

کلید واژه‌ها: ساج، چندمقیاسی، مدل رقومی ارتفاع، الگوریتم و ساده‌سازی ساختاری.

مقدمه

نمایش داده‌های مکانی در مقیاس‌های مختلف، امکان درک و تحلیل داده‌های مکانی را فراهم می‌آورد و بسیاری از نیازمندی‌ها را رفع می‌کند. لذا، استفاده از نمایش‌های چندمقیاسی، به‌ویژه همراه با پیشرفت رایانه و فناوری اینترنت و دسترسی آسان به نمایش‌های رقومی، رو به فزونی گذاشته‌است. با این حال، هنوز هم دو محدودیت عمده در ارتباط با نمایش‌های چندمقیاسی وجود دارد؛ نخست، اغلب عملیات‌های موجود، نمایش داده‌های مکانی را در مقیاس‌های محدود و ثابتی پشتیبانی می‌کنند که سبب عدم تطابق نمایش‌ها با مقیاس موردنظر کاربر می‌شود. به‌علاوه، هنگام تبدیل مقیاسی به مقیاس دیگر، پرش‌هایی رخ می‌دهند. دوم، نقشه‌های موجود در آژانس‌های ملی نقشه، نیازمند به‌روزرسانی هستند؛ زیرا ممکن است در اثر هر پدیده‌ی طبیعی (مثلاً زلزله یا سیلاب) یا فعالیت‌های انسانی (نظیر جاده‌ها و ساختمان‌های نوساز)، سطح زمین دچار تغییر شود. درحال حاضر، نقشه‌ها به صورت دستی یا نیمه‌خودکار به‌روزرسانی می‌شوند که سبب اتلاف نیرو، زمان و هزینه‌ی بسیاری می‌گردد و درواقع، زمانی که نقشه‌ها با روش مذکور تولید شوند، منسوخ شده محسوب می‌شوند و نیاز به نقشه‌های به‌روز هم‌چنان، بی‌پاسخ می‌ماند [۲۸]. در نمایش چندمقیاسی، تعمیم به‌عنوان فرآیندی بنیانی در فرآیند تبدیل داده‌های مکانی رخ می‌دهد [۱۴]. ادبیات موضوع این فرآیند از جوامع علمی امریکایی و اروپایی نشأت می‌گیرد. کارتوگراف‌ها از سده‌های پیشین با مشکلات ناشی از تعمیم و نمایش عوارض مکانی سطح زمین مواجه بوده‌اند. اولین مستندات علمی که در حوزه‌ی تعمیم داده‌های مکانی به تبیین مسأله پرداخته‌اند مرتبط با اوایل قرن بیستم می‌باشند [۲۲]؛ که از جمله‌ی آن‌ها، مقاله‌ی اکرت^۴، کارتوگراف آلمانی، ترجمه‌ی جرج^۵ است و محقق تعمیم نقشه و در واقع هر نوع انتزاع را منتج از هنری می‌داند که پشتوانه‌ی علمی دارد [۷]. در واقع، اکرت سعی دارد در کتاب قطور خود که به زبان آلمانی است و در سال ۱۹۲۱ انتشار یافته است، به تفهیم جایگاه تعمیم کارتوگرافیک بپردازد. او در کتاب خود

ارزیابی کارایی الگوریتم‌های چندمقیاسی و ساده‌سازی ساختار داده‌های مکانی در تحلیل عوارض خطی (مطالعه‌ی موردی: شبکه‌ی هیدروگرافی)

ارشک حلی‌ساز^۱ و الهه قادری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۰

چکیده

شناخت پدیده‌های طبیعی در گرو انتخاب و تولید داده در مقیاس مناسب می‌باشد. در این راستا، شناخت الگوریتم‌های چندمقیاسی و چگونگی تمیز آن‌ها از الگوریتم‌های ساده‌سازی ساختاری، موضوع مهمی است که تاکنون در کشور کمتر به آن پرداخته شده‌است. در این تحقیق، کاربری الگوریتم‌های ساده‌سازی ساختار فیلتر پایین‌گذر و میانگین ساده در نرم‌افزار ArcMap برای شناخت فرآیند سیلاب از طریق سه مدل رقومی ارتفاع در مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰، با این فرض که ساختار الگوریتم‌های تعمیم در شناخت پدیده‌ی سیلاب، متناسب با مقیاس‌های خاصی است، در مدل HEC-HMS به آزمون کشیده شده‌است. نتایج حاصل از این پژوهش بیان‌گر نگاه‌های کاملاً متفاوت فنون تولید نقشه‌های مکانی است که حرکات مقیاسی و یا نیل به بهترین تقریب از عوارض مکانی را عرضه می‌دارند. نتایج مقایسات مقادیر معیارهای ارزیابی شبیه‌سازی‌های سیلاب، حساسیت الگوریتم‌های ساده‌سازی ساختار را نسبت به مقیاس نقشه‌ی مبنا روشن ساختند. به علاوه، مشخص شد اثر الگوریتم‌های چندمقیاسی، لزوماً متناسب با ساختار سلسله‌مراتبی مقیاس داده‌های ورودی نیست. در نهایت پیشنهاد شده‌است در بررسی پدیده‌ی سیلاب در حوزه‌ی آبخیز جاماش، بهتر است از الگوریتم‌های فیلتر پایین‌گذر و میانگین ساده در ساده‌سازی مدل‌های رقومی ارتفاع با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ استفاده شود و از به کارگیری این الگوریتم‌ها در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ پرهیز شود.

۱- نویسنده مسئول و استادیار دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، پست الکترونیک: holisaz@hormozgan.ac.ir

۲- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه هرمزگان.

3. jump
4. Eckert
5. Joerg

شبیه‌سازی و پیش‌بینی سیلاب، الگوریتم‌های چندمقیاسی مرتبط با پدیده‌ی خطی آبراهه بر روی داده‌های مذکور به اجرا درآورده‌شود و در نهایت، ساختار، کارکرد و اثر الگوریتم‌های چندمقیاسی در فضای تعمیم داده‌های خطی تبیین گردد.

مواد و روش‌ها

مواد

منابع داده‌ای مورد نیاز برای پیشبرد عملیاتی تحقیق، شامل مدل‌های رقومی ارتفاع ناشی از نقشه‌های توپوگرافی رقومی با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ مربوط به سازمان جغرافیایی کشور، مدل رقومی ارتفاع با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ منتج از ماهواره‌ی ناسا ترا^{۱۴} (شکل ۱ و جدول ۱)، آمار دبی‌های سیلابی مشاهده‌ای ۱۵ دقیقه‌ای حوزه‌ی آبخیز جاماش که مربوط به رگبار مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ می‌باشند، داده‌های بارش ۱۵ دقیقه‌ای مربوط به رگبار مذکور از ایستگاه‌های سرخا و سیخوران واقع در حوزه‌ی مطالعاتی، امکانات نرم‌افزار ArcGIS نسخه‌های ۹/۳ و ۱۰/۲ و الحاقیه‌ی HEC-Geo HMS در حیطه‌ی تحلیل مکانی حوزه‌ی آبخیز، نرم‌افزار HEC-SPSS برای تحلیل سیلاب، صفحه‌گسترده‌ی Excel و نرم‌افزار SPSS در تحلیل آماری نتایج می‌باشند. الگوریتم‌های ساده‌سازی ساختاری فیلتر پایین‌گذر و میانگین ساده نیز به عنوان چارچوب روشی کار در فضای نرم‌افزار ArcMap، نسخه‌ی ۱۰/۲ انتخاب شده‌اند.

