

بررسی تأثیر سازه‌های عرضی بر روی پهنه سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS

مرتضی بختیاری^{۱*}، سید محمود کاشفی پور^۲ و سید امین اصغری پری^۳

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، mortezabakhtiari@yahoo.com
۲- استاد دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- استادیار گروه مهندسی عمران، مجتمع عالی آموزشی بهبهان

تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۱۷

چکیده

رودخانه‌ها همواره در پیدایش، تکامل و توسعه تمدن‌ها و جوامع بشری نقش قابل توجهی داشته‌اند. در طول مسیر یک رودخانه ارگان‌های مختلف به منظورهای متفاوت سازه‌های طولی و عرضی احداث می‌نمایند که این نوع سازه‌ها موجبات تغییرات ریخت‌شناسی و دینامیکی رودخانه را فراهم می‌آورند. در این تحقیق، اثر سازه‌های عرضی احداث شده روی رودخانه باراجین واقع در استان قزوین بر روی پهنه سیلاب و نیز کاربری‌های حاشیه این رودخانه مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور پس از تهیه نقشه‌های توپوگرافی و نیز کاربری اراضی، پلان و پروفیل طولی و عرضی رودخانه مورد مطالعه استخراج گردید. در گام بعد هیدروگراف‌های سیل با روش‌های مختلف از جمله SCS در دوره بازگشت‌های مختلف تعیین و دبی اوج سیلاب‌ها برآورد گردید. در مرحله بعد با استفاده از نتایج عملیات نقشه‌برداری اطلاعات هندسی رودخانه و سازه‌های عرضی واقع بر آن جمع‌آوری گردید. نرم افزار مورد استفاده در این تحقیق ترکیب نرم‌افزار HEC-RAS و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) بوده که از جمله نرم‌افزارهای متداول در زمینه مهندسی رودخانه می‌باشند. در این مرحله نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در دوره بازگشت‌های مختلف و برای حالت‌های با اعمال سازه‌ها و بدون اعمال سازه‌ها تهیه گردید. سپس با نتایج به دست آمده مقایسه صورت پذیرفت. نتایج حاصل نشان دهنده دقت بالای ترکیب سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم‌افزار هیدرولیکی HEC-RAS در استخراج پهنه سیلاب و مدل‌سازی رودخانه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: سازه‌های عرضی، پهنه سیلاب، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS).

مقدمه

باعث تخریب محیط زیست و منابع طبیعی شده و خسارات سیل مرتباً افزایش می‌یابد، رشد ۲۵۰ درصدی خسارات ناشی از سیل کشور در پنج دهه گذشته مؤید این مدعاست. متأسفانه موضوع سیل و مدیریت و کاهش خسارت‌های آن در کشور مورد توجه جدی قرار نگرفته و فقط زمانی که سیلاب مخربی جاری می‌شود و فاجعه‌ای به وجود می‌آید، توجه مسئولین و متخصصین به آن جلب می‌گردد. اگر چه بررسی طرح‌های مهار سیلاب که به صورت محدود و پراکنده در سطح کشور مطالعه و اجرا شده‌اند، نشان می‌دهد یک راه حل مشخص و مطمئن برای کلیه مناطق سیل‌گیر وجود ندارد، اما بدیهی است پدیده سیل علیرغم همه پیچیدگی‌هایش قابل بررسی و

آب به عنوان منبع حیات برای انسان و سایر موجودات می‌باشد و بعضاً این منبع زندگی باعث نابودی و وارد شدن خسارت‌های جبران ناپذیری گردیده است. شناخت رفتاری محل گذر آب (رودخانه) و انجام فعالیت‌های سازگار با طبیعت رودخانه و اقدامات مهندسی بجا، همواره دغدغه مهندسین درگیر در این رشته بوده است. بر اساس آمار منتشر شده در میان بلایای طبیعی، سیل بیشترین تلفات و خسارت‌ها را به جوامع بشری وارد آورده است که این امر در کشور ما نیز صادق است. در اغلب سال‌های گذشته حدود ۷۰ درصد اعتبارات سالانه طرح کاهش اثر بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیر مترقبه صرف جبران خساران ناشی از سیل شده است و متأسفانه روند طبیعی توسعه در کشورهایی نظیر ایران

در این راستا، تیمپتی^۱ در تحقیق خود ابتدا به بررسی سیلاب به وقوع پیوسته در اثر طوفان آلبرتو در سه رودخانه واقع در ایالت‌های جورجیا، آلاباما و فلوریدا پرداخت، سپس با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری و همچنین اثر داغاب سیل، دبی اوج سیلاب را برآورد نمود. وی با انجام عملیات میدانی عمق سیل در بالادست پل‌های احداث شده روی این رودخانه‌ها و میزان آبشویی پایه‌ها را اندازه‌گیری نمود و در نهایت نتیجه گرفت که دو عامل افزایش عمق سیل در بالادست پل‌ها و آبشویی زیاد در اطراف پایه‌ها از عوامل اصلی تخریب بوده‌اند (۱۷).

