ارزیابی و بررسی مدل هیدرولوژیکی–هیدرولیکی SWMM در مدیریت و عملکرد رواناب و سیلاب های شهری (مطالعه موردی: شهر کرج)

کوشا خاتونی 1، فرهاد هوشیاری پور2

1. دانشجوی دکتری عمران آب و سازه های هیدرولیکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران
2. استادیار، دانشکده عمران ، گروه مدیریت ساخت و آب ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران (نویسنده مسئول) Email:Hooshyarypor@srbiau.ac.ir

چکیده

یکی از مهم ترین مخاطرات طبیعی که همواره دچار پهنه های گسترده ای از کشور شده و خسارت های مالی و جانی قابل توجهی را بر پیکره ی جامعه وارد می کند سیلاب و رواناب ها می باشند. این موضوع نیز به دلیل تراکم جمعیت انسانی و متمرکز بودن سازه ها و تجهیزات در مناطق شهری اهمیت دوچندانی دارد. این مساله در کلان شهری مثل کرج که از گذشته تا اکنون مناطق و حوضه های شهری آن دستخوش تغییرات شده است و به دنباله آن جمعیت نیز چندین برابر شده است، و همچنین از طرف دیگر بخش قابل توجهی از فشار جمعیت و تامین آب شهر تهران را نیز تحمل می کند بسیار حایز اهمیت است . ازین رو در این پژوهش به بررسی مدل هیدرولوژیکی- هیدرولیکی و برآورد حجم سیلاب شهری در شهر کرج پرداخته شده است و مقدار سیلاب شهری و رواناب تولیدی مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته است. در این راستا مدل نرم افزاری SWMM به ازای بارش های سالانه شهر کرج و عوامل تاثیر گذار بر سیلاب های شهری بدست آمده است و زمان و مکان آبرفتگی ها در نقاط مختلف شهر شناسایی شده است. بعلاوه همچنین مناطق شهری و نقاطی که در هنگام رخداد سیلاب بیشترین حجم سیل زدگی و خطر را دارد شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفته اند. در نهایت نیز نقشه های مقایسه ای بین مناطق بدست آمده است که بتوان بر اساس آن، مناطق ۱۲ گانه شهر کرج را بر اساس مقدار سیل زدگی حوضه ها و گره ها شبکه زهکشی نسبت به یکدیگر مقایسه نمود تا بتوان در آینده یک برنامه و مدیریت جامع در مقابل سیلاب و رواناب های سطحی در این شهر را اتخاذ نمود.

