مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی
دوره ۷ شماره ٤ زمستان ۱۳۸۸ ، صفحات : ۷۸-٦۹

امکان افزایش کارایی سامانه‌ی فعلی تصفیه‌ی فاضلاب یک کارخانه ی تولید محصولات لبنی و ارایه‌ی راهکارهای مناسب جهت ارتقای آن

علیرضا مصداقی‌نیا: استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
جعفر نوری: استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
امیرحسین محوی: استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
فروغ واعظی: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
کاظم ندافی: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
محمد انصاری‌زاده: دانشجو دوره کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران –نویسنده‌ی رابط: mansarizadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت : ۱۳۸۷/۷/۲۰ تاریخ پذیرش : ۱۳۸۸/۹/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: این تحقیق با هدف بررسی امکان افزایش کارآیی سیستم تصفیه‌ی فاضلاب کارخانه‌ی صنایع لبنی پگاه فارس و ارایه‌ی راهکار مناسب جهت ارتقای آن در سال ۱۳۸۶-۱۳۸۵ انجام گرفت. سامانه‌ی مورد استفاده برای تصفیه‌ی فاضلاب این کارخانه از نوع بی‌هوازی– هوازی متوالی است که در آن از برکه‌های تثبیت بی‌هوازی و لجن فعال متعارف و هوادهی گسترده استفاده شده است. این تصفیه‌خانه به دلیل توسعه‌ی نامناسب و عدم راهبری صحیح، استانداردهای خروجی مورد نیاز جهت دفع به زمین‌های کشاورزی را تأمین نمی‌کرد.

روش کار: جهت رفع مشکلات فوق و بوی بد ناشی از آن، اصلاحاتی همچون تغییر در ورودی و خروجی برکه‌ها و تنظیم نسبت غذا به زیست یاخته (F/M) در فرآیند لجن فعال و تبدیل لجن فعال متعارف به لجن فعال با تغذیه‌ی مرحله‌ای، صورت گرفت و بازده تصفیه خانه قبل و بعد از انجام تغییرات مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت.

نتایج: در نتیجه‌ی این تغییرات بازده حذف اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD)، اکسیژن مورد نیاز زیست شیمیایی(BOD_5)، مجموع ذرات جامد معلق(TSS)، مجموع ذرات جامد محلول (TDS) و مجموع کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی به ترتیب از ۸۲/۴۲، ۸۶/۸۷، ۶۴/۱۸، ۲۰/۲۳، ۵۴/۵۶ و ۵۰/۸۷ به ۹۷/۳۴، ۹۸/۶۱، ۹۰/۴، ۲۸/۴۷، ۹۰/۰۹ و ۸۹/۹۵ درصد افزایش یافت.

نتیجه گیری: نتایج آزمایش‌های انجام گرفته نشان دهنده‌ی افزایش بازده تصفیه‌خانه بعد از اصلاح سامانه می‌باشد. همچنین مشاهده شد که کارآیی سامانه‌ی لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای و سامانه‌ی لجن فعال هوادهی گسترده در کاهش پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق مشابه می‌باشد و استفاده از هوادهی گسترده در این تصفیه‌خانه، عملاً باعث اتلاف انرژی و هزینه می شود.

واژگان کلیدی: تصفیه‌ی فاضلاب، صنایع لبنی، برکه‌ی تثبیت، لجن فعال، ارتقای تصفیه‌خانه

مقدمه

بدون شک شیر و فراورده‌های لبنی یکی از مناسب‌ترین و متداول‌ترین غذاهایی است که انسان در طول روز مصرف می‌کند و همین امر موجب گسترش روزافزون صنایع فراوری شیر و در پی آن تولید حجم عظیمی از فاضلاب شده است که ورود آنها به محیط زیست

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

و منابع آبی به عنوان یک تهدید جدی تلقی خواهد شد (Mehdipooretavana 2008). بدیهی است مدیریت و کنترل این عوامل آلاینده نسبت به جبران صدمات وارده به اکوسیستم، کم‌هزینه‌تر می‌باشد. فاضلاب صنایع لبنی با دارا بودن میزان بار آلی بالا، از آلوده‌کننده‌ترین فاضلاب‌ها به شمار می‌روند (Robinson 1997)؛ بطوری که فاضلاب حاصل از فرآوری ۱۰۰۰ لیتر شیر می‌تواند به اندازه‌ی فاضلاب حاصل از ۲۰۰ نفر انسان، آلودگی ایجاد نماید (Mosaferi 2003). به دلیل قابلیت تجزیه‌ی بیولوژیکی این فاضلاب‌ها، روش‌های بیولوژیکی مختلفی، همچون برکه‌ی تثبیت، لجن فعال، راکتور بی هوازی با جریان رو به بالا (UASB)، راکتور منقطع متوالی (SBR) وجهت تصفیه‌ی آن‌ها به کار گرفته شده است (Farquhar 1988). به عنوان مثال بیتون با استفاده از سامانه ی هوازی به حذف ۸۵ درصد BOD5 (Bitton 1994) و کسلر با به کارگیری صافی های چکنده به حذف ۹۲ درصد BOD5 (Kessler 1981) ، راسن با استفاده از RBC به حذف ۸۵ درصد COD (Rusten and Lundar 2000) و آرگو با استفاده از SBR به بازده حذف ۹۷-۹۱ درصد COD (Eroglu et al. 1992) از فاضلاب صنایع لبنی دست یافتند.

