Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد هشتم، شماره چهارم، ۱۳۹۷
http://ejsms.gau.ac.ir

اثر گونه‌های مختلف میکوریزا بر غلظت عناصر غذایی، عملکرد بوته و خاصیت آنتی‌اکسیدانی نعناع‌فلفلی تحت تنش شوری

سعیده محمدی ساردوئیه[۱]، ناصر برومند[۲] و *اسحاق مقبلی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه جیرفت، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان،
[۳]دانش‌آموخته دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/٤/۲٤

چکیده

سابقه و هدف: شوری یکی از موانع و مشکلات کشت و توسعه در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است. امروزه یکی از مشکلات اساسی در کشاورزی کمبود منابع آب شیرین و با کیفیت مناسب جهت آبیاری است. به‌طورکلی گیاهان، طیف وسیعی از تنش‌های محیطی را که نهایتاً منجر به بروز تنش اکسیداتیو در گیاه می‌شود، درک می‌کنند. مکانیسم مقاومت در برخی از تنش‌ها به‌صورت یک ارتباط درونی و نتیجه یک برنامه‌ریزی هماهنگ و پیچیده است. همزیستی قارچ میکوریزا می‌تواند منجر به افزایش رشد و مقاومت به تنش شود. با توجه به گسترش فرهنگ استفاده از گیاهان دارویی هم‌چنین گسترش وسعت اراضی شور برای استفاده بهینه از این اراضی، بررسی اثر شوری و چگونگی مقاومت نعناع‌فلفلی به آن الزامی است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر همزیستی گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا بر عملکرد بوته، خصوصیات فیزیولوژیک و اسانس گیاهان دارویی نعناع‌فلفلی تحت تنش شوری، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. سطوح شوری شامل: صفر، دو، چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر و گونه‌های میکوریزا شامل *Funneliformis mosseae* و *Rhizophagus irregularis* و *Glomus versiform* و تیمار شاهد (بدون میکوریزا) بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد بوته، فنول کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و غلظت عناصر غذایی بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که همه صفات مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثر ساده و متقابل میکوریزا و تنش شوری قرار گرفت همچنین بیش‌ترین میزان عملکرد بوته نعناع‌فلفلی و میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمار تلقیح با گونه *Rhizophagus irregularis* و شرایط بدون تنش و کم‌ترین مقدار پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در تیمار شاهد (بدون میکوریزا) و شرایط تنش شدید مشاهده گردید. بیش‌ترین میزان اسانس در تیمار شوری شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر با میکوریزا *R. irregularis* (با میانگین ٤/۱۸ و ٤/٤۲ درصد) و شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر

* مسئول مکاتبه: emoghbeli84@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

با میکوریزا *G. versiform* (با میانگین ٤/۲۲ درصد) به‌دست آمد و کم‌ترین میزان اسانس در شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر با تیمار خاک (بدون میکوریزا) (با میانگین ۰/۲۹ درصد) بود. تیمار تلقیح با گونه‌های *F. mosseae* و *G. versiform* نسبت به شاهد برتری داشته اما اثرات آن نسبت به تیمار تلقیح *R. irregularis* کم‌تر بود. میزان جذب عناصر در گیاهان میکوریزای بیش‌تر بود که منجر به افزایش عملکرد بوته گردید.

نتیجه‌گیری: میکوریزا از طریق همزیستی با گیاه و با گسترش میسیلیوم‌های خود در خاک، منجر به جذب بهتر فسفر از خاک توسط گیاه شد و در نتیجه باعث رشد و توسعه بهتر گیاه شده همچنین با افزایش جذب فسفر توسط گیاه، اثرات منفی تنش شوری را کاهش داد، همچنین در گیاهان میکوریزی غلظت پتاسیم نیز بیش‌تر از گیاهان غیرمیکوریزی مشاهده شد و بدین‌ترتیب با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم، همزیستی میکوریزی می‌تواند گیاه را در برابر اثرات منفی سدیم محافظت نماید. کاربرد هر سه گونه قارچ تأثیر بیش‌تری نسبت به عدم کاربرد روی همه صفات اندازه‌گیری نشان داد. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که کاربرد کودهای زیستی در بهبود عملکرد بوته کمی و کیفی نعناع‌فلفلی تأثیر مثبتی داشته و به‌نظر می‌رسد کودهای زیستی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در جهت پایداری تولید و حفظ محیط زیست باشند. همزیستی میکوریزایی در خاک‌های شور باعث افزایش مقاومت گیاه به شوری می‌گردد و میزان رشد و عملکرد بوته را در شرایط تنش بهبود می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، همزیستی

مقدمه

نعناع‌فلفلی با نام علمی *Mentha piperita* L. از تیره Lamiaceae از جمله گیاهان بسیار مهم دارویی است (۱۹). گیاهان تیره نعناع طوری در کره زمین پراکنده شده‌اند که در اغلب نواحی یافت می‌شوند، ولی بیشینه انتشار آن‌ها در منطقه مدیترانه است (٤۰). نعناع‌فلفلی بومی مناطق معتدله دنیا به‌ویژه اروپا، آمریکای شمالی و شمال آفریقا می‌باشد، اما امروزه در سراسر دنیا کشت می‌شود (٤۰). در راستای تولید گیاهان دارویی، استفاده از نهاده‌های آلی از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی پایدار برخوردار هست (۲۹). امروزه، عملکرد بوته مطلوب محصولات عمدتاً وابسته به کاربرد انواع نهاده‌های آلی و یا شیمیایی هست (۲۱). از طرف دیگر، با در نظر گرفتن اثرهای زیست‌محیطی و نیز آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی، مانند آلودگی نیترات در آب‌های زیرزمینی و سطحی، اسیدی شدن خاک و تولید گازهای گلخانه‌ای از طریق دنیتریفیکاسیون (۱۱)، تأمین عناصر غذایی موردنیاز رشد گیاهان از منابع قابل جایگزین مانند انواع کودهای آلی و زیستی می‌تواند ضمن افزایش عملکرد بوته، نقش مؤثری در کاهش مشکلات ذکرشده داشته باشد (۲۷). اثرهای منفی کاربرد کودهای شیمیایی در درازمدت بر بیولوژی و حاصلخیزی خاک نیز می‌تواند تأکیدی بر استفاده بیش‌تر از نهاده‌های آلی در راستای دست‌یابی به ثبات در بوم‌نظام‌های زراعی تولید با تأکید بر مدیریت اکولوژیک گیاهان دارویی باشد (۲۸ و ٤۲). در سال‌های اخیر مطالعات گسترده‌ای در راستای بهبود و حفظ باروری خاک، بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

زیست‌محیطی انجام شده است. کاهش این مخاطرات زیست‌محیطی، همگام با افزایش عملکرد بوته گیاهان زراعی، به‌خصوص در گیاهان دارویی، نیازمند به‌کارگیری تکنیک‌های نوین بهره‌برداری است (۲۵). یکی از این تکنیک‌ها، مطرح‌شدن مجدد استفاده از کودهای آلی و زیستی برای استفاده در کشاورزی جهت دست‌یابی به اهداف کشاورزی پایدار و اُرگانیک است (۲).

