



سیستم اطلاعات جغرافیایی در محیط زیست

دکتر خلیل ولیزاده کامران

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

بخش اول. مفاهیم نظری	۱
فصل اول. مفاهیم، مبانی و سیر تحول سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)	۳
هدف کلی	۳
هدف‌های یادگیری	۳
مقدمه	۴
۱-۱ مفاهیم پایه GIS	۴
۲-۱ نگرش‌های مختلف به GIS	۷
۳-۱ مراحل شکل‌گیری GIS	۹
۴-۱ اجزای اصلی GIS	۱۰
۱-۴-۱ سخت‌افزار	۱۱
۲-۴-۱ نرم‌افزار	۱۱
۳-۴-۱ داده‌های جغرافیایی	۱۲
۴-۴-۱ کاربر (نیروی انسانی)	۱۳
۵-۱ استفاده از GIS	۱۴
۶-۱ چرا GIS؟	۱۵
۷-۱ مراحل اصلی کاری GIS	۱۷
۱-۷-۱ ورود اطلاعات	۱۷
۲-۷-۱ ویرایش اطلاعات	۱۸
۳-۷-۱ مدیریت اطلاعات	۱۹
۴-۷-۱ پرسش و پاسخ	۲۰
۵-۷-۱ تجزیه و تحلیل اطلاعات	۲۱
۶-۷-۱ پیش‌بینی	۲۳
۸-۱ توسعه GIS	۲۳
۹-۱ قابلیت‌های تحلیلی GIS	۲۴

۲۵.....	۱۰-۱ کاربردهایی از تکنولوژی GIS
۲۷.....	۱۱-۱ فواید و نواقص GIS
۲۷.....	۱۲-۱ انواع داده‌ها در GIS
۲۸.....	۱۳-۱ انواع فرمت در GIS
۲۹.....	۱-۱۳-۱ ساختار برداری
۳۰.....	۲-۱۳-۱ ساختار رستری
۳۱.....	۱۴-۱ فراداده‌ها (متادیتا) در GIS
۳۴.....	۱۵-۱ تکنولوژی‌های مرتبط با GIS
۳۵.....	۱-۱۵-۱ سیستم‌های تولید نقشه‌های رقومی (CAD)
۳۵.....	۲-۱۵-۱ سنجش از دور
۳۶.....	۳-۱۵-۱ سیستم‌های مدیریت پایگاه داده (DBMS)
۳۷.....	۴-۱۵-۱ فناوری GPS
۳۸.....	۱۶-۱ تکنولوژی Web GIS
۴۰.....	۱۷-۱ برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی GIS
۴۱.....	۱۸-۱ آینده GIS
۴۲.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۴۳.....	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۴۴.....	فصل دوم. توابع تحلیلی سامانه اطلاعات جغرافیایی
۴۴.....	هدف کلی
۴۴.....	هدف‌های یادگیری
۴۵.....	مقدمه
۴۵.....	۱-۲ مفهوم توابع تحلیلی در GIS
۴۷.....	۲-۲ توابع همپوشانی وکتوری
۴۹.....	۳-۲ توابع ساختاربندی
۴۹.....	۴-۲ توابع ذخیره‌سازی اطلاعات
۴۹.....	۵-۲ توابع بازیافت داده‌ها
۵۶.....	۶-۲ توابع تغییر و تبدیل داده‌ها
۵۸.....	۷-۲ توابع پرسش و پاسخ و تجزیه و تحلیل داده‌ها
۵۸.....	۸-۲ توابع نمایش اطلاعات
۵۸.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۵۹.....	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۶۰.....	فصل سوم. مبانی تصمیم‌گیری در GIS (مدل‌سازی)
۶۰.....	هدف کلی
۶۰.....	هدف‌های یادگیری
۶۱.....	مقدمه
۶۱.....	۱-۳ تصمیم‌گیری و فرایند آن
۶۴.....	۲-۳ کلیاتی درباره مدل‌ها

