نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۲، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۷، ص. ۵۲-۴۰

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 12, Apr.-May. 2018, p. 40-52

ارزیابی کاراترین روش توسعه کم‌اثر و تعیین بهترین راه‌کار مدیریتی کمی سیلاب شهری با استفاده از رخدادهای به‌هنگام

محمد کبارفرد[۱]، رامین فضل‌اولی[۲]*، مهدی ضرغامی[۳]، ابوالفضل اکبرپور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۱۶

چکیده

با توجه به پیچیدگی‌های موجود در محیط‌های شهری، در سال‌های اخیر ریسک سیلاب در حوضه‌های شهری نسبت به حوضه‌های غیرشهری افزایش یافته است. سیل گرفتگی در مناطق شهری موجب وارد شدن خسارات زیادی به ساختمان‌ها و دیگر زیرساخت‌های شهری و کندشدن و یا توقف کامل سیستم‌های ترافیکی شده است. در این مقاله به مدیریت سیلاب شهری با هدف کاهش آب‌گرفتگی با به‌کارگیری روش‌های تکنیک توسعه کم‌اثر همچون روسازی متخلخل و ترانشه‌های نفوذ پرداخته شده است. برای این‌منظور با استفاده از نرم‌افزار EPA-SWMM[5] شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی محدوده‌ای از منطقه ۲ شهرداری کلانشهر تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت و با چهار رخداد به‌هنگام مدل شبیه‌سازی، صحت‌سنجی و واسنجی شد. شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی در سه سناریو بر اساس به‌کارگیری نوع LID[6] توسط مدل نهایی از لحاظ ظرفیت هیدرولیکی انهار و کاهش دبی اوج رواناب خروجی سیل بررسی شد. نتایج نشان داد که اکثر قسمت‌های شبکه شهری در سیلاب با دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله، ظرفیت لازم زهکشی رواناب را نداشته است و به ترتیب ۲۸، ۴۵ و ۴۸ درصد از طول شبکه موجود دچار شرایط بحرانی و آب‌گرفتگی شده است. همچنین روش توسعه کم‌اثر ترانشه نفوذ نسبت به روسازی متخلخل برای سیلاب با دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله، در شرایط یکسان در حدود ۸ الی ۱۰ درصد، عملکرد بهتری را در کاهش دبی اوج رواناب خروجی از حوضه و کاهش خطر سیلاب در عین افزایش نفوذ به آب‌های زیرزمینی نشان داده است که به‌عنوان بهترین و کاراترین راه‌کار مدیریتی (BMP)[7] برای محدوده مورد مطالعه، شناسایی شد.

واژه‌های کلیدی: بهترین راهکار مدیریتی (BMP)، روش توسعه کم اثر (LID)، سیلاب شهری، مدیریت سیلاب

مقدمه

کمیت سیلاب در حوضه‌های آبریز شهری از جمله عواملی است که موجب بروز شرایط بحرانی به‌خصوص در هنگام وقوع بارندگی‌های شدید در معابر شهری شده است. سیل‌گرفتگی در مناطق شهری در نتیجه ایجاد نقص و یا هر نوع ناکارآمدی در سیستم‌های زهکشی شهری موجب واردشدن خسارات زیادی به ساختمان‌ها و دیگر زیرساخت‌های عمومی و خصوصی شده است. گذشته از این، سیل گرفتگی خیابان‌ها می‌تواند موجب کند شدن و یا توقف کامل سیستم‌های ترافیکی شود و همچنین پیامدهای غیر مستقیم از جمله قطع ارتباطات و فرصت‌های تجاری را نیز به همراه خواهد داشت. از طرفی پیچیدگی‌های موجود در محیط‌های شهری و زیرساخت‌های شبکه‌ی زهکشی حوضه‌های شهری تاثیری بالقوه بر رواناب طبیعی دارد و با توجه به گزارش‌های متعدد در سال‌های اخیر ریسک سیلاب در حوضه‌های شهری نسبت به حوضه‌های غیرشهری افزایش یافته است. به‌منظور رفع مشکلات ناشی از جاری شدن سیلاب در مناطقی از شهر که ریسک سیل بالا است، باید با دقت کافی، مقدار حجم یا دبی سیلاب‌ها، عمق سیلاب و پهنه سیلاب، با استفاده از روش‌ها و مدل‌های متعارف تعیین شود.

در چنین شرایطی مدل‌های کامپیوتری از جمله ابزارهای مناسبی برای بررسی اثرات ناشی از کمیت سیلاب شهری و شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی در سیستم‌های پیچیده جمع‌آوری آب‌های سطحی هستند. همچنین از آنجایی که رواناب سطحی حاصله در محیط‌های توسعه یافته نمی‌تواند به جریان‌های زیرسطحی بپیوندد در نتیجه حجم جریان پایه نیز کاهش می‌یابد. بنابراین اقدامات کنترلی برای کاهش حجم رواناب و تغذیه آب‌های زیرزمینی امری ضروری است (Bitting., 2006). با استفاده از

۱- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استاد و عضو هیات علمی دانشکده عمران دانشگاه تبریز
۴- دانشیار و عضو هیات علمی دانشکده عمران دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: raminfazl@yahoo.com)

5- Storm Water Management Model
6- Low Impact Development
7- Best Management Practices

روش‌های توسعه کم‌اثر که هدف آن حفظ شرایط هیدرولوژیکی می‌باشد می‌توان رواناب‌های شهری را بهتر مدیریت کرد.

روش توسعه کم‌اثر شهرها امروزه در طراحی شبکه‌های جمع‌آوری و هدایت آب‌های سطحی به طور فزاینده‌ای برای کاهش عوارض هیدرولوژیکی و جانبی ساخت و ساز و توسعه در حوضه‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. توسعه کم‌اثر LID در واقع یکی از روش‌های مدیریت رواناب شهری برای حفظ یا بازگرداندن شرایط هیدرولوژیکی طبیعی یک حوضه آبریز به حالت پیش از توسعه یافتگی می‌باشد. در روش LID با استفاده از خصوصیات مورفولوژی طبیعی و ایجاد ابنیه پیشنهادی در سطح حوضه، اقداماتی در جهت کاهش حجم و دبی اوج رواناب، تصفیه آلودگی رواناب و همچنین افزایش نفوذ و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی صورت می‌گیرد.

به‌کارگیری بهترین شیوه‌های مدیریتی (BMPs)، راهکاری نوین برای کنترل حجم و کاهش خطر سیلاب در عین افزایش نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی می‌باشد. مفهوم بهترین شیوه‌های مدیریتی (BMP) در محیط‌های شهری شامل گستره وسیعی از تکنولوژی‌ها و فعالیت‌ها است که باعث کم‌کردن اثرات توسعه شهری حوضه آبریز بر رژیم جریان می‌گردد (تاج بخش و خداشناس، ۱۳۹۱).

یکی از امتیازات عمده شیوه‌های مدیریت نوین نسبت به دیدگاه متداول مدیریت آب‌های سطحی، انعطاف‌پذیری آن‌ها است. در برنامه-ریزی و مدیریت سنتی (متداول) کنترل سیلاب به‌طور معمول هدف اصلی، جمع‌آوری و دور نمودن هر چه سریع‌تر سیلاب از مناطق شهری است. معمولا در این نوع رویکرد سیلاب از طریق اجرای طرح های گسترده‌ای از شبکه‌های سازه‌ای جمع‌آوری رواناب از مناطق شهری دور می‌شود. نتیجه این نوع رویکرد، علاوه بر ایجاد پدیده‌هایی چون فرسایش خاک، افزایش بار آلودگی آب‌های پذیرنده، باعث افزایش هزینه‌ها و تشعشع گازهای گلخانه‌ای با توجه به حجم عظیم فعالیت‌های عمرانی خواهد شد (Shaver et al., 2007).

