Archive of SID

مجلهی علمی، پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی زنجان
دورهی ۱۹، شمارهی ۷٤، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۱۰۸ تا ۱۲۰

ارزیابی عملکرد سیستم توام فرآیند سپتیک تانک و لاگون هوادهی برای تصفیهی شیرابهی زباله

دکتر میترا غلامی[۱]، رویا میرزایی[۲]، مهندس حامد محمدی[۳]

نویسندهی مسئول: دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکدهی بهداشت gholamim@tums.ac.ir

دریافت: ۸۸/۲/۲۰ پذیرش: ۸۹/٤/۷

چکیده

زمینه و هدف: *این بررسی با هدف کلی تعیین کارایی سیستم توام فرآیندهای سپتیک تانک و لاگون هوادهی جهت تصفیهی شیرابه حاصل از محل دفن زبالهی شهرستان کرج انجام گردید.*

روش بررسی: *در ابتدا، خصوصیات شیرابهی مورد نظر پس از برداشت نمونه اندازهگیری گردید. سپس پایلوت دوقسمتی بیهوازی- هوازی (سپتیک تانک و لاگون هوادهی) ساخته و راه اندازی گردید. در مراحل بعد، تاثیر تغییرات دما، زمان ماند هیدرولیکی، بارگذاری COD و میزان جریان ورودی در سپتیک تانک ولاگون هوادهی به طور جداگانه و توام مطالعه شد.*

یافتهها: *نتایج به دست آمده از مراحل مختلف، نمایانگر میزان حذف COD، از ورودی معادل ۱۹۵۷۳ به ۸٤۰۱ میلیگرم در لیتر در سپتیک تانک و به ٤۳۲ میلیگرم در لیتر در لاگون هوادهی بود. همچنین بهترین راندمان سیستم در دبی ۲۳/٦ لیتر در روز در سپتیک تانک و ۹/۳ لیتر در روز در لاگون هوادهی با درصد حذف COD ۹۱/۲درصد، بهدست آمد.*

نتیجهگیری: *با توجه به نتایج بهدست آمده، در مجموع این سیستم قادر به حذف میزان COD بیش از ۹۰ درصد بود. بنابراین میتوان چنین بیان کرد که سیستم بیهوازی- هوازی قادر به حذف موثر COD شیرابه و کاهش آلایندههای آن میباشد.*

واژگان کلیدی: تصفیهی بیهوازی- هوازی، شیرابهی زباله، سپتیک تانک، لاگون هوادهی

مقدمه

رشد سریع جمعیت و افزایش مصرف که از مظاهر زندگی امروزی است، باعث ازدیاد روزافزون تولید زباله گردیده است، بهطوری که جمع آوری و دفع زبالههای شهری به صورت یک معضل درآمده است. زباله، به کلیهی مواد جامدی گفته میشود که از فعالیتهای محیط سکونت انسان تولید میشود و از نظر صاحبان آن و یا عموم مردم، زاید، بیمصرف، دور ریختنی و فاقد ارزش نگهداری میباشد. عمدهترین نگرانی زیست محیطی مرتبط با محلهای دفن

۱- دکترای مهندسی بهداشت محیط، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مربی دانشگاه علوم پزشکی زنجان

www.SID.ir

Archive of SID

زباله، تولید شیرابه و کنترل آن می‌باشد. به طور کلی، شیرابه به مایعی گفته می‌شود که از میان زباله تراوش شده، و حاوی مواد محلول و معلق می‌باشد. در اغلب زمین‌های دفن، شیرابه، از تجزیه‌ی مواد آلی موجود در ترکیب زباله و مایعی که از منابع خارجی مانند زهکشی آب‌های سطحی، آب باران، آب‌های زیر زمینی و آب‌های ناشی از چشمه‌های زیرزمینی حاصل می‌شود منشا می‌گیرد (۱). مشکل بزرگ دفع زایدات در محل‌های دفن، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی ناشی از شیرابه این زایدات است (۱۰و۹). با مدیریت مناسب، می‌توان از میزان و شدت آلودگی این شیرابه کاست، هرچند نمی‌توان این مشکل را به طور کامل مرتفع نمود (۳-۱). از عوامل موثر در نوع و میزان شیرابه می‌توان به ترکیب زباله‌ی دفن شده، سن زباله‌ی دفن شده، راهبری محل دفن، آب و هوا، موقعیت هیدرولوژیکی منطقه‌ی اطراف محل دفن، رطوبت، دما و pH زباله اشاره کرد. در محل‌های دفن جدید، محل دفن در فاز اسیدی بوده، بیش از ۹۵ درصد کربن آلی محلول [Dissolved Organic Carbon (DOC)]، با غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاوی اسیدهای چرب فرار و ۱/۳ درصد آن ترکیباتی با وزن ملکولی بالاست، در صورتی که در محل‌های دفن قدیمی که در فاز متان‌ساز هستند، شیرابه حاوی هیچ نوع اسید چربی نبوده، ۳۲ درصد آن با DOC، ۲۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاوی ترکیباتی با وزن ملکولی بالا می‌باشد. در فاز متان‌ساز بیش از ٦۰ درصد DOC شیرابه را ترکیباتی شبیه ترکیبات هیومیک تشکیل می‌دهد (۲). بر اساس مطالعات انجام گرفته، غلظت ترکیبات آلی (Chemical Oxygen Demand (COD، Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) شیرابه‌ی ناشی از محل‌های دفن جدید بسیار بالاست در صورتی‌که شیرابه‌ی ناشی از محل‌های دفن قدیمی اغلب حاوی ترکیبات آلی کمتری هستند. در محل‌های دفن جدید (کمتراز ۵ سال) COD بین ۵۰۵/۸ تا ۵۸۰٦/۵ میلی‌گرم در لیتر (٤)، و BOD_5 اندازه‌گیری شده از ۳۰۳/۵ تا ٤۰۰٦/۵ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود (۵). در حالی‌که غلظت COD در محل‌های دفن قدیمی (بیش از ۵ سال) بسیار متفاوت بوده، و بین ۱۰۰ تا ۱۳٦۸/٦ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (۷و۶). BOD_5 اندازه‌گیری شده در این محل‌های دفن ۸۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (۷). در صورت وجود مدیریت صحیح کنترل شیرابه، پتانسیل آلوده ساز بودن محل دفن برای منابع آب زیرزمینی و سطحی منتفی خواهد شد (۸). طی سال‌های متمادی، روش‌های متعددی برای حذف شیرابه مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های تصفیه‌ی شیرابه شامل روش‌های بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی می‌باشد. از بین این روش‌ها می‌توان به فرآیندهای تصفیه‌ی بیولوژیکی شامل، تصفیه‌ی هوازی و بی‌هوازی اشاره کرد. برای یک شیرابه با نسبت BOD_5/COD بالا (بزرگ‌تر از ۰/٤) بهترین روش، تصفیه‌ی هوازی یا بی‌هوازی خواهد بود (۱). یکی از این روش‌های مورد استفاده، روش بی‌هوازی و به‌دنبال آن لاگون هوادهی می‌باشد (۹-۷). با توجه به اینکه یکی از مشکلات تصفیه‌ی شیرابه حذف نیتروژن است، کاربرد روش‌های موثرتری جهت تصفیه مورد نیاز است. متداول‌ترین روش‌هایی که برای این منظور استفاده می‌شوند، سیستم‌های لجن (۱۲- ۱۰) بسترهای مایع (۱۳) یا ترکیبی از تکنولوژی‌های مختلف مانند تصفیه‌ی بیولوژیکی، تابش اشعه، اکسیداسیون شیمیایی (۱٦-۱٤) و ترکیبی از دو روش کواگولاسیون _فلوکولاسیون و به‌دنبال آن فرآیند اکسیداسیون پیشرفته که قادر به حذف COD شیرابه تا ۹۰ درصد و همچنین حذف نیتروژن از شیرابه هستند را می‌توان نام برد (۱۹- ۱۷).

