



مطالعات جغرافیای انسانی نواحی ساحلی
سال دوم، شماره اول، بهار ۱۳۹۷ (شماره پیاپی ۲)
صفحات ۱۳۸-۱۳۱



پهنه‌بندی روستاهای در معرض خطر سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS (مطالعه موردی: روستای نظام آباد، شهرستان میاندوآب، استان آذربایجان غربی)

اکبر مرادی^{۱*}

جعفر نعمت‌پور ایشگه^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۱۴

چکیده:

توسعه مناطق روستایی در حاشیه رودخانه، بستر و حواشی دشت‌های سیلابی بدون شناخت و توجه به شرایط هیدرولوژیکی و دینامیکی رودخانه و قسمت‌های بالادست حوزه که موجب افزایش سیلاب و خسارات جانی، مالی و زیربنایی ناشی از آن می‌شود، توسعه را با ناآگاهی مواجه می‌سازد. از این رو اهمیت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب که کاربرد بسیاری در مدیریت دشت سیلابی دارد، مشخص می‌گردد. لذا در پژوهش حاضر با توجه به شرایط اقلیمی و نیمرخ عرضی و توپوگرافی اطراف رودخانه و دشت سیلابی، زمان تداوم بارش و دوره بازگشت سیل به تعیین پهنه سیل با دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال به منظور پهنه‌بندی خطر سیلاب و تعیین ضریب خطرپذیری نقاط روستایی نظام‌آباد و روستاهای هم‌جوار شهرستان میاندوآب در حریم رودخانه پرداخته شده است. که برای این کار از مدل HEC_RAS و GIS با به‌کارگیری داده‌های مانند مدل رقومی ارتفاع، مقاطع عرضی رودخانه و مقاطع طولی به همراه شیب متوسط هر مقطع استفاده گردید. نتایج پژوهش ضمن تأیید کارایی مدل، نشان داد که روند افزایش خسارت و سطح سیل‌گیری در دوره بازگشت‌های ۵ تا ۲۵ سال نسبت به دوره‌های بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ سال، دارای سیر صعودی سریع‌تری بوده و بخش عمده‌ای از خسارت به پهنه‌های دشت سیلابی زیر ۲۵ سال خواهد شد.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی سیل، دوره بازگشت، مدل HEC_RAS، GIS، روستای نظام‌آباد

۱. کارشناسی ارشد GIS، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان.
۲. کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی دانشگاه آزاد اسلامی ممقان.
* akbarmoradi1366@yahoo.com

مقدمه

طغیان رودخانه یکی از فراوان‌ترین و مهم‌ترین مخاطرات محیطی است که می‌تواند منجر به خسارات شدیدی از قبیل مرگ‌ومیر شده و آثار اقتصادی اجتماعی طولانی‌مدتی را بر جای گذارد و ممکن است باعث تخریب املاک، ایجاد اختلال در نظام‌های ارتباطی و شستن زمین‌های کشاورزی شود (Suwanwerakamtom, 1994). به‌عنوان نمونه در سال ۱۳۸۴ در کلاله در استان گلستان سیل موجب ۳۲ کشته، ۷ مفقودی و تخریب ۲۰۰ واحد مسکونی شده و در ۳۵ نقطه مکان روستایی کاملاً از بین رفت و خسارات مالی حدود ۲۰ میلیارد تومان به بار آورد (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۸۵). این فاجعه متأسفانه چند سال است به‌دلیل تجاوز دانسته و ندانسته مردم بومی روستاها به حریم رودخانه و ساخت‌وساز و انجام فعالیت‌های اقتصادی در فضا و قلمرو رفتاری جریان‌های سیلابی در کشور ما تکرار می‌شود. به همین دلیل پهنه‌بندی سیلاب و روستاهای در معرض سیل، در مهندسی آمایش روستاهای حاشیه رودخانه به‌عنوان ابزار اساسی برای برنامه‌ریزان و مدیران روستایی برای ارائه الگوهای مناسب فعالیتی و زیستی را با کمترین میزان خطر یاری می‌رساند؛ زیرا بر اساس الگوهای رفتاری تعامل انسان با محیط نمی‌توان یک نسخه واحد برای نقاط روستایی پیچید، زیرا برنامه‌ریزی‌ها برای نقاط روستاهایی در فاصله نزدیک به رودخانه قرار داشته و در دوره‌های کوتاه بازگشت سیل دائماً در معرض سیل هستند متفاوت از سکونت‌گاه‌های روستایی است که در فاصله دورتری از بستر اصلی رودخانه قرار دارند، است.

حذف فاجعه غیر ممکن است اما کاستن صدمات ناشی از آن امری ممکن است. از مهم‌ترین عوامل در کاهش خطر سیل، وجود آمادگی و داشتن برنامه مشخص قبلی برای برخورد با آن است یکی از این ابزارها پهنه‌بندی سیل و شناسایی مناطق آسیب‌پذیر است و از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در مجاورت و مسیر رودخانه زرينه‌رود قرار گرفته و چندین بار بر اثر بارش باران و طغیان رودخانه آسیب‌دیده است از طرف دیگر تاکنون در این روستا پهنه‌بندی سیلاب با هدف به‌کارگیری در برنامه‌ریزی و مدیریت در کنترل و مهار سیلاب کمتر مورد توجه بوده و در قالب طرح تحقیقاتی و یا حتی مطالعاتی، فعالیت چندانی در این زمینه صورت نگرفته است بنابراین با عنایت به تأثیر عوامل مختلف در بروز سیل، انواع اقدامات مدیریتی (آبخیزداری و مدیریت کاربری اراضی، برنامه‌ریزی و مدیریت در مسیر رودخانه و مسیل‌ها، پیش‌بینی و هشدار سیل، اقدامات پیشگیری و حمایتی در مناطق سیل‌گیر و پهنه‌بندی خطر سیل) می‌توانند در کاهش خسارات ناشی از آن در منطقه مورد مطالعه مؤثر باشند. از این رو پژوهش حاضر باهدف بررسی و پهنه‌بندی روستای در معرض خطر سیلاب را در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS

صورت می‌پذیرد. و به دنبال این پرسش است که پهنه‌های زیادی در منطقه مورد مطالعه در صورت بروز سیلاب به زیر آب خواهد رفت؟

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در مراجع مختلف بر اساس منظور و نوع استفاده از واژه سیل، تعاریف مختلفی از آن دیده می‌شود. یکی از تعاریف سیل را می‌توان به این صورت عنوان کرد که هر جریان سطحی آب صرف‌نظر از عامل ایجاد کننده آن در صورتی تلقی می‌شود که جریان آب در مقطع خاصی از رودخانه بیش از جریان عادی باشد، تداوم زمانی آن محدود باشد، جریان آب از بستر طبیعی خود تجاوز و اراضی پست و حاشیه رودخانه را فرا گیرد و خسارت‌های مالی و جانی به همراه داشته باشد (محمدپور و سبزواری، ۱۳۸۶). یکی از مراحل حساس در مدیریت رودخانه‌ها پهنه‌بندی سیلاب است و از جدیدترین روش‌ها برای تهیه نقشه پهنه‌بندی سیلاب، استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و تلفیق آن با مدل‌های مختلف هیدرولیکی است. از کاربرد نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب می‌توان به تعیین بستر و حریم رودخانه‌ها، مطالعه و توجیه اقتصادی طرح‌های عمرانی، پیش‌بینی و هشدار سیل، عملیات امداد و نجات و غیره اشاره نمود (برخوردار و چاوشیان، ۱۳۷۹). در خصوص پهنه‌بندی و شناسایی نواحی سیل‌گیر مطالعات و تحقیقات مختلفی صورت گرفته است در این بخش به بررسی برخی از تحقیقات داخلی و خارجی انجام‌گرفته در مورد پهنه‌بندی خطر سیل پرداخته شده است.

