حذف رسوبات کف مخازن نفت خام با استفاده از کنسرسیوم باکتریایی موجود در پساب پالایشگاه نفت کرمانشاه

علی مهرکاشی [1]، فرهاد سلیمی*[1]، سرور صادقی[2]

[1] گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی مهندسی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

[2] گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

دریافت: 96/2/31 پذیرش: 97/5/20

چکیده

ذخیره و نگهداری نفت خام در مخازن پالایشگاه‌ها سبب می‌شود با گذشت زمان، مقدار زیادی لجن متراکم و نسبتاً جامد در کف مخازن تشکیل شده که حاوی مقادیر زیادی فلزات و هیدروکربن‌های نفتی هستند که سبب خوردگی کف این مخازن می‌شوند. این لجن برای محیط‌زیست بسیار خطرناک هستند و باید پیش از تخلیه به محیط‌زیست بطور کامل تصفیه شوند. در این مقاله از کنسرسیوم باکتریایی موجود در پساب پالایشگاه کرمانشاه برای تصفیه لجن نفتی ته مخازن استفاده شد. جهت کشت باکتری‌ها از محیط کشت براث استفاده شد. تأثیر دما، pH، غلظت لجن نفتی، یون فسفات، زمان ماند و رطوبت بر عملکرد فرایند تجزیه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که میکروارگانیسم‌ها در pH نزدیک به خنثی (7/5) بیشترین کارایی را دارند و دمای 30 درجه دمای بهینه برای فرایند است. همچنین افزایش یون فسفات و کاهش رطوبت باعث کاهش فرایند حذف هیدروکربن‌ها می‌شوند.

کلمات کلیدی: کنسرسیوم باکتریایی، مخازن نفت خام، لجن، هیدروکربن‌های نفتی

1- مقدمه

هرگونه ماده غیر قابل پیش‌بینی که به محیط‌زیست آزاد گردد، به عنوان آلاینده تلقی می‌شود. این آلودگی می‌تواند در اثر فعالیت‌های بشری و یا فعالیت‌های طبیعی، از جمله آتشفشان‌ها باشد[1]. ذخیره و نگهداری نفت خام در مخازن پالایشگاه‌ها سبب می‌شود به مرور زمان، مقدار زیادی لجن متراکم و نسبتاً جامد در کف مخازن تشکیل شود. این لجن حاوی مقادیر زیادی فلزات و هیدروکربن‌های نفتی است که سبب خوردگی

*Email:f.salimi@iauksh.ac.ir

کف مخازن نفت می‌شـوند که به تبع آن باعث نشت مواد نفتی به داخل زمین و آلودی خاک و منابع آب‌های زیر زمینی می‌باشـد[2, 3]. آزاد سازی این مواد در محیطزیست و یا سوزاندن آن‌ها بدون فرآوری قبلی اثرات خطرناکی بر محیطزیسـت و سـلامت انسـان می‌گذارد. بنابراین امروزه مطالعه بر روی تصـفیه آلودگی‌های شیمیایی ضروری است و دولت‌ها تلاش‌های بسیاری را در این زمینه انجام می‌دهند[1, 4]. در سال‌های اخیر تحقیقـات زیـادی برای یـافتن روش‌هـای مؤثر جهـت حـذف آلودگی‌هـای نفتی مـانند روش‌های فیزیکی و شـیمیایی و بیولوژیکی انجام شـده اسـت. روش‌های فیزیکی و شـیمیایی همچون سـوزاندن، پیرولیز و اکسـیداسـیون شـیمیایی جهت تصـفیه لجن‌های کف مخازن ذخیره نفت وجود دارد که در اغلب موارد این فرایندها ناکارآمد و غیر اقتصـادی هسـتند. بنابراین جهت دسـت یابی به استانداردهای سخت‌گیرانه امروزی لازم اسـت تا به‌طور موثرتری این مواد تصـفیه شوند[5]. از این‌رو تصفیه بیولوژیکی توجهات زیادی را به خود جلب کرده است[6-8].

