

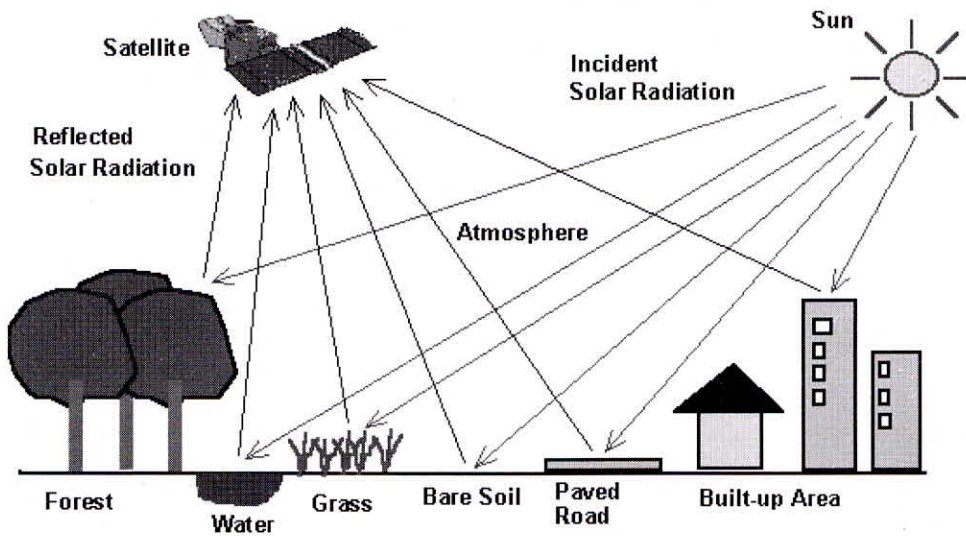
## सुदूर संवेदन : एक परिचय

तनवीर अहमद एवं नरेश कुमार  
रा.ज.सं., रुड़की

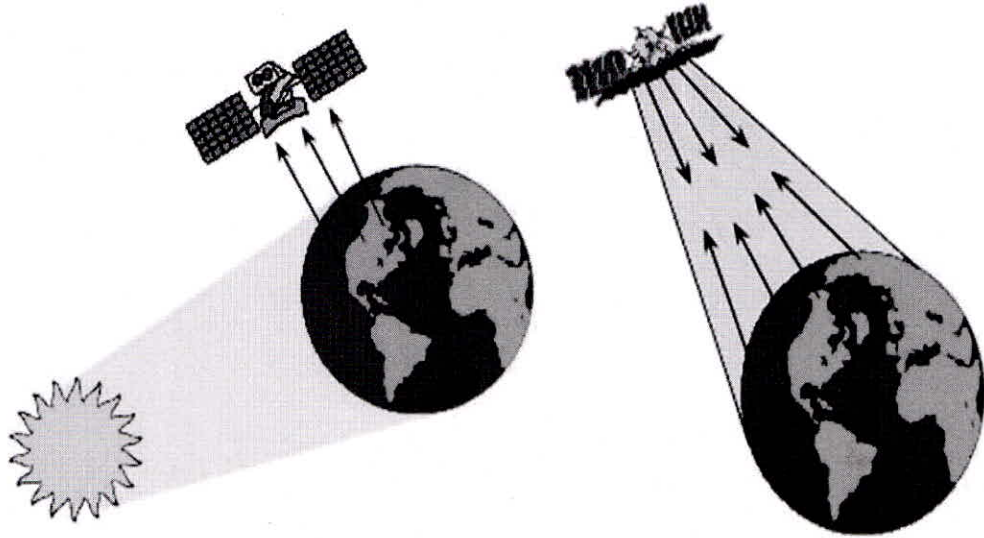
हम पांच इंद्रियों के माध्यम से आस-पास की दुनिया के बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं। कुछ इंद्रियों को संवेदन हेतु बाहरी वस्तुओं के संपर्क की आवश्यकता होती है जैसे कि स्वाद एवं स्पर्श हेतु। लेकिन हमें देखने एवं सुनने के लिए संवेदन अंगों और बाहरी वस्तुओं के बीच निकट संपर्क की आवश्यकता नहीं होती है। ये कार्य सुदूर संवेदन द्वारा पूरे होते हैं। मानव दृश्य प्रणाली सामान्य अर्थों में सुदूर संवेदन प्रणाली का एक उत्तम उदाहरण है। सुदूर संवेदन ऐसी विधि है जिसमें दूरस्थ स्थानों की वस्तुओं की गतिविधियों के आंकड़े, बिना वस्तुओं के संपर्क में आए एकत्र किए जाते हैं। सामान्यतः सुदूर संवेदन आंकड़े, हवाई (विमान, गुब्बारे) या अंतरिक्ष (उपग्रहों, अंतरिक्ष शटल) में स्थित प्लेटफॉर्मों पर लगे सेंसरों का उपयोग कर एकत्र किए जाते हैं।

