



## ایجاد پایگاه داده‌ای مکانی

دکتر مهدی مدیری

عضو هیأت علمی دانشکده نقشه‌برداری

mmodiri@ut.ac.ir

### چکیده

اطلاعات مواد اصلی تحقیقات علمی، و نتیجه بخش بودن پژوهش در گرو پردازش اطلاعات است. طبیعی است که در اختیار داشتن فناوری و ابزاری با این ابعاد و ویژگی، تحولاتی بنیادین را در عرصه پژوهش‌های علمی ایجاد کند.

سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، بستری مناسب را جهت شبیه سازی هر موقعیت و مکان و با توانایی تجزیه و تحلیل در مدل سازی، محیط سه بعدی لازم برای ارزیابی مستمر و ارزشیابی طرح‌های شهری فراهم می‌سازد. علاوه بر اطلاعاتی که در تحلیل تأثیر اطلاعات محیطی و سیستم قرار دارند، اطلاعات جغرافیایی دیگری برای گنجاندن در مدل انتخابی سایت با سیستم و متناسب با نوع موضوع ترکیب خواهند شد. به عنوان نمونه اطلاعات مورد نیاز شهرسازی شامل موارد زیر می‌باشد:

عکس‌های هوایی رقومی و تصاویر ماهواره‌ای؛ اطلاعات بارندگی و نقاط هم بارش؛ اطلاعات سرزمین‌های مرطوب و خشک، اطلاعات خاک و نوع مقاوت خاک؛ نقشه آلودگی‌های رادیولوژیکی، آب، خاک، هوا و...؛ مدل سه بعدی رقومی زمین (DEM)؛ پوشش گیاهی و گونه شناسی؛ اطلاعات توپوگرافی و شیب منطقه؛ اطلاعات جمعیتی و تراکم جمعیت؛ اطلاعات شبکه دسترسی، اطلاعات رقومی شده تأسیسات و زیرساخت‌ها؛ وضعیت آبخیز و آبخیز در منطقه (شناسایی مسیل‌ها و رودخانه‌ها)؛ وضعیت آبهای سطحی و زیرزمینی؛ وضعیت زمین شناسی و ژئوتکتونیک در منطقه؛ اطلاعات گسل‌های شناسایی شده در منطقه.

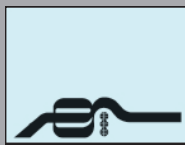
اطلاعات دیگر شامل اطلاعات جدول آب، عمق آب زیر زمینی، جغرافیایی سطح و... بر حسب موضوع جهت برنامه ریزی شهری (مکان‌یابی، طراحی و ساخت) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

پس از جمع آوری اطلاعات ذکر شده، مراحل ذخیره سازی، سازماندهی در نرم‌افزارهای GIS انجام و بستر پایگاه داده‌ای فراهم می‌شود.

در سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی، اطلاعات فضایی که شامل داده‌های مکانی<sup>۲</sup> و اطلاعات توصیفی<sup>۳</sup> هستند به عنوان پوششی برای داده‌های برداری راستری (سلولی) ذخیره می‌شوند. خصوصیات هر مدل اطلاعاتی باید قبل از ترکیب در سیستم انتخابی سایت مورد توجه قرار گیرد.

ساختار پایگاه اطلاعات جغرافیایی با دو شیوه متفاوت شکل می‌گیرند:

الف) روش لایه‌بندی اطلاعات و مدل مکانی (رقومی سازی داده‌ها، روی هم گذاری)؛



ب) روش شیء‌گرا و بر اساس موقعیت مکانی پدیده‌ها (هوشمندسازی پدیده‌ها). در سیر تحول اتوماسیون از تولید رقومی عناصر گرافیکی و توانایی ترکیب، تجمیع، تنسيق، تصحیح، بارزسازی و به هنگام نمودن به ایجاد پایگاه داده‌ای مکانی و جغرافیایی و هوشمند سازی اجزا و عناصر گرافیکی دست یافته به طوری که علاوه بر توانایی اطلاعات رقومی، شرایط انتخاب و تصمیم‌گیری منطقی را دارا می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: داده‌های مکانی، پایگاه داده‌ای مکانی، GIS و پایگاه‌های داده، آماده سازی داده‌ها و سازمان پایگاه

#### مقدمه

پایگاه داده، محلی است که قابلیت ذخیره مقادیر زیادی از داده‌های به هم مرتبط را دارد که امکانات خاصی را فراهم می‌کند (Zeiler, 1999):

- ۱- پایگاه داده می‌تواند توسط چند کاربر در یک زمان مورد استفاده قرار گیرد.<sup>۴</sup>
  - ۲- پایگاه داده امکانات متفاوتی را برای ذخیره کردن داده فراهم می‌کند و امکان ذخیره‌سازی بهینه‌ی داده را فراهم می‌کند.<sup>۵</sup>
  - ۳- پایگاه داده امکان می‌دهد تا قوانینی را روی داده‌های ذخیره شده اعمال نماید. مثلاً به طور اتوماتیک بعد از هر بار به روز شدن، داده‌ها کنترل شوند و به این ترتیب یکپارچگی داده‌ها اجرا شود.<sup>۶</sup>
  - ۴- در پایگاه داده با استفاده از زبان برنامه نویسی امکان تغییر و به روز کردن و پرسش و پاسخ نیز فراهم می‌شود.<sup>۷</sup>
  - ۵- پایگاه داده هر پرسشی را در زبان اجرایی<sup>۸</sup> داده در بهینه‌ترین حالت پیشنهاد می‌کند.<sup>۹</sup>
- پایگاه داده می‌تواند تقریباً هر نوع داده را ذخیره کند. سیستم‌های پایگاه داده فعلی، داده‌ها را به صورت جداول توصیفی ذخیره و سازماندهی می‌کنند. پایگاه داده امکان دارد جداول زیادی داشته باشد که هر کدام نوع معینی از داده‌ها را ذخیره می‌کنند. گاهی اوقات صدها هزار رکورد را در بر می‌گیرند (Brewer, 2005).

