تأثیر زئولیت و کمپوست گاوی بر جذب کادمیم و برخی عناصر ضروری گندم در خاک آلوده

مینا رشیدی، سید کیوان مرعشی[1] و تیمور بابائی نژاد

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ rashidimina777@yahoo.com

استادیار گروه زراعت، واحداهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران؛ marashi_47@yahoo.com

استادیار گروه خاکشناسی، واحداهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران؛ timoorba@yahoo.com

دریافت: 98/2/22 و پذیرش: 98/8/29

چکیده

با توجه به اهمیت گندم در تغذیه انسان و همچنین وجود غلظت‌های بالای فلزات سنگین و سمی در اراضی آلوده، بررسی اثر زئولیت و کود گاوی کمپوست شده و نقش آنها در تعدیل آلودگی و تغذیه گندم حائز اهمیت می‌باشد. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه شامل مقادیر مختلف زئولیت و کمپوست هر کدام بصورت صفر، 0/5% 1% و 1/5 درصد براساس درصد وزنی خاک بود. نتایج نشان داد که تأثیر زئولیت، کمپوست و اثر متقابل زئولیت و کمپوست بر مقدار کادمیم، نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در ریشه، ساقه و دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقدار کادمیم در بخش‌های مختلف اندام گیاه در شرایط عدم مصرف زئولیت و کمپوست و کمترین آن در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست مشاهده شد و تفاوت بین آنها معنی‌دار بود. بیشترین مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ریشه، ساقه و دانه در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست و کمترین مقدار عناصر فوق در شرایط عدم مصرف زئولیت و کمپوست مشاهده شد و تفاوت آنها نیز از لحاظ آماری معنی‌دار بود. نتایج کلی آزمایش نشان داد که کاربرد زئولیت و کمپوست در اراضی آلوده به کادمیم از طریق کاهش آلودگی و آسیب‌های ناشی از آن و نیز در جهت افزایش جذب عناصر ضروری مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: کمپوست، عناصر غذایی پر مصرف،آلودگی

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

مقدمه

گندم مهمترین گیاه زراعی دنیا و غذای اصلی بیش از 37 درصد مردم دنیا است و اهمیت اقتصادی آن چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه بیش از سایر محصولات زراعی دیگر است (خواجه پور، 1383). این در حالی است که بخش قابل‌توجهی از این محصول در مناطق وسیعی از دنیا تحت تأثیر آلودگی عناصر سنگین ناشی از توسعهٔ صنعتی می‌باشد (آدریانو، 2001). آلودگی به عناصر سنگین به مقدار زیادی در اطراف شهرهای بزرگ و معادن وجود دارد. در این مناطق فلزات سنگین ابتدا به گیاهان منتقل و سپس وارد زنجیرهٔ غذایی انسان می‌گردند (ساچنریتر و همکاران، 2005).

آزادسازی عناصرسنگین در محیط زیست، یک خطر بزرگ برای سلامتی انسان محسوب می‌شود. (اسکورزینسکا و همکاران، 1997). در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به آلودگی زیست محیطی فلزات سنگین به ویژه کادمیم شده است (آدریانو، 2001). کادمیم (Cd) یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست محیطی محسوب می‌شود و در فهرست سازمان محیط زیست آمریکا به عنوان یکی از خطرناک‌ترین فلزات سنگین معرفی شده است (ساچنریتر و همکاران، 2005). نقش بیولوژیکی خاصی برای این عنصر در گیاهان شناخته نشده است (آدریانو، 2001). کادمیم به عنوان یک ماده سرطان‌زا برای انسان معرفی شده است (والکیز،2000). حد مجاز مصرف آن برای انسان معادل 70 میکروگرم در روز می‌باشد. مسمومیت با این فلز باعث آسیب جدی به کلیه‌ها، استخوان و سیستم عصبی، اختلال در قلب و عروق و سیستم تناسلی می‌گردد (زورپاز و همکاران، 2000). بر اساس میزان کادمیم در گیاهانی که به صورت تجاری کشت می‌شوند آفتابگردان، کتان، برنج و گندم به عنوان تجمع‌کنندگان کادمیم شناخته شده‌اند و اغلب بیش از 0/1 میلی‌گرم کادمیوم به ازای یک کیلوگرم ماده خشک دارا هستند (مک لافلین و همکاران، 2000). بر اساس گزارش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور بیشترین مقدار کادمیم در گندم که مصرف آن در کوتاه مدت یا دراز مدت سبب ایجاد عارضه سوء بر انسان نشود معادل 0/03 میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد (بی نام، 1389). بررسی‌ها نشان داده است که کادمیم در غلظت‌های بالا، باعث کاهش حجم ریشه و کاهش وزن بافت‌های گیاه، کاهش فتوسنتز، تنفس، متابولیسم نیتروژن و همچنین کاهش جذب آب و مواد معدنی می‌شود (منان و همکاران، 2007; اسکندری، 2015).

زئولیت‌ها کانی طبیعی و آلومینوسیلیکاته با بار منفی می‌باشند. مهم‌ترین ویژگی زئولیت‌ها ظرفیت تبادل کاتیونی آنها می‌باشد. این تبادل به طور عمده با آمونیوم و پتاسیم محیط انجام می‌گیرد و بار منفی ساختار با کاتیون‌های محیط خنثی می‌گردد (داکسون و وید، 1989). زئولیت‌ها دارای تخلخل بالا برای انتشار گاز و ورود و خروج مایعات به خصوص آب می‌باشند. بکارگیری ترکیباتی با خصوصیات زئولیت‌ها از طریق جلوگیری از هدروی عناصر غذایی باعث افزایش کارآیی کودها و در نهایت موجب بهبود رشد گیاه می‌شوند (پولات و همکاران ،2004). نتایج ایگو (2000) نشان داد که با توجه به میل بالای زئولیت‌ها برای مواد مغذی، این کانی‌ها ممکن است برای بهبود عملکرد گیاهی به عنوان واسطه عمل کنند. زئولیت‌ها همچنین می‌توانند استفاده از مواد غذایی محلول در خاک را برای گیاهان آسان‌تر کنند و ممکن است حاصلخیزی و نگهداشت آب را بهبود بخشند. زئولیت‌ها به دلیل رایج بودن آنها می‌توانند در مقیاس بزرگ در کشاورزی مفید باشند (ایبرل، 2007).