کارخانه‌ی صنایع لبنی پگاه فارس که قدیمی‌ترین و بزرگ‌ترین کارخانه در نوع خود در جنوب کشور می‌باشد، با فرایند روزانه ۴۰۰ تن شیرخام ورودی و تولید حدود ۱۰۰/۰۰۰ لیتر آب پنیر، می‌تواند به اندازه‌ی یک شهر ۸۰/۰۰۰ نفری، آلودگی تولید نماید. با توجه به اینکه تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب کارخانه‌ی صنایع لبنی پگاه فارس استانداردهای زیست محیطی لازم را تامین نمی کرد (مشاهده وضعیت ظاهری خروجی تصفیه خانه و اطلاعات موجود در آزمایشگاه)، در این تحقیق پس از بررسی وضعیت فعلی این تصفیه‌خانه، اقتصادی‌ترین روشی که در شرایط موجود جهت ارتقای آن ، قابل اجرا بود، مورد اجرا قرار گرفته و خروجی آن قبل و بعد از ارتقا با استانداردهای ملی مورد مقایسه قرار گرفته است.

روش کار

این تحقیق، یک مطالعه‌ی توصیفی- مقطعی می باشد که در مقیاس واقعی (Full scale) و در سطح یک کارخانه و تصفیه‌خانه‌ی مربوط به آن و در دو فاز مختلف انجام گرفته است. در مرحله ی اول عملکرد راکتورهای مختلف تصفیه‌خانه از نظر کمی (دبی) و کیفی (TDS, TSS, BOD_5, COD و کل کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی) بررسی شده است.

در مرحله دوم با توجه به اطلاعات کسب شده از مرحله‌ی یک و مقایسه‌ی آن با استانداردهای ملی، روش‌های قابل اجرا جهت ارتقای تصفیه‌خانه، بررسی و اقتصادی‌ترین روش، اجرا گردید و نتایج نهایی نیز مجدداً با استانداردهای ملی مورد مقایسه قرار گرفته است.

مرحله اول مطالعه: در این مرحله که از تاریخ ۸۵/۱۲/۳ تا تاریخ ۸۶/۲/۳۱ انجام شد، اقدامات زیر صورت گرفت:

الف- بررسی نوع سامانه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب این کارخانه: سامانه‌ی تصفیه‌ی فاضلاب در این کارخانه از نوع بی‌هوازی – هوازی متوالی می‌باشد که متشکل از دو برکه‌ی بی‌هوازی موازی است که در امتداد آن‌ها یک برکه‌ی بی‌هوازی دیگر به صورت سری قرار دارد. خروجی این سامانه، پس از اختلاط با لجن برگشتی و هوادهی مقدماتی در سکلتور، بین دو سامانه‌ی لجن فعال موجود، به نسبت مساوی تقسیم می‌شود. سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی یک از نوع هوادهی گسترده و سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو از نوع لجن فعال متعارف می‌باشد که در سال‌های اخیر در طرح توسعه‌ی تصفیه‌خانه، احداث و بهره‌برداری شده است.

ب- تعیین دبی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه: با توجه به اینکه اطلاعاتی از میزان دبی فاضلاب تولیدی در این کارخانه موجود نبود، سنجش حجمی فاضلاب صورت گرفت. بدین صورت که هر دو ساعت یکبار با خاموش کردن تلمبه، زمان بالا آمدن فاضلاب به اندازه‌ی مشخصی که در حوضچه‌ی تلمبه خانه، علامت‌گذاری شده بود، اندازه گیری می‌شد. این عمل ۱۱ بار و هر بار در یکی از ایام هفته و برای مدت ۲۴ ساعت (سه نوبت کاری) انجام گرفت.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

ج-نمونه برداری ترکیبی از فاضلاب جهت تعیین شاخص‌های مورد بررسی: محل‌های نمونه‌برداری در این مرحله از مطالعه، ورودی به تصفیه‌خانه، خروجی سامانه‌ی بی‌هوازی، خروجی سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی یک، خروجی سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو و خروجی نهایی می‌باشد. جهت نمونه‌برداری هر یک ساعت یک نمونه به حجم ۵۰۰mL از محل مورد نظر گرفته شده، سپس از کل نمونه‌های برداشت شده که در یک ظرف بزرگ نگهداری شده بود، بعد از اختلاط، یک نمونه جهت آزمایش برداشته شد. این عمل در هر سه نوبت کاری انجام گرفت. پارامترهای مورد بررسی COD، BOD_5، TSS، TDS، pH، کل کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی و روش آزمایش هر یک از پارامترها مطابق دستورالعمل استاندارد می‌باشد. محل انجام آزمایش ها نیز آزمایشگاه مرکزی آب و فاضلاب مرکز بهداشت شهرستان شیراز بود

مرحله دوم مطالعه: در این مرحله با توجه به عدم کارآیی تصفیه‌خانه در تأمین استانداردهای ملی تخلیه‌ی پساب به زمین‌های کشاورزی و با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، تغییرات زیر را که کمترین بار مالی نیز به همراه داشتند، بر سامانه اعمال گردید:

الف- آرایش برکه‌های یک و دو از موازی به سری تغییر داده شد و با توجه به تأمین زمان ماند مطلوب (Naddafi and Nabizadeh1997) ۳۶ روز و نظر به اینکه برکه‌ی شماره‌ی سه از حالت بی‌هوازی خارج شده و لایه‌ی سطحی آن مملو از جلبک بود، این برکه از خط خارج شد. همچنین محل‌های ورود و خروج فاضلاب ازبرکه‌ها به نحوی تغییر داده شد که از ایجاد اتصال کوتاه و بوجود آمدن جریان‌های میان‌بر جلوگیری شد. شکل شماره‌ی ۱ وضعیت برکه‌ها را قبل و بعد از اصلاح سامانه نشان می‌دهد.