#### مبانی نظری

##### پایگاه‌های داده مکانی

پایگاه داده مکانی نوع خاصی از پایگاه داده هستند. آنها پدیده‌های جغرافیایی در جهان واقعی را برای استفاده در GIS ذخیره می‌کنند. این نوع از پایگاه داده از این جهت خاص هستند که از روش‌های دیگری غیر از جدول برای ذخیره کردن داده‌ها استفاده می‌کنند و علت آن این است که نمایش پدیده‌های جغرافیایی با استفاده از جداول کار آسانی نیست (Malczewski, 2006).

پایگاه داده مکانی، یک GIS نیست اگر چه که پایگاه داده مکانی و GIS دارای خصوصیات مشترکی هستند. پایگاه داده‌های مکانی روی کاربردها (انطباق، ذخیره، یکپارچگی و مخصوصاً پرسش و پاسخ) فقط روی داده‌های مکانی تمرکز می‌کند (Zeiler, 1999). در مقابل GIS روی کار کردن با داده‌های مکانی که درک عمیق‌تری از محیط مورد مطالعه به وجود می‌آورد، تأکید دارد. از جمله تبدیل سیستم‌های تصویر، محاسبات مساحت و فاصله، درونیابی‌های مکانی و مدل‌های ارتفاعی رقومی و غیره تأکید دارد. GIS باید داده‌ها را ذخیره کند که برای انجام این کار ابزاری (امکاناتی) را فراهم کرده است. کاربردهایی



از GIS که برای آنالیز مکانی و پایگاه داده مکانی برای ذخیره‌سازی داده‌ها استفاده می‌گردد به صورت گسترده در حال توسعه است.

فرضی که برای طراحی یک پایگاه داده مکانی وجود دارد، این است که پدیده‌های مکانی مرتبط در فضای اقلیدوسی دو یا سه بعدی اتفاق می‌افتد. فضای اقلیدوسی را می‌توان به عنوان مدلی از فضا تعریف کرد که موقعیت‌ها به صورت زوج مرتب‌هایی در دو بعد  $(x, y)$  و در سه بعد  $(x, y, z)$  نمایش داده شوند و مفاهیم فاصله و جهت یابی نیز با فرمول‌های متداول تعریف می‌شوند. توجه شود که در فضای دو بعدی همیشه از صفحه اقلیدوسی صحبت خواهد شد. پدیده‌هایی که نمایش آنها در یک پایگاه داده مکانی ذخیره می‌گردد نقطه، خط و سطح می‌باشد. تکنیک‌های مختلفی برای ذخیره‌سازی هر کدام از پدیده‌ها وجود دارد. یک نکته اساسی در طراحی پایگاه داده مکانی چگونگی نمایش پدیده جغرافیایی که به صورت نقطه، خط یا یک سطح می‌باشد، بوده است (Star, Estes, 1990).

دربعضی کارکردهای GIS نمایش‌های نقطه‌ای درحالات معین تبدیل به نمایش سطحی در دیگر حالات می‌شوند، به عنوان مثال با توجه به مقیاس نقشه‌ها، شهرها ممکن است به صورت نقطه یا به صورت سطح به نمایش درآیند.

به این منظور پایگاه داده می‌بایست نمایش‌های پدیده‌های جغرافیایی را بدون مقیاس و یکپارچه ذخیره کند. منظور از بدون مقیاس این است که همه اندازه‌ها در یک سیستم مختصات به صورت واقعی باشند. با استفاده از این مقادیر محاسبات ساده‌تر هستند و با هر مقیاس مناسب می‌تواند مورد مشاهده قرار گیرد. یک پایگاه داده یکپارچه، مرزهای شیت نقشه یا دیگر بخش‌های فضای جغرافیایی را نسبت به آنهایی که خودشان با عوارض مکانی وضع کرده‌اند را نشان نمی‌دهد. پایگاه داده مکانی نه تنها برای ذخیره‌سازی و نگهداری داده‌ها استفاده می‌شود بلکه اجرای آنالیزهای مکانی مقدماتی را نیز انجام می‌دهد.

پدیده‌های جغرافیایی روابط متنوعی با یکدیگر دارند که اطلاعات زمانی، توصیفی و مکانی را نیز دارا می‌باشد. پدیده‌ها با توجه به هدف پایگاه داده به لایه‌های موضوعی<sup>۱</sup> طبقه‌بندی می‌شوند (Malczewski, 2006). این موضوعات با تعریف پایگاه داده با عنوانین مختلفی همانند ثبت املاک، توپوگرافی، کاربری زمین یا پایگاه داده خاک، تعریف می‌شود. آنالیزهای مکانی سؤالاتی را در ارتباط با داده‌هایی که توپولوژی و سایر روابط را شامل می‌گردد، پاسخ می‌دهد. این سؤالات معمولاً همسایگی، فاصله، جهت، گسیختگی، تلاقی‌ها و خواص دیگری در بین پدیده‌های جغرافیایی را در بر می‌گیرد.

