ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۱۱/۱ شماره مجوز مجله: ۸۰۴۰۰

تصمیم‌گیری چند معیاری برای تعیین بهترین راهکارهای مدیریتی در مدیریت سیلاب شهر تهران (منطقه ۱۸)

مریم حسن زاده[۱]، مجید ذبیحی طاری [۲]، محمدرضا بازرگان لاری[۳]

۱- کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳-استادیار واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

maryam7086@yahoo.com

چکیده

تکنیک‌های جدید در زمینه کنترل و دفع رواناب (استراتژی‌های BMP) علاوه بر کنترل سیلاب می‌توانند جهت ذخیره و تغذیه آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرند. در این تحقیق بدلیل بافت فرسوده کشاورزی، صنعتی و مسکونی محدوده منطقه ۱۸ تهران و عدم اجرای شبکه فاضلاب شهری و مشکلات بیشمار، تکنیکهای نوین جهت هدایت رواناب سطحی در این محدوده مورد مطالعه قرار گرفت.

بدین منظور ۹ BMP تعریف شد و بر اساس ترکیب تمام حالت‌های ممکن در استفاده از این ۹ BMP (۵۱۱ حالت) ایجاد شده است. گزینه‌هایی که موجب بدتر شدن وضعیت در یکی از شاخص‌های ارتقا فرهنگ، زیبایی و یا با سهولت اجرا پایین‌تر از حد متوسط بوده‌اند حذف شده و سناریوهای برتر انتخاب شده‌اند. با مدل‌سازی سناریوهای برتر در مدل SWMM شاخص بهبود کیفیت رواناب برای هرکدام از گزینه‌ها به دست آمد و در انتها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP رتبه هر گزینه به دست آمد. بهترین راهکار مربوط به سناریو A373 است این سناریو شامل احداث دیوار حائل فلاورباکس، حوضچه کنترل سیلاب، تفرجگاه، جوی باغچه و آسفالت متخلخل است. همچنین BMP احداث چاه جذبی تأثیر کمی در کاهش دبی پیک سیلاب ۱۰ ساله را داراست.

کلمات کلیدی: استراتژی‌های BMP، مدل SWMM، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP، منطقه ۱۸ شهر تهران.

۱. مقدمه

سیستم‌های جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی از اجزاء مهم برنامه‌ریزی و عمران مناطق شهری هستند و هرگونه سهل‌انگاری در طراحی صحیح آن‌ها می‌تواند خطرات مالی و جانی جبران ناپذیری در پی داشته باشد. سیل گرفتگی شهرها و خسارات و زیان های فیزیکی (ساختمان‌ها، معابرعمومی)، صرف هزینه‌های اضطراری و خسارت وارد بر بهداشت و هزینه‌های زمانی در اثر

اخلال در تردد خودروها نمونه‌ای ازا ین مشکلات هستند. رشد سریع جمعیت، توسعه شهری و صنعتی شدن جوامع نیز این مشکلات را به دلیل تأثیرات نامطلوبی که بر هیدرولوژی حوزه آبخیز داشته است، سبب تشدید سیلاب‌ها و افزایش آلودگی در قسمت‌های پایاب جریان پایه و تشدید مشکلات می‌شوند. با توجه به اینکه لزوم مدیریت و ارائه بهترین راهکار مدیریتی متناسب با تاثیری که رواناب بر محیط شهری و پیچیدگی‌های موجود در سیستم‌های زهکشی شهری می‌گذارد امری ضروری است، سبب شده که در این تحقیق ضرورت انجام مطالعات در منطقه ۱۸ تهران در خصوص مدیریت رواناب سطحی مورد ارزیابی قرار گرفته و به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی AHP بهترین گزینه انتخاب گردید.

