



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1251P-NWWCE

شبیه‌سازی و بهینه‌سازی راهکارهای مدیریتی در بهبود کیفیت رواناب سطحی با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی

مطهره سعادت پور^۱، فاطمه دلخوش^۲، رویا خلیلی^۳

۱- استادیار گروه آب و محیط‌زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه علم و صنعت

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، کرج

msaadatpour@iust.ac.ir

خلاصه

تکنیک‌های توسعه کم اثر (LID) یکی از راه‌های نوین مدیریت رواناب‌های شهری در حال حاضر می‌باشند. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در به‌کارگیری این اقدامات مدیریتی انتخاب ترکیب، جانمایی و ابعاد بهینه‌ای از این تکنیک‌ها است به گونه‌ای که نتایج مؤثرتری را در کاهش هزینه‌ها و کاهش بار آلودگی‌ها داشته باشد. در این تحقیق، مدل شبیه‌سازی SWMM در ارتباط با الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه هوش جمعی ذرات، به منظور کاهش آلودگی‌های ناشی از رواناب با استفاده از ترکیب بهینه‌ای از تکنیک‌های LID، در بخشی از منطقه ۲۲ تهران مورد استفاده قرار می‌گیرد. کاهش هزینه‌های بکارگیری LID و کاهش بار TSS از اهداف تعریف شده در این مطالعه خواهند بود. تکنیک‌های بکار گرفته توسعه کم اثر در این تحقیق، آسفالت متخلخل، ترانشه‌های نفوذ و سیستم‌های ماند بیولوژیکی می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل، به‌کارگیری این تکنیک‌ها در سطح حوضه شهری مورد مطالعه، سبب کاهش ۲۰٪ بار TSS نسبت به گزینه شرایط موجود خواهد گردید.

کلمات کلیدی: الگوریتم هوش جمعی ذرات، بهینه‌سازی، توسعه کم‌اثر، رواناب‌های شهری، SWMM.

۱. مقدمه

امروزه یکی از مشکلات جدی در عرصه مدیریت شهری، چگونگی مدیریت کمیت و کیفیت رواناب‌های سطحی است. با توسعه سریع کلان‌شهرها، زمین‌های طبیعی تبدیل به سطوح نفوذناپذیر گردیده و سبب تغییر مشخصات هیدرولوژیکی حوضه‌های شهری شده است. افزایش سطوح نفوذناپذیر در سطح شهر با ایجاد تأثیراتی همچون کاهش نفوذ در خاک بر اثر تراکم زیاد، کاهش زمان تمرکز حوضه، کاهش ظرفیت تبخیر-تعرق بر روند و میزان کل رواناب خروجی از حوضه و همچنین پیک جریان آن تغییرات چشمگیری ایجاد می‌نمایند. علاوه بر این، توسعه شهرنشینی سبب گسترش تنوع و مقدار تولید آلاینده‌ها گردیده است. از طرفی سطوح نفوذناپذیر آلاینده‌ها را بسیار سریع‌تر از سطوح دست‌نخورده جمع‌آوری و اندوخته می‌کنند. نتیجه‌ای که از برآیند دو عامل تغییر در الگوهای هیدرولوژی و افزایش نرخ تجمع بار آلودگی حاصل می‌شود، وجود سطح زاینباری از آلاینده‌ها از جمله مواد مغذی، رسوبات معلق، هیدروکربن‌ها، فلزات سنگین، روغن و گریس، آفت‌کش‌ها و باکتری‌های کلیفرم در رواناب‌های شهری می‌باشد. [1] در طی مطالعات دهه‌های اخیر، مدیریت رواناب شهری در مقایسه با مدیریت فاضلاب یا مدیریت منابع آب مورد توجه کمتری قرار گرفته است. برای مدتی طولانی تصور می‌شد آلودگی رواناب کمتر از فاضلاب است در حالی که مطالعات مختلفی ثابت کرده‌اند که رواناب شهری به شدت آلوده بوده و میزان آلودگی آن کاملاً با آلودگی فاضلاب قابل مقایسه است. به گونه‌ای که امروزه زوال آب‌های سطحی ناشی از تأثیرات شهرنشینی بر هیدرولوژی، کیفیت آب و زیستگاه‌ها از زمینه‌های مورد توجه در بسیاری از دولت‌ها و ایالات کشورهای مختلف جهان است. در رویکردهای مهندسی گذشته به منظور مدیریت رواناب‌های شهری، حجم گسترده‌ای از رواناب را خیلی سریع از سطح شهر به سیستم‌های زهکشی آب سطحی و سپس آب‌های پذیرنده هدایت می‌نمودند. به این ترتیب، رواناب‌های سطحی به‌عنوان عامل شکل‌گیری کیفیت آب، مورفولوژی رودخانه‌ها و زوال اکوسیستم‌ها،

