دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تأثیر مخازن تعدیل درون‌شهری بر دبی اوج سیلاب و کاهش ابعاد شبکه جمع‌آوری سیلاب (مطالعه موردی: زیرحوضه گذرخان شهر ساری)

الهام رجبی شه‌بندی[۱]، محسن مسعودیان[۲] و رامین فضل‌اولی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته سازه‌های آبی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول : Mohsen_masoudian@yahoo.com)
تاریخ ارسال: ۹۷/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۱۹
صفحه: ۷۲ تا ۸۳

چکیده

استفاده از مخازن تعدیل یکی از روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب شهری برای کاهش حجم یا شدت طغیان‌ها و همچنین دفع جریانات سیلابی می‌باشد. در این تحقیق، تأثیر مخازن تعدیل درون‌شهری بر دبی اوج سیلاب و ابعاد مجاری آبرو در یکی از زیرحوضه‌های شهر ساری (گذرخان) بررسی شد. برای این منظور ابتدا باران طرح با دوره بازگشت ۵ ساله براساس روش SCS تیپ ۲ تعیین شد و زمان تمرکز حوضه‌ها نیز با استفاده از روش‌های تجربی کربای و کرپیچ محاسبه شد. سپس شبیه‌سازی شبکه با نرم‌افزار SWMM انجام شد و دبی اوج سیلاب و ابعاد تیپ مجاری آبرو تعیین و سپس با وجود مخازن تعدیل سیلاب، شبیه‌سازی مجدد انجام و تأثیر مخازن بر دبی اوج خروجی و ابعاد مجاری آبرو تعیین شد. برای تعیین حجم مخازن تعدیل سیلاب ابتدا با در نظرگرفتن چند مقدار متفاوت برای حجم مخازن و ترسیم نمودارهای تغییرات دبی خروجی و تغییرات $\frac{dQ}{dV}$ در برابر حجم مخزن، برای هر مخزن مقدار حجمی که کمترین نرخ تغییرات دبی را دارا بود به‌عنوان مقدار بهینه در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد وجود مخازن تعدیل میزان سیلاب را در گره خروجی ۳۲٦٦، به‌میزان ۸٦ درصد و در گره خروجی ٤۰۰٤، به‌میزان ۸۹ درصد و همچنین ابعاد مجاری آبرو (متوسط سطح مقطع کانال) را نیز در منطقه مورد مطالعه به‌میزان ۵۷ درصدکاهش داده است.

واژه‌های کلیدی: حوضه آبریز شهری، ساری، کنترل سیلاب، مخازن تعدیل سیلاب، مدل SWMM

مقدمه

سیل یکی از بلایای طبیعی است و پس از زلزله بیشترین میزان خسارت را در جهان به خود اختصاص می‌دهد (۱۰). سیل مانند سایر پدیده‌های هیدرولوژیکی یک پدیده غیرقطعی است که در هر زمان و مکان احتمال وقوع آن وجود داشته و تحت تأثیر عوامل مختلف اقلیمی، مشخصات فیزیکی حوضه، وضعیت پوشش گیاهی و کاربری اراضی و دخالت‌های انسانی است (۱۴). با توجه به این‌که رویداد سیل خود ناشی از عوامل متعدد طبیعی و غیرطبیعی می‌باشد، می‌توان با اعمال اقدامات مدیریتی و فنی احتمال بروز سیلاب و به‌خصوص خسارات و اثرات نامطلوب آن را کاهش داد. مدیریت جامع کنترل و کاهش خسارات سیل مجموعه‌ای از اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای و یا تلفیقی از آنهاست که برای جلوگیری و یا کاهش ایجاد سیلاب در حوضه‌ها، جلوگیری و یا کاهش بروز طغیان رودخانه‌ها و مسیل‌ها و به‌خصوص کاهش تلفات و خسارات ناشی از سیلاب انجام می‌گیرد. مدیریت کنترل سیلاب با کاهش خسارات سیل کوششی است همه جانبه و متشکل از برنامه‌ها و اقداماتی برای کاهش اثر سیلاب بر شرایط اجتماعی و اقتصادی که در سیلاب‌دشت‌ها بنا نهاده شده‌اند. بدیهی است که پدیده سیل علیرغم همه پیچیدگی‌هایش قابل بررسی و شناخت بوده و می توان برای کنترل و کاهش خسارات آن و حتی بهره‌برداری اقتصادی از سیلاب راه‌حل‌های مناسب را جستجو کرد (۱۷). از ویژگی‌های بارز مناطق شهری پیچیدگی فرآیندهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی است (۲۱) امروزه همراه با پیشرفت جوامع و توسعه حریم شهرها، سطوح غیرقابل نفوذ آن‌ها افزایش یافته و موجب افزایش ارتفاع و حجم رواناب و جاری‌شدن سیلاب شده است. به‌طوری‌که تولید رواناب اراضی شهری، نسبت به اراضی بکر و طبیعی ۲ تا ۶ برابر بیشتر است (۱۶).

ساخت مخازن تعدیل یکی از روش‌های ساختمانی کنترل و مدیریت سیلاب است که برای کاهش حجم و یا شدت طغیان‌ها، ممانعت از ورود سیلاب به داخل محدوده مورد نظر و یا دفع جریانات سیلابی به‌کار گرفته می‌شود. این مخازن به‌واسطه ذخیره موقت جریانات سیلابی باعث تعدیل شدت طغیان‌ها و خسارات مربوطه می‌شود. مخازن ذخیره سیلاب یکی از روش‌های مؤثر کنترل سیلاب است که در دوره‌های بازگشت بالا نیز روی کنترل سیلاب مؤثر است (۷). با توجه به اهمیت موضوع مطالعات زیادی در این زمینه انجام شده است. قاسمی (۸) با بررسی بهترین روش جمع‌آوری رواناب‌های سطحی در شهر مشهد با استفاده از مدل SWMM5 به بررسی تأثیر مخازن ذخیره بر کاهش دبی اوج پرداخت و به این نتیجه رسید که با در نظرگرفتن سه مخزن تعدیل سیلاب می‌توان دبی سیلاب طرح انتخاب شده در شهر مشهد را به‌میزان ۳۸ درصد کاهش داد. خواجه‌نصیری و همکاران (۱۳) به بررسی عملکرد سیستم زهکش مسیل آب و برق شهر مشهد در نرم‌افزار ASSA، با سه الگوی زمانی جریان یکنواخت، SCS تیپ دو و بلوک تناوبی پرداختند. ایشان برای تعدیل دبی سیلاب از حوضچه‌های تأخیری در قالب دو سناریو استفاده نمودند، سناریو اول شامل دو مخزن

