

# PRINCIPLES OF REMOTE SENSING

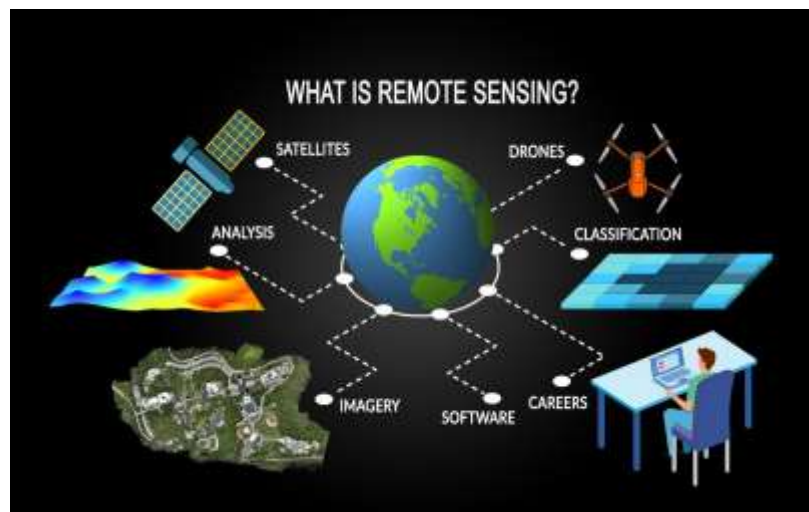
CODE: 18K5G08

Unit - I: Remote Sensing: Definition of Remote Sensing – History of Remote Sensing – Development of Space Programme in India – Types of Remote Sensing.

## INTRODUCTION

Remote sensing refers to the measurement or acquisition of information about an object or phenomena from a distance without physical contact by using devices or sensors mounted on some platform. Evelyn Pruitt, a scientist in US Navy's Office of Naval Research, coined the term 'remote sensing' in 1960. Presently, the term denotes gathering information about earth's environment by detecting the reflected or emitted electromagnetic radiation using sensors (devices) mounted onboard a spacecraft, aircraft or by using some ground-based instrument.

Remote sensing is used in numerous fields, including geography, land surveying and most Earth science disciplines (for example, hydrology, ecology, meteorology, oceanography, glaciology, geology); it also has military, intelligence, commercial, economic, planning, and humanitarian applications. In current usage, the term "remote sensing" generally refers to the use of satellite or aircraft-based sensor technologies to detect and classify objects on Earth. It includes the surface and the atmosphere and oceans, based on propagated signals (e.g. electromagnetic radiation).



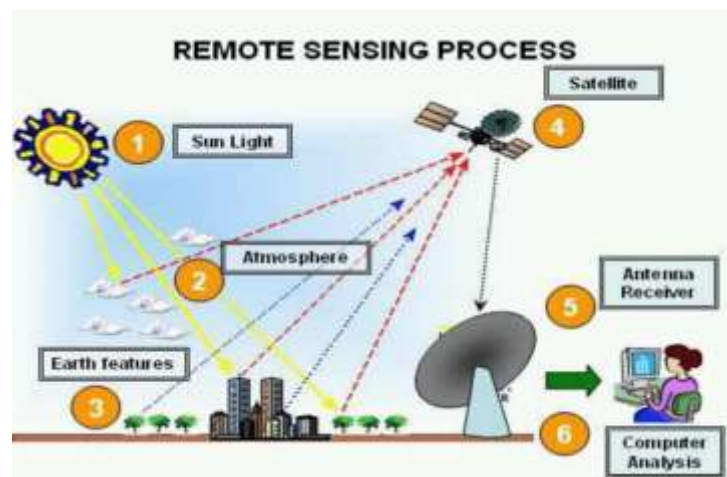
The information may be gathered in an imaging mode or non-imaging mode depending on the requirement and the availability of suitable sensors. Analysis of acquired information is carried out using either visual or digital analysis techniques after suitable processing. In remote sensing data is normally collected in discrete spectral intervals also called spectral bands (an interval in the electromagnetic spectrum defined by two wavelengths or frequencies) depending on the reflective/emissive properties of the chosen application area.

Remote sensing is the science of obtaining information about objects or areas from a distance, typically from aircraft or satellites. Remote sensors collect data by detecting the energy that is reflected from Earth. These sensors can be on satellites or mounted on aircraft. It allows users to capture, visualize and analyze objects and features on Earth's surface.

### **DEFINITION OF REMOTE SENSING**

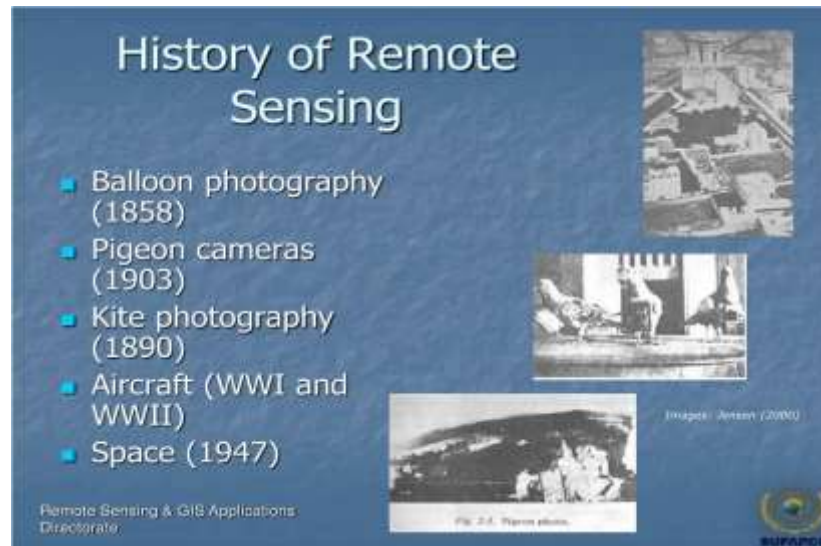
Remote sensing is the acquiring of information from a distance. NASA observes the Earth and other planetary bodies via remote sensors on satellites and aircraft that detect and record reflected or emitted energy. Remote sensors, which provide a global perspective and a wealth of data about Earth systems, enable data-informed decision making based on the current and future state of our planet.

Remote sensing is a type of geospatial technology that samples emitted and reflected electromagnetic (EM) radiation from the Earth's terrestrial, atmospheric, and aquatic ecosystems in order to detect and monitor the physical characteristics of an area without making physical contact. This method of data collection typically involves aircraft-based and satellite-based sensor technologies,



## HISTORY OF REMOTE SENSING

REMOTE SENSING began in the 1840s as balloonists took pictures of the ground using the newly invented photo-camera. Perhaps the most novel platform at the end of the last century is the famed pigeon fleet that operated as a novelty in Europe.



1910 - International Society for Photogrammetry (ISP)

### The first satellites

Space race began with the launch of Sputnik on 4 October 1957- USA and USSR

The first weather satellite, Vanguard 2, was launched on 17 February 1959

TIROS-1, launched by NASA on 1 April 1960

- ❖ TIROS-1 to TIROS-10 (1960–1966)
- ❖ China – launched first communications satellite on 24 April 1970.
- ❖ India built its first satellite, Aryabhata, which was launched in 1975 by the USSR.

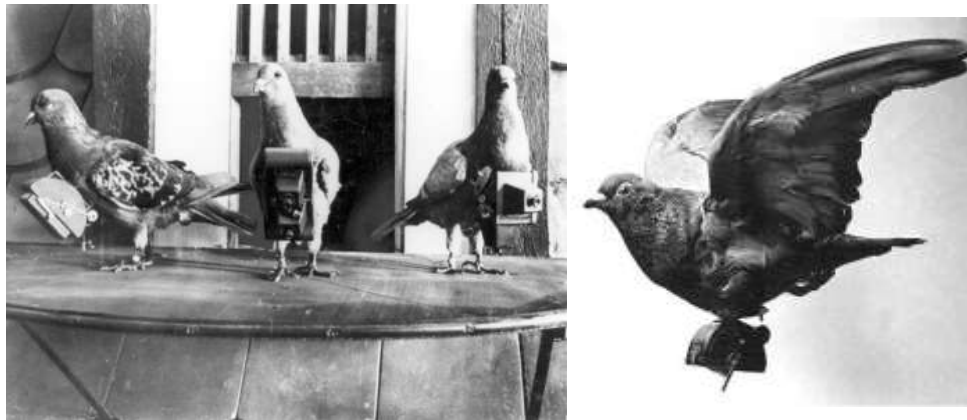
NOAA-5 which was launched in 1976

1980 - International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)

Historians of remote sensing cite various examples of the earliest attempts at obtaining remote sensing images such as using cameras carried by passengers in the baskets of hot air balloons, pigeons carrying cameras or even by people carrying cameras up a hillside or up a

tower, e.g. the Eiffel Tower in Paris. In 1907 Julius Neubronner developed a light miniature camera that could be fitted to a pigeon's breast with a harness. To take an aerial photograph Neubronner carried a pigeon to a location nearly 100 km away from its home; it was fitted with a camera and then released and the bird would typically fly home on a direct route at a height of 50 m to 100 m.

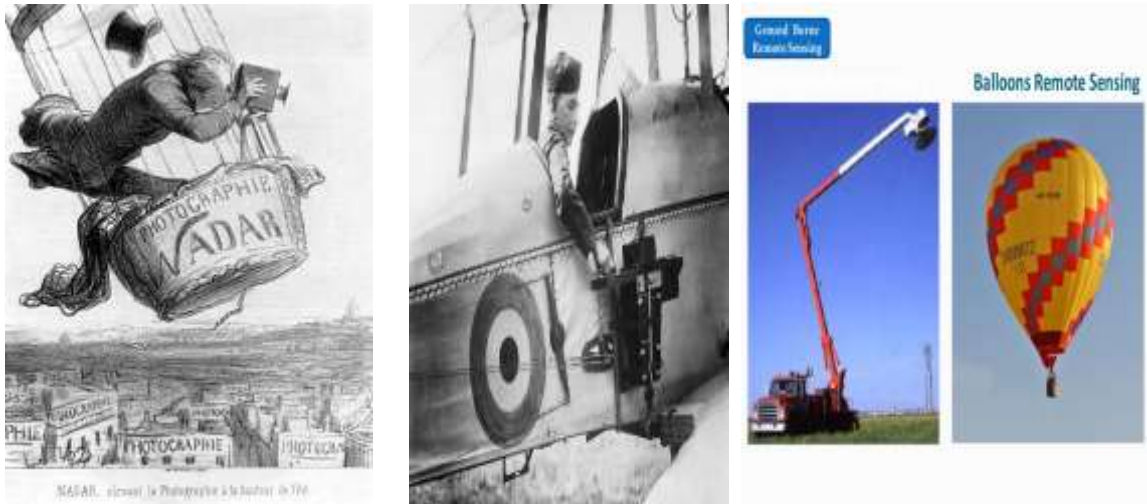
A pneumatic system controlled the time delay before a photograph was taken. Other platforms were also tried, balloons, kites, rockets and airships but none of them made much progress. Although there was some initial excitement over pigeon photography, other forms of aerial photography emerged, causing people to abandon the idea of the pigeon photographers. In some ways the pigeon camera was a precursor of the remote sensing UAV (unmanned aerial vehicle) or drone, which is one of the very latest systems introduced in remote sensing.



(1903 - pigeons wearing cameras. Image Credit: NASA)

Aerial photography became a valuable reconnaissance tool during the First World War and came fully into its own during the Second World War. The logical entry of remote sensors into space began with the inclusion of automated photo-camera systems on the captured German V-2 rockets launched out of White Sands, NM. With the advent of Sputnik in 1957, the possibility of putting film cameras on orbiting spacecraft was realized. The first cosmonauts and astronauts carried cameras to document selected regions and targets of opportunity as they circumnavigated the globe. Sensors tuned to obtaining black and white TV-like images of the Earth were mounted on meteorological satellites that began to fly in the 1960s. Other sensors on those satellites could make soundings or measurements of atmospheric properties over a range of heights.

As an operational system for collecting information about the Earth on a repetitive schedule remote sensing matured in the 1970s when instruments were flown on Skylab (and later, the Space Shuttle) and on Landsat, the first satellite dedicated specifically to monitoring land and ocean surfaces to map natural and cultural resources.



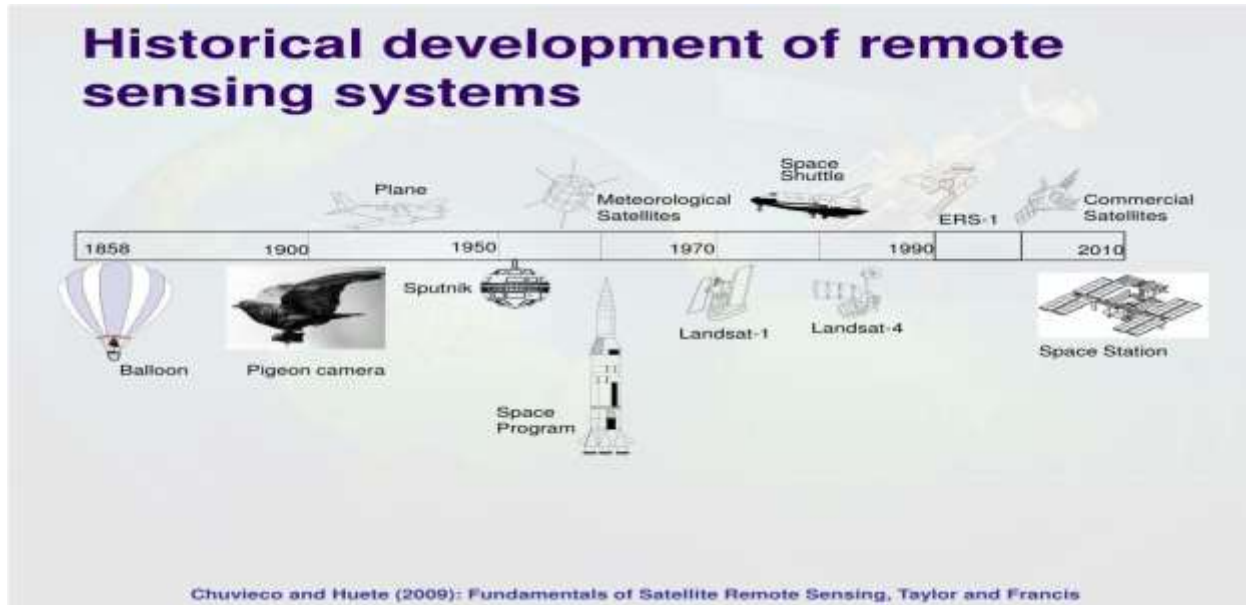
The period from 1960 to 2010 has experienced some major changes in the field of remote sensing. The background for many of these changes occurred in the 1960s and 1970s. Some of these changes are outlined below.