کلمات کلیدی: سیلاب شهری، رواناب سطحی، مدل SWMM، مدیریت ریسک سیلاب ، شهرکرج

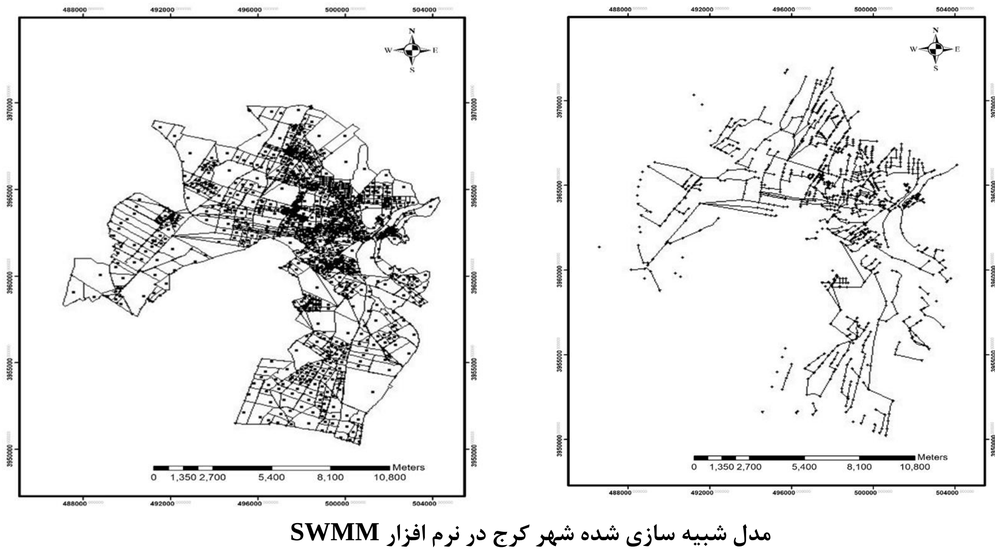
مقدمه یا بیان مسأله

در چند سال گذشته جهان شاهد حوادث طبیعی پیش بینی نشده و غیر مترقبه ای بوده است، برای مثال، بسیاری از کشور های دنیا حوادثی از قبیل سونامی آسیا، طوفان کاترینا و زلزله ی ونچوان چین را تجربه کرده و خرابی های زیادی را شاهد بوده اند (رمضان زاده لسموئی و همکاران، ۱۳۹۲). اگرچه در اینگونه بحران ها از اقدامات پیشگیری کننده استفاده شد و بسیاری از تمهیدات پیشگیری کننده لحاظ گردید، اما واقعیت این است که نمی توان، از پیامدهای حوادث غیر مترقبه جلوگیری کرد زیرا برخی از این حوادث دارای اشکال و گونه های بزرگ پیش بینی ناپذیرند، بنابراین باید ظرفیت و توان ساکنین برای مقاومت و زندگی در کنار حوادث طبیعی را بهبود بخشید (Oliver, M.C، ۲۰۱۹). علاوه بر این, معمولا رشد جمعیت در مناطقی که بیشتر در معرض خطر قرار دارد صورت می گیرد. برای مثال افزایش شهرنشینی در کنار رودخانه ها و مناطق پر آب سبب شده است تا مردم ساکن در این ناحیه همواره در معرض مشکلاتی از قبیل سیل و خشکسالی قرار بگیرند. همچنین، زمین های رو به رشد کم حاصل جامعه را مستعد آسیب پذیری می کند (غضنفرپور و همکاران, ۱۳۹۸). از این رو می توان گفت که تمرکز بیشتر جمعیت در مناطق شهری امکان بروز خسارات مالی و جانی را افزایش می دهد چرا که این افراد با خطرات پیرامون خود کمتر آشنا هستند و در صورت بروز حادثه مناطق بیشتری آسیب می بینند، و باید اذعان داشت که همه به یک میزان تحت تأثیر خطر ها قرار نمی گیرند. علاوه بر شرایط جغرافیایی نابرابری های اقتصادی، عمدتا، فقرا را در معرض خطر بیشتری قرار می دهد. سیلاب معمولا با خسارت های مالی فراوانی همراه است و حتی در شرایطی که فقط در حد آبگرفتگی و جاری شدن آب در بیرون از محل آبگذرهای شهری باشد منجر به آلوده شدن آب شرب و ایجاد مشکلات زیست محیطی برای موجودات زنده و گیاهان می شود(حسینی و همکارانش،۱۳۹۲). با در نظر گرفتن تغییر کاربری اراضی و گسترش محدوده های شهر کرج که با