Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد چهارم، شماره سوم، ۱۳۹۳
http://ejsms.gau.ac.ir

بررسی وضعیت کلنیزاسیون میکوریزایی دانهال‌های پسته (*Pistacia vera*) استان کرمان و مقایسه برخی جدایه‌ها از طریق کشت گلخانه‌ای

فهیمه سلاجقه‌تذرجی[۱]، *مهدی سرچشمه‌پور[۲] و حمید محمدی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۲]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۳]استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۹۲/٤/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۹

چکیده

در این بررسی وضعیت میکوریزایی دانهال‌های پسته مناطق عمده تولید نهال استان کرمان با توجه به منطقه و برخی خصوصیات خاک و همچنین پتانسیل همزیستی جدایه‌های سورگوم، شبدر و پیاز با دانهال‌های پسته مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور در مجموع ۷۲ نمونه از نهالستان‌های پسته و ٦۷ نمونه از مزارع سورگوم، شبدر و پیاز استان تهیه و درصد کلنیزاسیون میکوریزی ریشه‌ها بعد از رنگ‌بری با هیدروکسید پتاسیم و رنگ‌آمیزی با تریفان‌بلو تعیین گردید. همچنین ابتدا pH و EC همه نمونه‌های خاک و سپس بافت نمونه‌های با درصد کلنیزاسیون متفاوت نیز تعیین شد. نتایج نشان داد همه نمونه‌ها دارای همزیستی میکوریزی می‌باشند و درصد کلنیزاسیون آن‌ها از حداقل ۳۳ تا حداکثر ۹۷ درصد متغیر است. درصد کلنیزاسیون نمونه‌های پسته ماهان، کرمان و بردسیر دارای فراوانی بیش‌تری در بازه ۱۰۰-۷۵ و نمونه‌های زرند در بازه ۵۰-۲۵ درصد بود. همچنین بیش‌ترین درصد کلنیزاسیون پیاز و شبدر در بازه ۱۰۰-۷۵ و سورگوم در بازه ۷۵-۵۰ بود. بین pH، بافت و EC خاک نمونه‌های پسته و درصد کلنیزاسیون همبستگی معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که درصد کلنیزاسیون در شوری بیش از ٤ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. تلقیح دانهال‌های پسته با مجموع ۲۰ جدایه از گیاهان پسته، سورگوم، پیاز و شبدر که درصد کلنیزاسیون بالایی آزمایش گلخانه‌ای داشتند، نشان داد که همه جدایه‌ها بعد از ۲ ماه دارای قدرت ایجاد همزیستی با ریشه پسته بودند و درصد کلنیزاسیون از حداقل ٦۳ تا حداکثر ۸۸ درصد متغیر بود. تأثیر تلقیح جدایه‌ها بر بیش‌تر صفات رویشی دانهال نسبت به شاهد بدون تلقیح نیز معنی‌دار شد.

واژه‌های کلیدی: استان کرمان، پسته، جدایه، درصد کلنیزاسیون، میکوریزا

* مسئول مکاتبه: msarcheshmeh@uk.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پسته با سطح زیر کشت حدود ٤٣٠ هزار هکتار از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که حدود ٨٠ درصد سطح زیر کشت و تولید آن مربوط به استان کرمان می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ٢٠٠٦). با توجه به اهمیت اقتصادی قابل‌توجه این محصول و اثرات سوء ناشی از تنش‌های محیطی در مناطق پسته‌کاری، راه‌کارهای افزایش مقاومت و تحمل گیاه در این مناطق باید مورد توجه بیش‌تری قرار گیرد (عبدالهی‌عزت‌آبادی، ١٩٩٦). یکی از روش‌های قابل استفاده برای کاهش اثرات مخرب ناشی از تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده، استفاده از قارچ‌های میکوریز است (آیوج، ٢٠٠١).

قارچ‌های میکوریزای آربسکولار تقریباً با حدود ٩٠ درصد از گونه‌های گیاهی همزیستی دارند (پاولوسکا و همکاران، ٢٠٠٠). اولین گزارش همزیستی این نوع قارچ‌ها با ریشه گیاهان مربوط به پژوهش‌های صورت گرفته توسط هارتیگ (١٨٤٠) می‌باشد. همزیستی قارچ‌های میکوریزای آربسکولار رابطه به‌نسبت عمومی و غیراختصاصی، دایمی و با سازگاری بالا است که طی آن هر دو موجود سود می‌برند. این قارچ‌ها از نظر بهبود توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی (اصغری و همکاران، ٢٠٠٥؛ علی‌اصغرزاده و همکاران، ٢٠٠١)، کمک به تعادل یونی (گیری و همکاران، ٢٠٠٧)، حفظ فعالیت آنزیم (رابی و المدنی، ٢٠٠٥)، افزایش غلظت کلروفیل (کولا و همکاران، ٢٠٠٨)، افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی (الکرکی، ٢٠٠٠)، باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند. پسته از جمله گیاهانی است که ریشه‌های فرعی آن گستردگی زیادی ندارند و همزیستی آن‌ها با قارچ میکوریزا باعث افزایش سطوح جذب‌کننده ریشه و مقاومت گیاه به کم‌آبی می‌شود (جیمز و همکاران، ٢٠٠٨).

شوری یکی از تنش‌های محیطی غیرزنده در گیاهان است که شاخص‌های مختلفی از گیاه را تحت‌تأثیر منفی قرار می‌دهد (هی و همکاران، ٢٠٠٧). اگرچه شوری روی رشد و فیزیولوژی قارچ اثر می‌گذارد، اما به هر حال وجود قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در خاک‌های شور نیز گزارش شده است (الکرکی، ٢٠٠٠). تأثیر شوری خاک روی میزان کلنیزاسیون میکوریزایی گیاهان از جمله موارد بحث‌انگیزی است که نتایج متفاوتی داشته و افزایش میزان همزیستی (دیکسون و همکاران، ١٩٨٩)، کاهش ناشی از تأثیر مخرب نمک روی قارچ (کومار و همکاران، ٢٠١٢) و نداشتن تأثیر معنی‌دار (جانسون و همکاران، ١٩٩١) را به دنبال داشته است. کاهش معنی‌دار درصد کلنیزاسیون با افزایش شوری، می‌تواند به‌طور مستقیم ناشی از کاهش تندش اسپور، رشد هیف و تشکیل آربوسکول (رابی و المدنی، ٢٠٠٥؛ الکرکی، ٢٠٠٠) و یا به‌طور غیرمستقیم ناشی از کاهش رشد گیاه (منصوری و همکاران،

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰۰۷) باشد. به هر حال به‌نظر می‌رسد که تأثیر مخرب شوری بر جوانه‌زنی اسپور و تولید هیف از مهم‌ترین مراحل باشد (فورتین و همکاران، ۲۰۰۲). در آزمایشی که در سال ۱۹۹۸ روی گیاه پسته (*Pistacia vera*) انجام شد، مشخص شد که استفاده از میکوریزا وزن خشک، ارتفاع و میزان فسفر، نیتروژن و پتاسیم گیاه را به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی افزایش می‌دهد (فهیمی و خواجه‌زاده، ۱۹۹۸).