- First, the term “remote sensing” was initially introduced in 1960. Before 1960 the term used was generally aerial photography.
- Second, the 1960s and 1970s saw the primary platform used to carry remotely sensed instruments shift from air planes to satellites. Satellites can cover much more land space than planes and can monitor areas on a regular basis.
- Third, imagery became digital in format rather than analog. The digital format made it possible to display and analyze imagery using computers, a technology that was also undergoing rapid change during this period.
- Fourth, sensors were becoming available that recorded the Earth’s surface simultaneously in several different portions of the electro-magnetic spectrum. One could now view an area by looking at several different images, some in portions of the spectrum beyond what the human eye could view.

- Finally, the turbulent social movements of the 1960s and 1970s awakened a new and continuing concern about the changes in the Earth's physical environment. Remotely sensed imagery from satellites made it possible to detect and monitor these changes.
- Today, many satellites, with various remote sensing instruments, monitor the Earth's surface.

### LIST OF SATELLITES BY COUNTRIES

First launch by country				
Order launch	Country	Date of first	Rocket	Satellite(s)
1	Soviet Union	4 October 1957	Sputnik-PS	Sputnik 1
2	United States	1 February 1958	Juno I	Explorer 1
3	France	26 November 1965	Diamant-A	Astérix
4	Japan	11 February 1970	Lambda-4S	Ohsumi
5	China	24 April 1970	Long March	Dong Fang Hong I
6	United Kingdom	28 October 1971	Black Arrow	Prospero
7	India	18 July 1980	SLV	Rohini D1
8	Israel	19 September 1988	Shavit	Ofeq 1
	Russia	21 January 1992	Soyuz-U	Kosmos 2175
	Ukraine	13 July 1992	Tsyklon-3	Strela
9	Iran	2 February 2009	Safir-1	Omid
10	North Korea	12 December 2012	Unha-3	
11	South Korea			STSAT-2C
12	New Zealand			CubeSat



### DEVELOPMENT OF SPACE PROGRAMME IN INDIA

India's remote sensing program was developed with the idea of applying space technologies for the benefit of human kind and the development of the country. The program involved the development of three principal capabilities. The first was to design, build and launch satellites to a sun synchronous orbit. The second was to establish and operate ground stations for spacecraft control, data transfer along with data processing and archival. The third was to use the data obtained for various applications on the ground.

India demonstrated the ability of remote sensing for societal application by detecting coconut root-wilt disease from a helicopter mounted multispectral camera in 1970. This was followed by flying two experimental satellites, Bhaskara-1 in 1979 and Bhaskara-2 in 1981. These satellites carried optical and microwave payloads.

India's remote sensing programme under the Indian Space Research Organization (ISRO) started off in 1988 with the IRS-1A, the first of the series of indigenous state-of-art operating remote sensing satellites, which was successfully launched into a polar sun-synchronous orbit on March 17, 1988 from the Soviet Cosmodrome at Baikonur.

It has sensors like LISS-I which had a spatial resolution of 72.5 meters with a swath of 148 km on ground. LISS-II had two separate imaging sensors, LISS-II A and LISS-II B, with spatial resolution of 36.25 meters each and mounted on the spacecraft in such a way to provide a



composite swath of 146.98 km on ground. These tools quickly enabled India to map, monitor and manage its natural resources at various spatial resolutions. The operational availability of data products to the user organizations further strengthened the relevance of remote sensing applications and management in the country.

## **IRS System**

Following the successful demonstration flights of Bhaskara -1 and Bhaskara - 2 satellites launched in 1979 and 1981, respectively, India began to develop the indigenous Indian Remote Sensing (IRS) satellite program to support the national economy in the areas of agriculture, water resources, forestry and ecology, geology, water sheds, marine fisheries and coastal management.

Towards this end, India had established the National Natural Resources Management System (NNRMS) for which the Department of Space (DOS) is the nodal agency, providing operational remote sensing data services. Data from the IRS satellites is received and disseminated by several countries all over the world. With the advent of high-resolution satellites new applications in the areas of urban sprawl infrastructure planning and other large scale applications for mapping have been initiated.

The IRS system is the largest constellation of remote sensing satellites for civilian use in operation today in the world, with 11 operational satellites. All these are placed in polar Sun-synchronous orbit and provide data in a variety of spatial, spectral and temporal resolutions. Indian Remote Sensing Programme completed its 25 years of successful operations on March 17, 2013.

## **IRS data applications**

Data from Indian Remote Sensing satellites are used for various applications of resources survey and management under the National Natural Resources Management System (NNRMS). Following is the list of those applications:

- ✚ Space Based Inputs for Decentralized Planning (SIS-DP)
- ✚ National Urban Information System (NUIS)
- ✚ ISRO Disaster Management Support Programme (ISRO-DMSP)
- ✚ Biodiversity Characterizations at landscape level
- ✚ Preharvest crop area and production estimation of major crops.



- ✚ Drought monitoring and assessment based on vegetation condition.
- ✚ Flood risk zone mapping and flood damage assessment.
- ✚ Hydro-geomorphological maps for locating underground water resources for drilling well.
- ✚ Irrigation command area status monitoring
- ✚ Snow-melt run-off estimates for planning water use in down stream projects
- ✚ Land use and land cover mapping
- ✚ Urban planning
- ✚ Forest survey
- ✚ Wetland mapping
- ✚ Environmental impact analysis
- ✚ Mineral Prospecting
- ✚ Coastal studies
- ✚ Integrated Mission for Sustainable Development (initiated in 1992) for generating locale-specific prescriptions for integrated land and water resources development in 174 districts.
- ✚ North Eastern District Resources Plan (NEDRP)

### **Indian Space Research Organisation (ISRO)**

The **Indian Space Research Organisation** is the space agency of the Government of India and has its headquarters in the city of Bangalore (Bengaluru). Its vision is to "harness space technology for national development while pursuing space science research & planetary exploration". The Indian National Committee for Space Research (INCOSPAR) was established by Jawaharlal Nehru under the Department of Atomic Energy (DAE) in 1962, with the urging of scientist Vikram Sarabhai recognising the need in space research. INCOSPAR grew and became ISRO in 1969, also under the DAE. In 1972, the Government of India had set up a Space Commission and the Department of Space (DOS), bringing ISRO under the DOS. The establishment of ISRO thus institutionalised space research activities in India. It is managed by the DOS, which reports to the Prime Minister of India.

ISRO built India's first satellite, Aryabhata, which was launched by the Soviet Union on 19 April 1975. It was named after the mathematician Aryabhata. In 1980, Rohini became the first satellite to be placed in orbit by an Indian-made launch vehicle, SLV-3. ISRO subsequently

developed two other rockets: the Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV) for launching satellites into polar orbits and the Geosynchronous Satellite Launch Vehicle (GSLV) for placing satellites into geostationary orbits. These rockets have launched numerous communications satellites and Earth observation satellites. Satellite navigation systems like GAGAN and IRNSS have been deployed. In January 2014, ISRO used an indigenous cryogenic engine CE-7.5 in a GSLV-D5 launch of the GSAT-14.

ISRO sent a lunar orbiter, Chandrayaan-1, on 22 October 2008, which discovered lunar water in the form of ice, and the Mars Orbiter Mission, on 5 November 2013, which entered Mars orbit on 24 September 2014, making India the first nation to succeed on its maiden attempt to Mars, as well as the first space agency in Asia to reach Mars orbit. On 18 June 2016, ISRO launched twenty satellites in a single vehicle, and on 15 February 2017, ISRO launched one hundred and four satellites in a single rocket (PSLV-C37), a world record. ISRO launched its heaviest rocket, Geosynchronous Satellite Launch Vehicle-Mark III (GSLV-Mk III), on 5 June 2017 and placed a communications satellite GSAT-19 in orbit. With this launch, ISRO became capable of launching 4-ton heavy satellites into GTO. On 22 July 2019, ISRO launched its second lunar mission Chandrayaan-2 to study the lunar geology and the distribution of lunar water.

Future plans include development of the Unified Launch Vehicle, Small Satellite Launch Vehicle, development of a reusable launch vehicle, human spaceflight, a space station, interplanetary probes, and a solar spacecraft mission. □

### **Goals and objectives**



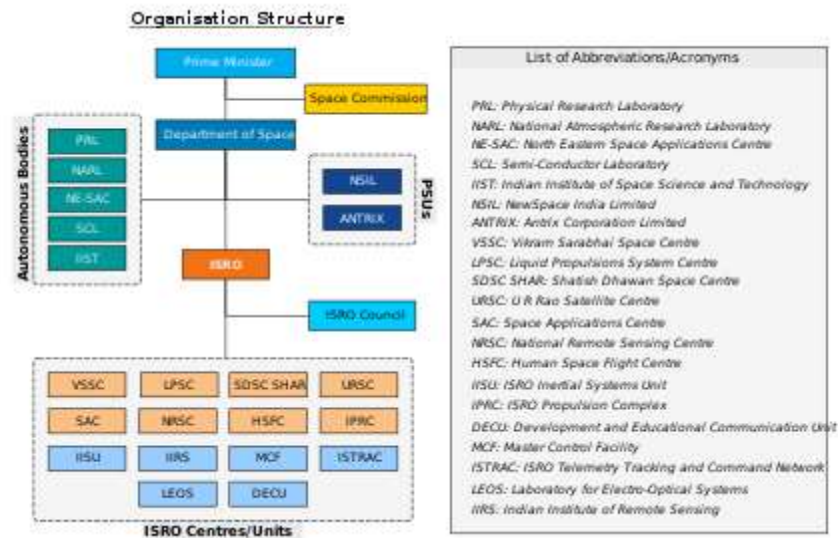
Vikram Sarabhai, first chairperson of INCOSPAR, which would later be called ISRO

The prime objective of ISRO is to use space technology and its application to various national tasks. The Indian space programme was driven by the vision of Vikram Sarabhai, considered the father of the Indian space programme.

India's economic progress has made its space program more visible and active as the country aims for greater self-reliance in space technology. In 2008, India launched as many as

eleven satellites, including nine foreign and went on to become the first nation to launch ten satellites on one rocket. ISRO has put into operation two major satellite systems: the Indian National Satellites (INSAT) for communication services, and the Indian Remote Sensing Programme (IRS) satellites for management of natural resources.

## Organisation structure and facilities



(The organizational structure of the Department of Space of the Government of India)

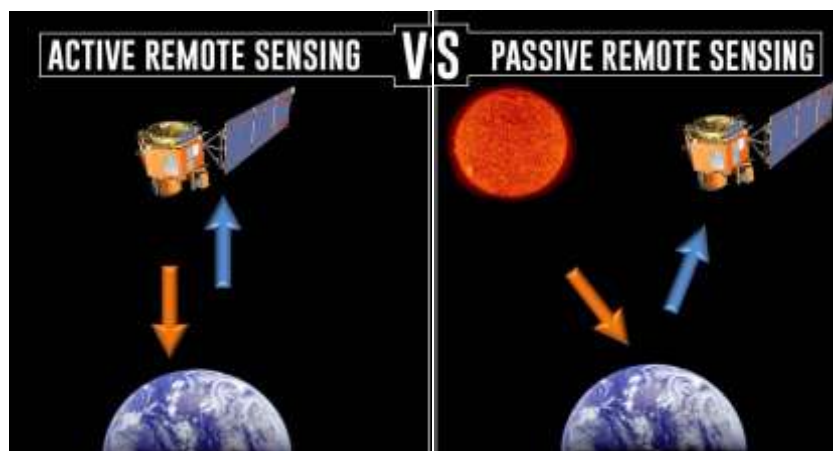
ISRO is managed by the Department of Space (DoS) of the Government of India. DoS itself falls under the authority of the Space Commission and manages the following agencies and institutes:

- Indian Space Research Organisation
- Antrix Corporation – The marketing arm of ISRO, Bangalore.
- Physical Research Laboratory (PRL), Ahmedabad.
- National Atmospheric Research Laboratory (NARL), Gadanki, Andhra Pradesh.
- New Space India Limited - Commercial wing, Bangalore.
- North-Eastern Space Applications Centre (NE-SAC), Umiam.
- Semi-Conductor Laboratory (SCL), Mohali.
- Indian Institute of Space Science and Technology (IIST), Thiruvananthapuram – India's space university.

## TYPES OF REMOTE SENSING

There are two types of remote sensing technology, active and passive remote sensing.

