ارائه روشی نوین در نگاهداری داده‌های برداری حجیم به منظور عرضه‌ی سریع آنها

محمد رضا ملک*[۱]، علی مدد[۲]، شمس‌الملوک علی‌آبادی[۳]

[۱]دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
(قطب علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی)
mrmalek@kntu.ac.ir

[۲]کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده محیط زیست و انرژی-دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات تهران
alimadadmsbk@yahoo.com

[۳]کارشناس ارشد ریاضی - سازمان نقشه‌برداری کشور
aliabadi@ncc.org.ir

(تاریخ دریافت آذر ۱۳۹۲، تاریخ تصویب مهر ۱۳۹۳)

چکیده

رشد روزافزون حجم داده‌های مکانی مورد استفاده در سازمان‌ها و نهادها، مشکلات مربوط به قابلیت‌های دسترسی به داده‌های مکانی حجیم را جلوه‌گر ساخته است. عمده‌ی این مشکلات مربوط به بصری‌سازی داده‌های برداری در مقیاس کوچک می‌باشد. در این حالت باید حجم عظیمی از داده‌ها فراخوانی شده، ارائه شوند. به عنوان یک نمونه، لایه زراعت در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی ملی با حدود ۴۰۰ مگابایت حجم ، در زمانی حدود ۶۰ ثانیه از پایگاه داده به سرور نقشه منتقل شده، در آنجا مورد پردازش قرار گرفته، به مقیاس کوچک تبدیل شود و در نهایت نتیجه عملیات به‌صورت تصویر ارائه گردد. این درحالی است که پایگاه داده و سرور نقشه هردو در یک دستگاه قرار داشته و تاخیرهای مربوط به شبکه ارتباطی، وجود نداشته است. در سیستم‌های مدیریت پایگاه داده‌های مکانی، امکاناتی برای تسریع نمایش داده‌های مختلف، با استفاده از سه روش هرم تصویری[۱]، تکه‌های تصویری[۲]، و شاخص‌گذاری مکانی[۳] ارائه می‌گردند، ولی هیچ‌یک از این روش‌ها برای عرضه نقشه‌های برداری در مقیاس کوچک کارایی ندارند. ما در مقاله‌ی حاضر، روشی مبتنی بر ساده‌سازی نقشه‌های برداری در سطوح مختلف بزرگنمایی برای تسریع در عرضه آن‌ها پیشنهاد داده است. برای آزمون روش پیشنهادی، از لایه‌های پایگاه داده مکانی توپوگرافی ملی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تحت نرم‌افزار اوراکل استفاده شد. نتایج نشان دهنده موفقیت روش در تسریع دسترسی به اطلاعات نقشه‌ای بود. بدینوسیله زمان ارایه نقشه برای مجموعه داده آزمون از ۶۰ ثانیه به حدود یک ثانیه کاهش یافت.

واژگان کلیدی : ساده‌سازی نقشه، ساختار هرم نقشه‌ای، ذخیره و بازیابی داده مکانی

---

* نویسنده رابط

۱ Image Pyramid
۲ Image Tiling
۳ Spatial Indexing

۱- مقدمه

بسیاری از نیازها، اهداف و فعالیت‌های سازمان‌های مختلف زمانی برآورده می‌شوند که دسترسی آسان و سریع به داده‌های مکانی مناسب و یکپارچه میسر می‌باشد. این موضوع به‌خصوص برای برنامه‌ریزی‌های کلان در سطوح ملی، بسیارحائز اهمیت می‌گردد. یکی از عمده ترین مشکلات دسترسی به داده‌های مکانی حجیم، نمایش آنها در مقیاس‌های کوچک است. در این حالت لازم است تمام محدوده نقشه در یک تصویر ارائه شود. در طی چند سال گذشته برای رفع این مشکل دو روش در سازمان‌های کشور بکار برده شده است:

۱- ارتقاء نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای مورد بهره‌برداری

۲- عدم نمایش لایه‌های حجیم در مقیاس‌های کوچک.

ارتقاء دادن‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، ضمن تحمیل هزینه‌های سنگین، تقریبا هیچ اثر قابل ملاحظه‌ای در برطرف سازی این مشکل نداشته‌اند. در روش عدم نمایش لایه‌های حجیم در مقیاس‌های کوچک نیز، رضایت بهره‌بردار تامین نمی‌گردد و عموما اطلاعات کافی مورد نیاز برای درک فضای بازبینی در اختیار کاربر قرار نمی‌گیرند. امروزه سرورهای نقشه‌ای جهانی مثل Google, Open Street Map, ... با استفاده از تکنیک‌های ابداعی خود در زمینه ذخیره و بازیابی داده‌های مکانی، بر این مشکل فائق آمده و خدمات نقشه‌ای خود را حتی در محیط‌های وب با سرعتی مناسب ارائه می‌دهند. در ایران در سال ۱۳۷۰ نرم‌افزار «آمایش» ، موفق به ارائه نقشه‌های حجیم شد. این نرم‌افزار قادر بود علی رغم محدودیت‌های حافظه‌ای آن‌زمان در محیط سیستم‌عامل DOS، نقشه‌های حجیم را در ظرف مدت چندین ثانیه ارائه دهد. در چارجوب مقاله حاضر که ادامه فعالیت ما در [۱] بوده روشی برای بهبود و تسریع نمایش داده‌های حجیم ارایه شده است.

