اشاره

مدل‌سازی کارتوگرافی (۱)

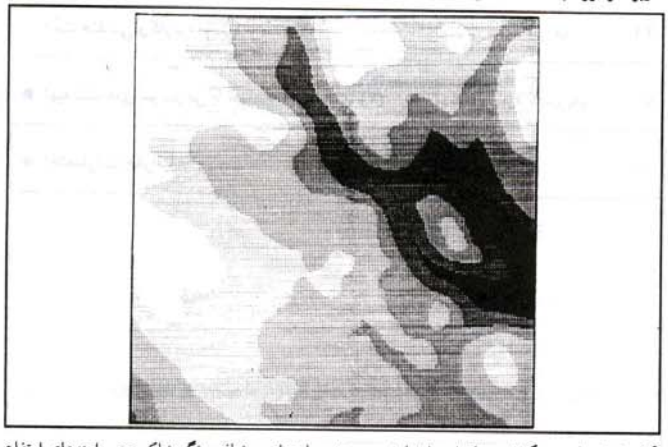
چکیده

مدل‌سازی کارتوگرافی، شیوه‌ای عمومی و فراگیر تجزیه و تحلیل داده‌های جغرافیایی است. آنچه که در مدل‌سازی کارتوگرافی استفاده می‌شود، در نهایت به روابط جبری منتهی می‌گردد که در آن هر یک از عوامل مؤثر ترکیب موضوعی نقشه‌ها به صورت متغیری عمل می‌نمایند و می‌توان این متغیرها را با استفاده از توابع و ترکیب کارتوگرافی بطور قابل انعطافی تغییر داد. طی این مقاله (اشاره) قواعد، توانایی و تکنیکهای عمده این متدولوژی مورد بررسی اجمالی قرار می‌گیرد.

پیشگفتار

مدل‌سازی کارتوگرافی متدلوژی پردازش داده‌های جغرافیایی است که می‌خواهد کاربرد متنوعی را به صورت مشخص و پایدار ارائه نماید. این اقدام با تجزیه و تحلیل مجموعهٔ داده‌ها، توانائیهای پردازش داده‌ها و مشخصه‌های کنترل پردازش داده‌ها در اجرای اولیه انجام می‌گیرد که می‌توان همین اجزاء را به سادگی و یا قابلیت انعطاف زیادی مجدداً ترکیب و ادغام نمود. در نتیجه یک جبر نقشه‌ای منتهی می‌گردد که در آن خصوصیات و ویژگی موضوعی نقشه‌ها نظیر نوع خاک، مساحت اراضی و یا تراکم جمعیت به صورت متغیرهایی عمل می‌شوند و می‌توانند به کمک توابع خاصی به متغیرهای جدیدی تبدیل و حالتی از ترکیب درآیند و دارای ساختاری تابع گرایند که روش مدل سازی کارتوگرافی را از سایر متدلوژی‌ها متمایز می‌نماید.

(در اینجا اشاره‌ای به روشهای مدل‌سازی کارتوگرافی داشته و سعی بر استفاده از مفاهیم و کاربرد فراگیر آنها دارد و روش حرکت از جزء به کل است).



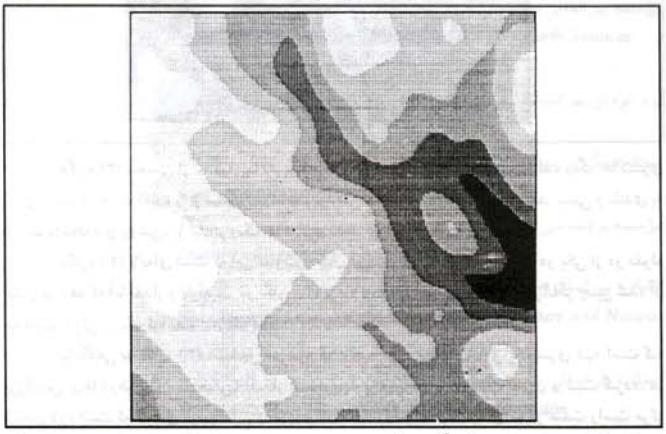
نگاره (۱) سطح توپوگرافی منطقه‌ای را نمایش می‌دهد. سایه‌های مختلف رنگ خاکستری دامنه‌های ارتفاع بالای سطح دریای را برای موقعیت در سراسر یک ناحیه جغرافیایی مشخص می‌نماید.

