نشریه علوم و مهندسی جداسازی
دوره سوم، شماره اول، سال۱۳۹۰، صفحه ۷۱ تا ۶۹

Journal of Separation Science and Engineering
Vol. 3 , No. 1 , pp. 71-69

تصفیه فاضلاب های صنعتی آلوده به مواد نفتی با استفاده از بیوراکتورهای غشایی با جریان منقطع

سمیه عبداللهی[۱]، جعفرصادق مقدس[۲،*] ، داریوش مولا[۳]

۱. کارشناس ارشد مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی سهند تبریز
۲. دانشیارمرکزتحقیقات پدیده های انتقال،دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی سهند تبریز(Jafar.moghaddas@sut.ac.ir)
۳. استاد دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه شیراز

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:
دریافت ۱۷ شهریور ۱۳۸۹
دریافت پس از اصلاح ۲۴ بهمن ۱۳۸۹
پذیرش نهایی ۱۷ خرداد ۱۳۹۰

کلمات کلیدی:
بیوراکتور غشایی
میکروارگانیزم
آلاینده‌های نفتی
شوری بالا

چکیده

بیوراکتور غشایی (MBR) تلفیقی از یک سیستم بیوراکتور و یک سیستم غشایی است.بیوراکتور غشایی به علت برتری هایی که نسبت به روشهای مرسوم دارد در حال پیشرفت سریع در تصفیه فاضلاب هایی است که به کیفیت بالای جریان خروجی نیاز دارند. در این تحقیق میکروارگانیزم هایی که توانایی سازگاری با محیط فاضلاب شامل نفت و شوری بالارا داشتنداز نفت خام سنگین موجود در جنوب ایران جداسازی شدند و حذف آلایندهای نفتی توسط آنها بررسی گردید.سپس میکرواورگانیزم ها در مخزن یک بیوراکتور غشایی از نوع غوطه ور رشد یافتندو تصفیه فاضلاب آلوده به مواد نفتی با غلظت (۷۰۰-۳۰۰۰mg/l) COD و غلظت (۴۲۰۰-۱۴۰۰۰mg/l) MLSS بررسی گردید. نتایج بدست آمده نشان می دهد بیوراکتور غشایی موجود با توجه به نوع میکروارگانیزم های بکار رفته درآن و شرایط محیطی pH ۸-۶/۷، دمای محیط (۳۰-۲۸ درجه سانتیگراد)،شوری بالا (نزدیک به شوری آب دریا) و بازده حذف بین ٪۹۳-٪۸۰، در تصفیه فاضلاب نفتی بسیار موفق عمل کرده است.

* عهده دار مکاتبات

حقوق ناشر محفوظ است.

۱- مقدمه

وجود آلودگی های نفتی در آب و خاک باعث اثرات بسیار مضر زیست محیطی می شود، هر چند محیط زیست بویژه اکوسیستم دریایی نسبت به آلودگی های نفتی قابل انعطاف می‌باشد اما در دراز مدت اثرات مخرب آن کاملاً مشهود است. روشی که برای تصفیه این گونه فاضلاب ها بکار میرود باید امکان استفاده مجدد از آب را داشته باشد و از لحاظ هزینه و فضای اشغال‌شده نیزکارآمد باشد. فرایند بیوراکتور غشایی[1] از جمله روشهایی است که در چند سال اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است[۱،۲].

مطالعات آزمایشگاهی در رابطه با بیوراکتور غشایی از سال ۱۹۷۰ میلادی آغاز شده است. با توجه به سیاست های مختلف سازمان حفاظت محیط زیست انتظار می‌رود سیستم های بیوراکتور غشایی در آینده به طور گسترده‌تری مورد استفاده قرار گیرند [۳،۴]. این فناوری در تصفیه فاضلابهای مختلفی از جمله فاضلابهای شهری، بیمارستانی، پالایشگاه و پتروشیمی، صنایع رنگ و فاضلابهای صنعتی با غلظت بالا استفاده می‌شود [۵،۶]. از مهمترین خصوصیات فرایند بیوراکتور غشایی، فراورش در غلظت بالای ذرات سوسپانسیونی[2]، بالا بودن زمان ماند لجن[3]، کیفیت آب تولیدی، فضای کمتر، کم هزینه بودن، کاهش آلودگی و صرفه جویی در انرژی می باشد.این فرایند توانایی حذف بالایی از COD و BOD و همچنین احیای آب را داراست و فضای کوچکتری نسبت به فرایند لجن فعال مرسوم دارد[۹-۷]. با توجه به اینکه ذرات معلقدر مرحله ته نشینی کاملاً از بین نمی‌روند لذا جداسازی کامل ذرات و کنترل زمان ماند لجن (SRT) و زمان ماند هیدرولیکی لازم است. بنابراین کنترل بهینه توده میکروب ها و انعطاف پذیری در سیستم انجام می شود. بیوراکتورهای غشایی در شرایط زمان ماند بسیار بالا و بدون حضور موانع ته نشینی توانایی تولید غلظت بالایی از بیومس را در سیستم دارند. بدین ترتیب امکان تصفیه فاضلابهای قویتری ایجاد می شود و ضریب تولید بیومس کاهش می یابد[۱۰]. تراسل[4] و همکاران در بررسی اثر پارامترهای عملیاتی در کارایی بیوراکتورهای غشایی، نشان دادندگرفتگی غشا با افزایش نسبت F/M افزایش می یابد[۱۱]. هاو و سالومیر[5] نیز در این زمینه به بازده حذف بالایی از مواد آلی در شرایط زمان ماند مختلف دست یافتند [۱۲].

