ارزیابی عملکرد سیستم لجن فعال به روش آنوکسیک-اکسیک: مطالعهٔ موردی مهدی‌شهر

احمدرضا یزدان‌بخش[۱]، محمد رفیعی[۲]، قاسم کیانی فیض‌آبادی[۳]*

۱. دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. استادیار، گروه بهداشت محیط، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. کارشناس‌ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران و دانشجوی mph مهندسی بهداشت محیط، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ؟؟؟؟
تاریخ پذیرش: ؟؟؟؟

چکیده

زمینه و هدف تکنولوژی آنوکسیک-اکسیک(A/O) از روش‌های جدید تصفیهٔ فاضلاب محسوب می‌شود که در تصفیه‌خانهٔ فاضلاب مهدی‌شهر استفاده شده است. با توجه به عدم انجام مطالعات کافی در این زمینه، بررسی بیشتر دربارهٔ عملکرد تصفیه‌خانه به روشA/O لازم است. مطالعهٔ حاضر با هدف ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانهٔ فاضلاب مهدی‌شهر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها مطالعهٔ توصیفی مقطعی حاضر در سال ۲۰۱۴ به مدت۸ ماه انجام شد. در طول مدت مطالعه هر هفته دو بار از فاضلاب ورودی، حوض هوادهی و پساب خروجی نمونه‌برداری و درمجموع ۲۰۰ نمونه فاضلاب برداشت شد. کارایی تصفیه‌خانه به‌وسیلهٔ پارامترهای BOD_5، TSSو COD و نیز MLVSS، MLSS و SVI در حوض هوادهی، طبق استاندارد متد بررسی و داده‌ها با آنالیزهای آماری تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها میانگین غلظت BOD_5، TSSوCOD ورودی به ترتیب برابر۲۲۱/۶، ۲۰۳/۸ و۳۲۱ میلی‌گرم بر لیتر بود. میانگین غلظت آن‌ها در پساب خروجی به‌ترتیب ۲۳/۶۵، ۱۶/۷۹ و ۳۴/۹ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد. براساس نتایج، میانگین راندمان حذف BOD_5، TSSوCOD به‌ترتیب ۸۷/۲۵، ۹۱/۷۷ و۸۷/۲۹ درصد تعیین شد که با استانداردهای پساب سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران برای مصارف کشاورزی مطابقت دارد. متوسط ماهیانه SVI ، ۶۷/۳ میلی‌لیتر در گرم بود و میانگین MLSS وMLVSS به ترتیب۱۸۸۰ و ۱۱۸۲ میلی‌گرم در لیتر مشخص شد.

نتیجه‌گیری در مطالعهٔ حاضر، کارایی فرایند A/O در حذف COD به‌طور متوسط حدود ۸۹ درصد است و نشان از میزان تجزیه‌پذیری بالای فاضلاب در راکتورA/O است. همچنین نتایج نشان داد که فرایند A/O در این تصفیه‌خانه کارآمد بوده و پساب تولیدی از نظر پارامترهای مورد مطالعه (BOD_5، TSSو COD) با استانداردهای ایران مطابقت داشته و دارای قابلیت استفادهٔ مجدد یا تخلیه به آب‌های پذیرنده است.

کلیدواژه‌ها:
آنوکسیک -اکسیک، لجن فعال، عملکرد، مهدی‌شهر

مقدمه

به دلیل وجود آلاینده‌های مختلف میکروبی و شیمیایی در فاضلاب، تخلیهٔ آن به‌صورت تصفیه نشده به محیط‌زیست و یا استفاده از آن در کشاورزی، به آلودگی منابع آب، خاک و محصولات کشاورزی منجر شده و در نهایت خطرات سوء بهداشتی آن متوجه بهداشت و سلامت انسان می‌شود. تأثیرات نامطلوب زیست‌محیطی ناشی از دفع نادرست فاضلاب در حدی است که امروزه اجرای طرح‌های فاضلاب در

* **نویسندهٔ مسئول: قاسم کیانی فیض‌آبادی**
نشانی: سمنان، بلوار بسیج، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، گروه بهداشت محیط

تلفن: ۳۳۶۲۹۴۴۶-۰۲۳ **دورنگار:**
رایانه: ghasem_kia @yahoo.com
شناسه ORCID: 0000-0003-3220-9960
شناسه ORCID نویسنده اول: 0000-0002-9564-9042

مجلهٔ علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دورهٔ ۲۶، شمارهٔ ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۸، ص ۱۰۹-۱۱۸
آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانامه: journal@medsab.ac.ir
شاپای چاپی: ۷۴۸۷-۱۶۰۶

www.SID.ir

مناطق شهری و شهرک‌های صنعتی امری ضروری و بنیادی تلقی می‌شود. به‌منظور تصفیهٔ فاضلاب از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی استفاده می‌شود [۱، ۲]. تکنولوژی‌های متعددی عمدتاً متشکل از دو خانوادهٔ بزرگ تصفیه مکانیکی و تصفیه طبیعی برای پالایش انواع فاضلاب‌ها وجود دارد که بسته به مشخصات فاضلاب، وضعیت اقلیمی، وضعیت منابع مالی، بزرگی و کوچکی پروژه، استانداردهای زیست‌محیطی، وضعیت منابع انسانی متخصص، وضعیت توپوگرافی منطقه، قابلیت‌های اجرایی، نحوهٔ بهره‌برداری، شرایط رفاهی، مسائل سیاسی و اجتماعی منطقه و دیگر پارامترهای مرتبط می‌تواند بسیار متفاوت باشد [۳، ۴]