چیو^۲ و لیم^۳ در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که در هنگام وقوع سیلاب ظهور اشکال مختلفی از قبیل ریپل، دون و بستر متحرک امری طبیعی است و این فرایندها با وجود سازه‌های تقاطعی به خصوص پل‌ها می‌توانند موجب ناپایداری این سازه‌ها شده و از طرفی خود این سازه‌ها نیز با بالابردن سطح تراز آب موجب افزایش عمق و سطح پهنه سیلابی شوند (۱۴ و ۱۰).

برخوردار و چاوشیان نقشه پهنه بندی سیل را با استفاده از نرم‌افزارهای HEC-RAS و Arc View برای مدیریت سیلاب دشت استخراج کردند (۱).

حسین زاده، در تحقیقی با استفاده از HEC-GeoRAS به پهنه بندی سیل رودخانه لاین سو پرداخته و نتیجه گرفته است که تلفیق سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و مدل HEC-RAS می‌تواند در مدیریت مناطق سیل‌گیر بسیار کارا و توانا بوده و همچنین با بررسی دو روش SCS و چاو پیشنهاد نمود که جهت برآورد ضریب مانینگ، روش SCS و فصل تابستان به عنوان معیار محاسبات در نظر گرفته شود (۴).
آندام^۴ در پژوهشی تحت عنوان مقایسه رژیم رودخانه‌های جنگلی و خارج جنگلی از دانشگاه تگزاس، با استفاده از مدل HEC-RAS و الحاقیه HEC-GeoRAS تغییرات سرعت و عدد فرود را در این دو نوع رودخانه بررسی و تأثیر پوشش گیاهی بر رژیم و رفتار فیزیکی جریان را مورد مقایسه قرار داده و نتیجه گرفته است که استفاده از مدل HEC-RAS می‌تواند مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعه رژیم و سایر خصوصیات هیدرولیکی جریان رودخانه در اختیار محققین قرار می‌دهد (۹).

زینی‌وند، مطالعه موردی: رودخانه سیلاخور واقع در استان لرستان، جلالی‌راد، مطالعه موردی: حوزه شهری داراباد و صفری، مطالعه موردی: رودخانه نکا واقع در استان مازندران، با استفاده از مدل HEC-RAS اقدام به پهنه‌بندی خطر سیل نمودند و ایشان نتیجه گرفتند که این مدل کارایی بسیار بالایی در محاسبه پروفیل سطح آب و پهنه‌های سیلاب دارد (به نقل از محسنی ۶).

مطالعه بوده و می‌توان در جهت مهار و کاهش خسارت آن و حتی بهره‌برداری اقتصادی از سیل راه‌حل‌های مناسبی جستجو کرد. به طور کلی در یک رودخانه دو دسته عوامل موجب ایجاد تغییرات ریخت‌شناسی و دینامیکی می‌شوند، دسته اول عوامل طبیعی رودخانه مانند شیب، عرض و عمق، و دسته دوم عوامل مصنوعی مانند ایجاد سازه‌های عرضی و طولی مانند پل، دیوار حفاظتی، بند و غیره می‌باشد.

ارگان‌ها و سازمان‌های مختلف به مقاصد گوناگون اقدام به احداث سازه‌هایی در طول و عرض رودخانه می‌نمایند. بر اثر وقوع سیلاب در رودخانه‌ها دو حالت مختلف رخ می‌دهد. در حالت اول وقوع سیلاب منجر به از بین رفتن سازه احداث شده می‌شود و در حالت دوم سازه‌های احداث شده ممکن است بر روی سیلاب و پهنه آن موثر واقع شوند. در این حالت نیز امکان وارد آمدن خسارات جبران‌ناپذیری به مناطق مسکونی، زمین‌های زراعی و نیز تأسیسات واقع شده در مجاورت رودخانه وجود دارد.

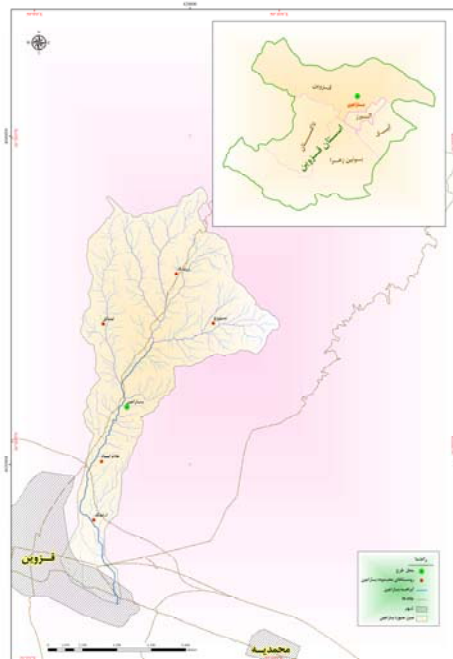
به طور کلی ایجاد سازه‌های تقاطعی در مسیر رودخانه‌ها و یا در دشت‌های سیلابی بر روی الگوی جریان تأثیر می‌گذارد. این تأثیر به نوبه خود، الگوی رودخانه، هندسه آبراهه و رابطه بین دبی و سطح آب را تغییر می‌دهد. به عنوان مثال پایه و کناره پل‌ها باعث انحراف جریان شده که نتیجه آن، آبستگي در مجاورت سازه می‌باشد. افزایش سرعت جریان که به علت وجود پایه‌های پل نیز تشدید می‌گردد، عمق آبستگي و افت انرژی عبور جریان را از بین پایه‌ها افزایش می‌دهد. افت انرژی بیشتر، باعث افزایش سطح آب در بالادست پل‌ها شده و این خود باعث افزایش سطح سیل گیری در بالادست می‌شود (۱۲ و ۱۳).