ساخت ساز غیراصولی همراه است، میزان خسارت سیل را تا حدود زیادی افزایش یافته است، سیستم های جمع آوری آب و دفع آب های سطحی ناشی از بارندگی از اجزای مهم برنامه ریزی و عمران مناطق شهری هستند و هرگونه سهل انگاری در طراحی صحیح آنها میتواند برای جامع شهری مشکل آفرین باشد(ویسی پناه و همکاران،۱۳۹۲). فرای آنچه که بیان شد، با نگاهی اجمالی به زندگی بشر می توان به این نکته متذکر شد که او همواره در معرض خطراتی بوده است که از سوی زمین بر او فرود آمده است. در میان بلایای طبیعی, سیل بیشتر از همه توانسته است زندگی انسان را تحت شعاع قرار دهد یعنی سیل خسارات و آسیب های بیشتری نسبت به سایر بلایا وارد آورده است و توانسته است شاخص ویرانگری را که موجب آسیب های جدی به وضعیت زندگی و یا اقتصاد جهان میشود را از آن خود کند (Rezende, O. M، ۲۰۱۹). از طرف دیگر با افزایش جمعیت مناطقی که تحت تاثیر پدیده ی گسترش شهر نشینی قرار میگیرند بیشتر میشود. با نگاهی به پیشینه ی شهر نشینی و ساختمان سازی می توان خاطر نشان شد کرد که انسان ها همواره پایه و اساس زندگی خود را بر فراهم آوری آب و یا زندگی در کنار مناطقی که آب فراوانی وجود دارد گذاشته اند. (White, I ۲۰۱۸). بنابراین می توان گفت که با گسترش شهرنشینی در حاشیه ی رودخانه ها و حوضه های آب خیز خطرات ناشی از سیل نیز بیشتر شده است و خطر پذیری این مناطق را بیش از پیش کرده است. به همین دلیل است که بیشتر کشور ها در حال بررسی موضوع مخاطرات طبیعی به خصوص سیل و سیلاب ها هستند تا بتوانند آسیب های مالی و جانی را به حداقل برسانند (غضنفرپور و همکارانش, ۱۳۹۸). ایران در منطقه شدت بالای سیل خیزی در جهان قرار دارد، که در اغلب سالهای گذشته حدود ۷۰ اعتبارات سالانه طرح کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیر مترقبه، صرف جبران خسارتهای ناشی از آن شده است و رشد ۲۵۰ درصدی خسارات ناشی از سیل کشور در پنج دهه ی گذشته هم مؤید این مدعاست. برای مثال روند سیلاب در شمال کشور در مقایسه با چهار دهه ی قبل، هفت برابر افزایش یافته است (رحمانی و همکارانش, ۱۳۸۹).

