نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیستم، شماره ششم، ۱۳۹۲
http://jwsc.gau.ac.ir

گزارش کوتاه

بررسی اثر ترکیب لجن فاضلاب و زئولیت بر جذب سرب و کادمیوم در ریشه و برگ کنگرفرنگی (*Cynara scolymus* L.)

ندا بوالحسنی[۱]، *عظیم قاسم‌نژاد[۲] و مجتبی بارانی‌مطلق[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]استادیار گروه علوم خاک،
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/٤/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۹

چکیده

لجن فاضلاب به‌دلیل وجود عناصر غذایی موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و هم چنین ماده آلی فراوان به‌عنوان کودی ارزان قیمت مورد توجه در کشاورزی بوده، اما وجود عناصر سنگین مصرف آن را به‌عنوان کود محدود می‌کنند. زئولیت از جمله ترکیبات طبیعی برای غیر فعال کردن این عناصر در خاک است. هدف ازاین پژوهش بررسی میزان جذب عناصر سرب و کادمیوم در گیاه کنگرفرنگی تیمار شده با سطوح مختلف لجن فاضلاب شهری در شرایط وجود یا عدم وجود زئولیت طبیعی است. به‌این منظور آزمایشی گلدانی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار و با سه سطح لجن (۱۵ و ۲۰ و ۲۵ درصد وزنی/ وزنی خاک) و چهار سطح زئولیت (۰ و ۵ و ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی/ وزنی خاک) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف لجن فاضلاب در جذب سرب توسط اندام هوایی و در جذب کادمیوم توسط ریشه تفاوت‌هایی وجود دارد. همچنین افزودن زئولیت سبب کاهش معنی‌دار سرب و کادمیوم موجود در ریشه گیاه (در سطح ۵ درصد) شد، به‌نحوی‌که کمترین میزان سرب جذب شده توسط ریشه در بین تیمارهایی که زئولیت

*مسئول مکاتبه: aghasemnajad@hotmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

دریافت نموده بودند، در تیمار با سطح ۱۰ درصد زئولیت مشاهده گردید. همچنین کمترین میزان کادمیوم ریشه در تیمار ۱۰ درصد زئولیت ثبت شد. با این وجود میزان تجمع سرب در اندام هوایی تحت تأثیر زئولیت قرار نداشت. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان عناصر سنگین اندام‌های هوایی گیاه مبین توانمندی کنگر فرنگی در مدیریت جذب و انتقال عناصر سنگین است.

