Archive of SID

عملکرد راکتور UASB در مقیاس پایلوت در تصفیه شیرابه زباله شهر گرمسیری اهواز

عباس علیزاده شوشتری [۱] محمد مهدی امین [۲] رامین نبی‌زاده نودهی [۳]

نعمت‌اله جعفرزاده [۴] محمد قاسمیان [۵]

(دریافت ۸۶/۸/۲۰ پذیرش ۸۸/۱۱/۱۸)

چکیده

هدف از این مطالعه، تعیین کارایی فرایند بستر لجن بی‌هوازی با جریان رو به بالا در تصفیه شیرابه زباله شهری اهواز، تحت شرایط گرمسیری بود. به‌این منظور، راکتور UASB در مقیاس پایلوت به حجم ۳۰ لیتر، با استفاده از لجن بی‌هوازی صنایع نیشکر بذردهی شده و توسط شیرابه رقیق شده زباله شهری تغذیه گردید. طی مدت ۲۳۰ روز، میزان بارگذاری آلی راکتور از ۰/۵۸ g COD/L.d به ۱۵ g COD/L.d رسانده شد. بالاترین میزان حذف COD در بارگذاری آلی ۱۲g COD/L.d و به‌میزان ۸۷ درصد به‌دست آمد. دمای راکتور در مدت زمان تحقیق بین ۳٤ تا ۳۹ درجه سلسیوس نگهداری شد. بالاترین دمای راکتور ۳۹ درجه سلسیوس بود که تحت تأثیر دمای هوای محیط اطراف در راکتور ایجاد شد. همچنین بالاترین میزان حذف COD در بالاترین دمای راکتور یعنی ۳۷ تا ۳۹ درجه سلسیوس حاصل گردید. میانگین دمای شهر اهواز در ۷ تا ۸ ماه از سال ٤۰ درجه سلسیوس است. با توجه به این شرایط آب و هوایی، برای تصفیه شیرابه زباله شهری اهواز، استفاده از راکتور UASB به‌دلیل توانایی در دریافت و تصفیه بارهای آلی زیاد و دستیابی به راندمان بالای حذف COD (۸۷ درصد) مناسب و مؤثر است. لازم به ذکر است که در این روش برای رساندن میزان COD پساب خروجی به حد استانداردهای تعیین شده، لازم است از یک فرایند هوازی پس از راکتور UASB استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: شیرابه زباله شهری، راکتور UASB، تصفیه بی‌هوازی، شرایط گرمسیری، اهواز

Performance of the UASB Pilot Scale Reactor in Treating MSW Leachate in the Hot Climate City of Ahvaz

Abbas Alizadeh Shooshtari [1] *Mohammad Mehdi Amin [2]* *Ramin Nabizadeh Nodehi[3]*

Nematollah Jafarzadeh[4] *Mohammad Ghasemian[5]*

(Received Nov. 11, 2007 Accepted Feb. 7, 2010)

Abstract

This study was conducted to determine the efficiency of the up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) process in treating the leachate from the municipal solid waste (MSW) in the city of Ahvaz, Iran, under tropical conditions. A pilot scale UASB reactor with a total volume of 30 L was seeded with anaerobic sludge from the sugarcane plant to which diluted municipal leachate was introduced as influent feed. The organic loading rate (OLR) of the reactor was increased from 0.58 to 15 g COD/L.d over a period of 230 days. A maximum COD removal efficiency of 87% was obtained for an organic loading rate of 12 g COD/L.d. The temperature of the reactor was maintained in the range 34-39 ºC during the study period. The maximum reactor temperature (39 ºC)

۱- کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، مرکز خرمشهر (نویسنده مسئول) ۰۹۱۶۶۰۲۳۰۵۶
abbas.alizadeh@gmail.com
۲- استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
۳- استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اهواز
۵- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد، واحد علوم تحقیقات اهواز

1. M.Sc. of Environmental Eng., Faculty Member of Agriculture Dept., Payam-e-Noor University of KhorramShahr (Corresponding Author) 09166023056 abbas.alizadeh@gmail.com
2. Assist. Prof. of Environmental Health, Faculty of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan
3. Assist. Prof. of Environmental Health, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran
4. Assoc. Prof. of Environmental Health, Faculty of Public Health, Ahwaz University of Medical Sciences, Ahvaz
5. M.Sc. of Environmental Eng., Azad University, Branch of Sciences and Research, Ahvaz

www.SID.ir

Archive of SID

reached was due to the effect of ambient temperature. The highest COD removal efficiency was obtained at the MSW leachates as witnessed by its successful operation in the hot climate of Ahvaz (with an average temperature of 40 ºC over about 7-8 months of the year) and by its potential for receiving and treating high organic loading rates with a high COD removal efficiency (87%). However, an aerobic system must be used after the UASB reactor for the effluent to meet the standards defined for the proposed disposal method.