هم‌زیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزا آربسکولار یکی از مهم‌ترین، شناخته‌ترین و کهن‌ترین استراتژی‌های گیاهان برای کسب عناصر غذایی و مقابله با تنش‌های محیطی هست (۳۲). این موضوع بیانگر آن است که با انتخاب و به‌کارگیری بهترین ترکیب گیاه میزبان و قارچ هم‌زیست می‌توان به نحو مؤثری از این هم‌زیستی در افزایش تولید محصولات کشاورزی استفاده کرد. گیاهانی که دارای هم‌زیستی میکوریزی می‌باشند به‌دلیل این‌که عناصر غذایی و آب بیش‌تری از خاک جذب می‌کنند دارای رشد بهتری خواهند بود، عملکرد بیش‌تری خواهند داشت و نیز مقاومت بیش‌تری در برابر تنش‌های زنده (عوامل بیماری‌زا که ریشه گیاهان را مورد حمله قرار می‌دهند) و غیرزنده (خشکی، سرما وشوری) از خود نشان می‌دهند (٤١).

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که کیفیت و عملکرد بوته محصولات کشاورزی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد و در حالت شدید و بحرانی مانع از تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از مناطق جهان می‌گردد (٣٤). در سرتاسر دنیا بیش از ۳۹۷ میلیون هکتار از زمین‌ها شور بوده و احتمالاً این مناطق به‌دلیل آبیاری نامناسب و حذف پوشش گیاهی بومی خود دچار افزایش شوری شده‌اند (۳۰). تنش شوری منجر به تغییرات بیوشیمیایی و پاسخ‌های فیزیولوژیک در گیاهان می‌شود و روی تمام مراحل زندگی از جمله رشد و توسعه گیاه و هم‌چنین فتوسنتز تأثیر می‌گذارد (۸). غلظت بالای نمک در محلول خاک باعث کاهش جذب آب توسط گیاه به‌دلیل پتانسیل اسمزی پایین، رقابت در جذب مواد غذایی و جذب یون‌های سمی ازجمله سدیم و کلر می‌شود که این تأثیرات نه‌تنها رشد گیاه را به تأخیر انداخته و کاهش می‌دهد بلکه تأثیر منفی روی فعالیت و میزان زیتوده میکروبی و موجودات خاکزی دارد (۳۰). پاسخ گیاهان به تنش شوری بسیار متفاوت و پیچیده است اثرات بازدارندگی رشد توسط شوری می‌تواند در اثر تغییر در توازن هورمون‌های گیاهی در اثر تنش ایجاد شده باشد. به‌طورکلی افزایش شوری خاک باعث کاهش رشد و میزان عملکرد بوته محصول می‌گردد و هم‌چنین شوری بر تمام فرایندهای اصلی گیاه مثل سنتز پروتئین، متابولیسم لیپید و انرژی مؤثر بوده درنتیجه تمام مراحل زندگی گیاه از جوانه‌زنی تا تولید دانه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (۳۵). شوری از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک، کاهش آب قابل‌استفاده گیاه و سمیت برخی عناصر مانند سدیم کلرید و بور باعث محدودیت رشد گیاه می‌گردد. بخش دیگری از اثر منفی شوری بر رشد گیاهان مربوط به بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی ناشی از کاهش جذب و انتقال عناصر است (۳۰).

هم‌زیستی میکوریزایی علاوه بر بهبود تغذیه گیاه قادر است بسیاری از اثرهای نامطلوب تنش‌های محیطی در گیاه میزبان را کاهش دهد (۱۷). اساس تحمل بالاتر گیاهان میکوریزای نسبت به گیاهان غیرمیکوریزای در شرایط شوری را می‌توان به

www.SID.ir

Archive of SID

جلوگیری از جذب سدیم از خاک یا ذخیره سدیم در هیف‌های درون‌سلولی قارچ در ریشه نسبت داد که موجب کاهش ورود سدیم به اندام‌های هوایی می‌شود (۲۳) و نمایانگر توانایی قارچ در تنظیم اسمزی گیاه است و تحمل گیاه به تنش شوری را افزایش می‌دهد (۷). هم‌چنین گیاهان میکوریزای شده با تجمع پتاسیم در اندام‌های خود، دفع سدیم به خارج از سلول یا جای‌گذاری آن در داخل واکوئل و بالا نگه‌داشتن میزان پتاسیم به سدیم طی شوری به تعادل یونی سیتوپلاسم کمک می‌کنند (۲۰). جذب انتخابی پتاسیم در مقابل سدیم در بسیاری از گونه‌های گیاهی در حقیقت یک مکانیسم فیزیولوژیک مهم دخیل در تحمل شوری است و به‌این‌ترتیب تحمل شوری در گیاه افزایش می‌یابد (٤٤).

با توجه به روند رشد جمعیت جهان و افزایش سطح زیر کشت ضرورت هرچه بیش‌تر استفاده از منابع آب‌های موجود از جمله آب‌های شور بیش‌تر احساس می‌شود و مصرف این‌گونه آب‌ها توسط کشاورزان رایج گردیده است، هم‌چنین منابع عظیمی از آب‌های سطحی زیرزمینی شور و نیمه‌شور وجود دارد، اگرچه در حال حاضر مورد استفاده قرار نگرفته‌اند احتمالاً در آینده استفاده خواهند شد ازجمله راه‌کارهای مقابله با تنش‌های غیرزیستی می‌توان استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد (۱۳). با توجه به گسترش فرهنگ استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهان و اهمیت آن‌ها و با در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی و هم‌چنین با توجه به وسعت اراضی شور و استفاده بهینه از این اراضی بررسی اثر شوری و چگونگی مقاومت این گیاهان به آن الزامی است.

مواد و روش‌ها

این طرح در شرایط گلخانه با متوسط دمای روزانه ۲۸-۲٤ درجه سانتی‌گراد، ۱٦ ساعت روشنایی و شدت نوری ۱۰۰۰۰ لوکس در دانشگاه جیرفت و به‌صورت گلدانی اجرا شد. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی با دو فاکتور که فاکتور اول شوری (شامل ۵ سطح شوری صفر، دو، چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر از نمک کلرید سدیم) و فاکتور دوم گونه قارچ میکوریزا (شامل سه گونه *F. mosseae*، *R. irregularis* و *G. versiform*) با سه تکرار انجام گرفت. برای تیمار صفر (شاهد) از آب مقطر و برای تهیه محلول‌هایی با هدایت الکتریکی ذکر شده از نمک کلرید سدیم خالص (مرک آلمان) استفاده گردید.