تصـفیه بیولوژیکی فرآیندی اسـت که در آن از آنزیم‌های تولید شـده توسـط میکروارگانیسم‌ها با مصرف مواد آلی انرژی مورد نیاز جهت سـوخت و سـاز و سنتز مولکولی خود را فراهم می‌کنند. مواد آلی می‌توانند به‌طور هوازی و یا بی‌هوازی تجزیه شـوند. بنابراین اصـول تصـفیه در این فرآیند بر مصـرف مواد آلی توسـط میکروارگانیسـم‌ها و به خصـوص باکتری‌ها اسـتوار اسـت، از این رو در این فرآیند برای پیشـبرد روند تصفیه، ضـروری اسـت که تمامی شـرایط برای رشـد و تکثیر هر چه بهتر آن‌ها فراهم گردد. با این وجود هیچ میکروارگانیسـمی به تنهایی قادر به تجزیه کامل نفت خام نیسـت[9, 10]. اندازه‌گیری و بهینه‌سـازی رشـد میکروارگـانیسـم‌ها جهت تجزیه هیدروکربن‌های موجود در خاک‌های آلوده به مواد نفتی توسـط غلامی و همکارانش بررسـی شـد[11]. چهار میکروارگانیسـم از خاک آلوده به لجن نفتی جداسازی شد که با آزمایش غربال کردن، مشـخص شـد تنها یکی ازآن‌ها به نام پسـودوموناس توانایی رشـد در محیط‌های مایع با منبع هیدروکربنی را دارا اسـت. در نتیجه به بهینه‌سازی رشد پسودوموناس درغلظت‌های مختلف محیط مایع لجن نفتی، درشـرایط مختلف نظیردما و pH پرداخته شـد. در نهایت بهترین نتیجه در دمای 35 درجه سانتیگراد، غلظت 2 درصد لجن نفتی و pH= 6 بدست آمد. لویس و همکارانش ترکیبی از میکروارگانیسم‌ها (سه باکتری و یـک مخمر) را برای تجزیـه نفـت خـام ته مخازن اسـتفاده کردند[3]. نتایج کار آن‌ها نشـان داد که این میکروارگانیسـم‌ها توانایی تجزیه آلکان‌های خطی را تا 100 درصـد، تجزیه سـیکلوآلکان‌ها را 85 درصـد، آلکن‌های شاخه دار تا 44 درصد و ترکیبات آروماتیکی سولفوردار را تا 35 درصد دارند. کولیوند و همکارانش از میکرورگـانیسـم‌هـا برای تجزیـه مواد نفتی تـه مخـازن اسـتفـاده کردنـد[12]. از نسـبت‌های متفاوت میکروارگانیسـم‌ها به لجن نفتی استفاده شد و نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که بهترین نسبت، نسبت 8 به 1 می‌باشـد که در آن حدود 80 درصد هیدروکربن‌ها حذف شدند. تأثیر دما، غلظت لجن نفتی و شوری بر روی فرایند بیولوژیکی حذف نفت خام ته مخازن توسط زکری و همکارانش بررسی شد[13]. نتایج کار آن‌ها نشان داد که با افزایش دما مقدار حذف مواد نفتی افزایش می‌یابد. اما با افزایش شـوری ابتدا مقدار حذف افزایش و سـپس کاهش می‌یابد بنابراین یک مقدار بهینه برای مقدار شـوری وجود دارد و با افزایش غلظت مواد نفتی درصد حذف کاهش می‌یابد.

هدف از این مطالعه تصفیه لجن ته مخازن نفتی با استفاده از میکروارگانیسم‌های موجود در پساب پالایشگاه کرمانشاه می‌باشد. استفاده از میکروارگانیسم‌های بومی باعث افزایش کارایی آن‌ها در شرایط محیطی کرمانشاه خواهد شد. لجن نفتی و پساب از پالایشگاه کرمانشاه تهیه شد و اثر پارامترهای مختلف مانند درصد مواد نفتی در رسوب مخازن، دما، pH، مزاحمت یون فسفات، زمان ماند و رطوبت بر عملکرد فرایند تجزیه مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت شرایط بهینه جهت حذف لجن‌های نفتی گزارش شد.

2- روش کار

2-1- کشت میکروارگانیسم‌ها

بدون شک مهم‌ترین و وسیع‌ترین حجم میکروارگانیسم‌های نفت‌خوار در هر مجتمع نفتی را می‌توان در واحد پساب صنعتی آن مشاهده کرد، بنابراین در این آزمایش از کنسرسیوم باکتری‌های موجود در واحد پساب پالایشگاه کرمانشاه استفاده شد.

در این روش ابتدا به یک میلی‌لیتر از پساب در یک لوله آزمایش، 9 میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و جهت همگن شدن آن از دستگاه میکسر ورتکس[1] استفاده شد. در مرحله بعد دوباره یک میلی‌لیتر از نمونه را به 9 میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و این مراحل را تکرار شده تا رقت 10^{-6} حاصل گردد. سپس با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی تعداد میکروارگانیسم‌های موجود در یک میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد که تعداد 10^4 میکروارگانیسم در یک میلی‌لیتر را نشان داد.

