

## مدیریت یکپارچه و جامع نگر منابع آب شهری از طریق ادغام چرخه آب شهری در طراحی فضاهای عمومی شهر

معصومه میرصفا (دکتری طراحی شهری)\*

زینب طالبی (دکتری طراحی شهری)\*\*

\* دکتری طراحی شهری، دانشگاه پلی تکنیک میلان [masoumeh.mirsafa@gmail.com](mailto:masoumeh.mirsafa@gmail.com)

\*\* عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد [z.talebi@par.iaun.ac.ir](mailto:z.talebi@par.iaun.ac.ir)

### چکیده

گسترش شبکه زیرساخت آب شهری اگرچه مشکلات متعددی را در زمینه تامین و توزیع آب در شهرها و جمع‌آوری و مدیریت فاضلاب و رواناب مرتفع نمود، اثرات مخربی بر محیط‌زیست طبیعی و شهری کشور گذارد. گسترش افقی شهرها، برداشت بی‌رویه از منابع آب شیرین و زیرساخت فرسوده و ناکارآمد شهرها را با چالش تامین آب و آلودگی منابع آب مواجه نمود. این مطالعه مدیریت یکپارچه منابع آب شهری را راه‌حلی در دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب در شهرها معرفی می‌کند. بر اساس نتایج پژوهش میان‌رشته‌ای حاضر فضاهای شهری حساس به آب با بهره‌مندی از ظرفیت‌هایی نظیر ذخیره، جذب، تبخیر و انتقال آب امکان کمک‌رسانی به سیستم زیرساخت آب شهری در مدیریت منابع آب را خواهند داشت. ادغام چرخه آب شهری در طراحی فضاهای عمومی به خلق فضاهای کارآمد می‌انجامد که در مدیریت رواناب‌ها در زمان بارندگی‌های شدید، جمع‌آوری آب باران برای مصارف گوناگون و تغذیه منابع آب زیرزمینی و در نتیجه دستیابی به پایداری منابع آب موثر خواهد بود.

کلید واژه‌ها: زیرساخت آب شهری، مدیریت یکپارچه منابع آب، مدیریت پایدار، فضای عمومی

### ۱. بیان مسئله | طراحی شهری آب - محور

جمعیت کشور ایران در حدود ۳۵ سال اخیر به رقمی بیش از دو برابر رسیده است. افزایش جمعیت کشور سبب افزایش تقاضا در بخش‌های مختلف از جمله آب و انرژی شده است. به موازات تحولات جمعیتی، شیوه زندگی مردم ایران نیز متحول شده است؛ به طوری که بیشتر مصرف‌گرا و کمتر دوستدار محیط زیست است. علیرغم اینکه کشور ایران از منابع آب شیرین محدودی برخوردار است، به شدت در حال مصرف کردن این منابع و تحمیل فشار بر چرخه‌های طبیعی آب کشور است. علاوه بر برداشت بی‌رویه از منابع آب شیرین کشور و افزایش مصرف آب در بخش‌های مختلف خانگی، کشاورزی و صنعت،

شبکه جمع‌آوری و دفع فاضلاب در اکثر شهرهای ایران فاقد کیفیت مطلوب است به طوری که پساب تولیدی در بسیاری از شهرها بدون تصفیه به طبیعت بازگردانده می‌شود و سبب آلودگی منابع آب و خاک کشور می‌گردد. بدین ترتیب ظهور و گسترش شبکه زیرساخت آب شهری در ایران در قرن اخیر اگرچه مشکلات متعددی را در زمینه انتقال و توزیع آب به شهروندان و جمع‌آوری فاضلاب و آب‌های سطحی مرتفع نمود، اثرات منفی و مخربی را نیز برای محیط زیست طبیعی و شهری کشور به دنبال داشت.

