تاثیر قارچ میکوریز آربوسکولار بر حذف مس از گیاه آفتاگردان زینتی

سمانه قهرمانی[۱]، مهدی سرچشمه پور[۲] و وحیدرضا صفاری[۳]
۱ و۲- به ترتیب کارشناسی‌ارشد و استادیار گروه علوم خاک، ۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

یکی از کارامدترین روش‌ها جهت حذف، جذب و تجزیه و تبدیل آلودگی‌ها از محیط زیست، گیاه‌پالایی می‌باشد. در این تحقیق تاثیر سطوح مختلف مس و قارچ میکوریز بر خصوصیات رشدی گیاه آفتابگردان زینتی در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل با ۵ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شهید باهنر به اجرا درآمد. این طرح شامل ۶ سطح مس(۰،۵۰،۱۰۰،۲۰۰،۴۰۰،۸۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) و دو سطح قارچ میکوریزا شامل وجود(M_1) و عدم وجود(M_2) بود. نتایج کشت گلخانه ای نشان داد که تاثیر سطوح مس بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده درسطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثرات متقابل مس و قارچ میکوریز نیز برغلظت مس اندام هوایی، شاخص سطح برگ و غلظت مس ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و بر حجم ریشه اثر معنی‌دار نداشت.

کلمات کلیدی: گیاه پالایی، مس، قارچ آربوسکولار میکوریزا، آفتابگردان زینتی

مقدمه

خاک به عنوان جزیی از بیوسفر، نقش مهمی در تولید غذا و پایداری محیط زیست دارد. مهمترین آلاینده‌های خاک شامل فلزات سنگین، بارش‌های اسیدی، سموم و برخی مواد آلی می‌باشند، در سال‌های اخیر، فلزات سنگین به دلیل داشتن خصوصیات آلایندگی در خاک شدیدا مورد توجه قرار گرفته‌اند. زدودن این آلودگی‌ها از طریق فرآیندهای بیوتکنولوژی و از جمله استفاده از گیاهان تجمع‌دهنده عناصر سنگین و یا گیاهانی که قدرت تحمل سمیت این عناصر را دارند، یکی از بهترین روش‌ها در زدودن این آلودگی‌ها و ایجاد رویشگاهی سبز در جهت جلوگیری از پراکنش آلودگی فلزی خاک است (Reeves و همکاران، ۲۰۰۰). برخی فلزات به مقدار ناچیزی برای عملکرد طبیعی بدن ضروری می‌باشند اما ورود بیش از اندازه از آن‌ها به بدن مسمومیت ایجاد خواهد کرد. ایراد اصلی فلزات سنگین این است که در بدن متابولیزه نمی‌شوند. فلزات سنگین همچنین جایگزین دیگر املاح و مواد معدنی مورد نیاز در بدن می‌گردند. ازجمله مهمترین مضرات فلزات سنگین ایجاد اختلالات عصبی (پارکینسون، آلزایمر، افسردگی، اسکیزوفرنی)، انواع سرطان-ها، فقر مواد مغذی، بر هم خوردن تعادل هورمون‌ها، چاقی، سقط جنین، اختلالات تنفسی و قلبی-عروقی، آسیب دیدن کبد، تضعیف سیستم ایمنی بدن، تخریب ژن‌ها، پیری زودرس، اختلالات پوستی، کاهش حافظه، بی‌اشتهایی، التهاب مفاصل، ریزش مو، پوکی استخوان و در نهایت مرگ می‌باشد (Sadat Taghavirad و همکاران، ۲۰۱۴؛ Goudarzi و همکاران، ۲۰۱۴). فلزات سنگین در غلظت‌های بالا بر روی گیاهان زراعی نیز اثرات منفی قابل توجهی می‌گذارند. توقف رشد، عملکرد ضعیف، عدم عملکردهای متابولیک مانند تنفس و فتوسنتز از جمله مسمومیت‌های فلزات سنگین بر روی گیاهان است (Garbisu وAlkorta، ۲۰۰۱ ؛ Schwartz و همکاران، ۲۰۰۳). آلودگی فلزات سنگین ترکیب میکروبی خاک را نیز تغییر می‌دهد که در نهایت باعث تخریب خواص بیوشیمیایی خاک مانند باروری می‌شود (Kozdroj وVan Elsas، ۲۰۰۱؛ Kurek وBollag، ۲۰۰۴). پاکسازی محیط با روش‌های مهندسی مرسوم بسیار پرهزینه است و فقط در سطوح کوچک قابل اجرا می‌باشد و بدین علت بکارگیری روش پالایشی مناسب مورد نیاز است (عابدی‌کوپایی، ۱۳۸۵).