لذا به همین امر مهم و اساسی، در این پژوهش سعی شده است تا به بررسی مدل هیدرولیکی و نرم افزاری شهر کرج پرداخته شود تا خطرات و مشکلات در برابر سیلاب های شهری بررسی شود تا بتوان درک درستی از مناطق پر خطر داشت و برای آن تمهیداتی اندیشید تا شهرستان کرج در برابر سیلاب های شهری بتواند بهترین عملکرد و کترین خطر را احساس کند و همچنین بررسی شود نقاط و حوضه هایی که در شهر کرچ دچار سیلاب و آبگرفتگی می شوند در چه محدوده ای از شهر کرج قرار دارند.

اهداف و روش پژوهش

مدل SWMM یک مدل دینامیک شبیه‌ساز بارش رواناب بوده و می‌تواند برای یک واقعه (سیلاب) و یا بصورت پیوسته (دبی روزانه، ماهانه و سالانه) کیفیت و کمیت رواناب را برای مناطق شهری شبیه‌سازی نماید. در حال حاضر این نرم افزار می تواند به عنوان ابزاری در راستای مدیریت و بررسی پارامتر های سنجش و بهبود کیفیت حوضه های شهری مورداستفاده قرار گیرد. مشخصات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی اجزاء مانند مشخصات زیر حوضه ها، کانالها و مجراها، اطلاعات هواشناسی مانند داده های ایستگاه های باران سنجی، اطلاعات مدل مفهومی و نحوه شبیه سازی فرآیندها مانند نوع روشهای مدل سازی کمی و کیفی ازجمله داده های ورودی این مدل میباشند.در واقع این مدل نرم افزاری قادر به انجام و شبیه‌سازی یک مدل شهری و غیر شهری در یک دوره زمانی خاص، و همچنین در دوره‌های طولانی، مدل‌های سطحی و زیرسطحی است. مدل شبیه سازی شده شهر کرج را در نرم افزار از چندین حوضه و زیر حوضه ها کوچک و بزرگ تشکیل شده اند، مساحت کل حوضه کرج برابر با ۱۶۲۰۰ هکتار است و دارای ۱۲ منطقه شهری بوده و این ۱۲ منطقه شهری نیز دارای زیر حوضه های کوچکتر نیز می باشند. همچنین پس از شبیه سازی حوضه و زیرحوضه های شهر کرج، بایستی خطوط انتقال، گره ها و منهول های موجود حوضه شهر کرج نیز شبیه سازی شود. برای انجام این کار پس از بررسی های میدانی و اطلاعات کرج خطوط لوله ها و تمامی گره ها در مدل نرم افزاری شبیه سازی شده است . عموما شهر کرج از بالادست و ارتفاعات شهر دارای رواناب ورودی به گره ها می باشد، مناطقی دارای این جریان ورودی هستند عموما در منطقه ی شمالی و شمال شرق کرج قرار گرفته اند و از ارتفاعات کوه البرز و همچنین بالادست حوضه جریان روانابی به مناطق وارد می کنند. این مناطق عبارتند از: منطقه ۱ عظیمیه، منطقه ۸ جهانشهر کرج، منطقه ۷ رجایی شهر، منطقه ۶ شاهین ویلا و در نهایت منطقه ۱۱ حصارک می باشند و مقدار رواناب های محاسبه شده طبق مطالعه (طاهری و همکاران،۱۳۹۳) در مدل نرم افزاری لحاظ شده است. سیستم زهکشی عموما از قطر لوله های استاندارد نوین شهری یعنی قطر لوله ۶۰ می باشند . در مناطقی که مقدار اتصالات منهول و گره ها زیاد است این قطر تا قطر لوله ۸۰ تغییر می کند. شکل های زیر مدل شبیه سازی شده شهر کرج و همچنین نقشه شبکه زهکشی شهر کرج را نشان می دهد.



مدل شبیه سازی شده شهر کرج در نرم افزار SWMM

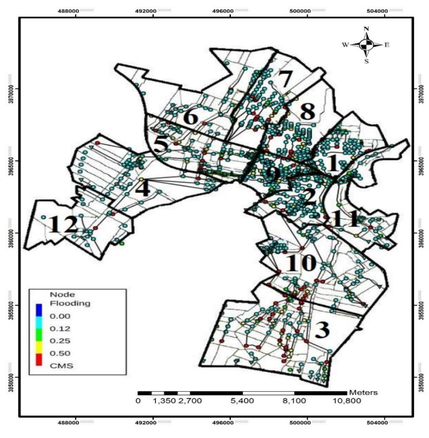
یافته‌های پژوهش

با بررسی مدل کامل شهر کرج و با توجه به اطلاعات خروجی و محاسبه شده توسط مدل SWMM، تعداد کل گره های شهر کرج ۹۱۹ عدد می باشد که ازین تعداد، ۲۷۲ گره در حالت بحرانی در زمان رخداد سیل را دارند و دچار سیل زدگی می شوند. مشاهده می شود که در ۱۲ منطقه شهری کرج ، بیشتر حجم مقدار سیل زدگی برای منطقه ۳ یعنی منطقه فردیس کرج بوده است که مقدار آن ۲۹۴.۳۲ (CMS) می باشد.

