مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۶۹-۶۱

ارزیابی اثربخشی زئولیت بر جذب کادمیم و وزن ماده خشک در گیاه کاهو

Evolution of effectiveness of zeolite for cadmium absorption and dry matter in lettuce plant

سیده خدیجه روحانی*[۱]، سعید سماوات[۲]، محمد معز اردلان[۳]

چکیده

کادمیم یکی از عناصر سنگین و آلاینده محیط زیست است که از منابع مختلفی از قبیل کودهای شیمیایی وارد خاک و چرخه غذایی انسان می‌شود. به منظور اصلاح خاک‌های آلوده به عناصر سنگین، مصرف زئولیت توسط محققین مختلفی گزارش شده است. به همین منظور آزمایشی گلدانی با هدف بررسی اثر زئولیت برجذب کادمیم و وزن ماده خشک در گیاه کاهو طراحی گردید. این بررسی در قالب آزمایش فاکتوریل و در طرح پایه بلوک کاملاً تصادفی با ۲ تیمار زئولیت (در سه سطح صفر، ۱ و ۲ تن در هکتار) و کادمیوم (در سه سطح صفر، ۳ و ۶ میلی گرم در کیلوگرم) با ۳ تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد با افزایش مصرف زئولیت، از غلظت کادمیوم در گیاه کاهو کاسته شد، و بیشترین کاهش در سطح ۲ تن در هکتار بود بطوریکه در این سطح مصرف عملکرد ماده خشک گیاه نیز افزایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: زئولیت، کادمیم، عملکرد، کاهو

Archive of SID

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه خاکشناسی، کرج، البرز، ایران
۲- مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، البرز، ایران
۳- دانشگاه تهران، گروه خاکشناسی، کرج، البرز، ایران

www.SID.ir

مقدمه

کادمیم یکی از فلزات با سمیت زیاد بوده که ورود آن به چرخه مواد غذایی انسان سبب ایجاد نگرانی‌هایی شده است. اثرات منفی این عنصر بر فعالیت بیولوژیکی خاک، متابولیسم گیاه و در نتیجه سلامتی انسان‌ها و حیوانات باعث شده که رفتار کادمیم توسط محققین بسیاری مورد توجه قرار گیرد (Kabata-pendias and Pendias,1994). کادمیم از منابع مختلفی تولید می‌شود، در مقیاس جهانی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد کل انتشار کادمیم معلق در هوا از فرآیندهای طبیعی حاصل می‌شود که مهمترین آن‌ها فعالیت‌های آتشفشانی است، صنایعی که دارای فرآیندهای حرارتی هستند مانند تولید آهن، فسفر، روی، فولاد و سیمان تماماً باعث آزاد شدن ذرات کادمیم می‌شوند. از دیگر منابع تولید کادمیم کودهای فسفاته، سولفات‌روی، سموم حشره‌کش و فاضلاب‌ها هستند (mulla et al , 1980). مطالعات Willaams, and David طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۶۳ مشخص ساخت که به‌طور متوسط ۸۰ درصد کادمیمی که طی یک دوره بیست ساله با مصرف کودهای فسفره به خاک اضافه گردید، در لایه cm ۷/۵ از سطح خاک باقی مانده است. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که به‌طور متوسط بین ۰/۴ تا ۷ درصد کادمیم اضافه شده به خاک از طریق کودهای فسفره، در محصولات کشاورزی بازیافت می‌شود. Allowy در سال ۱۹۹۰ گزارش کرد که لجن فاضلاب در خاک نیز سبب ورود فلزات سنگین از جمله کادمیم به آن می‌شود. حد مجاز کادمیم موجود در لجن فاضلاب جهت استفاده در زمین‌های کشاورزی ۸۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (Tunny و همکاران ۱۹۹۷). حد مجاز کادمیم براساس روش 2001/22/CE در سبزی‌های برگی، سویا، قارچ‌های خوراکی ۰/۲ و در سبزی‌های ریشه‌ای ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن‌تر می‌باشد، سازمان بهداشت جهانی اعلام نمود، کادمیم نباید در هفته بیش از ۰/۵-۰/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مصرف گردد. این سازمان حد مجاز کادمیم در محصولات کشاورزی را ۰/۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم اعلام نموده است (ملکوتی و سماوات ۱۳۸۲).

