र.6. रडार प्रणाली में विभेदन होते हैं—
(क) भूमि विभेदन (ख) प्रसार विभेदन
(ग) अजीमुथ विभेदन (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.7. रडार प्रतिबिम्बों के लाभ हैं—
(क) लिनियामेण्ट की पहचान (ख) क्षेत्रीय अन्वेषण
(ग) तिर्यक प्रदीपन (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

TOUCH 'n PASS

प्र.8. बर्फ की चादरों की गति का अध्ययन करने के लिए निम्नलिखित में से किस रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग किया जा सकता है?

(क) लीडर (ख) रडार

(ग) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग (घ) थर्मल इमेजिंग

उत्तर (ख) रडार

प्र.9. निम्नलिखित में से कौन-सा कारक रिमोट सेंसिंग इमेजरी के अस्थायी रिजॉल्यूशन को प्रभावित करता है?

(क) प्रयुक्त विकिरण की तरंग दैर्ध्य (ख) प्रयुक्त सेंसर का प्रकार

(ग) सेंसर ले जाने वाले प्लेटफॉर्म की ऊँचाई (घ) सेंसर ले जाने वाले प्लेटफॉर्म की कक्षा

उत्तर (घ) सेंसर ले जाने वाले प्लेटफॉर्म की कक्षा

प्र.10. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म भूमि कवर प्रकारों के वितरण की निगरानी के लिए सबसे उपयुक्त है?

(क) एयरबोर्न प्लेटफॉर्म (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म

(ग) ग्राउंड-आधारित प्लेटफॉर्म (घ) उपरोक्त सभी

उत्तर (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म

प्र.11. निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग किस फीचर की विशेषताओं या ज्यामिति को संशोधित करने के लिए किया जाता है?

(क) विश्लेषण (ख) प्रश्न (ग) संपादन (घ) बफरिंग

उत्तर (ग) संपादन

प्र.12. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग सेंसर समुद्र की सतह पर तेल रिसाव का पता लगाने के लिए सबसे उपयुक्त है?

(क) रडार (ख) लिडार (ग) एवीएचआरआर (घ) मोडिस

उत्तर (क) रडार

प्र.13. निम्नलिखित में से कौन-सा जीआईएस में विषयगत मानचित्र का उदाहरण है?

(क) डिजिटल एलिवेशन मॉडल (डीईएम) (ख) छवि वर्गीकरण

(ग) बिंदु, रेखाएँ और बहुभुज (घ) भूमि उपयोग मानचित्र

उत्तर (घ) भूमि उपयोग मानचित्र

प्र.14. वन क्षेत्र में वनस्पति के वितरण का अध्ययन करने के लिए निम्नलिखित में से किस रिमोट सेंसिंग तकनीक का उपयोग किया जा सकता है?

(क) लिडार (ख) रडार

(ग) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग (घ) थर्मल इमेजिंग

उत्तर (ग) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग

प्र.15. निर्दिष्ट मानदंड के आधार पर डेटा स्तर से सुविधाओं का चयन करने के लिए निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग किया जाता है?

(क) विश्लेषण (ख) प्रश्न (ग) संपादन (घ) बफरिंग

उत्तर (ख) प्रश्न

प्र.16. ज्वालामुखी गतिविधि की निगरानी के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म सबसे उपयुक्त है?

(क) एयरबोर्न प्लेटफॉर्म (ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म

(ग) ग्राउंड-आधारित प्लेटफॉर्म (घ) उपरोक्त सभी

उत्तर (ग) ग्राउंड-आधारित प्लेटफॉर्म

TOUCH 'n PASS

प्र.17. निम्नलिखित में से कौन उपग्रह-आधारित रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म का उदाहरण है?

(क) मानवरहित हवाई वाहन (यूएवी)
(ख) जमीन आधारित LiDAR
(ग) अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन (आईएसएस)
(घ) लैंडसैट

उत्तर (घ) लैंडसैट

प्र.18. निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग डेटा परतों की तुलना करने के लिए उनके बीच समानताएँ या अंतर की पहचान करने के लिए किया जाता है?

(क) विश्लेषण
(ख) प्रश्न
(ग) संपादन
(घ) ओवरले

उत्तर (घ) ओवरले

प्र.19. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग सेंसर समुद्री धाराओं के कारण समुद्र की सतह की ऊँचाई में परिवर्तन का पता लगाने के लिए सबसे उपयुक्त है?

(क) रडार
(ख) लिडार
(ग) एवीएचआरआर
(घ) अल्टीमीटर

उत्तर (घ) अल्टीमीटर

प्र.20. किसी भू-भाग की सतह के ढलान और पहलू की गणना करने के लिए निम्नलिखित में से किस जीआईएस फंक्शन का उपयोग किया जाता है?

(क) विश्लेषण
(ख) प्रश्न
(ग) संपादन
(घ) भू-भाग के विश्लेषण

उत्तर (घ) भू-भाग के विश्लेषण

प्र.21. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म पक्षियों के प्रवासन पैटर्न की निगरानी के लिए सबसे उपयुक्त है?

(क) एयरबोर्न प्लेटफॉर्म
(ख) स्पेसबोर्न प्लेटफॉर्म
(ग) ग्राउंड-आधारित प्लेटफॉर्म
(घ) ये सभी

उत्तर (क) एयरबोर्न प्लेटफॉर्म

❑

TOUCH 'n PASS

UNIT-IV

वायु फोटोग्राफी के प्रकार और विशेषताएँ

Types and Their Characteristics of Aerial Photography

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. वायु फोटोग्राफी से आप क्या समझते हैं?

What do you understand by Aerial Photography?

उत्तर गत सत्तर वर्षों से फोटोग्राफी के अनेक भौगोलिक उपयोग किए गए हैं। भूतकाल में फोटोग्राफी लेने वाले यंत्रों (Camera) तथा आलेखन यन्त्रों के विकास के साथ-साथ सूचना के लिए फोटो निर्वचन तथा सर्वेक्षण प्रक्रिया के लिए फोटोमिती (Photogrametry) का भी विकास किया गया है। वृहत मापक पर उत्तम कोटि के फोटो की उपलब्धि के अतिरिक्त, विशेषकर विद्युत प्रक्रम के क्षेत्र में ही प्रगति हुई जबकि फोटो निर्वचनकर्ता को मानक सर्ववर्णिक (Panchromatic) फोटोग्राफ तथा सामान्य त्रिविमितिदर्शी का उपयोग करके भी घटनाओं के पूर्व ज्ञान पर निर्भर रहना पड़ता है।

वर्तमान में वायु फोटोग्राफी भौगोलिक अध्ययनों एवं अनुसन्धानों में उपयोगी सिद्ध हुई है। अत: इसका उपयोग दिन-प्रतिदिन बढ़ता रहा है।

प्र.2. द्विमेट्रोगण फोटोचित्र को परिभाषित कीजिए।

Define Trimetrogon Photograph.

उत्तर द्विमेट्रोगन पद्धति में वस्तुत: तीन कैमरे एक साथ कार्य करते हैं। इनमें मध्यवर्ती कैमरा धरातल का उर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र खींचता है तथा इधर-उधर के कैमरे क्षितिज तक के तिर्यक वायु फोटोचित्र खींचते हैं। इस प्रकार द्विमेट्रोगन पद्धति में दायीं क्षितिज से दायीं क्षितिज तक का समस्त क्षेत्र अंकित हो जाता है। यद्यपि मानचित्रण के दृष्टिकोण से तिर्यक फोटोचित्र अधिक उपयोगी नहीं होते तथापि इनसे फोटोचित्रों का अनुस्थापन (orientation) करने में बहुत मदद मिलती है।

प्र.3. अभिसारी फोटोग्राफ क्या है?

What is the Convergent Photograph?

उत्तर अभिसारी पद्धति से फोटोचित्र खींचने के लिए वायुयान में दो कैमरे प्रयोग किए जाते हैं जो एक ही क्षेत्र के दो अलग-अलग तिर्यक फोटोचित्र एक साथ खींचते हैं। इस प्रकार अभिसारी फोटोग्राफी में किसी क्षेत्र के एक ही समय के अलग-अलग कैमरों के द्वारा लिए गए दो फोटोचित्र प्राप्त हो जाते हैं। उड़ान की दिशा में स्थित अगले कैमरे का फोटोचित्र पिछला (aft) तथा पिछले कैमरे का फोटोचित्र अगला (forward) कहलाता है।

प्र.4. भू-विज्ञान तथा समन्वेषण भू-भौतिकी में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग लिखिए।

Write the uses of air photograph in Geology and exploration Geophysics.

उत्तर व्यावहारिक भू-विज्ञान, खनन अन्वेषण, खनन भू-विज्ञान, अभियान्त्रिक भू-विज्ञान, व्यावहारिक भू-भौतिकी, भू-रसायन तथा भू-जीवशास्त्र में वायु फोटो विधियों के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। वायु चित्रों के सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण व्यावहारिक उपयोग खनन अन्वेषण अथवा सामान्य भू-वैज्ञानिक मानचित्रण में रंगीन चित्रों का उपयोग किया जा सकता है। खनन अन्वेषण में उन स्थलों का चयन तथा विश्लेषण किया जाता है जहाँ खनिज मिलने की सम्भावना होती है। वायु फोटो निर्वचन मिट्टी निकास मानचित्र और मोजेक बनाने में उपयोगी होते हैं।

TOUCH 'n PASS

प्र.5. फोटोग्रामेट्री और रिमोट सेंसिंग कैसे संबंधित हैं?
How are photogrammetry and remote sensing related?

उत्तर एरियल फोटोग्रामेट्री तकनीकी रूप से रिमोट सेंसिंग का एक उपसमूह है जिसमें मुख्य रूप से विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में दृश्यमान प्रकाश तरंगें शामिल होती हैं। निकट-अवरक्त अनुप्रयोगों में भी इसके कुछ उत्कृष्ट उपयोग हैं।

प्र.6. हवाई फोटोग्राफी के उपयोग क्या हैं?
What are the uses of aerial photography?

उत्तर हवाई फोटोग्राफी का व्यापक रूप से **पुरातात्विक अन्वेषण** में उपयोग किया जाता है, क्योंकि इसमें साइट स्थानों को पहचानने, समय के साथ उनके परिदृश्यों में परिवर्तनों को रिकॉर्ड करने और निगरानी करने और यहाँ तक कि ऊपरी मिट्टी की विशेषताओं के माध्यम से या छवियों की त्रिविम परीक्षा के माध्यम से उपसतह सुविधाओं की खोज करने की क्षमता होती है।

प्र.7. फोटोग्राफिक रिमोट सेंसिंग क्या है?
What is photographic remote sensing?

उत्तर रिमोट सेंसिंग का अर्थ है—**किसी चीज को भौतिक रूप से छुए बिना उसका अवलोकन या माप करना।** सबसे स्पष्ट उदाहरण फोटोग्राफी है, लेकिन रिमोट सेंसिंग में यह भी शामिल है—पृथ्वी और अन्य ग्रहों की हवाई और उपग्रह-जनित इमेजिंग (सभी खगोल विज्ञान रिमोट सेंसिंग है)।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. वायु फोटोचित्रों की पहचान का उल्लेख कीजिए।
Explain the identification of Air Photographs.

उत्तर

वायु फोटोचित्रों की पहचान
(Identification of Air Photographs)

उत्तम प्रकार के वायु फोटोचित्रों पर उनकी पहचान सम्बन्धी आवश्यक बातों को एक पट्टी के रूप में मुद्रित कर दिया जाता है। इस पट्टी को नामांकन पट्टी (Tilting strip) कहते हैं। नामांकन पट्टी पर क्रमवार निम्नांकित सूचनाएँ अंकित होती हैं—

1. नेगेटिव नम्बर या सूचकांक (Index Number)
2. कैमरे की स्थिति (Camera position) जैसे
   V = ऊर्ध्वाधर (vertical)
   P = बायीं ओर आमुख तिर्यक (a port facing oblique)
   S = दायीं ओर आमुख तिर्यक (a starboard facing oblique)
   N = आगे की ओर आमुख तिर्यक (a nose or forward facing oblique)
   T = पश्च आमुख तिर्यक (a tail or rear facing oblique)
   H = हाथ में पकड़ा हुआ (hand held)
3. फोटोचित्र खींचने वाली यूनिट का नाम
4. सेवा विभाग, जैसे—IAF
5. सोर्टी संख्या (sortie number)
6. दिनांक तथा उसके आगे बराबर (=) का चिन्ह
7. समय
8. प्रयोग किए गए कैमरे के लेन्स की फोकल दूरी (Focal length)
9. कैमरे की समुद्र तल से ऊँचाई
10. सुरक्षा की दृष्टि से फोटोचित्र का वर्गीकरण।

मान लीजिए किसी वायु फोटोचित्र की नामांकन पट्टी पर निम्न प्रकार लिखा गया है—
0155/V : 18/IAF/5450 : 27MAY67=11.55:15cm: 6000m:REST'D

TOUCH 'n' PASS

तो इसका यह अर्थ समझा जाएगा कि 0155 सूचकांक वाले इस प्रतिबन्धित (restricted) उर्ध्वाधर फोटोचित्र को भारतीय वायु सेना (IAF) की 18 स्क्वाड्रन ने 5450वीं सोर्टी में 27 मई, 1967 को प्रात: 11.55 बजे 15 सेमी फोकल दूरी वाले लेन्स से खींचा।

प्र.2. वायु फोटोचित्रों के गुणों को लिखिए।
Write the merits of air photographs.

उत्तर

वायु फोटोचित्रों के गुण
(Merits of Air Photographs)

मानचित्रों की अपेक्षा वायु फोटोचित्रों में निम्नलिखित गुण होते हैं—

1. किसी क्षेत्र का नवीन से नवीन स्थलाकृतिक मानचित्र भी प्राय: उस क्षेत्र के वायु फोटोचित्रों की तुलना में पुराना होता है। अत: वायु फोटोचित्र किसी क्षेत्र की भौतिक व सांस्कृतिक दृश्यभूमियों (Landscapes) के सम्बन्ध में अपेक्षाकृत अधिक अभिनय (up-to-date) सूचनाएँ प्रकट करते हैं। पाठकों की सुविधा हेतु प्राय: वायु फोटोचित्र पर उनका दिनांक व समय लिख दिया जाता है।
2. प्रचलित मापनियों पर बनाए गए किसी भी स्थलाकृतिक मानचित्र में धरातल के सभी छोटे-बड़े विवरणों को एक साथ प्रदर्शित नहीं किया जाता अर्थात् इन मानचित्रों को बनाते समय बहुत छोटे-छोटे विवरणों को छोड़ना आवश्यक हो जाता है। इसके विपरीत वायु फोटोचित्र में धरातल के छोटे से छोटे विवरण भी अंकित हो जाते हैं तथा उन्हें अलग-अलग पहचाना जा सकता है।
3. स्थलाकृतिक मानचित्रों में प्राकृतिक वनस्पति का सामान्यीकरण कर दिया जाता है जबकि वायु फोटोचित्र से वनस्पति के प्रकारों को भली-भाँति समझा जा सकता है।
4. स्थलाकृति मानचित्रों में वृक्षों, भवनों, खम्भों तथा चिमनियों आदि की ऊँचाइयाँ अंकित नहीं होती हैं जबकि वायु फोटोचित्र में किसी विवरण की परछाई से उस विवरण की ऊँचाई ज्ञात की जा सकती है।
5. स्थलाकृतिक मानचित्रों में रूढ़ चिन्हों का प्रयोग होता है। इन चिन्हों का अर्थ समझे बिना स्थलाकृतिक मानचित्रों की व्याख्या करना असम्भव है। इसके विपरीत वायु फोटोचित्र में प्रत्येक विवरण का ऊपर से देखा गया वास्तविक स्वरूप अंकित होता है। अत: थोड़े से अभ्यास के बाद उन्हें सरलतापूर्वक पहचाना जा सकता है।
6. सर्वेक्षण उपकरणों की सहायता से दुर्गम क्षेत्रों का मानचित्रण करने में बहुत कठिनाई होती है, परन्तु हवाई फोटोग्राफी से यह कार्य बहुत सरल हो जाता है।
7. वायु फोटोचित्रों के द्वारा मानचित्रण में लगने वाले श्रम, समय व धन की बचत हो जाती है। परम्परागत विधियों से जिस सर्वेक्षण को पूर्ण करने में सैकड़ों सर्वेक्षकों व मानचित्रकारों को वर्षों तक दिन-रात कार्य करना पड़ता है, हवाई फोटोग्राफी के द्वारा वही कार्य बहुत थोड़े से व्यक्ति अपेक्षाकृत कम धन व समय खर्च करके पूर्ण कर लेते हैं।

प्र.3. वायु फोटोचित्रों के दोषों का उल्लेख कीजिए।
Explain the demerits of air photographs.

उत्तर

वायु फोटोचित्रों के दोष
(Demerits of Air Photographs)

वायु फोटोचित्रों में निम्नांकित दो मुख्य दोष होते हैं—

1. **मापनी की असंगतता** (Inconsistency of Scale)—मानचित्र में सर्वत्र मापनी एकसमान होती है। अत: उसके प्रत्येक भाग में, मापनी के द्वारा निर्धारित सीमाओं के भीतर किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच की दूरी को सही-सही मापा जा सकता है। इसके विपरीत वायु फोटोचित्र में धरातल की ऊँचाई के अन्तरों तथा कैमरे व वायुयान के झुकाव (tilt) से उत्पन्न स्थिति सम्बन्धी त्रुटियों के फलस्वरूप मापनी में असंगतता आ जाती है अर्थात् वायु फोटोचित्र के एक भाग की मापनी दूसरे भाग की मापनी से भिन्न हो जाती है।

TOUCH 'n PASS

2. **व्याख्या की कठिनाई** (Difficulty of Interpretation)—वायु फोटोचित्र में धरातल के विवरणों को एक असामान्य (unusual) दृश्य बिन्दु (View-point) से देखा जाता है अत: उसकी सही-सही व्याख्या करने के लिए अभ्यास व अनुभव की आवश्यकता होती है।

प्र.4. भू-आकृतिविज्ञान, मिट्टी तथा जलविज्ञान में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग का उल्लेख कीजिए।
Explain the uses of air Photographs in Geodesy, Soil and Water.

उत्तर भू-आकृतिविज्ञान, मिट्टी तथा जलविज्ञान में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
(Uses of Air Photographs in Geodesy, Soil and Water)

विगत युद्ध काल में वायु फोटोचित्र भू-भौतिक विधियों का अधिक उपयोग मध्य-पूर्व तथा उत्तरी अफ्रीका के शुष्क क्षेत्रों में भू-प्रदेश विश्लेषण तथा तेल-शोधन में किया गया। संयुक्त राज्य अमेरिका तथा कनाड़ा में वायु फोटोचित्रों के भू-आकृतिक निर्वचन का अधिक विकास किया गया है। कनाडा तथा जापान में वायु फोटोग्राफ पर आधारित अनेक भू-आकृतिक अध्ययन किए गए हैं। उत्तरी अमेरिका के प्रेयरी क्षेत्र में विशुद्ध भू-आकृतिक शोध मानचित्रण से सम्बन्धित अनेक महत्त्वपूर्ण कार्य किये गए हैं, किन्तु कनाडा में इस प्रकार के कार्य अभियान्त्रिक प्रायोजनाओं—उत्तरी क्षेत्रों में रेल तथा सड़क निर्माण कार्यों के लिए किए गए हैं। प्राय: वनस्पति को सूचकांक मानकर भूप्रदेश मानचित्रण, ढाल वर्गीकरण, मूल पदार्थों के अभिज्ञान, अभियान्त्रिक मिट्टी प्रकारों आदि के कार्य सम्पन्न किए जाते हैं। इस कार्य के तीन वनस्पति प्रदेशों—टुंड्रा, उत्तरी वन तथा उत्तरी कठोर लकड़ी के वन को वनस्पति तथा धरातलीय पदार्थों के सम्बन्धों के फोटो निर्वचन के लिए कुन्जियों का निर्माण हुआ है। वायु प्रारूपों की अधिक विशेषीकृत कुन्जी 30,000 फीट ऊँचाई के वायु चित्रों पर आधारित है। उत्तरी ऑस्ट्रेलिया तथा मध्य-पूर्व के कुछ भागों में भूप्रदेश विश्लेषण अध्ययनों में निर्वचन कुन्जियाँ अधिकतर श्वाकृतिक ही थीं, क्योंकि निर्वचन में वनस्पति सूचकांक का महत्त्व अपेक्षाकृत कम था।

वायु फोटोचित्र प्रविधियों का उपयोग जापान, संयुक्त राज्य अमेरिका तथा अनेक अफ्रीकी देशों व चट्टानों, मिट्टी तथा वनस्पति और मिट्टी अपरदन की दशाओं को ज्ञात करने हेतु किया गया है।

मरू क्षेत्रों की वायुमण्डलीय दशाओं, वनस्पति के सामान्य अभाव तथा परावर्ती विशेषताओं के कारण इन क्षेत्रों में सर्ववर्णिक फोटोग्राफी की आवश्यकता अनुभव की गई है।

विश्व के शुष्क क्षेत्रों के बाहर मिट्टियों के अध्ययन में वायु फोटोग्राफी का उपयोग पूर्णतया उपलब्ध सूचना की प्रकृति पर निर्भर है। मिट्टी के प्रकार (soil profile) के रंगीन तथा सर्ववर्णिक फोटोचित्रों के त्रिविमितिदर्शीय परीक्षण यद्यपि वर्तमान तथा भावी दृष्टियों से महत्त्वपूर्ण हैं, तथापि यह सत्य है कि मिट्टी क्रमों के मानचित्रण में फोटोग्राफी का गौण स्थान है यहाँ तक कि अनेक विद्वानों के अनुसार धरातलीय जाँच की गहनता के कारण वायु फोटो प्रविधियों के अधिकांश लाभ निष्फल हो जाते हैं तो भी जहाँ मिट्टी-क्रमों की सीमाएँ अधिक विस्तृत हैं और जहाँ उनके धरातलीय रूप दृष्टिगोचर होते हैं, उन क्षेत्रों का वायु फोटोग्राफ पर सफल चित्रण किया गया है। इन क्षेत्रों के वायु मानचित्रण में रंगीन ऋणात्मक तथा मिथ्या रंगीन फिल्मों का उपयोग किया जा सकता है। जहाँ मिट्टियों के शोध तथा उनके मानचित्रण कार्य उनके कृषि तथा अभियान्त्रिकी आदि में उपयोग, उनकी धरातलीय विशेषताओं तथा वनस्पति सहयोगों से सम्बन्धित हैं, यहाँ वायु फोटोग्राफी का उपयोग किया जा सकता है। मध्य-पूर्व की भूमि उद्धरण तथा सिंचाई प्रायोजनाओं, सम्पूर्ण विश्व के अपरदन अध्ययनों, कनाडा और संयुक्त राज्य की भूप्रदेश मूल्यांकन प्रायोजनाओं तथा अन्य मुख्य व्यावहारिक अभियान्त्रिक कार्यक्रमों में वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग किए गए हैं।

प्र.5. जलाशयों एवं सीमान्त क्षेत्रों के अध्ययन में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग लिखिए।
Write the uses of Air Photo Techniques in Water Bodies and Surrounding Areas.

उत्तर जलाशयों एवं सीमान्त क्षेत्रों के अध्ययन में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
(Uses of Air Photo Techniques in Water Bodies and Surrounding Areas)

वायु फोटोग्राफी की नवीन प्रविधियों के उपयोग, जलाशयों एवं उनके सीमान्त क्षेत्रों के शोध एवं मानचित्रण कार्यों में किए जा सकते हैं। सामान्य फोटोग्राफी प्रक्रियाओं में, लहरों तथा धाराओं के चलने से, विशुद्ध त्रिविमितिदर्शीय गलन असम्भव तथा

आलेखन यन्त्रों का उपयोग यद्यपि कठिन हो जाता है तथापि दो वायुयानों द्वारा एक साथ फोटोग्राफी का कार्य करने से एक सेकण्ड के 1/200वें भाग का समकालीकरण (synchronization) सम्भव हो सका है। इससे तटीय क्षेत्रों तथा द्वीपों के फोटोमिति कार्यों और लहरों के आकार तथा आयाम (amplitude) के विरुद्ध मापन कार्यों में सहायता मिलेगी। इसके अतिरिक्त, स्थिर तथा प्लवमान मार्कर (fixed and floating markers) के साथ पुनरावृत्त समकालीकृत फोटोग्राफी (repeated synchronized photography) का उपयोग करने से लहर-प्रवाह को मापा जा सकता है, यद्यपि अधिक सन्तोषप्रद निष्कर्ष पारम्परानिष्ठ फोटोग्राफ पर प्लवमान मार्कर के मिथ्या लम्बन के विश्लेषण द्वारा ही प्राप्त किए जा सकते हैं।

अमेरिका के उत्तर-पूर्वी तट तथा सेण्टलॉरेन्स की खाड़ी में हिम-वितरण के मानचित्रण में विमानवाहित सर्वदर्शी यन्त्र (radar) तथा उपग्रहों का उपयोग किया गया है। सोवियत रूस की समुद्रविज्ञान शोध में आर्कटिक सागर के हिम-अध्ययनों में भी इस प्रकार के यन्त्रों का प्रयोग किया गया है। जलाशयों के निर्वचन में अवरक्त फोटोग्राफी तथा संवेदक प्रतिमावली के उपयोग अधिकाधिक किए जा रहे हैं। संयुक्त राज्य में तटीय मानचित्रण में जल-चिन्हों को अंकित करने में ज्वारभाटा नियन्त्रित अवरक्त फोटोग्राफी एक मानक प्रक्रिया है।

अन्तर्जलीय समस्याओं के समाधान में रंगीन तथा मिथ्या रंगीन फोटोग्राफी का उपयोग किया जा सकता है। जल तथा प्रकाश दशाओं पर निर्भर रहते हुए फिल्टर संयोग के साथ एक रंगीन फिल्म, लगभग आदर्श दशाओं में कैरेबियन में 70 फीट तक ही गहराई के फोटोग्राफ खींच सकती है। वर्तन सुधार (refraction correction) कर इन फोटों का उपयोग मानचित्रण तथा समोच्चरेखन के लिए आलेखन यन्त्रों में किया जा सकता है। बहुत अधिक गहराई तथा समुद्रतल की सूक्ष्म आकृतियों के चित्रण में जलमग्न कैमरों का उपयोग करना आवश्यक है।

प्र.6. वन, वनस्पति-विज्ञान तथा पारिस्थितिकी में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग का उल्लेख कीजिए।
Explain the uses of Air Photograph Techniques in Forest and Botanical Surveys.

उत्तर

वन, वनस्पति-विज्ञान तथा पारिस्थितिकी में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
(Uses of Air Photograph Techniques in Forest and Botanical Surveys)

युद्धोपरांत वर्षों में वनस्पति, विशेषकर वनों के फोटो निर्वचन में अधिक प्रगति हुई है। विभिन्न प्रविधियों की सहायता से वन क्षेत्रमिति (forest mensuration) पर महत्त्वपूर्ण मात्रात्मक कार्य किए गए हैं। वन फोटोग्राफी की विभिन्न प्रविधियों का उपयोग स्कैंडिनेविया, संयुक्त राज्य अमेरिका, कनाडा तथा फ्रांस में किया गया है जहाँ वन सेवा में मानक वायु-फोटो ग्राफ सूची-प्रक्रिया का अनुसरण किया जाता है। अन्तरूष्णवलयिक (intertropical) वन तथा वन भूमि के अधिकांश प्रकारों के अध्ययन में संशोधित विधियों का उपयोग किया गया है। न्यूफाउण्डलैण्ड तथा संयुक्त राज्य और कनाडा के अनेक भागों में वायु फोटोग्राफ से सम्पन्न वन-विश्लेषण का उपयोग भूदृश्य-विश्लेषण तथा अभियांत्रिक, कृषि एवं संसाधन विकास के मूल्यांकन में किया गया है।

इस समय वनस्पति निर्वचनकर्ता अपने विभिन्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए उपयुक्त मापकों पर वायु फोटो का चयन कर सकते हैं। ग्रामीण भू-उपयोग के फोटोग्राफी सर्वेक्षणों के लिए वनस्पति निर्वचन अत्यावश्यक है। इस प्रकार के अनेक फोटोग्राफी सर्वेक्षण यूरोप, जापान, पूर्वी अफ्रीका, दक्षिण पूर्वी एशिया, पोर्टोरिको तथा उत्तरी अमेरिका के अनेक भागों में युद्धोपरांत काल में किए गए हैं।

वन प्रकारों (वन सूची) के स्तरीकरण तथा मानचित्रण के अतिरिक्त वायु फोटोग्राफ की अनेक विधियों का पूरक उपयोग भी किया जा सकता है। उदाहरणार्थ, कीटविज्ञान, पुनरूत्पादन तथा स्थिति अध्ययनों और सड़कों, पदार्थों, नदियों आदि के लिए विशेष सर्वेक्षणों में वायु फोटोग्राफी के उपयोग किए जा सकते हैं। वायु फोटो पर जले हुए वन क्षेत्रों का परिसीमन तथा मापन सुगमतापूर्वक किया जा सकता है।

उष्ण कटिबन्धीय वन क्षेत्रों में वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। वनस्पति के वृहत् प्रकारों का विशुद्ध मानचित्रण वायु फोटोग्राफी से किया जा सकता है। वायु फोटो से उष्ण कटिबन्धीय वनों के अनेक प्रकारों को ज्ञात किया जा सकता है।

TOUCH 'n' PASS

उष्ण कटिबन्धीय वन क्षेत्रों में रंगीन फोटोग्राफी की सम्भावनाओं का अत्यल्प उपयोग किया गया है। रंगीन फोटो से मानचित्रण तथा त्रिविमितीय निर्वचन में अनेक कठिनाइयाँ आती हैं। उष्ण कटिबन्धीय वन क्षेत्रों के वर्गीकरण का कार्य वायु फोटो निर्वचन से विशुद्ध तथा विश्वसनीय रूप से किया जा सकता है।

वन क्षेत्रों के अतिरिक्त वनस्पति-विज्ञान, भू-वनस्पति-विज्ञान पारिस्थितिकी में भी वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग हैं। वनस्पति-विज्ञान तथा पादप-पारिस्थितिकी (Plant ecology) वन-विज्ञान से घनिष्ठत: सम्बन्धित है।

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. हवाई फोटोग्राफी की विधियाँ एवं वायु फोटोचित्रों के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
Describe the methods of air photography and types of air photographs.

उत्तर

हवाई फोटोग्राफी की विधियाँ
(Methods of Air Photography)

हवाई फोटोग्राफी करने की विधियों के दो भेद होते हैं—

1. **पिन बिन्दु फोटोग्राफी** (Pin-point Photography)—वायुयान से भू-पृष्ठ की किसी एक वस्तु विशेष का ऊर्ध्वाधर या तिर्यक फोटोचित्र खींचना पिन बिन्दु फोटोग्राफी कहलाता है। इस विधि में किसी एक भवन, कारखाना, पुल, हवाई अड्डा, रेलवे स्टेशन, बंकर या कोई अन्य स्थान की फोटोग्राफी की जाती है। इस विधि में एक या दो फोटोचित्र खींचना पर्याप्त होता है।
2. **ब्लॉक फोटोग्राफी** (Block Photography)—भू-पृष्ठ के विशाल क्षेत्रों के हवाई सर्वेक्षण करने के लिए पिन बिन्दु फोटोग्राफी के स्थान पर ब्लॉक फोटोग्राफी विधि प्रयोग में लाई जाती है। इस विधि में दिए हुए क्षेत्र को समान्तर पट्टियों (parallel strips) में बाँट दिया जाता है। तत्पश्चात् इन पट्टियों के ऊपर सर्पिल परिरूप में वायुयान उड़ाते हुए प्रत्येक पट्टी के अतिव्यापित फोटोचित्र खींचे जाते हैं। इस विधि में किसी पट्टी के दो क्रमागत फोटोचित्रों से 60% तथा दो संलग्न पट्टियों के फोटोचित्रों में 25 से 30% तक क्षेत्र अतिव्यापन होता है। इस अतिव्यापन से त्रिविमदर्शी या स्टीरियोस्कोप (Stereoscope) यन्त्र से देखने के योग्य फोटोचित्रों के जोड़े प्राप्त हो जाते हैं। स्टीरियोस्कोप यन्त्र के द्वारा नीचे दो क्रमागत एवं अतिव्यापित फोटोचित्र रखकर इन फोटोचित्रों में अंकित धरातल का त्रिविम (three-dimensional) स्वरूप देखा जा सकता है।

पिन-बिन्दु अथवा ब्लॉक फोटोग्राफी की किसी विधि को प्रयोग करने से पूर्व उड़ान के मौसम व फोटोचित्र खींचने के समय को गम्भीरतापूर्वक विचार कर लेना चाहिए। उदाहरणार्थ—पर्णपाती वनों के फोटोचित्र खींचने के लिए वसन्त काल अच्छा रहता है। इसी प्रकार फसल क्षेत्रों के फोटोचित्रों के लिए वह मौसम चुना जाता है जब खेतों में फसल खड़ी हो। फोटोग्राफी में प्रकाश का विशेष ध्यान रखा जाता है। अत: वायु फोटोचित्र खींचने के लिए 1 व 2 बजे तक का समय सर्वोत्तम माना जाता है। प्रात:काल या सायंकाल में खींचे गए वायु फोटोचित्रों में धरातलीय विवरणों की लम्बी-लम्बी छायाएँ अंकित हो जाती हैं जिससे फोटोचित्रों में अन्य बहुत से विवरण ओझल हो जाते हैं। इसके अतिरिक्त उड़ान के समय आकाश मेघरहित एवं स्पष्ट होना आवश्यक है।

वायु फोटोचित्रों के प्रकार (Types of Air Photographs)

डॉ० जे०पी० भार्मा ने अपनी पुस्तक 'प्रायोगिक भूगोल' में वायु फोटोचित्रों को तीन भागों में विभाजित किया है—

I. ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र (Vertical Photographs)
II. क्षैतिज या पार्थिव फोटोचित्र (Horizontal or Terrestrial Photographs)
III. तिर्यक फोटोचित्र (Oblique Photographs)

I. **ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र** (Vertical Photographs)—क्षैतिज उड़ान (level flight) भरते हुए वायुयान में कैमरे को लम्बवत् नीचे की ओर झुकाकर लिए गए वायु फोटोचित्र ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र कहलाते हैं। यद्यपि सिद्धान्त रूप में ऐसे वायु फोटोचित्र खींचते समय कैमरे का अक्ष धरातल पर ठीक लम्बवत् होना चाहिए, परन्तु व्यवहार में सदैव ऐसा कर पाना सम्भव नहीं होता। अत: यदि कैमरे का अक्ष लम्ब दशा में 2–3 अंश कम या अधिक हो तो भी प्राप्त फोटोचित्र को

TOUCH 'n PASS

ऊर्ध्वाधर मान लिया जाता है। इस प्रकार के वायु फोटोचित्र में धरातल का प्लान दृश्य (plan view) आता है, जो आकाश में उड़ते हुए किसी पक्षी के द्वारा लम्बवत् नीचे की ओर देखे गए दृश्य के समान होता है। वायु फोटोचित्रों से मानचित्रण करने के लिए इसी प्रकार के फोटोचित्रों को प्रयोग में लाते हैं।

II. **क्षैतिज या पार्थिव फोटोचित्र** (Horizontal or Terrestrial Photographs)—ये फोटोग्राफ धरातल पर स्थित कैमरा स्टेशन से फोटोथ्योडोलाइट से लिए जाते है। कैमरा का अंश अधिकांश तथा अधिक ऊँचे उठे दृश्य पर क्षैतिज होता है। ऐसे फोटोग्राफ अधिकांशतया उन स्थानों के लिए जाते हैं जो वास्तुकला या पुरातत्त्व विज्ञान की दृष्टि से महत्त्वपूर्ण होते हैं।

III. **तिर्यक फोटोचित्र** (Oblique Photographs)—तिर्यक फोटोचित्र खींचने के लिए वायुयान में रखे गए कैमरे को धरातल की ओर गत (Inelined) दिशा में स्थिर करके लक्ष्य करते हैं, जिससे फोटोचित्रों में धरातलीय विवरणों के पार्श्व दृश्य (side-views) दिखाई देते हैं। इस प्रकार ये फोटोचित्र किसी ऊँची मीनार या पर्वत चोटी से खींचे गए फोटोचित्रों के समान होते हैं। फोटोचित्र लेते समय कैमरे को धरातल की ओर कितना झुकाया गया है, इस आधार पर तिर्यक फोटोचित्रों के निम्नलिखित दो उप-भेद होते हैं—

1. उच्चकोण तिर्यक फोटोचित्र (High angle oblique photograph)
2. अल्पकोण तिर्यक फोटोचित्र (Low angle oblique photograph)

उच्चकोण तिर्यक फोटोचित्र में कैमरे को केवल थोड़ा-सा नीचे की ओर झुकाते हैं। इस प्रकार के फोटोचित्रों की मुख्य पहचान यह है कि इनमें विवरणों के पार्श्व-दृश्यों के साथ-साथ क्षितिज (horizon) भी दिखाई देती है। इसके विपरीत जिन तिर्यक फोटोचित्रों में क्षितिज दिखाई नहीं देती है, उन्हें अल्पकोण तिर्यक फोटोचित्र कहा जाता है। इन फोटोचित्रों में कैमरे को नीचे की ओर इतना अधिक झुका देते हैं कि उसमें क्षितिज का दृश्य अंकित नहीं हो पाता है। यहाँ यह पुन: समझ लेना चाहिए कि 'उच्च' (high) या 'अल्प' (low) शब्द का अभिप्राय कैमरे के कोण से होता है तथा इन शब्दों का वायुयान की ऊँचाई से कोई सम्बन्ध नहीं है।

वायु फोटोचित्रों की ऊर्ध्वाधर एवं तिर्यक प्रकारों की परस्पर तुलना करने पर कई बातें स्पष्ट होती हैं। तिर्यक फोटोचित्रों को देखकर विवरणों को सरलतापूर्वक पहचाना जा सकता है, क्योंकि उसमें विवरणों की थोड़ी बहुत ऊँचाइयाँ भी दिखाई देती हैं। इस कारणवश तिर्यक फोटोचित्रों की व्याख्या करना अपेक्षाकृत सरल होता है तथा फोटोचित्रों में आगे की ओर स्थित भवनों तथा अन्य वस्तुओं की ऊँचाइयों का बहुत कुछ सही-सही अनुमान लगाया जा सकता है। तिर्यक फोटोचित्रों की सहायता से वृक्षों के नीचे रखी गई वस्तुओं को भी पहचाना जा सकता है। अत: युद्ध काल में शत्रु के द्वारा वृक्षों के नीचे छिपाकर रखे गए टैंकों, वाहनों, रसद-भण्डारों व शस्त्रागारों का पता लगाने के लिए ये वायु फोटोचित्र बहुत उपयोगी होते हैं। परन्तु इस प्रकार के फोटोचित्र में मृतक क्षेत्र (Dead ground) अर्थात् ऊँचे विवरणों के पीछे स्थित व दिखाई देने वाला क्षेत्र इतना बढ़ जाता है तथा मापनी में इतने बड़े अन्तर आ जाते हैं कि उनसे मानचित्रण करना अत्यन्त कठिन हो जाता है। इसके विपरीत ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र में समूचा क्षेत्र स्पष्ट दिखाई देता है तथा दिशा व दूरी दोनों करीब-करीब शुद्ध होती हैं अत: मानचित्रों में ऐसे फोटोचित्रों का सीधा प्रयोग करना सम्भव होता है।

ऊर्ध्वाधर फोटोचित्रों की मुख्य समस्या व्याख्या सम्बन्धी कठिनाई है, जो रंगों के अभाव में और अधिक बढ़ जाती है। चूँकि ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र में धरातलीय विवरणों का केवल प्लान अंकित होता है अत: इन्हें देखने से ऐसा प्रतीत होता है कि मानो पर्वत, टीले, भवन तथा वृक्ष आदि धरातल के सभी विवरण अपनी ऊँचाइयों को खोकर एकदम सपाट हो गए हैं, जिसके फलस्वरूप जाने-पहचाने स्थान व वस्तुएँ भी फोटोचित्र में अपरिचित-सी लगती हैं। इस कारणवश ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र की सही-सही व्याख्या करने के लिए विशेष ज्ञान व उपकरणों की आवश्यकता होती है।

इसी प्रकार व्याख्या की दृष्टि से उच्चकोण तिर्यक फोटोचित्रों की अपेक्षा अल्पकोण तिर्यक फोटोचित्र अधिक सरल होते हैं। उच्चकोण तिर्यक फोटोचित्र में कैमरे का अक्ष क्षैतिज तल से लगभग 20 या 30 अंश नीचे की ओर झुका होता है जिससे उसमें क्षितिज तल का दृश्य अंकित हो जाता है। इसके विपरीत अल्पकोण तिर्यक फोटोचित्र में कैमरे का अंश 60 अंश तक झुका हुआ हो सकता है। फलत: उसमें उच्चकोण तिर्यक फोटोचित्र की अपेक्षा बहुत छोटे क्षेत्र का दृश्य अंकित होता है जिसे सफलतापूर्वक पहचाना जा सकता है।

TOUCH 'n' PASS

प्र.2. वायु फोटोचित्रों की व्याख्या विस्तार से कीजिए।
Describe the interpretation of air photographs.

