مجله کشاورزی بوم‌شناختی (۲)۵ (۱۳۹۴) ۳۶- ۲۶

# تأثیر کمپوست پسماندهای نیشکر و کلات EDTA بر پالایش فلزهای سنگین خاک آلوده به نفت خام

**طاهره رئیسی اردلی*** **و مصطفی چرم**

گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول: tahereh.raiesi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶

**رئیسی اردلی، ط. و م. چرم. ۱۳۹۴**. تأثیر کمپوست پسماندهای نیشکر و کلات EDTA بر پالایش فلزهای سنگین خاک آلوده به نفت خام. مجله کشاورزی بوم‌شناختی. ۵ (۲): ۳۶- ۲۶.

## چکیده

خاک‌های آلوده به نفت دارای میزان زیادی از فلزهای سنگین می‌باشند که در خاک پایدار هستند و تجزیه نمی‌شوند. این تحقیق با هدف مقایسه تأثیر کلات کننده EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid) و کمپوست پسماندهای نیشکر در پالایش خاکهای آلوده به فلزهای سنگین، به صورت آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کامل تصادفی اجرا شد. برای این منظور خاک با استفاده از نفت خام در سه غلظت وزنی صفر، ۱ و۳ درصد آلوده شد و خاک‌های آلوده به گلدان‌های ۱ کیلوگرمی انتقال یافت. سپس کمپوست پسماندهای نیشکر به میزان صفر و ۱۰۰تن در هکتار به خاک این گلدان‌ها اضافه شد. پس از آن تیمار EDTA در سه غلظت صفر ،۱۰و ۲۰ میلی مول بر لیتر به خاک این گلدان‌ها افزوده شد.گلدان‌ها در گلخانه به مدت ۶۰ روز در رطوبت زراعی نگهداری شدند نتایج نشان داد که کاربرد EDTA به طور معنی‌داری غلظت سرب، کادمیوم و نیکل را ۲/۱۱، ۲/۰۸، ۲/۵۱ برابرنسبت به نمونه‌ی شاهد در محلول خاک بدون آلودگی نفتی افزایش داد. همچنین استفاده از EDTA سبب افزایش غلظت این فلزها به میزان ۱/۹۶، ۲/۸۴، ۲/۴۲ برابر نسبت به نمونه ی شاهد در خاک با آلودگی ۱ درصد شد. نتایج همچنین بیانگر این بود که EDTA غلظت این فلزها را نسبت به نمونه‌ی شاهد در خاک با آلودگی نفتی ۳ درصد ۱/۵۲ ،۱/۹، ۱/۵۹ افزایش داد. کاربرد نتایج این تحقیق همچنین نشان می دهد که کمپوست پسماندهای نیشکر در خاک بدون آلودگی نفتی به طور معنی داری غلظت سرب، کادمیوم و نیکل را در محلول خاک به ترتیب ۱/۹۱ ،۲/۶۸، ۱/۷۷ برابر نسبت به نمونه‌ی شاهد و۱/۶۴ ،۲/۱۱، ۱/۸۵ برابر نسبت به نمونه ی شاهد در خاک با آلودگی ۱ درصد و ۱/۲۹ ،۱/۴۰، ۱/۳۷ برابر نسبت به نمونه‌ی شاهد در خاک با آلودگی نفتی ۳ درصد کاهش داد. نتایج این تحقیق نشان داد که کلات EDTA قابلیت شستشوی فلزهای سنگین برای اصلاح خاک‌های آلوده به نفت را دارد. همچنین اضافه کردن کمپوست پسماندهای نیشکر به خاک در دراز مدت می‌تواند حلالیت فلزهای سنگین در خاک را کاهش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** خاک آلوده به نفت، فلزهای سنگین، کمپوست پسماندهای نیشکر، کلاتEDTA.

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

نفت خام به طور طبیعی دارای میزان زیادی از عنصرهای سنگین است. هیدروکربن‌های نفتی و فلزهای سنگین از جمله عامل‌های زیانبار زیست بوم و خاک هستند. این آلودگی‌ها ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را تغییر داده و باعث تاثیر بر عنصرهای ضروری ( نیتروژن، فسفر، کلسیم و منیزیم) و فلزهای کمیاب (مس، سرب، روی) در خاک می‌شوند (Osuji and Onojake, 2004 ) وجود فلزهای سنگین توسط محققان زیادی مورد بررسی قرارگرفته است. افزایش فلزهای سنگین در خاک‌های آلوده به نفت و اصلاح این خاکها توسط محققانی مانند Osujiet *et al*., 2008; Adesodun *et al*., 2006) (Iwegbue *et al*., 2006; گزارش شده است. به طور مثال Osujiet *et al*. (2006) گزارش دادند در خاکهای آلوده به نفت با غلظت کل هیدروکربن‌ها $۲/۰۶\times۱۰^{۴}$ در سطح خاک و غلظت هیدروکربن $۱/۶۹\times۱۰^{۳}$ میلی گرم بر کیلوگرم در عمق خاک میزان سرب به ترتیب در خاک‌های سطحی و عمقی به میزان ۱۰/۸ تا ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. که بیانگر این موضوع است، با افزایش غلظت هیدروکربن در خاک میزان سرب نیز افزایش یافته است. Adesodun *et al*. (2008) تأثیر کود گاوی و گوسفندی و خوک در خاک‌های آلوده به نفت در نیجریه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد، میزان فلزها با افزایش آلودگی نفتی افزایش می‌یابد. استفاده از مواد آلی برای جذب فلزهای سنگین در طی یک سال در خاک آلوده به نفت نشان داد که با گذشت زمان مواد آلی باعث حذف میزان بیشتری از فلزهای سنگین در خاک شده‌اند. به طوری که میزان فلزهای سنگین اندازه گیری شده در خاک در طی این مدت روال کاهشی داشته است و میزان آنها در ۳ ماه> ۶ ماه> ۱۲ ماه بوده است . مواد آلی یکی از مهم‌ترین اجزای خاک است که نقش موثری در نگهداری یون های فلزهای کمیاب دارد وسبب افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی[1] خاک و کاهش حلالیت فلزهای کمیاب می‌شود (Almas *et al*., 2000). مواد آلی به دلیل داشتن برخی گروه‌های عاملی مانند هیدروکسیل، فنول و کربوکسیل در کنترل فعالیت جذب و ترکیب پیچیده (کمپلکس) فلزهای سنگین نقش مثبتی ایفا می‌کند.

[1] Cation Excheng Capacity

افزودن مواد آلی نامحلول به خاک باعث تشکیل ترکیب-های پیچیده به‌نسبت پایدار با مواد آلی می‌شود (Halim *et al*., 2003). یکی از انواع مواد آلی که برای این منظور می‌تواند مورد توجه قرار بگیرد کمپوست پسماندهای نیشکر است.

