پهنه‌بندی خطر سیلاب در رودخانه ایرانشهر با استفاده از مدل‌سازی عددی دوبعدی و GIS

عبدالرحیم جمال*، علی پروان و داریوش والی‌زاده[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۳۰)

چکیده

امروزه تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب یکی از اطلاعات پایه و مهم در مطالعات طرح‌های عمرانی در دنیا محسوب می‌شود و قبل از هر گونه سرمایه‌گذاری و اجرای طرح‌های توسعه، بررسی آن در دستور کار سازمان‌های ذیربط قرار دارد. در این مقاله، پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل دوبعدی HEC-RAS و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌منظور ارزیابی خطرپذیری طرح احداث ایستگاه راه‌آهن در مجاورت ساحل رودخانه ایرانشهر، در بازه‌ای به طول ۲۵۰۰ متر انجام شده است. استفاده از مدل هیدرولیکی دوبعدی در مقایسه با مدل‌های یک‌بعدی به‌کار رفته در تحقیقات گذشته، سبب شبیه‌سازی دقیق‌تر الگوی جریان به‌خصوص در مناطق سیلاب‌دشت خواهد شد. در این مقاله، با توجه نقش مهم توپوگرافی منطقه در اطمینان از دقت محاسبات، از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با دقت بسیار بالا (در حدود دو متر) که از عکس‌های هوایی به‌دست آمده، استفاده شده است. بدین‌ترتیب میزان پیشروی سیلاب، عمق و سرعت جریان را در دوره بازگشت‌های مختلف با دقت بالایی است. بر اساس مقایسه پروفیل سطح آب در سیلاب‌های با دوره بازگشت ۱۰۰ و ۲۵ ساله، بیشترین اختلاف تراز سطح آب ۰/۵ متر بوده است که این مسئله با توجه شیب کم منطقه منطقی به‌نظر می‌آید. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که موقعیت ایستگاه راه‌آهن از نظر میزان خطرپذیری، در محدوده خطر متوسط و حاشیه سیلاب قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، مدل HEC-RAS، ارزیابی خطرپذیری، الگوی جریان

۱. قرارگاه سازندگی خاتم الأنبیاء(ص)، مهندسین مشاور طرح آفرینان هزاره امید (طاها)، تهران
* مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Abdorahimjamal@gmail.com

مقدمه

بررسی آمار نشان می‌دهد که خسارات سیلاب در پنج دهه اخیر بیش از نیمی از کل خسارات ناشی از بلایای طبیعی در دنیا را به‌خود اختصاص داده است. شرایط اقلیمی و جغرافیایی ایران نیز به‌گونه‌ای است که هرساله شاهد رخداد پدیده سیلاب همراه با خسارات فراوان آن هستیم. بررسی‌ها در ایران نشان می‌دهد که خسارات محسوس و مستقیم ناشی از سیل از ۱۲۰ میلیارد ریال در دهه ۴۰ به ۱۵۰۰ میلیارد ریال در دهه ۸۰ رشد داشته است (۱۷)

از سوی دیگر سیلاب‌دشت‌ها و مناطق مجاور رودخانه‌ها که به‌دلیل شرایط خاص خویش، فضاهایی مناسب برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی محسوب می‌شوند، همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع سیلاب‌های مختلف قرار دارند. از این‌رو در این مناطق، تعیین میزان پیشروی سیلاب و ارتفاع آن نسبت به رقوم سطح زمین و نیز تعیین خصوصیات سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف که با عنوان پهنه‌بندی سیلاب صورت می‌گیرد، حائز اهمیت است. بر این اساس پهنه‌بندی سیلاب، پیش‌نیاز طراحی سازه‌های موجود در مسیر و سواحل رودخانه‌ها است و میزان ریسک سرمایه‌گذاری را مشخص می‌کند (۱۸). پس از تعیین نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب، لازم است تا نقشه‌های خطر سیلاب که در آن مناطق امن مشخص شده‌اند، تهیه شود. برآورد صحیح سیل و خطر ناشی از آن، علاوه بر تعیین نقاط دارای خطر بالاتر، امکان شناسایی نقاط ساماندهی و پایین آوردن نرخ رشد خسارات سیل را فراهم می‌آورد (۹).

در گذشته تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی بیشتر به‌صورت دستی انجام می‌شد که نیاز به زمان و تلاش زیادی داشت (۱۹). امروزه با توسعه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌های رقومی ارتفاع (DEM)، تکنیک‌ها و روش‌های زیادی به‌منظور تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و خطرپذیری مناطق مختلف استفاده می‌شود (۴). برخی از این روش‌ها بر پایه داده‌های هیدرولوژیکی و لایه‌های اطلاعاتی نظیر کاربری اراضی، جنس خاک، شیب حوضه، بارندگی و غیره استوار هستند (۱، ۲، ۶، ۱۴، ۲۰ و ۲۳). موفقیت این روش‌ها بستگی زیادی به دقت لایه‌های اطلاعاتی و فرضیات به‌کار رفته دارد. اما روش‌های دیگری نیز وجود دارند که بر پایه استفاده از مدل‌های هیدرولیکی و تلفیق نتایج آنها با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی استوارند. در این روش‌ها به کمک مدل‌های عددی، جریان سیلاب شبیه‌سازی شده و پس از محاسبه پروفیل جریان توسط مدل، پهنه سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف روی نقشه‌های توپوگرافی یا DEM منطقه مورد مطالعه منتقل می‌شود (۳، ۱۳، ۲۱، ۲۲ و ۲۴). به‌عنوان مثال، کارآموز و همکاران (۲۰۱۴) برای تعیین پهنه سیلابی از تلفیق نتایج مدل یک‌بعدی HEC-RAS و نرم‌افزار Hec-GeoRAS استفاده کردند. ایشان ابتدا با انجام تحلیل فراوانی روی مقادیر ثبت شده تراز آب رودخانه مجاور شهر نیویورک و استفاده از تابع لوگ پیرسون تیپ III، مقادیر تراز سطح آب به‌ازای دوره بازگشت‌های مختلف را به‌دست آورند. سپس با استفاده از مقادیر به‌دست آمده به‌عنوان شرایط مرزی پایین‌دست، سیستم این رودخانه در نرم‌افزار HEC-RAS مدل‌سازی شد. درنهایت برای تولید نقشه‌های خطرپذیری سیلاب، از نرم‌افزار Hec-GeoRAS و DEM با دقت ۱۰ متر استفاده کردند (۱۵). همچنین در این راستا می‌توان به مطالعات یانگ (۲۰۰۶)، کریم و میمورا (۲۰۰۸) و المقد و همکاران (۲۰۱۰) که به شیوه‌ای مشابه پهنه‌بندی سیلاب را به‌ترتیب در رودخانه اوتاوا، غرب بنگلادش و دریای سرخ مصر انجام دادند، اشاره کرد (۵، ۱۴ و ۲۶). این دسته از روش‌ها در مقایسه با سایر روش‌های عنوان‌شده از کارایی بالاتری برخوردارند و در صورت برقراری لینک مناسب بین مدل عددی مورد استفاده و سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان اعمال تغییرات مورد نظر، اصلاح و بروزرسانی این نقشه‌ها به‌سادگی و با صرف هزینه اندک میسر خواهد بود. اما آنچه مهم است دقت مدل عددی به‌کار رفته و اعمال شرایط مرزی صحیح است که بر قابل اعتماد بودن نتایج محاسبات مؤثر است.

