# تعیین شاخص‌های آلودگی برای طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اجتماعات کوچک؛ مطالعه موردی روستاهای اطراف زرند، استان کرمان

مجید محمودآبادی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۱۳

## چکیده

تعیین شاخص‌های آلودگی متناسب با شرایط کشور از اهمیت ویژه‌ای برای طراحی سیستم‌های تصفیه فاضلاب اجتماعات کوچک و مناطق روستایی برخوردار است. این تحقیق با هدف تعیین بهترین شاخص‌های آلودگی برای طراحی سیستم‌های تصفیه فاضلاب اجتماعات کوچک بر اساس آمار کوتاه‌مدت انجام شد. به این منظور، قبل و بعد از چهار تصفیه‌خانه فاضلاب در روستاهای اطراف زرند به اسامی ده‌میلان، حتکن، سرباغ و سکوکان، هر یک در ۱۰ مرحله و در فواصل زمانی یک هفته‌ای نمونه‌برداری انجام شد. مقدار نیاز زیستی اکسیژن (BOD)، نیاز شیمیایی اکسیژن (COD)، کربن آلی کل (TOC)، هدایت الکتریکی (EC) ، کل مواد معلق (TSS) ، کل مواد محلول (TDS) ، اکسیژن محلول (DO) ، ازت کل (TKN)، فسفر کل (TP)، واکنش آب (pH)، درجه حرارت، کدورت و قلیاییت و همچنین غلظت عناصر سنگین کادمیوم، روی، سرب، نیکل و مولیبدن با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که مقدار BOD، COD، TOC، TSS، DO، pH، درجه حرارت، کدورت، کادمیوم و سرب بین فاضلاب ورودی به چهار سیستم تصفیه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نداشت، درحالی‌که برای سایر پارامترها اختلاف معنی‌دار بین تصفیه‌خانه‌ها مشاهده شد. بر مبنای نتایج آنالیزهای آماری، پنج شاخص BOD، COD، TOC، TSS و کدورت به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های طراحی سیستم‌های تصفیه برای اجتماعات کوچک انتخاب شد. مقدار متوسط (± خطای استاندارد) شاخص BOD برابر با ۱۹/۶±۲۲۳/۴، COD برابر با ۴۲/۴±۴۶۶/۸، TOC برابر با ۵/۷±۸۱/۱۳، TSS برابر با ۱۹/۳±۱۵۸/۶ و کدورت برابر با ۱۴/۲±۱۲۳/۴ تعیین گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌گردد به‌منظور طراحی تصفیه‌خانه‌ها در اجتماعات کوچک و مناطق روستایی که از لحاظ اقلیمی و فرهنگی مشابه روستاهای مورد مطالعه می‌باشند، پارامترهای طراحی در بازه اطمینان نتایج این تحقیق بکار گرفته شود.

**واژه‌های کلیدی: تصفیه‌خانه، فاضلاب، عناصر سنگین، مناطق روستایی.**

[۱] دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران. تلفن: ۰۳۴-۳۱۳۲۲۶۲۲، mahmoodabadai@uk.ac.ir

## مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین منابع حیاتی طبیعت به شمار می‌رود. دسترسی به آب سالم برای مردم سراسر جهان به‌عنوان یک معضل مطرح شده است (Ahuja, 2009). سرعت شهرنشینی و توسعه سریع شهرسازی باعث نابودی و کاهش منابع آب، هوا و کیفیت زمین شده است (Saxena and De Souza, 2006). از آنجا که ایران در زمره کشورهای کم‌آب جهان محسوب می‌شود (نوروزی و پورخباز، ۱۳۸۹)، پرداختن به آلاینده‌های آن امری ضروری می‌باشد. یکی از راه‌های مبارزه با کمبود آب، تأمین بخشی از نیازهای آبی از طریق مصرف پساب فاضلاب است. از آنجا که هر مصرفی از این آب‌های بازیافتی به کیفیت خاصی نیاز دارد در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، برای تأمین کیفیت مورد نظر، درجه تصفیه مناسب آن را به کار می‌برند. از این رو، در کشورهای توسعه‌یافته که استانداردهای محیطی در مورد به‌کارگیری فاضلاب اعمال می‌شود، از آن برای مصارف مختلف نظیر آبیاری فضای سبز و پارک‌ها، صنعت، ساختمان‌سازی، بهبود حیات وحش و تا حد محدودتر در باغستان‌ها استفاده می‌شود (Hussain et al., 2002). در این راستا لازم است از سیستم‌های تصفیه با کارایی مطلوب بهره گرفته شود.

در مطالعات قبلی وجود مقادیر بالای عناصر سنگین نظیر سرب، نیکل، کروم و کادمیوم در پساب حاصل از تصفیه فاضلاب گزارش شده است (صیادمنش و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج بررسی سایر محققان نشان از آن دارد که کاربرد پساب در اراضی زراعی، غلظت عناصر سنگین را در محصولات کشاورزی (Chary et al., 2008) افزایش می‌دهد. تحقیقات گذشته که در ایران انجام شده نیز بر این موضوع تأکید دارد که غلظت عناصر سنگین خاک، در مکان‌هایی که از پساب برای آبیاری اراضی استفاده می‌شود، بیشتر بوده است (مردانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ صیادمنش و همکاران، ۱۳۹۳). این موضوع لزوم توجه به غلظت عناصر سنگین را در ارزیابی کارایی سیستم‌های تصفیه نشان می‌دهد.

برای تصفیه فاضلاب از سیستم‌های مخصوصی استفاده می‌شود که ارزیابی کارایی این سیستم‌ها با استفاده از شاخص‌های متعددی قابل بررسی است که می‌توان به میزان اکسیژن مورد نیاز تجزیه شیمیایی (COD)، اکسیژن مورد نیاز تجزیه بیوشیمیایی (BOD)، کربن آلی کل (TOC)، ذرات معلق جامد (TSS) و محلول (TDS)، اکسیژن محلول (DO)، نیتروژن کل (TKN)، فسفر کل (TP)، واکنش (pH)، درجه حرارت (Temp)، کدورت (Turb) و قلیاییت (Alk) اشاره نمود (Roeleveld and Van Loosdrecht, 2002; Pedrero et al., 2010). آگاهی از چگونگی روند تغییرات پارامترهای مربوط به آلودگی فاضلاب می‌تواند اطلاعات مناسبی را در مورد طراحی بهتر و جلوگیری به‌موقع از بروز اشکال در سیستم و انجام اقدامات پیشگیرانه به‌منظور کاهش اثرات حاصل به دست دهد. متأسفانه در حال حاضر، مطالعات جامعی در کشور انجام نشده و طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب اعم از شهری یا روستایی بر اساس منابع اطلاعاتی خارج از کشور انجام می‌گیرد که لزوماً با شرایط ایران منطبق نبوده و لذا هزینه‌های اضافه، مشکلات و خطاهایی از این بابت در طراحی‌ها به وجود می‌آید. در واقع، استفاده از پارامترهای طراحی خاص کشورهای توسعه‌یافته برای طراحی تصفیه‌خانه‌های ایران مناسب نمی‌باشد (جزایری و همکاران، ۱۳۸۸). لذا بهتر است از پارامترهای طراحی منطبق با شرایط آب و هوایی مختلف و مشخصات واقعی فاضلاب‌ها به‌منظور افزایش راندمان در راهبری و بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب استفاده شود.

