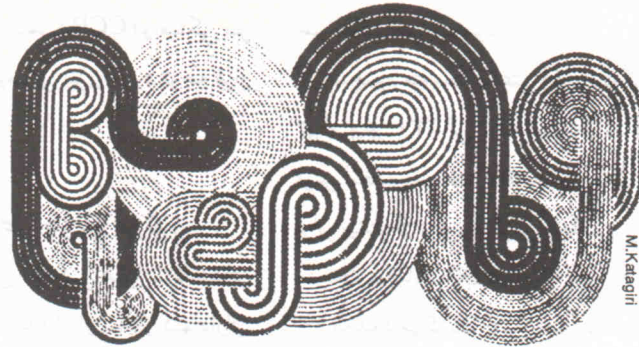


تصفیه و دفع فاضلاب در تهران



جلال الدین شایگان
دانشیار دانشکده مهندسی شیمی
دانشگاه صنعتی شریف

شهر تهران با جمعیتی حدود ۱۰ میلیون نفر هنوز فاقد سیستم جامع جمع‌آوری، تصفیه و دفع فاضلاب است. تصفیه‌خانه‌های موضعی کمتر از ۵ درصد از جمعیت را پوشش می‌دهند و بقیه فاضلابها بدون برنامه‌ریزی، بیشتر از طریق چاههای جذب آبهای زیرزمینی و کمتر از طریق جویها و انهار، جذب شبکه جمع‌آوری آبهای سطحی می‌شود.

بافت ساخته شده و پیچیده شهر، کمبود آب - چه برای شرب و چه برای آبیاری فضای سبز - و هزینه‌های سنگین در اجرای روشهای کلاسیک تصفیه فاضلاب از جمله لجن فعال، حکم می‌کند که دستاوردهای جدید علم و فن‌آوری تصفیه فاضلاب با هم ادغام و روش دوخته‌شده‌ای برای خاص شهر تهران طراحی و اجرا گردد. در متن مقاله علاوه بر شرح وضعیت فعلی، مشکلات وضع موجود و اقدامات انجام شده در طراحی یک سیستم کلاسیک برای فاضلاب تهران مورد بررسی قرار گرفته‌اند و در انتها مشکلات طرح و پیشنهادهایی برای رفع آنها ارائه شده است.

۱- وضعیت فعلی دفع فاضلاب

۱-۱- نحوه دفع

الف) دفع از طریق چاههای جذبی: بیش از ۹۰ درصد از فاضلابهای خانگی و در مواردی، فاضلابهای صنعتی و بیمارستانی در تهران و اطراف آن از چاههای جذبی به داخل زمین و یا آبهای زیرزمینی دفع می‌شود. دفع مداوم فاضلاب از طریق این قبیل چاههای جذبی بدون آنکه معادل فاضلابهای ورودی از آبهای زیرزمینی استخراج شود باعث بالا آمدن تدریجی سطح آبهای زیرزمینی تهران شده است.

ب) دفع مستقیم به جویها و نهرا: در مناطقی از تهران که حفر چاههای جذبی با مشکلاتی مواجه بوده است - برای مثال به اندازه کافی آبکش نبوده و یا سطح آبهای زیرزمینی بالاست - فاضلابهای خانگی از طریق لوله و یا به کمک پمپ به طور مستقیم و یا بعد از گذر از یک تانک سینیک به داخل جوی و یا نهراهای جمع‌آوری آبهای سطحی هدایت می‌شود. تعدادی از کارخانجات و واحدهای صنعتی داخل شهر، پادگانها، بیمارستانها و حمام‌های عمومی نیز فاضلاب خود را از همین طریق دفع می‌نمایند.

ج) تصفیه‌خانه‌های موضعی: در نقاطی از تهران که به دلایل: ۱- بافت خاک، ۲- بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی و ۳- تراکم بالای جمعیت، مشکلات موضعی حادی به وجود آمده بود اقدام به ایجاد شبکه جمع‌آوری و ساخت تصفیه‌خانه شده است. از جمله می‌توان به

تصفیه‌خانه‌های شهرک اکباتان، شهرک غرب، قیطریه، زرگنده، شوش، دولت‌آباد و صاحبقرانیه اشاره نمود. میزان تصفیه در این واحدها در مجموع حدود ۵ درصد جمعیت تهران را پوشش می‌دهد. د) دفع از طریق تخلیه آبهای زیرزمینی: در قسمتهای جنوبی تهران - که عملاً فاضلابهای خانگی به طور مستقیم به آبهای زیرزمینی تخلیه می‌شود - فاضلابهای نفوذیافته به آبهای زیرزمینی از طریق دهها چاه سطحی و نیمه عمیق به داخل شبکه جمع‌آوری آبهای سطحی پمپ می‌شود.

