اثر زئولیت طبیعی بر جذب مس و منگنز توسط گندم در خاک‌های آلوده مناطق جنگی

علی آزوغ، سیدکیوان مرعشی[1] و تیمور بابائی نژاد

دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران؛ **aliazogh94@gmail.com**

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

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

دریافت: **95/6/20** و پذیرش: **96/7/12**

چکیده

از محدودیت‌های اصلی کشت گیاهان زراعی به خصوص گندم در خاک‌های آلوده مناطق جنگی وجود غلظت‌های بالای فلزات سنگین به خصوص منگنز و مس می‌باشد که با ورود به چرخه حیاتی گیاه باعث سمیت گیاه و به خطر انداختن امنیت غذایی جامعه می‌گردد. هدف از این پژوهش بررسی اثر زئولیت طبیعی بر جذب مس و منگنز خاک‌های آلوده مناطق جنگی توسط گندم می‌باشد. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر گلدان در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز در سال زراعی 95-1394 اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح زئولیت شامل: صفر (a_1)، 0/5% (a_2)، 1/5% (a_3) و 2/5% (a_4) از وزن خاک و دو سطح خاک شامل: خاک های آلوده مناطق جنگی مربوط به خط مقدم جبهه (b_2) و سطح دیگر مربوط به خاک‌های بدون آلودگی(b_1) پشت خط مقدم جبهه انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که خاک های آلوده مناطق جنگی موجب افزایش معنی‌دار غلظت مس و منگنز در ریشه و اندام هوائی گندم شده بود. همچنین کاربرد مقادیر بیشتر زئولیت باعث کاهش معنی‌دار غلظت مس و منگنز و افزایش وزن خشک ریشه و اندام هوائی شد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی گیاه، فلزات سنگین، امنیت غذایی

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

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

جنگ یکی از عوامل آلودگی محیط‌زیست است. استفاده وسیع از سلاح‌ها در مناطق جنگی اعم از گلوله-های سربی، مواد منفجره و سلاح‌های شیمیایی قطعاً اثرات مخرب زیست محیطی را در پی خواهند داشت. در تهاجم عراق به ایران 16000 کیلومترمربع از اراضی غرب و جنوب غربی کشور تحت تأثیرآلودگی سلاح‌های جنگی قرار گرفته است (ساعی شاهی، 1387). طبق پژوهش‌های به عمل آمده از خاک اطراف خرمشهر آلودگی فلزات سنگین ناشی از سلاح‌های جنگی بیش ده تا صد برابر حد استاندارد بوده است، این فلزات شامل مس، منگنز، سرب، آهن،کادمیوم و کروم بوده است (قنبری زاده و چرم، 1381). مواد به جا مانده از بمب‌ها، اسیدیته خاک را تغییر می‌دهند و بسته به نوع مواد منفجره، خاک را اسیدی یا قلیایی می‌کنند (میرزاده، 2011).

مس یک عنصر ریزمغذی با دامنه کمبود بحرانی 5-1، سطح مطلوب 12-6 و سطح سمیت بالاتر از 30-20 میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک است (مارشنر، 1995). سلول‌های گیاهی مس را توسط سیستم انتقال اختصاصی جذب می‌کنند. مس آزاد به شدت خطرناک است زیرا اکسیژن مولکولی احیا و منجر به افزایش تشکیل سوپراکسید، سوپراکسیدهیدروژن و رادیکال هیدرواکسیل می‌گردد و در نهایت سبب تغییر متابولیسم طبیعی و به مرگ برنامه ریزی شده سلول منتهی می‌گردد (هیرت و کازوئوشینوزاکی، 1390).

منگنز در خاک به صورت کمپلکس های Mn^{3+} (هیدرواکسید منگنز)، Mn^{4+} (اکسید منگنز) و نیز Mn^{2+} در شرایط احیایی دیده می‌شود. در صورتی که pH خاک افزایش یابد منگنز بصورت کربنات یا هیدرواکسید منگنز و نیز به عنوان جزئی از کربنات کلسیم رسوب می‌کند (لیتلا، 1998). مقدار متوسط منگنز در گیاهان بین 20 تا 200 میلی‌گرم در کیلوگرم است (ثنایی، 1371). در مسمومیت منگنز، IAA اکسیداز و پراکسیداز زیاد می‌شود (مورگان و همکاران، 1965). انصارمهابادی و همکاران (2007)، محمدثانی و همکاران (2011) و چرم و سرکاکی (1394) در دهه‌های اخیر پژوهش‌هایی برای حذف فلزات سنگین با استفاده از کاربرد کانی زئولیت انجام داده‌اند. زئولیت‌ها کریستال های آلومینوسیلیکاتی آبدار از عناصر گروه I وII جدول تناوبی به خصوص سدیم، پتاسیم، منیزیم، کلسیم، استرانسیم و باریوم هستند. زئولیت‌ها به دو صورت طبیعی و مصنوعی وجود دارند (حسینی و ابری، 2007). از خصوصیات بارز زئولیت‌ها قابلیت آن‌ها در آب‌زدایی برگشت‌پذیر و همچنین توانایی تبادل کاتیون‌ها بدون تغییر ساختمانی است (حسینی ابری و همکاران،2007). جایگزینی Si^{+4} به وسیله Al^{3+} در ساختمان چهار وجهی‌ها باعث ایجاد بار منفی و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی بین 300-100 $cmol.kg^{-1}$ می‌گردد ضمناً تمایل زیادی در جذب کاتیون‌ها در شبکه سه بعدی خود دارند (مینگ و مامپتون، 1989). جذب فلزات سنگین توسط زئولیت از طریق مکانیسم‌های مختلف تبادل یونی و جذب سطحی صورت می‌گیرد. در طی فرآیند تبادل یونی، یون‌ها مجبور به حرکت از میان توده زئولیت و کانال‌های آن می‌باشند. تمایل زئولیت طبیعی برای جذب فلزات سنگین براساس شعاع هیدراته به صورت سری (Co>Cu>Zn>Mn) می‌باشد (اردم و همکاران، 2004). محمودآبادی و همکاران (2008) گزارش کردند که افزودن زئولیت به خاک غیرآلوده موجب افزایش غلظت عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، مس و روی در بافت‌های گیاهی و افزایش وزن خشک اندام هوایی، تعداد و وزن خشک گره‌های ریشه گیاه سویا می‌شود.

