ISSN 2251-7480

زیست پالایی خاک‌های آلوده به نفت کوره تحت تأثیر همزمان کمپوست زباله شهری و برخی کودهای شیمیایی

منیژه جعفری[۱]، سهیلا ابراهیمی[۲*] و سید علیرضا موحدی نائینی[۳]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان؛ ایران

۲*) استادیار گروه خاکشناسی؛ دانشکده مهندسی آب و خاک؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان؛ ایران؛

نویسنده مسئول مکاتبات: sohebrahimi@gmail.com

۳) دانشیار گروه خاکشناسی؛ دانشکده مهندسی آب و خاک؛ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان؛ ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۱

چکیده

آلودگی خاک به نفت‌خام و مشتقات آن از خطرناک‌ترین آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌شمار می‌رود. این پژوهش، به منظور بررسی و بهینه‌سازی شرایط میکروارگانیسم‌های بومی خاک با استفاده از کودهای شیمیایی ازت، فسفر، پتاسیم و کمپوست زباله شهری با هدف پاکسازی خاک آلوده به نفت کوره (۱۳۰ گرم در کیلوگرم)، سودمندی ماده اصلاحی و نسبت بهینه اختلاط آن با خاک آلوده انجام شد. بدین منظور، کمپوست زباله شهری با سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد به همراه کودهای شیمیایی ازت، فسفر و پتاسیم با دو نسبت ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ با خاک آلوده مخلوط شد. پس از طی زمان تعادلی اولیه (۱۰ روز)، مقدار کاهش کل آلاینده هیدروکربنی خاک تحت شرایط رطوبتی و هوادهی مناسب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش درصد کمپوست، مقدار آلاینده نفتی خاک به‌گونه‌ای کاهش می‌یابد که تیمار ۱۵٪ بیشترین مقدار کاهش را به اندازهٔ ۵۹ تا ۶۲ درصد ایجاد می‌کند. نتایج استفاده از دو نسبت کودی مورد استفاده، مؤید سودمندی بهتر کود NPK با نسبت ۱۰:۲:۱ بود. کاربرد مواد اصلاحی برای همه موارد به‌کار رفته نشانگر تأثیر مناسب باکتری‌های تجزیه کننده آلاینده هیدروکربنی، به ویژه در نخستین هفته پس از تعادل تیمارها به‌دلیل تجزیه سریع‌تر ترکیبات زنجیر کوتاه و ساده مانند آلکان‌ها می‌باشد. در این پژوهش، بین میزان تجزیه TPH و CO_2 حاصل از فعالیت میکروبی، همبستگی مؤثری مشاهده شد که نشان‌دهندهٔ ارتباط تجزیه نفت کوره به‌وسیله میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده نفت است. اعمال تیمار همزمان کمپوست زباله شهری ۱۵٪ و کود شیمیایی NPK با نسبت ۱۰:۲:۱ در بازه زمانی شش هفته، مؤثرترین تیمار و روشی بهینه برای اصلاح خاک‌های آلوده به نفت کوره منطقه با میزان تجزیه ۶۲ درصد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی خاک؛ تجزیه زیستی؛ کمپوست

مقدمه

در دهه‌های اخیر، با افزایش سریع جمعیت، نیاز به مقدارهای زیاد سوخت، مواد شیمیایی صنعتی، کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات و داروها برای بقاء و بهبود کیفیت زندگی به‌شدت افزایش یافته است (Chakrabarty *et al.*, 1988). هیدروکربن‌های نفتی (TPHs)[۱] به‌دلیل حلالیت، فراریت و قابلیت زیست تخریبی‌شان یکی از شایع‌ترین گروه‌های آلوده کننده‌ی آلی در زیست بوم بوده و برای بسیاری از جانداران سمی شناخته شده‌اند و از طریق پالایشگاه‌ها، رواناب یا نشت از مخازن زیرزمینی

[۱] Total petroleum hydrocarbons (TPH_s)

Archive of SID

www.SID.ir

سوخت، وارد خاک و آب‌های زیرزمینی شده و سلامت انسان و زیست‌بوم را بشدت تهدید می‌کنند (سیدعلیخانی و همکاران، ۱۳۹۰). این دسته از آلاینده‌های آلی پایداری زیادی در خاک دارند و انباشته شدن تدریجی این آلاینده‌ها در خاک در طول زمان نه تنها موجب اختلال در کارکرد طبیعی خاک مانند کاهش عملکرد محصولات کشاورزی شده، بلکه سبب تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک‌های آلوده نیز می‌شوند (بسالت پور و همکاران، ۲۰۱۰). بخش عمده‌ای از آلودگی‌های هیدروکربنی در خاک در اثر فعالیت‌های صنایع پتروشیمی، نفت و صنایع مشابه به وجود می‌آیند (Sims *et al.*, 1993؛ Balderian *et al*, 2000) که خطر جدی برای محیط زیست به شمار رفته و اصلاح آنها امری اجتناب ناپذیر است. زیست‌پالایی می‌تواند روشی سودمند، مفید و مؤثر در اصلاح خاک‌های آلوده هیدروکربنی باشد، که در آن ریز جانداران از مواد هیدروکربنی به عنوان منبع کربن و انرژی استفاده کرده و آنها را به آب و دی اکسید کربن تبدیل می‌نمایند و پیامد آن، کاهش کل هیدروکربن‌های نفتی موجود در خاک است (Espinoza and Dendooven, 2003). تا کنون مطالعاتی متعدد در مورد جنبه‌های مختلف زیست پالایی خاک‌های آلوده انجام شده و جنبه‌های متفاوتی از آن مورد توجه قرار گرفته است (خداوردی‌لو و همکاران، ۱۳۸۷؛ عربی و همکاران، ۱۳۸۸؛ داوری و همکاران، ۱۳۸۹ و اکبرپور سراسکانرود و همکاران، ۱۳۹۱). در سال‌های اخیر در ایران نیز پژوهش‌هایی چند در ارتباط با موضوع پالایش گیاهی انجام شده است. برخی از این پژوهش‌ها (Asadi Kapourchal *et al.*, 2009; Asadi Kapourchal *et al.*, 2011; Mazhari *et al.*, 2012؛ خداوردی‌لو و همکاران، ۱۳۸٦؛ جعفرنژادی و همکاران، ۱۳۹۱؛ محمدی‌پور و اسدی کپورچال، ۱۳۹۱) به ارزیابی و شناسایی گونه‌های مختلف گیاهی پرداخته‌اند. برخی دیگر امکان استفاده از کی‌لیت‌های طبیعی و شیمیایی برای افزایش کآرایی گیاه پالایی را مورد توجه قرار داده‌اند (عربی و همکاران، ۱۳۸۸؛ عربی و همکاران، ۱۳۸۹؛ بابائیان و همایی، ۱۳۸۹؛ بابائیان و همکاران، ۱۳۹۱). در برخی دیگر از این پژوهش‌ها به امکان نمون‌سازی فرآیند پالایش سبز پرداخته شده است (Khodaverdiloo and Homaee, 2008؛ خداوردی‌لو و همایی، ۱۳۸٦؛ خداوردی‌لو و همایی، ۱۳۸۷؛ دلالیان و همایی، ۱۳۸۹؛ داوری و همکاران، ۱۳۸۹؛ داوری و همایی، ۱۳۹۰).