ب- با توجه به عدم کارایی مناسب سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو، در حذف و کاهش شاخص‌های مورد نظر و مشاهده‌ی پدیده‌ی دایمی حجیم شدن لجن (بالکینگ) در این سامانه (که از نوع لجن فعال متعارف بود)، با توزیع فاضلاب بین حوضچه‌های هوادهی موجود به سامانه‌ی لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای تغییر وضعیت داده شد. این تغییر تأثیری در کاهش حجیم شدن لجن نداشت. پس از بررسی‌های لازم مشخص شد، میزان لجن برگشتی که در انتخابگر (سلکتور) با فاضلاب خروجی از سامانه‌ی بی‌هوازی مخلوط می‌گردید، براساس نیازهای سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی یک که از نوع هوادهی گسترده می‌باشد، تنظیم گردیده ($\frac{F}{M} = \%۵ - ۰/۱\frac{۱}{a}$) (Tchobanoglous 2003) و بنابراین، جهت حل معضل سامانه‌ی شماره‌ی دو که دائماً به بالکینگ رشته‌ای دچار بود، باید با کاهش میزان لجن برگشتی و یا افزایش فاضلاب ورودی میزان $\frac{F}{M}$را افزایش داد. (در سامانه‌ی تغذیه ی مرحله‌ای $\frac{F}{M}$ باید $0/3\frac{1}{d} - 0/15$باشد) (Tchobanoglous 2003)

با توجه به مشترک بودن انتخابگر ، کاهش لجن برگشتی عملاً باعث افزایش $\frac{F}{M}$ در سامانه‌ی هوادهی گسترده نیز می‌گردد، که دراین سامانه نامطلوب می‌باشد. بنابراین جهت حل این معضل اقدام به اتصال مستقیم لوله‌ی فاضلاب خروجی از سامانه‌ی بی‌هوازی به ورودی سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو (بدون آنکه وارد انتخابگر شود) شده به نحوی که از $۶۰۰\frac{m^۳}{d}$فاضلاب ورودی به سامانه‌ی لجن فعال متعارف ، حدود $۲۰۰\frac{m^۳}{d}$ از انتخابگر و $۴۰۰\frac{m^۳}{d}$نیز به طور مستقیم از سامانه‌ی بی‌هوازی تأمین شد. جهت جلوگیری از بالا آمدن لجن (رایزینگ) در حوضچه‌ی ته‌نشینی، اقدام به دفع بیشتر لجن ته‌نشین شده گردید. شکل شماره‌ی ۲ سامانه‌ی هوازی شماره‌ی ۲ را قبل و بعد از اصلاح سامانه نشان می‌دهد.

پس از اصلاح سامانه، مجدداً نمونه‌برداری ازمحلهای قبلی (مرحله یک) انجام گرفت. در این مرحله که از تاریخ ۸۶/۶/۹ لغایت ۸۶/۷/۱۴ انجام گرفت، از هر محل پنج نمونه اخذ گردید و طبق روش‌های استاندارد و در آزمایشگاه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

مرکزی آب و فاضلاب مرکز بهداشت شیراز مورد آزمایش قرار گرفت .

نتایج

الف- نتیجه‌ی بررسی سامانه‌ی بی‌هوازی (برکه‌ی تثبیت): در نتیجه ی اعمال تغییرات در سامانه‌ی بی‌هوازی نتایج زیر حاصل شد:

بازده حذف COD، BOD_5، TSS، TDS به ترتیب از ۴۳/۰۹، ۴۴/۳۴، ۲۰/۴۵ و ۸/۹۸ به ۸۴/۰۳، ۸۷/۹۳، ۶۰/۹۷ و ۱۴/۴۶ درصد افزایش یافت. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار spss نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار($p\text{-value}<۰،۰۵$) در عملکرد تصفیه خانه قبل و بعد از اعمال تغییرات می باشد.

نمودار شماره ۱ بازده سامانه‌ی بی‌هوازی و نمودار شماره۲ خروجی این سامانه را در مقایسه با استانداردهای ملی دفع پساب به زمین های کشاورزی (قبل و بعد از اعمال تغییرات) مورد مقایسه قرار داده است.

