



چارچوب مدیریت جامع رواناب سطحی در شهر نیشابور

رضا لگزian^۱، امیر سعدالدین^۲، مجید اونق^۳، اکبر علی پور^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳. استاد گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴. کارشناس ارشد منابع آب، اداره امور آب ناحیه نیشابور

۱- پست الکترونیک: lagzian.reza@yahoo.com

چکیده

در حالی که کمبود آب در بسیاری از شهرهای بزرگ وجود دارد و نرخ بالای شهری شدن باعث فشار بر منابع آبی می‌شود، افزایش سطوح نفوذناپذیر نیز رخدادهای سیل را افزایش می‌دهد. چالش کمبود آب و خطر سیل در مناطق خشک و نیمه‌خشک نشان می‌دهد که مدیریت سنتی رواناب سطحی در شهرها باید عوض شود. شهر نیشابور دارای اقلیم نیمه‌خشک بوده و با توجه به جمعیت روبه رشد، وقوع مشکلات ناشی از جریان هرزآبها در سطح شهر و اضافه برداشتها از منابع آب زیرزمینی، این شهر برای مطالعه موردی انتخاب شد. در این تحقیق سعی شده است تا پس از ترسیم مدل مفهومی مدیریت رواناب سطحی در شهر نیشابور و شناسایی روش‌های مدیریت رواناب سطحی در شهرها، روش‌های مناسب برای این شهر انتخاب شده و نحوه اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره شرح داده شود.

واژه‌های کلیدی: آبگرفتگی معابر شهری، رواناب سطحی، روش تصمیم‌گیری چند معیاره، کمبود آب، شهری شدن

مقدمه:

ایران کشوری در منطقه خشک و نیمه خشک با منابع آب کم و حساس می‌باشد. توزیع غیریکنواخت آب در سطح کشور از یک طرف و افزایش تقاضا در اثر رشد جمعیت و تمایل برای رسیدن به رشد اقتصادی و استانداردهای بالاتر زندگی توسط مردم از طرف دیگر، منجر به تضاد بین منابع آب موجود و تقاضای آب و در نتیجه کمبود آب برای استفاده‌های شهری و خانگی شده است (۱۱). غالب مراکز جمعیتی مناطق خشک و نیمه‌خشک در معرض دبی‌های مخرب سیلابی خروجی از حوزه‌های آبخیز کوهستانی بالا دست خود و یا در معرض رواناب‌های حاصل از تمرکز و جریان یافتن آب بارندگی در خیابان‌ها و دیگر مسیرهای فرعی شهر می‌باشند. در نواحی شهری بخش زیادی از زمین به وسیله سطوح غیرقابل نفوذ و یا کم‌نفوذ پوشیده شده است، که ویژگی این سطوح تشکیل سریع رواناب سطحی است (۱)، این امر موجب تغییر شرایط طبیعی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی چرخه آب شده، حجم و سرعت رواناب سطحی افزایش می‌یابد که نتیجه آن تخریب کانال‌های انتقال آب و کاهش تغذیه منابع زیرزمینی آب است. سیستم‌های سنتی



انتقال رواناب سطحی در شهرها (جوی‌های زهکشی)، رواناب سطحی را هرچه سریع‌تر از ساختمان‌ها و مردم دور می‌کنند تا پتانسیل خطر و خسارت سیل را کاهش دهند. قبل از اینکه آب در مجاری انتقال جمع شود و به نزدیک‌ترین بدنه‌ی آبی انتقال پیدا کند، رواناب در سطح ساختمان‌ها، چمن‌زارها، جاده‌ها و پارکینگ‌های روباز حرکت کرده و آلودگی‌هایی جوی، شیمیایی، محصولات نفتی و آلودگی‌های حیوانی را در سطح شهر می‌شوید، و موجب آلودگی آب-هایی می‌شود که رواناب سطحی را دریافت می‌کنند (۲). در دهه‌های اخیر کنترل منبع نسبت به تخلیه در شبکه‌های زهکشی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. مفاهیم راه حل‌های تمرکز زدایی برای مدیریت رواناب سطحی در شهرها بسته به کانون و کشورهایی که ابتدا آنها را توسعه داده‌اند، نام‌گذاری‌های مختلفی دارند. که عمومی‌ترین آنها به این شرح است: بهترین اقدامات مدیریتی^۱ (BMPs) و توسعه کم اثر^۲ (LID) که بیشتر در امریکا، طراحی شهری حساس به آب^۳ (WSUD) و سیستم‌های پایدار زهکشی شهری^۴ (SUDS) بیشتر در بریتانیا، مدیریت ابتکاری رواناب سطحی^۵ (ISM) در کانادا، یا گزینه‌های فنی^۶ (TA) که بیشتر در فرانسه نام‌گذاری شده‌اند (۳). در این پژوهش راهکارهای مدیریتی در غالب اصطلاح بهترین اقدامات مدیریتی و توسعه کم اثر پذیرفته و استفاده می‌شود. انتخاب نوع سیستم استحصالی بر اساس اهداف LID و نظارت بر اقدامات، نیازمند تحقیقات گوناگون در چارچوب مدیریت جامع آبخیز است زیرا افزایش اجرای سیستم‌های جمع‌آوری آب، بدون رویارویی با اثرات از قبل برنامه‌ریزی نشده، می‌تواند اثرات محیط زیستی و هیدرولوژیکی زیانباری بر پایین دست داشته باشد (۴). در چارچوب این مدیریت جامع، آبخیزهای شهری در دهه‌های اخیر از نقطه نظر حاکمیت شهری مناسب و در تعامل با شرایط محیط زیستی مورد توجه قرار گرفته‌اند (۴).