واژه‌های کلیدی: سرب، کادمیوم، لجن فاضلاب، زئولیت، کنگرفرنگی

مقدمه

امروزه با توسعه تصفیه خانه‌های فاضلاب و احداث واحدهای تصفیه خانه جدید جهت مدیریت لجن گزینه‌های مختلفی از جمله سوزاندن، دفع در محل‌های دفن بهداشتی و استفاده در کشاورزی پیشنهاد می‌شود (واثقی و همکاران، ۲۰۰۳). محدودیت اصلی استفاده از لجن فاضلاب پتانسیل آزادسازی فلزات سنگین از لجن و تجمع فلزات سنگین در سطوح سمی در بخش فوقانی خاک و در نهایت ورود آن به زنجیره غذایی گیاه و انسان است (کئورول و همکاران، ۲۰۰٦؛ نظری و همکاران، ۲۰۰٦؛ شی و همکاران، ۲۰۰۹). کاربرد لجن فاضلاب عناصر سنگین از قبیل سرب، کادمیوم، نیکل و کروم خاک را افزایش می‌دهد (واثقی و همکاران، ۲۰۰۳؛ فانتس و همکاران، ۲۰۰٤؛ کرمی و همکاران، ۲۰۰۷؛ کوسوبوکی و همکاران، ۲۰۰۸). بهمنیار (۲۰۰۷) با بررسی تأثیر تغذیه فاضلاب بر میزان برخی از عناصر سنگین خاک و گیاه، دریافت که مصرف فاضلاب میزان کادمیوم، نیکل، سرب و کروم را در خاک افزایش می‌دهد. اغلب روش‌های فیزیکی یا فیزیکوشیمیایی که برای اصلاح خاک‌های آلوده به‌کار می‌روند، نه تنها ساختمان فیزیکی خاک را تخریب نموده و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک را متوقف می‌سازد، بلکه آلودگی‌های ثانویه‌ای را در خاک ایجاد می‌کنند که به اصلاح بعدی نیازمندند (آدریانو، ۲۰۰۱). استفاده از اصلاح‌کننده‌ها از طریق مکانیسم‌های جذب سطحی، واکنش‌های اسید-باز، رسوب، اکسایش و کاهش، کمپلکس شدن، تبادل کاتیونی و هوموسی شدن باعث غیرپویا شدن و تثبیت فلزات سنگین در خاک می‌شوند (ثانی و همکاران، ۲۰۱۰). میرزایی (۲۰۰۷) دریافت که میزان ۱۰ درصد زئولیت در خاک سبک تأثیر معنی‌داری در کاهش فلزات سنگین از جمله کادمیوم، نیکل و سرب دارد. براساس مطالعات شی و همکاران (۲۰۰۹)، زئولیت می‌تواند به‌طور قابل توجهی جذب سرب توسط گیاهان را کاهش داده و منجربه تبدیل شکل‌های قابل دسترس سرب به شکل غیر قابل

Archive of SID
www.SID.ir

دسترس شود. در افزودن زئولیت به لجن فاضلاب منجربه کاهش میزان فلزات در تمام شکل‌های حاصل از عصاره‌گیری متوالی می‌شود و غلظت شکل‌های متحرک کادمیوم، کروم، مس و نیکل را نیز کاهش می‌دهد (اسپرینسکی و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین نتایج مشابه‌ای توسط پژوهش‌گران دیگر گزارش شد (هایدوتی، ۱۹۹۷، کلوپکا و همکاران، ۱۹۹۷، حمیدپور و همکاران، ۲۰۱۰). باتوجه به کاربرد گسترده لجن فاضلاب و مزایای ویژه این کود آلی از یک سو و خواص منحصربه‌فرد زئولیت در جذب و غیرفعال‌سازی فلزات سنگین و نیز قیمت پائین این کانی در ایران و سهل‌الوصول بودن آن از سوی دیگر، به‌نظر می‌رسد یافتن روشی جهت رفع مشکل جذب فلزات سنگین موجود در لجن توسط گیاهان ضروری است. بنابراین این پژوهش با هدف بهبود کیفیت بستر رشد کنگرفرنگی و افزایش بهره‌وری لجن فاضلاب به‌عنوان جانشین مناسب نهاده‌های شیمیایی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با کاربرد سطوح مختلف لجن فاضلاب و زئولیت در خاک و کشت گیاه کنگرفرنگی، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با ٤ تکرار به‌صورت گلدانی انجام شد. زئولیت موردنیاز از شرکت افرند توسکا خریداری شد. لجن فعال از تصفیه خانه فاضلاب شهری تهیه گردید. در ابتدا لجن با اعمال سطوح مختلف زئولیت (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی/ وزنی) به‌منظور انجام واکنش‌های شیمیایی در انکوباتور با دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد به‌مدت ۱۵ روز نگه‌داری گردید. لجن پیش تیمارشده، در مقادیر ۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد وزنی/ وزنی به خاک گلدان افزوده شد. خاک مورد استفاده این آزمایش از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه گردید. برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. در هر گلدان ۸ کیلوگرمی ۲۰ عدد بذر کنگرفرنگی که به‌مدت ٢٤ ساعت خیسانده شده بود، کشت شد. پس از استقرار گیاهان، شمار بوته‌ها به سه عدد در گلدان تنک گردید. عملیات آبیاری و وجین علف‌های هرز با دست انجام گرفت. رطوبت خاک گلدان‌ها در طول کشت همواره با آبیاری مناسب در محدوده ظرفیت مزرعه نگه‌داری شد. ۱۲۰ روز پس از کشت، عملیات برداشت گیاهان انجام پذیرفت و از خاک گلدان‌ها به‌منظور انجام آزمایش‌های موردنظر نمونه‌برداری صورت گرفت.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- برخی از خصوصیّات فیزیکی و شیمیایی خاک، لجن و زئولیت استفاده شده در آزمایش.

