تغییرات مورفوفیزیولوژیکی، میزان اسانس و متیل‌کاویکول ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) به تلقیح قارچ مایکوریزا (*Glomus intraradices*) و تنش شوری

امین لامیان[۱]، حسنعلی نقدی‌بادی[۲]، علیرضا لادن‌مقدم[۳]، علی مهرآفرین[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

۳- عضو هیأت علمی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، گرمسار، ایران

* آدرس مکاتبه: کرج، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی
صندوق‌پستی: ۱۳۶۹-۳۱۳۷۵، تلفن: ۱۹ - ۳۴۷۶۴۰۱۰ (۰۲۶)، نمابر: ۳۴۷۶۴۰۲۱ (۰۲۶)
پست الکترونیک: A.Mehrafarin@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲ **تاریخ تصویب:** ۹۴/۳/۲

چکیده

مقدمه: گیاه دارویی ترخون (*Artemisia dracunculus*) از خانواده **Compositae** می‌باشد که اهمیت بالایی در صنایع دارویی، غذایی و طب سنتی دارد. قارچ مایکوریزا گلوموس‌اینترارادیسس (*Glomus intraradices*) به عنوان یک کود بیولوژیک مهم و همزیست با گیاهان می‌تواند موجب تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی شود.

هدف: ارزیابی اثر متقابل تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر روی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس ترخون بود.

روش بررسی: این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده گیاهان دارویی به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. فاکتور اول در دو سطح شامل تیمار تلقیح و عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و نیز فاکتور دوم، تیمار تنش شوری در پنج سطح (شامل شاهد، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر) که در مجموع با ۱۰ تیمار و ۳ تکرار به اجرا درآمد.

نتایج: بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تیمار تنش شوری بر روی صفات مورفوفیزیولویکی شامل قطر ریشه، تعداد ساقه فرعی بوته، وزن خشک ریشه، ساقه، برگ و اندام هوایی در سطح آماری ۱ درصد و تعداد برگ بوته و عرض برگ در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار، اما بر روی خصوصیات قطر ساقه و طول ریشه معنی‌دار نبود. همچنین بیشترین میزان اسانس در تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۱/۱۵ درصد و بالاترین میزان **Methyl chavicol** در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری حاصل شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج حاصل از اثرات متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری نشان داد که تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری و نیز تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به ترتیب بیشترین وزن خشک اندام هوایی و میزان اسانس را داشته‌اند.

گل‌واژگان: *Artemisia dracunculus*، اسانس، تنش شوری، خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی، مایکوریزا

مقدمه

ترخون با نام علمی (*Artemisia dracunculus*) و نام انگلیسی Tarragon از خانواده Compositae می‌باشد [۱]. گیاهی است علفی با ساقه‌های چوبی، به ارتفاع ۴۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، پایا، گل‌آذین خوشه با گل‌های متعدد، میوه فندقه و اندازه بذرها تقریباً به طول ۱/۵ میلی‌متر می‌باشد [۴، ۳، ۲، ۱]. تکثیر آن از طریق پیدایش جوانه‌ها در ریزوم و قسمت مورد استفاده آن، برگ و سرشاخه‌های جوان و برگ‌دار گیاه است. منشای اصلی این گیاه روسیه مرکزی و جنوبی، سیبری، آسیای مرکزی و شمال و غرب آمریکا می‌باشد اما امروزه در اغلب نواحی جهان پرورش یافته و لذا پراکندگی جهانی دارد [۱]. ترخون در طب سنتی برای بهبود عملکرد دستگاه گوارش، افزایش اشتها، دفع سموم از بدن و به عنوان یک محرک گوارشی بخصوص در فرهنگ‌هایی با مصرف بالای گوشت قرمز برای درمان استفاده شده است [۶، ۵]. گیاه تازه ترخون دارای ۰/۱ تا ۰/۴ درصد اسانس مرکب از ۶۰ تا ۷۰ درصد استراگول (Estragol)، ۱۵ تا ۲۰ درصد از ترپن‌ها: اوسیمن، فلاندرن، متیل کاویاکول و غیره است. با این حال تعدادی از مقالات مشتقات پلی‌اسیتیلن و فلاونوئیدها را معرفی کرده‌اند. علاوه بر این سزکویی‌ترپن‌ها، ویتامین‌ها و مواد تانی نیز گزارش شده است [۸، ۷، ۱].

واژه مایکوریزا (جمع میکوریز) به طور کلی به همزیستی بین ریشه گیاهان با میسلیوم‌های قارچ اطلاق می‌شود، که هر دو در این رابطه سود می‌برند [۹]. ریسه این قارچ‌ها به درون بافت میزبان نفوذ می‌کند و در ناحیه کورتکس گیاه میزبان منتشر می‌شود. این قارچ‌ها مواد موردنیاز خود را بوسیله ریسه‌های درون و برون سلولی و نیز با فرستادن اندام مکنده خود به درون سلول میزبان به دست می‌آورند و در مقابل با شبکه میسیلیومی گسترده خود در خاک، جذب عناصری نظیر فسفر، نیتروژن و انواع کاتیون‌ها را بهبود می‌بخشند و نیز در مناطقی که گیاه دچار کمبود آب باشد، جذب آب را نیز افزایش می‌دهند [۱۰].

گزارش‌های متعددی وجود دارد که بیان‌گر کاهش رشد، عملکرد و حتی مرگ بخشی یا تمام گیاه در نتیجه انحراف از شرایط مساعد و قرارگرفتن در شرایط تنش می‌باشند. خسارت تنش‌های کمبود آب، شوری و دما به گیاهان زراعی در سطح جهان در مقایسه با سایر تنش‌ها گسترده‌تر است [۱۱]. از جمله دلایل اصلی آسیب نمک در گیاهان، عدم تعادل کاتیون‌ها و آنیون‌های ضروری، تغییر ظرفیت نگه‌داری آب و سمیت حاصل از غلظت زیاد یون‌های نمک است. ثابت شده است که که جذب مواد غذایی محلول در خاک از طریق تغییر پتانسیل اسمزی تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱۲].

