بررسی جذب عناصر فسفر، روی و کادمیوم توسط شبدر تلقیح شده با قارچهای میکوریزایی وزیکولار آربسکولار گونه *Glomus intraradices*

محمد تحسین کریمی نژاد و حبیب ا نادیان

به ترتیب : دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز و استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز-گروه تولیدات گیاهی-مجتمع کشاورزی رامین

مقدمه

عناصر سنگین در نتیجه فعالیت‌های گوناگون صنعتی و کشاورزی مانند استخراج کانه‌های معدنی،کاربرد فاضلابهای شهری در اراضی کشاورزی، تخلیه پسماندهای صنعتی وارد محیط شده و عموماً در غلظت‌های خیلی کم نیزبرای گیاهان سمی هستند.این عناصر علاوه برکاهش رشد ریشه بسیاری فرایندهای فیزیولوژیکی به ویژه جذب عناصر غذایی را مختل کرده و اشکال قابل دسترس عناصر غذایی را در خاک کاهش می‌دهند(۴) .

مطالعه بر همکنش بین عناصر سنگین و جذب عناصر غذایی عموماً در گیاهان علفی صورت گرفته و مشخص شده که جذب عناصری مانند منگنز(۸) ، فسفر(۱۰) و یا کلسیم و منیزیم(۱۴)در خاک‌های آلوده کاهش می‌یابد. یکی از اجزاء غالب فلور میکروبی خاکها قارچهای میکوریزایی آربسکولار هستند که در اکثر اکوسیستم‌های خشکی وجود دارند(۱۲). این قارچها به رده Glomales در Zygomycete ها تعلق داشته و با اکثر گیاهان عالی رابطه همزیستی برقرار می‌کنند در حقیقت این همزیستی گسترده‌ترین نوع همزیستی در کره زمین محسوب می‌شود. این قارچها اثر چشمگیری بر افزایش جذب عناصر غذایی، رشد و سازگاری گیاهان میزبان در شرایط تنش‌های محیطی دارند. طبق بررسی محققین مختلف تاثیر مثبت قارچهای میکوریزایی آربسکولار بر افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، روی، مس و آهن در گیاهان میکوریزایی ثابت شده است(۹و ۱). همچنین مشخص شده که قارچهای وزیکولار آربسکولار قادرند تحمل گیاهان میزبان را نسبت به غلظت‌های بالای عناصر سنگین در خاک‌های آلوده افزایش دهند(۷). باند شدن فلزات به دیوارهٔ سلولی میسلیومها، سکوستره شدن فلزات توسط پروتئین‌ها و تشکیل کمپلکس در واکوئل‌های ساختارهای قارچی باعث کاهش غلظت یون‌های آزاد در سیتوپلاسم و لذا کاهش جذب یون‌های فلزی توسط گیاه می‌گردد(۱۳).

مواد و روشها

این تحقیق بصورت گلخانه‌ای و درقالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، چهارغلظت کادمیوم (۰، ۱/۵، ۳و۱۰mg/kg) و دو سطح میکوریزا(حضور و عدم حضور قارچ) صورت گرفت. خاک مورد استفاده در جنوب اهواز از شرکت کشت و توسعه نیشکر و صنایع جانبی واحد امیرکبیر و از عمق ۳۰ -۰سانتی متر برداشت شده و به نسبت ۱:۱ با یک خاک ماسه‌ای از همان منطقه مخلوط گردید .

برای بررسی تاثیر قارچهای میکوریزایی مورد استفاده، بایستی با استرلیزاسیون خاک، قارچهای احتمالی موجود در خاک را حذف نمود. در این آزمایش از روش اتوکلاو استفاده شد بدین صورت که خاک مورد آزمایش را درون ظرف فلزی مشبکی قرارداده و به مدت دو ساعت در فشار۱۰۳ کیلو پاسکال و درجه حرارت ۱۲۱ درجه سانتیگراد استریل گردید برای انجام آزمایش گلخانه ای گلدانهایی با گنجایش ۳ کیلوگرم خاک تهیه شده و مقدار معینی خاک (۲۷۰۰ گرم) درون گلدانها ریخته و برای یکنواخت بودن میزان رطوبت خاک در شروع آزمایش مقدار مشخصی آب مقطر به همه گلدانها افزوده شد.

