مدلسازی و پهنه بندی دو بعدی سیلاب شهری در حوضه شمال شهر کرج با استفاده از HEC-RAS 2D

کوشا خاتونی[1]، فرهاد هوشیاری پور[2*]، روح اله نوری[3]، بهرام ملک محمدی[4]

۱- دانشجو دکتری، گروه مدیریت ساخت و آب، واحد علوم وتحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه مدیریت ساخت و آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴- دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران
hooshyarypor@gmail.com

تاریخ دریافت: 1402/09/15 **تاریخ پذیرش: 1402/11/07**

چکیده

در بسیاری از مناطق، سیلاب شهری و سیستم کنترل سیل هنوز به عنوان یک مسأله مهم در طراحی بافت شهری در نظر گرفته نشده و مشکلات ناشی از آن به وضوح در سطح شهرها دیده می‌شود. برای کنترل و مدیریت سیلاب شهری، استخراج پهنه‌های خطر سیلاب شهری و تحلیل آسیب‌پذیری دارایی‌ها زیرساخت‌های شهری در معرض خطر ضروری است. ارزیابی ریسک سیلاب به منظور بررسی میزان آسیب پذیری و مواجه با خطر، اطلاعات ارزشمندی را برای مدیریت ریسک سیلاب فراهم می کند. دستیابی به این اطلاعات نیازمند بکارگیری مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی و آنالیز خسارات وارد بر تاسیسات و کاربری های مختلف شهری است. در این تحقیق با مدسازی هیدرولیکی HEC-RAS برای شبیه‌سازی دو بعدی با دوره بازگشت طرح (۲۵ ساله) و پهنه‌بندی عمق و سرعت سیلاب برای این دوره بازگشت استفاده شده است. در این مطالعه با مدلسازی دقیق دو بعدی سیلاب با استفاده ار مدل رقوم ارتفاعی ۱.۵ متری ها ریسک سیلاب شهری را آنالیز و بررسی کند . نتایج تحقیق نشان می دهد بیشتر مناطقی که با سیل زدگی و ابگرفتگی مواجه هستند در بین مناطق بافت فرسوده هستند که طراحی شبکه زهشکی قدیمی تری داشتنه اند و مناطق شاهین ویلا و گوهردشت وضعیت ناتاب آوری نسبت به دو منطقه دیگر دارد و در مقابل دو منطقه دیگر عظیمیه و جهانشهر کرج نسبت به دو منطقه دیگر تاب آوری بهتری را دارند.

واژه های کلیدی: سیلاب شهری، ریسک سیلاب، مدل سازی دو بعدی سیلاب، خطر ، شهر کرج

مقدمه

سیلاب های شهری، به عنوان یکی از مهمترین سوانح طبیعی همواره مورد توجه بشر بوده و در سال های اخیر یا توسعه مراکز جمعیتی و اقتصادی و نیز افزایش خسارات ناشی از سیل ، لزوم توجه بیشتر به آن احساس می گردد. اگر چه بشر از زمان های دور با سیل آشنا بوده، لیکن اثرات مخرب سیل در گذشته، به علت کمبود جمعیت و در نتیجه محدود بودن امکانات تکنولوژیکی ، زمین های کشاورزی و فعالیت هیای بشری در منطقه دشت سیلابی در آن زمان به مراتب کمتر بوده است. در سال های اخیر، رشد شهرها در حاشیه و یا بستر رودخانه ها سبب گردیده تا ساکنین و تاسیسات موجود در این مناطق در معرض خطر سیلاب قرار گیرند (خاتونی و همکاران). مفهوم پهنه بندی سیلاب عبارت است از تعیین گستره سیلاب و محدوده پخش آن در دشت و منطقه. به طورکلی در مطالعات سیلاب سه فاکتور ژئومتری و هندسه دشت های سیلابی(توپوگرافی)، دبی سیلاب(هیدرومتری)، میزان ارتفاع سیلاب(هیدرولیک) برای تعیین پهنه سیلاب نقش دارد.(مرکز مهندسین ایالات متحده) در بررسی های انجام شده از گذشته تا اکنون ، مطالعاتی در زمینه مدلسازی سیلاب انجام شده است. در مطالعه انجام شده توسط آزگرا و همکاران در حوضه والر کریک با استفاده از مدل های وHEC-HMS و HEC-RAS نقشه سیل زدگی منطقه را بررسی کردند و با استفاده از این دو مدل میزان سیل این منطقه را ارزیابی کردند، همچنین مانچیکاتلا و همکاران در مطالعه تاب آوری با استفاده از نتایج مدلس سازی ۲ بعدی نشان دادند که جوان سازی آب به حالت اولیه خود برای سال 1988 باعث کاهش 18/5 درصدی حجم رواناب سیل، کاهش 12/26 درصدی اوج رواناب در سیستم شبکه طوفان و کاهش قابل توجه سیل می شود. همچنین رویه‌های ادغام جدید با(PCSWMM[1]) و یافته‌های مطالعه حاضر می‌تواند به عنوان مرجعی برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کاهش سیل در واکنش اضطراری پس از فاجعه کمک کند (مانچیکاتلا و همکاران). همچنین آکیوانا و همکاران به بررسی امکان کاهش خطر سیلاب‌های بهاری در منطقه میان‌آب رودخانه‌های نورا و یسیل بر اساس کنترل دریچه‌های سیستم آبیاری آلوا با استفاده از HEC-RAS اختصاص دادند. بهره برداری بهینه از دروازه های سیستم آلوا این پتانسیل را دارد که خطر سیل را با هزینه کمتر بدون سرمایه گذاری در اقدامات ساختاری جدید کاهش دهد زیرا این دروازه ها وجود دارند اما برای کاهش خطر سیل استفاده نمی شوند. (آکیانوا و همکاران). لوم و همکاران نیز در مطالعاتی برای توصیف خطر مرتبط با رویداد سیل بزرگ که در اوت 2021 در شهر دوالا با استفاده از مدل‌سازی 2 بعدی HEC-RAS انجام شد. مدل با استفاده از علائم آب بالا در شش نقطه در دبی اوج جریان کالیبره شد و مرحله مشاهده شده در قسمت میانی حوزه شبیه‌سازی ثبت شد. نتایج نشان داد که دینامیک سیلاب به خوبی ثبت شده است و مدل هیدرولیک دوبعدی قادر به بازیابی ارتفاع سطح آب مشاهده شده است. همچنین دروتی و همکاران در یک مدلسازی دوبعدی سیلاب با تعدادی از آزمایش انجام شده با استفاده از یک مدل فیزیکی در منطقه شهری انجام دادند. آنها با داشتن اطلاعات تراز سطح آب، رویکرد های ساده سازی ازجمله تخلخل ساده و افزایش زبری برای سلول های

