نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال سیزدهم- شماره ۴۵- تابستان ۱۳۹۸

Vol. 13, No. 45, Summer 2019

اثر قدرت تفکیک مکانی مدل رقومی ارتفاعی (DEM) بر شناسایی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه(مطالعه موردی حوزه آبخیز شهر چای)

بهزاد حصاری [۱]، امید بنابی [۲] و عیسی جهانگیر [۳]

تاریخ دریافت ۱۳۹۶/۵/۲۰تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۹

چکیده

با توسعه و پیشرفت امکانات و ابزار سسیتم‌های اطلاعات جغرافیایی در سال‌های اخیر، مدل‌سازی و شبیه‌سازی نیز به‌تبع آن گسترش‌یافته است. دسترسی به نقشه‌های پایه و دقیق، اساس تعیین اندازه سلولی و تهیه مدل رقومی هیدرولوژیک حوضه می‌باشد. رفع خطاها و به حداقل رسانی عوامل نااطمینانی مدل رقومی ارتفاع نقش اساسی را در این میان بازی می‌کند. هدف از مطالعه حاضر تهیه و تولید لایه‌های GIS برای حوضه رودخانه شهرچای واقع در استان آذربایجان غربی از روی نقشه‌های پایه و استاندارد قابل‌دسترس کشور و تعیین دقت آن‌ها است. در این تحقیق پارامترهای فیزیوگرافی حوزه آبخیز شهرچای و هم‌چنین برخی نمودارهای هیپسومتری، برای حوضه در محیط GIS برآورد و رسم شد. نتایج نشان داد که با افزایش اندازه سلولی، متوسط، حداکثر و انحراف معیار شیب کاسته شده است. مقادیر حداکثر شیب به‌شدت متأثر از اندازه سلولی می‌باشند. ولی متوسط و انحراف معیار تغییر چندانی را نشان ندادند. برای محاسبه شیب، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اندازه سلولی۱۵ متر و در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، اندازه سلولی۴۰ متر و در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، اندازه سلولی۹۰ متر مناسب تشخیص داده شد. با محاسبه شیب متوسط واقعی پروفیل رودخانه و مقایسه آن با شیب‌های حاصل از هراندازه سلولی و هر مقیاس، این نتیجه حاصل شد که برای رسم پروفیل طولی رودخانه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اندازه سلولی ۱۵ متر مناسب می‌باشد. درصد خطای گودال‌ها و چاله‌ها در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تا اندازه سلولی ۱۵ متر، با شیب کم و از ۱۵ متر به بعد با شیب بیشتری افزایش‌یافته است.

کلید واژه‌ها: *مدل رقومی ارتفاعی، اندازه سلولی، پروفیل، شیب حوضه، سیستم اطلاعات جغرافیایی.*

مقدمه

دبانی و کوئیمپو[۲][۵] و لی و همکاران[۳][۱۶] اذعان کرده‌اند که حوزه آبخیز و شبکه‌های زهکشی و پارامترهای فیزیوگرافی آن، پایه و اساس بسیاری از تحلیل‌های هیدرولوژیکی را تشکیل می‌دهند و برآورد پارامترهای هواشناسی و مورفومتری حوضه‌های آبریز، نقش مهمی در بهینه کردن هزینه ساخت سدها و هم‌چنین بهره‌برداری بهینه از سدها دارند که تابع عوامل فیزیوگرافیک حوضه‌ها می‌باشند. ازآنجاکه حوضه‌های آبریز، واحدهای هیدرولوژیکی هر ناحیه را می‌سازند، مطالعه و بررسی آن‌ها در هر ناحیه، اطلاعات هیدرولوژیک آن ناحیه را ارائه می‌نماید. در روش‌های سنتی، تعیین خصوصیات حوزه آبخیز، به‌طور دستی و با استفاده از منحنی‌های میزان نقشه توپوگرافی انجام می‌گرفت. امروزه با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف، این کار به‌راحتی و با درصد خطای کم‌تری صورت می‌گیرد. پارامترهای فیزیکی ازجمله جهت جریان، شیب متوسط حوضه، جریان تجمعی، مساحت، محیط، ارتفاع، شیب، طول آبراهه‌ها، شبکه رودخانه‌ها و شکل حوضه روش مناسبی برای شناخت و مطالعه حوزه آبخیز است. جنسن[۴] [۱۵] خصوصیات فیزیکی را ازجمله عواملی می‌داند که در ضریب رواناب، مدت، مقدار دبی سیلاب‌ها و بیلان آبی حوضه اثر مستقیم دارند. امروزه علوم مختلف زمینی با توجه به نیازهای روزافزون بشری و کاهش منابع، نیاز به ارزیابی بهینه و طرح‌ریزی‌های سریع دارند. توانایی نگهداری حجم عظیم اطلاعات و تجزیه‌وتحلیل این حجم اطلاعات به‌طور یکجا و باهم، بهنگام سازی، دقت و سرعت‌بالای عمل از دلایل مهم برای استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در علوم مختلف است. بسیاری از تحلیل‌های هیدرولوژیک و مورفومتری با استفاده از انواع نرم‌افزار قابل انجام است. در نرم‌افزارهای موسسه ایزری[۵][۷]، این تحلیل‌ها با

۱- نویسنده مسئول و استادیار گروه مهندسی آب،دانشکده کشاورزی و پژوهشکده دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه. پست الکترونیک: b.hessari@urmia.ac.ir
۲-کارشناس ارشد مهندسی آب، اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان غربی، ارومیه
۳- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

2. Debany. and Quimpo
3. Li et al.
4. Jenson
5. Esri

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از توابعی نظیر توپوگرافی، درون‌یابی، انتشار، شبکه، جریان، قابلیت دید و غیره صورت می‌گیرد.