هدف این تحقیق بررسی تأثیر سازه‌های عرضی واقع شده بر روی پهنه‌بندی سیلاب و سایر اثر آنها بر روی رودخانه باراجین که از جمله رودخانه‌های مهم استان قزوین است، می‌باشد.

پیشینه تحقیق

میزان افزایش تراز سطح آب در بالادست سازه بیشتر به عواملی از قبیل نوع سازه، مرفولوژی رودخانه و دشت سیلابی آن، موقعیت قرارگیری رودخانه در دشت سیلابی، وضعیت قرارگیری سازه و احتمالاً پایه‌های آن و دبی عبوری رودخانه، بستگی دارد. بنابراین، احداث سازه‌هایی نظیر پل‌ها یا آبگذرها با ابعادی نامتناسب با میزان سیلاب طراحی رودخانه و یا در محل‌هایی نامناسب، بیشتر سبب تشدید خسارت سیلاب می‌گردد. بدین جهت وجود یک دستگاه ناظر و مسئول در طراحی و اجرای این قبیل عملیات در کشور احساس می‌گردد (۲). بنابراین، در طرح‌های مدیریت سیلاب و دشت‌های سیلابی در نظر گرفتن اثر سازه‌های تقاطعی، به خصوص اثر پل‌ها بر سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر از اهمیت بالایی برخوردار است (۷).

1- Timphy
2- Chiew
3- Lim
4- Andam



شکل ۱- محدوده طرح

معرفی منطقه مورد مطالعه

رودخانه باراجین از جمله رودخانه‌های مهم استان قزوین به شمار می‌رود که دارای مناظر بسیار زیبا بوده و دارای پتانسیل بالایی جهت ایجاد امکانات تفریحی و توریستی می‌باشد. نظر به اهمیت این رودخانه از جنبه‌های مختلف، تحقیق حاضر بر روی این رودخانه صورت گرفته است. از نتایج این پژوهش می‌توان جهت برنامه‌ریزی برای استفاده بیشتر و بهینه‌تر از این منبع خدادادی بهره جست.

حوضه باراجین در محدوده $۵۰^{\circ}۱'۵۰''$ تا $۵۰^{\circ}۱۲'۱۳''$ ، $۱۰'۵۰''$ طول شرقی و $۱۹'۱۵'۳۶''$ تا $۲۸'۲۸'۳۶''$ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). محدوده باراجین در شمال استان قزوین قرار دارد، محیط آن $۶۲/۳$ کیلومتر، بیشترین ارتفاع منطقه ۲۶۳۷ متر و کمترین ارتفاع معادل ۱۲۸۱ متر از سطح دریا می‌باشد. رودخانه باراجین از سه سرشاخه به نام‌های نیزوج، زشک و نیاق تشکیل شده است. طول بازه مورد مطالعه در این تحقیق حدود ۱۰ کیلومتر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس $۱/۵۰۰$ و نقشه‌های کاداستر با مقیاس $۱/۲۵۰۰۰$ تهیه شده از سازمان نقشه برداری استفاده شد. پس از تهیه این نقشه‌ها اقدام به تدقیق نقشه‌ها و همچنین جمع‌آوری سایر اطلاعات از جمله مشخصات سازه‌های واقع بر رودخانه گردید. در مرحله بعد با توجه به اهداف تحقیق حاضر اقدامات زیر صورت پذیرفت:

الف: تعیین خصوصیات هندسی رودخانه و سازه‌های احداثی در مسیر آن

وهایی با بکارگیری تکنیک‌های سنجش از دور به کمک نرم‌افزارهای Mike11 و HEC1، سیستم اطلاعات جغرافیایی مقاطع عرضی تهیه شده از رودخانه در حوضه آبریز طالقان اقدام به پهنه بندی خطر سیل نمود (به نقل از ۵). رندال و ادوارد در یک پروژه تحقیقاتی به مقایسه تأثیر پل‌های پایه‌دار با تعداد و قطر پایه متفاوت، بر پدیده پس زدگی آب و همچنین عمق جریان سیل پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که شکل و تعداد پایه‌ها می‌تواند اثر تعیین کننده‌ای بر پدیده پس زدگی آب و عمق جریان سیل داشته باشند، به طوری که هرچه تعداد و همچنین قطر پایه‌ها بیشتر باشد در اغلب موارد پدیده برگشت آب تا مسافت بیشتری در بالادست پل ادامه داشته و عمق جریان نیز در نزدیک پل بیشتر خواهد شد، در ضمن همین عوامل باعث افزایش سرریز آب از روی پل و نهایتاً تخریب آن می‌شود (۱۵).

جلالی راد در تحقیقی بر رودخانه دارآباد واقع در شهر تهران، پس از تهیه نقشه پهنه‌های سیل‌گیر این رودخانه به بررسی نقش پل‌های احداثی بر روی این رودخانه پرداخت. وی در تحقیق خود با استفاده از ارتباط نرم‌افزار HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی به بررسی تأثیر دو پل احداثی روی این رودخانه پرداخت و به این نتیجه رسید که این دو پل تأثیر قابل توجهی بر سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر داشته‌اند، اگرچه میزان تأثیرات هر یک با دیگری متفاوت است (۳).

