CHAPTER 7

উপগ্রহ চিত্রের পরিচিতি
INTRODUCTION TO SATELLITE IMAGERY

Remote Sensing কথার অর্থ

সাধারণভাবে ইংরেজি 'Remote' কথার অর্থ 'দূর' এবং 'Sense' কথার অর্থ 'সংবেদন' বা 'অনুভূতি' বা 'চেতনা'। সুতরাং, Remote Sensing কথার অর্থ হল দূর সম্বন্ধে অনুভূতি বা চেতনা। দূরকে অনুভব করার বিশেষ প্রক্রিয়াকে 'দূর-সংবেদন' (Remote Sensing) বলা হয়।

দূর-সংবেদন ব্যবস্থার সংজ্ঞা (Definition of Remote Sensing)

'রিমোট সেন্সিং' (Remote Sensing) বা 'দূর-সংবেদন' বলতে দূর থেকে কোনও বস্তু বা ক্ষেত্রকে পর্যবেক্ষণ করে উক্ত বস্তু বা ক্ষেত্রের সংস্পর্শে না এসে, এর সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ করাকে বোঝায়। এটি একটি অত্যন্ত আধুনিক ও বিজ্ঞানসম্মত সমীক্ষা ব্যবস্থা যাতে দেশ বা অঞ্চলের অংশ বিশেষের চিত্র গৃহীত হয়। অতএব বিভিন্ন যন্ত্রের মাধ্যমে বৈজ্ঞানিক উপায়ে দূরের বিষয়বস্তু সম্পর্কে সঠিক ধারণা গড়ে তোলার পদ্ধতিকে দূর-সংবেদন বা Remote Sensing বলা হয়।

দূর-সংবেদন ব্যবস্থার ধারণা (Concept of Remote Sensing)

বই পড়া এক ধরনের দূর-সংবেদন। বইয়ের পাতা থেকে যে আলো প্রতিফলিত হয়, তাতে সাড়া দেওয়ার মাধ্যমে চোখ সংবেদন কাজ করে। পাতার কালো ও সাদা অংশ থেকে যে পরিমাণ আলো প্রতিফলিত হয়, তাতে চোখ যেভাবে সাড়া দেয়, তাই-ই হলো সংগৃহীত 'তথ্য'। মন কম্পিউটার (Mental Computer) ঐ 'তথ্য' বিশ্লেষণ করে পাতার কালো অংশগুলো যে শব্দ গঠনকারী একগুচ্ছ অক্ষর তা ব্যাখ্যা করতে সহায়তা করে। এরপর একজন বুঝতে পারে যে ঐ শব্দগুলো বাক্য গঠন করছে এবং সবশেষে ঐ বাক্যগুলো কী অর্থ বা তথ্য বহন করছে তা ব্যাখ্যা করে।

দূর থেকে বা স্পর্শ না করে রাশিতথ্য একাধিক উপায়ে সংগ্রহ করা যেতে পারে। যেমন—[i] মাধ্যাকর্ষণ শক্তির বন্টনের তারতম্য মাধ্যাকর্ষণ মিটারে পরিমাপ করা হয়। [ii] শব্দ তরঙ্গ বন্টনের তারতম্য Sonar যন্ত্রে ধরা পড়ে এবং [iii] Electromagnetic শক্তির বন্টনের তারতম্য মানুষের চোখে ধরা পড়ে।

বর্তমানে পৃথিবীর সম্পদের সমীক্ষা, তার ভিত্তিতে মানচিত্র গঠন ও পরিকল্পনার কাজে সাহায্য করার জন্য বাতাসে বা শূন্যে ভাসমান প্ল্যাটফর্মে বিদ্যুৎ-চৌম্বকীয় (Electromagnetic) শক্তি গ্রাহক সেন্সর (Sensor) পরিচালনা করা হচ্ছে। ভূ-পৃষ্ঠস্থ বিভিন্ন উপাদান বা বৈশিষ্ট্য যখন বিদ্যুৎ-চৌম্বকীয় শক্তি নির্গত ও প্রতিফলিত করে তখন এই সেন্সরগুলো রাশিতথ্য সংগ্রহ করে। এই রাশিতথ্য বিশ্লেষণ করে যে সম্পদ সম্পর্কে অনুসন্ধান করা হচ্ছে তার সম্পর্কে তথ্য পাওয়া যায়।

দূর-সংবেদন ব্যবস্থার প্রক্রিয়া (Process of Remote Sensing)

1. STAGES OF DATA COLLECTION / DATA ACQUISITION

[i] শক্তির উৎস।
[ii] বায়ুমন্ডলের মধ্য দিয়ে শক্তির প্রবাহ।
[iii] ভূ-পৃষ্ঠস্থ বস্তুর সঙ্গে শক্তির মিথষ্ক্রিয়া।
[iv] বায়ুমণ্ডলের মধ্যে দিয়ে শক্তির প্রত্যাবর্তন।
[v] বাতাস বা শূন্যে ভাসমান দূর-সংবেদন যন্ত্র।
[vi] চিত্র বা Digital আকারে তথ্য নথিভুক্ত করা।

2. STAGES OF DATA INTERPRETATION

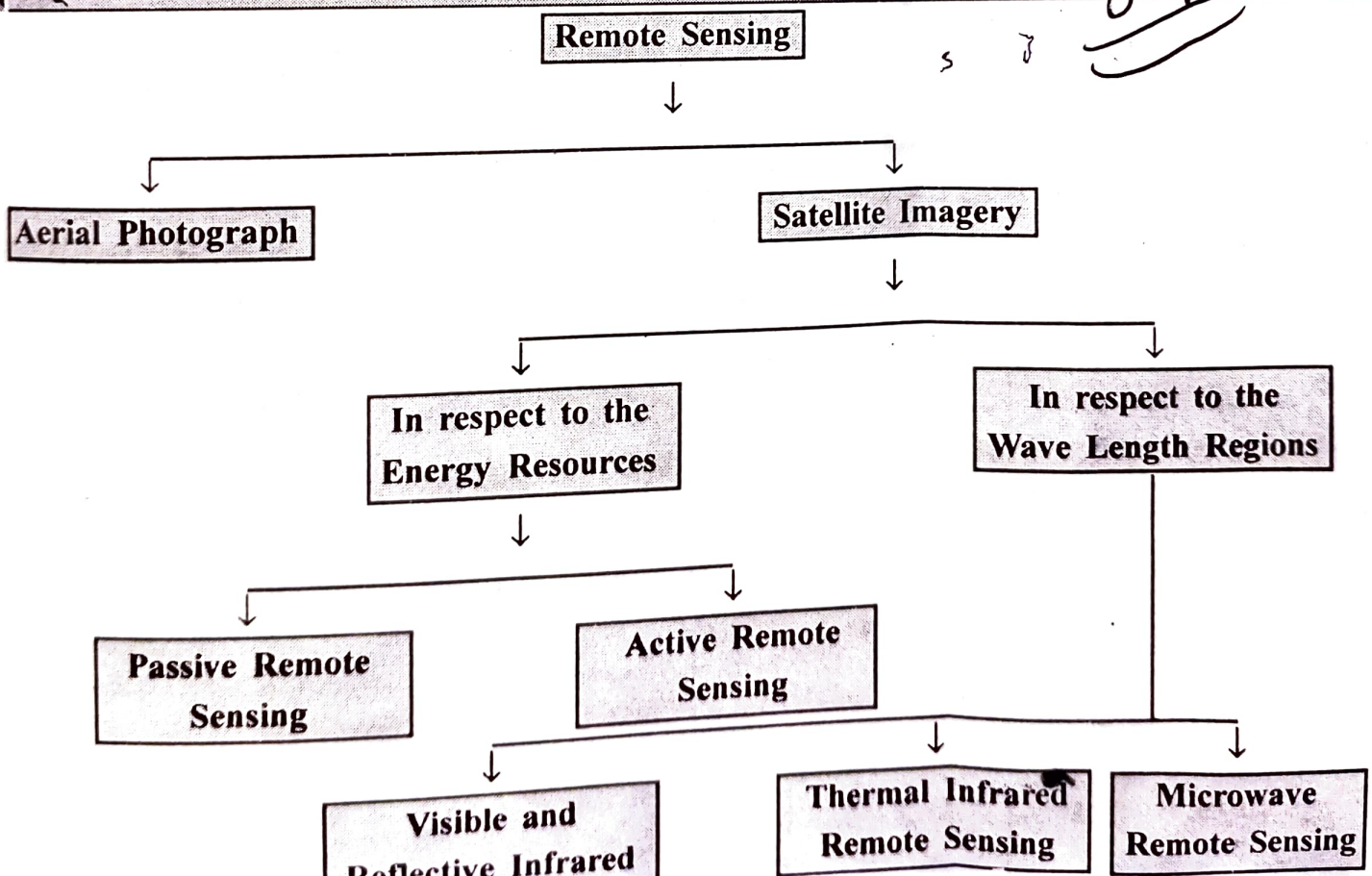
[i] চিত্র ভিত্তিক রাশিতথ্য বিশ্লেষণের জন্য বিভিন্ন প্রকার দেখার যন্ত্র বা Digital রাশিতথ্য বিশ্লেষণের জন্য কম্পিউটারের ব্যবহার।

[ii] মানচিত্র ও সারণী গঠন বা কম্পিউটার ফাইল তৈরি করা, পরে বা অন্যান্য তথ্যের সঙ্গে সমন্বয়ের মাধ্যমে ভৌগোলিক তথ্য প্রণালী (GIS) গঠনে সাহায্য করে।

[iii] ব্যবহারকারীকে তথ্য প্রদান ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ প্রক্রিয়ায় এর প্রয়োগ।

[iv] যে সম্পদ সম্পর্কে অনুসন্ধান করা হচ্ছে তার সম্পর্কে যদি অতিরিক্ত উল্লেখনীয় রাশিতথ্য (Reference data) পাওয়া যায় তবে রাশিতথ্য বিশ্লেষণে তার ব্যবহার করা। উল্লেখনীয় রাশিতথ্যের সাহায্যে বিশ্লেষণকারী সম্পদের প্রকার, অবস্থান, বিস্তার, অবস্থা ইত্যাদি সম্পর্কে অতিরিক্ত তথ্য আহরণ করতে পারেন।

৩। দূর-সংবেদন ব্যবস্থার প্রকারভেদ (Types of Remote Sensing)



ভক্ত:

সংগ্রহ এবং (B) উপগ্রহ চিত্রগ্রহণ।

গ্রহ পদ্ধতিটি হল—বিমান, বেলুন বা উচ্চস্থানে সংস্থাপিত ক্যামেরার সাহায্যে

ংস্থাপিত সেন্সর গৃহীত ডিজিটাল পরিসংখ্যান ভূ-পৃষ্ঠস্থ নিয়ন্ত্রক কেন্দ্রগুলিতে তিতে বিশ্লেষণ ও ব্যবহার করা হয়।

ery)-এর প্রকারভেদ:

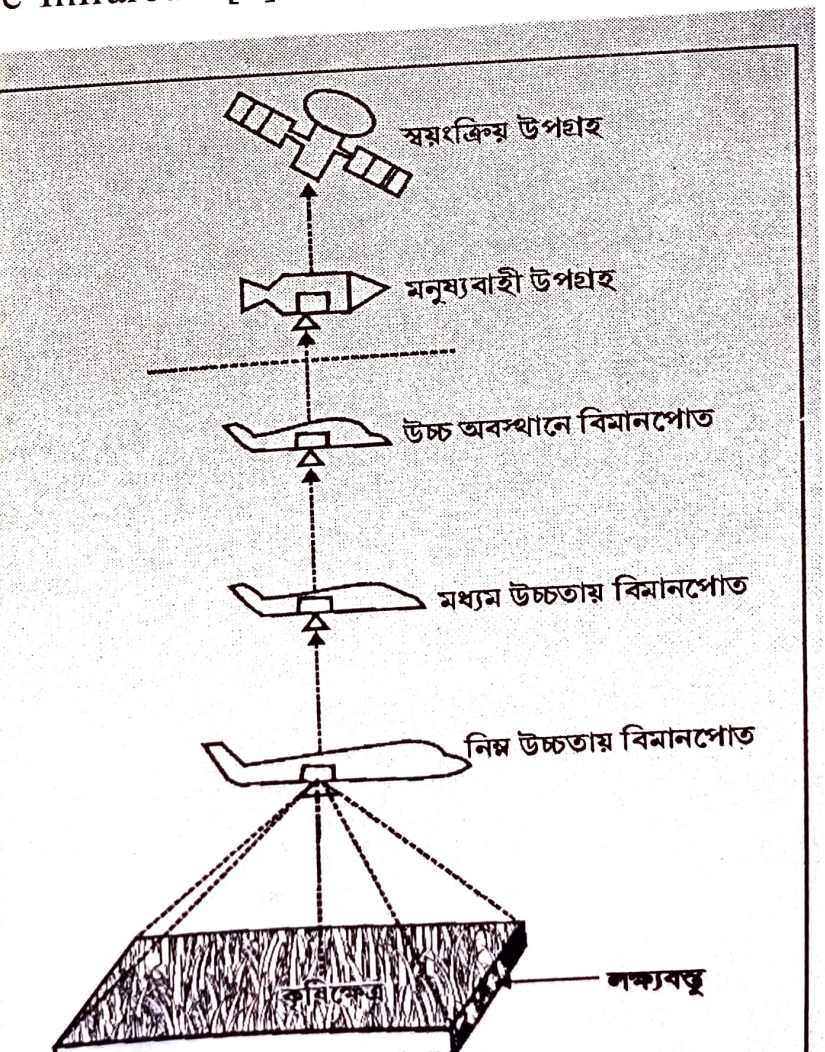
Energy Resources:

ive Remote Sensing)—গ্রাহক বা সেন্সরগুলির ব্যবহার প্রাকৃতিক উৎস থেকে াম্বকীয় বিকিরণ নির্ণয়ে সাহায্য করে।

ve Remote Sensing)—গ্রাহক বা সেন্সরগুলির ব্যবহার বস্তু থেকে প্রতিফলিত যে বস্তুগুলি কৃত্রিমভাবে উৎপাদিত শক্তি থেকে আলোকিত হয়। যেমন—রাডার

Wave Length Regions:

e Infrared. [ii] Thermal Infrared. [iii] Microwave.



১। দূর-সংবেদন প্রযুক্তিবিদ্যার উন্নতিগত ইতিহাস (Historical development of remote sensing as a technology)

চিত্রের মাধ্যমে ভূগোল ব্যাখ্যা J. H. Roscore-এর সময় (1952) থেকেই শুরু। বর্তমানে এর বিস্তৃতি দিগন্ত প্রসারী। উন্নতির এই ক্রমবিকাশ ধারাবাহিকভাবে 1970 খিস্টাব্দ পর্যন্ত চলে এসেছে। উপগ্রহের মাধ্যমে চিত্র ব্যাখ্যার তথ্যগত দিক এবং নিখুঁত পদ্ধতি এই উন্নতিকে আরও উন্নততর পর্যায়ে নিয়ে এসেছে। এই পদ্ধতির জনপ্রিয় নাম হল, "Remote Sensing Technique", যার প্রয়োগ পদ্ধতি যথেষ্ট উন্নতমানের। U. S. A.-র officer of the Naval Research, 1960 খ্রিস্টাব্দে "Remote Sensing" নামটি পরিপূর্ণভাবে গ্রহণ করে।

ভূ-ত্বকের বিভিন্ন রূপ, ভূ-প্রকৃতি এবং মৃত্তিকা, এই সমস্ত বিষয় ব্যাখ্যা করার জন্য বর্তমানে ভৌগোলিকগণ প্রয়োজনীয় দু'টি হাতিয়ার ব্যবহার করে থাকেন, যেমন—

❶ বিমানের সাহায্যে চিত্রগ্রহণ।

❷ কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে চিত্রগ্রহণ।

দূর-সংবেদনের মাধ্যমে যে সমস্ত উপাত্ত (data) সংগ্রহ করা হয়, সেই সমস্ত উপাত্ত সমূহ কম্পিউটারে সঞ্চয় করে রাখা হয়। এই data-গুলোকে দুই ভাবে ব্যাখ্যা বা বিশ্লেষণ করা হয়। যথা—[i] চোখে দেখে তার ব্যাখ্যা [ii] কম্পিউটারের সাহায্যে "Digital image processing system" ব্যবহার করে সংগৃহীত উপাত্তের বিশ্লেষণ করা হয়। এই সমস্ত কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির দরকার হয় যেগুলো হল—MDAS, NAC100 image Analyser, Vax 78011 এবং CCT এছাড়াও Stereoscopy, Transferoscope, Map-o-graph, Stereozoomtransferocope, Vertical sketechemaster, Use camera, Optical refleting projector.