دامین و دامن (2007) در استفاده از زئولیت به همراه مواد آلی در خاک‌های آلوده به سرب، روی، کادمیوم و مس گزارش کردند که از یک سو مواد آلی به دلیل افزایش دسترسی گیاهان به مواد غذایی و از سوی دیگر به دلیل جذب فلزات سنگین از خاک و کاهش قابلیت دسترسی آن‌ها در افزایش رشد گیاهان مؤثر می‌باشد. مورونو و همکاران (2001) اظهار کردند که مهمترین مکانیسم کاهش آبشویی روی، مس، کبالت، کادمیوم و نیکل در اثر افزودن زئولیت فرآیند تبادل یونی و در درجه بعد رسوب فازهای نامحلول است. از ویژگی-های زئولیت می‌توان به بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی، تخلخل، گزینش پذیری، افزایش نگه داری رطوبت (محمدی ثانی،1389) و همچنین اصلاح کنندگی و کاهش فلزات سنگین (انصاری مهابادی و همکاران ،2007) و از محدودیت‌های زئولیت می‌توان به افزودن سدیم، کلسیم و شور نمودن خاک اشاره کرد (فتحی و چرم،1392). با توجه به آلوده بودن بخشهای وسیعی از اراضی کشور به جنگ افزارها و از طرفی افزایش جمعیت و نیاز به مواد غذایی و اهمیت گندم در این گونه مناطق، مطالعه در زمینه رفع آلودگی ضروری به نظر می رسد. از این رو این پژوهش با هدف تأثیر زئولیت بر کاهش جذب مس و منگنز توسط گندم در خاک‌های آلوده مناطق جنگی اجرا گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش ها

این پژوهش با کاربرد سطوح مختلف زئولیت در دو نوع خاک آلوده و غیرآلوده مناطق جنگی و کشت گیاه گندم به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز در سال زراعی 95-1394 اجرا شد. برای اجرای آزمایش 50 نمونه خاک آلوده از عمق 30-0 سانتیمتری در خاکهای سری دهلران (مرز بین ایران و عراق، منطقه شرهانی تا زبیدات عراق) مربوط به 8 سال جنگ ایران و عراق جمع آوری شد. همچنین 50 نمونه خاک غیر آلوده نیز از محل غیر درگیری با دشمن برداشت گردید. سپس بطور جداگانه از نمونه های منفرد، نمونه مرکب تهیه و پس از هوا خشک کردن از الک 2 میلیمتری عبور داده و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها تعیین گردید (جدول 1). قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌ی اشباع خاک با هدایت‌سنج (آلیسون،1965)، pH خاک به روش تهیه گل اشباع با دستگاه pH متر، بافت خاک به روش هیدرومتری (دی، 1965)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جایگزینی با سدیم (چاپمن، 1965) با دستگاه فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد.

همچنین کربن آلی به روش والکلی- بلاک (آلیسون،1965)، کربنات کلسیم معادل با روش خنثی کردن با اسید کلریدریک (آلیسون و مودیه، 1965)، پتاسیم قابل جذب خاک از روش عصاره‌گیری با استات آمونیم یک نرمال و قرائت با فلیم‌فتومتر مدل PFP7 ، فسفر قابل جذب خاک با روش اولسن و قرائت با اسپکتروفتومتر، مدل PD-303UV بدست آمد (اولسن،1954). نیتروژن کل خاک به روش کجلدال (پیچ و همکاران،1982)، غلظت مس و منگنز در نمونه خاک با روش هضم اسیدنیتریک (هوسنر،1996) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های زئولیت مورد استفاده از شرکت افرند توسکا تهیه گردید و پس از شستشو با آب مقطر و هوا خشک کردن از الک 1 میلیمتری عبور داده شدند. سپس کانی‌شناسی آن با استفاده از روش پراش پرتو ایکس تعیین شد که نشان داد بیش از 75 درصد زئولیت مورد استفاده از کلینوپتیلولیت خالص تشکیل شده است. ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت با روش جایگزینی با استات آمونیم اندازه‌گیری شد (چاپمن،1965). خصوصیات شیمیایی زئولیت در جدول 2 ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی زئولیت در مقادیر صفر (a_1)، 0/5(a_2)، 1/5 (a_3) و 2/5 (a_4) درصد وزنی بطور جداگانه با خاک آلوده (b_2) و خاک غیرآلوده (b_1) مخلوط و به منظور یکنواخت کردن محیط و انجام واکنش‌های شیمیایی در دمای 28 درجه و رطوبت FC به مدت یک ماه نگهداری گردید. سپس خاک‌های هوا خشک را کوبیده و به گلدان‌های 10 کیلوگرمی (ارتفاع 40 و قطر 20 سانتیمتر) منتقل و گلدان‌ها در شرایط طبیعی قرار داده شد. تاریخ کشت 15 آبان و داخل هر گلدان 10 عدد بذر گندم رقم چمران کشت گردید.

