اثر اختلاط سطوح مختلف زئولیت با خاک و کاربرد پساب کارخانه پلی اکریل بر کادمیم در گیاه شاهی

سید نورالدین هاشمی[1]، م. ع. حاج عباسی[2]، م. ر. مصدقی[2]

1- **دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان کد پستی** 841568311

2- **به ترتیب استاد و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان کد پستی** 841568311

آدرس پست الکترونیکی نویسنده رابط: noraldinhoo1986@yahoo.com

چکیده

با توجه به خشک‌سالی‌های پیاپی، استفاده از پساب‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک کشور افزایش یافته است. با توجه به اینکه اکثر شهرهای کشور فاقد تجهیزات لازم برای تصفیه این پساب‌ها هستند، این پساب‌ها به صورت تصفیه نشده در اراضی کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. عناصر سنگین موجود در این پساب‌ها پس از ورود به زنجیره غذایی اثرات سوئی در پی خواهد داشت. لذا این پژوهش با هدف ارزیابی اثر اختلاط سطوح مختلف زئولیت با خاک به همراه کاربرد پساب تصفیه نشده کارخانه پلی اکریل اصفهان در کاهش ورود کادمیم به درون شاهی انجام گرفت. این پژوهش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در قالب طرح فاکتوریل در 3 تکرار انجام شد، به نحوی که سه سطح صفر، 1 و 2 درصد وزنی زئولیت و 2 نوع خاک شامل یک خاک شنی و یک خاک رسی به عنوان فاکتورهای اصلی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که نوع خاک اثر معنی‌داری را بر جذب کادمیم توسط گیاه نداشته است ولی از لحاظ عددی جذب کادمیم توسط گیاه در خاک شنی بیشتر از خاک رسی بوده است. کاربرد سطوح زئولیت باعث کاهش جذب کادمیم توسط گیاه نسبت به تیمار شاهد شد، در حالی که این کاهش بین تیمارهای مختلف زئولیت معنی دار نبوده است. به نظر می‌رسد میزان ناچیز کادمیم در پساب مورد استفاده باعث عدم اختلاف معنی دار بین تیمارهای خاک و زئولیت شده است.

واژگان کلیدی: پساب، زئولیت، شاهی و کادمیم.

1. مقدمه

با توجه به کمبود آب در نواحی خشک و نیمه خشک، استفاده از آب های نامناسب روز به روز در حال افزایش است. با وجودیکه آبیاری زمین های زراعی سابقه ای طولانی دارد، ولی در قرن اخیر کیفیت آب آبیاری مورد توجه قرار گرفته است[2].

در اغلب کشورهایی که با کمبود آب مواجه اند، پساب فاضلاب می‌تواند علاوه بر غنی بودن از عناصر مورد نیاز گیاه، ارزان‌ترین و قابل دسترس‌ترین منبع تامین آب جهت آبیاری محسوب گردد[1]. بهره‌گیری از فاضلاب از اوایل سده بیستم در اروپا، آمریکا واسترالیا آغاز شده است ولی درکشورهای در حال توسعه جهان سوم این استفاده کمتر است زیرا بیشتر شهرهای این کشورها سیستم گردآوری وپالایش فاضلاب نداشته و با کمبود های بسیاری در این زمینه روبرو هستند[12].