رنگزن و همکاران [۱۹] خصوصیات فیزیوگرافی و آورد سالانه حوزه آبخیز رودخانه شوراندیکا واقع در سلسله جبال زاگرس از توابع شهرستان مسجدسلیمان را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، تعیین کردند. در این تحقیق شامل خصوصیات هندسی حوضه با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه و گرادیان‌های بارش، درجه حرارت و تبخیر و برآورد میزان آبدهی سالانه حوضه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام و نتایج به‌صورت گرافیکی نمایش داده شد است. ازل دمیر و بیرد[1] [۱۸] یک ارزیابی بین پارامترهای مورفومتریک (شکل ظاهری) شبکه‌های زهکشی، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، و مدل ارتفاع رقومی برای حوزه آبخیز رودخانه هاوران که در غرب ناحیه بیلیکیسیر ترکیه قرارگرفته است، انجام دادند. داده‌های مدل رقومی ارتفاع، شبکه‌های زهکشی و محدوده حوضه را با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS محاسبه نموده و سپس پارامترهای مورفومتریک را با استفاده از هر دو روش محاسبه و با یکدیگر مقایسه نمودند. در یک مطالعه قرمزچشمه و همکاران [۹] تأثیر اندازه شبکه سلولی در استخراج پارامترهای هیدرولوژیک از مدل رقومی ارتفاعی زمین را موردبررسی قراردادند و گزارش کردند میزان دقت DEM در اندازه سلولی در برآوردهای بعدی مبتنی برDEM شامل جهت جریان و تحلیل سلول‌های بالادست هر سلول درگرو دقت و انتخاب مراحل انجام این بخش است. حصاری و همکاران [۱۲] با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌های هم‌جریان در آذربایجان غربی را تهیه کردند که لازمه ورود به مباحث هم جریان تهیه مدل رقومی هیدرولوژیک است. طباطبایی و قدوسی [۲۱] با استفاده از روش جدید ترکیب نرم‌افزار ArcView و زبان برنامه‌نویسی شی‌گرا Avenue سرشاخه‌های آبراهه‌های حاصل از نقشه‌های توپوگرافی زیرحوزه آبخیز امامه را استخراج کردند. الوانکار و همکاران [۲] با کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در مطالعات منابع آب، مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی حوزه آبخیز سد لتیان را بررسی کردند و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی آن را تهیه و پارامترهای فیزیوگرافی حوضه را به‌طور دقیق محاسبه و به کمک DEM ایجادشده و میانگین بلندمدت بارندگی و دما در ایستگاه‌های هواشناسی و برقراری رابطه بین دما- ارتفاع و بارندگی- ارتفاع، مدل رقومی بارندگی، و مدل رقومی دمایی را تهیه و متعاقباً منحنی‌های هم- باران و هم- دمای حوزه آبخیز را استخراج کردند. عفتی و همکاران [۶] روش استخراج حوزه آبخیز و زهکش‌ها را با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و مدل رقومی ارتفاع زمین معرفی کردند. نتایج نشان داد که دقت حوضه‌های استخراج‌شده تابع دقت مدل رقومی ارتفاعی و اندازه سلولی آن است. نتایج تحقیقات انجام‌شده در این زمینه نشان می‌دهد که روش سلولی و ابزار نوین سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در بهبود دقت و سرعت مطالعات فیزیوگرافیک حوضه‌ها تأثیر به‌سزایی داشته است. حصاری و همکاران [۱۱] ذکر کرده‌اند که طبق استاندارد، دامنه مناسب اندازه سلولی مدل رقومی ارتفاعی خام، ۰/۵-۰/۲ میلی‌متر در مقیاس نقشه پایه است. بااینکه اندازه سلولی و قدرت تفکیک مکانی DEM موضوع تحقیقات زیادی مثل نادی و همکاران [۱۷]، ردی‌ها[2] [۲۰]، وو[3] و همکاران [۲۳] و [۲۴] بوده است ولی عمده این تحقیق‌ها بر کاربرد آن و اثرات آن بر سایر مدل‌ها بررسی‌شده است. در این تحقیق، هدف، تحلیلی براثر نقشه‌های پایه بر قدرت تفکیک مکانی و انتخاب اندازه سلولی بهینه برای مدل رقومی ارتفاعی هیدرولوژیک و به‌دست آوردن و تولید لایه‌های GIS برای حوضه شهرچای ارومیه که از دامنه ارتفاعی خوبی برخوردار است، می‌باشد. این لایه‌ها شامل مرز حوضه، شبکه‌های رودخانه اصلی، مدل ارتفاعات رقومی و توسعه داده‌های مکانی برای هر زیر حوضه است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و نحوه دسترسی به منطقه

حوزه آبخیز شهرچای در بخش‌های مرکزی و سیلوانای شهرستان ارومیه واقع شده است. این رودخانه از کوه‌های زرینه با ارتفاع ۳۱۰۰، کمال با ارتفاع ۳۳۸۶ متر و زریناتابوتان با ارتفاع ۳۳۶۹ متر، واقع در ۴۴ کیلومتری جنوب غربی شهر ارومیه سرچشمه گرفته و بعد از طی مسافتی حدود ۷۰ کیلومتر وارد دریاچه ارومیه می‌شود. مساحت حوزه آبخیز کل رودخانه شهرچای ۶۳۶ کیلومترمربع و محیط آن ۱۷۰ کیلومتر می‌باشد. طول شاخه اصلی آن ۷۳ کیلومتر و ضریب کشیدگی آن ۱/۷۲ است.

خصوصیات هندسی یا خصوصیات فیزیکی به مجموعه عوامل فیزیکی گفته می‌شود که مقادیر آن‌ها برای هر حوضه نسبتاً ثابت است و نشان‌دهنده وضع ظاهری حوضه است. این عوامل از این جهت حائز اهمیت هستند که بین آن‌ها و رواناب حوضه رابطه وجود دارد و در مورد حوضه‌هایی که در آن‌ها داده‌های اندازه‌گیری دبی وجود ندارد، می‌توان از این روابط استفاده کرده و مقدار رواناب یا شدت سیلاب‌ها را تخمین زد [۱]. خصوصیات فیزیوگرافی و هندسی حوزه آبخیز عبارت‌اند از: مساحت حوضه، محیط حوضه، طول آبراهه اصلی، شکل حوضه، عرض متوسط حوضه، شیب حوضه، ارتفاع متوسط حوضه، پستی‌وبلندی (نمودارهای آلتی‌متری و هیپسومتری حوضه)، عرض مستطیل معادل و زمان تمرکز.

اندازه سلولی و اثر آن بر خصوصیات فیزیوگرافی

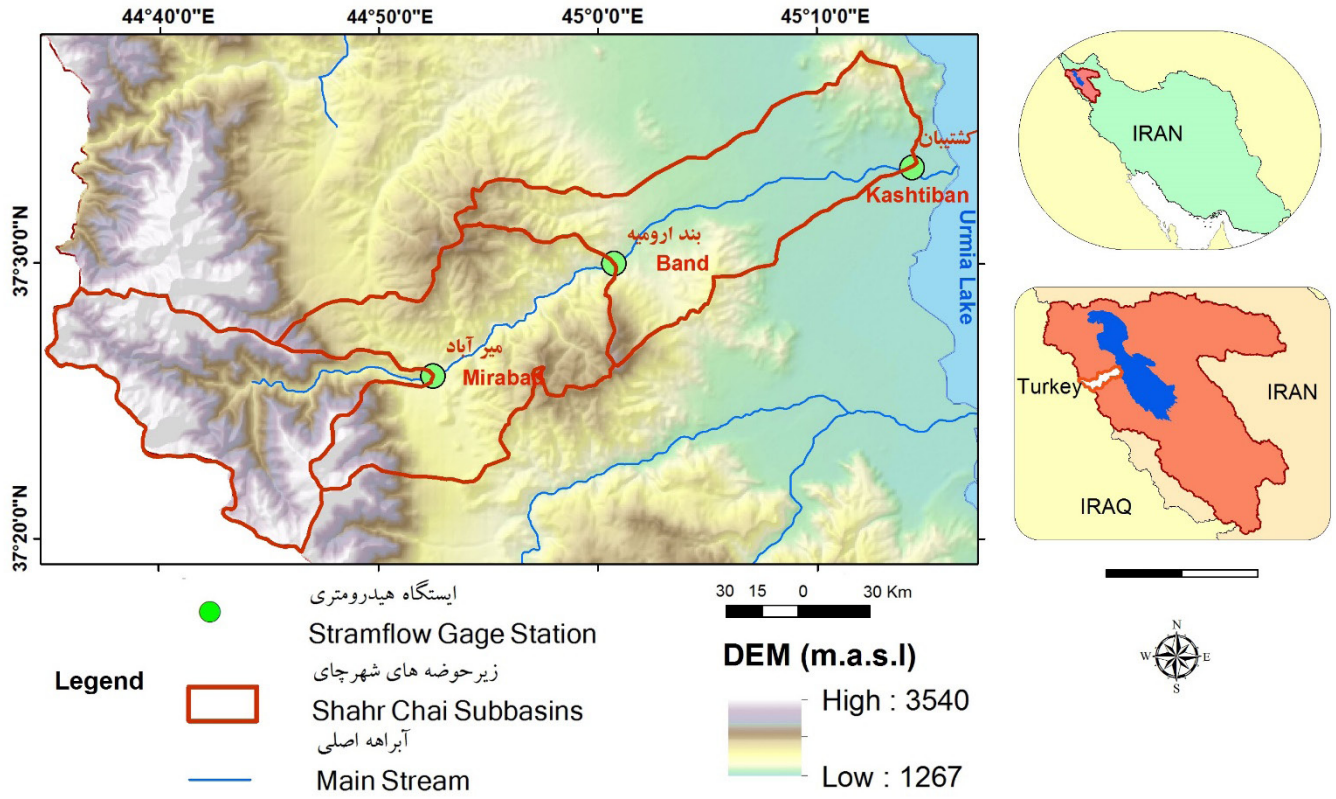
مطالعات فیزیوگرافی و مورفومتری حوزه‌های آبریز مبنای مطالعات هیدرولوژی را تشکیل می‌دهد. امروزه این مطالعات با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف ازجمله GIS انجام می‌گیرد. برای