باتوجه به روش‌هایی که برای ارائه سریع لایه‌های مکانی حجیم استفاده می‌شوند، می‌توان آن‌ها را به دو دسته کلی به این شرح تقسیم نمود:

I- روش‌هایی که برای ارائه نقشه در مقیاس بزرگ استفاده می‌شوند. در این حالت قسمت کوچکی از نقشه با جزئیات کامل ارائه می‌شوند.

II- روش‌هایی که برای ارائه نقشه در مقیاس کوچک استفاده می‌شوند. در این حالت تمام نقشه با جزئیات کم ارائه می‌شوند.

برای حالت میانی یعنی ارائه بخش بزرگی از نقشه با مقیاس متوسط، ترکیبی از دو روش فوق استفاده می‌شود. در مورد داده‌های رستری، برای حالت اول از ساختار تکه های تصویری، و برای حالت دوم از ساختار هرم تصویری استفاده می‌شود. در مورد داده‌های برداری، برای حالت اول از شاخص‌گذاری مکانی استفاده می‌شود و برای حالت دوم هنوز روش خاصی به‌صورت همگانی وجود ندارد و هر صاحب داده‌ای بسته به نوع داده خود و نحوه بهره‌برداری از آن، بهینه‌سازی خاصی انجام می‌دهد. این مقاله بدین شکل ساختاردهی شده است: در بخش بعدی، ابتدا هریک از این روش‌ها که همگانی هستند و در اغلب سیستم‌های مدیریت پایگاه داده مکانی به‌صورت توابع توکار[۱] در دسترس می‌باشند توضیح داده می‌شوند و سپس با بهره‌گیری از شناخت آن‌ها، روش مورد نظر این تحقیق که در مورد ارائه نقشه‌های برداری در مقیاس کوچک می‌باشد تشریح می‌گردد. در خاتمه نتایج بدست آمده روش پیشنهادی بر روی نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور در مرحله پیاده‌سازی، آزموده شده است. با لحاظ نمودن عملیات فوق، امکان دسترسی یکپارچه اطلاعات مکانی چند مقیاسی فراهم می‌گردد.

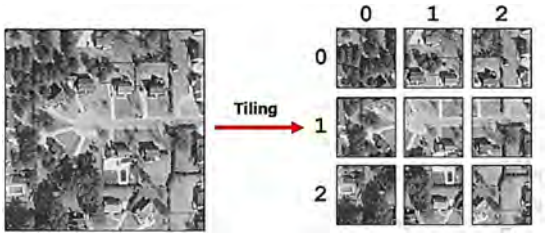
۲- پیشینه‌ی تحقیق

روش‌های بهینه‌سازی ذخیره و بازیابی اطلاعات مکانی که به‌منظور تسریع در ارائه نقشه‌های حجیم، از مدتها قبل توسط خبرگان این صنعت ابداع گردیده و مورد استفاده صاحبان داده قرار گرفته‌اند. با این‌وجود به دلایل تجاری مستندات بسیاری از آنها بصورت همگانی در دسترس نمی‌باشند. دراین رهگذر، مستندات روش‌های مربوط به داده‌های رستری بیشتر از داده‌های برداری در اختیار می‌باشند. ازآنجا که از این ساختارها زیاد استفاده می‌شود و آشنایی با آن‌ها کمکی در شناخت روش پیشنهادی این مقاله نیز می‌باشد، در این بخش، ابتدا اشاره‌ای به روش‌های ذخیره بازیابی اطلاعات تصویری می-

۱ Built-in Functions

شود، و سپس به جزئیات روش پیشنهادی پرداخته خواهد شد.

