Archive of SID

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۱، شماره ۲، سال ۱۳۹۸، صفحات ۱۹۷ تا ۲۰۴
DOI : 10.22060/ceej.2017.13235.5353

ارزیابی احداث مخازن ذخیره جهت کاهش سیلاب شهری

ولی الله کریمی[۱]، مصطفی رشیدپور[۲]

[۱]بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری، ایران
[۲]مربی، دانشکده علوم محیطی، مؤسسه آموزش عالی هراز، آمل، ایران

چکیده: راهکار طراحی توسعه پایدار سیستم زه‌کشی رواناب سطحی یا به اصطلاح توسعه کم اثر طیف وسیعی از روش‌ها را به منظور نگهداشت، نفوذ، یا تصفیه رواناب‌های رگباری در محیط‌های شهری شامل می‌شود. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی کاربرد مخازن ذخیره به عنوان یکی از روش‌های سازه‌ای توسعه کم اثر، به منظور حذف یا کاهش سیلاب‌های ناشی از بارندگی در شبکه‌ی جمع‌آوری و انتقال زه‌آب‌های سطحی بخشی از حوزه‌ی شهری بابلسر می‌باشد. با استفاده از شبیه‌سازی فرآیند بارش- رواناب در سطح حوضه و روندیابی رواناب در شبکه‌های زه‌کشی با استفاده از مدل SWMM نقاط بحرانی شناسایی شد. شبیه‌سازی‌های متعددی با در نظر گرفتن واحدهای ذخیره با ابعاد مختلف انجام پذیرفت و در نهایت مناسب‌ترین گزینه، انتخاب گردید. با در نظر گرفتن یک مخزن ذخیره به صورت سری برای دوره بازگشت ۱۰ ساله، سیلابی با حجم کل ۱۲۵ متر مکعب مشاهده شد. با شبیه‌سازی احداث مخزن ذخیره در مدل SWMM به صورت موازی و با همان ابعاد و محل احداث حالت سری هیچ گونه آب‌گرفتگی را به همراه نداشته که نشان‌دهنده عملکرد بهتر واحدهای ذخیره‌ی موازی نسبت به واحدهای ذخیره سری می‌باشد. نتایج این پژوهش، بهره‌گیری از مدل‌های شبیه‌سازی هیدرودینامیکی سیلاب را به منظور ارزیابی سناریوهای مختلف مدیریت سیلاب شهری مورد تاکید قرار می‌دهد.

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۵ مردادماه ۱۳۹۶
بازنگری: ۱۶ آبان ماه ۱۳۹۶
پذیرش: ۱۸ آبان ماه ۱۳۹۶
ارائه آنلاین: ۴ دی ماه ۱۳۹۶

کلمات کلیدی:
سیلاب شهری
مخازن ذخیره
شبیه سازی
آب گرفتگی
مدل SWMM

۱ـ مقدمه

حوضه‌های شهری، مناطقی با تمرکز بالای فعالیت‌های انسانی بوده که از ویژگی‌های آن سطح نفوذناپذیر گسترده و وجود آبراهه‌های ساخت دست بشر است. شهرسازی عموماً همراه با افزایش سطوح نفوذناپذیر مثل جاده‌ها و پشت بام‌ها، ساخت سیستم‌های هیدرولیکی زه‌کشی رواناب‌های ناشی از رگبارها، کوبیدگی خاک و تغییر کاربری همراه است که این تغییرات منجر به افزایش دبی سیلاب می‌شود [۱]. سیل‌گرفتگی در مناطق شهری در پی ناکارآمدی سیستم‌های زه‌کشی شهری، موجب وارد شدن خسارات زیاد به ساختمان‌ها و دیگر زیرساخت‌های عمومی و خصوصی می‌شود. گذشته از این، سیل‌گرفتگی خیابان‌ها می‌تواند موجب کند شدن و یا توقف کامل رفت و آمدها گردیده و هم‌چنین پیامدهای غیرمستقیم از جمله قطع تردد و از دست رفتن فرصت‌های تجاری را به همراه داشته باشد [۲].

در دو دهه اخیر برای کاهش عوامل زیان آور سیلاب در پی توسعه شهرها، شیوه‌های جدیدی با هدف بهبود نتایج زیست محیطی، اقتصادی، و اجتماعی گزینه‌های پیش روی مدیریت سیلاب شهری، توسعه یافته‌است [۳]. راهکار طراحی توسعه پایدار سیستم زه‌کشی رواناب سطحی[1] یا به اصلاح توسعه کم اثر[2] طیف وسیعی از روش‌ها را به منظور نگهداشت، نفوذ، یا تصفیه رواناب‌های رگباری در محیط‌های شهری شامل می‌شود [۵ و ۴] . این روش‌ها شامل اقدامات سازه‌ای مانند احداث حوضچه‌های نگهداشت، تالاب و دریاچه‌های مصنوعی، علفزارها، مخازن جمع‌آوری آب باران، نگهدارنده‌های زیستی، پوشش نواری گیاهی، و ترانشه‌های نفوذ می‌باشند. اقدام غیر سازه‌ای شامل مکان‌یابی بهینه مناطق مسکونی و جاده‌ها با هدف کاهش درصد مناطق نفوذناپذیر و افزایش پوشش گیاهی و سطوح نفوذپذیر، کاهش منابع آلوده کننده رواناب، و شیوه‌های آموزشی ارتقاء فرهنگ استفاده از منابع آب از جمله این روش‌ها هستند [۶].