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

(۱و۲) و سناریوی دوم شامل مخازن (۲و۳) بوده‌است. مقایسه نتایج شبیه‌سازی صورت گرفته نشان داد که در سناریوی اول مقدار کاهش دبی پیک سیلاب خروجی ۳۶/۷ درصد می‌باشد. در تحقیقی دیگر کابوسی و جلینی (۱۲) با بررسی شاخص‌های کارایی مخازن تأخیری و تأثیر آنها بر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب در حوضه جعفرآباد گلستان با استفاده از مدل HEC-HMS نشان دادند که احداث مخازن تأخیری موجب تأخیر در زمان وقوع دبی اوج و کاهش دبی اوج و حجم سیلاب خروجی از مخزن گردید ولی این کاهش‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود و همچنین نشان دادند که اثر مخزن با افزایش دوره بازگشت سیلاب کاهش یافت و کارایی مخزن در کنترل سیلاب فقط به حجم مخزن و میزان سیلاب بستگی ندارد. شکوهی و دانشور (۲۳) با تحقیق در رابطه با تأثیر مخازن تأخیری قابل احداث در حوضه آبخروار شهرستان بهبهان با استفاده از مدل HEC-HMS نشان دادند که کنترل سیلاب در حوضه آبریز منتهی به شهر در مقابل گزینه‌های کنترل سیل در محدوده شهری و عملیات مهندسی رودخانه چه به لحاظ اقتصادی و چه به لحاظ امنیت روانی از اولویت ویژه‌ای برخوردار است. احمدی‌شرف و تجریشی (۱) در تحقیقات خود که بر روی حوضه درکه در شهر تهران انجام دادند از نتایج مدل‌سازی SWMM و ساختار تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی برای جانمایی حوضچه‌ها به‌منظور کنترل سیلاب به‌صورت مستقیم استفاده کردند و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به‌عنوان ساختار تصمیم‌گیری و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزار تحلیل مکانی نشان دادند که با الگوریتم ارائه شده، می‌توان روند جانمایی این تأسیسات و سایر BMPها را در سطح یک شهر بهبود بخشید. در تحقیقی دیگر تاج‌بخش و خداشناس (۲۶) در بررسی شبکه زهکشی رواناب سطحی حوضه آبریز اقبال شرقی شهر مشهد از مدل MIKESWMM جهت انجام محاسبات بارش و رواناب و ارزیابی عملکرد شبکه استفاده کردند. در ادامه با توجه به وضعیت توپوگرافی، کانال‌های سیلابی و بازدیدهای میدانی، سه مکان مناسب جهت احداث حوضچه‌های کنترل سیلاب شناسایی کردند. ارزیابی عملکرد شبکه نشان داد ۶ مجرا دچار اشکال بوده و دبی شبیه‌سازی بیشتر از دبی طراحی است و با توجه به حضور حوضچه‌های کنترل سیلاب و شبیه‌سازی مجدد نشان دادند که این حوضچه‌ها قادرند دبی اوج سیلاب را بین ۸ تا ۱۰۰ درصد کاهش داده و ۱۲/۳۵ مترمکعب آب را نفوذ دهند. صلواتی و همکاران (۲۲) به‌منظور طراحی مخازن جمع‌آوری آب‌های سطحی در شهر تبریز منطقه مورد مطالعه را به چهار زیرحوضه تقسیم کردند و رواناب حاصل از سطوح را با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا محاسبه کردند. حجم مخازن طراحی با روش تحلیل فراوانی به‌ازای فصول مختلف و با دوره‌های بازگشت یک تا ۴ سال تعیین گردید. ایشان با مقایسه نیاز آبی ماهانه فضای سبز شهر تبریز با بارش نشان دادند که مخازن طراحی‌شده قادرند حدود ۴۸ درصد از نیاز فضای سبز را تأمین کنند. دی‌ماتئو و همکاران (۶) با استفاده از مدل SWMM به بررسی کاهش میزان سیلاب با استفاده از سیستم مخازن هوشمند در حوضچه میچام در جنوب استرالیا پرداختند. ایشان در این تحقیق از بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰۰ سال و با گام زمانی یک ساعت استفاده نمودند. نتایج نشان داده است که با افزایش حجم مخازن از یک تا ۲/۵ لیتر میزان کاهش سیلاب ۳۸-۱۵ درصد و برای مخازن از ۲/۵ تا ۱۰ لیتر میزان کاهش سیلاب از ۴۸-۳۹ درصد می‌باشد. همچنین نتیجه پژوهش لوپز-مونرو و همکاران (۱۵) نشان داد که مقدار دبی اوج سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف تحت تأثیر مخزن کاهش یافت و میزان این کاهش به درصد حجم پرشده مخزن قبل از سیلاب بستگی داشت. کاسترو و همکاران (۴) با استفاده از مدل SWMM به بررسی کاهش میزان سیلاب در منطقه مانیلا پرداختند و در تحقیق خود از باران طرح سال ۲۰۰۹ با گام زمانی ۶ ساعته استفاده نمودند و با در نظرگرفتن یک مخزن ذخیره سیلاب در خارج از حوضه به حجم ۵۰۰۰۰ مترمکعب میزان سیل خروجی را کاهش دادند. زنگ (۲۷)، با توجه به مشکل اصلی چین در مدیریت آب باران شهری، با ارائه رویکرد جدید بیان نمود که می‌توان از چهار روش برداشت آب باران، نفوذ آب باران، ذخیره‌سازی آب باران و لوله‌های آب باران، به‌منظور مدیریت آب باران شهری استفاده نمود. انجو و همکاران (۱۸) با استفاده از مدل SWMM به بررسی سیلاب براساس دو رویداد بارندگی در شهر سئول پرداختند و همچنین از مخازن نگهداشت سیلاب برای کاهش میزان دبی اوج سیلاب استفاده نمودند به‌طوری‌که با بررسی بارش ۱۸۰ دقیقه‌ای سال ۲۰۱۰ میزان کاهش سیلاب ۷۹ درصد و رویداد سال ۲۰۱۱ باعث کاهش ۲۰ درصدی سیلاب شده است. میشل برگ و روپر (۳) در زمینه استفاده از حوضچه‌های کنترل سیلاب در مناطق شهری نشان دادند که این حوضچه‌ها علاوه‌بر کنترل سیلاب می‌توانند در زمینه تفریحی و تغذیه منابع آب زیرزمینی و آتش‌نشانی نیز به‌کار روند. جیانگ و همکاران (۱۱) با استفاده از مدل SWMM به بررسی سیلاب شهر دانگون براساس باران طرح با دوره‌های بازگشت یک، ۲، ۵، ۱۰ و۲۰ساله پرداختند. نتایج نشان می‌دهد با بارش یک‌ساله، منطقه مورد مطالعه هیچ سیلابی نخواهد داشت اما برای دوره‌های بازگشت ۲،۵،۱۰و۲۰ ساله ناحیه مورد مطالعه دارای نقاط سیلابی می‌باشد. گوبل و همکاران (۹) در مطالعات خود نشان دادند که در انتخاب مکان‌های مناسب برای استحصال آب باران باید معیارهایی مانند مناسب‌بودن خاک، شیب و کاربری اراضی را مد نظر قرار داد و همچنین این مکان‌ها باید کمتر در معرض خاک‌های حاوی فلزات سنگین و مواد آلوده‌کننده قرار گیرند.

حوضچه‌های ذخیره یکی از روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب در محیط‌های شهری هستند اگرچه تأثیر مثبت این سازه‌ها در کنترل سیلاب امری بدیهی است، اما برخی از تحقیقات نشان دادند که استفاده از آن‌ها در مکان‌های نامناسب می‌تواند باعث بدترشدن وضعیت سیلاب یک حوضه شود. کاربرد این مخازن از جمله رویکردهای نوین مدیریت رواناب شهری هستند که تأثیر به‌سزایی در تعیین میزان دبی طراحی دارند و بدین‌ترتیب باعث کاهش ابعاد کانال‌های

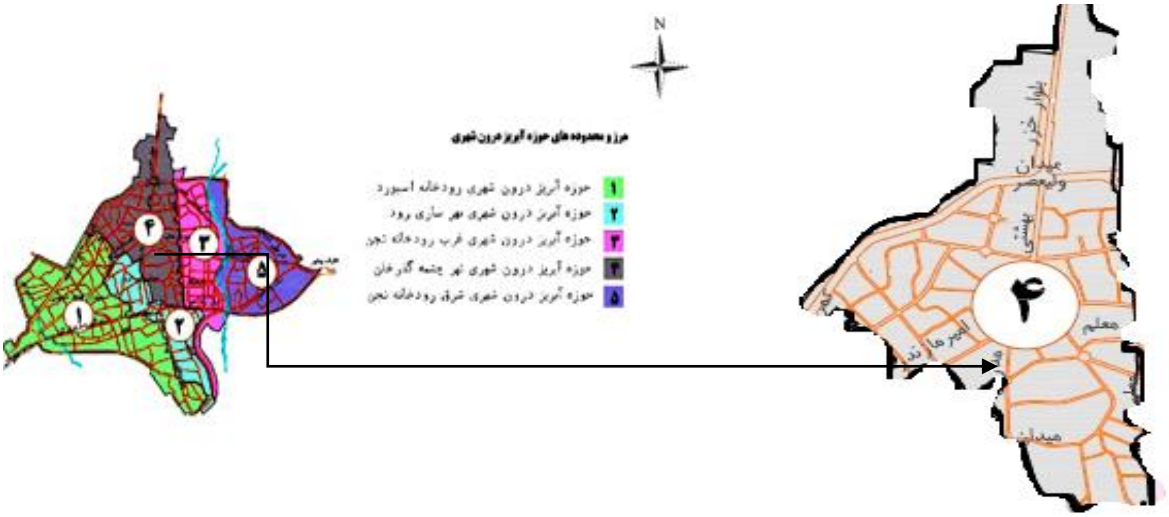
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