در همین رابطه رهاکووا و همکاران (2004) در تحقیقی روی جو اظهار نمودند که کاربرد زئولیت منجربه افزایش وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیکی و طول ریشه گردید. همچنین بیان شده است که کانی‌هایی مانند زئولیت به علت دارا بودن بارالکتریکی منفی و ظرفیت تبادل کاتیونی، به عنوان جاذب فلزات سنگین مورد استفاده قرار گیرند و عناصر سنگین را جذب و از دسترس گیاه خارج سازند (استریواستاوا و همکاران، 1997). در همین رابطه انصاری مهابادی و همکاران (1382) در بررسی تأثیر زئولیت بر تثبیت کادمیوم در خاک‌های آلوده استان گیلان بیان کردند که کاربرد زئولیت منجربه کاهش شستشوی کادمیوم در خاک می‌شود. همچنین بیان شده است که زئولیت می‌تواند به طور قابل توجهی جذب سرب و کادمیوم توسط گیاهان را کاهش داده و منجر به تبدیل شکل‌های قابل دسترسی سرب و کادمیوم به شکل‌های غیر قابل دسترس شود (شی و همکاران، 2009). گزارش شده است که مهمترین مکانسیم حذف فلزات سنگین توسط زئولیت، تبادل یونی و در درجه بعد رسوب فازهای نامحلول است. بیان شده است که تبادل یونی زئولیت‌ها بستگی به عوامل مختلفی نظیر غلظت و ماهیت کاتیون‌ها، pH و ساختار بلور زئولیت‌ها دارد (مادا کاماران، 2011). مطالعات و بررسی‌های انجام گرفته نشان داده که افزایش مواد آلی همانند کودهای دامی باعث

افزایش جمعیت میکروبی (قارچ‌ها و باکتری‌ها) و فعالیت میکروبی در خاک می‌گردد (سماوات، 1389). در بین کودهای آلی، کودهای کمپوست به دلیل اینکه باعث پایداری خاکدانه‌ها، افزایش تخلخل، افزایش ظرفیت نگهداری آب، حاصلخیزی و باروری، افزایش نیتروژن در دسترس و بهبود ریزوسفر خاک می‌شوند از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشند (سلیوان و همکاران، 2002). امروزه استفاده از کمپوست در اراضی کشاورزی به طور عمومی مورد توجه می‌باشد و از آن به عنوان بهترین تدبیر زیست محیطی عملی یاد شده است (کبیری‌نژاد و همکاران، 1388). کود کمپوست باعث افزایش چشمگیر میزان کربن در خاک، افزایش نیتروژن قابل جذب در خاک، افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانسیم‌های سودمند خاک و فراهم نمودن دسترسی گیاه به عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) می‌شود که این عوامل در مجموع باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شوند. کمپوست باعث افزایش عناصر پرنیاز و کم نیاز در خاک شده که این موضوع باعث افزایش میزان جذب این عناصر در گیاهان شده و در نتیجه باعث بهبود عملکرد و اجزای عملکرد می‌گردد (گوش و همکاران، 2004). چنین اظهار شده است که کمپوست با افزایش کارآیی گیاه در استفاده از آب و همچنین با رهاسازی عناصرغذایی موجب افزایش رشد و عملکرد گندم می‌شود (کاظمینی و عدالت، 1387). همچنین مولایی و همکاران (1394) در پژوهشی بیان کردند که مصرف اصلاح کننده‌های آلی نظیر ورمی کمپوست ، پوست پسته و پوسته میگو باعث کاهش جذب کادمیم به وسیله ذرت شد. این محققین بیان کردند که مواد آلی به دلیل داشتن گروه‌های عامل دارای بار منفی (کربوکسیلیک، فنلیک، هیدروکسیل) می‌توانند کادمیوم را از محلول خاک جذب سطحی کرده و از دسترس گیاه خارج سازند.

با توجه به وجود منابع عظیم زئولیت خصوصاً با درجه خلوص بالا در ایران و همچنین نقش کمپوست‌ها در کشاورزی پایدار و بهبود بوم نظام‌های زراعی، این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه تأثیر زئولیت و کود گاوی کمپوست شده بر جذب کادمیم و عناصر ضروری گندم در خاک‌های آلوده طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بصورت گلدانی در سال زراعی 1397-1396، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز اجرا گردید. مزرعه در موقعیت جغرافیایی 31 درجه و 20 دقیقه عرض شمالی و 48 درجه و 40 دقیقه طول شرقی و با ارتفاع 18 متر از سطح دریا واقع شده است. اهواز از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. با توجه به اهمیت وضعیت خاک از عمق 30-0 سانتیمتری نمونه‌گیری شد که نتایج آن در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

pH	EC	CEC	N	OC	$CaCO_3$	رس	شن	K_{AV}	P	Cd
	$dS\ m^{-1}$	$cmol_{(c)}\ kg^{-1}$	%					$mg\ kg^{-1}$		
7/56	3/15	9/52	0/058	0/17	13/5	29	41	142/6	4/58	4/76

