مجله علمی
گفتمان طراحی شهری
دوره دوم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰

Scientific Journal
Urban Design Discourse
Volume II, Number 3, Fall 1400

معرفی سه رویکرد نوین مدیریت رواناب شهری در راستای جایگزینی شیوه‌هایی خلاقانه با هدف حل معضلات مرتبط در فضاهای شهری

محمدرضا فرزاد بهتاش [۱*]، فربد ارتفاعی [۲]

۱- استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران(نویسنده مسئول)
Farzad.behtash@gmail.com
۲- دانشجوی دکتری، رشته شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

تاریخ دریافت: [۱۴۰۰/۷/۱۳] تاریخ پذیرش: [۱۴۰۰/۱۰/۲۸]

چکیده

بیان مسئله: در قرن حاضر، با گسترش شهرنشینی و توسعه‌های شهری، سطوح نفوذ ناپذیر (آسفالت، بتن) نیز افزایش یافته است و این تغییرات موجب شده تا رواناب‌ها در شهر جاری گردند و متعاقبا مشکلاتی از جمله اختلال در عبور و مرور، آلودگی آب‌های پذیرنده، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و شکل گیری سیلاب‌ها را در پی داشته باشند. روش‌های سنتی نیز امروزه کارایی چندانی ندارند و حتی در برخی موارد موجب تشدید این معضلات می‌گردند. از این رو نیاز به روش‌های نوین و خلاقانه به منظور مدیریت رواناب‌ها بیش از پیش احساس می‌گردد.

یافته‌ها: سه رویکرد «طراحی شهری حساس به آب»، «توسعه کم اثر» و «سیستم‌های زهکشی پایدار شهری» از جمله این روش‌های نوین و کارا در زمینه مدیریت رواناب شهری محسوب می‌گردند که مبتنی بر اصول پایداری شکل گرفته‌اند و علاوه بر مدیریت رواناب‌ها، دارای مزایای چندگانه (حفظ شرایط زیست محیطی و تکمیل چرخه آب شهری) نیز می‌باشند.

روش: این پژوهش از نظر هدف، بنیادی و از منظر روش تحلیل، جزء پژوهش‌های نظری محسوب می‌گردد که در آن با بهره بردن از منابع اینترنتی و اسناد کتابخانه‌ای تلاش بر آن است که مفاهیم، اهداف و مزایای سه رویکرد مذکور شناسایی گردند.

نتیجه‌گیری: نهایتا با استخراج اهداف مشترک، میزان موفقیت در تحقق هر هدف، با استفاده از ماتریس مطلوبیت مشخص شده و با توجه به این موارد علاوه بر تدوین مدل مفهومی مدیریت پایدار رواناب شهری، جدول راهبردهای رسیدن به چنین شیوه‌ای نیز احصا شده است.

کلمات کلیدی: طراحی شهری حساس به آب، توسعه کم اثر، سیستم‌های زهکشی پایدار شهری، مدیریت رواناب شهری

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، جهان با چالش‌هایی همچون، تغییرات اقلیمی، ناپایداری‌های جوی، افزایش گستره شهرنشینی، سطوح نفوذ ناپذیر شهری و افزایش حجم و شدت جریان‌های سطحی ناشی از این رخدادها مواجه گردیده است و متعاقبا شکل گیری سیلاب‌های مخرب و آلودگی منابع آب شهری، موجب شده است که مسئله مدیریت رواناب‌ها و سیستم‌های زهکشی شهری، از جمله موارد بحرانی و حائز اهمیت در شهرسازی و برنامه ریزی شهری محسوب گردد [2،1]. از اینرو در چند دهه گذشته مدیریت زهکشی و چرخه آب شهری به طور چشمگیری تغییر یافته و از رویکردهای کاملاً متمرکز، به رویکردهایی با اهداف چندگانه روی آورده است. تحولات ساختاری ایجاد شده در مدیریت رواناب‌ها و روند رو به رشد جهانی آن، در جوامع غربی کاملا قابل مشاهده است؛ به

گونه‌ای که امروزه رواناب صرفا به عنوان یک معضل و با هدف تخلیه سریع (شیوه سنتی)، مد نظر نیست و فرصت‌هایی که به واسطه مدیریت این جریان‌ها حاصل می‌گردد (به عنوان مثال منبع آب جایگزین در مصارف غیر شرب، افزایش تنوع زیستی و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی) به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است. از این رو، یک حوزه کاملاً نوین در ارتباط با رویکردهای مدیریتی در زمینه کنترل رواناب و سیستم‌های زهکشی شهری، همراه با اصطلاحات، ابزار و اهداف خلاقانه و یکپارچه، در حال توسعه می‌باشد [3]. در بیست سال گذشته رویکردهای مدرن مدیریت رواناب به جنبه‌های گوناگونی از این موضوع پرداخته‌اند. از جمله این موارد می‌توان به نقش و ضرورت شیوه‌های نوین، رابطه بین این روش‌ها با برنامه‌ریزی و طراحی شهری و همچنین توصیه‌هایی برای استفاده از اقدامات فردی و عناصر فنی، اشاره نمود [4]. در رویکردهای خلاقانه امروزی، برخلاف شیوه‌های متداول مدیریت رواناب که صرفا طراحی محور بوده و یک هدف را دنبال می‌کند، پذیرش و توجه به مسائل مهم مدیریت منابع آب شهری از قبیل، کیفیت رواناب، مطبوعیت بصری، ارزش‌های تفریحی، حفاظت از محیط زیست و اهداف چندگانه استفاده از آب، مد نظر است. در نتیجه دست‌یابی به پایداری، شالوده اصلی این رویکردها می‌باشد [5]. از جمله مهم ترین رویکردهای مذکور می‌توان به طراحی شهری حساس به آب (WSUD)، سیستم های زهکشی پایدار شهری (SUDS) و توسعه کم اثر (LID) اشاره نمود [6]. این تکنیک‌ها در بخش‌های مختلفی از دنیا استفاده می‌شوند و درحالی که هر یک در نقاط مختلف، اصطلاحات و مشخصه‌های خاص خود را دارا می‌باشند، اما از منظر ماهیت و فلسفه وجودی، مشابه یکدیگرند [5]. در انگلستان از سیستم‌های زهکشی پایدار شهری (SUDS) به منظور مدیریت جریان‌های سطحی، شبیه سازی سیستم‌های زهکشی طبیعی در شهر و دست‌یابی به مزایای چندگانه (Multiple benefits) باتوجه به سه معیار کمیت و کیفیت آب، مطبوعیت و تنوع زیستی، استفاده می‌شود و فلسفه وجودی آن کنترل کمیت رواناب به منظور جلوگیری از ایجاد سیلاب و حفظ کیفیت منابع آب شهری می‌باشد [7]. طراحی شهری حساس به آب در استرالیا برای مدیریت منابع آب شهری و سیستم‌های مرتبط با آن (آب شرب، رواناب، آبراه‌ها، شبکه فاضلاب و ...) با هدف نزدیک کردن چرخه آب شهری به نمونه طبیعی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد و مبتنی بر یکپارچگی مدیریت منابع آب شهری با طراحی و برنامه ریزی شهری شکل گرفته است [8]. در ایالات متحده آمریکا، توسعه کم اثر (LID) بر مبنای حفظ شرایط زیست محیطی سایت و حداقل دخالت در آن با هدف بازگرداندن مشخصه‌های هیدرولوژیکی قبل از توسعه به محدوده مورد نظر شکل گرفته است. تمرکز اصلی LID بر مدیریت رواناب در نزدیک ترین فاصله از منشاء تولید است و با بهره بردن از تکنیک‌های متنوع، در مقیاس‌های خرد (Micro-scale) اجرا می‌گردد[9]. در ادامه هر یک از این رویکردها به تفصیل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر، از نظر هدف، بنیادی بوده و از نوع تحقیق‌های کیفی محسوب می‌گردد که در آن با استناد به روش تحلیل نظری، استفاده از اسناد کتابخانه‌ای و منابع اینترنتی، ابتدا خاستگاه، مفاهیم، اهداف، اصول و مزایای هر یک از رویکردها (طراحی شهری حساس به آب، توسعه کم اثر و سیستم‌های زهکشی پایدار شهری) مشخص شده است. سپس ارتباط میان رویکردها و قلمرو عملکردی هریک بررسی شده و سیر تکاملی رویکردها با گذر زمان نشان داده شده است. موانع پیش رو و میزان اهمیت هر کدام مد نظر قرار گرفته و با استفاده از ماتریس مطلوبیت، ضمن احصای اهداف مشترک بین سه رویکرد مورد مطالعه، میزان موفقیت هر یک در دستیابی به اهداف، ارزش گذاری شده است. در قدم بعدی، ابزار و تکنیک‌های مشترک و متداول بین رویکردها نشان داده شده و نهایتا باتوجه به نتایج ماتریس مطلوبیت، اهداف مشترک و خصایص هر یک از رویکردها، مدل پیشنهادی به منظور مدیریت رواناب‌های شهری در راستای روش‌های نوین تدوین گردیده و راهبردهای رسیدن به یک روش پایدار و کارا در همین زمینه، با بررسی منابع مختلف احصا شده است.

