

اشاره

هزینه گردآوری اطلاعات پایه، تریب هفتادوپنج درصد کل هزینه سیستمهای اطلاعات جغرافیایی است.

تصاویر ماهواره‌ای ضمن توانایی کاهش محسوس هزینه تهیه اطلاعات جغرافیایی، ترتیب منظم بازنگری و به روز درآوردن اطلاعات را بهبود می‌بخشد و به لحاظ تکنیکی تصاویر ماهواره‌ای شرایطی از جمله:

- دید جامع و یکنواخت از هر ناحیه زمین؛
- توانایی بازنگری و به روز درآوردن منظم و پیوسته اطلاعات جغرافیایی؛
- تصاویر ماهواره‌ای رقمی به صورت مستقیم قابل انتقال به GIS می‌باشند؛
- امکان دسترسی به آرشیوهای تصاویر ماهواره‌ای.

را به راحتی میسر می‌سازد.

هم اکنون بخش وسیعی از اندازه‌گیریهای سطح زمین از ماهواره‌ها به دست می‌آید و این کار شناخت ما را از شرایط مختلف زمین، مورد بازنگری و گسترش می‌دهد. ماهواره‌های دورکاوی فرصتی را برای اندازه‌گیریهای چندزمانه پیوسته‌ای از ناحیه وسیع در طی دوره زمانی، فراهم می‌آورند. بدین منظور اطلاعات ماهواره‌ای بایستی در قالبی مناسب و با ساختاری هماهنگ با سایر اطلاعات زمینی در سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد.

علیرغم امتیازاتی که اشاره شد تصاویر ماهواره‌ای با توجه به قالب و ساختار اطلاعات، از محدودیت تکنیکی برخوردارند. براساس محیط کار متفاوت، متخصصات دورکاوی از ارتباط ردیف و ستون و پیکسلها صحبت نموده و کاربران GIS از نقشه، بانک اطلاعات، نقطه، خط و پلیگونها سخن به میان می‌آورند. با پژوهشهایی که تاکنون انجام یافته این دو دانش بهم نزدیک شده‌اند. تهیه‌کنندگان نرم‌افزارهای GIS به ارزش تصاویر ماهواره‌ای پی برده و به توسعه و تکمیل سیستمهای پردازشته که از تواناییهای مجتمع نمودن ساختاری متفاوت اطلاعاتی ترکیب یافته‌اند. به موازات این پیشرفت، ماهواره‌های دورکاوی در سازگاری اطلاعات خود با GIS اقدامات مؤثری نمودند. تهیه نقشه‌های عکس ماهواره‌ای از جمله محصولات است که به انطباق بهتر اطلاعات ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی کمک نموده است. این تولیدات ماهواره‌ای، دارای توانایی از جمله قدرت تفکیک بالا و متناسب برای تهیه نقشه‌های توپوگرافی در مقیاسهای ۱:۲۵۰،۰۰۰ تا ۱:۲۵۰،۰۰۰ بوده و استعداد بازنگری اطلاعات نقشه‌ای در فاصله زمانی هر سه روز یکبار و پوشش مناسب تصاویر در جهت طولی و عرضی امکان برجسته‌بینی و بهره‌برداریهای فتوگرامتری را دارا می‌باشند. سیستمهای اطلاعات جغرافیایی قبلاً در فرم نقشه‌های خطی و داده‌های آماری مورد استفاده بوده و در اغلب موارد GIS، بخش توصیفی عوارض زمین را دربرداشته و بدین طریق، قریب یک صدسال در ارائه خدمات به علوم و فنون مورد بهره‌برداری قرار گرفته بود و تجدید حیات خود را از سال ۱۹۶۰ میلادی آغاز نموده و طی پنج دوره سیر تحول ادامه می‌یابد.