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

عملکردی تخریبی بر این محیطها داشته‌اند. در رویکردهای نوین مهندسی سعی می‌گردد با بهترین اقدامات مدیریتی^۱ و/یا توسعه با اثرات کم^۲، میزان پیک جریان و نیز بار آلودگی را به‌گونه‌ای کاهش داد تا خسارات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی کاهش یابد. [2]

از سال‌های ۱۹۹۰ ایده جدیدی در مباحث طراحی با عنوان طراحی شهری با حساسیت به منابع آب مطرح گردید که با هدف کنترل در منبع (مبداء)، تقسیم‌بندی شهر به زیر بخش‌هایی و پیاده نمودن این ایده طراحی، تأثیرات ناشی از تغییرات کاربری را کاهش داده و از کیفیت منابع آبی پذیرنده محافظت گردید. این رویکرد با لحاظ نمودن سیستم‌های ذخیره‌سازی با نفوذ و پیاده‌نمودن آنها در نزدیکی منابع و در امتداد مسیرهای انتقال جریان‌های سیلابی قابل دستیابی است. برنامه‌ریزان و سیاستگذاران ترکیبی از تکنولوژیهای زیرساختهای سبز^۳ مانند توسعه کم‌اثر/ بهترین اقدامات مدیریتی را همراه با اقدامات سازه‌ای به‌عنوان بخشی از برنامه‌های جامع ترمیم و حفاظت از حوضه‌های آبریز معرفی می‌نمایند. [3]