امروزه به دلیل تغییر کیفی فاضلاب و ورود مواد آلاینده نظیر فاضلاب صنعتی وشوینده ها این ماده بتدریج جایگاه خود را در بهبود باروری خاک از دست داده است، تا جایی که حتی ممکن است به عنوان یک ماده آلوده کننده خاک مطرح شود. بنابراین آگاهی دقیق از کیفیت و ترکیب شیمیائی فاضلاب یکی از ابتدائی‌ترین اصولی است که باید قبل از افزودن این ماده به خاک مد نظر قرار گیرد[4]. ترکیب فاضلاب با توجه به فصل، مقدار بارندگی، فرهنگ مصرف، سطح صنعت وماوردی از این قبیل تغییر می‌کند، ولی همواره مقادیر نسبتا زیادی ازعناصر غذایی پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) وکم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) درآن وجود دارد. علاوه بر این فاضلاب حاوی مقادیر زیادی از فلزات سنگین است که به دلیل اثرات سوء این عناصر بر محیط زیست وخطر سمیت برای انسان و دیگر موجودات، جهت مصرف آن می‌بایست توجه کافی منظور گردد[5]. گزارش های بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهد فاضلاب پالایش نشده توانایی افزایش اندازه عناصر سنگین را در خاک داشته ودر برخی اوقات به مرز زیان آوری هم رسانده است. مک فرسون(1979) گزارش می کند که میان انباشتگی عناصر سنگین در خاک و گیاهان با اندازه کل پساب به کار رفته در یک سال همبستگی چشمگیری وجود داشته است [8]. شالسا و همکاران(1982) گزارش کردند که خاک های آبیاری شده با فاضلاب پالایش نشده شهر سانتیاگو در شیلی در یک زمان پنجاه ساله فلزهای سنگین بیشتری در سنجش با خاک‌های آبیاری نشده دارند[11]. صابر (1986) با آزمایش خاک های آبیاری شده با فاضلاب شهر قاهره دریافت که در یک زمان شصت ساله، هر یک از فلزات سنگین می‌توانند به اندازه چشمگیری در خاک انباشته شوند[10]. بیشتر شهرها سیستم واحدی برای جمع‌آوری فاضلاب نداشته و این آب‌های آلوده به زمین نفوذ کرده ویا بدون تصفیه در آبیاری کشتزارها به کاررفته وحتی دربرخی جاها در رودخانه و جوی های آب رها می‌گردند[3]. از آنجایی که احداث تصفیه خانه‌ها همراه با صرف هزینه‌های هنگفتی است و با توجه به وجود معادن عظیم زئولیت در کشور و دسترسی آسان به این ماده در کشورمان توصیه می‌شود که با به کار گیری زئولیت‌ها در کنار کاربرد پساب‌های تصفیه نشده در اراضی کشاورزی علاوه بر افزایش بهره‌وری این پساب‌ها، خطرات ناشی از حضور فلزات سنگین در این پساب ها را نیز کاهش داد.

زئولیت یک جذب کننده قوی عناصر سنگین در پساب‌های حاوی سطوح بالای این عناصر است، به طوریکه کلینوپتیلولیت، که یک زئولیت طبیعی است توانایی جذب بالای (Pb، Cd، Zn، Ni، Fe، Cu و Cr) را داراست[14]. زئولیت‌ها به علت داشتن خاصیت تبادل یونی بالا قادرند عناصر سنگین را جذب کنند[9]. همچنین گیاهان می‌توانند به دلیل توانایی جذب بالای عناصر سنگین توسط زئولیت در خاک هایی که حاوی مقادیر بالای سرب، کادمیم و روی هستند محفوظ بمانند. تحقیقات نشان داده است که در خاک‌هایی که زئولیت به کار رفته است، جذب ^{90}S توسط گیاهان کاهش معنی داری داشته است[9]. پس زئولیت باکاهش دسترسی عناصر سنگین در خاک، این عنصر را از دسترسی گیاه خارج و از ورود این عناصر به درون گیاه جلوگیری می کند .

2. مواد و روش‌ها

در این پژوهش تاثیر اختلاط 3 سطح زئولیت سمنان (Z_0، Z_1 و Z_2) با خاک به همراه کاربرد پساب تصفیه نشده کارخانه پلی اکریل اصفهان بر روی دو نوع خاک با بافت متفاوت بر کاهش ورود عناصر سنگین به درون گیاه شاهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار در گلخانه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت.

تیمارهای این پژوهش عبارتند از:

3 سطوح زئولیت شامل: سطح بدون زئولیت به عنوان شاهد، سطح یک درصد وزنی زئولیت و سطح دو درصدوزنی زئولیت.

و 2 نوع خاک شامل:

الف) خاک شنی : که رده بندی خاک مورد نظر Typic Torriorthents بود.