در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار استفاده شد. عامل اول مقادیر مختلف زئولیت در چهار سطح شامل صفر، 0/5، 1، 1/5 درصد وزنی خاک و فاکتور دوم شامل مقادیر مختلف کود گاوی کمپوست شده در چهار سطح بصورت صفر، 0/5 ، 1، 1/5 درصد وزنی خاک بود . زئولیت طبیعی از شرکت فرازند توسکا منطقه کرمان تهیه شد که پس از آسیاب و الک کردن مورد استفاده قرار گرفت. مقدار ماکزیمم مجاز کادمیوم در خاک براساس استانداردهای آلودگی خاک های کشاورزی معادل 20 میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (بی نام، 1396). جهت آماده سازی گلدان‌ها، پودر زئولیت و کمپوست بر اساس نوع تیمار به خاک اضافه و سپس کادمیم بر اساس 25 درصد بیشتر از حد استاندارد آلودگی در اراضی کشاورزی معادل 25 میلی‌گرم بر کیلوگرم بصورت آزمایشگاهی تهیه و با خاک مخلوط گردید. خاک تهیه شده به مدت یک ماه جهت واکنش‌های شیمیایی در رطوبت مناسب نگهداری و سپس به گلدان‌ها اضافه شد. گلدان‌های مورد استفاده از جنس PVC، ارتفاع و قطر آنها به ترتیب 50 و 20 سانتیمتر و وزن خاک در هر گلدان 10 کیلوگرم بود. عملیات کاشت در 18 آذر انجام شد. در این آزمایش از گندم رقم چمران استفاده گردید. در هر گلدان 10 بذر کشت گردید که پس از استقرار، تعداد آنها به پنج بوته تنک گردید. در طول دوره رشد جهت حفظ شرایط طبیعی خاک، از هر گونه نهاده کودی و سم و نظیر حشره کش و علف‌کش استفاده نگردید. جهت تعیین کادمیم، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، اندام زیرزمینی و هوایی گیاه شامل ریشه، ساقه و دانه جهت رفع گرد و غبار با آب

مقطر شستشو و به مدت 48 ساعت در آون در دمای 70-60 درجه سانتیگراد، خشک و سپس آسیاب گردید. غلظت کادمیم به روش هضم با HNO_3 غلیظ و آب اکسیژنه 30 درصد و به کمک دستگاه جذب اتمی مدل unicam919AA در طول موج 217/58 تعیین گردید (غازان شاهی، 1385). نیتروژن کل خاک به روش کجلدال اندازه‌گیری شد (پیچ و همکاران، 1982). فسفر به روش رنگ‌سنجی و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 470 نانومتر و پتاسیم نیز به روش هضم خشک با استفاده ازکوره در دمای 550 درجه سانتی‌گراد و محلول‌کردن در اسیدکلریدریک 0/5 نرمال و با کمک فلیم فتومتر قرائت شد (غازان شاهی، 1385). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه آماری MSTATC و مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

غلظت کادمیم

نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که اثر زئولیت، کمپوست و اثر متقابل زئولیت و کمپوست در سطح یک درصد بر غلظت کادمیم ریشه، ساقه و دانه معنی‌دار بود (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین غلظت کادمیم ریشه با 25/41، ساقه با 19/67 و دانه با 5/42 میلی‌گرم درکیلوگرم در شرایط عدم مصرف زئولیت و کمپوست و کمترین آنها به ترتیب با 0/996، 0/990و 0/085 میلی‌گرم درکیلوگرم در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست حاصل شد (جدول 3). در این تحقیق نسبت انتقال کادمیوم از ریشه به ساقه و دانه در شرایط عدم مصرف زئولیت و کمپوست بترتیب معادل 0/77 و 0/21و در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست معادل0/99 و 0/08 بود. نتایج نشان داد که توزیع کادمیم در بخش های مختلف گیاه یکسان نمی‌باشد. بیشترین میزان در ریشه و کمترین آن در دانه وجود دارد. بر اساس گزارش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور بیشترین مقدار کادمیم درگندم که مصرف آن منجر به ایجاد عارضه سوء بر انسان نشود معادل 0/03 میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد (بی نام، 1389). لذا چنین بنظر می‌رسد که در خاک‌های آلوده مصرف زئولیت و کمپوست هر کدام به میزان 1/5 درصد در کاهش آلودگی خصوصاً در دانه مؤثر باشد. معاف (1376) بیان داشت که کاربرد زئولیت در خاک باعث کاهش کادمیم در زه‌آب خروجی از خاک شد. این محقق اعلام کرد که زئولیت می‌تواند کادمیم را به حالت غیرقابل دسترس تغییر یابد. صفری راد و همکاران (1397) دلیل کاهش غلظت کادمیم درگندم درشرایط کاربردکانی زئولیت را به ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، قدرت گزینش پذیری و ساختار متخلخل آن نسبت داده‌اند. در تحقیقی دیگر آزوغ و همکاران (2017) کاهش کادمیوم در گندم را به pH قلیایی زئولیت و در نتیجه افزایش قلیائیت خاک و رسوب فازهای نامحلول نسبت داده‌اند که باعث بهبود جذب فلزات به وسیله سطوح کمپلکس می‌گردد. انصاری و همکاران (2007) و آدریانو (2001) نیز بیان کردند که استفاده از این کانی باعث کاهش قابلیت دسترسی کادمیم در خاک می‌گردد. شامان لیو و همکاران (2009) در بررسی اثر کمپوست کود مرغی و کادمیم اعلام کردند که افزایش مصرف کمپوست منجربه افزایش عملکرد گندم در شرایط حضور و یا عدم حضور کادمیم می‌گردد ولی با این تفاوت که در حضور کمپوست، میزان کادمیم گیاه کاهش می‌یابد. همچنین بیان شده است که افزودن مواد آلی به خاک از طریق افزایش مکان‌های جذبی در بخش جامد خاک منجربه کاهش قابلیت دسترسی فلزات سنگین نظیر سرب و کادمیم می‌شود (چرکارا و ری دی، 2015). چنین اظهار شده است که جذب کادمیم بستگی به میزان کادمیم در بستر یا محلول غذایی دارد و با افزایش غلظت کادمیم در محیط ریشه ضریب انتقال کادمیم و میزان جذب آن افزایش می‌یابد (پادماجا،1990). همچنین بیان شده است که کادمیم جذب شده توسط گیاه به کندی وارد ساقه و برگ می‌گردد و انتقال آن از برگ به میوه ناچیز است (ملکوتی و همایی، 1382).