در سال ۱۳۹۶ اروند و همکاران به ارزیابی کارایی بهترین اقدامات مدیریتی (BMPs) در کنترل سیلاب و رواناب شهری با استفاده از مدل SUSTAIN پرداختند. در نهایت دو سناریو که ترکیبی از برکه خشک و حوضچه‌های زیستی (بایوریتنشن) بر اساس طرح پیشنهاد شده اعمال شد. در شبیه‌سازی مدل SUSTAIN نتایج نشان می‌دهد که کاهش آلودگی جریان با کاهش حجم جریان رابطه مستقیم دارد. (اروند و همکاران، ۱۳۹۶).

در تحقیقی که توسط مرزبان و همکاران در سال ۱۳۹۷ انجام شده، با استفاده از مدل EPA-SWMM2 سیستم زهکشی اصلی آب‌های سطحی یکی از حوضه‌های تهران شبیه‌سازی شده و سپس مدل بهینه‌سازی با استفاده از روش الگوریتم ازدحام ذرات PSO3 برای تعیین رویکردها و ساختارهای بهینه مدیریت و بازیافت رواناب‌های سطحی توسعه داده شده است. نتایج گویای این واقعیت است که با استفاده از این رویکرد می‌توان با حداقل هزینه ضمن کاهش خطر سیلاب‌های شهری، حجم قابل توجهی از این رواناب را به منظور مصارف مختلف در شهر بازیافت نمود که با توجه به محدودیت‌های آبی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است (مرزبان و همکاران، ۱۳۹۷).

محمدرضا پورطبری و شیخ الاسلام (۱۳۹۷) کاربرد GIS در مهندسی هیدرولیک و مدیریت روان آب سطحی با استفاده از مدل SWMM را مورد مطالعه قرار دادند. هدف اصلی این مطالعه، برآورد حجم روان آب سطحی از طریق شبیه‌سازی در مدل SWMM جهت طراحی شبکه زهکش منطقه مورد مطالعه و همچنین شناسایی محدوده‌های بحرانی و طراحی مخزن نگهداشت ذخیره روان آب سطحی به منظور تأمین آب آبیاری فضای کشت جنگلی محدوده مطالعاتی هست. (پورطبری و شیخ الاسلام، ۱۳۹۷).

مهرآبادی و همکاران در سال ۲۰۱۶ به تحقیقی در مورد جمع‌آوری آب باران بر روی بام منازل و پاسخ‌گویی با استفاده از آن برای نیازهای آبی موجود در شهر پرداختند. نتایج بیان‌گر آن بوده است که بام‌های بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ مترمربع، مقدار ذخیره در مخازن کوچک (کمتر از ۲۵۰۰۰ لیتر) بین ۱۳۴ تا ۷۴۳ مترمکعب و در مخازن بزرگ (بیش از ۲۵۰۰۰ لیتر) بوده است. همچنین نتایج بیان‌گر آن بوده است که آب ذخیره شده می‌تواند جواب گوی بخشی از نیاز آبی صنعت باشد (Mehrabadi et al., 2016).

در سال ۲۰۱۷ مهرآبادی و همکاران اقدام به پژوهشی در مورد انتخاب مکان بهترین راهکارهای مدیریت سیلاب BMPها انجام دادند. بدین ترتیب برای کنترل حجم و دبی پیک سیلاب، شهر تهران برای برآورد تأثیر BMPها در کاهش رواناب کل در بخش‌های در حال توسعه مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج بیان‌گر آن بوده است که میزان کاهش رابطه شدیدی با نوع BMP و محل قرار گیری آن‌ها دارد (Mehrabadi et al., 2017).

در سال ۱۳۹۶ تحقیقی با عنوان اولویت‌بندی استراتژی‌های مدیریت سیلاب با رویکرد مدیریت پیش از بحران توسط کیایی و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت. این پژوهش با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM[1] جبرانی DEFINITE[2] به منظور کاهش خسارت سیل انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که مدل جبرانی MCDM برای ترکیب معیارهای فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در رتبه‌بندی استراتژی‌های مدیریت سیل مناسب است. علاوه بر این رتبه‌بندی استراتژی‌های به تغییر در وزن معیار حساس است و بهترین گزینه تغییر می‌کند (کیایی و همکاران، ۱۳۹۶).