در این مقاله، نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و خطرپذیری

محدوده رودخانه ایرانشهر در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS دوبعدی و نرم‌افزار GIS ارائه شده است. با توجه به شیب کم منطقه مورد مطالعه و سیلاب‌دشت بودن اراضی آنجا، کاربرد مدل دوبعدی به‌منظور اطمینان از دقت نتایج توجیه‌پذیر است. در همین راستا، به منظور شبیه‌سازی سیستم رودخانه ایرانشهر، از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با دقت بسیار بالا (در حدود دو متر) که از عکس‌های هوایی به‌دست آمده، استفاده شده است. از آنجا که رودخانه ایرانشهر فاقد ایستگاه آب‌سنجی است، برای تعیین شرایط مرزی بالادست در مدل هیدرولیکی (هیدروگراف سیلاب)، لایه‌های اطلاعات هیدرولوژیکی منطقه با دقت مناسبی تهیه و به‌کار گرفته شده‌اند. متدولوژی پیشنهادی در این تحقیق، سهولت و افزایش دقت را در تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و ریسک در حوضه‌های فاقد ایستگاه آبسنجی، به‌دنبال خواهد داشت. در بخش بعدی توضیحات مختصری درباره مدل دوبعدی HEC-RAS ارائه خواهد شد. سپس در خصوص منطقه مورد مطالعه و ضرورت انجام این تحقیق در آن منطقه توضیحاتی داده می‌شود. در ادامه، متدولوژی پیشنهادی تشریح می‌شود و سپس نتایج و درنهایت جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مدل دوبعدی HEC-RAS

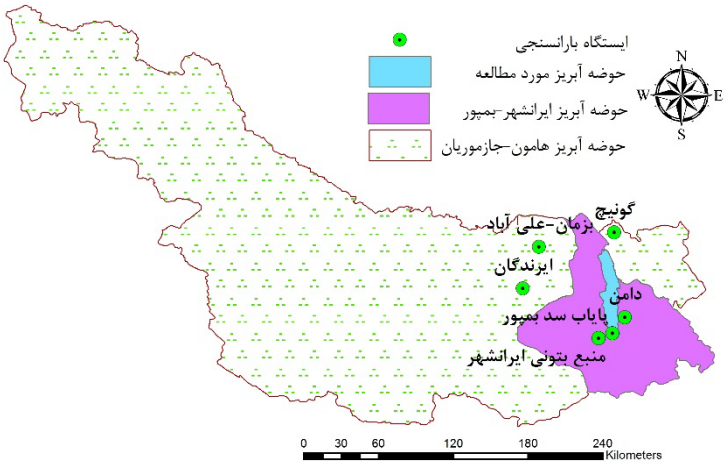
در مدل دوبعدی HEC-RAS برای تعریف توپوگرافی منطقه می‌توان به‌طور مستقیم از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) آن منطقه استفاده کرد و بر خلاف مدل یک‌بعدی دیگر نیازی به تعریف مقاطع عرضی و استفاده از HEC-GeoRAS نیست و تمامی مراحل در خود نرم‌افزار به کمک ماژول RAS-Mapper انجام می‌گیرد. از مزایای دیگر مدل دوبعدی HEC-RAS این است که جریان می‌تواند تنها در بخشی از یک سلول محاسباتی وجود داشته باشد و بخش دیگر سلول خشک باشد. زیرا این مدل از مفهوم تغییرات درون‌سلولی (Sub grid Variability) برای محاسبه پارامترهای جریان در داخل هر سلول استفاده می‌کند و این در حالی است که عمده مدل‌های دوبعدی مانند CCHE2D و ... از چنین توانایی ارزشمندی برخوردار نیستند (۱۰). لازم به‌ذکر است که اجرای مدل دوبعدی HEC-RAS در شرایط جریان غیر ماندگار میسر است و در این شرایط معادلات موج دیفیوژن (Diffusion Wave) و موج کاملاً دینامیک (Full Momentum) قابل استفاده هستند. اگر تفاوت معناداری بین پاسخ دو معادله مذکور وجود داشته باشد، باید نتایج معادله مومنتم که دارای دقت بیشتری است را در نظر گرفت. معادله مومنتم با فرض جریان تراکم‌ناپذیر مطابق رابطه (۱) است (۱۱):

$$\frac{\partial \upsilon}{\partial t}+u\frac{\partial \upsilon}{\partial x}+\upsilon\frac{\partial \upsilon}{\partial y}=-g\frac{\partial H}{\partial y}+\upsilon_t\left(\frac{\partial^2 \upsilon}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 \upsilon}{\partial y^2}\right)-C_f\upsilon+fu \quad (۱)$$