Keywords: MSW Lechate, UASB Reactor, Anaerobic Treatment, Tropical Conditions, Ahwaz.

۱- مقدمه

تولید روزافزون محصولات و گسترش فرهنگ مصرف متناسب با افزایش جمعیت، منجر به تولید بیش از پیش زباله در کشور شده است که بخش عمده آن را مواد آلی فسادپذیر و دارای رطوبت بالا تشکیل می‌دهد. روش غالب مدیریت بخش آلی زباله در سطح جهان و از جمله کشور ایران، دفن بهداشتی آن است. شیرابه تولید شده که دارای آلودگی آلی بسیار بالایی است، در هنگام جمع‌آوری، حمل ونقل و همچنین در اماکن دفن زباله شهری، به‌راحتی به خاک اطراف محل دفن و همچنین آبهای زیرزمینی نفوذ کرده و موجب آلودگی آنها می‌شود.

آلودگی آلی، جامدات معلق، نیتروژن و فسفر و فلزات سنگین موجود در شیرابه زباله شهری، پتانسیل آلایندگی بالایی را برای شیرابه ایجاد می‌کنند. هر دو فرایند هوازی و بی‌هوازی برای تصفیه شیرابه زباله مورد استفاده قرار گرفته است، اما راکتورهای بی‌هوازی به‌دلیل هزینه بهره‌برداری کمتر، قابلیت پذیرش بارهای آلودگی بالاتر، تولید بیوگاز و نهایتاً تولید لجن با جمعیت کم پاتوژن‌ها و قابل استفاده برای پوشش زباله‌ها، توجه بیشتری را به خود جلب کرده است. از بین راکتورهای پیشرفته با قابلیت پذیرش بار آلودگی بالا، راکتور UASB بیشترین کاربرد را در مقیاس صنعتی، پایلوت و آزمایشگاهی در سرتاسر جهان داشته است.

لین و همکاران[1]، در سال ۱۹۹۹ عملکرد راکتور UASB را در تصفیه شیرابه زباله شهری به‌همراه پساب سپتیک تانک[2]، مورد بررسی قرار داده‌اند. در تحقیق مذکور پساب سپتیک تانک و شیرابه زباله شهری به نسبت‌های ۳:۱، ۲:۱ و ۱:۱ با یکدیگر مخلوط شده و به راکتور تزریق شده است. راکتور در شرایط دمایی ۱ ± ۳۵ درجه سلسیوس قرار داشته است. در شرایطی با زمان ماند هیدرولیکی ۱/۵ روز، و بارگذاری آلی (OLR) ۶/۷۳ gCOD/L.d، میزان حذف COD کل، COD محلول، کل جامدات و جامدات فرار به‌ترتیب ۴۲/۲، ۵۸/۱، ۴۵/۳ و ۶۸/۲ درصد بوده است[۱].

شین و همکاران[3] در سال ۲۰۰۱، کارایی یک راکتور UASB را برای تصفیه شیرابه به‌دست آمده از یک دستگاه تجزیه کننده پسماندهای مواد غذایی بررسی نمودند. در این مطالعه آنها توانستند به راندمان حذف COD معادل ۹۶ درصد در بارگذاری آلی ۱۵/۸gCOD/L.d دست یابند. میزان تولید گاز ۵/۵ لیتر در روز بوده است. از کل COD حذف شده، ۹۲ درصد تبدیل به متان و مابقی تبدیل به بیومس جدید شده است. در بارگذاری آلی بالاتر از ۱۸/۷ کیلوگرم COD به ازای هر مترمکعب از حجم راکتور، راندمان حذف به‌دلیل شناور شدن و فرار بیومس از راکتور و نیز زمان ماند هیدرولیکی کوتاه، افت نموده است [۲].

یاری و همکاران در سال ۱۳۸۴، در تحقیقی بر روی تصفیه فاضلاب صنایع نوشابه‌سازی با استفاده از یک راکتور UASB به حجم ۸/۵ لیتر توانستند در بارگذاری آلی[4] ۵ $gCOD/m^3.d$ به میزان حذف COD معادل ۷۸ درصد دست یابند[۳]. میزان تولید بیوگاز در این تحقیق ۰/۱۵ $m^3/kgCOD_{rem}$ بیان شده است در حالیکه مقدار تئوریک آن ۰/۳۵ مترمکعب به ازای هر کیلوگرم COD حذف شده، گزارش شده است که علت این تفاوت فاحش نقص در سیستم اندازه‌گیری گاز و دقت پایین آن عنوان شده است [۳].