در خصوص تعیین شاخص‌های آلودگی برای طراحی سیستم‌های تصفیه فاضلاب مناطق شهری و نه روستایی مطالعاتی در ایران انجام شده است. عظیمی و عامری (۱۳۸۱) در یک دوره یک‌ساله به بررسی مشخصات کمی و کیفی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه صاحبقرانیه تهران پرداختند. نتایج حاصل از بررسی آن‌ها در تعیین مقادیر سرانه دبی و آلاینده‌های فاضلاب در این تصفیه‌خانه نشان داد که مقادیر اکسیژن‌خواهی شیمیایی ۲۲۵، اکسیژن‌خواهی

بیوشیمیایی پنج‌روزه ۱۲۹/۸، مواد معلق ۱۸۹/۷، مواد معلق فرار ۱۳۸/۷، نیتروژن کجلدال کل (بر حسب نیتروژن) ۳۸/۳ و فسفر فسفاتی ۲/۷ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. همچنین مقدار متوسط pH فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه ۷/۷۳ و درجه حرارت آن ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. جزایری و همکاران (۱۳۸۸) در یک تحقیق به تعیین پارامترهای طراحی تصفیه-خانه‌های فاضلاب شهری در سه تصفیه‌خانه شهرکرد، بروجن و فارسان پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بین سه تصفیه‌خانه مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد از نظر پارامترهای BOD، COD، TKN و TP وجود ندارد، ولی میزان TSS بین سه تصفیه‌خانه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان داد.

یکی از موارد مهم و اساسی در کمک به کارشناسان فن و دستگاه‌های مجری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مربوط به اجتماعات کوچک نظیر مناطق روستایی، تعیین شاخص‌های آلودگی و حدود استاندارد به‌منظور طراحی بهتر تصفیه‌خانه‌ها با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی کشور است. همچنین، مطالعه عوامل آلاینده در مناطق روستایی به‌ویژه فاضلاب و فلزات سنگین و همچنین کارایی سیستم‌های تصفیه در این مناطق کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، تحقیق حاضر با هدف تعیین بهترین شاخص‌های آلودگی برای تصفیه‌خانه‌های برخی اجتماعات کوچک اطراف شهرستان زرند کرمان انجام شد. همچنین ارزیابی و مقایسه شاخص‌های حاصل نسبت به سایر شاخص‌های طراحی که قبلاً در سایر نواحی کشور مورد مطالعه قرار گرفته نیز صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

### محل اجرای تحقیق

با توجه به طرح‌های در حال اجرای تصفیه فاضلاب روستاهای اطراف زرند، محل اجرای تحقیق، چهار روستای اطراف شهرستان زرند به نام‌های ده‌میلان، حتکن، سرباغ و سکوکان انتخاب شد. در جدول ۱ موقعیت جغرافیایی سیستم‌های تصفیه فاضلاب ارائه شده است. جمعیت فعال روستاهای یادشده به‌ترتیب ۵۴، ۲۳۸، ۳۴ و ۶۳ نفر می‌باشد. در این روستاها، سیستم تصفیه در سال‌های اخیر تأسیس شده و هر یک در محل خروجی به رودخانه فصلی می‌ریزند. در بین چهار سیستم تصفیه مورد مطالعه، تنها سیستم حتکن دارای سیستم هوادهی بوده که این کار از طریق نصب سیستم در داخل حوضچه‌های مخصوص انجام می‌شود. در همه سیستم‌ها، تصفیه فاضلاب از طریق سیستم فیلتراسیون و ترسیب با استفاده از مخازن زیرزمینی انجام می‌شود.

**جدول (۱): موقعیت جغرافیایی سیستم‌های تصفیه فاضلاب**

| نام سیستم تصفیه | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | جمعیت (نفر) | رودخانه پایین‌دست |
|---|---|---|---|---|
| ده‌میلان(زرند) | 56° 48' 41.52" شرقی | 30°53' 43.5" شمالی | ۵۴ | ده میلان |
| حتکن(زرند) | 56° 47' 40.44" شرقی | 30° 51' 21.78" شمالی | ۲۳۸ | باب گوهر |
| سرباغ(زرند) | 56° 48' 13.8" شرقی | 30° 51' 16.8" شمالی | ۳۴ | باب گوهر |
| سکوکان(زرند) | 56° 48' 30.48" شرقی | 30° 50' 50.28" شمالی | ۶۳ | گزی |

### نمونه‌برداری و اندازه‌گیری خصوصیات فاضلاب

نمونه‌برداری از سیستم‌های تصفیه فاضلاب در ۱۰ مرحله، هر یک به فاصله زمانی یک هفته از یکدیگر انجام شد. در هر مرحله، قبل و بعد از سیستم تصفیه فاضلاب نمونه‌برداری انجام شد به‌طوری که در مجموع تعداد ۸۰ نمونه فاضلاب برداشته شد. شاخص‌هایی که در این تحقیق اندازه‌گیری شد، شامل BOD، COD، TOC، EC، TSS، TDS، DO، TKN، TP، pH، درجه

حرارت، کدورت و قلیاییت بود که طبق روش آزمایش‌های آب و فاضلاب (Bitton, 1999) مقدار هر پارامتر اندازه‌گیری شد. به این منظور، نمونه‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر داخل ظروف مخصوص جمع‌آوری و سپس برای تعیین پارامترهای یادشده در یخچال نگهداری شد.

همچنین نسبت بین شاخص‌ها نظیر BOD/COD، TSS/COD، TKN/COD و TP/COD نیز محاسبه گردید. علاوه بر این، به‌منظور بالابردن دقت، با استفاده از دستگاه اکسیژن‌سنج دیجیتال، pH، درجه حرارت و اکسیژن محلول در محل و در زمان نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد.

به دلیل اهمیت فلزات سنگین به‌عنوان عوامل شیمیایی آلاینده فاضلاب در این تحقیق، در ۸۰ نمونه برداشتی غلظت آن‌ها اندازه‌گیری شد. این عناصر شامل کادمیوم، روی، سرب، نیکل و مولیبدن بود که غلظت هر یک به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. با توجه به غلظت اندازه‌گیری شده اولیه و برای افزایش دقت، اندازه‌گیری غلظت عناصر سنگین در حد پی پی بی انجام شد.

### تعیین بهترین شاخص‌های آلودگی

از آنجا که تاکنون شاخصی بومی برای طراحی سیستم‌های تصفیه فاضلاب روستایی با جمعیت کم در کشور تعیین نشده، لذا بر اساس نتایج آنالیز آماری، بهترین شاخص‌ها برای منطقه طرح بر مبنای دو معیار در دو گام تعیین گردید. معیار اول به این صورت تعریف شد که شاخص منتخب در طراحی همه یا اغلب سیستم‌های تصفیه اجتماعات کوچک کشور قابل استفاده باشد. مقدار چنین شاخصی نباید در فاضلاب ورودی به هر چهار سیستم تصفیه مورد مطالعه تفاوتی داشته باشد. در این صورت است که می‌توان به شاخص و رقم مناسبی برای آن دست یافت. بنابراین برای نیل به چنین شاخصی، عدم وجود معنی‌داری بین مقدار هر یک از شاخص‌ها در بین ورودی سیستم‌های تصفیه ملاک قرار داده شد.