## GIS و پایگاه‌های داده

پایگاه داده، یک بسته نرم افزاری همانند GIS است که قادر به ذخیره کردن و بازیابی صحیح داده‌هاست. سؤالاتی از جمله کجا، چگونگی و یا هر دوی آنها را استفاده نموده و پاسخ می‌دهد. سیستم پایگاه داده و GIS توانایی‌های مختلفی دارند. پایگاه‌های داده در ذخیره‌سازی داده‌ها مناسب هستند، آنها می‌توانند درخواست‌های چند کاربر را به طور همزمان مورد بررسی قرار دهند، آنها یکپارچگی داده‌ها و بهینه‌سازی سیستم با استفاده از زبان اجرایی داده‌ای را اجرا می‌کنند (Brewer, 2005). GIS، برای کار بر روی داده‌های مکانی طراحی شده است و آنالیزهای آن مکانی هستند. مهمترین توانایی GIS ترکیب روش‌ها و نمایش‌های مختلف پدیده‌های جغرافیایی می‌باشد (Zeiler, 1999).



بسته‌های نرم افزاری GIS امروزه دارای ابزار با انعطاف پذیری بالا جهت تولید نقشه از نوع کاغذی و رقومی می‌باشند. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی درک بهتری را در ارتباط با فضای مکانی می‌دهند که پایگاه‌های داده این نوع امکانات را ندارند.

بیشتر بسته‌های نرم افزاری GIS از ذخیره‌های داده‌ها در پایگاه داده برای کار در GIS استفاده می‌نمایند. پایگاه‌های داده نیز همزمان با GIS توسعه یافته‌اند و امروزه بسیاری از آنها می‌توانند داده‌های مکانی را به روش‌های مختلف ذخیره کنند. قبلاً نیز آنها قادر به ذخیره چنین داده‌هایی بودند اما روش‌های این کار به صورت بهینه صورت نمی‌پذیرفت (Malczewski, 2006). پروژه‌هایی که کمی بزرگتر (داده، اهداف) هستند از هر دو پایگاه داده و GIS برای ذخیره و نگهداری داده‌ها استفاده می‌کنند. پروژه‌های بزرگتر، پردازش داده‌های مکانی خود را بر روی یک پایگاه داده مکانی متمرکز می‌کنند (Star, Estes, 1990). آنها بیشتر GIS را برای تحلیل‌های مکانی و نمایش خروجی استفاده می‌کنند.

### آماده‌سازی داده‌های مکانی

اولین مرحله در GIS آماده‌سازی داده‌ها می‌باشد. جمع‌آوری و پردازش داده‌های مکانی فرآیندی وقت‌گیر و پرهزینه است. موفقیت پروژه GIS به کیفیت داده‌هایی که به سیستم وارد می‌شوند بستگی دارد، بنابراین، این مرحله از پروژه حساس است و با دقت زیاد می‌بایست انجام شود (Camera et al, 2006). داده‌های مکانی از منابع مختلف بدست می‌آیند. داده‌های مکانی به صورت زمین مرجع در GIS به کار می‌روند (DeMeres, 2005).

### ورود اولیه داده‌های مکانی

داده‌های مکانی به صورت مستقیم جمع‌آوری یا به صورت غیر مستقیم با استفاده از داده‌های مکانی که قبلاً توسط دیگران جمع‌آوری شده بدست می‌آید (Camera et al, 2006). اولین گروه، داده‌های بدست آمده از نقشه برداری، فتوگرامتری، سنجش از دور و گروه دوم نقشه‌های کاغذی و مجموعه داده‌های رقومی موجود می‌باشد (ESRI, 2006).

### جمع‌آوری مستقیم داده‌های مکانی

راه اولیه و ایده‌آل برای جمع‌آوری داده‌های مکانی، مشاهده مستقیم پدیده‌های جغرافیایی مربوطه است. این کار با نقشه برداری زمینی یا با استفاده از سنجش از دور از ماهواره‌ها یا عکس هوایی از هواپیماها انجام می‌شود (Ibid). جنبه مهم نقشه برداری زمینی این است که بعضی از داده‌ها بلافاصله توسط نقشه بردار تفسیر می‌شوند. بسیاری از علوم مرتبط با زمین تکنیک‌های نقشه برداری را توسعه داده‌اند. این روش‌ها برای تحقیق مناسب و به عنوان بهترین روش برای داده‌های قابل اعتماد می‌باشند (DeMeres, 2005). تصاویر سنجش از دور که از ماهواره‌ها بدست می‌آیند، به طور معمول برای استفاده سریع در GIS مناسب نیستند. زیرا منابع مختلف خطا و اعوجاج در زمان سنجش ظاهر می‌شوند و تصویر در ابتدا تا آنجا که امکان دارد می‌بایست عاری از این خطاها شود (Ibid). تفاوت مهمی بین رستر و تصویر وجود دارد. در تصویر، منظور یک عکس با پیکسل‌هایی است که مقدار انعکاس محلی اندازه‌گیری شده در بخش معینی از طیف الکترومغناطیس را نمایش می‌دهد. در این



مرحله هیچ مقداری برای تفسیر مانند مقادیر ویژگی‌های توصیفی و موضوعی هنوز اضافه نشده است. وقتی عبارت رستر به کار برده می‌شود فرض این است که مقادیر توصیفی افزوده شده است. در تصویر در مورد پیکسل‌ها صحبت می‌گردد و در رستر از سلول صحبت می‌شود (ESRI, 2006).