بحث بابیان یک مثال صریح آغاز می‌گردد. نگاره (۱) را در نظر بگیرید که تصویر کارتوگرافی را نشان می‌دهد. در این تصویر، هر موقعیت در چارچوب محدوده‌ای (ناحیه جغرافیایی) معین با نشانه‌ای نمایش داده شده است که ارتفاع آن نسبت به یک مبنای ارتفاعی (سطح آبهای آزاد جهان) به خوبی مشخص گردیده است. ابتدا پرسشی مورد بررسی قرار می‌گیرد که «چگونه می‌توان به بلندترین بلندی (تپه بزرگ نگاره) ناحیه رسید؟» پرسش منطقی است و بطور یقین می‌توان به وسیله چشم (با فرض آشنایی با نقشه و صبر و حوصله میسر است) به کمک داده‌های تصویر، پاسخ را پیدا کرد.

از سوی دیگر این پرسشی است که می‌تواند (با مهارت و حوصله به مراتب کمتر) با به کارگیری تکنیکهای مدل‌سازی کارتوگرافی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)پاسخ داده شود.

در هرحال، برای انجام چنین کاری، سوال را بایستی بکمک اصطلاحات صریح و روشن تفسیر نمود. تپه چیست؟ در یک ناحیه معین، بلندترین ارتفاع (تپه) چگونه تعریف و مشخص می‌گردد؟ چه عواملی بهترین مسیر دسترسی به بالای تپه را تعیین می‌کند؟ پاسخ این پرسش‌ها را می‌توان از طریق یک سری مراحل تبدیل داده‌ها دریافت کرد.

در اولین‌مرحله، لایهٔ مقادیر ارتفاعی که در نگاره (۱) نشان داده شده برای تهیه لایهٔ نگارهٔ (۲) استفاده می‌شود. در نگاره (۲)، با میانگین‌گیری ارتفاع نقاط اولیه تمام موقعیت‌ها در شعاع خاص محاسبه شده و هر موقعیت دارای اندازه جدیدی می‌باشد. در نتیجه چهره ناهمواری متعادل گردیده و

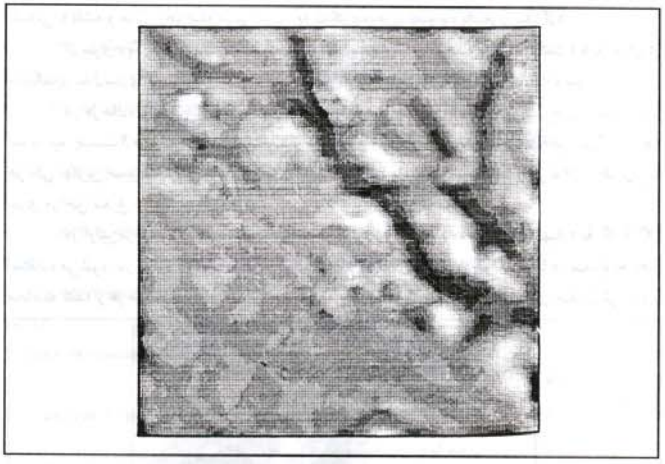


نگاره (۲) سطح توپوگرافیِ نسبتاًهموار و متعادل را نمایش می‌دهد. سایه‌های مختلف رنگ خاکستری دامنه‌های ارتفاع متوسط از سطح دریا را برای اطراف هر موقعیت در سراسر ناحیه‌ای که در نگارهٔ (۱) نشان داده شده، مشخص می‌سازد.

مقادیر بیشتر و بالاتر روی این لایه در موقعیت‌هایی روی می‌دهد که بالای منطقه چشم‌انداز قرار می‌گیرند (تپه) در صورتی که مقادیر کمتر و پایین‌تر در موقعیت‌هایی روی می‌دهد که زیر و پایین زمین اطراف قرار می‌گیرند (دره‌ها).

نمایش شبیه زمین به خود می‌گیرد. فرآیند میانگین‌گیری بطور مؤثری ناهمواریها را نرم و هموار نموده تناسب بلندیها و دره‌ها را بهتر نشان می‌دهد.

فرض کنید که اندازه جدید دیگری برای هر موقعیت باتفریق اندازه آن در نگاره (۲) از مقدارش در نگاره (۱) محاسبه شده و به صورت لایه‌ای که در نگاره (۳) نشان داده شده را تولید کند. در اینجا، مقدار هر موقعیت نشان می‌دهد که ارتفاعش از موقعیت‌های همجوار بیشتر یا کمتر است.