۱-۲- مشکلات نحوه دفع فاضلاب تهران در وضعیت فعلی

الف) افزایش بی‌رویه سطح آبهای زیرزمینی: انتقال قسمتهای قابل توجهی از رودخانه‌های کرج و جاجرود طی سالهای متمادی به تهران و هدایت آنها از طریق میلیونها شیر به داخل چاههای جذبی و در نهایت به آبهای زیرزمینی باعث شده است که بتدریج موازنه سفره آب زیرزمینی تهران از تعادل خارج شود و در نتیجه سطح آبهای زیرزمینی به طور پیوسته افزایش یابد به گونه‌ای که، در مناطق جنوبی تهران این افزایش سطح، مشکلات خاصی را به همراه آورده است. ب) در سالهای اخیر، افزایش سطح آبهای زیرزمینی در مناطق جنوبی تهران باعث تخریب تعدادی از بناهای مسکونی شده است. علاوه بر آن، بسیاری از ساختمانها نیز عملاً ایمنی خود را از دست داده‌اند. به همین دلیل نیز به علت سست شدن پی، امکان تخریب آنها در

زلزله‌هایی با قدرت کم نیز وجود دارد.

ب) آلوده شدن آبهای زیرزمینی: افزایش سطح آبهای زیرزمینی ضخامت لایه خاکی را که می‌تواند به‌عنوان یک صافی برای تصفیه فاضلاب عمل کند کاهش داده است و از همین روی نیز آبهای آلوده و حتی در مواردی فاضلاب خام، مستقیماً وارد سفره آبهای زیرزمینی می‌شود. به این ترتیب، در اکثر نقاط تهران آبهای زیرزمینی هم از نظر میکروبی و هم از نظر شیمیایی - بویژه از نظر میزان نیترات - آلوده شده است. از آنجا که برای تأمین آب شرب در تهران هر ساله نیاز بیشتری به استفاده از آبهای زیرزمینی است^۳، چنانچه این آلودگی مهار نشود امکان استفاده مستقیم از آبهای زیرزمینی برای انتقال به شبکه توزیع از بین خواهد رفت و باید آب زیرزمینی پس از تصفیه‌های شیمیایی و میکروبی به شبکه توزیع اضافه شود.

ج) آلوده شدن جویها و نهرهای روباز داخل شهر: فاضلابهای انتقال یافته به جویهای داخل شهر فضای شهر را در معرض انواع آلودگیها قرار می‌دهد. تماس کودکان و افراد ناآگاه با این آبهای آلوده و یا استفاده از آن برای کشاورزی در داخل و خارج شهر دامنه گسترش این آلودگیها را وسیع‌تر می‌نماید. کیفیت آب جاری در تعدادی از این انهار در نقاط مختلف تهران^[۱] وخیم‌تر از فاضلاب خام خانگی بوده و در مواردی، حاوی فلزهای سنگین و سایر مواد شیمیایی خطرناک نیز هست.

د) عدم برنامه‌ریزی و استفاده مجدد از فاضلابهای تصفیه شده تصفیه‌خانه‌های موضعی: از آنجا که تصفیه‌خانه‌های موضعی برای رفع مشکل حاد دفع فاضلاب در آن منطقه به وجود آمده‌اند، هیچ‌گونه برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از فاضلاب تصفیه شده آنها صورت نگرفته است. برای مثال، در یکی از این تصفیه‌خانه‌ها فاضلاب تصفیه شده با لجن مازاد دوباره مخلوط شده و به خارج تصفیه‌خانه هدایت می‌شود. این فاضلابهای تصفیه شده اگرچه می‌توانستند از طریق برنامه‌ریزی تا حدی مشکل بی‌آبی و یا کم‌آبی فضاهای سبز اطراف آن منطقه را برطرف نمایند. به علت هدایت به نهرهای عمومی عملاً باری از آلودگی کم نمی‌کنند.

۲- بررسی و نقد اقدامات انجام شده

۲-۱- مطالعات صورت گرفته

الف) مطالعات قبل از انقلاب: مطالعات مقدماتی طرح فاضلاب و جمع‌آوری آبهای سطحی تهران با همکاری سازمان بهداشت جهانی و توسط گروه مهندسان مشاور الکساندر گیپ، جان تیلور و تهران - بستان از سال ۱۳۵۱ شروع و در سال ۱۳۵۳ با ارایه یک گزارش دوازده جلدی خاتمه یافت^[۲]. پس از آن در اواخر سال ۱۳۵۵ مطالعات تکمیلی به همان شرکت‌های خارجی منتها با شریکان جدید

ایرانی واگذار شد. نتیجه این مطالعات به شرح زیر خلاصه شده است:

۱- انجام دادن کارهای فوری یا ایجاد تصفیه‌خانه موضعی برای مناطقی که مشکل حاد دفع فاضلاب دارند - که این کار تا حدودی صورت گرفته است.