در گام بعد به‌منظور انتخاب بهترین شاخص‌ها، کارایی سیستم‌ها در تصفیه فاضلاب ملاک قرار داده شد. به‌عبارت دیگر، یک شاخص در طراحی سیستم تصفیه فاضلاب مناسب است که علاوه بر قابل استفاده بودن در مناطق مختلف، معیاری از کارایی سیستم تصفیه نیز باشد. به عبارتی شاخصی مطلوب است که مقدار آن در خروجی و ورودی سیستم تصفیه متفاوت باشد. در این مرحله شاخصی انتخاب شد که از بین چهار سیستم تصفیه، حداقل در سه مورد تفاوت معنی‌دار بین مقدار آن در ورودی و خروجی مشاهده شود. در نهایت، به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری و برای مقایسه میانگین بین پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در سطح معنی‌داری پنج درصد، از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

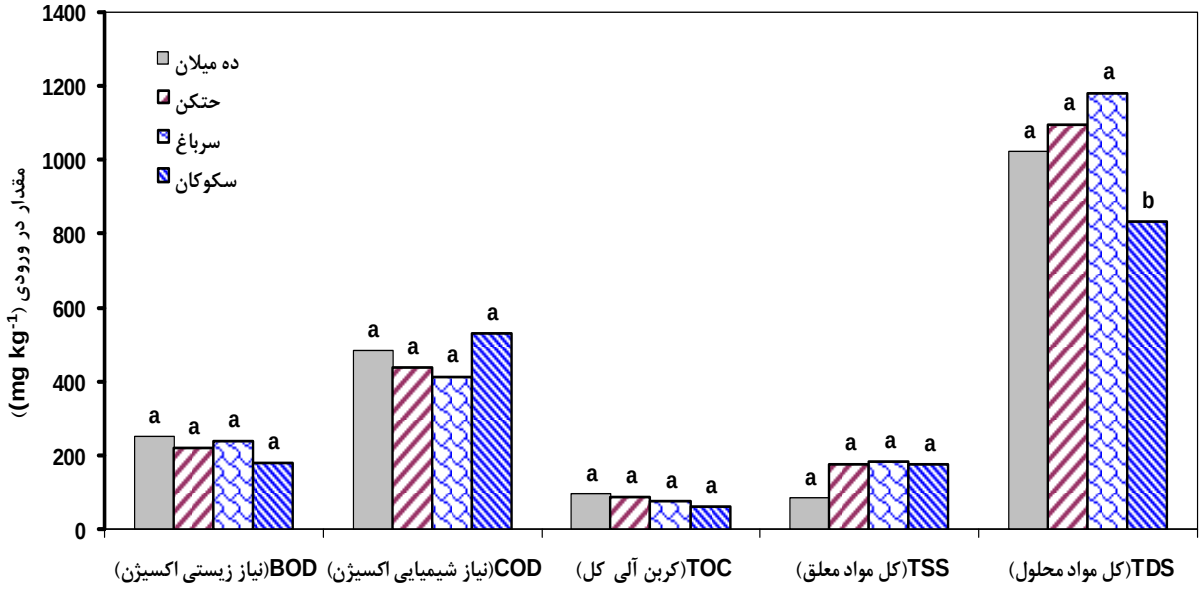
## نتایج و بحث

### مقایسه آلودگی فاضلاب‌ها

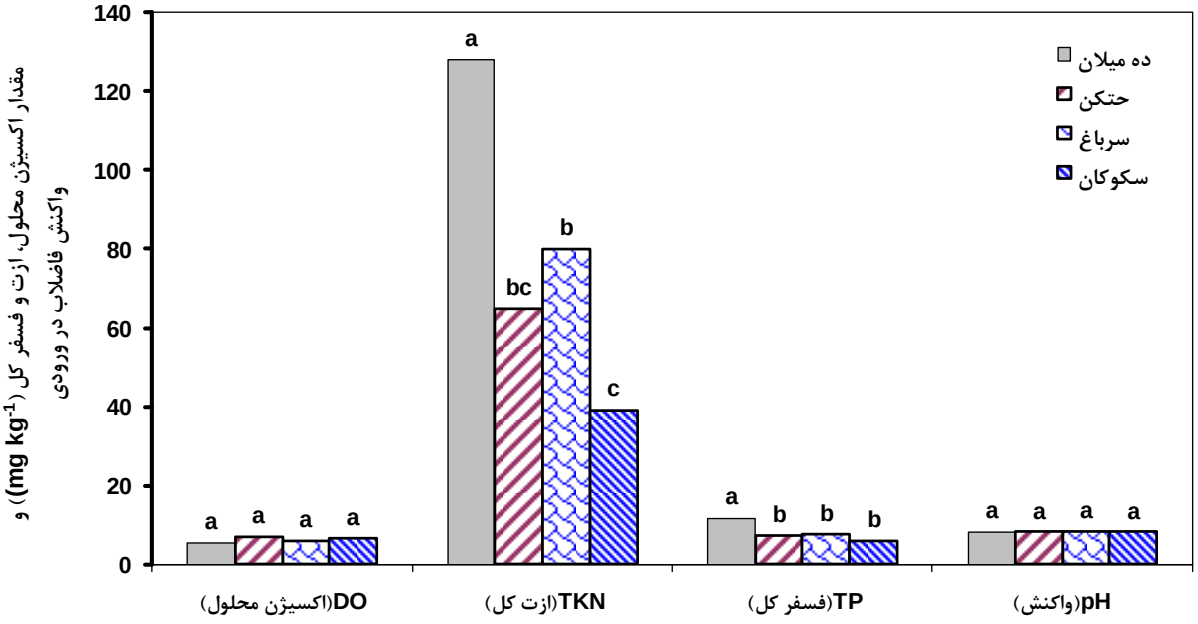
شکل‌های ۱ تا ۵ مقادیر متوسط پارامترهای مورد مطالعه را در فاضلاب ورودی به سیستم‌های تصفیه نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مقدار BOD، COD، TOC، TSS، DO، pH، درجه حرارت و کدورت بین فاضلاب ورودی به چهار سیستم تصفیه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارد. این بدان مفهوم است که کیفیت فاضلاب از نظر عوامل یادشده در مناطق روستایی و اجتماعات کوچک مشابه منطقه طرح تفاوتی با یکدیگر ندارد. در بین فاضلاب ورودی به سیستم‌های تصفیه، پارامترهای TDS، TKN، TP، EC و قلیائیت تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد دارد. این تفاوت‌ها به نحوی است که کمترین مقدار TDS مربوط به فاضلاب روستای سکوکان است و بین سایر روستاها از این نظر تفاوتی مشاهده نمی‌شود. همچنین، بیشترین مقدار پارامتر TP مربوط به فاضلاب روستای ده‌میلان است و بین سایر روستاها مقدار فسفر کل تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. یکی از راه‌های ورود فسفات به منابع آب، فعالیت‌های بشر نظیر صنعت و فعالیت‌های کشاورزی و آلودگی ناشی از

فاضلاب خانگی عنوان شده است (Wilsenach et al., 2007). هر چند فسفر از عناصر پرمصرف گیاه در اراضی کشاورزی محسوب می‌شود، ولی غلظت بیش از حد آن اثرات زیست‌محیطی داشته و برای نمونه در محیط‌های آبی باعث پدیده یوتریفیکاسیون می‌شود (Neal et al., 2010). در برخی از پژوهش‌های گذشته افزایش فسفر موجود در پسماند فاضلاب گزارش شده است (Wilsenach et al., 2007) که می‌تواند منجر به ته‌نشینی فسفات در لوله‌های انتقال و پوسته‌شدن آن‌ها شود که هزینه‌هایی را به دنبال دارد.