زهکشی و صرفه اقتصادی طرح خواهند شد. در تحقیق حاضر به بررسی اثر ایجاد مخازن تعدیل به‌عنوان سازه مهار سیلاب در شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی شهر ساری پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه

شهر ساری از نظر موقعیت جغرافیایی واقع در کوهپایه‌های رشته‌کوه البرز دارای دو بخش کوهستانی و دشت می‌باشد و در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۹ دقیقه قرار دارد. رودخانه تجن، از میان شهر عبور کرده و از سمت جنوب به شمال جریان دارد. ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۳۲ متر و با میزان بارندگی سالیانه ۷۸۹ میلیمتر جزء مناطق نسبتاً پرباران محسوب می‌شود. نوع خاک آن رسوبی که اغلب متشکل از خاک‌های رسی و رسی–شنی می‌باشد. با توجه به توپوگرافی شهر ساری شیب شهر از جنوب شرقی به سمت شمال غربی به طور متوسط حدود ۰/۸ درصد بوده که امکان هدایت آب‌های سطحی از قسمت غربی شهر به رودخانه تجن وجود نداشته و نهرهای اسپیورد و گذرخان به‌عنوان مهم‌ترین خروجی‌های شهر در این قسمت در نظر گرفته شده است. از طرفی توسعه شهر در قسمت جنوب و اجرای کانال‌های انتقال آب آن منطقه موجب هدایت آب‌ها به سمت مرکز و شمال گردیده، خروجی‌ها به اندازه ورودی‌ها تقویت نشده‌اند که موجب بروز مشکل در نقاط بحرانی شده است. منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۵/۶ کیلومتر مربع در شمال شهر ساری واقع شده است که خروجی آن چشمه گذرخان می‌باشد. موقعیت زیرحوضه مورد مطالعه در این تحقیق در شکل یک نشان داده شده است (۵).



شکل ۱– محدوده حوضه آبریزگذرخان شهر ساری (۵)
Figure1. Gozarkhan catchment area of Sari (5)

معرفی مدل SWMM

این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده ارائه شده و تاکنون چندین بار ارتقاء یافته است. این مدل دارای مبنای فیزیکی، نگاه توزیعی، امکان بررسی جداگانه نواحی نفوذپذیر، نفوذناپذیر و همچنین قابلیت شبیه‌سازی پاسخ غیرخطی حوضه به بارندگی اضافی می‌باشد. خروجی‌های این مدل به‌صورت جدول و گرافیکی بوده و اهم آن‌ها عبارتند از هیدروگراف سیلاب ورودی و میزان سیل‌گرفتگی در اتصالات، پروفیل سطح آب، میزان ظرفیت اشغال‌شده، عمق، سرعت و عدد فرود در زمان‌های مختلف در مجاری، نقاط و بازه‌های بحرانی براساس شاخص کاربر و همچنین هیدروگراف سیلاب خروجی از زیرحوضه‌ها. از آنجا که مدل SWMM، جریان رواناب را در قالب شبکه زهکشی زیر حوضه‌ها و کلیه مجاری عبور آب شبیه‌سازی کرده و در طول مجاری و در محل اتصال کانال‌ها پروفیل سطح آب را ارائه می‌دهد، می‌توان از آن در مدیریت رواناب شهری و طراحی شبکه زهکشی استفاده نمود (۲۴).

محاسبات هیدرولوژیکی مدل بر مبنای معادله پیوستگی (رابطه (۱)) که حجم یا عمق آب را بر روی سطح هر زیرحوضه در نظر می‌گیرد انجام می‌پذیرد که در نهایت با در نظرگرفتن شدت بارش و رابطه مانینگ رابطه (۲) نتیجه می‌شود که هسته اصلی محاسبات SWMM راتشکیل می دهد.

$$V_{in} - V_{out} = \Delta V \qquad (۱)$$

$$\frac{d_{n+1}-d_n}{\Delta t} = \bar{I}_e - \left[\frac{W}{A.n}\right].\left(\bar{d} - d_P\right)^{5/3} \cdot S_0^{\,0.5} \qquad (۲)$$

در روابط فوق، w: عرض جریان برروی زیرحوضه برحسب متر، d_p: عمق حداکثر ذخیره چالابی برحسب متر، $\bar{d}$: متوسط عمق جریان در طی گام زمانی n+1 برحسب متر، $\bar{I}_e$: متوسط شدت بارش در طول گام زمانی n+1 برحسب متر برثانیه می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

محاسبات هیدرولیکی مدل براساس معادلات سنت ونانت انجام می‌شود که شامل رابطه اندازه حرکت و پیوستگی می‌باشد که در نهایت با ترکیب دو رابطه (۳) و (۴) می‌توان به رابطه (۵) دست یافت که معادله اساسی جریان مورد استفاده در مدل SWMM می‌باشد (۲۴).

$$g.A\frac{\partial H}{\partial x}+\frac{\partial\left(Q^2/A\right)}{\partial x}+\frac{\partial Q}{\partial t}+g.A.S_f=0 \quad (۳)$$

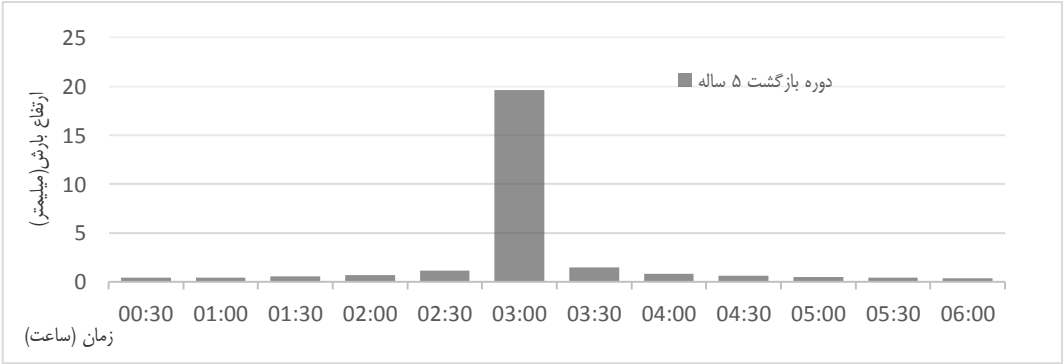
$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial A}{\partial t}=0 \quad (۴)$$

$$g.A\frac{\delta H}{\delta x}-2V\frac{\delta A}{\delta t}-V^2.\frac{\delta A}{\delta x}+\frac{\partial Q}{\partial t}+g.A.S_f=0 \quad (۵)$$

که در روابط فوق، H: بارآبی برحسب متر، x: فاصله در طول مجرا برحسب متر، t: زمان برحسب ثانیه، g: شتاب ثقل، S_f: شیب اصطکاک برحسب متربرمتر، Q: دبی جریان برحسب مترمکعب برثانیه، A: سطح مقطع عرضی جریان برحسب مترمربع می‌باشد.

نحوه استخراج پارامترهای ورودی مدل SWMM

داده‌های ورودی به مدل شامل اطلاعات باران‌سنج‌ها، حوضه‌ها، گره‌ها و مجراها می‌باشد. داده‌های مورد نیاز باران‌سنج شامل داده‌های بارش برحسب سری زمانی و انتخاب گام زمانی و فرمت بارندگی می باشد. برای تعیین سری زمانی با انتخاب دوره بازگشت طرح و مدت رگبار، شدت بارش از منحنی IDF استخراج شد برای این منظور با استفاده از یکی از روش‌های استاندارد الگوی توزیع زمانی SCS که بیشترین مطابقت را با الگوی کلی منطقه داشته هایتوگراف طرح به‌دست آمد. در این تحقیق از منحنی IDF، با دوره بازگشت ۵ سال مربوط به ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرستان ساری استفاده شده است (۵). مقدار باران شش‌ساعته برای دوره بازگشت پنج سال به‌عنوان باران طرح انتخاب شد. داده‌های توزیع باران طرح براساس منحنی بی‌بعد SCSII با استفاده از نرم‌افزار SMADA محاسبه و در مدل وارد شد که هایتوگراف مربوط به آن در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است.