تکنیک‌های مختلفی برای اجرای بهترین اقدام مدیریتی تاکنون معرفی شده است که پس از انتخاب بهترین اقدامات مدیریتی در گام بعد، می‌باید منافع محلی و تجمعی هر یک از این اقدامات را در سطح حوضه مورد بررسی قرار داد، چرا که جانمایی متفاوت، ترکیبهای متنوع و ابعاد مختلف هر یک از این اقدامات در سطح حوضه، تأثیرات متفاوتی خواهند داشت. مطالعات رواناب شهری با هدف برنامه‌ریزی در کنترل کیفیت سیلاب، تخمین خسارات ناشی از سیلاب و مدیریت کنترل سیلاب دنبال می‌گردد. بسیاری از مطالعات انجام گرفته با هدف جلوگیری و مدیریت بحران در زمان و پس از سیلاب می‌باشند. یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان چگونگی انتخاب ترکیبی از بهترین اقدامات مدیریتی، ابعاد و نیز جانمایی آنها در منطقه مورد مطالعه است. مدلها ابزار مورد نیاز به‌منظور انتخاب و نیز ارزیابی گزینه‌های مناسب بهترین اقدامات مدیریتی/ توسعه کم‌اثر هستند. این ابزارها به ما در تصمیم‌گیری برای انتخاب نوع و ابعاد بهترین اقدامات مدیریتی و نیز جانمایی بهینه آنها به‌گونه‌ای موثر با منظور نمودن حفاظت و ترمیم کیفیت محیط‌زیست در مناطق شهری و یا در حال توسعه کمک خواهند نمود. برای دستیابی به این مهم، استفاده از مجموعه‌ای متشکل از مدل شبیه‌سازی حوضه آبریز، مدل فرآیندی اعمال بهترین اقدامات مدیریتی و مدل بهینه‌سازی توصیه می‌گردد ترکیب مدل‌های شبیه‌سازی-بهینه‌سازی در انتخاب نوع، ابعاد و جانمایی گزینه‌های بهترین اقدام مدیریتی بسیار مناسب و کارا هستند. در حوزه مدیریت کمیّت و کیفیت رواناب‌های شهری، مطالعات متعددی توسط محققین مختلف در طی دهه‌های اخیر به انجام رسیده است. (Shen (2006) مدل یکپارچه مدیریت حوضه آبریز را به‌منظور شبیه‌سازی کیفیت آب در این حوضه بر اساس داده‌های میدانی کالیبره و اعتبارسنجی نمود تا برنامه‌های مدیریت منابع آلاینده غیرنقطه‌ای را مورد مطالعه قرار دهد. همچنین از مدل SWMM به‌منظور تأیید دقت نتایج شبیه‌سازی جریان و کیفیت آب استفاده نمود. بر اساس نتایج حاصل از مطالعات آنان، سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزار مهمی برای تشخیص کاربری زمین و تخمین بار منابع آلاینده در حوضه تشخیص داده شد. [4] Hamlet and Zhang (2006) از مدل SWMM به‌منظور تخمین پارامترهای کیفیت آب در حوضه آبریز فاکس هالو^۴ در پنسیلوانیا استفاده نمودند. آلاینده‌های مهم مورد بررسی توسط آنان جامدات معلق کل، نیتروژن کل، نفت، روغن و چربی بوده‌اند. [5] Chen و همکاران (2014) از مدل SUSTAIN به‌منظور ارزیابی عملکرد تکنیک‌های توسعه کم‌اثر با هدف حفظ شرایط هیدرولوژیکی قبل از توسعه بدون زوال کیفیت آب در شرایط توسعه در یک حوضه آبریز شهری در تایوان استفاده نمودند. بر اساس نتایج حاصل، کاهش آلودگیها با کاهش کمیّت رواناب همراه بوده است. [6] Liu و همکاران (2015) به‌منظور طراحی، به‌کارگیری و ارزیابی بهترین اقدامات مدیریتی/ توسعه کم‌اثر از مدل کاربرپسند L-THIA-LID استفاده نمودند. آنها با استفاده از این مدل، شبیه‌سازی شرایط هیدرولوژیکی و کیفیت آب جریان را به انجام رسانده و به بررسی تاثیر به‌کارگیری تکنیک توسعه کم‌اثر پرداختند. [7] تاثیر توسعه شهر نشینی بر کمیّت و کیفیت رواناب‌های شهری مطالعاتی توسط Gulbaz و Alhan (2015) در استانبول ترکیه صورت پذیرفت. آنها در منطقه سازلیدر در استانبول ترکیه، از مدل هیدرودینامیکی SWMM به‌منظور شبیه‌سازی کمیّت و کیفیت رواناب استفاده نموده است. بر اساس مطالعات آنان، استفاده از تکنیک‌های توسعه کم‌اثر/ بهترین اقدامات مدیریتی، هیدروگراف نرخ جریان را از میزان ۷/۵ مترمکعب بر ثانیه به ۶/۵ مترمکعب بر ثانیه کاهش می‌دهد. [8]

^۱ Best Management Practice (BMP)

^۲ Low Impact Development (LID)

