



تأثیر میکروارگانیسیم‌های محرک رشد گیاه بر واکنش گیاه تلخه (*Acroptilon repens*) (DC) به آلودگی کادمیومی خاک

سولماز کاظم‌علیلو¹، میرحسن رسولی‌صدقیانی² و حبیب خداوردی‌لو²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

2- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

email: h.s.alilo2010@gmail.com

چکیده

میکروارگانیسیم‌های محرک رشد گیاه نقش مهمی در بهبود رشد گیاهان در شرایط تنش دارند به نحوی که آنها را اصلاح‌کنندگان زیستی خاک می‌نامند. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر AMF و PGPRها بر مقدار RWC و قندهای محلول گیاه تلخه در حضور کادمیوم بود. این آزمایش در قالب فاکتوریل با چهار غلظت کادمیوم و تلقیح باکتری‌های PGPR و قارچ آربوسکولار با 3 تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کادمیوم، میزان قندهای محلول در گیاهان تلقیحی به طور معنی داری ($p \leq 0/05$) افزایش و میزان آب نسبی برگ به طور غیر معنی داری ($p \leq 0/05$) در همه تیمارها کاهش یافت.

کلمات کلیدی: آربوسکولار میکوریزا، باکتری‌های محرک رشد گیاه، تلخه، کادمیوم

مقدمه

در بین فلزات سنگین، به کادمیوم توجه ویژه ای شده است، زیرا به راحتی به وسیله‌ی ریشه گیاه جذب می‌شود و سمیت آن تا 20 برابر بیشتر از سایر فلزات سنگین است (ثواقبی و ملکوتی، 1379). میکروارگانیسیم‌های خاک مانند میکروارگانیسیم‌های آزادی همیار با ریشه‌ی گیاه، باکتری‌های همزیست و قارچ ریشه‌ها، بخش جدایی ناپذیر ریزوسفر محسوب می‌شوند. اثرات متقابل میکروب‌های ریزوسفر و گیاه منجر به افزایش تراکم میکروبی و فعالیت متابولیکی‌شان در ریزوسفر، حتی در خاک‌های آلوده به فلزات می‌شود (Van Der Lelie, 1998).

Brud و همکاران (1998) گزارش کردند در خاک‌هایی با آلودگی شدید که محتوای فلزات آنها از حد تحمل گیاه فراتر است، امکان تیمار گیاهان با میکروب‌های ریزوسفر، ممکن است سبب افزایش بیوماس گیاه شود و بدین وسیله سبب تثبیت و بازسازی پوشش گیاهی و همچنین اصلاح خاک آلوده به فلزات می‌شود. Gali و همکاران (1993) پیشنهاد کردند که قارچ ریشه‌ها نقش مهمی در حفاظت ریشه‌ی گیاهان در برابر فلزات سنگین دارد، اما کارایی حفاظت بر اساس نوع فلزات سنگین و گونه‌ی قارچ ریشه‌ها فرق می‌کند. باکتری‌های محرک رشد با ترشح آنزیم ACC دامیناز اثرات منفی تنش اتیلن را کاهش می‌دهند، علاوه بر این قادر به استفاده و جذب ترکیبات سیدروفور- آهن هستند (Kuffner و همکاران، 2008). تحقیقات حاکی بر آن است که کارایی گیاه‌پالایی تحت تأثیر زیست‌فراهمی فلزات سنگین در خاک قرار دارد و با کتریها می‌توانند فلزات سنگین را به صورت قابل جذب در اختیار ریشه قرار دهند (Yan و همکاران، 2007). همزیستی قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار نیز با ریشه گیاهان یکی از همزیستی‌های مفید و



موثر در فناوری پالایش سبز آلاینده‌های خاک می‌باشد. چون قارچ ریشه‌ها پس از برقراری همزیستی ترشحات ریشه‌ای گیاه میزبان را بصورت کمی و کیفی تغییر می‌دهند، بنابراین می‌توانند نقش مهمی در پالایش فلزات سنگین از خاک توسط گیاهان داشته باشند. قارچ‌های میکوریزی با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و مواد غذایی به ویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی، مس افزایش و موجب بهبود رشد آنها می‌شوند (Glick, 2003).

