دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

تعیین کانال‌های بحرانی با استفاده از تلفیق مدل ASSA (Civil Storm) و GIS در دوره‌های بازگشت مختلف (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری مشهد)

فاطمه رضایی[۱]، عبدالرضا بهره‌مند[۲]، واحد بردی شیخ[۲]، محمد تقی دستورانی[۳] و سید محمد تاج‌بخش[۴]

۱- دانشجوی دکترای آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران، (نویسنده مسوول: frezayi25@yahoo.com)
۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، گلستان، ایران
۳- استاد دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، خراسان رضوی
۴- استادیار دانشگاه بیرجند، بیرجند، خراسان جنوبی

تاریخ ارسال: ۹۶/۱۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۸
صفحه: ۲۶ تا ۴۱

چکیده

مدیریت کمی و کیفی رواناب‌های شهری (سیلاب شهری) کار پیچیده‌ای است. صرف نظر از تاثیرات اقتصادی و اجتماعی، مهندسین آب همواره نیاز دارند تا از نحوه پاسخ سیستم زهکشی شهری در برابر شرایط آب و هوایی مختلف اطلاع داشته باشند. در این تحقیق جهت تعیین نقاط آب گرفتگی منطقه ۹ شهرداری مشهد از تلفیق مدل ASSA (Civil Storm) و GIS در دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا نقشه مرز حوزه های آبخیز، کانال‌ها و گره‌ها در محیط جی آی اس مشخص شد سپس مدل ASSA برای بارش طرح یک‌ساعته برای دوره بازگشت‌های مختلف شبیه‌سازی شد و سپس خروجی‌های مدل در محیط نرم‌افزار جی ای اس تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد با افزایش دوره بازگشت بارندگی، از تعداد ۲۸۰۶ گره موجود در شبکه مجاری زیرزمینی و سطحی ۱۱۴، ۱۷۸ و ۲۲۶ گره به‌ترتیب در دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ساله دچار سیلاب شدند. بررسی‌های میدانی، نقشه‌های موجود رقومی ارتفاعی شبکه جمع‌آوری رواناب شهری و شبیه‌سازی‌های انجام گرفته، حاکی از آن است که علت اصلی آبگرفتگی‌ها، کوچک‌بودن سطح مقطع مجاری آبرو و همچنین شیب کم و زیاد در برخی نقاط شبکه بوده است. مطابقت نتایج شبیه‌سازی آبگرفتگی‌های ناشی از بارندگی‌های طرح در منطقه مورد مطالعه با آنچه که هر ساله در آنجا روی می‌دهد، موید صحت شبیه‌سازی‌های مدل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: دوره بازگشت، شبیه‌سازی رواناب، مدل ASSA، GIS، نقاط آبگرفتگی

مقدمه

سیل یکی از مخربترین و پیچیده‌ترین رویدادهای طبیعی در حوزه‌های آبخیز است که بیش از هر بلای طبیعی دیگری جان و مال انسان و شرایط اقتصادی و اجتماعی جوامع را به خطر می‌اندازد، به‌خصوص این که اگر این پدیده در مناطق شهری مانند سیلاب گلابدره تهران در سال ۱۳۶۶ رخ دهد. از طرفی جاذبه شهرنشینی و رشد سریع آن و تمایل به سکونت و سرمایه‌گذاری در شهرها و مناطق اطراف آن، باعث دگرگون‌شدن سیمای طبیعی یک منطقه و در نتیجه تغییر شکل حوزه‌ها از حالت طبیعی به شهری شده است. این تغییر در ادامه خود، برهم‌خوردن مسیل‌ها و زهکش‌های طبیعی و تغییر کاربری اراضی را به‌دنبال داشته است که در نتیجه آن سطوح غیرقابل نفوذ و یا با نفوذپذیری کم، افزایش یافته است. این رویداد به‌نوبه خود در افزایش سیلاب‌ها و به‌وجودآمدن تندسیل‌های شهری حائز اهمیت است. از این رو لازم است تا با مدیریت صحیح، اصولی و کارشناسی‌شده، در کاهش خسارات سیلاب‌های شهری و به‌خصوص تندسیل‌ها اهتمام ورزید. یکی از لازمه‌های مدیریت صحیح سیلاب در حوزه‌های شهری برآورد صحیح میزان رواناب ناشی از یک بارش در منطقه شهری مورد نظر است. چرا که با پی‌بردن به این مهم می‌توان تصمیمات لازم و صحیح را در جهت آمادگی رویارویی با سیلاب‌های شهری و همچنین برنامه‌ریزی جهت مهار و هدایت آن در پایین‌دست اتخاذ نمود (۲).

شهر مشهد نیز، با توجه به موقعیت جغرافیایی خود در مسیر حرکت سیلاب‌ها و تند آب‌ها قرار گرفته و معمولا در یک دوره سی یا چهل‌ساله امکان سیلخیزی در منطقه وجود دارد. علاوه‌بر آن شهر مشهد در نیمه جنوب غرب دشت کشف رود به‌علت گسترش بر سطح دشت و مخروطه افکنه‌های آبرفتی تحت تاثیر شرایط توپوگرافی، شیب تند و زهکشی ضعیف همیشه در اثنای بارش‌های شدید با سیلاب‌های ناگهانی و آبگرفتگی مواجه بوده است. گسترش شهر به سمت جنوب و غرب و تسخیر اراضی شیب‌دار پایکوه ضمن آسیب‌پذیری بیشتر شهر در برابر سیلاب‌های دوره‌ای، بر حجم سیلاب حاصل از سطوح مذکور نیز افزوده است، (۱۴). در این تحقیق از مدل ASSA که یک بسته مدل‌سازی پیشرفته، قدرتمند، و جامع برای تحلیل و طراحی سیستم‌های زهکشی شهری، رواناب شهری و فاضلاب‌های بهداشتی است. همچنین دارای این قابلیت است، که می‌تواند به‌طور همزمان از مدل‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و مدل‌های کیفیت آب در دو سیستم انگلیسی و متریک پشتیبانی کند، به‌منظور تعیین کانال‌های بحرانی منطقه ۹ شهرداری مشهد استفاده شد. ناگفته نماند این مدل برای مدل‌سازی شبکه زهکشی شامل لوله‌ها، کانال‌ها، جانکشن‌ها، اطلاعات مورد نیاز خود را به‌طور مستقیم از جی آی اس دریافت می‌کند، و با همان پارامترها و روش مدل SWMM شبیه‌سازی را انجام می‌دهد، به‌عبارتی می‌توان گفت که مدل ASSA (Civil Storm)، نسخه جدید و با کاربری آسان‌تری، از مدل SWMM می‌باشد. که حاصل پژوهش بخش منابع آب از آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[۱] می‌باشد.

1- Environmental Protection Agency

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

دلیر (۸)، جهت شبیه‌سازی جریان غیردائمی متغیر تدریجی در قسمتی از شبکه فاضلاب شهر مشهد از تلفیق مدل SWMM MIKE و ARC VIEW استفاده نمود. پس از روندیابی جریان مشخص شد که ظرفیت فاضلابروهای موجود به ازای ورود فاضلاب نفوذی که در سطح شهر مشهد دو درصد رواناب با دوره بازگشت دو سال برآورد شده است، کافی بوده است.

بدیعی‌زاده و همکاران (۶،۵)، در تحقیق خود ابعاد بهینه شبکه زهکشی نسبت به بارش طرح با دوره بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ساله را ازطریق شبیه‌سازی رواناب سطحی با استفاده از مدل SWMM در شهر گرگان تعیین کردند و به این نتایج رسیدند که مدل SWMM برآورد نسبتا خوبی از مولفه‌های جریان داشته است و همچنین در تعیین ابعاد بهینه کانال‌های زهکشی قابلیت خوبی دارد به‌طوری که برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و ۱۰ ساله به‌ترتیب ۱۲/۴۸، ۳۰/۵۸ و ۴۰/۱۱ درصد از طول شبکه زهکشی در شرایط بحرانی وجود داشته و سایر قسمت ها در دوره بازگشت‌های منتخب از عملکرد خوبی برخوردار است.

قاسمی و مغربی (۱۶)، طی مطالعه‌ای با استفاده از مدل ASSA به بررسی میزان تاثیر حوضچه‌های تاخیری بر کاهش رواناب پرداختند. نتایج نشان داد، استفاده از حوضچه‌های تاخیری، در منطقه مورد مطالعه آب و برق مشهد با وجود مساحت محدود کارگشا بوده و موجب کاهش دبی اوج هیدروگراف، افزایش رخداد زمان پیک سیلاب و در نتیجه کنترل و مدیریت بهینه سیلاب می‌گردد. به‌همین منظور در طی دو مرحله مدل‌سازی، جانمایی برای دو و سه مکان مناسب جهت احداث حوضچه‌های کنترل سیلاب شناسایی گردید که در صورت استفاده از دو مخزن، دبی پیک ۳۱ درصد و در صورت استفاده از سه مخزن، دبی پیک ۳۸ درصد کاهش می‌یابد.

رضایی و همکاران (۲۲)، به‌منظور تعیین مهمترین پارامترهای تاثیرگذار بر رواناب شهری منطقه ۹ شهرداری مشهد از مدل SWMM استفاده کردند ضمن اینکه به نتیجه رسیدند مدل مذکور توانایی شبیه‌سازی رواناب شهری را دارد، به نتیجه رسیدند از بین ۸ پارامتر (درصد اراضی نفوذناپذیر، ضریب زبری مانینگ مناطق نفوذناپذیر، ضریب زبری مانینگ مناطق نفوذپذیر، عرض معادل، ارتفاع ذخیره مناطق نفوذناپذیر، ارتفاع ذخیره مناطق نفوذپذیر، شیب زیرحوزه و درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی) استفاده شده، بیشترین تاثیر را درصد مناطق نفوذناپذیر روی میزان دبی اوج دارد بعد از این به‌ترتیب پارامتر ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر، عرض معادل، شیب، ارتفاع ذخیره در مناطق نفوذناپذیر و مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی در رتبه بعدی قرار داشتند که به خصوصیات فیزیکی منطقه مورد مطالعه بستگی دارد.