ب- نتیجه‌ی بررسی سامانه‌ی هوازی (لجن فعال): همان طور که بیان شد سامانه‌ی هوازی در این تصفیه‌خانه متشکل از دو سامانه‌ی لجن فعال موازی می‌باشد، که سامانه‌ی شماره‌ی دو دچار مشکل بود. در نتیجه‌ی تغییرات اعمال شده درسامانه‌ی شماره‌ی دو بازده حذف COD، BOD_5، TSS، TDS به ترتیب از۶۵/۸۶، ۶۸/۱۱، ۴۹/۰۶و ۱۰/۶۵ به ۸۳/۰۶ ، ۸۸/۳۸، ۷۴/۷۵ و ۱۶/۵۴ درصد و در کل سامانه‌ی لجن فعال از ۷۴/۲۱، ۵۴/۷۶،۷۶/۲۹ و۱۲/۴۶ به ۸۳/۳۵، ۸۸/۴، ۷۵/۲۲ و ۱۶/۳۸ درصد افزایش یافت. نمودار شماره‌ی سه بازده سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو (قبل و بعد از اعمال تغییرات) را نشان می‌دهد.

ج- نتیجه‌ی بررسی کل تصفیه‌خانه: نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که در نتیجه‌ی تغییرات اعمال شده، بازده حذف COD،BOD_5، TSS،TDS و کل کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی به ترتیب از ۸۲/۴۲، ۸۶/۸۷، ۶۴/۱۸، ۲۰/۲۳، ۵۴/۵۶، ۵۰/۸۷ به ۹۷/۳۴، ۹۸/۶۱، ۹۰/۴۰، ۲۸/۴۷، ۹۰/۰۹ و ۸۹/۹۵ درصد افزایش یافت. همچنین مشاهده شد که کارآیی سامانه‌ی لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای و سامانه‌ی لجن فعال هوادهی گسترده در کاهش پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق، مشابه می‌باشد. نمودار شماره‌ی چهار بازده کل تصفیه‌خانه (قبل و بعد از اعمال تغییرات) را نشان می‌دهد. نمودارهای شماره‌ی ۵ و۶ نیز خروجی نهایی تصفیه‌خانه را در مقایسه با استانداردها ملی (قبل و بعد از اعمال تغییرات) را نشان می‌دهند.

بحث

با توجه به نوع محصول در صنایع لبنی و گستردگی کیفیت فاضلاب تولیدی، در شرایط مختلف آب و هوایی، روش‌های گوناگونی جهت تصفیه‌ی فاضلاب این صنعت مورد استفاده قرار گرفته است. به عنوان مثال در نیوزلند فاضلاب لبنی را در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد در جایگاه‌هایی (لاگون) با حجم $۲۶۰۰۰m^3$ که با لاستیک پوشش داده شده بود، در زمان ۲-۱ روز تصفیه نمودند. بازده کلی این سامانه، حدود ۹۹ درصد در کاهش COD بود (IDF 1990).

بیتون نیز گزارش نمود که هوادهی به مدت ۵ روز در دمای ۲۰ درجه‌ی سانتیگراد بازده ۸۵ درصد را در حذف BOD فاضلاب لبنی تامین می‌نماید (Bitton 1994). محقق دیگری بنام کسلر با بکارگیری سامانه‌ی صافی چکنده، به میزان حذف ۹۲ درصد برای BOD در فاضلاب صنایع لبنی دست یافت. ولی از آن‌جایی که BOD پساب نهایی هنوز خیلی بالا بود، پیشنهاد نمودند که تصفیه‌ی بیشتری توسط برکه‌های تثبیت می‌بایست انجام گیرد (Kessler 1981). ماریس و همکاران نیز گزارش نمودند که این صافی‌ها به دلیل گرفتگی بستر برای تصفیه‌ی فاضلاب‌های بسیار قوی و از جمله فاضلاب‌های لبنی مناسب نیستند (Maris et al. 1984). راسن و همکاران با بکارگیری تماس دهنده‌های زیستی دوار به حذف ۸۵ درصد COD در فاضلاب صنایع لبنی دست یافتند (Rusten and Lundar 2000). آرگو و همکاران و سام کوتی و همکاران به طور

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

جداگانه گزارش کردند که SBR یک گزینه‌ی تصفیه‌ی اولیه و ثانویه‌ی مناسب و اقتصادی برای تصفیه‌ی فاضلاب‌های لبنی بامقادیر حذف COD ۹۷-۹۱ درصد می‌باشد (Eroglu et al. 1992; Samkutty et al. 1996). اما این فرایند به شدت تحت تاثیر وضعیت راهبری قرار دارد و باید زمان هر فاز تنظیم شود تا نوسانات ترکیب فاضلاب به حداقل برسد (Gough et al. 2000).