جدول ۱- اطلاعات توصیفی مدل‌های رقومی ارتفاع

Table 1. Attribute table of digital elevation models

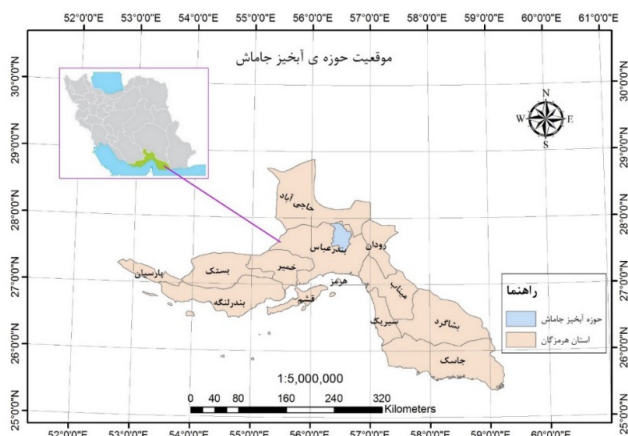
مقیاس scale	منبع مدل رقومی ارتفاع Source of digital elevation model
1:25000	نقشه‌ی توپوگرافی رقومی Digital topographic map
1:50000	نقشه‌ی توپوگرافی رقومی Digital topographic map
1:1000000	ماهواره‌ی ناسا ترا NASA's Terra satellite

بیان می‌کند که تعمیم کارتوگرافیک، اتصال حوزه‌های هنر و علم را برقرار می‌کند [۲۲]. اهمیت بنیان‌های فکری اکرت به قدری است که سال‌ها بعد، شارف^۱، بر دیدگاه اکرت تأکید می‌کند و آن را نقطه‌ی تحولی در علم کارتوگرافی آلمان می‌داند. وی در پی یافتن چگونگی توفیق اکرت در بیان ارتباط علم و هنر در کارتوگرافی است [۲۳]. در هر حال، تا اوایل سال ۱۹۴۲ تحقیق‌های بسیاری در زمینه‌ی تعمیم کارتوگرافیک انجام شدند. رایت^۲، در فضایی قلم می‌زند که نقشه‌پردازی با مقاصد نظامی خودنمایی می‌کند. او عقیده دارد که انسان نقشه را تولید می‌کند و خود او هم از آن استفاده می‌کند. لذا در تعمیم کارتوگرافیک نقشه، عوامل ذهنی انسان دخالت مستقیم دارند [۲۶]. با پیشرفت بیشتر در زمینه‌ی تعمیم، انگیزه‌ی تعمیم خودکار پررنگ‌تر گشت و نمایش چندمقیاسی به عنوان مسأله‌ای بنیادی در کار با داده‌های مکانی شناخته‌شد. در سال ۱۹۸۳، گروه کوچکی از دانشمندان در ایالات متحده‌ی امریکا با همکاری ناسا^۳ برای تعیین حوزه‌های تحقیقاتی مهم در ارتباط با داده‌های مکانی گردهم‌آیی تشکیل دادند و در نهایت، نمایش چندمقیاسی نیز به عنوان یکی از آن مسائل مهم معرفی شد. از آن پس، این موضوع در دستورکار تحقیقات بین‌المللی علوم اطلاعات مکانی قرار گرفت. هم‌چنین توجه سازمان‌های دیگر نیز به تعمیم نقشه‌ی رقومی معطوف شد. در سال ۱۹۸۹، مرکز ملی اطلاعات و تحلیل جغرافیایی^۴، تحقیقاتی با عنوان نمایش چندگانه را آغاز کرد. پس از تأسیس گروه‌کاری توسط انجمن بین‌المللی کارتوگرافی^۵ در سال ۱۹۹۱، مجمع بین‌المللی فتوگرامتری و سنجش از دور^۶ نیز در سال ۲۰۰۰، گروه‌کاری دیگری را برای نمایش چندمقیاسی بنانهاد [۱۴]. ارتباط تنگاتنگ سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی و مفاهیم مقیاس و چندمقیاسی سبب ظهور پژوهش‌های بسیاری تا به امروز در این زمینه‌ها شده‌است که از پیشروترین آن‌ها به لحاظ تأثیرگذاری می‌توان به تحقیقات باتفیلد و مک‌مستر^۷ [۴]، مک‌مستر و شی^۸ [۲۲]، لی و اپن‌شا^۹ [۱۸]، گودچاپلند و کوواتروچی^{۱۰} [۱۱]، لی و هاردی^{۱۱} [۱۳]، فی و هی^{۱۲} [۹] و داگلاس و پوکر^{۱۳} [۶] اشاره کرد.

در تحقیق حاضر سعی شده‌است، پس از بررسی طیف داده‌های رقومی موجود در کشور و محدودیت‌های به‌روزرسانی آن‌ها و درک اهمیت تأثیرگذار داده‌های مکانی در انواع مدل‌های شناخت،

1. Scharfe
2. Wright
3. National Aeronautics and Space Administration (NASA)
4. NCGIA
5. ICA
6. ISPRS
7. Buttenfield and McMaster
8. Shea
9. Li and Openshaw
10. Goodchild and Quattrochi
11. Lee and Hardy
12. Fei and He
13. Douglas and Peucker

14. NASA's Terra



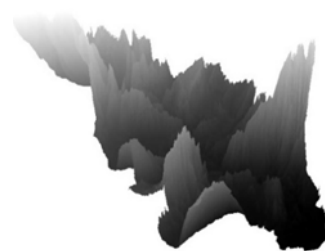
شکل ۲- تصویر نقشه‌ی موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

Fig 2. Map Display of location of case study area

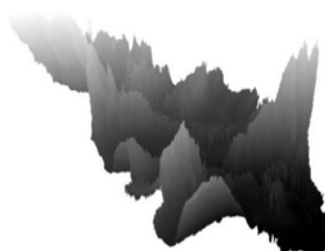
روش‌ها

چندمقیاسی، امکان ترکیب مجموعه‌ی داده‌های دارای تراکم یا سطوح انتزاع متفاوت را فراهم می‌کند. ممکن است این مجموعه‌های داده‌ای یا نقشه‌ها در تولید نمایش‌های منطقی از پدیده‌های مختلف، دچار مشکلاتی می‌باشند و یقیناً الگوریتم‌های تعمیم، در این باب راه‌گشا می‌باشند. استفاده‌ی هم‌زمان از تصاویر با قدرت تفکیک‌ها یا سطوح مختلف جزئیات برای مدل‌سازی پدیده‌ها، تحلیل چندمقیاسی گفته می‌شود [۱۲].

نمایش‌های چندمقیاسی به دو شیوه‌ی مجزا تولید می‌شوند. اولین شیوه، نمایش چندمقیاسی متریک^۱ است که مشابه نقشه، بر کمیت متریک نمایش تأکید دارد و لذا نقش آن در اندازه‌گیری‌ها پررنگ‌تر است. در واقع، نمایش چندمقیاسی متریک پستی و بلندی‌های سطح زمین، به معنی استخراج خودکار داده‌های پستی و بلندی‌های سطح زمین متناسب با مقیاس‌های کوچکتر از منابع داده‌ای بزرگ‌مقیاس خود می‌باشد که مکرراً به‌روزرسانی می‌شوند. این گونه فرآیندهای تولید نمایش‌های مکانی در مقیاس‌های مختلف، تعمیم گفته می‌شوند و در تمام قسمت‌های نمایش بصورت یکسان اجرا می‌شوند. بنابراین تمام نقاط نمایش از صحت یکسانی برخوردارند. در حالی که در شیوه‌ی دوم، یعنی نمایش چندمقیاسی دیداری، مقیاس در قسمت‌های مختلف نمایش واحد، مختلف و تابعی از فاصله‌ی دید است [۱۴]. در حرکت‌های مقیاسی، دو نوع تغییر شکل پیوسته و گسسته وجود دارند (شکل ۳). در نوع گسسته، فقط مقیاس‌هایی خاص در دسترس هستند و هنگام تغییر شکل از مقیاسی به مقیاس دیگر، پرش‌های مقیاسی^۲ رخ می‌دهند. اما در نوع پیوسته، تغییر شکل به هر مقیاسی امکان‌پذیر می‌باشد [۲۰].