علاوه بر افزایش تقاضا و مصرف آب در جامعه، پیشرفت‌های تکنولوژیک امکان جابه‌جایی آب در فواصل طولانی میان منبع آب و محل مصرف را فراهم نمود. انتقال آب در فواصل طولانی از یک سو سبب تغییر در اکوسیستم طبیعی حوزه‌های آبریز مختلف شده و از سویی دیگر استفاده از تکنیک‌های سنتی مدیریت منابع آب در بخش‌های مختلف کشور را دستخوش تغییر نمود. شیوه‌ها و تکنیک‌های سنتی استحصال آب که به شدت مبتنی بر اقلیم و متکی بر منابع آب محلی و در دسترس بودند به تدریج ارزش و اهمیت خود را از دست دادند و در بسیاری موارد منسوخ شدند. گسترش افقی شهرها و بروز پدیده پراکندگی شهری از دیگر تبعات ایجاد و گسترش شبکه آب و فاضلاب در شهرهای ایران به شمار می‌رود. این پدیده در دهه‌های اخیر با تبعات ناشی از تغییرات آب‌وهوایی و پدیده گرمایش جهانی همراه شده و شهرهای امروز ایران را بیش از گذشته در معرض مخاطرات ناشی از وقوع حوادث آب‌وهوایی نظیر سیل‌های ویرانگر و خشکسالی قرار می‌دهد. بر اساس گزارش UNFCCC (۲۰۱۰) ایران در زمره کشورهای بسیار آسیب‌پذیر در مواجهه با تغییرات آب‌وهوایی بوده و در این میان بحران کمبود آب و تناوب دوره خشکسالی در زمره‌ی مهم‌ترین عوامل تهدید کننده توسعه کشور محسوب می‌شوند.

چالش‌های پیش رو نظیر برداشت بی‌رویه از منابع آب شیرین، آلودگی منابع آب و خاک، ناکارآمدی و فرسودگی زیرساخت آب شهری و لطمات وارده به اکوسیستم طبیعی در دوران بروز پدیده گرمایش جهانی نشانگر ناپایداری سیستم مدیریت منابع آب شهری در وضعیت حال حاضر کشور بوده و نیازمند تجدید نظر در زمینه الگوهای بهره‌برداری و مصرف آب در جامعه و توسعه شبکه زیرساخت آب شهری با هدف دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب موجود است.

## ۲. اعمال سیاست‌های مدیریت یکپارچه و جامع‌نگر در مدیریت منابع آب شهری

مدیریت یکپارچه و جامع‌نگر ابعاد مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی، فنی و اجتماعی در مدیریت منابع آب را در یک ساختار یکپارچه و هماهنگ مطالعه و بررسی می‌کند و لزوم توجه به تمامی ابعاد را در تامین نیاز نسل حاضر و تضمین پایداری منابع آب برای نسل‌های آتی ضروری می‌داند. بر اساس تعریف نهاد همکاری جهانی آب<sup>۱</sup> مدیریت یکپارچه منابع آب<sup>۲</sup> فرایندی است که توسعه و مدیریت هماهنگ آب، خاک و منابع وابسته را به منظور حداکثر کردن رفاه اقتصادی و اجتماعی به شیوه‌ای

<sup>۱</sup> Global Water Partnership

<sup>۲</sup> Integrated Water Resource Management

عادلانه، بدون لطمه زدن به اکوسیستم‌های حیاتی ترویج می‌کند. رویکرد یکپارچه در مدیریت منابع آب شهری علاوه بر در نظر گرفتن ابعاد مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی، فنی و اجتماعی، بخش‌های مختلف سیستم زیرساخت آب شهری شامل تامین آب، جمع‌آوری و دفع فاضلاب و جمع‌آوری و مدیریت رواناب شهری را - برخلاف سیستم بخشی و گسسته رایج در یک ساختار پیوسته و یکپارچه مدیریت می‌نماید. به علاوه در تضاد با سیستم‌های گسسته پیشین، در سیستم مدیریت «یکپارچه» منابع آب شهری طراحی زیرساخت آب شهر رابطه‌ای نزدیک و تنگاتنگ با طراحی فضا و خلق مکان در عرصه عمومی شهر دارد. به طوری که عنصر آب به عنوان یکی از اجزای اصلی و اولیه در طراحی فضا لحاظ می‌شود و طراحی فضای عمومی با توجه به چرخه مدیریت آب شهری انجام می‌گیرد.