کمالی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تاثیر نمونه‌هایی از BMP/LID ها بر بهبود کمیت رواناب‌های شهری با استفاده از قابلیت نرم‌افزار SWMM پرداختند. این مطالعات بر روی بخشی از محدوده شهرداری منطقه ۸ تهران با مدنظر قراردادن دو روش توسعه کم‌اثر شامل سیستم ماند بیولوژیکی و جوی باغچه در کاهش رواناب انجام شده است. نتایج نشان داد احداث سیستم جوی باغچه نسبت به سیستم ماند بیولوژیکی در بهبود کمیت رواناب عملکرد مناسب‌تری داشته است و استفاده از این راه‌کارها همزمان با مد نظر قراردادن تمهیدات اجرایی می‌تواند گامی موثر در مدیریت رواناب شهری باشد.

کرمی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی مدیریت خطرپذیری آب‌گرفتگی و آلودگی ناشی از سیلاب شهری با استفاده از راه‌کارهای بهینه متداول و نوین پرداختند. در این مقاله مدیریت خطرپذیری سیلاب شهری را با هدف کاهش آب‌گرفتگی و تخلیه آلاینده‌ها در آب‌های پذیرنده با به‌کارگیری روش‌های متداولی همچون افزایش ابعاد کانال‌های شبکه، بهبود رفتار هیدرولیکی جریان، کاهش ضریب زبری و روش‌های نوین شامل اجرای سیستم مانند بیولوژیکی، روسازی نفوذپذیر، ترانشه‌های نفوذ و حوضچه‌های نگهداشت در شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی ارائه نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد اجرای راه‌کارهای پیشنهادی، میزان خطرپذیری آب‌گرفتگی را نسبت به وضعیت فعلی شبکه کاهش می‌دهد، اما با اجرای بهینه BMP ها به صورت ترکیبی از راه‌کارهای مدیریتی، خطرپذیری آب‌گرفتگی نسبت به راه‌کارهای مورد بررسی به میزان بیش‌تری کاهش یافته است.

بدیعی زاده و همکاران (۱۳۹۴) به‌منظور تعیین ابعاد بهینه شبکه زهکشی شهر گرگان در مدیریت رواناب شهری از مدل SWMM استفاده نمودند و ۶ واقعه بارندگی را برای صحت‌سنجی، واسنجی و تعیین کارایی مدل به کار بردند. نتایج واسنجی و اعتبارسنجی مدل، همبستگی مناسبی با داده‌های اندازه‌گیری شده دبی جریان از خود نشان داده و مقادیر شاخص‌های کارایی مدل در حد قابل قبولی بود. در این مطالعات از مدل واسنجی و صحت‌سنجی شده برای ارزیابی کفایت شبکه موجود برای انتقال رواناب سطحی با دوره‌های بازگشت طراحی استفاده و در نهایت ابعاد بهینه مجاری سیلابی تعیین شد.

هوو و زوو به بررسی LID در مدیریت سیلاب شهری پرداختند. آن‌ها به ارزیابی اثرات سه روش توسعه کم اثر جوی باغچه، سطوح نفوذپذیر و پشت‌بام سبز بر سیلاب شهری پرداختند. نتایج نشان داد که همه‌ی موارد بررسی شده در کاهش حجم رواناب موثر بوده، ولی در کاهش دبی اوج با هم متفاوت بوده است به‌طوری که جوی باغچه در یک طوفان با شدت اوج اولیه، سطوح نفوذپذیر در طوفان با شدت اوج متوسط و پشت‌بام سبز در طوفان با شدت اوج دیرتر، عملکرد بهتری نشان دادند که ترکیب آن‌ها با توجه به طیف گسترده‌ای از وقایع طوفان برای کنترل سیلاب شهری موثرتر می‌باشد (Hua and Zhuo., 2013).

کاراموز و نظیف مدل بهینه‌سازی استفاده از BMPها را با هدف افزایش اطمینان‌پذیری سیلاب و کاهش خسارت سیلاب و هزینه در سیستم زهکشی شهری پیشنهاد دادند. نتایج نشان داد که تغییرات کوچک در هزینه توسعه BMPها می‌تواند عملکرد سیستم زهکشی را بهبود بخشد (Karamouz and Nazif., 2013).

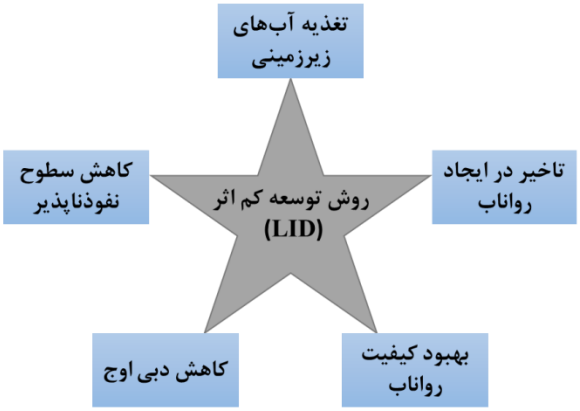
جوکسیموویچ و آلم به ارزیابی هزینه LIDها در محدوده‌ای از لندن و کارآمدترین راه‌حل در کاهش رواناب پرداختند. ارزشیابی درصد کاهش رواناب در مقابل هزینه، منتج به انتخاب تلفیقی از ترانشه نفوذ و پشت‌بام سبز به عنوان راه‌حل کارآمد و اقتصادی گردید. نتایج بدست آمده در این مطالعه بسیار مورد خاص است و به خصوصیاتی از جمله توزیع کاربری مختلف زمین و خواص هیدرولوژیکی بستگی دارد (Joksimovic and Alam., 2014).

روسا و همکاران از مدل واسنجی و صحت‌سنجی شده SWMM جهت استفاده از روش‌های توسعه کم‌اثر در حجم رواناب و کیفیت آب در حوضه‌ای در اردن استفاده نمودند. نتایج واسنجی مدل در پیش‌بینی حجم کل رواناب برای سیستم زهکشی با LID و بدون آن به ترتیب ۱۲ و ۵ درصد و در صحت‌سنجی ۶ و ۲ درصد نسبت به مقادیر مشاهده‌شده بهبود یافته است. همچنین نتایج حاکی از آن بود که واسنجی مدل و بهبود ضرایب نفوذ در برآورد و پیش‌بینی مدل کمی نسبت به مدل کیفی بیش‌ترین تاثیر را داشته است (Rosa and et al., 2015).

احمد و همکاران در پژوهشی به موثرترین طراحی روش‌های توسعه کم‌اثر با کاربرد در مدیریت آب در ۶ زیرحوضه مالزی پرداختند و با آنالیز چندین سناریو، پارامترهای طراحی LID موثر بر دبی اوج سیلاب را شناسایی نمودند. نتایج نشان داد، طراحی LID بر اساس مشخصات پارامترهای موثر برای بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین زیرحوضه به‌ترتیب در حدود ۲۰ درصد و ۱۷ درصد دبی اوج سیلابی کاهش یافته است (Ahmed and et al., 2017).

