بهینه سازی بیوراکتور دوفازی همزن‌دار به منظور حذف بخارات بنزن، تولوئن و زایلن(BTX) از جریان هوا

علی کریمی[۱] - فریده گلبابایی[۲*] - مسعود نقاب[۳]- محمد رضا پورمند[۴]- روناک بختیاری[۵]- کاظم محمد[۶]

fgolbabaei@tums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۱۶

چکیده

مقدمه: در اغلب شرایط واقعی انتشار آلودگی حاصل از فرآیندهای صنعتی، معمولا ترکیبات شیمیایی به‌صورت گروهی در فضا رها میشوند و کمتر پیش میآید که یک ترکیب شیمیایی به‌طور خالص منتشر شود. هدف از این مطالعه امکان سنجی حذف بخارات BTX (بنزن، تولوئن و زایلن) موجود در هوا، به کمک یک بیوراکتور همزن‌دار در مقیاس آزمایشگاهی میباشد.

روش کار: برای دستیابی به هدف اصلی مطالعه، باکتری های تصفیه کننده BTX از فاضلاب خروجی یک پالایشگاه نفت استخراج و در بیوراکتور همزن‌دار به‌کار گرفته شدند. همچنین روغن سیلیکون به منظور بهبود راندمان تصفیه در نسبت های مختلف به بیوراکتور اضافه گردید و پارامترهای عملکردی بیوراکتور در شرایط مختلف ارزیابی شد و بهینه ترین حالت شناسایی گردید.

یافته ها: عملکرد بیوراکتور در حذف بخارات BTX با افزودن ۱۰% روغن سیلیکون به عنوان فاز آلی نشان داد که ظرفیت حذف و راندمان حذف بنزن، تولوئن و زایلن به ترتیب تا محدوده غلظت های ۱۷۳۰ mg/m^3، ۱۷۱۰ mg/m^3 و ۱۳۸۰ mg/m^3 با افزایش غلظت ورودی روند افزایشی خود را ادامه می دهند. در این غلظت ها ظرفیت حذف و راندمان حذف بنزن به ترتیب ۵۹ $g/m^3/h$ و ۱۰۰%، تولوئن ۵۸ $g/m^3/h$ و ۱۰۰% و زایلن ۴۲ $g/m^3/h$ و ۹۱% می باشند. ظرفیت حذف کل برای هر سه ترکیب ۱۵۹ $g/m^3/h$ با راندمان ۹۱ تا ۱۰۰% می باشد.

نتیجه گیری: افزودن روغن سیلیکون موجب بهبود ظرفیت حذف بنزن، تولوئن و زایلن نسبت به بستر بدون فاز آلی گردیده است. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از بیوراکتورهای دوفازی همزن‌دار در زمینه کنترل بخارات BTX از جریان هوای آلوده، موفقیت آمیز می باشد.

کلمات کلیدی: *بیوراکتور همزن‌دار، BTX ، تصفیه بیولوژیکی، روغن سیلیکون، فاز آلی، حذف*

۱- استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز .
۲- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
۳- استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز.
۴- دانشیار گروه میکروبیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
۵- کارشناس ارشد رشته میکروبیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.
۶- استاد گروه اپیدمیولوژی و آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بنزن، تولوئن و زایلن که در مجموع تحت عنوان BTX شناخته می‌شوند، ترکیبات سمی هستند که در نفت و محصولات نفتی وجود داشته و در صنایعی که نیازمند حلال های صنعتی می باشند استفاده شده و مقداری از آنها به‌طور ناخواسته در محیط منتشتر می‌شوند (Gallastegui, 2011, Jafari *et al.,* 2009, Jafari *et al.,* 2008). امروزه آلودگی هوای شهری در شهرهای بزرگ آسیایی به یک مشکل محیطی جدی تبدیل شده و در نتیجه آن آلاینده های اتمسفری اثرات زیانباری را بر روی انسان و محیط زیست ایجاد کرده است. ترکیبات آلی فرار (VOCs) نقش اساسی در واکنش های فتوشیمیایی لایه تروپوسفر اتمسفر زمین به عهده دارند و باعث تولید ازن و سایر اکسید کننده های فتوشیمیایی می گردند. برخی از آنها همچون BTX بسیار سمی می باشند. BTX موجود در هوای اطراف شهرها و نواحی صنعتی اساسا نتیجه فعالیت های انسان در ارتباط با ترافیک، کاربرد سوخت های فسیلی و فرآیندهای صنعتی می باشد. مشکلات ناشی از مواجهه با این ترکیبات باعث جلب توجهات به این ماده خطرناک شده است (Gariazzo, 2005).

در طول چند سال اخیر کشور ایران رشد مطلوبی را در تاسیسات صنعتی به‌خصوص صنعت پتروشیمی ونفت و صنایع شیمیایی مرتبط با آن داشته است. توسعه صنعت به همراه افزایش تعداد خودروها باعث تشدید مشکل آلودگی هوا در کشور شده است که سلامت جامعه را به شدت تهدیدمی کند.