۶۶.....	۳-۳ انواع مدل‌ها
۶۷.....	۳-۴ فرایند مدل‌سازی
۶۸.....	۳-۴-۱ تعیین مشکل
۶۸.....	۳-۴-۲ مدل‌های حرفی
۶۸.....	۳-۴-۳ رسم نمودار
۶۹.....	۳-۵ پردازش داده‌های مدلی
۶۹.....	۳-۵-۱ داده‌های اکولوژیکی
۷۵.....	۳-۵-۲ داده‌های اقتصادی-اجتماعی
۷۶.....	۳-۶ مدل اکولوژیک توریسم
۷۸.....	۳-۶-۱ مدل اکولوژیک توریسم متمرکز:
۷۹.....	۳-۶-۲ مدل اکولوژیک توریسم گسترده
۸۴.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۸۵.....	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۸۶.....	فصل چهارم. پایگاه داده
۸۶.....	هدف کلی
۸۶.....	هدف‌های یادگیری
۸۷.....	مقدمه
۸۷.....	۴-۱ پایگاه داده
۸۸.....	۴-۲ چگونگی دستیابی به داده‌های توصیفی و مکانی
۹۰.....	۴-۳ ایجاد پایگاه داده
۹۲.....	۴-۴ ساختار پایگاه داده
۹۲.....	۴-۴-۱ مدل داده تخت
۹۲.....	۴-۴-۲ ساختار سلسله مراتبی پایگاه داده
۹۲.....	۴-۴-۳ ساختار شبکه‌ای پایگاه داده
۹۳.....	۴-۴-۴ ساختار رابطه‌ای پایگاه داده
۹۳.....	۴-۵ ویژگی‌های پایگاه داده
۹۵.....	۴-۶ داده‌های GIS و پایگاه داده
۱۰۰.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۰۱.....	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۰۲.....	فصل پنجم. مکان‌یابی و آمایش سرزمین در محیط GIS
۱۰۲.....	هدف کلی
۱۰۲.....	هدف‌های یادگیری
۱۰۳.....	۵-۱ مراحل مکان‌یابی در GIS
۱۰۴.....	۵-۲ مدل‌های مکان‌یابی در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)
۱۰۴.....	۵-۲-۱ مدل
۱۰۵.....	۵-۲-۲ مکان‌یابی و GIS
۱۰۶.....	۵-۳ اهمیت و هدف مدل در مسائل زیست‌محیطی

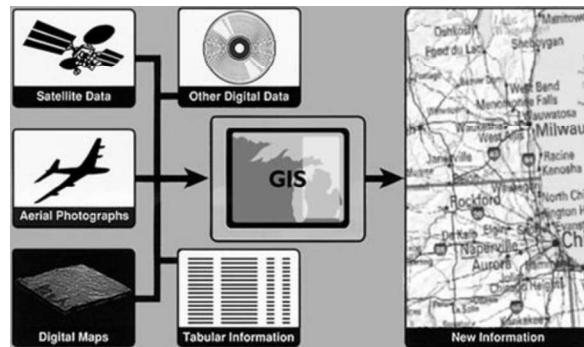
۴-۵	مدل‌های تحلیل تناسب کاربری اراضی در GIS	۱۰۷
۱-۴-۵	مدل عملگرهای بولین یا منطق بولی	۱۰۷
۲-۴-۵	مدل همپوشانی شاخص‌ها	۱۰۸
۳-۴-۵	مدل منطق فازی (نامعین)	۱۱۰
۴-۴-۵	مدل احتمالی بیزین	۱۱۱
۵-۵	ارزیابی‌های زیست‌محیطی در محیط GIS	۱۱۱
۱-۵-۵	مفهوم توسعه پایدار	۱۱۲
۲-۵-۵	نگرش تاریخی بر شیوه برنامه‌ریزی، توسعه و آمایش	۱۱۳
۶-۵	توان اکولوژیکی و نقش آن در پهنه‌بندی سرزمین	۱۱۳
۷-۵	ارزیابی توان اکولوژی محیط زیست	۱۱۴
۸-۵	ارزیابی توان سرزمین	۱۱۴
۹-۵	توان اکولوژیکی	۱۱۴
۱-۹-۵	توان فیزیکی	۱۱۴
۲-۹-۵	توان بیولوژیکی	۱۱۵
۱۰-۵	جایگاه ارزیابی توان اکولوژیک در آمایش سرزمین	۱۱۶
۱۱-۵	روش‌های ارزیابی توان اکولوژیک	۱۱۸
۱-۱۱-۵	روش‌های ارزیابی یک ضابطه‌ای	۱۱۸
۲-۱۱-۵	روش‌های ارزیابی دو ضابطه‌ای	۱۱۹
۳-۱۱-۵	ارزیابی چند ضابطه‌ای	۱۱۹
۴-۱۱-۵	پیکره آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی	۱۲۳
۱۲-۵	قواعد تصمیم‌گیری	۱۲۸
۱-۱۲-۵	روش‌های وزن‌دهی افزودنی ساده	۱۲۹
۱۳-۵	نمونه موردی از کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی توان اکولوژیکی	۱۳۱
۱-۱۳-۵	تشکیل مدل ارتفاعی رقومی (DEM)	۱۳۲
۲-۱۳-۵	تشکیل مدل شیب	۱۳۳
۳-۱۳-۵	جهت‌های جغرافیایی	۱۳۴
۴-۱۳-۵	طبقات ارتفاعی	۱۳۵
۵-۱۳-۵	اقلیم	۱۳۶
۶-۱۳-۵	خاک	۱۳۸
۷-۱۳-۵	آب و منابع آن	۱۳۹
۸-۱۳-۵	فرسایش	۱۴۲
۹-۱۳-۵	تهیه نقشه کاربری اراضی	۱۴۲
۱۴-۵	استانداردسازی نقشه‌های معیار	۱۴۳
۱-۱۴-۵	استانداردسازی نقشه‌ها براساس روش درجه‌ای	۱۴۳
۲-۱۴-۵	استانداردسازی نقشه‌های فازی	۱۴۸
۳-۱۴-۵	تهیه نقشه‌های محدودیت	۱۵۲
۴-۱۴-۵	وزن‌دهی به معیارها	۱۵۲
۱-۱۵-۵	تلفیق با روش فازی WLC	۱۵۸
۲-۱۵-۵	تلفیق با روش همپوشانی وزن‌دار	۱۶۰