جدول 2- تجزیه واریانس تأثیر کمپوست و زئولیت بر جذب کادمیم و برخی عناصر ضروری گندم در خاک آلوده

منابع تغییرات	درجه آزادی	کادمیم			نیتروژن			پتاسیم			فسفر		
		ریشه	ساقه	دانه	ریشه	ساقه	دانه	ریشه	ساقه	دانه	ریشه	ساقه	دانه
کمپوست	3	1252/876**	170/883**	13/449**	42/738**	57/821**	62/212**	22/314**	15/597**	7/361**	7/563**	7/830**	0/571**
زئولیت	3	201/896**	115/483**	3/825**	3/748**	7/176**	7/181**	3/807**	2/654**	1/249**	0/875**	1/688**	0/100**
کمپوست * زئولیت	9	102/577**	126/239**	2/427**	0/177**	0/658*	0/658**	0/760*	0/538*	0/356*	0/084*	0/624*	0/033*
خطا	32	35/890	8/223	0/031	0/043	0/310	0/182	0/311	0/201	0/181	0/040	0/282	0/012
ضریب تغییرات(CV%)		8/32	9/16	6/51	16/38	5/09	8/15	10/95	17/91	24/59	5/74	20/35	23/37

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد *: معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد ns: عدم معنی‌داری

جدول 3- مقایسه میانگین اثر متقابل تأثیر کمپوست و زئولیت بر جذب کادمیم و برخی عناصر ضروری گندم در خاک آلوده

تیمارها		میانگین صفات											
کمپوست	زئولیت	کادمیم (میلی‌گرم درکیلوگرم)			نیتروژن (میلی‌گرم درکیلوگرم)			پتاسیم (میلی‌گرم درکیلوگرم)			فسفر (میلی‌گرم درکیلوگرم)		
		ریشه	ساقه	دانه	ریشه	ساقه	دانه	ریشه	ساقه	دانه	ریشه	ساقه	دانه
0	0	25/41 a	19/67 a	5/427 a	3/750 n	6/918 j	1/601 l	2/609 i	0/4550 k	0/2583 i	2/118 k	1/263 e	0/1653 i
	0/5	18/23 b	11/23 b	2/013 b	4/819 m	8/574 i	2/632 k	3/741 h	1/267 j	0/4110 hi	2/632 j	1/785 de	0/2603 hi
	1	16/53 bc	10/33 bc	1/667 bc	5/250 lm	8/988 hi	2/886 jk	3/894 gh	1/442 ij	0/7030 ghi	2/713 j	1/924 de	0/2817 ghi
	1/5	13/70 de	9/197 cd	1/283 cd	5/494 kl	9/509 ghi	3/763 ij	4/074 gh	1/669 hij	0/8087 fghi	2/830 ij	2/080 cde	0/2983fghi
0/5	0	14/88 cd	9/283 cd	1/143 de	5/784 jk	9/581 gh	3/677 ij	4/217 fgh	1/808 ghij	0/9830 efghi	2/961 hij	2/158 cde	0/3240 fghi
	0/5	14/06 de	8/663 de	0/9633 def	6/033 ij	9/956 fgh	4/103 hi	4/454 fgh	1/964 fghij	1/105 defgh	3/089 hi	2/311 bcd	0/3517efghi
	1	13/10 def	8/227 def	0/8267 efg	6/414 hi	10/20 fg	4/470 ghi	4/765 efgh	2/146 efghi	1/277 cdefg	3/219 gh	2/384 bcd	0/3707efghi
	1/5	11/85 efg	7/567 efg	0/7367 efg	6/818 gh	10/68 ef	4/913 fgh	4/926 efg	2/454 defgh	1/333 cdefg	3/445 fg	2/437 bcd	0/4163defgh
1	0	11/15 fg	7/087 fgh	0/7233 efg	7/188 fg	10/92 ef	5/399 efg	5/137 def	2/630 defg	1/473bcdefg	3/585 ef	2/543 bcd	0/4397 cdefgh
	0/5	10/33 gh	6/937 ghi	0/5933 fgh	7/551 ef	11/35 de	5/696 ef	5/208 cdef	2/713 cdef	1/567 bcdef	3/736 def	2/641 bcd	0/4750 bcdefg
	1	9/383 gh	6/200 hi	0/4933 ghi	7/922 de	11/67 de	6/114 de	5/517 bcde	2/914 bcde	1/703 bcde	3/840 cde	2/705 bcd	0/5077 bcdef
	1/5	8/270 hi	5/780 ij	0/4200 ghi	8/275 cd	12/19 cd	6/402 cde	5/764 bcde	2/997 bcd	1/766 bcde	3/915 cde	2/817 bcd	0/5483 bcde
1/5	0	6/157 ij	4/653 jk	0/2800 hi	8/717 bc	12/88 bc	7/104 bcd	5/992 bcd	3/127 bcd	1/840 bcd	4/008 cd	3/025 bc	0/6023 bcd
	0/5	5/813 ij	4/607 jk	0/2533 hi	8/870 b	12/99 bc	7/276 bc	6/206 bc	3/478 bc	2/019 bc	4/196 bc	3/191 b	0/6400 bc
	1	5/030 j	4/197 k	0/2133 hi	9/119 b	13/48 b	7/797 b	6/466 b	3/606 b	2/154 b	4/431 b	3/321 b	0/6727 b
	1/5	0/9967 k	0/9900 l	0/08533 i	10/13 a	15/33 a	10/00 a	8/563 a	5/400 a	3/614 a	5/069 a	5/198 a	1/122 a

اعدادی که درهرستون حداقل دارای یک حرف مشترک باشند اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد ندارند.

