بررسی اثر زئولیت و قارچ میکوریزا (Glomus intraradices) در زیست پالایی کادمیوم خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب شهری

فاطمه حجتی مجد [۱]، مصطفی چرم [۲]، نعیمه عنایتی ضمیر [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- دانشیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳- استادیار گروه خاک شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
آیا استفاده از پساب فاضلاب می‌تواند منبع تامین آب جهت آبیاری محسوب گردد؟ پساب فاضلاب همواره مقادیر نسبتا زیادی از عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف درآن وجود دارد. علاوه بر این حاوی مقادیر از فلزات سنگین است که می توانند اثرات سوء بر محیط زیست داشته باشد. استفاده از موجودات همزیست و کانیهای جاذب در خاک‌های آلوده می توانند در پالایش و جلوگیری از جذب عناصر سنگین توسط گیاهان موثر واقع شود. بدین منظور آزمایشی گلدانی بصورت فاکتوریل در پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گلخانه اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح قارچ میکوریزا (۰ و ۵۰ گرم بر کلیو گرم خاک)، دو نوع آبیاری (پساب فاضلاب و آب آبیاری) و سه سطح زئولیت (۰، ۱۰ و ۲۰ گرم در کیلو گرم خاک) بود. نتایج نشان داد که استفاده از پساب فاضلاب سبب افزایش کادمیم در خاک می‌گردد که کاربرد زئولیت و قارچ میکوریزا سبب کاهش معنی‌دار کادمیم محلول خاک گردید.

واژه های کلیدی: زیست پالایی، قارچ مایکوریزا، زئولیت، پساب فاضلاب

مقدمه
گزارش‌های بسیاری وجود دارد که تاثیر آبیاری با فاضلاب روی آلودگی آب‌های زیرزمینی را نشان می‌دهد. فاضلاب پالایش نشده توانایی افزایش میزان عناصر سنگین را در خاك داشته و در برخی اوقات به مرز زیان‌آوری هم رسانده است. مک فرسون (۱۹۷۹) گزارش می کند که میان انباشتگی عناصر سنگین در خاك و گیاهان با اندازه کل پساب به کار رفته در یک سال همبستگی چشمگیری وجود داشته است. شوال و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند که خاك های آبیاری شده با فاضلاب پالایش نشده در یک زمان پنجاه ساله فلزهای سنگین بیشتری در سنجش با خاکهای آبیاری نشده داشتند (Saber ، ۱۹۸۶) با آزمایش خاك های آبیاری شده با فاضلاب شهر قاهره دریافت که در یک زمان شصت ساله، هر یک از فلزات سنگین می‌توانند به اندازه چشمگیری در خاك انباشته شوند. بیشتر شهرها سیستم واحدی برای جمع‌آوری فاضلاب نداشته و این آبهای آلوده به زمین نفوذ کرده و یا بدون تصفیه در آبیاری کشتزارها استفاده می شود.کانی زئولیت با کاهش دسترسی عناصر سنگین در خاك، این عنصر را از دسترسی گیاه خارج و از ورود این عناصر به درون گیاه جلوگیری می کند (Polat et al., ۲۰۰۴). قارچ میکوریزا آربسکولار در غیر متحرك کردن فلزات در فاریشه گیاه موثرند و با تجمع فلزات به شکل غیرسمی در ریشه‌های گیاه و میسلیوم‌های برون ریشه کمك می کند (Gohre and. Paszkowski, ۲۰۰۶) کادمیم جز سمی‌ترین فلزات است و به علت سمیت بالا و متحرک بودن در طبیعت مورد توجه می‌باشد. یکی از روش‌های ممکن جهت کاهش اثرات زیان بار فلزات سنگین جذب شده از محیط بر گیاهان، استفاده از قارچ‌های مایکوریزا است (Belimov et al. ,۲۰۰۵) . مهابادی و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی از زئولیت به عنوان تثبیت کننده‌ی کادمیوم در خاک استفاده کردند و نشان دادند که افزایش مقدار زئولیت در خاک باعث کاهش بیشتر کادمیوم در محلول خاک شد. لذا هدف این تحقیق بررسی اثرات استفاده ار قارچ میکوریزا آربسکولار و زئولیت در پالایش ریستی کادمیم از خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب شهری بود.