همزیستی گیاهان با میکروارگانیسم‌ها و سایر موجودات زنده موجب حفظ و پایداری گونه‌ها و جوامع گیاهی می‌گردد. میکوریز یکی از سودمند ترین همزیستی‌ها می باشد که در آن گیاه میزبان و قارچ‌های همزیست به طور متقابل سود می برند. میکوریز یک رابطه متقابل بین قارچ و ریشه گیاه است (Turkو همکاران، ۲۰۰۶).گیاه آفتابگردان زینتی*Helianthus annuus* از تیره Asteraceae/Compositae و بومی غرب آمریکاست که دارای تعداد زیادی گونه‌های یک ساله و چند ساله است. واژه Helianthus از

دو کلمه یونانی Helios به معنی آفتاب و Anthos به معنی گلی که مسیر آفتاب را دنبال می‌کند، گرفته شده است (قهساره و کافی، ۱۳۸۹).

مواد و روش‌ها

خاک مورد استفاده در این آزمایش از افق سطحی مزرعه دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع آوری و به طور یکنواخت مخلوط و به نسبت (۱:۵) به آن شن اضافه و از الک ۴ میلیمتری عبور داده‌شد. نمونه‌ای از خاک تهیه و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید. جهت حذف کلیه اسپورها و پروپاگول‌های قارچی، خاک مورد آزمایش توسط اتوکلاو استریل و سپس در نایلون‌هایی ریخته و درب آن تا زمان کاشت محکم بسته شد تا از آلوده شدن خاک‌ها جلوگیری شود.آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح آماری کاملا تصادفی با ۶ سطح مس، ۲ سطح میکوریزا و ۵ تکرار برای آفتاب گردان‌زینتی اجرا شد و مجموعا شامل ۶۰ گلدان بود. فاکتور مس شامل ۶ سطح (۰،۵۰،۱۰۰،۲۰۰،۴۰۰،۸۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بود که از منبع سولفات مس ($CuSO_4.5H_2O$) تهیه و اضافه شد و فاکتور دوم شامل قارچ آربوسکولار میکوریزا بود که در دو سطح وجود (M_1) و عدم وجود قارچ (M_0) مورد بررسی قرار گرفت. قارچ میکوریز به نیمی از گلدان‌ها به صورت مایه تلقیح به مقدار ۱۰۰ گرم به صورت لایه لایه اضافه شد. سپس تعداد ۵ بذر در درون هر گدان کاشته شد. پس از استقرار کامل بوته ها، تعداد گیاهچه‌ها به ۳ عدد بوته یکنواخت در هر گلدان کاهش یافت. پس از اتمام یک دوره رویشی ۴ ماهه که گیاهان به رشد کافی رسیدند، هر تیمار جداگانه برداشت گردید و صفات مورد نظر بررسی شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) داده‌ها نشان داد که تاثیر سطوح مس و مایه‌زنی توام با قارچ میکوریز بر کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و اثرات متقابل مس و قارچ میکوریز نیز برغلظت مس اندام هوایی وشاخص سطح برگ و غلظت مس ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما بر حجم ریشه اثر معنی‌دار نداشت.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر سطوح مس و قارچ میکوریز بر صفات اندام هوایی آفتابگردان‌زینتی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		شاخص سطح برگ	غلظت مس اندام هوایی	حجم ریشه	غلظت مس ریشه
میکوریز	۱	۴۲۵/۶۶**	۵۹۱/۴۳**	۱۱/۰۲۲**	۵۷۶۳۰/۰۰۴**
مس	۵	۱۶۲/۶۵۸**	۴۲۹/۵۳**	۷۰/۸۳**	۸۴۱۶/۸۹۳**
میکوریز × مس	۵	۲۲/۲۱۰**	۳۴/۲۹۸**	۰/۰۸۳ns	۲۸۲۸/۵۴۲**
CV	-	۳/۱۶	۳/۳۲	۷/۹۶	۳/۴۱