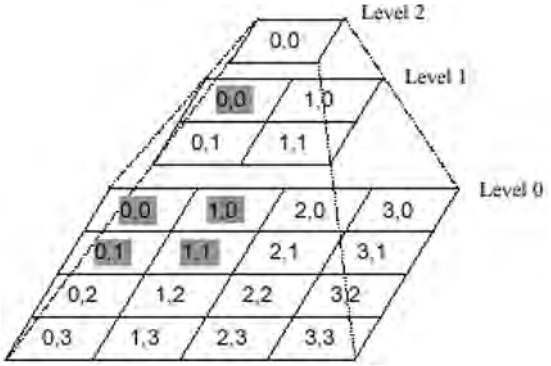
با استفاده از روش تکه‌های تصویری،می‌توان حجم زیادی از داده‌های رستری و با سرعت مناسبی بازیابی کرد[۲]. آخرین تکه‌های تصویری که مورد استفاده قرار گرفته‌اند در حافظه سیستم‌های مدیریت پایگاه داده باقی مانده، باعث تسریع در ارائه مجدد آن‌ها می‌شود. در این روش، تصاویر به تکه‌های کوچک تقسیم شده، ذخیره می-گردند. عموما از تکه‌های به ابعاد ۱۲۸در۱۲۸ و یا ۲۵۶در۲۵۶ پیکسل استفاده می‌شود.



شکل ۱- تکه کردن تصاویر برای ذخیره‌سازی

برای بازبینی این تصاویر، تنها با پاره‌چینی[۱] تکه‌های مرتبط، تصویر مورد نظر آماده و ارائه می‌گردد، و نیازی به پردازش تمام تصویر اصلی که بسیار زمانبر بوده نمی‌باشد.

روش تکه‌های تصویری برای نمایش قسمتی از تصویر با مقیاس بزرگ عملکرد مناسبی دارد [۲]. برای حالتی که قرار است تمام تصویر در مقیاس کوچک نمایش داده شود از روش هرم تصویری استفاده می‌شود .در روش هرم تصویری، تعدادی تصویر با قدرت‌های تفکیک کمتر از تصویر اصلی تهیه شده، سپس از هرکدام، در محدوده‌های بزرگ‌نمایی مناسب استفاده می‌شود. با این عمل تعداد پیکسل‌های مورد پردازش، کاهش یافته و سرعت دسترسی افزایش پیدا می‌کند [۳]. هرم‌های تصویری قادر به ذخیره-سازی هر حجم از داده‌های تصویر با انواع مقیاس‌های مختلف می‌باشند. برای تصاویر خیلی بزرگ، هریک از سطوح هرم نیز با روش تکه‌های تصویری به قطعات کوچک وقابل دسترس تقسیم می‌شوند. با استفاده همزمان از دو روش تکه‌های تصویری و هرم تصویری، می‌توان تصاویر بسیار بزرگ را در هر مقیاس مورد نظر با سرعت مناسب در دسترس قرار داد.



شکل ۲- استفاده توام هرم تصویری و تکه‌های تصویری[۴]

برای تعیین تعداد سطوح هرم مربوط به یک تصویر می‌توان از رابطه ۱ استفاده کرد:

$$\log_2 \max[width, height] \qquad (۱)$$

که در آن $width, height$ به ترتیب درازا و پهنای تصویر مورد نظر می باشند. در مورد داده‌های برداری همانطور که در بخش قبل اشاره شد، از شاخص گذاری مکانی استفاده می‌شود. شاخص‌گذاری مکانی اجازه می-دهد پرس و جوهای وابسته به هندسه عوارض ازقبیل نقطه‌ای، خطی، و سطحی، انجام پذیرد. در این حالت، یک پرس و جو، نشان دهنده یک رابطه فضایی در میان این عوارض هندسی می‌باشد. با توجه به تعدد انواع شاخص-گذاری‌های مکانی، لازم است با توجه به نوع داده‌ها، از شاخص گذاری مناسب آن‌ها استفاده نمود [۵]. در روش شاخص گذاری مکانی، برای هر عارضه نخست قرارگیری در محدوده نقشه تعیین می‌شود. بنابراین در هنگام ارایه محدوده‌ای از نقشه ، فقط عوارضی که در محدوده مورد نظر قرار گرفته پردازش می‌شوند این مهم بر اساس شاخص گذاری ازپیش ثبت شده،انجام می‌پذیرد[۵]. همانطور که از منطق این شاخص گذاری ملاحظه می-گردد، هرچه مقیاس کوچکتر شده و محدوده ارائه نقشه افزایش یابد، تاثیر این روش کم‌تر می‌شود. تا جائیکه برای نمایش تمام عوارض نقشه با مقیاس کوچک عملا این شاخص گذاری نقشی در تسریع ارائه نقشه نخواهد داشت. بهترین کارایی این شاخص گذاری زمانی است که قسمت کوچکی از نقشه با جزئیات کامل و در مقیاس بزرگ ارائه می‌گردد.

