

بررسی فرآیند بیوکمپوست لجن بیولوژیکی فاضلاب به منظور سامان

دهی و بی خطر سازی کنده حفاری میدان نفتی خوزستان

افشین نکدستان^۱، الهام حسینی پناه^{۲*}، عبدالکاظم نیسی^۱

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات فناوری‌های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

۲. گروه علوم محیط زیست، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۴/۲ : تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۲۱

چکیده

زمینه و هدف: ترکیبات هیدروکربنی از طریق سیال حفاری و سازندهای حاوی این ترکیبات، وارد کنده‌های حفاری می‌شوند. سمی بودن و ماهیت پیچیده این نوع آلودگی، عوامل اصلی ایجاد آلودگی زیست محیطی به شمار رفته و سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازند. هدف از این مقاله بررسی فرآیند بیوکمپوست لجن بیولوژیکی فاضلاب به منظور سامان‌دهی و بی‌خطر سازی کنده حفاری میدان نفتی خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تأثیر نسبت ۱:۱ اختلاط لجن بیولوژیکی با کنده حفاری آلوده به TPH به همراه خاک اره و زائدات باغبانی به منظور انجام فرآیند بیوکمپوست مورد بررسی قرار گرفت. زمان تجزیه در این مطالعه ۶۰ روز در محفظه پایلوت بوده و علاوه بر TPH میزان pH، جامدات فرار، نسبت C/N و دما اندازه‌گیری گردید. همه آزمایش‌ها با ۳ بار تکرار انجام شد. مطالعات آماری در نرم افزارهای EXCEL و SPSS با سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌داری انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین میزان TPH موجود در کنده حفاری واقع در میدان نفتی اهواز، ۴۲/۰۰۴ گرم بر کیلوگرم بوده که در طول ۲ ماه فرآیند بیوکمپوست به همراه لجن بیولوژیکی در نسبت اختلاط ۱ به ۱ به ۱۸/۷۷ گرم بر کیلوگرم رسیده است.

نتیجه‌گیری: قسمت عمده آلاینده‌های خاک صنایع حفاری را هیدروکربن‌های نفتی تشکیل می‌دهند، در نتیجه یک روش اجرایی مناسب، استفاده از روش بیولوژیکی دوستدار محیط زیست جهت بی‌خطر سازی و ساماندهی پسماند حفاری می‌باشد.

کلمات کلیدی: کنده‌ی حفاری، بیوکمپوست، لجن بیولوژیکی، کل هیدروکربن‌های نفتی (TPH)

* دانش آموخته ی کارشناسی ارشد، گروه علوم محیط زیست، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
ایمیل: elham.hp92@gmail.com - شماره تماس: ۰۹۱۰۶۰۰۰۸۱۴

مقدمه

اهواز مرکز استان خوزستان یکی از کلان شهرهای ایران است. این شهر در بخش مرکزی خوزستان قرار دارد، به‌طور کلی در میدان نفتی اهواز ۴۶۴ حلقه چاه نفت وجود دارد که به ازای هر حلقه چاه یک عدد پست طراحی شده است که تمامی پسماندهای حفاری مربوط به چاه مورد نظر (از جمله گل حفاری پایه روغنی و کنده ی حفاری) در آن تخلیه می‌شود.^۱ آلودگی خاک به مواد نفتی از جمله معضلات مهم زیست محیطی به شمار می‌آید. تجمع آلاینده‌های نفتی در محیط زیست، سبب بروز مشکلات بسیاری شده است زیرا خاک آلوده به این ترکیبات برای مصارف کشاورزی، صنعتی یا مراکز تفریحی غیر قابل استفاده است و همچنین منبعی بالقوه برای آلوده ساختن آب‌های سطحی و زیرزمینی به شمار می‌رود.^۳ سمی بودن، شیوع زیاد و ماهیت پیچیده این نوع آلودگی، عوامل اصلی این نگرانی هستند که به علت رشد جمعیت و توسعه جوامع و به تبع آن افزایش استفاده از مواد نفتی، این نگرانی رو به افزایش است. محصولات نفتی هنگامی که در خاک نفوذ می‌کنند، یک سری از فرآیندها را آغاز می‌کنند که بر عناصر زنده و غیر زنده خاک تاثیر می‌گذارند. چاه‌های نفت و گاز معمولاً تا اعماق زیادی حفاری می‌شوند که در اثر حفاری این چاه‌ها دو نوع پسماند حفاری تولید می‌گردد که شامل کنده‌های حفاری و کنده‌های حفاری آغشته به سیال حفاری است.^۴ سیالات حفاری (که گل حفاری نیز نامیده می‌شوند) در کمک کردن به فرآیند حفاری سازند قابل استفاده‌اند. البته بعضی از انواع سیالات حفاری شامل هیدروکربن‌هایی است که ساختار عمده سیال حفاری را تشکیل می‌دهند. به طور کلی در سیستم حفاری چاه‌های نفت و گاز به بالا آمدن کنده‌های حفاری شده توسط مته و به سطح رسیدن آن‌ها کنده حفاری (یا کاتینگ) گویند.^۵

کمپوست از کلمه لاتین (Compositus) به معنای مخلوط

یا مرکب اقتباس شده است و به صورت زیر قابل تعریف است:

۱- تجزیه مواد آلی نامتجانس که بوسیله میکروارگانیزم‌های مختلف در حضور رطوبت و گرما، در محیط هوازی صورت می‌گیرد.

