بررسی کارایی جمعیت میکروبی لجن فعال در حذف فلزات سنگین شیرابه‌ی کمپوست در دو راکتور بسته با رشد چسبیده و معلق

دکتر مهرداد فرخی(PhD)[1]- *محمد نعیمی جوبنی(MSc)[2,4]- دکتر مهدی ارجمند(PhD)[3]- محمد حاتمی(BS) [4]- هادی تدینی(MSc)[2]

*نویسنده مسؤول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

پست الکترونیک: mhnaiminior@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله:۹۲/۰٤/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۰۹

چکیده

مقدمه: با توسعهٔ صنایع وگسترش شهر نشینی، میزان زباله‌های شهری افزایش می‌یابد. چنان‌چه شیرابهٔ زباله‌ها، به منابع آب و خاک راه یابد، تعادل زیستی محیط مختل گشته، فلزات سنگین در زنجیرهٔ غذایی تجمع یافته، در نتیجه حیات آبزیان و انسان به خطر می افتد.

هدف: تعیین کارایی سیستم زیستی با رشد معلق و چسبیده درحذف فلزات سنگین شیرابه انجام گردید.

مواد و روش‌ها: این تحقیق یک نوع مطالعه بنیادی - کاربردی بود. برای ارزیابی کارایی سیستم زیستی با رشد معلق و چسبیده، از شیرابهٔ خام ورودی تصفیه خانهٔ کارخانهٔ کود آلی گیلان نمونه گیری شد و در مقیاس آزمایشگاهی در مجاورت با لجن فعال تصفیه خانهٔ صنعتی در دو راکتور ناپیوسته به مدت۳۶۰ ساعت هوادهی انجام شد. متغیرهای MLSS، COD، BOD5 و میزان فلزات سنگین، قبل و بعد از هر مرحله هوادهی، بر اساس روش های مندرج در کتاب استاندارد متد اندازه‌گیری گردید.

نتایج: نتایج نشان داد که طی۷۲ ساعت هوادهی در روش رشد چسبیده، بیشترین راندمان حذف BOD5 وCOD به ترتیب برابر با ۸۰ و ۷۸/۲۸ درصد بود. کارایی حذف فلزات طی ۴۸ ساعت هوادهی برای سیستم با رشد چسبیده به ترتیبPb>Fe>Mn>Co>Zn>Hg>Mg>Cu>Cr>Ni>Cd>V و برای رشد معلق به ترتیب Pb>Mn>Fe>Zn>Cu>Mg>Co>Hg>Cr>Ni>V>Cd حاصل گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که سیستم زیستی با رشد چسبیده دارای کارایی مناسبی در حذف فلزات سنگین، BOD5 وCOD از شیرابهٔ کمپوست است.

کلید واژه‌ها: آلاینده‌های شیمیایی آب/ فاضلاب/ فلزات سنگین.

مجله دانشگاه علوم پزشکی گیلان، دوره بیست و دوم، ویژه‌نامه بهداشت محیط، صفحات: ۲۵-۱۸

مقدمه

کمپوست یکی از شناخته‌شده‌ترین سیستم‌ها، در تجزیهٔ ترکیبات آلی است که موجب کاهش حجم و وزن ترکیبات آلی و زباله‌های خام می‌گردد. محصول حاصل در کشاورزی کاربرد گسترده دارد. با توسعهٔ این فرایند، معضل انباشت زباله‌ها و مشکلات ناشی از لندفیل‌ها، تاحدودی قابل حل است(۱).

با رشد جمعیت و توسعهٔ صنایع و شهرنشینی، میزان زباله‌های شهری روز به روز افزوده می‌شود. در هر شبانه روز،۷۵۰ گرم تا یک کیلوگرم زباله به ازای هر نفر، و حدود ۵۰ تن شیرابه از ۲۵۰ تن پسماند کارخانهٔ کمپوست آلی شهر رشت تولید می‌شود که دارای عوامل و ترکیبات بالقوهٔ سمی، عفونی، بیماری‌زا و سرشار از فلزات سنگین خطرناک است. تولید شیرابهٔ حاوی ترکیبات و آلاینده‌های گوناگون، از جمله فلزات سنگین، یکی از معضلات زباله می‌باشد (۲).

شیرابه یکی از منابع آزادسازی فلزات سنگین، دارای ترکیبات خطرناک شیمیایی و بیماری‌زاست و چنان‌چه مدیریت مطلوبی در مرحلهٔ جمع‌آوری، فرآوری و دفع نهایی شیرابهٔ تولیده شده از این زباله‌ها، صورت نپذیرد و بدون تغییر، به آب‌های پذیرنده، وارد شود، می‌تواند مسایل زیست محیطی از قبیل آلودگی منابع آب، خاک، برهم زدن تعادل بیولوژیکی محیط

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، البرز، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

۳. گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.