[1] Personal Computer Storm Water Management Model

شبکه ی شهری در شبکه مدل ، تأثیر آن را ها بر نتایج ارزیابی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که مدل توزیع شده پیشنهادی قادر به بازیابی فرآیندهای اصلی است، گرچه بعضی از پدیدهها ی جریان موضعی شبیه سازی شده اند. خطر بلایا، اثرات اجتماعی و اقتصادی بلایا بر کشورهای در حال توسعه در حال افزایش است. در شهرهای جنوب آسیا، شروع مدیریت مبتنی بر ریسک برای کاهش اثرات مخرب سیل شهری ضروری است. ایجاد یک سیستم قوی اطلاعات بلایا باید اولویت اصلی دولت محلی باشد تا توسعه شهری و نقشه‌برداری مخاطرات مبتنی بر ریسک، جامع و زمینه‌ای را فراهم کند. با توجه به آنچه بیان گردید، حذف کامل ریسک سیلاب در عمل غیرممکن و غیرعملی است، بنابراین هدف مدیریت ریسک حذف آن نیست، بلکه جستجوی درجات کافی و قابل توجیه ریسک باقیمانده است (شاه و همکاران). برای حفظ یک الگوی قابل قبول خطر سیل، شهرها باید اقدامات سازگاری را با در نظر گرفتن تغییرات احتمالی آینده در احتمال رویدادهای هیدرولوژیکی به کار گیرند تا به زیرساخت های شهری اجازه دهند با خسارات ناشی از سیل کنار بیایند. در نتیجه ی تاب آورتر کردن یک منطقه با در نظر گرفتن شاخصی مثل شاخص تحلیل ریسک، محاسبات و پیش بینی ها از جانب دولت و همچنین نظام مهندسی متحمل هزینه هایی برای تاب آور کردن سیستم می شود. بنابراین تحلیل های آماری و همچنین محاسبه ی هزینه ای برای براورد سود و زیان حاصل از برطرف کردن این عوامل از دو جهت می تواند مفید باشد: ۱. پیش بینی مقدار بودجه و هزینه برای تاب آور کردن هر یک از عوامل ۲. پیش بینی نمودار های تغییر در صورت اقدام به برطرف کردن آن (چان و همکاران). ارزیابی ریسک به عنوان بخشی جدایی ناپذیر از کاهش خطر و پایدار ی در نظر گرفته می شود (ژو و هان)رشد سریع شهرها در کشورهای در معرض خطر سیل در حال افزایش و به دنبال آن، ریسک و آسیب پذیری نیز افزایش یافته است (فونگ و همکاران) ورای آنچه بیان شد، در مطالعه ی عبدلی و همکاران با ارزیابی آسیب پذیری سیلاب شهری در منطقه شهری تهران، که در آن معیارهای انتخاب شده، با استفاده از یک فرایند سلسله مراتبی تحلیلی، و با استفاده از توابع فازی برای به دست آوردن نقشه آسیب پذیری، ترکیب شدند،که در نهایت مشخص شد ترکیبی از عوامل شهری و عوامل حوزه زهکشی(ترکیبی از عوامل بالادست)، آسیب پذیری منطقه مورد مطالعه را افزایش داده اند . اگرچه مناطق خارج از شهر آسیب پذیرتر از سیل هستند لذا عوامل دیگری از جمله بافت فرسوده، سطوح شیب عمودی و ضریب انحناء در تعیین میزان آسیب پذیری نواحی شهری دخالت می کند. بر خلاف این موضوع در بررسی های صورت گرفته غضنفرپور و همکارانش تاب آوری در برابر آسیپ پذیری، بیشتر بر جنبه های مثبت تاکید دارد و امروزه دولت ها می کوشند با ارتقاء تاب آوری در مقابل بلایای طبیعی ؛ زندگی را در مناطق دارای خطر بهبود ببخشند. فرای این روش های نوین، برای اندازه گیری و تخمین آسیب های حاصل از سیل و ریسک سیلاب, (جمالی و همکارانش) طی مطالعه ای به این نتیجه رسیدند که می توان از داده های زمین شناسی با تمرکز بر داده های توپوگرافی و GIS نیز می توان پیش بینی هایی را بر روی سیلاب های شهری و تخمین ریسک را سیل انجام داد. طی این روش که یک مدل شبکه ی زهکشی می توان طراحی کرد که به موجب آن مدل های طغیان سیل پیش بینی میشود و می توان با استفاده از این مدل ها شبیه سازی های تاب آوری را مشخص کرد. در ادامه نیز خاتونی و همکاران در پژوهشی نشان دادند که برای

