بررسی تاثیر زئولیت کلینوپتیلولایت و کمپوست زباله شهری بررشد و قابلیلت گیاه‌پالایی نفت خام

آسیه حمیدی[۱]، علیرضا آستارایی[۲]، امیر لکزیان[۳]

[۱] - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲] - دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳] - استاد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

جهت مقابله با آلودگی نفتی خاک پژوهشی گلخانه‌ای برای بررسی قابلیت رشدی چمن لولیوم و تجزیه هیدروکربن‌های نفتی با استفاده از زئولیت و کمپوست زباله شهری که بعنوان کود و اصلاح کننده‌های خاکی محسوب می‌شوند استفاده شد. طرح مورد بررسی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بود که شامل فاکتور اول آلودگی نفتی خاک :صفر،۳،۶و۹درصد وزنی/وزنی و فاکتور دوم سه سطح اصلاح کننده: صفر, زئولیت کلینوپتیلولایت ۷/۵درصد وزنی و کمپوست زباله شهری ۷/۵درصد وزنی با سه تکرار انجام شد. نتایج حاکی از کاهش وزن ترو خشک اندام هوایی و کاهش درصد پالایش با افزایش درصد آلودگی نفتی بود. همچنین کاربرد کمپوست افزایش معنی دار ۱۰ الی ۲۰ درصدی پالایش هیدروکربن کل نفتی نسبت به شاهد بدون اصلاح کننده نشان داد.

کلمات کلیدی: نفت خام، گیاه‌پالایی، زئولیت، کمپوست زباله شهری

مقدمه

در دنیای صنعتی کنونی، نفت بزرگترین منبع سوختی است و با توجه به پیشرفت‌های صنعتی اخیر در مقیاس وسیع، تولید این ماده می‌تواند منجر به آلودگی خاک‌ها و منابع آب‌های زیرزمینی شود. فرآورده های نفتی از آلاینده های رایج خاک بوده که شامل ترکیبات سمی زیادی می‌باشند (Euliss *et al.*, 2008) کشت گیاه در خاک‌های آلوده به مواد نفتی با محدودیت‌هایی روبرو بوده، زیرا گیاهان کشت شده در خاک‌های آلوده معمولاً با ترکیبی از تنش‌های خشکی، کمبود مواد غذایی و سمیت شیمیایی مواجه می‌شوند (Wenzel, 2009 & Gerhardt et al. 2009). اثرهایی که خاک‌های آلوده به مواد نفتی و یا محصولات جانبی حاصل از آن‌ها بر گیاهان دارند بر اساس غلظت آلاینده، مدت زمان قرارگیری گیاه در معرض آلودگی و همچنین نوع و گونه گیاه متفاوت است (Naidoo, 2010 & Merkl *et al.*, 2004, 2005a) گیاه پالایی فن‌آوری جدید و نوظهوری است که در آن از گیاهان مقاوم برای حذف یا کاهش غلظت آلاینده‌های آلی و معدنی و ترکیبات خطرناک از محیط زیست استفاده می‌شود (Pulford and Watson, 2003 & Siddiqui, S., and Adams, 2001)، این روش یک روش نویدبخش در حذف آلاینده‌ها از خاک بوده که به دلیل ارزانی و ایمنی بیشتر محیط، نسبت به سایر روش‌های متداول فیزیکی و شیمیایی تصفیه خاک ارجحیت دارد (Ali *et al.*, 2013).امروزه استفاده از کانی‌های رسی مانند زئولیت و سپیولیت جهت حذف آلاینده‌های زیست محیطی افزایش یافته است. کارائی زیاد، فراوانی، سهولت دسترسی و قیمت ارزان از مهمترین دلایل استفاده از کانی‌های رسی جهت حذف فلزات سنگین از محیط‌های آلوده مانند پساب‌ها و خاک می‌باشد. گزارشات متعددی در زمیه تأثیر مثبت انواع کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان وجود دارد. گزارش شده است که کمپوست تولید شده از کودهای دامی و بقایای گیاهی به مدت ۶ سال پس از مصرف عملکرد آفتابگردان را افزایش داده است (هویتینک، ۱۹۹۴). هدف از این پژوهش بررسی میزان قابلیت رشدی