مساعدی و خلیلی‌زاده اثر پل‌های احداث شده در مسیر حوزه شهری رودخانه زیارت گرگان بر عمق و پهنه‌های سیل را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پل‌ها نقش مهمی در افزایش دبی اوج سیلابها و افزایش سطح و عمق پهنه‌های سیل‌گیر دارند (۷).

رودخانه به طور جداگانه یادداشت و از آنها عکس برداری گردید. سپس با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی و تغییرات مواد بستر و پوشش گیاهی رودخانه و سواحل و با استفاده از روش کاون ضرایب زبری مختلف برای کانال اصلی حدود ۰/۰۵ و سیلاب دشتها حدود ۰/۰۵۵ تعیین گردید (۱۱). به منظور تهیه هیدروگراف‌های سیل در دوره‌های بازگشت مختلف و تعیین دبی پیک آنها، به دلیل عدم تجهیز ایستگاه هیدرومتری باراجین به لیمنوگراف اقدام به استفاده از آمارهای بارندگی و تهیه هیدروگراف واحد حوزه با استفاده از روش سرویس حفاظت خاک امریکا گردید. جهت برآورد دقیق پارامترهای هیدرولوژیکی محدوده مطالعاتی به خصوص آبدهی که نقش تعیین کننده‌ای در برآورد میزان و حجم آب در دسترس در اختیار قرار می دهد، بررسی‌های اولیه روی آمار ایستگاه‌های انتخاب

ب: تعیین هیدروگراف‌های سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف و تعیین دبی پیک آنها
ج: تهیه نقشه پهنه‌های سیل‌گیر در دو حالت با در نظر گرفتن وجود سازه‌ها، حذف فرضی آنها و مقایسه اثر هر یک از آنها
به منظور تعیین مشخصات هندسی رودخانه مورد مطالعه، پس از انجام عملیات نقشه‌برداری در مجموع تعداد ۱۳۰ مقطع عرضی اصلی تهیه و ابعاد سازه‌های واقع بر روی رودخانه برداشت گردید. در انتخاب مقاطع عرضی تلاش گردید که مقاطع دارای فاصله مناسب از یکدیگر و همچنین گستردگی لازم جهت پوشش پهنه سیلاب را داشته باشند. در جدول (۱) مشخصات این سازه‌ها و در شکل (۲) نمایی از این سازه‌ها ارائه شده است.
جهت تعیین ضریب مانینگ، ابتدا با انجام عملیات صحرایی، تمامی خصوصیات بازه‌ها و مقاطع عرضی در ساحل چپ، راست و بستر اصلی

جدول ۱- مشخصات سازه‌های واقع بر روی رودخانه باراجین

ردیف	نوع سازه	ارتفاع (متر)	عرض (متر)	تعداد دهانه	موقعیت	
					x	y
۱	بند آبخیزداری	۴/۸۵	۱۵		۴۲۰۰۸۰	۴۰۳۲۵۵۶
۲	پل	۰/۶۲	۳/۳	۱	۴۱۹۹۲۰	۴۰۳۳۴۱۸
۳	پل	۰/۷۲	۶/۵	۱	۴۱۹۵۷۴	۴۰۳۱۷۰۲
۴	پل	۱/۱۶	۶	۱	۴۱۹۵۴۱	۴۰۳۱۳۶۴
۵	پل	۰/۹۸	۱/۵	۱	۴۱۹۶۱۸	۴۰۳۰۹۷۰
۶	پل	۳/۴۵	۲	۱	۴۱۸۶۲۵	۴۰۲۹۶۱۱
۷	پل	۱/۳۳	۴/۵	۱	۴۱۸۵۱۹	۴۰۲۹۴۶۳
۸	پل	۴/۶۱	۳/۵	۲	۴۱۸۱۸۸	۴۲۸۶۲۴
۹	بند آبخیزداری	۴/۳۲	۲۰		۴۱۸۰۴۰	۴۰۲۸۳۰۹
۱۰	بند آبخیزداری	۳/۲۶	۷		۴۱۷۶۹۱	۴۰۲۸۰۱۵
۱۱	بند آبخیزداری	۳/۸۱	۲۲		۴۱۷۶۵۱	۴۰۲۷۹۱۳
۱۲	بند آبخیزداری	۴/۴۵	۱۳		۴۱۷۶۶۹	۴۰۲۷۷۷۰
۱۳	بند آبخیزداری	۴/۳۱	۲۰		۴۱۷۶۷۴	۴۰۲۷۲۸۶
۱۴	پل	۲/۰۹	۹	۲	۴۱۷۲۴۵	۴۰۲۶۶۱۰
۱۵	پل	۱/۴۲	۱۲/۷۵	۱	۴۱۶۹۶۲	۴۰۲۳۴۲
۱۶	بند آبخیزداری	۳/۹۸	۱۵		۴۱۶۶۷۹	۴۰۲۶۰۳۴
۱۷	بند آبخیزداری	۴/۹۹	۲۱		۴۱۶۳۴۱	۴۰۲۵۵۳۶
۱۸	بند آبخیزداری	۵/۵۵	۳۶		۴۱۶۱۳۲	۴۰۲۵۳۱۵
۱۹	پل	۵/۱۲	۳	۱	۴۱۵۹۶۸	۴۰۲۵۱۰۳

ایستگاه‌های باراجین و بهجت آباد بر روی رودخانه محمودآباد مورد مطالعه قرار گرفتند.