امروزه روش‌های مشتمل بر فرایندهای بیولوژیکی به‌طور گسترده‌ای در تصفیهٔ انواع فاضلاب‌های مختلف با بار آلی زیاد استفاده می‌شود که در این میان فرایند لجن فعال از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین روش‌های بیولوژیکی تصفیهٔ فاضلاب به شمار می‌آید [۵، ۶، ۷]. در طول زمان محققان اصلاحات متعددی روی آن انجام داده‌اند، ولی بازهم این سیستم دارای مشکلات متعددی است. از جمله این مشکلات می‌توان به پدیدهٔ بالکینگ و کارایی کم این سیستم‌ها در حذف مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) فاضلاب اشاره کرد. پدیدهٔ بالکینگ باعث کاهش راندمان در تصفیه‌خانه‌ها شده و هم‌چنین به علت حضور مواد مغذی در پساب این تصفیه‌خانه‌ها در صورت تخلیه به آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌تواند کیفیت منابع آبی را تقلیل دهد[۸، ۹، ۱۰، ۱۱]. از جمله فرایندهای اصلاحی به نام Anoxic-Oxic(A/O) است که واحد انوکسیک از دو تانک تشکیل شده که با دیوار حائل از هم جدا شده‌اند. قسمت نخست تانک واحد انوکسیک، تانک سلکتور است. بعد از تانک سلکتور فاضلاب از طریق دیوار حائل وارد قسمت دوم تانک انوکسیک می‌شود. در این تانک نیز لجن برگشتی از واحد هوادهی به این قسمت اضافه می‌شود. در این قسمت فرایند دی‌نیتریفیکاسیون اتفاق می‌افتد و در صورت انجام کامل فرایند دی نیتریفیکاسیون محصول نهایی گاز ازت حاصل خواهد شد. بعد از واحد آنوکسیک، واحد هوادهی قرار دارد. این واحد یکی از مهم‌ترین واحدهایی است که نقش مهمی در تصفیه ایفا می‌کند. در واحد هوادهی باکتری‌های هوازی غالب می‌شوند. این باکتری‌ها برای تصفیه نیاز به اکسیژن دارند[۱۲، ۱۳]. تأسیس تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به تنهایی نگرانی‌های زیست‌محیطی را بر طرف نمی‌کند بلکه برای رسیدن به استانداردهای مطلوب زیست‌محیطی باید عملکرد این تصفیه‌خانه‌ها مدام بررسی و ارزیابی شود [۸، ۹]. از جمله پارامترهایی که باید برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، مورد توجه قرار گیرند، میزان اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی(BOD) ، میزان اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD)، مواد معلق، جامدات محلول و PH فاضلاب خروجی از این تصفیه‌خانه‌ها است[۱۴، ۱۵]. یغمائیان و همکاران [۱۶] در مطالعه‌ای دربارهٔ مقایسهٔ دو سیستم تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال تغییریافته برای بررسی تصفیه فاضلاب، پارامترهای MLSS، COD و SVI به‌عنوان شاخص‌های کلی راهبری تصفیه‌خانه بررسی شدند. شریفی یزدی و همکاران [۱۷] نیز در مطالعه‌ای به ارزیابی تصفیه بیولوژیکی از نوع سیستم لجن فعال روی پساب‌های صنعتی پرداخته و به اندازه‌گیری پارامترهای BOD و COD اکتفا کرده‌اند. نتیجهٔ این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم مذکور تا بیش از ۹۸درصد در کاهش آلایندگی فاضلاب مؤثر بوده است. در تحقیق دیگری زولی و همکاران [۱۸] عملکرد سیستم لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی آق‌قلا در استان گلستان را بررسی کردند که میانگین کل راندمان حذف برای BOD،COD و TSS به‌ترتیب برابر با ۹۶/۶۶، ۹۸/۲، ۹۷/۶درصد محاسبه شد. درصورتی که کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه در مواردی منطبق با استانداردهای زیست‌محیطی نباشد با مدیریت و نظارت دقیق بر مقدار دبی و بار آلی ورودی این نواقص به‌راحتی قابل برطرف شدن است [۱۸، ۱۲].

تصفیه‌خانهٔ فاضلاب شهر مهدی‌شهر دارای دو مدول و سیستم مجزا است. سیستمی قدیمی که شامل تعداد سه برکه تثبیت به‌صورت سری که حدود ۱۸۰۰ مترمکعب از فاضلاب شهر را دریافت می‌نماید و سیستم دیگر که به‌تازگی به بهره‌برداری رسیده است ، سیستمA/O است که این سیستم روزانه حدود۲۵۰۰ مترمکعب فاضلاب شهر را تصفیه می‌کند. بررسی این سیستم از جنبه‌های فرایندی و در نهایت تعیین نقاط قوت و ضعف آن، نقشی مهم و اثرگذار برای احداث دیگر واحدهای مشابه در سایر نقاط ایفا می‌کند[۷]. بدون آگاهی از وضعیت راندمان سیستم تصفیه نمی‌توان قضاوت درستی از سیستم داشت، تا درصورت عدم کارایی مناسب و عدم دستیابی به استانداردهای مجاز پساب خروجی درصدد رفع مشکلات آن برآمده و از آلودگی زیست‌محیطی و ایجاد مشکلات ناشی از آن در سال‌های آتی جلوگیری به عمل آورد [۴، ۱۵]. بنابراین بایستی دفع بهداشتی فاضلاب و استفاده از پساب حاصل برای مصارف کشاورزی و همچنین تخلیه آن به آب‌های پذیرنده بدون اینکه تهدیدی برای سلامت جامعه ایجاد