نشت نفت به خاک، به علت وارد کردن مقادیر عظیم کربن آلی به خاک، سبب بالا رفتن فاکتور C/N می‌شود که برای رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک نامناسب می‌باشد. با تأمین مواد غذایی معدنی از طریق کوددهی و بهینه‌سازی شرایط رشد، می‌توان این نسبت را تعدیل کرد (Kim *et al*, 2005؛ Lee and Ward, 1985 ؛ اکبرپور سراسکانرود و همکاران، ۱۳۹۱). Walworth و Reynolds (۱۹۹۵) نیز به این نتیجه رسیدند که تجزیه هیدروکربن‌های خاک را می‌توان به وسیله کاربرد مواد غذایی ضروری مانند نیتروژن و به مقدار کمتر فسفر افزایش داد (Walworth and Reynolds, 1995). مصرف کودهای نیتروژنه در شکل و غلظت مناسب در خاک‌های آلوده به نفت خام، ممکن است سبب کاهش اثرات سوء این ترکیب بر فعالیت ریز جانداران خاک شود. به‌رغم اینکه هر دو شکل نیتروژن (NO_3^- و NH_4^+) در غلظت‌هایی مناسب سبب افزایش فعالیت میکروبی می‌شوند، اما آمونیوم و سایر شکل‌های احیایی مشابه، نسبت به نیترات و سایر شکل‌های اکسایشی نیتروژن برتری دارند (Jackson and Pardue, 1999) این در حالی است که از نظر میزان مصرف انرژی ریزجانداران جذب آمونیوم را نیز ترجیح می‌دهند (Paul and Clark, 1996). اثر کودهای نیتراته بر دینامیک کربن خاک متغیر بوده و می‌تواند سبب افزایش، کاهش (Fogg, 1988) و یا هیچ تغییری (van Vuuren and van der Eerden, 1992؛ Hassink, 1995؛ Matus, 1994) در تجزیه کربن شود.

از دیگر روش‌های مؤثر در پالایش خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌های نفتی، بهره‌گیری از اصلاح کننده‌های آلی

Archive of SID

www.SID.ir

مانند استفاده از کمپوست است. در این روش افزودن مواد مغذی سبب برقراری تعادل کربن و نیتروژن شده که آن نیز افزایش سرعت فعالیت میکروبی را منجر می‌گردد (Dobler *et al.*, 2000). محققین با بهره‌گیری از کمپوست به عنوان ماده اصلاح کننده آلی بر روی خاک‌های اطراف پالایشگاه تهران، به این نتیجه رسیدند که استفاده از فرایند کمپوست در طول بازه زمانی ۶۰ روزه می‌تواند منجر به کاهش ۴۰/۸ درصدی آلاینده‌های هیدروکربنی در خاک شود (خدادادی و همکاران، ۲۰۰۹). لادیسلاو و همکاران (۲۰۰۶) نیز با استفاده از کمپوست سبز تازه جمع آوری شده در طول ۸ هفته دریافتند که بیشترین حذف آلودگی‌های هیدروکربنی معادل ۵۳/۲ درصد است.

نفت کوره یا مازوت یکی از هیدروکربن‌های نفتی است که در مراحل تصفیهٔ نفت خام پس از اتر، بنزین و نفت چراغ بدست می‌آید و چون سیاه رنگ بوده به نام نفت سیاه نیز خوانده می‌شود. این ماده ارزان‌ترین ماده سوختی برای موتورهای دیزلی و برخی نیروگاه‌ها است. با توجه به تأثیرگذاری جداگانه کودهای شیمیایی و کمپوست در حذف آلاینده‌های هیدروکربنی که در تحقیقات پیشین به آن اشاره شد، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر همزمان کودهای شیمیایی و کمپوست و توانایی پایش میکروارگانیسم‌های بومی مقیم خاک آلوده به نفت کوره، در تجزیه زیستی آلاینده‌ها است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، خاک مورد مطالعه از خاک آلوده به نفت کوره واقع در شرق شهرستان شاهرود، از شرکت ملی پخش و پالایش فرآورده‌های نفتی ایران تهیه شد. خاک آلوده، پس از هوا خشک کردن از الک ۲ میلیمتری عبور داده شده و برای آزمایش‌های تجزیه خاک و اعمال تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. برای سنجش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، همچون بافت خاک از روش هیدرومتری ، فسفر قابل جذب از روش اولسن (vanVark *et al*, 1989)، نیتروژن کل از روش کجل تک (Bremner, 1996)، قرائت سدیم و پتاسیم تبادلی با دستگاه فلیم فتومتر، درصد مواد خنثی شونده (آهک) از روش تیتراسیون با سود و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و واکنش خاک (pH) در عصاره‌ی ۱:۲/۵ (خاک : آب) تعیین شد (جدول ۱). به منظور بهبود شرایط زیستی ریزاندام‌های بومی نفت‌خوار موجود در خاک آلوده، با توجه به شرایط موجود، تیمار غذایی NPK و کمپوست انتخاب گردید. طراحی تیمارها به صورت گلدانی و با اضافه کردن ۴۰۰ گرم از خاک آلوده، با سه تکرار برای هر تیمار در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها برای فاکتورهای معنی دار شده، با استفاده از روش LSD انجام گرفت. تیمارهای اعمال شده شامل ترکیبی از کود شیمیایی NPK با دو نسبت ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ و کمپوست با سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در نظر گرفته شده که جداگانه و با هم اعمال گردیدند. فاکتور اصلی مخلوط تیمار کوددهی با دو سطح ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ و فاکتور کمپوست با سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد بود و عامل زمان نیز به عنوان فاکتور فرعی شامل سطوح ۶ و ۱۲ هفته بود. کود شیمیایی استفاده شده شامل سه کود نیترات آمونیوم به عنوان منبع ازت، سوپرفسفات تریپل به عنوان منبع فسفر و کلرید پتاسیم به عنوان منبع پتاسیم گزینش شد. کود ازته به صورت تقسیط در دو مرحله و کود پتاس و فسفات به همراه سطوح متفاوت کمپوست در ابتدای آزمایش به صورت یکباره به تیمارها اضافه گردید. زیست پالایی تیمارهای طراحی شده در سیستم پایلوت در یک دوره ۱۲هفته‌ای مورد بررسی قرار گرفت. برای ایجاد شرایط محیطی مناسب برای فعالیت ریز جانداران موجود در خاک‌های آلوده، رطوبت نمونه‌های خاک، معادل ۷۰ درصد ظرفیت زراعی باقی مانده و به منظور ایجاد شرایط هوازی، هوادهی خاک‌ها به صورت روزانه انجام شد (Gogoi *et al.*, 2003؛ نوری و همکاران، ۱۳۹۱ (الف)؛ نوری و همکاران، ۱۳۹۱ (ب)). به منظور رسیدن به تعادل، تیمارها به مدت ۱۰ روز در شرایط آزمایشگاهی رها شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

آماده‌سازی مواد مغذی شامل محاسبهٔ مقدار ماده مغذی موردنیاز برای هر تیمار و افزدون آب به آنها به منظور حل کردن این مواد و تشکیل محلول مغذی مورد نیاز است. عملیات اجرایی روزانه با هدف افزودن آب برای جبران آب از دست‌رفته در اثر تبخیر و هم‌زدن کل خاک هر تیمار به‌منظور هوادهی بهتر صورت گرفت. به منظور آنالیز غلظت نمونه‌های نفتی، تغییرات TPH و میزان تجمعی CO_2 به صورت هفته‌ای بررسی گردید. برای اندازه‌گیری میزان تغییرات TPH در تیمارهای مختلف اعمال شده، از روش وزنی (مارکیز- روچا) استفاده شد (مینایی تهرانی، ١٣٨٤). این سنجش هر هفته انجام و روند تجزیه نفت با زمان صفر هر تیمار مقایسه شد. انجام مطالعات تنفس میکروبی هر یک از تیمارها، با سنجش میزان CO_2 حاصله بر حسب میزان اسید مصرفی برای هر تیمار محاسبه گردید.