پس از استقرار گیاهان شماره بوته به 5 عدد تنک گردید. آبیاری گلدان‌ها با توجه به شرایط بارندگی منطقه هفته‌ای یک مرتبه انجام شد. در طی کاشت جهت حفظ شرایط طبیعی خاک از هیچ گونه علف کش، سم و حشره‌کش استفاده نگردید ضمناً مصرف کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک انجام شد. عملیات برداشت نمونه-های گیاهی 75 روز پس از کشت در مرحله آبستنی گندم انجام و سپس اندام هوایی و ریشه گیاهان از یکدیگر تفکیک و پس از شستشو با آب معمولی و اسید کلریدریک 0/1 نرمال، نمونه‌ها در پاکت‌های مخصوص به مدت 72 ساعت در دمای 75 درجه سانتیگراد در آون خشک شدند. غلظت مس و منگنز در اندام هوایی و ریشه از روش هضم با HNO_3 و آب اکسیژنه 30 درصد تهیه (بنتون و کیس، 1990) و سپس توسط دستگاه جذب اتمی مدل Unicam919AA در طول موج هر عنصر قرائت گردید. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از روش برش دهی اثر متقابل در سطح پنج درصد استفاده گردید. رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد .

نتایج و بحث

خصوصیات خاک غیرآلوده و آلوده مناطق جنگی و زئولیت مورد استفاده

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک غیر آلوده و آلوده در جدول (1) نشان داده شده است. اسیدیته خاک آلوده (pH= 6/63) در مقایسه با غیر آلوده (pH= 7/56) کمی اسیدی بود. اسیدی بودن می‌تواند باعث افزایش قابلیت دسترسی فلزات سنگین موجود در خاک گردد و امکان استفاده عناصر توسط گیاه را افزایش دهد (فتحی و چرم ،1392). از دلایل اسیدی بودن خاک آلوده می‌توان به ترکیبات نیتروژنه‌ای (تری نیترو تولوئن) اشاره کرد که از طریق بمب‌ها و چاشنی‌های انفجاری وارد خاک می‌گردد. همچنین بالا بودن آهن و منگنز نیز از دلایل دیگر اسیدی بودن خاک محسوب می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های غیر آلوده و آلوده مناطق جنگی

P_{AV}	Cu	Fe	Mn	K_{AV}	شن	رس	$CaCO_3$	OC	N	CEC	EC	pH	خاک
		mg. kg^{-1}					%			cmol kg^{-1}	dS m^{-1}	-	-
47/4	150/4	9276/4	156/8	539/7	41	29	17/6	0/69	0/163	13/64	4/83	6/63	آلوده
4/85	12/48	657	11/46	142/6	41	22	13/52	0/17	0/058	9/52	3/15	7/56	غیرآلوده

جدول 2- خصوصیات شیمیایی زئولیت طبیعی مورد استفاده

LOI (افت ناشی از احتراق)	P_2O_5	K_2O	Na_2O	MgO	CaO	TiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Sb	Pb	CEC	EC	pH
					درصد						mg. kg^{-1}	cmol kg^{-1}	dS m^{-1}	-
10/06	0/01	3/12	1/2	0/72	3/11	0/21	1/3	11/81	66/5	0/3	1/95	170	0/097	8/45

Archive of SID

www.SID.ir

همانطوریکه در جدول (2) نشان داده شده است، اسیدیته زئولیت 8/45 می‌باشد که بیانگر قلیایی بودن آن است. همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی زئولیت 170 سانتی‌مول برکیلوگرم است که CEC خاک را افزایش و باعث جذب و قراردادن برخی از فلزات به خصوص مس و منگنز در شبکه خود می‌شود (فتحی و چرم،1392). نتایج جدول (1) نشان داد که غلظت منگنز در خاک‌های آلوده مناطق جنگی 156/8 و در خاک غیرآلوده 11/46 میلی‌گرم بر کیلوگرم است که غلظت آن در خاک آلوده بیش از حد مجاز (60-40 میلی‌گرم در کیلوگرم) است. همچنین غلظت مس در خاک آلوده 150/4 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که بیش از حد مجاز (20 میلی گرم بر کیلوگرم) است. اما در مقایسه با خاک غیرآلوده میزان مس 12/48میلی گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد که بیانگر بالا بودن مقدار مس در خاک آلوده است.