الگوی آنتوژنی تولید اسانس در ترخون شبیه گیاهان پایا در تیره نعنا است [۱۳]. رنگ اسانس زرد روشن تا عنبری و مقدار متیل کاویکول (استراگول) به عنوان مهم‌ترین ترکیب اسانس ترخون بسته به روش اسانس‌گیری تغییر می‌کند. در برزیل ترکیب شیمیایی روغن‌های فرار سرشاخه‌های هوایی هفت گونه گیاهی، از جمله ترخون را با استفاده ازدستگاه (GC/MS) شناسایی و نیز اثر بازدارندگی آنها را بر رشد باکتری‌های اشرشیاکلی، استافیلوکوکوس و اورئوس بررسی کردند. مهم‌ترین ترکیب‌های شناسایی شده در گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus*) در دسته فنیل پروپانوئیدها قرار دارند و شامل: متیل کاویکول و متیل اوژنول می‌باشند. همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش بتا – کاروتن، لینولوات و فعالیت جذب رادیکال‌ها از روش ۲- دی فنیل -۱ پیکریل هیدرازیل (DPPH) نیز ارزیابی شده است [۱۴]. متیل کاویکول یکی از ترکیب‌های فنیل پروپانوئیدی اسانس می‌باشد و افزایش درصد متیل کاویکول، باعث بالا رفتن کیفیت اسانس در جهت افزایش خاصیت فنیل پروپانوئیدی آن می‌شود [۱۵]. بیوسنتز فنیل پروپانوییدها از مسیر شیکمات می‌گذرد و توسط یک گروه آنزیمی هدایت می‌شود که این آنزیم‌ها یا به صورت آزاد و یا در ارتباط با غشاهای سلولی می‌باشند [۱۶]. ترکیبات فنیل پروپانوئیدی برای سلامتی گیاه و جانور دارای اهمیت هستند [۱۷]. بعضی از ترکیبات فنیل پروپانوئیدی در شرایط تنش تولید می‌شوند و این ترکیبات در شرایط تنشی مختلف و در گیاهان مختلف و همچنین بافت‌های مختلف یک گیاه می‌تواند

یکسان باشد و گیاه را در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی حفظ کنند [۱۸]. پور بزرگی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی و آنالیز اسانس دو کولتیوار ریحان سبز و بنفش ایرانی به روش (GC/MS) نشان دادند که بیش از پنجاه ترکیب مختلف در اسانس این گیاه وجود دارد که بیشترین ترکیب مؤثر در آن متیل کاویکول (استراگول) و سیترال می‌باشد که بیش از ۷۰ درصد اسانس را به خود اختصاص می‌دهند [۱۹]. در تحقیق دیگری مشخص شده است که میزان فنیل پروپانوئیدها و در نتیجه میزان متیل کاویکول و متیل اوژنول در ریحان بنفش حداقل دو برابر ریحان سبز است و این تفاوت در سطح بیان ژن‌های مربوط به تولید این ترکیبات نیز دیده می‌شود [۲۰]. موحد و سنگ‌آتش (۱۳۸۷) بیان نمودند که عصاره متانلی ترخون و نعناع بالاترین میزان فعالیت ضدرادیکالی و آنتی‌اکسیدانی را دارا هستند [۲۱]. همچنین، امروزه مشخص شده که استراگول دارای فعالیت ضدتشنجی و خواب‌آوری است [۲۲].

متأسفانه مناطق وسیعی از ایران دارای خاک و آب شور می‌باشند، که این شرایط می‌تواند موجب تغییراتی در کیفیت و کاهش عملکرد گیاهان دارویی شود [۲۳]. استفاده از روش‌های بیولوژیک برای کنترل تنش شوری یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با این مشکل می‌باشد. قارچ‌های مایکوریز آربوسکولار در خاک‌های شور ممکن است تحمل و رشد گیاه را بهبود بخشند [۲۴]. این سازوکارهای احتمالی می‌تواند با افزایش جذب عناصر غذایی که در خاک تحرک کمی دارند مثل فسفر، روی و مس [۲۵]، افزایش نسبی جذب آب که باعث رقیق شدن اثرات یون‌های سمی می‌شود [۲۷، ۲۶]، ایجاد تعادل عناصر غذایی گیاه در شرایط شوری [۲۶، ۲۴] و افزایش غلظت قندهای محلول در ریشه که منجر به کاهش پتانسیل اسمزی ریشه می‌شود [۲۸]. منصوری و همکاران (۱۳۸۶) پاسخ گیاهان لوبیای مایکوریزایی و غیر مایکوریزایی را به تنش شوری مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در سطح شوری کم و متوسط، میزان K، P و Ca در گیاهان مایکوریزایی بیشتر بوده اما میزان Na وضعیت عکس را نشان می‌دهد [۲۹]. حاجی‌باقری و همکاران (۲۰۱۱) اثرات قارچ مایکوریزایی را روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه *Ocimum basilicum* L. در شرایط تنش شوری بررسی کردند، نتایج کاهش درصد شوری را در ریشه، افزایش طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه و اندام‌های هوایی و افزایش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاهان تلقیح شده ریحان نشان دادند [۳۰]. دودهان و همکاران (۲۰۱۱) اثر قارچ مایکوریزای آربسکولار را روی رشد و مواد آنتی‌اکسیدانی گیاه *Gmelina arborea Roxb* تحت شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار دادند. نتایج افزایش معنی‌داری در اسید فسفاتاز، میزان پرولین و همچنین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز در همه مراحل تیمارهای شوری گیاهان تلقیح شده با مایکوریزا نسبت به گیاهان بدون تلقیح قارچ مایکوریزا را در تحمل تنش شوری نشان دادند [۳۱]. ترخون (*Artemisia dracunculus*) گیاهی چند منظوره و دارای ارزش اقتصادی بسیار بالایی می‌باشد که به طور گسترده در صنایع دارویی و طب سنتی کاربرد دارد و در این راستا ارزیابی اثر قارچ مایکوریزا گلوموس اینترارادیسس (*Glomus intraradices*) به عنوان یک کود بیولوژیکی مهم تحت شرایط تنش شوری بر روی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و میزان اسانس ترخون به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

مشخصات گلخانه تحقیقاتی و تهیه موادگیاهی

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۳ – ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی (میانگین حداکثر شدت روشنایی ۱۰۰۰ میکرومول در متر مربع بر ثانیه، رطوبت نسبی ۸۰ تا ۸۵ درصد، حداکثر و حداقل دمای ۲۰/۲۸ درجه سانتی‌گراد و با نور طبیعی)، واقع در هلجرد کرج به منظور ارزیابی گیاه دارویی ترخون (*Artemisia dracunculus*) تحت تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اول در دو سطح شامل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و فاکتور دوم تیمار تنش شوری در پنج سطح شامل تیمار شاهد، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر بود. مشخصات مزرعه تحقیقاتی در جدول شماره ۱ ذکر شده است.