مخازن ذخیره از روش‌های سازه‌ای توسعه کم اثر در کاهش اثرات مخرب سیلاب است. واحد ذخیره را می‌توان به دو صورت سری و موازی در شبکه احداث نمود که هریک مزایا و معایبی دارد. مخازن ذخیره‌ی سری در مسیر پیوند بین دو گره به صورت روی خط تعبیه می‌شود و آب گره بالادست به طور کامل وارد آنجا شده و پس از پر شدن، به

1 Sustainable urban drainage systems design
2. Low impact development (LID)

نویسنده عهده‌دار مکاتبات : v.karimi@areeo.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

صورت جریان سرریزی وارد گره بعدی و شبکه می‌گردد. این حالت هزینه‌ی کمتری داشته ولی کارآیی آن نیز کم خواهد بود. در مخازنی که به صورت موازی با شبکه ساخته می‌شوند، از محلی بالاتر از کف یک گره، مجرایی به مخزن ذخیره متصل می‌گردد و محل خروجی مخزن نیز بالاتر از کف مخزن قرار گرفته و با یک مجرای انتقال آب، به گره پائین دست متصل می‌شود. این روش، هزینه بیشتری نسبت به روش سری دارد، اما نظر به این که ورود آب به داخل مخزن منوط به وجود حداقل عمق مشخص جریان آب در گره ورودی می‌باشد لذا در دبی‌های کم، جریان وارد مخزن نشده و در مواقع پیک سیلاب بیشترین کارآیی را دارا خواهد بود.

گستردگی و پیچیدگی عوامل دخیل در فرآیندهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی حوضه‌های شهری و به‌کارگیری تکنولوژی‌های کم اثر اجرای تمهیدات پیشنهادی و موفقیت نسبی پروژه‌ها را به راحتی میسر نمی‌کند، لذا ارزیابی فنی طرح‌های مدیریت سیلاب، قبل از اجرای طرح را، به منظور بهره‌گیری صحیح هریک از این روش‌ها ضروری می‌سازد. دانشمندان و متخصصین به منظور فهم و پیش‌بینی نتایج تصمیم‌گیری در تخصص‌های مختلف از جمله هیدرولوژی، محیط زیست و برنامه‌ریزی شهری از مدل‌های شبیه‌سازی استفاده می‌کنند [۷].

الیوت و تروس دیل (۲۰۰۶) با هدف بررسی توانایی و قابلیت‌های مختلف این مدل ها در بررسی ابزارها و تکنولوژی‌های روش‌های توسعه کم اثر، با مقایسه ده مدل که در حال حاضر موجود بوده و هنوز هم مورد استفاده واقع می‌شوند، هم‌چنین اسناد کافی به زبان انگلیسی دارند و نیز در سطح بالاتری نسبت به مدل‌های سنتی هیدرولوژیکی زه‌کشی سیلاب قرار دارند را انتخاب نموده و مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند که دو مدل SWMM و MOUSE برای محدوده وسیعی از کاربردها مناسب می‌باشند، با این حال دو مدل مذکور برای استفاده عمومی یا استفاده توسط طراحان غیرمتخصص بسیار پیچیده می‌باشند. در مقایسه با این دو مدل، سایر مدل‌ها استفاده محدودتری دارند [۳].

یان و همکاران [۸] روش استفاده از سیلاب ناشی از بارندگی در شهرها را بر مبنای حفاظت از محیط زیست مورد مطالعه قرار دادند و روش بهینه استفاده جامع از سیلاب‌های ناشی از بارندگی در شهر بر مبنای حفظ محیط زیست را مطرح کردند. دومینیک و همکاران [۹] کارآیی مخازن تاخیری رگبار را برای سیستم‌های زه‌کشی شهری در شرایط تغییرپذیری اقلیم بررسی نمودند و یک مدل احتمالاتی تحلیلی برای ارزیابی کارآیی کاهش جریان سرریزی و کارآیی حجمی مخازن تاخیری که به رفتار اقلیم و حوضه شهری بستگی دارد، را پیشنهاد کردند. ساندرز و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی کنترل فعال و غیرفعال در مخازنی غیرخطی با هدف کاهش ارتفاع سیلاب در حوضه شهری واقع در شمال کالیفرنیا پرداختند. آن‌ها دریافتند که انتقال رواناب اضافی به یک مخزن غیرخطی خصوصا در مناطقی مانند حوضه‌های شهری که دارای ذخایر خطی معدودی هستند برای کاهش ارتفاع حداکثر سیلاب بسیار مفید است [۱۰].

رشیدپور و همکاران (۱۳۹۱)، بدیعی‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی مدل شبیه‌ساز SWMM جهت شبیه‌سازی فرآیند بارش - رواناب در حوضه‌های شهری و واسنجی و اعتبارسنجی هیدروگراف رواناب پرداختند و نتیجه گرفتند این مدل توانایی قابل قبولی در شبیه‌سازی فرآیند بارش-رواناب در حوضه‌های آبخیز شهری دارد [۱۲ و ۱۱]. علی بخشی و همکاران (۱۳۹۰)، احمدی و همکاران (۱۳۹۳)، کریمی و همکاران (۱۳۹۴)، مدل SWMM را جهت ارزیابی شبکه موجود جمع آوری رواناب شهری به کار گرفتند و نتیجه گرفتند استفاده از این مدل به صورت کارامدی در شناسایی نقاط شکست شبکه‌های موجود و ارائه راهکارهای پشنهادی مفید است [۱۵-۱۳].