هدف از انجام این تحقیق استفاده از یک راکتور بستر لجن بی‌هوازی با جریان رو به بالا (UASB) به‌منظور تصفیه و کاهش بار آلودگی آلی شیرابه زباله شهری اهواز بود.

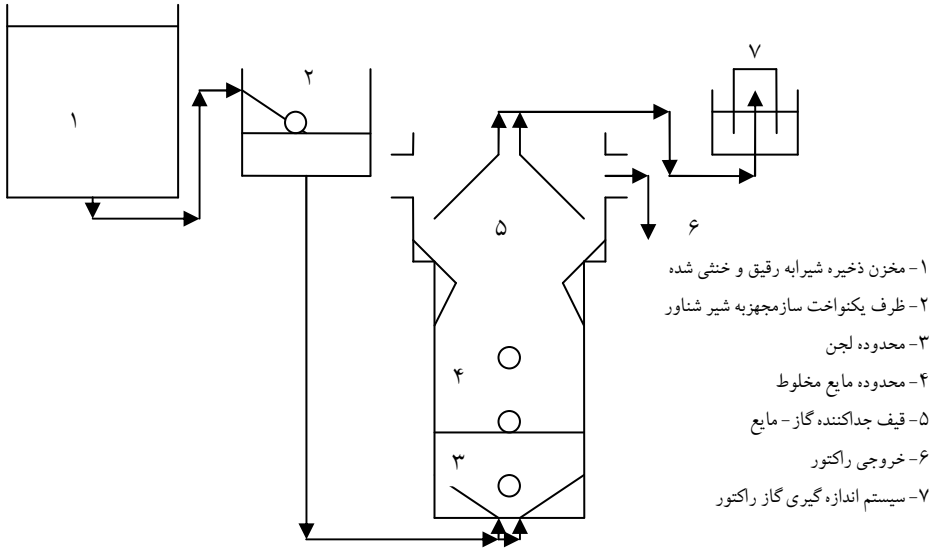
۲- مواد و روشها

در این تحقیق از یک واحد راکتور بی‌هوازی با بستر لجن با جریان رو به بالا (UASB) از جنس پلکسی‌گلاس[5] و مستطیل شکل با ابعاد ۲۰ در ۲۵ سانتی‌متر، ارتفاع ۷۰ سانتی متر و حجم مفید ۳۰ لیتر استفاده شد. این راکتور به‌صورت تک جداره و مجهز به لوله‌های تزریق سوبسترہ ورودی، قیف جداکننده بیوگاز، شیرهای نمونه‌برداری از مایع مخلوط و بیومس در ارتفاع راکتور و محل خروج پساب بود. تغییرات دما در این راکتور در فصل گرم کاملاً به تغییرات دمای محیط وابسته بود. میزان تغییرات دمای درون راکتور در فصل گرم بین ۳۳ تا ۳۹ درجه سلسیوس بود. شکل ۱ راکتور مورد استفاده در این تحقیق را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد. طراحی راکتور UASB مورد استفاده در این تحقیق

[1] Lin et al.
[2] Septic Tank
[3] Shin et al.
[4] Organic Loading Rates (OLR)
[5] Plexiglass

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- شکل شماتیک راکتور UASB مورد استفاده در این تحقیق

جدول ۱- مشخصات شیرابه زباله شهری اهواز

توضیحات		متوسط اندازه‌گیری شده	محدوده اندازه‌گیری شده	دفعات اندازه‌گیری
شیرابه خام	COD	۳۲۵۰۰	۱۸۰۰۰ - ۴۲۰۰۰	۸۰
	BOD_5	۲۳۰۰۰	۱۲۵۰۰-۲۷۰۰۰	۲۷
	pH	۴	۳/۵ – ۵/۵	۲۰۰
شیرابه رقیق شده ورودی به راکتور	CODin	۹۴۸۰	۷۰۰۰-۱۲۰۰۰	۸۰
	pHin	۷/۵	۷-۸	۲۰۰
پساب خروجی راکتور	CODout	۲۷۹۱	۱۰۰۰-۵۰۰۰	۸۰
	pHout	۷/۴۱	۶/۵-۸	۲۰۰

* غیر از pH و دفعات اندازه‌گیری، همه واحدها mg/l می‌باشد.

براساس روش و روابط ارائه شده در کتاب مهندسی فاضلاب، تصفیه و استفاده مجدد و نیز براساس نتایج ثبت شده تحقیق به روی تصفیه فاضلاب کشتارگاه اصفهان با استفاده از راکتور UASB انجام گرفت [۴ و ۵].

بذردهی اولیه راکتور به‌وسیله ۱۰ لیتر لجن بی‌هوازی از تصفیه‌خانه صنایع نیشکر، شرکت کشت و صنعت امام‌خمینی(ره) شوشتر انجام گرفت. سیستم تزریق سوبستره به‌صورت ثقلی بود. از یک مخزن برای ذخیره و از مخزن دیگری به‌منظور کنترل دبی ورودی به راکتور استفاده شد. دبی مورد نظر به‌وسیله یک شیر دروازه‌ای تأمین و با استفاده از استوانه مدرج و زمان‌سنج دقیق، تنظیم شد. با توجه به غلظت بسیار بالای COD شیرابه ، نوسان زیاد غلظت COD شیرابه در زمان‌های مختلف و تحت تأثیر شرایط مختلف آب و هوایی (۱۸۰۰۰ تا ۴۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و به‌منظور جلوگیری از افت کارایی راکتور در اثر ورود مقادیر بالای COD به آن، شیرابه ابتدا با استفاده از آب تصفیه شده شهری تا حد رسیدن به غلظت COD مورد نظر که در جدول ۱ ارائه گردیده است، رقیق‌سازی شد. به‌منظور خنثی‌سازی شیرابه خام که دارای خاصیت اسیدی با pH حدود ۳/۵ تا ۵/۵ بود، از محلول‌های دو نرمال KOH و NaOH استفاده گردید. سیستم اندازه‌گیری بیوگاز تولید شده بر اساس انتقال مایع عمل می‌نمود. کلیه آزمایش‌های انجام شده از جمله اندازه‌گیری COD ورودی و خروجی، SS و VSS و نیز اندازه‌گیری فلزات سنگین بر اساس کتاب "روش‌های استاندارد برای آنالیز نمونه‌های آب و فاضلاب " انجام گرفت[۶]. جدول ۱ مشخصات شیرابه خام و نیز مشخصات شیرابه پس از رقیق‌سازی را نمایش می‌دهد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- راهبری راکتور UASB

در دوره راه‌اندازی راکتورUASB طی حدود ۳۰ روز اول، بارگذاری آلی (OLR) راکتور در حدود ۰/۶ gCOD/L.d بود. این

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- داده‌ها، میانگین و انحراف معیار بدست آمده در راهبری راکتور UASB مورد استفاده در این تحقیق

دوره (روز)		pH	دمای راکتور (°C)	CODin(g/L)	COD_{out}(g/L)	COD_{rem}(%)
۱-۳۰	میانگین	۷/۴۵	۳۳/۸۲	۷	۳/۶۷	۴۷/۵۱
	انحراف معیار	۰/۵۲	۰/۶	۰/۰۲	۰/۵۸	۸/۲۷
۳۱-۴۹	میانگین	۷/۱۷	۳۴/۸۳	۱۲	۴/۹۶	۵۸/۶۹
	انحراف معیار	۰/۴۱	۰/۷۵	۰/۰۱۸	۰/۶۲	۵/۱۳
۵۰-۸۶	میانگین	۸	۳۴/۸۳	۹/۹۲	۳/۲۴	۶۸/۳۴
	انحراف معیار	۰/۳	۰/۳۹	۰/۲۶	۱/۲۳	۴/۷۸
۸۷-۱۰۵	میانگین	۷/۱۷	۳۴/۵	۹	۱/۹۴	۷۸/۴۱
	انحراف معیار	۰/۵۲	۰/۸۴	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۹۲
۱۰۶-۱۱۸	میانگین	۷/۲۵	۳۴/۷۵	۹	۱/۸۵	۷۹/۴۱
	انحراف معیار	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۰۴	۰/۴۵
۱۱۹-۱۳۱	میانگین	۷/۸۸	۳۵/۶۳	۹	۲/۲۵	۷۵/۰۵
	انحراف معیار	۰/۲۵	۰/۴۸	۰/۳۳	۰/۰۵	۰/۵۷
۱۳۲-۱۵۳	میانگین	۷/۵	۳۶/۷۹	۱۰	۲/۵۲	۷۴/۷۶
	انحراف معیار	۰/۵	۰/۹۹	۰/۲۵	۰/۱۹	۱/۹۱
۱۵۴-۱۶۳	میانگین	۶/۵	۳۸/۷۵	۱۰	۲/۵۲	۷۴/۷۸
	انحراف معیار	۰/۵۸	۰/۵	۰/۲۹	۰/۲۹	۲/۹۴
۱۶۴-۱۸۳	میانگین	۷	۳۸/۳۳	۱۰	۲	۷۹/۹۸
	انحراف معیار	۰/۲۹	۰/۵۲	۰/۳۵	۰/۲۸	۲/۸۱
۱۸۴-۲۱۹	میانگین	۷/۳۳	۳۸/۶۷	۱۰	۲/۵۵	۷۴/۴۷
	انحراف معیار	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۲۷	۰/۴۶	۴/۶۳
۲۲۰-۲۳۰	میانگین	۸	۳۹	۸	۱/۱	۸۶/۲۹
	انحراف معیار	۰/۴۱	۰/۳۵	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۵۲

امر به‌دلیل آن است که رشد باکتری‌های متان‌ساز در مقایسه با باکتری‌های اسید ساز کندتر است. بنابراین در زمان راه‌اندازی راکتور لازم است بارگذاری را به حدی کاهش داد که اسیدهای آلی تولید شده توسط باکتری‌های تخمیری با رشد سریع، باعث از بین رفتن خاصیت بافری سیستم نگردد. طی این مدت راندمان حذف COD بین ۴۰ تا ۵۴ درصد ثبت گردید. در دوره راه‌اندازی، بارگذاری آلی به‌تدریج تا gCOD/L.d ۲ افزایش یافت. دورهراه‌اندازی راکتور تا هفته سیزدهم ادامه یافت و راندمان حذف به ۷۰ درصد رسید. جدول ۲ اطلاعات مربوط به راهبری راکتور UASB مورد استفاده در این مطالعه را به‌همراه میانگین و انحراف معیار داده های به‌دست آمده، ارائه می‌دهد.

در اولین مرحله از دوره راهبری اصلی راکتور یعنی روزهای ۷۸ تا ۱۰۵، بارگذاری آلی به gCOD/L.d ۳ رسید. در این مرحله دبی ورودی ۱۰ لیتر در روز، غلظت COD معادل ۹ گرم در لیتر و زمان ماند هیدرولیکی (HRT) ۳ روز بود. سپس در طول مدت شش هفته و طی سه مرحله بارگذاری آلی از ۳ به gCOD/L.d ۶ افزایش داده شد. تمامی مراحل افزایش بارگذاری آلی پس از رسیدن راکتور به حالت پایدار انجام گردید. در هر مرحله پس از مشاهده ثبات سیستم از نظر COD خروجی و افزایش pH به حدود ۸ و پس از تکرار نتیجه آزمایش COD طی حداقل ۳ مرحله و ثابت بودن راندمان حذف COD، حالت پایدار مشخص شد. تا پایان این مراحل یعنی روز ۱۵۰، راندمان حذف COD به ۷۹ درصد رسید.

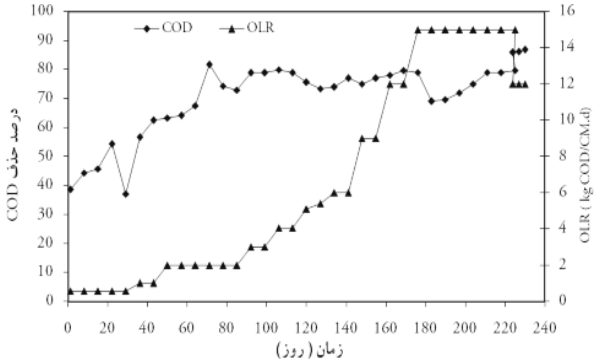
در ادامه راهبری راکتور یعنی در روزهای ۱۰۶ تا ۱۷۹، بارگذاری آلی به‌صورت مرحله‌ای تا میزان gCOD/L.d ۱۲ افزایش داده شد. دبی روزانه شیرابه ورودی از ۲۷ لیتر به ۳۶ لیتر افزایش یافت. میزان افت راندمان بسیار ناچیز بود و افت pH مشاهده نشد. راندمان حذف COD طی این مرحله به‌تدریج از ۷۴ درصد به ۸۴ درصد افزایش یافت.

در مرحله بارگذاری حداکثر یعنی در روزهای ۱۸۰ تا ۲۱۹، میزان بارگذاری آلی به gCOD/L.d ۱۵ افزایش داده شد. با افزایش OLR، نشانه‌هایی از افت کارایی در سیستم آشکار گردید. pH به زیر محدوده نرمال یعنی ۶ رسید. افت راندمان نیز به میزان ۱۶ درصد مشاهده گردید. با تزریق محلول NaOH و KOH دونرمال، pH به محدوده طبیعی بازگردانده شد اما تغییر محسوسی در راندمان حاصل نشد. به‌همین دلیل، سیستم با شرایط ثابت راهبری شد تا اینکه پس از گذشت چندین روز، نشانه‌های بهبود کارایی سیستم که حاصل سازگاری بیومس با بارگذاری جدید بود، آشکار گردید و راندمان حذف COD به تدریج افزایش یافت. آغاز بهبود کارایی سیستم حدود ۹ تا ۱۲ روز پس از بارگذاری جدید مشاهده شد و راندمان حذف طی مدت ۴۵ روز به ۷۹ درصد رسید.

www.SID.ir

Archive of SID

در این مرحله میزان بیومس شناور شده که همراه با پساب خروجی از سیستم خارج می‌شد[1]، افزایش چشمگیری داشت. زمان ماند هیدرولیکی در این مرحله به ۰/۶۷ روز(۱۶ ساعت) کاهش یافت. مطابق آنچه پیش از این ذکر گردید، بیشترین راندمان حذف COD در این مطالعه برای بارگذاری آلی ۱۲ gCOD/L.d، به میزان ۸۴ درصد بود. شکل ۲ نحوه تغییرات بارگذاری و راندمان حذف را در طول تحقیق نشان می‌دهد.



شکل ۲- روند تغییرات بارگذاری آلی و درصد حذف COD راکتور UASB

با توجه به اینکه راندمان حذف COD به‌دست آمده در بارگذاری آلی ۱۵ gCOD/L.d، حداکثر به ۷۹ درصد رسید و پس از گذشت حدود ۲۵روز هیچ تغییری حاصل نگردید و با توجه به اینکه راندمان به‌دست آمده در بارگذاری آلی مرحله قبل (OLR=۱۲ gCOD/L.d) ۸۴ درصد بود، لذا در برآورد اولیه، بارگذاری آلی بهینه با توجه به خصوصیات شیرابه زباله شهری اهواز، معادل ۱۲ gCOD/L.d تعیین گردید. برای حصول اطمینان، بار دیگر بارگذاری آلی به ۱۲ gCOD/L.d بازگردانده شد. در این مرحله این مدت ۱۰ روز، راندامان سیستم در حذف COD به ۸۶/۹ درصد رسید که بالاترین راندمان به‌دست آمده در طی تحقیق بود. بنابراین اطمینان حاصل گردید که با شرایط راهبری ایجاد شده در این مطالعه، بارگذاری آلی بهینه برای شیرابه زباله شهری اهواز، در راکتور UASB با مشخصات ذکر شده در حدود ۱۲ gCOD/L.d است.

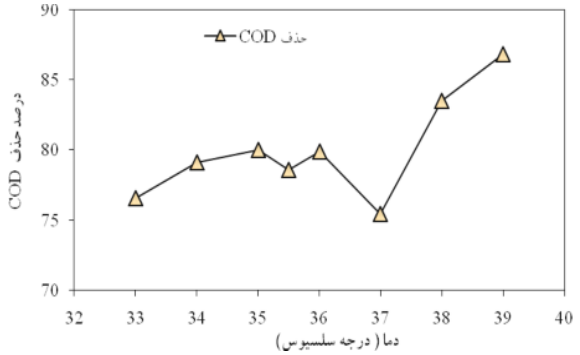
شین و همکاران در تحقیق خود به راندمان حذف ۹۶ درصد در حذف COD در بارگذاری آلی معادل ۱۵/۸ g COD/L.d دست یافتند [۲]. یاری و همکاران نیز راندمان حذف ۷۸ درصد در بارگذاری آلی ۵ g COD/L.d را گزارش کرده‌اند [۳].

همچنین رینتالا[2] و کتونن[3]، کارایی راکتور UASB را برای حذف COD در محدوده دمایی ۱۸ تا ۲۳ درجه سلسیوس بررسی نمودند و به میزان ۶۵ تا ۷۵ درصد حذف COD برای بارگذاری آلی بین ۴-۲ gCOD/L دست یافتند [۷]. گارسیا و همکاران[4] نیز راندمان حذف COD در دو راکتور مختلف که یکی در دمای محیط و دیگری در دمای ۳۵ درجه سلسیوس نگهداری می‌شدند را مقایسه نموده و به‌ترتیب بارگذاری آلی ۱۵ gCOD/L.d و ۳۰ را در آنها انجام دادند. راندمان به‌دست آمده برای حذف COD در مطالعه مذکور در تمام مواقع بالاتر از ۸۲ درصد بود [۸].

۳-۲- دمای راکتور

یکی از اهداف اصلی این مطالعه، بررسی اثر تغییرات دما در منطقه گرمسیری مورد مطالعه بر راندمان سیستم بود. دمای منطقه اجرای مطالعه در فصل گرم معمولاً بالای ۴۰ درجه سلسیوس است و در بسیاری موارد اتفاق می‌افتد که حتی شب‌ها نیز دما از ۴۰ درجه کمتر نمی‌شود. بیشترین راندمان حذف COD که ۸۷ درصد بود و نیز بیشترین میزان تولید بیوگاز، در بالاترین دمای کارکرد راکتور یعنی ۳۹ درجه سلسیوس حاصل شد (شکل ۳).

نتایج این تحقیق اثر دما بر بهبود کارایی راکتور UASB در حذف مقادیر بیشتر COD را تأیید نمود. شکل ۳ یک جهش در میزان تولید بیوگاز در گذر از دمای ۳۷ درجه سلسیوس به ۳۸ و ۳۹ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد که این امر می‌تواند بیانگر اثر تغییر دما بر میزان تولید بیوگاز و تغییر ناگهانی آن باشد. انجام مطالعات دقیق در تعیین اثرات تغییر دما بر چگونگی رفتار بیومس در تولید بیوگاز و مشخص نمودن نقاط تغییر چند برابری تولید بیوگاز، می‌تواند مفید باشد (شکل ۳).



شکل ۳ - تغییرات راندمان حذف COD تحت تاثیر تغییرات دمای درون راکتور

[1] Washout

[2] Rintala
[3] Kettunen
[4] Garcia et al.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۳- حذف فلزات سنگین

در این تحقیق کارایی راکتور UASB در حذف برخی از فلزات سنگین شامل روی، سرب، نیکل، کادمیم و کروم از شیرابه زباله شهری مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۳ جزئیات مربوط به غلظت فلزات در شیرابه ورودی و پساب خروجی از راکتور و نتایج مقایسه آنها با غلظتهای فلزات سنگین در شیرابه خام را نشان می‌دهد. در جدول ۳ و شکل ۴ مشاهده می‌شود که غلظت فلزات موجود در لجن راکتور پس از سه ماه نسبت به غلظتهای همان فلزات در لجن اولیه، افزایش یافته‌اند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فلزات حذف شده از شیرابه ورودی در لجن راکتور تجمع یافته‌اند.

در دوره بارگذاری حداکثر (OLR=۱۵ g COD/l.d) به‌دلیل افزایش بارگذاری آلی و کاهش زمان ماند هیدرولیکی، راکتور دچار مشکل شسته و خارج شدن شدید لجن گردید. لذا در این دوره علاوه بر خروج لجن از راکتور، فلزات سنگین تجمع یافته در بستر لجن راکتور نیز از آن خارج شدند. به‌همین دلیل در دوره بارگذاری حداکثر که مصادف بود با دومین ماه اندازه‌گیری فلزات سنگین، غلظت این فلزات در لجن راکتور کاهش یافت. این موضوع در جدول ۳ و شکل ۴ قابل مشاهده است.

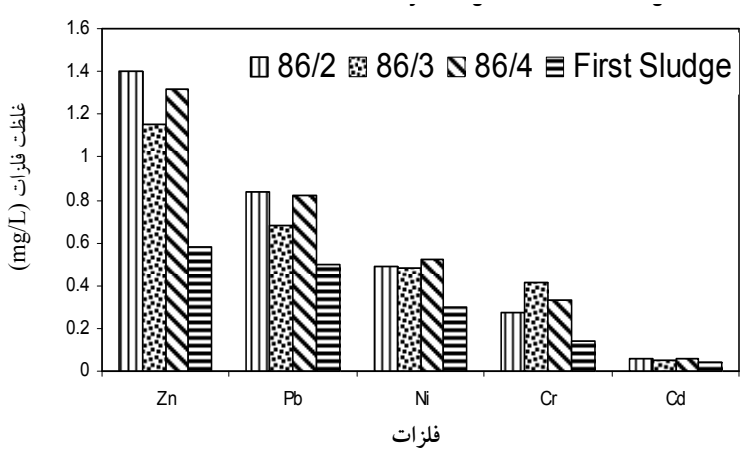
۴- نتیجه‌گیری

با استفاده از یافته‌های این تحقیق نتیجه‌گیری می‌شود که استفاده از راکتور UASB روش مناسب و کارآمدی برای تصفیه شیرابه زباله شهری با غلظت COD در محدوده ۱۸۰۰۰ تا ۴۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، به‌ویژه در شرایط گرمسیری شهر اهواز است. با استفاده از

