دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک)

تاثیر میکروارگانیسم‌های افزاینده رشد گیاه بر رشد و عملکرد گیاه مرتعی خار زن‌بابا (*Onopordon acanthium*) در یک خاک آلوده به سرب

اکبر کریمی[1]، حبیب خداوردی‌لو[2]، میرحسن رسولی صدقیانی[2]

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

Akbar.karimi84@yahoo.com

چکیده

سرب عنصری ضروری برای رشد و نمو گیاهان نیست و جذب آن توسط گیاهان موجب مسمومیت آن‌ها می‌شود. در این پژوهش تاثیر قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AMF) و باکتری‌های ریزوسفری افزاینده رشد گیاه (PGPR) بر ارتفاع و عملکرد نسبی گیاه خار زن‌بابا مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه به‌صورت آزمایش فاکتوریل و در 3 تکرار در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که در تمامی غلظت‌های سرب در خاک، ارتفاع و عملکرد نسبی گیاه خار زن‌بابا در تیمار PGPR و AMF بطور معنی‌داری ($p\leq0/05$) بیش‌تر از تیمار شاهد بود.

کلمات کلیدی: باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، تنش سرب، قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار، گل گندم

مقدمه

سرب عمومی‌ترین فلز سنگین آلوده‌کننده‌ی محیط‌زیست است که از منابعی مانند دود خروجی از اگزوز وسایل نقلیه‌ی بنزین‌سوز، رنگ‌های صنعتی، فاضلاب‌های شهری و پساب‌های صنعتی وارد خاک می‌شود (Khan، 2005). گیاهان می‌توانند فلزات ضروری موجود در محلول خاک را جذب نمایند. این توانایی گیاهان به آن‌ها اجازه می‌دهد که فلزات سمی مانند سرب را نیز جذب نموده و در بافت‌های خود بیاندوزند. جذب سرب توسط گیاهان، سبب ایجاد سمیت و آسیب سیستم فیزیولوژیکی گیاهان می‌شود (Cencki و همکاران، 2010). سمیت سرب در گیاهان موجب کاهش رشد و عملکرد گیاهان، همچنین ایجاد اختلال در متابولیسم کلروپلاست می‌شود (Cencki و همکاران، 2010). واکنش‌های بین گیاهان و میکروارگانیسم‌های مفید ریزوسفر می‌تواند تولید زیست‌توده و بردباری گیاه به فلزات‌سنگین را افزایش دهد و لذا جزء مهمی از سیستم پالایش‌سبز به شمار می‌روند. در بین میکروارگانیسم‌های ریزوسفری که در واکنش‌های ریشه گیاهان با خاک پیرامونی دخالت دارند قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AMF) و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه (PGPR) بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Glick، 2003). همزیستی متقابل قارچ‌ریشه آربوسکولار با گیاهان، یکی از مهم‌ترین روابط همزیستی در خاک می‌باشد، که تقریبا در همه زیستگاه‌ها و اقلیم‌ها و نیز در خاک‌های آلوده به فلزات‌سنگین رخ می‌دهد (Wu و همکاران، 2006). قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار جزء مهم سامانه خاک-گیاه را تشکیل می‌دهند و در صورت بکارگیری مناسب می‌توانند در باروری خاک‌های آلوده و بهبود فعالیت‌های ریزوسفری موثر باشند

