অধ্যায়-১৯

জিওগ্রাফিক ইনফরমেশন সিস্টেম (Geographic Information System)

১৯.১ জিওগ্রাফিক ইনফরমেশন সিস্টেম (জিআইএস) (Geographic Information System-GIS) ঃ

জিআইএস এমন একটি ইনফরমেশন সিস্টেম যেখানে ভৌগোলিক রেফারেন্সড ডাটা বা স্থানিক ডাটা ব্যবহার বিশ্লেষণ ও সংরক্ষণের মাধ্যমে ভূমি ব্যবহার, প্রাকৃতিক সম্পদ, পরিবেশ, যোগাযোগ, নগরায়ণ এবং বিভিন্ন প্রশাসনিক বিষয়ে পরিকল্পনা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়। সাধারণ অর্থে ভৌগলিক মানচিত্রের মাধ্যমে বিশেষ কোন তথ্য উপস্থাপন করাকেই GIS (Geographic Information System) বলে।

১৯.২ জিআইএস উন্নয়নের ইতিহাস (Development history of GIS) ঃ

জিআইএস-এর ইতিহাস বর্ণনা করা বড় কঠিন কাজ। কেননা বিভিন্ন প্রকাশিত বই/প্রবন্ধ/সংক্ষিপ্ত রচনা/দলিল/অনুচ্ছেদ/গবেষণা নিবন্ধে জিআইএস-এ ইতিহাসে সামান্য পার্থক্য থাকতে পারে। তবে সংক্ষিপ্ত আকারে এখানে জিআইএস-এর আধুনিক ইতিহাস বর্ণনা করা হল–

১৯৬৩ সালে "Roger Tomlison" কানাডা সরকারের জন্য প্রতিষ্ঠা করেন "Canada Geographic Information system (CGIS) সম্ভবত এটাই ছিল 'জিআইএস'-এর প্রথম এবং প্রকৃত গবেষণা। এখানে `Tomlison' অন্যান্য 'International Business Machines Corporation (IBM)' কর্মকর্তাদের সাথে মিলিত হয়ে ভূমি জরিপ এবং পরিসংখ্যানপত্র (Land Inverntory) সংক্রান্ত অসংখ্যা কম্পিউটার সৃষ্ট মানচিত্র উদ্ভাবন/প্রকাশ করেন। তিনি কম্পিউটারে মানচিত্র অঙ্কনের (Map Digitization) জন্য ড্রাম স্ক্যানার (Drum scanner) তৈরিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করেন। জিআইএস এর প্রচার ও প্রসারে অক্লান্ত পরিশ্রম এবং অবদানের জন্য `Roger Tomlison' কে 'জিআইএস-এর জনক' বা 'Father of GIS' বলা হয়ে থাকে।

এরপর ১৯৬৫ সালে `Howard Fisher' হাভার্ড বিশ্ববিদ্যালয়ে Harvard Laboratory for Computer Grafics (LCG) প্রতিষ্ঠা করেন। এখানে উনি এবং কতিপয় কম্পিউটার বিজ্ঞানী মিলে বেশ কয়েকটি মানচিত্র প্রযুক্তির (Mapping Technology) সফটওয়্যার (SYMAP, CALFORM, SYMVU, GRID, POLYVRT and ODYSSEY) আমাদেরকে উপহার দেন। পরবর্তীকালে ১৯৮০ সালে নানাবিধ কারণে এই কম্পিউটার গবেষণাটি বন্ধ হয়ে যায়। তবে এটা অনস্বীকার্য যে এই পরীক্ষাগার জিআইএস এর উন্নয়নের জন্য ভবিষ্যতে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখে। এ উদ্যোগ জিআইএস প্রসারের ক্ষেত্রে সবার মধ্যে ব্যাপক সচেতনতা তৈরি করে।

১৯৬৬-৬৭ সালে David P. Biekmore, ইংল্যান্ডের 'Royel College of Art' এর মানচিত্র নির্মাণ বিদ্যায় স্বয়ংক্রিয়তা (Automation of Cartography) আনার জন্য `Experimental Cartography Unit (ECU) নামে একটি গবেষণাগার প্রতিষ্ঠা করেন। এছাড়াও Bickmore পৃথিবীর প্রথম `Free-Cursor Digilizer' এবং মানচিত্র তৈরির জন্য উচ্চ স্পষ্টতা সম্পূর্ণ `Plotting Table' উদ্ভাবন করার ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখেন। `ECU' এর মূল উদ্দেশ্য ছিল কম্পিউটারের সাহায্যে উচ্চ গুণমান সম্পন্ন মুদ্রিত মানচিত্র উৎপাদন করা।

পরবর্তীতে আমেরিকা সরকারের অনেক প্রতিষ্ঠান জিআইএস প্রয়োগ বিষয়ক কার্যক্রম ব্যাপকভাবে পরিচালনা করে। যেমন– `US Bureau of Cencus; United States of Geological Survey (USGS), Central Intelligence Agency (CIA), US Forest Service, Fish and Wildlife service, Department of Housing and urban Development ইত্যাদি।

১৯৬৯ সালে 'Jack এবং 'Laura Dangermond' যুক্তরাষ্ট্রের ক্যালিফোর্নিয়ায় প্রতিষ্ঠা করেন `Environmental Systems Research Institute (ESRI)। এ প্রতিষ্ঠান গড়ে উঠে হাভার্ড গবেষণাগারে প্রাপ্ত কৌশল ও ধারণার উপর ভিত্তি করে। শুরুতে ESRI একটি অলাভজনক ভূমি ব্যবহার পরিকল্পনা (Land-Use Planning) ভিত্তিক পরামর্শক ও গবেষণা প্রতিষ্ঠান হিসাবে কর্মকাণ্ড আরম্ভ করে। কিন্তু পরবর্তীকালে তা একটি বাণিজ্যিক সফল ব্যবসা প্রতিষ্ঠানে পরিণত হয়। 'ESRI' ১৯৮২ সালে `ARC/INFO' সফটওয়্যার দিয়ে প্রথম বারের মতো জিআইএস ব্যবসায় প্রবেশ করে। এর পর ১৯৯১ সালে 'ARC View' বাজারে আসে। ২০০৪ সালে Arc GIS-9 মুক্তি পায় যা 'ESRI' কে নিয়ে যায় ব্যবসায়িক সফলতার শিখরে। সর্বশেষ ২০১২ সালে `Arc Gis 10.1 মুক্তি পেয়েছে।

সর্বশেষে আরও বলা যায়, ১৯৮০'র দশকের 'GIS' এর বাস্তবিক প্রয়োগের এই উন্নয়নের ধারাকে করেছে ত্বরান্বিত। আরও বিস্তৃত করেছে বাণিজ্যিকভাবে প্রাপ্ত নিম্নলিখিত পণ্যসমূহ :

- Computer Aided Design (CAD)
- Database management system (DBMS)
- Remote Sensing
- Global Positioning system (GPS)
- সহজলভ্য Digital তথ্য

পরবর্তীতে ইন্টারনেট প্রযুক্তির আবির্ভাব ঘটলে জিআইএস এর জগতে নতুন মাত্রা যুক্ত হয়। যেমন : Web- GIS, Web Mapping, Google Earth, Wikimapia, Open street map, Google maps, Participatory GIS, Google map Marker, Volunteered Geographic Information (VGI) ইত্যাদি।