جدول ۳- غلظت فلزات سنگین در شیرابه خام، شیرابه ورودی به راکتور، پساب خروجی و لجن

توضیحات		Zn	Pb	Ni	Cr	Cd
شیرابه خام		۴/۶	۰/۷۲	۰/۳۸	۰/۰۸۸	۰/۷
شیرابه ورودی به راکتور	میانگین	۰/۵۰۳	۰/۵۷۳	۰/۲	۰/۰۴	۰/۰۵۸
	انحراف معیار	۰/۰۲۵	۰/۰۵۵	۰/۰۲۶	۰/۰۱۶	۰/۰۰۶
	دامنه	۰/۴۸-۰/۵۳	۰/۵۱-۰/۶	۰/۱۸-۰/۲۳	۰/۲۹-۰/۵۸	۰/۵۱-۰/۶۳
پساب راکتور	میانگین	۰/۲۳۷	۰/۴۳۷	۰/۱۸۳	۰/۰۳	۰/۰۵۳
	انحراف معیار	۰/۰۹۸	۰/۰۷۵	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۵
	دامنه	۰/۱۷-۰/۳۵	۰/۳۵-۰/۴۹	۰/۱۷-۰/۲۱	۰/۱۸-۰/۵۱	۰/۴۹-۰/۵۸
لجن اولیه		۰/۰۴	۰/۱۳۷	۰/۳	۰/۵	۰/۵۸
لجن راکتور (طی مدت تحقیق)	میانگین	۱/۲۹	۰/۷۸	۰/۴۹۷	۰/۳۳۹	۰/۰۵۳
	انحراف معیار	۰/۱۲۷	۰/۰۸۷	۰/۰۲۱	۰/۰۷۳۶	۰/۰۰۶
	دامنه	۱/۱۵-۱/۴	۰/۶۴-۰/۸۴	۰/۴۸-۰/۵۲	۰/۲۷۱-۰/۴۱۷	۰/۴۶-۰/۵۹

غیر از انحراف معیار، واحد کلیه مقادیر، mg/L می‌باشد.



شکل ۴- مقایسه غلظت فلزات سنگین در بستر لجن راکتور با لجن اولیه و مقادیر استاندارد

www.SID.ir

Archive of SID

COD رقیق شده با غلظت ۷۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در راکتور مورد استفاده در این تحقیق، کارایی حذف معادل ۸۷ درصد در بارگذاری بهینه ۱۲ gCOD/L.d به‌دست آمد. میزان تولید بیوگاز ۲۱۶/۶۸ L /kg CODrem به‌دست آمد.

بیش از ۹ ماه از سال، گستره دمای منطقه مورد مطالعه ۳۵ تا ۵۰ درجه سلسیوس است. این گستره دمایی امکان استفاده از بارگذاری‌های آلی بالا را فراهم نموده و در کاهش حجم مفید راکتور و در نتیجه صرفه جویی در هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری راکتور UASB تأثیر بسیاری دارد. به‌دلیل بالا بودن غلظت COD ورودی با وجود راندمان بالای حذف آن، خروجی راکتور UASB مورد استفاده در این تحقیق دارای غلظت COD حدود ۱۰۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که به‌منظور برآورده کردن استانداردهای تخلیه پساب لازم است خروجی راکتور تحت تصفیه تکمیلی همچون فرایندهای تصفیه هوازی قرار گیرد.

۵- مراجع

1- Lin, C.Y., Chang, F.Y., and Chang, C.H. (2000). "Co-digestion of leachate with septage using a UASB reactor." *J. Bioresource Tech*., 73, 175-178.

2- Shin, H. S., Han S. K., Song, Y. C., and Lee, C. Y. (2001). "Performance of UASB reactor treating leachate from acidogenic fermenter in the two-phase anaerobic digestion of food waste." *J. Wat. Res*., 35 (14), 3441- 3447.

3- Yari, A. R., Mesdaghinia, A. R., Nadafi, K., Vaezi, F., Safdari, M., and Azizifar, M. (2005). "The efficiency of upflow anaerobic sludge blanket (UASB) in soft drink industry wastewater treatment." *J. of Water and Wastewater*, 55, 31-38.

4- Tchobanogolous, G., Burton, F. L., and Stensel, H. D. (2003). *Wastewater engineering treatment and reuse*, 4th Ed., McGraw Hill, Singapore.

5- Torkian, A., Amin, M. M., Movahedian, H., Hashemian, S. J., and Salehi, M. S. (2002). "Performance evaluation of UASB system for treating slaughterhouse wastewater." *J. of Scientia Iranian,* 9 (2), 176-180

6- APHA-AWWA, WEF. (1998). *Standard methodes for examination of water and wastewater*, 20th Ed., Washington DC.

7- Kettunen, R. H., and Rintala, J. A. (1998). "Performance of an on-site UASB reactor treating leachate at low temperature." *J. Water Res*., 32(3), 537-546.

8- Garcia, H., Rico, J., and Garcia, P. A. (1996): "Comparison of anaerobic treatment of leachate from an urban solid waste landfill at ambient temperature and at 35ºC." *J. Bioresource Tech*., 58 (3), 273-277.

www.SID.ir