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم	۱۶۰
خودآزمایی تشریحی فصل پنجم	۱۶۱
بخش دوم. مباحث عملی	۱۶۳
فصل اول. آموزش عملی ArcGIS	۱۶۵
مقدمه	۱۶۵
۱-۱ ArcGIS چیست؟	۱۶۶
۲-۱ ArcGIS Desktop چیست؟	۱۶۸
فصل دوم. نحوه اضافه نمودن اطلاعات به محیط ArcMap	۱۷۲
۱-۲ افزودن اطلاعات تصویری به ArcMap	۱۷۳
۲-۲ اضافه کردن داده‌های برداری	۱۷۵
۱-۲-۲ Shape فایل‌ها	۱۷۵
۲-۲-۲ CAD فایل‌ها	۱۸۱
۳-۲ لایه‌بندی عوارض با استفاده از اطلاعات توصیفی	۱۸۶
فصل سوم. ویرایش عوارض در محیط ArcMap	۱۹۱
فصل چهارم. تغییر نحوه نمایش عوارض جغرافیایی	۱۹۵
فصل پنجم. پرس و جوی نقشه‌ها	۲۰۱
۱-۵ Identify گرفتن از عوارض	۲۰۱
۲-۵ نمایش MapTip ها	۲۰۲
۳-۵ انتخاب عوارض به وسیله کشیدن یک کادر	۲۰۴
فصل ششم. راه‌های یافتن عوارض به وسیله مکان آن‌ها	۲۰۷
۱-۶ انتخاب عوارض به وسیله مکانشان	۲۰۹
۲-۶ ایجاد بافر حول عوارض	۲۱۵
فصل هفتم. جمع‌آوری داده با استفاده از Geoprocessing	۲۱۸
۱-۷ ادغام عوارض براساس یک مقدار توصیفی	۲۱۹
۲-۷ یکی کردن لایه‌ها با هم	۲۲۴
۳-۷ یافتن محدوده فضایی مشترک بین دو لایه	۲۲۷
۴-۷ ترکیب دو لایه پلی‌گون	۲۲۹
۵-۷ انتقال مقادیر توصیفی عوارض به وسیله موقعیتشان	۲۳۲
۶-۷ یافتن آنچه که داخل یک پلی‌گون می‌باشد	۲۳۴
۷-۷ یافتن عوارضی که با یک عارضه خاص متقاطع‌اند	۲۳۶

۲۳۸	فصل هشتم. تحلیل‌های توپوگرافی
۲۳۸	۱-۸ تفهیم شکل یک سطح
۲۳۹	۲-۸ ساخت TIN
۲۴۱	۳-۸ تبدیل TIN به رستر
۲۴۲	۴-۸ مشاهده سه بُعدی رستر در محیط ArcScene
۲۴۵	۵-۸ تحلیل‌های سه بُعدی
۲۴۵	۱-۵-۸ تحلیل‌های گرافیکی
۲۵۲	۲-۵-۸ تحلیل‌های مقدماتی
۲۶۵	۳-۵-۸ تحلیل‌های تکمیلی
۲۶۹	فصل نهم. کار با طرح نقشه Map Layout
۲۷۵	۱-۹ اضافه کردن مقیاس نما
۲۷۶	۲-۹ اضافه کردن پیکان شمال
۲۷۸	۳-۹ اضافه کردن راهنما
۲۸۰	۴-۹ اضافه کردن عنوان
۲۸۳	پاسخنامه خودآزمایی چهارگزینه‌ای
۲۸۵	منابع

بخش اول

مفاهیم نظری



فصل اول

مفاهیم، مبانی و سیر تحول سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

هدف کلی

در این فصل از کتاب ابتدا تعاریفی از سیستم اطلاعات جغرافیایی از دیدگاه متخصصان مختلف ارائه شده و تاریخچه‌ای از آن را مطالعه خواهیم کرد. سپس انواع داده‌ها و ساختار آن‌ها را شناخته و با تکنولوژی‌های مرتبط با آن آشنا خواهیم شد. نهایتاً به معایب و محاسن یک سیستم اطلاعات جغرافیایی اشاره خواهیم کرد.

هدف‌های یادگیری

- از دانشجو انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتواند بر هدف‌های زیر دست پیدا کند.
۱. تعریفی جامعی از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ارائه کند.
 ۲. نگرش‌های مختلف به GIS را بیان کند.
 ۳. تاریخچه یا مراحل شکل‌گیری این علم را توضیح دهد.
 ۴. اجزای اصلی GIS را ذکر کند.
 ۵. مراحل اصلی کاری GIS را بداند.
 ۶. با قابلیت‌های تحلیلی GIS آشنا شود.
 ۷. انواع داده ورودی و فرمت‌های آن را بداند.
 ۸. تکنولوژی‌های مرتبط با این علم را ذکر کند.

