چالش‌ها و اندرکنش‌ها در آینده آب*

ترجمه : علی باقری*

چکیده

مدیریت آب در مناطق شهری بر طبق نظام فنی قدیمی صورت می‌گیرد که در ابتدای قرن حاضر پدید آمده است. در خیلی از موارد استفاده کورکورانه از این رویه در کشورهای در حال توسعه نتایج مصیبت باری را به صور گوناگون مانند تخریب زمین، آلودگی و مشکلات برای جمعیت شهری به دنبال داشته است. روش‌های سنتی و قدیمی استفاده و بازیافت منابع کنار گذاشته شده‌اند و جای آنها را فن‌آوری بیگانه و گران قیمت گرفته که حاصل آن تباهی منابع است. فلسفه جدیدی برای مدیریت آب و بهداشت شهری توأم با فن‌آوری بدیع و پایدار برنامه‌ریزی میان بخشی نواحی مشترک شهری و روستایی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، باید گسترش یابد. برای کُند کردن رشد شهرها، ایجاد نگرش جدید و فن‌آوری بدیع در مدیریت آب شهری و نیز تغییر به سوی کشاورزی پایدار ضروری است. تغییر فن‌آوری باید با تغییرات اساسی در نگرش طراحی شهری، سیستم‌های حمل و نقل، رشد صنعتی، ساختارهای اجتماعی و مرکزی، برنامه‌های آموزشی و پژوهشی و الگوی زندگی همراه باشد.

مقدمه

مدیریت آب در مناطق شهری بر اساس یک نظام فنی قدیمی که در اوایل قرن جاری در انگلستان بسط داده شد، صورت می‌گیرد. فن‌آوری که در این نظام گسترش پیدا کرد، باعث پیشرفت‌های مهم در بهداشت مناطق شهری و حفاظت از محیط زیست شد. اما در مقابل، این پیشرفت صرف منابع مالی و طبیعی زیادی را به همراه داشت. وجود یک نظام یا الگوی فنی یعنی این که در آن زمان برای تعیین یک روش "معمول" و "قابل قبول" برای حل مشکلات آب و فاضلاب اتفاق نظر وجود داشت که هنوز نیز معتبر است. این حقیقت تبعات بیشماری داشته است، زیرا تعداد زیادی از افراد فنی سنتی شامل تکنسین‌ها، متخصصان، استادان و تصمیم‌گیرندگان با همین چارچوب کار می‌کنند و نمی‌خواهند بپذیرند که اهداف اجتماعی به اندازه‌ای تغییر یافته‌اند که گسترش بیشتر این رویه قدیمی برای کشورهای در حال توسعه از نظر اقتصادی ویران‌گر خواهد بود.

* دانشجوی دکتری مهندسی منابع آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

به اعتقاد عرف‌گرایان یا " دنباله‌روها " ، جهان صنعتی راه بهسازی فاضلاب و زهکشی شهری را به گونه‌ای که باعث آلودگی نشود، نشان داده است. نگاهی به استکهلم بیندازید: شهر بزرگی که حتی در وسط آن می‌توان قزل‌آلا صید کرد؛ آب‌های اطراف شهر آن قدر تمیز هستند که می‌توان در آنها شنا کرد و از ورزش‌های آبی لذت برد. این نتیجه یک سیاست خردمندانه در احداث تأسیسات تصفیه فاضلاب است که تمام فاضلاب‌های شهر را به خوبی تصفیه می‌کند. اگر باز هم مشکلاتی باقی باشد، می‌توان آنها را با احداث مراحل اضافی تصفیه، واحدهای تصفیه لجن، حوضچه‌های تأخیری بزرگ برای رواناب، و کنترل طرز کار سیستم‌های فاضلاب به منظور بهینه کردن بار آلودگی خروجی برطرف نمود.

به اعتقاد " ربلز[1] "، فن‌آوری مرسوم و رایج تصفیه فاضلاب از نظر مصرف منابع، پول و انرژی بسیار گران است. این روش‌ها باعث زوال منابع طبیعی جهان و کاهش مواد مغذی لازم برای تولید غذا می‌شوند. این مسأله ناشی از یک نگرش تک بعدی و فلسفه قدیمی رقیق‌سازی است که منجر به جریان آزاد مواد و آلودگی کلی می‌شود. این فن‌آوری‌ها را نمی‌توان به عنوان راه‌حل‌های کارآمد و پایدار برای کشورهای در حال توسعه به شمار آورد، زیرا انتقال این فن‌آوری برای مردمی که فاقد تأسیسات فاضلاب و تصفیه می‌باشند (یعنی حدود ۹۰٪ جمعیت شهری دنیا)، به منزله درگیر شدن بخش بزرگی از منابع طبیعی موجود، به هم زدن اقتصاد و در نهایت انتقال مشکلات زیست‌محیطی به اقصی نقاط جهان خواهد بود.

البته هیچیک از این نظریه‌ها صددرصد صحیح نمی‌باشند. اما وقتی نیاز آینده به تغذیه جمعیت سریعاً در حال رشد شهرها را به خاطر می‌آوریم هیچ تردیدی باقی نمی‌ماند که مدیریت آب و فاضلاب محور تمامی فلسفه‌های توسعه آینده نه تنها در شهرها، بلکه در مناطق مشترک شهری - روستایی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، خواهد بود.