هیل (۲۰۰۱) در مقاله‌ای قابلیت‌های مدل کامپیوتری HEC_GeoRAS را در پهنه‌بندی خطر سیل و مزایای لینک شدن نرم‌افزارهای ArcView و HEC_RAS را بیان کرد (Hill, 2001). تری بیر (۲۰۰۲)، در مقاله‌ای بانام کاربرد ابزارهای GIS ای در مدل‌سازی هیدرولیکی، عنوان کرد که یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از HEC_GeoRAS افزایش دقت و صرفه‌جویی، در هزینه‌های مهندسی رودخانه، به‌ویژه در حوزه‌های بزرگ و اعمال بهترین روش مدیریتی در منطقه است (Terry, 2002). ویچل و همکاران (۲۰۰۵) یک سیستم مدیریت سیل را برای بخش استدلال در کشور آلمان طراحی کردند که در آن GIS به‌عنوان یک ابزار اصلی ارائه راهکار برای سیل به کار گرفته شد و سناریوهایی برای دوره‌های بازگشت مختلف ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله سیل در منطقه ارائه شد (Weichel et al., 2005). اومکاظم و سیم کینگ در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویری از ماهواره‌های ADARSAT و Landsat در دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۰۶ به پهنه‌بندی سیل در استان سوختاری کشور تایلند پرداختند؛ زیرا همه‌ساله در ماه‌های سپتامبر به دلیل باران‌های زیاد و شدید بخشی از شهر زیر آب رفته و خسارات فراوانی را به همراه دارد. آن‌ها در مطالعه خود شهر را به چهار منطقه با آسیب‌پذیری خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم تقسیم‌بندی

کردند که هرکدام از مناطق می‌تواند برنامه‌های خاص خود را برای مدیریت سیل داشته باشند (Uamkasem, 2007). عبدالرازک و همکاران (۲۰۱۷) پژوهشی برای یکپارچه‌سازی مدل هیدرولوژیکی و هیدرولیکی برای مدیریت ریسک سیلاب در یک منطقه شهری انجام دادند (Abdulrazzak, et al, 2017). پاتل و همکاران (۲۰۱۷) در سورات هند پژوهشی برای ارزیابی و پهنه‌بندی سیلاب شهر با مدل‌سازی هیدرودینامیکی دو بعدی و یک بعدی با استفاده از HEC_RAS 5 انجام دادند آن‌ها در این مطالعه به توانایی دوبعدی HEC_RAS 5 جدید برای مطالعات نقشه‌برداری و مدیریت سیل اشاره کردند (Patel, et al, 2017). رومالی و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از HEC_RAS و ArcGIS و با هدف کمک به مدیریت ریسک سیل و مدل‌سازی سیلاب‌ها در ارائه اطلاعات در مورد میزان سیل به پهنه‌بندی سیلاب در شهر سگامات مالزی پرداختند (Romali, et al, 2018). پراستیکا و همکاران (۲۰۱۸) پژوهشی را جهت پهنه‌بندی و مدل‌سازی سیلاب با استفاده از مدل HEC_RAS در شهرستان بوژنگورو برای دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله انجام دادند (Prastica, et al, 2018).

افزون بر این مطالعات انجام‌شده در داخل کشور بیشتر به تعیین سیل‌خیزی زیر حوزه‌های مختلف با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی و پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل‌های هیدرولیکی پرداختند که مطالعات شقایقی فلاح (۱۳۸۰) در حوزه محمدآباد گلستان، خسروشاهی (۱۳۸۰) در آبخیز دماوند، جوکار (۱۳۸۱) در رودخانه شاپور با مدل HEC_HMS از مطالعاتی می‌باشد که کارایی مدل مذکور را تأیید می‌نمایند. همچنین صادقی و همکاران (۱۳۸۲) از تلفیق مدل HEC_RAS و GIS به منظور پهنه‌بندی سیلاب در رودخانه دارآباد استفاده نمودند که نتایج تحقیق دلالت بر کارایی مدل مذکور در پهنه‌بندی سیلاب دارد. حاجی قلی زاده (۱۳۸۳) نیز در تحقیقی به بررسی نقش دخالت‌های انسانی شامل پل‌ها، آبگذرها، آب‌شکن‌ها، شیب‌شکن‌ها در رودخانه کن تهران با استفاده از مدل HEC_RAS پرداخت. نتایج مطالعات دلالت بر تأثیر متفاوت هر یک از اقدامات سازه‌ای کنترل سیلاب بر عمق و سطح سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف در منطقه مورد مطالعه داشته است. عاشوری و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از HEC_RAS و GIS به بررسی تغییر مورفولوژی بستر رودخانه قبل و بعد از احداث سد در پایین‌دست ستارخان اهر پرداختند. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که با احداث سد به دلیل جلوگیری از جریان یافتن سیلاب‌های بزرگ، بستر رودخانه به‌طور تقریبی پایدار و دبی طی سال‌ها ثابت بوده است. افتخاری و همکاران (۱۳۹۰) در رودخانه اترک، حد تأثیر افزایش یا کاهش ضریب زبری مانینگ بر پهنه سیل، تراز سطح آب را بررسی کردند. آن‌ها با استفاده از لایه TIN و HEC_GeoRAS اطلاعات لازم را استخراج کردند. نتایج بیانگر این بود که افزایش ضریب زبری مهم‌ترین تأثیر را بر پیش‌بینی پهنه

سیل و ویژگی‌های جریان و مدل هم‌بیشترین حساسیت را به ضریب زبری دارد. لشکری و همکاران (۱۳۹۲) در پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زرینه‌رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC_RAS در محیط GIS به این نتیجه رسیدند که بر اساس پهنه‌های به دست‌آمده و انطباق آن بر تصاویر هوایی می‌توان گفت مناطق مسکونی حاشیه رودخانه چندان در معرض خطر سیل نیست، ولی گسترش فعالیت‌های سازه‌ای و کشاورزی طی سالیان اخیر سبب محدود شدن حریم و بستر رودخانه شده و امکان نفوذ سیل در اراضی اطراف بیشتر می‌شود. شیخ‌علیشاهی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود به پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه در حوضه آبریز منشاد استان یزد پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدل HEC_RAS در تحلیل مناطق سیل‌گیر سبب تسهیل محاسبات و کاهش عملیات میدانی است و کاربرد آن در آبریزها توصیه می‌شود.

پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل HEC_RAS

مدل HEC_RAS که نسخه تکمیل‌شده HEC_2 می‌باشد، توسط مرکز مهندسی هیدرولوژیکی ارتش آمریکا به‌عنوان سیستم تجزیه‌وتحلیل رودخانه، ارائه‌شده و دارای قابلیت‌های فراوان و توانایی گرافیکی در مورد شبیه‌سازی پدیده‌هایی رودخانه‌ای می‌باشد و در مطالعات هیدرولیک رودخانه و سیل، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این مدل در طرح‌های مهندسی رودخانه مانند پهنه‌بندی سیل، تهیه پروفیل سطح آب با توجه به شرایط رودخانه، بررسی وضعیت و مشخصات جریان، به‌کار گرفته می‌شود.

