



مفاهیم اولیه سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

دفتر GIS

بهار ۹۹

ویرایش ۰۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه	۶
۱-۱- تاریخچه GIS	۶
۱-۲- تعریف سیستم اطلاعات مکانی (GIS)	۹
۱-۳- اجزای اصلی GIS	۹
۱-۴- کاربردهای GIS	۱۱
۱-۴-۱- زمین شناسی	۱۲
۱-۴-۲- شهرداری	۱۲
۱-۴-۳- مدیریت بحران	۱۲
۱-۴-۴- صنعت برق	۱۲
فصل ۲: داده ها	۱۴
۲-۱- انواع داده های GIS	۱۴
۲-۲- جمع آوری و واردسازی داده در GIS	۱۸
۲-۳- خطا و کیفیت داده	۱۹
۲-۴- مؤلفه های تعیین کیفیت داده های مکانی	۲۰
۲-۵- پایگاه داده	۲۱
۲-۶- انواع فرمت ها در GIS	۲۳
فصل ۳: سیستم مختصات جغرافیایی و سیستم تصویر نقشه	۲۸
۳-۱- سیستم مختصات جغرافیایی	۲۸

۳-۱-۱- انواع سیستم مختصات	۲۹
۳-۲- سیستم تصویر	۳۱
۳-۲-۱- سیستم تصویر مرکاتور (استوانه ای)	۳۳
۳-۳- سیستم مختصات لامبرت هم شکل (Lambert Conformal Conic) LCC	۳۶
۳-۴- واحدهای اندازه گیری زاویه	۳۷
۳-۴-۱- درجه	۳۷
۳-۴-۲- گراد	۳۹
۳-۴-۳- تبدیل درجه-دقیقه-ثانیه به درجه اعشاری :	۳۹
۳-۴-۴- تبدیل زاویه از درجه اعشاری به درجه-دقیقه-ثانیه:	۴۰
۳-۵- تبدیل مختصات جغرافیایی به UTM	۴۰
۳-۶- دقت اعداد زاویه و مختصات UTM	۴۲
فصل ۴: توابع ویرایش و تجزیه و تحلیل اطلاعات	۴۵
۴-۱- ویرایش اطلاعات مکانی	۴۵
۴-۱-۱- ایجاد گره (Node)	۴۵
۴-۱-۲- اصلاح نرسیدگی و رد شدگی (Over / Under shoot)	۴۶
۴-۱-۳- اصلاح خطوط خود متقاطع (Self Intersection)	۴۶
۴-۱-۴- حذف Gap و Sliver	۴۷
۴-۱-۵- رفع خطوط تکراری (Duplicate) یا همپوشان (Overlapping)	۴۷
۴-۱-۶- قرار گرفتن عوارض نقطه ای در داخل پلیگون	۴۸
۴-۱-۷- انطباق عوارض نقطه ای بر نقاط انتهایی (End Point) عوارض خطی	۴۸
۴-۲- تجزیه و تحلیل مکانی	۴۹

۴۹	۴-۲-۱- همپوشانی اطلاعات.....
۵۰	۴-۲-۲- محدوده حریم.....
۵۱	۴-۲-۳- فاصله.....
۵۲	۴-۲-۴- برش لایه.....
۵۲	۴-۲-۵- تقاطع.....
۵۳	۴-۲-۶- ادغام لایه ها.....
۵۴	۴-۲-۷- ادغام توصیفی لایه.....
۵۵	۴-۲-۸- اجتماع.....
۵۶	۴-۲-۹- اتصال مکانی.....
۵۶	۴-۲-۱۰- ابزار تفاضل.....
۵۷	۴-۳- توپولوژی.....
۵۹	۴-۳-۱- نحوه تعریف و ذخیره سازی یک توپولوژی عمومی.....
۶۱	فصل ۵: سیستم تعیین موقعیت جهانی.....
۶۱	۵-۱- GPS چیست؟.....
۶۲	۵-۲- GPS چگونه کار میکند؟.....
۶۳	۵-۳- گیرنده های GPS، چگونه اطلاعات دریافتی را به مکان تبدیل می کنند؟.....
۶۵	۵-۴- دقت GPS.....
۶۵	۵-۵- حذف خطاهای مربوط به GPS.....
۶۵	۵-۵-۱- روشی به نام AGPS.....
۶۶	۵-۵-۲- GPS تفاضلی یا DGPS.....



۱-۱- تاریخچه GIS

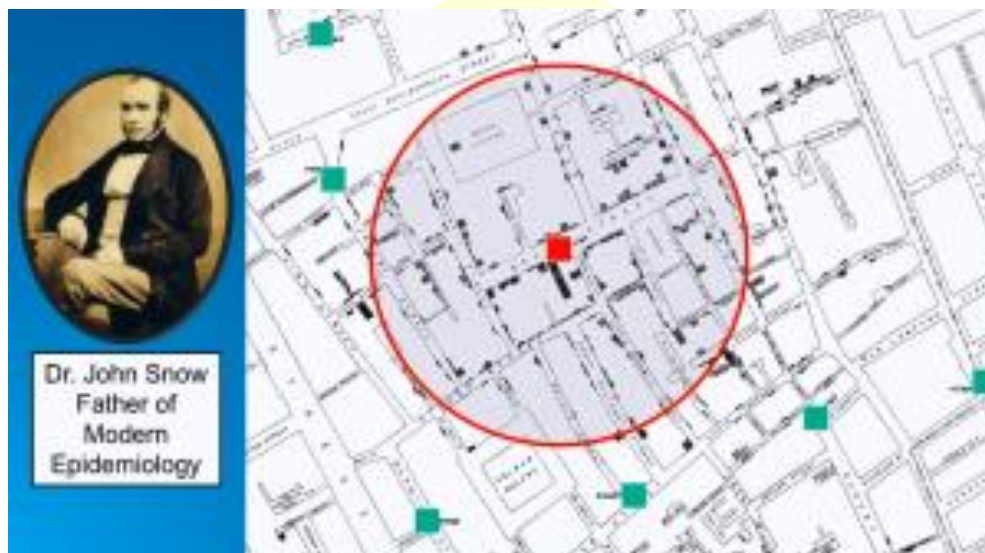
بر روی دیوار غارهای نزدیک لاسکو^۱ فرانسه، تصاویری از شکار حیوانات مربوط به ۳۵۰۰۰ سال پیش وجود دارد. آنچه که در این تصاویر اهمیت دارد خطوط و علامتهایی است که مسیر مهاجرت آنها را نشان می دهد. این مدارک اولیه، عنصر ساختاری یک GIS نوین که عبارت است از داده‌های مکانی (گرافیکی) متصل به داده‌های توصیفی را به همراه دارد. بدیهی است از زمان پیدایش تمدن‌های اولیه، اطلاعات سطح زمین و فعالیت‌های جامعه بشری به کمک نقشه نمایش داده شده است. این داده‌ها تا زمان ظهور سیستم‌های رایانه‌ای، به طور سنتی بر روی کاغذ یا فیلم ترسیم و بدین طریق اطلاعات مکانی بصورت نقاط، خطوط و سطوح نشان داده می‌شدند. در فرآیند عنوان شده، عوارض نقشه‌ای با استفاده از رنگ‌ها و علائم مندرج در راهنمای نقشه تشریح می‌شد و بدین ترتیب نقشه و اطلاعات جانبی مربوط به آن، پایگاه داده مکانی را شکل می‌دادند.

اولین داده‌های مکانی در ۲۰۰ سال قبل از میلاد توسط اراتوستن^۲ از جغرافیدانان قدیم یونان که ساکن اسکندریه بود ارائه شد با این وجود به صراحت باید گفت که تاریخچه GIS نوین از سال

¹ Lascaux

² Eratosthenes

۱۸۵۴ آغاز شد. هنگامی که وبا به شهر لندن در انگلستان رسید، یک پزشک بریتانیایی به نام جان اسنو^۱ نقشه‌ای ترسیم کرد که در آن مکان‌های وقوع این رخداد، راه‌ها، ویژگی‌های مرزها و خطوط آب در آن مشخص بود.



دکتر جان اسنو زمانی که عوارض فوق را به نقشه اضافه کرد، اطلاعات جالبی را کشف کرد. او متوجه شد که بیماری وبا بیشتر در جاهایی دیده می‌شود که خطوط آب (آبراهه) نیز وجود دارد. او آشکار کرد که چگونه بیماری وبا در اطراف منابع آب متمرکز شده‌اند. این درحالی است که بسیاری از مردم تصور می‌کردند که بیماری از طریق هوا منتشر می‌شود. با این حال، این نقشه کمک کرد که متوجه شوند بیماری از طریق آب سرایت می‌کند.

نقشه‌ای که جان اسنو از بیماری وبا تهیه کرد، بعنوان یک رویداد مهم برای ایجاد ارتباط بین مکان و سلامت عمومی بود. این پدیده نه تنها بعنوان اولین تجزیه و تحلیل فضایی - مکانی بود، بلکه بعنوان آغازگر یک رشته از تحقیقات به نام اپیدمولوژی (مطالعه گسترش بیماری‌ها) به شمار می‌رود. از این تاریخ جان اسنو بعنوان پدر اپیدمولوژی شناخته شد. کار جان اسنو نشان داد که می‌توان از GIS

¹ John Snow

بعنوان یک ابزار حل مسئله استفاده کرد. وی لایه‌های مکانی را بر روی کاغذ قرار داد که منجر به یک کشف بزرگ و نجات دهنده بشریت شد.

با تأسیس ناسا و پرتاب ماهواره تیروس^۱، انسان از اواخر دهه ۱۹۶۰، برای اولین بار کره زمین را از فضا مشاهده کرد و ثبت مشخصات زمین، حفظ و مبادله آن تولید داده‌های مکانی را بنیان نهاد. از این زمان تفسیر اتوماتیک عکس‌های هوایی با رایانه‌های بزرگ برای شناسایی و نقشه‌سازی آغاز شد. از دهه ۱۹۷۰ به دلیل امکان دسترسی به رایانه‌های مناسب، تکنولوژی لازم برای کار با داده‌های مکانی به وجود آمد و سیستم‌های اطلاعات مکانی برای افزایش توان تحلیل حجم زیادی از داده‌های مکانی بوجود آمد.

اولین GIS در مقیاس ملی در کشور کانادا (CGIS) شکل گرفت که در این سیستم عکس‌های هوایی، نقشه‌های موجود و سایر اطلاعات کشاورزی، جنگلداری، خاک، زمین شناسی و... مورد استفاده قرار گرفت تا به امروز که توسعه این تکنیک تجسم مکان به عنوان علم فضایی را امکان پذیر نموده و به فضای مکانی عینیت بخشیده است.

در ایران، اولین مرکزی که به طور رسمی استفاده از سیستم اطلاعات مکانی را در کشور آغاز کرد. سازمان نقشه برداری کشور بود که در سال ۱۳۶۹ براساس مصوبه مجلس شورای اسلامی، عهده‌دار طرح به کارگیری این سیستم شد. این سازمان شروع به تهیه و بازنگری بیش از ۹۰۰۰ برگ نقشه پوششی کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تهیه نقشه‌های رقومی ۱:۲۰۰۰ بسیاری از شهرهای کشور نمود که این فرصتی است برای تبدیل این نقشه‌ها به ساختارهای رقومی و تأسیس پایگاه توپوگرافی ملی که نیازهای کاربران را در زمینه GIS برآورده می‌کند. در همین راستا در دی ماه ۱۳۷۲، شورای ملی کاربران سیستم‌های اطلاعات مکانی به منظور سیاست‌گذاری، تحلیل نیازمندی‌ها، بهره‌برداری شایسته، برنامه‌ریزی و هماهنگ‌سازی فعالیت‌ها در زمینه GIS، و با توجه به وظایف سازمان نقشه‌برداری کشور تأسیس گردیده است.

¹ TIROS

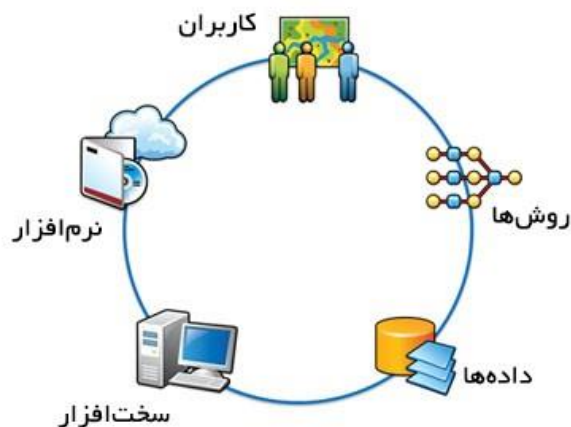
۱-۲- تعریف سیستم اطلاعات مکانی (GIS)

سیستم اطلاعات مکانی (Geographic Information Systems یا GIS) یک سیستم کامپیوتری برای مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی بوده که قابلیت جمع آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی را دارد.

- در یک سیستم اطلاعات مکانی واژه مکانی یا (Geographic) عبارت است از موقعیت داده‌ها، بر حسب مختصات مکانی (طول و عرض).
- واژه (Information) یا اطلاعات نشان می‌دهد که داده‌ها در GIS برای ارائه دانسته‌های مفید، نه تنها به صورت نقشه‌ها و تصاویر رنگی بلکه بصورت گرافیک‌های آماری، جداول و پاسخ‌های نمایشی متنوعی به منظور جستجوهای عملی سازماندهی می‌شوند.
- واژه (System) یا سیستم نیز نشان دهنده این است که GIS از چندین قسمت متصل و وابسته به یکدیگر برای کارکردهای گوناگون، ساخته شده است.

۱-۳- اجزای اصلی GIS

اجزای اصلی و اساسی یک سیستم اطلاعات مکانی موفق شامل این موارد می‌شود:



- داده‌ها
- سخت افزار
- نرم افزار
- کاربران
- روش‌ها

- داده (DATA):

شاید به جرات بتوان گفت، مهم‌ترین بخش یک سامانه GIS، داده‌های آن هستند. داده‌های GIS، بیش‌ترین زمان و هزینه در پیاده‌سازی GIS را به خود اختصاص می‌دهند. عملاً اگر یک سامانه اطلاعات مکانی راه اندازی کنیم اما داده‌هایی برای ورود به آن نداشته باشیم، کاری که انجام داده‌ایم بی نتیجه بوده است. در یک سامانه تا زمانی که ورودی وجود نداشته باشد، در نتیجه خروجی هم حاصل نخواهد شد.

- سخت‌افزار (HARDWARE):

منظور از سخت افزار، هرگونه تجهیزات فنی برای اجرای سامانه اطلاعات مکانی می‌باشد. این تجهیزات، در کمترین مورد شامل رایانه‌های با توان لازم برای اجرای نرم‌افزار GIS با حافظه کافی برای ذخیره داده‌ها می‌باشد. سایر دستگاه‌ها می‌توانند شامل دستگاه‌های ورودی و خروجی نظیر اسکنرهای نقشه، چاپگرها، دستگاه GPS، دستگاه‌های تبلت و موبایل و... باشند.

- نرم‌افزار (SOFTWARE):

منظور از نرم‌افزار GIS، برنامه‌های است که بر روی بخش سخت‌افزار (رایانه یا دستگاه‌های همراه) اجرا می‌شود. این نرم افزار باید حداقل دارای قابلیت‌های زیر باشد.

- ورود داده های مکانی
- ذخیره و نگهداری داده‌های مکانی و غیرمکانی
- پرس‌وجو، پردازش، تحلیل، نمایش و خروجی از داده های مکانی
- واسط کاربری گرافیکی یا GUI ساده برای دسترسی آسان به ابزارها و قابلیت‌ها

- کاربران (PEOPLE):

همان استفاده کنندگان از نرم‌افزار GIS هستند که با استفاده از قابلیت‌های آن، از داده‌های مکانی استفاده کرده و هزینه و زمان انجام کارها را در سازمان شان کاهش داده و با استفاده از تحلیل‌های مکانی، به فرآیند تصمیم‌گیری مدیران سازمان کمک می‌کنند. امروزه نرم افزارهای GIS متعددی به صورت از پیش آماده، وجود دارند اما از آن جا که ممکن است نرم افزارهای

موجود نتوانند به صورت بومی سازی شده متناسب با نیازهای سازمان ها عمل کنند و پیچیدگی هایی در واسط کاربری، روش انجام عملیات و نیز کاربرپسندی آنها وجود داشته باشد، لذا شرکت های متعددی هم وجود دارند که در زمینه GIS فعالیت می کنند و یکی از کارهای تخصصی آنها، تولید سامانه های GIS به صورت سفارشی است. معمولاً این شرکت ها می توانند برای سازمان شما، یک نرم افزار GIS مناسب را تولید کنند.