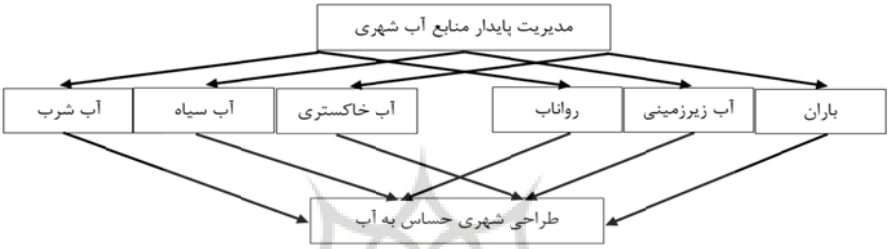
۳. مبانی نظری

۳-۱. معرفی سه رویکرد WSUD، LID و SUDS

۳-۱-۱. خاستگاه و مفاهیم WSUD

در دهه ۱۹۹۰ اقدامات خلاقانه‌ای در زمینه مدیریت چرخه آب شهری، به شکلی پایدارتر انجام پذیرفت. این اقدامات مبتنی بر اصول کلیدی پایداری مصرف آب، بازیافت آب، کاهش میزان هدر رفت و حفظ ارزش‌های زیست محیطی پی‌ریزی شده بود. با ادغام مدیریت چرخه آب

شهری با برنامه ریزی و طراحی شهری، طراحی شهری حساس به آب (WSUD) شکل گرفت [10]. این اصطلاح در استرالیا از سوی موریتز (۱۹۹۲) کاربردی شد و ظرف مدت کوتاهی توسط ولانز و همکارانش (۱۹۹۴) در قالب گزارشی برای دولت استرالیا ارائه گردید [3]. طراحی شهری حساس به آب در حقیقت زیر مجموعه‌ای از توسعه پایدار زیست محیطی محسوب می‌گردد که به حفظ فرآیندهای اکولوژیکی در عرصه شهرسازی می‌پردازد. رویکردیست یکپارچه در مدیریت آب شرب، پساب، رواناب، سیلاب و آب باران، مبتنی بر مجموعه‌ای از راهکارهای طراحیِ بستر گرا با هدف نزدیک کردن چرخه آب شهری به نمونه طبیعی آن. مفهوم طراحی شهری حساس به آب بر پایه این نظریه استوار است که اکوسیستم سالم، اکوسیستمی است که شبیه به نظام حوضه آبریز طبیعی عمل نماید و معضلات مدیریتی آب باران در روش‌های سنتی و متداول را از منظر مهندسی، همچنین دیدگاه ذخیره سازی آب و تأمین اهداف زیست محیطی بر طرف نماید. این راهبردها با ادغام در منظرسازی شهری، فضای سبز شهری و سیستم های مدیریتی آب، یک شیوه دوست دار طبیعت محسوب می‌گردد [11]. شکل ۱ ارتباط طراحی شهری حساس به آب را با مدیریت پایدار منابع آب شهری نشان می‌دهد.



شکل ۱. ارتباط مدیریت پایدار منابع آب شهری با طراحی شهری حساس به آب (منبع: نگارنده)

۲-۱-۳. اهداف طراحی شهری حساس به آب

- حفاظت از سیستم‌های طبیعی آب در حین توسعه‌های شهری؛
- حفاظت از کیفیت آب، با بهره بردن از تکنیک‌های تصفیه (Filtration) و نگهداری (Retention)؛
- کاهش جاری شدن رواناب‌ها و اوج (پیک) جریان‌ها با استفاده از احتباس محلی (در منشا) و ابزار نگهداری، همچنین به حداقل رساندن سطوح نفوذ ناپذیر؛
- کاهش زیرساخت‌های زهکشی و هزینه‌های مربوط به توسعه، در عین حال بهبود پایداری و مطبوعیت نواحی شهری؛
- یکپارچگی مدیریت رواناب‌ها و منظر شهری با استفاده از کریدورهای چند عملکردی که منجر به افزایش مطبوعیت بصری و بهبود فضاهای تفریحی در نواحی شهری می‌گردد [8].

۳-۱-۳. اصول و معیارهای طراحی شهری حساس به آب

مورگان و همکاران (۲۰۱۳)، دو اصل کلیدی طراحی شهری حساس به آب را به شرح ذیل بیان نموده‌اند:

- تمام عناصر چرخه آب و تعاملات آن برای دستیابی به پایداری، محیط زیست سالم و جامعه سلامت، باید در نظر گرفته شود. از جمله:

الف. تقاضا و تأمین آب؛

ب. فاضلاب و آلاینده‌ها؛

ج. نزولات جوی و رواناب؛

د. منابع و زمینه‌های آب؛

ه. سیل و آبراه‌ها؛

- توجه به چرخه آب از ابتدا تا فرآیند طراحی و برنامه ریزی: بر این اساس، راهکارهای مدیریت آب به دنبال طراحی موفق فضاهای شهریست، همانند:

الف. احترام به جوامع محلی و محیط زیست؛

ب. بهینه سازی هزینه‌های زیرساخت‌ها و ساخت و ساز؛
ج. بهبود کیفیت زندگی جوامع؛
د. فراهم آوردن منابعِ ایمن و تاب‌آوری در آینده [12].

ورنون و تیواری (۲۰۰۹)، طراحی شهری حساس به آب را از دیدگاه خلق مکان، مورد بررسی قرار داده‌اند و با توجه به فضاهای باز عمومی و ابزار طراحی شهری حساس به آب (جوی باغچه (Swale)، احتباس زیستی (Bioretention)، تالاب‌های مصنوع یا طبیعی و ...)، معیارهایی ارائه نموده‌اند که شامل شش مورد است. این معیارها بر مبنای سه اصلِ کیفیت آب، حفاظت از آب و ایجاد تعادل در میزان آب تدوین شده است.

- سلامتی و امنیت؛
- زیست پذیری؛
- دسترسی؛
- هویت؛
- عوامل زیبایی شناختی؛
- عوامل اجتماعی [13].