Bingham (۱۹۸۹) گزارش کرد که کادمیم عمدتاً به‌صورت یون فلزی آزاد کادمیم در محلول خاک وجود دارد. فرم قابل جذب کادمیم توسط گیاه کاملاً مشخص نشده‌است ولی به‌نظر می‌رسد که ریشه عمدتاً یون فلزی آزاد Cd^{+2} را از محلول خاک جذب می‌کند (Allowy , 1990). البته گونه‌ها و ارقام گیاهی از نظر توانایی در جذب، تجمع و مقاومت به فلزات سنگین متفاوت می‌باشند. کاهو، اسفناج، کلم و کرفس دارای قدرت تجمع زیاد کادمیم هستند، در حالیکه سیب‌زمینی، ذرت، لوبیا و نخود مقادیر کمی کادمیم در خود ذخیره می‌نمایند (Allowy, 1990).

با توجه به اهمیت سلامت مواد غذایی روش‌های متفاوتی برای بهبود آن توسط محققین پیشنهاد شده است. از جمله راه-کارهای جدید، کاربرد مواد معدنی طبیعی است که به منظور بهبود و اصلاح خصوصیات خاک و در نتیجه محصولات کشاورزی، توصیه شده است. زئولیت‌ها دسته‌ای از این مواد معدنی هستند که از گروه کانی‌های آلومینوسیلیکاته آبدار می‌باشند (Kazemian, 2002). کاتیون‌های تبادلی زئولیت با انرژی کمی توسط شبکه چهار وجهی نگه‌داشته می‌شوند به همین دلیل زئولیت‌های کریستاله جزء موثرترین تبادل کننده‌های کاتیونی شناخته می‌شوند که CEC آنها ۲ تا ۳ برابر اسمکتایت‌ها و ورمیکولایت‌ها می‌باشند (Dixon و همکاران ۱۹۸۹). زئولیت‌ها قابلیت جذب عناصر مختلف (Flanning و همکاران ۱۹۸۳) و گازهای مختلف را دارند (کاظمیان، ۱۳۸۳). زئولیت‌های کریستاله با حجم حفرات ۲۰ تا ۵۰ درصد و سطح ویژه چند صدهزار مترمربع در کیلوگرم جاذب‌های بی‌نظیری نیز هستند و اگر زئولیت‌ها توسط گرما دهیدراته شوند، مولکول‌های با قطر موثر کم (۰,۳ تا ۱ نانومتر) به راحتی داخل حفرات و کانال‌های داخلی ساختمان زئولیت دهیدراته جذب می‌شوند (polat et el ,2004). Babel and Kurniawan (2002) اثرات زئولیت طبیعی و مصنوعی را به منظور حذف فلزات سنگین را نشان دادند و در این راستا اثر مثبت غلظت فلز در

Archive of SID

www.SID.ir

محلول خاک را بر فرآیند جذب توسط گیاه بیان کردند. Gul و همکاران (۲۰۰۵) اثر نسبت‌های متفاوت پرلیت و زئولیت در بستر کاهو مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که وزن تولیدی کاهو در بستر زئولیت بیشتر از پرلیت بوده است. کاهو گیاهی است یکساله از خانواده مرکبان Composite و روزبلند است که در تابستان به گل می‌نشیند (پیوست، ۱۳۶۹) یکی از فاکتورهای مهم در تشخیص سلامت این گیاه پر مصرف در سبد غذایی ارزیابی فلزات سنگین از جمله کادمیم می‌باشد (دانشور، ۱۳۸۳). با توجه به خصوصیات بی‌نظیر زئولیت‌ها در کشاورزی، فراوانی، قیمت کم و معادن مختلف آن در ایران و با توجه به اهمیت مبحث آلودگی خاک و لزوم حفظ خاک در راستای تحقق کشاورزی پایدار و حفاظت محیط زیست ضرورت این مطالعه جهت بررسی تاثیر مصرف زئولیت به عنوان کاهنده جذب کادمیم در گیاه کاهو واضح و مشخص است.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر زئولیت بر غلظت کادمیوم و عملکرد در گیاه کاهو آزمایشی گلدانی در قالب فاکتوریل و در طرح پایه کاملاً تصادفی با دو تیمار زئولیت در سه سطح صفر، ۱ و ۲ تن در هکتار (Z0, Z1, Z2) و کادمیوم در سه سطح صفر، ۳و ۶ میلی گرم در کیلوگرم (Cd0, Cd1, Cd2) با ۳ تکرار در دانشگاه آزاد کشاورزی واحد کرج اجرا شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش اندازه گیری شد. خاک مورد نظر پس از عبور از الک ۴ میلیمتری همراه با زئولیت، مطابق تیمارها در درون گلدان‌ها ریخته شد. زئولیت مورد استفاده از نوع کلینوپتیلولیت فرآوری شده با نام تجاری کشاویت بوده است (جدول۱). قبل از کشت بذر گلدان در حد ظرفیت مزرعه آبیاری شدند و وقتی رطوبت مناسب جهت کشت فراهم گردید تعداد ۵ عدد بذر کاهو از رقم سفید محلی در عمق ۱ سانتی‌متری کاشته شد سپس گلدان‌ها بر اساس طرح آماری بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار آرایش یافتند. آبیاری گلدان‌ها در رطوبت ۷۵ % ظرفیت زراعی انجام شد. بعد از سبز شدن بذرها و استقرار گیاهان تعداد بوته‌ها به دو عدد کاهش یافت، در طول دوره رشد ساعات روشنایی ۱۲ ساعت در روز و دمای گلخانه حدود ۲۰ درجه سلسیوس بود. بعد از طی ۷ هفته از شروع آزمایش، اندام هوایی و ریشه گیاه برداشت و پس از شستشو با آب مقطر بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و پس از توزین به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد اندام‌های هوایی و ریشه‌ها به‌طور مجزا آسیاب شدند و از هر نمونه مقدار ۰/۵ گرم در دمای ۵۵۰° سلسیوس به مدت ۷ ساعت قرار داده شد، سپس اسیدکلریدریک ۰/۱۶ مولار به آن اضافه و روی هیتر قرار داده شد، بعد از هضم کامل و صاف کردن با کاغذصافی واتمن۴۲ میزان کادمیم در هر نمونه با دستگاه جذب اتمی مدل Perkin Elmer قرائت شد.