هاشمی و همکاران(۱۳)، از مدل CivilStorm جهت برآورد رواناب شهری به‌منظور استفاده در فضای سبز شهر نجف‌آباد استفاده کردند، برای این منظور از روش استدلالی برای محاسبه رواناب استفاده گردید. همچنین میزان نیاز آبی فضای سبز موجود شهری محاسبه شد، نتایج تحقیق حاکی از این بود که مجموع نیاز آبی فضای سبز شهری نجف‌آباد در حدود ۴/۲۲ درصد از پتانسیل تولید رواناب شهری در منطقه می‌باشد. بنابراین با اتخاذ تدابیر لازم از جمله شبکه‌های جمع‌آوری و هدایت رواناب و همچنین مخازن ذخیره در ابعاد مناسب می‌توان رواناب تولیدی بر اثر نزولات جوی در سطح شهر را ذخیره و در آبیاری فضای سبز مورد استفاده قرار داد.

چن و همکاران (۷)، در مطالعه‌ای مدل دو بعدی UIM را با مدل یک بعدی SWMM برای شبیه‌سازی جریان رو سطحی و زیرسطحی برای تهیه نقشه آبگرفتگی ادغام کردند. با توجه به اینکه در این مطالعه مقدار بارندگی و ظرفیت کانال برابر بوده است علت آبگرفتگی می‌تواند در نتیجه تمرکز جریان در یک کانال در مدت زمان کوتاه باشد همچنین نتایج نشان داد که ترکیب یک مدل هیدرولوژیکی و هیدرولیکی نتایج بهتری نسبت به استفاده از یک نوع مدل دارد.

دونگکوا و همکاران (۹)، برای شبیه‌سازی بارش و رواناب در حوزه شهری Macau از مدل SWMM و GIS استفاده کردند. نتایج نشان داد که استفاده از GIS در به‌دست‌آوردن برخی از پارامترهای مهم مدل SWMM بسیار مفید است و مدل SWMM انعطاف‌پذیری قابل‌ملاحظه‌ای را وقتی پارامترهای کافی در دسترس باشد دارد.

جولین و همکاران (۱۰)، تحقیقی را با هدف بهینه‌سازی طراحی سیستم بهینه رواناب شهری با استفاده از مدل مدیریت آب باران (SWMM) انجام دادند، برای این منظور از ۱۰ رویداد بارنگی از جولای ۲۰۱۰ تا جولای ۲۰۱۳ استفاده کردند و کاربرد مدل مدیریت رواناب شهری را در طراحی، سازه‌های استاندارد برای جمع‌آوری آب باران و کاهش رواناب بررسی کردند، نتایج آنها نشان داد که کاهش حجم رواناب شبکه زهکشی نسبت مستقیم با افزایش سطح ذخیره‌سازی منطقه دارد، با این حال این نیز به مقدار بارندگی در یک رویداد بستگی دارد. و همچنین برای عملکرد بهتر سطح ذخیره، تخلیه رسوب موجود پیشنهاد دادند. در نهایت، ابعاد فیزیکی سیستم زهکشی نیز به نسبت حجم رواناب به سطح ذخیره مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و به نتیجه رسیدند که رابطه مستقیم بین سطح ذخیره‌سازی با کاهش حجم رواناب منطقه وجود دارد.

این تحقیق در منطقه نه شهرداری مشهد، به‌دلایلی از جمله ۱- حساسیت به سیل‌خیزی از سمت حوزه‌های بالادست از جمله حوزه‌های آبخیز حصار، گلستان، زشک، جاغرق ۲- دارای سابقه سیل‌خیزی کمتر از ۴۰ سال۳- داشتن کانال‌های تقریبا منظم ۴- داشتن ایستگاه هیدرومتری، با استفاده از تلفیق مدل ASSA[1] و GIS با هدف تعیین تعیین نقاط آبگرفتگی و کانال‌های سیلابی در دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و ۱۰ساله انجام شد.

مواد و روش‌ها

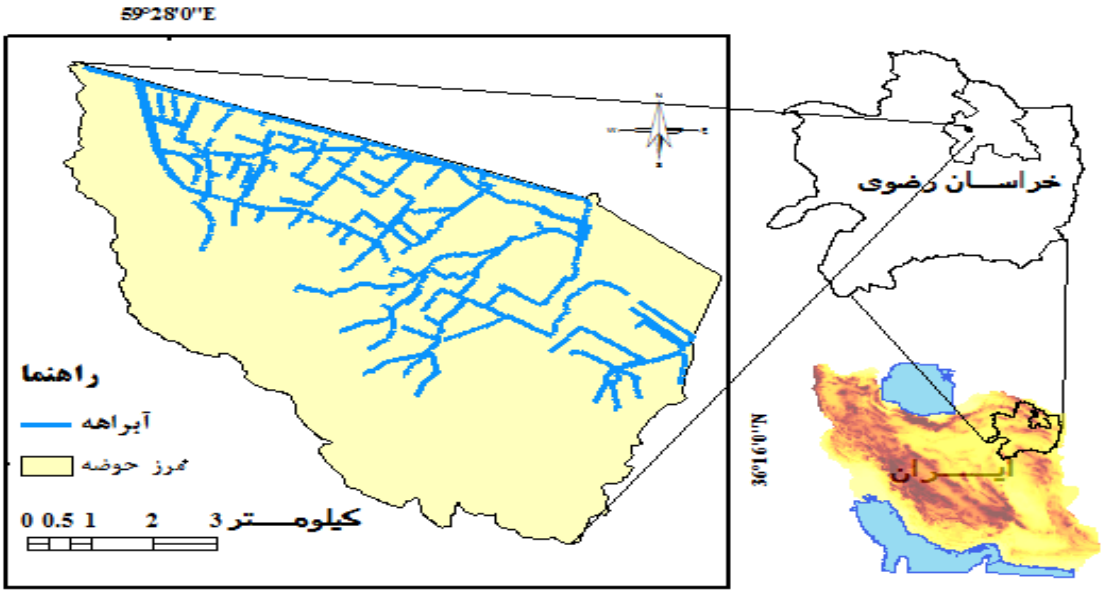
منطقه مورد مطالعه

شهر مشهد با آب و هوای معتدل و متمایل به سرد و خشک، در شمال شرق ایران واقع شده است و از سمت شمال،

1- Environmental Protection Agency

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

مشرق و مغرب به دشت توس و در جنوب به ارتفاعات بینالود منتهی می‌گردد که به ۱۳ منطقه شهرداری تقسیم‌شده که از بین آنها مناطق ۷، ۸ و ۹ همجوار ارتفاعات جنوبی می‌باشند یک‌چهارم مساحت منطقه ۹ واقع در جنوب غربی مشهد، در دامنه ارتفاعات قرار گرفته و از شیب نسبتا تندی برخوردار است و همچنین دارای سه نوع بافت شنی لومی، لوم رسی و سیلت می‌باشد. در هنگام بارندگی، رواناب حاصل از بارش در این منطقه، از سطح حوزه‌های آبریز بالادست به سمت شهر جاری شده و از طریق مسیل‌های طبیعی دفع می‌شود، از طرف دیگر در قسمت‌هایی از سطح منطقه مورد مطالعه (آب و برق)، جهت مسیل‌های زهکشی (با شیب تند) عمود بر جهت خیابان‌ها می‌باشد، بنابراین کانال‌های موجود ظرفیت عبور جریان را ندارند و هدایت جریان بیشتر توسط المان‌های شهری مانند خیابان‌ها و کوچه‌ها انجام می‌شود، لذا صدمات سیلاب اگرچه محلی است اما هزینه‌های زیادی را بر تاسیسات شهری تحمیل می‌کند که ایجاب می‌کند از روش‌های مدیریتی مطلوب بهره گرفت. بنابراین شبیه‌سازی رواناب منطقه ۹ شهرداری مشهد به‌منظور تعیین کانال بحرانی و نقاط آبگرفتگی، دارای اهمیت می‌باشد. که در شکل یک مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Map of the study area

روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا مرز زیرحوزه‌ها، کانال‌ها و گره‌ها در محیط جی ای اس بسته شد که به‌عنوان عناصر فیزیکی ورودی به مدل ASSA محسوب می‌شوند سپس خروجی‌های مدل ASSA در محیط نرم‌افزار جی ای اس تجزیه و تحلیل شد.

مدل ASSA

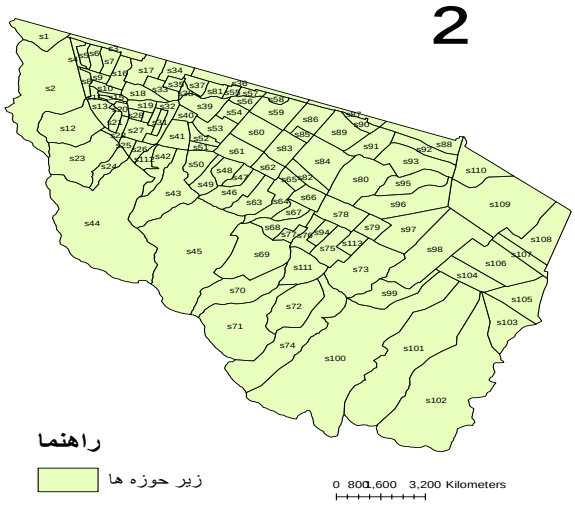
مدل (ASSA) یک بسته مدل‌سازی پیشرفته، قدرتمند، و جامع برای تحلیل و طراحی سیستم‌های زهکشی شهری، رواناب شهری و فاضلاب‌های بهداشتی است. از قابلیت‌های این نرم‌افزار این است که می‌توان به‌طور همزمان از مدل‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و مدل‌های کیفیت آب در دو واحد آمریکایی و متریک پشتیبانی کند. مواردی که می‌توان از این مدل برای طراحی و تجزیه و تحلیل آنها استفاده کرد عبارتند از:

۱- طراحی سیستم‌های زهکشی بزرگراه‌ها
۲- طراحی سیستم زهکشی شهری و حوضچه‌های ذخیره مرتبط
۳- سیستم زهکشی زیر سطحی
۴- بهینه‌سازی و طراحی اندازه حوضچه‌های ذخیره و خروجی‌ها
۵- طراحی پل‌ها و کالورت‌ها
۶- مطالعات کیفیت آب

داده‌های مورد نیاز مدل ASSA: ورودی‌های مورد نیاز مدل عبارتند از: خصوصیات فیزیکی زیرحوزه‌ها، مشخصات شبکه زهکشی و داده‌های هواشناسی و هیدرولوژی منطقه مورد مطالعه، که به‌شرح زیر می‌باشند.