- روش ها (METHODS):

منظور از روش ها، تعیین نحوه دسترسی به داده های مکانی و توصیفی، نحوه تبدیل آنها برای ورود به GIS، نحوه ذخیره و مدیریت داده ها و همچنین نحوه تحلیل و پردازش آنها برای دستیابی به خروجی نهایی می باشد. در حقیقت، هدف از استقرار GIS در هر سازمان یا کسب و کاری، پاسخ گویی به پرسش هایی است که نیازهای آن سازمان یا کسب و کار را مرتفع خواهند کرد. با توجه به این هدف، روش ها مشخص می کنند که برای پاسخ گویی به این پرسش ها، چه گام هایی باید طی شوند تا پاسخ مناسبی برای پرسش های مطرح شده جهت رفع نیازها داده شود و بدین سان GIS به کمک آن سازمان یا کسب و کار بیاید. توانایی GIS در اجرای تحلیل های مکان مند و پاسخ به این پرسش ها، همان چیزی است که سامانه اطلاعات مکانی را از سایر سامانه های اطلاعاتی، متفاوت می سازد.

۴-۱- کاربردهای GIS

سیستم اطلاعات مکانی تکنولوژی است که در همه علوم کاربرد دارد. زمانی که با اطلاعات مربوط به مکان کار می کنیم، GIS باعث افزایش قدرت حل مشکلات روزمره مهندسی می شود. با استفاده از GIS می توان حوادث شهری را آنالیز نمود یا خریدهای مشتریان را ردیابی کرد، حمل و نقل را در بهترین مسیرها انجام داد، بهترین مکان را برای یک سد انتخاب کرد و بسیاری موارد دیگر که در ادامه چند مورد از این کاربردها را به صورت مختصر عنوان می کنیم:

۱-۴-۱- زمین‌شناسی

از جمله قابلیت‌های GIS می‌توان به تجزیه و تحلیل زمین‌شناسی یک منطقه جهت کشف معادن زیرزمینی مانند فلزات، سنگ‌های قیمتی، نفت و... که نیاز به ارتباط داده‌های مختلف مکانی و بررسی آن‌ها در یک زمان دارد، اشاره کرد. معمولاً زمین‌شناسان در پی یافتن نمودارهای مخصوصی هستند که از ارتباط بین عوامل مختلف زمین‌شناسی حاصل می‌گردند. این‌گونه عملیات‌ها در GIS به سادگی قابل بررسی و تحلیل هستند.

۱-۴-۲- شهرداری

اغلب اطلاعاتی که به منظور برنامه‌ریزی شهرداری به کار گرفته می‌شود، از نوع اطلاعات مکانی است. به عبارت دیگر هر گونه اطلاعات در مورد یک مکان جغرافیایی خاص، مانند محدوده، ملک، پارک، خیابان، مدرسه و... می‌تواند در GIS پردازش و تحلیل شود و این سیستم به شکل مناسبی کارآمدی خود را در مدیریت شهری نمایش داده است.

۱-۴-۳- مدیریت بحران

امروزه از یک سیستم توسعه یافته GIS به منظور حفاظت از محیط‌زیست در مقابل بحران‌های احتمالی استفاده می‌شود. این سیستم کمک می‌کند تا در صورت وقوع بحران‌های مختلف، در زمان کوتاه تری بحران کنترل و از خسارات بیشتر جلوگیری شود. با استفاده از ابزار GIS این امکان وجود دارد تا مناطقی که احتمال خطر حوادث طبیعی یا انسانی در آن‌ها بیشتر است، شناسایی شوند و اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از بروز حادثه انجام گیرد.

۱-۴-۴- صنعت برق

در صنعت برق از سامانه‌های اطلاعات مکانی برای تهیه پایگاه داده مکانی و توصیفی استفاده می‌شود. با استفاده از آن می‌توان فاصله‌ی عوارض مختلف را از یکدیگر اندازه‌گیری کرد و با ایجاد پرس و جو (Query) و توابع منطقی در لایه‌های مختلف به اطلاعات مورد نظر دست یافت. تهیه‌ی نقشه‌های حریم برای خطوط انتقال انرژی، مسیریابی بهینه‌ی خطوط انتقال، مکان‌یابی محل مناسب

برای احداث تأسیسات جدید مانند پست‌ها و نیروگاه‌ها، مدیریت حوادث و اتفاقات شبکه، مدیریت بحران، برآورد بار، مشاهده‌ی چگالی بار، تحلیل‌های شبکه‌ای، نگهداری و تعمیرات شبکه برق، گزارشات آماری تأسیسات شبکه، انجام ارزیابی‌های محیطی پیرامون نیروگاه‌ها، بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات و ارزیابی امکانات و محدودیت‌های توسعه‌ی واحدها و ظرفیت نیروگاه‌ها در آینده، از کاربردهای این سامانه‌ها در صنعت برق می‌باشد.

جهت کسب اطلاعات بیشتر درباره این فصل می‌توانید فایل های پیوست (4- GIS_Doc_1) مراجعه نمایید.

KEDC



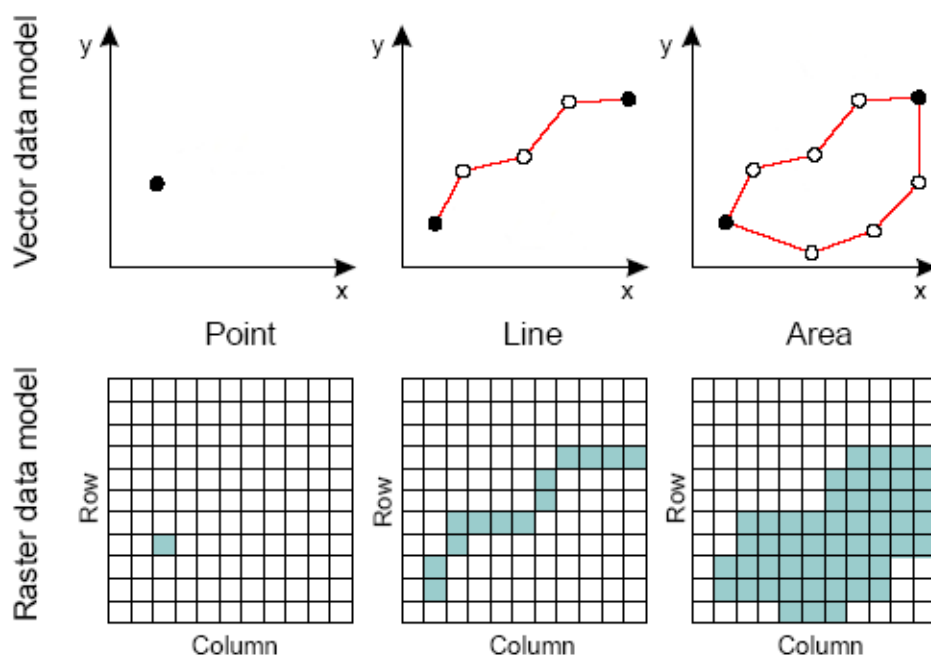


۵-۱- انواع داده‌های GIS

ارتباط مستقیمی بین چگونگی نمایش و پردازش داده‌ها وجود دارد. از این رو می‌توان سه نوع داده در GIS تفکیک نمود. داده‌های سیستم GIS به سه دسته هندسی، گرافیکی و توصیفی تقسیم می‌شوند.

▪ داده‌های هندسی :

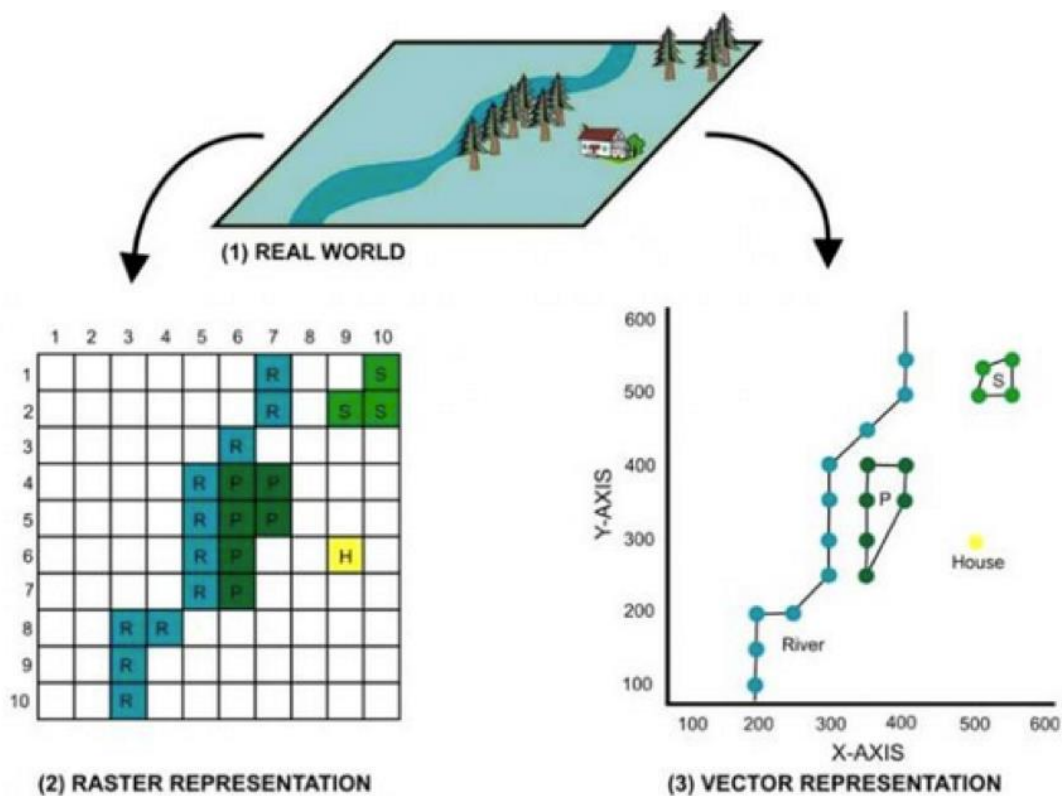
موقعیت و شکل پدیده‌ها از طریق داده‌های هندسی و در یک سامانه مختصات معین تشریح می‌شوند. دو ساختار یا مدل داده برای ارائه داده‌های هندسی وجود دارند. ساختار رستری و ساختار برداری .



ساختار برداری : در این ساختار موقعیت هر نقطه به طور دقیق با یک جفت مختصات (X,Y) در یک سامانه مختصات معین ارائه می گردد ، ضمن آنکه روابط همسایگی را نیز می توان به آن افزود. منظور از روابط همسایگی به طور مثال این است که نقاط آغاز و پایان یک خط و همچنین سطوح مجاور آن ها کدامند. به دلیل دقت هندسی بسیار بالای ساختار برداری در ارائه موقعیت پدیده ها، این ساختار برای تشریح موقعیت مکانی پدیده های نقطه ای و خطی و همچنین نقشه های بزرگ مقیاس (۱:۱۰۰۰ - ۱:۱۰۰) بسیار مناسب می باشد. داده های هندسی برداری عمدتاً از طریق رقومی گر، برداشت های نقشه برداری و GPS کسب می شوند.

ساختار رستری : روش تشریح و ارائه موقعیت مکانی پدیده ها با ساختار رستری جدیدتر از روش برداری می باشد و بر خلاف آن بر اساس سطح (به جای نقطه) استوار است. کوچکترین جزء پایه هندسی در این ساختار سلول (پیکسل) می باشد که معمولاً به شکل مربع و به صورت ستون و ردیف هایی در یک ماتریس همسان ارائه می گردد. بین سلول های یک داده رستری هیچگونه ارتباط منطقی وجود ندارد. هر سلول تنها می تواند دارای یک ارزش باشد که نمایانگر یک ویژگی نظیر ارتفاع، نوع خاک و پوشش گیاهی خواهد بود. ساختار رستری عمدتاً برای ارائه نقشه هایی در مقیاس های کوچک تر از ۱:۱۰۰۰۰ بکار می رود. کسب داده های رستری با استفاده از اسکنر صورت می گیرد.

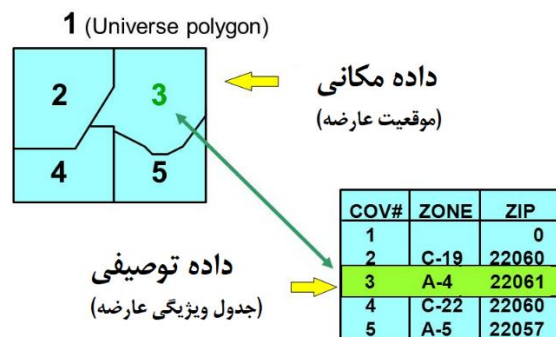
تصاویر ماهواره‌ای دارای ساختار رستری می‌باشند و از همین روست که ارتباط بسیار نزدیکی با GIS پیدا نموده است چرا که این تصاویر یا نتایج حاصل از تفسیر آن‌ها می‌توانند مستقیماً وارد GIS شوند.



▪ داده‌های توصیفی :

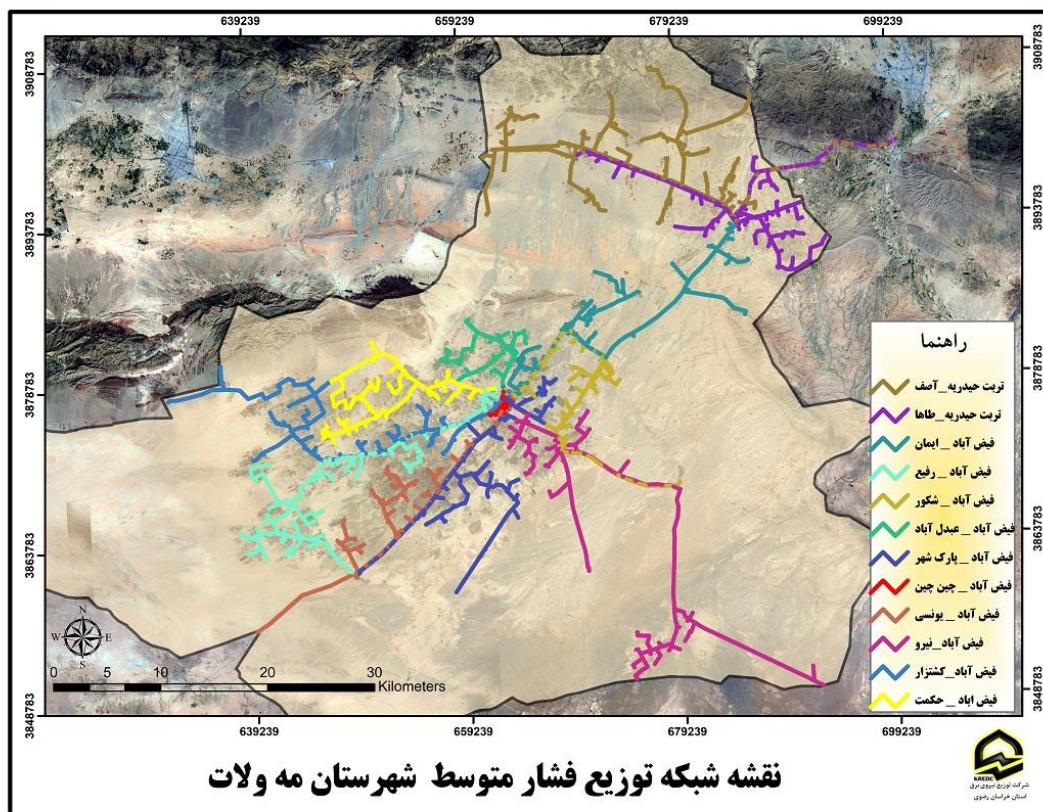
تجزیه و تحلیل داده‌های هندسی (مکانی) و توصیفی با یکدیگر، مشخصه بارز سامانه اطلاعات مکانی می‌باشد. داده‌های توصیفی که تشریحی و موضوعی نیز نامیده می‌شوند ارائه دهنده تمامی اجزای غیرهندسی نظیر، نام (مالک، شهر)، شماره (پارسل، خانه)، اندازه‌های کمی و کیفی (جنس مقرر طول پایه، جنس هادی، تعداد و کیفیت تابلوهای توزیع)، نوع (نوع ارت و کلید اتوماتیک) و خلاصه هر نوع مشخصه مرتبط با کاربرد نقشه می‌باشد. داده‌های توصیفی می‌توانند به صورت آنالوگ (نقشه‌های کاغذی، یادداشت و گزارش) و رقومی در اختیار کاربر قرار گیرند. به نقشه‌های موضوعی رقومی با ساختار برداری داده‌های برداری اطلاق می‌شود.

ارتباط داده مکانی و توصیفی



■ داده‌های گرافیکی

داده‌های گرافیکی مربوط به چگونگی نحوه نمایان سازی پدیده‌های نقشه‌های مختلف (داده‌های هندسی و توصیفی) بر روی سخت افزارهای بخش خروجی GIS می‌باشند. رنگ، علائم، هاشور، نقطه چین، خط نقطه، خط و تعیین موقعیت متن از جمله داده‌های گرافیکی می‌باشند. داده‌های گرافیکی و داده‌های هندسی (برداری یا رستری) با هم درآمیخته می‌شوند تا نقشه‌ها را به همراه موقعیت مکانی آنها چه به صورت آنالوگ (چاپ نقشه بر روی برگه) و چه به صورت رقومی بر روی صفحه نمایش رایانه به نمایش درآورند. در شکل زیر یک نقشه را مشاهده می‌کنید که ترکیبی از داده وکتور (خطوط توزیع فشار متوسط)، داده رستر (نقشه گوگل)، داده توصیفی (نام هر یک از فیدرها) و داده گرافیکی (نمایش هر فیدر با یک رنگ متفاوت و راهنمای نقشه) می‌باشد.