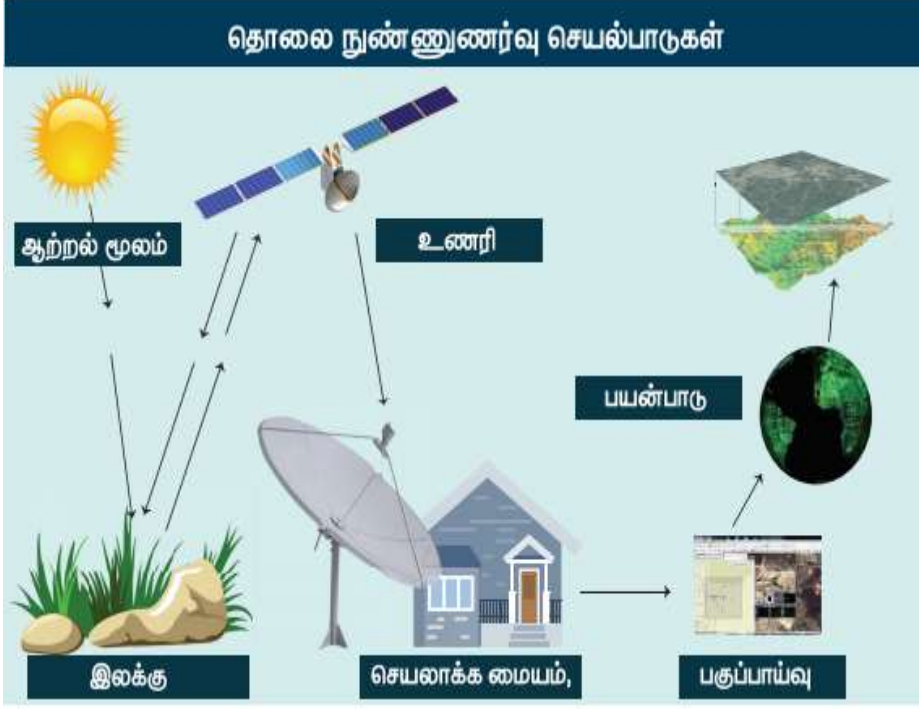
- Active sensors emit energy in order to scan objects and areas whereupon a sensor then detects and measures the radiation that is reflected or backscattered from the target. RADAR and LiDAR are examples of active remote sensing where the time delay between emission and return is measured, establishing the location, speed and direction of an object. Active sensors use internal stimuli to collect data about Earth. For example, a laser-beam remote sensing system projects a laser onto the surface of Earth and measures the time that it takes for the laser to reflect back to its sensor. Radarsat-2 is an active sensor that uses synthetic aperture radar.
- Passive sensors gather radiation that is emitted or reflected by the object or surrounding areas. Reflected sunlight is the most common source of radiation measured by passive sensors. Examples of passive remote sensors include film photography, infrared, charge-coupled devices, and radiometers. Passive sensors respond to external stimuli. They record natural energy that is reflected or emitted from the Earth's surface. The most common source of radiation detected by passive sensors is reflected sunlight. Landsat and Sentinel are passive sensors. They capture images by sensing reflected sunlight in the electromagnetic spectrum.



## தொலையுணர்தல் - அறிமுகம்

தொலைநிலை உணர்திறன் என்பது ஒரு பொருள் அல்லது நிகழ்வு பற்றிய தகவல்களை பொருளுடன் தொடர்பு கொள்ளாமல் பெறுவது ,இதனால் ஆன்-சைட் கண்காணிப்புக்கு மாறாக ,குறிப்பாக பூமி .புவியியல் ,நில அளவீடு மற்றும் பெரும்பாலான பூமி அறிவியல் துறைகள்) எடுத்துக்காட்டாக ,நீரியல் , சூழலியல் ,வானிலை ,கடல்சார் ,பனிப்பாறை ,புவியியல் (உள்ளிட்ட பல துறைகளில் தொலைநிலை உணர்திறன் பயன்படுத்தப்படுகிறது ;இது இராணுவ ,உளவுத்துறை ,வணிக ,பொருளாதார ,திட்டமிடல் மற்றும் மனிதாபிமான பயன்பாடுகளையும் கொண்டுள்ளது .தற்போதைய பயன்பாட்டில் ,"ரிமோட் சென்சிங் "என்ற சொல் பொதுவாக பூமியில் உள்ள பொருட்களைக் கண்டறிந்து வகைப்படுத்த செயற்கைக்கோள் அல்லது விமானம் சார்ந்த சென்சார் தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவதைக் குறிக்கிறது .பரப்பப்பட்ட சமிக்ஞைகளின் அடிப்படையில்) எ.கா .மின்காந்த கதிர்வீச்சு (மேற்பரப்பு மற்றும் வளிமண்டலம் மற்றும் பெருங்கடல்கள் இதில் அடங்கும்).

தேவை மற்றும் பொருத்தமான சென்சார்களின் கிடைக்கும் தன்மையைப் பொறுத்து இமேஜிங் பயன்முறையில் அல்லது இமேஜிங் அல்லாத முறையில் தகவல் சேகரிக்கப்படலாம் .வாங்கிய தகவலின் பகுப்பாய்வு பொருத்தமான செயலாக்கத்திற்குப் பிறகு காட்சி அல்லது டிஜிட்டல் பகுப்பாய்வு நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளப்படுகிறது .தொலைநிலை உணர்திறன் தரவு பொதுவாக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பயன்பாட்டுப் பகுதியின் பிரதிபலிப்பு / உமிழும் பண்புகளைப் பொறுத்து ஸ்பெக்ட்ரல் பட்டைகள்) இரண்டு அலைநீளங்கள் அல்லது அதிர்வெண்களால் வரையறுக்கப்பட்ட மின்காந்த நிறமாலையின் இடைவெளி (என்றும் அழைக்கப்படும் தனித்துவமான நிறமாலை இடைவெளிகளில் சேகரிக்கப்படுகிறது.



### தொலையுணர்தல் வரையறை

தொலைநிலை உணர்திறன் என்பது பொருள்கள் அல்லது பகுதிகள் பற்றிய தகவல்களை தூரத்திலிருந்து, பொதுவாக விமானம் அல்லது செயற்கைக்கோள்களிலிருந்து பெறுவதற்கான அறிவியல் ஆகும். தொலை சென்சார்கள் பூமியிலிருந்து பிரதிபலிக்கும் ஆற்றலைக் கண்டறிந்து தரவை சேகரிக்கின்றன. இந்த சென்சார்கள் செயற்கைக்கோள்களில் இருக்கலாம் அல்லது விமானத்தில் பொருத்தப்படலாம். இது பூமியின் மேற்பரப்பில் உள்ள பொருட்களையும் அம்சங்களையும் கைப்பற்றவும், காட்சிப்படுத்தவும் மற்றும் பகுப்பாய்வு செய்யவும் பயனர்களை அனுமதிக்கிறது.

தொலைநிலை உணர்திறன் என்பது சில தளங்களில் பொருத்தப்பட்ட சாதனங்கள் அல்லது சென்சார்களைப் பயன்படுத்தி உடல் தொடர்பு இல்லாமல் தூரத்திலிருந்து ஒரு பொருள் அல்லது நிகழ்வுகளைப் பற்றிய தகவல்களை அளவிடுதல் அல்லது

கையகப்படுத்துதல் என்பதைக் குறிக்கிறது. அமெரிக்க கடற்படையின் கடற்படை ஆராய்ச்சி அலுவலகத்தில் விஞ்ஞானி ஈவ்லின் ப்ரூட் 1960 இல் 'ரிமோட் சென்சிங்' என்ற வார்த்தையை உருவாக்கினார். தற்போது, இந்த சொல் பூமியின் சூழலைப் பற்றிய தகவல்களை சேகரிப்பதைக் குறிக்கிறது. , விமானம் அல்லது சில தரை அடிப்படையிலான கருவியைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம்.

தொலைநிலை உணர்திறன் என்பது தூரத்திலிருந்து தகவல்களைப் பெறுவது. பிரதிபலித்த அல்லது உமிழப்படும் ஆற்றலைக் கண்டறிந்து பதிவுசெய்யும் செயற்கைக்கோள்கள் மற்றும் விமானங்களில் தொலைநிலை சென்சார்கள் வழியாக பூமி மற்றும் பிற கிரக உடல்களை நாசா கவனிக்கிறது. உலகளாவிய முன்னோக்கு மற்றும் பூமி அமைப்புகள் பற்றிய தரவுகளின் செல்வத்தை வழங்கும் ரிமோட் சென்சார்கள், நமது கிரகத்தின் தற்போதைய மற்றும் எதிர்கால நிலையின் அடிப்படையில் தரவு-தகவல் முடிவெடுப்பதை செயல்படுத்துகின்றன.

தொலைநிலை உணர்திறன் என்பது ஒரு வகை புவிசார் தொழில்நுட்பமாகும், இது பூமியின் நிலப்பரப்பு, வளிமண்டல மற்றும் நீர்வாழ் சுற்றுச்சூழல் அமைப்புகளிலிருந்து வெளியேறும் மற்றும் மின்காந்த (ஈ.எம்) கதிர்வீச்சை பிரதிபலிக்கிறது. தரவு சேகரிப்பின் இந்த முறை பொதுவாக விமானம் சார்ந்த மற்றும் செயற்கைக்கோள் சார்ந்த சென்சார் தொழில்நுட்பங்களை உள்ளடக்கியது,

### **தொலையுணர்தலின் வரலாறு**

1840 களில் பலூனிஸ்டுகள் புதிதாக கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புகைப்பட-கேமராவைப் பயன்படுத்தி தரையின் படங்களை எடுத்ததால் ரிமோட் சென்சிங் தொடங்கியது. கடந்த நூற்றாண்டின் இறுதியில் மிகவும்



புதுமையான தளம் ஐரோப்பாவில் ஒரு புதுமையாக செயல்பட்ட புகழ்பெற்ற புறா கடற்படை.

தொலைநிலை உணர்திறன் வரலாற்றாசிரியர்கள் தொலைதூர உணர்திறன் படங்களைப் பெறுவதற்கான ஆரம்ப முயற்சிகளின் பல்வேறு எடுத்துக்காட்டுகளை மேற்கோள் காட்டுகிறார்கள், அதாவது சூடான காற்று பலூன்களின் கூடைகளில் பயணிகள் கொண்டு செல்லும் கேமராக்களைப் பயன்படுத்துதல், கேமராக்களைச் சுமக்கும் புறாக்கள் அல்லது ஒரு மலைப்பாதையில் அல்லது ஒரு கோபுரத்தின் மீது கேமராக்களை ஏற்றிச் செல்லும் நபர்கள் கூட, எ.கா. பாரிஸில் உள்ள ஈபிள் கோபுரம்.

1907 ஆம் ஆண்டில் ஜூலியஸ் நியூப்ரோனர் ஒரு ஒளி மினியேச்சர் கேமராவை உருவாக்கினார், இது ஒரு புறாவின் மார்பகத்திற்கு ஒரு சேனலுடன் பொருத்தப்படலாம். ஒரு வான்வழி புகைப்படத்தை எடுக்க நியூப்ரோனர் ஒரு புறாவை தனது வீட்டிலிருந்து கிட்டத்தட்ட 100 கி.மீ தூரத்தில் ஒரு இடத்திற்கு கொண்டு சென்றார்; இது ஒரு கேமரா பொருத்தப்பட்டு பின்னர் வெளியிடப்பட்டது மற்றும் பறவை பொதுவாக 50 மீ முதல் 100 மீ உயரத்தில் ஒரு நேரடி பாதையில் வீட்டிற்கு பறக்கும்.

ஒரு புகைப்படம் எடுப்பதற்கு முன் நேர தாமதத்தை ஒரு நியூமேடிக் அமைப்பு கட்டுப்படுத்தியது. மற்ற தளங்களும் முயற்சிக்கப்பட்டன, பலூன்கள், காத்தாடிகள், ராக்கெட்டுகள் மற்றும் ஏர்ஷிப்கள் ஆனால் அவை எதுவும் அதிக முன்னேற்றம் அடையவில்லை. புறா புகைப்படம் எடுப்பதில் சில ஆரம்ப உற்சாகம் இருந்தபோதிலும், பிற வகையான வான்வழி புகைப்படங்கள் வெளிவந்தன, இதனால் மக்கள் புறா புகைப்படக் கலைஞர்களின் யோசனையை கைவிட்டனர். சில வழிகளில் புறா கேமரா ரிமோட் சென்சிங் யுஏவி (ஆளில்லா வான்வழி வாகனம்)

அல்லது ட்ரோனின் முன்னோடியாக இருந்தது, இது ரிமோட் சென்சிங்கில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட மிக சமீபத்திய அமைப்புகளில் ஒன்றாகும்.

முதல் உலகப் போரின்போது வான்வழி புகைப்படம் எடுத்தல் ஒரு மதிப்புமிக்க உளவு கருவியாக மாறியது மற்றும் இரண்டாம் உலகப் போரின்போது முழுமையாக அதன் சொந்தமாக வந்தது. விண்வெளியில் ரிமோட் சென்சார்கள் தர்க்கரீதியான நுழைவு கைப்பற்றப்பட்ட ஜெர்மன் வி -2 ராக்கெட்டுகளில் தானியங்கி புகைப்பட-கேமரா அமைப்புகளை வைட் சாண்ட்ஸ், என்.எம். 1957 இல் ஸ்பூட்னிக் வந்ததன் மூலம், விண்கலத்தை சுற்றிவருவதில் திரைப்பட கேமராக்களை வைப்பதற்கான வாய்ப்பு உணரப்பட்டது.

முதல் விண்வெளி வீரர்கள் மற்றும் விண்வெளி வீரர்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பகுதிகள் மற்றும் வாய்ப்பின் இலக்குகளை ஆவணப்படுத்த கேமராக்களை எடுத்துச் சென்றனர். 1960 களில் பறக்கத் தொடங்கிய வானிலை செயற்கைக்கோள்களில் பூமியின் கருப்பு மற்றும் வெள்ளை தொலைக்காட்சி போன்ற படங்களைப் பெறுவதற்கு சென்சார்கள் பொருத்தப்பட்டன. அந்த செயற்கைக்கோள்களில் உள்ள பிற சென்சார்கள் வளிமண்டல பண்புகளின் அளவுகள் அல்லது அளவீடுகளை பல உயரங்களுக்கு மேல் செய்யக்கூடும்.

1970 களில் ஸ்கைலாப் (பின்னர் விண்வெளி விண்கலம்) மற்றும் லேண்ட்சாட் ஆகியவற்றில் கருவிகள் பறக்கும்போது, மீண்டும் மீண்டும் நிகழும் கால அட்டவணையில் தொலைநிலை உணர்திறன் பூமியைப் பற்றிய தகவல்களைச் சேகரிப்பதற்கான ஒரு செயல்பாட்டு அமைப்பாக, நிலம் மற்றும் கடல் மேற்பரப்புகளைக் கண்காணிக்க குறிப்பாக அர்ப்பணிக்கப்பட்ட முதல் செயற்கைக்கோள் இயற்கை மற்றும் கலாச்சார வளங்களை வரைபடம்.

1960 முதல் 2010 வரையிலான காலம் ரிமோட் சென்சிங் துறையில் சில பெரிய மாற்றங்களை சந்தித்துள்ளது. இந்த மாற்றங்களில் பலவற்றின் பின்னணி 1960 கள் மற்றும் 1970 களில் நிகழ்ந்தது. இந்த மாற்றங்களில் சில கீழே கோடிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ளன.