پاسخ گیاهان به قارچ‌های میکوریزی تحت‌تأثیر عوامل متعددی است و به‌عنوان وابستگی میکوریزی (MD) مشخص می‌شود. گردمان (۱۹٦۵) این اصطلاح را به‌عنوان میزان وابستگی گیاه به سیستم میکوریزی برای دست‌یابی به حداکثر رشد و تولید محصول در سطح مشخصی از حاصلخیزی خاک به‌کار برد و آن را به‌صورت درصد نسبت وزن خشک گیاهان میکوریزی به وزن خشک گیاهان غیرمیکوریزی کشت شده در یک خاک تعریف کرد (گردمان، ۱۹٦۵). به‌عنوان مثال آزمایش فورلان و همکاران (۱۹۸۳) در گیاه زبان گنجشک (*Fraxinus Americana*) نشان داد که افزایش رشد نهال‌های میکوریزی نسبت به نهال‌های شاهد غیرمیکوریزی، ۲ هفته بعد از کاشت کاملاً معنی‌دار بود و میزان تأثیر این دوره از رشد خیلی بیش‌تر از مرحله ۸۲ روز بعد از کاشت بود. در این آزمایش از ۵ گونه قارچ میکوریز مورد استفاده، ۳ گونه که دارای درصد کلنیزاسیون پایینی بودند نیز افزایش رشد معنی‌داری را ایجاد کردند (فورلان و همکاران، ۱۹۸۳).

در آزمایشی دیگری که توسط کارن و همکاران (۲۰۰۱) روی گیاه پیاز (*Allium cepa*) انجام گرفت نیز مشخص شد که همزیستی میکوریزی باعث افزایش غلظت فسفر در بافت گیاهان می‌گردد (کارن و همکاران، ۲۰۰۱). کاپور و همکاران (۲۰۰٤) نیز در پژوهش‌های خود نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با قارچ میکوریزا به‌طور معنی‌داری سبب بهبود گلدهی، وزن هزاردانه، بیوماس و عملکرد دانه رازیانه می‌شود. گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که تلقیح نعناع با قارچ میکوریزا به‌طور قابل‌توجهی ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد. تلقیح ریشه دو گیاه دارویی شوید و نوعی زیره با دو نوع قارچ مایکوریزا سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی آن‌ها گردید (کاپور و همکاران، ۲۰۰۲). مشخص شده که ریشه‌هایی که با قارچ‌های میکوریزی همزیستی ایجاد می‌کنند از نظر فیزیولوژیکی و متابولیکی تغییراتی حاصل می‌کنند. مقدار هورمون‌های گیاهی مانند اکسین و سیتوکینین در این ریشه‌ها افزایش می‌یابد که می‌تواند منشأ قارچی و یا گیاهی داشته باشد. توزیع مواد فتوسنتزی بین ریشه و اندام هوایی با تلقیح ریشه تغییر می‌کند و کیفیت و کمیت ترشحات ریشه نیز دستخوش تغییراتی می‌شود (مارشنر، ۱۹۹۵).

www.SID.ir

Archive of SID

میزان همزیستی و درصد کلنیزاسیون ریشه‌ها با این قارچ علاوه‌بر نوع گیاه و گونه قارچ، تا حد زیادی تابع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می‌باشد. عوامل محیطی مانند دما، شدت نور، مقدار رطوبت خاک (کاواگنارو و همکاران، ۲۰۰۰)، میزان عناصر غذایی و اثر متقابل آن با سایر موجودات می‌توانند روی رابطه‌های همزیستی اثر بگذارند و الگوی کلنیزاسیون این قارچ را تحت‌تأثیر قرار دهند. بافت خاک، شوری و pH آن نیز از جمله عوامل تأثیرگذار مهم بر این سیستم همزیستی می‌باشند. قارچ‌های میکوریز قادرند در دامنه وسیعی از pH زندگی کنند و برخی از تنش‌های ناشی از آن را کاهش دهند. تأثیر تلقیح ریشه‌ها با قارچ‌های میکوریزی روی pH ریزوسفر نیز به‌صورت بسیار محدود بررسی شده است (لی و کریستی، ۲۰۰۱). تولید نهال سالم یکی از مراحل حساس احداث و توسعه باغ است و درصد همزیستی ریشه‌های نهال مورد استفاده با این نوع قارچ‌ها نقش قابل‌توجهی در بهبود استقرار نهال و رشد و سلامت بعدی آن دارد.

در حال حاضر با وجود این‌که سالانه تعداد قابل‌توجهی نهال در مناطق مختلف استان کرمان تولید و توزیع می‌گردد، تا به حال گزارش جامعی از وضعیت میکوریزایی نهال‌های مناطق مختلف و ارتباط آن با شرایط خاک ارایه نشده است. گاه سویه‌های جدا شده از دیگر گیاهان را به‌عنوان مایه تلقیح برای گیاه پسته به‌کار می‌برند، که در این مورد نیز گزارش مدونی از ارتباط همزیستی این گیاه با جدایه‌های گیاهان عمومی در دست نیست. بنابراین مطالعه موارد بالا در ارتباط با تولید نهال پسته در استان کرمان به‌عنوان هدف اصلی این پژوهش مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش وضعیت میکوریزایی دانهال‌های پسته در مناطق عمده تولید نهال استان کرمان با توجه به نوع منطقه و برخی خصوصیات خاک به‌صورت آزمایش صحرایی و همچنین امکان استفاده از جدایه‌های همزیست با گیاهان سورگوم، شبدر و پیاز استان برای دانهال‌های پسته در گلخانه بررسی شد. به این منظور در طی فصل‌های بهار و تابستان از نهالستان‌های پسته بردسیر، زرند، ماهان و کرمان و مزارع مختلف سورگوم، شبدر و پیاز در مناطق متعددی از شهرستان‌های بردسیر، بافت، رابر و جیرفت بازدید به‌عمل آمد و در مجموع تعداد ۷۲ نمونه تصادفی از ریشه و خاک اطراف ریشه دانهال‌های پسته و به‌ترتیب ۱۷، ۳۰ و ۲۰ نمونه نیز از گیاهان سورگوم، پیاز و شبدر تهیه گردید. نمونه‌های جمع‌آوری شده با ثبت مشخصات مربوطه به آزمایشگاه منتقل شدند. ریشه‌ها ابتدا در

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشگاه به آرامی با آب شسته شدند و خاک اطراف آن‌ها به‌طور کامل خارج شد و سپس ریشه‌های مویین آن‌ها جداسازی و دوباره با آب مقطر شسته شدند. در مرحله بعد یک نمونه یکنواخت از ریشه‌های نازک تهیه گردید و ابتدا با استفاده از هیدروکسید پتاسیم ۱۰ درصد رنگ‌بری و سپس با محلول رنگی تریفان‌بلو، رنگ‌آمیزی شدند (فیلیپس و هایمن، ۱۹۷۰). ریشه‌ها بعد از رنگ‌آمیزی به قطعات در حدود ۱ سانتی‌متری خرد گردید و روی یک پتری‌دیش که در زیر آن کاغذ میلی‌متری قرار داده شده بود، به‌طور تصادفی پخش شدند. پس از آن در زیر میکروسکوپ تشریحی (استریوسکوپ) تعداد نقاط برخورد ریشه با خطوط اصلی کاغذ و نیز تعداد نقاط دارای علایم میکوریزی شمارش شد. میزان کلنیزاسیون میکوریزایی با محاسبه نسبت نقاط دارای علایم میکوریزی به کل نقاط برخوردی بر حسب درصد تعیین گردید (راجاپاکز و همکاران، ۱۹۹۲). خاک هر یک از نمونه‌ها نیز از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و بافت آن‌ها به روش هیدرومتری و EC و pH آن‌ها در عصاره خاک با نسبت ۱:۲ (آب: خاک) اندازه‌گیری شد.