[1] Multiple-criteria decision analysis
[2] Decision making software for a finite set of alternatives

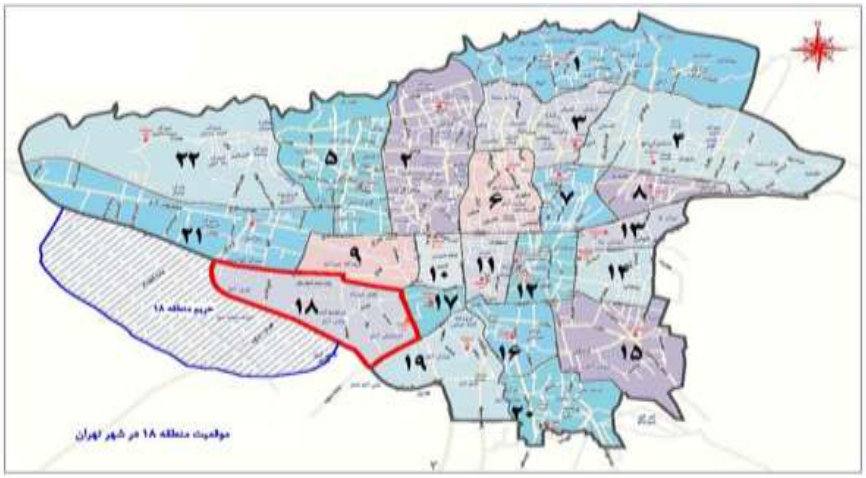
مدل‌سازی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر در برابر سیلاب شهری با استفاده از RS و GIS در سال ۱۳۹۷ مورد تحقیق قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از مدل Fuzzy AHP، محدوده‌ی جنوب و جنوب غربی (حاشیه رودخانه) شهر گرگان با مساحت ۹۱/۷۲ درصد دارای احتمال با خطر خیلی زیاد در برابر سیل قرار دارد (میرزاعلی و همکاران، ۱۳۹۷).

در سال ۲۰۱۸ لی و همکاران با رویکرد چند معیاره برای ارزیابی عملکرد توسعه کم اثر (LID) را از طریق جمع‌آوری مؤلفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل همبستگی ارائه نمودند. این رویکرد بر اساس قاعده‌ی سه‌گانه و منطبق با نوع برنامه‌ریزی کاربری اراضی چین و شرایط آب و هوایی و هیدرولوژیکی هر منطقه است. نتایج نشان می‌دهد که رویکرد PCCA می‌تواند عملکرد LID را با ابعاد کمتر متغیرها بر اساس نگرش‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی به صورت جامع ارزیابی کند (Li et al., 2018).

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده شهرداری منطقه ۱۸ تهران با مساحتی در حدود ۱۱۰۰۰ هکتار در جنوب غربی شهر تهران قرار دارد که از این میزان حدود ۳۷۰۰ هکتار آن محدوده اصلی و مابقی آن جزء حریم قانونی منطقه محسوب می‌شود. منطقه ۱۸ هم‌جوار با مناطق ۱۹، ۱۷، ۹ و ۲۱ است. محدوده اصلی منطقه ۱۸ از شرق به بزرگراه آیت ا... سعیدی، از جنوب به بزرگراه آیت ا... سعیدی و بزرگراه آزادگان و از شمال به بزرگراه فتح و خیابان ۴۵ متری زرند محدود می‌گردد. در شکل زیر موقعیت منطقه ۱۸ و هم‌جواری آن با مناطق دیگر شهرداری تهران مشاهده می‌گردد.