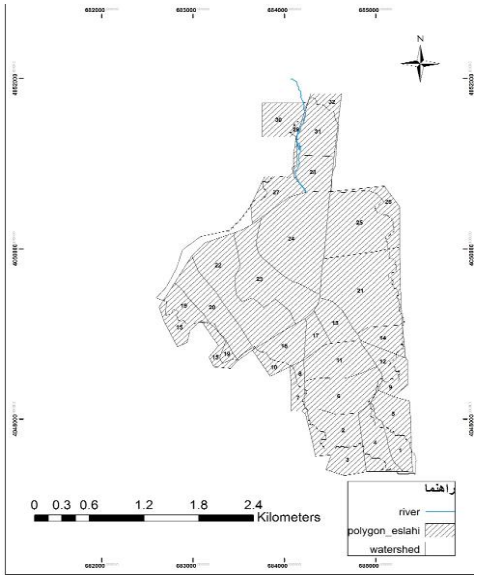
شکل ۲- هایتوگراف بارش شهر ساری براساس منحنی بی‌بعد SCSII
Figure 2. Sari Hyetographs precipitation based on the dimensionless curve SCSII

مشخصات زیرحوضه‌ها شامل مساحت، عرض، شیب، درصد نفوذناپذیری و پارامترهای نفوذ، نقاط خروجی و شماره هایتوگراف مربوطه در مدل وارد شد. برای تعیین زیرحوضه‌ها از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است که با استفاده از نقشه کاربری اراضی و توپوگرافی ۱:۲۰۰۰، منطقه نقشه رقومی-ارتفاعی (DEM) منطقه تهیه و براساس خروجی‌های درنظر گرفته‌شده برای رواناب سطحی، منطقه مورد نظر به ۳۶ زیرحوضه تقسیم شده است که در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است. اطلاعات مربوط به خصوصیات فیزیوگرافی حوضه‌ها شامل مساحت، شیب متوسط حوضه و جهت شیب غالب نیز با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS تعیین شد. برای شبیه‌سازی هیدرولیکی اطلاعات مربوط به گره‌ها، شامل نام گره، ارتفاع از کف تا سطح زمین، رقوم گره در کف مجرا و همچنین، اطلاعات مربوط به مجاری آبرو شامل نام مسیرها و گره‌های بالادست و پایین‌دست، سطح مقطع و طول مجرا و ضریب زبری مانینگ و اطلاعات نقاط خروجی وارد شده است. جهت شبیه‌سازی هیدرولیکی از اطلاعات مجاری آبرو طراحی‌شده توسط شرکت مهاب قدس استفاده شده است. به‌طورکلی پلان پیشنهادی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی شهر ساری شامل ۲۴۵ گره و ۲۴۴ مجرا می‌باشد.

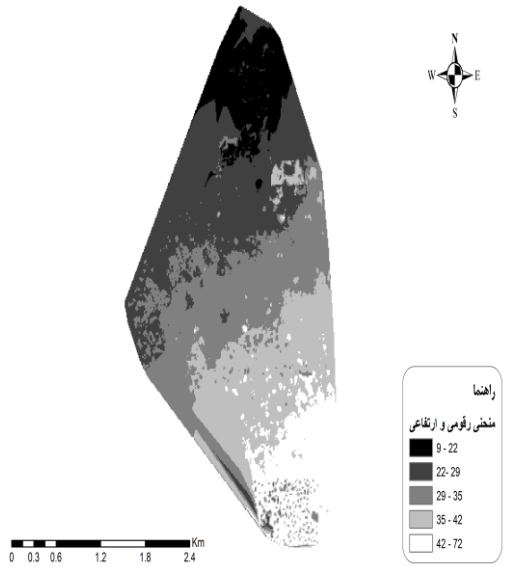
آنالیز حساسیت مدل SWMM

رستمی‌خلج و همکاران (۲۱) و رضایی و همکاران (۲۰)، آنالیز حساسیت مدل SWMM را برای ۸ پارامتر مختلف درصد اراضی نفوذناپذیر، ضریب زبری مانینگ در مناطق نفوذپذیر، عرض معادل، ارتفاع ذخیره مناطق نفوذناپذیر، ارتفاع ذخیره مناطق نفوذپذیر، شیب زیرحوضه و درصد مناطق نفوذناپذیر بدون ذخیره سطحی انجام دادند. از بین نتایج مدل، دبی اوج سیلاب را به‌عنوان متغیر وابسته برای بررسی در نظر گرفتند. آنالیز حساسیت مدل برای بارش طراحی با دوره بازگشت ۲۵ سال انجام و نشان دادند درصد مناطق نفوذناپذیر بیشترین تأثیر را روی میزان دبی اوج دارد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]



شکل ۳- نمایش زیرحوضه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS
Figure 3. Show subcatchment by using ArcGIS software



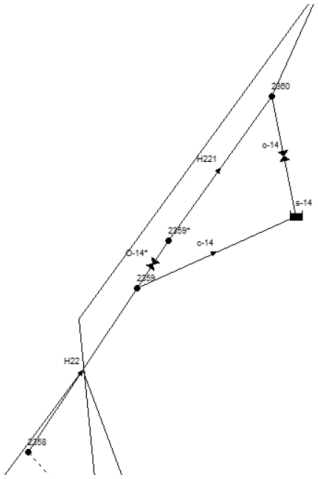
شکل ۴- نقشه رقومی-ارتفاعی منطقه
Figure 4. Digital elevation map of region

مخازن تعدیل سیلاب

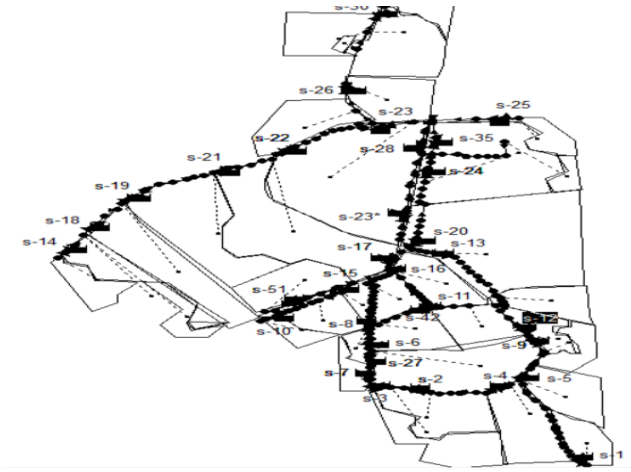
در این بخش ابتدا ملاحظات مربوط به مکان‌یابی مخازن تعدیل سیلاب بیان شده، سپس طراحی و مدل‌سازی مخازن توسط مدل SWMM، تأثیر احداث مخازن بر مقادیر دبی طراحی حوضه و ابعاد کانال‌های طراحی‌شده آورده شده است. طراحی مخازن به صورت باکس و در ورودی مخازن از دریچه کنترل و در خروجی مخازن از روزنه استفاده شده‌است.

مکان‌یابی مخازن تعدیل سیلاب

مهم‌ترین موضوع در استفاده از مخازن تعدیل سیلاب، وجود فضای کافی جهت احداث آنها می‌باشد. محل احداث مخازن با استفاده از طرح کاربری اراضی و بازدید میدانی استخراج گردید به‌طوری‌که با توجه به حجم به‌دست آمده در بعضی از مناطق مخازن به‌صورت یکپارچه و در بعضی از مناطق به‌دلیل عدم وجود فضای کافی از چند مخزن کوچکتر به‌جای یک مخزن استفاده شد. به‌طورکلی تعداد ۳۳ مخزن در منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شد که در شکل ۶ نشان داده شده‌است و همچنین در شکل ۵ ارتباط هیدرولیکی بین مخزن و مجاری آبرو نشان داده شده است.