چمن لولیوم در خاک با آلودگی نفتی و میزان تاثیر اصلاح کننده‌های موردنظر (زئولیت کلینوپتیلولایت و کمپوست زباله شهری) بر رشد و گیاه‌پالایی هیدروکربن‌های نفتی است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش خاک از مزرعه آســـتان قدس رضـــوی تهیه شـــد و پس از هوا خشـــک کردن و عبور از الک۲mm برخی از خصـوصـیات خاک اولیه اندازه گیری شـد(جدول۱) و برخی از ویژگی‌های اصلاح کننده‌های مورد استفاده در زیر گزارش شده است (جدول۲).

جدول ۱- مشخصات خاک

(ppm)P	۱۳,۳
(ppm)N	۱/۴
(ppm)K	۱۶۱/۰
pH	۸/۲۲
(dS/m)EC	۰/۵۵
%Sand	۴۱,۶۸
%Silt	۲۸/۶۴
%Clay	۲۹/۶۸

جدول ۲- مشخصات مواد اصلاح کننده

	زئولیت	کمپوست
(%) P	$۱/۴*۱۰^{-۴}$	۰/۲
(%) N		۱/۳
(%) K	۳/۳	۰/۲
(۱:۲)pH	۷/۷۱	۶/۵
(۱:۲dS/m)EC	۴/۲۱	۴/۷

آماده سازی تیمارها:

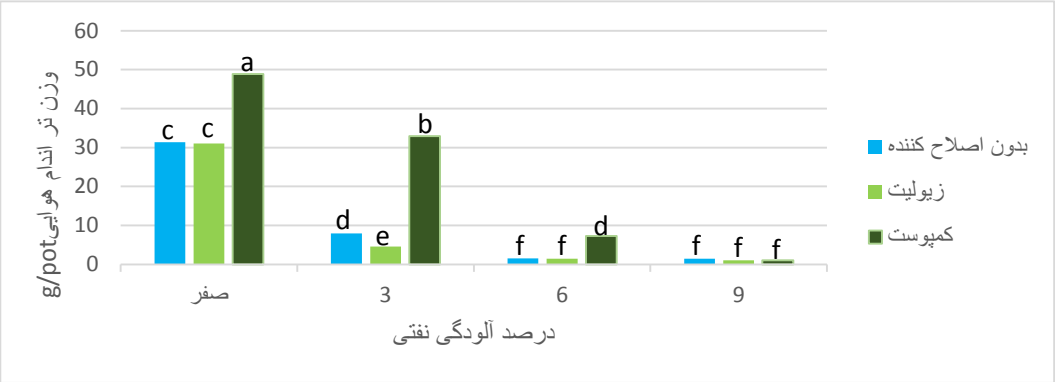
خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۴mm با تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور اول با چهار سطح آلودگی نفتی(صفر،۳ و ۶ و ۹ صد وزنی/وزنی) که از پالایشگاه نفت تهران تهیه شد کاملا مخلوط گردید و جهت تثبیت شدن به مدت دو هفته در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد سپس با فاکتور دوم شامل اصلاح کننده‌ها در سه سطح(صفر،زئولیت کلینوپتیلولایت۷/۵درصد وزنی و کمپوست زباله شهری ۷/۵ درصد وزنی) بطور کامل بر روی یک کیسه پلاستیکی مخلوط شده(۴*۳=۱۲تیمار), هر کدام با سه تکرار سه کیلوگرمی سپس جهت گرمادهی بمدت۹۰روز در گلخانه تحقیقاتی علوم باغبانی دانشگاه فردوسی نگهداری گردید. بعد از گذشت سه ماه خاک‌های موردنظر هوا خشک گردید و به گلخانه دانشکده کشاورزی انتقال داده شد. در هر گلدان به میزان ۱۰۰عدد بذر لولیوم کاشته شد، همچنین جهت اندازه گیری هیدروکربن کل نفت خام(TPH) خاک از روش استاندارد آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA431nv /1) استفاده گردید به این صورت که یک گرم خاک با ۱۰میلی لیتر دی کلرو متان مخلوط و به مدت ۵ دقیقه تکان داده می_شود سپس به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ می_شود. آنگاه از محلول رویی ۱میلی لیتر برداشته و به ویال منتقل کرده و به مدت ۴۸ ساعت به حال خود رها کرده و پس از طی زمان ۴۸ ساعت وزن باقی‌مانده در ویال به عنوان مقدار کل هیدرو کربن نفتی بر حسب میلی گرم بر کیلو گرم خاک گزارش شده است. برای محاسبه میزان پالایش هیدروکربن کل اندازه گیری شده با مقدار اولیه آن بعد از آلوده کردن خاک و گذشت دو هفته مقایسه شده است.