سنجش میزان تاب آوری شهر در برابر خطر و ریسک سیلاب های شهری می توان از چندین بعد شامل اقتصادی، اجتماعی، نهادی و کالبدی محیطی استفاده کرد و وضعیت هرکدام میتواند گویای میزان تاب آوری شهر باشد. حتی مهمترین راهبرد برای افزایش تاب آوری شهر را مدیری یکپارچه عنوان کرده اند. با توجه به آنچه بیان گردید شهر کرج دارای اهمیت زیادی می باشد، بنابراین دراین تحقیق با استفاده از مدلسازی دقیق سیلاب در شهر کرج، ریسک سیلاب این شهر ارزیابی و تفسیر شده است .در این تحقیق مدلسازی سیلاب شهر کرج با بهره گیری از یک نوآوری و رویکرد جدید مدلسازی شده است. این رویکرد با HEC-RAS 2D به مدلسازی دو بعدی هیدرولیکی جریان در وسعت ۵۲ کیلومتر مربع شهری پرداخته است که در تحقیق های مشابه گذشته، چنین وسعتی از مدلسازی دو بعدی شهری انجام نشده است. علاوه بر این مطالعات گذشته، نشان داده اند که شهر کرج یکی از استراتژیک ترین شهرهای ایران است زیرا شهر کرج در جوار پایتخن شهر تهران قرار گرفته و همچنین از گذشته تا کنون دچار تغییرات شهری زیادی بوده و از طرفی نیز طی مهاجرت افراد در این شهر جمعیت آن طی یک دهه چندین برابر شده و شهر سازی یکباره آن باعث شده است که مطالعه ی سیل و سیلاب، مدیریت ریسک سیلاب در آن به حد قابل توجهی انجام نشده است و نیاز به یک بررسی دقیق می باشد که در این تحقیق سعی شده است با این رویکرد به بررسی ریسک در شهر کرج بپردازد . (اسماعیل پور و همکاران).

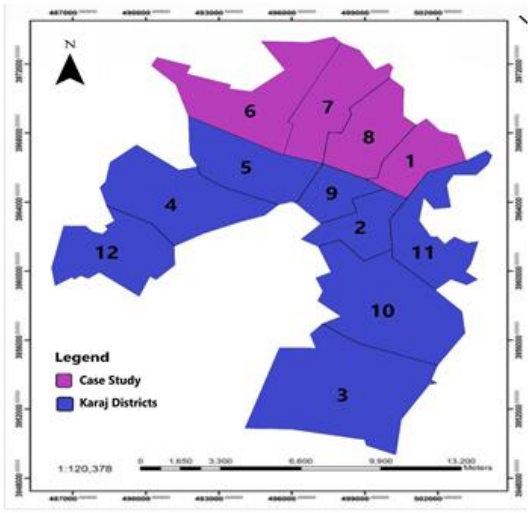
مواد و روش ها:

در این بخش از تحقیق ضمن معرفی محدوده مطالعاتی و به معرفی و شرح روش تحقیق پرداخته می‌شود.