با توجه به تاریخچه‌ی مدیریت مکانیزه اطلاعات نقشه ای در ایران، در سال ۱۳۶۸، واحد خدمات کامپیوتری

---

۱ Image Mosaic

شهرداری تهران با همکاری دانشگاه صنعتی شریف اقدام به تولید نرم افزار ایرانی سراج با قابلیت مدیریت یکپارچه نقشه شهر تهران به همراه کلیه جزئیات عارضه‌های شهری نمود[۱]. با کمی فاصله از آن، سازمان نوسازی و تجهیز مدارس کشور اقدام به تولید نرم‌افزار مدیریت نقشه ای با نام School نمود که کاربر می‌توانست با رویت نقشه کشوری، به نقشه استانی، شهرستانی و شهری مورد نظر دسترسی داشته و در نهایت نقشه‌ی بنای مدرسه را همراه با اطلاعات توصیفی آن ملاحظه نماید. ویژگی مهم این نرم افزار در مدیریت نقشه‌های بسیار حجیم بود.

۳- مواد و روش‌ها

بطور معمول آخرین مرحله پردازش ارایه نقشه با داده-های برداری در یک مقیاس کوچک است. به عبارت دیگر، در این وضعیت تمام داده‌های برداری فراخوانی شده و در مقیاس کوچک ارایه می‌شوند[۶]: در سیستم‌های مدیریت پایگاه داده مکانی، تابع ویژه‌ای برای تسریع در این حالت معرفی نگردیده است. در روش پیشنهادی ، با استفاده از ساده‌سازی عوارض نقشه‌ای، سطوح مختلفی از نقشه‌های سبک و سبک‌تر تولید شده، ذخیره می‌گردند ومشابه با روش هرم تصویری، در بزرگ‌نمایی‌های مختلف از آنها استفاده می‌شود. در آزمایشی دو دستگاه سرور مشابه با داده‌های یکسان مورد استفاده قرار گرفت. در یکی از سرورها مجهز از ساختار هرم نقشه‌ای استفاده شده و در بوده و دیگری استفاده نشد. مدت زمان لازم برای پاسخگویی به درخواست یکسان GetMap در بزرگ‌نمایی-های مختلف برای هر دو سرور ثبت گردید. مدت زمان پاسخگویی سروری که مجهز به ساختار هرم نقشه‌ای بود برای مقیاس‌های کوچک به میزان چشمگیری کمتر از سرور دیگر بود. [۷]: داده‌های برداری پس از ساده‌سازی-های مربوطه در سطوح مناسب از یک معماری هرم نقشه-ای چند مقیاسه ذخیره گردیدند. این عمل باعث دسترسی پویاتر به داده‌ها گردیدند. حتی با استفاده از این ساختار هرمی امکان خوبی برای تعریف دسترسی‌ها بوجود آمده است. برای افراد عمومی، از سطوح بالایی هرم اجازه رویت داده شده است و به‌ترتیب برای کاربران بخصوص، از سطوح پائین‌تر هرم مجوز داده شد و برای ویرایش داده‌ها، فقط از پائین‌ترین سطح هرم که محتوی داده‌های واقعی بدون ساده‌سازی می‌باشد مجوز داده شد.

در این تحقیق از لایه‌های عوارض ۱:۲۵۰۰۰ پایگاه داده توپوگرافی ملی سازمان نقشه برداری کشور استفاده شده است و پیاده‌سازی‌ها در محیط ArcGIS، Geoserver و Delphi انجام گرفته‌اند.

۳-۱- روش پیشنهادی

با بهره‌گیری از تئوری‌های ریاضی، مدل‌هایی در زمینه‌ی ساده سازی عوارض تدوین گردیده‌اند. به کمک آنها می‌توان میزان و نوع عوارض مناسب برای حذف را تعیین کرد. نیکرسون [۸] سه مدل ساده‌سازی در عوارض را مطرح می‌نماید: ۱-حذف عارضه، ۲-ساده کردن عارضه، ۳-شناسایی تناقضات و برطرف سازی آنها. با استفاده از تئوری‌های مختلف ریاضی می‌توان این الگوریتم ها را پیاده‌سازی نمود.

در وحله نخست اطلاعات عوارض خطی راه‌ها ساده می شود. برای انجام این منظور از مفهوم داده مفید و روابط پایه، معرفی شده توسط بیجورک [۸] استفاده شده است. اختلاف بین مقادیر آنتروپی و ابهام در منبع داده، یعنی داده‌ی مفید از رابطه ۲ محاسبه می‌شود.

$$R = H(Y) - H(Y \mid X) \qquad (۲)$$

که در آن، R داده‌ی مفید بوده و X,Y بترتیب مجموعه‌های داده ورودی و دریافت شده و $H(Y \mid X)$ مقدار ابهام در منبع می‌باشند.