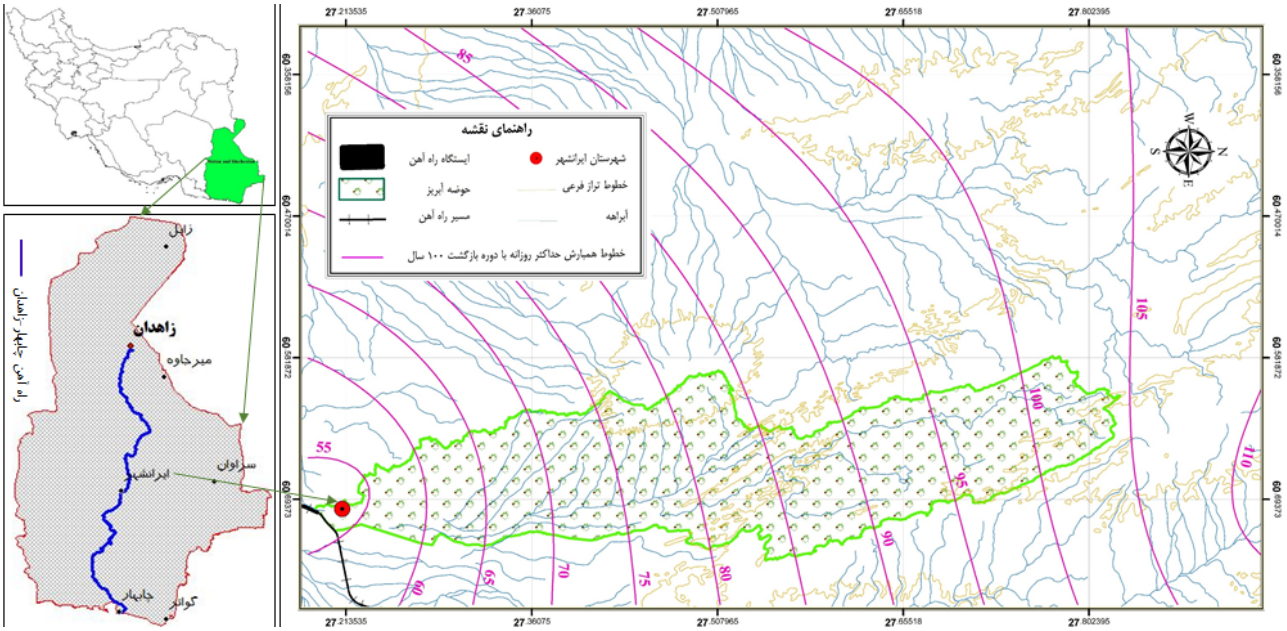
که در این رابطه u و υ مؤلفه‌های سرعت در مختصات کارتزین، H ارتفاع سطح آب از سطح مبنا، g شتاب جاذبه، υ_t ضریب ویسکوزیته ادی (eddy)، C_f ضریب اصطکاک بستر و f پارامتر کوریولیس است.

منطقه مورد مطالعه

رودخانه فصلی ایرانشهر بخشی از حوضه آبریز فرعی ایرانشهر- بمپور است که در حوضه آبریز اصلی هامون- جازموریان قرار دارد. (شکل ۱). رودخانه ایرانشهر قبل از پیوستن به رودخانه بمپور، از جنوب شرق شهرستان ایرانشهر واقع در استان سیستان و بلوچستان عبور می‌کند. استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی کشور و در جوار دریای عمان و همسایگی پاکستان و افغانستان قرار داشته و دارای ۳۰۰ کیلومتر مرز آبی با دریای عمان و ۱۸۰۰ کیلومتر مرز خاکی با کشورهای افغانستان و پاکستان است. لذا این استان دارای اهمیت راهبردی در حوزه‌های اقتصادی و امنیتی است. در همین راستا، پروژه عظیم راه‌آهن از بندر چابهار به شهر زاهدان مرکز این استان در حال ساخت است که این پروژه را می‌توان گامی برای رونق اقتصادی و افزایش سطح ثبات و امنیت در منطقه قلمداد کرد. راه‌آهن چابهار- زاهدان در بخشی از مسیر



شکل ۱. موقعیت حوضه آبریز مورد مطالعه در حوضه آبریز اصلی هامون- جازموریان



شکل ۲. موقعیت حوضه آبریز مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان

مصوب خود، از مجاورت شهرستان و رودخانه ایرانشهر عبور می‌کند (شکل ۲) که در این مقاله، میزان خطرپذیری این پروژه ریلی مهم در مواجهه با سیلاب رودخانه ایرانشهر در دوره بازگشت‌های مختلف بررسی می‌شود.

نتایج و بحث

مدل رقومی ارتفاعی (DEM) بخشی از رودخانه ایرانشهر که در مجاورت ایستگاه راه‌آهن ایرانشهر قرار گرفته است، با استفاده از تصاویر هوایی به‌دست آمده و دارای دقتی بسیار بالا و در حد دو متر است (شکل ۳). کاربرد این مدل رقومی ارتفاعی در افزایش دقت نتایج مدل هیدرولیکی بسیار مؤثر است. از سوی دیگر با توجه به شکل (۳)، محدوده مورد مطالعه در مناطق آبرفتی و دشت واقع شده و لذا الگوی جریان در چنین شرایطی ماهیت یک‌بعدی نخواهد داشت و استفاده از مدل دوبعدی دقت بیشتری را تأمین خواهد کرد. لذا در این مقاله با استفاده از مدل دوبعدی HEC-RAS، دینامیک محدوده‌ای از رودخانه ایرانشهر

شکل ۳. تصاویری از رودخانه ایرانشهر در مجاورت محدوده احداث ایستگاه راه‌آهن

به طول ۲۵۰۰ متر شبیه‌سازی شده است که در این راستا از یک شبکه مش‌بندی متشکل از ۱۳۴۶۱۷ عدد سلول استفاده شده که متوسط مساحت هر سلول ۱۶/۰۱ متر مربع است. ضریب زبری مانینگ برای این محدوده با توجه بازدید میدانی، قضاوت کارشناسی و استفاده از جداول و روابط پیشنهادی، برابر با ۰/۰۳ در نظر گرفته شده است.

از آنجا که اجرای مدل دوبعدی HEC-RAS منوط به تعریف شرایط جریان غیرماندگار است، لذا در این مقاله برای تخصیص شرایط مرزی به سلول‌های بالادست شبکه محاسباتی، از هیدروگراف سیلاب (به‌جای مقدار اوج سیلاب) استفاده می‌شود. همچنین شرایط مرزی پایین‌دست رودخانه نیز، به‌صورت عمق نرمال لحاظ می‌شود. در بخش بعد، نتایج محاسبه هیدروگراف سیلاب به‌ازای دوره بازگشت‌های مختلف ارائه شده است.

محاسبه هیدروگراف سیلاب

با توجه به اینکه رودخانه ایرانشهر دارای ایستگاه آب‌سنجی نیست، لذا برای محاسبه هیدروگراف سیلاب این رودخانه در دوره بازگشت‌های مختلف، در این مقاله از روش هیدروگراف واحد بی‌بعد SCS استفاده می‌شود که به نسبت سایر روش‌های پیشنهاد شده در مرجع (۷) برای استفاده از داده‌های فیزیوگرافی حوضه و لایه‌های هیدرولوژیکی نظیر توزیع مکانی و زمانی بارندگی، کاربری اراضی و جنس خاک منطقه مورد مطالعه، روش دقیق‌تری است. در اینجا به‌دلیل تکراری بودن، از بیان روابط این روش صرف نظر شده و تنها به نمایش مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز و لایه‌های هیدرولوژیکی تهیه شده به‌منظور استفاده در این روش و نتایج آن اکتفا می‌شود.