۲- یک فاز بیولوژیکی و تغییر فرم است که توسط میکروارگانیزم‌های هوازی داخل توده انجام می‌گیرد و دمایی حدود ۶۵-۷۵ درجه سانتی‌گراد تولید می‌نماید.^۶

کمپوست حاصل از فرآیند تخمیر زباله را با توجه به مدت، شرایط آب و هوایی، پیشرفت تجزیه و ... می‌توان به انواع کمپوست خام، کمپوست تازه، کمپوست کامل و کمپوست ویژه تقسیم بندی نمود.^۷

تهیه کمپوست یک فرآیند دینامیک است که ناشی از فعالیت مخلوطی از میکروارگانیزم‌هاست که هر یک از آن‌ها برای محیطی مناسب هستند.

کاتتراس روماس و همکاران (۲۰۰۵) کمپوست لجن فاضلاب شهری خشک شده و کمپوست صنایع نساجی مخلوط شده با کود گاو و کاه جو را مطالعه کردند. کود گاو اضافه شد تا مواد مغذی بیشتری را فراهم کند و کاه جو جهت ارائه حجم بود که در سه میزان رطوبت مختلف ۶۰٪، ۷۰٪ و ۸۰٪ برای ۶۰ روز استفاده شده بود. جامدات فرآر در کمپوست تا ۵ برابر کاهش یافتند، غلظت فلزات سنگین و میزان پاتوژن‌ها (بدون کلیفرم) کمتر از حد تعیین شده توسط USEPA بود. میزان کربن کاهش چشمگیری داشت.^۸ نئوهاوز و همکاران (۱۹۸۸)، ۹۰-۸۰٪ رطوبت را برای تهیه کمپوست توصیه کردند اگر خیلی مرطوب باشد، شرایط غیرهوازی شده و اثر سوئی بر فعالیت میکروارگانیزم‌ها می‌گذارد.^۹ لوهر و همکاران (۱۹۹۸) دریافتند که میکروارگانیزم‌ها و باکتری‌های هتروتروف میزان تخریب جامدات فرآر را در زمان حضور در لجن هوازی افزایش می‌دهند و این امر احتمال تعفن در لجن ناشی از شرایط غیر-هوازی را کاهش می‌دهد.^{۱۰} هارتنشتاین (۱۹۸۱) و همکارانش

میدان نفتی خوزستان بوده است.

مواد و روش‌ها

با توجه به این‌که هدف از پژوهش حذف میزان TPH بر روی کنده های حفاری پایه روغنی با استفاده از بیوکمپوست لجن بیولوژیکی بوده است، با همکاری شرکت ملی حفاری، چاه شماره ۴۰۲ (دکل ۸۱ فتح) با موقعیت جغرافیایی $X=288865$ و $Y=346694$ در سیستم UTM در میدان نفتی خوزستان انتخاب شد. مشخصات مربوط به چاه مذکور در جدول (۱) آمده است.

کنده حفاری پایه روغنی را پس از انتقال از چاه شماره ۴۰۲ به آزمایشگاه سازمان حفاری مربوطه برده و جهت خالص سازی کنده حفاری پایه روغنی (ناخالصی‌ها شامل: سنگ، چوب و ریشه گیاه و ...) آن را بر روی دستگاه شیکر قرار داده، پس از این مرحله، کنده روغنی را به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انتقال داده، سپس کنده حفاری پایه روغنی را با لجن فاضلاب خروجی از هاضم به نسبت ۱:۱ جهت فرآیند بیوکمپوست، همراه با مقدار مشخصی از خاک اره و زائدات باغبانی با نسبت مشخص جهت کنترل C/N ترکیب و آن را در پایلوتی به ابعاد 50×50 سانتی متری قرار داده و میزان پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شده است. به منظور تثبیت مخلوط کنده حفاری به همراه لجن بیولوژیکی فاضلاب از خاک اره و زائدات باغبانی جهت ایجاد تخلخل بالا و تسهیل در عمل هوادهی توده استفاده شده است. علاوه بر این، زائدات فوق به عنوان منبع کربن نیز عمل می‌کنند و نسبت C/N را متعادل می‌کنند.