### ۳. ارکان مدیریت یکپارچه منابع آب شهری

#### • مدیریت تقاضا در مقابل افزایش عرضه

منابع آب شیرین از یک سو محدود و از سویی دیگر برای حفظ حیات و توسعه شهرها ضروری هستند. بنابراین مدیریت یکپارچه منابع آب شهری مدیریت تقاضا را مقدم بر افزایش عرضه آب معرفی می‌نماید و در جهت ترویج بهینه‌سازی مصرف آب در جامعه می‌کوشد. در حالی که ظهور شیوه‌های مدرن لوله‌کشی، انتقال و توزیع آب در فواصل طولانی در نیمه دوم قرن اخیر سبب دسترسی گسترده به شبکه آب شهری با کیفیت مطلوب و در نتیجه افزایش سرانه مصرف آب در کشور شد به علاوه برخلاف شیوه‌های پیشین که از منابع آب محلی موجود در منطقه برای رفع نیازهای خود بهره می‌جستند، سیستم جدید با استفاده از شبکه لوله‌کشی‌های گسترده و پمپ‌های برقی پر قدرت آب را از نقطه دلخواه به محل مصرف منتقل می‌کند. بهره‌مندی از سوخت‌های فسیلی و گسترش زیرساخت‌های عظیم لازمه انتقال و توزیع آب شناخته شد در حالی که متناسب‌سازی تکنیک‌ها با موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های آب و هوایی منطقه اهمیت پیشین را از دست داد. در تضاد با شبکه غیرمتمرکز متشکل از تکنیک‌های سنتی، سیستم فعلی زیرساخت آب شهری شامل یک شبکه مرکزی زیرزمینی است که آب را از منابع خارج از شهر تامین نموده و به مشترکین شهری می‌رساند. این در حالی است که شهرها منابع آب موجود در حوزه آبریز شهر را نادیده می‌گیرند. بارش‌ها در محدوده شهر و پساب تولیدی شهرها از جمله منابع با ارزشی هستند که متأسفانه در چرخه آب شهرهای امروز ایران جایگاهی ندارد و غالباً به عنوان پساب جمع‌آوری و به سیستم فاضلاب شهری هدایت می‌شوند.

افزایش تقاضا در بخش آب و برداشت آب از منابع زیرزمینی بدون نظارت و کنترل دقیق سبب استفاده بی‌رویه و نامناسب از منابع آب کشور و بروز تغییرات گسترده در حوزه‌های آبریز شهر شده است. مدیریت یکپارچه منابع آب به جای افزایش عرضه از طریق معرفی منابع مختلف آب قابل استفاده به زیرساخت آب شهری و همچنین افزایش آگاهی عمومی مردم در زمینه حساسیت مسئله آب برای زندگی نسل حاضر و نسل‌های آتی در بهینه‌سازی مصرف آب در جامعه می‌کوشد.

### • بازچرخانی حداکثری آب در سیستم پیش از دفع آن به عنوان پساب

در سیستم فعلی زیرساخت آب شهری آب مصرفی (پس از یک بار استفاده و برای هر نوع مصرف) پساب تلقی شده و به شبکه فاضلاب شهری هدایت می‌شود. بنابراین بر خلاف سیستم‌های نوین مدیریت منابع آب در شهرهای پیشرفته دنیا تفاوتی میان پساب زرد، آبی، خاکستری و سیاه وجود ندارد و پساب تولید شده علیرغم برخورداری از کیفیت‌های و آلودگی‌های گوناگون همگی به سمت شبکه واحد فاضلاب شهری هدایت می‌شوند. اختلاط انواع پساب با الودگی‌های گوناگون اعمال فرایند تصفیه یکسان برای تمام حجم فاضلاب تولیدی را ضروری می‌نماید. این در شرایطی است که به عنوان نمونه آب مصرف شده در ماشین لباس‌شویی دارای الودگی کاملاً متفاوتی از فاضلاب منتج از سرویس‌های بهداشتی و همچنین آب‌های سطحی جمع‌آوری شده از سطح کوچه و خیابان‌هاست. تغییر رویکرد در زمینه آب مصرفی در بخش‌های مختلف پاکسازی و تصفیه آن و بازگرداندن آن به عنوان آب جدید به چرخه آب شهری سبب کاهش برداشت از منابع آب شیرین، کاهش آلودگی منابع آب و کاهش فاضلاب تولیدی شهرها (به جای افزایش گزینه‌های تصفیه فاضلاب با توجه به هزینه مالی و انرژی قابل توجه مورد نیاز برای تصفیه) و در نتیجه مدیریت پایدار منابع آب کشور خواهد شد. این مهم اگرچه نیازمند تغییر در شیوه طراحی ابنیه و فضاهای عمومی شهرها است.