غلظت نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کمپوست، زئولیت و اثر متقابل کمپوست و زئولیت در سطح یک درصد بر نیتروژن ریشه، ساقه و دانه معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین غلظت نیتروژن ریشه با 10/13، ساقه با 15/33 و دانه با 10 میلی‌گرم در کیلوگرم در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست و کمترین آنها به ترتیب با 3/75، 6/91 و 1/60 میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد (عدم مصرف زئولیت و کمپوست) حاصل گردید (جدول 3). خدایی چوگان و همکاران (2012) نیز به نتاج مشابهی در خصوص افزایش فراهمی نیتروژن دانه، ریشه و ساقه در گندم در شرایط کاربرد مخلوط کود کمپوست و زئولیت دست یافتند. بیان شده است که زئولیت‌ها با ساختمان کریستالی خود مانند غربال مولکولی عمل می‌کنند و قابلیت تبادل کاتیونی مناسبی دارند و از طرفی دارای جذب انتخابی یون آمونیوم هستند که در حفرات و کانال‌های زئولیت‌ها قرار می‌گیرد ولی اندازه این حفرات و کانال‌ها به گونه‌ای است که مانع از ورود باکتری‌های نیتریفیکاسیون کننده در ساختمان زئولیت‌ها می‌شود، بنابراین در حضور زئولیت‌ها در خاک، نرخ تبدیل آمونیم به نیترات کاهش پیدا می‌کند و این موجب کاهش شستشو و هدر روی نیتروژن و افزایش کارآیی آنها می‌گردند (مامتون، 1990).

همچنین بیان شده است که ابعاد حفرات و کانالهای زئولیت باعث ایجاد پدیده جذب گزینشی یک یون یا مولکول خاص می‌شود. از بین انواع کاتیون‌ها، شعاع یونی آمونیوم به گونه‌ای است که به راحتی در شبکه های سه زئولیت‌ها تثبیت می‌شود و این تثبیت و آزاد سازی آمونیوم از نظر دسترسی آن برای رشد گیاهان زراعی مهم می‌باشد (داکسون و وید، 1989؛ پولات و همکاران، 2004). لذا به‌نظر می‌رسد با توجه به ظرفیت تبادل کاتیونی بالای زئولیت و انتخاب پذیری آنها نسبت به آمونیوم، مانع از نفوذ آمونیوم به عمق خاک شده و شرایط را برای جذب و استفاده بهتر گیاه فراهم کرده باشد. لیگو (2000) نیز بیان کرده است که زئولیت‌ها به دلیل تمایل در جذب عناصر مغذی، استفاده از مواد غذایی محلول در خاک را برای گیاه آسان‌تر و حاصلخیزی خاک را جهت جذب عناصر را بهبود می‌بخشند. همچنین آل بوسایدی و همکاران (2007) بیان کردند که با افزایش میزان مصرف زئولیت در خاک میزان پتاسیم و فسفر و نیتروژن دانه، کاه و کلش گندم افزایش معنی‌دار یافت. غلامحسینی و همکاران (1387) نیز به افزایش نیتروژن ریشه در کلزا در شرایط کاربرد زئولیت اشاره نموده‌اند. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست میزان نیتروژن در بخش‌های مختلف گیاه افزایش یافت. علت این امر را می‌توان به آزاد شدن آمونیوم از کمپوست و جذب انتخابی آن توسط زئولیت نسبت داد که منجربه کاهش شستشو، هدرروی نیتروژن و در نهایت جذب بهتر آن توسط گیاه گردیده است (پولات و همکاران، 2004). کرامرو همکاران (2002) گزارش دادند علی‌رغم این که کل نیتروژن در دسترس در شرایط کاربرد کمپوست نسبت به کود شیمیایی کمتر است ولی رهاسازی مداوم نیتروژن از کمپوست باعث همزمانی بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس و در نهایت منجربه افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه می‌شود زاغلول و همکاران (2016) گزارش کردند بعد از کاربرد کمپوست ، فعالیت‌های میکروبی خاک افزایش پیدا می‌کند و مقدار قابل توجهی نیتروژن معدنی در اثر تجزیه مواد آلی به خاک افزوده می‌شود که این عمل منجر به افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه می‌شود.

غلظت فسفر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کمپوست و زئولیت در سطح یک درصد و اثر متقابل کمپوست و زئولیت در سطح پنج درصد بر غلظت فسفر ریشه، دانه و ساقه معنی‌دار بود (جدول 2). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین غلظت فسفر ریشه با 5/06، ساقه با 5/19 و دانه با 1/12 میلی‌گرم در کیلوگرم در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست و کمترین آنها به ترتیب با 2/11، 1/26 و 0/16 میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد (عدم مصرف زئولیت و کمپوست) مشاهده شد (جدول 3). فتحی و چرم (1392) در بررسی اثر زئولیت بر میزان فسفر ریشه ذرت نشان دادند که با افزایش درصد زئولیت میزان فسفر موجود در ریشه گیاه افزایش یافته است. از دلایل تأثیر مثبت زئولیت می‌توان به حضور عناصری اشاره کرد که در ساختار زئولیت‌ها وجود دارد که خود به تنهایی می‌تواند به عنوان کود در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند (آزوغ و همکاران، 2017). در خصوص نقش زئولیت در جذب فسفر بیان شده است که این کانی باعث افزایش سهولت جذب این عنصر در خاک‌های آهکی می‌گردد زیرا .قسمت اعظم فسفر در خاک‌های مذکور بصورت فسفات کلسیم تثبت شده است. کاربرد زئولیت باعث جدا سازی یون کلسیم از فسفات کلسیم و افزایش حلالیت فسفر محلول در خاک و نهایتا افزایش جذب فسفر در گیاه می‌گردد (فرهادی و همکاران، 1395). محققان نشان دادند کودهای آلی به ویژه فرم کمپوست شده موجب افزایش