شده، انجام شد و در نهایت پس از حذف ایستگاه‌های با آمار و اطلاعات کم، سه ایستگاه هیدرومتری به عنوان ایستگاه‌های منتخب برگزیده شدند. ایستگاه آبسنجی باغ کلایه بر روی رودخانه الموت رود،



شکل ۲- نمایی از سازه‌های عرضی موجود در منطقه مورد مطالعه

جدول ۲- ایستگاه‌های هیدرومتری واقع در محدوده مورد مطالعه

ایستگاه	رودخانه	ارتفاع (متر)
باغ کلایه	الموت رود	۱۳۵۰
باراجین	محمود آباد	۱۴۰۵
پهجت آباد	محمودآباد	۱۴۰۰

جدول ۳- دبی استخراج شده برای ایستگاه باراجین

دوره بازگشت	دبی (متر مکعب بر ثانیه)
۲	۱۶/۳۹
۵	۳۲/۴۶
۱۰	۴۷/۹۴
۲۵	۷۴/۵۲
۵۰	۱۰۰/۵۱
۱۰۰	۱۳۲/۸۴
۲۰۰	۱۷۲/۸۸
۵۰۰	۲۴۰/۴۹

نرم‌افزار SMADA، توزیع‌های گامبل، پیرسون، لوگ پیرسون، نرمال، لوگ نرمال ۲ پارامتری و لوگ نرمال ۳ پارامتری بر داده‌های بازسازی شده سیلاب سالانه هر ایستگاه برازش داده شد و مناسب‌ترین توزیع حاکم بر داده‌های سیل تعیین گردید. در جدول (۳) دبی‌های استخراج شده برای ایستگاه باراجین ارائه شده است.

در این تحقیق جهت مدل سازی منطقه، شبیه‌سازی رودخانه و سطوح آبگرفتگی، از امکانات سیستم اطلاعات جغرافیایی و جدیدترین نسخه بسته نرم افزاری Arc GIS و نیز برنامه‌های HEC-GeoRAS و Spatial Analyst استفاده گردیده است.

مراحل انجام پهنه بندی سیل

در اولین گام با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی تهیه شده برای رودخانه اقدام به تهیه مدل رقومی ارتفاعی در دو حالت با وجود سازه‌های عرضی موجود در مسیر و همچنین حالت طبیعی یعنی بدون وجود سازه عرضی گردید. دومین گام شبیه سازی هندسی رودخانه توسط الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط Arc GIS و ایجاد فایل‌های RAS می‌باشد. در این مرحله لایه‌های اطلاعاتی ایجاد شده شامل: خط مرکزی جریان، سواحل کانال اصلی، خط مرکزی جهت جریان، خطوط برش مقاطع عرضی و لایه کاربری اراضی می‌باشد. این مدل قابلیت شبیه‌سازی لایه‌های دیگر نیز مانند گوره یا خاکریز و مناطق ذخیره را نیز دارا می‌باشد.

گام سوم، انتقال اطلاعات تولید شده در محیط GIS به بسته نرم افزاری RAS توسط یک فایل متنی با فرمت ASCII می‌باشد. به این ترتیب که با استفاده از این فایل اطلاعات لایه‌های ایجاد شده به مدل هیدرولیکی RAS منتقل می‌گردند. گام چهارم، باز نمودن و تکمیل

در جدول شماره (۲) مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری محدوده طرح ارائه شده است.

آمار مورد استفاده در ایستگاه باراجین طول دوره آماری بیش از ۴۰ سال و در ایستگاه‌های باغ کلایه و پهجت آباد نزدیک به ۲۸ سال می‌باشد. به دلیل پرهیز از طولانی شدن تعداد سال‌های بازسازی در ایستگاه‌های ناقص، طول سال‌های آماری پایه برای تمام ایستگاه‌ها ۳۸ سال (از سال ۱۳۵۰-۵۱ تا ۱۳۸۷-۸۸) انتخاب شد. در مواردی که برخی از ایستگاه‌ها نیاز به بازسازی آمار گم شده داشتند از روش همبستگی بین ایستگاه‌های مینا و ایستگاه‌های دارای آمار ناقص استفاده به عمل آمده است. لازم به توضیح است که مقدار ضریب همبستگی به دست آمده در سطح اعتماد ۹۹ درصد قابل قبول می‌باشد. در مرحله بعد ارتفاع رگبار طرح در دوره‌های مختلف بازگشت و در زمان تداومی برابر با زمان تمرکز حوزه برآورد گردید (۸).

با تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک مقدار متوسط وزنی CN برای هر حوزه مورد مطالعه تعیین شد. آنگاه ارتفاع بارش مؤثر با استفاده از روابطی که به همین منظور توسط سرویس حفاظت خاک آمریکا ارائه شده است، محاسبه گردید. برای تعیین مختصات هیدروگراف واحد نیز پس از تعیین زمان تمرکز برای حوزه مورد مطالعه توسط معادله کریچ، زمان رسیدن به اوج و دبی اوج هیدروگراف واحد برآورد گردید (شکل ۳).

سرانجام با در اختیار داشتن مختصات هیدروگراف واحد (بر پایه زمانی معادل زمان تمرکز حوزه) و ارتفاع رواناب در دوره‌های بازگشت معین، ارتفاع رواناب در ابعاد هیدروگراف واحد ضرب و هیدروگراف رواناب مستقیم در دوره‌های بازگشت مختلف برای رودخانه مورد مطالعه تعیین گردید. بعد از آماده سازی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای سالانه، با استفاده از

تحلیل‌های لازم در محیط نرم افزار GIS مساحت هر نوع کاربری اراضی در پهنه های سیل گیر و در دو حالت مختلف (با در نظر گرفتن وجود سازه‌ها و با فرض حذف آنها) محاسبه گردید (۲۰). در جدول‌های (۴) و (۵) نتایج مربوط به پارامترهای هیدرولیکی برای دوره بازگشت ۲۵ ساله ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد بدون در نظر گرفتن سازه برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله از عمق به میزان ۱۳ درصد و سطح کل پهنه سیل به میزان ۲۱/۳۹ درصد نسبت به حالت با وجود سازه کاسته شده است.

در شکل‌های (۳) و (۴) نتایج حاصل از ترکیب نقشه پهنه سیلاب و نقشه کاربری اراضی برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله در دو حالت بدون در نظر گرفتن اثر سازه و با اعمال سازه نشان داده شده است. در جدول‌های (۶) و (۷) این نتایج به صورت کمی ارائه شده است.

بررسی نتایج فوق نشان می‌دهد که پهنه سیلاب در حالت با اعمال سازه بیشترین تأثیر را بر روی کاربری مرتع داشته است. نظر به اینکه اغلب کاربری‌های حاشیه رودخانه را کشاورزی تشکیل می‌دهد لذا لزوم توجه به مدیریت سیلاب و کنترل آن به منظور جلوگیری از خسارات جبران ناپذیر بیش از پیش مشخص می‌گردد. لازم به ذکر است کلیه اعداد موجود در جداول فوق با استفاده از نرم افزار GIS استخراج شده است. نظر به اینکه هر کدام از سازه‌ها می‌تواند اثر متفاوتی بر روی مساحت و عمق پهنه سیل داشته باشد لذا در این تحقیق به بررسی این موضوع پرداخته شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که از میان سازه‌هایی که بر روی رودخانه احداث شده‌اند بند شماره ۱۸ و بند شماره ۱۲ به ترتیب بیشترین اثر را بر روی سطح و عمق سیلاب داشته

مشخصات هندسی رودخانه در محیط HEC-RAS می باشد. در این مرحله مشخصات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی جریان رودخانه از قبیل سازه‌های متقاطع مسیر، ضرایب افت انرژی، شرایط مرزی محدوده مورد مطالعه، نوع رژیم جریان، دبی رودخانه با دوره‌های بازگشت مختلف و دیواره‌های ساحلی (گوره) و ضرایب مانینگ به مدل هیدرولیکی وارد می شوند.

در این تحقیق پارامترهای مختلف از جمله ارتفاع، سطح، عمق و سرعت آب در هر مقطع برای سیلاب با دوره بازگشت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ ساله استخراج گردید.

پس از وارد نمودن و تکمیل تمامی داده‌های مورد نیاز مرحله بعد اجرای مدل می‌باشد. توجه به این نکته لازم می‌باشد که تنها در صورتی قابل اجراء است که تمامی اطلاعات به طور کامل و با دقت برای مدل تعریف شده و به مدل HEC-RAS وارد شده باشد.

گام پنجم انتقال خروجی نرم افزار HEC-RAS به نرم‌افزار ARC GIS و نمایش پهنه‌های سیلابی مختلف در این محیط می‌باشد. نتایج بدست آمده از مدل HEC-RAS در قالب فایل متنی ASCII به محیط Arc GIS فرستاده می‌شود. و سپس فایل فرستاده شده از سیستم RAS قابل خواندن می‌گردد. بدین ترتیب محیط Arc GIS امکان نمایش نتیجه تکمیلی یعنی سطح آب گرفتگی به ازای دوره‌های بازگشت مختلف از دشت سیلابی را فراهم می‌کند.