### • بهره‌برداری از باران و رواناب‌ها به عنوان منابع ارزشمند موجود و در دسترس در حوزه آبریز شهر

به منظور کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی و آب‌های جاری، سایر منابع آبی موجود (اگرچه به مقدار بسیار محدود) می‌بایست به عنوان منابع و سرمایه‌های شهرها مورد توجه قرار گیرند و به چرخه آب شهری اضافه شوند. باززنده‌سازی تکنیک‌های سنتی جمع‌آوری و ذخیره بارش‌ها در مناطق مختلف کشور از جمله مواردی است که می‌تواند نقش مهمی در تبیین استراتژی‌های جدید بر اساس شیوه‌های پیشین با بهره‌گیری تکنولوژی‌های اخیر در رفع چالش تامین آب بازی کند. جمع‌آوری آب باران و ساخت مخازن و تانک‌های ذخیره آب سنتی بیگانه در ایران نیست. بر عکس، این روش‌ها در گذشته بسیار رایج بوده ولی در دهه‌های اخیر رفته رفته به فراموشی سپرده می‌شوند. در سال‌های اخیر تلاش‌هایی در جهت ارتقاء سطح آگاهی در زمینه اهمیت آب باران و رواناب‌ها به عنوان منابع ارزشمند آب و سرمایه شهری انجام گرفته است. به جای برداشت بیشتر از منابع آب شیرین و انتقال آن در فواصل طولانی بین منبع و محل مصرف، می‌توان آب باران را جمع‌آوری و ذخیره نمود و پس از تصفیه و یا پاکسازی به مصارف گوناگون رساند. به عنوان مثال، آب بازیافتی می‌تواند به مصارف غیرشرب نظیر استفاده در مخزن آب آتش‌نشانی و یا سیفون توالت اختصاص یابد. همچنین آب باران چنانچه مجال نفوذ به داخل زمین را بیابد منبع مهم تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی خواهد بود. بازگرداندن آب باران به عنوان یک سرمایه ارزشمند و منبع مهم به چرخه آب شهری از فشار بر منابع آب زیرزمینی و جاری کاسته و در دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب موثر خواهد بود. به علاوه جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن در مصارف غیر شرب به جای ترکیب آن با آب مصرفی و تخلیه آن به سیستم فاضلاب

شهری از حجم ورودی به شبکه جمع آوری فاضلاب و تصفیه‌خانه شهرها می‌کاهد. رویکرد رایج در مدیریت رواناب شهری که بر پایه سیستم جمع‌آوری، انتقال و دفع سریع استوار است باید به سیستم آرام‌سازی و ذخیره-محور تغییر یابد. این سیستم نوین با استفاده از تکنیک‌هایی نظیر مخازن ذخیره رو و زیرزمینی، مخازن نصب شده بر روی بام‌های مسطح، آبگیرهای طبیعی و دریاچه‌ها؛ نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی؛ تصفیه سبک (اولیه) و یا کانال‌های تصفیه طبیعی و مصنوعی قابل اجرا است. انتقال سریع آب و فاضلاب از طریق لوله‌های زیرزمینی همچنین فاقد هر گونه منفعت اجتماعی برای جوامع محلی است (Novotny et al ۲۰۱۰).