تجزیه آماری داده‌ها، با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک آلوده اولیه و کمپوست زباله شهری، در جدول‌های ١ و ٢ آورده شده است.

جدول ١- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک آلوده

شاخص‌های اندازه‌گیری شده	خاک آلوده	واحد (unit)
بافت خاک	شن لومی	-
Clay	٧/٥	درصد
Silt	٥	درصد
Sand	٨٧/٥	درصد
TPH اولیه	١٣	درصد
نیتروژن	٠/٠٥	درصد
فسفر	١٣/٩	ppm
پتاسیم	١٩	ppm
سدیم	١٧/٥	ppm
آهک	٢٧	درصد
EC در عصاره ١:٢/٥	١/٠٧٦	dsm^{-1}
pH در عصاره ١:٢/٥	٧/٨١	-

همانطور که در جدول ١ مشاهده می‌شود بافت خاک مورد نظر شن لومی و از نوع سبک بافت به‌شمار می‌رود. میزان کل آلاینده هیدروکربنی معادل ١٣٪ بدست آمد که بسیار بیشتر از حد مجاز آلایندگی برای خاک و آب زیرزمینی است. با توجه به درصد آهک این خاک جز خاک‌های آهکی طبقه بندی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کمپوست زباله شهری

پارامتر	کمپوست (fine)	کلاس A استاندارد ایران	کلاس B استاندارد ایران	واحد / unit
مواد آلی(بر اساس وزن ماده خشک)	۵۰ – ۶۰	کمینه ۳۵ درصد	کمینه ۲۵ درصد	درصد
کربن آلی(بر اساس وزن ماده خشک)	۳۲	کمینه ۲۵ درصد	کمینه ۱۵ درصد	درصد
ازت کل(بر اساس وزن ماده خشک)	۱/۶۸	۱/۶۶ – ۱/۲۵درصد	۱/۵ – ۱/۰ درصد	درصد
فسفر(بر اساس وزن ماده خشک) P_2O_5	۱/۴	۳/۸ – ۱ درصد	۳/۸ – ۰/۳ درصد	درصد
پتاسیم (براساس وزن ماده خشک) K_2O	۱/۸	۱/۸ – ۰/۵ درصد	۱/۸ – ۰/۵ درصد	درصد
کلسیم	۹/۹۳	–	–	درصد
منیزیم	۰/۹۸	–	–	درصد
C/N	۲۰	۲۰ – ۱۵	۱۵ – ۱۰	–
EC	۴	بیشینه ۸ dS/m	بیشینه ۱۴ dS/m	dS/m
pH	۷	۸ – ۶	۸ – ۶	–

نتایج حاصل از تأثیر شرایط محیطی: نتایج تجزیه نفت در تیمار شاهد حاکی از تجزیه این ترکیب در طی زمان می‌باشد. نتایج نشان داد هوادهی فعال خاک به منظور ایجاد شرایط بهینه هوازی و نگهداری شرایط رطوبتی خاک در حد ۷۰٪ ظرفیت مزرعه تأثیر معنی‌داری در روند تجزیه آلاینده هیدروکربنی (شکل ۱) و بهبود وضعیت تنفسی خاک دارد (شکل ۲).

بررسی تأثیر میزان اختلاط کمپوست زباله شهری: هدف از اعمال نسبت‌های اختلاط ۵، ۱۰ و ۱۵درصد ماده اصلاحی با خاک آلوده به نفت کوره، تعیین بهترین نسبت اختلاط کمپوست زباله شهری با خاک آلوده بود. نتایج حاصل از تجزیه مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده نشان داد نسبت‌های اختلاط پایین با وجود تأثیرگذاری، اختلافی چندانی با خاک شاهد از خود نشان نداد. بنابراین، از بین نسبت‌های اختلاط بکار گرفته شده نسبت ۱۵ درصد بیشترین تأثیر را در کاهش آلاینده‌های هیدروکربنی از خود نشان داد.

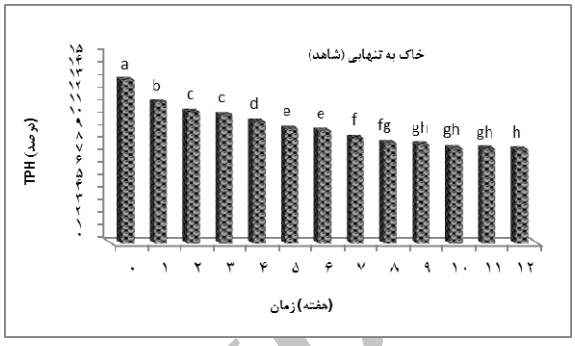
بررسی نسبت اختلاط تیمار کود شیمیایی NPK بر تغییرات هیدروکربن نفتی: اعمال تیمار مواد غذایی معدنی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به عنوان منبع تغذیه میکروارگانیسم‌های بومی خاک با دو نسبت ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ با وجود تاثیرگذاری در کاهش آلاینده هیدروکربنی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری تغییرات TPH: نتایج اندازه‌گیری تغییرات TPH حاصل از تأثیر شرایط محیطی، سطوح متفاوت کمپوست زباله شهری با سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و کود شیمیایی NPK با دو نسبت ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ بر تجزیه نفت کوره در شکل‌های ۱ تا ۴ نشان داده شده است. مدت زمان بررسی تغییرات حاصل از تجزیه نفت به مدت ۹۴ روز به طول انجامید که شامل یک دوره زمانی ۱۰ روزه تحت عنوان زمان صفر برای به تعادل رسیدن تیمارها بوده و ۸۴ روز باقیمانده شامل ۱۲ هفته زمانی به منظور بررسی تغییرات حاصل از روند کاهش نفت کوره در نظر گرفته شد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود برای کلیه نمونه‌های تیمارشده در ۶ هفته اول، بیشترین میزان تجزیه نفت مشاهده شده و پس از آن که نوبت به تجزیه ترکیب‌هایی با وزن مولکولی بالا می‌رسد سرعت تجزیه به شدت کاهش می‌یابد. احتمالا در ۶ هفته اول تیماردهی به علت حضور آلکان‌های سریع تجزیه شونده و وفور مواد غذایی، فعالیت باکتری‌ها و تجزیه نفت بیشتر بوده اما با گذشت زمان به دلیل وجود ترکیبات نفتی سخت تجزیه شونده، تجزیه نفت کاهش می‌یابد (Tajik, 2004). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، شرایط هوادهی و رطوبتی نیز بر روند تجزیه نفت بررسی شده است، از آنجا که تجزیه هیدروکربن‌های نفتی در شرایط هوازی صورت می‌گیرد، تامین اکسیژن مورد نیاز از طریق هوادهی و ایجاد شرایط رطوبتی مناسب می‌تواند شرایط مناسب فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک را برای تجزیه هیدروکربن‌های نفتی فراهم کند (Thapa *et al.*, 2012) در