٤-١-٣. مزایای طراحی شهری حساس به آب

- حفاظت از انواع منابع آب؛
- بهبود کیفیت آب و رواناب؛
- بهبود زیستگاه‌ها و ایجاد تنوع زیستی با استفاده از تالاب‌ها و دیگر سیستم‌های طبیعی تصفیه؛
- کاهش نشرگازهای گلخانه‌ای به واسطه صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش استحصال آب باران و بهره بردن از گزینه‌های طبیعی تصفیه؛
- کاهش آثار مخرب تغییرات اقلیمی، همانند سیل و جزایر گرمایی؛
- مصرف بهینه آب و کاهش تولید آب‌های خاکستری (پساب)؛
- کاهش آلودگی و خطرات ناشی از سیلاب، آب گرفتگی و برهم خوردن تعادل اکولوژیکی با اعمال حداقل تغییرات در ساختار هیدرولوژیکی منطقه؛
- تقویت عناصر زیبایی شناختی با استفاده از پوشش گیاهی و حضور آب در منظرسازی؛
- تعامل و ارتباط فضاهای شهری با محیط‌های طبیعی [10،14].

٥-١-٣. خاستگاه و مفاهیم LID

روشLID اواسط دهه ۱۹۹۰ در پرینس جورج (Prince George) مریلند (ایالات متحده)، به منظور مدیریت رواناب‌های حومه شهر، توسط سازمان منابع زیست محیطی این ایالت، ابداع گشت [15]. پس از آن در سال ۱۹۹۸ اولین کتابچه راهنما توسعه کم اثر منتشر گردید و در سال ۲۰۰۰ این رویکرد، گستره جهانی یافت. سال ۲۰۰۲ نیز مطالعات امکان سنجی LID به منظور مقاوم‌سازی و استفاده در نواحی شهری، توسط مرکز توسعه کم اثر، ارائه گردید [16].

توسعه کم اثر، رویکردیست سبز به منظور مدیریت رواناب‌ها که تاکید آن بر مدیریت غیر متمرکز رواناب و اجرا در مقیاس خرد می‌باشد. در این شیوه حفظ شرایط طبیعی موجود و حداقل دخالت در آن مد نظر است و با بهره بردن از عناصر طبیعی موجود، تبخیر، نفوذ، تصفیه و ذخیره رواناب در منشا تولید، تلاش بر آن است که چرخه طبیعی هیدرولوژیکی حوزه آبریز شهری به شرایط طبیعی قبل از توسعه بازگردد. این شیوه نوین مدیریت و کاهش آلودگی رواناب‌های شهری، مبتنی بر دانش سیستم‌های طبیعی و توانایی آن‌ها در تصفیه رواناب، فراهم آوردن دامنه‌ای برای اقدامات متنوع بیوشیمیایی (مانند تثبیت نیتروژن) و تغذیه مجدد سفره‌های آب زیرزمینی، شکل گرفته است؛ به عبارت دیگر، LID مجموعه‌ای از شیوه‌های طراحی و برنامه‌ریزی سایت و مدیریت رواناب در مقیاس کوچک محسوب می‌شود که اجرای آن در

نواحی توسعه یافته شهری، می‌تواند موجبات کاهش جریان و همچنین آلاینده‌های موجود در رواناب‌ها را فـراهم آورده و عـلاوه بـر بهبـود کیفیت آب‌های پذیرنده، شرایط را برای تغذیه مجدد سفره‌های آب زیرزمینی، هموار سازد [9،17].

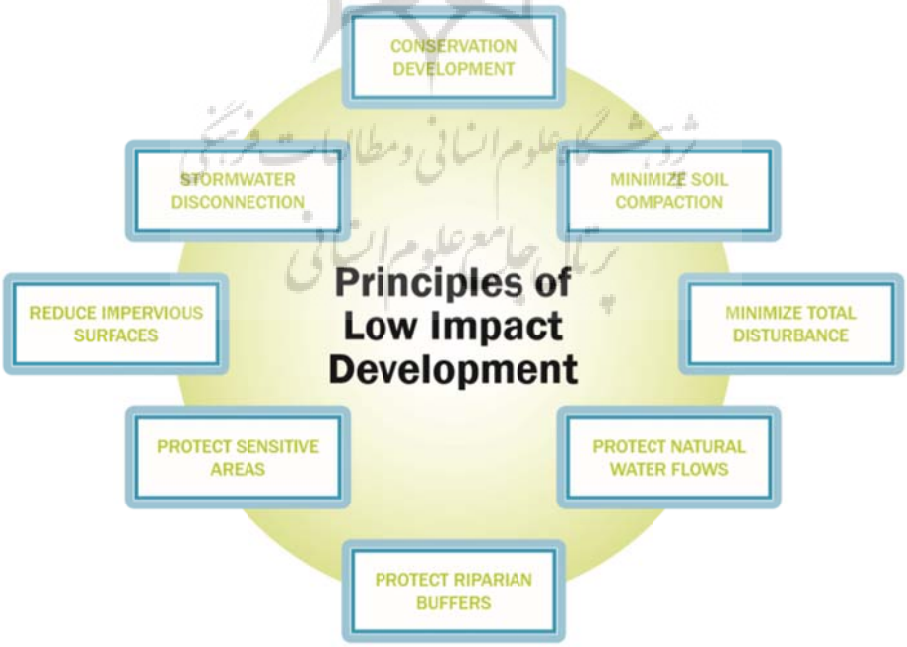
٦-١-٣. اهداف توسعه کم اثر

- به حداقل رساندن اختلال در شبکه زهکشی و تسهیل آن
- حفظ مناظر طبیعی و افزودن به فضای سبز
- افزایش سطوح نفوذ پذیر
- ذخیره و صرفه جویی در مصرف آب
- بهبود کیفیت منابع آب طبیعی از جمله رودخانه‌ها و دریاچه‌ها
- تغذیه آب‌های زیرزمینی
- کاهش جریان رواناب‌ها و تصفیه آلاینده‌های موجود در آن [16].

٧-١-٣. اصول و معیارهای توسعه کم اثر

سازمان حفاظت از محیط زیست ورمونت، اصول LID را در هشت بند تبیین نموده است (شکل ۲). این اصول عبارتند از:

- توسعه حفاظت (از منابع طبیعی)؛
- به حداقل رساندن فشردگی خاک؛
- به حداقل رساندن اختلال‌ها؛
- محافظت از جریان‌های طبیعی آب؛
- محافظت از حریم آب کناره‌ها؛
- محافظت از نواحی حساس؛
- کاهش سطوح نفوذ ناپذیر؛
- قطع ارتباط رواناب ها [18].



شکل ۲. اصول توسعه کم اثر [18]

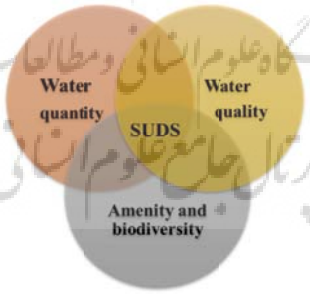
۸-۱-۳. مزایای توسعه کم اثر

- حفظ تعادل آب در شرایط قبل از توسعه (در نواحی شهری)؛
- حفظ نقاط تخلیه حوضه آبریز و نگهداری از تقسیمات زهکشی قبل از توسعه؛
- تعدیل سرعت رواناب و میزان تخلیه؛
- بهبود کیفیت آب و افزایش تبخیر و تعرق (Evapotranspiration)؛
- حفظ رطوبت خاک به منظور تداوم حیات پوشش گیاهی؛
- کاهش حجم، مدت زمان، تداوم و پیک جریان‌های سطحی (رواناب و سیلاب)؛
- به حداقل رساندن تاثیرات سیلاب‌های شهری و جلوگیری از شکل‌گیری آن‌ها.
- دستیابی به اهداف چند منظوره، به عنوان مثال همپوشانی مستقیم مدیریت سیلاب و کنترل فاضلاب‌های ترکیبی به منظور کاهش سرریز؛
- حفظ ارزش‌های بصری و زیست محیطی، ارتقای عوامل زیبایی شناختی و یکپارچگی با منظر شهری [19].