सुदूर संवेदन के आधुनिक रूप की शुरुआत हवाई जहाज के विकास के साथ पैदा हुई। वर्ष 1858 में गुब्बाराकार जी. टूर्नाचोन (उर्फ नादर) ने गुब्बारे में बैठकर पेरिस की तस्वीरें बनाई। प्रथम विश्व युद्ध के प्रारम्भ में व्यवस्थित हवाई फोटोग्राफी सैन्य पर्यवेक्षण और टोह लेने में प्रयोग की गयी जो शीत युद्ध के दौरान संशोधित लड़ाकू विमानों जैसे कि पी-51, पी-38, आर. बी-66 और एफ-4C के रूप में चरमोत्कर्ष तक पहुँच गयी थी। शीत युद्ध के बाद 20वीं सदी के उत्तरार्ध में कृत्रिम उपग्रहों के विकास ने सुदूर संवेदन को वैश्विक स्तर पर प्रगति का आधार दिया। सुदूर संवेदन की तकनीक मानव के ज्ञान के विकास के क्षेत्र में महत्वपूर्ण उपलब्धि मानी जाती है। इस तकनीक के माध्यम से भूमि, जल और आकाश के विविध पहलुओं का अध्ययन कर पाना संभव हुआ है। विभिन्न भू-अवलोकन करने वाले एवं मौसम उपग्रहों जैसे कि लैंडसैट, निंबस और राडारसेट आदि ने नागरिक, अनुसंधान और सैन्य उद्देश्यों के लिए वैश्विक स्तर पर आंकड़ें उपलब्ध कराए हैं।

सूर्य सुदूर संवेदन हेतु ऊर्जा का मुख्य स्रोत है। सूर्य की ऊर्जा यदि दृश्य तरंग-दैर्घ्य में हो तो यह लक्ष्य से टकराकर परावर्तित हो जाती है तथा सुदूर संवेदन सेंसर परावर्तित ऊर्जा के आधार पर आंकड़े जमा करता है। थर्मल अवरक्त तरंग-दैर्घ्य की स्थिति में लक्ष्य द्वारा अवशोषित और फिर पुनः उत्सर्जित ऊर्जा का उपयोग आंकड़े एकत्र करने में किया जाता है।



सुदूर संवेदन की तकनीक को संवेदक की प्रकृति के आधार पर मुख्यतः दो प्रकारों में बांटा जाता है। प्राकृतिक रूप से उपलब्ध ऊर्जा को मापने वाले सुदूर संवेदन सेंसर, निष्क्रिय सेंसर कहलाते हैं। निष्क्रिय सेंसर केवल प्राकृतिक रूप से उपलब्ध ऊर्जा का इस्तेमाल करते हैं। दूसरी ओर, सक्रिय सेंसर रोशनी के लिए अपनी ऊर्जा पैदा करते हैं। सेंसर उस लक्ष्य की ओर निर्देशित विकिरण उत्सर्जन करता है जिसके आंकड़े एकत्र किए जाने हों। सक्रिय सेंसर का यह लाभ है कि वे किसी भी समय एवं किसी भी मौसम में कार्य करने की क्षमता रखते हैं।