اطلاعات اولیه موردنیاز جهت شبیه‌سازی پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل HEC_RAS عبارت‌اند از: اطلاعات هیدرولیکی (ضرایب زبری آبراهه اصلی منطقه مورد مطالعه، وضعیت مسیر رودخانه از جمله پلان رودخانه، مقاطع عرضی)، اطلاعات توپوگرافی (پروفیل طولی و عرضی رودخانه و اراضی حاشیه) اطلاعات جریان سیل (هیدرو گراف ورودی سیل، دبی با دوره بازگشت‌های مختلف و غیره).

حداکثر آبگذری مقاطع را می‌توان با استفاده از فرمول مانینگ (رابطه ۴-۱) محاسبه کرد.

$$V = 1/n R^{2/3} I^{1/2}$$

رابطه ۴-۱: فرمول مانینگ

که در آن:

V: سرعت متوسط جریان (M/S)

R: شعاع هیدرولیکی (M)

I: شیب خط انرژی (M/S)

n: ضریب مانینگ

به منظور شبیه‌سازی هیدرو گراف سیل، هیدرو گراف سیل‌های مشاهده در حوزه موردنیز می‌باشد. بدین منظور اطلاعات سیلاب‌های ثبت‌شده در ایستگاه هیدرومتری نظام‌آباد (جدول ۱) که از شرکت آب شهرستان میاندوآب جمع‌آوری شد.

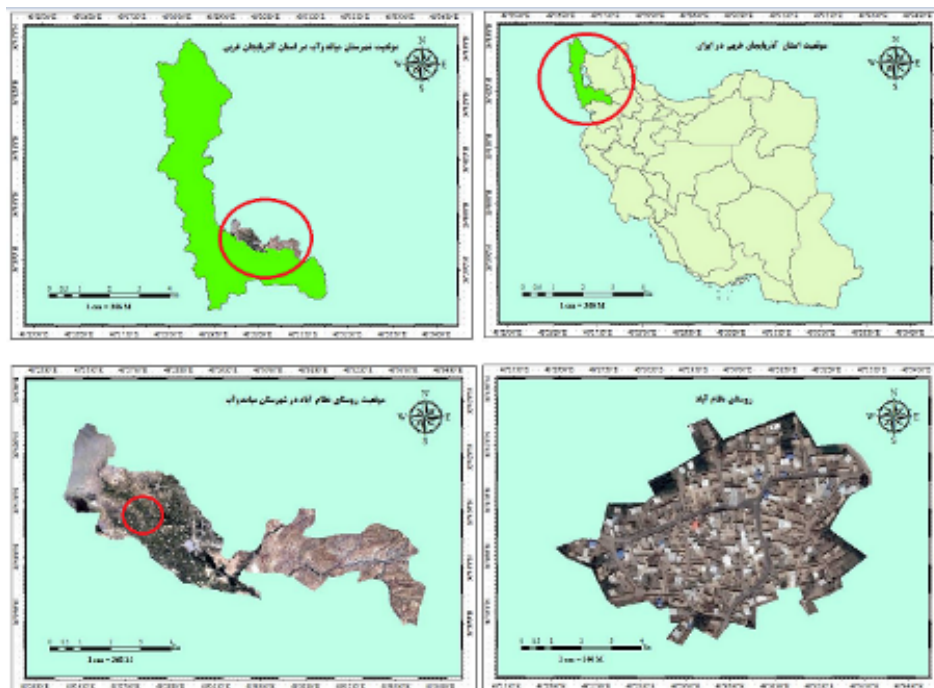
جدول ۱- مشخصات ایستگاه هیدرومتری منطقه مورد مطالعه (نویدی فر و همکاران، ۱۳۹۰)

سطح حوزه آبریز (کیلومترمربع)	مشخصات جغرافیایی			نام ایستگاه
	ارتفاع	عرض	طول	
۱۱۵۸	۱۲۸۳	۳۷ درجه و ۵۶ دقیقه	۴۵ درجه و ۵۶ دقیقه	نظام‌آباد

منطقه مورد مطالعه

شهرستان میاندوآب یکی از شهرهای میانه استان آذربایجان غربی با وسعت ۱۹۵۳ هکتار به صورت خطی تقریباً در امتداد شرقی غربی قرار گرفته است. این شهر بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و باتوجه به آخرین ساخت‌وسازهای موجود در مختصات ۴۶ درجه طول جغرافیایی و ۳۶ درجه عرض جغرافیایی و در ارتفاع متوسط ۱۳۰۰ متر از سطح دریاهای آزاد قرار دارد. طبق آمارهای سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ به ترتیب جمعیت این شهر از ۱۱۴۱۵۳ به ۲۷۳،۹۴۹ نفر رسید (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). روستای نظام‌آباد از توابع بخش مرکزی شهرستان میاندوآب است این روستا در دهستان مرحمت‌آباد جنوبی قرار دارد و بر اساس سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ جمعیت آن ۶۸۴ نفر می‌باشد و شامل ۲۱۰ خانوار است. این روستا به دلیل قرار گرفتن در مسیر و مجاورت رودخانه زربینه رود در معرض خطر سیل و طغیان رودخانه قرار دارد (شکل ۱). زربینه رود از رودخانه‌های مستقل حوضه آبریز دریاچه ارومیه بوده و بین ۴۵،۳۰ تا ۴۷،۲۲ درجه طول شرقی و ۳۵،۴۰ تا ۳۷،۴۴ درجه عرض شمالی قرار دارد. این رود از شهرستان‌های مریوان و سقز در استان کردستان و شهرستان‌های شاهین‌دژ و میاندوآب در استان آذربایجان غربی جریان دارد. از کوه‌های شمال شرقی مریوان سرچشمه گرفته و با گذشتن از آبادی‌های مختلف از جمله روستای نظام‌آباد در میاندوآب نهایتاً در بخش جنوب شرقی دریاچه ارومیه، وارد آن می‌شود. منبع تغذیه رود نزولات جوی بوده و در ابتدای مسیر با جهت کلی جنوب به شمال و از شاهین‌دژ به بعد در جهت جنوب شرق به شمال غرب جریان دارد. طول رودخانه ۲۸۴ کیلومتر، شیب بستر کوهستانی آن ۰/۴

درصد، شیب جلگه‌ای ۰/۱ درصد و شیب متوسط بستر آن ۰/۳ درصد است (فرهنگ جغرافیایی رودخانه‌های کشور، ۱۳۸۴).