شکل ۱- موقعیت محدوده اصلی منطقه ۱۸ شهرداری تهران

۲-۲- روش انجام تحقیق

در این تحقیق روش پیشنهادی مبتنی بر دو ابزارکار شبیه سازی عددی سیلاب و تصمیم گیری چند معیاره است. از مدل SWMM جهت شبیه سازی وتهیه مدل هیدرولیکی بارش رواناب منطقه و تأثیر استفاده از انواع BMPها بر کاهش رواناب حاصل از بارش استفاده شد. ورودی‌های موردنیاز مدل SWMM عبارت‌اند از خصوصیات فیزیکی زیرحوضه‌ها، مشخصات شبکه زهکشی و داده‌های هواشناسی و هیدرولوژی منطقه مورد مطالعه (منطقه ۱۸ شهر تهران). در گام بعدی شاخص‌های مسئله شناسایی شده‌اند. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: شاخص کاهش دبی پیک، شاخص بهبود کیفیت رواناب، شاخص هزینه اجرا، شاخص هزینه نگهداشت، شاخص ارتقا فرهنگ، شاخص ارتقا زیبایی و شاخص سهولت اجرا. بر اساس این شاخص‌ها

گزینه‌هایی که موجب بدتر شدن وضعیت در یکی از شاخص‌های ارتقا فرهنگ و زیبایی و یا با سهولت اجرا پایین‌تر از حد متوسط بوده‌اند کنار گذاشته شده‌اند و سناریوهای برتر بر این اساس انتخاب شده‌اند. در ادامه با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP رتبه هر گزینه به دست آمد و بهترین گزینه مشخص شد. در شکل ۲ فلوچارت روش تحقیق نشان داده شده است.

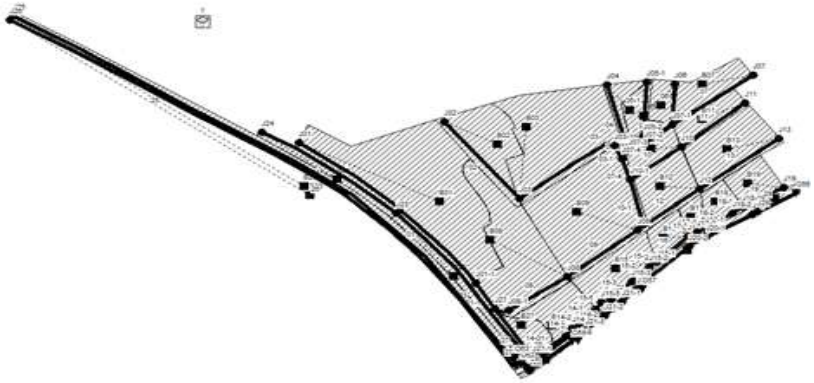
شکل ۲- فلوچارت روش تحقیق

۳-۲- معرفی مدل EPA-SWMM

نرم افزار EPA-SWMM یک مدل دینامیکی برای شبیه سازی و مدیریت بارش رواناب، برنامه ریزی، تجزیه و تحلیل و طراحی رواناب‌ها و فاضلاب‌های سطحی و سیستم‌های زهکشی می‌باشد معادلات سن ونانت حاکم می‌باشد. در حوضه‌های شهری کاربرد دارد که برای نخستین بار در سال ۱۹۷۱ توسط آژانس محیط زیست امریکا ارائه گردید. قابلیت‌ها: سادگی محیط کاری، حجم کم، آسانی نصب و رایگان بودن و قدرت بالا در شبیه سازی مدل های کمی و کیفی است. شکل ۳ شماتیکی از مدل محدوده مورد مطالعه و جدول ۱ مشخصات آن را نمایش می‌دهد.

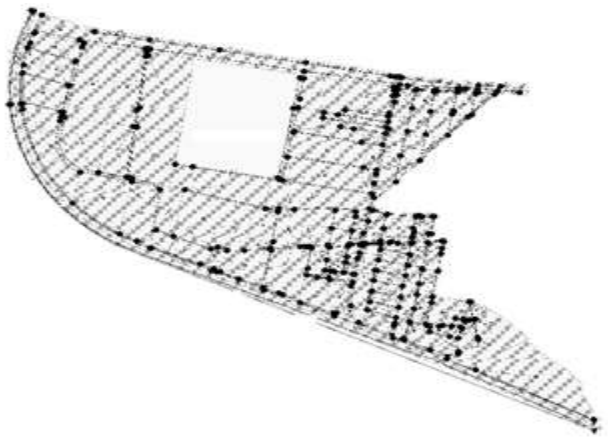
برای مدل سازی هیدرولیکی از منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی بارش‌ها (دریافتی از شرکت آب منطقه‌ای تهران-منطقه۹) و روندیابی هیدرولیکی به روش موج دینامیک استفاده شد میزان ضریب زبری در کانالها بتنی ۰/۰۱۵ در نظر گرفته شد