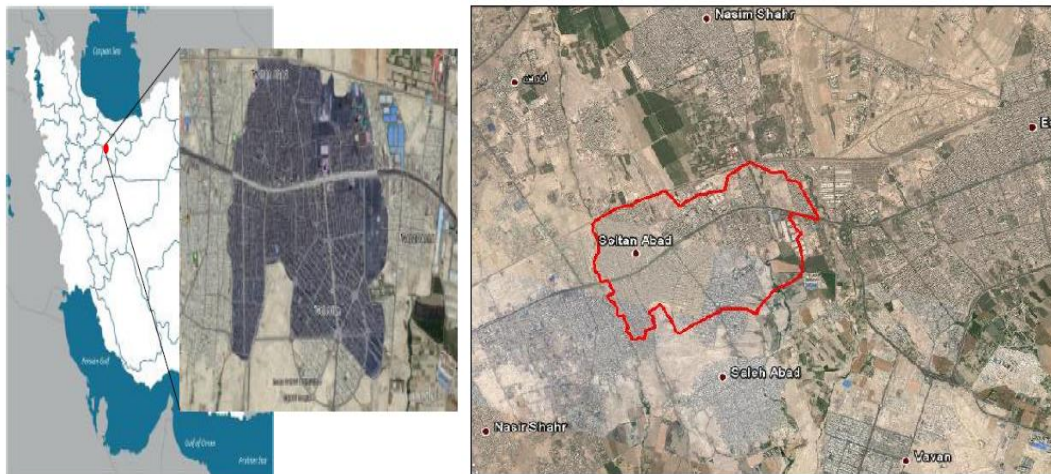
^۳ Green Infrastructure Technology

^۴ Fox Hollow

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (حوضه گلستان) یکی از محلات منطقه ۲۲ شهرداری تهران می باشد (شکل ۱). تاریخچه پیدایش شهرک به سال های ۶۰-۱۳۵۹ و تشکیل تعاونی کارکنان شرکت راه آهن باز می گردد. با فروش زمین های مسکونی به مردم عادی، ساخت و ساز بسیاری در این شهرک انجام شده است که در مطالعات حاضر از نظر مختصاتی بین طول های $UTM510900$ تا 51110 و عرض های 53100 تا 353200 قرار دارد. ارتفاع متوسط شهرک گلستان از سطح دریا $1046/30$ متر و اختلاف بین بلندترین و پست ترین نقاط این شهر $37/19$ متر است که با این وجود می توان شهرک گلستان را شهری نسبتاً هموار برشمرد. شهرک گلستان از شمال به بزرگراه همت غرب، از شرق به بزرگراه آزادگان شمال، از غرب به میدان ساحل و دریاچه چیتگر و از جنوب به پارک جنگلی چیتگر محدود می گردد. برج های مسکونی و تجاری-اداری زیادی در شهرک گلستان ساخته شده است که باعث شده نسبت به گذشته تراکم جمعیت نسبت به گذشته افزایش یابد و معضل ابگرفتگی رواناب بیشتر شود.



شکل ۱: حوضه گلستان

۲-۲. معرفی مدل SWMM

SWMM یکی از کاملترین و پرکاربردترین نرم افزارهای تحلیل رواناب سطحی است که تمامی پارامترهای هیدرولوژیکی که در تولید رواناب شهری موثر می باشد را در نظر گرفته و اثرات آن ها در روی میزان رواناب را لحاظ می نماید SWMM. که مخفف Storm Water Management Model می باشد برای نخستین بار در سال ۱۹۷۱ تولید شد و تا امروز که نسخه پنجم این نرم افزار ارائه شده، تغییر و تحولت زیادی در آن ایجاد شده است. از قابلیت این نرم افزار می توان سادگی محیط کار، حجم کم، آسانی نصب و فراگیری و قدرت شبیه سازی بالا را نام برد SWMM. قادر به شبیه سازی مدل در یک زمان و دوره های طولانی و مدل های سطحی و زیر سطحی است. این مدل حاوی مجموعه ای انعطاف پذیر برای مدلسازی هیدرولیکی بوده که در روندیابی رواناب و جریانات ورودی از خارج به سیستم جمع آوری بکار می رود. در این نرم افزار تاثیر باد، دما و تبخیر و همچنین سیستم های زهکشی طبیعی و پایدار بر کاهش رواناب نیز می تواند در شبیه سازی وارد شود. اطلاعات مربوط به ایستگاههای باران سنجی، تفکیک زیر حوضه ها، مساحت هر یک، مساحت نواحی غیر قابل نفوذ، شیب زیر حوضه ها، تعیین ضریب زبری جریان روی سطوح نفوذناپذیر، نفوذپذیر و کانال ها، عرض معادل، تعیین توابع تخمین غلظت آلودگی ها، ضرایب و پارامتر هر یک و ... از اطلاعات ورودی مدل شبیه سازی SWMM است. نتایج شبیه سازی رواناب و کیفیت آن در فرمت های مختلف برای کاربر فراهم است. گرچه از این نرم افزار در مسائل غیر شهری نیز استفاده میشود ولی شهرت آن به دلیل مدل سازی و مدیریت حوضه های شهری می باشد.

