آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

تاثیر مایکوریز و سطوح مختلف مس بر برخی خصوصیات رویشی و بیوشیمیایی گیاه شاهدانه (*cannabis sativa*)

ترانه تجربه کار[۱*]، مهدی سرچشمه‌پور[۲]، ناصر برومند[۳]، همایون فرهمند[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[۲]استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[۴]دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی،دانشگاه شهید باهنرکرمان

چکیده

در این پژوهش تاثیر قارچ میکوریز و سطوح مختلف مس بر برخی ویژگیهای رشدی و بیوشیمیای گیاه شاهدانه(***Cannabis sativa***) مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی بود که با ۵ سطح مس و دو سطح قارچ میکوریز با ۴ تکرار در گلخانه دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. در نهایت پس از یک دوره رشد رویشی۱۲۰ روزه، برخی صفات رویشی گیاه مانند وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، غلظت مس در ریشه و اندام هوایی، درصدکلنیزاسیون میکوریزی و سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز اندازه گیری شد. تاثیر مایه زنی شاهدانه با میکوریز بر تمامی صفات در سطح یک درصد معنی دار شد و سطوح بالای مس باعث کاهش تمامی صفات شد. اثر متقابل مس و میکوریز نیز بر کلیه صفات اثر معنی داری داشت. استفاده از میکوریز باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی به میزان.۲۰درصد در سطح صفر (تیمار Cu0M1) و ۲۰درصد در سطح ۸۰۰ میلی‌گرم مس به ازاء کیلوگرم خاک (تیمارCu800M1) نسبت به تیمارهای بدون میکوریز شد. تاثیر میکوریز بر تغییرات وزن خشک ریشه نیز مشابه اندام هوایی بود. میزان همزیستی میکوریزی در بالاترین سطح مس (Cu800) نسبت به شاهد بدون مس حدود ۲۷ درصد کاهش یافت. با افزایش سطوح مس، غلظت مس اندام هوایی و ریشه و میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز اندام هوایی نیز افزایش یافت و استفاده از میکوریز به طور معنی‌داری باعث کاهش مس و افزایش آنزیم‌های فوق در اندام هوایی گردید.

کلمات کلیدی: گیاه‌پالایی، کاتالاز، همزیستی میکوریز

مقدمه

خاک به عنوان جزیی از بیوسفر، نقش مهمی در تولید غذا و پایداری محیط زیست دارد. سلامت و پایداری خاک به عنوان یک منبع تجزیه ناپذیر، به فعالیت های انسانی وابسته است و دارای ارتباط تنگاتنگی با محیط زیست می باشد. لزوم پاکسازی محیط از انواع آلاینده ها به منظور بهره برداری پایدار و طولانی مدت از آن، امری ضروری است که با استفاده از روشهای مهندسی مرسوم بسیار پرهزینه است و فقط در سطوح کوچک قابل اجرا میباشد و بدین علت لزوم بکارگیری روشهای فراگیر و کاربردی ضروری و اجتنابناپذیر است (عابدی کوپایی ۱۳۸۵). یکی از بهترین روشهای، زیستپالایی و ایجاد رویشگاهی سبز در جهت جلوگیری از پراکنش آلودگیهای فلزی اینگونه خاکها میباشد (Reeves و همکاران،۲۰۰۰). آلودگی فلزات سنگین همچنین ترکیب میکروبی خاک را تغییر می دهد که در نهایت باعث تخریب خواص بیوشیمیایی و باروری خاک می‌شود (Kozdroj و Van Elsas ۲۰۰۱؛ Kurek وBollag،۲۰۰۴). بعضی از گونه های اختصاصی گیاهان میتوانند مدار قابل توجهی از فلزات سنگین را به اندام هوایی انتقال دهند. برداشت اندام هوایی غنی از فلزات سنگین از مکان های آلوده می تواند در خروج فلزات سنگین از خاک بدون صرف هزینه های بالایی همچون خاک برداری و انتقال و خروج خاک های سطحی از منطقه موثرباشد. موفقیت در امر گیاه پالایی مشروط به تولید زیست توده زیاد و تجمع زیاد فلزات سنگین در اندام هوایی گیاهان است. به طور کلی در انتخاب یک گیاه برای گیاه پالایی خاک باید عواملی چون قدرت جذب زیاد، تولید زیست توده بالا و انتقال زیاد عناصر از ریشه به ساقه را در نظرگرفت. همزیستی گیاه با میکرو ارگانیسم ها و سایر موجودات زنده موجب حفظ و پایداری گونه ها و جوامع گیاهی میگردد. ریشه گیاهان یک نیچ اکولوژیک را برای بسیاری از میکروارگانیسم های خاک فراهم میکنند. میکوریز یکی از سودمند ترین همزیستی ها میباشد که در آن گیاه میزبان و قارچ همزیست به طور متقابل از رابطه ایجاد شده سود میبرند (Turk وهمکاران،۲۰۰۶). میکوریز نقش حیاتی در ساختار جوامع گیاهی بازی می‌کند و به واسطه اثر برتوسعه و ثبات سیستم خاک-گیاه نیز اهمیت دارد (Cakan وKaratas،۲۰۰۶). رابطه همزیستی میکوریزی بین اغلب خانواده های گیاهی گسترش دارد و تنها تعداد محدودی از گیاهان، غیرمیکوریزی هستند (Allen،۱۹۹۱). شاهدانه یک گیاه زینتی علفی،یک ساله و دارای واریته و شکل های مختلفی است. این گیاه سرعت رشد بالایی دارد و ارتفاع آن معمولا به یک و حتی تا چهارمتر نیز می-