Passive sensors

Active sensors

### सुदूर संवेदन के उपयोग

सुदूर संवेदन द्वारा खतरनाक एवं दुर्गम क्षेत्रों के आंकड़े भी कम समय में ही एकत्रित किए जा सकते हैं। सुदूर संवेदन का उपयोग विभिन्न नदी बेसिनों, आर्कटिक और अंटार्कटिक क्षेत्रों, हिमनदों, तटीय क्षेत्रों, बदलते भू-आवरणों की निगरानी आदि में आसानी से किया जा सकता है। हाल के वर्षों में अति उच्च स्थानिक विभेदन उपग्रहों की उपलब्धता से, सुदूर संवेदन का उपयोग कई गुणा बढ़ गया है। भारत के पास भी भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह (आई.आर.एस.) श्रृंखला – रिसोर्ससैट, कार्टोसैट, ओशनसैट आदि जैसे स्वयं के उपग्रह हैं, जो विभिन्न परियोजनाओं के कार्यान्वयन के लिए अपेक्षित आंकड़े उपलब्ध कराते हैं। राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र (एन.आर.एस.सी.) उपयोगकर्ताओं को सुदूर संवेदन आंकड़े उपलब्ध कराता है। राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र (एन.आर.एस.सी.) भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) का एक घटक है, जो कि बेंगलुरु, नागपुर, कोलकाता एवं जोधपुर में चार क्षेत्रीय सुदूर संवेदन केन्द्रों के साथ हैदराबाद में स्थापित है तथा विभिन्न भारतीय एवं विदेशी उपग्रहों से प्राप्त उपग्रह आंकड़ों के अभिग्रहण नियोजन, आंकड़ा अर्जन, संसाधन एवं वितरण के लिए जिम्मेदार है। सुदूर संवेदन के क्षेत्र में प्रशिक्षण एवं शिक्षण का कार्य भारतीय सुदूर संवेदन संस्थान (आई.आई.आर.एस.), देहरादून द्वारा किया जाता है। इसे सुदूर संवेदन, भू-सूचना एवं प्राकृतिक संसाधनों तथा आपदा प्रबंधन हेतु व्यावसायिक प्रशिक्षण के लिए विकसित किया गया है।

## प्राकृतिक संसाधन संवर्धन एवं विकास में सुदूर संवेदन तकनीक का प्रयोग

आजकल प्राकृतिक संसाधनों के संवर्धन एवं विकास के लिए सुदूर संवेदन तकनीक का व्यापक प्रयोग किया जा रहा है। उपग्रहों से प्राप्त चित्रों की सूचनाओं का उपयोग कर संसाधनों को सूचीबद्ध किया जा रहा है और मानचित्र के माध्यम से विषय-वस्तु मानचित्र (थीमैटिक मैप) तैयार कर, आंकड़ा आधार तैयार किए जा रहे हैं। उपग्रह से प्राप्त चित्रों (आंकड़ों) का प्रयोग प्राकृतिक संसाधनों की देख-रेख, उनके अध्ययन, अन्वेषण एवं विकास के लिए किया जा रहा है। इसका उद्देश्य विभिन्न संसाधनों के संबंध में सूचना उत्पन्न करना और विकास परियोजना के लिए सूचनाएं प्रदान करना है। संसाधनों के संरक्षण, संवर्धन एवं कुशल प्रबंधन के लिए अंकीय तकनीक का प्रयोग करते हुए अंकीय मानचित्र तैयार करने का कार्य किया जा रहा है। इन अंकीय मानचित्रों की सहायता से शोध कार्यों में गति आई है।

आज सुदूर संवेदन एवं जी.आई.एस. के क्षेत्र में इतनी उन्नति हुई है कि आम आदमी भी गूगल अर्थ जैसे भौगोलिक सूचना तंत्र की सहायता से विगत वर्षों में अपने आस-पास हुए परिवर्तनों को चित्रों द्वारा आसानी से देख सकता है। नीचे दिए चित्र में बी.एच.ई.एल. हरिद्वार के पास के भू-आवरण में आए परिवर्तनों को दर्शाया गया है। जिनसे पता चलता है कि भू-आवरण में दस वर्षों में किस प्रकार बदलाव आया।

बी.एच.ई.एल. के पास वर्ष अक्तूबर 2003



बी.एच.ई.एल. के पास वर्ष फरवरी 2013



बढ़ती आबादी के साथ देश में प्राकृतिक संसाधनों के प्रबंधन दोहन के साथ-साथ पर्यावरण संरक्षण बनाए रखने की चुनौतियों से निपटने के लिए बड़ी मात्रा में स्थानिक आंकड़ों की जरूरत है। इस दिशा में सुदूर संवेदन तकनीकों का प्रयोग अति उपयोगी साबित हो सकता है। अति उच्च स्थानिक विभेदन क्षमता वाले उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ों की उपलब्धता से सुदूर संवेदन का उपयोग कई गुणा बढ़ गया है। विगत वर्षों में सुदूर संवेदन ने कृषि, वानिकी, जल, समुद्र, परिवहन, दूर संचार आदि जैसे विभिन्न संसाधनों के मानचित्रण, अध्ययन और प्रबंधन को सक्षम किया है। आशा है कि आने वाले समय में सुदूर संवेदन तकनीकों का व्यापक रूप में प्रयोग होगा तथा ये तकनीकें देश के विकास में अति महत्वपूर्ण योगदान देंगी।

जिन्दगी कभी-कभी काफी खुदगर्ज हो जाती है, हम सब कुछ पाना चाहते हैं, लेकिन सब कुछ पाने में हम वह सब कुछ खो देते हैं जो हमारे पास होता है।