امروزه در تصفیه‌ی فاضلاب صنایع لبنی، با تلفیق دو سیستم تصفیه فاضلاب بی‌هوازی و هوازی، یعنی با قرار دادن یک سیستم هوازی مانند لجن فعال، بعد از سیستم تصفیه بی‌هوازی(برکه یاUASB)ضمن کاهش تولید لجن و تعدیل در هزینه‌های نگهداری، بهره‌برداری و انرژی، به بازده خوبی دست یافته‌اند (Vakhshoorhefzabad 2005). مقایسه‌ی نتایج حاصل از این مطالعه با تحقیقات فوق نشان می دهد که استفاده از سامانه‌ی بی هوازی- هوازی متوالی (متشکل از برکه‌های بی هوازی و لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای) بازدهی به مراتب بیشتراز بازده حاصل از مطالعات محققین پیشین، بدست می دهد. به نحوی که پسابی که به این روش مورد تصفیه قرار گیرد، استانداردهای زیست محیطی لازم از نظر BOD5،COD و TSS جهت دفع در زمین های کشاورزی را دارا می باشد ولی خروجی روش هایی که از سوی سایر محققان مورد بررسی قرار گرفته ، غالبا قادر به تامین استانداردهای زیست محیطی نمی‌باشند. البته روشSBR که توسط سام کوتی و همکارانش مورد بررسی قرار گرفته، در بهترین شرایط راهبری خود قادر به حذف ۹۷درصد COD می باشد، که بازدهی نزدیک به بازده حذف COD در این تحقیق (۹۷/۳۴درصد پس از ارتقا) دارد.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به رغم وجود فضای کافی و حجم مناسب حوضچه‌ها و برکه‌ها، به دلیل توسعه‌ی نامناسب تصفیه‌خانه، عدم طراحی مناسب ورودی و خروجی‌های فاضلاب و راهبری نامناسب، این تصفیه‌خانه قادر به تأمین استانداردهای ملی دفع پساب به زمین های کشاورزی (Iran Department of Environment Websit) نمی باشد (نمودار های شماره‌ی ۵ و۶) ، که این امر موجب اتلاف انرژی و عدم دستیابی به نتیجه‌ی مطلوب شده است.

نتایج آزمایش‌های انجام گرفته نشان دهنده‌ی افزایش بازده تصفیه‌خانه بعد از اصلاح سامانه می‌باشد؛ که در نمودار شماره‌ی ۴ نشان داده شده است.

همانطور که در این نمودار مشاهده می شود بازده حذف COD، BOD_5، TSS، TDS، کل کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی به ترتیب ۱۱/۹۲ ،۱۱/۴۷، ۲۶/۲۲، ۸/۱۵، ۳۹/۳۵،۰۸/۵۳ در کل فرایند تصفیه در این تصفیه‌خانه افزایش یافته است. افزایش بازده حذف سامانه‌ی بی‌هوازی به دلیل جلوگیری از ایجاد اتصال کوتاه و تأمین زمان ماند مناسب می‌باشد، که در نتیجه‌ی تغییر در محل ورودی و خروجی برکه‌ها حاصل شد. همچنین با تغییر وضعیت برکه‌ها از موازی به سری به حفظ درجه حرارت بهینه کمک شد. از خط خارج کردن برکه‌ی شماره‌ی سه نیز که به دلیل هوازی شدن ناحیه‌ی سطحی منجر به رشد جلبک‌ها و تولید BOD_5 و TSS زیستی شده بود نیز، اثر شایان توجهی برافزایش بازده سامانه‌ی بی‌هوازی داشت.

در رابطه با سامانه‌ی هوازی نیز با توجه به اینکه طراحی سامانه‌ی شماره‌ی دو در سال‌های اخیر بدون توجه به نوع سامانه‌ی شماره‌ی یک انجام گرفته بود و این امر با توجه به مشترک بودن انتخابگر (که محل اختلاط لجن برگشتی و فاضلاب ورودی به سامانه‌ی هوازی می‌باشد)، منجر به عملکرد نامطلوب این سامانه شده بود. با تغییر ایجاد شده در سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو و تنظیم نسبت F/M، بازده مطلوبی درکاهش پارامترهای مورد بررسی به دست آمد.در نمودارهای شماره‌ی ۵ و ۶ خروجی نهایی تصفیه‌خانه در مقایسه با استانداردهای ملی (قبل و بعد از اعمال تغییرات) نشان داده شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

بررسی عملکرد سامانه‌های شماره‌ی یک و دو بعد از اصلاح سامانه نیز نشان داد که در سامانه‌های بی‌هوازی- هوازی متوالی، سامانه‌ی لجن فعال با تغذیه‌ی مرحله‌ای قادر به انجام تصفیه‌ی مناسبی در کاهش پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق، می باشد و بکارگیری سامانه‌ی لجن فعال با هوادهی گسترده، عملاً باعث اتلاف انرژی خواهد شد. در رابطه با کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی نیز علی‌رغم افزایش بازده حذف ، خروجی آن بالاتر از استانداردهای تعیین شده می‌باشد، که به دلیل عدم انجام کلرزنی می‌باشد.

نمودار شماره‌ی ۳ بازده نهایی سامانه‌های لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای و هوادهی گسترده را مورد مقایسه قرار داده است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق موارد زیر قابل پیشنهاد می‌باشد:

پیشنهاد می شود جهت نیل به استانداردهای میکروبی دفع پساب به زمین‌های کشاورزی در انتهای تصفیه‌خانه حوضچه‌ی کلرزنی و به منظور جلوگیری از ایجاد اثرات نامطلوب کلر درمصارف کشاورزی از روش کلرزدایی استفاده گردد.