* ایمیل نویسنده مسئول: taranetajrobehkar@gmail.com

رسد و حجم ریشه آن نیز زیاد است و باعث می شود عناصر بیشتری جذب کند. اثرات متقابل میکوریز و غلظت‌های بالای مس و پتانسیل گیاه‌پالایی این گیاه کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

تهیه مایه‌تلقیح: ابتدا تعداد ۲۰ نمونه ریزوسفری ریشه گیاه شاهدانه از مزارع تحقیقاتی کرمان جمع آوری و درصد کلنیزاسیون میکوریزی آنها تعیین گردید و تعداد ۶ نمونه با درصد بالا انتخاب و با استفاده از گیاه سورگوم طی یک دوره رویش ۷۵ روزه تکثیر شدند. درصد کلنیزاسیون میکوریزی ریشه ها با استفاده از روش رنگبری و رنگ‌آمیزی سریع تعیین شد. جهت رنگ آمیزی از روش phillips وHayman (۱۹۷۰) استفاده گردید و سپس برای تعیین درصد کلنیزاسیون طبق روش Giovannetti وMosse (۱۹۸۰)، اقدام و در نهایت جدایه با بالاترین درصد همزیستی انتخاب شد و به عنوان مایه تلقیح استفاده شد.

اعمال تیمارها و کاشت گیاه: ابتدا مقدار کافی خاک از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع آوری شد و از الک ۴میلیمتری عبور داده شد. نمونه ای از خاک تهیه و برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیای آن تعیین گردید . ترکیب نهایی خاک مورد استفاده در گلدانها دارای ۵۸/۳٪ شن، ۳۱/۵ ٪ سلیت، ۱۰/۲٪ رس، PH برابر۸/۷، EC برابر ۱/۶ و ۳۷٪کربن آلی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی بود که با ۵ سطح مس(۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۸۰۰ میلی گرم مس بر کیلوگرم خاک) از منبع سولفات مس و دو سطح قارچ میکوریز (تلقیح با میکوریز و شاهد بدون تلقیح) با ۴ تکرار در گلخانه دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. ابتدا میزان ۴ کیلوگرم خاک به ازاء هر گلدان توزین و سپس بر حسب تیمار مربوطه سطوح مورد نظر مس از طریق تهیه یک محلول مادر به گلدان‌ها اضافه و به مدت ۱ماه با رطوبت مناسب نگهداری شدند. سپس به نیمی از گلدان‌ها مقدار ۱۰۰ گرم مایه‌تلقیح در دولایه اضافه و تعداد ۶ عدد بذر جوانه دار کشت گردید. به نیمی دیگر از گلدانها ۱۰۰ گرم خاک مشابه استریل اضافه ، تعداد گیاهچه‌ها به ۳ عدد گیاه یکنواخت در هر گلدان کاهش یافت. آرایش گلدان‌ها هر هفته یک بار عوض میشد تا شرایط کاملا تصادفی برای گلدان ها ایجاد شود و آبیاری به گونه‌ای بود که زه‌آب خارج نشود. پس از اتمام یک دوره رویشی ۴ماهه که گیاهان به رشد کافی رسیدند، ابتدا آنزیم آنتی آکسیدان(کاتالاز، آسکوربات) تعیین و سپس هر تیمار جداگانه برداشت و وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، درصد کلنیزاسیون میکوریزی ریشه، غلظت مس در اندام هوایی و ریشه از طریق تهیه خاکستر خشک و هضم با اسیدکلریدریک اندازه گیری شد.