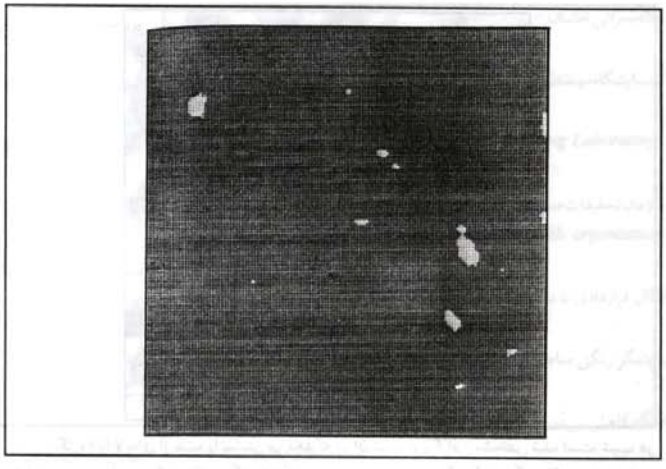


نگاره (۳) سطحی از ناهمواریها (توپوگرافی) را نشان می‌دهد. سایه‌های مختلف رنگ خاکستری پستی و بلندی هر موقعیت را از میانگین ارتفاع توپوگرافی در اطرافش را نمایش می‌دهد. پستی و بلندی به ترتیب با سایه‌های روشن‌تر و تیره‌تر رنگ خاکستری نشان داده شده است.

نگاره (۴) لایه‌ای است که این تفاوت را بیان می‌کند. در اینجا، هر موقعیت در یکی از دو مقوله نشان می‌دهد که آیا مقدار و موقعیت در نگاره (۳) بر بالای سطح خاصی است یا خیر؟ اگر چنین شد، آن موقعیت جزئی از یک تپه تصور می‌شود.

با نگاهی به نگاره (۴) مشخص می‌شود که ناحیه مورد مطالعه شامل یک سری تپه است که بزرگترین آن‌ها (وضعیت مسطحاتی) آشکار است، باید برای پردازش ، اندازه‌گیری و ثبت گردد. در اینجا، لازم است که لایه‌ای تولید کنیم که برروی آن فقط بزرگترین تپه (تپه‌ای که در سمت راست مرکز بادو برآمدگی قرار گرفته است) از بقیه ناحیه مشخص شده باشد، برای انجام چنین کاری، لایه‌ای که در نگاره (۴) نشان داده شده به لایه‌ای تبدیل می‌گردد که در روی آن هر تپه به طور منحصر بفردی شناسایی شده است. آنگاه، اندازه ناحیه‌ای هر تپه اندازه‌گیری می‌گردد تا بزرگترین تپه مشخص و سایر بلندیها حذف شوند.

در نگاره، نواحی ذکر شده به رنگ خاکستری روشن دیده می‌شوند. زمانی که تپهٔ بزرگتر مشخص گردید، چگونه بایستی به آن رسید؟ فرض کنید که دسترسی به آن از لحاظ زمان رسیدن (طی



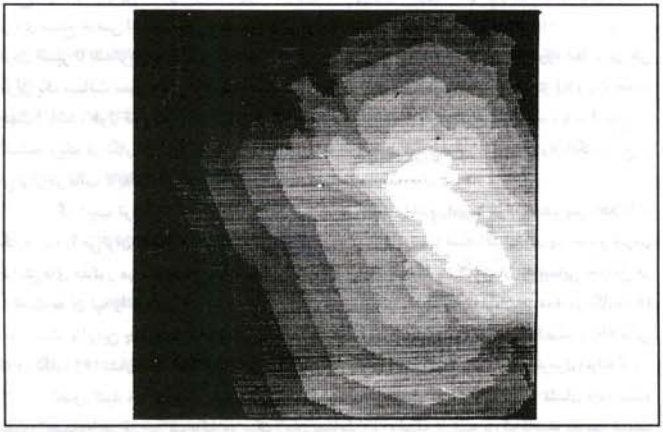
نگاره (۴) یک لایه از نقشه‌ای را نشان می‌دهد که در آن بلندیها (تپه‌ها) مشخص شده‌اند. با تراکم و تجمع کلیه موقعیتهایی که در آنجا مقادیر ناهمواری سطحی (همانطوریکه در نگاره (۳) به نمایش درآمد) برروی سطح خاصی است، نواحی مشخص را می‌توان تپه‌هایی فرض کرد.