उत्तर

वायु फोटोचित्रों की व्याख्या
(Interpretation of Air Photographs)

वायु फोटोचित्रों की सही-सही व्याख्या करने के लिए पर्याप्त अनुभव एवं फोटोग्राफमिति का विशेष ज्ञान होना आवश्यक है। यद्यपि वायु फोटोचित्रों को कैमरे से खींचा जाता है तथापि सामान्य व्यक्ति के लिए इन फोटोचित्रों की व्याख्या करना अथवा उनमें अंकित विवरणों की सही-सही पहचान करना अति कठिन कार्य है। इसके दो कारण हैं—प्रथम, अधिकांश फोटोचित्रों में रंगों का अभाव होता है अर्थात् उनमें सभी विवरण काले-सफेद होते हैं जिससे उन विवरणों को पहचानना कठिन हो जाता है। द्वितीय, ऊर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र में धरातल का जो रूप अंकित होता है, उससे वह पूर्णत: अपरिचित होता है, क्योंकि उस रूप को उसने अपनी आँखों से कभी नहीं देखा। वायुयान में बैठकर भी लम्बवत् नीचे की ओर धरातल को देखना सम्भव नहीं होता है। इसके विपरीत कुशल पाठक के लिए ये फोटोचित्र खुली हुई पुस्तक के समान होते हैं तथा वह इन्हें देखकर सम्बन्धित क्षेत्र के उच्चावच, वनस्पति, कृषि, भूमि-उपयोग, आर्थिक विकास एवं समाज-सांस्कृतिक प्रतिरूपों का सहज ज्ञान प्राप्त कर लेता है।

वायु फोटोचित्रों की व्याख्या के सात मुख्य आधार या कुन्जियाँ हैं, जिनकी सहायता से अपरिचित से प्रतीत होने वाले विवरणों की पहचान करना तथा फोटोचित्र में स्पष्ट न दिखाई देने वाली बहुत-सी वस्तुओं की स्थितियों का बहुत कुछ सही-सही अनुमान लगाना सम्भव है। इन आधारों को संक्षेप में समझाया गया है—

1. **आकार** (Size)—वायु फोटोचित्र में अनेक विवरणों को उनके आकार से पहचान लिया जाता है। उदाहरणार्थ—हम जानते हैं कि मिल व कारखानों की तुलना में निवास-गृह प्राय: छोटे आकार के होते हैं अत: फोटोचित्र में दोनों की अलग-अलग पहचान हो जाती है। इसी प्रकार खेतों का आकार देखकर कृषि सघनता का अनुमान लगाया जा सकता है। सड़कों व रेलमार्गों की चौड़ाई के आधार पर उनके प्रकार ज्ञात हो जाते हैं। संक्षेप में, हम बहुत-सी वस्तुओं के मानक आकार जानते हैं। अत: इस ज्ञान के आधार पर उन वस्तुओं को वायु फोटोचित्र में पहचाना जा सकता है। परन्तु इसके लिए फोटोचित्र की मापनी को सुनिश्चित कर लेना परम आवश्यक है।
2. **आकृति** (Shape)—वायु फोटोचित्र के विश्लेषण में वस्तुओं की आकृति के पूर्व ज्ञान से उन्हें पहचानने में महत्त्वपूर्ण सहायता मिलती है। सामान्यतया यह देखा जाता है कि धरातल पर प्राकृतिक लक्षणों की आकृति अनियमित तथा मानव द्वारा निर्मित वस्तुओं या स्थानों की आकृति नियमित होती है। उदाहरणार्थ एकांकी भवन व कारखाने, खेत, सड़कें व रेलमार्ग, नहरें व रजवाड़े, खेल के मैदान, बाग-बगीचे आदि सभी लक्षण नियमित ज्यामितीय आकृति वाले होते हैं। इसके विपरीत नदी-नालों, झीलों, तालाबों, मरुस्थलों व वनों की आकृति अनियमित होती है। परन्तु इसके कुछ अपवाद भी हैं, जैसे—खान की आकृति अनियमित होती है, जबकि किसी एकांकी झाड़ा की आकृति नियमित हो सकती है। यही कारण है कि सैनिक बैरको, बंकरों, वाहनों तथा अन्य युद्ध सामग्रियों का अनियमित आकृतियों में छद्मावरण (camouflage) किया जाता है जिससे वायुयान में बैठे शत्रु के सैनिकों को उनका पता न चल सके।
3. **आभा** (Tone or shade)—वायु फोटोचित्र में धूसर (grey) रंग की अनेक आभाएँ होती हैं। इन आभाओं का गहरापन धरातल के द्वारा ऊपर की ओर परावर्तित (reflected) प्रकाश की मात्रा पर निर्भर करता है। चूँकि भिन्न-भिन्न विवरणों के द्वारा अलग-अलग मात्रा में प्रकाश का परावर्तन होता है। अत: फोटोचित्र में आभाओं की भिन्नता उत्पन्न हो जाती है। कोई सतह ऊपर की ओर जितनी अधिक मात्रा में प्रकाश का परावर्तन करती है, ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र में उस सतह की आभा उतनी ही हल्की होगी तथा जिन सतहों से प्रकाश कम मात्रा में परावर्तित होता है, उनकी आभाएँ अधिक भारीपन लिए होती हैं। आभाओं के गहरेपन का यह अन्तर विवरणों की पहचान में बहुत सहायक होता है। उदाहरणार्थ, ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र में स्वच्छ जल गहरा धूसर या काला प्रतीत होता है तथा गंदला जल हल्का भूरा दिखाई देता है। यद्यपि हमें कोलतारी सड़क रेलमार्गों की अपेक्षा अधिक काली दिखाई देती है, परन्तु ऊर्ध्वाधर फोटोचित्र में उसकी आभा रेलमार्गों की आभा से हल्की होती है। इसका कारण यह है कि सड़क की चिकनी सतह प्रकाश को अधिक मात्रा में परावर्तित कर देती है जबकि पटरियों के मध्य में पड़ी हुई बजरी प्रकाश के परावर्तन को कम कर देती है। वायु फोटोचित्रों में रेत का रंग प्राय: सफेद दिखाई देता है। इसी प्रकार तर जमीन शुष्क भागों की अपेक्षा अधिक गहरे रंग की प्रतीक होती है। वायु फोटोचित्र में किसी खेत की आभा का गहरापन फसल की लम्बाई पर निर्भर करता है। सामान्यत: लम्बी फसलों वाले खेतों

TOUCH 'n' PASS

की आभा गहरी होती है, परन्तु गेहूँ की पकी हुई फसल की आभा हल्के रंग की होती है। इन्हीं हल्की गहरी आभाओं के आधार पर स्थलाकृतियों का विभाजन व विश्लेषण किया जाता है।

4. **गठन** (Texture)—वायु फोटोचित्र में किसी आभा की बनावट अर्थात् उसमें मिलने वाले लघु अन्तरों का प्रतिरूप गठन कहलाता है। इस प्रकार वायु फोटोचित्र में किसी वस्तु की आभा उसके गठन से सम्बन्धित होती है। यह गठन कई प्रकार का हो सकता है, जैसे—एकसमान चिकना (smooth), चितकबरा (mottled) तथा धारीदार (streak) आदि। गठन के इन अन्तरों से विवरणों को पहचानने में पर्याप्त मदद मिलती है। उदाहरणार्थ, ऊर्ध्वाधर वायु फोटोचित्र में जुते हुए खेत का गठन धारीदार, झाड़ियों का महीन चितकबरा तथा वनों का मोटा चितकबरा होता है।
5. **परछाई** (Shadow)—तिर्यक वायु फोटोचित्र की व्याख्या में विवरणों की परछाइयाँ तीन प्रकार से हमारी सहायता करती हैं। **प्रथम,** ऊर्ध्वाधर फोटोचित्रों में विवरणों का जो रूप दिखाई देता है उसे हम वास्तविक जीवन में कभी नहीं देख पाते, परन्तु तिर्यक फोटोचित्रों में विवरणों की परछाइयाँ ठीक वैसी ही होती हैं जैसी कि हम धरातल पर देखते हैं। अत: फोटोचित्र में बहुत से विवरणों को उनकी परछाइयों से पहचाना जा सकता है। इसके अतिरिक्त परछाई की स्थिति से यह पता लग जाता है कि सम्बन्धित विवरण सामान्य धरातल से ऊँचा है अथवा नीचा है। यदि परछाई विवरण के बाहर है तो विवरण ऊँचा होगा और यदि परछाई विवरण के भीतर स्थित है तो विवरण सामान्य धरातल से नीचा होगा। **द्वितीय,** परछाइयों की सहायता से वस्तुओं की ऊँचाइयों का अनुमान लगाया जा सकता है। यदि हमें किसी ऐसी वस्तु की ऊँचाई ज्ञात है जो फोटोचित्र में अंकित है तो हम इस ऊँचाई की उस विवरण की परछाई की लम्बाई से तुलना करके वस्तुओं की ऊँचाइयों का परछाई की लम्बाई से सम्बन्ध ज्ञात कर सकते हैं। इस सम्बन्ध के आधार पर फोटोचित्र में अंकित किसी भी विवरण की ऊँचाई परिकलित की जा सकती है। **तृतीय**, यदि फोटोचित्र खींचने का समय व क्षेत्र का अक्षांशीय विस्तार ज्ञात है तो विवरणों की परछाइयाँ देखकर फोटोचित्र में दिशाएँ ज्ञात की जा सकती हैं। व्याख्या के दृष्टिकोण से लम्बी परछाइयों वाले फोटोचित्र अच्छे माने जाते हैं, क्योंकि इनमें विवरणों की पहचान करना अपेक्षाकृत सरल होता है। इसके विपरीत मानचित्रण के विचार से छोटी परछाइयों वाले फोटोचित्र अधिक उपयोगी होते हैं, क्योंकि लम्बी परछाइयों में बहुत से विवरण अनावश्यक रूप से ओझल हो जाते हैं।
6. **गमन मार्ग** (Approach)—कभी-कभी वायु फोटोचित्र में पवन मार्गों को देखकर बहुत से दृष्टि से ओझल विवरणों का अनुमान लग जाता है। प्रत्येक मानव बस्ती या एकाकी वासगृह तक पहुँचने का कोई न कोई मार्ग अवश्य होता है। अत: यदि फोटोचित्र में कोई रथ्या, खच्चर मार्ग या पगडण्डी अचानक समाप्त हो जाती है तो यह समझ लिया जाता है कि वहाँ कोई ऐसा एकाकी वासगृह या अन्य मानवकृत स्थान अवश्य स्थित है जो वनस्पति या किसी अन्य आचरण के कारण वायु फोटोचित्र में अंकित नहीं हो सका है। युद्धक्षेत्र में शत्रु के द्वारा छद्मावरण किए गए सैनिक साज-सामान का पता लगाने में यह तकनीक बहुत उपयोगी होती है।
7. **सम्बन्ध** (Relationship)—किसी क्षेत्र में स्थित वस्तुओं पर विवरणों में निश्चित अन्तर्सम्बन्ध होता है, जिसके आधार पर उनको फोटोचित्र में पहचाना जा सकता है। उदाहरणार्थ, यदि फोटोचित्र में कोई बड़ा जलाशय व उससे निकलने वाली नहरें दिखाई देती हैं तो वहाँ बाँध व विद्युत घरों के होने का अनुमान लगाया जा सकता है। इसी प्रकार चिमनियाँ व रेलमार्ग वाले अहातों से कारखानों का, बड़े भवन व उसके समीप स्थित खेल के मैदान से स्कूल या कॉलेज का, नगर के आसपास मिले हुए छोटे-छोटे मकानों के समूह से गन्दी बस्ती (slum) का हवाई पट्टियों से वायु अड्डे का तथा रेल लाइनों के जाल से रेलवे स्टेशन का संकेत मिल जाता है।

प्र.3. वायु फोटोचित्रों की प्रविधियों के प्रयोगों का वर्णन कीजिए।
Describe the uses of aim photographs techniques.

उत्तर

वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग
(Uses of Air Photographs Techniques)

व्यावहारिक अभियान्त्रिकी आयोजन, प्रारम्भिक सर्वेक्षण तथा निर्माण अवस्थाओं में वायु फोटो प्रविधियों के व्यावहारिक उपयोग के लिए बहुत अधिक सम्भावनाएँ प्रस्तुत करता है। सामान्यत: ये वायु फोटोचित्र प्रविधियाँ धरातलीय दशाओं के त्वरित एवं विश्वसनीय मूल्यांकन के लिए ऐसे साधन प्रस्तुत करती है जिनका पूर्णरूपेण अन्वेषण क्षेत्र-सर्वेक्षण द्वारा किया जा सकता है।

TOUCH 'n' PASS

परिणामस्वरूप, एक अभियांत्रिक कार्यक्रम में वास्तविक आयोजन और क्षेत्र कार्य के आरम्भ में ही आदर्श दशाओं तथा कठिनाईयों का अनुमान लगाया जा सकता है। चूँकि ये अध्ययन अभिगम्यता तथा दुर्गम जलवायु वाले क्षेत्रों में भी सम्पन्न किए जा सकते हैं, अत: ऐसे अध्ययन धरातलीय विधियों द्वारा सम्पन्न अध्ययनों की अपेक्षा अधिक लाभप्रद होते हैं।

ज्ञातव्य है कि वायु फोटोचित्र प्रविधियों में धरातलीय सर्वेक्षणों का भी उपयोग किया जाता है। धरातलीय सर्वेक्षणों के उपयोग से वायु फोटोचित्र प्रविधियों की कुशलता और भी बढ़ जाती है।

वायु फोटो प्रविधियों के व्यावहारिक उपयोग निम्नलिखित अभियान्त्रिक कार्यों में किए जा सकते हैं—

1. मार्ग-स्थिति (सड़क, रेल, नाली, नहर, संचारवाहन, लाइनें)
2. स्थान-स्थिति (हवाई अड्डे, नगर, उद्योग, सैनिक संस्थान, बाँध आदि)
3. पदार्थ-स्थिति (कंकड़, रेत, गोलाष्म, चिकनी मिट्टी, चट्टान आदि)
4. जल-संसाधन अध्ययन (भू-जल, अन्त:सरण, अपवाह, आदि)
5. जल-उपयोग तथा जल-नियमन अध्ययन (जलपूर्ति, जलविद्युत, नौचालन, बाढ़ नियन्त्रण, निकाय आदि)
6. तट एवं बन्दरगाहों के अध्ययन
7. विशेष अध्ययन (निर्माण समस्याएँ, भूमि-स्खलन क्षेत्र, अनुसन्धान आयोजन, स्थायी तुषार भूमि के अध्ययन तथा नगरपालिका, नगरीय अथवा प्रादेशिक अध्ययन)।

1. **मार्ग-स्थिति**—दो स्थानों अथवा दो बिन्दुओं के मध्य उत्तम मार्ग का चयन मार्ग-स्थिति की सामान्य समस्या है। दो बिन्दुओं के मध्य ऐसे मार्ग का चयन किया जाना चाहिए जो आर्थिक दृष्टि से लाभप्रद तथा सेवाएँ प्रदान करने में उत्तम हो। सैद्धान्तिक दृष्टि से उत्तम परिवहन मार्ग को कच्चे माल क्षेत्र तथा पणन क्षेत्र के मध्य लम्बवत् रेखा का अनुसरण करना चाहिए। फोटो निर्वचन तथा सम्बन्धित प्रविधियों का उपयोग मार्ग-स्थिति के कार्य में किया जा सकता है। वायु फोटोचित्र प्रविधियाँ सड़क तथा रेल-स्थिति के लिए उपयोगी सूचना प्रदान करती है और इन कार्यों में इन प्रविधियों का अनेक रूपों में उपयोग किया जा सकता है।

   प्रदेश के प्रारम्भिक सर्वेक्षण में सीमान्त बिन्दुओं के मध्यवर्ती वृहत् धरातलीय आकारों, झीलों, नदियों तथा दलदलों आदि के सम्बन्ध में सामान्य फोटोग्राफ के रूप वक्रों (lay-downs) तथा सम्पर्क प्रतियों (contact point) से प्राप्त की जा सकती है। वायु फोटोग्राफ के परीक्षण से भूदृश्य का सतत् चित्र प्राप्त किया जा सकता है तथा इनमें मानचित्रीय आधार होने के कारण भूदृश्य का मापन तथा परीक्षण भी किया जा सकता है।

   प्रारम्भिक सर्वेक्षण के पश्चात् मार्ग-स्थिति कार्य की प्रारम्भिक अवस्था आरम्भ होती है। इस प्रारम्भिक अवस्था में रूपांकन तथा निर्माण-व्यय आदि के सम्बन्ध में सूचना संगृहीत की जाती है। वायु फोटोचित्र प्रविधियों से मात्रात्मक तथा गुणात्मक दोनों प्रकार के कार्य किए जा सकते हैं। ये मानचित्र समस्त प्रारम्भिक आयोजन उद्देश्यों के लिए उपयुक्त होने चाहिए। गुणात्मक दृष्टि से वायु फोटो विधियों से अधिक विस्तृत तथा उपयोगी निष्कर्ष प्राप्त किए जा सकते हैं।

   सड़कों तथा रेल लाइनों के सदृश्य नहरों के निर्माण तथा पाइप एवं संचार लाइनों को बिछाने में भी वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। नहरों के निर्माण में मिट्टी, चट्टानों, निकास तथा कटाव, संचार लाइनों के बिछाने में धरातलीय दशाओं और पाइप लाइनों के बिछाने में भू-जल की संक्षारण (Corrosion) दशाओं के अर्थ—निर्वचन अध्ययन के पश्चात् वायु फोटो प्रविधियों की सहायता से नहरों के निर्माण तथा संचार एवं पाईप लाइनों की स्थापना के कार्य किए जा सकते हैं।

2. **स्थान-स्थिति**—स्थिति चयन की समस्या मार्ग-चयन के सदृश्य ही है। हवाई अड्डे की स्थिति ऐसे क्षेत्र में चुनी जानी चाहिए जो जलवायु, वायु तथा धरातल की प्रतिकूल दशाओं से सुरक्षित रहे और जहाँ यात्रियों को अधिकाधिक सुविधाएँ प्राप्त हो सकें। हवाई अड्डों तथा औद्योगिक एवं सैनिक संस्थानों की स्थापना में वायु फोटो के अनेक उपयोग किए जा सकते हैं। पुलों, छोटे भवनों आदि के लिए भी उचित स्थलों के चयन तथा उनकी रचना में वायु फोटोचित्र प्रविधियों के उपयोग किए जा सकते हैं। अक्षत भूमि तथा अनिर्मित क्षेत्रों का अध्ययन भी वायु फोटोग्राफी की सहायता से किया जा सकता है।

3. **पदार्थ-स्थिति**—प्राकृतिक संसाधनों की स्थिति ज्ञात करने के लिए वायु फोटोचित्रों का उपयोग किया जा सकता है। फोटोमिति विधियों का उपयोग भग्नाश्म राशि (tallus) के संग्रह और धरातल पर जमी हुई रेत, मिट्टी, बजरी, गोलाष्म

TOUCH 'n' PASS

(boulders) तथा चिकनी मिट्टी का अनुमान लगाने में किया जा सकता है। त्रिविमितीय विधियों की सहायता से वनों का अनुमान लगाया जा सकता है। धरातल के ऊपर पाए जाने वाले प्राकृतिक पदार्थों के चित्रालेखमापकीय (planimetrical) क्षेत्र को मापा जा सकता है। वायु फोटोग्राफ से भू-वैज्ञानिक तथा क्षेत्रीय सन्दर्भ प्राप्त होने के कारण उनसे धरातलीय पदार्थों की अपेक्षा भूमिगत पदार्थों का परिसीमन अधिक सुगमता से किया जा सकता है।

4. **जल संसाधन अध्ययन**—जल संसाधनों के क्षेत्र में वृष्टि, वाष्पोत्सर्जन एवं अन्तरोधन (interception) अन्त:सरण (infiltration) भू-जल तथा अपवाह में वायु फोटोचित्र विधियों का अनेक प्रकार से व्यावहारिक उपयोग किया जा सकता है।

वृष्टि-अध्ययनों (precipitation studies) में वायु फोटो प्रविधियों के बहुत कम व्यावहारिक उपयोग किए जा सकते हैं। वास्तव में, वृष्टि-अध्ययनों में वायु फोटोचित्रों के दो मुख्य उपयोग हैं : **प्रथम,** नए तथा प्रदर्शक वर्षामापी केन्द्रों की स्थापना और हिम प्रतिचयन अध्ययनों में तथा **द्वितीय,** विभिन्न वर्षा तथा हिममापी केन्द्रों की सांख्यिकी से सम्बन्धित कार्यों में। चयनात्मक अनुक्रमिक फोटोग्राफी (selective sequential photography) का उपयोग हिम के आकलन में किया जा सकता है।

वाष्पोत्सर्जन (evapotranspiration) अध्ययनों में भी वायु फोटोग्राफी के अनेक उपयोग सम्भव हैं। शत-प्रतिशत वाष्पीकरण सम्भावनाओं वाली झीलों, सरिता-सतहों, नदी-तलों तथा दलदलों के मापन तथा परिसीमन कार्य वायु फोटो विश्लेषण तथा निर्वचन से सुगमतापूर्वक तथा कम व्यय में किए जा सकते हैं। वायु फोटोग्राफों के निर्वचन से वाष्पीकरण तथा मिट्टी वाष्पीकरण को प्रभावित करने वाली अनेक वनस्पति-मिट्टी निकास भू-उपयोग जटिलताओं का अन्वेषण किया जा सकता है।

अन्त:सरण (infiltration) के विश्वसनीय अनुमान लगाने के लिए विश्वसनीय अन्त:सरण सांख्यिकी की आवश्यकता होती है। वायु फोटोचित्र प्रविधियों से एक क्षेत्र का विभिन्न चट्टानी दशाओं, मिट्टी दशाओं (गहराई, कणाकार आदि), वनस्पति आवरण, भू-उपयोग, धरातलनिकास-जाल तथा धरातल के आधार पर वर्गीकरण किया जा सकता है। तत्पश्चात् वायु फोटो परीक्षण से प्रदर्शक क्षेत्रों का चयन और कुल अन्त:सरण लुप्त अन्त:सरण तथा भूमिगत अपवाह आदि का पूर्णरूपेण विश्लेषण किया जा सकता है।

भू-जल (groundwater) अध्ययन के क्षेत्र में चट्टानों के प्रकार (भेद्य तथा अभेद्य, स्थूल अथवा संस्तरित) तथा चट्टानों की जलवहन अथवा जलसंग्रह क्षमताओं में वायु चित्रों का उपयोग किया जा सकता है। वायु फोटोचित्र निर्वचन तथा भू-जल के ज्ञान से एक क्षेत्र भू-जल सम्भावनाओं का अपेक्षाकृत व्यापक मूल्यांकन किया जा सकता है।

5. **जल-उपयोग तथा जल-नियमन**—वायु फोटोचित्र प्रविधियों के मुख्य उपयोग धरातल निकास-जाल के परिसीमन, क्षेत्रीय (बेसिन) तथा नदी ज्यामिती, अन्त:सरण जटिलताओं तथा अवसादन एवं नदी क्षेत्रों के अध्ययन में किए जा सकते हैं। वायु फोटोग्राफी के उपयोग से समान चौड़ाई तथा सीधी, लम्बाई के क्षेत्रों, चट्टानी धरातलों तथा उपयुक्त बाँधों की स्थापना तथा अभिघर्षण, अवसादन अथवा सहायक व्यतिकरण का मूल्यांकन किया जा सकता है।

वायु फोटोचित्र तथा मोजैक पर मुख्य नदियों के सम्पूर्ण मार्गों को विस्तृत रूप में स्पष्टता से दर्शाया जा सकता है। इन वायु फोटोग्राफों पर प्रत्येक वक्र, नदिका (runlet), गोयिका (bar) तथा वाहिका (शुष्क अथवा आर्द्र) स्पष्ट दिखाई देती है। त्रिविमितिदर्शी (stereoscope) द्वारा सावधानीपूर्वक निरीक्षण का प्रत्येक झरने, खाँचे (riffle) प्रपात तथा जलबालू-उत्थान (shoal) का पता लगाया जा सकता है।

अवसादन (sedimentation) अध्ययन में वायु फोटोचित्र विधियों के अनेक उपयोग हैं। नदी का एक सामान्य अवसादन प्रारूप उसके भू-आकृतिक इतिहास तथा विकास अवस्था का कार्य करता है। अवसादन सामान्यत: सम्भाव्य भू-आकृति तथा ज्यामिती बिन्दुओं पर होता है। इन बिन्दुओं को वायु फोटो पर सरलता से ज्ञात किया जा सकता है। वायु फोटोचित्रों पर वास्तविक जमावों की रूपरेखा तुरन्त बनाई जा सकती है और श्वाकृति विश्लेषण द्वारा उनके आकार को भी ज्ञात किया जा सकता है। केमरन (Cameron) ने लहर तथा ज्वार-भाटा वेग के फोटोमिति मापन के परिणामों का अभिलेखन किया है। वायु फोटोग्राफी द्वारा तट-कटाव के विगत, वर्तमान तथा भावी क्षेत्रों का मानचित्रण किया जा सकता है। साथ ही वायु फोटोग्राफी द्वारा बाढ़-विस्तार क्षेत्रों का निर्धारण और तटीय दशाओं की रचना, खुरदरापन तथा वनस्पति को ज्ञात किया जा सकता है।

TOUCH 'n PASS

6. **तट तथा बन्दरगाह अध्ययन**—तट एवं बन्दरगाह अध्ययन पदार्थों के अपरदन, परिवहन तथा निक्षेपण से सम्बन्धित है। वायु फोटोचित्रों पर तट तथा बन्दरगाहों से सम्बन्धित निम्न तत्त्वों के बारे में सूचना प्राप्त की जा सकती है—
   (i) तट रूपरेखा (ढाल तथा कगार की चौड़ाई) का विस्तृत ज्ञान,
   (ii) लहर तथा भग्नोर्मि (surf) का विस्तृत ज्ञान (लम्बाई, आवृत्ति, आकार, ऊँचाई, दिशा, बर्तन, प्रारूप, वायु-प्रभाव, भग्नोर्मि प्रारूप तथा वायु गति का मापन आदि),
   (iii) लहरों (स्थिति, दिशा तथा गति) का विस्तृत ज्ञान,
   (iv) पर्यावरण आकृतियों (तटीय तथा तटदूर आकृतियों, रोधिका, नदी-मुख तथा लहर एवं तरंग) का विस्तृत ज्ञान,
   (v) ज्वार-भाटा आप्लावन (inundation) का विस्तृत ज्ञान,
   (vi) धूसर छायाधन (gray tones) तट-बालू, सापेक्षित गहराई, समुद्री वनस्पति के जमाव, मलिन धब्बों (turbidity stains) तथा लहरों के प्रभावादि का विस्तृत ज्ञान।
7. **विशिष्ट निर्माण समस्याओं की स्थिति तथा मूल्यांकन**—विभिन्न प्रकार के प्राचीन तथा आरम्भिक भू-सरकन, भू-सरकन के क्षेत्र, विद्यमान आरम्भिक तथा भारी अपरदन के क्षेत्र और अधिक लवणता तथा संक्षारण आदि निर्माण कार्यों में विशेष समस्याएँ उपस्थित करते हैं। इन विशेष धरातलीय दशाओं का पता वायु फोटो विश्लेषण तथा निर्वचन से लगाया जा सकता है और साथ ही उनका मूल्यांकन भी किया जा सकता है। अधिक लवणता तथा संक्षारण क्षेत्रों का निर्धारण भू-जल तथा निकास दशाओं, जैविक निक्षेपों की स्थिति और क्षेत्र-कार्य एवं फोटो परीक्षण से किया जा सकता है।

प्र.4. कृषि सर्वेक्षणों में, नगरीय, प्रादेशिक तथा सैनिक अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोगों का वर्णन कीजिए।
Explain the uses of air photo techniques in agri surveys, civil, regional and military.

उत्तर

कृषि सर्वेक्षणों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग
(Use of Air Photo Techniques in Agri Surveys)

कृषि निर्वचन (शस्य उत्पादन तथा शस्य विधियों के विशेष अनुसन्धानों) में नई विधियों तथा गुणात्मक फोटोग्राफी का उपयोग करके अधिक संतोषप्रद निष्कर्ष प्राप्त किए जा सकते हैं।

भूमि वर्गीकरण में भी वायु फोटो का उपयोग किया गया है। वायु फोटो के उपयोग के बिना भूमि के वर्तमान उपयोग का विशुद्ध सर्वेक्षण अति कठिन है। ज्ञातव्य है कि वायु फोटो से उस समय के शस्य प्रारूपों का ज्ञान होता है जिस समय वे लिए गए थे।

सिंचाई आयोजन में मिट्टियों के प्रारम्भिक सर्वेक्षण, वर्तमान भू-उपयोग तथा भूमि-क्षमता में वायु फोटो निर्वचन का उपयोग किया जा सकता है। भूमि के विस्तृत क्षेत्रों के ढालों तथा उनकी ऊँचाइयों के निर्धारण में फोटोमिति विधियों का उपयोग अपरिहार्य है। धरातल निकास तथा जल-विभाजन सीमाओं के परिसीमन का कार्य वायु फोटो से शीघ्रता तथा शुद्धता से किया जा सकता है। अभियान्त्रिक मिट्टी अध्ययनों में वायु फोटो निर्वचन से सहायता मिलती है। वायु फोटो निर्वचन तथा फोटोमिति का उचित उपयोग कर आयोजन का कार्य परिशुद्धता तथा मितव्ययता से किया जा सकता है।

नगरीय, प्रादेशिक तथा सैनिक अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के प्रयोग
(Use of Air Photo Techniques in Civil, Regional and Military)

नगरीय अध्ययनों तथा आयोजन में वृहत् मापक पर वायु फोटोग्राफी से मानचित्रण का कार्य यद्यपि विगत दो दशकों में ही प्रारम्भ हो गया था तथापि नगरीय क्षेत्रों के विशेषीकृत फोटो निर्वचन कार्य का विकास नूतन ही है। स्वचालित आलेखन यन्त्रों पर यथार्थ फोटोचित्री (orthophotoscopes) की सहायता से निर्मित समोच्चरेखा फोटो मानचित्र अन्ततोगत्वा नगर के प्रायोगिक अध्ययन के लिए निर्मित परम्परागत मानचित्रों तथा मोजेक का स्थान ले सकते हैं। संयुक्त राज्य में नगरीय, ग्रामीण तथा औद्योगिक क्षेत्रों में फोटो-अन्वेषण कार्य मुख्यत: तीन दिशाओं में सम्पन्न किए जा रहे हैं। **प्रथम,** नगरीय वृद्धि की वास्तविक प्रक्रिया का विश्लेषण करने के लिए पुनरावृत्त वायु परिव्यास (repeated air-coverage) पर बल दिया जा रहा है। उदाहरणार्थ, उत्तरी कैरोलाइना के बीस-वर्षीय नगरीय विकास, नाइजीरिया के नगरीय विकास तथा अनेक क्षेत्रों की नगरीकरण प्रक्रिया के विश्लेषण में पुनरावृत्त वायु परिव्यास पर बल दिया गया है। **द्वितीय,** बर्मिंघम (अलाबामा) तथा रोचेस्टर (न्यूयार्क) नगरों की मानव पारिस्थितिकी के

TOUCH 'n' PASS

विश्लेषण में वायु फोटो निर्वचन कुन्जियों का निर्माण किया गया है। इन्हीं निर्वचन कुन्जियों के आधार पर जनसंख्या घनत्व का मापन तथा नौ-पाइंट सामाजिक-आर्थिक मापन पर नगर क्षेत्रों का वर्गीकरण किया गया है। वर्तमान समय में स्वर, गठन तथा आकृति को मापने वाले सूक्ष्म परीक्षण यन्त्रों द्वारा विशिष्ट आकारों अथवा रेखाजालों का पता लगाने वाली प्रत्यक्ष-ज्ञान प्रविधियों द्वारा 'नगरीय निवास', 'उपनगरीय निवास' तथा 'नगरीय औद्योगिक' में भेद स्पष्ट करने के प्रयास किए गए हैं। **तृतीय,** उपागम विशेष नगरीय समस्याओं के अन्वेषण परियात विश्लेषण से सम्बन्धित है। सामान्य ऊर्ध्वाधर फोटोग्राफी का उपयोग गाड़ियों की गति, त्वरण, मन्दन तथा प्रक्षेप-पक्ष (trajectory) के परिकलन और पारगामी एवं स्थानीय परियात में भेद स्पष्ट करने के लिए किया जा सकता है। आजकल संयुक्त राज्य में भू-उपयोग अध्ययन, समुदाय-मूल्यांकन तथा गाड़ी-अड्डा सम्बन्धी समस्याओं में परियात व्यवहार के प्रत्यक्ष मापन में सॉन (sonne) प्रकार के गतिमान फिल्म कैमरों के उपयोग पर अधिक बल दिया जा रहा है। कटिबन्धों के परिसीमन तथा भावी विकास के लिए कटिबन्धों के निर्माण कार्य वायु फोटोचित्रों के उपयोग से सम्पन्न किए जा सकते हैं। नल लाइनों की स्थिति तथा मार्ग-निर्धारण में भी वायु फोटोग्राफी का उपयोग किया जा सकता है।

सामान्य नगरीय परिचालन अध्ययनों में वायु फोटो प्रविधियों के दो मुख्य उपयोग किए जा सकते हैं। प्रथम, मानचित्रण से तथा द्वितीय, विश्वसनीय सांख्यिकी की प्राप्ति से सम्बन्धित है। विभिन्न प्रकार के गृहों, गिरजाघरों, विश्वविद्यालयों, व्यापारिक तथा औद्योगिक संस्थानों, उद्यानों आदि की स्थिति तथा उनका परिसीमन वायु चित्रों पर किया जा सकता है। दूसरे शब्दों में, जनसंख्या के विभिन्न प्रारूपों का सक्रिय अध्ययन वायु फोटो की सहायता से किया जा सकता है। विटेन्सटीन (Witenstein) ने कुछ ऐसी विधियाँ बताई हैं जिनकी सहायता से फोटो विश्लेषण का उपयोग जनसंख्या प्रारूपों, सेवा प्रारूपों तथा नगरीय क्रियाशीलता और सामाजिक-आर्थिक दशाओं के साथ उनके आपसी सम्बन्धों की व्याख्या तथा स्पष्टीकरण में किया जा सकता है।

नगरीय परिचालन अध्ययनों में कर मूल्यांकन मानचित्रों के अंकन, नगर प्रबन्ध तथा परिचालन के अनेक कार्यों में वायु फोटो विधियों के उपयोग किए जा सकते हैं। परियात विश्लेषण में अभी तक वायु फोटो विधियों का अधिक उपयोग नहीं किया गया है। सैन्य आयोजन, विकास तथा परिचालन अध्ययनों में विभिन्न फोटो उपागम मूल्यवान यन्त्र प्रदान करते हैं। युद्ध तथा युद्धोपरान्त काल में वायु फोटो प्रविधियों के महत्त्वपूर्ण उपयोग हैं। युद्ध-काल में प्रभावशाली ढंग से संगठित तथा उपयुक्त ढंग से प्रयुक्त वायु फोटो प्रविधियों से सुरक्षात्मक तथा आक्रमणात्मक कार्यवाहियों को आवश्यक गति मिलती है। इसी कारण द्वितीय विश्वयुद्ध के समय एवं कोरिया युद्ध में वायु फोटो विधियों के अनेक व्यावहारिक उपयोग किए गए थे। युद्धकाल के अनुभवों ने वायु फोटोचित्र प्रविधियों के प्रयोग की सम्भावनाओं में अनेक विकास किए हैं। युद्धोपरान्त काल में अगम्य तथा अल्पगम्य क्षेत्रों के सैनिक सर्वेक्षण एवं आयोजनों में वायु फोटोचित्र प्रविधियाँ अपनी गति एवं विशुद्धता के कारण अत्यन्त उपयोगी है।

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. सुसंगत लंबाई जिस पर आयामों के बीच एक मजबूत संबंध होता है—

(क) बैंडविड्थ के व्युत्क्रमानुपाती (ख) बैंडविड्थ का वर्ग

(ग) बैंडविड्थ के सीधे आनुपातिक (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (क) बैंडविड्थ के व्युत्क्रमानुपाती

प्र.2. समान समय अंतराल पर एक ही क्षेत्र के दोहराव वाले अवलोकन गतिशील घटनाओं की निगरानी के लिए उपयोगी होते हैं—

(क) बादल विकास (ख) बर्फ की चादर

(ग) वनस्पति आवरण (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.3. निम्नलिखित में से कौन-सा एक सही कथन है?

(क) दो समीपवर्ती क्षितिजों के बीच की संक्रमणकालीन परत को सीमा कहा जाता है

(ख) पृथ्वी की सतह के समानांतर मिट्टी की परतों को क्षितिज कहा जाता है

(ग) मूल सामग्री में फैली मिट्टी के ऊर्ध्वाधर खंड को प्रोफाइल कहा जाता है

(घ) उपरोक्त सभी

उत्तर (घ) उपरोक्त सभी

TOUCH 'n PASS

प्र.4. 'रिमोट सेंसिंग' शब्द किसने गढ़ा—
(क) विल्बर राइट, एक इतालवी वैज्ञानिक (ख) फेलिक्स टुर्नाचोन, फ्रांसीसी वैज्ञानिक
(ग) एवलिन एल० प्रुइट, एक भूगोलवेत्ता (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) एवलिन एल० प्रुइट, एक भूगोलवेत्ता

प्र.5. किसी भी सेंसर सिस्टम की बुनियादी आवश्यकता है—
(क) वर्णक्रमीय संकल्प (ख) रेडियोमेट्रिक संकल्प
(ग) स्थानिक संकल्प (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.6. एक निष्क्रिय सेंसर उपयोग करता है—
(क) ऊर्जा का अपना स्रोत (ख) ऊर्जा के स्रोत के रूप में फ्लैश लाइट
(ग) ऊर्जा के स्रोत के रूप में सूर्य (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) ऊर्जा के स्रोत के रूप में सूर्य

प्र.7. क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर दिशाओं में स्थानिक भिन्नता किसके कारण होती है—
(क) चट्टानों का जैविक अपक्षय (ख) चट्टानों का रासायनिक अपक्षय
(ग) चट्टानों का भौतिक अपक्षय (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.8. जीपीएस में सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला एंटीना है—
(क) माइक्रोस्ट्रिप एंटीना (ख) हॉर्न एंटीना
(ग) परवलयिक एंटीना (घ) स्लॉटेड एंटीना
उत्तर (क) माइक्रोस्ट्रिप एंटीना

प्र.9. जीपीएस उपग्रहों की कक्षीय त्रिज्या लगभग है—
(क) 26,600 km (ख) 18,400 km (ग) 15,200 km (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (क) 26,600 km

प्र.10. एक पूरी तरह से काला—
(क) प्रत्येक तरंग लंबाई की शक्ति का उत्सर्जन करता है
(ख) प्रत्येक तरग लंबाई के सभी विकिरणों को अवशोषित करता है
(ग) एक फैलाना उत्सर्जन है
(घ) उपरोक्त सभी
उत्तर (घ) उपरोक्त सभी

प्र.11. विद्युत चुम्बकीय विकिरण के परावर्तन और अपवर्तन के मामले में—
(क) आपतन कोण = परावर्तन कोण
(ख) अपवर्तन कोण = आपतन कोणों और अपवर्तन कोणों का योग
(ग) आपतन कोण = अपवर्तन कोण
(घ) उपरोक्त सभी
उत्तर (क) आपतन कोण = परावर्तन कोण

प्र.12. निम्नलिखित में से कौन-सा कारक हवाई तस्वीरों के पैमाने को प्रभावित नहीं करता है?
(क) जमीन की ऊँचाई (ख) फोकल लम्बाई
(ग) उड़ान ऊँचाई (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (घ) इनमें से कोई नहीं

TOUCH 'n PASS

प्र.13. रिमोट सेंसिंग के संबंध में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है?

(क) लक्ष्य से विद्युत चुम्बकीय विकिरण का उत्सर्जन
(ख) लक्ष्य के साथ विद्युत चुम्बकीय विकिरण की बातचीत
(ग) (क) और (ख) दोनों
(घ) (क) और (ख) दोनों नहीं

उत्तर (ग) (क) और (ख) दोनों

प्र.14. किसी जल निकाय का प्रकाशिक गुण निर्भर करता है—

(क) सस्पेंडेड पार्टिकुलेट मैटर द्वारा प्रकीर्णन
(ख) निलंबित कण पदार्थ द्वारा अवशोषण
(ग) भंग सामग्री द्वारा अवशोषण
(घ) उपर्युक्त सभी

उत्तर (घ) उपर्युक्त सभी

प्र.15. निम्नलिखित में से सही कथन चुनिए—

(क) एक लहर का आयाम मध्य-बिंदु से उसकी पपड़ी की ऊँचाई है
(ख) एक तरंग की आवृत्ति हर्ट्ज (Hz) में मापी जाती है
(ग) फ्रिक्वेंसी एक सेकंड में एक निश्चित बिंदु से गुजरने वाली तरंग शिखरों की संख्या है
(घ) उपरोक्त सभी

उत्तर (घ) उपरोक्त सभी

प्र.16. फोटो-व्याख्या का उद्देश्य है—

(क) वस्तुओं के महत्त्व को देखते हुए (ख) वस्तुओं की पहचान
(ग) पहचान (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.17. निम्नलिखित में से सही कथन चुनिए—

(क) फाइटोप्लांकटन की वृद्धि से हरे क्षेत्र में बैंक स्कैटरिंग कम हो जाती है
(ख) फाइटोप्लांकटन की वृद्धि से हरे क्षेत्र में बैक स्कैटरिंग बढ़ जाती है
(ग) फाइटोप्लांकटन में प्रकाश संश्लेषक रूप से सक्रिय वर्णन होता है
(घ) बुले क्षेत्र को तेजी से अवशोषित करती है

उत्तर (क) फाइटोप्लांकटन की वृद्धि से हरे क्षेत्र में बैंक स्कैटरिंग कम हो जाती है

❑

TOUCH 'n' PASS

UNIT-V

जी०आई०एस० का परिचय
Introduction to G.I.S.

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. जी०आई०एस० के विषय क्षेत्र को लिखिए।
Write the scope of G.I.S.

उत्तर इसके विषय क्षेत्र में निम्नांकित तथ्य शामिल हैं—

1. भू-कर मानचित्रण 2. यान्त्रिक मानचित्रण। 3. अवस्थापना साधनों का मानचित्रण तथा प्रबन्धन 4. भू-गणितीय मानचित्रण 5. कई दुर्घटनाओं का मानचित्रण 6. परिवहन मानचित्रण 7. परिवहन मार्गों का नियोजन 8. विपणन एवं परिवहन तन्त्र 9. धरातलीय सूचना तन्त्र 10. प्राकृतिक संसाधन मानचित्रण तथा प्रबन्धन 11. पर्यावरण प्रभाव विश्लेषण 12. जनसंख्या मानचित्रण व विश्लेषण 13. सर्वेक्षण 14. भूमि प्रयोग नियोजन एवं प्रबन्धन 15. प्रादेशिक नियोजन 16. खनिज संसाधनों का आकलन।

प्र.2. जी०आई०एस० में रिमोट सेंसिंग के अनुप्रयोग क्या हैं?
What are the applications of remote sensing in G.I.S.?