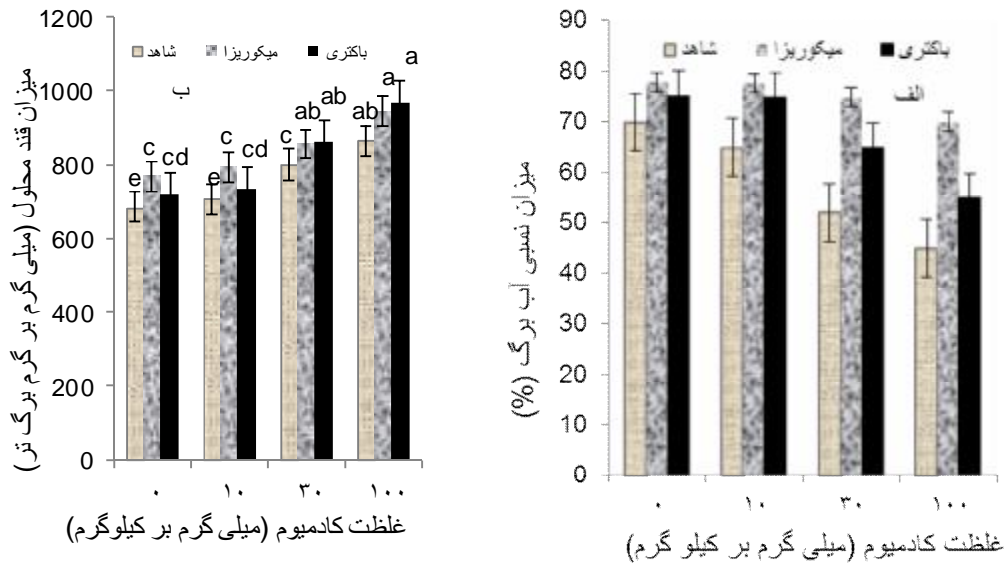
مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار و باکتری‌های محرک رشد بر میزان قند و آب سهل الوصول گیاه مرتعی تلخه، این تحقیق بر روی یک خاک Mesic، Mixed، Loam و Typic halqaeps اجرا گردید. غلظت‌های کادمیوم صفر، 10، 30 و 100 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک انتخاب شدند. برای آلوده کردن خاک، از نمک نترات کادمیوم استفاده شد. نمونه‌های خاک آلوده شده پس از الک کردن در اتوکلاو در دو نوبت در دمای 121 درجه سانتیگراد و فشار 1/5 بار در داخل کیسه‌های کنفی استریل شدند. گلدان‌ها نیز با الکل استریل سطحی شدند. برای اعمال تیمارهای میکروبی، در تیمارهای مربوط به قارچ ریشه آربوسکولار قبل از کشت، در زیر بذرها مقدار 20 گرم از مایه تلقیح بصورت لایه‌ای به ضخامت تقریبی 2 سانتی‌متر اضافه شد. تیمار قارچ ریشه‌ای شامل ترکیبی از مایه تلقیح قارچ ریشه‌های جنس *Glomose* و گونه‌های *Intraradices*، *Mosseae* و *Fasiculatum* بود. برای تیمار باکتریایی مقدار 15 میلی‌لیتر از محیط کشت مایع Nutrient Broth حاوی باکتری‌ها به گلدان‌ها تلقیح گردید. تیمار باکتریایی شامل ترکیبی از باکتری‌های سودوموناس فلورسنت از سه گونه پوتیدا، فلورسنس و آئروژینوزا بود که به مدت 48 ساعت در دمای 28 درجه سانتیگراد در انکوباتور در محیط کشت مایع Nutrient Broth رشد کرده پس از اعمال تیمارها کشت گیاهان انجام شد. اندازه‌گیری قندهای محلول با استفاده از روش فنل سولفوریک و بر اساس هیدرولیز اسیدی قند های محلول با ایجاد ترکیب فورفورال و تشکیل کمپلکس رنگی با فنل انجام شد. به منظور تعیین RWC (میزان آب نسبی برگ)، با استفاده از روش Yano-Melo و همکاران (2003) انجام گرفت و میزان آب نسبی برگ با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

که در آن DW ، FW و TW به ترتیب وزن برگ تر، وزن برگ تورژسانس $RWC = \frac{FW - TW}{DW - TW}$

نتایج و بحث

آنالیز داده‌های مربوط به میزان قند و آب سهل الوصول نشان می‌دهد که میزان قند در گیاهان میکوریزی، باکتریایی و شاهد در اثر سمیت کادمیوم افزایش ($p \leq 0/05$) و میزان نسبی آب برگ در همه تیمارها به طور غیر معنی داری کاهش یافت (شکل 1).



شکل 1- تاثیر غلظت‌های مختلف کادمیوم بر مقدار RWC (الف) و میزان قند محلول (ب) در تیمارهای مختلف (حروف مشترک بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن می باشد).

اعمال تنش کادمیومی سبب کاهش RWC در برگ گیاه شد (شکل الف). ولی میزان کاهش در گیاهان تلقیحی به طور غیر معنی داری کمتر از گیاهان شاهد بود. دلیل غیر معنی دار بودن، ممکن است بدلیل عدم وقوع تنش آبی در طول دوره رشد گیاه باشد. گزارشاتی مبنی بر ایجاد اختلال در جذب آب توسط کادمیوم وجود دارد که نتیجه آن کاهش فشار تورگر است. این کاهش همراه با کاهش قابلیت ارتجاعی دیواره سلول باعث کوچک شدن سلول ها و کاهش فضای بین سلولی در گیاهان تحت تنش با کادمیوم می باشد (Vassilev و Yordanov, 1997).

افزایش قند (شکل ب) می تواند آثاری از ساز و کارهای مقاومت گیاهان در برابر تنش کادمیوم باشد. کادمیوم با کاهش انتقال آب به برگها و در نتیجه اختلال در سرعت تعرق برگ منجر به بروز تغییرات فرا ساختاری اندامکهای سلول و تغییر در رفتار آنزیمهای کلیدی چند مسیر متابولیسمی از جمله مسیر متابولیسم قند می شود. با کاهش انتقال آب به برگها و بدنبال تجمع کادمیوم در سلولها، محتوای قندهای احیا کننده در گیاه افزایش می یابد. این پدیده احتمالاً مکانیسم سازشی گیاه برای حفظ پتانسیل اسمزی در شرایط سمیت با کادمیوم است. علاوه بر نقش قندها در تنظیم فشار اسمزی تصور می شود با افزایش قندهای حل شونده گیاه بتواند ذخیره کربوهیدراتی خود را برای حفظ مطلوب نگه دارد (Dubey و Verma, 2001).

نیز گزارش شده است قندهای محلول به عنوان محافظت کننده های اسمزی در تنظیم اسمزی سلول نقش دارند و در پاسخ به تنش های محیطی تجمع می یابند (Pagter و همکاران, 2005). از آن جایی که در گیاهان پتانسیل اسمزی بستگی به تعداد مولکول های ماده محلول نیز دارد، تنظیم اسمزی از مسیر تبدیل پلی ساکاریدهایی نامحلول مانند نشاسته و فروکتان به قند های محلول مانند اولیگوساکاریدها، ساکارز و گلوکز تنظیم می شود. در مجموع افزایش قندهای محلول در زمان تنش را می توان به علت توقف رشد یا سنتز این ترکیبات از مسیرهای غیر فتوسنتزی و هم چنین تخریب قندهای نامحلول که باعث افزایش قندهای محلول نیز می شود، بیان کرد (Hendry, 1993).



- ثوابی، غ. ر. و ج. ملکوتی. 1379. اثرات روی و کادمیوم بر غلظت عناصر و ترکیب شیمیایی گندم. آب و خاک 12(9): 65-64.
- Brud, G. I. Dixon, D. G. Glick, B. R. A. 1998. Plant growth promoting bacterium that decreases nickel toxicity in seedlings. *Appl Environ Microbiol.* 64(10): 3663-8.
- Galli, U. Meier, M. Brunold, C. 1993. Effects of cadmium on non-mycorrhizal and mycorrhizal Norway spruce seedlings (*Picea abies* (L.) Karst) and its ectomycorrhizal fungus *laccata* Scop. Ex. Fr.) Bk. And Br: Sulphate reduction, thiols and distribution of the heavy metal. *New Phytol.* 125: 837-843.
- Glick, B. R. 2003. Phytoremediation: Synergistic Use of Plants and Bacteria to Clean Up the Environment. *Biotechnology Advances.* 21: 383-393.
- Hendry, G.(1993). Evolutionary origins and natural functions of fructan. *New Phytologist*, 123, 3-14.
- Kuffner, M., M. Puschenreiter, G. Wieshammer, M. Gorfer and A. Sessitsch. 2008. Rhizosphere bacteria affect growth and metal uptake of heavy metal accumulating willows, *Plant Soil*, 304: 35-44.
- Pagter, M., Bragato, C., Brix, H. (2005). Tolerance and physiological responses of phragmites australis to water deficit. *Aquatic Botany*, 81, 285-299.
- Van Der Lelie, D. 1998. Biological interactions: the role of soil bacteria in the Bioremediation of heavy metal polluted soil. In: Vangronsveld J, Cunningham SD, editors. *Metal contaminated soils: situ inactivation and phytoremediation*. Austain, TX, USA: Springer and RG Landes Co. 31-50.
- Vassilev, A. & Yordanov, I. 1997. Reductive analysis of factors limiting growth of cadmium treated plants –review. *Plant Physiology*. 23:114-133.
- Verma, S. & Dubey, R.S. 2001. Effect of cadmium on soluble sugars and enzymes of their metabolism in rice. *Biologia Plantarum*. 44(1): 117-123.
- Yan-de, J., H. Zhen-li and Y. Xiao. 2007. Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *J. Zhejiang Univ. Sci.*, 8(3): 197-207.
- Yano-melo, A.M. Sanggin, O. J., Maia, L.C., 2003. Tolerance of mycorrhized banana to saline stress. *Agric. Ecosist. Environ.* 95: 343-348.