

## توسعه بهره برداری از منابع آب نامتعارف و بازچرخانی آب تغییر رویکرد در مدیریت منابع آب در حوضه‌های شهری با استحصال و بازچرخانی رواناب

محمد کبارفرد، کاندیدای اخذ درجه دکتری سازه‌های آبی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، عضو هیات مدیره اتاق گفت‌مان آب آذربایجان (سمن)

kobardam@yahoo.com

### چکیده:

با توجه به خشکسالی و کمبود آب در ایران، رشد جمعیت و گسترش شهرنشینی، تقاضا برای آب روز به روز در حال افزایش است. استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روش‌های صرفه جویی و بازچرخانی آب‌های نامتعارف همچون استحصال آب باران و رواناب‌های شهری، بسیار ضروری است. به کارگیری بهترین شیوه‌های مدیریتی (BMP) از میان روش‌های توسعه کم اثر (LID)، راه‌کاری نوین برای کنترل حجم و کاهش خطر سیلاب در عین افزایش نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی، بازچرخانی، استحصال آب، بهبود کیفیت رواناب و حفظ محیط زیست و تأمین بخش عمده‌ای از نیازهای منابع آب در حوضه‌های شهری می‌باشد. لذا جهت دستیابی به این امر مهم، شناخت از پتانسیل منابع آب حوضه‌های شهری و ارائه راه‌حل سیاستی جهت هم‌افزایی بین سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف در زمینه مدیریت منابع آب حوضه‌های شهری ضروری است.

**کلید واژه‌ها:** استحصال و بازچرخانی، رواناب‌های شهری، روش‌های توسعه کم‌اثر، راه‌حل‌های سیاستی، هم‌افزایی

### ۱- مقدمه:

خشکسالی و کمبود آب در ایران به دلیل شرایط خاص جغرافیایی کشورمان که در منطقه نیمه خشک قرار دارد، یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف از جمله کشاورزی و صنایع به آب این مشکل شدیدتر نیز خواهد شد. به‌طوریکه بر اساس گزارش موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI)، کشور ایران برای حفظ وضع فعلی خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید. در چنین شرایطی یکی از راه‌کارهای موثر و عملی بهره‌برداری و استفاده از آب‌های نامتعارف، استحصال و بازچرخانی این آب‌ها به‌خصوص سیلاب و رواناب‌های شهری است.

## ۲- شرح مسئله

رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های کشاورزی و صنعت و تقاضا برای آب روز به روز در حال افزایش است. استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روش‌های صرفه‌جویی و بازچرخانی آب‌های نامتعارف همچون استحصال آب باران و رواناب‌های شهری، بسیار ضروری است. از آنجا که باران، هرچند به مقدار کم، تقریباً در همه نقاط کشور وجود دارد، چنانچه بهترین روش‌های مدیریتی در افزایش بهره‌وری مصرف آب و استحصال رواناب‌های شهری مورد استفاده قرار گیرد، می‌تواند جهت جبران بخشی از کمبودهای منابع آب، مفید واقع شود.



شکل (۱) - سیلاب شهری تبریز ۱۳۹۵

در اثر خشکسالی چند ساله اخیر و محدودیت منابع آب، وضعیت اکثر شهرهای ایران به مرز بحران آب رسیده است که نیازمند واکنش سریع در این زمینه می‌باشد. یافتن منابع آب جایگزین اصلی‌ترین دغدغه مسئولین امر در مواقع بحران آبی می‌باشد. به‌طور خلاصه می‌توان گفت که استحصال و بازچرخانی رواناب‌های شهری یعنی استفاده مجدد از رواناب‌ها برای اهداف سودمند مانند آبیاری فضای سبز، فرآیندهای صنعتی، فلاش کردن در سرویس‌های بهداشتی، ایجاد دریاچه‌های مصنوعی، آتش‌نشانی، شستشوی فضاهای شهری، کارواش، تغذیه منابع آب و سفره‌های آب زیرزمینی و غیره کاربرد دارد که غالب این موارد جزء مصارف عمومی شهر محسوب می‌گردند. آب بازیافت شده غالباً برای مصارف غیرشرب کاربرد دارد اما در مواردی برای مصارف غیرمستقیم شرب مانند تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی نیز استفاده می‌گردد. استفاده از آب بازچرخانی در سطح جهان به شدت در حال گسترش است. طبق گزارش **GWI**، سرمایه‌گذاری در بخش بازیابی آب بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۶ به‌طور متوسط ۱۹/۵ درصد در سال رشد پیدا کرده است.