مقیاس 1:25000 At 1:25000 scale



مقیاس 1:50000 At 1:50000 scale



مقیاس 1:1000000 At 1:1000000 scale

شکل ۱- مدل‌های رقومی ارتفاع

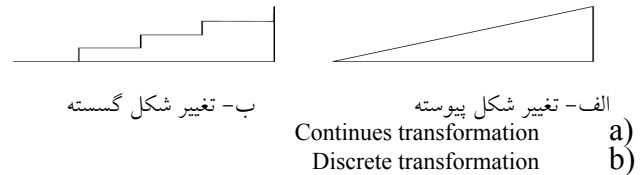
Fig 1. Digital elevation models

معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه

پژوهش حاضر با انتخاب حوزه‌ی آبخیز، عملیاتی شده‌است. در واقع، حوزه‌ی آبخیز، بستری را برای تمرکز تحقیق بر پدیده‌ی خطی آبراهه فراهم آورده‌است و در آن شبکه‌ی آبراه‌های به عنوان یک کل در نظر گرفته شده‌است. انتخاب حوزه‌ی آبخیز جاماش، به لحاظ دارا بودن تپ‌های کوهستانی و دشت‌سر با تغییرات شیب مؤثر بر ریخت و فرآیند آبراهه و در پی آن، دربرداشتن دو گونه از ریخت آبراهه‌ای، آگاهانه بوده‌است. لذا این حوزه‌ی آبخیز با پیش‌فرض نمونه‌ی عام در مطالعه وارد شده‌است. حوزه‌ی آبخیز جاماش، واقع در استان هرمزگان و از توابع شهرستان بندرعباس، بین طول‌های جغرافیایی «۴۷° ۵۵' ۲۷» و «۲۹° ۲۲' ۲۷» شمالی و عرض‌های جغرافیایی «۴۷° ۱۸' ۵۶» و «۴۱° ۵۱' ۵۶» شرقی قرار گرفته‌است و دارای مساحت ۱۰۴۷/۴۷۷ کیلومتر مربع می‌باشد (شکل ۲).

1. metric

2. transformation jumps



شکل ۳- انواع تغییر شکل‌ها در نمایش چندمقیاسی [۱۸]

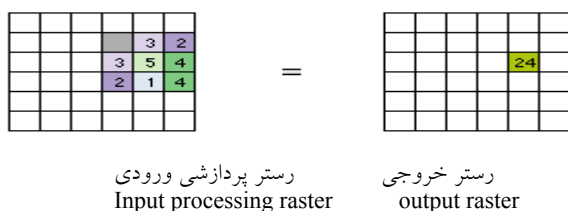
Fig 3. Types of transformation of multi-scale representation

نشان دادن شبکه‌ی جاده‌های شهری. تغییر شکل نمایش‌های مکانی در مقیاس‌های مختلف با استفاده از عملگرهای تعمیم انجام می‌شود که به حذف پدیده‌های^۲ نسبتاً بی‌اهمیت، کاستن از پیچیدگی پدیده‌ی منفرد و جابه‌جایی پدیده‌های بسیار نزدیک به هم می‌پردازد [۲۸].

در انواع عملیات نقشه‌برداری، نقشه‌های محدودی با مقیاس‌های خاصی تولید می‌شوند. هریک از نقشه‌ها که دارای مقیاس‌های مختلفی هستند در مقیاسه با یکدیگر، جزئیات متفاوتی از پدیده‌ها را نمایش می‌دهند [۱۷]. مسأله‌ی مهم در این زمینه تکرر به‌روزرسانی نقشه‌ها و تولید نقشه‌ها با مقیاس‌های دلخواه است. بهینه‌ترین راه‌حل برای این مشکل، تولید و نگهداری نقشه‌های بزرگ مقیاس (به وسیله‌ی عملیات نقشه‌برداری و یا تصاویر با قدرت تفکیک بالا) و متعاقباً استخراج نقشه‌های کوچک‌مقیاس از آن‌ها است [۱۴]. استخراج نقشه‌های کوچک‌مقیاس از منابع داده‌ای بزرگ‌مقیاس مربوط به خود در مفهوم چندمقیاسی می‌گنجد که از آن به تعمیم نقشه، یاد می‌شود [۲۶ و ۱۷ و ۱۲ و ۲۲ و ۱۰ و ۲۱ و ۲۳].

الگوریتم‌های چندمقیاسی

الف- ابزار محاسبه‌ی آماری موضعی^۳: این ابزار رستر خروجی را به گونه‌ای محاسبه می‌کند که هر سلول رستر خروجی، تابعی از سلول‌های رستر ورودی با احتساب همسایگی معین باشد. توابع آماری مذکور شامل مواردی از قبیل حداکثر، میانگین یا مجموع سلول‌های همسایه‌ی تعریف‌شده هستند. در هنگام اجرای این الگوریتم، امکان همپوشانی همسایگی‌ها نیز وجود دارد، لذا سلول‌های همسایه می‌توانند چندین بار نقش همسایگی را بازی کنند. مثلاً، اگر همسایگی مستطیل شکل با اندازه‌ی ۳×۳ در نظر گرفته شود، آن‌گاه نتیجه‌ی اجرای الگوریتم مجموع همسایه‌ها برای سلول‌های همسایه با مقادیر فرضی نشان داده‌شده در شکل ۴ و سلول پردازشی با مقدار ۵، معادل ۲۴ (۳+۲+۳+۴+۲+۱+۳+۴+۵=۲۴) محاسبه می‌شود [۳]. شکل ۵ نیز این محاسبه را برای تمام سلول‌های رستر به نمایش گذاشته است.



شکل ۴- نحوه‌ی اجرای الگوریتم مجموع با استفاده از ابزار محاسبه‌ی آمار موضعی برای سلول منفرد رستری [۳].

Fig 4. The Sum algorithm performance using focal statistics calculation tool for single cell in the raster

روش‌های نمایش چندمقیاسی متریک در محدوده‌ی مقیاسی پیوسته شامل فیلترکردن، ساده‌سازی ساختار خطوط، هموارسازی انطباقی (که ترکیبی از دو روش گفته شده است)، تعمیم ناشی از مقیاس بر مبنای اصل طبیعی^۱ هستند [۱۴]. البته، الگوریتم‌هایی که از تأثیر مقیاس مصون هستند، در حقیقت مرتبط با تعمیم نیستند [۱۵]؛ مثلاً الگوریتم‌های کاهش نقطه، با کاهش جزئیات کم‌اهمیت، سعی در حصول بهترین تقریب از نمایش مکانی اولیه را دارند. از این دست الگوریتم‌ها، تلاش می‌کنند با کاهش حجم داده‌های مکانی و متعاقباً سهولت پردازش‌های مرتبط با آن داده‌ها، کمینه‌ترین اختلاف را بین نمایش‌های داده‌های مکانی اولیه و نهایی ایجاد کنند [۱۶]. از طرفی، با تغییر مقیاس، درک فرآیندهای طبیعی دچار تغییر می‌شود [۱۱]. در حالی که در الگوریتم‌هایی نظیر کاهش نقطه، ثبات درک فرآیند طبیعی مد نظر است و این خود منتج از عدم تغییر مقیاس داده‌های مکانی است [۱۶]. در حقیقت، الگوریتم‌های کاهش نقطه، کارکرد وجین عوارض مکانی را دارند. ظهور این گونه الگوریتم‌ها در اوایل توسعه‌ی نمایش رقومی و به دلیل محدودیت قدرت محاسبات بوده است. لذا، این الگوریتم‌ها در جهت رفع مشکل نگران‌کننده‌ی حجم داده‌ها به وجود آمده‌اند. البته، این الگوریتم‌ها را می‌توان پیش‌پردازش یا پس‌پردازشی برای تعمیم رقومی نقشه‌ها دانست. زیرا پس از تعمیم نقشه و بواسطه‌ی آن، کاهش مقیاس نقشه، از فضای نمایش عوارض مکانی کاسته می‌شود و عوارض، بسیار متراکم‌تر پدیدار می‌گردند. الگوریتم‌های ساده‌سازی در این قبیل مشکلات، راه‌گشا می‌باشند. خروجی پردازش الگوریتم‌های مذکور، نمایش مکانی با مقیاس اولیه است. در حالی که، تعمیم ناشی از مقیاس، نوع خاصی از عملیات هموارسازی داده‌های مکانی است که اثر هموارسازی را بر مبنای مقیاس داده‌های ورودی و خروجی محاسبه می‌کند. انتهای چنین فرآیندی به حفظ روند اصلی عوارض مکانی و حذف تغییرات کوچک می‌انجامد [۱۹].