کاهش ۹٪ در جامدات فرآر در طی ۴ هفته ایجاد کمپوست لجن را گزارش کردند.^{۱۱} فریدریکسون و همکارانش (۱۹۹۷) به کاهش ۳۰٪ در جامدات فرآر در کمپوست، ۴ ماه پس از کمپوست سازی رایج دست یافتند.^{۱۲} اسپنجر و جولیان (۲۰۰۷) پالایش زیستی خاک آلوده به نفت خام را با استفاده از باکتری-ها مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که باکتری‌ها می‌توانند فرایند تجزیه را فعال کرده و بنابراین می‌توان آن را در پالایش خاک آلوده به نفت با مقادیر متوسط کل هیدروکربن نفت (TPH) بکار برد.^{۱۳} مایک و فیلز (۲۰۰۷) گزارش کردند که باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها می‌توانند فرایند تجزیه را فعال کرده و بنابراین در پالایش خاک آلوده به نفت با غلظت متوسط کل هیدروکربن نفت (TPH) ($< 4000 \text{ mg/kg}$) بکار برده شوند.^{۱۴} گزارش شده است که فعالیت میکروبی، بر ساختار، pH، نسبت کربن/نیتروژن خاک و غیره اثرگذار است. تصور می‌شود که خاک می‌تواند در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها از نظر کاهش غلظت آلاینده‌ها و نیز بهبود «سلامت» خاک بهره مند شود. اسپنجر (۲۰۰۵) نشان داد که افزایش فعالیت کاتابولیک میکروبی موجب حذف ۹۱٪ (1047 mg/kg خاک به 96 mg/kg) آلودگی نفت خام در ۵۶ روز تصفیه زیستی می‌شود.^۳ پرجمی در سال ۱۳۹۳، در تحقیقی با عنوان مدیریت زیست محیطی کند های حفاری جهت حذف TPH با استفاده از لجن بیولوژیکی تصفیه خانه فاضلاب نشان داد که مقادیر پارامترهای کیفی کمپوست حاصل از کنده حفاری نظیر pH، جامدات آلی و TPH به ترتیب برابر با $7/48$ ، $40/97$ ٪ و 138 میلی گرم بر کیلوگرم در طول زمان دو ماه تجزیه حاصل گردید.^{۱۴} هدف از این مطالعه بررسی فرآیند بیوکمپوست لجن بیولوژیکی فاضلاب به منظور سامان دهی و بی خطر سازی کنده حفاری

جدول ۱: مشخصات چاه مورد مطالعه

شماره دستگاه	شماره چاه	میدان نفتی	نوع چاه	منطقه	تاریخ آغاز حفاری	تاریخ پایان حفاری	عمق نهایی (متر)
۸۱	۴۰۲	خوزستان	توسعه ای	میدان نفتی خوزستان	۹۳/۰۳/۱۴	۹۳/۱۰/۲۳	۳۵۷۶

جدول ۲: مشخصات کنده حفاری پایه روغنی و لجن تغلیظ شده فاضلاب^{۱۷}

پارامتر	کنده حفاری (پایه روغنی) خالص	لجن فاضلاب تغلیظ شده
pH	۹/۸۶	۷/۲
جامدات آلی یا فرار (%)	٪۱۴/۳۲	٪۶۲
نسبت C/N	۱۲۵/۴/۱	۵/۶/۱
(g/kg)TPH	۹۳/۳۲۳	---

آشکارساز FID بود مورد آنالیز و تعیین میزان قرار گرفت.^{۱۵} دستگاه گاز کروماتوگرافی Agilent Technology مدل ۶۸۹۰ ساخت آمریکا استفاده گردید.

برای برآورد حجم نمونه از روش full factorial و جهت بررسی اختلاف میانگین‌ها در تیمارهای مختلف از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ و آزمون آماری ANOVA استفاده گردید و سطح معنی داری معادل $p < 0/05$ در نظر گرفته شد و نرم افزار EXCEL جهت رسم نمودار مورد استفاده قرار گرفت.

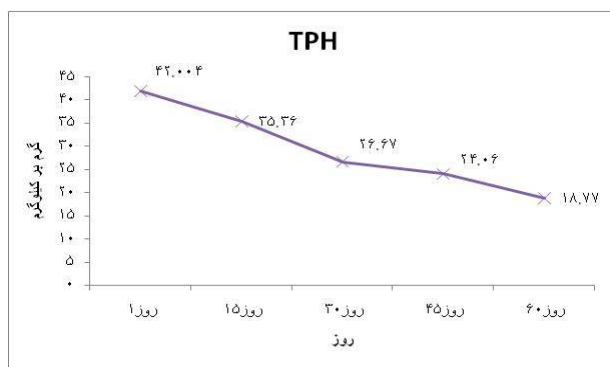
یافته ها

در جدول (۲) نتایج حاصل از تجزیه نمونه کنده حفاری از نوع پایه روغنی و لجن تغلیظ شده فاضلاب در شرایط آزمایشگاهی آورده شده است. متغیرهای موردنظر شامل pH، درصد جامدات آلی یا فرار، نسبت C/N، دما و TPH می‌باشند. مقدار TPH، در پایلوت بیوکمپوست (نمودار ۱) در ابتدای شروع فرآیند برابر با $42/004$ و در پایان دوره به $18/77$ گرم بر کیلوگرم رسیده است.