مواد و روش‌ها
آزمایش گلخانه ایی در قالب بلوک های کاملا تصادفی با ۱۲ تیمار در ۳ تکرار در دانشگاه شهید چمران واقع در شهر اهواز به منظور بررسی اثرات قارچ مایکوریزا و زئولیت در پالایش ریستی کادمیم از خاک تحت آبیاری با پساب فاضلاب به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی ترکیبی از ۲ سطح قارچ مایکوریزا (۰ و ۵۰ گرم برکیلو گرم خاک) و ۳ سطح زئولیت (۰-۱۰-۲۰گرم بر کیلوگرم خاک) و ۲ سطح آبیاری (آبیاری با پساب فاضلاب شهری و آبیاری معمولی) می باشد. خاک از مزرعه (عمق ۳۰-۰ سانتیمتری) جمع آوری شده، هوا خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی به حجم ۱۰ لیتر با قطر دهانه ۵/۱۶ سانتی‌متر استفاده شد. برای اعمال زئولیت مقدار مورد نظر (۰ و ۱۰ و ۲۰ گرم بر کیلوگرم زئولیت) را با کل خاک گلدان مخلوط می کنیم. زئولیت مورد نظر از نوع کلینوپتیلولیت می باشد. تیمارها ی قارچ در ۵ سانتیمتری خاک سطح گلدانها مخلوط شدند. بخش فوقانی گلدان‌ها به اندازه ۵ سانتی‌متر جهت آبیاری خالی گذاشته شد. تعداد ۳۰ بذر شبدر رقم برسیم درون خاک قرار داده شد. به تمام گلدان‌ها آب کافی اضافه گردید تا رطوبت آنها در حد ظرفیت مزرعه تنظیم شود. سپس گلدانها با پساب فاضلاب شهری اهواز آبیاری گشتند و پس از گذشت دوره رشد(۱۰ هفته) گیاهان برداشت و خاک گلدانها پس از هوا خشک به آزمایشگاه انتقال یافتند. برخی خصوصیات شیمیایی خاکها و غلظت کادمیم قابل دسترس پس از استخراج با DTPA بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل ۹۰۰ واریان انگلستان اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیای خاک و پساب فاضلاب شهری مورد آزمایش در جدول شماره ۱و خصوصیات شیمیایی زئولیت در جدول شماره ۲ آورده شده است. زئولیت مورد استفاده در این تحقیق از شرکت فرازند از منطقه فیروزکوه با نام زئولیت A-Z تهیه گردید. نتایج آنالیز عنصری و XRD زئولیت مورد نظر از شرکت کانساران بینالود دریافت گردید. پ هاش زئولیت مورد استفاده برابر ۰۶/۹ و قلیایی است که ممکن است زمینه فراهم کردن عناصر سنگین را برای گیاه کاهش دهد. شوری زئولیت برابر ۱۲/۳ دسی‌زیمنس می‌باشد که دلیل این شوری بخاطر وجود سدیم و کلسیم در ساختار زئولیت است .ظرفیت تبادل یونی زئولیت ۶/۹۱ سانتی مول بر کیلوگرم است که نشان دهنده بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت است (جدول ۲).

جدول شماره ۱- برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و پساب مورد مطالعه

خاک		پساب
بافت خاک	لومی شنی	-
pH	۷.۷	۷.۸
(dS/m) EC	۳	۴
درصد ازت کل	۰.۰۷۹	۱.۹
مواد آلی (درصد)	۱.۵۹	-
کادمیوم mg/kg	۰.۰۱	۱۰

جدول شماره ۲- برخی خصوصیات شیمیایی زئولیت مورد استفاده

پارامتر	مقدار	واحد
EC (۱:۱۰)	۳/۱۲	$dS.m^{-1}$
pH (۱:۱۰)	۹/۰۶	–
CEC	۹۱/۶	$Cmol_c.Kg^{-1}$
Na	۵۷/۹۲	$meq.lit^{-1}$
K	۵۶/۹۹	$meq.lit^{-1}$
Ca	۱۲/۲	$meq.lit^{-1}$
Mg	۱/۸	$meq.lit^{-1}$
Na تبادلی	۲۹/۳۶	$meq.lit^{-1}$
K تبادلی	۳۱/۲۷	$meq.lit^{-1}$

-اثر تیمارهای پساب فاضلاب ، زئولیت و قارچ میکوریزا بر میزان کادمیم خاک

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان می‌دهد که اثرات سه‌گانه، متقابل و ساده تیمارهای پساب فاضلاب ، زئولیت و قارچ میکوریزا بر میزان کادمیم خاک در سطح ۱% معنی‌دار است.