شکل ۵- ارتباط هیدرولیکی مخزن و مجاری آبرو
Figure 5. Hydraulic connection between reservoir and conduit



شکل ۶- جانمایی مخازن در مدل SWMM
Figure 6. Locating reservoir in SWMM model

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

نتایج و بحث

پس از اجرای مدل نتایج شبیه‌سازی هیدرولوژیکی برای دوره بازگشت ۵ ساله استخراج شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که با افزایش مساحت زیرحوضه مقدار دبی رواناب ایجادشده افزایش می‌یابد. به‌طور نمونه خلاصه‌ای از نتایج شبیه‌سازی هیدرولوژیکی به‌دست‌آمده از مدل به‌ازای باران طراحی ۴۹/۴۵ میلی‌متر در جدول یک آورده شده است.

جدول ۱- خلاصه‌ای از نتایج شبیه‌سازی هیدرولوژیکی به‌ازای باران طراحی با دوره بازگشت ۵ ساله

Table 1. Summary of results of the hydrological simulation for rain design with 5 years return period

شماره زیرحوضه	شماره گره ورودی (تخلیه)	مساحت (ha)	دبی (m^3/s)
۲	۵۱۴	۲۰	۶
۶	۵۳۵	۳۳	۹
۱۱	۶۲۱	۲۷	۸
۲۰	۳۶۹	۶۸	۱۶
۲۳	۳۰۷۳	۶۷	۱۶
۲۴	۱۰۱۵	۴۷	۱۳

زمان تمرکز و زمان تأخیر زیر حوضه‌ها

زمان تمرکز بیانگر پاسخ هیدرولوژیک یک حوضه شهری است و یکی از مهم‌ترین پارامترها در بیشتر روش‌های طراحی هیدرولوژیک معمول، مانند روش استدلالی می‌باشد. زمان تمرکز حوضه با استفاده از طولانی‌ترین مسیر جریان (با در نظر گرفتن زمان پیمایش) در داخل حوضه محاسبه می‌شود. معادلات مختلفی برای محاسبه زمان تمرکز حوضه‌های شهری پیشنهاد شده‌است. بیشتر این معادلات تجربی و برای نقاط مشخصی می‌باشد. در این تحقیق برای محاسبه زمان تمرکز زیرحوضه‌ها از روش تجربی کربای رابطه (۶) و روش کرپیچ رابطه (۷) استفاده شده‌است. که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است (۲۴).

$$T_{1c} = 3.03\left(\frac{rL^{1.5}}{H^{0.5}}\right)^{0.467} \quad (۶)$$

$$T_{2c} = 0.949\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (۷)$$

که در این روابط T_c زمان تمرکز برحسب ساعت و H اختلاف ارتفاع بلندترین و پایین‌ترین نقطه حوضه برحسب متر و L طول مسیر آبراهه اصلی برحسب کیلومتر و r ضریب سطح حوضه می‌باشد (۲).

زمان تأخیر حوضه فاصله زمانی بین مرکز بارندگی تا نقطه اوج هیدروگراف می‌باشد که از رابطه (۸) قابل محاسبه می‌باشد که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده‌است (۲).

$$T_L = 0.6T_C \quad (۸)$$

نتایج بدست‌آمده نشان می‌دهد که مقدار محاسبه شده زمان تمرکز حوضه‌ها به دلیل مساحت کم زیرحوضه‌ها کوچک و در اکثر حوضه‌ها کمتر از ۲۰ دقیقه می‌باشد.

جدول ۲- نتایج حاصل از محاسبه زمان تمرکز و زمان تأخیر زیرحوضه‌ها

Table 2- The results of calculating the time of concentration and the time lag of the subcatchments

شماره حوضه	T_{1c}(min)	T_{2c}(min)	T_L(min)	شماره حوضه	T_{1c}(min)	T_{2c}(min)	T_L(min)
۱	۱۲	۱۳	۸	۲۳	۱۶	۲۲	۱۳
۲	۱۰	۱۰	۶	۲۴	۱۷	۲۴	۱۴
۳	۱۷	۲۳	۱۴	۲۶	۱۲	۱۴	۸
۴	۱۴	۱۸	۱۱	۲۷	۱۱	۱۱	۶
۵	۱۳	۱۵	۹	۲۸	۵	۳	۲
۶	۱۸	۲۶	۱۶	۲۹	۱۰	۹	۶
۷	۱۰	۹	۶	۳۰	۱۱	۱۲	۷
۸	۱۱	۱۱	۷	۳۱	۹	۸	۵
۹	۱۲	۱۳	۸	۲۵	۱۱	۱۱	۷
۱۰	۱۰	۹	۶	۳۵	۱۲	۱۴	۸
۱۲	۱۱	۱۲	۷	۱۴	۱۵	۲۰	۱۲
۱۳	۱۱	۱۲	۷	۳۴	۱۷	۲۳	۱۴
۱۶	۱۰	۱۰	۶	۴۵	۸	۷	۴
۱۷	۱۲	۱۳	۸	۱۵	۸	۷	۴
۱۸	۱۶	۲۰	۱۲	۲۱	۱۶	۲۰	۱۲
۱۹	۱۸	۲۵	۱۵	۵۱	۱۳	۱۴	۹
۲۰	۲۲	۳۶	۲۱	۱۱	۱۰	۱۰	۶
۲۲	۱۷	۲۳	۱۴	۴۲	۱۱	۱۲	۷

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

نتایج شبیه‌سازی هیدرولیکی شامل نتایج مربوط به گره‌ها و مجاری آبرو می‌باشد. موارد حائز اهمیت در نتایج مربوط به گره‌ها شامل مدت تداوم اضافه‌بار و شرایط سیلابی در محل گره می‌باشد مدت زمان سیلابی شدن نشان‌دهنده آن است که مجاری موجود توانایی عبور دبی سیلاب را ندارند. بیشترین زمان سیلابی‌شدن در گره ۵۸۳، بیش از ۹ ساعت می‌باشد. برای اصلاح این وضعیت، ابعاد مجاری آبرو در پایین‌دست گره‌ها به روش سعی و خطا تصحیح شد به‌طوری‌که اضافه‌بار و شرایط سیلابی موجود به‌طور کامل حذف شده است. براساس نتایج به‌دست آمده و ملاحظات اجرایی، ابعاد تیپ برای این منطقه به‌صورت ۱۱ تیپ کانال مستطیلی از جنس بتنی پیشنهاد می‌شود. در جدول شماره ۳ خلاصه‌ای از نتایج هیدرولیکی مربوط به گره‌ها آورده شده است.

جدول ۳- خلاصه‌ای از نتایج شبیه‌سازی هیدرولیکی به‌دست آمده از گره‌ها

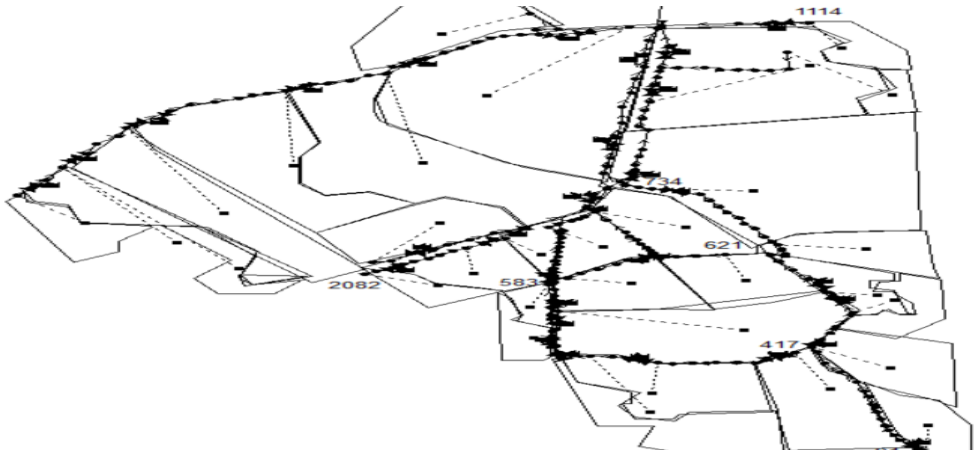
Table 3. Summary of results hydraulically simulation obtained from nodes