➧ Chronology of Remote Sensing:

[i] 1925-এর পূর্বসময়—প্রথম বিশ্বযুদ্ধের পর অর্থাৎ 1914 থেকে 1920 পর্যন্ত বিমানের সাহায্যে চিত্র সংগ্রহ করা হতো।

[ii] 1925 থেকে 1945 পর্যন্ত—বিমান চিত্রের পূর্ণ ব্যবহার এই সময়ে লক্ষ্য করা যায়। বিশেষভাবে সৈন্যবাহিনীর জন্য বিমান চিত্র ব্যবহার হয়।

[iii] 1945 থেকে 1955 পর্যন্ত—অনেক ভৌগোলিকগণ দূর-সংবেদনকে সহজে গ্রহণ করে নানা তথ্য সংগ্রহ করেছিলেন, কিন্তু সেই চিত্রগুলো ব্যাখ্যার ক্ষেত্রে অসুবিধার সৃষ্টি হয়েছিল।

[iv] 1955 থেকে 1963 পর্যন্ত—Dr. P. Burking (1960)-এবং Dr. A. P. A. Vink (1963)-এর অধীনে বিজ্ঞানভিত্তিক চিত্রের ব্যাখ্যা শুর হয়।

[v] 1963 থেকে 2011 পর্যন্ত—এই সময়ের মধ্যে বিমান চিত্র থেকে উপগ্রহ চিত্রের মাধ্যমে চিত্র সংগ্রহ বিশেষভাবে উন্নতি লাভ করে। বর্তমানে বৈজ্ঞানিক, অথবা গবেষণার কাজে নিযুক্ত মানুষ মহাকাশ থেকে বিভিন্ন তথ্য সংগ্রহ করার দিকে বেশি আগ্রহী। ভৌগোলিকগণও এখন মহাকাশ থেকে পাওয়া ভূ-তত্ত্বের বিভিন্ন তথ্যের দিকে বেশি নজর দিচ্ছেন। এই কারণে বৈজ্ঞানিকগণ এই সময়কে "A Period of active platform and Sensor Experiment" বলে ব্যাখ্যা করেন সুতরাং দূর-সংবেদনের ক্রমবিকাশে ইতিহাস এক নূতন দিনের সন্ধান দিয়েছে পৃথিবীকে জানা ও চেনার ক্ষেত্রে।

২। একটি আদর্শ দূর-সংবেদন পদ্ধতি (An Ideal Remote Sensing System)

শক্তিকে কোনও ভাবেই রূপান্তরিত করে না; এই শক্তি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বায়ুমন্ডলে আসতে পারে অথবা বায়ুমন্ডল থেকে ভূ-পৃষ্ঠের দিকে যেতে পারে। আদর্শ অবস্থায় এই শর্ত যে কোনও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, সময়, স্থান এবং সেন্সর (Sensor)-এর উচ্চতার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

❸ **পৃথিবীপৃষ্ঠে শক্তি / পদার্থের মিথষ্ক্রিয়ার ধারাবাহিকতা (A Series of unique energy / matter Interaction on at the Earth Surface):** এই সব মিথষ্ক্রিয়া প্রতিফলিত সংকেত সৃষ্টি করবে যা কেবলমাত্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সম্পর্কে নির্বাচিতই নয় বরং পৃথিবীপৃষ্ঠের প্রতিটি অবয়ব শ্রেণি ও উপশ্রেণির প্রতি অপরিবর্তনীয় ও ঐক্যবহুল।

❹ **অতি সংবেদক (Super Sensor):** এটি এমন এক ধরনের সংবেদক (Sensor) যা সকল প্রকার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের প্রতি প্রচণ্ড স্পর্শকাতর। কোনও দৃশ্য থেকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অনুসারে প্রাপ্ত নিরপেক্ষ উজ্জ্বলতার ভিত্তিতে দৈনিক বিশদ রাশিতথ্য প্রদান করে এবং বর্ণালীর সকল অংশে সক্রিয়ভাবে কাজ করে।

❺ **রাশিতথ্য গ্রহণ পদ্ধতি (Data Collection System):** এই পদ্ধতিতে দেখা যায় যে, যখন ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত কোনও বস্তুর উপর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মিথষ্ক্রিয়া শুরু হয় তখনই তার ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয়ে থাকে। এই পদ্ধতির আরও একটি সুবিধা হল যে, এই ধরনের প্রক্রিয়াকরণের ফলে তৎক্ষণাৎ এবং সময়মতো তথ্য পাওয়া যায়। এই পদ্ধতিতে কোনও Reference data-র প্রয়োজন হয় না কারণ এটা নিরবচ্ছিন্নভাবে ঘটে থাকে।

❻ **বিভিন্ন প্রকার রাশিতথ্য ব্যবহারকারী (Multiple Data User):** যারা বিভিন্ন প্রকার রাশিতথ্য ব্যবহার করে, লক্ষ্য করা গেছে তাদের রিমোট সেন্সিং দ্বারা রাশি গ্রহণ ও বিশ্লেষণ পদ্ধতি সম্পর্কে গভীর জ্ঞান থাকে। একই রাশিতথ্য বিভিন্ন ব্যবহারকারীর ক্ষেত্রে বিভিন্ন তথ্য প্রদান করে, কারণ যে বিশেষ পার্থিব সম্পদ সম্পর্কে রাশিতথ্য গ্রহণ করা হচ্ছে সে সম্পর্কে তাদের জ্ঞানের ভান্ডার অফুরন্ত। অন্যান্য যে কোনও পদ্ধতি অপেক্ষা এই পদ্ধতিতে অপেক্ষাকৃত দ্রুত হারে, কম খরচে এবং বিস্তৃততর অঞ্চলের তথ্য পাওয়া যায়। এই তথ্যের সাহায্যে বিভিন্ন ব্যবহারকারী পার্থিব সম্পদকে সবচেয়ে ভালোভাবে কী করে ব্যবহার করা যায় সে সম্পর্কে সুচিন্তিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারে।

দুঃখের বিষয়, উপরে বর্ণনা করা আদর্শ দূর-সংবেদন পদ্ধতি (An Ideal Remote Sensing System) বাস্তবে দেখা যায় না। প্রকৃত বা বাস্তব দূর-সংবেদন পদ্ধতি (Real Remote Sensing System) বস্তুর আদর্শ Remote Sensing পদ্ধতির থেকে প্রতিটি ক্ষেত্রেই আলাদা।

২। প্রকৃত বা বাস্তব দূর-সংবেদন পদ্ধতি (Real Remote Sensing System)

সংবেদক (Sensor): একটি আদর্শ অতি সংবেদক (Super Sensor) বলে কোনও কিছুর অস্তিত্ব নেই। সব রকমের সেন্সরই সমস্ত রকম তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের প্রতি সমান স্পর্শকাতর নয়। প্রত্যেকটি প্রকৃত (Real) সেন্সরের বর্ণালী স্পর্শকাতরতার নির্দিষ্ট সীমা আছে। এই সীমাবদ্ধতা দূর-সংবেদনের স্থানিক বিভেদন (Spatial resolution) নামে পরিচিত এবং এর সাহায্যে কোনও সেন্সর কত বিশদভাবে চিত্রগ্রহণ করতে পারে তা পরিষ্কারভাবে জানা যায়।

রাশিতথ্য গ্রহণ পদ্ধতি (Data Collection Method): রাশিতথ্য গ্রহণের ক্ষেত্রে যে যে পদ্ধতি গ্রহণ করা হয়ে থাকে তার থেকে সেন্সরের মাধ্যমে রাশিতথ্য গ্রহণ করার ক্ষমতা অনেক বেশি। সেন্সরের মাধ্যমে রাশিতথ্য ব্যাখ্যা অথবা ব্যবহারের ক্ষেত্রে যথেষ্ট চিন্তাশক্তি, যান্ত্রিকীকরণ, সময়, অভিজ্ঞতা এবং রেফারেন্স ডাটার প্রয়োজন হয়।

বিভিন্ন প্রকার রাশিতথ্য ব্যবহারকারী (The Multiple Data User): দূর-সংবেদনে রাশিতথ্য যখন ব্যবহারকারী তার অর্থ ঠিকমতো বুঝে সব থেকে ভালোভাবে ব্যবহার করতে পারে তখনই এই রাশিতথ্য প্রকৃত তথ্য হিসেবে পরিগণিত হয় তবে একথা সত্য যে এই রাশিতথ্যের বিশ্লেষণ পদ্ধতি সমস্ত ব্যবহারকারীর ক্ষেত্রে সমানভাবে সন্তোষজনক হয় না।

১। APPLICATION OF REMOTE SENING

ভারত ও তার প্রতিবেশী দেশ সমূহ বিভিন্নভাবে Remote Sening-এর Application করে থাকে যা নিচে একটি তালিকার সাহায্যে দেখানো হল—

দেশ	প্রতিষ্ঠান	প্রয়োগ	ব্যবহৃত উপগ্রহ
বাংলাদেশ	বাংলাদেশ মহাকাশ গবেষণা ও Remote Sensing কেন্দ্র (SPAR RSO)	[i] বন্যা নিয়ন্ত্রণ [ii] শস্য উৎপাদনকারী তালিকা ও পর্যবেক্ষণ [iii] উপকূলীয় বনাঞ্চল, ম্যানগ্রোভ ম্যানেজম্যান্ট	NOAA/AVHRR Landsat–TM
চীন	জাতীয় Remote Sensing কেন্দ্র (NCRS) (National China Remote Sening)	[i] বন্যা নিয়ন্ত্রণ [ii] মৃত্তিকা ক্ষয় [iii] শস্য তালিকাভুক্তকরণ [iv] খনিজ পদার্থ খনন [v] পরিবেশীয় প্রভাবের মূল্যায়ণ (EIA)	NOAA/AVHRR Landsat–TM SPOT

CHAPTER 9

স্যাটেলাইট প্লাটফর্ম ও সেন্সর
SATELLITE PLATFOEMS AND SENSORS

১ মহাকাশে উপগ্রহের অবস্থান (Locating a satellite in space)

➧ Satellite শব্দের উৎপত্তি ও অর্থ:

ইংরেজি Satellite শব্দটি একটি ফরাসি বা ফ্রেঞ্চ শব্দ থেকে উৎপত্তি, যার অর্থ প্রহরী বা Guard বা অভিভাবক কেপলার (Kepler) এই শব্দটির নূতন অর্থের দিশা দেখিয়েছিলেন। বৃহস্পতিগ্রহ পর্যবেক্ষণ করার সময় তিনি আবিষ্কার করেন এই গ্রহকে কেন্দ্র করে কতকগুলি বস্তু ঘুরছে। তিনি এগুলিকে বৃহস্পতির অভিভাবক হিসেবে ভেবেছিলেন।

➧ Satellite শব্দের ব্যবহার:

বর্তমানে জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা পৃথিবীর চারপাশে পরিক্রমণকারী বস্তুকে বোঝানোর জন্য Satellite শব্দটি ব্যবহার করেন

উদাহরণ:

[i] পৃথিবীর প্রাকৃতিক Satellite হল চাঁদ।

[ii] পৃথিবীর প্রথম কৃত্রিম Satellite হল Spotnik (1957) এবং

[ii] ভারতের প্রথম কৃত্রিম Satellite হল আর্যভট্ট (1975)

➧ Satellite-এর সংজ্ঞা:

Satellite বলতে কোনও কেন্দ্রীয় ভরের মাধ্যাকর্ষণ শক্তির টানে পরিভ্রমণকারী বস্তুকে বোঝায়। সেই অনুযায়ী পৃথিবীও সূর্যের একটি উপগ্রহ। পৃথিবীর উপগ্রহ হল চাঁদ।

➧ মহাকাশে উপগ্রহদের অবস্থান সংক্রান্ত কেপলার সূত্র:

কেপলার (Kepler)-এর তিনটি সূত্র উপগ্রহের আবর্তন, অবস্থান (পৃথিবী থেকে দূরত্ব) ইত্যাদি সম্পর্কিত বিষয়গুলিতে প্রয়োগ করা হয়েছে।

st Law: গ্রহগুলি সূর্যের চারিদিকে উপবৃত্তাকার কক্ষে পরিক্রমণ করে। সূর্য থাকে এই উপবৃত্তের একটি নাভিতে Focus)।

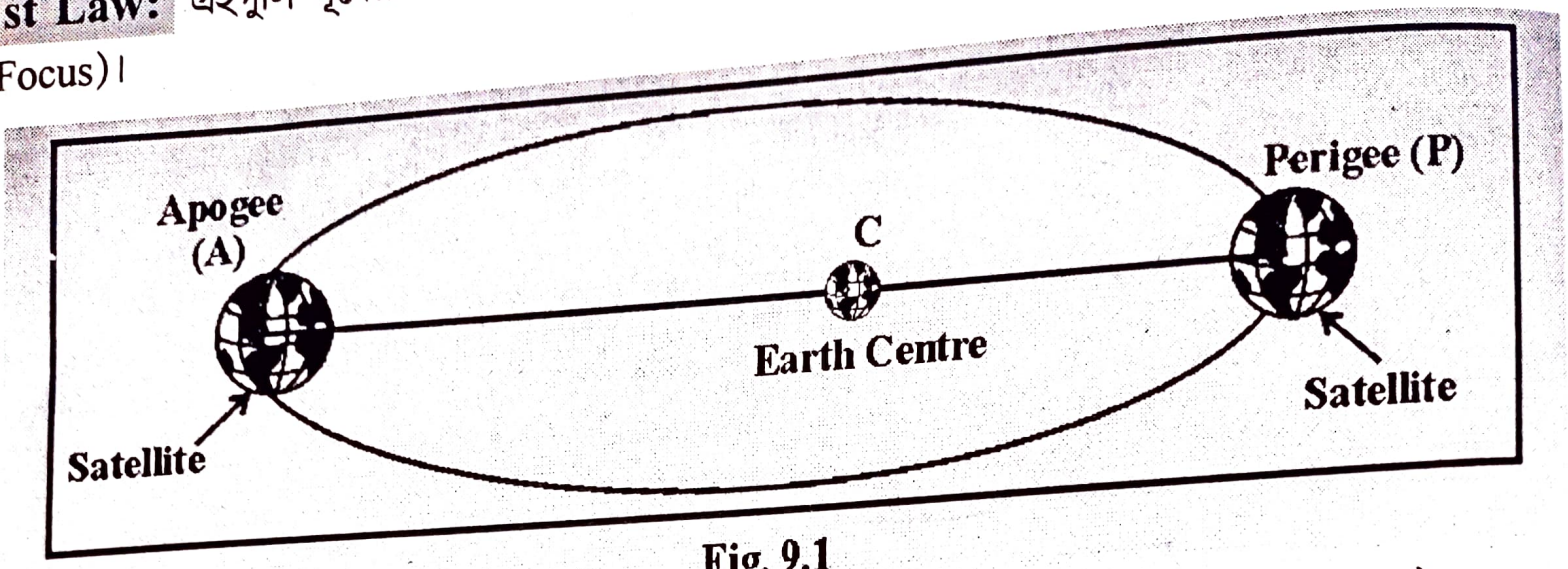


Fig. 9.1

P = Perigee Distance (অনুসূর দূরত্ব), CA = Apogee Distance (অপসূর দূরত্ব)

$\left(\frac{CP+CA}{2}\right)$ = Semi-major Axis (পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে উপগ্রহের গড় দূরত্বকে বোঝায়।)

nd Law: Apogee এবং Perigee থেকে Major axis-এর অনুপাতকে Ecentricity বলে। কক্ষপথ য পবৃত্তাকার হয় Ecentricity তত বেশি হয়।

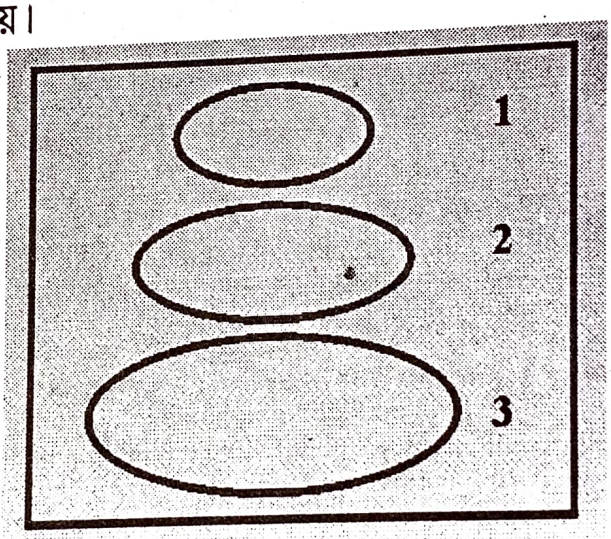


Fig. 9.2

Ecentricity = $\frac{CA-CP}{AP}$

$\therefore$ 3>2>1

ও গ্রহ যোগকারী রেখা (দূরত্ব) সমান সময়ে সমান ক্ষেত্র অতিক্রম করে। অর্থাৎ একক সময়ে অতিক্রান্ত ক্ষেত্রফ ক।

3rd Law: সূর্যের চারিদিকে গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য থেকে ঐ গ্রহের গড় দূরত্বের ত্রিঘাতের সমানুপাতিক।

$P^2 \propto a^3$ যেখানে $P^2 = K.a^3$ $\left[K = \frac{1}{g}\left(\frac{2\pi}{R}\right)^2\right]$ g = Acleration due to gravity.

দূরত্ব যত বেশি হবে সময় তত বেশি হবে।

[i] 200 km. height from the MSL period will be 88 minute

[ii] 3600 km. height from the MSL period will be 24 hrs.

Ecentricity (e) এবং Major Axis:

কেপলারের প্রথম সূত্র অনুসারে পৃথিবী সূর্যের চারদিকে উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করে বলে সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব সর্বদা সমান হয় না। সর্বাধিক দূরত্বের অবস্থানকে অপসূর (Apogee) এবং সর্বনিম্ন দূরত্বকে অনুসূর (Perigee) বলে। অপসূর ও অনুসূর বিন্দুদ্বয়ের দূরত্বকে Major Axis বলে। Ecentricity হল অপসূর ও অনুসূরের ব্যবধানের পরিমানের সঙ্গে Major Axis-এর অনুপাত। যদি দু'টি নাভির (Focus) দূরত্ব কাছাকাছি হয় তখন কক্ষপথের আকৃতি বৃত্তকার হয়। বৃত্তাকার আকৃতি থেকে কক্ষপথ কতটা বিচ্যুত হবে তা প্রকাশ করা হয় Ecentricity(e) শব্দের দ্বারা। বৃত্তাকার কক্ষপথের ক্ষেত্রে e =0

Semi-major Axis:

পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে উপগ্রহের গড় দূরত্বকে Semi-major Axis বলে। অর্থাৎ পৃথিবী থেকে উপগ্রহগুলোর অপসূর ও অনুসূর দূরত্বের যোগফলকে দুই দিয়ে ভাগ করলে Semi-major Axis পাওয়া যায়।

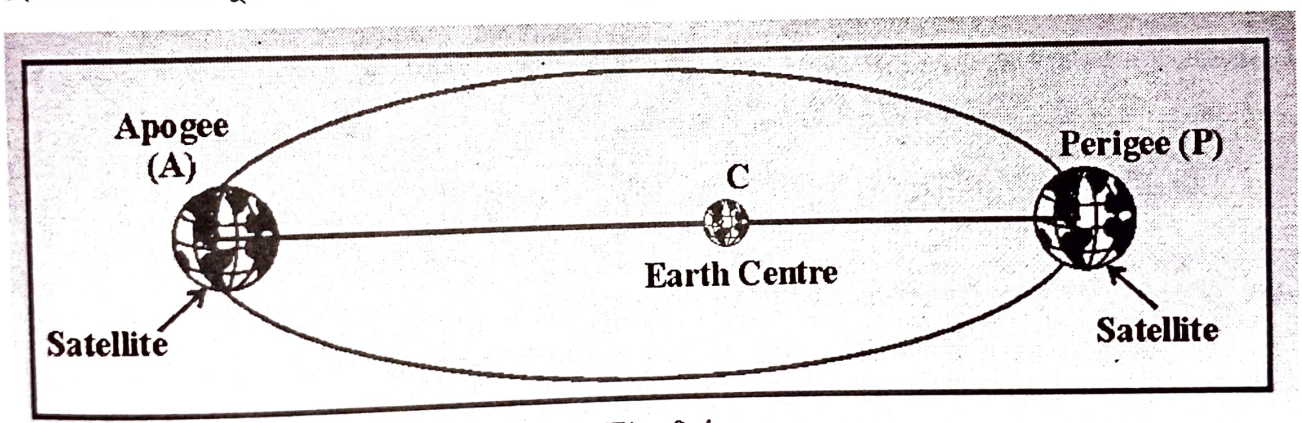


Fig. 9.4

- Semi-major Axis $= \frac{CP + CA}{2}$
- Ecentricity $= \frac{CA - CP}{AP}$

Escape Velocity:

❸ **Space Borne Platforms:** ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 160km.-র উর্দ্ধে বায়ুমন্ডলের কোনও স্থান থেকে উপগ্রহের দ্বারা পৃথিবীপৃষ্ঠের প্রতিচ্ছবি সংগ্রহ করা হয়।

Space borne platforms-এ তিন ধরনের (Type) কক্ষপথ (orbit) রয়েছে। যথা—

[i] Geo-Stationary (Equatorial orbit): Used for TV Transmission & Telecommunication Services.