همیشه امکان بدست آوردن داده‌های مکانی با استفاده از این تکنیک‌های مستقیم به صورت عملی وجود ندارد. امکان دارد عواملی مانند هزینه و زمان دسترسی مشکل ساز شوند. بنابراین گاهی داده‌های پروژه‌های قبلی، داده‌های مناسب برای پروژه‌های در دست مطالعه را تولید می‌کنند (Camera et al, 2006).

### فرآیند برداری سازی داده‌های رستری

برداری سازی فرآیندی است که تلاش می‌کند تا نقاط، خطوط و پلیگون‌ها را از تصویر اسکن شده، استخراج کند. خطوط اسکن شده ممکن است در عرض چند پیکسل باشد. آنها اغلب تا اندازه‌ای که فقط خط مرکزی حفظ شود، باریک می‌شوند. این فرآیند نازک‌سازی به «اسکلت سازی» معروف است. که برای این کار همه پیکسل‌هایی که باعث می‌شوند خط در عرض بیشتر از یک پیکسل قرار گیرد را حذف می‌کنند. پیکسل‌های مرکزی باقیمانده به مجموعه‌ای از زوج مرتب‌های  $(x, y)$  تبدیل می‌شوند که خط را تعریف و سپس عوارض تعریف می‌شوند و توصیفات به آنها ضمیمه می‌شود. این فرآیند ممکن است به صورت کاملاً اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک با کمک یک اپراتور انجام شود (ESRI, 2006).

برداری سازی نیمه اتوماتیک با قراردادن نشانگر موس در شروع خط پیش می‌رود. سیستم به طور اتوماتیک خط را رقومی می‌کند. در تقاطع‌ها یک جهت پیش فرض دنبال می‌شود یا اپراتور می‌تواند جهت مورد نظر را مشخص کند (Goodchild, 1992).

روش‌های شناخت الگو (مثل شناخت ویژگی نور برای متن) برای آشکارسازی اتوماتیک نمادهای جغرافیایی و متن استفاده می‌شود. یک نماد به صورت الگوهای تصویر ساخته می‌شود و می‌تواند با نمادها در فرمت برداری یا داده‌های توصیفی جایگزین شوند. برای مثال، مقادیر عمودی قرار گرفته روی منحنی میزان‌ها با ضمیمه کردن مقادیر ارتفاعی به این منحنی میزان‌های برداری شده به طور اتوماتیک ظاهر می‌شوند (Arronoff, 1989).

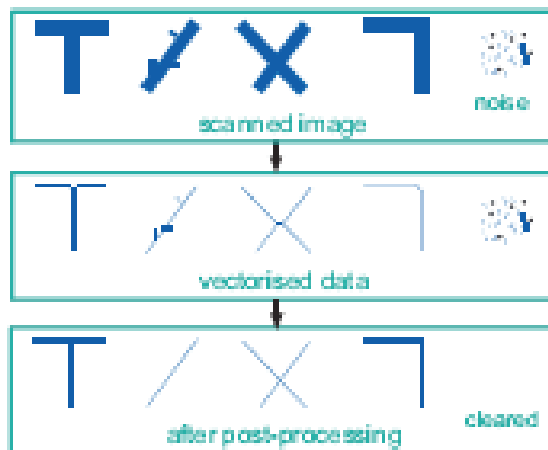
برداری سازی خط‌هایی مثل برجستگی‌های کوچک در امتداد خطوط، گوشه‌های گرد شده، خط‌ها در اتصالات X, T, جابه جا شدن خطوط یا منحنی‌های ناهموار را باعث می‌شود. این خط‌ها در حالت پس پردازش تعاملی یا اتوماتیک تصحیح می‌شود (ESRI, 2006). حالت‌های فرآیند برداری سازی در نگاره (۱) نشان داده شده است.

### انتخاب شیوه رقومی سازی

انتخاب روش رقومی سازی به کیفیت، پیچیدگی و محتوای سند ورودی بستگی دارد. تصاویر پیچیده (با عارضه بیشتر) به طور دستی و تصاویر ساده به طور اتوماتیک بهتر رقومی می‌شوند. تصاویر پر از جزئیات و نمادها، مثل نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی به طور دستی، بهتر رقومی می‌شوند. رقومی سازی اتوماتیک حالت تعاملی است که بیشتر برای تصاویر با چند نوع از اطلاعات که به تفسیر کمی نیاز دارند، مثل نقشه‌های ثبت املاک، مناسب است. رقومی سازی کاملاً اتوماتیک برای نقشه‌هایی که یک نوع از اطلاعات مثل مرزهای کاداستر را دارند و منحنی میزان‌ها قابل استفاده است (Camera et al, 2006). نگاره (۲) برتری‌های این دو را نشان می‌دهد.



