محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت خاک و آب

پهنه بندی سیلاب رودخانه قزل اوزن با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط Arc GIS (مطالعه موردی: حوضه طارم – خلخال)

علی‌رضا حیدری[۱]، مهدی حاتمی[۱]، حسن اوجاقلو[۲*]

[۱] دانشجوی کارشناسی گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی ، دانشگاه زنجان

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی آب دانشکده کشاورزی ، دانشگاه زنجان

چکیده

دشت های سیلابی و مناطق مجاور رودخانه‌ها همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع سیلاب‌ها قرار دارند. تعیین میزان پیشروی سیلاب و خصوصیات آن در دوره بازگشت‌های مختلف که تحت عنوان پهنه بندی سیلاب صورت می‌گیرد، می‌تواند در پیشگیری و کنترل خطرات سیل موثر واقع گردد. در تحقیق حاضر، پهنه بندی سیلاب برای رودخانه قزل اوزن در محدوده شهرستان طارم استان زنجان انجام شد. بیش از ۱۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی در محدوده مورد مطالعه قرار دارد و همواره خطر سیل در این اراضی وجود دارد. به منظور تهیه مشخصات فیزیوگرافی، مقاطع عرضی و تهیه نقشه‌ها از افزونه Hec-GeoRAS در نرم افزار ArcGIS استفاده شد. مقادیر دبی رودخانه به ازای دوره بازگشت‌های مختلف نیز وارد مدل Hec-RAS شد و محاسبات هیدرولیکی با استفاده از این مدل انجام گرفت. نتایج نشان داد، با افزایش دوره بازگشت از ۲ تا ۲۰۰ سال، سطح اراضی سیل‌گیر از مقدار ۱۶۱۶ تا ۲۷۴۳۷ کیلومتر مربع افزایش می‌یابد. کاربرد مدل‌های اشاره شده با استفاده از داده‌های ورودی دقیق‌تر از جمله نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس بالا می‌تواند در پیش بینی گسترش سیل با دوره بازگشت‌های مختلف مفید واقع گردد.

کلمات کلیدی: پیش بینی، سیل، Hec-GeoRAS، طارم

مقدمه

نقشه‌های پهنه بندی سیلاب درحوزه های متنوعی کاربرد وسیعی دارد. امروزه این نقشه‌ها یکی از اطلاعات پایه و مهم در مطالعات طرح‌های عمرانی در دنیا محسوب شده و قبل از هرگونه سرمایه گذاری و یا اجرای طرح‌های توسعه، بررسی آن در دستور کار سازمان‌های ذیربط قرار دارد. تعیین حریم و بستر از لحاظ فنی و حقوقی نیز در کشور بسیار پر اهمیت و پیچیده می باشد. یکی از مهمترین کاربردهای نقشه‌های پهنه بندی سیل، تعیین حدود گذرگاه سیل و اراضی سیل‌گیر می باشد. خصوصاً آنکه این اراضی از یکسو به علت دسترسی به منابع آبی بسیار پر ارزش بوده و از سوی دیگر به علت مجاورت با رودخانه در معرض خطر سیل و طغیان رودخانه می باشند. نقشه های پهنه‌بندی در سیستم‌های هشدار و عملیات امداد و نجات می تواند کارساز باشد. آگاهی از پهنه سیلاب در مدیریت رودخانه و ایمنی سواحل، اهمیت بسیاری دارد. پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش در مناطق خشک و نیمه خشک، باعث ایجاد سیلاب های مخرب و وارد آمدن خسارات جانی و مالی فراوان می گردد که با توجه به شرایط اقلیمی، بخش مهمی از کشور جزو مناطق خشک و نیمه خشک بشمار می رود و به همین دلیل کشور ایران را به لحاظ سیل‌خیزی در رتبه هفتمین کشور دنیا قرار داده است نصرتی (۱۳۷۹). افزایش تراکم در مناطق مستعد سیل گیر موجب شد نخستین فعالیت‌ها در مورد کاربرد GIS در مطالعه پدیده سیلاب به اوایل دهه ۱۹۸۰ بر می‌گردد و اولین مطالعات در این زمینه با آنالیز DEM ها (مدل رقومی ارتفاعی) برای کاربردهای هیدرولوژیک شروع شد. مارک و اکالگیندر(۱۹۸۴) روش‌هایی را برای پر کردن فرورفتگی‌ها و پستی ها به منظور تعیین جهت جریان و تجمع آن ارائه دادند که به علت نامناسب بودن مدل ارتفاعی رقومی در توصیف عوارض پیچیده، مدل شبکه نامنظم مثلثی یا TIN پیشنهاد شد که توپوگرافی زمین را نمایش می داد. جاکیک و میدمنت (۱۹۹۱) از شبکه نامنظم مثلثی (TIN) برای مدل سازی زهکشی سیلاب در یک محیط شهری در ایالت تگزاس استفاده نمودند. آنها در پی تحقیقات انجام شده، مشخص کردند که استفاده از مدل TIN برای تعیین پارامتر های تخمین جریان و دبی طراحی بسیار مفید و مؤثر می‌باشد. بری و باجراچری (۱۹۹۵) روش روندیابی ماسکینگام-کانژ را مورد بررسی قرار داده و نشان دادندکه تغییرات مکانی و زمانی ضرایب سکینگام-کانژ یک نقص مهم به حساب می‌آید و باعث خطا در تخمین داده ها می شود. هین لی و همکاران (۱۹۹۳) به منظور پیش بینی سیلاب در رودخانه ناکدونگ و تهیه سیستم هشدار این رودخانه، از مدل های روند های هیدرولوژیکی استفاده کردند. نتایج نشان داد که این مدل‌ها در انتهای رودخانه به خاطر پس زدن آب توسط مدل اصلاً کارایی ندارد. تیت و مید منت (۱۹۹۹) روشی را برای افزایش دقت آنالیزخروجی HEC-RAS در Arcview با مطابقت