۲-۳. الگوریتم بهینه‌سازی هوش جمعی ذرات

الگوریتم بهینه‌سازی هوش جمعی ذرات، به‌عنوان یک تکنیک شناخته شده برای بهینه‌سازی مسائل پیچیده، توسط ابرهارت و کندی در سال ۱۹۹۵ معرفی گردید. طبق تحقیقات انجام شده الگوریتم بهینه‌سازی هوش جمعی ذرات در بسیاری از مسائل مهندسی مانند مسئله تخمین پارامترهای کالیبراسیون مدل های هیدرولوژیکی، کیفیت آب، طراحی شبکه های آبرسانی شهری، بهره برداری بهینه از مخازن، مسائل تخصیص بار آلاینده و ... بکار گرفته شده و عملکرد مناسبی را دارا می‌باشد. فرمول بندی این الگوریتم با الهام گرفتن از پرواز گروهی پرندگان و شای گروهی ماهی ها و زندگی اجتماعی آن ها انجام شده است. اساس کار آن بر این اصل استوار است که در هر لحظه هر ذره مکان خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تا کنون در آن قرار گرفته و بهترین مکانی که در کل تجربه نموده است، تنظیم می‌کند.

فرض کنید، فضای حل مساله یک فضای D بعدی می باشد. در این راستا z امین ذره از جمعیت می تواند توسط یک بردار سرعت و یک بردار موقعیت نمایش داده شود. تغییر موقعیت (مکان) هر ذره، با تغییر در موقعیت و سرعت قبلی امکان پذیر است. سرعت هر ذره تابعی از موقعیت کنونی آن ذره و بهترین مقداری است که ذره تاکنون به آن رسیده است (بهینه شخصی) و نیز بهترین جوابی را که توسط کلیه ذرات موجود در گروه (از مقادیر بهینه شخصی) تجربه شده است (بهینه فراگیر). در این راستا هر ذره همواره در تلاش است تا موقعیت فعلی خود براساس بهترین موقعیت کسب شده توسط خود و بهترین موقعیت کسب شده توسط کل ذرات اصلاح نماید و به موقعیت جدیدی انتقال یابد.

۲-۴. تعریف تکنیک‌های LID در محیط SWMM

در مدل SWMM امکان بکار گیری هفت نوع تکنیک توسعه کم اثر شامل: سلول ماند بیولوژیکی، بشکه باران، سقف سبز، ترانشه های نفوذ، پیاده روهای نفوذپذیر، مخازن تاخیری و جوی باغچه وجود دارد که در مساله مدیریت کیفیت رواناب شهری این تحقیق در حوضه شهری مورد مطالعه، از سیستم های ماند بیولوژیکی، ترانشه نفوذ و آسفالت متخلخل به‌عنوان تکنیک‌های توسعه کم اثر استفاده گردید.

۲-۵. مدل شبیه‌سازی-بهینه‌سازی

در این کار مطالعاتی، همانگونه که قبلا نیز ذکر گردید کمیت و کیفیت رواناب در حوضه آبریز شهری منطقه گلستان در محیط نرم افزار SWMM شبیه‌سازی گردید. سپس بررسی های میدانی و مطالعات در خصوص امکان اجرای BMP/LID در این محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت و امکان به کارگیری سه تکنیک BMP/LID، سیستم ماند بیولوژیکی، ترانشه های نفوذ و روسازی های متخلخل مورد مطالعه قرار گرفت. تابع هدف کیفیت جریان و تابع هدف اقتصادی (ارزیابی هزینه)، توابع هدف مورد بررسی می باشند. در این تحقیق برای بهبود کیفیت رواناب در محدوده مورد مطالعه، آلاینده TSS مورد بررسی قرار گرفته است. مینیم نمودن میزان بار ذرات معلق کل ناشی از شستشو در اثر رواناب سطحی ($TSSLoad$)، هدف مربوط به کیفیت رواناب شهری می‌باشد. همین طور مجموع هزینه های ساخت، بهره برداری و نگهداری ($Cost$) از تکنیک های توسعه کم اثر به‌عنوان هزینه اجرای طرح (هزینه کل) در نظر گرفته می‌شود که مینیم نمودن آن به‌عنوان تابع اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. معادله های ۱ و ۲ به ترتیب بیانگر تابع کیفی و تابع هزینه بیان شده در سطح حوضه شهری مورد مطالعه می باشند:

$$Min(TSSLoad) \quad (1)$$

$$Min(Cost) \quad (2)$$

برای این منظور مدل شبیه‌سازی SWMM با الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه هوش جمعی ذرات چند هدفه ارتباط داده شده است. مدل بهینه‌سازی چند هدفه هوش جمعی ذرات توسعه داده شده به مدل SWMM ارتباط داده شد تا امکان فراخوانی های متعدد مدل شبیه‌ساز توسط الگوریتم بهینه‌ساز فراهم گردد. توسعه این ارتباط در محیط برنامه نویسی متلب صورت پذیرفته است. متغیرهای تصمیم مساله مساحت هر یک از تکنیک های توسعه کم اثر (ترانشه نفوذ، روسازی نفوذپذیر و سیستم ماند بیولوژیکی) در هر یک از زیر حوضه ها است. امکان به کارگیری هر یک از

تکنیک‌های توسعه کم‌اثر شامل ترانسه نفوذ، روسازی نفوذپذیر و سیستم ماند بیولوژیکی در هر یک از ۳۳ زیرحوضه فراهم است. به این ترتیب مجموعاً ۹۹ متغیر تصمیم در مساله بهینه‌سازی با اهداف تعریف شده زیر، می‌باید تعیین گردد. امکان به‌کارگیری هر یک از این تکنیک‌ها در حداکثر ۳۰٪ از مساحت هر یک از زیر حوضه‌ها امکان‌پذیر خواهد بود. عبارتی در این مساله بهینه‌سازی مجموع مساحت‌هایی که تکنیک‌های توسعه کم‌اثر در هر زیر حوضه دارند به ۳۰٪ مساحت زیرحوضه‌ها مقید شده است.

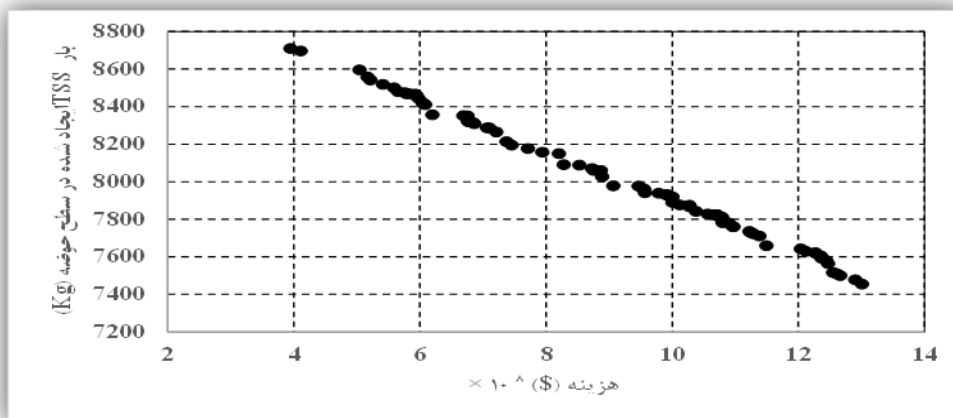
۳. نتایج و بحث

۳-۱. بیان مسئله

مساله مطرح شده در این تحقیق، کاهش هزینه‌های ساخت، تعمیر و نگهداری BMP/LID در این حوضه آبریز شهری و کاهش بار ذرات معلق ناشی از شستشوی جریان در سطح حوضه آبریز مورد مطالعه است. متغیرهای تصمیم مساله، مساحت هر یک از تکنیک‌های توسعه کم‌اثر (ترانسه نفوذ، روسازی نفوذپذیر و سیستم ماند بیولوژیکی) در هر یک از زیر حوضه‌ها و مکان‌های تعیین شده است. امکان به‌کارگیری هر یک از تکنیک‌های توسعه کم‌اثر شامل ترانسه نفوذ، روسازی نفوذپذیر و سیستم ماند بیولوژیکی در هر یک از ۳۳ زیرحوضه فراهم است. به این ترتیب مجموعاً ۹۹ متغیر تصمیم مربوط به مساحت هر یک از تکنیک‌های توسعه کم‌اثر در هر یک از زیر حوضه‌ها در مساله بهینه‌سازی با اهداف تعریف شده تعیین می‌گردد.