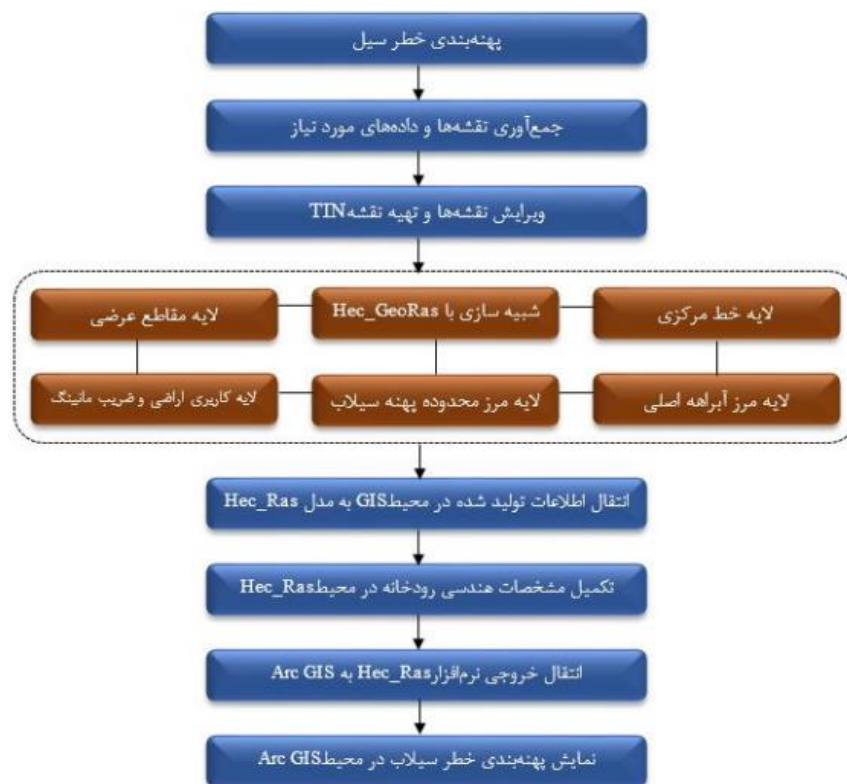


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

روند کلی پژوهش

در این پژوهش برای پهنه‌بندی خطر سیل در منطقه مورد مطالعه، پس از بررسی کتابخانه‌ای، اولین مرحله تهیه نقشه رقومی منطقه با مقیاس مناسب، جهت شبیه‌سازی رودخانه و اراضی اطراف هست که با استفاده از اطلاعات توپوگرافی قادر به ساختن مدل TIN رودخانه یا به عبارتی مدل سه‌بعدی رودخانه خواهیم بود. که برای این کار از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ رودخانه که از سازمان امور آب منطقه‌ای اخذ شده بود استفاده شد. مرحله بعد، شبیه‌سازی هندسی رودخانه توسط الحاقیه HEC_GeoRAS در محیط ArcGIS و ایجاد لایه‌های اطلاعاتی لازم می‌باشد. مرحله سوم، انتقال اطلاعات تولیدشده در GIS به نرم‌افزار HEC_RAS می‌باشد. مرحله بعدی، تکمیل مشخصات هندسی رودخانه (مانند مشخصات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی جریان رودخانه از قبیل شرایط مرزی محدوده مورد مطالعه، نوع رژیم جریان، دبی رودخانه با دوره بازگشت‌های مختلف و ضرایب زبری مانینگ) و وارد کردن آن‌ها به مدل HEC_RAS می‌باشد. در مرحله بعدی پس از

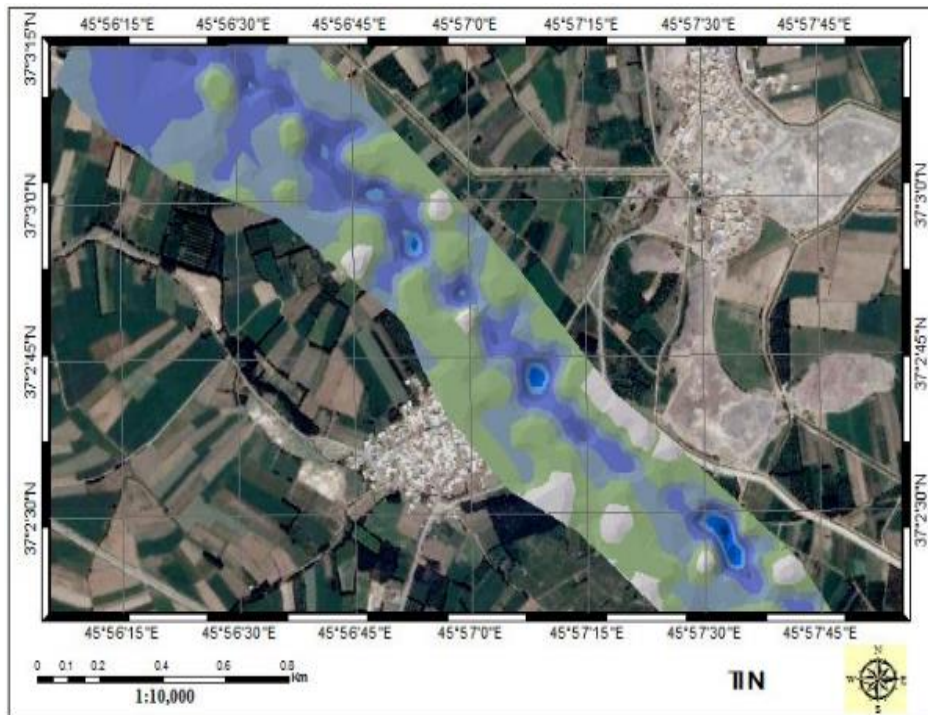
اجرای نرم‌افزار HEC_RAS، نتایج خروجی توسط فایل متنی (ASCII) به سیستم ArcGIS برگردانده و پهنه‌های سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف نمایش داده می‌شود. نتایج حاصل از شبیه‌سازی رودخانه به صورت مقاطع عرضی، پروفیل‌های طولی، نمای سه‌بعدی جریان، جدول پارامتر هیدرولیکی در مقاطع عرضی و نمودارهای تغییرات پارامترهای هیدرولیکی در طول رودخانه، در خروجی‌های نرم‌افزار HEC_RAS قابل نمایش می‌باشد. در صورتی که این اطلاعات در محیط ArcGIS انتقال یابد، با استفاده از توابع تحلیل GIS امکان نمایش نتایج نهایی مانند سطح آب‌گرفتگی به ازای دوره بازگشت‌های مختلف، ارتفاع و عمق آب در هر نقطه از دشت سیلابی را فراهم می‌گرداند (شکل ۲).



شکل ۲- فلوجارت روند کلی پژوهش

در مطالعه سیلاب‌دشت هر رودخانه، اولین مرحله تهیه نقشه رقومی منطقه با مقیاس مناسب، جهت شبیه‌سازی رودخانه و اراضی اطراف می‌باشد که با استفاده از اطلاعات توپوگرافی قادر به