جدول ۱- آنالیز شیمیایی زئولیت استفاده شده (سازمان دامپزشکی ایران ۱۳۸۵)

Table1-Chemical analysise of used Zeolite

عناصر Elements	SiO_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al_2O_3 (%)	K_2O (%)	P_2O_5 (%)	Na_2O (%)
	66.5	1.3	3.11	72.0	11.8	3.12	0.01	2.01

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

نتایج آزمایشات آنالیز فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. واکنش خاک قلیایی و میزان املاح محلول در خاک از لحاظ شوری محدودیتی ندارد، میزان کربن آلی خاک پایین بوده، درصد نیتروژن کل خاک و فسفر کمتر از حد مطلوب است. خاک آهکی و میزان پتاسیم در حد اپتیمم و مقدار آهن، روی و منگنز در حد کفایت است. حد مجاز کادمیم در خاک ۱/۵ تا ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم (Mautice, 1984) می‌باشد. با توجه به این محدوده، مقدار کادمیم خاک مورد آزمایش پایین بوده است.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 2: Physical and chemical characteristic of soil

pH	Ec dS/m	بافت خاک	کربن آلی	ازت	کربنات کلسیم	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	کادمیم
			%			mg/kg				
۷/۶	۰/۸	لوم	۰/۶۵	۰/۰۶	۱۵	۸	۱۲۷	۴/۸	۱۲	۰/۳۶

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس در تیمارهای مختلف آزمایش

Table3: Analysis of variance means squre in the different treatments.

		Mean square (M.S)			
S.O.V	Df	D.M Root	D.M Shoot	Cd Root	Cd Shoot
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	کادمیوم ریشه	کادمیوم اندام هوایی
کادمیوم Cd	2	0.071**	0.073**	561.42**	16.776**
کادمیوم + زئولیت Cd + Zeolite	4	0.002**	0.062**	0.029**	0.03**
زئولیت Zeolite	2	0.138**	0.468**	1.049**	1.135**
خطا Erorr	36	0.0	0.001**	0.001**	0.002**
CV (%)		6.81	6.13	0.37	1.66

**، * و ns به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

ns,*,**: non significant and significant at 5% and 1% of probability

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۴- اثر متقابل زئولیت و کادمیم بر میزان ماده خشک ریشه
Table 4- Effect of Zeolite and cadmium on dry matter of root of plant

	Zeolite	زئولیت	کادمیم Cadmium
0/178	0/283	0/398	Cd_0
0/115	0/187	0/275	Cd_1
0/093	0/107	0/238	Cd_2
Z_0	Z_1	Z_2	