در عمل، وقتی همه تکنیک‌های رقومی سازی قابل استفاده هستند، شخص می‌تواند ترکیبی از این روش‌ها را استفاده کند. برای مثال منحنی میزان‌ها را می‌تواند به طور اتوماتیک رقومی سازی کند و برای تولید DEM استفاده نماید (Goodchild, 1992).



نگاره (۱): حالت‌های فرآیند برداری سازی و انواع خطاهای کوچک ایجاد شده به وسیله آن. حالت پس پردازش اصلاح نهایی را انجام می‌دهد.



رقومی سازی دستی

رقومی سازی نیمه اتوماتیک

رقومی سازی اتوماتیک

نگاره (۲): انتخاب تکنیک رقومی سازی بستگی به نوع سند دارد.

نقشه‌های توپوگرافی موجود به طور دستی رقومی می‌شوند. عکس‌های هوایی جدید که به طور هندسی تصحیح شده با داده‌های برداری نقشه‌های توپوگرافی که در نگاره ۲ نشان داده شده می‌تواند برای به روز کردن توسط رقومی کردن On Screen دستی استفاده شوند.

بدست آوردن داده‌های مکانی از سایر منابع

منابع داده مکانی مختلف از جاهای مختلف و با هر قیمتی موجود می‌باشند. این هم به طبیعت، مقیاس و تاریخ تولید و نیاز کاربر بستگی دارد. داده‌های پایه توپوگرافی نسبت به داده‌های ارتفاعی



راحت تر بدست می آیند چون حاصل منابع طبیعی یا داده های آماری می باشند. بدست آوردن داده های بزرگ مقیاس مشکل تر از داده های کوچک مقیاس است. البته در حالیکه داده های به روز، سخت تر از داده های قدیمی بدست می آیند. بعضی از این داده ها مانند تصاویر ماهواره ای از طریق تجاری امکان دسترسی دارند (ESRI, 2006).

مراکز نقشه برداری مهمترین تولید کننده داده های مکانی می باشد و نقش آنها در جاهای مختلف یکسان نمی باشد. بیشتر کشورها تمایل کمتر به انحصاری کردن تولید نقشه توسط مؤسسات بزرگی مثل سازمان نقشه برداری ملی دارند و جایگزین های مختلفی برای تولید داده های مکانی کشورهای خود را معرفی می کنند.

شرکت های خصوصی تمایل ورود به این بازار را دارند و برای کاربردهای عمومی GIS بدان معنی است که در زمان نه چندان دور یک تولید کننده واحد وجود نخواهد داشت (Ibid). داده های موضوعی به طور معمول از حوزه دفاتر آماری و سرشماری ملی به دست می آید. البته آنها تحت تأثیر تغییرات سیاسی نیز هستند. سازمان های تحقیقاتی تجاری مختلفی به عنوان تولید کننده این نوع اطلاعات هستند.

### فرمت داده ها

مسئله مهم در هر محیطی در مبادله داده های رقومی، فرمت داده ها یا استانداردها است. فرمت های مختلف توسط فروشنده های مختلف GIS پیاده می شوند. استانداردهای مختلف از طریق انجمن های استانداردسازی مختلف ایجاد می شوند (Arronoff, 1989). ویژگی مثبت در مورد فرمت داده ها، وجود تعداد زیادی فرمت برای انتخاب است که انواع مشکلات تبدیل را ناشی می شود. کاربران می بایست به تبدیل از فرمتی به فرمت دیگر دقت نمایند. چون همه فرمت ها، اطلاعات یکسانی را جمع آوری نمی کنند بنابراین در هنگام تبدیل ممکن است بعضی از اطلاعات از بین بروند (Arronoff, 1989). برای مثال اگر شخص مجموعه ای از داده های مکانی را در فرمت F بدست آورد و آن را در فرمت G بخواهد، بدلیل اینکه نرم افزار GIS آن فرمت را ترجیح می دهد پس وجود یک «تابع تبدیل» ضروری به نظر می رسد.

### زمین مرجع کردن مکانی

GIS های اولیه کاربران داده های مرجع شده مکانی را از مراکز تولید هر کشور تهیه می کنند. داده ها از نقشه های کاغذی چاپ شده به وسیله مراکز تولید اطلاعات مکانی به دست می آیند. امروزه کاربران GIS، داده های مکانی یک کشور معین را با داده های مکانی و جهانی ترکیب می کنند. داده های مکانی نقشه های چاپی را با مختصات تخمینی با تکنیک های تعیین موقعیت ماهواره ای تطبیق می دهند و داده های مکانی سایر کشورها را جمع می کنند. برای انجام موفقیت آمیز این کار، کاربران GIS به سطح معینی از کاربرد برای تعداد کمی از مفاهیم مرجع مکانی اصلی وابسته به نقشه ها و داده های مکانی انتشار یافته نیاز دارد (DeMeres, 2005). مرجع کردن مکانی شامل تعاریف، ساختارهای فیزیکی، هندسی و ابزارهای مورد نیاز برای توصیف هندسه و حرکت اشیای نزدیک و روی سطح زمین است. به طور معمول بعضی از این ابزارها و ساختارها در راهنمای نقشه های چاپی نوشته می شود (Camera et al, 2006). برای مثال، کاربر GIS امکان دارد با موارد زیر در راهنمای نقشه ی توپوگرافی بزرگ مقیاس چاپی برخورد کند:



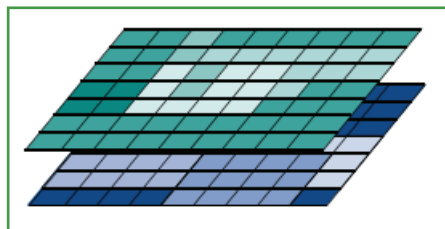
اسم دیتوم قائم محلی، اسم دیتوم افقی محلی، اسم بیضوی مرجع و نقاط اساسی، نوع مختصات مرتبط با خطوط شبکه نقشه، سیستم تصویر، مقیاس نقشه و پارامترهای تبدیل از یک دیتوم جهانی به دیتوم افقی محلی (ESRI, 2006).

درک مفاهیم اصلی مرجع کردن مکانی به کاربران در درک مسائل مرتبط با داده‌های مرجع مکانی کمک می‌کند.

### یک سازمان داده مکانی

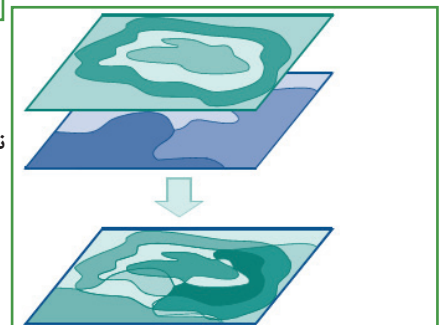
سازماندهی داده‌های مکانی در یک سیستم GIS به صورت لایه‌هایی از داده مکانی صورت می‌پذیرد. یک لایه، یک نمایش پیوسته یا گسسته از داده‌های مکانی، میدانی یا مجموعه‌ای از اشیاء با ویژگی‌های یکسان است (Zeiler, 1999). ترتیب داده‌ها بر اساس نوع آنها می‌باشد. اشیاء نقطه‌ای باجه تلفن در یک لایه داده واحد و اشیاء خطی جاده در لایه دیگر قرار می‌گیرد. لایه داده شامل اطلاعات مکانی از هر نوع- که در بالا بحث شده- و همچنین داده‌های توصیفی که میدان‌ها یا اشیاء، می‌باشند. داده‌های توصیفی اغلب به صورت جدول سازماندهی می‌شوند. مثالی از دو لایه داده میدانی در نگاره (۳) آمده است. این لایه داده‌ها می‌توانند با یکدیگر درون بسته نرم افزاری GIS برای مطالعه ترکیب پدیده‌های جغرافیایی همپوشانی داشته باشند. کاربرد دیگر GIS مطالعه همبستگی مکانی بین پدیده‌های متفاوت می‌باشد (Star, Estes, 1990).

نرم افزارهای GIS حتی امکان همپوشانی لایه‌های میدانی یا حتی لایه میدان با لایه شیء را امکانپذیر می‌کند. نگاره (۴) نمایشی از رسترهای متفاوت که هدف آن جستجوی وابستگی مکانی می‌باشد.



نگاره (۳): رسترهای متفاوت که برای جستجوی همبستگی مکانی هم پوشانی می‌شوند.

نگاره (۴): دو لایه شیء متفاوت که برای جستجوی هم بستگی مکانی هم پوشانی می‌کنند و نتیجه به عنوان یک لایه جدا استفاده می‌شود.



بسیاری از سامانه‌های اطلاعات مکانی بر مبنای پایگاه داده‌ها تنظیم و جهت‌گیری می‌شوند. پایگاه داده‌ها را می‌توان به منزله‌ی مجموعه‌ای از داده‌های غیر تکراری تلقی کرد که در رایانه به گونه‌ای سازمان می‌یابند که امکان بسط، بروزرسانی، بازیابی و اشتراک در آن برای کاربران مختلف فراهم





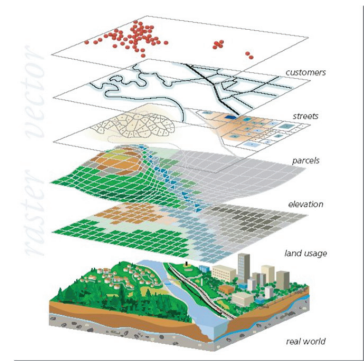
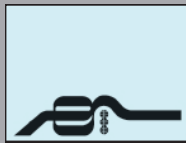
شده باشد. با وجود این، باید به این موضوع توجه داشت که پایگاه داده‌ها در GIS بیش از یک محیط ساده برای ذخیره داده‌ها و اطلاعات است. پایگاه داده‌ها را می‌توان بازنمایی یا مدلی از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی مربوط به جهان واقعی تلقی کرد (Zeiler, 1999). در همین راستا تفکیک قائل شدن بین پدیده‌های جغرافیایی و عارضه‌های جغرافیایی می‌تواند در مواردی مفید و سودمند باشد. پدیده جغرافیایی، واژه‌ای است که برای عنصری از یک نظام مطرح در دنیای واقعی استفاده می‌شود. به عنوان مثال پدیده‌های جغرافیایی نظیر شهرها، بزرگراه‌ها و ایالت‌ها را می‌توان در پایگاه داده‌های GIS در قالب عارضه‌های نقطه‌ای، خطی و چندضلعی بازنمایی کرد (Brewer, 2005).