تأثیر تیمارهای زئولیت و خاک بر وزن خشک اندام هوایی

نتایج نشان داد تأثیر تیمار زئولیت بر وزن خشک اندام هوایی در خاک غیر آلوده در شرایط کاربرد 2/5 درصد (a_4b_1) نسبت به سایر مقادیر زئولیت معنی‌دار بود (شکل 1). بیشترین وزن خشک اندام هوائی در تیمار خاک غیر آلوده (a_4b_1) با وزن 7/88 گرم با کاربرد 2/5 درصد زئولیت و کمترین مربوط به تیمار عدم کاربرد زئولیت (a_1b_1) با وزن 3/37 گرم مشاهده شد. محمود آبادی و همکاران (1385) نیز گزارش کردند که افزودن زئولیت به خاک غیرآلوده موجب افزایش غلظت عناصر غذائی مانند ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، مس و روی در بافت‌های گیاهی و افزایش وزن خشک اندام هوائی سویا می‌شود. همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در خاک‌های آلوده تأثیر تیمارهای زئولیت در افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی مربوط به تفاوت تیمار 2/5 و 1/5 درصد با تیمار 0/5 و عدم کاربرد زئولیت بود بیشترین وزن خشک اندام هوائی در تیمار خاک آلوده با کاربرد 2/5 درصد زئولیت (a_4b_2) با وزن 8/69 گرم و کمترین مقدار مربوط به تیمار عدم کاربرد زئولیت (a_1b_2) با وزن 4/28 گرم مشاهده شد. از دلایل افزایش وزن خشک اندام هوائی در خاک آلوده در مقایسه با خاک غیرآلوده، می‌توان به زیاد بودن برخی عناصر نظیر نیتروژن، فسفر، پتاس و فلزات سنگین اشاره کرد.

جدول 3- نتایج میانگین مربعات تأثیر تیمار خاک و زئولیت بر صفات مورد مطالعه

تیمار	درجه آزادی	مس اندام هوایی	مس ریشه	منگنز اندام هوایی	منگنز ریشه	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه
زئولیت	3	46/016**	46/016**	124/93*	851/2**	260/79**	19/627**
خاک	1	278/59**	1019/98**	11164/2**	185/65**	665/81**	37/75**
اثرات متقابل	3	1/262**	5/35**	20/99 ns	260/69**	33/19**	2/186 ns
خطا	16	0/157	0/635	34/85	12/82	2/61	3/057

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

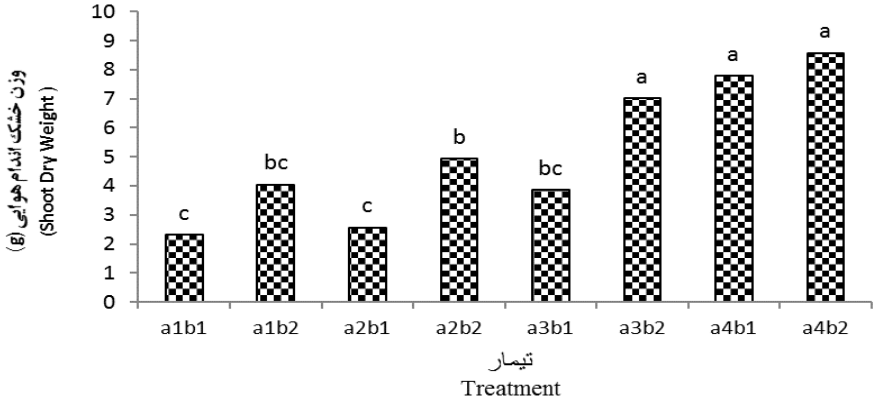
تأثیر تیمارهای زئولیت و خاک بر وزن خشک ریشه

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تأثیر تیمار زئولیت و نوع خاک بر وزن خشک ریشه معنی‌دار است (جدول3). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در خاک غیر آلوده تیمار 2/5 درصد زئولیت (a_1b_4) با سایر مقادیر زئولیت تفاوت معنی‌دار داشت ولی بین سایر تیمارها (a_3b_1، a_2b_1 و a_1b_1) تفاوت معنی‌دار نبود (شکل 2). در بیشترین مقدار زئولیت مصرفی، ماده خشک ریشه در خاک غیر آلوده (a_1b_4) در مقایسه با شاهد (a_1b_1) 5/47 گرم افزایش نشان داد. از دلایل افزایش وزن خشک ریشه در خاک غیر آلوده فراهمی بیشتر عناصر غذایی در زئولیت و جذب بیشتر آنها توسط ریشه از طریق واکنش‌های تبادل یونی عناصر غذایی بوده است. همچنین زئولیت‌ها می‌توانند استفاده از مواد غذائی محلول در خاک را برای گیاه آسان‌تر و حاصلخیزی و نگهداشت آب را افزایش دهند (حسینی ابری و همکاران، 1386). نتایج نشان داد در خاک آلوده تأثیر تیمار زئولیت بر وزن خشک ریشه معنی‌دار بود که این تفاوت مربوط به مقادیر 2/5 و 1/5 درصد زئولیت با مقادیر 0/5درصد و شاهد بود. در تیمار خاک آلوده بیشترین وزن خشک ریشه در تیمار a_4b_2 با وزن 8/58 گرم و کمترین آن درتیمار a_1b_2 با وزن 4/04 گرم مشاهده شد. فتحی و چرم (1392) بیان نمودند که تأثیر زئولیت بر رشد گیاهان ناشی از جذب و