تصفیه و پاکسازی جریان هوای آلوده برای سال‌های متمادی به روش های فیزیکی همچون میعان، جذب سطحی به‌وسیله کربن فعال، جذب در اسکرابر شوینده و روش های شیمیایی چون تجزیه کاتالیستی و گرمایی، احتراق، استفاده از مواد اکسید کننده چون ازن و کلر انجام می گیرد. روش های اخیر دارای راندمان خوبی می باشند اما مصرف انرژی و مواد شیمیایی به میزان قابل توجهی (اکسیدکننده ها وکاتالیست ها) از جمله نقاط ضعف این روش ها محسوب می شوند. نقطه ضعف روش های فیزیکی این است که علاوه برهزینه زیاد، آلاینده ها حذف نهایی نمی شوند. به طور کلی کاربرد این روش‌ها مشکلاتی چون آلودگی های ثانویه برای محیط زیست، مصرف مواد شیمیایی و مصرف انرژی های زیاد را به همراه دارند (Zarook, 2005, Choi, *et al.,* 2002).

در بین فن آوری های موجود در زمینه کنترل آلودگی های ناشی از منابع ثابت تولید آلودگی، سیستم های بیولوژیکی روش های مقرون به صرفه ای را به منظور تصفیه غلظت های پایین آلاینده های هوا ارایه داده‌اند. اساس این فن آوری برتوانایی میکروارگانیزم ها (باکتری ها ، قارچ ها) در تبدیل آلاینده های آلی به دی اکسید کربن، آب و ترکیبات غیرآلی تحت شرایط متوسط از نظر دما و فشار استوار است (Munoz, 2007). روش های بیولوژیکی اثربخشی بهتر و هزینه کمتری را در تصفیه آلاینده های هوا همچون ترکیبات آلی فرار نشان داده اند و نیز منجر به آلوده شدن محیط زیست نیز نمی‌گردد (Zarook, 2005). تصفیه بیولوژیکی هوای آلوده به BTX توسط میکروارگانیزم ها توجه بسیاری از محققان را به سوی خود جلب کرده است (Jean, 2008). بیوراکتورهای همزن‌دار در فرآیندهای شیمیایی گوناگون استفاده می شوند و به تازگی در زمینه تصفیه آلودگی هوا بعد از بیوفیلترها و فیلترهای چکنده و بیواسکرابرها به

Archive of SID

www.SID.ir

کار گرفته می شوند. تصفیه بیولوژیکی آلاینده ها با استفاده از بیوراکتور همزن‌دار تا کنون در سطح ملی انجام نگرفته یا نتایج آن منتشر نشده است، لذا در این مطالعه سعی در بومی سازی این نوع تکنولوژی به منظور استفاده در پروژهای عملی شده است.

روش کار

در این مطالعه براساس اصول مهندسی در طراحی بیوراکتورهای همزن‌دار، یک بیوراکتور با حجم کاری ۱/۷۷ لیتر در مقیاس آزمایشگاهی طراحی و ساخته شد.

به منظور استخراج میکروارگانیزم های تجزیه گر آلاینده های هدف (BTX)، لازم است در مکان هایی که احتمال حضور آن وجود دارد (مثل خاک، فاضلاب یا لجن تصفیه خانه فاضلاب های اماکنی که احتمال حضور ترکیبات مورد نظر وجود دارد) جستجو به عمل آید. از آنجا که ترکیبات BTX جزء لاینفک نفت خام می باشند، لذا وجود آنها در پالایشگاه های نفت حتمی است. به همین دلیل منبع میکروارگانیزم های تجزیه گر آلاینده هدف، حوضچه های تصفیه پالایشگاه تهران انتخاب گردید. برای این منظور با در نظر گرفتن اصول نمونه برداری، مقدار ۴ لیتر از قسمت برگشت لجن در تصفیه خانه پالایشگاه تهران نمونه برداری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید (Mortazavi, 2005).

برای کشت سویه های میکروبی تجزیه کننده زایلن از روش کشت در بطری استفاده گردید. در این روش محیط کشت، محلول نمک‌های معدنی بود که کلیه مغذی های مورد نیاز کشت میکروارگانیزم ها را به‌جز منبع کربنی دارا بود. ترکیبات BTX نیز به عنوان منبع کربنی به محیط کشت اضافه شد. ترکیب محلول نمک های مغذی مورد استفاده دارای عناصر اصلی و عناصر ریز مغذی بود که همگی از محصولات شرکت MERK آلمان از نوع خلوص آزمایشگاهی استفاده شد. ترکیب عناصر اصلی این محلول مغذی به شرح زیر می باشد (Mortazavi, 2005, Lee, et al. , 2008):

KH_2PO_4: 1g/L, K_2HPO_4:1 g/L,

KNO_3: 1g/L, NaCl: 1g/l, $MgSO_4$:0.2 g/L

پارامترهای مهم بیوراکتور شامل غلظت آلاینده قبل و بعد از بیوراکتور، غلظت گاز دی‌اکسید کربن قبل و بعد از بیوراکتور، غلظت یا چگالی توده زیستی، زمان ماند بستر خالی بیوراکتور، ظرفیت حذف آلاینده، بازده حذف آلاینده و بار ورودی به بیوراکتور می‌باشند که در حین عملیات اندازه گیری می‌شوند.

تعیین تراکم غلظت گاز دی اکسید کربن به کمک دستگاه قرائت مستقیم Testo model 535-Co2 (Hotek technologies Inc, USA) مجهز به سنسور مادون قرمز انجام می‌شود. برای اندازه گیری غلظت، گاز دی کسید کربن خروجی بیوراکتور به سمت محفظه ای هدایت می گردد که سنسور دستگاه سنجش دی اکسید کربن در آن نصب شده است.

تراکم آلاینده ها در هوای قبل و بعد از بیوراکتور با نمونه گیری مستقیم از جریان هوای ورودی و خروجی از بیوراکتور توسط سرنگ های نمونه گیر گازبندی شده سنجیده می‌شود. در این آزمایش حجم تزریق هر نمونه مقدار ۱۰۰ میکرو لیتر تعیین گردید که این مقدار با سعی و خطا به منظور دستیابی به بهترین نتایج آنالیز دستگاهی انجام گرفت. در مسیر ورودی و خروجی بیوراکتور جایگاه

Archive of SID

www.SID.ir

های ویژه‌ای تعبیه شده است که نمونه مورد نیاز قابل برداشت می باشد. حجم نمونه قابل تزریق به دستگاه GC، مدل Varian CP-3800 مجهز به دتکتور یونی شعله‌ای و ستون شیشه‌ای (CP-Sil 8 CB) با ابعاد ۰,۲۵ µm -۵۰ m- ۰,۵۳ mm، ۱۰۰ میکرولیتر می‌باشد که در نهایت با استفاده از منحنی استاندارد به‌دست آمده مقدار غلظت هر نمونه تعیین می گردد.

یافته ها

در شرایط واقعی انتشار آلودگی حاصل از فرآیندهای صنعتی، معمولا ترکیبات شیمیایی به‌صورت گروهی در فضا رها می‌شوند و کمتر پیش می‌آید که یک ترکیب شیمیایی به‌طور خالص منتشر شود. لذا بررسی عملکرد بیوراکتور همزن‌دار با حضور هر سه ترکیب بنزن، تولوئن و زایلن شرایط واقع بینانه تری را ایجاد می کند. تصفیه بیولوژیکی این ترکیبات به‌طور توام نیازمند کنسرسیوم میکروبی می‌باشد، به‌ویژه در مورد زایلن که توسط محققین به عنوان ترکیبی نسبتا مقاوم در برابر تصفیه بیولوژیکی شناخته شده است بستر بیوراکتور بدون افزودن فاز آلی شامل کنسرسیوم میکروبی و مواد مغذی با نسبت ۱ به ۳ می‌باشد. این بستر در دمای اتاق (۲۵ ± ۲C°) بارگذاری می شود و در تمامی آزمایشات مقدار pH بستر بیوراکتور در محدوده ۰/۵ ± ۷ اندازه‌گیری می‌گردد.

عملکرد بیوراکتور در حذف بخارات BTX بدون فاز آلی در شکل ۱ نشان داده شده است.

بستر بیوراکتور متشکل از ۱۰ درصد روغن سیلیکون به عنوان فاز آلی به همراه کنسرسیوم میکروبی و مواد مغذی با نسبت ۱ به ۳ می باشد. این بستر در دمای اتاق (۲۵ ± ۲C°) بارگذاری می شود و در تمامی آزمایشات مقدار pH بستر بیوراکتور در محدوده ۰/۵ ± ۷ اندازه‌گیری می‌گردد. نتایج عملکرد بیوراکتور در تصفیه بخارات BTX در جدول۲و شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۱ و جدول ۱ عملکرد بیوراکتور همزن‌دار را در مدت ۳۱۲ ساعت در حذف بخارات بنزن، تولوئن و زایلن به طور توام از جریان هوا بدون حضور روغن سیلیکون نشان می دهد. در این شکل مشاهده می شود که ظرفیت حذف و راندمان حذف بنزن، تولوئن و زایلن به ترتیب تا محدوده غلظت های ۱۱۲۶ mg/m^3، ۱۰۹۱ mg/m^3 و ۱۱۲۳ mg/m^3 با افزایش غلظت ورودی روند افزایشی خود را ادامه می دهند. در این غلظت ها ظرفیت حذف و راندمان حذف بنزن ۳۸ $g/m^3/h$ و ۱۰۰%، تولوئن ۳۶ $g/m^3/h$ و ۹۶% و زایلن ۳۶ $g/m^3/h$ و ۹۳% می باشند. ظرفیت حذف کل برای هر سه ترکیب ۱۱۰ $g/m^3/h$ با راندمان ۹۳ تا ۱۰۰% می‌باشد. با افزایش غلظت به محدوده ۱۲۵۰ mg/m^3 برای هر سه ترکیب، مقدار ظرفیت حذف پس از دوره زمانی ۱۲ تا ۴۸ ساعته شروع به کاهش یافتن می‌کند. این در حالی است که راندمان حذف زایلن در این غلظت زودتر از بنزن و تولوئن به نقطه شکست می‌رسد و در مجموع پس از گذشت سه روز ظرفیت حذف کل به مقدار ۵۲ $g/m^3/h$ و راندمان حذف به ۱۶ تا ۴۲% تنزل می‌یابد.

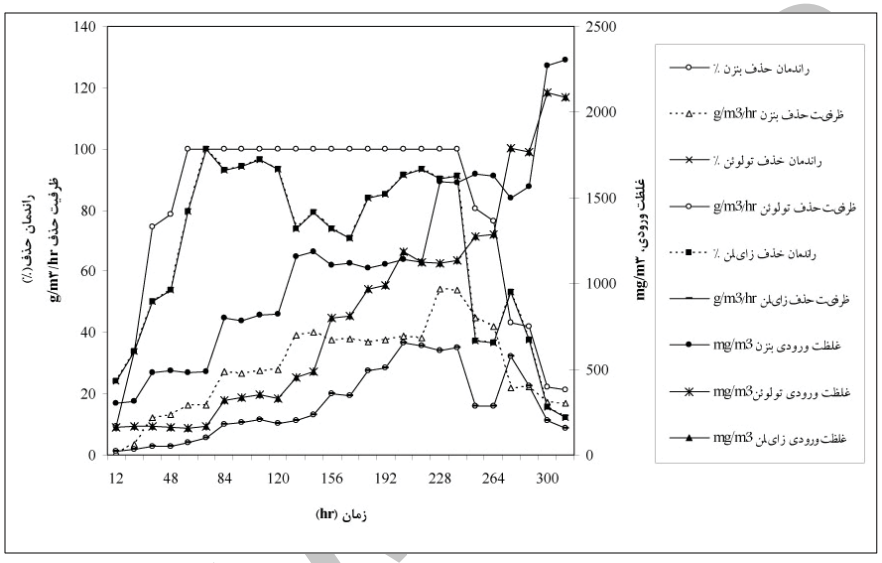
عملکرد بیوراکتور همزن‌دار در حذف بخارات بنزن، تولوئن و زایلن به طور توام از جریان هوا با افزودن ۱۰% روغن سیلیکون به عنوان فاز آلی به بستر بیوراکتور در شکل ۲ و جدول ۲ نمایش داده شده‌اند. شروع کار با غلظت های نسبتا پایین در

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱: نتایج سنجش پارامترهای عملیاتی بیوراکتورهمزن‌دار در حذف بخارات BTX به طور توام بدون حضور فاز آلی

	بنزن mg/m^3	تولوئن mg/m^3	زایلن mg/m^3	راندمان حذف (٪)			ظرفیت حذف $(g/m^3/h)$			معدنی شدن کربن(٪)	مقدار بیومس (g/L)
	ورودی	ورودی	ورودی	بنزن	تولوئن	زایلن	بنزن	تولوئن	زایلن		
حداقل	479	472	156	21	11	12	12	7	3	27	30
حداکثر	2306	1930	2115	100	100	100	54	47	37	76	93
میانگین	1195	1122	909	83	78	69	31	27	18	45	64
انحراف معیار	499	469	606	25	30	26	12	12	11	10	22



شکل۱: ظرفیت حذف و راندمان حذف BTX در بیوراکتور همزن‌دار در غلظت های مختلف بدون فاز آلی

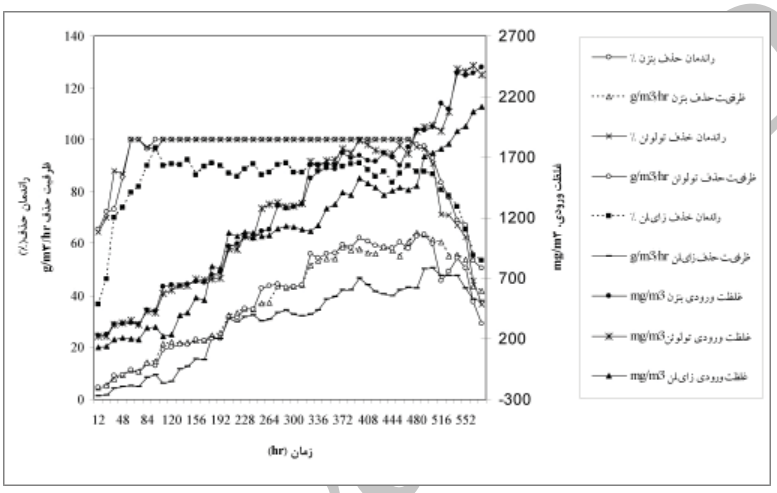
حدود mg/m^3 ۲۰۰ از هر کدام از آلاینده های هدف آغاز گردید تا سازگاری کافی میکروب‌ها با منابع کربنی ایجاد گردد. پس از گذشت سه روز مقدار آلاینده های ورودی تقریبا دو برابر گردید و روند افزایش غلظت ادامه یافت تا راندمان بیوراکتور به نقطه شکست برسد. نتایج شکل‌های ۲ نشان می‌دهند که ظرفیت حذف و راندمان حذف بنزن، تولوئن و زایلن به ترتیب تا محدوده غلظت‌های mg/m^3 ۱۷۳۰، mg/m^3 ۱۷۱۰ و mg/m^3 ۱۳۸۰ با افزایش غلظت ورودی روند افزایشی خود را ادامه می دهند. در این غلظت ها ظرفیت حذف و راندمان حذف بنزن به ترتیب $g/m^3/h$ ۵۹ و ۱۰۰%، تولوئن $g/m^3/h$ ۵۸ و ۱۰۰% و زایلن $g/m^3/h$ ۴۲ و ۹۱% می باشند. ظرفیت حذف کل برای هر سه ترکیب $g/m^3/h$ ۱۵۹با راندمان ۹۱ تا ۱۰۰% می باشد. افزودن ۱۰% روغن سیلیکون موجب بهبود ظرفیت حذف بنزن، تولوئن و زایلن به ترتیب به میزان ۵۵/۳%، ۶۱% و ۱۶/۷% نسبت به بستر بدون فاز آلی می‌گردد است. به عبارتی افزودن ۱۰% روغن سیلیکون موجب بهبود ظرفیت حذف کل به میزان ۴۴/۵% نسبت به بستر بدون فاز آلی می‌شود. با افزایش غلظت به محدوده mg/m^3 ۱۹۰۰ برای بنزن و تولوئن وmg/m^3 ۱۵۰۰ برای زایلن، مقدار ظرفیت حذف پس از دوره زمانی ۲۴ تا ۴۸ ساعته

Archive

www.SID.ir

جدول۲: نتایج سنجش پارامترهای عملیاتی بیوراکتورهمزن‌دار در حذف بخارات BTX به طور توام با ۱۰% فاز آلی

	بنزن mg/m^3	تولوئن mg/m^3	زایلن mg/m^3	راندمان حذف (٪)			ظرفیت حذف $(g/m^3/h)$			معدنی شدن کربن(٪)	مقدار بیومس (g/L)
	ورودی	ورودی	ورودی	بنزن	تولوئن	زایلن	بنزن	تولوئن	زایلن		
حداقل	230	223	131	51	37	37	5	4	1	37	18
حداکثر	2440	2459	2118	100	100	97	64	63	51	74	113
میانگین	1263	1284	1055	93	93	83	39	39	29	46	79
انحراف معیار	649	662	577	13	15	12	18	19	15	8	29



شکل ۲ : ظرفیت حذف و راندمان حذف BTX در غلظت های مختلف با وجود ۱۰% روغن سیلیکون

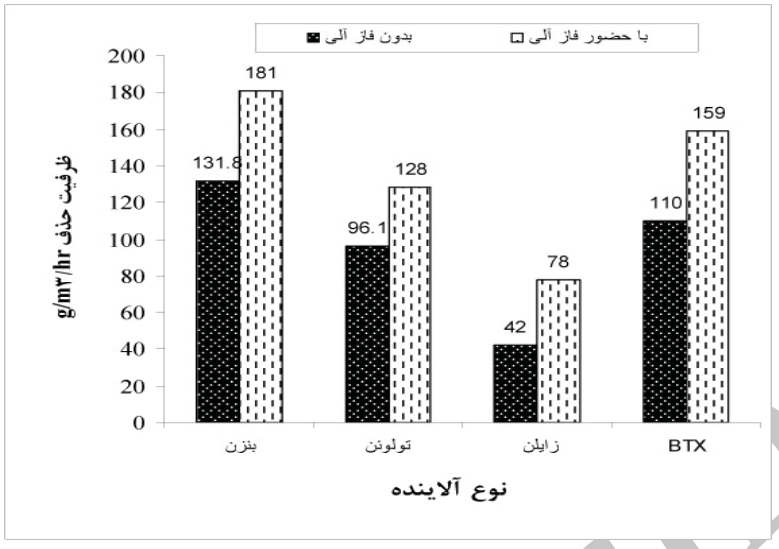
شروع به کاهش یافتن می‌کند. این در حالی است که ظرفیت حذف زایلن زودتر از بنزن و تولوئن در غلظت به نقطه شکست می رسد و در مجموع پس از گذشت سه روز ظرفیت حذف کل به مقدار ۱۰۹ $g/m^3/h$ و راندمان حذف به ۳۷ تا ۵۴% تنزل می نمایند. با افزایش غلظت آلاینده‌ها و رسیدن آنها به نقطه شکست ضمن مسمومیت باکتری‌ها و عدم توانایی آنها در تجزیه آلاینده ها، رنگ بستر بیوراکتور از سبز متمایل به زرد به رنگ صورتی کم رنگ تغییر می یابد. در شرایط فوق بر اساس جدول ۱۳-۳ درصد معدنی شدن کربن به‌طور متوسط ۴۶% نشان داده شده و مقدار بیومس ۷۹ g/L اندازه گیری شده است.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهند که در غیاب فاز آلی، حضور زایلن اثر بازدارنده‌ای بر روی راندمان حذف و ظرفیت حذف کلی سیستم داشته و حضور بنزن اثر تقویتی بر روی راندمان حذف و ظرفیت حذف دارد. اثرات بازدارنده و تقویت کننده برخی از سوبستراها بر روی تجزیه بیولوژیکی سایر ترکیبات که به‌طور هم‌زمان تصفیه می شوند قبلا هم توسط برخی از محققین عنوان شده است (Lee, et al. , 2008 ,). Jennifer و Daugulis اثر بازدارنده تولوئن و اتیل بنزن را بر روی تجزیه بیولوژیکی بنزن، زمانی که ترکیبات BTEX به‌طور مخلوط تصفیه می‌شوند، گزارش کردند (Daugulis, *et al.*, 2009). همچنین

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳: مقایسه عملکرد بیوراکتور همزن‌دار در تصفیه آلاینده های مورد مطالعه بدون فاز آلی و با وجود ۱۰درصد روغن سیلیکون

آنها دریافتند که حضور زایلن اثر تقویتی بر تجزیه بنزن دارد و حضور بنزن نیز اثر تقویتی بر تجزیه تولوئن داشته است. همچنین تجزیه بیولوژیکی هم‌زمان زایلن در حضور تولوئن و بنزن گزارش شده است (Gallastegui, 2011).

با افزایش فاز آلی به بستر بیوراکتور، حضور زایلن همانند شرایطی که قبلا هم در رابطه با تصفیه BTX بدون فاز آلی تجربه شد، اثر بازدارنده‌ای بر روی راندمان حذف و ظرفیت حذف کلی سیستم و حضور بنزن اثر تقویتی بر روی راندمان حذف و ظرفیت حذف نشان دادند.

به‌طور کلی در این مطالعه شرایط برای تجزیه بنزن بهتر از تولوئن و زایلن مشاهده گردید (شکل ۳). مروری بر مطالعاتی که توسط سایر محققین انجام گرفته است، نتایج پراکنده ای را نشان می دهد. Sung-Ho Yeom افزایش میزان تجزیه بیولوژیکی تولوئن در حضور میکروب‌های تطابق یافته با بنزن و افزایش تجزیه زایلن را در حضور میکروب‌های تطابق یافته با بنزن و تولوئن گزارش کرده‌اند (Yeom, et al., 2002). Shihabudeen و همکاران تجزیه بیولوژیکی انفرادی و هم‌زمان بنزن، تولوئن و زایلن را در یک بیوفیلتر چکنده مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها تجزیه بهتر تولوئن نسبت به بنزن و زایلن را نشان داد (Eldon, *et al.,* 2011). Marcelo و همکاران تجزیه بیولوژیکی بنزن، تولوئن و زایلن را توسط Pseudomonas putida CCMI ۸۵۲ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که تولوئن و زایلن به‌طور انفرادی به طور کامل توسط این نوع باکتری تجزیه می شود اما در رابطه با بنزن این اتفاق نمی افتد. همچنین نتایج نشان داد که تجزیه مخلوطی از BTX به گونه ای است که بنزن کاملاتجزیه نشده باقی می ماند و مقدار تجزیه تولوئن و زایلن به مقدار ۵۰ درصد کاهش می یابد (Otenio, 2005). در مجموع می توان نتیجه گرفت که در تجزیه مخلوطی از ترکیبات بنزن، تولوئن و زایلن در اغلب مطالعات (البته نه به‌طور قطعی) زایلن اثرات بازدارندگی بر تجزیه

Archive of SID

www.SID.ir

بیولوژیکی دو ترکیب دیگر نشان داده است.

در مطالعه حاضر راندمان حذف و ظرفیت حذف بالاتری نسبت به مطالعات گذشته به‌ویژه سیستم های بیوفیلتر و بیوفیلتر چکنده دیده شده است. Jian و همکاران حذف مخلوطی از بنزن، تولوئن و زایلن را در یک بستر فیلتر چکنده مورد مطالعه قرار دادند. در این راستا ظرفیت حذف کلی BTX مقدار ۹۷/۷ گرم بر متر مکعب بر ساعت با راندمان ۶۷% درصد گزارش شده است (Chen, 2010). تصفیه بنزن وتولوئن به‌طور هم‌زمان در جریان هوا در یک بیوراکتور دوفازی با حضور n-Hexadecane به عنوان فاز آلی توسط Colin T.Davidson و همکاران مورد بررسی قرار داده شد. بارگذاری این بیوراکتور با ظرفیت $g/m^3/h$ ۶۳ (بنزن) و $g/m^3/h$ ۵۱ (تولوئن) راندمان حذف ۹۹% را نشان داد (Davidson, *et al.,* 2003). Daugulisو همکاران افزایش ۲۰ درصدی در تصفیه هم‌زمان BTEX از جریان هوا را در یک بیوراکتو دوفازی با ۱۰ درصد حجمی روغن سیلیکون نسبت به بستر بدون فاز آلی گزارش نمودند. ظرفیت حذف این بیوراکتور در طول یک دوره ۱۵۰ ساعته مقدار $g/m^3/h$ ۶۰ با راندمان حذف بیش از ۷۵ درصد گزارش گردیده است. این درحالی است که راندمان حذف بدون حضور فاز آلی ۴۷/۱ درصد بیان شده است (Littlejohns *et al.,* 2009).

در مطالعه حاضر ظرفیت حذف نسبتا بالایی با راندمان بالا در حذف BTX حاصل شده است که نشان می دهد امکان تجزیه هم‌زمان این سه ترکیب با بیوراکتور همزن‌دار دوفازی به‌طور موفقیت آمیزی وجود دارد، ضمن اینکه حضور زایلن در کنار بنزن و تولوئن، ظرفیت حذف را کاهش می دهد اما اختلال اساسی ایجاد نمی کند. در نتیجه می توان مخلوطی از این سه ترکیب را در جریان هوای آلوده پاکسازی نمود.

براساس نتایج آزمایشات میکروب شناسی پس از اینکه کنسرسیوم میکروبی به‌کار رفته در بستر بیوراکتور از نظر دستیابی به شرایط بهینه حذف بخارات BTX مورد بررسی قرار گرفت، تعداد سه گونه Chryseobacterium ، Pseudomonas putida Indologenes و Ralstonia pickettii یافت شد. این بدان معناست که این سه گونه باکتریایی مسوول تجزیه آلاینده موردنظر بودند و توانستند شرایط عملیاتی به‌کارگرفته شده در بیوراکتور را تحمل کنند. در مطالعه دیگری که توسط Joseph و همکاران بر روی باکتری‌های تجزیه گر مخلوطی از هیدروکربن‌های آروماتیک انجام گرفت، گونه‌های میکروبی Pseudomonas putida, Burkholderia cepacia, Ralstonia pickettii به عنوان میکروب‌های غالب شناخته شدند (Zhou, 1998). تجزیه تولوئن و BTX در حضور گونه‌های میکروبی Pseudomonasputida,Ralstoniapickettii توسط Robert و همکارانش مورد بررسی قرار داده شد (Alagappan, *et al.,* 2008). در مطالعه دیگری Pseudomonas putida توسط Hubert H و همکاران برای تصفیه هم‌زمان BTEX (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن) از جریان هوای آلوده مورد استفاده قرار گرفت (Attaway, *et al.,* 2008). بررسی مطالعات نشان می‌دهد در شرایطی که کنسرسیوم میکروبی به منظور حذف BTX به همراه ترکیبات مشابه استفاده می‌شود بدون استثناء Pseudomonas putida در آنها حضور غالب دارد و این گونه میکروبی قادر است BTX را تجزیه نماید. گونه Ralstonia pickettii نیز در مطالعات مرتبط به منظور حذف آلاینده های خانواده بنزن استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

می شود، اما نقش آن به اندازه Pseudomonas putida برجسته نمی باشد. گونه chryseobacterium به تعداد کمتری در مطالعات مورد استفاده قرار می‌گیرد اما گزارشاتی در رابطه، حضور آنها در خاک های آلوده به نفت و ترکیبات و فاضلاب حاوی هیدورکربن های آروماتیک منتشر شده است(Guo, 2008).

از جمله محدودیت های این مطالعه آن است که در صنعت طیف وسیعی از آلاینده ها منتشر می شوند و سایر ترکیبات شیمیایی در فرآیند تصفیه بیولوژیکی ممکن است اثرات نامشخصی بر عملکرد بیوراکتور داشته باشند که این موضوع در این مطالعه دیده نشده است.

با توجه به نتایج حاصله در این مطالعه، طراحی اصولی بیوراکتور همزن‌دار می‌تواند عملکرد مناسبی در تصفیه آلاینده‌ها در فاز گازی داشته باشد. نتایج بررسی شرایط تصفیه BTX نشان داد که به‌طور کلی BTX تجزیه پذیری مناسبی دارد. شرایط بهینه در مورد تصفیه بیولوژیکی BTX مشخص گردید و انحراف از این تراکم های تعیین شده می تواند تاثیر قابل توجهی بر راندمان حذف و ظرفیت حذف داشته باشد. در شرایط بررسی شده، تراکم بالای آلاینده مهم‌ترین عامل محدودکننده راندمان بیوراکتور می باشد زیرا در غلظت‌های بالاتر از مقادیر شکست تعیین شده، بستر میکروبی دچار مسمومیت می گردد. به منظور کاهش محدودیت های مذکور استفاده از ۱۰درصد روغن سیلیکون می تواند تا مقدار زیادی آستانه مسمومیت میکروبی را کاهش دهد. در این شرایط غلظت های ۱۷۳۰ mg/m^3، ۱۷۱۰ mg/m^3 و ۱۳۸۰ mg/m^3 به ترتیب برای بنزن، تولوئن و زایلن بهترین ظرفیت حذف را نشان دادند.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل انجام بخشی از پایان نامه دکتری بهداشت حرفه ای و طرح مصوب به شماره ۸۹-۰۲-۲۷-۱۰۷۸۸ در دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد که بدین وسیله از کلیه مسوولان محترم آن دانشگاه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

منابع

Blair E. Critical competencies for SH&E managers: implications for educators. J SH&E Research. 2004;1:1-16.

Crawford L. Senior management perceptions of project management competence. International Journal of Project Management 2005;23 7-16.

DAUD R, ISMAIL M, OMAR Z. Identification of Competencies for Malaysian Occupational Safety and Health Professionals. Industrial Health. 2010;48:824-34.

Dingsdag DP, Biggs HC, Sheahan VL. Understanding and defining OH&S competency for construction site positions: Worker perceptions q. Safety Science 2008;46 619-33.

Garcıa AM, Lopez-Jacob aJ, Dudzinski I, Gadea R, Rodrigo F. Factors associated with the activities of safety representatives in Spanish workplaces. J Epidemiol Community Health. 2007;61:784-90.

HSE. Managing Health, Safety and Working Environment (Management Extra) [Paperback]. London: Elsevier 2006.

Ingason HT, Jónasson HI. Contemporary Knowledge and Skill Requirements in Project Management. Project Management Journal. 2009;40(2):59-69.

Archive of SID
www.SID.ir

nurse perceptions of their Behavioral Health Care Competency. Journal of Advanced Nursing 00(0), 000–000 doi: 101111/j1365-2648201206025x. 2012.

Selwyn N. The Law of Health and Safety at Work. London: Wolters Kluwer 2009.

Sherehiy B, Karwowski W. Knowledge Management for Occupational Safety, Health, and Ergonomics. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing. 2006;16 (3):309-19.

Spencer LM, Spencer SM. Competence at work: models for superior performance. , . New York: Wiley 1993.

Ulrich D, Younger J, Brockbank W, Ulrich M. HR talent and the new HR competencies. Strategic HR Review. 2012;11 (4):217 - 22.

Wang X, Gao J, Xie X. A study to develop a competency model for Chinese EHS managers. Frontiers of Business Research in China. 2011;5(4):580-96.

Wang X, Wu S, Song Q, Tse L-A, Yu ITS, Wong T-W, et al. Occupational Health and Safety Challenges in China Focusing on Township-Village Enterprises. Archives of Environmental & Occupational Health. 2011 2012/06/22;66(1):3-11.

Wang Y-D. Exploring human resource (HR) account managers competency in semiconductor industry. African Journal of Business Management 2011;5(22):9412-28.

WHO. Global strategy on occupational health for all: The way to health at work. GENEVA: WHO; 1995.

IPMA. IPMA Competence BAceline (ICB), version 3.0. Netherland: IPMA 2006.

Leemann J. Delivering business value by linking behavioral EHS competencies to corporate core competencies. Int J Sustainable Business. 2005;12:3–16.

Li H, Zhang Y. The role of managers' political networking and functional experience in new venture performance: Evidence from China's transition economy. Strategic Management Journal. 2007;28(8):791–804.

Macik-Frey M, Quick JC, Nelson DL. Advances in Occupational Health: From a Stressful Beginning to a Positive Future Journal of Management. 2007 December 1, 2007;33(6):809-40.

Meswani HR. Safety and Occupational Health: Challenges and Opportunities in Emerging Economies. Indian J Occup Environ Med. 2008;12(1):3-9.

Nwafor V-C. Emerging Trends in HSE Competence Development in Shell Petroleum Development Company of Nigeria Limited (SPDC). World Petroleum Congress. Johannesburg, South Africa 2005.

OGP. Guidelines for the Development and Application of Health, Safety and Environmental Management Systems. Report No. 6.36/210; 1994.

Podgórski D. The Use of Tacit Knowledge in Occupational Safety and Health Management Systems. JOSE. 2010;16(3):283-310.

Rutledge DN, Wickman M, Drake D, Winokur E, Loucks J. Instrument validation: hospital

Archive of SID
www.SID.ir

Optimization of two phase partitioning stirred tank bioreactor for elimination of benzene, toluene and xylene(BTX) from contaminated air streams

F. Golbabaei[1*];A. Karimi[2]; M. Neghab[3]; M. R. Pourmand[4]; R. Bakhtiari[5]; K. Mohammad[6]

[1] Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences
[2] Assistant Professor, Dept. of Occupational Health, School of Public Health, Shiraz University of Medical Sciences
[3] Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shiraz University of Medical Sciences
[4] Associate Prof, Department of Microbiology, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[5] Msc., Department of Microbiology, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[6] Professor, Department of Epidemiology, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: In real Conditions, pollution emission are mostly released as mixed components rather than a single pure emission of the chemicals. In this study, a miniature stirred tank bioreactor was optimized for treatment of waste gas containing BTX (benzene, toluene and xylene).

Material and Method: The sludge of an oil refinery was sampled based on the assumption that it contains BTX-degrading microorganisms and used as microbial consortium. Also, silicone oil was added to improve removal efficiency. The operational parameters of the bioreactor were optimized during the study.

Result: The removal efficiency and elimination capacity of benzene, toluene and xylene vapors simultaneously in the presence of 10% silicone oil as an organic phase showed increasing trend up to the concentrations of 1730 mg/m3, 1710 mg/m3 and 1380 mg/m3, respectively. In these concentrations the removal efficiency and elimination capacity of benzene were 100% and 59 g/m3/h, toluene 100% and 58 g/m3/h and xylene 91% and 42 g/m3/h, respectively. The total removal efficiency and elimination capacity for BTX were 91 to 100% and 159 g/m3/h, respectively.

Conclusion: It was shown that presence of 10% silicone oil increased 44.5% in total removal efficiency of BTX. The microbiological experiments on the bioreactor media showed that three spices of Pseudomonas putida, Chryseobacterium and Ralstonia pickettii can be found, when BTX ware treated. This work revealed that two phase partition bioreactors (TPPBs) can be successful method for the treatment of streams contaminated with BTX.

Key words: *Stirred tank bioreactor, BTX, biodegradation, silicone oil, organic phase, air pollution control*

* Corresponding Author Email: *fgolbabaei@tums.ac.ir*

Archive of SID

www.SID.ir