	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmolc/kg)	کادمیوم (mg/kg^{-1})	سرب (mg/kg^{-1})	بافت	درصد رطوبت اشباع (درصد)	ماده آلی (درصد)	واکنش	قابلیت هدایت الکتریکی (ds/m)	کربنات کلسیم معادل (درصد)
خاک	۲۱	<۱	۲	CSL*	۵۲	۲/۲	۷/٤	۱/۰۸۵	۱۸/۲۵
لجن	–	۳	۱۳٦	–	–	۳۰	٦/۵۸	۲/۲۳	–
**زئولیت	۱۸۰-۱٦۰	۱>	۲-۱				۸/۷		

رسی سیلتی لوم=CSL* ,SiO_2 (%)=٦٦/۵, Al_2O_3=۱۱/۸ **

نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و پس از کوبیده شدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. اندام‌های هوایی و ریشه گیاه پس از شستشو در دمای اتاق خشک شد. روش هضم تر با اسیدنیتریک غلیظ و آب اکسیژنه جهت تعیین غلظت عنصر سرب و کادمیوم در اندام هوایی و ریشه کنگرفرنگی مورد استفاده قرار گرفت (بنتون و کیس، ۱۹۹۰). غلظت عناصر موردنظر در عصاره‌های حاصل توسط دستگاه جذب اتمی مدل UNICAM 919 AA spectrometer اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

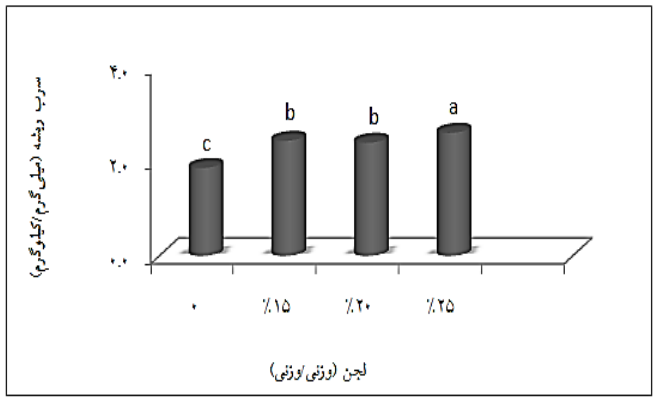
خصوصیات شیمیایی لجن مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. لجن مورد استفاده از نظر ماده آلی بسیار غنی بوده (۳۰ درصد) و اثر مطلوبی بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک داشته و از طریق جبران کمبود ماده آلی در خاک‌های کشاورزی بستر مناسبی جهت رشد گیاه فراهم می‌نماید. لجن فاضلاب باعث افزایش ماده آلی خاک شده و این افزایش با مقدار لجن اضافه شده به خاک رابطه مستقیم دارد (آدریانو، ۲۰۰۱). باتوجه به pH ٦/۵۸ لجن شرایط برای جذب بسیاری از عناصر غذایی تحت این شرایط فراهم می‌گردد. واثقی و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که حضور اسیدهای آلی موجود در بازمانده‌های آلی و یا اسیدهای معدنی که همراه با پساب فاضلاب‌های صنعتی وارد سیستم انتقال فاضلاب می‌شوند، سبب ایجاد pH متمایل به اسیدی در لجن فاضلاب می‌شود. غلظت سرب و کادمیوم در لجن فاضلاب مورد استفاده از حد مجاز استانداردهای آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا

Archive of SID
www.SID.ir

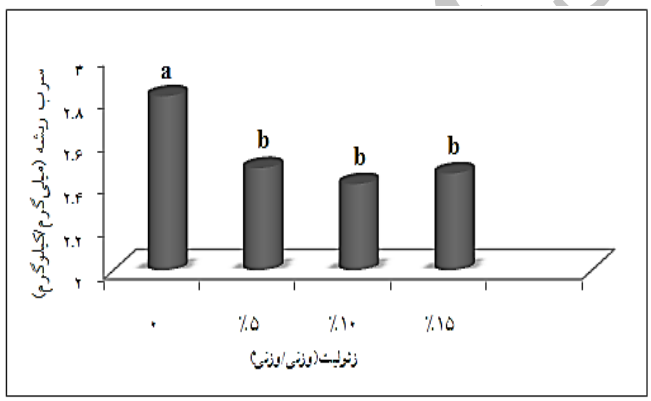
(USEPA) و برخی کشورهای اروپایی کمتر بوده که می‌تواند شاخصه مثبتی برای کاربرد لجن فاضلاب تصفیه خانه موردنظر تلقی گردد. با این حال باید توجه داشت کاربرد طولانی مدت و مقادیر زیاد لجن به‌دلیل انباشته شدن عناصر سنگین زیاد سبب مسمومیت خاک نگردد. در جدول ۱ برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی زئولیت مورد استفاده آمده است. با توجه به اطلاعات موجود pH زئولیت مورد استفاده قلیایی است. ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت مورد استفاده نیز به‌طور قابل توجهی بالاست که این ویژگی حاصل جانشینی Al و Fe به‌جای Si در ساختمان زئولیت است. با مشاهده نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های عناصر سنگین (جدول ۲)، تیمار لجن فاضلاب برمیزان سرب اندام هوایی و کادمیوم ریشه اثر معنی‌داری نداشت. در مقابل میزان تجمع سرب ریشه تحت تأثیر لجن فاضلاب قرار داشت. براساس نتایج، زئولیت در کاهش غلظت سرب و کادمیوم ریشه به شکل معنی‌داری مؤثر بود. به‌علاوه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف لجن و زئولیت میزان تجمع سرب در ریشه گیاه تفاوت معنی‌داری (سطح ۵ درصد) داشت. لجن فاضلاب بر غلظت سرب ریشه تأثیر معنی‌داری داشت. همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، افزایش سطح لجن فاضلاب منجربه افزایش غلظت سرب در ریشه کنگرفرنگی شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان سرب مربوط به سطح ۲۵ درصد لجن به مقدار ۲/٦۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین غلظت سرب در تیمار شاهد برابر با ۱/۸٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ثبت رسید. در مقابل اگرچه روند تجمع سرب در ریشه گیاهان شاهد نسبت به گیاهانی که لجن دریافت نموده بودند به شکل معنی‌داری کمتر بود، با این وجود تفاوت معنی‌داری بین سطوح لجن ۱۵ و ۲۰ درصد با یکدیگر مشاهده نشد. هودا (۲۰۱۰) گزارش کرد که بین میزان سرب جذب شده توسط گیاه و غلظت سرب خاک رابطه مستقیم وجود دارد. براین اساس می‌توان بیان کرد که با افزایش سطح لجن فاضلاب در خاک میزان سرب بستر افزایش یافته و در نتیجه میزان جذب ریشه نیز افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که بین غلظت سرب ریشه و اندام هوایی تفاوت زیادی وجود دارد به‌طوری‌که در اندام هوایی میزان سرب بسیار کمتر از ریشه است (جدول ۳). این نکته بیانگر عدم قابلیت تحرک بالای عنصر سرب در گیاه و انتقال به اندام‌های هوایی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف لجن فاضلاب بر غلظت سرب ریشه کنگرفرنگی.



شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف زئولیت بر غلظت سرب ریشه در تیمار ۲۰ درصد لجن.