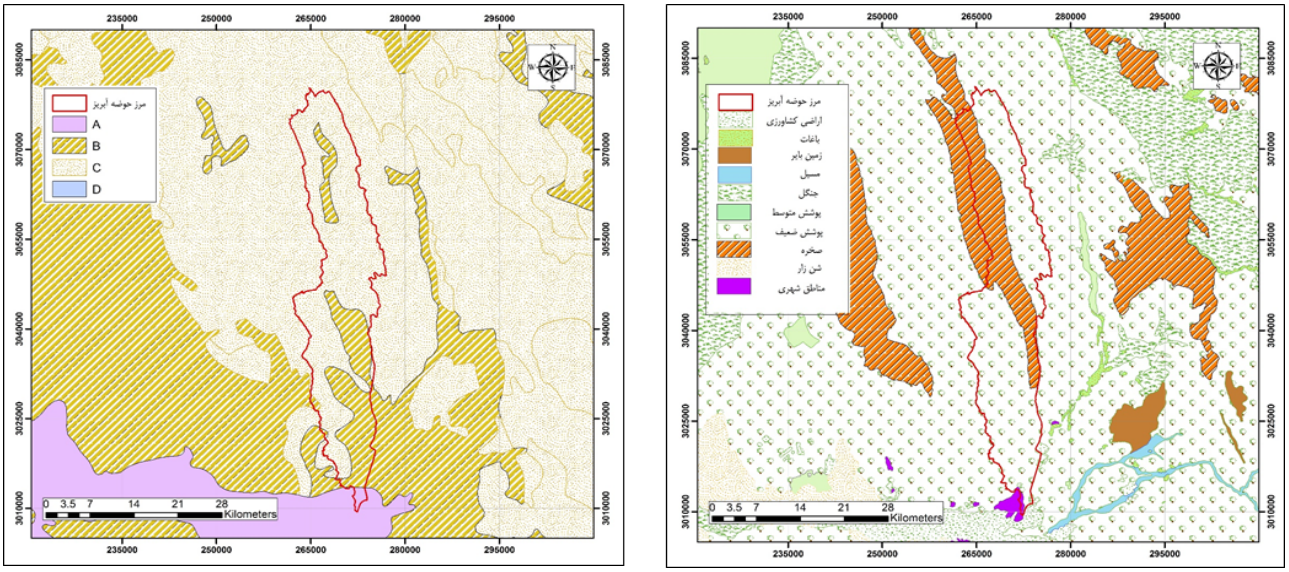
در جدول (۱) مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه ایرانشهر با استفاده از نرم‌افزار WMS (Watershed Modeling System) ارائه شده است.

شماره منحنی رواناب (CN) اشاره شده در جدول (۱) با توجه به توصیه سازمان حفاظت خاک آمریکا (۱۸) و نیز استفاده از لایه‌های تهیه شده از کاربری اراضی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک منطقه مورد مطالعه (شکل ۴) به‌دست آمده است.

باران طراحی که مولد سیلاب طراحی است، از طریق مشخصاتی چون ارتفاع کل، تداوم کل، توزیع مکانی و درنهایت توزیع زمانی تعریف و مشخص می‌شود. در منطقه مورد مطالعه،

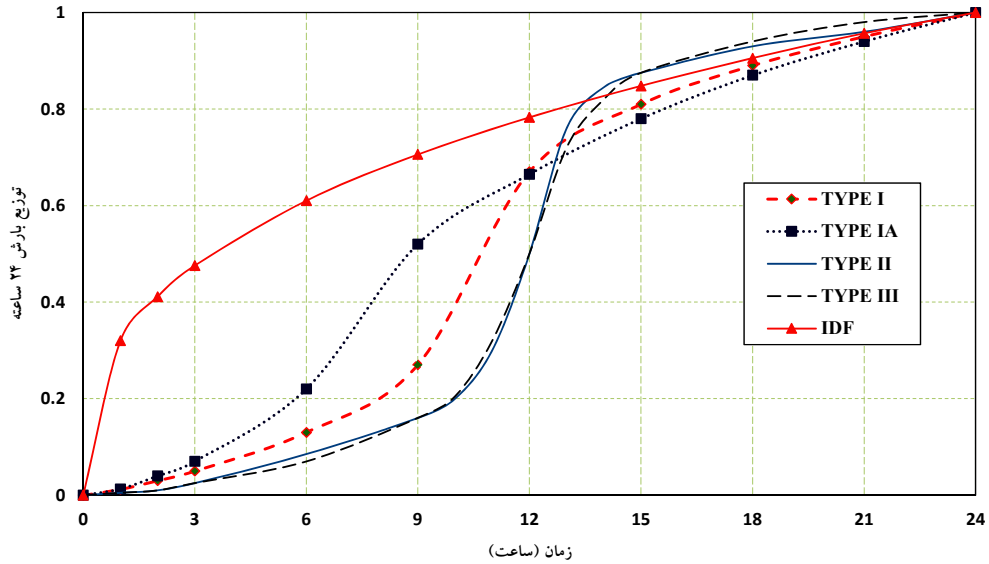
جدول ۱. مشخصات فیزیوگرافی حوضه آبریز رودخانه ایرانشهر

شماره منحنی رواناب (CN)	میانگین ارتفاعی حوضه (m)	شیب آبراهه اصلی	شیب عمومی حوضه	طول آبراهه اصلی (km)	مساحت حوضه (km^2)
۷۴/۰۹	۱۰۵۰	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷	۷۸/۴۷۹	۵۹۱/۹۸



(ب) (الف)