Archive of SID
www.SID.ir

شود انجام پذیرد. این تحقیق به‌منظور تعیین عملکرد و ارزیابی کارایی سیستمA/O تصفیه‌خانه فاضلاب شهر مهدی‌شهر، طی هشت ماه و از خرداد لغایت دی سال ۱۳۹۳ انجام شد و با توجه به استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، برخی از پارامترهای کیفی در فاضلاب ورودی و پساب خروجی آنالیز و بررسی شدند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت توصیفی -مقطعی و در دورهٔ هشت‌ماهه از خرداد تا دی برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهری مهدی‌شهر صورت گرفت و برای تعیین ویژگی‌های کیفی، از فاضلاب ورودی و پساب خروجی تصفیه‌خانه نمونه‌برداری انجام شد. براساس مطالعات مشابه، نمونه‌برداری به‌صورت لحظه‌ای و نمونه‌ها به حجم یک لیتر در دو نوبت از روز، یک‌بار در ساعت ۸ صبح و یک‌بار در ساعت ۱۳ ظهر (به‌عنوان زمان‌های حداکثر دبی ورودی به تصفیه‌خانه) به‌منظور آنالیز به آزمایشگاه تصفیه‌خانه منتقل شد و نتایج آنالیز نمونه‌ها به‌صورت میانگین ثبت شد. با توجه به طول مدت مطالعه در هرماه ۱۶ نمونه برداشت شد که تعداد کل نمونه‌ها (نمونه فاضلاب ورودی ،نمونه از پساب خروجی و نمونه از تانک هوادهی) در پایان مدت تحقیق ۲۰۰ مورد است. برخی پارامترها از قبیل اکسیژن محلول، دما و pH با دستگاه‌های پرتابل در محل تعیین مقدار شدند. پارامترها و متغیرهای ارزیابی‌شده بر اساس مطالعات مشابه و با توجه به استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران[۱۹] و با در نظر گرفتن منابع مالی و زمانی تحقیق انتخاب شدند که شامل اندازه‌گیری پارامترهایی نظیر اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5)، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، جامدات معلق(SS) و pH بودند. پارامترها و متغیرهای مربوط به راهبری حوض هوادهی نیز شامل مواد معلق مایع مخلوط (MLSS)، مواد معلق فرّار مایع مخلوط (MLVSS) و اندیس حجمی لجن(SVI) تعیین شدند. تمامی آزمایش‌ها براساس روش‌های تعیین شده در کتاب استاندارد متد [۲۰] انجام گرفت که برای اندازه‌گیری غلظت مواد آلی COD به روش تقطیر برگشتی، BOD_5 به روش رقیق‌سازی، TSS به‌روش وزن سنجی انجام شد. در پایان، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از جمله میانگین‌گیری و گستره مقادیر و رسم گراف‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

یافته‌ها

پژوهش حاضر در هشت ماه و به‌صورت متوالی از خرداد لغایت دی۱۳۹۳صورت گرفت. نتایج آنالیزهای انجام شده روی جریان ورودی و خروجی از تصفیه‌خانه و نیز درصد حذف آلاینده‌ها در ماه‌های مختلف سال، به ترتیب در شکل‌های۱، ۲ و۳ نشان داده شده است. همچنین پارامترهای اندازه‌گیری شده در تانک‌های هوادهی این تصفیه‌خانه نیز در جدول ۱ آمده است.

شکل ۱ نمایانگر غلظت BOD_5، TSSو COD فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانهٔ فاضلاب در ماه‌های مختلف است. گسترهٔ میانگین ماهانه جامدات معلق (TSS) در فاضلاب ورودی بین ۱۷۵ تا ۲۲۰میلی‌گرم در لیتر است که کمترین آن در آبان ماه و بیشترین آن در تیرماه اندازه‌گیری شد. گسترهٔ COD در آذرماه ۳۰۱ میلی‌گرم در لیتر و در خرداد ماه ۳۶۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد. محدودهٔ BOD_5 در میانگین ماهانه فاضلاب خام ورودی نیز بین ۱۹۲ تا ۲۶۵میلی‌گرم در لیتر بود که به‌ترتیب در ماه‌های آذر و تیر مشاهده شد.

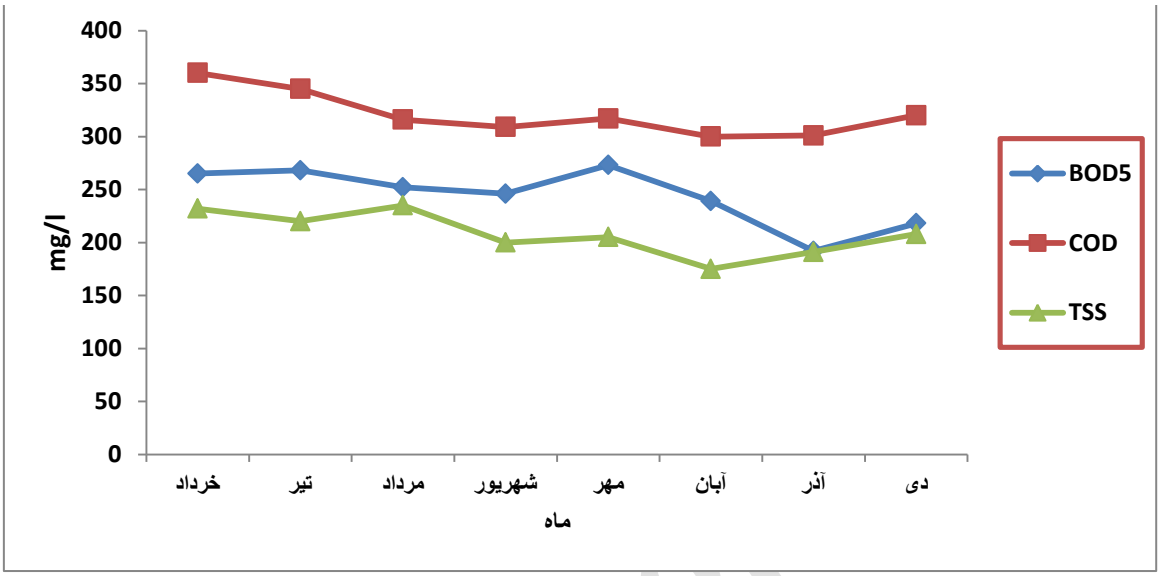
همچنین نتایج مربوط به مشخصات فاضلاب خام ورودی نشان می‌دهد که متوسط غلظتBOD_5 ، TSSو COD در کل طول دورهٔ پژوهش، به‌ترتیب ۲۲۱/۶، ۲۰۳/۸ و۳۲۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است.

شکل ۲ غلظت پارامترهای پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب را در ماه‌های مختلف نشان می‌دهد. گسترهٔ میانگین ماهانهٔ جامدات معلق (TSS) در پساب خروجی بین ۱۰/۴ تا ۲۶/۱۶میلی‌گرم در لیتر بود که کمترین آن در آبان ماه و بیشترین آن در دی ماه اندازه‌گیری شد. گسترهٔ COD نیز از ۲۸/۲ تا ۴۲ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده و به‌ترتیب در شهریور و خرداد ماه ثبت شد. محدودهٔ BOD_5 در میانگین ماهانه، ۱۷ تا ۳۲/۵ میلی‌گرم در لیتر بود که به‌ترتیب در ماه‌های شهریور و خرداد مشاهده شد. همچنین نتایج مربوط به مشخصات پساب خروجی تصفیه‌خانه نشان می‌دهد که متوسط ماهیانه غلظت BOD_5 ، TSSو COD در کل مدت زمان پژوهش به‌ترتیب ۲۳/۶۵، ۱۶/۷۹ و۳۴/۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است.