محیط کشت مورد استفاده در این آزمایش براث[2] ساخت شرکت مرک می‌باشد. برای تهیه محیط کشت مایع، پودر براث را به نسبت 15 گرم در یک لیتر آب مقطر حل کرده و بدون اضافه کردن آگار درون دستگاه اتوکلاو[3] قرار داده شد. دستگاه مذکور دمای محیط را تا 121 درجه سانتیگراد بالا برده و محیط کشت به مدت 20 دقیقه در این دما باقی مانده و سپس به‌طور خودکار دما پایین می‌آید تا محیط کشت استریل شود و آماده کشت میکروارگانیسم‌ها خواهد شد. پس از استریل نمودن محیط کشت، یک میلی‌لیتر از پساب به حجم 9 میلی‌لیتر از محیط کشت با رقت 10^{-6} اضافه کرده و پس از اختلاط کامل، به مدت 24 ساعت در دستگاه شیکرانکوباتور[4] در دمای 30 درجه سانتی‌گراد و دور همزن 150 دور بر دقیقه قرار داده شد. سپس با استفاده از کیت‌های اندازه‌گیری، تعداد میکروارگانیسم‌ها اندازه‌گیری و مشاهده شد که تعداد میکروارگانیسم‌ها پس از گذشت 24 ساعت از 10^4 میکروارگانیسم با شرایط دمایی یکسان به 10^7 میکروارگانیسم در هر میلی‌لیتر محیط کشت مایع افزایش پیدا کرده است. این عدد مبنایی برای تعیین غلظت محلول و زمان انکوباسیون می‌باشد. این محلول که دارای غلظت مشخصی است تا انتهای آزمایشات به‌عنوان محلول استاندارد شناخته شده و از آن استفاده شد.

[1]Vortex
[2].Broth
[3]Autoclave
[4]Shaker incubator

2-2- تجزیه هیدروکربن‌های نفتی

برای بررسی عملکرد میکروارگانیسم‌ها بر روی هیدروکربن‌های نفتی، ترکیبی از چند ماده از جمله رسوبات مربوط به ته مانده مخازن در سال‌های گوناگون و همچنین خاک‌های اطراف مخازن و محل جمع‌آوری لجن و رسوبات آلوده به نفت خام جمع‌آوری و به‌طور کامل مخلوط و رسوب یکنواختی حاصل شد. سپس این رسوب در داخل کوره الکتریکی در درجه حرارت 800 درجه سانتیگراد و به مدت 30 دقیقه قرار گرفت ومیزان مواد نفتی در این رسوب با توجه به اختلاف وزن بعد و قبل از حرارت محاسبه و نتیجه 16 درصد وجود مواد نفتی در این رسوب را نشان داد. این رسوب به عنوان رسوب مرجع در تمام مدت آزمایش مورد استفاده قرار گرفت و در شرایط دمایی 30 درجه سانیگراد و دور از تأثیر رطوبت و سایر عوامل تأثیر گذار بر کاهش یا افزایش درصد مواد نفتی نگهداری گردید.

جهت آماده کردن محیط کشت، پودر محیط کشت را به نسبت 15 گرم در یک لیتر آب مقطر درون یک ارلن حل کرده و به آن gr/lit 15- 13 آگار اضافه می‌کنیم. در این مرحله محیط کشت تهیه شده را بنحوی که به دمای جوش نرسد ضمن حرارت دادن، عمل همزدن نیز انجام شده تا پودر آگار به‌طور کامل حل شود و سپس محلول بدست آمده را درون اتوکلاو قرار داده تا کاملاً استریل شده و برای رشد میکروارگانیسم‌های مورد نظر آماده شود. پس از عملیات اتوکلاو محتویات ارلن را درون پلیت ریخته تا پس از سرد شدن و اثر کردن آگار به حالت ژلاتینی دربیاید. آزمایشات متعددی جهت بررسی اثر پارامترهای مختلف بر عملکرد سیستم انجام پذیرفت. جهت بررسی شرایط بهینه عملیاتی ،تاثیر فاکتورهای درصد مواد نفتی در رسوب، رطوبت، زمان ماند، اثر محیط کشت، دما، یون فسفات و pH مورد بررسی قرار گرفت. شرایط عملیاتی جهت بررسی اثر رطوبت در دمای 30 درجه سانتی‌گراد و با زمان ماند 24 ساعت و در pH خنثی در نظر گرفته شد. تاثیر افزایش نفت خام به کنسرسیوم باکتریایی در محیط کشت از 4 تا 16 درصد پس از 24 ساعت زمان ماند مورد بررسی قرار گرفت. اثر مجاورت کنسرسیوم باکتریایی و لجن نفتی پس از 5 و 10 روز زمان ماند مورد مقایسه قرار گرفت و همچنین با توجه به تاثیرگذاری بالای دما بر فرایند، تاثیر افزایش دما از 25 تا 35 درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر تغییر pH و همچنین میزان مزاحمت یون فسفات در شرایط عملیاتی- زیستی میکروارگانیسم‌ها در حذف الودگی لجن نفتی بررسی شد.

3- بحث و نتایج

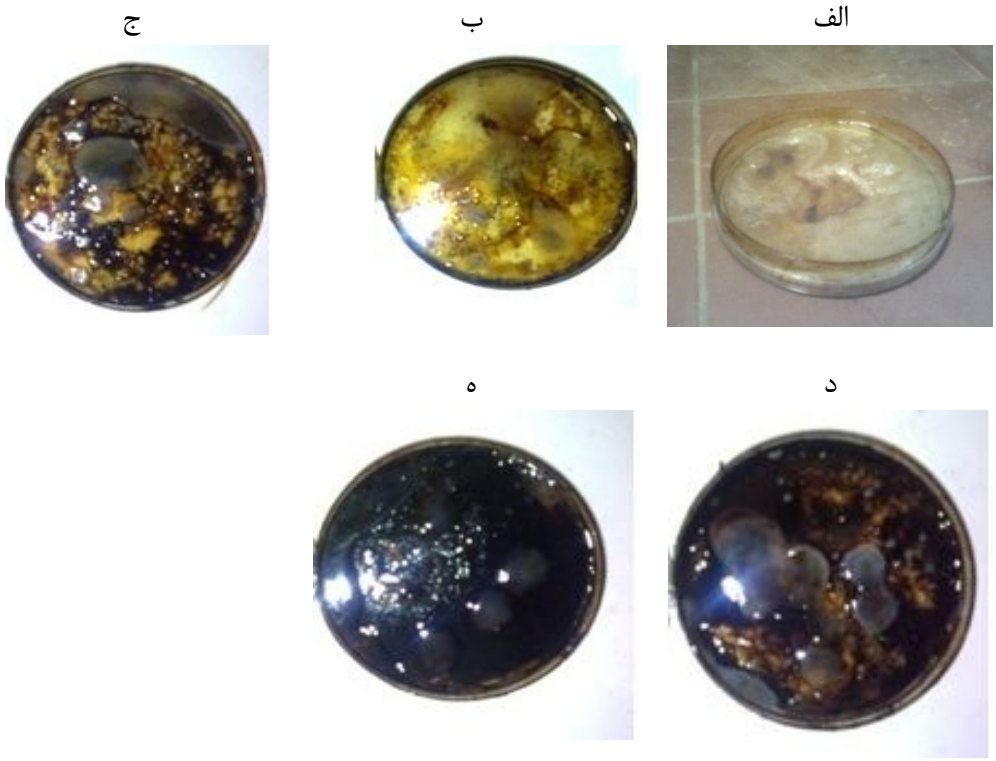
3-1- اثر رطوبت

جهت بررسی تأثیر رطوبت بر رشد میکروارگانیسم‌ها، سه قطره از محلول استاندارد حاوی میکروارگانیسم را روی محیط کشت ریخته و درون دستگاه انکوباتور با دمای 30 درجه سانتیگراد قرار داده شد. از تعدادی پلیت بدون درب و تعدادی با درب بسته در داخل دستگاه استفاده شد. پس از 24 ساعت از پلیت‌ها بازدید بعمل آمد و مشاهده گردید که کلنی‌هایی بر روی محیط کشت‌ها بوجود آمده است. در پلیت‌های با درب باز به نظر می‌رسید پس از اتمام رطوبت، فعالیت میکروارگانیسم‌ها متوقف شده و از بین رفته‌اند اما در پلیت‌های با درب بسته با حفظ رطوبت میکروارگانیسم‌ها همچنان به فعالیت خود ادامه می‌دهند. هر چند این مطلب از

میزان مصـرف محیط کشت قابل اثبات بود اما با این وجود برای اطمینان بیشتر از نمونه‌های فوق قسمتی به محیط کشـت‌های جدید اضـافه شـد. در محیط کشـت‌های جدید و با شـرایط فوق مجدداً بعد از 24 ساعت بازدید بعمل آمد و مشـاهد شـد که کشـت‌هایی که از میکروارگانیسـم‌های موجود در پلیت‌های با درب باز و فاقد رطوبت اضـافه شـده بودند هیچگونه کلونی جدید تشـکیل نشـده و به هیچ وجه از محیط کشت مصرف نشده بود. اما در محیط کشت‌هایی دارای رطوبت (پلیت‌های با درب بسته) بخوبی ادامه رشد میکروارگانیسم‌ها و همچنین مصـرف محیط کشـت مشـاهد شد. بنابراین با این تست نتیجه گرفته شد که وجود رطوبت برای رشد میکروارگانیسم‌ها ضروری می‌باشد.

3-2- اثر میزان هیدروکربن موجود در رسوب

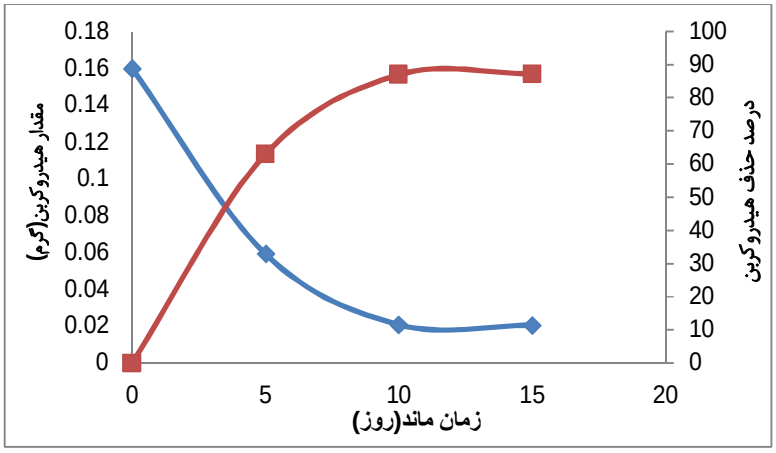
بـه منظور بررسـی تـأثیر غلظت‌های مختلف مواد نفتی بر فعالیت میکرو ارگانیسـم‌ها، به محیط کشـت کنسـرسـیوم باکتریایی، به ترتیب 4، 8، 12و 16 درصـد نفت خام اضـافه شـد (شـکل 1). پس از 24 ساعت نمونه‌های مذکور مورد بازدید قرار گرفتند و نتایج نشـان داد که افزایش درصـد نفت خام به محیط کشـت از میزان فعالیت میکروارگانیسـم‌ها کاسـته اسـت اما این فعالیت متوقف نشـده اسـت. این نتیجه را از میزان گسـتردگی کلونی‌های در محل اضافه شدن محلول استاندارد و همچنین میزان مصرف محیط کشت می‌توان مشـاهده کرد به نحوی که با افزایش میزان درصـد نفت خام گستردگی کلونی‌ها در سطح کاهش پیدا کرده و میزان مصرف محیط کشت توسط آن‌ها با کاهش همراه بوده است.



شکل 1. نمونه‌های حاوی درصدهای مختلف نفت خام الف) بدون نفت خام، ب) 4 %، ج) 8 %، د) 12 %، ه) 16 %

3-3- اثر زمان ماند

جهت بررسی تأثیر زمان ماند بر رفتار و میزان تأثیر باکتری‌ها برای حذف مواد، از زمان‌های ماند 5 و 10 روز استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که میکروارگانیسم‌ها توانستند در دمای 30 درجه سانتیگراد و مدت زمان 5 روز میزان هیدروکربن را از مقدار 0/16 گرم اولیه در یک گرم به مقدار نهایی 0/0592 گرم کاهش دهند و در مدت زمان 10 روز این مقدار به 0/0208 گرم رسیدکه به ترتیب نشان دهنده حذف 63 و 87 درصد هیدروکربن‌های موجود در رسوب توسط میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (شکل 2). این نتایج نشان می‌دهد که زمان ماند نقش بسیار مهمی بر کارایی فرآیند داشته و به بهبود عملکرد سیستم کمک می‌کند افزایش زمان ماند موجب می‌شود تا میکروارگانیسم‌ها فرصت بیشتری را جهت تلقیح و عادت کردن به آلایندگی پیدا کرده و بتوانند درصد بیشتری از ترکیبات را تخریب کنند. پس از یک دوره تجزیه سریع، به مرور از سرعت تجزیه کاسته می‌شود که این امر احتمالاً بعلت در دسترس نبودن و غیرقابل تجزیه شدن مخلوط باقی مانده است که میکروارگانیسم‌ها دیگر به‌راحتی و با سرعت زیاد قادر به تجزیه آن‌ها نیستند[14]. اما اگر زمان ماند از حد مشخصی افزایش یابد به دلیل کاهش هیدروکربن‌ها، میکروارگانیسم‌ها جهت بقای خود وارد فاز تنفس خود تخریبی می گردندکه سبب کاهش فعالیت آن‌ها می‌شود. جهت اثبات این موضوع بعد از 12 و 15 روز میزان درصد کاهش هیدروکربن اندازه‌گیری شد که تفاوت بسیار ناچیزی با زمان ماند ده روز داشتند، لذا در بقیه مراحل آزمایش به زمان ماند 10 روز اکتفا گردید.



شکل 2 نمودار اثر زمان ماند بر فرایند تجزیه بیولوژیکی

4-3- اثر دما

آزمایشات با دماهای مختلف 25، 30 و 35 درجه سانتیگراد جهت بررسی تأثیر دما انجام شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که میکروارگانیسم‌ها در دمای 30 درجه بهترین کارایی را دارند. شاید اصلی‌ترین علت این رفتار این باشد که میکروارگانیسم‌های فوق پس از چند سال فعالیت در واحد تصفیه پساب در دمای 30 درجه (که به شدت تحت کنترل می‌باشد) با این شرایط دمایی کاملاً سازگار شده‌اند و تغییرات بالا و پایین دما بر عملکرد آن‌ها تأثیر منفی دارد. هر چند که انتظار می‌رفت با افزایش دما و انحلال بیشتر رسوبات، باعث

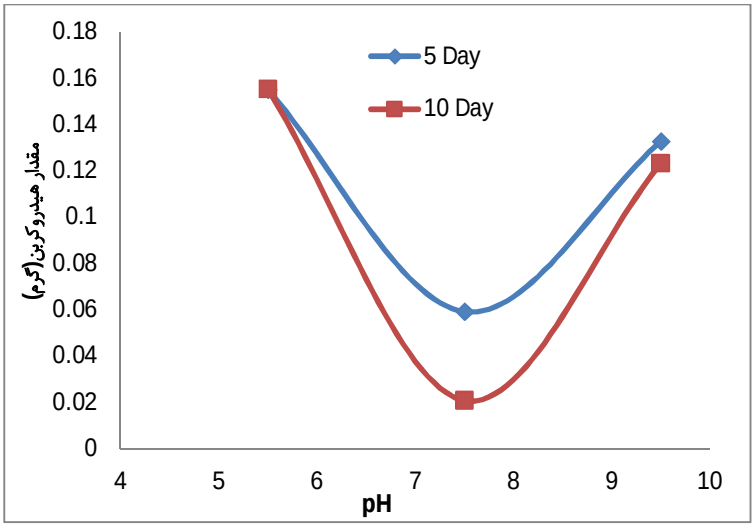
بهبود عملکرد سیستم شود اما عملاً این اتفاق صورت نگرفت. نتایج در جدول گزارش شده است. نکته دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد این است که در دماهای غیر 30 درجه سانتیگراد، میزان تأثیر افزایش زمان ماند تفاوت آنچنانی در حذف رسوبات از خود نشان نداده است. در حالی که در دمای 30 درجه سانتیگراد افزایش درصد حذف رسوبات از 63 تا 87 درصد کاملاً محسوس بود.

جدول 1. نتایج اثر دما بر فرایند تجزیه بیولوژیکی

زمان ماند 10 روز		زمان ماند 5 روز			
درصد کاهش هیدروکربن	میزان نهایی هیدروکربن (گرم)	درصد کاهش هیدروکربن	میزان نهایی هیدروکربن (گرم)	میزان اولیه هیدروکربن (گرم)	دما (درجه سانتیگراد)
29	0/1136	24	0/1211	0/16	25
87	0/0208	63	0/0592	0/16	30
58	0/0672	56	0/0701	0/16	35

5-3- اثر pH

یکی دیگر از پارامترهای مؤثر بر فرآیندهای بیولوژیکیpH محیط می‌باشد. به‌منظور بررسی تأثیر pH بر فرایند حذف، pH محیط را در مقادیر 5/5، 7/5 و 9/5 که محدوده اسیدی، خنثی و بازی هستند تنظیم گردید. جهت تنظیم pH از محلول‌های رقیق اسید سولفوریک و سودسوزآور استفاد شد. همانطور که از شکل 3 مشخص است که در pH نزدیک به خنثی (7/5) میکروارگانیسم‌ها بالاترین مقدار کارایی را دارند. بسیاری از میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده مواد نفتی در pH نزدیک خنثی رشد می‌کنند. افزایش و کاهش pH از مقدار خنثی باعث کاهش قابل ملاحظه در میزان تجزیه هیدروکربن‌ها می‌شود و در بعضی از مواقع pH اسیدی باعث توقف تجزیه بیولوژیکی می‌شود[15, 16]. نتایج آزمایش نیز نمایانگر از بین رفتن میکروارگانیسم‌ها در pH اسیدی و فعالیت محدود آن‌ها در pH بازی بود.



شکل 3. نمودار اثر pH بر فرایند تجزیه بیولوژیکی در زمان ماند 5 و 10 روز

6-3- اثر یون فسفات

برای انجام آزمایشات این بخش به 10 میلی‌لیتر محلول استاندارد و یک گرم خاک حاوی 16 درصد نفت خام به ترتیب 1، 2 و 3 گرم نمک فسفات پتاسیم اضافه شد. نتایج نشان داد که افزودن فسفات باعث کاهش عملکرد میکروارگانیسم‌ها می‌شود که یکی از دلایل آن، مصرف آسان فسفات توسط میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. نتایج در جدول 2 نشان داده شده است. عموماً میکروارگانیسم‌ها از منابع آسان‌تر انرژی مورد نیاز خود را تأمین می‌کنند
[17]. یون فسفات از نظر ساختار شیمیایی نسبت به هیدروکربن‌های نفتی بسیار ساده‌تر می‌باشد لذا به راحتی توسط میکروارگانیسم‌ها مصرف می‌شود ودر مقابل هیدروکربن‌های نفتی به دلیل ساختار پیچیده‌ای که دارند سخت‌تر تجزیه می‌گردند. همچنین با افزایش نمک، یون مثبت سیستم به‌طور تا خواسته افزایش می‌یابد. این یون فلزی توسط اکسیژن محلول در سیستم اکسیده شده و باعث کاهش سطح اکسیژن آن می‌شود که بر روی رشد میکروارگانیسم‌ها تأثیر منفی خواهد داشت.

با وجود یون فسفات در سیستم عملاً زمان ماند تأثیر زیادی بر عملکرد میکروارگانیسم‌ها در حذف مواد هیدروکربنی نفت خام ندارد و با افزایش زمان از 5 به 10 روز تفاوت زیادی در درصد هیدروکربن‌های حذف شده روی نداده است و تفاوت‌های اندک مشاهده شده که می‌تواند به‌دلیل مصرف یون‌های فسفات و در نتیجه مصرف هیدروکربن‌ها در ادامه فعالیت میکروارگانیسم‌ها باشد هر چند به‌دلیل تغییر رژیم غذایی این مصرف بسیار کم و ناچیز بوده است.

جدول 2. نتایج اثر یون فسفات بر فرایند تجزیه بیولوژیکی

		زمان ماند 5 روز		زمان ماند 10 روز	
یون فسفات (گرم)	میزان اولیه هیدروکربن (گرم)	میزان نهایی هیدروکربن (گرم)	درصد کاهش هیدروکربن	میزان نهایی هیدروکربن (گرم)	درصد کاهش هیدروکربن
1	0/16	0/0813	49	0/0752	53
2	0/16	0/1015	37	0/0998	38
3	0/16	0/1232	23	0/1136	29

نتیجه گیری

ذخیره و نگهداری نفت خام در مخازن پالایشگاه‌ها سبب می‌شود با گذشت زمان، مقدار زیادی لجن متراکم و نسبتاً جامد در کف مخازن تشکیل شده که حاوی مقادیر زیادی فلزات و هیدروکربن‌های نفتی هستند که سبب خوردگی کف این مخازن می‌شوند. این لجن برای محیط‌زیست بسیار خطرناک هستند و باید پیش از تخلیه به محیط‌زیست به‌طور کامل تصفیه شوند. در این مقاله از کنسرسیوم باکترهای موجود در واحد پساب پالایشگاه کرمانشاه استفاده شد و پس از کشت و تکثیر در شرایط آزمایشگاهی برای حذف مواد هیدروکربنی موجود در رسوبات و لجن نفت خام بکار گرفته شدند و پارامترهایی مانند زمان ماند، دما، رطوبت و غیره

مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که این میکروارگانیسم‌ها کارایی بالایی جهت حذف ترکیبات نفتی دارند و عملکرد این میکروارگانیسم‌ها در دمای 30 درجه سانتیگراد و pH برابر 7/5 به بالاترین مقدار خود می‌رسد. در مقایسه با روش‌های مشابه مانند فرایند کمپوست درون محفظه ای که در آن از کنسرسیوم باکتریایی جهت حذف الودگی نفتی خاک‌های اطراف حوزه نفتی استفاده شده است و در طول مدت طولانی 56 روز حدود 59 درصد حذف کلی مواد نفتی را نشان می دهد، کارایی سریع روش حاضر در مدت زمان بسیار کوتاهتر 5 روز باصرف هزینه بسیار کمتر و عدم نیاز به ابزار و دستگاه‌های پیشرفته حائز اهمیت است. همچنین نتایج نشان داد که وجود رطوبت برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها الزامی می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که استفاده از میکروارگانیسم‌های موجود در پساب پالایشگاه جهت تصفیه لجن ته مخازن نفت خام، روشی کارامد و ارزان بوده و قابلیت حذف هیدروکربن‌ها را تا حد قابل قبولی دارا می‌باشند. هرچند که در مقایسه استفاده از کنسرسیوم باکتریایی با روش‌هایی که در ان‌ها از تعداد محدود 2 یا 3 باکتری شناخته شده استفاده شده مشخص می شود که در استفاده از باکتری‌های محدود درصد حذف هیدروکربن‌های موجود خطی بسیار بالاست و به ترتیب درصد حذف ازسیکلو الکان‌ها تا الکن‌های شاخه دار و اروماتیک‌های سولفوردار روند کاهشی دارد. با توجه به حجم بالای تولید سالانه لجن نفتی در ایران و استفاده از روش‌های سنتی و دفن این لجن‌ها در خاک مناطق نفتی و همچنین کمبود تحقیقات گسترده و راهکارهای عملی در این خصوص، روش حاضر می تواند پس از دست یابی به شرایط بهینه در خصوص نمونه‌های موردی لجن نفتی در پالایشگاه‌های مختلف، روشی کارامد و سریع را در راستای حفظ محیط زیست ارائه نماید.