1. Ozdemir and Bird

2. Reddy, S. A. and Reddy, M. J

3. Wu et al.

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز شهرچای

Fig 1. Geographical Location of Shahar Chai Basin

استخراج برخی پارامترهای هیدروژئومورفولوژیک توسط GIS نیاز به استخراج مدل DEM[1] است. میزان دقت برآوردهای بعدی مبتنی بر DEM، وابسته به انتخاب اندازه سلولی مناسب برای مدل رقومی ارتفاع است. اندازه سلول‌های مختلف، مدل‌های DEM مختلفی را خواهند ساخت و به‌تبع آن پارامترهای استخراج‌شده از DEM، با یکدیگر مغایرت خواهند داشت. به‌عنوان‌مثال، گودال‌های رقومی[2] به دلایل مختلفی ازجمله اندازه سلولی ایجاد می‌گردند. وجود گودال‌های رقومی به‌عنوان یک معیاری از درصد مساحت خطا در DEM می‌باشد. هرچقدر این گودال‌ها کم‌تر باشد دقت DEM بیشتر خواهد بود. بنابراین اندازه سلولی می‌تواند در تعیین پارامترها تأثیر به‌سزایی داشته باشد. بنابراین اندازه سلولی بهینه بایست انتخاب شود تا پارامترهای هندسی حوضه از دقت بالایی برخوردار باشد.

معیارهای مقایسه

به‌طورکلی شبکه آبراهه‌های[3] نقشه‌های توپوگرافی در بعضی از موارد با ویژگی‌های خطوط تراز آن‌ها تطابق ندارند (به‌عنوان‌مثال آبراهه‌ها دقیقاً از خط‌القعرهای خطوط تراز، و مرز حوضه دقیقاً از روی خط‌الراس‌های خطوط کنتور عبور نمی‌نمایند). برای تولید اتوماتیک این پارامترها اعم از مرز حوضه و شبکه آبراهه‌ها عموماً از مدل رقومی ارتفاعی زمین استفاده می‌شود.

مدل ارتفاعی رقومی

مدل ارتفاعی رقومی مدلی است که در آن داده‌ها به شکل شبکه‌ای یا سلولی (رستری) ذخیره می‌گردند. و برای هر شبکه یا سلول ارتفاع خاصی اختصاص می‌یابد. مدل رقومی ارتفاعی متداول‌ترین روش ثبت رقومی شکل ارتفاع زمین و یک لایه اطلاعاتی پایه برای تعیین خصوصیات سطح زمین همچون شیب، وجه شیب، ارتفاع متوسط و نظایر آن‌ها می‌باشد. هرچه اطلاعات ورودی و داده‌های پایه دقیق‌تر باشد بسته به روش تهیه و ابعاد پیکسل مدل رقومی ارتفاع (DEM)، از دقت بیشتری برخوردار خواهد بود روش‌های مختلف و متنوعی از درون‌یابی و برازش سطح به خطوط تراز و ساخت DEM وجود دارد. خطاهائی مثل Sink و Peak که در داخل سلول‌های DEM خام وجود دارد باعث می‌شود آب به‌طور طبیعی به پائین‌دست جاری نشود. لذا در مقابل DEM خام DEM هیدرولوژیک وجود دارد [۶ و ۱۲]. جهت تهیه این مدل، به‌طورمعمول از روش‌های درون‌یابی استفاده می‌گردد که مدل خطی آن با استفاده از معادله زیر عمل می‌کند:

$$H = \left(h2 + \left(\frac{d2}{d1+d2}\right) \times (h1 - h2) \right) \qquad (۱)$$

1. Digital Elevation Model
2. SINK
3. Stream network

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن H برابر با ارتفاع سلول مجهول، h1 و h2 به ترتیب ارتفاع خطوط تراز بزرگ‌تر و کوچک‌تر، d1 و d2 به ترتیب فواصل سلول از خطوط تراز بزرگ‌تر و کوچک‌تر می‌باشد [۱۰]. خطاها در DEM شامل Sink و Peak می‌باشند.گودال یا Sink پیکسلی است که مقدار ارتفاعی کم‌تری نسبت به اطراف خود دارد و Peak برعکس است. ین خطاها به دلایل مختلف مانند فاصله زیاد خطوط تراز، روش‌های درون‌یابی و اندازه سلول ایجاد می‌گردند. معمولاً sink بیشتر در گردنه‌ها و آبراهه‌های با شیب طولی کم و شیب عرضی زیاد به وجود می‌آیند. در این حالت، روش‌های درون‌یابی قدرت شناخت دو خط تراز با ارتفاع متفاوت را نداشته، درون‌یابی بین خط تراز با ارتفاع یکسان انجام و باعث به وجود آمدن چاله یا سطوح صاف می‌شوند. چاله‌ها و سطوح صاف بیانگر خطای درون‌یابی می‌باشند و مساحت آن‌ها می‌تواند معیاری از درصد خطا در DEM باشد. در این تحقیق از نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با ۱۰ اندازه سلولی متفاوت برای ساخت و تولید مدل ارتفاعی رقومی استفاده شد. برای این مقیاس، ابعاد ۱۰ تا ۱۰۰ در نظر گرفته شد.

شیب

یک تعریف ساده از شیب به این صورت است که نسبت تغییرات ارتفاع در یک‌جهت مشخص (در جهت x و یا y) را شیب می‌گویند. شیب در محیط شبکه سلولی GIS در یک ماتریس ۳×۳ برای سلول میانی محاسبه می‌شود و دلیل آن‌هم این است که شیب در طبیعت مربوط به خیز زمین و اثر سلول‌های مجار مربوط می‌گردد. شیب متوسط حوضه، میانگین مقدار شیب همه سلول‌های تشکیل‌دهنده حوضه می‌باشد. برای محاسبه شیب حوضه، از دو روش ۴ همسایه مجاور و ۸ همسایه مجاور استفاده می‌شود:

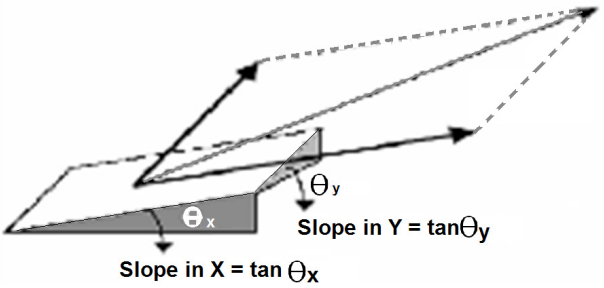
- روش ۴ همسایه مجاور

$$\frac{df}{dX}=\frac{Slop(a)+Slope(b)}{2}=\frac{1}{2}\left[\frac{Z(2,2)-Z(2,1)}{D}+\frac{Z(2,3)-Z(2,2)}{D}\right]=\frac{Z(2,3)-Z(2,1)}{2D} \quad (۲)$$

$$\frac{df}{dY}=\frac{Slop(c)+Slope(d)}{2}=\frac{1}{2}\left[\frac{Z(2,2)-Z(1,2)}{D}+\frac{Z(3,2)-Z(2,2)}{D}\right]=\frac{Z(3,2)-Z(1,2)}{2D} \quad (۳)$$

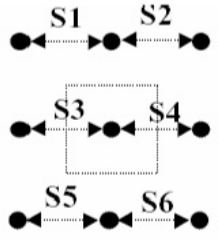
$$Slope=\sqrt{\left(\frac{df}{dX}\right)^2+\left(\frac{df}{dY}\right)^2}=\sqrt{\left(\frac{\Delta Z_x}{\Delta X}\right)^2+\left(\frac{\Delta Z_y}{\Delta Y}\right)^2} \quad (۴)$$

Z(11)	Z(12)	Z(13)
Z(21)	Z(22)	Z(23)
Z(31)	Z(32)	Z(33)



شکل ۲- سلول‌های روش ۴ همسایه مجاور.

