پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک

تاثیر قارچ میکوریزی *Rhizophagus intraradices* بر برخی پارامترهای رشدی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه سنبل الطیب (*Valeriana officinalis* L.) تحت تنش شوری

ستاره امانی‌فر [۱،*]، [۲] زهره طغرانگار

به ترتیب استادیار گروه علوم و مهندسی خاک و استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه زنجان

amanifar@znu.ac.ir

چکیده

سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L.) یکی از مهم ترین گیاهان دارویی در سراسر دنیا می‌باشد. شوری خاک به دستگاه فتوسنتزی گیاهان آسیب می‌رساند و سبب اختلال در فرآیندهای فتوسنتزی می‌گردد. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AM) ظرفیت فتوسنتزی گیاه میزبان را بهبود می‌دهند اگرچه هنوز مکانیسم آن روشن نیست. در تحقیق حاضر تاثیر کلونیزاسیون قارچ *R.intraradices* بر گیاه سنبل‌الطیب تحت تنش شوری بررسی شده است. گیاهان تلقیح شده و بدون تلقیح تحت سه سطح شوری نمک کلرید سدیم (شاهد، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار) قرار گرفتند و آثار تیمارهای به کار برده شده پس از ۶۰ روز مورد ارزیابی قرار گرفت. RWC و وزن تر بخش‌هوایی گیاهان تلقیح شده در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار شوری بیش از گیاهان بدون تلقیح بود. هم چنین کلونیزاسیون با قارچ *R.intraradices* منجر به افزایش محتوای کلروفیل کل و کلروفیل a در سطح ۷۵ میلی‌مولار شوری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی گردید، ولی محتوای کلروفیل b و کاروتنوئیدها تحت تاثیر همزیستی قرار نگرفت.

واژه های کلیدی: رایزوفاگوس اینترارادایسس، سنبل الطیب، تنش شوری، رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص‌های رشدی

مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان تحت تاثیر تنش‌های زیستی و غیرزیستی محدود می‌شود. شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که باعث کاهش و در غلظت‌های بالا موجب مهار رشد، توسعه و میزان محصولات گیاهی در سراسر جهان می‌گردد. بارش کم، تبخیر زیاد و سوء مدیریت آب آبیاری و خاک، علل عمده شور شدن خاک می‌باشند. (Sevengor et al., 2011; Zhani et al., 2012). تنش شوری بسیاری از جنبه‌های متابولیسم گیاه از جمله رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم لیپید را تحت تاثیر قرار می‌دهد و به دنبال آن گیاهان در پاسخ به این تنش ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خود را تغییر می‌دهند (Amirjani et al., 2010). پاسخ گیاهان به تنش از جمله تنش شوری به نوع گیاه، مرحله رشد و نمو گیاهی و نیز غلظت و ترکیب نمک بستگی دارد (Oliveira1 et al., 2013). شوری خاک عمدتا از طریق مهار فرآیندهای فتوسنتزی منجر به کاهش تولید محصول می‌گردد. شوری سبب مهار فعالیت آنزیم‌های درگیر در سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی شده و باعث کاهش میزان کلروفیل گیاه می‌گردد. یکی از راهکارهای زیستی در مقاوم سازی گیاهان به تنش شوری تلقیح قارچ‌های AM با گیاهان گزارش شده است (Dixon et al., 1993). قارچ‌های AM که از نوع اندومیکوریز و متعلق به شاخه گلومرومایکوتا (Glomeromycota) می‌باشند، یکی از مهم‌ترین ریزجانداران خاک هستند که می‌توانند با بیش از ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی جهان رابطه همزیستی برقرار نماید (Jeffries and Barea, 2001). بهبود فعالیت فتوسنتزی و یا راندمان مصرف آب در گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های AM تحت تنش شوری گزارش شده است (Hajiboland et al., 2010; Sheng et al., 2008)، با این وجود، تاکنون مطالعات کمی به بررسی تاثیر قارچ در خواص فتوشیمیایی برگ تحت تنش شوری پرداخته است (Porcel et al., 2015). محتوای کلروفیل یک عامل کلیدی برای فتوسنتز گیاه است و نشان دهنده توانایی فتوسنتز گیاهان می‌باشد. در مطالعات انجام یافته غالبا افزایش غلظت کلروفیل در گیاهان دارای همزیست AM نشان داده شده است (Colla et al., 2008