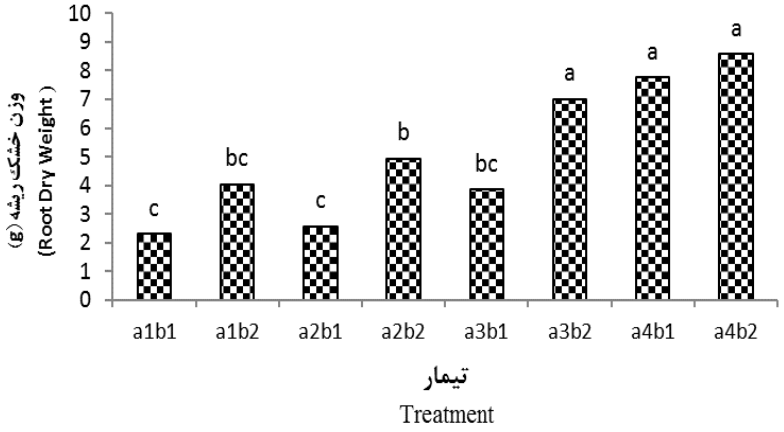
Archive of SID

www.SID.ir

نگهداری یونهای آمونیم، نیتروژن و پتاسیم است که باعث حفظ و نگهداری آب در خاک و جلوگیری از پوسیده شدن ریشه می گردد. نتایج همچنین نشان داد که وزن خشک ریشه در خاک آلوده نسبت به خاک غیر آلوده بیشتر است. این امر به دلیل بالا بودن غلظت نیتروژن، فسفر و فلزات سنگین ناشی از جنگ افزارهایی است که به خاک وارد شده است.



شکل 1- اثرات متقابل تیمار خاک و زئولیت بر وزن خشک اندام های هوایی



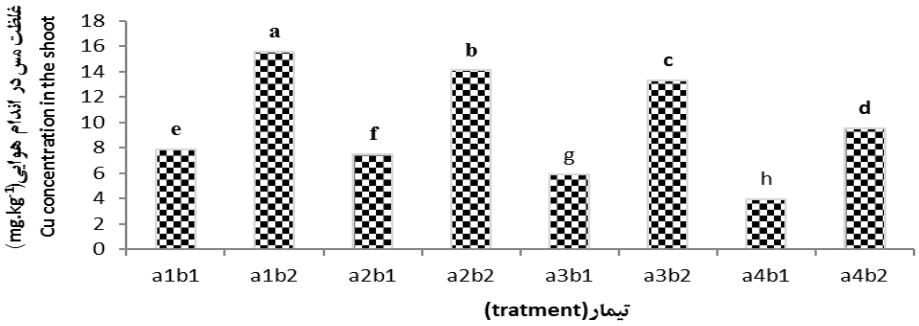
شکل 2- اثرات متقابل تیمار خاک و زئولیت بر وزن خشک ریشه

تأثیر تیمارهای زئولیت و خاک بر غلظت مس اندام هوایی و ریشه

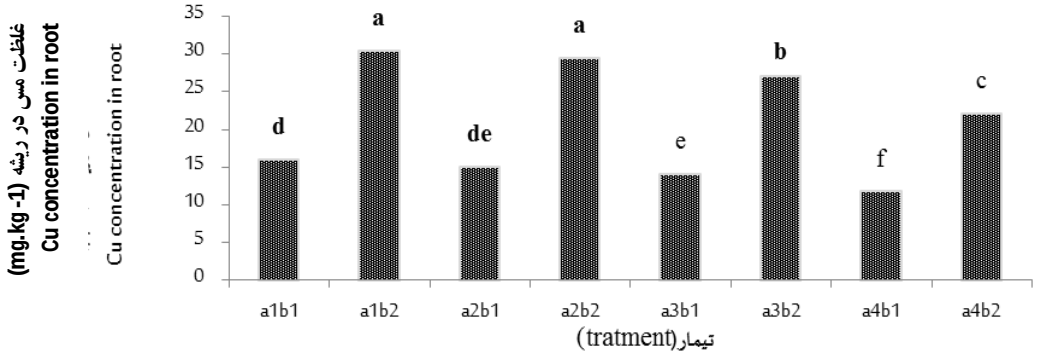
نتایج تجزیه واریانس تغییرات مس در اندام‌های هوایی و ریشه در جدول (3) نشان داد که اثر تیمارهای زئولیت، خاک و اثر متقابل آنها بر غلظت مس اندام هوایی و ریشه معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاربرد سطوح 0/5، 1/5 و 2/5 درصد وزنی زئولیت در تیمار خاک آلوده (b_2) غلظت مس در اندام هوایی بترتیب 14/07، 13/25 و 9/54 میلی‌گرم بر کیلوگرم و در ریشه بترتیب 29/5، 27/08 و 22/2 میلی‌گرم برکیلوگرم کاهش یابد (شکل 3 و 4). در واقع با افزایش کاربرد سطوح زئولیت در خاک آلوده جنگی غلظت مس در اندام هوایی و ریشه کاهش می‌یابد. از دلایل افزایش تثبیت مس توسط زئولیت و کاهش آن در اندام هوایی و ریشه این است که pH خاک‌های آلوده مناطق جنگی اسیدی است لذا زئولیت به کار رفته pH خاک را افزایش داده و باعث آزادسازی Na^+ و افزایش EC خاک می‌گردد. این امر

www.SID.ir

باعث کاهش قابلیت دسترسی بیش از حد مجاز مس و جلوگیری از انتقال آن به اندام هوایی و زیرزمینی گردید. سیمون (2001) نیز بیان کرد که غلظت مس، روی، نیکل و کادمیوم در گیاه کاسنی کشت شده در خاک آلوده با افزایش زئولیت کاهش یافت. در این پژوهش کاربرد 2/5 درصد وزنی زئولیت سبب شد تا میزان مس آزاد شده در تیمار خاک آلوده در اندام هوایی گندم 38 و در ریشه 26/2 درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف زئولیت) و در تیمار خاک غیرآلوده در اندام هوایی 49/8 و در ریشه 26/7 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یابد. اسپرینسکی و همکاران (2007) بیان کردند که افزودن زئولیت به لجن فاضلاب منجر به کاهش غلظت فلزات سنگین می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که تجمع مس در تیمار خاک آلوده قابل توجه و با ورود بیش از حد مجاز مس به گیاه اثر منفی بر خصوصیات فیزیولوژیکی دارد همچنین باعث تهدید سلامت انسان از طریق ورود به زنجیره غذایی گردد.