نتایج مشابهی توسط واثقی و همکاران (۲۰۰۳) و کاستالدی و همکاران (۲۰۰۵) و همچنین کرمی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شده است. کوپه (۱۹۸۱) بیان نمود که بیشترین قسمت سرب توسط ریشه گیاه جذب می‌شود و فقط مقدار بسیار اندکی از آن به اندام هوایی انتقال می‌یابد. این نکته از این نظرکه برگ‌های کنگرفرنگی مورد استفاده دارویی قرار می‌گیرد اهمیّت دارد. توجه به‌این نکته مهم است که عدم برداشت ریشه گیاهان (به‌جز گیاهان ریشه‌ای) در زمان برداشت گیاه، با توجه به باقی ماندن بقایای ریشه در خاک حتی پس از برداشت، سبب تجمع تدریجی عناصر سنگین شده و در صورت عدم استفاده گیاهان مناسب مسومیت خاک را به‌دنبال خواهد داشت. نتایج نشان داد که لجن فاضلاب در میزان کادمیوم ریشه اثر معنی‌داری نداشت.

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین تحت تأثیر تیمار لجن فاضلاب و زئولیت در شرایط گلخانه.

زئولیت (وزنی/وزنی)	سرب ریشه (mg/kg^{-1})	سرب اندام هوایی (mg/kg^{-1})	کادمیوم ریشه (mg/kg^{-1})
۰	۲/۸۱۶^{a}	۰/۵۶۲۵^{a}	۰/۲۶۲۷^{a}
۵ درصد	۲/۴۷۹^{ab}	۰/۵۳۲۵^{a}	۰/۲۴۵۸^{b}
۱۰ درصد	۲/۴۰۴^{b}	۰/۵۱۶۶^{a}	۰/۲۱۴۱^{c}
۱۵ درصد	۲/۴۵۴^{b}	۰/۴۹۵^{a}	۰/۲۳۳۳^{b}
لجن فاضلاب			
۰	۱/۸۶۲۵^{c}	۰/۴۷۵^{a}	۰/۲۱۴۱^{a}
۱۵ درصد	۲/۴۳۷۵^{b}	۰/۵۰۱۲^{a}	۰/۲۳۳۳^{a}
۲۰ درصد	۲/۳۹۶۹^{b}	۰/۵۴۳۱^{a}	۰/۲۴۵۸^{a}
۲۵ درصد	۲/۶۰۶۱^{a}	۰/۵۵۷۵^{a}	۰/۲۱۴۱^{a}

غلظت کادمیوم در برگ بسیار ناچیز بود و به‌همین دلیل در محاسبات گنجانده نشد. مصرف زئولیت سبب کاهش قابل توجه‌ای در میزان جذب سرب ریشه داشت. همان‌گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است، کمترین میزان سرب در گلدان‌های دارای لجن ۲۰ درصد درگیاهانی مشاهده شد که در ۱۰ درصد زئولیت رشد کردند. در مقابل بیشترین تجمع سرب در ریشه گیاهان شاهد مشاهده شد. نکته قابل توجه این‌که افزایش سطح زئولیت از ۱۰ درصد به ۱۵ درصد روند افزایشی غیر معنی‌داری را نشان داد. از آنجایی‌که زئولیت خود به تنهایی دارای میزان ppm ۳-۲ سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA است، می‌توان این افزایش میزان سرب در گیاه را به‌وجود این عنصر در کانی زئولیت و جذب آن توسط گیاه نسبت داد. بررسی‌های انجام شده در مطالعه نقش زئولیت در کاهش تجمع عناصر سنگین به‌ویژه سرب نشان داد که اگرچه واکنش گیاهان به تجمع سرب در حضور زئولیت متفاوت است با این وجود در اغلب موارد زئولیت میزان جذب عناصر سنگین را کاهش داده است به‌عنوان مثال کلوپکا و همکاران (۱۹۹۷) بر روی گندم و جو، ثانی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گندم نشان دادند که با کاربرد زئولیت میزان تجمع سرب در گیاهان آزمایشی کاهش یافت. همچنین نشان داده شد (زورپاس و همکاران، ۲۰۰۰) که مقدار قابل توجهی از سرب موجود در لجن فاضلاب با به‌کار بردن زئولیت قابل برداشت است. در بررسی دیگر در مقایسه با سایر ترکیبات جاذب عناصر سنگین بیان شد که زئولیت به‌دلیل داشتن ظرفیت تبادل یونی بالا و خاصیت قلیایی بالا به‌طور قابل توجهی میزان سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA و در نتیجه سرب قابل استفاده برای گیاه موجود در کمپوست لجن فاضلاب را کاهش می‌دهد (چیانگ و همکاران، ۲۰۰۷). شی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