Ahmed Mohamed Saad *et al.* (2013) به بررسی نقش کمپوست پسماندهای نیشکر در جذب کادمیوم از خاک‌های آلوده پرداختند در این تحقیق کمپوست پسماندهای نیشکر به میزان ۵ تا ۲۰ کیلوگرم به خاک اضافه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که پسماندهای نیشکر توانست کادمیوم را به طور معنی داری از خاک جذب کند. نتایج این تحقیق همچنین بیانگر این بود که با افزایش میزان کمپوست میزان کادمیوم جذب شده افزایش یافت. در تحقیق Asary *et al*. (2012) جذب فلزهای سرب، مس و کادمیوم توسط پسماندهای گیاهی به عنوان یک ماده آلی مورد بررسی قرار گرفت . در این پژوهش پسماندهای گیاهی به میزان ۲۰ تا۸۰ گرم به خاک اضافه شد و تأثیر پسماندهای گیاهی در جذب فلزهای سنگین در مدت ۱ تا ۳ هفته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان جذب سرب و مس و کادمیوم به ترتیب ۷۷/۱۶ ۷۵/۶ و۵۱/۵۶ درصد بود. بررسی نتایج این تحقیق همچنین بیانگر این بود که جذب فلزهای سنگین با افزایش میزان کمپوست و زمان تماس افزایش یافت.

یکی از روش‌های مناسب برای پالایش فلزهای سنگین از خاک آلوده به نفت، کاربرد کلات‌هاست. بازدهی زیاد در استخراج فلزها، حلالیت بالای ترکیب پیچیده فلزهای تشکیل شده و تأثیر کم روی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) خاک، از جمله ویژگی‌های کلات‌های مورد استفاده برای جذب فلزهای سنگین است Pociecha and Lestan (2010) یکی از انواع کلات‌های مورد استفاده برای این منظور EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid) است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که EDTA قابلیت زیادی در ایجاد ترکیب پیچیده با فلزهای سنگین دارد.

در پژوهشی که توسط sun *et al*. (2001) انجام شد. نتایج آن نشان داد که کاربرد پنج مرحله کلات EDTA ۰/۰۱ مولار به طور موثری قادر به حذف فلزهای سنگین روی، کادمیوم، مس و سرب از خاک‌های آلوده بود و EDTA ۷۲ تا ۱۱۲ درصد از این فلزها را با میانگین ۹۴ درصد از خاک

Archive of SID

www.SID.ir

آلوده استخراج کرد. در پژوهش دیگری نیز که توسط Finzgar and Lestan (2007) روی به کارگیری کلات EDTA برای حذف سرب و روی انجام شد نشان داد که کاربرد ۲۰ میلی مول EDTA در طی ۸ مرحله، سرب را ۲۸ درصد بیشتر از کاربرد EDTA در یک مرحله حذف می‌کند، با توجه به تحقیقات انجام شده به طور کلی هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر کمپوست پسماندهای نیشکر و ماده کلات کننده EDTA در حذف آلودگی‌های فلزهای سنگین در خاک‌های آلوده به نفت است.

## مواد و روش‌ها

### مشخصات طرح آزمایش

برای بررسی تأثیر کلات EDTA و پسماندهای نیشکر در حذف فلزهای سنگین کادمیوم، سرب و نیکل در خاک‌های آلوده به نفت آزمایش‌های گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی انجام شد. برای این منظور از کلات EDTA در سه غلظت صفر، ۱۰ و۲۰ میلی مول بر لیتر، پسماندهای نیشکر در دوسطح صفر و ۱۰۰ تن بر هکتار و نفت خام در سه سطح آلودگی صفر، ۱و ۳ درصد در سه تکرار و در ۵۴ گلدان مورد بررسی قرار گرفت( Adesodun and Mbagwu, 2008 ;Pociecha and Lestan, 2010; Finzgar and Lestan, 2008)

### نمونه برداری از خاک و بررسی شیمیایی خاک

نمونه خاک از اراضی کشتزار تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز گردآوری شد. خاک پس از انتقال، هوا خشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، pH در گل اشباع، ماده آلی به روش اکسایش تر، نیتروژن کل به روش کجلدال انجام شد. سدیم و پتاسیم محلول عصاره‌های خاک با دستگاه شعله‌سنج نوری (فلیم فتومتر) مدلsherwood flame photometer410 خوانده شد. فسفر قابل جذب به روش اولسن و غلظت دیگر کاتیون‌ها و آنیون‌ها با روش تیتراسیون اندازه گیری شد. اندازه گیری غلظت فلزهای سنگین در پسماندهای نیشکر به روش سه اسید و در خاک پس از استخراج کاتیون ها با دی تیونایت- سیترات کربنات، برابر روش Hesser توسط دستگاه جذب اتمی(مدلSAVANTAA) انجام شد (Onojake and Osuji, 2006)(جدول ۱).

### اضافه کردن نفت خام به خاک

خاک با استفاده از نفت خام چاه منطقه مارون اهواز، در سه غلظت وزنی صفر،۱و ۳ درصد از طریق پاشش، آلوده شد (Sharifi Hosseini *et al*., 2009). سطح صفر به عنوان تیمارهای شاهد بدون آلودگی در نظر گرفته شد. نفت پاشش شده با نسبت ۱:۲ نفت به استون تهیه شد و به میزان ۳۰۰ میلی لیتر(۱۰۰ میلی لیتر نفت و ۲۰۰ میلی لیتر استون) برای تهیه سطح ۱ درصد و به میزان ۹۰۰ میلی لیتر(۳۰۰ میلی لیتر نفت و ۶۰۰ میلی لیتر استون) برای تهیه سطح ۳ در صد به هر ۱۰ کیلو گرم خاک افزوده شد و برای یکنواخت شدن خاک، نمونه‌ها خاک در حین پاشش. مخلوط شدند پس از پاشش نفت در نسبت‌های مورد نظر نمونه‌ها درون ورقه‌های آلومینیومی قرار داده شدند و سپس در کیسه‌های پلاستیکی بسته بندی و مدت۴ هفته برای طی کردن دوره کمون (انکوباسیون) در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند.(Adesodun and Mbagwu, 2008).