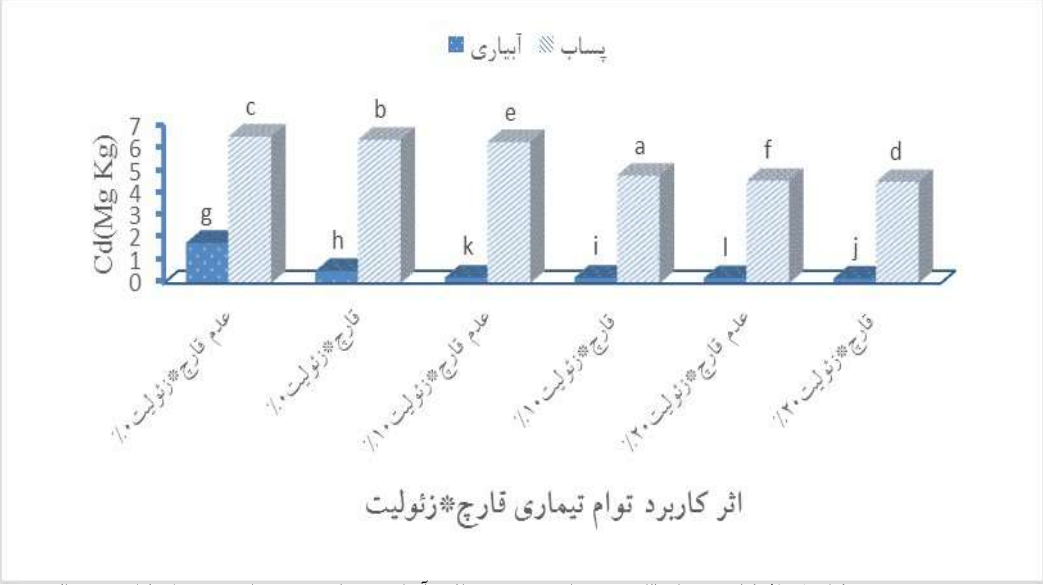
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای پساب فاضلاب، قارچ میکوریزا و زئولیت بر میزان کادمیوم خاک

منابع تغییرات	درجه ازادی	میانگین مربعات کادمیم خاک
آبیاری	۱	۲۲۱.۵۶**
قارچ میکوریزا	۱	۰.۳۱**
زئولیت	۲	۰.۳۹**
آبیاری ×قارچ میکوریزا	۱	۳.۱۸**
آبیاری ×زئولیت	۲	۰.۵۳**
قارچ×زئولیت	۲	۲.۰۳**
آبیاری × قارچ میکوریزا×زئولیت	۲	۵.۴۲**

اشتباه آزمایشی	۲۴	۰.۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۶/۰
انحراف معیار		۴۳/۰

در سطح یک % معنی‌دار **

مقایسه میانگین در شکل ۱ نشان داد که ترکیب تیماری عدم قارچ در زئولیت ۰% وزنی در حالت آبیاری با پساب فاضلاب با میانگین ۵۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیم خاک بیشترین و ترکیب تیماری قارچ در زئولیت ۲۰% وزنی در حالت آبیاری معمولی با میانگین ۲۱/۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین کادمیم خاک را دارا بودند. همچنین عدم قارچ همراه با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری معمولی دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۸/۱، ۲۶/۰ و ۲۴/۰ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین اثر توام قارچ با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری معمولی دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۵۶/۰، ۲۵/۰ و ۲۱/۰ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. عدم قارچ همراه با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری پساب فاضلاب دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۵۴/۶، ۳۰/۶ و ۵۷/۴ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد. همچنین اثر توام قارچ با زئولیت ۰، ۱۰ و ۲۰ % وزنی در حالت آبیاری پساب فاضلاب دارای میزان کادمیم خاک به ترتیب ۴/۶، ۸۰/۴ و ۵۲/۴ میکروگرم در کیلوگرم می‌باشد (شکل ۱). همانطور که از نمودار مقایسه میانگین نشان میدهد با افزایش پساب فاضلاب میزان کادمیم خاک نسبت به آبیاری معمولی بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد اما زمانی که زئولیت و قارچ میکوریزا در خاک استفاده می‌گردد میزان کادمیم خاک کاهش می‌یابد. در میزان این کاهش اثر زئولیت از قارچ موثرتر و بیشتر بوده است. قارچ میکوریزا از طریق تثبیت کردن کادمیم در خود و زئولیت از طریق جذب کادمیم مانع از ورود کادمیم به گیاه و آب‌های زیرزمینی می‌گردند. از آنجایی که زئولیت طبیعی دارای ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی می‌باشد در نتیجه پتانسیل بالایی جهت جذب گونه‌های کاتیونی فلزات سنگین از پساب فاضلاب دارد. مهابادی و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی از زئولیت به عنوان تثبیت کننده‌ی کادمیوم در خاک استفاده کردند و نشان دادند که افزایش مقدار زئولیت در خاک باعث کاهش بیشتر کادمیوم در محلول نشت شده از خاک شد. گوانکورا و همکاران (۲۰۱۰) در طی پژوهشی گزارش کردند که تلقیح ریشه ذرت با گونه گلوموس نسبت به گونه موسسیا در جذب کادمیم خاک بطور معنی‌داری بیشتر بوده است. جونر و لیوال (۱۹۹۷) نشان داد که با افزایش غلظت کادمیم در حضور قارچ میکوریزا جذب این عنصر سنگین توسط این قارچ افزایش می‌یابد. طی تحقیقی حمید پورو همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که کاربرد زئولیت در خاک‌های آلوده به کادمیم، میزان کادمیم را در خاک از طریق جذب در خود می‌کاهد.