- முதலாவதாக, "ரிமோட் சென்சிங்" என்ற சொல் ஆரம்பத்தில் 1960 இல் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. 1960 க்கு முன்பு பயன்படுத்தப்பட்ட சொல் பொதுவாக வான்வழி புகைப்படம் எடுத்தல்.
- இரண்டாவதாக, 1960 கள் மற்றும் 1970 களில் தொலைதூர உணரப்பட்ட கருவிகளைக் கொண்டு செல்லப் பயன்படுத்தப்படும் முதன்மை தளம் விமான விமானங்களிலிருந்து செயற்கைக்கோள்களுக்கு மாற்றப்பட்டது. செயற்கைக்கோள்கள் விமானங்களை விட அதிகமான நிலப்பரப்பை உள்ளடக்கும் மற்றும் பகுதிகளை ஒரு வழக்கமான அடிப்படையில் கண்காணிக்க முடியும்.
- Ird மூன்றாவதாக, படங்கள் அனலாக் என்பதை விட வடிவமைப்பில் டிஜிட்டல் ஆனது. டிஜிட்டல் வடிவம் கணினிகளைப் பயன்படுத்தி படங்களைக் காண்பிப்பதும் பகுப்பாய்வு செய்வதும் சாத்தியமாக்கியது, இந்த தொழில்நுட்பமும் இந்த காலகட்டத்தில் விரைவான மாற்றத்திற்கு உட்பட்டது.
- நான்காவதாக, பூமியின் மேற்பரப்பை ஒரே நேரத்தில் மின் காந்த நிறமாலையின் பல்வேறு பகுதிகளில் பதிவுசெய்த சென்சார்கள் கிடைக்கின்றன.
- இறுதியாக, 1960 கள் மற்றும் 1970 களின் கொந்தளிப்பான சமூக இயக்கங்கள் பூமியின் இயற்பியல் சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் குறித்து ஒரு புதிய மற்றும் தொடர்ச்சியான கவலையை எழுப்பின.

செயற்கைக்கோள்களிலிருந்து தொலைதூர உணரப்பட்ட படங்கள் இந்த மாற்றங்களைக் கண்டறிந்து கண்காணிக்க முடிந்தது.

- இன்று, பல செயற்கைக்கோள்கள், பல்வேறு ரிமோட் சென்சிங் கருவிகளைக் கொண்டு, பூமியின் மேற்பரப்பைக் கண்காணிக்கின்றன.

## இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சியின் வளர்ச்சி

இந்தியாவின் ரிமோட் சென்சிங் திட்டம் மனித வகையான நலனுக்காகவும் நாட்டின் வளர்ச்சிக்காகவும் விண்வெளி தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவதற்கான யோசனையுடன் உருவாக்கப்பட்டது. இந்த திட்டத்தில் மூன்று முக்கிய திறன்களின் வளர்ச்சி இருந்தது. முதலாவதாக, சூரிய ஒத்திசைவான சுற்றுப்பாதையில் செயற்கைக்கோள்களை வடிவமைத்தல், கட்டமைத்தல் மற்றும் ஏவுதல். இரண்டாவதாக விண்கலக் கட்டுப்பாடு, தரவு பரிமாற்றம் மற்றும் தரவு செயலாக்கம் மற்றும் காப்பகத்திற்கான தரை நிலையங்களை நிறுவுதல் மற்றும் செயல்படுத்துதல். மூன்றாவது தரையில் பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்கு பெறப்பட்ட தரவைப் பயன்படுத்துவது.

1970 ஆம் ஆண்டில் ஹெலிகாப்டரில் பொருத்தப்பட்ட மல்டிஸ்பெக்ட்ரல் கேமராவிலிருந்து தேங்காய் வேர்-வில்ட் நோயைக் கண்டறிவதன் மூலம் சமூக பயன்பாட்டிற்கான ரிமோட் சென்சிங் திறனை இந்தியா நிரூபித்தது. இதைத் தொடர்ந்து 1979 ஆம் ஆண்டில் பாஸ்கரா -1 மற்றும் 1981 இல் பாஸ்கரா -2 ஆகிய இரண்டு சோதனை செயற்கைக்கோள்களை பறக்கவிட்டன. இந்த செயற்கைக்கோள்கள் கொண்டு செல்லப்பட்டன ஆப்டிகல் மற்றும் மைக்ரோவேவ் பேலோடுகள்.

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி அமைப்பின் (இஸ்ரோ) கீழ் இந்தியாவின் ரிமோட் சென்சிங் திட்டம் 1988 ஆம் ஆண்டில் ஐஆர்எஸ் -1 ஏ உடன் தொடங்கியது, இது உள்நாட்டு அதிநவீன இயக்க ரிமோட் சென்சிங் செயற்கைக்கோள்களின் தொடரின் முதல், இது ஒரு துருவ சூரிய-ஒத்திசைவில் வெற்றிகரமாக

ஏவப்பட்டது மார்ச் 17, 1988 அன்று பைக்கோனூரில் உள்ள சோவியத் காஸ்மோட்ரோமில் இருந்து சுற்றுப்பாதை.

இது LISS-I போன்ற சென்சார்களைக் கொண்டுள்ளது, இது 72.5 மீட்டர் இடைவெளித் தீர்மானத்தைக் கொண்டிருந்தது, தரையில் 148 கி.மீ. LISS-II இரண்டு தனித்தனி இமேஜிங் சென்சார்களைக் கொண்டிருந்தது, LISS-II A மற்றும் LISS-II B, ஒவ்வொன்றும் 36.25 மீட்டர் இடைவெளித் தீர்மானம் மற்றும் விண்கலத்தில் பொருத்தப்பட்டிருந்தது, இது தரையில் 146.98 கி.மீ. இந்த கருவிகள் இந்தியாவை அதன் இயற்கை வளங்களை பல்வேறு இடஞ்சார்ந்த தீர்மானங்களில் வரைபடமாக்கவும், கண்காணிக்கவும் மற்றும் நிர்வகிக்கவும் விரைவாக உதவியது. பயனர் நிறுவனங்களுக்கு தரவு தயாரிப்புகளின் செயல்பாட்டு கிடைக்கும் தன்மை நாட்டில் தொலைநிலை உணர்திறன் பயன்பாடுகள் மற்றும் நிர்வாகத்தின் பொருத்தத்தை மேலும் வலுப்படுத்தியது.

1979 மற்றும் 1981 ஆம் ஆண்டுகளில் முறையே ஏவப்பட்ட பாஸ்கரா -1 மற்றும் பாஸ்கரா - 2 செயற்கைக்கோள்களின் வெற்றிகரமான ஆர்ப்பாட்ட விமானங்களைத் தொடர்ந்து, விவசாயம், நீர்வளம், வனவியல் ஆகிய துறைகளில் தேசிய பொருளாதாரத்தை ஆதரிப்பதற்காக இந்தியா உள்நாட்டு இந்திய தொலைநிலை உணர்திறன் (ஐஆர்எஸ்) செயற்கைக்கோள் திட்டத்தை உருவாக்கத் தொடங்கியது. மற்றும் சூழலியல், புவியியல், நீர் கொட்டகைகள், கடல் மீன்வளம் மற்றும் கடலோர மேலாண்மை.

இந்த நோக்கத்திற்காக, இந்தியா தேசிய இயற்கை வள மேலாண்மை அமைப்பை (என்.என்.ஆர்.எம்.எஸ்) நிறுவியுள்ளது, இதற்காக விண்வெளித் துறை (டோஸ்) நோடல் ஏஜென்சி ஆகும், இது செயல்பாட்டு தொலைநிலை உணர்திறன் தரவு சேவைகளை வழங்குகிறது. ஐஆர்எஸ் செயற்கைக்கோள்களிலிருந்து தரவுகள் உலகெங்கிலும் உள்ள பல நாடுகளால் பெறப்பட்டு பரப்பப்படுகின்றன. உயர் தெளிவுத்திறன் கொண்ட செயற்கைக்கோள்களின் வருகையுடன் நகர்ப்புற பரந்த உள்கட்டமைப்பு திட்டமிடல் மற்றும் மேப்பிங்கிற்கான பிற பெரிய அளவிலான பயன்பாடுகள் தொடங்கப்பட்டுள்ளன.

ஐ.ஆர்.எஸ் அமைப்பு உலகில் இன்று செயல்பாட்டில் உள்ள பொதுமக்கள் பயன்பாட்டிற்கான ரிமோட் சென்சிங் செயற்கைக்கோள்களின் மிகப்பெரிய விண்மீன் ஆகும், இதில் 11 செயல்பாட்டு செயற்கைக்கோள்கள் உள்ளன. இவை அனைத்தும் துருவ சூரிய-ஒத்திசைவான சுற்றுப்பாதையில் வைக்கப்படுகின்றன மற்றும் பல்வேறு இடஞ்சார்ந்த, நிறமாலை மற்றும் தற்காலிக தீர்மானங்களில் தரவை வழங்குகின்றன. இந்திய ரிமோட் சென்சிங் திட்டம் தனது 25 ஆண்டுகால வெற்றிகரமான செயல்பாடுகளை மார்ச் 17, 2013 அன்று நிறைவு செய்தது.

### **இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி அமைப்பு (இஸ்ரோ)**

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி அமைப்பு இந்திய அரசின் விண்வெளி நிறுவனம் மற்றும் அதன் தலைமையகம் பெங்களூர் (பெங்களூரு) நகரில் உள்ளது. அதன் பார்வை "விண்வெளி அறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் கிரக ஆய்வுகளைத் தொடரும் போது தேசிய மேம்பாட்டுக்கான விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்துதல்". இந்திய தேசிய விண்வெளி ஆராய்ச்சி குழு (இன்கோஸ்பார்) 1962 ஆம் ஆண்டில் அணுசக்தித் துறையின் (DAE) கீழ் ஜவஹர்லால் நேரு அவர்களால் நிறுவப்பட்டது. விண்வெளி ஆராய்ச்சியின் தேவையை அங்கீகரிக்கும் விஞ்ஞானி விக்ரம் சரபாயின் வலியுறுத்தல்.

இன்கோஸ்பார் வளர்ந்து 1969 ஆம் ஆண்டில் DAE இன் கீழ் இஸ்ரோ ஆனது. 1972 ஆம் ஆண்டில், இந்திய அரசு ஒரு விண்வெளி ஆணையம் மற்றும் விண்வெளித் துறை (DOS) ஆகியவற்றை அமைத்து, இஸ்ரோவை DOS இன் கீழ் கொண்டு வந்தது. இஸ்ரோ நிறுவப்பட்டது இந்தியாவில் விண்வெளி ஆராய்ச்சி நடவடிக்கைகளை நிறுவனமயமாக்கியது. இதை இந்திய பிரதமருக்கு தெரிவிக்கும் டாஸ் நிர்வகிக்கிறது.

ஏப்ரல் 19, 1975 அன்று சோவியத் யூனியனால் ஏவப்பட்ட இந்தியாவின் முதல் செயற்கைக்கோளான ஆர்யபட்டாவை இஸ்ரோ கட்டியது. இதற்கு கணிதவியலாளர் ஆர்யபட்டா பெயரிடப்பட்டது. 1980 ஆம் ஆண்டில், ரோஹினி இந்திய தயாரிக்கப்பட்ட ஏவுகணை வாகனம் எஸ்.எல்.வி -3 மூலம் சுற்றுப்பாதையில் வைக்கப்பட்ட முதல் செயற்கைக்கோள் ஆனது. இஸ்ரோ

பின்னர் இரண்டு ராக்கெட்டுகளை உருவாக்கியது: துருவ செயற்கைக்கோள் ஏவுதல் வாகனம் (பி.எஸ்.எல்.வி) செயற்கைக்கோள்களை துருவ சுற்றுப்பாதையில் செலுத்துவதற்கும், புவிசார் சுற்றுப்பாதையில் செயற்கைக்கோள்களை வைப்பதற்கான ஜியோசின்க்ரோனஸ் சேட்டலைட் ஏவுதல் வாகனம் (ஜி.எஸ்.எல்.வி). இந்த ராக்கெட்டுகள் ஏராளமான தகவல் தொடர்பு செயற்கைக்கோள்களையும் பூமி கண்காணிப்பு செயற்கைக்கோள்களையும் ஏவின. GAGAN மற்றும் IRNSS போன்ற செயற்கைக்கோள் வழிசெலுத்தல் அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஜனவரி 2014 இல், ஜி.எஸ்.ஏ.டி -14 இன் ஜி.எஸ்.எல்.வி-டி 5 ஏவுதலில் இஸ்ரோ ஒரு உள்நாட்டு கிரையோஜனிக் இயந்திரமான சி.இ -7.5 ஐப் பயன்படுத்தியது.

22 அக்டோபர் 2008 அன்று சந்திரயான் -1 என்ற சந்திர சுற்றுப்பாதையை இஸ்ரோ அனுப்பியது, இது சந்திர நீரை பனி வடிவத்தில் கண்டுபிடித்தது, மற்றும் செவ்வாய் சுற்றுப்பாதை மிஷன் 5 நவம்பர் 2013 அன்று செவ்வாய் கிரக சுற்றுப்பாதையில் நுழைந்து 24 செப்டம்பர் 2014 அன்று இந்தியாவை முதல் தேசமாக மாற்றியது செவ்வாய் கிரகத்திற்கான அதன் முதல் முயற்சியில் வெற்றிபெற, அதே போல் ஆசியாவில் செவ்வாய் கிரக சுற்றுப்பாதையை அடைந்த முதல் விண்வெளி நிறுவனம். 18 ஜூன் 2016 அன்று, இஸ்ரோ ஒரே வாகனத்தில் இருபது செயற்கைக்கோள்களை ஏவியது, மேலும் 15 பிப்ரவரி 2017 அன்று, இஸ்ரோ ஒரு ராக்கெட்டில் (பி.எஸ்.எல்.வி-சி 37) நூற்று நான்கு செயற்கைக்கோள்களை ஏவியது உலக சாதனை.