علاوه بر تکنیک‌های جمع‌آوری و ذخیره آب باران، توسعه سطوح شهری حساس به آب<sup>۳</sup> نیز امکانات مختلفی را به شهر عرضه می‌کنند: از طریق جمع‌آوری آب باران یک منبع جدید و قابل دسترس را به سیستم آب شهری معرفی می‌کنند؛ به واسطه قابلیت در خود نگاه داشتن و تخلیه تدریجی آب باران از شدت خسارات احتمالی در هنگام بارش‌های شدید و آب‌گرفتگی معابر می‌کاهند؛ با افزایش میزان نفوذپذیری آب در داخل خاک و جذب بیشتر در تغذیه منابع آب زیرزمینی موثر بوده و از میزان تخلیه فاضلاب به سیستم لوله‌کشی فاضلاب شهری می‌کاهد. بدین ترتیب سطوح شهری حساس به آب نه تنها در زمینه پایداری منابع آب موثر بوده بلکه سبب افزایش تاب‌آوری محیط زندگی شهروندان در برابر تغییرات احتمالی محیط در آینده نیز می‌شوند. با اقتباس از دسته‌بندی اجزاء منظر محیط Ahern (۲۰۰۷) در طراحی زیرساخت سبز شهری، سطوح شهری می‌بایست اصلاح شوند تا ظرفیت‌های گوناگون نظیر ذخیره، جذب و نفوذ و تبخیر آب را افزایش دهند. این ظرفیت‌ها امکان مدیریت آب‌های سطحی در محل بارش را در شهر تقویت نموده و محیط شهر را به یک اکوسیستم نیمه طبیعی بدل می‌کند که هر یک از اجزاء نقش مهمی را در عملکرد کلی سیستم شهر بازی می‌کنند. فضاها، عمومی سبز و آبی شهر نظیر پارک‌ها، زمین‌های ورزشی، باغ‌ها و آرامستان‌ها، محوطه‌های دانشگاهی، زمین‌های خالی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها نمونه‌هایی از سطوح و کاربری‌های شهری هستند که لکه‌های تاثیرگذار بافت شهری در ساختار یک طراحی شهری حساس به آب<sup>۴</sup> را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این لکه‌ها، کریدورهای شهری حساس به آب نیز می‌توانند نقش مهمی را به عنوان متصل‌کننده‌های اصلی در ایجاد ستون فقرات زیرساخت سبز شهر بازی کنند.

#### ۴. مزایای توسعه سیستم مدیریت یکپارچه منابع آب در شهرها

انتقال سریع آب و فاضلاب از طریق لوله‌های زیرزمینی فاقد هر گونه منفعت اجتماعی برای جوامع محلی است. متحول نمودن زیرساخت آب شهری از سیستم به شدت مهندسی شده رایج به سیستم‌های طبیعت‌گرا که آب-محور هستند نه تنها اثرات منفی سیستم شبکه آب شهری بر محیط زیست را کاهش داده و در تامین آب برای نسل حاضر و نسل‌های آتی موثر است بلکه با

<sup>۳</sup> Water-sensitive urban surfaces

<sup>۴</sup> Water-sensitive urban design

ایجاد فضاهای شهری و اجتماعی برای مردم به ارتقاء کیفیت زندگی شهری می‌پردازد. از دیگر مزایای افزایش پتانسیل مدیریت آب‌های سطحی توسط سطوح مختلف شهری در محل بارش‌ها تاثیر آن در تعدیل درجه حرارت محیط در فصول گرم و خنک کردن فضای شهری است. این قابلیت به ویژه در شرایط فعلی که شهرها متاثر از پدیده جزایر حرارتی هستند بسیار حائز اهمیت است.

## ۵. بررسی گزینه‌های منتخب سیاستی در کشورها یا موارد دیگر

اگرچه احکام طراحی و ضوابط اجرایی در زمینه مدیریت یکپارچه منابع آب شهری می‌بایست بر اساس اقلیم و زمینه خاص هر شهر و منطقه تعریف شود بررسی مطالعات و اسناد تنظیم شده در نقاط مختلف دنیا در شناسایی چالش‌ها، تبیین اهداف و تدوین احکام و ضوابط اجرایی طرح به شدت موثر خواهد بود. تکنیک‌های طراحی برای ایجاد و توسعه فضاهای شهری حساس به آب و ترویج سیستم مدیریت یکپارچه منابع آب در کشورهای مختلف تحت عناوین گوناگون نظیر SUDS<sup>۵</sup> در انگلستان، LID<sup>۶</sup> در ایالات متحده آمریکا، BMPS<sup>۷</sup> در اتحادیه اروپا و WSUD<sup>۸</sup> در استرالیا تهیه و تدوین شده‌اند. مطالعه و بررسی هر یک از این مدل‌ها در طراحی مدل ویژه شهرهای ایران موثر خواهد بود.