مقدمه

دنیای امروزه دنیای اطلاعات و مدیریت بهینه آن‌ها است. از آنجا که قسمت عمده‌ای از تصمیمات اتخاذ شده توسط مدیران و برنامه‌ریزان در پروژه‌های مختلف عمرانی و محیطی به نوعی به مکان و موقعیت خاص مربوط است و در واقع ماهیتی مکان مرجع دارند، لذا وجود اطلاعات جغرافیایی دقیق، مطمئن و به هنگام و نیز مدیریت بهینه آن از موضوعات بسیار اساسی در موفقیت این تصمیمات و اجرای آن‌ها است. با روی کار آمدن کامپیوتر و نرم‌افزارهای تخصصی روند تجزیه و تحلیل و ترکیب اطلاعات جغرافیایی وارد مرحله نوینی شده و شکل تکامل یافته آن، امروزه به نام سیستم اطلاعات جغرافیایی شناخته می‌شود. به‌طوری که، سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزاری توانمند در جهت ذخیره، بازیابی و تحلیل اطلاعات به‌صورت جدی مطرح بوده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه داشتن شناختی درست از سیستم اطلاعات جغرافیایی، به‌منظور استفاده بهینه از آن برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان و کاربران این سیستم، امری ضروری است. لذا در این فصل، سعی شده است مطالبی جهت آشنایی کلی با این سیستم عنوان گردد.

۱-۱ مفاهیم پایه GIS

امروزه در علوم کاربردی و فعالیت‌های عمرانی که بر روی زمین انجام می‌گیرد، کمتر اقدامی است که بی‌نیاز از شناخت محیط، موقعیت جغرافیایی، شرایط طبیعی و توان و استعدادهای آن باشد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS^۱)، پاسخی به نیاز اساسی استفاده‌کنندگان از اطلاعات مکانی و راه‌حلی در رفع تنگناهای ذخیره‌سازی، بازیابی و به اشتراک‌گذاری این‌گونه اطلاعات است. اصطلاح GIS، در اواسط سال ۱۹۶۰ میلادی پا به عرصه وجود نهاد. کلاً GIS، محصول قوه فکری جغرافیایی نیست و با تحقیق و توسعه GIS از سال ۱۹۶۰ میلادی و با تلاش گروه کوچکی از پیشگامان حرفه‌ای چند رشته علمی شروع شد. هر گروه علاقه داشتند که از تکنولوژی کامپیوتر عصر خود در کاربرد داده‌های جغرافیایی و در موارد خاصی از مدیریت زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی استفاده کنند. اصولاً پنج زمینه کلی زیر به‌عنوان عناصر کلیدی برای توسعه GIS از دیگر موارد به‌صورت برجسته‌تری نمود پیدا می‌کند:

1. Geographical Information System

- معماری چشم انداز؛
- علوم کامپیوتری؛
- علوم جغرافیا؛
- سنجش از دور؛
- کارتوگرافی؛

معماران چشم انداز در سال ۱۹۶۰ میلادی، از اولین دسته دانشمندان زیست محیطی بودند که از روش ادغام لایه های نقشه ای جهت انتخاب بهینه مناظر زیبا برای تسهیلات و پروژه های مهندسی استفاده کردند. سیستم اطلاعات جغرافیایی کانادا (CGIS^۱) اولین سیستم عملیاتی کامل بوده است و کانادا اولین کشوری است که از نام تجاری GIS استفاده کرد. در ابتدا CGIS، در کانادا جهت آمایش نمود پیدا کرد و در پروژه های تهیه نقشه کاربری اراضی در ارتباط با توسعه مزارع حاشیه ای فعالیت کرد ولی با گذشت زمان کاربردهای GIS فراتر رفت و در بخش های مختلف به عنوان یک ابزار قدرتمند جایگاه خاصی یافت. اساس و جوهره اصلی GIS در دنیای امروز، تهیه و فراهم آوردن امکانات موثق و قابل اعتماد تصمیم گیری برپایه اطلاعات جغرافیایی است و حضور مهندسين نقشه بردار در محیط GIS ناگزیر از برنامه ریزی دقیق است که زیربنای تصمیمات و راهنمایی برای کارهای آینده GIS است.

تاکنون از GIS تعاریف زیادی شده است و همه درصدد آن هستند که بیان دارند، GIS چیست؟ GIS، اغلب بدین شکل تعریف می شود که یک سیستم کامپیوتری است؛ برای ایجاد، مدیریت، پرس و جو کردن، تجزیه و تحلیل و نمایش داده های مکانی (تی تی دژ و پیرمرادی، ۱۳۸۷: ۵۲۶). دانشمندان زیادی مفهوم و تعریف GIS (سیستم اطلاعات جغرافیایی) را همچون (Marble, 1983)، به عنوان یک سیستم جابه جایی داده های فضایی می دانند، برای دانشمندی چون (Cowen, 1986) GIS فقط به مفهوم بانک داده های فضایی است. (Burrough, 1986)، GIS را به عنوان یک مجموعه ابزار نیرومند و قوی برای جمع آوری، ذخیره سازی، بازیافت در جهان بیان می دارد. (Berry, 1986)، نظر متفاوتی داشته و

1. Canada Geographical Information System

معتقد است، GIS یک سیستم اطلاعات فضایی اتوماتیک برخوردار از منابع اطلاعاتی غیرفضایی است.