الف- ناحیه M18-01



ب- ناحیه M18-02

ج- ناحیه M18-03



د- ناحیه M18-04

شکل۳- تصاویر شماتیک مدل‌سازی شده نواحی مختلف در برنامه SWMM

جدول ۱- مشخصات حوزه‌های اصلی منطقه ۱۸

ناحیه	تعداد زیرحوضه‌ها	مساحت حوضه (هکتار)	کوچک‌ترین زیرحوضه (هکتار)	بزرگ‌ترین زیرحوضه (هکتار)	تعداد کانال‌ها	مجموع طول کانال‌ها (متر)	بزرگ‌ترین کانال
M18-01	۳۱۳	۹۰۶.۳۳	۰.۱۱	۲۸.۴۲	۶۷۳	۱۰۶۸۷۶.۰۶	۱.۳*۱.۱
M18-02	۲۹	۲۵۲.۱۳	۰.۷۲	۴۲.۲۹	۵۳	۲۰۲۰۱.۷۵	۱.۲*۱.۴
M18-03	۲۶۵	۱۰۷۳.۶۱	۰.۲	۶۴.۷۳	۵۰۶	۹۷۹۶۰.۲۶	۱.۲*۱.۲
M18-04	۱۷۴	۷۷۰.۹۳	۰.۱۴	۳۳.۴۴	۳۱۲	۷۹۰۷۷.۵۵	۱.۲*۳

۲-۴-BMPها و شاخص‌های مورد استفاده

با توجه به تنوع BMPهای سازه‌ای و همچنین شاخص‌های مختلف برای تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها، پرسش‌نامه‌ای تهیه و با توجه به نتایج پرسش‌نامه ۹ BMP مختلف قابل اجرا در منطقه بدست آمده است. در جدول۲ BMPهای سازه‌ای مورد استفاده در این پژوهش نشان داده شده است.

جدول ۲- BMPهای سازه‌ای مورد استفاده در این پژوهش

بهترین راهکار مدیریتی	فعالیت سازه‌ای
BMP1	احداث یک مخزن بتنی زیرزمینی ذخیره موقت رواناب
BMP2	احداث ۱۰۰۰ مترمربع سنگ‌فرش و روکش نفوذپذیر (تراوا)
BMP3	احداث ۱۰۰۰۰ عدد دیوار حائل فلاورباکس پلکانی
BMP4	احداث ۱۰ عدد چاه جذبی
BMP5	احداث ۱۰ عدد حوضچه کنترل سیلاب
BMP6	احداث تفرجگاه (مخزن مرطوب)
BMP7	احداث یک تصفیه‌خانه
BMP8	احداث ۱۰۰۰ متر کانال (جوی باغچه)
BMP9	احداث ۱۰۰۰ متر لوله‌گذاری آب خام برای ایجاد فضای سبز

۲-۵- ایجاد تمام حالات ممکن سناریوها

پس از مشخص شدن روابط بین شاخص‌ها و BMPها تمام حالات ممکن سناریوها که معادل ۵۱۱ حالت است ایجاد شده و در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- قسمتی ازجدول تمام سناریوهای ممکن*

ماتریس تصمیم	شاخص هزینه اجرا	شاخص هزینه نگهداشت	شاخص ارتقا زیبایی	شاخص ارتقای فرهنگ	شاخص سهولت اجرا	شاخص بهبود کیفیت رواناب
A1	18245544767	3983244298	3	5	3	5
A2	4731315478	1892526191	5	5	5	5
A3	2234588300	448732725.3	9	7	5	7
A4	17203585181	6119709582	5	5	5	5
A5	1826958343	2250770658	5	3	7	7

* جدول کامل شامل ۵۱۱ ردیف می‌باشد.