۹-۱-۳. خاستگاه و مفاهیم SUDS

در انگلستان تغییر نگرش در مورد مدیریت رواناب ها از سال ۱۹۸۰ آغاز شد. در سال ۱۹۹۰ توجه به مدیریت رواناب در مقیاس شهری نیز رواج یافت و دستورالعمل‌های مرتبط با این موضوع در کتابچه‌های راهنما منتشرگردید. با پیشرفت این نگرش‌های نوین، در سال ۱۹۹۷ روشی به نام SUDS توسط جیم کولین (Jim Conlin) ابداع شد که به منظور ترویج تکنولوژی مدیریت پایدار رواناب‌ها، مورد استفاده قرار گرفت و به سرعت در تمام بریتانیا به روشی همه گیر تبدیل گشت [3].

سیستم زهکشی پایدا شهری عبارت است از مدیریت آب باران در نزدیک ترین فاصله از منبع تولید در کوتاه ترین زمان ممکن که با نام تکنیک‌های مهندسی سبز (Green engineering techniques) نیز شناخته می‌شود و به منظور شبیه‌سازی فرآیند طبیعی زهکشی آب باران، در محیط شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ به عبارت دیگر SUDS رویکردیست به منظور مدیریت مستقیم رخدادهای بارشی و جریان‌های سطحی که پارامترهای زهکشی طبیعی را در محیط شهری انعکاس می‌دهد و هدف اصلی آن سازماندهی و مدیریت رواناب‌ها برای کاهش خطر سیلاب در پایین دست می‌باشد [20، 21]. شکل ۳ سه شاخصه اصلی این رویکرد (کمیت آب، کیفیت آب، مطبوعیت و تنوع زیستی) را نشان می‌دهد.



شکل۳. سه شاخصه اصلی SUDS [21]

۱۰-۱-۳. اهداف سیستم های زهکشی پایدار شهری

- کاهش شدت و حجم رواناب‌ها در محیط شهری و پیشگیری از وقوع سیلاب؛
- کاهش آلاینده‌های رواناب و بهبود کیفیت آب‌های پذیرنده؛
- افزایش مطبوعیت و ایمنی شهروندان در فضاهای عمومی؛
- افزایش فرآیند تبخیر و تعرق و تنظیم اقلیم نواحی شهری؛
- ایجاد فرصت به منظور خلق زیستگاه‌های طبیعی و افزایش تنوع زیستی؛

- افزایش تغذیه‌ی سفره‌های آب زیرزمینی؛
- ارتقای کیفیت زهکشی و شبکه فاضلاب شهری [22] .

۱۱-۱-۳. اصول و معیارهای سیستم های زهکشی پایدار شهری

- تقویت تغذیه طبیعی آبخوان ها؛
- افزایش و حمایت از تنوع زیستی؛
- بازیابی فرآیندهای طبیعی هیدرولوژیکی؛
- کاهش سطوح نفوذ ناپذیر؛
- تشویق به استفاده از راهکارهای پایدارتر در زهکشی شهری؛
- افزودن مطبوعیت تاحد امکان و ارتقای ارزش های اجتماعی؛
- استفاده مجدد از آب تا حد امکان؛
- مشارکت مردم و ذی نفعان در فرآیند طراحی و برنامه ریزی؛
- تخصیص منابع مناسب و مدیریت بلند مدت [22،23].

۱۲-۱-۳. مزایای سیستم های زهکشی پایدار شهری

مزایای SUDS به سه دسته کلی تقسیم می گردد که هر یک از آن ها شامل چند زیرمجموعه، به شرح ذیل است.

- بهبود کیفیت اکولوژیکی کالبد شهر:

الف. تغیر فرم سیستم زهکشی موجود به منظور نزدیک شدن به چرخه طبیعی؛

ب. افزایش ظرفیت نفوذ؛

ج. کاهش جاپای اکولوژیکی (Ecological foot print)؛

د. کاهش آثار جزایر گرمایی؛

ه. تصفیه رواناب و حفاظت از جریان‌های سطحی طبیعی.

- کاهش جریان رواناب در سطوح شهری:

الف. کاهش جریان رواناب در شبکه زهکشی موجود و شبکه فاضلاب جریان‌های سطحی؛

ب. کاهش خطر سیلاب در بافت‌های ارزشمند و تاریخی شهر؛

ج. بهبود کیفیت آب‌های پذیرنده.

- افزایش کیفیت و امنیت فضاهای عمومی؛

الف. امکان برقراری ارتباط بصری شهروندان با آب؛

ب. قابلیت استفاده از فضاها و ابزار تصفیه برای مقاصد تفریحی و خدماتی؛

ج. ارتقای آگاهی شهروندان و افزایش مسئولیت‌های جمعی مرتبط با مسائل هیدرولوژیکی [24].

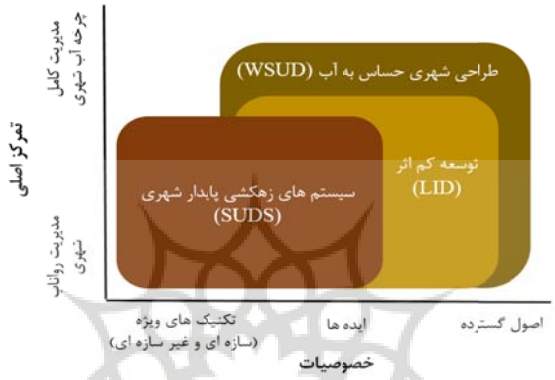
۲-۳. ارتباط میان رویکردهای WSUD، LID، SUDS و قلمرو عملکردی آن‌ها

بین این رویکردها همپوشانی‌های قابل توجهی وجود دارد (شکل ۴). به طور کلی این سه رویکرد تحت تاثیر دو اصل اساسی، قرار گرفته‌اند که این اصول عبارتند از:

- حداقل تغییر در عوامل هیدرولوژیکی و سیر تکاملی به سمت یک رژیم جریانی، که تا حد امکان با نظام‌های طبیعی و ارزش‌های محلی همخوانی داشته باشد؛
- بهبود کیفیت آب و کاهش آلاینده‌ها.

این دو اصل به منظور ارتقای عوامل اکولوژیکی و ژئومورفولوژیکی در کنار یکدیگر واقع گشته‌اند. با این وجود هر یک دارای تفاوت‌های ظریفی در بیان شاخصه‌های ذکر شده در شکل ۴ می‌باشند که مبتنی بر توسعه محلی و بسترهای سازمانی شکل گرفته است. همپوشانی در

اصطلاحات تخصصی و گستره کارکردها نشانگر میزان شباهت ایده‌ها و همچنین ماهیت پویا و چند بعدی رویکردها می‌باشد. به طور کلی این رویکردها دامنه وسیعی از تکنیک‌های تخصصی تا اصطلاحات عمومی را شامل می‌گردد. در ابتدا این سه روش مبتنی بر اقدامات ساختاری و تکنیک‌های سازه‌ای شکل گرفتند (مثلا جوی باغچه‌ها و آبگیرها)، بدین مفهوم که تمرکز اصلی آن‌ها بر ابزارها و دستگاه‌های مدیریت رواناب بود اما به مرور زمان و در سیر تکاملی رویکردها (خصوصا WSUD و LID)، مفاهیم غیرسازه‌ای نیز مورد توجه قرار گرفت و به طور گسترده‌ای ترویج یافت. دامنه استفاده، ظرافت و کارکرد هر یک از این رویکردها بینشی است از زمینه‌های سازمانی و ویژگی‌های خاص هریک در بستر شکل‌گیری. می‌توان انتظار داشت، روش‌هایی که در برگیرنده رویکردهای جامع و کلی نگر هستند، دارای نظام مندی سازمان یافته‌تری می‌باشند که مبتنی بر تمهیدات غیرمتمرکز، شکل گرفته است. درحالی که رویکردهای متمرکزتر و از بالا به پایین، می‌توانند گستره محدودتری از نتایج را در برداشته باشند و ماهیتی تجویزی به خود گیرند[3] .