ب) خاک رسی: که رده بندی خاک مورد نظر Haplo Cambids بود.

پس از کاشت بذر شاهی به منظور استقرار گیاه و به دلیل حساسیت گیاه به آلودگی، تمام گلدان‌ها به مدت 10 روز با آب شهری آبیاری گردیدند. پس از گلدان‌ها به وسیله پساب تصفیه‌نشده کارخانه پلی اکریل آبیاری شدند. در تمام طول دوره

کشت، آبیاری به گونه‌ای انجام گرفت تا رطوبت در گلدان‌ها حدود 70درصد ظرفیت مزرعه باشد تا که گیاهان دچار تنش شوری نشوند.

40 روز پس از کاشت بذور، در مرحله 5 برگی گیاه، برداشت اندام هوایی انجام گرفت. پس از شستن با آب مقطر، اندام هوایی گیاه به مدت 24 ساعت در دمای 70 درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و پس از آن وزن خشک آن اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه شاهی، یک گرم از نمونه‌های پودرشده گیاهی در کروزه چینی منتقل گردید و به کوره الکتریکی انتقال داده شد. حرارت کوره در 550 درجه سانتی‌گراد تنظیم شده و عمل بیش از 2 ساعت انجام شد. پس از خنک‌کردن کروزه 10 میلی لیتر اسید کلریک 2 مولار به کروزه افزوده شده و با گرمادهی ملایم کروزه، مواد خاکسترشده در اسید حل شدند. محلول حاصل با استفاده از کاغذ صافی واتمن 42 صاف گردید و عصاره در بالن ژوژه جمع‌آوری شده و توسط آب مقطر به حجم 50 میلی‌لیتر رسید [13]. غلظت فلزکادمیم در نمونه‌های صاف‌شده گیاهی به وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد.

قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نرمال بودن داده‌ها بوسیله تست Shapiro- Wilk مورد بررسی قرار گرفت. پس از آن از داده‌های مربوط به جذب کادمیم توسط گیاه به دلیل نرمال نبودن، لگاریتم بر پایه عدد 10 گرفته شد و این داده‌ها پس از این عملیات نرمال شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Statistix و مقایسه میانگین‌ها با روش LSD انجام گرفت.

3. نتایج و بحث

زئولیت‌های مورد استفاده در این پژوهش در گروه کانی‌های کلینوپتیلولایت قرار دارند که از معادن شرق سمنان تهیه شده بود. جدول 1 نتایج حاصل از آنالیز زئولیت مورد استفاده را نشان می‌دهد. همچنین نتایج حاصل از آنالیز خاک در جدول 2 نشان داده شده است. پساب مورد استفاده قبل از اعمال عملیات تصفیه از مخزن‌های تصفیه نشده کارخانه پلی‌اکریل اصفهان تهیه گردید. برخی از خصوصیات پساب مورد استفاده در جدول 3 آورده شده است.

اثر نوع خاک بر میزان جذب کادمیم توسط گیاه (شکل 1) معنی دار نبوده است اما گیاهان کشت شده در خاک شنی میزان کادمیم بیشتری نسبت به خاک رسی جذب کرده‌اند. مشاهدات حاکی از این است که با وجود غلظت بیش‌تر کادمیم در خاک رسی نسبت به خاک شنی، میزان ورود کادمیم به درون گیاهانی که در خاک رسی رشد کرده است کم‌تر از گیاهانی است که در خاک شنی رشد داده شده است. دلیل این یافته را می‌توان به CEC ، میزان مواد آلی و آهک بیش‌تر در خاک رسی نسبت به خاک شنی نسبت داد. چن و همکاران (2000) پس از به کار بردن زئولیت در یک خاک رسی و یک خاک شنی اختلاف معنی داری را در غلظت کادمیم اندام هوایی گندم نسبت به تیمار بدون زئولیت در هر دو خاک مشاهده کردند[6].