آزمایش گلخانه‌ای: در این آزمایش قابلیت کلنیزاسیون جدایه‌های گیاهان مختلف مورد مطالعه روی ریشه پسته رقم بادامی ریز زرندی در شرایط کشت گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور از بین نمونه‌های جمع‌آوری شده، تعداد ۵ نمونه از هر یک از گیاهان پسته، سورگوم، شبدر و پیاز (در مجموع ۲۰ جدایه) که درصد کلنیزاسیون بیش‌تری داشتند، انتخاب گردید و سپس با خاک استریل مخلوط و کشت پسته در آن‌ها صورت گرفت. آزمایش گلخانه‌ای شامل ۲۰ جدایه و یک تیمار شاهد بود که در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار کشت شد. گلدان‌های مورد استفاده شامل ۱ کیلوگرم خاک استریل بودند که به هر یک از آن‌ها ۱۰۰ گرم خاک ریزوسفری شامل ریشه‌های آلوده مربوطه اضافه گردید. خاک ریزوسفری به‌عنوان مایه تلقیح میکوریز مورد نظر بود که در ۳ لایه مختلف و به‌طور عمده در بخش میانی گلدان‌ها قرار داده شدند. در پایان تعداد ۵ بذر پسته جوانه‌دار شده در هر گلدان کشت گردید و پس از ۲ هفته به ۳ نهال یکنواخت کاهش داده شد. گلدان‌ها در شرایط مناسب گلخانه به‌مدت ۲ ماه نگهداری شدند و آبیاری آن‌ها به‌صورت یک روز در میان تا حد ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه انجام می‌شد. در پایان دوره رشد، ریشه نهال‌ها به آرامی شستشو داده شد و دوباره درصد کلنیزاسیون میکوریزی آن‌ها تعیین و شاخص‌های رشدی شامل تعداد برگ، ارتفاع اندام هوایی و طول ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و حجم ریشه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌گیری شد. در پایان بعد از انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی و گلخانه‌ای، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS Institute, Cary, North Carolina, USA) تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ١=α درصد) انجام گردید. همچنین برای رسم جدول‌ها و نمودارها به‌ترتیب از نرم‌افزارهای Word (Word software package, 2007) و Excel (Excel software package, 2007) استفاده گردید.

نتایج

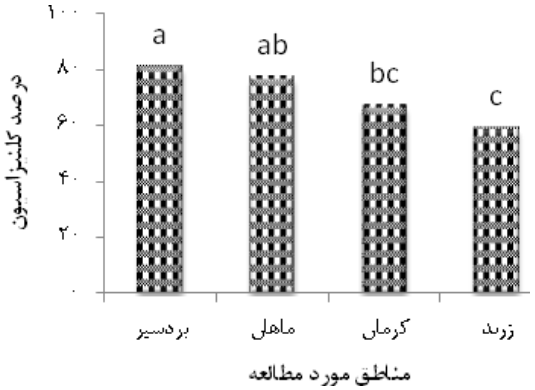
وضعیت میکوریزایی نهال‌های پسته با توجه به نوع منطقه و خصوصیات خاک: با توجه به نتایج به‌دست آمده از این بررسی، نهال‌های پسته مناطق مختلف دارای درصدهای متفاوتی از کلنیزاسیون میکوریزایی بودند (جدول ١). اگرچه میانگین درصد کلنیزاسیون ریشه نهال‌ها در مناطق کرمان، ماهان و بردسیر بیش‌تر از زرند بود، اما در این منطقه نیز نمونه‌های با درصد کلنیزاسیون ٩٠ درصد وجود داشت. نتایج آنالیز آماری داده‌های مربوط به درصد کلنیزاسیون مناطق مختلف نشان داد که مناطق مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر هستند و نهال‌های بردسیر و زرند به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین درصد کلنیزاسیون بودند (شکل ١). میانگین درصد کلنیزاسیون در مناطق کرمان، ماهان و بردسیر دارای فراوانی بیش‌تری در بازه ١٠٠-٧٥ درصد و نمونه‌های مربوط به زرند دارای فراوانی بیش‌تری در بازه ٥٠-٢٥ درصد بودند. شکل ٢ مقایسه آماری بازه‌های فراوانی درصد کلنیزاسیون مناطق مختلف را نشان می‌دهد.

جدول ١- وضعیت میکوریزایی نهال‌ها در مناطق مختلف مورد مطالعه.

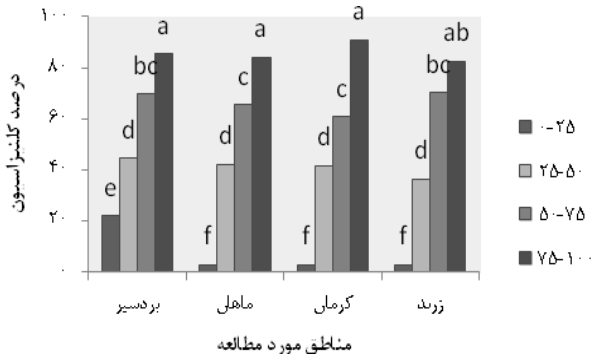
منطقه	درصد کلنیزاسیون		
	حداقل	حداکثر	میانگین
کرمان	٣٧	٩٣/٩	٦٧/٢٣
ماهان	٤٢/٣	٩٤/٤	٧٧/٣٧
بردسیر	٤٤/٥	٩٧/٢	٨١/١٩
زرند	٣٣/٣	٩٠	٥٩/٣٤

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد کلنیزاسیون مناطق مورد مطالعه.



شکل ۲- مقایسه میانگین بازه فراوانی درصد کلنیزاسیون مناطق مورد مطالعه.

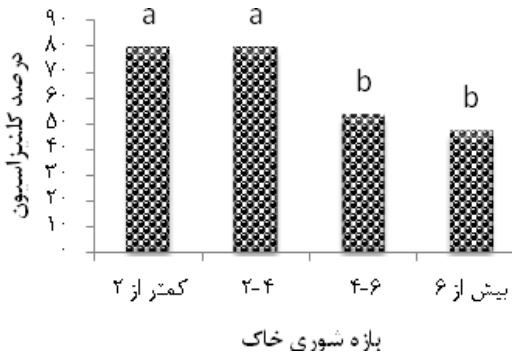
نتایج نشان داد که میزان شوری و pH خاک نیز از عوامل تأثیرگذار بر میزان همزیستی قارچ میکوریزا بودند. با کاهش pH (α=۵ درصد) و افزایش شوری (α=۱ درصد) خاک، درصد کلنیزاسیون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین میانگین درصد همزیستی میکوریزا مربوط به بازه شوری ۲-۰ دسی‌زیمنس بر متر بود (جدول ۲)، اما اختلاف معنی‌داری با بازه شوری ٤-۲ دسی‌زیمنس بر متر نداشت. شکل ۳، مقایسه میانگین درصد کلنیزاسیون را در بازه‌های مختلف شوری نشان می‌دهد. میزان کلنیزاسیون میکوریزایی در شوری‌های بیش از ٤ دسی‌زیمنس بر متر کاهش قابل‌توجهی پیدا کرد و بین بازه‌های ٦-٤ و بیش از ٦ دسی‌زیمنس بر متر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٢- وضعیت میکوریزایی نهال‌ها با توجه به شوری خاک.

بازه شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد کلنیزاسیون		
	حداقل	حداکثر	میانگین
< ٢	٤٢/٣	٩٧/٢	٧٩/٤٦
٢-٤	٦٠/٦	٩٢	٧٩
٤-٦	٣٣/٣	٨٥	٥٣/٣٢
>٦	٣٧	٥٨/٥	٤٧



شکل ٣- مقایسه میانگین درصد کلنیزاسیون نهال‌ها در بازه مختلف شوری.