उत्तर जी०आई०एस० और रिमोट सेंसिंग अधिक सटीक निगरानी और निर्णय लेने विकास के लिए मॉडल तैयार करने में मदद करते हैं। सैटेलाइट इमेजिंग विभिन्न स्थलों में पर्यावरणीय और संरचनात्मक परिवर्तनों का पता लगाने में भी मदद करती है, जिससे शहरी योजनाकारों को सुरक्षित और टिकाऊ अनुमान बनाने में मदद मिलती है।

प्र.3. भू-उपयोग मानचित्रण में जी०आई०एस० का अनुप्रयोग क्या है?
What is the application of G.I.S. in land uses?

उत्तर वर्तमान भूमि उपयोग की स्थिति का आकलन करने और अपनाए गए उपायों के परिसर से जुड़े संभावित भविष्य के परिवर्तनों की मॉडलिंग की संभावना का आकलन करने के लिए जी०आई०एस० विविध स्थानिक डेटा के एकीकरण की अनुमति देता है। उदाहरण के लिए, मिट्टी, जलवायु, वनस्पति और अन्य के बारे में डेटा और इसमें उपलब्ध जानकारी की कल्पना भी करता है।

प्र.4. नगर नियोजन में जी०आई०एस० के अनुप्रयोग क्या हैं?
What is the application of G.I.S. in town planning?

उत्तर जी०आई०एस० जियोप्रोसेसिंग फंक्शन; जैसे—मैप ओवरले, बफरिंग और स्थानिक विश्लेषण शहरी योजनाकारों को कनेक्टिविटी माप करने में मदद करते हैं। कनेक्टिविटी से तात्पर्य है कि किसी शहर में पैदल चलना या बाइक चलाना कितना आसान है। एक अत्यधिक जुड़ा हुआ क्षेत्र अपने निवासियों को ए से बी तक शीघ्रता से पहुँचने के लिए कई विकल्प देगा।

प्र.5. भूमि में जी०आई०एस० क्या है?
What is G.I.S. in land?

उत्तर भौगोलिक सूचना प्रणाली (जी०आई०एस०) पृथ्वी की सतह पर स्थिति से संबंधित डेटा को कैप्चर करने, संग्रहीत करने, जाँचने और प्रदर्शित करने के लिए एक कंप्यूटर प्रणाली है। जी०आई०एस० एक मानचित्र पर कई अलग-अलग प्रकार के डेटा दिखा सकता है; जैसे—सड़कें, इमारतें और वनस्पति।

TOUCH 'n PASS

प्र.6. भूमि उपयोग में रिमोट सेंसिंग का उपयोग कैसे किया जाता है?
How is remote sensing used in land use?

उत्तर रिमोट सेंसिंग डेटा का उपयोग करके बहु-लौकिक विश्लेषण भूमि उपयोग और भूमि कवर में परिवर्तन का पता लगाने के लिए एक अनूठा दृष्टिकोण प्रदान करता है। परिवर्तन का पता आमतौर पर कम से कम दो बहु दिनांक छवियों का उपयोग करके स्वतंत्र रूप से तैयार किए गए भूमि उपयोग/भूमि कवर मानचित्र की तुलना करके किया जाता है।

प्र.7. शहरी नियोजन का मुख्य उद्देश्य क्या है?
What is the main objective of urban planning?

उत्तर शहरी नियोजन का मुख्य उद्देश्य शहरी बस्तियों में रहने वालों को जीवन की अच्छी गुणवत्ता वाली सुविधाएँ प्रदान करना है।

प्र.8. भौगोलिक मानचित्र कितने प्रकार के होते हैं?
How many types of geographical maps are there?

उत्तर मानचित्र के तीन प्रकार होते हैं—

- **भौतिक मानचित्र**—पर्वत, पठार, जंगल, मैदान एवं समुद्र को दर्शाया जाता है।
- **राजनीतिक मानचित्र**—गाँव, नगर, राज्य, देश की सीमा एवं विशेषता को दर्शाया जाता है।
- **थिमैटिक मानचित्र**—किसी एक विशेषता को विस्तृत रूप से दर्शाया जाता है। जैसे—वर्षा, जंगल, सड़क, जनसंख्या आदि।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. भौगोलिक सूचना प्रणाली का परिचय दीजिए।
Give introduction to geographical information.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली का परिचय
(Introduction to Geographical Information System)

यदि विज्ञान एवं तकनीकी विकास के कारण 21वीं शताब्दी को '**कम्प्यूटर युग**' कहें तो कोई अतिशयोक्ति न होगी। सन् 1980 के पश्चात् कम्प्यूटर तकनीक के विकास क्रम ने सूचना प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में क्रान्ति पैदा कर दी है। इस सूचना तकनीकी के माध्यम से विश्व के प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक घटनाओं के सम्बन्ध में सूचनाओं व आँकड़ों को संग्रहित किया जा सकता है। इन आँकड़ों का उपयोग व्यावहारिक समस्याओं के निदान एवं अनुसन्धान कार्यों के लिए होता है। सूचना तकनीकी का समस्याओं के निदान के लिए बहुत अधिक महत्त्व है। अति आधुनिक डिजिटल व सदृश्य विद्युतीय युक्तियाँ (Analog Electronic Devices) स्थानिक संसाधनों की सूचियाँ तथा आँकड़ों को बनाती हैं। केवल यही नहीं इन युक्तियों के माध्यम से गणितीय या तार्किक क्रियाओं (Logical Operation) का क्रियान्वयन भी बहुत जल्दी से किया जाता है।

सूचना प्रणालियों की तकनीकी में लगातार विकास होता रहा है। सूचना प्रणाली की पारम्परिक विधियों की अपेक्षा कम्प्यूटर तकनीकी अत्यन्त तीव्रता से स्थानिक आँकड़ों को बनाकर उनका संग्रह करती है और इन्हें प्रयोग के योग्य बनाती है। सूचना प्रणाली के माध्यम से वास्तविक जगत् की घटनाओं के विषय में डिजिटल एवं सदृश्य आँकड़ों को इकट्ठा किया जाता है। संग्रहित करने के बाद इन्हें प्रयोग के अनुरूप तैयार किया जाता है। इसके लिये भिन्न-भिन्न तकनीकी का प्रयोग होता है। इसकी संकल्पना यह है कि घटनाओं का चयन, सामान्यीकरण तथा संश्लेषण जैसी क्रियाएँ सूचनाएँ देती हैं। सूचनाओं को एक मॉडल के अन्तर्गत पुनः दर्शाया जाता है। इस मॉडल में आँकड़ों तथा सूचनाओं को संग्रहित कर उनका संग्रह किया जाता है, जिसे **आँकड़ा आधार** कहा जाता है। आँकड़ा आधार वह भौतिक खजाना है जो वास्तविक जगत् के कई दृष्टिकोणों को प्रदर्शित करता है, जो हमारे ज्ञान को किसी समय विशेष में किसी भी बिन्दु पर दर्शाता है। आँकड़ा आधार के प्रत्येक तत्त्व से पुनः सूचनाएँ पैदा की जा सकती हैं। जो सूचनाएँ आँकड़ा आधार के अनेक तत्त्वों से मिलती हैं, उनकी प्राप्ति उपयोगकर्त्ता को सोचने की प्रक्रिया अथवा ज्ञान के आधार या किसी संस्था के संगठन पर निर्भर करती है। इस तरह आँकड़ों, सूचनाओं व अनुभव का आँकड़ा आधार में खास महत्त्व है।

TOUCH n PASS

यानी आँकड़े वास्तविक जगत् की घटनाओं का वास्तविक स्वरूप है। आँकड़ों से पुन: सूचनाएँ अर्जित की जाती हैं और आँकड़ों की मात्रा बढ़ायी जाती है। अत: भौगोलिक सूचना तन्त्र आँकड़ों व सूचनाओं पर आधारित तकनीक है।

प्र.2. भौगोलिक सूचना प्रणाली के उद्देश्य लिखिए।
Write the objectives of geographical information system.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली के उद्देश्य
(Objectives of Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली के निम्नलिखित उद्देश्य हैं—

1. सुदूर संवेदन तकनीक तथा वायु फोटो के माध्यम से प्राप्त चुम्बकीय प्रतिबिम्बों को मानचित्र के रूप में दर्शाना।
2. योजना व निर्णय लेने की क्षमता में वृद्धि करना।
3. आँकड़ों के वितरण व संचालन के लिए सफल साधनों को पूरा करना।
4. आँकड़ा भण्डार से अनावश्यक आँकड़ों को दूर करना एवं पुनरावृत्ति को कम करना।
5. कई स्रोतों से संग्रहित की गई सूचनाओं को संघटित करने की क्षमता रखना।
6. कई तरह के भौगोलिक आँकड़ों का उचित प्रबन्धन करना।
7. भिन्न-भिन्न आँकड़ों व सूचनाओं की विश्लेषणात्मक गतिविधि को कम एवं सुगम बनाना।
8. आँकड़ों के विश्लेषण के आधार पर नियोजन व निर्णय की प्रक्रिया को अत्यधिक तार्किक तथा वैज्ञानिक बनाना।
9. भूगोल की भौतिक विज्ञानों की भाँति एक सूचना विश्लेषक तथा प्रदायक विज्ञान के रूप में स्थापित करना।
10. भिन्न-भिन्न प्रकार के आँकड़ों के संचयन, विश्लेषण एवं प्रदर्शन का कम्प्यूटर आधारित एक समन्वित तन्त्र की सुविधा देना।

प्र.3. भौगोलिक सूचना प्रणाली की आवश्यकता का उल्लेख कीजिए।
Explain the need of geographical information system.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली की आवश्यकता
(Need of Geographical Information System)

भूगोल में आँकड़ों को संग्रहित करना विशेष कार्य होता है। जिसे नाविकों, सर्वेक्षणकर्त्ताओं एवं भूगोलवेत्ताओं के माध्यम से प्राप्त किया जाता है, प्राचीन समय में सम्बन्धित आँकड़ों को मानचित्र पर दर्शाया जाता था। उस समय अधिकतम मानचित्रों पर स्थलाकृतियों का प्रदर्शन होता था। किन्तु 20वीं सदी में मानचित्रों के अन्तर्गत सभी तरह के सामाजिक, आर्थिक, राजनीतिक व सांस्कृतिक तत्त्वों को दर्शाने की आवश्यकता हुई। उसके बाद 1960-1970 के दशक में वायु फोटो व सुदूर संवेदन तकनीक द्वारा उन क्षेत्रों के चित्र अथवा प्रतिबिम्ब प्राप्त होने लगे जिनकी मनुष्य ने कभी कल्पना नहीं की थी। इससे मिले आँकड़े मानचित्र रूप में नहीं अपितु फोटोग्राफी प्रतिबिम्ब के रूप में चुम्बकीय टेप पर मौजूद होते हैं। फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब के मानचित्रण व विश्लेषण के लिए एक नयी तकनीक की आवश्यकता हुई। भौगोलिक सूचना प्रणाली भौगोलिक आँकड़ों तथा सूचनाओं के संग्रह, विश्लेषण व मानचित्रण की एक कम्प्यूटर आधारित तकनीक है, जिसे वैज्ञानिक भाषा में सूचना तकनीक कहते हैं। वस्तुत: भौगोलिक अवधारणा के अनुसार, भौगोलिक आँकड़ों का संग्रह, संचयन, विश्लेषण व प्रदर्शन भूगोल की पारम्परिक विधि रही है, परन्तु भौगोलिक अध्ययन के क्षेत्रों में बढ़ती हुई विविधता सम्बन्धी तथ्यों की अधिकता उनके मिश्रित तन्त्र से जल्दी निष्कर्ष निकालना श्रम तथा समय साध्य होता जा रहा था। इसलिए वैज्ञानिकों ने इस तरह के कम्प्यूटर कार्यक्रम एवं सॉफ्टवेयर पैकेज विकसित किये हैं जिनके आधार पर कम्प्यूटर के माध्यम से कई तरह के भौगोलिक आँकड़ों के जटिल तन्त्र का शीघ्र विश्लेषण एवं आरेखों, मानचित्रों के माध्यम से उनका प्रदर्शन अत्यधिक सरल हो गया है। वर्तमान में इसी तकनीकी को **भौगोलिक सूचना तन्त्र अथवा प्रणाली** (G.I.S.) कहते हैं।

कई वैज्ञानिकों ने भौगोलिक सूचना प्रणाली को परिभाषित करते हुए इसे सूचना संग्रह एवं विश्लेषण का विज्ञान कहा है। **मार्बल** ने **भौगोलिक सूचना प्रणाली को क्षेत्रीय सूचना संग्रह विश्लेषण तथा प्रदर्शन का कम्प्यूटर आधारित एक तन्त्र कहा है। गुडचाईल्ड** ने भौगोलिक सूचना प्रणाली को कई क्षेत्रीय सूचनाओं का भौगोलिक तथ्यों से सम्बन्धित समस्याओं को हल करने के लिए उपयोग करने वाला तन्त्र बताया है।

TOUCH 'n PASS

प्र.4. भौगोलिक सूचना प्रणाली का महत्त्व लिखिए।
Write the importance of geographical information system.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली का महत्त्व
(Importance of Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली भौगोलिक आँकड़ों के संग्रह, विश्लेषण और प्रदर्शन का कम्प्यूटर आधारित तन्त्र है। जिसमें पारम्परिक भौगोलिक विधियों की अपेक्षा आँकड़ों के संग्रह, विश्लेषण तथा मानचित्रण के माध्यम से कई तथ्यों से सम्बन्धित स्थानिक, वास्तविकताओं तथा उनके आधार पर परिवर्तनशील प्रवृत्ति से सम्बन्धित निष्कर्ष निकाले जाते हैं तथा कई योजनाओं सम्बन्धी निर्णय प्रक्रिया को सरल बनाया जाता है, इस तरह भौगोलिक सूचना तन्त्र पारम्परिक भौगोलिक तकनीकों का कम्प्यूटर आधारित तकनीकी विकास है। जिसमें भौतिक विज्ञानों की भाँति भूगोल के भौतिक व सामाजिक कथनों से सम्बन्धित निर्णय एवं निष्कर्ष पाने की क्षमता है अब तक कई सूचनाओं के विश्लेषण तथा प्रदर्शन में अनेक भौगोलिक विधियों का भिन्न-भिन्न उपयोग करके किसी निष्कर्ष पर पहुँचा जाता रहा है। आधुनिक समय में उन समस्त विधियों का समन्वित उपयोग करके कम्प्यूटर के माध्यम से शीघ्र विश्लेषण व मानचित्रण की सुविधा प्राप्त होती है। इसीलिए भौगोलिक सूचना तन्त्र, मानचित्रकला, सुदूर संवेदन तकनीक छायाचित्रभित्ति, सर्वेक्षण, भूगोल, भूविज्ञान, सांख्यिकी तथा कम्प्यूटर विज्ञान की समन्वित रूपरेखा है। भौगोलिक सूचना प्रणाली के मौलिक अंगों में भौगोलिक आँकड़े तथा कम्प्यूटर के हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर वर्णनीय हैं जिसमें विशेष अंग आँकड़ा आधार है। भूगोल सम्बन्धी आँकड़े भौगोलिक स्थिति, आकार तथा अन्तर्सम्बन्धों पर आधारित होते हैं। वस्तुत: धरातल से इनको कई अक्षीय स्थिति के अनुसार गुणों व क्षेत्रीय अन्तर्सम्बन्ध में संग्रहित किया जाता है। इस प्रकार भौगोलिक आँकड़े तीन तरह की टोपोलोजिकल अवधारणा, बिन्दु रेखा एवं क्षेत्र के रूप में लिए जाते हैं।

प्र.5. भौगोलिक सूचना प्रणाली के तत्त्व बताइए।
To state the elements of geographical information system.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली के तत्त्व
(Elements of Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली के प्रमुख तत्त्व निम्न प्रकार हैं—

भौगोलिक सूचना प्रणाली के तत्त्व

क्र० सं०	तत्त्व (Elements)	क्र० सं०	विवरण (Detail)	क्र० सं०	तत्त्व (Elements)	क्र० सं०	विवरण (Detail)
I.	**हार्डवेयर** (Hardware)	1.	**Types of Computer Platforms**	II.	**सॉफ्टवेयर** (Software)	(i)	Input modules
		(i)	Modest Personal Computers			(ii)	Editing
		(ii)	High performance workstation			(iii)	MRP manipulation/ Analysis module
		(iii)	Mini computers			(iv)	Modelling capability
		(iv)	Miniframe computers	III.	**आँकड़े** (Data)	(i)	Spatial Data
		2.	**Input Devices**			(ii)	Attribute data
		(i)	Scanner			(iii)	Remote sensing data
		(ii)	Digitizer			(iv)	Global database
		(iii)	Tape driver	IV.	**लाइववेयर** (Liveware)	(i)	People responsible for digitising implementing using GIS

TOUCH 'n' PASS

		(iv)	C.D.			(ii)	Trained workers
		(v)	Keyboard				
		(vi)	Graphic Monitor				
		3.	**Output Devices**				
		(i)	Plotter				
		(ii)	Printer				

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. भौगोलिक सूचना प्रणाली का अर्थ एवं परिभाषाएँ तथा अवधारणा का वर्णन कीजिए।
Describe the meaning, definitions and concept of geographical information system : GIS.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली का अर्थ एवं परिभाषाएँ

[Meaning and Definitions of Geographical Information System : (GIS)]

अर्थ (Meaning)—साधारण अर्थ में भौगोलिक सूचना प्रणाली धरातलीय आँकड़ों को संचालित करने वाली प्रणाली है यानी वायु फोटो व सुदूर संवेदन तकनीक के माध्यम से मिले प्रतिबिम्बों के मानचित्र विश्लेषण और सूचनाएँ संग्रहित करने के लिए एक नयी तकनीक की जरूरत हुई, इस दिशा में भौतिक वैज्ञानिकों, गणितज्ञों एवं कम्प्यूटर वैज्ञानिकों ने मिलकर एक नए उपकरण की खोज की, जिसे **भौगोलिक सूचना प्रणाली या तन्त्र** (G.I.S.) कहते हैं।

परिभाषा (Definition)—भौगोलिक सूचना प्रणाली भौगोलिक आँकड़ों तथा सूचनाओं के एकत्रीकरण, विश्लेषण व मानचित्रण की एक कम्प्यूटर आधारित तकनीक है। प्राय: इसे ही **भौगोलिक सूचना प्रणाली** कहते हैं। इस शब्द का सबसे पहले उपयोग **मार्कल डेली एवं डेवेन मार्बल ने 1965 ई०** में किया था। उनके अनुसार भौगोलिक सूचना तंत्र, क्षेत्रीय सूचना संग्रहण, विश्लेषण और प्रदर्शन का एक तंत्र होता है जिसके द्वारा कई क्षेत्रों की भौगोलिक सूचनाओं को अर्जित किया जाता है, उनका संग्रहण विश्लेषण पुन: प्राप्ति और भौगोलिक समस्या के समाधान हेतु कुछ वैज्ञानिक पद्धतियाँ ग्रहण की जाती हैं। **भौगोलिक सूचना प्रणाली की प्रमुख परिभाषाएँ निम्नलिखित हैं—**

कोवेन (Cowen) के शब्दों में, "भौगोलिक सूचना तन्त्र एक ऐसी निर्णय लेने वाली सहायक प्रणाली है, जो समस्याओं के समाधान के लिए स्थानिक आँकड़ों को एकीकृत करती है।"

एरोनऑफ (Aronoff) के शब्दों में, "भौगोलिक आँकड़ों के संग्रह तथा परिचालन की कोई भी हस्तचलित या कम्प्यूटर आधारित क्रियाविधि का सैट भौगोलिक सूचना तन्त्र कहलाता है।"

बेरी (Berry) के शब्दों में, "भौगोलिक सूचना तन्त्र एक आन्तरिक रूप से सन्दर्भित, स्वचालित, स्थानिक सूचना प्रणाली है।"

लेखक के शब्दों में (According to Author), "भौगोलिक सूचना तन्त्र एक कम्प्यूटर आधारित तन्त्र है, जो भू-अस्थानिक आँकड़ों के संचालन में चार क्षमताएँ प्रस्तुत करती हैं, जिनसे अन्तर्गामी (Input), आँकड़ा प्रबन्धन (Data Management), परिचालन व विश्लेषण (Manipulation and Analysis), निर्गतगामी (Output) प्रमुख हैं।"

"भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) भौगोलिक अथवा स्थानिक आँकड़ों की प्रविष्ट, संग्रह, परिचालन, विश्लेषण तथा प्रदर्शित करने वाली प्रणाली है।"

डूइकेर (Dueker) के शब्दों में, "भौगोलिक सूचना तन्त्र सूचना प्रणाली की एक विशेष क्रिया है जहाँ आँकड़ा आधार धरातलीय आकृतियों, क्रियाओं अथवा घटनाओं का अवलोकन करता है। इन्हें स्थान विशेष पर बिन्दु रेखा तथा क्षेत्रीय आकृति से दर्शाया जाता है। भौगोलिक सूचना तन्त्र इन बिन्दुओं, रेखाओं तथा क्षेत्रीय आकृतियों के बारे में सूचनाओं की पुर्नप्राप्ति, पूछताछ तथा प्रसारण के लिए परिचालन करता है।"

मार्बल एवं अन्य (Marble and others) के शब्दों में, "भौगोलिक सूचना प्रणाली स्थानिक आँकड़ों को संचालित करने वाली प्रणाली है।"

TOUCH 'n' PASS

डिवाइन तथा फील्ड (Devine and Field) के शब्दों में, "भौगोलिक सूचना प्रणाली प्रबन्धन सूचना प्रणाली का एक ऐसा रूप है जो सामान्य सूचनाओं को मानचित्र के रूप में प्रसारण की अनुमति देता है।"

कोसकारीव, टिक्नोव एवं ट्राफीमोव (Koshkariov, Tikunov and Trafimov) के शब्दों में, "भौगोलिक सूचना तन्त्र एक ऐसी प्रणाली है जो अति विकसित भू-मॉडलिंग क्षमताओं से युक्त है।"

क्लार्क (Clark) के शब्दों में, "किसी विशेष संगठन के अन्तर्गत स्थानिक आँकड़ों का अभिग्रहण, पुनर्प्राप्ति, विश्लेषण तथा प्रदर्शन करने वाली कम्प्यूटर सहायता प्राप्त प्रणाली को भौगोलिक सूचना तन्त्र कहते हैं।"

गुडचाइल्ड (Goodchild) के शब्दों में, "यह एक ऐसी प्रणाली है जो स्थानिक आँकड़ा आधार का उपयोग भौगोलिक स्वभाव के प्रश्न के उत्तर एवं पूछताछ के लिए उपलब्ध करता है।"

ओजेमॉय, स्मिथ एवं सीचरमैन (Ozemoy, Smith and Sicherman) के शब्दों में, "कार्य प्रणाली का स्वचालित सैट जो व्यवसायकारों को उच्च क्षमता के लिए भौगोलिक आँकड़ों का एकत्रीकरण, पुनर्प्राप्ति, परिचालन तथा प्रसारण करता है।"

डी०ओ०ई० (DOE) के शब्दों में, "पृथ्वी के धरातल के सन्दर्भ में आँकड़ों के अभिग्रहण, संग्रह, निरीक्षण, परिचालन, विश्लेषण तथा प्रदर्शन करने वाली प्रणाली को भौगोलिक सूचना तन्त्र कहते हैं।"

स्मिथ (Smith) के शब्दों में, "एक ऐसी आँकड़ा आधार प्रणाली जिसमें अधिकतर आँकड़े धरातल से सम्बन्धित होते हैं तथा जिसका संचालन एक क्रियाविधि के सैट द्वारा किया जाता है। यह स्थानिक प्रविष्टियों के बारे में पूछे गये प्रश्नों का उत्तर देते हैं।"

पारकर (Parker) के शब्दों में, "कोई भी सूचना तकनीकी जो स्थानिक तथा अस्थानिक आँकड़ों का संग्रह, विश्लेषण तथा प्रदर्शन करती है उसे भौगोलिक सूचना तन्त्र कहते हैं।"

हालाँकि उपर्युक्त परिभाषाएँ भौगोलिक सूचना प्रणाली की विषय वस्तु एवं क्रियाकलापों पर व्यापक रूप से प्रकाश डालती हैं, इसे **स्थानिक सूचना प्रणाली** (Spatial Information System) भी कहा जाता है, जो किसी भी स्थान विशेष पर स्थित आँकड़ों का संचालन करती है। इसी तरह का शब्द '**अस्थानिक आँकड़ा**' (Aspatial Data) है। इसका भी समान्तर रूप से लाक्षणिक आँकड़ों (Attribute Data) के लिए उपयोग होता है। उदाहरणार्थ, वर्षा, तापमान, मिट्टी के रासायनिक गुण एवं जनसंख्या आँकड़ा। स्थानिक आँकड़ों के संचालन हेतु विभिन्न प्रकार के तकनीकी शब्दों का प्रयोग होता है, जो निम्न प्रकार हैं—

(i) बहु-उद्देशीय भू-आधारित तन्त्र (Multi-purpose Cadastre : MPC),
(ii) स्थानिक सूचना प्रणाली (Spatial Information System : SIS),
(iii) भू-सूचना तन्त्र (Geo-Information System : GSI), एवं
(iv) भू-सूचना तन्त्र (Land-Information System : LIS)।

भौगोलिक सूचना प्रणाली की अवधारणा
(Concept of Geographical Information System)

किसी भी विषय के विकास में देश तथा काल की अवधारणा का अत्यधिक महत्त्व है। अंग्रेजी के '**स्पेस**' (Space) शब्द का हिन्दी रूपान्तरण **देश** अथवा **स्थान** है। स्पेस शब्द से ही '**स्पेटियल**' (Spatial) शब्द का उद्भव हुआ है। इसका तात्पर्य है '**स्थानिक**' जो किसी स्थान अथवा धरातल विशेष की विशेषता के बारे में बताता है। भूगोल में स्थानिक शब्द का अर्थ ऐसे स्थान विशेष से है जो किसी क्षेत्रफल में विस्तृत हुआ हो। यह किसी स्थानिक या स्थान विशेष के त्रिआयामी स्वरूप को प्रदर्शित करता है। भौगोलिक अध्ययनों में स्थान की अवधारणा को किसी स्थान अथवा देश के परिप्रेक्ष्य में लिया गया है। यही वजह है कि भूगोल को **स्थानिक विज्ञान** (Spatial Science) कहते हैं। यह अवधारणा किसी स्थानविहीन की अवधारणा को खत्म करती है। स्थानिक शब्द विभिन्न विशेषताओं को लिए हुए होता है। जैसे कि यह सीमाओं में किसी निश्चित क्षेत्रफल पर विस्तृत हुआ होता है और जिसमें कार्य व कारण में निकट सम्बन्ध होता है। देश अथवा स्थान को विभिन्न इकाइयों में विभाजित किया जा सकता है। हर इकाई में प्रक्रियाओं द्वारा क्रियाकलाप होते हैं। जिनमें एक-दूसरे के साथ कार्यात्मक सम्बन्ध होते हैं। प्रक्रियाएँ चाहे प्राकृतिक अथवा सांस्कृतिक हों उनमें कार्यात्मक सम्बन्ध होते हैं। इनका संचरण, जैसे—वृद्धि, प्रसार व विखण्डन एक निश्चित संगठन में होता है, जिसे **स्थानिक संगठन** (Spatial Organisation) कहा जाता है। यहीं से **स्थानिक संगठन सिद्धान्त** की अवधारणा का सूत्रपात होता है। स्थानिक सूचना प्रणाली सदैव भौगोलिक स्पेस से सम्बन्धित रही है। हमारे शरीर के अलावा चारों तरफ जो कुछ भी दिखाई देता है यानी जिसमें स्वच्छन्द रूप से समस्त क्रियाकलाप घटित होते हैं उसे **भौगोलिक स्थान** कहा जाता है। थल, जल तथा जैवमण्डलों का जो भी स्थान है वह भौगोलिक धरातल में आता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली की तकनीक

TOUCH 'n' PASS

भौगोलिक धरातल में स्थित वस्तुओं के परिचालन का प्रयोग करती है और स्थानिक तथ्यों के सन्दर्भ में ज्ञान प्राप्त करता है। धरातलीय स्पेस को लघु मापनी एवं वृहत् मापनी स्पेस में बाँटा जा सकता है। यहाँ लघु मापनी स्पेस का तात्पर्य है—**मेज के तल के समान स्पेस।** अगर कोई आकृति मानव की आकृति से छोटी है और जो हिल-डुल सकती है तो वह लघु मापनी स्पेस में आती है। इस प्रकार के स्पेस का सूचना प्रणाली में कोई महत्त्व नहीं है, वृहत् मापनी स्पेस का ही प्रयोग होता है, जैसे उच्चावच प्रदेश, जलवायु प्रदेश, वनस्पति प्रदेश एवं प्राकृतिक आपदा प्रभावित क्षेत्र। स्पेस के सन्दर्भ में व्यक्ति की अवधारणा यह रही है कि किस तरह स्थानिक आँकड़ों की प्रक्रिया को एक साधन के रूप में उपयोग किया जाये। इसके लिए भाषायी व सांस्कृतिक पृष्ठभूमि अहम भूमिका अदा करती है।

जिस तरह भौगोलिक सूचना प्रणाली का भौगोलिक स्पेस से समीप का सम्बन्ध है उसी तरह यह भौगोलिक काल से भी जुड़ा हुआ है। काल का प्रभाव भौगोलिक जगत् के परिवर्तनों पर सुस्पष्ट होता है। यहाँ पर समय के दार्शनिक पक्षों पर कम ध्यान दिया गया है अपितु समय के साथ, स्थानिक परिवर्तनों को तीव्रता से अवलोकित किया जाता है। समय चक्र के स्थानिक परिवर्तनों की व्याख्या, मापन और संग्रह स्थानिक सूचना प्रणाली की विशेष प्रक्रियाएँ हैं। देश एवं काल का भौगोलिक सूचना प्रणाली के विकास पर भी प्रभाव हुआ है। इसके विकास की भिन्न अवस्थाएँ हैं। भौगोलिक सूचना प्रणाली भौगोलिक स्पेस सम्बन्धी सूचनाओं का संचालन किया करती हैं। इन्हीं स्थानिक सूचनाओं को स्थानिक आँकड़े अथवा तथ्य कहा जाता है।

इन आँकड़ों को विभिन्न प्रक्रियाओं में संचालित किया जाता है, जैसे—आँकड़ों को संग्रहित करना, व्यवस्थित करना, उनका विश्लेषण करना व अन्त में परिणामों को निर्गत करना। समय का मानचित्र निर्माण प्रक्रिया पर सबसे बड़ा प्रभाव पड़ा है। आज से अनेक वर्ष पूर्व तक स्थानिक तथ्यों का विश्लेषण दृश्य स्रोतों के उपयोग से हस्त प्रक्रिया द्वारा सामान्य कागज पर मानचित्र बनाकर होता था। लेकिन समय के बदलते स्वरूप के साथ आधुनिक समय में यह कार्य सूचना प्रणाली की नवीन तकनीकों के माध्यम से पूर्ण किया जाने लगा। स्थानिक आँकड़ों के संचालन में कम्प्यूटर और सूचना तकनीक का उपयोग बहुत तीव्रता से बढ़ा है। इस क्षेत्र में सॉफ्टवेयर तकनीक के उपयोग ने हलचल उत्पन्न की है। भौगोलिक सूचना प्रणाली में सूचना तकनीक का सबसे अधिक उपयोग होता है।

प्र.2. भौगोलिक सूचना प्रणाली का विकास एवं कार्य-प्रणाली का वर्णन कीजिए।
Describe the development of geographical information information.

उत्तर

भौगोलिक सूचना प्रणाली का विकास
(Development of Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली का इतिहास सन् 1960 से आरम्भ होता है। जब से कम्प्यूटर पर भौगोलिक सूचना प्रणाली का प्रयोग होने लगा तब से यह तकनीकी प्रकाश में आई है। इससे पहले यह प्रक्रिया हस्तचालित (Manual) थी जिसका इतिहास 100 वर्ष पहले का है। शुरू में इसका विकास उत्तरी अमेरिका में विभिन्न संस्थाओं के माध्यम से किया गया। इन मुख्य संस्थानों में **संयुक्त राज्य अमेरिका का सांख्यिकी ब्यूरो** (U.S. Bureau of the Census), **संयुक्त राज्य अमेरिका भूगर्भिक सर्वे** (U.S. Geological Survey), **हार्वर्ड लैब्रोरेटरी फॉर कम्प्यूटर ग्राफिक्स** (Harvard Laboratory for Computer Graphics) एवं **पर्यावरण प्रणाली अनुसन्धान संस्थान** (Environmental System Research Institute) हैं। इसी तरह **कनाडा की भौगोलिक सूचना प्रणाली** (Canadian Geographic Information System : CGIS), **ब्रिटेन का प्राकृतिक प्रायोगिक अनुसन्धान केन्द्र** (Natural Experimental Research Center : NREC) तथा **पर्यावरण विभाग** (Department of Environmental : DEO) अग्रणीय हैं जो कि भौगोलिक सूचना प्रणाली के विकास में शुरू से ही जुड़े हुए हैं। अनेक अन्य देशों में भी भौगोलिक सूचना प्रणाली प्रक्रिया शुरू की गई थी परन्तु उनका स्थान क्रम बाद में आता है।

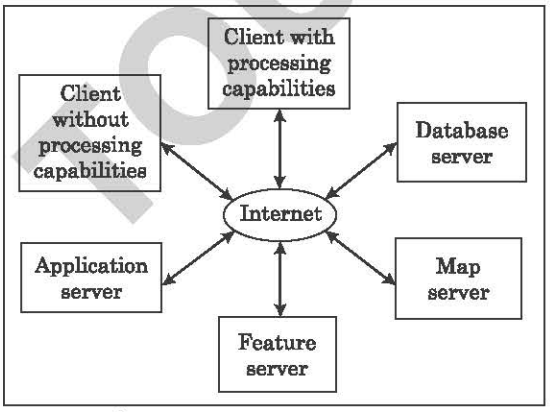
भौगोलिक सूचना प्रणाली विकास के चरण
(The Stages of GIS Development)

Stage	Years	Description	S.No.	Characteristics
I.	Early 1960s-1975	Pioneering	(i)	Individual personalities important
			(ii)	Mainframe-based systems dominant

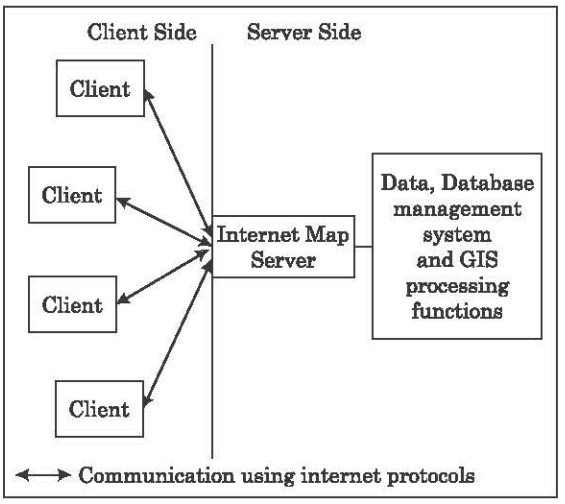
TOUCH 'n PASS

II.	1973-early 1980s	Experiment and practice	(i)	Local experimentation and action
			(ii)	GIS fostered by national agencies
			(iii)	Much duplication of effort
III.	1982-late 1980s	Commercial dominance	(i)	Increasing rage of vendors
			(ii)	Workstation and PC systems becoming available
			(iii)	Emergence of GIS consultanceies and bureaus
			(iv)	Launch of trade journals such as GIS World (USA) and Mapping Awareness (UK)
IV.	1990s	User dominance vendor competition	(i)	Embryonic standardization
			(ii)	Systems available for all hardware platforms
			(iii)	Increasing use of PC and networked systems
			(iv)	Internet mapping launched

भौगोलिक सूचना प्रणाली का विकास भारत में विगत एक दशक से अत्यन्त तीव्र गति से हुआ है। इसके विकास में भारत के अन्तरिक्ष विभाग (Department of Space) का विशिष्ट योगदान है। इस विभाग ने प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण हेतु भौगोलिक सूचना प्रणाली का प्रयोग किया था। भारत में अनेक व्यावसायिक संस्थाओं ने भौगोलिक सूचना प्रणाली के महत्त्व को समझकर इसका प्रयोग किया है। किसी क्षेत्र के संरचनागत विकास, सुविधा संरक्षण, व्यापार, बाजार एवं शिक्षा इत्यादि में इसका सफलतापूर्वक उपयोग होने लगा है। (चित्र 1 एवं 2)



चित्र 1 : A Networked of Web GIS



चित्र 2 : Client-Server Web GIS

TOUCH 'n PASS

भौगोलिक सूचना प्रणाली की कार्य प्रणाली
(Working System of Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली के कई तत्त्व होते हैं, जिनमें से कुछ प्रमुख निम्नलिखित हैं—

(i) सूचनाओं की पुनर्प्राप्ति (Retrivel of Information)
(ii) टोपोलोजिकल मॉडल (Topological Model)
(iii) नेटवर्क (Network)
(iv) अतिव्यापन (Overlap)
(v) आँकड़ों का निर्गमन (Data Output)

भौगोलिक सूचना प्रणाली निम्नलिखित रूपों में कार्य करती है—

(i) आँकड़ों का अभिग्रहण करना।
(ii) आँकड़ों को एकीकृत करना।
(iii) आँकड़ों का विश्लेषण करना—इसमें आँकड़ों को सामान्य एवं विशिष्ट जाँच, एक परतीय संचालन तथा जोनिंग करना शामिल है।
(iv) कई स्रोतों से सूचनाओं को सम्बद्ध करना।
(v) प्रक्षेपण एवं पंजीकरण करना।
(vi) आँकड़ों का ढाँचा बनाना।

भौगोलिक सूचना प्रणाली में जाँच शब्द का अर्थ विशेष पूछताछ से है, जो निम्न प्रकार है—

(i) जाल विश्लेषण (Network Analysis)
(ii) बिन्दु प्रतिरूप विश्लेषण (Point Pattern Analysis)
(iii) बहुपरतीय संचालन (Multi-Layer Operation)
(iv) ग्रिड विश्लेषण (Grid Analysis)
(v) विशेष मॉडलिंग (Spacial Modelling)
(vi) स्थानिक विश्लेषण (Spatial Analysis)।

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. भौगोलिक सूचना प्रणाली शब्द का सबसे पहले उपयोग कब किया गया था?
(क) सन् 1960 में (ख) सन् 1965 में
(ग) सन् 1970 में (घ) सन् 1980 में

उत्तर (ख) सन् 1965 में

प्र.2. "कोई भी सूचना तकनीकी जो स्थानिक तथा अस्थानिक आँकड़ों का संग्रह, विश्लेषण एवं प्रदर्शन करती है, उसे भौगोलिक सूचना तन्त्र कहते हैं।" किसका मत है?
(क) स्मिथ (ख) बेरी (ग) पारकर (घ) कोवेन

उत्तर (ग) पारकर

प्र.3. भौगोलिक सूचना प्रणाली का उद्देश्य है—
(क) भौगोलिक आँकड़ों का समुचित प्रबन्धन
(ख) योजना व निर्णय लेने की क्षमता में वृद्धि करना
(ग) एकत्रित सूचनाओं को संगठित करने की क्षमता रखना
(घ) उपर्युक्त सभी

उत्तर (घ) उपर्युक्त सभी

TOUCH 'n' PASS

प्र.4. भौगोलिक सूचना प्रणाली का विषय-क्षेत्र है—

(क) यान्त्रिक मानचित्रण (ख) धरातलीय सूचना तन्त्र

(ग) प्रादेशिक नियोजन (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.5. भौगोलिक सूचना प्रणाली का इतिहास कब से आरम्भ होता है?

(क) सन् 1952 से (ख) सन् 1950 से

(ग) सन् 1960 से (घ) सन् 1965 से

उत्तर (ग) सन् 1960 से

प्र.6. भौगोलिक सूचना प्रणाली किन रूपों में कार्य करती है?

(क) आँकड़ों को एकीकृत करना (ख) आँकड़ों का अभिग्रहण करना

(ग) प्रक्षेपण एवं पंजीकरण करना (घ) इन सभी रूपों में

उत्तर (घ) इन सभी रूपों में

प्र.7. भौगोलिक सूचना प्रणाली के कितने तत्त्व हैं?

(क) दो (ख) तीन

(ग) चार (घ) पाँच

उत्तर (ग) चार

प्र.8. रिमोट सेंसिंग सूचना की एक ..... रिकॉर्डिंग है।

(क) संपर्क (ख) गैर-संपर्क

(ग) (क) और (ख) दोनों (घ) कोई नहीं

उत्तर (ख) गैर-संपर्क

प्र.9. लैंडसेट ..... की एक उपग्रह शृंखला है।

(क) कनाडा (ख) यूरोपीय संघ

(ग) यूएसए (घ) रूस

उत्तर (ग) यूएसए

प्र.10. 1860 के दशक में, ... ने EM विकिरण को एक EM ऊर्जा या तरंग के रूप में परिकल्पित किया जो प्रकाश की यात्रा करती है।

(क) जेम्स मैक्सवेल (ख) जेम्स वॉट

(ग) सर आइजैक न्यूटन (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (क) जेम्स मैक्सवेल

प्र.11. एसएआर क्या है?

(क) सिंथेटिक ऐरे रडार (ख) कृत्रिम झिरीदार रडार

(ग) सिंथेटिक एप्रन रडार (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ख) कृत्रिम झिरीदार रडार

प्र.12. LISS ..... का एक उदाहरण है।

(क) सक्रिय सेंसर (ख) निष्क्रिय सेंसर

(ग) सक्रिय और निष्क्रिय दोनों सेंसर (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ख) निष्क्रिय सेंसर

TOUCH 'n' PASS

प्र.13. ..... प्रकार के रिमोट सेंसिंग में, सूर्य ऊर्जा का प्राथमिक स्त्रोत है।

(क) सक्रिय (ख) निष्क्रिय

(ग) (क) और (ख) दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ख) निष्क्रिय

प्र.14. RISAT का मतलब ..... है।

(क) रेडियो उपग्रह

(ख) रेडियो नेविगेशन और रेंजिंग उपग्रह

(ग) रडार इमेजिंग सैटेलाइट

(घ) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर (ग) रडार इमेजिंग सैटेलाइट

प्र.15. बैथीमेट्री अध्ययन के लिए ईएम स्पेक्ट्रम के किस रंग का उपयोग किया जाता है?