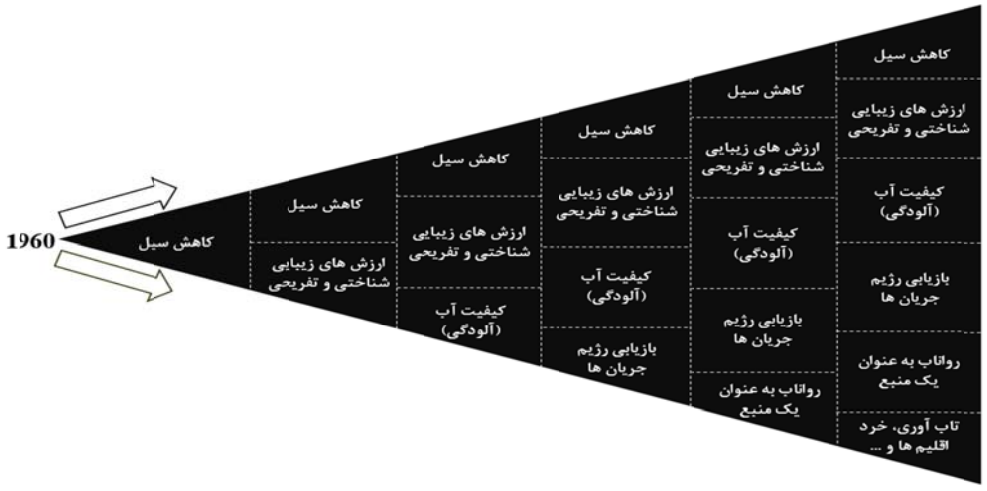


شکل۴. طبقه بندی رویکردهای (WSUD,LID,SUDS)، با توجه به خصوصیات و تمرکز اصلی آن‌ها [3]

۳-۳. سیر تکاملی رویکردهای WSUD، LID و SUDS در مدیریت رواناب شهری با گذر زمان

با توجه به بررسی روند تکاملی هر یک از رویکردهای مذکور، تمامی آن‌ها یک سیر کلی گذار از توجه صرف به کمیت رواناب تا پذیرش این جریان‌های سطحی به عنوان منبعی ارزشمند را طی نموده‌اند که در ذیل به طور اجمالی بیان شده است.

تا اواخر قرن بیستم، رواناب‌های شهری با هدف تخلیه و هدایت سریع به آب‌های پذیرنده مدیریت می‌شد. به نحوی که در بسیاری از کلانشهرهای مدرن، سیستم‌های زهکشی رواناب با سیستم‌های فاضلاب شهری ادغام شده بود که صرفا توان کنترل رخدادهای بارشی کوچک را داشت و در زمان وقوع رخدادهای شدیدتر، نتیجه سرریز جریان‌ها بود که علاوه بر آلوده کردن آب‌های پذیرنده، شرایط را به منظور شکل گیری سیلاب‌های شهری نیز محیا می‌نمود [25]. با گذر زمان و انجام پژوهش‌های گوناگون، مسیر مدیریت رواناب شهری دچار تحول گشت که این تغییرات به تدریج از دهه ۱۹۹۰ رنگ و بوی جدی تری به خود گرفت و علاوه بر اهداف کمی، کیفیت رواناب نیز مورد توجه واقع گشت. رواناب قدم به قدم از یک منبع فاقد ارزش، به منبعی مهم به منظور استفاده‌های غیر شرب تبدیل شد و مفاهیم زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی نیز در مدیریت آن اهمیت یافت. این شرایط بستری را فراهم نمود که رویکردهای خلاقانه مدیریت و کنترل رواناب‌های شهری، متولد گردند. شکل ۵ سیر تکاملی مدیریت رواناب را نشان می‌دهد [3،26].



شکل ۵. سیر تکاملی مدیریت رواناب شهری از دهه ۱۹۶۰ تا کنون [27]

٤-۳. موانع بالقوه در اجرای رویکردهای نوین مدیریت رواناب شهری

در جدول ۱ هشت مورد از موانع بالقوه پذیرش گسترده رویکردهای نوین در مدیریت رواناب و میزان اهمیت درک شده از هر مانع، بیان گردیده است.

جدول ۱. موانع بالقوه در اجرای رویکردهای نوین مدیریت رواناب شهری و میزان اهمیت درک شده از هریک [28]

موانع بالقوه در اجرای رویکردهای نوین مدیریت رواناب شهری	سطح اهمیت درک شده (%) *
عدم وجود یک نظام موثر نظارتی و عملیاتی در مقیاس خرد (محله و زیر محله).	76%
کمبود داده‌های کمی در مورد عملکرد رویکردهای نوین مدیریت رواناب در بلند مدت.	75%
ناکافی بودن اطلاعات ساختاری در زمینه تکنیک‌های مورد استفاده در رویکردهای نوین مدیریت رواناب که موجب نگرانی مقامات محلی در مورد کارایی و حیات این سیستم‌ها در بازه زمانی بلند مدت شده است.	70%
چندپاره شدن نهادهای ذی ربط در فرآیند توسعه و تصویب که موجب شکل گیری الزامات مشکل ساز اداری شده و میزان همکاری بین سازمانی را تا حد زیادی کاهش داده است.	67%
عدم تطبیق فرهنگ و مهارت‌های فنی دولت‌های محلی و شرکت‌های آب و فاضلاب با تغییرات نوین و خلاقانه در زمینه‌های گوناگون از جمله: ارزیابی، تصویب، ساخت، نگهداری و توسعه.	52%
نیاز به ارزیابی هزینه‌های بیرونی پروژه (به طور مثال هزینه‌های مرتبط با آثار زیست محیطی) که در حال حاضر روش‌های محدودی برای تحلیل هزینه‌های این جنبه از چرخه حیات، موجود است.	52%
نیاز به ارائه تعریف به منظور پذیرش بازار مسکن و مستغلات.	52%
شیوه‌های نادرست در زمینه مدیریت ساخت و ساز که متعاقبا کاهش کارایی و اثربخشی را در تکنیک و ابزار مد نظر، موجب می‌گردد.	39%
* رتبه‌بندی در این ستون توسط مقامات و مسئولین صنعت رواناب در استرالیا (از پیشرو ترین کشورها در مدیریت رواناب) انجام پذیرفته است.	

٤. یافته‌های پژوهش

٤-۱. اهداف مشترک میان رویکردها و میزان موفقیت در دستیابی به آن‌ها

در این قسمت از پژوهش اهداف مشترک (G) میان سه رویکرد (LID,SUDS,WSUD) احصا گردیده و میزان موفقیت هریک در دستیابی به این اهداف با در نظر گرفتن ماتریس مطلوبیت، در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. اهداف مشترک و میزان موفقیت در دستیابی به آن‌ها در هر یک از رویکردها (منبع: نگارنده)

راهنما	اهداف مشترک	WS UD	L ID	S UDS
کاملا مطلوب = ۵	G1. کاهش شدت و حجم رواناب به منظور پیشگیری از سیلاب			
	G2. تصفیه رواناب‌ها و متعاقبا آب‌های پذیرنده و صرفه جویی در مصرف آب			
مطلوب = ۴	G3. حفظ پوشش گیاهی، حداقل دخالت در اکولوژی منطقه و بهره بردن از عناصر طبیعی موجود به منظور مدیریت رواناب			
	G4. خلق مکان‌های چند عملکردی و اصلاح منظر شهری به منظور مدیریت یکپارچه آب			
متوسط = ۳	G5. مشارکت عمومی، در نظر گرفتن بومیان در روند برنامه ریزی و سازگاری با زمینه‌های گوناگون اقلیمی، فرهنگی و اقتصادی بستر طرح			
نامطلوب = ۲	G6. بهبود کیفیت سفره‌های آب زیرزمینی و تغذیه مجدد آن‌ها			
کاملا نامطلوب = ۱	G7. ارتقای آگاهی شهروندان در مورد لزوم مدیریت رواناب و در معرض دید قرار دادن ابزار مدیریت جریان‌های سطحی به منظور افزایش ارتباط بصری ساکنین با آب			
	G8. افزایش سرزندگی، زیست پذیری، مطبوعیت و امنیت شهری			