*ایمیل نویسنده مسئول: ojaghlou@znu.ac.ir

داده های زمینی، هندسی رودخانه و سازه‌های کنترل با مدل زمینی موجود در GIS ارائه داد. سینکاندین و همکاران (۲۰۰۳) به تهیه نقشه خطر سیل برای رودخانه پاری در مالزی نمودند. برای این منظور از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نرم افزار Arcview استفاده گردید. با توجه به مشاهدات میدانی، نتیجه گیری کردند که GIS محیط مناسبی را برای تهیه نقشه خطر سیل ایجاد می‌کند. کالدست و هادسن (۲۰۰۳) در حوضه پانوکو در مکزیک اقدام به تهیه نقشه پهنه سیل با تلفیق اطلاعات سنجش از دور با روش ژئومورفولوژی نمودند. براساس نتایج با تلفیق اطلاعات سنجش از دور می توان نقشه‌های با توان تفکیک بالا تهیه کرد که برای پهنه بندی سیل در مناطق با وسعت زیاد می‌تواند بسیار مفید باشد. انگلهارد (۲۰۰۴) برنامه ای را برای طراحی و مدیریت نقشه‌های خطر سیل تحت عنوان MHFMM[1] ارائه کرد که با توجه به قابلیت بالا در کارهای مربوط به پهنه بندی سیل FEMA[2] مورد استفاده قرار میگیرد. صفری (۱۳۸۰) برای پهنه بندی سیل در رودخانه نکا از مدل HEC-RAS و برای انجام روندیابی از روش کانولکس استفاده نمود و نتیجه گرفت که این مدل کارایی خوبی در محاسبه پروفیل سطح آب دارد. جلالی راد (۱۳۸۱) به پهنه بندی سیل در بخشی از حوضه آبخیز شهری تهران پرداخت او در این تحقیق از سامانه اطلاعات جغرافیایی، نرم افزار Arcview و مدل HEC-RAS استفاده نمود و نتیجه گرفت که سامانه اطلاعات جغرافیایی دارای قابلیت خوبی برای پهنه بندی سیل می باشد. دهقانی(۱۳۸۳) به ارزیابی کارایی روش روندیابی در رودخانه زهره پرداخت نتایج تحقیقات وی نشان داد که مدل های روند یابی ماسکینگام-کانژ وآت کین به ترتیب دارای اولویت می باشند. این تحقیق با هدف تلفیق مدل هیدرولیکی HEC-RAS با نرم افزار ArcGIS از طریق الحاقیه HEC-GEORAS به برآورد پهنه سیل و عمق آبگرفتگی در یک بازه ۱۶ کیلومتری از رودخانه زینه رود می پردازد که در نهایت با استفاده از نقشه پهنه بندی محدوده های در معرض سیلاب، انتخاب محل مناسب برای اقدامات و فعالیت‌های مختلف سازه‌ای و غیر سازه‌ای در منتطقه سیل گیر ساده‌تر خواهد شد.