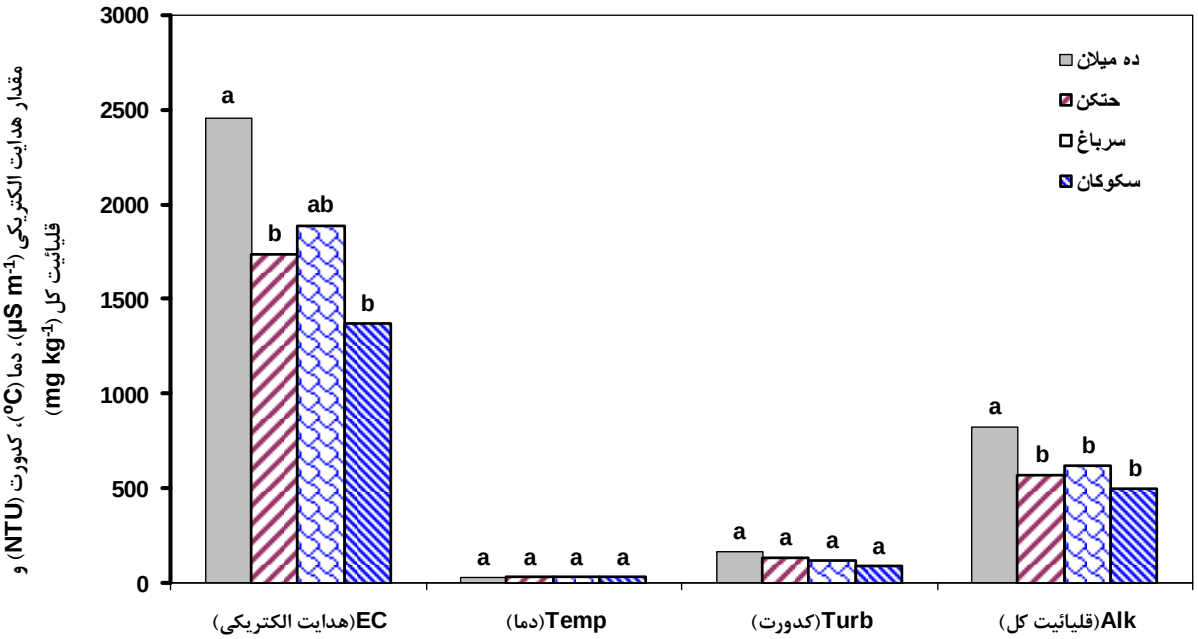
از طرفی، مقدار TKN، EC و قلیائیت در فاضلاب روستای ده‌میلان بیشترین است، درحالی‌که مقدار این پارامترها در فاضلاب روستای سکوکان، کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. دلیل این موضوع وجود منابع آلاینده حاوی موارد یادشده در فاضلاب ده‌میلان است، درحالی‌که در سیستم سکوکان شرایط کاملاً عکس است. البته به‌نظر می‌رسد که ارتباط منطقی بین خصوصیات فاضلاب در محل ورودی سیستم‌های تصفیه وجود داشته باشد. همچنین میزان اکسیژن محلول در فاضلاب همه سیستم‌ها بالاتر از حد مجاز است که این نشان از مطلوب بودن این پارامتر دارد. به عبارتی، فاضلاب‌های مورد مطالعه از نظر میزان اکسیژن محلول، مشکل چندانی ندارد.



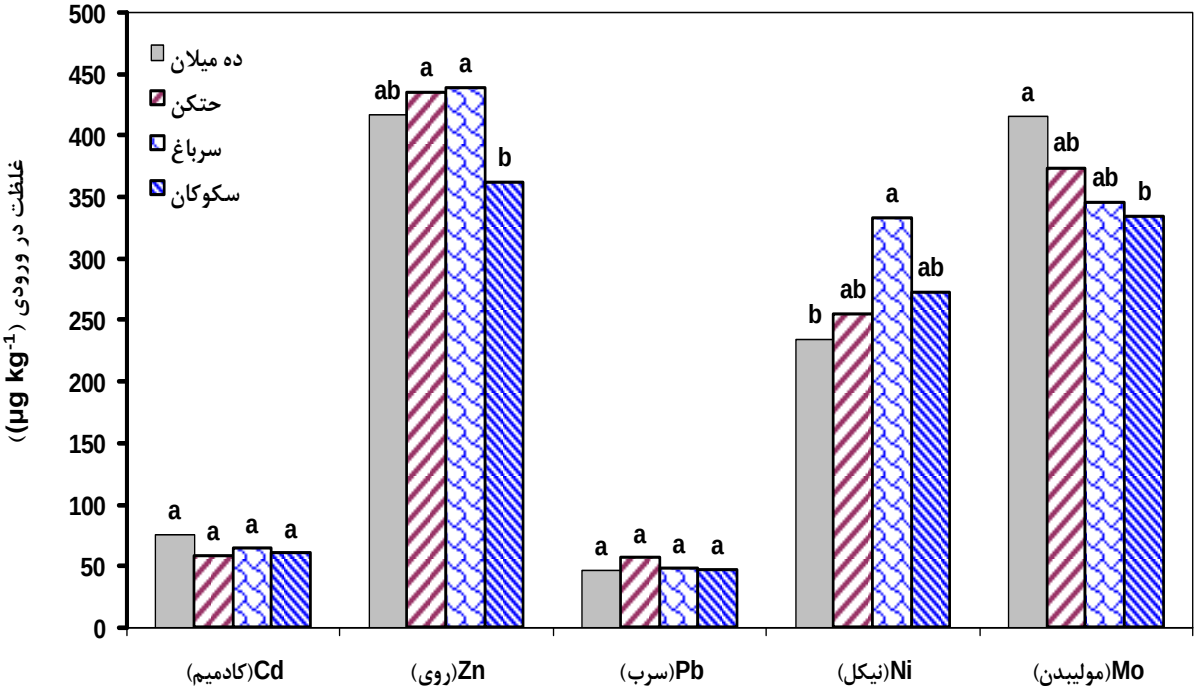

**شکل (۱): مقایسه مقادیر برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده در ورودی سیستم‌های تصفیه**



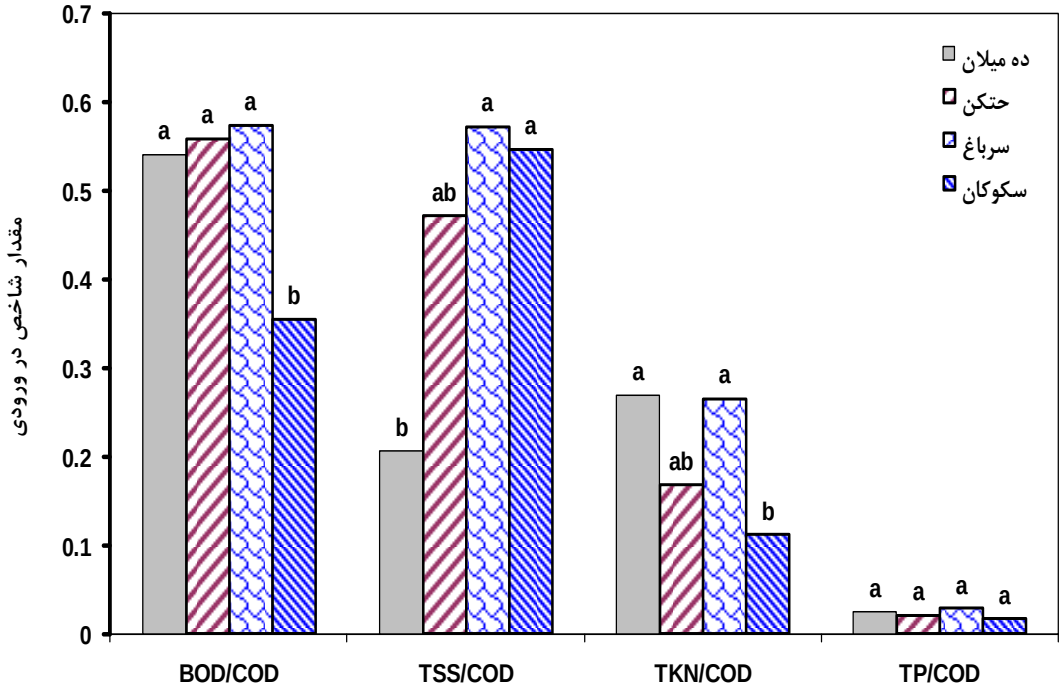

شکل (۲): مقایسه مقادیر برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده در ورودی سیستم‌های تصفیه