تحقیقات زیادی در زمینه انتخاب نوع سیستم جمع‌آوری آب، کارایی، مسائل اقتصادی-اجتماعی و اثرات این سیستم‌ها توسط محققان مختلف صورت گرفته است. میشر و شارما (Mishra and Sharma, 2001)، با بررسی سیستم‌های استحصال آب شهری در هند دریافتند که با جمع‌آوری رواناب ناشی از سطح بام خانه‌ها و ذخیره آن در چاه، می‌توان آب مورد نیاز خانوارها را در طی یک دوره بحرانی تأمین کرد. وروانی و همکاران (۱۳۹۱)، به منظور بررسی امکان استفاده از مناسب‌ترین سیستم استحصال رواناب در زمان وقایع سیلابی آبخیز شهری اراک، با توجه به وضعیت منطقه مورد مطالعه و با استناد به گزارشهای مطالعاتی موجود در این زمینه، ۵ گزینه استحصال آب شامل عدم اجرای سیستم، آبگیرهای کوچک، تانک‌های آب، زهکش خشکه چین و مالچ در سطوح مختلف را انتخاب کردند. و به منظور انتخاب بهترین گزینه استحصالی، سه معیار کمی شامل سرمایه‌گذاری اولیه (هزینه اجرا)، بازده سیستم‌های استحصال آب (نرخ سود به هزینه) و هزینه نگهداری و دو معیار کیفی شامل سهولت اجرا و قابلیت استحصال آب را مدنظر قرار دادند. در این تحقیق از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی برای تصمیم‌گیری صحیح در مورد انتخاب مناسب‌ترین سیستم‌ها برای آبخیزهای همگن استفاده شده است، و در نهایت به این نتیجه رسیدند که تانک‌های آب می‌تواند به خوبی به عنوان یک منبع مکمل آب برای مصارف غیرشرب به حساب آید.

ابریشم‌چی و همکاران (۲۰۰۵)، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور کمک به تصمیم‌گیران در انتخاب بهترین راهکارها برای توزیع آب موجود و منتقل شده به شهر زاهدان استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که روش

^۱ Best Management Practices
^۲ Low Impact Development
^۳ Water Sensitive Urban Design
^۴ Sustainable Urban Drainage Systems
^۵ Innovative Stormwater Management
^۶ Techniques Alternatives