منابع

[1] Megharaj M., Ramakrishnan B., Venkateswarlu K., et al. Bioremediation approaches for organic pollutants: a critical perspective. Environment international. Vol. 37.2011. pp. 1362-1375.

[2] Baek K.-H., Yoon B.-d., Kim B.-h., et al. Monitoring of microbial diversity and activity during bioremediation of crude oil-contaminated soil with different treatments. Journal of Microbiology and Biotechnology. Vol. 17.2007. pp. 67.

[3] Gallego J. L. R., García-Martínez M. J., Llamas J. F., et al. Biodegradation of oil tank bottom sludge using microbial consortia. Biodegradation. Vol. 18.2007. pp. 269-281.

[4] Mnif W., Hassine A. I. H., Bouaziz A., et al. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. International Journal of Environmental Research and public health. Vol. 8.2011. pp. 2265-2303.

[5] Naddafi K., Nabizadeh R., Nasseri S., et al. Efficiency of in-vessel composting process in removal of petroleum hydrocarbons from bottom sludge of crude oil storage tanks. Iranian Journal of Health and Environment. Vol. 8.2015. pp. 263-274.

[6] Frutos F. G., Pérez R., Escolano O., et al. Remediation trials for hydrocarbon-contaminated sludge from a soil washing process: evaluation of bioremediation technologies. Journal of hazardous materials. Vol. 199.2 .012pp. 262-271.

[7] Godoy-Faúndez A., Antizar-Ladislao B., Reyes-Bozo L., et al. Bioremediation of contaminated mixtures of desert mining soil and sawdust with fuel oil by aerated in-vessel composting in the Atacama Region (Chile). Journal of Hazardous Materials. Vol. 151.2008. pp. 649-657.

[8] Suja F., Rahim F., Taha M. R., et al. Effects of local microbial bioaugmentation and biostimulation on the bioremediation of total petroleum hydrocarbons (TPH) in crude oil contaminated soil based on laboratory and field observations. International Biodeterioration & Biodegradation. Vol. 90.2014. pp. 115-122.

[9] Snape I., Ferguson S. H., Harvey P. M., et al. Investigation of evaporation and biodegradation of fuel spills in Antarctica: II—Extent of natural attenuation at Casey Station. Chemosphere. Vol. 63.2006. pp. 89-98.

[10] Yang L., Chen L., and Li C. Biological cleanup of oil spills on sandy beaches by land farming techniques. WIT Transactions on Ecology and the Environment. Vol. 44.2000. pp.

[11] شیری ج. غ. مولایی د.، مهدی‌یار ح...., اندازه‌گیری و بهینه‌سازی رشد میکروارگانیسم‌های ذاتی تجزیه کننده هیدروکربن‌های موجود در خاک‌های آلوده به لجن نفتی، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط‌زیست1391.

[12] Koolivand A., Naddafi K., Nabizadeh R ,.et al. Biodegradation of petroleum hydrocarbons of bottom sludge from crude oil storage tanks by in-vessel composting. Toxicological & Environmental Chemistry. Vol. 95.2013. pp. 101-109.

[13] ZEKRI A. Y. and Chaalal O. Effect of temperature on biodegradation of crude oil. Energy Sources. Vol. 27.2005. pp. 233-244.

[14] Leonardi V., Šašek V., Petruccioli M., et al. Bioavailability modification and fungal biodegradation of PAHs in aged industrial soils. International Biodeterioration & Biodegradation. Vol. 60.2007. pp. 165-170.

[15] Alinajafi S and F R., TPH bioremediation by microbial consortium isolated from oil contaminated soil, in 6th International Chemical Engineering Congress& Exhibition,2009.

[16] Alinajafi S and Rahimpour F., Bioremediation of oil contaminated refinery wastewater in International Conference On Environment2008.

[17] Antizar-Ladislao B., Lopez-Real J., and Beck A. J. Laboratory studies of the remediation of polycyclic aromatic hydrocarbon contaminated soil by in-vessel composting. Waste Management. Vol. 25.2005. pp. 281-289.