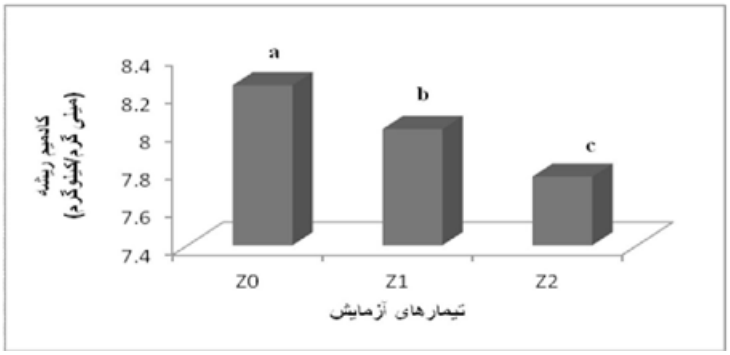
جدول۵- اثر متقابل زئولیت و کادمیم بر میزان ماده خشک اندام هوایی
Table 5- Effect of Zeolite and cadmium on dry matter of shoot of plant

	Zeolite	زئولیت	کادمیم Cadmium
0/37	0/52	0/725	Cd_0
0/263	0/407	0/607	Cd_1
0/21	0/343	0/48	Cd_2
Z_0	Z_1	Z_2	

در جدول ۵ و۴ میانگین وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه کاهو با توجه به تیمارهای اعمالی آورده شده است. با توجه به این جداول، با افزایش مقدار زئولیت میزان ماده خشک در گیاه کاهو افزایش یافته است و با افزایش غلظت کادمیم از وزن خشک گیاه کاسته شده است و از نظر آماری نیز در سطح ۱ % معنی دار بوده است (جدول۳).

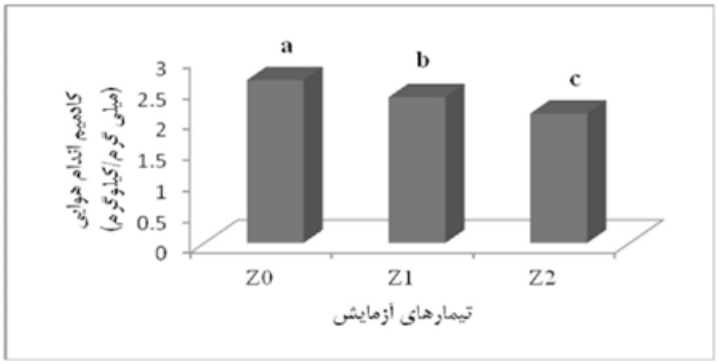
Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- اثر زئولیت بر غلظت کادمیم در ریشه گیاه

Fig 1. Effect of zeolite on the Cadmium concentration in root of plant



نمودار ۲- اثر زئولیت بر غلظت کادمیم در اندام هوایی گیاه کاهو

Fig 2. Effect of zeolite on the Cadmium concentration in foliage of plant

همانطور که در نمودار ۱ و ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش مقدار زئولیت، غلظت کادمیم در ریشه و اندام هوایی کاهو کاهش پیدا کرد. به‌طوریکه بیشترین کاهش در سطح سوم زئولیت (Z2) ۲ تن در هکتار بوده‌است و از نظر آماری نیز در سطح ۱ % معنی‌دار بوده است (جدول ۳).

بحث

اثر کادمیم بر غلظت کادمیم و وزن ماده خشک در ریشه و اندام هوایی کاهو

جذب کادمیم توسط گیاه بستگی به میزان کادمیم در بستر یا محلول غذایی دارد، به‌طوریکه با افزایش غلظت کادمیم در محیط ریشه ضریب انتقال کادمیم و میزان جذب آن افزایش می‌یابد. افزایش میزان کادمیم اثرات سویی که بر گیاه می‌گذارد که از عملکرد آن می‌کاهد. علائم عمومی ناشی از جذب مقادیر اضافی کادمیم در گیاه را می‌توان کاهش در توقف رشد ریشه، چوب‌پنبه‌ای شدن، تداخل جذب و انتقال طبیعی عناصر غذایی، کاهش میزان کلروفیل و اختلال در فعالیت‌های آنزیمی به ویژه آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز برشمرد (Padmaja, 1990 & Larson et al, 1998) Weigel (1980) مشاهده کرد که محصولات کشاورزی در خاک‌های آلوده به کادمیم دارای کمیت و کیفیت کمتری نسبت به خاک‌های غیرآلوده بودند و دلیل آن ایجاد اختلال در چرخه کالوین می‌باشد. در این آزمایش نیز وزن خشک گیاه کاهو در خاک حاوی کادمیم کاهش یافت، هر چند تعداد برگ‌های کاهو تحت تاثیر کادمیم قرار نگرفت، اما طول برگ‌های آن تحت تاثیر محیط کاهش یافت (حقیقی، ۱۳۸۷). نشان داد که اولاً