٤. گروه آلودگی محیط زیست، مرکز آموزش علمی و کاربردی جهاددانشگاهی رشت- دانشگاه جامع علمی کاربردی، گیلان، ایران

پذیرنده، تغلیظ و تجمع زیستی فلزات سنگین در طبقه‌های بالاتر زنجیرهٔ غذایی و به مخاطره انداختن حیات آبزیان، گیاهان و انسان را به همراه داشته باشد (۳). مقادیر بالای Chemical Oxygen Demand (COD) بین ۲۰۰۰۰۰- ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کم بودن مقادیر(Biochemical Oxygen Demand(BOD_5) منجر به کاهش نسبت BOD_5/ COD می‌گردد. هم‌چنین وجود انواع فلزات سنگین و ترکیبات گزنوبیوتیک، نشان‌دهنده‌ی شدت بالای آلودگی شیرابه است(٤).

استفاده از روش‌های تصفیهٔ فیزیکی و شیمیایی، مانند انعقاد، لخته‌سازی و ترسیب شیمیایی معمولاً به عنوان پیش تصفیه‌ی شیرابه، قبل از فرایندهای زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما به دلیل مصرف زیاد مواد شیمیایی و تولید زیاد لجن، در تصفیه‌ی شیرابه کمتر استفاده می‌شوند. طی فرایند کمپوست، غلظت فلزات سنگین پایین نمی‌آید و طی تخریب میکروبی، کمپوست، کربن و آب از دست می‌دهد (۵). فرایند لجن فعال، متداول‌ترین سیستم برای تصفیهٔ فاضلاب‌های شهری و صنعتی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر است که شامل یک راکتور هوادهی زیستی با رشد معلق است. مواد آلوده‌کنندهٔ آلی موجود در فاضلاب بر اثر فعالیت میکرواورگانیزم‌ها شروع به تجزیه شدن می‌کنند و به دی‌اکسیدکربن، آب و لجن تبدیل می‌شوند. میزان تجزیه شدن را از طریق BOD_5 و COD اندازه می‌گیرند. حضور مواد غذایی کافی و مناسب برای رشد و فعالیت باکتری‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. مهم‌ترین میکروارگانیزم‌های لجن فعال عبارتند از: باکتری‌ها، قارچ‌ها، تک‌یاخته‌ها و کپک‌ها (٦).

این تحقیق به دلیل گستردگی استفاده از روش لجن فعال در اغلب تصفیه خانه‌های فاضلاب، به منظور بررسی کارایی تصفیه‌خانه‌های مبتنی بر فرایند لجن فعال در حذف فلزات سنگین و تصفیه شیرابهٔ کارخانهٔ کمپوست در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک مطالعه بنیادی- کاربردی بود که در سیستم ناپیوسته و در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب دانشکدهٔ بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گیلان انجام شد. کلیهٔ مواد شیمیایی لازم از شرکت مرک آلمان خریداری گردید. به‌طور کلی، مراحل تحقیق در زیر شرح داده شده است: ابتدا از لجن فعال خط برگشتی تصفیه خانهٔ فاضلاب شهرک صنعتی لاهیجان و شیرابهٔ خام ورودی تصفیه‌خانهٔ کارخانهٔ کود آلی گیلان نمونه‌های مورد نیاز جمع‌آوری گردید و کلیه آزمایش‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. پس از مخلوط کردن شیرابه با لجن فعال، جهت تنظیم pH اولیه در محدودهٔ ۷، از محلول یک دهم نرمال اسید کلریدریک و سود استفاده گردید(pHmeter metrohm).

ویژگی راکتور: به منظور تعیین کارایی لجن فعال، از روش هوادهی عمقی و ناپیوسته، در دو سیستم، با رشد معلق و رشد چسبیده، به مدت ۳٦۰ ساعت استفاده شد؛ به‌طوری که از دو سری ظرف‌های استوانه‌ای سر باز به ابعاد۳۰× ۱۵سانتی‌متر و حجم ٦ لیتر استفاده گردید. به هر یک از راکتورها، به نسبت مساوی، لجن فعال و شیرابهٔ زباله اضافه گردید و به یک سری از راکتورها، پکینگ مدیا کروی با قطر ۵۵ میلی‌متر، از جنس پلی‌پروپیلن با سطح ویژه ۳۰۰ سانتی‌متر مربع در هر متر مکعب، به عنوان بستر رشد اضافه گردید (شکل۱).

شکل ۱. مدیای بکار رفته بعنوان بستر در رشد چسبیده

نمونه‌ها از هر دو سیستم پس از ۲٤،٤۸،۷۲،۱۲۰و۳٦۰ ساعت هوادهی، جهت انجام آزمایش‌های BOD_5، COD، (MLSS) Mixed Liquor Suspended Solid و فلزات سنگین برداشت گردید.