تشابه بین دو عارضه‌ی X و Y یک عدد اعشاری در بازه (۰و۱) بوده و میزان جدایی بصری دو عارضه را مشخص می‌نماید. چنانچه دو عارضه اصلا قابل جداسازی نباشند، مقدار تشابه برابر عدد ۱ خواهد بود و چناچه کاملا ازهم مستقل باشند، مقدار تشابه برابر با عدد صفر می‌باشد. هدف، انتخاب تعدادی از رئوس مناسب می‌باشد، تا عوارضی که بیشترین ابهامات را دارند، حذف گردند. عمل حذف عوارض تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که مقدار R به بیشینه مقدار خود برسد. مقدار ابهام برای نقطه‌ی x از معادله‌ی ۳ محاسبه می‌شود:

$$H(Y \mid x) = -\sum_{y \in Y} p(y \mid x) \log_2 p(y \mid x) \qquad (۳)$$

که در آن، مقدار احتمالات شرطی، از طریق تابع تشابه بدست می‌آید. در رابطه ۴، μ یک تابع تشابه خطی است :

$$\begin{aligned} &\text{When} \quad s \le T \quad \mu(y, x) = (T-s)/T \\ &\text{Else} \qquad\quad \mu(y, x) = 0 \end{aligned} \qquad (۴)$$

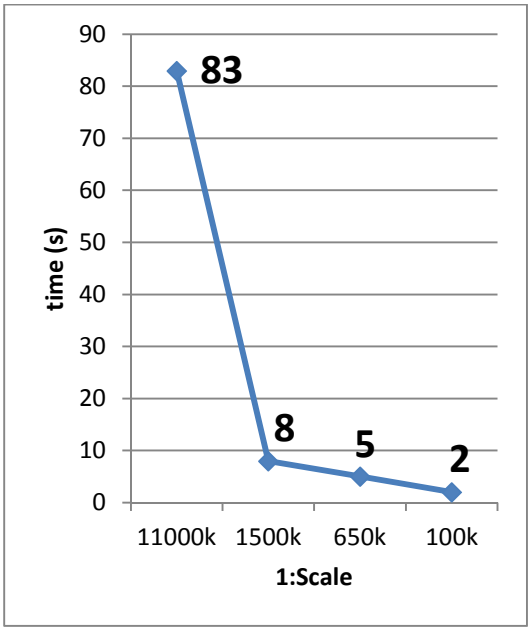
که در آن μ (y, x) مقدار تشابه بین دو نقطه داده x وy، s مقدار فاصله‌ی آنها، و T پارامتری است که میزان جدایی دو نقطه را تعریف می‌کند. مقدار T براساس مقیاس نقشه و میزان درک کاربر از نقشه، انتخاب می‌گردد.

همانطور که از معادله‌ی ۴ می‌توان دید، نیازی به بررسی نقاط با فاصله‌ی دور از x نیست. لذا الگوریتم می‌تواند از مزایای شاخص‌گذاری داده‌های مکانی بهره ببرد. شرط ختم برنامه نیز رسیدن به بیشینه تابع $\log_2 N - H(Y|X)$ (N: تعداد تمام نقاط عارضه خطی) بدست می‌آید[۹].

سپس از الگوریتم داگلاس پکر برای ساده سازی عوارض خطی استفاده می شود. در این الگوریتم، از یک محدوده تقریب عرضی، که به نسبت مقیاس نقشه یا داده نهایی و تعداد نقاط آن تعیین می‌شود، به ساده سازی اقدام می‌شود[۱۰]. تابع SDO_UTIL.SIMPLIFY در اوراکل نیز با این روش عمل می‌کند. در ArcGIS نیز اغلب از توابع Simplify Line, Simplify Polygon برای این منظور استفاده می‌شود.

۳-۲- پیاده سازی هرم نقشه‌ای

اصولا برای تسریع در نمایش داده‌های مکانی حجیم، لازم است برای مقیاس‌های مختلف ارائه نقشه، تدابیری متفاوت پیش بینی گردد. همانطور که در بخش قبل اشاره شد، در داده‌های برداری، هرمقدار که مقیاس ارائه‌ی نقشه کوچک شود اثر شاخص گذاری مکانی، درآن کاهش می‌یابد. این مورد تا هنگامیکه در مقیاس‌هایی که تمام نقشه در ابعاد کوچک ارائه می‌شود، شاخص گذاری مکانی کاملا بی‌اثر می‌ماند. شکل ۳ نتیجه محاسبات ما راجع به مدت زمان مورد نیاز جهت نمایش یک نمونه از داده‌های مکانی برداری را که شامل یازده لایه با حجم ۹۸۰ مگابایت را نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد در مقیاس ۱/۱۱میلیونیم که همه عوارض در محدوده نمایش قرار می‌گیرند و شاخص گذاری مکانی بی تاثیر می‌شود، مدت زمان ۸۰ ثانیه زمان لازم بوده است تا تصویر آماده گردد. همین نقشه در مقیاس ۱/۱۰۰ هزارم که تنها بعضی از عوارض نقشه در محدوده نمایش قرار می‌گیرند و شاخص گذاری مکانی کاملا موثر می‌باشد، در مدت ۱ ثانیه آماده می‌شود.