تا دهه ۷۰ میلادی، بیشتر دیدگاه‌های مدیریت رواناب‌های شهری، زهکشی و جمع‌آوری رواناب از اماکن توسعه یافته با بیشترین سرعت و عملکرد ممکن و سپس هدایت و رها سازی این رواناب به کانال‌ها یا رودخانه‌های پایین دست، بوده است. اما امروزه سعی می‌شود بسیاری از عملکردهای مدیریتی در یک حوضه آبریز بکار گرفته شود تا اهداف مورد نظر در کاهش

دبی جریان و آلاینده‌های رواناب با رویکرد بازچرخانی و استحصال آن در جهت تامین بخشی از نیازهای منابع آبی قابل دستیابی باشند و به نوعی تهدیدها را به فرصت تبدیل نمایند. همچنین بهره‌برداری از رواناب های شهری در بالادست، هزینه های تصفیه و بازچرخانی در پایین دست کلانشهرها را کاهش می‌دهد.

از جمله مشکلاتی که در حوضه‌های شهری وجود دارد، در اکثر موارد عدم ورود شرکت‌های آب منطقه‌ای به محدوده شهری جهت برنامه ریزی و استفاده از منابع آب موجود در حوضه‌های شهری و عدم توجه و احساس نیاز به پتانسیل منابع آب حوضه‌های شهری تاکنون چه از لحاظ کمی و کیفی می‌باشد همچنین متولیان مدیریت شهری (شهرداری ها و...) به دلیل عدم اطلاع یا آگاهی از اهمیت منابع آب در دسترس همچون رواناب های شهری و نداشتن بخش فنی و مطالعاتی در این زمینه منجر به نادیده گرفتن رواناب ها و سیلاب‌های شهری می‌شود. آنچه که تاکنون مشهود بوده است به دلیل کم بودن حجم منابع آب حوضه‌های شهری نسبت به حوضه‌های برون شهری شرکت‌های آب منطقه‌ای این موارد را در الویت قرار نمی دهند و متولیان اداره شهر نیز صرفا نسبت به تامین مصارف آبی به چاه، قنات، منابع برون شهری دست به دامن شرکت‌های آب منطقه‌ای هستند. لازم به ذکر است عدم هم افزایی بین سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف در زمینه مدیریت منابع آب و نقص قوانین در برخی موارد و یا عدم اجرای کامل قوانین به منظور جلوگیری از ایجاد تنش ما بین متولیان مدیریت شهر و شرکت‌های آب منطقه‌ای به عدم توجه به منابع آب نامتعارف در حوضه‌های شهری، هدر رفت آنها و تشدید کیفیت نامطلوب و آثار زیست محیطی منجر می‌شود.

### ۳- راه حل های سیاستی

سوابق موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می‌دهد که این روش اول بار در صحرای فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط ۹۰ میلیمتر انجام شده و کمک زیادی به تولید علوفه در منطقه نموده است. در استرالیا سطوح آبخیز ناودانی شکل جهت هدایت آب باران به باغات استفاده شده که نتایج آن بصورت دستورالعملی برای تامین آب اضطراری مناطق خشک این کشور در آمده است. وجود آب انبارهای قدیمی با معماری متنوع در اکثر نقاط خشک کشور گویای میزان توجه به استحصال آب باران جهت مصارف مختلف در گذشته می‌باشد. که می‌توان به هوتک و خوشاب های سیستان و بلوچستان و یا بندسارهای استان خراسان اشاره نمود.