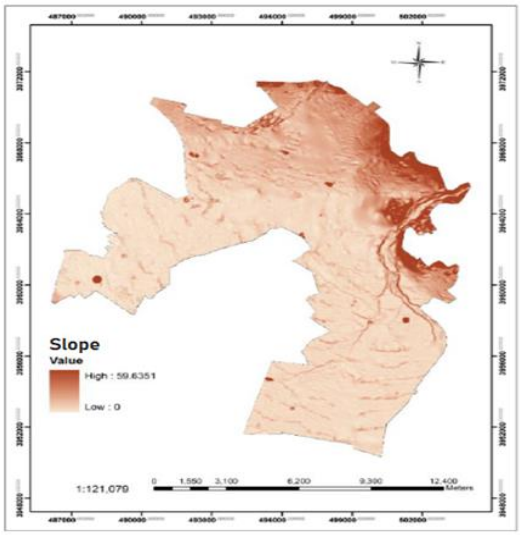
3-1- محدوده مطالعاتی

شهر کرج، به عنوان مرکز استان البرز در شمال ایران قرار گرفته است. شهرکرج با ارتفاع متوسط ۱۳۱۲ متر از سطح دریا از شمال و شمال شرقی به ارتفاعات مرکزی البرز و از شرق به تهران پایتخت ایران محدود می شود. شهر کرج به دلیل قرار گرفتن در همسایگی پایتخت ایران، در مدت زمان بسیار کم رشد زیادی کرده است، جمعیت مهاجرت به شهر کرج حدود 7/%7 و در حال حاضر نیز جمعیت شهر بالغ بر 1 میلیون و 600 هزار نفر می باشد (مرکز آمار ایران، سرشماری سال 1395).منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، مناطق ۱ عظیمیه،منطقه ۸ جهانشهر، منطقه ۷ رجایی شهر (گوهردشت) و در نهایت منطقه ۶ شاهین ویلا می باشد که در شمال شهر بین دو طول جغرافیایی ″30 و′51 و°50 و ″47 و ′58 و°50 و عرض جغرافیایی بین ″40 و ′50 و °35 و ″35 و ′49 و °35 قرار گرفته است (شکل 1). مساحت این ۴ منطقه ۵۳ کیلومتر مربع و جمعیت ساکن آن 675247 می باشد. (سازمان اطلاعات کاربری شهرداری کرج).کاربری غالب در مناطق ساختمان های مسکونی، اداری، تجاری، پارک و باغ و فضای آموزشی است. کرج به دلیل داشتن جمعیت زیاد و متراکم، وسعت زیاد و همچنین سیلاب های شهری تاریخی در گذشته شهر مهمی است .این شهردر منطقه ای کوهستانی از رشته کوه های البرز مرکزی واقع شده است. بر اساس مدل رقومی ارتفاعی، میانگین شیب منطقه ها 5.5 درصد است و رودخانه کرج با 245 کیلومتر طول از شرق این شهر می گذرد. میانگین شیب رودخانه حدود 0.8 درصد و متوسط دبی سالانه آن 499 میلیون مترمکعب است. مدیریت سیلاب در کلان‌شهرهایی مثل کرج که جمعیت آن طی 60 سال بیش از ۹۵ برابر شده است (گزارش نتایج سرشماری نفوس و مسکن ایران) بسیار

حائز اهمیت است. رشد سریع جمعیت، شهرنشینی و گسترش مراکز فعالیت های اقتصادی و اجتماعی باعث شده است که شهرها در برابر مخاطرات طبیعی، بسیار آسیب‌پذیر باشند



شکل ۳-۱- نقشه منطقه موردمطالعه



شکل ۳-۲- نقشه شیب شهر کرج

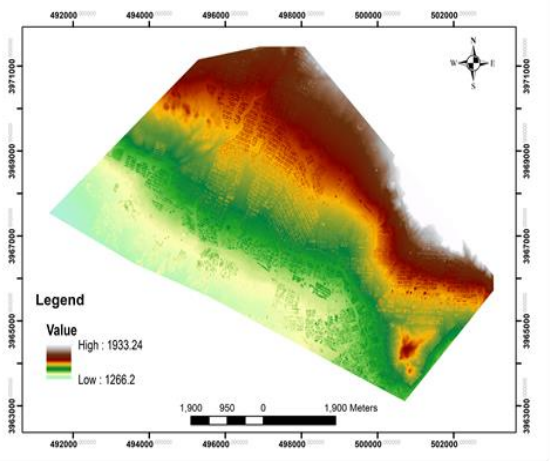
3-2- مدلسازی ۲ بعدی سیلاب

اداره ارتش آمریکا در مرکز مهندسی هیدرولوژی (HEC) مدل HEC-RAS را با توسعه‌یافتن مدل های پیشین عرضه کرده و در جدیدترین ویرایش خود، توانایی تحلیل جریان یک‌بعدی، جریان ناپایدار یک‌بعدی و دوبعدی، رسوب، فرسایش و کیفیت آب را دارد. این نرم افزار شامل ۴ مؤلفه تحلیل هیدرولیکی جریان است:

1-محاسبات پروفیل سطح آب جریان پایدار ۲-شبیه‌سازی جریان ناپایدار یک‌بعدی و دوبعدی ۳-محاسبات انتقال رسوبات متحرک ۴-دمای آب و مدلسازی انتقال ذرات

تمام چهار مؤلفه از داده های معمول هندسی و روشهای رایج هندسی و هیدرولیکی استفاده می‌کنند. علاوه بر چهار مؤلفه تجزیه‌وتحلیل هیدرولیکی، سیستم شامل چندین ویژگی طراحی هیدرولیک است که می‌تواند پس از محاسبه پروفیل‌های سطح آب اولیه محاسبه شود. در این تحقیق با استفاده از حالت شبیه سازی جریان دو بعدی ، به مدل سازی دو بعدی سیلاب پرداخته شده است. برای شبیه‌سازی هیدرولیکی دو بعدی سیلاب و تهیه نقشه پهنه‌ی آبگرفتگی نیاز به اطلاعات گوناگونی بوده که شامل پارامترهای هیدرولیکی کانال مورد مطالعه، نقشه مدل رقوم ارتفاعی منطقه مورد مطالعه و هیدروگراف های استخراج شده از مدل هیدرولوژیکی در صورت در نظرگیری جریان ناپایدار می‌باشد.در شروع مراحل انجام شبیه‌سازی ابتدا اطلاعات مقاطع عرضی کانال، نقشه مدل رقوم ارتفاعی (DEM)را وارد مدل کرده و منطقه موردنظر با تعیین ابعاد مش دلخواه تقسیم‌بندی شده است. در این تحقیق ابعاد شبکه بندی ۵×۵ مترمربع مبنای تمام مدل سازی ها در نظر گرفته شده است. سپس شرایط مرزی کانال شامل شرایط بالادست، پایین دست و مرزهای ورودی در طول کانال تعریف میشوند. این شرایط مرزی نشان دهنده وضعیت مرز های مناطق مورد مطالعه شهر کرج، شبکه بندی منطقه و تعریف بارش و بارندگی با دوره بازگشت ۲۵ ساله و همچنین خروجی پایین دست منطقه و تعریف شیب و ضریب زبری منطقه می باشد که در مدل اعمال می گردد. در این پژوهش به دلیل سنجش دقیق و مدلسازی صحیح

