

تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه گدار، آذربایجان غربی)

موسی عابدینی*^۱، ماهرخ سردشتی^۲، زهرا شریفی^۳

۱. استاد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران.
۲. دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران.
۳. دانشجوی دکتری دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیای طبیعی، اردبیل، ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۷

چکیده

سیلاب هر ساله باعث تخریب ساختار اقتصادی و اجتماعی جوامع و خسارات مالی و جانی فراوانی می‌شود. یکی از عوامل موثر در بروز سیلاب‌ها توسعه شهرنشینی در اطراف رودخانه‌ها می‌باشد. در اثر تغییرات اقلیمی، طی دهه‌های اخیر، کشور ایران با آب و هوای گرم و خشک و نیمه خشک، مستعد وقوع پدیده سیل بوده است. هدف از پژوهش حاضر، پهنه‌بندی سیلاب در حوزه آبخیز گدار با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS می‌باشد. برای انجام پژوهش، ابتدا با توجه به تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۸، نقشه کاربری اراضی و شماره منحنی رواناب، مدل SCS منطقه تعیین شد. در ادامه، دبی سیلاب حوضه با دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS شبیه‌سازی شد. نقشه پهنه‌بندی سیلاب حوزه آبخیز گدار محدوده شهر نقده و اشنویه با دوره بازگشت‌های موردنظر با کمک مدل هیدرولیکی HEC-RAS تهیه شد. نتایج نشان داد که با دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله به ترتیب ۱۲۵۵، ۱۳۱۶، ۱۳۷۰ و ۱۴۱۹/۷ هکتار مساحت پهنه سیلاب حوزه آبخیز گدار افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که هر چه دوره بازگشت طولانی‌تر شود سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که مدل HEC-HMS در برآورد دبی در حوضه‌هایی که فاقد ایستگاه آب‌سنجی بوده است مناسب می‌باشد. نتایج این تحقیق در مدیریت سیلاب مفید باشد و به کاهش میزان آسیب‌پذیری ناشی از سیل در این رودخانه کمک کند.

کلید واژه‌ها: حوضه آبخیز، سیلاب، دبی، رودخانه گدار

سرآغاز

بی‌شک یکی از مهمترین، گسترده‌ترین، اشکال مخاطرات طبیعی کشورمان سیلاب می‌باشد و شناخت نواحی مستعد وقوع سیلاب، از اقدامات مهم و اساسی در مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی توسعه می‌باشد (عابدینی و همکاران، ۱۴۰۱). سیل شایع‌ترین نوع بلایای طبیعی است که می‌تواند در همه جا پس از بارندگی شدید رخ دهد (Simonov, 2017). شدت سیل در کشوری که به دلیل محدودیت‌های مالی توانایی ساختاری کافی وجود ندارد، بسیار قابل توجه است (Chen et al., 2014; Abaya et al., 2009). در حال حاضر، طغیان رودخانه‌ها یک مسئله جهانی است که باعث ایجاد مشکل جدی برای ساکنان حاشیه رودخانه می‌شود (Cirella & Iyalomhe, 2018). در آفریقا، تعداد خانوارهایی که در اثر این فاجعه آواره و بدون سرپناه مانده‌اند به طور چشمگیری در حال افزایش است (Thiemig et al., 2011; Moges, 2007; Dessalegn et al., 2017). بر اساس گزارش به‌دست‌آمده از داده‌های بین‌المللی فاجعه (IDD) در سال‌های ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ (Ababa, 2018) حوادث سیل به‌طور مکرر در بسیاری از مناطق آسیا و آفریقا مشاهده شد (Idai, 2020; Dembélé & Zwart, 2016). توپوگرافی، بارندگی شدید، طغیان رودخانه‌ها، تخریب ناگهانی سواحل رودخانه‌ها، سیستم‌های زهکشی نامناسب شهری، شیب تند در طراحی کانال و تغییر کاربری اراضی، کشورها را در برابر سیل آسیب‌پذیرتر کرده است (Ashaw & Legesse, 2011; De Risi et al., 2020).

برای به حداقل رساندن اثرات این بلای طبیعی، مدل‌های مختلف هیدرولوژیکی (مانند فیزیکی، مفهومی، تجربی و احتمالی) برای پیش‌بینی سیل توسط محققان در سراسر جهان اجرا می‌شوند (Pham et al., 2020; Sjästad et al., 2020; Desalegn & Mulu, 2021; Shrestha & Kawasaki, 2020). بر اساس روش پیاده‌سازی شده برای توضیح ارتباط بین ورودی و خروجی، مدل‌های پیش‌بینی سیل را می‌توان به مدل‌های مبتنی بر فیزیکی^(۱)، مدل‌های مفهومی^(۲) و مدل‌های جعبه سیاه^(۳) دسته‌بندی کرد (Devia et al., 2015). مدل‌های جعبه سیاه کاملاً تجربی هستند و اگر داده‌ها کمیاب باشند، مدل مناسبی نیست (Mengistu et al., 2016; Farfán et al., 2020)، و همچنین نتیجه فرآیند هیدرولوژیکی این مدل کاملاً توسط رابطه متریک بین کنترل می‌شود. پارامترهای ورودی و خروجی مدل

مبتنی بر فیزیکی (Shibuo et al., 2016; Devia et al., 2015; Escobar-ruiz et al., 2019; Sohrat & Birendra, 2020) یکی از مدل‌های پیش‌بینی سیل است که در آن ویژگی‌های فیزیکی پیچیده و ماهیت دینامیکی یک حوضه در نظر گرفته می‌شود. مدل مفهومی نیز یکی از مدل‌های هیدرولوژیکی است که در آن تمام اجزای فرآیندهای هیدرولوژیکی بر اساس پارامترهای میدانی توصیف می‌شوند (Devi et al., 2015). مدل مفهومی مبتنی بر مدل‌سازی مخازن و معادلات تجربی با مبنای فیزیکی. فرآیند کالیبراسیون مدل مفهومی شامل تفسیر فیزیکی حوضه است و نیاز به داشتن دانش و تخصص قوی در مورد ویژگی‌های فیزیکی حوضه مورد بررسی دارد (Tegegne et al., 2017). ترکیب در ماهیت فرآیند هیدرولوژیکی و ویژگی‌های غیرخطی پارامترهای ورودی، انتخاب مدل مناسب برای پیش‌بینی سیل را دشوار می‌کند. ماهیت حوضه، هدف از مدل‌سازی، مناسب بودن مدل و کیفیت پارامترهای ورودی مانند بارندگی، دما، رطوبت، پوشش اراضی کاربری اراضی و تنوع مکانی و زمانی ورودی‌ها می‌تواند بر پایایی پیش‌بینی سیل تأثیر بگذارد (Toth et al., 2000; Ahmed et al., 2016a, b; Lateef Ahmad et al., 2017).

در این زمینه مطالعات زیادی در سطح داخل و خارج کشور صورت گرفته است. عابدینی و بهشتی جاوید (۱۳۹۵)، پهنه‌بندی خطر وقوع سیلاب حوضه آبخیز ليقوان‌چای را با استفاده از مدل فرآیند تحلیل شبکه و سیستم اطاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها بیانگر این بود که بخش‌های جنوبی حوضه با قرارگیری در پهنه‌های با پتانسیل خیلی زیاد و زیاد، به‌عنوان سیل‌خیزترین بخش‌های حوضه معرفی شده‌اند و به ترتیب ۱۱ و ۲۳/۶ درصد از مساحت حوضه را شامل می‌شوند. عابدینی و همکاران (۱۳۹۶)، با هدف پهنه‌بندی خطر سیلاب در شهرستان مشکین شهر مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که عامل ارتفاع، لیتولوژی، بارش و شیب به ترتیب بیشترین تأثیر را بر ایجاد سیل در منطقه مطالعاتی دارند. مختاری و همکاران (۱۳۹۹)، به تهیه نقشه خطر وقوع سیلاب در حوضه آبریز گمناب چای با استفاده از مدل ANP پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داده که ۲۱۰ کیلومتر مربع (۵۰ درصد) از مساحت منطقه در معرض خطر وقوع سیلاب قرار دارد. پناهی و حسین‌زاده (۱۳۹۹)، به پهنه‌بندی و تحلیل ژئومورفولوژیکی سیلاب رودخانه دینور (استان کرمانشاه) با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش

نتایج پژوهش مذکور، می‌تواند به مراجع ذی‌ربطه، در امر برنامه‌ریزی، پاسخ‌گویی موثر و اقدامات دقیق نسبت به حوادث احتمالی سیل در سطح حوضه، کمک کند.