(क) लाल (ख) यूवी

(ग) नीला (घ) हरा

उत्तर (घ) हरा

प्र.16. तटीय आकृति विज्ञान के लिए कौन-सा रंग विकिरण उपयोगी है?

(क) लाल (ख) नीला

(ग) हरा (घ) ये सभी

उत्तर (ख) नीला

प्र.17. ..... प्रतिबिंब तब होता है जब सारी ऊर्जा सतह से दूर एक ही दिशा में निर्देशित होती है।

(क) दर्पण जैसा (ख) स्पेक्युलर

(ग) (क) और (ख) दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ग) (क) और (ख) दोनों

❑

TOUCH 'n' PASS

UNIT-VI

सुदूर संवेदन और जी०आई०एस० अनुप्रयोग

Remote Sensing and G.I.S. Applications

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग में नगरीयकरण को लिखिए।
Write the urbanization in application of remote sensing.

उत्तर विश्व में सन् 1850 की औद्योगिक क्रान्ति के बाद जनसंख्या तीव्र गति से बढ़ी। उद्योगों की स्थापना के साथ-ही-साथ विश्व में नगरों की स्थापना भी होने लगी। **विश्व का पहला नगर लन्दन है** क्योंकि औद्योगिक क्रान्ति का आरम्भ ब्रिटेन से ही माना जाता है। नगरीकरण के साथ ही कृषि आधारित अर्थव्यवस्था तथा समाज, औद्योगिक अर्थव्यवस्था में परिवर्तित हो गया। नगरीयकरण, व्यापारवाद, औद्योगिकरण, भौतिकवाद के कारण इनका पर्यावरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा है। सुदूर संवेदन अध्ययनों से ग्रामीणों से नगरों में भूमि प्रयोग परिवर्तनों के प्रबोधन से जनसंख्या का अनुमान लगाया जा सकता है। योजनाकार नगरों के अनियंत्रित विस्तार की दिशा का अनुमान लगाया जा सकता है। पर्यावरण की दृष्टि से सबसे संवेदनशील अपदा क्षेत्रों का अनुमान लगाया जाता है। सुदूर संवेदन के द्वारा भिन्न-भिन्न कालों के भिन्न-भिन्न प्रकार के आँकड़े मिलते हैं जिनके माध्यम से नगरीय क्षेत्रों का व इनके खण्डों का मानचित्रण हो सकता है। बहु-कालिक आँकड़ों के विश्लेषण से नगरीय भूमि प्रयोग परिवर्तन का अनुमान लगाया जा सकता है। वायु फोटोचित्रों के माध्यम से नगरीय क्षेत्रों का मानचित्रण होता है। ऐसे मानचित्र नगर नियोजकों को सहायता देते हैं।

प्र.2. सुदूर संवेदन में कृषि को लिखिए।
Write the agriculture in remote sensing.

उत्तर प्राकृतिक रूप में भूमि का प्रयोग कई रूपों में किया जाता है। जैसे—कृषि, आवास, उद्योग तथा परिवहन में कृषि का प्रयोग होता है। **भारत में सुदूर संवेदन की शुरुआत सबसे पहले केरल में नारियल के पेड़ में लगने वाली बीमारी की जाँच के लिए की गई।** इसके अलावा पूर्वोत्तर राज्यों में स्थानान्तरण कृषि का अनुमान लगाने हेतु यू०एस०ए० (USA) के उपग्रहों का प्रयोग होता है। कृषि क्षेत्र में भारत में सुदूर संवेदन के लिए सन् 1970 में इसरो की स्थापना हुई। भारत में **भारतीय अन्तरिक्ष आयोग की स्थापना** 1 जनवरी सन् 1972 को इसी उद्देश्य से की गई थी जिसका मुख्यालय बेंगलुरु रखा गया। इस तकनीक के द्वारा कृषि प्रणालियों, कृषि प्रदेशों, फसलों के रोगों, सिंचाई परियोजनाओं एवं मिट्टी के वर्गीकरण प्रतिरूप से सम्बन्धित अध्ययन किया जाता है।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग की क्या भूमिका है?
What is the role of applications in remote sensing?

उत्तर

भूमिका
(Introduction)

सुदूर संवेदन तकनीक के क्षेत्र में सन् 1960 के पश्चात् से अभूतपूर्व उन्नति हुई है। कई क्षेत्रों तथा विषयों में इसका अनुप्रयोग लगातार बढ़ता जा रहा है। सुदूर संवेदन आज के समय में ऐसी तकनीक बन गई है, जो शीघ्र धरातलीय घटनाओं की सूचनाओं को क्षेत्रीय प्रसार के साथ-साथ पुनरावृत्तिक रूप में देती है, जिनके माध्यम से किसी समस्या के तुरन्त समाधान के लिए कदम उठाये

TOUCH 'n' PASS

जा सकते हैं। दूरदर्शन प्रणाली का इस तरह विकास किया गया है कि अनेक उपकरणों की मदद से विद्युत्-चुम्बकीय विकिरण से भिन्न-भिन्न बैंड पर पृथ्वी से धरातलीय सूचनाओं का संसूचन होता है। अन्तरिक्ष में उपग्रहों को छोड़े जाने की होड़ ने इस दिशा में सराहनीय उन्नति की है। धरातलीय सूचनाओं को पाने की पारम्परिक विधियाँ अधिक समय व्यय करने वाली होती हैं और इन पर मनुष्य शक्ति की बहुत आवश्यकता है इसलिए सुदूर संवेदन तकनीक की तुलना में पारम्परिक विधियों का प्रयोग समय की दृष्टि से तुरन्त नहीं होता है। मानचित्र समय के साथ पुराने हो जाते हैं, लेकिन बिना मानचित्र के सुदूर संवेदन को अध्ययन का आधार नहीं बनाया जा सकता है। सुदूर संवेदन के कई उपयोग हैं। प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तत्त्वों के भिन्न-भिन्न अध्ययन में इसकी विशेष भूमिका रही है। प्राकृतिक तथा सांस्कृतिक तत्त्वों का विश्लेषण सरलता से किया जा सकता है।

वर्तमान में अन्तरिक्ष तकनीक के क्षेत्र में जिस नयी सूचना प्रणाली व मानचित्रण विधि का विकास एवं प्रयोग हो रहा है वह सुदूर संवेदन तकनीक है। इसमें पारम्परिक सर्वेक्षण विधियों की अपेक्षा सूचनाओं तथा आँकड़ों का कम समय में संग्रहण सम्भव हो गया है। **सुदूर संवेदन शब्द का सबसे पहले प्रयोग अमेरिका के मिशीगन विश्वविद्यालय के पर्यावरण शोध संस्थान निदेशक एवलीन प्रूट द्वारा सन् 1960 में हुआ है।**

प्र.2. सुदूर संवेदन में भू-आकृति, वानिकी अनुप्रयोगों का उल्लेख कीजिए।
Explain the Geomorphic and Forestry Application in Remote Sensing.

उत्तर

भू-आकृति
(Geomorphic)

भू-आकृतिक विज्ञान में चट्टानों के प्रकार, भू-आकृतियों, संरचनाओं, भूगर्भ की संरचना तथा संगठन का अध्ययन करने में इसका उपयोग होता है। सुदूर संवेदन, धरातलीय संरचनाओं, चट्टानों की बनावटों के सन्दर्भ में सूचनाओं को संग्रहित करने के साधन के रूप में उपयोग होता है। बहुस्पेक्ट्रल आँकड़े, चट्टानों की बनावट एवं शैल विन्यास के विषय में विश्वसनीय सूचनाएँ दे सकते हैं जो कि स्पेक्ट्रल परावर्तन पर आधारित है। **रडार** (Radar) धरातलीय उच्चावचन तथा ऊबड़-खाबड़ धरातल की जानकारी व्यक्त करता है जो कि अधिक उपयुक्त है। सुदूर संवेदन सिर्फ भूविज्ञान के प्रयोगों तक ही सीमित नहीं है लेकिन इसका प्रयोग खदान क्षेत्रों में पहुँचने के लिए मार्ग योजना का निर्माण करने, भू-सुधार प्रबोधन व आधार मानचित्रों का निर्माण जिन पर भूगर्भिक आँकड़ों को अध्यारोपित किया जाता है। भू-आकृतिक विज्ञान में सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग निम्न प्रकार हैं—

1. भूगर्भिक मानचित्रण।
2. धरातलीय निक्षेपणों का अध्ययन।
3. अलग-अलग प्रक्रमों द्वारा निर्मित स्थलाकृतियों का विश्लेषण।
4. भूगर्भ के खनिजों का सर्वेक्षण एवं इनके गुण व परिमाण का अनुमान लगाना।
5. रेत, कंकड़ एवं पत्थरों के प्रयोग की कार्य योजना बनाना।
6. पर्यावरणीय भूविज्ञान का अध्ययन करना।
7. अवसाद मानचित्रण व इनमें पाए जाने वाले पेट्रोलियम एवं कोयले की जानकारी करना।
8. भूआपदाओं का मानचित्रण।
9. मिट्टी के प्रकार, उपजाऊपन एवं ऊसरता का अनुमान लगाना।

वानिकी
(Forestry)

सामान्यत: देखा जाता है कि प्राकृतिक तथा मानवीय क्रियाओं के परिणामस्वरूप वन क्षेत्र लगातार कम होते जा रहे हैं। प्राकृतिक दशाओं में मरुस्थलीय अतिक्रमण, दावानल, भूमिगत जल में कमी, प्राकृतिक आपदाओं, जैसे—भूकम्प, ज्वालामुखी, टाईफून, टोरनेडो जैसे तूफानों के कारण वनों का ह्रास अधिक होता जा रहा है वहीं दूसरी ओर औद्योगिकरण, नगरीयकरण, परिवहन मार्गों का विकास, जनसंख्या वृद्धि तथा कृषि क्षेत्रों का प्रसार के परिणामस्वरूप वानिकी लगातार कम होती जा रही है। वानिकी में सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग निम्न प्रकार हैं—

1. वन विनाश तथा वनीकरण का मानचित्रण।
2. वन विभाग एवं वनमण्डलों का मानचित्रण करना।

TOUCH 'n' PASS

3. वनस्पति घनत्व का मानचित्रण तथा वन खण्डों का मानचित्रण, बायोमास का आकलन।
4. वनों की प्रजातियों को पहचानना तथा उनका मानचित्रण करना।
5. दावानल क्षेत्रों को पहचानना व उनका मानचित्रण करना।
6. वृद्धि स्टॉक आकलन।

प्र.3. मानचित्रण में दूर संवेदन प्रणाली का प्रयोग बताइए।
State the use of remote sensing in map projections.

उत्तर

मानचित्रण में दूर संवेदन प्रणाली का प्रयोग
(Use of Remote Sensing in Map Projections)

1999 में छोड़े जाने वाले IRS-P5 उपग्रह को CARTO SAT-1 नाम दिया गया है। इस उपग्रह से प्राप्त आँकड़ों से नगर नियोजन सम्बन्धी परियोजनाओं को पूरा करने में सहायता मिली है। IRS-P5 उपग्रह के प्रमोचन का मुख्य प्रयोजन मानचित्र कला (cartography) को और अधिक तीव्रता एवं शुद्धता से विकसित करना है। इसलिए इस उपग्रह को CARTO SAT-1 नाम दिया गया। इस उपग्रह से प्राप्त सूचनाओं के आधार पर पृथ्वी के विभिन्न भौतिक एवं आर्थिक स्वरूपों का अपेक्षाकृत अधिक उपयोगी एवं प्रभावशाली ढंग से मानचित्रण करना सम्भव होगा।

आगामी समय में IRS-P6 उपग्रह का प्रक्षेपण किया जाएगा तो मूलत: एक संसाधन उपग्रह (Resource Satellite) होगा। इस उपग्रह से कृषि, जल संसाधनों की खोज, भूमि उपयोग मानचित्रण (Land use mapping), वन संसाधन एवं भू-विज्ञान से सम्बन्धित शोध अध्ययनों एवं परियोजनाओं में पर्याप्त सहायता प्राप्त हो सकेगी।

सन् 2001 में OCEAN SAT-2 उपग्रह छोड़ा गया जो IRS-P4 का पूरक था। इस उपग्रह ने वायु के वेग एवं दिशा, महासागरीय जल की लवणता एवं तापमान तथा महासागरों में जल की तरंगों की ऊँचाइयों का मापन किया। इसी प्रकार 2002 में प्रस्तावित CARTO SAT-2 उपग्रह IRS-PS का पूरक होगा। यहाँ यह पुन: इंगित करना आवश्यक है कि IRS-P शृंखला के शेष सभी उपग्रहों के प्रमोचन में PSLV-C2 रॉकेट का प्रयोग किया जाएगा।

भारत ने दूर संवेदन में प्रशंसनीय प्रगति की है। वर्तमान में वन संसाधन के क्षेत्र में वन मानचित्रण, घास स्थल मानचित्रण तथा स्थानान्तरी कृषि, मृदा के क्षेत्र में मृदा वर्गीकरण, क्षारीय व लवण मृदा का मानचित्रण, परती भूमि का सीमांकन, जल संसाधन के क्षेत्र में भू-पृष्ठ जल तालिका (Surface Water Inventory) सिंचाई जल प्रबन्धन, खनिजों की खोज, प्रदूषण की समस्या एवं जलवायु के क्षेत्र में आगामी मौसम के पूर्वानुमान जैसे महत्त्वपूर्ण कार्यों में दूर संवेदन का भरपूर प्रयोग हो रहा है हर क्षेत्र में मानचित्रण कार्य में प्रशंसनीय प्रगति की गई है।

प्र.4. कम्प्यूटर मानचित्रण एवं मानचित्र कला में कम्प्यूटर का उपयोग लिखिए।
Write the Computer Cartography and Application of Computer in Cartography.

उत्तर

कम्प्यूटर मानचित्रण
(Computer Cartography)

कम्प्यूटर शब्द की उत्पत्ति लैटिन भाषा के शब्द 'Computare' से हुई है जिसका शाब्दिक अर्थ है गणना अथवा गिनती करना। कम्प्यूटर कम समय में पूर्ण शुद्धता के साथ आँकड़ों की गणना कर सकता है तथा व्यवस्थित व नियन्त्रित भी कर सकता है। अन्य शब्दों में कम्प्यूटर असीम प्रयोजनों (Purpose) वाला एक ऐसा स्वचालित इलेक्ट्रॉनिक उपकरण (Automatic Electronic Device) है, जो विभिन्न आँकड़ों का संसाधन (Process) करके अर्थपूर्ण सूचनाएँ प्रदान करता है। वर्तमान में कम्प्यूटर टाइपराइटर, कैलकुलेटर, स्कैनर, डिजीटाइजर, टी०वी० स्क्रीन का एक समन्वित प्रारूप है। भूगोल में कम्प्यूटर का प्रयोग विभिन्न भौगोलिक तथ्यों के विश्लेषण, अन्तर्सम्बन्ध के निरूपण तथा भविष्य कथन को सरल बनाने में किया जाता है। विभिन्न भौगोलिक तथ्यों को रेखाचित्र एवं मानचित्र द्वारा प्रदर्शन में और विभिन्न भौगोलिक सूचनाओं को संग्रहण करने का कार्य भी कम्प्यूटर द्वारा होता है।

मानचित्र कला में कम्प्यूटर का उपयोग (Application of Computer in Cartography)

मानचित्र कला को नई दिशा प्रदान करने में कम्प्यूटर का महत्त्वपूर्ण योगदान है। वास्तव में, कम्प्यूटर एक स्वचालित इलेक्ट्रॉनिक यन्त्र है जो एक बार प्रारम्भ हो जाने पर स्वत: चलता रहता है और एक साथ अनेक कार्यों को सम्पादित करता है। मैप इनफो

(Map Info), ए०आर०सी० इनफो (ARC Info), ऑटोकैड मैप (Auto Cad Map), आदि सॉफ्टवेयरों का प्रयोग भौगोलिक सूचनाओं को संचित, विश्लेषित तथा प्रदर्शित करने में किया जाता है। कम्प्यूटर द्वारा मानचित्र बनाने के लिए अनेक पद्धतियों का प्रयोग किया जाता है। मानचित्र को बनाने में सदिशीकरण का पैकेज प्रयोग करते हुए **रैस्टर** (Raster) को सीधे **वैक्टर** (Vector) में परिवर्तित किया जा सकता है। यह पैकेज स्वत:चालित होता है। द्वितीय विधि में **स्कैन** (Scan) की हुई छवियों के उपयोग द्वारा स्वयं ही सदिशीकरण (Vectorisation) करना होता है। डिजीटल (Digital) छवियाँ उपग्रहों द्वारा भेजे गई होती हैं। ये डिजीटल मानचित्र (Digital Map) एवं सर्वे एजेन्सी के परिणाम अथवा सेटेलाइट इमेज के परिणाम हो सकते हैं।

भौगोलिक सूचना प्रणाली के अनेक उपयोगों में से एक है कैडस्ट्रल मैपिंग (Cadastral Mapping), यह एक विशेष प्रकार का आरेख होता है जिसमें भूमि के स्वामित्व को प्रदर्शित किया जाता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली के द्वारा वैयक्तिक कृषि का भी सटीक आकलन किया जा सकता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली में सेवा संजाल (Utility Network) को विकसित करना, स्थलाकृति-परक विवरण (Topographic Mapping) बनाना, विषय-केन्द्रित मानचित्रण (Thermatic Cartography) सर्वेक्षण, चित्र मूलक सुदूर संवेदन (Photogrammetry Remote Sensing) कम्प्यूटर विज्ञान, ग्रामीण और नगरीय नियोजन, भूविज्ञान तथा भूगोल के अन्तर्गत मानचित्र से जुड़ी अनेक बातें हैं।

प्र.5. मानचित्रण प्रक्रिया का उल्लेख कीजिए।
Explain the Process of Mapping.

उत्तर

मानचित्रण प्रक्रिया
(Process of Mapping)

हमारे संस्थान में सभी मानचित्र कोरल ड्रॉ सॉफ्टवेयर (Coral Draw Software) की सहायता से बनाए जाते हैं। कभी-कभी मानचित्रों की सी०डी० (C.D.) का भी प्रयोग कर लिया जाता है। मानचित्र की स्कैन (Scan) करके टिफ (Tiff) में सुरक्षित (Save) कर लेते हैं। फिर कोरल ड्रॉ में आयात (Import) कर लेते हैं या फ्री हैण्ड टूल (Free Hand Tool) की सहायता से मानचित्र बना लेते हैं।

मानचित्र में जो कुछ भी अंकित करना है उसके लिए फिलिंग क्षेत्र (Filling Areas) निश्चित कर लेते हैं। उसके पश्चात् विभिन्न छायाओं को स्क्रीनिंग की सहायता से भर लेते हैं। अगर मानचित्र में चिन्ह या आरेख दर्शाने हैं तो बॉक्स-वृत्त (Box-Circle) की सहायता से मानचित्र पर आरेख या चिन्ह बना लेते हैं।

कम्प्यूटर के प्रयोग से मानचित्रण करना आसान है, लेकिन पहले इसके लिए अभ्यास करना आवश्यक है।

आरेखों की संरचना के लिए कम्प्यूटर में कोरल चार्ट कार्यक्रम या कोरल फाइल (Coral Chart Programme or Coral File) का प्रयोग करते हैं। आरेख तैयार करने के लिए कम्प्यूटर में आँकड़े भर (Data Feed) देते हैं और उसके बाद माउस से क्लिक कर देते हैं और आरेख तैयार हो जाता है।

सरल दण्ड, मिश्रित दण्ड, चक्र, हिस्टोग्राफ, वक्र आरेख, आदि कम्प्यूटर की सहायता से मिनटों में तैयार हो जाते हैं।

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन के अनुप्रयोगों का वर्णन कीजिए।
Describe the applications of remote sensing.

उत्तर

भूमि प्रयोग
(Land Use)

प्राकृतिक रूप से भूमि विभिन्न तत्त्वों में होती है, जैसे—प्राकृतिक वनस्पति, मरुस्थल, घास के मैदान एवं दलदल। प्राकृतिक विशेषताओं के अनुरूप मानव ने इसे आर्थिक क्रियाओं के अनुसार भिन्न-भिन्न उपयोगों में प्रयोग किया है, जैसे—आवास, कृषि, वनीकरण, उद्योग व सड़क। प्राकृतिक तथा सांस्कृतिक प्रयोगों में लायी गयी भूमि को सुदूर संवेदन तकनीक के माध्यम से संसूचक किया जाता है, वे किसी भी प्रयोग की मात्रा, विस्तार व वृद्धि एवं ह्रास को अत्यन्त सरलता से अंकित कर सकते हैं। भूमि प्रयोग अथवा भूमि आवरण अध्ययन सामान्यत: बहु अन्तर विषमी होते हैं। सुदूर संवेदन का अनुप्रयोग निम्न प्रकार है—

1. आपदा प्रबन्धन तथा मानचित्रण।
2. प्राकृतिक संसाधनों का प्रबन्धन।

TOUCH 'n PASS

3. जंगली जानवरों में निवास संरक्षण।
4. नगरीय भूमि प्रयोग पेटियाँ।
5. प्राकृतिक वनस्पति प्रकारों का सर्वेक्षण।
6. आवासीय पेटियाँ।

पर्यावरण अध्ययन
(Environment Study)

पर्यावरण की दृष्टि से इस तकनीक का सबसे पहले अनुप्रयोग ब्रिटिश वैज्ञानिकों द्वारा सन् 1983 में अण्टार्कटिका महाद्वीप पर ओजोन परत में छिद्र का अनुमान लगाने में हुआ था। आज इस तकनीक का प्रयोग हिम क्षेत्रों के पिघलने, हरित ग्रह प्रभाव, सागर तल में परिवर्तन, ग्लोबल वार्मिंग तथा पर्यावरणीय प्रदूषण की मात्रा का अनुमान लगाने में किया जाता है। इस तकनीक के पर्यावरण में अनुप्रयोग की विस्तृत योजना 5 जून सन् 1992 में ब्राजील के रियो-डी-जिनेरो में हुए प्रथम पर्यावरण सम्मेलन में बनायी गयी थी। इसके पश्चात् जापान के क्यूटो नगर में हुए पर्यावरण सम्मेलन के लिए विकसित देशों को विश्व पर्यावरण का ह्रास व जैव-विविधता का अनुमान लगाने के लिए सुदूर संवेदन के माध्यम से मानचित्रण करने की जिम्मेदारी प्रदान की गई।

मानव अधिवास
(Human Settlements)

प्रतिकूल प्राकृतिक स्थितियों व अनुकूल भौगोलिक वातावरण में मनुष्य द्वारा आवास, उद्योग व सड़क का निर्माण होता है क्योंकि इसी के आधार पर सांस्कृतिक भूदृश्य का निर्माण होता है। सुदूर संवेदन के माध्यम से मानव विकसित ग्रामीण तथा नगरीय अधिवासों की स्थिति, आकार व आकृति के सन्दर्भ में अंकीय तथा चित्रीय रूप में सूचनाएँ अर्जित की जाती हैं। नगरीयकरण के परिणामस्वरूप कृषि क्षेत्रों व वन भूमियों में जो लगातार अपक्षय हो रहा है उसके विषय में भी अनुमान लगाया जाता है। **भारत में सबसे पहले कोलकाता नगर के नगरीय अधिवास के लिए सन् 1985 में सुदूर संवेदन का अनुप्रयोग हुआ।** इसके साथ ही नगर नियोजन, नगर के भूमि प्रयोग खण्डों, नगरीय उपान्त, हरित पेटी व अनुशंषी नगरों से सम्बन्धित आँकड़े संग्रहित किए जाते हैं।

संसाधन प्रबन्धन
(Resource Management)

अनियन्त्रित खनन कार्य, अत्यन्त औद्योगिकरण, ईंधन खनिजों का अनियोजित प्रयोग होने के परिणामस्वरूप प्राकृतिक संसाधन लगातार कम होते जा रहे हैं। सुदूर संवेदन की मदद से विश्व के संसाधनों की स्थिति परिमाण तथा गुणवत्ता का अनुमान लगाया जाता है। विशेषकर **महासागर जिन्हें भविष्य के संसाधन भण्डार कहते हैं।** इनमें पाए जाने वाले संसाधनों का अनुमान लगाने हेतु सुदूर संवेदन तकनीक का प्रयोग होता है। विश्व को 60 प्रतिशत जनसंख्या समुद्र तट से 100 किमी० के क्षेत्र में निवास करती है। इस प्रकार समुद्री संसाधनों का अनुमान लगाना अत्यन्त आवश्यक माना जाता है। इसके अलावा इस तकनीक का प्रयोग वैकल्पिक खनिजों व गैर परम्परागत ऊर्जा स्रोतों का अनुमान लगाने के लिए भी होता है।

जल संसाधन
(Water Resource)

जल विज्ञान पृथ्वी के धरातलीय जल का अध्ययन है। इसमें भूमिगत जल, सतही जल, बर्फीली सतह तथा मिट्टी द्वारा ग्रहण नमी इत्यादि शामिल हैं। जल विज्ञान सुदूर संवेदन के अनेक अन्य प्रयोगों से सम्बन्धित है। उदाहरण के लिए, वनीकरण, कृषि व भूमि आवरण। इन प्रयोगों में जल विज्ञान एक विशेष भूमिका निभाता है। सुदूर संवेदन वह तकनीक है जो जल विज्ञान के तथ्यों की गतिशीलता एवं धरातलीय वितरण का सहदर्शी दृश्य व्यक्त करता है। सक्रिय संवेदक क्षमताओं के माध्यम से रडार ने जल विज्ञान के अध्ययनों में नवीन आयाम व्यक्त किये हैं। रडार के माध्यम से बादल युक्त स्थितियों अथवा मौसम व रात के अंधेरे में भी धरातलीय संसाधनों का संसूचन हो सकता है। सुदूर संवेदन द्वारा जल विज्ञान के प्रयोग निम्न प्रकार हैं—

1. सिंचित कार्यक्रम तथा सिंचित नहर रिसाव का संचार।
2. जल प्लवित भूमि का मानचित्रण तथा प्रबोधन।
3. हिमाच्छादित क्षेत्रों का मॉनीटरन।

TOUCH 'n PASS

4. नदी व झील बर्फ का प्रबोधन।
5. नदी अथवा डेल्टा परिवर्तनशीलता का संचार।
6. हिम की मोटाई का मापन।
7. बाढ़ मानचित्रण तथा मॉनीटरन।
8. हिम-जल सम प्रसार का निर्धारण।
9. हिमानी गतिशीलता का प्रबोधन।
10. अपवाह तन्त्र मानचित्रण एवं जलागम मॉडलिंग।

मृदा संसाधन
(Soil Resource)

किसी क्षेत्र का मृदा सर्वेक्षण उस क्षेत्र के संसाधन सूचनाओं का आरम्भिक स्रोत होता है। इनका भूमि प्रयोग योजनाओं में बहुतायत में प्रयोग होता है। कई भूमि उपयोगों में मिट्टी की उचित जानकारी भूमि के गलत प्रयोग व पर्यावरण ह्रास को रोकने में मदद करती है। यह भूमि योजनाओं में एक प्रभावशाली उपकरण की तरह कार्य करता है। इसके लिए मिट्टी संसाधन सम्बन्धी महत्त्वपूर्ण तथ्यों के आँकड़े उपलब्ध होते हैं। सबसे पहले मिट्टी के प्रकारों की एक सूची बनाई जाती है और उनका मानचित्रण करना जरूरी होता है। फसलों की उत्पादक सम्भावना के निर्धारण हेतु मिट्टी की आर्द्रता का प्रयोग होता है। मिट्टी की संतृप्तता के आधार पर जलस्राव का अनुमान लगाकर बाढ़ से पहले चेतावनी दी जा सकती है। जहाँ कहीं भी वन कटाव, खनन कृषि अथवा मानवीय क्रियाएँ हैं वहाँ पर जल के तेज बहाव, वाष्पीकरण दर व मृदा अपरदन को रोकने हेतु भविष्यवाणी की जा सकती है। सुदूर संवेदन व्यापक भाग के मृदा आर्द्रता को माप सकता है। रडार एक ऐसा प्रभावशाली संवेदक है जो धरातलीय आर्द्रता का गुणात्मक तथा मात्रात्मक मापन करता है। बहुकालिक रडार बिम्ब दीर्घ अवधि के आर्द्रता अन्तर को प्रदर्शित करते हैं। अत: रडार ही एक ऐसा सुदूर संवेदन संवेदक है जो मृदा की डाईलैन्ट्रिक नियतांक को प्रकट करता है। यह नियतांक मृदा में जल की मात्रा की परिवर्तनशीलता को प्रदर्शित करता है।

समुद्री अनुप्रयोग
(Ocean Application)

हमें समुद्रों से विभिन्न प्रकार के लाभ मिलते हैं। समुद्र आवश्यक भोजन तथा जीव-भौतिक संसाधनों को पूरा करते हैं। इनसे समुद्रीय यातायात किया जाता है, जो सबसे सुविधाजनक हैं, मत्स्य क्षेत्रों, जलमार्गों की सूचना, मौसम तथा जलवायु दशाओं, तूफानों की सूचना व समुद्री गतियों की सूचना मिलती है। तटीय अपरदन, प्राकृतिक जन्तुओं का ह्रास, नगरीयकरण व प्रदूषण का मॉनीटरन करते हैं। अधिकांशत: समुद्री गतिशीलता व उनके प्रभावों का मानचित्रण तथा मॉनीटरन सुदूर संवेदन तकनीक के माध्यम से सरलता से हो सकता है। सुदूर संवेदन आँकड़ों का प्रयोग करके समुद्री सतह का तापमान व मछलियों के सम्भावित बाहुल्य क्षेत्रों की प्रतिदिन सूचनाएँ मिल सकती हैं। सुदूर संवेदन के समुद्री अनुप्रयोग निम्न प्रकार हैं—

1. ज्वारीय प्रभाव तथा समुद्री वनस्पति मानचित्रण।
2. समुद्री प्रतिरूपों की पहचान करना।
3. ज्वारीय प्रभाव का पर्यवेक्षण तथा समुद्री परिवहन में सहायक।
4. समुद्रीय उत्पादकता का अनुमान लगाना।
5. जल में तापमान का मॉनीटरन।
6. तूफान की भविष्यवाणी करना।
7. समुद्री तटीय आकृतियों का मानचित्रण करना।
8. धाराएँ तथा प्रादेशिक संचारण प्रतिरूप।
9. जल विशेषताओं का पर्यवेक्षण करना।
10. मत्स्य क्षेत्र तथा समुद्री जीवों का मॉनीटरन।

TOUCH N PASS

बाढ़ क्षेत्रों का मॉनीटरन तथा मानचित्रण
(Flood Area Monitor And Mapping)

बाढ़ का सम्बन्ध मौसमी दशाओं से होता है। अत्यन्त वर्षा के कारण बहुत अधिक धरातलीय जल प्रवाह से नदियों का जलस्तर अधिक हो जाता है, जिसके फलस्वरूप बाढ़ का जल तटबन्धों को तोड़कर निकट के क्षेत्र में फैल जाता है। इसके कारण धन-जन का नुकसान, पशुओं की हानि व अधिवास, भूमि अपरदन इत्यादि नुकसान होते हैं। सुदूर संवेदन तकनीक का अनुप्रयोग बाढ़ क्षेत्रों के मॉनीटरन तथा विस्तार जानकारी के लिए होता है। यह ऐसी तकनीक है जो बहुत जल्दी बाढ़ क्षेत्रों का निर्धारण, बाढ़ की बढ़ती तथा घटती प्रवृत्ति, हानि प्रभावित क्षेत्र की जानकारी में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली में उपग्रहीय आँकड़ों का विश्लेषण करके जलप्लावित क्षेत्र की गणना, नुकसान, बाढ़ सम्भावित क्षेत्र व बाढ़ आने की पहले सूचना बहुत आवश्यक होते हैं। इनका निर्धारण सुदूर संवेदन उत्पादों के अवलोकन व विश्लेषण से लगाया जाता है, जो बाढ़ नियन्त्रण योजना में अत्यन्त सहायक होते हैं।

प्र.2. सुदूर संवेदन में आपदा प्रबन्धन की विवेचना कीजिए।
Describe the Disaster Management in Remote Sensing.

उत्तर

आपदा प्रबन्धन
(Disaster Management)

आपदाएँ प्राकृतिक हों अथवा मानव द्वारा उत्पन्न की हुई, व्यापक विनाश व जीवन की हानि का कारण बनती हैं। सुदूर संवेदन, दूरस्थ स्थानों से जानकारी ग्रहण करने की अपनी क्षमता के साथ, आपदा प्रबन्धन हेतु मूल्यवान अन्तर्दृष्टि देता है। उपग्रहों, ड्रोन व हवाई प्लेटफार्मों जैसे कई संवेदकों का प्रयोग करके, सुदूर संवेदन हमें पृथ्वी की सतह, वायुमण्डल व महासागरों पर डाटा संग्रहित करने में सक्षम बनाता है। आपदा प्रबन्धन में सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग निम्न प्रकार हैं—

1. **पूर्व चेतावनी प्रणाली** (Early Warning System)—सुदूर संवेदन आरम्भिक चेतावनी प्रणालियों की रीढ़ है। उपग्रहों का प्रयोग करके हम आगामी खतरों के संकेतों के लिए सम्भावित आपदा क्षेत्रों की देखरेख कर सकते हैं। उदाहरण हेतु, सुदूर संवेदन समुद्र की सतह के तापमान में पैटर्न की पहचान कर सकता है, चक्रवातों व तूफानों के टकराने से पूर्व ही उनकी भविष्यवाणी कर सकता है। इसी प्रकार, सुदूर संवेदन भूकम्पीय क्रियाओं के बारे में भी जानकारी कर सकता है, जो हमें सम्भावित भूकम्पों तथा ज्वालामुखी विस्फोटों के प्रति सचेत कर सकता है।
2. **क्षति का आकलन** (Damage Assessment)—किसी आपदा के पश्चात् तुरन्त एवं उचित क्षति का आकलन करना आवश्यक है। सुदूर संवेदन प्रभावित क्षेत्र का विस्तृत अवलोकन प्रदान करता है, जिससे निर्णय लेने वालों को क्षति को समझने में सहायता मिलती है। उपग्रहों अथवा ड्रोन से मिली उच्च रिजॉल्यूशन प्रतिबिम्ब विनाश के पैमाने को व्यक्त कर सकते हैं, संसाधनों के आबण्टन में सहायता एवं पुनर्प्राप्ति रणनीतियों को बनाने में सहायता कर सकती हैं।
3. **खोज एवं बचाव** (Search and Rescue)—सुदूर संवेदन खोज एवं बचाव कार्यों में विशेष सहायता करता है। किसी आपदा के पश्चात् जीवित बचे व्यक्तियों का शीघ्र पता लगाने से जीवन एवं मृत्यु के मध्य अन्तर हो सकता है। थर्मल इमेजिंग जैसी तकनीकें मलबे के नीचे दबे एवं बचे हुए व्यक्तियों के हीट सिग्नेचर की पहचान कर सकती है, जबकि उच्च रिजॉल्यूशन इमेजरी बचाव टीमों के लिए सुरक्षित मार्गों को मैपिंग में मदद कर सकती है।
4. **मानचित्रण** (Mapping)—सुदूर संवेदन आपदा सम्भावित क्षेत्रों के मानचित्रण हेतु एक बहुमूल्य उपकरण है। यह बाढ़, भू-स्खलन अथवा जंगल की आग के प्रति संवेदनशील क्षेत्रों को पहचानने में सहायता कर सकता है, जिससे निवारक उपायों के कार्यान्वयन की स्वीकृति मिल सकती है। आपदा के उपरान्त, सुदूर संवेदन आपदा के कारण हुए परिदृश्य में परिवर्तनों को प्रतिबिम्बित करने हेतु मानचित्रों को अद्यतन करने में मदद कर सकता है।
5. **मौसम का पूर्वानुमान** (Weather Forecast)—सुदूर संवेदन वायुमण्डलीय स्थितियों की निगरानी करके मौसम की भविष्यवाणी में विशेष योगदान देता है। उपग्रह बादलों के स्वरूप, वायु की दिशा एवं वायुमण्डलीय दबाव के बारे में जानकारी कर सकते हैं जिससे मौसम की घटनाओं की सही भविष्यवाणी की सुविधा मिलती है। यह तूफान, अधिक वर्षा एवं अन्य मौसम से सम्बन्धित आपदाओं की भविष्यवाणी करने में विशेष उपयोगी है।

TOUCH 'n PASS

6. **कृषि तथा खाद्य सुरक्षा** (Agriculture and Food Security)—सुदूर संवेदन सूखे अथवा कीट संक्रमण जैसी कृषि आपदाओं की भविष्यवाणी कर सकता है, जिससे जल्द ही हस्तक्षेप की स्वीकृति मिलती है। आपदा के पश्चात् यह कृषि भूमि को हुई हानि का आकलन कर सकता है, खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने हेतु बहुमूल्य डेटा दे सकता है।
7. **वन अग्नि प्रबन्धन** (Forest Fire Management)—सुदूर संवेदन वन अग्नि प्रबन्धन में विशेष भूमिका निभाता है। यह आरम्भ के चरणों में आग की जानकारी कर सकता है तथा उनके प्रसार की निगरानी कर सकता है, जिससे अग्निशमन प्रयासों की अत्यन्त प्रभावी तरीके से समन्वित करने में सहायता मिलती है। यह आग लगने के पश्चात् हानि का आकलन भी कर सकता है। पुनर्नवीकरण योजनाओं में मदद कर सकता है।
8. **आपातकालीन प्रतिक्रिया योजना** (Emergency Response Plan)—सुदूर संवेदन डेटा आपातकालीन प्रतिक्रिया योजना का एक आवश्यक घटक है। यह आपदा के सन्दर्भ में वास्तविक समय की जानकारी देता है, कुशल निकासी योजना बनाने, सबसे सुरक्षित मार्ग बनाने तथा उन क्षेत्रों को पहचानने में सहायता करता है, जिन पर तुरन्त ध्यान देने की आवश्यकता है। इसके अलावा, यह राहत सामग्री के वितरण की योजना बनाने में भी सहायता कर सकता है।
9. **तटीय क्षेत्र प्रबन्धन** (Coastal Zone Management)—सामान्यत: तटीय क्षेत्रों में चक्रवात, सुनामी एवं समुद्र के स्तर में वृद्धि जैसी आपदाओं का अधिक खतरा होता है। सुदूर संवेदन खतरे के आरम्भिक संवेदनों के लिए इन क्षेत्रों की देखरेख कर सकता है तथा सुरक्षात्मक उपायों की योजना बनाने में सहायता कर सकता है। यह इन आपदाओं के प्रभाव का आकलन भी कर सकता है तथा पुनर्प्राप्ति प्रयत्नों का मार्गदर्शन भी कर सकता है।
10. **जल संसाधन प्रबन्ध** (Water Resource Management)—आपदा परिदृश्यों में जल संसाधनों का प्रबन्धन आवश्यक हो जाता है। सुदूर संवेदन अधिक प्रवाह को रोकने अथवा कमी का पता लगाने हेतु बाँधों एवं जलाशयों में जल स्तर की जाँच कर सकता है। यह किसी आपदा के उपरान्त जल प्रदूषण क्षेत्रों की पहचान कर सकता है।
11. **स्वास्थ्य प्रबन्धन** (Health Management)—आपदा के समय स्वास्थ्य प्रबन्धन में सुदूर संवेदन विशेष भूमिका निभा सकता है। बाढ़ के पश्चात् स्थिर जल निकायों जैसे सम्भावित बीमारी के प्रकोप वाले क्षेत्रों को पहचान कर, यह शीघ्रातिशीघ्र हस्तक्षेप को सक्षम बनाता है। इसके अलावा, यह मच्छरों जैसे वाहकों की क्रिया को जानने में सहायता कर सकता है, जिससे डेंगू अथवा मलेरिया जैसी बीमारियों को रोकने में सहायता मिल सकती है।
12. **भू-स्खलन प्रबन्धन** (Landslide)—प्राय: भू-स्खलन की भविष्यवाणी करना कठिन होता है, किन्तु सुदूर संवेदन सहायता कर सकता है। यह अस्थिरता के संकेतों के लिए ढलानों को जाँच सकता है तथा भू-स्खलन को ट्रिगर करने वाले वर्षा पैटर्न की जाँच कर सकता है। सुदूर संवेदन आपदा के उपरान्त क्षति या हानि का आकलन कर सकता है।
13. **हिमानी झीलों का आकलन** (Assessment of Glacial Lakes)—जलवायु परिवर्तन के विषय में, हिमनद झीलों के आकलन में सुदूर संवेदन की भूमिका अनिवार्य है। ये झीलें ग्लेशियन लेक आउटबर्स्ट फ्लड का विशेष खतरा उत्पन्न कर सकती हैं, एक तरह की बाढ़ जो तब होती है जब ग्लेशियल झील वाला बाँध असफल हो जाता है। सुदूर संवेदन सम्भावित विस्फोटों के संकेतों हेतु इन झीलों की निगरानी कर सकता है, जिससे निकासी व अन्य निवारक उपायों हेतु बहुमूल्य समय मिल सकता है।
14. **बुनियादी ढाँचे की निगरानी** (Infrastructure Monitoring)—आपदाओं के समय बुनियादी ढाँचे की मजबूती का परीक्षण होता है। सुदूर संवेदन तनाव अथवा हानि के संकेतों के लिए पुलों, बाँधों व इमारतों की निगरानी कर सकता है। यह सम्भावित असफलताओं का जल्द ही पता लगाने में मदद करता है तथा समय पर निकासी अथवा मरम्मत की स्वीकृति देता है।
15. **वायु पैटर्न पर दृष्टि रखना** (Watch Wind Pattern)—आपदा प्रबन्धन में वायु पैटर्न को समझना व भविष्यवाणी करना आवश्यक है। उपग्रहों से प्राप्त सुदूर संवेदन डेटा वायु की गति व दिशा को ट्रैक कर सकता है, जिससे तूफानों के मार्ग अथवा जंगल की आग के फैलने की भविष्यवाणी करने में मदद मिलती है। इसके अलावा यह वायु गुणवत्ता सम्बन्धी आपदाओं की योजना बनाने, आँधी अथवा औद्योगिक दुर्घटनाओं जैसी घटनाओं के समय हानिकारक कणों के प्रसार पर दृष्टि रखने में अमूल्य हो सकता है।

TOUCH 'n PASS

प्र.3. आंकिक प्रतिकृति तथा दृष्टिक विश्लेषण का वर्णन कीजिए।
Describe the Visual Interpretation of digital image.