جدا از این اختلافات اساسی در نگرش‌ها، بیشتر دانشمندان اعتقاد دارند که تصفیه فاضلاب و زهکشی شهری را دیگر نمی‌توان جدای از همدیگر تصور کرد و هر یک را به صورت یک امر تک بعدی در نظر گرفت. یک ارتباط مهم بین فن‌آوری مورد استفاده و توسعه پایدار، ضایع کردن کیفیت آب و کمبود آب، مصرف آب و تولید و یا مصرف انرژی، آگاهی‌های زیست محیطی و رفتار اجتماعی و نیز بین مدیریت آب شهری و امکان افزایش تولید غذا برای تغذیه جمعیت رو به تزاید جهان وجود دارد. بنابراین مدیریت منابع آب و کیفیت آب، با تقریباً همه فعالیت‌های بشری ارتباط تنگاتنگی پیدا می‌کند.

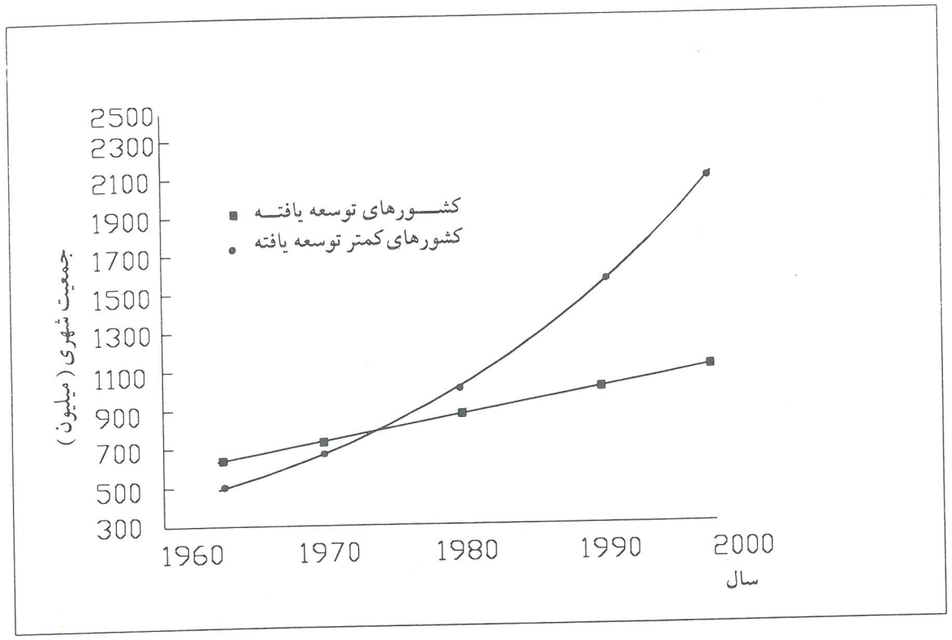
سرمایه گذاری در فن‌آوری جاری

جهان صنعتی سهم عمده‌ای از منابع را در فن‌آوری مرسوم دفع و تصفیه فاضلاب سرمایه گذاری کرده است و این امر همچنان با احداث تأسیسات اضافی ادامه دارد. در عین حال، مشکلات ناشی از لطمات زیست‌محیطی به وسیله انتشار آلاینده‌ها در هوا، خاک و آب نیز به طور مستمر در حال افزایش است. بالاخره دریافتند که لجن حاصل از تصفیه فاضلاب، مستقیماً در کشاورزی قابل استفاده نیست. این امر به سرمایه گذاری هنگفتی بر روی ساخت تأسیسات جدید برای آب‌گیری، تصفیه، کودسازی و سوزاندن لجن منجر شد. به عنوان مثال، شهر نیویورک ۷۰۰ میلیون دلار برای ساخت هشت واحد آب‌گیری لجن هزینه کرده است و در نظر دارد چهار واحد جدید دیگر نیز برنامه‌ریزی نماید [۱۳]. به این رقم سرمایه گذاری باید رقمی در حدود ۳۰۰-۱۰۰ دلار برای هر تن لجن خشک را بابت عملیات بهره‌برداری اضافه کرد. اینجا این توهم پیش می‌آید که منابع، انرژی و پولی که صرف بهبود فن‌آوری مرسوم شده است آیا واقعاً در بهبود محیط زیست جهانی نقشی داشته است، یا باعث بروز مشکلات بیشمار برای نسل آینده شده است.

رشد جمعیت

متوسط رشد جمعیت بین سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۹۰، ۷۵٪ بود ولی این رقم در آسیا که سریع‌ترین رشد جمعیت را دارد، ۱۵۸٪ و در آفریقا حدود ۱۳۵٪ بود [۱۲]. در سال ۱۹۹۴ جمعیت جهان ۵۴۷۹ میلیون نفر بود. همان‌طور که در شکل ۱