১৯.৩ জিআইএস এর সুবিধাসমূহ (Benefits of GIS) :

সাধারণভাবে সংরক্ষিত ভৌগোলিক ডাটাসমূহ ব্যবহার যেমন জটিলতা দেখা দেয় তেমনি পুরানো এসব ডাটা অনেক সময় সঠিক ফলাফল পাওয়া যায় না। যে কারণে এসব তথ্যাদির ব্যবহার সুফল বয়ে আনে না। যদি জিআইএস বাস্তবায়ন সম্ভব হয় তবে জিআইএস বাস্তবায়নের মাধ্যমে নিম্নোক্ত সুবিধা পাওয়া যায়–

১। ভৌগোলিক স্থানিক ডাটা স্ট্যান্ডার্ড ফরমেটের মাধ্যমে সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা যায়।

২। ডাটাসমূহ সহজে পুনর্বিবেচনা ও আপডেট করা যায়।

৩। ভৌগোলিক স্থানিক ডাটাসমূহ সহজে অনুসন্ধান, বিশ্লেষণ ও উপস্থাপন করা যায়।

৪। ভৌগোলিক স্থানিক ডাটা অবাধে বিনিময় ও শেয়ার করা যায়।

৫। কর্মীদের উৎপাদনশীলতা ও কর্মদক্ষতা বাড়ানো যায়।

৬। পণ্যের অধিকতর মূল্য সংযোজন করা যায়।

৭। সময় ও অর্থ বাচানো যায়।

৮। সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়।

১৯.৪ জিআইএস এর প্রধান ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ (Major area of GIS application) :

জিআইএস এর ব্যবহার ক্ষেত্রসমূহ প্রধানত পাঁচ ভাগে ভাগ করা যায়, যথা :

১। সহজসাধ্য ব্যবস্থাপনা (Facilities Management-FM)

২। পরিবেশ ও প্রাকৃতিক সম্পদ ব্যবস্থাপনা (Environment and Natural Resources Management)

৩। রাস্তার নেটওয়ার্ক (Street Network)

৪। প্লানিং এবং ইঞ্জিনিয়ারিং (Planning and Engineering)

৫। ভূমি তথ্য ব্যবস্থাপনা (Land Information system)

১। **সহজসাধ্য ব্যবস্থাপনা :** বড় স্কেলের নিখুঁত মানচিত্র এবং নেটওয়ার্ক বিশ্লেষণের উপযোগিতা অনুয়ায়ী ব্যবহৃত হয়। স্বয়ংক্রিয় মানচিত্র সরাসরি ব্যবহৃত হয়।

২। **পরিবেশ ও প্রাকৃতিক সম্পদ ব্যবস্থাপনা :** মধ্যম বা ছোট স্কেলের মানচিত্র, বিমান ফটোগ্রাফ (Arial photographs) ও উপগ্রহ চিত্র (Satellite Images), সংস্থাপন কৌশল (Overlay) যা প্রাকৃতিক সম্পদ ব্যবস্থাপনা ও পরিবেশগত প্রভাব বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়।

৩। **রাস্তার নেটওয়ার্ক :** বড় এবং মাধ্যমে স্কেলের মানচিত্র, যানবাহন চলাচলের পথ, গ্যারেজ ও রাস্তার স্থানিক বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়।

৪। **প্লানিং এবং ইঞ্জিনিয়ারিং :** বড় এবং মাঝারি স্কেলের মানচিত্র এবং সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং-এ ব্যবহৃত হয়।

৫। **ভূমি তথ্য ব্যবস্থাপনা :** বড় স্কেলের তফসিল মানচিত্র বা ভূমির খণ্ড মানচিত্র এবং স্থানিক বিশ্লেষণ তফশিল প্রশাসন ও কর আরোপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

নিম্নে জিআইএস ব্যবহারের প্রধান খাতসমূহ টেবিল আকারে প্রকাশ করা হল–

ক্ষেত্র (Area)	জিআইএস এর ব্যবহার (GIS Application)
সহজসাধ্য ব্যবস্থাপনা (Facilities Management-FM)	১। ভূগর্ভস্থ পাইপ লাইন এবং কেবল লাইন স্থাপন। ২। পরিকল্পনা অনুযায়ী প্রজেক্ট বাস্তবায়ন। ৩। টেলিকমিউনিকেশন নেটওয়ার্ক সার্ভিস। ৪। শক্তি ব্যবহারের পরিকল্পনা এবং পথ নির্ধারণ।
পরিবেশ এবং প্রাকৃতিক সম্পদ ব্যবস্থাপনা (Environment and Natural Resources Management)	১। কৃষিভিত্তিক শস্য উৎপাদন, বন ব্যবস্থাপনা, কৃষিজমি, পানি সম্পদ জলাভূমি ইত্যাদির জন্য সুবিধাজনক গবেষণা। ২। দুর্যোগ ব্যবস্থাপনা এবং বর্জ্য ব্যবস্থাপনার ক্ষেত্রে পরিবেশগত প্রভাব বিশ্লেষণ।
রাস্তার নেটওয়ার্ক (Street Network)	১। গাড়ি চলাচলের পথ নির্ধারণ। ২। ঘরবাড়ি ও রাস্তার জায়গা নির্ধারণ। ৩। জায়গা জমি নির্ধারণ। ৪। অ্যাম্বুলেন্স সার্ভিস। ৫। যোগাযোগ পরিকল্পনা।
প্লানিং এবং ইঞ্জিনিয়ারিং (Planning Engineering)	১। নগর পরিকল্পনা ২। অঞ্চল পরিকল্পনা ৩। সড়কের জন্য জায়গা নির্ধারণ ৪। জনসাধারণের সুযোগ-সুবিধা উন্নয়ন।
ভূমি তথ্য ব্যবস্থাপনা (Land Information system)	১। তফশিল প্রশাসন ২। করারোপ কার্যক্রম ৩। ভূমি বিভিন্নজনে বিভক্তকরণ ৪। ভূমি অধিগ্রহণ ইত্যাদি।

টেবিল-১৯.১

১৯.৫ জিআইএস এবং অন্যান্য সাইন্সের তুলনা (Comparison between GIS and other sciences) ঃ

জিআইএস এর কার্যক্রম বিশ্লেষণ করলে দেখা দেখা যায়, এটা নিঃসন্দেহে একটি আধুনিক প্রযুক্তির বহুমুখী বিজ্ঞান। এতে ব্যবহৃত ভৌগোলিক ডাটাসমূহ ডিজিটালি এমনভাবে উপস্থাপন করা হয়েছে, যাতে এর অন্তর্ভুক্ত বিষয়সমূহ অতিসহজে অনুধাবন, পরিচালনা, বিশ্লেষণ ও অল্প সময়ে ফলাফল প্রদর্শন করা যায়। ভৌগলিক তথ্য ব্যবস্থাপনায় সে সকল প্রচলিত বিষয় নিয়ে প্রোগ্রাম তৈরি করা হয়েছে তা হল– ভূগোল পরিসংখ্যান, কম্পিউটার সিস্টেম, গণিত, সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং, নগর পরিকল্পনা, দূরঅনুধাবন, অপারেশন রিসোর্স ইত্যাদি। তাছাড়াও এতে উল্লিখিত বিষয়ের সাথে সম্পৃক্ত বিষয়গুলো ব্যবস্থাপনা ক্ষেত্রে খুবই কার্যকরী তাহল–