نیمی از جمعیت جهان در حال حاضر در مناطق شهری زندگی می‌کنند که افزایش ۷۰ درصدی این رقم تا سال ۲۰۵۰ برآورد شده است. توسعه سریع کلانشهرها، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه‌های شهری را تغییر داده است. دلیل اصلی این امر تبدیل زمین طبیعی به سطوح نفوذناپذیر می‌باشد. افزایش پوشش سطوح نفوذناپذیر بر هر دو ویژگی رواناب یعنی کمیت و کیفیت آن تأثیر گذار است. امروزه، برای رفع این قبیل مشکلات از راه کارهای جدید تحت عنوان روش های توسعه کم اثر از جمله استفاده از روسازی‌های نفوذپذیر، جوی‌باغچه‌ها، ترانشه نفوذ و سایر موارد استفاده می‌شود. این راه کارها علاوه بر کنترل میزان رواناب در سطح شهر، کیفیت آن‌ها را نیز بهبود می‌بخشند. روش‌های توسعه کم اثر امروزه در طراحی شبکه‌های جمع‌آوری و هدایت آبهای سطحی به‌طور فزاینده‌ای برای کاهش عوارض هیدرولوژیکی و جانبی ساخت و ساز و توسعه در حوضه‌های شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. توسعه کم اثر<sup>۱</sup> (LID) در واقع یکی از روش‌های مدیریت رواناب شهری برای حفظ یا بازگرداندن

شرایط هیدرولوژیکی طبیعی یک حوضه آبریز به حالت پیش از توسعه یافتگی می‌باشد. بنابراین روش توسعه کم اثر، به‌عنوان روشی نوین در مدیریت منابع آب در حوضه‌های شهری می‌تواند نوآوری راه‌حل سیاستی در تغییر رویکرد مدیریت منابع آب در حوضه‌های شهری محسوب شود.



شکل (۲) - نمونه‌های از روش‌های توسعه کم اثر

به‌کارگیری بهترین شیوه‌های مدیریتی از میان روش‌های توسعه کم اثر، راهکاری نوین برای کنترل حجم و کاهش خطر سیلاب در عین افزایش نفوذ به سفره‌های آب زیرزمینی، بازچرخانی، استحصال آب، بهبود کیفیت رواناب و حفظ محیط زیست می‌باشد. با آنکه در کشورهای نظیر آمریکا و استرالیا روشهای سازه‌ای و غیرسازه‌ای (تحت نام **BMPs**) در کنترل سیلاب‌های

شهری توسعه زیادی پیدا کرده‌اند اما هنوز تلاش‌هایی در جهت ارایه طرح بهینه برای در نظر گرفتن مجموعه‌ای از آنها برای مدیریت رواناب‌های شهری انجام می‌گیرد. انتخاب روش‌های توسعه کم اثر برای استحصال و بازچرخانی رواناب‌های شهری، با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و شرایط سفره‌های آب زیرزمینی متفاوت بوده و دارای گزینه‌های مختلفی می‌باشد. به‌عنوان مثال در مناطقی که تراز آب زیرزمینی نزدیک به سطح زمین است استفاده از روش‌های ذخیره‌سازی و تاخیری بیشترین کارایی را دارند و در مناطقی که تراز آب زیرزمینی پایین‌تر است، روش‌هایی با نفوذپذیری بالا موثرتر می‌باشد.



شکل (۳) - مزیت روش‌های توسعه کم اثر

در این راستا راه حل‌های سیاستی برای حل مساله به شرح ذیل ارائه می‌شود:

- اطلاع رسانی به متولیان مدیریت شهری جهت افزایش آگاهی از وضعیت منابع آبی کشور
- ایجاد لینک ارتباطی و هم‌افزایی بین کارشناسان منابع آب و برنامه ریزان شهری
- بازنگری قوانین و اجرای مقررات در زمینه حفاظت و بهره برداری از منابع آب در حوضه‌های شهری
- تسریع در تدوین مقررات شهرسازی با رویکرد استحصال آب باران و حفظ محیط زیست و اجرایی نمودن آن
- در الویت قراردادن پروژه‌های برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب نا متعارف حوضه‌های شهری توسط شرکت‌های آب منطقه‌ای
- ایجاد بسته‌های تشویقی و حمایتی از طرح‌های استحصال رواناب شهری و آب باران در حوضه‌های شهری و به حداقل رساندن ضایعات طبیعی و غیرطبیعی آب
- جایگزین نمودن منابع آب نا متعارف در مصارف آب فضای سبز شهرداری‌ها و سایر مصارف