جهت کسب اطلاعات بیش تر در مورد انواع داده ها و مقایسه آن با به صفحات ۲۴-۱۷ فایل (GIS_Doc_2) مراجعه نمایید.

۶-۱- جمع آوری و واردسازی داده در GIS

جمع آوری و واردسازی داده در GIS را به لحاظ منبع و مأخذ می توان به دو بخش تقسیم نمود:

▪ جمع آوری اولیه (مستقیم) داده :

جمع آوری مستقیم داده شامل آن دسته از روش هایی می شود که به صورت مستقیم به کمک تجهیزات نقشه برداری، اطلاعات مکانی برداشت و نقشه به کمک آن داده ها تهیه می شود. مهم ترین این روش ها عبارتند از: دوربین های نقشه برداری، GPS، فتوگرامتری، تفسیر عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای.

▪ جمع آوری ثانویه داده ها :

منظور از جمع‌آوری ثانویه، رقومی‌سازی داده‌ها می‌باشد. این روش تکنیک تبدیل نقشه‌های سنتی یا کاغذی و یا سایر مدارک گرافیکی (آنالوگ) به داده‌های رقومی سازگار با فرمت‌های برداری^۱ و رستری^۲ را گویند.



جهت کسب اطلاعات بیش‌تر در مورد انواع رقومی‌سازی داده به صفحات ۱۳-۱۲ فایل (GIS_Doc_1) مراجعه کنید.

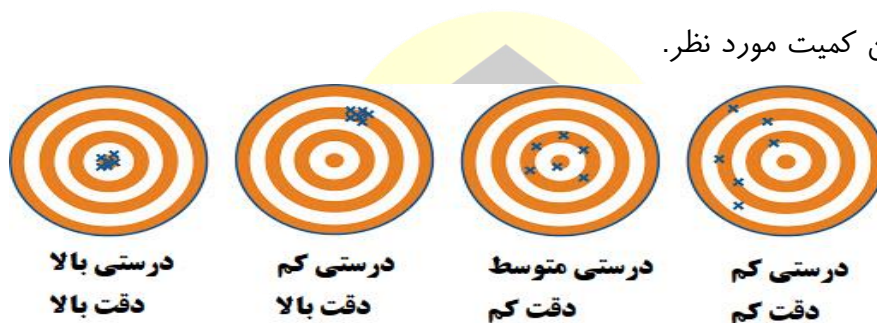
۷-۱- خطا و کیفیت داده

داده‌ها قسمت اصلی یک سیستم اطلاعات مکانی را تشکیل می‌دهند و درستی و دقت نتیجه ارایه شده توسط سیستم، وابسته به درستی و دقت هر یک از اجزای سیستم، خصوصاً داده می‌باشد. به بیانی دیگر هرگونه خطا در داده‌ها، مستقیماً روی نتایج خروجی سیستم تأثیر گذارده و آن‌ها را نامطمئن می‌سازد. از این رو پیش از به کارگیری داده‌ها، باید به نحو مناسب کیفیت داده‌ها را مورد ارزیابی قرار داد. ارزیابی کیفیت، باید از جنبه‌های مختلف صورت گیرد که برخی از مهم‌ترین مولفه‌های آن عبارتند از:

¹ vector

² Raster

- **درستی (Accuracy)** عبارت است از میزان نزدیکی نتایج، محاسبات و یا پیش‌بینی‌ها به مقدار واقعی کمیت مورد نظر.
- **دقت (Precision)** عبارت است از میزان نزدیکی کمیت‌های مورد اندازه‌گیری نسبت به میانگین کمیت مورد نظر.



لزوماً دقت بالا به مفهوم درستی بالا نمی‌باشد.

۸-۱- مؤلفه‌های تعیین کیفیت داده‌های مکانی

- درستی موقعیت (Positional Accuracy)
- درستی داده‌های توصیفی (Attribute Accuracy)
- سازگاری منطقی (Logical Consistency)
- کامل بودن (Completeness)
- پیشینه (Lineage)
- قدرت تفکیک (Resolution)

جهت کسب اطلاعات بیش‌تر در مورد مؤلفه‌های تعیین کیفیت به صفحات ۸-۱۱ فایل (GIS_Doc_4) مراجعه نمایید.

۹-۱- پایگاه داده

پایگاه داده^۱ در مفهوم عام آن، به مجموعه‌ای از داده‌ها با ساختار منظم و سازمان یافته گفته می‌شود. در این مفهوم، ذخیره‌سازی ساده اطلاعات در یک پرونده را نیز می‌توان نوعی پایگاه داده دانست. اما در مفهوم خاص، منظور از پایگاه داده مجموعه‌ای از این اطلاعات است که در قالبی ذخیره شده که توسط ابزارهای الکترونیکی قابل خواندن و دسترسی هستند. این پایگاه داده‌ها می‌توانند صرفاً اطلاعات توصیفی را در خود ذخیره کرده و یا حاوی اطلاعات مکانی نقشه‌های ما نیز باشند.



ویژگی‌های داده‌های مستقر در یک پایگاه داده به شرح زیر می‌باشد:

اشتراکی شدن^۲

بدین معنا که داده‌ها در یک دیتابیس بین چندین کاربر و برنامه کاربردی به اشتراک گذاشته می‌شوند و همه آن‌ها می‌توانند همزمان به این داده‌ها دسترسی داشته باشند.

¹ Database

² Shared

ماندگاری^۱

وقتی داده در یک دیتابیس ذخیره شد، پایدار است و از بین نمی‌رود. مگر آنکه توسط سیستم پایگاه داده تغییر کند. البته باید در نظر داشت که یک سیستم مدیریت پایگاه داده یا بعبارتی Database Management System (DBMS) با استفاده از راهکارهای مختلف و ابزارهایی که در اختیار مدیر سیستم قرار می‌دهد، این اطمینان خاطر را ایجاد می‌نماید.

امنیت^۲

بخش امنیت، درحقیقت نحوه دستیابی به داده را تعریف می‌کند و اطمینان می‌دهد که دستیابی به اطلاعات از طریق مناسب و امن انجام می‌پذیرد.

اعتبار^۳

جامعیت (Integrity) یا صحت (Correctness) به درستی داده از لحاظ منطقی در دیتابیس نسبت به موجودیت دنیای واقعی معتبر اشاره دارد. مانند اینکه موجودی یک بانک نباید عددی منفی باشد و یا مقداری که برای مساحت یک محدوده تعریف می‌شود نباید صفر یا کمتر از صفر باشد.

سازگاری^۴

داده در دیتابیس با مقدار واقعی داده در دنیای خارج سازگار است. وقتی یک فقره اطلاعات در بیش از یک نقطه ذخیره شود و لازم باشد بهنگام شود، اگر بهنگام‌سازی در همه نقاط انجام نشود ناسازگاری ایجاد می‌کند. وظیفه کنترل این سازگاری برعهده دیتابیس است.

کاهش افزونگی^۵

¹ Persistence

² Security

³ Validity

⁴ Consistency

⁵ Non Redundancy

داده در دیتابیس دارای حداقل افزونگی است. کاهش افزونگی به این معنا است که هیچ دو فقره داده در بانک معرف یک موجودیت در دنیای خارج نباشند. برای مثال نام و نام خانوادگی یک فرد در دو بخش از دیتابیس تکرار نشده باشد.

استقلال^۱

تغییر در نمایش فیزیکی، تکنیک‌های دستیابی و سازماندهی داده تأثیری روی برنامه‌های کاربردی ندارد.



۱-۱۰- انواع فرمت‌ها در GIS

همان طور که پیش‌تر گفته شد داده‌ها در ساختارهای متفاوتی ذخیره می‌شوند. انواع ساختار در GIS به شرح زیر است:

- Shape File :

داده‌های برداری در این ساختار ذخیره می‌شوند. این ساختار تنها شکل، موقعیت و توصیفات را در خود ذخیره می‌کند و قادر به ذخیره‌سازی روابط مکانی بین عوارض نیست. هر Shapefile تنها می‌تواند یک نوع عارضه را شامل شود. به عنوان مثال در یک Shape file خطی نمی‌توان عوارض نقطه‌ای ترسیم کرد. بنابراین ترسیم عوارض در این ساختار انجام می‌شود. هر ساختار Shape file حداقل از سه فایل تشکیل شده است که اطلاعات مکانی و توصیفی عوارض در آن‌ها ذخیره می‌شوند.

- Shp
- Dbf
- Shx

داده Dbf :

¹ Independence

هر داده Shapefile که ساخته می‌شود، علاوه بر اینکه نیاز به هندسه دارد، باید یک پایگاه داده نیز همراه خود تهیه کند، پایگاه داده که همان جدول اطلاعات توصیفی و با حرف i از کلمه GIS محسوب می‌شود در فرمت dbf ذخیره می‌گردد. در واقع تمامی ویژگی‌ها و مشخصات هر نقشه در این فایل دیده می‌شود. این فایل را می‌توان به صورت مجزا در نرم افزار Excel یا نرم افزار Access نیز باز کرد.

داده Shx :

این فرمت در واقع برای اندکس^۱ کردن عوارض هندسی و جداول توصیفی به یکدیگر به کار می‌رود. در واقع یک حالت رابط بین shp و dbf را انجام می‌دهد.

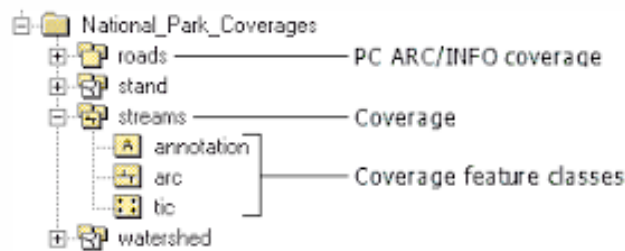
داده Shp :

یکی از ارکان مهم هر نقشه، سیستم مختصات و مرجع مکانی نقشه است که محل ذخیره‌سازی مختصات‌های نقشه در این فایل می‌باشد.

• Coverage :

مجموعه‌ای از خطوط، نقاط و منحنی‌ها که در مجموع یک عارضه‌ی جغرافیایی را نمایش می‌دهند. Coverage ها فقط قابلیت ذخیره‌سازی فرمت‌های برداری را دارند و شامل نقطه، خط و سطح می‌باشند. هر Coverage تنها توانایی نمایش یک نوع عارضه را دارد. داده‌های موجود در این ساختار قابل ویرایش نیستند. از آنجا که در Coverage ها امکان ایجاد روابط مکانی بین عوارض وجود دارد، معمولاً بعد از ترسیم عوارض در ساختارهای دیگر، داده‌ها را به این ساختار تبدیل می‌کنند. بنابراین از این ساختار برای ترسیم عوارض استفاده نمی‌شود.

¹ index



• Esri File Geodatabase(.gdb) :

فضایی است برای ذخیره‌ی مجموعه‌ای از داده‌های جغرافیایی مورد استفاده در ArcGIS و همچنین روابط مکانی و شبکه‌ای. این ساختار می‌تواند محل ذخیره‌سازی نمونه‌های گوناگونی از داده‌های جغرافیایی از جمله Feature Class، Attribute، Raster Data، Table، Network، Dataset، Metadata Topologies و... باشد. این ساختار یکی از پر کاربردترین ساختارهای مورد استفاده در GIS است. تمامی تحلیل‌ها و همچنین تمامی قابلیت‌های جدید نرم افزار در این ساختار قابل به کار گیری است. با ایجاد یک ساختار Geodatabase، علاوه بر دسته‌بندی اطلاعات می‌توانید تمامی امکانات و تحلیل‌ها را در اختیار داشته باشید. این ساختار قابلیت فشرده‌سازی را نیز دارد. این ساختار نیز تنها ظرفی است برای ذخیره‌ی لایه‌ها و ایجاد روابط مکانی و توصیفی بین آن‌ها.

• Esri Personal Geodatabase(.mdb) :

پایگاه داده‌های مکانی شخصی^۱ از پیش فرض فایل پایگاه داده مایکروسافت (MDB) استفاده می‌کنند. استفاده از پایگاه داده‌ی مکانی شخصی جهت ذخیره‌سازی داده‌های برداری، رستری و جداول توصیفات آن‌ها کاربرد دارد و مدیریت داده را راحت‌تر می‌کند. اما بزرگترین مشکل آن‌ها محدودیت ۲ گیگابایت در ظرفیت ذخیره‌سازی است. در حالی که پایگاه‌های داده مکانی (gdb) ۲ ترابایت ظرفیت را ارائه می‌دهند.

¹ Personal Geodatabase

- Feature dataset :

به مجموعه‌ای از Feature class های ذخیره شده با یکدیگر که همگی دارای مرجع مکانی مشترک هستند، گفته می‌شود. این ساختار زیر مجموعه‌ای از Geodatabase می‌باشد و تنها در این ساختار قابل ایجاد است. در واقع هر Geodatabase می‌تواند شامل چند Feature dataset باشد. امکان ترسیم در این ساختار وجود ندارد و از آن برای ایجاد روابط مکانی استفاده می‌شود.

- Feature Class :

مجموعه‌ای از عوارض جغرافیایی با شکل هندسی یکسان (مثل نقطه، خط و سطح) که دارای جدول ویژگی و سیستم مختصات خاص خود هستند. در واقع Feature class ها همان Shapefile ها هستند ولی در قالب یک Geodatabase ذخیره می‌شوند. به همین دلیل تنها عوارض از یک جنس اجازه دارند در این قالب ذخیره شوند. مثلاً یک Feature class خطی می‌تواند شامل عوارض خطی بزرگراه، - راه اصلی، راه فرعی و... باشد. بنابراین از این ساختار برای ترسیم عوارض استفاده می‌شود.

- TIN :

از این ساختار برای ذخیره‌سازی داده‌های سه بعدی استفاده می‌شود. با ایجاد این ساختار می‌توانید دنیای واقعی را شبیه‌سازی کنید. TIN ها قابل ویرایش نیستند و برای اصلاح آن‌ها بایستی داده‌های پایه را اصلاح کرد.

- KML :

این فرمت مخفف Keyhole Markup Language است. این فرمت مبتنی بر XML است و در درجه اول برای Google Earth استفاده می‌شود. فرمت KMZ (KML-Zipped) به دلیل فشردگی جایگزین KML به عنوان فرمت جغرافیایی پیش فرض Google Earth شده است. در

این فرمت طول و عرض جغرافیایی توسط سیستم جهانی جغرافیایی^۱ ۱۹۸۴ (WGS84) تعریف می‌شود.

¹ World Geodetic System 1984





سیستم مختصات جغرافیایی و سیستم تصویر نقشه

۱۱-۱- سیستم مختصات جغرافیایی

سیستم مختصات جغرافیایی (GCS(Geographic Coordinate System)، روشی برای بیان موقعیت هر نقطه بر روی زمین می‌باشد. در این سیستم همانند هر سیستم مختصات، برای هر بعد یک مبدا تعریف شده است و اندازه هر بعد از آن مبدا تعیین می‌شود. تعیین مختصات در سطح زمین از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار است، زیرا زمین یک شیء منظم و هندسی نبوده و نیز سطح زمین یک سطح مستوی نیست و سطحی شبیه به سطح یک بیضی دارد. تعیین موقعیت و یا تهیه نقشه در چنین سطحی که حتی یک بیضی دقیق هم نیست بسیار پیچیده است و این پیچیدگی آن‌چنان زیاد است که این امر موجب گسترش علمی به نام ژئودزی گردیده است. درحالی که نقشه برداری محلی که در آن سطح زمین یک سطح مستوی (مسطح) در نظر گرفته می‌شود کاری آسان به نظر می‌آید. ولی زمانی که مقیاس نقشه‌هایمان و وسعت منطقه آن بزرگ می‌شود ما با سطحی از یک گوی بزرگ ناهموار سرو کار داریم نه با یک صفحه مسطح، و باید در قالب یک سیستم مختصات جهانی کار کنیم.

شکل زمین: برخلاف اصطلاح معمول و تصور عامه شکل زمین یک کره کامل نیست و با اندکی تقریب می‌توان آن را یک بیضوی تصور کرد. عواملی نظیر گریز از مرکز، پستی و بلندی‌های زمین و ناهمگن بودن مواد درونی زمین از لحاظ وزن مخصوص موجب شده اند که زمین یک کره یا بیضوی منظم

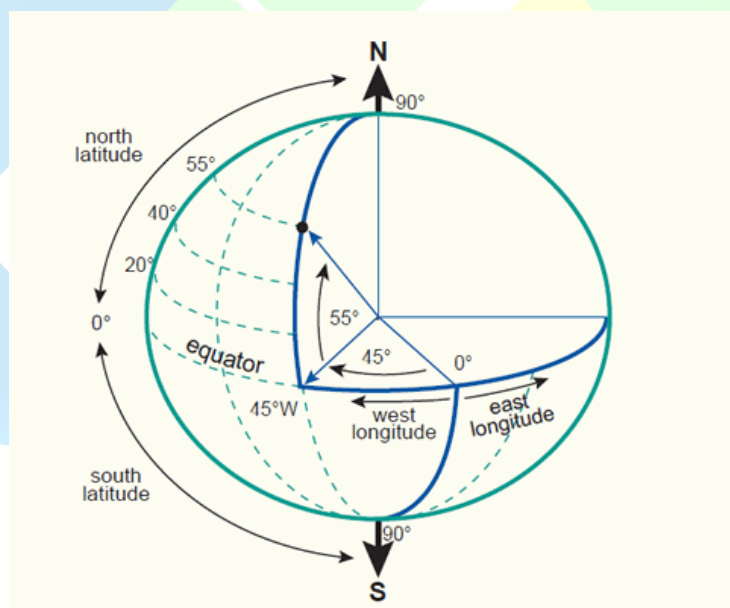
نباشد. بدین ترتیب سیستمی که بتواند شکل کره زمین را نزدیک تر به واقعیت تقریب بزند دارای خطای کمتری خواهد بود.