بذورجوانه زده شبدر *Trifolium Alexanderium* را درون حفره هایی که با میله ای شیشه ای تمیز ایجاد شده بودند قرار داده و در تیمارهای میکوریزایی مقداری از مایه تلقیح (خاک+ریشه های تلقیح یافته) را روی بذور ریخته شد. پس از سبز شدن بذور شبدر در تیمارهای مورد نظر کادمیوم بصورت۵۰ml محلول $CdCl_2$ و در غلظتهای(۰/۳،۱،۵و۱۰mg/kg) به خاک گلدانهای تحت تیمارهای عناصر سنگین افزوده شدند. (به گلدانهای شاهد بهمان مقدار آب مقطر افزوده شد).

گیاهان بمدت ۸ هفته در گلخانه یکسان آبیاری شده و با کنترل نسبی نور و درجه حرارت رشد داده شدند. پس از پایان دوره رشد اندامهای هوایی و ریشه هر تیمار جدا شده و وزن خشک و همچنین میزان عناصر فسفر، روی و کادمیوم در آنها تعیین گردید.

نتایج و بحث

وزن خشک اندامهای هوایی : مقایسه میانگین‌های وزن خشک بخش هوایی شبدر نشان می‌دهد که در تیمارهای میکوریزایی وزن خشک بخش هوایی شبدر بمراتب بیشتر از تیمارهای غیر میکوریزایی بوده که مطابق با نتیجه حاصله از مقایسه میانگین ارتفاع گیاه می‌باشد.بر اساس نتایج گزارش شده بیشتر بودن وزن خشک بخش هوایی گیاهان میکوریزایی به دلیل بهبود شاخص‌های رشد گیاه و افزایش فتوسنتز و آسیمیلاسیون این گیاهان و افزایش دسترسی عناصر غذایی و افزایش سطح جذب سیستم ریشه‌ای گیاه میزبان است(۲).شکل (۱-۱) مطالب فوق را تایید می‌کند.

وزن خشک ریشه: مقایسه میانگین‌های وزن خشک ریشه شبدر نشان می‌دهد که وزن خشک ریشه در تیمارهای میکوریزایی بیشتر از تیمارهای شاهد بوده که مشابه نتیجه حاصله از وزن خشک بخش هوایی است. این امر بدلیل گسترش میسلیوم قارچ‌هایVAM در خاک و بهبود جذب رطوبت و عناصر غذایی(۲) و لذا افزایش سنتز آسیمیلاتهای مختلف مانند گلوکز، فروکتوز و اسیدهای‌آمینه درگیاه(۱۵) وحفاظت ریشه درمقابل استرسهای محیطی است. شکل(۲-۱) ومؤیدمطالب‌فوق می‌باشد.

درصد کلنیزاسیون: مقایسه میانگین‌های درصد کلنیزاسیون ریشه شبدر نشان می‌دهد که عنصر کادمیم تاثیر معنی داری بر روی درصد کلنیزاسیون ریشه داشته است. در شکل (۳-۱) ملاحظه می‌شود که با افزایش غلظت کادمیم اعمال شده در خاک درصد کلنیزاسیون ریشه شبدر افزایش یافته و این افزایش معنی دار بوده است که این امر بدلیل سمیت عناصر سنگین در غلظت‌های بالا و افزایش استرس‌های محیطی و لذا افزایش تمایل میکوریزایی شبدر بوده است(۹).

فسفر: نتایج آنالیز اندامهای هوایی و ریشه نشان می‌دهد که میزان عنصر فسفر در تیمارهای میکوریزایی بسیار بیشتر از تیمارهای شاهد بوده وبین آنها اختلاف کاملا معنی دار وجود دارد . بعبارت دیگر تاثیر قارچ میکوریز استفاده شده بر افزایش جذب فسفر در گیاه میزبان(شبدر) کاملا معنی دار بوده است. مطالب فوق نقش مثبت قارچهای آربسکولار را در افزایش جذب فسفر و بهبود تغذیه گیاه با وجود غلظت‌های بالای عناصر سنگین تایید می‌کند(۱۱).