Fig 2. The 4 Neighbor Adjacent Cells method.



1/6D

-1		1
-1		1
-1		1

Z(1,1)	Z(1,2)	Z(1,3)
Z(2,1)	Z(2,2)	Z(2,3)
Z(3,1)	Z(3,2)	Z(3,3)

شکل ۳- سلول‌های روش ۸ همسایه.

Fig 3. The 8 Neighbor Adjacent Cells method.

$$\frac{\Delta f}{\Delta X}=\frac{\sum_{i=1}^{6}Slope(S_i)}{6}=\left[\frac{Z(1,3)+Z(2,3)+Z(3,3)-Z(1,1)-Z(2,1)-Z(3,1)}{6D}\right] \quad (۵)$$

$$\frac{\Delta f}{\Delta Y}=\frac{\sum_{i=1}^{6}Slope(S_i)}{6}=\left[\frac{Z(3,1)+Z(3,2)+Z(3,3)-Z(1,1)-Z(1,2)-Z(1,3)}{6D}\right] \quad (۶)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در این روابط D اندازه سلولی و Z مقدار ارتفاع هر سلول است. در این فرمول‌ها شیب شرقی–غربی و شیب شمالی– جنوبی محاسبه و از برآیند این دو، شیب سلول به دست می‌آید.

- جهت شیب (Aspect):

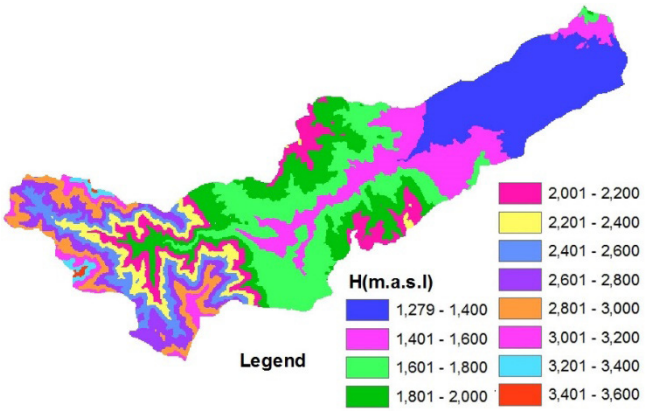
عبارت است از جهت و یا تمایل شیب تندتر، که از نسبت شیب در جهت y به x به دست می‌آید [۱ و ۳].

$$ASPECT = \arctan\left(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x}\right) \qquad (۷)$$

لازم به ذکر است که برای محاسبات شیب، نه‌تنها می‌بایست ارتفاع رقومی و طول افقی را داشت؛ بلکه باید واحد طول با واحد ارتفاع یکی باشد. در غیر این صورت محاسبات اشتباه خواهد بود.

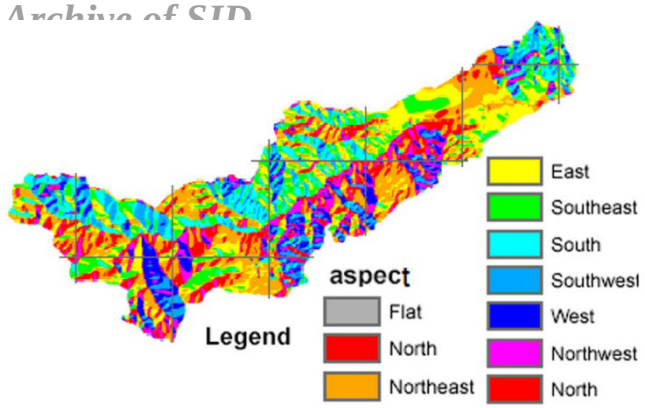
ابتدا مدل ارتفاعی رقومی برای مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰ و ۱۰ اندازه سلولی متفاوت ساخته شد. سپس حداقل، حداکثر، میانگین ارتفاع و انحراف معیار برای هراندازه سلولی محاسبه و شیب حوضه، پروفیل طولی رودخانه، میزان چاله‌ها (sink) و سطوح صاف (flat)، جریان تجمعی، پارامترهای فیزیوگرافی و ضرایب حوضه، از روی مدل ارتفاعی رقومی برای هر پیکسل استخراج شد. درنهایت با تشخیص مناسب‌ترین ابعاد سلولی برای هر مقیاس و تحلیل‌های آماری اعم از آزمون همگنی داده‌های دما و بارندگی و تعیین روابط بین دما–ارتفاع و بارندگی– ارتفاع، مدل رقومی دما و مدل رقومی بارش برای حوزه آبخیز شهرچایی محاسبه و استخراج شد. بعد از تولید مدل رقومی ارتفاعی از محدوده مورد مطالعه، می‌توان منحنی‌های آلتی‌متریک (هیپسومتریک) را برای محدوده رسم کرد. برای رسم منحنی‌های آلتی‌متریک، ابتدا لازم است که مدل رقومی ارتفاعی که به‌صورت سلولی (pixel) است را به پلی‌گون‌هایی که نشان‌دهنده یک محدوده ارتفاعی هستند، تبدیل کرد. سپس مساحت‌های هر پلی‌گون را حساب کرده و به‌صورت نمودار نمایش داد.

بعد از استخراج مدل ارتفاعی رقومی حوضه، می‌توان با داشتن رابطه بین دما – ارتفاع و بارندگی– ارتفاع، مدل رقومی دما و مدل رقومی بارش را برای حوضه استخراج کرد.



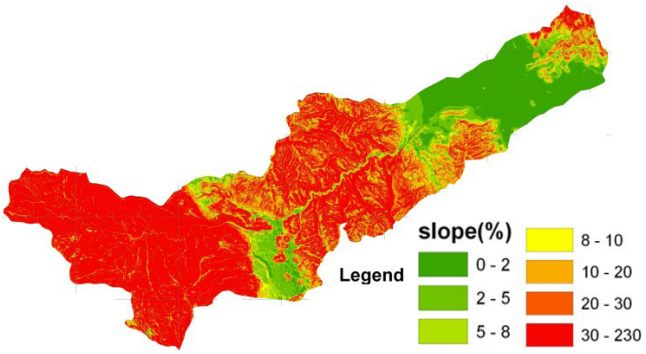
شکل ۴– پلیگون‌بندی ارتفاعی برای حوضه شهرچایی.

Fig 4. Elevation Polygon for Shahar Chai Basin



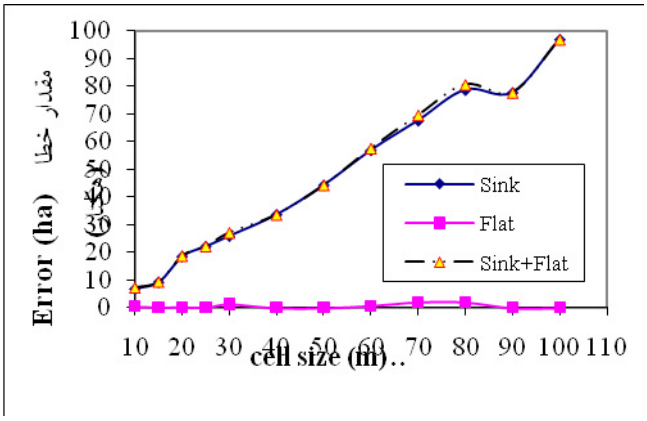
شکل ۵– نقشه جهت شیب حوزه آبخیز شهرچایی.

Fig 5. Aspect Map for Shahar Chai Watershed



شکل ۶– شیب حوزه آبخیز شهرچایی.

Fig 6. Slope Map for Shahar Chai Watershed



شکل ۷– خطای چاله و سطح صاف در DEM ۱/۲۵۰۰۰.