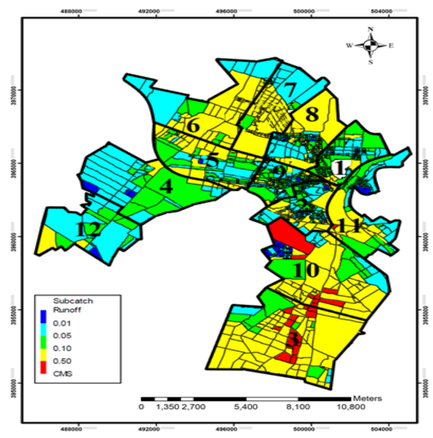
در بررسی و تحلیل نقشه های حاصل و بدست آمده از مقدار سیل زدگی و رواناب های تولیدی در مناطق توسط نرم افزار بررسی ها نشان می دهد که مقدار رواناب مناطق و حوضه های شهر کرج در زمان رخداد سیلاب شهری به چه صورت بوده و چه رفتاری را از خود نشان می دهد. مشاهده می شود که منطقه ۳ بیش از سایرمناطق در حالت سیلابی قرار دارد و مقدار سیل و روانابی که در این منطقه رخ می دهد به خوبی دفع نمی شود. همچنین منطقه ای که بهترین عملکرد را از خود نشان داده است منطقه ۴می باشد که دارای بیشترین تعداد زیر حوضه است و سیل زدگی اندکی داشته است. سیل زدگی ۲ ساعته نشان می دهد که ابتدا اکثر گره ها حالت بحرانی داشته و رفته رفته و با گذشت زمان پیک ورودی به گره ها کاهش یافته و در نتیجه طی زمان های بیشتر (به عنوان مثال ۸ ساعت) تمامی گره ها از حالت سیل زدگی خارج می شوند. در بین این مناطق، منطقه ۳ همچنان در گره ها نیز بحرانی بوده و بیشترین گره های سیل زده را دارا می باشد. در مقابل نیز منطقه شماره ۴ و ۱ یعنی مهر شهر کرج و عظیمیه کم ترین مقدار سیل زدگی در گره ها را دارا می باشند. تصاویر زیر نقشه های خروجی بدست آمده از تحلیل نرم افزاری و مدل بست آمده است.

مقدار سیل زدگی کرج به تفکیک مناطق

مناطق	تعداد گره	تعداد گره بحرانی	مقدار کل رواناب (Volume 10^6 ltr)
۱	۷۹	۱۷	۲۸۵.۸۸
۲	۱۰۷	۲۵	۸۱.۳۳
۳	۸۱	۴۸	۲۹۴.۳۲
۴	۵۲	۱۲	۲۱.۰۳
۵	۴۹	۱۸	۱۵۸.۹۹
۶	۳۹	۱۰	۱۲۵.۰۷
۷	۹۷	۲۸	۲۲۴.۱۶
۸	۱۰۱	۳۲	۲۳۵.۷۲
۹	۱۱۸	۲۰	۱۷۸.۳۴
۱۰	۸۷	۳۱	۱۴۸.۷۴
۱۱	۷۶	۲۰	۲۰۸.۰۴
۱۲	۳۳	۱۱	۲۷.۳۰
جمع	۹۱۹	۲۷۲	۱۹۸۸.۹۴



نقشه سیل گرفتگی گره های شهر کرج



نقشه تغییرات سیل زدگی مناطق کرج

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق مدل SWMM به ازای بارش ۲۵و ۵۰ ساله شهر کرج اجرا شده و زمان و مکان آبرفتگی ها در نقاط مختلف شهر شناسایی شده است. بعلاوه همچنین مناطق شهری و نقاطی که در هنگام رخداد سیلاب بیشترین حجم سیل زدگی و خطر را دارد مورد ارزیابی قرار گرفته و همچنین یک مقایسه بین مناطق صورت پذیرفته تا بتوان بر اساس آن مناطق مختلف را نسبت به یکدیگر مقایسه نمود و یک برنامه و مدیریت در مقابل سیلاب و رواناب های سطحی را اتخاذ نمود. نتایج بدست آمده از ارزیابی سیلاب در مناطق مختلف شهر کرج به صورت زیر است:

۱.بررسی سیلاب در مناطق مختلف 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.در بررسی زیر حوضه ها در مدل نرم افزاری SWMM نشان می دهد که در هنگام رخداد سیلاب شهری، منطقه فردیس کرج در بین مناطق کرج بیشترین حجم سیلاب و رواناب های سطحی قرار دارد و مقدار سیل و روانابی که در این منطقه رخ می دهد به خوبی دفع نمی شود و در سطح باقی می ماند در مقابل همچنین منطقه ای که بهترین عملکرد در هنگام رخداد سیلاب را دارد منطقه مهر شهر کرج است.

