نقش تصفیه خانه فاضلاب در مدیریت شهری و کاربرد پساب در آبیاری فضای سبز

نگارندگان

حسین اخگرپور

کارشناس شیمی کاربردی

امیرحسین دهقان آزاد

کارشناس شیمی محض

ساناز ایرانپور مبارکه

کارشناس بهداشت محیط



چکیده

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های مدیریت شهری و حفاظت از محیط‌زیست به شمار می‌روند. این تأسیسات با حذف آلاینده‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی از فاضلاب، نه‌تنها مانع آلودگی منابع آب و خاک می‌شوند، بلکه نقش اساسی در بهبود کیفیت زندگی، ارتقای سلامت عمومی و توسعه پایدار شهرها دارند.

در سال‌های اخیر، با توجه به افزایش جمعیت و کمبود منابع آب شیرین، اهمیت بازچرخانی آب بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. تولید پساب تصفیه‌شده با کیفیت مناسب، امکانی فراهم می‌کند تا فضای سبز شهری، بوستان‌ها، کمربندهای سبز و حتی برخی بخش‌های صنعتی بدون مصرف آب شرب آبیاری شوند. این موضوع تأثیر چشمگیری بر کاهش مصرف آب قابل شرب، حفاظت از سفره‌های زیرزمینی و کاهش هزینه‌های شهرداری‌ها دارد.

در این میان، تصفیه‌خانه خلیج فارس در منطقه ۱۹ تهران نمونه‌ای مهم از این رویکرد نوین مدیریت آب شهری محسوب می‌شود. این تصفیه‌خانه با فراهم‌کردن امکان جمع‌آوری فاضلاب منطقه و تصفیه بهداشتی آن، گامی اساسی در رفع مشکلات دیرینه شبکه فاضلاب جنوب تهران برداشته است. پساب خروجی این تصفیه‌خانه، مطابق استانداردهای ملی، برای آبیاری فضای سبز منطقه مناسب است و به کاهش فشار بر منابع آب شرب تهران کمک می‌کند.

به‌طور کلی، توسعه و ارتقای تصفیه‌خانه‌ها و استفاده کارآمد از پساب آنها، یکی از راهبردهای کلیدی برای مدیریت پایدار آب در شهرهایی مانند تهران است. این فرآیند باعث حفاظت از محیط‌زیست، افزایش تاب‌آوری شهری و بهبود شاخص‌های کیفیت زندگی می‌شود. تقویت چنین طرح‌هایی، آینده‌ای پایدارتر و سازگارتر با شرایط اقلیمی برای شهرها رقم خواهد زد.

کلمات کلیدی: تصفیه، فاضلاب، فضای سبز، محیط زیست

مقدمه

گسترش شهرنشینی و افزایش مصرف آب، تولید حجم قابل توجهی فاضلاب را به همراه داشته است. مدیریت مناسب این فاضلاب‌ها یکی از چالش‌های اساسی مدیریت شهری است. تصفیه‌خانه‌ها با کاهش آلاینده‌ها، حفظ منابع آب و جلوگیری از آلودگی خاک و رودخانه‌ها، نقش مهمی در پایداری محیط‌زیستی دارند.

از سوی دیگر، افزایش هزینه‌های تأمین آب شرب برای آبیاری فضای سبز باعث شده شهرداری‌ها به استفاده از پساب تصفیه‌شده به‌عنوان یک منبع آبی پایدار روی آورند.

نقش تصفیه‌خانه‌ها در مدیریت شهری

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در حوزه مدیریت شهری دارای نقش‌های کلیدی زیر هستند:

۱) حفاظت از سلامت عمومی

کاهش بار میکروبی و آلودگی فاضلاب، از انتشار بیماری‌های عفونی جلوگیری کرده و هزینه‌های درمانی و بهداشتی را کاهش می‌دهد.

۲) جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست

تصفیه‌خانه‌ها با کاهش آلاینده‌ها، از تخریب رودخانه‌ها و منابع آب جلوگیری کرده و کیفیت زیست‌محیطی شهر را ارتقا می‌دهند.

۳) مدیریت آب شهری

تصفیه‌خانه‌ها با تولید پساب تصفیه‌شده برای آبیاری فضای سبز، شست‌وشو، تغذیه آبخوان‌ها و مصارف صنعتی، فشار بر آب شرب را کاهش می‌دهند.

این موضوع به‌ویژه در کلان‌شهرهایی که با کمبود آب مواجه هستند اهمیت دارد.