تعیین مرز حوزه و زیرحوزه‌ها: برای تعیین مرز زیرحوزه‌های شهری از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰، نقشه مسیر کانال‌ها، مسیل‌های زهکشی و نقشه بلوک‌های ساختمانی که از اداره کل راه و شهرسازی و شهرداری مشهد تهیه شد استفاده گردید. سپس بر اساس جهت حرکت رواناب روی کلیه معابر (مسیرهای اصلی و فرعی کانال‌ها و جوی‌های آب)، زیرحوزه‌ها تعیین گردید که در نهایت ۱۱۳ زیر حوزه برای منطقه مطالعاتی در نظر گرفته شد.

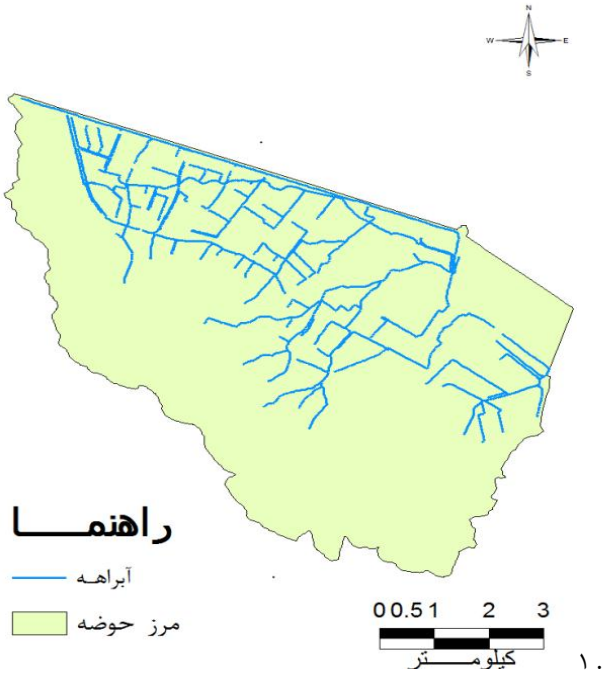
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]



شکل۲- نقشه منطقه مورد مطالعه و مرز زیرحوزه‌ها
Figure 2. Map of the study area and the Sub catchmentborder

اطلاعات مربوط به کانال‌ها

در منطقه مورد مطالعه ۲۸۰۵ کانال وجود دارد (شکل ۳). اطلاعات مربوط به آن‌ها شامل شماره کانال، شماره گره بالادست و پایین‌دست، طول کانال، عمق کانال، عرض بالای کانال، شکل و ضریب زبری مانینگ می‌باشد.



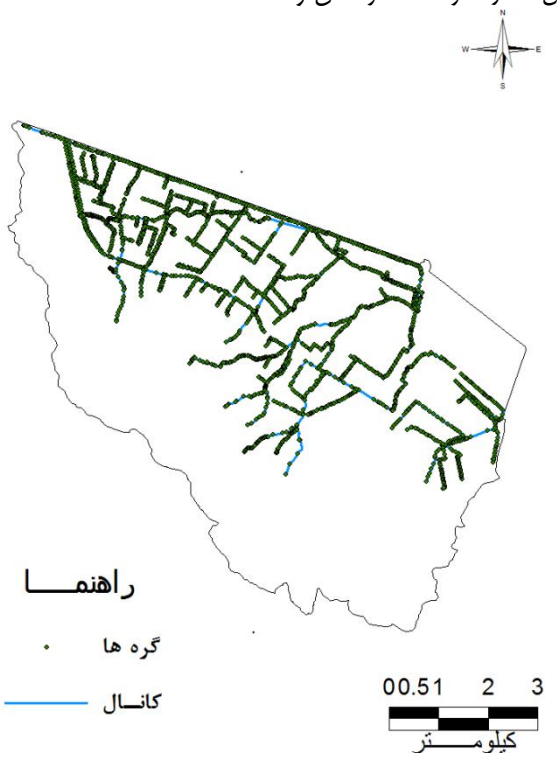
شکل ۳- نقشه شبکه آبراهه منطقه مورد مطالعه
Figure 3. Map of the study area drainage

اطلاعات مورد نیاز اتصالات: مشخصات اتصالات و محل ورود رواناب هر زیرحوزه به مجاری شبکه زهکشی از طریق بازید میدانی و مشخصات آنها از قبیل رقوم کف، طول و عرض جغرافیایی و حداکثر عمق اتصالات با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مشخص گردید.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

اطلاعات مربوط به گره‌ها

در کل شبکه زهکشی منطقه تعداد ۲۸۰۶ گره مشخص شد که اطلاعات مربوط به آن شامل شماره گره، حداکثر عمق و تراز گره می‌باشد. شکل ۴ موقعیت گره‌ها بر روی نقشه ارائه شده است.



شکل ۴- موقعیت گره‌ها
Figure 4. The position of the nodes

اطلاعات هواشناسی و هیدرولوژی: این اطلاعات شامل مقادیر بارش (تک‌واقعه یا پیوسته)، تبخیر ماهانه، سرعت باد و همچنین اطلاعات و پارامترهای برف می‌باشد . با توجه به فرضیات استفاده از مدل در واقعه رگباری اطلاعات فوق‌الذکر تأثیر عمده‌ای بر نتایج مدل نداشته و حساسیت چندانی ندارند، با این احوال این اطلاعات با فرض واقعه رگباری و به شکل زیر در مدل جایگزینی شده است. با توجه به فرضیات و امکانات مدل در خصوص دما از انتخاب عدم وجود اطلاعات استفاده شده است. در خصوص تبخیر با توجه به این که زمان وقوع رگبارهای اندازه‌گیری‌شده در فصلی بوده که هواد سرده است، میزان تبخیر برابر صفر در نظر گرفته شد. از آنجا که برآورد رواناب در مدل ASSA و سایر مدل‌های جمع‌آوری رواناب شهری براساس مقادیر بارش می‌باشد. بنابراین این اطلاعات از مهم‌ترین و اساسی‌ترین اطلاعات مورد استفاده مدل هستند. که در این تحقیق از بارش طرح با دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و ۱۰ساله استفاده شد.

شاخص‌های ارزیابی کارایی مدل SWMM: در این مطالعه از چهار معیار ضریب ناش سلتکلیف، کلینگ گوپتا، RMSE و BIAS برای بررسی صحت واسنجی و اعتبارسنجی مدل استفاده گردید. که معیارها با شماره‌های ۱ تا ۴ مشخص شده‌اند.

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim} - Q_{obs})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs} - Q_{av})^2} \quad (۱)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim} - Q_{obs})^2} \quad (۲)$$

$$BIAS\,\% = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\mathrm{Qsim} - \mathrm{Qobs})^2}{\sum_{i}^{n} Qobs} \quad (۳)$$

در اینجا Q_{sim} دبی شبیه‌سازی‌شده و Qobs دبی مشاهداتی در زمان iام، Qav میانگین دبی مشاهداتی و n تعداد داده‌ها می‌باشد. مقدار NS می‌تواند مثبت یا منفی باشد بهترین حالت زمانی است که مقدار آن برابر یک باشد. در صورتی که مقدار NS مثبت باشد نشان‌دهنده این است که داده‌های شبیه‌سازی‌شده بهتر از میانگین داده‌های مشاهداتی است و در صورتی که منفی باشد نشان می‌دهد که خروجی مدل با ماهیت سیستم متناظر نیست (۲۰). همچنین هرچه مقدار مجذور میانگین مربعات خطا کوچک‌تر باشد، تفاوت داده‌های

1- BIAS

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

مشاهده‌ای و برآوردشده کمتر بوده و دقت پیش‌بینی مدل بیشتر خواهد بود.[۱] خطای کل در حجم جریان بوده، مقادیر مثبت و منفی این ضریب نشان‌دهنده بیش‌تر یا کمتربودن متوسط حجم جریان شبیه‌سازی‌شده توسط مدل نسبت به جریان مشاهداتی است (۹).