فراهمی فسفر خاک و در نهایت افزایش ظرفیت جذب فسفر می‌شوند (سایکس و همکاران، 1998). برخی از محققین اظهار داشته‌اند که در شرایط مصرف کمپوست، سطح درگیر روی کلوئیدهای خاک به دلیل تغییرات pH بی‌ثبات شده و فسفر محلول و قابل دسترس گیاه افزایش می‌یابد (چن، 1996). همچنین بیان شده است که کاربرد کمپوست منجر به بهبود ساختمان خاک و افزایش پایداری آن، افزایش تخلخل خاک وکاهش چگالی ظاهری آن می‌گردد که تماماً در جذب فسفر و سایر عناصر غذایی مؤثر می‌باشند. دومینچز و همکاران (2000) نیز بیان کردند که افزودن کمپوست میزان هیدرولیز فسفر توسط ریزجانداران را افزایش داده و این عمل به نوبه خود باعث افزایش قابلیت جذب فسفر خاک می‌گردد.

غلظت پتاسیم

نتایج نشان داد که اثرکمپوست و زئولیت در سطح یک درصد و اثر متقابل کمپوست و زئولیت در سطح پنج درصد بر پتاسیم ریشه، ساقه و دانه معنی‌دار بود (جدول 2). بیشترین غلظت پتاسیم ریشه با 8/56، ساقه با 5/40 و دانه با 3/61 میلی‌گرم در کیلوگرم در شرایط مصرف 1/5 درصد زئولیت به همراه 1/5 درصد کمپوست و کمترین آنها به ترتیب با 2/60، 0/45 و 0/25 میلی‌گرم در کیلوگرم در شرایط عدم مصرف زئولیت و کمپوست حاصل شد (جدول 3). بیان شده است که زئولیت‌ها استفاده از مواد غذایی را بهبود می‌دهند. این عمل از طریق کاهش تلفات آبشویی کاتیون‌های تبادلی بؤیژه پتاسیم حاصل می‌گردد (آذرپورو همکاران، 2011). غلامحسینی و همکاران (2008) گزارش دادند که کاربرد زئولیت باعث افزایش pH و هدایت الکتریکی می‌گردد و از آنجایی که این افزایش در اسیدیته خاک و هدایت الکتریکی ارتباط مستقیمی با تبادلات یونی و در دسترس بودن عناصر غذایی دارد لذا باعث افزایش جذب آنها می‌شود. این محققین همچنین اظهار داشتند که زئولیت‌ها در مکان‌های تبادلی خود با جایگزینی کلسیم به جای پتاسیم و آمونیوم باعث تأمین پتاسیم و آمونیوم خاک می‌گردند. گل و همکاران (2005) و حمیدپور و همکاران (2013) و حسینی (2015) نیز در مطالعات خود به افزایش پتاسیم در بافت‌های کاهو و گیاه اطلسی و گندم در شرایط استفاده از زئولیت اشاره نموده‌اند. دومادر ریدی و همکاران (2000) اعلام کردند فسفر و پتاسیم قابل دسترس در خاک در شرایط کاربرد کمپوست کود دامی افزایش و در نهایت منجربه افزایش جذب این عناصر توسط گیاه می‌شود. بیان شده است که کمپوست باعث افزایش فعالیت میکروارگانسیم‌های سودمند خاک و فراهم نمودن دسترسی گیاه به عناصر غذایی نظیر پتاسیم می‌گردد که این عوامل در مجموع باعث افزایش میزان جذب این عناصر در گیاهان می‌گردد (گوش و همکاران، 2004). همچنین کارمو و همکاران (2006) بیان کردند کاربرد کودهای کمپوست اثر مثبتی بر pH خاک و در دسترس بودن عناصر غذایی دارد و در نهایت در افزایش جذب آنها دارد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی آزمایش نشان داد که با کاربرد زئولیت، غلظت و سمیت کادمیم به طور معنی‌دار کاهش یافت. در این آزمایش کاربرد زئولیت با رهاسازی نیتروژن و فسفر منجربه افزایش این دو عنصر در ریشه، ساقه و دانه گندم گردید. همچنین وجود عناصر قابل تبادل مانند یون پتاسیم در ساختار زئولیت، سبب بهبود حاصلخیزی خاک و افزایش میزان این عنصر در اندام هوایی و زیرزمینی گندم شد. نتایج همچنین نشان داد که کاربرد کود گاوی کمپوست شده از طریق افزایش مکان‌های جذبی برای جذب کادمیم در کاهش میزان آلودگی گیاه مؤثر است. ضمناً به دلیل اثرات سودمند آن بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث بهبود و افزایش میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی و زیرزمینی گیاه گردید.

فهرست منابع:

1. انصاری مها آبادی، ث.1382. بررسی اثر کانی‌های زئولیت بر جذب کادمیم در محلول‌های آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی صنعتی اصفهان.
2. بی نام، 1396. استانداردهای آلودگی منابع خاک و راهنماهای آن. معاونت محیط زیست انسانی، دفتر آب و خاک.
3. بی نام، 1389. گزارش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور. خوراک انسان- دام بیشینه رواداری فلزات سنگین.
4. خواجه‌پور، م. 1383. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی اصفهان. 402 ص.