۴) کمک به توسعه پایدار شهری

استفاده از پساب در چرخه‌های شهری سبب:

۱. کاهش مصرف آب شرب
۲. کاهش هزینه‌های تأمین آب
۳. افزایش سرانه فضای سبز
٤. جلوگیری از فرونشست زمین

می‌شود و در نهایت توسعه پایدار شهری را تقویت می‌کند.

۵) تولید انرژی از فاضلاب

در بسیاری از تصفیه‌خانه‌ها، هضم بی‌هوازی لجن موجب تولید بیوگاز و برق می‌شود و می‌تواند تا ۳۰–۴۰ درصد انرژی مورد نیاز تصفیه‌خانه را تأمین کند.

تصفیه خانه خلیج فارس:

در منطقه ۱۹ شهر تهران تصفیه‌خانه‌ای با نام «تصفیه خانه خلیج فارس» برای مدیریت فاضلاب و آب بازچرخانی ساخته شده است.

این پروژه در چارچوب گسترش زیرساخت‌های آب و فاضلاب شهری و ارتقای کیفیت مدیریت آب و فاضلاب در تهران تعریف شده است.

تصفیه خانه خلیج فارس یکی از جدیدترین پروژه های مدیریت فاضلاب شهری است. این مجموعه با هدف رفع مشکل عدم اتصال شبکه فاضلاب منطقه، کاهش آلودگی رودخره ها و تامین پساب تصفیه شده برای آبیاری فضای سبز طراحی و اجرا شده است. وجود ایستگاه پمپاژ عمیق، امکان جمع آوری فاضلاب از نقاط پست منطقه را فراهم کرده و پساب تولیدی آن منطقه استاندارهای ملی برای استفاده در فضای سبز شهری را دارد.

این تصفیه خانه نمونه ای از رویکرد "بازچرخانی آب" در مدیریت شهری تهران محسوب می شود و نقش مهمی در کاهش مصرف آب شرب در آبیاری پارکها و فضای سبز شهری را دارد.



تصویر ۱ – محل احداث ایستگاه پمپاژ تصفیه خانه خلیج فارس



تصویر۲- ساخت ایستگاه پمپاژ در عمق ۳۳ متری

ظرفیت و عملکرد:

بر اساس گزارش‌ها، در فاز اول این تصفیه‌خانه ظرفیتی معادل ۷ هزار متر مکعب اعلام شده است. در فاز اول با ظرفیت ۲هزار مترمکعب در شبانه روز و با روش لجن فعال و در فاز دوم با ظرفیت ۵ هزار مترمکعب با روش SBR در زمینی به مساحت ۱۵ هزارمترمربع در محدوده صالح آباد در مدار تصفیه می باشد. همچنین پروژه شامل احداث ایستگاه پمپاژ است: ایستگاه پمپاژ این تصفیه‌خانه در عمق ۲۲ متری زمین ساخته می‌شود؛ پروژه پمپاژ تا کنون با پیشرفت فیزیکی ۷۰٪ همراه بوده است. این ایستگاه برای انتقال فاضلاب به تصفیه‌خانه طراحی شده است و شامل سازه‌هایی مانند شمع‌ها برای تثبیت دیواره‌ها است.

نقش در مدیریت شهری و منابع آب:

افتتاح این تصفیه‌خانه (و تأکید بر آن در پروژه‌های مدیریت منابع آب منطقه ۱۹) با هدف بهبود وضعیت شبکه فاضلاب در این منطقه و حل بحران فاضلاب بیان شده است. پیش از ساخت این تصفیه‌خانه، گفته شده که «شبکه اصلی فاضلاب منطقه» به تصفیه‌خانه وصل نشده بود. بنابراین این تصفیه‌خانه نقش مهمی در تکمیل زیرساخت فاضلاب و بهبود وضعیت بهداشت و محیط زیست شهری ایفا می‌کند.

کاربرد پساب و فضای سبز:

بر اساس اطلاعات مسئولان شهری، استفاده از پساب تصفیه‌شده برای آبیاری فضای سبز بخشی از استراتژی مدیریت منابع آب است. ا تصفیه فاضلاب و بازچرخانی آب، فشار بر منابع آب شرب کاهش می‌یابد و آب قابل استفاده برای فضای سبز تأمین می‌شود.