شکل (۳): مقایسه مقادیر برخی خصوصیات اندازه‌گیری شده در ورودی سیستم‌های تصفیه




شکل (۴): مقایسه غلظت عناصر سنگین در ورودی سیستم‌های تصفیه




شکل (۵): مقایسه برخی شاخص‌های آلودگی در ورودی سیستم‌های تصفیه

مقایسه غلظت عناصر سنگین در فاضلاب ورودی چهار سیستم مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. غلظت دو عنصر کادمیوم و سرب در فاضلاب تولیدی چهار روستا تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارد درحالی‌که سه عنصر روی، نیکل و مولیبدن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان می‌دهد. بیشترین غلظت عنصر روی در فاضلاب روستاهای حتکن و سرباغ مشاهده می‌شود و در مقابل روستای سکوکان کمترین مقدار غلظت این عنصر را دارد. همچنین غلظت نیکل در فاضلاب تولیدی روستای سرباغ بیشترین و در فاضلاب روستای ده‌میلان کمترین است. از طرفی، فاضلاب روستای ده‌میلان بیشترین غلظت کادمیوم را نشان می‌دهد و این غلظت در مورد روستای سکوکان کمترین است. لازم به ذکر است که غلظت مولیبدن در فاضلاب هر چهار روستا بالاتر از حد مجاز است. یکی از دلایل احتمالی برای بالابودن غلظت مولیبدن در فاضلاب منطقه مورد مطالعه، وجود معادن زغال‌سنگ و استخراج از آن‌ها توسط ساکنین منطقه است. از جمله معادن زغال‌سنگ منطقه مورد مطالعه، می‌توان به معادن دار بیدخون، حتکن و باب نیزو اشاره کرد که در فاصله ۲۵ تا ۳۰ کیلومتری شرق شهرستان زرند قرار دارند. مقایسه غلظت عناصر سنگین در فاضلاب ورودی سیستم‌های تصفیه نشان از آن دارد که آلودگی به فلزات سنگین بر مبنای حد مجاز تنها برای مولیبدن وجود دارد که میزان اختلاف با حد مجاز هم خیلی زیاد است. سایر فلزات سنگین مورد مطالعه، آلودگی چندانی در فاضلاب ایجاد نکرده است. همچنین در فاضلاب تولیدی چهار روستا، میزان TP/COD تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارد، حال آن‌که مقدار پارامترهای BOD/COD، TKN/COD و TSS/COD تفاوت معنی‌داری در بین فاضلاب تولیدی روستاهای مورد مطالعه نشان می‌دهد.

## شاخص‌های آلودگی

بر اساس نتایج آنالیز آماری، بهترین شاخص‌ها برای منطقه طرح تعیین گردید. در گام نخست، هر پارامتری که مقدار آن در فاضلاب ورودی به هر چهار سیستم تصفیه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نداشت، تعیین شد. بر این مبنا همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، بین مقدار هر یک از شاخص‌های BOD، COD، TOC، TSS، DO، pH، درجه حرارت، کدورت، کادمیوم، سرب و نسبت TP/COD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد در ورودی چهار سیستم تصفیه وجود نداشت. این بدان مفهوم است که مقدار هر یک از پارامتر یادشده در هر روستا، مشابه مقدار آن پارامتر در سایر روستاهای مورد مطالعه است. به عبارتی، برای تعیین شاخص‌هایی که بتوان برای سایر مناطق روستایی با جمعیت کم کشور (با شرایط مشابه) از آن استفاده کرد، شاخص‌های یادشده نسبت به سایر پارامترهای مورد مطالعه ارجحیت دارد.

**جدول (۲): نتایج مقایسه میانگین بین کیفیت فاضلاب ورودی و خروجی و همچنین کیفیت فاضلاب چهار سیستم تصفیه**

| پارامتر | واحد | اختلاف معنی‌دار بین مقدار خصوصیت فاضلاب ورودی به چهار سیستم تصفیه | اختلاف معنی‌دار بین فاضلاب ورودی و خروجی | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ده‌میلان | حتکن | سرباغ | سکوکان |
| BOD | ppm | | * | * | * | |
| COD | ppm | | * | * | | * |
| TOC | ppm | | * | * | * | |
| TSS | ppm | | | * | * | * |
| TDS | ppm | ** | | | | |
| DO | ppm | | | | | |
| TKN | ppm | ** | | * | | * |
| TP | ppm | ** | | | | * |
| pH | - | | * | * | * | * |
| EC | $\mu s\ cm^{-1}$ | ** | | * | | |
| Temp | $^oC$ | | | * | | |
| Turb | NTU | | * | * | * | * |
| Alk | ppm | ** | | * | | * |
| Cd | ppb | | * | | | |
| Zn | ppb | ** | | * | * | |
| Pb | ppb | | * | * | * | |
| Ni | ppb | ** | * | * | | |
| Mo | ppb | ** | | | | |
| BOD/COD | - | ** | | * | | |
| TSS/COD | - | ** | | | * | |
| TKN/COD | - | ** | * | * | | * |
| TP/COD | - | | * | * | | * |

** اختلاف معنی‌دار بین مقدار خصوصیت فاضلاب ورودی به چهار سیستم تصفیه مورد مطالعه در سطح احتمال پنج درصد

* اختلاف معنی‌دار بین فاضلاب ورودی و خروجی در هر سیستم تصفیه در سطح احتمال پنج درصد

در گام بعد از بین پارامترهای منتخب در مرحله قبل، پارامتری انتخاب شد که بین مقدار آن در ورودی و خروجی حداقل سه سیستم تصفیه، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. نتایج این قسمت از تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است. بررسی مقایسه میانگین نشان داد که از بین شاخص‌های منتخب از مرحله قبل، شاخص‌های BOD، COD، TOC، TSS، pH، کدورت و نسبت TP/COD چنین شرایطی دارند. با توجه به تغییرپذیری به نسبت بیشتر pH برای نمونه‌های فاضلاب که به آزمایشگاه منتقل می‌شود و تکرار COD در نسبت TP/COD این دو شاخص نیز حذف شد. در نتیجه، پنج شاخص BOD، COD، TOC، TSS و کدورت به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های طراحی سیستم‌های تصفیه برای اجتماعات کوچک انتخاب شد. لازم به ذکر است که در نظر گرفتن تنها همین پنج شاخص در ارزیابی کامل سیستم‌های تصفیه کافی نیست ولی برای صرفه‌جویی در هزینه و زمان اندازه‌گیری ویژگی‌های فاضلاب، می‌تواند در اولویت قرار گیرد.

