تأثیر قارچ میکوریزا بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه استاتیس (*Limonium sinuatum*) تحت تنش سرب و کادمیوم

مرتضی شیخ اسدی [۱*]، عزیزاله خندان میرکوهی [۲]، سیاوش محمدی [۳]
۱و۳- دانشجویان کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه تهران، کرج. ۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تهران، کرج.
* نویسنده مسئول : msheikhasadi@yahoo.com

چکیده

میکوریزا از جمله کودهای بیولوژیک است که می‌تواند استرس ناشی از فلزات سنگین را تقلیل دهد. سرب و کادمیوم از جمله فلزات سنگین بوده که علاوه بر آلودگی محیط زیست به شدت رشد برخی از گیاهان را نیز تحت تأثیر منفی قرار می‌دهند. استاتیس با نام علمی *Limonium sinuatum* از خانواده Plumbaginaceae از جمله گیاهان زینتی چند ساله می‌باشد که دارای تنوع در رنگ گل و کاربرد می‌باشد که قابلیت کشت در مناطق آلوده را دارد. به منظور ارزیابی تأثیر میکوریزا در واکنش این گیاه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با قارچ میکوریزا و عامل دوم اثر فلز سرب در چهار غلظت صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک و اثر کادمیوم در چهار غلظت صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد. میزان کلروفیل، کارتنوئید، محتوای آب نسبی برگ و درصد نشت نسبی الکترولیت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بالاترین میزان کارتنوئید در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در تیمار ۱۵۰ میلی گرم سرب، و بالاترین میزان کلروفیل کل در گیاهان تلقیح نشده در تیمار ۳۰۰ میلی گرم سرب مشاهده شد. با افزایش غلظت سرب و کادمیوم نشت نسبی الکترولیت افزایش یافت، اما تلقیح با میکوریزا به طور معنی داری این صفت را کاهش داد. محتوای نسبی آب نیز در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا تحت تنش سرب و کادمیوم افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی : گیاهان زینتی، فلزات سنگین، کلروفیل، کارتنوئید، محتوای آب نسبی، نشت نسبی الکترولیت.

مقدمه

از جمله آلاینده های حاصل فعالیت‌های بشری فلزات سنگین می‌باشند، که تأثیر نامساعدی بر فرآیندهای میکرو ارگانیسمی و میکروبیولوژی دارد. امروزه منابعی چون پالایش لجن‌ها، ترافیک شهری، استفاده بی رویه از قارچ کش‌ها و حشره کش‌های آرسنیکی و سربی و کودهای حاوی کادمیوم بر مقدار این آلاینده‌ها می‌افزاید. این فلزات به وسیله گیاهان جذب شده و وارد منابع تغذیه‌ای انسان می‌شود و زندگی بشر را به مخاطره انداخته است. همچنین این آلاینده‌ها آثار سوئی بر پیکره خود گیاهان به جای می گذارند، ورود این فلزات به بافت گیاه رشد را کاهش داده و موجب بر هم زدن متابولیسم سلولی می‌شود؛ که در نتیجه اثر منفی بر انتقال آب، فعالیت میتوکندری، فتوسنتز و مقدار کلروفیل می‌گذارد (ویتوریا و همکاران، ۲۰۰۵) و کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی را کاهش می‌دهند. کادمیوم و سرب از جمله خطرناک‌ترین فلزات سنگین می‌باشند. طبق گزارش (پادماواتیاما و لی، ۲۰۰۷) سالیانه ۲۲ هزار تن کادمیوم و ۷۸۳ هزار تن سرب در جهان رها می‌شود. گیاه پالایی تکنولوژی نوینی است که در آن گیاهان به منظور حذف آلاینده‌هایی نظیر فلزات سنگین به کار گرفته می‌شوند. استفاده از قارچ میکوریزا نیز در افزایش کار آیی گیاهان در حذف این آلاینده ها مورد توجه است (ولر و همکاران، ۱۹۹۳). این قارچ‌ها با برقراری ارتباط همزیستی با طیف گسترده ای از گونه های گیاهی موجب بهبود رشد گیاهان می‌شوند و تنش‌های زنده و غیر زنده از جمله فلزات سنگین را کاهش می‌دهند. در این مطالعه تأثیر قارچ میکوریزا در واکنش گیاه استاتیس به تنش حاصل از سرب و کادمیوم بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها :

این آزمایش در شرایط گلخانه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و سه گیاه در تکرار انجام شد. فاکتورها شامل چهار سطح کادمیوم (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک)، چهار سطح سرب (صفر، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) و دو سطح قارچ مایکوریزا (تلقیح و عدم تلقیح) بود. بستر مورد استفاده شامل خاک معمول گلدان با افزودن مقادیر مناسب نمک نیترات سرب ($Pb(NO_3)_2$) و کلرید کادمیوم ($CdCl_2$) آلوده شد. پس از سپری شدن دوره متعادل سازی نشاءهای استاتیس (*Limonium sinuatum*) به گلدان‌ها منتقل شد. در تیمارهای میکوریزا میزان ۲۵ گرم مخلوط حاوی اسپور قارچ‌های مایکوریزا (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) به هر گلدان اضافه شد. پس از گذشت سه ماه نمونه های برگی جهت انجام آزمایشات برداشت شد. محتوای نسبی آب برگ (RWC) طبق روش شونفلد و همکاران (۱۹۸۸) و درصد نشت نسبی الکترولیت طبق روش بای و همکاران (۱۹۸۸) محاسبه شد. میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ بر اساس روش لیچتنتلر و ولبان (۱۹۸۳) اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شد.

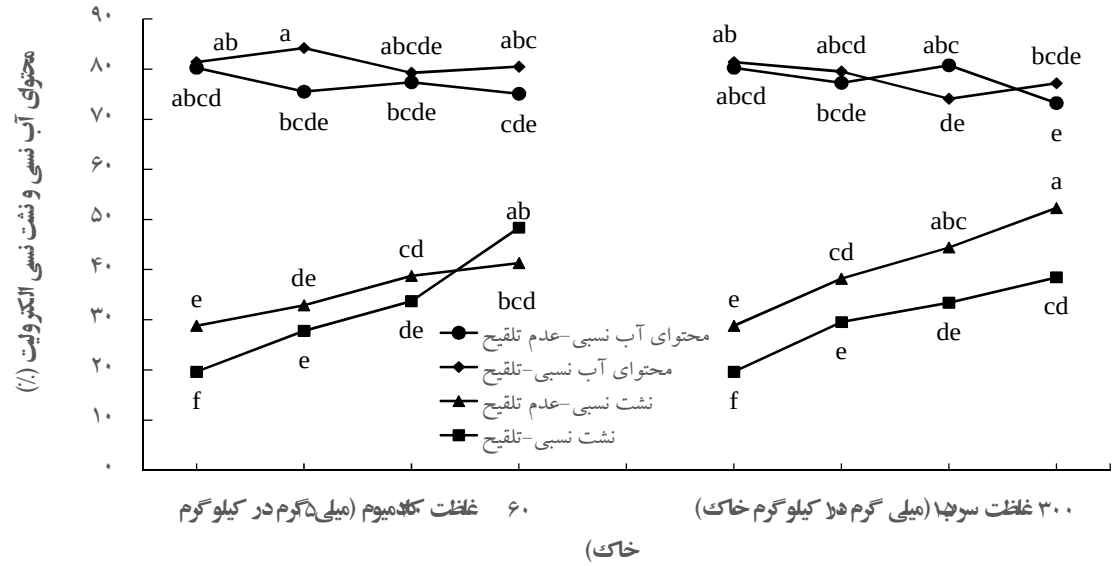
نتایج و بحث

نتایج نشان داد گیاهانی که با میکوریزا تیمار شده بودند، آسیب کمتری به غشاء سلولی آن‌ها وارد شد و میکوریزا میزان نشت نسبی الکترولیت را کاهش داد (شکل ۱). برخی گزارشات نشان داده است میکوریزا می‌تواند نشت نسبی الکترولیت را کاهش دهد (۴). با افزایش غلظت سرب و کادمیوم، درصد نشت نسبی الکترولیت افزایش می‌یابد (شکل ۱). به طوری که بالاترین میزان نشت نسبی الکترولیت در گیاهان تلقیح نشده در تیمار ۳۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم سرب و کمترین میزان نشت نسبی الکترولیت در گیاهان میکوریزایی در تیمار بدون فلز سنگین مشاهده شد. پاره ای گزارشات تأثیر منفی کادمیوم بر برگ و اختلال در جذب