Archive of SID

www.SID.ir

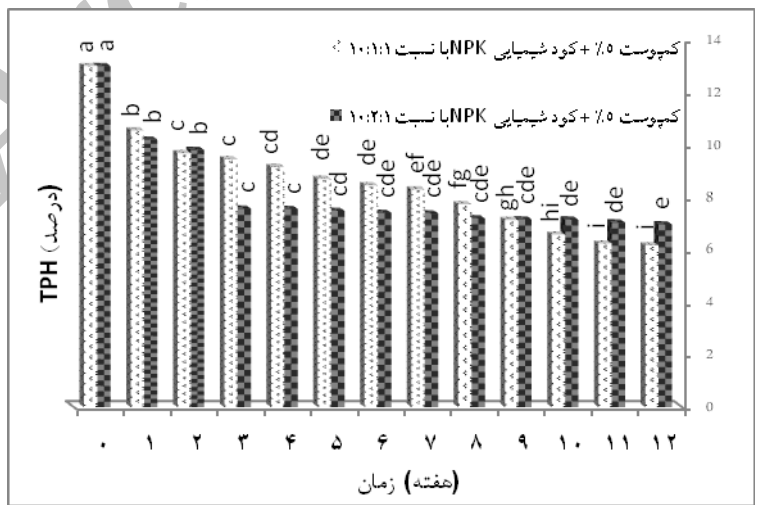
این میان تیمار شاهد کاهش ۴۲/۳ درصدی تجزیه نفت را از خود نشان داده است (شکل ۱).



شکل۱- مقایسه میانگین اثر زمان بر تغییرات TPH در نمونه شاهد (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

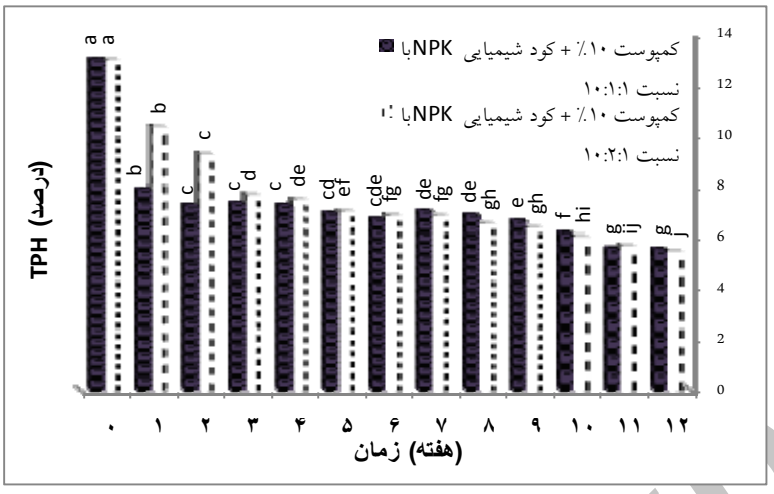
همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در نسبت‌های پایین اختلاط کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی NPK به دلیل بالا بودن غلظت TPH و بهینه نبودن شرایط زیستی مناسب برای تحریک و تشدید رشد و فعالیت ریزاندامهای بومی خاک و عدم توانایی میکروارگانیسم‌ها در حذف آلودگی هیدروکربنی، حذف چندانی در کاهش این آلاینده-ها مشاهده نشد. در واقع استفاده از کمپوست با سطح ۵ درصد و نسبت کودی ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ به ترتیب کاهش نفت در حدود ۵۳ و ۴۷ درصدی را از خود نشان دادند که تغییر قابل توجهی با نمونه شاهد نداشت. در ماه اول تیماردهی نسبت کودی ۱۰:۲:۱ در مقایسه با تیمار کودی ۱۰:۱:۱ تاثیر بیشتری از خود نشان داده و سپس روند ثابتی را طی نموده است در صورتیکه تیمار کودی ۱۰:۱:۱ تا ماه دوم تیماردهی بر روند تجزیه نفت مؤثر بوده، سپس به شرایط ثابتی رسیده است (شکل ۲).

در نسبت‌های بالاتر اختلاط تیمارهای مذکور با خاک آلوده به نفت کوره، به دلیل قرار گرفتن بیشتر مواد غذایی در دسترس باکتری‌های تجزیه کننده نفت، میکروارگانیسم‌ها توانایی بیشتری در حذف آلاینده‌ها از خود نشان دادند (شکل‌های ۳ و ٤). همانطورکه در شکل ۳ مشاهده می-شود، استفاده از کمپوست با سطح ۱۰ درصد در هر دو نسبت کودی ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ کاهش ۵۸ درصدی تجزیه نفت را از خود نشان داده است. بنابراین با وجود تأثیرگذاری نسبت کمپوست، نسبت کودی در این سطح کمپوست زباله شهری تأثیر معنی داری در روند تجزیه نداشته در حالیکه استفاده از کمپوست ۱۵ درصدی و نسبت کودی ۱۰:۱:۱ و ۱۰:۲:۱ به ترتیب کاهش تقریبی ۵۹ و ٦۲ درصدی نفت را داشته که درمقایسه با سایر تیمارها بیشترین تاثیر از خود نشان دادند (شکل ٤).

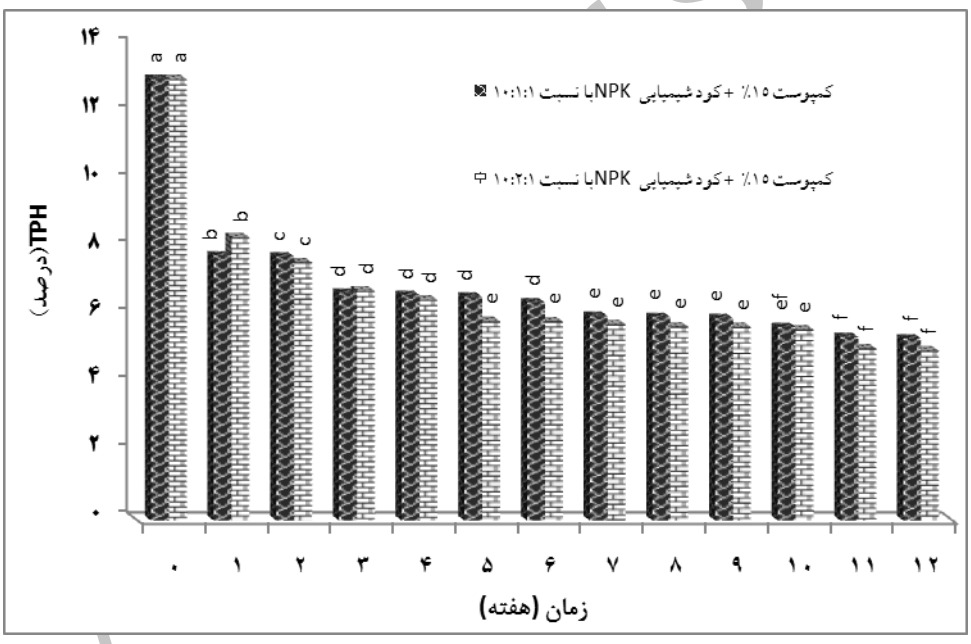


شکل۲- مقایسه میانگین اثر زمان بر تغییرات TPH در نمونه کمپوست ۵ درصد با دو نسبت کودNPK (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۳- مقایسه میانگین اثر زمان بر تغییرات غلظت TPH در نمونه کمپوست ۱۰ درصد با دو نسبت کود NPK (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر زمان بر تغییرات غلظت TPH در نمونه کمپوست ۱۵ درصد با دو نسبت کود NPK (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد همزمان کودهای شیمیایی حاوی NPK و کمپوست با نسبت‌های متفاوت و هوادهی منظم در طول فرایند زیست پالایی، در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد اثر معنی‌داری بر تجزیه نفت داشت.