شکل ۴. الف) نقشه‌های کاربری اراضی و ب) گروه‌های هیدرولوژیکی خاک منطقه



شکل ۵. الگوهای توزیع زمانی بارش در منطقه مورد مطالعه

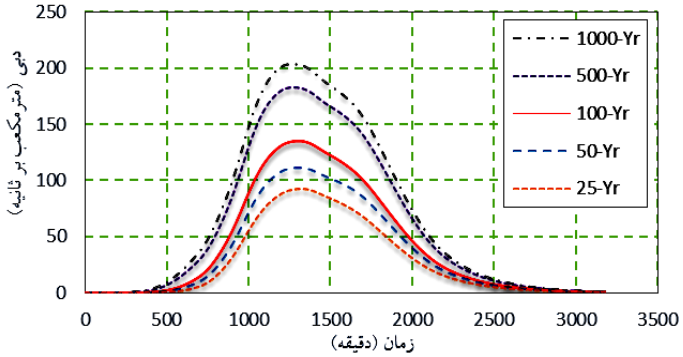
مطابق شکل (۱)، شش ایستگاه باران‌سنجی متعلق به وزارت نیرو وجود دارد که آمار بارندگی روزانه این ایستگاه‌ها پس از گردآوری، وارسی، اصلاح و تکمیل شده است. سپس با استفاده از نرم‌افزار SMADA تحلیل فراوانی روی سری زمانی داده‌های

بیشترین بارندگی روزانه هر ایستگاه صورت گرفته و بدین‌ترتیب بیشترین بارندگی روزانه هر ایستگاه در دوره بازگشت‌های ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال به‌دست آمده است. از آنجا که ارقام به‌دست آمده برای هر ایستگاه باران‌سنجی، منحصراً مقدار بارش در همان ایستگاه را نمایندگی می‌کند، لذا برای تبدیل بارندگی‌های نقطه‌ای به بارندگی‌های منطقه‌ای از روش منحنی‌های هم‌باران استفاده شده است. به‌عنوان نمونه، در شکل (۲) خطوط هم‌بارش حداکثر روزانه با دوره بازگشت صد سال نشان داده شده است. بدین‌ترتیب می‌توان برای تمام سطح حوضه آبریز مورد مطالعه، متوسط حداکثر بارش روزانه را در دوره بازگشت‌های مختلف به‌دست آورد که بر این اساس متوسط حداکثر بارش روزانه با دوره بازگشت صد سال برابر با ۸۱/۷۳ میلی‌متر به‌دست می‌آید. از آنجا که این مقدار بارش در تمام طول روز به‌طور یکنواخت اتفاق نمی‌افتد، لذا محاسبه توزیع زمانی بارش نیز حائز اهمیت است. روش‌های مختلفی برای توزیع زمانی بارندگی توسعه یافته است. اولین روش انتخاب الگویی اختیاری است که به لحاظ تجربیات موجود منطقه معقول به‌نظر آید. در این روش می‌توان از الگوهای پیشنهادی توسط سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) بهره برد. SCS برای بارندگی‌های ۲۴ ساعته، چهار تیپ توزیع بارندگی تحت عناوین تیپ I، IA، II و III ارائه کرده است (۲۵) که در شکل (۵) نشان داده شده‌اند. برخی منابع الگوی تیپ SCS (IA) را برای قسمتی از مناطق جنوبی ایران آزموده و مناسب تشخیص داده‌اند (۹). روش دوم استفاده از منحنی‌های IDF است که برای برخی از ایستگاه‌های هواشناسی کشور به‌دست آمده است (۹). در شکل (۵) توزیع زمانی به‌دست آمده برای ایستگاه سینوپتیک ایرانشهر که توسط سازمان هواشناسی کشور به‌دست آمده، نشان داده شده است. بر اساس مطالعات خاک‌سفیدی و همکاران (۱۳۸۸) روی الگوی توزیع زمانی بارش در استان سیستان و بلوچستان، حدود ۸۰ درصد بارش در تداوم‌های کوتاه‌مدت (تا شش ساعت) در ۲۵ درصد اول و دوم زمان بارندگی رخ می‌دهد که این مسئله با اقلیم آب و هوای بیابانی و خشک استان سازگار است (۱۶). بر این اساس، در شکل (۵) منحنی IDF ایرانشهر، توزیع بارش ۲۴ ساعته را مناسب‌تر از سایر منحنی‌ها نشان داده است.

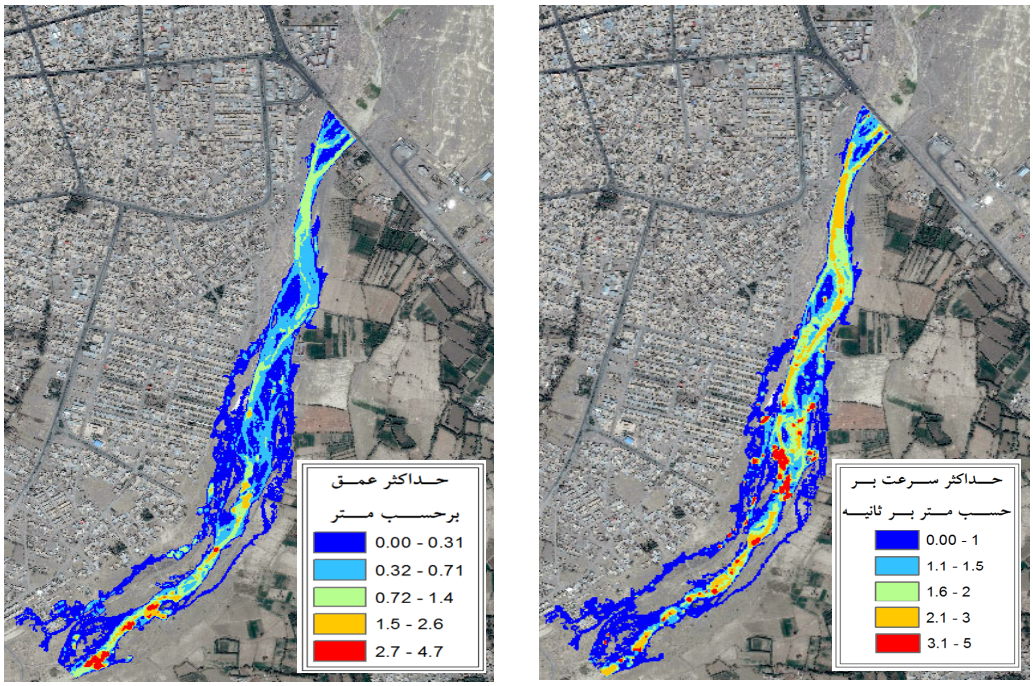
با به‌دست آمدن الگوی توزیع زمانی و مکانی بارش و نیز سایر مشخصات هیدرولوژیکی حوضه آبریز رودخانه ایرانشهر، می‌توان هیدروگراف سیلاب این رودخانه را به‌ازای دوره بازگشت‌های مختلف در نرم‌افزار HEC-HMS محاسبه و مطابق شکل (۶) نمایش داد. همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، پنج هیدروگراف نشان داده شده در شکل (۶)، به‌عنوان شرایط مرزی بالادست سیستم رودخانه ایرانشهر در مدل دوبعدی HEC-RAS به‌کار می‌روند. در بخش بعد، نتایج شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه ایرانشهر در زمان سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف، در قالب نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب ارائه خواهد شد.

نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب

هر چند در تحلیل خطر سیل به‌خصوص در نواحی شهری، عمق آبگرفتگی جلب توجه می‌کند، با این وجود نقش پتانسیل سرعت جریان نیز غیر قابل انکار است. این موضوع با در نظر گرفتن عواملی نظیر کاربری‌های متعدد حاشیه رودخانه‌ها (نظیر زمین‌های زراعی و باغی)، نقش سیل در محیط زیست و مباحث فرسایش در حاشیه و بستر رودخانه‌ها به‌ویژه در سیل‌های ناگهانی محسوس می‌شود (۱۲). از آنجا که حریم رودخانه، پهنه سیل‌گیر سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله است (۸)، لذا در شکل (۷) پهنه‌بندی عمق و سرعت جریان سیل با دوره بازگشت ۲۵ سال نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که بیشترین عمق و سرعت آب در زمان سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ سال به‌ترتیب ۴/۷ متر و ۵ متر بر ثانیه است. در شکل (۸) نیز پروفیل بستر رودخانه ایرانشهر در محدوده مورد مطالعه به طول ۲۵۰۰ متر نشان داده شده است. بر این اساس شیب عمومی بستر رودخانه در حد ۰/۵ درصد بوده که حاکی از شیب کم منطقه است. همچنین در این شکل، پروفیل

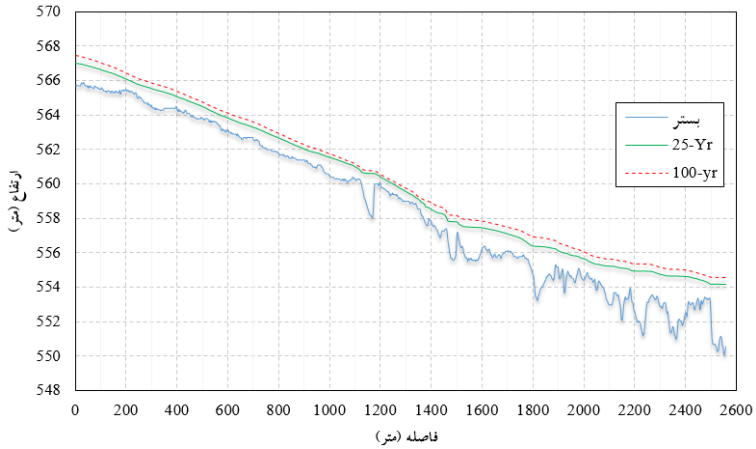


شکل ۶. هیدروگراف سیل رودخانه ایرانشهر با دوره‌های بازگشت مختلف

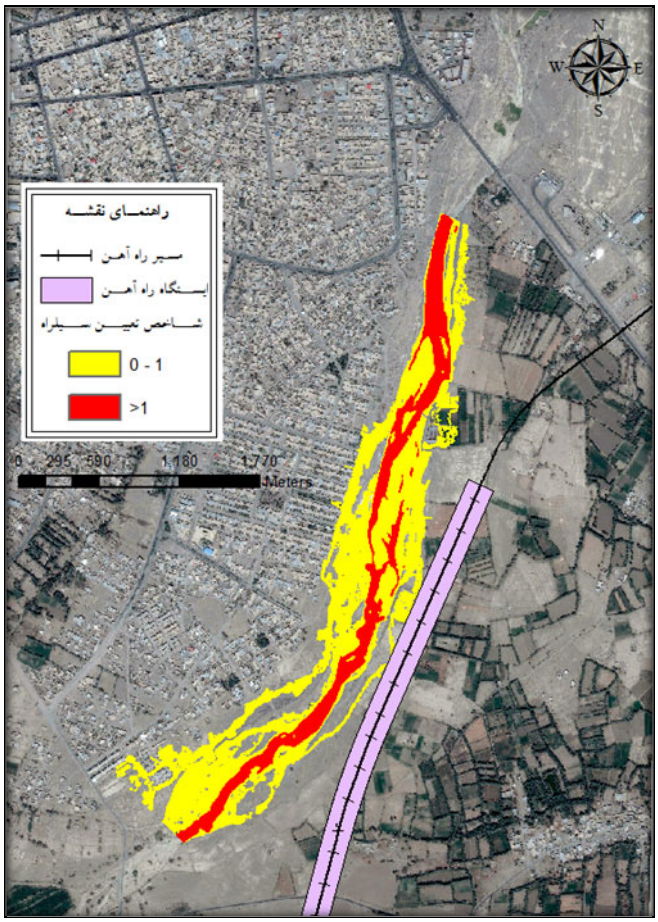


(ب) (الف)

شکل ۷. الف) پهنه‌بندی سرعت و ب) عمق جریان با دوره بازگشت ۲۵ ساله در بازه مطالعاتی رودخانه ایرانشهر



شکل ۸. مقایسه پروفیل جریان سیلاب رودخانه ایرانشهر با دوره بازگشت‌های ۲۵ و ۱۰۰ سال



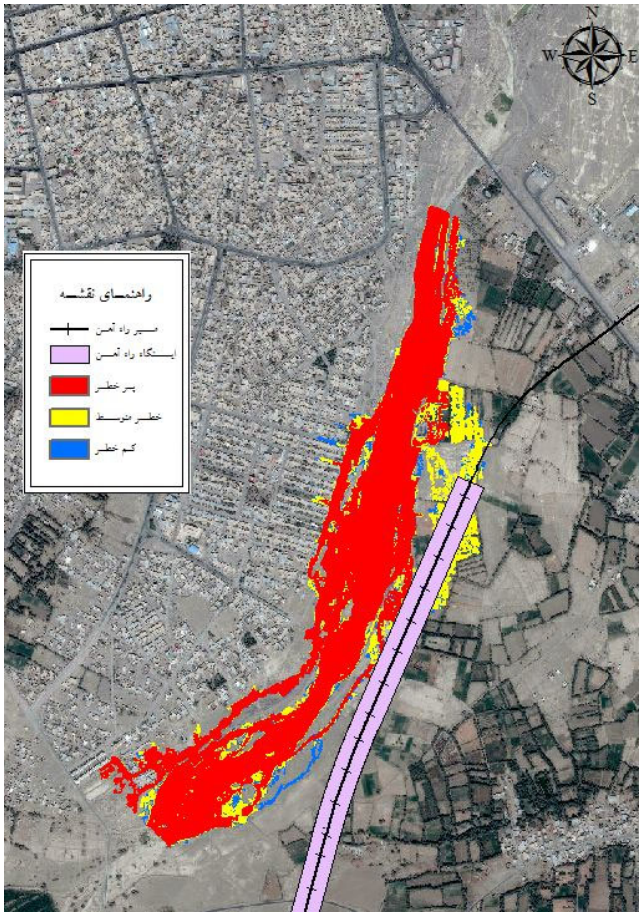
شکل ۹. نمایش سیل‌راه و حاشیه سیل در محدوده مورد مطالعه از رودخانه ایرانشهر

سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال با یکدیگر مقایسه شده‌اند. بیشترین اختلاف عمق بین این دو سطح پروفیل در حد ۰/۵ متر است که نشان از پخش شدن جریان سیلاب دارد.