www.SID.ir

زیست‌توده گیاه بیشتر تحت تاثیر طول برگ نسبت به تعداد آنها است. در این آزمایش زمانی که ماکزیمم غلظت کادمیم (۶ ppm) اعمال شد کاهش وزن خشک و عملکرد در ریشه ۱/۵ برابر بیشتر از اندام هوایی بود که به دلیل کاهش رقت کادمیم در گیاه، مقادیر کادمیم انتقال یافته کمتر بود. کادمیم در گیاه معمولاً جذب ریشه گردیده و به کندی وارد ساقه‌ها و برگ‌ها می‌گردد و انتقال آن از برگ به میوه ناچیز است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۲). هر چند که Jarvis (۱۹۷۶) نشان داد که ریشه‌های کاهو کادمیم جذب شده بیشتری را به جوانه‌ها نسبت به بقیه محصولات کشاورزی انتقال می‌دهند.

اثر زئولیت بر میزان کادمیم و وزن ماده خشک در ریشه و اندام‌هوایی کاهو:

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی خصوصیات جذبی زئولیت‌های طبیعی در سراسر جهان صورت گرفته‌است حذف یا تثبیت فلزات سنگین در خاک فرآیندی بسیار پیچیده می‌باشد. زئولیت‌ها به علت گزینش‌پذیری بسیار بالا نسبت به برخی کاتیون‌ها در جذب فلزات سنگین از آب و خاک به کار برده می‌شوند. زئولیت طبیعی همچنین به دلیل دارا بودن خصوصیات تبادل-کاتیونی می‌تواند، فلزات سنگین را مبادله، جذب و یا حذف کند (Erdem et al، 2004).

Mahaabadi و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی از زئولیت به عنوان تثبیت کننده کادمیم در خاک استفاده کرد و نشان دادند که مقدار زئولیت در خاک باعث کاهش کادمیم در زه‌آب خروجی از خاک شد، این مطلب بیان کننده آن است که زئولیت در خاک می‌تواند شکل قابل دسترس کادمیم را به شکل غیرقابل دسترس تغییر دهد (Chen, 2000). کاهش قابل ملاحظه‌ای در غلظت کادمیم خاک و گیاه پس از کاربرد زئولیت در یونان توسط CHlokpa و همکاران (۱۹۹۷) مشاهده شد. Mahmoodabadi و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی با سه سطح زئولیت (۰/۲ و ۵ گرم در کیلوگرم) کاهش معنی‌داری در ریشه و اندام هوایی گیاه سویا به‌دست آوردند. در این آزمایش نیز با توجه به در نمودارهای ۱ و ۲ با افزایش مقدار زئولیت، غلظت کادمیم در ریشه و اندام هوایی کاهو کاهش پیدا کرده است. به‌طوریکه بیشترین کاهش در سطح ۲ تن در هکتار (Z۲) بوده است و کاهش در غلظت کادمیم سبب بالارفتن عملکرد و وزن ماده خشک شده است (جداول ۳ و ۴). Gworek (1992)، گزارش کرد که زئولیت استفاده شده در آزمایشی گلدانی، غلظت کادمیم را تا ۸۶ % در برگ‌های کاهو در مقایسه با سطح شاهد کاهش و سبب افزایش راندمان تولید، شده است.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، کاربرد زئولیت طبیعی به دلیل داشتن خصوصیات ویژه مانند ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، قدرت گزینش پذیری و ساختار متخلخل و غیره سبب کاهش غلظت کادمیوم در گیاه کاهو شده است و این نتیجه در سطح سوم زئولیت (ton/ha ۲) بیشتر مشهود است. در نتیجه کاهش کادمیم بر کیفیت و عملکرد گیاه افزود، بنابراین استفاده از زئولیت‌های طبیعی با توجه به مقرون به صرفه بودن آن، در خاک‌های آلوده به کادمیوم برای رشد بهتر گیاه و افزایش راندمان تولید توصیه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع

حقیقی.م، ۱۳۸۷، تغییرات فعالیت فتوسنتزی و آنزیمی کاهو تحت تاثیر سمیت کادمیوم، پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشگاه تهران

دانشور.م.ج، ۱۳۸۳، پرورش سبزی، نشر دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحه ۴۶۱

کاظمیان ح، ۱۳۸۳. مقدمه‌ای برزئولیت‌ها، کانی‌های سحرآمیز، انتشارات بهشت، صفحه ۱۲۳.

ملکوتی.م ج، م.غیبی، ۱۳۷۹، تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه، انتشارات نشر آموزش کشاورزی کرج، ایران

ملکوتی.م ج، همایی م، ۱۳۸۲، حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Alloway, B.J. 1990 The origin of heavy metals in soils. In Alloway, B.J. (ed.) , Heavy metals in soils, 38–57. London. Blackie.

Bingham , F. T. 1989. Bioavailability of cadmium to food crops in relation to heavy metal content of sludge amended soil Environ , Health perpect , 28: 39 – 43

Babel , S.and T.A.Kurniawan ,2002. A research study on Cr removal from contaminated wastewater using natural zeolite.Ion exchange ,14:289-292.

CHlopecka , A ,. and D.C. Adriano. 1997. In fluence of Zeolite , apatite and fe-oxide on cadmium and Pb uptake by crops. sci. total environ. 207: 195 -206.

Dixon , J. Band S.B. Weed. 1989. Minerals in soil environments publish by: soil science society of America , U S A , SSSA book series: 1 pp:873-911.

Djedid , M ;D.Graso poulos and E. Maloupa.1997. The effect of different substrates on the quality of. f Carmello tomatoes grown under protection in a hydroponic system. 31:379 – 830.

Erdem, E.N.Karapinar.,and R.Doat.2004. The removal of heavy metal by natural zeolites. J.Colloid inter. sci.280:309-314.

Flanning , M. E.1993. Zeo – agriculture:adsorption properties of moldular sive zeolites. Union carbid corporation , Tarrytown Technical Center Tarryown , new yourk 10531.

Gul , A., D. Erogul and A. r. ongun. 2005. Comparision of the use of zeolite and perlite as substrate for chips head lettuce. Elsevier. scintia hort. 106.464 – 471.

Gworek , B.1992. Inactivation of cadmium in cominated soils ushng synthetic zeolites. Environ. pollut. 75 , 269-271.

Jarvis, c. L, H Johnes. p ,. And M.J, Hopper. 1976. cadmium uptake from solution by plants and its transport from roots to shoots.Plant and soil 44 , 179 – 191.

Kabata , A.A., and H. pendias 1994. Tace elements in soils and plants , 2nd edition. CRC Press Boca Raton. F.l. U.S.A.

Kazemian , H. 2002. Zeolite science in Iran:A breaf review p 162- 164. In: Misaelides , P (ed). 6th International

Archive of SID
www.SID.ir

conference on the occurrence , properties., and utilization of natural zeolites Greece.

Larson, E. H., Bornman , J. F., and ASP H. 1998. In fiuence of Uv – B radiation and cadmium on chlorophyll fluorescence , growth and nutrient content in Brassica napus.J. Exp. Bot. 49 , 1031 – 1039.

Mahabadi.A., M.A.Hajabasi., H.Khademi., H.Kazemian. H.2007. Soil cadmium stabilization using an Iranian natural zeolite. Journal of Geoderma 137 (2007) 388-393.

Mahmood abadi. M.K , A. Ronaghi , M. Khayyat and Gh. Hadarbodi. 2009. effecte of zeolite and cadmium on growth and chemical systems , 10 (2009):515 – 521.

Maurice, E. 1994. Nutrition in Health and Disease.pp 284 – 285 , 264-267, 279-281.1598-1599.

Mulla, D.J , A. l ,page and T. J. Ganje. 1980. Cadmium acculumation and bioavailability in soils from long term phosphorous. fertilization J.Environ. aual , 9:408 – 412.

Padmaja, K ,. A. R. Prasad. 1990. Inhibition of chlorophyll synthesis phaselous vulgaris seedling by cadmium acetate. Photosynthetical. 24 , 399 – 405.

Polat, E. M , Karaca., H , Demir and A ,Naci onus. 2004. Use of natural zeolite in agriculture. Journal of fruit ornam. Plant research , 12: 183 – 189.

Tunney, H.O., T ,Carton. P.C.brooks and A. E , Johnson.1997. Phosphorous loss from soil to wather. CAB International Inc.

Weigel , H.H , Jager.1980. Subcellular distribution and chemical from of cadmium in bean plants. plant physiology.65: 480 – 482.

Willaams , C. H., and D. J , David. 1973. The effect of super phosphate on the cadmium content of soil and plant. Aust. J. soil.Tes., 11:43 – 46.

Archive of SID

www.SID.ir