اثر سطوح مختلف زئولیت بر میزان جذب کادمیم توسط گیاه (شکل 2) معنی دار نشده است ولی مشاهدات حاکی از آن است که با افزایش اختلاط زئولیت با خاک میزان ورود کادمیم به درون گیاه کاهش یافته است. سبزی‌های رشد کرده در تیمارکاربرد دو درصد وزنی زئولیت کمترین و سبزی‌های رشد کرده درتیمار شاهد بیشترین میزان جذب کادمیم را به خود اختصاص داده‌اند. از آنجا که سطح 2 درصد وزنی زئولیت اختلاف معنی‌داری با سطح 1 درصد وزنی زئولیت از نظر میزان کادمیم در گیاه ندارد، استفاده از سطح 1 درصد وزنی زئولیت در خاک برای فاضلاب‌هایی که فقط آلودگی کادمیم دارند مقرون به صرفه‌تر به نظر می‌رسد. عشقی، محمود آبادی و همکاران (2010) نیز پس از به کار بردن سطوح صفر، 2 و 5 گرم زئولیت در کیلوگرم خاک، کاهش ورود کادمیم را به درون گیاه مشاهده کردند[7].

در شکل- 3 برهم‌کنش نوع خاک و سطوح مختلف زئولیت بر میزان جذب کادمیم توسط شاهی نشان داده شده است. کاربرد زئولیت در خاک شنی اختلاف معنی داری را در میزان ورود کادمیم به درون گیاه با تیمار شاهد ایجاد نکرده است ولی در خاک رسی اختلاط یک درصد وزنی زئولیت با خاک باعث ایجاد اختلاف معنی دار ورود کادمیم به درون گیاه با تیمار شاهد شده است. بنابراین برای خاک‌های رسی که با پساب‌های تصفیه نشده آبیاری می‌گردند توصیه می‌شود که برای کاهش اثرات زیان بار ورود کادمیم موجود در این پساب‌ها به درون گیاه، یک درصد وزنی زئولیت را با خاک اختلاط دهند. بدین گونه امنیت قضایی گیاهان آبیاری شده با این پساب‌ها افزایش داده می‌شود.

جدول 1 نتایج حاصل از آنالیز زئولیت مورد استفاده

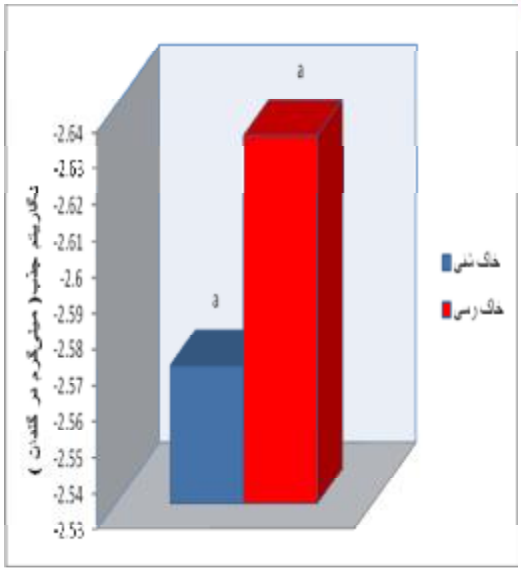
ویژگی	$\%SiO_2$	$\%Al_2O_3$	$\%Fe_2O_3$	$\%TiO_2$	%CaO	%MgO	$\%Na_2O$	$\%K_2O$	$\%P_2O_5$	CECخام cmol/kg
میزان	64/ 4	12/ 8	1/ 31	0/ 31	2/ 37	1/ 15	1/ 13	2/ 64	0/ 21	221/ 5

جدول 2: برخی از ویژگی‌های خاک‌های مورد بررسی

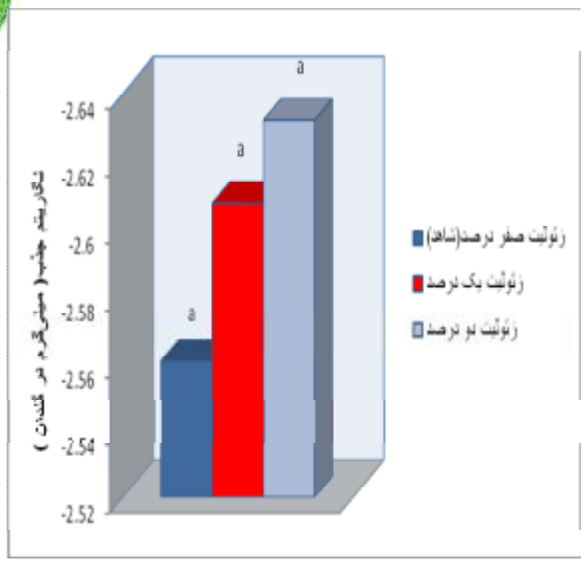
ویژگی	واحد	خاک شنی	خاک رسی
pH_e	-	7/ 5	7/ 7
EC_e	dS/m	1/03	0/ 8
CEC	cmol/kg	7/74	35/ 2
Cd	mg/kg	0/ 11	0/ 21
ماده آلی	درصد	1/9	2/ 2
آهک	درصد	18/ 4	25/ 5
شن	درصد	88 /2	5/ 2
سیلت	درصد	7/ 1	37/ 9 0
رس	درصد	4/ 7	56/ 7

جدول 3 برخی از ویژگی‌های پساب تصفیه‌نشده کارخانه پلی اکریل اصفهان مورد استفاده در این پژوهش

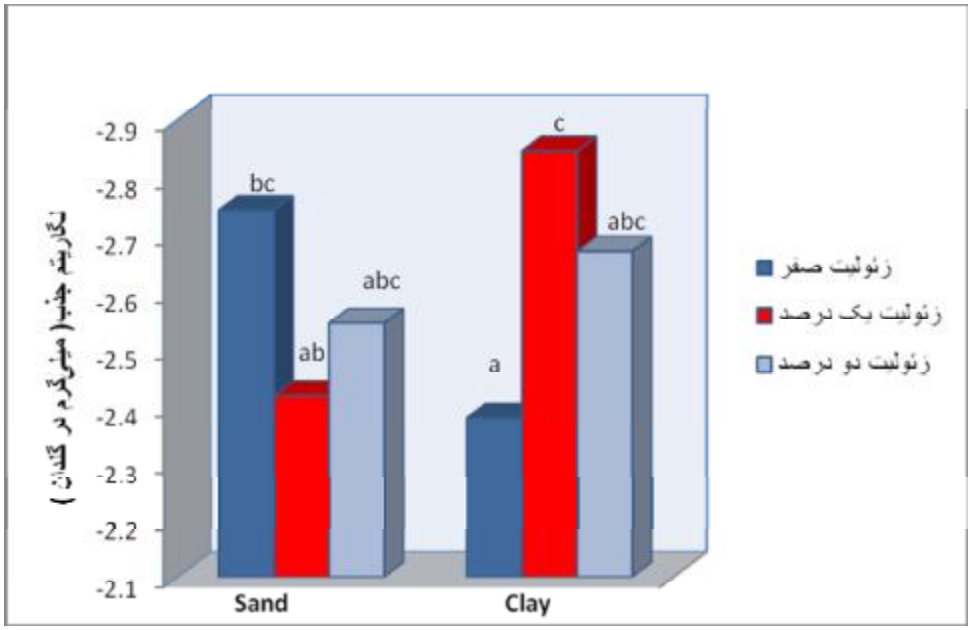
ویژگی	واحد	میزان در لجن فاضلاب
COD	mg/l	300
BOD_5	mg/l	150
pH	-	6/ 5
EC	dS/m	3/ 7
Cd	mg/l	0/ 03
Zn	mg/l	0/ 6
Na	mg/l	361/ 5



شکل 1- اثر نوع خاک بر میزان جذب کادمیم توسط گیاه



شکل 2- اثر سطوح مختلف زئولیت بر میزان جذب کادمیم توسط گیاه



شکل- 3 برهم‌کنش نوع خاک و سطوح مختلف زئولیت بر میزان جذب کادمیم توسط شاهی

4. مراجع

1) ترابیان، ع و هاشمی، ق، 1378. "آبیاری فضای سبز با پساب تصفیه شده تصفیه خانه های تهران". مجله آب و فاضلاب، شماره 29، صفحات 31_35

2) حاج رسولیها، ش، 1366."کیفیت آب در آبیاری".مرکز نشر دانشگاهی، 42 صفحه.

3) حسینیان، مرتضی،1360."روش عملی تصفیه فاضلاب ".انتشارات حسینیان.438 صفحه.

4) عرفان منش، م،1376."اثر تیمار های فاضلاب بر برخی خصوصیات خاک و جذب و تراکم عناصر سنگین به وسیله اسفناج و گوجه فرنگی" پایان نامه کارشناسی ارشدع، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

5) کلباسی، م، وگندمکار ، آ،1376."اثر شیرابه زباله بر عملکرد و ترکیب شیمیایی ذرت و اثر باقیمانده آن روی بعضی ویژگی های خاک".مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،جلد 1، ص41_53.

[6] Chen, Z. S. Lee, G. J and Liu, J. C. 2000. The effects of chemical remediation treatments on the extractability and speciation of cadmium and lead in contaminated soils. Chemosphere. 41:235- 242

[7] Eshghi, S. Mahmoodabadi, M. R. Abdi, G. R. Jamali, B. 2010. Zeolite Ameliorates the adverse effect of cadmium contamination on grown nodulation of soybean plant (Glycine max L.). *Biol. Environ. Sci*. 4(10): 43-50.

[8] McPherson, J. B . 1979 .Land treatment of wastewater at Werribee, Past, Present and future .Progress in Water Technology.11:15-32.

[9] Polat, E., Karaca, M. Demir, H and Naci Onus, A. 2004. Use of natural Zeolite (clinoptilolite) in agriculture. J. of Fruit and Orn. Plant Res. 12: 183-188.

[10]Saber, M. S. M. 1986. Prolonged effect of land disposal of human wastes on soil conditions. Wat. Sci. Tech. Vol. 18: 371-374.

[11]Shuval, H.I. 1977.Water renovation and reuse. Academic Press. INC. New York.

[12]Tomas Teldord Ltd, London. 1985. Reuse of sewage effluent. An Institution of Civil Engineer's Symposium.

[13] Westerman, R.L. 1990. Soil testing and plant analysis. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

[14] Zorpas, A. A., Constantinides, T. G.Vlyssides, A. Haralambous, I. Loizidou, M. 1999. Heavy metal uptake by natural Zeolite and metals partitioning in sewage sludge compost. Bioresource. Tech. Vol. 72: 113-119.

The effects of zeolite in soil on remediation of Polyacryle factory wastewater for cadmium in Lepidium sativum

S. N. Hashemi[1], M. A. Hajabbasi[2], M. R. Mosaddeghi[2] (Times 12 pt, Bold)

1- Graduate Student Isfahan University of Technology, Isfahan, 84156-83111 Iran
2- Prof. and Asso. Prof. of Soil Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, 84156-83111 Iran

[1]Corresponding Author's E-mail: noraldinhoo1986@yahoo.com

Abstract

Because of concessive drought, using waste water in arid and semiarid zones is recently increased. Most of the cities in our country does not have proper equipments to filter the waste water, so the pollutants including heavy metals will penetrate into agricultural soil and consequently to the food chains. This research was performed to study the effects of mixing different rates of Zeolite to a soil containing Polyacryle factory swage. Garden Cress (Lepidium sativum) was grown in the soil. The amount of Cadmium in soil and plant was measured. In this research factorial design with completely randomized block with three replicates was used. Three rates (0, 1 and 2 percent weight) of Zeolite and two type of soil (sand and clay) were applied to this experiment. Results show that type of soil does not have significant effect to absorb Cd by plants, but however absorbing Cd by plants in sandy soil was more than clay. Application of Zeolite reduces the absorption of Cd by plants, than the control treatment, while decrease between different Zeolite treatments was not significant. It seems that negligible amount of Cd in waste water was due to significant similarity between soil treatments and the Zeolite.

Keywords: Wastewater, Zeolite, Lepidium sativum and Cadmium