১। ভূমি তথ্য ব্যবস্থাপনা (LIS)
২। স্বয়ংক্রিয় মানচিত্র ব্যবস্থাপনা (AMS)
৩। পরিবেশ তথ্য ব্যবস্থাপনা (EIS)
৪। সম্পদ তথ্য ব্যবস্থাপনা (RIS)
৫। পরিকল্পনা তথ্য ব্যবস্থাপনা (PIS)
৬। স্থানিক তথ্য পরিকল্পনা ব্যবস্থা

জিআইএস বাস্তবায়নের অন্যান্য বিজ্ঞানভিত্তিক বিষয়ের কার্যক্রমের যে পাথর্ক্য রয়েছে তা নিচের টেবিলে আলোচনা করা হল–

জিআইএস	অন্যান্য বিজ্ঞানভিত্তিক কাজ
১। এতে সঠিক এবং সমন্বিত ডিজিটাল ডাটাবেস কম্পিউটারের মাধ্যমে নিয়মতান্ত্রিকভাবে অনুসন্ধান করা যায়।	১। বিভিন্ন স্কেলে অংকিত প্রচলিত মানচিত্র আদমশুমারি সারণি ইত্যাদি প্রচলিতভাবে পরীক্ষানিরীক্ষা করা হয়।
২। এতে খুব দ্রুত কাজ করা যায়।	২। সময় সাপেক্ষ এবং কাজ পরিশ্রম সাপেক্ষ।
৩। অতি সহজে যে-কোন তথ্য বা ফলাফল বের করা যায়।	৩। কাজ তুলামূলকভাবে কঠিন।
৪। এ কাজ স্বল্প ব্যয় সাপেক্ষ।	৪। এ কাজ অধিক ব্যয় সাপেক্ষ।

টেবিল-১৯.২

১৯.৬ জিআইএস-এর বেসিক ফাংশন (Basic Function of GIS) ঃ

জিআইএস একটি বহুমুখী বিজ্ঞান হওয়ার কারণে এতে সংযোজিত তথ্যসমূহ বহুমুখী। আর এ সকল তথ্যসমূহ জানার জন্য কতগুলো প্রশ্নোত্তরের মাধ্যমে উত্তর পাওয়া যেতে পারে। যেমন– এটা কী, এটা কোথায়, কিভাবে এটা পরিবর্তন হয়েছে। কোন তথ্যের সাথে সম্পর্কযুক্ত ইত্যাদি। উপরোক্ত প্রশ্নোসমূহ সমাধানের জন্য নিম্নের পদক্ষেপগুলো জরুরি, যা বেসিক ফাংশন হিসাবে পরিচিত।

১। তথ্য সংগ্রহ ও প্রাক-প্রক্রিয়াকরণ

২। তথ্য আহরণ ও তথ্য ব্যবস্থাপনা

৩। স্থানিক ডাটা পরিমাপ ও বিশ্লেষণ

৪। গ্রাফিক আউটপুট ও দৃশ্যমানকরণ

নিম্নে বেসিক ফাংশন এবং এর সাব-ফাংশনগুলো টেবিল আকারে প্রকাশ করা হল–

ফাংশন	সাব-ফাংশন
১। তথ্য সগ্রহ এবং প্রাক-প্রকিয়াকরণ	১। ডিজিটালাইজিং, এডিটকরণ, টপোলজি তৈরি, প্রজেকশন পরিবর্তন, ফরমেট পরিবর্তন ইত্যাদি।
২। তথ্য আহরণ ও তথ্য ব্যবস্থাপনা	২। তথ্য সম্ভার, হায়ারিক্যাল মডেলিং, নেটওয়ার্ক মডেলিং, রিলেশনাল মডেলিং, এট্রিবিউট কোয়েরি, অবজেক্ট ওরিয়েন্টেড ডাটাবেস ইত্যাদি।
৩। স্থানিক ডাটা পরিমাপ ও বিশ্লেষণ	৩। তথ্য পরিমাপকরণ, বাফারিং, অভারঅলে অপারেশন, কানেকটিভিটি অপারেশন ইত্যাদি।
৪। গ্রাফিক আউটপুট এবং দৃশ্যমানকরণ	৪। স্কেল পরিবর্তন, জেনারালাইজেশন, ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র, পরিসংখ্যান মানচিত্র, ত্রিমাত্রিক পাখিচক্ষু দৃশ্য ইত্যাদি।

টেবিল-১৯.৩

১৯.৭ জিআইএস এবং অর্গানাইজেশন (GIS and organization) ঃ

বর্তমানে সারা বিশ্বব্যাপী জিআইএস এবং এর সাথে সম্পৃক্ত বিভিন্ন সংস্থা জিআইএস এর সুফল ভোগ করে আসছে। বিভিন্ন আঙ্গিকে জিআইএস ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। বিভিন্ন সংস্থা তাদের চাহিদা অনুযায়ী জিআইএস প্রোগ্রাম তৈরি করছে এবং ব্যবহার করে আসছে। যে সকল বিষয়ের জিআইএস ব্যবহৃত হচ্ছে তা হল– ভূগোল পরিসংখ্যান, কম্পিউটার গণিত সার্ভেয়িং, পুরকৌশল, আরবান প্লানিং ইত্যাদি। নিম্নে জিআইএস এবং এর সাথে সম্পৃক্ত কতগুলো সংস্থা (Organization) এর নাম উল্লেখ কর হল–

1. Organization GIS Lounge.
2. Geographical Information System International Group.
3. Map Draw's Geographical Information system (GIS) and Mapping Site.
4. Geographic Information System- World Heath Organization.
5. Geographic Information System for health care organization.
6. Geographic Information System for Hoisted & Redmond Ltd.
7. Geographic Information System– FAO.
8. GIS Mapping and Geographic Information System.
9. Organization at Competence
10. Geographic Information System Information Privacy.
11. Geographic Information System and Environmental Health.
12. Geographic Information System (GIS) Poster.
13. Geographic Information System (GIS) in – FIG.
14. Swiss Organization for Geographic Information – In SPIRE.
15. GIS For URIS A
16. GIS in Geographic.