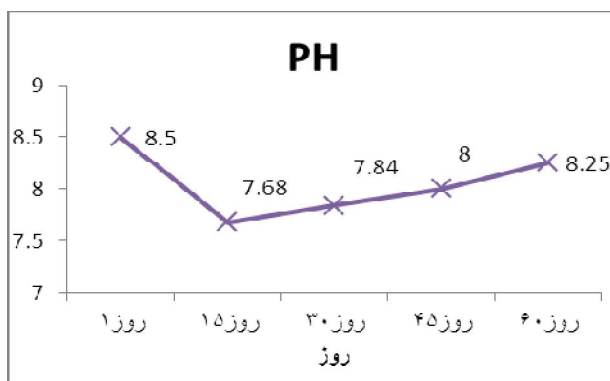
پایلوت بیوکمپوست حاوی تیمار ۵۰ درصد لجن فاضلاب و ۳ کیلو خاک (کنده حفاری پایه روغنی) به همراه ۳ کیلو لجن بیولوژیکی فاضلاب با نسبت ۱:۱ بوده است. بعد از مخلوط کردن کنده حفاری پایه روغنی به همراه لجن بیولوژیکی در دمای ثابت محیط، طبق نسبت گفته شده در بالا، مخلوط را در پایلوت مشخص شده قرار دادیم. در ضمن جهت صحت و دقت، آزمایشات در پایلوت با سه بار تکرار انجام شد، که نتایج بدست آمده، میانگین حاصل از سه بار تکرار می‌باشد.

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌ها (pH، درصد جامدات فرار یا آلی، نسبت C/N، دما و TPH) انجام گرفت.

برای اندازه گیری TPH، حدود ۲۰-۱۰ گرم نمونه بوسیله محلول ۵۰:۵۰ هگزان دی کلرومتان در دستگاه سوکسله استخراج گردید. استخراج در سوکسله بوسیله ۲۵۰ میلی‌لیتر از مخلوط هگزان/دی کلرومتان صورت گرفته و سیکل سیفون حدود ۱۰ بار در طول ۸ ساعت می‌باشد. بعد از آماده شدن نمونه‌ها، به وسیله دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) که مجهز به



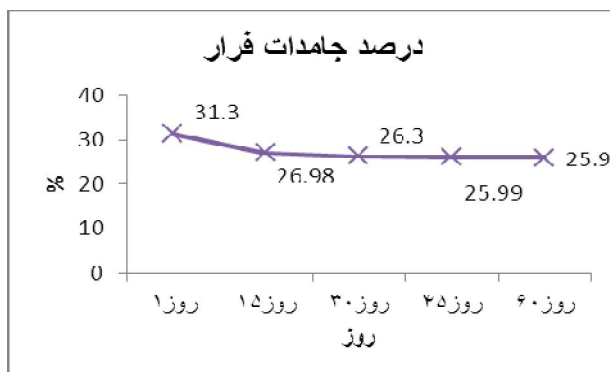
نمودار ۱: تغییرات TPH موجود در کنده حفاری برای پایلوت بیوکمپوست در طول زمان تجزیه



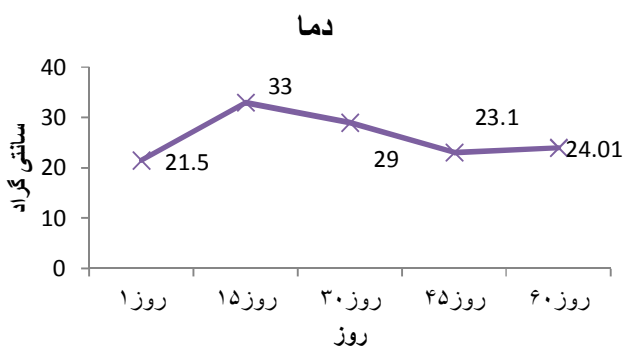
نمودار ۲: تغییرات pH برای پایلوت بیوکمپوست در طول زمان تجزیه

در نمودارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب تغییرات pH، تمودار، جامد فرار، دما و نسبت C/N در پایلوت بیوکمپوست مورد استفاده در این مطالعه نشان داده شده است. تغییرات نمودار