(Zarei و همکاران، 2008). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده که قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار می‌توانند اثر سمی فلزات‌سنگین را در گیاهان کاهش دهند. Punmaiya و همکاران (2010) گزارش کردند که مایه‌زنی قارچ‌ریشه آربوسکولار گونه *Glomus mosseae* به گیاهان علفی در خاک‌های آلوده به سرب، سبب افزایش رشد و زیست‌توده آن‌ها می‌شود. حضور PGPR بردبار به فلزات‌سنگین در ریزوسفر گیاهان، در خاک‌های آلوده به فلزات‌سنگین گزارش شده است. افزودن PGPR به خاک‌های آلوده به فلزات‌سنگین نیز، می‌تواند به رشد گیاهان در این خاک‌ها کمک کند (Gregorio و همکاران، 2006). Wu و همکاران (2006) تاثیر PGPR بر گیاه خردل هندی را در خاک‌های آلوده به سرب بررسی کردند. این بررسی نشان داد که حضور این باکتری‌ها باعث افزایش رشد گیاه شد و گیاه را از اثرات سمی این فلز محافظت نمود. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر AMF و PGPR بر ارتفاع و عملکرد گیاه خار زن‌بابا، در شرایط تنش آلودگی سرب بود.

مواد و روش‌ها

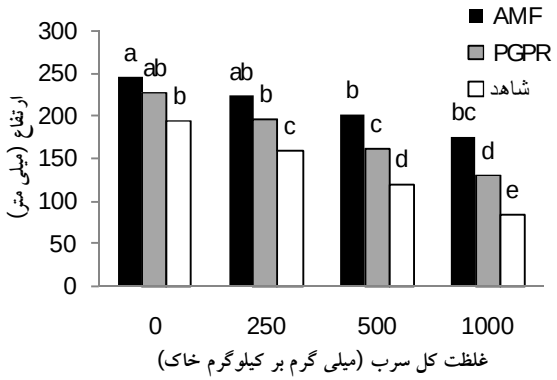
برای انجام این پژوهش یک نمونه خاک انتخاب و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با روش‌های استاندارد اندازه-گیری شد (Carter و همکاران، 2008). خاک با غلظت‌های 0، 250، 500 و 1000 میلی‌گرم سرب بر کیلوگرم خاک آلوده شد. غلظت سرب به گونه‌ای انتخاب شد که دامنه‌ای از غلظت صفر آن فلز تا چندین برابر غلظت مجاز را بپوشاند. نخست، مقدار لازم نمک نیترات‌سرب $Pb(NO_3)_2$ برای آلوده کردن جرم مشخصی از خاک محاسبه و به یک کیلوگرم از خاک افزوده شد و کاملاً با آن مخلوط گردید تا پیش‌ماده‌ای همگن بدست آمد. این پیش‌ماده‌ی آلوده سپس کاملاً با توده‌ی خاک مخلوط گردید. نمونه‌های خاک آلوده شده در اتوکلاو در دو نوبت استریل شدند. گلدان‌ها نیز با الکل استریل سطحی شدند. برای اعمال تیمارهای میکروبی (تیمار AMF شامل ترکیبی از زادمایه قارچ‌ریشه‌های جنس *Glomus* از گونه‌های *intraradices*، *mosseae* و *fasciculatum* و تیمار PGPR شامل ترکیبی از زادمایه باکتری-های *Pseudomonas* از سه گونه *putida*، *fluorescence* و *aeruginosa*) در تیمارهای مربوط به *AMF* قبل از کشت، در زیر بذرها مقدار 20 گرم از زادمایه بصورت لایه‌ای به ضخامت تقریبی 2 سانتی‌متر اضافه شد. برای تیمار باکتریایی مقدار 15 میلی‌لیتر از کشت 48 ساعته باکتری‌ها (در محیط کشت مایع Nutrient Broth) به هر کدام از گلدان‌ها مایه‌زنی شد. سپس، خاک آلوده در 3 تکرار برای هر تیمار در گلدان‌هایی با ارتفاع 30 سانتی‌متر (عمق ریشه-دوانی گیاه) ریخته شد. پس از اعمال تیمارها کشت گیاه گل گندم در گلدان‌های حاوی خاک آلوده به سرب در گلخانه انجام شد. در پایان دوره‌ی رشد گیاهان، ارتفاع گیاهان اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد نسبی گیاهان به شکل زیر محاسبه شد:

$$RY = \frac{Y_c}{Y_o} \times 100 \qquad [1]$$

که در آن Y_c عملکرد گیاه در سطح آلودگی c و Y_o عملکرد گیاه در تیمار شاهد در شرایط بدون مایه‌زنی خاک با میکروارگانیسم‌های افزاینده رشد گیاه می‌باشد.