۲-۶- انتخاب سناریوهای برتر

با توجه به نظر کارشناسان (بر اساس نظر سنجی انجام شده) مقبولیت اجرای پروژه در منطقه و اولویت اجرای پروژه‌ها در منطقه بر اساس بهبود شرایط حاکم در ارتقای فرهنگ ساکنین و زیباسازی منطقه است. همچنین یکی دیگر از معیارهای مهم در انتخاب پروژه و اجرایی شدن آن، سهولت اجرای آن در منطقه و در صورت امکان وجود تجربه‌های مشابه اجرایی در منطقه بوده است و در نهایت بهبود کیفیت رواناب موجود برای بازچرخانی آب و استفاده از آب استحصالی در منطقه برای پاسخ‌گویی به نیازهای آبی منطقه یکی دیگر از معیارهای مهم در اجرایی شدن پروژه خواهد بود. بدین منظور گزینه‌هایی که در حالت وضعیت خوب برای این چهار معیار قرار ندارند و احتمال اجرایی شدن آن‌ها با توجه به موارد ذکر شده بسیار پایین است، کنار

گذاشته شده‌اند. بدین گونه سناریوهای برتر انتخاب شده‌اند این سناریوها و BMPهای متناظر استفاده شده در جدول ۴نشـان داده شده است.

جدول ۴- قسمتی از جدول گزینه‌های منتخب و BMPهای هر یک*

Alternative/BMP's	BMP1	BMP2	BMP3	BMP4	BMP5	BMP6	BMP7	BMP8	BMP9
A29	□	□	□	□	□	□	□	□	□
A78	□	□	□	□	□	□	□	□	□
A98	□	□	□	□	□	□	□	□	□
A109	□	□	□	□	□	□	□	□	□
A121	□	□	□	□	□	□	□	□	□
A189	□	□	□	□	□	□	□	□	□
A200	□	□	□	□	□	□	□	□	□

* جدول کامل شامل ۵۱۱ ردیف می‌باشد.

۲-۷- تصمیم‌گیری چند معیاره AHP و انتخاب بهترین گزینه

در علم تصمیم‌گیری که در آن انتخاب یک راهکار از بین راهکارهای موجود و یا اولویت‌بندی راهکارها مطرح است، چند سالی است که روش‌های تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه «MADM» جای خود را بـاز کـرده‌انـد. از ایـن میـان روش تحلیـل سلسله مراتبی (AHP) بیش از سایر روش‌ها در علم مدیریت مورد استفاده قرار گرفته است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره است که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهـه ۱۹۷۰ ابـداع گردید.

حال نوبت به انتخاب بهترین گزینه است بدین منظور از روش تصمیم‌گیری چند معیاره AHP استفاده شده است، این روش با استفاده از ۱۰ شاخص معرفی شده در قبل ماتریس تصمیم‌گیری‌ای ایجاد می‌نماید و با استفاده از وزن‌هـای موجـود و اولویـت شاخص‌ها نسبت به یکدیگر سناریوها را رتبه‌بندی می‌کند. برای به دست آوردن ماتریس تصمیم ابتدا باید شاخص‌های منفی به مثبت تبدیل شود و اعداد شاخص‌ها نیز نرمال‌سازی شود. با توجه به حجم بالای داده‌ها از آوردن مراحل دست‌یابی به ماتریس تصمیم در متن صرف نظر شده است .

۳- نتیجه‌گیری

یکی از مشکلات موجود در منطقه ۱۸، با توجه به افزایش جمعیت و توسعه روزافزون شهرنشینی و کـاهش فضـای بـاز جهـت نفوذ رواناب آب سطحی به داخل خاک و جذب سفره‌های زیرزمینی و قنوات و چـاه‌هـای سـطح منطقـه اسـت. یکـی دیگـر از مشکلات موجود در منطقه عبور رودخانه کن و لزوم کنترل و مدیریت سیلاب در زمان بارندگی‌های ناگهانی است.