شکل 3- اثرات متقابل تیمار خاک و زئولیت بر غلظت مس اندام هوایی



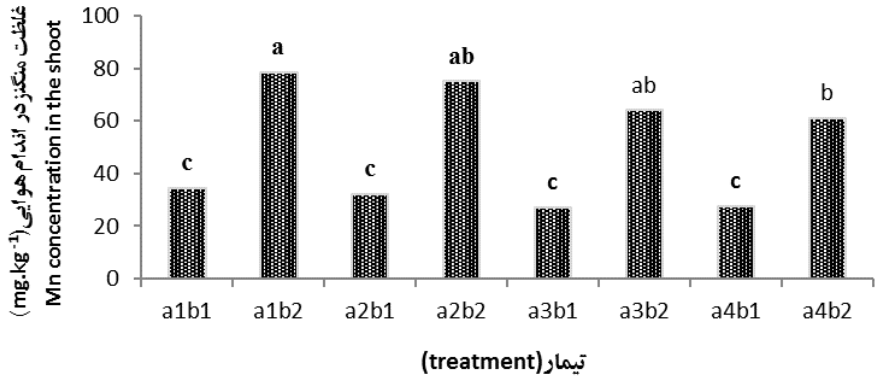
شکل 4- اثرات متقابل تیمارخاک و زئولیت بر غلظت مس ریشه

تأثیر تیمارهای زئولیت و خاک بر غلظت منگنز اندام هوایی و ریشه

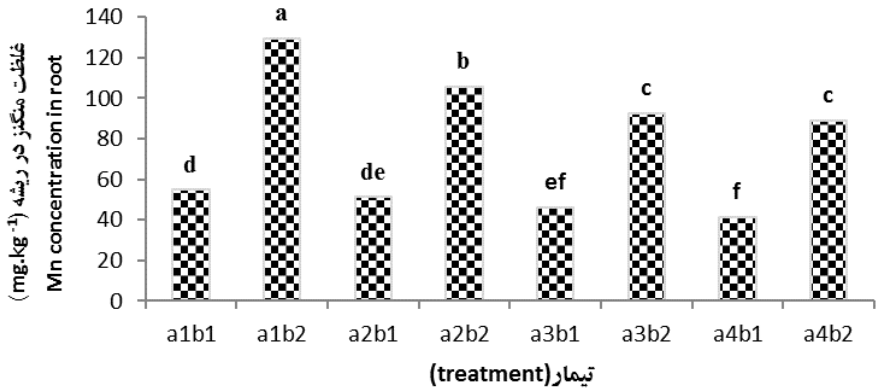
نتایج تجزیه واریانس (جدول 3) نشان داد که تأثیر تیمارخاک و زئولیت بر غلظت منگنز اندام هوایی و ریشه معنی‌دار ولی اثر متقابل بین تیمارها فقط در مورد غلظت منگنز در ریشه معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در خاک‌های آلوده به جنگ‌افزارها غلظت منگنز در اندام هوایی و ریشه افزایش می‌یابد. بیشترین غلظت منگنز در تیمار خاک آلوده (بدون‌کاربرد زئولیت) در اندام هوایی 79/54 و در ریشه 129/4 میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین غلظت منگنز در تیمار خاک غیرآلوده (بدون کاربرد زئولیت) در اندام هوایی 35/12 و در ریشه

www.SID.ir

54/7 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. نتایج نشان دهنده این است که با افزایش کاربرد سطوح 0/5، 1/5 و 2/5 درصد وزنی زئولیت در تیمار خاک آلوده سبب شد تا غلظت منگنز در اندام هوایی بترتیب 72/99، 65/31، 62/77 میلی‌گرم بر کیلوگرم و در ریشه بترتیب 51/12، 46/19 و 41/5 میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یابد. نتایج نشان می‌دهد که با کاربرد 2/5 درصد زئولیت برای تیمار خاک آلوده میزان منگنز در اندام هوایی نسبت به عدم مصرف زئولیت، 21 درصد و برای ریشه 31/5 درصد کاهش یابد. فتحی و چرم (1392) نیز در تحقیقات خود گزارش کردند که زئولیت به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد پتانسیل بالایی برای حذف فلزات سنگین دارد. مهمترین مکانیسم در کاهش فلزات سنگین در اثر کاربرد زئولیت بترتیب مربوط به فرایند تبادل یونی و رسوب فازهای نامحلول می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که غلظت منگنز جذب شده توسط ریشه به مراتب بیشتر از اندام هوایی گندم است. نتایج مشابهی هم توسط کامپین و همکاران (2008) گزارش شده است. این امر یک نکته مثبت تلقی می‌گردد زیرا با تجمع فلزات سنگین در ریشه مانع از انتقال آنها به اندام هوایی می‌گردد و از سمیت و انتقال بیش از حد مجاز از خاک به زنجیره غذایی جلوگیری می‌کند. زئولیت توانایی زیادی در پایش و تثبیت منگنز در مکان‌های آلوده به این فلز دارد. در این پژوهش میزان منگنز جذب شده در اندام هوایی از خاک آلوده در تیمار 2/5 درصد زئولیت، به دلیل مکانیسم تبادلی قوی جذب منگنز توسط زئولیت و همچنین تأثیر pH زئولیت بر نگه داشت و حفظ Mn و H^+ کاهش یافته است. گارسیا سانچز و همکاران (1999) گزارش کردند که کاربرد زئولیت در خاک بر غلظت عناصر ضروری در گیاه تأثیر گذاشته و باعث کاهش Mn از 933 تا 256 میلی گرم بر کیلوگرم می‌شود.



شکل 5- اثرات متقابل تیمار خاک و زئولیت بر غلظت منگنز اندام هوایی



شکل 6- اثرات متقابل تیمار خاک و زئولیت بر غلظت منگنز ریشه

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در خاک‌های آلوده به جنگ افزارها غلظت فلزات سنگین مس و منگنز در اندام‌های هوایی و ریشه گندم افزایش می‌یابد. مقادیر این فلزات در ریشه نسبت به اندام‌های هوایی گیاه بیشتر بود که نشان دهنده این است که بخش زیادی از فلزات سنگین و سمی را در ریشه گیاه تثبیت می‌شود و مانع از ورود آن به اندام‌های هوایی و ورود آن‌های به زنجیره غذایی می‌شود و نوعی سازگاری گندم با غلظت زیاد فلزات سنگین می‌باشد. اما با کاربرد زئولیت غلظت مس و منگنز موجود در ریشه و اندام‌های هوایی گیاه به طور معنی‌دار کاهش یافت که نشان دهنده این است که زئولیت در ساختار شبکه‌ای خود به عنوان پذیرنده پروتون عاملی برای جذب به شمار می‌رود و این امر به دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالای زئولیت و ایفای نقش این کانی به عنوان یک لیگاند تک دانه‌ای یا چند دانه‌ای بزرگ حلقه‌ای می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که با کاربرد مقادیر بالای زئولیت در خاک‌های آلوده سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی، ریشه و فرایند سلامت گیاه می‌گردد. لذا با تداوم این پژوهش، جنبه های مختلف حاصل از اثرات افزایش این اصلاح کننده بر خصوصیات خاک و گیاه، مشخص خواهد شد.

Reference

1. Allison L.E., 1965. Organic carbon. Pp. 1367-1378. In: Black CA (ed), Methods of Soil Analysis. Part 2. ASA, SSSA, Madison, WI.
2. Allison, L.E., and C.D. Moodie. 1965. Carbonate. P 1379-1396, In: Black, C.A., D.D. Evans, L.J. White, L.E. Ensminger and F.E. Clark (eds.), Methods of soil analysis. American society of agronomy, Madison, WI.
3. Ansari Mahabadi, A., Hajabbasi, M.A., Khademi, H. and H. Kazemian. 2007. Soil cadmium stabilization using an Iranian natural zeolite. Geoderma. 137: 388-393. (in Persian)
4. Benton, J. and V.W. Case, 1990. Sampling, handling and analyzing plant tissue samples. P 389-428, In: Westerman, R.L. (ed.). Soil testing and plant analysis. 3rd ed. Book series No. 3. Soil science society of America, Inc. Madison, WI., USA.
5. Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. In Methods of soil analysis (Edited by Black, C. A.) Part 2, pp. 891-901. Number 9 in the series agronomy: Am. Inst. Agronomy, Madison, Wisconsin.
6. Damian, F., and G. Damian. 2007. Detoxification of heavy metal contaminated soils. American Journal of Environmental Sciences. 3 (4):193–198.
7. Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. P 545-567, In: Black, C.A., Evans D.D., White L.J., Ensminger L.E. and Clark F.E. (eds.), Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI.
8. Erdem, E., Karapinar, N. and R. Donat. 2004. The removal of heavy metal cations by natural zeolites. Colloid Interface Science. 280: 309–314.
9. Farouk, S., Mosa, A.A., Taha, A.A., Ibrahim, H.M and A.M. El-Gahmery. 2011. Protective effect of humic acid and chitosan on radish plant subjected to cadmium stress, Journal of Stress, physiology and biochemistry 7(2). 99-116.
10. Fathi, M. and M. Chorom. 2013. The effect of zeolite on heavy metals in soils treated with sewage sludge and corn growth. Master's thesis of shahid chamran university of Ahvaz (in Persian)
11. Ghanbarzadeh, L. and M. Chorom. 2002. Effect of chemical characterization of soils around the Khorramshahr. Master's thesis of shahid chamran university of Ahvaz. (in Persian)
12. Hiret, H, and K. Shinozaki. 2012. Plant responses to abiotic stresses, translation Afrasiab rahnama, shahid chamran university press. (in Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

13. Hosseini Abari, S.A., Kaveh, M.E., and M.R. Saleh Parhizkar. 2007. Reaserch of chemical structure of the natural zeolites and their advantages for usage as amendments in agriculture soils. J. Sci. (Islamic Azad University); 17: 64. 11-18. (In Persian).
14. Hossner, L.R. 1996. Dissolution for total elemental analysis. P 49-64, In Methods of soil analysis. Sparks, D.L., (ed.). ASA and SSSA. Madison, WI.
15. Kazemiyan, H. 2005. Introduction to zeolites, mineral magic. Behesht Press. (in Persian)
16. Khan, S., Aijun, L., Zhang, S., Hu, Q., and Y. Zhu. 2007. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in lettuce grown in the soils contaminated with long-term wastewater irrigation. J. Hazardous Mater. 152: 506-515.
17. Kumpiene, J., Lagerkvist, A. and C. Maurice. 2008. Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendments –A review. Journal of Waste Management. 28: 215–225.
18. Leaniny, J. 2000. Environmental and health: Lsimpact of war. Camj. 163(9): 1157-61.
19. Littla, C.M. 1998. Micronutrient outline. File://A:cu3.htm.
20. Mahmood abadi, M. R., Abdi, F., Adhami, E. and G.H. Hadarbadi. 2008. Effects of zeolite application Cadmium toxicity, growth, nodulation and chemucal compostion of soybean. Iran International Zeolite Conference. Majid, A., and Argue, S. 2001. Remediation of heavy metal contaminated solid wastes using agglomeration techniques. Minerals Engineering. 14(11): 1513-1525.
21. Mahmoodabadi, M. R., Abdi, F., Adhami, E. and G.H. Hadarbadi. 2008. Effects of zeolite application on Cadmium toxicity, growth, nodulation and chemical composition of eoybean. Iran International Zeolite Conference. (in Persian)
22. Malardi, M. and V. Asghari. 2005. Chemical introduction to the aspects of the environment, montasheran publishing. (in Persian)
23. Marschner, H. 1995. Mineral nutrient of higher plants, Academic press, New york, pp 889.
24. Ming, D.W. and F.A. Mumpton. 1989. Zeolites in soils. P 873-909, In Minerals in Soil Environments (2nd Edition). SSSA. Madison, WI.
25. Mirzadeh, H. 2011. Ward and some wounds on earth. Etemad Univeristy, 9th year of publication, no, 2285.
26. Mohamadi sani, M., A staraei, A., Fotovat, A., and A. hakziyam. 2011. Inactivation of Lead and zin in mine waste using zeolite and TSP and its effecton whrat growth. Iran. J. Field crops Res. 8:6.956-964(in Persian)
27. Morgan, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Ann.Rev. plant physiol.34:299-319.
28. Olsen, S.R., Cole, C., Watanabe, F.S. and L.A. Deam. 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with Sodium bicarbonate. USDA Circular 939. US Gov. Printing office, Washington, DC.
29. Page A.L., Miller R.H. and D.R. Keeney. 1982. Methods of soil analysis, part 2, 2nd ed. American Society of Agronomy: Madison, Wisconsin.
30. Pontier, D., Gan, S., Amasino, R., Roby, D. and E. Lam. 1999. Marker for hypersensitive response and senescene show distinct pattern of expression plant Mol Biol, 39:1243-1255.
31. Querol, X., Alastuey, A., Moreno, N., Garcia-Sanchez, A., Cama, J., Ayora, C. and M. Simon. 2006. Immobilization of heavy metals in polluted soils by the addition of zeolitic material synthesized from coal fly ash. Chemosphere, 62: 171–180.
32. Saee shahi, R. 2008. Iran is surrounded by 16 million mines. Institute of Education Sciences Sacred Defense. (in Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

33. Salt, D.E., Blaylock, M., Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Ensley, B.D., Chet, I., and I. Raskin. 1995. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. Biotechnology. 13: 468-475.
34. Sanaee, G.H. 1992. Industrial Toxicology, Vol. I, Tehran University Press. (in Persian)
35. Sarkaki, M. 2015. Effects of sewage sludge and zeolites on the forms of phosphorus mineral and phosphorus release kinetics in a calcareous soil. Master's thesis of shahid chamran university of Ahvaz. (in Persian)
36. Shi, W. Y., Shao, H.B. Li, H., Shao, M.A, and S. Du. 2009. Progress in the remediation of hazardous heavy melal – Polluted Soils by natural Zeolite. J. Hazaradous mater, 170:1-6.
37. Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Natural Zeolite on Wheat Uptake of Copper and Manganese in Contaminated Soils of War Zones

A. Azogh, S. K. Marashi[1], and T. Babaeinejad

MSc., Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran; E-mail: aliazogh94@gmail.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: September, 2016, 2017 and Accepted: September, 2017

Abstract

Among the main limitations for growing crops, especially wheat, in soils of the previous war zones is the presence of high concentrations of heavy metals, particularly manganese and copper. These metals enter plant organs and cause toxicity and endanger the food security of the consumers. One of the approaches for modification of these contaminated soils is application of zeolite. The aim of this research was investigation of the effect of natural zeolite on uptake of Cu and Mn from contaminated soils of war zones by wheat. The experiment was performed in a completely randomized design with three replications for each pot in research field of Islamic Azad University of Ahvaz during 2015-16 crop season. Treatments were four levels of zeolite including: a_1) zero, a_2) 0.5%, a_3) 1.5%, and a_4) 2.5 percent of soil weight and two soil samples containing soils contaminated from front lines of war zones (b_2) and uncontaminated soils (b_1). Results showed that in contaminated soils of war zones, the concentrations of Mn and Cu increased in roots and shoots of wheat, significantly. Also, the application of higher amounts of zeolite significantly reduced the concentration of Cu and Mn and increased root and shoot dry weight.

Keywords: Plant contamination, Heavy metals, Food security

Archive of SID

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

www.SID.ir