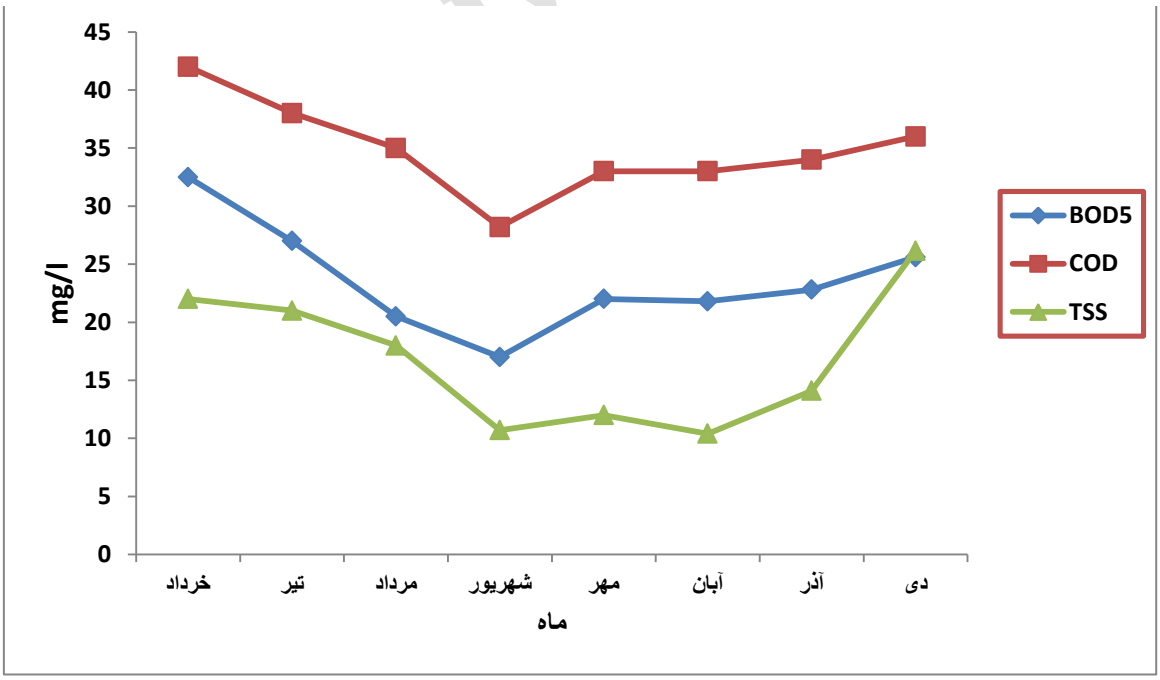
شکل ۳ راندمان حذف غلظت پارامترهای BOD_5,CODو TSS فاضلاب را در تصفیه‌خانهٔ فاضلاب مهدی‌شهر در دورهٔ تحقیق نشان می‌دهد. میانگین راندمان ماهیانهٔ سیستم مورد استفاده در این تصفیه‌خانه برای حذف TSS در گسترهٔ ۸۷/۴ تا ۹۴/۶۵ درصد به‌ترتیب در ماه‌های دی و شهریور است و در خصوص COD در گسترهٔ ۸۸/۷ درصد در آذرماه و۹۰/۸۷ درصد در شهریور ماه بوده است. همچنین میانگین راندمان ماهیانه حذف BOD_5 در گسترهٔ ۸۸/۲۵ تا ۹۳ درصد به‌ترتیب در دی و شهریور است. بررسی نتایج آزمایش‌ها و تحلیل مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در جریان

Archive of SID
www.SID.ir

خروجی تصفیه‌خانه بیانگر این نکته است که میانگین راندمان سیستم مورد استفاده در این تصفیه‌خانه، در حذف TSS برابر۹۱/۷۷ درصد، COD برابر۸۷/۲۹ و میانگین حذف BOD_5 برابر ۸۷/۲۵ درصد بوده است.

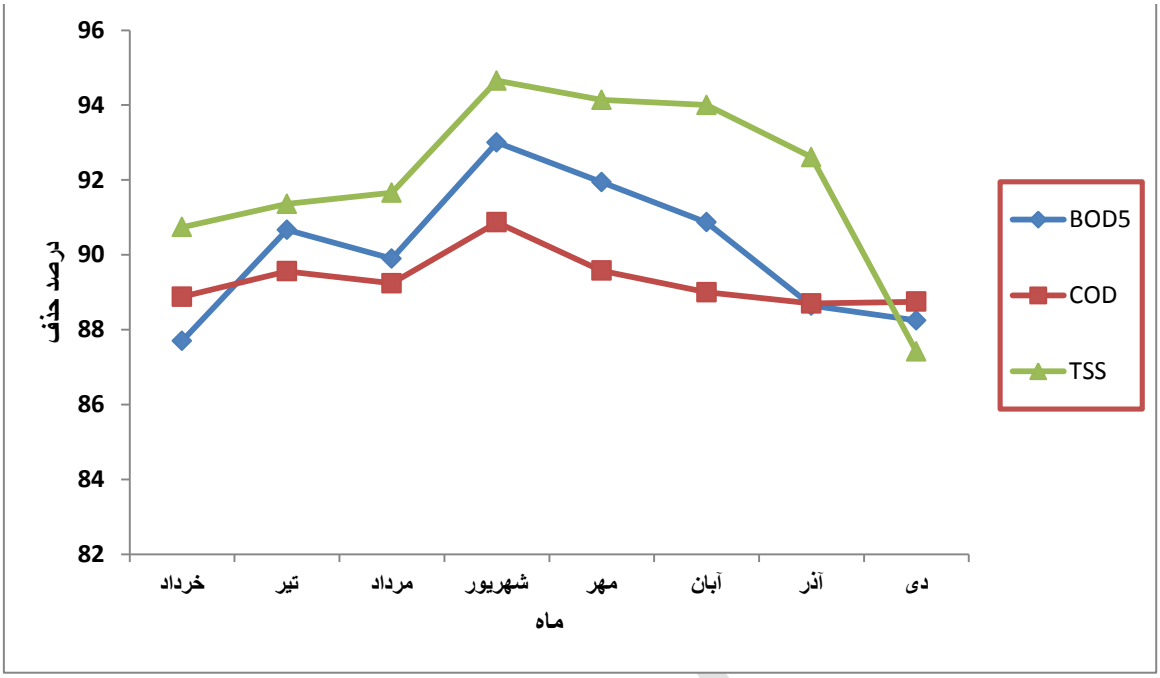


شکل ۱. تغییرات ماهانهٔ غلظت پارامترهای BOD_5،COD و TSS فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانهٔ فاضلاب مهدی‌شهر در دورهٔ تحقیق