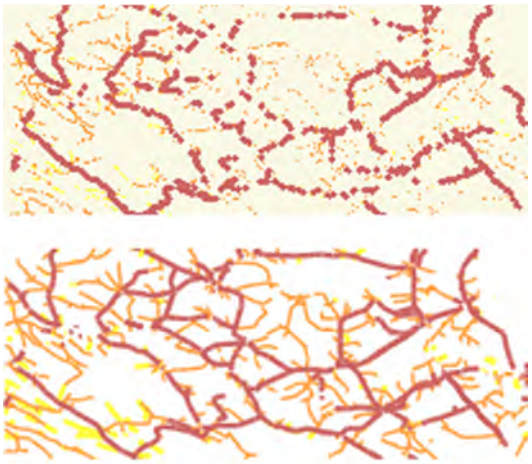


شکل ۳- زمان عرضه نقشه نمونه در مقیاس های مختلف

همانطور که در بخش قبل اشاره شد، برای رفع مشکل کندی ارائه نقشه‌ها در مقیاس‌های کوچک، از روش سطح بندی اطلاعات در هرم نقشه‌ای استفاده شده است. برای ایجاد هرم نقشه‌ای داده‌های برداری، باید برای ساده‌سازی هریک از لایه‌ها به‌صورت موردی و با الگوریتم خاص آن اقدام نمود. هرچند که سیستم‌های پایگاه داده مکانی، تابع خاصی را، برای این عملیات در اختیار قرار نمی‌دهند، ولی عموما دارای انواع توابع ساده‌سازی مختلف برای ساده‌سازی داده‌های برداری می‌باشند.

داده‌های هریک از این سطوح، برای نمایش در محدوده‌ای از مقیاس، مناسب خواهند بود. در هنگام ساده سازی یکی از چهار حالت: حذف، ادغام، جابجایی، و اغراق بوجود می‌آیند. روشهای ساده‌سازی را نمی‌توان بطور یکجا به همه نقشه‌ها اعمال نمود. کاربرد آنها برای عارضه‌های متفاوت و حتی بین انواع مختلف یک عارضه فرق می‌کنند[۱۱]. در این تحقیق، تعداد یازده لایه از لایه‌های سنگین خطی و سطحی پایگاه داده، مورد عمل قرار گرفتند. برای اعمال ساده‌سازی‌ها، عموما از توابع موجود

در ArcGIS استفاده شد. ساده‌سازی‌ها با روش‌های متفاوت ولی متشابه برای عوارض خطی و سطحی صورت گرفتند. هر لایه اطلاعاتی تا مقداری می‌تواند حذف را بپذیرد و بعد از آن، تغییردادن مقدار جبران[1] اثری در نتیجه نمی‌گذارد. در این حالت، اکثر رشته‌های خطی تنها دارای ۲ راس ابتدا و انتها شده‌اند و ادامه حذف رئوس، باعث حذف خود رشته خواهد شد. در این حالت با ادغام رشته‌هایی که رئوس ابتدایی آنها با رئوس انتهایی دیگری نزدیکتر از مقدار حداقل تعریف شده باشد، رشته‌ی خطی جدیدی بوجود می‌آید که امکان حذف مجدد رئوس در آن فراهم می‌گردد. برای این عمل، از تابع گداختن[2] استفاده گردید. در شکل ۴ مقایسه‌ای از نتیجه این دو نوع ساده-سازی نشان داده شده است.



شکل ۴- مقایسه دو نوع ساده‌سازی از یک منطقه

با توجه به حجم داده‌های نمونه، تعداد چهار یا پنج سطح ساده‌سازی برای اطلاعات لایه‌ها، کافی و مناسب بودند. برای ساده‌سازی بعضی از لایه‌های خطی بسیار سنگین (مثل آب‌ریز و منحنی میزان)، با برنامه‌نویسی به زبان دلفی یک نوع ساده‌سازی با الگوریتم داگلاس پکر بنا گردید. این برنامه، عملیات ساده‌سازی و گداختن را همزمان انجام می‌داد و بدون آنکه ظاهر تصویر تغییر کند، رئوس اضافی به‌درستی حذف شده و حجم لایه‌ها کاهش پیدا می‌کرد. جدول ۱ دو نمونه از لایه‌ها را همراه با سه سطح ساده‌سازی و محدوده نمایشی نشان می‌دهد.