زاد مایه[1] قارچ‌های میکوریزا از کلکسیون گروه خاکشناسی دانشگاه تبریز تهیه شد و به روش کشت تله گلدانی با میزبان سورگوم تکثیر گردید (٦). خاک مورد آزمایش، خاک زراعی لومی شنی با فسفر کم (٦/٦۲ $mg.kg^{-1}$) و اسیدیته ۷/۳۵ بود که از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه شد (جدول ۱). به‌منظور حذف قارچ‌های بومی خاک و به‌طورکلی ایجاد یک محیط عاری از قارچ و حذف عوامل بیماری‌زا خاک لازم برای تکثیر قارچ‌های میکوریزا با میزبان سورگوم، توسط اتو کلاو در ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار لازم به‌مدت یک ساعت ضدعفونی شدند. در پایان دوره، بخش هوایی قطع، سپس ریشه‌های سورگوم خشک، خرد و با خاک گلدان مخلوط شدند و به‌عنوان زادمایه قارچ میکوریزا مورد استفاده قرار گرفتند. به‌منظور شمارش جمعیت اسپورهای قارچ میکوریزا در خاک از روش شستشو با الک و شناورسازی در محلول ساکاروز ۵۰ درصد استفاده شد (۱۵).

1- Inoculum

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table 1. Most important physical and chemical properties of soil.

بافت خاک Texture	قابلیت هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	اسیدیته pH	سیلت Silt	رس Clay	شن Sand	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N ($mg.kg^{-1}$)
			(٪)					
لوم شنی Sandy Loam	1.52	7.35	20.4	21.4	58.2	131	6.62	6.18

کاشت نعناع‌فلفلی: ریزوم تقسیم‌شده نعناع‌فلفلی به گلدان‌ها انتقال داده شدند. جهت تلقیح میکوریزا از سه گونه *F. mosseae* و *R. irregularis* و *G. versiform* استفاده شد که داخل هر گرم از خاک حداقل ۵۰ عدد اسپور زنده وجود داشت. مقدار نسبت ماده تلقیح استفاده شده به خاک یک به نه (حجمی) و به‌صورت لایه‌لایه بود (۵). جهت جلوگیری از بروز هر گونه کمبود عناصر غذایی به تمام گلدان‌ها هر هفته ۱۰ میلی‌لیتر محلول غذایی هوگلند با نصف غلظت فسفر یک روز در میان اضافه شد (۲٤). زمانی که ارتفاع گیاهان به حدود پنج سانتی‌متر رسید تیمار شوری اعمال شد، تنش شوری توسط سیستم هیدروپونیک و همراه محلول غذایی هوگلند اعمال شد و به‌منظور جلوگیری از اثرات تجمعی نمک در پایان هر هفته گیاهان با آب معمولی به‌طور کامل شستشو داده شدند تا تغییرات پ -هاش و هدایت الکتریکی بستر کاشت به حداقل برسد (۳۳). پس از رشد گیاهان طی دوره ۸۰ روزه برداشت انجام شد.

فنول کل: اندازه‌گیری میزان فنول کل برگ با استفاده از روش فولین- سیوکالچو[1] انجام گرفت. برای این منظور یک گرم نمونه در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع آسیاب گردید. سپس ۱۰ سی‌سی متانول خالص برای استخراج ترکیبات فنولی به آن اضافه گردید. آن‌گاه با کاغذ صافی عصاره‌ها صاف شدند.

برای تهیه محلول استاندارد ابتدا محلول استوک اسیدگالیک (۰/۱ گرم اسید گالیک را با متانول خالص به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر)، فولین (۵ میلی‌لیتر فولین را با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر) و کربنات سدیم ۷/۵ درصد (افزودن ۱/۵ گرم کربنات سدیم در ۲۰ سی‌سی آب مقطر) تهیه گردید. برای قرائت میزان جذب عصاره برگ، ۱۲۵ میکرولیتر عصاره برگ را با آب مقطر به حجم ۵۰۰ میکرولیتر رسانده سپس به آن ۲۵۰۰ میکرولیتر فولین اضافه شد. پس از پنج دقیقه از افزودن فولین، مقدار ۲۰۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم اضافه گردید و نمونه‌ها در شرایط تاریکی قرار داده شد. پس از ۱/۵ ساعت نگهداری در دمای اتاق و شرایط تاریکی میزان جذب عصاره قرائت گردید. میزان فنول کل از روی میزان جذب نمونه و استاندارد بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم بافت بیان گردید (۳٦).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی[2]: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره برگ ریحان از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH[3] تعیین گردید (۱۲). برای این منظور ۰/۲ گرم از هر نمونه برگ در داخل هاون چینی با کمک نیتروژن مایع آسیاب کرده و به آن ۱۰ میلی‌لیتر متانول اضافه گردید و پس از کمی به هم زدن در داخل بشرهای کوچک ریخته و به‌مدت یک ساعت در دمای اتاق نگه داشته شد تا استخراج به‌خوبی صورت گیرد.

1- Folin-ciocalteu

2- Scavenging Effect

3- 1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl

www.SID.ir

Archive of SID

عصاره سپس توسط کاغذ صافی، صاف گردید. سپس عصاره‌ها با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت پنج دقیقه سانتریفوژ شدند. ۵۰ میکرولیتر عصاره متانولی به ۹۵۰ میکرولیتر محلول DPPH اضافه گردید. مخلوط پس از افزودن DPPH بلافاصله به هم زده‌شده و سپس در دمای اتاق به‌مدت ۱۵ دقیقه در شرایط تاریکی تا رسیدن محلول به حالت یکنواخت نگهداری گردید. کاهش میزان جذب در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر تعیین گردید.

اسانس: به‌منظور اندازه‌گیری میزان اسانس، گیاهان در پایان کار کامل برداشت و در سایه و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. استخراج اسانس با استفاده از روش تقطیر با آب صورت گرفت. بدین‌منظور میزان ۵۰ گرم از برگ‌ها و سرشاخه‌های خشک شده توزین و استخراج اسانس با استفاده از دستگاه کلونجر به‌مدت ۳ ساعت انجام گردید (١٤).

اندازه‌گیری عناصر غذایی: اندازه‌گیری پتاسیم با استفاده از فلیم‌فتومتر، فسفر به روش اسپکتروفتومتری UV/VIS مدل PG Instruments+T80 و نیتروژن به‌وسیله دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد (۱۰).