[ii] Sun-synchronous (Polar orbit): Used for taking and transmittings.

[iii] Semi-synchronous orbit: GPS satellite প্রতিস্থাপন করা হয়।

[B] SENSORS:

[i] Sensor is an electronic circuit which can record the electromagnetic radiation (EMR) fallen on it.

[ii] A sensor is a device comprising of optical component or system and a detector with electronic circuit.

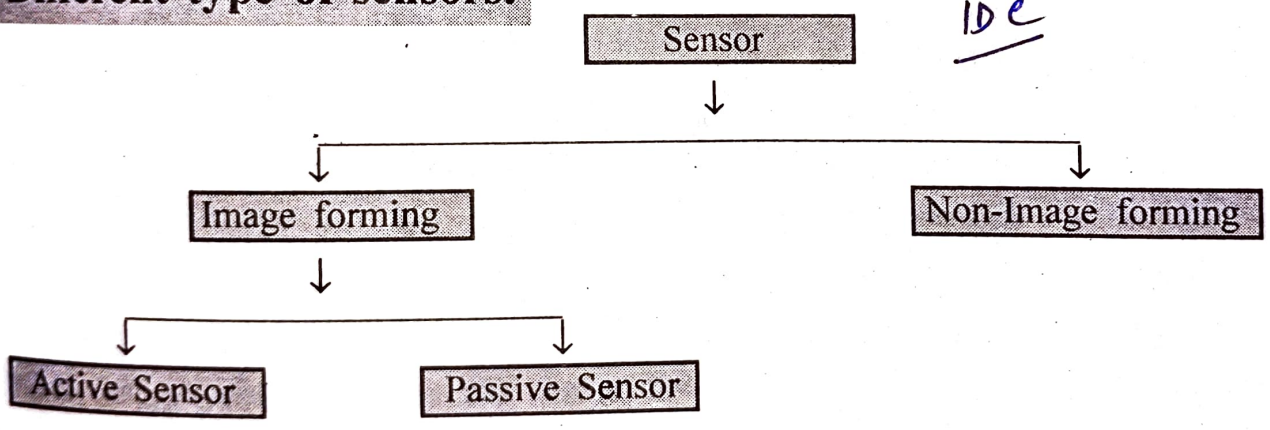
[iii] Sensor হল একটি যন্ত্র (Device) যা মহাকাশ থেকে ভূ-পৃষ্ঠের কোনও নির্দিষ্ট লক্ষ্যবস্তুর refleected energy (EMR) বা back scatter গ্রহণ করে তাকে চিহ্নিত করতে পারে।

উদাহরণ: [i] মানুষের চোখ একটি সেন্সর।

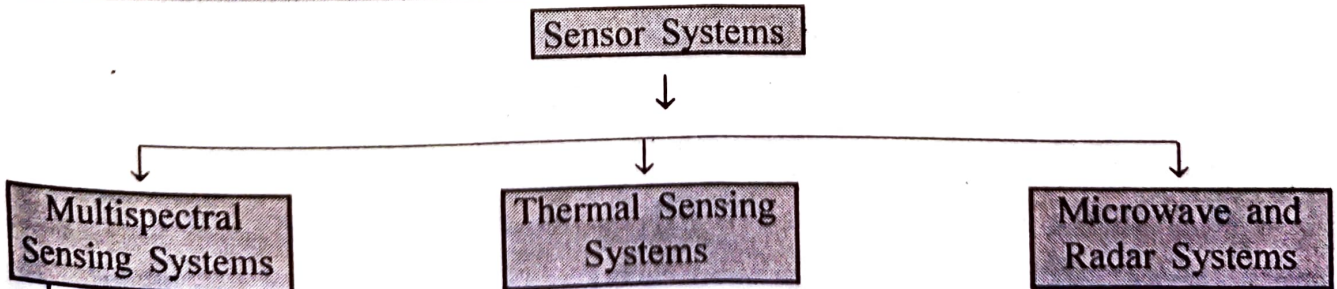
[ii] ক্যামেরা একটি সেন্সর ইত্যাদি।

Detector: স্যাটেলাইট সেন্সর-এ স্থাপিত ডিটেক্টর হল ভূ-পৃষ্ঠের কোনও বস্তু থেকে প্রতিফলিত শক্তিকে (অ্যানালগ সিগ্‌ন্যাল) বিদ্যুৎশক্তিতে (ডিজিটাল সিগ্‌ন্যাল) পরিবর্তিত করা।

• Different type of sensors:



• Imagings Sensore Systems:



Active Sensor: যেসব Sensor কোনও বস্তুর প্রতিচ্ছবি সংগ্রহের জন্য নিজের থেকে energy পাঠিয়ে তথ্য সংগ্রহ করে, তাকে সক্রিয় সেন্সর (Active Sensor) বলে। এই শক্তির উৎস মনুষ্য সৃষ্ট। সাধারণত রাত্রিবেলায় প্রতিচ্ছবি গ্রহণের সময় এই ধরনের সেন্সরগুলি ব্যবহার করা হয়।

উদাহরণ:

[i] Active Radiometers
[ii] Raiders
[iii] Scatterometer
[iv] RADAR (Radio Detection and Ranging)
[v] LIDAR (Light Dectection and Ranging)

Passive Sensor: যেসব সেন্সরগুলি নির্দিষ্ট সময় অন্তর স্বয়ংক্রিয়ভাবে কোনও লক্ষ্যবস্তুর তড়িৎ-চৌম্বকীয় বিকিরণ (EMR) গ্রহণ করে প্রতিচ্ছবি তৈরি করে, তাকে নিষ্ক্রিয় সেন্সর (Passive Sensor) বলে। এইসব সেন্সরগুলি প্রাকৃতিক শক্তির উৎস অর্থাৎ সূর্যের উপর এবং Geothermal শক্তির উপর নির্ভরশীল।

উদাহরণ: [i] Photographic Camera [ii] TV Camera
[iii] MSS (Multi Spectral Scanner) [iv] TM (Thematic Mapper)

ভূ-সম্পদ নিয়ন্ত্রণের জন্য নিম্নলিখিত সেন্সরগুলি ব্যবহার করা হয়। যথা—

1. Photographic Camera
2. Vidicon Television Camera
3. Optical Scanner
4. The Microwave Radiometer
5. Microwave Radar

1. **Photographic Camera:** আলোকচিত্র ক্যামেরাতে অনুসন্ধানের মাধ্যম হল চিত্র। যেটি সাধারণ আলোকচিত্রে ব্যবহৃত হয়। দূর-সংবেদক আলোকচিত্রের সাথে এর পার্থক্য হল এটিতে বস্তুর প্রতিচ্ছবি হয় কিন্তু নির্দিষ্ট Spectra bands-এ। এই আলোকচিত্র পদ্ধতির ত্রুটিগুলি হল—[i] চিত্র সংবেদনতা শুধুমাত্র একটি নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অঞ্চলে মধ্যে সীমাবদ্ধ। [ii] দীর্ঘস্থায়ী চালকহীন মহাকাশ প্ল্যাটফর্ম থেকে চিত্র প্রেরণ করা কঠিন। যাই হোক, সংক্ষিপ্ত স্থায়ী চালকহীন মহাকাশ প্ল্যাটফর্মে এই ধরনের ক্যামেরা কেবল একটি কার্যকরী আকর্ষক সংবেদক হিসেবে কাজ করে।
2. **Vidicon Television Camera:** টি.ভি. ক্যামেরা সাধারণত ব্যবহার করা হয় উপগ্রহ কক্ষের দূর-সংবেদনে। এই ক্যামেরা আলোকচিত্র ক্যামেরার মতো একটি লেন্স ও একটি সাটার ব্যবহার করে কেন্দ্রীয় তলে একটি প্রতিচ্ছবি গঠন করার জন্য। এই ক্যামেরাতে প্রতিচ্ছবি গঠিত হয় বৈদ্যুতিক ফটোসেন্সিটিভ টিউব-এর উপর।
3. **Optical Scanner:** অপটিক্যাল স্ক্যানার দুই ভাবে স্ক্যানিং করে থাকে। যথা—
   [*a*] Opto-mechanical scanning এবং [*b*] Push-broom scanning.

➧ **Opto-mechanical Scanner-এ দুই ধরনের সেন্সর ব্যবহৃত হয়। যথা—**
[i] Multi Spectral Scanner (MSS) এবং [ii] Thematic Mapper (TM)

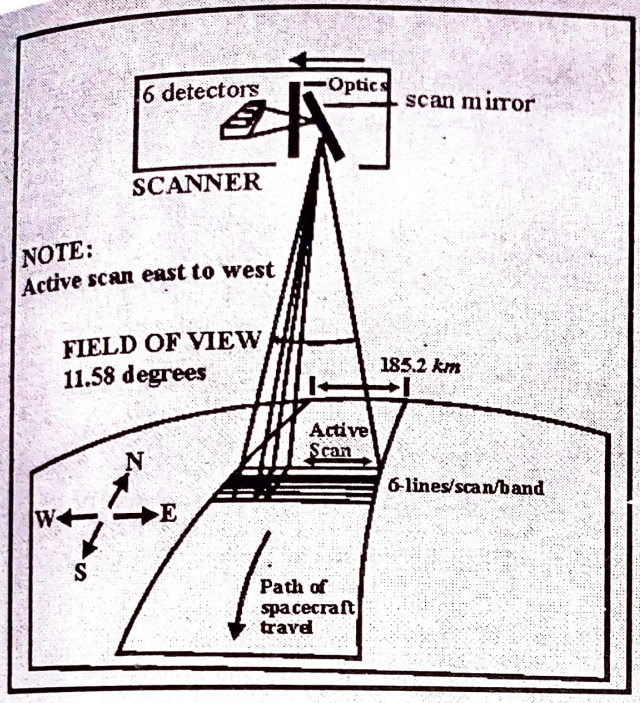


Fig. 9.5: Opto-mechanical Scanning

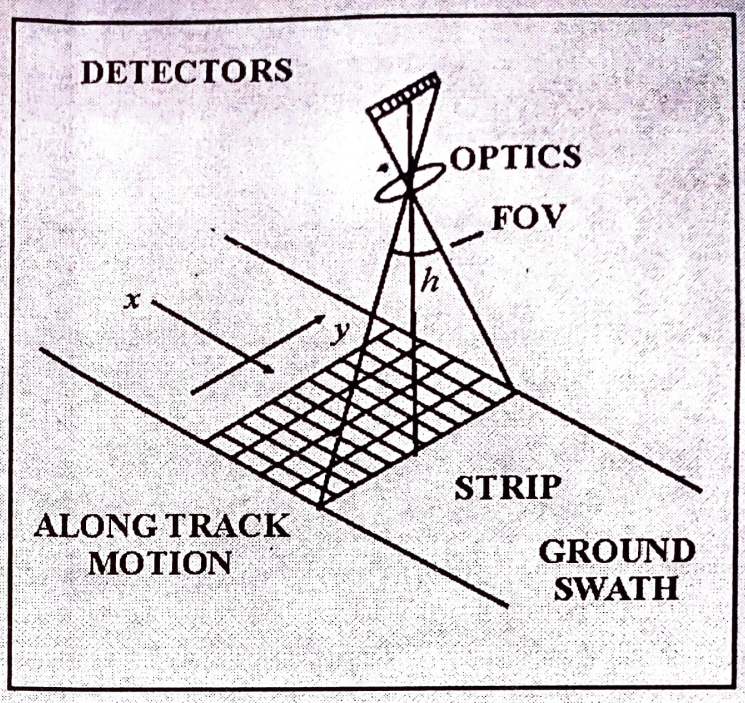


Fig. 9.6: Push-broom Scanning

MSS সেন্সরের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of MSS Sensor):

1. MSS সেন্সরে চারটি ব্যান্ড রয়েছে এবং সাধারণত Landsat Series-এর সব উপগ্রহে MSS ব্যবহার করা হয়েছে।
2. প্রত্যেক ব্যান্ডে ছয়টি করে ডিটেক্টর (Detector) রয়েছে।
3. MSS-এ মোট ডিটেক্টর হল 24টি (4 band × 6 detector)।
4. ডিটেক্টরগুলির চলন পশ্চিম থেকে পূর্বে তাই এরা Active imaging।
5. Flying line-এর সঙ্গে লম্বভাবে চলন ঘটে ডিটেক্টর-এ।
6. পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে একটি ডিটেক্টর 3240 Pixels সংগ্রহ করে।
7. একটি Pixel Size হল, $80m \times 80m$ বা $79m \times 79m$ অর্থাৎ স্থানিক সিদ্ধান্ত (Spatial resolution) হল $80m$ বা $79m$। এই সেন্সর-এর swath হল $185km$
8. এই সেন্সরের Day Pass হয় উত্তর থেকে দক্ষিণে এবং Night Pass ঘটে দক্ষিণ থেকে উত্তরে।

১। এম.এস.এস. এবং টি.এম.-এর মধ্যে তুলনা করো [Comparision between Multi-spectral Scanner System (MSS) and Thematic Mappeer (TM)].

বিষয়	MSS	TM
[i] ব্যান্ড	MSS-এর মধ্যে মোট চারটি ব্যান্ড রয়েছে।	কিন্তু TM-এর মধ্যে মোট সাতটি ব্যান্ড রয়েছে।
[ii] ডিটেক্টর	MSS-এর প্রতি ব্যান্ডে ছয়টি করে মোট 24 টি (6 × 4) ডিটেক্টর থাকে।	TM-এর প্রতি ব্যান্ডে 16টি করে মোট 112 টি (16 × 7) ডিটেক্টর থাকে।
[iii] স্পেক্ট্রাল রিজোলিউশন	Band- 1 → 0.5 – 0.6 μm (Visible) Band- 2 → 0.6 – 0.7 μm (Visible) Band- 3 → 0.7 – 0.8 μm (NIR) Band- 4 → 0.8 – 1.1 μm (NIR)	Band-1 → 0.45 – 0.52 μm (Visible)– Blue Band-2 → 0.52 – 0.60 μm (Visible)– Green Band-3 → 0.63 – 0.69 μm (Visible)– Red Band-4 → 0.76 – 0.90 μm (NIR) Band-5 → 1.55 – 1.75 μm (SWIR) Band-6 → 10.40 – 12.50 μm (TIR) Band-7 → 2.08 – 2.35 μm (SWIR)
[iv] স্প্যাসিয়াল রিজোলিউশন	MSS-এর স্থানিক বিভেদন (Spatial Resolution) ভূ-পৃষ্ঠের উপর আশি (80m.) মিটার স্থান থেকে তথ্য সংগ্রহ করে।	TM-এর স্থানিক বিভেদ (Spatial Resolution) ভূ-পৃষ্ঠের উপর ত্রিশ (30m) মিটার স্থান থেকে তথ্য সংগ্রহ করে।
[v] রেডিওমেট্রিক রিজোলিউশন	MSS সেন্সরের Radiometric resolution 6 bit	TM সেন্সরের Radiometric resolution 8 bit
[vi] বিশেষত্ব	MSS-এর মধ্যে দৃশ্যমান (Visible) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ব্যান্ড থাকলেও অবলোহিত রশ্মি (Thermal infrared) ব্যান্ড থাকে না।	তবে TM-এর মধ্যে দৃশ্যমান (Visible) ব্যান্ড-এর সঙ্গে অবলোহিত রশ্মি (Thermal infrared) ব্যান্ড থাকে।

বহু বর্ণালীর ক্রমবীক্ষক (Multispectral Scanner-MSS):

Scanning-এর ধরন এবং আভ্যন্তরীণ গঠন অনুসারে MSS-কে দুইভাগে ভাগ করা হয়। যথা—

1 ঊইস্কব্রুম ক্রমবীক্ষক (Whiskbroom Scanner)

সংজ্ঞা: যে Scanner নিজ ভূ-পৃষ্ঠের উড়ান পথের আড়াআড়ি, লম্বালম্বি দিকে অবস্থিত অত্যন্ত সূক্ষ্ম, পরস্পর সমান্তরাল এবং একে অপরকে খুব কাছাকাছি স্পর্শ করতে থাকা অসংখ্য ক্রমবীক্ষণ বেগকে পৃথক-পৃথকভাবে ক্রমবীক্ষণ (Scanning) করতে থেকে ভূ-পৃষ্ঠকে আবৃত (Over) করে, তাকে Whiskbroom Scanner বলে। এবং এই পদ্ধতিকে Whiskbroom Scanning System বলে।

কার্যপদ্ধতি:

1. ঊইস্কব্রুম MSS-এ বিদ্যুৎমিটার থেকে নিজ অনুভূমিক অক্ষের উপর লম্ব অবস্থায় ঘুরতে থাকা অথবা উল্লম্ব অক্ষে উপর অনুভূমিক দিকে দুলতে থাকা একটি আয়না থাকে। প্রথম আয়নার পৃষ্ঠ পলকাটা (Faceted) এবং দ্বিতীয় আয়না পৃষ্ঠ মসৃণ (Flat) বানানো হয়।
2. এই ঘূর্ণায়মান অথবা দোলায়মান আয়না কোনও ক্রমবীক্ষণ রেখার উত্তরোত্তর resolution cells থেকে প্রাপ্ত বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় শক্তিকে ক্রমবীক্ষকের দৃশ্যযন্ত্রে (Optics) অভিক্ষিপ্ত করতে থাকে।
3. দৃশ্যযন্ত্রে (Optics) এই শক্তি (Energy) একটি আলোকরশ্মি (beam) রূপে দ্বিবর্ণী গ্রেটিং (Dichroic grating) নামক যন্ত্রে একত্রিত হতে থাকে। এই যন্ত্রটি আগত আলোকরশ্মির তাপীয় (Thermal) ও অ-তাপীয় (Non-thermal) উপাদানগুলিকে পৃথক করে এবং এর সাথে-সাথে এই যন্ত্র অ-তাপীয় শক্তিকে একটি প্রিজমে (Prism) একত্রিত করে দেয় এবং তাপীয় শক্তিকে নিজস্ব বিভিন্ন উপাদানের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে বিভাজিত করে দেয়।
4. প্রিজম বা বিবর্তন গ্রেটিং (Diffraction grating)-এর মধ্যে দিয়ে প্রবেশ করা অ-তাপীয় শক্তিকে অতি বেগুনী (Ultraviolet), দৃশ্য (Visible) এবং নিকট অবলোহিত (Near Infra Red) তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে ক্রমে বিভক্ত হয়ে যায়।
5. দ্বিবর্ণী গ্রেটিং ও বিবর্তন গ্রেটিং-এর পিছনে নির্দিষ্ট জ্যামিতিয় দূরত্বে পৃথক-পৃথক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য পৃথক-পৃথক ডিটেক্টর (Detector) লাগানো থাকে; যেগুলি তরঙ্গ দৈর্ঘ্যকে একটি বিদ্যুৎ সংকেতে পরিবর্তিত করে দেয়।
6. Multispectral Scanner (MSS)-এ অবস্থিত ইলেকট্রনিক অ্যামপ্লিফায়ার (Electronic amplifiers) পৃথক-পৃথক ডিটেক্টরের দ্বারা উৎপন্ন করা বিদ্যুৎ সংকেতকে বিবর্ধন বা সম্প্রসারণ (amplify) করে বহু চ্যানেল টেপ রেকর্ডারে পাঠিয়ে দেয়। যেখানে একটি টেপে এগুলি ডিজিটাল ফরম্যাটে (Digital Format) অভিলিখিত হতে থাকে।

উদাহরণ: LANDSAT SERIES উপগ্রহগুলি এই পদ্ধতিতে Scanning করে থাকে।

১। সংবেদকের বিভেদন (Resolution of sensors)

সংজ্ঞা:

[i] **Resolution is the power of discrimination** অর্থাৎ উপগ্রহ চিত্রের বিভিন্ন বস্তু, ক্ষেত্র, উপাদানের পৃথকীকরণের ক্ষমতাকে **Resolution** বলে।

[ii] সংবেদক দ্বারা বিদ্যুৎ-চৌম্বকীয় তরঙ্গের মাধ্যমে গৃহীত উপগ্রহ চিত্রের বিভিন্ন বস্তু, ক্ষেত্র, উপাদানের পৃথকীকরণের ক্ষমতাকে বিভেদন বা **Resolution** বলে।

[iii] কোনও নিকটতম দু'টি বস্তুর মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করার যে ক্ষমতা তাকে **Resolution** বলে।

২। বিভেদনের শ্রেণিবিভাগ (Type of Resolution)

1. **Spectral Resolution** (বর্ণালীগত বিভেদন)।
2. **Spatial Resolution** (স্থানিক বিভেদন)।
3. **Radiometric Resolution** (রেডিওম্যাটিক বিভেদন)।
4. **Temporal Resolution** (টেম্পোরাল বিভেদন)।

৩। বিভেদন (Resolution) সম্পর্কে কয়েকটি শব্দের ধারণা

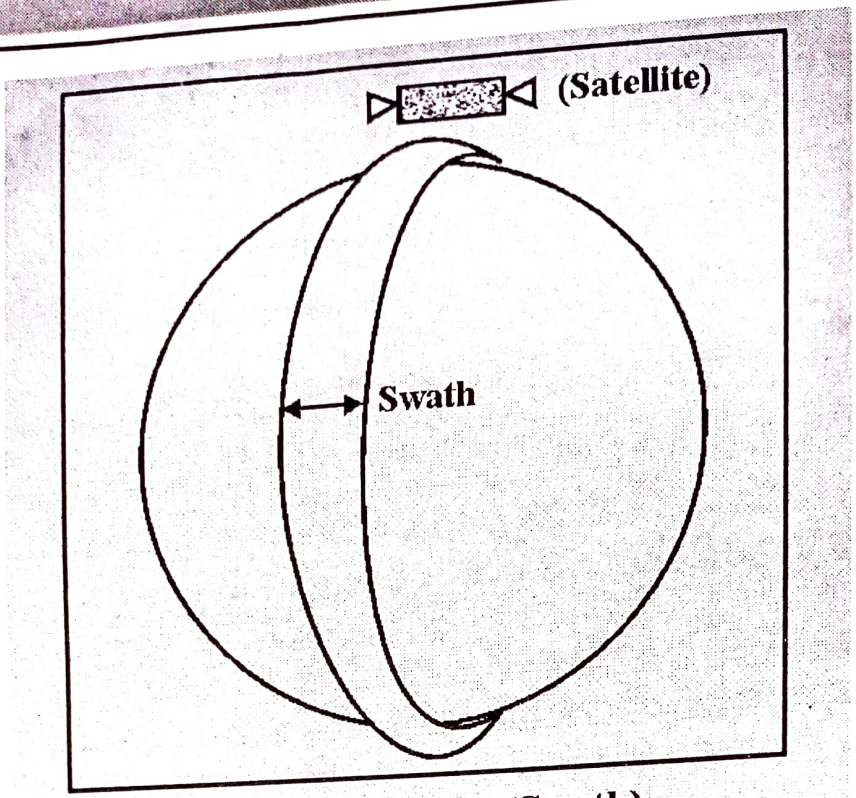


Fig. 10.1: পথপ্রস্থ (Swath)

1. SPECTRAL RESOLUTION:

সংজ্ঞা:

[i] সেন্সর-এ ব্যবহৃত বর্ণালীর বিস্তারকে Spectral Resolution বলে। এই প্রকার Resolution তড়িৎ-চৌম্বকী বিকিরণের সঙ্গে সম্পর্কিত। EMR-এর প্রস্থ যত সংকীর্ণ হবে প্রতিচ্ছবির Resolution ততই ভালো হবে।

[ii] Spectral resolution is the width of the spectrum used by the sensor narrowr the spectrum width, better the spectral resolution.

[iii] আলোকের বিভিন্ন বর্ণ এবং এর প্রয়োগ ও ব্যাখ্যার মাধ্যমে ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত বিভিন্ন ভূমিরূপের যে সুন্দর তথ্য ও পরিচ্ছন্ন প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় তার বৈজ্ঞানিক নাম স্পেক্ট্রাল রিজোলিউশন (Spectral Resolution)।

[iv] ডিটেক্টরের মাধ্যমে গৃহীত বিদ্যুৎ-চৌম্বকীয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মধ্যবর্তী দূরত্বকে বর্ণালীগত বিভেদন (Spectral Resolution) বলে।

উদাহরণ:

Sensor	Spectral Resolution	Width	Remark
MSS-Band$_1$	0.5 – 0.6 μm	0.1 μm	সুতরাং MSS-Band$_1$-এর
TM-Band$_2$	0.52-0.6 μm	0.08 μm	থেকে TM-Band$_2$ ভালো

2. SPATIAL RESOLUTION:

সংজ্ঞা:

[i] নির্দিষ্ট মুহূর্তে সেন্সর-এর দ্বারা পৃথকীকৃত লক্ষ্যবস্তুর ন্যূনতম ক্ষেত্রকে spatial resolution বলে। এটি সাধারণত Instantaneous Field of View (IFOV) এবং স্যাটেলাইটের উচ্চতার উপর নির্ভর করে।

[ii] Spatial resolution is the minimum area of the target which is discriminated by the sensor at a particular instant of time/dwell time.

[iii] মহাশূন্যে যে সব বস্তু আছে সেই সমস্ত বস্তুর একটির সঙ্গে অন্যটির স্থানগত বা অঞ্চলগত দূরত্ব অনুযায়ী পার্থক্যের প্রতিবিম্ব যে আলোক তরঙ্গের মাধ্যমে পাওয়া যায় তাকে **Spatial Resolution** বলে।

➧ উদাহরণ:

Satellites	Sensor	Spatial Resolution
IRS-IA & IB	LISS-I	72.5*m*
IRS-IA & IB	LISS-II	36.25*m*
IRS-IC	LISS-III	23.5*m*
IRS-IC	PAN	5.8*m*
SPOT	PAN	10*m*
Land SAT- 4, 5	TM	30*m*
Landsat- 1,2,3	MSS	79*m*

Space বা স্থানের মান যত কম হবে Spatial Resolution ততই ভালো হবে। উদাহরণে দেখা যাচ্ছে LISS-I, II, III-এর মধ্যে LISS-III-এর Spatial Resolution LISS-I, II-এর থেকে ভালো।

[i] Swath = TFOV × Height, [ii] Height = $\frac{\text{Swath}}{\text{TFOV}}$

[iii] TFOV = $\frac{\text{Swath}}{\text{Height}}$

3. RADIOMETRIC RESOLUTION:

সংজ্ঞা: **Radiometric resolution is the dynamic range of the data.** সুতরাং, কোনও লক্ষ্যবস্তু থেকে যে পরিমাণ শক্তি ডিটেক্টর গ্রহণ করে, তাকে Grey value-র বিভিন্ন ভাগে বিভক্ত করে লক্ষ্যবস্তুকে সঠিকভাবে চিহ্নিত করে। **Grey Value range** যত বেশি **Radiometric Resolution**-ও তত ভালো হবে। এই **Resolution** সাধারণত কম্পিউটারের মূল্যের উপর নির্ভর করে যার সঙ্গে আবার বিট (Bit), বাইট (Bytes) সম্পর্কিত, তাই **8 bit data**-র **Radiometric Resolution 6 bit data**-র চেয়ে ভালো।

4. TEMPORAL RESOLUTION:

সংজ্ঞা:

[i] কোনও উপগ্রহের ভূ-পৃষ্ঠের কোনো নির্দিষ্ট বস্তু, ক্ষেত্র বা উপাদানের তথ্য সংগ্রহের পুনরাবৃত্তির (repetition) সময়কে বলা হয় Temporal Resolution। অন্যভাবে বলা যায় স্যাটেলাইট যে স্থান থেকে তথ্য সংগ্রহের কাজ শুরু করে সেই স্থানে আবার যতদিন পরে এসে পুনরায় তথ্য সংগ্রহ করে থাকে সেই সময়কে বলা হয় Temporal Resolution.

[ii] কোনও উপগ্রহের ভূ-পৃষ্ঠের কোনও নির্দিষ্ট বস্তু, অঞ্চল বা উপাদানের ফটো তোলার মধ্যকার ব্যবধানকে টেম্পোরাল রিজোলিউশন (Temporal Resolution) বলে। এটি নির্ভর করে স্যাটেলাইটের উচ্চতা (Height) এবং পথপ্রস্থ (Swath)-এর উপর। যত কম দিন অন্তর একই স্থানে পুনরায় তথ্য সংগ্রহ করবে তত Temporal Resolution ভালো হবে।

উদাহরণ:

Satellites	Temporal Resolution	Remarks
Landsat - 4, 5	16 Days	সুতরাং Landsat-1, 2, 3 —এর থেকে Landsat-4,5 —এর টেম্পোরাল রিজোলিউশন ভালো
Landsat - 1, 2, 3	18 Days	
IRS-IA, IB	18 Days	
IRS-IC/ID	24 Days	

১। বর্ণালীগত বিভেদন ও স্থানিক বিভেদন-এর মধ্যে পার্থক্য (Difference between Spectral & Spatial Resolution):

CHAPTER 11

উপগ্রহের কক্ষপথের বৈশিষ্ট্য

SATELLITE ORBITAL CHARACTERISTICS

১। উপগ্রহ (Satellite) কী ?

উপগ্রহ হল এমন একটি বস্তু যা নির্দিষ্ট পথে গ্রহের চারিদিকে ঘুরতে থাকে।
(Satellites are objects that travel in a definite path around a parent planet).
ইংরেজিতে স্যাটেলাইট (Satellite) শব্দটি একটি ফরাসি শব্দ যার অর্থ প্রহরী (Guard) অথবা অভিভাবক।

২। উপগ্রহের প্রকারভেদ (Types of satellite):

উপগ্রহ সাধারণত দুই প্রকারের হয়—

❶ প্রাকৃতিক উপগ্রহ (Naturel Satellite)— চাঁদ (Moon) হচ্ছে পৃথিবীর একমাত্র প্রাকৃতিক উপগ্রহ।

❷ কৃত্রিম উপগ্রহ (Artificial Satellite)— Indian Remote Sensinng Satellite (IRS-Series) এবং INSAT-Series হল ভারতের কৃত্রিম উপগ্রহ।

৩। ORBITAL CHARACTERISTICS:

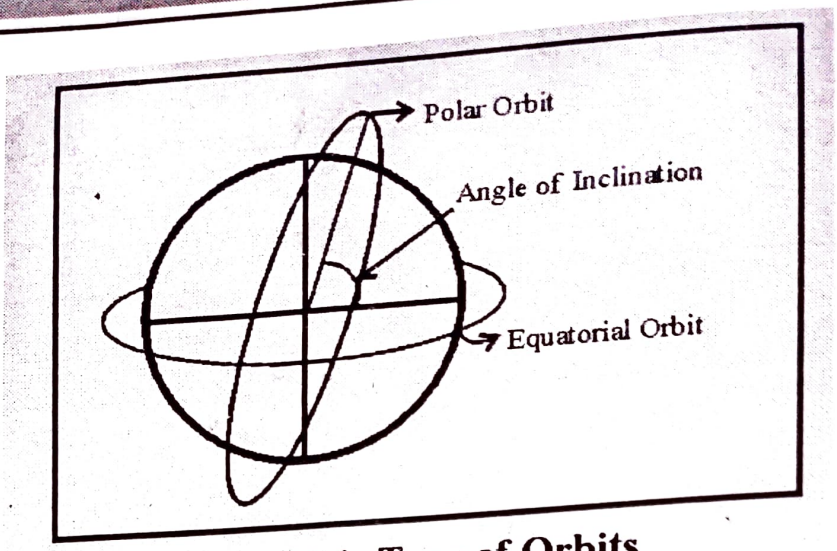


Fig. 11.1: Type of Orbits

২। বিভিন্ন প্রকার কৃত্রিম উপগ্রহ (Defferent types of Artificial satellites)

দূর-সংবেদনে ব্যবহৃত কক্ষপথগুলিকে তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়। যথা—

1. জিও-স্টেশনারী স্যাটেলাইট।
2. সান-সিন্‌ক্রোনাস স্যাটেলাইট।
3. সেমি-সিন্‌ক্রোনাস স্যাটেলাইট।

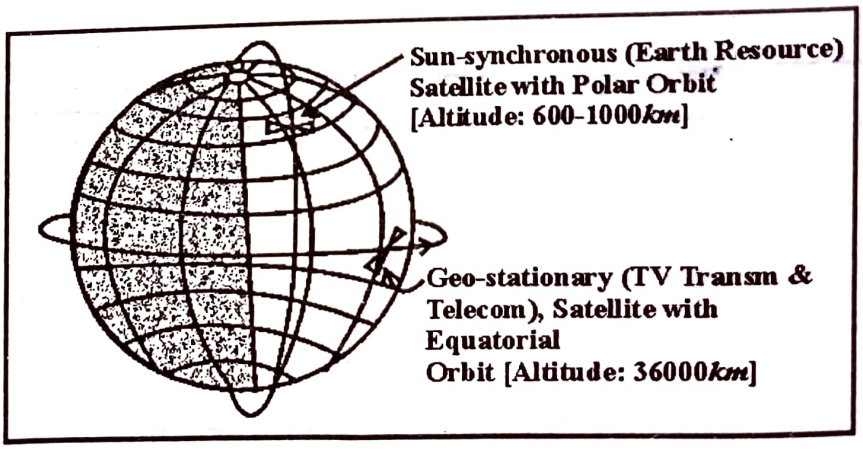


Fig. 11.2: Type of Satellites in the Space

১। জিও-স্টেশনারী স্যাটেলাইট

সংজ্ঞা: কৃত্রিম উপগ্রহের পরিক্রমণকাল যদি পৃথিবীর আহ্নিক গতির পর্যায়কালের সমান অর্থাৎ 24 ঘন্টা হয় তাহলে পৃথিবীর থেকে উপগ্রহটিকে একই স্থানে স্থির আছে বলা হয়। এই উপগ্রহকে ভু-সমলয় উপগ্রহ বা জিও-স্টেশনারী স্যাটেলাইট (Geo-Stationary Satellite) বলা হয়। এই উপগ্রহের কক্ষপথকে Parking Orbit বলে।

জিও-স্টেশনারী উপগ্রহের বৈশিষ্ট্য

[i] এই উপগ্রহগুলি বেশ উঁচু আকাশে প্রেরণ করা হয়। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে প্রায় 36000 কিমি উপরে এই উপগ্রহ উৎক্ষিপ্ত হয় এবং সেখানে অবস্থান করে।

[ii] নিরক্ষীয় অঞ্চলের নিকটববর্তী স্থানে অবস্থান করে এই উপগ্রহগুলি পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে।