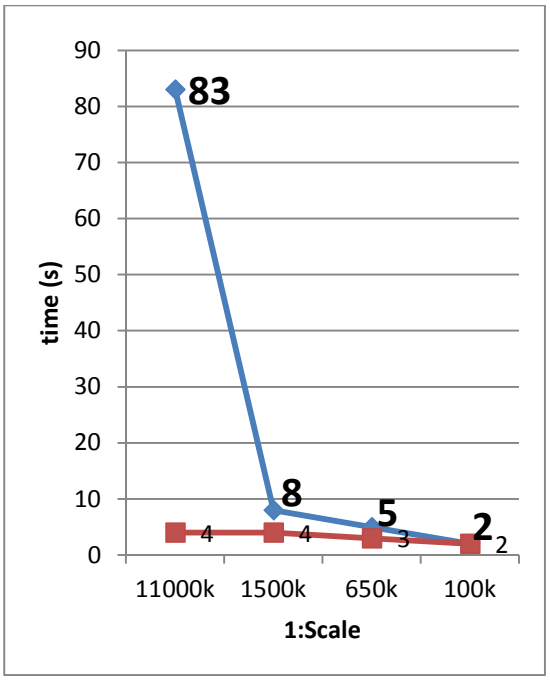
جدول شماره ۱ ساده‌سازی‌ها برای دو لایه نمونه

نام لایه	حجم لایه	محدوده نمایش
زراعت	327 mgb	Z<1:300000
زراعت ۳	8.53 mgb	Z<1:300001 & Z>1000000
زراعت ۲	2.37 mgb	Z<1:1000001 & Z>5000000
زراعت ۱	0.446 mgb	Z<1: 5000001
مسیل	236 mgb	Z<1:400001
مسیل۳	11.17 mgb	Z<1:400001 & Z>700000
مسیل ۲	4.57 mgb	Z<1:700001 & Z>3000000
مسیل ۱	2.485 mgb	Z<1:3000001 & Z>7000000
مسیل ۰	0.606 mgb	Z<1:700000

در تمام سطوح لایه ها، همواره از شاخص گذاری مکانی نیز بمنظور پاسخ سریع پایگاه در آن سطوح، استفاده گردید. جمع لایه‌های مورد بررسی دارای ۹۸۰ مگابایت حجم بودند. حجم داده‌ها با اولین ساده‌سازی برابر با ۴۲ مگابایت شد. با دومین ساده‌سازی، حجم داده‌ها به ۱۴ مگابایت کاهش پیدا کرد و نهایتا در آخرین ساده-سازی، حجم داده‌ها به ۴/۸ مگابایت رسید. نمودار شکل ۵ مقایسه‌ای بین زمان پاسخگویی به ارائه نقشه در بزرگ-نمایی‌های مختلف، در دوحالت هرم نقشه‌ای و بدون هرم نقشه‌ای را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌گردد در حالتی که داده‌ها با معماری هرم نقشه‌ای آرایش پیدا کردند تقریبا در تمام بزرگ‌نمایی‌ها مدت زمان پاسخگویی یکنواخت بوده و در حدود ۴ ثانیه می‌باشد. ولی در حالت بدون ساختار هرم نقشه‌ای، بخصوص در مقیاس کوچک، مدت زمان پاسخگویی طولانی‌تر شده و به بیش از ۸۰ ثانیه می‌رسد.

---

۱ Offset
۲ Dissolve



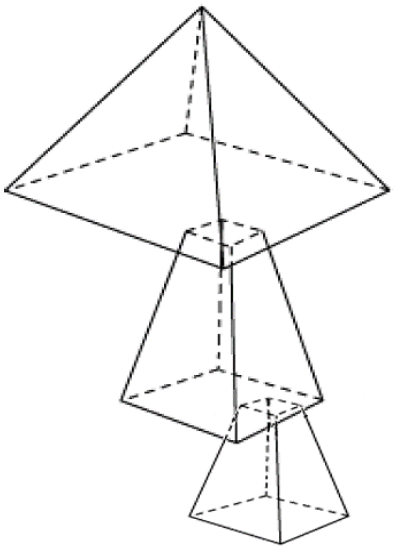
شکل ۵- زمان ارائه نقشه در حالت هرم نقشه‌ای و بدون هرم نقشه‌ای