۲- مرحله اول جمع‌آوری فاضلاب شمالی و جنوبی - منهای محورهای خیابان دکتر بهشتی (عباس آباد) تا میدان امام خمینی (سپه) از طریق دو لوله اصلی و تصفیه آنها در تصفیه‌خانه فاضلاب که قرار بوده به طور همزمان در جنوب تهران احداث شود.

۳- مرحله دوم جمع‌آوری فاضلاب قسمت مرکزی و غربی و ایجاد تصفیه‌خانه دوم در جنوب غرب تهران.

۴- مرحله توسعه نهایی، شامل ایجاد سیستم کلی جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب برای تمام محدوده طرح ۲۵ ساله تهران.

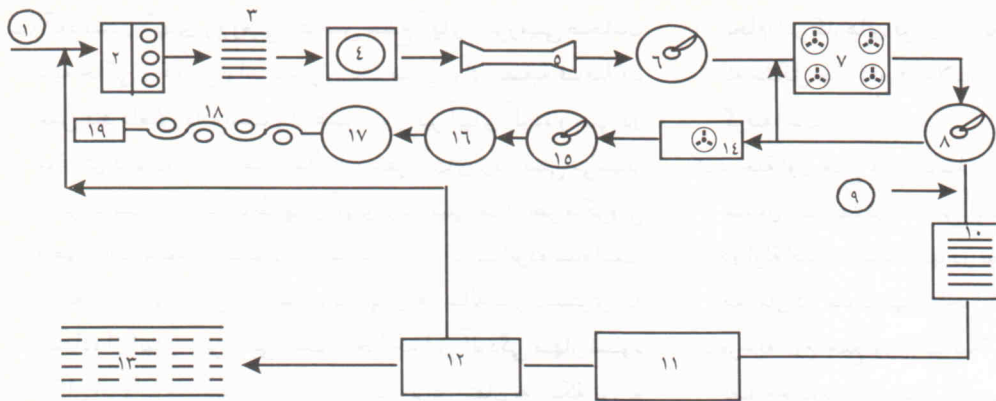
ب) طرح مطالعات جامع: پس از پیروزی انقلاب بازنگری مطالعات انجام شده و طراحی مجدد سیستم تصفیه فاضلاب به شرکت‌های مختلف مهندسان مشاور واگذار شده که بر این اساس ضمن تهیه طرح کلاسیک برای تصفیه‌خانه جنوبی از سوی این شرکتها، طرح تصفیه‌خانه بر مبنای فرایند لجن فعال با هضم بی‌هوازی لجنهای مازاد و تبدیل آن به کمپوست در نظر گرفته شده است. (شکل ۱)

۲-۲- برخی از مشکلات در اجرای مطالعات انجام شده

الف) مشکلات در زمان ایجاد شبکه جمع‌آوری: با توجه به بافت پیچیده شهر تهران و گستردگی عملیات به هنگام لوله‌گذاری و اتصال آنها به منازل بویژه در قسمت جنوبی شهر، اختلال شدیدی را برای مدت طولانی در سطح شهر به وجود خواهد آورد.

ب) هزینه سنگین: چنانچه قرار باشد یک طرح کلاسیک شبکه جمع‌آوری گسترده با یک تصفیه‌خانه مرکزی (طرح فعلی تصفیه‌خانه جنوبی تهران) برای شهر تهران با وضعیت موجود اجرا شود علاوه بر مشکلات ذکر شده در بند الف، هزینه سنگین حداقل ۵۰۰ هزار ریال برای هر نفر را شامل خواهد شد. این هزینه برای مرحله اول در حد ۱۵۰۰ میلیارد ریال برآورد می‌شود^۴.