۱-۱۱-۱ انواع سیستم مختصات

بسته به این که ما در تبیین سیستم مختصات شکل زمین را کره (sphere) یا بیضوی (ellipsoid) در نظر بگیریم سیستم‌های مختصات به دو دسته کروی و بیضوی تقسیم بندی می شوند.

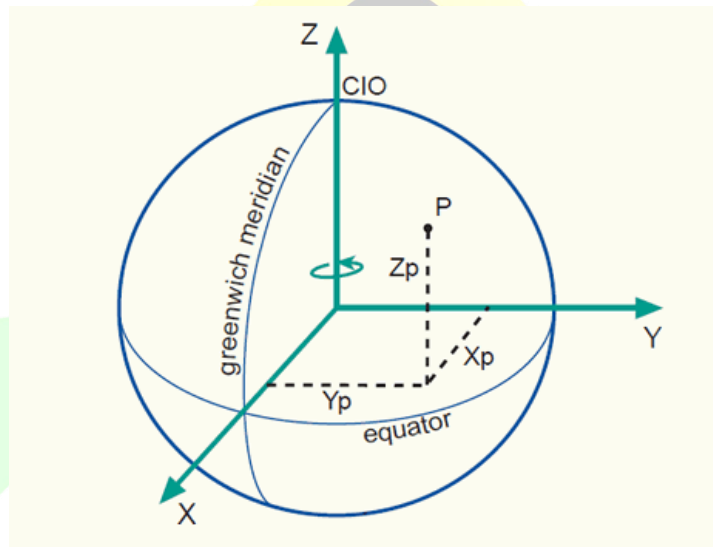
■ سیستم مختصات کروی

نوع مختصات این سیستم مختصات کروی می‌باشد و از یک کره سه بعدی برای تعیین موقعیت یک نقطه استفاده می‌کند. در این سیستم موقعیت هر نقطه با دو خصیصه طول جغرافیایی (Longitude) به اختصار λ عرض جغرافیایی (Latitude) به اختصار ϕ مشخص می‌شود. طول جغرافیایی بیانگر نصف النهار گذرنده از یک نقطه و موقعیت آن نقطه نسبت به نصف النهار مبدا (معمولا گرینویچ) به سمت شرق یا غرب از صفر تا ۱۸۰ درجه می‌باشد و عرض جغرافیایی بیانگر مدار آن نقطه و موقعیت آن نقطه نسبت به خط استوا به سمت شمال یا جنوب از صفر تا ۹۰ درجه می‌باشد.

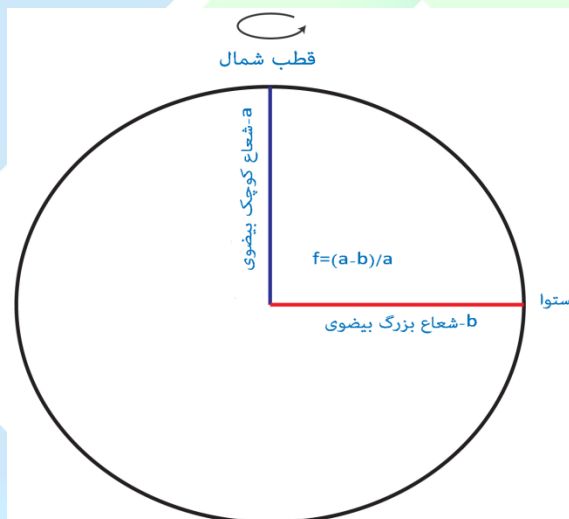


■ سیستم مختصات بیضوی

اگر یک بیضی افقی را حول قطر کوچکش بچرخانیم یک بیضوی حاصل می‌شود. شکل زمین نیز نزدیک به یک بیضوی است و استفاده از یک بیضی برای بیان شکل زمین و به تبع آن تعیین سیستم مختصات جغرافیایی روشی دقیق‌تر از سیستم مختصات کروی می‌باشد.



ابعاد هر بیضوی را با دو بعد اصلی مشخص می‌کنند که شامل شعاع بزرگ و شعاع کوچک آن می‌شود، اما اغلب به جای شعاع بزرگ فاکتور تسطیح f (Flattening) را بیان می‌کنند.



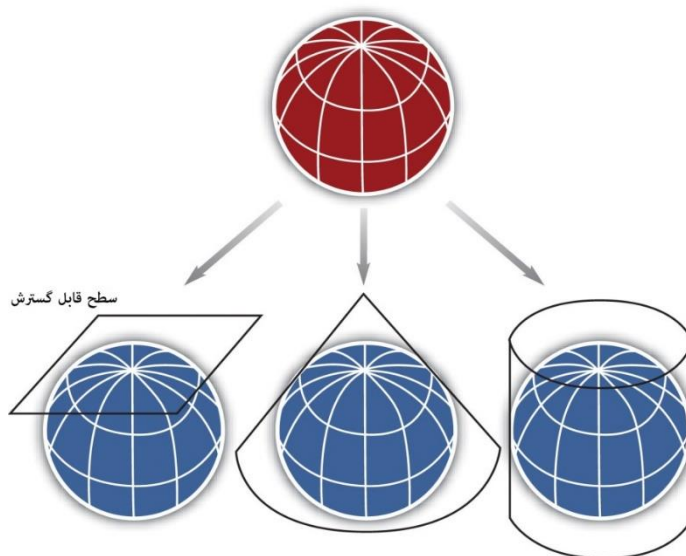
برای اندازه‌گیری دقیق موقعیت نقاط بر روی زمین در قالب یک سیستم مختصات جغرافیایی لازم است که یک بیضوی با ابعادی تعریف گردد که بیشترین انطباق را با سطح واقعی زمین (ژئوئید) داشته باشد. از طرفی سطح واقعی زمین یا همان ژئوئید نیز خود یک شکل نامنظم غیر هندسی شبیه یک بیضوی

است. با این اوصاف برای رسیدن به بیشترین دقت در یک منطقه خاص از سطح زمین لازم است که بیضوی‌های محلی را تعریف کرد تا بتوان بیضوی را بدون توجه به تطابقش با سایر مناطق جهان طوری تعریف کرد که با منطقه مورد نظر بیشترین انطباق را داشته باشد. برای مثال بیضوی Clark 1866 انطباق مناسبی با آمریکای شمالی دارد و دقت مناسبی را نتیجه می‌دهد درحالی که استفاده از این بیضوی در مورد مناطق دیگر جهان دقت آنچنانی نخواهد داشت.

۱۲-۱- سیستم تصویر^۱

به تصویر کردن عوارض روی سطح زمین به عنوان سطح یک بیضوی سه بعدی به صفحه نقشه دو بعدی تصویر کردن نقشه یا Map Projection گویند. شاید در نگاه اول این کار آسان به نظر بیاید اما مشکل اینجاست که هرگز نمی‌توان یک سطح از کره یا بیضوی را به یک سطح مستوی تصویر کرد مگر اینکه از برخی خطاها و اعوجاجات چشم پوشی کنیم. برای مثال شما نمی‌توانید پوست یک پرتقال را روی یک سطح میز مسطح کنید مگر اینکه آن را به چند قاچ مجزا تبدیل کنید و علاوه بر آن برای مسطح کردن هر قاچ نیز قسمت‌هایی از آن را تحت کشش و قسمت‌هایی را نیز تحت فشار قرار دهید. اساس کار تصویر کردن نقشه بدین نحو است که ابتدا با فرمول‌های ریاضی نقشه عوارض سطح زمین را به یک رویه قابل تسطیح تصویر کرده و سپس آن رویه را مسطح می‌کنیم تا نقشه دوبعدی حاصل شود.

¹ Map projection



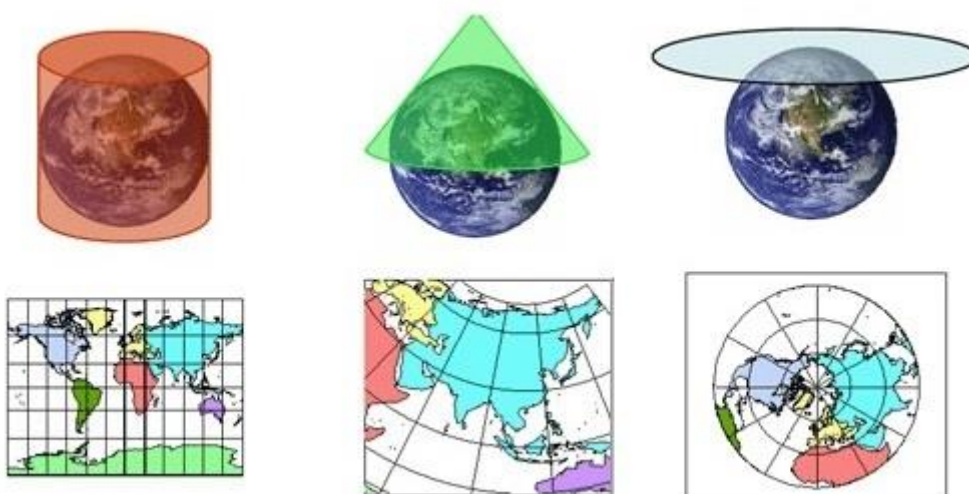
سطح قابل گسترش

نقشه مسطح



فرایند تصویر کردن نقشه در صفحه مسطح

همانطور که از شکل بالا پیداست با تصویر کردن عوارض سطح زمین بر یکی از رویه‌های مخروط، استوانه و صفحه می‌توان این کار را انجام داد و بدین ترتیب سیستم‌های تصویر به سه دسته استوانه‌ای، مخروطی و صفحه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند. شکل زیر نمونه‌ای از هر نوع سیستم تصویر را نشان می‌دهد.



سیستم های تصویر و نقشه های حاصل از آن

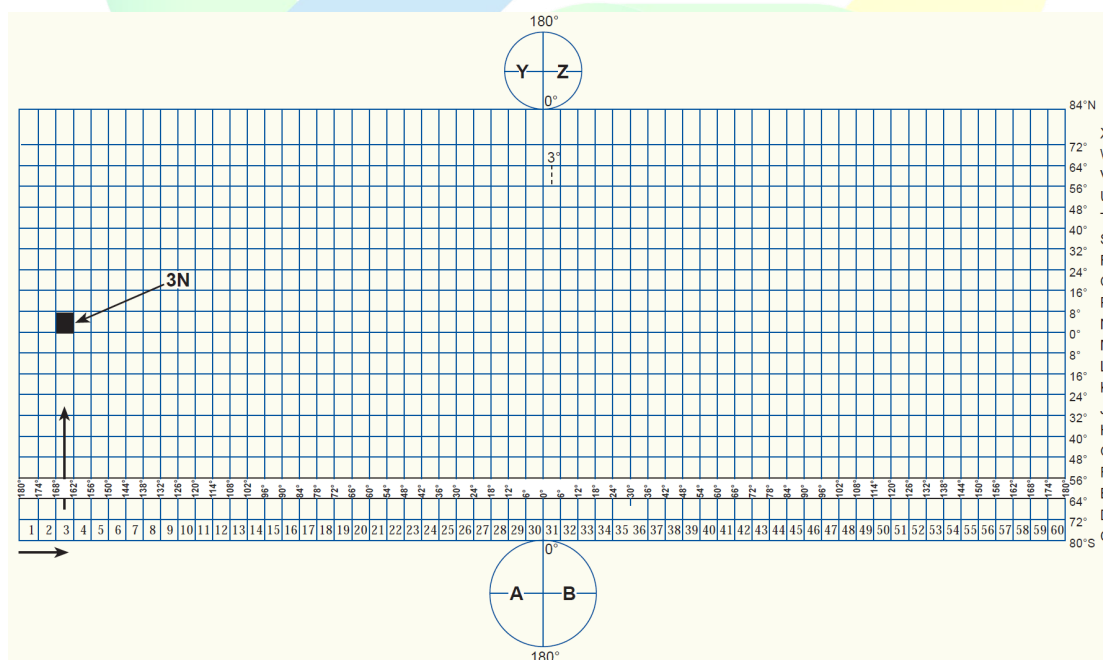
در تصویر کردن نقشه همواره تمام فاکتورهای عوارض از قبیل زوایا، فاصله و مساحت دچار تغییر می شوند و باروش های تصویر کردن نقشه می توان این اعوجاجات و خطاها را به حداقل رساند و یا برای مقاصد خاص یکی از فاکتورها را کمتر دستخوش تغییر قرار داد. بر همین اساس بسته به اینکه حفظ کدامیک از فاکتورهای نقشه برای ما اهمیت بیشتری دارد، سیستم های تصویر علاوه بر دسته بندی برحسب نوع روش تصویر کردن، به لحاظ تغییرات و اعوجاجات نیز به سه دسته هم زاویه، هم مساحت و هم فاصله دسته بندی می شوند.

۱-۱۲-۱- سیستم تصویر مرکاتور (استوانه ای)

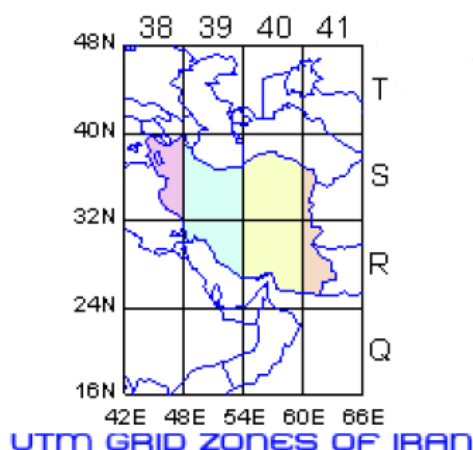
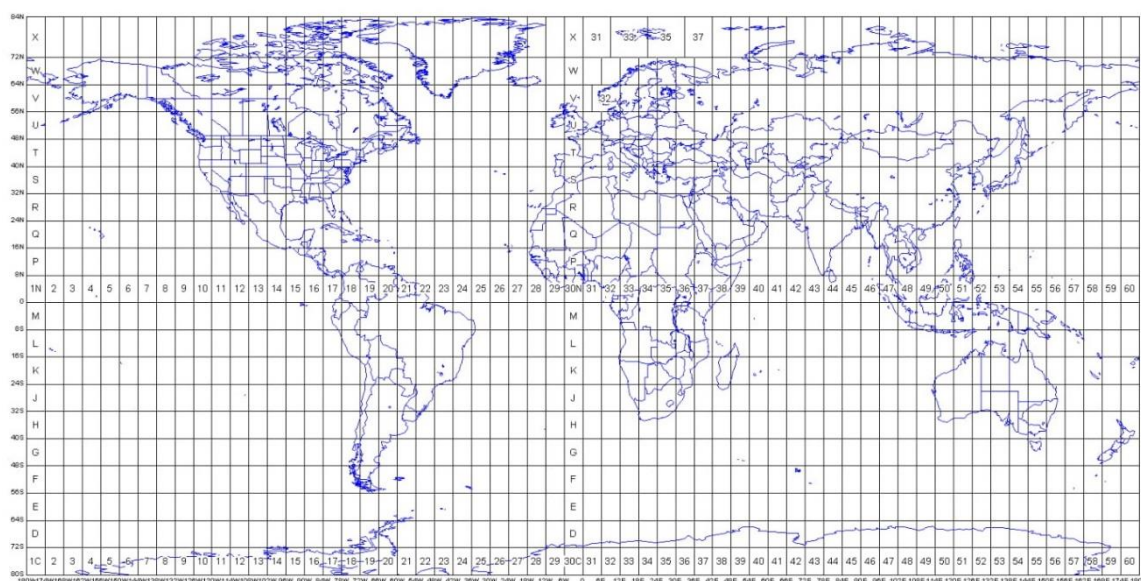
مبتکر سیستم تصویر استوانه ای نجاری به نام جرارد مرکاتور (Gerard Mercator) می باشد و بدین ترتیب سیستم تصویر استوانه ای در منابع علمی نیز به سیستم تصویر مرکاتور معروف است. سیستم تصویر Universal Transverse Mercator یا به اختصار UTM در حقیقت نوعی از سیستم مرکاتور جانبی است. در این سیستم برای کاهش خطاهایی که با دورتر شدن از نصف النهار استاندارد اتفاق می افتاد، سطح زمین به ۶۰ قسمت ۶ درجه ای با عنوان زون های^۱ UTM تقسیم شده است و با این روش ضمن این که سطح زمین را در ۶۰ سیستم مختصات جداگانه تصویر کرده اند، خطاها و اعوجاجات را به مقدار قابل توجهی کاهش داده و به دقت قابل قبولی دست یافته اند.