شکل۲. تغییرات ماهانهٔ غلظت پارامترهای BOD_5،COD و TSSپساب خروجی از تصفیه‌خانهٔ فاضلاب مهدی‌شهر در دورهٔ تحقیق

www.SID.ir



شکل ۳. مقایسهٔ درصد حذف غلظت پارامترهای BOD_5,COD و TSS در تصفیه‌خانهٔ فاضلاب مهدی‌شهر در دوره تحقیق

جدول ۱. میانگین ماهیانه غلظت پارامترهای تانک هوادهی و میزان دما و pH ورودی و خروجی تصفیه‌خانهٔ فاضلاب شهر مهدی‌شهر در دوره تحقیق

ماه	پارامتر	SVI(ml/g)	MLSS(mg/l)	MLVSS (mg/l)	دما (c^0)		pH	
					فاضلاب ورودی	پساب خروجی	فاضلاب ورودی	پساب خروجی
خرداد		۷۴/۵	۱۵۹۸	۱۴۰۰	۲۶	۲۶/۴	۷/۲۲	۷/۶۴
تیر		۷۲	۱۶۷۰	۱۲۲۸	۲۷/۵	۲۸/۲	۷/۴۱	۷/۶
مرداد		۷۰	۱۴۶۸	۱۰۵۱	۲۸/۵	۲۹	۷/۴۶	۷/۴۹
شهریور		۷۰/۵	۲۶۸۵	۱۴۰۰	۲۷	۲۷/۲	۷/۵۲	۷/۲
مهر		۶۶/۵	۲۶۹۰	۱۳۲۲	۲۴	۲۵	۷/۵	۷/۰۴
آبان		۵۷/۲	۱۶۲۴	۹۵۷	۱۷/۲	۱۷/۵	۷/۶۷	۷/۴۸
آذر		۶۳/۴	۱۵۹۲	۱۰۰۴	۱۵	۱۵/۶	۷/۶	۷/۵
دی		۶۴/۴	۱۷۱۳	۱۰۹۶	۱۱/۲	۱۱/۴	۷/۲۷	۷/۴
گستره		۵۷/۲-۷۵	۱۴۶۸-۲۶۹۰	۹۵۷-۱۴۰۰	۱۱/۲-۲۸/۵	۱۱/۴-۲۹	۷/۲۲ -۷/۶۷	۷/۰۴ -۷/۶۴
میانگین		۶۷/۳	۱۸۸۰	۱۱۸۲	–	–	۷/۴۵	۷/۴۱

در جداول ۱ میانگین ماهیانه پارامترهای مربوط به راهبری حوضچه هوادهی تصفیه‌خانه؛ مشتمل بر شاخص حجمی لجن(SVI) ، مواد معلق مایع مخلوط (MLSS) و مواد معلق فرّار مایع مخلوط (MLVSS) و همچنین میزان PH ورودی و خروجی فاضلاب ذکر شده است. در تانک هوادهی، گسترهٔ SVI از۵۷/۲ در آبان ماه تا ۷۴/۵میلی‌لیتر در گرم در خرداد ماه متغیر بوده است (جدول ۱). گسترهٔ غلظت MLSS و MLVSS نیز به‌ترتیب از ۱۴۶۸ تا ۲۶۹۰ و ۹۵۷ تا ۱۳۲۲میلی‌گرم در لیتر در نوسان بوده است. نسبت MLVSS به MLSS در راکتور A/O مورد مطالعه بین ۰/۵۳ تا ۰/۶۵ قرار دارد. همچنین متوسط ماهیانه SVI در طول مدت زمان پژوهش، ۶۷/۳میلی‌لیتر در گرم بوده و MLSS و MLVSS نیز

Archive of SID
www.SID.ir

به‌ترتیب دارای میانگین کل ۱۸۸۰ و ۱۱۸۲ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد.