زئولیت طبیعی برای اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات سنگین بیان نمودند که زئولیت با قابلیت بالایی جذب سرب، جذب این عنصر در گیاه تبدیل شکل‌قابل دسترس سرب به اشکال غیر تبادلی کاهش می‌دهد. تغییرات جذب کادمیوم ریشه در تیمارهای مختلف زئولیت در مقایسه با شاهد در جدول ۳ آمده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری کادمیوم نشان داد که بین تیمارهای مختلف زئولیت از نقطه نظر جذب کادمیوم توسط ریشه کنگرفرنگی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد مشاهده می‌شود. همانند سرب زئولیت جذب کادمیوم ریشه را تحت تأثیر قرار داد. به‌طوری‌که این تغییرات حتی بین سطوح مختلف زئولیت نیز معنی‌دار بود (جدول ۳). گیاهانی که تحت تیمار ۱۰ درصد زئولیت بودند کمترین میزان جذب کادمیوم را داشتند. در مقابل بیشترین میزان کادمیوم در تیمار شاهد مشاهده شد. همانند سرب افزایش سطح زئولیت از ۱۰ درصد به ۱۵ درصد باعث افزایش غلظت کادمیوم ریشه شد، با این تفاوت که بر خلاف سرب این افزایش معنی‌دار بود. با این وجود میزان کادمیوم در سطح ۱۵ درصد زئولیت از سطح شاهد کمتر بود. به‌نظر می‌رسد که افزایش بیش از نیاز زئولیت در محیط ریشه به‌دلیل محتوی اندک عناصر سنگین ممکن است به افزایش نسبی این عناصر نسبت به سطوح پایین‌تر منجر شود. به‌همین دلیل ضرورت دارد برخلاف تصور حتی در مصرف زئولیت نیز دقت شده و با توجه به نوع خاک نسبت این ترکیب در خاک در نظر گرفته شود. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با یافته‌های اسپرینسکی و همکاران (۲۰۰۷)، زورپاس و همکاران (۲۰۰۰) و میرزایی (۲۰۰۷) مطابقت دارد. زئولیت می‌تواند به‌طور قابل توجهی جذب سرب و کادمیوم توسط گیاهان را کاهش داده و منجربه تبدیل شکل‌های فراهم سرب و کادمیوم به شکل‌های غیر تبادلی شود یکی از مکانیسم‌های تثبیت شیمیایی سرب توسط زئولیت و کاهش جذب آن به‌وسیله گیاه افزایش pH محیط است (شی و همکاران، ۲۰۰۹). در این پژوهش افزایش میزان زئولیت تا سطح ۱۵ درصد منجربه کاهش میزان جذب سرب توسط ریشه و اندام هوایی نسبت به سطح ۰ درصد زئولیت می‌شود. همچنین با فزایش زئولیت تا سطح ۱۵ درصد، در جذب کادمیوم ریشه و اندام هوایی نسبت به سطح ۰ درصد کاهش مشاهده شد. اما کمترین مقدارکادمیوم جذب شده در تیمار ۱۰ درصد زئولیت مشاهده گردید. در نتیجه کاربرد زئولیت همانند لجن باید با احتیاط و در سطح کنترل شده انجام شود تا در کنار استفاده از ارزش غذایی لجن و توانمندی کنترل عناصر سنگین زئولیت، کمترین آسیب به خاک وارد گردد.