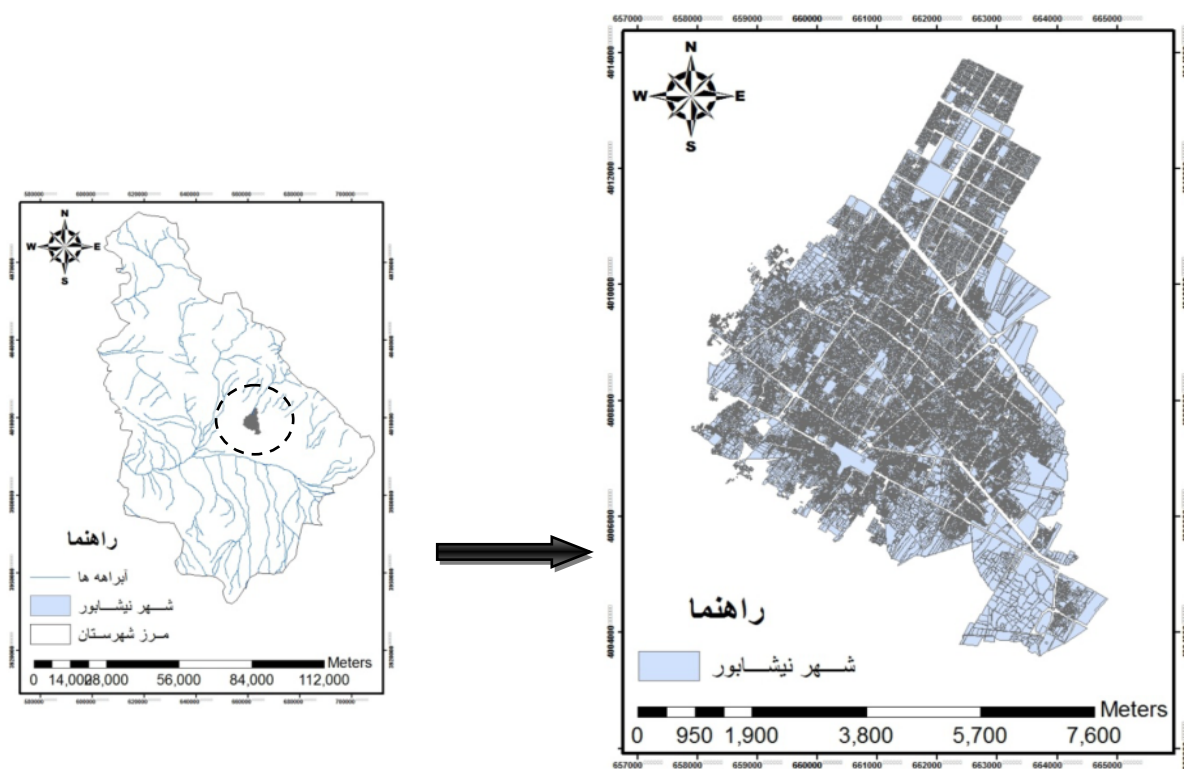
بکارگرفته شده می‌تواند برای مطالعات جامع مدیریت آب در شهر استفاده شود. سئونگ‌لی و چانگ (۲۰۰۷)، یک رویکرد سیستماتیک هفت مرحله‌ای را برای یکپارچه کردن مدیریت آبخیز به منظور دستیابی به پایداری پیشنهاد کردند و این هفت مرحله را برای آبخیز آنیانگچئون^۷ در کره که کاهش جریان رودخانه‌ای، خسارت سیل‌های متناوب و کیفیت ضعیف آب در نتیجه شهری شدن را تجربه می‌کند، بکار بردند. آنها پس از شناسایی و کمی کردن مشکلات و وزن‌دهی به شاخص‌های مورد استفاده لیستی از تمام راه‌کارهای موجود تهیه و از میان این راهکارها مواردی که از نظر فنی، اقتصادی و زیست محیطی ممکن بود انتخاب کردند سپس توانایی هر راهکار ممکن به منظور دستیابی به معیارهای مطلوب کمی و کیفی آب آنالیز و کمی شد. و در نهایت با استفاده از روش برنامه‌ریزی توافقی به اولویت‌بندی راهکارهای انتخاب شده پرداختند.

همانگونه که از مرور منابع مشخص است رویکرد صحیح در بخش مدیریت رواناب شهری بر اساس آمیزه‌ای از اهداف و استراتژی‌ها ضروری به نظر می‌رسد. آبخیز شهری نیشابور یکی از مناطقی است که به لحاظ افزایش جمعیت شهری و واحدهای صنعتی با مشکلات کمی و کیفی آب مواجه است. خشکسالی، برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، حفر چاه‌های غیرمجاز، این شهر را با مشکل مواجه کرده است. هدف از این تحقیق شناسایی روش‌های قابل اجرا مدیریت رواناب سطحی به منظور کاهش مخاطرات و خسارات ناشی از گسترش هرزآبهای شهری و کاهش فشار بر منابع آب شهرستان نیشابور می‌باشد.

معرفی و موقعیت منطقه مورد مطالعه

دشت نیشابور با روند جنوب شرق - شمال غرب بخشی از حوزه آبخیز نیشابور می‌باشد. شهر تاریخی نیشابور تقریباً در مرکز حوضه و در این دشت قرار دارد. نیشابور از طرف شمال به کوه بینالود، از غرب به شهرستان سبزوار، از شرق به فریمان و شهرستان مشهد و از جنوب به کاشمر متصل می‌باشد. آب و هوای منطقه در دامنه‌ها معتدل ولی در نواحی پست خروجی دشت بر میزان گرما و خشکی هوا افزوده می‌شود. متوسط کل بارندگی سالانه‌ی شهر نیشابور (دوره‌ی سی ساله) ۲۴۷/۴ میلی‌متر است که حداکثر متوسط بارندگی ماهانه در اسفند به میزان ۵۰/۸۷ میلی‌متر و حداقل متوسط بارندگی ماهانه در مرداد ماه ۰/۱۶ میلی‌متر گزارش شده است. در دهه‌های اخیر برداشت از منابع آب زیرزمینی این دشت رشد چشمگیری داشته و طبق آمار و اطلاعات موجود بیشترین برداشت آب از منابع آب زیرزمینی این دشت در سطح استان انجام می‌گردد (شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، ۱۳۸۷). از پیامدهای افت سطح آب های زیرزمینی می‌توان به نشست زمین و ایجاد شکاف در قسمت‌هایی از دشت اشاره نمود.