مطالعات، نشان می‌دهد که روش بی‌هوازی برای تصفیه شیرابه نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت دارد و نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی حذف COD برابر ۸۵ تا ۹۰ درصد و BOD برابر ۹۰ تا ۹۵ درصد در تصفیه‌ی بی‌هوازی است (۲۲- ۲۰). هدف اصلی از این پژوهش، تعیین میزان تصفیه‌پذیری شیرابه‌ی حاصل از محل‌های دفن زباله با کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی است. از اهداف دیگر پژوهش مورد نظر، تعیین شرایط بهینه از نظر زمان ماند هیدرولیکی، بار COD، دما و pH برای رسیدن به حداکثر راندمان، می‌باشد.

روش بررسی

این پژوهش طی یک دوره‌ی یک ساله انجام پذیرفت. نوع مطالعه از نوع مطالعه‌ی تجربی بوده، جامعه‌ی مورد تحقیق، شیرابه‌ی محل دفن زباله‌ی شهرستان کرج بود. این مرکز دفن در منطقه‌ی حلقه دره در قسمت جنوبی شرقی شهر کرج و شمال ماهدشت قرار دارد. متغیرهای مورد بررسی شامل دمای شیرابه، زمان ماند هیدرولیکی، دبی شیرابه و بار COD ورودی است (دما (۱۵، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد)، زمان ماند هیدرولیکی (۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۲و ۱٤ روز)، دبی شیرابه (۵/۵ تا ۸/۵ لیتر در روز، بار COD ورودی بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب در روز (۲/۸، ۳/۹۱، ۶/۵۳ برای سپتیک تانک و ۰/۷۴۴، ۰/۸۹۶، ۱/۰۵، ۱/۴۷۸ برای لاگون هوادهی)، تعداد نمونه برابر ٦۰۰ نمونه به‌دست آمد. کلیه‌ی آزمایشات براساس روش‌های ارایه شده در کتاب استاندارد متد (۲۷)، انجام شده است. آزمایشات شامل BOD_5 و COD، قلیاییت، هدایت الکتریکی، آهن، آمونیاک، کلرید، فسفات و pH بود برای انجام پژوهش، ابتدا یک واحد سپتیک تانک به عنوان بخش فرآیند بی‌هوازی به لحاظ سهولت طراحی و بهره‌برداری، و هزینه‌های نسبتاً پایین سرمایه‌گذاری اولیه و بهره‌برداری و عدم نیاز به وسایل مکانیکی و صرف انرژی، طراحی و ساخته شد. همچنین از لاگون هوادهی به عنوان فرآیند هوازی به واسطه‌ی عدم نیازبه عملیات سازه‌ای، احتیاج به تجهیزات مکانیکی کمتری نسبت به سیستم لجن فعال، میزان انرژی مصرفی کمتر در مقایسه با سیستم‌های دیگر، مشکلات مهندسی کمتری نسبت به فرایند لجن فعال به علت عدم برگشت لجن، پایداری بیشتر نسبت به شوک‌های هیدرولیکی و شیمیایی، به علت زیاد بودن حجم حوضچه و زمان ماند هیدرولیکی و سادگی بهره‌برداری و نگهداری آن، استفاده گردید.

مشخصات سپتیک تانک: با توجه به معیارهای طراحی سپتیک تانک، حداقل عمق سپتیک تانک ۰/۹ متر در نظر گرفته شد. طول و عرض این پایلوت با نسبت ۲ به ۱، به طول یک متر و عرض نیم متر ساخته شد. حجم کلی سپتیک تانک به دو قسمت تقسیم گردید، که قسمت اول، دو سوم کل حجم و قسمت دوم یک سوم حجم کلی سپتیک را در برمی‌گرفت. ورودی ۱۰ سانتی‌متر و خروجی ۲۰ سانتی‌متر زیر سطح شیرابه درون راکتور قرار گرفت، که به این ترتیب ۱۰ سانتی‌متر اختلاف ارتفاع در ورودی و خروجی جهت جلوگیری از بروز جریان اتصال کوتاه در نظر گرفته شد. دیواره‌ی وسط در عمق ۵۰ سانتی‌متری با ٤ عدد سوراخ به قطر ۲ سانتی‌متر محفظه‌ی اول را به محفظه‌ی دوم وصل نمود. در محفظه‌ی اول از یک هم‌زن با دور متوسط ۱۰۰ تا ۲۰۰ دور در دقیقه که دور آن قابل تنظیم بود، استفاده گردید. این عمل جهت اختلاط در محفظه‌ی اول و افزایش نسبی راندمان صورت گرفت. علاوه بر آن از یک بخاری برقی جهت کنترل دما و ثابت نگه داشتن آن استفاده گردید. با توجه به ارتفاع ورودی و خروجی، حجم بهینه‌ی سپتیک تانک مورد استفاده، ٤۵۰ لیتر بود. جهت تنظیم دبی ورودی از یک پمپ تزریق جسکو استفاده گردید.

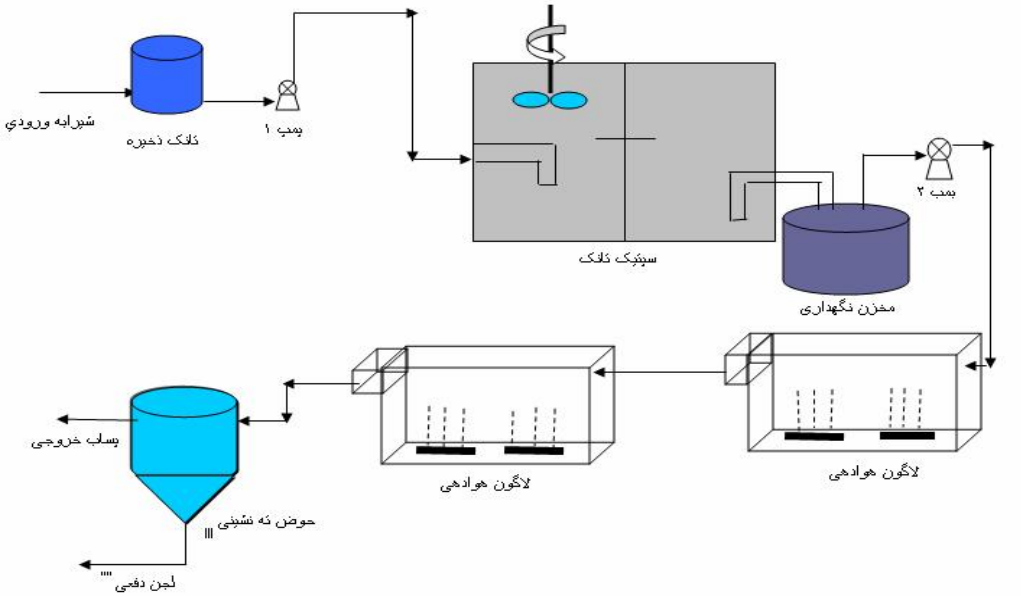
مشخصات لاگون هوادهی: پایلوت هوازی مورد مطالعه شامل دو حوضچه به صورت لاگون هوادهی بوده است. ابعاد این حوضچه‌ها عبارتند از: عمق ۰/۵ متر، نسبت طول به عرض ۲ به ۱ (طول ۰/۵ متر- عرض ۰/۳ متر). جهت ممانعت از جریان اتصال کوتاه در حوضچه‌ها، جلوی ورودی حوضچه، مانعی در نظر گرفته شد. سپس، این دو حوضچه به هم متصل گردید. برای خروجی حوضچه‌ها نیر سرریزی در نظر گرفته شد. هوادهی لاگون‌ها به وسیله‌ی سه عدد سنگ هوای ۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

سانتی‌متر که به کمپرسور مرکزی آزمایشگاه وصل بود، انجام گردید. میزان هوای تزریق شده طوری تنظیم شد که اکسیژن محلول بین ۲ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر ثابت بماند. خروجی لاگون هوادهی دوم نیز جهت ته‌نشینی ذرات معلق بیولوژیکی و افزایش راندمان تصفیه، به یک حوض ته‌نشینی وارد می‌شد. تنظیم دبی و تزریق پساب به خروجی از سپتیک تانک با استفاده از یک پمپ تزریق اتاترون، انجام گرفت. قابل ذکر است که این پمپ در دبی‌های مختلف قابل تنظیم است.

حوض ته‌نشینی: جهت ته‌نشینی مواد معلق پساب خروجی از لاگون هوادهی دوم و ایجاد پساب زلال یک حوض ته‌نشینی با سرریز متغیر استفاده گردید. حوض ته نشینی به صورت مکعب مستطیل ۰/۲ متر و عمق ۰/٦ متر جهت به‌دست آوردن زمان ماند هیدرولیکی یک روز، طراحی و ساخته شد. قابل ذکر است که قطر شیشه مورد استفاده برای ساخت سپتیک تانک، لاگون هوادهی و حوض ته‌نشینی، ۵ میلی‌متر بود. نمودار ۱ نشان دهنده‌ی شمای کلی سیستم است.



نمودار ۱: شمای کلی پایلوت

راه اندازی پایلوت ساخته شده: برای راه اندازی پایلوت، در ابتدا ۵ لیتر لجن بی‌هوازی از هاضم‌های تصفیه خانه فاضلاب شهری شهرک شهید فکوری برداشت گردید و با استفاده از ۲ لیتر شیرابه تغذیه شد. پس از ۱۰ روز، COD لجن تغذیه شده اندازه‌گیری شده، و با مشاهده‌ی ۵۰ درصد حذف COD مجددا لجن باردهی گردید. در این شرایط از شیرابه با COD ۱۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده گردید. لجن فوق پس از ۲۰ روز توانست ۶۰ درصد COD شیرابه ورودی را حذف کند. پس از گذشت یک ماه لجن فوق وارد سپتیک تانک شده، پر از شیرابه گردید. سپس به مدت ۱۰ روز هیچ شیرابه‌ای وارد سپتیک تانک نگردید و پس از گذشت این مدت تولید حباب‌های گاز به طور قابل ملاحظه‌ای مشاهده گردید. تحت شرایط فوق جریان شیرابه به داخل سپتیک وارد شد. به مدت ۱۵ روز، شیرابه خروجی از سپتیک تانک به مخزن برگردانده شد و پس از رسیدن سیستم به شرایط پایدار، از شیرابه خروجی نمونه‌هایی برداشت شده، جهت آزمایشات مورد نیاز استفاده گردید. جهت راه‌اندازی لاگون هوادهی، ابتدا ۱۰ لیتر لجن فعال از تصفیه خانه‌ی صاحبقرانیه تهران برداشت گردید و در لاگون‌های هوادهی ریخته شد. این لجن‌ها با COD ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، تغذیه گردید. زمان ماند هیدرولیکی

www.SID.ir

Archive of SID

اولیه جهت راه اندازی ۱۴ روز بود. به‌ازای هر ۵ روز، غلظت COD شیرابه‌ی تغذیه‌ای دو برابر گردید. در نتیجه پس از گذشت ۲۵ روز لاگون هوادهی کاملا راه اندازی گردید. پس از راه‌اندازی سپتیک تانک، تغییرات زمان ماند هیدرولیکی اعمال گردید. زمان‌های ماند هیدرولیکی مورد بررسی ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۲و ١٤ روز در نظر گرفته شد. حداقل تعداد نمونه‌ها، جهت اندازه‌گیری COD شیرابه ورودی و پساب خروجی برابر تعداد روزهای زمان ماند هیدرولیکی بود. دمای کارکرد سپتیک تانک در این مرحله ۲ ± ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است. در مرحله‌ی بعدی، پس از راه‌اندازی لاگون هوادهی، تغییرات زمان ماند هیدرولیکی برای لاگون به طور جداگانه با ورودی یکسان (۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر) و زمان‌های ماند هیدرولیکی در نظر گرفته شده مشابه با سپتیک، اعمال گردید. حداقل تعداد نمونه‌های برداشت شده جهت آزمایش COD شیرابه‌ی ورودی و COD پساب خروجی برابر تعداد روزهای زمان ماند هیدرولیکی بود. دمای کارکرد لاگون هوادهی نیز ۲ ± ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. زمان ماند هیدرولیکی لاگون هوادهی، مجموع زمان ماند هیدرولیکی دو حوضچه در نظر گرفته شده، اکسیژن محلول در این مدت بین ۲ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر ثابت نگه داشته شد. در مرحله‌ی دیگر پساب خروجی از سپتیک تانک با زمان ماند هیدرولیکی ۵ روز و دمای داخلی ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، وارد لاگون‌های هوادهی گردیده، راندمان حذف COD لاگون‌های هوادهی در زمان‌های ماند هیدرولیکی ۵، ۷، ۱۰ و ۱۴ روز مورد آزمایش قرار گرفت. سپس با ترکیب میانگین راندمان حذف COD سیستم توام سپتیک تانک ولاگون هوادهی در زمان های ماند هیدرولیکی فوق‌الذکر و در دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌دست آمد. در مرحله‌ی آخر، تاثیر تغییرات زمان ماند هیدرولیکی (۳ تا ۴ روز)، بار COD بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب در روز (۲/۸، ۳/۹۱، ۶/۵۳ برای سپتیک تانک و۰/۷۴۴، ۰/۸۹۶، ۱/۰۵، ۱/۴۷۸ برای لاگون هوادهی)، دبی‌شیرابه (۵/۵ تا ۸/۵ لیتر در روز) و دما (۱۵،۲۰،۳۰ و ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) بر روی راندمان تصفیه، مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

جدول ۱ نشان دهنده‌ی کیفیت شیرابه‌ی خروجی از محل دفن زباله شهرستان کرج می‌باشد.

جدول ۱: کیفیت شیرابه‌ی خروجی از محل دفن زباله‌ی شهرستان کرج

پارامتر	واحد	محل دفن با عمر کمتر از دو سال	محل دفن با عمر بیشتر از سه سال
pH	----	۶/۷	۷/٤
COD	mg/L	۳٦۹۲۰	۲٤۰۷
BOD_5	mg/L	۱۸٤٦۰	۷۲۲
آمونیاک	mg/L برحسب نیتروژن	۱۲۰۰	۹۵۰
قلیاییت	mg/L $CaCO_3$	۷۵۱۰	٥٤٦٥
فسفات	mg/L	۷/۵	۷/۲
آهن	mg/L	٦۵۰	۱٦۵
کلرید	mg/L	۱۸۱۷	۲۱٤۰
هدایت الکتریکی	(µs/cm)	۱۷۱٤۰	۱۱۷٤۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: مشخصات شیرابه‌ی ورودی به پایلوت

پارامتر	واحد	شیرابه‌ی ورودی به پایلوت
pH	----	۷/۲-۶/۷
COD	mg/L	۱۹۲۷۰-۱۹۸۰۰
BOD_5	mg/L	۹۵۰۰-۹۷۰۰
آمونیاک	mg/L برحسب نیتروژن	٦٤٨
قلیاییت	mg/L CaCO3	٦٤٨٧
فسفات	mg/L	۵۰
آهن	mg/L	٤٠٧
کلرید	mg/L	۱۹۷۵/۵
هدایت الکتریکی	(µs/cm)	١٤٤٤١

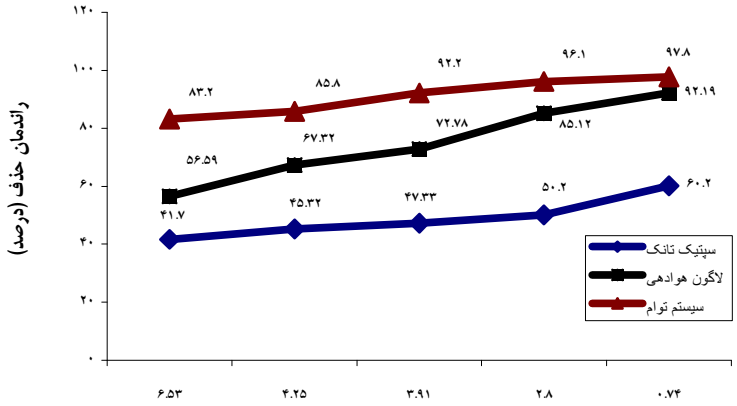
جدول ۳: راندمان حذف COD سیستم سپتیک تانک و لاگون هوادهی به صورت جداگانه و توام در زمان‌های ماند هیدرولیکی مختلف (دمای ۳۵ °C، COD ورودی ۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر و زمان ماند هیدرولیکی در سپتیک ۵ روز)

زمان ماند هیدرولیکی لاگون هوادهی(روز)	راندمان حذف COD درسپتیک تانک (درصد)	راندمان حذف COD درلاگون هوادهی (درصد)	راندمان حذف COD کل سیستم(درصد)
۵	۵۱/۱۵	۶۷/۸۲	۸۳/۲
۷	۵۷/۱	۷۳/۱	۸۵/۸
۱۰	۶۱/۱۲	۸۳/۷۴	۹۲/۲
۱۲	۶۳/۳۲	۹۲/۴	۹٦/۱
١٤	۶۵/۱۳	۹۵/۸	۹۷/۸

همچنین در جدول ۲ مشخصات شیرابه‌ی ورودی به پایلوت آمده است. جدول ۳ نشان دهنده‌ی راندمان حذف COD در سیستم سپتیک و لاگون به طور جداگانه و سیستم توام دو فرآیند بالا در زمان‌های ماند مختلف است. پس از مرحله‌ی راه‌اندازی سپتیک تانک، به دنبال تغییرات زمان ماند هیدرولیکی، تغییرات بار COD نیز شروع گردید. میانگین بار COD نمونه‌های مورد بررسی در دمای ۲ ± ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، به‌ترتیب ۶/۵۳، ۴/۲۵، ۳/۹۱، ۲/۸ و ۱/۲۵ کیلوگرم COD بر متر مکعب در روز بود. نمودار ۲، نمایانگر میانگین راندمان حذف COD در بارهای مختلف در سیستم سپتیک تانک، لاگون هوادهی و سیستم توام است. نمودار ۲، راندمان حذف COD کل سیستم در بارهای COD مختلف (بار COD برای سپتیک در سیستم توام، ۳/۹۱ کیلوگرم COD بر متر مکعب در روز، میانگین COD شیرابه‌ی ورودی ۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر، در ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و زمان ماند هیدرولیکی ۵ روز) را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲: راندمان حذف COD کل سیستم در بارهای COD مختلف (بار COD برای سپتیک در سیستم توام، ۳.۹۱کیلوگرم COD بر مترمکعب در روز، میانگین COD شیرابه‌ی به ورودی ۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر، ۳۵OC زمان ماند ۵ روز

بررسی تغییرات دبی شیرابه‌ی ورودی برروی راندمان حذف COD نیز انجام گردید. دمای عملکرد سیستم ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. در جدول ۴، راندمان حذف COD در سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی و همچنین هر کدام به تنهایی در دبی‌های مختلف آمده است.

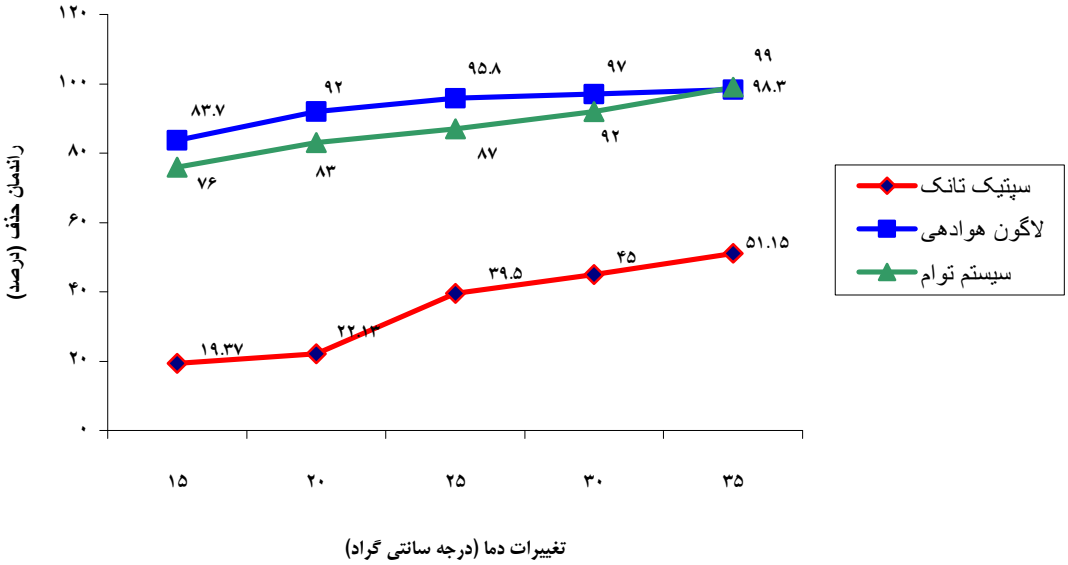
جدول ۴: راندمان حذف COD سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی در دبی های مختلف و در میانگین COD شیرابه به ورودی ۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر و دبی سپتیک ۳۳ لیتر در روز، دمای ۳۵ °C و زمان ماند هیدرولیکی ۵ روز برای سپتیک و ۱۴ روز برای لاگون

دبی ورودی(L/day)	راندمان حذف در سپتیک تانک (درصد)	راندمان حذف در لاگون هوادهی (درصد)	راندمان حذف COD کل سیستم(درصد)
۵۵	۴۳/۵	۵۷/۳	۷۶/۷۲
۳۳	۵۲/۵	۶۲/۱۳	۸۰/۳۵
۲۶	۵۵/۲۳	۶۷/۸۲	۸۳/۲
۲۳/۶	۵۸/۱	۶۹/۳۵	۸۴/۷
۱۸/۶	۵۹/۲۷	۷۳/۱	۸۵/۸
۱۰/۸	۶۳/۲	۹۲/۴	۹۶/۱

www.SID.ir

Archive of SID

پس از تعیین اثر تغییرات زمان ماند هیدرولیکی و بار COD و کارآیی سیستم، اثر تغییرات دما، با زمان ماند هیدرولیکی مشخص و بار COD ثابت، نیز بررسی گردید. تغییرات دمای شیرابه‌ی ورودی به سپتیک تانک در زمان ماند هیدرولیکی ۵ روز و بار COD معادل با ۳/۹۱ کیلوگرم COD بر مترمکعب در روز انجام گردید. پساب خروجی از سپتیک تانک وارد لاگون‌های هوادهی با زمان ماند هیدرولیکی ۱۴ روز گردید و راندمان حذف COD در سپتیک تانک و لاگون هوادهی اندازه‌گیری گردید. در نمودار ۳، تاثیر تغییرات دما روی راندمان حذف سیستم سپتیک تانک و لاگون هوادهی به صورت جداگانه و توام در شرایط ذکر شده آمده است.



نمودار ۳: تاثیر تغییرات دما روی راندمان حذف سیستم سپتیک تانک و لاگون هوادهی به صورت جداگانه و توام در زمان ماند ۵ روز برای سپتیک تانک و ۱۴ روز برای لاگون هوادهی، دبی ورودی۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر و دبی سپتیک ۳۳ لیتر در روز

بحث

این پژوهش با هدف کلی حذف آلاینده‌های موجود در شیرابه‌ی زباله با کاربرد توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی انجام شد. در این رابطه تغییرات پارامترهای مختلفی نظیر زمان ماند هیدرولیکی، دبی و دما مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طوری‌که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش زمان ماند هیدرولیکی، راندمان حذف COD افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که در زمان ماند هیدرولیکی ۱۴ روز، درصد حذف COD برای سیستم سپتیک تانک، لاگون هوادهی و سیستم توام به ترتیب برابر ۶۵/۱۳، ۶۷/۸۲ و ۹۷/۸ به‌دست آمد. در سیستم‌های هوازی مانند SBR و لجن فعال در صد حذف BOD_5 با افزایش زمان ماند هیدرولیکی به تدریج افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که درصد حذف مواد آلی در کلیه‌ی آزمایشات می‌تواند به بیش از ۹۷/۵ درصد برسد (۳). با توجه به اینکه تا به حال از سپتیک تانک برای تصفیه‌ی شیرابه استفاده نگردیده بود، نتایج به‌دست آمده نشان‌گر امکان‌پذیر بودن استفاده از این روش به عنوان یک روش پیش تصفیه می‌باشد. سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی در

www.SID.ir

Archive of SID

حداکثر راندمان حذف (۹۷/۸ درصد) توانست شیرابه‌ی با غلظت معادل ۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر را تا ۴۳۲ میلی‌گرم در لیتر کاهش دهد (نمودار ۳). راندمان حذف در سپتیک تانک و لاگون هوادهی تابعی از بار شیرابه‌ی ورودی است، به‌طوری‌که با کاهش بار ورودی راندمان حذف افزایش می‌یابد. در بهترین شرایط، سپتیک تانک توانست میانگین ورودی معادل ۱۹۵۵۱ میلی‌گرم در لیتر را به ۹۱۵۱ میلی‌گرم در لیتر و در لاگون به ۳۲۸۳ میلی‌گرم در لیتر کاهش دهد. در سیستم‌های دیگری که جهت تصفیه‌ی شیرابه توام با فاضلاب صنایع لبنی مورد مطالعه قرار گرفته است، مانند سیستم SBR، بازده‌ی تصفیه به شدت به پارامترهای طراحی مانند زمان ماند هیدرولیکی (HRT) و بار آلی (OLR) بستگی دارد، و با افزایش OLR راندمان حذف COD کاهش می‌یابد، همچنین با کاهش زمان ماند هیدرولیکی، راندمان حذف نیز کاهش می‌یابد. در این مطالعه بهترین کیفیت پساب زمانی به‌دست آمد که kg OLR= ۰/۸ BOD_5/m^3d و HRT= ۱۰ d بود (۲۳). همان‌گونه که در نمودار ۲ آمده است، راندمان حذف COD کل سیستم تابعی از بار COD است که با افزایش بار COD درصد حذف آن افزایش می‌یابد (۲۴). درصد حذف COD سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی در بارهای اندازه‌گیری شده بین ۸۳/۲ تا ۹۷/۸ درصد بوده است. قابل ذکر است در شرایط فوق دمای سیستم ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است.

دمای شیرابه ورودی نیز با راندمان حذف COD در سپتیک تانک، لاگون و سیستم توام موثر است (نمودار ۳)، به‌طوری‌که با افزایش دمای شیرابه ورودی، راندمان حذف افزایش می‌یابد در یک سیستم بیوراکتور غشایی ترموفیلیک هوازی (Aerobic Thermophilic Membrane Bioreactor) که در دمای ۴۵ درجه‌ی سانتی‌گراد مورد مطالعه قرار گرفته است، درصد حذف COD از مقدار متوسط ۶۲ درصد به ۷۹ درصد افزایش یافت و درصد حذف BOD نیز به تدریج افزایش یافت و به بیش از ۹۷ تا ۹۹ درصد رسید این موضوع به وضوح نشان داد که سیستم ترموفیلیک در حذف COD و BOD از شیرابه، خصوصا در بارهای آلی زیاد، بسیار سودمند بود (۲۵).

درصد حذف COD در سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی در دماهای اندازه‌گیری شده بین ۹۵/۷۵ تا ۹۹/۲ درصد بود. سیستم توام در بهترین شرایط مورد بررسی (زمان ماند هیدرولیکی سپتیک تانک ۵ روز و دمای آن ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، زمان ماند هیدرولیکی لاگون هوادهی ۱۴ روز، قادر به کاهش COD شیرابه‌ی معادل با ۱۹۵۷۳ میلی‌گرم در لیتر به ۲۰۷ میلی‌گرم در لیتر بود. دبی شیرابه‌ی ورودی نیز بر راندمان حذف COD در سپتیک تانک، لاگون و سیستم توام موثر بود. به‌طوری که با کاهش دبی شیرابه‌ی ورودی راندمان حذف افزایش یافت (جدول ۴). درصد حذف COD سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی در دبی‌های اندازه‌گیری شده بین ۷۶/۲ تا ۹۶/۱ درصد بود. سیستم توام در بهترین شرایط اندازه‌گیری (دبی شیرابه‌ی ورودی به سپتیک تانک معادل ۳۳ لیتر در روز و دمای آن ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، دبی شیرابه‌ی ورودی به لاگون هوادهی ۱۰/۸ لیتر در روز)، COD شیرابه را تا بیش از ۹۵ درصد کاهش داد. همچنین تصفیه‌ی شیرابه با استفاده از هاضم‌های بی‌هوازی دو مرحله‌ای وهاضم‌های بی‌هوازی دو مرحله‌ای ناپیوسته و پیوسته انجام شد، که کاهش COD در این دو روش به ترتیب ۸۰ و ۹۰ درصد بود (۳۱و۲۸). روش‌های بی‌هوازی، و متعاقب آن هوازی و راکتورهای متوالی پیوسته نیز دارای کارایی خوبی جهت حذف COD شیرابه (۸۵ و۹۰ درصد) می‌باشد (۳۰و ۲۹). با توجه به این که شیرابه‌ی مورد استفاده این پژوهش دارای نسبت BOD_5/COD بزرگ‌تر از ۰/٤ بود، از روش توام بی‌هوازی – هوازی استفاده گردید. به همین منظور، از سپتیک تانک به عنوان روش بی‌هوازی و از لاگون هوادهی به عنوان روش هوازی استفاده گردید. فرایندهای

www.SID.ir

Archive of SID

دیگر سیستم بی‌هوازی مانند سیستم راکتور بی‌هوازی با بستر لجن رو به بالا (UASB) که جهت تصفیه‌ی شیرابه مورد مطالعه قرار گرفته است، قادربه حذف COD بین ۶۵ تا ۷۵ درصد و BOD تا ۹۰ درصد می‌باشد. در صورتی که با یک سیستم مکمل مانند سیستم اسمز معکوس (RO) همراه باشد، می‌تواند COD و BOD را در پساب به ترتیب تا ۹۵/۴ درصد و ۹۰/۲ درصد حذف کند (۲۶و ۲۴).

نتیجه‌گیری

روش مورد استفاده در این پژوهش با توجه به هزینه‌های نسبتاً پایین آن در مقایسه با دیگر سیستم‌های تصفیه انتخاب شد. پارامترهایی که در این پژوهش جهت طراحی بهینه سیستم به دست آمد، طراحی این سیستم را جهت تصفیه‌ی شیرابه آسان‌تر و دقیق‌تر می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان چنین بیان کرد که سیستم توام سپتیک تانک و لاگون هوادهی، در تصفیه‌ی شیرابه‌ی حاصل از محل‌های دفن زباله با شرایط آب و هوایی منطبق بر شرایط حاصل از محل‌های دفن زباله در کشور ایران، قابل استفاده بوده، دارای راندمان قابل قبولی است.

References

1- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. Integrated solid waste management. New York: McGraw-Hill; 1993.

2- Gupta SK, Singh G. Assessment of the efficiency and economic viability of various methods of treatment of sanitary landfill leachate. *Environ Monit Assess.* 2007; 135: 107-17.

3- Klimiuk E, Kulikowska D. Organics removal from landfill leachate and activated sludge production in SBR reactors. *Waste Manag.* 2006; 26: 1140-7.

4- Robinson HD, Grantham G. The treatment of landfill leachates in on-site aerated lagoon plants: experience in Britain and Ireland. *Water Research.* 1988; 22: 733-47.

5- Robinson HD, Maris PJ. The treatment of leachates from domestic wastes in landfills. I. Aerobic biological treatment of a medium-strength leachate. *Water Research.* 1983; 17: 1537-48.

6- Knox K. Leachate treatment with nitrification of ammonia. *Water Res.* 1985; 19: 895-904.

7- Blakey NC, Cossou R, Maris PJ, Mosey FE. Landfilling of Waste: Leachate In: Christennsen TH, Cussu R, Stegmann R. Anaerobic Lagoons and UASB Reactors. London and New York: Elsevier Applied Science. 1992: 203-10.

8- Christensen TH, Cussu R, Stegmann R. Landfiling of waste leachate. London and New York: Elsevier Science Publisher Ltd, Essex; 1992.

9- Robinson H. Landfilling of waste: Leachate. Aerated Lagoons. London and New York: Elsevier Applied Science; 1992.

10- Doyle J, Watts S, Solley D, Keller J. Exceptionally high-rate nitrification in sequencing batch reactors treating high ammonia landfill leachate. *Water Sci Technol.* 2001; 43: 315-22.

11- Hosomi M, Matsusige K, Inamori Y, Sudo R,

www.SID.ir

Yamada K. Sequencing batch reactor activated sludge processes for the treatment of municipal landfill leachate: removal of nitrogen and refractory organic compounds. *Water Sci Technol.* 1989; 21: 1651-4.

12- Im JH, Woo HJ, Choi MW, Han KB, Kim hW. Simultaneous organic and nitrogen removal from municipal landfill leachate using an anaerobic–aerobic system. *Water Res.* 2001; 35: 2403-10.

13- Imai A, Iwami N, Matsushige K, Inamori Y, Sudo R. Removal of refractory organic and nitrogen from landfill leachate by the microorganism-attached activated carbon fluidized bed process. *Water Res.* 1993; 27: 143-5.

14- Bae BU, Jung ES, Kim YR, Shin HS. Treatment of landfill leachate using activated sludge process and electron-beam radiation. *Water Res.* 1999; 33: 2669-73.

15- Kennedy KJ, Lentz EM. Treatment of landfill leachate using sequencing batch and continuous flow upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors. *Water Res.* 2000; 34: 3640-56.

16- Lin SH, Chang CC. Treatment of landfill leachate by combined electro-fenton oxidation and sequencing batch reactor method. *Water Res.* 2000; 34: 4243-9.

17- Wang ZP, Zhang Z, Lin YJ, Deng NS, Tao T, Zhou K. Landfill leachate treatment by a coagulation-photooxidation process. *J Hazard Mater.* 2002; 95: 153-9.

18- Rivas FJ, Beltran F, Gimeno O, Acedo B, Carvalho F. Stablized leachate: Ozone-activated carbon treatment and kinetics. *Water Res.* 2003; 37: 4823-34.

19- Rivas FJ, Beltran F, Carvalho F, Acedo B, Gimeno O. Stablized leachate: Sequential coagulationflocculation chemical oxidation process. *J Hazard Mater.* 2004; 116: 95-102.

20- McMahon K, Stroot PG, Mackie RI, Raskin L. Anaerobic codigestion of municipal solid waste and biosolids under various mixing conditions-II: Microbial population dynamics. *Water Res.* 2001; 35: 1817-27.

21- Angenent LT, Sung S, Raskin L. Methanogenic population dynamics during startup of a full-scale anaerobic sequencing batch reactor treating swine waste. *Water Res.* 2002; 36: 4648-54.

22- Calli B, Mertoglu B, Roest K, Inanc B. Comparison of long-term performances and final microbial compositions of anaerobic reactors treating landfill leachate. *Bioresour Technol.* 2006; 97: 641-7.

23- Neczaj E, Kacprzak M, Kamizela T, Lach J, Okoniewska E. Sequencing batch reactor system for the co-treatment of landfill leachate and dairy wastewater. *Desalination.* 2008; 222: 404-9.

24- Bohdziewicza J, Kwarciakb A. The application of hybrid system UASB reactor-RO in landfill leachate treatment. *Desalination.* 2008; 222: 128-34.

25- Visvanathana C, Choudharya MK, Montalboa MT, Jegatheesan V. Landfill leachate treatment using thermophilic membrane bioreactor. *Desalination.* 2007; 204: 8-16.

www.SID.ir

26- Szyc J. Municipal landfill leachate. Warsaw, Poland: *Science Publishers:* Gabriel Borowski; 2003.

27- Britz TH, venter CA. Anaerobic treatment of municipal land fill leachate using an anaerobic hybrid digester. *Biological Wastes.* 1990; 32: 181-91.

28- Lin CY. Anaerobic digestion of landfill leachate. *Water SA.* 1991; 17: 301-6.

29- Kettunen RH, Hoilijoki TH, Rintala JA. Anaerobic and sequentoial anaerobic treatment of municipal landfill leachate at low temperatures. *Bioresource Tecnol.* 1998; 58: 31-40.

30- Kettunen RH, Rintala JA. Performance of an on-site UASB reactor treating leachate at low temperature. *Wat Res.* 1998; 32: 537-46.

31- Clesceri LS, Greenberg AE, Eaton AD. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF): United State of America; 1989.

www.SID.ir

Performance Evaluation of Hybrid Septic Tank and Aerated Lagoon Process Efficiency for Landfill Leachate Treatment

Gholami M[1], Mirzaei R[1], Mohammadi H[2]

[1]Dept. of Environmental Health Engineeing, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2]Faculty of Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

Corresponding Author: Dept. of Environmental Health Engineeing, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: gholamim@tums.ac.ir

Received: 10 May 2009 **Accepted:** 28 Jun 2010

Background and Objective: In this research, landfill leachate treatment in Karaj city was investigated by a linked septic tank and aerated lagoon.

Materials and Methods: At first, characteristics of the leachate were determined. Then a pilot plant with anaerobic-aerobic (Septic tank and Aerated lagoon) parts was installed and started.

Results: Results showed that Chemical Oxygen Demand (COD) removal efficiency for septic tank and subsequently to lagoon for influent COD of 19537 mg/L, were 8401 and 432 mg/L, respectively. The septic tank and aerated lagoon also operated with different flow rates and the best results for septic tank and aerated lagoon obtained in 23.6 L/day and 9.3 L/day respectively with maximum COD removal efficiency of 91.2%.

Conclusion: According to the obtained results, the hybrid system had 90% COD removal efficiency. Therefore, leachate COD loading could be effectively removed in this system.

Keywords: Leachate, Landfill, Aerobic-Anaerobic Treatment, Chemical Oxygen Demand

www.SID.ir