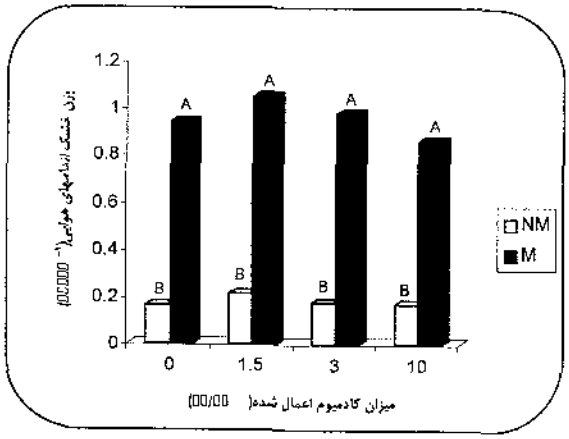
روی: در مورد عنصر روی نیز همانند فسفر میزان روی در اندامهای هوایی و ریشه گیاهان میکوریزایی شده بیشتر بوده و اختلاف کاملا معنی‌داری بین گیاهان میکوریزایی و شاهد وجود داشته است. بعبارت دیگر گیاهان میکوریزایی در جذب روی از خاک موفق‌تر بوده‌اند که این امر نقش قارچهای آربسکولار را در افزایش جذب روی نشان می‌دهد بطور مثال جذب بیشتر ^{65}Zn در گیاه میکوریزایی *Araucaria* تایید شده است(۱).همچنین جذب و انتقال ^{65}Zn در طول میسلیومهای *G.mosseae* به ریشه گیاه شبدر ثابت شده است(۳).

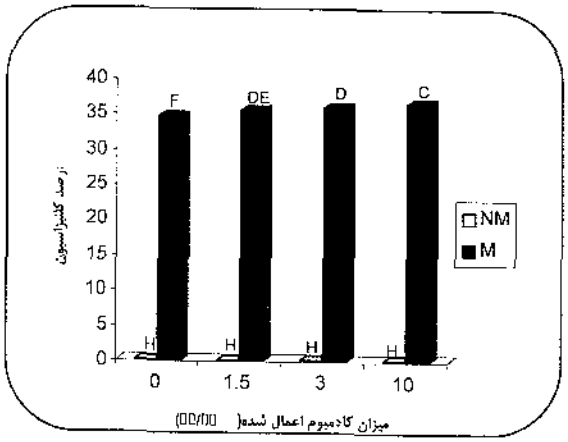
کادمیوم: در مورد عنصر کادمیوم که جزو عناصر سنگین محسوب می‌شود بر خلاف عناصر فسفر و روی مقدار کادمیوم در گیاهان میکوریزایی شده بسیار کمتر از گیاهان شاهد بوده است. بعبارت دیگر در گیاهان میکوریزایی میزان کادمیم کمتری جذب و به اندامهای هوایی منتقل شده است که این امر بدلیل نقش قارچهای آربسکولار در کاهش جذب کادمیم است.در حقیقت میکوریزاهای آربسکولی قادرند سمیت عناصر سنگین را در گیاهان کاهش دهند(۶) و مکانیسم این امر بدلیل کمپلکس کردن و نگهداری این عناصر در میسلیوم قارچها است که مانع جذب کاتیون فلزات سنگین توسط گیاه می‌گردد(۵).

نتیجه گیری

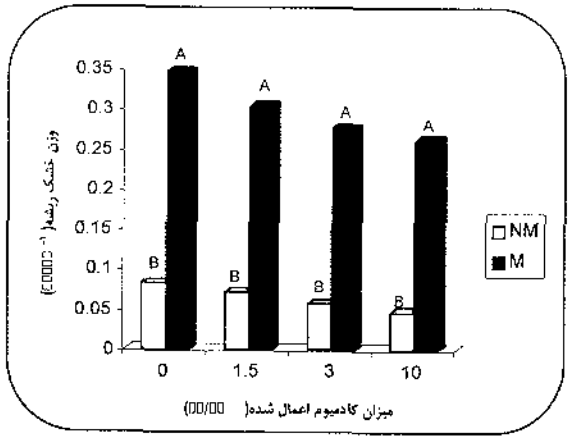
نتیجه کلی آزمایش نشان می دهد که رشد گیاهان میکوریزایی شده بمراتب بیشتر بوده و اختلاف بسیار آشکاری با گیاهان غیرمیکوریزایی داشته است. بررسی نتایج شاخص‌های رشد و جذب عناصر غذایی و عناصر سنگین در گیاهان میکوریزایی و شاهد نشان می دهد که قارچهای میکوریز جذب عناصر غذایی کم تحرک بخصوص فسفر و روی را در گیاهان میکوریزایی شده افزایش داده‌اند در حالیکه مقدار عناصر سنگین در گیاهان میکوریزایی همواره کمتر از گیاهان شاهد بوده است که نشان دهنده

نقش بسیار مثبت همزیستی میکوریزایی بر روی رشد گیاهان میزبان بخصوص در شرایط وجود تنش‌های محیطی(مانند تنش رطوبتی، وجود غلظت‌های بالای عناصر سنگین و کمبود عناصر غذایی ضروری در خاک) می‌باشد.