۳.در بررسی گره ها در مدل نرم افزاری نتیجه گیری می شود که در بین مناطق، منطقه فردیس همچنان در گره ها نیز بحرانی بوده و بیشترین گره های سیل زده را دارا می باشد. در مقابل نیز منطقه مهر شهر کرج و عظیمیه کم ترین مقدار سیل زدگی در گره ها را دارا می باشند.

۴.بررسی سیلاب در شهر کرج نشان داد که مناطق پایدارتر، منطقه های عظیمیه، مهرشهر، رجایی شهر و جهانهشر کرج می باشند و این مناطق وضعیت مشابه ای نسبت بهم دارند و توانسته اند عملکرد بهتری را نسبت به سایر مناطق از خود نشان دهند.

منابع

۱.حسینی، بشیر، احمدی توانا، بهمن، الله ویسی، مسلم و جهدی، نیما. (۱۳۹۲). برنامه های راهبردی مدیریت بحران سیلاب های شهری با رویکرد توسعه پایدار. خلاصه مقالات کنفرانس ملی مدیریت سیلاب

۲.رحمانی، بیژن؛ ایمانی، بهرام؛ نصرتی، فردین (۱۳۸۹). ارزیابی دیدگاه ساکنان دهستان جوکندان تالش نسبت به چالش های فراروی مدیریت ریسک سیلاب (مطالعه ی موردی: حوضه رود خشکه رود) فضای جغرافیایی، ۳۴، ۱۳۲-۱۵۵.

۳.رمضان زاده لسبوئی، مهدی عسگری، علی؛ قدیری معصوم، مجتبی و سلمانی، محمد(۱۳۹۲). نقش مدیریت محلی در ارتقای تاب آوری مکانی در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب، مطالعه ی موردی: دو حوضه ی چشمه کیلهی شهرستان تنکابن و سردآبرود کلاردشت، مدیریت بحران، ۳، ۵۰-۳۹.

۴.طاهری، سمیه؛ حسن احمدی؛ سادات فیض نیا و شهرام خلیقی، ۱۳۹۳، برآورد سهم رواناب های غیرشهری دردبی سیلاب شهری به منظور مدیریت پایدارمنابع آب (مطالعه موردی کرج)، دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، تهران، دبیرخانه دائمی همایش، دانشگاه شهید بهشتی

۵.غضنفرپور، حسین؛ مرضیه صداقت کیش، مجتبی سلیمانی دامنه، و یاسر صباحی گراغانی (۱۳۹۸). سنجش واکنش مدیران شهری در رویارویی با مخاطره ی طبیعی سیل با تاکید بر تاب آوری (مطالعه ی موردی: شهر جیرفت)، ۳۰

6.Oliver, M. C., Jesús, L. D. L. C., Ian, P., Ma, M. P., Manuel, U. R. J., RM, E., ... & Jorge, A. (2019). Disaster risk resilience in Colima-Villa de Alvarez, Mexico: application of the Resilience Index to flash flooding events. International journal of environmental research and public health, 16(12), 2128.

7.Bertilsson, L., Wiklund, K., de Moura Tebaldi, I., Rezende, O. M., Veról, A. P., & Miguez, M. G. (2019). Urban flood resilience–A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning. Journal of Hydrology, 573, 970-982.

8.White, I., Connelly, A., Garvin, S., Lawson, N., & O'hare, P. (2018). Flood resilience technology in Europe: identifying barriers and co-producing best practice. Journal of Flood Risk Management, 11, S468-S478.