باتوجه به جدول ۲، اهداف G1 و G8 با کسب حداکثر امتیاز (۱۵) بالاترین مطلوبیت را بدست آوردند و این بدان معناست که هر سه رویکرد در دستیابی به اهداف مذکور کاملا موفق بوده‌اند و در نقطه مقابل G5 و G6 با کسب ۱۲ امتیاز از ۱۵ کمترین حدنصاب را بدست آوردند. البته با این حال که این دو هدف پایین ترین امتیاز را در جدول به خود اختصاص داده‌اند اما می‌توان به آن‌ها نمره قبولی داد و میزان دستیابی به این اهداف را مطلوب دانست. باتوجه به حداکثر و حداقل امتیازات کسب شده در جدول، می‌توان نتیجه گرفت که کلیه اهداف در حد قابل قبولی در هر سه رویکرد تحقق یافته و دستیابی به هدف نیز خود یکی از عوامل رسیدن موفقیت محسوب می‌گردد. در نهایت باید اذعان نمود که استفاده از هر سه رویکرد به منظور نیل به پایداری در شهر، کاملا تاثیرگذار است و علاوه بر مدیریت رواناب شهری، جنبه‌های گوناگونی همچون، تعاملات اجتماعی، سرانه فضای سبز، امنیت اجتماعی و غیره نیز از نظر پنهان نمانده است.

۲-٤. ابزار و تکنیک‌های مشترک روش‌های WSUD، LID و SUDS به منظور مدیریت رواناب‌های شهری

در هر یک از این سه رویکرد، به منظور مدیریت رواناب، از تکنیک‌های خاصی استفاده می‌گردد که هر کدام دارای کارکردی ویژه است. از جمله مهم ترین این کارکردها می‌توان به نفوذ، تصفیه، هدایت و نگهداری اشاره نمود. در این بخش از پژوهش، ابزارهای متداول و مشترک بین این سه رویکرد در قالب ۱۰ تکنیک، بیان شده است که در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

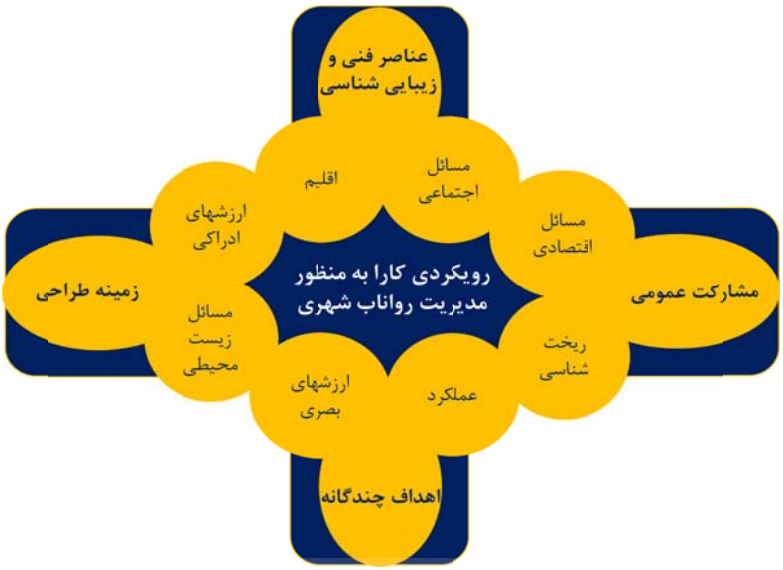
جدول ۳. تکنیک‌های مشترک و متداول در سه رویکرد WSUD، SUDS و LID [5, 8, 29, 30, 31]

تکنیک ها	توضیحات	تصاویر
مخازن آب باران	مخازن جمع آوری آب باران می‌توانند زیرزمین (مخازن زیرزمینی) و یا روی آن (بشکه‌های آب) استقرار یابند. مخازن زیرزمینی نوعا ابزار ذخیره سازی بزرگتری هستند که می‌توانند جهت تأمین آب برای مواردی نظیر سرویس بهداشتی و سیستم اطفای حریق (به شرط تصفیه و رسوب زدایی) مورد استفاده قرار گیرند. بشکه‌های آب، ابزاری کوچک برای جمع آوری و ذخیره آب باران هستند که در مصارف غیر شرب همچون آبیاری باغچه‌ها، شست و شوی محوطه‌ها و غیره کاربرد دارند.	
احتباس زیستی (باغ باران)	این سیستم‌ها بسترهای کم عمقی هستند که به طور معمول به وسیله‌ی لوله‌های متخلخل از قسمت زیرین زهکشی و تخلیه شده و با تکیه بر پوشش گیاهی، موجب تصفیه و حذف آلاینده‌ها از رواناب می‌گردند. عمل فیلترینگ با استفاده از فرآیند بیولوژیکی، توسط میکروب‌های موجود در خاک و بهره بردن از گیاهان انجام می‌پذیرد و آب تصفیه شده توسط لوله‌های متخلخل به سفره‌های زیرزمینی یا آبراهه‌ها، کانال‌ها و غیره منتقل می‌گردد.	

فیلترهای شنی	عملکرد فیلترهای شنی شبیه به سیستم احتباس زیستی می‌باشد، با این تفاوت که هیچ گونه پوشش گیاهی بر روی آن‌ها وجود ندارد. فیلترهای شنی و ماسه‌ای به منظور کنترل رواناب مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این سیستم ها رواناب به صورت موقت ذخیره می‌شود، سپس از بستر شنی و ماسه‌ای عبور کرده و رسوب زدایی می‌گردد.	
تالاب‌ها	تالاب‌ها بسترهایی کم عمق و دارای پوشش گیاهی هستند که با استفاده از فیلتراسیون مناسب و فرآیندهای بیولوژیکی، موجب حذف آلاینده‌ها از رواناب می‌گردند. در رخدادهای مکرر بارشی، تالاب‌ها در روند شکل‌گیری رواناب تأخیر ایجاد می‌کنند و مانع جریان یافتن آن‌ها می‌شوند. همچنین در حذف نیتروژن و سایر آلاینده‌های محلول، بسیار مفید هستند.	
بام‌های سبز	بام سبز که با اسامی مختلفی از جمله بام زنده، باغ بام و اکوبام نیز شناخته می‌شود، شامل سیستمی چند لایه است که روی بام ساختمان‌ها احداث می‌گردد. این لایه ها به ترتیب از بالا به پایین عبارتند از: پوشش گیاهی، خاک، لایه زهکشی و لایه ضد آب. بام‌های سبز عموما به منظور مدیریت رواناب‌ها در نواحی مسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سقف‌ها می‌توانند میزان قابل توجهی از آب را در خود نگه داری و جذب نمایند.	
کفسازی نفوذ پذیر	کفسازی نفوذ پذیر نوعی کفپوش است که آب در آن نفوذ می‌کند و دارای ساختاری باربر می‌باشد. انواع گوناگونی از این نوع کفسازی موجود است اما وجه اشتراک همه آن‌ها وجود یک لایه سطحی نفوذ پذیر می‌باشد که روی یک لایه شن و ماسه قرار می‌گیرد. لایه سطحی کفپوش‌های نفوذ پذیر می‌تواند یکپارچه (آسفالت و بتن متخلخل) یا مدولار (بلوک‌های رسی و بتنی) باشد.	
ترانشه‌های نفوذ	ترانشه نفوذ، یک ترانشه طویل و کم عرض، به عمق ۶۰ سانتی متر تا ۴ متر، پر شده با ذرات درشت دانه، قطعات سنگ و بدون هیچ خروجی است که امکان ذخیره موقت رواناب در فضای خالی مابین ذرات درشت دانه، جهت نفوذ از کف و دیواره‌ها به خاک اطراف را فراهم می‌آورد. فضای داخل ترانشه در دیواره ها و کف توسط یک لایه الیاف مصنوع، پوشیده می‌شود.	
حوضچه‌های نگهداری	این حوضچه‌ها در واقع استخرهای جمع آوری و ذخیره سازی آب هستند که جریان رواناب را کاهش داده و آن را نگه می‌دارند. در مدت زمانی که آب در حوضچه نگهداری می‌شود، رسوبات آهسته ته نشین شده و سپس آب جذب زمین می‌گردد و یا به دیگر سیستم‌های انتقال، تخلیه می‌شود.	
جوی باغچه‌ها	جوی باغچه‌ها آبراه‌های خطی و نواری کم عمقی هستند که حاوی پوشش گیاهی بوده و برای جلوگیری از فرسایش و تسهیل نفوذ پذیری ایجاد می‌شوند. این سیستم‌ها عمل تصفیه و هدایت رواناب‌ها را هم زمان انجام می‌دهند	
کانال‌های روباز	کانال‌های روباز، رواناب‌ها را از سطوح غیر قابل نفوذ مانند خیابان‌ها و بام‌ها عبور می‌دهند. این کانال‌ها به طرز چشمگیری تجربه و ادراک از فضاهای شهری را تغییر می‌دهند و قادر هستند موجب تهییج، تحرک و برانگیختگی احساسات عابرین پیاده شده و فضای مناسبی را برای بازی کودکان، فراهم آورند. همچنین می‌توانند از طریق ارتباط با حوضچه‌ها، آبگیرها و غیره اثرات متقابل آب باران و فضای شهری را تغییر دهند.	