معیار ارزیابی کلینگ-گوپتا

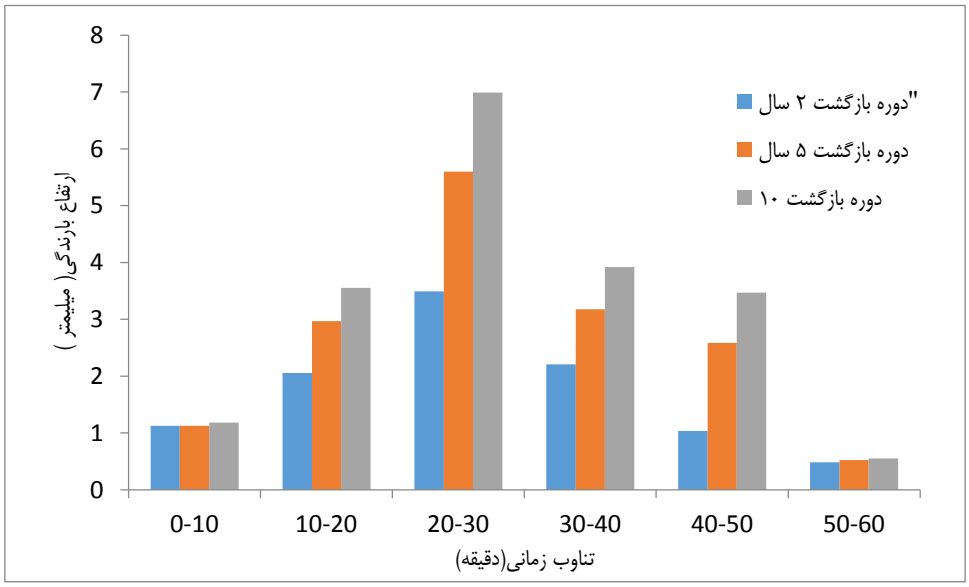
این معیار جدیدترین معیار ارزیابی برای مقایسه هیدروگراف‌های شبیه‌سازی‌شده و مشاهده‌شده می‌باشد. گوپتا و همکاران (۱۲) ضمن معرفی این شاخص به مقایسه و بررسی مزیت‌های آن با معیار معروف ناش-ساتکلیف پرداخته‌اند. این معیار در سال ۲۰۱۲ توسط کلینگ و همکاران (۱۹) به‌صورت بازبینی‌شده (KGE') به‌کار گرفته شد.

$$KGE = \sqrt{(r-1)^2 + (\alpha-1)^2 + (\beta-1)^2} \qquad (۴)$$

در فرمول مذکور r ضریب همبستگی بین داده‌های شبیه‌سازی و اندازه‌گیری می‌باشد. آلفا نسبت انحراف معیار مقادیر شبیه‌سازی به انحراف معیار مقادیر اندازه‌گیری است. بتا نسبت میانگین مقادیر شبیه‌سازی به میانگین مقادیر اندازه‌گیری (مشاهداتی) است. بهترین مقدار برای معیار ارزیابی کلینگ-گوپتا عدد یک می‌باشد که نشان‌دهنده تطابق کامل هیدروگراف‌ها می‌باشد. در معیار بازبینی‌شده کلینگ-گوپتا به‌جای آلفا از گاما استفاده می‌شود که نسبت ضریب تغییرات مقادیر شبیه‌سازی به ضریب تغییرات مقادیر مشاهداتی می‌باشد (۱۹).

نتایج و بحث

در سال‌های اخیر استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و ترکیب آن با مدل‌های هیدرولوژیکی (۲۷،۲۶) و هیدرولیکی در حوزه‌های پیچیده شهری جهت به‌دست‌آوردن نتایج دقیق‌تر افزایش روز افزونی داشته و باعث شده تا GIS نقش کلیدی در مطالعات بارش-رواناب در حوزه‌های شهری داشته باشد. علاوه‌بر این گسترش تکنیک‌های GIS و استفاده از ابزارهایی چون نقشه کاربری اراضی، نقشه مناطق نفوذناپذیر، مدل رقومی ارتفاع (DEM)، عکس‌های هوایی دیجیتالی، نقشه خطوط ارتفاعی و نقشه شبکه زهکشی می‌توانند پارامترهای ورودی برای مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی را فراهم کنند (۲۴). در مطالعه حاضر نیز به‌منظور مدل‌سازی بارش-رواناب از مدل ASSA بهره گرفته شد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از این بود مدل ASSA قابلیت انتقال مستقیم داده‌ها و اطلاعات را از سیستم اطلاعات جغرافیایی را دارا می‌باشد، یعنی اطلاعات مورد نیاز مدل با فرمتی که هستند قابلیت انتقال را دارا می‌باشند و بالعکس خروجی‌های مدل را می‌توان در محیط جی آی اس تجزیه و تحلیل کرد و سرعت محاسبات و شبیه‌سازی را افزایش داد. در این تحقیق نقشه زیرحوزه‌ها، کانال‌ها و گره‌ها به‌عنوان عناصر اصلی مدل به‌طور مستقیم از GIS وارد محیط مدل شدند و با توجه به زمان تمرکز حوزه، که با استفاده از خط‌کش رود کالیبره‌شده برابر یک ساعت به‌دست آمد، هایتوگراف‌های بارندگی با زمان تداومی برابر زمان تمرکز حوزه محاسبه شد به این ترتیب که ابتدا در دوره بازگشت‌های مورد نظر، شدت بارندگی با تداوم یک ساعته به‌دست آمد و سپس مقدار بارش تجمعی و سپس مقدار بارش جزئی محاسبه شد و از روی مقدار بارش جزئی، هایتوگراف بارندگی شکل ۵ ترسیم گردید. و مدل برای بارش طرح با دوره بازگشت ۲، ۵، و ۱۰ ساله شبیه‌سازی شد.



شکل ۵- هایتوگراف‌های بارندگی برای بارش طرح با دوره بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله
Figure 5. Rainfall Hytographs for Precipitation With a Return Period of 2,5and 10 years

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

نتایج آماری حاصل از فرآیند واسنجی در جدول ۱ و نتایج اعتبارسنجی در جدول ۲ ارائه شده است و هیدروگراف خروجی دبی جریان وقایع در شکل‌های ۶ تا ۱۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- نتایج واسنجی مدل ASSA

Table 1. Calibration Results of the ASSA Model

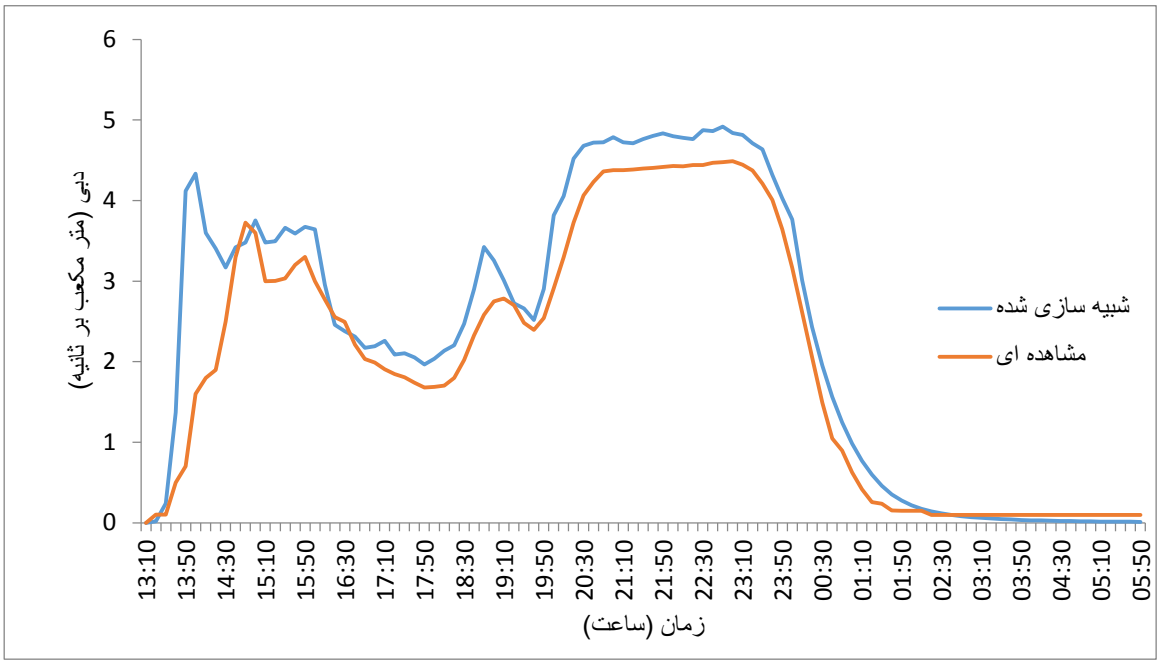
KGE	BIAS %	RMSE	معیار Nash	تاریخ بارندگی
۰/۷۶۷	-۱۶/۷۳	۰/۶	۰/۸۵	۱۳۹۳/۱۰/۲۰
۰/۸۵۵	۸/۵۶	۰/۶۵	۰/۸۷	۱۳۹۳/۱۱/۲۶
۰/۷۶	-۲۵/۵	۰/۵۸	۰/۸	۱۳۹۳/۱۲/۲
۰/۶۱	-۱۲/۵	۰/۹۱	۰/۶۳	۱۳۹۳/۱۲/۱۵

جدول ۲- نتایج اعتبارسنجی مدل ASSA

Table 2. Evaluation Results of the ASSA Model

KGE	BIAS %	RMSE	معیار Nash	تاریخ بارندگی
۰/۷۷	۲۱/۶۵	۰/۶۱	۰/۶	۱۳۹۴/۱/۷
۰/۷۴	۱۲/۴۳	۱/۱۴	۰/۶۱	۱۳۹۴/۱/۱۱