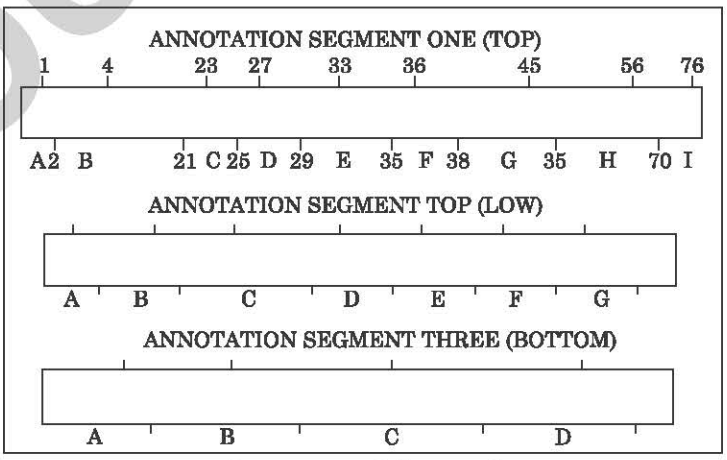
उत्तर

आंकिक प्रतिकृति का दृष्टिक विश्लेषण
(Visual Interpretation of Digital Image)

स्थलाकृतिक मानचित्रों की भाँति आंकिक प्रतिकृति का भी भौगोलिक विश्लेषण एवं तात्विक मानचित्रण हो सकता है। इसके लिये आंकिक प्रतिकृति बनाने की प्रक्रिया एवं प्रतिकृति के वास्तविक रंग का बोध होना जरूरी है। निर्माण प्रक्रिया में सामान्यत: धरातल के जो पदार्थ ऊष्मा का जितना ज्यादा परावर्तन करते हैं वे प्रतिबिम्ब में मन्द आभा (Tone) से तथा जो पदार्थ कम परावर्तन करते हैं वे गाढ़ी आभा (Tone) दर्शाते हैं। इसके अलावा विद्युत चुम्बकीय विकिरण प्रक्रिया में हर एक पदार्थ अपने मुख्य रंगों को उत्सर्जित करता है। संवेदक के माध्यम से उन्हीं रंगों पर आधारित बैंड से सूचनाएँ लिखीं व प्रेषित की जाती हैं। इसलिए प्रतिबिम्ब पर छायाँकन उन्हीं रंगों में होता है। भिन्न-भिन्न रंगों वाले बैंड नीला, हरा, लाल एवं अवरक्त बैंड हैं, जिनमें अधिकतम संवेदक सूचनाओं को दर्शाते हैं। प्रतिबिम्ब को बनाते समय इन्हीं रंगों के मिश्रण से **मिथ्यावर्ण संयुक्त प्रतिबिम्ब** (False Colour Composite : FCC) का उपयोग करके कई पदार्थों को निरूपित किया जाता है। प्रतिबिम्ब का दृष्टि विश्लेषण निम्नलिखित प्रकार होता है—

1. **प्रस्तावना** (Introduction)—प्रस्तावना में प्रतिबिम्ब के सन्दर्भ में आरम्भिक सूचनाएँ लिखी जाती हैं। ये समस्त सूचनाएँ प्रतिबिम्ब के चारों किनारों पर ऊपर व नीचे पट्टिकाओं में लिखी होती हैं। IRS प्रतिबिम्ब में ये सूचनाएँ निम्नलिखित क्रम में रहती हैं—

(I) Code	(II) Code	(III) Code
A = Product type	A = Orbit Number	A = Data Acquisition Station
B = Data Acquisition Time	B = Satellite Heading	B = Product Date
C = Camera	C = Unconnected scene control	C = Product generate-ion-agency
D = Subscene	D = Orbit Cycle	D = Satellite
F = Gain Setting	F = Map Projection	
G = Path No.	G = Resampling Method	
H = Format Centre		
I = Sum Elevation and Azimuth		



चित्र 1 : R.S.S. प्रतिबिम्ब सूचनाएँ

TOUCH N PASS

प्रतिबिम्ब के ऊपर उपरोक्त दो पट्टिकाएँ एवं नीचे तीसरी पट्टिका रहती है। इन तीनों में लिखी हुई समस्त सूचनायें प्रतिबिम्ब के सन्दर्भ में आरम्भिक जानकारी देती हैं। जैसे—अक्षांशीय व देशान्तरीय विस्तार प्रतिबिम्ब के चारों किनारों पर लिखा होता है। (चित्र 1)

2. **आंकिक प्रतिकृति तथ्यों की पहचान करना** (Identification of Image Facts)—प्राय: प्रतिबिम्ब में दर्शाए गए तथ्यों की पहचान एवं उनका विभेदन दो विधियों के आधार पर होता है—
   (1) कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर के माध्यम से DN मूल्य (0.255) के आधार पर।
   (2) प्रतिबिम्ब एवं मानचित्र में तुलनात्मक अध्ययन करके।

   इसमें दृष्टिक विश्लेषण में अगर प्रतिबिम्ब का स्थलाकृतिक मानचित्र मौजूद रहता है तो उससे कई तत्त्वों के वितरण एवं स्थिति निर्धारण की प्रक्रिया सम्पन्न की जाती है। सिर्फ प्रतिबिम्ब को देखकर अलग-अलग तत्त्वों की पहचान निम्नवत् प्रकार की जा सकती है—
   (i) नीचे बैंड में लिखित सूचनाओं के कारण जल वाला क्षेत्र नीले रंग में रहता है। नीली रेखा के रूप में धरातलीय नदी रहती है। अगर नदी शुष्क है तथा केवल बालू अथवा कंकड़-पत्थर के टुकड़े हैं तो नदी हल्की नीली रहती है।
   (ii) शुष्क सपाट पठारी क्षेत्र अथवा मरुस्थलीय हल्के भूरे व सफेद रंग के रहते हैं।
   (iii) नगर एवं अधिवास हल्के भूरे रंग के रहते हैं।
   (iv) परती भूमि सफेद अथवा हल्की नीली रहती है।
   (v) वनस्पति क्षेत्र हरे रंग के होते हैं।
   (vi) मनुष्य निर्मित दूसरे तथ्यों को उनकी स्थिति, आकृति अथवा क्रमबद्धता से पहचाना जा सकता है। उदाहरण के लिए, सड़कें, रेलमार्ग, लम्बाकार, नहरें लम्बाकार व अधिवासों की क्रमबद्धता हल्के भूरे रंग में विशिष्ट आकृति के रूप में दिखायी देती हैं।
   (vii) कृषि क्षेत्र गहरे लाल रंग के होते हैं।

उपर्युक्त विवचन के उपरान्त कहा जा सकता है कि तथ्यों को रंग के आधार पर पहचानने में छाया एवं रंगों की सघनता का ध्यान रखना जरूरी है क्योंकि इनके आधार पर तथ्यों की अलग-अलग विशेषताओं को पहचान सकते हैं। इसके अलावा प्रतिबिम्ब पर बैण्ड नम्बर लिखा होता है। इससे उल्लेखनीय आकृतियों को रंगों के आधार पर पहचाना जा सकता है।

प्र.4. मानचित्र कला और भौगोलिक सूचना प्रणाली का वर्णन कीजिए।
Describe the cartography and geographical information system.

उत्तर

मानचित्र कला और भौगोलिक सूचना प्रणाली
(Cartography and Geographical Information System)

भौगोलिक सूचना प्रणाली कम्प्यूटरीकृत आँकड़ों पर आधारित एक प्रबन्धन प्रणाली है, जो भौगोलिक आँकड़ों का संग्रहण, भण्डारण, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण करती है। यह पृथ्वी के धरातल पर स्थित भौगोलिक तत्त्वों का आँकड़ों के आधार पर सम्बन्ध स्थापित करती है, जो भौगोलिक तत्त्वों की अधिकाधिक सूचनाएँ रखते हैं। वास्तव में भौगोलिक सूचना प्रणाली (Geographical Information System) विभिन्न उपकरणों का एक समूह (Set of tools) है, जिससे आँकड़ों का एकत्रीकरण (Collection of data), भण्डारण (Storing), पुन: प्राप्ति (Retrieving), परिवर्तन (Transformation) स्थानिक प्रदर्शन (Spatial displaying) एवं विश्लेषण (Analysis) आदि की क्षमता विद्यमान है। इसमें सर्वेक्षण, हवाई छाया चित्रण एवं सुदूर संवेदन से आँकड़ों को एकत्रित करने की विधि भी प्रयुक्त की जाती है। कम्प्यूटर के सॉफ्टवेयर (Software) तथा हार्डवेयर (Hardware) इसके प्रमुख अंग हैं। सॉफ्टवेयर के अन्तर्गत विभिन्न प्रोग्राम पैकेज आते हैं, जबकि हार्डवेयर में उसके विभिन्न मशीनी अंगों को शामिल किया जाता है।

भौगोलिक सूचना प्रणाली का प्रमुख कार्य विभिन्न स्रोतों, फील्डवर्क, हवाई छायाचित्र तथा सुदूर संवेदन द्वारा प्राप्त सूचनाओं को पहले से उपलब्ध आँकड़ों और मानचित्रों के साथ एकरूपता में लाना है, जबकि परिणामी संश्लेषण (Synthesis) राष्ट्रीय आँकड़ा आधार प्रबन्धन प्रणाली (National Global Database Management System) के अनुरूप हो सकें।

TOUCH 'n' PASS

भौगोलिक सूचना प्रणाली का विकास—विश्व में स्थानिक आँकड़े नाविकों, भूगोलवेत्ताओं और सर्वेक्षणकर्त्ताओं द्वारा एकत्रित किए जाते रहे हैं, रोमन काल एवं यूरोपीय शासनकाल के अन्तर्गत इस कार्य को अधिक प्रमुखता दी गई। एकत्रित आँकड़े मानचित्र द्वारा दर्शाए जाते थे। प्रारम्भिक काल में अधिकांश आँकड़े पृथ्वी धरातल से सम्बन्धित स्थिति और स्थलाकृतियों के होते थे। उन्नीसवीं शताब्दी में प्राकृतिक संसाधनों के बढ़ते महत्त्व के कारण भू-भौतिकी, भू-आकृति विज्ञान, मृदा-विज्ञान, पारिस्थितिकी आदि विषयों का अध्ययन क्षेत्र बढ़ा तथा इनसे प्राप्त आँकड़ों/सूचनाओं के मानचित्रण की समस्या बढ़ने लगी। पहले के अधिकांश मानचित्र स्थलाकृतियों से सम्बन्धित थे, जो सामान्य उद्देश्यों की पूर्ति करते थे। बाद में विशिष्ट उद्देश्यों अर्थात् चट्टान प्रकार, मिट्टी-क्रम, भूमि उपयोग इत्यादि के लिए मानचित्रण पर जोर दिया जाने लगा। इन्हीं को थिमैटिक मानचित्र भी कहा जाता है। पहले मानचित्र विभिन्न चिन्हों, रंगों तथा छाया-विधि (Choropleth Method) से बनाए जाते थे। इन मानचित्रों की एक और विशेषता यह थी कि वे छोटे क्षेत्र के लिए ही बनाए जाते थे।

बीसवीं शताब्दी में स्थलाकृतियों तथा प्राकृतिक संसाधकों इत्यादि हेतु विशिष्ट थिमैटिक मानचित्रों की आवश्यकता प्रतीत हुई, क्योंकि हवाई छाया-चित्रण द्वारा प्राप्त मानचित्रों एवं सुदूर संवेदन द्वारा प्राप्त आँकड़ों एवं इमेजरी की भरमार हो गई। साथ ही विस्तृत क्षेत्र के लिए शुद्ध मानचित्रों की आवश्यकता प्रतीत होने लगी। प्रारम्भिक दौर में जिन विषयों में मानचित्र की प्रथा नहीं थी, उनमें भी मानचित्रों की आवश्यकता का आभास हुआ। भू-संसाधन वैज्ञानिक, भू-भौमिकी वेत्ता, मृदा वैज्ञानिक, पारिस्थितिकी वैज्ञानिक, भूमि उपयोगकर्त्ता तथा सिविल अभियन्ताओं, नियोजकों इत्यादि को इसके द्वारा थिमैटिक मानचित्रों की आवश्यकता पड़ने लगी।

अपार आँकड़ों की उपलब्धता, मात्रात्मक विधियों का अभाव तथा स्थानिक विभिन्नताओं को दर्शाने हेतु उचित गणितीय विधियों के अभाव ने वैज्ञानिकों को नई विधियों के आविष्कार हेतु बाध्य कर दिया, 1930-40 के दशक में सांख्यिकीय विधियों एवं टाइम सीरीज की खोज इस दिशा में पहला कदम, रहा परन्तु 1960 के दशक में डिजिटल कम्प्यूटर (Digital Computer) के अन्वेषण ने स्थानिक विश्लेषण (Spatial analysis) और मात्रात्मक थिमैटिक मानचित्रण (Quantitative thematic mapping) हेतु नई दिशा प्रदान की।

आँकड़ों का संग्रह तथा मानचित्रों का प्रकाशन खर्चीला एवं अधिक समय लेने वाला है, इतना ही नहीं पृथ्वी धरातल के बदलते स्वरूप प्रदर्शित करने में प्रचलित मानचित्रण विधि असहाय हो गई। बाद में हवाई छायाचित्र (Aerial Photography) तथ इमेजरी (Imagery) की सहायता से मरुस्थलों का धीमा विस्तार, अपरदन, वनाग्नि, बाढ़, मौसम प्रणाली इत्यादि के अध्ययन में सहायता मिली, परन्तु सुदूर संवेदन द्वारा प्राप्त आँकड़े मानचित्र के रूप में नहीं होते हैं। ये फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब के रूप में चुम्बकीय टेप पर उपलब्ध होते हैं। अत: इस हेतु भी नई तकनीक की आवश्यकता पड़ी जो फोटोग्राफिक इमेजेज का मानचित्रण कर उपयोगी प्रतिरूपों का विश्लेषण कर सकें।

इस दिशा में गणितज्ञों, भौतिकविदों तथा कम्प्यूटर वैज्ञानिकों ने मिलकर एक नए मानचित्रण उपकरण (Mapping tools) की खोज की, जिसे भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) कहा जाता है। चूँकि यह विधि कम्प्यूटर पर आधारित है, अत: इस उद्देश्य हेतु कई प्रोग्राम-सीमैप (Symap), ग्रिड (Grid), इमग्रिड (IMGRID) तथा जिओमैप (GEOMAP) तैयार किए गए।

1977 के डॉ० रिन्द (Dr. Rhind) ने कम्प्यूटर फोटोग्राफी की उपयोगिता प्रकट करते हुए उसके महत्त्व के निम्न कारण बताए हैं—

(i) उपलब्ध मानचित्रों को शीघ्र तैयार करने के लिए।
(ii) उपलब्ध मानचित्रों को कम खर्च में तैयार करने के लिए।
(iii) विशिष्ट उपयोगकर्त्ता की आवश्यकता की पूर्ति हेतु मानचित्र तैयार करने के लिए।
(iv) जहाँ कुशल स्टॉफ उपलब्ध नहीं है, वहाँ मानचित्र तैयार करने के लिए।
(v) एक ही आँकड़े के आधार पर विभिन्न आरेखीय प्रदर्शन के परीक्षण के लिए।
(vi) मानचित्र को सुविधाजनक, उन्नत एवं अद्यतन (Updating) करने के लिए।
(vii) आँकड़ों के विश्लेषण को सुविधाजनक बनाने हेतु खासकर जहाँ सांख्यिकीय विश्लेषण और मानचित्रण दोनों की आवश्यकता है।
(viii) प्रकाशित मानचित्र के उपयोग को कम करने के लिए, क्योंकि इसमें आँकड़े एकत्र करने की क्षमता है।

TOUCH 'n' PASS

(ix) ऐसे मानचित्र बनाने हेतु जो हाथ से तैयार नहीं हो सकते, जैसे—त्रि-आयामी मानचित्र (Three dimensional Maps) अथवा स्टीरियोस्कोपिक मानचित्र (Stereoscopic Map)।

(x) मानचित्रण में स्वचालन को बढ़ावा देने के लिए।

इसके उपरान्त 1970 के दशक में कम्प्यूटर सहायता प्राप्त मानचित्रण विज्ञान (Computer Assisted Cartography) में तीव्र विकास और निवेश हुआ। सैकड़ों कम्प्यूटर प्रोग्राम और प्रणालियाँ (System) विकसित किए गए। अमेरिका में सर्वाधिक 1000 भौगोलिक सूचना प्रणालियों का विकास हुआ। बाद में यूरोपीय देशों में इसका विकास तेजी से हुआ।

भारत में आधुनिक तकनीकी के प्रयोग से नाटमो (NATMO) में अंकीय मानचित्र एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली का कार्य जारी है और कम्प्यूटर फोटोग्राफी के द्वारा आँकड़ों के प्रबन्धन की समस्या को हल करना आवश्यक हो गया है। परम्परागत मानचित्रकला की तुलना में इस स्वचालित कला का मुख्य लाभ विशाल मात्रा में आरेख तथा एट्रीब्यूट (Attribute) आँकड़ों का संग्रह कराने की क्षमता तथा आश्चर्यजनक गति से गणना करने की क्षमता के कारण है, जोकि परम्परागत विधि से नहीं किया जा सकता है। नाटमो की इस भौगोलिक सूचना प्रणाली से उपयोगकर्त्ता को आवश्यकता के अनुसार मानचित्र बनाने की सुविधा उपलब्ध हो जाएगी तथा मानचित्र निर्माण की प्रक्रिया में नए प्रयोगों में नए प्रयोगों का मार्ग प्रशस्त हो जाएगा।

भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक स्वाभाविक रूप से कई विभागों की समन्वित गतिविधियों को प्रोत्साहित करती है, जिससे कि किसी समस्या तक सघन एवं रचनात्मक ढंग से पहुँचा जा सके। यह स्थानिक (Spatial) आँकड़ों को ऊर्ध्वाधर एवं क्षैतिज समन्वय से प्रस्तुत करती है। इसलिए यह माना जाता है कि भौगोलिक सूचना प्रणाली बहुत बड़े स्तर पर स्थानिक मानचित्र के रूप में स्थित विशाल आँकड़ों को प्रभावशाली ढंग से प्रबन्धित करके उपयोग में ला सकता है, जिससे कि उनको अद्यतन बनाया जा सके एवं उसमें नए आयाम जोड़े जा सकें। इस प्रकार भौगोलिक सूचना प्रणाली के आवश्यक इनपुट से नाटमो को विशेष प्रकार के सूचना प्रबन्ध तंत्र हेतु अच्छी फीड बैक मिल सकती है, जिससे कि आंकिक तकनीक के माध्यम से स्थानिक आँकड़ों को भली-भाँति प्रवेश कराकर उनका संग्रहण, समायोजन, विश्लेषण, पुनः प्राप्तिकरण तथा प्रदर्शन किया जा सके। भौगोलिक सूचना तंत्र द्वारा आँकड़ों के विशाल संग्रह को आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि परिणाम उद्देश्यपूर्ण एवं समायोजित हो। एक बार स्कैनिंग या अंकीकरण हो जाने पर भौगोलिक सूचना प्रणाली के आँकड़ों को तीव्रता एवं कुशलता के साथ नवीनीकृत किया जा सकता है। भौगोलिक सूचना प्रणाली तकनीक के द्वारा नाटमो में उच्च मानक के उत्पाद प्राप्त हो सकेंगे।

अंकीय मानचित्रण (Digital Mapping) एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली की संरचना कुल मिलाकर स्थानिक अंकीकरण, सांख्यिकी, आँकड़ों के संग्रहण तथा सह-सम्बन्ध, सांख्यिकी विषयक मानचित्रण तथा नाटमो (NATMO) में भौगोलिक सूचना प्रणाली कार्य करने का वातावरण तैयार करने पर आधारित है, जिसका उद्देश्य इन कार्यों के अन्तर्सम्बन्धों को मानचित्र उत्पादन के विभिन्न चरणों में प्रयोग में लाना है, जिसका विवरण निम्न प्रकार है—

1. नाटमो के विभिन्न विषय पर 1:1, 1:2, 1:6 तथा 1:12 मिलियन मापक के चुने हुए मानचित्रों का अंकीकरण तथा ग्रिड सेलों में आँकड़ों का परिवर्तन।
2. मानचित्र कला तथा थिमैटिक मानचित्रों के आँकड़ों को स्वचालित स्कैनिंग तथा अंकीकरण द्वारा संग्रहण।
3. विभिन्न मापकों पर मानचित्र निर्माण तथा इन मानचित्रों की लाइब्रेरी बनाना, थिमैटिक परतों (Layer) में फाइलें बनाना तथा भौगोलिक सूचना प्रणाली मानचित्रण एवं उसके विश्लेषित उत्पादकों के लिए स्रोतों का अंकीकरण करना।
4. वर्तमान मानचित्रों को सांख्यिकीय मानचित्र आँकड़ों एवं उपग्रह से प्राप्त कई प्रकार के नवीनतम आँकड़ों से अद्यतन करना।
5. परस्पर क्रिया द्वारा मानचित्र तैयार करना, मानचित्रों को संशोधित करने में सहयोग करना तथा मानचित्र उत्पादन, वैज्ञानिक विकास एवं नियोजन हेतु अधिक उपयोगी मानचित्र तैयार करने के लिए डाटा-बेस का विस्तार करना।
6. नाटमो के मानचित्रों को अद्यतन करने के लिए अंकीय डाटा-बेस तथा सांख्यिकीय मानचित्रों का निर्माण तथा समकालीन विषयों पर विशेष दल देना।
7. थिमैटिक मानचित्रों के डिजाइनों की मॉडलिंग (यांत्रिक स्वचालित मानचित्रकला द्वारा) जिससे कि संगठन की मोनोग्राफ शृंखला तथा मानचित्र डिजाइन व्यवस्था को मजबूत किया जा सके, इनके मानचित्र तथा सांख्यिकीय आँकड़ों से सिस्टम में समन्वय कराना।

TOUCH 'n PASS

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. सुदूर संवेदन के अनुप्रयोग हैं—
(क) नगरीयकरण (ख) कृषि (ग) वानिकी (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.2. भू-आकृति में सुदूर संवेदन का क्या अनुप्रयोग है?
(क) भू-आपदाओं का मानचित्रण (ख) भू-गर्भिक मानचित्रण
(ग) धरातलीय निक्षेपणों का अध्ययन (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.3. सुदूर संवेदन तकनीक का अनुप्रयोग बाढ़ क्षेत्रों में किसलिए होता है?
(क) मॉनीटरन के लिए (ख) विस्तार जानकारी के लिए
(ग) 'अ' एवं 'ब' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) 'अ' एवं 'ब' दोनों

प्र.4. हाइब्रिड वर्गीकरण में, उपयोगकर्त्ता ..... है।
(क) मैन्युअल रूप से प्रशिक्षण पिक्सेल के एक सेट को वर्गीकृत करता है
(ख) स्वचालित रूप से छवि में सभी पिक्सेल को वर्गीकृत करता है
(ग) मैनुअल और स्वचालित वर्गीकरण के संयोजन का उपयोग करता है
(घ) उपरोक्त में से कोई नहीं
उत्तर (ग) मैनुअल और स्वचालित वर्गीकरण के संयोजन का उपयोग करता है

प्र.5. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग का एक सामान्य अनुप्रयोग नहीं है?
(क) भूमि उपयोग योजना (ख) प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन
(ग) पर्यावरण निगरानी (घ) मौसम पूर्वानुमान
उत्तर (घ) मौसम पूर्वानुमान

प्र.6. पर्यवेक्षित वर्गीकरण में, उपयोगकर्त्ता—
(क) मैन्युअल रूप से प्रशिक्षण पिक्सेल के एक सेट को वर्गीकृत करता है
(ख) स्वचालित रूप से छवि में सभी पिक्सेल को वर्गीकृत करता है
(ग) मैनुअल और स्वचालित वर्गीकरण के संयोजन का उपयोग करता है
(घ) उपरोक्त में से कोई नहीं
उत्तर (क) मैन्युअल रूप से प्रशिक्षण पिक्सेल के एक सेट को वर्गीकृत करता है

प्र.7. असुरक्षित वर्गीकरण में, कम्प्यूटर—
(क) मैन्युअल रूप से प्रशिक्षण पिक्सेल के एक सेट को वर्गीकृत करता है
(ख) स्वचालित रूप से छवि में सभी पिक्सेल को वर्गीकृत करता है
(ग) मैनुअल और स्वचालित वर्गीकरण के संयोजन का उपयोग करता है
(घ) उपरोक्त में से कोई नहीं
उत्तर (ख) स्वचालित रूप से छवि में सभी पिक्सेल को वर्गीकृत करता है

प्र.8. छवि व्याख्या ..... की प्रक्रिया है।
(क) एक छवि के विपरीत में सुधार करना
(ख) एक छवि में प्रत्येक पिक्सेल का एक वर्ग निर्दिष्ट करना
(ग) दो या अधिक छवियों को संरेखित करना
(घ) एक छवि के अर्थ को समझना
उत्तर (घ) एक छवि के अर्थ को समझना

TOUCH 'n PASS

प्र.9. निम्नलिखित में से कौन-सा छवि वर्गीकरण का एक प्रकार नहीं है?

(क) पर्यवेक्षित वर्गीकरण (ख) असुरक्षित वर्गीकरण

(ग) संकर वर्गीकरण (घ) मैनुअल वर्गीकरण

उत्तर (घ) मैनुअल वर्गीकरण

प्र.10. रिमोट सेंसिंग छवि का अस्थायी रिजॉल्यूशन ..... है।

(क) सबसे छोटी विशेषता का आकार जिसे छवि में हल किया जा सकता है

(ख) छवि में वर्णक्रमीय बैंडों की संख्या

(ग) छवि में डेटा की मात्रा

(घ) छवि प्राप्त करने के लिए उपयोग किए जाने वाले विद्युत चुम्बकीय विकिरण की आवृत्ति

उत्तर (ग) छवि में डेटा की मात्रा

प्र.11. डिजिटल इमेज प्रोसेसिंग ..... के लिए उपयोग की जाने वाली तकनीकों का एक सेट है।

(क) छवियों के विपरीत को बढ़ाएँ

(ख) छवियों में सुविधाओं को वर्गीकृत करें

(ग) छवियों में विशेषताओं की परावर्तनीयता को मापना

(घ) उपर्युक्त सभी

उत्तर (घ) उपर्युक्त सभी

प्र.12. रिमोट सेंसिंग का उपयोग विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों में किया जाता है, जिसमें ..... शामिल है।

(क) भूमि उपयोग योजना (ख) प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन

(ग) पर्यावरण निगरानी (घ) ये सभी

उत्तर (घ) ये सभी

प्र.13. रिमोट सेंसिंग के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला पहला उपग्रह ..... था।

(क) लैंडसेट 1 (ख) निम्बस 1

(ग) टीआईआरओएस-1 (घ) स्पॉट-1

उत्तर (ग) टीआईआरओएस-1

प्र.14. एक कृत्रिम रूप से उत्पन्न रंग छवि है जिसमें नीले, हरे और लाल बैंड को कुछ विशेषताओं के विपरीत को बढ़ाने के लिए विभिन्न वर्णक्रमीय बैंड को सौंपा गया है। इस छवि को ..... कहा जाता है।

(क) मल्टीस्पेक्ट्रल छवि (ख) मिथ्या रंग मिश्रित

(ग) वर्णक्रमीय बैंड (घ) विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम

उत्तर (ख) मिथ्या रंग मिश्रित

प्र.15. निम्नलिखित में से कौन-सा रिमोट सेंसिंग सेंसर का एक प्रकार नहीं है?

(क) ऑप्टिकल सेंसर (ख) थर्मल सेंसर

(ग) रडार सेंसर (घ) यांत्रिक संवेदक

उत्तर (घ) यांत्रिक संवेदक

प्र.16. रिमोट सेंसिंग के लिए ऊर्जा का सबसे महत्त्वपूर्ण स्त्रोत ..... है।

(क) सूर्य (ख) चंद्रमा

(ग) तारे (घ) पृथ्वी

उत्तर (क) सूर्य

TOUCH 'n' PASS

प्र.17. विद्युत चुम्बकीय विकिरण की निरंतरता जो लघु तरंग उच्च आवृत्ति ब्रह्मांडीय विकिरण से लेकर लंबी तरंग दैर्ध्य कम आवृत्ति रेडियो तरंगों तक होती है, को ..... कहा जाता है।

(क) विद्युत-चुंबकीय स्पेक्ट्रम (ख) वर्णक्रमीय बैंड

(ग) परावर्तनीयता (घ) मिथ्या रंग मिश्रित

उत्तर (क) विद्युत-चुंबकीय स्पेक्ट्रम

प्र.18. कौन-सा रिमोट सेंसिंग प्लेटफॉर्म पृथ्वी अवलोकन के लिए उच्चतम स्थानिक रिजॉल्यूशन प्रदान करता है?

(क) उपग्रह (ख) एयरबोर्न सेंसर

(ग) ड्रोन (घ) भू-आधारित दूरबीन

उत्तर (ख) एयरबोर्न सेंसर

प्र.19. भूमिगत तेल और खनिज जमा का पता लगाने के लिए निम्नलिखित रिमोट सेंसिंग तकनीकी में से किसका उपयोग किया जाता है?

(क) रडार (ख) लिडार

(ग) थर्मल इन्फ्रारेड इमेजिंग (घ) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग

उत्तर (घ) हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग

प्र.20. रिमोट सेंसिंग में हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग का उपयोग करने का क्या लाभ है?

(क) उच्च स्थानिक रिजॉल्यूशन

(ख) कई बैंडों पर एक साथ कब्जा

(ग) बादलों के माध्यम से देखने की क्षमता

(घ) लंबी तरंग दैर्ध्य कवरेज

उत्तर (ख) कई बैंडों पर एक साथ कब्जा

प्र.21. वायु गुणवत्ता और प्रदूषण के स्तर को मापने के लिए निम्नलिखित में से किस रिमोट सेंसिंग सेंसर का उपयोग किया जाता है?

(क) लिडार (ख) इन्फ्रारेड कैमरा

(ग) रडार (घ) बहु-कोण स्पेक्ट्रोमीटर

उत्तर (घ) बहु-कोण स्पेक्ट्रोमीटर

❑

TOUCH 'n' PASS

UNIT-VII

जी०आई०एस० का कम्प्यूटर मूलभूत सिद्धान्त

Computer Fundamental of G.I.S.

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. कम्प्यूटर का मूल कार्य क्या है?

What is the basic work of computer?

उत्तर कम्प्यूटर एक इलेक्ट्रॉनिक मशीन है, जो निर्धारित आँकड़ों (Input) पर दिए गए निर्देशों की शृंखला (Program) के अनुसार विशेषीकृत प्रक्रिया (Process) करके अपेक्षित सूचना या परिणाम (Output) प्रस्तुत करती है।

प्र.2. हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर में क्या अंतर है?

What is the difference between hardware and software?

उत्तर हार्डवेयर कम्प्यूटर का भौतिक तत्त्व है। इसमें मॉनिटर, कीबोर्ड और माइक्रोचिप्स और हार्ड ड्राइव जैसी डिवाइसों के अंरूनी हिस्से भी शामिल हैं। जबकि सॉफ्टवेयर वह चीज है जो हार्डवेयर को बताता है कि क्या करना है और कैसे करना है, जिसमें आपके फोन पर कम्प्यूटर प्रोग्राम और ऐप्स भी शामिल हैं।

प्र.3. ऑपरेटिंग सिस्टम के उदाहरणों को लिखिए।

Write the of operating system?

उत्तर ऑपरेटिंग सिस्टम के कुछ उदाहरणों में एप्पल मैकओएस, यूनिक्स ऑपरेटिंग सिस्टम, माइक्रोसॉफ्ट विंडोज, गूगल एंड्राइड ओएस, लिनक्स ऑपरेटिंग सिस्टम और एप्पल आईओएस शामिल हैं। एप्पल मैकओएस एप्पल पर्सनल कम्प्यूटर, जैसे—एप्पल मैकबुक, एप्पल मैकबुकप्रो और एप्पल मैकबुक एयर पर पाया जाता है।

प्र.4. हार्डवेयर क्या है और इसके प्रकार लिखिए।

What is hardware? write its type.

उत्तर कम्प्यूटर हार्डवेयर दो प्रकार के होते हैं—**बाहरी और आंतरिक।** बाहरी हार्डवेयर उपकरणों में मॉनिटर, कीबोर्ड, प्रिंटर और स्कैनर शामिल हैं, जबकि आंतरिक हार्डवेयर उपकरणों में मदरबोर्ड, हार्ड ड्राइव और रैम शामिल हैं। एंटरप्राइज कम्प्यूटर।

प्र.5. सॉफ्टवेयर का क्या अर्थ है?

What is the meaning of software?

उत्तर कम्प्यूटर विज्ञान में, सॉफ्टवेयर या तंत्रांश (Software) सार्थक क्रमादेशों (instructions) और आवश्यक सूचनाओं का एक ऐसा समूह है जो संगणक (कम्प्यूटर) को यह बताता है कि उसे क्या काम करना है। सॉफ्टवेयर, एक तरह से, हार्डवेयर से अत्यन्त भिन्न है।

प्र.6. सॉफ्टवेयर की आवश्यकता क्यों है?

Why is the need of software?

उत्तर कम्प्यूटर में सॉफ्टवेयर (Computer Software) निर्देशों या प्रोग्राम का एक समूह होता है जिसका इस्तेमाल कम्प्यूटर को संचालित करने व कम्प्यूटर में विशेष कामों को करने के लिए किया जाता है, सॉफ्टवेयर कम्प्यूटर का एक महत्त्वपूर्ण भाग है।

प्र.7. रिमोट सेंसिंग (सुदूर संवेदन) तकनीक किस प्रकार उपयोगी है?

उत्तर कृत्रिम उपग्रहों के प्रचलन से सुदूर संवेदन की उपयोगिता बढ़ी है। अब दृश्य और अदृश्य सूचनाएँ भी उपग्रह चित्रों के माध्यम से एकत्रित की जाती हैं।

TOUCH 'n' PASS

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. प्रतिबिम्ब से आप क्या समझते हैं? प्रतिबिम्ब प्रक्रमण की तकनीकों का उल्लेख कीजिए।
What do you understand by image? Explain the Techniques of image processing.

उत्तर

प्रतिबिम्ब
(Image)

अपेक्षाकृत कम लागत व समय में व्यापक धरातलीय क्षेत्र के सम्बन्ध में कई तरह के आँकड़े संग्रहित करने का श्रेय सुदूर संवेदन तकनीक को जाता है। सुदूर संवेदन में धरातलीय पदार्थों से विद्युत चुम्बकीय विकिरण के परावर्तन को संवेदकों के माध्यम से अर्जित करके उन्हें विद्युत संकेतकों में रूपान्तरित करके भूकेन्द्रों पर भेजा जाता है। जहाँ पर उन्हीं संकेतकों की मदद से प्रतिकृति (Image) का बना होता है। प्रतिकृति की प्रक्रिया प्राथमिक रूप से कई धरातलीय पदार्थों के तापीय उत्सर्जन से बने अनेक वर्णक्रम (Spectrum) की तरंगों पर आधारित है। कई धरातलीय पदार्थों की वर्णक्रमीय मात्रा एवं प्रकृति भिन्न-भिन्न होती है। जो हरे जंगल, हरी तरंगें पैदा करते हैं। इसी प्रकार पानी नीली तरंगें पैदा करता है। सम्बन्धित पदार्थ अथवा वस्तु का स्वयं का तापक्रम अत्यधिक है तो वह हल्की रंगत की आभा पैदा करेगी, कम तापक्रम वाली वस्तुओं की आभा गहरी गाढ़ी होगी। धरातल की वस्तुओं की इन्हीं विशेषताओं के आधार पर उत्सर्जन प्रभावित होता है तथा वैसे ही विद्युत संकेतक भूकेन्द्रों पर प्रेषित होते हैं। इससे प्रतिबिम्ब उसी तरह के रंगत वाले होते हैं। आधुनिक समय में कम्प्यूटर पर आधारित अलग-अलग प्रकार के सॉफ्टवेयर के माध्यम से प्रतिबिम्ब का अपेक्षित विश्लेषण होता है। वैसे सॉफ्टवेयर कई प्रकार के होते हैं जो अलग-अलग प्रकार से प्रतिबिम्ब का विश्लेषण करते हैं।

प्रतिबिम्ब प्रक्रमण की तकनीकें
(Techniques of Image Processing)

प्रतिबिम्ब को शुद्ध व उचित बनाने हेतु निम्नलिखित तकनीकों का अनुप्रयोग किया जाता है—

1. **प्रकाशीय तकनीक** (Optical Techniques)—इसमें लेन्स की निर्माण प्रक्रिया व प्रयोग, प्रतिबिम्ब के प्रकाशीय प्रक्रिया हेतु किया जाता है। यह तकनीक एक तरह की गति पर प्रतिबिम्ब को प्रदर्शित करती है। हालाँकि प्रकाशीय तत्त्व का निर्माण एक कठिन समस्या है। प्रकाशीय तकनीकों का प्रयोग प्रतिबिम्ब से कमियों को निकालने हेतु किया जाता है।
2. **आंकिक तकनीक** (Digital Techniques)—इस तकनीक का प्रयोग आंकिक प्रतिबिम्ब की प्रक्रिया हेतु किया जाता है। यह एक लचीली शक्तिशाली तकनीक है। विश्लेषणकर्त्ता के माध्यम से प्रतिबिम्ब संसाधित करने हेतु आंकिक तकनीकों का प्रयोग होता है। आधुनिक समय में आंकिक प्रतिबिम्ब के कम पैसों में मिलने के कारण यह तकनीक अत्यन्त प्रचलित हुई है।
3. **फोटोग्राफिक तकनीक** (Photographic Techniques)—यह फोटोग्राफिक प्रक्रिया की अवधारणा पर आधारित है। इसमें प्रतिबिम्ब को आकर्षक एवं समूहबद्ध किया जाता है।

प्र.2. आंकिक प्रतिबिम्ब के लाभ लिखिए।
Write the advantages of digital image.

उत्तर

आंकिक प्रतिबिम्ब के लाभ
(Advantages of Digital Image)

इसके निम्नलिखित लाभ हैं—

1. इस प्रतिबिम्ब में उच्च रेडियोमेट्रिक विशेषताएँ होती हैं।
2. आंकिक आँकड़ों को संचारित, संग्रहित तथा पुनर्प्राप्त किया जा सकता है। प्रतिबिम्ब में बने आँकड़ों को पुन: प्रयोग में लाया जा सकता है।
3. इस प्रतिबिम्ब में प्रयोग किए गए आँकड़े पुराने नहीं होते हैं। इनके माध्यम से किसी भी समय प्रतिबिम्ब बनाया जा सकता है। अगर आंकिक आँकड़ों को सुरक्षित रखा जाये तो इनसे पुन: प्रतिबिम्ब बनाए जा सकते हैं।

TOUCH 'n' PASS

संवेदकों से मिले प्रतिबिम्ब के विश्लेषण व उनके आधार पर तात्विक मानचित्रण की उक्त प्रक्रिया कम्प्यूटर पर आधारित सॉफ्टवेयर के माध्यम से पूर्व की जाती है। इसमें अनेक तकनीकों के माध्यम से कई वांछित तत्त्वों के D.N. मूल्य (Digital Numbers) के आधार पर वर्णक्रमीय बैंड में सम्बन्धित तत्त्वों की स्थिति निर्धारण, वितरण व मानचित्रण कर सकते हैं। जैसे—समुद्रीय अथवा जलक्षेत्रीय स्वरूप को नीले बैंड, वनस्पति को हरे बैंड, कृषि क्षेत्र को लाल बैंड व हर तरह के पदार्थों को अवरक्त बैण्ड से विश्लेषित करके स्थानिक वास्तविकताओं के सन्दर्भ में जानकारी अर्जित की जा सकती है। वस्तुत: अनेक पदार्थ बैंड विशेष रूप से दिखाई देते हैं।

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. प्रतिबिम्ब के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
Describe the types of image.