نمایش چندمقیاسی داده‌های مکانی، امری اجتناب‌ناپذیر در علوم زمین است [۵]. نمایش داده‌های مکانی با مقیاس‌های متفاوت از جهات بسیاری سودمند می‌باشد. مثلاً اگر فردی قصد مسافرت به شهر دیگری داشته باشد و از وسیله‌ی نقلیه‌ی شخصی می‌خواهد استفاده کند، مطمئناً نیازمند تعدادی نقشه می‌باشد؛ نقشه‌ی کوچک‌مقیاس، برای انتخاب جهت کلی، نقشه‌ی متوسط‌مقیاس برای یافتن توقف‌گاه‌های روزانه و نقشه‌ی بزرگ‌مقیاس برای

2. object

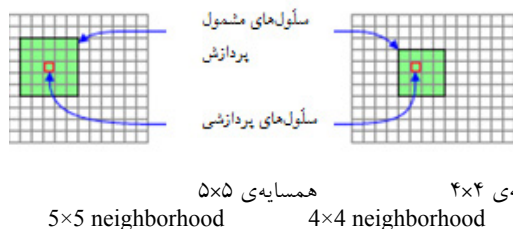
3. Focal Statistics

1. Natural Principle

سلول‌هایی که درون پنجره‌ی تعریف‌شده قرار گرفته‌اند در محاسبات وارد می‌شوند. مختصه‌های X و Y سلول پردازشی واقع در بین همسایه‌ها، با احتساب مبدأ از سمت چپ و بالای رستر، توسط رابطه‌ی (۱) معین می‌شوند:

$$x = \frac{1 + \text{عرض همسایه‌ها}}{2} \quad (1)$$

اگر تعداد سلول‌های ورودی یکسان باشند، مختصه‌های X و Y با کوتاه‌سازی محاسبه می‌شوند. مثلاً، در سلول همسایه‌ی ۵×۵، مقادیر X و Y، ۳ و ۳ می‌شوند و اگر ۴×۴، مقادیر ۲ و ۲ بدست می‌آیند (شکل ۷) [۳].



شکل ۷- محاسبه‌ی توابع آماری با همسایه‌ی مستطیلی شکل [۳]

Fig 7. Focal statistics with rectangle neighborhood calculation

مدل‌های رقومی ارتفاع، در حین حرکت‌های مقیاسی، دچار تغییر شکل‌هایی می‌شوند [۱۴]. لذا، پدیده‌ی خطی آبراهه در هر مدل رقومی تولید شده، به گونه‌ای متفاوت نمود می‌یابد. دیدگاه نگارندگان در نیل به پایش تغییرات پدیده‌ی خطی آبراهه، مدل‌سازی حوزه‌ی آبخیز می‌باشد. در جهت تحقق این هدف، الحاقیه‌ی HEC-Geo HMS در نرم‌افزار ArcMap راه‌گشا بنظر رسیده‌است. هم‌چنین برای مقایسه و درک اثر الگوریتم‌های چندمقیاسی بر پدیده‌ی خطی آبراهه، کمی‌سازی و تولید نمودهای بصری مدل حوزه‌ی آبخیز، از نرم‌افزار HEC-HMS استفاده شده‌است.

بررسی سیلاب شبیه‌سازی شده توسط نرم‌افزار HEC-HMS و سیلاب مشاهده شده در حوزه‌ی مطالعاتی، نیازمند تبیین معیارهای کمی می‌باشند. مطالعات انجام شده در این زمینه، معیارهای مختلفی را ارائه داده‌اند و در این تحقیق، پنج معیار از میان آن‌ها انتخاب شده‌اند، که سه معیار، تغییرات دبی در کل فرآیند سیلاب، یک معیار، تغییر لحظه‌ای دبی و معیار دیگر، حجم دبی را به عنوان ایده‌های تحلیلی ارضامی‌کنند (جدول ۲). شیوه‌ی اجرای فنی این تحقیق به طور خلاصه در شکل ۸ ارائه شده‌است.

نتایج

پس از اجرای الگوریتم‌های ساده‌سازی ساختار عوارض مکانی میانگین ساده و فیلتر پایین‌گذر بر روی مدل‌های رقومی ارتفاع، نتایج زیر بدست آمدند (شکل ۹).

4	0	1	2	3	0
2	5	0	3	2	
1	1	2	3	5	4
1	5	3	2	1	4
5		1	3	3	0
1	1	2	3	4	3

=

11	12	8	9	10	8
13	16	14	19	22	17
15	20	21	19	24	19
13	19	20	23	25	17
13	19	20	22	23	15
7	10	10	16	16	10

رستر پردازشی ورودی
Input processing raster

رستر خروجی
output raster

شکل ۵- نحوه‌ی اجرای الگوریتم مجموع با استفاده از ابزار محاسبه‌ی آمار موضعی برای تمام سلول‌های رستر (کادر زرد رنگ، نشان‌دهنده‌ی سلول پردازشی و همسایه‌های آن، مشابه شکل ۴ است.) [۳].

Fig 5. The Sum algorithm performance using focal statistics calculation tool for all raster cells (The cells highlighted in yellow identify the same processing cell and neighborhood as in the figure 4).

ب- ابزار فیلتر پایین‌گذر^۱

این ابزار به هموارسازی لایه‌های رستری می‌پردازد؛ سپس بر اساس پنجره‌ی تعریف‌شده توسط کاربر، همسایگی‌ها را شناسایی می‌کند و آن‌ها را در برآورد مقدار سلول مرکزی رستر دخالت می‌دهد. این ابزار به حذف داده‌های پرت نیز کمک می‌کند (شکل ۶) [۳].

5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
5.0	5.0	5.0	9.0	5.0	5.0
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

رستر خروجی با فیلتر پایین‌گذر
رستر ورودی دارای داده‌ی پرت
Input with anomaly

رستر خروجی با استفاده از گزینه‌ی low option of filter

شکل ۶- عملکرد فیلتر پایین‌گذر [۳]