مشعشعی و همکاران (۱۴۰۱)، به تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS (مطالعه موردی: رودخانه شاهین‌شهر، استان اصفهان) پرداختند. نتایج حاصل از مطالعات نشان می‌دهد که پهنه سیلاب در دور بازگشت ۲۵ ساله ۰/۹۴۸ کیلومتر مربع، در دوره بازگشت ۵۰ ساله ۱/۱۳ و در دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ۱/۳۴ کیلومتر مربع از اراضی حاشیه رودخانه شاهین‌شهر را در بر گرفته‌اند؛ و در بازه آخر به دلیل کاهش میزان شیب و کاهش سرعت جریان پهنه سیلاب از سایر بازه‌ها گسترده‌تر شده است.

بهارات و همکاران (۲۰۲۱) به تجزیه و تحلیل علل شکست سد با استفاده از HEC-RAS و HEC-GeoRAS؛ مطالعه موردی سد هیدکال، ایالت کارناتاکا، هند پرداختند. مدل شکست سد برای شرایط جریان ناپایدار با استفاده از حداکثر سیل احتمالی (PMF) مربوط به سناریوهای شکست لوله‌کشی و سرپوشیدن شبیه‌سازی شده است. ابزار HEC-RAS برای تعیین هیدروگراف جریان خروجی نقض و شرایط هیدرولیکی در مکان‌های بحرانی پایین‌دست استفاده می‌شود. علاوه بر این، هیدروگراف‌های خروجی نقض با استفاده از مسیریابی موج سیل پویا هدایت می‌شوند. مدل HEC-RAS بیشتر برای پارامترهای نقض مشتق شده از پنج روش تجربی مختلف شبیه‌سازی شده و نتایج با هم مقایسه می‌شوند. تجزیه و تحلیل حساسیت نیز برای دانستن تغییرات پیک جریان و حداکثر مرحله با توجه به پارامترهای نقض انجام می‌شود. بلافاصله پایین‌دست سد به دلیل خرابی لوله‌کشی و شکست روبه‌روی به ترتیب پیک جریان ۷۲۰۸۵/۴۵ مترمکعب بر ثانیه و ۷۸۴۵۴/۸۲ مترمکعب بر ثانیه و منطقه غرقابی متناظر ۷۵/۲۲۴ کیلومترمربع و ۷۹/۲۰۵ کیلومترمربع را تجربه می‌کند. حدود بیست روستای واقع در پایین دست محل سد در اثر سیل ناشی از شکستن سد تحت تأثیر قرار می‌گیرند. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که شکست از سرپوشیدن شدیدتر از شکست ناشی از لوله‌کشی است. این مطالعه بیشتر به مقامات مربوطه کمک خواهد کرد تا یک طرح واکنش اضطراری و اقدامات کاهش سیل تهیه کنند.

هدف از این مطالعه تحلیل دینامیکی مخاطره سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS رودخانه گذار در آذربایجان غربی

نشان می‌دهد که پهنه گسترش سیلاب در دوره بازگشت ۲۵ سال ۴۰/۳۴ کیلومترمربع و در دوره بازگشت ۵۰ سال ۴۳/۵۱ و در دوره بازگشت ۱۰۰ سال، ۴۴/۲۸ کیلومترمربع را تحت مخاطره قرار داده است. از نظر خسارت، سیل با دوره بازگشت ۲۵ سال یک سیل مبنای در نظر گرفته شده است که خسارت قابل‌توجهی را نشان می‌دهد که تمام مزارع زراعی را تحت پوشش قرار می‌دهد، ولی سیل در دوره بازگشت‌های کمتر قسمت‌هایی از مزارع را تحت تأثیر قرار می‌دهد اما قابل کنترل است؛ در حالی که سیل‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله بسیاری از مراکز روستایی و مزارع را کامل تحت مخاطره قرار داده است با توجه به نتایج میزان خسارت سیلاب ۱۰۰ ساله نسبت به ۲۵ ساله، در حدود ۷۰ درصد و نسبت به ۵۰ ساله به‌طور متوسط ۸۵ درصد بیشتر بوده است که لزوم کنترل سیلاب جهت مدیریت پایدار ضرورت دارد.

ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۹) به ارزیابی زیرساخت‌های جاده‌ای در میزان سیل خیزی حوضه آبخیز مادرسو استان گلستان پرداختند. در این پژوهش از روش تحلیل سلسه‌مراتبی و آنالیز حساسیت متغیرهای اثرگذار بر وقوع سیل استفاده کردند و مناطق مستعد سیلاب را شناسایی کردند و متغیر فاصله از پل‌های احداث شده بیشترین وزن را به خود اختصاص داد لذا احداث پل‌های غیراستاندارد می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل دخیل در وقوع سیل‌های حوضه آبخیز مادرسو در نظر گرفته شود.

درزی و همکاران (۱۴۰۰)، به پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS و Arc GIS (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چشمه کیله شهرستان تنکابن) پرداختند. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که هر چه دوره بازگشت طولانی‌تر شود سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تأثیر 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. عابدینی و همکاران (۱۴۰۰)، در مورد برآورد سرعت و زمان سیلاب با استفاده از هیدروگراف واحد، بر اساس خطوط هم پیمایش زمانی حوضه خیاوچای را کار کرده‌اند. نتایج نشان داده که زمان لازم برای رسیدن جریان آب به خروجی از ۰ ثانیه (بارانی که بر خود خروجی می‌بارد) تا ۶۸۰۰۰ ثانیه (در طول ۱۷ ساعت)، متغیر است. در این صورت مناطق صاف و هموار در نزدیکی حوضه با بیشترین زمان و کمترین سرعت و همین‌طور در مراتع در سمت شمال شرقی با کمترین زمان و بیشترین سرعت به نقطه خروجی آبخیز می‌رسد.

می‌باشد.

زبری مانینگ در آن‌ها وارد شده است استفاده کرد، باید این ضریب را توسط روش‌های مختلف پیشنهادی تخمین زده و وارد معادله کرد. در پروژه حاضر از مدل HEC-RAS برای مدل کردن رودخانه‌ها استفاده شده است. با علم به این که این مدل برای شبیه‌سازی رودخانه‌ای از معادلات سنت و نانت استفاده می‌کند، نیاز خواهیم داشت ضریب زبری مانینگ را در طول رودخانه تخمین زده و وارد مدل کنیم با توجه به بازدیدهای به عمل آمده، میزان ضریب زبری در بازه مطالعاتی در محدوده ۰/۰۳۵ تا ۰/۰۴ متناسب با شرایط بستر، پوشش گیاهی و کاربری اراضی لحاظ گردید.

در مرحله بعد لایه مربوط به هندسه رودخانه و سازه‌های متقاطع در HEC-GEORAS تهیه گردید. پس از تولید تمام لایه‌های ذکر شده و معرفی آن به HEC-GEORAS یک فایل که قابل اجرا توسط HE-RAS باشد ایجاد گردید. پس از این که مراحل ایجاد مدل با استفاده از نرم‌افزارهای GIS، AUTOCAD و HEC-GEORAS به اتمام رسید، می‌توان با معرفی پارامترهای هیدرولیکی جریان به مدل‌سازی جریان در HEC-RAS اقدام کرد. به منظور این که ضریب زبری رودخانه در طول رودخانه و در مقاطع مختلف به نرم‌افزار معرفی شود، باید لایه‌ای تحت عنوان land use ایجاد شود. لایه land use در محیط نرم‌افزار GIS تولید شده است.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