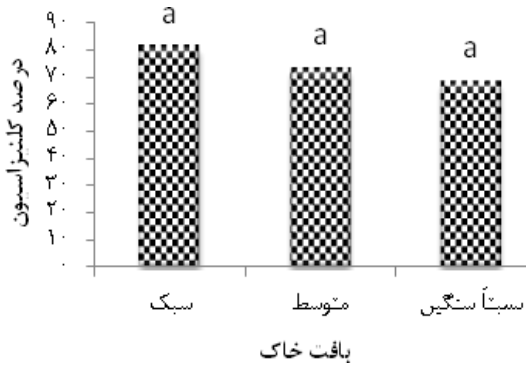
بافت خاک نمونه‌های مورد مطالعه، از خیلی سبک تا به‌نسبت سنگین متغیر بود و با توجه به نتایج جدول ٣، می‌توان گفت که حداکثر درصد همزیستی میکوریزی نمونه‌ها مربوط به خاک‌هایی با بافت سبک (شنی) و حداقل آن مربوط به بافت به‌نسبت سنگین (لوم رسی شنی) بود. همچنین بین مقدار سیلت، شن و رس با درصد کلنیزاسیون در سطح ٥ درصد رابطه معنی‌داری وجود داشت و با افزایش مقدار شن و کاهش مقدار سیلت و رس، درصد کلنیزاسیون افزایش یافت. بین گروه‌های اصلی بافت خاک از نظر درصد کلنیزاسیون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اگرچه درصد کلنیزاسیون نمونه‌ها در بافت‌های سنگین کاهش یافت، اما در این گروه بافتی نیز نمونه‌های با درصد کلنیزاسیون بالا وجود داشت (شکل ٤).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- وضعیت میکوریزایی نهال‌ها براساس بافت خاک.

نوع بافت	درصد کلنیزاسیون		
	حداقل	حداکثر	میانگین
خیلی سبک	۷۵/٦	۸۸/۵	۸۲/۰۵
سبک	۵۸/۵	۹۷/۲	۸۱
متوسط	٤۲/۳	۹٤/٤	۷۳/۲٦
نسبتاً سنگین	۳۳/۳	۹٤/۷	٦۸/٤۸



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر بافت خاک روی درصد کلنیزاسیون نهال‌های پسته.

وضعیت میکوریزایی گیاهان انتخابی: درصد کلنیزاسیون نمونه‌های سورگوم از حداقل ٤۵ تا حداکثر ۹۵، پیاز از حداقل ۳۲ تا حداکثر ۹٦، شبدر از حداقل ٦۹ تا حداکثر ۹٤ و پسته از حداقل ۳۳ تا حداکثر ۹۷ درصد متغیر بود. نتایج بررسی کلنیزاسیون گیاهان مورد مطالعه نشان داد که حداقل و حداکثر این صفت به‌ترتیب مربوط به گیاه پیاز و پسته و حداکثر همزیستی میکوریزایی نیز در گیاه شبدر وجود داشت (جدول ٤). از بین نمونه‌های مورد مطالعه برای هر گیاه، تعداد ۵ جدایه که دارای درصد کلنیزاسیون بیش‌تری بودند برای کشت گلخانه‌ای انتخاب شد. جدول ۵ نتایج درصد کلنیزاسیون جدایه‌های انتخابی هر گیاه را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

درصد کلنیزاسیون نمونه‌های سورگوم از حداقل ٤٥ تا حداکثر ٩٥، پیاز از حداقل ٣٢ تا حداکثر ٩٦، شبدر از حداقل ٦٩ تا حداکثر ٩٤ و پسته از حداقل ٣٣ تا حداکثر ٩٧ درصد متغیر بود. نتایج بررسی کلنیزاسیون گیاهان مورد مطالعه نشان داد که حداقل و حداکثر این صفت به‌ترتیب مربوط به گیاه پیاز و پسته و حداکثر همزیستی میکوریزایی نیز در گیاه شبدر وجود داشت (جدول ٤). از بین نمونه‌های مورد مطالعه برای هر گیاه، تعداد ٥ جدایه که دارای درصد کلنیزاسیون بیش‌تری بودند برای کشت گلخانه‌ای انتخاب شد. جدول ٥ نتایج درصد کلنیزاسیون جدایه‌های انتخابی هر گیاه را نشان می‌دهد.

جدول ٤- وضعیت میکوریزی گیاهان مورد مطالعه.

گیاه	درصد کلنیزاسیون		
	حداقل	حداکثر	میانگین
شبدر	٦٩	٩٤	٨٤/٥٦
پیاز	٣٢	٩٦/٤	٧٦/٠٨
پسته	٣٣/٣	٩٧/٢	٧٣/٥٣
سورگوم	٤٥	٩٥	٧١/٨٣

جدول ٥- درصد کلنیزاسیون جدایه‌های انتخابی برای کشت گلخانه‌ای.

شماره جدایه	گیاه انتخابی			
	پسته	شبدر	سورگوم	پیاز
١	٩١/٤	٩٤	٨٠	٩٤/٦
٢	٦٢/٥	٩٣	٦٠/٥	٩٦
٣	٩٣/٩	٩٠/٥	٩٥	٨٦
٤	٩١	٩٢	٨١	٩٣/٨
٥	٩٢/١	٩٣	٦٩	٩٢

www.SID.ir

Archive of SID

کشت گلخانه‌ای: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تأثیر تیمار جدایه‌ها بر ارتفاع ریشه در سطح ۵ درصد و بر سایر صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ٦).

صفات مربوط به اندام هوایی: نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در مورد وزن خشک ساقه تمامی جدایه‌ها، در مورد وزن تر ساقه به‌جز جدایه ۱ پسته و ۳ سورگوم، در مورد تعداد برگ به‌جز جدایه ۱ پسته و ۱ و ۳ سورگوم، تمامی دیگر جدایه‌ها نسبت به شاهد بدون تلقیح اختلاف معنی‌داری را ایجاد کردند. در مورد ارتفاع ساقه نیز ۱۲ جدایه از ۲۰ جدایه اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند. در مجموع تیمار شاهد کم‌ترین مقادیر عددی اندازه‌گیری شده در مورد تمامی صفات اندام هوایی را به خود اختصاص داد (جدول ۷). شکل ۵ اختلاف ارتفاع و وضعیت رشد رویشی اندام هوایی دانهال تلقیح شده با میکوریزا را در مقایسه با شاهد بدون تلقیح نشان می‌دهد.

صفات مربوط به ریشه: نتایج نشان داد که وزن تر ریشه به‌جز در جدایه ۳ سورگوم، وزن خشک به‌جز در جدایه ۱ پسته، حجم ریشه به‌جز در جدایه ۱ پسته و ۱ سورگوم، تمامی جدایه‌های دیگر نسبت به شاهد بدون تلقیح اختلاف معنی‌داری را ایجاد کردند. ارتفاع ریشه ۱۱ جدایه از ۲۰ جدایه اختلاف معنی‌داری با شاهد داشتند. به‌طورکلی، در صفات ریشه تیمار شاهد کم‌ترین مقادیر عددی اندازه‌گیری شده را به خود اختصاص داد (جدول ۷). شکل ٦ اختلاف ارتفاع و وضعیت رشد رویشی ریشه تلقیح شده شده با میکوریز را در مقایسه با شاهد بدون تلقیح نشان می‌دهد.