مرحله اول - از سال ۱۹۶۰ میلادی شروع و با استفاده از کامپیوتر و گرافیک کامپیوتری دگرگونی عظیمی در ارائه کارها سبب گردید و باجمع‌آوری داده‌ها و کدگذاری آنها، تصاویر و نقشه‌هایی تولید نمودند، که قابلیت تحلیلی آن دوره به صورت ساده و ابتدایی، نوعاً محدود به طبقه‌بندی چشم‌انداز، ترکیب و جای‌گذاری لایه‌های اطلاعات داشته که با روش ترسیم دستی نیز امکان‌پذیر بودند بهمین دلیل بی‌تفاوتی 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 بود از جمله:

- ادغام تکنیکهای آماری و نقشه‌ای؛
 - معرفی روشهای تحلیلی فضایی پیشرفته‌تر؛
 - معرفی نمایشهای گرافیکی متنوع‌تر از نقشه‌ها.
- که موجب علاقه و مقبولیت گردید.

مرحله سوم - از سال ۱۹۷۰ میلادی شاهد فعل و انفعال مهمی با دیگر تخصصها و رشته‌های عملی بوده و نیاز به تحلیلهای قابل پیش‌بینی جهت مدل‌های بهتر، مورد تأکید قرار گرفت و اهمیت تأثیر اطلاعات جغرافیایی در تصمیمات، توجه جامعه به سیستمهای اطلاعات جغرافیایی را در پی داشت.

مرحله چهارم - از اواخر دهه هفتاد 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 نمود.

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 فوق‌العاده‌ای داشته است. سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارتباط با دانش فتوگرامتری تحول چشمگیری پیدا نموده که می‌توان به ترکیب داده‌های ارتفاعی و مسطحاتی و تفسیر اشاره نمود. تا قبل از آن GIS ساختاری مبتنی بر نقشه داشت. مدل‌های تهیه شده از داده‌های نقشه به صورت دوبعدی و اعتباری برداری بودند. ترکیب داده‌های ارتفاعی در GIS تاکنون با سه تدبیر پیگیری گردیده است.

- داده‌های ارتفاعی به عنوان ویژگی افزون؛
- ارتباط مدل برجسته زمین (DTM) به GIS؛
- ساختار سه‌بعدی اطلاعات با عملکرد مناسب.

موارد اول و دوم در بعضی از سیستمهای اطلاعات جغرافیایی در نظر گرفته شده و مورد بررسی و بهره‌برداری قرار گرفته، لیکن ترکیب کامل ساختار متفاوت داده‌ها مورد کنکاش و پژوهش می‌باشد. به منظور ارتباط اطلاعات ماهواره‌ای و GIS، ترکیبی پیشنهاد شده، از سال ۱۹۸۰ رو به پیشرفت بوده و نیز امکان ترکیب در زمینه مدیریت داده‌های فضایی و داده‌های غیرفضایی فراهم آمده است. در ترکیب اطلاعات ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی مواردی است که باید به آنها توجه شود.

- ۱) داده‌های ماهواره‌ای در تداوم، دقت، وضوح، سرعت و زمان تقریباً با سایر اطلاعات جغرافیایی متفاوت است. سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت ذخیره و تحلیل حجم وسیعی از این داده‌ها با حداقل خطای رادیومتری و قدرت تفکیک نیازی به توانایی و قابلیت مجتمع شدن با قالب راستری اطلاعات دارد.
- ۲) نقشه از نقاط و خطوط جهت نمایش شکل زمین استفاده می‌کند این اطلاعات برای تحلیل داده‌هایی که از طریق تصاویر ماهواره‌ای دریافت شده‌اند زمینه فضایی ادراکی برقرار می‌سازد لذا سیستم اطلاعات

جغرافیایی نیاز به قابلیت‌های برداری جهت ذخیره چنین اطلاعاتی در یک مدل نمایش عوارض زمین دارد که تغییر و جایجایی عوارض و از بین رفتن اطلاعات توپولوژیکی را به حداقل رساند.