شماره گره	مدت تداوم اضافه‌بار (hr)	مدت زمان سیلابی شدن (hr)	حداکثر زمان سیلابی شدن (hr)
۶۲۱	۰/۵۰	۰/۴۱	۳:۱۰
۵۸۳	۹/۲۷	۹/۲۷	۳:۱۴
۹۱	۰/۴۸	۰/۴۸	۳:۱۴
۴۱۷	۰/۵۱	۰/۴۸	۳:۱۰
۱۱۱۴	۰/۵۴	۰/۴۱	۳:۱۰
۷۳۴	۰/۵۴	۰/۵۱	۳:۱۰
۲۰۸۲	۰/۷۴	۰/۷۴	۳:۱۰

در شکل ۷ موقعیت نقاط بحرانی موجود در جدول ۲ نشان داده شده است. برای تعیین حجم مخازن تعدیل سیلاب با توجه به دبی رواناب ایجادشده در هر زیرحوضه چند مقدار متفاوت برای حجم هر مخزن در نظر گرفته شد و نمودار تغییرات دبی خروجی در برابر حجم برای هر مخزن ترسیم شد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش حجم مخزن نرخ تغییرات دبی کاهش می‌یابد. مقادیر متفاوت برای حجم هر مخزن طوری انتخاب شد که اختلاف دبی خروجی شبیه‌سازی‌شده برای دو حجم متوالی بسیار ناچیز به‌دست‌آمد. در شکل ۸ منحنی تغییرات حجم-دبی در مخازن نشان داده شده است. در مرحله بعد نمودار تغییرات $\frac{dQ}{dV}$ در برابر حجم مخزن ترسیم شد و مقدار حجمی از مخزن که کمترین نرخ تغییرات دبی نسبت به حجم را دارا بود به‌عنوان مقدار بهینه در نظر گرفته شد. مقادیر نسبت $\frac{dQ}{dV}$ با استفاده از رابطه (۹) محاسبه شده است. در شکل ۹ خلاصه‌ای از نمودار تغییرات $\frac{dQ}{dV}$ در برابر حجم مخازن نشان داده شده است.

$$\frac{dQ}{dV} = \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{Q_2 - Q_1}{V_2 - V_1} \quad (۹)$$

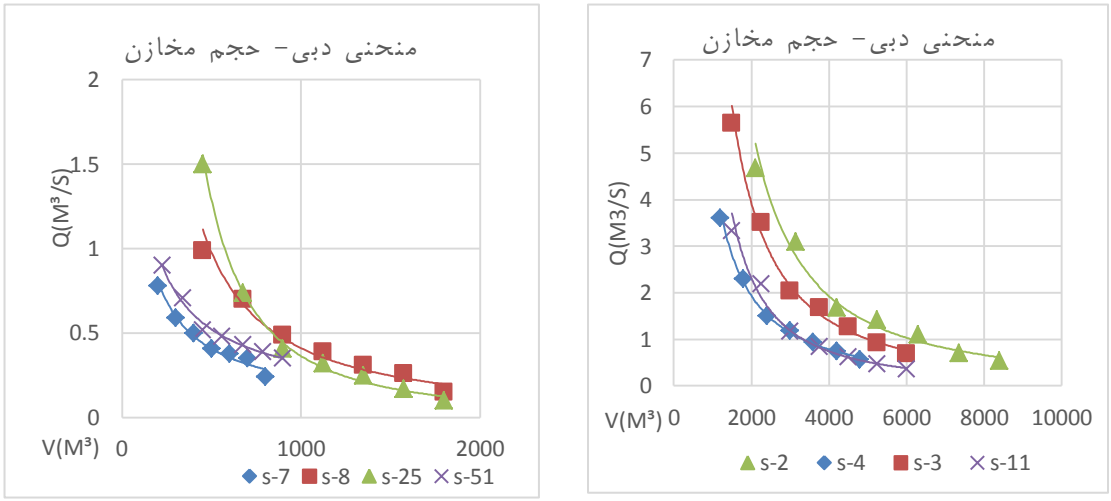
ΔV: تغییرات دو حجم متوالی مخازن، ΔQ: اختلاف دبی دو حجم متوالی



شکل ۷- موقعیت نقاط بحرانی موجود در جدول ۲

Figure 7. Situation of critical points existing in table

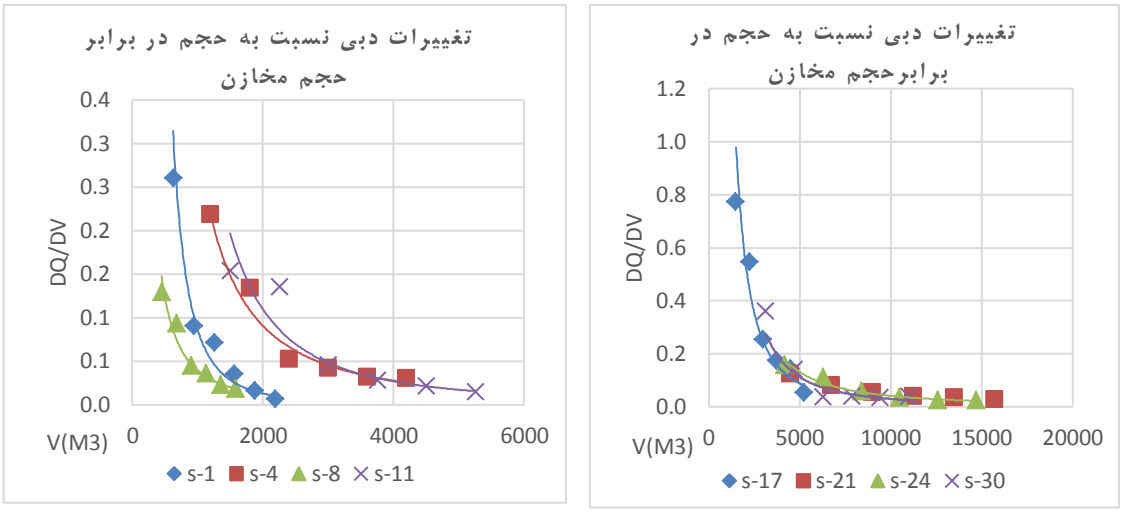
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]



(ب) (الف)

شکل ۸- نمونه‌ای از منحنی‌های دبی-حجم مخازن تعدیل، الف) مخازن s-11, s-3, s-4, s-2، ب) مخازن s-7, s-8, s-25, s-51

Figure 8. Example of discharge- volume retarding reservoirs curves, a) reservoirs s-2, s-4, s-3, s-11, b) reservoirs s-7, s-8, s-25, s-51



(ب) (الف)

شکل ۹- نمودار تغییرات $\frac{dQ}{dV}$ در برابر حجم مخازن، الف) مخازن s-17, s-21, s-24, s-30 ، ب) مخازن s-1, s-4, s-8, s-11

Figure 9. Chart changes of $\frac{dQ}{dV}$ versus volume of reservoirs a) reservoirs s-17, s-21, s-24, s-30, b) reservoirs s-1, s-4, s-8 and s-11

با تعیین حجم مناسب مخازن تعدیل سیلاب در منطقه مورد مطالعه، جانمایی مخازن با در نظرگرفتن نقشه کاربری اراضی و بازدید میدانی انجام شد. بیشترین مقدار حجم مخزن، ۲۲۵۰۰ مترمکعب در منطقه کمربندی غربی و کمترین مقدار حجم مخزن، ۶۰۰ مترمکعب در منطقه میدان امام حسین تعیین شد. به‌طورکلی ۳۳ مخزن در نظر گرفته شد که در جدول ۴ مقدار حجم مخازن تعیین‌شده نشان داده شده‌است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