نتایج و بحث

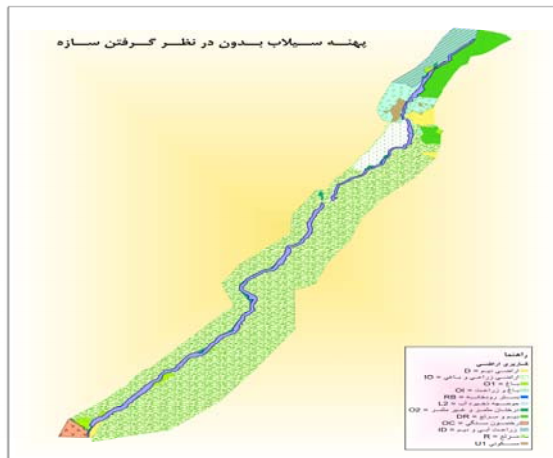
در این تحقیق با استفاده از تلفیق نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف با نقشه کاربری اراضی منطقه و انجام

جدول ۴- حداکثر و حداقل پارامترهای هیدرولیکی در حالت بدون اعمال سازه برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله

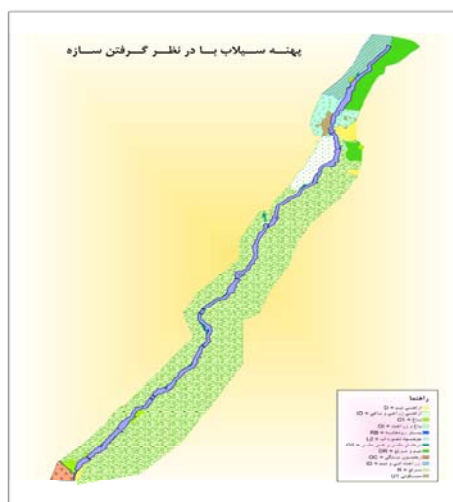
پارامتر	حداکثر	حداقل
عمق (m)	۳/۳۴	۱/۳۹
سرعت (m/s)	۵/۰۴	۳/۲۴
عدد فرود	۰/۹۲	۰/۸۷

جدول ۵- حداکثر و حداقل پارامترهای هیدرولیکی در حالت با اعمال سازه برای سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله

پارامتر	حداکثر	حداقل
عمق (m)	۳/۷	۱/۷۲
سرعت (m/s)	۵/۷۱	۴/۳۷
عدد فرود	۰/۹۴	۱,۰۷



شکل ۳- پهنه سیلاب برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله در حالت بدون اعمال سازه



شکل ۴- پهنه سیلاب برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله با در نظر گرفتن اثر سازه

جدول ۶- تأثیر پهنه سیلاب بر روی اراضی با توجه به نوع کاربری در حالت بدون در نظر گرفتن اثر سازه‌ها

کاربری اراضی	مساحت تحت تأثیر (هکتار)	درصد مساحت
اراضی دیم	۰/۳۷	۰/۷۴
اراضی زراعی و باغی	۳/۳۵	۶/۷۲
باغ و زراعت	۲/۳۳	۴/۶۷
باغ	۶/۴۵	۱۲/۹۴
بستر رودخانه	۵/۸۰	۱۱/۶۴
درختان مثمر و غیرمثمر	۱۲/۱۲	۲۴/۳۲
رخنمون سنگی	۰/۴۴	۰/۸۸
زراعت آبی و دیم	۰/۸۸	۱/۷۶
مرتع	۱۵/۳۱	۳۰/۷۳
مسکونی	۰/۰۹	۰/۱۸
دیم و مرتع	۲/۶۸	۵/۳۷
جمع	۴۹/۸۲	۱۰۰

جدول ۷- تأثیر پهنه سیلاب بر روی اراضی با توجه به نوع کاربری در حالت با در نظر گرفتن اثر سازه‌ها

کاربری اراضی	مساحت تحت تأثیر (هکتار)	درصد مساحت
اراضی دیم	۰/۶۴	۱
اراضی زراعی و باغی	۵/۶۸	۸/۹۶
باغ و زراعت	۳/۷۰	۵/۸۳
باغ	۷/۸۶	۱۲/۴۰
بستر رودخانه	۳/۴۵	۵/۴۴
درختان مثمر و غیرمثمر	۱۳/۶۶	۲۱/۵۵
رخمون سنگی	۰/۴۵	۰/۷
زراعت آبی و دیم	۱/۶۳	۲/۵۷
مرتع	۲۱/۲۶	۳۳/۵۴
مسکونی	۰/۴۳	۰/۶۷
دیم و مرتع	۴/۶۲	۷/۲۸
جمع	۶۳/۳۸	۱۰۰

• بررسی نتایج نشان داد که پهنه سیلاب در حالت با اعمال سازه بیشترین تأثیر را بر روی کاربری مرتع داشت. نظر به اینکه اغلب کاربری‌های حاشیه رودخانه را کشاورزی تشکیل می‌دهد لذا لزوم توجه به مدیریت سیلاب و کنترل آن به منظور جلوگیری از خسارات جبران ناپذیر بیش از پیش مشخص می‌گردد.

• نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد احداث هر سازه بر روی رودخانه موجب افزایش سطح و نیز عمق سیل در دوره بازگشت‌های مختلف می‌گردد و بدیهی که این موضوع بر روی تأسیسات، و کاربری‌های اطراف رودخانه موثر بوده و موجب وارد آمدن خسارت‌هایی نیز شده است لذا در هنگام طراحی باید اصول مهندسی رودخانه و با لحاظ نمودن کلیه شرایط از جمله ویژگی‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و هیدرولوژیکی حوزه مورد مطالعه، رعایت گردد.