Fig 7. Sink and flat error in Dem of 1/25000

نتایج

مدل ارتفاعی رقومی

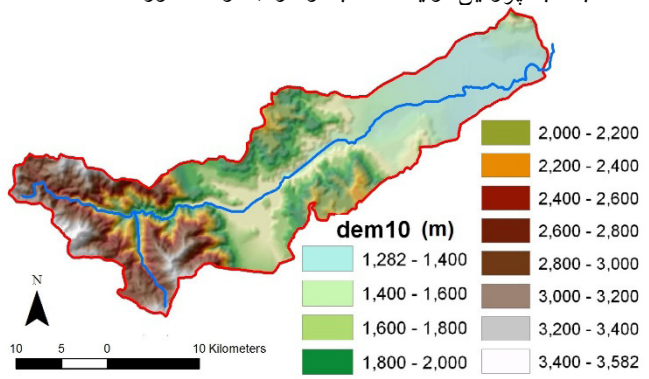
برای استخراج DEM، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده گردید که پس از رقومی کردن خطوط تراز، رودخانه‌ها و بستن مرز حوضه در روی نقشه‌ها، نقشه DEM به ازای ۱۲ ابعاد سلولی مختلف تهیه گردید. اندازه سلول‌ها برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، شامل ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ متر انتخاب شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

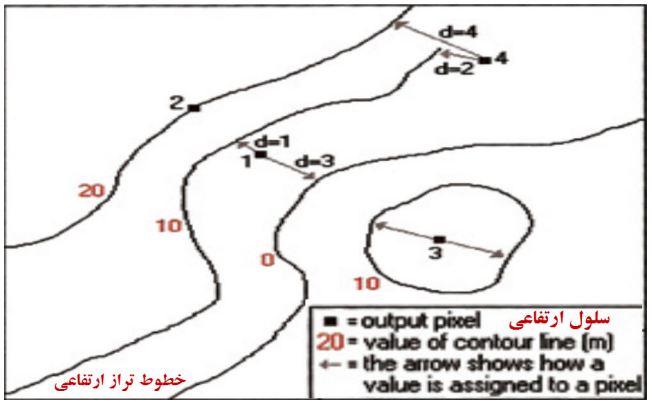
هم‌چنین طبق دستورالعمل GIS، برای انتخاب اندازه سلولی مناسب، ابعاد سلول، ۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌متر در مقیاس نقشه و در بعضی جاها بسته به اهمیت طرح تا ۰/۷ میلی‌متر در مقیاس نقشه پیشنهاد می‌شود. یعنی اگر مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ باشد، ابعاد سلولی مناسب پیشنهادی، بین ۵۰ تا ۱۷۵ متر خواهد بود. لازم به ذکر است که این فقط یک پیشنهاد است و برای قطعیت آن باید از اندازه‌های مختلف استفاده و نتایج آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد. هرکدام که میزان خطای کم‌تری را داشته باشد، به‌عنوان اندازه سلولی مناسب انتخاب می‌شود. جدول ۲ نتایج حاصل از استخراج نقشه DEM برای مقیاس موردنظر را نشان می‌دهد.

همان‌طور که گفته شد شیب در محیط شبکه سلولی GIS در یک ماتریس ۳×۳ برای سلول مرکزی محاسبه می‌شود و شیب متوسط حوضه، میانگین مقدار شیب همه سلول‌های تشکیل‌دهنده حوضه است. مقادیر شیب حداقل و حداکثر و متوسط شیب حوزه آبخیز شهرچایی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در جدول‌های ۳ ارائه‌شده است. همان‌طور که در جدول‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش اندازه سلول، متوسط، حداکثر و انحراف معیار شیب کاسته شده است ولی متوسط و انحراف معیار ارتفاع تغییرات چندانی را نشان نمی‌دهند. شیب حوضه تنوع زیادی داشته و دامنه آن از صفرتا ۲۳۰ درصد برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ است. در جدول ۳ و شکل ۹ تغییرات شیب بین اندازه سلولی ۱۰ و ۱۵ متر خیلی کم دیده می‌شود و با افزایش اندازه سلولی از ۱۵ متر، اختلاف را نشان می‌دهد. و با فرض اینکه دقت ایجاد DEM با اندازه سلول رابطه معکوس دارد، اندازه سلولی ۱۵ متری می‌تواند معیار مناسبی برای تولید شیب برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ باشد. پروفیل طولی رودخانه شهرچایی، ابتدا در محیط GIS با اندازه‌گیری فاصله طولی رودخانه در بین منحنی‌های میزان و ترسیم فاصله افقی رودخانه از خروجی نسبت به ارتفاع به دست آمد؛ که در اینجا پروفیل اولیه نام‌گذاری شد. سپس رودخانه رقومی شده در DEM ضرب و برای هریک از اندازه سلول‌ها و هم‌چنین مقیاس‌ها، پروفیل طولی استخراج شد. پروفیل‌های به‌دست‌آمده از DEM با پروفیل اولیه مقایسه گردید که متوسط شیب و میزان خطای آن نسبت به پروفیل اولیه محاسبه و در جدول ۴ آورده شده است.



شکل ۸- نمایش مدل ارتفاع رقومی (DEM) حوزه آبخیز شهرچایی.

Fig 8. Digital Elevation Model (DEM) for Shahar Chai Watershed



شکل ۹- الگوریتم درون‌یابی خطی.

Fig 9. Liner interpolation algorithm

جدول ۱- اطلاعات استخراج‌شده از DEM برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰.

Table 2. Extracted information from DEM for scale of 1: 25000

اندازه سلولی Pixel size	حداقل ارتفاع Min elevation(m)	ارتفاع حداکثر Max elevation(m)	میانگین ارتفاع Mean elevation(m)	انحراف معیار SD	ضریب تغییرات (٪) Cv
10	1282.6	1915.60	3583.80	524.40	27.38
15	1287.0	1915.30	3581.60	524.10	27.37
20	1284.1	1915.70	3581.70	525.00	27.41
25	1285.8	1915.30	3581.00	524.40	27.38
30	1286.1	1916.00	3579.90	525.30	27.42
40	1285.6	1916.50	3578.40	525.30	27.41
50	1285.4	1916.70	3577.50	525.70	27.43
60	1285.9	1917.10	3569.60	526.90	27.49
70	1286.2	1917.20	3564.40	525.10	27.39
80	1284.7	1914.10	3564.20	524.80	27.42
90	1286.2	1914.20	3559.50	524.70	27.41
100	1286.8	1914.20	3562.80	524.50	27.40

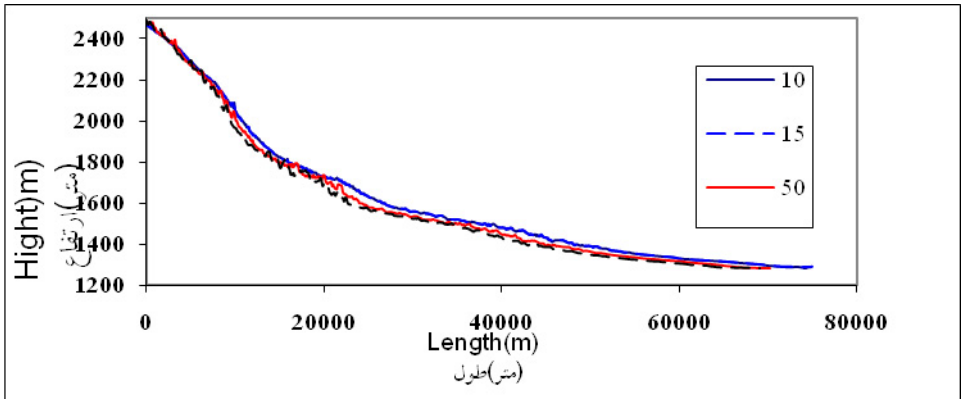
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقادیر حداکثر، حداقل، متوسط و انحراف معیار شیب برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

Table 3. The Values of Maximum, Minimum, Average and Standard Deviation of Slope for Scale of 1: 25000

اندازه سلولی pixel size	شیب حداقل Min slope (%)	شیب حداکثر Max slope (%)	شیب میانگین Mean slope (%)	انحراف معیار SD	ضریب تغییرات Cv (%)
10.0	0.00	230.0	30.73	24.88	80.96
15.0	0.00	191.0	30.16	24.13	80.03
20.0	0.00	165.0	29.48	23.45	79.53
25.0	0.00	144.0	28.77	22.77	79.15
30.0	0.00	133.0	28.06	22.22	79.17
40.0	0.00	124.0	26.73	21.23	79.42
50.0	0.00	119.0	25.59	20.45	79.89
60.0	0.00	111.0	24.60	19.80	80.50
70.0	0.00	106.0	23.68	19.18	80.00
80.0	0.00	100.0	22.93	18.72	81.63
90.0	0.00	100.0	22.22	18.21	81.94
100.0	0.00	98.0	21.60	17.81	82.45



شکل ۱۰- پروفیل طولی رودخانه با اندازه سلولی مختلف برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰.

Fig 10. River Longitudinal Profile with Different Cell Sizes for Scale of 1: 25000.

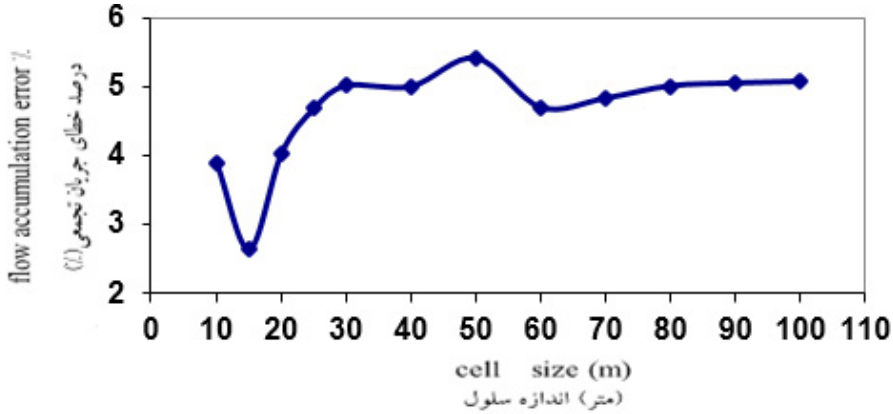
جدول ۳- متوسط شیب و میزان خطای آن نسبت به شیب واقعی برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰.

Table 4. Average Slope and its Error Rate relative to Actual Slope for Scale of 1: 25000.

Cell size اندازه سلول	Y(10%L) ارتفاع معادل طول ٪۱۰	Y(85%L) ارتفاع معادل طول ٪۸۵	Length (10%-85%) طول ۱۰٪ تا ۸۵٪	Ave. slope متوسط شیب (٪)	Actual Ave. slope شیب متوسط واقعی (٪)	Error relative to Primary خطا نسبت به پروفیل اولیه (٪)
10	1307	1972.00	56162.00	1.18	1.19	-0.44
15	1306	1972.00	56209.00	1.18	1.19	-0.44
20	1307.5	1969.74	55389.00	1.20	1.19	-0.53
25	1307.6	1983.00	54995.00	1.23	1.19	3.36
30	1308	1965.00	54315.00	1.21	1.19	1.71
40	1306	1949.30	53166.00	1.21	1.19	1.74
50	1307.2	1969.50	52635.00	1.26	1.19	5.80
60	1304.1	1951.30	53124.00	1.22	1.19	2.43
70	1303.2	1969.20	53026.00	1.26	1.19	5.59
80	1302.8	1965.10	51811.00	1.28	1.19	7.48
90	1303	1950.00	51782.00	1.25	1.19	5.06
100	1302.3	1945.30	51763.00	1.24	1.19	4.45

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱- رابطه بین مساحت (درصد خطای تجمعی) و اندازه سلول برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

Fig 11. Relationship between Area (flow accumulation error percent) and Cell Size for Scale of 1: 25000.

برای مقایسه پروفیل طولی به‌منظور وضوح شکل، چهار اندازه سلولی انتخاب و پروفیل طولی آن رسم گردید. همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود پروفیل طولی با اندازه سلولی ۱۰ و ۱۵ متر به خاطر اختلاف کم، نسبت به ۵۰ و ۱۰۰ متر حالت پلکانی کم‌تری دارند و نیز خطای شیب متوسط ۱۵ متر نسبت به بقیه کم‌تر است. با این حساب برای تعیین و رسم پروفیل طولی رودخانه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اندازه سلولی ۱۵ متر مناسب تشخیص داده می‌شود. گودال‌های رقومی به دلایل مختلف مانند فاصله زیاد خطوط تراز از هم، روش‌های درون‌یابی و اندازه سلول ایجاد می‌گردند. معمولاً نقاط مسطح، در ارتفاعات (قله‌ها) و داخل آبراهه‌ها تشکیل می‌شوند. چاله‌ها بیشتر در گردنه‌ها و آبراهه‌های با شیب طولی کم و شیب عرضی زیاد به وجود می‌آیند. در این حالت، روش‌های درون‌یابی قدرت شناخت دو کنتور با ارتفاع متفاوت را نداشته، و درون‌یابی بین دو خط کنتور، با ارتفاع یکسان انجام می‌شود که این باعث به وجود آمدن چاله‌ها و سطوح صاف می‌شوند. چاله‌ها و سطوح صاف بیانگر خطای درون‌یابی می‌باشند و مساحت آن‌ها می‌تواند معیاری از درصد خطا در DEM باشد. پس بنابراین هرچقدر مقدار این خطا کم‌تر باشد، در آن صورت آن اندازه سلولی برای ساخت مدل ارتفاعی رقومی (DEM) مناسب خواهد بود. روابط بین درصد مساحت خطا و اندازه سلولی بررسی و نتایج آن در شکل ۱۱ آمده است.

همان‌گونه که شکل ۱۱ نشان می‌دهد، مساحت چاله و سطوح صاف تا اندازه سلولی ۱۵ متر، با شیب کم‌تری افزایش‌یافته و از سلول ۱۵ متری به بعد با افزایش اندازه سلول، مساحت چاله و سطوح صاف با شیب بیشتری افزایش می‌یابد. درنتیجه برای تهیه DEM با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، با کم‌ترین گودال‌های رقومی جهت استفاده در مدل‌های هیدرولوژیک، تا اندازه سلولی ۱۵ متر می‌تواند مناسب باشد.

اثر مدل رقومی ارتفاعی بر جریان تجمعی

جریان تجمعی کاربرد فراوانی در مباحث هیدرولوژی بخصوص در مدل‌های بارش - رواناب دارد. دقت و صحت DEM تأثیر به‌سزایی در محاسبه جریان تجمعی دارد. روش‌های stream burning و dem reconditioning برای بهبود مدل ارتفاعی رقومی جهت شبیه‌سازی و مدل‌سازی هیدرولوژیک سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نحوه پیاده‌سازی و کاربرد این روش‌ها با استفاده از الحاقیه Archydro توسط حصاری و همکاران [۱۳] مورد بررسی قرار گرفت و یکی از کاربردهای آن در برآورد رواناب پیوسته رودخانه کرخه مورد مطالعه قرار گرفت. مدل جهات هشت‌گانه ریزش هر نقطه (D8)، یک مدل پایه برای استخراج شبکه رودخانه با فرایند سلول‌های شبکه‌ای است. با این روش جهت جریان هر سلول به یکی از هشت سلول مجاور تعیین می‌گردد. جهات جریان بر اساس نقشه DEM "هیدرولوژیک" صورت می‌پذیرد. در نقشه DEM هیدرولوژیک سلول‌های تجمعی در مسیر رودخانه به‌صورت پیوسته و افزایشی قرار می‌گیرد. نقشه DEM هیدرولوژیک از روی نقشه DEM خام منطقه تهیه می‌شود. با استفاده از الگوریتم Agree و با آزمون‌وخطا مدل رقومی ارتفاعی اصلاح گردید و مساحت حاصل از تجمع سلول‌های بالادست هر سلول با مقادیر مساحت وکتوری زیر حوضه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت که دارای ضریب همبستگی ۰/۹۹۷۵ بودند. اطلاعات آبدهی در محل ایستگاه‌های هیدرومتری قابل‌دسترس است برای تعیین مقدار آبدهی در هر نقطه از رودخانه، نیاز به تجمعی کردن نقشه رواناب می‌باشد. درنهایت نقشه جریان تجمعی هر نقطه از مسیر این رودخانه در سلول‌های ۲۰۰ متری از روی نقشه هم جریان حوضه که قبلاً تهیه شده بود و DEM هیدرولوژیک حاصله تهیه شد.