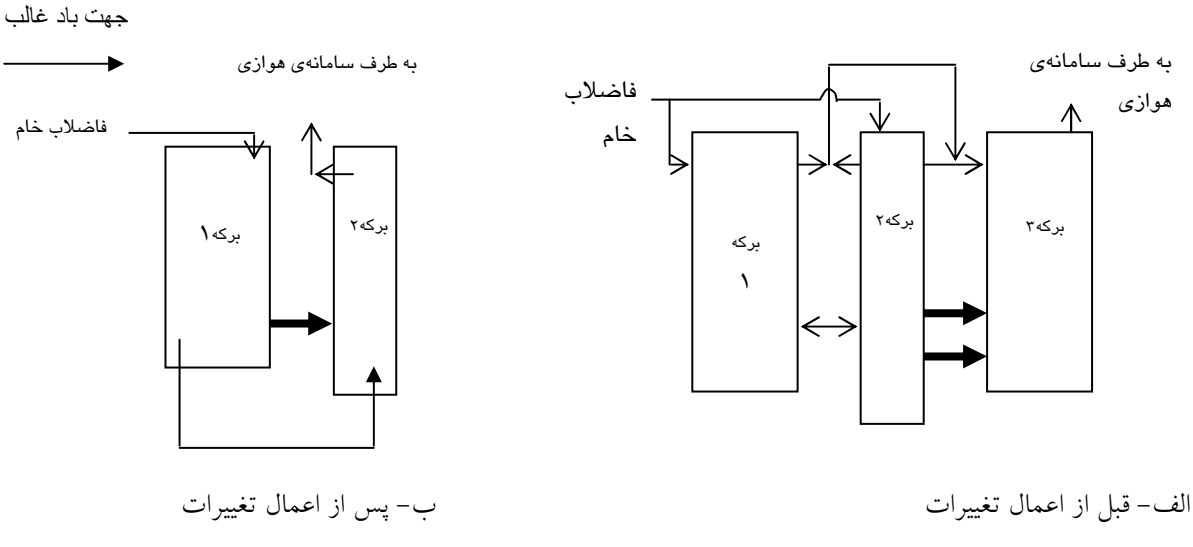
پیشنهاد می شود تحقیق جامعی بر روی اصلاحات لجن فعال هوادهی گسترده و تغذیه‌ی مرحله‌ای صورت گیرد و در صورت بدست آمدن نتایج مطلوب در حذف سایر پارامترهای مؤثر برکشاورزی، از روش لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای ، که هزینه‌ی کمتری دارد، بجای هوادهی گسترده در تصفیه‌خانه‌های جدید استفاده شود.

با توجه به بالا بودن میزان TDS در خروجی این تصفیه‌خانه پیشنهاد می‌گردد تحقیقی دررابطه با اثرات TDS برکشاورزی و خاک منطقه انجام گیرد.

با توجه به این که این تحقیق در ماه‌های معتدل سال انجام شده، پیشنهاد می‌گردد تحقیق دیگری در ماه‌های سرد سال جهت اطمینان از عملکرد مطلوب تصفیه‌خانه انجام شود.

تشکر و قدردانی

از زحمات آقایان مهندس رحیم دوانی، مهندس سیامک آذرنیا، مهندس مصطفی لیلی و سرکار خانم مهندس فریبا مؤذن‌زاده که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، صمیمانه قدردانی می شود.

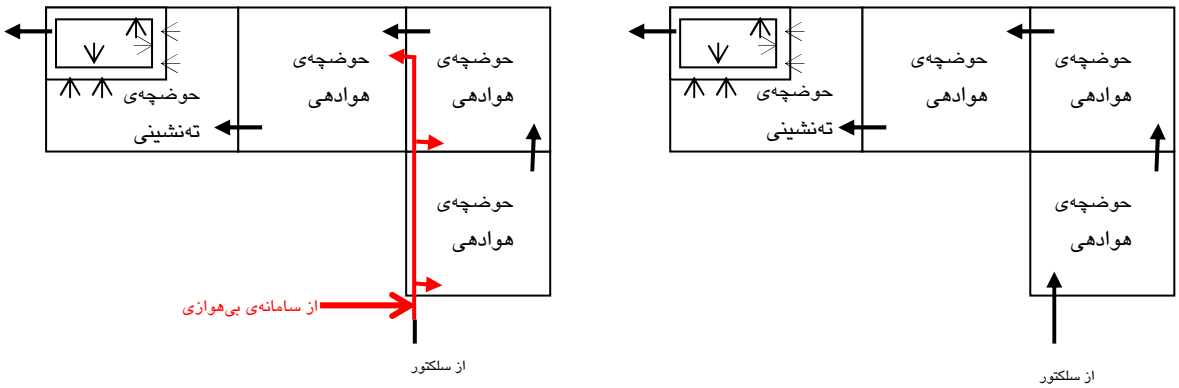


الف- قبل از اعمال تغییرات

ب- پس از اعمال تغییرات

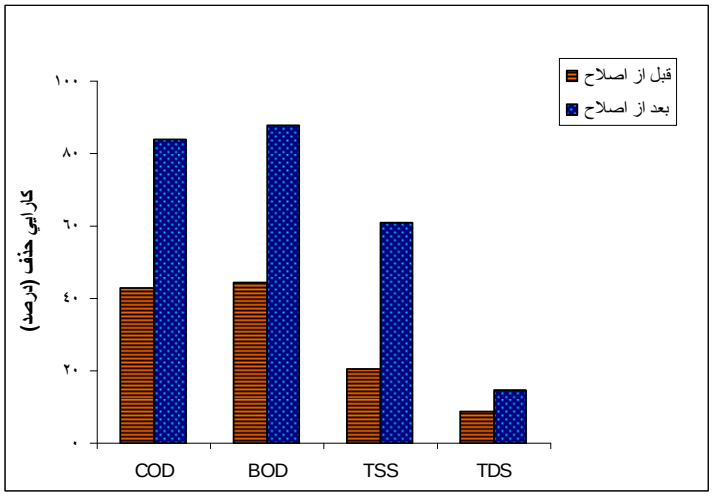
شکل ۱- نمودار گردشی آرایش برکه‌ها

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]