نقشه‌های خطرپذیری مناطق مجاور رودخانه

میزان خطرپذیری سیلاب در مناطق مجاور رودخانه، بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی تعیین می‌شود. بنگاه مدیریت بحران فدرال آمریکا، پهنه سیل‌گیر با دوره بازگشت ۱۰۰ سال را به دو بخش سیل‌راه و حاشیه سیل تقسیم می‌کند که در محدودیت‌های استفاده از سیل‌راه با بستر رودخانه، با آیین‌نامه ایران مطابقت دارد. در کشورهای آسیایی مانند ژاپن، چین و ویتنام از پهنه‌بندی سیل و تعیین سیل‌راه به‌عنوان یکی از روش‌های غیرسازه‌ای برای کاهش خسارت سیل استفاده می‌شود (۷). در کشور استرالیا، برای تعیین سیل‌راه از شاخص «حاصل‌ضرب سرعت جریان در عمق جریان» استفاده می‌شود. پهنه‌های سیل‌گیری که در آنها این شاخص کمتر از یک باشد، سیل‌راه محسوب نمی‌شوند. شکل (۹)، تقسیم‌بندی پهنه سیل‌گیر را به دو بخش سیل‌راه و حاشیه سیل نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که بر اساس استاندارد مذکور، تنها بخش‌هایی از محدوده ایستگاه راه‌آهن در قسمت حاشیه سیل قرار می‌گیرند.

بر اساس نشریه شماره ۳۰۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، پهنه سیل‌گیر با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله به‌عنوان نواحی پرخطر به‌شمار می‌آیند. همچنین مناطقی که در بین دو پهنه سیل‌گیر با دوره بازگشت‌های ۱۰۰ و ۵۰۰ سال قرار می‌گیرند، نواحی با خطر متوسط محسوب می‌شوند و هر منطقه‌ای که خارج از پهنه سیل‌گیر ۵۰۰ ساله قرار بگیرد، ناحیه کم‌خطر



شکل ۱۰. پهنه‌بندی خطر نسبی سیلاب در محدوده مورد مطالعه از رودخانه ایرانشهر

به حساب می‌آید (۷). لذا در اینجا پهنه‌های سیل‌گیر مختلف اعم از پر خطر، خطر متوسط و کم‌خطر را که از محاسبات هیدرولیکی دوبعدی به‌دست آمده‌اند، در محیط GIS به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی با هم ادغام و مطابق شکل (۸) پهنه‌بندی خطر نسبی سیلاب در منطقه مورد مطالعه را ارائه می‌کنیم. مطابق شکل (۱۰)، ملاحظه می‌شود که بخش‌هایی از محدوده ایستگاه راه‌آهن در منطقه پرخطر و خطرپذیری متوسط قرار گرفته است که با توجه به اهمیت پروژه لازم است تمهیداتی در این خصوص اندیشیده شود. این تهمیدات می‌تواند شامل احداث دیوار یا خاکریز برای محافظت از مسیر و تأسیسات راه‌آهن باشد که البته در این صورت می‌بایست نسبت به محاسبه آبشستگی پای دیوار بر اساس روابط معتبر اقدام شود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، پهنه‌بندی خطر نسبی سیلاب در محدوده‌ای از رودخانه ایرانشهر که از مجاورت ایستگاه راه‌آهن این شهر می‌گذرد، ارائه شده است. با توجه به اینکه رودخانه ایرانشهر فاقد داده‌های آب‌سنجی است، لذا برای تعیین هیدروگراف سیلاب این رودخانه، از مدل بارش- رواناب هیدروگراف بی‌بعد SCS استفاده شده است. برای استفاده از این مدل، مشخصات فیزیوگرافی حوضه و لایه‌های هیدرولوژیکی و الگوهای مکانی و زمانی بارش در منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. الگوی زمانی بارش به‌دست آمده با نتایج خاک‌سفیدی (۱۳۸۸) مطابقت دارد. در این مقاله برای تعریف توپوگرافی منطقه مورد مطالعه از مدل رقومی ارتفاعی با دقت دو متر استفاده شده است که نسبت کارهای مشابه دقت بالاتری را

تضمین می‌کند. از آنجا که منطقه مورد مطالعه دارای شیب توپوگرافی کمی است، لذا جریان در این منطقه ماهیت یک‌بعدی ندارد. بنابراین در این مقاله، از مدل دوبعدی برای شبیه‌سازی رفتار سیستم رودخانه ایرانشهر استفاده شده است که در مقایسه با مدل‌های یک‌بعدی به‌کار رفته در تحقیقات پیشین، دقت بسیار بالاتری را در پهنه‌بندی‌های سیلاب ارائه می‌کند. در این مقاله، نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب و تعیین میزان خطرپذیری مناطق با تلفیق مدل دوبعدی HEC-RAS و نرم‌افزار GIS ایجاد شده‌اند که استفاده از این متدولوژی، دقت و سرعت انجام محاسبات را به طرز چشمگیری افزایش داده است. در این مقاله، برای تعیین میزان خطرپذیری مناطق در مواجهه با سیلاب شاخص‌هایی بررسی شده است که بر اساس این شاخص‌ها موقعیت ایستگاه مسافری ایرانشهر در محدوده حاشیه سیلاب و خطر متوسط قرار دارد. با توجه به اهمیت این پروژه ریلی، پیشنهاد می‌شود با ساخت دیوار و ساماندهی رودخانه در مناطقی که راه‌آهن مطابق با نقشه‌های ارائه شده در بخش نتایج این مقاله، در محدوده خطر متوسط قرار دارد، از سازه و تأسیسات آن حفاظت به‌عمل آید.