در پژوهش دیگری، سالاری و همکاران (۱۳۹۱) با هدف بررسی عملکرد سیستم تصفیه فاضلاب روستای مراد تپه به روش تالاب مصنوعی دریافتند که BOD فاضلاب ورودی از ۵۷ میلی‌گرم در لیتر به ۸ میلی‌گرم در لیتر در پساب خروجی (با میانگین زدایش ۷۹ درصد) و COD فاضلاب ورودی از ۹۷ میلی‌گرم در

لیتر به ۲۴ میلی‌گرم در لیتر در پساب خروجی (با میانگین زدایش ۷۰ درصد) کاهش یافت. همچنین، مقدار TSS از ۴۰ میلی‌گرم در لیتر به ۵ میلی‌گرم در لیتر در پساب خروجی (با میانگین زدایش ۷۶ درصد)، مقدار TKN ورودی از ۱۳ میلی‌گرم در لیتر به ۴ میلی‌گرم در لیتر در پساب خروجی (با میانگین زدایش ۵۹ درصد) و میزان فسفر کل (TP) فاضلاب ورودی از ۷/۵۳ میلی‌گرم در لیتر به ۰/۸۶ میلی‌گرم در لیتر (با میانگین زدایش ۸۶ درصد) کاهش یافت (سالاری و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعه دیگری (Fan et al., 2009) توانستند مقدار BOD و همچنین فسفر کل (TP) خروجی از فاضلاب را به‌ترتیب ۸۹/۹ و ۷۶ درصد نسبت به فاضلاب ورودی کاهش دهند.

در صورت انجام پژوهش‌های محلی و منطقه‌ای و ثبت داده‌های محیطی و عملیاتی در تصفیه‌خانه‌ها می‌توان شاخص‌های طراحی منطقه‌ای و ملی را برای سیستم‌های مختلف تعیین کرد. این شاخص‌های طراحی با مشخصات تصفیه‌خانه در ارتباط بوده و در بهبود طرح تصفیه‌خانه‌های موجود و یا طراحی تصفیه‌خانه‌های مشابه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این شاخص‌ها و شرایط مؤثر بر آن‌ها می‌تواند ملاک عمل برای مبانی طراحی تصفیه‌خانه‌ها در مناطق مختلف ایران شده و با حفظ و افزایش کارایی مطلوب از ایجاد ظرفیت‌های بیش از حد نیاز توسط طراحان، مهندسین مشاور و متخصصان طراحی سیستم‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب و صرف هزینه‌های اضافی جلوگیری کند.

به‌منظور تعیین مقدار کمی هر یک از شاخص‌های منتخب، طبق جدول ۳ خلاصه نتایج آماری فاضلاب ورودی به سیستم‌های تصفیه محاسبه شد. این مقادیر با استفاده از داده‌های نرمال فاضلاب ورودی به هر چهار ایستگاه بدست آمده است. مقدار متوسط (± خطای استاندارد) شاخص BOD برابر با ۲۲۳/۴±۱۹/۶، COD برابر با ۴۶۶/۸±۴۲/۴، TOC برابر با ۸۱/۱۳±۵/۷، TSS برابر با ۱۵۸/۶±۱۹/۳ و کدورت برابر با ۱۲۳/۴±۱۴/۲ تعیین گردید.

**جدول (۳): خلاصه نتایج آماری فاضلاب ورودی به سیستم‌های تصفیه مورد مطالعه با هدف طراحی**

| پارامتر | واحد | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد | انحراف معیار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| BOD | ppm | ۱۶/۸ | ۴۷۵ | ۲۲۳/۴ | ۱۹/۶ | ۱۲۳/۹ |
| COD | ppm | ۴۶ | ۱۰۳۹ | ۴۶۶/۸ | ۴۲/۴ | ۲۶۴/۶ |
| TOC | ppm | ۱۲/۸ | ۱۶۸ | ۸۱/۱ | ۵/۷ | ۳۶/۰ |
| TSS | ppm | ۱۸ | ۵۵۸ | ۱۵۸/۶ | ۱۹/۳ | ۱۱۵/۵ |
| TDS | ppm | ۵۳۵ | ۱۵۵۷ | ۱۰۳۳/۳ | ۳۵/۲ | ۲۲۲/۹ |
| DO | ppm | ۱/۸ | ۸/۴ | ۶/۲ | ۰/۲۶۲ | ۱/۶۶ |
| TKN | ppm | ۹/۹ | ۱۸۴/۹ | ۷۸/۰ | ۸/۱۴ | ۵۱/۵ |
| TP | ppm | ۲/۵ | ۱۹ | ۸/۱۸ | ۰/۵۸۶ | ۳/۶۶ |
| pH | - | ۷/۸ | ۸/۴۵ | ۸/۱۲ | ۰/۰۲۵ | ۰/۱۶ |
| EC | µs $cm^{-1}$ | ۷۲۰ | ۴۸۴۰ | ۱۸۶۱/۷ | ۱۱۵/۶ | ۷۳۱/۲ |
| Temp | $^oC$ | ۲۲ | ۳۲ | ۲۷/۵ | ۰/۳۰۳ | ۱/۹۱ |
| Turb | NTU | ۱۶/۸ | ۳۹۹ | ۱۲۳/۴ | ۱۴/۲ | ۸۹/۶ |
| Alk | ppm | ۳۳۳ | ۱۰۹۰ | ۶۲۶/۲ | ۳۵/۹ | ۲۲۷/۳ |
| Cd | ppb | ۱۵ | ۹۶ | ۶۴/۵ | ۳/۵۶ | ۲۱/۷ |
| Zn | ppb | ۲۰۷ | ۵۱۸ | ۴۱۱/۶ | ۱۲/۹ | ۷۷/۴ |
| Pb | ppb | ۱۲ | ۱۰۵ | ۴۹/۶ | ۴/۰۹ | ۲۵/۶ |

**ادامه جدول (۳): خلاصه نتایج آماری فاضلاب ورودی به سیستم‌های تصفیه مورد مطالعه با هدف طراحی**

| پارامتر | واحد | حداقل | حداکثر | میانگین | خطای استاندارد | انحراف معیار |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ni | ppb | ۱۴۶ | ۵۵۷ | ۲۷۵/۲ | ۱۶/۱۶ | ۱۰۰/۹ |
| Mo | ppb | ۲۲۵ | ۴۸۲ | ۳۶۵/۲ | ۱۳/۱۷ | ۸۱/۲ |
| BOD/COD | - | ۰/۱۵۱ | ۰/۹۵۱ | ۰/۵۰۷ | ۰/۰۳۱ | ۰/۱۹۷ |
| TSS/COD | - | ۰/۱۰۳ | ۱/۶۷ | ۰/۴۵۷ | ۰/۰۶۴ | ۰/۳۸۳ |
| TKN/COD | - | ۰/۰۱۰ | ۰/۸۲ | ۰/۲۰۲ | ۰/۰۲۳ | ۰/۱۴۶ |
| TP/COD | - | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۷ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۲۳ | ۰/۰۱۴ |

به‌منظور مقایسه نتایج با سایر بررسی‌های انجام‌شده، برخی آمار مربوط به شاخص‌ها در جداول ۴ تا ۶ ارائه شده است. مقدار BOD مشابه نتایج مربوط به شرق تهران (حسینیان، ۱۳۶۳)، شهرکرد، بروجن و فارسان (جزایری و همکاران، ۱۳۸۸) است. همچنین مقدار COD در ورودی سیستم‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر بیشتر از مقدار آن در سایر منابع است. مقدار TSS نزدیک به تصفیه‌خانه زرگنده (مهندسین مشاور سازه، ۱۳۷۲) است و نسبت به سایر تحقیقات مقدار کمتری داشرد. از طرفی، در تحقیقات قبل از این TOC و همچنین کدورت، کمتر به‌عنوان شاخص معرفی شده است. یکی از دلایل تفاوت با نتایج سایر تحقیقات به میزان مصرف آب و دبی تولیدی فاضلاب مربوط می‌شود. حسینی و همکاران (۱۳۸۲) در بیان علت بالابودن نسبی مقادیر BOD، COD و TSS را پایین بودن میزان سرانه مصرف آب تشخیص دادند. علاوه بر این، تفاوت در شرایط فرهنگی، رژیم و موارد مصرف آب، منابع آلاینده نقطه‌ای و یا ناحیه‌ای مزید بر علت می‌شود.