۵. نتیجه‌گیری

باتوجه به بررسی سه رویکرد SUDS, WSUD و LID می‌توان نتیجه گرفت که دستیابی به یک رویکرد مناسب به منظور مدیریت رواناب شهری علاوه بر ابزار و تکنیک‌های کارا در زمینه مدیریت جریان‌های سطحی، ضروریست که ملاحظات گوناگونی از جمله: مسائل اقتصادی، اجتماعی، ریخت شناسی، عملکردی، زیبایی شناختی، اقلیمی، بصری، ادراکی و زیست محیطی را مد نظر قرار دهد و تمامی این موارد را با توجه به زمینه طراحی و مشارکت ذی نفعان با عناصر فنی، یکپارچه نماید. علاوه بر این، چند عملکردی بودن عناصر مدیریتی رواناب و خلق اهداف چندگانه نیز لازمه کار می‌باشد. با در نظر گرفتن موارد مذکور و سه رویکرد طراحی شهری حساس به آب، توسعه کم اثر و سیستم‌های زهکشی پایدار شهری، یک مدل پیشنهادی به منظور مدیریت رواناب شهری، تبیین شده است که در قالب شکل ۶ قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۶. مدل پیشنهادی به منظور مدیریت رواناب شهری در راستای روش‌های نوین و خلاقانه

درنهایت باید اذعان نمود که سیر تکاملی روش‌های نوین مدیریت رواناب شهری، کاملا به سمت چند رشته‌ای (Multidisciplinary) شدن است و ردپای مباحث توسعه پایدار، به شدت در آن مشاهده می‌گردد. در حال حاضر ناکارآمدی شیوه‌های سنتی در جوامع پیشرفته اثبات شده است و استفاده از روش‌های خلاقانه و به روز، در سراسر دنیا درحال گسترش است. ورود حوزه‌های گوناگون اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در عرصه مدیریت رواناب شهری، نشانگر میزان اهمیت آن در زمینه‌های مختلف از جمله مدیریت بحران سیلاب، بحران خشکسالی و غیره می‌باشد. تعدیل تصمیمات از بالا به پایین، مشارکت ساکنان در تصمیم گیری‌های غیرمتمرکز، افزایش ارتباطات بصری شهروندان با آب و ارتقای آگاهی آنان در این زمینه، دستورکار قرار گرفته است و خلق فضاهای چند عملکردی (به عنوان مثال، فضایی که هم به منظور مدیریت رواناب شهری مورد استفاده است و هم دارای ارزش های تفریحی ـ بصری می‌باشد) از جمله نتایج موفقیت آمیز جایگزینی این رویکردهای نوین به جای شیوه‌های متداول و سنتی می‌باشد. در انتهای پژوهش، با توجه به هشت هدف کلی و مشترک بین سه رویکرد WSUD، SUDS، LID و نتایج حاصله از ماتریس مطلوبیت، راهبردهای دستیابی به یک رویکرد پایدار و کارای مدیریت رواناب شهری با بهره گیری از منابع به روز و متعدد، احصا گردیده است (جدول ۴).

جدول ۴. راهبردهای دستیابی به یک رویکرد پایدار و کارای مدیریت رواناب شهری

هشت هدف مشترک WSUD، SUDS و LID	راهبردهای رسیدن به یک رویکرد پایدار و کارا در زمینه مدیریت رواناب شهری
✓ **کاهش شدت و حجم رواناب به منظور پیشگیری از وقوع سیلاب.** ✓ **تصفیه رواناب‌ها و متعاقبا بهبود کیفیت آب‌های پذیرنده و صرفه‌جویی در مصرف آب.** ✓ **حفظ پوشش گیاهی، حداقل دخالت در اکولوژی منطقه و بهره بردن از عناصر طبیعی موجود به منظور مدیریت رواناب.** ✓ **مشارکت عمومی، در نظر گرفتن بومیان در روند برنامه ریزی و سازگاری با زمینه‌های گوناگون اقلیمی، فرهنگی و اقتصادی بستر طرح.** ✓ **بهبود کیفیت سفره‌های آب زیرزمینی و تغذیه مجدد آن‌ها.** ✓ **ارتقا آگاهی شهروندان در مورد لزوم مدیریت رواناب و در معرض دید قرار دادن ابزار مدیریت جریان‌های سطحی به منظور**	• ایجاد کریدورهای چند عملکردی در فضاهای باز شهری • طراحی اِلمان‌های مرتبط با آب و استفاده از آب در منظر شهری • استفاده از تکنیک‌های کارآمد مدیریت رواناب شهری (جوی باغچه‌ها، تالاب‌ها و غیره) و جایگزینی آن‌ها با شیوه های سنتی (مانند جوی‌های متداول). • استفاده از سرمایه اجتماعی هر محدوده به منظور اجرای تکنیک‌ها و ابزار مدیریت رواناب. • استفاده از پوشش گیاهی و مصالح بوم آورد به منظور سازگاری با شرایط اقلیمی. • مدیریت غیرمتمرکز رواناب‌ها و کنترل در منشا تولید. • مکان یابی صحیح هر تکنیک برای افزایش بهره وری. • قطع ارتباط رواناب‌ها با استفاده از تکنیک گسست (از بین بردن ارتباط

افزایش ارتباط بصری ساکنین با آب. ✓ **افزایش سرزندگی، زیست پذیری، مطبوعیت و امنیت شهری.**	دو سطح نفوذ ناپذیر و ایجاد فضای مکث بین آن‌ها). • استفاده از سطوح نفوذ پذیر در مناطقی که سطح آب‌های زیرزمینی پایین است. • ایجاد مراکز آموزشی به منظور ارتقای آگاهی شهروندان از میزان اهمیت مدیریت رواناب. • استفاده از رواناب‌های استحصال شده در مصارف غیرشرب همانند شستوشو و آبیاری. • استفاده از فرصت‌های کالبدی و زیست محیطی موجود (مثلا استفاده از شیب برای هدایت رواناب به مخازن استحصال). • محافظت از جریان‌های طبیعی شهری، نگهداری از آبراهها و حفظ شرایط طبیعی زهکشی. • ایجاد تنوع زیستی (مثلا استفاده از زیست بومچه‌ها و افزودن به سرانه فضای سبز شهری).