منابع مورد استفاده

1. Alaei Taleghani, M. and S. Homayooni. 2011. Flood hazard zonation in dinvar basin according to the geomorphology component. *Journal of Geographical Reseach* 1: 49-37 (In Farsi).
2. Amir Ahmadi, A., A. Behniafar, and M. Ebrahimi, 2011. Flood hazard zonation for sabzevar urban sustainable development. *Geographical Journal of Environmental Planning* 16: 33-17 (In Farsi).
3. Bazdar, M. and S. Shahedi, 2010. Determining flood origin areas and flooding prioritization at a river basin (case study: lavidj river basin, Mazandaran province). *Journal of Watershed Managment Research* 1(2): 21-30.
4. Charrier, R. and Y. Li, 2010. Assessing resolution and source effects of digital elevation models on automated floodplain delineation: a case study form the camp creek watershed missouri. *Applied Geography* 34: 38-46.
5. El-Magd, I. A., E. Hermas and M. Bastawesy, 2010. GIS-Modeling of the spatial variability of flash flood hazard in abu dabbab catchment, red sea region, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 13(1): 81-88.
6. Fernandez, D. S. and M. A. Lutz. 2010. Urban flood hazard zoning in tucuman province, argentina, using gis and multicriteria decision analysis. *Reseach Engineering Geology* 111: 90-98.
7. Guidelines for Estimating Runoff for Design of Irrigation and Drainage Networks., office of Standard and Technical Criteria, Publication No. 519 (In Farsi).
8. Guidline of Flood Plain Zoning & Determination_of_Floodway_and_Flood_Fringe. Office of Standard and Technical Criteria, Publication No. 307 (In Farsi).
9. Guidelines for Design and Application of Surface and Ground Water Drainage System for Road., Ministry of Road and Transportation Deputy of Education Research and Technology Transportation Research Institute (In Farsi).
10. HEC-RAS (River Analysis System) 2D Modeling Users Manual, 2016. US Army Corps of Engineers.
11. HEC-RAS (River Analysis System) Hydraulic Reference Manual Version5.0, 2016. US Army Corps of Engineers.
12. Javan, P., M. Mohammadrezapour Tabari and M. Mirzaie. 2012. Flood risk mapping use flow energy equation and geographic information system. *Journal of Water and Sewage* 24(3): 111-101.
13. John, et al. 2014. Physically-Based Extrime Flood Ferquency with Stochastic Storm Transposition and Pale Flood Data on Large Watersheds. *Journal of Hydrology* 510: 228-245.
14. Karam, A. and F. Derakhshan, 2012. Flood hazard zonation, flood estimation and evaluation of surface water disposal channels in urban watersheds: A case study abshore basin in Kermanshah. *Geography Quarterly* 16: 54-37. (In Farsi).
15. Karamouz, M., et al. 2014. Costal Floodplain Mapping and Evalution Using GIS and HEC-GeoRAS Models. *In:* Proceeding of the World Environmental and Water Resources Congress 2014: Water without Borders, ASCE.
16. Khak Sefidi, A., et al. 2010. Distribution pattern of rainfall in sistan and bluchestan province. 17(1): 45-61 (In Farsi).
17. Mahdavi, M. 2003. The Flood Effect to Economic, Social and Environmental. Natural Resources Faculty Publisher, Tehran. (In Farsi).
18. Mohseni, M. and K. Soleymani. 2009. Flood hazard zonation using HEC-RAS's hydrualic model in GIS

environment. *In:* Proceeding of the 8th International River Engineering Seminar, Chamran University, Ahvaz, Iran. (In Farsi).
19. Noman, N. S., E. J. Nelson and A. K. Zundel. 2001. Review of Automated Floodplain delination form digital terrain models. *Journal of Water Resources Planning and Management* 127(6): 394-402.
20. Ozturk, D. and F. Batuk, 2011. Implementation of GIS-based multicriteria decision analysis with va in arcgis. *International Journal of Information Technology & Decision Making* 6: 1023-1042.
21. Saghafiian, B., et al. 2008. Flood intensification due to change in land use. *Water Resource Managment* 22(8): 1051-1067.
22. Sahu, R. K., S. K. Mishra and T. I. Eldho. 2010. Comparative evaluation of SCS-CN inspired models in spplications to classfied datasets. *Agricultural Water Managment* 97: 749-756**.**
23. Shang, J. and P. Wilson. 2009. Watershed urbanization and changing flood behavior across the Los Angeles metropolitan region*. Natural Hazards* 48: 41-57.
24. Suriya, S. and B. V. Mudgal. 2011. Impact of urbanization on flooding: the thirusoolam sub watershed- a case study. *Hydrology Journal* 412: 210-219.
25. Urban Hydrology for Small watersheds. 1986. United Stated Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
26. Yang, J., R. D. Townsend and B. Daneshfar. 2006. Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delination. *Canadian Journal of Civil Engineering* 33(1): 19-28.

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources) Vol. 23, Special Issue of Flood and Soil Erosion, Winter 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Floodplain Hazard Mapping in the Iranshahr River by Using Two-Dimensional Numerical Modelling and GIS

A. Jamal*, A. Parvan and D. Valizadeh[1]

(Received: November 21-2017 ; Accepted: July 21-2018)

Abstract

Today, the preparation of flood zoning maps is one of the basic and important issues in the study of development projects in the world; it is considered before any investment by the related organizations. In this paper, flood zoning was performed using the two-dimensional model HEC-RAS and GIS in order to assess the risk of the construction of a railway station near the bank of the Iranshahr River, in a range of 2500 meters. Two-dimensional hydraulic application could create a more accurate flow pattern in comparison to the one-dimensional model used in the previous studies, especially in the flood plain areas. In this paper, due to the important role of the topography of the area in ensuring the accuracy of the calculation, a Digital Elevation Model (DEM) was used with very high precision (about 2 meters), as obtained from aerial photos. The results of this study indicated the onrush of flood, depth and flow velocity in different return periods. Based on the comparison of water surface profiles in the floodplains with the return period of 100 and 25 years, the maximum difference between the water levels was 0.5 m, which seemed to be reasonable by considering the low slope of the studied area. The results of this paper, therefore, showed that the location of the railway station was in medium risk and the outskirt of floodplain.

Keywords: Flood zoning, HEC-RAS model, Risk assessment, Flow pattern

1. Khatam-ol-Anbia Construction Headquarter, Taha Consulting Engineers, Tehran, Iran.
*Corresponding Author, Email: abdorahimjamal@gmail.com