**جدول (۴): شاخص‌های آلودگی فاضلاب ورودی به برخی تصفیه‌خانه‌های کشور**

| شاخص آلودگی | واحد | نام تصفیه‌خانه | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تهران[1] | | صاحبقرانیه[2] | | | شوش[3] | | | |
| | | جنوب شرق | جنوب | شرق | حداقل | حداکثر | متوسط | حداقل | حداکثر | متوسط |
| BOD | ppm | ۲۸۵ | ۳۶۰ | ۲۲۰ | ۱۱۵ | ۳۰۰ | ۱۷۰ | ۱۱۰ | ۴۱۰ | ۲۴۲/۱ |
| COD | ppm | - | - | - | ۱۲۵ | ۳۶۴ | ۲۳۷/۸ | ۱۵۲ | ۷۴۴ | ۳۶۲/۶ |
| TSS | ppm | ۳۵۵ | ۴۳۰ | ۲۷۵ | ۱۱۰ | ۷۹۰ | ۲۲۶/۳ | ۸۴ | ۱۳۴۰ | ۴۱۵/۹ |
| TDS | ppm | ۵۶۰ | ۵۲۵ | ۴۰۰ | - | - | - | - | - | - |
| TKN | ppm | ۲۰ | ۴۰ | ۲۵ | ۱۸/۱ | ۷۸/۳۴ | ۳۹/۳۷ | ۳۲/۴ | ۱۲۳/۳ | ۶۴/۴ |
| TP | ppm | ۲۵ | ۳۰ | ۲۰ | *۵/۷۱ | *۱۴/۶ | *۹/۹ | - | - | - |
| pH | - | - | - | - | ۷ | ۷/۶۴ | ۷/۳۹ | ۶/۷ | ۸/۵ | ۷/۶ |

* مقدار $PO_4^{-3}$ بر حسب فسفر است.

۱- منبع: حسینیان (۱۳۶۳)، ۲- منبع: افشار (۱۳۷۴)، ۳- منبع: مهندسین مشاور سازه (۱۳۷۲).

**جدول (۵): شاخص‌های آلودگی فاضلاب ورودی به برخی تصفیه‌خانه‌های کشور**

| شاخص آلودگی | واحد | نام تصفیه‌خانه | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | صاحبقرانیه[1] | | | زرگنده[1] | | | صاحبقرانیه[2] | | |
| | | حداقل | حداکثر | متوسط | حداقل | حداکثر | متوسط | حداقل | حداکثر | متوسط |
| BOD | ppm | ۵۶ | ۳۰۰ | ۱۷۰/۸ | ۸۶ | ۲۲۰ | ۱۴۰/۵ | ۹۸ | ۱۴۸ | ۱۲۹/۸ |
| COD | ppm | ۹۶ | ۵۰۴ | ۲۲۵/۶ | ۱۰۹ | ۲۸۸ | ۱۹۷/۶ | ۱۷۸ | ۳۰۵ | ۲۲۵ |
| TSS | ppm | ۴۴ | ۷۹۰ | ۲۰۱ | ۴۴ | ۳۹۰ | ۱۵۱/۲ | ۱۳۸ | ۲۴۶ | ۱۸۹/۷ |
| TDS | ppm | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| TKN | ppm | ۱۸/۱ | ۷۸/۲ | ۳۸/۴ | ۱۲/۶ | ۶۱/۷۸ | ۳۳/۸۸ | ۱۷ | ۵۱ | ۳۸/۳ |
| *TP | ppm | – | – | – | – | – | – | ۱ | ۵ | ۲/۷ |
| pH | - | ۷ | ۷/۶۴ | ۷/۳ | ۶/۸۷ | ۷/۹ | ۷/۴ | ۷/۳ | ۸/۱ | ۷/۷۳ |
| دما | °C | – | – | – | – | – | – | ۱۰ | ۲۱ | ۱۶/۵ |

* مقدار $PO_4^{-3}$ بر حسب فسفر است.

۱- منبع: مهندسین مشاور سازه (۱۳۷۲)، ۲- منبع: عظیمی و عامری (۱۳۸۱).

**جدول (۶): شاخص‌های آلودگی فاضلاب ورودی به برخی تصفیه‌خانه‌های کشور**

| شاخص آلودگی | واحد | نام تصفیه‌خانه | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | شهرکرد[1] | بروجن[1] | فارسان[1] | خوی[2] |
| BOD | ppm | ۲۲۱/۴ | ۲۳۲/۱ | ۲۴۰ | ۲۹۱/۷۵ |
| COD | ppm | ۳۲۳ | ۳۴۵ | ۳۴۸ | ۴۲۲/۷۵ |
| TSS | ppm | ۳۷۱/۷ | ۳۷۰ | ۳۷۰ | ۲۵۹/۲۵ |
| TKN | ppm | ۴۵ | ۴۸ | ۴۸ | – |
| *TP | ppm | ۵/۲ | ۵/۲ | ۵/۴ | – |

* مقدار $PO_4^{-3}$ بر حسب فسفر است.

۱- منبع: جزایری و همکاران (۱۳۸۸)، ۲- منبع: حسینی و همکاران (۱۳۸۲).

علاوه بر شاخص‌های یادشده، نسبت TP/COD نیز در برگیرنده هر دو معیار مطرح‌شده است. مقدار این شاخص برای منطقه مورد مطالعه برابر با ۰/۰۲۳±۰/۰۰۲۳ بدست آمد. مقادیر آماری مربوط به سایر شاخص‌های BOD/COD، TSS/COD و TKN/COD در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که متوسط BOD/COD برای چهار سیستم تصفیه مورد مطالعه برابر با ۰/۵۱±۰/۰۳۱ است. نتایج بررسی عظیمی و عامری (۱۳۸۱) حاکی از آن بود که نسبت BOD/COD در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه صاحبقرانیه تهران برابر با ۰/۵۶ بود. این در حالی است که در آفریقای جنوبی مقدار این نسبت برابر با ۰/۵ تعیین شد (Marias, 1994). مقایسه نتایج بررسی جزایری و همکاران (۱۳۸۸) روی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در مناطق سردسیر کشور نشان داد که نسبت BOD/COD بیشتر از تصفیه‌خانه صاحبقرانیه (عظیمی و عامری، ۱۳۸۱) و آفریقای جنوبی (Marias, 1994) است. این محققان این تفاوت را به پایین بودن میزان سرانه COD و در نتیجه پایین بودن سهم فاضلاب صنعتی است ارتباط دادند. همچنین در بررسی آن‌ها کمتر بودن نسبت COD نیز مؤید این موضوع بود.