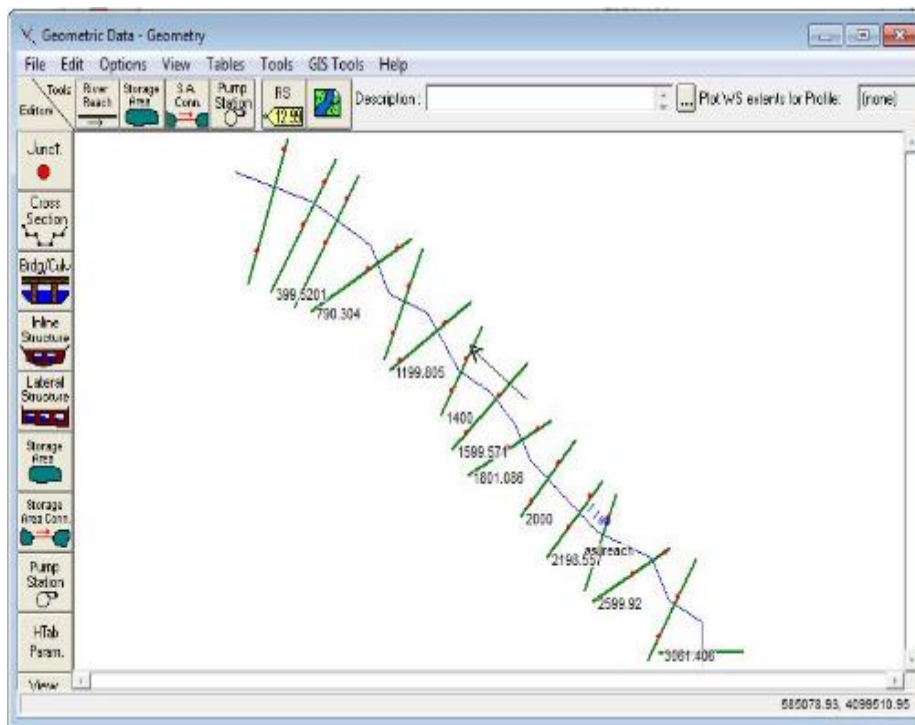
ساختن TIN رودخانه یا به عبارتی مدل سه‌بعدی رودخانه خواهیم بود (شکل ۳). مرحله دوم، شبیه‌سازی هندسی رودخانه توسط الحاقیه HEC_GeoRAS در محیط ArcGIS و ایجاد لایه‌های اطلاعاتی لازم می‌باشد. مرحله سوم، انتقال اطلاعات تولیدشده در GIS به نرم‌افزار HEC_RAS می‌باشد.



شکل ۳- نقشه رقومی منطقه مورد مطالعه

مقاطع عرضی و طولی

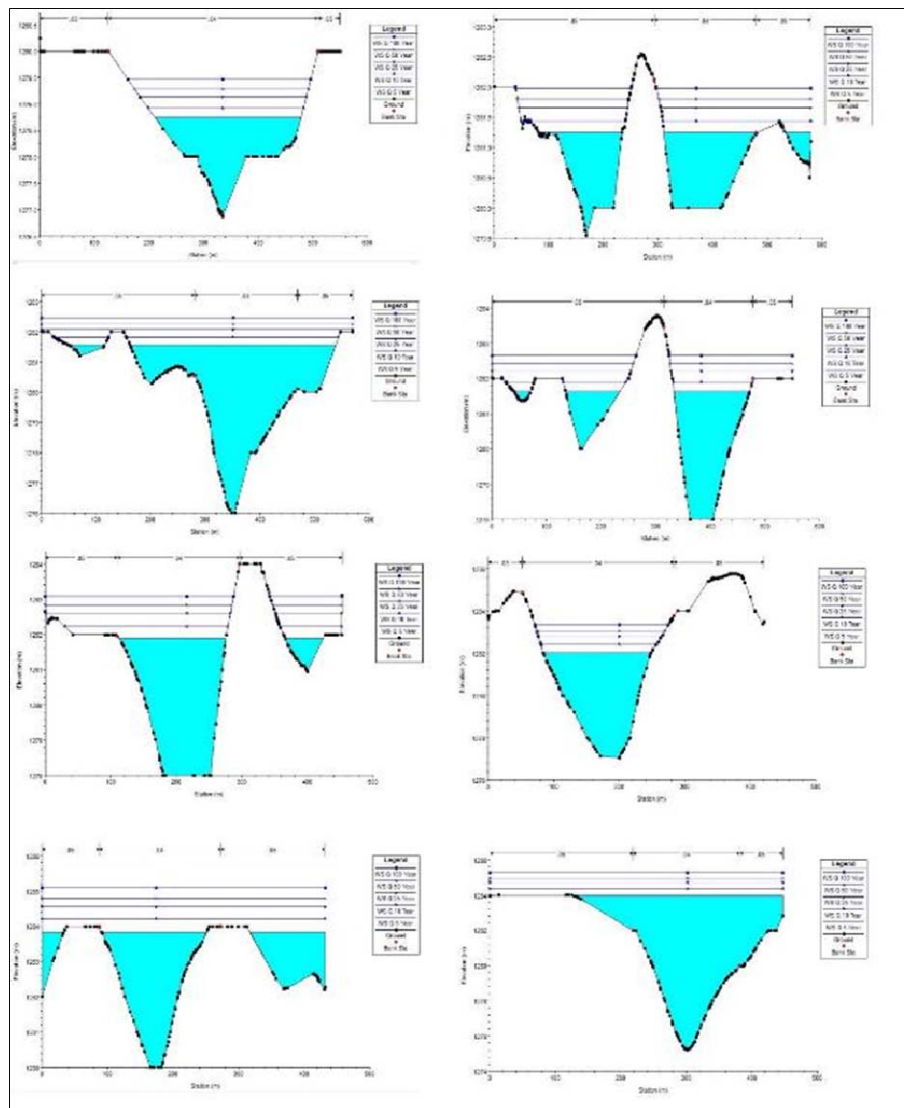
به‌طور کلی در مدل HEC_RAS، ژئومتری رودخانه مقاطع عرضی و فاصله این مقاطع از یکدیگر می‌گردد و از سوی دیگر در هر مقطع عرضی کلیه پارامترهای هیدرولیکی جریان مورد محاسبه قرار گرفته و به‌صورت جداول هیدرولیکی و نمایش گرافیکی ارائه می‌شود. به‌طور کلی مقاطع عرضی، نمایش‌دهنده مرز هندسی آبراهه می‌باشند (شکل ۴).



شکل ۴- شمای کلی رودخانه و موقعیت مقاطع عرضی

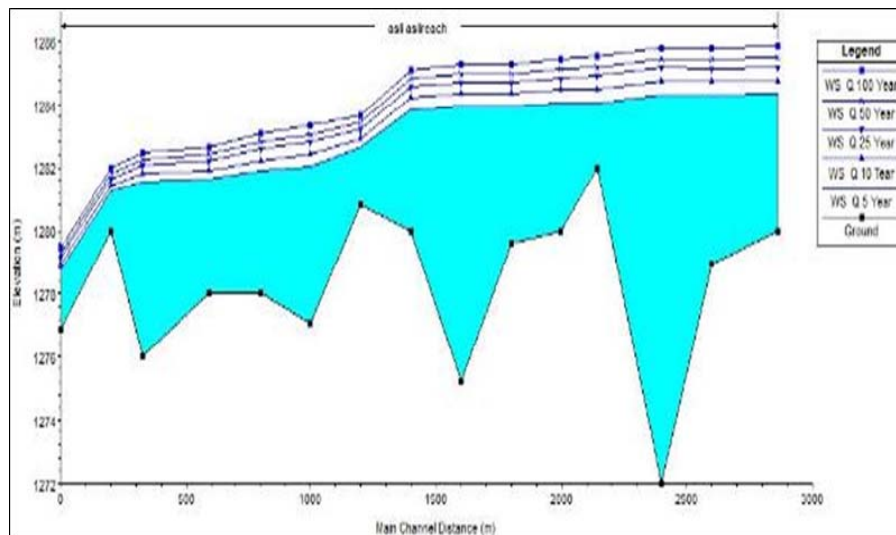
شکل (۵) شما تیک رودخانه منطقه مورد مطالعه و موقعیت مقاطع عرضی را در محیط نرم‌افزار HEC_RAS نمایش می‌دهد. در این طرح‌واره، خط مرکزی جریان و خطوط سواحل چپ و راست و مقاطع عرضی دیده می‌شود. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود برای ترسیم مقاطع عرضی بایستی برخی از موارد را مورد توجه قرار دهیم:

- ✓ خطوط معرف باید از ساحل چپ به ساحل راست کشیده شود.
 - ✓ این خطوط فقط یک‌بار می‌توانند با هر یک از خطوط کشیده شده تقاطع داشته باشند.
 - ✓ این خطوط باید عمود بر خط جریان رسم شوند.
 - ✓ خطوطی که در این لایه رسم می‌شود نباید متقاطع باشند، زیرا تقاطع دو مقطع عرضی بدین معنی است که مقدار حجم معینی از آب در هر دو مقطع مورد محاسبه قرار می‌گیرد و در این صورت حجمی از آب کم می‌شود و این برخلاف قانون بقای جرم است.
- شکل (۵) ارتفاع سطح آب را در دوره بازگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال را در تعدادی از مقاطع مختلف نمایش می‌دهد.



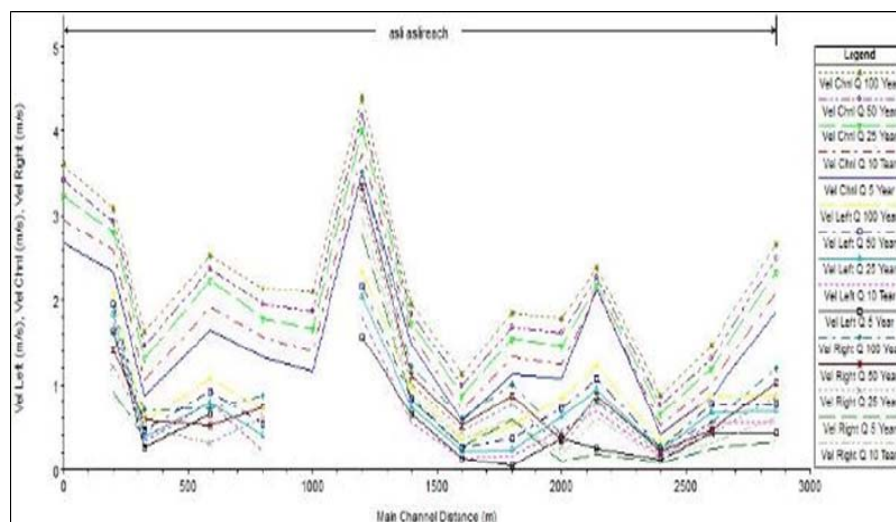
شکل ۵- ارتفاع سطح آب در مقاطع و در دوره بازگشت‌های مختلف

همچنین شکل (۶) سطح آب را در طول رودخانه در دوره بازگشت‌های ۵۰، ۱۰، ۵، و ۱۰۰ سال نمایش می‌دهد.



شکل ۶- سطح آب در طول رودخانه در دوره بازگشت‌های مختلف

شکل (۷) تغییرات سرعت در طول رودخانه را در دوره بازگشت‌های مختلف نمایش می‌دهد؛ و همچنین حداکثر سیلاب لحظه‌ای مشاهده‌شده برای دوره‌های بازگشت مختلف در شکل (۸) نمایش داده‌شده است.



شکل ۷- تغییرات سرعت در طول رودخانه

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: asli Reach: aslireach

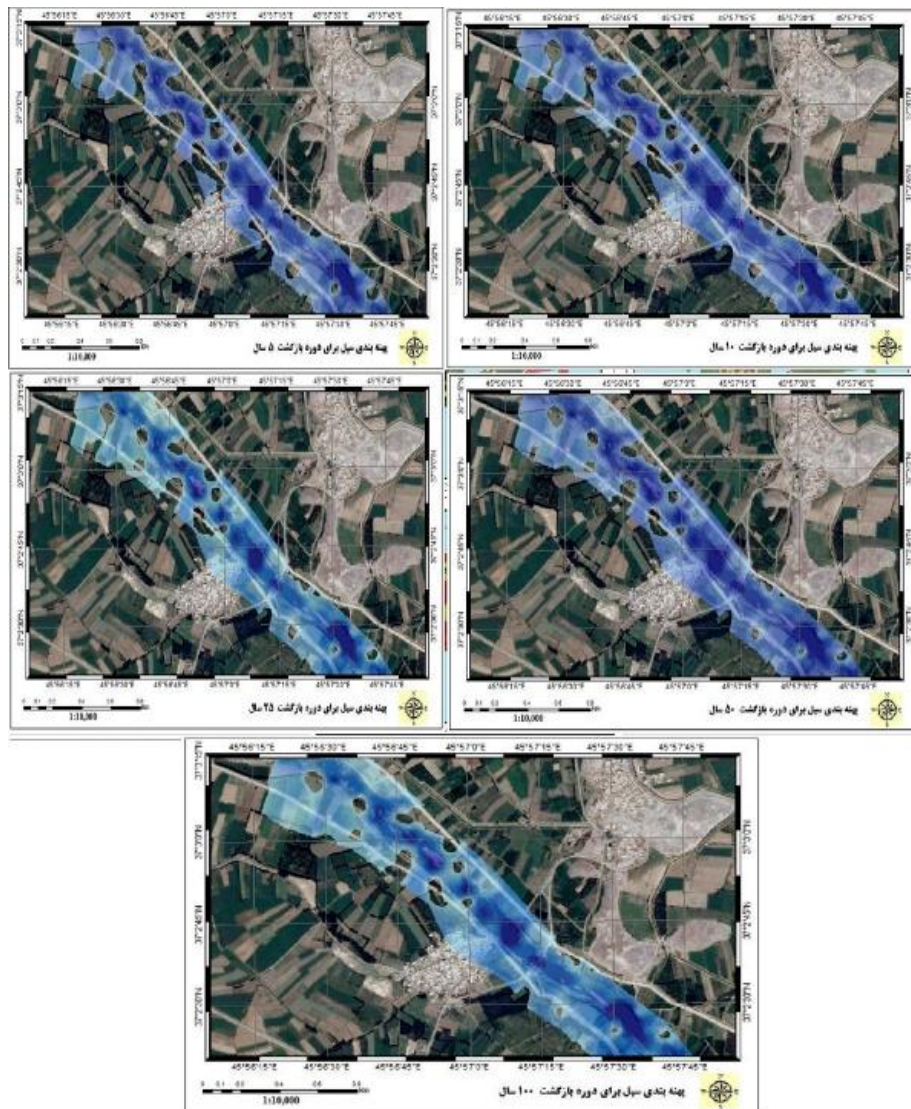
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
aslireach	3061.406	Q 5 Year	588.00	1280.00	1284.33	1282.53	1284.50	0.001292	1.87	356.46	254.26	0.34
aslireach	3061.406	Q 10 Year	794.00	1280.00	1284.74	1282.97	1284.95	0.001386	2.09	463.90	261.91	0.36
aslireach	3061.406	Q 25 Year	1071.00	1280.00	1285.17	1283.48	1285.42	0.001518	2.34	578.36	269.93	0.39
aslireach	3061.406	Q 50 Year	1288.00	1280.00	1285.47	1283.83	1285.74	0.001587	2.49	659.96	275.63	0.40
aslireach	3061.406	Q 100 Year	1573.00	1280.00	1285.83	1284.57	1286.13	0.001648	2.66	760.26	282.47	0.41
aslireach	2800.005	Q 5 Year	588.00	1278.93	1284.31		1284.35	0.000216	0.86	809.36	326.18	0.15
aslireach	2800.005	Q 10 Year	794.00	1278.93	1284.72		1284.77	0.000256	1.01	946.53	339.80	0.16
aslireach	2800.005	Q 25 Year	1071.00	1278.93	1285.15		1285.21	0.000314	1.19	1092.53	353.57	0.18
aslireach	2800.005	Q 50 Year	1288.00	1278.93	1285.44		1285.51	0.000352	1.32	1197.15	362.69	0.19

Total flow in cross section.