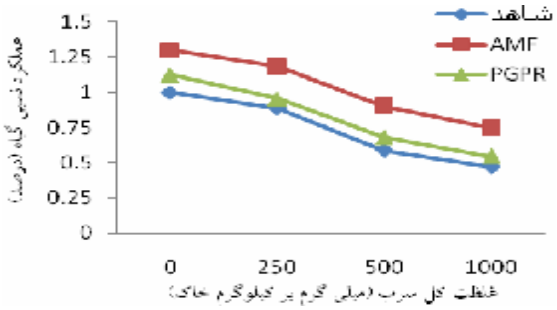
نتایج وبحث

pH خاک مورد مطالعه برابر 8/1 و CEC آن برابر 22/1 (سانتی مول بر کیلوگرم خاک) بود. کلاس بافتی خاک لوم و فراوانی رس، شن و سیلت آن به ترتیب 27/4%، 40/3% و 32/3% بود. ارتفاع گیاهان با افزایش غلظت سرب در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری ($p\leq0/05$) کاهش یافت (شکل1). کاهش ارتفاع به دلیل سمیت سرب در گیاهان و ایجاد اختلال در سیستم فیزیولوژیکی گیاهان بود، در حالی که در تیمارهای AMF و PGPR کاهش ارتفاع، معنی-دار($p\leq0/05$) نبود. مقدار ارتفاع در غلظت‌های مختلف سرب بدین ترتیب بود: AMF > PGPR > شاهد. AMF با



شکل (1) : تاثیر سطوح مختلف سرب بر ارتفاع گیاهان در تیمارهای مختلف (حروف متفاوت نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار ($p\leq0/05$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.).

اندوزش فلزات‌سنگین به‌شکل غیرسمی در ریشه‌های گیاهان همزیست و میسیلیوم‌های برون‌ریشه‌ای به رشد و پایداری گیاهان در خاک‌های آلوده به فلزات‌سنگین کمک می‌کنند (Gonzalez-Chavez و همکاران، 2004). PGPR نیز با آزاد کردن اگزوپلیمرها در اطراف خود، به سمیّت‌زدایی فلزات‌سنگین کمک کرده و رشد گیاهان را در خاک‌های آلوده به فلزات‌سنگین افزایش می‌دهند (He و همکاران 2010). نتایج نشان داد که با مایه‌زنی AMF بطور معنی‌داری ($p\leq0/05$) عملکرد نسبی گیاهان نسبت به تیمار شاهد افزایش می‌یابد. مقدار عملکرد نسبی در غلظت‌های مختلف سرب بدین ترتیب بود: AMF > PGPR > شاهد. AMF با راهکارهای گوناگون از جمله معدنی کردن فلزات‌سنگین با استفاده از ترشحات قارچی، رسوب فلزات در گرانول‌های پلی‌فسفات و جذب سطحی فلزات‌سنگین روی دیواره‌ی سلولی، اثرات سمی را کاهش می‌دهند. بدین‌ترتیب AMF رشد و زیست‌توده گیاهان را در خاک‌های آلوده به فلزات-سنگین می‌افزایند (Joner و Leyval، 1997). یکی از راهکارهای PGPR در افزایش رشد گیاهان در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین، تولید هورمون ایندول استیک اسید (IAA) است که منجر به افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه



شکل (2): تاثیر سطوح مختلف سرب بر عملکرد نسبی در تیمارهای مختلف

افزایش رشد گیاه می‌شود (Sheng و همکاران، 2008). گلومالین تولید شده توسط AMF می‌تواند اثر عناصر سمی را کاهش دهد. گلومالین از طریق اتصال به فلزات‌سنگین آن‌ها را از خاک استخراج می‌کند. به‌طوری‌که وجود همبستگی مثبت بین مقدار گلومالین در خاک و مقدار فلزات سنگین کلات شده به اثبات رسیده است. از نتایج بدست آمده چنین برمی‌آید که AMF و PGPR می‌توانند رشد و عملکرد نسبی گیاه خار زن بابا را در خاک‌های آلوده به سرب افزایش دهند. به طور کلی، AMF نسبت به PGPR تاثیر مثبت بیش‌تری بر واکنش گیاه به آلودگی سرب داشتند.

منابع

Carter M.R. and E.G. Gregorich., 2008. Soil sampling and methods of analysis (2nd ed). CRC Press. Boca Raton, FL. P.1204.

Cenkci, S.. Cioerci, I.H Yildiz, M. Oezay, C. Bozdao A., Terzi, H., 2010. Lead contamination reduces chlorophyll biosynthesis and genomic template stability in Brassica rapa L. Environ. Exp. Bot. 67: 467-473.

Glick, B. R. 2003. Phytoremediation: Synergistic Use of Plants and Bacteria to Clean Up the Environment. Biotechnology Advances. 21: 383-393.

Gonzalez-Chavez, M. C., Carrillo-Gonzalez, R., Wright, S. F., and Nichols, K., 2004. The role of glomalin, a protein produced by arbuscular mycorrhizal fungi, in sequestering potentially toxic elements. Environ. Pollution, 130(3): 317-323.

Gregorio, S. D., Barbafieri, M., Lampis, S., Sanangelantoni, AM., Tassi, E., and Vallini, G., 2006. Combined application of Triton X-100 and Sinorhizobium sp. Pb002 inoculum for the improvement of lead phytoextraction by Brassica juncea in EDTA amended soil. Chemosphere 63: 293–299.

He, C. Q., Tan, G. E., Liang, X., Du, W., Chen, Y. L, Zhi, G. Y., Zhu. Y., 2010. Effect of Zn-tolerant bacterial strains on growth and Zn accumulation in Orychophragmus violaceus. Appl. Soil Ecol. 44: 1-5.

Joner, E. J. and Leyval, C., 1997. Uptake of Cd by roots and hyphae of a Glomus mosseae/Trifolium subterraneum mycorrhiza from soil amended with high and low concentrations of cadmium. New Phytol., 135: 353–360.

Khan, A. G., 2005. Role of soil microbes in the rhizospheres of plants growing on trace element contaminated soils in phytoremediation. J. Trace Elem. Med. Biol., 18(4): 355-364.

Punamiya, P., Datta, R., Sarkar, D., Barber, S., Patel, M., Da, P., 2010. Symbiotic role of Glomus mosseae in phytoextraction of lead in vetiver grass [Chrysopogon zizanioides (L.)]. J. Hazard. Mater. 177: 465-474.

Sheng, X.F, Xia J.J, Jiang CY, He LY, Qian M., 2008. Characterization of heavy metal-resistant endophytic bacteria from rape (Brassica napus) roots and their potential in promoting the growth and lead accumulation of rape. Environ. Pollut. 156: 1164-1170.

Wu, S.C., Luo, Y.M., Cheung, K.C, Wong, M. H., 2006. Influence of bacteria on Pb and Zn speciation, mobility and bioavailability in soil: a laboratory study. Environ Pollut. 144:765–773.

Wu, S.C., Luo, Y.M., Cheung, K.C, Wong, M. H., 2006. Influence of bacteria on Pb and Zn speciation, mobility and bioavailability in soil: a laboratory study. Environ Pollut. 144:765–773.

Zarei M., Saleh-Rastin, N., Salehi Jouzani, Gh., Savaghebi Gh., Buscot F., 2008. Arbuscular mycorrhizal abundance in contaminated soils around a zinc and lead deposit. European Journal of Soil Biology, 44: 381-391.