بهینه یابی روش تصفیه پساب تصفیه خانه فاضلاب جهت استفاده در صنایع: مطالعه موردی شهر بندرعباس

شهروز شجاعی[۱]، سیداحمد سجادی [۲و ۳*]، مهدی ملایی[۳]، حمید امیری[۳]

[۱] شرکت تامین و توسعه زیرساخت خلیج فارس، بندرعباس.
[۲] گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران، کرج.
[۳] شرکت مهندسی مشاور صدرآب نیرو، ارومیه.
[*] رایانامه: S_ahmadsajadi@ut.ac.ir

مقدمه

کشور ایران در کمربند خشک دنیا واقع شده و در طول تاریخ با مشکل کم آبی مواجه بوده است. تغییرات اقلیمی بوجود آمده در اثر گرمایش زمین طی چند دهه اخیر و برداشت بی رویه از منابع آب در دسترس، مزید بر علت شده تا ایران را با خطر جدی کمبود آب مواجه کند (Zarepour Moshizi و همکاران ۲۰۲۲). مطابق بررسی‌های انجام شده، در سال‌های گذشته تاثیر تغیرات اقلیمی و خشکسالی در جنوب ایران بیشتر از سایر مناطق کشور بوده است (Mansouri Daneshvar و همکاران ۲۰۱۹). بنابراین مدیریت مصرف آب و استفاده از پساب در صنایع در این مناطق به صورت یک ضرورت در آمده است (Charkhestani و همکاران ۲۰۱۶). تخلیه فاضلاب‌های تولیدی ناشی از مصارف شهری و صنعتی منجر به تخریب محیط بیولوژیک و تغییر اکولوژیک آنها می‌شود. استفاده مجدد از آب به عنوان روش قدیمی، اما رویکردی جدید، بالاخص با بالارفتن هزینه‌های تولید آب و انرژی مدنظر تمامی ارگان‌های نظارتی، راهبردی، تصمیم‌گیر و اجرایی دولتی، نیمه دولتی و خصوصی شده است. از اینرو با توجه به اینکه منابع آبی شهر بندرعباس (واقع در جنوب ایران) در سال‌های اخیر تحت تاثیر پدیده خشکسالی و کم آبی گرفته، استفاده از تمام ظرفیت پساب فاضلاب با رعایت تمام استانداردهای زیست محیطی، برای حفظ ذخایر منابع آبی و همچنین توسعه صنعت و کشاورزی ضرورت دارد. در این مطالعه به بررسی امکانسنجی استفاده از پساب تصفیه فاضلاب شهر بندرعباس در صنایع غرب این شهر پرداخته شده است. در این مطالعه سه روش مختلف برای تصفیه پساب و استفاده مجدد از آن مورد بررسی قرار گرفته است و گزینه برتر براساس ملاحظات فنی، زیست محیطی، اقتصادی و بهره برداری انتخاب شده است.

مواد و روش‌ها

واحد تصفیه تکمیلی پیشنهادی در تصفیه خانه فاضلاب شهر بندرعباس واقع شده است. طراحی تصفیه‌خانه این شهر برای دبی ۶۴ هزار متر مکعب در روز انجام شده اما در حال حاضر دبی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه یکصد هزار متر مکعب در روز بوده و پساب خروجی به طور موقت بدون تأمین استانداردهای لازم به دریا تخلیه می‌شود. به این ترتیب، هدف اولیه این پروژه استفاده مجدد از فاضلاب و جلوگیری از آلودگی محیط زیست است. بر اساس بررسی های انجام شده، سه گزینه مختلف برای تصفیه اضافی فاضلاب بندرعباس پیشنهاد شده است. این گزینه ها به شرح زیر است:

- گزینه ۱: ترسیب شیمیایی، فیلتراسیون دولایه+ ازن زنی +کربن فعال +اولترافیلتراسیون +کارتریج فیلتر+ اسمز معکوس + تصفیه نهایی
- گزینه ۲: ترسیب شیمیایی، فیلتراسیون دولایه+ اولترافیلتراسیون + اکسیداسیون پیشرفته+کارتریج فیلتر+اسمز معکوس + تصفیه نهایی
- گزینه ۳: ترسیب شیمیایی، فیلتراسیون دولایه + اکسیداسیون پیشرفته+ اولترافیلتراسیون +کارتریج فیلتر+اسمز معکوس + تصفیه نهایی

در بخش بحث و نتایج مشخصات هر کدام از روش ها توضیح داده شده است، سپس گزینه برتر از منظر اقتصادی، زیست محیطی و فنی انتخاب شده است.