معراجی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی یک مدل بهینه شده پرداختند که در آن از الگوریتم PSO به عنوان ابزار بهینه‌سازی و از بلوک Transport از نرم‌افزار SWMM به عنوان ابزار شبیه‌ساز جهت تحلیل هیدرولیکی سیستم کنترل سیلاب استفاده شد. هم‌چنین در این تحقیق به عنوان مطالعه موردی، از مدل فوق جهت طراحی بهینه سیستم کنترل سیلاب پارس جنوبی در جنوب ایران که ترکیبی از یک سد تأخیری با تخلیه کننده تحتانی و چندین کانال انتقال آب است استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده کارآمدی مدل پیشنهادی درکاهش هزینه‌های ساخت تا حدود۲۳درصد است [۱۶].

تادسچینی و همکاران (۲۰۱۲) کارآیی حوضچه‌های تاخیری آب باران در شبکه‌های زه‌کشی شهری را در شمال ایتالیا مورد بررسی قرار دادند. مدل EPA SWMM برای شبیه سازی فرآیند بارش- رواناب به صورت تک واقعه و هم‌چنین شبیه‌سازی پیوسته یک ساله مورد استفاده قرار گرفت. حوضچه‌های تاخیری آب باران، که با تنظیم کننده‌های جریان ترکیب شدند عملکرد خوبی را نسبت به آلودگی‌های زیست محیطی نشان دادند. نتایج شبیه‌سازی آشکار ساخت که شاخص‌های عملکردی به ندرت تحت تاثیر سطح حوضه و شیب شبکه زه‌کشی قرار گرفتند [۱۷].

رادمهر و عراقی نژاد (۲۰۱۶) به منظور اتخاذ تصمیمات دقیق‌تر در مدیریت سیلاب شهری به تهیه نقشه‌های خطرپذیر سیلاب با استفاده از ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پرداختند. آن‌ها به منظور ارزیابی مدل

www.SID.ir

Archive of SID

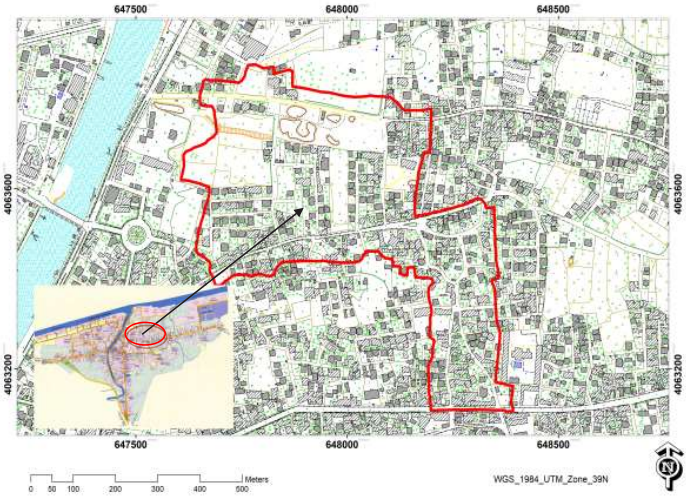
تصمیم گیری چند معیاره مکانی، از ایجاد قابلیت مدل‌سازی مکانی با شبکه‌های عصبی استفاده نمودند. نتایج نشان داد همبستگی بالایی بین هریک از نقشه‌های معیار با نقشه نهایی پتانسیل سیل خیزی برقرار است [۱۸].

بلو و همکاران (۲۰۱۶) چهارچوب مدلی را برای ارزیابی ابعاد بهینه و مکان مناسب احداث سیستم‌های نگهداشت سیلاب برای کاهش دبی پیک سیلاب در حوضه آبخیز رودخانه وز پرتقال با مساحت ۲۶۳ کیلومتر مربع ارائه دادند. روش کار از سه بخش: ۱) هیدرولوژیکی جهت برآورد مشخصه‌های سیلاب از جمله دبی حداکثر رواناب و ودبی آستانه سیلاب با استفاده از معادلات معمول هیدرولوژی و داده‌های هیدرومتری. ۲) ژئومورفولوژیکی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای استخراج زیرحوزه‌های هیدرولوژیکی و استخراج پارامترهای ژئومتری در هریک از این زیرحوضه‌ها و ۳) مدل‌سازی زیست محیطی با استفاده سیستم تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره برای تعیین مکان مناسب محل احداث سیستم نگهداشت تشکیل شد. نتایج آن‌ها نشان داد با استفاده از این روش می‌توان مناطق مناسب احداث حوضچه‌های نگهداشت با هدف حفظ کیفیت آب و کاربری اراضی را استخراج نمود [۱۹].

با توجه به اینکه، احداث مخازن ذخیره سیلاب، از جمله روش‌های موثر و پرکاربرد در مدیریت و کنترل سیلاب هاست که پژوهش‌های گسترده‌ای توسط محققین در داخل و خارج از کشور به منظور ارزیابی کارآمدی این سازه‌ها در کاهش دبی پیک سیلاب صورت گرفته است و اهمیت ارزیابی تصمیمات اتخاذ شده در به‌کارگیری روش‌های مدیریت کنترل سیلاب، پیچیدگی فرآیندهای هیدرولوژیکی حوزه‌های آبخیز شهری، تغییر پذیری پارامترهای دخیل در رفتار هیدرولیکی مخازن ذخیره سیلاب، ارائه چهارچوبی با هدف تحلیل هیدرودینامیکی هیدروگراف سیلاب ورودی و خروجی به این مخازن و تعیین ابعاد بهینه آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. هدف از انجام این تحقیق، ارائه چهارچوب جدیدی به منظور ارزیابی کاربرد مخازن ذخیره به عنوان روش سازه‌ای در مدیریت سیلاب شهری در حوضه‌ی مورد مطالعه با استفاده از مدل SWMM، به منظور حذف یا کاهش سیلاب‌های ناشی از بارندگی خارج شده از شبکه‌ی جمع آوری و انتقال زه آب‌های سطحی می‌باشد.

