بررسی امکان تجزیه بیولوژیکی پرکلرواتیلن (PCE) در غلظت بالا بوسیله راکتور بی هوازی با بستر سیال (AMBR)

نویسندگان: مریم فرجی[۱] محمد مهدی امین[۲] محسن سعدانی[۳]

۱.کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۲. نویسنده مسئول: دانشیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان Email: amin@hlth.mui.ac.ir تلفن: ۰۳۱۱۷۹۲۲۶۸۶ - ۰۹۱۳۳۶۷۰۵۰۸

۳.کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد

طلوع بهداشت

فصلنامهٔ علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد
سال یازدهم
شماره: چهارم
زمستان ۱۳۹۱
شماره مسلسل: ۳۷

تاریخ وصول: ۱۳۹۱/۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/ ۲۸

چکیده

سابقه و اهداف: پرکلرواتیلن (PCE) از دسته هیدروکربن های آلیفاتیک کلردار است که کاربرد گسترده ای در صنایع دارد. پساب های صنعتی حاوی PCE به دلیل خطرات احتمالی ناشی از سرطانزایی آن باید تصفیه شوند. هدف از این مطالعه تعیین قابلیت تجزیه بیولوژیکی پرکلرواتیلن در غلظت بالا توسط یک راکتور بی هوازی با بستر سیال (AMBR) می باشد که تاکنون برای تجزیه بیولوژیکی PCE مورد استفاده قرار نگرفته است.

روش بررسی: در این مطالعه یک راکتور بیهوازی با بستر سیال (AMBR) در مقیاس آزمایشگاهی به حجم کل ۱۰ لیتر با ۴ محفظه برای تجزیه بیولوژیکی پرکلرواتیلن در سوبسترہ سنتتیک مورد استفاده قرار گرفت. راه اندازی راکتور به کمک لجن هاضم بیهوازی انجام شد. پس از راه اندازی، کارایی راکتور در تجزیه PCE در غلظت mg/L ۱۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. زمان ماند هیدرولیکی (HRT) برابر ۳۲ ساعت ثابت نگه داشته شد.

یافته ها: بهترین بازده حذف COD به میزان ۹۸٪ در بارگذاری آلی COD معادل ۳/۱ g COD/L.d بدست آمد. میانگین بازده حذف COD در کل دوره فعالیت راکتور به ترتیب برابر ۹۱/۴٪ بود. برای حذف PCE نیز بازده به میزان ۹۹/۵٪ حاصل شد.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که راکتور بیهوازی با بستر سیال (AMBR)، در صورت انجام مطالعات تکمیلی در مقیاس کامل و استفاده از پساب صنعتی واقعی آلوده به پرکلرواتیلن یک روش ساده، کارامد و قابل اطمینان برای تصفیه پسابهای صنعتی آلوده به این ترکیب حتی در غلظت های بالا می باشد.

واژه های کلیدی: پرکلرواتیلن (PCE)، پسابهای صنعتی، راکتور بی هوازی با بستر سیال (AMBR)

مقدمه

پرکلرواتیلن (Perchloroethylene) با نام اختصاری PCE به طور گسترده ای در خشکشویی ها، صنایع فلزی و نساجی به کار می رود (۱). آژانس بین المللی تحقیقات روی سرطان این ترکیب را از دسته آلاینده های دارای تقدم و سرطان زای نوع 2A (probably carcinogenic to humans) معرفی کرده است (۲). این هیدروکربن آلیفاتیک کلردار به دلیل خاصیت الکترونگاتیو بالایی که دارد نسبت به فرایندهای تجزیه بیولوژیکی هوازی مقاوم بوده و تحت شرایط بیهوازی، از طریق هالوژن‌زدایی احیایی (Dehalorespiration) به تری کلرواتن (TCE)، ایزومرهای دی کلرواتن (DCE)، وینیل کلراید (VC) و اتن تبدیل می شود (۳). Hwu و همکارش تأثیر افزایش HRT را بر عملکرد راکتور UASB تجزیه کننده PCE، در شرایط بارگذاری PCE و بارگذاری آلی COD (OLR) به ترتیب معادل ۳ mgPCE/L.d و ۳۱۲۵ mgCOD/L.d در حضور لاکتات و ساکاروز مورد مطالعه قرار دادند(۳). در مطالعه دیگری، Prakash و همکارش، هالوژن زدایی PCE را در حضور استات سدیم، متانول و استون به عنوان منبع کربن توسط راکتور UASB بررسی کردند (۴). در تحقیقی توسط Hirl و همکارش، کلرزدایی احیایی PCE در غلـظت ورودی معادل ۱۰/۵ mg/L با استفاده از راکتور بیوفیلم بیهوازی پر و خالی شونده به طور متوالی (AnSBBR) در حضور لاکتات و استات مورد ارزیابی قرار گرفت (۵). در مطالعه Chu و همکارش، قابلیت تجزیه پذیری PCE در محدوده غلظت ۸/۲ تا ۲۶ mg/L توسط فرایند بیهوازی بستر گسترده با فیلم چسبیده (AAFEB) در درجه حرارت 35^0C و در حضور ساکاروز به عنوان دهنده الکترون مورد آزمایش قرار گرفت (۶). علاوه بر روشهای راکتوری، هالوژن زدایی PCE به روشهای دیگری نیز انجام شده است. Wu و همکارش هالوژن زدایی PCE موجود در آبهای زیرزمینی را با ۵ روش آهن صفر ظرفیتی (zero-valent iron)، روی صفر ظرفیتی (zero-valent zinc)، اجتماع باکتریهای بیهوازی، ترکیب آهن پودری و اجتماع باکتریهای بیهوازی و ترکیب روی پودری و اجتماع باکتریهای بیهوازی مورد بررسی قرار دادند (۷). Saez و همکاران به بررسی روش تجزیه الکتروشیمیایی PCE در محیطهای آبی با استفاده از کاتیونها و آنیونهای مختلف پرداختند (۸). روش phytoremediation (اصلاح توسط گیاهان) توسط James و همکاران با استفاده از درخت صنوبر برای تجزیه این ترکیب در آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار گرفت که غلظت اولیه PCE در آب بین ۷ تا ۱۴ mg/L متغیر بود (۹).

راکتور AMBR مشابه راکتورABR از چند محفظه بهم چسبیده تشکیل شده است با این تفاوت که در هر محفظه آن به منظور یکنواختی بیشتر بستر لجن، یک اختلاط دهنده مکانیکی تعبیه می‌گردد. برای جلوگیری از تجمع بیومس در آخرین محفظه، جهت جریان ورودی و خروجی راکتور به صورت دوره ای تغییر می کند (۱۰). در مطالعات انجام شده حداکثر غلظت PCE به کار رفته برابر ۵۰ mg/L بود. هدف از این مطالعه تعیین قابلیت تجزیه بیولوژیکی PCE در غلظت بالاتر از مقادیر به کار رفته در سایر مطالعات مشابه بوسیله یک راکتور بی هوازی با بستر سیال (AMBR) که تاکنون برای تجزیه بیولوژیکی PCE مورد استفاده قرار نگرفته است و مشاهده عملکرد سیستم بود.

روش بررسی

در این مطالعه که یک مطالعه تجربی مداخله ای بود از یک پایلوت شامل مخزن تغذیه، پمپ تزریق دیافراگمی (Etatron ایتالیا) با دبی lit/hr ۵ (قابل تنظیم) و فشار bar۱۰و راکتور بیهوازی با بستر سیال (AMBR) (با ابعاد داخلی، طول ۴۳، ارتفاع ۲۳/۵ و عرض ۱۰ سانتیمتر) با حجم مفید ۱۰ لیتر دارای ۴ محفظه با حجم یکسان استفاده شد که مسیر ورود و خروج جریان ۳ روز یکبار تغییر داده می شد (**Error! Reference source not found.**). به منظور ایجاد اختلاط در راکتور، ۴ اختلاط دهنده با دور rpm۸۰ با زمان کارکرد و خاموشی هر یک به مدت ۱۵ دقیقه تعبیه گردید.

راه اندازی و بهره برداری راکتور

با تلقیح ۵ لیتر لجن تهیه شده از هاضم بیهوازی تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان، بار گذاری لجن معادل reactor g VSS / L ۲۰ شد. در مرحله راه اندازی سوبسترہ سنتتیک از سه اسید چرب فرار با زنجیره کوتاه (استیک، پروپیونیک و بوتیریک) به عنوان سوبسترہ کمکی و نوترینت های لازم تشکیل می شد. زمان ماند هیدرولیکی (HRT) در کل دوره فعالیت راکتور ۳۲ ساعت بود. در مرحله بهره برداری سوبسترہ ورودی علاوه بر مخلوط سه اسید چرب و نوترینت ها، شامل PCE به عنوان سوبسترہ اصلی در غلظت mg/L ۱۰۰ بود.

نمونه برداری و آنالیز آزمایشگاهی

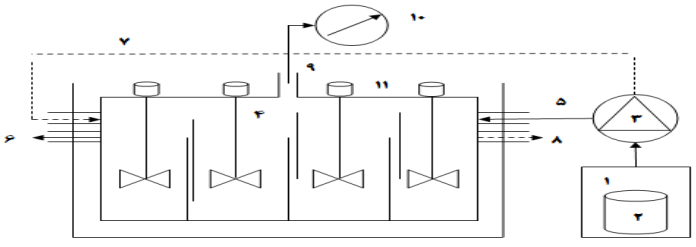
آزمایشات فیزیکی و شیمیایی بر اساس روش کتاب روش های استاندارد در آزمایشات آب و فاضلاب (Standard Methods, 2005) انجام شد (۱۱). غلظت پرکلرواتیلن (PCE) و ترکیبات واسطه در نمونه ورودی و خروجی راکتور به روش GC-MS-Headspace مورد آزمایش قرار گرفت.

آنالیز PCE جذب شده روی بیومس

پس از استخراج PCE با استفاده از Dichloromethane / Cyclohexane (۱۳) غلظت آن به روش GC-MS آنالیز شد.

نمونه برداری و سنجش غلظت PCE در فاز گازی

مسیر خروج بیوگاز به مدت ۱۰ روز در بارگذاری PCE برابر mgPCE/L.d ۷۵ به ستونی از کربن فعال گرانوله به عمق ۵۰ سانتیمتر متصل گردید. آنالیز PCE به روش آزمون 1003 NIOSH مخصوص آنالیز هیدروکربن های کلردار انجام شد (۱۴). در پایان داده های حاصل از آزمایشات با نرم افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



۱.یخچال نگهداری سوبسترہ، ۲. مخزن تغذیه، ۳. پمپ تزریق دیافراگمی، ۴. راکتور بیهوازی با بستر سیال، ۵ و ۷. ورودی جریان، ۶ و ۸. خروجی جریان، ۹. مسیر خروج بیوگاز،۱۰. گازمتر، ۱۱. میکسر.

شکل ۱: نمای شماتیک پایلوت راکتور AMBR

یافته ها

راه اندازی و بهره برداری از راکتور

در دوره فعالیت راکتور، COD سوبسترہ ورودی به راکتور از ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ mg/L افزایش یافت. پس از ایجاد شرایط پایدار PCE در غلظت ۱۰۰ mg/L به سوبسترہ اضافه شد. درجدول ۱ نتایج حاصل از عملکرد راکتور ارائه شده است.

حذف COD و PCE

در کل دوره راه اندازی و ایجاد شرایط پایدار، راندمان حذف COD برای محفظه ۱ تا ۴ به ترتیب ۸۴، ۱۱، ۵ و ۴٪ و میانگین حذف COD و OLR در این دوره به ترتیب ۸۹٪ و ۲/۲ gCOD/L.d بود. میزان OLR بهینه، به میزان gCOD/L.d ۲/۳ و در روزهای ۱۱۰-۸۱ بدست آمد. بیشترین راندمان حذف COD در اولین محفظه و مابقی آن در سایر محفظه ها صورت گرفت. اولین محفظه در مرحله راه اندازی نقش بیشتری در کاهش COD داشت. راندمان کلی حذف PCE برابر ۹۹/۵٪ بدست آمد. ترکیبات واسطه شامل تری کلرواتیلن (TCE) و ایزومرهای دی کلرو اتیلن (DCES) نیز در خروجی راکتور در غلظت بسیار کم در حد میکروگرم در لیتر شناسایی شد. **Error! Reference source not found.**۲ غلظت کلیه ترکیبات آلی را در پساب خروجی راکتور نشان می دهد.

جدول ۱: نتایج حاصل از عملکرد راکتور AMBR

	فاز	روزهای راهبری	بارگذاری آلی COD (gCOD/L.d)	راندمان حذف COD (درصد)	قلیائیت داخل راکتور (mg/L)	pH (محفظه ۱ تا ۴)
دوره راه اندازی	۱	۱ ـ ۴۵	۰/۸±۰/۰۵	۶۵±۲۸	۸۴۵±۳۵	۶/۶-۷/۹
	۲	۴۶ ـ ۸۰	۱/۵±۰/۰۳	۹۴±۳	۱۰۷۰±۱۸۴	۶/۹-۷/۸
شرایط پایدار	۳	۸۱ ـ ۱۱۰	۲/۳±۰/۰۳	۹۷±۰/۵	۱۷۷۷±۱۱۷	۶/۹-۷/۹
	۴	۱۱۱ ـ ۲۱۰	۳±۰/۰۳	۹۵±۱	۲۴۳۹±۳۲۱	۶/۷-۷/۹
دوره بهره برداری	۵	۲۱۱ ـ ۲۳۰	۳/۱±۰/۰۴	۹۷±۰/۴	۳۲۹۰±۹۹	۷/۴-۸/۶

داده ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار می باشند.

جدول ۲: غلظت PCE وترکیبات واسطه در پساب خروجی راکتور AMBR

	PCE	TCE	1,1- DCE	trans-1,2-DCE	cis-1,2-DCE	VC
غلظت در پساب خروجی (mg/l)	۰/۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	ND

ND : غیر قابل تشخیص

راندمان حذف COD در کل مدت فعالیت این راکتور برابر ۹۳٪ بود. قابل ذکر است در کل دوره فعالیت راکتور COD پساب خروجی کمتر از ۱۰۰۰mg/L بود. مقایسه بین راندمان حذف و بارگذاری آلی COD در دوره فعالیت راکتور در شکل ۲ نشان داده شده است.

آنالیز غلظت PCE موجود در فاز جامد

در این مطالعه میزان جذب PCE توسط بیومس به طور میانگین ۲/۱٪ از غلظت PCE ورودی به راکتور بود که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج آنالیز غلظت PCE موجود در فاز گازی

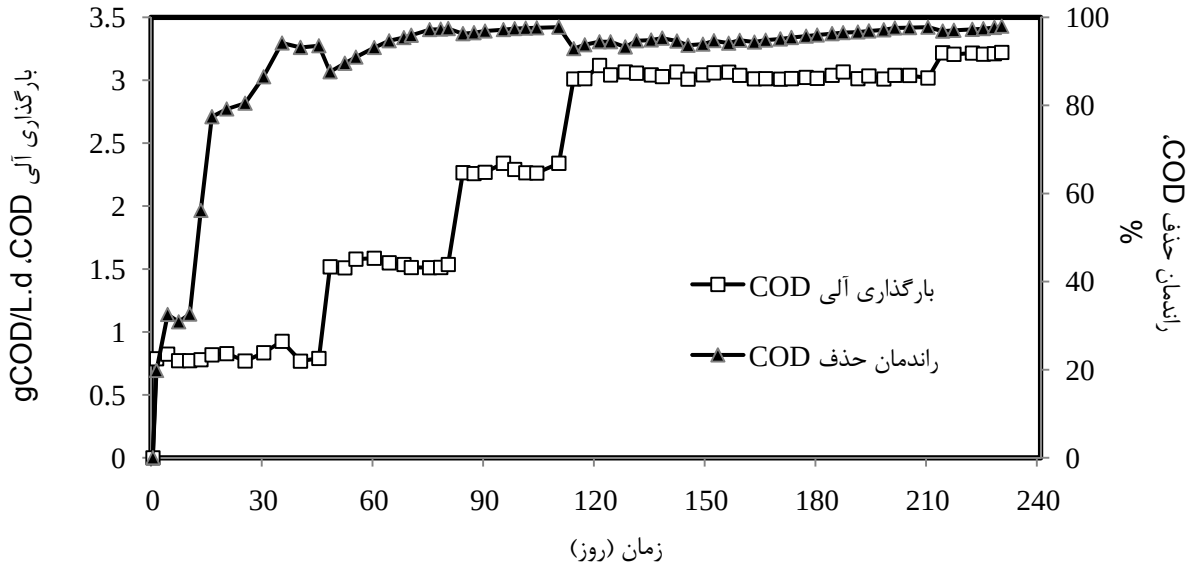
غلظت PCE در headspace راکتور ۱۸/۹ mg/l بدست آمد. درصد PCE حذف شده با ۳ مکانیسم حذف از طریق تجزیه بیولوژیکی، ورود به فاز گازی و جذب روی بیومس در غلظت های مختلف PCE ورودی در شکل ۳ نشان داده شده است.

تغییرات pH و قلیائیت

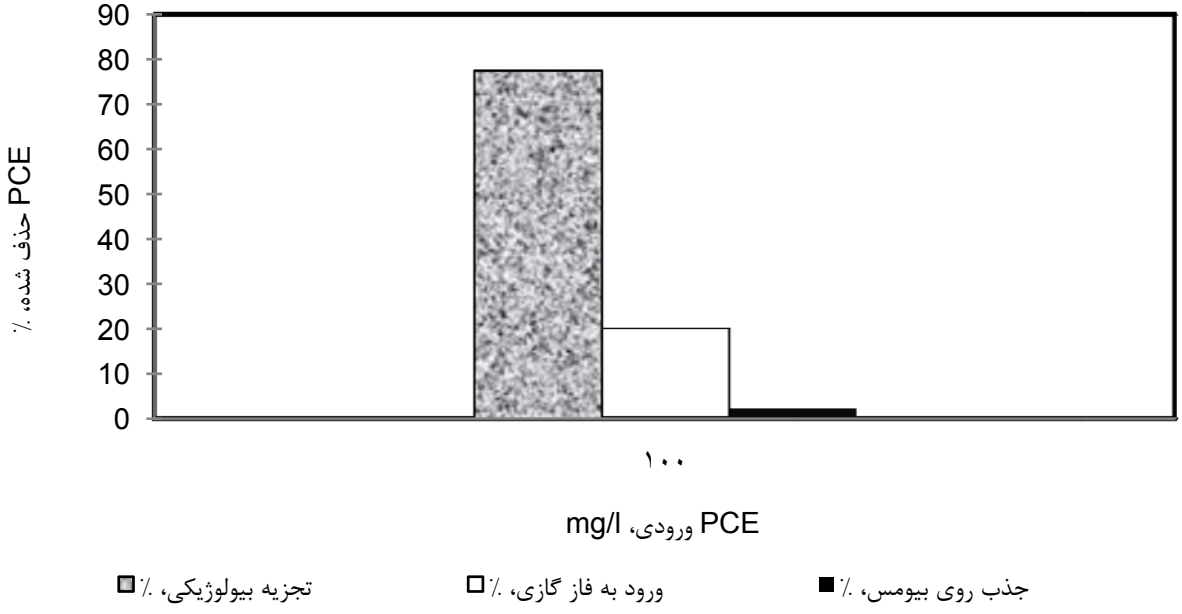
محدوده pH در ۴ محفظه راکتور در طی دوره فعالیت آن در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین pH در ۴ محفظه بین ۷/۲ تا ۷/۳۲ و pH خروجی راکتور بین ۶/۸ تا ۸/۷ در نوسان بود. مقایسه pH در محفظه های راکتور AMBR نشان داد که اولین محفظه همواره کمترین pH را دارد. قلیائیت کل در پساب داخل راکتور از ۸۴۵ mg/L در مرحله ۱ به ۳۲۹۰ mg/L در مرحله ۵ رسید.

تغییرات TSS و VSS

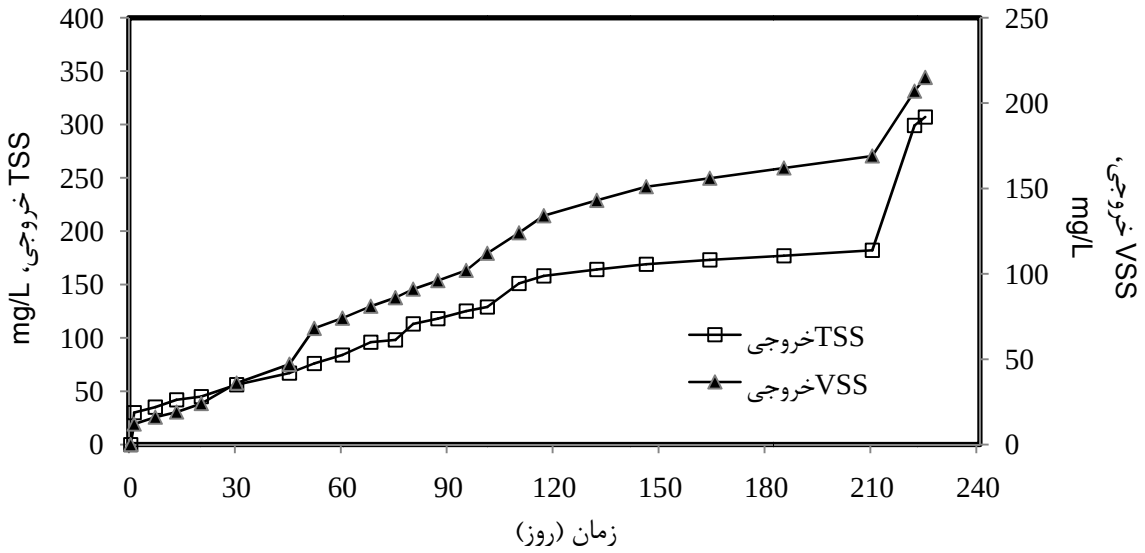
میزان خروج لجن از راکتور با افزایش OLR روند رو به افزایشی را نشان داد. غلظت TSS و VSS پساب خروجی راکتور به ترتیب بین ۴۶ تا ۳۰۳ mg/L و ۲۶ تا ۲۱۱ mg/L در حال تغییر بود. **Error! Reference source not found.** پروفیل تغییرات TSS و VSS را نشان می دهد.



شکل ۲: مقایسه بین راندمان حذف و بارگذاری آلی COD در دوره فعالیت راکتور AMBR



شکل ۳. مقایسه بین درصد PCE حذف شده با ۳ مکانیسم مختلف



شکل ۴. پروفیل تغییرات TSS و VSS خروجی راکتور AMBR

بحث و نتیجه گیری

تجزیه بیولوژیکی PCE به صورت فرایند کلرزدایی احیایی صورت می گیرد که در هر مرحله از این فرایند یک اتم هیدروژن جایگزین یک اتم کلر می شود و به این ترتیب PCE به TCE، ایزومرهای DCE و VC تبدیل خواهد شد. همزمان با تزریق PCE در ورودی، ترکیبات واسطه حاصل از کلرزدایی این ترکیب شامل TCE و ایزومرهای DCE در پساب خروجی راکتور مشاهده شد.

به دلیل اینکه غلظت VC در پساب خروجی راکتور قابل تشخیص نمی باشد تعیین اینکه آیا ایزومرهای DCE فراورده های نهایی کلرزدایی PCE هستند کار مشکلی خواهد بود. نتایج این بخش از مطالعه با نتایج برخی مطالعات انجام شده در خصوص تجزیه زیستی PCE همخوانی دارد (۶, ۳, ۱). در اکثر مطالعات اولیه در خصوص کلرزدایی احیایی PCE این نتیجه حاصل شده است که PCE به ندرت به VC که یک ترکیب سمی تر و فرارتر از سایر ترکیبات است تبدیل می شود (۴). بر خلاف سایر مطالعات (۶-۴) که همه ایزومرهای DCE در خروجی راکتور قابل شناسایی نبود در این مطالعه هر سه ایزومر DCE در خروجی شناسایی شد.

با تزریق PCE در راندمان حذف COD تغییر کمی ایجاد شد که این پایداری شرایط مؤید توانایی بالای راکتور AMBR در پذیرش شوک های ناشی از ترکیبات آلی و سمی است. بوسیله راکتور AMBR این مطالعه، با غلظت PCE ورودی برابر ۱۰۰ mg/L و HRT برابر ۳۲ ساعت، راندمان کلی حذف PCE برابر ۹۹/۵٪ بدست آمد. در مطالعه Hwu، با افزایش HRT از ۱ به ۴ روز راندمان حذف PCE از ۵±۵۱٪ به ۳±۸۷٪ رسید (۳). Prakash با کاربرد راکتور UASB با HRT برابر ۸ تا ۲۴ ساعت و غلظت PCE برابر ۵ تا ۵۰ mg/l به راندمان حذف ۱±۹۸/۵٪ رسید (۴). راندمان حذف PCE در مطالعه Hirl در پایان سیکل ۲۴ ساعته به ۹۵٪ رسید (۵). در مطالعه Chu نیز PCE با راندمان بالای ۹۸٪ حذف گردید (۶). در مطالعه Wu و همکارش با روش ترکیب آهن پودری و اجتماع باکتریهای بیهوازی پس از گذشت ۲۵ روز حذف PCE تقریباً به طور کامل انجام شد و ۴۳٪ از آن به اتیلن و اتان تبدیل گردید (۷). میزان تجزیه بالای ۵۰٪ نتیجه تجزیه الکتروشیمیایی PCE در مطالعه Saez بود که ۶٪ از PCE ورودی در خروجی فرایند باقی ماند و یون کلرور، تری کلرواتیلن و دی کلرواتیلن ترکیبات جانبی تولیدی بودند (۸). در مطالعه James و همکاران غلظت PCE، TCE و cis-DCE در خروجی فرایند به ترتیب ۰/۱۲، ۳/۹ و ۱/۹ mg/L بدست آمد (۹).

در مقایسه راندمان حذف PCE در این مطالعه و مطالعات انجام شده با سایر راکتورها، راکتور AMBR این تحقیق نسبت به سایر راکتورها راندمان حذف بالاتری داشت. در راکتور AMBR، با حفظ بیومس در راکتور مستقل از سوبسترہ ورودی، SRT از HRT مستقل می شود. در حقیقت، این جداسازی باعث می شود میکروارگانیسم های بیهوازی که دارای سرعت رشد پایینی هستند درون سیستم مستقل از جریان پساب باقی بمانند، بنابراین OLR و راندمان حذف بالاتری به دست می آید. افزایش توربولانس هیدرولیکی ناشی از اختلاط مکانیکی منجر به کاهشKs می شود و به این ترتیب راندمان تصفیه افزایش می یابد (۱۲). از سوی دیگر، راندمان حذف PCE در این مطالعه بالاتر از راندمان حذف COD بود. تعدادی

از باکتریهای با قابلیت کلرزدایی احیایی PCE شناسایی شده است (۱۳) که از میان آنها Dehalococcoides تنها گونه شناخته شده با قابلیت کلرزدایی کامل PCE به ترکیبات فاقد کلر است (۱۴) که در مصرف سوبسترہ با باکتریهای متان ساز رقابت می کنند. علت بالاتر بودن راندمان حذف PCE نسبت به COD، غالب شدن Dehalococcoides به باکتریهای متان ساز در مصرف سوبسترہ یکسان است.

بیشترین درصد حذف COD در اولین محفظه راکتور اتفاق می افتاد که این بخش از مطالعه با مطالعه ترابیان و همکاران که از راکتور ABR در تصفیه پساب صنعتی رقیق استفاده شده بود همخوانی دارد (۱۲). کاهش غلظت COD در اولین محفظه، کاهش نرخ مصرف سوبسترہ توسط میکروارگانیسم ها در محفظه های بعدی را به دنبال خواهد داشت که منجر به کاهش یافتن راندمان حذف COD در این محفظه ها خواهد شد (۱۵). در مقابل بیشترین درصد حذف PCE مربوط به آخرین محفظه است که دریافت کننده کمترین غلظت این ترکیب می باشد. در مطالعه Bayrakdar و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز راندمان حذف سولفات در اولین محفظه حداقل بود و بیشترین درصد حذف سولفات مربوط به آخرین محفظه راکتور ABR بود (۱۶). PCE ورودی به راکتور علاوه بر تجزیه بیولوژیکی با دو مکانیسم دیگر شامل ورود به فاز گازی ناشی از فراریت این ترکیب و جذب بر روی بیومس می تواند حذف شود (۴). غلظت PCE در headspace راکتور AMBR مورد مطالعه حدوداً ۲۰٪ غلظت PCE ورودی بود. این غلظت در مطالعات Prakash حدوداً ۱/۵٪ و در مطالعه Hwu حدوداً ۱۰٪ غلظت PCE ورودی بدست آمده بود (۴, ۳). در بیشتر مطالعات قبلی غلظت PCE جذب شده روی بیومس مورد سنجش قرار نگرفته بود (۶-۲). در این مطالعه ۱/۰۷٪ از کل PCE ورودی به راکتور توسط بیومس جذب شد که مقدار ناچیزی است. با توجه به ضریب تفکیک آب – اکتانول PCE به میزان ۲/۸۶، جذب درصد بسیار کمی از PCE روی بیومس قابل توجیه است. راندمان حذف PCE برابر ۹۹/۵٪ بدست آمد که با احتساب درصد PCE در فاز گازی و جامد، ۷۸٪ از PCE به روش بیولوژیکی حذف گردیده است. در مطالعه Hwu که راندمان حذف کلی در HRT ۱ و ۴ روز، به ترتیب ۵±۵۱ و ۳±۸۷٪ بود با احتساب PCE موجود در در فاز گازی، راندمان حذف PCE به روش بیولوژیکی به ۷±۳۸ و ۴±۷۶٪ رسید (۳).

در مقایسه pH محفظه ها، محفظه ابتدایی همواره پایین ترین pH را به خود اختصاص می داد که علت آن رخ دادن فازهای اسیدسازی و استات سازی و غلظت بالای اسیدهای چرب فرار در محفظه های ابتدایی است. به دلیل تجزیه محصولات میانی فرایند بیهوازی (اسیدهای چرب فرار) به محصولات نهایی (متان و دی اکسید کربن) به دنبال فرایند تجزیه بیهوازی، مقدار pH در محفظه های بعدی روند رو به افزایشی را نشان می داد.

به دلیل اینکه راکتور مورد استفاده در این مطالعه با سوبسترہ سنتتیک تغذیه می شد نسبت غلظت VSS به غلظت TSS در پساب خروجی آن درصد بالایی، به میزان ۸۰٪ بدست آمد. در مطالعه Prakash با کاربرد راکتور UASB این نسبت برابر ۴۲٪ بود (۴). تا OLR معادل gCOD/L.d ۱/۵ (مرحله ۲)، TSS پساب خروجی راکتور کمتر از حد استاندارد تعیین شده TSS برای مصارف آبیاری و کشاورزی پسابهای صنعتی بدست آمد. این در حالیست که TSS همواره بالاتر از حد استاندارد تعیین

شده TSS برای تخلیه پسابهای صنعتی تصفیه شده به منابع آبهای سطحی بود. به دلیل غلظت بالای TSS در پساب خروجی راکتور، استفاده از یک واحد ته نشینی جهت حذف جامدات معلق پساب خروجی راکتور و بهبود کیفیت پساب خروجی ضروری می باشد.

راکتور AMBR با راندمان حذف PCE برابر ۹۹/۵٪ عملکرد مناسبی در کاهش غلظت این ترکیب در غلظت های بالا دارد. ترکیبات واسطه شامل تری کلرواتیلن (TCE) و ایزومرهای دی کلرو اتیلن (DCES) نیز در خروجی راکتور در غلظت بسیار کم در حد میکروگرم در لیتر شناسایی شد. از ویژگیهای بارز این راکتور می توان به تحمل شوک ناشی از مواد آلی و سمی اشاره نمود که بروز تغییرات بسیار اندک در عملکرد راکتور پس از تغییر بارگذاری PCE و OLR مؤید این مطلب است.

نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که راکتور بیهوازی با بستر سیال (AMBR)، در صورت انجام مطالعات تکمیلی در مقیاس کامل و استفاده از پساب صنعتی واقعی آلوده به PCE یک روش ساده، کارامد و قابل اطمینان برای تصفیه پسابهای صنعتی آلوده به این ترکیب می باشد. در پایان نیز با توجه به محدود بودن تعداد مطالعات انجام شده در خصوص عملکرد راکتور AMBR استفاده از این راکتور در HRT و دما و تعداد محفظه های مختلف به منظور تصفیه آلاینده ها و پساب های گوناگون پیشنهاد می گردد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه حاصل نتایج پایان‌نامه مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به شماره ۳۸۹۰۱۲ می‌باشد. لذا از همکاری و مساعدت معاونت محترم پژوهشی، مرکز تحقیقات محیط زیست و سایر افرادی که در انجام این تحقیق همکاری نموده اند صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

References

1-Ye L, Fei L, Honghan C, et al. Anaerobic Biodegradation of Tetrachloroethylene with Acetic Acid as Cometabolism Substrate under Anaerobic Condition. Acta Geologica Sinica English Edition 2008;82(4):911-6.

2-Eekert M, Astrid vR, Alfons JMS, et al. Constitutive Dechlorination of Chlorinated Ethenes by a Methanol Degrading Methanogenic Consortium. Bioresource Technology 2001;77:163-70.

3-Hwu CS, Lu C-J. Continuous Dechlorination of Tetrachloroethene in an Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor. Biotechnology Letters 2008;30(9):1589-93.

4-Prakash SM, Gupta SK. Biodegradation of Tetrachloroethylene in Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor. Bioresource Technology 2000;72(1):47-54.

5-Hirl PJ, Irvine RL. Reductive Dechlorination of Perchloroethylene Using Anaerobic Sequencing Batch Biofilm Reactors (AnSBBR). Water Science and Technology 1997;35(1):49-56.

6-Chu KH, Jewell WJ. Treatment of Tetrachloroethylene with Anaerobic Attached Film Process. Environmental Engineering 1994;120(1):58-71.

7-Wu Y, Ma C .Remediation technology of groundwater contaminated by perchloroethylene. International Journal of Environment and Pollution 2011;45(1):176-85.

8-Sáez V, Esclapez Vicente M, Frías-Ferrer ÁJ, et al. Electrochemical degradation of perchloroethylene in aqueous media: An approach to different strategies. Water research 2009;43(8):2169-78.

9-Andrew James C, Xin G, Doty SL, et al. A mass balance study of the phytoremediation of perchloroethylene-contaminated groundwater. Environmental Pollution 2009;157(8-9):2564-9.

10-Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel HD. Wastewater engineering: treatment and reuse: McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 2003.

11-Eaton AD, Franson MAH. Standard methods for the examination of water & wastewater: Amer Public Health Assn; 2005.

12-Torabian A, Abtahi SM, Amin MM, et al. Operation of an Anaerobic Baffled Reactor for Sulfate Removal of Amirkabir Industrial Estate Wastewater. Water and Wastewater 2010.

13-Zhang C, Bennett GN. Biodegradation of xenobiotics by anaerobic bacteria. Applied microbiology and biotechnology 2005;67(5):600-18.

14-Fennell DE, Nijenhuis I, Wilson SF, et al. Dehalococcoides ethenogenes strain 195 reductively dechlorinates diverse chlorinated aromatic pollutants. Environmental science & technology 2004;38(7):2075-81.

15-Saritpongteerakaa K, Chaiprapat S. Effect of pH adjustment by parawood ash and effluent recycle ratio on the performance of anaerobic baffled reactors treating high sulfate wastewater. Bioresource technology 2008;99(18):8987-94.

16-Bayrakdar A, Sahinkaya E, Gungor M, et al. Performance of sulfidogenic anaerobic baffled reactor (ABR) treating acidic and zinc-containing wastewater. Bioresource technology 2009;100(19):4354-60.

Survey on Possibility of Biodegradation of Perchloroethylene (PCE) in High Concentration Using Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR)

Faraji M(MSc)[1] Amin MM(Ph.D)[2] Sadani M(MSc)[3]

1. MSc Environment Health Engineering, Environment Research Center, Department of Environmental Health Engineering, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2. Corresponding author: Associate Professor, Environment Research Center, Department of Environmental Health Engineering, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

3.MSc Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Abstract

Background: PCE is a chlorinated aliphatic hydrocarbon which has been used in some industries. Industrial wastewaters polluted with PCE must be treated because of its possible carcinogenic effects. The aim of this study was to determine the PCE biodegradation potential in high concentration using Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR) that thus far has not been used for biodegradation of this compound.

Methods: An Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR) was used in the type of lab scale with volume of 10 L which was divided into four compartments for biological degradation PCE in synthetic substrate. Startup was done using of anaerobic digested sewage sludge. After startup, performance of the reactor was evaluated in biodegradation of PCE in concentration of 100 mg/L. Hydraulic retention time (HRT) was 32 hours.

Results: Optimum COD removal efficiency was obtained 98% with OLR equal to 3.1 g COD/L.d. Average COD removal for the whole activity period of reactor was 91.4%. For PCE removal, efficiency was observed 99.5%.

Conclusion: According to information obtained from this study, it can be stated that with AMBR, providing full-scale studies and using real industrial wastewater polluted with PCE can be takenas simple, efficient and reliable method for treatment of PCE, even in high concentration.

Keyword: Anaerobic Migrating Blanket Reactor (AMBR), Industrial wastewaters, Perchloroethylene