بررسی اثرات قارچ میکوریزا بر روی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum*) تحت تنش شوری

ابوالفضل معصومی زواریان[1]، مجتبی یوسفی‌راد[2*]، محسن اصغری[3]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، ساوه، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران

۳- فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران

*آدرس مکاتبه: ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تلفن: ۰۹۱۲۵۶۸۳۴۴۱، نمابر: ۴۲۴۳۳۰۸۸ (۰۸۶)

پست الکترونیک: m.yousefirad@iau-saveh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۵ **تاریخ تصویب:** ۹۴/۴/۳۰

چکیده

مقدمه: شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود. قارچ میکوریزا به عنوان یک کود بیولوژیک در تأمین نیاز غذایی گیاهان و کاهش اثرات تنش‌های محیطی بر گیاهان می‌تواند مفید باشد.

هدف: بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه انیسون با کاربرد قارچ میکوریزا در شرایط تنش شوری.

روش بررسی: این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در گلخانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه انجام شد. فاکتور اول تلقیح میکوریزایی شامل عدم تلقیح، تلقیح با سویه ***Glomus intraradices*** و تقلیح با سویه ***Glomus mosseae*** و فاکتور دوم شوری شامل، شاهد یا آب غیر شور، شوری ۵۰ میلی‌مولار و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بود.

نتایج: شوری و میکوریزا کلیه صفات کمی و کیفی را تحت تأثیر قرار دادند ($p<$ ۰/۰۱). اثر متقابل شوری و میکوریزا بر تعداد بذر در بوته، درصد اسانس بذر و آنتول، غلظت پتاسیم در برگ ($p<$ ۰/۰۱)، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد بذر در چترک و غلظت سدیم در برگ ($p<$ ۰/۰۵) معنی‌دار شد. افزایش شوری خاک، موجب کاهش کلیه صفات مورد مطالعه شد به طوری که در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بیشترین خسارت مشاهده شد. البته شوری سبب افزایش غلظت سدیم برگ شد. همچنین تلقیح میکوریزایی صفات کمی و کیفی گیاه انیسون را در شرایط شور و شرایط شاهد به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان تلقیح نشده بهبود داد.

نتیجه‌گیری: تلقیح میکوریزایی رشد و اسانس گیاه دارویی انیسون را در شرایط شوری بهبود داد و سویه ***Glomus mosseae*** تأثیر بهتری نسبت به سویه ***Glomus intraradices*** بر روی گیاه انیسون داشت.

گل‌واژگان: آنتول، اسانس، انیسون، شوری، غلظت پتاسیم برگ، غلظت سدیم برگ، میکوریزا

مقدمه

انیسون (با نام علمی *Pimpinella anisum*) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی تیره چتریان (Umbelliferae) است که دارای استفاده‌های مختلفی در صنایع دارویی - غذایی و بهداشتی و آرایشی است. مهم‌ترین ماده تشکیل‌دهنده اسانس انیسون، آنتول است که ۸۰ تا ۹۰ درصد آن را شامل می‌شود. همچنین مصرف میوه‌های انیسون موجب تسکین اسپاسم‌های معده و روده شده و در درمان آسم، بی‌خوابی و سرفه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱].

خسارت تنش شوری زمانی ایجاد می‌شود که نمک‌های محلول، بیش از حد در منطقه توسعه ریشه تجمع می‌یابند. در اثر تنش شوری عملکرد گیاهان کاهش می‌یابد. البته کاهش عملکرد در اثر تنش شوری زمانی رخ می‌دهد که افزایش میزان نمک، از جذب آب توسط گیاه ممانعت می‌کند و گیاه علائمی همانند تنش خشکی، پژمردگی، برگ‌های تیره، ضخیم و برگ‌های با کوتیکول ضخیم را نشان می‌دهد، این علائم به مراحل رشدی گیاه نیز بستگی دارد [۲]. شوری در ریحان موجب کاهش وزن خشک بوته، طول ساقه و ریشه، ارتفاع بوته و سطح برگ شد [۳]. در تحقیقی بیان شد که مؤلفه‌های رشد از قبیل طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه و بیوماس کل گیاه سیاهدانه با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت [۴]. شوری موجب افزایش غلظت سدیم بافت‌های گیاهی می‌شود. همچنین فراوانی سدیم در خاک باعث لطمه به جذب پتاسیم توسط گیاه می‌شود [۵]. در واقع در سطوح بالای شوری، غالبیت یون سدیم از جذب پتاسیم توسط گیاه جلوگیری می‌کند [۶].