இஸ்ரோ தனது கனமான ராக்கெட், ஜியோசின்க்ரோனஸ் சேட்டலைட் ஏவுதல் வாகனம்-மார்க் III (ஜி.எஸ்.எல்.வி-எம்.கே III) ஐ 5 ஜூன் 2017 அன்று ஏவியது மற்றும் ஒரு தகவல் தொடர்பு செயற்கைக்கோள் ஜி.எஸ்.ஏ.டி -19 ஐ சுற்றுப்பாதையில் வைத்தது. இந்த ஏவுதலுடன், இஸ்ரோ 4 டன் கனரக செயற்கைக்கோள்களை ஜி.டி.ஓ-க்கு அனுப்பும் திறன் கொண்டது. 22 ஜூலை 2019 அன்று, சந்திர புவியியல் மற்றும் சந்திர நீர் விநியோகம் குறித்து ஆய்வு செய்வதற்காக இஸ்ரோ தனது இரண்டாவது சந்திர பணி சந்திரயான் -2 ஐ அறிமுகப்படுத்தியது.



எதிர்கால திட்டங்களில் ஒருங்கிணைந்த வெளியீட்டு வாகனத்தின் வளர்ச்சி, சிறிய செயற்கைக்கோள் வெளியீட்டு வாகனம், மீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடிய ஏவுதள வாகனத்தின் வளர்ச்சி, மனித விண்வெளிப் பயணம், ஒரு விண்வெளி நிலையம், விண்வெளி நிலையங்கள் மற்றும் சூரிய விண்கலப் பணி ஆகியவை அடங்கும்.

### **இலக்குகள் மற்றும் நோக்கங்கள்**

இஸ்ரோவின் பிரதான நோக்கம் விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தையும் அதன் பயன்பாட்டையும் பல்வேறு தேசிய பணிகளுக்கு பயன்படுத்துவதாகும். இந்திய விண்வெளித் திட்டத்தின் தந்தையாகக் கருதப்படும் விக்ரம் சரபாயின் பார்வையால் இந்திய விண்வெளித் திட்டம் இயக்கப்படுகிறது.

விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தில் அதிக தன்னம்பிக்கை கொண்டிருப்பதை நாடு நோக்கமாகக் கொண்டிருப்பதால் இந்தியாவின் பொருளாதார முன்னேற்றம் அதன் விண்வெளித் திட்டத்தை மேலும் காணக்கூடியதாகவும் செயலில் உள்ளதாகவும் ஆக்கியுள்ளது. 2008 ஆம் ஆண்டில், இந்தியா ஒன்பது வெளிநாட்டு உட்பட பதினொரு செயற்கைக்கோள்களை ஏவியது மற்றும் ஒரு ராக்கெட்டில் பத்து செயற்கைக்கோள்களை ஏவிய முதல் நாடு என்ற பெருமையை பெற்றது. இஸ்ரோ இரண்டு முக்கிய செயற்கைக்கோள் அமைப்புகளை செயல்படுத்துகிறது: தகவல் தொடர்பு சேவைகளுக்கான இந்திய தேசிய செயற்கைக்கோள்கள் (இன்சாட்) மற்றும் இயற்கை வளங்களை நிர்வகிப்பதற்கான இந்திய தொலைநிலை உணர்திறன் திட்டம் (ஐஆர்எஸ்) செயற்கைக்கோள்கள்.

### **தொலையுணர்தலின் வகைகள்**

ரிமோட் சென்சிங் தொழில்நுட்பத்தில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன, உயிர்ப்புள்ள அல்லது உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்தல்.

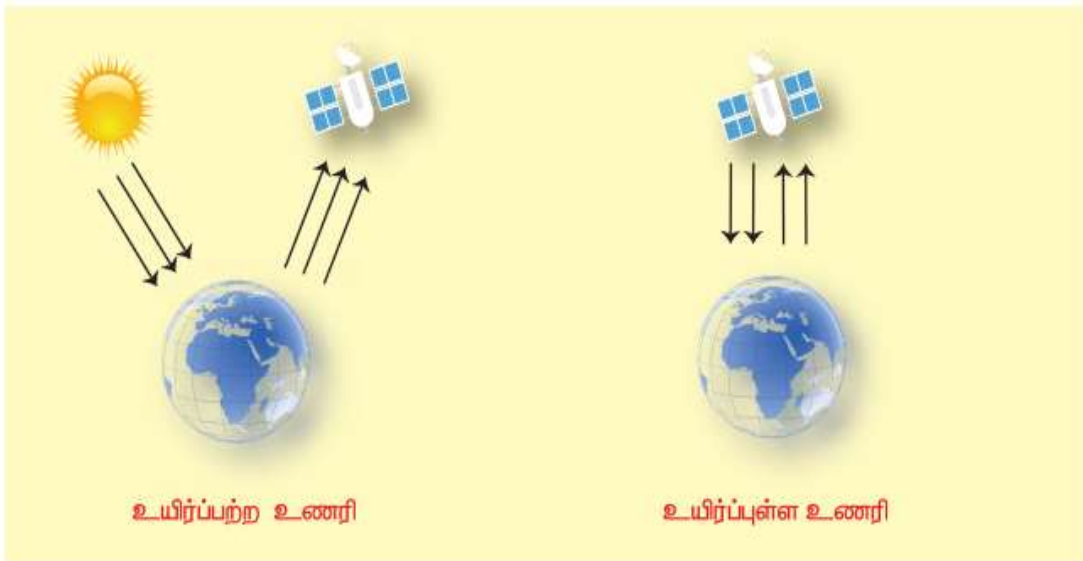
### **உயிர்ப்புள்ள அல்லது செயலில் உள்ள சென்சார் தொலையுணர்தல்**

பொருள்கள் மற்றும் பகுதிகளை ஸ்கேன் செய்வதற்காக உயிர்ப்புள்ள சென்சார்கள் ஆற்றலை வெளியிடுகின்றன, அதன்பிறகு ஒரு சென்சார் இலக்கிலிருந்து பிரதிபலிக்கும் அல்லது பின்சேர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சைக்

கண்டறிந்து அளவிடுகிறது. RADAR மற்றும் LIDAR ஆகியவை செயலில் தொலைநிலை உணர்திறனுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் MFK;. அங்கு உமிழ்வு மற்றும் வருவாய்க்கு இடையிலான நேர தாமதம் அளவிடப்படுகிறது, ஒரு பொருளின் இடம், வேகம் மற்றும் திசையை நிறுவுகிறது. செயலில் உள்ள சென்சார்கள் பூமியைப் பற்றிய தரவுகளை சேகரிக்க உள் தூண்டுதல்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, லேசர்-பீம் ரிமோட் சென்சிங் சிஸ்டம் ஒரு லேசரை பூமியின் மேற்பரப்பில் திட்டமிடுகிறது மற்றும் லேசர் அதன் சென்சாருக்கு மீண்டும் பிரதிபலிக்க எடுக்கும் நேரத்தை அளவிடுகிறது. ராடார்சாட் -2 என்பது செயற்கை துளை ரேடாரைப் பயன்படுத்தும் செயலில் உள்ள சென்சார் ஆகும்.

### உயிர்ப்பற்ற அல்லது செயலற்ற சென்சார் தொலையுணர்தல்

- உயிர்ப்பற்ற சென்சார்கள் பொருள் அல்லது சுற்றியுள்ள பகுதிகளால் உமிழப்படும் அல்லது பிரதிபலிக்கும் கதிர்வீச்சை சேகரிக்கின்றன. செயலற்ற சென்சார்கள் மூலம் அளவிடப்படும் கதிர்வீச்சின் பொதுவான ஆதாரமாக பிரதிபலித்த சூரிய ஒளி உள்ளது. செயலற்ற ரிமோட் சென்சார்களின் எடுத்துக்காட்டுகளில் திரைப்பட புகைப்படம் எடுத்தல், அகச்சிவப்பு, சார்ஜ்-இணைக்கப்பட்ட சாதனங்கள் மற்றும் ரேடியோமீட்டர்கள் ஆகியவை அடங்கும். செயலற்ற சென்சார்கள் வெளிப்புற தூண்டுதல்களுக்கு பதிலளிக்கின்றன. அவை பூமியின் மேற்பரப்பில் இருந்து பிரதிபலிக்கும் அல்லது வெளிப்படும் இயற்கை ஆற்றலை பதிவு செய்கின்றன. செயலற்ற சென்சார்கள் மூலம் கண்டறியப்பட்ட கதிர்வீச்சின் மிகவும் பொதுவான ஆதாரம் சூரிய ஒளியைப் பிரதிபலிக்கிறது. லேண்ட்சாட் மற்றும் சென்டினல் செயலற்ற சென்சார்கள். அவை மின்காந்த நிறமாலையில் பிரதிபலித்த சூரிய ஒளியை உணர்ந்து படங்களை எடுக்கின்றன.



**1.தொலை உணர்தல் செயற்கைக்கோள்கள்**

தொலை உணர்தல் செயற்கைக்கோள்கள் என்பவை, புவி மற்றும் அதனை சார்ந்த நீர்கோளம், வளிமண்டலம் மற்றும் விண்வெளி ஆய்விற்காக, அதற்கென வடிவமைக்கப்பட்ட உணர்வியின் (sensor) மூலம் விவரங்களை சேகரிக்க பயன்படுத்தப்படும் செயற்கைக்கோள்களை குறிக்கும். இவ்வகை தொலை உணர்தல் செயற்கைக்கோள்கள் சுமார் 400 கி.மீ முதல் 35,000 கி.மீ உயரத்தில் அதற்கென வகுக்கப்பட்ட சுற்றுவட்டப்பாதையை பெற்றுள்ளது.

**2. தொலை உணர்தல் செயற்கைக்கோள்களின் வகைகள்**

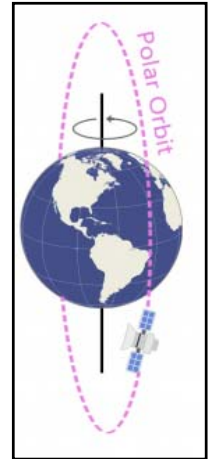
தொலை உணர்தல் செயற்கைக்கோள்களை அதன் சுற்றுவட்டப்பாதை (orbit) மற்றும் பயன்பாட்டின் (purpose) அடிப்படையில் வகைப்படுத்தலாம்.

**அ.சுற்றுவட்டப்பாதையின் அடிப்படையில்:**

தொலை உணர்தல் செயற்கைக்கோள்கள் புவி விவரங்களை சேகரிக்க விண்வெளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் தொடர்ந்து சுழலும் வகையில் வடிவமைக்க படுகின்றது. இவ்வாறு புவியின் மொத்த பரப்பு விவரங்களை சேகரிக்க நிர்ணயிக்கப்பட்ட பாதைகள் தேவைப்படுகின்றது, இவற்றையே செயற்கைக்கோளின் சுற்றுவட்டப்பாதை (orbit) என்கிறோம். இச்சுற்றுவட்ட பாதையின் அடிப்படையில் செயற்கைக்கோள்களை பின்வருமாறு பிரிக்கலாம்.

**1.சூரிய ஒளி ஒத்த செயற்கைக்கோள்: (Sun synchronous / polar orbital satellites)**

இவ்வகை செயற்கைக்கோள்கள் பொதுவாக வடக்கு தெற்காக துருவங்களுக்கு இடையே சுழல்வதால் இவற்றை **துருவ வழி (Polar orbital)** செயற்கைக்கோள்கள் என்றும் அழைக்கலாம். இதன் சுற்றுவட்ட பாதை உயரம் சுமார் 400 கி.மீ முதல் 1000 கி.மீ வரை தாழ்ந்த உயரத்தில் அமைவதால் இவற்றை தாழ்புவிவட்டப்பாதை (Low Earth orbital (LEO)) செயற்கைக்கோள்கள் எனவும் அழைக்கலாம். செயற்கைக்கோள்கள் தெற்க்கிலிருந்து வடக்காக நகரும் போது அதன் ஏறுமுகத்தில் (ascending node) விவரங்களை சேகரிகின்றது. இதற்கேற்ப புவி இலக்குகள் சூரிய ஒளியினால் பெருமளவு **நிழல் இன்றி ஒளிரும்** காலமான முற்பகல் **10.30** முதல்

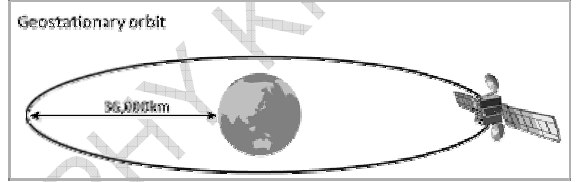


**12 மணிவரையிலான** இடைவெளியில் செயற்கைக்கோள்கள் **பூமத்திய ரேகையை கடக்கும்** வகையில் தல நேரம் (local time) தீர்மானிக்கப்பட்டு சீராக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு சுற்றுவட்டப்பாதையை செயற்கைக்கோள்கள் பொதுவாக **100 நிமிட நேர இடைவெளியில் (1.40 மணி)** நிறைவு செய்கின்றது. ஒரு நாளைக்கு (orbits per day) சற்றேறக்குறைய 14 சுற்றுகளை (orbital cycle) செயற்கைக்கோள்கள் நிறைவுசெய்கின்றது. வள செயற்கைக்கோள்களை (Resource satellites) இவ்வகை செயற்கைக்கோள்களுக்கு உதாரணமாக கூறலாம்.

இறங்குமுகமான (descending node) வடக்கில் இருந்து தெற்கு நோக்கி நகரும்போதும் விவரங்களை திரட்டலாம், ஆனால் இவ்விருவிதமான பாதைகளையும் பயன்படுத்தி விவரங்களை திரட்டினால் பதிமங்களை ஒன்றிணைக்க இயலாது, எனினில் புவி மற்றும் செயற்கைகோளின் சுழற்சி திசை, விவர செகரிப்பின் இட ரீதியான தொடர்ச்சியை (overlapping area) நிர்ணயிக்கின்றது.