آنالیز نمونه‌ها با بررسی متغیرهای BOD_5 به روش پتانسیومتری، COD به روش اسپکتروفتومتریک(DR-5000 Hach)، MLSS و آنالیز فلزات سنگین به روش نشر شعله‌ای با استفاده از دستگاه(ICP-OES) Inductive Coupled

Plasma-Optical Emmision Mass spectrometer (Amitec Arcos spectrometer) مطابق استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام شد(۷). به منظور آماده‌سازی نمونه‌های شیرابه جهت قرائت فلزات سنگین، ابتدا از مخلوط اسیدنیتریک و اسیدکلریدریک به نسبت یک به سه، مطابق روش هضم مرطوب ۱۵میلی‌لیتر اسید، در سه مرحله به نمونه اضافه شد و در حمام شن با دمای۱۵۰درجهٔ سانتی‌گراد تحت عمل رفلاکس قرار گرفت. سپس با کاغذ صافی واتمن صاف شد. در ادامه، نمونه‌ها با آب مقطر بدون یون، به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسید و تا زمان قرائت در ظروف درب‌دار پلی‌پروپیلنی نگهداری گردید(۷و۸).

ابتدا میزان BOD_5 و COD و فلزات سنگین شیرابهٔ خام بررسی شد و پس از هوادهی، هر ۲٤ ساعت یک‌بار، از هریک از ظروف نمونه‌گیری شد و متغیرهای BOD_5، COD، فلزات سنگین شیرابه و MLSS نمونهٔ لجن، قبل و بعد از هر بار هوادهی، اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایشگاهی بر مبنای میانگین حسابی با حداقل سه تکرار آزمایش بود و آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel بررسی گردید.

نتایج

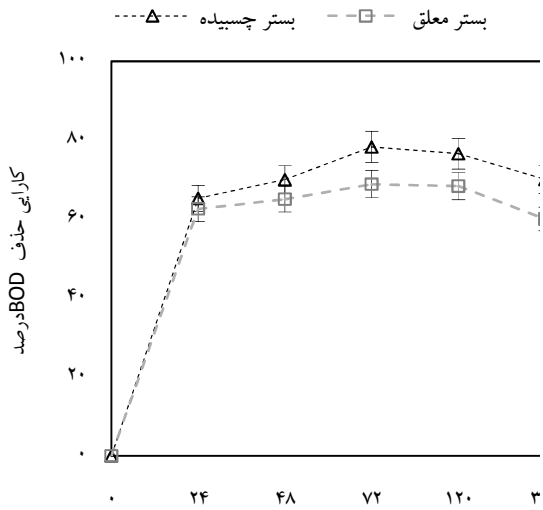
نتایج حاصل از آنالیز شیرابهٔ خام کارخانهٔ کمپوست: نتایج حاصل از آنالیز نمونهٔ شیرابه قبل از هوادهی، به شرح زیر تعیین گردید:COD برابر با۳۸۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، BOD_5 برابر با۲۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، pH برابر با ۷/٤۵ و هدایت الکتریکی ۵۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر همان‌طور که از نتایج استنباط می‌گردد، بار آلودگی شیرابه قبل از فرایند تصفیه بسیار بالا است(۵).

نتایج حاصل از آنالیز فلزات سنگین شیرابهٔ کارخانهٔ کود آلی به شرح(جدول۱) می‌باشد.

جدول۱. راندمان حذف فلزات سنگین شیرابه، قبل و بعد از هوادهی در دو سیستم رشد چسبیده و معلق

	زمان ماند هیدرولیکی(ساعت)	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni	Pb	V	Zn
شیرابه خام	۰	۲/۲۳	۳/۴۷	۱۸/۵۶	۲/۵۸	۹۹۹	۰/۷۴	۷۳۶	۱۴۱/۵۰	۱۶/۵۲	۰/۸۶	۰/۶۸	۱۲۱/۲۰
	۲۴	۱۱/۲۱	۶۹/۴۵	۳۳/۰۳	۲۹/۸۴	۶۵/۸۷	۴۴/۵۹	۴۲/۵۳	۶۲/۵۴	۶۹/۲۶	۳۲/۵۶	۲۷/۹۴	۸۷/۱۲
	۴۸	۳۵/۸۷	۸۷/۰۳	۵۱/۹۹	۶۵/۱۲	۷۹/۹۸	۶۰/۸۱	۴۶/۴۷	۷۸/۰۹	۸۳/۷۵	۹۵/۳۵	۴۲/۶۵	۸۸/۴۴
رشد چسبیده	۷۲	۶۸/۶۱	۹۱/۰۷	۵۶/۳۶	۸۴/۵۰	۸۷/۴۹	۵۸/۱۱	۶۲/۶۴	۸۸/۶۹	۹۳/۶۶	۹۸/۸۴	۳۵/۲۹	۹۶/۶۱
	۱۲۰	۸۶/۵۵	۸۳/۸۶	۵۶/۸۴	۷۹/۰۷	۸۳/۹۸	۵۰/۰۰	۶۳/۳۲	۹۳/۶۴	۹۲/۶۱	۹۸/۸۴	۲۵/۰۰	۹۳/۳۷
	۳۶۰	۸۵/۲۰	۸۲/۴۲	۵۲/۲۱	۷۲/۴۸	۸۱/۹۸	۵۰/۰۰	۵۷/۷۴	۸۷/۲۸	۹۲/۹۳	۹۸/۸۴	۲۶/۴۷	۹۲/۵۷
	۲۴	۵/۸۳	۴۳/۲۳	۳۸/۵۲	۲۸/۶۸	۵۷/۴۶	۲۹/۷۳	۳۲/۷۴	۴۴/۸۸	۴۰/۲۸	۳۸/۳۷	۱۴/۷۱	۸۵/۳۵
	۴۸	۱۸/۸۳	۵۹/۳۷	۵۱/۷۲	۴۷/۶۷	۶۱/۷۶	۳۶/۴۹	۳۷/۳۶	۶۷/۴۹	۷۴/۲۰	۶۳/۹۵	۳۰/۸۸	۸۴/۰۵
رشد معلق	۷۲	۴۴/۸۴	۸۸/۱۸	۴۶/۵۰	۶۸/۹۹	۷۱/۴۷	۴۷/۳۰	۴۲/۲۶	۸۰/۲۱	۷۳/۸۵	۸۶/۰۵	۴۸/۵۳	۹۶/۴۳
	۱۲۰	۷۱/۳۰	۸۷/۹۰	۴۸/۷۱	۷۱/۷۱	۷۰/۱۷	۵۱/۳۵	۴۵/۹۲	۷۹/۱۵	۸۷/۲۸	۸۴/۸۸	۴۵/۵۹	۹۵/۷۰
	۳۶۰	۶۵/۰۲	۸۴/۱۵	۳۷/۹۳	۶۹/۷۷	۶۹/۸۷	۵۰/۰۰	۴۴/۱۶	۷۷/۳۹	۸۵/۸۷	۸۱/۴۰	۱۷/۶۵	۹۱/۴۳

تاثیر زمان هوادهی در حذف BOD_5 شیرابه در دو سیستم رشد چسبیده و معلق: تاثیر زمان هوادهی بر کارایی حذفBOD_5 شیرابه در راکتور ناپیوسته و سیستم لجن فعال هوادهی عمقی با رشد چسبیده و معلق در زمان‌های ۲٤،٤۸،۷۲،۱۲۰و۳٦۰ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش زمان، کارایی حذف BOD_5 در هر دو سیستم رشد چسبیده و معلق افزایش نشان داد؛ به‌طوری که طی ۷۲ ساعت هوادهی، بیشترین راندمان حذف، ۸۰ درصد برای سیستم با رشد چسبیده و۷۵/۰٤ درصد برای سیستم با هوادهی معلق حاصل گردید (شکل۲).

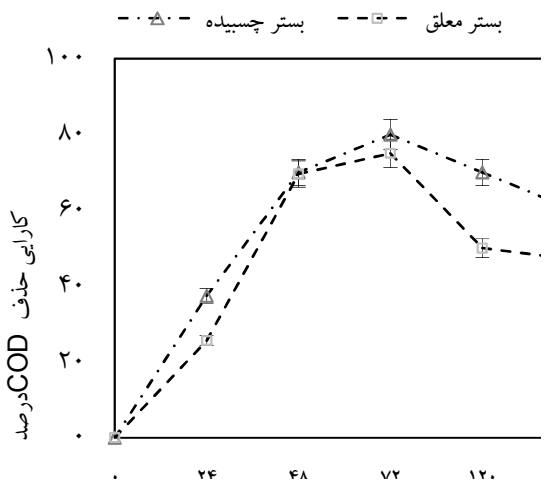


شکل۲. کارایی حذف BOD_5 شیرابه در دو سیستم هوادهی معلق و رشد چسبیده

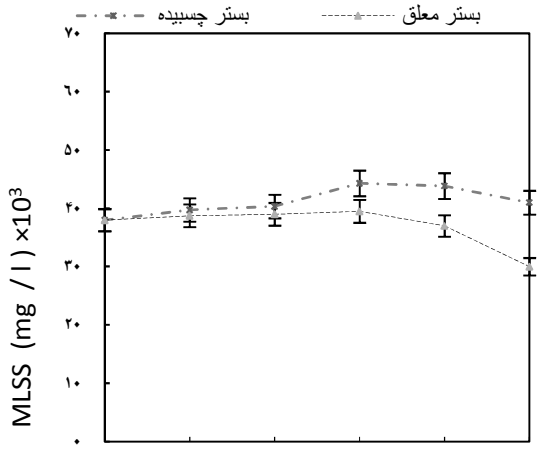
تاثیر زمان هوادهی در حذف COD شیرابه در دو سیستم رشد چسبیده و معلق: تاثیر زمان هوادهی بر کارایی حذف CODشیرابه در راکتور ناپیوسته و سیستم لجن فعال هوادهی عمقی با رشد چسبیده و معلق در زمان‌های ۲۴،۴۸،۷۲،۱۲۰و۳۶۰ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. با افزایش زمان، کارایی حذف COD در هر دو سیستم رشد چسبیده و معلق افزایش نشان داد. طی ۷۲ ساعت هوادهی، بیشترین راندمان حذفCOD مطابق (شکل۳) مربوط به سیستم با رشد چسبیده به میزان ۷۸/۲۸ درصد است.

تغییرات MLSS لجن فعال در دو سیستم هوادهی با رشد چسبیده و معلق: نتایج مربوط به تغییرات MLSS لجن فعال در هر دو سیستم هوادهی با رشد چسبیده و معلق در زمان‌های هوادهی ۲۴،۴۸،۷۲،۱۲۰و۳۶۰ ساعت بررسی شد؛ به‌طوری‌که بعد از هوادهی، مقدار MLSS لجن در هر دو سیستم با چسبیده و معلق تا۱۲۰ ساعت روند افزایشی داشت و سپس از مقدار آن کاسته شد (شکل۳).

تاثیر زمان هوادهی در حذف فلزات سنگین شیرابهٔ کمپوست در سیستم لجن فعال با رشد چسبیده و معلق: نتایج حاصل از تاثیر لجن فعال در زمان‌های هوادهی ۲۴،۴۸،۷۲،۱۲۰و۳۶۰ ساعت برحذف فلزات سنگین شیرابهٔ کمپوست در سیستم هوادهی با رشد معلق و چسبیده مورد بررسی قرار گرفت (شکل٤و٥) .



شکل ۳. کارایی حذف COD شیرابه در دو سیستم هوادهی معلق و رشد چسبیده



شکل٤. تغییرات MLSS لجن فعال در دو سیستم هوادهی با رشد معلق و چسبیده

بحث و نتیجه‌گیری

روش‌های زیستی برای تصفیهٔ شیرابه‌های تازه با عمر یک تا دو سال که دارای غلظت بالایی از ترکیبات آلی با وزن مولکولی پایین هستند، مناسب هستند، اما برای تصفیهٔ شیرابه‌های با عمر پنج تا ده سال و قدیمی‌تر، به دلیل حضور مواد مقاوم به تجزیهٔ زیستی و ترکیبات سمی مناسب نیستند و معمولاً برای تصفیهٔ این گونه شیرابه‌ها از روش‌های تلفیقی شیمیایی و زیستی استفاده می‌گردد (۵). تکنولوژی تصفیهٔ زیستی، شامل فرایندهای هوازی و بی‌هوازی به نحو مؤثری جهت تصفیهٔ شیرابهٔ زباله‌هایی که در مراحل اولیه تولید باشند

و نسبت BOD_5/COD آن‌ها بالاست مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹و۱۰).

نتایج حاصل از آنالیز BOD_5 و COD شیرابهٔ کمپوست کارخانهٔ کود آلی گیلان، به ترتیب ۲۲۰۰۰ و ۳۸۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است و نسبت BOD_5/COD شیرابهٔ کمپوست ۱/۷۵ محاسبه گردید.

مطابق استاندارد ارایه شده برای پساب‌های صنعتی استاندارد BOD_5 برابر ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر و بیشینه آن بسته به نوع صنعت و شرایط فیزیکوشیمیایی برابر۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است. میزان استاندارد COD پساب‌های صنعتی ۱۲۰میلی‌گرم بر لیتر و بیشینهٔ آن ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تعیین گردیده است (۷و۱۱).

به‌طور کلی، اگر نسبت BOD_5/COD برابر با ۱ :۱/۲ باشد، نشان‌دهندهٔ تخریب‌پذیری زیستی پساب بوده و در صورتی که این نسبت ۵:۱ باشد، نشان می‌دهد که پساب قابل تجزیهٔ زیستی نیست. بالاتر بودن نسبت BOD_5/COD ممکن است به دلیل جلوگیری از فعالیت میکرواورگانیزم‌های تخریب‌کنندهٔ مواد آلی در حضور ترکیبات سمی (فلزات سنگین) باشد (۱۲).

حداکثر کارایی حذف BOD_5 برابر با ۷۸/۲۸ درصد در زمان ماند هیدرولیکی ۷۲ ساعت، برای سیستم با رشد چسبیده به دست آمد و کارایی سیستم با رشد معلق در زمان ماند ۷۲ ساعت ٦۸/۸۳ درصد محاسبه گردید. حداکثر کارایی سیستم با رشد چسبیده در حذف COD ۸۰ درصد و برای سیستم با رشد معلق۷۵/۰٤ درصد در زمان ماند ۷۲ ساعت حاصل گردید. مقایسهٔ نتایج حاصل از شکل(۱و۲)، کارایی بیشتر سیستم رشد چسبیده را در حذف BOD_5 و COD شیرابه نشان می‌دهد؛ به‌طوری که بعد از ٤۸ ساعت هوادهی، کارایی دو سیستم جهت حذف BOD_5 وCOD شیرابهٔ کمپوست در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از تصفیهٔ شیرابهٔ زباله با استفاده از فرایند فنتون راندمان، ۵۳ درصد برای حذف COD را در شرایط بهینه نشان می‌دهد(۲).

از اهداف این تحقیق، بررسی عملکرد و کارایی مدیاهای به‌کار رفته در راکتور هوازی، جهت افزایش سطح تماس میکرواورگانیزم‌ها با مواد مغذی در راکتور است. مشاهدهٔ مدیاهای استفاده شده در راکتور، رشد قابل توجهی از لایهٔ میکروبی را در سطوح خارجی و درونی آن نشان داد.

مقایسهٔ تغییرات MLSS لجن فعال با کارایی حذف BOD_5 و COD بیانگر روند رو به کاهش کارایی هر دو سیستم از زمان ماند ۱۲۰ ساعت به بعد در حذف BOD_5 و COD است و با کاهش MLSS لجن از زمان ماند ۱۲۰ ساعت مطابقت دارد که احتمالاً مربوط به کاهش جمعیت میکروبی لجن فعال به دلیل کمبود مواد غذایی و آغاز خودخوری میکرواورگانیزم‌هاست.

COD شیرابه محل دفن زبالهٔ شهر استامبول، بین ۱۸۸۰۰ تا ٤۷۸۰۰ و BOD_5 آن، بین٦۸۲۰ تا ۳۸۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده‌است که بازده راکتور بی‌هوازی بستر ثابت با جریان رو به بالادر حذفCOD ۸۰ تا۹۰ درصد متغییر بوده‌است(۱۳).

طی تحقیقی در سال ۱۳۷٦، حداکثر بازده حذف COD در سیستم بی‌هوازی با رشد ثابت رو به بالا، در تصفیهٔ فاضلاب کارخانهٔ قند ۷۵ تا ۹۳ درصد گزارش شده است (۱٤).

حسنی و همکاران طی تحقیقی، بهترین کارایی حذف COD شیرابهٔ کارخانهٔ کمپوست را با استفاده از فیلترهای بی‌هوازی در زمان ماند ۱۱ ساعت، ۹۷/۷ درصد گزارش کرده‌اند(۲).

فلزات سنگین به‌طور عام، سم‌های سیستمیک هستند که با ورود به منابع آب و خاک، وارد زنجیره‌های غذایی می‌شوند و با اثر اختصاصی بر روی اعصاب، کلیه، جنین و سرطان‌زایی موجب مرگ‌ومیر می گردند و به‌طور کلی، بهداشت و سلامت انسان و محیط را به خطر می‌اندازند(۱۵).

مطابق با نتایج حاصل از تحقیق شکیبایی و همکاران در حذف فلزات سنگین از پسماندهای صنعتی کرمان، بهترین راندمان حذف فلزات سنگین، در محدودهٔ pH ٦/۵ تا ۷/۵ حاصل گردیده است. به دلیل آن‌که در pH خنثی تا اسیدی(٦/۵ تا ۷/۵)، اغلب ترکیبات فلزی به حالت محلول هستند و حضور فلز محلول در محیط، به آسانی، در اختیار جمعیت میکروبی لجن فعال در راکتور قرار می‌گیرد، در تمام مراحل هوادهی در مقاطع مختلف، pH در محدودهٔ ۷ تنظیم گردید. به‌طور معمول، به دلیل تغییر در ترکیب زباله با توجه به نوع مواد

مصرفی توسط شهروندان و میزان بارندگی در طول سال، خصوصیات شیرابه ثابت نمی‌ماند(۱۶).

مطابق نتایج حاصل از بررسی گندم‌کار و همکاران، آنالیز فلزات سنگین شیرابهٔ زبالهٔ شهر اصفهان نسبت به مقادیر استاندارد، بالاتر بوده است(۱۷). فلزکادمیوم در برابر مواد آلی موجود در شیرابه پایداری کمتری داشته، به همین جهت در شیرابه مقدار آن کمتر است(۱۸).

مقایسهٔ نتایج حاصل از آنالیز فلزات سنگین در شیرابهٔ کارخانهٔ کود آلی گیلان بر اساس جدول(۲) با استانداردهای مربوط به شیرابه نشان می‌دهد که میانگین غلظت بعضی از فلزات تا چند برابر حد مجاز در شیرابه است که خود بیان‌گر اهمیت آن بر افزایش آلودگی محیط به دلیل روان شدن شیرابه در رودخانه‌ها است. در مطالعهٔ روند کاهش فلزات سنگین و راندمان حذف فلزات در سیستم لجن فعال هوادهی با رشد چسبیده، بیشترین راندمان حذف طی ۴۸ ساعت هوادهی، مربوط به فلز سرب با ۹۵/۳ درصد و کمترین راندمان مربوط به فلز وانادیوم با ۳۰/۹ درصد است. ترتیب راندمان حذف فلزات در سیستم با رشد چسبیده بعد از ۴۸ ساعت هوادهی به شرح زیر است:

Pb>Fe>Mn>Co>Zn>Hg>Mg>Cu>Cr>Ni>Cd>V

در سیستم با رشد معلق، بیشترین راندمان حذف فلزات طی ۴۸ ساعت هوادهی، مربوط به فلز سرب با ۹۵/۶ درصد و کمترین راندمان حذف مربوط به فلز کادمیوم با ۱۸/۸ درصد می‌باشد. ترتیب راندمان حذف فلزات در سیستم با رشد معلق بعد از ۴۸ ساعت هوادهی به شرح زیر است:

Pb>Mn>Fe>Zn>Cu>Mg>Co>Hg>Cr>Ni>V>Cd

جدول۲. میزان غلظت فلزات سنگین شیرابه بر حسب میلی‌گرم بر لیتر در مقایسه با مقادیراستاندارد

نام فلز	آنالیز فلزات سنگین شیرابهٔ کارخانهٔ کود الی گیلان (میلی‌گرم بر لیتر)	استاندارد شیرابه (میلی‌گرم بر لیتر)	استاندارد آبیاری و کشاورزی (میلی‌گرم بر لیتر)	استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی (میلی‌گرم بر لیتر)
Cu	۲/۵۷	۱۰۰	۰/۲	۱
V	۰/۶۸	-	۰/۱	۰/۱
Hg	۰/۷۴	-	ناچیز	ناچیز
Pb	۰/۶۸	۵	۰/۰۰۵	۱
Cd	۲/۲۳	۰/۵	۰/۰۰۵	۰/۱
Co	۳/۴۷	-	۰/۰۵	۱
Ni	۱۶/۵۲	-	۰/۲	۲
Cr	۱۸/۵۶	۵	۰/۲	۰/۵
Zn	۱۲۱/۲۰	۵۰۰	۰/۲	۲
Mn	۱۴۱/۵۰	-	۱	۱
Fe	۹۹۹	-	۳	۳
Mg	۷۳۶	-	۱۰۰	۱۰۰

مقایسهٔ راندمان حذف فلزات سنگین در هر دو سیستم رشد چسبیده و معلق در زمان های ماند هیدرولیکی مختلف، بیان‌گر کارایی مناسب سیستم‌های لجن فعال در حذف فلزات سنگین است. با توجه به شکل‌های ٤و۵ در ساعات اولیه هوادهی، راندمان حذف اکثر فلزات، ناچیز است که مربوط به زمان مورد نیاز جمعیت میکروبی لجن فعال برای سازگاری می‌باشد و با افزایش زمان ماند. هیدرولیکی تا ۱۲۰ ساعت در اغلب فلزات، راندمان حذف افزایش یافته است و گاهی نیز کاهش راندمان حذف صورت می‌گیرد که احتمالاً مربوط به کاهش میزان MLSS لجن و توانایی جمعیت میکروبی است. با توجه به بالا بودن بار آلی اغلب شیرابه‌ها و متاثر شدن سیستم تصفیهٔ زیستی، جهت صرفه‌جویی در هزینه و زیست سازگار بودن توصیه می‌گردد در مقیاس صنعتی به منظور تصفیه فاضلاب‌های غلیظ، از فرآیندهای شیمیایی و زیستی به‌طور تلفیقی استفاده شود.

تشکر و قدردانی: از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گیلان و مسؤولین محترم دانشکدهٔ بهداشت به منظور حمایت و پشتیبانی از این تحقیق تشکر و

قدردانی می‌گردد.

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

منابع

1. Abdulhussain A Abbas, Guo Jingsong, Liu Zhi Ping, Pan Ying Ya ,Wisaam S Al-Rekabi. Review on Landfill Leachate Treatments. Am J Appl Sci 2009; 6(4): 672-684.
2. Hasani A, Mokhtarani N, Bayatfard A. FEASIBILITY STUDY OF KOOD-E AALI-E GILLAN COMPOST FACTORY`S LEACHATE TREATMENT BY ANAEROBIC METHODS (DOWNFLOW AND UPFLOW). Environmental Science and Technology 2009; 10(3):42-45.[Text in Persian].
3. Zazouli M, Yousefi Z. Removal of Heavy Metals from Solid Wastes Leachates Coagulation-flocculation Process. J Appl Sci 2008; 8: 2142-2147.
4. Tchobanoglous G,Burton F, Eddy M,Stensel H.D. Wastewater Engineering, 4ed.McGraw-Hill;2003:1848.
5. Farrokhi M, Kouti M, Mousavi Gh, Takdastan A. The Study on Biodegradability Enhancement of Landfill Leachate by Fenton Oxidation. Iranian Journal of Health & Environmental; 1388:2(2): 114-123. [Text in Persian]
6. Hazrati H, Shaygan J. Overview of Excess Sludge Reduction in Activated Sludge Processes. Iranian Chemical Engineering Journal 2011; 10(54): 67-75. [Text in Persian].
7. American Water Works Assossiation. Standurd Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation; 2012.
8. Mosaferi M. Determination of Heavy Metals in Sewage Sludge and Stone Cutting Industries. Journal of Civil and Environmental Engineering 2011; 40(1): 40-64. [Text in Persian].
9. Li W, Zhou Q, Hua T. Removal of Organic Matter from Landfill Leachate by Advanced Oxidation Processes: A Review. Int J chem Eng 2010 :1-10.
10. Kheradmand S, Karimi-Jashni A, Sartaj M. Treatment of Municipal Landfill Leachate Using a Combined Anaerobic Digester and Activated Sludge System. Waste Manag 2010; 30(6): 1025-31
11. NWT Water Board, Guidelines for the Discharge of Treated Municipal Wastewater in The Northwest Territories, Yellowknife, (1992).
12. Zazouli M, Yousefi Z, Eslami A, Bagheri Ardebilian M. Evaluation of the Different Fenton Processes Combined with Coagulation- Flocculation Pretreatment in Landfill Leachate Treatment. Journal of Yazd Health School 2012; 11(2): 83-97. [Text in Persian]
13. Dhandapani T, Glenn R, Groskop f. Phosphate Requirement for Anaerobic Fixed Film Treatment of Landfill leachate. CAN J CIVIL ENG 1998; 15(3): 334-337.
14. Farhadian M. Design, Construction, Commissioning and Setting Parameters Affecting the Anaerobic Filter Upward. Tehran: Sharif University of Technology; 1376: 85. [Text in Persian].
15. Bidhendi N, Daryabeigi Z. (MSW) Compost Risk Assessment In Iran And Comparing To Other World Regions. Ecology 1384; 30(1): 118-136. [Text in Persian]
16. Shakibaie M.R, Khosravan A, Frahmand A., Zareh S Elimination of Copper and Zinc from Industrial Wastes by Mutated Bacteria. Journal of Kerman University of Medical Sciences 2009; 16(1): 13-24. [Text in Persian].
17. Gandomkar A, Kalbasi A, Ghorani A. Effects of Compost Leachate on Yield and Chemical Composition of Corn and the Residual Effects on Some Soil Properties. Research and Development in Agriculture and Horticulture 1382; 60(3): 2-8. [Text in Persian].
18. Ashworth D Alloway B. Soil Mobility of Sewage Sludge Derived Dissolved Organic Matter, Copper, Nickel and Zinc. Environ pollut 2004; 127(1): 137-144.

The Efficiency of Microbial Populations of Activated Sludge for Heavy Metals Removal from Compost Leachate

Farrokhi M.(PhD)[1]- *Naimi-joubani M.(MSc)[2,4]- Arjmand M.(PhD)[3]- Hatami M.(BS)[4]- Tadaioni H.(MSc)[2]

***Corresponding Address:** Department of Environmental Health, School of health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

Email: mhnaiminior@yahoo.com

Received: 20 Jul/2013 Accepted : 01 Oct/2013

Abstract:

Introduction: The amounts of municipal waste are on the rise because of the urbanization and industrial development. If the Leachates are released into the water resources and soil, the biological balance of the environment will be disturbed. Once heavy metals are accumulated in the food chain, aquatic and human life are endangered.

Objective: This laboratory research was conducted To evaluate the performance of activated sludge microbial populations in the removal of heavy metals of Compost Leachate.

Materials and Methods: This study was a descriptive- applied one, which attempted to evaluate the performance of suspended and attached growth biological treatment. Raw leachate was sampled from organic fertilizer factory in Guilan and two series of batch reactor with attached and suspended growth were applied within 360 hours of aeration under lab conditions. BOD_5, COD, MLSS were measured, according to standard methods for the examination of water and wastewater and heavy metals were analyzed by ICP-OES before and after aeration treatment.

Results: The results showed that within 72 hour aeration, maximum efficiency of the attached growth system for the removal of BOD_5 and COD were, respectively 80% and 78.28%. Efficiency of heavy metal removal within 48 hours of aeration for the attached growth system was subsequently Pb>Fe>Mn>Co>Zn>Hg>Mg>Cu>Cr>Ni>Cd>V and Pb>Mn>Fe>Zn>Cu>Mg>Co>Hg>Cr>Ni>V>Cd for suspended growth system.

Conclusion: As revealed, the biological treatment systems with attached growth have an acceptable efficiency in the removal of heavy metals, BOD5 and COD of compost leachate.

Conflict of interest: non declared

Key words: Metals, Heavy/Sewage/ Water Pollutants, Chemical

Journal of Guilan University of Medical Sciences, Suplement 1, 2014, Pages: 18-25

Please cite this article as: Farrokhi M, Naimi-joubani M, Arjmand M, Hatami M, Tadaioni H. The Efficiency of Microbial Populations of Activated Sludge for Heavy Metals Removal from Compost Leachate. J of Guilan University of Med Sci 2014; 2ℓ Suplement 1):18-25

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Alborz, Iran
2. Department of Environmental Health, School of health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran
3. Department of Chemical Engineering, Islamic Azad University South Tehran Branch,Tehran, Iran
4. Department of Environmental Pollution, University of Scientific and Applied Science, Jahad Daneshgahi, Rasht, Iran