Fig 6. Low pass filter performance

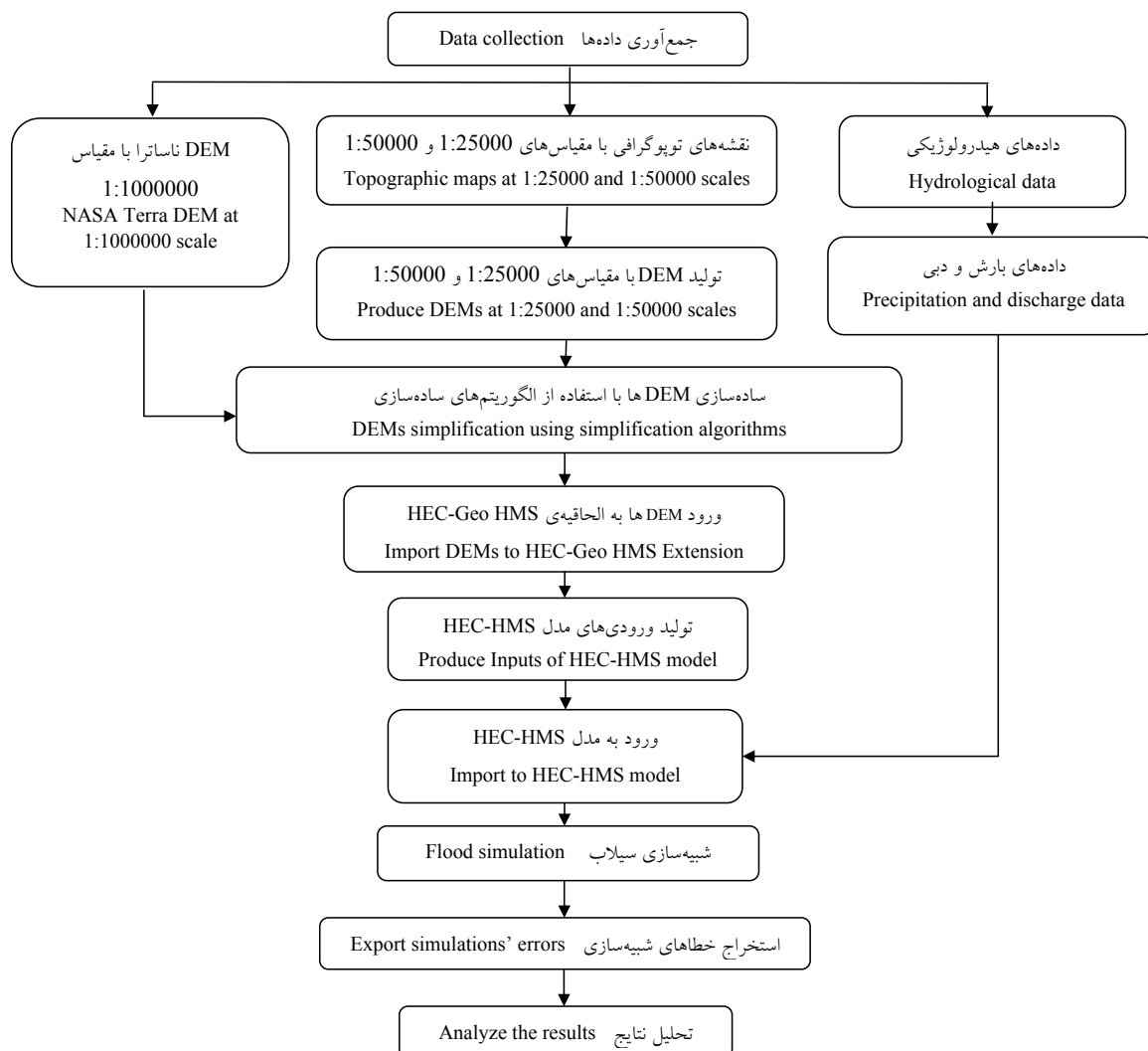
در این تحقیق از تابع آماری میانگین برای تعیین ساده‌سازی ساختار داده‌های مکانی، استفاده شده‌است [۳]. میانگین: رستر خروجی را بصورت ارقام اعشاری تولید می‌کند. این ابزار امکان وزن‌دهی همسایه‌ها را نیز دارا می‌باشد. هم‌چنین از همسایه‌های مستطیلی شکل برای محاسبات موضعی، استفاده شده‌است. همسایه‌های مستطیلی شکل با طول و عرضی که معادل تعداد سلول‌ها یا واحدهای نقشه‌هاست تعریف می‌شوند. فقط

1. Low Pass

جدول ۲- مشخصات معیارهای تحلیل نتایج

Table 2. Characteristics of the criteria to evaluate the results

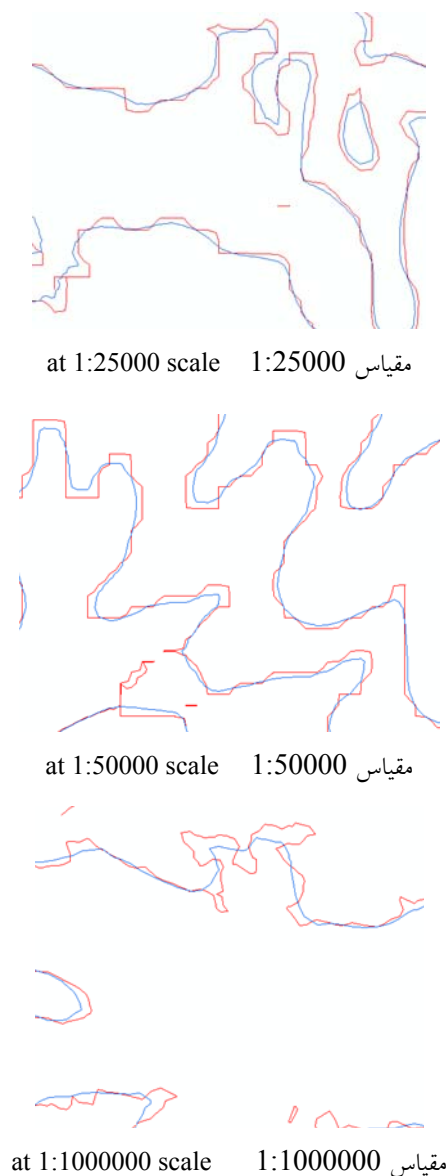
پارامتر پایش شونده Monitoring parameter	نحوه محاسبه Formulate	معیار Criteria
دبی اوج Peak discharge	$z = 100 \times \left \frac{Q_o - Q_s}{Q_o} \right $	تابع درصد خطای دبی اوج Percent Error in Peak Flow function (PEPF)
حجم دبی Volume discharge	$z = 100 \times \left \frac{V_o - V_s}{V_o} \right $	تابع درصد خطای حجمی Percent Error in Volume function (PEV)
مقادیر دبی Discharge values	$z = \frac{\sum_{i=1}^{NQ} q_o(i) - q_s(i) }{N}$	تابع میانگین قدرمطلق خطا Mean Absolute Error function (Mean Abs Error)
مقادیر دبی Discharge values	$R. M. S. E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - Q_{si})^2}{n}}$	تابع انحراف معیار وزنی دبی اوج RMS Error
مقادیر دبی Discharge values	$C_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{oi})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{oi} - Q_o)^2}$	تابع خطای نش- ساتکلیف Nash- Sutcliffe Error function