### آرایش تیمارها

نمونه‌های خاک آلوده به نفت خام، پس از طی شدن دوره کمون در گلدان‌های یک کیلوگرمی قرار داده شدند و پسماندهای نیشکر به میزان صفر و معادل ۱۰۰تن در هکتار به خاک گلدان‌های ۱ کیلوگرمی اضافه شد. . سپس از تیمار EDTA به عنوان ماده‌ی کلات کننده آلی استفاده شد.برای این منظوراز نمک Na- EDTA در سه غلظت صفر،۱۰ و۲۰ میلی مول بر لیتر محلول‌هایی تهیه شد و در دو نوبت به میزان ۲۰۰ میلی لیتر به خاک گلدان‌های یادشده اضافه شد گلدان‌ها برای طی دوره ماندگاری در محیط گلخانه در شرایط رطوبتی ۵۰درصد (ظرفیت زراعی) به مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. در طی دوره

**جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مورد آزمایش (شاهد).**

| کلاس بافت خاک | CEC (سانتی‌مول بر کیلوگرم) | Mg | Ca | Na | k | P | N | OM | EC | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (میلی اکی والان در لیتر) | | | (میلی گرم در کیلوگرم) | | (٪) | | (دسی زیمنس بر متر) | |
| لومی | ۱۲/۵ | ۸ | ۱۵ | ۲۳/۰۴ | ۲۰/۶۷ | ۱۰ | ۰/۰۷ | ۱/۶۵ | ۳/۳۵ | ۷/۸ |

Archive of SID

www.SID.ir

ماندگاری گلدان‌ها آبیاری شدند و آبیاری بر پایه کاربرد درصد ظرفیت مزرعه و با توجه به تغییرپذیری‌های دما و میزان رطوبت نسبی اعمال شده است همچنین هم زدن(زیر و رو کردن) خاک گلدانها به منظور هوادهی بهتر پیش از آبیاری صورت گرفت این تحقیق به صورت آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کامل تصادفی اجرا شد نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS و MSTATC تجزیه و تحلیل شده است. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها در محیط Excel رسم شد.

## نتایج و بحث

### بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش (شاهد)

با توجه به جدول۱ خاک مورد بررسی دارای واکنش قلیایی ضعیف بوده و pH این خاک ۷/۸۱ است. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک برابر با ۳/۳۵ دسی زیمنس بر متر بوده و میزان ماده آلی ۱/۶۵ درصد است.

### تأثیر تیمارها بر میزان غلظت pH ، مواد آلی سرب، کادمیوم و نیکل خاک

در جدول۳ تأثیر تیمارها بر میزان pH، مواد آلی، سرب، کادمیوم و نیکل خاک بررسی شده است. با توجه به داده های جدول ۳ می‌توان بیان کرد، کاربرد نفت خام تأثیر معنی داری روی pH خاک نداشته است و باعث افزایش مواد آلی غلظت سرب،کادمیم و نیکل در خاک شد. کلات EDTA به طور معنی داری باعث افزایش pH و مواد آلی در خاک شده است. کاربرد کمپوست پسماندهای نیشکر به طور معنی داری میزان pH خاک را کاهش داده است. تأثیر متقابل بین کمپوست پسماندهای نیشکر و نفت تفاوت معنی داری روی غلظت سرب، کادمیم و نیکل خاک داشته است. تأثیر متقابل بین نفت،EDTA نیز سبب ایجاد تفاوت معنی داری روی فلزهای یادشده شد. همچنین تأثیر متقابل بین کمپوست پسماندهای نیشکر، EDTA نیز تفاوت معنی داری را روی سرب، کادمیوم و نیکل خاک ایجاد کرد، اما تأثیر متقابل بین کمپوست پسماندهای نیشکر،EDTA و نفت تفاوت معنی داری روی سرب، کادمیوم و نیکل خاک نداشته است.

### مقایسه میانگین‌های تأثیر متقابل تیمارهابر میزان pH، مواد آلی ،سرب، نیکل و کادمیوم در خاک

با توجه به داده‌های جدول ۴ که بیانگر آزمون تأثیر متقابل تیمارها بر میزان pH، مواد آلی، سرب، نیکل و کادمیوم در خاک است می توان بیان کرد که تأثیر متقابل بین نفت و کمپوست PH خاک را کاهش و ماده آلی خاک را

**جدول۲- خصوصیات کمپوست بقایای نیشکر**

| Cd | Ni | Pb | K | Na | P | N | OC | EC | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (میلی‌گرم درکیلوگرم) | | | | (میلی اکی‌والان در لیتر) | (٪) | | | (دسی زیمنس بر متر) | |
| ۸/۵ | ۵۶/۷ | ۸۳/۴ | ۱۴/۰۴ | ۰/۱۳ | ۰/۱۳ | ۰/۳ | ۴۹/۵۵ | ۶/۱۰ | ۶/۵۵ |

**جدول۳- آزمون تحلیل واریانس عاملی اثر تیمارها بر میزان pH، مواد آلی، سرب، کادمیوم و نیکل خاک.**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | pH | مواد آلی | سرب | کادمیوم | نیکل |
| نفت | ۲ | ۰/۰۹۸ ns | ۷۱/۱۵۴** | ۱۶۰۴۰/۴۲۰** | ۳۰۳/۴۵۳** | ۳۸۲۳/۳۶۲** |
| کمپوست | ۱ | ۰/۶۸۲** | ۱۴/۵۲۸** | ۱۸۳۲/۱۳۷** | ۳۷/۳۴۶** | ۸۶۷/۸۴۴** |
| EDTA | ۲ | ۰/۲۸۷* | ۱/۷۴۰* | ۳۶۵۲/۱۳۴** | ۹۸/۹۱۴** | ۱۷۰۰/۸۱۴** |
| نفت × کمپوست | ۲ | ۰/۰۰۶ ns | ۰/۴۸۹ ns | ۱۵۴/۱۵۴** | ۱۱/۰۰۲** | ۸۱/۱۶۱** |
| نفت×EDTA | ۴ | ۰/۰۰۷ ns | ۰/۲۳۳ ns | ۶۴۲/۳۹۴** | ۲۷/۰۸۶** | ۱۶۹/۰۰۷** |
| کمپوست×EDTA | ۲ | ۰/۰۸۲ ns | ۰/۶۵۸ ns | ۱۲۵/۷۲۳** | ۶/۱۹۳** | ۱۰۴/۵۸۰** |
| نفت ×کمپوست×EDTA | ۴ | ۰/۰۱۹ ns | ۰/۴۸۸ ns | ۱۳/۰۶۴ ns | ۳/۱۲ ns | ۱۲/۷۱۸ ns |
| خطا | ۳۶ | ۰/۸۱۸ | ۸/۶۳۱ | ۵۹/۳۰۵ | ۱۹/۷۲ | ۶۹/۰۹۹ |

** در سطح ۱ درصد معنی دار است.

* در سطح ۵ درصد معنی دار است.

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش داد ولی از نظر آماری معنی دار نبود . به طور کلی صرف نظر از درصد نفت در نتیجه کمپوست دهی میزان‌های مربوط به سرب کادمیوم و نیکل کاهش یافت. در بررسی تأثیر متقابل بین کلات و میزان آلودگی نفتی می توان گفت که در همه سطوح آلودگی نفتی که کلات دریافت کرده بودند غلظت سرب، کادمیوم و نیکل افزایش یافت. بیشترین میزان این فلزها توسط غلظت۲۰ میلی مول بر لیتر EDTA وسطح آلودگی نفت ۳ درصد و کمترین غلظت فلزها در نمونه های خاک بدون آلودگی نفتی که کلات دریافت نکرده بودند مشاهده شد تأثیر متقابل کمپوست و EDTA در همه‌ی سطوح EDTA سرب، نیکل و کادمیوم در تیمار نفت افزایش یافت.

شکل (۱- ب) تأثیر کاربرد دو سطح کمپوست پسماندهای نیشکر را بر مواد آلی خاک نشان می‌دهد.کاربرد نفت خام و کمپوست پسماندهای نیشکر به طور معنی داری باعث افزایش مواد آلی در خاک شد. پژوهشی توسط Kayode *et al*. (2009) روی خاک‌های لومی شنی آلوده به نفت انجام شد نشان داد که میزان مواد آلی در خاک بدون آلودگی از ۳/۷ به ۴/۳۸ در نمونه‌های آلوده به نفت افزایش یافت. Ogboghodo *et al*. (2004) در ارزیابی اثرگذاری‌های آلودگی نفت خام بر ویژگی‌های خاک و جوانه زنی و رشد ذرت بیان که درصد ماده آلی از ۱/۳۴ در خاک بدون آلودگی به ۲/۶۲ در خاک آلوده به نفت افزایش یافته است.

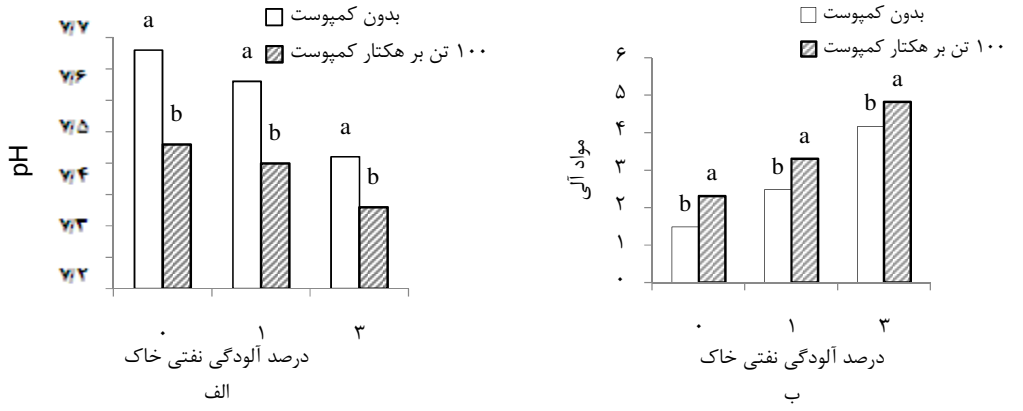
**جدول۴- میانگین‌های اثر متقابل تیمارها بر میزان pH، مواد آلی ،سرب، نیکل و کادمیوم در خاک.**

| اثر متقابل تیمارها | | | pH | مواد آلی | سرب | کادمیوم | نیکل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| درصد نفت | × | کمپوست (کیلوگرم بر هکتار) | | | | | |
| ۰ | | ۰ | ۷/۷۴b | ۱/۶۴e | ۱۴/۷۰e | ۱/۰۲d | ۱۰/۲۶d |
| ۰ | | ۱۰۰ | ۷/۵۴bc | ۲/۴۵d | ۷/۸۲f | ۰/۶۲d | ۵/۶۸e |
| ۱ | | ۰ | ۷/۷۲a | ۲/۵۷d | ۳۷/۰۶c | ۴/۷۷b | ۲۳/۳۴b |
| ۱ | | ۱۰۰ | ۷/۵۰c | ۲/۵۹c | ۲۳/۰۷d | ۲/۶۳c | ۱۳/۲۳c |
| ۳ | | ۰ | ۷/۶۷ab | ۴/۱۸b | ۶۰/۴۴a | ۷/۸۵a | ۳۳/۲۶a |
| ۳ | | ۱۰۰ | ۷/۴۱c | ۵/۴۶a | ۴۶/۳۶b | ۵/۴۰b | ۲۳/۹۰b |
| درصد نفت | × | EDTA (میلی مول بر لیتر) | | | | | |
| ۰ | | ۰ | ۷/۵۵ab | ۱/۹c | ۶/۵۵i | ۰/۴۱e | ۳/۹۹h |
| ۰ | | ۱۰ | ۷/۶۷a | ۱/۹۵c | ۱۲/۰۸h | ۰/۷۶de | ۸/۱۷g |
| ۰ | | ۲۰ | ۷/۷۰a | ۲/۲۸c | ۱۵/۱۵g | ۱/۲۹de | ۱۱/۷۳f |
| ۱ | | ۰ | ۷/۵۱ab | ۲/۹۰b | ۱۸/۰۱f | ۱/۵۷d | ۹/۲۱g |
| ۱ | | ۱۰ | ۷/۶۳a | ۳/۱۱b | ۳۰/۱۷e | ۳/۶۶c | ۱۸/۵۷e |
| ۱ | | ۲۰ | ۷/۶۸a | ۳/۲۳b | ۴۲/۰۱c | ۵/۸۶b | ۲۷/۰۷c |
| ۳ | | ۰ | ۷/۴۲b | ۴/۵۰a | ۴۰/۱۲d | ۴/۱۹c | ۲۰/۶۱d |
| ۳ | | ۱۰ | ۷/۵۹ab | ۴/۸۸a | ۵۲/۱۳b | ۶/۷۳b | ۲۸/۹۱b |
| ۳ | | ۲۰ | ۷/۶۱ab | ۵/۰۹a | ۶۷/۹۵a | ۸/۹۶a | ۳۶/۲۲a |
| کمپوست(کیلوگرم بر هکتار) | × | EDTA (میلی مول بر لیتر) | | | | | |
| ۰ | | ۰ | ۷/۵۵b | ۲/۷۱c | ۲۵/۴۰d | ۲/۵۴c | ۱۳/۶۵d |
| ۰ | | ۱۰ | ۷/۷۸a | ۲/۸۰c | ۳۷/۵۴b | ۴/۴۴b | ۲۲/۴۳b |
| ۰ | | ۲۰ | ۷/۷۹a | ۲/۸۸c | ۴۹/۲۶a | ۶/۶۶a | ۳۰/۷۹a |
| ۱۰۰ | | ۰ | ۷/۴۴b | ۳/۴۸b | ۱۷/۷۲f | ۱/۵۰d | ۸/۸۹e |
| ۱۰۰ | | ۱۰ | ۷/۴۸b | ۳/۸۳ab | ۲۵/۳۹d | ۳/۰۰۶c | ۱۴/۶۷d |
| ۱۰۰ | | ۲۰ | ۷/۵۴b | ۴/۱۹a | ۳۴/۱۵c | ۴/۰۸b | ۱۹/۲۴c |

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد، اختلاف معنی داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱-تأثیر کاربرددو سطح کمپوست پسماندهای نیشکر در سطح صفر و ۱۰۰ تن بر هکتار را روی pH و مواد آلی خاک.**

استفاده از کمپوست و همچنین ماده آلی در اراضی کشاورزی و به دنبال آن فرایند پوسیدگی و تجزیه مواد آلی و همچنین نیتریفیکاسیون (نیتراته‌شدن)، سولفوریکاسیون (سولفاته‌شدن) و اکسیداسیون (اکسایش) ترکیبات معدنی خاک باعث کاهش pH خاک می‌شوند. Tisdal *et al.* (1982) دلایل زیر را از جمله عامل‌های موثر برای اسیدی کردن خاک بیان کردند. نخستین عامل تولید $H^+$ در اثر نیتریفیکاسیون کودها است. عامل تبادل کاتیون‌های خارج شده از مواد آلی با $H^+$ یکی دیگر از عامل‌های موثر بر اسیدی شدن خاک است. سومین عامل موثر بر اسیدی شدن خاک آبشویی کاتیون‌ها با H و سپس جایگزینی با $AL^{3+}$ است تجزیه پسماندهای آلی نیز از دیگر عامل‌های موثر بر این امر است. ماده آلی به هنگام تجزیه تولید انیدرید کربونیک و اسیدهای آلی می‌کند که در نتیجه آن می‌تواند pH خاک را تا حدودی کاهش دهد و باعث حلالیت بیشتر مواد غذایی کم محلول‌تر شود (Karimian, 1992). بررسی تأثیر پسماندهای آلی بر کادمیوم، مس، نیکل و روی قابل استخراج از خاک توسط Karaca *et al.* (2004) انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از کمپوست قارچ و تفاله انگور سبب کاهش pH خاک در طول دوره کمون شد. که در این تحقیق هم کاربرد کمپوست پسماندهای نیشکر باعث کاهش pH خاک شد.

**مقایسه دو سطح کلات کننده کمپوست پسماندهای نیشکربر غلظت سرب در خاک آلوده به نفت**

کاربرد کمپوست پسماندهای نیشکر به طور معنی داری غلظت سرب در محلول خاک بدون آلودگی نفتی را به میزان ۱/۹۱ برابر و در خاک با آلودگی نفتی ۱ و ۳ درصد به ترتیب به میزان ۱/۶۴ و ۱/۲۹ برابر کاهش داد. شکل (۲- الف). بررسی‌های انجام شده توسط Urum *et al.* (2004) نشان داد که پاکسازی خاکهای آلـ وده به ترکیبات نفتی با میزان آلودگی کمتر در شرایط یکسان بازده بیشتری نسبت به پاکسازی خاکهای دارای آلودگی بیشتر دارد. مشاهده‌های Adesodun *et al.* (2008) نشان داد که خاک‌هایی که در آنها مواد آلی برای حذف فلزهای سنگین استفاده شد نسبت به خاک‌های آلوده به نفتی که بدون مواد آلی هستند حذف فلزهای سنگین را افزایش می‌دهند. تجمع سطحی سرب در پروفیل (نیمرخ) خاک بیشتر به مواد آلی نسبت داده می‌شود. بالاترین غلظت سرب اغلب در افق‌های سطحی که غنی از مواد آلی هستند یافت شده است. بنابراین مواد آلی به عنوان پیچیده (کمپلکس) کننده‌های مهم سرب در خاک‌های آلوده شناخته شده و تشکیل پیوندهای پرشمار سرب با مواد آلی باعث می‌شود که سرب در سطح خاک باقی بماند (Zimdahl, 1975).

**مقایسه دو سطح کلات کننده کمپوست پسماندهای نیشکر بر غلظت کادمیوم در خاک آلوده به نفت**

در خاک بدون آلودگی نفتی، تأثیر کمپوست پسماندهای نیشکر ۲/۶۸ برابر کاهش نسبت به شاهد و در خاک با آلودگی نفتی ۱ و ۳ درصد به ترتیب به میزان ۲/۱۱ و۱/۴۰ برابر کاهش نسبت به خاک شاهد بود. (شکل ۲- ب). مواد آلی نقش مهمی را در کاهش جذب کادمیوم در خاک دارند که به دلیل CEC بالای آن‌ها و توانایی تشکیل ترکیب پیچیده با فلزهاست. غلظت بالای مواد آلی یا

Archive of SID

www.SID.ir

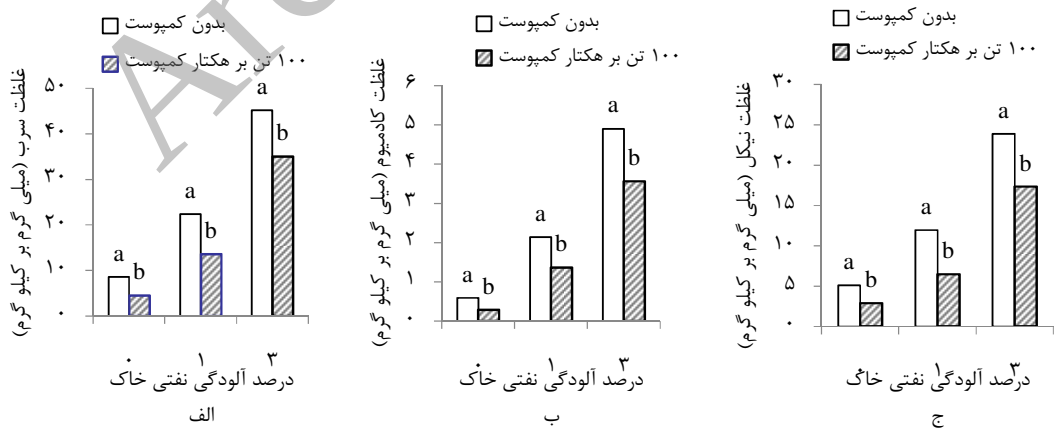
افزایش مواد آلی با کمپوست غلظت کادمیوم را در محلول خاک کاهش می‌دهد (Kayode *et al.*, 2009). Karaca *et al.* (2004) بیان کردند که کاربرد تفاله انگور به عنوان یک ماده آلی اضافه شده به خاک باعث کاهش کادمیوم قابل استخراج از ۰/۰۵۷ در نمونه شاهد به ۰/۰۳۱ میلی گرم در کیلوگرم شده است.

**مقایسه دو سطح کلات کننده کمپوست پسماندهای نیشکر بر غلظت نیکل در خاک آلوده به نفت**

کاربرد کمپوست پسماندهای نیشکر به طور معنی داری غلظت نیکل در محلول خاک بدون آلودگی نفتی را به میزان ۱/۷۷ برابر و در خاک با آلودگی نفتی ۱ و ۳ درصد به ترتیب به میزان ۱/۸۵ و ۱/۳۷ برابر کاهش داد. (۲-ج). Karaca *et al.* (2004) بیان کردند که کاربرد تفاله انگور به عنوان یک ماده آلی اضافه شده به خاک باعث کاهش کادمیوم قابل استخراج از ۰/۰۵۷ در نمونه شاهد به ۰/۰۳۱ میلی گرم در کیلوگرم شده است و میزان نیکل را از۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم به۰/۸۳ کاهش داده است. همچنین کمپوست قارچ باعث کاهش میزان نیکل از ۲/۵ در نمونه شاهد به ۱ میلی گرم بر کیلوگرم شد.

Nadal and marti (2009) نشان دادند که بین میزان سرب، کرم و وانادیم با میزان ترکیبات PAH ضریب همبستگی پیرسون معنی داری وجود داشت. میزان سرب، کرم و وانادیوم در بررسی آنان به ترتیب ۲۹/۵، ۲۰/۴ و ۳۳/۸ میلی گرم بر کیلوگرم بود. (Iwegbue *et al.* 2006)در بررسی که روی خاک‌های آلوده به نفت انجام دادند بیان کردند که بین میزان فلزهای سنگین مانند کادمیوم و ماده آلی همبستگی مثبتی وجود دارد که این همبستگی به دلیل اتصال فلزها به بخش‌های پیوندی ماده آلی مانند اسیدهای هومیک با بار منفی است. در بررسی-های Papritz and Richard (2009) که روی خاک‌های آلوده به نفت انجام دادند، غلظت فلزهای سنگین همبستگی قوی با کربن داشت که علت آن را می‌توان به پدیده مرسوم به جذب از سوی ماده آلی نسبت داد.

Karaca *et al.*(2004) بیان کردند که استخراج کادمیوم در خاک با افزایش پیت افزایش می‌یابد. مواد آلی نقش مهمی را در کاهش جذب کادمیوم در خاک دارند که به دلیل CEC بالای آنها و توانایی تشکیل ترکیب پیچیده با فلزها است. افزایش مواد آلی با کمپوست غلظت کادمیوم را در محلول خاک کاهش می‌دهد. کاهش غلظت کادمیوم در گیاهان با افزایش سطوحی از مواد آلی افزوده شده اغلب به دلیل تأثیر افزایش CEC است . رابطه مثبتی بین کادمیوم استخراج شده از خاک و میزان مواد آلی وجود دارد . یکی از انواع مواد آلی که می‌تواند برای جذب فلزهای سنگین استفاده شود پسماندهای نیشکر است. با توجه به مقاومت زیاد پسماندهای نیشکر در تجزیه پذیری و با توجه به کندی روند معدنی شدن ، تأثیر ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) روی تجزیه پسماندهای نیشکر درازمدت است. افزایش نسبت C/N غیر متحرک شدن نیتروژن را افزایش می‌دهد که کاهش فرایند تجزیه پذیری را در پی دارد. در این صورت سرعت تجزیه وابستگی زیادی به سرعت برگشت زیست‌توده (بیوماس) میکروبی




**شکل۲- میانگین تأثیر کاربرد دو سطح کمپوست پسماندهای نیشکر بر غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در خاک با سطوح صفر، ۱ و ۳ درصد آلودگی نفتی خاک.**

Archive of SID

www.SID.ir

دارد که باعث رهاسازی نیتروژن بیشتر می‌شود. اضافه کردن نیتروژن از منابع خارجی باعث رفع این کمبود شده و از کاهش سرعت فرایند کمپوست سازی جلوگیری می‌کند. در مناطقی که دارای آلودگی نفتی هستند دیسک زدن در فاصله‌های زمانی منظم می‌تواند اکسیژن لازم را برای ریزجانداران تأمین کند (Karimian, 1992) برای سرعت بخشیدن به فعالیت‌های زیستی باید پسماندهای گیاهی با خاک به خوبی مخلوط شوند. در این تحقیق استفاده از کمپوست پسماندهای نیشکر در کاهش فلزهای سنگین از خاک به مدت ۲ ماه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج به دست آمده بیانگر آن بود که پسماندهای کمپوست به طور معنی داری سبب جذب عنصرهای سنگین شده است. انتظار می‌رود که در صورت استفاده از کمپوست پسماندهای نیشکر در مدت زمان بیشتر و استفاده از مواد غذایی کمکی، اثرگذاری‌های بیشتری در پاک‌سازی و جذب فلزهای سنگین از خاک‌های آلوده به نفت را داشته باشد.

**مقایسه سه سطح کلات کننده EDTA بر غلظت سرب در خاک آلوده به نفت**

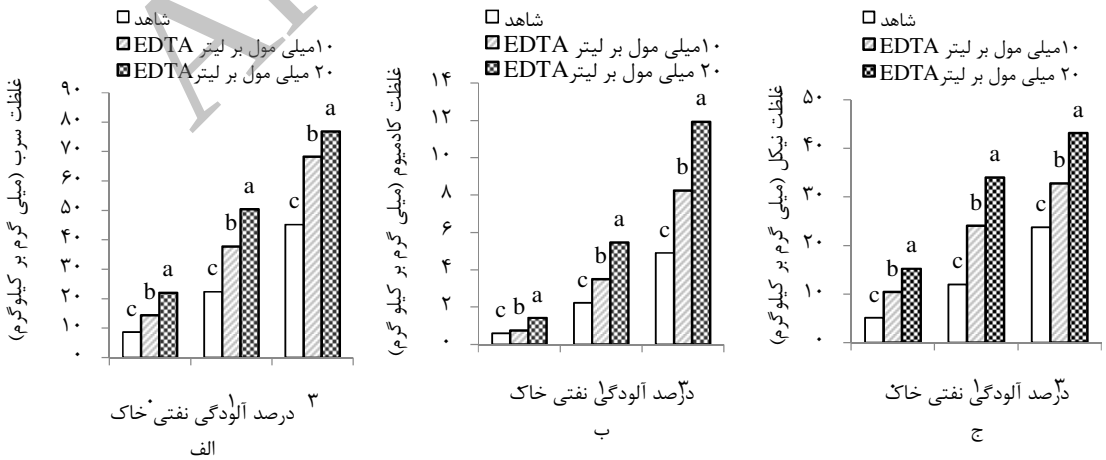
شکل ۳-الف تأثیر کاربرد سه سطح EDTA را بر غلظت سرب خاک نشان می‌دهد. در سه سطح آلودگی خاک کاربردEDTA موجب افزایش غلظت سرب در خاک شد. کاربرد EDTA در همه‌ی میزان‌های به کار رفته در این پژوهش، به طور معنی داری غلظت سرب در محلول خاک بدون آلودگی نفتی را به میزان ۱/۶۷ و ۲/۵ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش داد؛ و در سطح ۱ درصد آلودگی نفتی خاک در سطح EDTA کم غلظت کادمیوم ۲/۰۶ برابر نسبت به خاک شاهد و در سطح EDTA زیاد به میزان ۲/۵ نسبت به خاک شاهد افزایش نشان داد. در سطح ۳ درصد آلودگی نفتی خاک در سطح کم EDTA ۱/۳ برابر نسبت به خاک شاهد و در خاک با سطح زیاد EDTA به میزان ۱/۷ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش نشان داد.

**مقایسه سه سطح کلات کننده EDTA بر غلظت کادمیوم در خاک آلوده به نفت**

شکل ۳- ب تأثیر کاربرد سه سطح EDTA را بر غلظت کادمیوم خاک نشان می‌دهد. در سه سطح آلودگی خاک کاربرد EDTA موجب افزایش غلظت کادمیوم در خاک شد. کاربرد EDTA در سطح کم و زیاد به طور معنی داری غلظت کادمیوم در محلول خاک بدون آلودگی نفتی را به میزان ۱/۵۴ و ۲/۶۳ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش داد و در سطح ۱ درصد آلودگی نفتی خاک در سطح EDTA کم غلظت سرب ۱/۶۷ برابر نسبت به خاک شاهد و در سطح EDTA زیاد به میزان ۳/۶ نسبت به خاک شاهد افزایش نشان داد ودر سطح ۳ درصد آلودگی نفتی خاک در سطح کم EDTA ۱/۶۳ برابر نسبت به خاک شاهد و در خاک با سطح زیادEDTA به میزان ۲/۱۷ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش نشان داد.

**مقایسه سه سطح کلات کننده EDTA بر غلظت نیکل در خاک آلوده به نفت**

شکل۳- ج تأثیر کاربرد سه سطح EDTA را بر غلظت نیکل خاک نشان می‌دهد. در سه سطح آلودگی خاک کاربرد EDTA موجب افزایش غلظت نیکل در خاک شد. کاربرد EDTA در سطح کم و زیاد به طور معنی داری




**شکل ۳-میانگین تأثیر سه سطح کلاتEDTA بر غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در خاک.**

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت نیکل در محلول خاک بدون آلودگی نفتی را به میزان ۲/۰۴ و ۲/۹ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش داد و در سطح ۱ درصد آلودگی نفتی خاک در سطح EDTA کم غلظت نیکل ۲/۰۱ برابر نسبت به خاک شاهد و در سطح EDTA زیاد به میزان ۲/۸۴ نسبت به خاک شاهد افزایش نشان داد. در سطح ۳ درصد آلودگی نفتی خاک در سطح کم EDTA ۱/۳۷ برابر نسبت به خاک شاهد و در خاک با سطح زیاد EDTA به میزان ۱/۸۱ برابر نسبت به خاک شاهد افزایش نشان داد.

کاربرد کلات‌ها یکی از روش‌های مناسب پالایش درجا برای حذف فلزهای سنگین است. در خاک بدون آلودگی نفتی و همچنین در خاک با آلودگی نفتی ۱ و ۳ درصد می‌توان دریافت که بین این سه سطح EDTA در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری وجود دارد و با افزایش میزان EDTA حلالیت فلزهای سنگین خاک آلوده بیشتر شد Luo *et al.* (2005) نیز پس از کاربرد میزان‌های متفاوت EDTA و EDDS (۰ تا ۵۰ میلی مول بر کیلو گرم) مشاهده کردند که غلظت سرب و کادمیوم محلول در خاک افزایش یافت و در کاربرد سطح زیاد کلات کننده غلظت فلزهای سنگین در خاک در مقایسه با شاهد ۲۰ برابر رسید. Kim *et al.* (2003) بیان کردند که افزایش EDTA در خاک باعث افزایش انحلال فلزها می‌شود. بازده حذف سرب، برای خاک‌های آهکی هنگامی EDTA در سه مرحله متوالی استفاده شده است، افزایش یافته است. استفاده چند مرحله‌ای نسبت به کاربرد کلات در یک مرحله نیاز به EDTA و هزینه اصلاح خاک را کاهش می‌دهد. کاربرد میزان‌های کمتر EDTA می‌تواند از کلوخه شدن خاک‌های آلوده جلوگیری کند. تحرک و دسترسی فلزها در خاک به غلظت آنها در محلول خاک ، ویژگی‌ها و توانایی خاک برای آزادسازی شکل آنها در حالت جامد خاک، برای جبران حذف آنها از محلول خاک بستگی دارد. کلات‌ها در خاک ویژگی‌های خاک را تغییر می‌دهند. بنابراین فلزهای سنگین را از خاک حذف می‌کنند (Finzgar *et al.* 2007) اگر کلات شدن در بر گیرنده کاهش قابل ملاحظه‌ای از میزان کل یک فلز سنگین موجود در خاک باشد، بدان معنی است که جابه جایی تنها تحت تأثیر بر همکنش‌های جذب سطحی و رسوب و انحلال نیست و تأثیر بر تحرک دراصل به علت تغییر در رفتار یونی است. کاتیون‌های فلزی کلات شده به‌طورکامل در محاصره عامل کلات کننده قرار می‌گیرند این عمل ممکن است باعث تبدیل کاتیون به ترکیب پیچیده آنیونی شود که بدین ترتیب شانس جا به جایی و آبشویی آن در خاک افزایش می‌یابد (Karimian, 1992). کاربرد کلات‌ها در خاک برای حذف فلزهای سنگین بازده خوبی دارد و در این رابطه لازم است بررسی‌های بیشتری انجام شود در این راستا می‌توان برای ارزیابی تبادل فلزها برای بخش‌های مختلف خاک از روش‌های استخراج پی در پی از خاک‌ها استفاده کرد و برای ارزیابی فلزهای سنگین و گونه‌های آنها در خاک و انسداد در بخش معدنی خاک از روش X-Ray استفاده کرد (Finzgar *et al.* 2007).

## نتیجه‌گیری

به دلیل اثرگذاری‌های نامطلوب فلزهای سنگین در خاک باید آنها به طریقی از خاک حذف شوند. نتایج این تحقیق که از کمپوست پسماندهای نیشکر و EDTA برای حذف فلزهای سنگین استفاده شد نشان داد، بین سه سطح EDTA در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. حلالیت فلزهای سنگین در خاک در نمونه‌هایی که کلات دریافت کرده بودند نسبت به نمونه-های شاهد (بدون کلات) در سطح احتمال ۵ درصد به طور معنی داری بیشتر بود و این افزایش در نمونه‌های با سطح بالای کلات کننده به مراتب بیشتر از سطح کم کلات کننده بود. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که کلات EDTA حلالیت فلزهای سنگین را در خاک‌های آلوده به نفت افزایش می‌دهد و باعث پالایش فلزهای سنگین سرب، نیکل و کادمیوم از خاک‌های آلوده به نفت می‌شود. پالایش فلزهای سنگین در خاک در نمونه‌هایی که کمپوست دریافت کردند نسبت به نمونه‌های شاهد در سطح احتمال ۵ درصد به طور معنی داری بیشتر بود.

## منابع

Adesodun, J.K. and Mbagwu, J.S.C., 2008. Distribution of heavy metals and hydrocarbon contents in an alfisol contaminated with waste-lubricating oil amended with organic wastes. Bioresource Technology. 99, 3195–3204.

Ahmed Mohamed Saad, S. and Balla Guma Mohammed, A., 2013. Assessment of the

Archive of SID

www.SID.ir

role of compost in remediation of cd-contaminated soil in sudan. International Jornul of Innovation and Knowledge Management in Middle East and North. 3(1), 93-106.

Almas, A.R., Bride, M.B.Mc. and singh, B.R., 2000. Solubility and lability of cadmium and zinc in two soils treated with organic matter. Soil Sciences. 162, 25-259.

Asary, E., Tavallali, H. and Mahdavi, M., 2012. Contaminated the soil remediation by using green compost. Journal of Applied Sciences in Environmental Anitation. 3,167-172.

Finzgar, N. and Lestan, D., 2007. Multi-step leaching of Pb and Zn contaminated soils with EDTA. Chemosphere. 66, 824–832.

Finzgar, N. and Lestan, D., 2008. The two-phase leaching of Pb, Zn and Cd contaminated soil using EDTA and electrochemical treatment of the washing solution . Chemosphere. 73, 1484- 1491.

Halim, M., Conte, P. and Piccolo, A., 2003. Potential availability of heavy metals to phytoxtraction from contaminated soils induced exogenous humic substances. Chemosphere. 52, 262-275.

Iwegbue, C.M.A., Egobueze, K.F., Opuene, E., 2006. Preliminary assessment of heavy metals levels of soils of an oil field in theNiger. Delta, Nigeria. Journal of Environment Science and Technology. 3 (2), 167-172.

Iwegbue, C.M.A., Williams, E.S. and Isirimah, N.O., 2009. Study of heavy metal Distribution in soils impacted with crude oil in southern nigeria. Soil and Sediment Contamination. 18, 136-143.

Karaca, A., 2004. Effect of organic wastes on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil. Geoderma. 122, 297–303.

Karimian, N.,1992. Soil Chemistry, Tehran University Press, Tehran, Iran.

Kayode, J., Oyedeji, A.A. and Olowoyo, O.Sc.B., 2009. Evaluation of the effects of pollution with spent lubricating oil on the physical and chemical properties of soil. Journal of Science and Technology. 10 (1), 387-391.

Kim, C., Lee,Y. and Ong, S.K., 2003. Factors affecting EDTA extraction of lead from lead-contaminated soils. Chemosphere. 51, 845–853.

Luo, C.L., Shen, Z. and GLI, X.D., 2005. Enhanced phytovtraction of Cu Pb , Zn and Cd with EDTA and EDDS. Chemosphere. 59,1-11.

Nadal, M. and marti, M., 2009. Multi compartmental environmenta surveillance of a petrochemical area: Levels of micropollutants. Environment International. 36, 227-235.

Ogboghodo, A., Iruaga, E.K., Osemwota, I.O. and Chokon, J.U., 2004. An assessment of the effects of crude oil pollution on soil properties, germination and growth and maze (*zea may*) using two crude. Types-fackados light and Escravos light. Environmental monitoring and Assessment. 96, 142-152.

OsujiL, C. and Onojake, C.M., 2006. Field reconnaissance and estimation of petroleum hydrocarbon and heavy metal contents of soils affected by the Ebocha-8 oil spillage in Niger Delta, Nigeria. Journal of Environmental Management. 79, 133–139.

Osuji, C.L. and Onojake, C.M., 2004. Trace heavy metals associated with crude oil: A case study of ebocha-8 oil-spill polluted site in Niger Delta, Nigereria. Chemistry, Biodiversity. 1, 1708-1714.

Papritz, A. and Richard, P.U., 2009. Modelling the risk of Pb and PAH intervention vallue exceedance in qllotment soil by robust logistic regression. Environmental Pollution. 137, 2019-2022.

Pociecha, M. and Lestan, D., 2010. Electrochemical EDTA recycling with sacrificial Al anode for remediation of Pb contaminated soil. Environmental Pollution. 158, 2710-2715.

Sharifi Hosseini, S., Shahbazi Yazdipoor, A. and Kamranfard, L.,2009. The effect of agricultural Fertilizers on bioremediation of a crude-oil polluted soil. Journal of water and soil. 23(3), 145-155.

Sun, B., Zhao, F.J., Lombi, E. and McGrath, S.P., 2001. Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. Environmental Pollution. 113, 111-120.

Tisdall, J.M. and Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-itable aggregates in soils. Journal soil Sciencs. 33, 141-163.

Urum, K., Pekdemir, T. and Gibbs, B.F., 2004. Evaluation of biosurfactants for crude oil contaminated soil washing. Chemosphere. 55, 113-115.

Wioko, D.E., Anoliefo, G.O. and Fashemi, S.D., 2006. Metal concentration in plant tissues of riclnus communisl. (*castor oil*) grown in soil contaminated with spent lubricating oil. Science Environment. 10 (3), 127-134.ZengQ, R., Sauve, S., Allend, H.E. and Hendershota, W.H., 2005. Recycling EDTA solutions used to remediatemetal-polluted soils. Environmental Pollution. 133, 225–231.

Zimdahl, R.L.,1975. Entry and movement in vegetation of lead derived from air and soil sources. In 68th Annual Meeting of the Air pollution control Association, 15th June, Boston, Mass. p. 22

Archive of SID

www.SID.ir

# Effect of sugarcane composting and chelate EDTA on remediation of heavy metals from the crude-oil polluted soil

**Tahereh Raiesi Ardali*** **and Mostafa Chorom**
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

*Corresponding author: tahereh.raiesi@gmail.com

**Abstract**

Crude oil naturally has large amounts of heavy metals. Heavy metals in soil are non-biodegradable and stable. In this research, conducted under greenhouse conditions, Chelate EDTA and sugarcane residual compost were applied for the remediation of soil contaminated with heavy metals. The experiment was designed in a statistical design platform and completely randomized. Soil was artificially contaminated with crude oil to 0, 1, 3 percentage by weight using a soil spray. In the crud-oil polluted soil, compost of sugarcane was applied at two levels, equivalent to 0 and 100 t $ha^{-1}$ and was added to the pots (1 kg). The treatments included EDTA in quantities of 0, 10, 20 mmol $kg^{-1}$ added to the pots which were stored in the greenhouse for 60 days. The results showed that EDTA application significantly increased the concentration of Pb, Cd, Ni in uncontaminated soil by 2.11, 2.08, 2.51 times more, respectively, than the control sample. The same was observed for 1% and 3% oil contaminated soils, whereby at 1% contamination the concentrations of Pb, Cd, Ni were 1.96, 2.84, 2.42 times, respectively, greater than in the control sample and at 3% contamination were, respectively, 1.52, 1.9, 1.59 times more than in the control sample. Solubilization of heavy metals in soil was more meaningful at the probable level of 5% than in the control samples. Also, using sugarcane compost significantly decreased concentrations of Pb, Ni, Cd in the soil solution by 1.91, 2.68, 1.77 times, respectively. The soil control had 1.64, 2.11 and 1.85 times the contamination with these elements, respectively, of soil with 1% and 1.29, 1.40, 1.37, respectively, of soil with 3% compared to the control. The results showed that chelate EDTA has the ability to leach heavy metals from oil-polluted soil for its remediation. Also, the addition of sugarcane composting to the soil over the long term can reduce the solubility of heavy elements in soil.

**Keywords:** Chelate EDTA, Crude oil polluted soil, Heavy metals, Sugarcane composting.

Archive of SID

www.SID.ir