جدول۳- تجزیه واریانس مربوط به مقدار کل هیدروکربن‌های نفتی در تیمارهای مختلف با گذشت زمان

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات
تیمار	٦	٣٢/٢٧٩ **
زمان	١٢	٧٤/٠٩٩ **
تیمار × زمان	٧٢	٠/ ٧٤ **

Coeff Var = 4.07 , R-Square = 0.98 (** معنی دار بودن در سطح ۰.۰۱ احتمال)

www.SID.ir

افزون بر این اثر عامل زمان بر تجزیه نفت نیز در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار شده است. همان‌طور که در شکل‌های مربوط به تغییرات غلظت TPH مشاهده می‌شود با گذشت زمان روند تجزیه نفت کند شده و بیشترین میزان تجزیه نفت در اولین هفته پس از به تعادل رسیدن تیمارها مشاهده می‌شود. چنین روند کاهشی تا ششمین هفته بعد از به تعادل رسیدن تیمارها ادامه داشته و پس از آن روند تجزیه کمتر شده تا اینکه به یک روند تقریبا ثابتی می‌رسد. بنابراین تجزیه نفت برای نمونه های تیمار شده در طول ٦ هفته اول بیشتر از ٦ هفته دوم است (شریفی حسینی و همکاران، ۱۳۸۸). این نتایج کاملا با نرخ فعالیت تنفس میکروبی مطابقت دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین مقدار تجزیه مربوط به میکروارگانیسم‌های کمپوست زباله شهری با نسبت ۱۵ درصد و کود شیمیایی NPK با نسبت ۱۰:۲:۱ بود. به طوری که غلظت TPH در این محیط از ۱۳۰۰۰۰ میلی گرم به کمترین مقدار خود معادل ٤٩٩٠٠ (خاک خشک mg/kg) رسید.

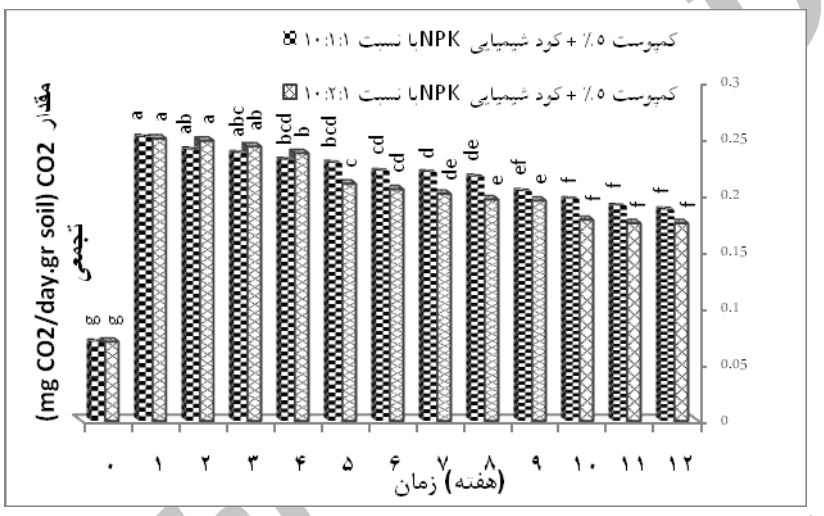
بررسی نتایج حاصل از مطالعات تنفس میکروبی: CO_2 حاصل از تنفس میکروارگانیسم‌های بومی خاک (فراورده‌ی فرایند بیولوژیکی هوازی) به صورت تدریجی اندازه‌گیری شد. نتایج کلی نمونه‌های تیمار شده و خاک آلوده بدون هیچ ماده‌ی اصلاحی (شاهد) در شکل‌های ۵ تا ۸ ارائه شده است. بررسی نرخ تغییرات تنفس میکروبی در شکل ۵ نشان می‌دهد که مقدار تجمعی CO_2 ابتدا در حالت ضعیف قرار داشته و با گذشت زمان روند افزایشی می‌یابد، در واقع بهبود شرایط تهویه و رطوبتی خاک منجر به افزایش فعالیت باکتری‌های مستقر در خاک آلوده و در نتیجه افزایش سرعت تنفس میکروبی شده که نتیجه آن منجر به افزایش نرخ تجزیه نفت کوره شده است.

شکل۵- مقایسه میانگین اثر زمان بر میزان تغییرهای تجمعی CO_2 حاصل از تنفس میکروبی در تیمار شاهد (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

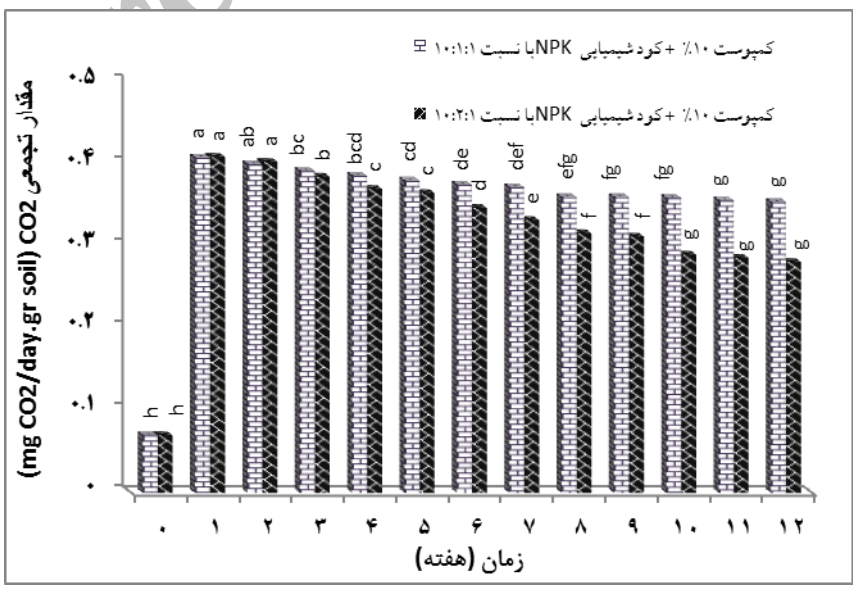
هنگامی‌که از سطوح متفاوت کمپوست زباله‌ی شهری با دو نسبت کود شیمیایی NPK استفاده شد، پس از اضافه کردن مواد اصلاح کننده به خاک و گذشت مدت زمان ۱۰ روز (زمانی که صرف ایجاد تعادل بین خاک آلوده و ماده‌ی اصلاحی شد)، میزان سرعت تنفس میکروبی به دلیل مصرف ترکیبات آسان تجزیه‌پذیر به شدت افزایش یافت (شکل‌های ٦، ۷ و ۸). سپس سرعت تنفس میکروبی به دلیل وجود ترکیب‌هایی با وزن مولکولی بالاتر، کاهش پیدا کرده و از تعداد میکروارگانیسم‌ها نیز کاسته شده و ادامه تجزیه به کندی انجام گردید (خدادادی و همکاران،