پهنه بندی سیلاب می‌بایستی برای هر منطقه به طور جداگانه انجام گیرد. یکی از مناطق مهم از نظر کشاورزی و اقتصادی استان زنجان، شهرستان طارم می‌باشد که به عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی در استان و حتی کشور مطرح می‌باشد. واقع شدن اراضی زراعی و باغی قابل توجه در اطراف رودخانه قزل اوزن سبب شده تا همواره خطر سیل کشاورزان این منطقه را تهدید نماید. لذا هدف از این تحقیق، شبیه سازی مشخصات مهم سیلاب از جمله مساحت سیل‌گیر، نقشه پهنه بندی سیلاب، توزیع سرعت و عمق جریان به ازای دوره بازگشت‌های مختلف در رودخانه قزل اوزن واقع در محدوده شهرستان طارم می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

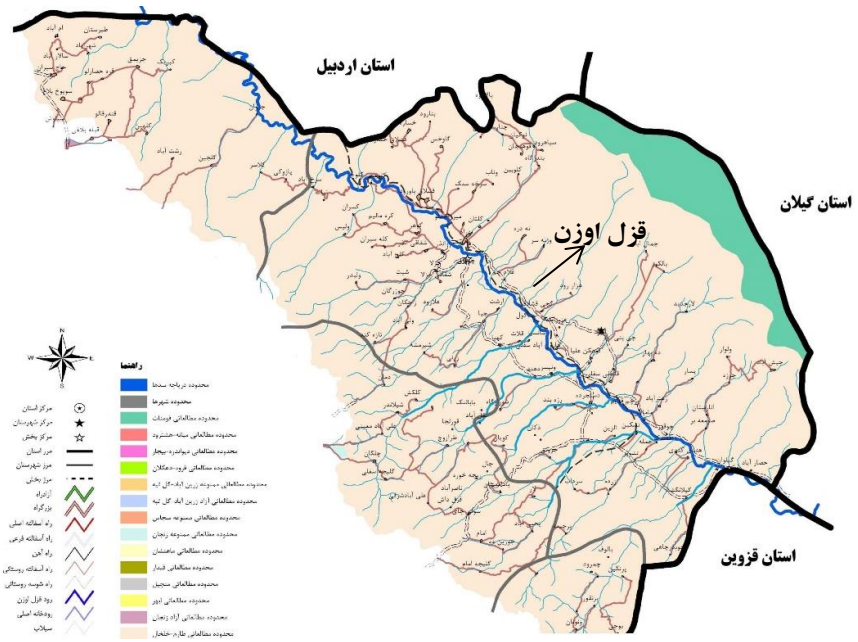
۲-۱- معرفی محدوده مطالعاتی

حوضه آبریز طارم - خلخال بخشی از حوضه آبریز سفیدرود را که در حد فاصل تلاقی رودخانه میانه (مجموع رودخانه های قرنقو ، شهرچای و آیدوغموش) با رودخانه قزل اوزن و دریاچه سد سفیدرود قرار دارد را در بر می‌گیرد. مساحت آن برابر با ۸۸۳۶/۸ کیلومتر مربع و شاخه‌های عمده آن آرپاچای، گرمی و شاهرود طارم است. شکل شماره (۱) محدوده حوضه طارم-خلخال و همچنین مطالعاتی طرح را نشان می‌دهد. طول رودخانه قزل اوزن در محدوده مورد مطالعه این تحقیق برابر با حدود ۶۷/۵ کیلومتر می‌باشد. مساحت محدوده مورد مطالعه در حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. متوسط دمای محدوده مطالعاتی بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک آب‌بر ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین بارندگی سالیانه ثبت شده در این ایستگاه از ابتدای تأسیس (۲۰۰۳) تاکنون برابر با ۲۴۸ میلی‌متر می‌باشد. میانگین رطوبت نسبی ثبت شده در ایستگاه مذکور در حدود ۵۵ درصد می‌باشد. میانگین درازمدت دبی متوسط سالیانه رودخانه قزل اوزن در ایستگاه گیلوان (خروجی محدوده طرح) در حدود ۱۰۴/۸ مترمکعب بر ثانیه و حجم عبوری ۳/۳ میلیارد مترمکعب می‌باشد (برگرفته از مطالعات بهنگام سازی طرح جامع آب کشور).