هنگامی‌که برای هر لایه، تعداد ۴ لایه جنبی دیگر به‌عنوان ساده‌سازی شده آن لایه برای نمایش در محدوده‌های بزرگ‌نمایی مختلف تعریف می‌شوند، از دید کاربر کمی پیچیدگی بوجود می‌آید. مثلا کاربر یک لایه را خاموش می‌کند ولی متوجه می‌شود در بزرگنمایی‌های بخصوصی باز روشن می‌ماند و لازم است لایه ساده‌سازی شده مربوط به آن محدوده را نیز خاموش کند. همین مشکل هنگام روشن کردن لایه‌ها نیز مشاهده می‌گردد. برای این منظور با ساخت «گروه لایه»[۳] می‌توان لایه اصلی و تمام لایه‌های ساده‌سازی شده مربوطه را همراه با تعاریف محدوده نمایش و نحوه نمایش آن‌ها در یک گروه لایه تعریف نمود. این مجموعه از دید کاربر مشابه با یک لایه منفرد معمولی میگردد که به راحتی قابل بهره‌برداری است.

۴- نتایج و پیشنهاد

در این تحقیق روش‌های بهینه‌سازی ذخیره و بازیابی داده‌های مکانی به‌منظور تسریع در ارائه نقشه، بررسی شد. ملاحظه شد که کمبود روش مناسب و بهینه برای حل این مشکل در سیستم‌های مدیریت پایگاه داده مکانی وجود دارد. در جارچوب تحقیق حاضر برای حل این معضل، لایه‌ها با روش‌های مناسب در چند سطح مختلف، ساده‌سازی شده و در ساختاری مشابه با هرم تصویری ذخیره می شوند. برای ارائه نقشه در هر محدوده از بزرگ‌نمایی، لازم است از داده‌های سطح مناسب آن محدوده استفاده شود. در این تحقیق، تعداد ۱۵ لایه از داده‌های حجیم پایگاه داده مکانی ملی به مقیاس۱:۲۵۰۰۰ با حجم ۹۸۰ مگابایت استفاده شد. در روش معمول برای ارائه آن‌ها در مقیاس ۱/۱۱ میلیونیم مدت زمان ۸۸ ثانیه وقت لازم است، در حالیکه با استفاده از ساختار هرم نقشه‌ای، در همان مقیاس نیاز به پردازش حدود پنج مکابایت داده مکانی بود و در مدت حدود ۴ ثانیه، نقشه به تصویر کشیده شد.

نمایش و بصری‌سازی روش حاضر را می‌توان با ارتباط نقشه‌های بزرگ مقیاس با نقشه کوچک مقیاس بهبود داد (شکل ۶).



شکل۶- استفاده همزمان دو روش نقشه‌های پراکنده و هرم نقشه‌ای

۱ Layer Groups

مراجع

[۱] ع. مدد, "روشی نوین در نگاهداری داده‌های برداری حجیم به منظور عرضه سریع آنها در چهارچوب استانداردهای او جی سی "، نوزدهمین همایش ملی ژئوماتیک در سازمان نقشه برداری کشور, ۱۳۹۱.

[2] Q. L. Mark Harris, Dan Meeks, "Managing Raster Data in a Geodatabase ",in 2008 ESRI User Conference Technichal Workshops, 2008.

[3] S. Deepthi and S. Surendran, "Map Overlay and Zooming for Satellite Images," International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSET), vol. 4, 2013.

[4] Z. H. Q. Liu, "A Database Approach for Raster Data Management inGeographic Information System," 2010.

[5] A. d'Acierno, M. Leone, A. Saggese, and M. Vento, "An Efficient Strategy for Spatio-temporal Data Indexing and Retrieval," in KDIR, 2012, pp. 227-232

[6] C. Yang, H. Wu, Q. Huang, Z. Li, J. Li, W. Li, et al., "WebGIS performance issues and solutions," Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications, pp.121-138 ,2011.

[7] R. GIACHETTA, I. LASZLÓ, and C. L. BÁLINT, "Towards the new open source GIS platform AEGIS," 2012.

[8] J. T. Bjørke, "Map generalization: Information theoretic approach to feature elimination," in Proceedings of ICC97, 18th International Cartographic Conference, 2001.

[9] J. T. Bjørke and E. Isaksen, "Map Generalization of Road Networks :Case study from Norwegian small scale maps," in Proceedings XXII International cartographic Conference, 2005.

[۱۰] پ. د. ه. ف. د. تهران, "دستورالعمل های جمع آوری، تبدیل، به روزرسانی، کنترل کیفی و انتقال داده ها به Geo-DB," سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران ۱۳۸۹.

[11] W. A. Mackaness and K. M. Beard, "Use of graph theory to support map generalization," Cartography and Geographic Information Systems, vol. 20, pp.210-221, 1993.

[12] R. P. V. Nordan, "An Investigation of Potential Methods for Topology Preservation in Interactive Vector Tile Map Applications," Norwegian University of Science and Technology, 2012.