رودخانه گدار از رودخانه مستقل زیرحوضه مهابادچای که در شهرستان‌های اشنویه و نقده جریان دارد (شکل ۲)، از رشته کوه مرزی ایران، عراق و ترکیه به نام دالامپر با ارتفاع ۳۴۵۱ متر واقع در ۳۰ کیلومتری شمال غربی شهر اشنویه سرچشمه می‌گیرد و آبادی‌های پاقعه، پوش‌آباد، حسن‌آباد، سردره، سرکز، خالدآباد، سوچه، پیروت‌آباد، حسن‌نوران، قره‌سقل، ده شمس کوچک و بزرگ، بالاگیر، کهنه قلعه، دربند جاشیران، ذلیلان، کاموس، قلعه اتان، آرنا، میرآباد، خنخنه، آلاگوز، قالاچیق، توپوزآباد، عجملو، اخسار، تازه قلعه، آقاییگلو، راهدانه، اده، درگه لطف‌الله، میمنه را مشروب ساخته سپس وارد دریاچه ارومیه می‌شود. منبع تغذیه رودخانه نزولات جوی، در ابتدای مسیر با جهت شمال غرب به جنوب شرق و از جنوب غرب شهر اشنویه به بعد در جهت غرب به شرق جریان دارد. طول رودخانه ۱۱۰ کیلومتر، شیب بستر کوهستانی آن ۲ درصد، شیب بستر جلگه‌ای کمتر از یک درصد و

مواد و روش‌ها

روش پژوهش

این پژوهش از نوع داده کمی می‌باشد و به لحاظ ماهیت توصیفی-تحلیلی به شمار می‌آید. برای مدل کردن هیدرولیک جریان از مدل هیدرولیکی HEC-RAS استفاده شد. اما برای معرفی پارامترهای مورد نیاز مدل HEC-RAS، از نرم‌افزارهای GIS و HEC-GEORAS نیز بهره گرفته شد. مراحل مدل‌سازی و نحوه لینک شدن این نرم‌افزارها مرحله به مرحله در زیر آمده است.

۱. تهیه مدل Tin در نرم‌افزار GIS با استفاده از داده‌های رقومی ارتفاعی

۲. ایجاد لایه مربوط به کاربری اراضی (ضریب زبری مانینگ) در محیط GIS

۳. ایجاد لایه‌های مربوط به هندسه رودخانه و سازه‌های متقاطع در HEC-GEORAS

۴. مدل‌سازی جریان در HEC-RAS

بازه رودخانه گدار بر اساس پیمایش میدانی و همچنین نقشه‌های توپوگرافی از شیب طولی نسبتاً متوسطی برخوردار بوده که در محدوده‌ی ۰/۰۲ تا ۰/۰۶ قرار دارد و از لحاظ مورفولوژیکی در دسته‌ی رودخانه‌های بالغ قرار می‌گیرد. مصالح بستر رودخانه عمدتاً از نوع شن و ماسه و در بخش‌هایی نیز به فرم بستر سنگی و در بخش‌هایی نیز مصالح درشت دانه قابل مشاهده می‌باشد. پوشش گیاهی در بخش عمده‌ای از مقطع رودخانه خود را به صورت تراکم متوسطی از گیاهان و درختان نشان می‌دهد.

عواملی که در مقابل جریان رودخانه مقاومت ایجاد می‌کنند را می‌توان به هشت دسته کلی تقسیم‌بندی نمود.

- زبری ناشی از دانه‌های رسوب موجود در رودخانه

- زبری ناشی از موانع

- زبری ناشی از بی‌نظمی جداره آبراهه

- زبری ناشی از تغییرات ابعاد و شکل آبراهه

- زبری ناشی از پیچ و خم مسیر رودخانه

- زبری ناشی از شکل بستر (تلماسه، پادتلماسه، رییل و.....)

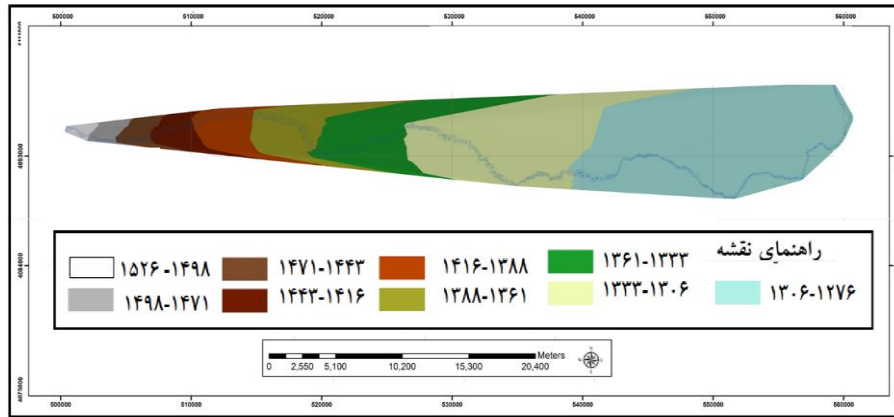
- زبری ناشی از پوشش گیاهی

- زبری حاصل از غلظت رسوبات جریان

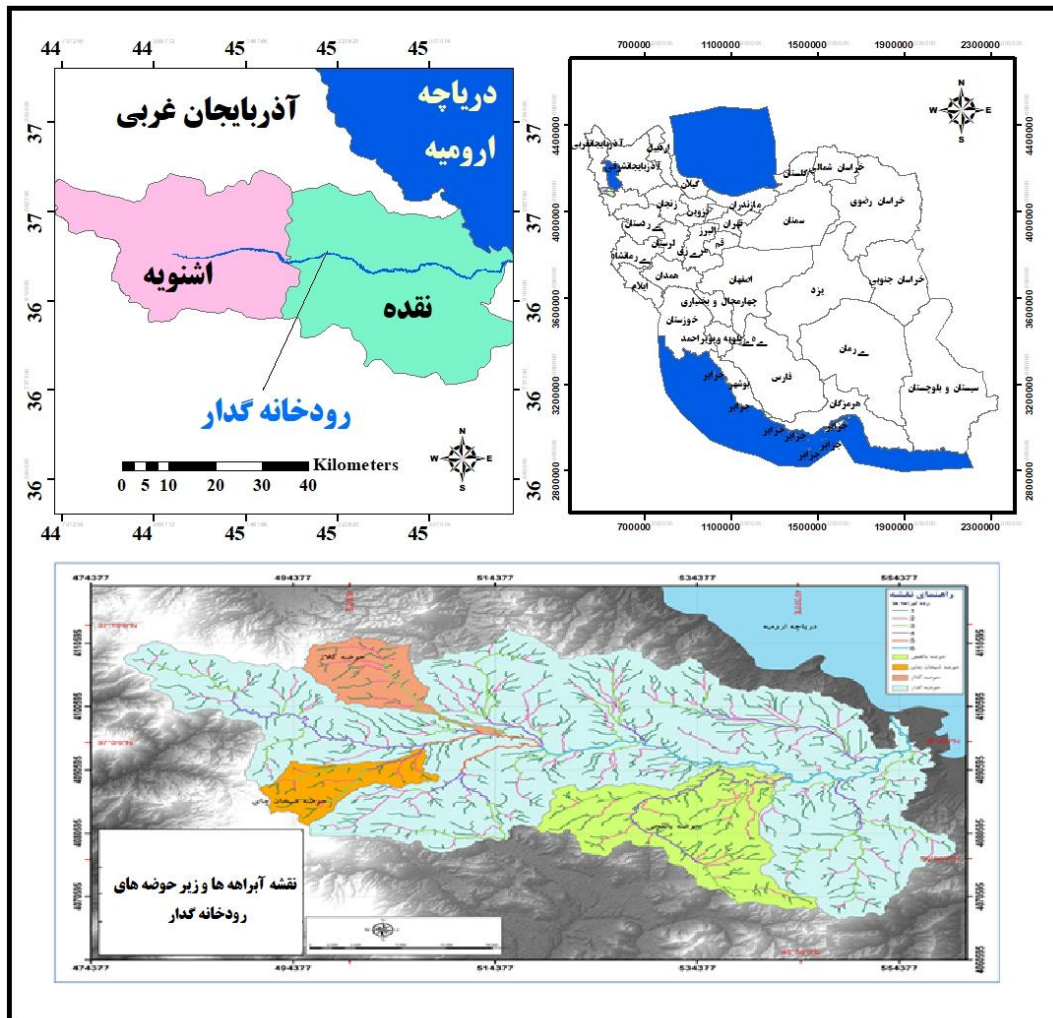
تأثیر مجموعه این عوامل پارامتر زبری مانینگ را مشخص می‌کند. در پروژه‌های رودخانه‌ای برای اینکه بتوان از معادلاتی که ضریب

در بند نقده در حدود ۸۷۵ کیلومتر است. میانگین سالیانه آب روان آن نزدیک به ۲۰۰ میلیون متر مکعب در پل بهراملو آمارگیری شده است.