بدین منظور در این پژوهش با توجه به نظر کارشناسان (بر اساس نظر سنجی انجام شده) مقبولیت اجرای پـروژه در منطقـه و اولویت اجرای پروژه‌ها در منطقه بر اساس بهبود شرایط حاکم در ارتقای فرهنگ ساکنین و زیباسازی منطقه اسـت. همچنـین یکی دیگر از معیارهای کنترلی در اجرایی شدن پروژه‌ها میزان هزینه اجرا و نگهداشت پروژه‌ها خواهد بود بدین منظـور میـزان هزینه برای هر BMP تخمین زده شد، پس از مدل‌سازی سیلاب در مدل SWMM و بهترین گزینه بر اساس تصمیم‌گیـری چندمعیارهAHP انجام انتخاب شد.

با توجه به سوابق اجرای BMPها و امکان اجرای آن‌ها در منطقه ۱۸، ۹ BMP به ترتیب: احداث یـک مخـزن بتنـی زمینـی ذخیره موقت رواناب، احداث ۱۰۰۰ مترمربع ترانشه نفوذ، احداث ۱۰۰۰۰ عدد دیوار حائل فلاورباکس پلکانی، احداث ۱۰ عـدد

چاه جذبی، احداث ۱۰ عدد حوضچه کنترل سیلاب، احداث تفرجگاه، احداث تصفیه‌خانه، احداث ۱۰۰۰ متر کانال (جوی باغچه)، احداث ۱۰۰۰ مترمربع آسفالت متخلخل انتخاب گردید.

تمام حالت‌های ممکن از ترکیب BMPها ابتدا برآورد شده‌اند که تعداد آن‌ها برابر با ۵۱۱ عدد بوده است. با توجه به تعداد بالای این سناریوها تصمیم بر آن شد که تنها سناریوهایی که وضعیت چهار معیار، ارتقاء زیبایی سطح منطقه، ارتقاء فرهنگ ساکنین منطقه، سهولت اجرا و بهبود کیفیت رواناب را در وضعیت خوب هستند به عنوان سناریوهای برتر انتخاب شوند که تعداد آن‌ها برابر با ۳۳ عدد بوده است.

۱۰ معیار ارزیابی انتخاب شده است، ابتدا ۶ معیار، هزینه اجرا معادل در سال ۹۸، هزینه نگهداشت معادل در سال ۹۸، معیار ارتقاء زیبایی سطح منطقه، معیار ارتقای فرهنگ ساکنین منطقه، معیار سهولت اجرا و معیار بهبود کیفیت رواناب که دو معیار هزینه اجرا و هزینه نگهداشت معیارهای کمی و البته منفی هستند، چهار معیار دیگر همگی مثبت و کمی هستند که بر اساس نظر کارشناسان امتیازدهی شده‌اند. همچنین میزان کاهش دبی پیک برای هر حوضه نیز به عنوان معیار در نظر گرفته شده‌اند که تعداد کل معیارها را به ۱۰ رسانده است.