১৯.৮ জিআইএস ডাটা মডেল (GIS data model) ঃ

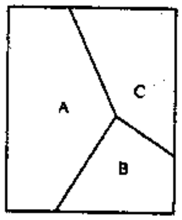
ডাটা মডেল হল এমন কিছু নির্দেশিকা, যার মাধ্যমে বাস্তব জগতকে ডিজিটালি রূপান্তর করা যায় এবং এট্রিবিউট ও জিওমেট্রি দ্বারা গঠিত স্থানিক বস্তুকে যৌক্তিকভাবে উপস্থাপন করা যায়। এট্রিবিউটগুলো বিষয়ভিত্তিক (Thematic) বা শব্দার্থিক (Semantic) স্ট্রাকচার দ্বারা পরিচালিত হয় এবং জিওমেট্রিগুলো জিওমেট্রিক টপোলজিক্যাল স্ট্রাকচার দ্বারা নির্দেশ করা যায়।

জিওমেট্রিক ডাটা মডেল প্রধানত দুই ধরনের হয়, যেমন ঃ

(ক) ভেক্টর ডাটা মডেল (Vector Data Model) (খ) রাস্টার ডাটা মডেল (Raster Data Model)

(ক) ভেক্টর ডাটা মডেল (Vector Data Model) ঃ ভেক্টর ডাটা মডেলে আলাদা বিন্দু, রেখা এবং এলাকা ব্যবহার করা হয় এবং এট্রিবিউটগুলো আলাদা নাম এবং কোড দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

(খ) রাস্টার ডাটা মডেল (Raster Data Model) ঃ রাস্টার ডাটা মডেলে নির্দিষ্ট ক্রম ও নিয়মিত ব্যবধানে গ্রিড সেল ব্যবহার করা হয়। গ্রিড সেলের একটি উপাদানকে পিক্সেল (Pixel) বলে। প্রচলিত ক্রম অনুসারে গ্রিডের সারি বাম থেকে ডান দিকে এবং লাইনগুলো উপর থেকে নীচের দিকে সাজানো থাকে। এর প্রতিটি অবস্থানের দ্বিমাত্রিক স্থানাংক পিক্সেল নম্বর এবং লাইন নম্বর দেওয়া হয়। আর এগুলো একটি এট্রিবিউটের একক মান প্রকাশ করে। নিম্নে ভেক্টর ও রাস্টার ডাটার মডেল দেওয়া হল–



A	A	A	A	A	C	C	C	C	C
A	A	A	A	A	C	C	C	C	C
A	A	A	A	A	A	C	C	C	C
A	A	A	A	A	A	C	C	C	C
A	A	A	A	A	B	B	C	C	C
A	A	A	A	B	B	B	B	B	C
A	A	A	B	B	B	B	B	B	B
A	A	B	B	B	B	B	B	B	B

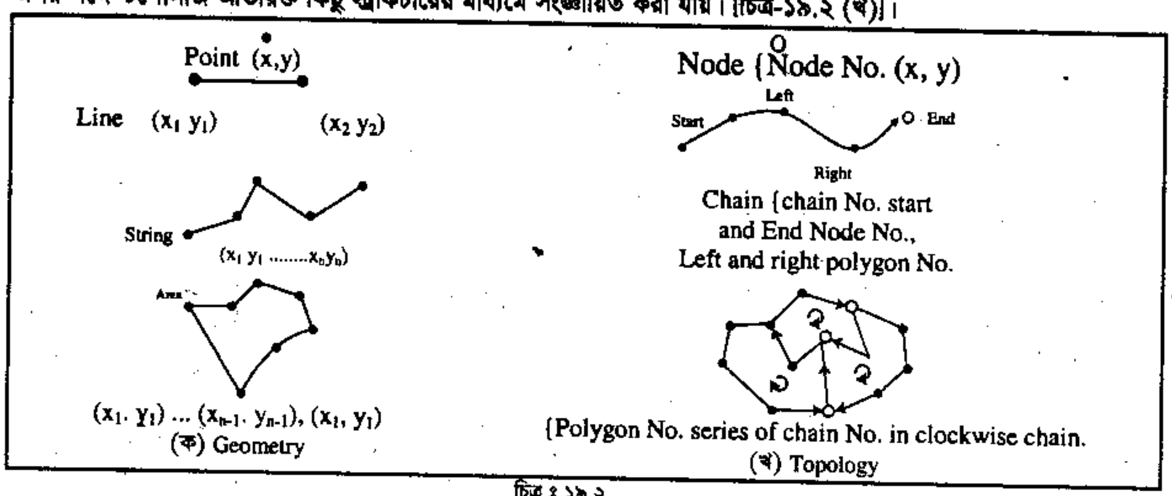
চিত্র ঃ ১৯.১ ভেক্টর ও রাস্টার মডেল ডাটা

১৯.৯ জিআইএস টপোলজি (Topology in GIS) ঃ

টপোলজি জিআইএস-এ একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। টপোলজি বলতে স্থানিক বস্তুর মধ্যে সম্পর্ক বা সংযোগ বুঝায়।

স্থানিক অবজেক্টগুলো (Spatial objects) যথাক্রমে পয়েন্ট অবজেক্ট, লাইন অবজেক্ট ও ক্ষেত্র অবজেক্ট হিসাবে শ্রেণি বিন্যাস করা যায় এবং এগুলোকে জ্যামিতিকভাবে যথাক্রমে পয়েন্ট লাইন ও ক্ষেত্র দ্বারা উপস্থাপন করা যায়। জিআইএস-এ স্থানিক বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে কোঅর্ডিনেট সিস্টেমে জ্যামিতিকভাবে আকার আকৃতি এবং অবস্থান যথেষ্ট নয়। এর জন্য টপোলজি প্রয়োজন। একটি বিন্দুর জ্যামিতিক স্থানাংক (x,y) দিয়ে বুঝানো হয়। আর রেখা স্ট্রিং এবং ক্ষেত্র ধারাবাহিক বিন্দু স্থানাংক দ্বারা দেখানো যায়। [(চিত্র ১৯.২ (ক)]।

অপর পক্ষে টপোলজি অতিরিক্ত কিছু স্ট্রাকচারের মাধ্যমে সংজ্ঞায়িত করা যায়। [চিত্র-১৯.২ (খ)]।



চিত্র ঃ ১৯.২

নোড ঃ দুইয়ের অধিক লাইন অথবা স্ট্রিং এর ছেদবিন্দু অথবা স্ট্রিং এর শুরু ও ছেদ বিন্দু বা নম্বর দিয়ে শুরু হয়, তাকে নোড বলে।

চেইন ঃ একটি লাইন অথবা স্ট্রিং যা চেইন নাম্বার বিশিষ্ট শুরু শেষ বিন্দু নোড নাম্বার দিয়ে বাম এবং ডানে পার্শ্ববর্তী বাহুভুজ অবস্থিত, তাকে চেইন বলে।

বহুভুজ ঃ এটি একটি ক্ষেত্র, যা বাহুভুজ নাম্বার যুক্ত। চেইনের সিরিজ যেখানে ঘড়ির কাঁটার অর্ডারে (ঋণাত্মক চিহ্নের ক্ষেত্রে ঘড়ির কাটার বিপরীতে) ক্ষেত্র গঠিত করে।

১৯.৯.১ টপোলজিক্যাল ডাটা স্ট্রাকচার (Topological data structure) :

নোড এবং চেইনের মাধ্যমে নেটওয়ার্ক বিশ্লেষণ করা হয় এবং নিম্নরূপ টপোলজি তৈরি হয়।

চেইন : চেইন আই ডি, শুরু নোড আইডি, শেষ নোড আইডি, এট্রিবিউট।

নোড : নোড আইডি (x,y) সন্নিহিত চেইন আই ডি (টু নোডের ক্ষেত্রে ধনাত্মক, ফ্রম নোডের ক্ষেত্রে ঋণাত্মক)। শুধু নেটওয়ার্ক বিশ্লেষণ নয় বহুভুজের মধ্যে সম্পর্ক দেখানোর জন্য অতিরিক্ত জিওমেট্রি ও টপোলজি প্রয়োজন।