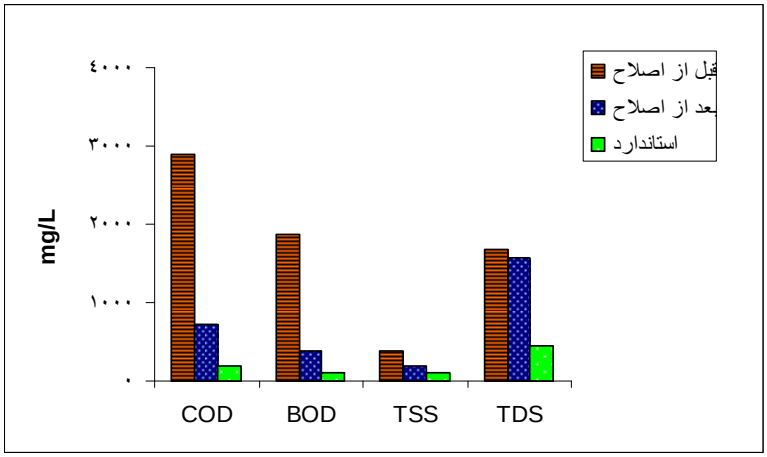
الف- قبل از اعمال تغییرات ب- پس از اعمال تغییرات

شکل ۲ - نمودار گردشی سامانه‌ی لجن فعال شماره‌ی دو

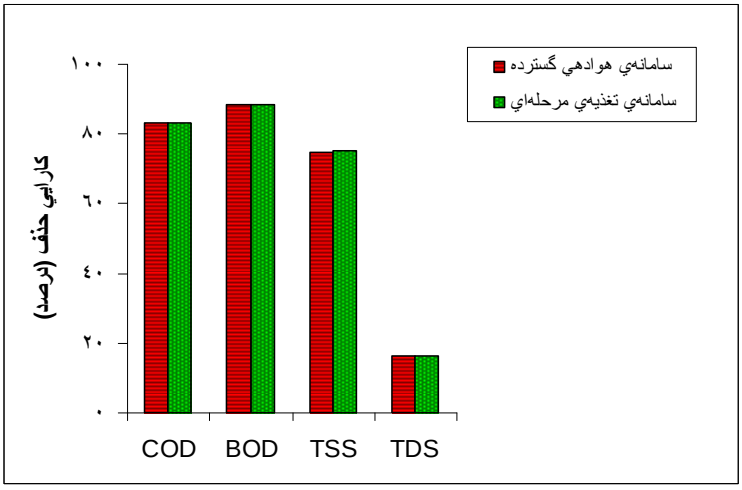


نمودار ۱ - مقایسه‌ی بازده حذف TSS, BOD_5, COD و TDS در سامانه‌ی بی‌هوازی (قبل و بعد از اعمال تغییرات)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

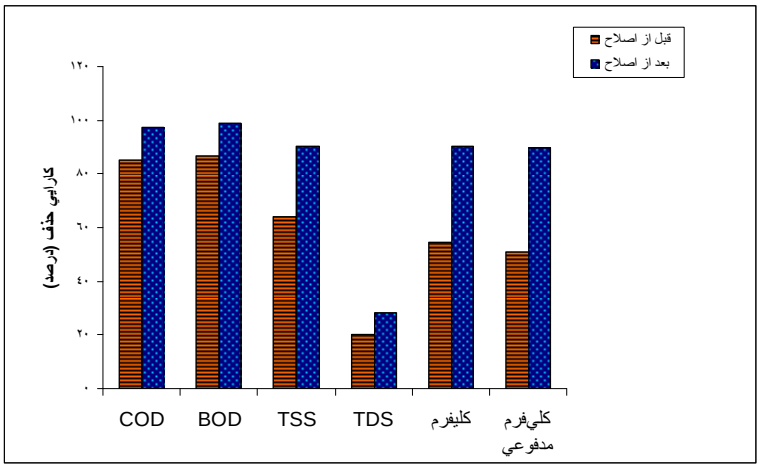


نمودار ۲ – مقایسه‌ی خروجی سامانه‌ی بی‌هوازی با استانداردهای ملی و TDS با رهنمود پیشنهادی بر حسب mg/L (قبل و بعد از اعمال تغییرات)