مدل دو بعدی سیلاب و همچنین دخیل بودن اطلاعات ارتفاعی ساختمان ها، از مدل رقوم ارتفاعی 1/5 متری استفاده شده است، این رقوم ارتفاعی DSM[2] مبتنی بر پردازش تصاویر Stereo از ماهواره Spot6 بدست آمده است که این ماهواره دارای دو سنجنده مشابه به نام های HRV-1 و HRV-2 می باشند که به طور همزمان کار می کنند هردو سنجنده در دو حالت زمین را اسکن می کنند (شکل3-3). رزولوشن این تصاویر 1/5 متر بوده و تاریخ تصاویر ماهواره مذکور در روز 6، ماه May از سال 2021 می باشد. از نظر دقت؛ DTM[3] حاصل از محصول مورد ارزیابی قرار گرفته که RMSE آن بهتر از 1/5 متر برآورد شده است. پس از تعریف مدل رقوم ارتفاعی نیاز به تعریف شرایط مرزی در مدل دو بعدی سیلاب است، این تعریف شرایط مرزی با استفاده از این خروجی ها مدل شده است، منظور از تعریف شرایط مرزی، تعریف دبی فلادینگ گره ها، تعریف هیدروگراف های جریان از بالا دست، حجم سیل زدگی و ورود آن بروی سطح منطقه و نتایج بارش رواناب بر منطقه می باشد



شکل ۳-۳- مدل رقوم ارتفاعی 1.5 متری منطقه مورد مطالعه

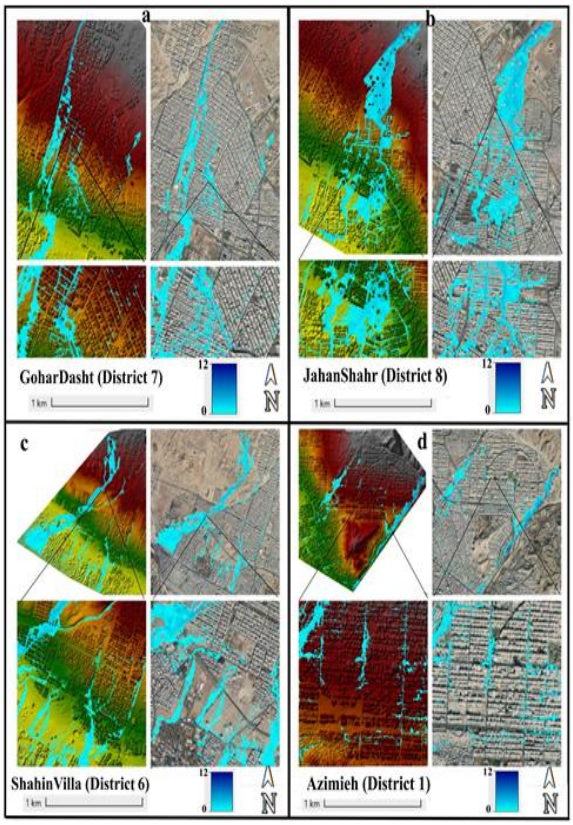
نتایج و بحث

در تحقیق با استفاده از مدلسازی دو بعدی سیلاب و بهره گیری از مدل رقوم ارتفاعی ۱.۵ متری و وارد کردن تمامی اطلاعات، شرایط مرزی در بالا و پایین دست از مدل سویم و ورود تمامی پارامترهای هندسی در منطقه مورد مطالعه و در آخر تحلیل حساسیت پارامترهای مدل هیدرولیکی، مدل شبیه ساز دو بعدی HEC- RAS اجرا و شبیه سازی شد، ذکر این نکته که شبیه سازی و مدلسازی دو بعدی سیلاب تا چندین ساعت زمانبر بوده است که پردازش سیلاب با وسعت منطقه ای ۵۲ کیلومتر مربعی و همچنین ورودی ها دلیل این امر بوده است. پس از اجرای مدل، پهنه های سیلاب برای دوره بازگشت ۲۵ ساله برای ۴ منطقه مورد مطالعه بدست آورده شد. نتایج مقایسه پهنه -های سیلابی برای مناطق مختلف نشان می دهد که با توجه به شرایط موجود در هر منطقه و ورود شرایط سیلابی ، افزایش یا کاهش دبی اوج رواناب در مناطق را به دنبال دارد، همچنین در زیر حوضه های هر منطقه عمق سیلاب و سرعت پهنه بندی شده اند که با استفاده از این نتایج ریسک سیلاب بدست می آید.درشکل 4-1 و شکل 4-2 به ترتیب پهنه بندی عمق سیلاب و سرعت سیل در مناطق را نشان می دهد . با توجه به ماهیت نرم افزار Hecras که نتایج را بصورت کل حوضه ای نشان می دهد، برای بررسی دقیق تر خروجی های مدل بزرگ نگاری شده است تا نتایج مدل بهتر نمایان شود. همانطور که در شکل 4-1 مشخص است، در مدلسازی دو بعدی، سیلاب در شهر جاری شده و با توجه به اینکه از مدل رقومی با دقت بالا استفاده شده است.سیلاب جاری شده از روی عوارض و ساختمان ها عبور نکرده است و بین معابر، خیابان ها و سیستم زهکشی جاری شده و از