آب و در نتیجه کاهش فشار تورژسانس را نشان می‌دهد؛ قابلیت ارتجاع دیواره سلول نیز کاهش می‌یابد که این دو باعث کوچک شدن سلول و کاهش فضای بین سلولی گیاهان تحت تنش فلز سنگین می‌شوند (۲). نتایج نشان داد میکوریزا محتوای آب نسبی (RWC) را افزایش می‌دهد (شکل ۱)، اما این فاکتور تحت تأثیر سرب و کادمیوم قرار نگرفت و بالاترین و کمترین میزان آب نسبی (RWC) به ترتیب در گیاهان میکوریزایی در تیمار کادمیوم و گیاهان تلقیح نشده در تیمار ۳۰۰ میلی گرم سرب بدست آمد. نتایج حاصل از ارزیابی رنگیزه های فتوسنتزی نشان

جدول ۱ – اثر برهمکنش میکوریزا و فلز سنگین سرب و یا کادمیوم بر رنگیزه های فتوسنتزی استاتیس.

تیمار	کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	کارتنوئید
	($\mu g/ g^{-1}fw$)			
شاهد	۴۰/۱۴ ab	۱۱/۵۰ abc	۲۸/۶۴ ab	۶/۳۶ bc
۱۵ میلی گرم کادمیوم	۳۹/۱۱ abc	۱۱/۴۵ abc	۲۷/۶۶ abc	۵/۲۲ cd
۳۰ میلی گرم کادمیوم	۳۳/۲۱ cde	۸/۷۹ cde	۲۴/۴۲ bcde	۵/۸۹ bcd
۶۰ میلی گرم کادمیوم	۳۷/۶۷ abcd	۷/۹۵ abcd	۲۷/۳۴ abcd	۳/۳۱ d
۱۰۰ میلی گرم سرب	۳۵/۵۴ bcde	۹/۳۹ cd	۲۶/۱۶ abcde	۶/۷۷ abc
۱۵۰ میلی گرم سرب	۳۶/۳۸ abcd	۱۰/۸۰ abc	۲۵/۸۹ abcde	۵/۱۶ cd
۳۰۰ میلی گرم سرب	۴۱/۶۷ a	۱۲/۴۲ ab	۲۹/۲۴ a	۵/۱۶ cd
میکوریزا	۴۰/۹۸ ab	۱۲/۷۶ a	۲۸/۲۲ abc	۷/۱۰ abc
۱۵ میلی گرم کادمیوم × میکوریزا	۲۹/۹۵ e	۷/۹۵ de	۲۱/۹۹ e	۸/۴۸ ab
۳۰ میلی گرم کادمیوم × میکوریزا	۳۳/۶۸ cde	۹/۶۱ bcd	۲۴/۰۸ cde	۷/۰۵ abc
۶۰ میلی گرم کادمیوم × میکوریزا	۲۳/۵۳ f	۶/۴۱ e	۱۷/۱۲ f	۹/۳۵ a
۱۰۰ میلی گرم سرب × میکوریزا	۳۲/۷۳ de	۹/۶۵ bcd	۲۳/۰۷ de	۸/۵۴ ab
۱۵۰ میلی گرم سرب × میکوریزا	۳۹/۰۶ abc	۹/۹۹ abcd	۲۹/۰۷ a	۹/۹۵ a
۳۰۰ میلی گرم سرب × میکوریزا	۴۱/۳۳ ab	۱۲/۳۹ ab	۲۸/۹۴ a	۶/۴۱ bc

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۱ – میزان نشت نسبی الکترولیت و محتوای آب نسبی برگ استاتیس. حروف مشترک نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار است.

داد میکوریزا تأثیر معنی داری بر میزان کارتنوئید، کلروفیل a و کلروفیل کل داشت که این اثر به ترتیب افزایشی، کاهشی و کاهشی بود. طوری که بالاترین میزان کارتنوئید در تیمار mpb_2، کلروفیل a و کلروفیل کل در تیمار Npb_3، و کمترین میزان کارتنوئید در تیمار Ncd_3، کلروفیل a و کلروفیل کل در تیمار mcd_3 بدست آمد. با افزایش غلظت کادمیوم مقدار کلروفیل کاهش می‌یابد (۳) نتایج ما نیز نشان داد میزان کلروفیل a، b و کل در گیاهان تیمار شده با کادمیوم نسبت به شاهد کاهش معنی داری نشان می‌دهد. مهار مراحل مختلف بیوسنتز کلروفیل از دلایل کاهش ذخیره کلروفیل است (۳). دلیل دیگر مختل شدن تشکیل LHCII به علت مهار سنتز پروتئین LHCII در مرحله نسخه برداری است که باعث فتواکسیدشدن کلروفیل تازه تشکیل شده می گردد (۳).

منابع

1) Siddique, M.R.B., A. Hamid, and M.S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relation of wheat. But. Bull. Acad. Sin. 41 : 35-39.
2) Vassilev, A. And I, Yordanov. 1997. Reductive analysis of factors limiting growth of cadmium- treated plants –review. PlantPhysiology. 23:114-133.
3) Hegedus, A., S. Erdi., And G, Horvath. 2001. Comparative studies of H_2O_2 detoxifying enzymes in green and greening barley seedling under cadmium stress. Plant Science. 160:1085-1093.
4) Beltrano, J, and M. G. Ronco, 2008. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus claroideum*: Effect on growth and cell membrane stability. Plant Physiol. 20(1):29-37, 2008.
5) Vitoria, A.P., M.Da, Cunha., and R.A, Azevedo. 2005: Ultra structural changes of Radish leaf exposed to cadmium. Environ. Exp. Bot. 58, 47-52.
6) Padmavathi amma, PK, and L.Y, Li. 2007. Phytoremediation Technology: Hyper-accumulation Metals in Plants. Water Air Soil Pollut. 184:105– 126.
7) Khan,AG. 2006. Mycorrhizae remediation - an enhanced form of phytoremediation. Journal of Zhejiang University Science B 7: 503-514.

The effect of mycorrhiza fungus on some physiologic traits of statice plant (*Limonium sinuatum* L.)under lead and cadmium stresses

M. Sheikh-asadi[*1], A. Khandan-Mirkohi[2] and S. Mohammadi[3]

Department of Horticultural Sciences, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 31587-77871, Iran

*Corresponding author: msheikhasadi@yahoo.com

Abstract

Mycorrhiza a biologic fertilizer, can quench stresses made by heavy metals. Lead and cadmium, belonging to heavy metals, pollute environment and affect the normal growth in plants. Statice (*Limonium sinuatum*, Plumbaginaceae) is a perennial ornamental plant with a wide diversity in flower color and use. It can be grown in polluted areas. In order to evaluate the response of this plant in symbiosis with mycorrhiza, a two-factored trial was carried out under a randomized complete block design with three replications. The first factor was mycorrhiza (inoculated and non-inoculated), while the second factor included lead (0, 100, 150, 300 mg/kg soil) and cadmium (0. 15, 30, 60 mg/kg soil) stresses. Chlorophyll, carotenoid, relative water contents and relative electrolyte leakage level were evaluated. The highest content of carotenoid was measured in the mycorrhizal plants under stress of 150 mg lead per kilogram of soil, whereas the highest content of total chlorophyll was observed in the non-mycorrhizal plants stressed by 300 mg lead per kilogram of soil. Relative leakage was increased with increasing heavy metals concentration, but inoculation with

mycorrhiza was able to quench this increase. Additionally, under lead and cadmium stresses, mycorrhizal plants had higher relative water content in comparison to the non-mycorrhizals.
Keywords : Ornamental plants; Heavy metals; Chlorophyll; Carotenoid; Relative water content; Relative electrolyte leakage