شیب متوسط بستر آن یک درصد و در مناطق بی کربناته سولفات به صورت پراکنده و ناپیوسته، بی کربناته در سازندهای سیلیکاته، بی کربناته و سولفات جریان دارد. مساحت حوضه آبریز آن در محل



شکل (۱): نقشه TIN رودخانه گدار (منبع نگارنده)



شکل (۲): نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه (منبع نگارندگان)

یافته‌های تحقیق

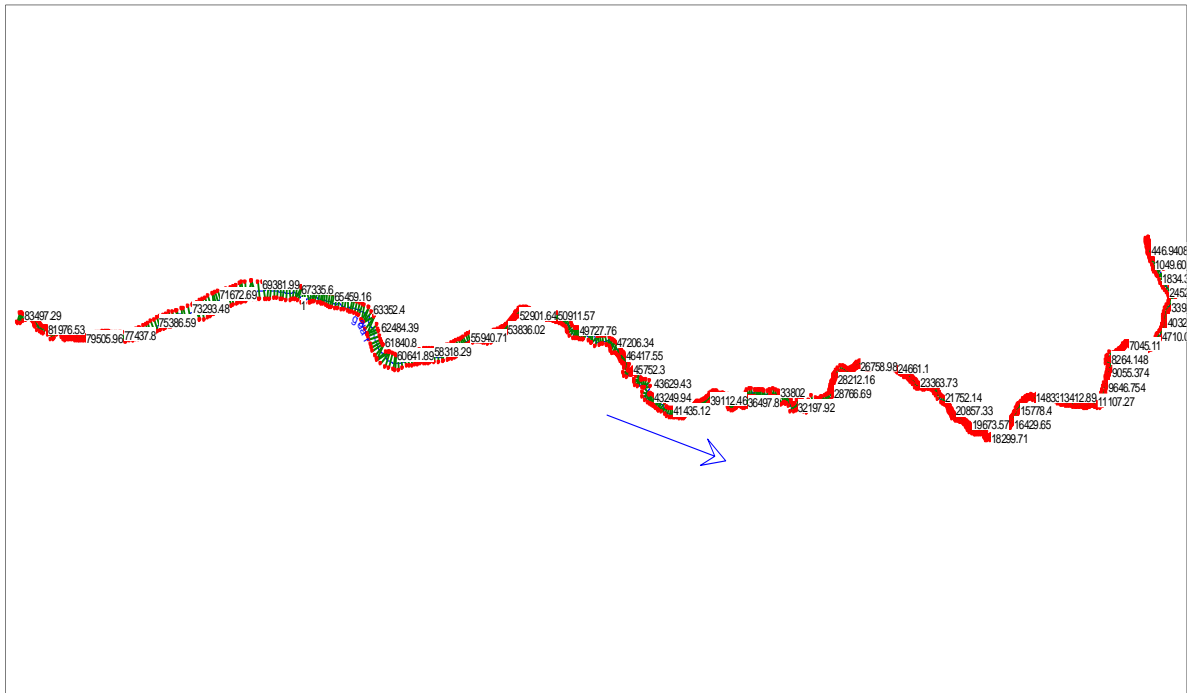
برای محاسبه خسارت سیلاب مطابق کاربری‌های کشاورزی، مسکونی، تجاری و راه، در دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله از مدل HEC-RAS خروجی گرفته شده است (جدول ۱).

به منظور اعمال شرایط Mixed شیب متوسط رودخانه در بالادست و پایین‌دست بازه مطابق شکل (۳) اعمال می‌گردد. شکل (۳)

انتقال هندسه رودخانه به نرم افزار HEC-RAS را نشان می‌دهد. شکل (۴) اعمال دبی با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ ساله در بازه‌های مختلف گذار به نرم افزار HEC-RAS را نرم افزار نشان می‌دهد و شکل (۵) اعمال شیب رودخانه در بالادست و پایین دست رودخانه را نشان می‌دهد. که در بالادست برابر با ۰/۰۰۲۶۳ و در پایین دست برابر ۰/۰۰۱۴۴ می‌باشد.

جدول (۱): سیلاب در حوضه‌های فاقد آمار (m3/s) (منبع نگارندگان)

مرجع	دوره برگشت	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲
گذار ۱	دیکن	۱۱۵/۷۳	۱۰۱/۳۳	۸۷/۵۸	۷۴/۴۲	۵۷/۷۲	۴۵/۳۱	۲۷/۷۸
	کریگر	۱۵۴/۵۹	۱۳۵/۳۵	۱۱۶/۹۹	۹۹/۴۰	۷۷/۱۰	۶۰/۵۲	۳۷/۱۱
	رودیر	۱۱۹/۶۰	۱۰۳/۲۸	۸۷/۹۳	۷۳/۴۷	۵۵/۵۱	۴۲/۴۹	۲۴/۷۷
	فولر	۱۲۰/۲۳	۱۰۵/۲۶	۹۰/۹۸	۷۷/۳۱	۵۹/۹۷	۴۷/۰۷	۲۸/۸۶
	SCS	۳۳۷/۴	۲۹۱/۸	۲۴۸	۲۰۶/۱۳	۱۵۳/۲۲	۱۱۴/۶۸	۶۲/۱
گذار ۲	دیکن	۱۵۳/۰۶	۱۳۴/۰۰	۱۱۵/۸۳	۹۸/۴۲	۷۶/۳۴	۵۹/۹۲	۳۶/۷۴
	کریگر	۱۸۸/۰۷	۱۶۴/۶۵	۱۴۲/۳۱	۱۲۰/۹۲	۹۳/۸۰	۷۳/۶۲	۴۵/۱۴
	رودیر	۱۵۶/۵۳	۱۳۵/۷۶	۱۱۶/۱۴	۹۷/۵۶	۷۴/۳۳	۵۷/۳۵	۳۳/۹۸
	فولر	۱۵۶/۶۷	۱۳۷/۱۶	۱۱۸/۵۶	۱۰۰/۷۴	۷۸/۱۴	۶۱/۳۳	۳۷/۶۱
	SCS	۴۰۸/۷	۳۵۳	۳۰۱	۲۴۹/۸	۱۸۵/۹۴	۱۳۸/۷۵	۷۲/۲۸
گذار ۳	دیکن	۲۲۹/۲۵	۲۰۰/۷۱	۱۷۳/۴۸	۱۴۷/۴۰	۱۱۴/۳۴	۸۹/۷۴	۵۵/۰۳
	کریگر	۲۴۶/۱۳	۲۱۵/۴۹	۱۸۶/۲۵	۱۵۸/۲۶	۱۲۲/۷۶	۹۶/۳۵	۵۹/۰۸
	رودیر	۲۳۰/۹۳	۲۰۱/۵۶	۱۷۳/۶۳	۱۴۶/۹۹	۱۱۳/۳۵	۸۸/۴۷	۵۳/۶۵
	فولر	۲۳۰/۷۲	۲۰۱/۹۹	۱۷۴/۵۹	۱۴۸/۳۵	۱۱۵/۰۷	۹۰/۳۲	۵۵/۳۸
	SCS	۶۰۰	۵۱۸	۴۴۰/۶	۳۶۶/۱	۲۷۲/۲	۲۰۴	۱۱۰/۲۳
گذار ۴	دیکن	۳۳۸/۲۴	۲۹۶/۱۳	۲۵۵/۹۶	۲۱۷/۴۸	۱۶۸/۷۰	۱۳۲/۴۱	۸۱/۱۹
	کریگر	۳۱۴/۰۹	۲۷۴/۹۸	۲۳۷/۶۸	۲۰۱/۹۵	۱۵۶/۶۵	۱۲۲/۹۵	۷۵/۳۹
	رودیر	۳۳۵/۸۰	۲۹۴/۸۸	۲۵۵/۷۳	۲۱۸/۱۰	۱۷۰/۱۵	۱۳۴/۲۹	۸۳/۲۷
	فولر	۳۳۶/۴۸	۲۹۴/۵۸	۲۵۴/۶۲	۲۱۶/۳۵	۱۶۷/۸۲	۱۳۱/۷۲	۸۰/۷۷
	SCS	۶۱۹/۷	۵۳۸/۶	۴۶۰/۲۶	۳۸۴/۵۵	۲۸۸/۴	۲۱۷/۲	۱۱۹/۱۶
گذار	دیکن	۴۲۷/۷۰	۳۷۴/۴۵	۳۲۳/۶۵	۲۷۵/۰۱	۲۱۳/۳۱	۱۶۷/۴۳	۱۰۲/۶۷
	کریگر	۳۶۱/۳۳	۳۱۶/۳۴	۲۷۳/۴۳	۲۳۲/۳۳	۱۸۰/۲۱	۱۴۱/۴۵	۸۶/۷۳
	رودیر	۴۲۰/۵۵	۳۷۰/۶۶	۳۲۲/۷۴	۲۷۶/۴۸	۲۱۷/۲۱	۱۷۲/۵۸	۱۰۸/۴۶
	فولر	۴۲۳/۰۲	۳۷۰/۳۵	۳۲۰/۱۱	۲۷۱/۹۹	۲۱۰/۹۸	۱۶۵/۵۹	۱۰۱/۵۴
	SCS	۷۸۳	۶۷۶	۵۷۵	۴۷۷	۳۵۵	۲۶۵	۱۴۲/۶۱