ج) عدم استفاده بهینه از فاضلاب تصفیه شده: طرح ایجاد تصفیه‌خانه متمرکز در جنوب شهر و انتقال فاضلابهای جمع‌آوری شده از سطح شهر به منطقه جنوبی و تصفیه آن در چنین تصفیه‌خانه‌ای تمرکز بی‌بوجود می‌آورد که توزیع مجدد آن مستلزم برنامه‌ریزی و هزینه‌های بعدی است. یادآور می‌شود که در حال حاضر فضاهای سبز داخل شهر و کمربندهای سبز گسترده در اطراف شهر اکثراً با مشکل بی‌آبی مواجه هستند^۵. این فضاهای سبز علاوه بر آنکه می‌تواند به‌طور مستقیم در تصفیه فاضلاب به کار گرفته شود (روشهای دفع زمینی)



- ۱- فاضلاب ورودی
- ۲- ایستگاه پمپاژ
- ۳- آشغالگیر
- ۴- دانه گیر
- ۵- اندازه گیر جریان
- ۶- حوض ته نشینی اولیه
- ۷- هوادهی
- ۸- حوض ته نشینی ثانویه
- ۹- کلر
- ۱۰- کلر زنی
- ۱۱- مخزن ذخیره فاضلاب تصفیه شده
- ۱۲- صافی شنی
- ۱۳- کانال ورامین
- ۱۴- حوض اختلاط لجن
- ۱۵- تغلیظ لجن
- ۱۶- هاضم اولیه (بی هوازی)
- ۱۷- هاضم ثانویه (بی هوازی)
- ۱۸- آبگیری از لجن
- ۱۹- انبار لجن

شکل ۱- سیستم طراحی شده برای تصفیه فاضلاب تهران.

عملاً مشکل آبیاری را نیز برطرف خواهد نمود.

۳- نتیجه گیری

احداث شبکه های جمع آوری و سیستم تصفیه فاضلاب برای شهرهای بزرگ دارای مشکلات عدیده ای است؛ بویژه در خصوص شهر تهران، که وضعیت پیچیده تری دارد و به نظر می رسد که با توجه به مشکلات موجود در زمینه های مختلف اجرایی این پروژه عظیم، موارد زیر قابل بررسی و درخور توجه باشند:

۱- اگرچه احداث شبکه های جمع آوری فاضلاب در تهران بزرگ اجتناب ناپذیر است ولی جایگزینی شبکه های متعدد کوچکتر به جای شبکه بزرگ که در مقاطع زمانی مختلف قابل اجراست در کاهش مشکلات نقش خواهد داشت.

۲- به جای استفاده از یک یا چند تصفیه خانه خیلی بزرگ با ظرفیتهای بیش از ۲۰۰ هزار مترمکعب در روز، احداث تصفیه خانه های محلی کوچکتر در نقاط مختلف شهری قابل تأمل است.

۳- در بسیاری از کشورهای در حال توسعه فاضلابهای شهری را با گذراندن از یک مرحله تصفیه مقدماتی برای آبیاری فضای سبز، کشاورزی و یا حتی پرورش ماهی به کار می برند (از جمله چین و هندوستان). این روش تا حدود زیادی مورد تأیید سازمانهای بین المللی مثل سازمان بهداشت جهانی (WHO) نیز می باشد. با توجه به کمبود آب در مناطق کشاورزی و درختکاری اطراف تهران، بخصوص منطقه رباط کریم در جنوب غربی تهران و منطقه ورامین در جنوب شرقی، استفاده از آبهای نیمه تصفیه شده در این نواحی قابل توجه خواهد بود.

۴- در بسیاری از مناطق دنیا، فاضلابهای تصفیه شده را برای تقویت آبهای زیرزمینی نیز به کار می برند. متأسفانه اب. امر در ایران کمتر مورد توجه بوده است، بخصوص آنکه بسیاری از صنایع واقع در مناطق جنوبی تهران و حاشیه کویر از چاههایی استفاده می کنند که در حال خشک شدن هستند (مثل جرم شهر ورامین) و بالطبع تجدید منابع این چاهها کمک مؤثری به توسعه صنعتی این نواحی خواهد نمود.

پانوشتها

- ۱- به علت بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی در مناطقی از شهر تهران بویژه در مناطق جنوبی، میله و یانتباره چاههای جذبی مستقیماً در ارتباط با آبهای زیرزمینی قرار گرفته اند.
- ۲- پمپاژ پیوسته آبهای زیرزمینی در این مناطق توانسته است تا حدی در میزان ورودی و خروجی تعادلی به وجود آورد.
- ۳- هم اکنون حدود ۳۰ درصد از آب مورد نیاز تهران از طریق چاههای عمیق تأمین می شود.
- ۴- برآورد انجام شده بر اساس ریال سال ۱۳۷۵ است.
- ۵- در مناطقی از اطراف شهر، این فضاها سبز با تانکر آبیاری می شوند.

منابع

- ۱- «طرح بهنگام نمودن فاضلاب تهران در بخشهای شمالی و جنوبی»، مهندسان مشاور ری آب، ۱۳۶۴.
2. "Pre-investment survey of sewerage need and facilities in Tehran" Sir Alexander Gibb and John Tylor Consulting Engineers, Final reports, 1-5 (1975).