۳) هرگونه تحلیل جغرافیایی از ترکیب اطلاعات نقشه‌ای و آماری و ماهواره‌ای با ساختار متفاوت مستلزم توانایی نرم‌افزار GIS است تا ضمن فراهم نمودن تجزیه و تحلیل اطلاعات، دامنه مدل‌سازی و بهره‌برداری را ارتقاء بخشد. اطلاعات ماهواره‌ای در قالب راستر و به صورت سازماندهی سلولی (به شکل ماتریسی از سلول‌هایی با ابعاد یکسان ترکیب یافته و داده‌ها بر روی هر سلول ذخیره شده‌اند) است در صورتی که بسیاری از نرم‌افزارهای GIS و پایگاه‌های داده‌ای در شکل برداری (سازماندهی زنجیره‌ای) هستند، ناهمسازی این ساختارهای داده‌ای و نیاز برای تطبیق و تجمع و سازگاری آنها موضوع بااهمیتی در تحقیقات مجتمع نمودن آنها است.

لازم است در اینجا پیرامون کارکرد هر یک از ساختارهای داده‌ای و مشخصه‌های تکنیکی و قابلیت‌های آنها به اختصار اشاراتی گردد.

ساختار داده‌ای راستر، فضا را به صورت موزائیک درمی‌آورد و برای هر عنصر فضایی، یک مشخصه منحصر به فرد شناسایی می‌کند، بدین ترتیب اطلاعات روشن و صریحی برای هر محل فراهم می‌آید. متداولترین ساختار راستر، شبکه مربعی (شطرنجی) است که به صورت آرایه‌های دایمندی در کامپیوتر ذخیره می‌گردد این ساختار متناسب سیستم‌های تصویری نظیر سنجنده‌های ماهواره‌ای یا دیگر تجهیزات دیجیتالی نقشه‌برداری است و دارای مزایایی از جمله:

- سادگی؛
- سهولت نمایش و پردازش تصویر؛
- شکل و اندازه یکنواخت و یکپارچه برای تحلیل فضایی چندبعدی و مدل‌سازی فضایی می‌باشد.

شبکه مربعی تنها ساختار عملی برای حفظ دقت رادیومتری و وضوح فضایی داده‌های ماهواره‌ای است و در نمایش داده‌های ارتفاعی ناهمواریهای زمین با محدودیت‌هایی روبرو است.

- ۱) شبکه مربعی باعث کاستن دقت مکانی، عارضه‌های نقطه‌ای و خطی می‌گردد؛
- ۲) شبکه مربعی باعث طبقه‌بندی نادرست و خطای برآورد ناحیه‌ای در پلیگونها‌های یکنواخت می‌گردد که دارای وضوح خطوط مرزی و شکل منحنی پلیگون هستند؛
- ۳) سطوح بسیاری هستند که به‌طور طبیعی تر با اشکال آلترناتیوی مانند مثلث نامنظم به نمایش درمی‌آیند؛
- ۴) به علت اختلاف در ساختار و درجه اتصال میان همجواری عمودی و افقی در مقابل همجواری قطری فعل و انفعالات مکانی، در موزائیک مربعی به راحتی مدل‌سازی نمی‌شود این عمل در فرآیندهای مدل‌سازی نفوذ و سرایت مانند گسترش آتش که با استفاده از موزائیک شش ضلعی بهتر بیان می‌گردد، نامناسب می‌باشد؛

۵) تحلیل‌هایی که نیاز به اطلاعات متریک یا توپولوژی (برای نمونه، طول عارضه خطی، اندازه و شکل اتصال شبکه، درجه پیوستگی میان اتصالات) دارند نمی‌تواند بدون تجمع آن اشیاء بر روی داده‌های راستری انجام گیرد.

در بیشتر مواقع به خاطر علاقه به ترکیب داده‌های ماهواره‌ای، ساختارهای داده‌ای راستر انتخاب می‌گردد و سایر اطلاعات جغرافیایی براساس وضوح آن داده‌ها شبکه‌بندی می‌شوند.