شکل ۸- حداکثر سیلاب لحظه‌ای مشاهده‌شده برای دوره‌های بازگشت مختلف

تعیین پهنه سیلاب

با استخراج مشخصات هندسی رودخانه در محیط GIS دیگر مشخصات لازم مانند ضریب مانینگ و دبی سیلاب طراحی برای شبیه‌سازی هیدرولیکی و تعیین سیلاب به مدل HEC_RAS معرفی شد و در مدل HEC_RAS پهنه سیلاب به صورت رقوم سطح آب محاسبه و در محل مقاطع عرضی نشان داده شد و با استفاده از رقوم سطح آب در هر یک از مقاطع عرضی، یک فایل تبادل TIN به عنوان پایه استخراج خصوصیات هندسی بازه که بتواند سطح آب‌گرفتگی را نشان دهد تهیه گردید و از تلفیق TIN، پهنه سیلاب در محیط GIS نمایش و به‌طور کلی بستر و حریم رودخانه برای سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال طراحی شد (شکل‌های ۹).



شکل ۸- پهنه‌بندی سیلاب برای دوره بازگشت ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال

نتیجه‌گیری

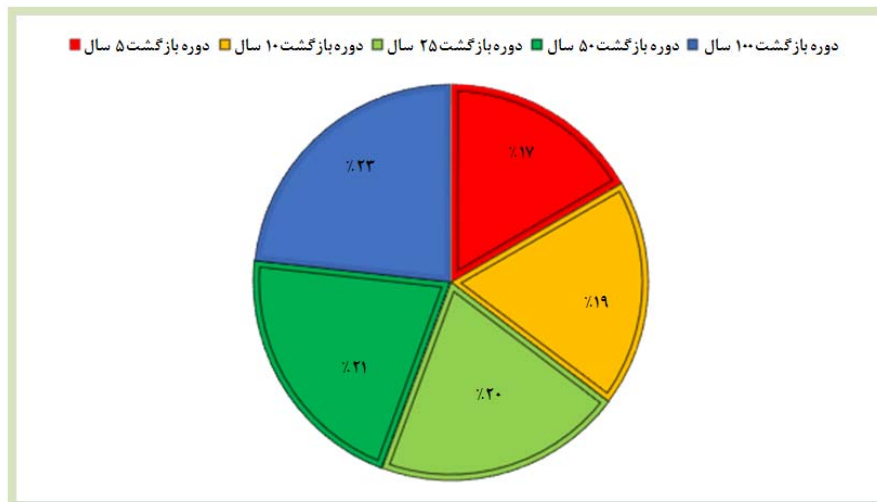
در این پژوهش به پهنه‌بندی میزان خطر سیل در قسمتی از رودخانه زرينه‌رود و اطراف روستای نظام‌آباد و روستاهای هم‌جوار پرداخته شد است؛ که پس از انجام پهنه‌بندی، نتایج نشان می‌دهد که پهنه با ریسک بالا شامل روستاهایی می‌شود که عمدتاً در نواحی دشتی حوضه قرار گرفته و دارای

شیب بسیار کمی هستند و با کوچک‌ترین آب‌گرفتگی یا افزایش حجم آب در اثر بارش در بالادست رودخانه دچار آب‌گرفتگی شده و خسارات جبران‌ناپذیری را متحمل می‌شود. باتوجه به این‌که روستاها در مناطق حاصل خیز آبرفتی قرار گرفته‌اند اغلب کاربری‌های حاشیه رودخانه را کشاورزی تشکیل می‌دهد و ساکنان دارای فعالیت کشاورزی می‌باشند لذا لزوم توجه به مدیریت سیلاب و کنترل آن به‌منظور جلوگیری از خسارات جبران‌ناپذیر بیش‌ازپیش مشخص می‌گردد. در نتیجه با کوچک‌ترین تغییر در وضعیت زمین در اثر جاری شدن سیل خسارات جبران‌ناپذیری از جمله اقتصادی، محیطی، جانی و غیره می‌شوند.

در جهت پاسخ به پرسش تحقیق و باتوجه به نقشه‌های پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه، مشخص شد در اکثر مقاطع منطقه مورد مطالعه، اطراف رودخانه دچار سیل می‌شود چراکه ارتفاع آب عبوری از سرریز شدن بیش‌تر از ارتفاع سرریز است و این کمبود سطح در بالادست جبران می‌شود و بر میل‌گیری مناطق اطراف می‌افزاید. این در حالی است که در این مناطق، منازل مسکونی، جاده و مزارع در نزدیکی رودخانه قرار دارد و با بالا آمدن آب رودخانه، خسارت زیادی به این مناطق تحمیل می‌شود. افزایش دبی سیلاب و افزایش سطح پهنه‌های سیل‌گیر ناشی از کاربری نامناسب اراضی و پیشروی اراضی کشاورزی می‌باشد.

باتوجه به نقشه‌های پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه، مشخص شد که در این منطقه روند افزایش خسارت و سطح سیل‌گیری در دوره بازگشت‌های ۵ تا ۲۵ سال نسبت به دوره‌های بازگشت ۲۵ تا ۱۰۰ ساله، دارای سیر صعودی سریع‌تری بوده و بخش عمده‌ای از خسارت به پهنه‌های دشت سیلابی زیر ۲۵ سال وارد شده است. باتوجه به بررسی‌های انجام‌شده، به ازای دوره بازگشت‌های طولانی‌تر میزان دبی بیشتر شده و پهنه سیلابی نیز وسعت بیشتری یافته است البته تفاوت در گسترش پهنه سیلاب در درجه اول ناشی از ویژگی‌های توپوگرافی مسیر می‌باشد. هر جا عرض بستر آبراهه زیاد شده پهنای سطح سیلابی نیز افزایش یافته و آب در سطح وسیع‌تری گسترش داشته است. برعکس، هر جا دره تنگ‌تر شده به همان نسبت پهنای سطح سیلابی نیز کاهش یافته و به موازات آن عمق سطح سیلابی افزایش یافته است. در حقیقت علت کم بودن تفاوت سطح سیل‌گیر در بسیاری از بخش‌ها وجود توپوگرافی پرشیب در حاشیه رودخانه اصلی است (شکل ۱۰). در نهایت با توجه به نتایج تحقیق، تهیه و ارائه نقشه‌های پهنه خطر سیل با تدوین ضوابط مورد نیاز در کلیه دشت‌های سیلابی و حریم رودخانه‌ها امری ضروری جهت برنامه‌ریزی است بهره‌گیری از این نقشه‌ها در کاهش هزینه طرح‌های عمرانی به لحاظ پیش‌بینی رفتار جریان در شرایط مختلف، منجر به کاهش خسارات ناشی از سیل در شرایط طغیانی با اتخاذ تدابیر مناسب در منطقه مورد مطالعه خواهد شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده برای حصول نتیجه بهتر می‌توان

پهنه‌بندی سیل را در منطقه مورد مطالعه به کمک مدل‌ها و روش‌های مختلف دیگری نیز مدل‌سازی نمود و نتایج را باهم مقایسه کرد تا نقشه‌های پهنه‌بندی دقیق‌تری را تهیه نمود.