उत्तर

प्रतिबिम्ब के प्रकार
(Types of Image)

स्रोत के आधार पर प्रतिबिम्ब के दो प्रकार हैं—

I. फोटोग्राफिक फिल्म आकार (Photographic Film Form)
II. आंकिक आकार (Digital Form)

I. **फोटोग्राफिक फिल्म आकार** (Photographic Film Form)—फोटोग्राफिक संवेदक, फोटोग्राफिक फिल्म पर प्रतिबिम्ब को प्रदर्शित करता है। कई धरातलीय दृश्य लक्षणों को सुदूर संवेदन तकनीक की मदद से फोटोग्राफिक फिल्म पर धरातलीय विवरणों की चमक के आधार पर प्रतिबिम्बों को दर्शाया जाता है। किसी दृश्य के जिस भाग अथवा वस्तु से परावर्तित ऊर्जा अत्यन्त मात्रा में संवेदक तक पहुँचेगी उस भाग का बिम्ब अत्यन्त चमकीला अथवा श्वेत दिखाई देगा। चमक के आधार पर फोटोग्राफिक फिल्म पर प्रकाश की गहनता लिखी होती है, जो दृश्य निर्माण व विश्लेषण में मदद करते हैं।

फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब के लाभ (Advantages of Photographic Image)—इसके निम्नलिखित लाभ हैं—

1. फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब में कम्प्यूटर पर अंकीय प्रतिबिम्ब की अपेक्षा स्थानिक विभेदन प्रकृष्ट तथा अधिक होता है।
2. फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब से स्थानिक आकृतियों का पुन: निर्माण ज्यामितीय दृष्टि से उचित होता है।
3. फोटोग्राफिक प्रतिबिम्ब बड़ी मापनी पर वृहत् क्षेत्र को दर्शाती है।

II. **आंकिक आकार** (Digital Form)—आंकिक प्रतिबिम्ब विद्युत चुम्बकीय प्रकाशीय संवेदक के माध्यम से बनायी जाती है। उदाहरणार्थ—बहुस्पेक्ट्रल संवेदक (Multispectral Sensor) धरातलीय विकरित ऊर्जा (Radient Energy) की मात्रा को संख्याओं में दर्शाता है, जिन्हें **आंकिक संख्या** (DN) कहा जाता है। वृहत् आंकिक संख्या (>150) अधिक मात्रा में विकिरण ऊर्जा को प्रदर्शित करती है, जबकि छोटी आंकिक संख्या (<50) ऊर्जा की कम मात्रा को प्रदर्शित करती है।

आंकिक प्रतिबिम्ब (Digital Image)—यह छोटे आकार के समक्षेत्र पिक्चर तत्त्वों के क्रम में क्रमबद्ध की जाती है। डिजीटल प्रतिबिम्ब में छोटे-से-छोटे तत्त्व को **पिक्सल** (Pixel) कहा जाता है। पिक्सल धरातल की दूरियों को मीटर या किमी० में दर्शाते हैं। पिक्सल का आकार संवेदक के अनुसार अलग-अलग होता है, जिसे **विभेदक** (Resolution) कहा जाता है। पिक्सल का आकार व धरातलीय दूरी के आनुपातिक सम्बन्ध को ही **विभेदन** कहा जाता है। आंकिक मानों (DN) को पंक्तियों व कॉलम में सुव्यवस्थित किया जाता है। हर एक फिल्म तत्त्व या पिक्सल की स्थिति को XY निर्देशांक के माध्यम से निर्धारित किया जाता है। इस तरह सामान्य रूप से आंकिक संख्याओं (DN) को निम्नलिखित में से किसी एक प्रारूप में एकत्रित किया जाता है—

(i) **BSQ (Band Sequential)**—इसमें प्रत्येक बैंड के आँकड़ों को एक फाइल पर लिखा जाता है और क्रमबद्ध रूप से एकत्रित किया जाता है।

TOUCH n PASS

(ii) **BIP (Band Interleaved by Pixel)**—इसमें समस्त बैंड के आँकड़ों को एक-एक पिक्सल क्रम के अनुरूप लिखा जाता है।

(iii) **BIL (Band Interleaved by Line)**—इसमें समस्त बैंडों के आँकड़ों को एक-एक पंक्ति क्रम में लिखा जाता है।

आंकिक प्रतिबिम्ब प्रक्रमण (Digital Image Processing)—इसमें कम्प्यूटर की मदद से किसी प्राप्त प्रतिबिम्ब का विश्लेषण तथा परिचालन करना होता है। स्थानिक आकृतियों के उचित अन्तर विश्लेषण व व्याख्या के लिए आंकिक आँकड़ों को अलग-अलग एल्गोरिथम पर रखा जाता है। इसमें प्रतिबिम्ब का उच्चीकरण किया जाता है। वस्तुत: उपग्रह से मिले प्रतिबिम्ब आँकड़ों को समझने हेतु कम्प्यूटर मॉनीटरन पर दर्शाया जाता है। कभी इन आँकड़ों को तीन स्पेक्ट्रल बैंडों के संयुक्त रूप में जैसे कि **मिथ्या वर्ण मिश्रण** (False Colour Composit : FCC) और कभी भिन्न-भिन्न स्पेक्ट्रल बैंड प्रतिबिम्ब द्वारा दर्शाया जाता है, जिसमें कई विधियों एवं तकनीकों का उपयोग होता है।

आंकिक प्रतिबिम्ब प्रक्रमण पद्धति (Digital Image Processing System)—इसमें कम्प्यूटर हार्डवेयर तथा सॉफ्टवेयर दोनों का होना अत्यावश्यक है जिनके माध्यम से प्रतिबिम्ब आँकड़ों का विश्लेषण हो सके। कम्प्यूटर पद्धति के अन्तर्गामी तथा निर्गत युक्तियाँ (Devices), संसाधित तत्त्व एवं अन्तरा सक्रिय युक्तियों को शामिल किया जाता है। इस पद्धति में अत्यन्त मात्रा में आँकड़ों को संग्रहित व संसाधित करने की बहुत अधिक क्षमता होती है। इस पद्धति के घटक केन्द्रीय संसाधित इकाई, अन्तर सक्रिय प्रदर्शन कार्यशाला, टेप ड्राइव, CD-ROM युक्तियाँ, डिजिटाइजर, रंगीन मॉनीटर, प्रिन्टर, प्लाटर एवं डिस्क स्टोरेज युक्तियाँ हैं।

प्र.2. प्रतिबिम्ब प्रक्रमण की विधियों की विवेचना कीजिए।
Describe the methods of image processing.

उत्तर

प्रतिबिम्ब प्रक्रमण की विधियाँ
(Methods of Image Processing)

इसकी निम्नलिखित विधियाँ हैं—

I. प्रतिबिम्ब पुनर्स्थापन तकनीक (Image Restoration Techniques)

इस तकनीक को आँकड़ों की त्रुटियों, शोर, ज्यामितीय विकृतियों के एकीकरण व पृष्ठ संचालनों के समय ज्ञात किया जाता है। इसके संचालन का उद्देश्य प्रतिबिम्ब को विश्वसनीय तथा आकर्षक विधि से व्यक्त करना होता है। इसके माध्यम से मूल दृश्य की विकृतियाँ तथा निम्न स्तर के प्रतिबिम्ब को शुद्ध किया जाता है। इसमें प्रक्रिया से पहले के संचालनों को शामिल किया जाता है, जिनमें आँकड़ों का संशोधन (Rectification) एवं पुनर्स्थापन करने की क्रियाविधि मुख्य है यानी प्रथम दृश्य में प्रतिबिम्ब में जो कमियाँ होती हैं, उनमें सुधार होता है। सामान्यत: इस तरह की त्रुटियाँ, स्केनर, उपग्रह व आंकिक पद्धति के द्वारा की जा सकती है, जो निम्न प्रकार हैं—

1. **ज्यामितीय विकृतियों में सुधार** (Correcting of Geometric Distorations)—सुदूर संवेदन आँकड़ों का सीधे ही प्रयोग नहीं किया जाता है क्योंकि बिम्ब आँकड़ों में विभिन्न जन्मजात विकृतियाँ होती हैं। इनमें से कुछ पृथ्वी के परिभ्रमण (Earth Rotation), विशालदर्शी (Panormic) एवं लघु रेडियोमेट्रिक (Radiometric) के कारण होते हैं जिन्हें सुधारा जा सकता है। इस तरह बिम्ब को अन्तिम रूप देने से पूर्व बिम्ब आँकड़ों को मानचित्र के बारे में शुद्ध किया जाता है। सुदूर संवेदन बिम्ब को मानचित्र के गुणों, जैसे—मापक व प्रक्षेप के अनुकूल बदलने को ज्यामितिक सुधार कहा जाता है।

   ज्यामितीय संशोधनों में बिम्ब व मानचित्र के बीच बाइव्रेट बहुपदीय रूपान्तरण मॉडल (Bivarate Polynominal Transformation Model) की गणना होती है। बिम्ब व मानचित्र में सम्बन्ध बनाने के क्रम में भूमि नियन्त्रित बिन्दुओं की पहचान की जरूरत होती है जो कि बिम्ब तथा मानचित्र में निहित होते हैं। भूमि नियन्त्रित बिन्दुओं की पहचान सुनिश्चित की जाती है। इसके लिए स्पष्ट पहचान बिन्दुओं, जैसे—दो सड़कों की क्रॉसिंग, दो नहरों का अथवा सड़क का मिलन बिन्दु एवं संगम चुने जाते हैं। कुछ स्पष्टदर्शी प्राकृतिक बिन्दुओं का भी चयन किया जा सकता है जिनके द्वारा

सम्पूर्ण बिम्ब को नियन्त्रित किया जा सके। इस तरह बिम्ब में ज्यामितीय संशोधन कर मानचित्र के अनुरूप बना दिया जाता है।

रूपान्तरित मॉडल व मूल बिम्ब में अन्तर्वेशन (Interpolation) अथवा पुनर्प्रतिचयन (Resampling) प्रक्रिया के माध्यम से शुद्ध बिम्ब बनाया जाता है। बिम्ब में ज्यामितीय संशोधन हेतु पुन:प्रतिचयन किया जाता है जो कि अनेक तकनीकियों (Nearest Neighbourhood, Bilinear, Interpolation) के उपयोग से सम्भव है।

2. **बेतरतीव शोर का छनन** (Filtering of Random Noise)—कभी-कभी पूरे दृश्य में किसी पिक्सल का मान निकट के DN मानों से अधिक अथवा कम होता है। बिम्ब में ये पिक्सल या तो चमकीले दिखाई देते हैं या काले धब्बे दिखाते हैं। इसी विकार को बेतरतीव शोर कहा जाता है। इस शोर को कम करने हेतु आस-पास के आठ पिक्सल का औसत निकाला जाता है और औसत मान शोरयुक्त पिक्सल का नवीन मान होता है। वायुमण्डलीय प्रकीर्णन का सुधार-वायुमण्डल लघु तरंग दैर्ध्य पर प्रकाश का प्रकीर्णन करता है। लैंडसेट बहुस्पैक्ट्रल स्कैनर (MSS) बिम्ब में बैंड 4 (0.5 से 0.6 माइक्रोमीटर) सबसे अधिक एवं बैंड 7 (0.8 से 1.1 माइक्रोमीटर) सबसे कम ऊर्जा को संसाधित करता है। वायुमण्डलीय प्रकीर्णन धुंध पैदा करता है जो कि कम विपर्यास का फल है। अगर इस प्रभाव को सही किया जाये तो विपर्यास अनुपात को सही किया जा सकता है। धुंध को हटाने के लिए बैंड 4 तथा बैंड 7 के बीच एक प्रकीर्ण प्लाट तैयार किया जाता है और न्यूनतम वर्ग तकनीक के प्रयोग से एक सीधी रेखा को प्लाट से होकर फिट किया जाता है। इससे धुंध को हटाने में मदद मिलती है।
3. **सामयिक विलुप्त रेखा को पुनर्स्थापित करना** (Restoring Periodic Line Drop-out)—बहुस्पैक्ट्रल स्कैनर बिम्ब में कभी-कभी कई (छ:) संसूचकों में से कोई एक संसूचक आँकड़ों को प्रदर्शित करने में चूक जाता है। इस तरह बिम्ब में प्रति छठी स्कैन रेखा का मान शून्य लिखा जाता है जो कि बिम्ब में काली रेखा होती है। इसी रेखा को सामयिक विलुप्त रेखा कहा जाता है। इस विलुप्त रेखा को पुनर्स्थापित किया जाता है। इसकी पुनर्स्थापना के लिए पूरे दृश्य में प्रत्येक स्कैन रेखा के DN मानों का औसत ज्ञात किया जाता है। उसके बाद प्रत्येक स्कैन रेखा की औसत DN मानों की तुलना की जाती है। कोई भी स्कैन रेखा जो औसत मानों से अलग होती है उसकी पहचान त्रुटिपूर्ण रूप में की जाती है। इसके पश्चात् अगला कदम त्रुटिपूर्ण रेखा को बदलने का होता है। त्रुटिपूर्ण रेखा में हर पिक्सल के औसत DN मान की गणना होती है। यह गणना त्रुटिपूर्ण रेखा के पहले एवं बाद की रेखाओं के पिक्सल के अनुरूप DN मानों के आधार पर होती है। औसत DN मान को त्रुटिपूर्ण पिक्सल के स्थान पर रखते हैं।
4. **सामयिक विलुप्त रेखीय स्ट्रिप की पुर्नस्थापना** (Restoring Periodic Line Strip)—बिम्ब में कहीं-कहीं कोई रेखा उखड़ी अथवा नग्न-सी दिखाई देती है। इस विकार का कारण संसूचक के अपसरण अथवा खिसकने के माध्यम से होता है। कभी-कभी संसूचक उच्च तल पर चमकीले स्कैन रेखाओं व निम्न तल पर धुंधली स्कैन रेखाओं को प्रदर्शित करता है। इसी को सामयिक उखड़ी रेखा कहा जाता है। इस विकार को दूर करने हेतु प्रत्येक संसूचक के DN मानों से छ: भिन्न-भिन्न हिस्टोग्राम बनाए जाते हैं और पूरे दृश्य में इसकी तुलना की जाती है। हर संसूचक के औसत व विचलन मानों का समायोजन पूरे दृश्य के मानों को मिलाने के लिये किया जाता है।

II. प्रतिबिम्ब उच्चीकरण तकनीक (Image Enhancement Technique)

प्रतिबिम्ब आँकड़ों को प्रभावशाली तरीके से व्यक्त करने हेतु बिम्ब उच्चीकरण तकनीकों का प्रयोग किया जाता है। प्रतिबिम्ब उच्चीकरण किसी दृश्य में स्थानिक विशेषताओं के बीच दृश्य विभेदन को बढ़ाता है। इस तकनीक का प्रयोग करने के बाद प्रतिबिम्ब से सूचनाओं को संग्रहित करने की क्षमता बढ़ती है। अवलोकन से आँकड़ों का विश्लेषण होता है। स्थानिक विशेषताओं में अन्तर को स्थापित करने को **विपर्यास** (Contrast) कहा जाता है यानी किसी प्रतिबिम्ब में अधिक एवं कम प्रकाश गहनता के आनुपातिक सम्बन्ध को **विपर्यास** कहते हैं।

कम विपर्यास के कारण
(Reasons of Low Contrast)

उपग्रह आँकड़ों के सीधे निर्मित प्रतिबिम्बों में सामान्यत: विपर्यास की कमी देखी जाती है। इसमें सुधार की अत्यधिक जरूरत होती है। प्रतिबिम्ब में विपर्यास कम होने के अग्रलिखित कारण हैं—

1. **दृश्य द्वारा** (By Scene)—कभी-कभी बिम्ब दृश्य में किसी लक्षण अथवा वस्तु (जिसमें हमारी रुचि है) अथवा उसके पृष्ठ भाग का विद्युत-चुम्बकीय विकिरण एक जैसा होता है। ऐसी स्थिति में दोनों में भिन्नता स्थापित करना मुश्किल होता है। कम विपर्यास का दूसरा कारण सुदूर संवेदन पद्धति है जो कभी-कभी पूरे दृश्य में स्वयं ही कम विपर्यास अनुपात को प्रदर्शित करती है।
2. **वायुमण्डलीय प्रकीर्णन द्वारा** (By Atmospheric Scattering)—वायुमण्डल में विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा का प्रकीर्णन होता है, जिसका संवेदक पर प्रभाव पड़ता है। सामान्य रूप से इस तरह का प्रभाव लघु तरंग दैर्ध्य भाग में स्पष्ट होता है।
3. **सुदूर संवेदक पद्धति द्वारा** (By Remote Sensing System)—कुछ सुदूर संवेदक पद्धतियों में इतनी क्षमता नहीं होती है कि वह किसी दृश्य के विपर्यास की पहचान कर सके। इसी तरह कभी-कभी गलत अंकन विधियों के माध्यम से भी किसी दृश्य में कम विपर्यास होता है जबकि स्वयं दृश्य अधिक बिम्ब लिये हुए होता है। किसी दृश्य में कम विपर्यास अनुपात को स्पाट विपर्यास (Washed out) कहा जाता है। इसमें समस्त ग्रेमान एक समान होते हैं।

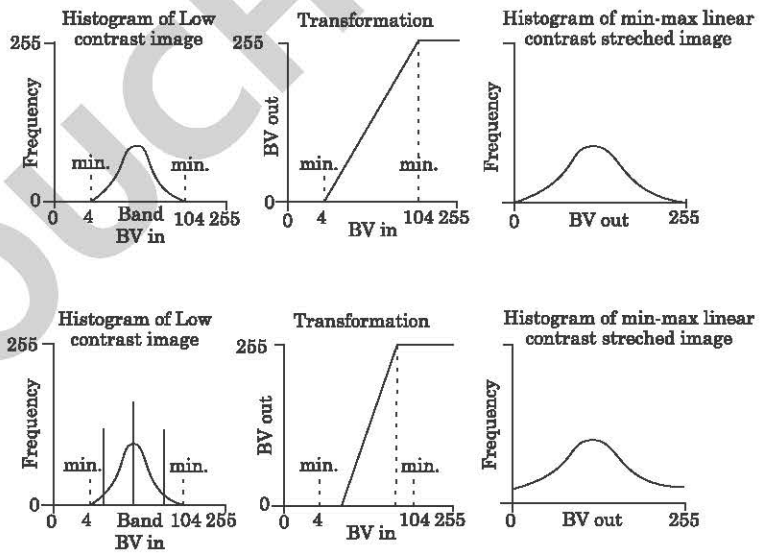
प्र.3. विपर्यास उच्चीकरण की तकनीकों की विवेचना कीजिए।
Describe the techniques of contrast enhancement.

उत्तर

विपर्यास उच्चीकरण की तकनीकें
(Techniques of Contrast Enhancement)

सुदूर संवेदन प्रणाली में विपर्यास के बढ़ाने की पर्याप्त क्षमता है, जिसके लिए निम्नलिखित तकनीकों का प्रयोग होता है—

1. **रेखीय विपर्यास पसरन** (Linear Contrast Stretching)—यह मूल अन्तर्गामी ग्रे-मानों में वृद्धि करता है। विश्लेषणकर्त्ता बिम्ब हिस्टोग्राम का निरीक्षण करता है जो रेखीय पसरन समीकरण के प्रयोग से निर्गतगामी बिम्ब के निर्माण में मदद करती है। किसी भी दृश्य बिम्ब के मूल डिजिटल नम्बरों से हिस्टोग्राम बनाया जाता है। डिजिटल नम्बर बेतरतीव विधि से बिखरे होते हैं, जिन्हें आरेखीय प्रतिरूपों में वितरित कर दिया जाता है (चित्र 1)। आरेखीय विपर्यास विधि में मुख्य बिम्ब एवं परिवर्तित बिम्ब के डिजिटल संख्याओं में रेखीय सम्बन्ध होते हैं।

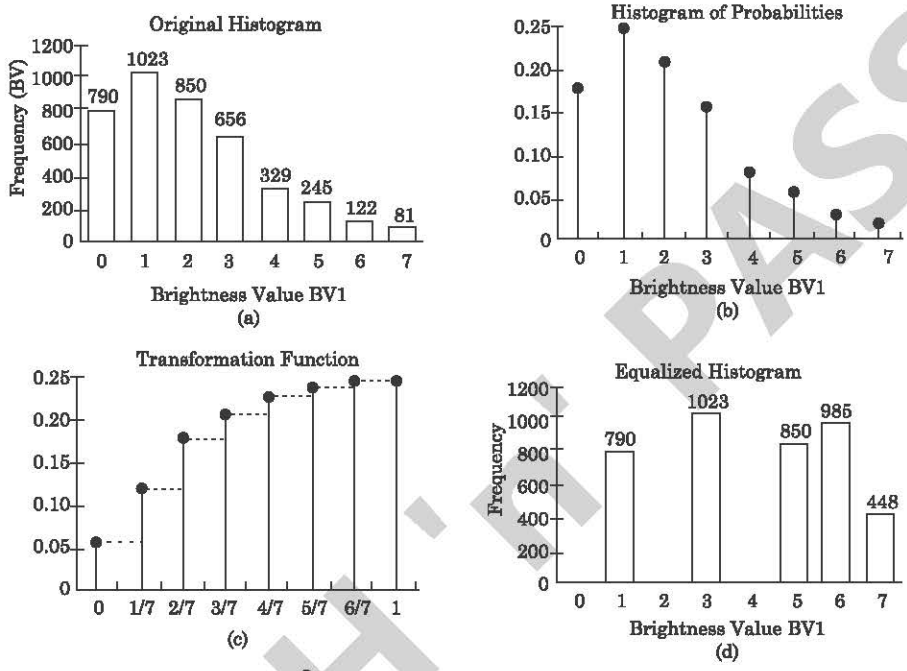


चित्र 1 : Linear Contrast Stretching

2. **हिस्टोग्राम प्रसामान्यीकरण** (Histograme Equalization)—यह एक रेखीय विपर्यास उच्चीकरण तकनीक है, जिसका अधिकाधिक उपयोग किया जाता है। मूल बिम्ब व परिवर्तित बिम्ब में अ-रेखीय सम्बन्ध होते हैं। इस विधि में मूल बिम्ब के हिस्टोग्राम में समान घनत्व प्रदर्शित करने हेतु ग्रेमानों को पुनर्वितरित किया जाता है। बिम्ब पिक्सल मानों को 0 से

TOUCH 'n PASS

255 की रेन्ज में वितरित किया जाता है जिन्हें समीपवर्ती ग्रेमानों के समूहों के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। अधिकतम संख्याओं वाले रेन्ज में अधिकाधिक विपर्यास का प्रयोग होता है। यह स्वयं ही बिम्ब के प्रकाशयुक्त तथा अंधकारयुक्त भाग में विपर्यास कम कर देता है। विपर्यास उच्चीकरण एल्गोरिथम का चयन, मूल हिस्टोग्राम की प्रकृति व दृश्य में अन्तर्निहित तत्त्वों पर निर्भर करता है, जो कि प्रयोगकर्त्ता के लिये अत्यधिक रुचि का विषय है (चित्र 2)।



चित्र 3 : Histogram Equalization

3. **घनत्व स्तरखण्ड** (Density Slicing)—इस विधि में किसी बिम्ब के सतत ग्रे-टोन को विभिन्न घनत्व स्तरखण्डों में बाँटा जाता है। कई स्तरखण्डों को भिन्न-भिन्न रंगों में भी प्रसारित किया जा सकता है। यह तकनीक अतिसूक्ष्म ग्रे-मापक भिन्नता को महत्त्व प्रदान करती है।
4. **किनारों का उच्चीकरण** (Edge Enhancement)—बिम्ब में दो श्रेणियों के बीच के वसाव की स्थिति को किनारा अथवा कोर कहा जाता है। कई लक्षणों की श्रेणियों में अन्तर स्थापित करने व सीमांकन करने के लिये किनारों की सूचनायें बहुत महत्त्वपूर्ण होती हैं। किनारा उच्चीकरण तकनीक को धारदार अथवा स्पष्ट तकनीक भी कहा जाता है। यह निम्न विपर्यास युक्त किनारों पर दृश्यता में वृद्धि करता है और विवरण की जानकारी देता है। किनारों पर ग्रे-मानों की गहनता में अकस्मात बदलाव दिखाई देता है। हस तरह के आकस्मिक बदलाव उच्च आवृत्तिक सूचनाओं के कारण होते हैं। किनारों को उठाने के लिए उच्च मार्ग फिल्टर का प्रयोग होता है। कोर उच्चीकरण तकनीक धरातलीय विभेदन में वृद्धि करने की क्षमता रखती है।
5. **बैंड अनुपातीकरण** (Band Ratioing)—धरातलीय लक्षणों में प्रकीर्णन तथा चमक में अन्तर के लिये धरातलीय ढाल, पहलू, छाया, सूर्य प्रकाश का परावर्तन कोण व उसकी गहनता अनेक कारण हैं। ये कारण विश्लेषणकर्त्ता की योग्यता को दिग्भ्रमित करते हैं। यही कारण है कि यह इमेजरी में उचित आकलन नहीं कर सकता है। ऐसे प्राकृतिक प्रभावों को कम करने हेतु अनुपातिक रूपान्तरण का प्रयोग होता है। आनुपातिक बिम्ब में एक स्पैक्ट्रल बैंड के मानों को अन्य स्पैक्ट्रल बैंड के अनुपातिक मानों में बाँटा जाता है। इस तकनीक में किसी दृश्य के दो स्पैक्ट्रल बिम्ब में पिक्सल से पिक्सल को बाँटा जाता है। इसका अधिकांशत: प्रयोग वनस्पति सूचकांक (Vegetation Index) की गणना हेतु किया जाता है। बैंड अनुपातीकरण पर आधारित यह सूचकांक प्रसामान्यीकरण अन्तरीय वानस्पतिक सूचकांक (NDVI)

TOUCH 'n PASS

कहलाती है। इस सूचकांक का प्रयोग व्यापक रूप में किसी दृश्य में वनस्पति के वितरण व प्रकारों के अध्ययन हेतु किया जाता है।

6. **धरातलीय निष्पन्दन** (Spatial Filtering)—धरातलीय आवृत्तियाँ सुदूर संवेदन बिम्ब की विशेषता प्रदर्शित करती है। यह प्रति इकाई दूरी के हिसाब से चमकीले मानों में अनेक परिवर्तन प्रदर्शित करती है। जैसे—अगर किसी क्षेत्र में चमक मानों में कम परिवर्तन है तो इसका तात्पर्य है कि यह निम्न आवृत्ति वाला क्षेत्र है। इसके विपरीत अत्यधिक आवृत्ति वाले भाग में चमक मान दूरी पर नाटकीय विधि से बदलते हैं। इस तरह धरातलीय निस्पन्दन (Spatial Filtering) की मदद से इन विसंगतियों का निवारण किया जा सकता है।

वस्तुत: धरातलीय निस्पन्दन वह प्रक्रिया है जो किसी बिम्ब में निहित संघटक धरातलीय आवृत्तियों व कुछ चयनित परिवर्तन करने वाली आवृत्तियों को बाँटती है। यह बिम्ब की आकृतियों की पहचान करने में जोर देता है। यह तकनीक विश्लेषणकर्त्ता की योग्यता में वृद्धि करता है जिससे वह बिम्ब में निहित वस्तुओं में अन्तर स्थापित कर सके। सुदूर संवेदक आँकड़ों की प्रक्रिया के लिये मुख्य रूप से निम्नांकित प्रकार के फिल्टर का प्रयोग हुआ है—

(i) **मन्द मार्ग फिल्टर** (Low Pass Filter)—इस फिल्टर का प्रयोग आँकड़ों में निहित बेतरतीव या सामान्य से उठे हुए अलग मानों को साधारण करने के लिये होता है। किसी दृश्य में कील की तरह उठे हुए अलग आँकड़ों को शोर (Noise) कहा जाता है। शोर मान अन्य साधारण मानों की अपेक्षा अचानक बदलते हैं जो कि अधिक धरातलीय मानों को प्रदर्शित करते हैं। प्रक्रिया के समय उच्च आकृतियों के मानों को बन्द कर दिया जाता है। इसी प्रक्रिया को मन्द मार्ग फिल्टर कहा जाता है। मन्द मार्ग फिल्टर में धरातलीय विभेदन कम होता है लेकिन यह विश्लेषण के लिये महत्त्वपूर्ण है। इसमें 3× 3 पिक्सल की खिड़की का प्रयोग होता है। प्रत्येक पिक्सल के मान को औसत मान से परिकलन किया जाता है।

(ii) **उच्च प्रबल मार्ग फिल्टर** (High Pass Filter)—दिशात्मक फिल्टर का प्रयोग किसी बिम्ब में विशेष रेखीय प्रवृत्तियों को उच्च करने हेतु किया जाता है।

(iii) **अदिशात्मक फिल्टर** (Non Directional Filter)—लाप्लासियन एक अदिशात्मक फिल्टर है।लाप्लासियन फिल्टर एक केरनेल (Kernel) है, जिसके केन्द्र का मान बहुत अधिक होता है। इसके प्रत्येक किनारों पर शून्य व केन्द्र के चारों तरफ–1 होता है। लाप्लेसियन केरनेल 3× 3 पिक्सल के आकार का होता है (चित्र 4)। इसके हर एक पिक्सल का प्रतिस्थापित मानों से गुणा किया जाता है। उसके बाद 9 ज्ञात मानों को जोड़ दिया जाता है। ज्ञात मान को केन्द्र के पिक्सल मान में जोड़ दिया जाता है। इसके फलस्वरूप जो मान निकाला जाता है, वही केन्द्रीय पिक्सल का मान होता है जो कि मुख्य डिजिटल नम्बर के स्थान पर रखा जाता है।

0	–1	0
–1	5	–1
0	–1	0

चित्र 4 : Non Directional Filter

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. आंकिक प्रतिकृति तथ्यों की पहचान कैसे की जाती है?

(क) कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर के माध्यम से DN मूल्य (0.255) के आधार पर
(ख) प्रतिबिम्ब एवं मानचित्र में तुलनात्मक अध्ययन करके
(ग) 'अ' एवं 'ब' दोनों
(घ) उपर्युक्त में से कोई नहीं

उत्तर (ग) 'अ' एवं 'ब' दोनों

प्र.2. प्रतिबिम्ब के प्रकार हैं–

(क) फोटोग्राफिक फिल्म आकार
(ख) आंकिक आकार
(ग) 'अ' एवं 'ब' दोनों
(घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ग) 'अ' एवं 'ब' दोनों

TOUCH 'n' PASS

प्र.3. प्रतिबिम्ब प्रक्रमण की तकनीकें हैं—
(क) प्रकाशीय (ख) आकाशीय (ग) फोटोग्राफिक (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.4. प्रतिबिम्ब प्रक्रमण की कितनी विधियाँ हैं?
(क) दो (ख) तीन (ग) चार (घ) पाँच
उत्तर (क) दो

प्र.5. कम्प्यूटर-सहायता प्राप्त विधि जो किसी काल्पनिक या मौजूदा प्रणाली की रिकॉर्डिंग और विश्लेषण में मदद करती है, कहलाती है—
(क) डाटा प्रोसेसिंग (ख) डेटा कैप्चर
(ग) डेटा प्रवाह (घ) डेटा ट्रांसमिशन
उत्तर (ग) डेटा प्रवाह

प्र.6. कृत्रिम बुद्धिमत्ता में हम इनमें से किस कम्प्यूटर भाषा का उपयोग करते हैं?
(क) प्रोलॉग (ख) फोरट्रॉन (ग) कोबोल (घ) सी
उत्तर (क) प्रोलॉग

प्र.7. इनमें से कौन-सा भाग नियंत्रण संचालन शुरू करने के लिए प्रोग्राम के निर्देशों की व्याख्या करेगा?
(क) तर्क यूनिट (ख) नियंत्रण यूनिट (ग) स्टोरेज यूनिट (घ) इनपुट
उत्तर (ख) नियंत्रण यूनिट

प्र.8. 10 का 1 पूरक है—
(क) 10 (ख) 11 (ग) 110 (घ) 01
उत्तर (घ) 01

प्र.9. ..... वह कम्प्यूटर प्रोग्राम है जो एक असेंबली भाषा को मशीन भाषा में बदल देगा।
(क) दुभाषिया (ख) संकलक (ग) तुलनित्र (घ) कोडांतरक
उत्तर (घ) कोडांतरक

प्र.10. किसी भी उपकरण के संचालन में लगने वाले कुल समय को ..... समय के रूप में जाना जाता है।
(क) असरदार (ख) तलाश (ग) असली (घ) पहुँच
उत्तर (क) असरदार

प्र.11. कैसेट टेप से कोई रिकॉर्ड प्राप्त करने के लिए हम किस एक्सेस विधि का उपयोग करते हैं?
(क) यादृच्छिक (ख) प्रत्यक्ष (ग) क्रमबद्ध (घ) ये सभी
उत्तर (ग) क्रमबद्ध

प्र.12. सी०पी०यू० का वह अनुभाग क्या है जो प्रोग्राम निर्देशों की व्याख्या करता है, चयन करता है और उनके निष्पादन को भी देखता है?
(क) इकाई पंजीकृत करें (ख) नियंत्रण इकाई
(ग) आलू (घ) याद
उत्तर (ख) नियंत्रण इकाई

प्र.13. किसी डेटा लिंक पर एक पैकेट को कहा जाता है—
(क) समूह (ख) अवरोध पैदा करना
(ग) चौखटा (घ) पथ
उत्तर (ग) चौखटा

TOUCH 'n' PASS

प्र.14. दो प्रणालियों के बीच मौजूद सामान्य सीमा को क्या कहा जाता है?
(क) इंटरफेस (ख) सतह (ग) पाबंदी (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (क) इंटरफेस

प्र.15. ..... एक कम्प्यूटर है जिसे इस प्रकार डिजाइन किया गया है कि यह यथासंभव कॉम्पैक्ट हो।
(क) सुपर कम्प्यूटर (ख) मिनी कम्प्यूटर (ग) मेनफ्रेम कम्प्यूटर (घ) माइक्रो कम्प्यूटर
उत्तर (ख) मिनी कम्प्यूटर

प्र.16. इनमें से कौन-सा एक सामान्य प्रयोजन वाला माइक्रो कम्प्यूटर है जो एकल-उपयोगकर्त्ता है और किसी भी समय केवल एक व्यक्ति द्वारा संचालित करने के लिए डिजाइन किया गया है?
(क) एम (ख) पीसी
(ग) किप्स (घ) विशेष प्रयोजन कम्प्यूटर
उत्तर (ख) पीसी

प्र.17. मुर्रे कोड द्वारा टेलीप्रिंटर मशीनों के लिए कुल कितने बिट कोड का उपयोग किया जाता है?
(क) 25 (ख) 9 (ग) 5 (घ) 4
उत्तर (ग) 5

प्र.18. ..... उस डेटाम को संदर्भित करता है जो किसी इनपुट या आउटपुट सामग्री में महत्त्वपूर्ण स्थिति को इंगित करेगा।
(क) पहरेदार (ख) अनुक्रम (ग) भाई बहन (घ) एसआईओ
उत्तर (क) पहरेदार

प्र.19. इनमें से कौन इंटेल परिवार के माइक्रो कम्प्यूटर के लिए सिस्टम प्रोग्रामिंग भाषा को संदर्भित करता है?
(क) प्ला (ख) पीएल/सीटी (ग) पीएल/एम (घ) पीएल/सी
उत्तर (ग) पीएल/एम

प्र.20. यदि हम संख्याओं को जोड़ना चाहते हैं तो निम्नलिखित में से कौन-सा अभी भी उपयोगी है?
(क) यूनीवैक (ख) अबेकस (ग) एनियाक (घ) एडसैक
उत्तर (ख) अबेकस

प्र.21. अन्य संख्याओं के रूपों को नियंत्रित करने के लिए उपयोग की जाने वाली संख्या को क्या कहा जाता है?
(क) नकाब (ख) नक्शा (ग) निशान (घ) अपूर्णांश
उत्तर (क) नकाब

प्र.22. इनमें से कौन-सी GEC 4080 शृंखला की मशीनों के लिए एक उच्च स्तरीय मशीन-उन्मुख भाषा है?
(क) अल्गोल (ख) बैबेज (ग) स्नोबोल (घ) प्रतीक चिन्ह
उत्तर (ख) बैबेज

प्र.23. विभिन्न कोडित निर्देशों की सूची को कहा जाता है—
(क) फ्लोचार्ट (ख) उपयोगिता कार्यक्रम (ग) कलन विधि (घ) कम्प्यूटर प्रोग्राम
उत्तर (घ) कम्प्यूटर प्रोग्राम

❑

TOUCH 'n' PASS

UNIT-VIII

समन्वय प्रणाली, डेटम, रास्टर और विक्टर डेटा, फाइल प्रारूप

Coordinate System, Datum, Raster and Vector Data, File Formats

खण्ड-अ अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. रास्टर विधि की कमियाँ लिखिए।
Write the disadvantages of raster method.

उत्तर रास्टर विधि की निम्नलिखित कमियाँ होती हैं—

1. अशोधित रास्टर मानचित्र शोधित मानचित्रों की अपेक्षा कम सुन्दर होते हैं।
2. इस विधि में नेटवर्क कड़ियों का निर्धारण करना मुश्किल होता है।
3. जब तक एल्गोरिथम अथवा हार्डवेयर का प्रयोग न हो तब तक रास्टर विधि में मानचित्र प्रक्षेप का रूपान्तरण करना जटिल होता है।
4. ग्राफिक आँकड़ों का आकार अत्यधिक आसान होता है।
5. वृहद् आकार के सेलों को छोटा करने हेतु आँकड़ा आकार को भी छोटा करना होता है। इस प्रक्रिया में अनेक आवश्यक सूचनाएँ खत्म हो जाती हैं।

प्र.2. रास्टर मॉडल के प्रयोग लिखिए।
Write the applications of raster model.

उत्तर रास्टर मॉडल निम्नलिखित प्रयोग हैं—

1. कम्प्यूटर की स्क्रीन पर जो भी दर्शाया जाता है, वह रास्टर प्रदर्शन है।
2. स्कैनर के माध्यम से जो भी बिम्ब होते हैं, वे सभी रास्टर प्रयोग हैं।
3. डिजिटल कैमरा रास्टर का ही प्रयोग है।
4. फैक्स एवं सुदूर संवेदन प्रतिबिम्ब भी रास्टर का ही प्रदर्शन है।
5. वेबसाइट पर जो भी बिम्ब दिखाये जाते हैं, वे सभी रास्टर प्रदर्शन हैं।

प्र.3. विक्टर एवं रास्टर क्या हैं?
What is Vector and Raster?

उत्तर भौगोलिक सूचनाओं के प्रतिरूपण में धरातलीय आँकड़ों की संरचना हेतु रास्टर एवं विक्टर विधियाँ भिन्न-भिन्न दृष्टिकोण रखती हैं। कुछ वर्ष पहले तक यह माना जाता था कि विक्टर व रास्टर आँकड़ा सूचनायें परस्पर विरोधी हैं। ऐसा इसलिए समझा जाता था; क्योंकि रास्टर विधि में संग्रहण व प्रतिबिम्ब प्रक्रिया के लिए अत्यन्त कम्प्यूटर स्पेस व स्मृति की जरूरत होती थी; जबकि विक्टर विधि में कम स्थान की जरूरत होती थी। रास्टर विधि में अनेक धरातलीय विश्लेषण अत्यधिक आसान होते हैं। आँकड़ों के परिचालन में इसमें विभिन्न प्रकार की समस्याएँ पैदा होती हैं, जैसे—पोलीगन प्रतिच्छेदन अथवा धरातलीय सामान्यीकरण से जन्मी समस्या इत्यादि। रास्टर विधि के द्वारा बने मानचित्र अच्छे नहीं होते हैं। इसके विपरीत विक्टर विधि में

TOUCH n PASS

आँकड़ा आधार अति उत्तम विधि से प्रबन्धित होता है। इसके द्वारा बने मानचित्र अत्यन्त परिष्कृत होते हैं। इसकी सबसे बड़ी कमी यह है कि इसमें धरातलीय विश्लेषण अत्यधिक कठिन होते हैं।

प्र.4. भू-सम्बन्धात्मक मॉडल क्या है?

What is geo-relational model?

उत्तर यह अत्यन्त विकसित उपागम है जो सूचनाओं को संग्रहित करती हैं वास्तविक जगत् के स्थानिक तत्त्व अलग-अलग आकृतियों का उल्लेख करते हैं। लाक्षणिक विशेषताएँ बिन्दु, रेखा व बहुभुज तत्त्वों से सम्बन्धित होती हैं। कई स्थानिक तत्त्वों को भिन्न-भिन्न मानचित्र तत्त्वों के द्वारा दर्शाया जाता है। इनके साथ लाक्षणिक विशेषताओं के सम्बन्धों को भी प्रदर्शित किया जाता है जैसे इनमें निवास करने वाली जनसंख्या। इसी तरह रेखीय आकृतियों, जैसे—नदी व सड़क को उनके नाम, दिशा एवं जल निस्तारण क्षमता अथवा यातायात प्रवाह के साथ प्रदर्शित किया जा सकता है। किसी क्षेत्र विशेष में फैले हुए तत्त्व बहुभुजाकार आकृति का निर्माण करते हैं। उदाहरण हेतु भूमि प्रयोग श्रेणियाँ, मिट्टी के प्रकार, शैल इकाइयाँ एवं भू-आकृतिक इकाइयाँ। कोई भी बहुभुजाकार आकृति किसी स्थानिक तत्त्व के प्रयोग, प्रकार, वितरण व प्रतिरूप, अनेक विशेषताओं को जोड़ने का प्रयत्न करती है। अत: कह सकते हैं कि यह मॉडल मानचित्र तत्त्वों के साथ स्थानिक सम्बन्धों को भी स्थापित करता है। भू-सम्बन्धात्मक मॉडल में सबसे ज्यादा विक्टर संरचना विख्यात है।

प्र.5. विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप की विशेषताएँ बताइए।

Give the characteristics of the Universal Transverse Mercator Projection.

उत्तर विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

1. **आकृति** (Shape)—यह यथाकृतिक प्रक्षेप है। इसमें छोटे क्षेत्रों को शुद्ध आकृति दिखायी जाती है। इसी तरह बड़े क्षेत्रों की आकृति में भी कम-से-कम विकार होते हैं।
2. **क्षेत्रफल** (Area)—प्रत्येक विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर मण्डल में न्यूनतम विकार होने से क्षेत्रफल शुद्ध होता है।
3. **दिशा** (Direction)—बसाव स्थिति को दिखाने वाले स्थानीय कोण शुद्ध होते हैं।
4. **दूरी** (Distance)—केन्द्रीय मध्यांग रेखा पर मापक स्थिर होता है, किन्तु प्रत्येक मण्डल में 0.9996 मापक कारक पर 180 पूर्व व पश्चिम पड़ने वाली रेखा व केन्द्रीय मध्यांग रेखा पर पड़ने वाले अक्षांश रेखा का मापक कारक 1 होता है।

प्र.6. विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप के अनुप्रयोग लिखिए।

Write the applications of the Universal Transverse Mercator Projection.

उत्तर विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप के अनुप्रयोग निम्नलिखित हैं—

1. संयुक्त राज्य अमेरिका में क्लार्क, 1866 गोलाभ का उपयोग विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप में सफलतापूर्वक होता है।
2. सम्पूर्ण विश्व में किसी भी प्रदेश के मध्यम मापक पर मानचित्र को बनाने के लिए इसका उपयोग होता है।
3. इसका उपयोग संयुक्त राज्य अमेरिका में स्थालाकृतिक चतुष्कोणीय के लिए 1/100,000 मापक पर होता है।
4. आधुनिक समय में कम्प्यूटर प्रणाली पर किसी भी क्षेत्र के भू-सन्दर्भ के लिए विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप का उपयोग होता है। इसलिए इसका महत्व बहुत अधिक हो गया है।
5. इसका उपयोग सोवियत संघ को वृहत मापक पर स्थलाकृतिक मानचित्रण हेतु हुआ है।

प्र.7. डेटम क्या है?

What is Datum?