www.SID.ir

۲۰۰۹). در نهایت میزان فعالیت میکروبی ثابت شده که دلیل آن مصرف مواد اصلاحی و کاهش مواد غذایی در دسترس باکتری‌های موجود در خاک می‌باشد. سپس این وضعیت میکروبی مناسب با روند تقریبا ثابتی ادامه یافته و منجر به ادامه‌ی تجزیه ترکیب‌های نفتی در تیمارهای به کار رفته شده است. بررسی نرخ تغییرهای تنفس میکروبی در این مرحله نشان داد که نسبت اختلاط کمپوست زباله شهری تأثیر زیادی در مقدار تجمعی CO_2 داشته به طوری که در اولین زمان پس از به تعادل رسیدن تیمارها، نسبت کمپوست ۱۵ درصد، بیشترین میزان تنفس میکروبی را داشت و نسبت کمپوست ۱۰ درصد نیز نسبت به سطح کمپوست ۵ درصد تنفس بیشتری را در اولین زمان از خود نشان داد. در نتیجه افزایش میزان تنفس میکروارگانیسم‌ها، سبب کاهش غلظت TPH در خاک شده و زمانی که میزان تنفس کاهش یافته و به شرایط ثابت رسیده است، غلظت TPH نیز ثابت مانده است. این پدیده نمایانگر وجود یک ضریب همبستگی نزدیک (شکل ۹) بین CO_2 تولیدی و TPH مصرفی است (یوسفی کبریا و همکاران، ۲۰۰۹).

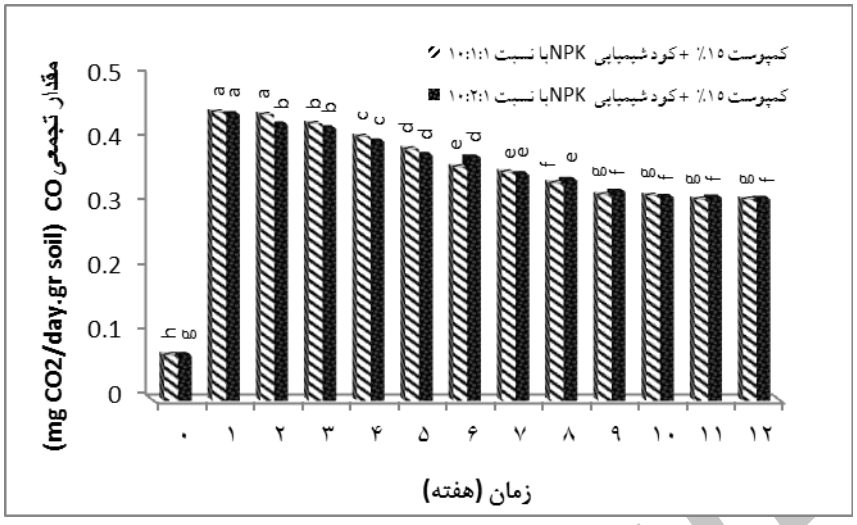


شکل٦- مقایسه میانگین اثر زمان بر میزان تغییرهای تجمعی CO_2 در کمپوست ۵ درصد با دو نسبت کود NPK (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل۷- مقایسه میانگین اثر زمان برتغییرهای تجمعی CO_2 در کمپوست ۱۰ درصد با دو نسبت کود NPK (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

www.SID.ir



شکل۸- مقایسه میانگین اثر زمان برتغییرهای تجمعی CO_2 در کمپوست ۱۵ درصد با دو نسبت کود NPK (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند)

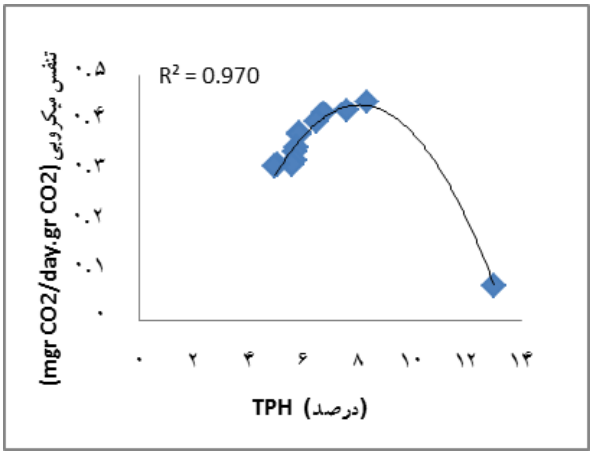
با توجه به نتایج به دست آمده کمپوست زباله شهری با نسبت ۱۵ درصد و کود شیمیایی NPK با نسبت ۱۰:۲:۱ بیشترین تاثیر را در فعالیت تنفس میکروبی از خود نشان دادند. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی تغییر آلاینده‌های هیدروکربنی در بخش پیش کاملا مطابقت دارد.

در شکل ۹ همبستگی تنفس میکروبی و تیمار بهینه کاهش کل آلاینده هیدروکربنی (TPH) نمایانده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود ضریب همبستگی بین دو پارامتر برای بهترین تیمار معادل ۹۷ درصد بوده است.

جدول ٤- جدول تجزیه واریانس مربوط به تنفس میکروبی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمارها	٦	۰/۲۵۳ **
زمان	۱۲	۰/۰۹۰ **
تیمار*زمان	۷۲	۰/۰۰۵ **

Coeff Var = 3.26 , R-Square = 0.99 (** معنی دار بودن در سطح ۰.۰۱ احتمال)



شکل ۹- میزان همبستگی TPH و تنفس میکروبی در تیمار کمپوست ۱۵٪ و نسبت کودی ۱۰:۲:۱

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که هوادهی بهینه و شرایط رطوبتی مناسب، به تنهایی در کاهش ٤٢/٣٪ تجزیه نفت کوره مؤثر بوده است. تحریک بیولوژیکی خاک آلوده به نفت کوره، با مواد غذایی معدنی همچون کودهای شیمیایی حاوی NPK باعث افزایش تجزیه زیستی و همچنین تجزیه هیدروکربن‌ها شده است (Margesin, 2000). با وجود اینکه کود شیمیایی با نسبت ۱۰:۲:۱ در مقایسه با کود شیمیایی با نسبت ۱۰:۱:۱ تأثیرگذاری بیشتری در تجزیه هیدروکربن‌ها داشته لیکن از نظر آماری معنی دار نیست. درصد اختلاط کمپوست زباله شهری با سطوح متفاوت، تأثیری قابل ملاحظه بر نرخ فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه روند تجزیه نفت کوره از خود نشان داد که بیشترین تأثیرپذیری مربوط به نسبت اختلاط ۱۵ درصد بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان کاهش و تجزیه کل آلاینده هیدروکربنی خاک‌ها، در تیمار کمپوست زباله شهری با نسبت ۱۵ درصد با نسبت کود شیمیایی NPK با نسبت ۱۰:۲:۱ به دست آمد. درصد حذف ترکیب‌های نفت کوره برای کمپوست زباله شهری با نسبت اختلاط ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و خاک شاهد با کود شیمیایی NPK با نسبت ۱۰:۱:۱به ترتیب ۵۳، ۵۸، ۵۹ و ٤٢/٣ درصد و برای کمپوست زباله شهری با نسبت اختلاط ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و خاک شاهد با کود شیمیایی NPK با نسبت ۱۰:۲:۱ به ترتیب ٤٧، ۵۸، ٦٢ و ٤٢/٣ درصد بود. بین میزان تجزیه TPH و CO_2 حاصل از فعالیت میکروبی ارتباط و همبستگی مهمی مشاهده شد که نشانگر تجزیه آلاینده‌های هیدروکربنی بوسیله ریزاندامهای بومی خاک بوده که از مواد آلی موجود در خاک به عنوان منبع تغذیه کربنی خود استفاده کرده اند.