برای غلبه بر مشکل شوری خاک‌ها، راهکار بیولوژیکی از استراتژی‌های اساسی است که باید مورد توجه قرار گیرد. در این بین می‌توان به قارچ‌های میکوریزا اشاره کرد. قارچ‌های میکوریزا نقش مهمی در بهبود تغذیه و رشد گیاهان در شرایط شور دارند به نحوی که بعضی آنها را به عنوان اصلاح‌کنندگان زیستی خاک‌های شور می‌نامند [۷]. وجود قارچ‌های میکوریزا و ایجاد همزیستی با ریشه بسیاری از گیاهان در خاک‌های شور، نشان می‌دهد که احتمالاً برخی از این قارچ‌ها در برابر تنش شوری مقاوم بوده و در همزیستی با گیاهان از طریق بهبود رشد گیاه، تحمل گیاهان را در برابر شوری افزایش می‌دهند [۸]. قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی بویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی، مس افزایش داده و موجب بهبود رشد آنها می‌شوند [۹]. همزیستی با قارچ میکوریزا، تحمل گیاه را برابر شوری افزایش می‌دهد [۱۰]. همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های میکوریزا به طور معنی‌داری موجب بهبود میزان اسانس و کیفیت آن می‌شود، به نحوی که میزان ماده ارزشمند آنتول در اسانس در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد [۱۱].

با توجه به این که بخش بزرگی از اراضی کشور با مشکل شوری و شور شدن دست به گریبان می باشد و از آنجا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و به کارگیری روش‌های مدیریتی آن نظیر کاربرد کودهای زیستی به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر قارچ میکوریزا به عنوان یک کود زیستی بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون در شرایط تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه به مرحله اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که فاکتور اول شامل عدم تلقیح، تلقیح با سویه *Glomus intraradices* و تقلیح با سویه *Glomus mosseae* بود. فاکتور دوم شوری در سه سطح شامل، شاهد یا آب غیرشور، شوری ۵۰ میلی‌مولار و شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بود. بذرهای گواهی شده گیاه انیسون از مؤسسه پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. جهت کشت بذور از گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. ترکیب خاکی مورد استفاده در تحقیق، مخلوطی از ماسه، کود دامی و خاک رس بود که خاک قبل از مصرف کاملاً استریل شد. پس از پر گردن گلدان‌ها

توسط ترکیب خاکی، ۵ عدد بذر در هر گلدان کاشت شد. کشت و نگهداری گیاهچه‌ها در گلخانه کنترل شده با دمای ۲ ± ۲۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی حدود ۷۰ درصد (به وسیله دستگاه رطوبت سنج اتوماتیک مدل RT/102C/F) و نور معمولی صورت پذیرفت. آبیاری گلدان‌ها هفته‌ای دو بار به طور منظم به کمک محلول غذایی هوگلند انجام شد. مقدار عناصر غذایی در محلول غذایی به کار رفته در جدول شماره ۱ ارایه شده است [۱۲].

جهت اعمال تیمار میکوریزا، به ازای هر کیلوگرم خاک، ۵۰ گرم از هر سویه درون گلدان‌های مربوطه اضافه شد. زمانی که ارتفاع گیاه در هر گلدان به ۱۵ سانتی‌متر رسید، ۴ گیاه در هر گلدان نگه داشته شد و بقیه حذف شدند. تیمارهای شوری نیز به منظور جوانه‌زنی بذور و تلقیح قارچ‌ها با خاک گلدان، ۲۰ روز بعد از کشت با افزودن غلظت‌های صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار به محلول غذایی هوگلمند اعمال شد.

برای محاسبه وزن خشک بوته، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و پس از خروج از آون، با ترازو توزین شدند. پس از شمارش بذور، بذور به آزمایشگاه فرستاده شدند و با کمک دستگاه کلونجر درصد اسانس و با دستگاه کروماتوگرافی گازی درصد آنتول بذور اندازه‌گیری شد [۱۳]. برای این منظور مقدار ۵۰ گرم از دانه تولید شده در هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب و توسط دستگاه کلونجر با استفاده از روش تقطیر با آب، اسانس آن اندازه‌گیری شد به این منظور هر نمونه ابتدا کاملاً آسیاب شد و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شد و ۷۵ میلی‌لیتر آب به آن اضافه شد، سپس به مدت ۴ ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد و پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم، درصد اسانس تعیین شد.

جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیبات موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. بدین‌منظور از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Hewlett-Packard 6890 دارای انجکتور Splitless و ستون موئینه به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۲۵ میلی‌متر مدل DB-WAX (Agilent/J and W Scientific, Folsom, CA, USA) استفاده شد. دتکتور آن از نوع یونیز و اشعه آن با حرارت ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در آن گاز هیدروژن و هوا با سرعت ۴۰ میلی‌لیتر بر دقیقه عبور داده می‌شود. دمای اولیه در ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و سپس با تغییرات ۱۰ درجه در دقیقه به ۱۴۰ درجه رسید و پس از ۱ دقیقه با تغییرات ۴ درجه در دقیقه به ۱۹۰ درجه رسید و به مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و سپس با تغییرات ۲ درجه در دقیقه به ۲۱۰ درجه رسید. از هلیم فوق خالص با سرعت عبور ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. پیک‌های خروجی بر اساس زمان بازداری با نمونه‌های استاندارد مقایسه و تعیین هویت شد و بر اساس سطح زیر منحنی تعیین غلظت شدند [۱۳].

برای اندازه‌گیری درصد سدیم و پتاسیم موجود در برگ، از روش سوزاندن نمونه خشک گیاهی در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت و واکنش با اسید کلریدریک ۲ مولار استفاده شد. سپس به کمک دستگاه فلیم فتومتر میزان آنها محاسبه شد [۱۴]. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت ($p<$ ۰/۰۵).

جدول شماره ۱- مقدار عناصر غذایی محلول غذایی هوگلمند

عنصر	غلظت (mg/L)	عنصر	غلظت (mg/L)
N	۱۲۲	S	۱۶
K	۱۱۸	Mg	۱۲
Ca	۸۰	Cl, B, Mn, Zn, Cu, Mo	۱۱/۷
P	۳۱	Fe	۰/۵۶

نتایج

ارتفاع بوته: بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر اصلی شوری و میکوریزا در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول شماره ۲). شوری سبب کاهش ارتفاع بوته شد، به طوری که شوری ۱۰۰ میلی‌مولار باعث کاهش ۵۷/۷۶ درصدی ارتفاع بوته شد. همچنین تلقیح میکوریزایی سبب افزایش ارتفاع بوته شد به گونه‌ای که ارتفاع بوته در تلقیح با *G. intraradices* و *G. mosseae* به ترتیب ۲۶/۹۲ و ۴۳/۹۷ درصد نسبت به عدم تلقیح افزایش داشت (جدول شماره ۳). در سطوح شور نیز همانند شرایط بدون تنش، تلقیح میکوریزایی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به گیاه تلقیح نشده گردید. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۷۹/۰۷ سانتی‌متر در تلقیح میکوریزایی با *G. mosseae* در شرایط عدم حضوری شوری مشاهده شد (جدول شماره ۴). در همه سطوح شوری بین دو سویه میکوریزا تفاوتی مشاهده نشد.

وزن خشک بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی شوری و میکوریزا در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک بوته معنی‌دار بود (جدول شماره ۲). سطوح شوری به طور معنی‌داری سبب کاهش وزن خشک بوته شدند به نحوی که وزن خشک بوته از ۱۷/۶۲ گرم در شرایط عدم وجود شوری به ۵/۳۷ گرم در حضور ۱۰۰ میلی‌مولار شوری کاهش یافت. تلقیح میکوریزایی وزن خشک بوته را به طور معنی‌داری افزایش داد به طوری که وزن خشک بوته در اثر تلقیح با *G. intraradices*، ۲۳/۹۷ درصد و در تلقیح با *G. mosseae*، ۳۶/۶۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت، و این افزایش در شرایط بدون شوری و همچنین سطوح شوری مشاهده شد. بیشترین وزن خشک بوته به مقدار ۱۹/۵۶ و ۱۸/۵ گرم به ترتیب مربوط به تلقیح با *G. intraradices* و *G. mosseae* در شرایط عدم حضور شوری بود (جدول شماره‌های ۳ و ۴). در کلیه سطوح شوری تفاوتی بین دو سویه میکوریزا وجود نداشت.

تعداد چتر در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر اصلی شوری و میکوریزا در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل شوری با میکوریزا در سطح احتمال پنج درصد بر روی تعداد چتر در بوته معنی‌دار شد (جدول شماره ۲). شوری به طور معنی‌داری سبب کاهش تعداد چتر در بوته شد و با افزایش سطوح شوری، کاهش شدیدتری در تعداد چتر در بوته ایجاد شد به طوری که تعداد چتر از ۱۸/۴۴ در تیمار شاهد به ۹/۵۶ چتر در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری کاهش پیدا یافت (جدول شماره ۳). اما تلقیح میکوریزایی بر تعداد چتر در بوته تأثیر مثبت گذاشت به نحوی که تعداد چتر در تلقیح با *G. intraradices*، ۳۱/۰۵ درصد و در تلقیح با *G. mosseae*، ۵۳/۰۲ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. گیاهان میکوریزایی در هر دو سطوح شور و شرایط بدون تنش دارای تعداد چتر در بوته بیشتری نسبت به شرایط عدم تلقیح بودند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول شماره ۴) بیشترین تعداد چتر در بوته به میزان ۲۲ چتر مربوط به تلقیح با *G. mosseae* در عدم حضور شوری بود، البته بین دو سویه میکوریزا تفاوت معنی‌داری در تمام سطوح شوری وجود نداشت.

تعداد چترک در چتر: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی شوری و میکوریزا در سطح یک درصد و اثر متقابل شوری با میکوریزا در سطح پنج درصد بر روی تعداد چترک در چتر معنی‌دار شد (جدول شماره ۲). شوری موجب کاهش تعداد چترک در چتر شد، به طوری که باعث تقلیل تعداد چترک از ۱۴/۱۱ چترک در چتر در تیمار شاهد به ۸/۸۹ چترک در چتر در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری شد. همچنین مشاهده شد که میکوریزا موجب افزایش تعداد چترک شد، به طوری که تعداد چترک در چتر در تلقیح با *G. intraradices*، ۱۹/۵۵ درصد و در تلقیح با *G. mosseae*، ۳۶/۷۱ درصد افزایش یافت (جدول شماره ۳). گیاهان میکوریزایی در شرایط بدون تنش و تنش شوری دارای تعداد چترک در چتر بیشتری بودند، به طوری که در نتایج مقایسه میانگین تیمارها (جدول شماره ۴)

جدول شماره ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری و میکوریزا بر صفات کمی و کیفی گیاه انیسون

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن خشک بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد بذر در چترک	درصد اسانس بذر	درصد آنتول بذر	غلظت سدیم در برگ	غلظت پتاسیم در برگ
بلوک	۲	٤٤٢/٨٨**	١٢/٧٢**	٥٨/٣٣**	١٧/٩٣**	١٤/٩٣**	٠/٢٥**	٨٦/٨٥**	١/٣٥**	٤/٣٥**
شوری	۲	٣٦٣٥/٤٤**	٣٥٤/٨٧**	١٧٩/١١**	٦١/٣٧**	١١٧/٨٢**	١/٧٥**	٢٠٢/٨٣**	١٣٦/٣**	٦٨/٨٤**
میکوریزا	۲	٧٤٣/٠٧**	٣٢/٧٣**	٧٧/٧٨**	٢٨/٤٨**	٢٣/٣٧**	١/٠٣**	٢٨/٥١**	٦/٠٣**	٤/٥٣**
شوری * میکوریزا	٤	٢٠/٩٥*	١/٦٥*	٤/٠٦*	٢/٠٩*	١/٣٢*	٠/٠٣**	٠/٢٦ns	٠/٢٣*	٠/٢٨**
خطا	١٦	٥/٧٧	٠/٥٤	٠/٨٨	٠/٥٥	٠/٣	٠/٠٠٥	١/٠٨	٠/٠٧	٠/٠٦
CV%		٤/٧٤	٦	٦/٥٨	٦/٤٧	٤/٧٢	٢/٠٩	١/٢٥	٣/٠٢	٤/٢٨

* و ** به ترتیب تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد، ns عدم تأثیر معنی‌داری

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی سطوح مختلف شوری و میکوریزا بر صفات کمی و کیفی گیاه انیسون

تیمار	ارتفاع بوته (cm/plant)	وزن خشک بوته (g/plant)	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد بذر در چترک	درصد اسانس بذر	درصد آنتول بذر	غلظت سدیم برگ (mg/g)	غلظت پتاسیم برگ (mg/g)
شوری (میلی‌مولار)									
۰	٦٨/٨a	١٧/٦٢a	١٨/٤٤a	١٤/١١a	١٥/١١a	٣/٧٧a	٨٧/٦٨a	٤/٤٤c	٨/٧٤a
٥٠	٥٤/١٣b	١٣/٨٨b	١٤/٦٧b	١١/٤٤b	١١/٨٩b	٣/٤٩b	٨٢/٩٤b	٨/٨٥b	٤/٣٧b
١٠٠	٢٩/٠٦c	٥/٣٧c	٩/٥٦c	٨/٨٩c	٧/٨٩c	٢/٩١c	٧٨/١٩c	١٢/٢a	٣/٦٢c
میکوریزا									
عدم مصرف	٤٠/٩٨c	١٠/٢٢c	١١/١١c	٩/٦٧c	١٠c	٣/٠١c	٨١/٠٥c	٩/٣٣a	٤/٨c
Glomus intraradices	٥٢/٠١b	١٢/٦٧b	١٤/٥٦b	١١/٥٦b	١١/٦٧b	٣/٤٩b	٨٣/١٦b	٨/٤٥b	٥/٧٤b
Glomus mosseae	٥٩a	١٣/٩٧a	١٧a	١٣/٢٢a	١٣/٢٢a	٣/٦٦a	٨٤/٥٩a	٧/٧c	٦/١٩a

حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

جدول شماره ٤- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سطوح مختلف شوری با میکوریزا بر صفات کمی و کیفی گیاه انیسون