চেইন জিওমেট্রি : চেইন আইডি, শুরু স্থানাংক, বিন্দু স্থানাংক, শেষ স্থানাংক।

বহুভুজ টপোলজি : বহুভুজ আইডি, চেইন আইডির সিরিজ, ঘড়ির কাঁটার অর্ডার।

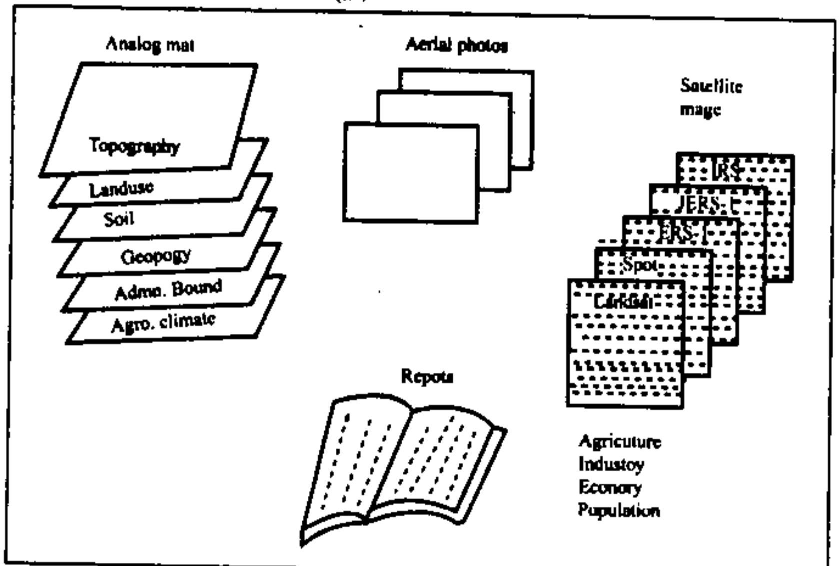
চেইন টপোলজি : চেইন আইডি, শুরু নোড আইডি, শেষ নোড আইডি, বাম বহুভুজ আইডি, ডান বহুভুজ আইডি।

টপোলজিক্যাল ডাটা মডেলের সুবিধা হল এর মাধ্যমে দুটি বহুভুজের সাধারণ অংশ একাধিক ডিজিটাইজিং রোধ করা যায়। এ মডেলের অসুবিধা হল একটি বহুভুজ পুরো একেবারে সঠিক ও নির্ভুল ডাটাসেট তৈরি করা যায় না।

১৯.১০ জিওগ্রাফিক ডাটার উৎস (Source of geographic data) :

জিআইএস-এ ভূস্থানিক তথ্যের ডিজিটাল ফর্মেটে তথ্যের অধিগ্রহণ বা তথ্যের ইনপুট খুবই ব্যয়বহুল এবং এ পদ্ধতিগুলো সময় সাপেক্ষ। এজন্য তথ্য অধিগ্রহণের জন্য নির্দিষ্ট তথ্যের উৎস অত্যন্ত সতর্কতার সাথে নির্বাচন করা হয়। জিআইএস-এ নিম্নের তথ্যের উৎসগুলো ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় :

- **অ্যানালগ মানচিত্র (Analog Map) :** অবজেক্ট শ্রেণির টপোগ্রাফিক মানচিত্র, কন্টুর, ভূখণ্ড বৈশিষ্ট্য এবং বিষয়ভিত্তিক মানচিত্রের ভিত্তিতে সংজ্ঞায়িত করা হয়। এগুলো ম্যানুয়াল ডিজিটাইজার বা আধা স্বয়ংক্রিয় স্ক্যানার দ্বারা ডিজিটাইজ করা হয়। এ মানচিত্রগুলোর সমস্যা হল এগুলো সহজে পাওয়া যায় না। আর অনেক সময় এগুলো মেয়াদ উত্তীর্ণ মানচিত্র, উৎপাদন সময় নিয়ে অনৈক্য, ত্রুটিযুক্ত মানচিত্র ইত্যাদি।
- **এরিয়াল ফটোগ্রাফি (Aerial Photography) :** বিশ্লেষণাত্মক অথবা ডিজিটাল ফটোগ্রাফি আরও বেশি ব্যয়বহুল, তবে পদ্ধতি উন্নতিকরণের জন্য সর্বোত্তম।
- **স্যাটেলাইট ইমেজ (Satellite Image) :** স্যাটেলাইট ইমেজ এবং তথ্য ভূমির ব্যবহার শ্রেণিবিন্যাসকরণ ডিজিটাল, এলিভেশন মডেল (DEM), হাইওয়ে নেটওয়ার্ক উন্নতিকরণ ইত্যাদি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু ইমেজ মানচিত্রের স্কেল ১ : ৫০,০০০ থেকে ১ : ১০,০০০ এর মধ্যে হবে। উচ্চ রেজুলেশন স্যাটেলাইট ইমেজ যার ভূমির রেজুলেশন ১–৩ মিটার। ভবিষ্যতে ১ : ২৫,০০০ টপোম্যাপ উৎপাদন করবে।
- **জিপিএস দ্বারা ভূমি জরিপ (Ground survey with GPS) :** টোটাল স্টেশনের সাথে (Global Positioning system) এর ব্যবহার ভূমি জরিপকে আধুনিকায়ন করেছে। এটা ব্যবহারে খুব ভাল ফলাফল পাওয়া যায়। তবে বিস্তর এলাকার জন্য এটি খুব ব্যয়বহুল।
- **রিপোর্ট এবং প্রকাশনা (Reports & Publications) :** সামাজিক অর্থনৈতিক ডাটা প্রশাসনিক ইউনিটের উপর ভিত্তি করে পরিসংখ্যান আদমশুমারি রিপোর্ট লিপিবদ্ধ করা হয়।



চিত্র : ১৯.৩ জিআইএস প্রধান ডাটার উৎস

১৯.১১ ডাটা আহরণ পদ্ধতি (Methods of data capture) ঃ

বিভিন্ন উৎস থেকে ডাটা আহরণ করার বিভিন্ন পদ্ধতি আলোচনা করা হল।
ডাটা আহরণের জন্য যেসব পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় তাহল–

১। ফটোগ্রামেট্রিক কমপাইলেশন (Photogrammetric compilation)
২। ডিজিটাইজিং (Digitizing)
৩। ম্যাপ স্ক্যানিং (Map scanning)
৪। সেটিলাইট ডাটা (Setellite data)
৫। ফিল্ড ডাটা কালেকশন (Field data collection)
৬। টেবুলার ডাটা এন্ট্রি (Tabular data entry)
৭। ডকুমেন্ট স্ক্যানিং (Document scanning)
৮। পূর্ববর্তী ডাটা অনুবাদকরণ (Translation of existing digital data)