سنجش فعالیت‌های آنزیمی: سنجش فعالیت‌های آنزیم کاتالاز (CAT) بر اساس روش(Velikova و همکاران،۲۰۰۰) تعیین شد. بر اساس این روش ۳میلی لیترمخلوط واکنش شامل۲۸۸۰میکرولیتر بافر پتاسیم فسفات ۵۰میلی مولار(PH=7)، ۲۰میکرو لیترآب اکسیژنه ۰/۷۵٪ و ۱۰۰میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با افزودن آب اکسیژنه به مخلوط واکنش، واکنش شروع و کاهش در جذب آب اکسیژنه در بازه های ۳ثانیه ای برای ۲دقیقه در طول موج ۲۴۰نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد. فعالیت آنزیم آسکوربات (APX) نیز بر اساس روش Nakano و Asadi (۱۹۸۱) اندازه گیری شد.در این روش۳میلی لیتر مخلوط واکنش حاوی۲۶۸۰میکرولیتر بافر پتاسیم فسفات۵۰ میلی مولار(PH=7/5)، ۱۰۰میکرولیترآسکوربات ۰/۵میلی مولار، ۱۰۰میکرولیتر EDTA۱۰میلی مولار،۳۰ میکرولیترآب اکسیژنه۱۵میلی مولار و ۱۰۰میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. فعالیت آسکوربات بر اساس اکسیداسیون آسکوربیک اسید و میزان کاهش در جذب در طول موج ۲۹۰نانومتر به مدت۳دقیقه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد.در نهایت داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام و نمودار ها با استفاده از اکسل رسم شدند.

نتایج و بحث

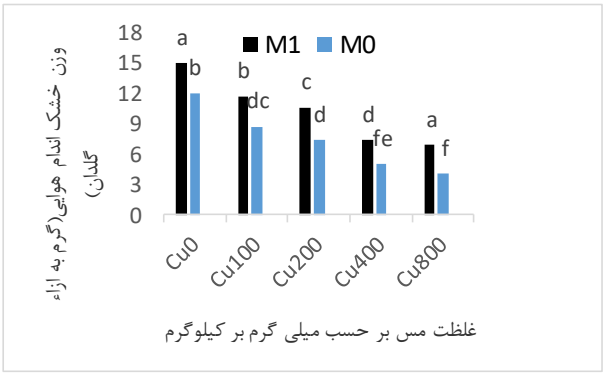
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها. نشان دادکه، اثرات اصلی میکوریز و مس بر تمام صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. اثرات متقابل میکوریز و مس نیز در مورد درصد کلنیزاسیون در سطح پنج درصد در مورد وزن خشک و غلظت مس اندام هوایی و ریشه و آنزیم کاتالاز در سطح یک درصد معنی‌دار شد و آنزیم اسکوربات پراکسیداز معنی‌دار نشد. اثرات اصلی و متقابل سطوح مس و میکوریز بر وزن خشک اندام هوایی در سطح یک درصد معنی دار شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، استفاده از میکوریز باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی به میزان ۲۰درصد در سطح Cu0M1 (۱۵/۰) نسبت به شاهد غیر میکوریزی شد و ۲۰درصد در سطح Cu800M1 (۶/۹۴) نسبت به شاهد غیرمیکوریزی شد. نتایج نشان داد که وزن خشک

اندام هوایی در گیاهان تلقیح شده با میکوریز نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر است (شکل۱). در آزمایش رمضانی و قاسمی (۱۳۹۰) نیز مصرف غلظت های مختلف سرب در گیاه ذرت باعث کاهش وزن تر و خشک گیاه شد.