با توجه به آنچه اشاره شد، می‌توان GIS را به‌عنوان یک سیستم اطلاعاتی تعریف کرد که داده‌های فضایی را تجزیه و تحلیل، مدیریت بهره‌وری، بهره‌برداری علمی و پیش‌بینی‌های مختلف را به نمایش در می‌آورد (مدیری و خواجه، ۱۳۷۸: ۶۸). سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان دسترسی به بهره‌برداری مناسب از کلیه اطلاعات جغرافیایی را فراهم می‌سازد. با تبدیل اطلاعات جغرافیایی به صورت دیجیتال و ذخیره آن در کامپیوتر، امکان هر گونه فعالیت بازنگری اطلاعات و وارد نمودن اصلاحات، تغییر مقیاس و جنرالیزه نمودن نقشه (حذف یا تغییر حجمی از اطلاعات نقشه) را میسر می‌کند. GIS نسبت به سایر فناوری‌ها، دنیای واقعی را کمتر خلاصه نموده، با بهره‌گیری از روش‌های خاص خود، واقعیت‌های زمینی را با دقت بیشتری در فرمت‌های رقومی و کاغذی به عرصه نمایش می‌گذارد. در این محیط، نقشه‌ها به صورت سمبلیک، مبین خصوصیات زمین در ابعاد کوچک‌تر بوده و معمولاً ارزش‌های خود را به سه طریق زیر ظاهر می‌سازند:

- ثبت مشاهدات از دنیای واقعی و ذخیره اطلاعات در جداول توصیفی.
- نمایش موقعیت‌ها و الگوهای توزیع عوارض در مکان‌های جغرافیایی.
- انتقال بصری اطلاعات به صور گرافیکی (رسولی، ۱۳۸۳: ۱۲۶).

در واقع می‌توان سیستم اطلاعات جغرافیایی را از خود این عبارت تعریف نمود. یعنی اولاً یک سیستم است. به عبارت دیگر دارای اجزا و عناصر و مؤلفه‌هایی است که در ارتباط با همدیگر و هماهنگ با همدیگرند. این سیستم در مرحله بعدی اطلاعاتی است. این به این معنی است که سیستم مذکور کامپیوتری است و در ارتباط با پایگاه داده است. سومین عبارت کلمه جغرافیایی است. یعنی این اطلاعات ماهیت جغرافیایی دارد. یعنی اطلاعاتی که مربوط به یک مختصات می‌شوند. گاهی کلمه مکانی نیز به جای جغرافیایی به کار می‌رود که مفهوم درستی نیست چرا که مکان فقط به مختصات اشاره می‌کند و توصیفات جغرافیایی را که اساس پایگاه داده را تشکیل می‌دهد در نظر نمی‌گیرد.

۷ مفاهیم، مبانی و سیر تحول سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

جدول ۱-۱. تعاریفی از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

تعاریف	مشخصات GIS	توابع تحلیلی GIS
یک فرایند	سیستمی برای کسب کردن، ذخیره کردن، چک کردن، ویرایش کردن، آنالیز و نمایش داده، که دارای مشخصات فضایی روی زمین هستند.	نمایش و شماتیک نقشه کشی پرسش و پاسخ داده پرسشگری مکانی و فضایی یکپارچه سازی اطلاعات پیدا کردن مسیر
یک جعبه ابزار	شامل ابزارهایی برای جمع آوری، ذخیره، بازیابی، تبدیل و نمایش داده های فضایی.	
یک پایگاه داده	داده های زمین مرجع	
یک برنامه کاربردی	سیستم اطلاعات ممیزی، سیستم اطلاعات بازاریابی، سیستم اطلاعات برنامه ریزی و...	آنالیز نقطه روی پلی گون همپوشانی (روی هم گذاری) تعیین حریم (بافر زدن) ارائه دید و ساخت مدل های سه بُعدی
یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری	یکپارچه کردن داده های مکانی در حدود حل یک مسئله محیطی	

منبع: (Jovanovic & Njegus, 2008: 262).

۲-۱ نگرش های مختلف به GIS

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، علمی نوظهور است که جغرافیا، علم کامپیوتر، ریاضی، آمار، مدیریت، سرشماری و نقشه کشی را در یک جا جمع می کند. در حالت کلی، به یک سیستم GIS با سه تفکر مختلف می توان نگریست که در هر یک از آنها بر روی یکی از کاربردهای GIS بیشتر تأکید شده است:

- **نگرش ابزار مبنا به GIS:** در نگرش ابزار مبنا، یک سیستم GIS به صورت مجموعه قوی از ابزارهای جمع آوری، ذخیره سازی، بازیابی، تبدیل و نمایش داده های مکان مرجع جهان واقعی تعریف می شود. واضح است که در این کاربرد، یک سیستم GIS تنها به عنوان ابزاری استفاده می شود که نیازهای روزمره به داده ها را تسریع می کند و در مواردی خاص، برخی از تحلیل های ساده مورد نیاز را انجام می دهد.
- **نگرش GIS به عنوان پایگاه داده:** در این نگرش، GIS به عنوان یک پایگاه داده تعریف می شود، که بخش اعظم داده های آن مکانی و زمین مرجع است و علاوه بر آن، برای پاسخ به پرسش های مرتبط با اجزای مکانی موجود در پایگاه داده ها، قابلیت هایی وجود دارد. تعریفی که در این نگرش ارائه می شود، نسبت به نگرش قبل، از سیستم GIS انتظارات بیشتری دارد. زیرا در این نگرش،

یک سیستم GIS باید بتواند به پرسش‌های مکانی پیچیده‌تر پاسخ دهد و به همین دلیل به طراحی هوشمندانه‌تر و پیچیده‌تر نیازمند است.

- **نگرش سازمان‌دهی به GIS:** در این نگرش، GIS به عنوان سیستمی در نظر گرفته می‌شود که بخش اعظم نیازهای کاربران را به صورت خودکار (اتوماتیک) انجام دهد. بر این اساس، در این نگاه یک سیستم GIS، مجموعه‌ای از توابع است که قابلیت‌های پیشرفته ذخیره‌سازی، بازیابی، تغییر و تحول و نمایش داده‌های مکانی را ارائه می‌دهد. وجه تمایز این تعریف، با تعاریف قبلی، قابلیت‌های پیشرفته تغییر و تحول است که در آن از یک سیستم GIS انتظار می‌رود تا با توابع از پیش تعریف شده، بتواند تحلیل‌های پیچیده‌ای را انجام دهد و قابلیت تصمیم‌گیری را نیز داشته باشد.

بدیهی است که تعاریف بالا، سیر تکامل سیستم اطلاعات جغرافیایی را نشان می‌دهند و هرچه به انتها نزدیک می‌شویم، به دلیل بلوغ کاربر و بالا رفتن انتظارات وی، سیستم اطلاعات جغرافیایی قابلیت‌های پیچیده‌تر و بیشتری را نیاز دارد. با توجه به این تعاریف، سیستمی که اغلب سازمان‌ها به دنبال طراحی آن هستند، نه مانند نگرش اول (یک ابزار ذخیره‌سازی و بازیابی) و نه همچون نگرش دوم (پایگاه داده)، بلکه با دید سوم (سازمان‌دهی)، باید قابلیت تصمیم‌گیری داشته باشد. یعنی برخورداری از سیستمی که بتوان علاوه بر مدیریت داده‌ها، تحلیل و پاسخگویی به سؤالات روزمره، نیازهای کاربران در امور پردازش، تجزیه و تحلیل، پیش‌بینی و مدل‌سازی را تأمین کند. این سیستم، از یک سو مراحل جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و بازیابی داده‌ها را سرعت و بهبود می‌بخشد و این داده‌ها را بین کاربران مختلف به اشتراک می‌گذارد و از سوی دیگر، بسیاری از تحلیل‌ها و نیازمندی‌هایی را که در حال حاضر به سختی و با صرف زمان زیاد قابل انجام است، با سرعت و کارایی بیشتری به انجام برساند. در حال حاضر، GIS با بهره‌گیری و یکپارچگی با فناوری‌های اطلاعاتی در ذخیره‌سازی، مدیریت و نشر داده‌ها، علاوه بر ارائه الگوهای شبیه‌سازی همه جانبه گر دنیای واقعی، بستری برای اجرای مدیریت یکپارچه در حوزه‌های مختلف و پیاده‌سازی سیستم‌های حمایتی در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی را فراهم کرده است.

۱-۳ مراحل شکل گیری GIS

اگر GIS را به عنوان مدیریت داده های جغرافیایی بدانیم، در این صورت هر انسانی در مغز خود یک GIS بسیار نیرومند دارد. چرا که داده های جغرافیایی را از طریق حواس خود دریافت کرده و تحلیل و تفسیر کرده و نتایج آن را به سایر اندام ها می فرستد و چنین کاری را در کسری از ثانیه انجام می دهد. لذا با این تعریف می توان گفت GIS از اولین علمی است که هر بشری آموخته است، اما GIS به عنوان یک علم تاریخچه دیگری دارد. بر روی دیوار غارهای نزدیک لاسکوگز فرانسه، تصاویری از شکار حیوانات مربوط به ۳۵۰۰۰ هزار سال پیش وجود دارد. آنچه که در این تصاویر اهمیت دارد، خطوط و علامت هایی است که مسیر مهاجرت آن ها را نشان می دهد. این مدارک اولیه، عنصر ساختاری یک GIS نوین را که عبارت است از فایل های گرافیکی متصل به یک پایگاه داده های توصیفی، به همراه دارد. بدیهی است که از زمان پیدایش تمدن های اولیه، اطلاعات سطح زمین و فعالیت های جامعه بشری، به کمک نقشه نمایش داده شده است. این داده ها، تا زمان ظهور سیستم های رایانه ای، به طور سنتی بر روی کاغذ یا فیلم ترسیم و بدین طریق اطلاعات جغرافیایی، به صورت نقاط، خطوط و سطوح نشان داده می شدند. در فرایند فوق، عوارض نقشه ای با استفاده از رنگ ها و علائم مندرج در راهنمای نقشه تشریح می شد و بدین ترتیب نقشه و اطلاعات جانبی مربوط به آن، پایگاه داده های جغرافیایی را شکل می داد. تفکرات پایه ای در GIS از دهه ۱۹۵۰ میلادی شروع گردید. سیستم اطلاعات جغرافیایی، قبلاً در فرم نقشه های خطی و داده های آماری مورد استفاده بوده و در اغلب موارد، بخش توصیفی عوارض زمین را دربر داشته و بدین طریق، قریب یک صد سال در ارائه خدمات به علوم و فنون مورد بهره برداری قرار گرفته بود. سیستم اطلاعات جغرافیایی، تجدید حیات خود را از سال ۱۹۶۰ میلادی آغاز نموده و طی پنج دوره سیر تحول ادامه می یابد (مدیری و خواجه، ۱۳۷۸: ۳۱).