उत्तर पृथ्वी एक चपटे व गोलाकार आकार की है। इस आकृति को दीर्घवृत्तभ कहा जाता है। डेटम पृथ्वी का एक मॉडल है, जिसका मानचित्र में प्रयोग होता है। डेटम में संख्याओं की एक शृंखला होती है, जो दीर्घवृत्ताकार व आकार तथा अन्तरिक्ष में इसके अभिविन्यास को परिभाषित करती है। पृथ्वी के वास्तविक यानी यथार्थ आकार को सही से फिट करने के लिए डेटम का चयन किया जाता है। बहुत अधिक संख्या में डेटा प्रयोग में हैं। उनमें से कई दुनिया के एक विशेष भाग में प्रयोग के लिए अनुकूलित हैं। **उदाहरणार्थ,** जियोडेटिक 1949 डेटम है, जिसका प्रयोग न्यूजीलैण्ड में हुआ है। एक अन्य उदाहरण, जो जीपीएस प्रयोगकर्त्ताओं से परिचित हैं, WGS-84 डेटम है। इसका प्रयोग विश्व स्तर पर किया जाता है। अक्षांश व देशान्तर का प्रयोग सामान्य रूप से

TOUCH 'n PASS

पृथ्वी की सतह पर एक विशेष स्थान को बताने के लिए किया जाता है। यह ध्यान रखना आवश्यक है कि अक्षांश व देशान्तर सदैव डेटम के सन्दर्भ में निर्दिष्ट होते हैं। वर्तमान समय की स्थिति का अक्षांश व देशान्तर भिन्न-भिन्न डेटम के लिए भिन्न-भिन्न है। न्यूजीलैण्ड साधारण मानचित्र के लिए एक नवीन निर्देशांक प्रणाली में परिवर्तन कर रहा है। साधारण मापन के लिए न्यूजीलैंड अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप मैप ग्रिड का स्थान ले रहा है। न्यूजीलैण्ड एक नए आधिकारिक NZ GD2000 डेटम का प्रयोग करता है।

प्र.8. प्रक्षेप एवं डेटम में अन्तर लिखिए।

Write the difference between Projection and Datum.

उत्तर भूगोल एवं मानचित्र के बारे में शब्द 'प्रक्षेप' व 'डेटम' पृथ्वी की सतह का प्रतिनिधित्व करने के लिए प्रयोग की जाने वाली निर्देशांक प्रणाली के कई पक्षों को बताते हैं।

प्रक्षेप एक समतल मानचित्र पर पृथ्वी की घुमावदार सतह को दिखाने की एक गणितीय विधि है। कई मानचित्र प्रक्षेप हैं, जिनमें से प्रत्येक की अपनी शक्ति व सीमाएँ हैं। कुछ साधारण मानचित्र प्रक्षेपों में मर्केटर प्रक्षेप व रॉबिन्सन प्रक्षेप सम्मिलित हैं। दूसरी तरफ, डेटम एक सन्दर्भ, फ्रेम अथवा मापदण्डों का सेट है, जिसका प्रयोग मानचित्र प्रक्षेप के निर्देशांक को परिभाषित करने हेतु किया जाता है। एक डेटम में एक मूल बिन्दु, अभिविन्यास मापदण्डों का एक सेट तथा स्केल कारकों का एक सेट होता है। डेटम का चयन मानचित्र की उपयुक्तता व परिशुद्धता को प्रभावित कर सकता है, क्योंकि भिन्न-भिन्न डेटम के फलस्वरूप मानचित्र के निर्देशांक में थोड़ा परिवर्तन हो सकता है।

खण्ड-ब लघु उत्तरीय प्रश्न

प्र.1. रास्टर पद्धति की क्षमताएँ एवं लाभ लिखिए।

Write the advantages and capabilities of Raster System.

उत्तर

रास्टर पद्धति की क्षमताएँ
(Capabilities of Raster System)

रास्टर पद्धति की क्षमताओं को निम्नांकित रूप से सूचीबद्ध किया गया है—

(i) आँकड़ों का रूपान्तरण, (ii) परतों का संचालन,
(iii) अतिव्यापन एवं (iv) नवीन परतों का निर्माण।

रास्टर आधारित कार्टोग्राफिक मॉडलिंग पद्धति की क्षमतायें प्रमुख रूप से दो कार्यों पर निर्भर करती हैं। पहला यह कि आँकड़ों के रूपान्तरण का संचालन कैसे होता है और दूसरा वे प्रक्रियाएँ कौन-सी हैं जिसमें इन संचालनों को शामिल किया जाता है। उदाहरण हेतु किसी भी मानचित्र तत्त्व (बिन्दु, रेखा तथा बहुभुज) को इसी रूप में दर्शाने के बजाय संख्यात्मक मानों में दर्शाया जाता है। ये मान प्रत्यक्षत: व्यक्तिगत बसाव स्थिति सम्बन्धी होते हैं। भौगोलिक विशेषताओं को संख्याओं में बदला जाता है। इसके लिये गणितीय व सांख्यिकीय विधियों का उपयोग होता है।

प्रत्येक लाक्षणिक लक्षणों को दर्शाने के लिए भिन्न-भिन्न परतों को बनाया जाता है। आँकड़ों का तुलनात्मक अध्ययन करने हेतु विभिन्न परतों को एक-दूसरे के ऊपर स्थापित किया जा सकता है। प्रत्येक ग्रिडसेल सम्बन्धी नवीन लक्षणों को तार्किक तथा गणितीय आधार पर संगठित किया जा सकता है। इससे आँकड़ों की नवीन परतों को बनाना सम्भव होता है।

रास्टर मॉडल में सबसे बड़ी कमी यह है कि इसमें आँकड़ों को एकत्रित करने की क्षमता कम होती है, जिससे लघु क्षेत्रफल को ही दर्शाया जाता है। इसी तरह ग्रिड-सैल के आकार के आधार पर क्षेत्रीय प्रसार की कल्पना हो सकती है। क्षेत्रीय विभेदन की क्षमता ग्रिडसेल पर निर्भर होती है। आँकड़ों की संग्रहण समस्या को कोडिंग से संचालित कर सकते हैं।

रास्टर मॉडल के लाभ (Advantages of Raster Model)

रास्टर मॉडल के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) यह एक सरल व सामान्य आँकड़ा संरचना है।
(ii) कई तरह के धरातलीय विश्लेषण करने अत्यन्त आसान होते हैं।
(iii) रास्टर विधि में अनुकरण करना आसान होता है; क्योंकि धरातलीय इकाई एक ही आकार एवं आकृति की होती है।
(iv) इसमें सुदूर संवेदन आँकड़ों के साथ मानचित्रों, आँकड़ों का संग्रहीकरण व प्रतिस्थापन करना सरल होता है।
(v) यह तकनीकी अत्यन्त सस्ती है और इसका उत्साहपूर्वक विकास किया जा सकता है।

TOUCH 'n PASS

प्र.2. आँकड़ा सघन तकनीकी का उल्लेख कीजिए।

Explain the Data Compaction Techniques.

उत्तर

आँकड़ा सघन तकनीकी
(Data Compaction Techniques)

रास्टर प्रणाली में आँकड़ों को एकत्रित करने के लिए सघन विधि का प्रयोग होता है। जब प्रत्येक ग्रिड-सेल का भिन्न-भिन्न मान होता है तब इसमें निम्नांकित चार कोडिंग विधियाँ प्रमुख हैं—

1. **चेन कोड विधि** (Chain Code Method)—यह रास्टर आँकड़ों को एकत्रित करने की सघन विधि है। नुकीले घुमावों तथा क्षेत्र के संसूचन हेतु यह महत्वपूर्ण विधि है। यह एक आसान एवं आँकड़ा एकत्रित करने की विधि है। इस विधि में पोलीगन को सेलों की इकाई के रूप में प्रदर्शित किया जाता है। इस तरह बिन्दु आकृति की पहचान 0 से 7 तक की संख्याओं से होती है। इस विधि में कभी-कभी पुनरावृत्ति से व्यर्थता की बाधा पैदा हो जाती है।
2. **प्रवाह दूरी कोड विधि** (Run-length Code Method)—यह चेन कोड विधि का ही रूप है, जो अल्प संग्रह क्षमता वाले व्यक्तिगत कम्प्यूटरों के लिए उचित है। इसकी यह विशेषता है कि यह प्रत्येक सेल के मान को एकत्रित करने के स्थान पर सारे सेलों के समूह को एक साथ एकत्रित करता है। यहाँ पर यह समझना जरूरी है कि किसी भी पंक्ति के एक समान मान एक समूह के रूप में मानकर चला जाता है, जिन्हें रन (Run) शब्द भी कहा जाता है। प्रत्येक पंक्ति की भाँति पिक्सल मानों का एक साथ परीक्षण होता है। हर समूह के समान मान के समूह को एक व्यक्तिगत स्कोर प्रदान करके व्याख्या की जा सकती है। उदाहरण हेतु, माना हमने दो नंबर 0 तथा 1 चुना जो कि किसी भी आकृति की मौजूदगी व गैर-मौजूदगी को दर्ज करती है।
3. **ब्लॉक कोड विधि** (Block Code Method)—इस विधि में सभी सेलों के समूह को एक ब्लॉक का वर्ग कहा जाता है। वर्ग ब्लॉक को एक इकाई मानकर मानचित्र बनाया जाता है। सबसे पहले ब्लॉकों को क्रमशः उच्चस्त क्रम में रखा जाता है। उदाहरण हेतु, 4 वर्ग ब्लॉक 2× 2 सेल को एवं 9 वर्ग ब्लॉकों 3× 3 सेल को दर्शाएगा। इसमें प्रत्येक ब्लॉक को एक कोड प्रदान किया जाता है।
4. **चतुर्थ वृक्षीय बहुखानेदार विधि** (Quadtree Tesselation Method)—यह एक धरातलीय आँकड़ों के प्रवेश की लघुत्तम इकाई युक्त वृक्षाकार आकृति मॉडल है जो आँकड़ों को सघन का न्यूनतम हानि करता है। इसमें श्वेत व श्याम बिम्ब भी बनाए जा सकते हैं। इस मॉडल में आँकड़ों को उच्च श्रेणी में नीचे की तरफ वृत्ताकार आकृति में विभक्त कर सूक्ष्म इकाई तक पहुँचा जा सकता है। यह एक ऐसी आँकड़ा संरचना है जो पुनरावृत्ति जगहों को खत्म कर देता है।

इस विधि का प्रयोग, बिन्दु क्षेत्र, धरातल एवं विस्तृत आकार वाले आँकड़ों के लिये होता है। इसकी क्रिया विधि यह है कि सबसे पहले आँकड़ा संरचना को किसी क्षेत्र विशेष में विभाजित किया जाता है। उसके बाद किसी क्षेत्र विशेष के आँकड़ों को चार दूसरे छोटे क्षेत्रों में बिखेर दिया जाता है, जिसको चतुर्थ वृक्षीय बहुखानेदार नाम प्रदान किया गया है। पुनः इसके भौगोलिक क्षेत्रफल को वृहद् आकार से लघु आकार सेलों में विभाजित किया जा सकता है।

उदाहरणार्थ, मात्रा कोई 16× 16 पिक्सल आकार का ब्लाक है। अगर यह सफेद है तो इसे '1' और श्याम है तो '0' से प्रदर्शित किया जाता है। पुनः आँकड़ों को 4 खण्डों में 8× 8 पिक्सल आकारों में विभक्त करके सफेद को '1' व श्याम को '0' से प्रदर्शित किया जाता है। 8× 8 पिक्सल क्षेत्र को पुनः चार खण्डों में (4× 4) और पुनः 4 खण्डों वाले भाग को पुनः चार खण्डों में बाँट कर अन्त में पिक्सल सेल तक पहुँचा जाता है।

यह आकृति एक वृक्ष की तरह होती है। इसलिए इसे बहुखानेदार वृक्षीय आकृति कहते हैं। जिसकी पत्तियाँ लघु सेल व शाखाएँ लघु वर्गों की तरफ संकेत करती हैं। इस संरचना की मुख्य विशेषता यह है कि इसका हर एक सेल उसी आकृति व उसी दिगविन्यास के साथ कई भागों में विभाजित होता है।

TOUCH 'n PASS

प्र.3. विक्टर एवं रास्टर में अन्तर लिखिए।
Write the difference between Vector and Raster.

उत्तर

विक्टर एवं रास्टर में अन्तर
(Difference between Vector and Raster)

	विक्टर (Vector)	रास्टर (Raster)
1.	यह मॉडल बहुत अधिक जटिल आँकड़ा संरचनायुक्त मॉडल है।	यह मॉडल एक सुगम डाटा मॉडल है।
2.	यह मॉडल भौगोलिक आकृतियों को केन्द्रित करता है।	यह मॉडल मुख्यत: बसाव स्थिति को केन्द्रित करता है।
3.	इस मॉडल में उपग्रह से मिले आँकड़ों को आसानी से कम्प्यूटर पर नहीं डाला जा सकता है।	रास्टर आधारित जी०आई०एस० में उपग्रही सूचनाओं को कम्प्यूटर पर आसानी से डाला जा सकता है।
4.	इसमें टोपोलॉजीकल प्रक्रिया का प्रयोग किया जाता है।	इस मॉडल में आँकड़ों को पंक्ति व कॉलम में एकत्रित किया जाता है। किन्तु टोपोलोजीकल प्रक्रिया का प्रयोग नहीं किया जाता है।
5.	वास्तविक सांसारिक घटनाओं को जिनकी एक विशिष्ट बसाव स्थिति होती है को स्थैतिक बिन्दु, रेखा, सीमाओं एवं घिरे हुये क्षेत्र का शुद्ध अवलोकन करता है। अधिकतम लक्ष्यों के लिए विक्टर मॉडल उचित हैं।	इसमें प्रत्येक तत्त्व एक लक्ष्य के रूप में दर्शाता है।
6.	यह मॉडल किसी वस्तु अथवा लक्ष्य की आकृति को अत्यन्त शुद्धता से दर्शाता है।	यह मॉडल धरातलीय शुद्धता को कम करता है। इसका तात्पर्य यह है कि रास्टर मॉडल बहुत अधिक सामान्यीकरण दृश्य को व्यक्त करता है।
7.	इस मॉडल में किसी वस्तु आकृति की सीमाओं को अत्यन्त शुद्धता के साथ दिखाया जाता है।	यह मॉडल आकृतियों तथा धरातल के बीच Gradual transition प्रदर्शित करता है। उदाहरण हेतु, उच्चावच्च के साथ मिट्टियों का वर्गीकरण।
8.	इस मॉडल में बसाव स्थितियों को 'x' तथा 'y' निर्देशांक पद्धति की मदद से प्रदर्शित किया जाता है।	यह मॉडल बसाव स्थिति को कार्टेशन निर्देशांक पद्धति में दर्शाता है।

प्र.4. निर्देशांक प्रणाली का उल्लेख कीजिए।
Explain the Coordinate System.

उत्तर

निर्देशांक प्रणाली
(Coordinate System)

भूगोलीय निर्देशांक प्रणाली एक तरह की निर्देशांक प्रणाली होती है, जिसके माध्यम से पृथ्वी पर किसी भी स्थान की स्थिति 3 निर्देशांकों के द्वारा निश्चित की जा सकती है। ये गोलाकार निर्देशांक प्रणाली के द्वारा दिए जाते हैं। पृथ्वी पूर्णत: गोलाकार नहीं है, अपितु यह एक अनियमित आकार की है, जो एक दीर्घवृत्त आकार बनाती है। इसके लिए ऐसी निर्देशांक प्रणाली बनाना, जो पृथ्वी पर विद्यमान प्रत्येक बिन्दु के लिए अंकों के अद्वितीय मेल से बनने वाला स्पष्ट निर्देशांक व्यक्त करे, स्वयं में एक चुनौती था।

अक्षांश (Latitude, ϕ अथवा फाई) पृथ्वी की सतह पर एक बिन्दु से भूमध्यीय समतल तक बना हुआ कोण होता है, जिसे ग्लोब के केन्द्र पर नापते हैं। समान अक्षांश बिन्दुओं को जोड़ने वाली रेखाओं को 'अक्षांश' रेखाएँ कहा जाता है। अक्षांशीय रेखाएँ इस प्रक्षेप में सीधी व क्षैतिज दिखाई देती हैं, लेकिन वे अलग अर्द्धव्यासों वाली और वृत्तीय होती हैं। एक अक्षांश पर स्थित सारे स्थान एक साथ जुड़कर अक्षांश का वृत्त तैयार करते हैं। ये सारे वृत्त भूमध्य रेखा के समानान्तर होते हैं। इसमें भौगोलिक उत्तरी ध्रुव 90° उत्तर कोण पर तथा भौगोलिक दक्षिणी ध्रुव 90° दक्षिण कोण पर रहता है। शून्य अंश अक्षांश रेखा को भूमध्य रेखा कहा जाता है। ये ग्लोब को उत्तरी एवं दक्षिणी गोलार्द्धों में विभाजित करती है।

TOUCH 'n' PASS

देशान्तर (Longitude, λ) दोनों भूगोलीय ध्रुवों के मध्य खींची हुयी काल्पनिक मध्यान्ह रेखाओं का सन्दर्भ देशान्तर से पूर्व अथवा पश्चिम में बना हुआ कोण होता है और जो मध्यान्ह रेखा जिस स्थान से गुजराती है उसका कोणीय मान उस स्थान का देशान्तर होता है। समस्त देशान्तर रेखाएँ अर्द्ध-वृत्ताकार होती हैं। ये समानान्तर नहीं होती हैं। ये उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवों पर सम्मिलित होकर मिल जाती है।

पृथ्वी के ऊपर, भीतर अथवा ऊँचाई पर स्थित किसी स्थलाकृति आकृति को पूर्ण रूप से बताने के लिए, इसके केन्द्र अथवा सतह से उस बिन्दु की लम्बवत् ऊँचाई भी बतानी होती है। इसकी सतह में अनियमितता होने के कारण वे ऊँचाई उस बिन्दु के नीचे स्पष्ट रूप से परिभाषित है।

खण्ड-स विस्तृत उत्तरीय प्रश्न

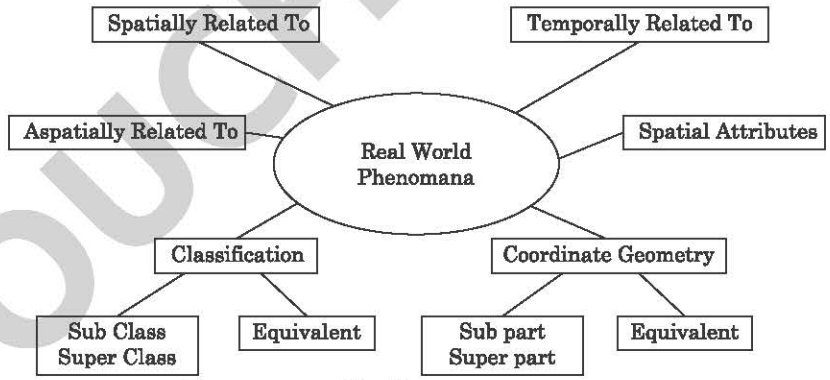
प्र.1. मॉडल के वर्गीकरण का विस्तार से वर्णन कीजिए।
Describe the classification of Models.

उत्तर

मॉडल का वर्गीकरण
(Classification of Models)

मॉडल का वर्गीकरण करने के अनेक आधार होते हैं। उनको उनकी संरचना, कार्य व विशेषता के आधार पर मुख्यत: विभाजित किया जा सकता है। मॉडल निम्नलिखित प्रकार के होते हैं—

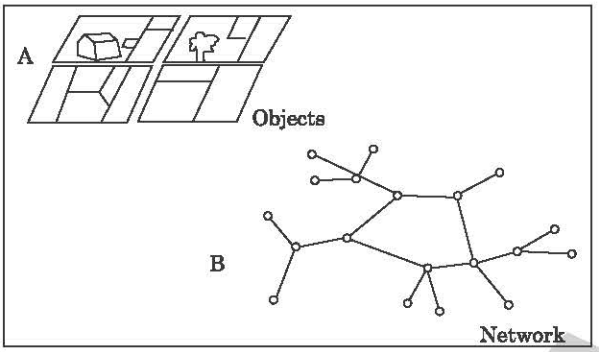
1. **लक्ष्य आधारित मॉडल** (Object Based Model)—यह मॉडल किसी विशिष्ट घटना अथवा दृश्य को महत्व प्रदान करता है, जिसका अध्ययन अलग ही होता है। कोई भी धरातलीय घटना, दृश्य छोटा हो अथवा बड़ा उसे एक लक्ष्य नामित किया जाता है। इसकी मुख्य विशेषता यह है कि यह आसपास के दृश्यों से अलग होता है। यह लक्ष्य दृश्य इकाई आकृतियों से मिलकर बना होता है जिनका परस्पर धरातलीय सम्बन्ध होता है। प्राकृतिक दृश्य; जैसे—झील, नदियाँ, द्वीप, जंगल एवं भूदृश्य प्राय: लक्ष्य आधारित मॉडल में दर्शाए जाते हैं। इसी तरह मनुष्य निर्मित भूदृश्य भी हैं; जैसे—भवन, सड़कें भूमि प्रयोग एवं प्रशासनिक इकाइयाँ। चित्र 1 में लक्ष्य आधारित संकल्पनात्मक दृश्य मॉडल को प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 1 : लक्ष्य आधारित मॉडल (Object Based Model)

2. **जाल आधारित मॉडल** (Network Based Model)—यह मॉडल लक्ष्य आधारित मॉडल के कुछ पहलुओं का भाग है। यह मॉडल प्राय: अलग-अलग तथ्यों से सम्बन्ध रखता है। इसकी मुख्य विशेषता यह है कि यह कई आकृतियों के बीच अन्तर्क्रियाओं को सुनिश्चित करता है। विभिन्न लक्ष्य बिन्दुओं में कार्यात्मक सम्बन्ध होता है। विभिन्न मार्ग लक्ष्य बिन्दुओं को परस्पर जोड़ा जाता है (चित्र 2)। विशेष पहलुओं के बीच सबसे आवश्यक दूरी व मार्ग की रुकावटें होती हैं। इस मॉडल का सर्वाधिक प्रयोग सड़क, समुद्रीय मार्ग, वायु मार्ग, जल वितरण, गैस, टेलीफोन एवं विद्युत के अध्ययन में होता है।

TOUCH 'n' PASS



चित्र 2 : धरातलीय आँकड़ों के वैचारिक मॉडल
(Conceptual Models of Spatial Data)

3. **फील्ड आधारित मॉडल** (Field Based Model)—क्षेत्र अथवा फील्ड का तात्पर्य किसी क्षेत्र विशेष में फैले हुए भौगोलिक चरों का प्रभाव क्षेत्र है। चर चाहे प्राकृतिक हो अथवा सांस्कृतिक एक रूप में किसी क्षेत्र विशेष में फैले हुए होते हैं। इनका जितने क्षेत्र में प्रभाव होता है वह क्षेत्र मॉडलिंग के लिए उचित होता है। उदाहरण हेतु, किसी क्षेत्र के वायुमण्डल में फैले प्रदूषण का जमाव, धरातलीय तल का तापमान, मृदा में आर्द्रता की मात्रा, वायु की गति व दिशा, जल में लवणता की मात्रा और वायु की गति तथा मात्रा। कोई भी फील्ड द्वि अथवा त्रिविम्बीय धरातल को दर्शाता है। यह इनके प्रयोग पर निर्भर होता है। सामान्यत: फील्ड आधारित मॉडल का तब प्रयोग होता है। जब प्रतिरूपण किये जाने वाले आँकड़ों को उचित विवरण ज्ञात नहीं होता है जिससे सीमांकन करने में समस्या होती है।
4. **धरातलीय आँकड़ा मॉडल** (Spatial Data Models)—भौगोलिक सूचना पद्धति, घटना-क्रिया विज्ञान सम्बन्धी आँकड़ों की संरचना को अपना सकते हैं। जब इन धरातलीय आँकड़ों को कम्प्यूटर पर पहुँचा दिया जाता है तो प्रयोगकर्त्ता को विश्लेषण में मदद करते हैं। प्रयोगकर्त्ता ऐसे आँकड़ों का प्रयोग करने का भी आदी होता है। कम्प्यूटर कभी भी मनुष्य के दिमाग की भाँति संगठित रूप से कार्य नहीं करता है। यह घटना-क्रिया विज्ञान की संरचना को प्रस्तुत करने का एक प्रोग्राम होता है जो आँकड़ों को उचित ढंग से संगठित करता है। आँकड़ों को चुम्बकीय डिस्क पर संग्रह किया जाता है। भौगोलिक सूचना पद्धति धरातलीय आँकड़ों को दर्शाने की अनेक विधियों का प्रबन्ध करती हैं। धरातलीय आँकड़ा मॉडल की दो मुख्य श्रेणियाँ हैं—विक्टर व रास्टर मॉडल। आँकड़ा आधार प्रबन्धक पद्धति को भी जी०आई०एस० में शामिल किया जाता है। आँकड़ा आधार प्रबन्धन प्रणाली संग्रहण के विभिन्न साधनों की व्यवस्था करती है। भौगोलिक सूचना पद्धति में धरातलीय आँकड़ा मॉडल यह संचालित करता है कि आकृतियाँ कहाँ पर स्थित हैं? धरातलीय आँकड़ा मॉडल अथवा आँकड़ा आधार प्रबन्ध प्रणाली आकृतियों की व्याख्या करती है कि आकृतियाँ क्या हैं और किस तरह एक आकृति अन्य आकृति से सम्बन्धित है।

विक्टर मॉडल
(Vector Model)

विक्टर मॉडल में किसी लक्ष्य अथवा वस्तु को किसी आकृति विशेष के माध्यम से उचित विधि से दर्शाया जाता है। उचित विधि का तात्पर्य यह है कि किसी वस्तु की बसाव, स्थिति, दूरी व आयाम (Dimentions) सही रूप से निश्चित करना। निर्देशांकों का स्थान विक्टर मॉडल में निरन्तर माना जाता है।

विक्टर एक द्विविम मॉडल है, जो बिन्दु, रेखा अथवा बहुभुज तत्त्वों को प्रदर्शित करता है। यह भौगोलिक आकृतियों के निर्देशांकों के सैटों द्वारा दर्शाए जाते हैं। X तथा Y निर्देशांक किसी बिन्दु रेखा व बहुभुज आकृतियों की स्थिति को स्पष्ट किया करते हैं। X व Y निर्देशांक क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर अक्षों का द्विविम क्षेत्र को दर्शाते हैं। भौगोलिक सूचना पद्धति में मुख्यत: 3 संरचनाओं का उपयोग किया जाता है—

TOUCH 'n' PASS

1. **बिन्दु तत्त्व** (Point Entities)—बिन्दु से दर्शायी जाने वाली कई भौगोलिक आकृतियों को X व Y निर्देशांकों के एकल जोड़े के माध्यम से दर्शाया जाता है। इतना ही नहीं X तथा Y निर्देशांक के एकल जोड़े से विभिन्न प्रकार की बिन्दु आकृतियों को एक साथ अनेक संकेतों से व्यक्त किया जा सकता है।
2. **रेखीय तत्त्व** (Linear Entities)—ये तत्त्व स्थानिक रेखीय आकृतियों को स्पष्ट करते हैं। इनको एक से अधिक निर्देशांकों के जोड़ों की मदद से दर्शाया जाता है। किसी भी 'चाप', 'कड़ी' अथवा 'पंक्ति' को X व Y निर्देशांकों के जोड़ों के सैट द्वारा दर्शाया जाता है। ये जटिल रेखीय प्रदर्शन को प्रकट करते हैं। लाइन सैगमेन्ट का लघु रूप, X व Y निर्देशांकों के जोड़ों की संख्या का ज्यादा होना व कड़ियों के पास-पास होने को प्राय: जटिल चाप कहते हैं। सामान्यत: ये अधिक संग्रहण स्थान को घेरते हैं। अगर अनेक प्रकार के लाइन सैगमेन्ट हों, तो रेखाओं को विभिन्न चिह्नों से दर्शाया जा सकता है।
3. **क्षेत्रीय तत्त्व** (Areal Entities)—क्षेत्रीय आकृतियों के भिन्न-भिन्न ढाँचों को दर्शाने के लिए विक्टर संरचना में अनेक विधियाँ हैं। इनमें आसान विधि स्पाटगेटी प्रदर्शन (Spagetti Representation) है जो किसी लगातार विस्तृत कड़ी के प्रदर्शन प्रक्रिया को स्पष्ट किया करता है। प्रत्येक क्षेत्रीय आकृति को X व Y निर्देशांकों के जोड़ों के सैट की मदद से सीमांकित किया जाता है। क्षेत्रीय आकृतियों का प्रदर्शन रेखीय आकृतियों की अपेक्षा कुछ अलग होता है। इसमें X तथा Y निर्देशांक के सैट क्षेत्र आकृति के लक्षण बताते हैं। विक्टर मॉडल में शुरू से लेकर अन्त तक एक ही रेखा अथवा चाप का उपयोग होता है जो क्षेत्रीय आकृति को बन्द करता है। सूचनाओं के अधिकतम प्रवेश के लिए क्षेत्रीय आकृतियों को स्थानिक तत्त्वों के आधार पर विभिन्न सांकेतिक चिह्नों के माध्यम से दर्शाया जाता है।

विक्टर मॉडल के लाभ (Advantages of Vector Model)

विक्टर मॉडल के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) दृश्य पंचशास्त्र आँकड़ा संरचना का उत्तम प्रदर्शन किया करता है।
(ii) नेटवर्क अनुबन्ध के साथ स्थान-विज्ञान को आसानी से स्पष्ट किया जा सकता है।
(iii) सचित्रों व विशेषताओं की पुनर्प्राप्ति, नवीनीकरण एवं सामान्यीकरण।
(iv) यह एक सुगठित आँकड़ा संरचना है।
(v) शुद्ध सचित्रों को बनाना।

विक्टर मॉडल की कमियाँ (Disadvantages of vector Model)

विक्टर मॉडल की निम्नलिखित कमियाँ हैं—

(i) यह एक जटिल आँकड़ा संरचना है।
(ii) उच्चतम श्रेणी के रंगीन व केन्द्र शीर्षक का विस्तार एवं अंकन अत्यधिक खर्चीला होता है।
(iii) पोलीगन में धरातलीय विश्लेषण व फिल्टर करना असम्भव होता है।
(iv) प्रतिस्थापन के समय अनेक विक्टर पोलीगन मानचित्रों एवं पोलीगन व रास्टर मानचित्रों को मिलाने में समस्याएँ पैदा होती हैं।
(v) इसमें रूपान्तर करना कठिन होता है; क्योंकि हर इकाई भिन्न-भिन्न बसाव स्थिति को रखती है।
(vi) विक्टर मॉडल अत्यन्त खर्चीला है। विशेष रूप से इसके सॉफ्टवेयर व हार्डवेयर अत्यधिक महँगे हैं।

प्र.2. रास्टर मॉडल का वर्णन विस्तार से कीजिए।
Describe the Raster Model in detail.

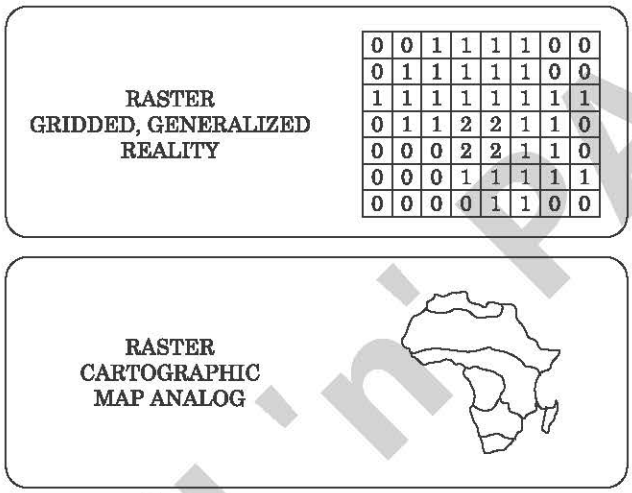
उत्तर

रास्टर मॉडल
(Raster Model)

रास्टर आधारित मॉडल स्थान से सम्बन्ध रखता है, जिन्हें चारखानेदार सैल के माध्यम से दर्शाते हैं। यह भौगोलिक आँकड़ों को दर्शाने वाला धरातल आधारित मॉडल है। प्रत्येक सेल का किसी रिकॉर्ड से सम्बन्ध होता है जो किसी लक्ष्य को पहचानता है (चित्र 1)। प्रत्येक सेल को एक पिक्सल कहा जाता है जिसका एक मान होता है। यह मान उस वस्तु अथवा घटना से सम्बन्धित

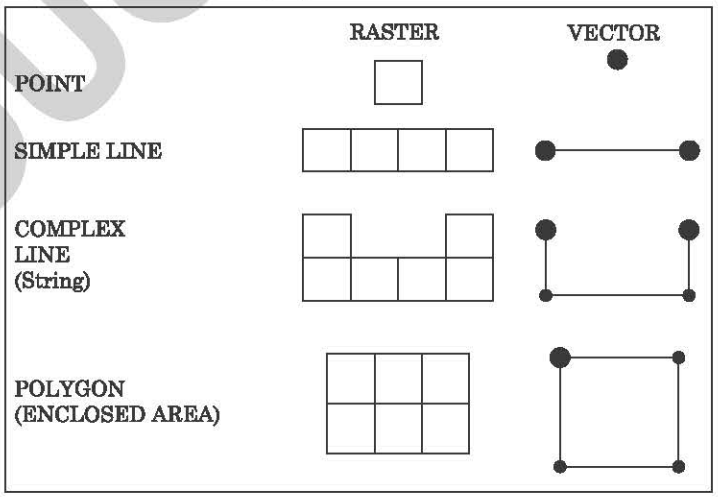
TOUCH 'n PASS

होता है जिसकी विशेषताओं को यह प्रदर्शित करता है। प्रत्येक पिक्सल का अपना एक मान होता है। पिक्सल के आकार को न्यूनतम मानचित्र इकाई (Minimum Mapping Unit) कहा जाता है। उदाहरण हेतु 1/50000 मापक पर मानचित्र की MMP3 mm × 3 mm अथवा 2.5 हेक्टेयर होती है। प्रत्येक सेल का ग्रेमान भी होता है। ग्रेमानों को 0 से 255 तक के मानों में बाँटा जाता है। रास्टर आँकड़ा मॉडल में किसी मानचित्र की शुद्धता मानचित्र के मापक व विभेदन (Resolution) पर निर्भर करती है। किसी सेल का पिक्सल के माध्यम से जितने क्षेत्रफल को घेरा जाता है, उसे ही उस मानचित्र का विभेदन कहते हैं। रास्टर मॉडल तथ्यों की द्विविम्बीय बसाव स्थिति को दर्शाता है। प्रत्येक ग्रिड-सेल पंक्ति व कॉलम संख्याओं को बताता है (चित्र 1)।



चित्र 1 : रास्टर प्रारूप (Raster Format)

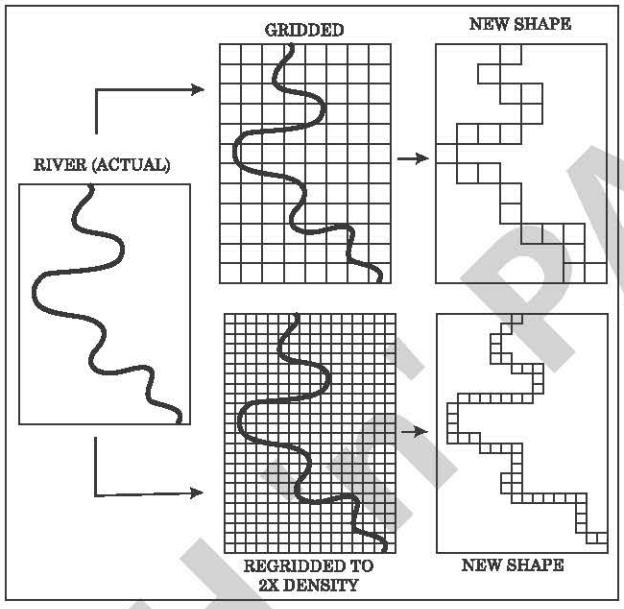
जिन लाक्षणिक मानों से मानचित्र बनाना होता है, उनको क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर निर्देशांकों की मदद से प्रदर्शित किया जाता है। रास्टर संरचना में मानचित्र के तत्त्वों को भी दर्शाया जाता है। उदाहरण हेतु, किसी बिन्दु आकृति को एक ग्रेड सेल के माध्यम से, रेखा को आस-पास के विभिन्न ग्रिडसेलों के माध्यम से जो किसी निश्चित दिशा की तरफ होते हैं और किसी पोलीगन अथवा क्षेत्रीय आकृति को आस-पास के ग्रिड सेलों के समूह पुंज द्वारा दर्शाया जाता है (चित्र 2)।



चित्र 2 : रास्टर एवं विक्टर आँकड़ा संरचना
(Raster and Vector Data Structure)

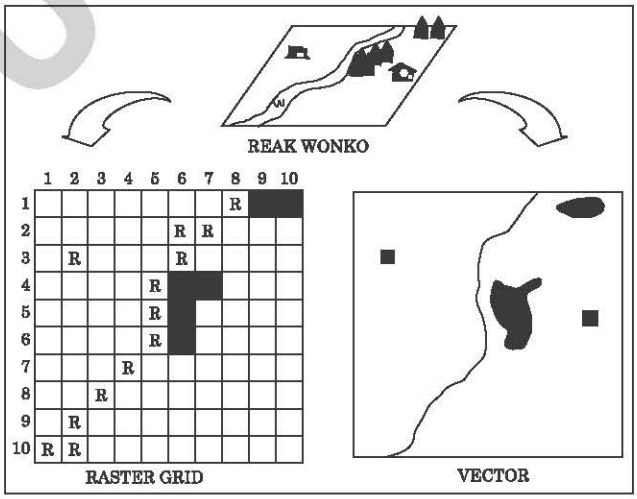
TOUCH 'n' PASS

प्रत्येक आँकड़ा सेल किसी आँकड़ा मद को एकत्रित करता है जो धरातलीय तथ्यों की पहचान, वर्ग अथवा मात्रा के प्रदर्शन का उल्लेख करता है। रास्टर मॉडल में परतीय उपागम का भी प्रयोग होता है। रास्टर सेलों के प्रदर्शन की हर परत किसी कथन के किसी वर्ग की उपस्थिति अथवा अनुपस्थिति को प्रदर्शित करती है। सैल का आकार निश्चित होता है। रास्टर विधि एक ब्लाक के रूप में प्राकृतिक एवं मानवीय घटनाओं को दर्शाने का कार्य करती है। सैद्धान्तिक व शल्यात्मक दोनों ही उपागमों से रास्टर मॉडल अथवा ग्रिड-सेल, आँकड़ों के प्रदर्शन का सबसे आसान उपागम है (चित्र 3)।



चित्र 3 : रास्टर ग्रिडिंग रैखिक विशेषताएँ (Raster Gridding Linear Features)

यही कारण है कि शुरू से ही भौगोलिक सूचना पद्धति तकनीकी के विकास में इसे सबसे अधिक प्रयोग में लाया जाता है। सभी जी०आई०एस० पैकेज में इसका प्रयोग होता है। रास्टर संरचना में जिस क्षेत्र का अध्ययन किया जाना होता है उस सम्पूर्ण स्पेस को कम्प्यूटर पर समान ग्रिड सेलों में विभक्त किया जाता है। उसके बाद प्रत्येक आकृति अथवा आँकड़ा मानों को दर्शाया जाता है (चित्र 4)। जैसा कि स्पष्ट हो चुका है कि प्रत्येक सेल निर्देशांकों की मदद से संदर्भित होता है।

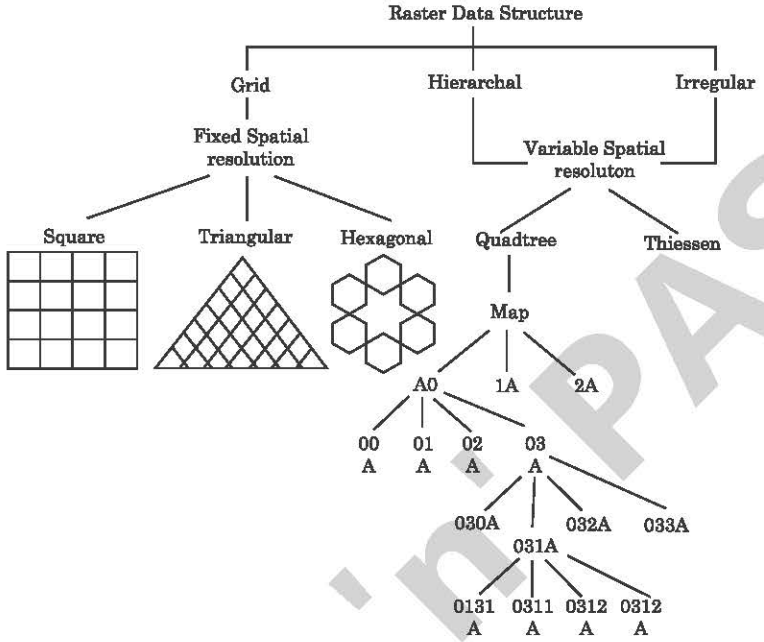


चित्र 4 : रास्टर एवं विक्टर आँकड़ा मॉडल (Raster and Vector Data Models)

TOUCH 'n' PASS

रास्टर आँकड़ा संरचना (Raster Data Structure)

रास्टर आँकड़ा मॉडल में आँकड़ों की संरचना को निम्नांकित रूप से क्रमबद्ध किया जाता है—(चित्र 5)



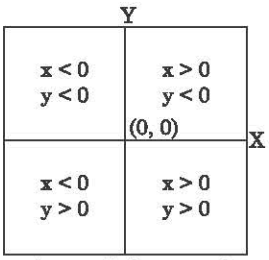
चित्र 5 : रास्टर आँकड़ा संरचना (Raster Data Structure)

प्र.3. समतल मापन एवं निर्देशांक प्रणाली के प्रकारों का वर्णन कीजिए।
Describe the Planar Measurement and Types of Co-ordinate System.