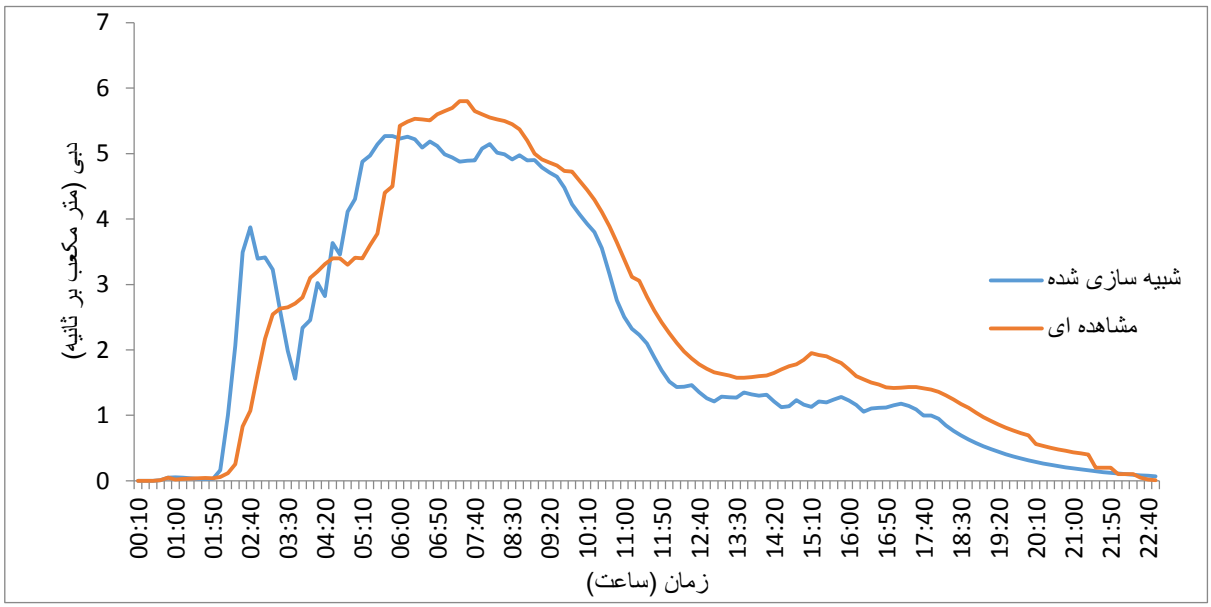
هیدروگراف‌های شبیه‌سازی رگبارهای مرحله واسنجی و اعتبارسنجی در مقابل دبی‌های مشاهداتی در اشکال شماره ۶ تا ۱۲ ارائه شده است. که با توجه با اشکال ۶ تا ۱۲، شبیه‌سازی دبی در وقایع بررسی‌شده انطباق خوبی با داده‌های مشاهداتی دارد.



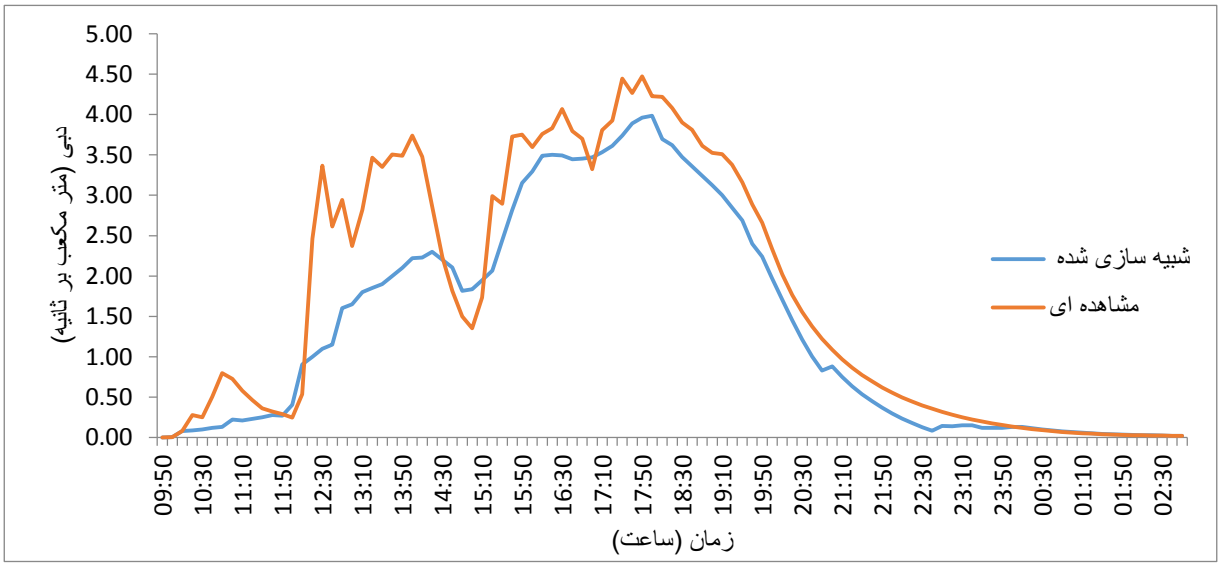
شکل ۶- نتایج واسنجی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده دبی برای واقعه ۱۳۹۳/۱۰/۲۰

Figure 6. Calibration Results of the Observed and Simulated Hydrographs of Run Off for The first Event 2015/1/10

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

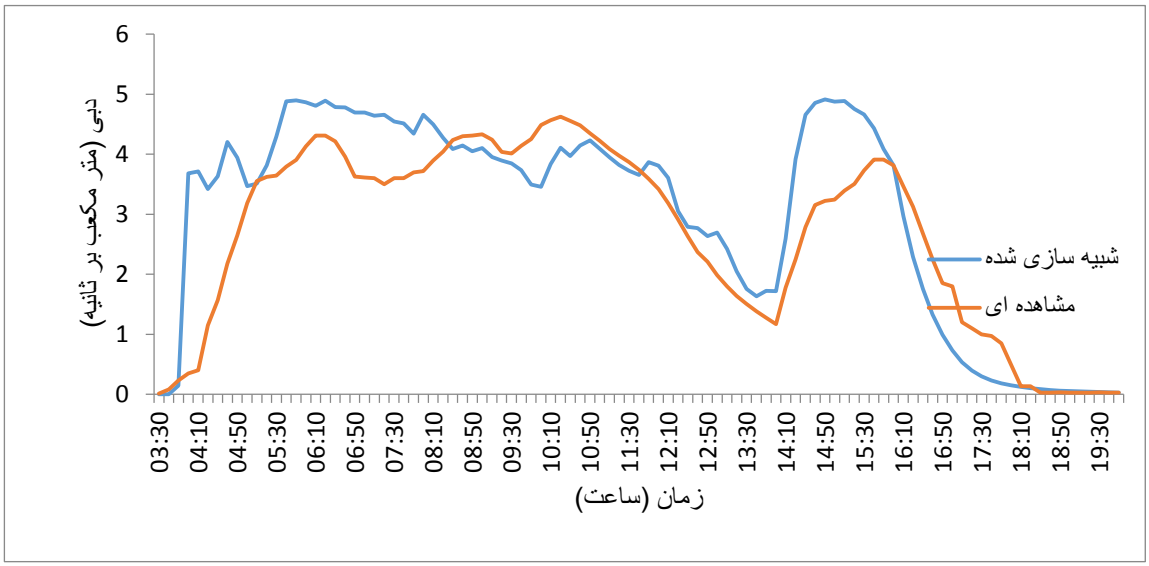


شکل ۷- نتایج واسنجی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده دبی جریان برای واقعه ۱۳۹۳/۱۱/۲۶
Figure 7. Calibration Results of the Observed and Simulated Hydrographs of Run Off for the Second Event 2015/2/15

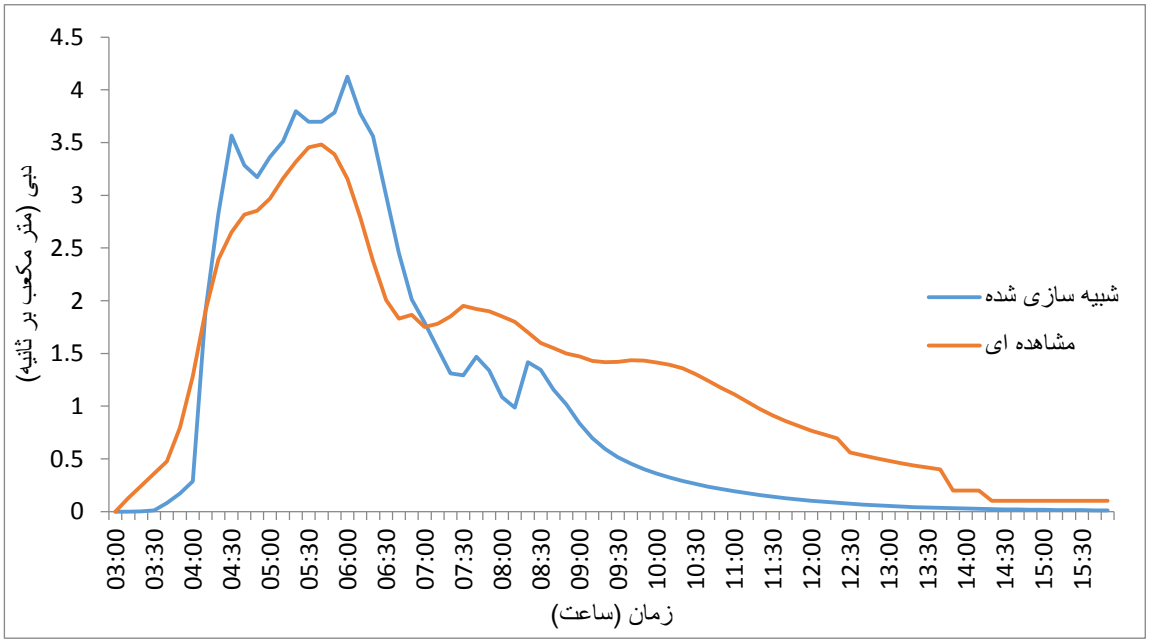


شکل ۸- نتایج واسنجی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده دبی جریان برای واقعه ۱۳۹۳/۱۲/۲
Figure 8. Calibration Results of the Observed and Simulated Hydrographs of Run Off for the Third Event 2015/2/21