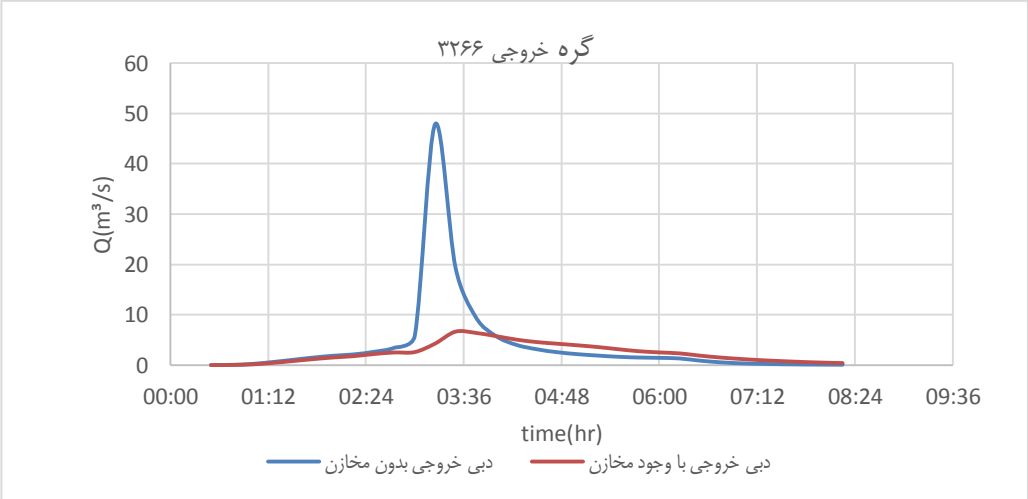
جدول ۴- حجم مخازن تعدیل پیشنهادی در منطقه مورد مطالعه

Table 4. Proposed retarding reservoirs in study area

نام مخزن	حجم مخزن (m^3)	نام مخزن	حجم مخزن (m^3)	نام مخزن	حجم مخزن (m^3)
s-1	۱۸۷۵	s-12	۳۹۹۶	s-23	۷۹۸۰
s-2	۷۳۵۰	s-13	۲۵۰۰	s-23*	۶۶۰۰
s-3	۱۲۰۰	s-14	۱۲۰۰	s-24	۱۲۶۰۰
s-4	۳۶۰۰	s-15	۳۵۰۰	s-25	۱۱۲۵
s-5	۳۶۰۰	s-16	۴۴۸۰	s-26	۷۰۰۰
s-6	۹۰۰۰	s-17	۴۹۰۰	s-27	۵۸۷۵
s-7	۶۰۰	s-18	۷۷۰۰	s-28	۶۶۰۰
s-8	۱۴۴۰	s-19	۴۰۰۰	s-30	۹۴۵۰
s-9	۳۶۰۰	s-20	۲۴۹۶	s-35	۲۲۵۰
s-10	۸۰۰	s-21	۱۱۲۰۰	s-42	۱۸۰۰
s-11	۴۵۰۰	s-22	۲۲۵۰۰	s-51	۷۰۰

تأثیر مخازن تعدیل در کاهش سیلاب

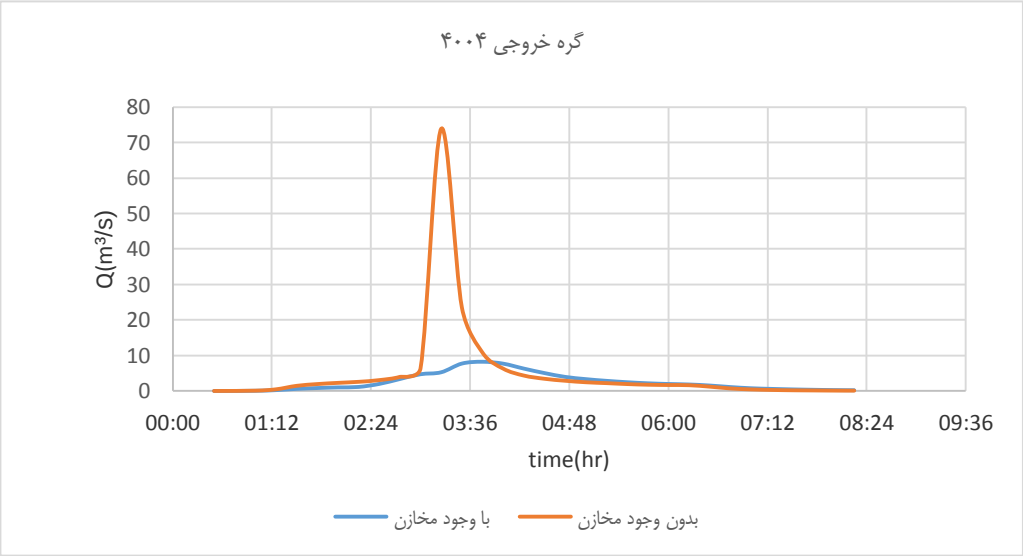
با جانمایی مخازن در مدل SWMM شبیه‌سازی مجدد صورت گرفت و میزان تأثیر مخازن تعدیل در کاهش سیلاب و ابعاد کانال مشخص شد نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که میزان سیلاب در گره خروجی ۳۲۶۶، به‌میزان ۸۶ درصد و در گره خروجی ۴۰۰۴ به‌میزان ۸۹ درصد کاهش یافت. در شکل‌های۱۰و ۱۱ هیدروگراف نقاط خروجی برای حالت‌های با وجود مخازن و بدون وجود مخازن نشان داده شده‌است.



شکل ۱۰- هیدروگراف خروجی در گره ۳۲۶۶ با و بدون وجود مخازن

Figure 10. Output Hydrograph in node 3266 with and without reservoirs

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]



شکل ۱۱- هیدروگراف خروجی در گره ۴۰۰۴ با و بدون وجود مخازن تعدیل
Figure 11. Output Hydrograph in node 4004 with and without reservoirs

در همین راستا بعد از جانمایی مخازن و کاهش دبی جریان در مجاری آبرو ابعاد تیپ جدید برای این منطقه به‌صورت ۱۰ تیپ کانال مستطیلی از جنس بتنی پیشنهاد می‌شود که در جدول شماره ۵، تیپ پیشنهادی مجاری آبرو با و بدون وجود مخازن تعدیل نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد وجود مخازن تعدیل سیلاب باعث کاهش ابعاد کانال (متوسط سطح مقطع کانال) در منطقه مورد مطالعه به‌میزان ۵۷ درصد شده است که با یافته‌های قاسمی (۸) که به بررسی وجود مخازن تعدیل سیلاب در شهر مشهد پرداختند که با وجود ۳ مخزن دبی اوج سیلاب به‌میزان ۳۸ درصد کاهش یافته است مطابقت دارد.

جدول ۵- تیپ پیشنهادی مجاری آبرو با و بدون وجود مخازن تعدیل

Table 5. Proposed dimensions of conduits with and without retarding reservoirs

بدون وجود مخازن			با وجود مخازن		
شکل مجرا	حداکثر عمق (m)	عرض بالا (m)	تیپ مقطع	حداکثر عمق(m)	عرض بالا(m)	تیپ مقطع
کانال مستطیلی	۱	۱	R1	۱	۱	A1
کانال مستطیلی	۱	۱/۵	R2	۱	۱/۵	A2
کانال مستطیلی	۱/۵	۱/۵	R3	۱	۱/۲	A3
کانال مستطیلی	۱/۵	۲/۵	R4	۱/۵	۰/۵	A4
کانال مستطیلی	۲	۲	R5	۲	۱	A5
کانال مستطیلی	۲	۲/۵	R6	۲	۱/۵	A6
کانال مستطیلی	۲	۳	R7	۲	۲	A7
کانال مستطیلی	۲/۵	۳	R8	۲/۵	۱	A8
کانال مستطیلی	۲/۵	۳/۵	R9	۳	۱/۵	A9
کانال مستطیلی	۳	۳	R10	۳	۲	A10
کانال مستطیلی	۳/۵	۳/۵	R11	-----	-----	-----

نتایج نشان داد مخازن تعدیل سیلاب می‌توانند بر کاهش دبی اوج و حجم سیلاب خروجی از حوضه تأثیرگذار باشند و همچنین باعث کاهش ابعاد کانال در منطقه مورد مطالعه شوند. وجود مخازن تعدیل سیلاب باعث کاهش دبی سیلاب به‌میزان ۸۶ درصد در گره خروجی ۳۲۶۶ و همچنین باعث کاهش دبی به‌میزان ۸۹ درصد در گره خروجی ۴۰۰۴ شده است.