۲ـ محدوده مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه این تحقیق به مساحت ۲۸/۵ هکتار واقع در مرکز شهر بابلسر می‌باشد. شبکه‌ی اصلی جمع‌آوری سیلاب مسیری زیرزمینی به طول ۷۹۶ متر از لوله‌های سیمانی به قطر ۸۰ سانتی‌متر تشکیل شده و دارای ۱۳ آدم رو، ۱۳ مجرا و یک برون ریز بوده که زه آب‌ها را مستقیما وارد رودخانه‌ی بابل‌رود می‌نماید. نقشه‌ی مربوط به حوضه‌ی مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده‌است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و محدوده‌ی حوضه‌ی مورد مطالعه در شهر بابلسر
Geographical location of the study Area in Babolsar City

۳ـ مواد و روش ها

۱ـ۳ـ روش‌شناسی

۱ـ۱ـ۳ـ مدل SWMM

مدل مدیریت آب رگبارها، یک مدل شبیه‌ساز بارش-رواناب پویا با مبنای فیزیکی است که برای شبیه‌سازی‌های تک واقعه‌ای یا طولانی مدت (پیوسته) کمیت و کیفیت رواناب حوضه‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. مولفه رواناب SWMM روی مجموعه‌ای از زیر حوضه‌هایی که باران دریافت می‌کنند عمل کرده، رواناب و بارهای آلاینده را تولید می‌نماید. بخش روندیابی مدل، رواناب را از طریق شبکه‌ی لوله‌ها، کانال‌ها و تاسیساتی چون پمپ‌ها و تنظیم کننده‌های جریان منتقل می‌کند. این مدل، کمیت و کیفیت رواناب تولید شده در هر زیرحوضه، سرعت، دبی و عمق جریان در هر لوله و کانال را در هر زمانی از دوره شبیه سازی ارائه می‌دهد. روندیابی جریان در لوله‌ها و اتصالات با استفاده از شکل کامل معادلات سنت ونانت که از ترکیب معادلات اندازه حرکت (معادله ۱) و پیوستگی (معادله ۲) برای جریان غیرماندگار تدریجی بدست می‌آید، انجام می‌پذیرد [۲۰]. این معادلات عبارتند از:

$$\frac{\partial A}{\partial t}+\frac{\partial Q}{\partial x}=0 \qquad (۱)$$

$$\frac{\partial Q}{Qt}+\frac{\partial\left(Q^2/A\right)}{\partial x}+gA\frac{\partial H}{\partial x}+gAS_f+gAh_L=0 \qquad (۲)$$

www.SID.ir

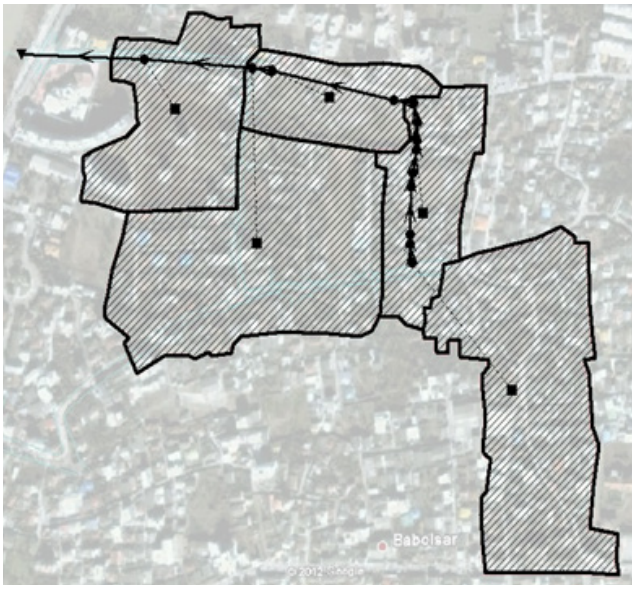
Archive of SID

که در آن x فاصله از ابتدای مجرا، t زمان، A سطح مقطع جریان، Q دبی جریان، H بارآبی در مجرا، Sf شیب اصکاکی، hL افت موضعی انرژی در واحد طول مجرا، و g شتاب ثقل است.

۲ـ۱ـ۳ شبیه سازی سیلاب طرح

برای شبیه‌سازی سیلاب‌های ناشی از بارندگی در حوضه‌ی شهری بابلسر با استفاده از مدل SWMM، به دلیل کوچک بودن منطقه‌ی مورد مطالعه، از رگبار طرح ۲ ساعته با دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و ۱۰ ساله استفاده شد. الگوی توزیع زمانی بارندگی ین و چاو با گام زمانی ۱۰ دقیقه‌ای برای شبیه‌سازی سیلاب ناشی از رگبار طرح به کار برده شد. مدل‌سازی بارش-رواناب عمدتاً نیازمند تعریف زیرحوزه‌هایی به‌صورت فضایی برای انجام محاسبات است [۲۱]. شکل زیرحوزه‌ها، مساحت‌ها و خروجی‌های زیرحوزه‌ها بر دقت محاسبات و پیش‌بینی زمان تمرکز رواناب سطحی تأثیر می‌گذارد. بنابراین توصیف دقیقی از زیرحوزه‌های موجود از اهمیت بالایی در مدل‌سازی بارش-رواناب برخوردار است [۲۲]. شیب، عرض و درصد مناطق نفوذناپذیر آن‌ها بر اساس مدل رقومی ارتفاع حوضه و نقشه کاربری اراضی و با استفاده از توابع تحلیل مکانی نرم افزار ARCGIS۱۰٫۳ محاسبه و به همراه توصیف حوزه‌ها وارد مدل شد. جهت وارد کردن نقشه‌ی منطقه مورد مطالعه با مقیاس صحیح و رقوم ارتفاعی واقعی به محیط کار نرم‌افزار SWMM، از نقشه‌های مدل رقوم ارتفاعی و کدی موجود با مقیاس ۱:۲۰۰۰ استفاده شد. داده‌های مربوط به ایستگاه هواشناسی، زیرحوضه‌ها، گره‌ها، مجاری آبرو و نقطه برون ریز جمع آوری، محاسبه و نهایتا در مدل وارد شدند. برای برآورد پارامترهای معادلات نفوذ، در چند نقطه از منطقه مورد مطالعه، اندازه گیری‌هایی با استوانه مضاعف صورت پذیرفت و ضرائب معادله هورتن جهت شبیه‌سازی بخش بارش - رواناب محاسبه شد.