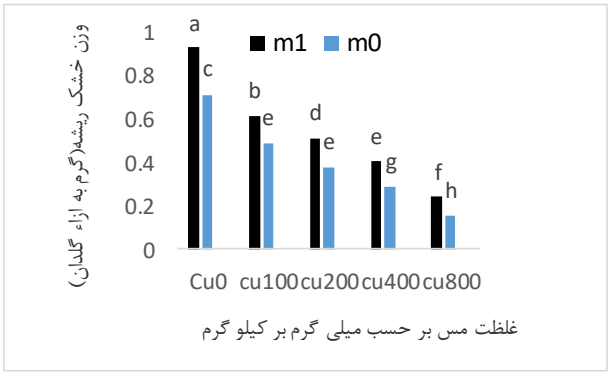
اثرات اصلی و متقابل سطوح مس و میکوریز بر وزن خشک ریشه نیز در سطح یک درصد معنی دار شد. بیشترین وزن خشک ریشه بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربوط به تیمار CU0M1 (۰/۹۳۴گرم به ازای گلدان) بود که نسبت به شاهدغیرمیکوریزی ۲۳ درصد افزایش داشت. کمترین مقدار این صفت در تیمارCU800M0(۰/۱۵۷گرم به ازاء گلدان) مشاهده شدکه نسبت به شاهدغیرمیکوریزی ۷۸درصد کاهش داشت. نتایج نشان داد که میانگین وزن خشک ریشه درگیاهان تلقیح شده با میکوریز در تمام تیمارها نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر است(شکل ۲). در بررسیEl-Tayeb و همکاران (۲۰۰۶) نیز مس باعث کاهش وزن تر و خشک ساقه و ریشه آفتابگردان زینتی شد.

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز و نیز اثرات متقابل آنها بر غلظت مس اندام هوایی گیاه در سطح یک درصد معنی دار شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، غلظت مس در بافت های گیاهان تلقیح شده بدون تلقیح با افزایش سطوح مس، افزایش یافت. بیشترین غلظت مس اندام هوایی مربوط به تیمار cu800m0 (۲۹/۵۲ میلی گرم برکیلوگرم ماده خشک گیاه) بود که نسبت به شاهد ۸۲ درصد افزایش داشت و کمترین مقدار این صفت در تیمار cu0m1(۳/۱۷ میلی گرم برکیلوگرم ماده خشک گیاه) مشاهده شد. غلظت مس در تیمارهای حاوی میکوریز به طور معنی داری کمتر بود (شکل ۴). Kopittke و همکاران در سال ۲۰۰۷نشان دادند که میزان جذب سرب در ریشه های گونه vigna unguiculata به میزان ۱۰-۱۵ برابر بیشتر از بخش های هوایی میباشد. Yan و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی انباشتگی سرب در بخش های مختلف گونه valisnerria spinulosa و Leung در سال ۲۰۰۲ با مطالعه اثرات سرب در گونه pinus radiate نتایج مشابهی را گزارش کردند.

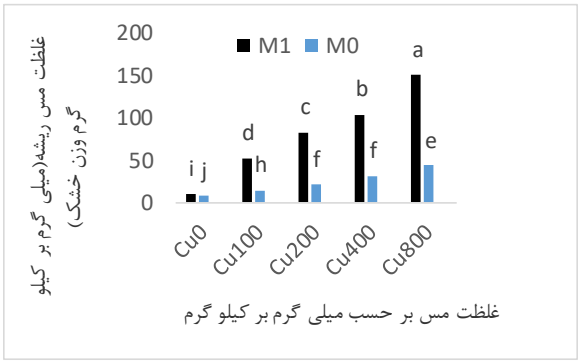
اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز و نیز اثرات متقابل آنها بر غلظت مس ریشه در سطح یک درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان دادکه غلظت مس در ریشه گیاهان تیمار شده با قارچ میکوریز نسبت به گیاهان بدون تلقیح در سطح بالاتری قرار داشت. همچنین با افزایش سطوح مس، غلظت مس در ریشه گیاهان تلقیح شده و نشده افزایش یافت.کمترین مقدار این صفت درتیمار cu0m0 (۷/۲۳میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) و بیشترین غلظت مس مربوط به تیمار cu800m1 (۱۵۰/۱۸میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) مشاهده شد که نسبت به شاهد ۹۵درصد افزایش داشت (شکل ۵). برخی تحقیقات نشان داده که میزان فلزاتی مانند کادمیم،کروم و سرب در ریشه گیاهان بیشتر از اندام هوایی است (Bennett و همکاران،۲۰۰۰).