جدول شماره ۱- مشخصات شیمیایی و فیزیکی مزرعه تحقیقاتی عمق (۳۰ - ۰) سانتی‌متری خاک

شوری (ds/m)	pH	مجموع ازت (درصد)	فسفر قابل دسترس (پی پی ام)	پتاسیم قابل دسترس (پی پی ام)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۱/۲	۷/۹	۰/۰۸	۳۶/۲	۴۹/۸	۱۶	۲۲	۶۲	لومی سیلتی

نشاءهای ریشه‌دار و یکسان گیاه ترخون از مزارع گروه پژوهشی کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی که دارای کیفیت مناسب است، جهت کشت به داخل گلخانه منتقل شد. در نیمه دوم اسفندماه ۱۳۹۲ نشاءها به داخل گلخانه انتقال و ۳۰ واحد آزمایشی گلدانی برای کشت آماده شد. یک سوم حجم خاک گلدان‌ها با خاک برگ آغشته شده به قارچ مایکوریزا و دو سوم با خاک مزرعه که مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول شماره ۱ ذکر شده است، مخلوط شد. سپس نشاهای ترخون در داخل گلدان‌ها کشت داده شد. جهت سازگاری بهتر گیاهچه‌ها، گلدان‌ها را به مدت ۶ هفته با تیمار شاهد یا رژیم معمولی آبیاری شد. سپس اعمال تیمارهای تنش شوری (شاهد، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر) آغاز و تا آخر دوره برداشت هر هفته سه نوبت، گلدان‌ها تیماردهی شد. عمل وجین علف‌های هرز در طول زمان طرح به صورت منظم در چندین نوبت با دست صورت گرفت. برداشت گیاهان در تاریخ ۱۵ خرداد ۱۳۹۳ زمانی که علائم تنش شوری در گیاهان محسوس شد، انجام شد. خصوصیات مرفوفیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ، قطر ساقه در محل طوقه، میزان سبزینگی (SPAD) برگ، طول و قطر ریشه، تعداد ساقه جانبی، تعداد برگ بوته، وزن تر و خشک ساقه، برگ، ریشه و اندام هوایی بود.

تعیین میزان اسانس و درصد متیل کاویکول (Methyl chavicol) اسانس

جهت استخراج اسانس ترخون (*Artemisia dracunculus*)، نمونه‌ها در سایه و هوای آزاد خشک شدند و سپس مقدار ۵۰ گرم از ماده خشک هر واحد آزمایشی برای اسانس‌گیری برداشته شد. هر نمونه بعد از آسیاب شدن، به درون یک بالن یک لیتری ریخته و مقدار ۳۰۰ میلی‌لیتر آب به آن اضافه شد. به مدت ۴ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر (Clevenger)، اسانس‌گیری صورت گرفت و توسط سولفات سدیم آب‌زدایی شد و سپس درصد اسانس تعیین شد. دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده شده از نوع Agilent 6890 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع BPX5 بود. برای شناسایی متیل کاویکول اسانس، نمونه که توسط n- هگزان رقیق شده بود به مقدار ۱ میکرولیتر به دستگاه GC/MS تزریق شد. برنامه دمایی ستون به صورت ذیل تنظیم شد: دمای ابتدایی آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد و سپس با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ دقیقه توقف در این دما و زمان پاسخ ۷۵ دقیقه بود. دمای اتاقک تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد به صورت Split ۱ به ۲۵ بود و از گاز هلیوم به عنوان گاز حامل با سرعت جریان (فلو) ۰/۵ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. طیف‌نگار جرمی مورد استفاده مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت. درصد ترکیب مهم متیل کاویکول نیز با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام حاصل از GC با روش Area Normalization به دست آمد [۳۳، ۳۲].

روش تحلیل آماری اطلاعات

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزارهای SPSS (ver. 17) و Excel (2003) انجام و میانگین‌های صفات مورد سنجش بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر ارتفاع گیاه از نظر آماری معنی‌دار نبود. اثر تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا بر ارتفاع گیاه به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود. اثر تیمار تنش شوری نیز بر ارتفاع گیاه به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا به مقدار ۵۹/۸۹ سانتی‌متر و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا به مقدار ۵۵/۵۴ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ارتفاع گیاه را داشتند (جدول شماره ۳). بررسی مقایسه میانگین بین تیمارهای تنش شوری نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد شوری به مقدار ۶/۶۲ سانتی‌متر به دست آمد، اما تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمارهای شوری ۲ و ۴ دسی‌زیمنس‌متر و شاهد شوری وجود نداشت. کمترین ارتفاع گیاه نیز در تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به مقدار ۶۲/۶ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس اثرات ساده و متقابل تیمار تلقیح قارچ و تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و اسانس ترخون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع گیاه	قطر ساقه	تعداد ساقه فرعی بوته	طول ریشه	قطر ریشه	تعداد برگ بوته	طول برگ	عرض برگ
بلوک	۳	۸/۹۹ ^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱۴/۶۹^{ns}	۰/۰۳۳^{ns}	۹۱/۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}
قارچ مایکوریزا	۱	۱۹۰/۱۴*	۰/۰۱۳^{ns}	۱۴۶/۸**	۳/۷۴^{ns}	۰/۱۵۳^{ns}	۱۱۲۶۲/۴**	۱/۰۲**	۰/۰۴**
تیمار شوری	۴	۱۰۹/۹۹**	۰/۱۱^{ns}	۶۶/۱**	۱۱/۷۹^{ns}	۰/۷۶۸**	۱۸۲۸/۴**	۰/۲۳*	۰/۰۰۹*
قارچ × شوری	۴	۴۷/۶۸^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۱۰/۳۷**	۱۱/۷۱^{ns}	۰/۴۳**	۱۵۴/۴*	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۱*
خطای آزمایشی	۳۹	۲۶/۰۷	۰/۰۸۲	۰/۴۸	۱۸/۷۹	۰/۰۵۳	۵۱/۳۷	۰/۰۶۸	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات		۸/۸۴	۱۱/۸	۱۲/۱۳	۱۶/۹۹	۱۲/۶۹	۶/۴۷	۵/۷۸	۱۰/۲۲

**، * و ns به ترتیب به لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲- ادامه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		میزان سبزینگی برگ	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک اندام هوایی	درصد اسانس	Methyl chavicol
بلوک	۳	۹/۷۶^{ns}	۰/۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۱۴^{ns}	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۲^{ns}	۵/۹۲^{ns}
قارچ مایکوریزا	۱	۱۰۶/۲۷**	۰/۴۶۴**	۰/۰۵۲**	۰/۲۲**	۰/۵۱**	۱/۰۲**	۳۰۶/۴۲**
تیمار شوری	۴	۴۸/۹۲**	۰/۰۹۶*	۰/۰۰۵**	۰/۰۳**	۰/۰۷۵**	۰/۶۸**	۱۹۴/۹**
قارچ × شوری	۴	۱۶/۶۹^{ns}	۰/۳۹**	۰/۰۱۸**	۰/۰۲۶**	۰/۱۳۹**	۰/۰۷۴**	۱۶۰/۵۱**
خطای آزمایشی	۳۹	۷/۲۲	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۵	۲۷/۶۸
ضریب تغییرات		۷/۳۴	۱۴/۹۳	۷/۸	۷/۲۲	۱۰/۰۲	۱۲/۳۹	۶/۷۴

**، * و ns به ترتیب به لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل قارچ مایکوریزا و تیمار تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و اسانس ترخون

تیمار	سطح شوری	تعداد ساقه فرعی (عدد)	قطر ریشه (میلی‌متر)	تعداد برگ بوته (عدد)	عرض برگ (سانتی‌متر)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)
عدم تلقیح مایکوریزا	۰	۷/۵۸^{c}	۱/۸۸^{bc}	۱۱۳/۴^{c}	۰/۵۰^{bcd}	۰/۹۵^{cd}	۰/۲۸^{g}	۰/۴۵^{e}	۰/۷۴^{de}
	۲	۷/۴۹^{c}	۱/۷۲^{cd}	۱۰۲/۰۷^{d}	۰/۵۶^{bc}	۱/۱۲^{bc}	۰/۳۵^{bcd}	۰/۵۹^{bc}	۰/۸۸^{bc}
	۴	۱/۵۲^{f}	۲/۱۸^{ab}	۹۹/۵۴^{d}	۰/۴۷^{d}	۰/۹۴^{cd}	۰/۲۹^{fg}	۰/۵۵^{cd}	۰/۹۱^{bc}
	۶	۱/۴۲^{f}	۱/۷۴^{cd}	۸۶/۸۳^{e}	۰/۵۴^{bcd}	۱/۲۶^{b}	۰/۲۲^{h}	۰/۴۳^{e}	۰/۷۲^{de}
	۸	۰^{g}	۱/۲۶^{e}	۶۷/۹۱^{f}	۰/۴۸^{cd}	۰/۷۲^{d}	۰/۳۴^{cde}	۰/۳۹^{e}	۰/۶۲^{e}
تلقیح مایکوریزا	۰	۱۰/۰۳^{a}	۲/۳۷^{a}	۱۴۶/۲۸^{a}	۰/۶۷^{a}	۱/۵۳^{a}	۰/۴۵^{a}	۰/۷۶^{a}	۱/۳۳^{a}
	۲	۹/۴۸^{ab}	۲/۳۱^{a}	۱۳۷/۱۴^{a}	۰/۵۷^{b}	۱/۳۱^{ab}	۰/۳۳^{def}	۰/۶۱^{b}	۰/۹۶^{b}
	۴	۸/۹۲^{b}	۱/۶۱^{cd}	۱۲۴/۵۶^{b}	۰/۵۸^{b}	۱/۱۱^{bc}	۰/۳۷^{bc}	۰/۶۴^{b}	۰/۸۲^{cd}
	۶	۶/۲۵^{d}	۱/۷۱^{de}	۱۱۴/۱۶^{c}	۰/۵۵^{bc}	۰/۷۹^{d}	۰/۳۹^{b}	۰/۵۳^{d}	۰/۹۰^{bc}
	۸	۳/۵^{e}	۱/۴۱^{cd}	۱۱۵/۴۱^{bc}	۰/۵۱^{bcd}	۱/۳۳^{ab}	۰/۳۱^{efg}	۰/۶۰^{bc}	۰/۹۸^{b}

میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تیمار تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی ترخون

تیمار تنش شوری (دسی زیمنس بر متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	سبزینگی برگ (SPAD)
۰	۶۲/۶^{a}	۴/۶۵^{a}	۴۰/۰۲^{a}
۲	۵۹/۱۹^{ab}	۴/۶۱^{a}	۳۸/۳۵^{a}
۴	۵۷/۸۳^{abc}	۴/۵۹^{a}	۳۵/۴۱^{b}
۶	۵۶/۳^{bc}	۴/۴۸^{ab}	۳۴/۵۱^{b}
۸	۵۲/۵۹^{c}	۴/۲۳^{b}	۳۴/۶۲^{b}

میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی ترخون

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	سبزینگی برگ (SPAD)
عدم قارچ	۵۵/۵۴[b]	۴/۲۹[b]	۳۴/۹۵[b]
تلقیح قارچ	۵۹/۸۹[a]	۴/۷۴[a]	۳۸/۲۱[a]

میانگین‌های دارای حداقل یک حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

قطر ساقه و طول ریشه

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر قطر ساقه و طول ریشه از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین اثر اصلی تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تیمار تنش شوری نیز بر قطر ساقه و طول ریشه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول شماره ۲).

تعداد ساقه فرعی

نتایج بیان نمود که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر تعداد ساقه‌های فرعی بوته به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری نشان داد که بیشترین تعداد ساقه فرعی در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری با ۱۰/۰۳ عدد مشاهده شد، اما تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۲ دسی زیمنس بر متر و تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری وجود نداشت (جدول شماره ۳).

قطر ریشه

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر قطر ریشه به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری نشان داد که بیشترین مقدار قطر ریشه به ترتیب در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۲/۳۷ میلی‌متر، تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۲/۳۱ میلی‌متر و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۲/۱۸ میلی‌متر مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری بین این تیمارها وجود نداشت (جدول شماره ۳).

تعداد برگ بوته

نتایج بیان نمود که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر تعداد برگ بوته به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول شماره ۲). بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری نشان داد که بیشترین تعداد برگ بوته به ترتیب در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به تعداد ۱۴۶/۲۸ عدد و تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۱۳۷/۱۴ عدد حاصل شد، اما تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری بین آنها وجود نداشت (جدول شماره ۳).

طول برگ

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر طول برگ معنی‌دار نبود. اثر تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا بر طول برگ به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) بود. اثر تیمار تنش شوری نیز بر طول برگ به لحاظ آماری معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۵) بود (جدول شماره ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا به مقدار ۴/۷۴ سانتی‌متر و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا به مقدار ۴/۲۹ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار طول برگ را داشته‌اند. بررسی مقایسه میانگین تیمارهای تنش شوری نیز

نشان داد که بیشترین طول برگ گیاه در تیمار شاهد شوری به مقدار ۴/۶۵ سانتی‌متر به دست آمد، اما تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری بین تیمارهای شوری ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر با شاهد شوری وجود نداشت (جدول شماره ۳).

عرض برگ

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر عرض برگ معنی‌دار (p≤ ۰/۰۵) بود (جدول شماره ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری نشان داد که بیشترین عرض برگ در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۰/۶۷ سانتی‌متر حاصل شد. (جدول شماره ۳).

محتوای سبزینگی (SPAD) برگ

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر محتوای سبزینگی برگ معنی‌دار نبود. اثر تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا بر محتوای سبزینگی برگ به لحاظ آماری معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود. اثر تیمار تنش شوری بر محتوای سبزینگی برگ به لحاظ آماری معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا به مقدار ۳۸/۲۱ و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا به مقدار ۳۴/۹۵ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار محتوای سبزینگی برگ را داشته‌اند. نتایج جدول مقایسه میانگین تنش شوری نیز نشان داد که بیشترین مقدار محتوای سبزینگی برگ در تیمار شاهد شوری به مقدار ۴۰/۰۲ حاصل شد، اما تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری با تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر وجود نداشت (جدول شماره ۳).

وزن خشک ریشه

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ و تنش شوری بر وزن خشک ریشه معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه به ترتیب در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۱/۵۳ گرم، تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۱/۳۳ گرم و تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۱/۳۱ گرم مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری بین آنها وجود نداشت (جدول شماره ۳).

وزن خشک ساقه

نتایج بیان نمود که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر وزن خشک ساقه معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۰/۴۵ گرم و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۶ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۰/۲۲ گرم به ترتیب بیشترین و کمترین وزن خشک ساقه را داشته‌اند (جدول شماره ۳).

وزن خشک برگ

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ و تنش شوری بر وزن خشک برگ معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۰/۷۶ حاصل شد (جدول شماره ۳).

وزن خشک اندام هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ و تنش شوری بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۱/۳۳ گرم به دست آمد (جدول شماره ۳).

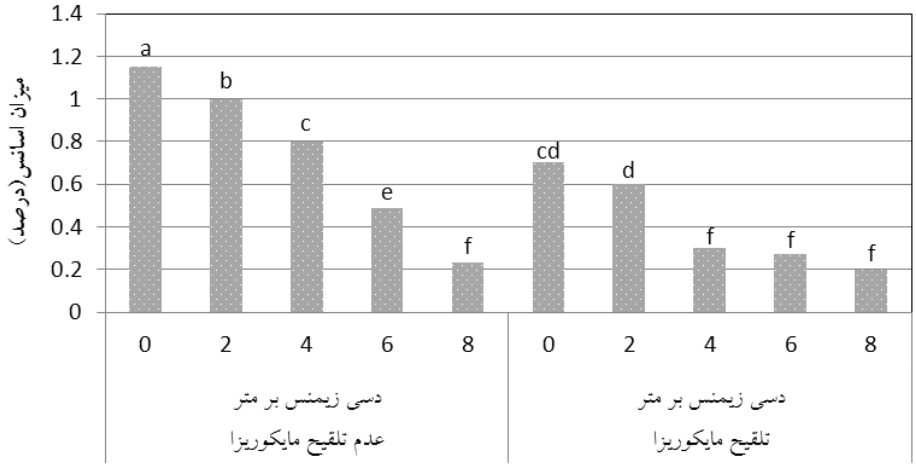
میزان اسانس

اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر میزان اسانس معنی‌دار (P≤ ۰/۰۱) بود (جدول شماره ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین

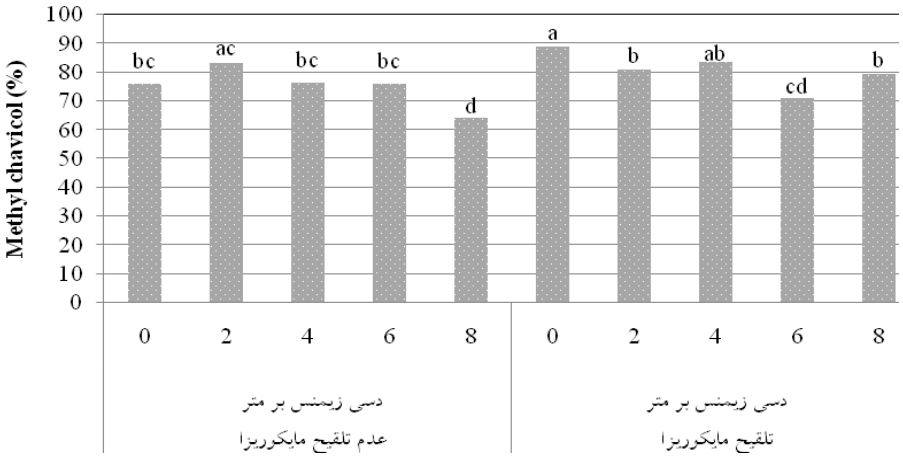
میزان اسانس در تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۱/۱۵ درصد مشاهده شد (نمودار شماره ۱).

درصد متیل کاویکول (Methyl chavicol)

نتایج بیان نمود که اثر متقابل تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر میزان Methyl chavicol معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود (جدول شماره ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین میزان Methyl chavicol به ترتیب در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به مقدار ۸۸/۸۸ درصد، تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۴ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۸۳/۴۶ درصد و تیمار عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شوری ۲ دسی زیمنس بر متر به مقدار ۸۳/۴۳ درصد به دست آمد، اما تیمارهای فوق تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری با یکدیگر نداشتند (نمودار شماره ۲).



نمودار شماره ۱- تغییرات میزان اسانس بوته ترخون به تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر اساس آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ درصد معنی‌داری



نمودار شماره ۲- تغییرات میزان Methyl chavicol اسانس ترخون به تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و تنش شوری بر اساس آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ درصد معنی‌داری

بحث

ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی

کاهش ارتفاع احتمالاً ناشی از تأثیر سوء کلرید سدیم بر دو فرآیند تقسیم و بزرگ شدن سلولی است. تنش اسمزی ناشی از شوری هر دو فرآیند فوق را کاهش می‌دهد. تحت تنش شوری، تولید و انتقال هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین که نقش مهمی در تقسیم و طویل شدن سلول‌ها دارند کاهش می‌یابد. در صورتی که اسید آبسیزیک که باعث بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز می‌شود، افزایش می‌یابد و باعث می‌شود که گیاهان تحت تنش شوری ارتفاع کمتری نسبت به شاهد داشته باشند [۳۴]. تعداد شاخه‌های جانبی نیز تحت شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد. شاخه‌دهی زیاد تحت شرایط تنش شوری و خشکی یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید، زیرا باعث مصرف بیهوده رطوبت خاک و اتلاف آن می‌شود [۳۵]. قارچ‌های مایکوریزا می‌توانند با افزایش جذب فسفر توسط گیاه، اثرات منفی تنش شوری را کاهش دهند. در گیاهان مایکوریزا غلظت پتاسیم نیز بیشتر از گیاهان غیر مایکوریزایی گزارش شده است و بدین ترتیب با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم، همزیستی مایکوریزایی گیاه را در برابر اثرات منفی سدیم محافظت می‌نماید [۳۶]. همچنین قارچ‌های مایکوریزا با القاء سنتز مواد اسمزا و تنظیم اسمزی می‌توانند مقاومت گیاه را به تنش شوری افزایش دهند از جمله این اسمتیک‌ها پرولین و بتائین هستند که در مواردی با افزایش شوری مقدار آن زیاد می‌شود [۳۷]. صالح (Saleh) و آلگرنی (Al-Garni) (۲۰۰۶) و گیری (Giri) و همکاران (۲۰۰۵) افزایش ارتفاع و تعداد شاخه جانبی را در حضور مایکوریزا گزارش نمودند [۳۹، ۳۸].

محتوای سبزینگی برگ

کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط شوری می‌تواند عمدتاً به دلیل تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها و ممانعت از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید باشد [۴۰]. کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش شوری به دلیل فعالیت بیشتر آنزیم کلروفیلاز گزارش شده است [۴۱]. افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها در اثر همزیستی مایکوریزایی می‌تواند به دلیل افزایش جذب فسفر از خاک و نقش آن به عنوان حامل انرژی در طی فتوسنتز توسط این قارچ‌ها باشد [۴۲]. نتایج این تحقیق با آزمایش‌های آقابابایی و رئیسی (۱۳۹۰) و دمیر (Demir) (۲۰۰۴) مطابقت داشت [۴۴، ۴۳].

وزن خشک ریشه و اندام هوایی

کاهش وزن خشک ریشه همانند سایر اندام‌های گیاهی در نتیجه اثرات منفی تنش شوری روی می‌دهد که ریشه‌ها و ساقه‌های کم وزن‌تری توسط گیاهچه تولید می‌شود. سمیت یونی، عدم تعادل عناصر غذایی و به هم خوردن تنظیم اسمزی از اثرات تنش شوری است [۴۵]. رویز لوزانو (Ruiz-Lozano) و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که تلقیح گیاهان با قارچ مایکوریزا همراه با افزایش توسعه ریشه بوده و سبب کاهش اثرات زیان بار شوری و افزایش ماده خشک ریشه می‌شود [۴۶]. افزایش ماده خشک اندام هوایی در گیاهان تلقیح شده با قارچ مایکوریزا در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده با قارچ مایکوریزا می‌تواند به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه که منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود، باشد که این موضوع مورد تأیید سایر محققین نیز می‌باشد [۴۷]. همچنین به نظر می‌رسد که تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین و سیتوکنین در گیاهان تلقیح شده با قارچ مایکوریزا نیز موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاهان می‌شود [۴۸]. ربیعی (Rabie) و المدینی (Almadini) (۲۰۰۵) افزایش وزن خشک گیاهان را در محیط شور در حضور مایکوریزا تأیید کردند [۴۹]. در مطالعه دیگری ملاحظه شد تلقیح ریشه‌های شوید و زنیان با دو گونه قارچ مایکوریزا سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی آنها می‌شود [۵۰]. بررسی‌های انجام شده توسط بسیاری پژوهشگران نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده

در اندام هوایی گیاهان تیمار شده با قارچ نسبت به گیاهان شاهد می‌باشد [۵۱].

میزان اسانس و اجزای اسانس

کاهش میزان اسانس ممکن است به دلیل اختلال در فتوسنتز و تولید کربوهیدرات تحت شرایط تنش شوری باشد که باعث جلوگیری از رشد گیاه می‌شود [۵۲]. میزان اسانس بسته به نوع گونه‌های گیاهی، ژنوتیپ‌ها و نوع تنش می‌تواند افزایش، کاهش و یا بر روی مراحل متابولیکی بی‌اثر باشد [۵۳]. یون‌های سدیم و کلرید می‌توانند به آسانی از غشا به داخل سیتوپلاسم عبور کرده، تجمع پیدا کنند و یا مواد ضروری را کاهش دهند [۵۴]. تنش شوری می‌تواند با اثر گذاشتن بر روی هورمون‌های رشد، باعث کاهش میزان اسانس گیاهان شود، در واقع تنش شوری باعث محدود شدن یا کاهش فعالیت و انتقال هورمون سیتوکینین از ریشه به شاخه‌ها و برگ‌ها شده و در نتیجه تغییر نسبت میان اسید آبسیزیک و سیتوکین سبب کاهش میزان اسانس می‌شود. تنش شوری همچنین به طور غیر مستقیم می‌تواند بر روی میزان اسانس، از طریق اثر بر آسیمیلاسیون نقش داشته باشد [۵۵]. بوربوت (Burbott) و لومیز (Loomis) (۱۹۶۹) گزارش کردند که اثر تنش شوری بر میزان اسانس و ترکیبات آن ممکن است به دلیل اثرات فعالیت آنزیمی و متابولیسمی باشد [۵۶]. احمدی خویی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که تحریک مسیرهای بیوسنتزی اسانس و فنل‌ها از طریق تلقیح قارچی میسر بوده و ژنوتیپ‌های مختلف گیاهان نیز در پاسخ به این تحریک پتانسیل‌های مختلفی را نشان می‌دهند [۵۷]. نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققین مطابقت داشت [۶۲ – ۵۸].

نتیجه‌گیری

اعمال تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا در شرایط تنش شوری بر روی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و اسانس دارای اثر مثبت معنی‌دار بود. بنابراین می‌توان این نتیجه را گرفت که اعمال تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا باعث کاهش آسیب‌های ناشی از تنش شوری می‌شود. تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری توانست در مقایسه با سایر تیمارها از طریق بهبود شرایط رشدی گیاه بیشترین اثر را بر روی صفات مورفوفیزیولوژیکی قطر ریشه، وزن ترو خشک ریشه، وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد برگ بوته، عرض برگ و تعداد ساقه فرعی بوته داشته باشد. همچنین بالاترین میزان متیل کاویکول اسانس ترخون در تیمار تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهدشوری حاصل شد. سطوح مختلف تیمار تنش شوری نیز موجب کاهش صفات رویشی و همچنین میزان اسانس ترخون شد. به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمارهای تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری و عدم تلقیح قارچ مایکوریزا و شاهد شوری به ترتیب بیشترین وزن خشک اندام هوایی و میزان اسانس را داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت گروه پژوهشی کشت و توسعه گیاهان دارویی در پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی انجام شده است. لذا از همکاری و مساعدت‌های مسئولین محترم این پژوهشکده سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Zargari A. Medicinal Plants. Volume Third. Fifth Edition. Tehran University Publications. Iran. 1992, pp: 101 - 3.

2. Cronquist A, Holmgren AH and Holmgren NH. Intermountain Flora: Vascular Plants of the Intermountain West. Vol. 5. New York Botanical Garden. USA. 1994, pp: 496.

3. Hammond CR. A gallery of herbs: a botanical guide to some common and uncommon herbs. Horticulture. Vol. 54 (3). 1976, pp: 52 - 63.

4. Stubbendieck J, Coffin MJ and Landholt LM. Weeds of the Great Plains. 3rd ed. Nebraska Department of Agriculture. USA. 2003, pp: 605.

5. Aglarova AM, Zilfikarov IN and Severtseva OV. Biological characteristics and useful properties of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). *Pharm. Chem. J.* 2008; 42: 81 - 6.

6. Uhl SR and Strauss S. Handbook of Spices: Seasonings and Flavorings. Technomic Publishing Lancaster. USA. 2000, pp: 170 - 1.

7. Greger H. Aromatic acetylenes and dehydrofalcarinone deri vatives within the (*Artemisia dracunculus*) group. *Phytochemistry*. USA. 1979; 18: 1319 - 22.

8. Logendra S, Ribnicky DM, Yang H, Poulev A, Ma J, Kennelly EJ and Raskin I. Bioassay-guided isolation of aldose reductase inhibitors from (*Artemisia dracunculus*). *Phytochemistry* 2006; 67: 1539 - 46.

9. afir GR. (editor). Ecophysiology of VA. Mycorrhizal plants. Chapter 9. 1987, pp: 172 - 92.

10. Clarkson DT. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. *Annu. Rev. Plant Physiol*. 1985; 36: 77-116.

11. Allakhverdiev SI, Nishiyama Y, Miyairi S, Yamamoto H, Inagaki N, Kanesaki Y and Murata N. Salt Stress Inhibits the Repair of Photodamaged Photosystem II by Suppressing the Transcription and Translation of *psbA* Genes in *Synechocystis*. *Plant Physiol. J*. 2002; 130: 1443 - 53.

12. Azcon R and E1-Atrash F. influence *arbuscular* mycorrhiza and phosphorus fertilization on growth, nodulation and N_2 fixation.(^{15}N) in *medicago sativa* at four salinity levels. *Biol. Fertile Soils* 1997; 24: 81 - 6.

13. Vostrowsky O, Michaelis K, Ihm H, Zintl R and Knobloch K. Uber die komponenten des atherischen ols aus Estragon (*Artemisia dracunculus*). *Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchungund Forschung* 1981; 173: 365 - 7.

14. Lopes-lutz D, alviano S and Kolodziejzyk KP. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oil. *Phytochemistry* 2008; 69: 1732 - 8.

15. Mozafary Sh, Jaimand K and Shida Z. Essential oil composition of *Artemisia dracunculus* L. in the different methods of distillation. *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants* 2013; 1: 1 - 7.

16. Cochrane FC, Davin LB and Lewis NG. The Arabidopsis phenylalanin amonia lyase gene family: kinetic characterization of the four PAL isoforms. *Phytochem.* 2004; 65: 1557 - 64.

17. Dixon RA and Sumner LW. Legume natural products. Understanding and manipulating complex pathways for human and animal health. *Plant Physiol*. 2003; 131: 878 - 85.

18. Christie PJ, Alfenito MR and Walbot V. lmpact of lowtemperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta*. 1994; 194: 541 - 9.

19. Poorbozorgi RN and Sharifi M. Quality and quantity studying of essential oils and comparison of Chavicol O-methyl transferase gene expression between Iranian Basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. Ms.C thesis, Tarbiat Modares University, 2Department of Biology, Faculty of Sciences. 1386.

20. Tahsili J. Sharifi M. Behmanesh M. Pourbozorgi-Rudsari N and Ziaei M. Expression of 4 Genes in *Ocimum basilicum* and their Relationship with Phenylpropanoids Content. *Journal of Medicinal Plants and By-products* 2012; 1: 23 - 34.

21. Movahed Gh and Sang Atash M. Comparison of the antioxidant properties of edible leafy vegetables Zdradykaly methanolic extract. *J.M.P*. 2008; 8: 64 - 71.

22. Leal-Cardoso JH, Matos-Birto BG, Lopes-Junior JEG, Viana-Cardoso KV, Sampaio-Freitas AB, Brasil RO, Coelho-de-Souza AN and Albuquerque AAC. Effects of estragole on the compound action potential of the rat sciatic nerve. *Brazilian Journal of Medical and Biological Res*. 2004; 37: 1193 - 98.

23. Ghazzi N, karaki AL andHammad R. Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 2009; 241 (8): 1311 - 23.

24. Aliasgharzad N, Saleh Rastin N, Towfighi H and Alizadeh A. Inocolation effect of four arbuscular mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion under salinity levels. In: Ramalho – Filho, A, Eswaran, H. (eds) Land

Degradation, New Trends Toward Global Sustainability Proceedings of a conference held at National Soil Research Center, Rio-de-Janeiro, Brazil, 17-21 September 2001.

25. Al- Karaki GN. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisiton under salt stress. *Mycorrhiza* 2000; 10: 51 - 4.

26. Al-Karaki GN and Hammad R. Mycorrhiza influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition* 2001; 24: 1311 - 23.

27. Khalied AS and Elkhider RA. Vesicular - arbuscular mycorrhizas and soil salinity. *Mycorrhiza* 1993; 4: 45 - 57.

28. Feng G, Zhang FS, Li XL, Tian C and Rengel C. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. *Mycorrhiza* 2002; 12: 185 - 90.

29. Mansouri H, Ahmadi Moghadam A and Rohani N. Responses of mycorrhiza and Non-mycorrhizal bean plants to salinity stress. *Iranian Journal of Biol*. 2007; 1: 80 - 8.

30. Hajbagheri S and Enteshari SH. Effects of mycorrhizal fungi on photosynthetic pigments, root mycorrhizal colonization and morphological characteristics of salt stressed (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Plant Physiol*. 2011; 1 (4): 215 - 22.

31. Dudhane MP, Yashwant MB and Jite PK. Effect of *Arbuscular* Mycorrhizal Fungi on Growth and Antioxidant Activity in (*Gmelina arborea* Roxb.) under Salt Stress Condition. *Not Sci. Biol*. 2011; 3 (4): 71 - 8.

32. Adams RP. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry. 4th ed. Allured Publishing Corporation Carol Stream, IL. USA. 2007, pp: 804.

33. McLafferty FW and Stauffer DB. The Wiley / Nbs registry of mass spectral data. *J. Am. Soc*. 1991; 2: 432 - 7.

34. Lasof DB and Bernstein N. The NaCl-induced inhibition of shoot growth: The case for disturbed nutrition with special consideration of calcium nutrition. *Bot. Res*. 1998; 29: 115 - 90.

35. Keim DL and Kronstad WE. Drought response of winter wheat cultivars grown under field stress conditions. *Crop Sci*. 1981; 21 (1): 11 - 15.

36. Amiri MB, Rezvani Moghaddam P, Ghorbani R, Fallahi J, Dayhim Fard R and Fallah poor F. Effects of Seed Priming by Biofertilizers on Growth Characteristics of three Wheat Cultivars at the Emergence Period under Greenhouse Conditions. *Iranian Journal of Field Crops Res*. 2013; 1: 64 - 72.

37. Lozano JM, Azcon R and Gomes M. Symbiotic efficiency and infectivity of an autochthonous *arbuscular* mycorrhizal *Glomus* sp. from saline soils and *Glomus deserticola* under salinity. *Orginal Paper*. 2000; 10: 137 - 43.

38. Saleh M and Al-Garni S. Increased heavy metal tolerance of cowpea plant by dual inoculation of an *arbuscular* mycorrhizal fungi and nitrogen-fixer Rhizobium bacterium. *African Journal of Biotechnol.* 2006; 5 (2): 133 - 42.

39. Giri B, koopar R and Mukerji KJ. Effect of the arbuscular mycorrhizae *Glomus fasciculatum* and *G. macrocarpum* on the growth and nutrient content of *Cassia siamea* in a semi-arid Indian wasteland soil. *New Forests* 2005; 29: 63 - 73.

40. Sultan A. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany* 2005; 42 (3): 211 - 20.

41. Reddy MP and Vora AB. Salinity induced changes in pigment composition and chlorophyllase activity of chelidonium. *Indian Journal Plant Physiol*. 2005; 29 (4): 331 - 4.

42. Eissenstat DM, Graham JH, Syvertsen JP and Drouillard DL. Carbon economy of sour orange in relation to mycorrhizal colonization and phosphorus status. *Ann. Bot*. 1993; 71: 1 - 10.

43. Aghababaei F and Raiesi F. The Influence of Mycorrhizal Symbiosis on Chlorophyll, Photosyntetise and Water Use Efficiency in Four Almond Genotypes in Chahar Mahal va Bakhtiary. *JWSS*. 2011; 15 (56): 91 - 102.

44. Demir S. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. *Turk. J. Biol*. 2004; 28: 85 - 90.

45. Kafi M and Stuart DA. Effects of salinity on growth and yield of wheat Nine Spices. *Journal of Agricultural Science and Technol*. 2002; 12 (1): 69 - 74.

46. Ruiz- Lozano JM, Azcon R and Gomes M. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Physiology Plant*. 1996; 98: 767 - 72.

47. Vamerali TM, saccomani S, Bona G, Mosca M, guarise A and Ganis A. comparison of root characteristics in relation to nutrient and water stress in tow maize hybrids. *Plant Soil*. 2003; 255: 157 - 67.

48. Dolatabadi HK, Goltapeh EM, Moieni A, Jaimand K, Sardrood BP and Varma A. Effect of *Piriformospora indica* and *Sebacina vermifera* on plant growth and essential oil yield in *Thymus vulgaris* invitro and invivo experiments. *J. Symbiosis* 2011; 53: 29 - 35.

49. Rabie GH and Almadini AM. Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of Viciafaba plants under salinity stress. *African Journal of Biotecnol.* 2005; 4 (3): 210 - 22.

50. Kapoor R, Giri B and Mukerji G. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum* L) to enhance the concentration and quality of essential oil. *Journal of the Science of Foot and Agriculture* 2002; 82: 339 - 42.

51. Venkateshwar RG, Manoharachary C and Rajeswara RBR. Beneficial influence of *arbuscular* mycorrhizal fungal association on growth, yield and nutrient uptake of rose scented geranium (*Pelargonium* Species). *Philip. J. Sci.* 2002; 131 (1): 49 - 58.

52. Flexas J and Medrano H. Drought-inhibition of Photosynthesis in C3 plants: Stomatal and Non-stomatal Limitations Revisited. *Ann. Bot*. 2002; 89: 183 - 89.

53. Holtzer TO, Archer TL and Norman JM. Host plant suitability in relation to water stress. Plant Stress-Interactions. Heinrichs EA. (editor), John Wiley, New York, USA. 1988; 3: 111 - 137.

54. Levitt J. Salt and ion stresses. Responses of Plants to Environmental Stresses. USA. 1972, pp: 489 - 532.

55. Charles DJ, Joly RJ and Simon JE. Effect of Osmotic Stress on the Essential oil Content and Composition of *Peppermint*. *Phytochem*. 1990; 29: 2837 - 40.

56. Burbott AJ and Loomis D. Evidence for metabolic turnover monoterpene in *peppermint*. *Plant Physiol*. 1969; 44: 173 - 79.

57. Ahmadi-Khoei M, Shabani L and Bagheri S. Assay of phenolic compounds and essential oils in mycorrhizal mint genotypes. *Iranian Journal of Plant Biol*. 2013; 18: 81 - 94.

58. Ashraf M and Orooj A. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* L.) Sprague. *Journal of Arid Environments* 2006; 64 (2): 209-20.

59. Tabatabaie SJ and Nazari J. Influence of nutrient concentration and NaCl salinity on growth, photosynthesis and essential oil content of *peppermint* and *lemon verbena*. *Turk. J. Agric*. 2007; 31: 245 - 53.

60. Aziz EE, Al-Amier H and Craker LE. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 2008; 14 (1, 2): 77 - 87.

61. Belaqziz R, Romane A, and Abbad A. Salt stress effects on germination, growth and essential oil content of an endemic thyme species in Morocco (*Thymus maroccanus* Ball.). *J. Applied Sci. Res*. 2009; 5 (7): 858 - 63.

62. Baatour O, Kaddour R, Aidi Wannes W, Lachaa M and Marzouk B. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). *Acta Physiology Plant* 2010; 32: 45 - 51.