[iii] পৃথিবী যেদিকে আবর্তন করে, সমলয়ে এরাও সেই দিক আবর্তন করে।

[iv] একই জায়গায় অবস্থান করে এইসব উপগ্রহ প্রতি ঘন্টায় বহু চিত্র সংগ্রহ করে পাঠায়; ধারাবাহিক চিত্র সরবরাহের ফলে উপগ্রহগুলি ঝড়ের গঠন ও গতি-প্রকৃতি সম্বন্ধে তাৎক্ষণিক চিত্র আবহবিদদের কাছে পৌঁছে দেয়। ফলে আবহবিদদের পক্ষে বায়ুমন্ডল সম্পর্কে তথ্য পরিবেশন ও আবহাওয়ার পূর্বাভাস দেওয়া সহজ হয়।

[v] এই উপগ্রহগুলি অত্যন্ত উপরের আকাশে অবস্থান করার দরুণ একটি গোলার্ধের সম্পূর্ণ আবহাওয়া চিত্র সংগ্রহ করে প্রেরণ করতে পারে।

[vi] বিশাল এলাকার চিত্র একই সঙ্গে সরবরাহ করার ফলে নিখুঁতভাবে চিত্র এতে পাওয়া যায় না (কারণ— Spatial resolution 1*Km* or more than)। চিত্র বিবরণ সরবরাহে কিছু ঘাটতি থেকে যায়।
উদাহরণ— INSAT Series Satellite (India) ।

N.B. সাম্প্রতিককালে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র যে উন্নত প্রযুক্তি প্রয়োগ করে নতুন GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) উপগ্রহ তৈরি করে পাঠিয়েছে তার বিবরণ ও তথ্যচিত্রে ঘাটতি থাকছে না।

❷ সান-সিন্‌ক্রোনাস স্যাটেলাইট:

সংজ্ঞা: যে কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীকে উত্তর থেকে দক্ষিণে অথবা দক্ষিণ থেকে উত্তরে প্রদক্ষিণ করে এবং প্রতিবার উত্ত মেরু অথবা দক্ষিণ মেরুর নিকটবর্তী হয়ে দিনে গড়ে 14 বার পৃথিবীকে পরিক্রমণ করে তথ্য সংগ্রহ করে তাকে সান সিন্‌ক্রোনাস স্যাটেলাইট (Sun-synchronous Satellites) বলে।

➡ সান-সিন্‌ক্রোনাস উপগ্রহের বৈশিষ্ট্য:

[i] এই উপগ্রহগুলি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে প্রায় 600-1000 কি.মি. উঁচুতে অবস্থানরত।

[ii] এক মেরু থেকে অপর মেরু পরিক্রমণ করার জন্য এই উপগ্রহগুলি এক বিশেষ ফালিবিশিষ্ট চিত্রাবলি প্রেরণ ক উপগ্রহের নিচে অবস্থিত আবহাওয়ামন্ডলের মেঘ ও অন্যান্য বৈশিষ্ট্যের সচিত্র বিবরণ এর থেকে পাওয়া যায়

[iii] এই উপগ্রহের পরিক্রমণ পথ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বেশি উঁচু না হওয়ার জন্য সংগৃহীত চিত্রে আবহাওয়ামন্ডলের বিষয় এবং অন্যান্য তথ্যের বিষয়গুলির বিবরণ চিত্রিত থাকে। বিষয়বস্তুর পুঙ্খানুপুঙ্খ বিবরণ থাকার ফলে এইসব উপগ্র সংগৃহীত চিত্রগুলি অতি মূল্যবান ও গুরুত্বপূর্ণ।

[iv] এই উপগ্রহগুলি পৃথিবীর সম্পদ জরিপ ও নিয়ন্ত্রণ (Earth Resource Survey and Monitoring) করে তথা সং করে (High Resolution যুক্ত)।

[v] নিয়মিত সময়ের ব্যবধানে পৃথিবীর প্রতিচ্ছবি তোলা হয় এই উপগ্রহের দ্বারা (একই অক্ষাংশে একই স্থানীয় স তথ্য সংগ্রহ করে সর্বদা)।

[vi] উদাহরণ—

[*a*] IRS Series Satellite (ISRO-India)
[*b*] SPOT Series Satellites (France)
[*c*] LANDSAT Series Satellites (NASA-USA)

৩। সূর্য-তুল্যকালীক ও ভূ-সমলয় উপগ্রহের পার্থক্য (Different between Sun-Synchronous and Geostationary Satellite).

Sun-Synchronous Satellite	Geo-Stationary Satellite
[i] যে সকল কৃত্রিম উপগ্রহগুলি সূর্যের আপাত কোণের সাথে সামঞ্জস্য রেখে উত্তর থেকে দক্ষিণ মেরু কক্ষপথে পরিক্রমণ করে চলেছে তাদের সূর্য তুল্যকালীক উপগ্রহ (Sun-Synchronous Satellite) বলে।	[i] যে সকল কৃত্রিম উপগ্রহগুলি পৃথিবীর কোনও একটি স্থানের সাপেক্ষে সামঞ্জস্য রেখে পৃথিবীর আবর্তন গতির সমান সময়ে (24 ঘন্টা) পৃথিবীর চারপাশে পশ্চিম থেকে পূর্ব দিক ঘুরে চলেছে তাদের ভূ-সমলয় উপগ্রহ (Geo-Stationary Satellite) বলে।
[ii] এই উপগ্রহগুলি পৃথিবী থেকে 600-1000 কিমি উচ্চতায় পৃথিবীর উভয় মেরু বরাবর আবর্তন করে চলেছে। এজন্য একে Near Polar Satellite বলে।	[ii] এই উপগ্রহগুলি পৃথিবীর থেকে 36000 কিমি উচ্চতায় নিরক্ষীয় তল বরাবর একটি বৃত্তাকার কক্ষপথে স্থাপন করা হয়। এজন্য একে Eduitorial Orbital Satellite বলে।
[iii] পৃথিবীর ভূসম্পদ পর্যবেক্ষণের জন্য উপগ্রহগুলিকে এই কক্ষপথে প্রতিস্থাপন করা হয়।	[iii] এই উপগ্রহগুলি আবহাওয়া ও টেলিযোগাযোগের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।
[iv] উত্তর থেকে দক্ষিণ মেরু কক্ষপথে 600*Km* থেকে 1000*Km* উচ্চতায় নিম্নলিখিত কৃত্রিম সূর্য-তুল্যকালীক উপগ্রহ রয়েছে। যথা— * IRS Series Satellite (ISRO-India) * SPOT Series Satellite (France) * LANDSAT Series Satellite (NASA-USA)	[iv] বর্তমানে নিরক্ষীয় তল বরাবর 36000 কিমি উচ্চতায় 40,000 কৃত্রিম ভূ-সমলয় উপগ্রহ আছে। যথা— * INSAT (INDIA) * GMS (JAPAN) * GOES-E (USA) * GOES-W (USA) * METEOSAT (ESA-ইউরোপ) * METEOR (USSR- রাশিয়া)

৪। আধা-তুল্যকালীক উপগ্রহ (Semi-Synchronous Satellite)

এছাড়া ব্যবহারিক দিক থেকে উপগ্রহকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়—

[*a*] Spy satellite

[*b*] Communication satellite

[a] Spy satellite: বিভিন্ন দেশে প্রতিরক্ষার কাজে যে সব উপগ্রহগুলি ব্যবহার করা হয় তাদের Spy satellite বলে।

➡ **উদাহরণ:** উপসাগরীয় যুদ্ধে আমেরিকা ও ইরাক ব্যাপকভাবে Spy satellite ব্যবহার করেছিল।

➡ **Function:** Spy satellite-গুলির আয়ুষ্কাল ব্যবহারের বা তথ্যের গুণগত মানের উপর নির্ভর করে বিভিন্ন সময়ে হয়। এই satellite-গুলি মূলত যে সকল তথ্যগুলি সরবরাহ করে।

[*i*] শত্রুপক্ষের সেনাবাহিনীর গতিপ্রকৃতি।

[*ii*] Tanker-এর অবস্থান।

[*iii*] Radar-এর অবস্থান।

[*iv*] মিসাইলের গতি প্রকৃতি সংক্রান্ত।

[b] Communication satellite: বিশ্বের বিভিন্ন প্রান্তের সঙ্গে তথ্যের আদান-প্রদান ও যোগাযোগ করার জন্য যে সকল উপগ্রহগুলি ব্যবহার করা হয়ে থাকে তাকে Communication satellite বলে।

➡ **উদাহরণ**—INSAT

➡ **Function:** [*i*] বিশ্বের বিভিন্ন দেশের সঙ্গে ব্যবসা বাণিজ্য করার জন্য।

[*ii*] সংবাদ আদান-প্রদানের জন্য।

[*iii*] জাহাজের গতিপথ নির্ণয় সংক্রান্ত।

[*iv*] বিশ্বের বিভিন্ন স্থানের সঠিক অবস্থান নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।

৩। দূর-সংবেদন ব্যবস্থার সুবিধা (Advantages of Remote Sensing System)

➡ স্যাটেলাইট ইমেজারির-সুবিধা

1. রিমোট সেন্সিং প্রযুক্তিবিদ্যা প্রয়োগ করে পৃথিবীর বিস্তীর্ণ অঞ্চলের তথ্য এর ব্যবহার দ্বারা খুব কম সময়ে ও সস্তায় সংগ্রহ করা সুবিধা।
2. ভূ-পৃষ্ঠের দুর্গম ও দুর্ভেদ্য এলাকায় এই প্রযুক্তির সাহায্যে প্রয়োজনীয় তথ্য সংগ্রহ করা যায়।
3. রাতের অন্ধকারে, আবহাওয়ার প্রতিকূল অবস্থায় মাইক্রোওয়েভ সংবেদক (Microwave Sensor)-এর সাহায্যে অতি সহজে তথ্য সংগ্রহ করা যায়।
4. দূর-সংবেদন ব্যবস্থায় ভূ-পৃষ্ঠের তথ্যগুলো সংবেদকে সংখ্যার (Digital) আকারে সংগৃহীত হয় বলে অনেক তথ্য সংগ্রহ করা যায় এবং কম্পিউটারের সাহায্যে বিশ্লেষণও করা যায়।
5. উপগ্রহচিত্রে তড়িৎ-চৌম্বকীয় তরঙ্গের বিভিন্ন ব্যান্ড (Band) ব্যবহার করে ভূমি ও জলের তলদেশের অবস্থাও জানা যায়।
6. এই প্রযুক্তির দ্বারা কোনও নির্দিষ্ট অঞ্চলের ছবি কয়েক দিনের ব্যবধানে পর-পর তোলা হয় অর্থাৎ তথ্য সংগ্রহ করা হয় বলে ওই নির্দিষ্ট অঞ্চলের প্রাকৃতিক ও আঞ্চলিক পরিবর্তন সহজে বোঝা যায়। এর ফলে পরিকল্পনা গ্রহণের সুবিধা হয়।
7. উপগ্রহ চিত্রের মাধ্যমে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায় এবং বিভিন্ন দেশের সাথে সরাসরি যোগাযোগ স্থাপন করা যায়।
8. উপগ্রহ চিত্রগুলিতে ছদ্মরঙ (FCC) ব্যবহার করা যায় বলে ভূ-পৃষ্ঠের বিভিন্ন বস্তুকে পৃথকভাবে চিহ্নিত করা যায়।

৩। দূর-সংবেদন ব্যবস্থার অসুবিধা (Disadvantages of Remote Sensing System):

স্যাটেলাইট ইমেজারির-অসুবিধা

1. রিমোট সেন্সিং ব্যবস্থায় একসঙ্গে বৃহৎ অঞ্চলের তথ্য সংগ্রহের ফলে অনেক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বৈশিষ্ট্য সংগৃহীত হয় না।
2. মেঘাচ্ছন্নতা ও বায়ুমন্ডলীয় প্রতিবন্ধকতাকে সবসময় দূরীভূত করতে পারে না।
3. ভূ-পৃষ্ঠের একই রকম দু'টি বস্তুকে পৃথকভাবে চিহ্নিত করার ক্ষেত্রে অসুবিধার সৃষ্টি হয়।
4. রিমোট সেন্সিং ব্যবস্থায় সংগৃহীত সকল বস্তুর ত্রি-মাত্রিক (Sterovision) রূপ পাওয়া যায় না।
5. এই ব্যবস্থায় প্রাথমিক ব্যয় বেশি বলে পৃথিবীর সকল দেশে এই ব্যবস্থার প্রচলন হয় নি।

৪। দূর-সংবেদন প্রযুক্তির প্রয়োগ বা ভূগোলে উপগ্রহ প্রক্রিয়ার ব্যবহাব (Application of Remote Sensing Technology or Use of Satellite Process in Geography)

ভূগোলে ব্যাপকভাবে উপগ্রহ প্রক্রিয়ার ব্যবহার লক্ষ্য করা যায়। বর্তমানে কৃত্রিম উপগ্রহের মাধ্যমে ভূ-পৃষ্ঠের যে আলোকচিত্র পাওয়া যাচ্ছে সে-সমস্ত চিত্রগুলিকে পরিবেশ বিজ্ঞান ও আবহাওয়া বিজ্ঞানী, বিশেষজ্ঞদের কর্ম প্রচেষ্টায় এক নতুন গতি প্রদান করেছে। মানব কল্যাণে এইসব চিত্র থেকে পাওয়া তথ্য ব্যবহার করা হচ্ছে। বিমান চিত্র (Air photo) এবং উপগ্রহচিত্র (Satellite)-র ভূগোলের বিভিন্ন শাখায় কীভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে তার উপর আলোকপাত করা হল —

[i] ভূমিরূপ এবং ভূমির ব্যবহারে ও শ্রেণিবিভাগে।
[ii] আবহাওয়া বিজ্ঞানে ব্যবহার।
[iii] জলসম্পদ নির্ধারণ করা।
[iv] মৃত্তিকার জরিপ মানচিত্র এবং তার ব্যবহার।
[v] প্রাকৃতিক উদ্ভিদ চিত্র এবং তার ব্যবহার।
[vi] কৃষি জমির বিভিন্ন চরিত্র ও শস্যের বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ।
[vii] পরিবেশ প্রত্যক্ষণ এবং পর্যবেক্ষণগত ব্যবহার।
[viii] যাতায়াত এবং যোগাযোগগত ব্যবহার।
[ix] শিল্পাঞ্চল সনাক্তকরণ এবং তার ব্যবহার।
[x] ভূ-সম্পদের পরিমাণ ও মূল্যায়নকরণ এবং তার ব্যবহার।
[xi] জনবসতির বৈশিষ্ট্য সনাক্তকরণ এবং তার ব্যবহার।
[xii] খনিবিদ্যার বিভিন্ন বিষয়ে প্রয়োগ।
[xiii] সম্পদ সমীক্ষা এবং আলোকচিত্র গ্রহণের সাহায্যে যে তথ্য সংগ্রহ করা হয় তার বিশ্লেষণ ও ব্যবহার।
[xiv] বিভিন্ন আঞ্চলিক পরিকল্পনা গ্রহণে ব্যবহার।
[xv] মানচিত্র তৈরির কাজে ব্যবহার।
[xvi] সামুদ্রিক পরিবেশ আলোচনায় ব্যবহার।
[xvii] পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের স্থানিক বিশ্লেষণ।

CHAPTER 18

ভৌগোলিক তথ্য প্রণালীর পরিচিতি

INTRODUCTION TO GIS

১। জি. আই. এস.-এর ধারণা (Concept of GIS)

আধুনিক যুগ তথ্য ও প্রযুক্তির যুগ। কোনও দেশের সার্বিক উন্নয়নের জন্য তথ্য ও প্রযুক্তির ব্যবহার অত্যন্ত প্রয়োজন। তথ্য ও প্রযুক্তির ব্যবহার ব্যতিরেকে কোনও দেশের উন্নতি আজ আর সম্ভব নয়। তথ্য ও প্রযুক্তি ব্যবহারের মাধ্যমে সঠিক পরিকল্পনা ও উন্নয়ন ছাড়া কোনও দেশ কাঙ্খিত অগ্রগতি অর্জন করতে পারে না। আজ যে দেশ যত বেশি তথ্য প্রযুক্তির দিকে ধাবিত হচ্ছে, সেই দেশ তত বেশি উন্নতির দিকে অগ্রসর হচ্ছে। বিশ্বের উন্নত দেশগুলো তথ্য ও প্রযুক্তির ব্যবহার করে আজ উন্নতির চরম শিখরে আরোহণ করেছে। আর এই তথ্য প্রযুক্তির ব্যবহারের মধ্যে দিয়ে উন্নত বিশ্বের দেশসমূহ সঠিক পরিকল্পনা গ্রহণের জন্য ব্যবহার করছে "ভৌগোলিক তথ্য পদ্ধতি" বা Geographic Information System বা GIS।

২। জি.আই.এস.-এর সংজ্ঞা (Definition of GIS)

➔ Generic Definition of GIS:

GIS কথাটিকে বিভাজন করে সংজ্ঞা দেওয়া যায়—

G = Geographic = Spatially referenced data (দৈশিকভাবে উল্লেখিত তথ্য)।

I = Information = Data processed into a useable from (তথ্যের ব্যবহারিক রূপের পদ্ধতি)।

S= System = A framwork for manipulating, quering, analyzing and disminating (একটি কাঠামো চালানো, অনুসন্ধান, বিশ্লেষণ এবং তথ্যের বিস্তারের জন্য।)

➔ GIS-এর সর্বজনগ্রাহ্য সংজ্ঞা:

"GIS is a decision Support System Comprising of Computer hardware, Software, geographic data. Personal designed of efficiently capture, store, manipulate analysis and display all from of Spatial and non spatial or attribute data for better management of geographical area."

P. A. Burrough (1986)-এর মতে GIS-এর সংজ্ঞা:

"A Set of tools for Collecting, Storing, retrieving at will transforming and displaying Spatial data from the real world for a particular Set of Purposes" অর্থাৎ, উপাত্ত সংগ্রহ, সংরক্ষণ, পুনরুদ্ধারকরণ, কাজের জন্য জি.আই.এস. হচ্ছে একগুচ্ছ যন্ত্রাংশ, যা নির্দিষ্ট উদ্দেশ্য পূরণের নিমিত্তে বাস্তব পৃথিবীর তথ্য স্থানান্তর ও উপস্থাপন করে।

D. W. Rhind (1989)-এর মতে GIS-এর সংজ্ঞা:

"GIS is a Computer System that can hold and use data describing places on the Earth's Surface" অর্থাৎ, জি. আই. এস. হচ্ছে একটি কম্পিউটার পদ্ধতি যা পৃথিবী-পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানের উপাত্ত ধারণ ও ব্যবহারের বর্ণনা দেয়।

বিজ্ঞানী Stefanovice (1989)-এর মতে GIS-এর সংজ্ঞা:

"GIS হল একটি ব্যবস্থা যার সাহায্যে বিভিন্ন পরিসংখ্যানকে ধারণ, সংরক্ষণ, পরীক্ষা, পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয়, ব্যাখ্যা ও সর্বোপরি মানচিত্রের আকারে নির্দেশ করার পদ্ধতি যা কম্পিউটারের সফ্‌টওয়্যার দ্বারা পরিচালিত হয়।"

অন্যান্য সংজ্ঞা:

জি.আই.এস. (GIS) হল উপাত্ত সংগ্রহ, সংরক্ষণ, সংস্করণ, সমন্বয় ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে একটি তথ্য ব্যবস্থাপনা গড়ে তোলা এবং তার আলোকে ভৌগোলিক অবস্থানের মানচিত্র উপস্থাপন করার সুনির্দিষ্ট পদ্ধতি।

২। জি.আই.এস.-এর দৃষ্টিভঙ্গি (Approaches of GIS)

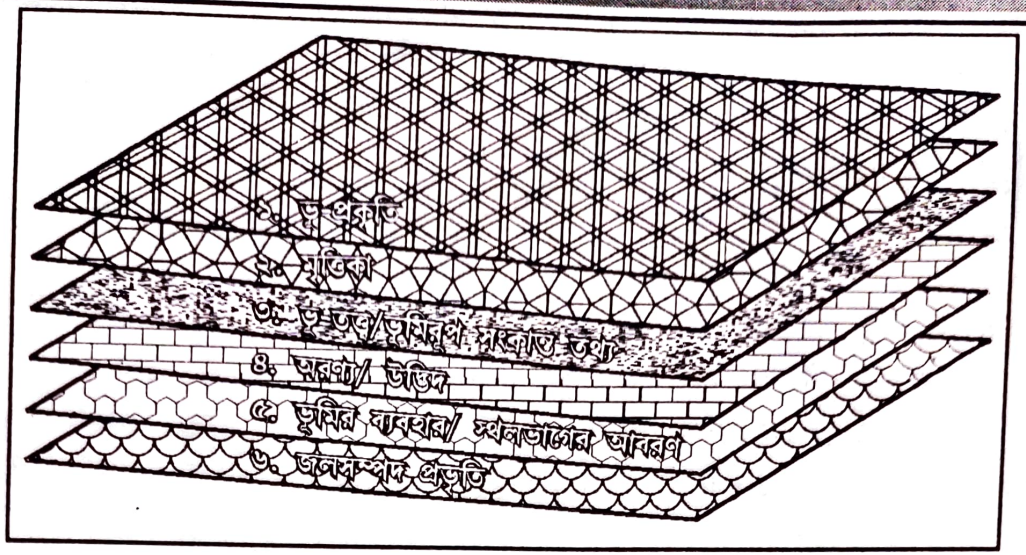


Fig.: 18.2: জি. আই. এস. তথ্য সংগ্রহ

২। ভৌগোলিক তথ্য পদ্ধতির গঠনগত উপাদান (Structural Components of Geographical Information System)

জি.আই.এস. (GIS) প্রযুক্তি প্রয়োগের জন্য যা যা প্রয়োজন হয় তাই হল জি.আই.এস.-এর গঠনগত উপাদান। ইহা সম্পূর্ণ কম্পিউটার নির্ভর পদ্ধতি কারণ বিভিন্ন বিষয়বস্তু থেকে সংগৃহীত উপাত্তগুলো কম্পিউটারের সাহায্যে সংস্করণ, বিশ্লেষণ করে তার বাস্তব প্রয়োগ ঘটানো হয়। যদিও এর উপাদান নিয়ে বিশেষজ্ঞদের মধ্যে মতভেদ আছে। জি.আই.এস.-এর উপাদান পাঁচটি। যথা—

1. কম্পিউটার হার্ডওয়্যার (Computer Hardware)
2. কম্পিউটার সফ্‌টওয়্যার (Computer Software)
3. স্থানিক উপাত্ত ও অস্থানিক উপাত্ত (Spatial data and Non-Spatial data)
4. উপাত্ত ভিত্তি (Data Base)
5. মানুষ (MAN/People/User. Lifeware)

নিচে জি.আই.এস. (GIS)-এর গঠনগত উপাদানসমূহ আলোচনা করা হল—

➧ কম্পিউটার হার্ডওয়্যার (Computer Hardware):

জি.আই.এস. প্রযুক্তি কম্পিউটার ছাড়া চিন্তা করা যায় না। কম্পিউটার অনেকগুলো বৈদ্যুতিক যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত। এ যন্ত্রাংশের কোনও একটা অচল হলে সম্পূর্ণ সিস্টেম বন্ধ হয়ে যায়। এক্ষেত্রে কম্পিউটারের হার্ডওয়্যার জি.আই.এস.-এর প্রধানতম উপাদান।

Fig. 18.3

B. আউটপুট ডিভাইস (Output Device): কম্পিউটারে সংগৃহীত উপাত্ত প্রক্রিয়াজাত হয়ে যে সকল ডিভাইসের মাধ্যমে ফলাফল রূপে কম্পিউটার ব্যবহারকারীর সামনে উপস্থাপিত হয় সেই সকল ডিভাইসকে আউটপুট ডিভাইস বলে। যেমন— [i] মনিটর [ii] প্রিন্টার [iii] স্পিকার [iv] মাইক্রোফিল্ম

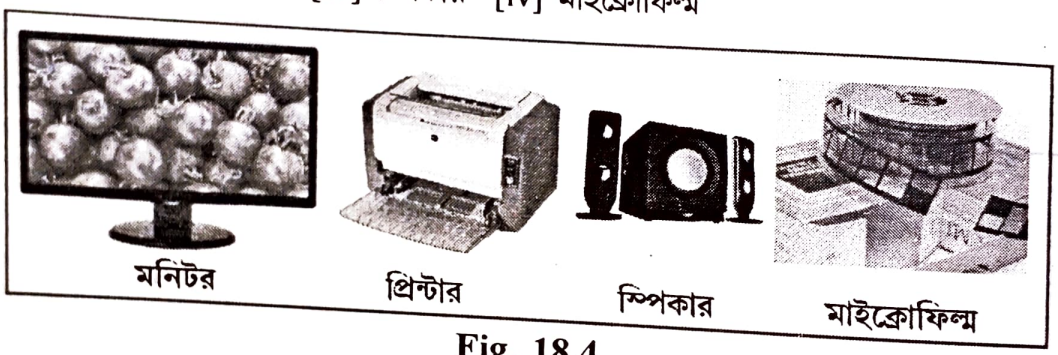


Fig. 18.4

C. সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিট (Central Processing Unit or CPU): সেন্ট্রাল প্রসেসিং ইউনিটকে কম্পিউটারের ব্রেন বলা হয়। এই অংশ কম্পিউটারের সকল কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে। এই ইউনিটের ডিভাইসগুলি হল—
[i] মাদার বোর্ড [ii] প্রসেসর [iii] এজিপি কার্ড [iv] সাউন্ড কার্ড

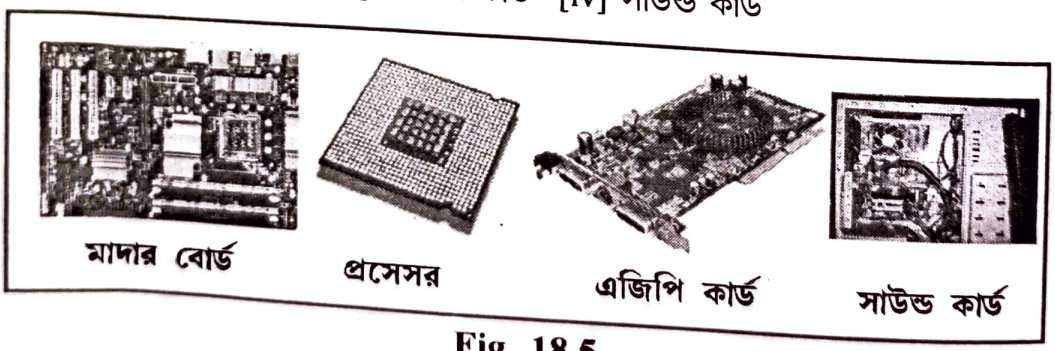


Fig. 18.5

D. মেমোরি ইউনিট (Memory Unit): কম্পিউটারে তথ্য সংরক্ষণ করার জন্য প্রয়োজন হয় মেমোরি ইউনিটের। মেমোরি ইউনিট দুই প্রকার। যথা—

[i] প্রাইমারি মেমোরি (র‍্যাম-RAM অথবা Random Access Memory): র‍্যাম কম্পিউটারের অন্যতম স্মৃতি ভান্ডার। র‍্যামে তথ্য জমা থাকে। এতে ইচ্ছামতো তথ্য লেখা, পড়া, মোছা বা সংশোধন করা যায়। তিন ধরনের র‍্যাম ব্যবহার হয়। যথা— [a] SD-RAM [b] RD-RAM [c] DDR-RAM

[ii] সেকেন্ডারী মেমোরি (হার্ডডিস্ক-HDD or Hard Disk Drive): হার্ডডিস্ক হল কম্পিউটারের একটি স্থায়ী সংরক্ষক ডিভাইস। এর ভেতরে তথ্য সংরক্ষণের জন্য অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি শক্ত গোলাকার চাকতি থাকে বাজারে 40, 60, 80, 160 গিগাবাইট বা এর অধিক ধারণ ক্ষমতার হার্ডডিস্ক পাওয়া যায়।

কম্পিউটার সফ্‌টওয়্যার (Computer Software):

সংজ্ঞা: হার্ডওয়্যারের কর্মক্ষমতাকে নিয়ন্ত্রণ ও সচল রাখার জন্য কর্ম নির্দেশনা সমৃদ্ধ প্রোগ্রাম বা প্রোগ্রাম সফ্‌টওয়্যার বলে। মূলত হার্ডওয়্যার সমূহের সুপ্ত ক্ষমতাকে জাগ্রত করার জন্য সফ্‌টওয়্যার ব্যবহার করা

সফ্‌টওয়্যারের ধরন:

সাধারণত সফ্‌টওয়্যার (Software) দুই ধরনের হয়। যথা—

[i] সিস্টেম সফ্‌টওয়্যার (System Software): যে সফ্‌টওয়্যারের মাধ্যমে কম্পিউটারের বিভিন্ন যন্ত্রাংশকে নিয়ন্ত্রণের মধ্যে দিয়ে অন্যান্য প্রোগ্রামসমূহকে পরিচালনা করা হয় তাকে সিস্টেম সফ্‌টওয়্যার বলে।

উদাহরণ—

[*a*] মাইক্রোসফ্‌ট উইন্ডোজ [*b*] ইউনিক্স [*c*] লিন্যাক্স

[ii] এ্যাপ্লিকেশন সফ্‌টওয়্যার (Application Software): যে সমস্ত সফ্‌টওয়্যার সুনির্দিষ্ট কাজের সফ্‌টওয়্যারের নিয়ন্ত্রণাধীনে পরিচালিত হয় এবং কম্পিউটার ব্যবহারকারী ল্যাংগুয়েজ ব্যবহার করে ভালোভাবে সম্পাদনের জন্য প্রোগ্রাম রচনা করতে পারে, সেই প্রোগ্রামকে এ্যাপ্লিকেশন সফ্‌টওয়্যার বলে জন্য কম্পিউটারে নির্দিষ্ট কিছু GIS সফ্‌টওয়্যার ইন্সটল করতে হয়। উদাহরণ—

CHAPTER 20

স্থানিক উপাত্তের গঠন বা মডেল
SPATIAL DATA STRUCTURE OR MODELLING

১। জি.আই.এস.-এর উপাত্ত গঠন বা ডাটা মডেল (Data Structure or Data Model of GIS):

ভৌগোলিক তথ্য (Geographic information)-কে জি. আই. এস. প্রযুক্তির দ্বারা মানচিত্রে উপস্থাপন করা হয় বিন্দু (Point), রেখা (Line) ও ক্ষেত্র (Polygon) দ্বারা। তবে এগুলিকে উপস্থাপন করার ক্ষেত্রে জি. আই. এস.-এ কতকগুলি ডাটা মডেল (Data model) বা উপাত্ত গঠন (Data Structure)-এর সাহায্য নেওয়া হয়। যথা—

1. রাস্টার ডাটা স্ট্রাকচার (Raster data Structure)
2. ভেক্টর ডাটা স্ট্রাকচার (Vector data Structure)
3. টিন ডাটা স্ট্রাকচার (Tin data Structure) বা Traingulated Irregular Network (TIN) data Structure.

1 রাস্টার ডাটা স্ট্রাকচার (Raster data Structure):

সংজ্ঞা: কোনও ভৌগোলিক উপাদানকে প্রকাশ করার ক্ষেত্রে কতকগুলি গ্রিড সেল (Grid Cells) অথবা পিক্সেলের দ্বিমাত্রিক (2-dimentional) বিন্যাস দ্বারা যা মূলত Row এবং Column নিয়ে গঠিত হয়, তাকে রাস্টার ডাটা স্ট্রাকচার (Raster data Structure) বলে।

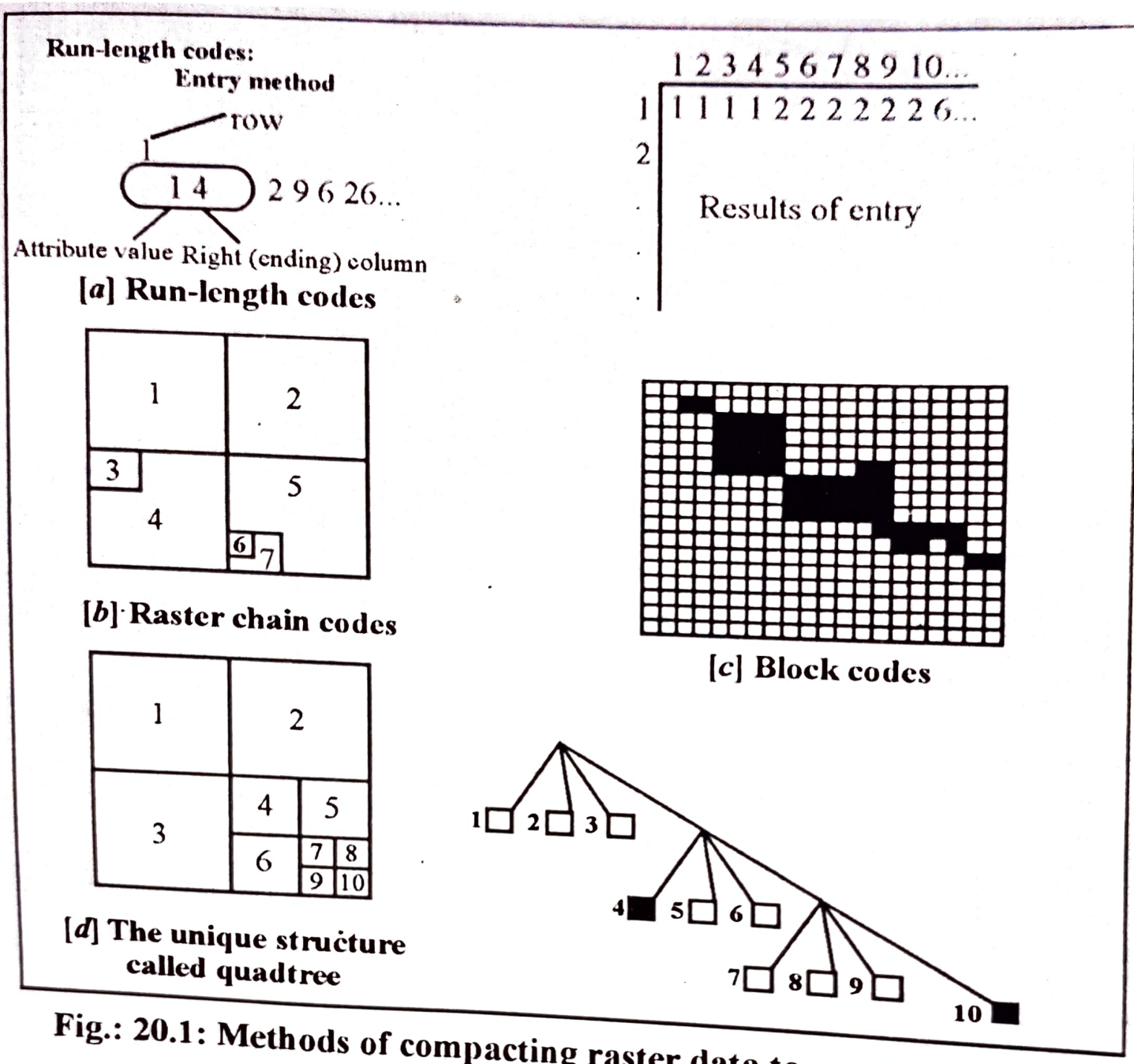


Fig.: 20.1: Methods of compacting raster data to preserve storage

5. ভেক্টর ডাটা গঠনে টোপোলজি তৈরি করা খুব জটিল এবং এটিকে পুনর্বার তৈরি করতে হলে টোপোলজিকে সংশোধন করতে হবে।

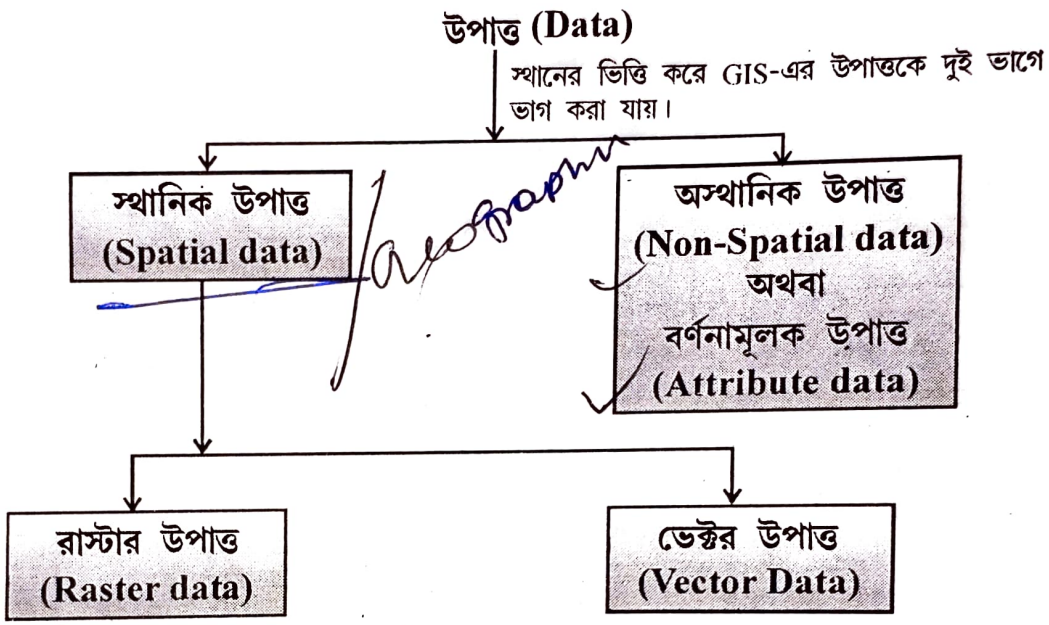
6. ওভারলেয়ারিং অথবা ফিলটারিং প্রভৃতির ক্ষেত্রে ভেক্টর তথ্য গঠন বিশেষ সুবিধাজনক নয়।

৩। রাস্টার ডাটা স্ট্রাকচার এবং ভেক্টর ডাটা স্ট্রাকচারের মধ্যে পার্থক্য (Differences between Raster and Vector data Structure)

রাস্টার ডাটা স্ট্রাকচার (Raster data Structure)	ভেক্টর ডাটা স্ট্রাকচার (Vector data Structure)
[i] রাস্টার ডাটা স্ট্রাকচারে কেন্দ্রবিন্দু (Focus) হল অবস্থান (Location).	[i] ভেক্টর ডাটা স্ট্রাকচারে কেন্দ্রবিন্দু হল Geographic Feature।
[ii] এই পদ্ধতিতে কোনও অবস্থানকে উপস্থাপিত করে Cartesien co-ordinate পদ্ধতির Cell/Pixel (Rows and Columns)-এর সাহায্যে।	[ii] ভেক্টর ডাটা স্ট্রাকচারের Cartesien co-ordinate পদ্ধতির x, y co-ordinate-এর সাহায্যে।
[iii] Raster data Structure-এ কোনও অঞ্চলের সীমানা (Boundary) নির্দিষ্ট করা যায় না।	[iii] Vector data Structure-এ কোনও অঞ্চলের সীমানা (Baundary) সঠিকভাবে ব্যাখ্যা করা যায়।
[iv] রাস্টার ডাটা মডেল কোনও ফিচার (Feature)-কে আয়তক্ষেত্র রূপে উপস্থাপিত করে ফলে সঠিকভাবে আকৃতি (Shape) উপস্থাপিত হয় না।	[iv] ভেক্টর ডাটা মডেল কোনও ফিচার (Feature)-এর আকৃতি (Shape) সঠিকভাবে উপস্থাপিত করে।
[v] রাস্টার ডাটা মডেল কোনও বৃহৎ অঞ্চলের সাধারণ চিত্র অঙ্কনের জন্য বা সাধারণ তথ্য আহরনের জন্য ব্যবহার করা হয়।	[v] উচ্চ মান সম্পন্ন মানচিত্র অথবা যেকোনও নিখুঁত তথ্যের প্রয়োজন হলে ভেক্টর ডাটা মডেল ব্যবহার করা হয়। যেমন— Cadastral Map তৈরিতে।
[vi] এই পদ্ধতিতে জিও-কোর্ডিং (Geo-Cording) সমস্যা নেই।	[vi] এই পদ্ধতিতে জিও-কোর্ডিং (Geo-Cording) সমস্যা আছে।
[vii] এই পদ্ধতির উপর Resolution সম্পূর্ণ নির্ভরশীল।	[vii] এতে Resolution-এর প্রয়োজন নেই।
[viii] এই পদ্ধতির ব্যবহার সাধারণ ও দ্রুত।	[viii] এই পদ্ধতির ব্যবহারে জটিলতা বেশি ও সময়সাপেক্ষ।
[ix] রাস্টার ডাটা গঠনে স্থানিক বস্তুগুলিকে Cell-এর আকারে দেখানো হয়।	[ix] ভেক্টর ডাটা গঠনে স্থানিক বস্তুগুলিকে বিন্দু, রেখা ও ক্ষেত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা হয়।
[x] ডিজিটাইসড উপগ্রহ চিত্র ও এরিয়াল ফটোকে রাস্টার ডাটা গঠনে সরাসরি ব্যবহার করা হয়।	[x] GPS দ্বারা প্রাপ্ত তথ্যকে ভেক্টর তথ্য গঠনে সরাসরি ব্যবহার করা যায়।
[xi] রাস্টার তথ্য গঠনে তথ্য Volume বৃহৎ হয়ে থাকে।	[xi] ভেক্টর তথ্য গঠনে তথ্য Volume-গুলি ছোট হয়।

১। জি.আই.এস.-এর উপাত্ত (Data of GIS)

কম্পিউটারের মাধ্যমে জি. আই. এস. সফ্‌টওয়্যারে কাজ করতে হলে প্রথমে জি.আই.এস.-এর উপাত্ত সম্পর্কে স্বচ্ছ ধারণা থাকতে হবে। উপাত্ত ভুল হলে ফলাফল ভুল আসবে অথবা সঠিক তথ্য মানচিত্রে উপস্থাপন করা সম্ভব হবে না। নিচে জি.আই.এস.-এর উপাত্ত সম্পর্কে আলোচনা করা হল—



➡ স্থানিক উপাত্ত (Spatia data):

সংজ্ঞা: কোনও স্থানের (Lat/Long-এর ভিত্তিতে) স্থানভিত্তিক দৃশ্যমান উপাত্তকে স্থানিক উপাত্ত বলে। সাধারণ স্থানিক উপাত্ত ভূ-পৃষ্ঠের কোনও নির্দিষ্ট স্থানে দৃশ্যমান অবস্থায় থাকে।

উদাহরণ: কোনও স্থানের পাহাড়-পর্বত, নদ-নদী, মৃত্তিকা, খাল-বিল, বাড়ি-ঘর, কৃষি জমি, বনভূমি প্রভৃতি।

উৎস:
[i] সাধারণ জরিপ উপাত্ত (General Surveying data)।
[ii] আকাশ/ বিমান চিত্র (Aerial Photographs)।
[iii] স্যাটেলাইট ইমেজ (Satellite Image)।
[iv] জি.পি.এস. উপাত্ত (GPS Data)।

➡ রাস্টার উপাত্ত (Raster data):

সংজ্ঞা: রাস্টার উপাত্ত বলতে স্যাটেলাইট ইমেজ (Satellite Image) বা স্ক্যান করা মানচিত্র বা কোনও ছবিকে বোঝায়। মূলত রাস্টার ডাটা অনেকগুলি Pixel (Picture of element)-এর সমন্বয়ে গঠিত চিত্র বা ছবি।

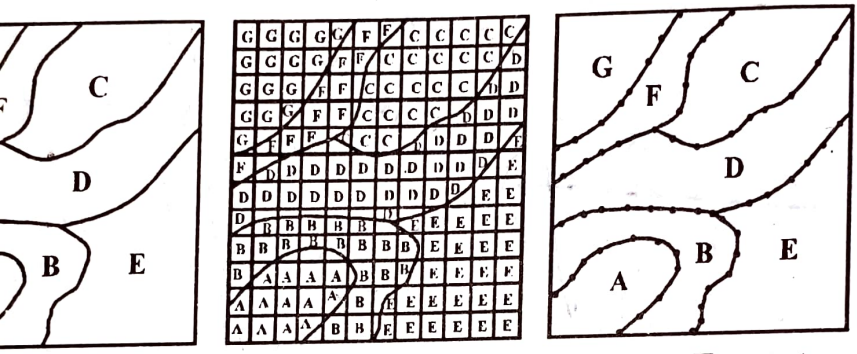
ব্যাখ্যা: রাস্টার মানচিত্রে বা ইমেজ চিত্রের Pixel-এর রং বা ধরনের ভিত্তিতে কোনও ভৌগোলিক উপাত্ত উপস্থাপন করা যায়। প্রতিটি পিক্সেল (Pixel)-এর একটি নির্দিষ্ট মান থাকে। ভূ-পৃষ্ঠের কোনও নির্দিষ্ট অবস্থানের স্থানিক উপাত্তের চিত্র বিমানের সাহায্যে ধারণ করলে বা স্যাটেলাইট ইমেজ নিলে সেটা রাস্টার ডাটা হবে। বস্তুর আলোর প্রতিফলনের উপর নির্ভর করে পিক্সেল (Pixel)-এর রং নির্ধারণ হয়। কোনও ইমেজকে করে বড় (Zoom) করলে ঐ ইমেজের পিক্সেলগুলি দৃশ্যমান হয়। পিক্সেল আসলে কোনও চিত্রের অতি ক্ষুদ্র অংশমাত্র, প্রকৃত অর্থে পিক্সেল (Pixel)-কে কোনও ইমেজের অণু বলতে পারি। লক্ষ লক্ষ পিক্সেলের মাধ্যমে তৈরি হয় একটি ইমেজ চিত্র।

র হয়ে থাকে এবং পিক্সেলগুলি পাশাপাশি অবস্থান করে। পিক্সেলগুলির কাছাকাছি বা দূরে রেজুলেশান (Resolution) বলে। অর্থাৎ কোনও ইমেজে যদি প্রতি ইঞ্চিতে অনুভূমিকভাবে 800 থাকে তবে বলা হয় ইমেজটির রেজুলেশন 800 Pixel/inch। সুতরাং কোনও ইমেজে প্রতি াকবে ইমেজটি তত সুন্দর ও স্বচ্ছ হবে।

on):

য়ন্ট (Point), লাইন (Line) ও পলিগন (Polygon) অঙ্কন করে ভেক্টর ডাটাতে পরিবর্তন

য্যে Line-এর Co-ordinates সংখ্যার হ্রাস করে।



al Line Map Raster Format Vector Format

ig. 21.3: Representation of Original line map in raster and vector format

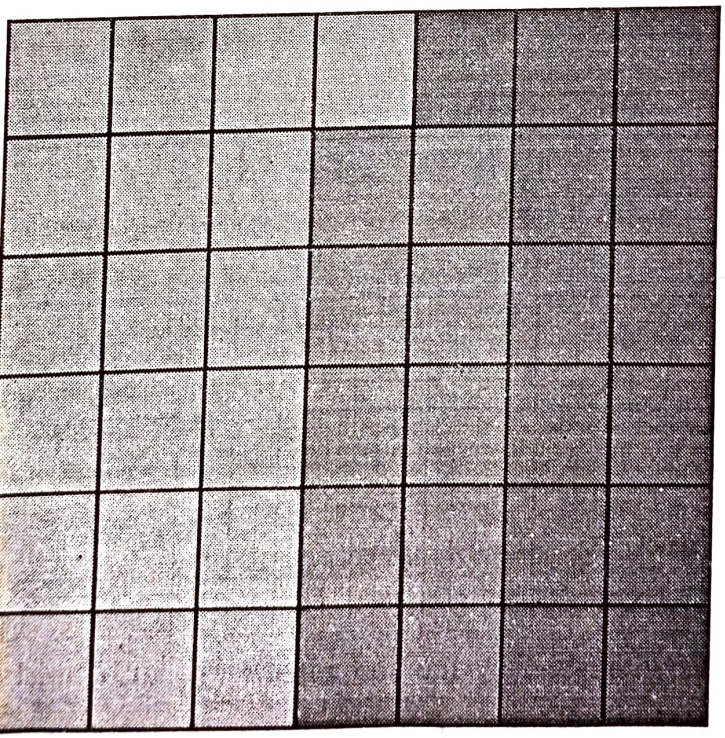


Fig. 21.4: Raster data (Pixel)

data):

লাইন, গ্যাস লাইন প্রভৃতি দেখানো যায়। এবং সব বৈশিষ্ট্য এলাকাকে যেমন—জেলা, ব্লক, বিল, হ্রদ, বনভূমি, মরু অঞ্চল প্রভৃতি পলিগন দ্বারা দেখানো হয়।

জি.আই.এস. সফ্‌টওয়্যারের মাধ্যমে বিন্দু, রেখা ও ক্ষেত্র দ্বারা প্রকাশিত তথ্যের জন্য পৃথক-পৃথক স্তর (Layer) তৈরি হয়। নিচে বিন্দু, লাইন ও পলিগন দিয়ে অঙ্কিত তিনটি ভেক্টর ফিচারের স্তর পৃথক করে দেখানো হল। তিনটি লেয়ারকে একটির উপর অন্যটি প্রতিস্থাপন বা Overlay করায় সমন্বিতভাবে পয়েন্ট, রেখা ও পলিগন একত্রে করে জি.আই.এস. সফ্‌টওয়্যারের মাধ্যমে অনেকগুলি লেয়ার তৈরি করে পূর্ণাঙ্গ মানচিত্র অঙ্কন করা হয় (প্রতিটি লেয়ারের এক একটি নাম দেওয়া হল, লেয়ারের এই নামকে থিমনেম (Theme-Name) বলা হয়।

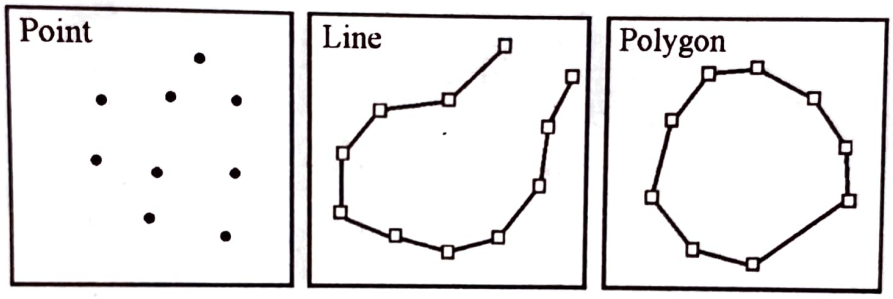


Fig.: 21.5: Vector Data

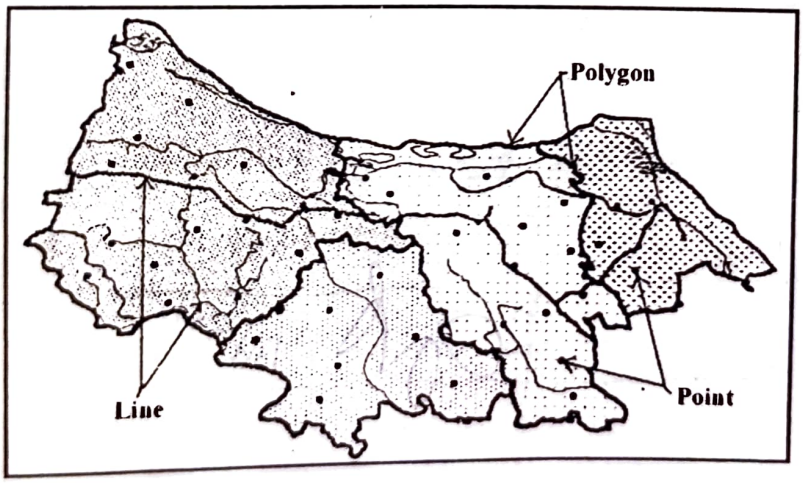


Fig.: 21.6: Vector Data (U.S.A)