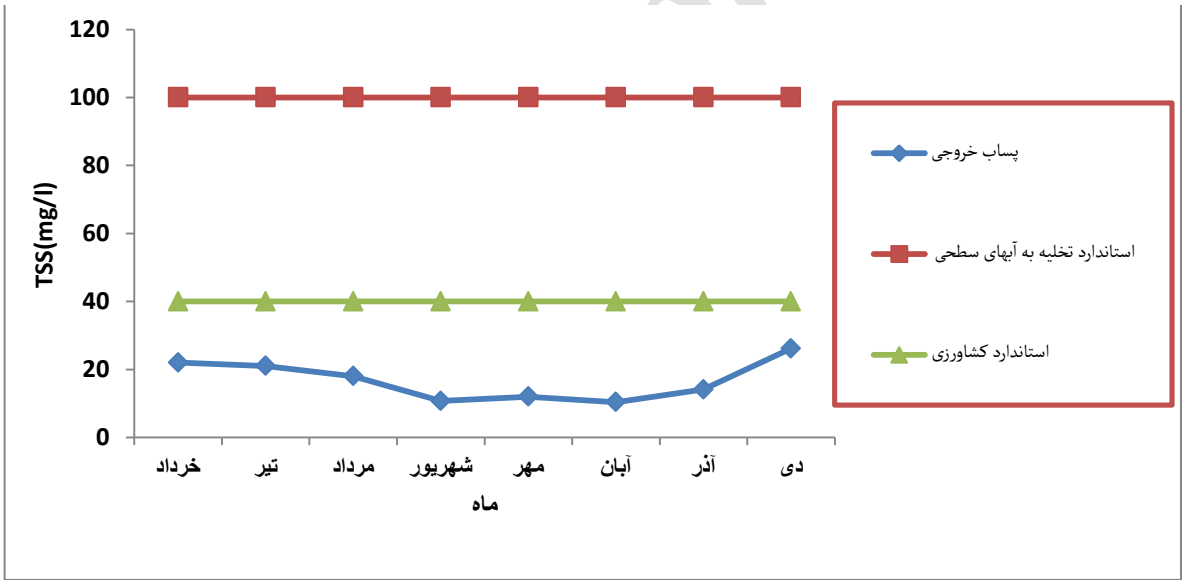
با توجه به جدول ۱ گسترهٔ PH فاضلاب ورودی از ۷/۲۲ در خرداد ماه تا ۷/۶۷ در آبان ماه متغیر بوده است که متوسط ماهیانهPH فاضلاب ورودی در طول مدت زمان پژوهش، ۷/۴۵ بوده است. همچنین گسترهٔ PH پساب خروجی از ۷/۰۴ در مهرماه تا ۷/۶۴ در خرداد ماه متغیر بوده است که متوسط ماهیانه PH پساب خروجی در طول مدت زمان پژوهش، ۷/۴۱ و برای فاضلاب ورودی ۷/۴۵ بوده است. در خصوص دمای فاضلاب ورودی، از ۱۱/۲ تا ۲۸/۵ درجهٔ سلسیوس و دربارهٔ پساب خروجی از ۱۱/۴ تا ۲۹ درجهٔ سلسیوس در ماه‌های مختلف سال متغیر بوده است.

بحث

نتایج حاصل از داده‌های میدانی در کل دورهٔ مطالعه نشان داد که به‌طور کلی تصفیه‌خانه با سیستم Anoxic-Aerobic دارای راندمان حذف متوسط ۹۰/۱۲ درصد BOD_5 (حداکثر ۹۳ و حداقل ۸۷/۷درصد)، متوسط حذف ۸۹/۳۲ درصد COD (حداکثر۹۰/۸۷ و حداقل ۸۸/۷ درصد) و در مورد TSS متوسط حذف ۹۲ درصد (حداکثر۹۴/۶۵ و حداقل ۸۷/۴۲ درصد) است. براساس نتایج تحقیق حاضر میزان حذف پارامترهای مورد مطالعه در سیستم مورد تحقیق قابل توجه بوده و با راندمان به دست آمده از بسیاری از سیستم‌های مورد مطالعهٔ سابق برابری می‌کند [۸، ۱۴، ۱۸]. در تحقیق زرولی و همکاران [۱۸] میانگین کل راندمان حذف برای COD، BOD_5 و TSS سیستم لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب به‌ترتیب برابر با ۹۶/۶۶، ۹۸/۲، ۹۷/۶درصد محاسبه شد که کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه در اکثر ماه‌های سال مطابق استانداردهای دفع پساب بود، و در مواردی پساب خروجی منطبق با استانداردهای زیست‌محیطی انبوه است و با حداکثر راندمان حذف پارامترهای مذکور در این مطالعه اختلاف ناچیزی دارد[۱۸]. در تحقیق شریفی و همکاران[۱۷] نتایج حاصل از آنالیز پساب خروجی تصفیه‌خانه، راندمان ۹۸ درصدی را نشان داد که در مقایسه با نتایج تحقیق حاضر راندمان بالاتری را اعلام کردند. به‌کارگیری سیستم‌های بیولوژیکی در اکثر مواقع برای رسیدن به استانداردهای زیست‌محیطی به‌ویژه در ارتباط با حذف مواد مغذی، هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری را تا حد دو برابر تحمیل می‌کند. بنابراین قبل از طراحی و به‌کارگیری سیستم‌های بیولوژیکی، آنالیز اولیهٔ فاضلاب و تعیین میزان آلاینده‌های ورودی می‌تواند کمک شایانی در به‌کارگیری سیستم مناسب تصفیه ایفا کند، به‌طوری‌که ممکن است آلاینده‌های موجود در فاضلاب خام در حدی باشد که با به‌کارگیری سیستم‌های ساده و مناسبی همچون سیستم لجن فعال بتوان به استانداردهای زیست‌محیطی دست یافت. فاضلاب اخیراً به‌عنوان منبع جدید آب که کمترین نوسانات را دارد، مورد توجه متخصصان محیط‌زیست قرار گرفته است. پساب حاصل از تصفیه بیولوژیکی در بیشتر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب موجود در ایران بدون هیچ محدودیت و کنترل قابل‌توجهی در مصارف مختلف و غالباً برای آبیاری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود. درحالی‌که سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران، با توجه به نوع استفاده از پساب، رهنمودهایی را ارائه کرده است [۲۱]. مطابق این استانداردها، برای تخلیهٔ پساب به آب‌های سطحی، غلظت BOD_5 و TSS باید به ترتیب کمتر از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد. این مقدار، در استفادهٔ پساب برای مصارف کشاورزی به‌ترتیب ۱۰۰ و۴۰ میلی‌گرم در لیتر است[۱۹]. شکل ۴ و۵ مقایسه مقادیر BOD_5 و TSS به دست آمده پساب خروجی، با استانداردهای ذکرشده در پساب خروجی برای مصارف مختلف را نشان می‌دهد. در پساب خروجی تصفیه‌خانهٔ فاضلاب زنجان، متوسط ماهیانه غلظت BOD_5 وTSS به‌ترتیب ۲۳/۶۵و ۱۶/۷۹ میلی‌گرم در لیتر بوده است که نشان دهندهٔ مطابقت آن با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران است. (فاضلاب تصفیه شده در تصفیه‌خانهٔ شهر مهدی‌شهر عمدتاً برای کشاورزی و توسعه فضای سبز شهری مصرف می‌شود). ازاین‌رو بر اساس نتایج به دست آمده، پساب خروجی این سیستم گویای وضعیت مناسب است که حتی در بسیاری از سیستم‌های معمول مکانیکی جدید نیز دستیابی به این حد بسیار پرهزینه است. در ارتباط با میزان CODخروجی از تصفیه‌خانه مقدار آن در استاندارد خروجی به آب‌های سطحی ایران ۶۰ mg/L قید شده است و برای مصارف کشاورزی ۲۰۰mg/L است[۱۹]. در مطالعه یغمائیان و همکاران [۱۶] پارامتر COD به‌عنوان شاخص کلی راهبری تصفیه‌خانه بوده و براساس نتایج مشخص کردند که در همهٔ ماه‌های مورد مطالعه، میزان COD پایین‌تر از استانداردهای زیست‌محیطی برای مصارف کشاورزی است. در مطالعهٔ حاضر نیز میزان COD پساب خروجی سیستم به‌طور متوسط ۳۴/۹mg/L (حداکثر ۳۴/۹ و حداقل ۲۸/۱میلی‌گرم در لیتر) است که از استانداردهای محیط‌زیست برای ورود به آب‌های سطحی و مصارف کشاورزی کمتر است.

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۴. مقایسهٔ مقادیر BOD_5 در پساب خروجی با مقادیر استاندارد برای تخلیه به آب‌های سطحی و مصارف کشاورزی و چاه جاذب



شکل ۵. مقایسه مقادیر TSS در پساب خروجی با مقادیر استاندارد برای تخلیه به آب‌های سطحی و مصارف کشاورزی و چاه جاذب

شاخص حجمی لجن (SVI) نیز یکی از پارامترهایی است که به‌منظور بررسی خاصیت ته‌نشینی لجن در تصفیه‌خانه فاضلاب بکار می‌رود. مقادیر کم SVI، نشان‌دهندهٔ وضعیت مناسب لجن برای ته‌نشینی و مقادیر بالاتر آن، بیانگر حضور باکتری‌های رشته‌ای در لجن و خاصیت ضعیف ته‌نشینی آن و متعاقباً ایجاد بالکینگ رشته‌ای است. مقدار مناسب SVI بین ۵۰ تا ۱۵۰ میلی‌لیتردرگرم است [۲۲، ۲۳، ۲۴]. در تصفیه‌خانهٔ مهدی‌شهر فاضلاب خارج شده از واحد آشغال‌گیر توسط یک کانال به سمت واحد انوکسیک هدایت می‌شود. در طول این مسیر جریانی شامل فیلتریت بلت فیلترها و زهاب بسترهای لجن‌خشک‌کن و فاضلاب حاصل از شستشوی معکوس فیلترها از طریق پمپ‌های سوپر ناتانت به کانال ورودی واحدهای انوکسیک برگشت داده می‌شوند فاضلاب وارد شده به واحد انوکسیک بعد از تانک سلکتور از طریق

www.SID.ir

سرریز وارد قسمت دوم واحد انوکسیک می‌شود. جریان برگشتی که از واحد هوادهی است نیز به این تانک وارد می‌شود. مدت زمان مخلوط فاضلاب و لجن برگشتی در حوض انوکسیک، در حدود ۲ ساعت است. بعد از واحد آنوکسیک، واحد هوادهی قرار دارد. برای حفظ غلظت مطلوب تودهٔ زیستی در حوض هوادهی و همچنین حفظ ضخامت لایهٔ لجن در حد مناسب، باید میزان لجن برگشتی از حوض ته‌نشینی به حوض هوادهی را نظارت و کنترل کرد. نتایج مربوط به SVI در تصفیه‌خانهٔ شهر مهدی‌شهر در دورهٔ تحقیق به‌طور متوسط ۶۷ میلی‌لیتر در گرم بود، این نتایج نشان از وضعیت مطلوب لجن برای ته‌نشینی و پسابی عاری از مواد معلق دارد. استفاده از سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به‌صورت لجن فعال ارتقا یافته و با تکنولوژی مناسب علاوه بر کاهش مشکلات راهبری و هزینه‌های اقتصادی به اصلاح محیط‌زیست هم کمک می‌کند. با توجه به محدودیت منابع آب و ضرورت استفادهٔ بهینه از این منابع، اهمیت استفاده از پساب‌های تصفیه شده در مواردی که به کیفیت پایین‌تری از آب نیاز است، مشخص می‌شود.

نتیجه‌گیری

با عنایت به اینکه کارایی فرایند A/O مورد مطالعه در حذف COD فاضلاب به‌طور متوسط در حدود ۸۴ درصد است، ازاین‌رو فاضلاب در سیستم A/O میزان تجزیه‌پذیری بالایی دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که فرایند کامل A/O مورد استفاده در این تصفیه‌خانه کارآمد بوده و در مقایسه با بسیاری از سیستم‌های مکانیکی پرهزینه، با مصرف انرژی بالا و بهره‌برداری مشکل از وضعیت خوب و قابل قبولی برخوردار بوده است و پساب تولیدی از نظر پارامترهای مورد مطالعه (BOD_5، TSSو COD) با استانداردهای رایج در ایران مطابقت داشته و قابلیت استفادهٔ مجدد یا تخلیه به آب‌های پذیرنده را دارا است.

لازم به یادآوری است که به‌منظور استفادهٔ مجدد از پساب، علاوه بر کیفیت شیمیایی، کیفیت میکروبی، خصوصاً شاخص‌های میکروبی نظیر کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی نیز حائز اهمیت است، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی، تحقیقات جامعی بر کیفیت میکروبی پساب این تصفیه‌خانه انجام پذیرد.

تشکر و قدردانی

محققان از زحمات مدیریت محترم شرکت آب و فاضلاب شهری شهرستان مهدی‌شهر و کارکنان محترمی که در تمامی مراحل انجام این تحقیق اعم از هماهنگی‌های لازم و تأمین امکانات همکاری لازم را به عمل آوردند، سپاسگزاری می‌کنند.