• در نتایج حاصل از این تحقیق و بازبدهای میدانی از رودخانه مورد مطالعه مشاهده گردید که برخی از سازه‌های احداث شده که به منظور کنترل سیلاب و رسوب بوده، عملاً کارایی لازم را ندارند لذا در خصوص طراحی این‌گونه سازه‌ها باید دقت گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این تحقیق در پایان بر خود لازم می‌دانند از شرکت سهامی آب منطقه‌ای قزوین و همچنین شرکت مهندسی مشاور افراز پیمایش که اطلاعات مورد نیاز جهت انجام این تحقیق را در اختیار ایشان قرار دادند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

است. بررسی دقیق نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد از میان تعداد سازه احداث شده بر روی رودخانه مورد مطالعه تعداد ۱۴ سازه اثر مستقیم بر روی پهنه سیلاب داشته و مابقی اثری نداشته‌اند. به منظور بررسی وضعیت نتایج حاصل از تحقیق و مطابقت با واقعیت بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه به عمل آمد. بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد اغلب سازه‌ایی که بر روی پهنه سیلاب اثر نداشته‌اند در حال حاضر کارایی لازم که همان کنترل سیلاب و رسوب می‌باشد، را ندارند که این موضوع عمدتاً به دلیل عدم طراحی مناسب و اصولی این سازه‌ها و نیز عدم جانمایی صحیح آنها می‌باشد.

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج حاصل از تحقیقات چپو (۱۰)، لیم(۱۴)، جلالی‌راد(۳) و صفری(به نقل از ۶) مطابقت دارد. نتیجه مشترک کلیه این تحقیقات افزایش عمق و سطح سیلاب در صورت وجود سازه در مسیر رودخانه و همچنین کارایی مناسب ترکیب نرم افزارهای GIS و HEC-RAS در پهنه‌بندی سیلاب رودخانه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

• نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان‌دهنده دقت بالای استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارتباط آن با نرم‌افزار هیدرولیکی HEC-RAS در فعالیت‌های مهندسی رودخانه می‌باشد.

• نتایج تحقیق نشان داد بدون در نظر گرفتن سازه برای دبی با دوره بازگشت ۲۵ ساله از عمق به میزان ۱۳ درصد و سطح کل پهنه سیل به میزان ۲۱/۳۹ درصد نسبت به حالت با وجود سازه کاسته شد.

منابع

- ۱- برخوردار، م. و س. ع. چاوشیان ۱۳۷۹. پهنه بندی سیلاب. مجموعه مقالات کارگاه فنی روش های غیر سازه‌ای مدیریت سیلاب، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، صفحه ۶۳-۸۰.
- ۲- تلوری، ع. ر. ۱۳۷۶. عوامل موثر در وقوع یا تشدید سیل و خسارات آن. کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها، انجمن هیدرولیک ایران، ۱۲۰ صفحه.
- ۳- جلالی راد، ر. ۱۳۸۱. پهنه‌بندی سیل در بخشی از حوزه آبخیز شهری تهران با استفاده از GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۲ صفحه.
- ۴- حسین زاده، ع. ۱۳۷۸. پهنه بندی سیلاب با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری، دانشکده علوم کشاورزی ساری، ۱۳۱ صفحه.
- ۵- غفاری، گ. ۱۳۸۲. پهنه بندی خطر سیل در محیط GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران، ۹۷ صفحه.
- ۶- محسنی، م. ۱۳۸۴. پهنه بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS. هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۷- مساعدی، ا. و م. خلیلی‌زاده. ۱۳۸۴. بررسی اثر پل‌ها بر عمق و سطح پهنه سیل در رودخانه زیارت گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره دوم صفحه ۱۹۰-۲۰۰.
- ۸- وزیری، ف. ۱۳۷۶. هیدرولوژی کاربردی در ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، چاپ اول، ۱۱۰ صفحه.
- 9- Andam, K. S. 2003. Comparing physical habitat conditions in forested and non-forested streams. Thesis of Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science Specializing in Civil and Environmental Engineering, University of Vermont, 136 pp.
- 10- Chiew, Y. M. 1999. Time scale for local scour at bridge piers. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 125(1): 59-65.
- 11- Cowan, W. L., 1956. Estimation hydraulic roughness coefficient, Agricultural Engineering, 37(7): 473-475.
- 12- Farrady, R.V. F. G. and Charlton. 1978. Hydraulic factors in bridge. Report No. IT 180, Hydraulics Research Station, Wallingford. pp.4-5.
- 13- Hamil, L. 1999. Bridge hydraulic. E and FN Spon Co. London, 240pp.
- 14- Lim, S. Y., 2001. Parametric study of riprap failure around bridge piers. Journal of Hydraulic Research, 39(1):61-72.
- 15- Randall, J. C. and R. H. Edward. 2003. Backwater effect of bridge piers in sub-critical flow. Center for Transportation Research, the University of Texas at Austin, Project Summary report 1505-S, 15 pp.
- 16- Tate, E. C., Olivera, F. and D. Maidment. 1999. Flood plain mapping using HEC-RAS and Arcview GIS. Center for Research in Water Resources (CRWR), Report No.99-1.223p.
- 17- Timphy, C. S., 1995. Summary of data-collection activities and effects of flooding from tropical storm Alberto in parts of Georgia, Alabama and Florida in July 1994. Federal Emergency Management Agency, Interagency Hazard Mitigation Team Report, FEMA 1035-DR-FL,34pp.