روش‌های توسعه کم اثر LIDs و بهترین راه کار مدیریتی BMPs: تکنیک توسعه کم اثر روشی مقاوم در برابر تغییرات در چرخه هیدرولوژیک و نفوذ خاک می‌باشد. به‌کارگیری این تکنیک تغییر چرخه هیدرولوژیک قبل و بعد از توسعه شهری را به حداقل می‌رساند و تلاشی در جهت احیای شرایط طبیعی پیش از توسعه شهری می‌باشد. LID یکی از روش‌های مدیریت رواناب شهری و بهبود محیط زیست می‌باشد که اقداماتی نظیر جوی باغچه[1]، آسفالت متخلخل[2]، روسازی متخلخل[3]، ترانشه‌های نفوذ[4]، فیلترهای نواری[5] و سیستم‌های ماند بیولوژیکی[6] می‌توان اشاره نمود (Hinman., 2005). کارایی روش های توسعه کم‌اثر در شکل ۱ نشان داده شده است. به‌طور کلی اقداماتی که موفقیت طرح‌های مدیریت منابع آب را به دنبال دارند، به عنوان بهترین راه‌کار مدیریتی (BMP) تلقی می‌شوند.

نتایج مطالعات انجام شده بیانگر این است که با استفاده از روش‌های توسعه کم‌اثر می‌توان آینده توسعه شهری را بر مبنای ملاحظات هیدرولوژیکی ترسیم کرد. متاسفانه بروز سیلاب‌های شهری در تبریز در اثر رگبارهای با شدت نسبتا بالا، باعث اختلال در رفت و آمد، خسارات و تأثیرات منفی بر چشم‌اندازهای شهری شده است. هدف از این پژوهش تعیین کارایی شبکه زهکشی سطحی قسمتی از شهر تبریز هنگام رگبارهای سیلابی و ارزیابی کاراترین روش توسعه کم‌اثر و تعیین بهترین راه‌کار در کاهش دبی اوج سیلابی حاصل از این رگبارها می‌باشد. اندازه‌گیری پارامترهای کمی و ارائه بهترین راهکار مدیریت سیلاب شهری برای اولین بار در شهر تبریز و ارایه راهکارهای عملیاتی تبدیل تهدیدها به فرصت‌ها از نوآوری‌های این پژوهش می‌باشد. در ادامه، روش تحقیق شامل: نحوه مدل‌سازی سیلاب شهری و واسنجی و صحت‌سنجی آن با رخدادهای به‌هنگام و معرفی محدوده مورد مطالعه ارائه شده است. همچنین روش‌های توسعه کم‌اثر و بهترین راه‌کار مدیریت کمی سیلاب در این تحقیق ارزیابی شده است.



شکل ۱-کارایی روش‌های توسعه کم اثر (تجریشی، ۱۳۹۱)

مواد و روش‌ها

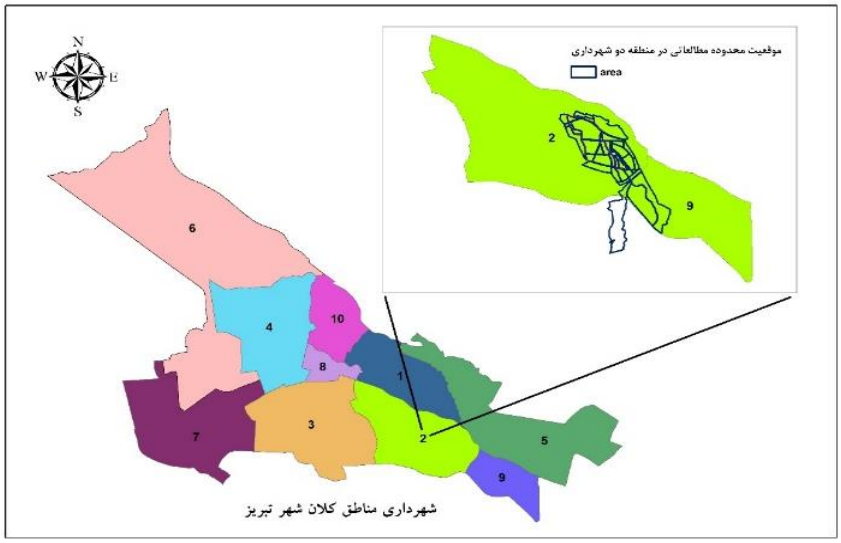
معرفی منطقه مورد مطالعه: محدوده تحقیق، سطوحی از منطقه ۲ شهرداری کلانشهر تبریز است که به رودخانه مهرانه‌رود زهکشی شده است. منطقه ۲ شهرداری تبریز یکی از مناطق ده‌گانه شهرداری کلان‌شهر تبریز است. جمعیت این منطقه بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵، بالغ بر ۲۸۰۲۶۱ نفر برآورد شده است که چهارمین منطقه پرجمعیت و یکی از سیل‌خیزترین مناطق شهر تبریز می‌باشد.

این محدوده سطحی در حدود ۴۸۸ هکتار با مختصات ´۰۲ و °۳۸ عرض شمالی و ´۲۲ و °۴۶ طول شرقی در ارتفاع بین ۱۵۵۰ تا ۱۷۵۰ متر قرار دارد. جهت کلی شیب محدوده مطالعاتی از نواحی جنوبی به سمت محدوده‌های شمالی است و متوسط مقدار شیب بین ۱/۵تا ۶ درصد است (شکل ۲).

معرفی مدل: نرم افزار EPA-SWMM یک مدل دینامیکی برای شبیه‌سازی و مدیریت بارش رواناب، برنامه‌ریزی، تجزیه و تحلیل و طراحی رواناب‌ها و فاضلاب‌های سطحی و سیستم‌های زهکشی است که در حوضه‌های شهری کاربرد دارد که برای نخستین بار در سال ۱۹۷۱ توسط آژانس محیط زیست امریکا ارائه گردید. قابلیت‌ها:

1- Swale
2- Porous Asphalt
3- Pavement Porous
4- Infiltration Trench
5- Filter Strips
6- Bio Retention Pond

سادگی محیط‌کاری، حجم کم، آسانی نصب و رایگان بودن و قدرت بالا در شبیه‌سازی مدل‌های کمی و کیفی (کبارفرد و فضل‌اولی، ۱۳۹۴). مدل SWMM یک مدل سیلابی تک واقعه‌ای یا پیوسته (با قابلیت احتساب پدیده‌های تبخیر، ذوب برف، چالاب، نفوذ عمقی و جریان‌های زیر سطحی) به‌منظور شبیه‌سازی کمیت و کیفیت رواناب حوضه‌های شهری است که روندیابی جریان در سه حالت جریان دایمی، موج سینماتیک و موج دینامیک با استفاده از آن امکان پذیر است.



شکل ۲- موقعیت محدوده مطالعاتی در میان مناطق ده گانه شهرداری کلان‌شهر تبریز

مدل‌سازی: به‌منظور شبیه‌سازی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی از مدل بارش-رواناب برای مدل‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی و از روندیابی دینامیکی جریان برای مدل‌سازی هیدرولیکی در نرم‌افزار SWMM استفاده شده است. به‌منظور روندیابی جریان، مدل موج دینامیکی با توجه به دقت بالای آن و با استفاده از معادلات یک بعدی سنت و نانت انتخاب شد که در روابط ۱ و ۲ ارائه شده است (کرمی و همکاران، ۱۳۹۴).