۲-۲- تهیه و پردازش داده ها مورد نیاز:

نخستین مرحله در پهنه بندی سیلاب تهیه مشخصات هندسی رودخانه به عنوان داده ورودی مدل HEC-RAS می باشد. در این پژوهش از افزونه HEC-GEORAS در نرم افزار ArcGIS برای دستیابی به این امر استفاده شده است. نقشه های توپوگرافی محل، نقشه کاربری اراضی، نقشه مسیر رودخانه و نقشه محل داغاب‌ها از جمله اطلاعات مورد نیاز اولیه برای نرم افزار HEC-GEORAS می باشد که از شرکت آب منطقه ای زنجان اخذ گردید.

[1] Multi-Hazard flood map modernization
[2] Federal emergency management agency



شکل ۱ – محدوده مطالعاتی طرح

مراحل تهیه اطلاعات ورودی برای نرم افزار HEC-RAS به شرح زیر می باشد:

۲-۲-۱- ساخت فایل TIN با استفاده از اطلاعات توپوگرافی جهت شبیه سازی شیب و شکل پروفیل رودخانه و مقاطع.

۲-۲-۲- ساخت لایه خط مرکزی جریان: در این لایه خط مرکزی رودخانه از بالادست به پایین جهت تعیین مسیر رودخانه و جهت حرکت آب ترسیم می شود.

۲-۲-۳- ساخت لایه سواحل رودخانه: این لایه مرز بین محل آبی رودخانه و خشکی می باشد. که معمولاً محل داغاب رودخانه در نظر گرفته می شود.

۲-۲-۴- ساخت لایه خطوط مسیر جریان: از این لایه جهت تعیین مسیر حرکت جریان و سیلاب دشت های سمت راست و چپ استفاده می شود. در این بخش می توان از کپی خط اصلی جریان استفاده نمود.

۲-۲-۵- ساخت لایه مقاطع عرضی: موقعیت طول و پهنای مقاطع در این لایه تعیین می شوند. در تعیین مقاطع نکات زیر حائز اهمیت است:

- فاصله مقاطع بر اساس شیب بستر رودخانه تعیین می‌شود.
- مقاطع از راست به چپ رودخانه و عمود بر خط مرکزی جریان رسم شده و باید خطوط مسیر جریان و سواحل رودخانه را قطع کرده باشد.
- این خطوط فقط در یک نقطه لایه های مختلف را قطع می کنند.

۲-۲-۶- استخراج ضرایب مانینگ: ضرایب مانینگ به وسیله لایه کاربری اراضی تهیه شده و بر اساس استانداردهای تجربی برای ضریب مانینگ تعیین شده است.

۲-۲-۷- آماده سازی فایل ورودی نرم افزار HEC-RAS : در این بخش کلیه اطلاعات ساخته شده توسط HEC-GeoRAS استخراج یافته و وارد نرم افزار HEC-RAS می شود.

۲-۳- اجرای مدل هیدرولیکی:

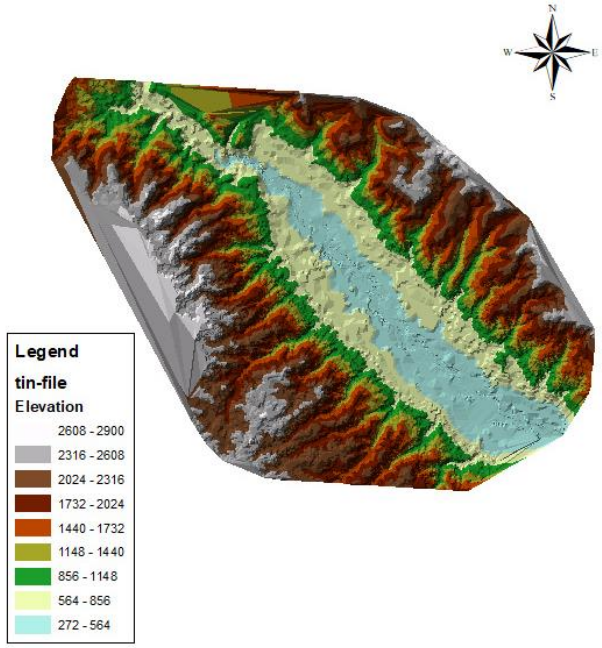
در این مرحله پس از ساخت یک پروژه جدید داده های هندسی و ضرایب مانینگ استخراج یافته وارد نرم افزار شده و ذخیره می شود. در تحقیق حاضر مشخصات جریان رودخانه از قبیل عمق نرمال به عنوان شرایط مرزی، جریان پایدار به عنوان نوع رژیم جریان و دبی رودخانه با دوره بازگشت های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله ایستگاه گیلون به مدل هیدرولیکی HEC-RAS معرفی شده است.