¹ Zone

سیستم UTM فقط تا عرض ۸۴ درجه شمالی و ۸۰ درجه جنوبی کاربرد دارد و مکمل این سیستم برای نواحی قطبی سیستم تصویر Universal Polar Stereographic یا به اختصار UPS می‌باشد که یک سیستم تصویر صفحه‌ای است و همچون سیستم UTM دارای زون‌بندی مشخصی می‌باشد. زون‌بندی سیستم تصویر UTM-UPS در جهت طول‌های جغرافیایی طوری می‌باشد که از غرب به شرق شامل ۶۰ زون ۶ درجه‌ای می‌باشد و شماره یک آن از طول جغرافیایی ۱۸۰ درجه آغاز شده و بدین ترتیب طول جغرافیایی صفر تا ۶ درجه به عنوان زون یک شناخته می‌شود و به ترتیب این شماره‌ها به سمت شرق افزایش می‌یابند. علاوه بر این زون‌بندی، یک زون‌بندی در راستای عرض‌های جغرافیایی جهت تسهیل در تشخیص موقعیت انجام گرفته و با حروف انگلیسی نمایش داده می‌شود. قطب جنوب با سیستم تصویر UPS شامل زون‌های A برای نیمکره غربی و B برای نیمکره شرقی، زون‌های C تا X به ترتیب از عرض ۸۰ درجه جنوبی آغاز شده و در عرض ۸۴ درجه شمالی به پایان می‌رسد. همه زون‌های C تا W شامل ۸ درجه از عرض‌های جغرافیایی می‌باشند و فقط زون X است که ۱۲ درجه می‌باشد. عرض‌های بالای ۸۴ درجه شمالی نیز در سیستم UPS شامل زون‌های Y برای نیمکره غربی و Z برای نیمکره شرقی می‌باشد. بدین ترتیب محل زون با دو نماد مشخص می‌شود، برای مثال مختصات ۱۰ درجه شمالی و ۱۶۳ درجه غربی در زون ۳N قرار دارد.



این سیستم به لحاظ کم بودن خطاها و اعوجاجات از بهترین سیستم‌های تصویر می‌باشد و نقشه‌های توپوگرافی تمام نقاط جهان را با آن تهیه می‌کند. مزیت اصلی این سیستم مختصات متریک^۱ آن است که در نقشه‌برداری بسیار کاربردی و ارزشمند است. اما علاوه بر یکپارچه و یکتا نبودن مختصات، مشکل اصلی این سیستم زمانی آشکار می‌گردد که یک نقشه در دو یا چند زون قرار بگیرد ولی با تمام این اوصاف این سیستم برای مقاصد مختلف از جمله نقشه‌برداری بدون رقیب می‌باشد. در شکل زیر تقسیمات زون‌های سیستم تصویر UTM در کل سطح زمین و در شکل بعدی در محدوده ایران را مشاهده می‌نمایید.



¹ Metric

۱۳-۱- سیستم مختصات لامبرت هم شکل (Lambert Conformal Conic) LCC

این سیستم مختصات توسط سازمان نقشه‌برداری ایران به گونه ای طراحی شده است که خطاها و اعوجاجات آن در کل سطح ایران کمینه می‌باشد. با نگاهی به ویژگی‌های سیستم تصویر لامبرت هم شکل، متوجه می‌شویم که دلایل انتخاب این سیستم تصویر از قرار زیر می‌باشد:

این سیستم تصویر یکی از بهترین، کم خطاترین و کاربردی‌ترین سیستم‌های تصویر برای عرض‌های میانی (بین قطبین و استوا) می‌باشد و با توجه به اینکه کشور ما نیز در یک چنین جایی واقع شده است لذا استفاده از این سیستم تصویر مناسب به نظر می‌رسد. از آنجایی که در این سیستم تصویر از دو مدار استاندارد استفاده می‌شود، لذا می‌توان با درجه آزادی بیشتری آن را برای منطقه مورد نظر سفارشی کرد به گونه‌ای که خطاها کمینه گردند. خطاهای موجود در مساحت و شکل در این سیستم تصویر برای یک منطقه وسیع مانند ایران کمینه می‌باشد از این رو استفاده از آن در مقیاس‌های کوچک و متوسط مانند مطالعات استانی و حتی منطقه‌ای و در مواردی که قرار است پایگاه نهایی داده‌ها و اطلاعات به صورت یکپارچه طراحی گردد، بسیار متداول می‌باشد.

پارامترهای این سیستم مختصات از قرار زیر می‌باشند:

Projection: Lambert Conformal Conic

Ellipsoid: International 1909 or WGS 84

Datum: European 1950 (ED50) or WGS 84

False Easting: 2000000

False Northing: 40000

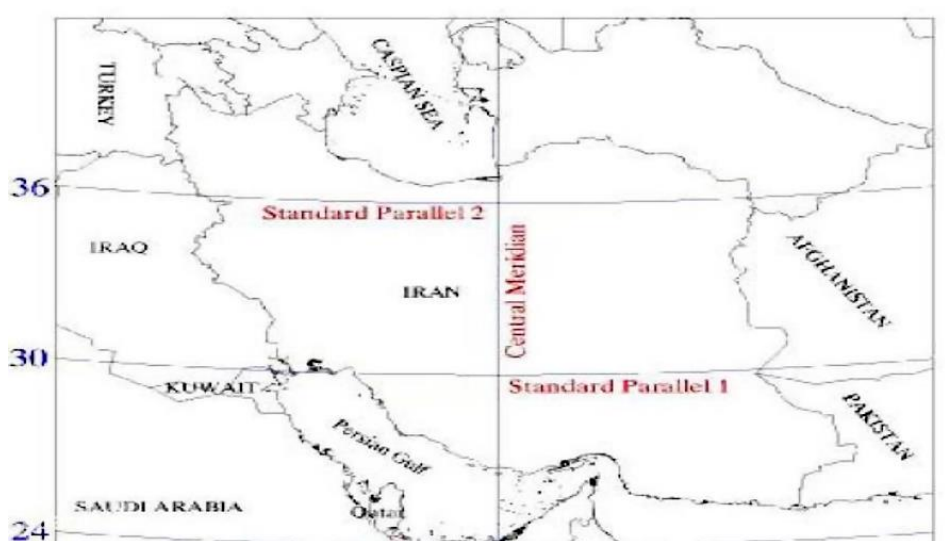
Central Meridian: 54

Latitude of Origin: 24

Scale Factor: 1

Standard Parallel 1: 30

Standard Parallel 2: 36



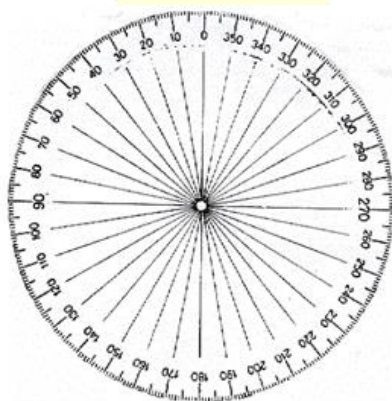
شمای کلی سیستم مختصات لامبرت تعریف شده برای کل ایران

۱-۱۴- واحدهای اندازه گیری زاویه:

واحدهای اصلی برای اندازه گیری زاویه عبارتند از: درجه، گراد و رادیان که در اینجا به تعریف و توضیح آنها می پردازیم.

۱-۱۴-۱- درجه:

اگر محیط یک دایره دلخواه را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم هر قسمت را یک درجه می نامند. به عبارت دیگر یک درجه یک سیصد و شصتم محیط یک دایره است.



برای نمایش درجه از علامت ° استفاده می‌شود. لذا می‌توان گفت:

$$1^{\circ} = \frac{1}{360} \times 2r\pi$$

پس به این ترتیب، زاویه تمام صفحه که یک دور کامل است برابر ۳۶۰ درجه و زاویه نیم صفحه برابر ۱۸۰ درجه است.

۱-۱۴-۱-۱ اجزای درجه:

همان گونه که می‌دانید معمولاً هر واحد دارای اجزایی می‌باشد. درجه نیز به عنوان یک واحد اندازه‌گیری دارای اجزایی می‌باشد که عبارتند از دقیقه و ثانیه. هر دقیقه برابر است با یک شصتم درجه.

$$1' = \frac{1}{60} \times 1^{\circ} = \frac{1}{21600} \times 2r\pi$$

هر ثانیه برابر یک شصتم دقیقه یا یک سه هزار و شصدم درجه.

$$1(sec) = \frac{1}{60} \times 1' = \frac{1}{3600} \times 1^{\circ}$$

به عنوان مثال اگر اندازه زاویه‌ای ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۵ ثانیه باشد می‌نویسیم:

$$37^{\circ} : 30' : 15(sec)$$

۲-۱۴-۱- گراد:

اگر محیط یک دایره را به ۴۰۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم هر قسمت را یک گراد می‌گویند. به عبارت دیگر یک چهارصدم دوران کامل، زاویه‌ای به اندازه یک گراد پدید می‌آورد. گراد گاهی گون^۱ نیز گفته می‌شود. برای نمایش گراد از نماد «gr» استفاده می‌شود. لذا می‌توان گفت:

$$1gr = \frac{1}{400} \times 2r\pi$$

پس به این ترتیب در این مقیاس اندازه زاویه تمام صفحه یا یک دور کامل ۴۰۰ گراد و اندازه زاویه نیم صفحه برابر ۲۰۰ گراد خواهد بود.

۱-۲-۱۴-۱- اجزای گراد:

اجزای گراد عبارتند از دسی گراد (dgr)، سانتی گراد (cgr)، میلی گراد (mgr) که هر کدام به ترتیب یک دهم گراد، یک صدم گراد و یک هزارم گراد می‌باشند.

$$1dgr = \frac{1}{10}gr, 1cgr = \frac{1}{100}gr, 1mgr = \frac{1}{1000}gr$$

به عنوان مثال اگر اندازه زاویه‌ای ۳۷ گراد و ۲ دسی گراد و ۸ میلی گرا باشد می‌نویسیم:

$$37.208gr$$

۳-۱۴-۱- تبدیل درجه-دقیقه-ثانیه به درجه اعشاری :

$$DD^{\circ} MM' SS'' \Rightarrow DD.DDDDDDD^{\circ}$$

خب فرض کنید می‌خواهیم زاویه "۵۵' ۱۵" ۳۱° را به زاویه اعشاری تبدیل کنیم:

¹ gon

$$31 + (15/60) + (55/3600) = 31.265278$$

هر درجه ۶۰ دقیقه و ۳۶۰۰ ثانیه است.

۴-۱۴-۱- تبدیل زاویه از درجه اعشاری به درجه-دقیقه-ثانیه:

DD.DDDD° → DD° MM' SS"

خب فرض کنید می‌خواهیم زاویه ۳۱,۲۶۵۲۷۸ را به زاویه اعشاری تبدیل کنیم:

31.265278

31°

$$0.265278 * 60 = 15.926667$$

15'

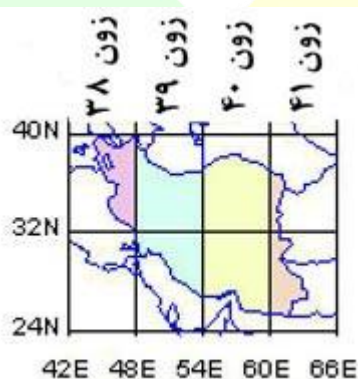
$$0.926667 * 60 = 55.000$$

55"

۱۵-۱- تبدیل مختصات جغرافیایی به UTM

برای تبدیل درجه به متر باید زون منطقه مورد نظر را داشته باشیم. همان طور که در بخش‌های

قبل گفته شد ایران در ۴ زون قرار دارد.



در مختصات جغرافیایی طول و عرض جغرافیایی به صورت زیر بیان می‌شود:

طول جغرافیایی (Longitude): 51.40446117147803

عرض جغرافیایی (Latitude): 35.70073509107045

به کمک طول جغرافیایی نیز می‌توان زون محل را تعیین کرد:

بطور کلی شماره زون UTM از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\text{Zone} = \text{Round} (\text{Longitude}/6) + 31$$

طول جغرافیایی تقسیم بر عدد ۶ سپس حذف قسمت اعشاری بعلاوه عدد ۳۱.

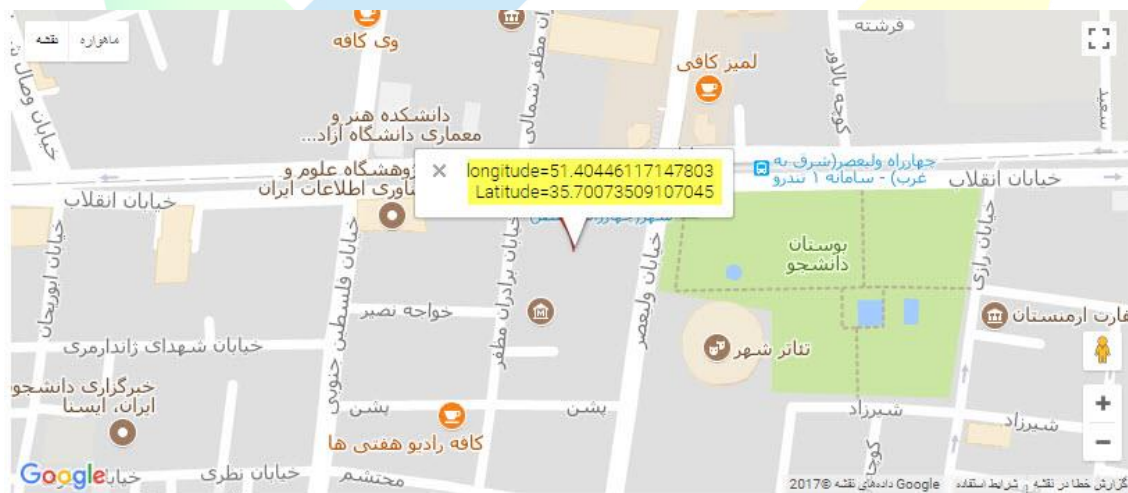
مثال:

$51.40446117147803/6=8.567410195246338$

$8+31=39$

Zone=39

حال به کمک مختصات جغرافیایی نقطه و داشتن زون آن می‌توان به کمک نرم‌افزارهای کمکی تبدیل مختصات را انجام داد:



طول جغرافیایی (Longitude): 51.40136053785682

عرض جغرافیایی (Latitude): 35.70141467336911

مختصات نقطه روی نقشه که در زون ۳۹ قرار دارد در سیستم UTM به صورت زیر می‌شود:

X: مختصات 536590.449

Y: مختصات 3950831.788

در مختصات جغرافیایی عدد بزرگتر نشان دهنده طول جغرافیایی (Longitude) می باشد. 

در مختصات UTM نقطه، مختصات X عددی ۶ رقمی و مختصات Y عددی ۷ رقمی می باشد. 

۱۶-۱- دقت اعداد زاویه و مختصات UTM

یکی از نکات خیلی مهم در تبدیل زوایا و مختصات به یکدیگر دقت اعداد اعشاری اعداد می باشد، به عبارت دیگر در هنگام تبدیل زوایا باید تعداد اعشار را رعایت کرد تا به دقت مد نظر رسید. در زیر چند نمونه دقت تبدیل برای تعداد اعداد اعشارهای مختلف را آورده ایم:

❖ تبدیل زاویه بر حسب درجه به UTM:

 زاویه بر اساس درجه تا ۶ رقم اعشار دقتی معادل با متر (m) بر روی زمین دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۱ متر	۰,۰۰۰۰۰۵	۷۲۰۷۹ _۵	۵۹,۴۵۸۷۹ _۸
		۷۲۰۷۹ _۴	۵۹,۴۵۸۷۹ _۳

 زاویه بر اساس درجه تا ۷ رقم اعشار دقتی معادل با دسی متر (dm) بر روی زمین دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۰,۱ متر	۰,۰۰۰۰۰۰۵	۷۲۲۴۶۳,۲ _۲	۵۹,۴۵۸۷۹۳ _۸
		۷۲۲۴۶۳,۱ _۱	۵۹,۴۵۸۷۹۳ _۳

 زاویه بر اساس درجه تا ۸ رقم اعشار دقتی معادل با سانتی متر (cm) بر روی زمین دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۰,۰۱ متر	۰,۰۰۰۰۰۰۰۵	۷۲۲۴۶۳,۲۲ _{۲۲}	۵۹,۴۵۸۷۹۳۷ _۸
		۷۲۲۴۶۳,۲۱ _{۱۱}	۵۹,۴۵۸۷۹۳۷ _۳

🔗 زاویه بر اساس درجه تا ۹ رقم اعشار دقتی معادل با میلی‌متر (mm) بر روی زمین دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۰,۰۰۱ متر	۰,۰۰۰۰۰۰۰۵	۷۲۲۴۶۳,۲۱ ^۹	۵۹,۴۵۸۷۹۳۷۶ ^۸
		۷۲۲۴۶۳,۲۱ ^۸	۵۹,۴۵۸۷۹۳۷۶ ^۳

❖ تبدیل زاویه بر حسب درجه-دقیقه-ثانیه به UTM:

اگر از زاویه به صورت درجه-دقیقه-ثانیه استفاده می‌شود، باید ثانیه به صورت عدد اعشاری باشد تا به دقت مورد نظر برسیم. برای درک بهتر موضوع همانند مثال قبل رابطه‌ی بین عدد اعشار ثانیه و دقت مختصات UTM را بیان می‌کنیم:

🔗 اگر ثانیه بدون اعشار استفاده شود دقت آن در حد ۱۰۰۰ متر می‌باشد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۱۰۰۰ متر	۱	۷۱۶۰۱۱	۵۹° ۲۳' ۱۵"
	ثانیه	۷۱۷۰۴۲	۵۹° ۲۳' ۱۶"

🔗 ثانیه تا یک رقم اعشار دقتی معادل با ۱۰۰ متر دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۱۰۰ متر	۰,۸	۷۱۶۰۱۴	۵۹° ۲۳' ۱۵,۱"
	ثانیه	۷۱۶۰۳۴	۵۹° ۲۳' ۱۵,۹"

🔗 ثانیه تا ۲ رقم اعشار دقتی معادل با ۱ متر دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۱ متر	۰,۰۸	۷۱۶۰۱۴	۵۹° ۲۳' ۱۵,۱۱"
	ثانیه	۷۱۶۰۱۶	۵۹° ۲۳' ۱۵,۱۹"

🔗 ثانیه تا ۳ رقم اعشار دقتی معادل با dm (دسی متر) دارد.