پس از ترسیم زیرحوضه‌ها و وارد نمودن کلیه‌ی اطلاعات مورد نیاز، شبیه‌سازی انجام شد و با توجه به خصوصیات سیلاب و موقعیت گره‌های بحرانی، واحد یا واحدهای ذخیره موازی و سری طراحی شدند. جهت ارزیابی کارایی مخازن سری و موازی سه معیار کاهش حجم سیلاب، کاهش دبی پیک و کاهش مدت زمان آب‌گرفتگی در هریک از گره‌ها در نظر گرفته شد. شبیه‌سازی‌های متعددی با در نظر گرفتن واحد ذخیره با ابعاد و رقوم ارتفاعی کف، موقعیت ورودی و خروجی‌های مختلف انجام شد و در نهایت با سعی و خطا، گزینه‌ای که کمترین حجم سیلاب خروجی را سبب شد، انتخاب گردید. نقشه شبکه اصلی جمع آوری سیلاب حوضه‌ی مورد مطالعه در محیط مدل SWMM در شکل ۲ نشان داده شده‌است.



شکل ۲: مدل دو بعدی حوضه‌ی مورد مطالعه در صفحه‌ی محیط کار EPA SWMM
Two dimensional model of study area in EPA - SWMM desktop

۴ـ نتایج و بحث

الگوی توزیع زمانی رگبار طرح دو ساعته، به روش ین و چاو برای دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و۱۰ ساله با گام زمانی ۱۰ دقیقه‌ای، محاسبه و به صورت سری زمانی (هایتوگراف) در مدل وارد شده و شبیه‌سازی برای هر دوره‌ی بازگشت به صورت جداگانه انجام پذیرفت. حداکثر دبی عبوری از مجرا به دبی طراحی (دبی در حالت پربودن لوله)، برای تمام مجراها محاسبه شد و توانایی شبکه‌ی جمع‌آوری زه‌آب‌های حوضه، براساس تعداد مجراهای دارای ظرفیت کم، زیاد یا مناسب برای عبور سیلاب ارزیابی شد که در جدول ۱ قابل ملاحظه است.

جدول ۱: ارزیابی توانایی شبکه‌ی زه‌کشی حوضه‌ی مورد مطالعه برای عبور سیلاب
Evaluation of the ability of catchment drainage network for conveying flood

دوره بازگشت	تعداد مجرا	تعداد مجراهای با ظرفیت کم	تعداد مجراهای با ظرفیت زیاد	حجم سیلاب (m۳)	تعداد گره‌های سیلابی
۲	۱۳	۶	۷	۵۶	۶
۵	۱۳	۶	۷	۵۴۷	۸
۱۰	۱۳	۶	۷	۱۰۱۹	۸

همان‌طور که در جدول ۱ و شکل ۴ مشاهده می‌شود، شبکه حتی در دوره بازگشت دوساله هم قادر به تخلیه کامل زه‌آب‌های ناشی از بارندگی

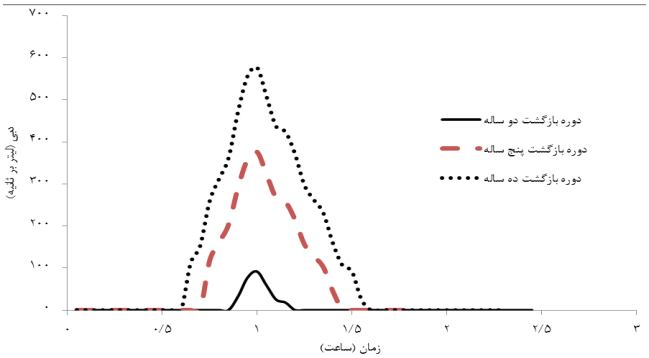
www.SID.ir

Archive of SID

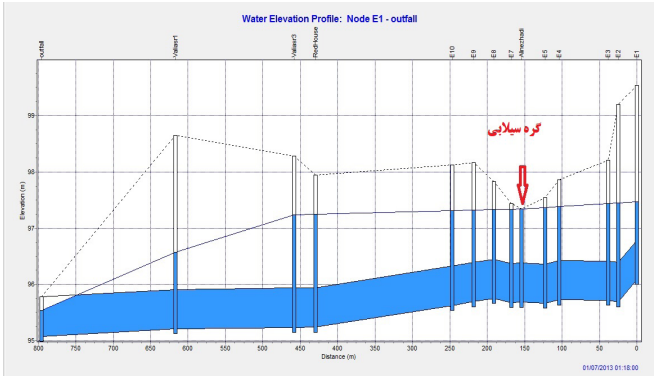
نبوده و بخشی از رواناب حاصل از بارندگی پس از وارد شدن به شبکه، به دلیل ناکافی بودن مقطع و یا خصوصیات هیدرولیکی مجرا، در گره‌های پائین دست، مجددا به سطح زمین رسیده و آب‌گرفتگی‌هایی را به وجود آورده است. به دلیل عمق کم گره E7 و هم‌چنین قرار گرفتن آن در گودترین قسمت کوچه، در شبیه‌سازی‌های انجام گرفته با هر سه دوره‌ی بازگشت، آب‌گرفتگی در آدم روهای دیگر بسیار ناچیز و حتی قابل اغماض بوده، و لذا می‌توان تمام سیلاب‌ها را به این گره نسبت داد که با نتایج کریمی و همکاران [۱۵] و رخدادهای گزارش شده در گذشته مطابقت دارد. در شکل ۴ نیمرخ طولی مجرای اصلی انتقال آب و هم‌چنین بارآبی مربوط به شبیه‌سازی با رگبار طرح ۱۰ ساله (شکل ۳)، نشان داده شده‌است.

۲ـ۴ـ احداث مخزن ذخیره

یکی از راهکارهای اجرایی برای کاهش یا رفع آب‌گرفتگی‌ها در محیط‌های شهری ساخت مخازن ذخیره به دو صورت سری و یا موازی در شبکه جمع آوری زه آبهای سطحی است. با توجه به نتایج شبیه‌سازی‌های انجام شده برای هر سه دوره بازگشت که کل حجم سیلاب خارج شده از شبکه تقریبا مربوط به گره E6 بوده است، لذا محل احداث واحد یا واحدهای ذخیره در بالادست این گره در نظر گرفته شد.



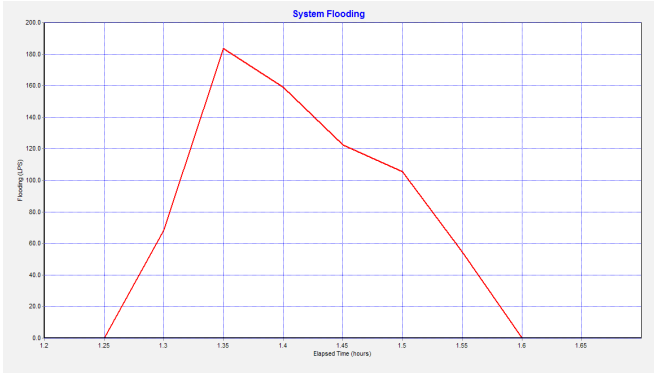
شکل۳: هیدروگراف سیلاب برای دوره بازگشت‌های مختلف
Flood Hydrograph for different return periods



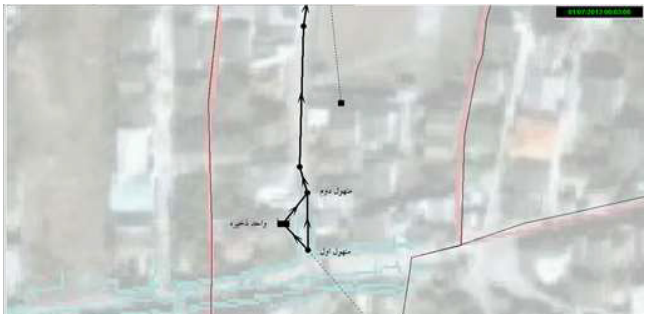
شکل۴: نیمرخ طولی مجرای اصلی انتقال آب و خط شیب هیدرولیکی برای دوره بازگشت ۱۰ ساله
Longitudinal profile of the main conduit and hydraulic line for a 10 -year return period

واحد ذخیره‌ی سری، بین آدم روی اول و دوم (در ابتدای مسیر) با مساحت ۵۰۰ متر مربع و عمق یکنواخت ۲/۸ متر تعبیه گردید (شکل۵). در دوره بازگشت‌های ۲ و ۵ ساله هیچ‌گونه سیلابی روی نداد ولی برای دوره بازگشت ۱۰ ساله سیلابی با حجم کل ۱۲۵ متر مکعب و دبی پیک سیلاب ۱۸۴ لیتر بر ثانیه و مدت زمان سیلاب ۱۹ دقیقه مشاهده شد. هیدروگراف کل سیلاب خارج شده از شبکه با در نظر گرفتن واحد ذخیره‌ی سری برای شبکه‌ی موجود در شکل ۶ نشان داده شده‌است.

شکل۵: موقعیت واحد ذخیره‌ی سری پیشنهادی در محل گره بحرانی
Suggested location of Series detention tank unit in critical node place



شکل ۶: هیدروگراف سیلاب با در نظر گرفتن واحد ذخیره‌ی سری برای دوره بازگشت ۱۰ ساله
Flood hydrograph by existing of Series detention tank unit(10 years Return period)

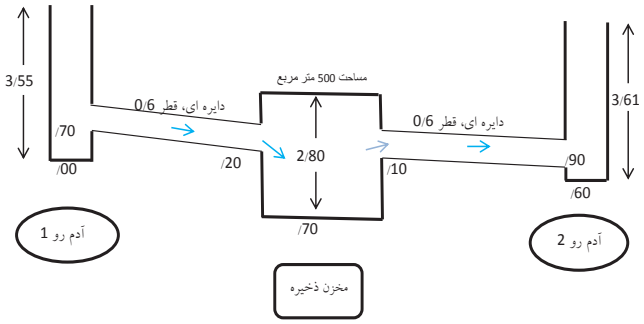


شکل ۷: جانمایی مخزن ذخیره‌ی موازی پیشنهادی
Layout of suggested parallel detention tank