5. سماوات، س.، 1389. نقش مدیریت مواد آلی در افزایش حاصلخیزی خاک (مسائل و محدویت‌ها). مجموعه مقالات شفاهی کنگره چالش‌های کود در ایران. همایش نیم قرن مصرف کود. انتشارات سنا.
6. فتحی، م. و م. چُرم.1392. تأثیر زئولیت بر عناصر سنگین در خاک‌های تیمار شده با لجن فاضلاب و رشد گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز.
7. غازان شاهی، ج. 1385. آنالیزخاک وگیاه. انتشارات آییژ، تهران.
8. غلامحسینی، م.، آقا علیخانی، م.، و ملکوتی، م.، 1387. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی کلزای پاییزه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازدهم. شماره چهل و پنجم.
9. فرهادی، د.، اصغری، ح. ، عامریان، م. و عباسپور، ع. 1395. بررسی تأثیر زئولیت و قارچ میکوریزا آربسکولار بر برخی از خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد ذرت در سطوح مختلف فسفر خاک. نشریه زیست شناسی خاک، 4(1): 53-39.
10. کاظمینی، س.، و عدالت، م.، 1388. اثر کاربرد کود کمپوست ضایعات شهری و نیتروژن بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد دانه گندم آبی. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران. گرگان.
11. کبیری نژاد، ش.، ابطحی، آ.، و هودجی، م.، 1388. اثرات کوتاه مدت کود کمپوست بر حاصلخیزی و غلظت کادمیم و آهن در دو خاک آهکی و گیاه ذرت. مجموعه مقالات یازدهمن کنگره علوم خاک ایران. گرگان.
12. صفری راد، س.، نادیان قمشه ح.، جعفری س. 1397. تأثیر زئولیت و اسید هومیک بر جذب عناصر غذایی پر مصرف و برخی از مولفه های رشدی گندم در خاک های آلوده به کادمیم. اولین همایش ملی علوم کشاورزی و زیست محیطی ایران
13. معاف، م.، 1376. حذف فلزهای سنگین ازآب های آلوده به وسیله بنتونیت. پایانامه کارشناسی ارشد در رشته . بهداشت محیط، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس.
14. ملکوتی، م.، و همایی، م.، 1382. حاصلخیزی خاک های مناطق خشک و نیمه خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
15. مولایی، ش. شیرانی، ح.، حمیدپور، م.، شکفته ، ح. و بسالت پور، ع.ا .1394. تأثیر برخی اصلاح کننده‌های آلی بر ویژگی‌های رویشی و غلظت کادمیوم، روی و سرب درذرت در یک خاک آلوده به عناصر سنگین. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، 19(74):113-123.
16. Adriano, D. 2001. Trace elements in the terrestrial environment. Springer, New York.
17. Al- Busaidi, A., Yamamoto, T., and M. Irshad. 2007. The ameliorative effect of artificial zeolite on barley under saline conditions. J. Appli. Sci. 7 (16): 2272-2276.
18. Ansari Mahabadi, A. Hajabbasi, M., Khademi, H., and H. Kazemian. 2007. Soil cadmium stabilization using an Iranian natural zeolite. Geoderma. 137: 388-393.
19. Azarpour, E., Motamed, M., Moraditochaee, M., and H. Bozorgi. 2011. Effects of zeolite application and nitrogen fertilization on yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). W.A.S.J. 14 (5): 687-692.
20. Azough, A., Marashi, S.K., and T. Babaeinejad, 2017. Growth characteristics and response of wheat to cadmium, nickel and magnesium sorption affected by zeolite in soil polluted with armaments. JAEHR, 5:163-171
21. Carmo, D., Lima, L., and C. Silva. 2016. Soil Fertility and Electrical Conductivity Affected by Organic Waste Rates and Nutrient Inputs. Division Soil Use and Management, Commission Soil Ferti. Plant Nutr: 40.
22. Chen, H., 1996. Characterization of Inositol hexaphophate, Glucose-6-phosphate and potassium dehydrate phosphate sorption by acid and calcareous soils. J. Chin. Agric. Chem. Soc. 34: 112-117.

23. Chirakkara, R., and K. Reddy. 2015. Biomass and chemical amendments for enhanced phytoremediation of mixed contaminated soils. Ecol. Eng. 85: 265-274.
24. Dixon, J., and S. Weed. 1989. Zeolites in soils. Soli. In: Weed S.B. (Eds.), Minerals in soil environments. Sci. Soc. Am., Madison, WI, pp. 873-911.
25. Domadar Reddy, D., Subba, A., and T. Rupa. 2000. Effect of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic in a vertical. Bioresearch Technol. 75: 113-118.
26. Dominguez, J., Edwards, N., and M. Webster. 2000. A comparison of vermicomposting and composting. Biocycle. 38: 57-59.
27. Eberl, D., 2002. Controlled-release fertilizers using zeolites. U.S. Geological Survey, Technology transfer. http://internal.usgs.gov/tech-transfer/factsheets/94-066b.html.
28. Eskandari, H. 2015. The text book of physiology of abiotic stress on crop plant. Arena publication. Tehran. 275p.
29. Gholamhoseini, M., Aghaalikhani, M., Khodaei-joghan, A., Zakikhani, H. and A. Dolatabadian, 2008. How zeolite controls nitrate leaching and modifies canola grain yield and quality. Agriculcheral research and reviews. 1(4): 113-126.
30. Ghosh, P., Ajay, K., Bandyopadhyay, M., Manna, K., Mandal, A., and K. Hati. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphor compost and fertilizer NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bioresource Technol. 95: 85-93.
31. Gul, A., Erogul, D., and A. Ongun. 2005. Comparison of the use of zeolite and perlite as substrateforcrisp-headlettuce. Sci.Hortic-Amsterdam. 4:464–471.
32. Hamidpour, M., H. Shariatmadari and M. Soleimani. 2012. Zeoponic systems. PP. 588-600. In: Inglezakis, V. J. and A. A. Zorpas (Eds.), Handbook of Natural Zeolites, Bentham Science Publishers.
33. Hamidpor, M., Fathi, S., and H. Rosta. 2013. The effect of zeolite and vermicomposting growth characteristics and some concentrations of petunia. J. Sci. Technol. Green houseculti. 13:95-102.
34. Hosseini,M., MovahediNaeini, S., Shamsabadi, H., Darijani, A., and M. KheiriNatajFirozjahi. 2015. Evaluation of Rain fed Wheat Yield in Gorgan (Iran) after different tillage methods. J. Agric .Mecha. 1:13-24.
35. Khodaei Joghan, A., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M., Gholamhoseini, M., and A. Dolatabadian. .2012. How Organic and Chemical Nitrogen Fertilizers, Zeolite, and Combinations Influence Wheat Yield and Grain Mineral Content. J. Crop. Improvement. 26:116–129.
36. Kramer, A., Timothy, A., Horwath, W., and C. Kessel. 2002. Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems IV California. Agric. Ecosystem & Environment. 91: 233-243.
37. McLaughlin, M., Bell, M., Wright, G., and G. Cozens. 2000. Uptake and partitioning of by cultivars of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Plant and Soil. 222: 51-58.
38. Leggo, P. 2000. An investigation of plant growth in an organozeolitic substrate and its ecological significance. Plant and Soil. 219: 135-146.
39. Mahmoodabadi, M., Ronaghi, M., Khayyat, S., and G. Hadarbodi. 2009. Effects of zeolite and cadmium on growth and chemical composition of soybean (*glycine max* L.). Trop. Subtrop. Agroecosyst. 10: 515 – 521.
40. Menon, M., Hermle, M., Gunthardt-Goerg, A. and R. Schulin 2007. Effects of heavy metal soil pollution and acid rain on growth and water use efficiency of a young model forest ecosystem. Plant and Soil. 297:171-183.
41. Mumpton, F. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. National Academic Science. , 96: 3467-3470.