شکل۲-۱-تاثیر غلظت های مختلف کادمیم بر روی درصد کلنیزاسیون ریشه شبدر در تیمارهای میکوریزایی(M) و تیمارهای غیر میکوریزایی(NM)



شکل۳-۱-تاثیر غلظت های مختلف کادمیم بر روی وزن خشک ریشه شبدر در تیمارهای میکوریزایی(M) و غیر میکوریزایی(NM)

منابع مورد استفاده

1- Bowen, G. D., (1973). Mineral nutrition of mycorrhizas.In:Ectomycorrhzas (eds G.C.Marks and T.T.Kozlowski). Academic Press, New York,USA. pp: 151-201.
2- Bowen, G. D., Bevege, D. I. Moss, B. (1975). Phosphorus physiology of vesicular-arbuscular mycorrhizas . In:F.F.sanders, B.Moss and P.B . Tinker(editors), Endomycorrhizas Academic press,London,pp: 241-260.
3- Cooper, K. M. and Tinker, P. B. (1978). Translocation and transfer of nutrients in vesicular-arbuscular mycorrhizas.II.Uptake and translcation of phosphorus, Zinc and Sulphur. New Phytologist. (81), 43-52.
4- Derome. J. and Lindroos , A. J. (1998). Effects of heavy metal concentration on macronutrient availability and acidification parameters in forest soil in the vicinity of the Harjavalta Cu-Ni smelter , SW Finland. Enviromental Pollution. (99), 225-232.

5- El-Kherbawy, M., Angle, J. S., Heggo, A., and Cheny, R. L. (1989). Soil pH, rhizobia, and vesicular-arbuscular mycorrhizae inoculation effects on growth and heavy metal uptake of alfafa(Medicago sativa). Biology and Fertility of soils. (8), 61-65.
6- Gildon, A., Tinker., P. B. (1983). A heavy metal-tolerant strain of mycorrhizal fungus. British Mycologiacl Society. (77), 648-649.
7- Heggo, A., Angle, J. S., Chaney, R. L., (1990). Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on heavy metal uptake by soybean. Soil Biology and Biochemistry. (22), 865-869.
8- Lagriffoul, A., Mocquot, B., Mench, M and Vangronsveld, J. (1998). Cadmium toxicity effects on growth ,mineral and chlorophyl contents, and activities of stress related enzymes in young maize plants(Zea mays L.). Plant Soil. (200), 241-250.
9- Li, X. L., Christie, P.,(2001). Changes in soil solution Zn and PH and uptake og Zn by arbuscular mycorrhiza red clover in Zn-contaminated soil. Chemosphere. (42),201-207.
10- Mallic, N. and Rai, L C. (1984). Kinetic studies of mineral uptake and enzyme activities os Anabena doliolum under metal stress. J. Appllied Microbiology. (40), 123-133.
11- Miller, M. R., Jastrow, J. D. (1992). The application of VA mycorrhiza to ecosystem restoration and reclamation. In: Allen, M. J., (ed.) Mycorrhizal Functioning, Chapmah and Hall, New York.pp: 488-517.
12- Nicolson, T. H. (1967). Vesicular-arbuscular mycorrhiza-a universal plant symbiosis. Science Press Oxford. (55), 561-581.
13- Ortiz, D. F., Kreppel, L., Spieser, D. M., McDonald, G. & Ow. D. W. (1992). Heavy metal tolerance in the fission yeast requires an ATP-binding Cassete-type vascular membrane transporter. EMBO. (11), 3491-3499.
14- Rengel, Z. (1997). Mechanisms of plant resistance to aluminium and heavy metals.In, Mechanisms of Envoriomental Stress Resistance in Plants, A.S.Barsa and R.K.Basra(eds.), pp: 241-276. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
15- Schellenbaum, L. S., Muller, J., Boller, T., Wiemken, A., Schuepp, H. (1998). Effects of drought on non-mucorrhizal maize: Changes in the pools of non-structural carbohydrates in activities of invertase and trehalase, and the pools of amino and imino acids. New Phytologist. (138), 59-66.