تصفیه فاضلاب های نفتی امولسیونی که از فراورده های نفتی تولید شده اند با روش های معمولی همچون ته نشینی، نیروی گریز از مرکز، بستر فیلتراسیونی و همانند آن سخت و مشکل ساز است. در نتیجه روش مناسب و بهینه و همچنین کاربرد همه جانبه ای برای فاضلاب های مورد نظر بیوراکتور غشایی می باشد [۱۳]. بیوراکتورهای غشایی بطور گسترده در فاضلاب های خانگی و شهری بررسی شده اند، اما تحقیقات کمی راجع به تصفیه فاضلابهای نفتی خصوصا در فاضلابهای نفتی دارای مقاومت بالا همراه دیگر ترکیبات آلی توسط بیوراکتور غشایی صورت گرفته است.مطالعه‌ای در زمینه تصفیه فاضلاب پالایشگاه با استفاده از بیوراکتور غشایی در شرایط شار ثابت نشان داد بیوراکتور غشایی بکار رفته توانایی حذف بالایی از فنول را دارد [۱۴]. هر چند مطالعاتی در زمینه جداسازی میکرواورگانیزم ها و رشد آنها دربیوراکتور غشایی انجام شده است [۱۵،۱۶] اما کمتر در زمینه بکارگیری بیوراکتور غشایی در تصفیه فاضلابهای با شوری بالا تحقیق شده است.

در این تحقیق از بیوراکتور غشایی جهت تصفیه فاضلابهای صنعتی شامل آلاینده های نفتی استفاده شد که شامل غلظت بالایی از هیدروکربن ها بود و شوری بالایی داشت. در این تحقیق هدف، تهیه و جداسازی میکروارگانیسم های مصرف کننده ترکیبات نفتی از مناطق نفت خیز جنوب کشورو سپس بررسی عملکرد دستگاه بیوراکتور غشایی جهت تصفیه فاضلاب نفتی با شوری بالا در سیستم ناپیوسته بود. میکرواورگانیزم ها در دوره های متوالی توسط محیط کشت مناسب رشد یافتند و اثر خوراک و میزان فروپاشی آنها بررسی گردید.بعد از ورود به بیوراکتوراثر پارامترهای مختلف مانند غلظت نفت، غلظت نمک، زمان ماند و فشار بر روی راندمان هضم بیولوژیکی نیزبررسی شد.

1- MBR: membrane Bioreactor
2- MLSS: Mixed Liquor Suspended Solids
3- SRT: Solid Retention Time
4- Trussell
5-How andsalwomir

۲- مواد و روشها

۲-۱- جداسازی میکروارگانیزم های مناسب

در مطالعه ای بر روی تجزیه بیولوژیک فاضلاب های تولیدی درمناطق نفت خیز جنوب کشور، تعدادی از میکروارگانیزم ها شناسایی شدند که قادر به مصرف نفت خام به صورت محلولدر آب و یا به صورت قطرات ریز بودند.میکروب های موجود در نمونه های مورد نظر قدرت تجزیه بیولوژیکی بالایی جهت حذف آلاینده های نفتی موجود در آب داشتند. پس از شناسایی و تهیه باکتری های مورد نظر میکروب های مقاوم در برابر آلودگی های نفتی جداسازی می شوند.

نتایج بررسی نشان می دهد سویه های باکتریایی شناسایی شده نفت خوار بوده و تولید کننده بیوسورفاکتانت هستند. لذا از یک محیط مغزی همراه با یک ماده هیدروکربنی با ساختار پیچیده (پارافین) استفاده شد و رشد میکروب ها بر روی آن بررسی گردید. بدین ترتیب باکتری هایی که قادر به سازگاری با محیط موجود بودند شناسایی و جداسازی شدند و در مراحل بعد تقویت شده و رشد یافتند. در جدول ۱ ترکیب محیط معدنی ذکر شده است. حجم اینمحلول در هر بطری در حدود ۱۰۰cc بود. به هر یک در حدود ۵ گرم نمونه جامد اضافه شد. سپس بطریها به مدت یک هفته در شیکر انکوباتور با دمای ۵۰-۴۰ درجه سانتی گراد و دور ۲۰۰-۱۸۰ در دقیقه قرار گرفتند.

ترکیباتی همچون پارافین ترکیبات پیچیده و سنگینی هستند که در نفت خام نیز وجود دارند. زمانی که این ترکیبات به عنوان تنها منبع هیدروکربنی جهت مصرف میکروارگانیزم ها وجود داشته باشند، تنها میکروارگانیزم هایی زنده می مانند که قادر به مصرف و تجزیه این ترکیبات هستند. از اینرو در بطریهایی که تغییر رنگ مشاهده شد نشان دهنده میزان رشد و عملکرد باکتری ها بود. پس از یک هفته مجددا محلول جدیدی از محیط معدنی تهیه شد و در بطریهای استریل شده به میزان ۱۰۰cc ریخته شد. سپس به هر کدام از بطریها مقداری از محلول هفته قبل اضافه گردید. باکتری ها در این مرحله نیز رشد یافتند و میکروارگانیزم هایی که قدرت حذف بیشتری داشتند و همچنین سازگار با شرایط فاضلاب بودند باقی ماندند. این مراحل به مدت چند هفته ادامه یافت، بدین ترتیب باکتری ها به تدریج خالص سازی و غربال شدند. باکتری‌های جداسازی‌شده ترکیبی از باکتری‌های سودوموناس، *Enterobacter cloacae*، *Enterobactersakazakii*، و همگی گرم منفی بودند.

جدول (۱) ترکیب محیط معدنی

ترکیب محیط معدنی	مقادیر (گرم در لیتر)
K_2HPO_4	۱/۸
KH_2PO_4	۱/۲
NaCl	۰/۱
NH_4Cl	۴
$MgSO_4.7H_2O$	۰/۲
$FeSO_4.7H_2O$	۰/۰۱
Viscous paraffin	۱۰
Tween 80	۱

۲-۲- محیط رشد باکتری ها

باکتری ها برای رشد و ادامه حیات خود نیاز به یک محیط مغذی دارند. این محیط مغذی باعث بقاء باکتری ها و توانا ساختن آنها در حذف ترکیبات هیدروکربنی می شود. محیط های بسیار غنی در بازار موجودند که قادرند باکتری ها را در مدت زمان بیشتری نگه داری کنند و مانع از ضعیف شدن آنها شوند. از آنجا که این محیط ها هزینه بالایی دارند در محیط های صنعتی نمی توان از آنها استفاده کرد. بنابراین پس از اینکه کشت اولیه باکتری در این محیط های بسیار غنی صورت گرفت، در تست های بعدی باکتری ها در محیط هایی شامل محلول نمک های معدنی کشت داده شدند که بسیار ضعیف تر از محیط های غنی بودند.در این شرایط باکتری مجبور به استفاده از ترکیبات هیدروکربنی به عنوان تنها غذای موجود بود.

محلول نمک معدنی sectionA شامل: KH_2PO_4 ۲/۷ g, K_2HPO_4 ۱۳/۹ g, $NaNO_3$ ۱/۰ g, NaCl ۱/۰g, yeast extract ۰/۵ g ، در یک لیتر، محلول نمک معدنی section B شامل $(NH_4)_2SO_4$, ۱۰ g در یک لیتر ،

محلول نمک معدنی sectionC شامل : $MgSO_4.7H_2O$ ۲/۵ g در یک لیتر، محلول نمک معدنی section D شامل : EDTA ۰/۵ g, $MnSO_4.H_2O$ ۳ g, NaCl ۱/۰g, $ZnSO_4.7H_2O$ ۰/۱ g, $CuSO_4.5H_2O$ ۰/۰۱ g, $FeSO_4.7H_2O$ ۱/۰ g, $AlK(SO_4)_2$ ۰/۰۱g, $CaCl_2.2H_2O$ ۰/۱ g, $Na_2MoO_4.2H_2O$ ۰/۰۱ g, $NiCl_2.6H_2O$ ۰/۰۰۳g, H_3BO_3 ۰/۰۱ g دریک لیتر بود.

محلول sectionA اتوکلاو و پس از سرد شدن استفاده شد. اما از آنجا که محلول های section B,C,D در صورت اتوکلاو شدن رسوب ایجاد می نمایند، لذا این محلول ها فیلتر شدند.

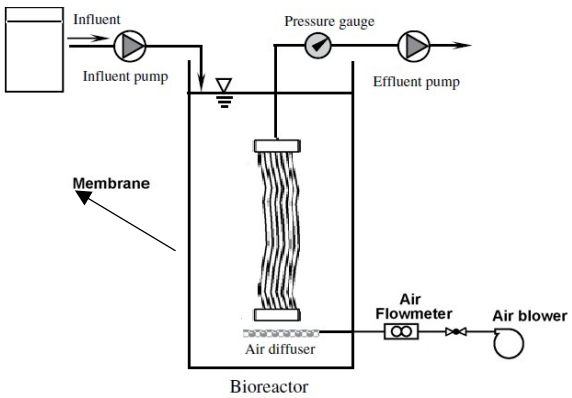
۲-۳- اثر pH و شوری بر تجزیه بیولوژیک نفت خام

باکتری ها علاوه بر نیاز غذایی برای ساخت سلولی و انرژی به شرایط محیطی، فیزیکی و شیمیایی خاصی برای رشد نیاز دارند. طراحی و بهره برداری از سیستم تصفیه بیولوژیکی باید شامل شرایط بهینه pH باشد که باکتری برای رشد مناسب به آن نیازمند است.بدین منظور شرایط محیطی pH بررسی گردید. در این بررسی ۶ نمونه تهیه شد که در هر کدام ۹۷cc محلول نمک معدنی section A و از محلول های section B, C, D هر کدام ۱cc، در ظرف ها ریخته شد. در ادامه به هر کدام ۱cc باکتری نیز اضافه گردید. پس از تهیه این محلولgr ۵/. نفت نیز به آنها اضافه شد. نمونه ها به ترتیب در pH،۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰،۹ تنظیم گردید و به مدت ۴۲ روز در شیکر انکوباتور قرار داده شد.

با توجه به اینکه در این تحقیق مطالعات میکروبی در محیطی شبیه به آب دریا انجام شده است، لذا میزان تحمل شوری نیز بررسی گردید. باکتری هایی که می توانند این میزان شوری را تحمل کنند و به حیات خود ادامه دهند به هالوفیل هامشهورند و در ادامه مطالعات میکروبی از آنها استفاده شده است. در این بررسی ۶ نمونه تهیه شد که در هر کدام ۹۷cc محلول نمک معدنی section A و از محلول های section B, C, D هر کدام ۱cc، در ظرف ها ریخته شد. در ادامه به هر کدام ۱cc باکتری نیز اضافه گردید. پس از تهیه این محلولgr ۵/. نفت نیز به آنها اضافه شد. میزان نمک در آنها به ترتیب ۱، ۲/۵، ۵، ۱۲/۵،۷،۱۰/۵ گرم تنظیم گردید و به مدت ۴۲ روز در شیکر انکوباتور قرار داده شد. دما در ۳۰ درجه سانتی گراد، pH=۷ ,MLSS=۴۰۰۰ تنظیم شد.

۲-۴- بیوراکتور غشایی

در این تحقیق عملیات تصفیه فاضلاب نفتی با استفاده از یک بیوراکتور غشایی غوطه ور با شار تراوایی ثابت انجام شده است. شکل ۱ طرح شماتیک سیستم بیوراکتور غشایی را نشان می دهد. این سیستم شامل یک مدول غشایی الیاف توخالی میکروفیلتراسیون از جنس پلی پروپیلن با حفره های ۲/. میکرون بود که در درون بیوراکتور غوطه ور شد. در ته این بیوراکتور یک دیفیوزر هوا تعبیه شد که اکسیژن مورد نیاز سیستم را فراهم می ساخت و باعث ایجاد تلاطم در سطح غشا می شد. حجم موثر تانک ۱۰۰ لیتر بود که میکرواورگانیزمها در آن کشت داده شدند. در مراحل مختلف انجام آزمایش،دمای سیستم در ۳۰ درجه سانتی گراد و فشار داخل غشا در حدود ۵/ . بار نگه داشته شد.



شکل (۱): طرح شماتیک سیستم بیوراکتور غشایی غوطه ور

۲-۵- شرایط عملیاتی

جهت بررسی عملکرد بیوراکتور غشایی در حذف آلاینده های نفتی، در هر مرحله از آزمایش سیستم در معرض بار آلودگی قرار گرفتکه این پارامتر توسط COD اندازه گیری شد و در مراحل مختلف CODسیستم افزایش یافت.به منظور اندازه گیری COD نمونه ها، در این آزمایش از روش Closed titrametric method reflux استفاده شد. اندازه گیری کل کربن آلی (TOC) نیز توسط روشSt. Method 5310B انجام گردید و pH نمونه ها با استفاده از pH سنج مدل PC510 اندازه گیری شد. آزمایش ها در ۴ مرحله و در هر مرحله به مدت ۱۰ روز انجام شد. برای بررسی توانایی سیستم در حذف آلاینده نفتی،COD سیستم بصورت پله های افزایش یافت تا بتوان نرخ تغییرات را دقیق تر محاسبه کرد. جدول ۲ شرایط عملیاتی و نتایج بدست آمده از مراحل مختلف آزمایش را نشان می دهد. برای هر مرحله زمان بهینه برای تجزیه آلاینده ها محاسبه شد. در ابتدای هر مرحله از آزمایش، غلظت ذرات سوسپانسیونی نیز اندازه گیری شد. افزایش غلظت ذرات سوسپانسیونی در هر مرحله نسبت به مرحله قبل به افزایش راندمان سیستم کمک می کند.در این سیستم غلظت ذرات سوسپانسیونی بتدریج تا ۱۴گرم بر لیتر افزایش یافته است.

جهت نتیجه گیری بهتر سیستم و رسیدن به شرایط پایدار، غلظت میکرواورگانیزم ها در سیستم تنظیم گردید.

جدول (۲) شرایط عملیاتی سیستم بیوراکتور غشایی طی چهار مرحله آزمایش

Stage	COD (mg/l)	HRT (hr)	MLSS (mg/l)	Removal efficiency (%)
۱	۷۰۰	۱۲	۴۲۰۰	۹۸/۳۳
۲	۱۳۵۰	۱۶	۶۹۰۰	۹۶
۳	۲۲۰۰	۲۱	۱۰۲۰۰	۹۴/۲۸
۴	۳۱۴۰	۲۴	۱۴۰۰۰	۹۲/۹۴

بدین منظور در زمان های لازم لجن مازاد از انتهای مخزن خارج شدو به سیستم مواد مغذی مورد نیاز شامل ترکیبات محلول نمک معدنی وترکیبات نیتراتی و فسفاتی با نسبت های ارائه شده در محیط رشد باکتری ها اضافه شد.

۳- نتایج و بحث

پس از آنکه تست های آزمایشگاهی جهت تجزیه بیولوژیک آلاینده های نفتی انجام شد، توانایی میکرواورگانیزم های جداسازی شده در تجزیه نفت خام در شرایط حدیpH و شوری بالا بررسی گردید، بررسی نمونه ها پس از ۴۲ روز نشان داد pH بین ۸-۶ شرایط بهینه برای حذف نفت توسط باکتری های موجود است. در جدول ۳ اثر شرایط محیطی pH در حذف نفت نشان داده شده است.نتایج بدست آمده در جدول ۴ نشان داد نمونه های با شوری کمتر (۱٪, ۲/۵٪) میزان فروپاشی بسیار مناسبی دارند.بنابراین باکتری های استخراج شده توانایی بسیار خوبی در تحمل شوری دارند و می توان از آنها در تصفیه فاضلاب های شامل آلاینده های نفتی با شوری بالا استفاده نمود.

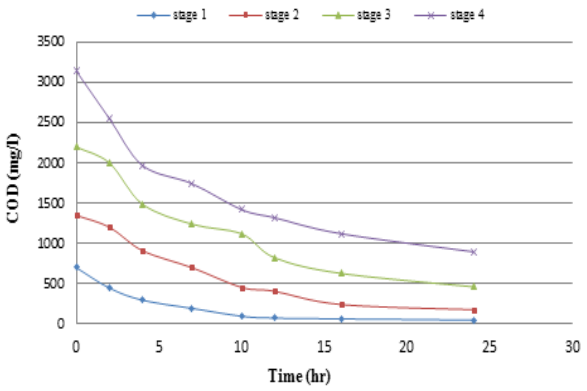
جدول(۳) : اثر شرایط محیطیpHدر حذف نفت پس از ۴۲ روز

Oil removal efficiency	Oil concentration	PH
٪۵۲/۷۹	٪۰/۵	۴
٪۶۳	٪۰/۵	۵
٪۷۹/۶	٪۰/۵	۶
٪۷۳/۲۴	٪۰/۵	۸
٪۶۱/۸۹	٪۰/۵	۹
٪۵۳/۹۱	٪۰/۵	۱۰

جدول (۴) : بررسی میزان تحمل شوری پس از ۴۲ روز

Oil removal efficiency	Oil concentration	Salinity
۶۸ ٪	۰/۵ ٪	۱ ٪
۶۲/۵۱ ٪	۰/۵ ٪	۲/۵ ٪
۵۶ ٪	۰/۵ ٪	۵ ٪
۵۰/۷۲ ٪	۰/۵ ٪	۷/۵ ٪
۴۳/۶۹ ٪	۰/۵ ٪	۱۰ ٪
۳۵/۸۵ ٪	۰/۵ ٪	۱۲/۵ ٪

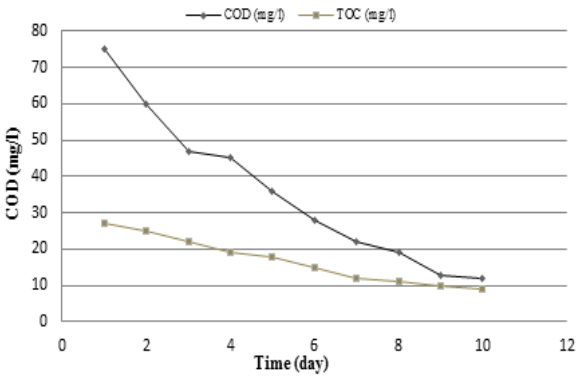
پس از بررسی شرایط محیطی،دستگاه بیوراکتور غشایی راه اندازی شد و میکرواورگانیزم های تهیه شده در بیوراکتور رشد داده شدند تا به حد لازم دست یابند.سیستم بیوراکتور غشایی موجود طی چهار مرحله در معرض بار آلودگی قرار گرفت. در هر مرحله نسبت به مرحله قبل بار آلودگی افزایش داده شد و میزان حذف آلاینده بررسی گردید.در هر مرحله از آزمایش ابتدا سیستم به غلظت و COD اولیه رسانده شد. سپس طی ۲۴ ساعت CODسیستم اندازه گیری شد و نمودار غلظت بر حسب زمان رسم گردید. در شکل ۲ میزان حذف ترکیبات نفتی در مخزن بیوراکتور برای ۴ مرحله نشان داده شده است. بار آلودگی بتدریج کاهش یافت تا اینکه پس از مدت زمان (۲۴,۲۱،۱۶،۱۲ساعت) به ترتیب برای هر مرحله، سیستم به کمترین میزان تغییرات خود نزدیک شد و به شرایط پایدار رسید. مدت زمان های بدست آمده به عنوان زمان واکنش در نظر گرفته شد.



شکل (۲) : تغییرات CODفاضلاب درون بیوراکتور نسبت به زمان

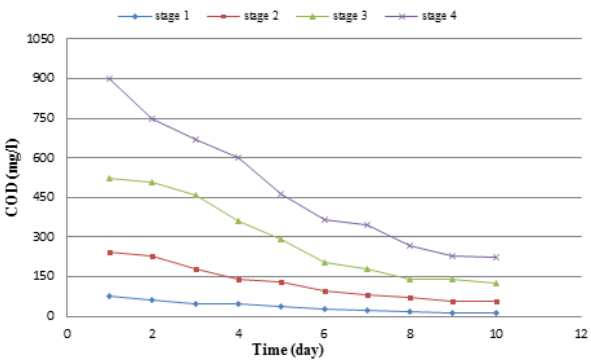
شکل ۳ تغییرات غلظت COD و TOC جریان خروجی سیستم نسبت به زمان طی ۱۰ روز اول آزمایش را نشان می دهد. طی هر مرحله از آزمایش، مقدار COD جریان ورودی

برای هر ۱۰ روز یکسان بود. نتایج نشان داد CODجریان خروجی در هر روز نسبت به روز گذشته کاهش قابل توجهی داشته است، این روند کاهشی ادامه یافت تا اینکه در روزهای آخر سیستم به شرایط پایدار نزدیک شد.



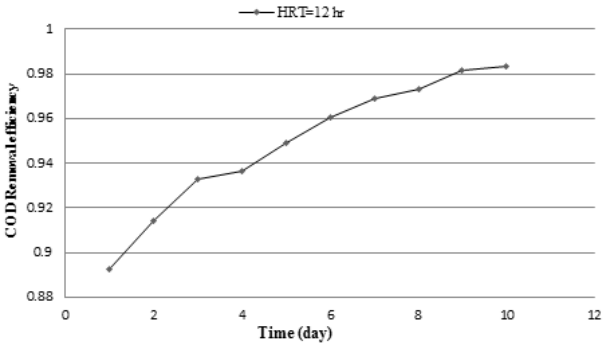
شکل (۳) : تغییرات COD و TOCجریان خروجی طی ۱۰ روز اول

همان طور که در شکل ۴ آمده است، عملیات بیوراکتور غشایی به مدت ۱۰ روز برای هر مرحله از آزمایش انجام گردید و در زمان واکنش های تعیین شده غلظت CODجریان خروجی[1] اندازه گیری شد. مقایسه این منحنی ها نشان می دهد منحنی مرحله اول که مقدار CODکمتری دارد با شیب تقریباً ثابت و کندی کاهشیافته است وراندمان حذف بالای ۹۸ درصد نشان می دهد عملکرد سیستم به شرایط پایدار و بسیار خوبی رسیده است.در حالیکه منحنی مرحله دوم در ابتدا با شیب تندی کاهش یافته اما بعد از روز پنجم به شرایط پایدار نزدیک شده است.منحنی مرحله سوم و چهارم تا روز پنجم با شیب تند و سپس با شیب کند کاهش یافته است. با وجود بالابودن غلظت فاضلاب ورودی درمرحله چهارم، سیستم بیوراکتورغشایی توانسته است درطی ۱۰ روز به میزان قابل توجه غلظت آلاینده را کاهش دهد.



شکل (۴): تغییرات COD فاضلاب خروجی نسبت به زمان در طی ۱۰روز

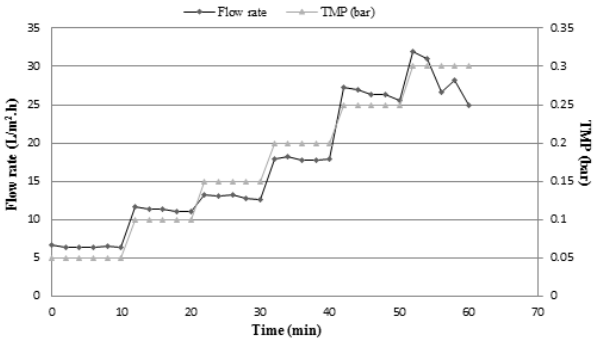
راندمان حذف بالای ۹۲ درصد با وجود غلظت ۳۱۴۰mg/l ماده نفتی میتواندگویای عملکرد مناسب سیستم درتصفیه فاضلاب باشد.درشکل ۵ تغییرات راندمان سیستم طی۱۰ روز اول نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد هر چند میزان کیفیت جریان خروجی بدلیل افزایش بار آلودگی کاهش یافته است اما میزان حذف ترکیبات نفتی در حد قابل قبولی بالاست.



شکل (۵) : تغییرات راندمان سیستم طی ۱۰ روز اول

فلاکس بحرانی از جمله مفاهیم مهم در مبحث بیوراکتورهای غشایی است. بر اساس تعریف با افزایش فشار اعمال شده بر غشا، میزان فلاکس جریان تراوش یافته و نرخ جریان افزایش می یابد. در فشار خاصی میزان گرفتگی غشا افزایش می یابد به طوریکه از عمر مفید غشا به شدت کاسته شده و عملکرد غشا پس از مدت زمان کوتاهی دچار افت شدید می شود. در مقادیر کمتراز فلاکس و فشار بحرانی، میزان گرفتگی غشا بسیار ناچیز خواهد بود و توسط استفاده از روش های شستشوی مناسب، عمر مفید غشا بیشتر خواهد بود [۱۷]. برای اندازه گیری فلاکس بحرانی،فشار بصورت پله ای افزایش داده شد و میزان فلاکس اندازه گیری گردید. در فشار خاصی که تغییرات فلاکس یا نرخ جریان تراوش یافته از غشا، بصورت غیر خطی شد نقطه آغاز شرایط بحرانی در نظر گرفته شد. در شکل۶ نتایج اندازه گیری فلاکس بحرانی در مرحله چهارم، نشان داده شده است. با توجه به غلظت فاضلاب در این مرحله، پدیده فلاکس بحرانی در فشار ۰/۳-۰/۲۵ بار رخ داده است.

1-Permeate



شکل (۶) : اندازه گیری فلاکس بحرانی در مرحله چهارم

۴- نتیجه گیری

مطالعات میکروبی نمونه خاک های مناطق نفت خیزجنوب نشان داد باکتری های استخراج شده، قدرت تجزیه بیولوژیکی بالایی جهت حذف آلاینده های نفتی موجود در آب دارند. میکروارگانیزم های موجود در شرایط شوری بالا مقاومت بسیار خوبی از خود نشان دادند.از سویه های باکتری های موجود در این تحقیق، می توان جهت بررسی تصفیه آب سازند و همچنین بررسی تصفیه فاضلاب نفتی پالایشگاه ها استفاده کرد.سیستم بیوراکتور غشایی موجود در مقایسه با فرایند لجن فعال مرسوم نرخ بارگذاری بالاتری دارد، لجن کمتری تولید کرده است و فضای کمتری نیز اشغال نموده است. در این سیستم امکان رشد میکرواورگانیزم های خاص وجود دارد،توانایی بسیار عالی در تصفیه فاضلاب نفتی با معیار CODو TOCرا دارد و می توان فاضلاب های دارای شرایط حدی دما و pH و غیره را در آن تصفیه نمود. این بیوراکتور غشایی،فاضلاب نفتی با غلظت بیش از ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر را در شرایط شوری آب دریا تصفیه نموده است و می تواند جایگزین مناسبی برای سیستم های لجن فعال مرسوم باشد.

بیوراکتورهای غشایی از توانایی جداسازی توسط غشا، برای رفع مشکل جداسازی بیومس در فرایند لجن فعال استفاده میکنند.غشاهای الیاف توخالی که در سیستم غوطه ور استفاده می شوند چگالی بالا و هزینه پایینی دارند و در بیشتر غشاها و شارهای پایین امکان استفاده از آنها وجود دارد. در این تحقیق مقدار بهینه ای برای فلاکس بحرانی بدست آمد. در مقادیر کمتر از فلاکس بحرانی گرفتگی غشا ناچیز است و نیازی به شستشو و سایر روشهای کنترل گرفتگی نمی‌باشد. همچنین در شرایط فلاکس ثابت سیستم عملکرد بهتری دارد.

مراجع

[1] S. T. Orszulik, (1997), “Environmental Technology in the Oil Industry”, *Hampshire: Springer*, 2nd ed.,

[2] Simon Judd, (2006), “The MBR Book Principals and Applications of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment”, *Oxford: Elsevier*.

[3]Cicek, N., (2003), “A Review of Membrane Bioreactors and their potential Application in the Treatment ofAgricultural Wastewater”, Can.Biosyst.Eng.Vol.45, 6.37-6.46.

[4]Visvanathan, C., (2000), “Membrane Separation Bioreactors for Wastewater Treatment”, Crit. Rev. *Environ. Sci. Technol.*, 30, 1-48.

[5] Sutton, P.M., (2002), “Membrane Bioreactor Industrial and Municipal Wastewater Application: Long term Operating Experience”, in: proceedings of WEF 75th Annual Conference and Exposition, Chicago, IL,

[6] X. zheng, Y. zhou, sh. Chen, et al., (2009), “Survey of MBR market: Trends and perspectives in China”, *Desalination*, 1-3.

[7]J.A. Gil, L.T, A. Rueda, B. Monta?o, M. Rodr?guez, D. Prats, (2009), “Monitoring and analysis of the energy cost of an MBR”, *Desalination*, 1-4.

[8]Visvanathan, C, (2000), “Membrane Separation Bioreactors for Wastewater Treatment”, Crit. Rev. *Environ. Sci. Technol.*, 30, 1-48.

[9]Th. Wozniak, (2009), “MBR design and operation using MPE-technology (Membrane Performance Enhancer)”, *Desalination*, 1-6.

[10] M.E. Hernandez Rojas, R. Van Kaam, S. Schetrite, C. Albasi, (2005), “Role and variations of supernatant compounds in submerged membrane bioreactor fouling”, *Desalination*, 179, 95–107.

[11] R.S. Trussell, R.P. Meerlo, S.W. Hermanowicz and D. Jenkins, (2006), “The effect of organic loading on process performance and membrane fouling in a submerged membrane bioreactor treating municipal wastewater”, *WaterResearch*, 40, 2675–2683.

[12] Y.N. How and W.H. Salwomir, (2005), “Membrane bioreactor operation at short solids retention times: performance and biomass characteristics”, *Water Research*, 39 (6), 981–992.

[13]F.Menga, S.R.Chae, A.Drews,et al., (2009),“Recent advances in membrane bioreactors (MBRs): Membrane fouling and membrane material”, *Water Research*, 43, 1490–1512.

[14] Aline F. Viero, Thain´a M. de Melo, Ana Paula R. Torres, et al., (2008),“The effects of long-termfeeding of high organic loading in a submergedmembrane bioreactor treating oil refinerywastewater”,*Journal of Membrane Science*, 319, 223–230.

[15] P.C. Sridang, A. Pottier, C. Wisniewski, A. Grasmick, (2008), “Performance and microbialsurveying insubmerged membrane bioreactor for seafood processing wastewatertreatment”, *Journal of Membrane Science*, 317, 43–49.

[16] M.J. Sharrer, Y. Tal, D. Ferrier, J.A. Hankins, S.T. Summerfelt, (2007), “Membrane biologicalreactor

[17] Sondhi, R., Lin, Y. S., & Alvarez, F. (2000), "Cross flow filtration of chromium hydroxide suspension by ceramic membranes: fouling and its minimization by backpulsing", *Journal of Membrane Science*, 174, 111-122.

treatment of a saline backwash flow from a recirculating aquaculturesystem", *Aquac. Eng*. 36, 159–176.

Treatment of Oil Polluted Industrial Wastewater in a Sequence Batch Membrane Bioreactor

S. Abdollahi[1], J.S. Moghaddas[2], D. Mowla[3]

1- M.Sc. of Chemical Engineering, Sahand University of Technology.
2- Associate Professor of Transport Phenomena Research Centre, Chemical Engineering Faculty, Sahand University of Technology.
3- Professor of Chemical Engineering, Shiraz University.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 8 September 2010
Received in revised form 13 Feb. 2011
Accepted 12 June 2011

Key words:

Membrane Bioreactor
microorganism
oily pollutants
high salinity

ABSTRACT

Membrane bioreactor (MBR) is a combination of one bioreactor system and one membrane system. Membrane bioreactors (MBR) have been widely used in wastewater treatment that requires high effluent quality, due to their important advantages over traditional technologies. In this research, the microorganisms with the ability to withstand in an environment with high salinity and oil were isolated from heavy crude oil in the south of Iran and biodegradation of oil pollutants studied. The adapted bacteria were cultivated later in the feed tank of a submerged hollow fiber MBR and biodegradation of oil polluted industrial wastewater with COD concentration of (700-3000mg/l) and MLSS concentration (4200–14000mg/l) have been studied.

The obtained results suggested that the existing membrane bioreactor have high performance in crude oil contaminated wastewater treatment, considering its microorganisms, environmental conditions (pH=6.7-8), temperature (28-30°C), high salinity (close to sea's level) and removal efficiency (80-93%).

All right reserved.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.