آنالیز داده‌ها به کمک نرم افزار JMP انجام شد و مقایسه میانگین به روش HSD می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس تیمارها در رابطه با پارامترهای اندازه گیری شده درسطح ۱ درصد معنی دار شدند.

نتایج و بحث

وزن تر اندام هوایی:

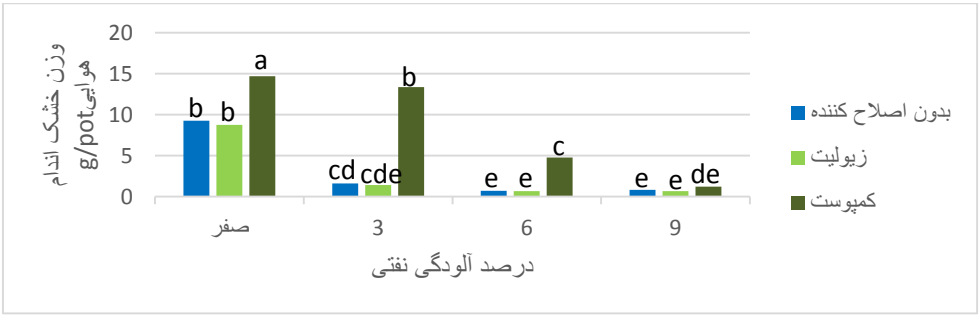
کاربرد کمپوست در تمام سطوح باعث افزایش وزن و تفاوت معنی داری نسبت به زئولیت وشاهد بدون اصلاح کننده است بطوریکه حتی در سطح آلودگی ۳درصد کمپوست دار وزن تر اندام هوایی از شاهد و ژئولیت بدون آلودگی بیشتر و اختلاف معنی دار است. وکمترین میزان سطح آلودگی ۹درصد آلودگی است که بدلیل رشد حداقلی گیاهان تفاوت معنی داری بین فاکتورهای اصلاح کننده مشاهده نگردید. همچنین در آلودگی ۶درصد گیاه زئولیت دار و شاهد بدون اصلاح کننده رشد مناسبی نداشته و با ۹درصد اختلاف معنی داری نداشتند (شکل۱).



شکل ۱- تاثیر آلودگی نفتی بر وزن تر اندام هوایی حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵درصد

وزن خشک اندام هوایی:

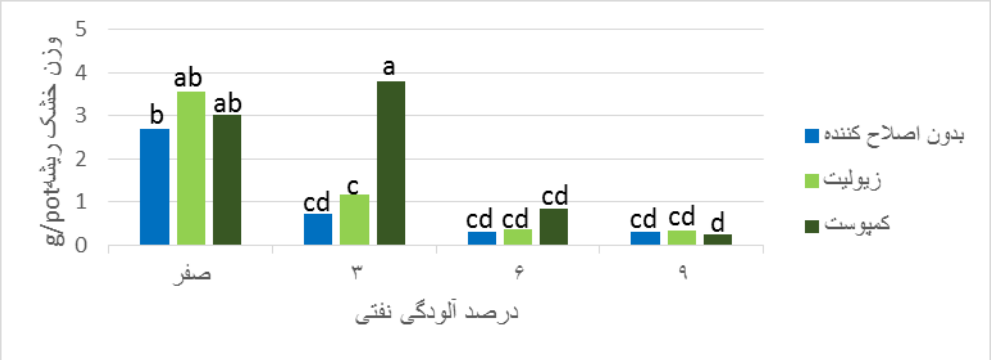
در آلودگی صفر درصد تیمار کمپوست اختلاف معنی دار قابل توجهی نسبت به تیمار زئولیت دار و شاهد بدون اصلاح کننده بود.که با توجه به وزن تر که در جایگاه دوم قرار داشت نمایانگر جذب کمتر رطوبت با افزایش آلودگی می‌باشد. با افزایش آلودگی از وزن خشک کاسته شده بطوریکه در سطح ۳درصد آلودگی با زئولیت و بدون اصلاح کننده اختلاف معنی داری تا سطح ۹ درصد مشاهده نگردید (شکل۲).



شکل ۲- وزن خشک اندام هوایی در سطوح مختلف آلودگی نفتی حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵درصد

وزن خشک ریشه:

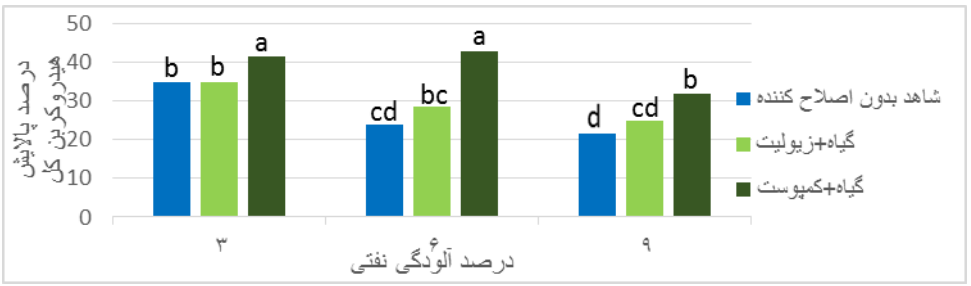
کاربرد زئولیت و کمپوست تاثیر معنی داری بر وزن خشک ریشه در خاک بدون آلودگی نداشت.اما در سطح آلودگی ۳درصد کمپوست دار ریشه رشد مناسب خود را حفظ کرده و وزن خشک آن فاقد اختلاف معنی دار با سطح بدون آلودگی است . و در سایر سطوح آلودگی اختلاف معنی داری بین اصلاح کننده زئولیت و شاهد بدون اصلاح کننده مشاهده نگردید. در سطح آلودگی ۶درصد کمپوست ارجحیت خود را نسبت به سایر اصلاح کننده‌ها از دست داده بطوریکه اختلاف معنی داری بین فاکتور اصلاح کننده در سطح آلودگی۶درصد و ۹درصد مشاهده نشد(شکل۳).



شکل ۳- وزن خشک ریشه در سطوح مختلف آلودگی نفتی, مقایسه میانگین به روش HSD حروف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵درصد

درصد پالایش هیدروکربن نفتی کل خاک:

با افزایش آلودگی از درصد پالایش کاسته شده، بیشترین درصد پالایش مربوط به سطح آلودگی ۳و۶درصد کمپوست دار با کاهش ۴۲درصدی غلظت هیدروکربن کل می‌باشد و کمترین میزان مربوط به آلودگی ۹درصد بدون اصلاح کننده با ۲۱درصد پالایش و زئولیت دار با ۲۵درصد می‌باشد که فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگرند، همچنین تیمار زئولیت دار و شاهد بدون اصلاح کننده در سطح ۶و۹درصد آلودگی اختلافشان معنی دار نگردید.با توجه به فقدان هیدروکربن نفتی در سطح آلودگی صفر درصد از بررسی ان صرفنظر شده است (شکل۴).



شکل ۴- درصد پالایش هیدروکربن کل در خاک با سطوح مختلف آلودگی نفتی. حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

البته تحت برخی غلظت‌های مشخص، حضور مواد نفتی در خاک میتواند رشد و تولید زیست توده برخی گونه‌ها را تحریک کند (Merkl et al., 2004). زیرا تنش ایجاد شده توسط این مواد میتواند ساخت مواد تنظیم کننده رشد را برانگیزد (Barker, 1970). یافته‌های این تحقیق با نتایج Peng و همکاران (۲۰۰۹) که کاهش هیدروکربن‌های نفتی خاک را در محیط ریشه گونه *Mirabilis jalapa L*. گزارش داد مطابقت دارد. همچنین این نتایج با یافته‌های Kaimi و همکاران (۲۰۰۶) که بهبود کاهش زیستی خاک‌های آلوده به سوخت دیزل را با استفاده از گیاه *Lolium perenne* گزارش کردند مطابقت دارد. نفت خام باعث کاهش شاخص‌های

رشد در گیاه، همچون ارتفاع، تعداد برگ سطح برگ، کلروزیس و مرگ سلول‌های برگی، وزن خشک و تر گیاه، کاهش زیست توده ریشه (Omosun *et al.*, 2008)، کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و کند سازی جذب مواد غذایی می‌شود (Rosso *et al.*, 2005). همچنین بخش‌هایی از نفت خام می‌توانند غشای زیستی را حل کرده و باعث از هم گسیختن ریشه گیاه شوند (Maila *et al.*, 2002). هیدروکربن‌های نفت خام باعث کاهش بیوماس ریشه و تغییر ساختمان ریشه در برخی گونه‌هاست که در مطالعات بسیاری از محققان گزارش شده است (Merkl et al., 2004 & Xu and Johnson, 1995). هیدروکربن‌ها قادرند ریشه گیاهان را بپوشانند و مانع دسترسی ریشه به آب و مواد مغذی گردند (Kuhn et al., 1998). این مسئله منجر به کاهش رشد و تولیدات ریشه می گردد و بر قابلیت ترشح ریشه نیز تأثیرگذار است.

از اولین علائم مسمومیت گیاهان در خاک‌های آلوده به نفت بازدارندگی رشد و بعد کاهش رشد است. خاصیت آبگریزی ترکیبات نفتی موجب تغییر رفتار خاک و ناهمگن شدن انتشار آب در خاک می گردد. این مسئله موجب کمبود آب در خاک و ایجاد شرایط خشکی در خاک می شود و قابلیت دسترسی گیاهان به آب و مواد مغذی کاهش می یابد (Bengough, A.G. 2003)، در نتیجه رشد و تولیدات گیاهی کاهش می یابد. کاهش رشد گیاهان به ویژه ریشه در مطالعات بسیاری از محققان گزارش شده است (Merkl et al., 2004 & Xu and Johnson, 1995).

منابع

Ali T, Mahmood S, Khan MY, Aslam A, Hussain MB, Asghar HN, et al. Phytoremediation of cadmium

Baker, J. M. (1970). The effect of oil on plants. Pollution 1:27-44.

Bengough, A.G. 2003. Root growth and function in relation to soil structure, composition, and strength In: Root Ecology (Dekroon. H., Visser. E.J.W., Eds). Springer Heidelberg Chapter 6

Euliss, K., Ho, C. H., Schwab, A. P., Rock, S. and Banks, M. K. (2008) Greenhouse and field assessment of phytoremediation for petroleum contaminants in a riparian zone. Bioresource Technology 99:1961-1971.

Gerhardt, K. E., Huang, X. D., Glick, B. R. and Greenberg, B. M. 2009. Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: Potential and challenges. Plant Science 176:20-30.

Kaimi, E., Mukaidani, T., Miyoshi, S. and Tamaki, M. (2006). Ryegrass enhancement of biodegradation in diesel contaminated soil by auxin assisted bacterial inoculation. Asian Journal of Agriculture and Biology. 2013;1(2):79-84.-contaminated soil. Environmental and Experimental Botany. 55: 110–119.

Kuhn, W., Gambino, R., Al-Awadhi, N., Balba, M.T. and Dragun, J. 1998. Growth of tomato plants in soil contaminated with Kuwait crude oil. Journal of Soil Contamination. 7: 801-806.

Maila, M.P. and Cloete, T.E. (2002). Germination of Lepidium sativum as a method to evaluate polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) removal from contaminated soil. International Biodeterioration & Biodegradation. 50: 107– 113.

Merkl, N., Schultze-Kraft, R. and Infante, C. (2004) Phytoremediation in the tropics – the effect of crude oil on the growth on tropical plants. Bioremediation. Journal 8:177-184

Merkl, N., Schultze-Kraft, R. and Infante, C. (2005a) Assessment of tropical grasses and legumes for phytoremediation of petroleum-contaminated soils. Water, Air, and Soil Pollution 165:195-209.

Naidoo, G. (2010) Responses of the mangroves *Avicennia marina* and *Bruguiera gymnorrhiza* to oil contamination. Flora. 205:356-361.

Omosun, G., Markson, A.A. and Mbanasor, O. (2008). Growth and anatomy of Amaranthus Hybridus as affected by differrent crude oil concentrations. American-Eurasian Journal of Scientific Research. 3(1): 70-74

Peng, S., Zhou, Q., Cai, Z. and Zhang, Z. (2009). Phytoremediation of petroleum contaminated soils by Mirabilis jalapa L. in a greenhouse plot experiment. J. Hazard. Mater. 168: 1490–1496.

Pulford, I.D., and Watson, C. 2003. Phytoremediation of heavy metal contaminated land by treea review. J. Environ. Int. 29: 529-40.

Rosso, P.H.C., Pushnik, J., Lay, M.L. and Ustin, S. (2005). Reflectance properties and physiological responses of Salicornia virginica to heavy metal and petroleum contamination. J. Environ. Pollut. 137: 241- 252.

Siddiqui, S., and Adams, W.A. 2001. The fate of diesel hydrocarbons in soils and their effect on the germination of Perennial Ryegrass. J. Environ. Pollute. 118: 49-62

Wenzel, W. W. (2009) Rhizosphere processes and management in plant-assisted bioremediation (phytoremediation) of soils. Plant and Soil 321:385-408.

Xu, J.G., Johnson, R.L. 1995. Root growth, microbial activity and phosphatase activity in oil–contaminated, remediated and uncontaminated soils planted to barley and field pea. Plant and Soil. 173: 3-10.

The effect of zeolite clinoptilolite and municipal solid waste compost on growth and phytoremediation capability of crude oil

A. Hamidi[1], A. Astaraei[2] and A. Lakzian[3]

1- M.Sc. Student. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Ferdowsi University of Mashhad
2- Associate Prof. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Ferdowsi University of Mashhad
3-Professor. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Ferdowsi University of Mashhad

Abstract
In order to combat with soil oil pollution, a greenhouse study was carried out to evaluate the degradation of soil petroleum hydrocarbons and growth performance of the grass Lolium by using treatments of zeolite and municipal solid waste compost. A completely randomized design (factorial) was used, first factor was four levels of oil pollution: 0, 3, 6 and 9% w / w and the second factor was 0, zeolite clinoptilolite 7/5% and municipal solid waste compost 7/5% by weight with three replications. Results showed that plant dry and fresh weight were reduced and percentage of oil pollution remediation was reduced. A significant increase of 10 to 20 percent in percentage of oil pollution remediation was noted with use of compost treatment compared to control.

Keywords: Crude oil, phytoremediation, zeolite clinoptilolite, compost