(Sannazzaro et al., 2006;). سنبل‌الطیب یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی با نام علمی *Valeriana officinalis* L. که از آن برای مصارف گوناگون دارویی، غذایی و بهداشتی استفاده می‌شود. جنس *Valeriana* دارای ۲۵۰ گونه می باشد که *V. officinalis* L. نسبت به دیگر گونه‌ها بیشترین کاربرد دارویی را دارد (Abdi and Khosh-Khui., 2007). در این پژوهش سعی شده است اثر شوری بر پارامترهای رشدی گیاه سنبل الطیب بررسی شود و هم چنین فرضیه کاهش اثرات منفی تنش شوری درگیاه سنبل الطیب به واسطه افزایش محتوای کلروفیل در حضور قارچ *R.intraradices* بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر قارچ *R.intraradices* و تنش شوری بر گیاه سنبل‌الطیب، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. بعد از ضدعفونی سطحی، بذور سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis* L.) (خریداری شده از شرکت بذر زرین گیاه ارومیه) در خزانه‌ای با کوکوبیت استریل در شرایط کنترل شده کشت و به مدت شش ماه آبیاری و تغذیه شدند، سپس به گلدان‌های حاوی پرلیت استریل و مایه تلقیح خاکی *R.intraradices* (تهیه شده از آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه شیراز) (به میزان ۵۰ درصد حجمی اضافه شد) منتقل شدند. لازم به ذکر است که به گلدان‌های تیمارهای بدون تلقیح به همان میزان مایه تلقیح اتوکلاو شده اضافه شد. گلدان‌ها در اتاق رشد تحت شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و دمای۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و با محلول غذایی لانگ‌آشتون (حاوی ۳۲ میکرومولار فسفر) یک روز در میان آبیاری شدند. ۲۵ روز بعد از انتقال نشا به گلدان اصلی، گیاهان تحت تیمار شوری قرار گرفتند. سطوح شوری در سه سطح شاهد (بدون شوری)، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار اعمال شد که با اضافه کردن نمک کلرید سدیم به محلول غذایی اعمال گردید. دو ماه پس از اعمال تنش، بوته‌ها برداشت شدند. برخی از شاخص‌های رشدی، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه و استقرار قارچ در ریشه‌ها بعد از برداشت مورد مطالعه قرار گرفت.

برای اندازه گیری وزن تر نمونه‌ها، ابتدا بخش هوایی از محل یقه جدا شد و سپس وزن تر بخش هوایی و ریشه با استفاده از ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ بر حسب گرم اندازه‌گیری شد و نیز طول آن‌ها با استفاده از خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای هر تیمار، ۳ تکرار محاسبه و میانگین براساس واحد گرم گزارش گردید. برای اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC)، هر گلدان به عنوان یک تکرار و هر گیاه به عنوان یک نمونه در نظر گرفته شد. از هر گیاه دو برگ تهیه و از هر برگ ۳ دیسک با قطر ۱ سانتی‌متر تهیه شد و با ترازو وزن گردید (FW). سپس دیسک‌ها در ظروف پتری حاوی آب مقطر به مدت ۵-۴ ساعت غوطه‌ور گردیدند. دیسک‌ها پس از این مدت از پتری خارج شده و با استفاده از کاغذ صافی، خشک و دوباره وزن گردیدند تا وزن حالت تورژسانس کامل (TW) به دست‌آید. برای محاسبه وزن خشک (DW) دیسک‌ها درون فویل آلومینیومی پیچیده شدند و به مدت ۲۴ ساعت درانکوباتوری با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن گردیدند. محتوای نسبی آب برگ از رابطه زیر محاسبه شد (Weatherley, 1950).