۲-۴- انتقال نتایج نرم افزار HEC_RAS به سیستم ARC GIS

نتایج حاصل از مدل سازی در نرم افزار HEC-RAS در قالب نقشه های پهنه سیلاب با دوره بازگشت های مختلف جهت نمایش ارتفاع و عمق آب در هر نقطه از دشت سیلابی وارد نرم افزار ArcGIS می‌شود.

نتایج و بحث

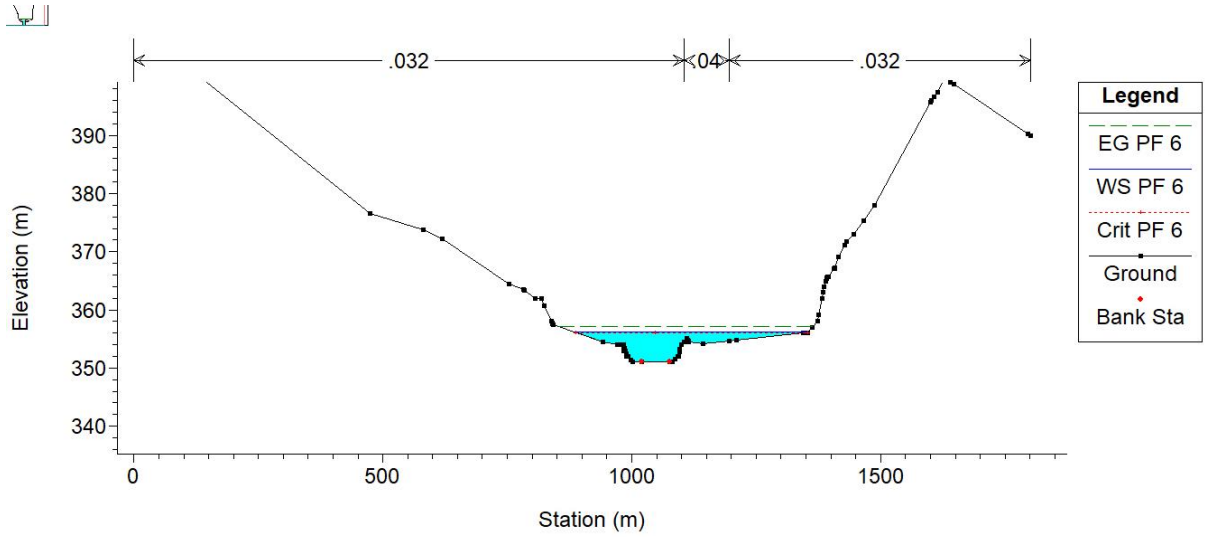
در این تحقیق ابتدا به منظور پهنه بندی سیلاب می‌بایست نقشه رقومی به شبکه نامنظم مثلثی (TIN) تبدیل شود. در این مدل عوارض سطح زمین به صورت مجموعه‌ای از سطوح مثلث به‌هم پیوسته نمایش داده می‌شود. مقیاس نقشه تهیه شده در این تحقیق ۱:۲۵۰۰۰ می‌باشد. شکل (۲) بیانگر TIN محدوده مورد مطالعه می‌باشد. در مرحله بعد اطلاعات رودخانه نظیر خط مرکزی جریان به طول ۶۷/۵ کیلومتر، سواحل رودخانه، کاربری اراضی اطراف رودخانه و توپوگرافی رودخانه اخذ شده از آب منطقه ای زنجان مورد پردازش قرار گرفته و خطوط مقاطع عرضی توسط نرم افزار ArcGIS ترسیم گردیده است. مقادیر دبی طبق جدول (۱) از طریق روش توزیع گامبل برای دوره بازگشت‌های مختلف برآورد و وارد نرم افزار HEC-RAS شده است. برای شبیه سازی جریان به صورت ماندگار عمق نرمال به عنوان شرایط مرزی بالادست در نرم افزار تعریف شده است. با تکمیل اطلاعات و اجرای مدل نرم افزار قادر است بسیاری از خصوصیات جریان از جمله تراز آب در هر مقطع، پروفیل طولی آبراهه، نحوه توزیع سرعت آب، منحنی سنجه دبی، عمق بحرانی آب، سطح و محیط خیس شده و عمق میانگین در مقاطع مختف را استخراج نماید. به عنوان مثال در شکل (۳) پروفیل عرضی مقطع و در شکل (۴) پروفیل طولی نمایش داده شده است.