[2] Digital Surface Model

[3] Digital Terrain Model

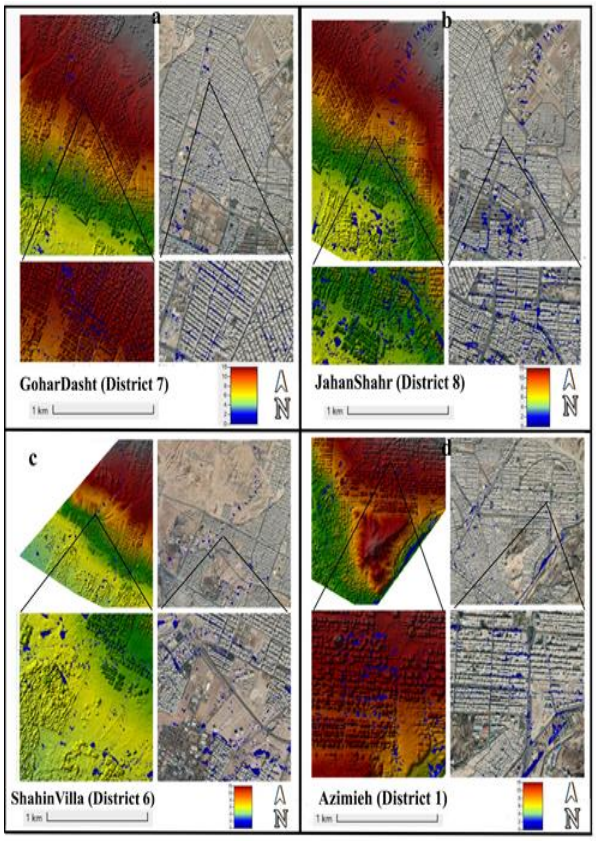
کنار ساختمان ها عبور کرده اند. هر منطقه با توجه به داشتن شرایط توپوگرافی خود و همچنین کاربری اراضی و شرایط هیدرولیکی، شدت و میزان سیل متفاوتی را تجربه کرده اند.



شکل 4-1- پهنه بندی عمق سیلاب مناطق مورد مطالعه

در شکل a4 و c 4 منطقه گوهردشت و شاهین ویلا کرج را نشان می دهد که با توجه به شیب نسبتا تند شمال به جنوب این مناطق پهنه سیلاب بصورت نواری به سمت پایین دست حرکت کرده و تجمع سیلاب در پایین دست منطقه بوده است. همچنین در شکل b4 و d4 که متاطق عظیمیه و جهانشر را نشان می دهد سیلاب با پهنه ی بیشتری در نواحی مرکزی پهنه بندی شده است و سیلاب رخ داده بصورت پیوسته در منطقه گسترده شده است که این به علت شیب ملایم تری نسبت به دو منطقه قبلی است . در بخش بعد به بررسی پهنه بندی سرعت سیل پرداخته میشود.

همانطور که در شکل 4-2 ملاحضه می شود نقشه سرعت سیلاب برای ۴ منطقه مورد مطالعه دسته بندی شده است .در بررسی روند تغییرات سرعت در مدلسازی دو بعدی سیلاب، در جریان پهنه ی سیلاب دشت برای مناطق مختلف، نتایج حاکی از آن است که در نواحی بالادست سرعت جریان بیشتر بوده که در حدود ۱.۵ تا ۳ m/s و در نواحی پایین دست سرعت جریان به حدود ۰.۲ تا ۱ m/s می رسد که پخش شدن بیشتر سیلاب در سیلاب د شت در نواحی بیشتر را در پی دارد. یکی از نکات این تحقیق این است که با استفاده مدل رقوم ارتفاعی با دقت بالا به مدلسازی ۲ بعدی سیلاب پرداخته است که از سایر مطالعات متمایز می کند و همچنین استفاده از مدلسازی ۲بعدی اطلاعات دقیق تری بدست می آید که در سایر تحقیق ها استفاده نشده بود.



شکل 4-۲- پهنه بندی سرعت سیلاب مناطق مورد مطالعه

در ادامه جدول ۴-۱ نتایج به دست آمده از عمق و سرعت سیلاب به دست آمده در ۴ منطقه عظیمیه، جهانهشر، گوهردشت و شاهین ویلا را نشان می دهد.

جدول 4-1- مقادیر عمق و سرعت سیلاب مناطق مورد مطالعه

	محل	مساحت(ha)	شیب (٪)	عمق سیلاب(m)	سرعت (m/s)
عظیمیه	گلستان	84.3	6	1.12	0.38
	بلوار استقلال	33.2	5.7	0.68	0.08
	بلوار جانبازان	61	5.5	2.71	0.145
	بلوار کاج	30.2	5	0.25	0.09
	بلوار چمران	52.2	5.6	0.62	0.28
	بازار انقلاب	24.6	4	1.01	0.14
	محل	مساحت(ha)	شیب (٪)	عمق سیلاب(m)	سرعت (m/s)
جهانشهر	دانشگاه آزادکرج	321.7	6	2.36	0.301
	بلوار جمهوری	19.6	5.2	0.76	0.14
	محله بعثت	21.7	5	1.6	0.13
	کوی مدرس	22.4	5.7	1.41	0.14
	بلوار تعاون	51.3	5.8	0.75	0.09
	جهانشهر	32.1	5	1.3	0.17
گوهردشت	محل	مساحت(ha)	شیب (٪)	عمق سیلاب(m)	سرعت (m/s)
	بلوار انقلاب	171.2	5.7	1.19	0.297
	شهرک جهازیا	29	5.5	0.92	0.5
	بلوار رستاخیز	38.1	6	1.06	0.32
	آزادی غربی	77.1	5.5	1.43	0.12
	کوی امامیه	86.8	5	0.75	0.44
	سه باندی	54.4	5	0.52	0.41
	محل	مساحت(ha)	شیب (٪)	عمق سیلاب(m)	سرعت (m/s)
شاهین ویلا	بیمارستان البرز	36.4	6.5	0.75	0.298
	باغستان	119	6	0.078	0.042
	شهرک ظفر	178.3	5.5	1.21	0.31
	گلدشت	70.2	5.1	0.842	0.34
	شاهین ویلا	84.1	5.2	1.26	0.25
	بلوار باغستان	86.8	5.6	0.73	0.11