۳-۲. نتایج مدل

مطالعات مبتنی بر مدل‌های شبیه‌سازی نشان دهنده عملکرد کارایی به‌کارگیری تکنیک‌های توسعه کم‌اثر/بهترین اقدامات مدیریتی در سطح حوضه آبریز شهری در کاهش رواناب‌های شهری و آلودگی‌های متاثر از آنها می‌باشند. این در حالی است که به‌کارگیری این تکنیک‌ها در کل سطح حوضه‌های آبریز شهری ناممکن است و بنابراین می‌باید روشی عملی و مبتنی بر سود اقتصادی به‌منظور انتخاب ترکیب مناسب این تکنیک‌ها، تعیین جانمایی و مساحت هر یک از تکنیک‌ها در سطح حوضه‌های آبریز بکار گرفته شود. رویکردهای مبتنی بر شبیه‌سازی-بهینه‌سازی به‌منظور ارائه راه‌حلهای مصالحه‌آمیز میان هزینه‌های به‌کارگیری این تکنیک‌ها و تاثیر آنها بر پاسخهای هیدرولوژیک و کیفیت رواناب‌های سطحی بسیار کارا و موثر هستند. در این کار مطالعاتی، همانگونه که قبلاً نیز ذکر گردید کیفیت رواناب در حوضه آبریز شهری منطقه گلستان با هدف بهبود کیفیت رواناب‌های سطحی (کاهش بار TSS) و کاهش هزینه‌های اقتصادی اعمال تکنیک‌های توسعه کم‌اثر/بهترین اقدام مدیریتی مورد بررسی قرار می‌گیرند. عبارتی مساله بهینه‌سازی با ۲ هدف، یکی اقتصادی و دیگری زیست‌محیطی (بهبود کیفیت رواناب) مورد توجه است؛ برای این منظور مدل شبیه‌سازی SWMM با الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه هوش جمعی ذرات ارتباط داده شده است.



شکل ۲: جبهه پرتو مساله هزینه اجراء، بهره‌برداری و نگهداری LID و بار TSS در سطح حوضه آبریز گلستان



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

در این مساله، سطح حوضه ۵۵۰ هکتاری شهرک گلستان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و نتیجه‌ای به شرح شکل ۲ ارائه گردید. طبق نتایج حاصل شده در بهترین گزینه از نظر کاهش بار TSS در سطح حوضه به طور متوسط ۹۶/۶۷٪ از مساحت زیر حوضه‌ها که قابلیت اجرای برنامه‌های توسعه کم‌اثر را داشته‌اند (۳۰٪) از مساحت هر زیرحوضه برای این منظور بکار گرفته شد، توسط تکنیک‌های توسعه کم‌اثر پوشش داده شده‌اند. در حالی که برای ایجاد شرایط ایده آل با کمترین هزینه، به طور متوسط ۳۲٪ از مساحت زیر حوضه‌ها که قابلیت اجرای تکنیک‌های توسعه کم‌اثر در آنها موجود است، توسط این تکنیک‌ها پوشش داده شده‌اند.

جدول ۱ تاثیر سناریوهای مختلف اجرای تکنیک‌های توسعه کم‌اثر بر میزان بار TSS حوضه شهری گلستان را نشان می‌دهد. مطابق داده‌های موجود در جدول، با اجرای کامل تکنیک‌های توسعه کم‌اثر و با هزینه‌ی مبلغی بالغ بر ۲/۳۷ میلیون دلار به ازای هر هکتار بابت اجرا، بهره‌برداری و نگهداری در طی ۲۵ سال در سطح این حوضه آبریز شهری، بار TSS شستشو یافته در سطح حوضه حدود ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