شکل ۱۰- میزان درصد پهنه‌های سیل خیز با دوره بازگشت‌های مختلف

منابع

- افتخاری، امیرحسین؛ سلاجقه، علی و حسینی، سید احمد (۱۳۹۰)، ارزیابی پهنه‌بندی سیل با تغییرات ضریب زبری (مطالعه موردی: رودخانه اترک)، *فصلنامه جغرافیای طبیعی*، ۱۲: ۱۰۶-۹۱.
- برخوردار، مهرداد و چاوشیان، سیدعلی (۱۳۷۹)، *پهنه‌بندی سیلاب*، کارگاه آموزشی مهار سیلاب رودخانه‌ها، انجمن هیدرولیک ایران، ۲۰.
- بنیاد مسکن انقلاب اسلامی (۱۳۸۵)، گزارش سیل مخرب گلستان و عملکرد بنیاد، دفتر بازسازی و نوسازی مناطق محروم بنیاد مسکن استان گلستان.
- جوکار، جبار (۱۳۸۱)، بررسی سیل‌خیزی زیر حوزه‌های رودخانه شاپور با استفاده از شبیه‌سازی جریان‌های سیلابی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، استادراهنما: عبدالرسول تلوری.
- حاجی‌قلیزاده، محمد (۱۳۸۳)، بررسی نقش دخالت‌های انسانی بر رفتار سیل در بخشی از رودخانه کن تهران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما: حمیدرضا صادقی.
- خسروشاهی، محمد (۱۳۸۰)، تعیین نقش زیر حوزه‌های آبخیز در شدت سیل خیزی حوزه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دماوند)، رساله دکتری جغرافیا دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، استاد راهنما: بهرام ثقفیان.

شقایب فلاح، رضا (۱۳۸۰)، شبیه‌سازی دبی حداکثر سیلابی در شاخه‌های فرعی رودخانه با استفاده از مدل HEC_HMS مطالعه مورد در حوزه آبخیز محمدآباد (استان گلستان)، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، استادراهنما: عبدالرسول تلوری.

شیخ‌علیشاهی، نجمه؛ جمالی، علی‌اکبر؛ و حسن‌زاده نفوتی، محمد (۱۳۹۵)، پهنه‌بندی سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی تحلیل رودخانه (مطالعه موردی: حوضه آبریز منشاد استان یزد)، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، ۵۳ (۱۶): ۷۷-۹۶.

صادقی، سید حمیدرضا؛ جلالی‌راد، رامین و علی محمدی سراب، عباس (۱۳۸۲)، پهنه‌بندی سیل با استفاده از نرم‌افزار HEC_RAS و سامانه اطلاعات جغرافیایی (منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز شهری دارآباد تهران)، پژوهش‌نامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر.

غواصیه، احمدرضا (۱۳۷۶)، مدیریت و ابزار آن در دشت سیلابی، سازمان هواشناسی کشور، مجله نیوار، ۳۳. فرهنگ جغرافیایی رودخانه‌های کشور (۱۳۸۴)، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ج چهارم، ص ۴۶-۴۱.

لشکری، حسن؛ رشیدی، علی و رضایی، علی (۱۳۹۲)، پهنه‌بندی سیلاب رودخانه زرنه‌رود با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC_RAS در محیط GIS، مجله پژوهش‌های دانش زمین، ۱۳ (۳): ۵۱-۶۸.

محمدپور، رضا و سبزواری، تورج (۱۳۸۶)، پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از سیستم ساماندهی جغرافیایی GIS (طرح مطالعاتی: قسمتی از رودخانه قره‌آغاج در استان فارس)، مجموعه مقالات اولین همایش GIS شهری، آمل، ۴ و ۵ شهریور.

مرکز آمار ایران، (۱۳۹۵)، سرشماری عمومی نفوس و مسکن

نوبدی‌فر، یونس؛ روشن، حسین؛ محمدی، محمد ایوب و حبیب‌نژاد، محمود (۱۳۹۰)، بررسی فراوانی وقوع سیل در حوضه رودخانه زرنه‌رود (شهرستان میاندواب، استان آذربایجان غربی). هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۷ و ۸ اردیبهشت.

Abdulrazzak, M., Al-Shabani, A., Noor, K., Elfeki, A., & Kamis, A. (2017), Integrating Hydrological and Hydraulic Modelling for Flood Risk Management in a High Resolution Urbanized Area: Case Study Taibah University Campus, KSA. In Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration (pp. 827-829). Springer, Cham.

Asهوري، M. ; Rezaei Moghaddam، M.H. ; Piry، Z. (2013)، "Morphologic Change Assessment of Riverbed Before and after Dam Construction Using HEC RAS Model and GIS (Case Study: Downstream of Satarkhan Dam) ". Physical Geography Research Quarterly. 45(1) : 87-100.

Hill، M. (2001)، Flood Plain Delineation Using the HEC-GeoRas Extension for ArcView. Brigham Young University. CeEn 514. Winter.

Patel، D. P.، Ramirez، J. A.، Srivastava، P. K.، Bray، M.، & Han، D. (2017)، Assessment of flood inundation mapping of Surat city by coupled 1D/2D hydrodynamic

- modeling: a case application of the new HEC-RAS 5. *Natural Hazards*, 89(1), 93-130.
- Prastica, R. M. S., Maitri, C., Hermawan, A., Nugroho, P. C., Sutjningsih, D., & Anggraheni, E. (2018), Estimating design flood and HEC-RAS modelling approach for flood analysis in Bojonegoro city. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 316, No. 1, p. 012042). IOP Publishing.
- Romali, N. S., Yusop, Z., & Ismail, A. Z. (2018), APPLICATION OF HEC-RAS AND ARC GIS FOR FLOODPLAIN MAPPING IN SEGAMAT TOWN, MALAYSIA. *International Journal*, 14(43), 125-131.
- Suwanwerakamtorn, R., (1994), GIS and Hydrobgic modeling for management of small watersheds. *ITC Journol No4 P 343*.
- Terry Barr (2002), Application of Tools for Hydraulic Power Point Presentation. Gotvand Hydroelectric Power Project Feasibility Study. Publisher: UNISPACE.
- UAMKASEM, B. and SIMKING, R. (2007), RS/GIS for Flood Risk Management in SUKHOTHAI Province. Public organization: Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, Bangkok – THAILAND.
- Weichel, T. and et al (2005), Development of a Municipal GIS and CMS-supported Flood Management System for the Stendal County (Saxony-Anhalt). ICID 21st European Regional Conference 2005-15-19 May 2005- Frankfurt (Oder) and Slubice- Germany and Poland