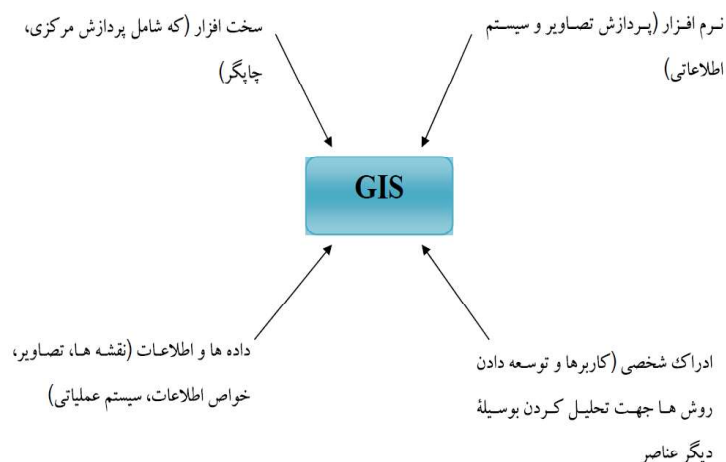
- **مرحله اول:** از سال ۱۹۶۰ میلادی، شروع و با استفاده از کامپیوتر و گرافیک کامپیوتری دگرگونی عظیمی در ارائه کارها سبب گردید و با جمع آوری داده ها و کدگذاری آن ها، تصاویر و نقشه ها تولید کردند که قابلیت تحلیل آن دوره به صورت ساده و ابتدایی، نوعاً محدود به طبقه بندی چشم انداز، ترکیب و جاگذاری لایه های اطلاعاتی داشته که با روش ترسیم دستی نیز امکان پذیر بودند، به همین دلیل بی تفاوتی ها و عدم استقبال کاربران را در پی داشت.

- **مرحله دوم:** از سال ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد که اساساً تأکیدی بر تحلیل‌های GIS پیشرفته و مدرن آن دوره بوده، از جمله:
 - ادغام تکنیک‌های آماری و نقشه‌ای.
 - معرفی روش‌های تحلیلی فضایی پیشرفته‌تر.
 - معرفی نمایش‌های گرافیکی متنوع‌تر از نقشه‌ها.
 - که موجب علاقه و مقبولیت شد.
- **مرحله سوم:** از سال ۱۹۷۰ میلادی، شاهد فعل و انفعال مهمی با دیگر تخصص‌ها و رشته‌های علمی بوده و نیاز به تحلیل‌های قابل پیش‌بینی جهت مدل‌های بهتر، مورد تأکید قرار گرفت و اهمیت تأثیر اطلاعات جغرافیایی در تصمیمات، توجه جامعه به سیستم اطلاعات جغرافیایی را در پی داشت.
- **مرحله چهارم:** از اواخر دهه ۷۰ تا اواسط دهه ۸۰ میلادی ادامه یافت و با معرفی کامپیوترهای کوچک و به مراتب ارزان‌تر، برنامه‌های ساده با توانایی نمایش آسان اطلاعات جغرافیایی و تکثیر توانایی‌های تحلیلی و گرافیکی و استفاده سیستم‌های شبکه‌ای متمرکز و غیرمتمرکز پذیرش و مقبولیت عمومی پیدا کرد.
- **مرحله پنجم:** بسیاری از فعالیت‌های جاری مربوط به GIS، طی این دوره انجام یافته است. در این دوره GIS، به صورت دانش پویا و با رشد سریع ظاهر شده و در ذخیره و پردازش و تحلیل و نمایش داده‌های فضایی و غیرفضایی (نقشه و داده‌های آماری) پیشرفت فوق العاده‌ای داشته است.