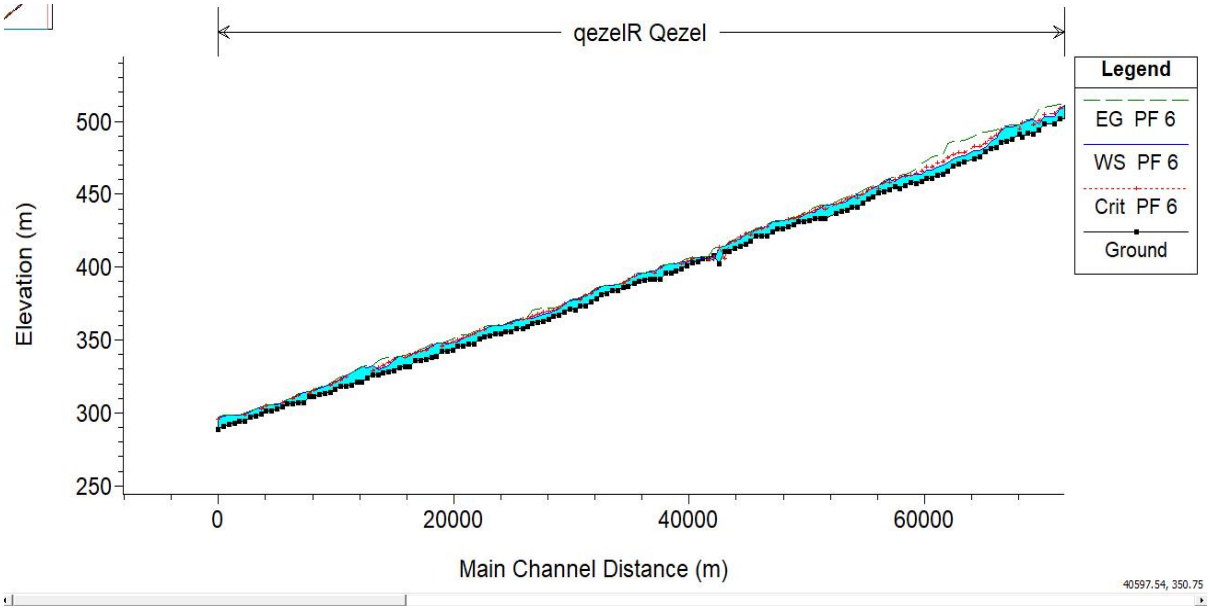
شکل (۲) شبکه نامنظم مثلثی (TIN) رودخانه قزل اوزن

جدول ۱. مقادیر دبی برای دوره بازگشت های مختلف

دوره بازگشت (سال)	۲	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
دبی (مترمکعب بر ثانیه)	۱۰۰۲	۱۹۷۰	۲۴۵۸	۲۸۲۰	۳۱۷۹	۳۵۳۶



شکل (۳) منحنی مقطع عرضی رودخان

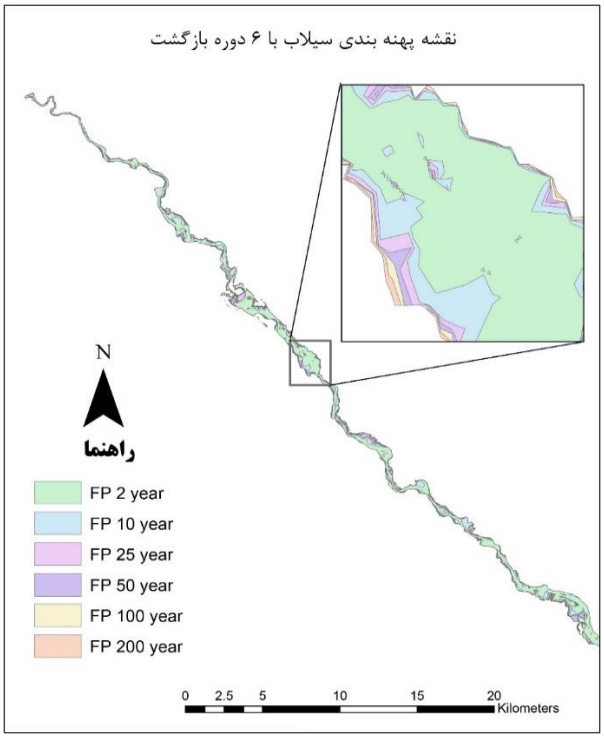


شکل(۴) پروفیل طولی رودخانه برای کمترین و بیشترین دوره بازگشت

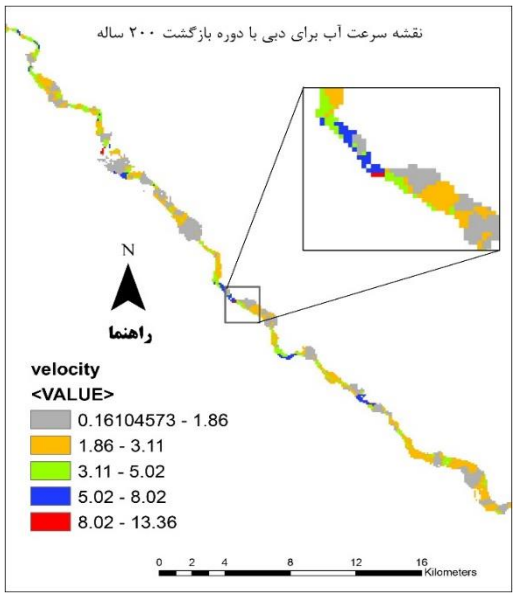
پس از تکمیل اطلاعات در نرم افزار HEC-RAS با ارسال اطلاعات به نرم افزار ArcMap امکان مشاهده دقیق مناطق سیل گیر و تحلیل و تفسیر اطلاعات و تصمیم گیری صحیح در مسائل مدیریتی منطقه فراهم می شود. در جدول (۲) مساحت سیل‌گیر و در شکل (۵) نقشه سطح سیل گیر برای دوره بازگشت های مختلف ارائه شده است.

جدول ۲. مقادیر مساحت‌های محاسبه شده پهنه سیلابی برای شش دوره بازگشت مختلف

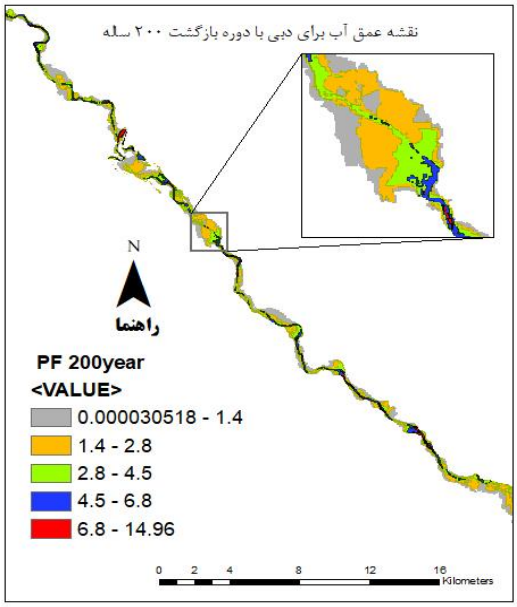
دوره بازگشت (سال)	۲	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
مساحت (کیلومتر مربع)	۱۶/۲	۲۱/۶	۲۳/۷	۲۵/۲	۲۷/۱	۲۷/۴



شکل (۵) پهنه سیلابی رودخانه قزل اوزن در محدوده شهرستان طارم



شکل (۶) سرعت آب برای دبی ها با دور بازگشت ۲۰۰ ساله



شکل (۷) عمق آب برای دبی های با دوره بازگشت ۲۰۰ ساله

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که استفاده از نرم افزار Hec-GeoRAS و Hec-RAS به صورت توأمان می‌تواند به منظور پیش بینی پارامترهای مختلف سیلاب از جمله سطح سیل گیر و عمق جریان مفید واقع گردد. نتایج نشان داد با افزایش دوره بازگشت سیل، مقدار سطح سیل‌گیر نیز افزایش می‌یابد. با این وجود مقدار افزایش آن از سیلاب ۵۰ سال به بالا با شیب کمتری خواهد بود. همچنین نقشه‌های سرعت و عمق جریان نیز نشان داد، خطر آبگرفتگی شدید و تخریب کامل اراضی زراعی حاشیه رودخانه قزل اوزن در مقادیر سیلاب ۵۰ سال به بالا وجود دارد. مشاهدات میدانی از تراز سیل گیری منطقه نتایج نشان داد، مدل قابلیت بالایی در پیش بینی پهنه بندی سیلاب در محدوده مورد مطالعه داشته است. استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس بالا به همراه ارزیابی‌های میدانی دقیق‌تر می‌تواند در تعیین دقیق‌تر عملکرد این مدل مفید واقع گردد.

منابع

جلالی راد، ر.، ۱۳۸۱.پهنه بندی سیل در بخشی از حوضه آبخیز شهری تهران با استفاده از GIS، مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهرداری تهران، ص ۱۲-۸.

دهقانی، م.، ۱۳۸۳ . ارزیابی کارایی روش های روند یابی سیلاب در رودخانه جزر و مدی زهره، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس ،ص ۷۷.

صفری، ع.، ۱۳۸۰.تعیین الگوی مدیریت بهینه در دشت های سیلابی ، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ص۱۱۲.

نصرتی، ع.، ۱۳۷۹ . پهنه بندی قابلیت سیل خیزی حوضه آبخیز گاوه رود با استفاده از با استفاده از سنجش از دور و GIS، مجله تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ، بهار و تابستان ۱۳۸۳، شماره (۳و۴)ص ۴۹-۵۸.

Barry, D.A., and Bajracharya, K., 1995. On the Muskingum-Cunge flood routing method. University of Western Australia, Computer and Geosciences, v. 22(7), p. 707–712.

Coldizt R. R., and Hudson, P. F., 2003. Flood delineation in a large and complex alluvial valley, lower Pánuco basin, Mexico. Journal of Hidrology, v. 20, p. 229–245.

Djokic, J., and Maidment, D., 1991. GIS and hydrologic modeling. In Environmental modeling with GIS, ed MF Goodchild, BO Parks & LT Steyaert, Oxford University Press, New York, p 147–167.

Engelhard, J., 2004. Plan, manage, implement, and monitor the Multi-Hazard Flood Map Modernization (MHFMM) program. IAHS Press, Wallingford, p. 23–33.

Heon Lee, j., Lee Eun, T., Lee Do, H., and Kim Nam, W., 1993. Flood Analysis in the Tidal Reaches of the Nakdong River, Journal of Korea Water Resources Association, v. 31, p. 235-242.

Mark, S., and Ocallaghin, E.R., 1984. On the relative role of hillslope and network geometry inHydrologic response. In Scale problems in hydrology, eds VK Gupta, Rodriguez-Iturbe I & Wood EF, D Reidel Publishing Company, p 1–17

Sinnakaundan, S.k, 2003. Flood Hazard and Risk Assessment through Incorporating GIS with Hydrodynamic Modelling: Case Study of Pari River, Earth Surface Processes and Landforms, v. 16, p.237–254.

Tate, E., Maidment, D., 1999. Floodplain Mapping Using HEC-RAS and Arc View GIS, CRWR Online Report.v. 99-1, p.138-155.

Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation

Flood zoning of Ghezel ozan river using Hec-RAS hydrolic model in ArcGIS

Heydari[1], A.R., Hatami, M. [1], Ojaghlou[*2], H.

[1] B.Sc. Student, Water Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran[2] Assistant Prof., Water Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran

Abstract

Flood plains and coastal areas of the rivers are always at risk of flood. Determination of advance of flood and its characteristics during different return periods can be effective in preventing and controlling flood risks. In the present study, flood zoning for Ghezel Ozan River was carried out in the Tarom city of Zanjan province. More than 10,000 hectares of agricultural land are located in study area and there is always a risk of flooding in these lands. In order to obtain physiographic characteristics, cross section profiles and zoning map of flood, the Hec-GeoRAS extension was used in ArcGIS software. The values of river discharge for different return periods were entered into the Hec-RAS model and hydraulic calculations were performed using this model. The results showed that, with the increase of the return period from 2 to 200 years, the surface area of the floodplain increased from 1616 to 27437 km^2. Application of the mentioned models using more precise input data can be useful in predicting flood spreading with different return periods.

Keywords: Prediction, Flood, Hec-GeoRAS, Tarom

Corresponding author, Email: ojaghlou@znu.ac.ir *