جمع بندی و نتایج

بر اساس اطلاعات ارائه شده، به نظر می رسد که هر سه گزینه دارای چندین مرحله تصفیه از جمله رسوب شیمیایی، فیلتراسیون دو لایه و اسمز معکوس هستند. با این حال، تفاوت اصلی در مراحل تصفیه اضافی مانند ازن زنی و کربن فعال در گزینه ۱، اکسیداسیون پیشرفته در گزینه ۲، و شناورسازی هوای محلول در گزینه ۳ نهفته است. گزینه ۱ دارای یک طرح تصفیه جامع است که شامل ازن زنی و کربن فعال برای حذف است. مواد آلی باقی مانده در این حالت و تزریق کلر با دوز بالا ممکن است نگرانی های زیست محیطی را ایجاد کند. گزینه ۲ فرآیند تصفیه مشابهی با گزینه ۱ دارد اما با افزودن اکسیداسیون پیشرفته برای حذف مواد آلی، میزان ازن مورد نیاز برای فرآیند ازن زنی را کاهش می دهد. همچنین شامل یک سیستم ضد عفونی UV برای کاهش بار میکروبی است. گزینه ۳ پیچیده ترین طرح تصفیه را با شناورسازی هوای محلول اضافه شده به فرآیند ترسیب شیمیایی و به دنبال آن اکسیداسیون پیشرفته و اولترافیلتراسیون دارد. این روش ممکن است منجر به هزینه های بالاتر و چالش های فنی بیشتر شود. از نظر عوامل اقتصادی، گزینه ۲ ممکن است به دلیل کاهش استفاده از ازن و فرآیند تصفیه ساده تر، مقرون به صرفه ترین باشد. با این حال، واحد اکسیداسیون پیشرفته و سیستم ضد عفونی UV ممکن است به سرمایه و هزینه‌های عملیاتی اضافه کند. از دیدگاه زیست محیطی، گزینه ۲ نیز ممکن است ارجح باشد زیرا مقدار ازن مورد نیاز برای تصفیه را کاهش می دهد و پتانسیل محصولات جانبی مضر را کاهش می دهد. از نظر فنی، گزینه ۱ ممکن است قابل اعتمادترین باشد زیرا شامل مراحل تصفیه چندگانه برای اطمینان از کیفیت بالای پساب است، اما تزریق کلر با دوز بالا ممکن است چالش های فنی ایجاد کند. بنابراین، بر اساس اطلاعات داده شده، گزینه ۲ ممکن است مطلوب ترین انتخاب باشد، زیرا تعادل خوبی بین عوامل اقتصادی، محیطی و فنی ارائه می دهد.

مزایای اقتصادی و فنی گزینه سوم برای تصفیه تکمیلی تصفیه خانه فاضلاب بندرعباس در ماتریس ارزیابی نشان داده شده است (جدول ۱). هزینه سرمایه گذاری اولیه پایین و هزینه کم تصفیه هر متر مکعب فاضلاب این گزینه را از نظر اقتصادی مطلوب می کند. علاوه بر این، مصرف انرژی کمتر در مقایسه با گزینه اول یک مزیت فنی است که می تواند هزینه های عملیاتی را در طول زمان کاهش دهد. علاوه بر این، سهولت کارکرد سیستم با توجه به واحدهای در نظر گرفته شده برای پیش تصفیه آب شیرین کن یکی دیگر از مزایای فنی قابل توجه گزینه سوم است. سرعت و سهولت اجرای سیستم با توجه به نوع واحدهای در نظر گرفته شده نیز می تواند زمان توقف سیستم را در مرحله احداث کاهش دهد. یکی دیگر از مزایای فنی گزینه سوم، هدر رفت آب کمتر به دلیل عدم وجود فیلتر کربن فعال است که می تواند هزینه های عملیاتی کمتری را در پی داشته باشد. در مجموع، گزینه سوم رویکرد متعادلی را ارائه می دهد و آن را به بهترین گزینه برای تصفیه تکمیلی تصفیه خانه فاضلاب بندرعباس تبدیل می کند.

جدول ۱- ماتریس ارزیابی گزینه‌های مختلف طرح تصفیه تکمیلی بندرعباس

پارامتر / گزینه	اقتصادی						فنی، بهره‌برداری و اجرایی												رتبه
	هزینه تصفیه هر مترمکعب پساب		هزینه سرمایه‌گذاری اولیه		هزینه بهره‌برداری		میزان مصرف انرژی		سهولت بهره‌برداری		سرعت و سهولت اجرا		سهولت اجرای و بهره‌برداری در داخل کشور		میزان هدر رفت آب		اطمینان از کیفیت آب خروجی		
گزینه اول	۷۳	۷۳	۶۸/۱۸	۶۸/۱۸	۷۲	۷۲	۸۰	۸۰	۶۳	۶۳	۶۹	۶۹	۶۳	۶۳	۶۵	۶۵	۶۶	۶۶	۶۶/۸۸
گزینه دوم	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۶۶/۶	۶۶/۶	۷۲	۷۲	۷۰	۷۰	۶۲	۶۲	۶۰	۶۰	۶۴	۶۴	۶۲۹/۶
گزینه سوم	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۶۶/۶	۶۶/۶	۸۱	۸۱	۷۰	۷۰	۶۲	۶۲	۶۰	۶۰	۷۲	۷۲	۶۷۶/۶

گزینه اول: تصفیه شیمیایی + فیلتراسیون + ازن‌زنی + کربن فعال + UF
گزینه دوم: تصفیه شیمیایی + فیلتراسیون + UF + اکسیداسیون پیشرفته
گزینه سوم: تصفیه شیمیایی + فیلتراسیون + اکسیداسیون پیشرفته + UF

منابع

Zarepour Moshizi M, Yousefi A, Amini AM, Shojaei P (2022). Rural vulnerability to water scarcity in Iran: an integrative methodology for evaluating exposure, sensitivity and adaptive capacity. GeoJournal 88: 2121–2136. https://doi.org/10.1007/s10708-022-10726-0

Mansouri Daneshvar MR, Ebrahimi M, Nejadsoleymani H (2019). An overview of climate change in Iran: facts andstatistics. Environmental Systems Research 8: 7. https://doi.org/10.1186/s40068-019-0135-3

Charkhestani A, Salehi Ziri M, Amini Rad H (2016). Wastewater reuse: potential for expanding Iran's water supply to survive from absolute scarcity in future. Journal of Water Reuse and Desalination 6(3): 437-44. https://doi.org/10.2166/wrd.2015.210