تجزیه آماری داده‌ها: تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS، مقایسه میانگین‌ها با آزمون مقایسه‌ای دانکن در سطح یک درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

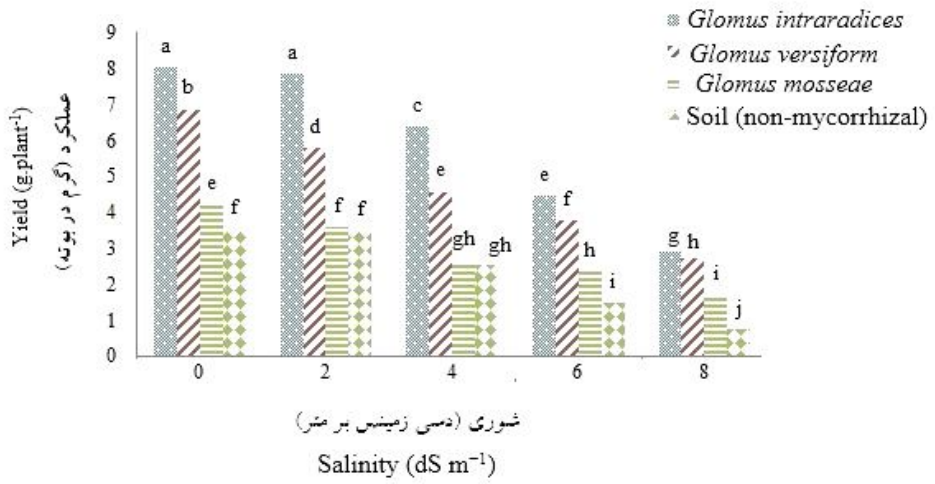
عملکرد بوته: مقایسه میانگین حاصل از داده‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد بوته در تیمار میکوریزای *R. irregularis* با سطوح شوری صفر و دو دسی‌زیمنس بر متر (به‌ترتیب، میانگین ۸/۰۱ و ۷/۸۳ گرم) به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت، کم‌ترین میزان عملکرد بوته مربوط به تیمار شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر با تیمار خاک (بدون میکوریزا) (میانگین ۰/۷۳ گرم) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. تیمار تلقیح با گونه *G. Versiform* نسبت به تیمار تلقیح با *F. mosseae* برتری داشت اما اثر آن نسبت به تیمار تلقیح *R. irregularis* کم‌تر بود (شکل ۱).

به‌طورکلی نتایج نشان داد با بالا رفتن سطح شوری میزان عملکرد بوته کاهش می‌یابد. افزایش عملکرد بوته در تیمار تلقیح میکوریزا می‌تواند ناشی از تأثیر این قارچ‌ها باشد. قارچ‌های میکوریزا از طریق بهبود جذب عناصر غذایی به‌خصوص عناصر غیرمتحرک سبب افزایش رشد گیاه شده و در نهایت عملکرد بوته و اجزای عملکرد بوته را افزایش می‌دهند. گیاهان تلقیح‌شده با میکوریزا در محیط شور به‌دلیل بهبود جذب مواد غذایی به‌ویژه فسفر و یا تغییر در فیزیولوژی گیاه به تنش شوری تحمل بیش‌تری را نشان می‌دهند. بنابراین گیاهان میکوریزایی‌شده عملکرد بوته و مقاومت به شوری بیش‌تری را نشان می‌دهند. می‌توان استنباط کرد که همزیستی مایکوریزایی از طریق تغذیه مناسب و افزایش زیتوده، موجبات رشد بیش‌تر و در نتیجه عملکرد بوته بیش‌تر می‌شود.

نتایج این پژوهش با نتایج سادات و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد که معتقدند که همزیستی میکوریزا با بذر زیره سبز به‌دلیل افزایش سیستم ریشه‌ای و در نتیجه افزایش جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه فسفر موجب بهبود رشد و عملکرد بوته شد. تلقیح با میکوریزا می‌تواند درافزایش مقاومت گیاه به تنش شوری و افزایش ماده خشک و عملکرد بوته گیاه مؤثر باشد (۳۷).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثر متقابل شوری و میکوریزا بر عملکرد بوته.

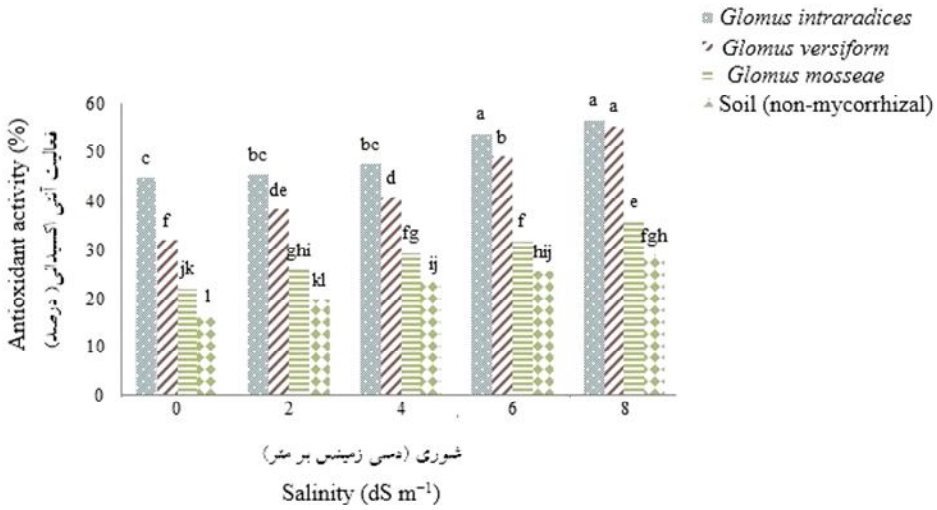
Figure 1. The interaction between mycorrhizal and salinity stress on yield.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: بیش‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار میکوریزای *R. irregularis* با سطوح شوری شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر (به‌ترتیب، میانگین ۵۳/۸ و ۵٦/٦ درصد) و تیمار میکوریزای *G.versiform* با شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ٤/ ۵۵ درصد) به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد و کم‌ترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار بدون میکوریزا با شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ۱٦/۵ درصد) بود که با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۲). تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *G. Versiform* نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *F. mosseae* برتری داشت اما اثر آن نسبت به تیمار تلقیح گونه میکوریزای *R. irregularis* کم‌تر بود. آنتی‌اکسیدان‌های فلاونوئیدی به‌عنوان ترکیبات فعال فیزیولوژیکی نقش مهمی را در مقاومت گیاهان به تنش دارند (٤۰).

افزایش گونه‌های فعال اکسیژن ناشی از تنش شوری زنگ خطری برای گیاهان محسوب شده و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را به دنبال دارد (۳۹). افزایش آنتی‌اکسیدان در تیمار میکوریزا و تیمار شوری به این دلیل می‌باشد که سیستم دفاعی گیاه تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان را برای خنثی کردن شکل‌های سمی اکسیژن افزایش می‌دهد و قارچ شدت این افزایش را بهبود می‌بخشند که می‌تواند به‌دلیل ساختمان شیمیایی ایزوآنزیم‌های فلزی مس و روی و منگنز باشد. همچنین فاکتورهای هورمونی ارسالی برای ساخت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نیز حاوی عناصر روی و کلسیم است (۳۹). قارچ‌های میکوریزا با افزایش جذب عناصر غذایی سبب ارسال بیش‌تر فاکتورهای هورمونی و افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌شوند (۳٤) که همگی در افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌توانند مؤثر باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل شوری و میکوریزا بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی.

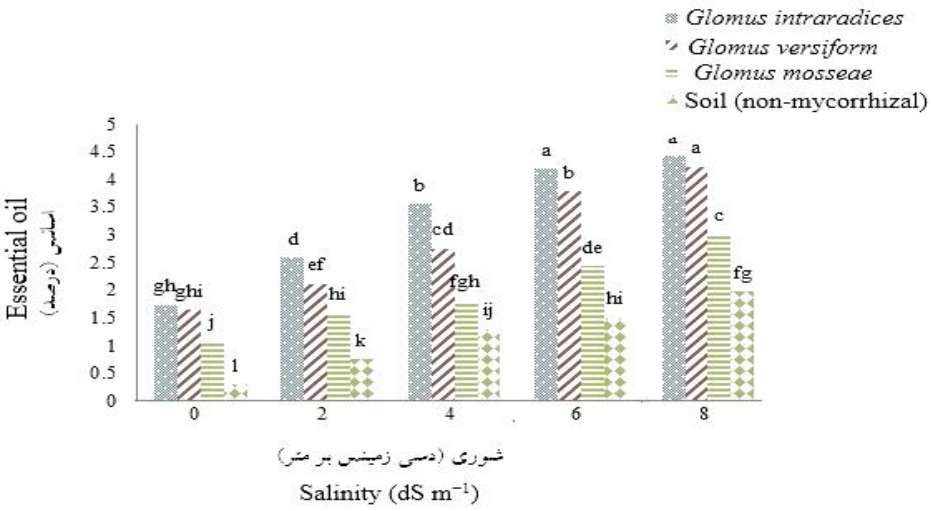
Figure 2. The interaction between mycorrhizal and salinity stress on antioxidant capacity.

اسانس: تیمار میکوریزای و شوری اثر معنی‌داری بر میانگین درصد اسانس به‌دست آمده داشتند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان اسانس در تیمار میکوریزای *R. irregularis* با سطوح شوری شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر (به‌ترتیب، میانگین ٤/٤٢ و ٤/١٨ درصد) و تیمار میکوریزای *G. versiform* با شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ٤/٢٢ درصد) به‌دست آمد و کم‌ترین میزان اسانس در تیمار بدون میکوریزا با شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ۰/۲۹ درصد) بود. تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *G. Versiform* نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *F. mosseae* برتری داشت اما اثر آن نسبت به تیمار تلقیح گونه میکوریزای *R. irregularis* کم‌تر بود (شکل ۳).

استفاده از میکوریزا از طریق فراهمی جذب بیش‌تر فسفر و نیتروژن توسط ریشه، که در اجزاء متشکله اسانس گیاه نعناع‌فلفلی است باعث افزایش میزان اسانس شد. تلقیح میکوریزایی سبب بهبود میزان اسانس شد، در این ارتباط می‌توان بیان نمود که اسانس‌ها ترکیب‌هایی ترپنوئیدی هستند و واحدهای سازنده آن‌ها (ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیروفسفات و دی متیل آلیل پیروفسفات نیاز مبرم به (ATP و NADPH) دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد، از این‌رو همزیستی میکوریزایی از طریق جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه نعناع‌فلفلی، موجب افزایش اسانس این گیاه دارویی می‌شود علاوه بر این همزیستی قارچ میکوریزا با ریشه گیاه نعناع‌فلفلی از طریق افزایش جذب آب و عناصر پرمصرف در بهبود میزان اسانس مؤثر بوده است. این موضوع با نتیجه پژوهش کاپور و همکاران (۲۰۰٤) مطابقت دارد (۲٦).

www.SID.ir

Archive of SID



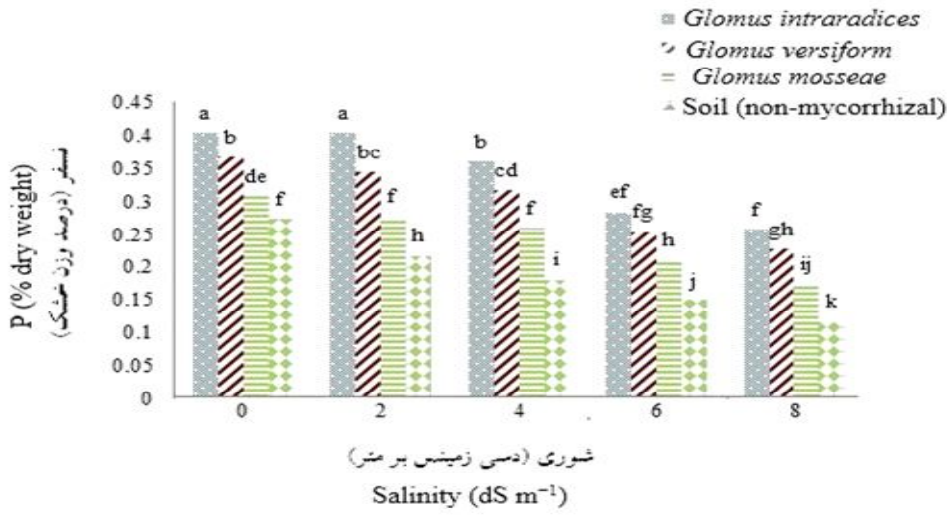
شکل ۳- اثر متقابل شوری و میکوریزا بر اسانس.

Figure 3. The interaction between mycorrhizal and salinity stress on essential oil.

فسفر: مقایسه میانگین میزان فسفر در تیمارهای میکوریزای و شوری نشان داد که قارچ‌های میکوریز می‌توانند با افزایش جذب فسفر توسط گیاه، اثرات منفی تنش شوری را کاهش دهند. بیش‌ترین میزان غلظت فسفر در تیمار میکوریزای *R. irregularis* با سطوح شوری صفر و دو دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ۰/٤ درصد وزن خشک) بود و کم‌ترین میزان غلظت فسفر مربوط به تیمار بدون میکوریزا با سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ۰/۱۱ درصد وزن خشک) به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد (شکل ٤). قارچ‌های مایکوریزا با افزایش سطح جذب ریشه‌ها و همچنین آزادسازی اسیدها و اسیدی کردن محیط ریزوسفر، عناصر کم‌تحرک را حل و برای گیاه قابل‌استفاده می‌کنند که با نتایج فصیحی و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد (۱۸). آقابابائی و رئیسی (۲۰۱۱) تأثیر هم‌زیستی میکوریزای (*F. mosseae* و *R. irregularis*) بر میزان فتوسنتز و راندمان مصرف آب را بررسی نموده و نتیجه گرفتند قارچ‌های میکوریزای باعث افزایش ٤۰ درصدی غلظت فسفر در گیاه هم‌زیست نسبت به شاهد شدند (۳). در تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *G. Versiform* نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *F. mosseae* برتری داشت اما اثر آن نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *R. irregularis* کم‌تر بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- اثر متقابل شوری و میکوریزا بر غلظت فسفر.