عارضه‌ها بوسیله داده‌های مکانی یا فضایی (که در آنها مکان مربوط به یک عارضه یا شیء معین، نقطه، خط، یا چندضلعی ثبت می‌گردد) و داده‌های توصیفی و غیر مکانی (که ویژگی‌های یک عارضه یا یک شیء را توصیف می‌کنند) مشخص می‌شوند (Star, Estes, 1990).

در تحلیل سیستم مبتنی بر GIS باید سامانه‌های واقعی مطرح در جهان واقعی را در یک قالب رقومی بازسازی کرد. حال مسئله‌ای که پیش می‌آید این است که سامانه‌های مکان-محور در دنیای واقعی حتی برای پیشرفته‌ترین سامانه‌های اطلاعاتی نیز پیچیده‌اند و از همین رو باید آنها را ساده کرد. به این ساده‌سازی واقعیت "مدل داده" گفته می‌شود. یک پایگاه داده GIS شامل مجموعه‌ای از داده‌های مکانی است که به صورت مدلی از واقعیت عمل می‌کند. بعبارت دیگر محتوای یک پایگاه داده GIS چشم اندازی ویژه از واقعیت را به نمایش می‌گذارد (Malczewski, 2006).

### لایه‌های داده

ساختار داده‌های مبتنی بر GIS اغلب بر مبنای نقشه‌های موضوعی جداگانه یا مجموعه‌هایی از داده‌ها شکل می‌گیرد. از هر یک از این نقشه‌های موضوعی تحت عنوان یک لایه نقشه، پوشش و یا سطح نام برده می‌شود. یک لایه نقشه شامل مجموعه‌ای از داده‌هاست که ویژگی منفردی از هر مکان را در محدوده معینی از فضای جغرافیایی به نمایش می‌گذارد (Star, Estes, 1990). برای هر مکان در سطح یک لایه منفرد تنها یک فقره از اطلاعات قابل دسترسی است. توالی لایه‌ها اساساً بر مبنای یک شبکه مرجع شکل می‌گیرد. لایه‌های دیگر به عنوان لایه‌های منطبق بر آن اطلاعات کارکردی و ویژه‌ای را نشان می‌دهند (مانند کاربری زمین، طبقات خاک، آب شناسی، مدل ارتفاعی رقومی، توزیع فضایی جمعیت، مکان استقرار تسهیلات بهداشتی و محدوده‌های مربوط به حوزه‌ها و نواحی بهداشتی). لایه‌ها اغلب به صورت برگه‌های شفاف و منفرد قرار گرفته روی هم، در نظر گرفته می‌شوند که روی هم روابط فضایی بین لایه‌ها را به نمایش می‌گذارند. هر لایه نقشه شامل اطلاعاتی با طبیعت و ماهیت متفاوت است که می‌توان آن را به صورت یک متغیر نیز در نظر گرفت (Zeiler, 1999). هر یک از این لایه‌ها متضمن نمایش تغییرات یک ویژگی توصیفی یا صفت در سطح زمین هستند. علاوه بر این یک لایه واحد ممکن است تنها یک بزرگراه یا یک شبکه کلی حمل و نقل را نشان بدهد که در آن مسیرهای فرعی شبکه خیابان بندی، متروها، زیرگذرها و نظایر آن نیز نمایش داده شده باشد. برخی از پایگاه‌های داده مکانی از ترکیب تمام پدیده‌ها در قالب یک لایه شکل گرفته‌اند. یک لایه نقشه را می‌توان به صورت منفرد یا در ترکیب با سایر لایه‌های نقشه ذخیره شده در پایگاه داده‌های مبتنی بر GIS نمایش داده و پردازش و تحلیل کرد (Brewer, 2005).



نگاره (۵): لایه‌های نقشه GIS

منظر لایه‌ای از جهان واقعی را می‌توان با استفاده از هر دو مدل داده‌های شبکه‌ای (رستر) و برداری ایجاد نمود (Goodchild, 1995). هر یک از این مدل‌ها، روشی را در ثبت تغییرات یک متغیر در سطح زمین در اختیار می‌گذارند. سامانه‌های GIS شبکه‌ای تنها از شبکه‌های نقاط استقرار یافته با فواصل منظم و آرایه مستطیلی از سلول‌ها پشتیبانی می‌کنند. در این راستا هر لایه دارای اندازه، فاصله، و جهت یکسانی است (Malczewski, 2006). در GIS برداری واژه‌ی لایه در ارتباط با مفهوم مدل مبتنی بر عارضه مطرح می‌شود. در این سبک، یک یا چند عارضه مرتبط با یک مکان در قالب یک یا چند لایه مشخص می‌شود. در این روش لایه‌های داده ممکن است دارای فضای خالی باشند، در حالی که در مدل شبکه‌ای به هر مکان واقع در هر لایه یک ارزش تعلق می‌گیرد (Star, Estes, 1990).