১৯.১২ মেটা ডাটা (Meta Data) ঃ

ভৌগোলিক তথ্য ব্যবস্থাপনা হল একটি কম্পিউটার ভিত্তিক ম্যাপিং সিস্টেম বা ব্যবহারিক ভূমি জরিপ ব্যবস্থাপনা। আর মেটা ডাটা হল একপ্রকার ডাটা, যা অন্য ডাটা সম্বন্ধে তথ্য প্রদান করে। মেটা ডাটা সিস্টেমের প্রধান কোন বিষয় নয়। তবে এটা ব্যবহারকারীকে ডাটার কোন অংশের বিশেষ অর্থ প্রদান করে থাকে। মেটা ডাটা সাধারণত তিনভাগে বিভক্ত করা যায়, যথা ঃ

১। বর্ণনামূলক (Descriptive)
২। কাঠামোগত (Structural)
৩। প্রশাসনিক (Administrative)

ডাটাবেসে ডাটা সংরক্ষণ পদ্ধতি অনুযায়ী টেকনিক্যাল (Technical) চতুর্থ প্রকার ডাটার শ্রেণি নির্দেশ করে।

অনুশীলনী–১৯

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **জিআইএস (GIS) কী?**

উত্তর ঃ জিআইএস হল একটি তথ্য ব্যবস্থাপনার পদ্ধতি, যার সাহায্যে মৌলিক ডাটা বা স্থানিক ডাটা ব্যবহার, বিশ্লেষণ ও সংরক্ষণের মাধ্যমে ভূমির ব্যবহার, প্রাকৃতিক সম্পদ, পরিবেশ, যোগাযোগ, নগরায়ণ এবং প্রশাসনিক বিষয়ে পরিকল্পনা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়।

২। **বাণিজ্যিকভাবে যে সকল পণ্য জিআইএসকে সমৃদ্ধ করেছে তাদের নাম লেখ।**

উত্তর ঃ বাণিজ্যিকভাবে যে সকল পণ্য জিআইএসকে আরও সমৃদ্ধ করেছে তা হল–

1. Computer Aided Design (CAD)
2. Database Management System (DMS)
3. Remote sensing
4. Global Positioning System (GPS)
5. Digital Data.

৩। **জিআইএস এর প্রধান প্রধান ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো কী কী?**

উত্তর ঃ জিআইএস-এর প্রধান প্রধান ব্যবহার ক্ষেত্রগুলো হল ঃ

১। ফ্যাসিলিটিস ম্যানেজমেন্ট
২। পরিবেশ ও প্রাকৃতিক সম্পদ ব্যবস্থাপনা
৩। রাস্তার নেটওয়ার্ক
৪। প্লানিং এবং ইঞ্জিনিয়ারিং
৫। ভূমি তথ্য ব্যবস্থাপনা।

৪। **ডাটা মডেল কী?**

উত্তর ঃ জিআইএস ডাটা মডেল হল এমন কিছু নির্দেশিকা, যার মাধ্যমে বাস্তব জগতকে ডিজিটালি রূপান্তর করা যায় এবং এট্রিবিউট ও জিওমেট্রি দ্বারা গঠিত স্থানিক বস্তুকে যৌক্তিকভাবে উপস্থাপন করা যায়।

৫। **টপোলজি বলতে কী বুঝায়?**

উত্তর ঃ টপোলজি জিআইএস-এর গুরুত্বপূর্ণ অংশ। টপোলজি বলতে স্থানিক বস্তুসমূহের মধ্যে সম্পর্ক বা সংযোগ বুঝায়।

৬। **ভেক্টর ডাটা মডেল কী?**

উত্তর ঃ যে ডাটা মডেলে আলাদা বিন্দু রেখা এবং এলাকা ব্যবহার করা হয় এবং এট্রিবিউটগুলো আলাদা নাম ও কোড দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

৭। **রাস্টার ডাটা মডেল কী?**

উত্তর ঃ যে ডাটা মডেলে নির্দিষ্ট ক্রম ও নিয়মিত ব্যবধানে গ্রিড সেল ব্যবহার করা হয়, তাকে রাস্টার ডাটা মডেল বলে। প্রচলিত ক্রম অনুসারে গ্রিডের সারি বাম থেকে ডান দিকে এবং লাইনগুলো উপর থেকে নীচের দিকে সাজানো থাকে।

৮। **জিওগ্রাফিক ডাটার উৎসগুলো কী কী?**
অথবা, জিওগ্রাফিক উৎসগুলো কী কী? [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ জিওগ্রাফিক ডাটার প্রধান উৎসগুলো হল–

১। এনালগ মানচিত্র
২। এরিয়াল ফটোগ্রাফি
৩। স্যাটেলাইট ইমেজ
৪। জিপিএস দ্বারা ভূমি জরিপ
৫। রিপোর্ট এবং প্রকাশনা

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। **জিআইএস বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো-২০১৫ (পরি)]

উত্তর ঃ জিআইএস এমন একটি ইনফরমেশন সিস্টেম যেখানে ভৌগোলিক রেফারেন্সড ডাটা বা স্থানিক ডাটা ব্যবহার বিশ্লেষণ ও সংরক্ষণের মাধ্যমে ভূমি ব্যবহার, প্রাকৃতিক সম্পদ, পরিবেশ, যোগাযোগ, নগরায়ণ এবং বিভিন্ন প্রশাসনিক বিষয়ে পরিকল্পনা ও সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়। সাধারণ অর্থে ভৌগোলিক মানচিত্রের মাধ্যমে বিশেষ কোন তথ্য উপস্থাপন করাকেই GIS (Geographic Information System) বলে।

২। **ইন্টারনেট প্রযুক্তি নির্ভর জিআইএস প্রোগ্রামগুলোর উল্লেখ কর।**

উত্তর ঃ ইন্টারনেট প্রযুক্তি নির্ভর জিআইএস প্রোগ্রামগুলোর নাম নিচে উল্লেখ করা হল ঃ
Web GIS, Web Mapping, Google Earth, Wikimapia, Open Steet Map, Google Maps, Participatory GIS, Google Map Marker, Volunteered Geographic Information (VGI) ইত্যাদি।

৩। **জিআইএস-এর সুবিধাসমূহ উল্লেখ কর।**
অথবা, জি.আই.এস এর সুবিধাগুলো উল্লেখ কর। [বাকাশিবো-২০১৫]

উত্তর ঃ জিআইএস এর সুবিধাসমূহ নিম্নরূপ ঃ

১। ভৌগোলিক স্থানিক ডাটা স্ট্যান্ডার্ড ফরমেটের মাধ্যমে সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা যায়।
২। ডাটাসমূহ সহজে পুনঃবিবেচনা ও আপডেট করা যায়।
৩। ভৌগোলিক স্থানিক ডাটাসমূহ সহজে অনুসন্ধান বিশ্লেষণ ও উপস্থাপন করা যায়।
৪। ভৌগোলিক স্থানিক ডাটা অবাধে বিনিময় ও শেয়ার করা যায়।
৫। কর্মীদের উৎপাদনশীলতা ও কর্মদক্ষতা বাড়ানো যায়।
৬। পণ্যের অধিকতর মূল্য সংযোজন করা যায়।
৭। সময় ও অর্থ বাচানো যায়।
৮। সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায়।

৪। জিআইএস কোন কোন বিশেষ ব্যবস্থাপনার ক্ষেত্রে কার্যকরী ভূমিকা পালন করে?