دقت مختصات	اختلاف زاویه	مختصات به متر در UTM	زاویه به درجه
۰,۱ متر	۰,۰۰۸	۷۱۶۰۱۴,۳	°۵۹ ۲۳' ۱۵,۱۱۱"
	ثانیه	۷۱۶۰۱۴,۵	°۵۹ ۲۳' ۱۵,۱۱۹"

با توجه به نکات گفته شده دقت شود حتما در مختصات جغرافیایی اگر از زاویه در حالت  درجه (Decimal Degree) استفاده می‌شود، عدد آن تا **شش** رقم اعشار و در حالت درجه-دقیقه-ثانیه (Degrees-Minutes-Seconds) باید عدد ثانیه تا **دو** رقم اعشار استفاده شود. 

در نهایت برای وحدت رویه توصیه می‌شود از سیستم DD(Decimal Degree) با **شش** 

رقم اعشار در کل شرکت استفاده شود. 



توابع ویرایش و تجزیه و تحلیل اطلاعات

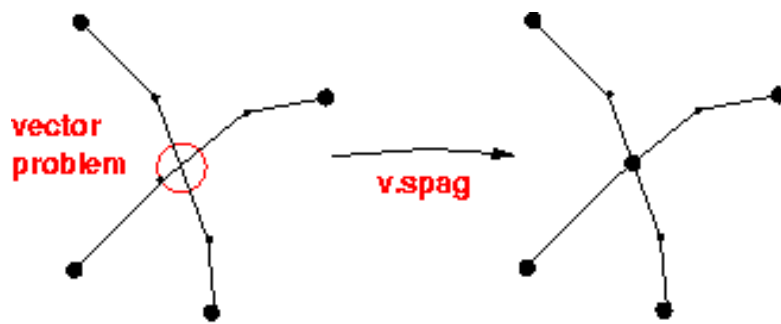
۱-۱۷- ویرایش اطلاعات مکانی

هدف از انجام ویرایش و آماده‌سازی اطلاعات مکانی برای ورود به سیستم GIS، کنترل عوارض و صحت ارتباط آن‌ها، حذف عوارض تکراری، حذف خطاهای ظاهری در فایل رقومی و برقراری پیوستگی عوارض می‌باشد.

انواع ویرایش‌ها شامل:

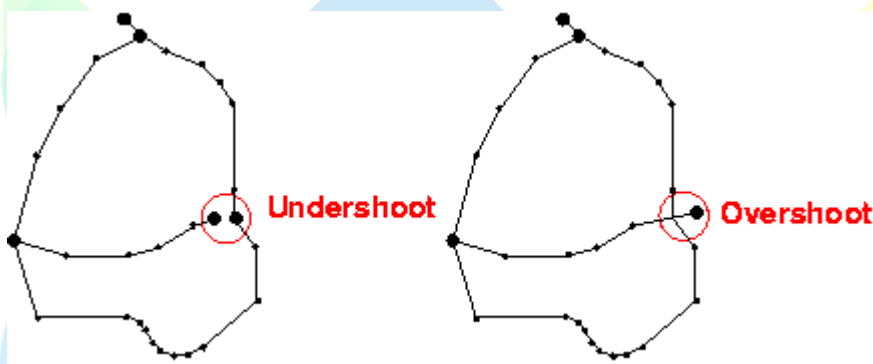
۱-۱۷-۱- ایجاد گره (Node)

یکی از اشکالات گرافیکی موجود درون فایل‌های گرافیکی، خطای ناشی از عدم وجود گره در محل اتصال یا تقاطع المان‌های خطی می‌باشد. برای جلوگیری از بروز چنین ایراداتی باید در مرحله ورود داده (تبدیل فتوگرامتری و یا دیجیتایز کردن) اقدام به ایجاد گره (Node) در محل تقاطع المان‌های گرافیکی نماید یا اینکه در مراحل بعدی با استفاده از امکانات موجود در نرم افزارها به طور اتوماتیک این کار انجام شود.



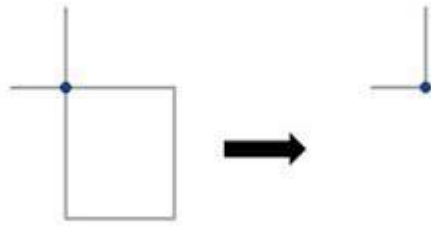
۱-۱۷-۲ اصلاح نرسیدگی و رد شدگی (Over / Under shoot)

منظور از نرسیدگی و رد شدگی در ورود اطلاعات، عدم انطباق دقیق خطوط در محل برخورد می‌باشد. برای جلوگیری از این موارد نیز باید در مرحله ورود داده (مثلا، تبدیل فتوگرامتری یا دیجیتایز کردن) از ابزارهای مناسب، مانند Snap استفاده گردد یا در مرحله ویرایش و آماده‌سازی با تنظیم تolerانس مناسب به طور اتوماتیک یا با یافتن محل ایراد و رفع آن بصورت نیمه اتوماتیک و غیر اتوماتیک اقدام شود.



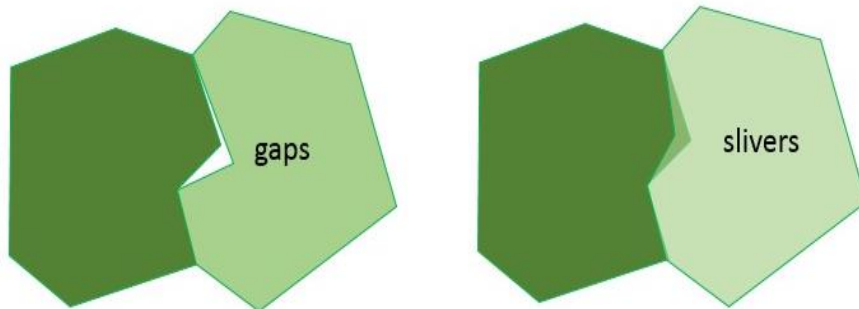
۱-۱۷-۳ اصلاح خطوط خود متقاطع (Self Intersection)

بنابر تعریف، یک خط نباید با خودش تقاطع داشته باشد. در صورتی که یک خط در فایل گرافیکی خودش را قطع نموده باشد، این خطا باید کشف و رفع گردد.



۴-۱۷-۱ حذف Gap و Sliver

یکی دیگر از خطاهای موجود در فایل گرافیکی، خطای ناشی از رقومی سازی دوباره مرز بین دو پلی گون می باشد. علت ایجاد پدیده Gap و Sliver، عدم تطابق دقیق دو خطی است که در اثر دوباره رقومی سازی مرز مشترک بین پلی گون ها به وجود می آید. در صورتی که دو پلی گون در قسمت مرز هم پوشانی پیدا کنند خطای Sliver رخ می دهد و اگر بین آن دو فضایی خالی بماند خطای Gap رخ داده است که باید نسبت به یافتن محل وقوع این ایرادات و برطرف نمودن آنها اقدام شود.



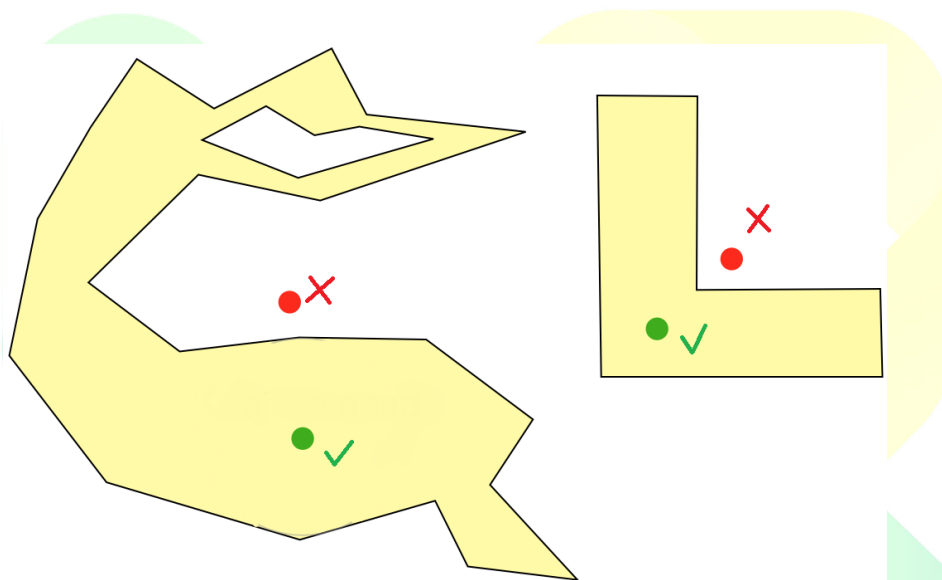
۵-۱۷-۱ رفع خطوط تکراری (Duplicate) یا همپوشان (Overlapping)

گاه به دلیل اشتباه عامل رقومی ساز، یک عارضه خطی به طور تکراری، دقیقا یا بطور جزئی روی هم ایجاد می گردد که باید رفع گردد.



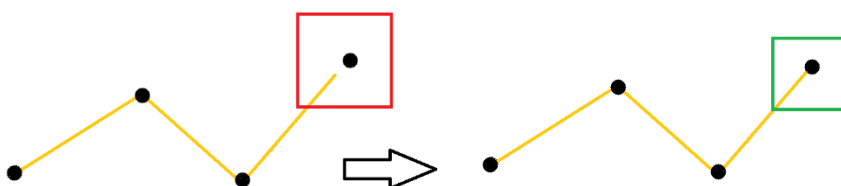
۱-۱۷-۶- قرار گرفتن عوارض نقطه‌ای در داخل پلیگون

در مواردی ماهیت داده به گونه‌ای است که یک عارضه نقطه‌ای باید لزوماً در داخل پلیگون موجود در یک لایه سطحی قرار گیرد که در این صورت این مورد باید کنترل شود.



۱-۱۷-۷- انطباق عوارض نقطه‌ای بر نقاط انتهایی (End Point) عوارض خطی

در مواردی ماهیت داده به گونه‌ای است که یک عارضه نقطه‌ای لزوماً باید منطبق باشد بر نقطه انتهایی (End Point) یک عارضه خطی، در این صورت این مورد نیز باید کنترل شود.



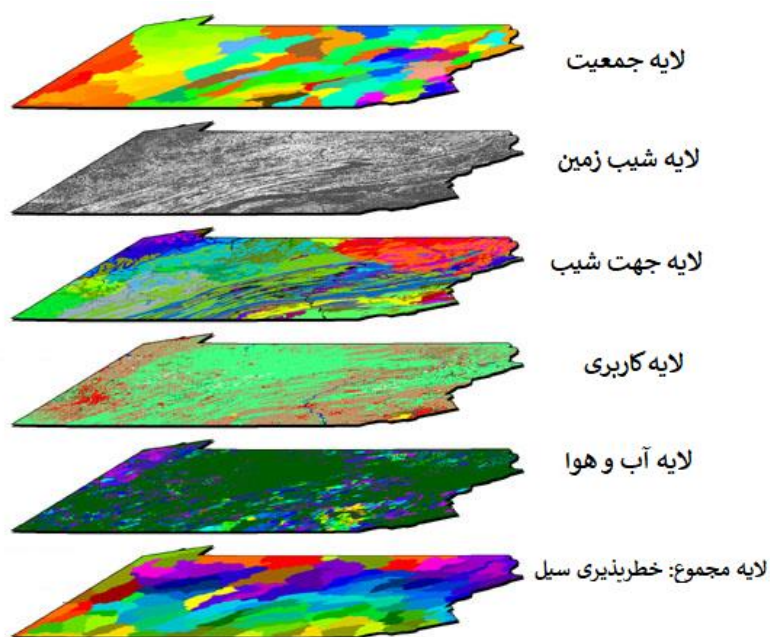
۱۸-۱- تجزیه و تحلیل مکانی

عموما سیستم‌های اطلاعات مکانی، دارای ابزارهای متنوع جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌باشند. به طور خلاصه این ابزارها شامل موارد زیر می‌گردند.

۱-۱۸-۱- همپوشانی اطلاعات^۱

ترکیب لایه‌های اطلاعاتی مختلف در GIS، تحت عنوان Overlay شناخته می‌شود. در حالت بسیار ساده، این مفهوم به امکان نمایش چند لایه اطلاعاتی بر روی همدیگر اشاره می‌کند ولیکن در مفهوم وسیع‌تر، این مفهوم به ترکیب چند لایه اطلاعاتی بر اساس معیارهای تعریف شده توسط کاربر و تولید یک لایه اطلاعاتی جدید اشاره دارد. به عنوان نمونه می‌توان اطلاعات مربوط به لایه مشترکین، خطوط شبکه توزیع، میزان بار خطوط فشار متوسط و ... را به منظور بررسی مکانیابی محل احداث یک پست فوق توزیع در یک منطقه، با یکدیگر ترکیب کرده و مناطق دارای پتانسیل در این خصوص را تحت یک لایه اطلاعاتی جداگانه مشخص نمود.

¹ Overlay



۱-۱۸-۲- محدوده حریم^۱

در این آنالیز، با تعریف یک منطقه حریم در اطراف عوارض نقطه‌ای، خطی و سطحی، به تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌پردازیم. به عنوان نمونه، می‌توان به کاربردهای زیر اشاره نمود:

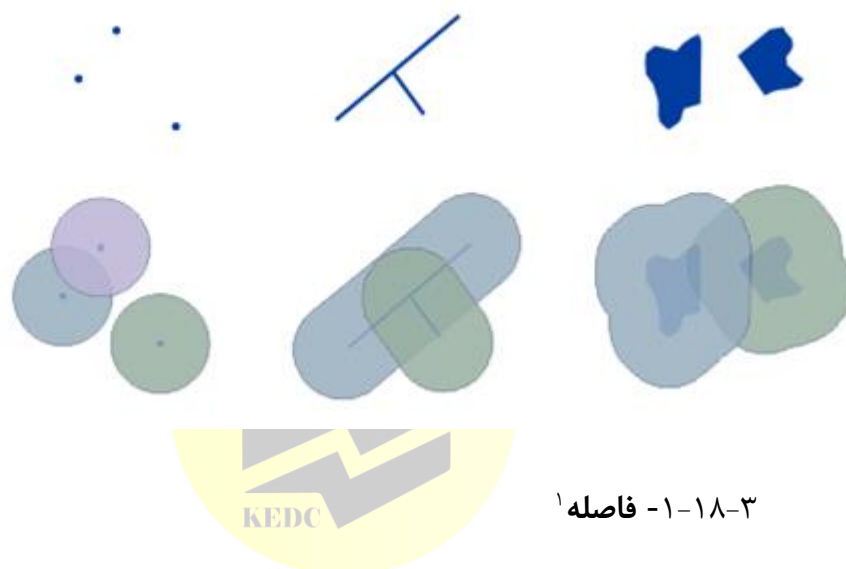
- یافتن مناطق شهری و یا تأسیساتی که در فاصله ۱ کیلومتری از یک خط فشار قوی، قرار دارند.

- یافتن تعداد مصرف کنندگانی که در فاصله ۵۰۰ متری از یک پست توزیع قرار دارند.