ترکیب فاضلاب ورودی به تصفیه خانه خلیج فارس معمولاً با فاضلاب‌های صنعتی و شهری با بار آلودگی بالا مواجه است. این نوع فاضلاب‌ها معمولاً آلاینده‌های متنوع‌تری دارند و تصفیه آن‌ها به تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر نیاز دارد، تصفیه خانه خلیج فارس به دلیل توانایی بالا در کاهش آلاینده‌ها و تصفیه مناسب فاضلاب، تاثیرات مخرب زیست‌محیطی کمتری بر روی اکوسیستم آبی و خاکی دارد. این تصفیه خانه توانسته است که کیفیت پساب خروجی خود را در تمامی پارامترهای مهم مانند TSS، COD، BOD به سطح مطلوبی برساند و همچنین با استفاده از فناوری‌های به روز مانند سیستم‌های حذف نیتروژن و فسفر و تصفیه بیولوژیکی پیشرفته، توانسته است بهترین عملکرد را در کاهش آلاینده‌ها نشان دهد.

میزان نیتروژن در پساب خروجی آن کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر است و فسفر به کمتر از ۱ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌یابد، که برای جلوگیری از رشد جلبک‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی کافی است. میزان TSS در تصفیه خانه خلیج فارس مشابه سایر تصفیه خانه‌ها (کمتر از ۳۰ میلی‌گرم در لیتر) است، که نشان می‌دهد این تصفیه خانه به خوبی ذرات معلق را حذف کرده و پساب نسبتاً شفاف تولید میکند که طبق استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران و استانداردهای EPA (آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده) و استانداردهای WHO (سازمان بهداشت جهانی) تصفیه خانه خلیج فارس قادر به رعایت استانداردهای محیط زیستی برای کیفیت پساب است و همچنین پساب خروجی از تصفیه خانه معمولاً معیارهای استاندارد کیفیت پساب برای استفاده در کشاورزی، آبیاری فضای سبز و بازچرخانی آب را به طور کامل رعایت می‌کند.

جایگاه در شبکه تصفیه فاضلاب تهران

با توجه به اینکه شهر تهران و مناطق مختلف آن — به ویژه مناطقی با تراکم زیاد — نیازمند زیرساخت‌های قوی فاضلاب و بازچرخانی آب هستند، تصفیه خانه خلیج فارس نمونه‌ای از اقدامات شهرداری و سازمان آب و فاضلاب برای پاسخ به این نیاز است.

به بیان پژوهشی‌تر، کار بهینه و بازچرخانی پساب در تصفیه‌خانه‌ها می‌تواند به کاهش مصرف آب شیرین، تأمین آب فضای سبز و افزایش پایداری شهری کمک کند (مطابق تحلیل‌های جهانی درباره تصفیه و استفاده مجدد آب)

نکات مهم / محدودیت‌ها / نکاتی برای تکمیل گزارش

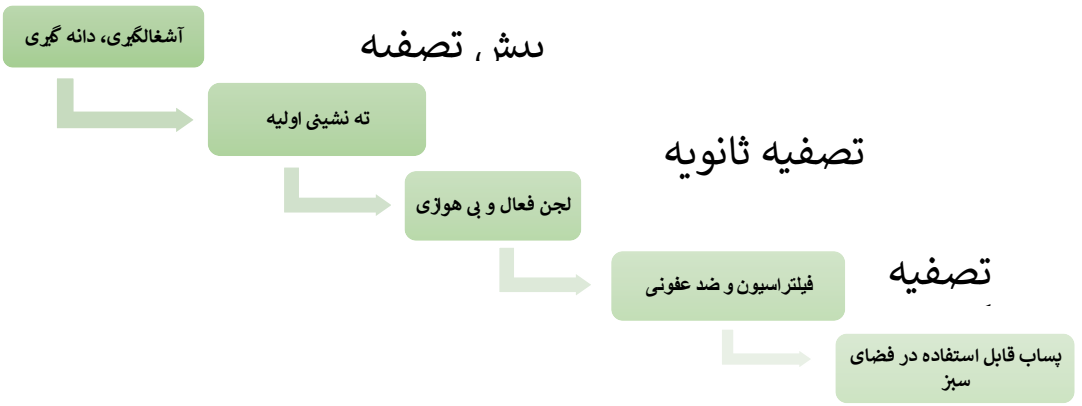
• پروژه پمپاژ و انتقال آب — با توجه به سازه عمیق و شمع‌گذاری — پیچیدگی مهندسی دارد؛ این نشان‌دهنده این است که مدیریت شهری توجه جدی به زیرساخت دارد، ولی هزینه و نگهداری نیز قابل توجه است.

