



تاثیر قارچ‌ریشه‌های آربوسکولار (AMF) و باکتری‌های ریزوسفری افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) در پاسخ گیاه مرتعی گل گندم (*Centaurea cyanus*) به تنش آلودگی سرب

اکبر کریمی¹، حبیب خداوردی‌لو²، میرحسن رسولی صدقیانی²

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

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

Akbar.karimi84@yahoo.com

چکیده

سرب عنصری سمی و غیرضروری برای رشد گیاهان است. در این مطالعه تاثیر AMF و PGPR بر مقدار نسبی آب برگ (RWC) و مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه گل گندم تحت سمیت سرب مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل و در 3 تکرار در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت سرب در خاک، RWC و مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در همه تیمارها کاهش یافت، که این کاهش در تیمارهای AMF و PGPR در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کمتر بود.

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

مقدمه

وجود فلزات سنگین در خاک یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان به شمار می‌رود، بنابراین صرفنظر از منشأ فلزات در خاک، وجود این فلزات در خاک می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گیاهان و کیفیت محصولات کشاورزی شده و در حالت‌های شدید منجر به نابودی تنوع پوشش گیاهی در مناطق آلوده گردد (Yang و همکاران، 2002). سرب یکی از خطرناک‌ترین فلزات سنگین است که توسط گیاهان جذب می‌شود و بدین ترتیب گیاهان در معرض آلودگی به این عنصر سمی قرار می‌گیرند. در این حالت افزون بر آسیب‌هایی که به خود گیاه می‌رسد انسان‌ها و دام‌هایی که از این گیاه تغذیه می‌کنند نیز در خطر آلودگی به سرب قرار می‌گیرند. سمیت سرب در گیاهان موجب مسمومیت گیاه، کاهش جذب برخی عناصر مانند آهن و در نتیجه کلروزه شدن برگ‌ها، کاهش میزان فتوسنتز، کاهش تولید کلروفیل (Cencki و همکاران، 2010) و کاهش فعالیت‌های درون سلول (Larbi و همکاران، 2003) می‌گردد. سرب با کاهش انتقال آب به برگ‌ها و در نتیجه اختلال در سرعت تعرق برگ منجر به بروز تغییرات فراساختاری اندامک‌های سلول - های گیاه می‌شود. اخیراً استفاده از توانایی میکروارگانیسم‌های ریزوسفر (عمدتاً AMF و PGPR) در افزایش بردباری گیاهان به فلزات سنگین مورد توجه قرار گرفته است. AMF و PGPR می‌توانند جذب آب، مواد غذایی و رشد گیاهان را در خاک‌های آلوده به این فلزات افزایش دهند (Zhang و همکاران، 2010). هدف از این پژوهش بررسی تاثیر



AMF و PGPR در پاسخ گیاه گل گندم به تنش سرب و مقدار RWC و رنگیزه‌های فتوسنتزی این گیاه در شرایط تنش آلودگی سرب بود.

مواد و روش‌ها

یک نمونه خاک انتخاب و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری 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. برای آلوده کردن خاک، ابتدا مقدار لازم نمک نیترات سرب $Pb(NO_3)_2$ 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 *mosseae intraradices* 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. اندازه‌گیری RWC با استفاده از روش Yano-Melo و همکاران (2003) انجام شد و مقدار آن با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC = \frac{FW - TW}{DW - TW} \quad [1]$$

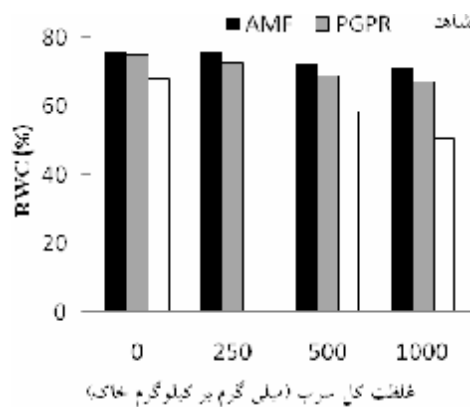
که در آن FW ، DW و TW به ترتیب وزن برگ تازه، وزن برگ اشباع شده و وزن برگ خشک (گرم) می‌باشند. مقادیر کاروتنوئید، کلروفیل a ، b و کل برگ به کمک استخراج با استون 80 درصد و با استفاده از روش Lichtenthaler و Wellbern (1985) اندازه‌گیری شدند.

نتایج و بحث

خاک مورد مطالعه دارای pH برابر 8/1 و CEC 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. مقدار RWC با افزایش غلظت سرب در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری ($p \leq 0/05$) کاهش یافت (شکل 1ب) که این به دلیل سمیت سرب و کاهش رشد ریشه‌ها در اثر تنش سرب بود، در حالی که در تیمارهای AMF و PGPR این کاهش معنی‌دار ($p \leq 0/05$) نبود. مقدار RWC در همه‌ی غلظت‌های سرب بدین ترتیب بود: $PGPR < AMF < شاهد$ (شکل 2). AMF احتمالاً با تثبیت سرب در هیف‌های خود و جلوگیری از انتقال آن به شاخساره گیاه موجب کاهش سمیت سرب در گیاه می‌شوند (Joner و Leyval، 2001). AMF و PGPR با کاهش مقدار اتیلن و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، ظرفیت نگه داری آب توسط

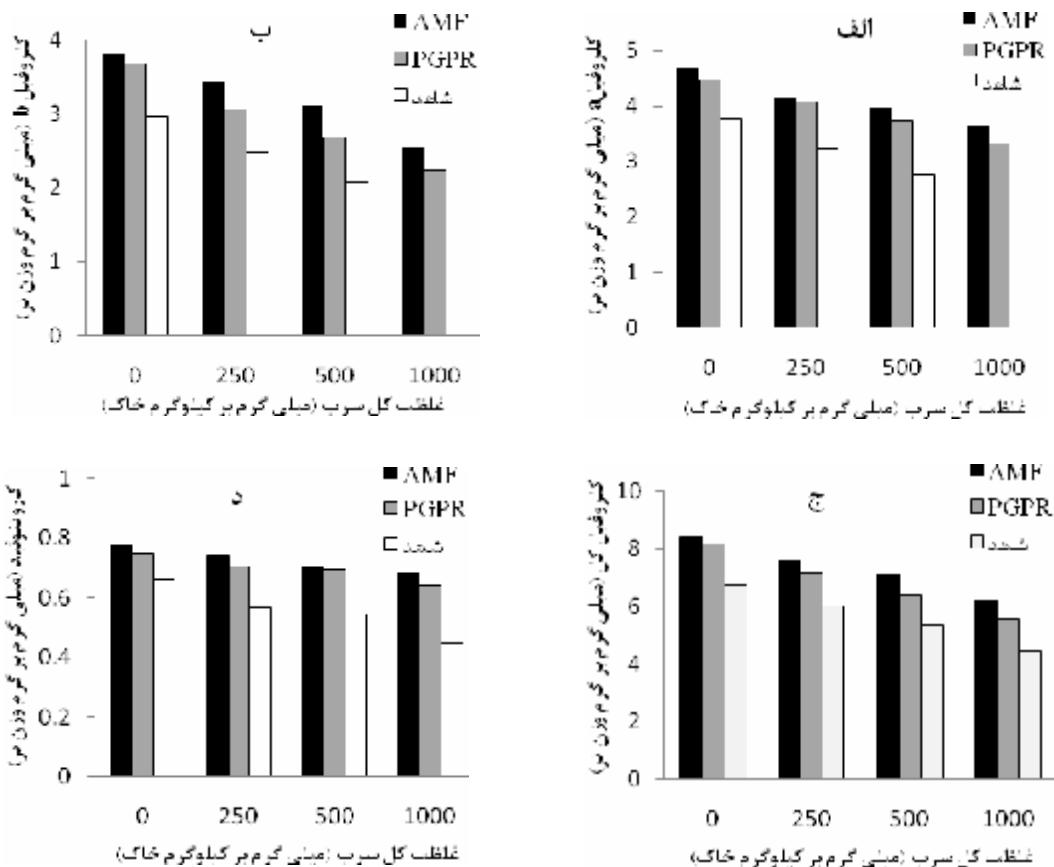


گیاه را افزایش می‌دهند. با افزایش غلظت سرب در خاک مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در همه تیمارها کاهش یافت. مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در غلظت‌های مختلف سرب بدین ترتیب بود: $PGPR < AMF < شاهد$ (شکل 2). اختلاف مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در تیمارهای AMF و PGPR با تیمار شاهد معنی‌دار بود ($p \leq 0/05$) در حالی که اختلاف تیمار AMF با PGPR معنی‌دار ($p \leq 0/05$) نبود. کاهش مقدار کاروتنوئیدها به دلیل ریخته شدن ساختار آن‌ها در اثر سمیت سرب می‌باشد. از دلایل کاهش رنگیزه‌های



شکل 1- تاثیر غلظت‌های مختلف سرب بر مقدار RWC، در تیمارهای مختلف

فتوسنتزی می‌توان اختلال ایجاد شده ناشی از تنش سرب در آنزیم‌های موثر در تولید کلروفیل مانند آمینولولینیک اسید دهیدروژناز و پروتوکلرو فیلید ردوکتاز و جانشین شدن سرب به‌جای منیزیم در ساختمان کلروفیل را نام برد. همچنین در شرایط تنش فلزات سنگین گلوتامات که پیش‌ماده تولید کلروفیل است، به سمت تولید پرولین می‌رود (Prasad, 1999). از طرف دیگر بیش‌تر بودن کلروفیل در تیمارهای AMF و PGPR نسبت به تیمار شاهد، احتمالاً به دلیل افزایش جذب فسفر و در نتیجه فراهم نمودن فسفر به‌عنوان حامل انرژی در فتوسنتز و همچنین کاهش سمیت سرب باشد (Demir, 2004). که در این مورد AMF توانایی بیش‌تری نسبت به PGPR نشان دادند. از نتایج بدست آمده چنین برمی‌آید که AMF با گیاه گل‌گندم همزیستی موثرتری داشته و توانایی بالاتری در کاهش سمیت سرب در این گیاه داشتند.



شکل 2: تاثیر غلظت‌های مختلف سرب بر مقادیر کلروفیل a (الف)، کلروفیل b (ب)، کلروفیل کل (ج) و کاروتنوئید (د)، در تیمارهای مختلف

منابع

- Carter M.R. and E.G. Gregorich., 2008. Soil sampling and methods of analysis (2nd ed). CRC Press. Boca Raton, FL. P.1204.
- Cencki, 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.
- Demir S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. Turk. J. Biol. 28: 85-90.
- Joner, E. J. and Leyval, C., 2001. Time-course of heavy metal uptake in maize and clover as affected by root density and different mycorrhizal inoculation regimes. Biol. Fert. Soils, 33: 351-357.
- Larbi, A., Morales, F. and Abadia, A., 2003. Effects of Cd and Pb in sugar beat plants grown in nutrient solution: induced Fe deficiency and growth inhibition. Functional plant Biology, 20 (12): 1453-1464.



- Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R., 1985. Determination of total carotenoids and chlorophyll *a* and *b* of leaf in different solvents. Biol. Soc. Trans. 11: 591-592.
- Prasad, M., Strazalka, K., 1999. Impact of heavy metals on photosynthesis. J. Exp. Bot. 41: 314-320.
- Yang, R., Zan, S.H., Tang, J., Chen, X., Zhang, Q., 2010. Variation in community structure of arbuscular mycorrhizal fungi associated with a Cu tolerant plant *Elsholtzia splendens*. Soil Ecology, 44: 191-197.
- Yano-melo, A.M., Sanggin, O. J., Maia, L.C., 2003. Tolerance of mycorrhized banana to saline stress. Agric. Ecosist. Environ. 95: 343-348.
- Zhang, H.H., Tang, M., Zheng, C., 2010. Effect of inoculation with AM fungi on lead uptake, translocation and stress alleviation of *Zea mays* L. seedlings planting in soil with increasing lead concentrations. European Journal of Soil Biology, 46: 306-311.