¹ buffering

ورودی تابع

حریم لایه



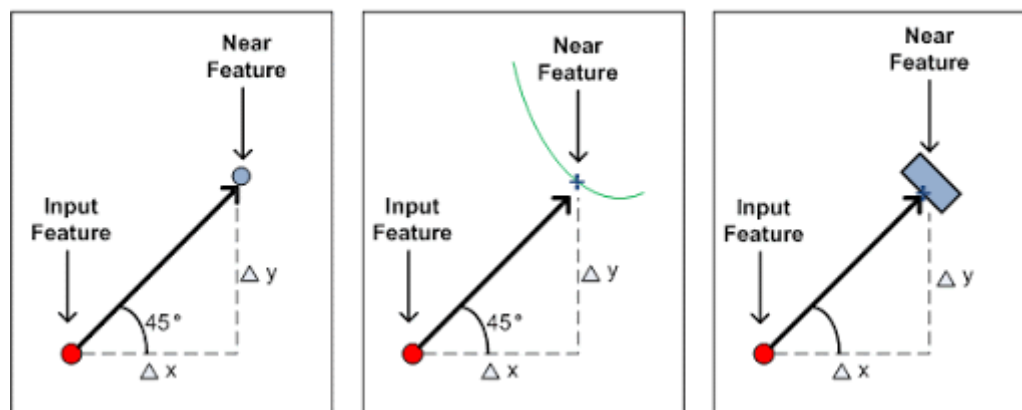
۳-۱۸-۱- فاصله^۱

این تابع از جمله توابع نزدیکی می‌باشد و کوتاهترین فاصله هر نقطه از نقشه را از یک پدیده و یا یک مجموعه پدیده محاسبه می‌نماید. پدیده می‌تواند به صورت نقطه، خط و یا سطح، به طور یکپارچه و یا جدا از هم در منطقه وجود داشته باشد. تابع فاصله به خوبی در سامانه‌های اطلاعات مکانی و رستری قابل اجرا است.

POINT

LINE

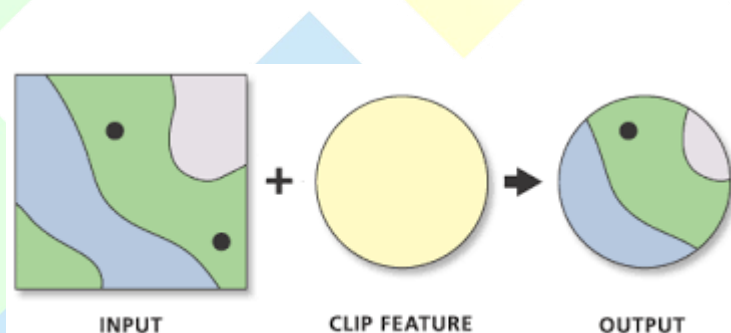
POLYGON



¹ Distance

۴-۱۸-۱- برش لایه^۱

برش دادن یا همان clip کردن فایل‌های رستری یا وکتوری از کارهای ساده اما کاربردی است که کاربران داده‌های مکانی با آن سروکار دارند. ساختار اصلی نرم افزار ArcGIS برای کار با داده‌های رستری ساخته نشده، اما در حد خود، ابزارهای مفیدی را در اختیار کاربران قرار داده که تا حدودی خیال آن‌ها را از رجوع به نرم افزارهای سنجش از دور راحت کرده باشد. برای برش دادن فایل‌های رستری و وکتوری، علاوه بر خود فایل، نیاز به یک لایه پلیگونی که در آن یک یا چند عارضه سطحی ترسیم شده باشند داریم. این عوارض سطحی درواقع محدوده‌هایی از فایل رستری و وکتوری را که می‌خواهیم برش داده شود، نشان می‌دهند. برای استفاده از ابزار Clip باید دو لایه به عنوان ورودی به تابع داده شود، یکی داده‌ای که می‌خواهیم محدوده مورد نظر از آن برش داده شود و یک لایه هم به عنوان قالب برش انتخاب می‌شود. در زیر نمونه انجام تابع برش در نرم‌افزار ArcGIS را مشاهده می‌کنید.

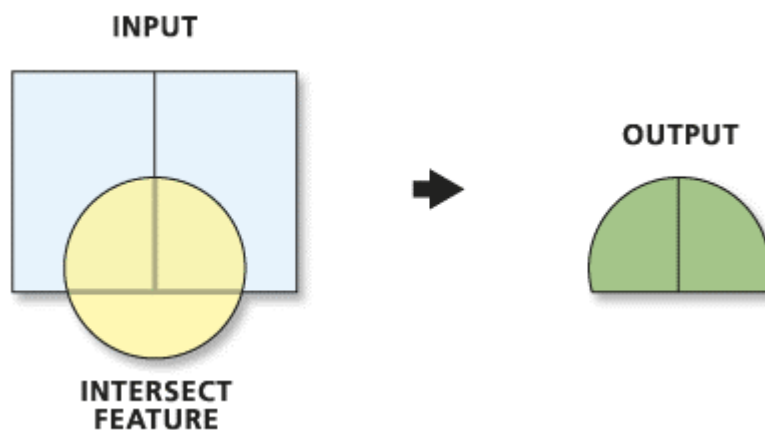


۵-۱۸-۱- تقاطع^۲

بوسیله ابزار Intersect در نرم افزار ArcMap می‌توان یک نقشه جدید از چند عارضه‌ای که با یکدیگر تلاقی دارند را تهیه کرد البته به شرطی که این نقشه‌ها با یکدیگر برخورد و حالت تلاقی داشته باشند.

¹ Clip

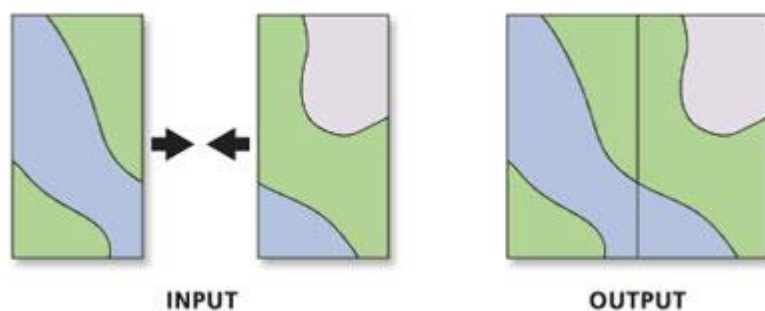
² Intersect



KEDC

۶-۱۸-۱- ادغام لایه ها^۱

ادغام کردن یا Merge کردن به معنای یکی کردن عوارض موجود در یک یا چند لایه است. هنگامی که این مفهوم را برای یک لایه تعریف می‌کنیم، منظور ما این است که می‌خواهیم عوارض موجود در یک لایه با یکدیگر ترکیب شده و عارضه یا عوارض جدیدی را ایجاد نمایند. از سوی دیگر، هنگامی که مفهوم ادغام کردن یا Merge کردن را برای دو لایه مختلف مطرح می‌کنیم، منظور ما این است که می‌خواهیم لایه ای جدید بسازیم که تمامی عوارض موجود در لایه‌های اولیه را در



خود داشته باشد. در ادغام کردن یا Merge کردن، هدف اصلی ما بررسی هندسه عوارض و یا توصیفات آنها نیست و صرفاً می‌خواهیم عوارض ما در کنار هم قرار گیرند. اگر بخواهیم توصیفات عوارض را نیز مدنظر قرار دهیم می‌بایست از ابزار Dissolve بهره ببریم.

در مجموع با دو هدف به دنبال ابزار Merge می‌رویم:

¹ Merge

۱- هنگامی که می‌خواهیم دو یا چند عارضه را که در یک لایه قرار دارند با یکدیگر ترکیب کنیم. در اینحالت با یک لایه سر و کار داریم و می‌بایست از ابزار Merge که در مجموعه ابزار Editor قرار دارد استفاده نمائیم.

۲- هنگامی که دو یا چند لایه مرتبط با یکدیگر را داریم و می‌خواهیم آن‌ها را تبدیل به یک لایه کنیم. در اینحالت می‌بایست نوع لایه‌ها (نقطه‌ای، خطی و یا سطحی بودن آن‌ها) یکسان باشد. در اینحالت از ابزار Merge که در ArcToolbox قرار دارد استفاده می‌نمائیم.

۷-۱۸-۱- ادغام توصیفی لایه^۱

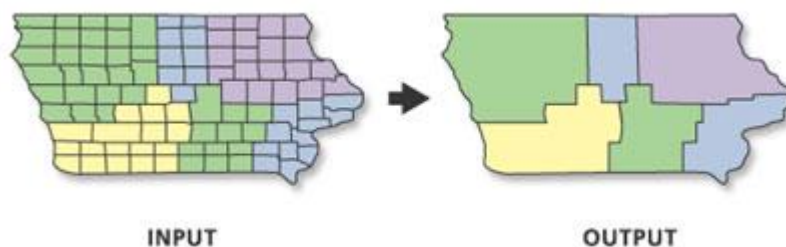
ابزار ادغام کردن عوارض یا به اصطلاح Dissolve، برای یکپارچه کردن عوارضی است که از لحاظ مفهومی دارای یک توصیف مشترک هستند، نشان دهنده یک عارضه واحد هستند و یا اینکه به دلایلی می‌خواهیم با یکدیگر تجمیع گردند. برای مثال فرض کنید که نقشه یک منطقه به تعداد زیادی از بخش‌های هم اندازه به نام شیت^۲ تقسیم شده و هر بخش را مجزا تهیه کرده‌اند. در این حالت اگر عارضه‌ای در دو یا چند شیت مجاور باشد در محل تقاطع شیت‌ها شکسته شده است. مثلاً یک رودخانه با یک نام، در سه شیت وجود دارد و به سه بخش با نام‌های یکسان تقسیم شده است. از لحاظ منطقی یک عارضه می‌بایست یک هندسه واحد داشته باشد و تجمیع بخش‌های مختلف آن رودخانه لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

حالتی دیگر را نیز می‌توان در نظر گرفت و آن هم این است که، مثلاً شما لایه سطحی مربوط به شهرستان‌های کشور را در دست دارید. بافرض اینکه برای هر شهرستان نام استانی که در آن قرار دارد نیز در جدول اطلاعات توصیفی ذخیره شده است. حال می‌خواهید با استفاده از این لایه، لایه

¹ Dissolve

² Sheet

محدوده استان‌ها را به دست آورید. برای این منظور می‌بایست تمامی شهرستان‌هایی که مربوط به یک استان می‌باشند را بایکدیگر تجمیع نمایید. به شکل زیر توجه نمایید :



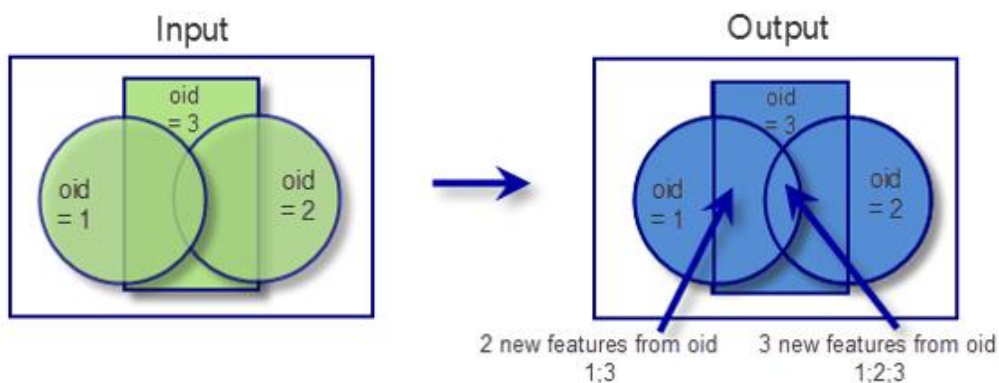
INPUT

OUTPUT

KEDC

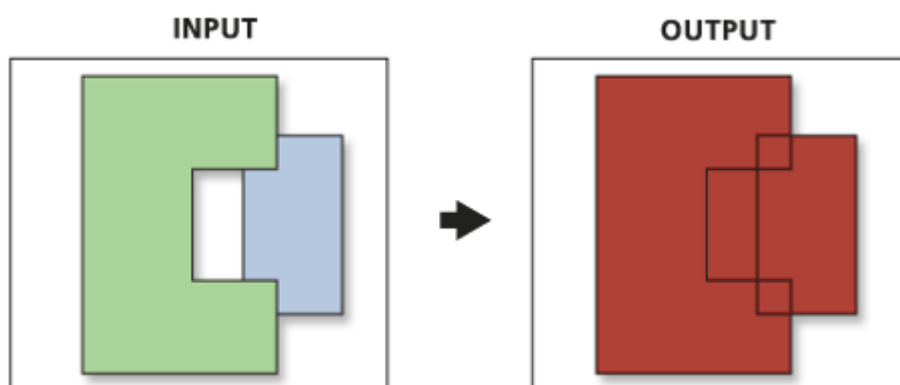
۸-۱۸-۱- اجتماع^۱

از این ابزار جهت یکی کردن دو یا چند لایه Polygon استفاده می‌شود. اگر در نقشه‌های ورودی بخش‌های از عوارض حالت همپوشانی داشته باشند مانند شکل زیر به راحتی می‌توان این قطعات را به صورت عوارض جدیدی ارائه داد.



همچنین به خوبی می‌توانید بخش‌های خالی بین عوارض را به نقشه تبدیل کنید. دقیقاً مثل شکل زیر:

¹ Union



KEDC

۹-۱۸-۱- اتصال مکانی^۱

این عملگر ویژگی‌های دو لایه را براساس مکان‌ها در دو لایه با هم ترکیب می‌کند. از این ابزار جهت انتقال اطلاعات موجود در فیلدهای یک لایه به لایه دیگر که با هم همپوشانی دارند استفاده می‌شود. در واقع لایه تولید شده علاوه بر فیلدهای لایه اول در برگیرنده فیلدهای لایه دوم نیز هستند.

مزایای این عملگر در این است :

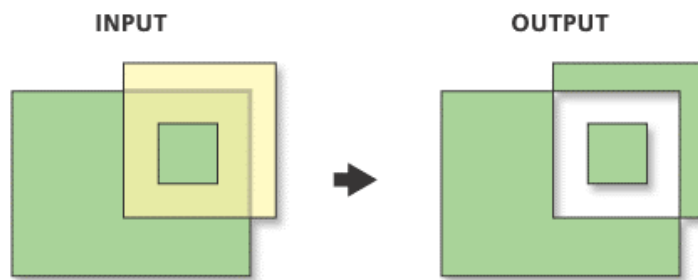
- 🔗 یافتن عناصر نزدیک به هم.
- 🔗 در یک عارضه چه عوارض دیگری وجود دارد.
- 🔗 چند نقطه در یک پلی گون مشخص قرار می‌گیرند.

۱۰-۱۸-۱- ابزار تفاضل^۲

این عملگر بخش‌های مشترک در عارضه را حذف می‌کند و بخشی‌های غیر مشترک را نگاه می‌دارد.

¹ Spatial Join

² Symmetrical Difference



جهت کسب اطلاعات بیش‌تر در مورد انواع توابع مکانی به صفحات ۳۰-۳۳ فایل (GIS_Doc_1) مراجعه نمایید.

۱-۱۹- توپولوژی

توپولوژی به آن دسته از خواص اشکال هندسی گفته می‌شود، که با اعمال تبدیلات هندسی (عملیاتی چون تغییر شکل، پیچش، کشیدگی، به غیر از پارگی) دچار دگرگونی نمی‌شوند. از اصول توپولوژی برای بیان ارتباطات مکانی بین عوارض گوناگون استفاده می‌گردد که نسبت به مختصات، روش مناسب‌تر و کاراتری برای این منظور می‌باشد. مفاهیمی چون مجاورت^۱ یا همبندی^۲ از جمله روابط توپولوژیک می‌باشند.

عوارض در فضاها ۱ بعدی، ۲ بعدی، ۳ بعدی و ... Π بعدی دارای روابط توپولوژیک خاصی می‌باشند. ساده‌ترین این روابط در فضای دوبعدی تعریف می‌شود. در این حالت می‌توان روابط را براساس نوع هندسه عوارض نیز طبقه بندی نمود. در شکل زیر می‌توانید چند نمونه از روابط توپولوژیک را مشاهده کنید :

حالت‌هایی نظیر حالت‌های پایین برای عوارض خطی و پلیگونی، خطی و خطی، خطی و نقطه‌ای، نقطه ای و پلیگونی وجود دارند. این حالت‌ها روابط توپولوژیک موجود بین عوارض در دنیای واقعی را نمایش می‌دهند. به بیانی دیگر عوارض نسبت به هم، در دنیای واقعی ممکن است یکی از حالت های

¹ Adjacency

² Connectivity

پایین را داشته باشند. بسیاری از تحلیل‌ها در فضای یک بعدی، دو بعدی، سه بعدی یا بیشتر، بر پایه روابط توپولوژیک انجام می‌شوند.