شکل (۳): انتقال هندسه رودخانه به نرم افزار HEC-RAS (منبع نگارندگان)

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 17 Reach Boundary Conditions ... Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: gadar Add Multiple...

Reach: 1 River Sta.: 83497.29 Add A Flow Change Location

Flow Change Location										Profile Names
River	Reach	RS	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200	
1	gadar	1	83497.29	27.8	45.31	57.72	74.42	87.58	101.33	115.73
2	gadar	1	75569.48	36.74	59.92	76.34	98.42	115.83	134	153.06
3	gadar	1	66783.35	55.03	89.74	114.34	147.4	173.48	200.71	229.25
4	gadar	1	62211.7	81.19	132.41	168.7	217.48	255.96	296.13	338.24
5	gadar	1	29295.72	102.67	167.43	213.31	275.01	323.65	374.45	427.7

شکل (۴): اعمال دبی با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ ساله در بازه‌های مختلف گدار به نرم افزار HEC-RAS (منبع نگارندگان)

Steady Flow Boundary Conditions

Set boundary for all profiles Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Known W.S. Critical Depth Normal Depth Rating Curve Delete

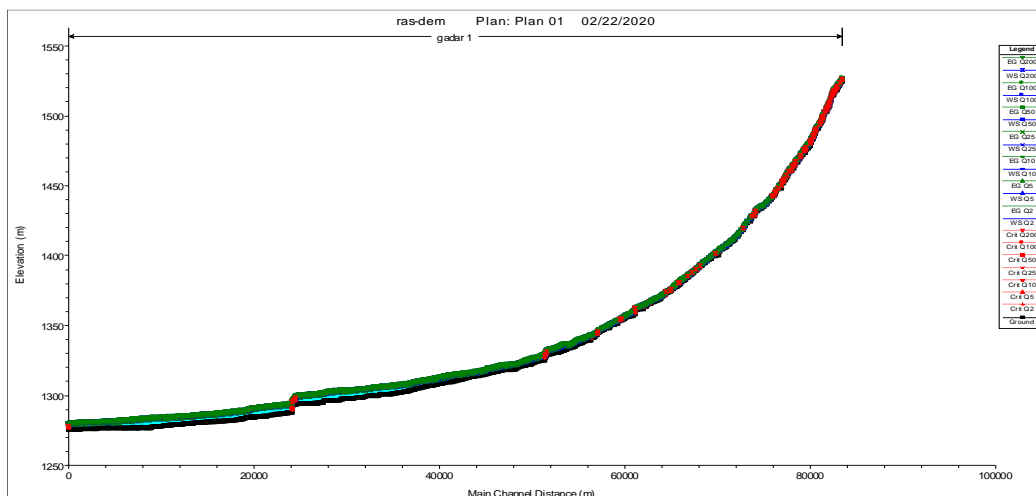
Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
simine sharikand	simine sharikand	all	Normal Depth S = 0.00263	Normal Depth S = 0.00144

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ... OK Cancel Help

Enter to accept data changes.

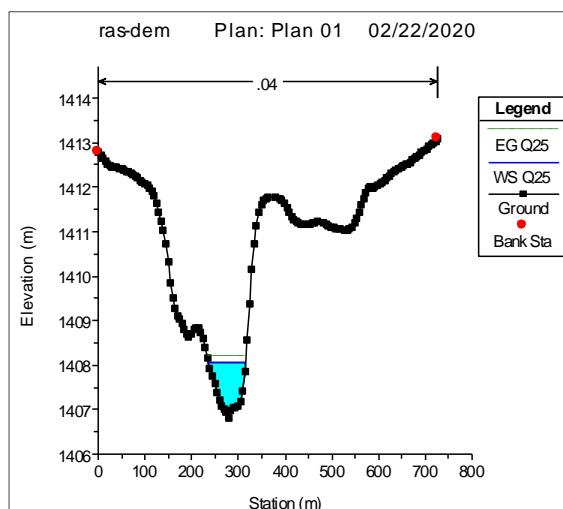
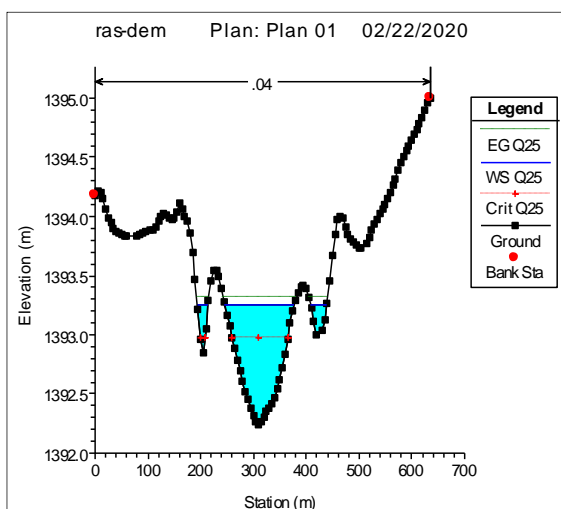
شکل (۵): اعمال شیب رودخانه در بالادست و پایین دست رودخانه (منبع نگارندگان)