جدول ۱: تاثیر اجرای سناریوهای متعدد اجرای LID در حوضه شهری گلستان بر بار TSS

شرایط عدم اجرای برنامه‌های توسعه کم‌اثر	شرایط اجرای کامل برنامه‌های توسعه کم‌اثر	بهترین گزینه اجرای برنامه‌های توسعه کم‌اثر (SWMM-MOPSO)	بهترین گزینه اجرای برنامه‌های توسعه کم‌اثر (MOPSO)
۹۲۳۹/۵۶	۷۳۶۶/۲۳	۸۷۱۰/۱	۷۴۵۴/۸
مقدار بار TSS (Kg)			

۴. نتیجه گیری

به منظور بررسی تاثیر به کارگیری تکنیک‌های مدرن و روشهای مدیریت امروزی در مواجهه با اثرات مخرب تغییرات هیدرولوژیکی و کیفی حوضه و حرکت در جهت توسعه پایدار، حوضه شهری گلستان واقع در منطقه ۲۲ تهران به عنوان مورد مطالعاتی در این تحقیق انتخاب گردید. شبیه‌سازی کیفیت رواناب‌های سطحی آن در محیط نرم‌افزار SWMM و بهینه‌سازی آن توسط الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه هوش جمعی ذرات صورت پذیرفت. در این پژوهش مسائل متعددی در حوزه مدیریت رواناب شهری با دیدگاه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی به صورت کاهش هزینه‌های اجراء، بهره‌برداری و نگهداری از تکنیک‌های توسعه کم‌اثر/بهترین اقدامات مدیریتی و کاهش بار TSS، در غالب مسائل بهینه‌سازی با ساختارهای دو هدفه حل و نتایج هر یک ارائه گردید. ترانسه نفوذ، روسازی نفوذپذیر و سیستم ماند بیولوژیکی از تکنیک‌های توسعه کم‌اثر مورد استفاده در این مساله بوده‌اند. نتیج حاصل نشان داد که به کارگیری تکنیک‌های توسعه کم‌اثر در بهترین گزینه ممکن (بیشترین کاهش بار TSS)، باعث کاهش ۲۰ درصدی این آلاینده می‌گردد. در نظر گرفتن سایر پارامترهای کیفی، بررسی تاثیر دوره بازگشت های مختلف بر کمیت و کیفیت رواناب ها، طراحی کاربری اراضی در کنار تکنیک‌های توسعه کم‌اثر/بهترین اقدامات مدیریتی در سطح حوضه‌های آبریز شهری، تعیین کلیه ابعاد بهینه تکنیک‌های توسعه کم‌اثر/بهترین اقدام مدیریتی و تاثیر تغییر اقلیم بر رواناب می‌تواند تکمیل کننده تحقیقات در این حوضه باشد.

۵. مراجع

1. Clar, M. L., Barfield, P. E., O'Connor, T. P., (2004). *Stormwater Best Management Practice Design Guide*. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, OH 4526.EPA/600/R-04/121.
2. *Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual*. (2006). Vol. 34. Document No. 363-0300-002.



شرکت مهندسی آب و فاضلاب ایران

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



3. Parker, N. (2010). *Assessing the Effectiveness of Water Sensitive Urban Design in Southeast Queensland*. M. Sc. Thesis. Queensland University of Technology.
4. Shen, W.L. (2006). *Application of Integrated Watershed Management modeling on non-point source pollution evaluation for the Ai-Liao River basin*, M. Sc. Thesis, National San Yat-sen university, Taiwan.
5. Zhang, G., Hamlett, J.M. (2006). *Development of a SWMM Water Quality Model for the Fox Hollow Watershed, Centre County, PA, Penn State University*.
6. Chen, C. F., Sheng, M. Y., Chang, C. L., Kang, S. F., Lin, J. Y., (2014). Application of the SUSTAIN model to a watershed-scale case for water quality management. *water*, 6(12). pp. 3575-3589.
7. Liu, Y., Ahiablame, L. M., Bralts, V. F., Engel, B. A. (2015). Enhancing a rainfall-runoff model to assess the impacts of BMPs and LID practices on storm runoff. *Journal of Environmental Management* 147.pp. 12-23.
8. Gulbaz, S., Alhan, C. M. K. (2015). Investigating the effects of low impact development (LID) on surface runoff and TSS in a calibrated hydrodynamic model. *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 9(2).pp.91-96.