^۷ Anyangcheon



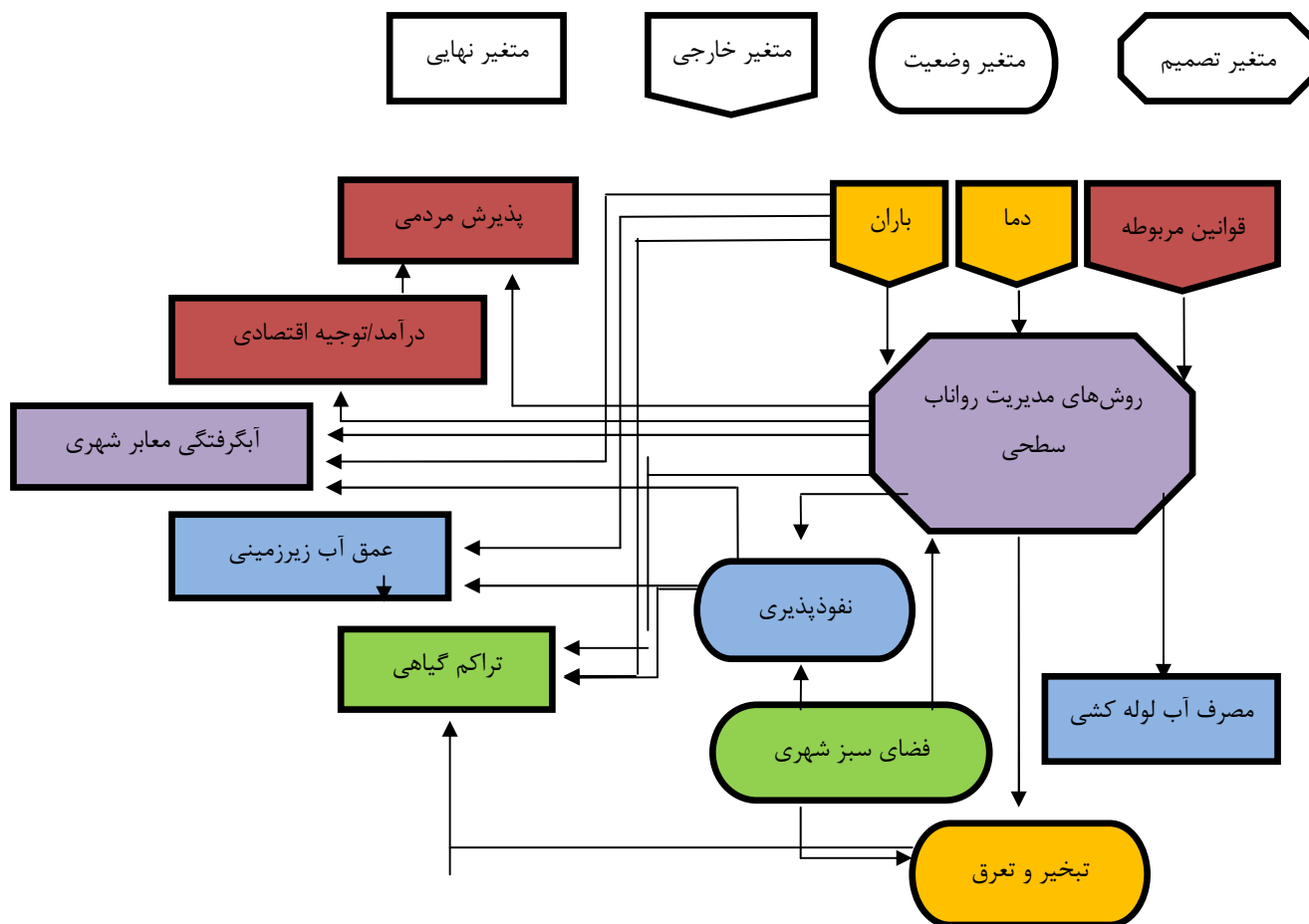
شکل (۱) - موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها:

در این تحقیق در راستای اهداف مدیریت یکپارچه آبخیز به بررسی اثرات فیزیکی و اقتصادی - اجتماعی سناریوهای مدیریت رواناب سطحی در شهر نیشابور پرداخته می‌شود. به منظور کاهش اثرات هدررفت منابع آبخیز، در این مطالعه از رویکرد مبتنی بر سناریوهای مدیریتی استفاده خواهد شد. همچنین برای ایجاد فضای بهتری جهت تصمیم‌گیری در امر مدیریت آبخیز سعی می‌شود که تجزیه و تحلیل موازنه بین نتایج احتمالی صورت گیرد. در این مطالعه از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ (MCDM) برای انتخاب سناریو یا سناریوهای برتر می‌شود (سعدالدین و همکاران، ۲۰۰۹).

در مرحله اول مدل مفهومی اثرات مدیریت رواناب سطحی در شهر نیشابور ترسیم شد. در مدل مفهومی ارتباط بین متغیرها با توجه به رابطه علت و معلولی و نتایج اجرای سناریوهای مدیریتی بر عوامل بیوفیزیکی و اقتصادی - اجتماعی نمایش داده می‌شود (۱۲).