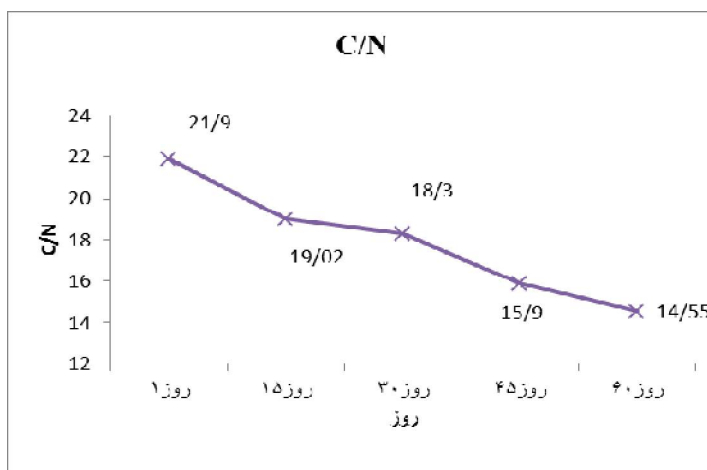
نسبت C/N نشان داده است که این میزان در ابتدای فرایند ۲۱/۹ بوده است که در پایان فرایند به ۱۴/۵۵ رسیده است.



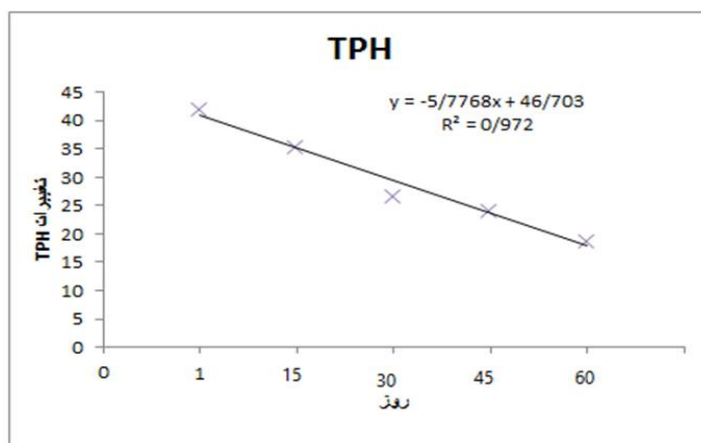
نمودار ۳: تغییرات درصد جامدات فرار برای پایلوت بیوکمپوست در طول زمان تجزیه



نمودار ۴: تغییرات دما برای پایلوت بیوکمپوست در طول زمان تجزیه



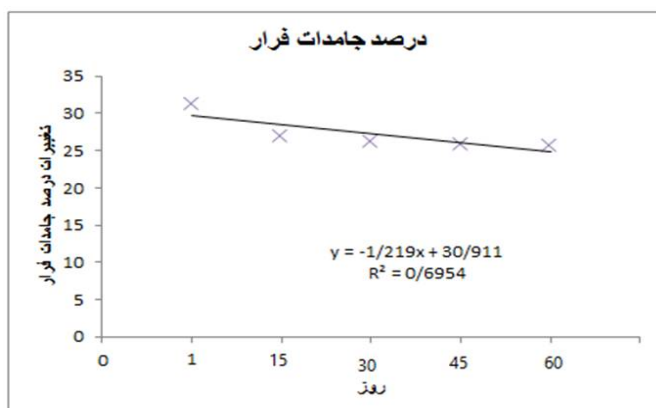
نمودار ۵: تغییرات نسبت کربن به ازت برای پایلوت بیوکمپوست در طول زمان تجزیه



نمودار ۶: همبستگی خطی بین TPH و زمان در پایلوت بیوکمپوست

در طول ۶۰ روز بیشترین میزان حذف TPH را به دنبال داشته است. نتایج یک همبستگی قوی و منفی بین پارامتر زمان و تغییرات TPH نشان داده است. همچنین این پایلوت بین زمان و TPH همبستگی معناداری را نشان داده است. در نمودار (۷) نتیجه همبستگی بین جامدات آلی و زمان در پایلوت بیوکمپوست مشاهده می‌شود.

در نمودار (۶) نتیجه همبستگی خطی بین TPH و زمان در پایلوت بیوکمپوست را نشان می‌دهد. در این پایلوت همبستگی خطی بین TPH و زمان برابر با ۰/۷۱۰ و همبستگی معناداری بین این دو پارامتر وجود دارد. با مشاهده نتیجه این نمودار می‌توان بیان نمود که پارامتر زمان تأثیر بسیار مناسبی بر روی تغییرات TPH در طی مدت زمان ۶۰ روز داشته است. به گونه‌ای که با افزایش مدت زمان



نمودار ۷: همبستگی خطی بین جامدات فرار(آلی) و زمان در پایلوت بیوکمپوست

در نمودار (۲) در پایلوت بیوکمپوست با نسبت یکسان از کنده حفاری پایه روغنی و لجن بیولوژیکی فاضلاب نتایج نشان داده است که روند pH کاهش یافته بوده است و میزان اسیدیته محیط به میزان ۸/۲۵ رسیده است. در نمودار (۳) می توان بیان نمود که در روز اول میزان جامدات آلی برابر با ۳۱/۳۰٪ بوده است و با شروع فعالیت تجزیه این میزان در پایلوت کاهش یافته است ولی این کاهش در روز ۶۰ ام به میزان جزئی بوده است. علت این کاهش به دلیل حضور فقط باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها است که در نهایت در روز ۶۰ ام میزان جامدات آلی به ۲۵/۹۰٪ رسیده است که نشان دهنده تجزیه مواد آلی و حذف هیدروکربن های نفتی بوده است. همچنین نتایج همبستگی در این پایلوت نشان داد که همبستگی بسیار قوی و منفی وجود دارد. ضمناً همبستگی معناداری در سطح $P < 0/05$ مشاهده نشده است. همچنین با مشاهده نمودار دما میزان روند افزایش دما در پایلوت بیوکمپوست وجود داشته است که نشان دهنده فعالیت باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها در پایلوت می‌باشد. و این میزان در ابتدای شروع فرآیند برابر با ۲۱/۵ و در پایان روز ۶۰ ام به ۲۴/۰۱ درجه‌ی سانتیگراد رسیده است. همچنین نسبت C/N از مقدار اولیه‌ی ۲۱/۹ در توده مخلوط به ۱۴/۵۵ در پایان عملیات تجزیه بیوکمپوست رسیده

در این پایلوت همبستگی خطی بین جامدات آلی و زمان برابر با ۰/۸۲۴ و همبستگی معناداری بین این دو پارامتر وجود دارد. با مشاهده نتیجه این نمودار می‌توان بیان نمود که پارامتر زمان تأثیر بسیار مناسبی بر روی تغییرات جامدات آلی در طی مدت زمان ۶۰ روز داشته است. به گونه‌ای که با افزایش مدت زمان در طول روند تجزیه از میزان درصد جامدات آلی کاسته شده است و یک همبستگی قوی و منفی بین پارامتر زمان و تغییرات درصد جامدات آلی مشاهده شده است. همچنین در این پایلوت بین زمان و درصد جامدات آلی همبستگی معناداری وجود دارد.

بحث

از مشاهده نتایج پایلوت بیوکمپوست (نمودار ۱) می‌توان چنین گفت که در این پایلوت به دلیل حضور باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها، میزان TPH با روند تجزیه و تخریب خوبی همراه بوده است به گونه‌ای که در روز اول میزان TPH برای این پایلوت برابر با ۴۲/۰۰۴ بوده ولی در روز ۶۰ ام این مقدار به ۱۸/۷۷ گرم بر کیلوگرم کاهش یافته است. همچنین همبستگی از نوع متوسط و منفی بوده است، و بین زمان و TPH در سطح $P < 0/05$ همبستگی معناداری دیده شده است.

۵۶ روز تصفیه زیستی می‌شود^۳، که این نتایج با نتایج بدست آمده در مطالعات فوق همخوانی ندارد زیرا که ما توانستیم میزان ۵۵/۳۱٪ از TPH را در مدت زمان ۶۰ روز بوسیله باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها کاهش دهیم. پرچمی در سال ۱۳۹۳، در تحقیقی با عنوان مدیریت زیست محیطی کنده‌های حفاری جهت حذف TPH با استفاده از لجن بیولوژیکی تصفیه خانه فاضلاب نشان داد که مقادیر پارامترهای کیفی کمپوست حاصل از کنده حفاری نظیر pH، جامدات آلی و TPH به ترتیب برابر با ۷/۴۸، ۴۰/۹۷٪ و ۱۳۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم در طول زمان دو ماه تجزیه حاصل گردید^۴، در حالی که در مطالعه حاضر میزان pH، جامدات آلی و TPH به ترتیب ۸/۲۵، ۲۵/۹٪ و ۱۸/۷۷ گرم بر کیلوگرم در مدت زمان تجزیه ۶۰ روز حاصل گردید که با مطالعه فوق مغایرت دارد.

نتیجه‌گیری

در پایلوت بیوکمپوست که دارای نسبت اختلاط یکسان (۱:۱) بوده روند تجزیه و حذف خوبی در مورد پارامترهای جامدات فرار و TPH در طی ۶۰ روز، داشته است که نشان دهنده حضور فعال باکتری‌های هتروتروف و میکروارگانیسم‌های موجود در لجن بیولوژیکی بوده است که باعث رشد بیشتر و فعالیت بالای باکتری‌ها شده و راندمان حذف بهتری را در طی مدت زمان تعیین شده برای این پایلوت ایجاد کند. مقادیر بهینه برای جامدات فرار و TPH برابر با $1/01 \pm 29/27\%$ و $4/14 \pm 29/37$ گرم بر کیلوگرم می‌باشد.