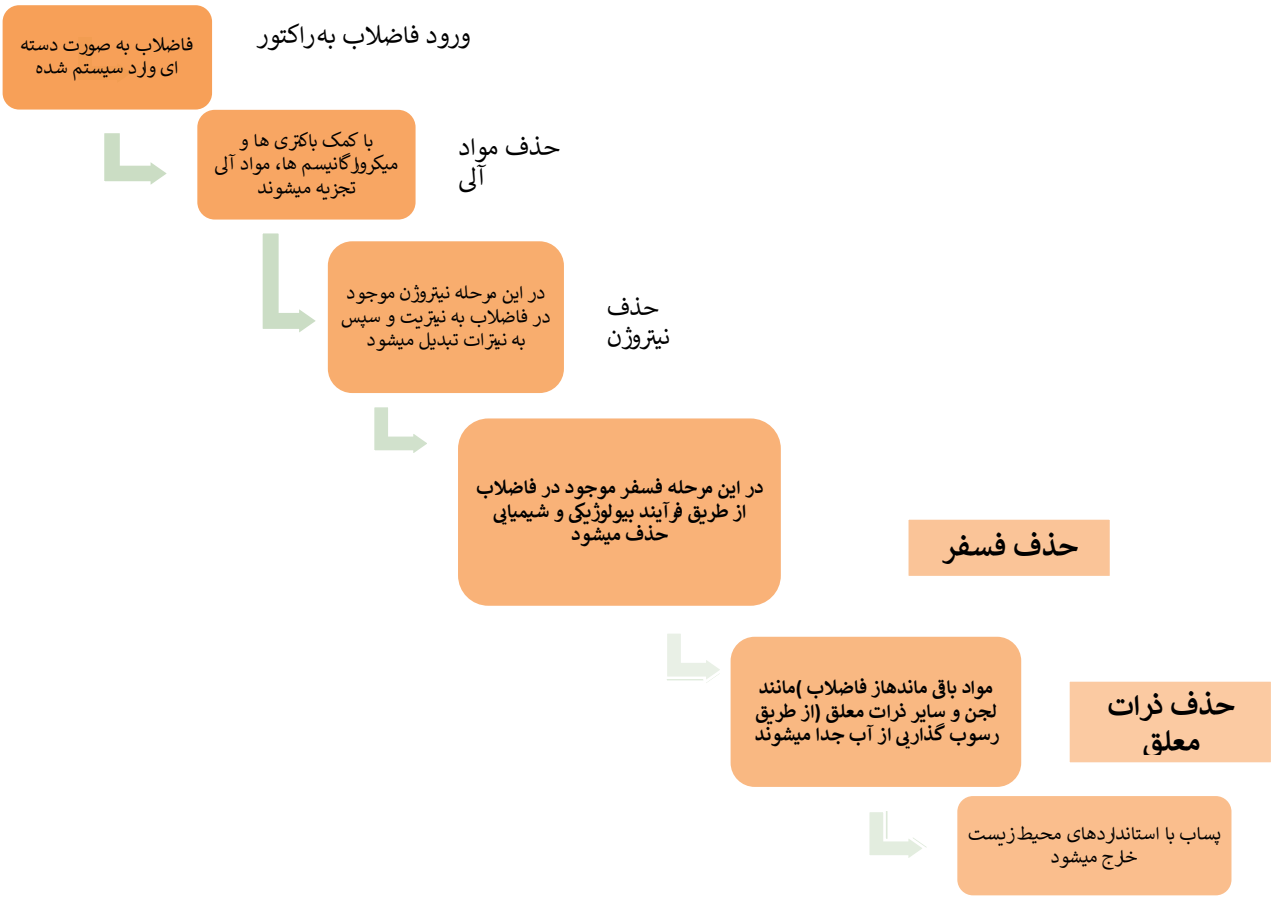
مقایسه چند تصفیه خانه

نام تصفیه خانه	موقعیت	نوع فرایند تصفیه	نقش در مدیریت شهری	کیفیت پساب	ویژگی های مهم
خلیج فارس	19 منطقه	بیولوژیکی لجن وSBR فعال	رفع مشکل عدم اتصال شبکه فاضلاب منطقه، تامین پساب برای فضای سبز، کمک به جلوگیری از فرونشست زمین و آلودگی خاک	مناسب برای آبیاری فضای سبز	پروژه جدید با ایستگاه پمپاژ عمق ۲۲ متری
جنوب تهران	شهرری	لجن فعال، برکه های تثبیت	بزرگترین مرکز تصفیه تهران، مدیریت فاضلاب جنوب تهران، جلوگیری از ورود فاضلاب به مسیل ها	قابل استفاده برای کشاورزی کنترل شده و فضای سبز	قدیمی ترین و بزرگترین تصفیه خانه ایران
تهرانسر	غرب تهران	لجن فعال و گندزدایی	کاهش بار فاضلاب غرب، کنترل سیلاب شهری، تامین گساب برای بوستانها	مناسب برای فضای سبز	نقش مهمی در توسعه فضای سبز منطقه ۲۱ و 22
فیروز بهرام	شمال غرب	بیولوژیکی	جمع آوری فاضلاب محدوده شهران و کن، کاهش نشت فاضلاب	مناسب برای فضای سبز	طراحی شده برای مناطق پرتراکم مسکونی
انقلاب	16 منطقه	بیولوژیکی تکمیلی	مدیریت آب های سطحی و فاضلاب منطقه	مناسب برای فضای سبز	مناسب مناطق مرکزی