$$RWC\ (\%) = [(FW-DW)/ (TW-DW)] \times 100$$

اندازه گیری کلروفیل a، کلروفیلb، کل و کاروتنوئیدها با استفاده از روش Lichtenthaler و Wellburn (۱۹۸۳) انجام شد. ابتدا ۰/۲۵ گرم بافت تر برگ در ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سائیده شد و محلول حاصل با کاغذ صافی، صاف گردید و حجم نهایی به ۲۰ میلی لیتر رسانده شد و جذب محلول ها به طور جداگانه در طول موج های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیلb و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. درنهایت با استفاده از روابط زیر، میزان کلروفیل a ، b ، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد.

$$Chl.\ a = (12.21\ A663 - 2.81\ A645)\ V/100W$$
$$Chl.\ b = (20.13\ A645 - 5.03\ A663)\ V/100W$$
$$Chl.\ T = Chl.\ a + Chl.\ b$$
$$Car = 1000\ A470 - 3.27\ Chl.\ a - 104\ Chl.\ b\ /229$$

در این روابط A : جذب نور در طول موج های مورد نظر و w : وزن تر نمونه بر حسب گرم می باشد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج و یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

مطالعات میکروسکپی حاکی از کلونیزاسیون موثر ریشه‌ها با قارچ بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر قارچ *Rhizophagus intraradices* و تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها بر پارامترهای رشد نشان داد که اثر شوری بر وزن تر اندام هوایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثر شوری بر وزن تر ریشه و طول ریشه‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). درسطوح شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی مولار وزن تر اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد ولی افزایش شوری از سطح ۷۵ میلی مولار به سطح ۱۵۰ میلی‌مولار منجر به کاهش معنی‌دار وزن تر اندام هوایی نشد (جدول ۲). هم چنین مطابق جدول ۱، اثر قارچ *R. intraradices* و اثر متقابل قارچ و تنش شوری بروزن تر اندام هوایی و ریشه در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بودند. تلقیح گیاه سنبل الطیب با قارچ *R. intraradices* مانع از کاهش وزن تر اندام هوایی در سطح شوری ۷۵ میلی مولار شد ولی در سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار موثر نبود (جدول ۲). هم چنین در شرایط تلقیح گیاه با قارچ وزن تر ریشه در تمام سطوح شوری نسبت به شاهد غیرمیکوریزی افزایش معنی‌داری را نشان داد و کاهش وزن تر ریشه در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار نسبت به سطح ۷۵ میلی‌مولار شوری در گیاهان تلقیح شده معنی‌دار نبود. شوری باعث کاهش طول بخش هوایی در گیاهان میکوریزی و غیرمیکوریزی گردید ولی اختلافات مشاهده شده معنی‌دار نبود ($p<0.05$). محتوای نسبی آب در گیاهان میکوریزی از تیمار شوری به طور معنی‌داری متاثر نگردید، ولی این شاخص در گیاهان تلقیح نشده تحت تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار شوری کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). اثر شوری، اثر قارچ و برهم کنش شوری و قارچ بر محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل معنی‌دار بود ولی هیچ‌کدام از تیمارها تاثیرمعنی‌داری بر محتوای کارتنوئیدها نشان ندادند. هم چنین فقط تیمار تلقیح با قارچ محتوای کلروفیل b را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). کاروتنوئید به عنوان رنگیزه‌های کمکی برای بهره‌مندی از نور و هم چنین به عنوان آنتی اکسیدانت در محافظت دستگاه فتوسنتزی گیاهان نقش ایفا می‌کند. برخی مطالعات نشان دهنده افزایش محتوای کاروتنوئیدها در گیاهان میکوریزی می‌باشدکه ممکن است منجر به حفاظت از غشای لیپیدی تیلاکوئیدها و سایر ساختارهای درون سلولی و دستگاه فتوسنتزی گردد (Zhu et al. 2011). تلقیح میکوریزی گیاه سبب افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل a و کلروفیل کل تحت تیمار ۷۵ میلی‌مولار شوری گردید ولی در سطح شاهد بدون شوری و ۱۵۰ میلی‌مولار شوری تاثیری نداشت ($p<0.05$) (جدول ۲). حفظ کلروفیل برای انجام فتوسنتز تحت شرایط تنش ضروری است (Chandrasekar et al., 2000). دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل برگ تحت شرایط تنش ازجمله شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش است. در مطالعه حاضر افزایش شوری موجب کاهش غلظت کلروفیل a و کلروفیل کل گردید به طوری که کمترین میزان در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl در گیاهان بدون تلقیح مشاهده شد، ولی این تغییرات نسبت به سطح شاهد معنی‌دار نبود. کاهش میزان کلروفیل‌ها در اثر شوری، به علت افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) می‌باشد. از سوی دیگر کاهش در محتوای کلروفیل ممکن است در اثر افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز و یا اثر مستقیم سمیت یونی ناشی از غلظت بالای سدیم نیز باشد (Zhang et al., 2007). به‌نظر می‌رسد شرایط شوری سبب اختلال در تغذیهٔ معدنی گیاه شده و به تبع آن موجب اختلال در بیوسنتز مولکول‌هایی همچون کلروفیل گردیده است. در مطالعه حاضر، غلظت بالاتر کلروفیل a و کلروفیل کل در گیاهان میکوریزی در سطح ۷۵ میلی مولار شوری مشاهده شد و برای سایر رنگدانه‌ها (کلروفیل b و کاروتنوئید) افزایش مشاهده شده معنی‌دار نبود. محققان افزایش میزان کلروفیل در گیاهان میکوریزی را با افزایش جذب فسفر و منیزیم مرتبط دانسته‌اند (Zhu et al., 2014). هم چنین برخی تحقیقات حاکی از افزایش فعالیت روبیسکو در گیاهان میکوریزی و نشان‌دهنده بازداشتگی کمتر فرآیندهای فتوسنتزی در گیاهان میکوریزی در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزی می‌باشد. فعالیت روبیسکو شاخصی است که به خوبی با آسیمیلاسیون CO_2 در ارتباط است و در گیاهان میکوریزی تحت تنش شوری افزایش نشان داده است (Chen et al. 2014). غلظت بالای کلروفیل در گیاهان میکوریزی نشان از شکار نور کارآمد و بهبود بهره‌وری فتوسنتز در این گیاهان دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر قارچ *R. intraradices* بر برخی شاخص‌های رشدی، محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه سنبل الطیب میکوریزی تحت تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن تر بخش هوایی	وزن تر ریشه	طول اندام هوایی	طول ریشه	محتوای نسبی آب	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید
شوری	۲	۱۵۸/۷۹**	۱۷/۳۷^{ns}	۹۴/۰۲*	۵۲/۱۶^{ns}	۷۳/۱۷*	۰/۲۰**	۰/۰۳۵^{ns}	۳/۳۹۶**	۱/۷۱۳^{ns}
قارچ	۱	۷۳/۵۶**	۷۲/۳۶*	۱۲۷/۱۴*	۰/۱۲^{ns}	۱۷۳/۴۶**	۰/۴۱۴**	۰/۱۳۷*	۱/۰۲۸**	۴/۹۶ ^{ns}
شوری * قارچ	۲	۴۲/۳۹**	۹۳/۸۰**	۷/۹۴^{ns}	۴/۱۶^{ns}	۴۹/۱۷*	۰/۰۲۵**	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۵۲**	۰/۰۶۸^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۲	۶/۰۴	۸/۰۲	۱۶/۷۱	۱۹/۹	۱۱/۷۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۴۳	۱/۶۷۷
ضریب تغییرات٪	---	۲۰/۵۳	۱۹/۸۵	۱۴/۴۶	۱۹/۶	۴/۴۸	۱۱/۲۲	۲۱/۸۱	۱۱/۴۸	۷/۳۵

ns ، *و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی دار بودن، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین‌های اثر شوری و تلقیح با قارچ *R. intraradices* بر برخی شاخص‌های رشدی، محتوای نسبی آب برگ و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه سنبل‌الطیب

	شوری (mM)	وزن تر بخش هوایی(g)	وزن تر ریشه (g)	طول اندام هوایی(cm)	محتوای نسبی آب (٪)	کلروفیل a (mg/g FW)	کلروفیل b (mg/g FW)	کلروفیل کل (mg/g FW)	کاروتنوئید
عدم تلقیح با قارچ	۰	۱۶/۸۹±۲/۱۳^{a}	۱۵/۴۴±۱/۲^{bc}	۲۵/۸۷±۰/۷^{b}	۷۸/۷۵±۱/۶۲^{ab}	۱/۰۲±۰/۰۷^{bc}	۰/۵۰۶± ۰/۰۶^{b}	۱/۵۳±۰/۱^{bc}	۳/۵۶^{a}
	۷۵	۷/۲۹±۱/۰۸^{b}	۱۲/۸۸±۰/۹۹^{c}	۲۸/۹۱±۱/۰۷^{ab}	۷۴/۳۶±۱/۱۴^{b}	۱/۱۵±۰/۰۳^{bc}	۰/۵۹۱±۰/۱۱^{ab}	۱/۷۴±۰/۱۱^{bc}	۴/۰۷^{a}
	۱۵۰	۵/۶۷±۰/۴^{b}	۱۲/۴۶±۰/۵۱^{c}	۲۲/۰۲±۱/۹۴^{b}	۶۶/۷۱±۲/۳۲^{c}	۰/۹۱±۰/۰۴^{c}	۰/۵۰۷±۰/۰۷^{b}	۱/۴۲±۰/۱۱^{c}	۳/۲۲^{a}
تلقیح شده با قارچ	۰	۱۶/۹۷±۰/۷۹^{a}	۲۱/۵۵±۱/۵۵^{a}	۲۸/۷۲±۰/۸۶^{ab}	۸۱/۳۷±۱/۲۹^{a}	۱/۲۶±۰/۱^{ab}	۰/۶۶۱±۰/۰۹^{ab}	۱/۹۲±۰/۱۱^{b}	۴/۵۸^{a}
	۷۵	۱۷/۳۸±۲^{a}	۱۷/۵۵±۱/۶۱^{ab}	۳۶/۳۱±۳^{a}	۷۷/۵۵±۲/۲۵^{ab}	۱/۶۱±۰/۰۶^{a}	۰/۸۳±۰/۰۴^{a}	۲/۴۴±۰/۱^{a}	۵/۳۵^{a}
	۱۵۰	۷/۶۵±۱/۲۱^{b}	۱۶/۵۵±۲/۸۷^{b}	۲۷/۷۲±۴/۲۶^{b}	۷۹/۵۲±۲/۷^{ab}	۱/۱۳±۰/۰۹^{bc}	۰/۶۳۸±۰/۰۶^{ab}	۱/۷۷±۰/۱۵^{bc}	۴/۰۸^{a}

مقادیر میانگین سه تکرار ± SE می‌باشد. میانگین‌های صفات که در هر ستون دارای حروف مشابه می‌باشند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

منابع

Abdi Gh. and Khosh-Khui M. 2007. Shoot regeneration via direct organogenesis from leaf segments of *Valeriana (Valeriana officinalis L.).*Internatinal Journal of agricultural research, 2(10): 877-882.

Amirjani M.R. 2010. Effect of NaCl on Some Physiological Parameters of Rice. EJBS, 3 (1): 06-16.

Chandrasekhar S. S., Rubinstein R. Y., Kwartler J. A., Gatz M., Connelly P. E., Huang E. and Baredes S. 2000. Dexamethasone pharmacokinetics in the inner ear: comparison of route of administration and use of facilitating agents. Otolaryngology--Head and Neck Surgery, 122(4): 521-528.

Chen Y. Y., Hu C. Y. and Xiao J. X. 2014. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on the growth, zinc distribution and photosynthesis of two citrus cultivars grown in low-zinc soil. Trees, 28(5), 1427-1436.

Colla G., Rouphael Y., Cardarelli M., Tullio M., Rivera C.M. and Rea E. 2008.Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal in zucchini plants grown at low and high phosphorus concentration. Biology and Fertility of Soils. 44:501-9.

Dixon R. K., Garg V. K. and Rao, M. V. 1993. Inoculation of Leucaena and Prosopis seedlings with Glomus and Rhizobium species in saline soil: rhizosphere relations and seedling growth. Arid Land Research and Management, 7(2), 133-144.

Hajiboland R, Aliasgharzadeh N, Laiegh SF, and Poschenrieder C. 2010. Colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves salinity tolerance of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants. Plant Soil, 331:313-27.

Jeffries P. and Barea J.M. 2001. Arbuscular mycorrhiza—a key component of sustainable plant–soil ecosystems. In: Fungal associations (ed. Hock, B.), Springer-Verlag, Berlin, PP: 95–113.

Lichtenthaler H. K. and Wellburn A. R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591 - 592.

Oliveira1 V.P., Marques E.C., Lacerda C.F., Prisco J.T. and Gomes Filho E. 2013. Physiological and biochemical characteristics of Sorghum bicolor and Sorghum sudanense subjected to salt stress in two stages of development. African Journal of Agricultural Research, 8(8): 660-670.

Porcel R., Redondo-Gómez S., Mateos-Naranjo E., Aroca R., Garcia R. and Ruiz-Lozano, J. M. 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis ameliorates the optimum quantum yield of photosystem II and reduces non-photochemical quenching in rice plants subjected to salt stress. *Journal of plant physiology*, *185*, 75-83.

Sannazzaro A.I., Ruiz O.A., Alberto E.O. and Menendez A.B. 2006. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. Plant Soil, 285:279-87.

Sevengor, S., Fikret, Y., Sebnem, K., and Sebnem, E. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. African Journal of Agricultural Research, 6(21): 4920-4924.

Sheng M., Tang M., Chen H., Yang B., Zhang F. and Huang Y. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza, 18(6-7), 287-296.

Weatherley P. 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. The field measurement of water deficit in leaves. New Phytologist, 49: 81-97.

Zhang F., Wang Y., Yang Y., Wu H., Wang D. and Liu J. 2007. Involvement of hydrogen peroxide and nitric oxide in salt resistance in the calluses from Populus euphratica. Plant, cell and environment, 30: 775-785.

Zhani, K., Mariem, B.F., Fardaous, M., and Cherif, H. 2012. Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescense of Tunusian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). J. Stress Physiol. Biochem., 8(4): 236-252.

Zhu X. Q., Wang C. Y., Chen H. and Tang M. 2014. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthesis, carbon content, and calorific value of black locust seedlings. Photosynthetica, 52(2), 247-252.

Zhu X. C., Song F. B., Liu S. Q. and Liu, T. D. 2011. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus on photosynthesis and water status of maize under high temperature stress. Plant and soil, 346(1-2), 189-199.

Effect of *Rhizophagus intraradices* on some growth parameters and photosynthetic pigments of *Valeriana officinalis* L. under salt stress.

S. Amanifar [1, *], Z. Toghranegar [2]

1- Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, 2- Assistant Professor, Faculty of Science, University of Zanjan, Iran
amanifar@znu.ac.ir

Abstract
Valeriana officinalis L. is one of the important medicinal plants in the world. Soil salinity can damage the photosynthetic machinery and inhibits photosynthetic processes. The arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis may improve host plant photosynthetic capacity under salinity, although the mechanism is not clear yet. In the present work, we have investigated the effects of *Rhizophagus intraradices* colonization on *Valerian* plants under salinity. Three different salt concentrations were applied to mycorrhizal and non-mycorrhizal plants, and their effects analyzed after 60 days. Plant biomass, shoot and root length, relative water content (RWC) and photosynthetic pigments were assessed. AM plants showed improved fresh biomass and RWC than non-mycorrhizal plants under 150 mM salt stress. Mycorrhizal inoculation had no significant effect on shoot and root length. Moreover, mycorrhizal colonization induced higher levels of chlorophyll *a* and total chlorophyll content at 75 mM of NaCl, while Chlorophyll b and carotenoids were not affected by mycorrhiza.

Keywords: *Rhizophagus intraradices*, *Valeriana officinalis* L., growth parameters, photosynthetic pigments, salt stress