- اجرای طرح‌های مشارکتی بین آب منطقه‌ای و شهرداری‌ها در راستای ایجاد سازوکارهای عملی با رویکرد تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی و بهبود کیفیت رواناب‌ها و کاهش آلاینده‌ها
- سوق دادن شهرداری‌ها به خودکفایی در مصرف منابع آب از حوضه‌های غیر شهری و شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب
- ایجاد بسته‌های تشویقی و انگیزشی برای استحصال آب باران توسط اداره‌ها، سازمان‌ها، مدارس و محیط‌های وسیع در مناطق شهری در راستای کاهش مصارف یا فروش آب ذخیره شده به مصرف کنندگان مختلف
- تغییر نگرش و عملی نمودن نظام مدیریت یکپارچه منابع آب بین متولیان شهری و شرکت آب منطقه‌ای
- ایجاد سازوکارهای لازم جهت پایش کمی و کیفی منابع آب در حوضه‌های شهری
- ایجاد سازوکارهای لازم جهت تصفیه و خودپالایی مصرف کنندگان موجود در حوضه‌های شهری (کارواش و...)
- همسو نمودن توسعه‌ی شهرها و روستاها با ظرفیت‌ها و محدودیت‌های خدمات آب و فاضلاب هر منطقه

در ادامه موارد فوق، به عنوان مثال، اگرچه اجرای روش‌های نوین توسعه کم اثر در شهرها توسط متولیان مدیریت شهری در ابتدا با بار مالی و تامین اعتبار مواجه است ولی در درازمدت در برابر هزینه‌هایی که مدیریت بحران و شهرداری نسبت به جبران خسارات مالی ناشی از سیلاب شهری پرداخت می‌نماید، تعدیل یافته و در عین حال مسائل بحران آب و زیست محیطی نیز بهبود می‌یابد. در مثالی دیگر، با کاهش هزینه‌های پروانه ساخت و ارائه تخفیف در قبال استفاده از روش‌های استحصال آب باران و تعبیه و بهره برداری آن می‌تواند بخش عمده‌ای از نیازهای منابع آب یک واحد مسکونی یا مجتمع مسکونی را تامین نمود. در رابطه با مورد دیگر، هم‌افزایی بین شرکت‌های آب منطقه‌ای و شهرداری‌ها منجر به شناسایی و پتانسیل‌یابی منابع آبی در حوضه‌های شهری شده و با طراحی و تعبیه مخازن نگهداری رواناب‌های شهری، می‌توان کمک به حل مشکل کمبود آب مناسب جهت آبیاری فضای سبز و توسعه فضاهای سبز و تفرجگاهی نمود. با پتانسیل‌یابی منابع آب حوضه‌های شهری می‌توان پساب و رواناب‌ها را در واحدهای کوچک بالادستی پالایش نمود (به جای تصفیه در پایین دست شهرها) و برای مصارف مختلف برنامه‌ریزی کرد.

#### ۴- منابع

[۱] مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران. (۱۳۹۲). طرح جامع مدیریت آب‌های سطحی شهر تهران، ۷۹ ص.

[۲] مرکز مدیریت محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران. (۱۳۹۴). بازچرخانی آب، استفاده مجدد از پساب و رواناب سطحی در شهر تهران، ۴ ص.

[3] The World Bank Group. (2012). Integrating Flood Risk Management into Local Planning Saves People's Lives. 3 pp.

[۴] کبارفرد، م. (۱۳۹۶). بررسی و تحلیل کاربرد الگوریتم عدم قطعیت با استفاده از روش GLUE در مدیریت سیلاب شهری مطالعه موردی منطقه ۲ شهرداری کلان‌شهر تبریز، رساله دکتری (در مرحله دفاع)، ۱۷۰ ص.

[۵] کبارفرد، م. (۱۳۹۶). افزایش بهره‌وری منابع آبی با استحصال و بازچرخانی رواناب‌های شهری، ماهنامه افق تعادل، نشریه داخلی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی آذربایجان شرقی، شماره ۵ و ۶، ۶۲ ص.



اولین اجلاس « هم‌اندیشی با متخصصان علوم آب و محیط زیست »  
وزارت نیرو ۱۰ اسفند ۱۳۹۶

---

[6] Rossman L.A .(2015). Storm water management model. User's manual. version 5.1, United States Environmental Protection Agency. 353 pp.