شکل ۸- روندنمای تحقیق

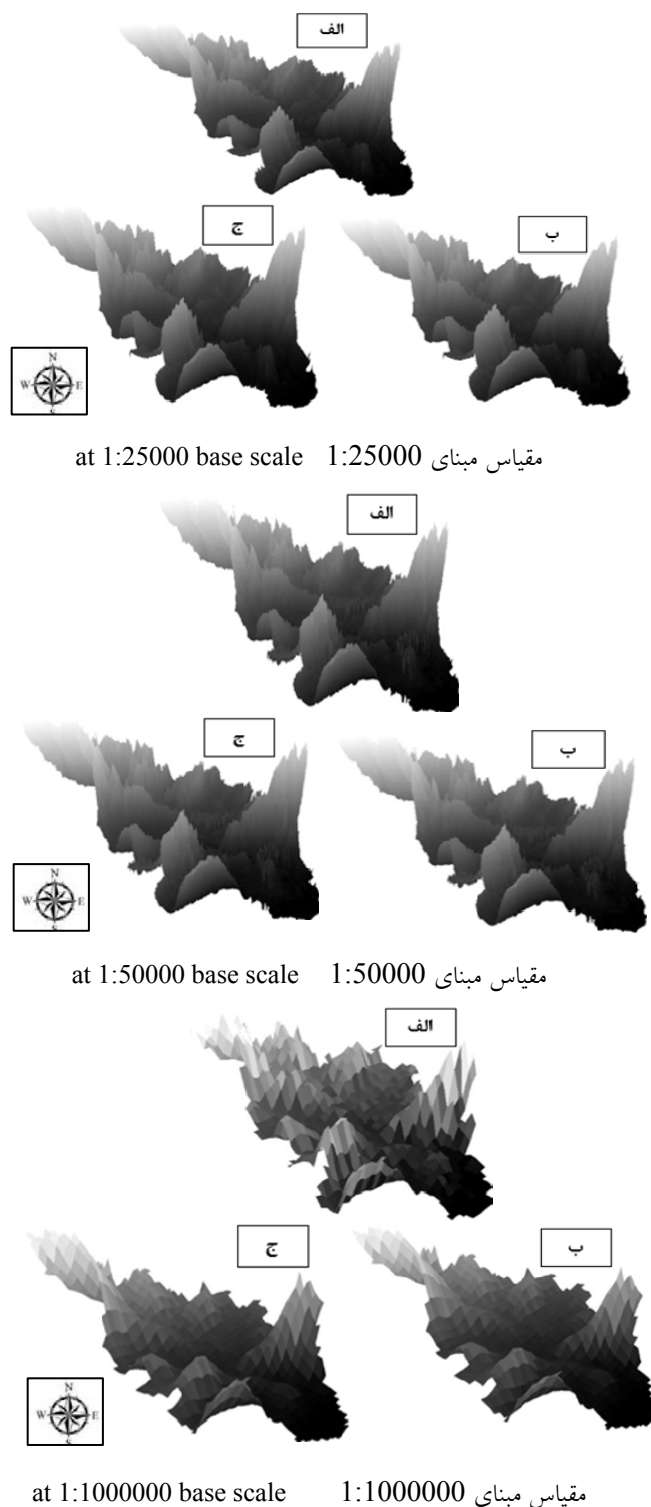
Fig 8. Flowchart of the research

برای درک بهتر چگونگی عملکرد الگوریتم‌های ساده‌سازی ساختار داده‌های مکانی، شکلهایی از خطوط تراز مستخرج از مدل‌های رقومی ارتفاع، قبل و پس از اجرای الگوریتم‌های مذکور تهیه شده‌اند (شکل ۱۰). همچنین به منظور قیاس بصری مدل‌های رقومی ارتفاع در حین اجرای الگوریتم‌های چندمقیاسی، تصاویر سه‌بعدی آن‌ها در زیر ارائه شده‌اند (شکل ۱۱).



شکل ۱۰- اثر الگوریتم‌های چندمقیاسی در ساده‌سازی داده‌های ارتفاعی (خطوط قرمز: قبل از ساده‌سازی و خطوط آبی: پس از ساده‌سازی)

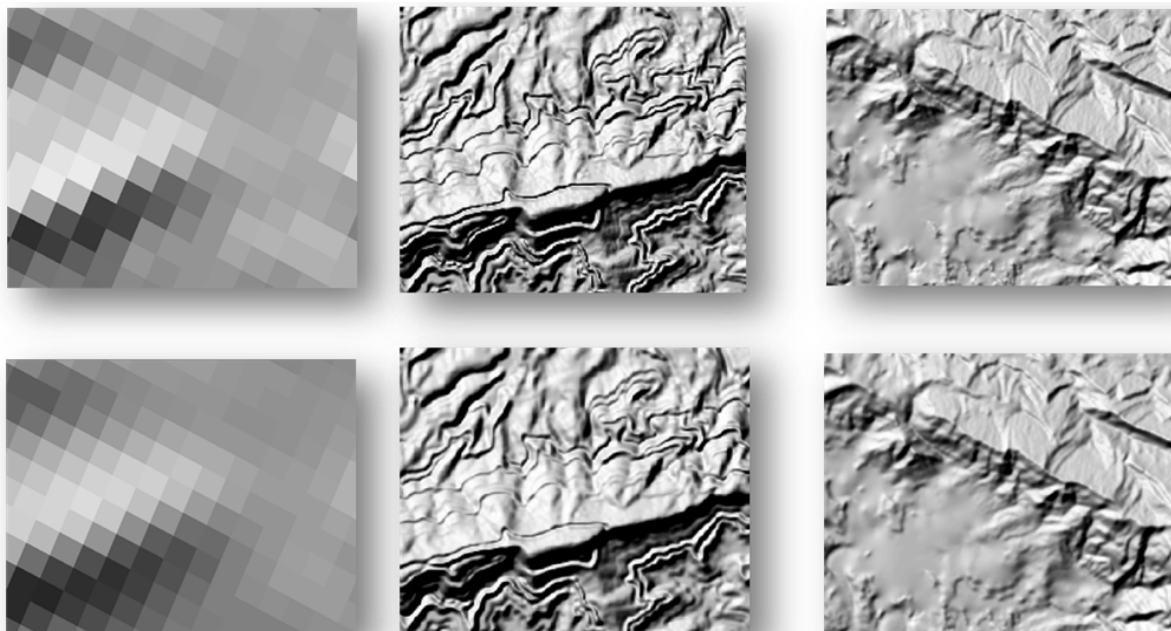
Fig 10. Effect of simplifying multi-scale algorithms on the elevation values (red lines: before simplification and blue lines: after simplification)



الف- قبل ساده‌سازی ب- فیلتر پایین‌گذر ج- میانگین ساده
a) Before simplification b) low pass filter c) simple average

شکل ۹- اثر اجرای الگوریتم‌های چندمقیاسی روی مدل‌های رقومی ارتفاع با مقیاس‌های مختلف

Fig 9. Effect of multi-scale algorithms on digital elevation models at different scales



at 1:1000000 مقیاس 1:1000000 at 1:50000 scale مقیاس 1:50000 at 1:25000 scale مقیاس 1:25000 scale

شکل ۱۱: تصویر سایه-روشن بخش‌هایی از مدل‌های رقومی ارتفاع (شکل‌های ردیف اول: قبل از ساده‌سازی و شکل‌های ردیف دوم: پس از ساده‌سازی که متناظر با مقیاس‌های مختلف‌اند).

Fig11. Hill shade picture of some parts of digital elevation models (first row: before simplification and second row: after simplification that regards to different scales)

جدول ۳- مقایسه‌ی نتایج معیارهای ارزیابی در شبیه‌سازی سیلاب

Table 3. Comparison of the results of evaluation criteria in flood simulation

مقیاس مبنا Base scale	روش ساده‌سازی Simplification method	RMS (m ³ /s)	Mean Abs (m ³ /s)	Nash-Sutcliffe	PEPF	PEV
1:25000	Before simplification قبل از ساده‌سازی	53.1	30.1	0.937	8.197	5.655
1:25000	Simple average میانگین ساده	53.3	30.5	0.936	7.782	6.030
1:25000	Low pass filter فیلتر پایین‌گذر	53.4	30.5	0.936	7.803	6.077
1:50000	Before simplification قبل از ساده‌سازی	85.1	39.3	0.837	42.352	25.992
1:50000	Simple average میانگین ساده	125.6	52.3	0.644	59.585	43.820
1:50000	Low pass filter فیلتر پایین‌گذر	126	52.6	0.642	59.461	43.680
1:1000000	Before simplification قبل از ساده‌سازی	117.3	62.5	0.69	31.658	42.996
1:1000000	Simple average میانگین ساده	117	61.2	0/692	22.290	24.647
1:1000000	Low pass filter فیلتر پایین‌گذر	117	61/2	0/692	22/290	24/647

سیلاب، از معیارهای مختلفی استفاده شد که در این قسمت، معیارهای ارزیابی در هر مقیاس به تفکیک مقایسه‌شده‌اند (جدول ۳). بدینوسیله، اثر الگوریتم‌های ساده‌سازی در شبیه‌سازی سیلاب با ساده‌سازی ساختاری و کاهش حجم داده‌های مکانی نسبت به مدل

پس از اجرای الگوریتم‌های میانگین ساده و فیلتر میانگین توسط ابزارهای محاسبه‌ی آماری موضعی و فیلتر در نرم‌افزار ArcMap، نسخه‌ی ۱۰/۲، مقادیر منتج از شبیه‌سازی سیلاب حاصل شدند. سپس برای مقایسه‌ی عملکرد الگوریتم‌های چندمقیاسی در شبیه‌سازی

رقومی اولیه پایش گشته است که در آن از معیارهای معرفی شده در جدول ۲ استفاده شده است.