منابع

1. Ahmadi Sharaf, A. and M. Tajrishy. 2014. Siting Detention Basins Using SWMM and Spatial multi-criteria Decision making. Journal of Water and Waste water, 6: 57-66 (In Persian).
2. Alizadeh, A. 2015. Principles of applied hydrology. 40th edn., Imam Reza University, Mashhad, Iran, 942 pp.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

3. Bergue, M.J. and Y. Ruperd. 2000. Storm Water Retention Basins. AABalkema Publishers, Rotterdam, the Netherlands, 468 pp.
4. Castro, J.H., G.A. Badenas, W. Caldit, D. Saiyari and B. Eurolfan. 2015. A study on flood control system introducing storage tank in Manila City Hall area. International Conference on Environmental Quality Concern, Kaohsiung, Taiwan, 13 pp.
5. Design Studies of main network collecting surface runoff of Sari. 2012. Designed by Mahab Ghods Company, 130 pp (In Persian)
6. Di Matteo, M., R. Liang, M.A. Thyer, A.R. Simpson, G.C. Dandy and B. Ernst. 2019. Controlling rainwater storage as a system: An opportunity to reduce urban flood peaks for rare, long duration storms. Environmental Modelling and software Journal, 1(11): 34-41.
7. Fang, Z., A. Zimmer, P.B. Bedient, H. Robinson, J. Christian and B.E. Veiux. 2010. Using a distributed Hydrologic Model to Evaluate the Location of Urban development and Flood control storage. Water Resources Planning Management, 136(5): 597-601.
8. Ghasemi, S. and M. Faghfour Maghrebi. 2015. Analyze the best method of collecting surface runoff in Mashhad, 14th Hydraulic Conference of Iran, Faculty of Engineering Shahid Nikbakht, Zahedan, 8 pp (In Persian).
9. Gobel, P., C. Dierkes and W.G. Coldeway. 2006. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. Journal of Contaminant Hydrology, 91: 26-42.
10. Iran Water Resources Management Company. 2006. Draft Flood damage estimation manual, 296-a, Iran Energy Department, Tehran, (In Persian)
11. Jiang, L., Y. Chen and H. Wang. 2015. Urban flood simulation based on the SWMM model. Hydrology and Water Resources Journal, 368: 186-191.
12. Kaboosi, K. and R. Jelini. 2016. Investigation of performance indices and the rule of detention reservoir on flood control (case study: Jafarabad watershed in Golestan province). Protection of Water and Soil Resources, 5(4): 35-47.
13. Khajeh Nasiri, A., A.H.R. Golkar and M. Tavousi. 2015. Use of delayed ponds to moderate and reduce the amount of flood with the ASSA and GIS soft wares. 4th International Conference of Systems of Rainfall Basin levels, Mashhad, 10 pp (In Persian)
14. Khazaie, M.R. 2016. Climate change impact assessment on hydrological regimes of a mountainous river basin in Iran. Protection of Water and Soil Resources, 5(3): 43-54 (In Persian).
15. Lopez-Moreno, J.I., S. Begueria and J.M. Garcia-Ruiz. 2002. Influence of the Year reservoir on floods of the Aragon River, central Spanish Pyrenees. Hydrology and Earth System Sciences, 6(4): 753-762.
16. Lotfi, H. and M. Jafari. 2012. The Process of Urban Immunization to deal with natural flood hazards Case Study: Tehran. Geographic Space Journal, 11(36): 283-296.
17. Movahedi nia, M. 2016 Flood control in urban areas by using LID with retarding reservoirs and EPASWMM model, M.Sc. Thesis, Modaress University, Tehran, Iran, 111 pp (In Persian)
18. Ngo, T.T., D.G. Yoo, Y.S. Lee and J.H. Kim. 2016. Optimization of upstream detention reservoir facilities for downstream flood mitigation in urban areas. Water Journal, 8(7): 14 pp.
19. Principles and design criteria for sewage and surface water network. 2014. Minister of Energy, Office of engineering and technical criteria Ab and Abfa, Journal number 425-A, (review of 118-3 and 163 Journals), 150pp. (In Persian)
20. Rezaie, F., A. Bahremand, V. Bordisheikh, M.T. Dastourani and M. tajbakhsh. 2018. Determine the most important parameters affecting urban runoff by using SWMM model, watershed Management Research, 9(18): 135-145 (In Persian).
21. Rostami Khalaj, M., M. Mahdavi, Sh. Khalighi Sigaroudi and A. Salajegheh. 2012. Sensitivity analysis of variables effecting on urban flood by using MIKESWMM model. Watershed Management Journal, 3(5): 81-91.
22. Salavati, P., A. Fakheri Fard, E. Asadi and S. Asadi. 2015. Rain-runoff Frequency Analysis for Designing Reservoirs in order to Collect Surface Water for the development of Urban Green Space, Case Study: Tabriz. Irrigation Science and Engineering, 40(2): 103-117 (In Persian)
23. Shokoohi, A. and S.H. Daneshvar. 2007. Flood control in urban basins using detention ponds comparison to localized river engineering counter measures. Iran-water Resources Research, 3(1): 80-83 (In Persian).
24. Soleimani, K., M. Rashidpour, V. Karimi and K.H. Khosravi. 2015. Urban Flood Hydrology and Quantitative Modeling in GIS and SWMM Environment. Haraz University. Remote Sensing Society and GIS Iran, 301 pp (In Persian).
25. Taheri Behbahani, M. and M. Bozorgzade. 1996. Urban Floods. Center for Urban and Architecture Studies of Iran, Iran, 533 pp (In Persian).
26. Tajbakhsh, M. and S.R. Khodashenas. 2012. Revision of Surface-Runoff Drainage System Simulation and Application of Retention Basins, Case Study: East Eghbal Catchment, Mashhad. Journal of Water and Soil Science, 22(1): 109-123 (In Persian)
27. Zeng. B., H. Tan and L.J. Wu. 2007. A new approach to urban rain water management. Journal of China University of Mining and Technology, 17 (1): 82-84.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]

The Effect of Intercity Retarding Reservoirs on Flood Peak Discharge and Reduce the Dimensions of Flood Collection Network (Case Study: Gozarkhan Subcatchment, Sari)

Elham Rajabi shahbandi[1], Mohsen masoudian[2] and Ramin Fazl Oula[3]

1- Graduate student of Water Structures, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources (Correponding author: Mohsen_masoudian@yahoo.com)
Received: 17 June, 2018 Accepted: 9 June, 2019

Abstract

The use of retarding reservoirs is one of the methods of urban flood management structures to reduce the volume or intensity of floods as well as repulsed of flooding flows. In this research, the effect of intercity retarding reservoirs on flood peak discharge and the dimensions of conduits was analyzed in one of the subcatchment of Sari (Gozarkhan) for this purpose, after determine the designing rainfall with 5 years return period based on SCSII's method and the concentration time of subcatchments was calculated by using the experimental methods of Kerby and Kirpich, the simulation of the network without reservoirs was performed by using SWMM software and the flood peak discharge and the dimensions of conduits were determined then, with flood retarding reservoirs, re-simulation and the effect of reservoirs on peak of output discharge and the dimensions of conduits were determined. In order to determine the volume of flood retarding reservoirs, first by considering several quantity for volume and drawing output discharge and $\frac{dQ}{dV}$ variations graphs in relation to the volume of the reservoir, for each reservoir, the volume with the lowest rate of variation of the discharge was considered as the optimal amount. The results show that the retarding reservoirs reduce the flood rate in output node 3266, 86% and in output node 4004, 89%, as well as the dimensions of the conduits (average cross-section of conduits) reduce 57% in study area.

Keywords: Flood Control, Flood Retarding Reservoirs, Sari, SWMM model, Urban Basin

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.21.10.4]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.21.72]