کردن مسیر تا بلندترین ارتفاع) به آنجاست علاوه بر آن فرض بر این باشد که زمان مورد نیاز برای طی طریق یک مسافت معین تابعی از شیب زمین است. هر چه فراز و نشیب توپوگرافی بیشتر (بدون توجه به جهت) باشد، طول قدم انسان نیز کمتر می‌شود. برای اندازه‌گیری شیب درهر موقعیت ، باید ارتفاع آن (همانطوریکه در نگاره (۱) به نمایش درآمده) را با ارتفاع نقاط همجوارش مقایسه نمود. آنگاه نتایج را می‌توان در قالب لایه‌ای نظیر لایه‌ای که در نگاره (۵) آمده است، بیان نمود.

اگر شیب توپوگرافی را تنها عاملی بدانیم که در گامها و قدم راه‌پیما مؤثر باشد، پس اطلاعات نگاره (۵) را می‌توان جهت تخمین افزایش زمان مورد نیاز راه پیما استفاده نمود. با جمع کردن افزایش‌های مذکور در «موجهایی» هم مرکز در اطراف تپه بزرگ نگاره (۴)، زمان راه‌پیمایی حداقل هر موقعیت به آن تپه را می‌توان محاسبه نمود. لایه‌ای که زمانهای راه‌پیمایی را نشان می‌دهد در نگاره (۶) آمده است. بنابراین چطور می‌توان به تپه رسید؟ پاسخ به این پرسش هنوز باقی مانده است. با اطلاعاتی که در نگاره (۶) نشان داده شده است، می‌توان پاسخی به صورت رابطه‌ای مشخص (فرمول) ارائه کرد.

تصور کنید در موقعیت معینی برروی سطح، زمان پیمایش که در نگاره (۶) نشان داده شده است، ایستاده‌اید. فرض شود که در یک زمان پیمایش T دقیقه از تپه بزرگ فاصله دارید. ضمناً فرض نمایید که راه‌پیماهای مجاور شما به ترتیب در زمانهای طی نمودن T+1,T-2,T-9,T+4,T+3,T-1,T+1,T قرار گرفته‌اند. برای اینکه سریعتر از همه به تپه برسید. به کدامیک از همسایگاه خود باید نزدیک شوید (برای سهولت، فرض می‌شود که همه همسایگان شما در یک فاصله از شما قرار دارند). اگر به همسایگی T بروید، پیشرفتی به عمل نخواهد آمد، اگر به همسایگی

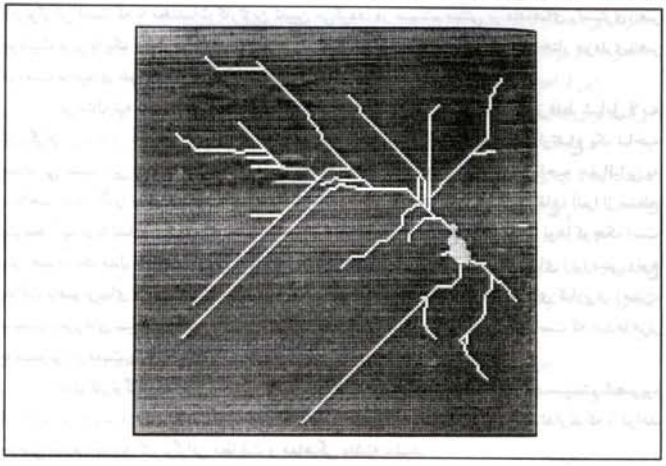
نگاره (۵) لایه‌ای از نقشه را نمایش می‌دهد که در آن شیب توپوگرافی مشخص شده است. شیب هر موقعیت برروی سطح توپوگرافی که درنگاره (۱) نشان داده شد با سایه‌های گوناگون رنگ خاکستری مشخص شده است. سایه‌های تیره‌تر شیب تند را نشان می‌دهد.



نگاره (۶) لایه‌ای است که زمان طی شده در راه‌پیمایی را نمایش می‌دهد. تپه بزرگ در نگاره (۴) با منطقه‌هایی هم مرکز احاطه شده است که سایه‌های گوناگون رنگ خاکستری آنها را نشان می‌دهد. مجاورت منطقه‌های هم مرکزاز لحاظ فاصلهٔ خط مستقیم اندازه‌گیری نمی‌شوند، بلکه از حیث زمان طی شده راه‌پیمایی اندازه‌گیری می‌گردند. متریک زمان راه‌پیمایی مزبور به نحوی تعیین می‌گردد که در هنگام بیمودن راه در جاهایی که شیب توپوگرافی تند است به زمان بیشتری نیاز داشته است (نگاره «۵»).

T+1 بروید، شما در مسیر اشتباهی قدم خواهید نهاد. تنها جایی که می‌توانید در آن قرار گیرد که بیشترین زمان را برای شما تقلیل دهد همسایگی T-9 است.

تصمیم مشابهی نیز باید برای مرحله بعدی بعمل آید و هر مرحله متوالی برای طی زمان سطحی خود در نگاره (۶) نشان داده شده است تا به تپه رسید. هر یک از این مراحل در جهت و مسیر بیشترین شیب تند خواهد بود. اگر این معبر برای هر موقعیت دنبال شود و سپس تعداد معابری که برای رسیدن به هر موقعیت معینی مشخص گردد، الگوی نهایی «ترافیک» (تردد) شبیه درختی خواهد بود که دارای شاخه‌های متعددی است. نگاره (۷) خطوط اصلی (تنه درخت) را برای حداقل زمان دسترسی به تپه را نشان می‌دهد و در نتیجه به پرسشی که در ابتدا مطرح گردید پاسخ می‌دهد. همانطور که در ابتدا بیان شد. این مثال می‌خواهد جنبه‌های مشخصی از روش مدل‌سازی کارتوگرافی را نشان دهد. قواعد اصلی ، توانائیها و تکنیکهای کاربردی مدل‌سازی اشاره می‌گردد.



نگاره (۷) لایه‌ایی از اطلاعات را به نمایش می‌گذارد که در آن مسیرهای اصلی را برای دسترسی سریع به تپه را بیان می‌کند. اگر راه‌پیمایی در هر موقعیت در روی لایهٔ زمان سفر در نگاره (۶) بخواهد اطلاعات زمانی رابرای پیمودن معبری باحداقل زمان دنبال کند، بیشترین معبر به رنگ سفید خواهد بود.

قواعد مدل‌سازی کارتوگرافی

قواعد پایه و اصلی مدل‌سازی کارتوگرافی به صورت جامع و فراگیر هستند و با سیستم‌های GIS زیادی سازگارند. این قواعد به معرفی نرم‌افزار یا سخت‌افزار خاصی نمی‌پردازد بلکه تنها ساختار سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را در اصطلاحات منسجم و یک شکل بیان می‌کند. اصطلاحات در رابطه با داده‌ها هستند مسیری که طی آن داده‌ها پردازش می‌شود و روشی که در آن پردازش تحت کنترل قرار می‌گیرد.

قواعد داده‌ای

از دیدگاه مدل‌سازی کارتوگرافی ، سازماندهی داده‌ها مثل نگاره (۸) تحقق می‌یابد. مجموعه‌ای از داده‌ها برای یک ناحیهٔ مطالعه جغرافیایی معین به صورت یک مدل کارتوگرافی که متشکل از لایه‌های نقشه‌ای است، وجود دارد. هر لایهٔ نقشه یک تصویر دوبعدی است که در روی آن هر موقعیت دقیقاً همراه با یک مشخصه است. لایه‌هایی که با عناوین (زنجیره‌ای از حروف) نشان داده شده است، پارامترهای رقومی توجیهی (انحراف از شمال) و وضوح (اندازهٔ جغرافیایی کوچک‌ترین موقعیت قابل نمایش) و مجموعه‌ای از یک یا چند منطقه را نشان می‌دهند.

منطقه یک وضعیت جغرافیایی همراه با یک مشخصه ثبت شده است که آنرا از دیگر وضعیتها تفکیک و مشخص می‌کند. وضعیت مزبور با عنوانی (تعدادی حروف) ، یک مقدار (کمیت عددی) و مجموعه‌ای از یک یا چند موقعیت نشان داده می‌شوند. هر یک از این مواقع، واحدی از فضای کارتوگرافی است که با مختصات کارتزین تعیین می‌گردد. در سیستم مبتنی بر داده‌های راستری، هر موقعیت برابر با یک سلول شبکه‌ای یا پیکسل خواهد بود. در سیستم مبتنی بر ساختار برداری، هر موقعیت ناحیه‌ای خواهد بود که با یک نقطه نشان داده می‌شود.

در مثال تپه بزرگ که پیش از این اشاره شد، مدل کارتوگرافی در همان آغاز فقط شامل لایه توپوگرافی بودکه در نگاره (۱) به نمایش درآمده بود. این لایه اطلاعات با عنوان ارتفاع یک ناحیه مطالعاتی است. این لایه از 32040 موقعیت تشکیل یافته است که هر یک از آنها ناحیه جغرافیایی به مساحت 20×20 را نشان می‌دهد و همراه با منطقه‌ای است که مقدار وعنوان آن ارتفاع، آنرا از سطح متوسط آب دریا نشان می‌دهد. این مدل خاص کارتوگرافی از لحاظ لایه و موقعیت نوعاً کوچک است ولی عموماً یک مدل دارای لایه‌هایی است که وضعیت زمین‌شناسی، خصوصیات آبهای زیرزمینی ، نوع خاک، ناهمواریهای زمین، آبهای سطحی، رستنی‌ها، جاده‌ها، ساختارها، الگوهای کاربری زمین، مالکیت، مرزهای سیاسی و غیره را نشان میدهد. بعلاوه، هر یک از این لایه‌ها ممکن است که صدها هزار یا میلیونها موقعیت را دربرگیرند.

مدل کارتوگرافی ممکن است که دارای اطلاعات زیادی در زمینه ژئودزی، سیستم تصویر، اندازه و چارچوب و غیره باشد. هرچنداین اطلاعات با اهمیت می‌باشند لیکن نیازی ندارند که با قواعد خاصی از مدل سازی کارتوگرافی مطابقت و هماهنگی داشته باشند.

قواعد پردازش داده‌ها

مدل کارتوگرافی تا این مرحله به عنوان مجموعه‌ای از داده‌های جغرافیایی تعریف شده است. لایه‌های مختلف نقشه که در نگاره‌های (۱تا۷) به نمایش درآمد، یک نمونه‌ای تشکیل می‌دهند. بهرحال، توجه کنید که مدل کارتوگرافی ممکن است که متشکل از یک مجموعه داده‌های خاص باشد. برای نمونه، مدلی که در نگاره‌های (۱ تا ۷) نشان داده شده است، می‌تواند به خوبی با یک لایهٔ ارتفاعی ومجموعه‌ای از شش تبدیل بیان گردد. در حقیقت، برخی از مدلهای کارتوگرافی فقط مجموعه‌ای از تبدیلات باشد که انواع داده‌ها را بدون اینکه ناحیه جغرافیایی خاصی را مشخص کند، نشان دهد. نگاره (۹) طرحی از مدل دسترسی به مدل تپه بزرگ را نشان می‌دهد. در اینجا، لایه‌ها به صورت چهارگوشه و اعمال تبدیل لایه‌ای به صورت پیکان نمایش داده شده‌اند. هر لایه با عنوان خود و هر عمل با یک نام مشخص می‌گردد. توجه

کنید که ساختار این مدل با ساختار یک معادلهٔ جبری بی‌شباهت نیست. درقواعد جبری، متغیرها به صورت کمیت‌های عددی جمع، تفریق، ضرب و تقسیم هستند ولی در جبر نقشه‌ای مربوط به مدل‌سازی کارتوگرافی، متغیرها به صورت لایه‌هایی هستند که با عملیات ذاتاً کارتوگرافی وجود دارند. در این میان می‌توان به عملیاتی نظیر طبقه‌بندی دوباره منطقه‌ها، ترکیب لایه‌ها، محاسبه فواصل و جهت‌ها، اندازه‌گیری اندازه‌ها، تعیین مشخصه‌های اشکال، تعیین خطوط‌دید، مدل‌سازی پراکندگی و غیره نام برد.

هریک از این عملیات جبری یک یا چند لایه نقشه را به عنوان ورودی در خود قبول می‌کند و لایهٔ جدیدی به عنوان خروجی تولید می‌نماید. بدین ترتیب ، خروجی حاصله از یک عملیات را می‌توان به عنوان ورودی برای هر عملیات به کار برد. ترتیب و توالی عملیات ابتدایی مزبور را به نام رویه‌ها می‌گویند. وقتی عملیات جبری متعارف را می‌توان با هم ترکیب نمود تا سیستم‌های پیچیده‌ای از پدیده‌هایی نظیر فرسایش خاک یا توان بالقوه توسعه و همراه زمین را ارائه دهد. در حالی که رویه‌های ذکر شده گاهی اوقات می‌توانند با هم استفاده شوند ولی کاربرد ساختار مرحله به مرحله و مؤلفه‌های ساده آن‌ها این امکان را برایمان فراهم می‌آورد که بتوان هر مدل پیچیده‌ای را در یک روش روشن و پایدار بیان نمود. علاوه بر توانائیهای تبدیل داده‌ها، سیستم مدل سازی کارتوگرافی مناسب و قابل دوام باید قابلیت‌های دیگری را فراهم آورد.

- تهیه داده‌ها (برای مثال دیجیتایزر کردن خطوط، اسکن نمودن، تقویت و طبقه‌بندی تصاویر، باز آفرینی سیستم تصویر کارتوگرافی یابازآفرینی فایل‌ها)
- نمایش داده‌ها (برای نمونه تهیه گزارش ، ترسیم نقشه یا مدل‌سازی بصری) و
- برنامه‌نویسی (برای مثال، کار با خطاها، کنترل دستگاه یا اجرای شرطی).

در هر صورت، قابلیت‌های ذکر شده برای اهداف مدل‌سازی کارتوگرافی مستلزم مطابقت از قواعد و مقررات خاصی نمی‌باشند.

قواعد کنترل پردازش داده‌ها

کنترل سیستم مدل‌سازی کارتوگرافی موضوع تعیین عملیات خاص است. شناسایی لایه‌های نقشه که برای عملیات استفاده می‌شود و نیز نشان دادن ترتیبی که در آن‌ها این عملیات انجام می‌گردد. این اعمال را می‌توان با فرامین تایپی، اشارات گرافیکی، کلمات گفتاری یا سایر اشکال ارتباطی که بستگی به نوع GIS کاربردی دارد، انجام داد.

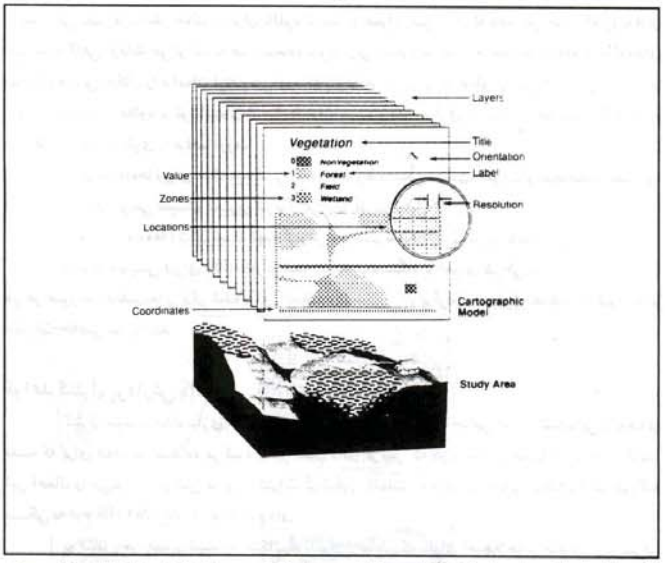
به منظور مراجعه و استفاده اشکال گوناگون ارتباطی که دارای اصطلاحات متداول و مشترکی هستند. بهتر است ابتدا مجموعه استانداردی از قواعد حاشیه نویسی را بپذیریم. این قواعد می‌تواند در فرم و قالب یک زبان‌نویسی سطح بالایی بیان نمود که در آن برنامه هر عملیاتی با حکمی (Statement) در قالبهای کلی و عمومی نشان داده می‌شود.

در اینجا، لایه جدید (New Layer) عنوانی است که برای لایهٔ جدیدی از نقشه در نظر گرفته شود که این لایه با استفاده از عملیاتی چون عملکرد (Function) برای لایه موجود یا عنوان قدیمی (Old Layer) تولید شده است. حکم (Statement) را می‌توان با عبارت افزونی که به منظور اصلاح و تغییر بکار می‌رود، آورد که در اینجا با عبارت چرا (HOW) نشان داده شده است برای مثال، در زیر برنامه‌ای آمده که از احکامی (Statements) تشکیل یافته است که درمدل تپه بزرگ بکار رفته است.

قابلیت‌های مدل‌سازی کارتوگرافی

با توجه به این قواعد، می‌توان مجموعه‌ای از قابلیت‌های پردازش داده‌ای را بیان و مشخص نمود. قابلیت‌های اساسی سیستم مدل‌سازی کارتوگرافی آنهایی هستند که به تفسیر و تبدیل داده‌های جغرافیایی کمک و تسهیل می‌بخشند. تبدیل و تفسیر داده‌ها پردازشی است که در آن حقایق ثبتی برخوردار از سودمندی بالقوه در یک بافت کلی (یعنی داده‌ها) به حقایق پدیده برگردانده می‌شود که از سودمندی واقعی در یک بافت خاصی (یعنی اطلاعات) برخوردارند. توانایی مزبور تبدیل داده به اطلاعات در حقیقت مشخصه اصلی برای تفکیک یک سیستم GIS است.