نتیجه گیری

پخش شدن بیشتر سیلاب در سیلاب د شت در نواحی بیشتر را در پی دارد در این تحقیق با توجه به نتایج بدست آورده شده، مشاهده شد که با استفاده از مدلسازی دو بعدی شبیه‌ساز HEC-RAS که قابلیت شبیه‌سازی جریان عبوری سیلاب با هر دوره بازگشتی را داراست و نیز دارای قابلیت مدلسازی سازه های هیدرولیکی مختلف (پل‌ها، کالورت، دریچه و غیره) و همچنین دارای توانایی نمایش پهنه‌بندی های سیلابی در RAS MAPPER و محیط GISرا داراست، می‌تواند بعنوان یک مدل نهایی برای تصمیم‌گیری جامع در موضوعات کنترل و مدیریت سیلاب در مناطق و حوزه های شهری توسعه داده شده و بکار گرفته شود همچنین با توجه به قابلیت لینک این مدل شبیه‌ساز با نرم افزار GIS، می‌توان اطلاعات و داده های مفیدی را از این دو مدل استخراج کرد و نتایج مفیدی را ارائه نمود از جمله استخراجی‌های این مدلها، بدست آوردن عمق و تراز آب برای هر کاربری زیر آب رفته می‌باشد و به تبع آن می‌توان با روابط در دسترس، میزان خسارات وارد شده را برای هر کاربری و در مجموع کل کاربری ها بدست آورد. همانطور که مشخص و معین می‌باشد استفاده از هرگونه طرح کنترل سیلاب برای کاهش حجم خروج آب از شبکه و کاهش خسارات ناشی از سیلاب نمی‌تواند به میزان قابل قبولی کاربردی و مفید واقع شود و خسارات سیلاب را به میزان دلخواه کاهش دهد و اثرات مثبتی داشته باشد زیرا طراحی این گونه طراحی فقط به پشتوانه تجربه بوده و هیچگونه پشتوانه علمی نداشته‌اند، بنابراین استفاده از مدلهای هیدرولیکی و هیدرولوژیکی می‌تواند نیاز مسئولین را برای کاهش خسارات سیلاب وارد شده برای یک منطقه خاص را برطرف نماید به این صورت که با توجه به هزینه و بودجه موجود در کمترین زمان با لینک کردن مدل های شبیه‌ساز هیدرولیکی و GIS با طرح های مختلف و بدست آوردن نتایج خروجی آنها و بدست آوردن کمترین پهنه سیلاب می‌توان به جواب منطقی و معقول مورد نظر برسند و میزان خسارات وارده را به کمترین میزان ممکن برسانند. در این تحقیق با استفاده از این نتایج پهنه بندی ریسک سیلاب شهری در حوضه شمال شهر کرج انجام شد، در نتیجه با بررسی نتایج این تحقیق می توان اقدامات می تواند موثر بر بهبود وضعیت تاب آوری مناطق در برابر رخداد های طبیعی انجام داد. به طور کلی نتایج بدست آمده به صورت زیر است:

۱-بررسی سیلاب در مناطق مورد مطالعه شهر کرج نشان داد که بیشتر مناطق با سیل زدگی و ابگرفتگی مواجه هستند و در این بین مناطق قدیمی تر و بافت فرسوده که طراحی شبکه زهشکی قدیمی تری داشتنه اند در وضعیت بحرانی تری قرار گرفته اند.

۲- بررسی اولویت ارتقای تاب آوری ریسک سیلاب نشان می دهد که مناطق شهر کرج می تواند با ارتقای شاخص آسیب پذیری در مناطق و بهبود شرایط هیدرولیکی مناطق ، سبب تسکین سیلاب و کاهش اثرات مخرب آن شود.

۳- بررسی ریسک سیلاب در شهر کرج نشان داد که مناطق مناطق شاهین ویلا و گوهردشت وضعیت ناتاب آوری نسبت به دو منطقه دیگر دارد و در مقابل دو منطقه دیگر عظیمیه و جهانشهر کرج با توجه به ساختار متفاوت تر و بروز تر نسبت به دو منطقه دیگر تاب آوری بهتری را داشته و ریسک سیلاب کمتری را شاهد هستند