از MCDMها در انتخاب مناسب‌ترین سناریوها استفاده شد. رتبه یک مربوط به سناریو A373 با امتیاز ۰/۰۳۵۰۴۵ است این سناریو شامل احداث ۱۰۰۰۰ عدد دیوار حائل فلاورباکس، احداث ۱۰ حوضچه کنترل سیلاب، احداث تفرجگاه، احداث ۱۰۰۰ متر کانال جوی باغچه و احداث ۱۰۰۰ مترمربع آسفالت متخلخل است در این سناریو ۵ BMM از میان ۹ BMP موجود مورد استفاده قرار گرفته است. در جایگاه دوم سناریو A450 با امتیاز ۰/۰۳۵۰۲۱ با وجود ۶ BMP است. این سناریو شامل هر ۵ BMP سناریو A373 است و به علاوه آن احداث ۱۰۰۰ مترمربع ترانشه نفوذ نیز است. رتبه سوم نیز مربوط به سناریو A362 است. در این سناریو نیز ۵ BMP مورد استفاده قرار گرفته است و تفاوت آن احداث ۱۰ چاه جذبی بجای احداث ۱۰۰۰ مترمربع آسفالت متخلخل است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که چهار BMP احداث ۱۰۰۰۰ عدد دیوار حائل فلاورباکس، احداث ۱۰ حوضچه کنترل سیلاب، احداث تفرجگاه، احداث ۱۰۰۰ متر کانال جوی باغچه با توجه به اینکه در هر سه گزینه برتر حضور دارند از اهمیت اجرایی بالایی برخوردار هستند. همچنین BMP احداث ۱۰ عدد چاه جذبی تأثیر کمی در کاهش دبی پیک سیلاب ۱۰ ساله را داراست. بدین ترتیب می‌توان از آب موجود در حوضچه کنترل سیلاب برای تأمین بخشی از نیاز آبی از جمله مصارفی همچون آبیاری فضای سبز منطقه استفاده نمود همچنین استفاده از روکش‌های تراوا موجب تغذیه آب زیرزمینی شده و از هدر رفت آب به سمت پایین جلوگیری می‌کند.

مراجع

۱. اروند، ص.، گنجی نوروزی، ز.، دلقندی، م. و علیپور، ا. ارزیابی کارایی بهترین اقدامات مدیریتی (BMPs) در کنترل سیلاب و رواناب شهری با استفاده از مدل SUSTAIN. پنجمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب، تهران، وزارت راه و شهرسازی- موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو- پژوهشکده سوانح طبیعی - دبیرخانه دایمی کنفرانس. ۱۳۹۶.

۲. شیخ الاسلام، م. پورطبری، م. کاربرد GIS در مهندسی هیدرولیک و مدیریت روان آب سطحی با استفاده از مدل SWMM، هفدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، انجمن هیدرولیک ایران-دانشگاه شهرکرد. ۱۳۹۷.

۳. کیایی، ع.، طاهر شمسی، ا. و بهنام، ب. اولویت‌بندی استراتژی‌های مدیریت سیلاب با رویکرد مدیریت پیش از بحران، پنجمین کنفرانس جامع مدیریت و مهندسی سیلاب، تهران، وزارت راه و شهرسازی- موسسه تحقیقات آب وزارت نیرو- پژوهشکده سوانح طبیعی - دبیرخانه دایمی کنفرانس. ۱۳۹۶.

۴. مرزبان، م.، نظیف، س. و ناصری، م. توسعه مدل انتخاب بهینه گزینه‌های مدیریت و بازیافت رواناب‌های سطحی، هفدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، انجمن هیدرولیک ایران-دانشگاه شهرکرد. ۱۳۹۷.

۵. میرزاعلی، م.، آرخی، ص. و عربی، م. ، مدل‌سازی و پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر در برابر سیلاب شهری با استفاده از RS و GIS مطالعه موردی شهر گرگان، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی محیط‌زیست با محوریت توسعه پایدار، تهران، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار -موسسه آموزش عالی مهر اروند. ۱۳۹۷.

6. Li, N., Xie, L., Du, P., & Huang, X. (2018). Multi-Criteria Evaluation for China Low-Impact Development Based on Principal Component Analysis. Water, 10(11), 1547.
7. Mehrabadi, M. H. R., Saghafian, B., & Lari, M. R. B. (2017). Best management practices (BMPs) site selection for reducing urban surface runoff at target locations. Desalination and Water Treatment,(Accept).
8. Mehrabadi, M. H. R., Saghafian, B., & Ghalkhani, H. (2016). Quantitative and qualitative assessment of rainwater harvesting as an alternative water source in semi-industrial areas. Desalination and Water Treatment, 65, 125-135.