उत्तर

समतल मापन
(Planar Measurement)

गोलाकार आकृति के निर्देशांक का मापन किया जाना बहुत जटिल होता है। यहाँ स्पष्ट है कि भौगोलिक आँकड़ों को समतल निर्देशांक पद्धति पर प्रक्षेपित किया जाता है। जब कभी किसी गोलाकृति अथवा इसके किसी भाग को समतल सतह पर प्रक्षेपित कर दिया जाता है तो इसके गोलार्द्धीय मान बदल जाते हैं। सामान्य रूप से समतल सतह पर बसाव स्थितियों को ग्रिड X और Y में निर्देशांकों से पहचाना जाता है। प्रत्येक बसाव बिन्दु के दो मान होते हैं। एक इसके क्षैतिज स्थिति को स्पष्ट करता है, दूसरा ऊर्ध्वाधर स्थिति को स्पष्ट करता है। इन मानों को X-निर्देशांक और Y-निर्देशांक कहते हैं। इस अंक प्रणाली का उपयोग करने पर शुरू के निर्देशांक $X = 0$ और $Y = 0$ होते हैं।



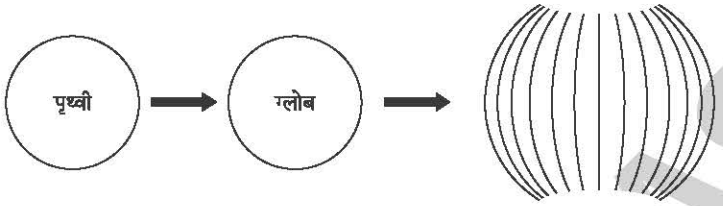
चित्र 1 : निर्देशांक प्रणाली

किसी ग्रिडजाल के केन्द्र में क्षैतिज रेखा को X-अक्ष व केन्द्रीय ऊर्ध्वाधर रेखा को Y-अक्ष कहा जाता है। स्रोत केन्द्र से ऊपर की क्षैतिज रेखाएँ व स्रोत केन्द्र से दायीं तरफ ऊर्ध्वाधर रेखाओं का धनात्मक मान होता है। इसके विपरीत नीचे की तरफ एवं बायीं

TOUCH 'n PASS

तरफ यह मान नकारात्मक होता है। ऊपर चित्र में चार चतुर्थांश दिखाए गए हैं, जिस पर धनात्मक व ऋणात्मक निर्देशांकों को शामिल कर दिखाया जाता है। समतल मापन प्रणाली का सबसे महत्वपूर्ण लाभ यह है कि इसमें दूरी, कोण व क्षेत्रफल स्थाई रहता है।

पृथ्वी से ग्लोब से मानचित्र (Earth to Globe to Map)



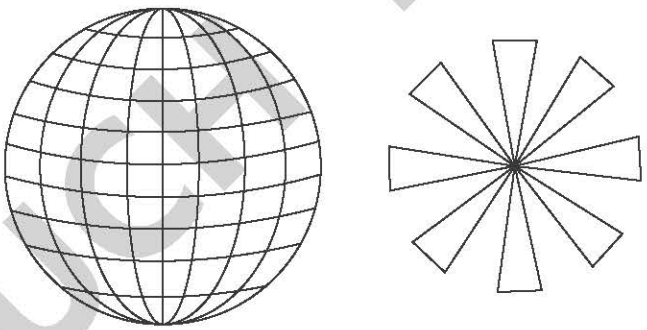
चित्र 2 : पृथ्वी से ग्लोब से मानचित्र

मानचित्र मापक (Map Scale)—प्रदर्शक भिन्न = $\frac{\text{ग्लोब की दूरी}}{\text{पृथ्वी की दूरी}}$ (उदाहरण, 1 : 24,000)

मानचित्र प्रक्षेप (Map Projection)—

मापन कारक (Scale Factor) = $\frac{\text{मानचित्र की दूरी}}{\text{पृथ्वी की दूरी}}$ (उदाहरण, 0.9996)

मानचित्र प्रक्षेपों की समस्याएँ (Problems of Map Projection)—मानचित्र प्रक्षेप की विशेष समस्या पृथ्वी के घुमावदार धरातल को मानचित्र की समतल सतह पर परिवर्तन करने की है, जो कि पूर्णत: सफलतापूर्वक नहीं हो सकता है।



चित्र 3 : मानचित्र प्रक्षेपों की समस्याएँ

लम्बवत् डेटम, जैसे—समुद्र सतह के बारे में बताई जाती है। प्रत्येक देश में अपने स्वयं के डेटम निश्चित किए हैं, उदाहरण के लिए, **यूनाइटेड किंगडम** का सन्दर्भ बिन्दु **न्यूलिन** है। पृथ्वी के केन्द्र से दूरी काफी गहरे बिन्दुओं व अन्तरिक्ष की स्थितियों को बनाने हेतु उपयोग की जाती है।

गोलीय निर्देशांक द्वारा बताया गया प्रत्येक बिन्दु अब कार्तीय निर्देशांक प्रणाली के माध्यम से X, Y, Z भी प्रस्तुत किया जा सकता है। ये मानचित्रों पर किसी स्थान की स्थिति को दर्शाने के लिए अत्यंत प्रयोग की विधि तो नहीं है, लेकिन ये दूरी नापने व अन्य गणितीय प्रकार्य पूर्ण करने के लिए उपयोग किया जाता है। इसका उद्भव सामान्य रूप से गोले का केन्द्र ही होता है, जो लगभग पृथ्वी के केन्द्र के समीप होता है।

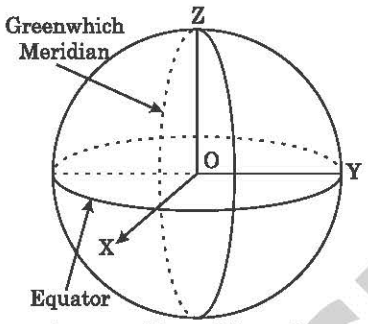
निर्देशांक प्रणाली के प्रकार
(Types of Co-ordinate System)

निर्देशांक प्रणाली के निम्नलिखित प्रकार हैं—

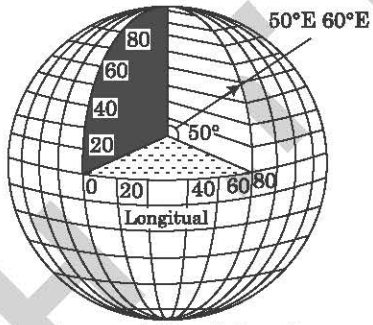
1. **विश्वस्तरीय कार्टेसियन निर्देशांक** (Global Cartesian Coordinates)—X, Y, Z इसका सम्पूर्ण विश्व के लिए उपयोग किया जाता है।

TOUCH 'n' PASS

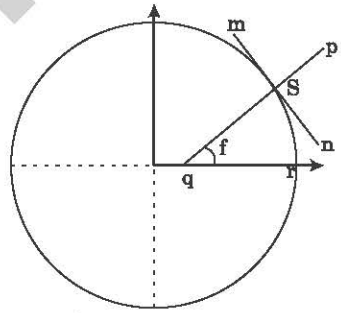
2. **भौगोलिक निर्देशांक** (Geographical Coordinates)—ϕ, λ, Z.
3. **प्रक्षेपित निर्देशांक** (Projected Coordinates)—इसका उपयोग पृथ्वी के धरातल के स्थानीय क्षेत्रों पर किया जाता है।
4. **कार्टेसियन निर्देशांक** (Cartesian Coordinates)—इस प्रणाली के अनुसार प्रतिच्छेदन बिन्दु के निर्देशांक (0, 0) हैं। इस तरह सम्पूर्ण ग्लोब चार गोलार्द्धों में विभाजित हो जाता है जिसका आधार कम्पास दिकमान होता है। इसी के आधार पर दिशाओं का निर्धारण किया जाता है।
5. **भौगोलिक निर्देशांक** (ϕ, λ, Z)—किसी दीर्घवृत्त को लगभग अक्ष पर घुमाने पर दीर्घवृत्तों का उपयोग अक्षांश (ϕ) व देशान्तर (λ) की गणना करने हेतु किया जाता है। ऊँचाई (Z) की गणना करने के लिए ज्योड का उपयोग किया जाता है, जो एक स्थिर सम्भावित गुरुत्व सतह होती है। अक्षांश व देशान्तर कोणीय दूरी है जिसका पृथ्वी के केन्द्र से धरातल के किसी बिन्दु पर मापन किया जाता है। अक्षांश व देशान्तर ग्लोब पर किसी बिन्दु की स्थिति को प्रदर्शित करते हैं। ये किसी कोण की रेखा को प्रदर्शित करती है, जो कि केन्द्र से धरातल पर खींची जाती है। प्रत्येक वृत्त को 360 मिनट में विभक्त किया जाता है। प्रत्येक डिग्री 60 मिनट में विभक्त होती है; जबकि प्रत्येक मिनट 60 सेकण्ड में विभक्त होता है। पारम्परिक रूप से अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का डिग्री, मिनट व सेकण्ड से मापन किया जाता है। अक्षांश के लिए 0° भूमध्य रेखा तथा 90° पर उत्तरी ध्रुव व दक्षिणी ध्रुव होते हैं।



चित्र 4 : कार्टेशियन निर्देशांक चित्र



चित्र 5 : भौगोलिक निर्देशांक चित्र



चित्र 6 : अक्षांश का मापन

देशान्तर रेखाओं के लिए 0° मुख्य याम्योत्तर रेखा होती है जो उत्तरी ध्रुव से शुरू होकर ग्रीनविच नगर से गुजरती हुई दक्षिणी ध्रुव पर खत्म होती है। हम जब ग्रीनविच से पूर्व की तरफ यात्रा करते हैं तो 180° तक के देशान्तर को धनात्मक मापते हैं; जबकि ग्रीनविच से पश्चिम की तरफ –180° देशान्तर मापते हैं। कहने का तात्पर्य यह है कि प्रधान केन्द्रीय रेखा से पूर्व की तरफ + और पश्चिम की तरफ – देशान्तर मापते हैं। उदाहरणार्थ, ऑस्ट्रेलिया को ले सकते हैं जो भूमध्य रेखा के दक्षिण व ग्रीनविच के पूर्व में है। अत: इसलिए धनात्मक देशान्तर व ऋणात्मक अक्षांश है। दीर्घवृत्त पर अक्षांश रेखाएँ धरातल के बिल्कुल लम्ब पर मापी जाती है, जिन्हें उपर्युक्त चित्र में स्पष्ट किया गया है।

(i) दीर्घवृत्त पर कोई s बिन्दु लिया है और इस पर mn लम्बवत् खींचा गया है।
(ii) pq रेखा को s की मदद से लिया गया और mn लम्ब तल एक समान किया गया है।
(iii) इस तरह कोण pqr जो भूमध्य रेखीय तल के साथ खींचा गया है, s बिन्दु का अक्षांश ϕ है।

प्र.4. निर्देशांक प्रणाली का निर्धारण कीजिए एवं मानचित्र-प्रक्षेप का चुनाव का वर्णन कीजिए।
Describe the choosing a Map-Projection and determining a Coordinate System.

उत्तर

निर्देशांक प्रणाली का निर्धारण करना
(Determining A Coordinate System)

धरातलीय विश्लेषण हेतु विभिन्न प्रकार के आँकड़े आधार उपयोग किए जाते हैं। इनके समस्त भाग एक सामान्य निर्देशांक प्रणाली पर पंजीकृत होने पर महत्वपूर्ण होते हैं। हमें आँकड़ों को आँकड़ा आधार में निर्धारित करने से पहले एक निश्चित निर्देशांक प्रणाली का चयन करना होता है। इसके लिए कुछ नियन्त्रण बिन्दुओं का निर्धारण किया जाता है। उसके बाद आँकड़ों को बताया जाता है।

मानचित्र-प्रक्षेप का चुनाव
(Choosing A Map-Projection)

आँकड़ा आधार में आँकड़ों को एकत्रित करने के लिए सही मानचित्र प्रक्षेप के लिए निम्नलिखित बिन्दुओं पर विचार-विमर्श किया जाता है—

1. विषयी अथवा वितरण मानचित्रों के लिए समक्षेत्र प्रक्षेप का उपयोग करना चाहिए।
2. समुद्री चार्ट सामान्यत: मर्केटर प्रक्षेप पर बनाए जाते हैं; क्योंकि इसमें दिशा शुद्ध होती है।
3. दृश्य मानचित्र सामान्यत: यथा आकृतिक प्रक्षेप पर बनाना चाहिए, वैसे इनके लिए समक्षेत्र व साझा प्रक्षेप का भी उपयोग किया जाता है। नीचे विभिन्न भू-भागों के भिन्न-भिन्न मानचित्र प्रक्षेप दिए गए हैं—

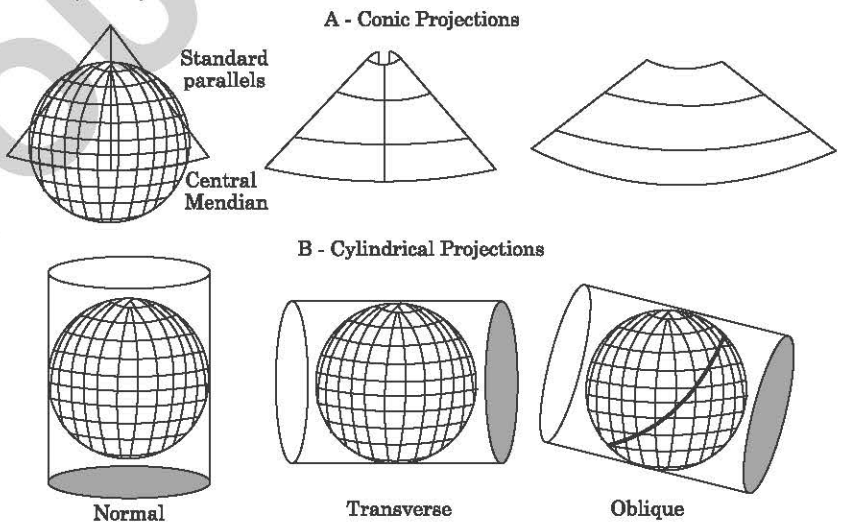
सम्पूर्ण संसार (Whole World)

1. सम आकृतिक (Conformal)
   (i) मर्केटर (Marctor)
   (ii) त्रियक मर्केटर (Oblique Marctor)
   (iii) अनुप्रस्थ (Transverse)
2. समक्षेत्र (Equal Area)
   (i) बेलनाकार (Cylindrical)
   (ii) इंकरेटिक (Enkerteic)
   (iii) समतल ध्रुवीय चतुष्कोणीय (Flat Polar Quartic)
   (iv) मॉलविड (Mollweide)
   (v) सिनोसॉडल (Sinusoidal)
3. सम दूरस्थ (Equi distant)
   (i) शुद्ध दिशा प्रक्षेप (Azimuthal)
   (ii) सीधी रम्ब रेखा (Straight Rumb line)
   (iii) मर्केटर (Marcator)
4. मध्य-मार्गीय (Compromise)
   (i) मिलर (Miller)
   (ii) रॉबिन्सन (Robinson)
5. गोलार्द्धीय (Homispherical)
   (i) यथा आकृतिक (Comformal)
   (अ) स्टीरियोग्राफिक (Stereographic)
   (ब) ध्रुवीय (Polar)
   (ii) समक्षेत्र (Equal Area)
   लैम्बर्ट—शुद्ध दिशा (Lambert-Azimuth)
   (iii) सम दूरस्थ (Equidistant)
   शुद्ध दिशा (Azimuth)
   (iv) सम्पूर्ण ग्लोब (Global)
   यथाआकृतिक (Orthographic)
6. महाद्वीप अथवा लघु क्षेत्र (Continent or Smaller Region)
   (i) भूमध्य रेखा के पूर्व-पश्चिम (East-West along Equator)
   मर्केटर (Marctor)

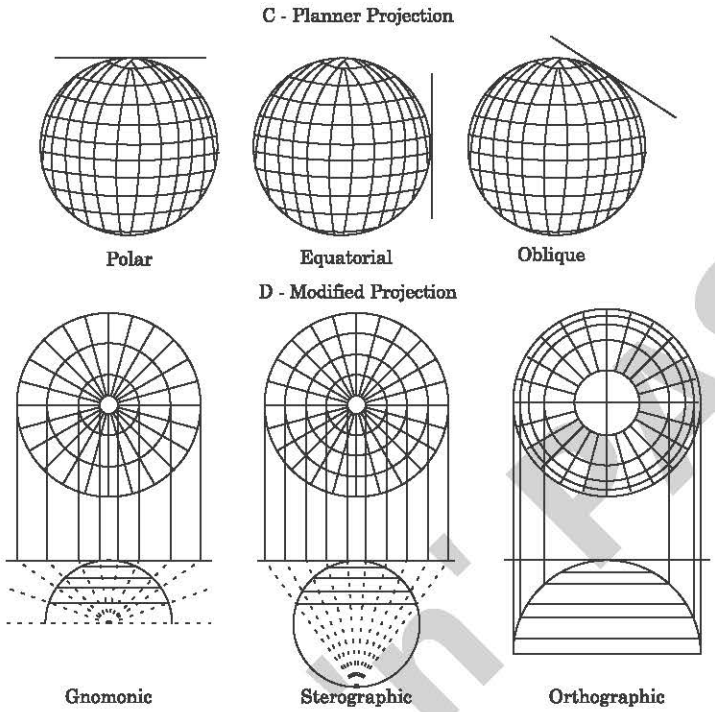
TOUCH 'n' PASS

(ii) समक्षेत्र (Equal Area)
बेलनाकार (Cylindrical)
(iii) भूमध्य रेखा से दूर (Away from Eqautor)
लैम्बर्ट (Lambert)
(iv) उत्तर-दक्षिण क्षेत्र (North-South Area)
लम्बवत् यू०टी०एम० (UTM)
(v) त्रियक अनुरूप (Oblique Conformal)
त्रियक मर्केटर (Oblique Mercator)

7. समस्त दिशाओं में समविस्तृत (Equal extent in all Direction)
(i) अनुरूप (Conformal)
(ii) ध्रुवीय, स्टीरियोग्राफिक, यू०पी०एस० (Polar, Stereographic, UPS)
(iii) समक्षेत्र (Equal Area)
लैम्बर्ट शुद्ध दिशा (Lambert Azimuth)
(iv) सीधा वृहतवृत्त मार्ग (Straight Great-Circle Routes)
नोमोनिक (Gnomonic)
(v) शुद्ध मापक (Correct Scale)
दो बिन्दु समदूरस्थ (Two Point Equidistante)
(vi) याम्योतर के साथ (Along Meridians)
(अ) शुद्ध दिशा (Azimuth)
(ब) समदूरस्थ (Equidistant)
(स) साधारण शंक्वाकार (Simple Conical)
(vii) समानान्तर के साथ (Along Parallel)
(अ) पोलीकोनिक (Polyconic)
(ब) साइमोसाइडल (Simusidal)
(स) बोन (Bone)



TOUCH 'n' PASS



जी०आई०एस० में प्रक्षेप के निर्धारण के बाद आँकड़ों को उनके वास्तविक निर्देशांक प्रणाली के अनुसार रखते हैं। समस्त परतों को एक ही निर्देशांक प्रणाली में पंजीकृत करने से संचालन के समय समानता या एकरूपता बनी रहती है। अत: आगे मानचित्र को उचित प्रक्षेप प्रणाली के अनुसार भू-सन्दर्भित किया जाता है। इसके लिए निर्देशांकों को डिजिटाइज किया जाता है जिसमें निम्नलिखित कदम उठाए जाते हैं—

डिजिटाइल करने के कदम (Steps of Digitization)

(i) बिन्दुओं का निर्धारण,
(ii) क्षेत्र को डिजिटाइज करना,
(iii) बिन्दुओं को डिजिटाइजर इकाई से यथार्थ विश्व के निर्देशांकों के साथ प्रक्षेपित करना,
(iv) डिजिटाइजर इकाई से यथार्थ-विश्व के निर्देशांकों में क्षेत्र बदलना,
(v) जी०आई०एस० कार्यों का संचालन।

समर्थित मानचित्र प्रक्षेप (Supported Map Projections)—जी०आई०एस० वातावरण में 46 मानचित्र प्रक्षेप उपयोग के लिए विद्यमान हैं। इनका उपयोग आवश्यकता के अनुसार भिन्न-भिन्न क्षेत्रों में होता है।

प्र.5. विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर निर्देशांक प्रणाली का विवरण दीजिए।
Give the description of the Universal Transverse Mercator (UTM) Coordinate System.

उत्तर

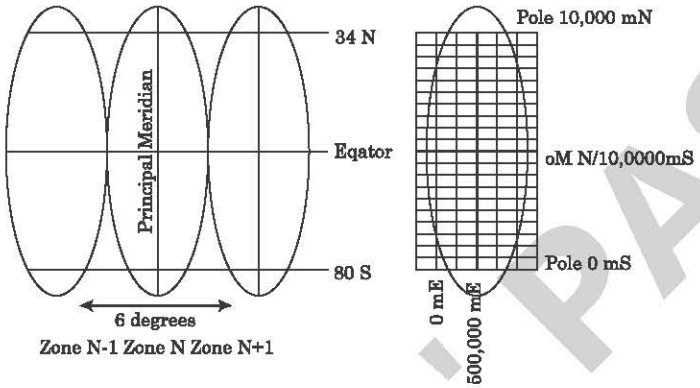
विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर निर्देशांक प्रणाली
(Universal Transverse Mercator (UTM) Coordinate System)

कम्प्यूटर मानचित्र कला में किसी भी ग्रह के भू-प्रेषण की सबसे सफल भू-प्रणाली विश्वव्यापक मर्केटर निर्देशांक प्रणाली है। भूमध्य रेखीय मर्केटर प्रक्षेप में जहाँ एक तरफ ध्रुवों पर आकृति अत्यन्त विकृत होती है तो वहीं दूसरी तरफ भूमध्य रेखा पर सबसे कम विकृति को प्रदर्शित करता है। मानचित्रकार **लैम्बर्ट** ने सन् 1972 में मर्केटर प्रक्षेप को अनुप्रस्थ रूप में बदल दिया था। इसमें भूमध्य रेखा उत्तर व दक्षिण दिशा में आड़े दिखाई देती है। इसका मुख्य स्थान प्रभाव उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव की तरफ फैली हुई संकीर्ण पट्टी में विकृत रूप में निम्नतम करना है। इसके लिए UTM प्रक्षेप का एक रेखाजाल बनाया जाता है।

TOUCH 'n PASS

प्रक्षेप विधि (Projection Method)

ग्लोब को विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रणाली के लिए 6° देशान्तर के अन्तर पर 60 मण्डलों में बाँटा जाता है। प्रत्येक मण्डल की अपनी भिन्न मध्यांग (Meridian) रेखा होती है, जोकि एक ध्रुव से लेकर दूसरे ध्रुव की तरफ खींची गयी होती है। प्रत्येक मण्डल की सीमा 84° उत्तर से 80° दक्षिण के बीच होती है। इसके बाद का क्षेत्र विश्व ध्रुवीय स्टीरियोग्राफिक प्रक्षेप के माध्यम से समायोजित किया जाता है। प्रथम मण्डल 180° पश्चिमी देशान्तर से शुरू होता है, जो 180° W से 174° W के बीच होता है।



चित्र 1 : The Universal Transverse Mercator Coordinate System

अन्तिम मण्डल अर्थात् मण्डल 60, 174°E से शुरू होकर पूर्व में अन्तर्राष्ट्रीय तिथि रेखा तक विस्तृत होता है। इस तरह मण्डलों की शृंखला पश्चिम से पूर्व की तरफ जाती है। प्रत्येक मण्डल में विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रक्षेप की रचना होती है; जैसे—प्रथम खण्ड के लिए जिसका प्रसार 180° W से 174° W के बीच है तो इसकी मध्यांग रेखा 177° W होगी। प्रत्येक देशान्तर रेखा भूमध्य रेखा पर उचित समकोण पर काटती है। इस प्रणाली को ग्रिड प्रणाली के लिए उपयोग किया जाता है।

विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रणाली के प्रकार
[Types of Universal Transverse Mercator System (UTM)]

इस प्रणाली के दो प्रकार हैं—

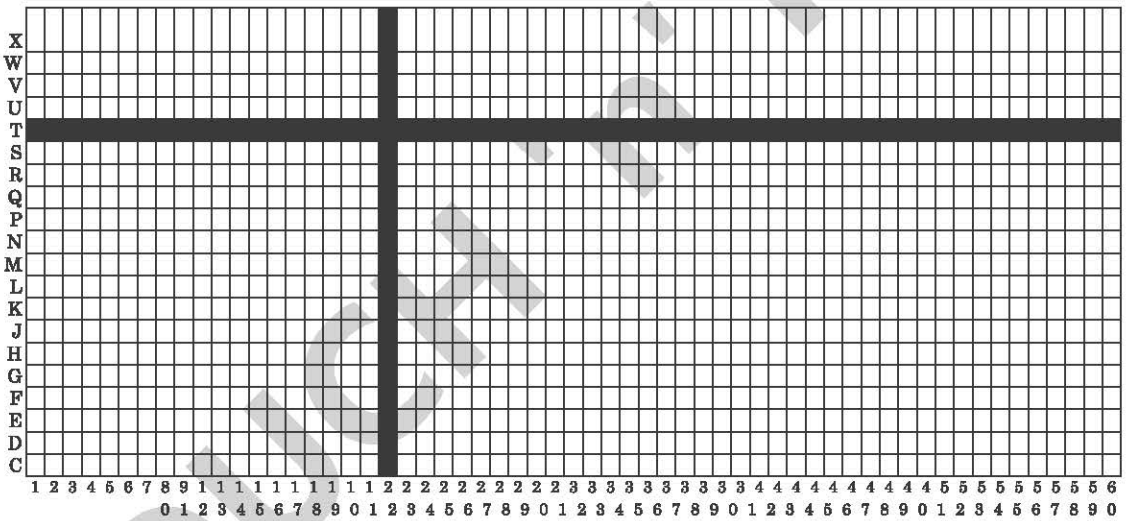
1. **असैनिक ग्रिड निर्देशांक प्रणाली** (Civillian Grid Coordinate System)—इस प्रणाली का प्रयोग सैनिक कार्यों में होता है। प्रत्येक मण्डल को भिन्न-भिन्न वर्गों के सेट में विभाजित किया जाता है। दोनों अर्द्ध-गोलार्द्धों में विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर में प्रक्षेप को भिन्न बनाया जाता है। दक्षिणी गोलार्द्ध के लिए शून्य उत्तरान्तर दक्षिणी ध्रुव माना जाता है। इस सन्दर्भ बिन्दु से मीटर उत्तर-दक्षिणी ध्रुव माना जाता है। इस सन्दर्भ बिन्दु से मीटर उत्तर में उत्तरान्तर माना जाता है। एक मीटर की दूरी को ध्रुव से लेकर भूमध्य रेखा के बीच की दूरी का 1/10 लाख दिखाया जाता है। यह दूरी विभिन्न मध्यांग रेखा पर भिन्न-भिन्न हो सकती है किन्तु मानचित्र कला के प्रयोग में 10 लाख तक के मान को पर्याप्त बताया जाता है। हालाँकि मीटर को शुद्धता की दृष्टि से और अधिक स्पष्ट किया गया है लेकिन यहाँ इतना ही समझना सही है। पुनः भूमध्य रेखा से उत्तरान्तर की नम्बरिंग की जाती है जो या तो दक्षिणी गोलार्द्ध के निर्देशांक 10,000,000 मी० उत्तर से शुरू होती है या उत्तरी गोलार्द्ध के निर्देशांक शून्य से शुरू होती है। उत्तरान्तर ध्रुव की तरफ 10,000,000 तक बढ़ते हैं।
   यहाँ पर ध्यान देना है कि जैसे-जैसे हम ध्रुवों की तरफ बढ़ते जाते हैं वैसे-वैसे अक्षांश व देशान्तर वर्गों के विकास भी बढ़ते जाते हैं। इसीलिए विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर प्रणाली न तो उत्तरी अमेरिका भू-भाग से आगे और न ही अन्टार्कटिका महाद्वीप के लिए उपयोग की जाती है। इसका तात्पर्य यह है कि इसकी सीमा 84° उत्तर व 80° दक्षिण निर्धारित की गई है। पूर्वान्तर के लिए पश्चिमी सीमा के पश्चात् प्रत्येक खण्ड में एक नकली शुरूआत स्थापित की जाती है। पूर्वान्तर के बीच की दूरी वस्तुतः लगभग आधी डिग्री होती है लेकिन इनके लिए संख्याओं का चयन किया जाता है, इसलिए पूर्वान्तरों के बीच की दूरी 5,00,000 मीटर होती है।
2. **सैनिक ग्रिड निर्देशांक प्रणाली** (The Military Grid Coordinate System)—यह विश्व अनुप्रस्थ मर्केटर की दूसरी निर्देशांक प्रणाली है, जिसे संयुक्त राज्य अमेरिका को थलसेना व अन्य संगठनों के उपयोग के लिए बनाया गया है।

TOUCH 'n' PASS

सैन्य वर्ग प्रणाली में भिन्न-भिन्न बसाव स्थितियों को बताने हेतु विभिन्न अंकों का उपयोग होता है। उन्हें कम करने के लिए अक्षर प्रणाली का उपयोग होता है। पूर्व की तरह मण्डलों की संख्या पश्चिम से पूर्व तक 1-60 होती है। ग्रिड की नम्बरिंग दक्षिणी गोलार्द्ध से होती है। दक्षिण में 80°-72° अक्षांश के बीच की स्ट्रिप को C अक्षर से दर्शाया जाता है। इसी तरह 72°-64° दक्षिण की स्ट्रिप को B..... यह क्रम उत्तरी गोलार्द्ध में Z तक चलता है। अन्तिम स्ट्रिप (X) 72°-84° उत्तरी अक्षांश के बीच होती है। अक्षर A, B, Y एवं Z को विश्वव्यापी ध्रुवीय स्टीरियोस्कोपिक (UPS) के लिए छोड़ दिया जाता है; क्योंकि इस प्रक्षेप पर ध्रुवों को दर्शाया नहीं जाता है। सामान्यत: 6° देशान्तर व 8° अक्षांश ग्रिड भूमि पर 1000 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र को दर्शाता है। इन ग्रिडों को संख्याओं व अक्षरों में दिखाया जाता है। प्रत्येक ग्रिड सेल को दुबारा 1,00,000 मीटर के वर्गों में बाँटा जाता है। हर सेल के दो अतिरिक्त अक्षरों से पहचान की जाती है। पूर्व व पश्चिम दिशा में (X-दिशा), 1,00,000 मीटर के वर्गों को A से शुरू करके Z अक्षर तक रखते हैं। इसकी पुनरावृत्ति सम्पूर्ण ग्लोब के लिए होती है। अक्षर 'I' व 'O' को सदैव छोड़ दिया जाता है। ऐसा इसलिए हुआ है कि 'I' व 'O' दोनों ही एक तथा शून्य से मेल खाते हैं, जोकि कम्प्यूटर पर भ्रान्ति उत्पन्न करते हैं।

इस तरह प्रथम कॉलम A, 1,00,000 मीटर चौड़ा है और पश्चिम में 180° से शुरू होता है।

बड़े अक्षर प्रत्येक 18° के पश्चात् चक्र रूप में लगाए जाते हैं। यह पूरे 6° के कॉलम को शामिल करता है। कहीं-कहीं अर्द्ध-कॉलम को कोई अक्षर प्रदान किया जाता है, इसलिए अतिव्यापन भी हो जाता है।



चित्र 2 : Six by Eight degree Cells on the UTM Military Grid

इसी तरह उत्तर-दक्षिण दिशा (Y-दिशा) में A से Y तक अक्षरों का उपयोग चक्रानुक्रम में होता है। बिल्कुल ऊपर की तरह 'I' व 'O' अक्षरों को हटा देते हैं। उल्टा क्रम V अक्षर से शुरू होता है और पीछे को A का उपयोग होता है। इस प्रकार यह 1 अकेला 1,00,000 मीटर का ग्रिड वर्ग को चित्रानुसार भिन्न किया जा सकता है। इस क्षेत्र में बसाव स्थिति की शुद्धता को दर्शाने के लिए X व Y अंकों के अनेक जोड़े लिए जाते हैं।

उदाहरणार्थ, 18TWC81, 10,000 मीटर के वर्ग को पृथक् करता है, 18TWC873134 एक सौ मीटर वर्ग को पृथक् करता है। इन संख्याओं को, विशेष रूप से छोटे देशों अथवा सीमित क्षेत्र के लिए बिना ग्लोबल सेल के एकत्रित किया जा सकता है।

बहुविकल्पीय प्रश्न

प्र.1. भौगोलिक सूचना प्रणाली में किन सूचनाओं का प्रयोग होता है?

(क) स्थानिक सूचनाएँ (ख) अस्थानिक अथवा लाक्षणिक सूचनाएँ

(ग) 'क' एवं 'ख' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (ग) 'क' एवं 'ख' दोनों

TOUCH 'n' PASS

प्र.2. धरातलीय आँकड़ों को मानचित्र पर स्पष्ट करने की संकल्पना है—
(क) आँकड़ों को पहचानना (ख) लाक्षणिक विशेषताओं को प्रदर्शित करना
(ग) परस्पर सम्बन्ध स्थापित करना (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.3. मॉडल को विशेषता है—
(क) समरूपता (ख) चयनात्मकता (ग) क्रमबद्धता (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.4. मॉडल के कितने कार्य हैं?
(क) 3 (ख) 6 (ग) 7 (घ) 9
उत्तर (ख) 6

प्र.5. आँकड़ा मॉडल के कार्य हैं—
(क) ढाँचा बनना (ख) निष्कर्ष (ग) संगठीकरण (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.6. भौगोलिक सूचना प्रणाली में धरातलीय आँकड़ों को प्रस्तुत करने हेतु किस मॉडल का प्रयोग होता है?
(क) कार्टोग्राफिक मानचित्र मॉडल (ख) भू-सम्बन्धात्मक मॉडल
(ग) 'क' व 'ख' दोनों (घ) इनमें से कोई नहीं
उत्तर (ग) 'क' व 'ख' दोनों

प्र.7. मॉडल के प्रकार हैं—
(क) लक्ष्य आधारित मॉडल (ख) धरातलीय आँकड़ा मॉडल
(ग) जाल आधारित मॉडल (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.8. विक्टर मॉडल की कमी है—
(क) यह जटिल आँकड़ा संरचना है (ख) यह अत्यन्त खर्चीला है
(ग) इसमें रूपान्तर करना कठिन है (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.9. रास्टर पद्धति की क्षमता है—
(क) अतिव्यापन (ख) आँकड़ों का रूपान्तरण
(ग) परतों का संचालन एवं निर्माण (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.10. रास्टर प्रणाली में आँकड़ों को एकत्रित करने के लिए किस सघन विधि का प्रयोग होता है?
(क) चेन कोड विधि (ख) प्रवाह दूरी एवं ब्लॉक कोड
(ग) चतुर्थ वृक्षीय बहुखानेदार विधि (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.11. निम्नलिखित में से कौन-सा कथन कम्प्यूटर ग्राफिक्स को परिभाषित करता है?
(क) यह डिजाइनिंग योजनाओं को संदर्भित करता है
(ख) इसका अर्थ है कम्प्यूटर डिजाइन करना
(ग) यह छवियों को डिजाइन करने को संदर्भित करता है
(घ) इनमें से कोई भी नहीं
उत्तर (ग) यह छवियों को डिजाइन करने को संदर्भित करता है

TOUCH 'n' PASS

प्र.12. दिए गए वैज्ञानिकों/आविष्कारकों में से किसे कम्प्यूटर ग्राफिक्स के जनक के रूप में जाना जाता है?
(क) निकोला टेस्ला (ख) इवान सदरलैंड (ग) एडा लवलेस (घ) मैरी क्यूरी
उत्तर (ख) इवान सदरलैंड

प्र.13. निम्नलिखित में से कौन-सी कम्प्यूटर ग्राफिक्स की विशेषताए हैं?
(क) केवल कम्प्यूटर द्वारा छवियों का निर्माण और विलोपन
(ख) कम्प्यूटर द्वारा ग्राफिकल छवियों का विलोपन और हेरफेर
(ग) कम्प्यूटर द्वारा ग्राफिक्स का निर्माण और हेरफेर
(घ) केवल कम्प्यूटर द्वारा कृत्रिम छवियों का निर्माण
उत्तर (ग) कम्प्यूटर द्वारा ग्राफिक्स का निर्माण और हेरफेर

प्र.14. निम्नलिखित में से कौन-सा कम्प्यूटर ग्राफिक्स प्रकार है?
(क) रैस्टर और वेक्टर (ख) रैस्टर और स्केलर (ग) केवल स्केलर (घ) उपरोक्त सभी
उत्तर (क) रैस्टर और वेक्टर

प्र.15. निम्नलिखित में से किस विमान का उपयोग 2डी परिवर्तनों के लिए किया जाता है?
(क) त्रि-आयामी तल (ख) द्वि-आयामी तल (ग) एक-आयामी तल (घ) चार-आयामी तल
उत्तर (ख) द्वि-आयामी तल

प्र.16. निम्नलिखित में से कौन-सा कम्प्यूटर ग्राफिक्स कर्व है?
(क) बेजियर वक्र (ख) अंतर्निहित वक्र (ग) स्पष्ट वक्र (घ) ये सभी
उत्तर (घ) ये सभी

प्र.17. कम्प्यूटर ग्राफिक्स का प्रथम उपयोगकर्त्ता कौन है?
(क) विलियम फेट्टर (ख) इवान एडवर्ड सदरलैंड
(ग) एडा लवलेस (घ) निकोलस विलियम्स
उत्तर (क) विलियम फेट्टर

प्र.18. कम्प्यूटर ग्राफिक्स में क्लिपिंग का उपयोग करने का उद्देश्य निम्नलिखित में से कौन-सा है?
(क) कॉपी करना (ख) जूम करना
(ग) ग्राफिक्स करना (घ) ऑब्जेक्ट और लाइनें हटाना
उत्तर (घ) ऑब्जेक्ट और लाइनें हटाना

प्र.19. एक ग्राफिकल सिस्टम में, चित्र में पिक्सेल की एक शृंखला निम्नलिखित में से किस स्थान पर संगृहीत होती है?
(क) फ्रेम बफर (ख) प्रोसेसर (ग) मेमोरी (घ) इनमें से सभी
उत्तर (ग) मेमोरी

प्र.20. कम्प्यूटर ग्राफिक्स में कर्व्स का उपयोग मुख्य रूप से निम्नलिखित में से किस कार्य के लिए किया जाता है?
(क) स्क्रीन पर विभिन्न प्रकार की वस्तुओं को खींचने के लिए
(ख) किसी चित्र को जूम आउट करने के लिए
(ग) किसी चित्र को कॉपी करने के लिए
(घ) किसी चित्र को जूम करने के लिए
उत्तर (क) स्क्रीन पर विभिन्न प्रकार की वस्तुओं को खींचने के लिए

प्र.21. कम्प्यूटर ग्राफिक्स में ..... प्रकार के अनुवाद मौजूद होते हैं।
(क) 5 (ख) 3 (ग) 4 (घ) 6
उत्तर (ख) 3

TOUCH 'n' PASS

प्र.22. बिटमैप ..... का एक संग्रह है जो एक छवि का वर्णन करता है।

(क) पिक्सल (ख) एल्गोरिदम (ग) बिट्स (घ) रंग

उत्तर (क) पिक्सल

प्र.23. निम्नलिखित में से कौन-सा उपकरण ग्राफिक्स सिस्टम को स्थिति संबंधी जानकारी प्रदान करता है?

(क) पॉइंटिंग डिवाइस (ख) इनपुट डिवाइस और पॉइंटिंग डिवाइस दोनों

(ग) आउटपुट डिवाइस (घ) इनपुट डिवाइस

उत्तर (ख) इनपुट डिवाइस और पॉइंटिंग डिवाइस दोनों

प्र.24. निम्नलिखित में से किसे ग्राफिक्स सिस्टम के फ्रेम बफर में संगृहीत पिक्सेल की संख्या के रूप में परिभाषित किया गया है?

(क) रिजोल्यूशन (ख) लम्बाई (ग) गहराई (घ) इनमें से कोई नहीं

उत्तर (घ) इनमें से कोई नहीं

प्र.25. निम्नलिखित में से कौन-सा ग्राफिक्स सिस्टम का प्राथमिक आउटपुट डिवाइस है?

(क) प्रिंटर (ख) स्कैनर

(ग) वीडियो मॉनीटर (घ) न तो स्कैनर और न ही वीडियो मॉनीटर

उत्तर (ग) वीडियो मॉनीटर

प्र.26. वॉयस कमांड स्वीकार करने के लिए इनपुट डिवाइस के रूप में ग्राफिक्स वर्कस्टेशन में निम्नलिखित में से किसका उपयोग किया जता है?

(क) वाक् पहचानकर्त्ता (ख) टच पैनल (ग) इनमें से कोई नहीं (घ) ये सभी

उत्तर (क) वाक् पहचानकर्त्ता

प्र.27. वॉयस सिस्टम इनपुट का क्या उपयोग है?

(क) डेटा दर्ज करने के लिए

(ख) ग्राफिक्स ऑपरेशन शुरू करने के लिए और डेटा दर्ज करने के लिए

(ग) ग्राफिक्स ऑपरेशन शुरू करने के लिए

(घ) उपरोक्त में से कोई भी नहीं

उत्तर (ख) ग्राफिक्स ऑपरेशन शुरू करने के लिए और डेटा दर्ज करने के लिए

प्र.28. निम्नलिखित में से किसे किसी खिड़की या व्यूपोर्ट के बाहर के दृश्य के कुछ हिस्सों को हटाने की प्रक्रिया के रूप में परिभाषित किया गया है?

(क) संपादन (ख) कटिंग (ग) प्लकिंग (घ) क्लिपिंग

उत्तर (घ) क्लिपिंग

❑

TOUCH 'n' PASS

- यद्यपि इस पुस्तक को यथासम्भव शुद्ध एवं त्रुटिरहित प्रस्तुत करने का भरसक प्रयास किया गया है, तथापि इसमें कोई कमी अथवा त्रुटि अनिच्छाकृत ढंग से रह गई हो तो उससे कारित क्षति अथवा सन्ताप के लिए लेखक, प्रकाशक तथा मुद्रक का कोई दायित्व नहीं होगा। सभी विवादित मामलों का न्यायक्षेत्र मेरठ न्यायालय के अधीन होगा।
- इस पुस्तक में समाहित सम्पूर्ण पाठ्य-सामग्री (रेखा व छायाचित्रों सहित) के सर्वाधिकार प्रकाशक के अधीन हैं। अतः कोई भी व्यक्ति इस पुस्तक का नाम, टाइटिल-डिजाइन तथा पाठ्य-सामग्री आदि को आंशिक या पूर्ण रूप से तोड़-मरोड़कर प्रकाशित करने का प्रयास न करें, अन्यथा कानूनी तौर पर हर्जे-खर्चे व हानि के जिम्मेदार होंगे।
- इस पुस्तक में रह गई तथ्यात्मक त्रुटियों तथा अन्य किसी भी कमी के लिए विद्वत् पाठकगण से भूल-सुधार/सुझाव एवं टिप्पणियाँ सादर आमन्त्रित हैं। प्राप्त सुझावों अथवा त्रुटियों का समायोजन आगामी संस्करण में कर दिया जाएगा। किसी भी प्रकार के भूल-सुधार/सुझाव आप info@vidyauniversitypress.com पर भी ई-मेल कर सकते हैं।