## 2.புவி நிலை செயற்கைக்கோள்கள்: (Geostationary / Geo orbital satellites)

துருவ வழி செயற்கைக்கோள்களுக்கு மாறாக, புவி நிலை செயற்கைக்கோள்கள் புவியின் சுழற்சி திசைக்கு இணையாக கிழக்கு மேற்காகவும், புவி சுழற்சி வேகத்தில் சுற்றும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏறக்குறைய பூமத்திய ரேகைக்கு இணையாக சுமார் 35,000 கி.மீ உயரத்தில் இதன் பாதையில் நிலை நிறுத்தப்பட்டுள்ளதால் இவ்வகை செயற்கைக்கோள்களை புவி நிலை (Geostationary) / புவிவட்டப்பாதை (GEO orbital) செயற்கைக்கோள்கள் என்கின்றோம். இதன் காரணமாக இவ்வகைசெயற்கைக்கோள்கள் புவியின் ஒருபகுதியை தொடர்ந்து 24 மணி நேரமும் பார்க்கும் வகையில் அமைகின்றது. பொதுவாக தொலத்தொடர்பு மற்றும் வானிலை ஆராய்ச்சி செயற்கைக்கோள்களை இவ்வகை செயற்கைக்கோள்களுக்கு உதாரணமாக கூறலாம்.



## ஆ.பயன்பாட்டின் அடிப்படையில்

செயற்கைக்கோள்கள் பல்வேறு பயன்பாட்டிற்காக வடிவமைக்கப்படுகின்றது. இப்பயன்பாட்டினை வளங்களை ஆராய்தல், வானிலை / தொலைத்தொடர்பு, சிறப்பு பயன்பாடு, விண்வெளி ஆராய்ச்சி மற்றும் நாட்டின் பாதுகாப்பு என வகைப்படுத்தலாம். இவ்வகை செயற்கைக்கோள்கள் புவிநிலை செயற்கைக்கோள்களாகவோ, துருவவழி செயற்கைக்கோள்களாகவோ ஆடிஉணர்விகளாகவோ (optical sensor), ஆற்றல் உணர் புலன் (RADAR) தொழில் நுட்பத்தில் அடிப்படையிலோ வடிவமைக்கப்படுகின்றது.

## 1. வள செயற்கைக்கோள் (Resource Satellites)

புவியின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்ற தாவரம், மண், நீர் மற்றும் தாது வளங்களை மதிப்பீடு செய்யவும், நில உபயோக போக்கு மற்றும் நகர்புற திட்டமிடுதல் போன்றவற்றிற்காகவும் இச்செயற்கைக்கோள்கள் வடிவமைக்கப்பட்டு விண்வெளியில் செலுத்தப்படுகின்றது. செயற்கைக்கோள் பதிமத்தில் (Satellite imagery) காணப்படும் விவரங்களின் துள்ளியத்தன்மையை அதில் உள்ள விவரங்களின் பரப்பளவு விகிதம் (scale ratio), விவரம் சேகரிக்கப்பட்ட மின் காந்த அலை பகுதி (spectral band), நிற அடர்த்தி வேறுபாடு (gray scale) மற்றும் விவரம் சேகரிக்கப்பட்ட கால இடைவெளி (temporal interval) போன்றவற்றை சார்ந்து அமைகின்றது. இவற்றை உணர்வியின் பகு திறன் (resolution) என குறிப்பிடப்படுகின்றது. வள செயற்கைக்கோள்களில் காணப்படும் உணர்வியின் மேம்படுத்தப்பட்ட பல்வேறு பகுதிறன்களை கொண்டுள்ளது. உதாரணமாக இந்தியாவின் கார்டோசேட் (Cartosat), அமெரிக்காவின் லாண்ட் சேட் (Landsat), ஐரோப்பாவின் ஸ்பாட் (SPOT) ரகங்களை கூறலாம்.

## 2. வானிலை மற்றும் தொலைதொடர்பு செயற்கைக்கோள்கள்

Meteorological / Communication satellites

இவ்வகை செயற்கைக்கோள்கள் வானிலை கூறுகளான வளிமண்டல வெப்ப நிலை, மழை மேகங்கள், காற்று ஈரபதம், காற்றின் திசை, கடல் மேற்பரப்பு வெப்ப நிலை, காற்றலுத்தம் மற்றும் சூறாவளி போக்கு போன்றவற்றை உணரும் உணர்விகளை கொண்டு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய செயற்கைக்கோள்கள் தொலை தொடர்பு சாதனங்களை இணைத்தல் மற்றும் தகவல் பரிமாற்றத்திற்கும் பயன்படும் வண்ணம் புவி நிலை செயற்கைக்கோள்களாக வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவின் இன்சாட் (INSAT), அமெரிக்காவின் ஜிஓஇஎஸ்(GOES), சைனாவின் எஃப் ஓய் 4 (FY 4) ரஸ்ஷியாவின் எலக்ரோ-எல் (Electro-L) போன்றவற்றை இவ்வகை செயற்கைக்கோள்களுக்கு உதாரணமாக கூறலாம்.

## 3. சிறப்பு உபயோக செயற்கைக்கோள்கள் (Special Purpose satellites)

சில குறிப்பிட்ட தொழில் நுட்பத்தை பயன்படுத்தும் வகையில் இதற்கென வடிவமைக்கப்படும் செயற்கைக்கோள்கள் இவ்வகையில் அடங்கும். ஜி.என்.என்.எஸ் (GNSS) தொழில் நுட்பத்திற்கு பயன்படுத்தப்படும் அமெரிக்காவின் ஜிபிஎஸ் (NAVSTAR GPS), இந்தியாவின் ஐ.ஆர்.என்.எஸ் (IRNSS), ரஷ்யாவின் குளோனாஸ் (GLONASS), ஐரோப்பாவின் கலிலியோ (Galileo), சைனாவின் பெய்டோ (BeiDou) போன்றவற்றை சிறந்த உதாரணங்களாக கூறலாம். இத்தொழில் நுட்பமானது ஓரிடத்தின் அட்ச தீர்க்க ரேகையை அறிதல் (positioning), பயணவழி அறிதல் (Navigation), நேரக்கணக்கீடு (Timing), இலக்கு நிர்ணயித்தல் (Ranging) மற்றும் நேரடி வரைபடக்கலை (real time mapping) போன்றவற்றில் தற்காலத்தில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இவ்வகை செயற்கைக்கோள்களின் உயரம் சுமார் 20,000 கி.மீ முதல் 35,000 கி.மீ வரை மித உயரத்தில் அமைவதால் இவற்றை மித புவி வட்டப்பாதை (Medium Earth Orbital (MEO)) செயற்கைக்கோள்கள் என்றும் வழங்கப்படுகின்றது.

## 4. விண்வெளி ஆய்வுக்கலங்கள் (Space crafts/shuttles)

வானியல் ஆய்வுக்கென்றே வடிவமைக்கப்பட்ட இவ்வகை செயற்கைக்கோள்கள், அண்டவெளியில் (Universe) உள்ள பிற கோள்கள் (Planets) அதன் சூழல் மற்றும் இரசாயன பௌதீக பண்புகளை சேகரித்து அனுப்பும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் சிலவகை விண்கலங்கள் மீண்டும் புவியை வந்தடையும் வண்ணம் ஆட்களுடனோ (manned) அல்லது ஆளின்றியோ (un manned) செலுத்தப்படுகின்றது. இந்தியாவின் மங்கல்யான் (Mangalyaan), சந்திராயன் (Chandrayaan) அமெரிக்காவின் அப்பெல்லோ (Apollo), ஸ்பேஃஸ் ஷட்ல் (Space shuttle), ஆர்டிமிஸ் (Artemis) போன்றவற்றை உதாரணங்களாக கூறலாம்.

## 5. உளவு செயற்கைக்கோள்கள்

நாட்டின் பாதுகாப்பு தொடர்பாக இரானுவத்தினரால் பயன்படுத்தப்படும் இவ்வகை செயற்கைக்கோள்கள் எல்லைப்பகுதி அத்துமீறல்கள், அந்நியர் ஊடுருவல், ஆயுத தளவாட நடமாட்டம், தீவிரவாத செயல்பாடுகளை தொடர்ந்து கண்காணிக்கும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தியாவின் எமிசாட் (EMISAT), ரைசாட் (RISAT-2), அமெரிக்காவின் என்.ஆர்.ஓ.எல் (NROL-129), சைனாவின் யோகான் (Yaogan), வட கொரியாவின் குவாங்மியாங்சாங் (Kwangmyongsong), ஜப்பானின் ஐ.ஜி.எஸ்3A (Information Gathering Satellites 3A) போன்றவற்றை தற்போதைய உதாரணங்க கூறலாம்.



## IV.2 உணர்வியின் பகுதிகள் - Sensor Resolution

### 1. உணர்விகள் (Sensor)

புவி இலக்குகளால் பிரதிபலிக்கப்பட்ட ஆற்றல் செயற்கைக்கோளின் உணர்வியால் உணரப்பட்டு எண்குறியீடுகளாக மாற்றப்பட்டு விவரங்கள் சேமிக்கப்படுகின்றன. உணர்விகள் பல்வேறு வகைகளில் வடிவமைக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக இவற்றை தொழில் நுட்ப ரீதியாக

#### (அ) படிமமுறை மற்றும்

(ஆ) படிமமற்ற முறை உணர்விகள் என்று வகைப்படுத்தலாம்.

படிமமற்ற முறை என்பது நேரடியாக கள ஆய்வின் மூலம் நிறமாலைமாணி, வானொலி அலைமாணி போன்ற கருவிகளை கொண்டு இலக்கின் பிரதிபலிப்பை சேகரிக்கும் முறையை குறிக்கும். இம்முறையில் இலக்கின் தனிப்பட்ட பண்பை அறியலாமே அன்றி இடரீதியான படிமத்தை பெற இயலாது.

படிமமுறையில் இடரீதியான தகவல்கள் பெறப்படுகின்றன. பெரும்பான்மையான செயற்கைக்கோள்களில் படிமமுறை உணர்விகளே பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

மேலும், உணர்விகளை ஆற்றல் மூலத்தின் அடிப்படையில்

#### (இ) புற ஆற்றல் மற்றும்

(ஈ) அக ஆற்றல் உணர்விகள் எனவும் வகைப்படுத்தலாம்.

சூரிய ஆற்றலின் அடிப்படையில் விவரங்களை திரட்டுதல், புற ஆற்றல் உணர்விகள் என்றும், செயற்கையாக செலுத்தப்பட்ட ஆற்றல் மற்றும் அதன் பிரதிபலிப்பின் அடிப்படையில் விவரங்களை திரட்டுதல் அக ஆற்றல் உணர்விகள் எனப்படுகின்றது. அட்டவணையில் முக்கிய தற்கால படிமமுறை உணர்விகளின் (புற ஆற்றல்) பெயர்கள் தரப்பட்டுள்ளன.

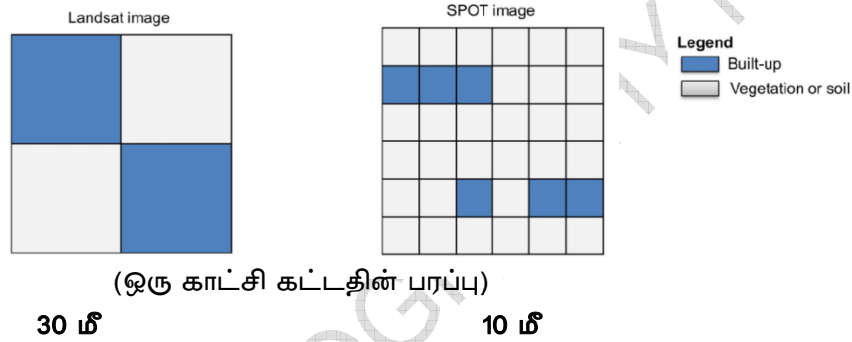
(படிமமுறை) உணர்விகள் ( )	
LISS IV	High Resolution multi-spectral sensor
LISS III	Linear Imaging Self Scanning sensor
AWiFS	Advanced Wide Field Sensor
HRMX	High-Resolution Multispectral Radiometer
PAN	Panchromatic Camera
OLI	Operational Land Imager
TIRS	Thermal Infrared Sensor
MSI	Multi Spectral Imaging
HRG,	High Resolution Geometric
NAOMI	New AstroSat Optical Modular Instrument

### 2. பகுதிகள்

உணர்விகள் சேகரிக்கும் விவரங்களின் பலவித பரிமாணங்களை அதன் பகுதிகள் என்கிறோம். செயற்கைக்கோள் படிமத்தின் தன்மை மற்றும் பல்வேறு பயன்பாடுகள், பின்வரும் உணர்வியின் பகுதிகள் அடிப்படையாக அமைகின்றது.

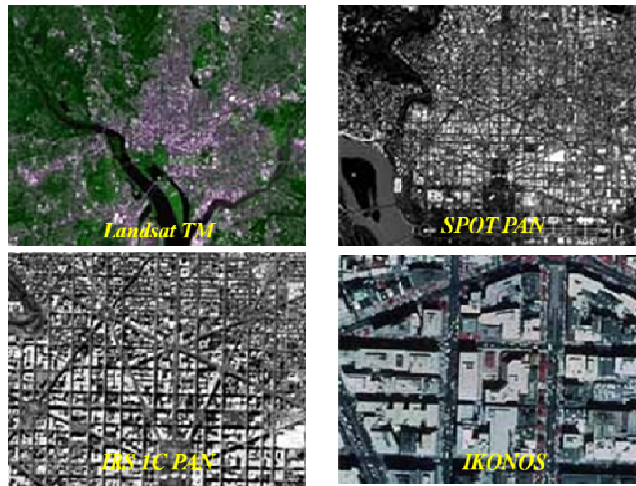
## அ. இடச்சார் பகுதிறன்:

- உணர்வியால் திரட்ட கூடிய, தீர்மானிக்கப்பட்ட மிக சிறிய பரப்பு விபரத்தை அதன் இடச்சார் பார்வைத்திறன் என்கிறோம். பொதுவாக செயற்கைக்கோளின் உயரமும் இடச்சார் பகுதிறனும் எதிர்மறை தொடர்பை பெற்றுள்ளது.
- இடச்சார் பகுதிறன் என்பது பதிமத்தின் ஒரு காட்சி கட்டத்தினால் அறியப்படும் விவரத்தின் பரப்பை குறிக்கும். பொதுவாக இது செ.மீ (அ) மீ. களில் குறிக்கப்படும். உதாரணமாக 10 மீ இடச்சார் பகுதிறன் கொண்ட உணர்வியால் 10 ச.மீ பரப்பு கொண்ட குடியிருப்பை ஒரு காட்சிக்கட்டத்தால் முழுமையாக சேகரிக்கப்படுகின்றது, ஆனால், இதே பரப்பு, 30 மீ இடச்சார் பகுதிறன் கொண்ட உணர்வியால் பார்க்கும்பொழுது குடியிருப்போடு சேர்ந்து பிற நில உபயோகத்தையும் உள்ளடக்கி விவரங்கள் தொகுக்கப்படுவதால், இவற்றில் தெளிவுத்தன்மை குறைவாக இருக்கின்றது. மேற்கண்ட உதாரணத்தில் 10 மீ என்பது அதிக இடச்சார் பகுதிறனையும், 30 மீ என்பது குறைந்த இடச்சார் பகுதிறனை குறிக்கும். இது ஒரு ஒப்பீட்டளவையாகும்.