উত্তর : জিআইএস নিম্নলিখিত ব্যবস্থাপনার ক্ষেত্রে কার্যকরী ভূমিকা পালন করে থাকে–

১। ভূমি তথ্য ব্যবস্থাপনা (LIS)
২। স্বয়ংক্রিয় মানচিত্র ব্যবস্থাপনা (AMS)
৩। পরিবেশ তথ্য ব্যবস্থাপনা (EIS)
৪। সম্পদ তথ্য ব্যবস্থাপনা (RIS)
৫। পরিকল্পনা তথ্য ব্যবস্থাপনা (PIS)
৬। স্থানিক তথ্য পরিকল্পনা ব্যবস্থাপনা।

৫। জিআইএস-এর সাথে অন্যান্য সাইন্সের তুলনা কর।

উত্তর : জিআইএস ও অন্যান্য সাইন্সের তুলনা করা হল :

জিআইএস	অন্যান্য বিজ্ঞানভিত্তিক কাজ
১। এতে সঠিক এবং সমন্বিত ডিজিটাল ডাটাবেস কম্পিউটারের মাধ্যমে নিয়মতান্ত্রিকভাবে অনুসন্ধান করা যায়।	১। বিভিন্ন স্কেলে অংকিত প্রচলিত মানচিত্র আদমশুমারি সারণি ইত্যাদি প্রচলিতভাবে পরীক্ষানিরীক্ষা করা হয়।
২। এতে খুব দ্রুত কাজ করা যায়।	২। সময় সাপেক্ষ এবং কাজ পরিশ্রম সাপেক্ষ।
৩। অতি সহজে যে-কোন তথ্য বা ফলাফল বের করা যায়।	৩। কাজ তুলনামূলকভাবে কঠিন।
৪। এ কাজ স্বল্প ব্যয় সাপেক্ষ।	৪। এ কাজ অধিক ব্যয় সাপেক্ষ।

৬। জিআইএস ডাটা মডেল বলতে কী বুঝায়?

উত্তর : জিআইএস ডাটা মডেল হল এমন কিছু নির্দেশিকা, যার মাধ্যমে বাস্তব জগতকে ডিজিটালি রূপান্তর করা যায় এবং এট্রিবিউট ও জিওমেট্রি দ্বারা গঠিত স্থানিক বস্তুকে যৌক্তিকভাবে উপস্থাপন করা যায়। এট্রিবিউটগুলো বিষয়ভিত্তিক (Thematic) বা শব্দার্থিক (Sementic) স্ট্রাকচার দ্বারা পরিচালিত হয় এবং জিওমেট্রিগুলো জিওমেট্রিক টপোলজিক্যাল স্ট্রাকচার দ্বারা নির্দেশ করা যায়। জিওমেট্রিক ডাটা মডেল দু'ধরনের হয়, যথা–

(ক) ভেক্টর ডাটা মডেল (Vector data model)
(খ) রাস্টার ডাটা মডেল (Raster data model)।

৭। ভেক্টর ও রাস্টার ডাটা মডেল বলতে কী বুঝায়?
অথবা, ভেক্টর ও রাস্টার ডাটা মডেল ব্যাখ্যা কর। [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর : নিম্নে ভেক্টর ও রাস্টার ডাটা মডেলের বর্ণনা দেওয়া হল :

ডাটা মডেল হল এমন কিছু নির্দেশিকা, যার মাধ্যমে বাস্তব জগতকে ডিজিটালি রূপান্তর করা যায় এবং এট্রিবিউট ও জিওমেট্রি দ্বারা গঠিত স্থানিক বস্তুকে যৌক্তিকভাবে উপস্থাপন করা যায়। এট্রিবিউটগুলো বিষয়ভিত্তিক (Thematic) বা শব্দার্থিক (Semantic) স্ট্রাকচার দ্বারা পরিচালিত হয় এবং জিওমেট্রিগুলো জিওমেট্রিক টপোলজিক্যাল স্ট্রাকচার দ্বারা নির্দেশ করা যায়। জিওমেট্রিক ডাটা মডেল প্রধানত দুই ধরনের হয়, যেমন :

(ক) ভেক্টর ডাটা মডেল (Vector data model) : ভেক্টর ডাটা মডেলে আলাদা বিন্দু, রেখা ও এলাকা ব্যবহার করা হয় এবং এট্রিবিউটগুলো আলাদা নাম ও কোড দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

(খ) রাস্টার ডাটা মডেল (Raster data model) : রাস্টার ডাটা মডেলে নির্দিষ্ট ক্রম ও নিয়মিত ব্যবধানে গ্রিড সেল ব্যবহার করা হয়। গ্রিড সেলের একটি উপাদানকে পিক্সেল (Pixel) বলে। প্রচলিত ক্রম অনুসারে গ্রিডের সারি বাম থেকে ডানদিকে এবং লাইনগুলো উপর থেকে নিচের দিকে সাজানো থাকে। এর প্রতিটি অবস্থানের দ্বিমাত্রিক স্থানাংক, পিক্সেল নম্বর এবং লাইন নম্বর দেওয়া হয়। আর এগুলো একটি এট্রিবিউটের একক মান প্রকাশ করে।

৮। জি.আই.এস টপোলজি বলতে কী বুঝায়? [বাকাশিবো-২০১৪R, ১৬(পরি)]

উত্তর : টপোলজি জিআইএস-এ একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। টপোলজি বলতে স্থানিক বস্তুর মধ্যে সম্পর্ক বা সংযোগ বুঝায়। স্থানিক অবজেক্টগুলো (Spatial objects) যথাক্রমে পয়েন্ট অবজেক্ট, লাইন অবজেক্ট ও ক্ষেত্র অবজেক্ট হিসাবে শ্রেণিবিন্যাস করা যায় এবং এগুলোকে জ্যামিতিকভাবে যথাক্রমে পয়েন্ট লাইন ও ক্ষেত্র দ্বারা উপস্থাপন করা যায়। জিআইএস-এ স্থানিক বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে কোঅর্ডিনেট সিস্টেমে জ্যামিতিকভাবে আকার আকৃতি এবং অবস্থান যথেষ্ট নয়। এর জন্য টপোলজি প্রয়োজন। একটি বিন্দুর জ্যামিতিক স্থানাংক (x,y) দিয়ে বুঝানো হয়। আর রেখা স্ট্রিং এবং ক্ষেত্র ধারাবাহিক বিন্দু স্থানাংক দ্বারা দেখানো যায়।

৯। জিওগ্রাফিক ডাটার উৎসগুলোর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৫(পরি), ১৬(পরি)]

উত্তর : জিআইএস-এ নিম্নের তথ্যের উৎসগুলো ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় :