## ۶. ساز و کارهای عملی ترویج سیستم مدیریت یکپارچه منابع آب در شهر

مهم‌ترین ساز و کارهای عملی برای ترویج سیستم مدیریت یکپارچه منابع آب عبارتند از:

- مدیریت تقاضا: برنامه ریزی و طراحی بسته‌های آموزشی برای معرفی و ترویج راهکارهای مصرف بهینه آب و ارتقاء آگاهی عمومی و افزایش حساسیت در جامعه نسبت به اهمیت مسئله آب، تاثیر عملکرد تک تک اعضای جامعه در مواجهه با چالش تامین آب.
- تهیه بسته‌های آموزشی معماری و طراحی شهری حساس به آب برای آموزش به جامعه متخصصین طراحی معماری و شهری به منظور تغییر رویکرد در نظام طراحی ابنیه و فضاهای عمومی شهر و ترویج تکنیک‌های مدیریت یکپارچه منابع آب در بخش‌های مختلف تامین و توزیع آب، کاهش آلودگی منابع آب و مدیریت آب‌های سطحی و رواناب‌ها در شهر (به عنوان نمونه سیستم بازچرخانی آب در خانه و استفاده چندباره از آن پیش از دفع به فاضلاب).

<sup>۵</sup> Sustainable Urban Drainage System

<sup>۶</sup> Low Impact Development

<sup>۷</sup> Best management Practices

<sup>۸</sup> Water Sensitive Urban Design

- تدوین احکام طراحی و ضوابط اجرایی ویژه به منظور بهره‌وری حداکثری از منابع آب موجود در شهر شامل ضوابط اجرایی در زمینه استفاده از آب باران در داخل حوزه آبریز شهری (به ویژه در مناطق پربارش)، استفاده مجدد از آب مصرف شده در خانه‌ها در مضارف غیر شرب.

## ۷. منابع

Ahern, J. (۲۰۰۷). *Green infrastructure for cities: The spatial dimension*. In V. Novotny & P. Brown (Eds). *Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management* (pp. ۲۶۷-۲۸۳). London: IWA Publishing.

Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. F. (۲۰۰۹). *Urban water management in cities: historical, current and future regimes*. *Water Science & Technology*, ۵۹(۵), ۸۴۷-۸۵۵. doi:۱۰,۲۱۶۶/wst.۲۰۰۹,۰۲۹

DOE (۲۰۱۰). *Iran's Second National Communication to the UNFCCC*. Tehran: National Climate Change Office, Department of Environment. [online] Available at: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/iranc۲.pdf> [Accessed ۲۰ Nov. ۲۰۱۵]

Hoyer, J., Dickhaut, W., Kronawitter, L., & Weber, B. (۲۰۱۱). *Water Sensitive Urban Design: Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future*. Berlin: Jovis.

Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (۲۰۱۰). *Water Centric Sustainable Communities: Planning, Retrofitting and Building the Next Urban Environment*: Wiley.

United States Environmental Protection Agency, (۲۰۰۰). *Low Impact Development (LID) A Literature Review*, [online] Available at: [http://www.lowimpactdevelopment.org/pubs/LID\\_litreview.pdf](http://www.lowimpactdevelopment.org/pubs/LID_litreview.pdf) [Accessed ۲۰ Oct. ۲۰۱۵]

Wong, T. H. F. & Ashley, R. (۲۰۰۶). International Working Group on Water Sensitive Urban Design, submission to the IWA/IAHR Joint Committee on Urban Drainage, March ۲۰۰۶.

Woods-Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R. & Kellagher, R. (۲۰۱۵). *CIRIA C۷۰۲: The SUDS Manual*. London: CIRIA