اثر قارچ *Piriformospora indica* بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) در شرایط تنش شوری

طاهره اکبری[۱]، مجید رستمی بروجنی *[۲]، مهدی قبولی[۳]، زهراموحدی[۴]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد تولیدات گیاهان باغی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، [۲]*نویسنده مسئول-استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، [۳و۴]استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر
majidrostami7@yahoo.com

چکیده

بادرنجبویه (*Melissa officinalis L.*) گیاهی است از خانواده نعناعیان که بوی لیمو از ویژگی‌های بارز آنها می‌باشد. برای بررسی اثر همزیستی قارچ اندوفیت *Piriformospora indica* بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه دارویی بادرنجبویه در شرایط تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل روش‌های مختلف استفاده از قارچ (میسیلیوم، اسپور و شاهد بدون قارچ) به عنوان فاکتور اول و دو سطح تنش شوری (شوری صفر و ۴ دسی زیمنس بر متر) به عنوان فاکتور دوم بود. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که برهمکنش قارچ و شوری برای کلروفیل a و محتوای نسبی آب برگ در سطح ۵ درصد معنی دار شد در حالی که برای صفت پرولین تنها اثر ساده استفاده از قارچ معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a با استفاده از میلیسیوم قارچ و در شرایط بدون اعمال تنش شوری و بیشترین محتوای نسبی آب برگ با استفاده از اسپور و بدون شوری حاصل شد. همچنین در مورد میزان پرولین برگ نیز میسیلیوم اثر بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشته است. بنابراین نتایج کارایی استفاده قارچ بصورت میسیلیوم بهتر از اسپور قارچ *پیریفورموسپورا ایندیکا* تحت آزمایش بوده است.

کلمات کلیدی: *P. indica*، بادرنجبویه، تنش شوری، محتوای نسبی آب برگ.

مقدمه

در حال حاضر حدود یک‌سوم داروهای مورد استفاده در جوامع انسانی را داروهایی با منشأ طبیعی گیاهی تشکیل می‌دهند و صنایع داروسازی جهان تلاش می‌کنند ساخت شیمیایی اقلام مربوط به دوسوم بقیه داروها نیز به‌تدریج منسوخ و به منابع گیاهی متکی گردد. ازاین‌رو، صنایع داروسازی و گروه‌های تحقیقاتی بسیاری از کشورها توجه خود را به کشت و تولید گیاهان دارویی معطوف داشته‌اند. در این راستا، هرساله صدها هکتار از زمین‌های زراعی کشورهای غربی و آمریکا برای کشت گیاهان دارویی اختصاص می‌یابد. گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) گیاهی از خانواده نعناعیان می‌باشد. گیاهی چندساله است که تا حدود ۱۰۰سانتیمتر رشد می‌کند. منشأ این‌گونه از جنوب اروپا، آسیا و بخش‌هایی از شمال و جنوب آمریکا است. در طب سنتی از این گیاه به‌صورت عصاره گیاهی، کِرم و یا چای دم‌کرده برای بیماری‌های مختلف مانند درمان بیماری‌های عصبی، اختلالات خواب، بهبود عملکرد بیماری‌های دستگاه گوارش، افسردگی، میگرن، دندان‌درد، سردرد و فشارخون بالا، رماتیسم و دردهای عصبی استفاده می‌شود (Basar *et al.*,2011). اندوفیت‌های میکروبی که از مهم‌ترین ریز جانداران خاک محسوب می‌گردند، از مزایای این قارچ مفید به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه، افزایش عملکرد محصول، افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌های ریشه، کمک به کاهش تنش‌های محیطی و از همه مهمتر کاهش مصرف کودهای شیمیایی اشاره نمود (Kirch *et al.*,2000). یکی از قارچ‌های اندوفیت، قارچ *Piriformospora indica* است که در سال

۱۹۹۹توسط وارما و همکاران از خاک مناطق بیابانی کشور هندوستان جداسازی شد. این قارچها متعلق به راسته Sebacinales در شاخه Basidiomycota می‌باشند. قارچ *P. indica* به‌عنوان یک قارچ اندوفیت شبه میکوریزی باعث تحریک رشد بسیاری از گونه‌های گیاهی گردیده و همچنین مقاومت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی را افزایش می‌دهد. این قارچ با تعداد زیادی از گیاهان عالی (تک و دولپه‌ای) رابطه همزیستی برقرار می‌نماید که شامل انواع خشکی‌پسند، بوته‌های یک‌ساله و چندساله و درختان چوبی می‌باشند(Singh *et al.*,2000). تلقیح ریشه گیاهان برنج با قارچ *P. indica* سبب افزایش مقدار وزن خشک اندام هوایی و ریشه به ترتیب به میزان ۷۴ و ۳۳ درصد نسبت به شرایط بدون تلقیح گردید (قبولی و همکاران، ۱۳۹۴). قبولی و همکاران (۱۳۹۰) به این نتیجه رسیدند که در شرایط تنش خشکی قارچ *P.indica* باعث جلوگیری از کاهش اندام هوایی و ریشه در گیاه جو شده است. وارما و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که قارچ *P.indica* علاوه بر اینکه سطوح شوری زیاد را تحمل می‌کند بلکه تحمل به تنش شوری در گیاه میزبان را افزایش و بنابراین از اثرات سوء شوری می‌کاهد (Verma *et al.*, 1999). نتایج مطالعه‌ای نشان داد که قارچ *P.indica* از راه‌های مختلف نظیر افزایش سطوح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت‌ها، اسمولیت‌ها (به‌خصوص پرولین) و حفظ رنگیزه‌های کلروفیلی موجب افزایش تحمل به شوری در گیاه میزبان می‌گردد و بنابراین از این نظر راهکارهای اتخاذ شده توسط این قارچ همانند قارچ‌های میکوریزی در کاهش اثر سوء تنش شوری در گیاه میزبان است (Zarea *et al.*,2012). بسیاری از محققین گزارش داده‌اند که گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی تحت شرایط تنش شوری از رشد بهتری برخوردار بوده‌اند (Cantrell and Linderman,2001; Zuccarini and Okurowska,2008). با توجه به کارکردهای این قارچ از یک طرف و ازطرفی دیگر با توجه به افزایش سریع جمعیت ایران و نیاز مبرم و روزافزونی که صنایع داروسازی کشور به گیاهان دارویی به‌عنوان مواد اولیه تولید دارو دارند و نیز بهبود سطح کیفی زندگی، توجه و تحقیق پیرامون این دسته گیاهان ضروری است و لزوم مطالعه روی مواد مؤثره دارویی فلور غنی مملکت ما، بیش از پیش اهمیت یافته است. لذا بررسی در خصوص بهتر کردن شرایط رشدی این گیاه جهت بهبود شرایط مؤثر فاکتورهای فیزیولوژیکی و فیزیولوزیکی این گیاه حائز اهمیت است.

مواد و روش‌ها

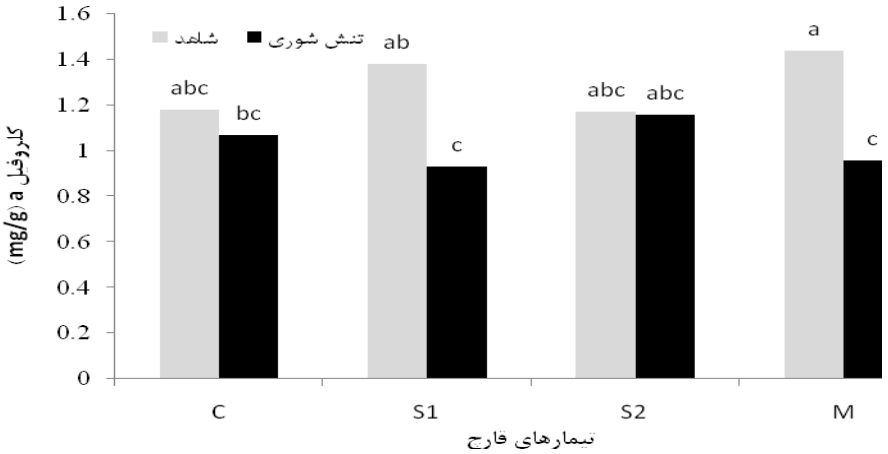
جدایه قارچ مذکور با تهیه تعداد کافی پتری دیش محتوی محیط کشت (حاوی عناصر میکرو، ماکرو، نمک‌ها، پپتون و عصاره‌ی مخمر)، کشت داده شد و در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد درون انکوباتور به مدت ۴ هفته نگهداری شد. پس از سپری شدن مدت زمان لازم جهت تولید اسپور، مقدار ۳۰-۲۰ میلی‌لیتر محلول آب-توئین ۲۰ درصد به هر پتری دیش افزوده شد و پس از جمع‌آوری اسپورهای قارچ، تعداد آنها با استفاده از لام نئوبار شمارش شد. برای تهیه میسلیوم، دیسک‌های فعال قارچ از محیط کشت ذخیره برداشته و در ارلن‌های حاوی محیط کشت مایع قرار داده شدند و سپس در شیکر انکوباتور با دمای ۲۸±۲ درجه سانتی گراد و دور ۱۵۰ rpm به مدت ۱۰-۷ روز قرار داده شد. در مرحله بعد با استفاده از فیلتر کاغذی، میسیلیوم ها از محیط کشت جدا (احتمال رد شدن اسپورها خیلی ضعیف می‌باشد و در صورت رد شدن از فیلتر به خاطر تعداد و غلظت کم آنها در آزمایش اثر گذار نیستند) و به منظور حذف باقیمانده‌های محیط کشت، چندین بار با آب مقطر شستشو داده شدند. این آزمایش بصورت گلدانی و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ملایر واقع در کیلومتر ۴ جاده اراک با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۰ متر و متوسط بارندگی ۲۴۲ میلی‌متر انجام شد. بذر گیاه بادرنجبویه را در گلدان هایی به ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و عرض۲۰- ۲۵ سانتی‌مترکه با خاک پر شده بود (خاک گلدان ها حاوی ماسه، خاک باغی و خاک پرلیت بوده است)، و تیمارهای آزمایش شامل روش‌های مختلف استفاده از قارچ (میسیلیوم (M) سطح یک اسپور (S1) سطح دواسپور (S2) و شاهد بدون قارچ (C)) به‌عنوان فاکتور اول و سطوح مختلف تنش شوری بصورت آبیاری گلدان ها با آب شور (شوری صفر و ۴ دسی زیمنس بر متر) به‌عنوان فاکتور دوم بودند. سطح یک اسپور حاوی ۵۰۰ هزار اسپور در یک میلی‌لیتر و سطح ۲ رقیق شده سطح یک به میزان ۵۰ درصد می‌باشد. دو هفته پس از سبز شدن گیاهچه‌ها تیمارهای مربوط به قارچ اعمال شد و پس‌ازآن تا پایان دوره آزمایش و در فواصل زمانی مناسب، صفت‌هایی مانند کلروفیل a از

روش آرنون (۱۹۴۹)، محتوای نسبی آب برگ روش Barrs و Weatherley (1962) و پرولین از روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) سنجیده شد. در پایان، داده‌ها با نرم‌افزارهای آماری SAS تجزیه و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

کلروفیلa

بر اساس نتایج بدست آمده برهمکنش تیمارهای مختلف قارچ و سطوح تنش شوری بر میزان کلروفیلa در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد (شکل۱). بیشترین اثر در تیمار میسیلیوم(M) و درسطح بدون تنش شوری (۱/۴۳میلی‌گرم بر گرم) و کمترین اثر در تیمار سطح یک اسپور (S1) و در تنش شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر (۰/۹ میلی‌گرم برگرم) دیده شده است(شکل۱).



شکل ۱- برهمکنش قارچ و سطوح تنش شوری بر میزان کلروفیلa برگ گیاه بادرنجبویه

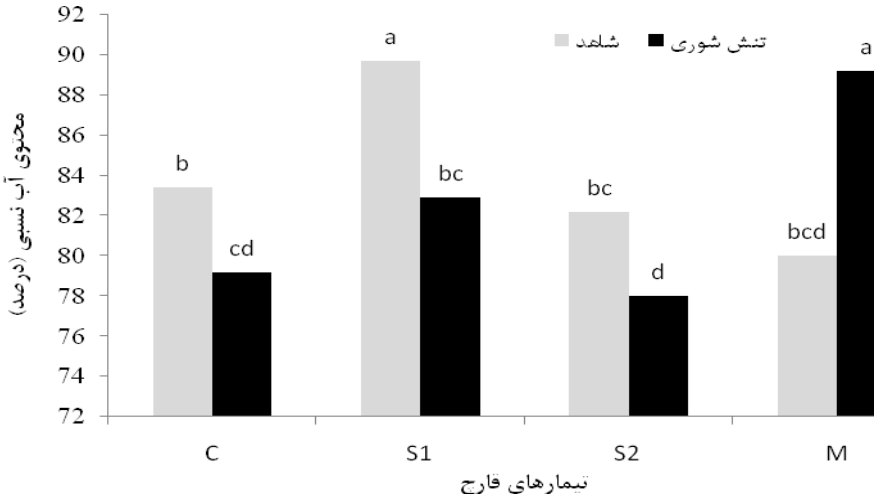
تنش شوری تأثیر منفی و معنی‌داری بر محتوای کلروفیل دارد، کاهش محتوای کلروفیل که از عوامل مهم تأثیر گذار در ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد، با افزایش سطوح شوری موجب ناکارآمدی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش می گردد (Jiang and Huang, 2001). افزایش محتوای کلروفیل *a* در گیاه بادرنجبویه تلقیح شده با قارچ می‌تواند به دلیل بهبود وضعیت آبی گیاه باشد. از دلایل دیگر در افزایش میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح با قارچ، جذب بیشتر عناصر معدنی می‌باشد (Jentschke *et al.*, 2000). همچنین قارچ میکوریزای *پیریفورموسپورا ایندیکا* با افزایش جذب میزان منیزم موجب افزایش سنتز کلروفیل می‌شود (Giri *et al.*, 2002).

در این آزمایش اثر قارچ *پیریفورموسپورا ایندیکا* باعث افزایش میزان کلروفیل a نسبت به شاهد در تیمار عدم تنش شوری شده است. که با نتایج کریمی و همکاران (۲۰۱۵) جهاندیده و همکاران (۱۳۹۳) باساک و همکاران (۲۰۱۱) و حاجی نیا و زارع (۱۳۹۳) مطابقت داشت. نتایج تحقیقی نشان داده است که بالا بودن میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ *پیریفورموسپورا ایندیکا*، می‌تواند به علت وجود رابطه مثبت بین غلظت فسفر و مقدار کلروفیل در گیاهان باشد زیرا گزارش های زیادی از افزایش جذب فسفر توسط این قارچ به گیاه میزبان ارائه گردیده است (Zarea *et al.*, 2012).

محتوای نسبی آب برگ

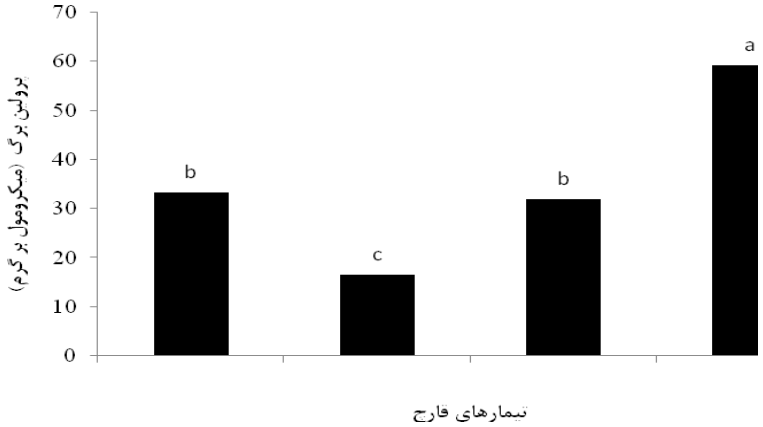
بر اساس نتایج بدست آمده برهمکنش قارچ و تنش شوری بر محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (شکل ۲). بیشترین اثر در تیمار سطح یک اسپور(S1) و درسطح بدون تنش شوری (۸۸/۹درصد) و کمترین اثر در تیمار سطح دو اسپور (S2) و در تنش شوری (۴ دسی زیمنس بر متر) محتوای نسبی آب (۷۷/۸درصد) دیده شده است(شکل ۲). اما

در شرایط تنش شوری ایجاد شده (۴ دسی زیمنس بر متر) اثر قارچ بصورت میسیلیوم (M) بیشتر از بقیه بوده است و باعث شده است که در شرایط تنش شوری (۴ دسی زیمنس بر متر) میزان محتوای نسبی آب برگ را به میزان قابل توجهی افزایش دهد (شکل ۲).



شکل ۲ - برهمکنش قارچ و سطوح تنش شوری بر میزان محتوای نسبی آب برگ گیاه بادرنجبویه

مونس و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که افزایش تجمع یون‌ها به ویژه سدیم و کلر می‌تواند در کاهش میزان آب نسبی موثر باشد. کاهش محتوای آب نسبی در شرایط شور می‌تواند ناشی از کاهش مقدار جذب آب باشد. میسیلیوم قارچ میکوریزا در خاک نقش مهمی در تأثیر قارچ بر رابطه آبی گیاه میزبان دارد و باعث جذب آب از منافذ بسیار ریز خاک می‌شود (Bearden, 2001). محتوای آب نسبی برگ معیار مناسبی جهت بررسی وضعیت آبی گیاه است. افزایش سطوح شوری محتوای آب نسبی برگ را کاهش داد که علت آن می‌تواند کاهش پتانسیل آب خاک و افزایش جذب یون‌های کلر و سدیم باشد (Fricke and Peter, 2002). افزایش محتوای نسبی آب برگ در گیاهان تلقیح شده با قارچ *پیریفورموسپورا ایندیکا*، شاید به علت سازوکار قدرتمند آن در تنظیم اسمزی باشد، میزان تنظیم اسمزی در اندام‌های در حال رشد به تأمین اسمولیت‌ها بستگی دارد، زیرا این عمل با صرف انرژی همراه است و ساختارهای کربنی لازم برای تولید متابولیت‌ها به تداوم فتوسنتز وابسته است (Morgan, 1984). پانوار (۱۹۹۳)گزارش کرد که همزیستی میکوریزا، کاهش در محتوای نسبی آب برگ گندم (*Triticum aestivum* L.) در طول تنش خشکی را به تاخیر می‌اندازد و به برگ‌ها اجازه می‌دهد تا روزنه‌های خود را در محتوای نسبی آب برگ پایین، باز نگه دارند.



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف قارچ ایندیکا بر میزان پرولین برگ گیاه بادرنجبویه

اثر تیمارهای مختلف قارچ بر میزان پرولین برگ گیاه بادرنجبویه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است که در این شرایط میسیلیوم قارچ (M) اثربیشتری نسبت به سایر فرم های استفاده شده قارچ داشته است و بیشترین اثر (۵۸ میکرومول بر گرم) را به خود اختصاص داده است و کمترین مقدار (۱۷ میکرومول بر گرم) مربوط به سطح یک اسپور (S1)، بوده است (شکل۳).

اسیدآمینه پرولین از ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی است که غلظت آن تحت شرایط تنش‌های محیطی مانند شوری و خشکی افزایش می‌یابد (Peng *et al*.,2008). با افزایش غلظت شوری آب آبیاری، قارچ *پیریفورموسپورا ایندیکا* موجب افزایش میزان آن در برگ گردید که این نتایج با یافته‌های بالتروشات و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد. این پژوهشگران گزارش کردند که قارچ *پیریفورموسپورا ایندیکا* از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و محلول‌های سازگار، موجب کاهش اثرات سوء تنش شوری و افزایش رشد گیاه جو تحت تنش شوری گردید. تلقیح با سویه‌های مختلف باکتری جنس *آزوسپیریلوم* نیز نتایج مشابهی در افزایش میزان پرولین داشت. باکتری *آزوسپیریلوم* سویه‌های سازگار به شوری توانایی بیشتری در تولید پرولین نسبت به سویه‌های جداشده از خاک غیر شور داشتند. رائو و وارلا (۱۹۸۵) اظهار داشتند که سویه‌های مقاوم به شوری با استفاده از محافظ‌های اسمزی مناسب نظیر پرولین و گلایسین‌بتائین مقاومت خود را نسبت به شرایط شوری افزایش می‌دهند. درهرحال، این سویه‌ها تحت شرایط شور با تجمع ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی احتمالاً در افزایش سازگاری گیاهان به تنش شوری نقش دارند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شده است که برهمکنش بین قارچ و تنش شوری در این تحقیق معنی‌دار بوده است. همچنین علاوه بر اینکه استفاده از قارچ جهت کاهش شوری مناسب بوده است بلکه، استفاده از فرم و شکل میسیلیوم نتیجه بهتری از سایر فرم‌های مورد استفاده قارچ داشته است.

منابع

حاجی نیا س، زارع م ج. تاثیر تلقیح دو قارچ *Piriformospora* indica و باکتری *Azopirillum spp*.بر برخی صفات فیزیولوژیکی، جذب عناصر و عملکرد دانه گندم تحت تنش شوری. فنآوری تولیدات گیاهی. ۱۳۹۳،۱۴(۲)،۱۶۱-۱۴۹

جهاندیده و، سپهری م، خوش گفتارمنش ا، عشقی زاده ح، رحمانی د. بررسی اثرات تلقیح قارچ اندوفیت *piriformospora indica* و باکتری *Pseudomonas putida* بر رشد و جذب عناصر گندم در شرایط کمبود روی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۳۹۳، ۷۱، ۱۹۱-۲۰۳.

Baltruschat, H., Fodor, J., Harrach, B. D., Niemczyk, E., Barna, B., Gullner, G., Janeczko, A., Kogel, K. H., Schafer, P. and Schwarczinger, I**.** 2008. Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. New Phytologist, 180: 501-510**.**

Basar SN, & Zaman R.2011 An Overview of Badranjboya (Melissa officinalis). *International Research Journal of Biological Sciences* 2013; 2(12): 107-109 International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 1(11): 1337-1350.

Cantrell, I.C., and Linderman, R.G. 2001. Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. Plant and Soil. 233:269–281.

Kirch, H. H., Vera-Estrella, R., Golldack, D., Quigley, F., Michalowski, C. B., Barkla, B. J. and Bohnert, H. J. 2000. Expression of water channel proteins in Mesembryanthemum crystallinum. Plant Physiology, 123: 111-124. Song, H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its Mechanisms. Electronic Journal of Biology, 1(3), 44-48.

Bearden, B.N. 2001. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on soil structure and soil water characteristics of vertisols. Plant and Soil 229: 245-258.

Basak H, Demir K, Kasim R, Okay FY. The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seedling grown under saline conditions. Afr. J. Agric. Res. 2011; 6(11): 2532-2538.

Barrs HD, Weatherley PE. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating deficit in leaves. Aust J Biol Sci 1962;15:413–28.

Giri, B., Kapoor, R., Mukerji, K.G., 2002. VA Mycorrhizal techniques VAM technology in establishment of plants under salinity stress condition. In: Mukerji, K.G., Manoracheir, C., Singh, I., (Eds.), Techniques in Mycorrhizal Studies. Kluwer, Dordrecht, pp. 313-327.

Jiang, Y., Huang, N., 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41, 436-442.

Jenschke, G., Brandes, B., Kuhn, A.J., Schoder, W.H., Becker, J.S., Godlbdd, D.L., 2000. The mycorrhizal fungus *Paxillus* in volutes magnesium to Norway spruce seedlings. Evidence from stable isotope labeling. Plant and Soil. 220, 243-246.

Karimi F, Sepehri M, Afuni M, Hajabbasi M. Effect of Endophytic Fungus, Piriformospora Indica, on Barley Resistance to Lead. JWSS–Isfahan University of Technology, 2015; 19 (71): 311-321 (in Persian)

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual. Review of Plant Physiology 59: 651-681.

Morgan, J.M., 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 35, 299-319.

Fricke, W., Peter, W.S., 2002. The biophysics of leaf growth in salt-stressed. A study at the cell level. Plant Physiol. 129, 374-388.

Peng, Y. L., Gao, Z. W., Gao, Y., Liu, G. F., Sheng, L. X. and Wang, D. L. 2008. Ecophysiological characteristics of alfalfa seedlings in response to various mixed salt-alkaline stresses. Journal of Plant Biology. 50 (1): 29-39.

Rao, B. V. and Kates Warla, V. 1985. Salt tolerance of *Azospirillum brasilense*. Acta Microbiologica at ImmunologicaHungarica, 32: 221-224.

Panwar, J.D.S. 1993. Response of VAM and Azospirillum inoculation to water status and grain yield in wheat under water stress conditions. Indian Journal of Plant Physiology 36: 41-43.

Singh, A., Sharma, J., Rexer, K. H. and Varma, A. 2000. Plant productivity determinants beyond minerals, water and light: *Piriformospora indica*-a revolutionary plant growth promoting fungus. Current Science-Bangalore, 79: 1548-1554.

Varma, A., Verma, S., Sahay, N., Butehorn, B. and Franken, P., 1999. Piriformospora indica, a cultivable plantgrowth- promoting root endophyte. Applied and Environmental Microbiology, 65(6): 2741-2744.

Zarea, M.J., Chordia, P., and Varma A. 2012. *Piriformospora indica* versus Salt Stress, IN: Sebacinales (A. Varma, G. Kost and R. Oelmüller).

Zuccarini, P., and Okurowska, P. 2008. Effects of mycorrhizal colonization and fertilization on growth and photosynthesis of sweet basil under salt stress. J. Plant Nut., 31: 497–513.

Zarea MJ, Hajinia S, Karimi N, Mohammadi Goltapeh E, Rejali F, Varma A. Effect of Piriformospora indica and Azospirillum strains from saline or non-saline soil on mitigation of the effects of NaCl. Soil. Biol. Biochemi, 2012; 45: 139-146

Effect of *Piriformospora indica* on some morpho-physiological characteristics of lemon balm (*Melissa Officinalis)* under salinity stress

T. Akbari [1] M. Rostami berojeni [2*] M. Ghaboli [3] Z. Movahedi [4]

1- MSC Agronomy and Plant Breeding Faculty of Agriculture, Malayer University
2*-Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Malayer University
majidrostami7@yahoo.com
3and 4- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Malayer University

Abestract:

Lemon balm (*MelissaOfficinalis*), belongs to Lamiaceae is one of the most important medicinal plants. In order to study the symbiotic effects of *Piriformospora indica* (an endophytic fungus) on some physiological traits of lemon balm under salt stress, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design (CRD) with three replications in the research greenhouse of Faculty of Agriculture, University of Malayer. Treatments include various types of using *P.indica* (mycelium, spores and control) as the first factor and different levels of salinity (0 and 4 dS/m) as the second factor. Based on the results, the effect of interaction between *P.indica* and salinity on *Chl*.a and leaf relative water content were significant (p<5%). The effect of *P.indica* on proline content was significant. The results of mean comparison showed that the highest amount of *Chl*.a observed by using mycelium without any stress; and the highest amount of leaf relative water content obtained by using spores without any salt stress. Mycelium had higher effect on proline content than other treatments. Based on these results, the efficiency of using mycelium was better than spores of *P.indica*.

Keywords: *P. indica*., Lemon balm, salt stress, Leaf relative water content.