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

مشخص شد که مقدار سرب و کادمیوم ریشه کنگرفرنگی به‌مراتب بیشتر از اندام هوایی است. به آن معنی که در گیاه کنگرفرنگی مکانیسم و ساز و کارهایی برای ممانعت از انتقال عناصر سنگین به اندام هوایی موجود بوده و از این نظر این گیاه را می‌توان در ردیف گیاهانی با مقاومت نسبی به عناصر سنگین قرار داد. به‌ویژه این‌که اگر این گیاه به مصرف دارویی برسد، اهمیت بیشتری خواهد یافت. اگرچه توصیه تغذیه لجن فاضلاب در گیاه کنگرفرنگی با یافته‌های این پژوهش با اطمینان کامل مقدور نبوده و نیاز به پژوهش‌های تکمیلی دارد، با این وجود توانمندی کنترل انتقال عناصر سنگین از ریشه به اندام هوایی در گیاه و استفاده از ابزارهای کنترل سطح این عناصر در خاک امکان استفاده از لجن فاضلاب را به‌عنوان یک ترکیب مغذی در کنگرفرنگی فراهم می‌آورد. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میزان عناصر سنگین اندام‌های هوایی گیاه مبین توانمندی کنگرفرنگی در مدیریت جذب و انتقال عناصر سنگین است.

منابع

1.Adriano, D.C. 2001. Trace elements in terrestrial environments. Biogeochemistry, bioavailability and risks of metal. 2nded. Springer Verlag, New York. P: 867

2.Bahmanyar, M.A. 2007. The effect of sewage usage in irrigation water of agricultural crops on some heavy metals of soil. Journal of Environ. Studies. 33: 44, 19-26.

3.Benton, J., and Case, V.W. 1990. Sampling, handling and analyzing plant tissue samples. P398-428, In: Westerman, R.L. (Ed.). Soil testing and plant analysis. 3rded. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI., USA.

4.Castaldi, P., Santona, L., and Melis, P. 2005. Heavy metal immobilization by chemical amendments in a polluted soil and influence on white lupine growth. Chemosphere. 60: 365-371.

5.Chiang K.Y., Huang, H.J., and Chang, C.N. 2007. Enhancement of heavy metal stabilization by different amendments during sewage sludge composting process. Environ. Eng. Manage. 17: 4, 249-256.

6.Chlopecka, A., and Adriano, D.C. 1997. Influence of zeolite, apatite and Fe-oxide on Cd and Pb uptake by crops. Sci. Total Environ. 207: 195-206.

7.Fuentes, A., Llorens, M., Saez, J., Soler, A., Aguilar, M.I., Ortuno, J.F. and Meseguer, V.F. 2004. Simple and sequential extractions of heavy metals from different sewage sludges. Chemosphere. 54: 1039-1047.

8.Haidouti, C. 1997. Inactivation of mercury in contaminated soils using natural zeolites. Sci. Total Environ. 208: 105-109.