- **অ্যানালগ মানচিত্র (Analog Map) :** অবজেক্ট শ্রেণির টপোগ্রাফিক মানচিত্র, কন্টুর, ভূখণ্ড বৈশিষ্ট্য এবং বিষয়ভিত্তিক মানচিত্রের ভিত্তিতে সংজ্ঞায়িত করা হয়। এগুলো ম্যানুয়াল ডিজিটাইজার বা আধা স্বয়ংক্রিয় স্ক্যানার দ্বারা ডিজিটাইজ করা হয়। এ মানচিত্রগুলোর সমস্যা হল এগুলো সহজে পাওয়া যায় না। আর অনেক সময় এগুলো মেয়াদ উত্তীর্ণ মানচিত্র, উৎপাদন সময় নিয়ে অনৈক্য, ত্রুটিযুক্ত মানচিত্র ইত্যাদি।
- **এরিয়াল ফটোগ্রাফি (Aerial Photography) :** বিশ্লেষণাত্মক অথবা ডিজিটাল ফটোগ্রাফি আরও বেশি ব্যয়বহুল, তবে পদ্ধতি উন্নতিকরণের জন্য সর্বোত্তম।
- **স্যাটেলাইট ইমেজ (Satellite Image) :** স্যাটেলাইট ইমেজ এবং তথ্য ভূমির ব্যবহার শ্রেণিবিন্যাসকরণ ডিজিটাল, এলিভেশন মডেল (DEM), হাইওয়ে নেটওয়ার্ক উন্নতিকরণ ইত্যাদি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু ইমেজ মানচিত্রের স্কেল ১ : ৫০,০০০ থেকে ১ : ১০,০০০ এর মধ্যে হবে। উচ্চ রেজুলেশন স্যাটেলাইট ইমেজ যার ভূমির রেজুলেশন ১-৩ মিটার। ভবিষ্যতে ১ : ২৫,০০০ টপোম্যাপ উৎপাদন করবে।
- **জিপিএস দ্বারা ভূমি জরিপ (Ground surrey with GPS) :** টোটাল স্টেশনের সাথে (Global Positioning system) এর ব্যবহার ভূমি জরিপকে আধুনিকায়ন করেছে। এটা ব্যবহারে খুব ভাল ফলাফল পাওয়া যায়। তবে বিস্তর এলাকার জন্য এটি খুব ব্যয়বহুল।
- **রিপোর্ট এবং প্রকাশনা (Reports & Publications) :** সামাজিক অর্থনৈতিক ডাটা প্রশাসনিক ইউনিটের উপর ভিত্তি করে পরিসংখ্যান আদমশুমারি রিপোর্ট লিপিবদ্ধ করা হয়।

১০। কী কী পদ্ধতিতে ডাটা আহরণ (Data coptuve) করা যায়?

উত্তর : বিভিন্ন উৎস থেকে ডাটা আহরণ করার বিভিন্ন পদ্ধতি আলোচনা করা হল।

ডাটা আহরণের জন্য যেসব পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় তাহল–

১। ফটোগ্রামেট্রিক কমপাইলেশন (Photogrammetric compilation)
২। ডিজিটাইজিং (Digitizing)
৩। ম্যাপ স্ক্যানিং (Map scanning)
৪। সেটিলাইট ডাটা (Setellite data)
৫। ফিল্ড ডাটা কালেকশন (Field data collection)
৬। টেবুলার ডাটা এন্ট্রি (Tabular data entry)
৭। ডকুমেন্ট স্ক্যানিং (Document scanning)
৮। পূর্ববর্তী ডাটা অনুবাদকরণ (Translation of existing digital data)

১১। মেটা ডাটা বলতে কী বুঝায়? এটাকে কয়ভাগে ভাগ করা যায়?

উত্তর : ভৌগোলিক তথ্য ব্যবস্থাপনা হল একটি কম্পিউটারভিত্তিক ম্যাপিং সিস্টেম বা ব্যবহারিক ভূমি জরিপ ব্যবস্থাপনা। আর মেটা ডাটা হল একপ্রকার ডাটা, বা অন্য ডাটা সম্বন্ধে তথ্য প্রদান করে। মেটা ডাটা সিস্টেমের প্রধান কোন বিষয় নয়। তবে এটা ব্যবহারকারীকে ডাটার কোন অংশের বিশেষ অর্থ প্রদান করে থাকে। মেটা ডাটা সাধারণত তিনভাগে বিভক্ত করা যায়, যথা :

১। বর্ণনামূলক (Descriptive)
২। কাঠামোগত (Structural)
৩। প্রশাসনিক (Administrative)

ডাটাবেসে ডাটা সংরক্ষণ পদ্ধতি অনুযায়ী টেকনিক্যাল (Technical) চতুর্থ প্রকার ডাটার শ্রেণি নির্দেশ করে।

১২। **বেসিক ফাংশন এবং সাব-ফাংশনের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

উত্তর ঃ নিম্নে বেসিক ফাংশন এবং এর সাব-ফাংশনগুলো টেবিল আকারে প্রকাশ করা হল–

ফাংশন	সাব-ফাংশন
১। তথ্য সগ্রহ এবং প্রাক-প্রকিয়াকরণ	১। ডিজিটালাইজিং, এডিটকরণ, টপোলজি তৈরি, প্রজেকশন পরিবর্তন, ফরমেট পরিবর্তন ইত্যাদি।
২। তথ্য আহরণ ও তথ্য ব্যবস্থাপনা	২। তথ্য সম্ভার, হায়ারিক্যাল মডেলিং, নেটওয়ার্ক মডেলিং, রিলেশনাল মডেলিং, এট্রিবিউট কোয়েরি, অবজেক্ট ওরিয়েন্টেড ডাটাবেস ইত্যাদি।
৩। স্থানিক ডাটা পরিমাপ ও বিশ্লেষণ	৩। তথ্য পরিমাপকরণ, বাফারিং, অভারঅলে অপারেশন, কানেকটিভিটি অপারেশন ইত্যাদি।
৪। গ্রাফিক আউটপুট এবং দৃশ্যমানকরণ	৪। স্কেল পরিবর্তন, জেনারালাইজেশন, ভূ-সংস্থানিক মানচিত্র, পরিসংখ্যান মানচিত্র, ত্রিমাত্রিক পাখিচক্ষু দৃশ্য ইত্যাদি।

রচনামূলক প্রশ্নাবলি ঃ

১। **জিআইএস উন্নয়নের ইতিহাস সংক্ষেপে লেখ।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.২ দ্রষ্টব্য।

২। **জিআইএস ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।**

অথবা, জি.আই.এস ব্যবহারের ক্ষেত্রগুলো ধারাবাহিকভাবে লেখ। [বাকাশিবো-২০১৩, ১৬(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৪ দ্রষ্টব্য।

৩। **জিআইএস এর সাথে অন্যান্য সাইন্সের তুলনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৫ দ্রষ্টব্য।

৪। **জিআইএস এর বেসিক ফাংশন বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৬ দ্রষ্টব্য।

৫। **জিআইএস ডাটা মডেল সচিত্র বর্ণনা দাও।** [বাকাশিবো-২০১৪]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৮ দ্রষ্টব্য।

৬। **জিআইএস টপোলজি সচিত্র বর্ণনা কর।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৯ দ্রষ্টব্য।

৭। **টপোলজিক্যাল ডাটা স্ট্রাকচারের বর্ণনা দাও।**

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.৯.১ দ্রষ্টব্য।

৮। **জিওগ্রাফিক্যাল ডাটার উৎসসমূহের বর্ণনা দাও।**

অথবা, জিওগ্রাফিক ডাটার উৎসগুলোর বর্ণনা দাও। [বাকাশিবো-২০১৪(পরি)]

উত্তর সংকেত ঃ অনুচ্ছেদ ১৯.১০ দ্রষ্টব্য।

—— ◈ ——