منابع

1. Chocat, B., Krebs, P., Marsalek, J., Rauch, W., and Schilling, W., 2001. Urban drainage redefined; from stormwater removal to integrated management. Water Science and Technology, 43 (5), 61–68.
2. Wu, Wu, & Zhang. (2019). Development Trend and Frontier of Stormwater Management (1980–2019): A Bibliometric Overview Based on CiteSpace. Water, 11(9), 1908. doi:10.3390/w11091908.
3. Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., … Viklander, M. (2014). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water Journal, 12(7), 525–542. doi:10.1080/1573062x.2014.9163
4. Wong, T. H. F. (2006). An Overview of Water Sensitive Urban Design Practices in Australia. Water Practice and Technology, 1(1). doi:10.2166/wpt.2006.018.
5. Zhou, Q. (2014). A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. Water, 6(4), 976–992. doi:10.3390/w6040976.
6. Lerer, S., Arnbjerg-Nielsen, K., & Mikkelsen, P. (2015). A Mapping of Tools for Informing Water Sensitive Urban Design Planning Decisions—Questions, Aspects and Context Sensitivity. Water, 7(12), 993–1012. doi:10.3390/w7030993.
7. SUDS manual., 2016. SUDS in London – a guide. Mayor of London. Transport for London, every journey matters.
8. Hoyer, I., Dickhaut, W., Krona Witter, L., and Weber, B., 2011. Water Sensitive Urban Design principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in City of the Future. Published by jovis Verlag GmbH, Kurfustenstrae, 15/16, D-10785 Berlin.
9. Azkarini, L., Anggraheni, E., & Sutjiningsih, D. (2019). The influence of low impact development-best management practices implementation on surface runoff reduction: A case study in Universitas Indonesia catchment area. MATEC Web of Conferences, 276, 04007. doi:10.1051/matecconf/201927604007.
10. Melbourne water., 2005. WSUD engineering procedure storm water, Technical Report, Melbourne: Published by CSRID.
11. Argue, J.R., 2004. Water sensitive urban design procedures for source control of stormwater: a handbook for Australian practice. Adelaide, University of South Australia.
12. Morgan, C., Bevington, C., Levin, D., Robbinson, P., Abbott, J., and Simkins, P., (2013). Water Sensitive Urban Design in the UK, Idea for built environment practitioner. Published by CIRA: London.
13. Vernon, B., and Tiwari, R., (2009). Place Making through Water Sensitive Urban Design. Journal of Sustainability, 1, 789-814.
14. BMT WBM., (2009). Evaluating options for water sensitive urban design-a national guide. Prepared by the joint steering committee for water sensitive cities; In deliveriting Clause 92(ii) of the national water initiative, Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities (JSCWSC).
15. U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research Washington D.C., 2003. The Practice of Low Impact Development. No. H-21314CA.

16. Guillette, A., 2010. Achieving Sustainable Site Design through Low Impact Development Practices.WBDG (Whole Building Design Guide), a program of the national institute of building sciences. http://www.wbdg.org/resources/lidsitedesign.php.
17. Shafique, M., and Kim, R., 2015. Low Impact Development Practices: A review of current research and recommendations for future directions. DOI: 10.1515/eces-2015-0032.
18. Vermont Department of Environmental Conservation, Agency of Natural Resources. 2013. Low Impact Development (LID) Fact Sheet, Vermont Green Infrastructure Initiative, VT DEC Watershed Management Division, VT 05620-352.
19. The Ministry of the Environment and Climate Change (MOECC), 2017. Low Impact Development (LID) Stormwater Management Guidance Manual.
20. City of York Council, 2018. Sustainable Drainage Systems Guidance for Developers. England. AECOM Ltd.
21. (D) rain for life, Estonia-Latvia cross-border cooperation programme., 2013. Handbook on sustainable urban drainage systems. Promoting sustainable urban drainage systems in Estonia-Latvia cross-border area to improve the environment for active and sustainable communities, project number EU41702.
22. Graham, A., Day, J., Bray, B., and Mackenzie. S., 2012. Sustainable Urban Drainage Systems. Maximising the potential for people and wildlife. A guide for local authorities and developers.
23. Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., and Shaffer, P., 2007. The SUDS Manual. Published by CIRIA. London.
24. Greater Dublin Strategic Drainage Study, 2005. Sustainable Drainage Systems. Regional Drainage Policies-Environmental Management. 3, 132-156.
25. Roy, H. A., Wenger, J.S., Fletcher, T. D., Walsh, J.C., Ladson, A.R., Shuster, W., Thurston, H.W., and Brown, R., 2008. Impediments and Solutions to Sustainable, Watershed-Scale Urban Stormwater Management: Lessons from Australia and the United States. Environmental Management. DOI: 10.1007/s00267-008-9119-1.
26. Walsh, C.J., 2004. Protection of in-stream biota from urban impacts: minimize catchment imperviousness or improve drainage design. Marine and Freshwater Research 55:317-326.
27. WhelanZ, C., Maunsell, H.G., and Thompson, P., 1994. Planning and management guidelines for water sensitive urban (residential) design. Perth, Western Australia: Department of Planning and Urban Development of Western Australia.
28. Lioyd, S.D., Wong, T.H.F., and Chesterfield, J., 2002. Water sensitive urban design, a stormwater management perspective. Cooperative Research Center for Catchment Hydrology: Melbourne, Australia.
29. Rodriguez, M. I., Cuevas, M. M., Martinez, G., and Moreno, B., 2014. Planning criteria for Water Sensitive Urban Design. WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 191.
30. Baek, S. S., et al., 2015. Optimizing low impact development (LID) for stormwater runoff treatment in urban area, Korea: Experimental and modeling approach, Water Research. DOI: 10.1016/j.watres.08.038.
31. Swan, A. D., 2002. A Decision-Support System for the Design of Retrofit Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS). For the degree of Doctor of Philosophy in the Faculty of Engineering. Department of Civil and Structural Engineering. The University of Sheffield.

پرتال جامع علوم انسانی

Introducing three new approaches to urban runoff management in order to replace creative methods with the aim of solving related problems in urban spaces

Mohamadreza Farzad Behtash[1]*, Farbod Ertefaei [2]

1- Assistant Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Engineering, Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran(* Responsible author).

2- Ph.D. Candidate, Department of Urban Planning, Faculty of Engineering, Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

Received: [2021/10/5] Accepted: [2022/1/18]

Abstract

Introduction: In the present century, with the expansion of urbanization and urban development, impermeable surfaces (asphalt, concrete) have also increased and these changes have caused runoff to flow in the city and consequently problems such as traffic disruption, pollution of receiving waters, Reduce groundwater levels and the formation of floods. Traditional methods are not very effective today and in some cases even exacerbate these problems. Therefore, the need for new and creative methods to manage runoff is felt more than ever.

Findings: Three approaches including: water-sensitive urban design, low impact development and sustainable urban drainage systems are among these new approaches that are based on sustainability principles and have multiple benefits (maintaining environmental conditions and completing the urban water cycle) in addition to runoff management.

Method: In terms of purpose, this research is fundamental and from the point of view of analysis method, it is considered as one of the theoretical researches in which by using internet resources and library documents, an attempt is made to identify the concepts, goals and benefits of these three approaches.

Conclusion: Finally by extracting common goals, the success rate of achieving each goal is determined by using the utility matrix, and in addition to formulating a conceptual model of sustainable runoff management, a table of strategies for achieving this approach has been provided.

Key words: Water Sensitive Urban Design, Low Impact development, Sustainable Urban Drainage Systems, Urban Runoff Management.