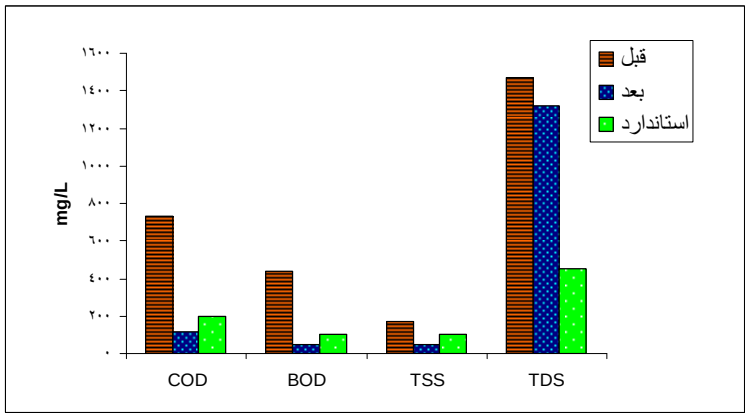


نمودار ۳ – مقایسه‌ی بازده حذف TSS,BOD_5,COD و TDS در سامانه‌های لجن فعال هوادهی گسترده و لجن فعال تغذیه‌ی مرحله‌ای

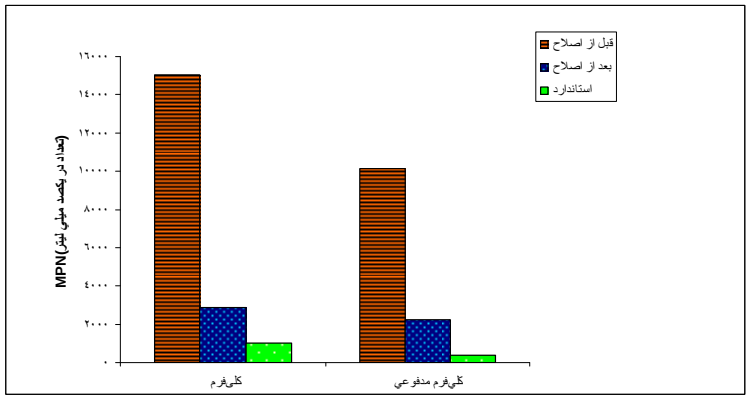
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]



نمودار۴- مقایسه‌ی بازده حذف COD,BOD_5,TSSوTDS ، کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی در کل تصفیه‌خانه (قبل و بعد از اعمال تغییرات)



نمودار ۵ - مقایسه‌ی خروجی نهایی COD,BOD_5,TSS وTDS تصفیه‌خانه با استانداردهای ملی وTDS با رهنمود پیشنهادی بر حسب mg/L (قبل و بعد از اعمال تغییرات)



نمودار ۶ - مقایسه‌ی خروجی نهایی کلی‌فرم‌ها و کلی‌فرم‌های مدفوعی تصفیه‌خانه با استانداردهای ملی بر حسب تعداد کلی فرم در یکصد میلی لیتر(قبل و بعد از اعمال تغییرات)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]

References

Bitton, G., 1994. Wastwater microbiology. Wiley Press: New York.

Eroglu, V., Ozturk, I., Demir, I. and Akca, A., 1992. Sequencing bath and hybrideactor treatment of dairy wastes. In Proc 46th Purdue Ind. *Wast Conf.*, West Lafayette.

Farquhar, G.J., 1988. Biological treatment of industrial waste review of principles, method and application.

Gough, R.H., Samkutty, P.J., McGraw, P., Arauz, J. and Adkinson, R.W., 2000. Prediction of effluent biochemical oxygen demand in a dairy plant SBR wastewater system, *J. Environ. Sci. Health,* Part A, **35**(2): pp. 169 – 175.

IDF., 1990. Anaerobic treatment of dairy effluent – The present stage of development". Bull. Inter. Dairy, 952.

Iran Department of Environment Website., 2010. [Online]. Available from: http://www.isiri.org/UserStd/DownloadStdaspx?id=2439

Kessler, HG., 1981. Food Engineering and Dairy Technology, Verlag: Freisburg: Freisburg, Germany.

Maris, P.J., Harrington, D.W., Biol, A.I., Chisman, G.L., 1984. Leachate treatment with particular reference to aerated lagoons. *Water Poll.* pp. 83.

Mehdipoortavana, M., 2008. Qualitative and Quantitative Evaluation of Dairy Industries and Proposed of Proper Treatment Method. MSPH Thesis, Department of Chemical Engineering, Islamic Azad University of Teharn, Central branch [In Persian].

Mosaferi, M., 2003. An Introduction to Food Industries Wastewater Treatment. Iran Department of Environment Publications, 1st Edition [In Persian].

Nadafi, K. and Nabizadeh, R., 1997. (Translators). Wastewater Stabilization Ponds, Design and Operation Principles, WHO Book series [In Persian].

Robinson, T., 1997. The real value of dairy waste Dairy Ind, Int. **62**(3), pp. 21-23.

Rusten, Odegaard, H. and Lundar, A. 2000. Treatment of effluent biochemical oxygen demand in a dairy plant SBR wastewater system. *J. Environ. Sci. Health.* A35.

Samkutty, P.J., Gough, R.H. and McGraw, P., 1996. Biological treatment of dairy plant wastewater. *J. Environ. Sci. Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering,* 1532-4117, 31(9), pp. 2143 – 2153.

Tchobanoglous, G., 2003. Wastewater engineering treatment and reuse, McGraw – Hill Publication, 4th Ed.

Vakhoshur Hefzabad, M., 2005. Dairy Industry and Environmental Protection Principles, Iran Dairy Industry Company Publication [In Persian].

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-16]