ساختار داده‌های برداری، استفاده از خطوطی که در مختصات فضایی ممتد به نمایش درمی‌آیند. خطوط در نقشه آنالوگ اولیه به صورت رشته‌هایی از مختصات ذخیره می‌گردد و رابطه فضایی میان نمادهای نقشه‌ای ذخیره با بهنگام می‌شوند. نمایش برداری ممکن است غیرپیوندی (این که در آن مرزها بدون توجه به همسایگی، کدگذاری شود) یا پیوند توپولوژیکی (با توجه به مشخصات نقاط پایانی وضعیت و ویژگیهای منطقه‌های پیوسته به نمایش درمی‌آید) باشد. شناسایی نمادهای نقشه‌ای با این ساختار داده‌ای حفظ می‌گردد و بدین ترتیب می‌توان این نوع ساختار را تا حدی شیء‌گرا یا مناسبترین شکل نمایش عوارض دانست. ساختار داده‌ای برداری در تحلیل فضایی دارای معایبی نیز می‌باشد. اطلاعات در حین کدگذاری به علت تعمیم خطوط و همچنین خطای دیجیتالی کردن از بین می‌رود. حجم داده‌های زیادی از هر عارضه در یک مدل برداری باعث می‌شود که هزینه‌های مربوط به ذخیره جهت نقشه‌های مترآکم با داده‌های ماهواره‌ای پردازش شده گران تمام می‌شود. ساختار داده‌ای برداری پیچیده‌تر از ساختارهای راستری است و عملیاتی نظیر جای گذاشتی و نمایش با دشواری بیشتری انجام می‌گیرد. انگیزه بیشتر تکامل تدریجی نرم‌افزار GIS مبتنی بر داده‌های برداری، اشتیاق به کدگذاری و تحلیل اطلاعات موجود بر روی نقشه می‌باشد و مدل برداری نقاط، خطوط و پلیگونها در مختصات فضایی ممتد امکان نزدیکی تقریبی را نسبت به نقشه اولیه فراهم می‌کند. به علاوه روابط روشن و صریح توپولوژیکی در نقشه‌های اولیه (اورژینال) نظیر پیوندهای شبکه‌ای را می‌توان به عنوان نماد یا ویژگی در ساختار داده‌های برداری حفظ نمود.

تبدیل داده‌های ماهواره‌ای به ساختار برداری مستلزم طبقه‌بندی (تفسیر و گویا نمودن عوارض) با توجه به دقت اندازه‌گیری جزئیات فضایی دارد در صورتی که راستری نمودن یک نقشه که با داده‌های ماهواره‌ای مطابقت و سازگاری داشته باشد به مفهوم تجزیه و تنزل دقت اطلاعات کارتوگرافی است و از همین رو است که در ترکیب داده‌های ماهواره‌ای و کارتوگرافی در یک مجموعه ساختاری، بایستی به این گونه مبادله‌ها توجه نمود.

مجموع نمودن ساختار داده‌ای نامتجانس

هر یک از ساختارهای برداری و راستری دارای امتیازات و معایب تحلیلی و فنی می‌باشند. در بررسی به عمل آمده تقریباً نیمی از نرم‌افزارهای GIS هم اکنون از هر دو ساختار برداری / راستری پشتیبانی می‌کنند اصطلاح Integrated Geographical Information System (IGIS) طرح گردید تا توانایی پردازش هر دو داده‌های راستر / بردار را ارائه نماید ساده‌ترین سیستم مجتمع‌سازی، توانایی تبدیل داده‌ها، انتقال داده‌های برداری GIS و نرم‌افزار پردازشی تصویر و نمایش همزمانی داده‌های بردار / راستر را دارد.

GIS نسبی نیز به بازار عرضه شده است که در آن داده‌های برداری و راستری از طریق یک سیستم مدیریت پایگاه داده‌ای نسبی پیوند می‌یابد، اطلاعات جغرافیایی را می‌توان در ساختار برداری دیجیتالی نمود و با داده‌های ماهواره‌ای در یک محیط راستری تبدیل و پردازش کرد، در هر صورت ویژگیهای عارضه‌ای که در حین پردازش برداری کدگذاری شود در ساختار داده‌ای نسبی غیرفضایی نگهداری می‌شوند و می‌توان آن‌ها را به داده‌های راستر جهت تحلیل پیوند داد. چنین سیستمهایی سودمند هستند ولی باید دانست که تبدیل چندگانه داده‌های برداری و راستری با از دست دادن دقت و تقلیل حجم داده‌ها همراه می‌باشد. □ مهدی مدیری