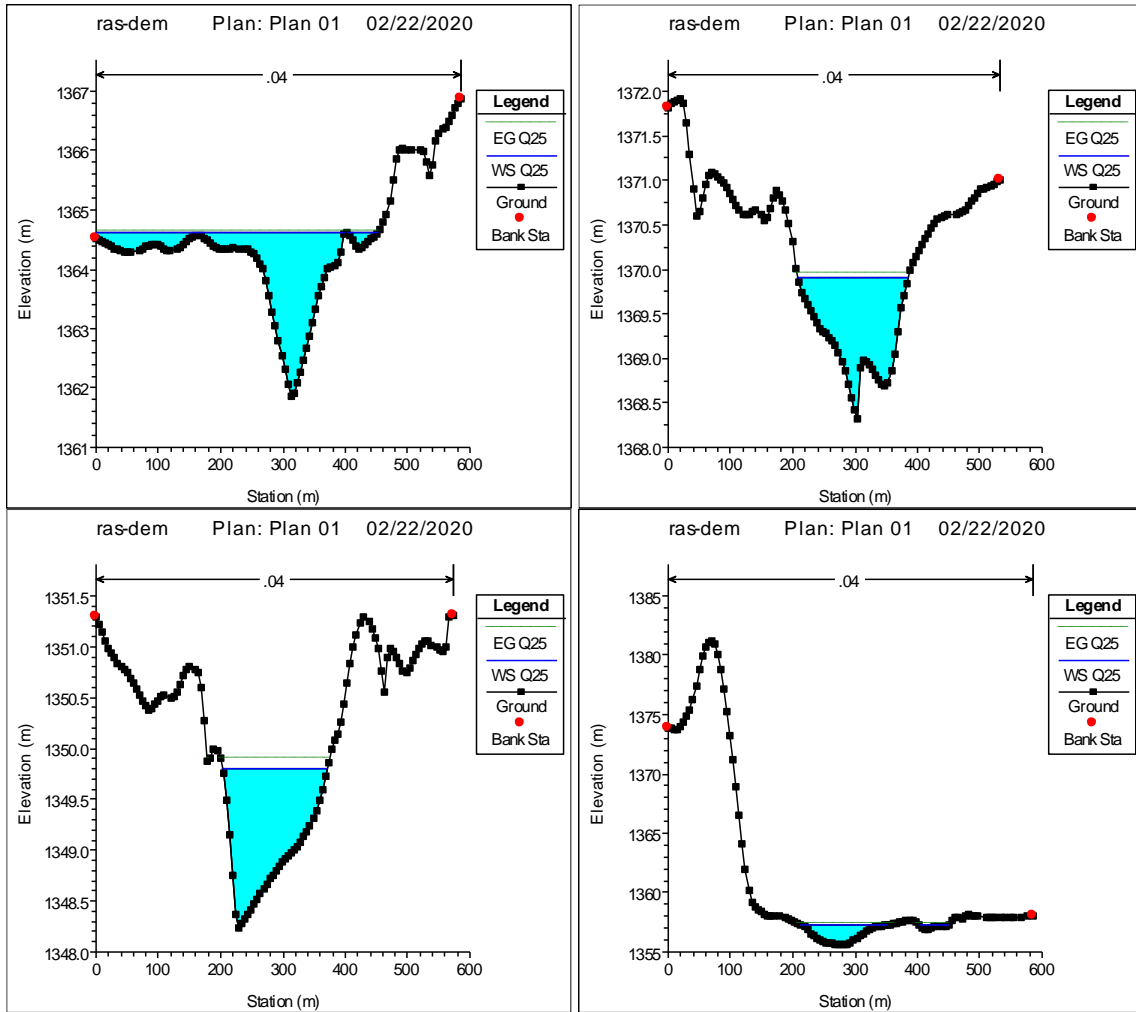


شکل (۶): پروفیل طولی بازه رودخانه گذار (منبع نگارندگان)

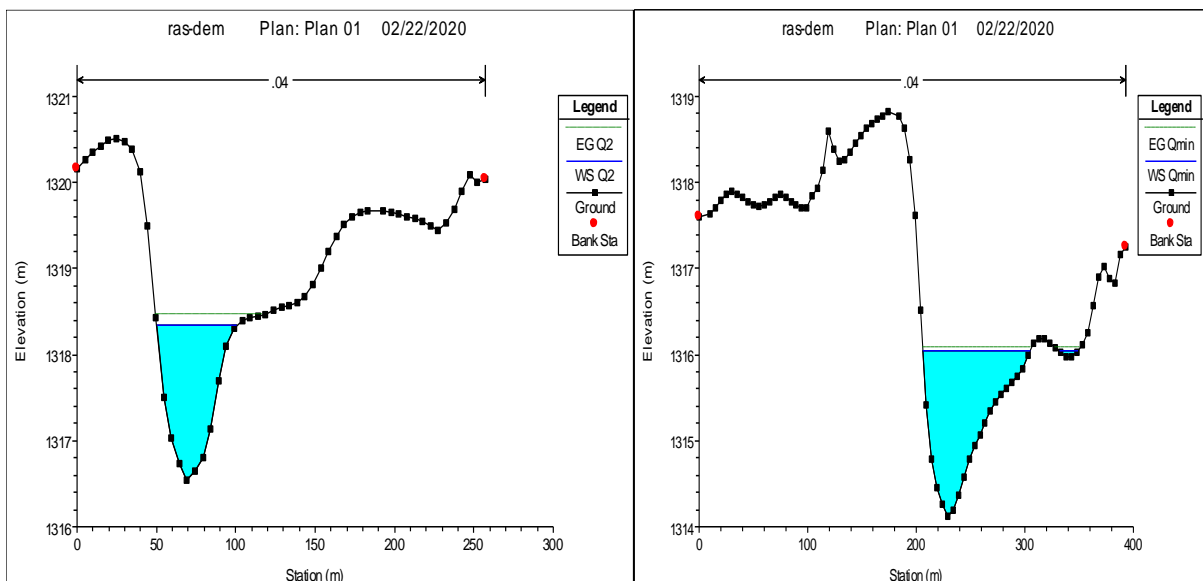
به منظور تعیین حداقل ظرفیت آبگذری مقطع رودخانه‌یگذار در شرایط موجود بدون بیرون‌زدگی و سیل‌گیری اراضی و مناطق مسکونی و خسارت در محدوده‌ی طرح، مدل HEC-RAS بازه‌ی طرح رودخانه‌ی گذار به ازای دبی‌های مختلف اجرا شد، بررسی نتایج به دست آمده حاکی از آن است که به ازای دبی در محدوده‌ی ۵۰ تا ۸۰ متر مکعب، مقطع موجود رودخانه قابلیت آبگذری بدون بروز خسارت و بیرون‌زدگی را دارد. این دبی در مواردی پائین‌تر از دبی با دوره بازگشت ۲ ساله رودخانه‌ی گذار می‌باشد.

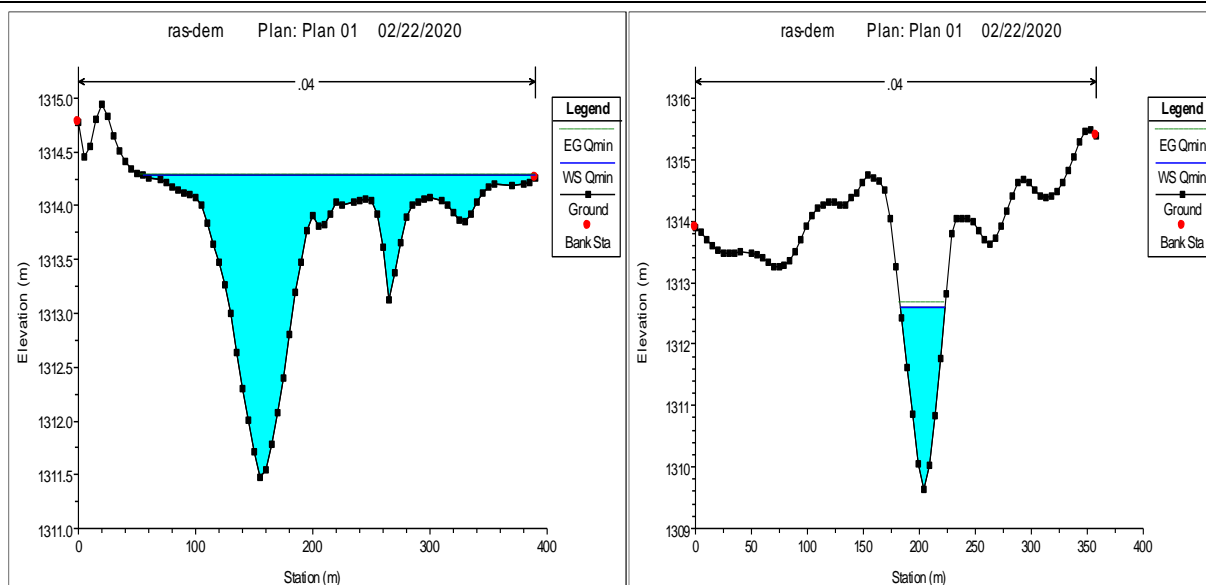
شکل (۶) پروفیل طولی بازه‌ی رودخانه گذار را نتایج می‌دهد. نتایج خروجی مدل در چند مقطع عرضی به طور نمونه مشابه اشکال ذیل می‌باشد. تصاویر گویای این می‌باشند که عمده مقاطع توانایی آبگذری سیلاب‌های با دوره بازگشت بالا (۲۵ تا ۱۰۰ سال) را دارد و در بخش‌هایی از بازه‌ی مطالعاتی پخش سیلاب و آبگیری اراضی مجاور رودخانه قابل مشاهده است و بروز سیل خسارات جبران‌ناپذیری در این نواحی ایجاد خواهد کرد. شکل (۷) مقاطع عرضی بازه رودخانه گذار و تراز سطح آب محاسباتی مدل در دوره بازگشت ۲۵ ساله در برخی مقاطع عرضی را نشان می‌دهد.