1- Rebels

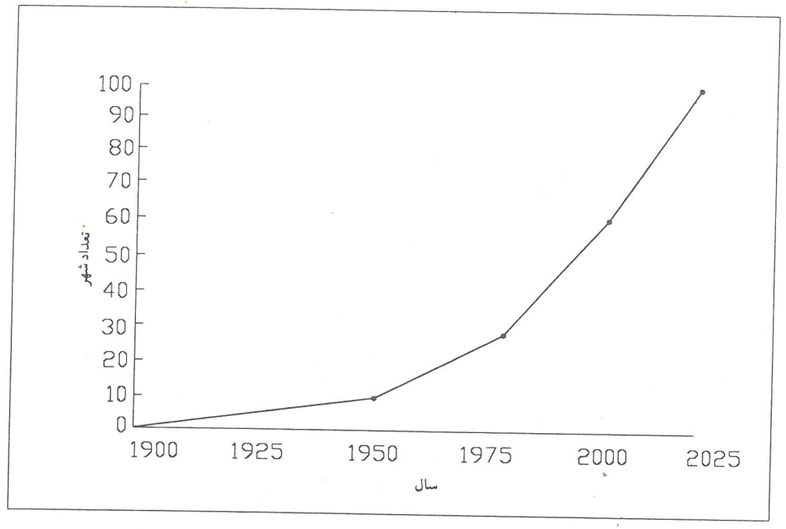


شکل ۱-رشد جمعیت شهری، سال‌های ۲۰۰۰ - ۱۹۶۵

مشاهده می‌شود، رشد جمعیت شهری در کشورهای توسعه‌یافته خطی، ولی در کشورهای کمتر توسعه یافته نمایی است. در آفریقا که بیشترین آهنگ رشد جمعیت شهری را دارد، در سال ۲۰۲۰، ۷۰٪ مردم در شهرها سکونت خواهند داشت [۱۵]. این به آن معناست که تا ۴۰ سال آینده تولید غذا حداقل باید سه برابر شود. بنابراین استفاده از مواد مغذی فراوانی که با فاضلاب دفع می‌شود در کشاورزی برای تولید غذا اهمیت پیدا می‌کند. فن‌آوری مرسوم غربی تصفیه فاضلاب جوابگوی این مسأله نیست.

مشکلات کلان شهرها (شهرهایی با بیشتر از ۱۰میلیون‌نفر) را می‌توان در صدر تمام مشکلات زیست‌محیطی شناخته شده در جهان امروز قرار داد. بیشتر این مشکلات نیز به آب مربوط می‌شود. کمبود آب سریعاً در حال افزایش است، پساب‌های شهری و صنعتی به محیط ریخته می‌شوند و تأسیسات تصفیه فاضلاب نیز به شدت ناکافی هستند [۱۴]. شرایط حاضر با توجه به آلودگی هوا، خاک و آب، به همراه کمبود آب و تأسیسات تصفیه در این شهرها، شرایط زندگی را به صورتی که مایه تمسخر مقام و شأن انسان باشد تنزل می‌دهد. زنان و کودکان بیشتر از بقیه از این امر رنج می‌برند [۱۰].

جمعیت شهری جهان در طی ۳۰ سال گذشته، ۲/۵ برابر شده است. امروزه حدود نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که در سال ۲۰۰۰ تعداد افراد ساکن در شهرها دو برابر جمعیت روستایی خواهد بود. تعداد کلان شهرها به ۲۳ شهر افزایش خواهد یافت که ۸۰٪ آنها در کشورهای در حال توسعه واقع خواهد بود. تعداد شهرهای با جمعیت بالای ۵ میلیون نفر به ۶۰ شهر افزایش خواهد یافت (شکل ۲). در آفریقا سرعت رشد شهرها از همه جا بیشتر است (بیشتر از ۱۰٪ در سال) و این روند بدون هیچ کنترلی به ویژه در محله‌های پرجمعیت و زاغه‌ها همچنان ادامه دارد. حدود ۸۰٪ از سکنه آدیس آبابا [۱۴] و ۷۰٪ مردم کلکته در حلبی‌آبادها و زاغه‌ها زندگی می‌کنند بدون آن که به آب آشامیدنی سالم و تصفیه شده و امکانات بهداشتی دسترسی داشته باشند. به طور کلی در جهان، ۲ میلیارد نفر از کمبود آب آشامیدنی و ۳ میلیارد نفر نیز از کمبود امکانات بهداشتی رنج می‌برند. تقریباً تمامی این جمعیت در کشورهای در حال توسعه و بیشتر آنها در مناطق شهری زندگی می‌کنند.



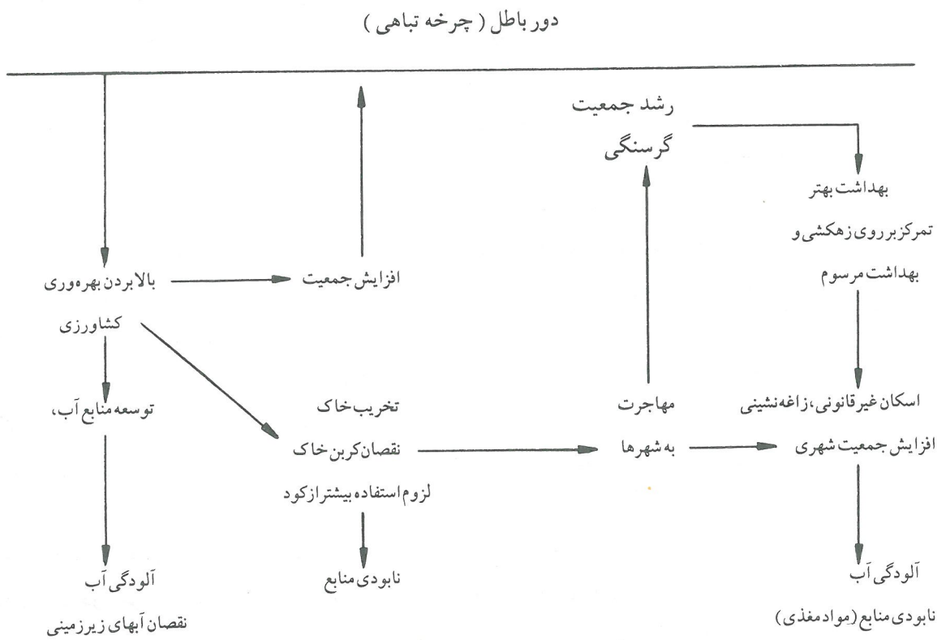
شکل ۲ـتعداد شهرهای با جمعیت بیشتر از ۵ میلیون نفر، سال‌های ۲۰۲۵ - ۱۹۰۰

در صدر مسایل بهداشتی و مشکلات جمعیت شهری در کلان شهرها، کمبود امکانات تصفیه و بهداشت قرار دارد که خود به لطمات زیست‌محیطی بیشماری منجر می‌شود. این به معنی آن است که مقادیر معتنابهی از منابع زیستی مانند فسفر، نیتروژن و کربن، به جای آن که در کشاورزی برای تولید غذا مورد استفاده قرار بگیرند، توسط آب‌های آلوده وارد رودخانه‌ها می‌شوند.

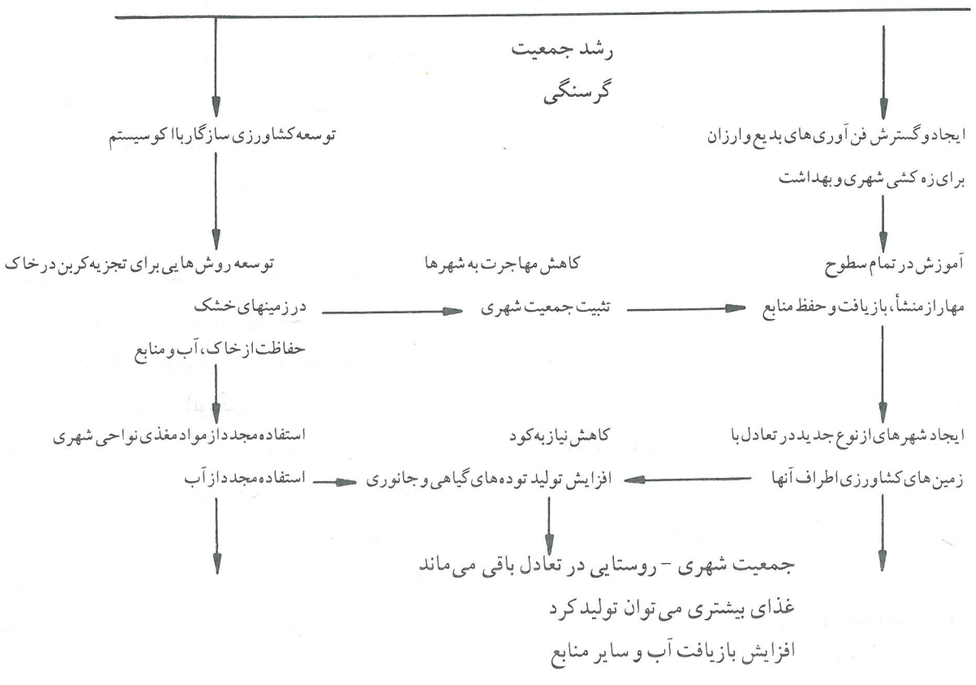
در خیلی از مناطق برای آبیاری از فاضلاب خام استفاده می‌کنند. این امر نیز به نوبه خود اگر بدون در نظرگرفتن خطرات مربوط صورت بگیرد، باعث تهدید سلامتی می‌شود.

تبعات انتقال فن‌آوری جاری

رشد شهرها و گرفتاری‌های ناشی از آن را می‌توان از ثمرات جهان صنعتی به شمار آورد. در دهه ۵۰ بیشترین تلاش بین‌المللی در جهت کارا ترکردن کشاورزی در کشورهای در حال توسعه شامل معرفی محصولات جدید، روش‌های نوین کشاورزی و توسعه آبیاری بود. این روش‌ها نه شرایط منطقه‌ای خاک و اقلیم را در نظر می‌گرفتند و نه ساختار اجتماعی، مذهبی و سنتی را. پس از رشد اولیه در تولید، نتایج درازمدت حاصل از این برنامه‌های کمکی هیچگاه رضایت‌بخش نبود. به طور خلاصه، بنا برگزارش UNDP [۴]، از مجموع ۴/۷ میلیارد هکتار زمین در سال ۱۹۸۸، ۱/۲۳۵ میلیارد هکتار، یعنی ۲۵٪ کل نواحی کشاورزی در جهان، در اثر دخالت‌های انسان دچار کاهش تولید شد. فرسایش، شور شدن، زه‌دار شدن و بیابان‌زایی باعث از بین رفتن زمین‌های قابل کشت شده است. درصدر این‌ها، کشاورزی "کارا"، که مستقیماً از کشورهای غربی تقلید شده بود، در خیلی از موارد باعث فقیر شدن خاک بر اثر از دست دادن کربن و مواد مغذی شده است که این امر نیز نیاز به استفاده از کودها را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، در نواحی خشک غرب و مرکز آفریقا، میزان کربن در خاک بیشتر از ۵۰٪ کاهش یافته است که خود باعث کاهش حاصلخیزی به میزان ۵۰٪ شده است. تقاضا برای استفاده از کود، سال به سال افزایش می‌یابد. این موضوع یکی از دلایل اولیه فقر مردم وابسته به کشاورزی و در نتیجه مهاجرت عظیم آنها به شهرها می‌باشد. در شکل ۳ خلاصه‌ای از نتایج حاصل از اعمال فن‌آوری‌های مرسوم در کشورهای در حال توسعه نشان داده شده است. در شکل ۴ نیز برخی اقدامات لازم برای شکستن دور باطل موجود پیشنهاد شده است.



شکل ۳ـدور باطل یا چرخه تباهی، یعنی فرایند برگشتی منجر به وضعیت مصیبت بار فـ



شکل ۴ـراه‌های ممکن برای خروج از چرخه تباهی

شهرها بدون هیچ کنترلی عمدتاً به شکل حلبی‌آبادها و زاغه‌ها در حال رشد بودند که نتیجه آن، مشکلات و آلودگی محیط زیست بود. به منظور تغییر این وضعیت سازمان‌های بین‌المللی در دهه ۷۰، سرمایه گذاری عمده‌ای را روی منابع آب، بهداشت و تصفیه فاضلاب در کشورهای در حال توسعه، آغاز کردند. فن‌آوری گران غربی که به منابع زیادی نیاز دارد، نمی‌توانست جوابگوی جمعیت در حال تزاید باشد. به عنوان مثال، کل مبلغ لازم برای سرمایه گذاری بر روی آب و بهداشت در سال ۱۹۶۸ معادل ۶۰ میلیارد دلار تخمین زده شده بود [۱۱]. این سطح از سرمایه گذاری واقع گرایانه نبود. تخمین بعدی فقط در آمریکای لاتین به ۲۰ میلیارد دلار سرمایه گذاری برای یک دوره ۱۹۹۰-۱۹۸۶ بالغ می‌گردید. از این مبلغ فقط ۸۵۶ میلیون دلار توسط بانک جهانی سرمایه گذاری شد. از آغاز دهه ۹۰، تلاش‌های خیرخواهانه سازمان‌های بین‌المللی از رشد شتابان جمعیت شهرهای بزرگ در کشورهای در حال توسعه عقب افتاده است.

آلودگی ساحلی

حدود ۶۰٪ جمعیت جهان و بیشتر شهرهای بزرگ در کنار سواحل دریاها واقع شده‌اند. تا سال ۲۰۰۰ این رقم به حدود ۷۰٪ افزایش خواهد یافت [۱]. اکثریت مردم این مناطق برای تأمین پروتئین مورد نیاز خود به ماهی‌گیری وابسته‌اند. به عنوان مثال، در آفریقای شرقی، ماهی‌گیری ۹۰٪ پروتئین حیوانی مصرفی را تأمین می‌کند. آب‌های ساحلی، اکوسیستم‌های پیچیده و عمدتاً مولدی را تشکیل می‌دهند که زیستگاه انواع موجودات در آب‌های جهان می‌باشند. این سیستم‌ها نسبت به تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک حساس و آسیب‌پذیر می‌باشند. در نتیجه آلودگی ناشی از پساب‌های شهری و فعالیت‌های نظیر تخریب صخره‌های مرجانی و نابودی گیاهان دریایی، استعداد تولید بیولوژیک آب‌های دریایی به ویژه در نواحی حاره و نیمه حاره، به شدت کاهش یافته است. در جنوب شرق آسیا و حوالی جزایر کارائیب، حدود ۸۰-۷۰ درصد گیاهان آبزی در طی ۴۰ سال گذشته از بین رفته‌اند. حدود ۹۰٪ صخره‌های مرجانی در نواحی مزبور در اثر تغذیه گرایی و رسوب فرسایش یافته از زمین‌های اطراف، منهدم شده‌اند [۵].

در بیشتر شهرها فاضلاب تصفیه نشده به آب‌های ساحلی تخلیه می‌شود. معروفترین نمونه آن، تخلیه‌کننده آپامنا[1] می‌باشد که در هر ثانیه ۶ مترمکعب فاضلاب شهر ریودوژانیرو را از طریق یک لوله ۲/۴ متری به دریا می‌ریزد. ظرفیت لوله مزبور در آینده‌ای نزدیک دو برابر خواهد شد. تعداد زیادی لوله‌های جدید تخلیه فاضلاب به دریاها خواهند ریخت. منشأ این معضل جهانی می‌تواند به عدم موفقیت رویه فن‌آوری جاری برای آب و فاضلاب، که بسیار پرهزینه بوده و با شرایط اجتماعی - اقتصادی کشورهای در حال توسعه تطابق ندارد، مربوط شود.

دورنمای آینده

کشورهای توسعه یافته همچنان برای فن‌آوری‌های مرسوم منابع مالی فراوانی را اختصاص می‌دهند. این گونه کشورها از نظر اقتصادی قادر به تأمین مخارج تصفیه اضافی، حذف نیتروژن، تصفیه لجن، کنترل طرز کار سیستم‌ها و .... می‌باشند. در اینجا این سؤال مطرح می‌شود که آیا دنیا می‌تواند تباهی منابع را که نتیجه این فن‌آوری‌هاست تحمل کند؟.

کشورهایی مانند مالزی، تایلند و کره جنوبی، که سریعاً در حال توسعه هستند، سعی در نسخه‌برداری از فن‌آوری غربی دارند. در مناطق شهری، بستر رودخانه‌ها را پوشش بتنی می‌کنند، آلودگی رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی و ساحلی همچنان با آهنگ شتابداری افزایش می‌یابد. راه‌حل‌های اکولوژیک "سیستم‌های یکپارچه کشت"، روش‌های بدیع تصفیه فاضلاب یا بازیافت منابع مورد توجه قرار نمی‌گیرند. در اینجا این ابهام پیش می‌آید که آیا باید واقعاً خطاهای کشورهای توسعه یافته بدون هیچگونه تمهیدات جدیدی در کشورهای در حال توسعه تکرار شوند. حال این سؤال مطرح می‌شود که آیا واقعاً مفهوم "انتقال دانش و فن‌آوری" به نیاز توسعه پایدار پاسخ می‌دهد؟

برای اکثریت شهرها در کشورهای کمتر توسعه یافته در آفریقا و آسیا، فن‌آوری جاری تصفیه بسیار فراتر از توان اقتصادی آنهاست. بنا به اظهار گراو [۳]، کشورهایی با درآمد

1- Ipamena

سرانه ناخالص ملی کمتر از ۵۰۰ دلار، نه تنها به منابع کافی برای احداث واحدهای تصفیه فاضلاب دسترسی ندارند بلکه حتی از عهده نگهداری آنها نیز بر نمی‌آیند. ولی از یک دیدگاه دیگر، می‌توان تغییرات مثبتی را در آینده در این کشورها انتظار داشت. افراد در تلاش‌اند تا راه‌حل‌هایی ارزانتر و در عین حال سازگارتر با محیط زیست بیابند. مردم در مواجهه با کمبود عزم و توان نهادهای مرکزی در حل مشکلات، خود دست به کار می‌شوند و در برخی موارد نیز توانسته‌اند از طریق پی‌ریزی زیر ساخت‌های جدید و استفاده از راه‌حل‌ها و دانش سنتی محلی، در سطح محلی به موفقیت‌هایی نائل آیند. نمونه معروفی از چنین توسعه‌ای پروژه‌ای موسوم به پایلوت ارانجی[1] در منطقه‌ای در حومه کراچی با ۸۰۰۰۰۰ سکنه است. یک شخص خلاق به نام اخترخان، موفق به ساخت چاه جاذب برای ۷۰۰۰۰۰ خانه شخصی با ۱۵٪ هزینه معمول آن شد [۸].

در عمان، برکه‌های تثبیت به خوبی از عهده تصفیه ۵۷۰۰۰ مترمکعب در روز فاضلاب بر می‌آیند و از پساب آنها برای آبیاری درختان مرکبات و زیتون استفاده می‌شود [۹]. تالاب‌های کلکته مثال دیگری از تصفیه ارزان فاضلاب و سیستم کشت آبی چند مرحله‌ای بسیار حاصلخیز می‌باشد که برای بازیافت مواد زاید جامد و تولید مواد غذایی مانند سبزیجات، درختان میوه و ماهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اولین بار در سال ۱۹۹۳ بود که این سیستم‌ها به عنوان واحدهای اکولوژیک تصفیه فاضلاب و تولید توده‌های زیستی گیاهی و جانوری مورد توجه قرار گرفتند. بعد از آن تالاب‌های جدیدی به همین منظور در کلکته توسعه پیدا کرد.

راه‌حل‌های ممکن

بدون کاستن از رشد جمعیت در جهان و به ویژه در شهرها، امیدی به حل موفقیت آمیز مشکلات پیچیده شهرهای بزرگ وجود نخواهد داشت. باید از طریق ایجاد شرایط مناسب و جاذبه‌های زیستی در روستاها، مهاجرت از روستاها به شهر را کند کرد. بنابراین، تغییرات عمده در توسعه کشاورزی ضروری است. چنین توسعه‌ای باید مبتنی بر شرایط منطقه‌ای، فن‌آوری‌ها و کشت‌های سنتی و به عبارتی دیگر باید همسو با اکوسیستم باشد. در مناطق خشک باید به وسیله کشت محصولاتی که کربن را در خاک تجزیه می‌کنند از تخریب زمین جلوگیری کرد. فن‌آوری غربی برای تصفیه و به‌سازی فاضلاب برای بیشتر کشورهای در حال توسعه به دلایل اقتصادی، غیر قابل دست‌یابی است. تنها نقطه امید در این کشورها آن است که در آینده‌ای نزدیک فن‌آوری بدیع، سازگار با اکوسیستم و از نظر اقتصادی با صرفه، در مدیریت آب شهری توسعه یابد و به کار گرفته شود.

فن‌آوری‌های کهن که در خلال قرن‌ها در کشورهای در حال توسعه گسترش پیدا کرده بودند، تحت نام "تمدن" و "پیشرفت" به فراموشی سپرده شدند. خیلی از مشکلات موجود در این کشورها از این پیش فرض اشتباه ناشی می‌شوند که راه‌حل‌های غربی به روش‌های موجود قبلی برتری دارند. برنامه‌های توسعه‌ای اجرا شده در مناطق روستایی و شهرها شکست خوردند زیرا مبنای آنها بر الگوی زیستی بیگانه و ناسازگار استفاده گسترده از منابع و فن‌آوری گران استوار بود. مشکلات امروزی شهرهای بزرگ نتیجه این درک نادرست است.

بنابراین، باید روش‌های جدید و راه‌حل‌های فنی بدیع برای مدیریت آب و تصفیه فاضلاب در شهرها توسعه یابد و به مرحله اجرا درآید. این روش‌های نوین باید بر اصل حفظ منابع (در مقابل تصفیه در انتهای لوله) مبتنی باشند. باید تلاش شود از فن‌آوری‌های کوچک و ارزان قیمت که با سنت‌های محلی، اکوسیستم و تمرکز زدایی سازگار هستند استفاده شود؛ فن‌آوری‌هایی که بتوانند چرخه مواد را از بین زمین کشاورزی و شهر کامل کنند. بازیافت مواد مغذی باید در کانون توجه قرار گیرد تا بتوان از آلودگی آب و نیاز به کود کاست. مثال‌هایی از چنین فن‌آوری‌هایی عبارت‌اند از بهداشت خشک، تصفیه به وسیله تالاب‌ها، استفاده از خاک و لایه‌های آب‌دار به عنوان فیلتر، استخرهای اکسیداسیون کشت آبی متکی بر انرژی خورشیدی.

در مناطق خشک عاقلانه نیست که از آب تصفیه شده آشامیدنی برای شستشوی مستراح استفاده شود. بهداشت

1- Orangi Pilot Project

خشک، یعنی کودسازی یا جداسازی مستراح‌ها، راه حل کارآمدی است که باید متناسب با سنت‌های محلی، بیشتر توسعه یابد و در بسیاری شهرها به مرحله اجرا در آید. باید توجه کرد که بهداشت خشک برای دفع و استفاده مجدد از فضولات انسانی یک سیستم شناخته شده قدیمی است که برای قرن‌ها در خیلی از کشورهای خشک آفریقایی و آسیایی مورد استفاده قرار می‌گرفت. به عنوان مثال، در شهرهای یمن، مستراح‌های خشک که ادرار را از مدفوع جدا می‌کنند برای قرن‌ها حتی در خانه‌های چند طبقه به کار می‌روند. سیستم سنتی دفع فضولات در شهر اورگالا در صحرای الجزایر، مستراح‌های کودسازی است. اما چنین سیستم‌هایی تحت نام " پیشرفت " از بین رفته‌اند و حتی در کشورهای خشک توسط مستراح‌های امروزی جایگزین شده‌اند. به این ترتیب سیستم‌های مرسوم قدیمی که به خوبی کار می‌کردند و منابع را بازیافت می‌نمودند و با بهره گیری از تجربه نسل‌ها به گونه‌ای توسعه یافته بودند که با محیط زیست سازگاری داشتند، کهنه و قدیمی تلقی شدند و به جای آنها سیستم‌های به اصطلاح " پیشرفته " جایگزین شدند که در واقع از نظر مفهوم اکولوژیکی یک مرحله عقب‌تر می‌باشند.

در نواحی گرم و مرطوب، عمدتاً در کشورهای آسیایی، استفاده از سیستم‌های بیولوژیک و سیستم‌های یکپارچه کشت آبی و کشاورزی برای تصفیه فاضلاب برای سال‌هاست که شناخته شده‌اند. به عنوان مثال، چین سنتی دیرینه و سازگار با محیط زیست برای بازیافت فاضلاب به وسیله سیستم‌های بیولوژیک چند سطحی مبتنی بر کشت آبی دارد. متأسفانه در خیلی از مناطق این سیستم‌ها تحت نام فرایند توسعه از بین رفته‌اند [۱۷].

برنامه‌ریزی‌های جدید فیزیکی و اجتماعی باید از مرزهای موجود فراتر رود. یکپارچگی و جامعیت فرابخشی، لازمه حل مسائل شهرهای بزرگ است. مشکلات مربوط به آب این شهرها، همه اجزای چرخه آب را در بر می‌گیرد : آب، زمین، هوا و انرژی؛ یعنی این مشکلات به تمام فعالیت‌های انسان در حوزه‌های آبریز رودخانه‌ها مربوط می‌شود. اصل حفاظت از منابع، سرلوحه‌ای برای فعالیت‌های آینده است. این اصل می‌تواند نشان دهد که چه فعالیت‌ها و چه فن‌آوری‌هایی همسو با جهت مطلوب می‌باشند [۶ و ۷].

نتیجه گیری

مدیریت و بهداشت آب و فاضلاب شهری محور هر نوع توسعه آینده نه تنها در شهرها بلکه در مناطق مشترک شهری - روستایی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه است [۲]. به منظور تأمین تقاضای آب سالم بهداشتی برای شرب و نیز برای توسعه بهداشت در شهرهای بزرگ، یک نگرش جامع‌گرایانه به مدیریت منابع باید اعمال گردد. به منظور توفیق در این مهم، نه تنها در فن‌آوری‌های کاربردی باید تغییرات اساسی صورت گیرد بلکه سیستم‌های آموزشی، برنامه‌های کمک و تعاون، عادات اجتماعی، سیاست‌ها، ساختار و مدیریت جوامع نیز باید متحول گردند.

دور باطل از دست دادن مواد مغذی و کربن را در کشاورزی که منجر به ویرانی زمین، گرسنگی و مهاجرت به شهرها می‌شود، با فن‌آوری مرسوم نمی‌توان متوقف کرد. سرمایه گذاری هنگفت در تأسیسات زیربنایی و بهداشتی نمی‌تواند همپای رشد شتابان جمعیت شهری پیش برود. به منظور خروج از این چرخه سه نکته ضروری است : ۱ - توسعه روش‌ها و فن‌آوری‌های بدیع برای مدیریت آب شهری و تصفیه فاضلاب. ۲ - تجدید نظر در مراحل تولید غذا در مناطق روستایی و تغییر آنها به سوی کشاورزی سازگار با اکوسیستم به منظور کاهش رشد شهرها. ۳ - تغییر اساسی در نگرش برنامه‌ریزی و طراحی شهری، سیستم‌های حمل و نقل و رشد صنعتی. به جای شهرهای دایماً در حال رشد، باید نواحی جدید کشاورزی - صنعتی در تعادل با واحدهای جدید شهری کوچک توسعه یابند. حمل و نقل در این واحدها از طریق پیاده روی یا دوچرخه صورت می‌گیرد و اتصال بین این واحدها از طریق راه‌آهن یا اتوبوس مهیا می‌گردد. در کشورهای در حال توسعه، تغییرات عظیم در طرز تفکر، نگرش و فن‌آوری اتفاق نخواهد افتاد. این مسأله ابتدا باید در کشورهایی که پتانسیل پژوهشی لازم را در اختیار دارند توسعه یافته و به مرحله اجرا برسد.