نتایج نشان می‌دهد که مقدار متوسط چهار سیستم تصفیه مورد مطالعه نسبت TSS/COD و

TKN/COD به‌ترتیب ۰/۰۶۴±۰/۴۶ و ۰/۰۲۳±۰/۲۰ است. نسبت TKN/COD در مطالعه عظیمی و عامری (۱۳۸۱) برابر با ۰/۱۶ و در آفریقای جنوبی بین ۰/۰۷ تا ۰/۱ بدست آمد. عظیمی و عامری (۱۳۸۱) یکی از دلایل بزرگ‌تر بودن نسبت TKN/COD نسبت به مقدار آن در آفریقای جنوبی را به عدم مصرف (و یا مصرف ناچیز) کاغذ توالت که فاقد نیتروژن است، در منطقه صاحبقرانیه ارتباط دادند. به‌نظر می‌رسد که در منطقه مورد مطالعه نیز به دلیل یادشده، این نسبت بزرگ‌تر از صاحبقرانیه و آفریقای جنوبی باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌گردد به‌منظور طراحی تصفیه‌خانه‌ها در اجتماعات کوچک و مناطق روستایی که از لحاظ اقلیمی و فرهنگی مشابه روستاهای اطراف زرند می‌باشند، پارامترهای طراحی در بازه اطمینان نتایج این تحقیق بکار گرفته شود. در این راستا، بهتر است وضعیت اقلیم، شغل غالب، صنایع منطقه و درصد بهره‌مندی ساکنین از شبکه نیز مد نظر قرار گیرد. به‌منظور پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع، وزارت نیرو رأساً نسبت به تعیین پارامترهای طراحی با توجه به فرهنگ و اقلیم کشور (سردسیری، گرمسیری، معتدل) در مقیاس پایلوت اقدام نماید و تا حد ممکن از کاربرد مبانی پارامترهای طراحی مربوط به کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه اجتناب شود.

## تقدیر و تشکر

از شرکت آب و فاضلاب روستایی کرمان به دلیل حمایت مالی در انجام این تحقیق قدردانی می‌شود.

## منابع

افشار، ج. ۱۳۷۴. بررسی کمی و کیفی آب و فاضلاب تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده بهداشت. دانشگاه علوم پزشکی تهران. تهران.

جزایری، س. ر.، م. صادقی، ا. ح. حسنی و ا. ح. جاوید. ۱۳۸۸. تعیین پارامترهای طراحی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در مناطق سردسیر کشور. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد. ۱۱(۴): ۹۲-۱۰۰.

حسینی، م .م.، ع. بابالو و م. و. افشار. ۱۳۸۲. بررسی کارایی لاگون به کمک هواده مکانیکی در کاهش میزان نیاز بیوشیمیایی اکسیژن ($BOD_5$)، نیاز شیمیایی اکسیژن (COD) و احسام جامد معلق (TSS) در تصفیه‌خانه فاضلاب شهر خوی. مجله پزشکی ارومیه. ۱۴(۳): ۱۵۸-۱۶۶.

حسینیان، س. م. ۱۳۶۳. کیفیت و کمیت فاضلاب. انتشارات فنی حسینیان. تهران.

سالاری، ح.، ا. ح. حسنی، م. برقعی، ا. ر. یزدانبخش و ح. رضایی ۱۳۹۱. عملکرد سیستم تصفیه فاضلاب روستایی به روش تالاب مصنوعی در حذف ازت و فسفر از فاضلاب (مطالعه موردی: روستای مراد تپه). آب و فاضلاب. ۳: ۴۰-۴۷.

صیادمنش، س. م.، م. ع. بهمنیار و م. قاجار سپانلو. ۱۳۹۳. کاربرد پساب صنعتی در آبیاری مزارع و اثر آن بر تجمع عناصر سنگین در خاک و گیاه برنج. آب و فاضلاب. ۱۳: ۱۳-۲۰.

عظیمی، ع. ا. و م. عامری. ۱۳۸۱. تعیین مقادیر سرانه دبی و آلاینده‌های فاضلاب در تصفیه‌خانه صاحبقرانیه-تهران. مجله علوم محیطی. ۲۹: ۹۳-۱۰۰.

مردانی، گ.، م. صادقی و م. آهن‌کوب. ۱۳۸۹. آلودگی خاک در رواناب سطحی در جنوب تهران. آب و فاضلاب. ۷۵: ۱۰۸-۱۱۳.

مهندسین مشاور سازه. ۱۳۷۲. بررسی نتایج آزمایشات کیفیت فاضلاب تصفیه‌خانه جنوب تهران. تهران.

نوروزی، م. و ع. پورخباز. ۱۳۸۹. مطالعه کیفی آب رودخانه کارون. چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.

Ahuja, S. 2009. Handbook of Water Purity and Quality. Calabash, NC, USA. 412 p.

Bitton, G. 1999. Wastewater Microbiology. 2nd Edition. Wiley-Liss., 169-207.

Chary, N. S., C. T. Kamala and D. S. S. Raj. 2008. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety, 69, 513-524.

Fan, C., F. C. Chang, C. H. Ko, Y. S. Sheu, C. J. Teng and T. C. Chang. 2009. Urban pollutant removal by a constructed riparian wetland before typhoon damage and after reconstruction. Ecological Engineering, 34: 424-243.

Hussain, I., L. Raschid, M. A. Hanjra, F. Marikar and W. van der Hoek. 2002. Wastewater use in agriculture: Review of impacts and methodological issues in valuing impacts. Working Paper 37. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

Marias, G. V. R. 1994. Wastewater Treatment by Activated Sludge Process. IHE. Delft. The Netherlands.

Neal, C., H. P. Jarvie, R. Williams, A. Love, M. Neal, H. Wickham, S. Harman and L. Armstrong. 2010. Declines in phosphorus concentration in the upper River Thames (UK): Links to sewage effluent cleanup and extended end-member mixing analysis. Science of the Total Environment, 408: 1315-1330.

Pedrero, F., I. Kalavrouziotis, J. Jose Alarcon, P. Koukoulakis and T. Asano. 2010. Use of treated municipal wastewater in irrigated agriculture- Review of some practices in Spain and Greece. Agri. Water Manag., 97(9): 1233-1241.

Roeleveld, P. J. and M. C. Van Loosdrecht. 2002. Experience with guidelines for wastewater characterization in the Netherlands. Water Sci. Tech., 45(6): 77-87.

Saxena, S. and S. F. De Souza. 2006. Heavy metal pollution abatement using rock phosphate mineral. Environ. Int., 32: 199-202.

Wilsenach, J. A., C. A. H. Schuurbiers and van M. C. M. Loosdrecht. 2007. Phosphate and potassium recovery from source separated urine through struvite precipitation. Water Research, 41: 458-466.

# Determination of Pollution Indices for the Design of Wastewater Refinery Systems of Small Communities; Case Study villages around Zarand, Kerman Province

**Majid Mahmoodabadi**[1]

**Abstract**

Determination of propitiate pollution indices is important for the design of wastewater refinery systems in small communities and rural area. This study aimed to determine the best indices of pollution for the design of wastewater refinery systems in small communities based on short-term data. For this purpose, wastewater samples were taken from Dehmilan, Hotkan, Sarbagh and Sekukan refineries in 10 replicates, each at one week interval. Different parameters including BOD, COD, TOC, EC, TSS, TDS, DO, TKN, TP, pH, Temp, Turb and Alk and also the concentrations of Cd, Zn, Pb, Ni and Mo were measured using the standard methods. Results showed that the amounts of BOD, COD, TOC, TSS, DO, pH, Temp, Turb, Cd and Pb differed significantly among the refining systems, whereas, significant differences ($p<0.05$) were found for the other measured parameters. Based on the statistical analysis, BOD, COD, TOC, TSS and Turb were selected as the most important indices for the planning of small communities refining systems. The values (±standard deviation) for the above mentioned indicators were 223.4±19.6, 466.8±42.4, 81.13±5.7, 158.6±19.3 and 123.4±14.2, respectively. Based on the findings of this study, the obtained values can be suggested for the planning of any other designing wastewater refining systems in rural societies which are similar in climate and culture.

**Keywords: Heavy metals, Refinery, Rural societies, Wastewater.**

[1] Majid Mahmoodabadi, Associate Prof. Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman. Iran. E. mail: mahmoodabadai@uk.ac.ir