۱-۴ اجزای اصلی GIS

براساس تعریف سامانه اطلاعات جغرافیایی، این سامانه از اجزای مختلفی تشکیل و وظایف گوناگونی برای آن در نظر گرفته شده است. مکانیسم GIS شامل نرم‌افزارهایی است که از طریق سخت‌افزارهای کامپیوتری مراحل تغذیه، ذخیره‌سازی، اصلاح، دخالت و تغییر داده‌ها، تجزیه و تحلیل و در نهایت نمایش داده‌های جغرافیایی را به عهده دارند. ایجاد و برپایی یک GIS بر پایه چهار ستون یا رکن اصلی با ویژگی‌های متفاوت استوار است (شکل ۱-۱)، که این خود نمایانگر پیچیدگی آن است. این عناصر اصلی عبارت است از:

مفاهیم، مبانی و سیر تحول سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۱۱



شکل ۱-۱. اجزای (مؤلفه‌های) اصلی GIS

۱-۴-۱ سخت‌افزار

بخش سخت‌افزاری یک GIS علاوه بر رایانه، صفحه نمایش، صفحه کلید و ماوس، شامل سخت‌افزارهای کسب و همچنین خروجی داده نیز می‌باشد. برای راه‌اندازی سیستم‌های GIS باید مجموعه‌ای نسبتاً مدرن و کامل از انواع سخت‌افزارها مورد استفاده قرار گیرند. امروزه، با توجه به روند پیشرفت‌های روز افزون صنعتی، ابزارهای سخت‌افزاری جدیدی به بازار عرضه می‌شود که نتیجه این روند مطابقت بهتر محیط سخت‌افزاری با معماری نوین نرم‌افزارهاست. اولین سخت‌افزار مورد نیاز در فرایند GIS، کامپیوتر است که اجرا و عملیاتی‌نمودن کلیه نرم‌افزارها از طریق آن ممکن می‌شود. با اینکه کامپیوتر اصلی‌ترین سخت‌افزار GIS، است، اما انواع اسکنرها و رقوم‌گرها امکان تبدیل داده‌های کاغذی به رقومی فراهم می‌کند. با بهره‌گیری از اسکنرها نیز، امکان تبدیل نقشه‌ها به شکل رقومی فراهم می‌شود. به علاوه چاپ‌گرها و پلاترها هم به‌عنوان ابزارهای خروجی به‌کار گرفته می‌شوند. GPS نیز از انواع سخت‌افزارهای مرتبط با GIS هستند.

۱-۴-۲ نرم‌افزار

دومین عنصر اصلی فناوری GIS، نرم‌افزارها هستند. امروزه انواع زیادی از نرم‌افزارها در مقوله GIS به بازار معرفی شده‌اند. هر نرم‌افزاری باید دارای توابع و ابزارهایی ویژه

جهت ذخیره، تحلیل و نمایش داده‌های جغرافیایی باشد. بنابراین هسته هر سیستم GIS را نرم‌افزارها تشکیل می‌دهند. زیرا با استفاده از آن‌ها امکان اعمال توابع معین میسر می‌شود. داشتن تحلیل‌گرهای ویژه از مهم‌ترین خصوصیات هر نرم‌افزاری است، اما نباید انتظار داشت که کلیه نرم‌افزارها همه نیازهای متخصصان را برآورده سازند؛ اما هر نرم‌افزار GIS باید حداقل توانایی‌های زیر را داشته باشد:

- دارای ابزارهایی به منظور ورود، تغییر و تبدیل داده‌های جغرافیایی باشد.
- دارای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات (DBMS) باشد.
- تابعی برای اجرای تحلیل‌های مکانی نظیر پرسش‌گری، تحلیل‌های مکانی و آشکارسازی داشته باشد.
- یک محیط واسطه گرافیکی به منظور دسترسی سریع و آسان به ابزارها و توابع موجود داشته باشد.

رکن نرم‌افزاری یک GIS می‌تواند شامل دو گروه نرم‌افزار باشد:

- **نرم‌افزارهای استاندارد پایه:** این گروه از نرم‌افزارها زمینه‌های لازم جهت نصب، اجرا و تکمیل نرم‌افزارهای گروه دوم را فراهم می‌کنند:
 - سامانه عامل نظیر: VMS, Unix, Window, Dos و...
 - بانک اطلاعاتی نظیر: Informix, Oracle, dBase و...
 - زبان‌های برنامه‌نویسی نظیر: Fortran, C++, Qbasic و...
- **نرم‌افزارهای ویژه GIS:** نرم‌افزارهایی که توابع پایه یک GIS در ارتباط با ارکان وظایفی آن را ارائه می‌دهند.
 - نرم‌افزارهای کاربردی تخصصی، این نرم‌افزارها که به GIS تخصصی معروف‌اند، علاوه بر برنامه‌های توابع پایه GIS، دارای توابع تخصصی در زمینه‌هایی نظیر توریسم، جنگل‌داری، آمایش نیز می‌باشند.

۱-۴-۳ داده‌های جغرافیایی

سومین عنصر مهم در سیستم اطلاعات جغرافیایی، داده‌های مربوط به زمین (داده‌های جغرافیایی) است. براساس نظر (بیل و فریچ، ۱۹۹۴) داده^۱ عبارت‌است از تشریح کمی و