مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره دهم، شماره بیست و هشتم، تابستان ۱۴۰۰
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۴
تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸
صفحات: ۲۸ - ۱۵

مقاله (علمی پژوهشی)

پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و ArcGIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چشمه‌کیله شهرستان تنکابن)

سمیه پورنبی درزی[۱]، مهدی وفاخواه*[۲]، محمد رسول رجبی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور
۲*. دانشیار گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشجوی دکتری گروه آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

در فرهنگ بین‌المللی، سیلاب به جریان آب با دبی بالا گفته می‌شود که طی آن آب بالا آمده و زمینهای اطراف را که معمولاً زیر آب نیستند غرقاب می‌کند و به تبع آن مخاطراتی را به همراه خواهد داشت. از دیر باز به علت وجود شرایط مناسب، اکثر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در این گونه مناطق صورت می‌گیرد. لذا در این مناطق تعیین میزان پیشروی سیلاب و ارتفاع آن نسبت به رقوم سطح زمین با توجه به دبی سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف که تحت عنوان پهنه‌بندی سیلاب صورت می‌گیرد حائز اهمیت فراوانی است. در این راستا، رودخانه چشمه‌کیله شهرستان تنکابن دارای پهنه‌های وسیع حاشیه رودخانه می‌باشد و اکثر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در آن صورت می‌گیرد که با توجه به شرایط طغیانی و سیل‌های اتفاق افتاده، برای پهنه‌بندی خطر سیلاب انتخاب شد. در این پژوهش ابتدا مقاطع عرضی با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰ در محیط Arc/GIS و الحاقیه HEC-GeoRAS استخراج شدند. سپس خروجی‌های حاصل از HEC-GeoRAS به نرم افزار هیدرولیکی HEC-RAS وارد شد. در مدل HEC-RAS، با وارد کردن ضرایب زبری مانینگ، دبی سیل با پنج دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله مدل اجرا شده، پروفیل سطح آب در مسیر جریان برآورد شده و با استفاده از اطلاعات خروجی این نرم افزار پهنه سیل‌گیر برای دوره برگشت‌های مختلف در سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم شد. نتایج بدست آمده در این پژوهش نشان داد که هر چه دوره بازگشت طولانی‌تر شود سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد. همچنین بیشترین سطح سیلابی مربوط به اراضی زراعی به وسعت ۶/۲۴ هکتار می‌باشد و بعد از آن اراضی مسکونی با وسعت ۳/۹۴ هکتار، جنگلی ۲/۹۲ هکتار و باغی ۰/۸ هکتار می‌باشد.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، HEC-RAS، سیلاب، خسارت سیل، کاربری اراضی.

*- مهدی وفاخواه (نویسنده مسئول) Email: vafakhah@modares.ac.ir

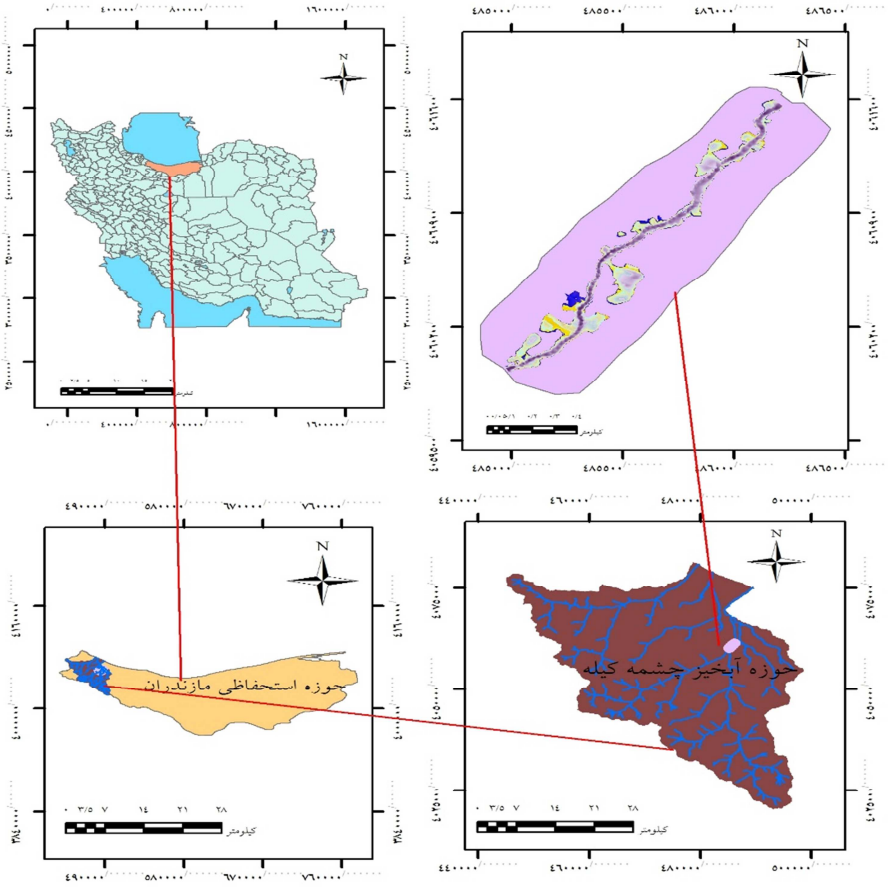
مقدمه

سیل حجم عظیمی از آب است که بیش از دبی متعارف رودخانه باشد. در کشور ما وقوع سیل بیش از آنکه ناشی از بارش‌های شدید باشد در رابطه با برهم خوردن تعادل طبیعی و شرایط جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه می‌باشد (به نقل از قنواتی و همکاران، ۲۰۱۳). پهنه‌بندی خطر سیل در واقع ابزاری اساسی برای مدیریت کاهش خطر سیل است و وسیله‌ای قانونی در دست دولت و مسئولان برای کنترل و مدیریت کاربری اراضی و برنامه‌های توسعه هم‌زمان با کاهش خطر سیل و حفاظت محیط‌زیست است (تلوری، ۱۹۹۶). لذا نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب در مطالعات مدیریت دشت‌های سیلابی کاربرد وسیعی دارد.از موارد کاربرد این نقشه‌ها می‌توان به تعیین بستر و حریم رودخانه ها، مطالعه و توجیه اقتصادی طرح‌های عمرانی، پیش‌بینی و هشدار سیل، عملیات امداد و نجات و بیمه سیل اشاره نمود (برخوردار و چاوشیان، ۲۰۰۰، به نقل از خلیلی زاده و همکاران، ۲۰۰۵). صفری (۲۰۰۰)، در پژوهشی با استفاده از اطلاعات مربوط به مقاطع عرضی و دبی اوج در هر مقطع و با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS، پروفیل سطح آب برای سیل با دوره بازگشت‌های مختلف را محاسبه کرد و با لحاظ توابع خسارت سیل و رابطه عمق- خسارت نشان داد که روند افزایش خسارت در مقابل افزایش عمق سیل‌گیری تا عمق یک متری از شدت بیشتری برخوردار است. خلیلی‌زاده (۲۰۰۳)، در پژوهشی در شهر گرگان با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و ArcView-GIS اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل در طول ۱۰/۵ کیلومتر از مسیر رودخانه زیارت کرد و علاوه بر ترسیم نقشه پهنه‌های خطر سیل به ازای دوره‌های بازگشت مختلف، مقدار خسارت ناشی از سیل را نیز برآورد کرد. وی نیز در پژوهش خود نتیجه گرفت دوره بازگشت ۵۰سال، دوره بازگشت بحرانی حوزه آبخیز شهری گرگان است. در نهایت با رسم منحنی‌های تراز– خسارت نتیجه گرفت که با افزایش دوره بازگشت عمق متوسط سیل‌گیری، وسعت اراضی سیل‌گیر و خسارت ناشی از سیل به شدت افزایش می‌یابد. غفاری و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهشی برای مدیریت ۴/۵ کیلومتر از دشت سیلابی رودخانه قزل‌اوزن، اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از امکانات مدل HEC-RAS، نرم افزار Arc View و الحاقیه آن به نام HEC-GeoRAS کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که از کل مساحت تحت تاثیر سیل ۲۰۰ ساله، ۸۶/۱۴ درصد آن مستعد سیل گیری توسط سیل‌های زیر ۲۵ سال می‌باشد. همچنین نقشه‌های عمق سیل‌گیری به دست آمده مشخص نمود که از کل عمق متوسط سیل‌گیری در دوره بازگشت ۲۰۰ سال، ۵۷/۲۹ درصد آن متعلق به دوره‌های بازگشت زیر ۲۵ سال می‌باشد. افتخاری و همکاران (۲۰۱۰)، میزان تاثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر پهنه سیل و تراز سطح آب را در رودخانه اترک مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از لایه TIN و HEC-GeoRAS اطلاعات مورد نیاز را استخراج، و از طریق مشاهدات صحرایی اقدام به برآورد ضریب زبری نمودند. به منظور بررسی میزان تاثیر ضریب زبری مانینگ در گستره پهنه سیلابی، میزان ضریب زبری ۵، ۱۰ و ۲۵ درصد، افزایش و کاهش داده شد و با هریک از این حالات مدل اجراء شد. برای آنکه بتوانند سطح آبگرفتگی را در بازه نشان دهند، نتایج به سیستم اطلاعات جغرافیایی انتقال داده شد. نتایج بیانگر این بود که مدل بیشترین حساسیت را به تغییرات ضریب زبری دارد. روشن و همکاران (۲۰۱۳)، در تحقیقی شرایط هیدرولیکی رودخانه بشار واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد را در دو حالت شرایط موجود و طبیعی برای سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS شبیه‌سازی کردند. نتایج نشان داد که به ازای دوره‌های بازگشت بالاتر میزان دبی بیشتر شده و سطح سیلاب در هر یک از مقاطع افزوده می‌شود. همچنین با افزایش سطح مقطع ارتفاع سیل‌گیری

کاهش می‌یابد. پریساری و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهشی پهنه‌بندی خطر سیل با دو مدل مادکلارک و HEC-RAS در آبخیز سد بوستان استان گلستان انجام دادند. نتایج نشان داد که با توجه به معیار درصد خطای دبی اوج با کمتر از ۳/۲ درصد خطا، مدل در شبیه‌سازی دبی اوج کارآیی خوبی دارد اما در برآورد حجم چندان موفق نبود. نتایج پهنه‌های سیل نیز نشان داد که از کل مساحت تحت تأثیر سیل ۲۰۰ ساله، ۹۶/۹۴ درصد مستعد سیل‌گیری توسط سیل‌های با دوره بازگشت ۲۵ سال است و در واقع بخش عمده‌ای از خسارت به پهنه‌های دشت سیلابی زیر ۲۵ سال وارد می‌شود. شیخ علیشاهی و همکاران(۲۰۱۵)، گستره سیلاب در اراضی حاشیه رودخانه منشاد واقع در استان یزد برای سیلاب با دوره‌های بازگشت‌های ۲ تا۲۰۰ ساله محاسبه کردند. نتایج نشان داد که کاربری اراضی نامناسب و پیشروی اراضی کشاورزی در حاشیه رودخانه، باعث افزایش دبی سیلاب و افزایش سطح پهنه‌های سیلاب در این منطقه شده است. هوگان (۱۹۹۷)، قابلیت استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS در طرح‌های مهندسی رودخانه از جمله محاسبات پروفیل سطح آب، تعیین منحنی دبی-اشل در ابتدا و انتهای یک بازه در رودخانه‌های طبیعی و کانال‌های مصنوعی، بررسی وضعیت جریان و پهنه‌بندی سیل در شرایط مختلف ساماندهی رودخانه را مورد تاکید قرار داد. گل و همکاران (۲۰۰۵)، با تهیه نقشه خطر سیل در حوضه Mayanmar-Chindwin به این نتیجه رسیدند که نقشه‌های خطر سیل می‌تواند خسارات سیلاب را تا اندازه زیادی کاهش دهد. گیشامو و همکاران (۲۰۱۲)، برای استخراج مقاطع عرضی در بخشی از رودخانه Tisza واقع در مجارستان از HEC- GeoRAS استفاده کردند و به این نتیجه دست یافتند که یکی از روش‌های استخراج مقاطع عرضی رودخانه استفاده از مدل رقومی ارتفاع است. در حوزه آبخیز چشمه‌کیله سیل‌های متعددی رخ داده است که حدود ۱۵ تا ۲۰ مورد از سیل‌های اتفاق افتاده از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۰ موجب خساراتی در منطقه مورد مطالعه شده است. لذا یکی از اهداف اصلی این پژوهش تهیه نقشه پهنه-بندی سیلاب با استفاده از تر کیب نرم‌افزارهای HEC- RAS و HEC-GeoRAS در قالب سامانه اطلاعات جغرافیایی در بازه‌ای از رودخانه چشمه‌کیله می‌باشد.

موقعیت و خصوصیات منطقه مورد بررسی

حوزه آبخیز رودخانه چشمه‌کیله با وسعتی برابر ۱۶۵۸/۷هکتار یکی از آبخیزهای طغیانی منطقه غرب استان مازندران می‌باشد که در جنوب شهرستان تنکابن در موقعیت جغرافیایی ″ ۰۸ ´ ۲۳ ° ۵۰ تا ″۴۰ ´ ۵۹ ° ۵۰ طول شرقی- غربی و ″ ۴۶ ´ ۱۹ ° ۳۶ تا ″۳۸ ´ ۵۲ ° ۳۶ عرض شمالی-جنوبی واقع شده است. این آبخیز ازشمال به دریای خزر، از بخش خاوری به آبخیز آزاد رود، از جنوب به آبخیز رودخانه الموت‌رود- شاهرود (سرشاخه‌های سفید رود) و از بخش باختری به آبخیز رودخانه تیروم‌رود- رامسر محدود می‌شود. حداکثر ارتفاع مطلق ۴۷۷۲ متر و حداقل ارتفاع مطلق ۲۷- متر از سطح دریا می‌باشد. ارتفاع متوسط وزنی ۱۹۱۱/۵ متر از سطح دریا، شیب متوسط وزنی ۵۶/۵ درصد می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت مکانی حوزه آبخیز چشمه‌کیله

روش‌شناسی

در نرم‌افزار HEC-RAS پروفیل سطح آب به روش گام به گام استاندارد، با استفاده از معادله انرژی شبیه‌سازی می‌شود. اساس این روش بر مبنای محاسباتی است که از یکی از دو انتهای بازه شروع می‌شود و محاسبات از یک مقطع به مقطع بعدی به صورت گام به گام ادامه می‌یابد.

HEC-GeoRAS یکی از الحاقیه‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی(Arc GIS) است که برای پردازش داده‌های زمینی در سیستم تحلیل رودخانه(HEC-RAS) طراحی شده و به کاربران امکان تهیه لایه‌های ورودی به HEC-RAS در محیط Arc/GIS را می‌دهد. این لایه شامل اطلاعات استخراج شده از لایه شبکه نامنظم مثلثی (TIN)، مانند مشخصات رودخانه، بازه‌ها، خطوط مقاطع عرضی و طول بازه پایین‌دست برای ساحل چپ، کانال اصلی و ساحل راست است (مرکزمهندسی هیدرولوژی، ۲۰۰۲). بنابراین اولین گام در بررسی سیلاب‌دشت هر رودخانه، تهیه نقشه مدل رقومی ارتفاع منطقه با مقیاس مناسب، برای شبیه‌سازی رودخانه و اراضی اطراف است که بدین منظور از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰ رقومی پلان رودخانه تهیه و در محیط اتوکد اقدام به تصحیح و انجام اصلاحات لازم بر روی آنها

شد. سپس در محیط Arc/GIS با استفاده از این مدل رقومی ارتفاع TIN رودخانه مورد نظر تهیه شد. دومین گام شبیه‌سازی هندسی رودخانه توسط الحاقیه HEC-GeoRAS و ایجاد لایه‌های RAS در محیط ArcGIS است. این لایه‌ها به ترتیب عبارتند از: خط مرکزی جریان، سواحل کانال اصلی، خطوط تمرکز سیلاب، خطوط برش مقاطع عرضی که با ترسیم خطوط از ساحل چپ به ساحل راست و عمود بر جهت جریان تعیین می‌شوند. با رسم این خطوط موقعیت، وضعیت و پهنای مقاطع عرضی از TIN زمین استخراج شده و در این لایه معرفی و ذخیره می‌شود. گام سوم در این پروژه، انتقال اطلاعات تولید شده در محیط Arc/GIS، به بسته نرم افزاری HEC-RAS توسط یک فایل متنی با فرمت (ASCII) است. گام چهارم، باز کردن و تکمیل مشخصات هندسی رودخانه در محیط HEC-RAS است. در این مرحله مشخصات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی جریان رودخانه مانند سازه‌های متقاطع مسیر، ضرایب افت انرژی، شرایط مرزی محدوده مورد بررسی، نوع رژیم جریان، دبی رودخانه با دوره‌های برگشت مختلف و ضرایب مانینگ به مدل هیدرولیکی HEC-RAS وارد می‌شود که بدین منظور بعد از جمع‌آوری داده‌های مربوط به دبی حداکثر روزانه و لحظه‌ای در ایستگاه هراتبر، که در فاصله مناسبی از بازه قرار دارد، با انتخاب ۳۱ سال دوره آماری مشترک، اقدام به کنترل، تصحیح و بازسازی داده‌ها شد. سپس همگنی داده‌ها با استفاده از آزمون توالی[1] انجام شد (هوگان، ۱۹۹۷). در مرحله بعد دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره بازگشت مختلف تعیین شد، بدین ترتیب که بعد از وارد کردن دبی‌های حداکثر لحظه‌ای در نرم افزار Easyfit، با مقایسه داده‌های مشاهده‌ای و پیش بینی شده، بهترین توزیع آماری به روش مقایسه‌ای و گرافیکی تعیین و در نهایت شش دوره برگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله به مدل معرفی شد.

برای تعیین ضریب مانینگ که یکی از مهمترین پارامترهای هیدرولیکی در کانال‌ها و رودخانه‌ها است و نقش موثری در تراز آب و سرعت جریان در هر مقطع دارد (مرکزمهندسی هیدرولوژی، ۲۰۰۲)، کل منطقه به ۶۰ مقطع تقسیم شد. سپس با استفاده از جدول و روش کاون (مرکزمهندسی هیدرولوژی، ۲۰۰۲)، در هر یک از مقاطع سه ضریب زبری متفاوت برای بستر رودخانه، ساحل راست و چپ تعیین و در نهایت ضرایب مربوط به تنگ و گشادشدگی کانال نیز بر اساس جداول مربوط به مدل معرفی شد. گام پنجم انتقال نتایج نرم افزار HEC-RAS در قالب فایل متنی (ASCII) به سامانه Arc/GIS و نمایش پهنه‌های سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف در این محیط است. در نهایت محیط Arc/GIS امکان نمایش نتایج نهایی مانند سطح آبگرفتگی به ازای دوره‌های بازگشت مختلف، ارتفاع، عمق و سرعت آب در هر نقطه از دشت سیلابی را فراهم می‌سازد. در مرحله پایانی این پژوهش نیز، سطح سیلابی در کاربری‌های اراضی مختلف در دوره‌های برگشت متعدد محاسبه شد.

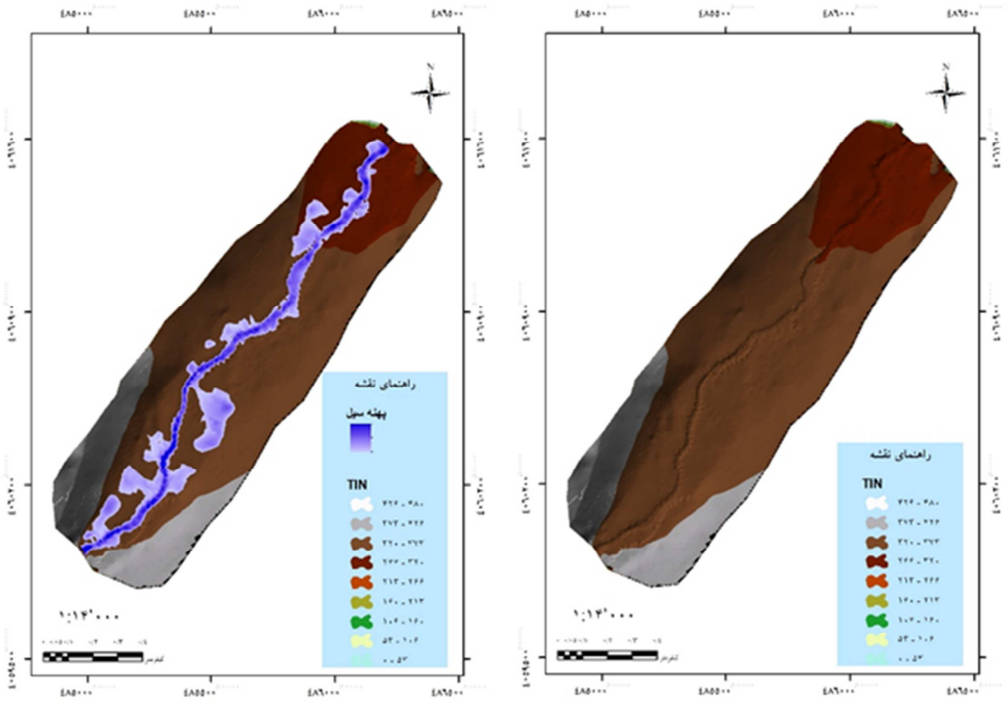
یافته‌های تحقیق و بحث

ایجاد TIN و لایه‌های ورودی به RAS

لایه TIN در واقع مبنای استخراج خطوط تراز و لایه مورد نیاز RAS است و در واقع هر چه رقوم ارتفاعی به دست آمده رودخانه دقیق‌تر باشد، مدل سه بعدی حاصل، بیشتر به واقعیت نزدیک خواهد بود. در این تحقیق، به دلیل

[1]- Run test

استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ و استفاده از GPS در بازدیدهای به عمل آمده، همچنین انطباق و انداختن نقشه‌های موجود بر روی تصویر ماهواره‌ای ETM منطقه، مشخص شد که TIN به دست آمده از نقشه‌های رقومی، قادر است بستر و دشت‌های سیلابی اطراف رودخانه را (به عرض متوسط ۴۰۰ متر)، به خوبی شبیه‌سازی کند و مرجع مناسبی برای انجام تحقیقات و ایجاد لایه‌های بعدی است. سپس لایه‌های مختلف شامل لایه کناره‌های راست و چپ، لایه خط مرکزی جریان، لایه سیلاه مرکزی، راست و چپ و مقاطع عرضی رقومی شدند.



شکل۲: نقشه شبکه نامنظم مثلثاتی(TIN) بازه مورد مطالعه

تعیین ضریب زبری مانینگ و دبی با دوره‌های بازگشت مختلف

بعد از تصحیح و آماده‌سازی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سالانه، در ایستگاه‌های مورد نظر، برای تعیین دبی با دوره بازگشت مختلف از بین توزیع‌های آماری مختلف، توزیع لوگ نرمال دو متغیره برای ایستگاه هراتبر و با استفاده از نرم افزارEasyfit به عنوان مناسب‌ترین توزیع انتخاب و دبی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله به صورت جدول (۱) تعیین شد. نتایج حاصل از تعیین ضریب مانینگ به روش کاون برای ۷ بازه در نظر گرفته شده و در سه بخش کانال اصلی و کناره‌های راست و چپ به صورت جدول (۲) است.

جدول ۱: دبی دوره‌های برگشت مختلف در ایستگاه هیدرومتری هراتبر

دوره برگشت	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰
دبی(متر مکعب بر ثانیه)	۵۰/۶۶۷	۷۸/۷۷۵	۹۸/۷۱۴	۱۲۵/۲۲	۱۴۵/۸۴	۱۶۷/۱۵	۱۸۹/۲۹	۲۱۹/۹۵

جدول ۲: مقادیر ضریب زبری مانینگ(n) مقاطع عرضی مختلف بر روی رودخانه چشمه کیله

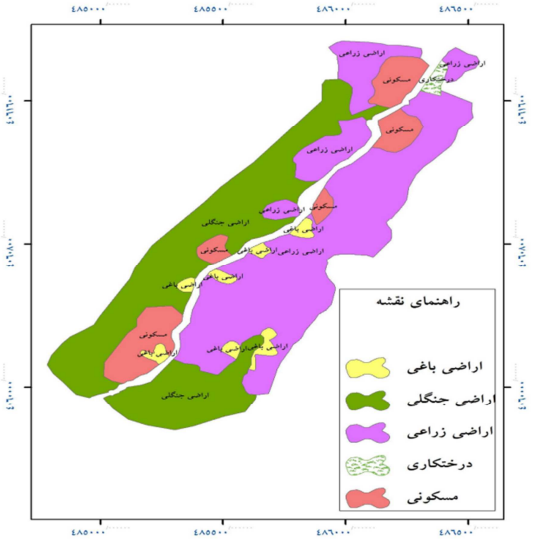
شماره مقطع	ساحل راست	کانال اصلی	ساحل چپ	شماره مقطع	ساحل راست	کانال اصلی	ساحل چپ
۱	۰/۰۵۸۵	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۳۱	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳۳۱
۲	۰/۰۵۸۵	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۳۲	۰/۰۴۲	۰/۰۵	۰/۰۳۵
۳	۰/۰۵۸۵	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۳۳	۰/۰۳۹۹	۰/۰۵	۰/۰۳۹۸
۴	۰/۰۵۸۴	۰/۰۵	۰/۰۳۹۱	۳۴	۰/۰۳۹۷	۰/۰۵	۰/۰۳۹۶
۵	۰/۰۵۸۴	۰/۰۵	۰/۰۳۹۱	۳۵	۰/۰۳۹۸	۰/۰۵	۰/۰۳۹۹
۶	۰/۰۵۸۳	۰/۰۵	۰/۰۳۹	۳۶	۰/۰۳۹۷	۰/۰۵	۰/۰۳۹۶
۷	۰/۰۵۸۳	۰/۰۵	۰/۰۳۹	۳۷	۰/۰۳۹۹	۰/۰۵	۰/۰۳۹۵
۸	۰/۰۵۸۳	۰/۰۵	۰/۰۳۹	۳۸	۰/۰۳۹۶	۰/۰۵	۰/۰۳۹۸
۹	۰/۰۵۸۲	۰/۰۵	۰/۰۳۹۳	۳۹	۰/۰۳۹۷	۰/۰۵	۰/۰۳۹۶
۱۰	۰/۰۵۸۲	۰/۰۵	۰/۰۳۹۳	۴۰	۰/۰۳۹۵	۰/۰۵	۰/۰۳۹۴
۱۱	۰/۰۵۸۱	۰/۰۵	۰/۰۳۹۴	۴۱	۰/۰۳۹۴	۰/۰۵	۰/۰۸۳
۱۲	۰/۰۵۸۱	۰/۰۵	۰/۰۳۹۴	۴۲	۰/۰۳۹۴	۰/۰۵	۰/۰۸
۱۳	۰/۰۳۹۹	۰/۰۵	۰/۰۳۹۳	۴۳	۰/۰۳۹۲	۰/۰۵	۰/۰۷۲
۱۴	۰/۰۳۹۹	۰/۰۵	۰/۰۳۹۳	۴۴	۰/۰۳۹۵	۰/۰۵	۰/۰۶۶
۱۵	۰/۰۳۹۹	۰/۰۵	۰/۰۳۹۳	۴۵	۰/۰۳۹۱	۰/۰۵	۰/۰۶۷
۱۶	۰/۰۳۹۸	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۴۶	۰/۰۳۹۳	۰/۰۵	۰/۰۶۵
۱۷	۰/۰۳۹۸	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۴۷	۰/۰۳۹۳	۰/۰۵	۰/۰۶۳
۱۸	۰/۰۳۹۸	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۴۸	۰/۰۳۹۱	۰/۰۵	۰/۰۶۲
۱۹	۰/۰۳۹۶	۰/۰۵	۰/۰۳۹۱	۴۹	۰/۰۳۹۴	۰/۰۵	۰/۰۶۱
۲۰	۰/۰۳۹۶	۰/۰۵	۰/۰۳۹۱	۵۰	۰/۰۳۹۴	۰/۰۵	۰/۰۶۸
۲۱	۰/۰۳۹۷	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۵۱	۰/۰۳۸۴	۰/۰۵	۰/۰۳۹۶
۲۲	۰/۰۳۹۶	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۵۲	۰/۰۳۸۳	۰/۰۵	۰/۰۳۹۵
۲۳	۰/۰۳۹۸	۰/۰۵	۰/۰۳۹۳	۵۳	۰/۰۳۸۴	۰/۰۵	۰/۰۳۹۵
۲۴	۰/۰۳۹۶	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲	۵۴	۰/۰۳۸۴	۰/۰۵	۰/۰۳۹۵
۲۵	۰/۰۴۱	۰/۰۵	۰/۰۳۳۱	۵۵	۰/۰۳۸۴	۰/۰۵	۰/۰۳۹۵
۲۶	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳۳	۵۶	۰/۰۳۸۲	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲
۲۷	۰/۰۴۲	۰/۰۵	۰/۰۳۳۲	۵۷	۰/۰۳۸۲	۰/۰۵	۰/۰۳۹۲
۲۸	۰/۰۴۱	۰/۰۵	۰/۰۳۳۳	۵۸	۰/۰۳۸۵	۰/۰۵	۰/۰۳۹۸
۲۹	۰/۰۴۲	۰/۰۵	۰/۰۳۳۴	۵۹	۰/۰۳۸۱	۰/۰۵	۰/۰۳۹۸
۳۰	۰/۰۴۳	۰/۰۵	۰/۰۳۳۵	۶۰	۰/۰۳۸۱	۰/۰۵	۰/۰۳۷۲

تعیین کاربری اراضی

لایه کاربری اراضی با استفاده از نقشه کاربری اراضی سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری سال ۱۳۸۶ تعیین شد. شکل(۳) نقشه کاربری اراضی باز مورد مطالعه و جدول (۳) سطح کاربری اراضی در بازه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۳: سطح کاربری در بازه مورد مطالعه

نوع کاربری	سطح(هکتار)
جنگل	۵۷/۳
اراضی زراعی	۱۲/۶۴
باغ	۳۷/۴
جنگل	۱/۵۸
درختکاری	۲۰/۱
مسکونی	۴/۲۴

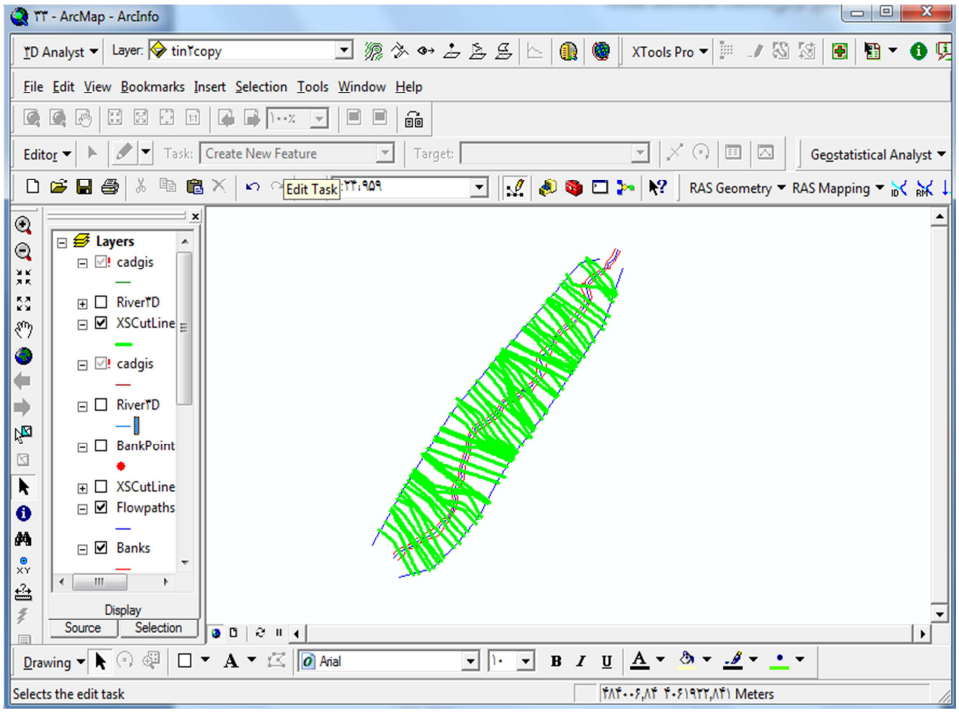


شکل ۳: کاربری اراضی بازه مورد مطالعه

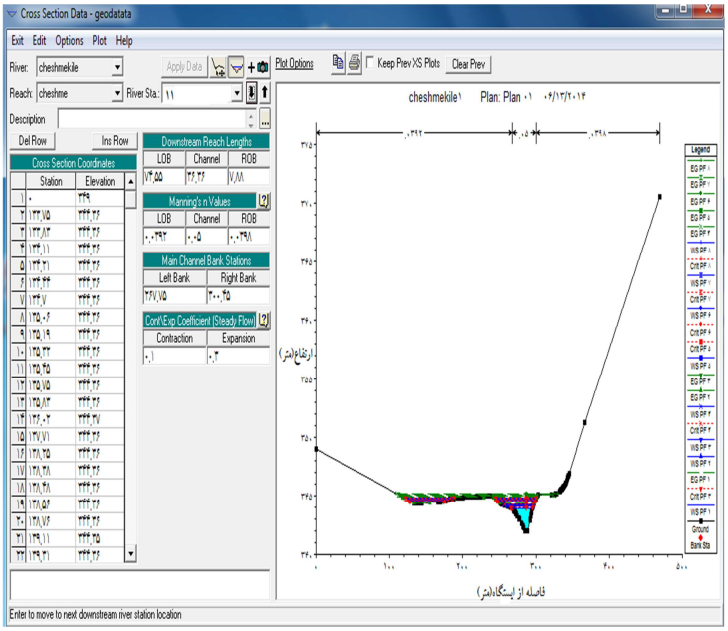
نتایج حاصل از شبیه‌سازی در HEC-RAS

با ارسال اطلاعات حاصله از لایه‌های مختلف از Arc GIS به HEC- RAS و با وارد نمودن سایر اطلاعات مورد نظر مانند دبی با دوره‌های برگشت مختلف، ضرایب زبری و شرایط مرزی جریان این مدل قادر خواهد بود که در هر مقطع رقوم سطح آب به ازای دوره‌های برگشت مختلف، پروفیل طولی بازه مورد مطالعه، شیب متوسط آن، توزیع سرعت جریان، عمق بحرانی آب، سطح و محیط خیس شده، شعاع هیدرولیکی، عمق میانگین، عدد فرود و نوع رژیم جریان در مقاطع مختلف و سطوح سیل‌گیری را استخراج نمود. با توجه به تامین اطلاعات اولیه هندسی در GIS، کاربرد ترکیب HEC-RAS و GIS قابلیت بالایی در مدیریت دشت‌های سیلابی در حوضه را داشته که نتایج این بخش ازتحقیق با نتایج سایر محققان از جمله سلیمانی(۲۰۰۷)، غفاری و مهدوی(۲۰۱۰) و هوگان(۱۹۹۷) مطابقت دارد. پهنه سیلاب در بازه مورد مطالعه دارای مساحت ۵۸/۲۸ هکتار بوده که بیشترین مساحت به اراضی کشاورزی و باغی اختصاص دارد. در شکل(۴) محل مقاطع عرضی در بازه مورد مطالعه و شکل‌های (۵) و (۶) مقطع عرضی شماره ۱۱ را به عنوان نمونه و پروفیل طولی بازه مورد مطالعه در دوره بازگشت‌های مختلف را نشان می‌د.هند. همچنین شکل (۷) پروفیل سطح آب و شکل (۸) پهنه‌های سیل‌گیر برای دوره بازگشت‌های مختلف را نشان می‌دهند. در مطالعات

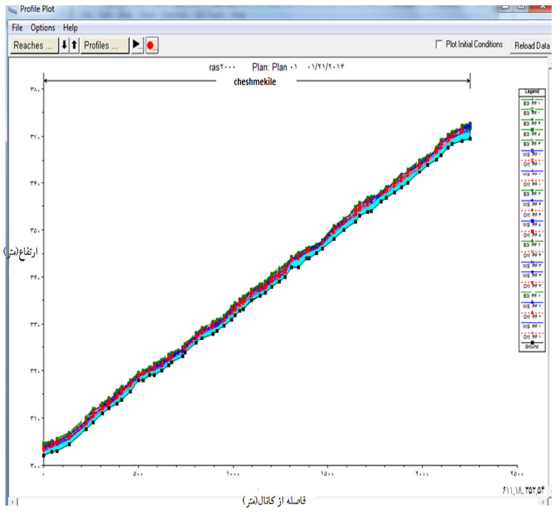
پهنه‌بندی سیلاب معمولاً تعیین حریم بستر رودخانه با دوره بازگشت ۲۵ ساله مورد نظر می‌باشد اما با توجه به شرایط سیلابی درمنطقه پهنه‌بندی سیل در این منطقه در شش دوره بازگشت مورد بررسی قرار گرفت.



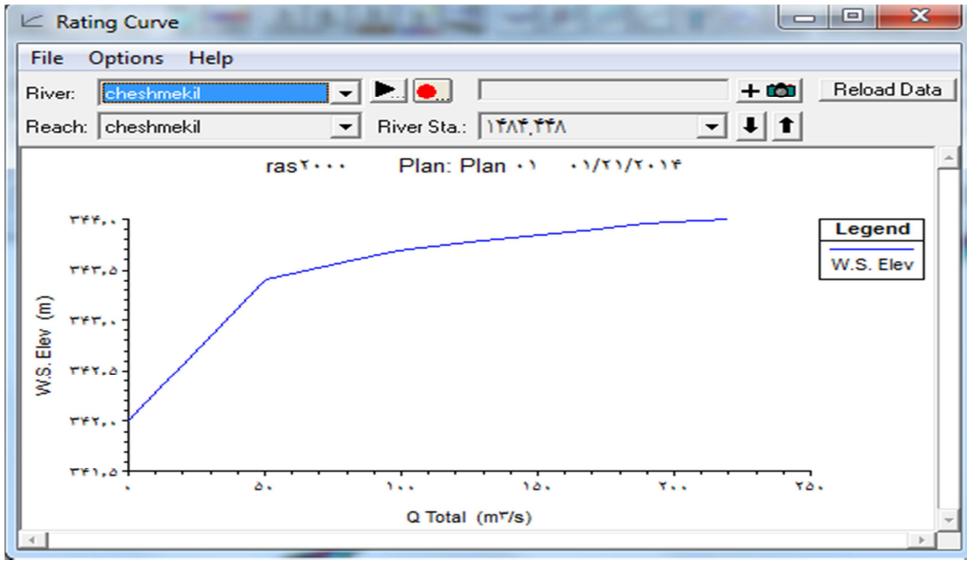
شکل۴: محل مقاطع عرضی بازه مورد مطالعه در محیط Arc/GIS



شکل ۵: مقطع عرضی شماره ۱۱ به‌همراه عمق سیل‌گیری در دوره بازگشت‌های مختلف



شکل ۶: پروفیل طولی بازه مورد مطالعه در دوره بازگشت‌های مختلف



شکل ۷: پروفیل سطح آب در بازه مورد مطالعه

مساحت آب‌گرفتگی

نتایج نشان داد که با توجه به وارد نمودن دبی‌های جداگانه برای هر باز و توانایی نرم افزار HEC-RAS در محاسبه پروفیل سطح آب به روش گام به گام در محل پیوستگی بازه‌های همسطح آب، به درستی شبیه‌سازی شده است. طبیعی است که هر چه دبی سیلاب بزرگتر باشد، سطح بیشتری به زیر آب خواهد رفت، ولی آنچه مهم است، نسبت و میزان این تغییرات در اراضی با ارزش حاشیه است، چرا که این اطلاعات می‌توانند در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی

اراضی حاشیه رودخانه بسیار مفید و راهگشا واقع شوند. در شکل۸ محدوده سیل گیری ۲ تا ۱۰۰ ساله نشان داده شده است.

عمق و سرعت آب

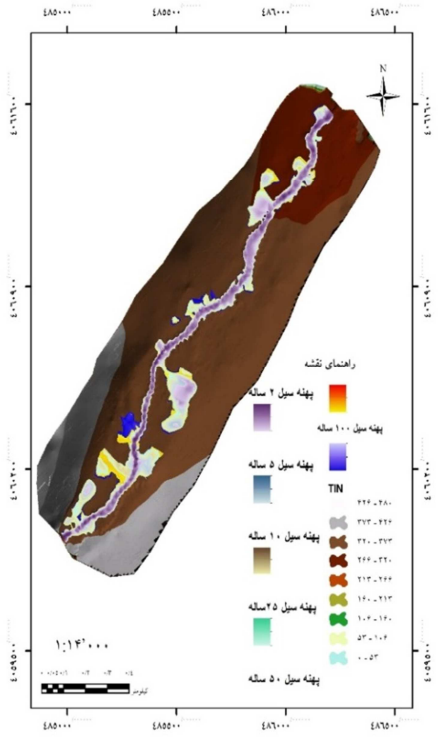
از دیگر نتایجی که از این روش پهنه‌بندی حاصل می‌شود، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به عمق و سرعت برای هر سلول از منطقه مورد نظر است. اندازه سلول هایی که محاسبات در هر کدام آنها به طور مجزا صورت می‌گیرد، توسط کاربر قابل تعریف است که در این طرح ابعاد این سلولها یک متر در نظر گرفته شده است و در نهایت هم به صورت لایه نقطه‌ای و هم لایه TIN در هر نقطه از پهنه سیلاب، سرعت آب در نرم افزارهای GIS قابل نمایش و تحلیل است.

نتایج حاصل از پهنه‌بندی سیل

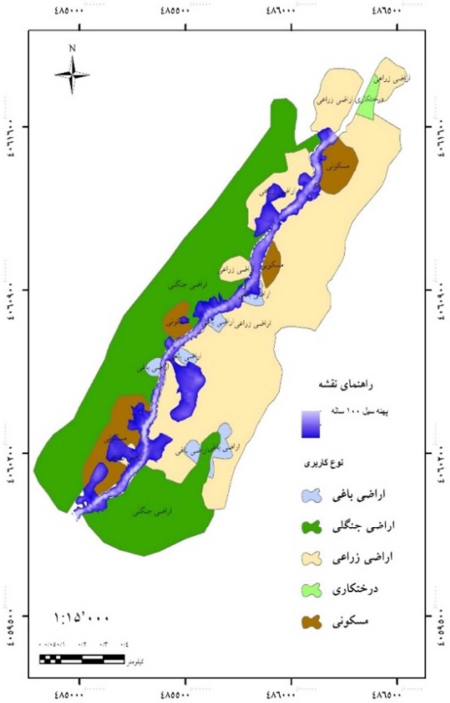
همانطور که از نتایج و داده خروجی مشخص می باشد، با افزایش دوره بازگشت، سرعت آب افزایش یافته سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تاثیر سیل قرار می گیرد. همچنین در رودخانه چشمه کیله در حد فاصل ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ متری، ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متری وسعت اراضی در معرض خطر سیل در دوره بازگشت‌های مختلف تفاوت چشم‌گیری با هم ندارند. در صورتی‌که در دشت‌های سیلابی در فواصل ۰ تا۱۰۰۰ متری، ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متری و ۲۱۰۰ تا ۳۰۰۰ متری به علت تغییر تدریجی کاهش شیب در دامنه‌های مشرف به رودخانه‌ها با بروز تغییر کمی در رقوم تراز سطح سیلاب، در وسعت اراضی در معرض خطر سیل تغییر قابل توجهی اتفاق می‌افتد. در پهنه‌بندی سیل صورت گرفته سطح اراضی مختلفی که تحت تاثیر سیل در دوره بازگشت‌های مختلف صورت گرفته است در جدول(۴) ارائه شد که با توجه به اعداد ارائه شده در این جدول می‌توان نتیجه گرفت که هرچه دوره بازگشت افزایش می‌یابد سطح سیلابی افزایش پیدا می‌کند که نتایج این بخش ازتحقیق با نتایج شیخ علیشاهی و همکاران (۲۰۱۵)، روشن و همکاران (۲۰۱۳)، خلیلی زاده (۲۰۰۳) مطابقت دارد. همچنین بیشترین سطح سیلابی مربوط به اراضی زراعی به وسعت ۶/۲۴ هکتار می‌باشد .و بعد از آن اراضی مسکونی با وسعت ۳/۹۴ هکتار، جنگلی ۲/۹۲ هکتار و باغی ۰/۸ هکتار می‌باشد. پهنه‌های سیل‌گیر و سطح سیل‌گیری در بازه مرود مطالعه استخراج شد که در شکل‌های (۸) و (۹) ارائه شده‌اند.

جدول۴: سطح سیل‌گیری به ازای دوره بازگشت‌های مختلف در بازه مورد مطالعه

دوره برگشت	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
سطح(هکتار)	۲/۰۲	۴/۴	۹/۴۳	۱۳/۴۹	۱۶/۲۵	۱۹/۹۸



شکل۸: نقشه پهنه‌بندی سیل با دوره بازگشت‌های مختلف



شکل ۹: نقشه تلفیقی کاربری اراضی با پهنه بندی سیل با دوره بازگشت ۵ ساله

نتیجه‌گیری

تهیه اطلاعات هندسی رودخانه از جمله خط جریان آب، ساحل‌های چپ و راست، تعیین ضریب مانینگ و اطلاعات مربوط به مقاطع عرضی از روی نقشه توپوگرافی وقت زیادی می‌گیرد در صورتی‌که با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS به راحتی می‌توان این کار را با سرعت و دقت بالایی انجام داد. با استفاده از این روش نه تنها نیازی به برداشت مقاطع عرضی از رودخانه برای اجرای برنامه HEC-RAS نیست، بلکه تعداد مقاطع عرضی مورد نیاز را می‌توان با استفاده از نقشه پلان به تعداد بسیار بیشتر تهیه کرد و دقت محاسبات نرم افزار را ارتقاء داد. حوزه آبخیز چشمه‌کیله در منطقه کوهستانی جریان داشته و به لحاظ شیب زیاد دامنه‌های مشرف به رودخانه، سطوحی از اراضی زراعی و باغی و مسکونی و جنگل از دوره بازگشت ۵ سال به بعد در معرض خطر غرقاب شدن جریان سیلابی قرار می‌گیرد. بنابراین پهنه خطر سیل با دوره بازگشت‌های مختلف نشان می‌دهد که هر چه دوره بازگشت بالاتری مدنظر قرار گیرد سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد. نتایج مربوط به مدل HEC-RAS دلالت بر توانایی مدل در تعیین وضعیت هیدرولیک جریان در بازه مورد مطالعه داشته است.

با توجه به نتایج تحقیق، اراضی کنار رودخانه بیشتر از سایر اراضی تحت تاثیر سیلاب قرار دارند. همچنین در رودخانه چشمه کیله در حد فاصل ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ متری، ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متری وسعت اراضی در معرض خطر سیل در دوره بازگشت‌های مختلف تفاوت چشمگیری با هم ندارند. در صورتی‌که در دشت‌های سیلابی در فواصل ۰ تا ۱۰۰۰ متری، ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متری و ۲۱۰۰ تا ۳۰۰۰ متری به علت تغییر تدریجی کاهش شیب در دامنه‌های مشرف به رودخانه‌ها با بروز تغییر کمی در رقوم تراز سطح سیلاب، در وسعت اراضی در معرض خطر سیل تغییر قابل توجهی اتفاق نمی‌افتد.

منابع

احتشامی مجید، اکرامی عطیه (۱۳۹۱)، به کارگیری ابزار مدیریتی ارزیابی راهبردی محیط زیست در مسیر توسعه پایدار، فصلنامه راهبرد، سال بیست و یکم، شماره۶۲، صص ۱۸-۱۲.

قنواتی عزت اله، صفاری امیر، بهشتی جاوید ابراهیم، منصوریان اسماعیل (۱۳۹۳)،پهنه‌بندی پتانسیل سیل خیزی با استفاده از تلفیق مدل هیدرولوژیکی CN و AHP در محیط GIS (حوزه رودخانه بالخو)، فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال هفتم، شماره ۲۵، صص ۸۰-۶۷.

تلوری عبدالرسول (۱۳۷۶)، مدیریت مهار سیلاب کاهش خسارات سیل، کارگاه آموزشی-مهار سیلاب رودخانه‌ها،

برخوردار مهرداد، چاوشیان سیدعلی (۱۳۷۹)، پهنه‌بندی سیلاب، کارگاه آموزشی مهار سیلاب رودخانه ها، انجمن هیدرولیک ایران، ۲۰ص.

خلیلی زاده مجتبی، مساعدی ابوالفضل، نجفی نژاد علی (۱۳۸۴)، پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از محدوده رورخانه زیارت در حوزه آبریز شهری گرگان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال داوزدهم، شماره ۴،صص ۱۴۶-۱۳۸.

صفری علی (۱۳۸۰)، تعیین الگوی مدیریت بهینه‌سازی در دشت‌های سیلابی (مطالعه موردی رودخانه نکارود)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۰۰ص.

خلیلی‌زاده مجتبی (۱۳۸۲)، ارزیابی خطر و مدیریت سیل در شهر گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۳۱ص.

غفاری گلاله، امینی عطاالله (۱۳۸۹)، مدیریت دشت‌های سیلابی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) (مطالعه موردی رودخانه غزل اوزن)، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره ۳۲: صص ۱۳۴-۱۱۷.

افتخاری میرحسین، سلاجقه علی، حسینی سیداحمد (۱۳۹۰)، ارزیابی پهنه‌بندی سیل با تغییرات ضریب زبری، (مطالعه موردی رودخانه اترک)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال چهارم، شماره ۱۲، صص۱۰۶-۹۱.

روشان حسین، وهاب‌زاده قربان، سلیمانی کریم، فرهادی رسول (۱۳۹۲)، شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS(مطالعه موردی: رودخانه بشار، استان کهگیلویه و بویر احمد)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال چهارم، شماره ۷، صص۸۴-۷۴.

پریساری زهرا، بردی شیخ واحد، اونق مجید، بهره مند عبدالرضا (۱۳۹۳)، پهنه‌بندی خطر سیل با دو مدل مادکلارک و HEC-RAS در آبخیز سد بوستان استان گلستان، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، سال بیست و هشتم، شماره ۴، صص۷۴۱- ۷۲۹.

شیخ علیشاهی نجمه، جمالی علی اکبر، حسن‌زاده نفوتی محمد (۱۳۹۵)، پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز منشاد- استان یزد)، فصلنامه علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۵۳، صص ۹۶-۷۷.

مخترع علیرضا (۱۳۸۷)، تعیین خسارات سیل و انتخاب گزینه غیرسازه‌ای مناسب مهار سیلاب در مناطق شهری، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۵۲ص.

نجمایی محمد (۱۳۸۰)، هیدرولوژی مهندسی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، جلد دوم.

یمانی مجتبی، تورانی مریم، چزغه سمیرا (۱۳۹۱)، تعیین پهنه‌های سیل‌گیر با استفاده از مدل HEC-RAS (مطالعه موردی: بالادست سد طالقان از پل گلینک تا پل وشته)، مجله جغرافیا و مخاطرات طبیعی، سال اول، شماره ۱، صص۱۶-۱.

Gichamoa, T.Z., Popescua, I., Jonoski, A., Solomatine, D., (2012), River cross section extraction from the ASTER global DEM for flood modeling, Environmental Modeling and Software, Vol. 31, 37-46 .

Goel, N.K., Htay, T., Arya D.S., (2005), Flood hazard mapping in the lower part of Chindwin River Basin, Myanmar, International Conference on Innovation Advances and Implementation of Flood Forecasting Technology.

Hoggan, D. H., (1997), Computer Assisted, Floodplain Hydrology and Hydraulics, Second Edition, McGraw-Hill, p323-344.

Hydrology Engineering Center, (2002), HEC-GeoRAS, User's Manual, Ver.3.1.1, U.S.Army Corps of Engineers.

Solaimani, K., (2009), Flood forecasting based on geographical information System, African Journal of Agricultural Research, Vol.4, No.10, p 950-956.

Research Article

Flood hazard zoning using HEC-RAS Hydraulic Model and ArcGIS (Case Study: CheshmehKileh River in Tonekabon County)

Somaye Pornaby Darzi[1], Mehdi Vafakhah[2*], Mohammad Rasol Rajabi[3]

1. M.Sc.Student of Watershed Management, Islamic Azad University, Noor Branch, Iran
2*. Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran
3. Ph.D.Student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

Received: 25-12-2019 Final Revised: 09-03-2020 Accepted: 17-04-2021

Abstract

Flood is defined as "streamflow with high discharge which spreads temporary on the lands nearby the main river" and consequently there will be some risks. Due to proper conditions, most of the economic and social activities take place in these areas. Therefore, it is important to determine flood zonation due to flood discharge with different return periods in these areas. In this regard, the Cheshmehkileh River located in Tonekabon Township has vast river boundary zones and most of the economic and social activities are carried out in its neighborhood, which is susceptible to flood hazard according to flood conditions and occurred floods. The cross sections were derived using the digital elevation model (DEM) with scale of 1:1000 in Arc/GIS environment and HEC-GeoRAS extension and the obtained outputs were entered into HEC-RAS hydraulic software. Manning roughness coefficients and flood discharge with five return periods of 2, 5, 10, 25, 50 and 100-year were entered into HEC-RAS model and water surface profile was computed in flow path and flood zonation for different return periods was derived using the HEC-RAS output information through geographical information system. The obtained results showed that the longer the return period, the wider the surface affected by flood. Also, the highest flood area is related to agricultural land use with an area of 6.24 ha and after residential land uses with an area of 3.94 ha, forest with an area of 2.9 ha and orchard of an area of 0.8 ha were located at the following ranks.

Keywords: flood zonation, HEC-RAS, flood, Flood damage, land use.

* Corresponding Author Email: vafakhah@modares.ac.ir

References

References (in Persian)

Barkhordar, M., Chavoshian, A., (2000), Flood zoning, rivers flood control workshop, Iranian Hydraulic Association, 20p. [In Persian]

Eftekhari, A., Salajegheh, A., Hoseini, A., (2010), Evaluation of flood zoning with variations in roughness coefficient (a case study of Atrak river), Journal of Physical Geography, Vol. 4, No.12., pp. 91-106. [In Persian]

Ghaffari, Gh., Amini, A., (2010), Floodplain management using geographic information system (GIS) (a case study of Ghazal Ozan River), Journal of Geographic space, Vol. 10, No. 32, p117- 134. [In Persian]

Ghanavati, A., Saffari, A., Mansoorian, A., (2013), Flood potential zonation by integrating the CN and AHP hydrologic model in GIS environment (Balkho River basin), Journal of Physical Geography, Vol. 17, No. 25, p67-80. [In Persian]

Khalilizadeh, M., (2003), Risk assessment and food Management in Gorgan City, M.Sc. Thesis, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University, 131p. [In Persian]

Khalilizadeh, M., Mosaedi, A., Najafinezhad, A., (2005), Flood risk zoning in the part of Ziarat River boundary in Gorgan Watershed, Gorgan Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, No. 4, p138-146. [In Persian]

Mokhtare, A., (2008), Determining flood damage and the selecting non structural option for flood control in urban areas, M.Sc. Thesis. Faculty of Civil Engineering. Sharif University of Technology,152p. [In Persian]

Najmaei, M., (2001), Engineering Hydrology, Iran University of Science and Technology Press, Vol. 2. [In Persian]

Parisai, Z., Bardi Sheikh,V., Ounagh, M., Bahrehmand, A., (2013), Flood risk zoning with two models of HEC-RAS and ModClark in Boostan Dam Watershed, Golestan Province, Journal of Water and Soil (Agricultural Science and Technology), Vol. 28, No.4., p729-741. [In Persian]

Roshan, H., Vahabzadeh, Gh., Soleimani, K., Farhadi, R., (2013), Simulation of river hydraulic behavior using HEC-RAS Model in GIS Environment (a Case Study: Bashar River, Kohkiluyeh and Boyer Ahmad Province), Journal of Watershed Management Research, Vol. 4, No. 7, p74-84. [In Persian]

Safari, A., (2000), Determination of optimal management pattern in floodplains (a case study of Nekarood River), M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 100p. [In Persian]

Sheykhalishahi, N., Jamali, A., Hasanzadeh, N., (2015), Flood risk zoning using HEC-RSA and GIS (a case study: Menshad Watershed, Yazd Province), Journal of Geographic Space, Vol. 6, No. 53, p77-96. [In Persian]

Telvari, A., (1996), Flood Control Management, Flood Damage Mitigation, Workshop- Flood Control in Rivers. [In Persian]

Yamani, M., Toorani, M., Chezghe, S., (2012), Determination of the Flooding Zones by using HEC-RAS Model (Case Study: Upstream the Taleghan Dam), Geography and Environmental Hazards, Vol. 1, No 1, p1-16. [In Persian]

References (in English)

Gichamoa, T.Z., Popescua, I., Jonoski, A., Solomatine, D., (2012), River cross section extraction from the ASTER global DEM for flood modeling, Environmental Modeling and Software, Vol. 31, 37-46 .

Goel, N.K., Htay, T., Arya D.S., (2005), Flood hazard mapping in the lower part of Chindwin River Basin, Myanmar, International Conference on Innovation Advances and Implementation of Flood Forecasting Technology.

Hoggan, D. H., (1997), Computer Assisted, Floodplain Hydrology and Hydraulics, Second Edition, McGraw-Hill, p323-344.

Hydrology Engineering Center, (2002), HEC-GeoRAS, User's Manual, Ver.3.1.1, U.S.Army Corps of Engineers.

Solaimani, K., (2009), Flood forecasting based on geographical information System, African Journal of Agricultural Research, Vol.4, No.10, p 950-956