بحث و نتیجه گیری

استاuffer^۱ و همکارانش [۲۴]، عقیده دارند که در فرآیند تعمیم، هر نوع ویرایش جزئیات اطلاعات مکانی می تواند رخ دهد که عبارت اند از کاهش جزئیات هندسی، طبقه بندی اطلاعات توصیفی و اغراق. هدف از تعمیم را می توان شامل موضوعیت داده ها، پیچیدگی داده ها و کاهش مقیاس دانست. روش های مختلفی برای تعمیم داده های رستری وجود دارند که شامل فیلتر مکانی، باز نمونه گیری، درون یابی و روش های اکتشافی هستند. تعمیم لایه های رستری سبب دو نوع تغییر مقیاس می شود، یک نوع آن، تغییر مشخص در مقیاس است (مثلاً، باز نمونه گیری و درون یابی) و نوع دیگر، تغییر تلویحی مقیاس (مثلاً، فیلتر کردن و روش های اکتشافی). به نظر استاuffer و همکارانش، تغییرات تلویحی قدرت تفکیک، در اندازه ی سلول رسوخ نمی کنند و سلول هایی با مقادیر x و y اولیه را تولید می کنند، با کاهش جزئیات ارتفاعی، اثرات ساده سازی را نمودار می سازند [۲۴].

لی [۱۴]، دیدگاه کاملاً متفاوتی را نسبت به استاuffer و همکارانش [۲۴] ابراز می کند. وی بر این باور است که الگوریتم های ساده سازی در مفهوم تعمیم نمی گنجند. در واقع، زمانی که از الگوریتم های ساده سازی استفاده می شود، نباید انتظار هیچ گونه تغییر مقیاسی را داشت. اساساً، الگوریتم های ساده سازی با حفظ عوارض مهم و حذف عوارض کم اهمیت، هدف شبیه ترین تقریب را نسبت به داده های مکانی با مقیاس اولیه، دنبال می کنند. وی اظهار می کند که تعمیم ناشی از مقیاس، نوعی هموار سازی محسوب می شود که در آن اثر هموار سازی از طریق دخالت مقیاس داده های ورودی و خروجی، محاسبه می گردد [۱۶].

ژو و دانگ^۲ [۲۷]، برخلاف اظهارات لی، بیان داشته اند که یکی از مهم ترین راه های باز سازی چند مقیاسی مدل های رقومی ارتفاع، همین الگوریتم های ساده سازی می باشند که در این میان به برخی روش های تعمیم گر موضعی (مثلاً، نقاط بسیار مهم، باز نمونه گیری داده ها و روش اختلاف ارتفاع) و یا سراسری (نظیر روش اسکلت بندی، روش سلسله مراتبی و روش اکتشافی) اشاره می کنند [۲۷].

هم چنین وی و ژائو^۳ [۲۵]، از منظری دیگر به الگوریتم های ساده سازی نگریسته اند. آن ها موافق کارکرد کاهش حجم داده های مکانی توسط الگوریتم های ساده سازی نظیر روش های نمونه گیری و فیلتر کردن، پالایش، بعد فراکتال سطح و بی نظمی محلی هستند. هم چنین، بیشترین اثر این الگوریتم ها را در ارائه ی سریع و آسان داده های مکانی در حوزه ی بصری دانسته اند [۲۵].

1. Stauffer
2. Zhu and Dong
3. Wei and Zhao

عاشورلو و همکاران [۲] در تحقیق خود تغییرات پیکسل سائز DEM های ورودی را در استخراج پدیده ی خطی آبراهه بررسی نموده اند. آن ها با تغییر اندازه های پیکسل DEM های ورودی در نرم افزار ArcGIS و ارزیابی آبراهه ها به این نتیجه رسیدند که اندازه ی پیکسل های بیش تر از ۳۰ متر دارای الگوی هندسی متفاوتی نسبت به رودخانه ی اصلی می باشند. هم چنین، اندازه پیکسل های ۵ و ۱۰ متر، اندازه پیکسل های مناسب بوده اند و در سایر اندازه پیکسل ها خطای آبراهه ها از لحاظ طول، جابجایی و الگو افزایش یافته است [۲].

تحقیق الوانکار و همکاران [۱] نیز اثرات تغییر پیکسل سائز در شبیه سازی سیلاب را آشکار نموده است. آن ها با بررسی تأثیر توان تفکیک مکانی یک مدل هیدرولوژیک در شبیه سازی دبی اوج سیل به این نتیجه رسیدند که با افزایش اندازه ی سلول ها از ۳۰×۳۰ متر مربع به ۹۶۰×۹۶۰ متر مربع، دبی اوج سیلاب کاهش می یابد. میزان کاهش دبی اوج بستگی به توزیع مکانی عمق بارش و خصوصیات زمینی حوزه داشته است؛ به طوری که با افزایش یکنواختی بارش یا نفوذ پذیری در سطح حوزه، تغییرات دبی اوج سیلاب در اندازه سلول های مختلف کاهش یافته اند [۱].

عقنی و همکاران [۸] در تحقیق خود به معرفی روش استخراج شبکه ی زهکشی از DEM و ارزیابی اثر خطای DEM در استخراج این عوارض پرداختند. نتایج حاکی از کاهش شدید سلول های زهکش، حتی در DEM های با خطای کم تر بوده اند. این تحقیق بر دقت انتخاب DEM در استخراج شبکه ی زهکشی تأکید دارد و حساسیت زیاد نتایج را نسبت به تغییر DEM ها نشان می دهد [۸]. در پژوهش حاضر، اثر الگوریتم های ساده سازی ساختار عوارض مکانی میانگین ساده و فیلتر پایین گذر در تقریب بهینه ی شبیه سازی سیلاب در سه مقیاس مبنای ۱:۲۵۰۰۰، ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ پایش شده است. الگوریتم های ساده سازی ساختار عوارض مکانی که در این تحقیق استفاده شده اند، ساختار ریاضیاتی یکسانی دارند؛ الگوریتم میانگین ساده، با همسایگی ۳×۳، به میانگین گیری می پردازد و عدد حاصل را به سلول مرکزی پنجره ی محاسباتی انتساب می دهد (شکل ۷). الگوریتم فیلتر پایین گذر نیز دقیقاً همین عملیات ریاضیاتی را اعمال می کند. اما، ابزار محاسبه ی هر یک از الگوریتم های مذکور در نرم افزار ArcMap، نسخه ی ۱۰/۲ متفاوت می باشد. با این که هر دو ابزار در شاخه ی تحلیل گر مکانی این نرم افزار و بخش محاسبات همسایگی قرار دارند، اما، بواسطه ی ابزار مجزایی اعمال می شوند. ابزار فیلتر پایین گذر برخلاف ابزار میانگین ساده، فاقد امکانات تغییر پنجره ی محاسباتی است. در این پژوهش به منظور تکرار و پایش فرآیند، از هر دو الگوریتم با اندازه ی پنجره ی محاسباتی یکسان (۳×۳ سلول) استفاده شده است و از این طریق، عملکرد این قبیل الگوریتم ها در شبیه سازی سیلاب ارزیابی شده است.

نتایج گواه تشابه بیش تر الگوریتم های مذکور در مقیاس های ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ می باشند، در صورتی که در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ نتایج نامتشابه تری را بدست داده اند (جدول ۳). بنابراین،

Geographical Information Science. 27(7): 1329-1348.

6. Douglas, D. H. and Peucker, T. K. 1973. Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. 10(2): 112-122.

7. Eckert, M. 1908. On the nature of maps and map logic. *Bulletin of the American Geographical Society*. 40(6): 344-351.

8. Effati, M. Delavar, M. R. and Akbari, V. 2008. Extracting the drainage System from DEM and Effects of DEMs Errors' on Hydrological Features. *Geomatic Conference*. Tehran. National Cartographic Center of Iran. (In Persian)

9. Fei, L. and He, J. 2009. A three-dimensional Douglas-Peucker algorithm and its application to automated generalization of DEMs. *International Journal of Geographical Information Science*. 23(6): 703-718.

10. Glander, T. and Döllner, J. 2009. Abstract representations for interactive visualization of virtual 3D city models. *Computers, Environment and Urban Systems*. 33(5): 375-387.