حصاری و همکاران [۱۱] نقشه جریان حوزه آبخیز کرخه را با الگوریتم اگری[1] تحت سامانه اطلاعات جغرافیایی تجمعی کرده و گزارش نموده‌اند این روش از تمام روش‌های روابط منطقه‌ای بهتر می‌باشد اگرچه زمان‌بر بوده و از پیچیدگی نسبی برخوردار است. الگوریتم WASI[2] نیز برای تجمعی کردن وزنی جریان[3] با

1. Agree Algorithm
2. Weighted Adaptive Stormwater Infrastructure (WASI)
3. weighted flow-accumulation of surface runoff

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- پارامترهای فیزیوگرافی به‌دست‌آمده از مقیاس ۱:۲۵۰۰۰.

Table 5. Physiographic Parameters for Scale 1: 25000.

Pixel	Area مساحت (km^2)	Primeter محیط (km)	Stream length طول آبراهه اصلی (km)	Stream Distance from gravity center فاصله آبراهه اصلی از مرکز ثقل	Average Slope شیب متوسط (%)	circular shape coefficient ضریب گراویلیوس حوضه	Delay time زمان تأخیر (hr)	shap factore فاکتور شکل	Compactness ضریب فشردگی	form factor ضریب شکل	Elongation Ratio نسبت کشیدگی
15	622.42	173.69	74.94	36.89	30.16	0.84	9.03	10.78	1.96	0.11	0.26
50	632.24	169.88	70.42	35.14	25.61	0.91	9.48	10.42	1.92	0.13	0.27
90	624.76	169.17	67.81	33.84	20.35	1.01	10.39	10.19	1.91	0.136	0.27

لحاظ زیرساخت‌های دست‌ساز بشری توسط چویی[1] [۴] معرفی شده است. در تمام این الگوریتم‌ها دقت نقشه خروجی تابع اندازه سلولی مدل ارتفاعی رقومی است. تمام نرم‌افزارهای GIS و الحاقیه ARCHYDRO ابزار و امکانات تجمعی نمودن جریان را دارا هستند و لازمه آن‌ها تهیه DEM هیدرولوژیک و رفع خطاهای آن است [۶ و ۱۴]. ازنظر تئوری هرچه اندازه سلول کوچک‌تر باشد، رفع خطاهای مدل رقومی و بحث جریان تجمعی با دقت بهتری شبیه‌سازی می‌شود ولی محدودیت‌های حافظه رایانه امکان کار را برای مناطق بزرگ نمی‌دهد اگرچه تلاش‌هایی توسط تووآن[2] و همکاران [۲۲] برای اجرای مدل D8 صورت گرفته تا از تکنیک موازی‌سازی برای این کار بهره برده شود. معمولاً عواملی همچون فاصله خطوط تراز، شکل آبراهه‌ها، نقاط ارتفاعی و فراوانی منحنی‌ها در مرز حوضه، بر دقت برآورد جریان تجمعی تأثیر می‌گذارد. دقت نقشه جریان از دو دیدگاه استخراج مسیرهای جریان و مقدار جریان (مساحت) قابل بررسی می‌باشد. در این تحقیق معیار مساحت جریان در خروجی بررسی گردیده است. نقشه DEM با اندازه سلول‌های موردنظر، وارد محیط GIS گردید. در محیط GIS، ابتدا نقشه‌های DEM اولیه با پر کردن مناطق گودال و مسطح اصلاح شدند و نقشه‌های جریان تجمعی استخراج گردیدند. حوضه به‌طور دستی بر روی نقشه توپوگرافی بسته شد که مساحت ۶۳۶/۵۷ کیلومترمربع به دست آمد. میزان خطای جریان تجمعی با اندازه سلول‌های ذکرشده و مقیاس‌های مختلف نسبت به مساحت واقعی بررسی گردید. شکل ۱۱ درصد خطا را در اندازه سلول‌های مختلف نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، درصد خطا تا اندازه سلولی ۱۵ متر سیر نزولی و از ۱۵ متر به بعد، سیر صعودی را به خود گرفته و افزایش می‌یابد. پس می‌توان نتیجه گرفت که اندازه سلولی ۱۵ متر برای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ می‌تواند به‌عنوان معیار مناسب برای استخراج جریان تجمعی تعیین گردد. همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ منحنی درصد خطای تجمعی، در بعضی نقاط کاهش و دوباره افزایش می‌یابد. به‌عبارت‌دیگر از یک رژیم خاص نزولی و یا صعودی پیروی نمی‌کند. برای استخراج پارامترهای فیزیوگرافی حوضه ابتدا مرز حوضه، شبکه آبراهه‌ها در محیط GIS تهیه و سپس محاسبات هندسی به روش پیکسلی انجام گردید. پارامترهای محاسبه‌شده در این تحقیق عبارت‌اند از: مساحت حوضه، محیط حوضه، طول آبراهه اصلی، فاصله آبراهه اصلی از مرکز ثقل حوضه تا نقطه خروجی حوضه، شیب متوسط حوضه، ضریب حوضه، زمان تأخیر، فاکتور شکل حوضه، ضریب فشردگی، ضریب شکل و نسبت کشیدگی حوضه. همان‌گونه که ملاحظه شد، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اندازه سلولی ۱۵ متری برای تعیین DEM و جریان تجمعی و شیب حوضه مناسب تشخیص داده شدند.

بحث و نتیجه‌گیری

با گذر از هیدرولوژی توده‌ای و با توسعه سال‌های اخیر در تکنیک‌ها و ابزار سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیائی خصوصاً در علوم آب، با شتاب سریع در بحث‌های مدل‌سازی سلولی و شبیه‌سازی سلولی هیدرولوژیک مواجه هستیم و پیش‌نیاز این موارد تهیه مدل رقومی ارتفاعی است. دسترسی به نقشه‌های پایه و دقیق اساس تعیین اندازه سلولی و تهیه مدل رقومی هیدرولوژیک است. در تحقیق حاضر، پارامترهای فیزیوگرافی حوزه آبخیز شهرچایی و هم‌چنین برخی نمودارهای هیپسومتری، برای حوضه در محیط GIS برآورد و رسم شده است. نتایج نشان داد که با افزایش اندازه سلولی، متوسط، حداکثر و انحراف معیار شیب کاسته شده است. مقادیر حداکثر شیب به دلیل موضعی بودن، به‌شدت متأثر از اندازه سلولی می‌باشند. ولی متوسط و انحراف معیار تغییر چندانی را نشان ندادند. برای محاسبه شیب، در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اندازه سلولی ۱۵ متر و در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، اندازه سلولی۴۰ متر و در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، اندازه

4. Choi
1. Thuan et al.

www.SID.ir

سلولی۹۰ متر مناسب تشخیص داده شد. همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود، پروفیل طولی رودخانه در مقیاس‌های درشت، حالت پلکانی کم‌تری را دارند و هم‌چنین اندازه سلول‌های کوچک‌تر در هر مقیاس هم حالت پلکانی کم‌تری دارند. با محاسبه شیب متوسط واقعی پروفیل رودخانه و مقایسه آن با شیب‌های حاصل از هراندازه سلولی و هر مقیاس، می‌توان گفت که برای رسم پروفیل طولی رودخانه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اندازه سلولی ۱۵ متر تشخیص داده شد. درصد خطای گودال‌ها و چاله‌ها در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تا اندازه سلولی ۱۵ متر، با شیب کم و از ۱۵ متر به بعد با شیب بیشتری افزایش‌یافته است. پس می‌توان گفت که برای تهیهٔ نقشه DEM در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تا اندازه سلولی ۱۵ متر می‌تواند مناسب باشد درصد خطای تجمعی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، تا اندازه سلولی ۱۵ کاهش و از ۱۵ به بعد افزایش می‌یابد به‌عبارت‌دیگر اندازه سلولی ۱۵ متر، حداقل خطای تجمعی را ایجاد می‌کند. پس درنتیجه اندازه سلولی ۱۵ متر، به‌عنوان معیار مناسب برای استخراج جریان تجمعی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تعیین گردید.