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

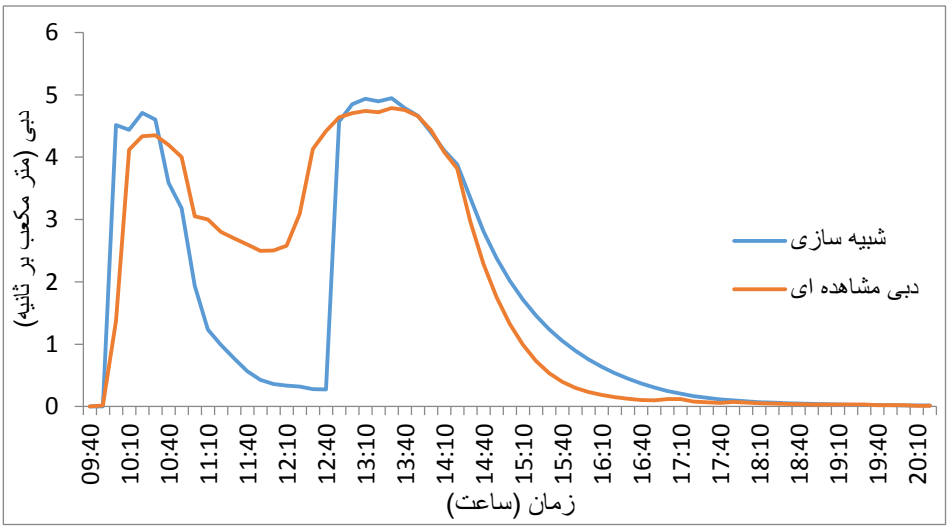


شکل ۹- نتایج واسنجی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده دبی برای واقعه ۱۳۹۳/۱۲/۱۵
Figure 9. Calibration Results of the Observed and Simulated Hydrographs of Run Off for The Fourth Event 2015/3/6



شکل۱۰- نتایج ارزیابی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده دبی برای واقعه ۱۳۹۴/۱/۷
Figure 10. Calibration Results of the Observed and Simulated Hydrographs of RunOff for the Fifth Event 2015/3/27

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]



شکل ۱۱- نتایج ارزیابی هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی‌شده دبی برای واقعه ۱۳۹۴/۱/۱۱
Figure11. Calibration Results of the Observed and Simulated Hydrographs of RunOff for The Sixth Event 2015/3/31

نتایج حاصل از واسنجی مدل نشان داد که شبیه‌سازی دبی در وقایع بررسی‌شده انطباق خوبی با داده‌های مشاهداتی دارد.که مقدار NS برای وقایع بیشتر از ۰/۵ می‌باشد. نتایج ارزیابی مدل ASSA جدول (۱) کارایی و دقت مدل را با مقدار NS بالاتر از ۰/۵ تایید می‌کند. همچنین مقادیر RMSE برای وقایع شبیه‌سازی حاصل از واسنجی و ارزیابی مدل ASSA به‌ترتیب برابر ۰/۶، ۰/۶۵، ۰/۵۸ و ۸۰/۹۱ و ۰/۶۱ و ۱/۱۴ و مقدار ضریب کلینگ گوپتا برای وقایع شبیه‌سازی حاصل از واسنجی و ارزیابی مدل ASSA به‌ترتیب برابر ۰/۷۶، ۰/۸۵، ۰/۷۶ و ۰/۶۱ و ۰/۷۷ و ۰/۷۴ شد، که نشان‌دهنده نتایج قابل‌قبول مدل است و همچنین نشان می‌دهد که مدل مذکور قابلیت شبیه‌سازی رواناب سطحی را دارا می‌باشد که با یافته‌های بدیعی‌زاده و همکاران (۵) که از مدل مذکور در شبیه‌سازی رواناب شهر گرگان استفاده کردند و به نتیجه رسیدند مدل SWMM دقت مورد نیاز برای شبیه‌سازی رواناب سطحی را دارا می‌باشد و همچنین با یافته‌های کریمی و همکاران (۱۷)، در شبیه‌سازی کمی سیلاب ناشی از بارندگی در بخش‌های از حوزه شهری بابلسر که به نتیجه رسیدند شبیه‌سازی آبگرفتگی‌های ناشی از بارندگی‌های طرح در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل SWMM با آنچه که هر ساله در آنجا روی می‌دهد، موید صحت شبیه‌سازی‌های مدل می‌باشد، مطابقت دارد.

در ادامه پس از حصول اطمینان از عملکرد مدل، به‌منظور کاربردی‌شدن تحقیق حاضر مدل برای ۳ دوره بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ سال اجرا خواهد شد، پژوهشگران دوره بازگشت‌های مناسب برای طراحی در مناطق شهری را بین ۲ تا ۱۰ سال برآورد کرده‌اند (۲۳). در ادامه پس از اجرای مدل با ۲ دوره بازگشت مد نظر کانال‌های سیلابی و حساس به آبگرفتگی مشخص و راهکارهای مناسب برای رفع آن پیشنهاد خواهد شد. که نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل در جدول ۳ ارائه شده است.

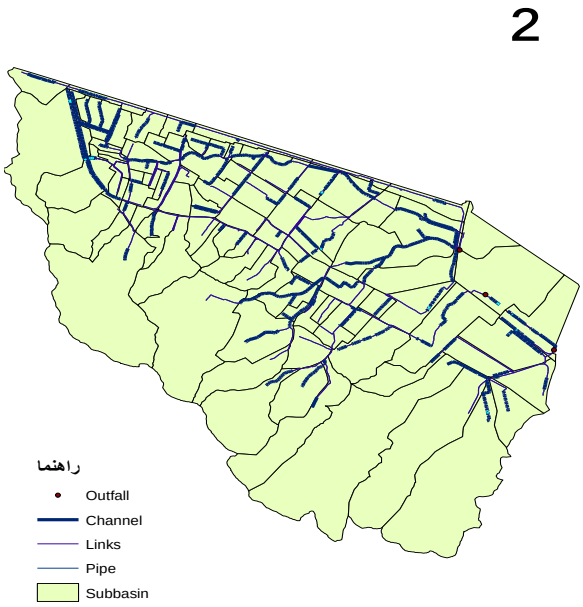
در شکل‌های ۵ تا ۱۰ نتایج تعیین کانال‌های بحرانی به‌عنوان خروجی‌های مدل ASSA در محیط نرم‌افزار جی ای اس را برای منطقه مورد مطالعه به ازای رگبار یک‌ساعته در دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و۱۰ سال ارائه شده است.

جدول ۳- طول و درصد آبگرفتی منطقه مطالعاتی

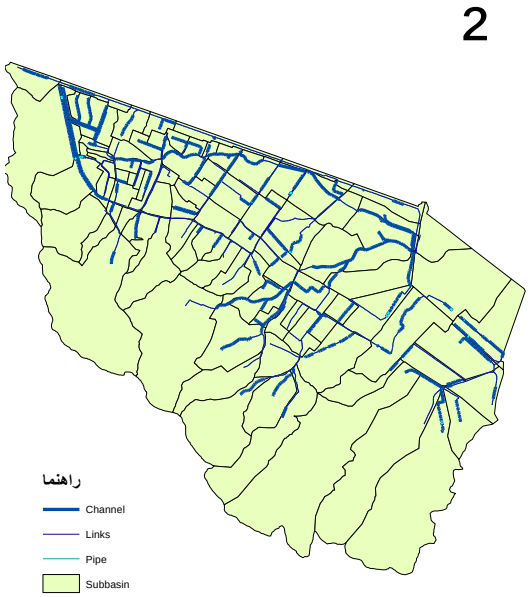
Table 3. Lengh ans Percentage of Flooding in The Study Area

دوره بازگشت	حالت سیلابی و آبگرفتگی	
	طول	درصد
۲ ساله	۹۵۰/۷۴	۱/۸۱
۵ساله	۱۵۳۲	۲/۹۱
۱۰ساله	۲۲۷۷/۶۵	۴/۳۳
۲۵ ساله	۲۷۰۶/۸۸	۵/۱۵
۵۰ ساله	۲۷۴/۴۷	۵/۲۸
۱۰۰ ساله	۲۹۱۷/۵۷	۵/۵۵
۲۰۰ ساله	۳۱۳۱/۹۲	۵/۹۶

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]



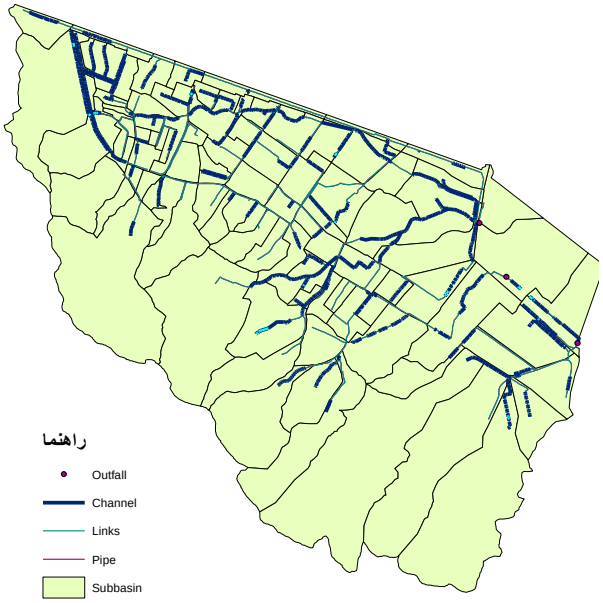
شکل ۱۲- تعیین کانال‌های بحرانی، با دوره بازگشت ۲ سال در محیط جی ای اس با توجه به خروجی‌های مدل ASSA
Figure 12. Determine the Critical Channel with a Return Period of 2 years in the GIS Environment According to the Outputs of the ASSA Model