11. Goodchild, M. F. and Quattrochi, D. A. 1996. Scale, Multi-Scaling, Remote Sensing, and GIS. In: Quattrochi D A and Goodchild M F (Eds.), *Scale in remote sensing and GIS*. CRC Press, United States of America. Pp. 1-12.

12. Kraak, M- J. 2008. Exploratory Visualization. In: Shekhar S and Xiong H (Eds.), *Encyclopedia of GIS*. Springer Science & Business Media, New York. Pp. 301-307.

13. Lee, D. and Hardy, P. 2005. Automating Generalization-Tools and Models. 22nd ICA Conference Proceedings. A Coruña. Spain.

14. Li, Z. 2007. Algorithmic Foundation of Spatial Multi-Scale Representation. Taylor & Francis Group, LLC, 280 p.

15. Li, Z. 2007. Essential Operations and Algorithms for Geometric Transformations. *Proceedings of XXIII International Cartographic Conference*. Moscow. Russia.

16. Li, Z. 2007. Digital map generalization at the age of enlightenment: a review of the first forty years. *The Cartographic Journal*. 44(1): 80-93.

17. Li, Z. 2008. Multi-scale modelling and representation of geospatial data. In: Li Z Chen J and Baltsavias E (Eds.), *Advances in photogrammetry, remote sensing and spatial*

در استفاده از چنین الگوریتم‌هایی، توجه به مقیاس نقشه از اهمیت بسیاری برخوردار است. زیرا عملکرد این الگوریتم‌ها در مقیاس‌های مختلف، متفاوت خواهد بود. در واقع، ساختار نهانی این الگوریتم‌های چندمقیاسی به گونه‌ای است که امکان اولویت‌بندی مناسب عوارض مکانی را برای حفظ یا حذف آن‌ها در خروجی برای مقیاس‌های خاصی دارا می‌باشند و از این باب است که پیشنهاد می‌شود، دقت در انتخاب الگوریتم مناسب داده‌های مکانی با مقیاس مشخص، از الزامات تحلیل‌های چندمقیاسی قرارگیرد. هم‌چنین کارکرد نامناسب این الگوریتم‌ها در تحلیل هیدروگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ و بالعکس، یعنی تقارب بهتر آن‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، نشان از فقدان روند ترتیب مقیاسی در تحلیل چندمقیاسی دارد. در واقع، نمی‌توان پنداشت که با کاهش مقیاس داده‌های مکانی، دقت تحلیل پدیده‌ی خطی نیز کاهش می‌یابد. در انتها نیز توصیه می‌گردد که در شبیه‌سازی پدیده‌ی سیلاب در حوزه‌ی آبخیز جاماش از الگوریتم‌های ساده‌سازی فیلتر پایین‌گذر و میانگین ساده برای DEM با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شود؛ از کاربرد این الگوریتم‌ها در ساده‌سازی DEM با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ پرهیز شود و بر پیش‌فرض روند سلسله‌مراتبی در دقت بالاتر ناشی از DEM‌های بزرگ‌مقیاس‌تر، کم‌تر تکیه شود. زیرا با توجه به نتایج این تحقیق DEM با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نسبت به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از دقت شبیه‌سازی بالاتری در استفاده از الگوریتم‌های ساده‌سازی برخوردار بوده است. لازم به ذکر است که مبنای ارزیابی دقت در این الگوریتم‌ها در این تحقیق، مقایسه‌ی معیارهای ارزیابی محاسباتی تحلیل سیلاب حاصل از DEM‌ها، پیش و پس از ساده‌سازی بوده است.

منابع

1. Alvankar, S. R. Saghaian, B. and Sedghi, H. 2006. Effect of Pixel Size of a Hydrologic Model on Simulation of Flood Peak. *Journal of Agricultural Sciences*. 12(2), 329-345. (In Persian)

2. Ashourlou, D. Matkan, A. A. Kazemi, A. Hosseini, A. Azadbakht, M. Hajeb, M. and Gholampour, A. 2009. Determination of Suitable Pixel Size for Extracting Physiographic Parameter on Iran Maps with Scale of 1:25000. *Iranian Journal of Geology*. 8(2), 47-54. (In Persian)

3. ArcGIS Desktop Help. 2013. Esri.

4. Buttenfield, B. P. 1991. A rule for describing line feature geometry. In: Buttenfield B P and McMaster R B (Eds.), *Map Generalization: Making rules for knowledge representation*, Longman Scientific & Technical, New York. Pp. 150-239.

5. Chen, Y. and Zhou, Q. 2013. A scale-adaptive DEM for multi-scale terrain analysis. *International Journal of*

24. Stauffer, A. J. Bittenfield, B. P. and Stanislawski, L. V. 2012. Effects of Iterative Spatial Filtering on DEM Data Structure. Proceedings - AutoCarto 2012, Columbus. Ohio. USA.
25. Wei, D. and Zhao, Y. 2009. Edge Contraction Simplification Based on DEM Terrain. Computational Intelligence and Software Engineering, International Conference on IEEE. Pp. 1-4.
26. Wright, J. K. 1942. Map makers are human comments on the subjective in maps. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. 14(1): 8-25.
27. Zhu, D. and Dong, Y. 2013. Terrain simplification from grid DEMs based on spatial autocorrelation. *Geoinformatics, 21st International Conference on IEEE*. Pp. 1-5.
28. Zhou, Q. 2012. Selective omission of road networks in multi-scale representation. Ph.D. Dissertation. Department of land surveying & Geo-informatics. The Hong Kong Polytechnic University, 142 pages.
- information sciences. *ISPRS congress book, CRC Press*. Pp: 265-278.
18. Li, Z. and Openshaw, S. 1993. A natural principle for the objective generalization of digital maps. *Cartography and Geographic Information Systems*. 20(1): 19-29.
19. Li, Z. and Wong, M. 2008. Animating basic operations for digital map generalization with morphing techniques. *Proceedings of the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science (Part B2)*. Beijing. Pp. 637-642.
20. Li, Z. Zhu, C. and Gold, C. 2010. Digital terrain modeling: principles and methodology. CRC press, Washington, D.C., 318p.
21. Lonergan, M. and Jones, C. B. 2001. An iterative displacement method for conflict resolution in map generalization. *Algorithmica*. 30(2): 287-301.
22. McMaster, R. B. and Shea, K. S. 1992. Generalization in digital cartography. *Association of American Geographers, Washington, D.C.*, 134p.
23. Scharfe, W. 1986. Max Eckert's Kartenwissenschaft-the turning point in German cartography. *Imago Mundi*. 38(1): 61-66.

*Abstract***Efficiency Evaluation of Multi-Scale Algorithms and Simplifying Structure of Spatial Data in Linear Features analysis (Case Study: Hydrographic Network)**A. Holisaz¹ and E. Ghaderi²

Received: 2016/12/09 Accepted : 2018/03/11

Natural phenomena could be recognized through the selection and then produce the appropriate scale. The critical subject in this way that have been less studied in Iran is identifying the multi-scale algorithms and distinguish them from simplification algorithms. In this research, operation of each multi-scale algorithms at certain scales has supposed, then implementation of structural simplifying algorithms- low pass filter and simple average- have evaluated in order to identify the flood process using three Digital Elevation Models at 1:25000, 1:50000, and 1:1000000 scales in ArcMap software and HEC-HMS model. Results demonstrated that different approaches of map production make different results as the generalization and the best approximation of spatial data. Comparing the result of flood simulation proved sensitivity of such algorithms with respect to scale of basic map. It has been specified that the effect of generalization algorithms does not necessarily conform the hierarchical structure of scale of input data. Finally, we suggested to investigate the flood phenomena of Jamash watershed, we should use low pass filter and simple average algorithms to simplify DEMs at 1:25000 and 1:1000000 scales but using these algorithms at 1:50000 scale has have not suggested.

Keywords: *GIS, Multi-Scale, DEM, Algorithm, Structure simplification.*

1. Assistant Professor of Hormozgan University, Corresponding Author, Email: Holisaz@hormozgan.ac.ir

2. Graduated of Master of Science in GIS and RS, Hormozgan University.