^۱ Multi-Criteria Decision Making



شکل (۲) - چارچوب مدل مفهومی مدیریت رواناب سطحی در شهر نیشابور

در مرحله بعد با مرور منابع علمی و کارهای انجام شده در دنیا لیستی از تمام راهکارهای موجود برای مدیریت رواناب سطحی در شهرها تهیه شد و با بررسی هر کدام و مشورت و مصاحبه با متخصصان و کارشناسان شهر، از ۱۴ طرح شناسایی شده ۷ عدد آنها به عنوان روش‌های مناسب در شهر نیشابور انتخاب شد. جدول زیر نشان دهنده راهکارهای ممکن و غربال شده است.

جدول (۱) - راهکارهای ممکن مدیریت رواناب سطحی در شهرها و راهکارهای انتخاب شده در شهر نیشابور

توضیحات	راهکارهای موجود
این استخرها رواناب سطحی را از هر رخداد بارندگی بطور دائمی نگه می‌دارند و برای حفظ کیفیت آب، حفاظت کانالها، سرریز کردن شبکه زهکشی شهری و کنترل سیل‌های با دوره بازگشت بالا مناسب است. این اقدام مدیریتی برای مناطق شهری با تراکم بالا مناسب نمی‌باشد. برای شهری مثل نیشابور که در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد و عمدتاً رژیم	۱. استخر رواناب سطحی (Stormwater Ponds)



بارش نامنظم است و با توجه به این که این استخرها همیشه باید آب داشته باشند تا رسوبات ته نشست شده دوباره معلق نشود و گیاهان درون و حاشیه استخر زنده بمانند، پس این گزینه برای شهر نیشابور انتخاب نمی شود.	
در تالابهای مصنوعی رواناب سطحی ذخیره و تیمار می شود. این اقدام مدیریتی برای مناطق شهری با تراکم بالا مناسب نمی باشد. همچنین تالاب رواناب سطحی برای حفظ کیفیت آب، حفاظت کانالها، سرریز کردن شبکه زهکشی شهری و کنترل سیل‌های با دوره بازگشت بالا مناسب هستند. اگرچه این تالابها امکان بهبود زندگی گیاهی و جانوری را در منطقه فراهم می کنند و قدرت بالایی در حذف مواد آلاینده از محیط دارند اما به این دلیل که برای زنده ماندن گیاهان تالاب نیاز به یک حداقل جریان پایه دارند و این امکان در شهر نیشابور فراهم نیست پس این اقدام مدیریتی نیز انتخاب نمی شود.	۲. تالاب رواناب سطحی (Stormwater Wetlands)
این مخازن از یک بستر شنی، یک لایه مواد آلی به عنوان کود، یک لایه خاک قابل کشت و پوشش گیاهی ساخته می شود. این طرح می تواند در باغچه های جلو خانه ها، بولوارهای وسط و حاشیه خیابان ها استفاده شود، به این ترتیب آب پیاده رو و خیابان ها به سمت آنها هدایت شده و علاوه بر تامین آب مورد نیاز برای فضای سبز این مناطق، به تغذیه آبهای زیرزمینی کمک کرده و موجب کاهش آلودگی معابر شهری می شود. این سیستم ها هزینه نگهداری پایینی دارند و می توانند به عنوان چشم انداز در سطح شهر طراحی شوند. بنابراین این اقدام مدیریتی انتخاب می شود.	۳. سیستم های نگهداشت زیستی (Bioretention Systems)
این اقدام مدیریتی طوری طراحی می شود تا رواناب سطحی پس از از یک بستر شنی توسط سیستم زهکشی که در زیر این بستر قرار دارد جمع آوری شود. با توجه به اینکه این اقدام بیشتر برای بهبود کیفیت رواناب سطحی ساخته می شود و وقتی در کنترل کمی رواناب سطحی تاثیر گذار است که با سایر اقدامات کنترلی ترکیب شود، همچنین این سازه ها معمولاً هزینه احداث و نگهداری بالایی دارند و ممکن است از نظر استشمام بو نامطبوع برای شهروندان مشکلاتی ایجاد کند پس این راهکار انتخاب نمی شود.	۴. فیلترهای شنی (Sand Filters)
یک ترانشه طویل و کم عرض است که درون آن با ذرات درشت دانه و قطعات سنگ پر می شود. آب ورودی به این تاسیسات در فضای خالی مابین ذرات درشت دانه موقتاً ذخیره می شود و به تدریج از کف و دیواره ها به درون خاک اطراف	۵. ترانشه نفوذ (Infiltration Trench)