### رویکرد شیء‌گرا

رویکرد GIS شیء‌گرا (عارضه‌گرا)، یک گزینه مطرح در روش‌های مبتنی بر پایگاه داده‌های لایه‌ای به حساب می‌آید (MacEachren, 1994). در سامانه‌های GIS شیء‌گرا، عارضه‌ها به منظور بازنمایی دقیق عناصر جهان واقعی مورد توجه قرار می‌گیرند. عارضه‌ها را نمی‌توان به سادگی ساختارهایی مصنوعی در شکل لایه و برای توصیف تنوع و تغییرات تلقی کرد، بلکه از آنها باید به عنوان مفاهیم پایه در شناخت و ذهنیت‌سازی از واقعیت یاد نمود. استدلال اصلی به کارگیری رویکرد شیء‌گرا در طراحی پایگاه داده GIS به این موضوع بر می‌گردد که توصیف عارضه‌ها را باید جزئی یکپارچه و جدایی‌ناپذیر از عملیات صورت گرفته بر روی آنها تلقی نمود (Zeiler, 1999). در این رویکرد بحث بر سر این است که جداسازی ماهیت تغییرات و تنوع در پدیده‌های جغرافیایی از عملیات (تحلیل، مدلسازی) انجام یافته در رابطه با این تغییرات و تنوع، وضعیتی ساختگی را به بار می‌آورد. در رویکرد شیء‌گرا از هر کلیتی که از ترکیبی از عناصر متعامل جداگانه تشکیل شده باشد، مدلسازی می‌شود. بر همین اساس سامانه شهری را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از واحدهای ناحیه‌ای متعامل مدلسازی کرد که در آن هر یک از واحدها از خانوارهای مرتبط با هم تشکیل شده است و این خانوارها نیز به نوبه‌ی خود در ترکیبی از افراد مرتبط با هم شکل می‌گیرند. نظر بر این است که رویکرد شیء‌گرای متضمن راه‌حلی در ادغام داده‌های شبکه‌ای و برداری (Worboys, et al 1995) و همچنین ادغام GIS و مدلسازی فضایی است. یک عارضه یا شیء به تنهایی نه رستری است و نه برداری. هرچند ممکن است که دارای هر دو وجه باشد یا نباشد. مزیت دیگر این مدل در انعطاف‌پذیری و کارایی آن در مدلسازی از سامانه‌های جغرافیایی مربوط به جهان



واقعی است. رویکرد شیء گرا کاربر GIS را قادر می‌سازد سامانه‌های جغرافیایی مربوط به جهان واقعی را تا حد ممکن در ارتباط و شباهت نزدیک به نمای خاصی از جهان واقعی نمایش دهد (Brewer, 2005). اجرای کامل رویکرد فناوری پایگاه داده‌های شیئی گرا در کاربردهای GIS در سالهای اخیر مورد توجه قرار گرفته است. البته هنوز ثابت نشده است که آیا این فناوری خواهد توانست انقلابی در کاربردهای مبتنی بر GIS ایجاد کند یا اینکه پیشرفت بر مبنای نسل حاضر از فناوری رابطه‌ای تداوم خواهد یافت.

### منابع و مأخذ

- 1) گلمهر، احسان و مدیری، مهدی (۱۳۹۲) سامانه اطلاعات مکانی و پدافند غیرعامل در شهرسازی، انتشارات سازمان جغرافیایی، چاپ دوم، تهران.
- 2) Brewer, C., (2005) *Designing Better Maps*. ESRI Press.
- 3) Câmara, G., Fonseca, F., Monteiro, A.M., Onsrud, H., (2006) Networks of innovation and the establishment of a spatial data infrastructure in Brazil. *Inf. Technol. Dev.* 12, 255–272.
- 4) DeMers, M., (2005) *Fundamentals of geographic information systems*, 3rd ed. John Wiley & Sons, New York.
- 5) ESRI (2006) *What is ArcGIS 9.2*. Redlands, California
- 6) Malczewski, J., (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science* 20 (7), 703–726.
- 7) Star. J and Estes. J., (1990) *Geographic Information Systems, An Introduction*. PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ.
- 8) Zeiler, M., (1999) *Modeling our World—The ESRI Guide to Geodatabase Design*. ESRI Press, Redlands, Ca.
- 9) MacEachren. A. M, and Taylor. D. R. F. , editors. (1994) *Visualization in Modern Cartography*. Pergamon Press, London, U.K.
- 10) Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2005). *Geographical Information Systems and Science* (2nd ed.). Chichester; Milton, Qld.: John Wiley & Sons, Ltd
- 11) Goodchild. Michael F. (1996) *Geographical information science*. Int. J. Geographical Longman, London, U.K.
- 12) Worboys. Michael F (1995) *GIS: A Computing Perspective*. Taylor & Francis, London, U.K.
- 13) Wolfgang Kainz. Logical consistency. In S.C. Guptill and J.L. Morrison, editors, (1995) *Elements of Spatial Data Quality*, pages 109–137. Elsevier Science, Oxford, U.K.
- 14) Robinson. A. H., Morrison. J.L, Muehrcke. P. C, Kimerling. A. J and Guptill. S. C. (1995) *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons, New York, NY, sixth edition.

### پی‌نوشت

- 1- Digital Elevation Models (DEM)
- 2- Locational Data
- 3- Attribute information
- 4- Cocurrent use
- 5- Storage optimisation
- 6- Data integrity
- 7- Quarry facility
- 8- Manipulation
- 9- Query optimisation
- 10- Thematic