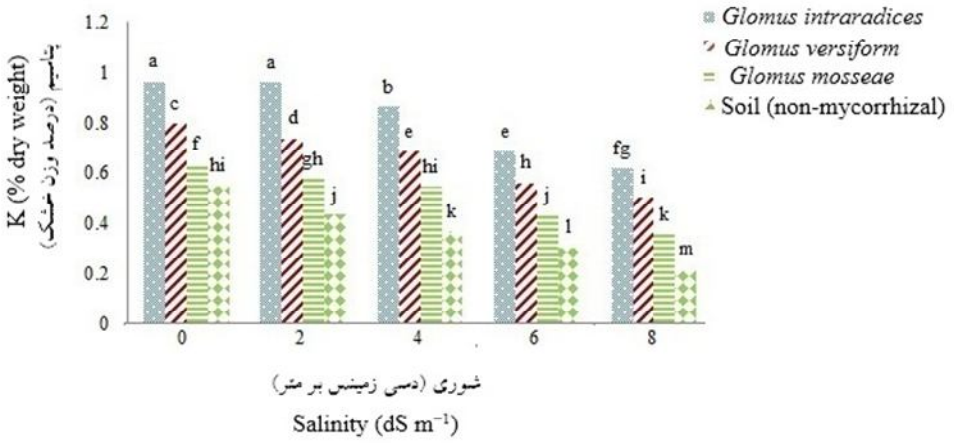
Figure 4. The interaction between mycorrhizal and salinity stress on concentration of phosphorus.

پتاسیم: نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان غلظت پتاسیم در تیمار میکوریزای *R. irregularis* با سطوح شوری صفر و دو دسی‌زیمنس بر متر (به‌ترتیب، میانگین ۰/۹٦ و ۰/۹٦ درصد وزن خشک) و کم‌ترین میزان غلظت پتاسیم در تیمار بدون میکوریزا با شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ۰/۲۱ درصد وزن خشک) بود که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد. تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *G. Versiform* نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *F. mosseae* برتری داشت اما اثر آن نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *R. irregularis* کم‌تر بود (شکل ۵).

در رابطه با پتاسیم، می‌توان بیان نمود که از بین شکل‌های مختلف این عنصر، فقط شکل‌های محلول و تبادلی آن قابل‌استفاده گیاه هستند و بقیه شکل‌ها تقریباً غیرقابل‌استفاده می‌باشند. بنابراین، برای تأمین پتاسیم موردنیاز گیاه، این عنصر باید به طریقی از شکل‌های تثبیت‌شده و معدنی به شکل‌های تبادلی و محلول تبدیل شود (۲۲). ریزجانداران متعدد شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها قادرند سیلیکات را تجزیه کرده و عناصری چون پتاسیم، فسفر، آهن، روی و سیلیسیم را آزاد کنند (۳۸). در گیاهان میکوریزی غلظت پتاسیم نیز بیش‌تر از گیاهان غیرمیکوریزی گزارش‌شده است و بدین‌ترتیب با افزایش نسبت پتاسیم به سدیم، هم‌زیستی میکوریزی گیاه را در برابر اثرات منفی سدیم (تنش شوری) محافظت می‌نماید (۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- اثر متقابل شوری و میکوریزا بر غلظت پتاسیم.

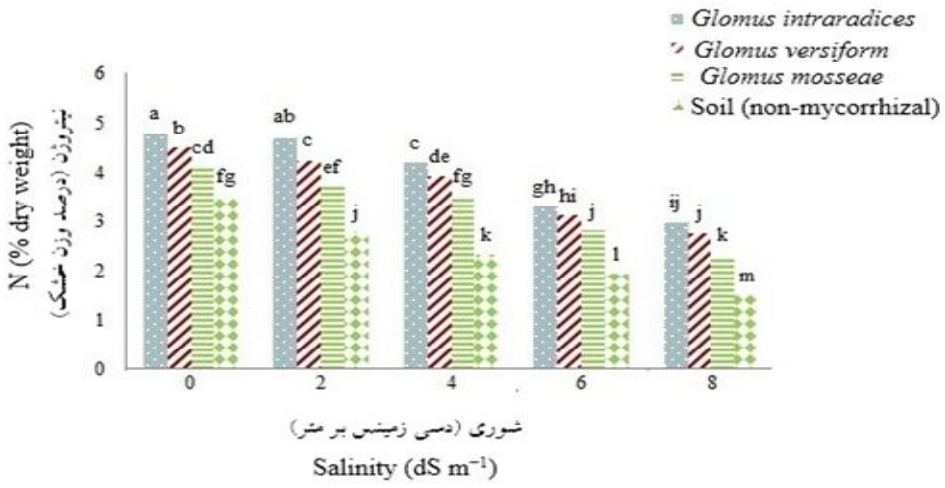
Figure 5. The interaction between mycorrhizal and salinity stress on concentration of potassium.

نیتروژن: میزان نیتروژن به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر تیمار میکوریزای و شوری قرار گرفت و گونه‌های مختلف میکوریزای اثر متفاوتی بر میزان غلظت نیتروژن در گیاه نعناع‌فلفلی داشتند و با افزایش شوری میزان غلظت نیتروژن کاهش یافت. بیش‌ترین میزان غلظت نیتروژن در تیمار میکوریزای *R. irregularis* با سطح شوری صفر دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ٤/٧٨ درصد وزن خشک) به‌دست آمد که با تیمار گونه میکوریزای *R. irregularis* با سطح شوری دو دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری نداشت ولی با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد و کم‌ترین میزان نیتروژن مربوط به تیمار بدون میکوریزا با سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر (میانگین ١/٤٩ درصد وزن خشک) به‌دست آمد. تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *G. Versiform* نسبت به تیمار تلنقیح با گونه میکوریزای *F. mosseae* برتری داشت اما اثر آن نسبت به تیمار تلقیح با گونه میکوریزای *R. irregularis* کم‌تر بود (شکل ٦).

خاک‌های شور معمولاً از نظر مقدار نیتروژن فقیر هستند از طرفی اضافه نمودن کودهای نیتروژنی می‌تواند شوری خاک را بیش‌تر کند (٣٨). قارچ‌های میکوریزای تأثیر عمیقی بر فیزیولوژی ریشه گیاه گذاشته که سبب فعال ساختن گلوتأمین سنتتاز، آرژیناز و اوره آز شده و از این طریق غلظت نیتروژن را در گیاهان میزبان افزایش می‌دهند در نتیجه می‌توان با دادن کود کم‌تر به نتیجه دلخواه رسید (٩). در رابطه با تأثیر تیمارهای باکتریایی و قارچی می‌توان بیان نمود که جذب عناصر غذایی توسط گیاه تابع دو عامل رشد و توسعه ریشه و فراهمی عناصر غذایی در خاک است (١٦). بنابراین، می‌توان از دلایل قابل‌ذکر در این زمینه به توسعه سطح ریشه و جذب بیش‌تر نیتروژن از خاک اشاره نمود که موجب زیادشدن میزان نیتروژن در اندام هوایی گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- اثر متقابل شوری و میکوریزا بر غلظت نیتروژن.

Figure 6. The interaction between mycorrhizal and salinity stress on concentration of nitrogen.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که، تلقیح میکوریزا نسبت به شاهد اثر مثبت و معنی‌داری بر میزان فنول کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اسانس و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در نعناع‌فلفلی داشت. همچنین نتایج بیانگر این بود که، استفاده از میکوریزا در کشت نعناع‌فلفلی می‌تواند تا حدی از بروز کمبود عناصر در خاک‌های شور جلوگیری نماید و از مصرف زیاد کودهای شیمیایی بکاهد. این امر در مطالعات انجام‌شده توسط سایر پژوهشگران در گیاهان دارویی مورد تأیید قرار گرفته است. استفاده از همزیستی میکوریزایی در خاک‌های شور باعث افزایش و مقاومت گیاه به شوری می‌گردد، بنابراین با به‌کارگیری سویه میکوریزایی مناسب و مقاوم به شوری، می‌توان از خروج خاک‌های شور کشور از چرخه تولید جلوگیری نمود و از مصرف بیش‌ازحد کودهای شیمیایی و مشکلات حاصل از مصرف آن‌ها جلوگیری کرد.

منابع

1. Agha Alikhani, M., Iranpour, A., and Naghdi Badi, H. 2013. Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinaceae purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. J. Med. Plant. 12: 121-136. (In Persian)
2. Aghababaei, F., and Raiesi, F. 2011. The Influence of Mycorrhizal Symbiosis on Chlorophyll, Photosyntetise and Water Use Efficiency in Four Almond Genotypes in Chahar Mahal va Bakhtiary. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 15: 56. 91-102. (In Persian)
3. Ajay, A., Sairam, R.K., and Srivastava, G.C. 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants, Current Science. 82: 10. 1227-123.
4. Akbari Nia A., Daneshian, J., and Mohammadbeigi, F. 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* L. Iran. J. Med. Arom. Plant. 22: 4. 410-419. (In Persian)
5. Aliasgharzadeh, N., Saleh Rastin, N., Towfighi, H., and Alizadeh, A. 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz Plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Mycorrhiza, 11: 119-122.

www.SID.ir

Archive of SID

6. AL-Khaliel, A.S. 2010. Effect of salinity stress on mycorrhzal association and growth response of peanut infected by *Glomus mosseae*, Plant Soil Environmental, 56: 7.7. 318-324.
7. Amiri, P., Nabizadeh, A., Majidi, A., and Rasoli Sedighani, H. 2012. Effect of mycorrhizal fungi and drought stress on quantitative and quality of corn. Student thesis Soil Sciences, Urmia University. 180p. (In Persian)
8. Ashraf, M. 2010. Inducing drought tolerance in plants: recent advances. Biotechnology Advances. 28: 169-183.
9. Bago, B., Pfeffer, P., and Shachar-Hill, Y. 2001. Could the urea cycle be translocating nitrogen in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. New Phytologist. 149: 4-8.
10. Bay Bordi, M. 1993. Soil: Genesis and classification. Iran: University of Tehran Press, Pp: 139-144 (In Persian)
11. Biswas, J.C., Adha, L.J.K., Dazzo, F.B., Yanni, Y.G., and Rolfe, B.G. 2000. Rhizobial inoculation influences seedling vigour and yield of rice. Agron. J. 92: 880-886.
12. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT Food Science Technology. 28: 1. 25-30.
13. Chakraborty, U., Roy, S., Chakraborty, A.P., Dey P., and Chakraborty, B. 2011. Plant growth promotion and amelioration of salinity stress in crop plants by a salt-tolerant bacterium. Recent Research in Science and Technology. 3: 61-70.
14. Clevenger, J.F. 1928. Apparatus for determination of essential oil. J. Amer. Pharm. Assoc. 17: 346-349.
15. Dalpe, Y. 1993. Vesicular-arbuscular mycorrhizal, Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publishers, Boca Raton. Pp: 287-301.
16. Ehteshami, S., Pourebrahimi, M., and Khavazi, K. 2013. Effect of Pseudomonas fluorescens strain 103 integrated with phosphorus fertilizer on nutrients concentration and biological yield of two barley cultivars in greenhouse conditions. J. Sci. Technol. Greenhouse Cul. 4: 15-26. (In Persian)
17. Evelin, H., Kapoor, R., and Giri, B. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. Annals of Botany. 104: 1263-1280.
18. Fasihi, M., Shamshiri, M.H., Karimi, H.R., and Roosta, H.R. 2014. Effect of arbuscular mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on growth of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* cv. Nahid) under different levels of sodium bicarbonate in irrigation water. Technol. Greenhouse Culture. 5: 53-62. (In Persian)
19. Galeottia, N., Di Cesare Mannellia, L., Mazzantib, G., Bartolinia, A., and Ghelardini, C. 2002. Menthol: a natural analgesic compound. Neuroscience Letters. 322: 145-8.
20. Giri, B., and Mukerji, K.G. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania gandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake, Mycorrhiza. 14: 307-312.
21. Guarda, G., Padovan, S., and Delogu, G. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Europ. J. Agron. 21: 181-192.
22. Haby, V.A., Russelle, M.D., and Skogley, E.O. 1990. Testing soils for potassium, calcium and magnesium. Soil testing and plant analysis, 3rd ed., SSSA Book Seri. 3: 181-227.
23. Hammer, E.C., Nasr, H., Pallon, J., Olsson, P.A., and Wallander, H. 2011. Elemental composition of arbuscular mycorrhizal fungi at high salinity, Mycorrhiza, 21: 117-129.
24. Hoagland, D.R., and Arnon, D.I. 1950. The water culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular, 347: 1-32.
25. Inanloofar, M., Omidi, H., and Pazoki, A. 2013. Morphological, Agronomical Changes and Oil Content in Purslane (*Portulaca oleracea* L.) under Drought Stress and Biological / Chemical Fertilizer of Nitrogen. J. Med. Plant. 4: 48. 170-184. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

26. Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 93: 307-311.
27. Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. J. Ecol. Engin. 33: 150-156.
28. Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., and Fan, T. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. Geoderma. 158: 173-180.
29. Mando, A., Ouattara, B., Sédogo, M., Stroosnijder, L., Ouattara, K., Brussaard, L., and Vanlauwe, B. 2005. Long-term effect of tillage and manure application on soil organic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions. Soil and Tillage Research. 80: 95-101.
30. Mavi, M.S., and Marschner, P. 2013. Salinity affects the response of soil microbial activity and biomass to addition of carbon and nitrogen. Soil Research. 5: 1. 68-75.
31. Nasri, N., Saïdi, I., Kaddour, R., and Lachaâl, M. 2015. Effect of salinity on germination, seedling growth and acid phosphatase activity in lettuce. Amer. J. Plant Sci. 6: 57-63.
32. Neumann, E., and George, E. 2009. The effect of arbuscularmycorrhizal root colonization on growth and nutrient uptake of two different cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) genotypes exposed to drought stress. Emir Faculty of food and Agriculture. 21: 2. 10-17.
33. Noruzi, M. 2001. Hydroponics. Publications of Mohaddes. Pp: 8-21. (In Persian)
34. Parida, A.K., and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 60: 324-349.
35. Parida, A.K., Das, A.B., Mittra, B., and Mohanty, P. 2004. Salt-stress induced alterations in protein profile and protease activity in the mangrove, *Bruguiera parviflora* L. Naturforsch. 59: 408-414.
36. Pourmorad, F., Hosseinimehr, S., and Shahabimajd, N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected iranian medicinal plants. Afric. J. Biotechnol. 5: 111142-1145.
37. Sadat, F., Savaghebi, Gh., Rejali, F., Farahbakhsh, M., Khavazi, K., and Shirmardi, M. 2010. Effects of some arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promotin rhizobacteria on the growth and yield indices of two wheat varieties in a saline soil. J. Water Soil. 24: 53-62. (In Persian)
38. Shady, M.A., Ibrahim, I., and Afify, A.H. 1984. Mobilization of elements and their effects on certain plant growth characteristics as influenced by some silicate bacteria. Egypt. J. Anaesthesia. Bot. 27: 1-7. 17-30.
39. Siddiqui, M.H., Mohammad, F., Nasir Khan, M., HAL-Whaibi, M., and Bahkali, A.H.A. 2010. Nitrogen in relation to photosynthetic capacity and accumulation of osmoprotectant and nutrients in Brassica genotypes grown under salt stress. Agricultural Sciences in China. 5: 671-680.
40. Singh, R., Shushni, A.M., and Belkheir, A. 2011. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. Arab. J. Chem. 1: 1-5.
41. Sylvia, D.M., and Williams, S.E. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress. P 101-124. In: G.J. Bethlenfalvay and R.G. Linderman, (eds). Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. ASA Special Publication No. 54, Madison Wisconsin.
42. Tattini, M., Galardi, C., Pinelli, P., Massari, R., Remorini, D., and Agati, G. 2004. Differential Accumulation of flavonoids and hydroxycinnamates in leaves of *Ligustrum vulgare* under excess light and drought stress. New Phytologist. 163: 547-561.
43. Zhengchao, Z., Zhuoting, G., Zhouping, S., and Fuping, Z. 2013. Effects of long-term repeated mineral and organic fertilizer applications on soil organic carbon and total nitrogen in a semi-arid cropland. Europ. J. Agron. 45: 20-26.
44. Zou, Y.N., and Wu, Q.S. 2009. Arbuscular mycorrhizal symbiosis improves growth and root nutrient status of citrus subjected to salt stress, Science Asia. 35: 388-391.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 8(4), 2019
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Effect of different mycorrhizal species inoculation on concentration of nutrient elements, yield per plant and antioxidant activity in Peppermint (*Mentha piperita*) under salt stress

S. Mohammadi Sardoueiyeh[1], N. Boroomand[2] and *E. Moghbeli[3]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Jiroft,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[3]Ph.D. Graduate, Dept. of Horticultural Sciences, Ferdowsi University of Mashhad
Received: 06.02.2017; Accepted: 07.15.2018

Abstract

Background and Objectives: Salinity is one of obstacles of planting and developing in arid and semiarid regions in the world. Nowadays, one of the major problems in agriculture is the lack of access to fresh water with suitable quality for irrigation. Generally, plants can feel a wide range of environmental stresses which eventually lead to oxidative stress in plant. Mechanism of resistance to some of the stresses is as the internal connection and is the result of a coordinated and complex planning. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis can lead to the improvement of growth and resistance to stress. Considering the development of the culture of using medicinal plants, as well as the expansion of salty soils, studying the effects of salinity on peppermint and mechanism of its resistance to salinity is necessary.

Materials and Methods: To explore the effect of symbiosis of different types of mycorrhizal inoculation on yield, physiological characteristics and essential oil of peppermint medicinal plant under salt stress, an experiment was conducted in factorial based on completely randomized design with three replications in greenhouse. The salinity levels were 0, 2, 4, 6 and 8 dS/m and types of mycorrhizal included *Glomus mosseae*, *G. intraradices, G. versiform* and non-mycorrhizal. The traits measured were yield per plant, total phenol, antioxidant activity and concentration of nutrient.

Results: Results showed that all the characteristics studied were significantly affected by the main and interaction effects of mycorrhizal and salinity stress. Furthermore, the results showed that the highest and lowest amounts of yield per plant, nitrogen, phosphorus and potassium were observed in the treatment of inoculation with *R. irregularis* under non-stress conditions and the lowest amounts of the characteristics measured were observed in non-mycorrhizal treatment under stress conditions. The highest amount of essential oil was observed in the treatment of inoculation with *R. irregularis* under 6 and 8 dS/m salinity stress conditions (4.18 and 4.42 percent) and inoculation with *G. versiform* under 8 dS/m salinity stress condition (4.22 percent), and the lowest amount of essential oil was observed in non-mycorrhizal treatment under non-stress condition (0.29 percent). Treatments of inoculation with *F. mosseae* and *G. versiform* were superior to control conditions, but their effects were lower in comparison with the treatment of inoculation with *G. intraradices*. The concentration of nutrients in mycorrhizal plants was higher, causing an improvement in yield per plant.

* Corresponding Author; Email: emoghbeli84@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: Mycorrhizal fungus can decrease the effect of salinity stress through an increase in phosphorus uptake in plants. The results also showed that concentrations of potassium in mycorrhizal plants were higher than in non-mycorrhizal plants. Thus, with increase in the ratio of potassium to sodium, mycorrhizal symbiosis can protect plants against negative effects of sodium. Results showed that use of bio-fertilizers can improve quantitative and qualitative yield in peppermint, and it seems that bio-fertilizers are a suitable alternative for chemical fertilizers for sustainability of the production and protection of the environment. Mycorrhizal symbiosis in salty soils caused an increase in plant resistance to salinity and improved growth and yield per plant under stress conditions.

Keywords: Essential oil, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Symbiosis

www.SID.ir