در این پایلوت به دلیل حضور باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها روند تجزیه و حذف با سرعت بالایی انجام گرفته و راندمان حذف خوبی را در این پایلوت مشاهده کرده‌ایم به گونه‌ای که در روز ۶۰ ام درصد راندمان حذف برای پارامترهای جامدات فرار و TPH به ترتیب به ۱۷/۲۵٪ و ۵۵/۳۰٪ رسیده است.

است که نشان دهنده‌ی استفاده‌ی میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها از منبع کربن به عنوان منبع غذایی می‌باشد. کانترترات روماس و همکاران (۲۰۰۵) و نئوهاوز و همکاران (۱۹۸۸) میزان رطوبتی که در طی آزمایش اندازه‌گیری کردند در رنج ۹۰-۶۰٪ بود^{۹،۱۰} که با مطالعه حاضر همخوانی داشت، چرا که در این مطالعه میزان رطوبت ما در رنج ۸۰-۶۰٪ به صورت ثابت نگه داشته شده است. همچنین در مطالعه کانترترات روماس و همکاران (۲۰۰۵) میزان جامدات فرار در کمپوست تا ۵ برابر کاهش یافت^{۱۱}، و هارتنشتاین (۱۹۸۱) کاهش ۹٪ در جامدات فرار در طی ۴ هفته ایجاد کمپوست لجن را گزارش کردند^{۱۱}. فریدریکسون و همکاران (۱۹۹۷) کاهش ۳۰٪ در جامدات فرار در کمپوست ۴ ماه پس از کمپوست سازی مرسوم را یافتند^{۱۲}، که با مطالعه حاضر همخوانی ندارند، زیرا که در این مطالعه میزان جامدات فرار در پایلوت بیوکمپوست تا ۱۷/۹٪ کاهش نشان داد. اسچفر وجولیان (۲۰۰۷) پالایش زیستی خاک آلوده به نفت خام را با استفاده از میکروارگانیسم‌ها مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها می‌توانند فرایند تجزیه را فعال کرده و بنابراین می‌توان آن را در پالایش خاک آلوده به نفت با مقادیر متوسط کل هیدروکربن نفت (TPH) بکار برد^{۲۱، ۲۲}. مایک و فیلزر (۲۰۰۷) گزارش کردند که باکتری‌های هتروتروف می‌توانند فرایند تجزیه را فعال کرده و بنابراین در پالایش خاک آلوده به نفت با غلظت متوسط کل هیدروکربن نفت (TPH) (4000 mg/kg) بکار برده شود^{۱۳} در حالی که ما در این تحقیق به این نتیجه دست یافتیم که باکتری‌ها در پایلوت بیوکمپوست که مخلوط کنده‌ی حفاری پایه روغنی با لجن خروجی از هاضم بود و دارای TPH اولیه ی $42/004$ گرم بر کیلوگرم بود دوام بیاورند و آن را به $18/77$ گرم بر کیلوگرم برسانند (یعنی ۵۵/۳۱٪ حذف TPH). اسچفر (۲۰۰۵) نشان داد که افزایش فعالیت کاتابولیک میکروبی موجب حذف ۹۱٪ (1074 mg/kg) خاک تا 96 mg/kg آلودگی نفت خام در