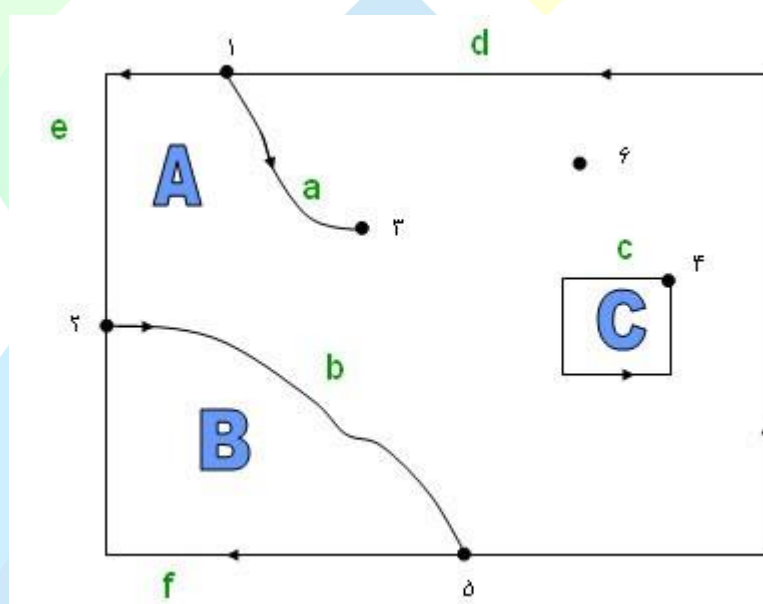
	poly-poly	line-line	point-point	poly-line	poly-point	line-point
Disjoint						
Meet						
Overlap						
Contains						
Inside						
Covers						
Covered by						
Equal						

توپولوژی را می‌توان در زمینه کنترل صحت داده‌ها نیز به کار گرفت. به هر صورت توپولوژی به هر منظوری که استفاده شود به دو صورت کلی توسط نرم‌افزارها به کار گرفته می‌شود. ممکن است توپولوژی مورد نظر، در قالب یک سری فایل جانبی ذخیره شود و بعد مورد پردازش قرار گیرد یا

ممکن است در زمان استفاده، توپولوژی مورد نظر محاسبه و به دست آید. هر یک از این دو روش در استفاده از توپولوژی دارای نقصان ها و برتری‌های خاصی است که بسته به نوع کاربرد خاص، باعث انتخاب یکی از روش‌ها می‌شود.

۱-۱۹-۱- نحوه تعریف و ذخیره سازی یک توپولوژی عمومی

برای فهم هر نوع توپولوژی در محیط دو بعدی لازم است ساختار عوارض در این محیط بررسی گردد. در محیط دو بعدی سه نوع عارضه نقطه ای، خطی و پلیگونی وجود دارد. یک عارضه نقطه‌ای از یک گره (Node) تشکیل شده و یک عارضه خطی از دو node در ابتدا و انتهای آن تشکیل می‌شود. یک Arc ممکن است خود از چندین رأس (Vertex) تشکیل شده باشد. یک پلیگون ممکن است از یک یا چند Node و به همین ترتیب از یک یا چند Arc تشکیل شده باشد. چنانچه دو عارضه یکدیگر را در یک نقطه قطع کرده باشند، محل‌های تقاطع به عنوان Node شناخته می‌شوند.



برای تعریف روابط بین عوارض می‌بایست عوارض را به Arc و Node تبدیل کرد برای ذخیره یک توپولوژی عمومی می‌توان سه جدول زیر را ایجاد کرد و روابط موجود بین عوارض را در آن نمایش داد. اضافه کردن عدد صفر در جدول Polygon و در بین Arc ها بدین معنی است که Arc بعدی یعنی C، به سایر Arc ها در پلیگون متصل نشده است.

Polygon Attribute Table

ID	Name	Arc
1	A	e, a, d, b, c
2	B	b, f
3	C	c

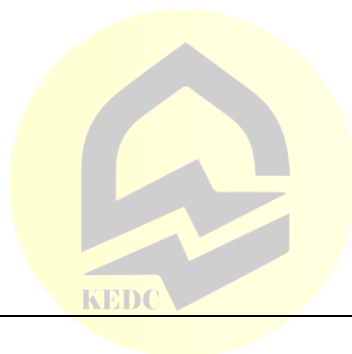
Point Attribute Table

ID	NODE	X	Y
1	1	20408, 20	40870, 20
2	2	1204	12048, 20
3	3	12048	32048
4	4	84005, 280	20489, 29
5	5	209, 220	1209, 037
6	6	1208, 20	409, 208

Arc Attribute Table

ID	Name	From-Node	To-Node	Left-poly	Right-poly
1	a	1	3	A	A
2	b	2	5	A	B
3	c	4	6	C	A
4	d	5	1	A	E
5	e	1	2	A	E
6	f	5	2	E	B





سیستم تعیین موقعیت جهانی

۲۰-۱- GPS چیست؟

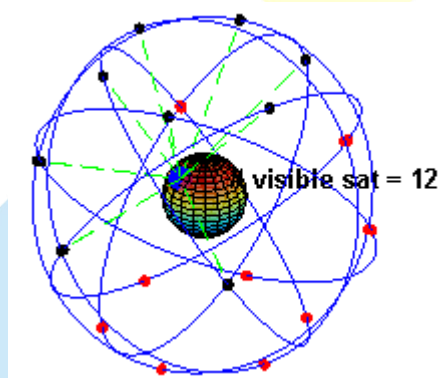
احتمالا همه شما از GPS (Global Position System) و خواص آن استفاده کرده‌اید. گیرنده‌های GPS را می‌توان در اکثر گوشی‌های هوشمند و اتومبیل‌های جدید امروزی یافت. با استفاده از GPS می‌توانیم مسیرهای مورد نظر خود را در سراسر دنیا پیدا کنیم و هیچ نیازی به پرسیدن آدرس نداشته باشیم. با استفاده از این دستگاه‌های کوچک می‌توانیم مکان دقیق خود را در هر لحظه پیدا کنیم. فرقی هم ندارد که در کجا قرار داشته باشیم. ضمن این که استفاده از خدمات مربوط به GPS هم رایگان است. تنها چیزی که به آن نیاز داریم یک گیرنده GPS است که بسیار ارزان قیمت هستند و روز به روز هم کوچکتر می‌شوند.



برای این که GPS بتواند موقعیت دقیق ما را در هر لحظه به ما نشان دهد ، سال‌ها بر روی این سامانه کار شده است و ده‌ها ماهواره با ساعت‌های دقیق اتمی از دهه ۷۰ میلادی تا کنون در حال کار کردن می‌باشند. این ماهواره‌ها به صورت پیوسته از طریق فرکانس‌های اختصاصی RF داده‌هایی به زمین ارسال می‌کنند. که توسط گیرنده‌های GPS دریافت میشوند و این گیرنده‌ها با استفاده از آنتنی که بر روی خود دارند این داده‌ها را دریافت می‌کنند و سپس به کمک پردازنده خود موقعیت دقیق ما را محاسبه می‌کنند.

۲۱-۱- چگونه کار می‌کند؟ GPS

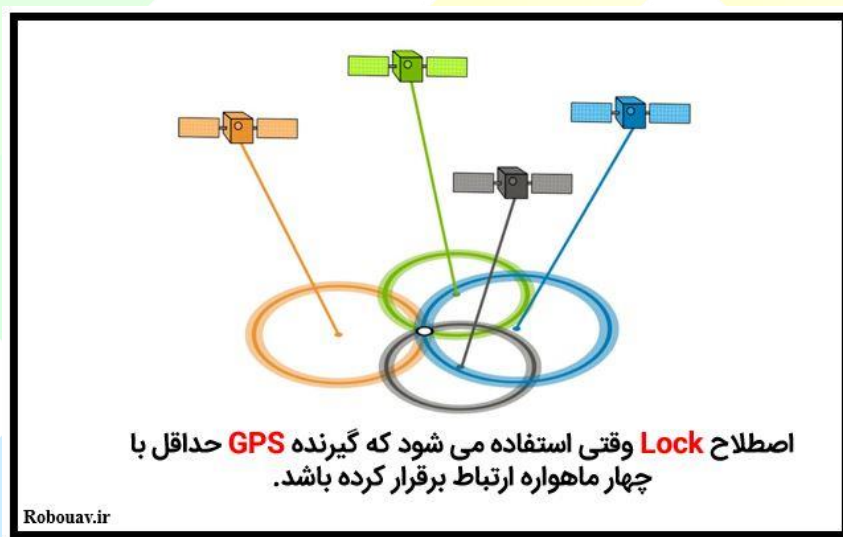
گیرنده‌های GPS از ماهواره‌ها و ایستگاه‌های زمینی برای محاسبه دقیق زمان و مکان ما استفاده می‌کنند.



در هر لحظه حداقل ۲۴ ماهواره فعال، ۱۲۰۰۰ مایل بالاتر از سطح زمین در حال چرخش هستند. (۱۲۰۰۰ مایل حدوداً ۱۹۳۰۰ کیلومتر است). این ماهواره‌ها به گونه‌ای حرکت می‌کنند که در هر لحظه، حداقل ۱۲ ماهواره بر روی آسمان محل قرارگیری شما وجود دارد و می‌تواند موقعیت شما را شناسایی کند. هدف اولیه این ۱۲ ماهواره این است که اطلاعات موقعیتی شما را در یک فرکانس خاص به زمین ارسال کنند. (این رنج فرکانسی از ۱٫۱ تا ۱٫۵ گیگاهرتز است). با کمی محاسبات ریاضی، گیرنده‌های GPS (یا همان ماژول‌های GPS) می‌توانند موقعیت دقیق ما و زمان را محاسبه کنند.

۲۲-۱- گیرنده‌های GPS، چگونه اطلاعات دریافتی را به مکان تبدیل می‌کنند؟

اطلاعات فرستاده شده از ماهواره‌ها از چند بخش مختلف تشکیل شده است که به گیرنده-های GPS این امکان را می‌دهد تا موقعیت دقیق مکانی و زمانی را محاسبه کنند. یکی از تجهیزات مهم هر ماهواره GPS، ساعت دقیق اتمی است. زمان ساعت اتمی به همراه موقعیت مداری ماهواره-ها و زمان رسیدن ماهواره‌ها در نقاط مختلف آسمان، به زمین فرستاده می‌شوند. به عبارت دیگر، ماژول‌های GPS از هر کدام از ماهواره‌ها، یک زمان و یک مکان از موقعیت ماهواره‌ها در آسمان (به همراه اطلاعاتی دیگر) دریافت می‌کنند. با استفاده از این اطلاعات، گیرنده GPS، فاصله بین ماهواره‌ها را می‌داند. اگر گیرنده GPS، حداقل ۴ ماهواره را مشاهده کرد، آنگاه می‌تواند موقعیت دقیق مکانی و زمانی ما را محاسبه کند. در این حالت اصطلاح Lock یا fix به کار برده می‌شود.



البته یک نوع سیستم GPS دیگر هم وجود دارد که ما در اینجا از آن صحبت نکردیم. به همراه ماهواره‌ها و گیرنده‌های GPS، یک سری ایستگاه‌های زمینی هم وجود دارد که می‌تواند با ماهواره‌ها و برخی گیرنده‌های GPS ارتباط برقرار کند. این سیستم بخش کنترل نامیده می‌شود و با حضور آن دقت گیرنده‌های GPS بالاتر می‌رود. دو تا از سیستم‌های متداول کنترل که برای بهبود دقت گیرنده‌های GPS استفاده می‌شوند، WAAS و DGPS هستند. نوع WAAS بین اکثر گیرنده‌های GPS متداول هست و دقت GPS را تا حدود ۵ متر بهبود می‌بخشد. نوع DGPS فقط با گیرنده‌های

خاصی کار می‌کند و دقتی در حد سانتی متر دارد. معمولاً نوع DGPS گراتر و بزرگتر هستند چون نیاز به آنتن‌های اضافی دارند.

- سامانه مکانی GLONASS :

سامانه GLONASS در واقع مخفف عبارت Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema یا Global Navigation Satellite System است. این سرویس در واقع محصولی از نیروی دفاع هوایی روسیه است. سرویسی که بسیار شبیه GPS بوده و وظیفه مشابهی را انجام می‌دهد. در حالی که GPS زودتر و در سال ۱۹۷۸ توسط ارتش آمریکا به عرصه وارد شد، GLONASS به عنوان یک سیستم مشابه و جایگزین توسط روس‌ها ساخته شد. اما GLONASS و GPS هم دوره هستند و هر دو در آغاز به منظور موقعیت‌یابی ساخته شدند. اما GLONASS به صورت اختصاصی توسط ارتش روسیه ساخته شد. این سیستم بیشتر به منظور استفاده در شرایطی مانند حرکت هواپیماهای جت و موشک‌های بالستیک مورد توجه روس‌ها بود.

- سامانه مکانی Compass :

چین نیز سیستم ناوبری محلی خود با نام Beidou یا دب اکبر را به یک سیستم سراسری تبدیل کرده است. این برنامه Compass نام گرفته و از ۳۰ مدارگرد (که در مدارات میانی در حرکتند) و ۵ ماهواره ثابت تشکیل شده است.

- سامانه Galileo :

یکی دیگر از سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای که در مقیاس جهانی در اختیار کاربران قرار می‌گیرد، سیستم تعیین موقعیت ماهواره ای Galileo می‌باشد. Galileo توسط آژانس فضایی اروپا ESA طراحی و توسط اتحادیه اروپا پشتیبانی شده و برخلاف سایر سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره‌ای، توسط کاربران غیرنظامی اداره می‌شود. تعداد ماهواره‌های این سیستم نزدیک به ۳۰ ماهواره می‌باشد.

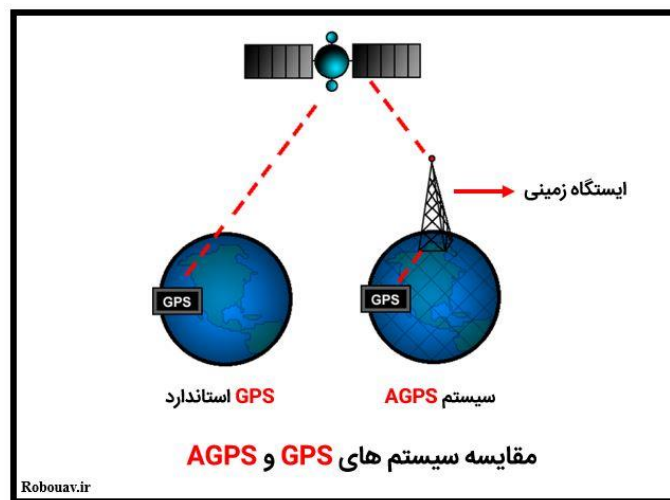
۲۳-۱- دقت GPS

دقت GPS به پارامترهای مختلفی بستگی دارد. از جمله این پارامترها می‌توان به نسبت سیگنال به نویز (SNR)، مکان ماهواره‌ها، آب و هوا و موانعی مثل ساختمان‌ها و کوه‌ها نام برد. موارد گفته شده باعث می‌شوند تا مکانی که توسط گیرنده‌ها به ما اعلام می‌شود با مقداری خطا همراه شود. نویز معمولاً می‌تواند از ۱ تا ۱۰ متر خطا ایجاد کند. همچنین موانعی مثل ساختمان‌ها و کوه‌ها هم می‌توانند مسیر بین ماهواره‌ها و گیرنده‌ها را با اختلال روبرو کنند و باعث خطایی مثل خطای نویز شوند. گیرنده GPS حداقل باید با ۴ ماهواره ارتباط برقرار کنند تا بتواند معادله مکان ما را حل کند. اگر چه گیرنده می‌تواند اطلاعات مکانی ما را با کمتر از ۴ ماهواره هم بدست آورد. ولی مکان بدست آورده شده در این حالت دارای خطای بیشتری است. دقیق‌ترین اطلاعات مربوط به زمانی است که آسمان صاف است و هیچ مانعی هم بین ماهواره‌ها و گیرنده‌های GPS وجود ندارد و گیرنده حداقل با ۴ ماهواره ارتباط برقرار کرده باشد.

۲۴-۱- حذف خطاهای مربوط به GPS :

۱-۲۴-۱- روشی به نام AGPS

یکی از این روش‌ها GPS کمکی یا AGPS است. این روش یک روش بی سیم به کمک ایستگاه‌های زمینی است و وقتی به کار می‌آید که ارتباط بین گیرنده و ماهواره ضعیف باشد یا اصلاً ارتباط به درستی برقرار نشده باشد. در این حالت AGPS به ما کمک می‌آید. روند کار هم به این صورت است که یک سری سرورهای زمینی وجود دارند که واسطه بین گیرنده GPS و ماهواره‌ها می‌باشند و باعث می‌شوند ارتباط ما با ماهواره‌ها که در حالت عادی ضعیف بود، به خوبی برقرار شده و داده‌ها دریافت شوند. در شکل زیر این موضوع کمی واضح تر نشان داده شده است :



۲-۲۴-۱- GPS تفاضلی یا DGPS

روش دیگر برای حل خطاهای مربوط به GPS، استفاده از GPS تفاضلی یا DGPS است. DGPS هم برای تخمین بهتر مکان از ایستگاههای زمینی استفاده می کند. به این شکل که گیرنده میتواند با ایستگاههای زمینی ارتباط برقرار کند و اطلاعات ماهوارهها را هم دریافت کند و سپس موقعیت مکانی را به صورت دقیق محاسبه کند. البته، این ایستگاهها ممکن است با گیرندههای GPS تا ۲۰۰ مایل دریایی (حدود ۳۷۰ کیلومتر) فاصله داشته باشند.

جهت کسب اطلاعات بیشتر در مورد GPS به فایل (GIS_Doc_7) مراجعه نمایید. 