به ترتیب نمایانگر غیر معنی دار بودن و تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است. ns** و *،

شاخص سطح برگ

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز و نیز اثر متقابل آنها بر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۱). داده‌های حاصل از نتایج مقایسه میانگین این صفت در جدول۲ آورده شده است. بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار Cu0M1 ۲۵/۰۵ سانتی‌متر مربع به ازاء بوته بود که نسبت به شاهد غیر میکوریزی ۳۹ درصد افزایش داشت. کمترین مقدار این صفت در تیمار Cu800M0، ۷/۵۹ سانتی‌متر مربع به ازاء بوته مشاهده شد که نسبت به شاهد بدون میکوریز ۵۰ درصد کاهش داشت. Azmat و

همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردند که فلزات سنگین به طور معنی‌داری باعث کاهش سطح برگ و طول ساقه در دو گیاه Phaseolus mungo و Lens culinaris می‌شوند و علت آن را کاهش حجم سلول عنوان کردند.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مس و قارچ میکوریز بر شاخص سطح برگ(سانتی‌متر مربع به ازاء بوته)

سطوح مس(میلی گرم بر کیلوگرم خاک)	قارچ میکوریزا		میانگین
	M0	M1	
Cu0	۱۵/۱۷d	۲۵/۰۵a	۲۰/۰۹A
Cu50	۱۳/۳۱e	۲۲/۰۱b	۱۷/۶۶B
Cu100	۱۰/۹۴g	۱۸/۲۴c	۱۴/۵۹C
Cu200	۹/۸۲h	۱۵/۱۷d	۱۲/۴۹D
Cu400	۸/۵۸i	۱۲/۰۵f	۱۰/۳۱E
Cu800	۷/۵۹j	۸/۶۲i	۸/۱F
میانگین	۱۰/۹B	۲۱/۳۵A	

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند. حروف کوچک نمایانگرمیانگین اثرات متقابل و حروف بزرگ نمایانگر میانگین اثرات ساده می‌باشد.

غلظت مس در اندام هوایی

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز و نیز اثرات متقابل آنها بر غلظت مس اندام هوایی گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۱). داده‌های حاصل از نتایج مقایسه میانگین این صفت در جدول۳ آورده شده است. نتایج نشان داد با افزایش سطوح مس، غلظت آن در بافت‌های گیاهان تلقیح شده و گیاهان بدون تلقیح افزایش یافت. بیشترین مس اندام هوایی مربوط به تیمار Cu800M0 (۲۹/۵۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک گیاه) بود که نسبت به شاهد غیرمیکوریزی ۸۲ درصد افزایش داشت وکمترین مقدار این صفت در تیمار Cu0M1 (۳/۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک گیاه) مشاهده شد. مطالعات انجام گرفته در ایالات متحده نشان داد درخت گز در اطراف معادن مس، توانایی تجمع این عنصر را به میزان ۱۰۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک در ریشه دارد (Jorgge و همکاران، ۲۰۰۸). گل زینتی قرنفل نیز به عنوان یک گیاه برای تجمع مس در مکان‌های آلوده شناخته شده و میزان تجمع مس در ساقه و ریشه آن به ترتیب ۱۴۶ و ۱۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمده است (Zheng و همکاران، ۲۰۰۴).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مس و قارچ میکوریز بر غلظت مس اندام هوایی (میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک گیاه)

سطوح مس(میلی گرم بر کیلوگرم خاک)	قارچ میکوریزا		میانگین
	M0	M1	
Cu0	۵/۲۱h	۳/۱۷i	۴/۱۹F
Cu50	۸/۶۶g	۵/۳۱h	۶/۹۸E
Cu100	۱۴e	۸/۲۲g	۱۱/۱۱D
Cu200	۱۸/۴۳c	۱۰/۹۱f	۱۴/۶۷C
Cu400	۲۵/۰۸b	۱۴/۱۹e	۱۹/۶۳B

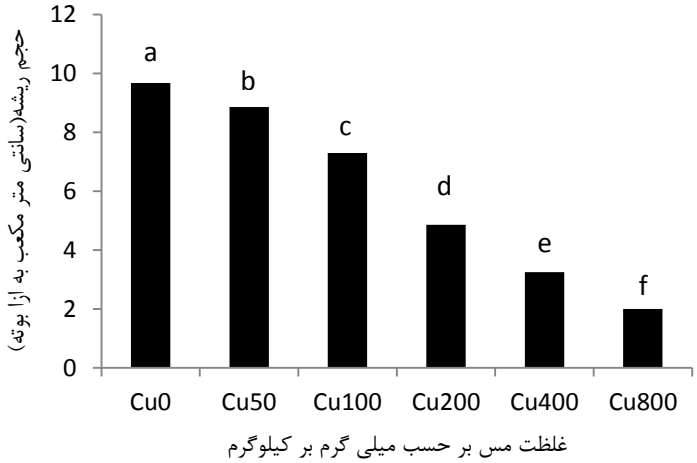
Cu800	۲۹/۵۲a	۱۶/۹۶d	۲۳/۲۴A
میانگین	۱۶/۸۱A	۹/۸B	

میانگین- های

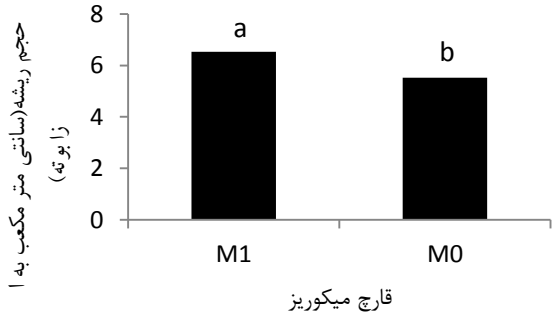
دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.
حروف کوچک نمایانگرمیانگین اثرات متقابل و حروف بزرگ نمایانگر میانگین اثرات ساده می‌باشد.

حجم ریشه

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز بر حجم ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول۱). بیشترین حجم ریشه مربوط به تیمار صفر میلی‌گرم بر کیلوگرم مس (۱۰/۵۳ سانتی‌متر مکعب به ازاء بوته) وکمترین مقدار این صفت در تیمار ۸۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم مس (۱/۵ سانتی‌متر مکعب به ازاء بوته) مشاهده شد که نسبت به شاهد ۷۲ درصد کاهش داشت. نتایج نشان داد که میانگین حجم ریشه در گیاهان تلقیح شده با میکوریز نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر است. مایه‌زنی گیاهان با قارچ میکوریز نسبت به گیاهان غیر میکوریز اباعث فزایش ۱۵ درصدی حجم ریشه شد(شکل۱). محققان زیادی کاهش ارتفاع ساقه گیاهان و کاهش حجم ریشه در غلظت‌های بالای مس در گیاهان زیادی را مشاهده کردند (Lidon و Henriques، ۱۹۹۲؛ Moustakas و همکاران، ۱۹۹۷). اثر سمیت مس برسیستم ریشه اهمیت زیادی برای کل گیاه دارد، زیرا ریشه مکان اصلی ورود آب و عناصر غذایی به درون گیاه است و از بین رفتن و بد شکل شدن ریشه، مشکلاتی در رشد و نمو گیاه ایجاد شده و حجم ریشه کاهش می‌یابد (Zheng و همکاران، ۲۰۰۴).



شکل۱- نمودار تاثیر سطوح مس بر حجم ریشه



شکل۲- نمودار تاثیر میکوریز بر حجم ریشه

غلظت مس ریشه

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز و نیز اثر متقابل آنها بر غلظت مس ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول۱). داده‌های حاصل از نتایج مقایسه میانگین این صفت در جدول ۴ آورده شده است. غلظت مس ریشه گیاهان تیمار شده با قارچ میکوریز نسبت به گیاهان بدون تلقیح در سطح بالاتری قرار داشت. همچنین با افزایش سطوح مس، غلظت آن در ریشه گیاهان تلقیح شده و نشده نیز افزایش یافت. کمترین مقدار این صفت در تیمار Cu0M0 (۷/۲۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و بیشترین غلظت مس مربوط به تیمار Cu800M1 (۱۵۰/۱۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) مشاهده شد که نسبت به شاهد غیر میکوریزی ۹۵ درصد افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت مس ریشه در گیاهان تلقیح شده با میکوریز نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر است. Yancheshmehو همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که جذب سرب در ریشه‌ها بیشتر از اندام هوایی بود. انباشته شدن فلزات سنگین در محیط ریشه سبب کاهش جذب آب و مواد غذایی، کاهش متابولیسم سلولی و در نتیجه مهار رشد، تسریع پیری و حتی مرگ گیاه می‌شود (Pandey وSharma ، ۲۰۰۲؛ Cheng و Huang ، ۲۰۰۶).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مس و قارچ میکوریز بر غلظت مس ریشه (میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک)

سطوح مس(میلی گرم بر کیلوگرم خاک)	قارچ میکوریزا		میانگین
	M0	M1	
Cu0	۷/۲۳j	۹/۸۲i	۸/۵۲F
Cu50	۱۰/۳۹i	۳۱/۷۸f	۲۱/۰۸E
Cu100	۱۴/۳۴h	۵۲/۲۴d	۳۳/۲۹D
Cu200	۲۰/۳۶f	۸۲/۶۴c	۵۱/۵C
Cu400	۳۱/۳f	۱۰۳/۷۲b	۶۷/۵۱B
Cu800	۴۳/۵e	۱۵۰/۱۸a	۹۶/۸۴A
میانگین	۲۱/۱۸B	۷۱/۷۳A	

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن ندارند.
حروف کوچک نمایانگرمیانگین اثرات متقابل و حروف بزرگ نمایانگر میانگین اثرات ساده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

قارچ میکوریز موجب افزایش ویژگی‌های رشدی گیاه زینتی مورد مطالعه شد و توانست ظرفیت تحمل گیاه را در شرایط سمیت مس افزایش دهد، به طوری که گیاهان تلقیح شده با قارچ نسبت به گیاهان تلقیح نشده وضعیت شاداب تری داشتند. قارچ میکوریز باعث افزایش ۱۱ و ۲۰ درصدی وزن تر و خشک ساقه در آفتابگردان زینتی نسبت به شاهد غیر میکوریزی گردید. با توجه به نتایج، مس باعث کاهش۷۲، ۷۸ وزن تر و خشک ریشه گردید. و درمجموع می‌توان از این گل زینتی برای استخراج آلاینده‌ها از مکان‌های آلوده به غلظت های بالای مس استفاده کرد.

منابع

عابدی کوپایی، ج. ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی روش گیاه پالایی به منظور رفع آلودگی از خاک‌های آلوده به نفت خام. اولین همایش و نمایشگاه تخصصی محیط زیست. دانشگاه تهران.
قاسمی قهساره، م. و م. کافی. ۱۳۸۹. گلکاری علمی و عملی (جلد ۱). ناشر مؤلف. چاپ پنجم. ۳۱۳ صفحه.

Azmat, R., S. Haider and S. Askari. 2006. Phytoxicity of Pb I: Effects of Pb on germination, growth, morphology and histomorphology of *Phaseolus mungo* and *Lens Culinaris*. Pakistan Journal of Biological Science. 9: 979-984.

Cheng, Sh.F. and Huang, C.Y. 2006. Influence of cadmium on growth of root vegetable and accumulation of cadmium in the edible root. Int. J. Appl. Sci. Eng. 4(3): 243-252.

Garbisu, C., Alkorta, I. 2001. Phytoextraction: A cost effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. Biores. Technol. 77 (2001), 229–236.

Goudarzi G, Geravandi S, Naimabadi A, Mohammadi MJ, Neisi AK, sadat Taghavirad S. 2014. Cardiovascular deaths related to Carbon monoxide Exposure in Ahvaz, Iran. Iranian J Health, Safety & Environ. 1(3):126- 131.

Jorgge, L., R. Jose, H. Lu, A. S. Ellis and J. Sneddon. 2008. Screening the phytoremidation potential of native plants growing on mine tailing in Arizona, USA. Environmental Science Engineering . 8:90-98.

Kozdrój, J., van Elsas, J.D., 2001. Structural diversity of microbial communities in arable soils of a heavily industrialized area determined by PCR-DGGE finger printing and FAME profiling. Appl. Soil Ecol., 31–42.

Kurek, E., Bollag, J.M., 2004. Microbial immobilization of cadmium released from CdO in the soil. Biogeochemistry, 69 (2), 227–239.

Lidon, F.C. and Henriques, F.S., 1992. Effects of copper on the nitrate to ammonia reduction mechanism in rice plants. *PHOTOSYNTHETICA-PRAHA-*, *26*, pp.371-380.

Moustakas, M., G. Ouzounidou, L. Symeonidis and S. Karataglis, 1997. Field study of the effects of excess copper on wheat photosynthesis and productivity. Soil Science and Plant Nutrition. 43: 531-539.

Pandey, N., and Sharma, C.P. 2002. Effect of heavy metals Co2+, Ni2+ and Cd2+ on growth and metabolism of cabbage. Plant Sci. 163: 753-758.

Reeves, R. D. and A. J. Baker. 2000. Phytoremidation of toxic metal: Using plants to clean up the environment. Journal Geochem. Explor. 18:275-283.

Sadat Taghavirad S, Davar H, Mohammadi MJ. 2014. The a study on concentration of BETX vapors during winter in the department of ports and shipping located in one of the southern cities of Iran. Int J Cur Life Sci. 4(9): 5416-5420.

Schwartz, C., Echevarria, G., Morel, J.L., 2003. Phytoextraction of cadmium with *Thlaspi caerulescens*. Plant Soil, 27–35.

Turk, M. A., T. A. Assaf, K. M. Hameed and A. M. Al- Tawaha. 2006. Significance of Mycorrhizae. *World Journal of Agricultural science*, 2 (1): 16-20.

Yancheshmeh, J.B., K. Khavazi, E. Pazira & M. Solhi, 2011. Evaluation of inoculation of plant growth- promoting rhizobacteria on cadmium and lead uptake by canola and barley, *African Journal of Microbiology Research*, 5(14): 1747-1754.

Zheng, Y., L. Wang and A. D. Mike. 2004. Response to copper toxicity for three ornamental crops in solution culture. Hort Science 93(5). 1116-1120.

The impact of arbuscular mycorrhizal fungi to remove the copper of plant ornamental sunflower

S. Ghahramani [1], M. Sarcheshmehpour [2], V.R. Saffari [3]

1- M. Sc of soil science. 2- Assistant Prof, Dep. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman. 3- Associate Prof, Dep. of Horticultural Science, Shahid Bahonar University of Kerman.

Abstract

Phytoremediation is one of the most efficient methods to remove, capture and decomposition and transformation of environmental pollutiant,. The plan was included six levels of Cu (0, 50,100,200,400,800 mg per kg of soil) and two levels of mycorrhiza (M1) and absence (M2), respectively. The results of greenhouse cultivation showed that the effect of copper levels and mycorrhiza treatment on all traits measured was significant was significant at 1% probability level. The interaction between mycorrhiza and copper concentration also was significant at 1% probability level in case of shoot and root copper concentration, leaf area index but had no significant effects for root volume.

Keywords: Phytoremediation, copper, arbuscular mycorrhizal fungi, ornamental sunflower