مراحل تصفیه فاضلاب (خلاصه علمی)

مراحل کلی شامل پیش‌تصفیه، تصفیه اولیه، تصفیه ثانویه (زیستی) و تصفیه تکمیلی است. در پایان فرآیند، پساب خروجی می‌تواند دارای کیفیتی باشد که مطابق استانداردهای وزارت نیرو و سازمان محیط‌زیست برای آبیاری فضای سبز یا کشاورزی قابل استفاده باشد.





استفاده از پساب تصفیه‌شده در فضای سبز شهری

استفاده از پساب برای آبیاری فضای سبز یکی از مهم‌ترین کاربردهای تصفیه‌خانه در مدیریت شهری است.

مزایای کاربرد پساب در فضای سبز

- کاهش مصرف آب شرب

آبیاری فضای سبز یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب در شهرهاست. استفاده از پساب، وابستگی به آب شرب را کاهش می‌دهد.

- کاهش هزینه‌های شهرداری‌ها

هزینه تأمین آب برای فضای سبز معمولاً بسیار بالاست، در حالی که پساب هزینه کمتری دارد.

- حفظ منابع آب زیرزمینی

در بسیاری از مناطق، فشار بر چاه‌ها و منابع آب زیرزمینی زیاد است؛ استفاده از پساب می‌تواند فشار برداشت را کاهش دهد.

- تأمین مواد مغذی برای گیاهان

پساب تصفیه‌شده حاوی مقدار کمی نیتروژن و فسفر است که می‌تواند به رشد گیاهان کمک کند و نیاز به کود را کاهش دهد.

استانداردها و الزامات آبیاری فضای سبز با پساب

برای استفاده ایمن از پساب در فضای سبز باید مواردزیر کنترل و بررسی شود:

- مقدار TSS، COD، BOD و میکروارگانیسم‌ها کنترل شود
- از گندزدایی کامل با کلر یا UV استفاده شود
- برای گونه‌های مقاوم‌تر گیاهی به‌کار رود (چمن، کاج، درختان سایه‌دار و زینتی)
- تماس مستقیم انسان با آب آبیاری کاهش یابد

نمونه‌های متداول کاربرد

- پارک‌ها
- کمربند سبز شهری
- حاشیه بزرگراه‌ها
- فضای سبز صنعتی
- زمین‌های ورزشی

چالش‌ها و محدودیت‌ها

- نیاز به شبکه لوله‌گذاری مستقل برای انتقال پساب
- هزینه‌های نگهداری تصفیه‌خانه
- کنترل کیفیت پساب در طول زمان
- پذیرش اجتماعی استفاده از پساب

نتیجه‌گیری

تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به‌عنوان یکی از مؤثرترین زیرساخت‌های مدیریت شهری، نقش مهمی در ارتقای کیفیت زندگی، حفظ محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های شهری دارند. استفاده از پساب تصفیه‌شده در فضای سبز، یکی از کارآمدترین راهکارهای مدیریت منابع آب و توسعه پایدار است و می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف آب شرب، حفظ منابع آب زیرزمینی و ارتقای زیست‌بوم شهری ایفا کند. گسترش زیرساخت‌های تصفیه‌خانه و بهره‌برداری اصولی از پساب، باید یکی از محورهای اصلی برنامه‌ریزی شهری باشد.

منابع

1. Metcalf & Eddy. (2014). Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill.
2. Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2016). Wastewater Treatment and Reuse. McGraw-Hill.
3. WHO. (2017). Sanitation Safety Planning: Manual for Safe Use and Disposal of Wastewater.
4. United Nations Water. (2015). Wastewater Management: A UN-Water Analytical Brief.
5. Asano, T., et al. (2007). Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications. McGraw-Hill.