نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۶۷۶-۶۶۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No.4, Winter. 2014, p. 666-676

تاثیر تلقیح قارچ میکوریزا بر استقرار اولیه و خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی آویشن باغی در شرایط عرصه طبیعی

ریحانه عظیمی[1*]- محمد جنگجو[2]- حمیدرضا اصغری[3]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۲/۲۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۴/۱۸

چکیده

اگرچه کشت و بهره‌برداری از گیاهان دارویی در عرصه‌های طبیعی هزینه‌ی کمتری نسبت به روش‌های زراعی دارد. امّا سرعت رشد بسیار پایین گونه‌ها موجب محدودیت استقرار کاشت در عرصه‌های طبیعی می‌شود. این آزمایش به منظور بررسی امکان افزایش درصد استقرار و سرعت رشد نهال-های گیاه آویشن (*Thymus vulgaris*) در مرتع بهارکیش قوچان در سال ۹۱ انجام شد. بذرهای آویشن ابتدا در شرایط گلخانه (سینی‌های کشت) کاشته و پس از ۴۵ روز با دوگونه میکوریزا *Glomus mosseae* و *G.intraradices* تلقیح گردید. پس از یک ماه نهال‌های گلدانی به عرصه منتقل و به صورت طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در مساحتی حدود ۳۶۰۰ مترمربع کشت شد. نتایج نشان داد که درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن‌باغی با گونه *G.mosseae* حدود ۹۲ درصد و با میکوریزا *G.intraradices* حدود ۶۸ درصد بود. اگرچه در ابتدای فصل رویش تلقیح میکوریزا در استقرار این گیاه تاثیر معنی‌داری نداشت، ولی در انتهای فصل، همزیستی قارچ میکوریزا گونه *G.mosseae* به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) سبب افزایش استقرار گیاه آویشن شد و استقرار این گیاه را تا ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن‌باغی با میکوریزا *G.mosseae* سبب افزایش وزن خشک کل گیاه، برگ، ساقه، ریشه و ارتفاع گیاه آویشن‌باغی شد، در حالی‌که همزیستی با *G. intraradices* سبب کاهش برخی از این صفات شد یا اینکه اثری نداشت. با توجه به نتایج مطالعه چنین به‌نظر می-رسد که کاشت گلدانی گیاه آویشن‌باغی تلقیح شده با قارچ *G.mosseae* می تواند روش موفقی برای تکثیر آن درطبیعت باشد و می‌تواند تاثیر مطلوبی روی استقرار گیاه آویشن باغی در مراتع داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: کلونیزاسیون، کود بیولوژیک، نشاءکاری

مقدمه

اهمیت و جایگاه گیاهان دارویی در حفظ و پایداری اکوسیستم‌ها، توسعه اقتصادی در سطح کلان، شاخص‌های زیست محیطی، اشتغال، امنیت غذایی، ذخایر ژنتیکی، خودکفایی و امنیت دارویی بر کسی پوشیده نیست (۷). یکی از آشناترین گیاهان دارویی در سطح دنیا «آویشن باغی» است که با نام علمی *Thymus vulgaris* و نام عمومی Thyme شناخته شده است (۲). گیاه دارویی آویشن‌باغی از گیاهان تیره نعناعیان (Lamiaceae) است (۳). این گیاه به صورت ترکیب‌های معطر غذایی در اکثر فرآورده‌های مهم استفاده می شود و در نواحی مدیترانه و برخی نواحی آسیا می‌روید و امروزه در ایران نیز کشت و تولید می شود (۴).

گیاهان دارویی اهلی شده از نظر کیفی در مقایسه با گونه‌هایی که از طبیعت جمع‌آوری می‌شوند در سطح نازلتری قرار دارند (۲۴ و ۴۲). زیرا خصوصیت دارویی این گیاهان عمدتا ناشی از وجود متابولیت‌های ثانویه‌ای است که در محیط رشد طبیعی و به ویژه در شرایط خاصی از تنش و از جمله رقابت با گونه‌های هم‌جوار به غلظت آن‌ها افزوده می‌شود که جز در عرصه‌های طبیعی چنین شرایطی حاصل نمی‌شود (۴۸). زیرا در کشت گیاهان دارویی به صورت زراعی حساسیت گونه‌ها به آفات و بیماری‌ها افزایش یافته و برخی از کارکردهای اکولوژیکی آن‌ها حذف می‌شود و لذا از کیفیت چندانی برخوردار نیستند (۹). همچنین کشت زراعی گیاهان دارویی به دلایل مختلفی از جمله سرعت رشد پایین، نیازهای محیطی خاص، سرعت جوانه‌زنی پایین، خواب بذر و حساسیت به برخی آفات و بیماری‌ها چندان ساده نیست و گاهی اصلاً میسر نمی‌باشد (۲۹ و ۴۲). چون

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری و دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Reyhaneazimi90@yahoo.com)
۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

Archive of SID
www.SID.ir

اکثر بررسی‌ها بر روی گیاهان و در شرایط مزرعه انجام شده است، لذا این تحقیقات بیشتر، بر روی بررسی اثرات میکوریزا بر گیاه دارویی آویشن‌باغی در عرصه‌های طبیعی اجتناب ناپذیر است.

نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که در شرایط عرصه‌های طبیعی و در اکوسیستم های طبیعی۹۰ درصد ریشه گیاهان در طبیعت با میکوریزاها همزیستی دارند(۱۲). میکروارگانیسم‌های خاک در چرخه عناصر غذایی نقش مهمی دارند و در فرآیند تجدید پوشش‌گیاهی نیز نقش به‌سزایی ایفا می‌کنند (۴۵).

همزیستی گیاهان با قارچ میکوریزا علاوه بر اثرات مثبت بر کمیت، دارای اثرات مثبت زیادی بر کیفیت می‌باشد. همزیستی با میکوریزا اثرات سوء ناشی از فقر عناصر غذایی و تنش‌های خشکی و شوری را کاهش (۴۱، ۴۸۷ و ۵۳) و رشد گیاه، جذب عناصرغذایی نظیر نیتروژن، فسفر، برگشت‌پذیری (پس از تنش) و تحمل گیاه را افزایش می‌دهد (۲۱). احیاء پوشش‌گیاهی یکی از بهترین و موثرترین راه‌ها جهت کاهش تخریب خاک و جلوگیری از گسترش آن به مناطق مجاور است (۲۷ و ۵۱). بنابراین مدیریت جوامع میکروبی با تاکید بر جهت‌دهی همزیستی میکوریزایی می‌تواند نقش مهمی در احیاء اکوسیستم‌های تخریب شده داشته باشد (۳۹). نتایج مطالعه رای و همکاران (۳۸) نشان داد که همزیستی با میکوریزا علاوه بر افزایش پارامترهای رشد، مراحل نمو گیاه را نیز تسریع بخشید. در برخی از تحقیقات همزیستی میکوریزا با گیاهان موجب افزایش سرعت توالی در طبیعت و ابزاری مفید جهت احیا اکوسیستم‌های نیمه‌خشک استفاده شد (۲۶ و ۴۵). در آزمایش بارآ و همکاران (۱۱) میکوریزاها را تکنیکی جهت احیا و بازسازی عرصه‌های طبیعی و مناطقی که خاک سطحی و پوشش گیاهی آن تخریب یافته بود معرفی شد. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی توانایی کاربرد قارچ های میکوریزا به عنوان یک قارچ همزیست و سازگار با طبیعت به‌منظور افزایش تولید و استقرار اولیه گیاه آویشن باغی و روش گلدانی به عنوان تکنیکی جهت اصلاح و احیا مراتع در راستای بهبود استقرار گیاهان با توجه به اصول کشاورزی اکولوژیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

این پژوهش در مرتع ییلاقی بهارکیش از توابع شهرستان قوچان در استان خراسان‌رضوی در سال ۱۳۹۱ انجام شد. متوسط بارندگی منطقه بر اساس درون‌یابی انجام شده از ایستگاه هواشناسی بار نیشابور ۳۴۶ میلی‌متر است، که عمدتا به صورت برف و در ماه‌های سرد سال اتفاق می‌افتد. منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک فراسرد است. از نظر پستی و بلندی، دارای شیب‌های تند و جهت آن‌ها عموما شمالی است، که در ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۳۲۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. برای انجام این آزمایش، یک قطعه پنج هکتاری انتخاب و از ورود دام به آن جلوگیری شده قطعه مورد نظر در حدود ارتفاع ۲۵۰۰-۲۴۰۰ متری از سطح دریا و در جهت شیب شمالی واقع شده بود. از آنجایی که هدف این تحقیق بررسی اثر شیب و جهت نبود، سایت مطالعاتی به گونه‌ای انتخاب شد که این عوامل کم‌ترین تاثیر را داشته باشند. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام شد و با ارسال نمونه خاک به آزمایشگاه خاکشناسی، خصوصیات آن تعیین شد (جدول۱) (۵).

کاشت و تلقیح میکوریزایی

ابتدا بذر گونه دارویی آویشن در سینی‌های نشاء ۱۶۰ تایی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (۲۵ بهمن‌ماه سال ۱۳۹۰) کشت شد. نشاهای حاصل پس از یک ماه به گلدان‌های کاغذی (ابعاد ۷×۹) که هر گلدان حدود ۱۶۰ گرم خاک گنجایش داشت منتقل و در تیمارهای جداگانه با دو گونه میکوریزا *Glomus mosseae* و *G. intraradices* تلقیح گردید. خاک میکوریزایی از شرکت زیست فناورتوران تهیه شد که داخل هر گرم از خاک حداقل ۵۰ عدد اسپور زنده وجود داشت. ماده تلقیح شامل خاک+اسپور+ریشه گیاهان+هیف‌های قارچ میکوریزی بود. مقدار ماده تلقیح میکوریزا به خاک گلدان یک به ده (۱:۱۰) بود، که ماده تلقیح به صورت لایه لایه به خاک گلدان اضافه شد. قبل از کاشت نهال‌ها در گلدان ابتدا آن را در خاک میکوریزایی غلتانده و پس از آن در گلدان کاشته شد، پس از آن زمانی که ارتفاع گیاهان حدود ۵-۳ سانتی‌متر رسید گلدان‌ها را به بیرون گلخانه منتقل شد و پس از یک هفته گلدان‌ها در تاریخ ۱۷ فروردین‌ماه سال ۹۱ به عرصه‌ی مورد مطالعه در منطقه بهار کیش قوچان انتقال یافت و در عرصه به صورت طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در مساحتی حدود ۳۶۰۰ مترمربع کشت شد.

ارزیابی از گیاهان استقرار یافته

ارزیابی استقرار نشاءها در دو مرحله (۱۵ خرداد و مرداد ماه) انجام شد. اولین شمارش پایه‌های استقرار یافته در ۱۵خردادماه صورت گرفت. سپس در ۱۵ مردادماه در مرحله بذردهی و قبل از ریزش برگ‌ها علاوه بر شمارش پایه‌های استقرار یافته، ارتفاع آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد بدین‌منظور از هر تیمار نه گیاه بصورت تصادفی انتخاب و بصورت کامل از خاک خارج شد. طول ریشه نمونه‌ها از یقه تا نوک ریشه با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد و اعداد به دست آمده بر حسب واحد سانتی‌متر گزارش شد. پس از اندازه‌گیری طول ریشه و طول ساقه نمونه‌ها بصورت جداگانه در پاکت کاغذی قرار داده شد و پس از خشک کردن در سایه، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند. وزن خشک ساقه، ریشه و برگ با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- برخی مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک منطقه

ازت (٪)	ماده آلی (٪)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	کلسیم ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته خاک	بافت خاک
۰/۱۴	۱/۸۸	۲۵/۴۷	۳۰۶/۶۷	۲/۱	۰/۰۴	۷/۵۳	شنی لوم

برای تعیین درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن با تیمار میکوریزا، قسمتی از ریشه تازه گیاهان حدود ۰/۲ گرم به صورت تصادفی انتخاب شده و پس از شستشوی کامل با آب به اندازه‌های یک سانتی‌متری قطع و جهت آماده‌سازی، نمونه‌ها به داخل شیشه‌های حاوی محلول ۱۰ درصد KOH منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس ریشه‌ها شسته شده و جهت خنثی کردن محیط قلیایی به مدت دو دقیقه در محلول یک دهم مولار HCl قرار داده شدند. جهت رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از روش تغییریافته فیلیپس و هیمن (۳۳) استفاده گردید. پس از رنگ‌آمیزی ریشه‌ها، برای تعیین درصد کلونیزه شدن قارچ میکوریز با ریشه‌ها از روش جیووانتی و موسه (۲۳) استفاده شد. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار پایگاه اطلاعاتی Excel دسته‌بندی و نمودارهای مربوط تهیه شد. برای انجام آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS ver.18 و Minitab ver.16 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن با تیمار میکوریزا

اثر تلقیح دو نوع میکوریزا بر میزان همزیستی ریشه گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول۲).

با گذشت زمان از ابتدا به انتهای فصل رویش درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن با قارچ میکوریزا حدود ۱۴ درصد افزایش یافت (شکل۱).

جدول۲- تجزیه واریانس تاثیر زمان و دو گونه میکوریزا بر همزیستی و استقرار نهال آویشن‌باغی

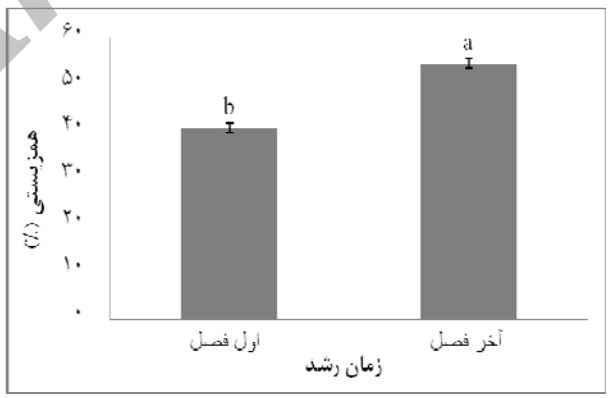
منابع تغییر	درجه آزادی	همزیستی	استقرار
تکرار	۲	۶/۲	۲۰۵/۵۶
میکوریزا	۲	۱۰۰۳۰/۲**	۱۱۰۵/۶**
خطای اصلی	۴	۳/۶	۲۵۵/۵۶
فصل رویش	۱	۸۵۴/۲**	۲۰۰۵/۶**
میکوریزا * فصل رویش	۲	۱۳۱/۶**	۲۰۵/۶ ^{ns}
خطای فرعی	۶	۹۰/۷	۳۸/۸۹

مقادیر میانگین مربعات MS نشان داده شده است.

##، # وns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌دار

مقایسات میانگین اثرات نوع میکوریزا در ابتدا و انتهای فصل رویش نشان داد که مقدار درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن باغی با تیمار میکوریزا *G. mosseae* به طور معنی‌داری بیشتر از درصد کلونیزه شدن ریشه این گیاه با میکوریزا *G. intraradices* بوده است و این اختلاف با گذشت زمان افزایش یافت. از ابتدای فصل رویش به انتهای فصل رویش مقدار درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن باغی با تیمارهای میکوریزا *G. mosseae* و *G. intraradices* به ترتیب به میزان ۲۳ و ۱۵ درصد افزایش یافت (شکل۲).

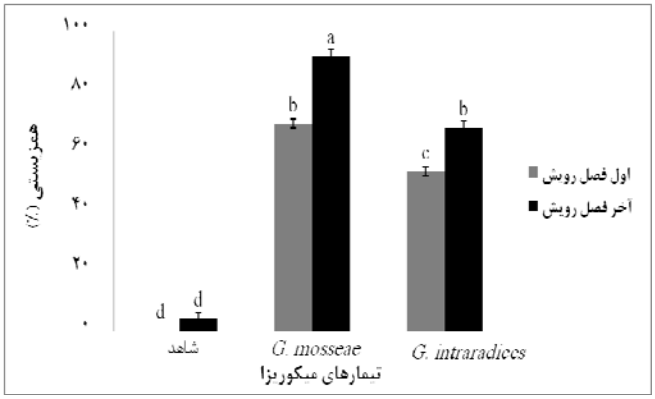
در این تحقیق مشخص شد که گیاه آویشن باغی قادر به همزیستی با قارچ میکوریز است و همچنین درصد همزیستی آن با گونه میکوریز *G. mosseae* بیشتر از *G. intraradices* بود. درصد همزیستی قارچ‌های میکوریز با گذشت زمان افزایش یافت.



شکل ۱- درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن‌باغی با دو گونه میکوریزا در ابتدا و انتهای فصل رویش. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی-داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای میکوریزا و فصل رویش بر درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن‌باغی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

این نتایج تایید کننده یافته‌های سایر محققان همخوانی دارد مبنی بر این که گیاه دارویی آویشن‌باغی با میکوریزاهای جنس Glomus (۵۱) به ویژه *G. intraradices* و *G. mosseae* همزیستی دارد (۴۰ و ۴۱). در مطالعه ساسانلی و همکاران (۴۱) درصد کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن باغی با میکوریزا *G. mosseae* حدود ۹۴/۵ درصد گزارش شد.

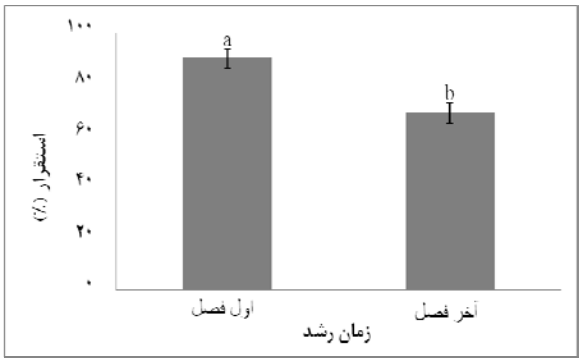
اثر همزیستی میکوریزایی بر میزان استقرار آویشن

به‌طور کلی از بررسی میانگین همه‌ی تیمارها (میکوریزا و غیرمیکوریزایی) مشخص شد که از ابتدا به انتهای فصل رویش استقرار اولیه گیاه آویشن باغی به طور معنی‌داری (حدود ۲۱ درصد) کاهش یافت (شکل۳).

تیمارهای مختلف میکوریزا به طور کلی تاثیر معنی‌داری بر افزایش استقرار نهال‌ها در ابتدا و انتهای فصل رویش داشت (جدول۲). در ابتدای فصل رویش تلقیح میکوریزا تاثیر به‌سزایی بر استقراراولیه گیاه آویشن نداشت (شکل ۴).

در انتهای فصل رویش درصد استقرار نهال‌های تلقیح شده با میکوریزا *G. mosseae* به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار *G. intraradices* و شاهد بود. در انتهای فصل رویش، همزیستی میکوریزا نه تنها باعث استقرار گیاهان شد بلکه استقرار آن‌ها را نیز حدود ۳۰ درصد افزایش داد (شکل ۵).

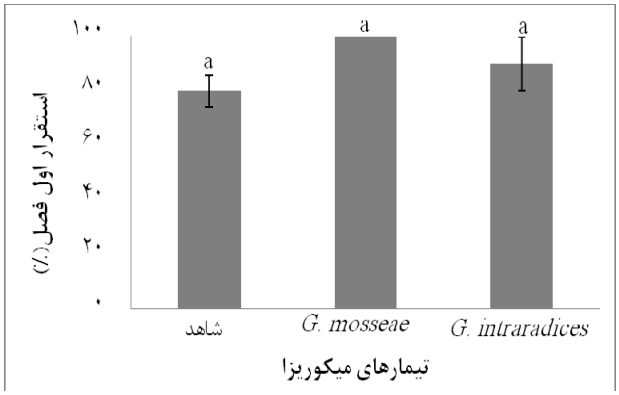
حضور قارچ های میکوریزا و همزیستی آن با گیاه آویشن باغی سبب افزایش استقرار این گیاه در عرصه‌های طبیعت شد. در بررسی‌ها مشخص شد که میکوریزا اثرات مثبتی روی استقرار، بقاء و رشد گونه‌های آزمایش داشت و احیاء پوشش گیاهی را در شرایط طبیعی بهبود می‌بخشد (۱۱). تسهیل در استقرار اولیه پایه‌های آویشن باغی احتمالا به علت فراهم کردن رطوبت، فسفر، نیتروژن و مواد معدنی بیشتر (۳۴) و بهبود ساختار خاک (۲۵) در تلقیح میکوریزایی می‌باشد. میکوریزا *G. mosseae* بر استقرار گیاه آویشن باغی تاثیر بیشتری نسبت به *G. intraradices* و شاهد داشت. در آزمایش کوارجتا و همکاران (۳۶) گزارش کردند که *G. mosseae* باعث افزایش کارایی مصرف آب تحت شرایط طبیعی شد که این امر منجر به تحمل و دوام گیاه در شرایط سخت محیطی گردید. لذا احتمال می‌رود در این آزمایش نیز *G. mosseae* به همین علت موجب افزایش درصد استقرار آویشن باغی در عرصه طبیعی شده است.



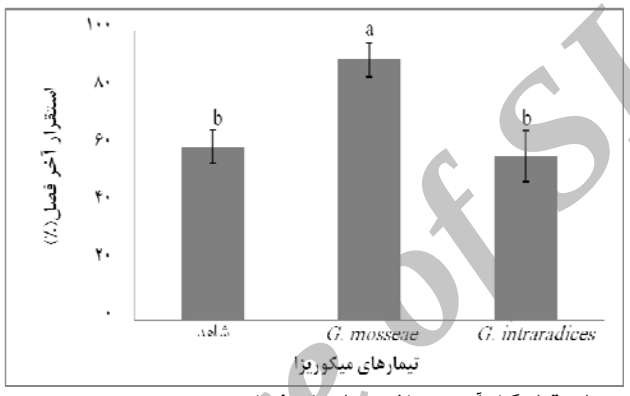
شکل ۳- درصد استقرار همه تیمارهای (میکوریزا و غیرمیکوریزایی) گیاه آویشن باغی در ابتدا و انتهای فصل رویش. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- اثر تیمارهای مختلف بر درصد استقرار گیاه آویشن باغی در ابتدای فصل رویش. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ٥- اثر تیمارهای مختلف بر درصد استقرار گیاه آویشن باغی در انتهای فصل رویش. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تاثیر تیمارهای میکوریزا بر صفات مورفولوژیک و رشدی آویشن‌باغی

تلقیح گیاه آویشن باغی با قارچ‌های میکوریزا اثر معنی‌داری بر وزن خشک کل اندام هوایی، ریشه، ساقه، برگ، ارتفاع و نسبت طول ریشه به طول اندام هوایی دارد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که قارچ‌های میکوریزا بر برخی از خصوصیات مورفولوژیک و رشد اندام‌های گیاه دارویی آویشن‌باغی تاثیر مطلوبی داشت. سازوکار این افزایش احتمالاً به این صورت است که بخشی از ریسه‌ها وارد سیستم ریشه شده و سبب کاهش غلظت آبسیزیک اسید و میزان سیتوکنین‌ها را افزایش داده است که این امر موجب گسترش سیستم ریشه‌ای و افزایش جذب آب و عناصرغذایی گردیده است. گمان می رود میسلیوم‌های برون ریشه‌ای با ترشح اسیدهای آلی حل‌کننده فسفات‌های نامحلول نظیر اسید مالیک به ریزوسفر، جذب فسفر گیاه را افزایش داد (۶) که در نتیجه این فعل و انفعالات، اکثر صفات مورفولوژیکی گیاه آویشن‌باغی بهبود یافتند (جدول۳).

جدول۳- تجزیه واریانس تاثیر دو گونه میکوریزا روی صفات مورفولوژیک رشدی آویشن باغی

	میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک اندام هوایی	نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی	ارتفاع
تکرار	۲	۱/۵۵	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۶	۲۸/۴۳	۳/۷۲
تیمارهای میکوریزا	۲	۰/۱**	۰/۰۰۶**	۰/۰۲**	۰/۰۴**	۲۱/۱۷*	۰/۴۸**
خطا	۴	۰/۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۲	۲۴/۷۹	۰/۱۹

##، # وns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌دار

Archive of SID

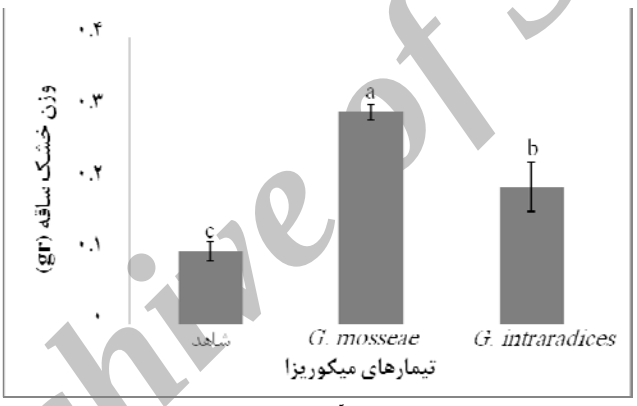
www.SID.ir

وزن خشک ساقه: هر دو نوع میکوریزا *G. intraradices* و *G.mosseae* به‌طور معنی‌داریی سبب افزایش وزن ساقه شدند اما بیشترین افزایش در نهال‌های تلقیح شده با میکوریزا *G.mosseae* مشاهده شد. در این تحقیق مشخص شد که میکوریزا *G.mosseae* و *G. intraradices* به ترتیب ۱۹ و ۹ درصد وزن خشک ساقه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (شکل۶).

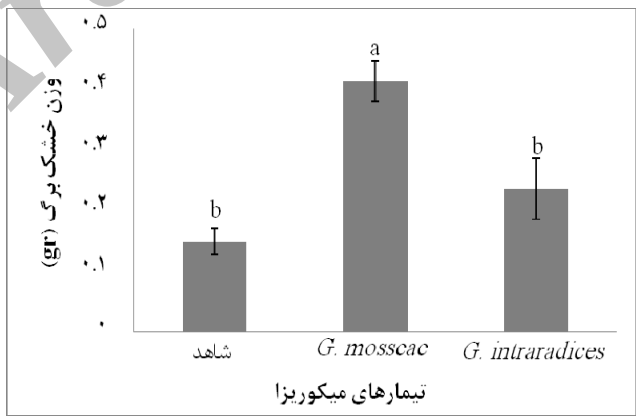
وزن خشک برگ: تنها میکوریزا *G.mosseae* سبب افزایش معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) وزن خشک برگ آویشن‌باغی شد. با توجه به نتایج مقایسات میانگین، گیاهان تلقیح شده با میکوریزا *G.mosseae* وزن خشک بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح شده با میکوریزا *G. intraradices* و شاهد داشتند. همچنین میکوریزا *G.mosseae* به میزان ۲۶ درصد وزن خشک برگ گیاه را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل۷).

در بررسی‌های قبلی مشخص شد که میکوریزا با فراهم کردن بیشتر میزان فسفر، منگنز و آهن در اندام‌هوایی گیاه دارویی آویشن باغی موجب افزایش تعداد شاخ و برگ، وزن خشک برگ، سطح برگ و وزن خشک ساقه این گیاه شده است (۱۹). گونه *G. mosseae* به دلیل افزایش قندهای محلول و کلروفیل در برگ‌ها بیشترین وزن خشک برگ را در گیاه ریحان تولید کرد (۱).

وزن خشک اندام هوایی: تلقیح گیاهان آویشن باغی با میکوریزا سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی این گیاه شد، اما تیمار تلقیح شده با *G. mosseae* وزن خشک بیشتری را نسبت به *G. intraradices* و شاهد داشت (شکل ۸). نتایج تحقیق بر روی گیاه آویشن‌باغی میکوریزایی شده حاکی از آن بود که گونه‌های مقاوم به خشکی *G. mosseae* و *G. intraradices* وزن خشک اندام هوایی را به ترتیب به میزان ۴۶ و ۱۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. تلقیح میکوریزایی موجب افزایش جذب مواد غذایی و آب در طول دوره باعث افزایش رشد گیاه شد (۳۶).



شکل ٦- اثر تیمارهای مختلف میکوریزا بر وزن خشک ساقه گیاه آویشن باغی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۷- اثر تیمارهای مختلف میکوریزا بر وزن خشک برگ گیاه آویشن باغی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Archive of SID

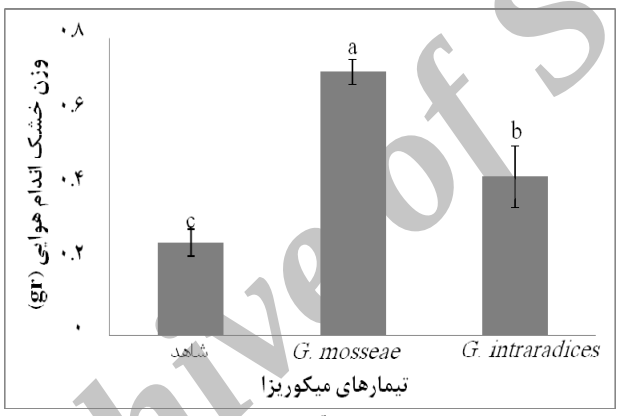
www.SID.ir

در پژوهش ساسانلی و همکاران (۴۱) همزیستی آویشن باغی با میکوریزا موجب افزایش وزن خشک اندام‌هوایی و تعداد شاخه‌های این گیاه شد. بنظر می‌رسد که تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین و سیتوکنین در گیاهان آویشن‌باغی تلقیح شده با میکوریزا موجب افزایش وزن خشک اندام‌هوایی گیاه شده است (۱۹ و ۲۸). این موضوع نشان می‌دهد که گونه مناسب میکوریز (*G. mosseae*) به جذب بیشتر آب، موادغذایی، پتاسیم، فسفر، نیتروژن و مواد معدنی به گیاه کمک بیشتری کرده (۳۲) که در نتیجه زیست‌توده و رشد گیاه را نسبت به گیاهان شاهد افزایش و به استقرار آن‌ها در شرایط سخت محیطی افزایش می‌دهد (۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۳۷).

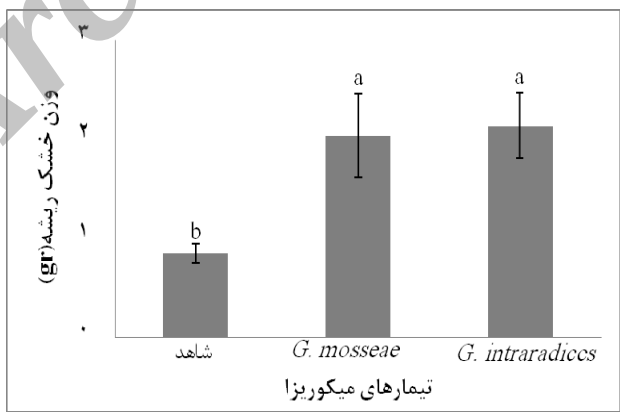
وزن خشک ریشه: تلقیح گیاه آویشن با هر دو گونه *G. mosseae* و *G. intraradices* سبب افزایش وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج تحقیق بر روی گیاه آویشن‌باغی میکوریزایی شده حاکی از آن بود که گونه‌های *G. mosseae* و *G. intraradices* وزن خشک ریشه را تا ۲/۵ برابر نسبت به تیمارهای غیرمیکوریزایی افزایش داد (شکل ۹).

قارچ‌ها با تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌توانند رشد گیاه و رشد ریشه را تشدید کنند، در نتیجه ظرفیت جذب عناصرغذایی را بالا برده و شانس گیاه را در اجتناب از خشکی افزایش می‌دهند. هیف‌های خارجی میکوریزا، اصلی‌ترین عامل در تامین کربن در خاک محسوب می‌شوند (۸، ۱۰ و ۴۶).

سیرنبرگ و همکاران (۴۳) گزارش کردند که در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا اکسین تولید شده روی رشد ریشه اثر گذاشت. در آزمایشی وزن خشک ریشه‌ها در نبود میکوریزا افزایش چندانی نداشت (۲۰) به همین علت افزایشی هم در تولید هورمون های گیاهی از سیتوکنین و اکسین پیدا نشد (۴۳ و ۴۹).



شکل ۸- اثر تیمارهای مختلف میکوریزا بر وزن خشک اندام هوایی گیاه آویشن باغی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۹- اثر تیمارهای مختلف میکوریزا بر وزن خشک ریشه گیاه آویشن باغی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

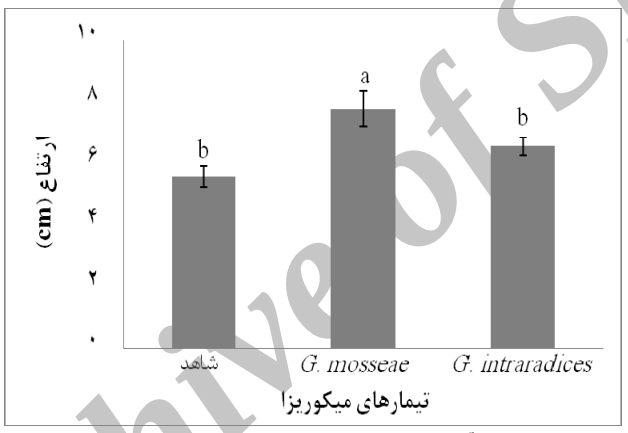
Archive of SID

www.SID.ir

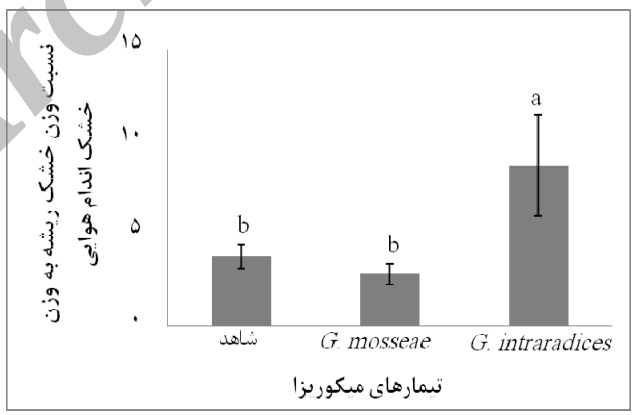
ارتفاع: بین ارتفاع گیاه آویشن در تیمار تلقیح شده *G. mosseae* با تیمارهای شاهد و *G. intraradices* تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۱$) وجود داشت. بلندترین ارتفاع آویشن‌باغی در تلقیح گیاهان با میکوریزا *G. mosseae* بود که این گیاهان تلقیح شده با میکوریزا *G. mosseae* به طور میانگین ۲/۲ سانتی‌متر ارتفاع بیشتری نسبت به تیمار شاهد و ۱/۲ سانتی‌متر نسبت به گیاهان تلقیح شده با میکوریزا *G. intraradices* داشتند (شکل ۱۰).

در گیاه دارویی پونه هم *G. mosseae* بیشترین تاثیر را بر ارتفاع و عملکرد گیاهان تلقیح شده داشت (۳۰). در بررسی دولت‌آبادی و همکاران (۱۹) نیز ارتفاع آویشن باغی ۸۹ درصد در تلقیح گیاهان با میکوریزا نسبت به تیمارهای غیر میکوریزایی افزایش یافت. ارتفاع و زیست توده کل گیاه دارویی نعناع در حضور همزیستی میکوریزا افزایش یافت (۱۳، ۲۲ و ۳۱). تلقیح گونه دارویی ریحان با قارچ میکوریزا گونه *Glomus mosseae* باعث افزایش معنی دار ارتفاع ساقه در مقایسه با شاهد شد (۱۷).

نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی: از مقایسه نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی گیاه آویشن در تیمارهای مختلف میکوریزایی معلوم شد که بین تیمار میکوریزا *G. mosseae* و شاهد تفاوت معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) وجود ندارد اما تیمار *G. intraradices* به طور معنی‌داری موجب افزایش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شد (شکل ۱۱). در نتیجه افزایش وزن خشک اندام هوایی در همزیستی میکوریزا با نهال‌های آویشن‌باغی باعث کاهش نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی شد. همزیستی گیاه آویشن با قارچ میکوریزا *G. mosseae* سبب شد تا سرمایه‌گذاری گیاه آویشن در افزایش زیست توده اندام‌زیرزمینی (ریشه) کمتر از زیست توده اندام-هوایی باشد، این نشان‌دهنده این است که میکوریزای *G. mosseae* بیشترین تاثیر را بر روی تحریک کردن و افزایش رشد گیاه آویشن-باغی داشت.



شکل ۱۰- اثر تیمارهای مختلف میکوریزا بر ارتفاع گیاه آویشن باغی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۱۱- اثر تیمارهای مختلف میکوریزا بر نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی. میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

این نوع میکوریزا به‌دلیل افـزایش جـذب بیشـتر پتاسـیم، فسـفر، نیتروژن، آب و مواد معـدنی (۴۴ و ۲۶) موجـب افـزایش ارتفـاع، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و تعداد شاخه های آویشن نسـبت بـه زیست توده اندام‌زیرزمینی (ریشه) شد (۱۸ و ۱۹).

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در راستای کاربرد کودهـای بیولـوژیکی در عرصـه های مرتعی به‌جای نهاده‌های شیمیایی، استقرار گیاهـان در اصـلاح و توسعه مراتع و افزایش عملکرد مورد نیاز در مناطق نیمه خشک انجام شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش مشـخص شـد کـه گیـاه آویشن باغی قادر است با قارچ‌های میکوریزا همزیستی داشته باشـد و تلقیح گیاهان با میکوریزا مـی‌توانـد باعـث افـزایش رشـد، عملکـرد و استقرار گیاه آویشن باغی نسبت بـه شـرایط شـاهد شـود. همچنـین درصد کلونیزاسیون در گونه‌ی *G. mosseae* نسـبت بـه گونـه‌ی *G. intraradices* بـالاتر بـود. معمـولاً گونـه میکـوریزایی کـه توانـایی بیشتری برای کلونیزه‌کردن ریشه‌ها را دارد، می‌توانند در جذب عناصـر غذایی و آب و افزایش مقاومت گیاهان در عرصه‌های طبیعی کـارایی بیشتری داشته باشد و عملکرد آن‌هـا را افـزایش دهـد. زیـرا تشـکیل هیف‌های خارجی با جذب آب و عناصر معدنی می‌تواند نقش مهمی را بر روی رشد، استقرار و عملکرد گیاه میزبان بگذارد.

قارچ های AM در ایجاد همزیستی با گیاهـان میزبـان بـه طـور غیراختصاصی عمل می‌کنند. تقریبا هر AM می تواند بـا یـک گونـه میزبان تشکیل همزیستی بدهد. با توجه به نتایج این تحقیق گونه *G. mosseae* کارایی بیشتری در افزایش برخـی از پارامترهـای رویشـی گیاه آویشن باغی داشت.

نتایج حاصـل از ایـن بررسـی بیـانگر پتانسـیل اسـتفاده از قـارچ میکوریزا گونه *Glomus mosseae* به عنوان یک قارچ همزیسـت در افزایش تولید و استقرار اولیه گیاه دارویی آویشن باغی در سطح مرتـع نیمه خشک بهارکیش قوچان می‌باشد.

منابع

۱- اصلانی، ز.، ع. حسنی، م. رسولی، ف. صدقیانی، م. سفیدکن و ع. غیبـی. ۱۳۹۰. تـاثیر همزیسـتی بـا قـارچ مـایکوریزا بـر برخـی پارامترهـای فیزیولوژیک گیاه ریحان تحت شرایط تنش خشکی. فصلنامهٔ پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران .۲۷ (۳): صفحات ۴۸۶-۴۷۱.

۲- امید بیگی، ر. ۱۳۷۶. بررسی جنبه های تولید آویشن و فرآوری مواد موثره آن. فصلنامه پژوهش و سازندگی۳۶: ۷۱-۶۱.

۳- رحیمی فرد، ن.، س. پاکزاد و ش. شعیبی. ۱۳۸۸. بررسی اثرات عصاره و اسانس آویشن بـاغی و آویشـن شـیرازی و میخـک بـر روی سـلول های*hep2، hela، vera* در محیط کشت سلولی با روش *MTT*. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی.

۴- زارع زاده، ع. م. میروکیلی و م. عرب زاده. ۱۳۸۶. بررسی فنولوژی و سازگاری گیاهان دارویی کشت شده در کلکسیون استان یزد. فصـل نامـه علمی – پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ،۲۳(۲) : ۲۱۷-۲۰۴.

۵- جنگجو، م. ا. دلاوری و ع. گنجعلی. ۱۳۸۷. کپه کاری گیاه مرتعی *Bromus kopetdaghensis* در مراتع بوته زار. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۳۲۸-۳۱۴.

۶- مطهری، م.، ه. عباس، پ. مرادی و ح. مطهری. ۱۳۹۰. تأثیر مصرف کود فسفر و قارچ میکوریزا بر عملکرد، اجزاء عملکرد و مواد مـوثره گیـاه دارویی همیشه بهار. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی.

۷- میرحسینی، م. و ح. سابقی. ۱۳۸۴. بررسی اقتصادی تجارت و صادرات گیاهان دارویی ایران. همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی مشـهد مقدس. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

8- Alguacil, M. D., F. Caravaca, G. Diaz, P. Marin, and A. Roldán. 2004. Establishment of *Retama sphaerocarpa* L. seedlings on a degraded semi arid soil as influence by Mycorrhizal inoculation and sewage-sludge amendment. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 167:637-644.

9- Anonymous. 1995. Non-wood forest product 7. FAO Pub, Rome.

10- Barea, J. M., M. J. Pozo, R. Azcon, and C. Azcon. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56(417):1761-1778.

11- Barea, J. M. 2011. Mycorrhizal Research in Spain: past, present and future. In: Megías, M., Rivilla, R., Mateos, P., Leon, M., Delgado, MJ, Gonzalez, E., Soto, MJ, Rodelas, B., Bedmar, E. J. (Eds.), Fundamentals and applications of agro-environmental beneficial plant-microbe interactions SEFIN. In press.

12- Brundrett, M. C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. New Phytologist, 154:275-304.

13- Cabello, M., G. Irrazabal, A. M. Bucsinszky, M. Saparrat, and S. Schalamuk. 2005. Effect of an arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*, and a rock-phosphate-solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha*

Archive of SID

www.SID.ir

piperita growth in a soillessn medium. Journal of Basic Microbiology, 45:182-189.
14- Caravaca, F., J. M. Barea, A. Roldán. 2002. Synergistic influence of an arbuscular Mycorrhizal fungus and organic amendment on *Pistacia lentiscus* L. seedlings afforested in a degraded semiarid soil. Soil Biology & Biochemistry, 34:1139-1145.
15- Caravaca, F., M. M. Alguacil, D. Figueroa, J. M. Barea, and A. Roldán. 2003. Reestablishment of *Retama sphaerocarpa* as a target species for reclamation of soil Physical and biological properties in a semiarid Mediterranean area. Forest Ecology and Management, 182:49-58.
16- Caravaca, F., M. M. Alguacil, J. M. Barea, A. Roldán. 2005. Survival of inocula and Native AM fungi species associated with shrubs in a degraded Mediterranean ecosystem. Soil Biology and Biochemistry, 37:227-233.
17- Copetta, A., G. Lingua, and G. Berta. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16:485-494.
18- Dolatabadi, H. K., E. M. Goltapeh, A. Moieni, K. Jaimand, B. P. Sardrood, and A. Varma. 2011. Effect of *Piriformospora indica* and *Sebacina vermifera* on plant growth and essential oil yield in *Thymus vulgaris* invitro and invivo experiments. Symbiosis, 53:29–35
19- Dolatabadi, H., E. Mohammadi Goltapeh, A. Moieni, and A. Varma. 2012. Evaluation of different densities of auxin and endophytic fungi (*Piriformospora indica* and *Sebacina vermifera*) on *Mentha piperita* and *Thymus vulgaris* growth. Journal of Biotechnology, 11(7):1644-1650.
20- Drüge, U., H. Baltruschat, and P. Franken. 2007. *Piriformospora indica* Promotes adventitious root formation in cuttings. Horticultural Science, 112:422–426.
21- Franken, P. 2012. The plant strengthening root endophyte *Piriformospora indica*: potential application and the biology behind. Applied Microbiology and Biotechnology, 96:1455–1464.
22- Freitas, M. S., M. A. Martins, and I. C. Vieira. 2004. Production and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with mycorrhizal fungi. Brazilian Agricultural Research, 39:887-894.
23- Giovannetti M., and Mosse B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, 84:489-500.
24- Hamilton A. 2003. Medicinal plants and conservation: issue and approaches. IUCN & WWF Pub.
25- Jeffries, P., S. Gianinazzi, S. Perotto, K. Turnau, and J. M. Barea. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biology and Fertility of Soils, 37:1-16.
26- Jennifer, A. W., J. Tallaksen, and I. Charvat. 2008. The effects of arbuscular mycorrhizal fungal inoculation at a roadside prairie restoration site. Mycologia, 100 (1):6–11.
27- Jiang, S. C., N. P. He, L. Wu, and D. W. Zhou. 2009. Vegetation restoration of secondary bare saline-alkali patches in the Songnen plain, China. Applied Vegetation Science doi:10.1111/j.1654-109X.2009.01048.x.
28- Kumar, V., M. K. Sarma, K. Saharan, R. Srivastava, L. Kumar, V. Sahai, V.S. Bisaria, and A. K. Sharma. 2012. Effect of formulated root endophytic fungus *Piriformospora indica* and plant growth promoting rhizobacteria fluorescent pseudomonads R 62 and R 81 on *Vigna mungo*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28:595–603
29- Kerem, Z., S. Lev-Yadun, A. Gopher, and P. Weinberg. 2007. Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. Journal of Archaeological Science. 34:1289-1293.
30- Kaosaad, T., H. Vierheilig, M. Nell, K. Zitterl-Eglseer, and J. Novak. 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum sp., Lamiaceae*). Mycorrhiza, 16: 443- 446.
31- Mucciarelli, M., S. Scannerini, C. Berrtea, and M. Maffei. 2003. In vitro and in vivo peppermint (*Mentha piperita*) growth promotion by nonmycorrhizal fungal colonization. New Phytologist, 158: 579-591.
32- Nautiyal, C. S., P. S. Chauhan, S. M. Das Gupta, K. Seem, A. Varma, and W. J. Staddon. 2010. Tripartite interaction samong *Paenibacillus lentimorbus* NRRLB-30488, *Piriformospora indica* DSM11827, and Cicer arietinum L. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 26:1393–1399.
33- Phillips, J. M., and D. S. Hayman. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasites and vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55:158–161.
34- Porras-Soriano, A., M. L. Soriano-Martín, A. Porras-Piedra, and R. Azcón. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions. Journal of Plant Physiology, 166:1350-1359.
35- Querejeta, J. I., J. M. Barea, M. F. Allen, F. Caravaca, and A. Roldán. 2003. Differential Response of13d C and water use efficiency to arbuscular mycorrhizal infection in Two arid land woody plant species. Oecologia, 135:510-515.
36- Querejeta, J. I., M. F. Allen, F. Caravaca, and A. Roldán. 2006. Differential modulation of Host plant delta C-13 and delta O-18 by native and nonnative arbuscular Mycorrhizal fungi in a semiarid environment. New Phytologist, 169:379-387.
37- Querejeta, J. I., M. F. Allen, M. M. Alguacil, and A. Roldán. 2007. Plant isotopic composition provides insight into

Archive of SID

www.SID.ir

mechanisms underlying growth stimulation by AM Fungi in a semiarid environment. Functional Plant Biology, 34:683-691.
38- Rai, M., D. Acharya, A. Singh, and A. Varma. 2001. Positive growth responses of the medicinal plants *Spilanthes calva* and *Withania somnifera* to inoculation by Piriformospora indica in a field trial. Mycorrhiza, 11:123-128.
39- Renata, G., T. Bruno, and K. Danielle. 2010. The role of arbuscular mycorrhizal fungi and cattle manure in the establishment of *Tocoyena selloana* Schum. in mined dune areas. European Journal of Soil Biology, 46:237- 242.
40- Sasanelli, N., T. D'Addabbo, T. Takacs, and A. Attila. 2008. Remove from marked Records Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on nematicidal properties of leaf aqueous extracts of *Ruta graveolens* and *Thymus vulgaris*. Giornate Fitopatologiche, 14 (1):311-316.
41- Sasanelli, N., A. Anton, T. Takacs, T. Addabbo, I. Biro, and X. Malov. 2009. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the nematicidal properties of leaf extracts of *Thymus vulgaris L*. Parasitological Institute of SAS, Kosice DOI 10.2478/s11687-009-0043-6.
42- Schippmann, U., D. Leaman, and A. B. Cunningham. 2006. A plants under sustainability aspects. In: R.J Bogers, L.E. Craker and D. Lange. Medicinal and aromatic plants. Pub Springer, printed in Netherlands. 75-95.
43- Sirrenberg, A., C. Gobel, S. Grond, N. Czempinski, A. Ratzinger, P. Karlovsky, P. Santos, I. Feussner, and K. Pawlowski. 2007. *Piriformospora indica* affects plant growth by auxin production. Plant Physiology, 131:581-589.
44- Smith, M. R., I. Charvat, and R. L. Jacobson. 1998. Arbuscular mycorrhizae promote establishment of prairie species in a tallgrass prairie restoration. Canadian Journal of Botany, 76:1947-1954.
45- Smith, S. E., E. Facelli, S. Pope, and A. F. Smith. 2010. Plant performance in stressful environments: Interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant and Soil, 326:3-20.
46- Swift C. E. 2004. Mycorrhiza and soil phosphorus levels. Area Extension Agent: http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/mycorrhiza.
47- Thrall, P. H., L. M. Broadhurst, M. S. Hoque, and D. J. Bagnall. 2009. Diversity and salt tolerance of native *Acacia rhizobia* isolated from saline and non-saline soils. Austral Ecology, 34:950 -963.
48- Uniyal, R. C., M. R. Uniyal, and P. Jain. 2000. Cultivation of medicinal plants in India: a reference book. TRAFFIC, New Delhi.
49- Vadassery, J., C. Ritter, Y. Venus, I. Camehl, A. Varma, B. Shahollari, O. Novák, M. Strnad, J. Ludwig-Müller, and R. Oelmüller. 2008. The Role of Auxins and Cytokinins in the Mutualistic Interaction Between Arabidopsis and *Piriformospora indica.* Molecular Plant-Microbe Interactions, 21:1371-1383.
50- Younginger, B., J. Barnouti, and D. C. Moon. 2009. Interactive effects of mycorrhizal fungi, salt stress, and competition on the herbivores of *Baccharis halimifolia*. Ecological Entomology, 34:580-587.
51- Zubek, S., and J. Blaszkowski. 2009. Medicinal plants as hosts of arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophytes. Phytochemistry Reviews, 8:571–580.

Archive of SID

www.SID.ir