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

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial\left(Q^2/A\right)}{\partial x}+g\cdot A\cdot\frac{\partial H}{\partial x}+g\cdot A\cdot S_f+g\cdot A\cdot h_L=0 \qquad (۲)$$

که در روابط فوق Q: دبی، v: سرعت جریان، A: سطح جریان، H: ارتفاع هیدرولیکی و S_f: شیب اصطکاکی است.

روندیابی موج دینامیکی، معادلات جریان سنت و نانت یک بعدی را به‌طور کامل محاسبه می‌نماید و لذا نتایج تئوری دقیقی را به همراه خواهد داشت. این معادلات شامل معادلات ممنتم و پیوستگی برای مجراها و معادله پیوستگی حجمی در گره‌ها است. این روش روندیابی را می‌توان برای ذخیره آبراهه‌ها، برگشت آب، تلفات انرژی در ورودی و خروجی‌ها، جریان معکوس و جریان تحت فشار به کار برد. در تمام روش‌های روندیابی برای ارتباط دادن شیب یا زبری بستر و عمق با دبی جریان، از معادله مانینگ استفاده شده است و فقط برای مقاطع تحت‌فشار با سطح مقطع دایره‌ای به جای معادله مانینگ از معادله هیزن – ویلیامز یا دارسی -ویسباخ استفاده شده است (Rossman., 2015).

برای مدل‌سازی نفوذ آب در خاک از روش SCS[1] استفاده شد. برای این منظور عدد شماره منحنی[2] از جداول پیشنهادی توسط سازمان حفاظت خاک امریکا و ضریب مانینگ از نشریه شماره الف-۳۳۱ وزارت نیرو استفاده شد که در روابط ۳ و ۴ ارائه شده است (علیزاده، ۱۳۹۴).

$$R=\frac{(P-0.2(S))^2}{(P+0.8(S))} \qquad (۳)$$

$$S=\frac{25400}{CN}-254 \qquad (۴)$$

که در روابط فوق R: رواناب برحسب میلی‌متر، P: میزان بارندگی برحسب میلی‌متر و S: پتانسیل تلفات برحسب میلی‌متر است.

دیگر داده‌های موردنیاز برای شبیه‌سازی کمی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی که در این مطالعه استفاده شده است عبارت است از مشخصات فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه نظیر شیب، مساحت، نفوذپذیری، کاربری اراضی، طول شبکه و گره‌ها و اطلاعات بارش و

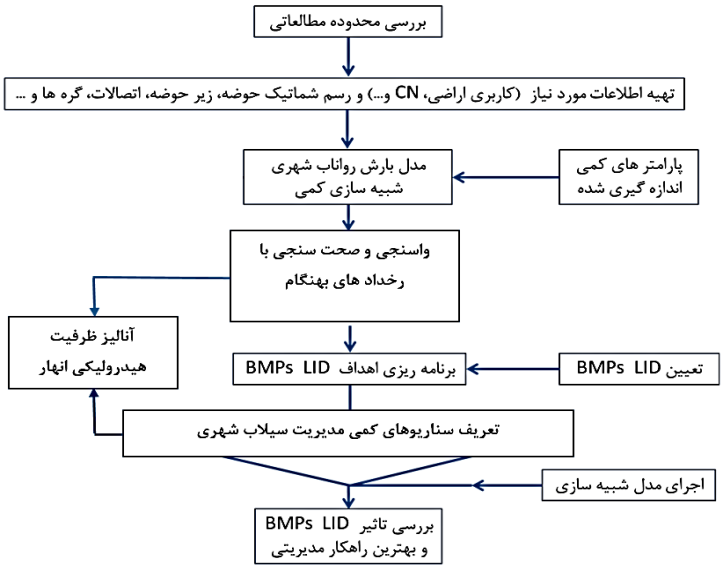
1- Soil Conservation Service
2- Curve Number

هیدرولوژیکی. پس از شبیه‌سازی شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی مدل با دو رخداد به‌هنگام واسنجی و با دو رخداد به‌هنگام صحت‌سنجی شد، ظرفیت هیدرولیکی برای دوره‌های بازگشت مختلف ارزیابی و سناریوسازی بر اساس روش‌های توسعه کم‌اثر صورت گرفت و از میان روش‌های LID، بهترین روش به‌عنوان BMP/LID برای کاهش حجم و دبی اوج رواناب ناشی از سیلاب‌های شهری انتخاب شد.

شایان ذکر است از آن‌جا که هیچ‌گونه ایستگاه اندازه‌گیری هیدرومتری برای اندازه‌گیری دبی در داخل شهر وجود نداشت، سرعت و ارتفاع رواناب متناظر با این رگبارها در کانال شبکه زهکشی منطقه مورد مطالعه با استفاده از اشل نصب شده، برداشت شد. روش نمونه-برداری به این صورت بود که هر ۱۵ دقیقه یک‌بار ارتفاع رواناب در کانال مذکور با استفاده از اشل نصب‌شده اندازه‌گیری شد. با استفاده از منحنی دبی–اشل به‌دست آمده در محل نصب اشل به کمک مدل‌سازی کانال خروجی در نرم‌افزار HEC-RAS، هیدروگراف سیل مشاهده‌ای برای هر رخداد استخراج شد. کانال خروجی دارای مقطع مستطیلی به عرض ۵ متر و ارتفاع ۴ متر با بستر بتنی و دیوار سنگی با شیب ۱ درصد است. نمونه‌برداری از رواناب شهری به‌دلیل غیرقابل پیش‌بینی بودن رگبارها و همچنین عدم استفاده از دستگاه‌های ثبات (به دلیل کم‌بودن امنیت) کاری سخت و پر هزینه است، به‌همین دلیل در این مطالعه چهار رخداد به‌هنگام اندازه‌گیری گردید.

مدیریت کمی و فرآیند شبیه‌سازی سیلاب شهری در این مقاله مطابق شکل ۳، انجام شده است: ابتدا مدل شبیه‌سازی جمع‌آوری آب سطحی با استفاده از EPA-SWMM تهیه شد و پس از واسنجی و صحت‌سنجی با استفاده از رخدادهای به هنگام، وضعیت هیدرولیکی شبکه مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه بر اساس سناریوهای توسعه کم اثر، بهترین راهکار مدیریتی (BMP) در عملکرد مدل شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی تعیین شد که در ادامه جزییات بیش‌تر ارائه شده است.

در تحقیق حاضر از بین روش‌های موجود، با توجه به شرایط توسعه شهری منطقه، محدودیت و امکان‌سنجی اجرایی، تطابق آن با محدوده به لحاظ فضای موجود سنجیده شد و دو روش LID ترانشه‌های نفوذ و روسازی متخلخل در دو سناریو مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۳- فلوچارت شبیه‌سازی

برای مدل‌سازی، حوضه مورد مطالعه با استفاده از نقشه رقومی تهیه شده با مقیاس ۱:۲۰۰۰ سازمان عمران شهرداری کلان شهر تبریز، بررسی‌های میدانی و تصاویر ماهواره‌ای، به ۳۷ زیرحوضه تقسیم گردید. تقسیم‌بندی زیرحوضه‌ها با در نظر گرفتن توپوگرافی، مشخصات کاربری زمین، شبکه جمع‌آوری و محل خروجی رواناب انجام شد (شکل ۴). بر اساس بازید میدانی و نقشه‌های موجود، خصوصیات شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی مانند طول آبرو، ضریب زبری، شکل مقطع، عرض کف و سطح مقطع و محل اتصال آبروها برداشت شد. شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی شامل ۴۰ گره است. تیپ کانال‌ها و مجراهای مدل‌سازی شده با مقطع مستطیلی شکل در مجموع به طول ۱۴۲۴۷ متر است (جدول ۲).