شکل (۷): مقاطع عرضی بازه رودخانه گذار و تراز سطح آب محاسباتی مدل در دوره بازگشت ۲۵ ساله در برخی مقاطع عرضی (منبع نگارندگان)





شکل (۸): حداقل ظرفیت آبگذری عبوری از مقطع رودخانه گذار (منبع نگارندگان)

GEORAS، خروجی نتایج سیلاب ۲۵ ساله از مدل استخراج و بر این اساس خط بستر جریان بر روی نقشه‌های AutoCAD تهیه گردید. پس از انجام مدل‌سازی بازه رودخانه گذار شهرستان‌های اشنویه و نقده به وسیله مدل هیدرولیکی HEC-RAS، از خروجی‌های این نرم‌افزار در جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله استفاده گردید.

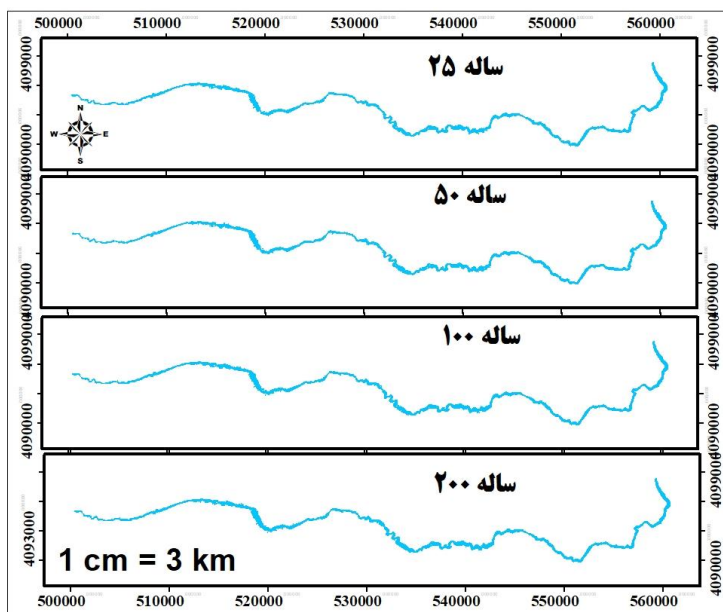
شکل (۸) حداقل ظرفیت آبگذری عبوری از مقطع رودخانه گذار را نشان می‌دهد. با مدل‌سازی جریان از طریق داده‌های رقومی ارتفاعی و ساخت TIN مدل در محیط GIS و HEC-GEORAS و انتقال مسیر اصلی و مقاطع به محیط نرم‌افزار HEC-RAS و اعمال داده‌های دبی و شیب و سایر پارامترها در این نرم‌افزار شبیه‌سازی هیدرولیکی رودخانه گذار صورت پذیرفت و با انتقال داده‌های هیدرولیکی از محیط نرم‌افزار HEC-RAS به HEC-

جدول (۲): نتایج عمق سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف (متر) (منبع نگارندگان)

مقطع	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲
گذار ۱	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۸	۱	۱/۰۵
گذار ۲	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۵۱
گذار ۳	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۷۸
گذار ۴	۰/۹۸	۱	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۰
گذار	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۶۱	۰/۶۵	۰/۶۸	۰/۷۴

جدول (۳): مساحت پهنه‌های سیلاب در دوره‌های بازگشت در رودخانه گذار (منبع نگارندگان)

مساحت به هکتار	دوره بازگشت (سال)
۱۲۵۵	۲۵
۱۳۱۶	۵۰
۱۳۷۰	۱۰۰
۱۴۱۹/۷	۲۰۰



شکل (۹): پهنه عمق سیلاب رودخانه گذار در دوره‌های مختلف (منبع نگارندگان)

نتیجه‌گیری

مدل هیدرولیکی HEC-RAS تهیه شد. نتایج نشان داد که با دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله به ترتیب ۱۳۷۰، ۱۳۱۶، ۱۲۵۵ و ۱۴۱۹/۷ هکتار مساحت پهنه سیلاب حوزه آبخیز گذار افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که هر چه دوره بازگشت طولانی‌تر شود سطح وسیع‌تری از اراضی تحت تاثیر سیل قرار می‌گیرد. همچنین مطالعات نشان می‌دهد که مدل HEC-RAS در برآورد دبی در حوضه‌هایی که فاقد ایستگاه آب‌سنجی بوده است مناسب می‌باشد. علاوه بر این، شبیه‌سازی، اطلاعات بسیار مفیدی مانند ارتفاع، سرعت و زمان جریان برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌کند. این نتایج می‌تواند به تولید نقشه‌های مناطق مستعد سیل کمک کند. در نهایت مخاطرات ناشی از سیل را از طریق پیش‌بینی خطر، میزان آسیب‌پذیری ناشی آن در رودخانه گذار را کاهش دهد.

یادداشت‌ها

1. Physical
2. Conceptual
3. Black-box

مخاطرات ناشی از سیل می‌تواند عواقب چشمگیری را از نظر خسارات دارایی‌ها به دنبال داشته باشد. عوامل تشدیدکننده مخاطره سیل می‌توانند به توپوگرافی چشم‌انداز یا فعالیت‌های انسانی مانند شهرنشینی و کشاورزی مرتبط باشند. این پژوهش با هدف پهنه‌بندی سیلاب در حوضه آبخیز گذار انجام شده است. ویژگی‌های محیط طبیعی، مانند ریخت‌شناسی و توپوگرافی و کاربری به عنوان عوامل تعیین‌کننده در مخاطره سیل در نظر گرفته می‌شود که ذاتا روند، مکانیسم و انتشار جریان سیل را کمتر می‌کند. نتایج همانطور که نشان می‌دهد در دوره بازگشت ۲۵ ساله و بالاتر تقریباً پهنه از بالادست به سمت پایین دست افزایش می‌یابد و همچنین عمق سیلاب در جایی که کانال عمیق و دامنه‌ها شیب دار باشد و زبری مانینگ کم است، زیاد است. این متغیرها در حالی در قسمت بالادست جریان بیشتر و در قسمت پایین دست جریان کمتر می‌شود و در مقابل پهنه سیلاب در پایین دست گسترده می‌شود. نقشه پهنه‌بندی سیلاب حوزه آبخیز گذار محدوده شهر نقده و اشنویه با دوره بازگشت‌های مورد نظر با کمک

منابع

- Abedini, M. & Beheshti Javid, A. (2015). Flood risk zoning of Liqvanchai watershed using process network analysis model and geographic information system, *Geographical Space*, 16(55): 293-312.
- Abedini, M., Pirizi, A., Aghaari, L. & Ostadi, A. (2016). Flood risk zoning in Meshkinshahr city using Vicor model, *Geographical Land*, 14(56): 21-34.