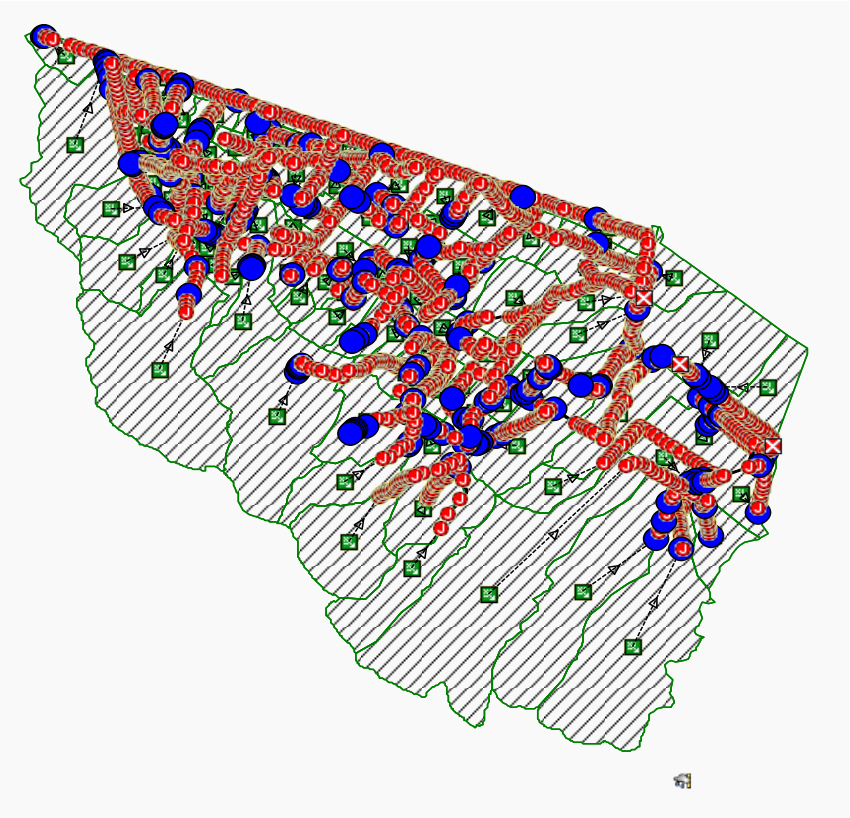
شکل ۱۳- تعیین کانال‌های بحرانی، با دوره بازگشت ۵ سال در محیط جی ای اس با توجه به خروجی‌های مدل ASSA
Figure 13. Determine the Critical Channel with a Return Period of 5 years in the GIS Environment According to the Outputs of The ASSA Model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

2

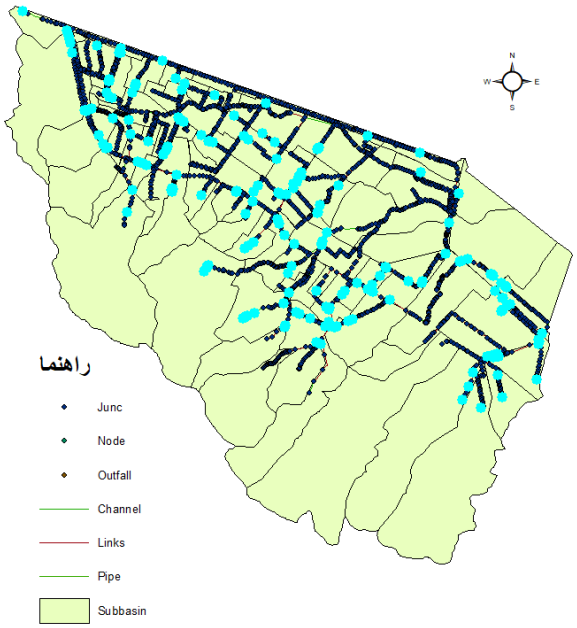


شکل ۱۴- تعیین کانال‌های بحرانی، با دوره بازگشت ۱۰ سال در محیط جی ای اس با توجه به خروجی‌های مدل ASSA
Figure 14. Determine the Critical Channel with a Return Period of 10 years in the GIS Environment According to the Outputs of the ASSA Model



شکل ۱۵- نقاط آبگرفتگی (رنگ آبی)توسط مدل ASSA با دوره بازگشت۱۰ سال
Figure 15. Flooding Points with the Return Period of 10 Years by the ASSA Model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]



شکل ۱۶- نقاط آبگرفتگی با دوره بازگشت۱۰ سال در محیط جی ای اس با توجه به خروجی‌های مدل
Figure 16. Flooding Points with the Return Period of 10 Years in the GIS Environment According to the Model Outputs

همانطور که از جدول ۳ و شکل‌های شبیه‌سازی‌های ۱۲ تا ۱۴ معلوم است برای دوره بازگشت ۲ساله، ۱/۸۱ درصد شبکه زهکشی دارای شرایط بحرانی می‌باشد و برای دوره بازگشت‌های به‌ترتیب ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال به‌ترتیب ۲/۹۱، ۴/۳۳، ۵/۱۵، ۵/۲۸، ۵/۵۵ و ۵/۹۶ درصد شبکه در شرایط بحرانی و سیلابی قرار دارند و علاوه‌براین همانطور که در جدول فوق مشخص است، کانال‌هایی هم وجود دارند که دارای مشکل آبگرفتگی می‌باشند که با نتایج بدیعی‌زاده و همکاران (۶) مطابقت دارد. همچنین علاوه‌بر کانال‌های بحرانی، نقاط یا گره‌های آبگرفتگی با دوره بازگشت‌های مختلف در محیط مدل و نهایتا خروجی‌های آن در نرم افزار جی آی اس برآورد گردیده است و نتایج نشان داد که با افزایش دوره بازگشت بارندگی، از تعداد ۲۸۰۶ گره موجود در شبکه مجاری زیرزمینی و سطحی ۱۱۴، ۱۷۸ و ۲۲۶ گره به‌ترتیب در دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و ۱۰ساله دچار سیلاب و آبگرفتگی شدند. بررسی‌های میدانی، نقشه‌های موجود رقوم ارتفاعی شبکه جمع‌آوری رواناب شهری و شبیه‌سازی‌های انجام‌گرفته، حاکی از آن است که، علت اصلی آبگرفتگی‌ها، کوچک‌بودن سطح مقطع مجاری آبرو و همچنین شیب کم و زیاد در برخی نقاط شبکه بوده است. مطابقت نتایج شبیه‌سازی آبگرفتگی‌های ناشی از بارندگی‌های طرح در منطقه مورد مطالعه با آنچه که هر ساله در آنجا روی می‌دهد، موید صحت شبیه‌سازی‌های مدل می‌باشد.

به‌طور کلی نتایج نشان داد، اولین موضوعی که در مدل‌های هیدرولوژیکی مطرح است تعیین دقیق مرز حوزه و زیر حوزه‌های منطقه مورد مطالعه است. تعیین مرز در حوزه‌های کوهستانی و شهری، با توجه به اینکه در حوزه‌های شهری خط‌الراس و خط‌القعر مشخصی جهت تعیین مرز حوزه وجود ندارد بسیار مشکل است اما در کل از یک اصل کلی تبعیت می‌کند که آن تعیین مرز بر اساس خط تقسیم آب است. در این مطالعه به‌دلیل اینکه DEM دقیقی از منطقه در دسترس نبود بعد از بررسی میدانی و استفاده از نقاط ارتفاعی نقشه کاربری اراضی مرز زیر حوزه‌ها بسته شد. همچنین از سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت به‌دست‌آوردن سایر پارامترهای ورودی به مدل‌های بارش-رواناب از جمله مساحت، عرض معادل زیرحوزه‌ها و شیب متوسط و درصد مناطق نفوذپذیر استفاده گردید که نتایج قابل‌قبولی بدست آید و نتایج به‌دست‌آمده با نتایج (۲۴،۱۳،۷) از نظر انعطاف‌پذیری مدل مذکور، مطابقت دارد.

زمان تمرکز حوزه به‌عنوان مهم‌ترین عامل برای انتخاب رگبارهای طرح از منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی هر منطقه بوده و در نتیجه از عوامل موثر بر رواناب حداکثر می‌باشد. با توجه به اهمیت زمان تمرکز در برآورد سیلاب و شکل هیدروگراف سیلاب و نقشی که سیلاب‌ها در تخریب تأسیسات، ابنیه آبی و اماکن مسکونی دارند محاسبه زمان تمرکز در پروژه‌های آبخیزداری، سدسازی و هیدرولوژی شهری امری جدی محسوب می‌شود. از طرف دیگر توسعه شهرها و مناطق مسکونی و افزایش مناطق نفوذناپذیر باعث کاهش زمان تمرکز در حوزه‌های شهری شده است اما در بعضی مواقع کاهش شیب و ناکارآمدی سیستم زهکشی باعث افزایش زمان تمرکز گردیده است. از بین روش‌های مختلف برآورد زمان تمرکز از روش صحرایی با استفاده از خط‌کش Rod کالیبره‌شده بهره گفته شد، که در نهایت با توجه به محاسبات انجام‌شده زمان تمرکز حوزه برابر با یک ساعت محاسبه شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

در این تحقیق مشخص شد مدل ASSA قابلیت انتقال مستقیم داده‌ها و اطلاعات را از سیستم اطلاعات جغرافیایی را دارا می‌باشد، یعنی اطلاعات مورد نیاز مدل با فرمتی که هستند قابلیت انتقال را دارا می‌باشند. در غیر اینصورت هر کدام از اطلاعات مربوط به زیرحوزه‌ها، کانال‌ها، گره‌ها باید به‌صورت دستی وارد گردد که کار بسیار وقت‌گیر و هزینه‌بری است. این موضوع مهم‌ترین شاخصه مدل می‌باشد که مدل مذکور بسیار کاربرپسندتر، کم‌هزینه‌تر و دقیق‌تر از مدل می‌باشد و قابلیت انعطاف‌پذیری بالایی با مدل‌های دیگر دارد که با یافته‌های دونگکوا و همکاران (۹)، مطابقت دارد.