فرآیند تبدیل داده‌ها معمولاً روشی است که در آن روابط و یا مفهومی که در یک مجموعه‌ای حقایق ثبتی بطور غیرمشخص آمده است، استخراج و در قالب صریحی بیان می‌گردد. برای مثال، توجه



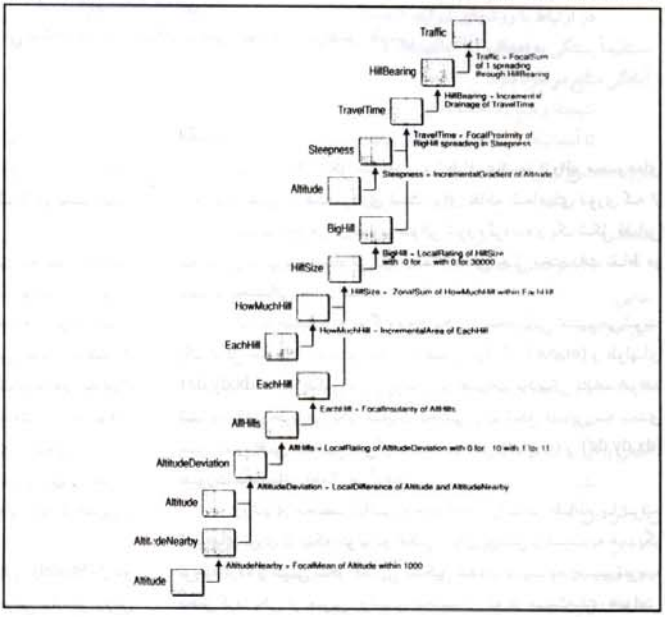
نگاره (۸) داده‌های مدل‌سازی کارتوگرافی را نشان می‌دهد. ترتیب و سازماندهی داده‌ها در یک سیستم مدل‌سازی کارتوگرافی می‌توان با سلسله مراتبی از عناصر آشنا بیان نمود.

کنید کلیه اطلاعاتی که در نگاره‌های (۲) تا (۷) بیان شده است، بطور غیرصریحی نیز در نگاره (۱) آمده است. مدل تپه بزرگ فقط برای استخراج حقایق ثبتی بکار گرفته می‌شود و آن حقایق در قالب لایه‌های اطلاعات جدید نقشه، نشان می‌دهد.

قابلیت‌های تبدیلی سیستم مدل‌سازی کارتوگرافی درنهایت از عملکردهایی که در رابطه با عملیات انفرادی تبدیل داده‌ها و راههایی که در آن این عملیات با هم ترکیب می‌شوند، ناشی می‌گردد. اساس کار تسهیل تبدیل داده‌های مزبور این است که منطقه‌های لایه نقشه به جای خطوط و علائم با

مقادیر عددی نشان داده می‌شود. در همین راستا، مقادیر عددی مزبور که مستقیماً در رابطه با موقعیتهای انفرادی است، نیز به ما کمک می‌کند. کاربرد اعداد در اینجا به ما امکان می‌دهد که مشخصه‌های جغرافیایی را به اعمال ریاضی تبدیل نماییم. حقیقت آن است که این اعداد امکان می‌دهد که هر یک از عملیات مزبور از لحاظ تأثیرش در یک موقعیت بیان گردد.

از نظر این موقعیت خاص، اعمال تبدیل داده‌های سیستم مدل‌سازی کارتوگرافی را می‌توان به چهار نوع اصلی طبقه‌بندی نمود. این چهار نوع طبقه‌بندی مزبور به ترتیب در ترکیب عملیات محلی، منطقه‌ای، افزایشی و کانونی قرار دارند. □ **مهدی مدیری**



نگاره (۹) یک مدل کارتوگرافی تشریحی را به نمایش می‌گذارد، ترتیب تبدیلات داده‌ای که در نگاره‌های (۱ - ۷) آمده است، یک ساختار منطقی مشابه با یک ساختار عبارت جبری را نشان می‌دهد.

منبع:

۱) مدیری، مهدی و خواجه، خسرو: کارتوگرافی مدرن، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح ، تهران، ۱۳۷۷.

2) CD Tomlin: Cartographic Modelling, Geographical Information Systems, Volume 1, London , Longman Scientific and Technical , 1991.