- பொதுவாக 5 மீ க்கு குறைவான, 5 முதல் 30 மீ, மற்றும் 30 மீ. க்கு மேல் உள்ள இடச்சார் பகுதிறனை முறையே அதிக, மித மற்றும் குறைந்த இடச்சார் பகுதிறன் என வரையறுக்கலாம்.
- அதிக, மித மற்றும் குறைந்த இடச்சார் பகுதிறனின் தேவை என்பது அதன் பயன்பாட்டை பொருத்து அமைகின்றது. உதாரணமாக, கட்டமைப்பு வசதி திட்டமிடல், பயிர்பரவல் மற்றும் இயற்கை தாவர பரவலை அறிய முறையே அதிக, மித மற்றும் குறைந்த இடச்சார்பார்வைத்திறன் கொண்ட பதிமங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

ஒரே இடத்தின் வேறுபட்ட இடச்சார்பார்வைத்திறன் உடைய உணர்வியால் பெறப்பட்ட படிமங்களை படத்தில் காணலாம். (source:NRSC)

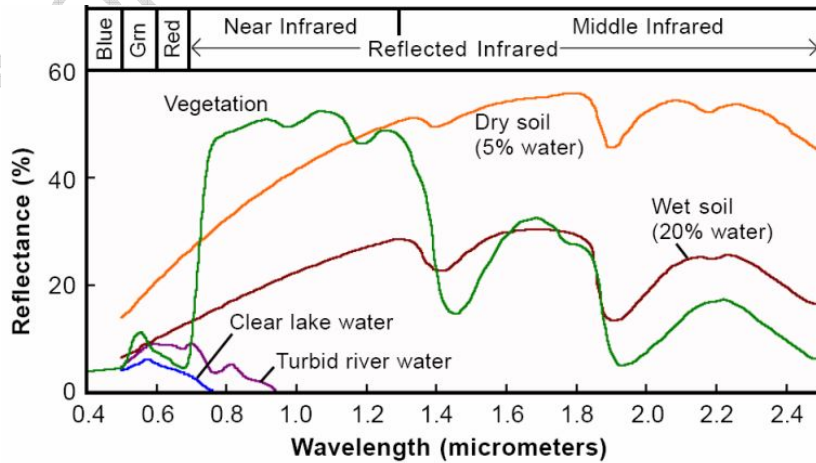




### ஆ. அலைக்கற்றை பகு திறன்

- மின்காந்த ஆற்றல் அதன் அலை நீளத்தின் அடிப்படையில் X , காமா, புற ஊதா, ஒளிப்பகுதி, அகசிகப்பு, நுண் அலைகள் மற்றும் ரேடியோ அலைகள் என அலை பட்டைகளாக (band) பிரிக்கப்படுகின்றது.
- புவி இலக்குகள் மின்காந்த ஆற்றலை பெற்று, அதை பிரதிபலிக்கின்றது. இலக்குகளின் பிரதிபலிப்பு திறன், ஒவ்வொரு அலைப்பட்டையிலும் / அலை நீளத்திற்கேற்பவும் வேறுபடுகின்றது
- உணர்விகள் ஒரே நேரத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அலைப்பட்டைகளின் வாயிலாக இலக்கின் விவரங்களை சேகரிப்பதை அலைக்கற்றை பகு திறன் என குறிப்பிடுகின்றோம்.
- பெரும்பாலான உணர்விகள் (band) B1, B2, B3, B4 முறையே, ஊதா, பச்சை, சிகப்பு மற்றும் அக சிகப்பு பட்டைகளில் விவரங்களை சேகரிக்கின்றது.
- ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அலைப்பட்டைகளில் விவரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட இலக்கின் அதிகபட்ச ஆற்றலை பொருத்தமான அலைபட்டையை வாயிலாக பெறமுடியும். உதாரணமாக நீர் இலக்குகளை ஊதா பட்டையிலும், நில உபயோகங்களை பச்சை பட்டையிலும், தாவர விவரங்களை சிகப்பு மற்றும் அகச்சிகப்பு பட்டையிலும் தெளிவாக பெறமுடிகின்றது.
- சில குறிப்பிட்ட அலைபட்டை, உதாரணமாக அகசிகப்பு பகுதி, புவியின் பெரும்பான்மையான இலக்குகளை அறிய பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது, ஏனெனில் இப்பட்டையில் ஆற்றல் இழப்பு குறைவாக இருப்பதோடு, இலக்குகளுக்கு இடையே ஆன அகசிகப்பு பிரதிபலிப்பின் விகித வேறுபாடு அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது.

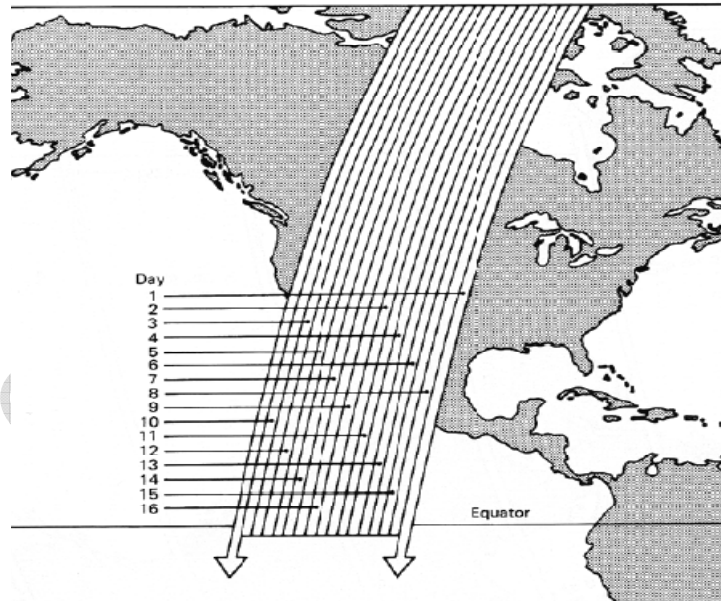
கீழ் கண்ட படம் பல்வேறு வெவ்வேறு அலைப்பட்டைகளில், இலக்குகளின் பிரதிபலிப்பு தன்மை எவ்வாறு மாறுபடுகின்றது என்பதை விளக்குகின்றது.



source : <https://www.hatarilabs.com>

### இ. காலம்ச்சார் பகுதிறன்:

- செயற்கைக்கோள்கள் நிர்ணயிக்கப்பட்ட வட்டப்பாதையில் பயணித்து, புவியின் ஒட்டு மொத்த விவரங்களை செயற்கைக்கோளின் புவித் தட (swath) வாரியாக சேகரிக்கின்றது.
- இவ்வாறு, விவரம் ஈட்டிய அதே தடத்தில் மீண்டும் செயற்கைக்கோள்கள் பயனிக்க எடுத்துக்கொள்ளும் கால இடைவெளியை **காலம் / நாள்/ நேரம்** சார் பகுதிறன் என்கிறோம் (revisit period ).
- ஒரு சுற்றுவட்டப்பாதையை செயற்கைக்கோள்கள் பொதுவாக **100 நிமிட நேர இடைவெளியில் (1.40 மணி)** நிறைவு செய்கின்றது. ஒரு நாளைக்கு (orbits per day) உத்தேசமாக 14 சுற்றுகளை (orbital cycle) செயற்கைக்கோள்கள் நிறைவுசெய்கின்றது.
- துருவ வழிசெயற்கைக்கோள்களில் இக்கால இடைவெளி 1 நாள் (NOAA - AVHRR - குறைந்த நாள்சார் இடைவெளி) முதல் 24 நாட்கள் (IRS அதிக நாள்சார் இடைவெளி) வரை வேறுபடுகின்றது.
- புவியின் சுழற்சியால் புவித் தடங்கள் (swath) தொடர்சியாக (தீர்க்க ரேகை வாரியாக) அமைவதில்லை.



Lillesand and Kieffer 1999

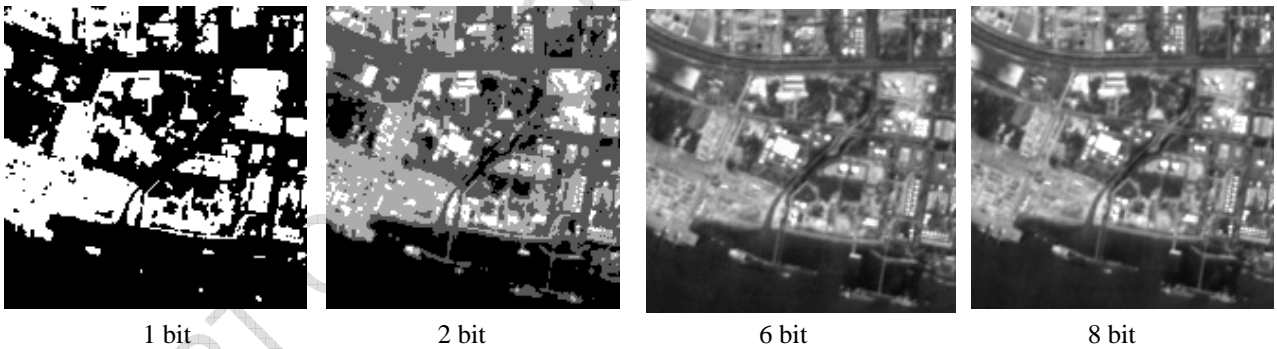
செயற்கைக்கோளின் சுற்றுவட்டப்பாதை / புவி தடங்கள்

#### ஈ. இலக்கமுறை பகுதிறன்:

- புவியின் பல்வேறு இலக்குகளின் ஆற்றல் பிரதிபலிப்பு அதன் பௌதீக, இரசாயன மற்றும் உயிரின தன்மக்கேற்ப வேறுபடுகின்றது.
- இலக்குகளின் மாறுபட்ட பிரதிபலிப்பு தன்மையே தொலை உணர்தல் தொழில் நுட்பத்தில் புவி வரைங்களை பிரித்தறியும் அடிப்படை யுக்தியாகும்.
- இருந்தபோதிலும், இந்த புவியியல் விவரங்கள் தங்களுக்குள் பெரும்பாலும் மிக சிறிய அளவிலேயே வேறுபடுகின்றது. இச்சிறிய வேறுபாட்டின் அடிப்படையிலேயே விவரங்கள் பிரித்து உணரப்படுகின்றது.
- இந்த மிகக்குறைந்த பிரதிபலிப்பு வேறுபாட்டை பகுத்தறியும் உணர்வியின் திறனையே இலக்கமுறை பகுதிறன் என்கிறோம்.
- பொதுவாக மின்னணுவியலில் இதனை குறிக்க பயன்படுத்தப்படும் அலகு: Bits (0,1) எனும் இரட்டை இலக்கமுறையையும்.
- பெரும்பான்மையான தொலை உணர்தல் படிகங்கள் 8, 11 மற்றும் 12 இரட்டை இலக்கமுறையில் விவரங்கள் சேமிக்கப்படுகின்றன.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Number of bits
2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	Maximum Values

#### இலக்கமுறை பகுதிறன் மற்றும் வீச்சு



#### இலக்கமுறை பகுதிறன் மற்றும் நிற அடர்த்தி வேறுபாடு

- படிகங்களில் காணப்படும் நிற அடர்த்தியின் வீச்சு இலக்கமுறையின் அடிப்படையிலேயே கணக்கிடப்படுகின்றது. உதாரணமாக 8 பிட் சேகரிப்பில் சுமார் 256 ( $2^8$ ) வகை (0-255) அடர்த்தி வேறுபாட்டையும், 11 பிட் சேகரிப்பில் 2048 ( $2^{11}$ ), வகை (0-2047) அடர்த்தி வேறுபாட்டையும் பயன்படுத்த இயலும். இலக்கமுறை பகுதிறனை அதிகரிக்கும்போது இலக்குகளின் விவரங்கள் துல்லியமாக சேகரிக்கமுடியும், அதே நேரத்தில் அபரிமித விவரங்களை சேமிக்க அதிக அளவு நினைவகம் (memory) தேவைப்படுகின்றது.

கீழ்கண்ட அட்டவணையில் தேர்ந்தெடுக்கப்பட சில முக்கிய செயற்கைகோள்களின் பல்வேறு பகுதிறன்களை காணலாம்.

## Satellites and Sensor Characteristics (Recent - selected)

Country	Satellite	Sensor	Resolutions			
			Spectral	Spatial	Radiometric	Temporal
India	Resource Sat 2A	LISS IV	3 Bands	5.8 m	10 (1024 levels)	5 days
		LISS III	3 Bands	23.5 m	10	24 days
		AWiFS	3 Bands	56 m	12	5 days
	Cartosat 2 E	HRMX	4 Bands	2 m	11 bit (2048 levels)	7 days
		PAN	1 Bands	65 cm	11 bit	7 days
USA	Landsat 8	OLI	9 Bands	15 - 30 m	12 bit	16 days
		TIRS	2 Bands	100 m	12 bit	16 days
Europe	Sentinel 2	MSI	13 Bands	10-60 m	12 bit	10 days
		HRG, NAOMI	5 Bands	1.5 m – 6 m	12 bit (4096 levels)	24 rs

### IV.3 வண்ண படிம தாயரிப்புகள் (colour composite)

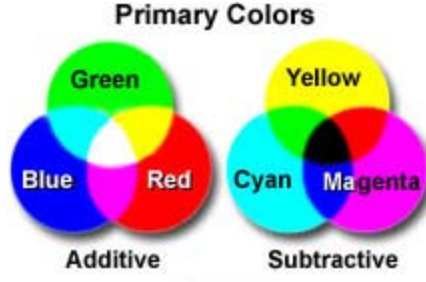
#### 3.1 வண்ணங்கள்.