www.SID.ir

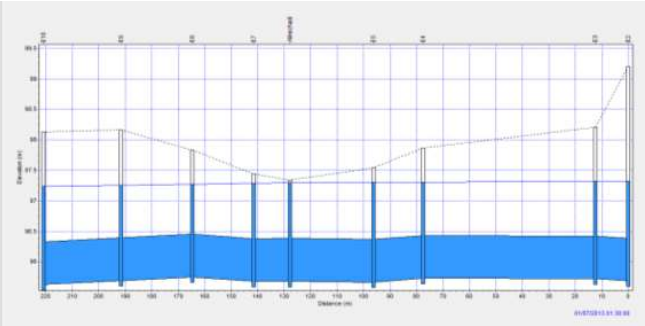
Archive of SID

مخزن ذخیره موازی به موازات مجرای اول، با مساحت ۵۰۰ متر مربع و عمق یکنواخت ۲/۸ متر طراحی شد. مجرای ورودی از ۷۰ سانتی‌متر بالاتر از کف آدم رو شروع و به ۱/۵ متر بالاتر از کف مخزن ختم می‌گردد و مجرای خروجی از ۱/۴ متر بالاتر از کف مخزن شروع و در ارتفاع ۳۰ سانتیمتری از کف، به آدم روی دوم وصل می‌شود. مجرای ورودی و خروجی مخزن لوله‌ای به قطر ۶۰ سانتیمتر است. جانمایی مخزن ذخیره موازی پیشنهادی و موقعیت مکانی مجاری ورودی وخروجی به ترتیب در شکل‌های ۷ و ۸ قابل مشاهده هستند.



شکل۸: ابعاد مخزن ذخیره و موقعیت مکانی مجاری ورودی و خروجی
Dimensions of detention tanks and location of entrance and exit

شبیه‌سازی‌های انجام شده با رگبارهای طراحی (دوره بازگشت‌های ۲، ۵ و ۱۰ ساله) نشان می‌دهد که هیچ آب‌گرفتگی در آدم روها رخ نمی‌دهد. لذا واحد ذخیره‌ی طراحی شده به خوبی می‌تواند مشکل آب گرفتگی را رفع نماید. در شکل ۱۰ نیمرخ طولی تراز سطح آب در لوله و آدم روها را در زمان اوج سیلاب حاصل از رگبار طرح با دوره بازگشت ۱۰ ساله نشان می‌دهد، که اضافه بار در تمام آدم روها وجود دارد ولی در هیچ یک از آدم روها آب به سطح زمین نرسیده است (آب‌گرفتگی روی نداده است). جدول ۲ کارایی استفاده از مخازن ذخیره را در حل مشکل آبگرفتگی شبکه زه‌کشی رواناب سیلاب شهری را در دوره بازگشت‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل۹: نیمرخ طولی تراز سطح آب در زمان اوج، با در نظر گرفتن واحد ذخیره‌ی موازی (دوره بازگشت۱۰ ساله)
Longitudinal profile of water level in peak time by existing of parallel detention tank for a 10 -years return period

جدول ۲: ارزیابی کارایی استفاده از مخازن سری و موازی در کنترل سیلاب در دوره بازگشت‌های طراحی ۲، ۵ و ۱۰ ساله
Evaluation of series and parallel detention tanks efficiency in flood control with 2,5 and 10 design return periods

نوع واحد	مساحت (مترمربع)	تعداد گره سیلابی			حجم سیلاب (متر مکعب)			دبی پیک (لیتر بر ثانیه)			مدت زمان آب‌گرفتگی (دقیقه)		
		T_r=۲	T_r=۵	T_r=۱۰	T_r=۲	T_r=۵	T_r=۱۰	T_r=۲	T_r=۵	T_r=۱۰	T_r=۲	T_r=۵	T_r=۱۰
شرایط اولیه	*	۶	۸	۸	۵۶	۵۴۷	۱۰۱۹	۹۰	۳۶۵	۵۸۰	۲۱	۴۵	۵۹
مخزن سری	۵۰۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱۲۵	۰	۰	۱۸۴	۰	۰	۱۹
مخزن موازی	۵۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

.در شرایط اولیه و بدون احداث مخزن ذخیره

۵- نتیجه‌گیری

راهکار طراحی توسعه پایدار سیستم زه‌کشی رواناب سطحی طیف وسیعی از روش‌ها را با هدف کنترل کمی و کیفی رواناب ناشی از بارش‌های رگباری شامل می‌شود. مدل شبیه‌ساز هیدرودینامیکی SWMMبا شبیه‌سازی فرآیند بارش - رواناب و با لحاظ طیف وسیعی از ابزارهای توسعه کم اثر، امکان ارزیابی پروژه‌های موجود و طراحی بهینه سیستم‌های کنترل سیلاب را فراهم می‌آورد. سه معیار کاهش حجم سیلاب، کاهش دبی پیک و کاهش مدت زمان آب‌گرفتگی در هریک از گره‌ها جهت ارزیابی کارایی مخازن ذخیره سیلاب در نظر گرفته شد. شبیه‌سازی‌های متعددی با توجه به ابعاد و رقوم ارتفاعی کف، موقعیت ورودی و خروجی‌ها انجام شد و در نهایت با سعی و خطا، گزینه‌ای که کمترین حجم سیلاب خروجی را سبب شد، انتخاب گردید. شبیه‌سازی‌های انجام شده با رگبارهای طراحی نشان می‌دهد با به‌کارگیری مخازن ذخیره موازی در مقایسه با مخازن ذخیره سری، هیچ آب‌گرفتگی در آدم روها رخ نمی‌دهد. لذا مخازن ذخیره‌ی موازی طراحی شده به خوبی می‌تواند مشکل آب گرفتگی منطقه مورد مطالعه را رفع نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از مدل SWMM به صورت کارامدی در شناسایی نقاط شکست شبکه‌های موجود و ارائه راهکارهای پیشنهادی مفید است. هم‌چنین نتایج این تحقیق، نشان دهنده قابلیت بالای مدل SWMM جهت طراحی بهینه سیستم‌های کنترل سیلاب می‌باشد.