نتایج بدست آمده در این پژوهش در سیستم پایلوت نشان داد، استفاده از کمپوست به علت صرفه اقتصادی، نیاز به تجهیزات ساده، سهولت و قابلیت اجرا و بهره‌گیری از میکروارگانیسم‌های بومی در خاک‌های آلوده به ترکیبات هیدروکربنی، سبب کاهش قابل توجهی در کل آلاینده‌های نفتی شد. لیکن تعمیم شرایط پایلوت به محیط واقعی نیاز به در نظر گرفتن جوانب متعدد و بررسی بیشتر دارد.

سپاسگزاری

نویسندگان از همکاری و مساعدت مسئولین سازمان مدیریت پسماند واقع در گرگان شهرستان آق قلا به ویژه آقای مهندس رشیدی سپاسگزاری می‌نمایند.

فهرست منابع

اکبرپور سراسکانرود، ف.، صدری، ف. و گل‌علیزاده، د. ۱۳۹۱. گیاه پالایی خاک‌های آلوده به برخی فلزات سنگین به‌وسیله چند گیاه بومی منطقه حفاظت شده ارسباران. حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (٤): ۵۳- ٦٦.

بابائیان، ا. و همایی، م. ۱۳۸۹. افزایش کارآیی استخراج سرب از خاک بوسیله شاهی (Barbara verna) با استفاده از اسیدهای آمینوپلی‌کربوکسیلیک. نشریه آب و خاک، ٢٤ (٦): ١١٤٢- ١١٥٠.

بابائیان، ا.، همایی، م. و راهنمایی، ر. ۱۳۹۱. افزایش کارآیی استخراج گیاهی سرب از خاک بوسیله هویج با کاربرد کی‌لیت‌های طبیعی و سنتزی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ٢٦ (٣): ٦٠٧-٦١٨.

بسالت پور، ع.، حاج‌عباسی، م.ع.، درستکار، و. و ترابی، غ. ۱۳۸۹. اصلاح خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌های نفتی به روش ترکیبی زمین پالایی – گیاه پالایی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۵۳: ۱۲۹-۱٤۲.

جعفرنژادی، ع. ل.، همایی، م.، صیاد، غ. ع. و بای‌بوردی، م. ۱۳۹۱. ارزیابی ویژگی‌های مؤثر خاک بر وضعیت غلظت کادمیم در خاک و بذر گندم در برخی خاک‌های آهکی خوزستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۹ (۲): ١٤٩-١٦٤.

خدادادی، ا.، یوسفی کبریا، د.، گنجی دوست، ح. و بادکوبی، ا. ۱۳۸۷. مقایسه اصلاح کننده‌های آلی متفاوت در زیست سالم سازی خاک‌های آلوده به مواد نفتی. شیمی و مهندسی شیمی ایران، ۲۷ (٤): ۲۹-۳۹.

Archive of SID

www.SID.ir

خداوردی‌لو، ح. و همایی، م. ۱۳۸٦. مدل‌سازی پالایش‌سبز خاک‌های آلوده به سرب و کادمیم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱ (٤۲): ٤۱۷-٤۲٦.

خداوردی‌لو، ح. و همایی. م. ۱۳۸۷. مدل‌سازی پالایش سبز کادمیوم از خاکهای آلوده با استفاده از توابع کاهش تعرق گیاه. آبیاری و زهکشی، ۲ (۱): ۱-۱٦.

سیدعلیخانی، س.، شرفا، م.، توسلی، ا. و ابراهیمی، س. ۱۳۹۰. بررسی اثر رشد گیاهان در تراکم‌های مختلف بر پاک‌سازی هیدروکربن‌های نفتی خاک. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (۵): ۹٦۱-۹۷۰.

شریفی حسینی، س.، شهبازی، ع.، یزدی‌پور، ع. و کامرانفر، ا. ۱۳۸۸. پالایش زیستی خاک‌های آلوده به نفت‌خام با کودهای شیمیایی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)،۲۳ (۳): ۱٤۵-۱۵۵.

داوری، م.، همایی، م. و خداوردی‌لو، ح. ۱۳۸۹. مدل‌سازی گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به آلاینده‌های نیکل و کادمیم با استفاده از توابع ماکروسکپیک کاهش تعرق. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱٤ (۵۲): ۷۵-۸٤.

داوری، م. و همایی، م. ۱۳۹۰. مدلی نوین برای گیاه‌پالایی توأمان نیکل و کادمیم از خاک‌های آلوده بر مبنای توابع ضرب‌پذیر عملکرد. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵ (٦): ۱۳۳۲-۱۳٤۳.

دلالیان، م. ر. و همایی، م. ۱۳۸۹. شبیه سازی زمان لازم برای پالایش سبز خاک‌های آلوده شده به کادمیم و مس بوسیله گیاه مریم‌گلی. مجله دانش آب و خاک، ۲۰ (٤): ۱۲۹-۱٤۱.

عربی، ز.، همایی، م و اسدی، م. ۱۳۸۸. افزایش زیست فراهمی سرب به منظور پالایش گیاهی آن از خاک‌های آلوده. پژوهش‌های علوم گیاهی تابستان. ٤ (۲ (پیاپی ۱٤)):۲۷-۳٤.

عربی، ز.، همایی، م. و اسدی، م. ا. ۱۳۸۹. مقایسه آثار افزودن اسید سیتریک و کی‌لیت‌های مصنوعی بر افزایش پالایش گیاهی کادمیوم از خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱٤ (۵٤): ۸۵-۹۵.

مینایی تهرانی، د.، حرفت منش، ع. و آذری دهکردی، ف. ۱۳۸٤. مطالعه تجزیه زیستی نفت‌خام سنگین در خاک با مقیاس پایلوت. مجله علمی پژوهشی علوم محیطی. ۱۰: ۷۱-۸۲.

محمدی‌پور، ف. و اسدی کپورچال، ص. ۱۳۹۱. ارزیابی توان بیش‌اندوزی گیاه شاهی برای پالایش گیاهی خاک‌های آلوده به کادمیم. حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۲): ۲۵- ۳٦.

نوری، م.، همایی، م. و بای‌بوردی، م. ۱۳۹۱ (الف). ارزیابی پارامتریک توانایی نگهداشت خاک در حضور نفت خام در حالت سه فازی. حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۲): ۱۵- ۲٤.