வண்ணம் என்பது நிறமி (hue), ஒளிர்ந்தல் (intensity) மற்றும் செறிவு (saturation) ஆகியவற்றின் தொகுப்பாகும். வண்ணங்களை உணர்வது இயற்பியல், உயிரியல் மற்றும் உளவியல் சார்ந்த ஒரு செயல்முறையாகும். ஏனெனில் ஒரு வண்ணத்தை நாம் உணரும் பொழுது அது ஒளி ஆற்றல், கண்ணின் செயல்பாடு மற்றும் பின்புலகுழல் (perception) அமைப்பின் கலவையாகும்.

கண்ணின் புரத ஆப்சினும், ஆல்டிகைடும் சேர்ந்த பகுதியினை ரெட்டினோவாகும், இதில் இணைந்துள்ள கூம்பு செல்களில் காணப்படும் பார்வை நிறமிகள் நிறங்களை உணர்கின்றன. விழித்திரையின் வேதிவினை மூலமாக ஒளிச்சக்தியானது நரம்புத் தூண்டப்பட்டு, இத் தூண்டல்கள் கூம்பு செல்களில் மின்னழுத்தத்தை ஏற்படுத்தி மூளையினால் சரியாக நிறமாகப் பகுக்கப்படுகிறது.

நமது கண்களினால் பகுக்கப்படுகின்ற அல்லது காணப்படுகின்ற நிறமுள்ள படங்கள் மூளையின் ஒரு அற்புத உயிர் செயல் தொகுப்பாகும். மனித கண்களால் 10 மில்லின் வகையான வண்ணங்களை உணர முடியும். மனிதனின் கண்களில் 400 முதல் 700 நானோ மீ. அலைநீளம் கொண்ட மூன்று நிறமிகள் காணப்படுகின்றன

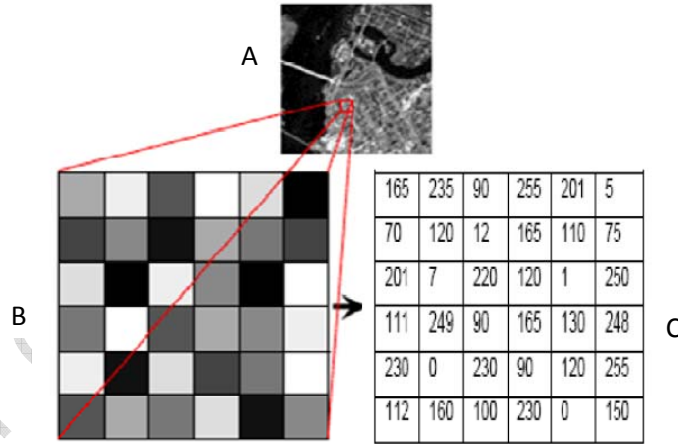
இவை சிகப்பு, பச்சை மற்றும் ஊதா ஆகிய மூன்று நிறங்களை உணர்த்துகின்றது எனவேதான், இவற்றை முதன்மை வண்ணங்கள் என்று குறிப்பிடுகின்றோம். மஞ்சல், சியான் மற்றும் மஜந்தா நிறங்களை கூடுதல் வண்ணங்கள் என்கிறோம். இவற்றின் அடிப்படையில் மற்ற அலைநீளங்களின் சேர்க்கையோ அல்லது நீக்கமோ, பிற (கூட்டிய (additive) மற்றும் நீக்கிய (subtractive)) வண்ணங்களை உணர்த்துகின்றன.



### 3.2 செயற்கைக்கோள் படிமம்

- செயற்கைக்கோள் படிமம் என்பது புவி இலக்குகளின் பரதிபலிப்பை பயன்படுத்தி பட வடிவில் தாயரிக்கப்பட்ட காட்சிக்கட்டங்களின் தொகுப்பாகும். இது மெண்வடிவிலோ (digital), நகலாகவோ (printed) பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- இக்காட்சி கட்டங்களின் மதிப்பானது இலக்குகளின் தன்மை, விவரங்கள் பெறப்பட்ட மி.கா.அலை நீளம், உணர்வியின் வகை மற்றும் இலக்க பதிவுமுறையை சார்ந்து அமைகின்றது.
- எனவே, காட்சி கட்டங்களின் இயல்புகளை அதன் பல்வேறு பகுதிறன்கள் மூலம் அறியலாம்.

#### செயற்கைக்கோள் பதிமம் (satellite image)



- படத்தில் செயற்கைக்கோள் பதிமம் அதன் மூன்று பரிமாணங்களில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அவை (A) காட்சி வடிவம் (image) (B) நிற அடர்த்தி வடிவம் (pixel tone) மற்றும் (C) எண் வடிவம். (Digital value) இவற்றில் நிற அடர்த்தி வடிவத்தை பார்க்க, காட்சி கட்டங்களின் அளவை தேவையான அளவில் மிகைபடுத்த வேண்டி உள்ளது, ஏனெனில், சாதாரண 15 அங்குல கணினி திரையில் காட்சி கட்டத்தின் அளவு 0.3 மி.மீ. இந்த நுண்ணிய அளவினால்தான், நாம் விவரங்களை கட்டங்களாக உணராமல், முழு காட்சியாக / படமாக காணமுடிகின்றது.
- எண்வடிவத்தை பொறுத்தமட்டில், அதன் இலக்கமுறை பகுதிறனுக்கேற்ப எண்களின் வீச்சு காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக 8 ( $2^3$ ) பிட் சேகரிப்பில் இது 0 முதல் 255 வரை (256 வகை) வேறுபடுகின்றது. எனவே, ஒவ்வொரு காட்சி கட்டமும் பின்வரும் தன்மைகளை பெற்றிருக்கும்.



பரப்பளவு	-	spatial (size),
அலைப்பட்டை	-	spectral (band) ,
பிரதிபலிப்பு மதிப்பு	-	radiometric (Brightness value) and
கால குறிப்பு	-	temporal (date of acquisition) property

### 3.3 வண்ண பதிம தாயரிப்புகள்

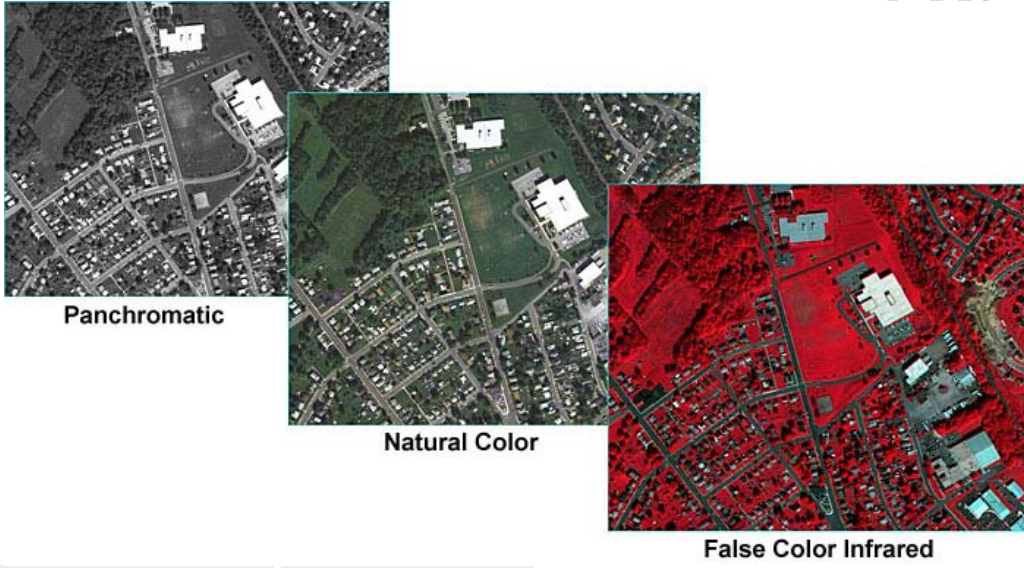
- மின்காந்த ஆற்றலின் வெவ்வேறு அலைப்பட்டையில் தொகுக்கப்பட்ட விவரங்களை, 3 (சிகப்பு, பச்சை மற்றும் ஊதா) முதன்மை நிற அலை நீளத்தின் அடிப்படையில் பலவித கூட்டமைபில் தேவைகேற்ப உருவாக்கப்படுவதை வண்ணபதிம தாயரிப்புகள் என்கிறோம்.
- மேற்கண்ட பதிமம் (A,B,C) ஒற்றை அலை பட்டையை (Panchromatic) பயன்படுத்தி எடுக்கப்பட்டுள்ளதால் அது வண்ணம்மற்ற, அடர்த்தி வேறுபாடுடைய பதிமமாக காணப்படுகின்றது.
- இந்த வண்ண கூட்டமைப்பு தாயரிப்புகளை இரு முக்கிய வகைகளாக பிரிக்கலாம். அவை 1. இயற்கை வண்ணமுறை மற்றும் 2.செயற்கை வண்ணமுறை.
- அலைக்கற்றை பகுதிறன் பகுதியில் நாம் அறிந்ததுபோல், பெரும்பாலான உணர்விகள் B1, B2, B3, B4 முறையே, ஊதா, பச்சை, சிகப்பு மற்றும் அக சிகப்பு பட்டைகளில் விவரங்களை சேகரிக்கின்றது. இவ்விவரங்களை அதன் அசல்/சுய அலை நீளத்தில் காட்சி படுத்தினால் அதனை இயற்கை வண்ணமுறை என்றும், வேறு அலை நீளத்தை பயன்படுத்தி உருவாக்கினால் அதனை .செயற்கை வண்ணமுறை என்றும் வழங்கப்படுகின்றது. சர்வதேச அளவில் தொலை உணர்தல் தொழில் நுட்பத்தில் பயன்படுத்தப்படும் வண்ண தாயரிப்பு அலைபட்டை கூட்டமைவு பின்வருமாறு:

இயற்கை வண்ணமுறை True colour composite (TCC)		செயற்கை வண்ணமுறை. False colour composite (FCC)	
விவர அலை பட்டை	காட்சி அலைபட்டை	விவர அலை பட்டை	காட்சி அலைபட்டை
1.Blue	1.Blue	1.Blue	இருப்பு
2.Green	2.Green	2.Green	1. Blue
3.Red	3.Red	3.Red	2. Green
		4.Infrared	3. Red

மேற்கண்ட கூட்டமைவு தாயரிப்புகளை சுருக்கமாக 1,2,3 (TCC) மற்றும் 2,3,4 (FCC) என்றும் வழங்கப்படுகின்றது.

- இவ்வித பதிம தாயரிப்பிற்கு காரணம், இலக்கின் அதிகபட்ச ஆற்றலை பொருத்தமான அலைபட்டையை வாயிலாக பெறமுடியும். உதாரணமாக நீர் இலக்குகளை ஊதா பட்டையிலும், நில உபயோகங்களை பச்சை பட்டையிலும், தாவர விவரங்களை சிகப்பு மற்றும் அகச்சிகப்பு பட்டையிலும் தெளிவாக பெறமுடிகின்றது.

- சில குறிப்பிட்ட அலைபட்டை, உதாரணமாக அகசிகப்பு பகுதி, புவியின் பெரும்பான்மையான இலக்குகளை அறிய பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது, ஏனெனில் இப்பட்டையில் ஆற்றல் இழப்பு குறைவாக இருப்பதோடு, இலக்குகளுக்கு இடையே ஆன பிரதிபலிப்பின் விகித வேறுபாடு அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது (அலைக்கற்றை பகுதிறன் பகுதியில் ஆற்றல் வளைகோட்டு படத்தை பார்க்கவும்)
- தாவரங்களின் பிரதிபலிப்பு, ஒளிப்பகுதியின் பச்சை அலை நீளத்தை விட, அகசிகப்பு அலை நீளத்தை செறிவுடன் பிரதிபலிக்கின்றது. இதற்கு காரணம் அதில் காணப்படும் பச்சையமாகும். எனவேதன், தாவரங்கள் செயற்கை வண்ணமுறையில் (FCC) சிகப்பு வண்ணத்தில் காட்சியளிக்கின்றது (பதிமத்தில் காண்க). ஏனெனில் அகசிகப்பு விவரங்கள், சிகப்பு அலை நீளத்தை மூலம் காட்சிபடுத்தப்பட்டுள்ளது.



SOURCE: Fugro EarthData. ([www.e-education.psu.edu](http://www.e-education.psu.edu))

### சில முக்கிய புவி இலக்குகளின் TCC மற்றும் FCC வண்ணதோற்றம்

புவி இலக்கு	இயற்கை வண்ணமுறை TCC	செயற்கை வண்ணமுறை FCC
அடர்காடுகள்	அடர் பச்சை	சிகப்பு முதல் கத்தறி நிறம்
முட்புதர் காடுகள்	பச்சை	பழுப்பு முதல் சிகப்பு
பயிர் பரப்பு	வெளிர் பச்சை	பிரகாசமான சிகப்பு
தரிசு	பழுப்பு	வெளிர் நீலம் முதல் வென்மை
ஆழமான/நன்னீர்	நீலம்	கரு நீலம் முதல் கருமை
ஆழமற்ற/கலங்கிய நீர்	நீலம்	வெளிர் நீலம்
குழுமிய குடியிருப்பு	பழுப்பு வென்மை	கரு நீலம் முதல் நீலப்பச்சை
பரந்த குடியிருப்பு	வென்மை	வெளிர் நீலம்
பாறை பரப்பு	கலவை	இளம் பழுப்பு
உலர் மணல்/உவர் நிலம்	பழுப்பு	வென்மை முதல் வெளிர் நீலம்
அரிக்கப்பட்ட நிலம்	பழுப்பு வென்மை	வெளிர் பச்சை முதல் அடர் பச்சை
ஈர் /சதுப்பு நிலம்	நீலம், பழுப்பு	சிதறுண்ட கருப்பு