Archive of SID

www.SID.ir

9.Hamidpour, M., Afyuni, M., Kalbasi, M., Khoshgoftarmanesh, A.A., and Inglezakis, V.J. 2010. Mobility and plant-availability of Cd (II) and Pb adsorbed on zeolite and bentonite. Applied Clay Science. 48: 342-348.
10.Hooda, P.S., (Edited). 2010. Trace Elements in Soils. A John and Sons, Ltd., Publication.
11.Karami, M., Rezaiinezhad E., Afyuni, M., and Shariatmadari, H. 2007. Cumulative effect and the residue of city filtering system sewage sludge on the concentration of lead and cadmium of soil and wheat plant. Journal of Sci. and Techno. of Agric. and Natur. Resour. 1: 1, 79-94. (In Persian)
12.Koeppe, D.E. 1981. Lead, Understanding the minimal toxicity of lead in plants; Applied Science. 1: 55-76.
13.Kosobucki, P., Kruk, M., and Buszewski, B. 2008. Immobilization of selected heavy metals in sewage sludge by natural zeolites. Bioresource Technol. 99: 5972-5976.
14.Mirzaii, M.H. 2007. Investigation the filtering of organic fertilizer factorial compost and the effect of zeolite. Master dissertation, Isfahan University of Technology. (In Persian)
15.Nazari, M.A., Shariatmadari, H., Afyuni, M., Mobli, M., Sh., Rahili. 2006. Effect of application of industrial sewage and sludge on the concentration of some minerals of wheat and artichoke yield. J. Sci. and Technol. of Agric. and Natur. Resour. 1: 1, 97-110. (In Persian)
16.Querol, X., Alastuey, A., and Moreno, N. 2006. Immobilization of heavy metals in polluted soils by the addition of zeolitic material synthesized from coal fly ash. Chemosphere. 62: 171-180.
17.Sani, M., Astaraii, A., Fotovat, A., and Lakzian, A. 2010. Immobilization of lead and zinc in mine deposits using zeolites and superphosphate triple and its effect on the growth of wheat. J. agronomical research. 8: 956-964.
18.Shi W.Y., H.B., Shao, H., Li, M.A., Shao, S., Du. 2009. Progress in the remediation of hazardous heavy metal-polluted soils by natural zeolite. J. Hazardous. 170: 1, 1-6.
19.Sprynsky, M., P., Kosobucki, T., Kowalkowski and B., Buszewski. 2007. Influence of clinoptilolite rock on chemichal speciation of selected heavy metals in sewage sludge. J. Hazardous Materials. 197: 310-316.
20.Vaseghi, C., Afyuni, M., Shariatmadari, H., and Mobli, M. 2003. The effect of sewage sludge and soil pH on the absorption ability of micro elements and heavy metals. J. Sci. and Technol. of Agric. and Natur. Resour. 3: 95-105. (In Persian)
21.Zorpas, A.A., Constantinides, T., Vlyssides, A.G., Haralambous, I., and Loizidou, M. 2000. Heavy metal uptake by natural zeolite and metals partitioning in sewage sludge compost. Bioresource Technol. 72: 113-119.

Archive of SID
www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(6), 2013
http://jwsc.gau.ac.ir

Investigation the effect of sewage sludge and zeolite on the absorption by cadmium and lead of roots and leaves of artichoke (*Cynara scolymus* L)

N. Bolhasani[1], *A. Ghasemnezhad[2] and M. Barani Motlagh[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Horticultural Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 07/04/2012; Accepted: 06/30/2013

Abstract

Due to the presence of plant food elements like nitrogen, phosphorus, potassium and organic matter, sewage sludge has been noticed as a cheap fertilizer in agriculture, but the heavy metals restrict its application as fertilizer. Zeolite is one of the natural compounds used for inactivation of these elements in soil. The aim of present research is to clarify the rate of cadmium and lead absorption of artichoke grown in sewage sludge of city infiltration system at the presence and absence of zeolite. A complete randomized factorial design as pot experiment with three levels of sewage sludge (15, 20 and 25% w/w of soil) and four levels of zeolite (0, 5, 10, 15% w/w). Results showed that among different levels of sewage sludge, the absorption of lead in were conducted parts and cadmium in root was significantly different. Also zeolite significantly (at 5%) reduced the lead and cadmium of root. The lowest amounts of cadmium and Lead of root were observed in plants treated with 10% zeolite. no having significant differences of heavy metals accumulation in aerial parts of plants under different treatments means, artichoke has patential to manage the heavy metal absorption and translocation.

Keywords: Artichoke, Lead, Cadmium, Sewage sludge, Zeolite

* Corresponding author: aghasemnajad@hotmail.com

Archive of SID

www.SID.ir