درصد کلنیزاسیون: تأثیر جدایه‌ها بر درصد کلنیزاسیون میکوریزایی ریشه‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ٦) و تمامی جدایه‌ها توانستند با ریشه‌ها همزیستی برقرار کنند. درصد کلنیزاسیون ریشه پسته با جدایه‌های مورد استفاده در این پژوهش از حداقل ٦۳ تا حداکثر ۸۸ درصد متغیر بود. جدایه ۵ پیاز توانست بالاترین میزان همزیستی را با ریشه دانهال پسته ایجاد کند و فقط با جدایه ۱ پسته تفاوت معنی‌داری داشت، دیگر جدایه‌های مربوط به پسته با جدایه ۵ پیاز در یک سطح آماری قرار گرفتند. این جدایه به‌طور میانگین از نظر سایر صفات نیز تفاوت بیش‌تری را ایجاد کرد (جدول ۷). در پایان نتایج مربوط به داده‌های کشت گلخانه‌ای این پژوهش نشان داد که در ابتدا تلقیح ریشه پسته با جدایه‌های میکوریز توانست در بیش‌تر موارد اختلاف معنی‌داری را نسبت به شاهد بدون تلقیح ایجاد کند و سپس بین جدایه‌های مورد استفاده از نظر درصد کلنیزاسیون و میزان تأثیر بر صفات رویشی دانهال نیز اختلاف قابل‌توجه و معنی‌داری وجود داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

مطالعات آزمایشگاهی: نتایج این بررسی بیانگر آن است که اگرچه وضعیت میکوریزایی نهال‌ها در مناطق مختلف از نظر شرایط اقلیمی و نوع خاک تغییرات قابل‌توجهی داشت، اما در تمامی مناطق مورد بررسی درصد کلنیزاسیون بیش از ٩٠ نیز وجود داشت. استائوم و همکاران (١٩٩٠) با تلقیح قارچ *G. mosseae* به نهال‌های پسته در شرایط تنش شوری نتیجه گرفتند که گیاه پسته با قارچ آربوسکولار به خوبی همزیستی میکوریزایی برقرار کرد که میزان این همزیستی در گیاهان شاهد بیش‌تر بود (استائوم و همکاران، ١٩٩٠). عقیده بر این است که قارچ‌های میکوریز آربسکولار میکوریزا در مناطق گرمسیری، نیمه‌خشک و ارتفاع کم فراوانی بیش‌تری دارند. تفاوت در فراوانی درصد کلنیزاسیون در مکان‌های نمونه‌برداری مختلف، در اثر تفاوت در رژیم آبیاری نیز گزارش شده است (پانوار و طرفدار، ٢٠٠٦). همچنین در بافت‌های خیلی‌سبک تا سبک، اختلاف کم‌تری بین میانگین درصد کلنیزاسیون نمونه‌ها وجود داشت، که شاید ناشی از وابستگی بیش‌تر گیاه به این همزیستی در خاک‌های با بافت سبک باشد. گائور و همکاران (٢٠٠٠) نشان دادند که سبزی‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و هویج (*Daucus carota*) تلقیح شده با قارچ‌های میکوریز وزیکولار- آربسکولار در خاک لوم شنی با کمبود مواد غذایی در شرایط مزرعه دارای وزن خشک ریشه و اندام هوایی بیش‌تری بودند. سبک بودن بافت خاک موجب تکثیر بهتر قارچ‌های میکوریز می‌شود. انتشاری و حاجی‌هاشمی (٢٠١٠) در آزمایشی بیان کردند با افزودن ماسه به خاک گلدان‌های سویا بستر گلدان‌ها از نظر سبک شدن بافت خاک، آزاد شدن برخی عناصر از رس و افزایش زبری خاک مساعد شد که همین امر موجب تکثیر و رویش مناسب‌تر قارچ‌های میکوریز به‌دلیل تأثیر احتمالی بافت خاک بر هوادهی گلدان‌ها شد (انتشاری و حاجی‌هاشمی، ٢٠١٠). اگرچه در بافت‌های متوسط و به‌نسبت سنگین نیز درصد کلنیزاسیون بیش از ٩٠ درصد نیز وجود داشت اما به‌نظر می‌رسد که درصد رس بر این صفت اثر معکوس دارد. نتایج این بررسی همچنین نشان داد تأثیر شوری بر درصد کلنیزاسیون تا شوری‌های متوسط (٤ دسی‌زیمنس بر متر)، ناچیز است و مقادیر بالاتر می‌تواند بر این نوع همزیستی اثر سوء داشته باشد. بر طبق نتایج جونیپر و آبوت (١٩٩٣) شوری در تشکیل همزیستی میکوریزائی تأثیر منفی دارد. همچنین در خاک‌های شور توانایی جوانه‌زنی اسپور

www.SID.ir

Archive of SID

و رشد هیف قارچ‌های میکوریزی کاهش می‌یابد و در نتیجه درصد کلنیزاسیون ریشه کم می‌شود (جونیپر و آبوت، ۱۹۹۳؛ امسی‌میلن و همکاران، ۱۹۹۸). کاهش درصد کلنیزاسیون بر اثر نمک کلرورسدیم، بیش‌تر به‌دلیل اثر مهاری آن بر رشد ریسه است (جونیپر و آبوت، ۱۹۹۳) و کاهش رشد ریسه ناشی از سمیت یونی یا تنش اسمزی به‌دست آمده از غلظت بالای یون‌ها در محلول خاک است (امسی‌میلن و همکاران، ۱۹۹۸). در ارتباط با اثر بازدارندگی شوری بر رشد قارچ‌های میکوریزی مختلف و کاهش کلنیزاسیون میکوریزی در گیاهان میزبان، گزارش‌های متعددی در دست است که با این نتایج مطابقت دارند (جیندال و همکاران، ۱۹۹۳؛ اجالا و همکاران، ۱۹۸۳). در این بررسی وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه در گیاهان پسته تلقیح‌شده در شرایط شور از گیاهان تلقیح‌نشده بالاتر بود. افزایش در رشد و تحمل شوری در پسته‌های میکوریزایی ممکن است به‌علت وضعیت بهتر تغذیه گیاهان باشد در این پژوهش نیز مشخص شد که گیاه پسته با قارچ میکوریزا به خوبی همزیستی ایجاد می‌کند.

کشت گلخانه‌ای: با توجه به نتایج کشت گلخانه‌ای، اندام‌های قارچی جمع‌آوری شده از باغ‌های پسته توانست مشابه حالت طبیعی با ریشه دانهال پسته همزیستی برقرار کند و باعث بهبود رشد گیاه شود و درصد کلنیزاسیون نیز مشابه حالت طبیعی تا بیش از ۸۰ درصد رسید. در آزمایشی مشخص شد که تلقیح با میکوریزا، سبب افزایش وزن خشک و ارتفاع و نیز محتوای فسفر، نیتروژن و پتاسیم گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیرمیکوریزایی شد (فهیمی و خواجه‌زاده، ۱۹۹۸). افزایش رشد می‌تواند به‌دلیل تغذیه بهتر گیاه در شرایط میکوریزی نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی باشد. آزمایش‌های منجونات و همکاران (۱۹۸۳) نشان داد که تلقیح مرکبات با قارچ *Glomus fasciculatum* سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه‌های گیاه شد (منجونات و همکاران، ۱۹۸۳). در مطالعات وینایاک و بگیاراج (۱۹۹۰) نیز گونه‌های مؤثر این نوع قارچ‌ها باعث بهبود معنی‌دار شاخص‌های رشدی مانند ارتفاع، قطر ساقه، وزن زیست‌توده و نیز جذب عناصر غذایی فسفر، روی و مس توسط پایه مرکبات پونسیروس (*Poncirus trifoliate*) شد (وینایاک و بگیاراج، ۱۹۹۰). جدایه‌های جدا شده از ریشه پیاز، شبدر و سورگوم مورد استفاده در این پژوهش نیز توانستند با ریشه پسته همزیستی بالایی برقرار کنند و باعث بهبود رشد اندام‌های هوایی و ریشه گیاه شوند، هر چند که جدایه‌های پیاز

www.SID.ir

Archive of SID

دارای درصد کلنیزاسیون بیش‌تری با ریشه بودند و نسبت به بقیه جدایه‌ها باعث بهبود بیش‌تر شاخص‌های رشدی دانهال شدند. ماهاور و آلوک (۲۰۰۰) گزارش کردند که تلقیح پیاز با قارچ‌های میکوریز موجب افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک اندام هوایی، مقدار فسفر اندام هوایی و عملکرد غده‌ها نسبت به گیاهان تلقیح‌نشده می‌گردد. در آزمایشی که توسط کارن و همکاران (۲۰۰۱) روی گیاه پیاز (*Allium cepa*) انجام گرفت نیز مشخص شد که تحت شرایط تلقیح میکوریزی نسبت به وضعیت غیرمیکوریزی، غلظت فسفر بافت بیش‌تر بود (کارن و همکاران، ۲۰۰۱). بلک (۱۹۹۷) مشاهده کرد که طول عمر ریشه شبدر (*Trifolium repens* L.) که با قارچ‌های میکوریز تشکیل همزیستی دادند بیش‌تر بود (بلک، ۱۹۹۷). صدوری (۲۰۰۲) قارچ‌های میکوریز آربسکولار همزیست گندم، جو، ذرت و سورگوم را مطالعه و ۲۱ گونه قارچی را جداسازی و معرفی نمود. به‌طور معمول گیاهان علوفه‌ای مانند سورگوم سودان گراس (*Sorghum sudanens*) و ذرت (*Zea mays*) به‌دلیل دارا بودن سیستم ریشه‌ای گسترده برای تکثیر اسپور قارچ‌های میکوریز به‌عنوان گیاه تله مورد استفاده قرار می‌گیرند (سیمپسون و دفت، ۱۹۹۰).

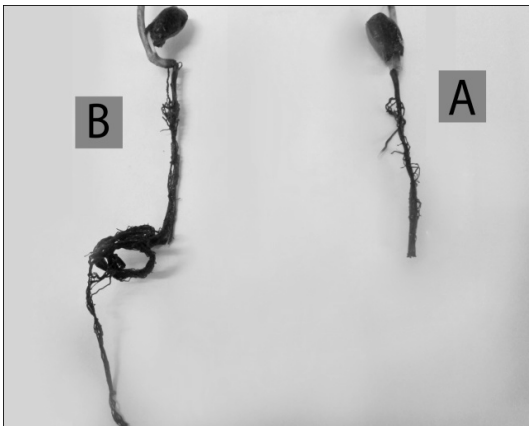
نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که ریشه‌های پسته دارای پتانسیل همزیستی قابل‌توجهی با قارچ‌های میکوریز وزیکولار آربسکولار بومی هستند. خصوصیات خاک از جمله عوامل مهم تأثیرگذار بر میزان همزیستی بین قارچ و ریشه پسته هستند. تلقیح ریشه پسته با جدایه‌های میکوریز می‌تواند اختلاف معنی‌داری را از نظر صفات رویشی ایجاد کند و جدایه‌های مختلف تأثیر متفاوتی از نظر توانایی اشغال ریشه و تأثیر بر رشد دانهال دارند. همچنین مشخص شد که جدایه‌های همزیست با گیاهانی که به‌طور عمومی از آن‌ها برای تکثیر و تهیه مایه تلقیح استفاده می‌شود نیز از توانایی قابل‌توجهی برای ایجاد همزیستی با ریشه پسته برخوردارند. بنابراین، با توجه به این‌که درختان پسته از توانایی به‌نسبت بالایی در ایجاد همزیستی با قارچ‌های میکوریز برخوردارند پیشنهاد می‌شود که مطالعات جامع‌تری در مورد جداسازی نمونه‌های بومی با کارآیی بالا از مناطق پسته‌خیز و استفاده کاربردی از آن‌ها صورت گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ٥-اندام هوایی دانهال پسته مایه‌زنی شده با میکوریز بعد از ٦٠ روز در شرایط گلخانه‌ای (A- گیاه شاهد، B- گیاهان تلقیح‌شده).



شکل ٦-ریشه دانهال پسته مایه‌زنی شده با میکوریز بعد از ٦٠ روز در شرایط گلخانه‌ای (A- گیاه شاهد، B- گیاهان تلقیح‌شده).

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در کشت گلخانه‌ای.

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)							
		ارتفاع ساقه	ارتفاع ریشه	وزن تر ساقه	وزن تر ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	تعداد برگ	حجم ریشه	درصد کلنیزاسیون
تیمار	٢٠	٦/٦٠**	٦/١٧*	٠/٠٦١**	٠/٠٥٤**	٠/٠٢٧**	٠/٠٣٤**	٣/٧٤**	٠/٤٠**	٩٧٨/٢٢**
خطا	٤٢	٢/٢٢	٢/٧١	٠/٠٠٤	٠/٠٠٢	٠/٠٠٠٤	٠/٠٠٠٤	٠/٧٩	٠/٠١٨	٢٢/٨
ضریب تغییرات (درصد)		١٢	١٦	١٠/٤	١١	١٠/٠٥	١٠/٣	١٠/٢	٩/٨	٦/٥

*معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد و **معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٧- مقایسه میانگین تأثیر جدایه‌های مختلف بر برخی شاخص‌های اندام هوایی و ریشه دانهال پسته.

شماره جدایه	مشخصات جدایه	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد برگ	حجم ریشه (سانتی مترمکعب)	درصد کلنیزاسیون
١	شاهد	٨/٣^{e}	٦/٣^{d}	٠/٣^{i}	٠/١٣^{ij}	٠/٠٣^{j}	٠/٠٠٨^{h}	٦^{d}	٠/٧٦^{j}	٠^{f}
٢	جدایه ١ پسته	١٠/٤^{cde}	٨/٣^{bcd}	٠/٤١^{hi}	٠/٢٥^{hi}	٠/١١^{hi}	٠/٠٢^{h}	٦/٦٦^{cd}	٠/٩^{hij}	٧٤/٦٦^{cd}
٣	جدایه ٢ پسته	١٢/١^{abcd}	٩/٣^{abcd}	٠/٦٦^{bcdef}	٠/٥٤^{abcd}	٠/١٤^{efg}	٠/٢٨^{c}	٩/٣٣^{ab}	١/٦٦^{b}	٨٧/٣٣^{ab}
٤	جدایه ٣ پسته	١١/٤^{abcd}	٩/٨^{abc}	٠/٦٣^{cdef}	٠/٤٣^{ef}	٠/١٦^{def}	٠/١٤^{ef}	٨/٦٦^{ab}	١/٢٣^{efg}	٧٩/٤٣^{abc}
٥	جدایه ٤ پسته	١٢/٥^{abcd}	١٠^{abc}	٠/٨١^{a}	٠/٥٣^{abcd}	٠/٣٧^{a}	٠/٢٥^{cd}	٩/٦٦^{ab}	١/٧٦^{ab}	٨٠/٦٦^{abc}
٦	جدایه ٥ پسته	١٣^{abcd}	١٠^{abc}	٠/٥٨^{ef}	٠/٤٣^{ef}	٠/١٥^{efg}	٠/١٦^{e}	٩/٦٦^{ab}	١/٢^{efg}	٨١^{abc}
٧	جدایه ١ سورگوم	٩/٧^{de}	٧/٦^{cd}	٠/٤٥^{gh}	٠/٢٥^{hi}	٠/١٢^{gh}	٠/٠٤^{gh}	٧^{cd}	٠/٩٤^{hij}	٦٥^{e}
٨	جدایه ٢ سورگوم	١٢/٣^{abcd}	١٠^{abc}	٠/٥٦^{fg}	٠/٣٨^{fg}	٠/١٦^{defg}	٠/١٢^{ef}	٨^{bc}	١/٢٢^{efg}	٧٩^{bc}
٩	جدایه ٣ سورگوم	٩/٩^{de}	٨/٣^{bcd}	٠/٣٣^{ij}	٠/١٩^{ij}	٠/٠٨^{i}	٠/٠٥^{g}	٧^{cd}	٠/٨٧^{jil}	٦٣/٣٣^{e}
١٠	جدایه ٤ سورگوم	١٣/٦^{ab}	١١/٣^{ab}	٠/٨١^{a}	٠/٥٨^{ab}	٠/٣٧^{a}	٠/٣٢^{b}	٩/٣٣^{ab}	١/٩٣^{a}	٨٠/٣٣^{abc}
١١	جدایه ٥ سورگوم	١٠/٦^{cde}	٩/٣^{abcd}	٠/٥٥^{fg}	٠/٣٢^{gh}	٠/١٤^{fgh}	٠/١١^{f}	٨^{bc}	١/٠٧^{ghi}	٦٩/٣٣^{de}

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۷-

شماره جدایه	مشخصات جدایه	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	طول ریشه (سانتی متر)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد برگ	حجم ریشه (سانتی‌متر مکعب)	درصد کلنیزاسیون
۱۲	جدایه ۱ پیاز	۱۲/۱^{abcd}	۱۰/۸^{abc}	۰/۷^{abcde}	۰/۵٤^{abcd}	۰/۲۳^{c}	۰/۳۳^{b}	۹/۳۳^{ab}	۱/۷۳^{ab}	۷٤/۳۳^{cd}
۱۳	جدایه ۲ پیاز	۱۳/۷^{ab}	۱۱/۳^{a}	۰/۷٤^{abc}	۰/۵۵^{abc}	۰/۲۲^{c}	۰/۲۷^{c}	۹/٦٦^{ab}	۱/۷۳^{ab}	۷۵/۳۳^{cd}
۱٤	جدایه ۳ پیاز	۱۰/۸^{bcde}	۹/۱^{abcd}	۰/٦۱^{def}	۰/٤^{fg}	۰/۱۸^{de}	۰/۱۵^{e}	۹^{ab}	۱/۱۳^{fgh}	۸۰/٦٦^{abc}
۱۵	جدایه ٤ پیاز	۱۰/٦^{cde}	۸/۳^{bcd}	۰/٦۲^{cdef}	۰/٤۵^{def}	۰/۱٤^{efg}	۰/۲۲^{d}	۱۰^{a}	۱/۳۳^{def}	۸۳/۳۳^{abc}
۱٦	جدایه ۵ پیاز	۱۳/۹^{a}	۱۱/٦^{a}	۰/۷۸^{ab}	۰/٦۱^{a}	۰/۳۳^{b}	۰/۳۳^{a}	۹/۳۳^{ab}	۱/۹۳^{a}	۸۸/۳۳^{a}
۱۷	جدایه ۱ شبدر	۱۱^{bcde}	۹/٦^{abc}	۰/۷۱^{abcd}	۰/٤٦^{cdef}	۰/۲۲^{c}	۰/۲۳^{d}	۹^{ab}	۱/٤^{cde}	٦۹^{de}
۱۸	جدایه ۲ شبدر	۱۲/۳^{abcd}	۹/۳^{abcd}	۰/۵۸^{ef}	۰/۳۹^{fg}	۰/۱۵^{efg}	۰/۱۲^{ef}	۸/٦٦^{ab}	۱/۱^{ghi}	۷۵/٦٦^{cd}
۱۹	جدایه ۳ شبدر	۱۳/٦^{ab}	۱۱/۹^{a}	۰/۷۷^{ab}	۰/۵۵^{abcd}	۰/۳۱^{b}	۰/۳۲^{b}	۹/۳۳^{ab}	۱/۷۳^{ab}	۷۵/۳۳^{cd}
۲۰	جدایه ٤ شبدر	۱۳^{abc}	۱۱/۲^{ab}	۰/۷۳^{abcd}	۰/۵۱^{bcde}	۰/۱۹^{d}	۰/۲۲^{d}	۹^{ab}	۱/٦۳^{bc}	۸۲/۳۳^{abc}
۲۱	جدایه ۵ شبدر	۱۱/۳^{abcd}	۱۰^{abc}	۰/٦۷^{bcdef}	۰/۵۲^{abcd}	۰/۲۹^{b}	۰/۲۷^{c}	۹^{ab}	۱/۵٦^{bcd}	٦۷^{de}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بدون اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1.Abdolahi Ezzatabadi, M. 1996. Economic evaluation of methods of agricultural water provition in Rafsanjan city. M.Sc. Thesis, Shiraz University. (In Persian)

2.Agricultural Statistics. 2006. The first volume, Horticultural and agricultural products, Crop year 2004-2005, Agricultural Ministry of Planning and Economic Affairs, Office of Statistics and Information Technology, Tehran, Iran.

3.Aliasgharzadeh, N., Saleh Rasrin, 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.

4.Al-Karaki, G.N. 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. Mycorrhiza. 10: 51-54.

5.Asghari, H., Marschner, P., Smith, S., and Smith, F. 2005. Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. Plant Soil. 273: 245-256.

6.Auge, R.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza. 11: 3-42.

7.Black, K.E. 1997. Root longevity as affected by biotic and abiotic factors. Ph.D. Thesis, University of Aberdeen.

8.Cavagnaro, T., Gao, L.F., Smith, A., and Smith, S.E. 2000. Morphology of arbuscular mycorrhiza is influenced by fungal identity. New Phytology. 5: 469-475.

9.Charron, G., Furlan, V., Bernier-Cardou, M., and Doyon, G. 2001. Responses of onion plants to arbuscular mycorrhizae. Effect of inoculation method and phosphorus fertilization on biomass and bulb firmness. Mycorrhiza. 11: 187-197.

10.Colla, G., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Tullio, M., Rivera, C.M., and Rea, E. 2008. Alleviation of salt stress byarbuscular mycorrhizal in zucchiniplants grown at low and highphosphorus concentration. Biol. Fertill. Soils. 44: 501-509.

11.Dixon, R., Garrett, K., and Cox, G. 1989. Boron fertilization vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization and growth of Citrus Lush. J. Plant. Nutr. 12: 687-700.

12.Enteshari, Sh., and Hajihashemi, F. 2010. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on nodulation and root absorption of some nutrients in soybean under salt stress conditions. J. Plant. Prot. 24: 3. 315-323.

13.Estaum, M.V. 1990. Effect of sodium chloride and mannitol on germination and hyphal growth of the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. Agric. Ecosyst. Environ. 23: 123-129.