جدول ۲- تیپ مجرا های مدل‌سازی شده با مقطع مستطیلی شکل

عمق × عرض (متر)	۵×۴	۳×۴	۳×۱	۲×۱	۱×۲	۱×۰/۵	۰/۵×۰/۵
طول مجرا (متر)	۵۳۰	۸۶۱	۲۸۴	۱۳۸۱	۳۱۸	۹۰۶۲	۱۸۱۱

در این تحقیق چهار رخداد به‌هنگام بارش که در خروجی حوضه اندازه‌گیری شده برای صحت‌سنجی و واسنجی مدل استفاده شد (جدول ۳). با استفاده از منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی دریافتی از دفتر مطالعات آب‌های سطحی شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی مقدار شدت بارش۳ ساعته در ایستگاه باران‌سنج ثبات تبریز با دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله برای بررسی روند هیدرولیکی آبروها استفاده شد. با توجه به این که تداوم سه ساعته دارای بیش‌ترین درصد وقوع بارش در بین سایر تداوم‌ها بوده و از طرفی زمان تمرکز حوضه مورد مطالعه کم است (در حدود یک ساعت)، الگوی بارش سه ساعته به‌عنوان الگوی کلی منطقه استفاده شد (شکل ۵).

جدول ۳- رویدادهای بارش انتخابی و تداوم آن‌ها در ایستگاه باران‌سنجی ثبات تبریز

رویداد	۱۳۹۵/۱/۲۳	۱۳۹۵/۳/۲۳	۱۳۹۵/۳/۳۰	۱۳۹۵/۹/۱۲
ارتفاع بارش (میلی‌متر)	۱۴/۱	۹/۹	۱۴/۵	۱۰/۰
تداوم بارش (دقیقه)	۳۰	۶۰	۹۰	۱۰۰

پس از ساخت مدل بارش رواناب حوضه شهری در نرم‌افزار SWMM، واسنجی پارامترهای مدل شامل متغیرهای کمی با استفاده از مقایسه داده‌های مشاهداتی و محاسباتی برای هیدروگراف خروجی حوضه آبریز شهری برای هایتوگراف بارندگی رخدادهای اندازه‌گیری شده جدول ۳ به‌روش سعی و خطا انجام شد. در این رویکرد در یک فرآیند تکراری، پارامترهای واسنجی به‌نحوی تغییر داده شد که اختلاف بین هیدروگراف‌های سیل خروجی محاسباتی و هیدروگراف‌های سیل خروجی مشاهداتی به حداقل برسد. در فرآیند واسنجی فقط تعداد محدودی از پارامترهای مدل با بیش‌ترین عدم قطعیت تنظیم گردید. پارامترهای مورد استفاده برای واسنجی در این مدل عبارتند از میزان ضرایب زبری مجاری جمع‌آوری و انتقال آب‌های سطحی، درصد نفوذناپذیری و شماره منحنی (CN) که دامنه تغییرات آن‌ها در جدول ۴ ارائه شده است (بدیعی زاده و همکاران، ۱۳۹۴). صحت‌سنجی عملکرد واسنجی مدل با استفاده از دو واقعه بارش که در فرآیند واسنجی استفاده نشده بود انجام شد. رویدادهای مورخ ۱۳۹۵/۱/۲۳ و۱۳۹۵/۳/۲۳ برای واسنجی و رویدادهای مورخ ۱۳۹۵/۳/۳۰ و ۱۳۹۵/۹/۱۲ برای صحت‌سنجی استفاده شد (شکل ۶).

جدول ٤- دامنه تغییرات پارامترهای واسنجی مدل SWMM

پارامترهای واسنجی	ضریب زبری n	درصد نفوذناپذیری	شماره منحنی (CN)
محدوده تغییرات	۰/۰۱۱ - ۰/۰۳۳	±۲۰	±۱۰

شاخص‌های ارزیابی کارایی مدل: به‌منظور ارزیابی کارایی مدل در دو مرحله واسنجی و صحت‌سنجی از شاخص‌های ناش‌ساتکلیف[1]، ریشه میانگین مربعات خطا[2] و میانگین قدرمطلق خطا[3] که از رایج‌ترین توابع احتمال در اکثر مطالعات هیدرولوژی شهری هستند، استفاده شد که در آن Z مقادیر محاسباتی، Z^* مقادیر مشاهده‌ای، Z_{av} میانگین داده‌های مشاهده‌ای و N تعداد داده است (بدیعی زاده و همکاران، ۱۳۹۴ و کبارفرد و فضل‌اولی، ۱۳۹۴).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Z(X_i) - Z^*(X_i))^2}{\sum_{i=1}^{n}(Z^*(X_i) - Zav(X_l))^2} \quad (۵)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Z(x_i) - Z^*(x_i))^2}{n}} \quad (۶)$$

1 Nash-Sutcliffe criterion
2 Root Mean Square Error
3 Mean Absolute Error

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| Z(x_i) - Z^*(x_i) \right|}{n} \quad (۷)$$

اگر مقدار NSE برابر ۱ باشد، تناسب کاملی بین داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده وجود دارد. مقدار صفر نشان‌دهنده این است که مدل، نسبت به استفاده از مقادیر میانگین داده‌های مشاهده‌ای بهتر یا بدتر پیشگویی نکرده است. اگر بزرگ‌تر از ۰/۷۵ باشد نتایج شبیه‌سازی خوب توصیف شده‌اند، اما زمانی که مقادیر بین ۰/۳۶ و ۰/۷۵ باشد، نتایج مدل رضایت‌بخش به‌حساب می‌آید.

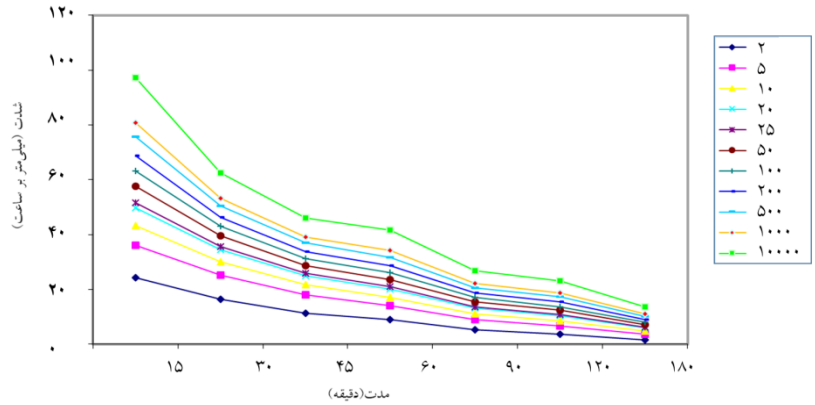
بررسی ظرفیت هیدرولیکی و روش توسعه کم اثر: بعد از واسنجی و صحت‌سنجی مدل SWMM، به‌منظور بررسی خصوصیات کمی و تاثیر روش‌های توسعه کم‌اثر و راه‌کارهای مدیریتی بر رواناب ۳ سناریو با رگبار ۳ ساعته، با دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله، برای تحلیل کمی در نظر گرفته شد. جدول ۵ بیانگر خصوصیات سناریوها است.