منابع

1. Takdastan A, Mehrdadi N, Torabian A, et al. Investigation of excess biological sludge reduction in sequencing batch reactor. *Asian J Chem* 2009; 21(3): 2419-2427 (in Persian).
2. Zohrehvand F, Takdastan A, Neamat Jaafarzadeh N, et al. Assessment of lead contamination in vegetables, irrigation water and soil in farmlands irrigated by surface water in Ahvaz. *J Maz Uni Med Sci* 2014; 24 (118): 225-230 (in Persian).
3. Schaefer M, Peterson SO, Filser J. Effects of *Lumbricus chlorotica* and *Eisenia fetida* on microbial community dynamics in oil-contaminated soil. *Soil Biol Biochem* 2005; 37: 2065-2076.
4. Hosseini panah E, Takdastan A. Feasibility of total petroleum hydrocarbons removal from drill cuttings with the process of biological sludge biocompost. *International Conference on Environmental Science, Engineering and Technologies*; 2015 May 5-6; Tehran, Iran (in Persian).
5. Takdastan A, Jafarzadeh NA, Alavi NA. Physical, chemical and biological regulations and standards of compost. *Eighth National Conference of Environmental Health*; 2005; Tehran, Iran (in Persian).
6. Opuada A, Ali I, Ibrahim S, et al. Effect of earthworm inoculation on the bioremediation of used engine oil contaminated soil. *Int J Biol Chem Sci* 2012; 6(1): 493-503.
7. Zazooli MA, Bagheri Ardebilian M, Ghahremani E, et al. *Principles of compost production technology*. Tehran: Khaniran, 2012 (in Persian).
8. Contreras-Ramos SM, Alvarez-Bernal D, Dendooven L. *Eisenia fetida* increased removal of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from soil. *Environ Pollut* 2006 141:396-401
9. Neuhauser EF, Hartenstein R, Kaplan DL. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing. *OIKOS* 1980;35 (1): 93-98.
10. Loehr RC, martin JH, Neuhauser EF, et al. *Waste management using earthworms, engineering and scientific relationship*, the National Science Foundation, 1984; Washington, D.C.
11. Hartenstein R, Neuhauser EF, Collier J. Accumulation of heavy metals in the earthworm *E. foetida*. *J Environ Qual*, 1980; 9:23-26
12. Frederickson J, Butt KR, Morris RM, et al. Combining vermiculture with traditional green waste composting systems. *J Soil Biol Bioche* 1997; 29, 725-730.
13. Maik S, Filser J. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil. *Appl Soil Ecol* 2007; 36: 53 - 62.
14. Parchami P, MafiGholami R, Takdastan A. Environmental Management of drill cuttings for removing TPH using wastewater treatment's biological sludge. *Second National Specialized Conference on Environmental Researches*; 2014; Hamadan, Iran (in Persian).
15. EPA. Total petroleum hydrocarbons (TPH) as gasoline and diesel SW-846 method 8015B. revision 2, December, 1996.
16. Rouyanian Firouz Z, Takdastan A, Jaafarzadeh Haghhighifard NA, et al. Feasibility of land treatment that removal of nitrogen and phosphor of chonaibeh wastewater treatment plant (Ahvaz). *Asian J Res Chem* 2011; 4 (4): 597-601(in Persian).
17. Fazelipour M, Takdastan A, Jou MSS. Survey on chlorine application in sequencing batch reactor waste sludge in order to sludge minimization. *Asian J Chem* 2011; 23(7): 2994-2998 (in Persian).
18. Takdastan A, Movahedian H, Jafarzadeh N, et al. The efficiency of anaerobic digesters on microbial quality of sludge in Isfahan and Shahinshahr wastewater treatment plant. *Iranian J Environ Heal Sci Eng* 2005; 2(1): 56-59 (in Persian).
19. Takdastan A, Movahedian H, Bina B. Survey of sludge indicator in Isfahan wastewater treatment plants and comparative with environmental standard. *J Wat Waste* 2000; 36: 18-24 (in Persian).
20. Zazouli MA, Asgharnia HA, Yazdani Cherati J, et al. Evaluation of cow manure effect as bulking agent on concentration of heavy metals in municipal sewage sludge vermicomposting. *J Maz Uni Med Sci* 2015; 25(124): 152-169 (in Persian).
21. Schaefer M, Juliane F. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil. *Soil Ecol* 2007; 36:53-62.
22. Hosseini panah E, Takdastan A, Hosseini Alhashemi A. Check stabilization of sewage sludge by vermicompost with earthworms, especially *Eisenia Foetida*. the first Conference of the new electronic environment and ecosystems, agriculture, electronic, Renewable Energy and Environmental Research Institute of Tehran University; 2014; Tehran, Iran (in Persian).

Survey of Biological Wastewater Sludge Biocompost for organizing and disinfecting of Khuzestan Oil Field Drill Cutting

Afshin Takdastan¹, Elham Hosseini Panah^{2*}, Abdalkazem Neisi¹

1. Department of Environmental Health Engineering, and Environmental Technologies Research Center, Ahvaz JundiShapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

2. Department of Environmental Sciences, Khuzestan Science and research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*E-mail: elham.hp92@gmail.com

Received: 23 Jun 2015 ; Accepted: 12 Sep 2015

ABSTRACT

Background and objective: Hydrocarbon compounds from the drilling fluid and the formations containing these compounds enter into the drill cuttings. Toxicity and complex nature of this type of pollution causes environmental pollution and it can be dangerous for human health. The objective of this paper was survey of biological wastewater sludge biocompost for organizing and disinfecting of khuzestan oil field drill cutting.

Methods: In this study, the effect of a mixture of biological sludge and drill cuttings containing TPH with a 1:1 ratio, along with sawdust and horticultural waste was examined in order to do biocompost processes. The degradation time in this study was nearly 60 days in pilot chamber, and in addition to the TPH, the pH, volatile solids, C/N and temperature levels were measured, and all tests conducted as triplicate. Statistical Studies were done in EXCEL and SPSS software with significant confidence interval at 95%.

Results: The results showed that the mean of TPH in the drilling cutting in Khuzestan oil field was 42.004 g/kg that it has arrived to 18.77 g/kg during 2 months of biocompost biological process with biological sludge in the ratio of 1 to 1.

Conclusion: The petroleum hydrocarbons are major parts of contaminants in drilling industry, so biological processes as a suitable process and environmental friendly are available for organizing and disinfecting of drilling cutting.

Keywords: Drilling Cutting, Biocompost, Biological sludge, TPH