منابع

1. Alizadeh, A. 2004. Applied Hydrology. The fifteenth edition. Press Astan Quds Razavi. (In Persian)

2. Alvankar, SR. Mosavi, MH.. and Nazari, F. 2000. The use of geographic information systems (GIS) in water resources management, hydrological and meteorological studies (case study: Latian dam basin). The fourth conference of dam. 11 and 12 January. Tehran. (In Persian)

3. Aronoff, S. 1993. Geographic Information system: A Management Perspective. 3rd Edition.

4. Choi, Y. 2012. A new algorithm to calculate weighted flow-accumulation from a DEM by considering surface and underground stormwater infrastructure, Environmental Modelling & Software, 30: 81–91

5. Debany, PA. and Quimpo, RG. 2003. GIS Modules and Distributed Models of Watershed. ASCE Task Committee.

6. Effati, M. Delavar, MR. and Akbari, V. 2008. Drainage network extracted from a DEM and the effect of errors on the hydrological effects. Geomatics 87. (In Persian)

7. Esri. 2016. ESRI-Arcgis 10.4. Help,. (On Line Documentation) (http://resources.arcgis.com).

8. Fisher, P.F. and Tate, N. J. 2006. Causes and consequences of error in digital elevation models, Progress in Physical Geography 30(4): 467–489.

9. Ghermezcheshmeh, B. Saghafian, B. and Pour Aghniaie, M. 2004. The effect size of grid cells in the extraction of hydrological parameters of the Earth Digital Elevation Model (DEM). The first conference on water resources management. Tehran. (In Persian)

10. Gorte, B.G.H. and Koolhoven, W. 1990. Interpolation between isolines based on the borgefors distance transform. ITC Journal, 3: 245-247. ITC, Enschede.

11. Hessari, B. Akhondali, AM. and Ghermezcheshmeh, B. 2009. DEM improvement to provide continuous runoff map in a river basin (case study: Karkheh upstream basin), the National Conference of drought effects and its management strategies, Isfahan. (In Persian)

12. Hessari, B. Khalili, K. Ghanipour V. and Ghahraman, A. 2004. West Azarbaijan runoff mapping using GIS. First annual water resource management conference in Iran, Tehran, Iran. (In Persian)

13. Hessari, B. Akbari, M. Abbasi, F. Oweis T. and Bruggeman, A. 2012. Impact of Expanding Supplemental Irrigation in the Upper Karkheh River Basin (Iran) on Downstream Flow. CPWF Karkheh River Basin Research Report 13. ICARDA, Aleppo, Syria. x + 154 pp.

14. ITC. 2016. Ilwis 3.7 Help RSG/GSD (On Line Documentation) (http://52north.org/ilwis).

15. Jenson, SK. 1991. Applications of Hydrologic Information Automatically Extracted from Digital Elevation Models. Published in: Terrain Analysis and Distributed Modeling in Hydrology, edited by K.J. Beven and I.D.Moore. John Wiley and Sons.

16. Li, Z. Zhu, Q. and Gold, C. 2005. Digital Terrain Modelling: Principles and Methodology, CRC Press.

17. Nadi, S. Ghiasi, Y. and Hadavand, Sh. 2016. Vertical Accuracy Assessment of SRTM and GDEM Open Source Digital Elevation Models and Error Propagation for Slope and Aspect Maps , Journal of Geomatics Science and Technology (JGST), Volume 6, Issue 2 (12-2016)

18. Ozdemir, H. and Bird, D. 2009. Evaluation of

Archive of SID
www.SID.ir

Archive of SID

morphometric parameters of drainage networks derived from topographic maps and DEM in point of floods. Environmental Geology, 56(7): 1405-1415

19. Rangzan, K. Kashefipour, M. Abshirini, A. and Hosseinzade Sadati, M. 2008. Evaluation of Physiographic characteristics and estimation the annual flow discharge using GIS. Geomatics 87. (In Persian)

20. Reddy, S. A. and Reddy, M. J. 2015. Evaluating the influence of spatial resolutions of DEM on watershed runoff and sediment yield using SWAT. J. Earth Syst. Sci. 124, No. 7, October 2015, pp. 1517–1529.

21. Tabatabaei, MR. and Ghodoosi, J. 2005. The method to draw stream networks automatically in watersheds (Amameh watershed) by using GIS (GIS programming). Research and Construction of Natural Resources, 18(2):65-72. (In Persian)

22. Thuan, DH. Limet, Ś. and Melin, E. 2011. Computing Flow Accumulation in Large Digital Elevation Models, Procedia Computer Science, Media Computer Science.

23. Wu, S. Lynn Usery, E. Finn, M.P. and Bosch, D.D. 2008. An Assessment of the Effects of Cell Size on AGNPS Modeling of Watershed Runoff, Cartography and Geographic Information Science, Vol. 35, No. 4, pp. 265-278.

24. Wu, S. Li, J.B. and Huang, G.H. 2007. Modeling the effects of elevation data resolution on the performance of topography-based watershed runoff simulation , Environmental Modelling & Software 22. 1250-1260.

www.SID.ir

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 13, No. 45, Summer 2019
سال سیزدهم- شماره ۴۵- تابستان ۱۳۹۸

Abstract

Effects of Digital Elevation Model (DEM) Spatial Resolution on the Recognition of Physiography Characteristics of the Basin (A Case Study of Shahrchai Watershed)

B. Hessari[1], O. Bonabi[2] and I. Jahangir[3]

Received: 11-08-2017 Accepted: 20-03-2019

In recent years with developing geographic information systems tools, modeling and simulating methods has been developed quickly. Availability of accurate base maps is the basis of the cell sizes determination and preparing digital hydrologic models. Removing errors and minimizing of uncertainty factors in the digital models play the main role in improving the accuracy of the maps. The main purpose of this research is to produce GIS layers for Shaharchi river basin located in West Azerbaijan, according to the base maps of Iran and evaluating the accuracy of these maps. Physiographic parameters and hypsometric charts of the Shaharchai basin were estimated and drawn. Results showed that with increasing cell sizes, average, maximum and standard deviation of the slope decreased. The maximum slope is more dependent on cell sizes than the average and standard deviation. To calculate the watershed slope, at a scale of 1: 25000, a cell size of 15 meters and a scale of 1: 50000, a cell size of 40 meters and a scale of 1: 250,000, 90-meter cell size were distinguished as optimized cell sizes. After calculating the actual average slope of river profile and comparing with the slope amounts of each cell sizes and map scales it is concluded that for preparing river profiles the best cell size is 15 meters for 1:25000 map scale. The percent error of pits in the scale of 1:25000, increased slowly in the cell sizes smaller than 15 meters.

Keywords: DEM, Cell size, River profile,Watershed slope, GIS

1. Corresponding Author and Assistant Prof., Water engineering department , Faculty of Agriculture, and Urmia lake research institute ,University of Urmia, Email: b.hessari@urmia.ac.ir
2. M.Sc of Water engineering, Environmental protection agency of West Azarbijan,Urmia.
3. Assistant Prof., Water engineering department , Faculty of Agriculture, University of Urmia.

www.SID.ir