42. Muthukumaran, K. and S. Beulah. 2011. Removal of chromium (VI) from wastewater using chemically activated *Syzygium jambolanum* nut carbon by batch studies. Proc. Environ. Sci. 4:266-80.
43. Padmaja, K. and A. Prasad. 1990. Inhibition of chlorophyll synthesis phaselous vulgaris seedling by cadmium acetate. Photosynthetical. 24: 399 – 405.
44. Page A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis, part 2, 2nd ed. agro. Soc. Am.Madison, Wisconsin.
45. Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and A. Nacio Onus. 2004. Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit Ornamental and Plant Research.12:183-189.
46. Puschenreiter, M., Horak,W., and W. Hartl. 2005. Low-cost agricultural measures to reduce heavy metal transfer into the food chain: a review. J. Plant Soil Environ. 51:1-11.
47. Rehakova, M., Cuvanova, M., Dzivak, J., Rimar, A., and M., Gavalova. 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Current Opinion in Solid State and Materials Science, 8: 397- 404
48. Shi, W.Y., H.B. Shao and M.A. Dus. 2009. Progress in the remediation of hazardous heavy metal – polluted soils by natural zeolite. J. Hazaradousmater, 170:1-6.
49. Shuman, L., Dudka, S., and K. Das. 2002. Cadmium forms and plant availability in compost-amended soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33: 737-748.
50. Six, J., Elliott, T., Paustain, K., and J. Doran. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 1367–1377.
51. Skorzynska-Polit, E., and T. Kaczynski. 1997. Differences in sensitivity of the photosynthetic apparatus in Cdstressed runner bean plants in relation to their age. J. Plant Sci.128:11-21.
52. Sullivan, D., Bary, A., Thomas, D., Fransen, S., and C. Cogger. 2002. Food waste compost effect on fertilizer nitrogen effectively, available nitrogen and tall fescue yield. Soil Sci. Soc. Am. Journal66: 154-161.
53. Strivastava, S., Gupta, V., and D. Mohan. 1997. Removal of lead and chromium by activated slag-a blaste-furnace waste. J. Environ. Enginee. 123 (5), p.461.
54. Waalkes, M., 2000. Cadmium carcinogenesis in review.J.Inorg.Chem.79:241-24445.
55. Zaghloul, R., Mohamed, Y., Rasha, N., and M. El-Meihy. 2016. Influential cooperation between zeoliteand pgpr on yield and antimicrobial activity of thyme essential oil. International Journal of Plant & Soil Science. 13(1): 1 –18.
56. Zorpas, A., Constantinides, T., Vlyssides, I., Haralambous, M., and A. Loizidou. 2000. Heavy metal uptake by natural zeolite and metals partitioning in sewage sludge compost".Bioresource Technol.72: 113-119.

Effect of Zeolite and Composted Cow Manure on the Absorption of Cadmium and Some Essential Elements by Wheat in Contaminated Soil

M. Rashidi, S.K. Marashi[1] and T. Babaei Nejad

MSc. Student, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran;
E-mail: rashidimina777@yahoo.com

Assistant Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran;
E-mail: marashi_47@yahoo.com

Assistant Professor, Department of Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran;
E-mail: timoorba@yahoo.com

Received: May, 2018 and Accepted: November, 2018

Abstract

Considering the importance of wheat in human nutrition and the presence of high concentrations of heavy and toxic metals in contaminated lands, it is important to study the effect of zeolite and composted cow manure and their role in reducing soil contamination and wheat nutritious properties. For this purpose, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with three replications. The treatments included different amounts of zeolite and compost, each with zero, 0.5%, 1%, and 1.5% based on the weight percentage of soil. The results showed that the effect of zeolite, composted manure, and their interaction on cadmium, nitrogen, phosphorus and potassium in root, stem, and seed were significant at 1% level. The maximum cadmium in different parts of plant was obtained in non-application of zeolite and compost, and the minimum was obtained in 1.5% zeolite and 1.5% compost, with significant differences. The maximum concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in root, stem, and seed were obtained in 1.5% of zeolite plus 1.5% compost, and their minimum concentrations were in non-application of zeolite and compost, with significant differences. In general, the results of the experiment showed that application of zeolite and compost to cadmium-contaminated lands could reduce absorption of cadmium, and the damage caused by it, and could increase absorption of essential elements.

Keywords: Compost**,** Macronutrients, Contamination

[1]. Corresponding author: Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran