Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۳، ص. ۱۲۲۷-۱۲۱۷

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 6, Jan.-Feb. 2015, p. 1217-1227

بررسی اثر کشت گیاه سورگوم در تغییر برخی شاخص های زیستی خاک در سطوح مختلف روی

سپیده باقری[۱] – حسین میرسیدحسینی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۷

چکیده

روی از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاه است که غلظت زیاد آن موجب آلودگی و ایجاد سمیت در گیاه می‌شود. در این پژوهش اثرات کشت گیاه سورگوم بر برخی شاخص های فعالیت میکروبی و رابطه آن با افزایش غلظت روی در دو خاک با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نسبتا مشابه اما متفاوت در غلظت فلزات سنگین مورد بررسی قرار گرفت. در هر دو خاک سه سطح روی $mgkg^{-1}$ ۲۵۰، ۳۷۵و۵۰۰ (بر اساس روی اولیه قابل استخراج با اسید نیتریک) اضافه شد. با استفاده از جعبه های پلاستیکی محتوی ۸ کیلوگرم خاک محفظه های ریشه دان (Rhizobox) تهیه شد، که فضای داخل آن با استفاده از صفحات توری نایلونی به سه منطقه S_1 (منطقه ریزوسفری)، S_2 (مجاور به ریزوسفر) و S_3 (توده خاک) جداسازی گردید. نتایج نشان داد که در تمام سطوح روی و در هر دو نوع خاک BCF بزرگتر از ۱ بوده است، سورگوم بر اساس این شاخص به عنوان گیاهی جهت بیش اندوزی روی محسوب می‌گردد. تنفس میکروبی و فعالیت دی‌هیدروژناز در خاک آلوده تر در تمامی مناطق جزءبندی شده مجاور ریشه کاهش یافت.در این رابطه اگرچه محیط ریشه (سوبسترا) و بازدارنده ها (فلزات سنگین) در تشکیل کمپلکس سوبسترا–آنزیم و بازدارنده–آنزیم رقابت می‌کنند، اما اثرگذاری ریشه در افزایش فعالیت میکروبی و آنزیمی در خاک ۱ (غیرآلوده) بیشتر از خاک۲ (آلوده) است. علت آن نیز احتمالا بهبود شرایط کشت گیاه سورگوم بر افزایش فعالیت های میکروبی آن در مجاورت ریشه حتی در شرایط تنش شدیدتر از نظر غلظت روی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سورگوم، روی، ریزوسفر، ریشه‌دان، شاخص‌های زیستی

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین به طور کلی نمی تواند تعیین کننده اثر سمیت یک عنصر بر فعالیت زیستی در خاک یا محیط باشد. بنابراین بررسی دو نوع سمیت کلی و یک عنصر (نقش بیشتری که بر آلودگی می‌گذارد) به درک بیشتر اثر سمیت آن فلز سنگین خاص کمک می‌کند (۱۱). روی از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاهان است. اما غلظت زیاد آن موجب آلودگی در آب های سطحی، زیرزمینی و سمیت گیاهان می‌شود. در این شرایط برای رسیدن به پوشش گیاهی پایدار و مقاوم، گیاهان با دقت زیاد و به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که از سطح ریشه‌ای مناسب برخوردار باشند. حتی المقدور بومی و نسبت به شرایط خاک منطقه سازگار باشند. سورگوم که از خانواده گندمیان است، توانایی رشد و سازش با شرایط اقلیمی مختلف و حذف آلاینده‌ها را به خوبی دارا می باشند (۲۴). میرشکالی و همکاران (۲۵) گزارش دادند که سورگوم با توجه به این خصوصیات، توانایی تحمل غلظت بالایی از روی را دارد (۷ و ۲۳). مارشیول و همکاران (۲۳) مقدار برداشت روی از خاک را ۲۰۰۰ گرم بر هکتار توسط سورگوم عنوان کردند. برخی محققین به بررسی تغییرات شاخص های رشدی گیاهان و تغییرات آنزیمی خاک در مجاورت ریشه و توده خاک را به عنوان عوامل اثر پذیر در خاک های با سطوح مختلف روی پرداختند (۴۳ و ۲۵). تنفس می‌تواند شاخص بسیار مناسبی از عملکرد ریزجانداران خاک باشد. فراوانی ترکیبات آلی در ریزوسفر، منجر به افزایش تنفس می‌شود چرا که این مواد منبع عناصر غذایی و انرژی لازم برای آن ها محسوب می‌گردند. تنفس خاک شامل تنفس ریزوسفری (تنفس ریشه و ریزجانداران ناشی از مواد تولید شده از ریشه) و تنفس ناشی از مواد آلی (SOM) می‌باشد (۱۲). فعالیت های آنزیمی نیز اغلب به عنوان اولین و حساس ترین شاخص زیست محیطی خاک در شرایط طبیعی و زیست بوم‌های کشاورزی مورد نظر می باشند (۵). به علاوه آنزیم ها نسبت به غلظت عناصر سمی در

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: mirseyed@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

خاک حساس بوده، روش های اندازه‌گیری آنها سریع، ساده و ارزان می‌باشند (۲۸). آنزیم ها به مقدار زیاد و دامنه‌ای از تنوع در خاک موجود می‌باشند که مواد آلی را به معدنی تبدیل کرده و مورد استفاده گیاه قرار می‌دهد (۱۲). دی‌هیدروژناز یک آنزیم خارج سلولی اکسیدورداکتاز میکروبی است و فعالیت آن وابسته به متابولیسم موجودات زنده در محیط خاک می‌باشد. این آنزیم در درون سلول‌های زنده میکروبی، فرآیندهای اکسایش و کاهش را انجام می‌دهند. فعالیت این آنزیم حساسیت قابل ملاحظه ای به آلودگی فلزات سنگین دارند (۳۵). افزایش غلظت چندین فلز سنگین اثر متفاوتی را با افزایش غلظت فقط یک فلز سنگین بر کاهش فعالیت آنزیم دی‌هیدروژناز دارد. علت این موضوع تحت فرآیندهای بسیار پیچیده می‌باشد اما تا حدی زیادی مربوط به برهمکنش آن‌ها با عناصر غذایی است. بنابراین بررسی تغییرات آن جهت ارزیابی کیفیت و حاصلخیزی خاک اهمیت زیادی دارد (۱۲). آکمل و جینمینگ (۲) در آزمایشی تحت آلودگی فلزات سنگین خاک، دریافتند کاهش دی‌هیدروژناز ناشی از پیوند این عناصر با گروه های عاملی آنزیم است که موجب کاهش فعالیت میکروبی و در نتیجه کاهش جمعیت ریزجانداران خاک می‌گردد. ایشان مشاهده کردند که افزایش غلظت این عناصر اثر آنتاگونیسمی با میزان ترشح آنزیم دی‌هیدروژناز در خاک دارد (۱۴). شنگ لی و همکاران (۱۲) به مطالعه چند آنزیم در منطقه صنعتی پرداختند. آنها برهمکنش منفی و بسیار معنی داری تری بین فلزات سنگین همچون روی در خاک و فعالیت آنزیم دی‌هیدروژناز مشاهده کردند. بخش اعظمی از فعالیت آنزیمی تحت تاثیر ریشه تغییر می‌کند، ونگ و همکاران (۴۲) مشاهده کردند که در گیاهانی که زیست توده ریشه بیشتری دارند مقدار ترشحات دی‌هیدروژناز و اسیدهای آلی با وزن مولکولی پایین بیشتری دارند. بانکس و همکاران (۶) نیز ترشح ترکیبات ناشی از ریشه به عنوان سوبسترای اولیه جهت تجزیه آلاینده ها جهت تجزیه آلاینده ها معرفی نموده اند. این موضوع سبب جذب بیشتر آلاینده ها در خاک می‌باشد.

نقطه شروع و مسیر اصلی ورود عناصر به زنجیره غذایی منطقه فراریشه (ریزوسفر) گیاه می‌باشد (۱۴)، پس این ناحیه با اهمیت ترین منطقه در چرخه زندگی گیاه است. تعیین منطقه ریزوسفر و مطالعه تغییرات شیمیایی در خاک های مختلف تحت کشت گیاه امری دشوار است، زیرا در اغلب موارد نمی‌توان مرز مشخصی را برای منطقه تحت تاثیر ریشه تعیین نمود که اثر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی در اطراف ریشه تا چه فاصله ای گسترش یابد. با توجه به این موضوع و تجربیات قبلی، ریشه دان ها (Rhizobox) جهت بررسی این تغییرات در فواصل مختلف از ریشه موثر واقع می‌شوند. محدود کردن ریشه‌ها به حجم معینی از خاک سبب افزایش تراکم آن ها شده و نمونه برداری از خاک ریزوسفری را تسریع می‌بخشد. یک صفحه با منافذ ریز از جنس نایلون با دیگر مواد مصنوعی و یا استیل ضد زنگ نیز می‌تواند برای محدود کردن رشد ریشه گیاه استفاده گردد. این صفحه اجازه عبور آب، گاز و پخشیدگی مواد غذایی را می-دهد به گونه‌ای که رشد گیاه تا حدزیادی تحت تاثیر قرار نگیرد (۱۶). بسته به گونه و مرحله رشد مطالعاتی گیاه ریشه دان با اندازه های متفاوتی ساخته می‌شود. در بسیاری از مطالعات اندازه‌گیری مقدار کل فلزات جهت ارزیابی میزان سمیت بیان گردیده است، در حالی که مقدار کل یک عنصر نشانگر اثر گذاری یا عدم تاثیر آن بر بسیاری از عوامل رشد نمی باشد. به این منظور در این پژوهش نیز به بررسی سطوح روی بر بسیاری از شاخص های زیستی که نسبت به آن حساسیت قابل توجهی دارند در دو نوع خاک و یک گیاه صورت گرفت.

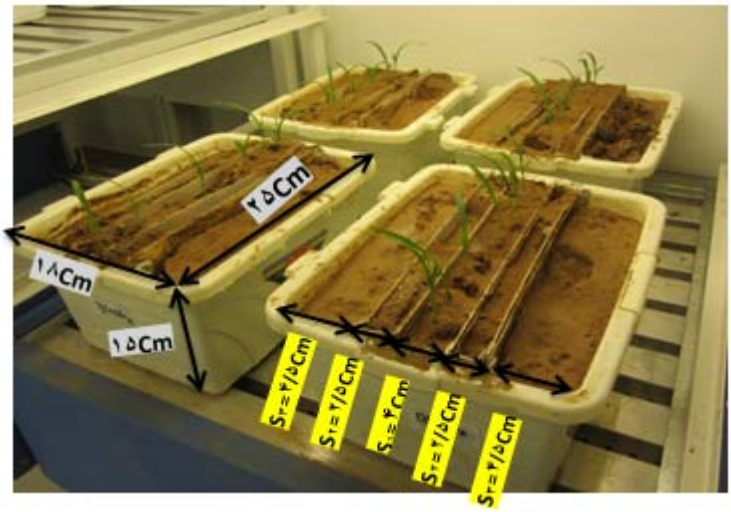
مواد و روش ها

نمونه برداری خاک : با استفاده از اطلاعات قبلی دو نمونه خاک از دو منطقه با خصوصیات نسبتا مشابه فیزیکی و شیمیایی انتخاب و نمونه برداری به صورت مرکب از لایه ی سطحی (عمق صفر تا ۲۰ سانتی متر) انجام شد. نمونه اول از منطقه‌ای بدون آلودگی صنعتی از شهرستان طالقان با مشخصات جغرافیایی: ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۷m و طول جغرافیایی ″۲۱ ′۵/۳ °۳۶ شمالی و عرض جغرافیایی″۱۲′۹/ ۲۸°۵۰ شرقی، و نمونه‌ی دوم از منطقه ای در مجاورت شرکت صنعتی روی زنگان و پارس روی واقع در جاده ی بیجار- زنجان با مشخصات جغرافیایی: ارتفاع از سطح دریا ۱۶۷۰m و طول جغرافیایی ″۴۰′۱۸/۸ °۳۶ شمالی و عرض جغرافیایی″۳ ′۲۱ °۴۸ شرقی برداشت شد.

اندازه‌گیری مشخصات ابتدایی خاک و آماده سازی جعبه کشت : در نمونه های تهیه شده پس از آماده سازی اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (عصاره اشباع) (۳۳)، pH (عصاره اشباع) (۴۰)، بافت خاک (۸)، ظرفیت تبادل کاتیونی (۳۸)، کربن آلی (۲۷)، درصد رطوبت اشباع و کل فلزات سنگین (۱۰) صورت پذیرفت. جعبه‌های کشت پلاستیکی (ریشه دان‌ها) با ابعاد ۲۵X۱۵X۱۸ سانتی متر با توجه به تحقیقات گذشته (۱۹) و با کمی تغییر (بسته به هدف کار) تهیه شد. در هر جعبه با استفاده از صفحات مشبک نایلونی (۴۰ مش) سه منطقه جداسازی شد که شامل (S_1-منطقه ریزوسفر، S_2-منطقه مجاور ریزوسفر و S_3-منطقه توده خاک) می‌باشند. خاک ها به میزان ۸ کیلوگرم در هر جعبه کشت ریخته شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- جعبه های کشت

اعمال تیمارها : خاک های مورد نظر با استفاده از نمک سولفات روی در سه سطح (۲۵۰،۳۷۵ mg kg^{-1} و۵۰۰) و با توجه به مقدار روی اولیه موجود (قابل استخراج با اسید نیتریک) آلوده شدند، معیار اعمال تیمارها تحقیقات انجام شده توسط وی هوآنگ و همکاران (۴۳) و میرشکالی و همکاران (۲۵) بود. پس از افزودن نمک سولفات روی، جعبه های کشت به مدت سه ماه در دمای ۲۵ C° و رطوبت بهینه خاک (۷۰ درصد رطوبت ظرفیت زارعی) و رطوبت هوای ۶۰ درصد در انکوباتور نگهداری و دوره های خشک و تر شدن اعمال شد. پس از خاتمه دوره ماند جعبه های کشت به اتاقک رشد منتقل و کشت ۱۰بذر سورگوم در منطقه میانی انجام شد که به ۳ بذر تنک شدند. گیاهان سورگوم در در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت هوا ۷۰درصد و شدت نور ۱۴۰۰۰LUX به مدت ۷ هفته در اتاقک رشد گروه علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج رشد داده شدند. سپس محصول جعبه های کشت برداشت و ارتفاع و وزن‌تر شاخساره پس از شست و شو و خشک کردن بلافاصله تعیین شد. نمونه های گیاه در پاکت‌های کاغذی و در آون ۷۰ درجه سلسیوس به مدت۷۲ ساعت خشک شدند و وزن خشک اندازه‌گیری شد. به منظور جدا سازی ریشه‌ها، خاک منطقه میانی را که ریشه در آن تمرکز یافته است از جعبه‌ها خارج کرده و ریشه ها را جدا و خاک چسبیده به آن را تکان داده، ریشه‌ها را با آب و بعد با آب مقطر شستشو و پس از اندازه‌گیری وزن تر در پاکت کاغذی قرار دادیم و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و بعد وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. ارزیابی مقدار روی نمونه‌های گیاهی توسط هضم به روش سوزاندن خشک[1] و حل کردن با HCl انجام شد (۴۱). برای محاسبه میزان جذب عناصر غذایی از رابطه غلظت × وزن خشک = میزان جذب (µg/pot) استفاده شد (۲۶).

فاکتور انتقال TF و شاخص زیستیBCF : محاسبه فاکتور انتقال به منظور تعیین میزان انتقال عنصر از ریشه به اندام هوایی با استفاده از رابطه $TF=C_{shoot}/C_{root}$ (۱۳) و شاخص زیستی برای تیمارهای مختلف جهت تعیین میزان انباشت روی در گیاه سورگوم از رابطه $BCF=C_{plant}/C_{soil}$ (۲۲) انجام شد.

اندازه‌گیری فعالیت های میکروبی: میزان دی‌اکسیدکربن حاصل از تنفس میکروبی، از طریق تیتراسیون برگشتی با سود باقی مانده تعیین و برحسب میلی گرم CO_2 آزاد شده بر کیلوگرم خاک خشک در یک هفته محاسبه گردید (۴). برای تعیین فعالیت آنزیم دهیدروژناز از روش اوهلینگر و همکاران (۳۰) استفاده شد. ۲،۳،۵- تری فنیل تترازولیوم کلرید (TTC) به عنوان گیرنده الکترون عمل می‌کند و کاهش آن موجب تولید تری فنیل فرمازان (TPF) می‌شود. جذب تراکم رنگ را با اسپکتروفتومتر در ۵۴۶ نانومتر اندازه‌گیری نمودیم.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی و فیزیکی ابتدایی خاک ها

اگر چه اغلب خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک های مورد استفاده در آزمایش، قبل از اعمال تیمارها برای دو خاک مشابه بوده است اما غلظت عناصر سنگین به جز آهن و مس در آنها (با توجه به مکان نمونه برداری خاک) متفاوت می باشد (جدول۱).

1- Dry ashing

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- خلاصه جدول تجزیه واریانس شاخص های زیستی گیاه

میانگین مربعات

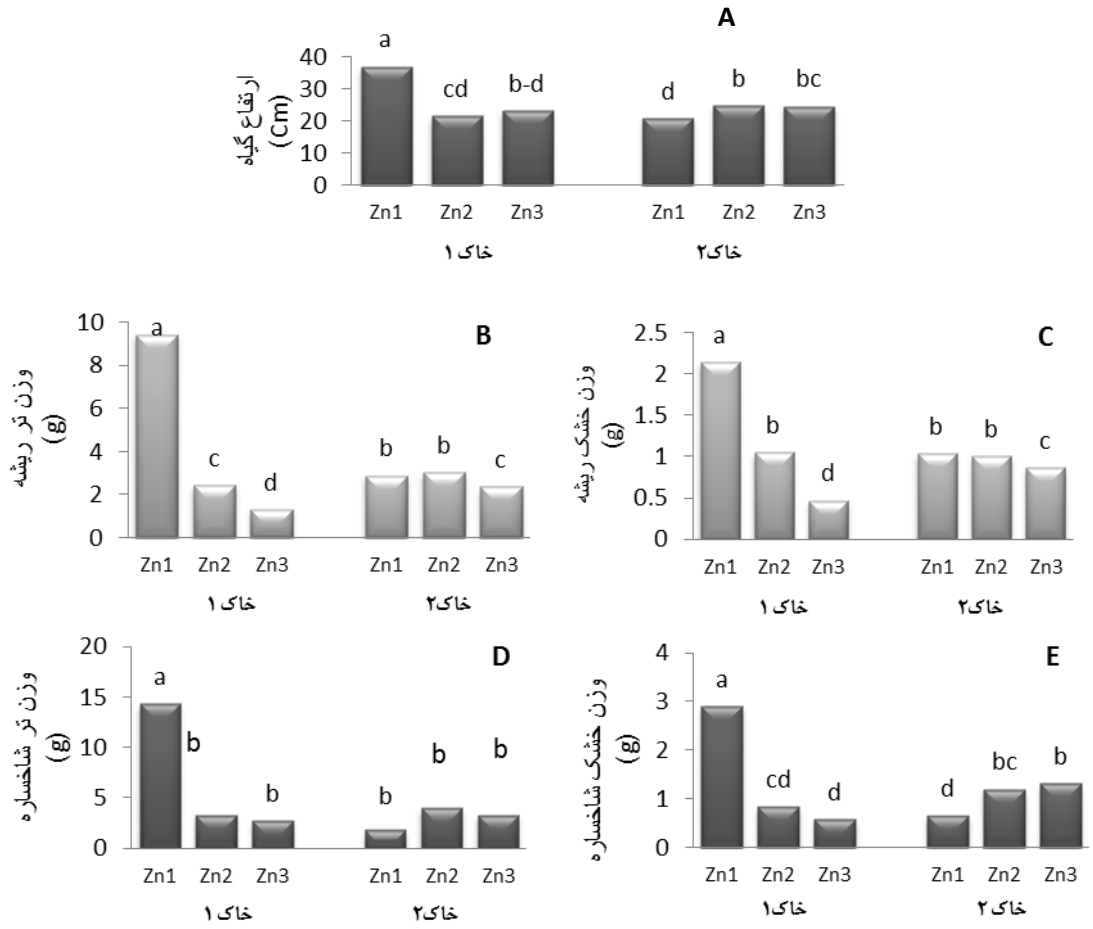
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	وزن تر		وزن خشک		غلظت روی		جذب روی		TF	BCFroot	BCFshoot	BCForgan
			ریشه	شاخساره	ریشه	شاخساره	ریشه	شاخساره	ریشه	شاخساره				
خاک	۱	۵۶/۲**	۷/۹**	۴۲/۳**	۰/۱۹**	۰/۴۸۴**	۹۲۷۱ns	۱۴۰۵۷/۵**	۴۰۳۴/۱ns	۶۲۲۲۹/۴**	۰/۰۹۴*	۰/۰۰۰۶ns	۰/۱۱۳**	۰/۰۹۶ns
روی	۲	۴۵/۳**	۲۰/۶**	۳۰/۸**	۰/۸۶**	۰/۸۲**	۳۶۶۱۶/۱**	۴۹۰۳/۴*	۵۳۷۸/۲**	۳۱۱۴۰/۰۳**	۰/۰۰۰۹ns	۰/۱۱۷ns	۰/۰۶۸**	۰/۳۴*
خاک×روی	۲	۱۲۱/۸**	۱۸/۱**	۵۵/۸**	۰/۵**	۲/۶**	۴۸۴۴/۸۹ns	۷۸/۳ns	۱۳۳۴۶۰**	۱۳۵۵۹۲/۸**	۰/۰۰۳ns	۰/۰۱۵۷ns	۰/۰۰۳۴ns	۰/۰۰۴ns
خطا	۶	۱/۶	۰/۰۳	۱/۳	۰/۵۲	۰/۰۳۹	۳۱۱۵	۸۱۰	۳۶۴۳	۴۸۸۴	۰/۰۰۶۱	۰/۰۳۴۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳۶

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

	pHe	ECe (dsm^{-1})	CEC (Cmolc/kg)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد کربن آلی	درصد رطوبت گل اشباع	Fe-HNO_3 ($mg\ kg^{-1}$)	Zn-HNO_3 ($mg\ kg^{-1}$)	Cu-HNO_3 ($mg\ kg^{-1}$)	HNO_3-Mn ($mg\ kg^{-1}$)	Pb-HNO_3 ($mg\ kg^{-1}$)
خاک (۱)	۸/۴	۱/۱۱۵	۱۱/۵	۲۶	۲۷/۶	۴۶/۴	۰/۸۵	۳۴/۶۸	۲۴۲/۵	۳۸/۲۶	۱۸/۸	۲۵/۸	۱۵/۵
خاک (۲)	۸/۲	۱/۳۱۵	۱۲/۲	۳۱/۸	۲۲	۴۶/۲	۱/۴۷	۳۵/۳۸	۲۲۰/۷۵	۲۲۳/۷۵	۲۱/۹۷	۳۲۷/۵	۲۲۷

www.SID.ir

Archive of SID



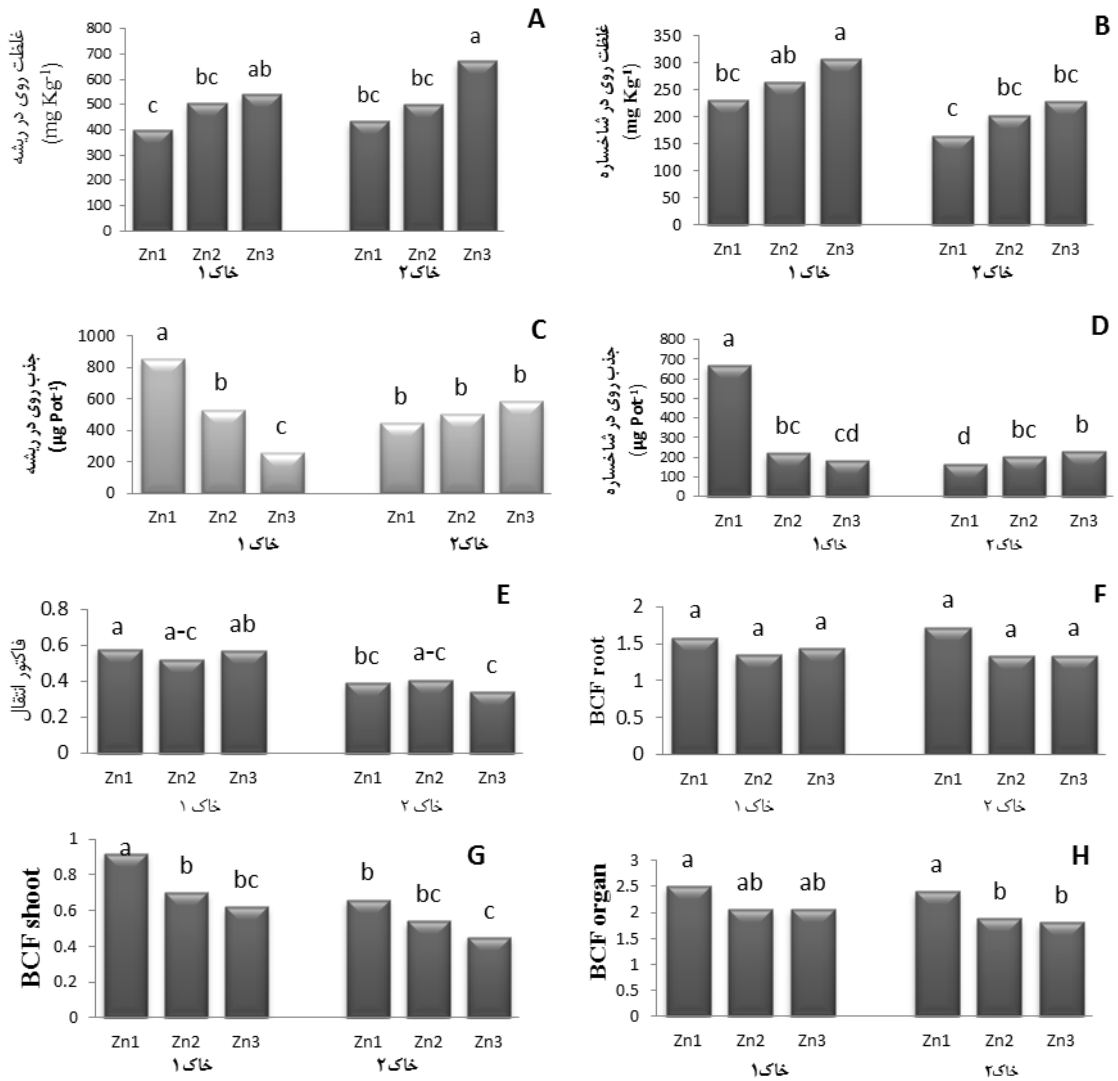
شکل۲- شاخص‌های ظاهری گیاه

با توجه به جدول ۲ نوع خاک و تغییر غلظت روی بر ارتفاع، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) است. اثر خاک بر غلظت و جذب روی در ریشه معنی دار نبود در حالی که بر غلظت و جذب آن در شاخساره معنی‌دار بوده است. اثر خاک بر فاکتور انتقال و شاخص زیستی شاخساره نیز از نظر آماری معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) است.

در شکل (۲-A) خاک ۲ افزایش سطوح روی موجب افزایش ارتفاع گیاه گردید، در حالی که درخاک ۱ با کاهش همراه بوده است. با توجه به شکل (۲-A,B,C,D) در خاک۱ کاهش وزن خشک شاخساره از غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش معنی‌داری دارد، در حالی که در خاک۲ افزایش وزن خشک تا غلظت ۳۷۵ مشاهده شد. بر اساس گزارش میرشکالی و همکاران (۲۵) تفاوت در کاهش و افزایش ارتفاع می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع و میزان قدرت بافری خاک‌ها و غلظت فلزات سنگین باشد. آنها علت کاهش ارتفاع با افزایش سطوح روی را ناشی از اثرات بازدارنده سمیت روی بر تولید کلروفیلII و فتوسنتز در شاخساره گیاه عنوان کردند. کاهش ارتفاع گیاه در خاک ۱ احتمالا مربوط به اثرات سمی و محدود کننده رشد می‌باشد و افزایش روی متعاقبا می‌تواند منجر به کاهش جذب فسفر در گیاه گردد، که یک عنصر اصلی ساختمانی در گیاه محسوب می‌شود. در حالیکه افزایش مقدار روی در تیمارهای خاک۲ می‌تواند تا حدودی مربوط به نقش رقابت عناصر فلزی در خاک باشد (۳) که با افزایش غلظت روی از جذب سایر عناصر فلزی سمی کاسته و در مجموع شرایط مطلوب‌تری برای رشد گیاه فراهم شده است. در گزارش دیگری افزایش سطوح روی در یک خاک آلوده اثر کاهشی بر عملکرد ریشه سورگوم داشته است در حالی که بر عملکرد شاخساره اثر افزایشی نشان داده است (۱۶). میرشکالی و همکاران (۲۵) نشان دادند که عملکرد نسبی گیاه سورگوم در غلظت های بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در خاک کاهش یافت. بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) تغییرات سطوح روی با فاکتورهای اندازه-گیری شده در ریشه معنی دار و نشان دهنده روند کاهشی با افزایش سطوح بکار رفته بود.

www.SID.ir

Archive of SID



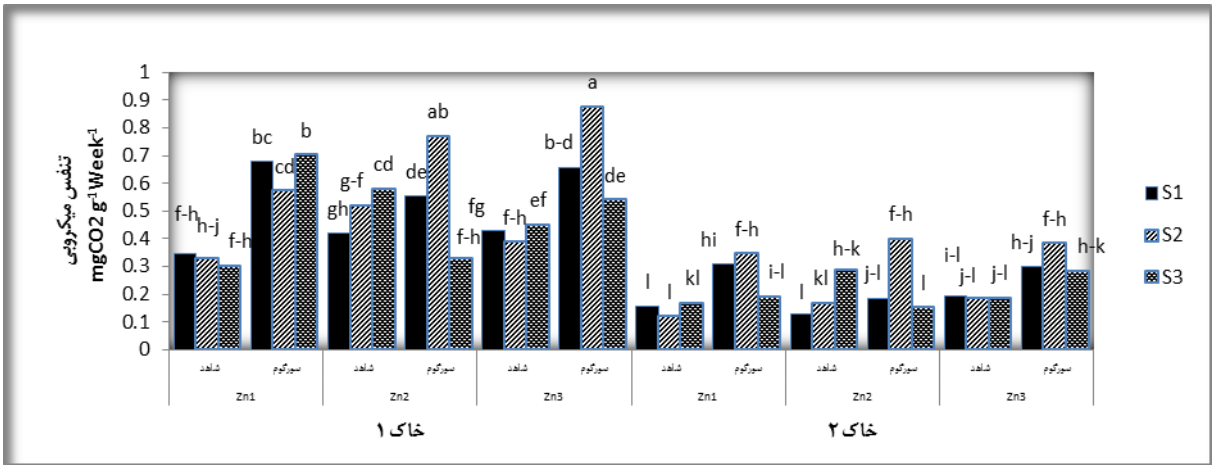
شکل۳- بررسی برخی شاخص های زیستی گیاه

در این خصوص میزان تاثیر در خاک ۱ بیشتر از خاک ۲ بود (۳). در همین حال مقایسه اثر اصلی نوع خاک برای وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار نبود.

همان طور که در شکل (۳-A,B) دیده می‌شود غلظت روی در ریشه سورگوم بیشتر از شاخساره می‌باشد. از آنجایی که ریشه در تماس مستقیم با خاک است بنابراین میزان تجمع روی در این اندام بیشتر بوده است. افزایش غلظت روی در بافت های ریشه نسب به شاخساره به دلیل نیاز بیشتر این اندام ها می‌باشد. عامل موثر در نسبت های متفاوت فلزات سنگین بین خاک و بافت های مختلف گیاه می‌تواند ناشی از دسترسی زیستی، ضروری و غیرضروری بودن فلزات برای گیاه باشد (۱). تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که تجمع فلزات سنگین در ریشه بسیار بیشتر از بخش هوایی است این موضوع با مقایسه دو نمودار (۳-C,D) کاملا مشهود است (۴۴). بنابراین با توجه به رابطه غلظت و جذب میزان جذب روی با توجه به کاهش زیست توده گیاهی کاهش می‌یابد. در شرایط بدون آلودگی، گیاه آسان تر یون های فلزی را از محدوده اطراف ریشه‌های خود جذب می کند (۱۸). میر شکالی و همکاران (۲۵) مشاهده کردند که افزایش غلظت روی در خاک موجب کاهش جذب آن می‌گردد. با توجه به شکل های (۳-A,B) با افزایش غلظت روی در خاک مقدار غلظت آن درگیاه افزایش یافت، اما به علت زیست توده پایین تر تحت تاثیر سمیت روی و رابطه غلظت و جذب مقدار جذب آن نیز در گیاه کاهش خواهد یافت. افزایش غلظت روی در خاک به علت اثر سمیت آن، موجب کاهش جذب آن در شاخساره گیاه سورگوم گردید (۲۹).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- مقایسه شدت تنفس میکروبی ($mgCO_2\ g^{-1}Week^{-1}$) در مناطق جداسازی شده خاک (S_1,S_2,S_3) در محیط کشت گیاه سورگوم و خاک شاهد، پایان کشت (در سطح احتمال ۵ درصد)

گیاهانی که عامل غلظت زیستی و فاکتور انتقال بالاتری داشته باشند، جهت گیاه پالایی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴۵). فاکتور انتقال نشان دهنده ظرفیت گیاهان برای تجمع و انتقال عناصر سمی از یک اندام به اندام دیگر است و تنظیم و تعدیل عناصر سنگین جذب شده از محلول خاک را نشان می دهد (۹). در خاک ۱ (شکل ۳- E) با غلظت پایین تر فلزات سنگین انتقال روی از ریشه به شاخساره بیشتر است. در این حالت روند تغییرات فاکتور انتقال ارتباط معنی داری با افزایش سطوح روی ندارد. تغییرات این عامل برای خاک ۲ با میزان آلودگی بیشتر نشان دهنده عکس العمل نامطلوب سورگوم به افزایش غلظت فلزات سنگین است، در مقایسه با خاک ۱ که در آن تنها سطوح روی افزایش یافته. مک فارلان و همکاران (۲۲) کاهش عامل انتقال از ریشه به شاخساره گیاه را ناشی از نوعی مصرف فلز در اندام های مختلف گیاهی دانستند. پس تجمع مقادیر قابل توجهی از آن در گیاه قابل انتظار می‌باشد. گیاهانی که دارای BCF>۱ هستند بیش اندوز[1] و گیاهانی که BCF>۱ دارند دفع کننده[2] می‌باشند (۲۱). با توجه به شکل (F,G,H-۳) در تمام سطوح روی و در هر دو نوع خاکBCF>۱ می‌باشد، بنابراین با در نظر گرفتن این شاخص سورگوم به عنوان گیاهی جهت بیش اندوزی روی در این محدوده غلظتی است اگرچه شرایط دیگری نیز باید برای یک گیاه بیش اندوز در نظرگرفته شود.

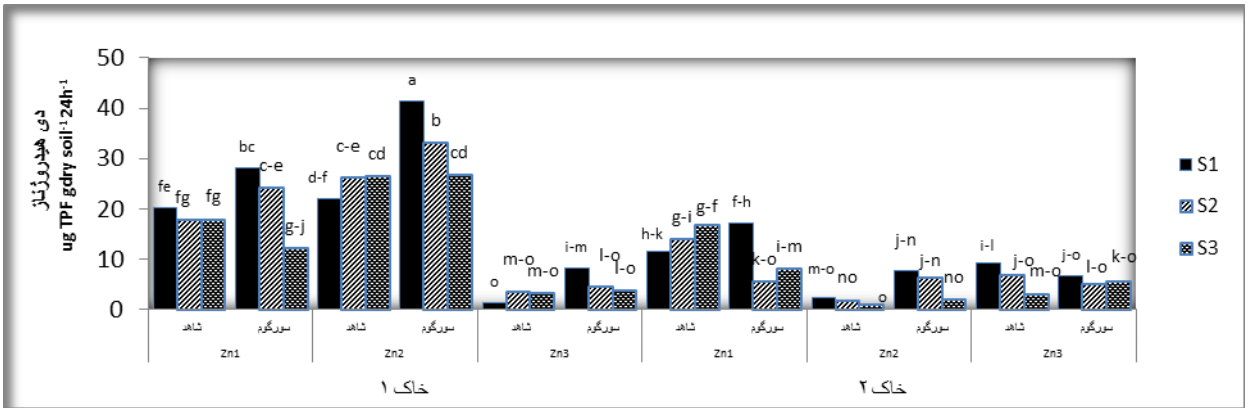
با توجه به شکل ۴ افزایش سطوح روی و نوع خاک تاثیر معنی داری بر شدت تنفس میکروبی داشته است. تاثیر غلظت فلزات سنگین (با توجه به دو نوع خاک) بر تنفس دارای اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) بود. جمعیت میکروبی تحت تاثیر آلودگی های کوتاه مدت (۳۲) و بلند مدت تغییرات متفاوتی می‌یابد (۳۷)، بعلاوه اثر سمیت فلزات بر جمعیت ریزجانداران با سابقه آلودگی و نوع خاک متفاوت می‌باشد (۳۵). همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود شدت تنفس میکروبی در منطقه ریزوسفر و مجاور ریزوسفر هر دو خاک تحت کشت افزایش یافته است. با مقایسه نتایج حاصل از زیست توده گیاهی در شکل۲ بهبود شرایط زیستی در منطقه ریزوسفر بر افزایش عملکرد موثر واقع شده است. مقدار تنفس میکروبی در یک خاک آلوده تقریبا نصف خاک غیرآلوده می باشد. اما افزایش سطوح روی تفاوت معنی داری را در مقدار آن ایجاد ننموده است. ترشحات ریشه همانند اسیدهای آلی با ریزموجودات ریشه تعامل مثبت دارند. فتوسنتز سوبسترای کربن را جهت رشد و متابولیسم ریشه تامین می‌کند. اثرات نامطلوب بر فتوسنتز موجب کاهش تامین سوبسترا در خاک و کاهش شدت تنفس می‌گردد (۱۵). که کاهش عملکرد گیاه در شکل (D,E-۲) در خاک ۲ نسبت به ۱ موید این امر می‌باشد.

با توجه به شکل ۵ با افزایش سطوح روی در خاک ۱ افزایش در فعالیت آنزیم دی‌هیدروژناز و سپس کاهش مشاهده گردید. در حالی که در خاک ۲ روند کاهشی داشت. آنزیم دی‌هیدروژناز تحت آلودگی‌های معدنی حاصل از سرب، جیوه و روی کاهش می‌یابد، برهمکنش منفی بین دی‌هیدروژناز و آلودگی ناشی از روی و سرب در خاک مشاهده و گزارش شده (۱۲ و ۳۱). اثر آلودگی‌های فلزات سنگین بر کاهش دی‌هیدروژناز به طور ساختاری مربوط به جلوگیری از اتصال سوبسترا در پیوند با آنزیم هاست. سوبسترا و بازدارنده‌ها با فعالیت یکسانی در تشکیل کمپلکس سوبسترا- آنزیم و بازدارنده- آنزیم رقابت می‌کنند (۳۹). بیشترین ترشحات اسیدهای آلی از ریشه چچم در غلظت ۳۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی در یک خاک غیر آلوده تحت تاثیر فقط افزایش سطوح روی دو گونه چچم بود (۴۳).

1- Accumalator
2- Exclutor

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه فعالیت آنزیم دی‌هیدروژناز ($\mu g\ TPF\ gdry\ soil^{-1}\ day^{-1}$) در مناطق جداسازی شده خاک (S_1,S_2,S_3) در محیط کشت گیاه سورگوم و خاک شاهد، هفت هفته پس از کشت (در سطح احتمال ۵ درصد)

که بیشترین مقدار ترشحات دی‌هیدروژناز در این بررسی نیز تقریبا در همین غلظت مشاهده گردید. نتایج مشابه اثر فلزات سنگین بر فعالیت دی‌هیدروژناز توسط محققین دیگر نیز گزارش گردید (۴۴ و ۳۶). آنها کاهش تعداد و فعالیت ریزجانداران ناشی از افزایش غلظت فلزات سنگین را عامل اصلی کاهش فعالیت دی‌هیدروژناز در خاک می‌دانند. اگرچه کاهش ترشحات دی‌هیدروژناز در منطقه ریشه کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. درحالی که این نتایج با نتایج لانراگان و وب (۲۰) مطابقت ندارد. آنها نشان دادند که فعالیت میکروبی و دی-هیدروژناز تحت تاثیر افزایش سطوح روی تغییری نداشتند این امر ناشی از قدرت بافری بالای خاک می‌باشد. اثر کاهشی بر آنزیم دی-هیدروژناز در منطقه ریزوسفر در خاک ۱ از غلظت ۳۷۵ و در خاک ۲ از غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به بعد مشاهده شد.

نتیجه گیری

افزایش غلظت روی بین سطوح ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم موجب کاهش زیست توده گیاه سورگوم در یک خاک غیرآلوده می‌شود. اما همین افزایش غلظت در یک خاک آلوده اثر کاهشی نداشته و در برخی شاخص ها اثر افزایشی نیز پیدا می‌کند. این موضوع به طور مستقیم مربوط به کاهش اثرات مضر فلزات سنگین در حضور روی می‌باشد. به طور کلی تنفس میکروبی و فعالیت دی‌هیدروژناز در خاک آلوده تر نسبت به غیرآلوده در تمامی مناطق جزءبندی شده مجاور ریشه کاهش می‌یابد. اما اثر گذاری ریشه در افزایش فعالیت میکروبی و آنزیمی در خاک ۱ بیشتر از خاک ۲ است. علت آن بهبود شرایط کشت در گیاه سورگوم بر افزایش فعالیت های میکروبی آن در مجاورت ریشه حتی در شرایط بحرانی تر از نظر غلظت روی می‌باشد. بهبود در شرایط کشت در خاک ۱ نسبت به ۲ موجب افزایش برخی شاخص های رشدی نظیر BCF_{root} ،BCF_{organ} و فاکتور انتقال شده است. در تمام سطوح روی و در هر دو نوع خاک $BCF_{خاک}<1$ می‌باشد، بنابراین سورگوم می‌تواند به عنوان بیش اندوز روی در این محدوده غلظتی در هر دو نوع خاک محسوب گردد. افزایش غلظت روی در یک خاک با غلظت بالاتر فلزات سنگین اثر کاهشی را در فعالیت های دی‌هیدروژناز و تنفس میکروبی تشدید می‌نماید در حالی که به علت برهمکنش با برخی عناصر دیگر، بر برخی شاخص های ظاهری گیاه اثر کاهش بر نقش سمیت آنها دارد.

منابع

۱- عین الهی پیر ف. ۱۳۹۱. بررسی میزان تجمع فلزات سنگینCd,Cu,Ni,Zn در رسوبات و بافت های درخت حرا *Avicennia marina* در خلیج گواتر، دریای عمان. نشریه اقیانوس شناسی ۱۱: ۷۳-۸۲.

2- Akmal M. and Jianming X. 2008. Dehydrogenase, urease and phosphatase activities as affected by Pb contamination in the Soil. Soil & Environ, 27:139-142.

3- Alloway B.J. 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition. International Zinc Association. Brussels, Belgium.

4- Alef K. and Nannipieri P. 1995. Methods in soil microbiology and biochemistry. Academic press., London.

5- Badine N.N.Y., Chotte J.L., Pate E., Masse D. and Rouland C. 2001. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions. Appl Soil Ecol, 18:229–238.

6- Banks M.K., Lee E., and Schwab A.P. 1999. Evaluation of dissipation mechanisms for benzo[a]pyrene in the rhizosphere of tall fescue. Environ Qual J,3:294–298.

www.SID.ir

Archive of SID

7- Bhargava A., Shukla S., Srivastava J., singh N. and Ohri D. 2008. Chenopodium: aprospective plant for phytoextraction. Acta Physiol Plant, 30:111–120.
8- Bouyoucos C.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle-size Analysis of Soil. J. Agron, 54: 464-465.
9- Chakroun H.K., Souissi F., Bouchardon J.L., Souissi R., Moutto J., Faure O., Remon E., and Abdeljaoued S. 2010. Travsfer and accumulation of lead, Zinc, cadmiumand copper in plants growingin abandoned mining-district area. Afr J Environ Sci Technol, 4:651-659.
10- Chang A.C., Warneke J.E., Page A.L., and Lund L.J. 1984.Accumulationof heavy metals in sewage sludge- treated soils. Environ Qual J,13:87-91.
11- Chaperon S., and Sauve S .2007. Toxicity interaction of metals (Ag, Cu, Hg, Zn) to urease and dehydrogenase activities in soils. Soil Biol Bioch, 39:2329–2338.
12- Cheng-li C.H., Min L., and Chang-yong H. 2005. Effect of combined pollution by heavy metals on soil enzymatic activies area polluted by tailings from Pb-Zn-Ag mine. J environ Sci, 17:637-640.
13- Ghosh M., and Singh S.P. 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of it's by product. Appl Ecol Environ Res. 3:1-18.
14- Hinsinger P., Gobran G.R., Gregory P.J., and Wenzel W.W. 2005. Rhizosphere geometry and heterogeneity arising from rootmediated physical and chemical processes. New Phytol. Review, 168:293-303.
15- Ho¨gberg P., Nordgren A., Buchmann N., Taylor A.F.S., Ekblad A., Hogberg M.N., Nyberg G., Ottosson Lofvenius M., and Read D.J. 2001. Large-scale forest girdling shows that currentphotosynthesis drives soil respiration. Nature, 411:789–792.
16- Hopkin S.P. 1989. Ecophysiology of Metals in Terrestrial Inverterbrates. Elsevier applied Sci.Barking. U.K.
17- Hylander L.D. 2002. Improvements of rhizoboxes used for studies of soil-root interactions. Commun. Soil Sci Plant Anal, 33:155-161.
18- Kim U.K., Jorgenson E., Coon H., Leppert M., Risch N., and Drayna D. 2003. Positional cloning of the human quantitative trait locus underlying taste sensitivity to phenylthiocarbamide. Sci, 299:1221–1225.
19- Ling N., Zhang W., Tan Sh., Huang Q., and Shen Q. 2012. Effect of the nursery application of bioorganic fertilizer on spatial distribution of Fusarium oxysporum f. sp. niveum and its antagonistic bacterium in the rhizosphere of watermelon. Appl Soil Ecolo, 59:13–19.
20- Loneragan J.F., and Webb M.J. 1993. Interactions between Zinc and Other Nutrients Affecting the Growth of Plants. Chap 9 in Robson, A.D. (ed.) Zinc in Soils and Plants , Kluwer Academic Publishers, Dordrech.
21- Ma L.Q., Komar K.M., Tu C., Zhang W., Cai Y., and Kenelly E.D.A. 2001. Fern that hyper accumulates arsenic. Nature, 409:579-582.
22- MacFarlane G.R., Koller C.E., and Blomberg S.P. 2007. Accumulation and partitioning of heavy metals in mangroves: a synthesis of field-based studies.Chemosphere, 69:1454-64.
23- Marchiol L., Fellet G., Perosa D., and Zerbi G. 2007. Removal of trace metals by Sorghum bicolor and Helianthus annuus in a sitepolluted by industrial wastes: a field experience. Plant Physiol Biochem, 45:379–387.
24- Mc Catcheon S.C., and Schnoor J.L. 2003. Phytoremediation, transformation and control of contaminants.
25- Mirshekali H., Hadi H., Amirnia R., and Khodaverdiloo H. 2012. Effect of zinc toxicity on plant productivity, chlorophyll and zn contents of Sorghum (*sorghum bicolor*) and common lambsquarter (*chenopodium album*). J Agric Res Rev, 2:247-254.
26- Moraghan J.T., and Kenneth G. 1999. Seed-Zinc Concentration and the Zinc-Efficiency Trait in Navy Bean. Soil Sci Soc Am J, 63:918–922.
27- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter.In A.L. Page (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. 2nd ed. Chemical and microbiological properties. Agronomy monograph no.9. SSSA and ASA, Madison, WI. USA.
28- Norwood W.P., Borgmann U., Dixon D.G., and Wallace A. 2003. Effect of metal mixtures on aquatic biota: a review of observations and methods. Hum Ecol Risk Assess, 9:795–811.
29- O.Oseni T. 2009. Growth and Zinc Uptake of Sorghum and Cowpea in Response to Phosphorus and Zinc Fertilization.World J Agri Sci, 5:670-674.
30- Öhlinger R. 1996. Dehydrogenase activity with the substrate TTC. In: Schinner F, Öhlinger R, Kandeler E, Margasin R (eds) Methods in soil biology. Berlin:Springer.
31- Qu J., Ren G., Chen B., and Fan J.E.Y. 2011. Effects of Lead and Zinc mining contamination on bacterial community diversity and enzyme activities of vicinal cropland. Environ Monit Ass, 182:597-606.
32- Rajapaksha R.M.C.P., Tobor-Kapłon M.A., and Baath M. 2004. Metal toxicity affects fungal and bacterial activities in soil differently. Appl Environ Microbiol, 5:2966–2973.
33- Rhoades J.D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA. Book series no. 5. Madison. WI. USA.
34- Salazar S., Sanchez L., Alvarez J., Valverde A., Galindo P., Igual J., Peix A., and Santa-Regina I. 2011. Correlation among soil enzyme activities under different forest system management practices. Ecolog Engin,

www.SID.ir

Archive of SID

37:1123-1131.
35- Sandaa R.A., Torsvik V., Enger Ø., Daae F.L., Castberg T., and Hahn D. 1999. Analysis of bacterial communities in heavy metal-contaminated soils at different levels of resolution. FEMS Microbiol Ecol, 30:237–251.
36- Skujins J.J. Enzymes in soils [M]. 1967. In:Soil biochemistry (Mclaren A.D., Petersoin G.H., ed.). New York: Marcel Dekker.
37- Smolders E., Mcgrath S.P., Lombi E., Karman C.C., Bernhard R., Cools D., Brande K.V.D., Os B.V., and Walrave N. 2003. Comparison of toxicity of Zinc for soil microbial processes between laboratory-contaminated and polluted field soils. Environ Toxicol Chem, 22:2592–2598.
38- Summer M.E., and Miller W.P. 1996.Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. (Ed. Dl. Sparks). Soil Sci. Soc. Am. Madison. WI.
39- Tabatabai M.A. 1994. Soil enzymes. In R.W. Weaver et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI.
40- Thomas G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. SSSA. Book series no. 5. Madison. WI. USA.
41- Waling I., Van vark W., Houba V.J.G., and Der lee J.J. 1989. Soil and plant analysis.A series of sillabi. Part 7. Plant analy proc. Wageningen Agricultural University.
42- Wang Y., Fang L., Lin L., Luan T., and Tam N.F. 2013. Effects of low molecular-weight organic acids and dehydrogenase activity in rhizosphere sediments of mangrove plants on phytoremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons.Chemosphere, 13:6365-6345.
43- Wei-Hong X.U., Huai L.I.U., Qi-Fu M.A., and Xiong Z.T. 2007. Root exudates, rhizosphere Zn fractions, and Zn accumulation of Ryegrass at different soil Zn levels. Pedosphere,17:389-396.
44- Yang X.E., Li T.Q., Yang J.C., He Z.L., Lu L.L., and Meng F.H. 2006. Zinc compartmentation in root, transport into xylem, and absorption into leaf cells in the hyperaccumulating species of Sedum alfredii Hance. Planta, 224:185–195.
45- Yoon J., Cao X., Zhau Q., and Lena Q.M. 2006. Accumulation of Pb, Cu and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. Sci. Total Environ, 368:456-464.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 6, Jan.-Feb. 2015, p. 1217-1227

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۳، ص. ۱۲۲۷-۱۲۱۷

Study of Effects of Sorghum Cultivation on Some Soil Biological Indicators at Different Zinc Levels

S. Bagheri[1] - H. Mirseyed Hosseini[2]*

Received:25-01-2014
Accepted:18-08-2014

Abstract

Zinc is an essential element for plant growth which its high concentrations can cause pollution and toxicity in plant. In this study, the effects of sorghum cultivation on some indicators of microbial activity and its association with increased zinc concentrations in two soils with relatively similar physical and chemical properties, but different in concentration of heavy metals were investigated. In both soils zinc levels were added to obtain 250, 375 and 500 mg kg-1 (based on the initial nitric acid extractable) content. Using plastic boxes containing 8 kg of soil, growth boxes (Rhizobox) were prepared. The box interior was divided into three sections S1 (the rhizosphere), S2 (adjacent to the rhizosphere) and S3 (bulk soil) using nylon net plates. The results showed that at all levels of zinc in both soil types, BCF were bigger than units, so using this indicator, sorghum can be considered as a plant for accumulation of zinc. Microbial respiration and dehydrogenase activity was reduced in all sections adjacent to root in the polluted soil. It is generally understood that substrates and inhibitors (heavy metals) compete in the formation of substrate-enzyme and inhibitor-enzyme complexes, but the effects of sorghum cultivation in increasing biological and enzyme activity indexes in soil 1 (non-polluted) was higher than soil 2 (polluted), perhaps due to improvements in microbial activity in the vicinity of the roots, even in concentration higher than stress condition levels for zinc in soil.

Keywords: Sorghum, Zinc, Rhizosphere, Rhizobox, Biological Indicators

1,2- MSc Student and Associate Professor of Soil Science Department, Faculty of Agriculture Engineering and Technology, University of Tehran, Karaj
(*- Corresponding Author Email: mirseyed@ut.ac.ir)

www.SID.ir