به دلیل رشد سریع و برنامه ریزی نشده در اغلب شهرهای کشور، استفاده از روش‌های سازه‌ای از جمله مخازن ذخیره از گزینه‌های پیشرو در کنترل سیلاب‌های شهری می‌باشد. در استفاده از مخازن سری و موازی، نتایج بیانگر عملکرد بهتر مخزن ذخیره‌ی موازی نسبت به مخزن ذخیره سری در کاهش دبی پیک و حجم سیلاب می‌باشد.

مراجع

[1] L.B. Leopold, Hydrology for urban land planning: A guidebook on the hydrologic effects of urban land use, Geological Survey, Washington DC, 1968.

[2] T.G. Schmitt, M. Thomas, N. Ettrich, Analysis and modeling of flooding in urban drainage systems, Journal of Hydrology, 299(3) (2004) 300-311.

[3] A. Elliott, S.A. Trowsdale, A review of models for low impact urban stormwater drainage, Environmental modelling & software, 22(3) (2007) 394-405.

[4] NZWERF, On-Site Stormwater Management Manual, New Zealand Water Environment Research Foundation, Wellington, New Zealand., 2004.

[5] T.H. Wong, T.D. Fletcher, H.P. Duncan, J.R. Coleman, G.A. Jenkins, A Model for Urban Stormwater Improvement: Conceptualization, in: Global Solutions for Urban Drainage, 2002, pp. 1-14.

[6] CIRIA, Sustainable urban drainage systems. In: Design manual for Scotland and Northern Ireland, Construction Industry Research and Information Association, London, England, 2000.

[7] J.D. Westervelt, Simulation modeling for watershed management, Springer- Verlage, New York, Inc, 2001.

[8] J. Yan, Y. Zhang, J. Zhang, X. Yang, The method of urban rain-flood utilization based on environmental protection, Energy Procedia, 5 (2011) 403-407.

[9] I. Andrés-Doménech, A. Montanari, J. Marco, Efficiency of storm detention tanks for urban drainage systems under climate variability, Journal of Water Resources Planning and Management, 138(1) (2011) 36-46.

[10] B.F. Sanders, J.C. Pau, D.A. Jaffe, Passive and active control of diversions to an off-line reservoir for flood stage reduction, Advances in water resources, 29(6) (2006) 861-871.

[11] M. Rashidpour, Simulation & Prediction of Urban Flood(Case Study: Babolsar Urban Watershed), Sari Agriculture Science and Natural Resources University, 2012.(In Persian)

[12] S. Badieizade, A. Bahrehmand, A. A. Dehghani, Calibration and Evaluation of the Hydrologic-Hydraulic Model SWMM to Simulate Runoff (Case Study: Gorgan). Journal of Watershed Management Research, Vol. 7, (No. 14) (2016) 1-10. (In Persian)

[13] S. Alibakhshi, Analysis and Simulation of Flooding in Surface Water Collecting Networks Using Computer Model (Case Study: Tehran's District 22). Mazandaran University, 2007. (In Persian)

[14] Z.Ahmadi, R. Fazl Ola, A. Ashrafzadeh , Investigation of the adequacy of the drainage network of Masal and providing solutions for its improvement using MIKESWMM software., Journal of Iran Water Research., 6(10) (2012) 93. (In Persian)

[15] V. Karimi, K .Solaimani, M. Habibnejad Roshan, K. Shahedi, Simulation of Flow in Open & Closed Conduits by EPA-SWMM Model (Case Study: Babolsar Urban Watershed), Journal of Watershed Management Research 6(11) (2015) 162-170. (In Persian)

[16] S.H. Meraji, M.H. Afshar, A. Afshar, Optimal design of flood control systems using particle swarm optimization algorithm, Journal of International Engineering Science, 19 (2009) 41-53. (In Persian)

[17] S. Todeschini, S. Papiri, C. Ciaponi, Performance of stormwater detention tanks for urban drainage systems in northern Italy, Journal of environmental management, 101 (2012) 33-45.

[18] A. Radmehr, SH. Araghinejad, Optimal Urban Flood Management Using Spatial Multi Criteria Decision Making Approach, Amirkabir Journal of Civil and Environmental Engineering, 48(3) (2016) 10-20. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

[19] A. Bellu, L.F.S. Fernandes, R.M. Cortes, F.A. Pacheco, A framework model for the dimensioning and allocation of a detention basin system: The case of a flood-prone mountainous watershed, Journal of Hydrology, 533 (2016) 567-580.

[20] S.J. Nix, Urban Storm Water Modeling and Simulation, Lewis Publishers, Boca Raton, (1994).

[21] P.S. Yu, T.C. Yang, S. J. Chen, Comparison of uncertainty analysis methods for a distributed rainfall–runoff model, Journal of Hydrology, 244(1) (2001) 43-59.

[22] Z. Dongquan, C. Jining, W. Haozheng, T. Qingyuan, C. Shangbing, S. Zheng, GIS-based urban rainfall-runoff modeling using an automatic catchment-discretization approach: a case study in Macau, Environmental Earth Sciences, 59(2) (2009) 465.

برای ارجاع به این مقاله از عبارت زیر استفاده کنید:

Please cite this article using:

V. Karimi1 ,M. Rashidpour ,Evaluation of detention tanks for reducing urban floods ,*Amirkabir J. Civil Eng* , 51(2)(2019)197-204.

DOI: 10.22060/ceej.2017.13235.5353

www.SID.ir