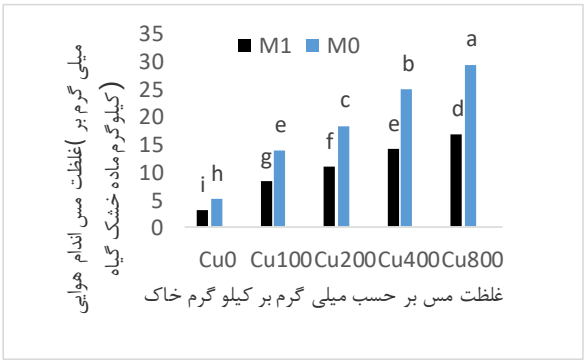
شکل۱ نمودارتاثیرسطوح مختلف مس و میکوریز بر وزن خشک اندام هوایی



شکل۲نمودارتاثیر سطوح مختلف مس و میکوریز بر وزن خشک ریشه



شکل۵ نمودارتاثیر سطوح مختلف مس و میکوریز بر غلظت مس ریشه



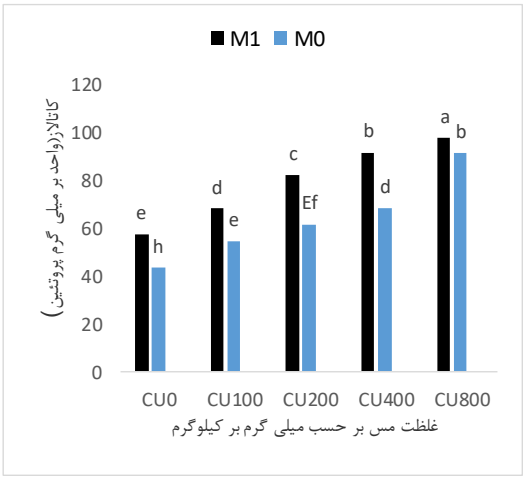
شکل ۴ تاثیر سطوح مختلف مس و میکوریز برغلظت مس دراندام هوایی

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز بر درصد کلنیزاسیون ریشه در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در پنج درصد معنی دار شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، بیشترین درصد کلنیزاسیون مربوط به تیمار Cu0M1(۹۳/۰۵درصد) و کمترین مقدار این صفت در تیمار Cu800M1 (۶۸/۰۵درصد) مشاهده شد.نتایج نشان داد که با افزایش سطوح مس،درصد کلنیزاسیون به طور معنی داری کاهش یافت(شکل۶). ضمنا هیچ‌گونه آثار همزیستی میکوریز در ریشه گیاهان بدون تلقیح مشاهده نشد. طبق پژوهش‌های انجام شده، عنصر مس حتی در غلظت‌های پایین برای اکثر قارچ‌ها سمی است و تاثیر سمیت مس و اثر بازدارندگی آن بر توسعه برون ریشه‌ای هیف قارچ موجب کاهش فعالیت های متابولیکی شده و بر درصد همزیستی میکوریزی تاثیر منفی دارد (Baldrian، ۲۰۰۳).

شکل۳ - نمودار تاثیر سطوح مختلف مس بر درصدکلنیزاسیون میکوریزی

اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز و اثرات متقابل آنها بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح یک درصد معنی دار شد. کمترین مقدار فعالیت این آنزیم مربوط به تیمار cu0M0 (۴۳/۴۱ واحد بر میلی گرم پروتئین) و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار cu800M1(۹۷/۵۷ واحد بر میلی گرم پروتئین) بود (شکل ۶). میکوریز باعث افزایش ۲۱درصدی کاتالاز در گیاهان تلقیح شده با میکوریز نسبت به گیاهان تلقیح نیافته شده است.گیاهان داتوره و گونه‌ای از سلمه توانستند در برابر فلز مس آنزیم های دارای فعالیت آنتی اکسیدانی تولید کنند(Boojar و Goodarzi،۲۰۰۷).

آنزیم آسکوربات پراکسیداز(APX)،اثرات اصلی سطوح مس و میکوریز بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در سطح یک درصد معنی دار شد، اما اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد.کمترین مقدار فعالیت این آنزیم مربوط به تیمار cu0M0 (۸۶۱/۶۱ واحدبرمیلی گرم پروتئین) و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار cu800M1 (۱۶۹۴/۶۱ واحد بر میلی گرم پروتئین) است (شکل ۷). همچنین تلقیح گیاه با میکوریز به طور میانگین باعث افزایش ۱۲درصدی آسکوربات پراکسیداز در گیاهان تلقیح شده با میکوریز نسبت به گیاهان تلقیح نیافته شد. پژوهش انجام شده توسط کیم و همکاران بر روی گیاه کاملیا نیز نشان داد که غلظت های بالای مس در این گیاهف باعث افزایش تولید آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز شد (Kim و همکاران،۲۰۰۵).



شکل ۶ نمودار تاثیر سطوح مختلف مس و میکوریز بر آنزیم کاتالاز

شکل ۷ نمودار تاثیرسطوح مختلف مس و میکوریز بر آنزیم

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که سطوح مختلف مس باعث کاهش شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه شاهدانه از جمله وزن خشک ریشه و اندام هوایی و طول گیاه و افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو در ساقه می‌گردد. تلقیح گیاهان با میکوریز باعث افزایش ماندگاری مس در ریشه و انتقال کمتر آن به اندام هوایی شد و بدین جهت بود که شاخص های رویشی گیاه در گیاهان تلقیح شده با میکوریز در حضور و عدم حضور مس بیشتر بود.

منابع

رمضانی،م. و ث. قاسمی.۱۳۹۰.بررسی گیاه پالایی سرب در خاک توسط گیاه ذرت(Zea mays L). اولین همایش ملی گیاه پالایی. کرمان.۵صفحه.

Allen, F. M. 1991. The ecology of micorrhizae. London: Cambridge university press 32-40

Baldrian, P. 2003. Interactions of heavy metals with white-rot fungi. Enzyme and Microbial Technology, 32(1), pp.78-91.

Bennett, J.P., Chiriboga, E, Coleman, J. and Waller, D.M., 2000. Heavy metals in wild rice from northern Wisconsin. Science of the Total Environment, 246(2), pp.261-269.

5Boojar, M. M. and F. Goodarzi. 2007. The copper tolerance strategies and the role of antioxidative enzymes in three plant species grown on copper mine. PubMed.

Cakan, H. and C. Karatas. 2006. Interaction between mycorrhizal colonization and plant life forms along the successional gradiental of coastal sand dunes in the eastern Mediterraean. Turkey Ecological Research, 21: 301-310.

El-Tayeb, M. A., A. E. El-Enany and N. L. Ahmed. 2006. Salicylic acid-induced adaptive response to copper stress in sunflower (Helianthus annuus L.). Plant Growth Regulation .50:191-199. 8-Kim, S. H. and I. S. Lee.2005. phytoremediation of Cu-contaminated Soil and Water by commelina comminis. The Korean Journal of ecology.28(1):7-13.

Kim, S. H. and I. S. Lee.2005. phytoremediation of Cu-contaminated Soil and Water by commelina comminis. The Korean Journal of ecology.28(1):7-13.

Molassiotis, A., G. Tanoug and A. Patakas. 2005. Effect of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange chlorophyll fluorescene and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. Journal Plant Nutrition. 25: 843-860

Turk, M. A., T. A. Assaf, K. M. Hameed and A. M. A1- Tawaha. 2006. Significance of Mycorrhizae. World Journal ofAgricultural science, 2 (l): 16-20.

Yan, X., D. Yu, H. Wang and J. Wang. 2006. Response of submerged plant (Vallisneria spinulosa) clones to lead stress in the heterogenous soil. Chemosphere. 63 : 1459-1465.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

Impact of mycorrhiza and different levels of copper on some vegetative and biochemical properties of cannabis (cannabis sativa)

Tajrobeh Kar*[1], T., Sarcheshmeh Pour [2], M., Boroumand, N[3], Farahmand ,H[4]

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[3] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[4] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

Abstract

In this research, the effects of mycorrhizal fungi and different levels of copper on some of the cannabis growth and biochemical properties were studied. The experiment was factorial based on a completely randomized design with 5 levels of copper (0, 100, 200, 400, 800 mg / kg soil) and two levels of mycorrhiza (inoculation with mycorrhiza and control without inoculation) with 4 replicates. In the greenhouse of Shahid Bahonar University of Kerman. Finally, after a period of growth of 120 days, some vegetative traits such as dry weight of the shoot increased by 20% compared to non-metizing control, and the lowest of these traits decreased by 66% compared to non-mycorrhizal control, and the percentage of colonization was highest (93.5%) and the lowest (68.5%) were measured. The results showed that the effect of hemp inoculation with mycorrhiza on all traits was significant at 1% level, and high levels of copper reduced all traits. The interaction of copper and mycorrhiza had a significant effect on all traits. The level of mycorrhiza coexistence at high copper levels was reduced by 27% compared to non-copper treatment. The results of this study showed that different levels of copper reduced morphological traits and increased biochemical traits.stract

Keywords: Cannabis, Copper, Phytoremediati

* Corresponding author, Email: Taranetajrobehkar@gmail.com