محور مقاله: آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

تغییر خصوصیات ریخت‌شناختی ریشه گندم در یک خاک آلوده به سرب با کاربرد میکوریز آربسکولار

صلاح الدین مرادی[۱]، لیلا جهانبان[۱*]

[۱] استادیار گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور تهران، ایران

چکیده

سرب یکی از آلاینده‌های محیط زیست است و برای گیاهان و دیگر موجودات زنده از جمله انسان بسیار سمی است. قارچ‌های میکوریز از میکروارگانیسم‌هایی بوده که با ریشه بیش از ۸۰ درصد از گیاهان آوندی همزیستی دارند. این همزیستی میکوریزی نه تنها در تغذیه معدنی گیاهان نقش دارد بلکه مقاومت گیاه را به تنش‌های محیطی از جمله آلودگی فلزات سنگین بهبود می‌بخشد. در این تحقیق با انجام یک آزمایش گلخانه‌ای تأثیر همزیستی با دو گونهٔ قارچ میکوریز فانلی فورمیس موسه و ریزوفاگوس ایرگولاریس بر خصوصیات ریخت‌شناختی ریشه گندم در خاک آلوده به سرب مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل شامل سه سطح سرب (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک)، چهار سطح قارچ میکوریز شامل بدون قارچ (شاهد)، میکوریز فانلی فورمیس موسه، ریزوفاگوس ایرگولاریس و تلفیق این دو نوع میکوریز با سه تکرار، انجام شد. برای ایجاد تیمارهای سرب از نمک نیترات سرب استفاده شد. نتایج نشان داد تلقیح گندم با هر دو قارچ میکوریز، سبب تقویت خصوصیات ریخت‌شناختی اندازه‌گیری شده گردید.

کلمات کلیدی: خصوصیات ریخت‌شناختی، سرب، گندم، میکوریز آربوسکولار.

مقدمه

سرب نوعی فلز سنگین بوده که برای سیستم عصبی خطرناک است و حیوانات و انسان به غلظت های بالای آن بسیار حساس هستند. آثار بسیار سمی و مضر سرب برای رشد و سلامت انسان از طریق ورود به زنجیره غذایی است که به خوبی شناخته شده است. غلظت های بالاتر از ۱۰۰ میکروگرم در لیتر از سرب در خون کودکان به شدت رشد و نمو آنها را تحت تاثیر قرار داده و مصرف بیش از حد آن ممکن است باعث مشکلات کلیوی و فشار خون بالا در افراد بزرگسال شود. غلظت های بیش از ۵ میلی گرم در هر کیلوگرم، یا بیش از یک میلی گرم در هر لیتر محلول مواد مغذی مانع رشد طبیعی گیاهان می شود. استخراج از معادن، فعالیت های ذوب فلزات، دفع فاضلاب شهری و زباله های صنعتی، به همراه استفاده از بنزین سرب‌دار، به آلودگی گسترده سرب منجر شده است. اثرات سمی سرب پایدار بوده و ترکیبات آن به طور عمده توانایی زیادی جهت واکنش با گروه های عامل مانند گروه های سولفهیدریل، کربوکسیل و آمین داشته که منجر به کاهش یا از دست دادن توانایی انجام فعالیت بسیاری از آنزیم هایی که برای عملکرد سلول‌ها مهم هستند، می شود (مرادی و شیخی ۱۳۹۲).

میکوریزای آربسکولار رایج ترین نوع قارچهای میکوریزایی به شمار می روند. این نوع قارچ ها با طیف وسیعی از گیاهان ایجاد همزیستی می کنند. میکوریزای آربسکولار براساس توالی DNA در شاخه جداگانه ای به نام گلومرومایکوت ها قرار می گیرند (Schüßler و همکاران ۲۰۰۱).

گیاهان دارای همزیستی میکوریزی نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی آب را از خاک سریع تر و کامل تر تخلیه می نمایند و باعث می شوند تا پتانسیل آب خاک کاهش بیشتری پیدا کند، زیرا در گیاهان میکوریزی معمولاً اندام هوایی توسعه بیشتری پیدا کرده، سطح برگ ها افزایش یافته و این خود باعث افزایش نیاز تعرق گیاهان میکوریزی می شود. از طرف دیگر سیستم ریشه ای در گیاهان میکوریزی توسعه بیشتری یافته، بیشتر از ریشه گیاهان غیرمیکوریزی منشعب شده و قطر ریشه های فرعی در آنان کاهش و طول ریشه افزایش یافته است. همه این عوامل باعث می شوند که گیاهان میکوریزی بیومس بیشتری هم در ریشه و هم در اندام های هوایی داشته، سطح تماس بیشتری با خاک پیدا کرده و بدین صورت سریع تر آب را از خاک جذب نمایند (رجالی و همکاران ۱۳۸۰) و از این طریق مقاومت بالاتری نسبت به تنش های محیطی مانند حضور فلزات سنگین داشته باشند. Al-Karaki و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه اثر میکوریز در گندم بیان کردند که قسمت عمده کاهش وزن ایجاد شده ناشی از تنش های محیطی از طریق برقراری همزیستی میکوریزی قابل جبران می باشد. مرادی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نتایج مشابهی را در مورد کاربرد مشترک و منفرد میکوریز در صفات مورفولوژیک اندام های هوائی نخود بیان داشته اند.

روش‌های زیادی جهت افزایش مقاومت به تنش های محیطی از جمله تنش های خشکی، شوری و فلزات سنگین در گیاهان وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آنها بهبود ویژگی های مورفولوژیک گیاه است که این امر در صورت حضور قارچ های میکوریز آربسکولار به میزان بهتر و بیشتری مشاهده می شود. هدف

* ایمیل نویسنده مسئول: jahanban96@gmail.com

از انجام تحقیق حاضر، بررسی تأثیر قارچ های میکوریز آربسکولار گونه های میکوریز فانلی فورمیس موسه[1] و ریزوفاگوس ایرگولاریس[2] بر خصوصیات ریخت شناختی ریشه گیاه گندم در یک خاک آلوده به سرب بود.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق خاکی شنی با مقادیر کم ماده آلی، فسفر و عناصر کم مصرف از عمق ۲۰-۰ سانتیمتری انتخاب گردید. خاک مورد نظر پس از گذراندن از الک دو میلیمتری به مدت چهار ساعت در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۵ بار استریل شده و به داخل گلدان های پنج کیلوگرمی انتقال یافت (امانی فر و همکاران ۱۳۹۰). سطوح غلظت سرب شامل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم سرب بر کیلوگرم خاک (به ترتیب Pb0، Pb1 و Pb2) در خاک استریل بود (An ۲۰۰۶). مقدار لازم از نمک نیترات سرب را در آب مقطر حل کرده و پس از گذرانیدن از فیلتر ۰/۴۵ میکرومتر تا رسیدن رطوبت خاک به حد رطوبت ظرفیت مزرعه به خاک اسپری شد و برای رسیدن به حالت تعادل، دو هفته در کیسه های پلاستیکی با حفظ رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. همچنین جهت یکسان سازی اثر نیترات، با در نظر گرفتن بیشترین تیمار سرب، غلظت های برابر از نیترات با استفاده از نمک نیترات سدیم در همه تیمارها ایجاد شد (امانی فر و همکاران ۱۳۹۰). بذور گندم پس از ضدعفونی سطحی، جوانه دار شده و در هر گلدان ۵ بذر کشت گردید. ۲۰۰ گرم مایه تلقیح با خاک سطحی گلدان ها مخلوط گردید. سطوح میکوریز شامل شاهد (بدون تلقیح میکوریز؛ ۰)، میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه (M)، میکوریز آربسکولار ریزوفاگوس ایرگولاریس (I) و تلفیق دو نوع میکوریز (M+I) بود. گلدان ها در گلخانه با نور طبیعی و درجه حرارت ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و طول روز ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت خاموشی در دانشگاه پیام نور مرکز مریوان واقع در استان کردستان کشت گردیدند. گلدان ها در گلخانه به مدت ۶۰ روز نگه داری شدند. با پایان یافتن دوره رشد گیاه، خاک های موجود در گلدان ها شسته شدند طوری که ریشه ها آسیب نبینند و گیاه بصورت کامل برداشت شد. سپس پارامترهای وزن تر، طول و حجم ریشه به دقت اندازه گیری شد. نمونه های ریشه در داخل پاکت های مخصوص گذاشته شد و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد (Islam و همکاران ۲۰۰۷) در آون قرار گرفت. پس از آن نمونه ها از آون خارج شده و وزن خشک آنها اندازه گیری شد. اطلاعات بدست آمده از این پژوهش، مطابق قالب آماری طرح (بلوک کاملاً تصادفی)، به کمک نرم افزارهای SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر سطوح سرب در خصوصات ریخت شناختی ریشه

همانطور که در جدول یک مشاهده می‌شود شاخص‌های رشدی ریشه گندم، به ویژه در سطوح بالای سرب، به طور معنی‌داری کاهش یافته است که این امر حاکی از اثر منفی سرب در رشد ریشه می‌باشد. در تیمارهای Pb1، وزن تر، وزن خشک، طول و حجم ریشه گیاه گندم به ترتیب به میزان ۳۰/۹، ۳۸/۸۸، ۱۹/۸۳ و ۴۱/۱۲ درصد نسبت به تیمار شاهد، کاهش یافت. همچنین کاربرد ۴۰۰ میلی گرم نیترات سرب در هر کیلوگرم خاک سبب شد تا وزن تر، وزن خشک، طول و حجم ریشه گیاه گندم به ترتیب به میزان ۴۹، ۸۳/۳۳، ۵۷/۳۳ و ۸۴/۴۱ درصد نسبت به حالت عدم کاربرد آن، کاهش نشان دهد. تجمع سرب در خاک در درجه اول سیستم های ریشه گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهد. ریشه گیاه با تغییر در میزان و الگوی رشد به سرعت در حال پاسخ به سرب جذب شده است در حالی که اندام های هوائی پاسخی کندتر و متفاوت تر از ریشه دارند. همچنین تجمع سرب در خاک سبب می شود که در سلول های مریستمی، سیتوپلاسم پراکنده، واکوئل ها بزرگ و متعدد، دیواره سلولی نامنظم و دارای زوائد و انشعابات و هسته کوچک گردد. در این حالت، سرب بشدت در غشاء سلولی و بر روی دیواره سلولی رسوب می کند. Islam و همکاران (۲۰۰۷) بیان داشتند که غلظت های بالای سرب در خاک، اثر منفی در حجم، طول و وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام های هوائی گیاه دارد.

[1]- Funneliformis mosseae
[2]- Rhizophagus irregularis

جدول ۱. مقایسه میانگین خصوصیات مورفولوژیک ریشه برای تیمارهای سرب

سطوح سرب	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	طول (cm)	حجم (cm^3)
Pb_0	۰/۵۵a*	۰/۱۸a	۶a	۲/۳۱a
Pb_1	۰/۳۸b	۰/۱۱b	۴/۸۱b	۱/۳۶b
Pb_2	۰/۲۸c	۰/۰۳c	۲/۵۶c	۰/۳۶c

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند، از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی داری ندارد.

سطوح سرب Pb0، Pb1 و Pb2 به ترتیب شامل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم سرب بر کیلوگرم خاک.

اثر سطوح میکوریز در خصوصات ریخت شناختی ریشه

نتایج این تحقیق نشان داد که همزیستی خوبی بین تمام تیمارهای قارچی استفاده شده با گیاه گندم بوجود آمد. نتایج جدول دو حاکی از آن است که کاربرد میکوریز سبب بهبود خصوصات ریخت شناختی ریشه گیاه گندم شده است. در تیمارهای میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه، وزن تر، وزن خشک، طول و حجم ریشه گیاه گندم به ترتیب به میزان ۷۵/۴۷، ۶۶/۶۶، ۸۴/۲۲ و ۸۲/۲۱ درصد نسبت به تیمار شاهد، بیشتر بود. کاربرد میکوریز آربسکولار ریزوفاگوس ایرگولاریس سبب شد تا وزن تر، وزن خشک، طول و حجم ریشه گیاه گندم به ترتیب به میزان ۷۲/۹۱، ۵۸/۳۳، ۸۱/۱۷ و ۷۵/۹۷ درصد نسبت به حالت عدم کاربرد آن، کاهش نشان دهد. نتایج همچنین نشان می دهد که کاربرد توام دو نوع میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه و ریزوفاگوس ایرگولاریس سبب شد تا وزن تر، وزن خشک، طول و حجم ریشه گیاه گندم به ترتیب به میزان ۷۲/۳۴، ۵۴/۵۴، ۷۶/۰۷ و ۷۳/۱۸ درصد نسبت به حالت عدم کاربرد آن، کاهش نشان دهد. در مورد طول و حجم ریشه کاربرد تیمار فانلی فورمیس موسه بهتر از ریزوفاگوس ایرگولاریس و آن هم بهتر از کاربرد توام دو نوع میکوریز آربسکولار سبب افزایش عملکرد شد. اختلاف دو تیمار ریزوفاگوس ایرگولاریس و کاربرد توام دو نوع میکوریز آربسکولار در صفات وزن تر و خشک ریشه به ترتیب برابر دو و هشت درصد بود که سبب شد این دو تیمار در یک سطح آماری قرار گیرند. تیمار ریزوفاگوس ایرگولاریس اثر مثبت بیشتری در صفات وزن تر و خشک ریشه داشت.

جدول ۲. مقایسه میانگین خصوصیات مورفولوژیک ریشه برای تیمارهای میکوریز

سطوح میکوریز	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	طول (cm)	حجم (cm^3)
0	۰/۱۳c*	۰/۰۵c	۱/۰۶d	۰/۳۷d
M	۰/۵۳a	۰/۱۵a	۶/۷۲a	۲/۰۸a
I	۰/۴۸b	۰/۱۲b	۵/۶۳b	۱/۵۴b
M+I	۰/۴۷b	۰/۱۱b	۴/۴۳c	۱/۳۸c

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند، از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی داری ندارد.

سطوح میکوریز 0، M، I و M+I به ترتیب شامل شاهد، تلقیح با میکوریز آربسکولار *فانلی فورمیس موسه*، تلقیح با میکوریز آربسکولار *ریزوفاگوس ایرگولاریس* و تلقیح با دو نوع میکوریز (M+I).

تأثیر فلزات سنگین بر همزیستی میکوریزی و گیاه میزبان بسته به نوع فلز سنگین، غلظت و زمان در معرض قرارگیری گیاه متفاوت خواهد بود. در گیاهان تلقیح شده معمولاً وزن خشک ریشه بیشتر می باشد که این خود در میزان آب جذب شده توسط گیاه، اصلاح روابط آبی و افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه موثر است (Al-Karaki و همکاران ۱۹۹۹). همچنین در گیاهان میکوریزی به دلیل توسعه شبکه هیف قارچ در محیط پیرامون ریشه، سطوح جذب کننده آب بیشتر شده و بدین صورت هدایت هیدرولیکی ریشه افزایش می یابد که این امر منجر به افزایش فتوسنتز در گیاه شده که نتیجه نهایی آن در افزایش رشد و عملکرد گیاه مشاهده می شود (رجالی و همکاران ۱۳۸۰).

اثر متقابل سطوح میکوریز و سرب در خصوصات ریخت شناختی ریشه

با توجه به جدول سه، کمترین وزن تر و خشک، طول و حجم ریشه مربوط به تیمار بدون میکوریز آربسکولار (شاهد) و کاربرد ۴۰۰ میلی گرم سرب در هر کیلوگرم خاک بود. بیشترین مقادیر وزن تر و خشک، طول و حجم ریشه در تیمار میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه و بدون سرب (شاهد) بدست آمد و اختلاف این دو تیمار در مورد وزن تر و خشک، طول و حجم ریشه، به ترتیب برابر ۸۷/۱۴، ۹۶، ۹۹/۲۸ و ۹۹/۳۱ درصد بود.

زمانی که ۴۰۰ میلی گرم سرب به هر کیلوگرم خاک وارد شده بود، اختلاف وزن تر و خشک، طول و حجم ریشه در تیمار حاوی میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه با تیمار بدون میکوریز، به ترتیب برابر ۷۶/۳۱، ۸۳/۳۳، ۹۸/۶۲ و ۹۸/۴۶ درصد بود. این نتایج نشان می دهد که در حضور مقادیر مختلفی از غلظت سرب، وجود قارچ میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه، به شدت از آثار منفی سرب در صفات ریخت شناختی ریشه گندم، به ویژه طول و حجم ریشه کاسته و گیاه را در مقابل غلظت های بالای سرب محافظت می کند.

در مورد وزن تر ریشه، زمانی که سطوح سرب برابر صفر بود (شاهد) تیمارهای میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه و میکوریز آربسکولار ریزوفاگوس ایرگولاریس تفاوت معنی داری نداشته و از لحاظ آماری در یک کلاس قرار داشتند. در مورد وزن خشک ریشه، زمانی که سطوح سرب برابر ۴۰۰ میلی گرم سرب در هر کیلوگرم خاک بود، تیمارهای میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه و میکوریز آربسکولار ریزوفاگوس ایرگولاریس عملکردی معادل تیمار کاربرد ۲۰۰ میلی گرم سرب در هر کیلوگرم خاک و بدون میکوریز داشتند. در ارتباط با طول ریشه، زمانی که ۴۰۰ میلی گرم سرب به هر کیلوگرم خاک وارد شده بود، تیمار میکوریز فانلی فورمیس موسه با تیمار تلفیق دو نوع میکوریز و کاربرد ۲۰۰ میلی گرم سرب به هر کیلوگرم خاک، در یک کلاس آماری قرار گرفتند که این امر نشان‌دهنده اثر مثبت میکوریز فانلی فورمیس موسه در طول اندام هوایی است.

جدول ۳. مقایسه میانگین خصوصیات مورفولوژیک ریشه برای اثرات متقابل دو جانبه سطوح سرب و میکوریز

سطوح سرب	سطوح میکوریز	وزن تر (g)	وزن خشک (g)	طول (cm)	حجم (cm^3)
Pb_0	0	۰/۱۸h*	۰/۰۷f	۲/۱f	۱/۰۳h
	M	۰/۷a	۰/۲۵a	۸/۴۳a	۲/۹۳a
	I	۰/۶۹a	۰/۲۲b	۷/۵b	۲/۸b
	M+I	۰/۶۴b	۰/۱۹c	۶c	۲/۵c
Pb_1	0	۰/۱۳i	۰/۰۶fg	۱/۰۳g	۰/۰۷i
	M	۰/۵۲c	۰/۱۴d	۷/۳۶b	۲/۰۳d
	I	۰/۴۲e	۰/۱e	۶/۴۳c	۱/۷۶e
	M+I	۰/۴۷d	۰/۱۳de	۴/۴۳d	۱/۶f
Pb_2	0	۰/۰۹j	۰/۰۱i	۰/۰۶h	۰/۰۲i
	M	۰/۳۸f	۰/۰۶fg	۴/۳۶d	۱/۳g
	I	۰/۳۵fg	۰/۰۴gh	۲/۹۶e	۰/۰۷i
	M+I	۰/۳۲g	۰/۰۳hi	۲/۸۶e	۰/۰۵i

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف مشترک می باشند، از لحاظ آماری با آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ تفاوت معنی داری ندارد.

سطوح سرب Pb0، Pb1 و Pb2 به ترتیب شامل صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم سرب بر کیلوگرم خاک و سطوح میکوریز 0، M، I و M+I به ترتیب شامل شاهد (بدون تلقیح میکوریز)، تلقیح با میکوریز آربسکولار فانلی فورمیس موسه، تلقیح با میکوریز آربسکولار ریزوفاگوس ایرگولاریس و تلقیح با دو نوع میکوریز (M+I).

با توجه به نتایج بدست آمده وجود همزیستی میکوریزی در ریشه می تواند در شرایط تنش سرب اثرات منفی فقدان سمیت آن را بر وزن تر و خشک ریشه تعدیل کرده و بدین روش سبب افزایش بیومس ریشه گندم گردد. بالا بودن وزن تر و خشک، طول و حجم ریشه گیاهان میکوریزی در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزی به ویژه در سطوح ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم سرب بر کیلوگرم خاک عمدتاً به دلیل افزایش توان فتوسنتزی گیاهان تلقیح شده می باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان‌دهندهٔ این امر است که در سطوح بالای سرب، همزیستی میکوریزی با هر دو گونهٔ قارچی به طور معنی داری سبب افزایش وزن تر و خشک، طول و حجم ریشه، گردیده است. با توجه به این مسئله میتوان نتیجه گرفت که گیاهان میکوریزی به دلیل برخورداری از شرایط بهتر رشدی در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزی، توانائی و عملکرد بیشتری در سیستم ریشه ای دارند. در این آزمایش نقش حمایتی قارچ فانلی فورمیس موسه از گیاه گندم در کلیهٔ سطوح سرب کاملاً روشن بود. بطور کلی به نظر میرسد گیاهان میکوریزی شانس بیشتری برای بقا و رشد در شرایط خاکهای آلوده به فلز سنگین داشته باشند.

منابع

امانی فر، س.، علی اصغرزاده، ن.، نجفی، ن.، اوستان، ش. و بلندنظر، ص. ۱۳۹۰. تأثیر قارچهای آربوسکولار بر ویژگی های رشد و گره بندی گیاه یونجه با باکتری *سینوریزوبیوم ملیلوتی* در یک خاک آلوده به سرب. مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

رجالی، ف.، علیزاده، ع.، صالح راستین، ن. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۰. تأثیر رابطه همزیستی میکوریزی بر اصلاح روابط آبی گیاه میزبان و افزایش تحمل آن به تنش خشکی. ص ۴۳۵-۴۵۷. در: ک. خاوازی و م.ج. ملکوتی (گردآورندگان). ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.

مرادی، ص.، بشارتی، ح.، فیضی اصل، و. و اسمعیل پور، ا. ۱۳۹۰. بررسی اثرات متقابل دو جانبه سطوح رطوبتی، قارچ میکوریز و باکتری ریزوبیوم در برخی صفات مورفولوژیک ریشه نخود. مجموعه مقالات دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

مرادی، ص. و شیخی، جمال. ۱۳۹۲. تأثیر قارچهای میکوریز آربوسکولار بر خصوصیات مورفولوژیک ریشه گندم در یک خاک آلوده به سرب. مجموعه مقالات سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز، ایران.

Al-Karaki, G.N., Al-Radad, A. and Clark, RB. 1999. Mycorrhizal influence on protein and lipid of durum wheat grown at different soil phosphorus level. Mycorrhiza, 9, 97-101.

An, Y.J. 2006. Assessment of comparative toxicities of lead and copper using plant assay. Chemosphere, 62, 1359-1365.

Islam, E., Yang, X., Li, T., Liu, D., Jin, X. and Meng, F. 2007. Effect of Pb toxicity on root morphology, physiology and ultrastructure in the two ecotypes of *Elsholtzia argyi*. Journal of Hazardous Materials, 147, 806-816.

Schüßler, A., Schwarzott, D. and Walker, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research, 105, 1413-1421.

Topic for submission: Soil and Water Pollution and Health of Agricultural Products

Changes in morphological characteristics of wheat root in a lead contaminated soil with application of arbuscular mycorrhiza

Moradi[1], S., Jahanban[*1], L.

[1] Assistant Prof., Department of Agriculture, Payame Noor University, PO. BOX 19395-3697 Tehran, Iran

Abstract

Lead is one of the environmental pollutants and is very toxic to plants and other living organisms, including humans. Mycorrhizal fungi are microorganisms that coexist with more than 80% of the vascular plants. This mycorrhizal coexistence not only plays a role in mineral nutrition of plants, but also improves plant resistance to environmental stresses, including heavy metal contamination. In this research, by performing a greenhouse experiment, the effect of coexistence with two species of Mycorrhiza funneliformis mosseae and rhizophagus irregularis on the morphological characteristics of wheat root in lead contaminated soil was investigated. The experiment was conducted as a factorial based on three levels of lead (0, 200 and 400 mg lead per kilogram of soil), four levels of mycorrhizal fungi (without mycorrhiza or control), mycorrhiza funneliformis mosseae, rhizophagus irregularis, and combining these two types of mycorrhiza with three replicates. Lead nitrate was used to make lead treatments. The results showed that inoculation of wheat with both mycorrhizal fungi increased the measured morphological characteristics.

Keywords: Arbuscular Mycorrhiza, Lead, Morphological Characteristics, Wheat.

[*] Corresponding author, Email: jahanban96@gmail.com