به‌منظور مقایسه بهتر LID ها درصد پوشش زیر حوضه‌ها برای دو راه‌کار مدیریتی ترانشه نفوذ و روسازی متخلخل، برابر در نظر گرفته شد.

جدول ۵– مشخصات سناریوها مواد و روش‌ها

سناریو	توضیحات
۱	شبیه‌سازی کمی بدون به کارگیری LID
۲	شبیه‌سازی کمی با لحاظ نمودن ترانشه نفوذ به عنوان LID
۳	شبیه‌سازی کمی با لحاظ نمودن روسازی متخلخل به عنوان LID

شکل ٤– شماتیک حوضه و زیر حوضه‌ها در مدل SWMM



شکل ۵– منحنی شدت-مدت-فراوانی ایستگاه باران‌سنجی ثبات تبریز

(دریافتی از دفتر مطالعات آب‌های سطحی شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی)

نتایج و بحث

بر اساس اعمال تغییرات پارامترهای واسنجی در دامنه تعریف شده در بخش قبلی در مدل SWMM، هیدروگراف سیل خروجی محاسباتی و مشاهده‌ای بر اساس تراز سطح آب برای رویدادهای مورخ ۱۳۹۵/۱/۲۳ و ۱۳۹۵/۳/۲۳ مورد واسنجی قرار گرفت. شکل ۶ بیانگر نتایج هیدروگراف سیل خروجی مدل واسنجی‌شده در مقابل هیدروگراف سیل خروجی مشاهده‌ای است. رویدادهای مورخ ۱۳۹۵/۳/۳۰ و ۱۳۹۵/۹/۱۲ نیز برای صحت‌سنجی استفاده شد. شکل ۷ نتایج هیدروگراف سیل خروجی مدل در مقابل هیدروگراف سیل خروجی مشاهده‌ای جهت صحت‌سنجی را نشان داده است. به‌منظور ارزیابی کارایی مدل در مرحله واسنجی و صحت‌سنجی از دو شاخص استفاده شد که مقادیر شاخص‌های کارایی مدل در واسنجی و صحت‌سنجی مدل SWMM در تراز سطح آب خروجی به‌صورت نقطه به نقطه در جدول ۶ ارائه شده است.

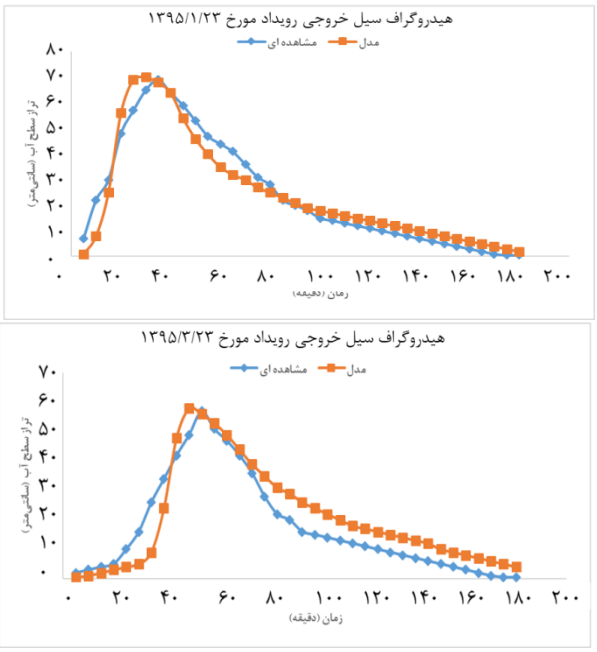
جدول ٦– نتایج ارزیابی مدلSWMM

رویداد	NSE	RMSE (cm)	MAE (cm)
۱۳۹۵/۱/۲۳	۰/۹۴	۵/۲	۴/۲
۱۳۹۵/۳/۲۳	۰/۸۳	۶/۷	۵/۸
۱۳۹۵/۳/۳۰	۰/۷۸	۸/۴	۶/۳
۱۳۹۵/۹/۱۲	۰/۸۷	۶/۵	۵/۲

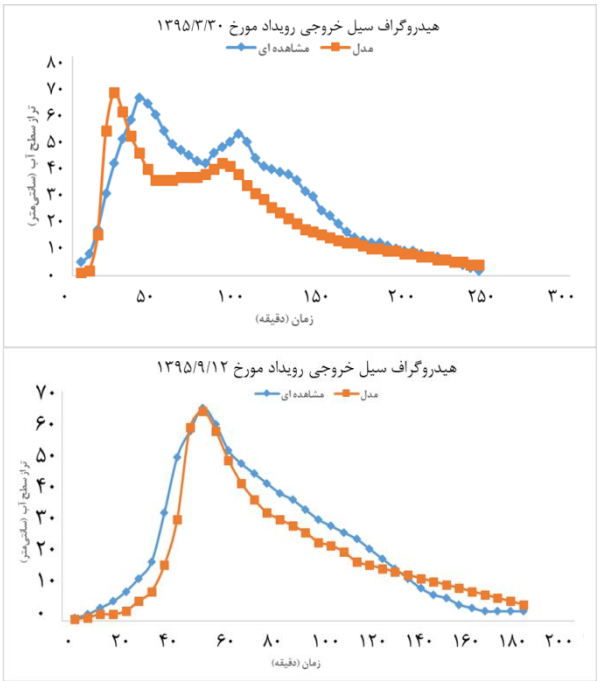
نتایج حاصل از واسنجی و صحت‌سنجی مدل برای چهار رخداد بررسی شده و نتایج حاصل از ارزیابی مدل بر اساس شاخص‌های آماری، کارایی و دقت مدل را تأیید نموده است. با توجه به استانداردهای ارائه شده در راهنمای کاربرد مدل‌های ریاضی و فیزیکی در مطالعات مهندسی و ساماندهی رودخانه دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفای وزارت نیرو، اختلاف بین مقادیر شبیه‌سازی‌شده و مشاهده‌شده در این تحقیق در حدود ۴ الی ۸ سانتی‌متر و در حد کمینه بوده است و در دامنه کلی واسنجی و صحت‌سنجی خیلی خوب و خوب قرار دارد و شاخص‌های کارایی مدل، در حد قابل قبولی است (نشریه شماره ۵۸۴ وزارت نیرو، ۱۳۹۱).

با تکمیل اطلاعات لازم، مدل برای بارش با شدت‌هایی برابر با دوره‌های برگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله، اجرا گردید و در هر کدام از دوره‌های بازگشت عملکرد اتصالات، مجاری شبکه موجود برای انتقال رواناب سطحی و تاثیر روش‌های توسعه کم‌اثر بر اساس سناریوهای تعریف شده در بخش قبلی مورد ارزیابی قرار گرفت. در سناریو اول، از پروفیل‌های سطح آب با دوره‌های بازگشت مختلف به‌منظور بررسی ظرفیت هیدرولیکی، ارزیابی سیستم انتقال رواناب شهری، مدیریت حوضه‌های شهری و کاهش خطرات سیلاب شهری استفاده شد. نتایج حاصل از مدل و تراز سطح آب در پروفیل طولی مجاری بیانگر این است که سیستم جمع‌آوری رواناب شهری در منطقه مورد مطالعه در دوره بازگشت دو ساله مشکل آب‌گرفتگی کم‌تری دارد و تنها ۲۸ درصد از طول شبکه موجود دچار شرایط بحرانی و آب‌گرفتگی بوده، در دوره‌های بازگشت پنج ساله و ۱۰ ساله، به‌ترتیب ۴۵ و ۴۸ درصد از طول شبکه موجود دارای شرایط بحرانی بوده و در این دوره‌های بازگشت اکثر قسمت‌های منطقه دچار آب‌گرفتگی شده است و مجاری شبکه رواناب شهری کارایی خود را از دست داده و

باعث ایجاد مشکلاتی از قبیل ترافیک، خسارت و آسیب برای ساکنین منطقه خواهد شد.



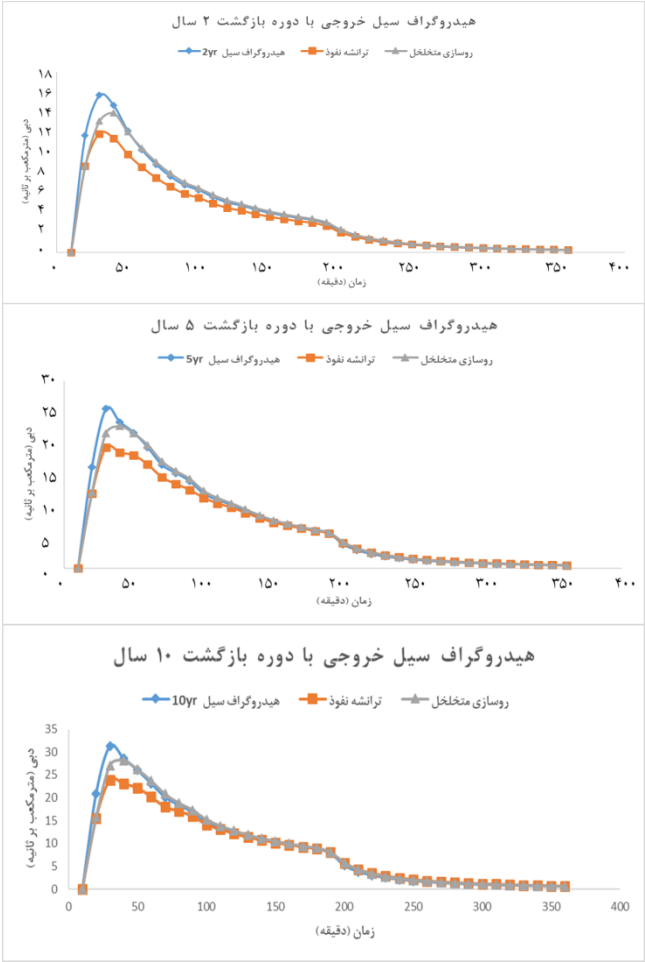
شکل ٦- هیدروگراف سیل خروجی مشاهداتی و محاسباتی برای مدل حوضه آبریز شهری واسنجی شده



شکل ۷- هیدروگراف سیل خروجی مشاهداتی و محاسباتی برای صحت‌سنجی مدل حوضه آبریز شهری

همچنین سناریوهای دوم و سوم به‌منظور شبیه‌سازی کمی با به‌کارگیری LID با هدف کنترل حجم سیلاب و کاهش خطر سیلاب در عین افزایش نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی و درصد تغییرات رواناب کل شبکه و دبی اوج سیلاب نسبت به سناریوی اول مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل ۸ هیدروگراف سیل خروجی برای سه سناریو با دوره‌های برگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج عملکرد سناریو شماره دو (ترانشه نفوذ) در کاهش دبی اوج رواناب برای دوره‌های بازگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله، در شرایط یکسان در

حدود ۸ الی ۱۰ درصد نسبت به سناریو شماره سه (روسازی متخلخل) بهتر بوده است. درصد تغییرات دبی اوج سیل خروجی برای دو سناریو با به‌کارگیری LID در جدول ۷ ارائه شده است. با اختصاص ۲۰ درصد پوشش کل سطح حوضه به دو روش توسعه کم‌اثر و اجرای مدل SWMM، روش توسعه کم‌اثر ترانشه نفوذ نسبت به روسازی متخلخل منجر به بیش‌ترین تاثیر در کاهش دبی اوج سیل شده است. همچنین نتایج بیانگر این است که در روش‌های توسعه کم‌اثر با افزایش دوره بازگشت، اختلاف کاهش دبی اوج کم‌تر شده است.



شکل ۸- هیدروگراف سیل برای ۳ سناریو با دوره‌های برگشت ۲، ۵ و ۱۰ ساله

جدول ۷- درصد تغییرات دبی اوج سیل خروجی در اثر به کار گیری LID

سناریو	نوع LID	درصد پوشش کل شبکه توسط LID	درصد کاهش دبی اوج رواناب (۲ ساله)	درصد کاهش دبی اوج رواناب (۵ ساله)	درصد کاهش دبی اوج رواناب (۱۰ ساله)
۲	ترانشه نفوذ	۲۰ درصد	۲۴/۵۰	۲۴/۰۰	۲۳/۵۰
۳	روسازی متخلخل	۲۰ درصد	۱۶/۶۰	۱۵/۲۲	۱۳/۵۰

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از واسنجی و صحت‌سنجی مدل در شبیه‌سازی تراز سطح آب خروجی برای چهار رخداد به‌هنگام، نتایج نشان داد که انطباق خوبی بین رواناب شبیه‌سازی و مشاهداتی وجود دارد و بیانگر این است که مدل SWMM دقت مورد نیاز را برای شبیه‌سازی رواناب شهری دارد و نتایج ارزیابی مدل، کارایی و دقت مدل را تأیید می‌کند. بنابراین مدل مورد استفاده برآورد قابل قبولی از مؤلفه‌های جریان داشته است.

از نتایج به‌دست آمده از سناریو اول شبیه‌سازی کمی بدون به‌کارگیری LID، چنین استنباط شد که اکثر مناطق محدوده مطالعاتی از لحاظ خطر سیل گرفتگی و کارایی شبکه تقریباً شرایط نامساعدی دارد و این موضوع در مناطقی که شبکه تخریب شده و از لحاظ ابعاد، ظرفیت کافی برای زهکشی رواناب سطحی را ندارد ملموس‌تر است. لازم به‌ذکر است که نتایج مدل برای شرایطی از شبکه منطقه مورد مطالعه برآورد شده است که شبکه عاری از هر گونه رسوب و زباله بوده و هیچ‌گونه انسداد و گرفتگی در مجاری وجود نداشته، که در صورت وجود رسوب و مواد زاید درون شبکه، شرایط بحرانی و سیلابی شبکه بیش‌تر و حادتر نیز خواهد شد.

در سناریوهای شبیه‌سازی کمی با به‌کارگیری LID، سناریوی دوم (ترانشه نفوذ) بیش‌ترین کاهش دبی اوج هیدروگراف سیل خروجی را نسبت به روسازی متخلخل به خود اختصاص داده است.

به‌کارگیری بهترین شیوه‌های مدیریتی (BMPs/LID)، راه‌کاری نوین برای کنترل حجم و کاهش خطر سیلاب در عین افزایش نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی بوده است. مفهوم بهترین شیوه‌های مدیریتی (BMP) در محیط‌های شهری شامل گستره وسیعی از تکنولوژی‌ها و فعالیت‌هایی است که باعث کم‌کردن اثرات توسعه شهری حوضه آبریز بر رژیم جریان شده است. بر اساس تحلیل انجام شده و یافته‌های اساسی در محدوده مطالعاتی، سناریوی دوم با به‌کارگیری روش توسعه کم‌اثر ترانشه نفوذ به‌عنوان کاراترین روش توسعه کم‌اثر و بهترین راه‌کار مدیریتی کمی سیلاب شهری انتخاب شد. BMPها نه تنها جریان کل و دبی اوج رواناب را کاهش داده‌اند، بلکه کیفیت رواناب را نیز بهبود داده و مانع از آلوده‌شدن این رواناب‌ها شده‌اند. لازم به‌ذکر است استفاده از روش‌های توسعه کم‌اثر به مراتب از لحاظ اقتصادی به‌صرفه‌تر از روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب هستند.

منابع

بدیعی‌زاده،س.، بهره‌مند،ع.، دهقانی،ا.، نورا،ن. ۱۳۹۴. مدیریت سیلاب شهری ازطریق شبیه‌سازی رواناب سطحی با استفاده از مدل SWMM در شهر گرگان. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲. ۴ : ۱۷۰-۱۵۵.

تاج‌بخش،م.، خداشناس،س. ۱۳۹۱. بازنگری شبکه زهکشی رواناب سطحی با استفاده از شبیه‌سازی وکاربرد حوضچه های تأخیری مطالعه موردی حوضه آبریز اقبال شرقی، مشهد، نشریه دانش آب و خاک. ۲۲. ۱: ۱۲۳-۱۰۹.

تجریشی،م. ۱۳۹۱. آشنایی با تکنیک‌های مدرن مدیریت رواناب، کارگاه تخصصی روش‌های نوین جمع‌آوری و مدیریت رواناب سطحی شهری، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران. ۶۰ صفحه.

علیزاده،ا. ۱۳۹۴. هیدرولوژی کاربردی. چاپ چهلم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۹۴۲ صفحه.

کاویانپور،م.، بهزادی‌پور،ا.، آقازاده ابری،ع.، مقیمی،ا. ۱۳۹۳. توسعه شهرنشینی و کاربرد روش‌های توسعه کم‌اثر (LIDs) مطالعه موردی قمرود، نهمین سمپوزیوم پیشرفت‌های علوم و تکنولوژی، مشهد، ۹ صفحه.

کبارفرد،م.، فضل‌اولی،ر. ۱۳۹۴. مدل‌سازی کمی و کیفی سیلاب شهری با مدل EPA-SWMM مطالعه موردی بخشی از منطقه ۲۲ تهران. سومین کنفرانس ملی مدیریت و مهندسی سیلاب. تهران. ۱۴صفحه.

کمالی، ب.، موسوی، س.، اردشیر، ع. و مکنون، ر. ۱۳۹۰. ارزیابی بهترین راه¬کارهای مدیریتی در بهبود کمیت سیلاب‌های شهری، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، ۱۰ صفحه.

کرمی،م.، اردشیر،ع.، بهزادیان،ک. ۱۳۹۴. مدیریت خطرپذیری آب-گرفتگی و آلودگی ناشی از سیلاب شهری با استفاده از راه‌کارهای بهینه متداول و نوین، تحقیقات منابع آب ایران. ۱۱. ۳ : ۱۱۲-۱۰۰.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور. ۱۳۹۱. راهنمای کاربرد مدل‌های ریاضی و فیزیکی در مطالعات مهندسی و ساماندهی رودخانه. نشریه شماره ۵۸۴. ۱۵۴ صفحه.

Ahmed,K., Chung,E., Song,J., Shahid,S. 2017. Effective Design and Planning Specification of Low Impact Development Practices Using Water Management Analysis Module (WMAM): Case of Malaysia. Water. 9.3:173-187.

Bitting,J. 2006. A methodology and evaluation tool for comparing post-construction storm water best management practises. M.Sc. Thesis, Cambridge University. 122pp.

Hinman,C. 2005. Low Impact Development Technical Guidance Manual for Puget Sound. Puget Sound Action Team, Olympia, WA, USA. 256p.

Hua,P.Q., Zhuo,X.L., Guangtao,F. 2013. "The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics" Journal of Environmental Management. 129: 577-585.

Joksimovic,D., Alam,Z. 2014 .Cost Efficiency of Low Impact Development (LID) Stormwater Management Practices. 16th Conference on Water Distribution System Analysis, Procedia Engineering

Rossman L.A. 2015. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1. EPA- 600/R-14/413b, National Risk Management Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH 45268, 353 p.

Shaver,E., Horner,R., Skupien,J., May,C. and Rirley,G. 2007. Fundamentals of Urban Runoff Management: Technical and Institutional Issues (2nd ed.), North American Lake Management Society.18pp.

89.734 - 741.

Karamouz,M., Nazif,S. 2013. Reliability-based flood management in urban watersheds considering climate change impacts. Journal of Water Resources Planning and Management. 139: 520-533.

Rosa,D.J., John,C,. Clausen,E., Michael, E.D. 2015. Calibration and Verification of SWMM for Low Impact Development. Journal of the American Water Resources Association.51. 3: 746-757.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 12, Apr.-May. 2018, p. 40-52

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۲، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۷، ص. ۵۲-۴۰

Efficient Assessment LID and Determining the BMP Quantitative of Urban Flooding Using at the Time Events

M. Kobarfard[1], R. Fazloula[2]*, M. Zarghami[3] and A. Akbarpour[4]
Recived: Jul.07, 2017 Accepted: Agu.07, 2017

Abstract

Due to the complexities of the urban environment, in recent years flood risk in urban basins in comparison with non-urban basins has increased. Flooding in urban areas, causes damage to buildings and other large urban infrastructure and it slow down or completely hinder traffic system. In this paper, urban flood management to reduce flooding low-impact development techniques, using methods such as porous pavement and infiltration trenches are discussed. For this purpose, using the software EPA-SWMM, in an area of Tabriz municipality, a network of surface water collecting was assessed and with four events at the time of simulation model, it was validated and calibrated. The network collects surface water in the three scenarios underlying the adoption of the final version of the LID by hydraulic capacity of streams and reducing peak flood runoff was investigated. The results showed that the majority of the urban network in flood return periods of 2, 5 and 10 years old, storm water drainage do not have the necessary capacity and respectively 28, 45 and 48 percent of the network will be flooded in critical situations. Well as the LID trenches influence over Porous Pavements for return periods of 2, 5 and 10 years old, in the same condition in about 8 to 10 percent better performance in reducing peak runoff from watersheds and reduce flood risk while increasing groundwater is an important breakthrough as the best and most efficient way of management (BMP) for the study area were identified.

Keywords: Best Management Practices (BMP), Low-Impact Development (LID), Urban Floods, Flood Management

1- Ph.D. Student of Water Structures, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Professor, Faculty of Civil Engineering Tabriz University
4- Associate Professor, Faculty of Civil Engineering Birjand University
(*- Corresponding Author Email: raminfazl@yahoo.com)