- Abedini, M., Active Naziri, M. & Pirouzi, E. (2021). Estimating flood speed and time using unit hydrograph, based on time survey lines) case study: Khiauchai Basin, *Abkhaki Sciences and Techniques*, 4 (2): pp. 62-83.
- Abaya, S.W. (2018). *Floods and Health in Gambella Region, Ethiopia: An Assessment of the Strength and Weakness of the Coping Mechanism*. Lund University Centre for Sustainability Studies, pp. 1–44.
- Abaya, S.W., Mandere, N. & Ewald, G. (2009). Floods and health in Gambella region, Ethiopia: a qualitative assessment of the strengths and weaknesses of coping mechanisms. *Glob. Health Action* 2 (1), 1–10.
- Ahmed, S., Ghumman, A.R., Ahmad, I., Ahsan, M., Ahmad, S., Ghumman, A.R., Ahmad, I., Khan, K.A. & Ahsan, M. (2016). Data Driven Modelling for Real-time Flood Forecasting. December, pp. 1–8.
- Bharath. A., Anand, V. & Shivapur Hiremath, C. G. (2021). Dam break analysis using HEC-RAS and HEC-GeoRAS: A case study of Hidkal dam, Karnataka state, India, *Environmental Challenges*, Vol 5, 100401.
- Chan, V.K.H. & Chan, C.W. (2020). Towards explicit representation of an artificial neural network model: comparison of two artificial neural network rule extraction approaches. *Petroleum* 6 (4), 329–339.
- Cirella, G. & Iyalomhe, F. (2018). Flooding conceptual review: sustainability-focalized best practices in Nigeria. *Appl. Sci.* 8 (9), 1558.
- Damadi, S., Dehwari, A., Dehmardeh, Q. & Ebrahimian, M. (1400). Flood zoning using HEC-RAS hydraulic model in Sarbaz river in Sistan and Baluchistan province, *Watershed Engineering and Management Quarterly*, Volume 13, Number 3, pp. 590-601.
- De Risi, R., Jalayer, F., De Paola, F. & Carozza, S. (2020). From flood risk mapping toward reducing vulnerability: the case of Addis Ababa. *Nat. Hazards* 100 (1), 387–415.
- Demb'el'e, M. & Zwart, S.J. (2016). Evaluation and comparison of satellite-based rainfall products in Burkina Faso, West Africa. *Int. J. Remote Sens.* 37 (17), 3995–4014.
- Desalegn, H. & Mulu, A. (2021). Heliyon Flood vulnerability assessment using GIS at Fetam watershed, upper Abbay basin, Ethiopia. *Heliyon* 6 (December 2020), e05865.
- Desalegn, A., Demissie, S. & Admassu, S. (2016). Extreme weather and flood forecasting and modelling for Eastern Tana Sub Basin, Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *J. Waste Water Treat. Anal.* 7 (3), 127–136.
- Devi, G.K., Ganasri, B.P. & Dwarakish, G.S. (2015). A review on hydrological models. *Aquat. Procedia* 4 (Icwrcoe), 1001–1007.
- Ebrahimi, A., Burqai Dinan, N. & Keshtkar, M. (2019). Evaluation of the effect of road infrastructure on the flood rate of Maderso watershed in Golestan province. *Scientific Journal of Environment and Development*, 11(22), 83-92.
- Escobar-ruiz, V., Macdonald, N. Smith, H.G. & Blake, W.H. (2019). Assessing the Performance of a Physically Based Hydrological Model Using a Proxy-catchment Approach in an Agricultural Environment. July, pp. 3119–3137.
- Farfan, J.F., Palacios, K., Ulloa, J. & Avil'es, A. (2020). Journal of Hydrology: regional Studies A hybrid neural network-based technique to improve the flow forecasting of physical and data-driven models: methodology and case studies in Andean watersheds. *J. Hydrol. Reg. Stud.* 27 (December 2019), 100652.
- Gashaw, W. & Legesse, D. (2011). Flood Hazard and Risk Assessment Using GIS and Remote Sensing in Fogera Woreda, Northwest Ethiopia.
- Idai, C. (2020). *Flood Risk Management in Africa*, pp. 1–5.

- Kannapiran, U., Maheswari, A.S. & Bhaskar, Y. (2024). Flood inundation mapping of upstream region in the Adyar River basin: Integrating hydrologic engineering centre's river analysis system (HEC-RAS) approach with groundwater considerations, *Groundwater for Sustainable Development*, Vol 24, 101085.
- Lateef, A. Dar. (2017). Identification of the input vector for R-R modelling of river Jhelum catchment. *Int. J. Eng. Res.* V6 (04), 27–31.
- Masheshai, S., Panahi, R. & Masheshai, M. (1401). Dynamic analysis of flood risk using HEC-RAS hydraulic model (case study: Shahinshahr river, Isfahan province), *Journal of Geography and Environmental Hazards*, Volume 11, Number 1, pp. 77-97.
- Mengistu, D.T., Moges, S.A. & Sorteberg, A. (2016). Revisiting systems type black-box rainfall-runoff models for flow forecasting application. *J. Water Resource Prot.* (January), 65–83.
- Moges, S.A. (2007). Flood Forecasting and Early Warning System (FFEWS). An Alternative Technology for Flood Management System and Damage Reduction in Ethiopia: a Concept Note, pp. 36–41.
- Pham, B.T., Luu, C., Van Phong, T., Nguyen, H.D., Van Le, H., Tran, T.Q., Ta, H.T. & Prakash, I. (2020). Flood risk assessment using hybrid artificial intelligence models integrated with multi-criteria decision analysis in Quang Nam Province, Vietnam. *J. Hydrol.*, 125815
- Panahi, R. & Hosseinzadeh, M. (2019). Zoning and geomorphological analysis of Dinur river flood (Kermanshah province) using HEC-RAS hydraulic model, *Journal of Geography and Environmental Hazards*, Volume 9, Number 4, pp. 45-64.
- Shrestha, B.B. & Kawasaki, A. (2020). International Journal of Disaster Risk Reduction Quantitative assessment of flood risk with evaluation of the effectiveness of dam operation for flood control: a case of the Bago River Basin of Myanmar. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 50, 101707.
- Simonov, Y. (2017). Latest Tools and Methodologies for Flood Modeling.
- Simor, V., Hlavcova, K., Kohnova, S., & Szolgay, J. (2012). Application of Artificial neural networks for estimating index floods. *Contrib. Geophys. Geod.* 42 (4), 295–311.
- Sjåstad, J., Cutler, A., Trambauer, P., Weerts, A., Suarez, P. & Solomatine, D. (2020). Progress in Disaster Science Development and evaluation of flood forecasting models for forecast-based financing using a novel model suitability matrix. *Prog. Disaster Sci.* 6, 100076.
- Sohrat, R.K.J., & Birendra, A. (2020). Comparative evaluation of conceptual and physical rainfall – runoff models. *Appl. Water Sci.* 10 (1), 1–14.
- Tegegne, G., Park, D.K. & Kim, Y. (2017). *Journal of Hydrology: Regional Studies* Comparison of hydrological models for the assessment of water resources in a data scarce region, the Upper Blue Nile River Basin. *J. Hydrol. Reg. Stud.* 14 (October 2016), 49–66.
- Thiemig, V., De Roo, A. & Gadain, H. (2011). Current status on flood forecasting and early warning in Africa. *Int. J. River Basin Manag.* 9 (1), 63–78.
- Toth, E., Brath, A. & Montanari, A. (2000). Comparison of short-term rainfall prediction models for real-time flood.

Dynamic Analysis of Flood Risk Using HEC-RAS Hydraulic Model (Case Study: Godar River, West Azerbaijan)

Mousa Abedini^{*1}, Mahrokh Sardashti², Zahra Sharifi³

1. Professor, Department of Physical Geography, (Geomorphology), University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. PhD Student in Department of Physical Geography, (Geomorphology), University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. PhD in Geomorphology. Department of Physical Geography, (Geomorphology), University of Mohagheh Ardabili, Ardabil, Iran.

(Received: 2024/05/06

Accepted: 2023/11/01)

Abstract

Floods cause significant destruction to the economic and social structures of societies each year, resulting in substantial financial and human losses. One of the contributing factors to flooding is urban development around rivers. Due to climate change, Iran has become increasingly susceptible to floods in recent decades, particularly because of its hot, dry, and semi-arid climate. The aim of this research is to conduct flood zoning of the Godar watershed using the HEC-RAS hydraulic model. To achieve this, we first determined the area's runoff characteristics using satellite images from 2018, a land use map, and the SCS runoff curve number model. Next, we simulated the flood discharge for the basin with return periods of 25, 50, 100, and 200 years using the HEC-HMS hydrological model. Subsequently, we prepared the flood zoning map for the Godar watershed area, encompassing the cities of Naghadeh and Oshnavieh, based on the desired return periods with the help of the HEC-RAS hydraulic model. The results indicate that as the return periods increase, the area of the flood zone in the Godar watershed expands, with increases of 1,255 hectares for the 25-year return period, 1,316 hectares for the 50-year return period, 1,370 hectares for the 100-year return period, and 1,419.7 hectares for the 200-year return period. The results of this study showed that the longer the return period, the larger the area affected by the flood. Studies also show that the HEC-HMS model is suitable for estimating discharge in basins that lack hydrometric stations. The results of this study may be useful in flood management and help reduce the vulnerability of this river to floods.

Key words: Watershed, Flood, Discharge, Godar river