نوری، م.، همایی، م. و بای‌بوردی، م. ۱۳۹۱ (ب). بررسی پارامتریک ویژگی‌های هیدرولیکی خاک در حضور آلاینده نفت سفید. حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۱): ۳۷- ٤۸.

Asadi Kapourchal, So., Asadi Kapourchal, S., Pazira, E. and Homaee, M. 2009. Assessing radish (raphanus sativus L.) potential for phytoremediation of Lead- contaminated soils resulting from air pollution. Soil plant and environment, 55 (5): 202-206.

Asadi Kapourchal, S., eisazadeh, S. and Homaee, M. 2011. Phytoremediation of cadmium polluted soils resulting from use of phosphorus fertilizers. European Biotechnology Thematic Network Association congress. Istanbul, Turkey: S37.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total.(method of soil analysis)Poblished by: soil science society of American, Inc. American society of agronomy. Inc. Madison, Washington, USA .Pp:1585-1122.

Balderian, P., Wiche, C., Gabriel, J. 2000. Influence of cadmium and mercury and degredation of PAHs by Plurutusostereatus in soil. Appl Environ Microbiol.66: 2471-8.

Chakrabarty, T., Subrahmanyam, P.V.R., Sundaresan, B.B. 1988. Biodegradation of Recalcitrant Industrial Wastes, Biotreatment Systems. CRC Press Inc, 2:172-234.

Dobler, R., Saner, M. and R., B. 2000. Population Changes of Soil Microbial Communities Induced by Hydrocarbon and Heavy Metal Contamination, Bioremediation Journal. 4 (1): 41.

Espinoza Y.R., and Dendooven, L. 2003. Dynamics of carbon, nitrogen and hydrocarbons in diesel-contaminated soil amended with biosolids and maze. Chemosphere.54:379- 386.

Fogg, K. 1988. The effect of added nitrogen on the rate of decomposition of organic matter.63:433-462.

Gogoi B.k., Dutta N.N., Goswami P., and Krishna Mohan T.R. 2003. A case study of bioremediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil at a crude oil spill site. Advances in Environmental Research. 7:767-782.

Hassink, J., 1995. Organic matter dynamics and N mineralization in grassland soils. PhD thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. pp:250.

Archive of SID

www.SID.ir

Jackson, W.A., and Pardue, J.H., 1999. Potential for enhancement of biodegradation of crude oil in Louisiana salt marshes using nutrient amendments.Water Air Soil Pollut. 109:343-355.

Kim S.J., Choi D.H., Sim D.S., and Oh Y.S. 2005. Evaluation of bioremediation effetiveness on crude oil contaminated sand.Chemosphere. 59:845-852.

Khodaverdiloo, H. and Homaee, M. 2008. Modeling of cadmium and lead phytoextraction from contaminated soils. Polish Journal of Soil Science, 41 (2): 149-162.

Lee M.D., and Ward C.H. 1985. Environmental and biological methods for the restoration of contaminated aquifers. Environ. Toxicol. Chem. 4:743-750.

Ladislao, A.B., Lopez-Real, J., and Beck, A.J., 2006. Degradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)-Contaminated Waste Using Composting Approaches, Environmental pollution.141:3.459.

Margesin R. 2000. Potentiol of cold-adapted microorganisms for bioremediation of oil-polluted Alpine soils. International Biodeterioration & Biodegradation, 46:3-10.

Matus, F.J. 1994. Crop residue decomposition, residual soil organic matter and nitrogen mineralization in arable soils with contrasting textures.PhD thesis.Wageningen Agricultural University, The Netherlands. pp:141.

Mazhari, M. and Homaee, M. 2012. Annual halophyte chenopodium botrys can phytoextract cadmium from contaminated soils. Journal of Basic Applied Science Research, 2 (2): 1415-1422.

Paul, E.A., and Clark, F.E. 1996. Soil microb.biochem.2nd ed. Academic. New York. pp: 340.

Sims, RC., Overcash, MR. 1993. Fate of polycyclic aromatic compounds in soil-plant systems. Residue Rev.88:1-68.

Tajik M. 2004. Assessment of geoenvironmental effect of petroleum pollution on coastal sediments of Bushehrprovince.Iran.M.Sc. Thesis, tarbiatmodares university, Tehran-Iran pp:97.

Thapa, B., Kumar KC, A. and Ghimire,A. 2012. A review on biormediation of petroleum hydrocarbon contaminants in soil. Kathandu university journal of science,engineering and technologhy. 8: 164-170.

vanVark, W., Houba, V.J. G., and Van der Lee, J.J. 1989. Soil and Plant. Analysis, a Series of Syllabi,Part 7: Plant analysis procedures; Wageningen Agriculture University.

vanVuuren, M.M.I., and Van der Eerden, L.J. 1992. Effects of three rates of atmospheric nitrogen deposition enriched with 15N on litter decomposition in a peatland. Soil Biol. Biochem 24:527-532.

Walworth J.L., and Reynolds C.M. 1995. Bioremediation of a petroleum-contaminated cryic soil: effects of phosphorous, nitrogen, and temperature. Journal of Soil Contam, 4:299-310.

Archive of SID

www.SID.ir

ISSN 2251-7480

Simultaneous effect of municipal solid waste compost and some fertilizers on biodegradation of oil-contaminated soils

Manizheh Jafari[1], Soheyla Ebrahimi[2*] and Seyed Alireza Movahed Naeini[3]

1) M.Sc. of Soil Science, College of Agriculture, University of Gorgan, Gorgan, Iran
2*) Assistant Professor, Soil and Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Gorgan, Gorgan, Iran,Corresponding author email: sohebrahimi@gmail.com
3) Associate Professor, Soil and Water Engineering Department, College of Agriculture, University of Gorgan, Gorgan, Iran,

Received: 06-11-2012 Accepted: 12-03-2013

Abstract

Soil contamination with crude oil and its derivatives is one of the most dangerous type of environmental pollution. The objective of this study was to evaluate and optimize the indigenous soil microorganisms using nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers and municipal compost contaminated with fuel oil (130g/kg), and their reclamation influence as well as optimum mixing ratio with soil. For this purpose, different levels of municipal composts with two ratios of NPK (5, 10. 15 percent) fertilizers (10:2:1 and 10:1:1 ratios) were applied into experimental soil samples. After initial equilibrium period (10 days), the amount of hydrocarbon contaminants in soil under aerobic conditions were determined. The results showed an increased percentage in the compost and declined soil emissions of oil such that treatment of 15% had the highest reduction rate between 59 to 62 percent. The results of two applied fertilizers, confirmed the usefulness of 10:2:1 ratio. The applied amendments to all treatments lead to effective oil degrading bacteria, especially during first week after equilibrium. This can be related to faster breakdown of short-chain compounds such as alkanes. The results further indicated an effective correlation between rate of TPH decomposition and CO_2 of microbial activity. There was a direct correlation between crude oil degradation and microorganisms activity. Simultaneous treatment of municipal solid waste compost (15%) and NPK fertilizers (10:2:1 ratio) with six weeks was an effective treatment to clean up oil-contaminated soils by decomposition rate of 62 percent.

Keywords: biodegradation; compost; soil contamination

Archive of SID

www.SID.ir