باید از تمامی اقدامات فراتر از مرزهای فعلی که تغییرات

مهم اجتماعی را با توجه به ابتکارهای منطقه‌ای میسر می‌سازند، حمایت شود. هدف، تقویت گروه‌های قوی منطقه‌ای است که قادر باشند راه‌حل‌های خود را در سطح منطقه‌ای اعمال نمایند. در این صورت نقش دولت‌ها آن است که با افزایش سطح آموزش عمومی و به جریان انداختن امکانات مالی لازم، امکان تحقق این ابتکارات و نظرات را فراهم سازند [۱۵].

از این مطالب دو نتیجه می‌توان گرفت. اولاً کشورهای صنعتی که از عوامل بروز مشکلات حاضر در مناطق کشاورزی و شهرهای بزرگ کشورهای در حال توسعه می‌باشند، باید برای حل مشکل وارد شوند. در اینجاست که می‌توان اشتباهات گذشته را از طریق توسعه روش‌ها و فن‌آوری‌های جدید، باصرفه و سازگار با محیط زیست در کشورهای در حال توسعه جبران نمود.

ثانیاً، تغییر فن‌آوری که در حال حاضر در حال انجام است باید با سایر تغییرات اساسی همراه شود. اقتصاد کنونی، که خسارات زیست محیطی و سهم منابع را به صورت هزینه نمی‌بیند، باید تغییر یابد. الگوی زندگی ما نیز ناگزیر دچار تغییرات عمده خواهد شد.

منابع و مراجع

★ Niemczynowicz, J. (1996). " Challenges and Interactions In Water Future ", Envir. Res. Forum, Vols. 3.4, pp. 1-40.

1- Ambio (1993)." *Tropical and Subtropical Coastal Management: A Question of Carbon Flow in a Sectorized Society,* " Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm, Sweden, Vol. 22, No.7, Special Edition on Royal Colloquium.
2- Clark, R. D. S. (1993). " *CSIRO Urban Water System Research Programme : Is Big Really Best ?,* " Proceedings of Sydney Water Board Conference, Sydney, Australia, 15 November.
3- Grau, P. (1994). " *What next?,* " Water Quality International, No. 4., pp 29-32.
4- Megalli, N. (1992). " *Hunger Versus the Environment: a Recipe for Global Suicide* " , Our Planet, UNEP. Vol. 4 No. 6, pp 4-11.
5- Ngoile, M. A. K. and Horrill, C. J. (1993). " *Coastal Ecosystems, Productivity and Ecosystem Protection* " , Coastal Ecosystem Management, Ambio, Vol. XXII, No. 7, pp 461-467.
6- Niemczyowicz, J. (1993). " *New Aspects of Sewerage and Water Technology* " , Special issue, Ambio, Vol. 22, No. 7, November, pp 449-455.
7- Niemczynowicz, J. (1994). " *New Aspects of Urban Drainage and Pollution Reduction - Towards Sustainability* ", Proc. IAWQ' 94, 17th Int. Conference, Budapest, Hungary, 24-30 July, Also in : Water Science and Tech., Vol. 30, No.5, pp 269-277.
8- OPP/RTI (1991). The Orangi Pilot Project and Training Institute, " *The Role of OPP in Orangi and Baldiaa*", OPP/RTI, Karachi.
9- Pescod, M. B. (1994). " *Agricultural Use of Treated Urban Wastewater in Developing Countries* ", New World Water, Sterling Publication, Editor Roy Harris. pp 104-106.
10- Rhoda, A. (1993). " *Women in the Third, World* ", UNESO / MAB, IHP Humid Tropics Programme Series, No. 6.
11- Rooy, C. and Doyle, B. A. (1992). " *Focus on Africa* ", Waterfront, No. 2, June.
12- SAREC. (1994). " *Verkligheten Bakom Siffrona* ", Gotab AB, ISBN 91-8682618-2.
13- WQI3. (1992). " *New York Chooses Composting to Solve Disposal Dilemma* ", Water Quality International No.3, pp 20-21.
14- WQI2. (1994). " *Mega - Cities Threaten Health of Urban Poor* ", Water Quality International, No. 2, p 5.
15- Viking, N. (1994). " *Byggande i Urban Miljo : Overgrippande Aspekter pa Fysisk Planering i Urbana Omraden,* " SIADA's temadag : Halsa Och Omgivningshygien Inom Ramen for Urbana Bygg - Och Vattenprojekt. Stora Skoggans Vardshus, Stockholm 8 September.
16- Wilkinson, R. (1992). " *Orangi is Not Unique, I am* ", Down to Earth, May 31, pp 48-49.
17- Zhang, Z. and Qian, Y. (1991). " *Water Saving and Wastewater Reuse and Recycling in China* ", Water Science and Technology, Vol. 23, Kyoto, pp 2135-2140.