ترانشه نفوذ می‌کند. این طرح برای مناطق شهری با تراکم بالا مناسب است و می‌تواند در مناطقی مانند حاشیه جاده‌ها و حاشیه پارکینگ‌های عمومی اجرا شود و به تغذیه آبهای زیرزمینی و کاهش آبگرفتگی معابر کمک کند. در نتیجه این راهکار انتخاب می‌شود.	
آبراهه‌ای علف‌کاری شده است که می‌تواند جایگزین کانال‌های بتنی انتقال رواناب در سطح شهر شود. جوی باغچه‌ها تیمار کیفی رواناب سطحی را با سیستم انتقال رواناب ترکیب می‌کند و باعث کاهش سرعت آب شده و تغذیه آب‌های زیرزمینی زیاد می‌کند. این راهکار مدیریتی برای مناطق شهری با تراکم بالا مناسب نمی‌باشد اما در مکان‌های با تراکم پایین در شهر نیشابور امکان اجرای آن وجود دارد، پس این اقدام مدیریتی انتخاب می‌شود.	۶. جوی باغچه‌ها (Grass Swales)، یا کانال علفی (Grass Channel)
در این اقدام مدیریتی زمین بطور یکنواختی تسطیح شده و بصورت متراکم گیاه کشت می‌شود تا امکان نفوذ رواناب سطحی و بهبود کیفیت آن فراهم شود. این اقدام برای مناطق شهری با تراکم بالا مناسب نمی‌باشد. رواناب حاصل از مناطق نفوذناپذیر مجاور باید بصورت ورقه‌ای در سطح نوار فیلتر پخش شوند تا از کانالیزه شدن و کاهش اثر آن برای بهبود کیفیت آب جلوگیری شود، و برای این کار نیاز به یک پخش کننده جریان می‌باشد. با توجه به این که این اقدام نیاز به فضای زیاد، بازدیدها و تعمیرات دوره‌ای دارد و کارکرد آن مشابه مواردی است که قبلاً ذکر شده و به عنوان راهکار مدیریتی پذیرفته شده‌اند پس این اقدام انتخاب نمی‌شود.	۷. نوار فیلتر (Filter Strip)
این سازه بصورت تک سلولی یا چندتایی ساخته شده و از سنگهای درشت بصورت متراکم پر شده و گیاه‌کاری می‌شود تا رواناب سطحی در بین این سنگ‌ها و در واقع در ناحیه ریشه گیاهان حرکت کرده و مواد آلاینده آن حذف شود. این سازه برای مناطق با تراکم بالای شهر مناسب می‌باشند ولی تاثیر چندانی روی کمیت رواناب سطحی ندارند. در نتیجه این اقدام مدیریتی انتخاب نمی‌شود.	۸. تالاب گراولی مستغرق (Submerged Gravel Wetlands)
این نوع آسفالت از ترکیب سیمان پورتلند، شن درشت و آب ساخته می‌شود. در زیر این نوع آسفالت لایه‌ای از سنگ‌های درشت قرار گرفته تا امکان ذخیره موقت آب نفوذ یافته را فراهم آورد. با توجه به اینکه این نوع آسفالت مدت کوتاهی عمر می‌کند و نرخ شکست بالایی دارد (حدود ۷۵ درصد طبق مطالعات آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا)، و بنابراین	۹. آسفالت نفوذپذیر (Porous Concrete)



هزینه نگهداری و مراقبت و بازسازی این آسفالت بالاست، در نتیجه این اقدام مدیریتی انتخاب نمی‌شود.	
پیاده رو نفوذپذیر شامل فضاهای خالی است که با مواد نفوذپذیر مانند شن پر شده و یا در فضاهای خالی چمن‌کاری می‌شود. این سیستم‌ها روی بستر گراولی نصب می‌شود تا امکان نفوذ رواناب سطحی را فراهم آورند. این نوع پیاده‌رو به کم شدن حجم رواناب سطحی و افزایش تغذیه آب زیرزمینی کمک می‌کنند. پس این اقدام مدیریتی انتخاب می‌شود.	۱۰. سیستم‌های سنگفرش نفوذپذیر (Porous Paver Systems)
این حوضچه بدین منظور احداث می‌شود که بخشی از آب در کانال‌های زهکشی به هنگام بارندگی به آن منتقل شده و نفوذ پیدا کند، به این ترتیب این اقدام مدیریتی به کاهش حجم و پیک هیدروگراف کمک می‌کند. این حوضچه‌ها در فواصل زمانی بین رخداد‌های بارندگی خالی هستند و می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. هرچند که این مخازن برای مناطق شهری پرتراکم مناسب نمی‌باشند ولی به عنوان یک راهکار محتمل در نیشابور انتخاب می‌شود.	۱۱. حوضچه نفوذ (Infiltration Basin)
مخازن زیرزمینی امکان ذخیره موقت آب را فراهم کرده و به این دلیل که در زیر زمین احداث می‌شوند در مناطق پرتراکم شهری هم امکان اجرای آنها وجود دارد. آب از کانال‌های زهکشی در هنگام بارندگی به سمت آنها هدایت می‌شود تا مخزن پر شود. به این ترتیب این مخازن هم به کاهش سرریز کانال‌های زهکشی کمک کرده و هم آب ذخیره شده در آنها برای آبیاری فضای سبز شهری استفاده می‌شود. بنابراین این اقدام مدیریتی یکی از موثرترین روش‌های کنترل و استفاده از رواناب سطحی است، در نتیجه به عنوان یک راهکار مدیریتی انتخاب می‌شود.	۱۲. مخازن ذخیره زیرزمینی (Underground Detention)
چاه‌های جذبی، مخازن مکعبی یا استوانه‌ای حفاری شده در زمین هستند که بوسیله سنگ لاشه پر شده‌اند. این چاه‌ها در مناطقی که زمین شیب منفی و یا پروفیل مقعر دارد و سطح آب زیرزمینی عمیق است، استفاده می‌شوند و می‌توانند به کاهش اوج و حجم هیدروگراف و تغذیه آب‌های زیرزمینی کمک کنند. این روش یکی از موثرترین روش‌های کنترل رواناب سطحی در منشا می‌باشد و با توجه به این که این چاه هم اکنون هم در شهر نیشابور اجرا می‌شود، پس این اقدام به عنوان یک راهکار مدیریتی انتخاب می‌شود.	۱۳. چاهکهای نفوذ آب باران، چاه‌های جذبی (Soak Away)
این مخازن طوری طراحی می‌شوند که آب حاصل از پشت بام	