منابع

1. اسماعیل پور، ع ، کیخا، س. (1399) ،تاب آوری و مخاطرات محیطی در شهرهای آینده،پنجمین کنفرانس بین المللی تحقیقات بین رشته ای در عمران، معماری و مدیریت شهری قرن ۲۱
2. غضنفرپور، ح، صداقت کیش، م، سلیمانی دامنه، م، و صباحی گراغانی، ی. (1398). سنجش واکنش مدیران شهری در رویارویی با مخاطره محیطی سیل با تأکید بر تاب آوری (مطالعه موردی: شهر جیرفت). جغرافیا و پایداری محیط (پژوهشنامه جغرافیایی)، 9(30)، 107-127.
3. Abdoli, I., Ghahroudi Tali, M., & TavakoliNia, J. (2021). Thresholds of Environmental Physical Resilience of Tehran Metropolis. Quarterly Scientific Journal of Rescue and Relief, 13(1), 16-30.
4. Akiyanova, F., Ongdas, N., Zinabdin, N., Karakulov, Y., Nazhbiyev, A., Mussagaliyeva, Z., & Atalikhova, A. (2023). Operation of Gate-Controlled Irrigation System Using HEC-RAS 2D for Spring Flood Hazard Reduction. *Computation*, *11*(2), 27.
5. Azagra, E., & Olivera, F. (1999). *Floodplain visualization using TINs*. University of Texas at Austin Center for Research in Water Resources.
6. Chan, Faith Ka Shun, Liang Emlyn Yang, Jürgen Scheffran, Gordon Mitchell, Olalekan Adekola, James Griffiths, Yangbo Chen et al (2021): "Urban flood risks and emerging challenges in a Chinese delta: The case of the Pearl River Delta." Environmental Science & Policy 122 101-115.
7. Dottori, F., & Todini, E. (2013). Testing a simple 2D hydraulic model in an urban flood experiment. *Hydrological Processes*, *27*(9), 1301-1320.
8. Iroume, J. Y. A., Onguéné, R., Djanna Koffi, F., Colmet-Daage, A., Stieglitz, T., Essoh Sone, W., ... & Etame, J. (2022). The 21st August 2020 Flood in Douala (Cameroon): A Major Urban Flood Investigated with 2D HEC-RAS Modeling. *Water*, *14*(11), 1768.
9. Jamali, B., Löwe, R., Bach, P. M., Urich, C., Arnbjerg-Nielsen, K., & Deletic, A. (2018). A rapid urban flood inundation and damage assessment model. *Journal of hydrology*, *564*, 1085-1098.
10. Jha, A. K., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Cities and flooding: a guide to integrated urban flood risk management for the 21st century*. World Bank Publications.
11. Khan, I., Lei, H., Shah, A. A., Khan, I., & Muhammad, I. (2021). Climate change impact assessment, flood management, and mitigation strategies in Pakistan for sustainable future. Environmental Science and Pollution Research, 28(23), 29720-29731.

12. Khatooni, K., Hooshyaripor, F., MalekMohammadi, B., & Noori, R. (2023). A combined qualitative–quantitative fuzzy method for urban flood resilience assessment in Karaj City, Iran. *Scientific Reports*, *13*(1), 241.
13. Manchikatla, S. K., & Umamahesh, N. V. (2022). Simulation of flood hazard, prioritization of critical sub-catchments, and resilience study in an urban setting using PCSWMM: a case study. *Water Policy*, *24*(8), 1247-1268.
14. Mikovits, W. Rouch, M. and kleidorfer. 2014. "Dynamics in urban development, population growth and their influences on urban water infrastructure", 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, pp 1147-1156.
15. Phung, D., Rutherford, S., Dwirahmadi, F., Chu, C., Do, C. M., Nguyen, T., & Duong, N. C. (2016). The spatial distribution of vulnerability to the health impacts of
16. Ponce, V. M., & Hawkins, R. H. (1996). Runoff curve number: Has it reached maturity? *Journal of hydrologic engineering*, *1*(1), 11-19.
17. Shah, S. M. H., Mustaffa, Z., Teo, F. Y., Imam, M. A. H., Yusof, K. W., & Al-Qadami, E. H. H. (2020). A review of the flood hazard and risk management in the South Asian Region, particularly Pakistan. Scientific African, 10, e00651.

Two-dimensional modeling and zoning of urban flood in the north basin of Karaj City using HEC-RAS 2D

Kousha Khatooni [1], Farhad Hooshyaripor [2]*, Roohollah Noori[3], BahraMalekMohammadi [4]

1) PhD Candidate, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2) Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3) Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

4) Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran

***Correspondence author:** Hooshyarypor@gmail.com

Abstract

In many areas, urban flood and flood control system are not yet considered as an important issue in the design of the urban fabric and the problems caused by it are clearly seen at the city level. In order to control and manage urban flood, it is necessary to extract urban flood risk zones and analyze the vulnerability of urban infrastructure assets at risk. Flood risk assessment provides valuable information for flood risk management in order to assess vulnerability and face risk. Achieving this information requires the use of hydrological and hydraulic models and the analysis of damages to various urban facilities and uses. In this research, HEC-RAS hydraulic modeling has been used for two-dimensional simulation with the design return period (25 years) and flood depth and speed zoning for this return period. In this study, with accurate two-dimensional flood modeling, using the 1.5-meter height figure model, analyze and investigate the urban flood risk. The results of the research show that most of the areas that are facing floods and inundation are among the worn-out areas that have an older drainage network design, and the areas of Shahin Vila and Gohardasht are in an unsustainable condition compared to the other two areas and in contrast to the two areas Azimieh and Jahanshahr Karaj have better resilience than the other two regions.

Keywords: ***Urban flood, Flood risk, Two-dimensional Flood Modeling, Risk, Karaj city***