شوری (میلی‌مولار)	میکوریزا	ارتفاع بوته (cm/plant)	وزن خشک بوته (g/plant)	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد بذر در چترک	درصد اسانس بذر	درصد آنتول بذر	غلظت سدیم برگ (mg/g)	غلظت پتاسیم برگ (mg/g)
۰	عدم مصرف	٥٥/٦٧^{cd}	١٤/٧٩^{b}	١٤^{cd}	١١/٣٣^{cd}	١٢/٦٧^{cd}	٣/٣٧^{cd}	٨٥/٩٢^{abc}	٥/٠٧^{f}	٨/٢٨^{a}
۰	*Glomus intraradices*	٧١/٦٧^{ab}	١٨/٥^{a}	١٩/٣٣^{ab}	١٤/٦٧^{ab}	١٥/٣٣^{ab}	٣/٩^{ab}	٨٨/٠٣^{ab}	٤/٤٨^{fg}	٨/٧٩^{a}
۰	*Glomus mosseae*	٧٩/٠٧^{a}	١٩/٥٦^{a}	٢٢^{a}	١٦/٣٣^{a}	١٧/٣٣^{a}	٤/٠٤^{a}	٨٩/٠٩^{a}	٣/٧٦^{g}	٩/١٥^{a}
٥٠	عدم مصرف	٤٦/١^{de}	١٢/٤١^{b}	١١/٦٧^{de}	٩/٦٧^{de}	١٠/٦٧^{de}	٣/٠١^{e}	٨٠/٩٦^{cdef}	٩/٥٦^{d}	٣/٦٢^{cd}
٥٠	*Glomus intraradices*	٥٥/٢٧^{cd}	١٤/٣٢^{b}	١٤/٦٧^{bcd}	١١/٣٣^{cd}	١١/٦٧^{cd}	٦٤^{bc}	٨٢/٨٩^{bcde}	٨/٧٧^{e}	٤/٤٢^{bc}
٥٠	*Glomus mosseae*	٦١/٠٣^{bc}	١٤/٩^{b}	١٧/٦٧^{abc}	١٣/٣٣^{bc}	١٣/٣٣^{bc}	٣/٨١^{ab}	٨٤/٩٦^{abcd}	٨/٢٢^{e}	٥/٠٦^{b}
١٠٠	عدم مصرف	٢١/١٧^{g}	٣/٤٥^{d}	٧/٦٧^{e}	٨^{e}	٦/٦٧^{f}	٢/٦٥^{f}	٧٦/٢٨^{f}	١٣/٣٧^{a}	٢/٤٩^{d}
١٠٠	*Glomus intraradices*	٢٩/١^{fg}	٥/١٩^{cd}	٩/٦٧^{de}	٨/٦٧^{de}	٨^{f}	٢/٩٣^{ef}	٧٨/٥٥^{ef}	١٢/١١^{b}	٤/٠١^{bc}
١٠٠	*Glomus mosseae*	٣٦/٩^{ef}	٧/٤٦^{c}	١١/٣٣^{de}	١٠^{de}	٩^{ef}	٣/١٥^{de}	٧٩/٧٢^{def}	١١/١١^{c}	٤/٣٦^{bc}

حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

دیده می‌شود بیشترین تعداد چترک در چتر به تعداد ۱۶/۳۳ چتر مربوط به تلقیح میکوریزایی با *G. mosseae* در شرایط عدم تنش شوری می‌باشد، لازم به ذکر است بین دو سویه میکوریزا در کلیه سطوح شوری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

تعداد بذر در چترک: اطلاعات به دست آمده از تجزیه واریانس ۲ مشخص کرد که اثر اصلی شوری و میکوریزا در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد بر روی تعداد بذر در چترک معنی‌دار بود. شوری به طور معنی‌داری باعث کاهش شدید تعداد بذر در چترک شد و کمترین تعداد بذر در چترک به مقدار ۷/۸۹ بذر در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری مشاهده شد (جدول شماره ۳). همچنین مشاهده شد که حضور میکوریزا موجب افزایش تعداد بذر در چترک می‌شود، به گونه‌ای که تعداد بذر در چترک در تلقیح با *G. intraradices* و *G. mosseae* به ترتیب ۱۶/۷ و ۳۲/۲ درصد نسبت به عدم تلقیح افزایش پیدا کرد (جدول شماره ۳). بر اساس نتایج تحقیق، تلقیح میکوریزایی در شرایط بدون تنش و تنش شوری افزایش معنی‌داری در تعداد بذر در چترک را سبب شد (جدول شماره ۴). همچنین مشاهده شد که بین دو سویه میکوریزا در تمام سطوح شوری تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت.

درصد اسانس بذر: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد تأثیر هر دو عامل شوری و میکوریزا و همچنین اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر میزان اسانس در بذر معنی‌دار شد (جدول شماره ۲). مقایسه میانگین سطوح شوری، کاهش معنی‌دار درصد اسانس را با افزایش شوری خاک نشان داد، به نحوی که میزان اسانس بذر در تیمار شاهد (۳/۷۷ درصد)، ۵۰ میلی‌مولار شوری (۳/۴۹ درصد) و ۱۰۰ میلی‌مولار شوری (۲/۹۱ درصد) بود (جدول شماره ۳). بر اساس نتایج جدول شماره ۳، میکوریزا موجب افزایش درصد اسانس بذر داشت، به نحوی که درصد اسانس در تلقیح با *G. intraradices*، ۱۵/۹۵ درصد و در تلقیح با *G. mosseae*، ۲۱/۵۹ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین مشاهده شد که تلقیح میکوریزایی موجب افزایش درصد اسانس بذر در شرایط بدون تنش و شوری شد. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین درصد اسانس بذر به مقدار ۴/۰۴ درصد در تلقیح میکوریزایی با *G. mosseae* در عدم حضور تنش شوری بود، همچنین بر اساس نتایج بین دو سویه میکوریزا در سطوح شوری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول شماره ۴).

درصد آنتول اسانس: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی شوری و میکوریزا بر روی درصد آنتول بذر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل شوری و میکوریزا معنی‌دار نشد (جدول شماره ۲). با افزایش میزان شوری درصد آنتول بذر کاهش یافت و از ۸۷/۶۸ درصد در سطح شاهد به ۷۸/۱۹ درصد در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار تقلیل پیدا کرد، در حالی که تلقیح با میکوریزا سبب افزایش درصد آنتول بذر شد، به گونه‌ای که درصد آنتول بذر در تلقیح با *G. interaradices* و *G. mosseae* به ترتیب ۲/۶ درصد و ۴/۳۷ درصد افزایش پیدا کرد (جدول شماره ۳). بر اساس نتایج حاصل شده تلقیح میکوریزایی باعث بهبود درصد آنتول بذر تحت تنش شوری شد. نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین درصد آنتول بذر به میزان ۸۵/۹۲ درصد مربوط به تلقیح میکوریزایی با *G. mosseae* در عدم حضور شوری بود. لازم به ذکر است که بین دو سویه میکوریزا در سطوح شوری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول شماره ۴).

غلظت سدیم در برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد اثر اصلی شوری و میکوریزا بر روی غلظت سدیم برگ در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول شماره ۲). با افزایش میزان شوری خاک، غلظت سدیم برگ نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی یافت و از ۴/۴۴ میلی‌گرم در گرم در تیمار شاهد به ۱۲/۲ میلی‌گرم در گرم در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری افزایش پیدا کرد. همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تلقیح میکوریزایی موجب کاهش غلظت سدیم برگ نسبت به شاهد شد، به گونه‌ای که غلظت سدیم در تلقیح با *G. intraradices* و *G. mosseae* به ترتیب ۹/۴۳ و ۱۷/۴۷ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول شماره ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تلقیح میکوریزایی سبب کاهش غلظت سدیم برگ در تیمارهای شوری شد، به طوری که بیشترین غلظت سدیم

برگ به میزان ۱۳/۳۷ میلی‌گرم در گرم مربوط به عدم تلقیح میکوریزایی در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار و کمترین غلظت سدیم برگ به میزان ۳/۷۶ میلی‌گرم در گرم مربوط به تلیقح *G. mosseae* در عدم حضور تنش شوری بود. نتایج نشان داد که در عدم حضور شوری و حضور ۵۰ میلی‌مولار شوری بین دو سویه میکوریزا اختلاف معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت، ولی در حضور ۱۰۰ میلی‌مولار شوری *G. mosseae* غلظت سدیم را بیشتر از سویه دیگر نسبت به حالت عدم تلقیح کاهش داد (جدول شماره ۴).

غلظت پتاسیم در برگ: نتایج تجزیه واریانس بیانگر این بود که اثر شوری و تلقیح میکوریزایی و همچنین اثر متقابل آنها بر روی غلظت پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول شماره ۲). با افزایش میزان شوری غلظت پتاسیم برگ کاهش پیدا کرد و از ۸/۷۴ میلی‌گرم در گرم در تیمار شاهد به ۳/۶۲ میلی‌گرم در گرم در حضور ۱۰۰ میلی‌مولار شوری رسید، ولی تلقیح میکوریزایی باعث افزایش غلظت پتاسیم برگ شد، به طوری که غلظت پتاسیم در تلقیح با *G. intraradices* و *G. mosseae* به ترتیب ۱۹/۵۸ و ۲۸/۹۶ درصد نسبت به عدم تلقیح افزایش پیدا کرد (جدول شماره ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نیز نشان داد که بیشترین غلظت پتاسیم برگ به میزان ۹/۱۵ میلی‌گرم در گرم مربوط به تلقیح با *G. mosseae* در عدم حضور شوری و کمترین غلظت پتاسیم برگ به میزان ۲/۴۹ میلی‌گرم در گرم مربوط به عدم تلقیح در حضور شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بود (جدول شماره ۴). همچنین مشخص شد که بین دو سویه میکوریزا در همه سطوح شوری تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

بحث

شوری سبب کاهش ارتفاع، وزن خشک، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چترک، درصد اسانس، درصد آنیول اسانس و غلظت پتاسیم شد و غلظت سدیم اندام‌های هوایی را افزایش داد. شوری از طریق کاهش پتانسیل اسمزی خاک [۱۵]، اثر سمیت یونی و کاهش جذب مواد غذایی لازم برای گیاهان و افزایش مصرف انرژی [۱۶] بر رشد و وزن خشک گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. تعداد چتر در گیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی داشته و کاهش رشد رویشی در اثر تنش شوری [۱۷] منجر به کاهش تعداد چتر در گیاه می‌شود. شوری از طریق جلوگیری از رشد و نمو طبیعی چترها، تعداد دانه در چتر را کاهش می‌دهد. کاهش تعداد دانه در چتر در نهایت منجر به کاهش عملکرد گیاه می‌شود. اثرات سمی ناشی از تجمع نمک در سطوح بالای شوری [۱۷] نقش مهمی در تعداد دانه در چتر ایفا می‌کند و همچنین این کاهش در عملکرد می‌تواند به علت تنش آبی ناشی از شوری [۱۷، ۱۶] در مرحله پرشدن دانه‌ها نیز باشد. اسانس با توازن درست عناصر غذایی از قبیل پتاسیم که نقش اساسی در سنتز ترکیبات روغنی دارد و همچنین ازت و فسفر حاصل می‌شود. در حالی که تحت تنش شوری، سبب تغییر توازان عناصر غذایی شده و در نتیجه کاهش سنتز اسانس در گیاه را باعث می‌شود [۱۸].

تلقیح میکوریزایی انیسون کلیه صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در تحقیق را بهبود داد. این تحقیق نشان داد گیاهان میکوریزایی در وضعیت شور، رشد بهتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده نشان دادند. گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در محیط شور به دلیل بهبود جذب مواد غذایی به ویژه فسفر و یا تغییر در فیزیولوژی گیاهان [۱۹] به تنش شوری تحمل بیشتری را نشان می‌دهند. بنابراین گیاهان میکوریزایی شده وزن خشک و مقاومت به شوری بیشتری را نشان می‌دهند. می‌توان استنباط کرد که همزیستی مایکوریزایی از طریق تغذیه مناسب و افزایش بیوماس، موجبات تسریع در گلدهی و بهبود تعداد چتر در بوته می‌شود. در تحقیقات دیگر نیز نتایج مشابه دیده شد [۱۱]. یکی از مکانیسم‌هایی که احتمالاً در افزایش مقاومت گیاه به شوری توسط میکوریزا مورد توجه قرار می‌گیرد، تحریک سنتز مواد اسمتیک به وسیله میکوریزا است. در چندین مطالعه مشخص شده است این قارچ‌ها روی ترکیب اسیدهای آمینه و کربوهیدرات‌های گیاهان میزبان رشد کرده در شرایط شوری تأثیر می‌گذارند [۲۰].

تلقیح گیاه نعناع با قارچ میکوریزا به طور قابل ملاحظه‌ای میزان اسانس ر ا افزایش داد. همزیستی قارچ مایکوریزا با ریشه

گیاه نعناع از طریق افزایش جذب آب و عناصر پرمصرف در بهبود میزان اسانس مؤثر بوده است [۲۱]. در بررسی مشابهی که به همین منظور بر روی شوید و زیره انجام گرفته بود، ملاحظه شد که کاربرد میکوریزا به طور قابل توجهی میزان اسانس این گیاهان را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید [۱۱]. مقدار آنتول بیشتر در اسانس نشان‌دهنده کیفیت مطلوب اسانس این گیاه دارویی است [۲۲] و به نظر می‌رسد که همزیستی مایکوریزایی از طریق تأثیر بر جذب مناسب عناصر غذایی و بهره‌گیری مطلوب فاکتورهای رشدی توسط گیاه، موجب افزایش میزان آنتول در اسانس می‌شود. نتایج مشابه در تحقیقات دیگر دیده شد [۱۱].

نتیجه‌گیری کلی

شوری سبب افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم در برگ‌های گیاه شد بنابراین بالانس عناصر را در گیاه بر هم زده و در مجموع خصوصیات رشد و عملکردی گیاه و میزان اسانس و آنتول بذر را کاهش داد. گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده وضعیت رشدی و عملکردی بهتر داشتند و میزان اسانس و آنتول بذر نیز با حضور میکوریزا افزایش یافت و سویه *G. mosseae* نسبت به سویه *G. interaradices* با گیاه انیسون بهتر رابطه همزیستی برقرار کرد. به طوری که کلیه صفات مورد بررسی گیاه انیسون در همزیستی با سویه موسیه از وضعیت بهتری نسبت به سویه اینترارادیسه برخوردار بودند.

منابع

1. Omidbaigi, R. Production and processing of medicinal plants (Vol. III). Astan Quds Razavi Publications. 2000, 397pp. (In Persian).

2. Rhoades JD, Kandidah A, and Mashali AM. The use of saline waters for crop production. FAO. *Irrigation and Drainage*. 1992, pp 48.

3. Tarchoune I, Degl'Innocenti E, Kaddour R, Guidi L, Lachaal M, Navari-Izzo F and Ouerghi Z. Effects of NaCl or Na2SO4 salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiol Plant*. 2012; 34 (2): 607-15.

4. Safarnejhad A, Sadr VA and Hamidi H. The effect of salinity on morphological properties of *Nigella sativa*. *J. Plant Breeding and Genetics Res. Iran*. 2007; 15 (1): 75 - 84 (In Persian).

5. Anburaj R, Nabeel MA, Sivakumar T and Kathiresen K. The role of rhizobacteria in salinity effects on biochemical constituents of the halophyte *Sesuvium portulacastrum*. *Russ J. Plant Physl*. 2012; 59 (1): 115 - 19.

6. Baghalian K, Haghiry A, Naghavi MR and Mohammadi A. Effect of saline irrigation on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Sci Hortic*. 2008; 116: 437 - 41.

7. Singh RP, Choudhary A, Gulati A, Dahiya HC, Jaiwal PK and Sengar RS. Response of plants to salinity in interaction with other abiotic and factors. In: Jaiwal PK, Singh RP, Gulati A, (eds) Strategies for improving salt tolerance in higher plants. Sci Publishers, Enfield, N.H. 2000, pp 25 - 39.

8. Yano-Melo AM, Saggin JD and Maia LC. Tolerance of mycorrhized banana *(Musa sp.cv. Pacovan)* plantets to saline stress. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2003; 95: 343 - 48.

9. Marschner H, and Dell B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*. 1994; 159: 89 - 102.

10. Zhongqunlle H, Chaoxing H, Zhi Bin Z, Zhi Rong Z and Huaisong W. Changes of antioxidative enzymes and cell membrance osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhizae under NaCl stress. *Colloids and Surfaces B: Bionterfaces* 2007; 27: 10 - 25.

11. Kapoor R, Giri B and Mukerji KG. Improved growth and essential oil yield and quality in

foeniculum vulgare Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technol*. 2004; 93: 307 - 11.

12. Epstein E, and Rains DW. Advance in salt tolerance. *Plant and Soil*. 1987; 99: 17 - 29.

13. Young-Cheol Y, Hoi-Seon L, Si Hyeock Lee J, Marshall C and Young-Joon A. Ovicidal and adulticidal activities of *Cinnamomum zeylanicum* bark essential oil compounds and related compounds against Pediculus humanus capitis (Anoplura: Pediculicidae). *Int. J. Parasitol*. 2005; 35: 1595 - 600.

14. Qadar A. Potassium and sodium contents of shoot and laminae of rice cultivars and their sodicity tolerance. *J. Plant Nutr*. 1995; 18: 2281 - 86.

15. Prasad MNV. Plant ecophysiology. John Wily and Sons. Inc. 1997.

16. Penuelas J, Isla R, Filella I and Aranus JL. Visible and near-infrared eflectance assessment of effects on barley. *Crop Sci*. 1997; 37: 198 - 202.

17. Ghoulam C, Foursy A and Fares K. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. and Exper. Bot*. 2002; 47: 39 - 50.

18. Yassen BY, and Jurgees JA. The response of sugar beet leaf growth and its ionic composition to sodium chloride. *J. Agriculture and water Resource Res, Soil and Water Resources.* 1998; 7 (1): 47 - 59.

19. Singh, R and Haragava GP. Response of safflower and dill to soil salinity. *Indian Journal of Agricultural Sci*. 1995; 65 (6): 442 - 44.

20. Ruiz-Lozano JM and Azcon R. Symbiotic efficiency and infectivity of an autochthonous arbuscular mycorrhizal *Glomus* sp. From saline soil and *Glomus deserticola* under salinity. *Mycorrhizal.* 2000; 10: 137 - 43.

21. Gupta ML, Prasad A, Ram M and kumar S. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of Menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technol*. 2002; 81: 77 - 9.

22. Gross M, Friedman J, Dudai N, Larkov O, Cohen Y and Bar E. Biosynthesis of estragole and t-anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. vulgare) chemotypes. Changes in SAM: phenylpropene o-methyltranferase activities during development. *Plant Sci*. 2002; 163: 1047 - 53.