شکل ۱- اثر کاربرد توام قارچ و زئولیت در دو حالت آبیاری پساب و معمولی بر میزان کادمیم خاک

منابع

۱-Belimov, A. A., Hontzeas, N., Safronova, V. I., Demchinskaya, S. V., Piluzza, G., Bullitta, S., Glick, B. R. (۲۰۰۵). Cadmium-tolerant plant growth-promoting bacteria associated with the roots of Indian mustard (Brassica juncea L. Czern.). Soil Biology & Biochemistry., ۳۷: ۲۴۱-۲۵۰.

۲-Joner, E. J. And Leyval, C. (۱۹۹۷). Uptake of ۱۰۹ cd by roots and hyphae of a Glomus mossea Trifolium subteraneum mycorrhiza from soil amended with high and low concentrations of cadmium. New Phytologist. ۱۳۵(۲): ۳۵۳-۳۶۰.

۳--Gohre, V. & U. Paszkowski, (۲۰۰۶). Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. Planta, ۲۲۳: ۱۱۱۵-۱۱۲۲

۴-Hamidpur, M.,. M Afyuni, M. Kalbasi, A. H. Khoshgotramanesh and V. J. Inglezakis. (۲۰۱۰). Mobility and plant availability of Cd and pb adsorbed on zeolite and bentonite. J Appl. Clay Sci.۴۸: ۳۴۲-۳۴۸

۵-Mahabadi, A. A., M. A. Hajabbasi, H. Khademi and H. Kazemian. ۲۰۰۷. Soil cadmium stabilization using an Iranian natural zeolite. J. Geoderma.۱۳۷:۳۸۸-۳۹۳.

۶--Mukerji, K. G. and Chamola, B. P.) ۲۰۰۳(. Compendium of Mycorrhizal Research. A. P. H. Publi., New Delhi

۷--Polat, E., Karaca, M. Demir, H and Naci Onus, A. (۲۰۰۴). Use of natural Zeolite (clinoptilolite) in agriculture. J. of Fruit and Orn. Plant Res. ۱۲: ۱۸۳-۱۸۸

۸-Saber, M. S. M. ۱۹۸۶. Prolongedeffect of land disposal of human wastes on soil conditions. Wat. Sci.Tech. Vol. ۱۸: ۳۷۱-۳۷۴

۹-Shuval, H. I., Adin, A., Fattal, B., Rawitz, E., Yekutiel. P. ۱۹۸۶.Wastewater Irrigation in Developing Countries. Health Effects and Technical Solutions. World Bank Tech. Pap. ۵۱, ۳۲۵pp..

Abstract

Is the wastewater can be considered source of water supply for irrigation? Wastewater is always a fair amount of macro and micro nutrients which are available. In addition, the amounts of heavy metals that can have adverse effects on the environment. Use symbiotic organisms and absorbing minerals in contaminated soils can prevent the absorption of heavy metals by plants refining and effective. For this purpose a factorial experiment in a completely randomized design with three replications was conducted. The experiment consisted of two levels of mycorrhiza (۰ and ۵۰ gr per Kg of soil), two types of water (wastewater and irrigation water) and three levels of zeolite (۰, ۱۰ and ۲۰ gr per Kg of soil), respectively. The results showed that the use of cadmium in the soil is increased wastewater. The use of zeolite, mycorrhiza fungus cadmium in soil solution was significantly decreased.