14.Fahimi, H., and Khajehzadeh, H. 1998. The effects of mycorrhizal infection on the induction of tolerance toward salinity by *Pistachia vera*, Department of Biology. University of Tehran. Iran. J. Sci. Univ. Tehran (Sec. D. Biology). Pp: 191-199.

15.Fortin, J.A., Becard, G., Declerck, S., Dalpe, Y., Coughlan, A.P., and Piche, Y. 2002. Arbuscular mycorrhiza on root-organ cultures. Can. J. Bot. 80: 1-20.

www.SID.ir

Archive of SID

16.Furlan, V., Fortin, J.A., and Plenchette, C. 1983. Effects of different vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Fraxinus americana*. Can. J. For. Res. 13: 589-593.
17.Gaur, A., Adholeya, A., and Mukergi, K.G. 2000. On farm production of VAM inoculums and vegetable crops in marginal soil amended with organic matter. Tropical Agric. (Trinidad) 77: 1. 21-26.
18.Gerdemann, G.W. 1965. Vesicular-arbuscular mycorrhiza formed on maize and tuiptree by *endogone fasciculate*. Mycorrhiza. 57: 562-575.
19.Giri, B., Kapoor, R., and Mukerji, K.G. 2007. Improved tolerance of Acaceanilotica to salt stress yarbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum* maybe partly related to elevated K/Na ratios in root and shoot tissues. MicrobEcol. 54: 753-60.
20.Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. 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. 81: 4. 77-79.
21.Hartig, T. 1840. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Förstnersche Verlagsbuchhandlung, Berlin.
22.He, Z., He, C., Zhang, Z., Zou, Z., and Wang, H. 2007. Changes of antioxidative enzymes and cell membrane osmosis in tomato colonized by arbuscular mycorrhiza under NACL stress. colloids surf. B: Biointerfaces. 59: 128-133.
23.James, B., Rodel, D., Lorettu, U., Reynaldo, E., and Tariq, H. 2008. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna spectabilis*. Pak. J. Bot. 40: 5. 2217-2224.
24.Jindal, V., Atwal, A., Sekhon, B.S., and Singh, R. 1993. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae on metabolism of moong plants under NaCl salinity. Plant Physiol. Bioch. 31: 475-481.
25.Johnson, N., Zak, C.D.R., Tilman, D., and Pfleger, G. 1991. Dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizae during old field succession. Oecologia. 86: 349-358.
26.Juniper, S., and Abbott, L.K. 1993. Vesicular arbuscular mycorrhizas and soil salinity mycorrhiza. 4: 45-57.
27.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 Technol. 93: 307-311.
28.Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2002. *Glomus macrocarpum* a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World J. Microb. Biot. 18: 5. 459-463.
29.Kumar, S., Seema, C.P., and Garampalli, H. 2012. Occurrence and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural fields. World J. Sci. Tech. 2: 2. 1-7.

www.SID.ir

Archive of SID

30.Li, X., and Christie, P. 2001. Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn-contaminated soil. Chemosphere. 42: 2. 201-207.
31.Mahaveer, P.S., and Alok, A. 2000. Enhanced growth and productivity following inoculation with indigenous AM fungi in four varieties of onion (*Allium cepa* L.) in an alfisol. Biol. Agric. Hortic. 18: 1-14.
32.Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press, London, UK.
33.Manjunath, A., Mohan, R., and Bagyaraj, D.J. 1983. Response of citrus to vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculation in unsterile soil. Can. J. Bot. 61: 2729-2732.
34.Mansori, H., Ahmadimoghadam, A., and Rohani, N. 2007. Mycorrhizal and Nonmycorrhizal bean response to salt stress. Iran. J. Biol. 20: 80-88.
35.McMillen, B.G., Juniper, S., and Abbott, L.K. 1998. Inhibition of hyphal growth of a Vesicular arbuscular mycorrhizal fungus in soil containing sodium chloride limits the spread of infection from spores. Soil Biol. Biochem. 30: 1639-1646.
36.Ojala, J.C., Jarrell, M.W., Menge, J.A., and Johnson, E.L.V. 1983. Infiuence of mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. Agronomy. 75: 225-259.
37.Panwar, J., and Tarafdar, J.C. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungal dynamics under Mitragyna parvifolia (Roxb.) Korth. InThar Desert. Appl. Soil Ecol. 34: 200-208.
38.Pawlowska, T.E., Chaney, R.L., Chin, M., and Charvet, I. 2000. Effects of metal phytoextraction practice on the indigenous community of arbuscular mycorrhizal fungi at a metal contaminated land fill. Appl. Environ. Microbiol. 66: 6. 2526-2530.
39.Phillips, J.M., and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Mycol. Soc. 55: 158-160.
40.Rabie, G.H., and Almadani, A.M. 2005. Role of bioinoculants in development of salt tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress. Afr. J. biotechnol. 4: 3. 210-222.
41.Rajapakse, S., Ghton, C., and Miller, J. 1992. Methods for studing vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. Methods in microbiology. 24: ISBN 0-12-521524-X.
42.Simpson, D., and Daft, M.J. 1990. Interactions between water-stress and different mycorrhizal inoculation plant growth and mycorrhizal development in maize and sorghum. Plant and Soil. 121: 179-186.
43.Sodory, M. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus* species of the introduction Iran. J. Agric. Natur. Resour. Ninth year. Number One. Pp: 15-30.
44.Vinayak, K., and Bagyaraj, D.J. 1990. Vesicular-arbuscular mycorrhizae screened for Troyer citrange. Biol. Fertil. Soils. 9: 311-314.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 4(3), 2014
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Investigation of mycorrhizal colonization of Pistachio (*Pistacia vera*) seedlings in Kerman province and evaluation of some isolates via greenhouse experiment

F. Salajegheh Tezerji[1], *M. Sarcheshmehpour[2] and H. Mohammadi[3]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[3]Assistant Prof., Dept. of Plant Pathology, Shahid Bahonar University of Kerman
Received: 07/06/2013; Accepted: 10/01/2013

Abstract

Mycorrhizal status of pistachio seedling in Kerman province in regard to region and some soil properties and also symbiotic potential of Sorghum, clover and onion isolates with pistachio seedling were evaluated in this research. 72 samples of pistachio nurseries and 67 samples of Sorghum, clover and onion farms were gathered from Kerman province and mycorrhizal colonization percent of their roots were determined after clearing with KOH and staining with Tryphan blue. All soil samples were analyzed for EC and pH and then for soil texture of samples with different colonization percent. The result showed that all of samples had mycorrhizal symbiosis and the colonization percent was varied from minimum 33 to maximum 97 percent. The colonization percent of Kerman, Mahan and Bardsir samples was related mainly to 75-100% range, but 25-50% for Zarand samples. Based on regression test, there was a significant relation between soil texture and pH (α=5%) and also EC (α=5%) with colonization percent. The colonization percent were decreased significantly in soil salinity more than 4 dS/m. Inoculation of pistachio seedling with 20 mycorrhizal isolates of pistachio, sorghum, onion and clover plants via a greenhouse experiment showed that all isolates had colonization potential of pistachio roots after 60 days and colonization percent was varied from minimum 63 to maximum 88 percent. Inoculation of Pistachio seedlings with selected isolates had significant effect on most vegetative index of seedlings in compare to control treatment.

Keywords: Kerman province, Pistachio, Isolates, Mycorrhizal symbiosis, colonization percent

* Corresponding Authors; Email: msarcheshmeh@uk.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir