

پایان نامه جهت اخذ درجه دکتری تخصصی (PhD) مهندسی بهداشت محیط
طرح تحقیقاتی شماره: ۳۹۱۲۲۲

عنوان:

تصفیه شیرابه کارخانه کمپوست شهر اصفهان با استفاده از راکتور بی هوازی ناپیوسته متوالی (ASBR) و بیوراکتور غشائی ناپیوسته متوالی (MSBR) در مقیاس پایلوت

اساتید راهنما:

دکتر بیژن یینا - دکتر محمد مهدی امین

اساتید مشاور:

دکتر افشین ابراهیمی - دکتر حمیدرضا پورزمانی

تحقیق و نگارش:

مهندس حسن هاشمی

دی ۱۳۹۳

چکیده

مقدمه و هدف: امروزه تصفیه کامل شیرابه کمپوست با توجه به پیچیدگی ترکیبات آن چالش زیست محیطی و بهداشتی به شمار می‌رود. فرایندهای بیولوژیکی برای حذف مواد آلی شیرابه در نسبت BOD_5/COD بالای ۰/۵ خیلی مؤثر است. هدف اصلی از انجام این مطالعه، تصفیه شیرابه کارخانه کمپوست اصفهان با استفاده از راکتور بی-هوازی ناپیوسته متوالی پروخالی شونده (ASBR) برای کاهش بار آلی و بیوراکتور غشائی ناپیوسته با عملیات متوالی (MSBR) برای تصفیه تکمیلی شیرابه و تامین استانداردهای پساب خروجی در مقیاس پایلوت بود. مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی مداخله‌ای، شیرابه پیش تصفیه شده بی‌هوازی کمپوست با محدوده بارگذاری $g\ COD/L.d$ ۰/۹۳-۲۵ در زمانهای ماند ۲۳ و ۱۱ ساعت وارد راکتور ASBR شد. پساب خروجی نیز برای تصفیه تکمیلی و دستیابی به استاندارد تخلیه، وارد MSBR شد. پارامترهای pH، TSS، EC، COD، VFA، PAH، فلزات سنگین، کلیفرمها، کدورت طبق استاندارد در نمونه‌های ورودی و خروجی راکتورها به مدت ۲۸۰ روز آنالیز شدند.

یافته‌ها: در شرایط بهینه در بارگذاری آلی $g\ COD/L.d$ ۱۰/۱۷ و زمان واکنش ۲۳ ساعت، مقادیر COD کل، محلول و $rbCOD$ در پساب خروجی ASBR به ترتیب ۴، ۱/۱ و ۰/۲ گرم در لیتر بوده است. همچنین مقادیر pH، BOD_5/COD و EC به ترتیب ۰/۲۵، ۸/۲۹ و mS/cm ۲۰/۵۲ بوده است. بهترین عملکرد راکتور MSBR در شرایط بهینه در بارگذاری $g\ COD/L.d$ ۱ در زمان واکنش ۱۱ ساعت، غلظت COD خروجی mg/l ۲۶ بوده که از نوع محلول و مقاوم می‌باشد. همچنین BOD_5 خروجی کمتر از ۵ و جامدات معلق mg/l ۱/۶ اندازه گیری شد. کلیفرمهای کل و گوارشی به ترتیب ۱۰ و ۴ عدد در ml ۱۰۰ اندازه گیری شد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج حاصل، ASBR فرایند مؤثری برای تصفیه شیرابه است که با تولید مقادیر زیاد بیوگاز به عنوان منبع انرژی تجدید پذیر، باعث کاهش بار آلی شیرابه می‌شود. تصفیه کامل شیرابه با توجه به استانداردهای سختگیرانه خروجی بسیار مشکل است که در این مطالعه با استفاده از فرایند تلفیقی MSBR به دنبال فرایندهای سری بی‌هوازی-هوازی انجام شد.

کلمات کلیدی: شیرابه کمپوست، تصفیه، ASBR، MSBR

فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۱	فصل اول : کلیات
۲	۱-۱- بیان مسئله
۴	۲-۱- ضرورت انجام مطالعه
۵	۳-۱- فرایندهای تصفیه شیرابه
۸	۴-۱- مزایا و معایب فرایندهای بی‌هوازی
۱۲	۵-۱- راکتورهای بی‌هوازی ناپیوسته متوالی (ASBR)
۱۷	۶-۱- فرایندهای غشایی تصفیه شیرابه
۱۹	۷-۱- فرایند ناپیوسته متوالی غشایی (MSBR)
۲۰	۱-۷-۱- حذف آلاینده‌های نوپدید و میکروآلاینده‌های آلی توسط فرایندهای غشایی
۲۱	۲-۷-۱- پارامترهای مؤثر بر عملکرد MBR در تصفیه شیرابه
۲۶	۳-۷-۱- بررسی کیفیت پساب MBR و تصفیه تکمیلی آن
۲۶	۸-۱- مطالعات انجام شده در زمینه تصفیه شیرابه با فرایندهای ASBR و MSBR
۲۹	۹-۱- نوآوری‌های طرح
۳۰	فصل دوم : اهداف و فرضیات
۳۱	۱-۲- مقدمه
۳۱	۲-۲- هدف کلی طرح
۳۱	۳-۲- هدف کاربردی
۳۳	۴-۲- اهداف جزئی طرح
۳۴	۵-۲- سوالات پژوهشی
۳۴	۶-۲- فرضیات

۲۸	فصل سوم: مواد و روش ها
۲۸	۱-۳- مقدمه
۴۲	۲-۳- نوع مطالعه
۴۳	۳-۳- محل مطالعه
۴۳	۴-۳- تشریح فرایندهای مورد استفاده در این مطالعه
۴۵	۱-۴-۳- طرح و مشخصات راکتور ASBR
۴۷	۱-۴-۳-۱- بذردهی راکتور ASBR
۴۷	۱-۴-۳-۲- راه اندازی و الگوی بهره برداری ASBR
۴۸	۲-۴-۳- طرح و مشخصات راکتور MSBR
۴۹	۱-۴-۳-۲- راه اندازی MSBR و الگوی بهره برداری آن
۵۰	۲-۴-۳-۲- تمیز سازی غشا
۵۰	۳-۵- متغیرها
۵۱	۳-۶- نمونه برداری
۵۲	۳-۷- آنالیز پارامترها
۵۳	۳-۷-۱- آزمایشات شیمیایی
۵۳	۳-۷-۱-۱- اندازه گیری COD کل
۵۳	۳-۷-۱-۲- اندازه گیری rbCOD
۵۳	۳-۷-۱-۳- اندازه گیری COD محلول
۵۴	۳-۷-۱-۴- اندازه گیری BOD ₅
۵۴	۳-۷-۱-۵- اندیس حجمی لجن (SVI)
۵۵	۳-۷-۱-۶- اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC)
۵۶	۳-۷-۱-۷- آزمایش TSS، MLSS و VSS
۵۶	۳-۷-۱-۸- اندازه گیری اسیدهای چرب فرار (VFAs)
۵۷	۳-۷-۱-۹- اندازه گیری هیدروکربن‌های آروماتیک (PAHs)
۵۷	۳-۷-۱-۱۰- اندازه گیری فلزات سنگین
۵۷	۳-۷-۱-۱۱- پایش بیوگاز تولیدی

۵۷	۳-۷-۲- آزمایشات میکروبی
۵۷	۳-۷-۲-۱- تهیه محیط کشت ها
۵۸	۳-۷-۲-۲- رقیق سازی نمونه ها
۵۹	۳-۷-۲-۳- مراحل انجام آزمایش MPN
۶۲	۳-۸- تهیه گزارش و آنالیز داده ها
۷۱	فصل چهارم: یافته ها
۸۲	۴-۱- مقدمه
۸۶	۴-۲- یافته‌های حاصل از عملکرد راکتور ASBR در تصفیه بی‌هوازی شیرابه کمپوست
۸۶	۴-۳- یافته‌های حاصل از تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست با استفاده از فرایند MSBR
۸۸	فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
۹۰	۵-۱- مقدمه
۹۱	۵-۲- نتایج حاصل از تصفیه بی‌هوازی شیرابه کمپوست با فرایند ASBR
۹۱	۵-۲-۱- بررسی مشخصات شیرابه ورودی به راکتور ASBR و قابلیت تصفیه بیولوژیکی آن
۹۲	۵-۲-۲- تغییرات COD در نتیجه تغییرات بارگذاری آلی راکتور ASBR
۹۲	۵-۲-۳- بررسی روند کاهش COD محلول (SCOD) شیرابه کمپوست توسط فرایند ASBR
۹۴	۵-۲-۴- بررسی تجزیه COD قابل تجزیه بیولوژیکی آسان (rbCOD) شیرابه کمپوست توسط ASBR
۹۴	۵-۲-۵- بیوگاز تولید شده از شیرابه کمپوست طی تصفیه بی‌هوازی با فرایند ASBR
۹۵	۵-۲-۶- بررسی تغییرات pH در راکتور ASBR طی تصفیه شیرابه کمپوست
۹۶	۵-۲-۷- پروفیل ۲۴ ساعته تغییرات pH در راکتور ASBR
۹۷	۵-۲-۸- تولید اسیدهای چرب فرار (VFAS) در راکتور ASBR طی تصفیه شیرابه کمپوست
۹۸	۵-۲-۹- بررسی تغییرات کل جامدات معلق (TSS)، جامدات فرار (VSS) و جامدات معلق مایع مخلوط
۱۰۰	(MLSS) شیرابه کمپوست توسط فرایند ASBR
۱۰۱	۵-۲-۱۰- بررسی تغییرات هدایت الکتریکی (EC) و کل جامدات محلول (TDS) در راکتور ASBR طی
۱۰۲	تصفیه شیرابه کمپوست
۱۰۳	۵-۲-۱۱- بررسی حذف فلزات سنگین شیرابه کمپوست توسط فرایند ASBR
۱۰۴	۵-۲-۱۲- بررسی حذف PAHS از شیرابه کمپوست توسط فرایند ASBR

۱۰۸	۱۳-۲-۵- بررسی حذف کلیفرمها از شیرابه کمپوست توسط فرایند ASBR
۱۰۸	۳-۵- نتایج حاصل از تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست با فرایند نوین غشایی MSBR
۱۱۰	۱-۳-۵- بررسی مشخصات شیرابه ورودی به راکتور MSBR و قابلیت تصفیه بیولوژیکی آن
۱۱۱	۲-۳-۵- بررسی حذف COD در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۲	۳-۳-۵- بررسی تغییرات pH در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۳	۴-۳-۵- بررسی تغییرات کل جامدات معلق (TSS)، جامدات فرار (VSS) و جامدات معلق مایع مخلوط (MLSS) طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست توسط فرایند MSBR
۱۱۴	۵-۳-۵- بررسی حذف کدورت در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۵	۶-۳-۵- بررسی حذف BOD ₅ در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۵	۷-۳-۵- بررسی حذف EC و TDS در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۶	۸-۳-۵- بررسی حذف فلزات سنگین در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۶	۹-۳-۵- بررسی حذف PAHs در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۸	۱۰-۳-۵- بررسی حذف کلیفرمها در فرایند MSBR طی تصفیه تکمیلی شیرابه کمپوست
۱۱۹	۴-۵- نتیجه گیری نهایی
۱۲۰	۵-۵- پیشنهادات
۱۲۱	۶-۵- پیشنهاداتی برای مدیریت شیرابه کمپوست جهت تصفیه مؤثر و اقتصادی آن در مقیاس کامل
	۷-۵- پیشنهادات مدیریتی
۱۱۹	منابع
۱۲۳	چکیده انگلیسی
۱۲۴	برونداهای پژوهشی طرح

فهرست نمودارها

صفحه	موضوع
۵۱	نمودار (۱-۳) - استاندارد COD
۵۴	نمودار (۲-۳) - استاندارد VFA
۶۳	نمودار (۱-۴) - غلظت ترکیبات COD کل، COD محلول و rbCOD در مقابل OLR
۶۴	نمودار (۲-۴) - کارایی حذف ترکیبات COD در مقابل OLR طی زمانهای مختلف
۶۴	نمودار (۳-۴) - COD حذف شده در ASBR به عنوان تابعی از OLR
۶۵	نمودار (۴-۴) - تولید بیوگاز طی زمان بهره برداری فرایند
۶۵	نمودار (۵-۴) - رابطه بین COD حذف شده و تولید بیوگاز
۶۶	نمودار (۶-۴) - تغییرات pH طی زمان بهره برداری راکتور
۶۷	نمودار (۷-۴) - پروفیل ۲۴ ساعته pH در داخل راکتور ASBR
۶۷	نمودار (۸-۴) - VFA خروجی از راکتور در بارگذاریهای مختلف
۶۸	نمودار (۹-۴) - کروماتوگرامهای VFA در راکتور
۶۸	نمودار (۱۰-۴) - تغییرات جامدات در طی بهره برداری راکتور
۶۹	نمودار (۱۱-۴) - مقادیر TDS و EC خروجی در بارگذاریهای مختلف
۶۹	نمودار (۱۲-۴) - راندمان حذف TSS، TDS و EC در طی بهره برداری راکتور
۷۰	نمودار (۱۳-۴) - میانگین غلظت فلزات سنگین در شیرابه ورودی راکتور در بارگذاریهای مختلف
۷۲	نمودار (۱۴-۴) - راندمان حذف فلزات سنگین در بارگذاریهای مختلف
۷۳	نمودار (۱۵-۴) - غلظت‌های COD کل در شیرابه ورودی و خروجی بیوراکتور غشایی در مقابل زمان
۷۳	نمودار (۱۶-۴) - راندمان حذف COD کل در طی زمان بهره برداری فرایند
۷۴	نمون نمودار (۱۷-۴) - نوسانات pH ورودی و خروجی غشا در زمان راهبری بیوراکتور
۷۴	نمودار (۱۸-۴) - مقادیر MLSS و VSS در طی بهره برداری فرایند
۷۵	نمودار (۱۹-۴) - مقادیر SVI، F/M و SRT طی زمان بهره برداری فرایند
۷۵	نمودار (۲۰-۴) - تغییرات غلظت‌های TSS در زمان بهره برداری فرایند

- ۷۶ نمودار (۲۱-۴) - کارایی بیوراکتور غشایی در حذف TSS شیرابه
- ۷۶ نمودار (۲۲-۴) - مقادیر کدورت ورودی و خروجی بیوراکتور در طی زمان بهره برداری
- ۷۷ نمودار (۲۳-۴) - کارایی فرایند غشایی در حذف کدورت شیرابه تصفیه شده
- ۷۷ نمودار (۲۴-۴) - غلظتهای BOD₅ ورودی و خروجی MSBR
- ۷۸ نمودار (۲۵-۴) - کارایی بیوراکتور غشایی در حذف BOD₅ شیرابه
- ۷۸ نمودار (۲۶-۴) - تغییرات غلظت TDS در طی بهره برداری فرایند
- ۷۹ نمودار (۲۷-۴) - راندمان حذف TDS در طی بهره برداری فرایند
- ۷۹ نمودار (۲۸-۴) - تغییرات غلظت EC در طی بهره برداری فرایند
- ۸۰ نمودار (۲۹-۴) - راندمان حذف EC در طی بهره برداری فرایند
- ۸۱ نمودار (۳۰-۴) - میانگین غلظت فلزات سنگین در شیرابه خروجی راکتور در زمانهای مختلف
- ۸۱ نمودار (۳۱-۴) - راندمان حذف فلزات سنگین در زمانهای مختلف
- ۸۲ نمودار (۳۲-۴) - تعداد کلیفرمهای کل در ورودی و خروجی راکتور غشایی
- ۸۲ نمودار (۳۳-۴) - راندمان حذف کلیفرمهای کل توسط راکتور غشایی
- ۸۵ نمودار (۳۴-۴) - تعداد کلیفرمهای گواری در ورودی و خروجی فرایند
- ۸۶ نمودار (۳۵-۴) - درصد حذف کلیفرمها در بیوراکتور غشایی

فهرست جداول

صفحه	موضوع
۳	جدول (۱-۱) - استاندارد کیفی تخلیه شیرابه به آبهای سطحی در چند کشور
۵	جدول (۲-۱) - مقیاس مطالعات تصفیه پذیری آلاینده ها، هدف و رویکرد آنها
۴۱	جدول (۱-۳) - مشخصات لجن هاضم بی هوازی تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان
۴۴	جدول (۲-۳) - مشخصات غشای فیبر توخالی
۴۵	جدول (۱-۳) - مشخصات لجن هوازی تصفیه خانه فاضلاب جنوب اصفهان
۴۶	جدول (۴-۳) - مقادیر نوترینت و عناصر کم مقدار
۴۷	جدول (۵-۳) - متغیرها
۶۲	جدول (۶-۳) - برنامه نمونه برداری و تعیین حجم نمونه
۶۲	جدول (۱-۴) - نتایج آنالیز پارامترهای شیرابه کمپوست ورودی به راکتور ASBR
۷۰	جدول (۲-۴) - پارامترهای بهره برداری سیستم در طی زمان راهبری فرایند
۷۰	جدول (۳-۴) - غلظت $\Sigma_8\text{PAHs}$ در راکتور ASBR
۷۱	جدول (۴-۴) - تعداد کلیفرم کل و مدفوعی در پساب ورودی و خروجی از راکتور ASBR
۷۱	جدول (۵-۴) - میانگین پارامترهای کیفی پساب خروجی از ASBR در شرایط بهینه
۷۲	جدول (۶-۴) - نتایج کیفی شیرابه ورودی به MSBR
۷۳	جدول (۷-۴) - غلظت ترکیبات $\Sigma_8\text{PAHs}$ در پساب ورودی و خروجی راکتور MSBR
۷۳	جدول (۸-۴) - میانگین پارامترهای کیفی پساب خروجی از MSBR در شرایط بهینه

فهرست اشکال

صفحه	موضوع
۳۷	شکل (۱-۳) - دیاگرام کلی فرایند تصفیه شیرابه در مقیاس پایلوت
۳۸	شکل (۲-۳) - نمای واقعی پایلوت‌های مورد استفاده
۳۹	شکل (۳-۳) - شماتیک پایلوت ASBR
۴۰	شکل (۴-۳) - تایمر PLC و پمپها
۴۱	شکل (۵-۳) - سیکل کامل راکتور ASBR
۴۳	شکل (۶-۳) - شماتیک پایلوت MSBR مورد استفاده در این مطالعه
۴۳	شکل (۷-۳) - نمایی از غشای مورد استفاده در MSBR
۴۵	شکل (۸-۳) - مکانیسم تمیز سازی غشای آلوده
۴۹	شکل (۹-۳) - الف - راکتور هضم COD، ب - ویال‌های مورد استفاده در آزمایش COD
۴۹	شکل (۱۰-۳) - دستگاه اسپکتروفتومتر DR-2000 مورد استفاده در این مطالعه
۵۲	شکل (۱۲-۳) - سنجش آنالین پارامترها درون راکتور غشایی
۵۳	شکل (۱۳-۳) - نمای دستگاه GC/MS مورد استفاده در این مطالعه
۵۵	شکل (۱۴-۳) - شماتیک اجزا دستگاه گاز متر مورد استفاده در این مطالعه
۵۶	شکل (۱۵-۳) - نمای کیسه هوای جمع آوری کننده بیوگاز مورد استفاده در این مطالعه
۵۸	شکل (۱۶-۳) - مراحل کشت نمونه‌ها

واژه نامه

ABR	Anaerobic Baffled Reactor	راکتور بافل دار بی هوازی
AMBR	Anaerobic Migrating Blanket Reactor	راکتور بافل دار بی هوازی با بستر لجن سیال
ASBR	Anaerobic Sequencing Batch Reactor	راکتور ناپیوسته پر و خالی شونده بی هوازی
ARBC	Anaerobic Rotating Biological Contactor	تماس دهنده بیولوژیکی چرخان بی هوازی
BOD	Biochemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی
bCOD	Biodegradable Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی قابل تجزیه
BEPR	Biological Excess Phosphorus Removal	حذف بیش از حد فسفر به روش بیولوژیکی
COD	Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی
CFU	Colony Forming Unit	واحد تشکیل کلنی
EDCs	Endocrine Disrupting Compounds	ترکیبات مختل کننده غدد درون ریز
EPS	Extracellular polymeric substances	مواد پلیمری خارج سلولی
EPA	Environmental Protection Agency	آژانس حفاظت از محیط زیست
F/M	Food-to-Microorganism Ratio	نسبت غذا به میکروارگانسیم
FC	Fecal Coliform	کلیرم گوارشی
GC	Gas Chromatography	گاز کروماتوگرافی
HRT	Hydraulic Retention Time	زمان ماند هیدرولیکی
MCRT	Mean Cell Residence Time	زمان ماند سلولی
MLSS	Mixed-Liquor Suspended Solids	جامدات معلق مایع مخلوط
MLVSS	Mixed-Liquor Volatile Suspended Solids	جامدات معلق فرار مایع مخلوط
MPN	Most Probable Number	حداکثر تعداد محتمل
MBR	Membrane Bioreactor	بیوراکتور غشایی
MSBR	Membrane Sequencing Batch Reactor	بیوراکتور ناپیوسته متوالی غشایی
NA	Not Available	غیر قابل دسترس
ND	Not Detectable	غیر قابل تشخیص
OLR	Organic Loading Rate	نرخ بارگذاری آلی
PAHs	Poly Aromatic Hydrocarbons	هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای
PCOD	Particulate Chemical Oxygen	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی معلق

	Demand	
PLC	Programmable Logic Controller	کنترل گر منطقی قابل برنامه ریزی
POPs	Persistent Organic Pollutants	آلاینده های آلی مقاوم
PPCPs	Pharmaceuticals and Personal Care Products	فراورده های دارویی و حفاظت فردی
rbCOD	Readily Biodegradable Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی قابل تجزیه آسان
sbCOD	Slowly Biodegradable Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی قابل تجزیه کند
SBR	Sequencing Batch Reactor	راکتور ناپیوسته متوالی
sCOD	Soluble Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی محلول
SCVFA	Short-Chain Volatile Fatty Acid	اسید چرب فرار با زنجیره کوتاه
SVI	Sludge Volume Index	شاخص حجمی لجن
TOC	Total Organic Carbon	کربن آلی کل
TSS	Total Suspended Solids	جامدات معلق کل
TC	Total Coliform	کلiform کل
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket	بتوی لجن بی هوازی با جریان رو به بالا
UCOD	Unbiodegradable Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی غیر قابل تجزیه
UPCOD	Unbiodegradable Particulate Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی معلق غیر قابل تجزیه
USCOD	Unbiodegradable Soluble Chemical Oxygen Demand	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی محلول غیر قابل تجزیه
VFA	Volatile Fatty Acid	اسید چرب فرار
VSS	Volatile Suspended Solid	جامدات معلق فرار

1. Taiwo AM. Composting As a Sustainable Waste Management Technique in Developing Countries. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2011; 4 (2): 93-102.
2. Kargi F, Pamukoglu MY. Powdered activated carbon added biological treatment of pre-treated landfill leachate in a fed-batch reactor. *Biotechnology Letters*. 2003; 25 (9): 695-699.
3. Tyrrel SF, Seymour I, Harris JA. Bioremediation of leachate from a green waste composting facility using waste – derived filter media. *Bioresource technology*. 2008; 99 (16):7657-7664.
4. Chatterjee N, Flury M, Hinman C, Craig GC. Chemical and Physical Characteristics of Compost Leachates. A Review. Washington State University. 2013: 15-20.
5. Zhang C, Zeng G, Yuan L, Yu J, Li J, Huang G, Xi B, Liu H. Aerobic degradation of bisphenol A by *Achromobacter xylosoxidans* strain B-16 isolated from compost leachate of municipal solid waste. *Chemosphere*. 2007; 68: 181–190.
6. Safari E, Jalili Ghazizade M, Shokouh A, Nabi Bidhendi Gh R. Anaerobic Removal of COD from High Strength Fresh and Partially Stabilized Leachates and Application of Multi stage Kinetic Model. *Int. J. Environ. Res*. 2011; 5(2):255-270.
7. Satoto EN, Winter J, Gallert C. Anaerobic digestion of pressed off leachate from the organic fraction of municipal solid waste. *Waste Management*. 2010; 30: 1828–1833.
8. Greenman J, Galvez A, Giusti L, Ieropoulos I. Electricity from landfill leachate using microbial fuel cells: Comparison with a biological aerated filter. *Enzyme and Microbial Technology*. 2009; 44: 112–119.
9. Coban A, Demir G, Okten HE, Ozcan HK, Yaman C, Yildiz Senol. Advanced treatment of leachate by using aerobic/anoxic MBR system followed by a nanofiltration process. A case study in Istanbul komurcuoda leachate treatment plant. *Environment Protection Engineering*. 2012; 38 (3): 14-18.
10. Ghasimi SMD, Idris A, Ahmadun FR, Tey BT, Chuah TG. Batch Anaerobic Treatment of Fresh Leachate from Transfer Station. *Journal of Engineering Science and Technology*. 2008; 3 (3): 256 – 264.
11. Ahmed FN, Lan CQ. Treatment of landfill leachate using membrane bioreactors: A review. *Desalination*. 2012; 287: 42–54.
12. Laitinen N, Luonsi A, Vilen J. Landfill leachate treatment with sequencing batch reactor and membrane bioreactor. *Desalination*. 2006; 191: 86–91.
13. Dearman B, Bentham RH. Anaerobic digestion of food waste: Comparing leachate exchange rates in sequential batch systems digesting food waste and biosolids. *Waste Management*. 2007; 27: 1792–1799.
14. Castrillon L, Nava YF, Ulmanu M, Anger I, Maranon E. Physico-chemical and biological treatment of MSW landfill leachate. *Waste Management*, 2010; 30: 228–235

15. Renou S, Givaudan JG, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials*. 2008; 150: 468–493.
16. Sardinia. Tenth International Waste Management and Landfill Symposium. 2005.
17. Agdag ON, Sponza DT. Anaerobic/aerobic treatment of municipal landfill leachate in sequential two-stage up-flow anaerobic sludge blanket reactor (UASB)/completely stirred tank reactor (CSTR) systems. *Process Biochemistry*. 2005; 40: 895–902.
18. Robinson AH. Landfill Leachate Treatment. Paper prepared for MBR 5 – The 5th International Conference on Membrane Bioreactors, Cranfield University. 2005.
19. Aziz SQ, Aziz HA, Yusoff MS, Bashir MJK, Umar M. Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study. *Journal of Environmental Management*. 2010; 91: 2608-2614.
20. Tsilogeorgis J, Zouboulis A, Samaras P, Zamboulis D. Application of a membrane sequencing batch reactor for landfill leachate treatment. *Desalination*. 2008; 221: 483–493.
21. Timur H, Ozturk I. Anaerobic sequencing batch reactor treatment of landfill leachate. *Water Research*. 1999; 33(15): 3225–3230.
22. Clech P, Jefferson B, Judd SJ. A comparison of submerged and sidestream tubular membrane bioreactor configurations. *Desalination*. 2005; 173: 113-122.
23. Gulsen H, Turan M. Anaerobic treatability of sanitary landfill leachate in a fluidized bed reactor, *Turkish J. Eng. Env. Sci*. 2004; 28: 297-305.
24. Yenigun O, Demirel B. Ammonia inhibition in anaerobic digestion: A review. *Process Biochemistry*. 2013; 48(5–6): 901–911.
25. Rajabi S, Vafajoo L. Investigating the Treatability of a Compost Leachate in a Hybrid Anaerobic Reactor: An Experimental Study. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2012; 61: 1-22.
26. Amin MM, Hajian Nezhad M, Farhadkhani M, Heidari M, Mohammadi Moghadam F. Anaerobic biodegradation of benz [a] anthracene via SMA. *International Journal of Environmental Health Engineering*. 2012; 1(7): 1-5.
27. He PJ, Qu X, Shao LM, Li GJ, Lee DJ. Leachate pretreatment for enhancing organic matter conversion in landfill bioreactor. *Journal of Hazardous Materials*. 2007; 142: 288–296.
28. Haarstad K, Mæhlum T. Electrical Conductivity and Chloride Reduction in Leachate Treatment Systems. *Journal of Environmental Engineering*. 2007; 133(6): 659-664.
29. Mockaitis G, Ratusznei SM, Rodrigues JAD, Zaiat M, Foresti E. Anaerobic whey treatment by a stirred sequencing batch reactor (ASBR): effects of organic loading and supplemented alkalinity. *Journal of Environmental Management*. 2006; 79: 198–206.

30. Lim BS, Kim B, Chung I. Anaerobic Treatment of Food Waste Leachate for Biogas Production Using a Novel Digestion System. *Environ. Eng. Res.* 2012; 17(1): 41-46.
31. APHA, AWWA, WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21 st ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 2005.
32. Renou S, Givaudan JG, Poulain S, Dirassouyan F, Moulin P. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. *Journal of Hazardous Materials.* 2008; 150: 468–493.
33. Ahmed FN, Lan CQ. Treatment of landfill leachate using membrane bioreactors: A review. *Desalination.* 2012; 287: 42–54.
34. Satyawali Y, Balakrishnan M. Effect of PAC addition on sludge properties in an MBR treating high strength wastewater. *Water research.* 2009; 43: 1577 - 1588.
35. Garces W, Wilde C, Gueldre G. Operational cost of MBR Schilde. *Proceedings of the 4th IWA International Membranes Conference, Membranes for Water and Wastewater Treatment*, Harrogate, UK. 2007; 15-17.
36. Ziyang L, Yu S, Xiaoliang C, Youcai Z, Nanwen Z. Application of hydration reaction on the removal of recalcitrant contaminants in leachate after biological treatment. *Waste Management.* 2014; 5(9): 48-54.
37. Yue D, Xu Y, Mahar RB, Liu F, Nie Y. Laboratory-scale experiments applied to the design of a two-stage submerged combustion evaporation system. *Waste Management.* 2007; 27: 704–710.
38. Mahmoudkhani R, Hassani AH, Torabian A. Study on Anaerobic Landfill Leachate Treatability by Membrane Bioreactor. *International Conference on Biology, Environment and Chemistry.* 2010.
39. Achilli A, Cathb TY, Eric A. Marchanda, Amy E. Childress. The forward osmosis membrane bioreactor: A low fouling alternative to MBR processes. *Desalination.* 2009; 239: 10–21.
40. Aziz SQ, Aziz HA, Yusoff MS, Bashir MJK, Umar M. Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study. *Journal of Environmental Management.* 2010; 91: 2608-2614.
41. Arrojo B, Mosquera-Corra A, Garrid JM, Mdndez R, Ficara E, Malpei F. A membrane coupled to a sequencing batch reactor for water reuse and removal of coliform bacteria. *Desalination.* 2005; 179: 109-116.
42. Bae JH, Lee EY, Heo AH, Kim HK, Kim JH, Park SK. Treatment of garbage leachate with a pilot scale two-phase anaerobic digestion with ultra filtration. *Proceedings Venice, Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste.* Venice, Italy. 2010; 8-11.
43. Yiping X, Yiqi Z, Donghong W, Shaohua C, Junxin L, Zijian W. Occurrence and removal of organic micropollutants in the treatment of landfill leachate by combined anaerobic-membrane bioreactor technology. *Journal of Environmental Sciences.* 2008; 20: 1281–1287.

44. Tsilogeorgis J, Zouboulis A, Samaras P, Zamboulis D. Application of a membrane sequencing batch reactor for landfill leachate treatment. *Desalination*. 2008; 221: 483–493.
45. Hirani Z, Decarolis J, Wasserman L, Jacangelo J, Schmidt H, Simon G. Feasibility of selected MBR systems for water recalamation. U.S. Department of the Interior. Water Treatment Engineering Research Team. 2009.
46. Brown K, Ghoshdastidar AJ, Hanmore J, Frazee J, Tong AZ. Membrane bioreactor technology: A novel approach to the treatment of compost leachate. *Waste Management*. 2013; 33(11): 2188–2194.
47. Li G, Wang W, Du Q. Applicability of nanofiltration for the advanced treatment of landfill leachate. 2010; 116(4): 2343-2347.
48. Clifford S, Patoczka WJ, Williams J, Grau TG. MBR Pretreatment of Landfill Leachate for the Removal of Ammonia and Potential Future Removal of Total Dissolved Solids. WEFTEC. 2010.
49. Şchiopu AM, Piuleac GC, Cojocaru C, Apostol I, Mămăligă I, Gavrilăscu M. Reducing environmental risk of landfills: Leachate treatment by reverse Osmosis. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2012; 11(12): 2319-2331.
50. Chen GQ, Chen Y, Zeng GM, Wang L, Zhang WJ, Shen GL. Pollution mechanism of copper transported from compost to red soil and groundwater. *Hunan Daxue Xuebao/Journal of Hunan University Natural Sciences*. 2009; 36(8): 69-75.
51. Talio MC, Bonfiglioli TA, Luconi MO, Fernández LP. Direct Cadmium Monitoring in Cigarette Filters Leachate by Molecular Fluorescence. *Journal of Environmental Protection*. 2012; 3: 187-193.
52. Amiri S, Mehrnia MR, Azami H, Barzegari D, Shavandi M, Sarrafzadeh MH. Effect of heavy metals on fouling behavior in membrane bioreactors. *J. Environ. Health. Sci. Eng*. 2010; 7(5):377-384.
53. Moslehi P, Shayegan J, Bahrpayma S. Performance of membrane bioreactor in removal of heavy metals from industrial wastewater. *Iranian Journal of Chemical Engineering*. 2008; 5(4): 30-35.
54. Farahbakhsh K, Smith DW. Removal of coliphage in secondary effluent by microfiltration – mechanisms of removal and impact of operating parameters, *Water Research*. 2004; 38: 585-592.
55. Xiang Z, Wenzhou L, Min Y, Junxin L. Evaluation of virus removal in MBR using coliphages T4. *Chinese Science Bulletin*. 2005; 50 (9) 862-867.

Abstract

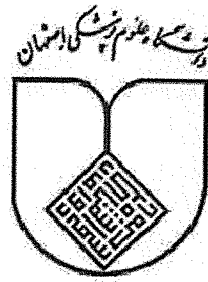
Introduction: Nowadays the complete treatment of composting leachate according to the complexity of composition is environmental and health challenge. Biological processes are effective for the removal of organic matter in a high BOD₅/COD ratio. The main purpose of this study was composting leachate treatment by ASBR and MSBR in pilot scale.

Material& Methods: In this interventional study, the anaerobically pretreated composting leachate was fed intermittently to a plexiglas column ASBR at OLR of 0.93-25 gCOD/l.d and HRT of 23 -12 hrs for 280 days. Also Membrane bioreactor was fed by effluent produced in series of AMBR, ASBR and SBR processes with overall 82-992 mg/l COD. The values of pH, TDS and EC were monitored routinely. However, analysis of total COD, SCOD, BOD₅, TSS, VSS, Heavy metals, PAH, and Coliform bacteria were done in feed and permeate, whenever the systems reached steady state twice a week for 280 days.

Results: Optimal conditions of ASBR performance was achieved in OLR of 10.17 gCOD/l.d. The total COD, sCOD and rbCOD in effluent was 4, 1.1 and 2.0 g/l respectively. The values of BOD₅/COD, pH and EC were 0.25, 8.29 and 20.52 ms/cm respectively. Also, the best performance of MSBR was in OLR of 1 gCOD/l.d at 11 h reaction time. Values of COD, BOD₅ and TSS in membrane bioreactor permeate were 26, 0.5 and 1.6 mg/l respectively. TC and FC was 10 and 4 MPN/100 ml.

Conclusion: High COD removal efficiencies and biogas production was observed in ASBR reactor due to the relatively high biodegradability of the feeding composting leachate. Also MSBR is a versatile technology that with high throughput could treat composting leachate below standard limit.

Keywords: Composting Leachate, Treatment, ASBR, MSBR



Dr. Bijan Bina



Dr. Mehdi Amin



Eng. Hassan Hashemi



Isfahan University of Medical Sciences

Isfahan University of Medical Sciences
Faculty of Health
Dep. of Environment Health Engineering
Environment Research Center

A thesis Submitted in Partial fulfillment of the Requirement for the degree of
philosophy doctor (PhD)

Composting plant leachate treatment by anaerobic sequencing batch reactor (ASBR)
and membrane sequencing batch reactor (MSBR) in pilot plant

Supervisors:

Dr. Bijan Bina

Dr. Mohammad Mehdi Amin

Consultants:

Dr. Afshin Ebrahimi

Dr. Hamid Reza Pourzamani

By:

Hassan Hashemi

Jan 2015