یا حیاط هر منزل مسکونی به آنها بریزد و می توانند در سطح یا زیر زمین یا اینکه بخشی از مخزن زیر زمین باشد ساخته شوند. نوع مخزن بر اساس نیازها، محدودیت ها و بودجه ای که خانوار می تواند هزینه کند، انتخاب می شود. این مخازن معمولاً هزینه ی زیادی در بردارند و تنها زمانی در کشورهای فقیر می-توانند به کار روند که به آنها یارانه زیادی تعلق گیرد. با توجه به شرایط آب و هوایی نیشابور به نظر نمی رسد که این طرح مورد استقبال مردم باشد و صرفه اقتصادی داشته باشد، بنابراین این طرح انتخاب نمی شود.	۱۴. مخازن ذخیره خانگی (Domestic Water Storage Tanks)
--	---

در مرحله بعد اثرات احتمالی هر سناریو از نظر معیارهای فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی با کمک تکنیک تصمیم گیری چند معیاره پیش بینی و مدلسازی می شود. جهت مدلسازی اثرات سناریوهای مدیریت رواناب سطحی بر روی وضعیت اقتصادی از نسبت عایدی به هزینه استفاده می شود، که از رابطه زیر به دست می آید:

$$\frac{\text{ضررها} - \text{منافع } B}{\text{هزینه ها (مخارج) } C}$$

در صورتی که نسبت $B/C \geq 1$ باشد طرح اقتصادی و در صورتی که نسبت $B/C < 1$ باشد طرح غیر اقتصادی محسوب می شود. در تجزیه و تحلیل پذیرش اجتماعی سناریوهای مدیریت رواناب سطحی، چهار سطح (عدم پذیرش، پذیرش کم، پذیرش متوسط و پذیرش زیاد) در نظر گرفته می شود. به منظور استخراج احتمال پذیرش فعالیت های مدیریتی از توزیع احتمالاتی دو جمله ای استفاده می شود. در توزیع دو جمله ای برای سعی های هر آزمایش مقدار احتمال پذیرش (P) یکسان بوده و همچنین سعی ها مستقل از یکدیگر و احتمال عدم پذیرش برای هر سعی آزمایش $q=1-p$ می باشد. احتمال y پذیرش در n سعی از آزمایش، از احتمال دو جمله ای است که با رابطه زیر محاسبه می گردد: (سعدالدین و همکاران، ۲۰۰۹).

$$Pr(Y_i) = \frac{n!}{Y_i!(n-Y_i)!} \times p_i^{Y_i} \times q_i^{n-Y_i}$$

که در آن، $(Y_i = 0, 1, 2, \dots, n)$ و n تعداد سعی ها در آزمایش دو جمله ای (تعداد شرکت کننده)، p_i احتمال پذیرش (پاسخ مثبت) سناریوی i در هر سعی، q_i احتمال عدم پذیرش سناریوی i در هر سعی، Y_i تعداد موارد پذیرش سناریو i در n سعی، $pr(Y_i)$ احتمال پاسخ مثبت در n سعی و i شماره سناریو (۱، ۲، ۳، ...) می باشد. لازم به ذکر است که پذیرش اجتماعی اقدامات مدیریتی انتخاب شده توسط دو پرسشنامه جداگانه از مردم و مسئولین شهری مورد سنجش قرار خواهد گرفت. در معیار فیزیکی با استفاده از نقشه ی ۱:۲۰۰۰ شهر اقدام به زیرحوضه بندی و تعیین مساحت انواع کاربری ها در هر زیرحوضه می گردد، و پس از تعیین بارش طرح برای شهر حجم رواناب خروجی از هر زیرحوضه محاسبه می شود. سپس امکان اجرایی شدن راه کارهای انتخاب شده در هر زیرحوضه شناسایی و مکان یابی می شود و تاثیر آنها در تغییر شماره منحنی و حجم رواناب خروجی از هر زیرحوضه محاسبه خواهد شد. بدلیل اینکه معیارهای مورد استفاده در این تحقیق دارای ماهیت یکسان نیستند باید شرایطی برای مقایسه معیارها فراهم گردد. بنابراین با استفاده از استاندارد سازی یا بی بعد نمودن به روش حداکثر، معیارها در محدوده صفر تا یک استاندارد خواهند شد و



در مرحله بعد هریک از مقادیر استاندارد شده در وزن متناظر با آن ضرب شده و جمع وزنی نمرات همه معیارها محاسبه می‌گردد که در نهایت عدد حاصل جمع، اساس تعیین دسته سناریوهای برتر به منظور اولویتهای اجرایی می‌باشد (۱۵).