همچنین، نتایج حاصل از واسنجی و ارزیابی مدل نشان داد که شبیه‌سازی شش واقعه بررسی‌شده انطباق خوبی دارد که میانگین مقدار ضریب ناش- ساتکلیف و معیار ارزیابی کلینگ-گوپتا به‌ترتیب برای وقایع مورد بررسی حدود ۰/۷۲ و ۰/۷۵ می‌باشد. نتایج ارزیابی مدل ASSA کارایی و دقت مدل را تایید می‌کند که مقدار معیارهای مذکور بالاتر از ۰/۵ اندازه‌گیری شد. همچنین میانگین مقدار مجذور میانگین مربعات خطا برای واقعه‌های موجود برابر ۰/۷۴ شد، که نشان‌دهنده نتایج قابل‌قبول مدل است. در نتیجه می‌توان گفت انطباق خوبی بین رواناب شبیه‌سازی‌شده و مشاهده‌ای وجود دارد و این می‌تواند نشان‌دهنده‌ی این باشد که مدل ASSA دقت مورد نیاز برای شبیه‌سازی رواناب شهری را دارد و می‌توان از این مدل برای طرح‌های مدیریت رواناب شهری و طراحی شبکه زهکشی رواناب شهری در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود که با یافته‌های کریمی و همکاران و بدیعی‌زاده و همکاران (۱۷،۵) مطابقت دارد.

منابع

1. Ahmadian, M. 2012. Evaluation of Urban Runoff With Using The SWMM Model to Reduce Flood Hazard (Case Study: Hashgrd New Town). Master's Thesis, Science and Research Islamic Azad University, 150 pp (In Persian).
2. Ainluo, F. 1393. The Effect of Land use Changes and Urban Development on Runoff (Case Study: Zanjan City). Master's Thesis, Department of Natural Resources, Tehran University, 18 pp (In Persian).
3. Akart, J. 2005. Applications Quaternary Geological. Department of Publications (SID), First Edition, Tehran, 466 pp (In Persian).
4. Asghari Moghaddam, R. 1999. Hydrology and The City Flood Hazard. First Edition, Masei, Publications, Tehran, (In Persian).
5. Badeiizadeh, S. A.R., Bahremand, A.A. Dehghani, and N. Nora. 2015. Urban Flood Management Through Surface Runoff Simulation to Use SWMM Model in Gorgan City, Golestan province. Journal of Soil and Water Conservation, 22(4): 1-16 pp (In Persian).
6. Badeiizadeh, S. A.R. Bahremand and A.A. Dehghani. 2016. Calibration and Evaluation of The Hydrologic- Hydraulic Model SWMM to Simulate Runoff (Case Study: Gorgan). Journal of Watershed Management Research, 7(14): 1-10 pp (In Persian).
7. Chen, A.S., M.H. Hsu, C.J. Huang and W.Y. Lien. 2010. Analysis of The Sanchunginundation During Typhoon Aere, 2004. Nat Hazards.
8. Dalir, A. 2009. Simulation of Sewage Network Performance during rain fall using of MIKE SWMM and Arc View Model Combination (Case Study partial of Mashhad Sewage Network). Master's Thesis, Water trend, Ferdowsi University of Mashhad, 195 pp.
9. Dongquan, Z., C. Jining, W. Haozheng, T. Qingyuan, C. Shangbing and S. Zheng. 2009. GIS-based urban rainfall-runoff modeling using an automatic catchment-discretization approach, (case study in Macau). Environ Earth Science, 59: 465-472 pp.
10. Jevelyn Ann S. Tobio, Marla C. Maniquiz-Redillas and Lee-Hyung Kim 2015. Optimization of The Design of Urban Runoff Treatment System using Storm Water Management Model (SWMM). Journal of Desalination and Water Treatment, 53(11): 1-8.
11. Fewtrell, T.J., A. Duncan, C.C. Sampson, J.C. Neal and P.D. Bates. 2011. Benchmarking Urban Flood Models of Varying Complexity and Scale Using High Resolution Terrestrial LIDAR data Original Research Article Physics and Chemistry of the Earth. Parts A/B/C, 36 (7-8): 281-291.
12. Gupta, H.V., H. Kling, K. Koray, Y. Guillermo and F. Martinez. 2009. Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling. Journal of Hydrology, 377(1-2): 80-91. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.08.003.
13. Hashemi, N.S. and G. Abedi Kupayi. 2016. Use of Urban Runoff in Green Space to Reduce Pressure on Drinking Water and Health. Resources Case Study: Najaf Abad City. First National Conference on Drinking Water Supply and Demand, Challenges and Solutions, Isfahan, Isfahan of Technology University.
14. Hosein Zadeh, S.R. and M. Jahadi Toroughi. 2007. The Mashhad city Preceding Effects of the Natural Drainage Patternand Urban Flooding Intensify. Geographic Studies, 61: 145-159 (In Persian).
15. Hojjat Marvost, A. 2011. Presentation of Water Balance Model for Studying Urban Runoff in Part of Tehran. Master Thesis, Yazd University, 61 pp.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

16. Ghasemi, S. and M. Maghrebi. 2015. Delay Ponds as Solution for Development and Urban Sustainable Management. Iranian Journal of Rainwater Catchment Systems, 3(6): 1-14 pp (In Persian).
17. Karimi, V.A., K. Solimani, M. Habib NeJad Roshan and K. Shahehdi. 2015. Simulation of Flow in Open and Closed Conduits by EPA-SWMM Model. Case and Water Conservation, 22(4): 1-16 pp (In Persian).
18. Karami, M., A. Ardeshir and C. Behzadian. 2015. The Flooding Risk Management and pollution caused by Urban Flood Using Modern and Modern Optimal Solutions. Iranian Water Resources Research Journal, 11(11): 162-170 (In Persian).
19. Kling, H., M. Fuchs and M. Paulin. 2012. Runoff conditions in the upper Danube basin under an ensemble of climate change scenarios. Journal of Hydrology, 6(424-425): 264-277 DOI:10.1016/j.jhydrol.2012.01.011.
20. Nash, J.E. and J.V. Sutcliffe. 1970. River flow forecasting though conceptual models. Part 1-A discussion of principles. Journal of Hydrology, 10: 282-290.
21. Misgana, K., P.F. Muleta, C. Orr and J. JeRo. 2005. Using Genetic Algorithms and Particle Swarm Optimization for Optimal Design and Calibration of Large and Complex UUrban Storm Water Management Models. Proceedings of World Environmental and Water Resource Congress.
22. Rezayi, F., A.R. Bahremand, V.B. Shaikh, M.T. Dasturani and M. Tajbakssh. 2018. Determination of the Most Important Parameters Affecting the Urban Runoff using SWMM Model (Case Study: Mashhad City, District). Journal of Watershed Management Research, 10(18): 135-145 (In Persian).
23. Shad, R. and A.R. Hoveidafard. 2015. Comparison Of Rational, SCS and SWMM Models for Analysis of Urban Pathway Inundation Using GIS (Case Study: Zone 9 Of Mashhad). Jounal of Soil and Water Science, 4: 285-301.
24. Seth, I., P. Soonthornnonda and E.R. Christensen. 2006. Use of GIS in Urban Storm-Water Modeling. Journal of Environmental Engineering, 132(12): 1550-1552.
25. Scott, A. 2006. Sanitary Sewer Design Using EPA Storm Water Management Model (SWMM). Department of Civil and Environmental Engineering. Manhattan College, Parkway, Riverdale, New York, 10471.
26. Todini, E. 1999. An Operational Decision Support System for Flood Risk Mapping. Forecasting and Management, Urban Water, 1: 131-143.
27. Wang, X., X. Gu, Z. Wu and C. Wang. 2008. Simulation of Flood Inundation of Guiyang City Using Remote Sensing, GIS and hydrologic model. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XXXVII: 775-778.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]

Determination of Critical Channel Using Combination of ASSA and GIS Models in Different Return Periods (Case Study: Mashhad Municipality9 District)

Fatemeh Rezayi[1], Abdolreza Bahremand[2], Vahed Berdi Shaikh[3], Mohammad Taghi Dasturani[4] and Saiid Mohmmad Tajbakhsh[5]

1- PhD Student Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Proviance, Iran (Corresponding author: frezayi25@yahoo.com)
2- Associate Professor Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Proviance, Iran
3- Associate Professor Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University of Golestan Proviance, Iran
4- Professor Mashhad Ferdosi University, Khorasan Razavi Proviance
5- Assistant Professor, Birjand University, Khorasan Gonobi Proviance, IRAN Birjand University
Received: 24 February, 2018 Accepted: 8 May, 2019

Abstract

The quantitative and qualitative management of urban runoff is a very complicated. Regardless of the economic and social impacts, water engineers always need to know how to respond to a city's drainage system against different climatic conditions. In this research, the combination of ASSA and GIS models in the returns periods of 2, 5, 10 and 50 years were used to determine the flooding points in the 9th district of Mashhad municipality. First, the watershed boundaries, canals and nodes maps was extracted from the GIS environment. Then the ASSA model was simulated for a One-hour design for a different return period. Then, the outputs of the model were analyzed in the GIS software environment. The results showed that with increasing rainfall return period, 2806 nodes in underground and superficial networks of 114, 178 and 226 nodes were flooded and inundation during the return periods of 2, 5, 50 and 50 years, respectively. Field surveys, existing elevation digital maps of the urban runoff network and simulations have shown that the main cause of inundation is the small size of the cross section of the duct, as well as the low slope in some parts of the network. Adaptation of the results of the simulation of rainfall-induced waterlogging in the study area with what happens every year confirms indicates the correctness of the simulations of the model. Moreover, simulation results of the model also showed that there is a good agreement between the simulated results and the measurement.

Keywords: ASSA Models, Flooding Point, GIS, Return Periods, Runoff Simulation

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-07-03]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.3.8]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.26]