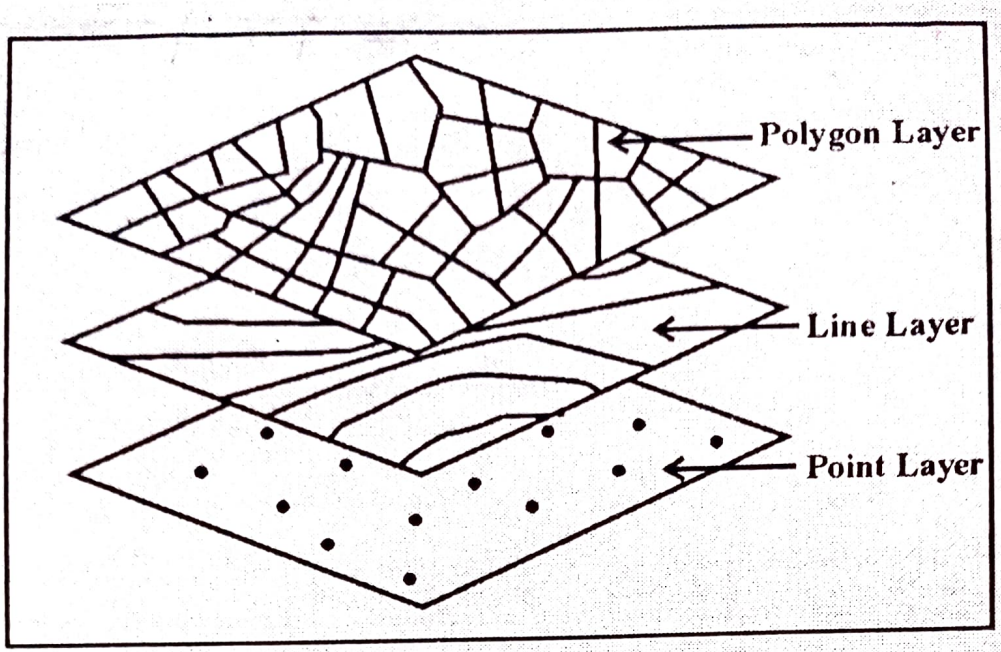


Fig.: 21.7: Vector Data

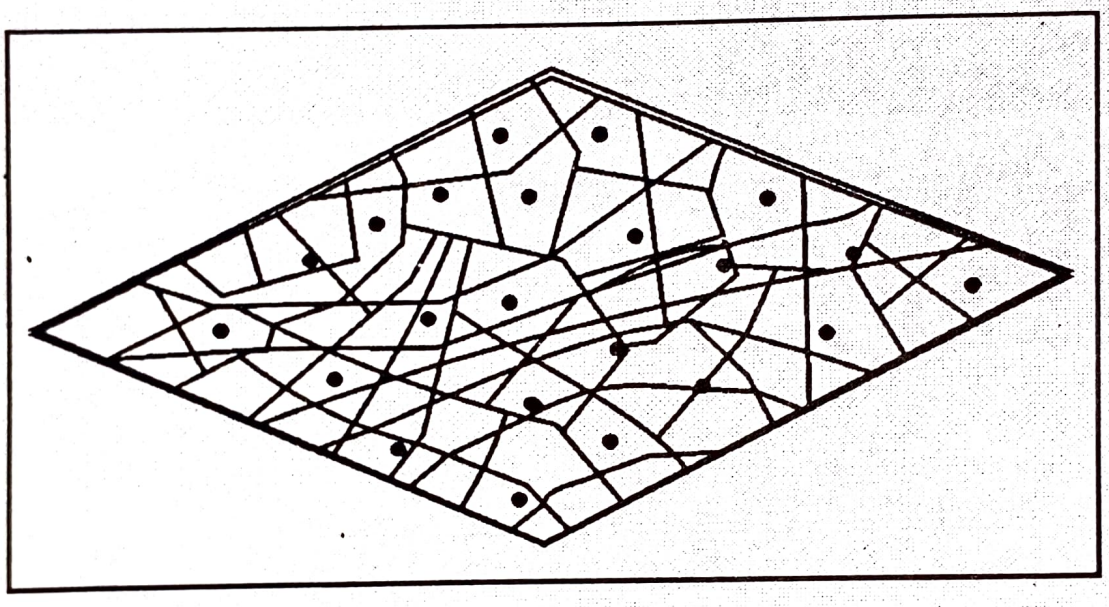


Fig.: 21.8: Vector Data

Attribute data

পাত (Non-Spatial data):

৩। স্থানিক উপাত্ত ও অস্থানিক উপাত্ত বা বর্ণনামূলক উপাত্তের মধ্যে পার্থক্য (Distinguish between Spatial and Non-Spatial or Attribute data)

	স্থানিক উপাত্ত (Spatial data)		অস্থানিক উপাত্ত বা বর্ণনামূলক উপাত্ত (Non-Spatial or Attribute data)
[i]	কোনও স্থানের স্থানভিত্তিক দৃশ্য মান উপাত্তকে স্থানিক উপাত্ত বলে।	[i]	অদৃশ্য গুণবাচক উপাত্তকে অস্থানিক বা বর্ণনামূলক উপাত্ত (Attribute data) বলে।
[ii]	পৃথিবীর প্রকৃত (Real World) বৈশিষ্ট্যগুলির সঙ্গে স্থানিক উপাত্তের সম্পর্ক নিবিড়।	[ii]	কিন্তু এই ধরনের উপাত্তের সঙ্গে পৃথিবীর প্রকৃত উপাত্তের প্রত্যক্ষ যোগ নেই।
[iii]	কোনও স্থানের নদ-নদী, রাস্তা, জলাভূমি, পাহাড়-পর্বত, বনভূমি, কৃষিভূমি, ঘর-বাড়ি প্রভৃতি স্থানিক উপাত্তের উদাহরণ।	[iii]	কোনও অঞ্চলের মানুষের শিক্ষার হার, মাথাপিছু আয়, জনসংখ্যা, জনসংখ্যার ঘনত্ব, নদ-নদীর নাম ও দৈর্ঘ্য, দিক প্রভৃতি অস্থানিক বা বর্ণনামূলক উপাত্তের উদাহরণ।
[iv]	কোনও স্থানের স্থানিক উপাত্তগুলো বিন্দু, রেখা ও ক্ষেত্র দ্বারা উপস্থাপিত হয় GIS প্রযুক্তির দ্বারা।	[iv]	উক্ত স্থানের অস্থানিক উপাত্তগুলো GIS প্রযুক্তির মাধ্যমে মানচিত্রকে তথ্যবহুল করে তোলে। এর ফলে মানচিত্র হয়ে ওঠে অর্থবহ।
[v]	স্থানিক উপাত্ত রাস্টার (পিক্সেল), ভেক্টর (Lat. / Long.) ও টিন (TIN) Data Stracture দ্বারা বহিঃপ্রকাশ পায়।	[v]	এক্ষেত্রে এরূপ কোনও ডাটা মডেল নেই, অস্থানিক উপাত্তকে বর্ণনার মাধ্যমে বহিঃপ্রকাশ ঘটানো হয়।
[vi]	স্থানিক উপাত্তকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা— রাস্টার উপাত্ত ও ভেক্টর উপাত্ত।	[vi]	এরূপ কোনও ভাগ নেই।
[vii]	স্থানিক উপাত্ত স্থানান্তরিত হতে পারে না।	[vii]	অস্থানিক বা বর্ণনামূলক উপাত্ত স্থানান্তরিত হতে পারে।

➔ স্তর বিন্যাস (Layer Distribution):

১। জি.আই.এস.-এর প্রয়োগ বা জি.আই.এস.-এর ব্যবহার (Application of GIS or Uses of GIS)

বর্তমানে জি.আই.এস. (GIS) প্রযুক্তি বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রয়োগ করে ব্যাপক সাফল্য পাওয়া যাচ্ছে। উন্নয়নশীল দেশগুলো জি.আই.এস. প্রযুক্তিতে অনেক পিছিয়ে থাকলেও উন্নত দেশে বিভিন্ন ক্ষেত্রে জি.আই.এস. প্রযুক্তি ব্যাপক হারে ব্যবহার হচ্ছে। নিচে জি.আই.এস. (GIS)-এর কিছু প্রয়োগ ক্ষেত্র আলোচনা করা হল—

[i] **ভূমি ব্যবস্থাপনায় জি.আই.এস.:** সুষ্ঠু ভূমি ব্যবস্থাপনা ও পরিকল্পিত ভূমি ব্যবহার একটি দেশের অর্থনৈতিক উন্নয়নে যথেষ্ট ভূমিকা রাখে। ভূমির প্রকৃতি, মৃত্তিকার গুণাগুণ, জলবায়ু, জল নিষ্কাশন ব্যবস্থা, সেচ ব্যবস্থা প্রভৃতির উপর ভিত্তি করে ভূমির শ্রেণিবিভাগ ও ভূমি ব্যবহারের পরিকল্পনা গ্রহণ করা হয়। ভূমি ব্যবহার জরিপের ক্ষেত্রে জি.আই.এস. প্রযুক্তি ব্যবহার করে Date base তৈরি করা হয়। এর থেকে ভূমি ব্যবহার মানচিত্র তৈরি করে ভূমি ব্যবহার সম্পর্কে একটি সচিত্র ধারণা পেয়ে থাকি।

[ii] **কৃষি উন্নয়নে জি.আই.এস.:** মৃত্তিকার গুণাগুণ, মৃত্তিকার উর্বরতা, মৃত্তিকার ধরন, নিষ্কাশন ব্যবস্থা প্রভৃতি সম্পর্কে মানচিত্র অঙ্কন করে সঠিকভাবে ফসল উৎপাদন করে বেশি লাভবান হওয়া যায়। দূর অনুধাবন (RS) কৌশল দ্বারা প্রাপ্ত ছবি বা ইমেজ জি.আই.এস. প্রযুক্তির মাধ্যমে বিশ্লেষণ করে বন্যা, খরা, জলাবদ্ধতা প্রভৃতি দুর্যোগের ফলে ফসলের কী পরিমাণ ক্ষতি হয়েছে তা নির্ণয় করা সম্ভব।

[iii] **পরিবহন ব্যবস্থাপনায় জি.আই.এস.:** কোনও অঞ্চল বা কোনও দেশের উন্নয়নের প্রধান শর্ত হল উন্নত পরিবহন ও যোগাযোগ ব্যবস্থা। শিল্পের বিকাশ ও ব্যবসা বাণিজ্যের প্রসারের লক্ষ্যে দেশে একটি সুষম সড়ক জালি (Road Network) তৈরি হওয়া প্রয়োজন। দেশের সকল কাঁচা, পাকা, রাজ্য সড়ক, জাতীয় সড়কের তালিকা এবং শহর থেকে শহর, সমুদ্র বন্দর, স্থলবন্দর, শিল্পাঞ্চলের দূরত্বের একটা Date Base GIS প্রযুক্তির মাধ্যমে প্রস্তুত করা যায়। যানবাহনভেদে প্রতিটি সড়কের পরিবহন ও টোল খরচ, ব্রীজ ও ফেরিঘাটের অবস্থান, সড়ক দূর্ঘটনার ধারা প্রভৃতি উপাত্ত কম্পিউটারে সংরক্ষণ, বিশ্লেষণ ও উপস্থাপন করে নিরাপদ ও আধুনিক সড়ক ব্যবস্থা গড়ে তোলার ক্ষেত্রে জি. আই. এস. প্রযুক্তির অবদান অনস্বীকার্য।

[iv] **দূর্যোগ ব্যবস্থাপনায় জি.আই.এস.:** বিভিন্ন প্রকার প্রাকৃতিক দূর্যোগ প্রতি বছর জনগণের ব্যাপক ক্ষতি সাধন করে। যেমন— বন্যা, খরা, ভূমিকম্প, সাইক্লোন, সুনামি প্রভৃতি। দেশের দূর্যোগ প্রবণ এলাকা চিহ্নিতকরণ, ক্ষয়-ক্ষতির পরিমাণ নির্ণয়, অতীত-বর্তমান অবস্থা বিশ্লেষণ ও মানচিত্রায়ন, দূর্যোগ মোকাবিলায় করণীয় কাজে জি.আই.এস. (GIS) প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়।

[v] **সামরিক ক্ষেত্রে জি.আই.এস.:** যুদ্ধকালীন সময়ে শত্রুর অবস্থান, শত্রুর গতিবিধি পর্যবেক্ষণ, যুদ্ধের কৌশল নির্ধারণ, ঔষধপত্র ও গোলাবারুদ সরবরাহ এবং সেনা মোতয়েনের নক্সা তৈরি প্রভৃতি ক্ষেত্রে সামরিক বাহিনী GIS প্রযুক্তি ব্যবহার করছে। এছাড়া স্যাটেলাইট ইমেজ (Google Earth Image) ব্যবহার করে সামরিক বাহিনী তাদের যুদ্ধ কৌশল নির্ধারণ করতে পারে। মানচিত্রে সঠিক দূরত্ব সহ কোনও অবস্থান নির্ণয়ের ক্ষেত্রে GIS-এর ভূমিকা অতুলনীয়।

[vi] **বনজ সম্পদ ব্যবস্থাপনায় জি.আই.এস.:** পার্বত্য বনভূমি, ম্যানগ্রোভ বনভূমি প্রভৃতিতে পায়ে হেঁটে জরিপ করা কষ্টসাধ্য ও ব্যয়বহুল। এসব বনভূমিতে যদি আগুন লাগে বা দূর্যোগে ক্ষতি হয় তবে বনভূমি রক্ষার জন্য ক্ষতির পরিমাণ নির্ণয় করার প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে দূর-সংবেদন (RS) কৌশল থেকে প্রাপ্ত ছবি/ইমেজ জি. আই. এস.-এর মাধ্যমে ইমেজ বিশ্লেষণ করে খুব সহজে ক্ষয়-ক্ষতির পরিমাণ নির্ণয় করতে পারি।

এছাড়া বনভূমি সংরক্ষণের জন্য জি.আই.এস. প্রযুক্তি ব্যবহার করে ডাটাবেস (Data Base) সম্বলিত মানচিত্র তৈরি করা। এর দ্বারা সহজেই বোঝা যায় কোন এলাকায় বনভূমি সংরক্ষণে বেশি গুরুত্ব দেওয়া দরকার বা কোন অঞ্চলের বনভূমিতে বৃক্ষরোপণ করে এখনই বনায়ন গড়ে তোলা উচিৎ। সুতরাং, বনভূমি সংরক্ষণ সহ বনায়ন গড়ে তোলার ক্ষেত্রে জি.আই.এস.-এর প্রয়োগ ব্যাপক।

[vii] **জলসম্পদ ব্যবস্থাপনায় জি.আই.এস.:** কৃষি উন্নয়ন তথা দেশের জনগণের আর্থ-সামাজিক উন্নতির জন্য জল সম্পদের সুষ্ঠু ব্যবহার অত্যন্ত প্রয়োজন। বৃষ্টির জল প্রবাহ অঞ্চলের নক্সা তৈরি, বৃষ্টির জল সংরক্ষণের ক্ষেত্রে জলাধার নির্মাণের

জন্য স্থান নির্বাচন, ভূ-গর্ভস্থ জল স্তরের মডেল তৈরি, জলাবদ্ধ এলাকা চিহ্নিতকরণ ও মডেল তৈরি, জলনিষ্কাশন ব্যবস্থার মানচিত্র অঙ্কন প্রভৃতি কাজে জি.আই.এস. প্রযুক্তি ব্যবহৃত হচ্ছে। এছাড়া নদীতে বাঁধ নির্মাণ করে সঠিকভাবে নদীর জল চাহিদা অনুযায়ী সরবরাহের ক্ষেত্রেও ব্যবহৃত হয়।

iii] **ভূ-তত্ত্ববিদ্যা ও খনিজ সম্পদ ব্যবস্থাপনায় জি.আই.এস.:** দেশের কোথায় কী কী খনিজ আছে এবং কী পরিমাণ সঞ্চিত আছে তার একটা ডাটাবেস (Data Base) তৈরি করে মানচিত্রের মাধ্যমে উপস্থাপন করা যায়। এর ফলে সঠিক পরিকল্পনা অনুযায়ী প্রয়োজনীয় খনিজের উপর ভিত্তি করে শিল্প প্রতিষ্ঠান গড়ে উঠতে পারে। এসব মানচিত্র ও তথ্য আঞ্চলিক উন্নয়নে যথেষ্ট ভূমিকা GIS-এর রয়েছে।

x] **গ্রামাঞ্চল উন্নয়নে জি.আই.এস.:** শিল্পের কাঁচামাল, খাদ্যশস্য, শাকসব্জী, ফলমূল অনেক প্রয়োজনীয় দ্রব্য গ্রামাঞ্চলে উৎপন্ন হয়। এসব কৃষিজাত দ্রব্য সংগ্রহ, সংরক্ষণ, পরিবহন ও ক্রয়-বিক্রয়ের জন্য গ্রামাঞ্চলের হাট-বাজারের কাঠামোগত উন্নয়ন ও রাস্তাঘাট নির্মাণের প্রয়োজন হয়। সেই সঙ্গে গ্রামাঞ্চলের আর্থ-সামাজিক উন্নয়নের জন্য স্কুল, কলেজ, মাদ্রাসা, হাসপাতাল, সাইক্লোন সেন্টার নির্মাণ ও একটি প্রয়োজনীয় কাজ। উক্ত বিষয়গুলি পরিকল্পিতভাবে সমাধানের জন্য জি.আই.এস.-এর মাধ্যমে মানচিত্র অঙ্কনের মাধ্যমে সহজেই সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়।

] **নগর পরিকল্পনায় জি.আই.এস.:** একটি নগরের আধুনিক সেবা নিশ্চিত করতে হলে প্রয়োজন সঠিক পরিকল্পনা। কোনও নগরের জন্য পরিকল্পিতভাবে রাস্তা, জলসরবরাহ লাইন, বিদ্যুৎ লাইন, জল নিষ্কাশন লাইন প্রভৃতি তৈরি করতে হয়। এসব কাজ অতি সূক্ষ্মভাবে সম্পন্ন করার জন্য জি.আই.এস. প্রযুক্তির মাধ্যমে মানচিত্র অঙ্কন করে সহজেই তা করা সম্ভব। এছাড়া নগরের নক্সা তৈরি, খাজনা আদায়, জমির প্লট নির্ধারণ, জমির মালিকানা, আবর্জনা ফেলার স্থান, জল নিষ্কাশন ব্যবস্থা, নাগরিকদের পরিচয়পত্র প্রদান প্রভৃতির তথ্য সংগ্রহ সংরক্ষণ ও ডাটাবেস তৈরি করতে জি.আই.এস. প্রযুক্তি ব্যবহার করা যায়।

xi] **গবেষণায় জি. আই. এস.:** ভৌগোলিক অবস্থানের কোনও অঞ্চল নিয়ে গবেষণা করতে হলে জি.আই.এস. সেখানে গুরুত্বপূর্ণ হাতিয়ার হিসেবে কাজ করে। পরিবেশের যে কোনও ঘটনা গবেষণার ক্ষেত্রে জি.আই.এস. আজ বেশ সমাদৃত। এছাড়া নদী ভাঙনের উপর গবেষণার ক্ষেত্রেও এ প্রযুক্তি ব্যাপক হারে ব্যবহৃত হচ্ছে।

এছাড়া বর্তমানে GIS সরকারী শিক্ষাক্ষেত্র, ব্যবসায়িক ক্রিয়াকলাপের ক্ষেত্রে ব্যাপক ব্যবহৃত হচ্ছে। যেমন—

[xii] জলবায়ু পর্যালোচনায়

[xiii] জলচক্র নিয়ন্ত্রণে

[xiv] আদমসুমারী সংক্রান্ত তথ্য বিশ্লেষণে

[xv] বন্য জীবজন্তুর বাসস্থান মডেলিং-এর ক্ষেত্রে

[xvi] জলাভূমি পুনরুদ্ধার

[xvii] মৎস্য শিল্পের ব্যবস্থাপনায়

[xviii] আমোদ-প্রমোদমূলক সম্পদ ব্যবস্থাপনায় ব্যবহৃত হয়।

সুতরাং, জি.আই.এস প্রযুক্তি হিসেবে বর্তমান দিনে একটি সহযোগিতামূলক বিষয় হিসেবে তাৎপর্যপূর্ণ।