References

[1]. Metcalf and Eddy Inc, Wastewater engineering: treatment and Reuse. 4nd ed. New York. Mc Graw Hill. 2003.
[2]. Mesdaghinia AR, Nouri J, Naddafi K, Rezaian A. Investigation of sahebgharanieh wastewater treatment plant operation in tehran and providing an appropriate method for its upgrading ,Iran J Public Health, 2001; 30(1-2): 9-14.
[3]. Tchobanoglous G, Louis F, Burton H, Stensel D. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2004: 48-53.
[4]. Alaton IA, Tanik A, Ovez S, Iskender G, Gure M, Orhon D. Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: A case study on selected plants. Desalination. 2007; 215(1):159-165.
[5]. Gerardi MH. Nitrification and denitrification in the activated sludge process. New Jersey, John Wiley & Sons; 2003: 97-102
[6]. Avcioglu E, Orhon D, Sozen, A new method for the assessment of hetrothrophic endogenous respiration rate under aerobic and anoxic condition, J Wa Sci Tech. 1998; 38(8- 9): 95-103
[7]. Afolabi AS, Jonson O, Abdul AS, Oluwaseyi BS, Investigation of the treatment of wastewater using activated sludge process.Applied Mecanics and Materials. 2013; 260-261: 969-976
[8]. Cirja M, Ivashechkin P, ffer AS, Corvini PFX, Factors affecting the removal of organic micropollutants from wastewater in conventional treatment plants (CTP) and membrane bioreactors (MBR), Rev Environ Sci Biotechnol. 2008; 7(1): 61-78
[9]. Wang H, Wang H. Mitigation of lake eutrophication: Loosen nitrogen control and focus on phosphorus abatement. Progress in Natural Science. 2009; 19(10): 1445-1451
[10]. Guo Y, Chu J, Liu Y, Zhang W, Xu L. research of sludge properties during startup of integrated anoxic aerobic process. Adv Mater Res. 2012; 518-523: 33445-34495
[11]. Waki M, Yokoyama H, Ogino A, Suzuki K, Tanaka Y, Nitrogen removal from purified swine wastewater using biogas by semipartitioned reactor, Bio-resource Technology. 2008; 99: 5335-5340
[12]. Guo Y, Yang H, Hao Z, Mu T, Cao Y, Chu J. Startup research of integrated anoxic aerobic process in printing and dyeing wastewater treatment. Adv Mater Res. 2012; 490-495:3658-3662
[13]. Mariolakos I. Water resources management in the framework of sustainable development. Desalination. 2007; 213:147-151.
[14]. Melidis P, Vaiopoulou E ,Aivasidis A, Development and implementation of microbial sensors for efficient process control in wastewater treatment plants, Bioprocess Biosyst Eng. 2008; 31(3) : 277-282
[15]. Qadir M, Wichelns D, Raschid-Sally L, McCornick PG, Drechsel P, Drechsel P, et all. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. Agric Water Manag. 2010; 97(4): 561-568.
[16]. Yaghmaei S, Asr R, Moslehi P. Experimental comparision of two modifications of activated sludge for treatment of furfural –containing wastewater, Iran J Chem Eng. 2005; 21: 3-9.

Archive of SID
www.SID.ir

[17]. Sharifi MK, Azimi C, Khalili MB. Study of the biological treatment of industrial waste water by the activated sludge unit. Iran J Public Health. 2001; 30 (3): 87-90.
[18]. Zazouli MA, Ghahramani E, Ghorbanian Alah Abad M, Nikouie A, Hashemi M. Survey of activated sludge process performance in treatment of Agghala Industrial Town wastewater in Golestan Province in 2007. Iran J Health Environ. 2010; 3(1): 59-66.
[19]. Iranian Environmental Protection Organization, Departemant of Environmental standard and critica Tehran: DOE publication. 2001; [in Persian].
[20]. American Public Health Association (APHA), American Water works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF). Standard methods for examination of water and wastewater, 21st ed, Washington DC, APHA Publication 2003; pp: 321-330.
[21]. Torabifar M, Jaafarzadeh N, Takdastan A, Jafarnejadi AR, Afshar AM. Performance of a land treatment system and vetiver plant for advanced treatment of ahvaz west Municipal wastewater treatment plant effluent. Journal of Sabzewar University of Medical Sciences. 2013: 20(4): 511-520:[in Persian].
[22]. Matteus FA, Water management and conservation in arid climates, Technomic publishing, USA, 2000.
[23]. Bitton G. Wastewater microbiology. 2nd ed. New Jersey: JohnWiley & Sons Inc; 1999.
[24]. Crites R, Tchobanuglous G. Small and decentralized wastewater management systems, WCB, Mc Graw Hill, New York. 1998.

.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluating the performance of activated sludge system by anoxic- oxic process (Case study in Mahdishahr)

Ahmadreza Yazdanbakhsh[1], Mohammad Rafiee[2], Ghasem Kiani Feizabadi[3*]

1. Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. M.Sc., Department of Environmental Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran| Student of MPH, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background & Objectives Anoxic-oxic (A/O) is a new method of wastewater treatment and is being used in Mahdishahr wastewater plant. Considering the lack of studies in this area, it seemed necessary to study the performance of A/O system in wastewater treatment. This study was carried out to evaluate the efficiency of Mahdishahr wastewater Treatment Plant.

Materials & Methods The present cross sectional study was conducted in 2014 during eight months. Sampling was performed two times per week from the incoming wastewater, aeration pond and effluent. Overall, 200 samples were collected. The efficiency of Treatment Plant was measured by TSS, BOD5, COD, MLSS, MLVSS, and SVI indices in aeration ponds based on standard method. Then the data were analyzed by statistical analysis.

Results The mean concentrations of BOD_5, TSS and COD in influent were 221.6 mg/ l, 203.8 mg/l and 321 mg/l, respectively. The mean concentrations of BOD_5, TSS and COD in effluent were 23.65 mg/l, 16.79 mg/l and 34.9 mg/l, respectively. According to the results, the average removal efficiency of BOD_5, TSS and COD were about 87.25%, 91.77% and 87.29%, respectively. These results are in accordance with standards of Iranian Department of Environment to be used for agricultural purposes. During the study, the monthly mean for SVI was 67.3 ml/g and the mean for MLSS and MLVSS was 1880 and 1182 mg/l, respectively.

Conclusion In present study, the efficiency of A/O process in COD removals is approximately 89%, representing high degradability of wastewater in A/O reactor. In addition, according to the results this method was efficient and the effluent complied with Iranian standards in terms of COD, TSS and BOD_5, thus the flow is suitable for reuse or discharge to water courses

Received: ????
Accepted: ?????

Keywords: activated *sludge*, anoxic-oxic, Mahdishahr, performance.

Archive of SID
www.SID.ir