نتایج و بحث:

اگر چه شهرهای زیادی وجود دارند که از تکنیک‌های نوین مدیریت رواناب سطحی استفاده می‌کنند، اما شهرداری نیشابور هنوز در بخش ابتدایی مطالعات مربوط به این امر است. راه‌حل بهینه برای مدیریت رواناب سطحی در شهر تلاش در جهت نفوذ دادن، ذخیره کردن و استفاده مجدد از آن است (۱۶). پایه این تکنولوژی‌ها مشابه‌اند اما رویکردهای خاص ممکن است با توجه به شرایط منطقه، دینفعان و... در نظر گرفته شود. شهرداری به منظور ارتقاء اجرای این سیستم‌ها باید وضع قوانین مربوطه را دستور کار قرار دهد. فهم و آگاهی از رویکردهای نوین مدیریتی برای مردم و مسئولان باید افزایش یابد و در نهایت مدیریت رواناب سطحی نباید فقط وظیفه‌ای برای شهرداری تلقی گردد، بلکه باید بخشی از زندگی روزمره افراد جامعه باشد (۱۴).

منابع

1. Chen, J., Hill, A., Arleen, D., Urbano, L. (2009), A GIS-based Model for Urban Flood Inundation, Journal of Hydrology, Vol. 373, pp. 184-192.
2. L. Hutchinson, S., T. Keane, Christianson, R.D., Skabeland, L. Moore, T.L., Greene, A.M., Kingery-Page, K., (2011), Management practices for the amelioration of urban stormwater. Journal of Procedia Environmental Sciences, pp. 83-89.
3. Barbosa, A.E., Fernandes, J.N., David, L.M., (2012), Key issues for sustainable urban stormwater management, Journal of Water Research, pp. 6778-6798
۴. وروانی، ج، وروانی، ه، مردیان، م، (۱۳۸۹). کاربرد سیستم‌های استحصال رواناب سیلابی در آبخیز شهری اراک، مجله آب و فاضلاب شماره ۳ سال ۱۳۹۱
5. Winnaar, G.D., Jewitt, G.P.W., and Horan, M. (2007). "A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela river basin, South Africa." J. of Physics and Chemistry of the Earth, 32, 1058-1067.
6. Groffman, P.E., Law, N.E., Belt, K.T., Band, L.E., and Fisher, G.T. (2004). "Nitrogen fluxes and retention in urban watershed ecosystems." J. of Ecosystems, 7, 393-403.
7. Heathcote, I.W., 1998. Integrated Watershed Management. John Wiley & Sons, New York, USA.
8. - Mishra, A.K., and Sharma, U.C. (2001). "Traditional wisdom in range management for resource and environment conservation in north eastern region of India." J. of Himalayan Ecol. Dev., 9(1), 20 24.
9. Seong Lee, K., Chung, E., (2007), Development of integrated watershed management schemes for an intensively urbanized region in Korea, Journal of Hydro-environment Research 1 pp. 95-109
10. Fanghonga, L., Aifang, G., Duo, L., (2012), Utilization Efficiency and Potential Analysis of Urban Storm Flood Resources. Journal of Energy Procedia 16 (2012) pp. 1283 – 1287



- 11-Abrishamchi, A., Ebrahimi, A.,Tajrishi, M., A.marino, M., M.ASCE, H.(2005). Case study: application of multicriteria decision making to urban water supply. J. of water resources planning and management, July/August 2006.
12. Sadoddin, Li., Sheikh,V., Mostafazadeh,R., Halili, M.Gh,(2009), Analysis of vegetation-based management scenarios using MCDM in the Ramian watershed, Golestan, Iran. Journal of Plant Production
13. Yang,R., Cui,B., (2012), Framework of Integrated Stormwater Management of Jinan City, China, journal of Procedia Environmental Sciences, pp. 2346 – 2352
14. Georgia Stormwater Management Manual, (2001) Volume 2:Technical Handbook First Edition,143P
15. Sharifi, A., Herwijnen, M., and Torren, W. (2004), Spatial decision support systems. International Institute of Geo Information Science and Earth Observation. (ITC) 153p.
16. Introduction to urban stormwater management in Australia (2002), Department of the environment and heritage., 104p.
۱۷. لشکری‌پور، غ.، غفوری، م.، کاظمی گلپان، ر.، (۱۳۸۷).، بررسی نشست زمین در دشت نیشابور و ارتباط آن با افت سطح آب‌های زیرزمینی، شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان رضوی، کمیته تحقیقات.