

## بررسی تاثیر گونه‌های مختلف مایکوریزا بر ویژگی‌های رشدی و میزان اسانس گیاه

### دارویی ریحان *Ocimum basilicum* L.

مریم ذوالفقاری<sup>۱\*</sup>، وحیده ناظری<sup>۱</sup>، فاطمه سفیدکن<sup>۲</sup> و فرهاد رجالی<sup>۳</sup>

\* نویسنده مسوول: دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(m.zolfaghari@can.ut.ac.ir)

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استاد، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، کرج

۴- استادیار، موسسه تحقیقات خاک و آب وزارت جهاد کشاورزی، کرج

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۵

### چکیده

به منظور بررسی تاثیر قارچ‌های آربسکولار مایکوریزا به عنوان کود بیولوژیک بر ویژگی‌های رشدی و میزان اسانس تولیدی گیاه دارویی ریحان، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار انجام شد. ریحان یکی از گیاهان مهم تیره نعنائیان است که به عنوان گیاه دارویی، ادویه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. قارچ‌های مایکوریزا از انواع کودهای زیستی بوده که از طریق همزیستی با گیاه میزبان و با افزایش جذب عناصر غذایی، تحریک و افزایش تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش تاثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان می‌شوند. در این آزمایش سه گونه قارچ مایکوریزا با تیمار شاهد (بدون مایکوریزا) مقایسه شدند. گیاهان ریحان در گلخانه و گلدان کشت و پس از مرحله‌ی گلدهی کامل برداشت شدند و شاخص‌های رشدی و میزان اسانس آن‌ها اندازه‌گیری و در تیمارهای مختلف مقایسه شدند. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که شاخص‌های رویشی مثل وزن و ارتفاع گیاه، تعداد برگ و انشعابات گیاه، وزن ریشه و میزان اسانس در تمام تیمارهای مایکوریزایی به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود. در بین گونه‌های مختلف مایکوریزا، گونه *Glomus mosseae* و گونه *G. intraradices* به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر روی افزایش شاخص‌های رویشی و میزان اسانس داشته است. قارچ‌های آربسکولار مایکوریزا با ایجاد همزیستی بر روی ریشه گیاهان میزبان، سطح تماس ریشه با خاک را افزایش داده و با افزایش امکان جذب عناصر خصوصا عناصر غیر قابل دسترس برای ریشه، رشد رویشی گیاه افزایش می‌یابد. از طرفی قارچ‌های مایکوریزا متابولیسم ثانویه گیاه را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهند و باعث تغییر در میزان اسانس و عملکرد آن در گیاه میزبان می‌شوند.

**کلید واژه‌ها:** قارچ‌های آربسکولار مایکوریزا، ریحان، شاخص‌های رویشی، اسانس

### مقدمه

منابع فسیلی، آلودگی محیط زیست توسط صنایع دارویی، ناتوانی بشر برای ساخت برخی از مواد دارویی که بطور طبیعی در گیاهان وجود دارد و اهمیت مواد موثره گیاهان دارویی در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، باعث توجه هر چه بیشتر بشر به گیاهان دارویی

عوارض جانبی داروهای شیمیایی و تمایل بشر به استفاده هر چه بیشتر از محصولات طبیعی به منظور حفظ سلامتی و همچنین مشکلات سیستم دارویی مدرن مانند هزینه‌های بالا، استفاده از منابع غیر تجدید شونده مانند

مقادیر بالای اسانس آن هاست که خاصیت آنتی اکسیدانی قوی دارد (کاهکونن و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹). ریحان (*Ocimum basilicum* L.) از بزرگترین جنس های خانواده نعنائیان و شامل بیش از ۱۵۰ گونه گیاهان علفی و بوته ای است که یکساله یا چندساله بوده و در مناطق حاره ای یافت می شوند (جوانمردی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲). ریحان به عنوان گیاه دارویی، ادویه ای و همچنین به صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می گیرد (امید بیگی، ۱۳۸۳). ریحان در طب سنتی به عنوان ضد نفخ، ضد اسپاسم و دردهای معده، همچنین در درمان سردرد، سرماخوردگی، اسهال، یبوست، کرم زدایی و ضد عفونی کردن دستگاه گوارش و ناراحتی های پوستی استفاده می شود (جوانمردی و همکاران، ۲۰۰۲). ریحان همچنین به خاطر اسانس آن که دارای مقادیر بالایی از ترکیبات معطر اوژنول و لینالول است ارزشمند می باشد (مورالس و همکاران<sup>۵</sup>، ۱۹۹۷؛ چالچت و همکاران<sup>۶</sup>، ۱۹۹۹).

قارچ های میکوریزا<sup>۷</sup> یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می باشد و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، تولید هورمون های گیاهی، کاهش تاثیر منفی تنش های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم های کشاورزی پایدار می شوند (رجالی و همکاران، ۱۳۸۰). همزیستی قارچ های آربسکولار میکوریزا تقریباً در ۸۰ درصد از گیاهان آوندی صورت می گیرد (اسمیت و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۱۰). فایده اصلی میکوریزا برای گیاهان میزبان گسترش منطقه ی نفوذ ریشه است، شبکه داخلی مرتبط از هیف های خارجی به

گردیده است. گیاهان دارویی به عنوان منابعی غنی از موادیتوشیمیایی یا ترکیبات فعال شناخته می شوند که محققان به طور گسترده ای در حال بررسی اثرات درمانی طبیعی آن ها می باشند (آکرله<sup>۱</sup>، ۱۹۹۰).

در نظام های کشاورزی متداول که بر پایه استفاده از آفت کش ها و کودهای شیمیایی جهت افزایش تولید و عملکرد محصول استوار است، مصرف مواد شیمیایی روز به روز افزایش یافته است، با بروز مسائلی مانند آلودگی منابع آب، باقی ماندن سموم شیمیایی، نیتريت و نترات در محصولات و کاهش میزان باروری خاک به علت افت مواد آلی، ایجاد تغییر در نظام های زراعی متداول و حرکت به سوی سیستم های کشاورزی پایدار و ارگانیک ضروری به نظر می رسد (شارما و آدولی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). کشاورزی پایدار نظامی است که ضمن برخورداری از پویایی اقتصادی، می تواند موجب بهبود وضعیت محیط زیست و استفاده بهینه از منابع موجود شده و در تامین نیازهای غذایی انسان و ارتقاء سلامت جوامع بشری نقش بسزایی داشته باشد. یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی است. کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانسیم مفید خاکزری و یا به صورت فرآورده متابولیک این موجودات می باشد که به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اکوسیستم زراعی بکار می روند.

گیاهان متعلق به تیره نعنائیان (*Lamiaceae*) از رایج ترین گیاهان دارویی مورد استفاده محسوب می شود. بسیاری از گونه های این تیره به دلیل منبع غنی ادویه و اسانس (مواد معطر)، علاوه بر خواص دارویی، به لحاظ غذایی نیز مورد توجه هستند. مزیت این تیره به خاطر

3- Kahkonen *et al.*4- Javanmardi *et al.*

5- Morales &amp; Simon

6- Chalchat *et al.*

7- Vesicular Arbuscular Mycorrhiza

8- Smith *et al.*

1- Akerele

2- Sharma &amp; Adholey

که با بستر کشت خاک و شن به نسبت مساوی ۵۰ درصد حجمی و به وزن تقریبی ۷ کیلوگرم پر شده بودند، کشت شدند.

مایه تلقیح قارچ های میکوریزا که شامل اندام های رویشی و اسپورهای قارچ میکوریزا می باشد از موسسه تحقیقات خاک و آب جهاد کشاورزی تهیه شد. بذر ریحان دارویی از شرکت دارویی زردبند تهیه شد. مایه تلقیح میکوریزا قبل از کشت بذرها با بستر کشت مخلوط گردید و پس از آن بذرها ریحان به صورت مستقیم در گلدان کشت شدند. در ابتدا حدود ۱۰ بذر در هر گلدان کشت گردید و پس از جوانه زنی تعداد گیاهان هر گلدان به سه گیاه کاهش یافت. رشد گیاهان ریحان در گلخانه با دمای ۲۵-۱۸ درجه سانتی گراد (روز- شب) ادامه یافت و آبیاری در روزهای اول کشت به صورت هر روز و پس از رشد اولیه گیاه به تناسب و موقع نیاز صورت گرفت.

از آنجایی که گیاه ریحان در مرحله گلدهی کامل دارای بیشترین میزان اسانس می باشد (امیدگی، ۱۳۸۳)، با گذشت حدود ۹۰ روز از زمان کشت و پس از ورود گیاهان به مرحله گلدهی، برداشت اندام هوایی و ریشه گیاهان انجام شد. بلافاصله پس از برداشت گیاهان تازه، پارامترهای رشدی شامل وزن تر اندام هوایی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ ها، تعداد انشعابات، ارتفاع گل آذین و وزن تر ریشه (پس از شستشو) اندازه گیری شد. برای تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه ها، بعد از رنگ آمیزی قطعات ریشه ای، از روش تلاقی خطوط شبکه (فیلیپ و هایمان<sup>۳</sup>، ۱۹۷۰) استفاده گردید. اندام هوایی گیاهان برداشت شده به مدت ۳ روز در سایه و دمای محیط خشک گردید و وزن خشک آن اندازه گیری شد. ریشه ها نیز در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس توزین گردید.

مرحله استخراج اسانس با خرد کردن اندام هوایی خشک شده ریحان توسط آسیاب صورت گرفت و به

عنوان اتصال اضافی و سطح جاذب در خاک عمل می کنند (شارما و آدولی، ۲۰۰۴). افزایش کارایی ریشه های میکوریزایی در مقابل ریشه های غیر میکوریزایی بواسطه جذب فعال و انتقال عناصر خصوصا عناصر معدنی غیرمتحرک مثل فسفر، روی و مس ایجاد می شود (فیری و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳). تلقیح میکوریزایی نه تنها رشد گیاهان دارویی را تسریع می کند بلکه تولید و کیفیت مواد فیتوشیمیایی را نیز بهبود می بخشد. بنابراین تحقیقات فزاینده ای در زمینه بهبود کیفیت و کمیت داروهای تولیدی از گیاهان دارویی با کاربرد قارچ های میکوریزا وجود دارد (کارتیکیان و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹). بسیاری از گونه های متعلق به خانواده نعنائیان شامل ریحان توانایی تشکیل آربسکولار میکوریزا را دارند (وانگ و کوی، ۲۰۰۶).

هدف کلی این تحقیق پاسخ به این سوال است که آیا گونه های مختلف قارچ های آربسکولار میکوریزا می توانند راه طبیعی و کارآمدی برای بهبود رشد گیاه دارویی ریحان و افزایش میزان اسانس گیاه فراهم آورند.

### مواد و روش ها

مجموعه آزمایش ها در سال ۱۳۸۹ در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام گرفت. سه گونه مختلف از قارچ های آربسکولار میکوریزا که شامل *G.mosseae*، *Glomus intraradices* *G.fasiculatum*، باشند برای تلقیح بذرها ریحان در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند و با تیمار شاهد (بدون میکوریزا) مورد مقایسه قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی در چهار تیمار (شامل سه گونه مختلف قارچ میکوریزا و تیمار شاهد) و چهار تکرار و سه مشاهده برای هر تکرار صورت گرفت. گیاهان ریحان در گلدان هایی به قطر و عمق به ترتیب ۲۵ و ۳۰ سانتی متر

1- Phiri et al.

2- Karthikeyan et al.

بین گونه های مختلف مایکوریزا، گونه *G. intraradices* با میانگین وزن ۶ گرم وزن تر و ۲ گرم وزن خشک، بیشترین وزن ریشه را در بین سایر تیمارها دارد و به دنبال آن گونه های *G. fasciculatum* و *G. mosseae* قرار دارند، گیاهان شاهد کمترین وزن تر و خشک ریشه را دارند (شکل ۱).

### تعداد برگ و شاخه جانبی گیاه، ارتفاع گیاه و ارتفاع گل آذین

شاخص تعداد برگ در گیاهان ریحان در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد، بطوری که بیشترین تعداد برگ در تیمار تلقیح شده با مایکوریزا گونه *G. mosseae* و پس از آن گونه *G. intraradices* و *G. fasciculatum* قرار دارند، کمترین تعداد برگ در گیاهان شاهد مشاهده گردید (شکل ۲). بررسی تعداد شاخه جانبی گیاه نشان داد که بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ مشاهده می شود (جدول ۱). بیشترین تعداد شاخه جانبی گیاهان ریحان، در تیمار گونه های *G. mosseae* و *G. fasciculatum* مشاهده می شود و به دنبال آن *G. intraradices* قرار دارد، گیاهان شاهد کمترین تعداد شاخه جانبی را در بین سایر تیمارها دارند (شکل ۲). بررسی نتایج آماری (جدول ۱) نشان داد که تیمارهای اعمال شده سبب تغییرات معنی داری در سطح ۵٪ بر شاخص ارتفاع گیاه و گل آذین گیاهان ریحان شده است، بطوری که بیشترین ارتفاع گیاه و گل آذین در تیمار مایکوریزا گونه *G. mosseae* و پس از آن تیمار مایکوریزا گونه *G. fasciculatum* ایجاد شده است و تیمار گونه *G. intraradices* پس از آنها قرار دارد. کمترین ارتفاع گیاه و گل آذین در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۳).

دنبال آن اسانس نمونه با وزن مشخصی از اندام هوایی خرد شده به روش تقطیر با آب<sup>۱</sup> و توسط دستگاه کلونجر<sup>۲</sup> در مدت زمان دو ساعت در آزمایشگاه اسانس گیری بخش گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور انجام گرفت (مورالس و سیمون، ۱۹۹۷؛ امیدبیگی، ۱۳۸۳). اسانس بدست آمده بطور مستقیم توزین شد و درصد اسانس استخراج شده برای هر نمونه با مشخص بودن وزن خشک اولیه اندام هوایی محاسبه گردید.

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد و میانگین های صفات مورد بررسی توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

#### وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه

با اطمینان از موفقیت کاربرد گونه های قارچ مایکوریزا به دلیل ایجاد همزیستی و تلقیح ریشه توسط مایکوریزا (جدول ۱)، نتایج تجزیه آماری نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین تیمارهای اعمال شده بر روی گیاه ریحان در سطح ۵٪ وجود دارد (جدول ۱). شاخص وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه ریحان نشان می دهد که در تمام تیمارهای مایکوریزایی وزن گیاه بیشتر از تیمار شاهد (بدون مایکوریزا) بوده است. در بین گونه های مختلف مایکوریزا، گونه *G. mosseae* با میانگین وزن ۲۰ گرم وزن تر و ۳ گرم وزن خشک، به ترتیب بیشترین وزن تر و خشک بخش هوایی را در بین سایر تیمارها دارد، به دنبال آن گونه های *G. fasciculatum* و *G. intraradices* قرار دارند، کمترین وزن تر و خشک بخش هوایی در گیاه شاهد مشاهده می شود (شکل ۱).

وزن تر و خشک ریشه گیاهان نیز در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نشان می دهد. در

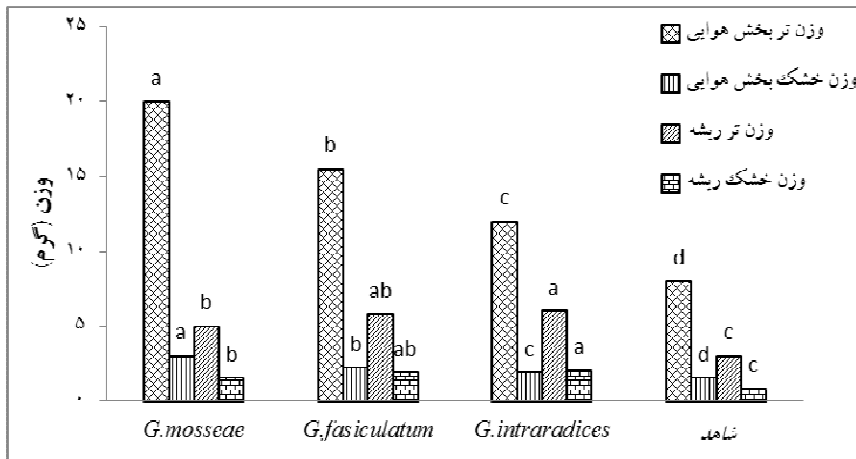
1- Hydrodistillation

2- Clevenger Apparatus

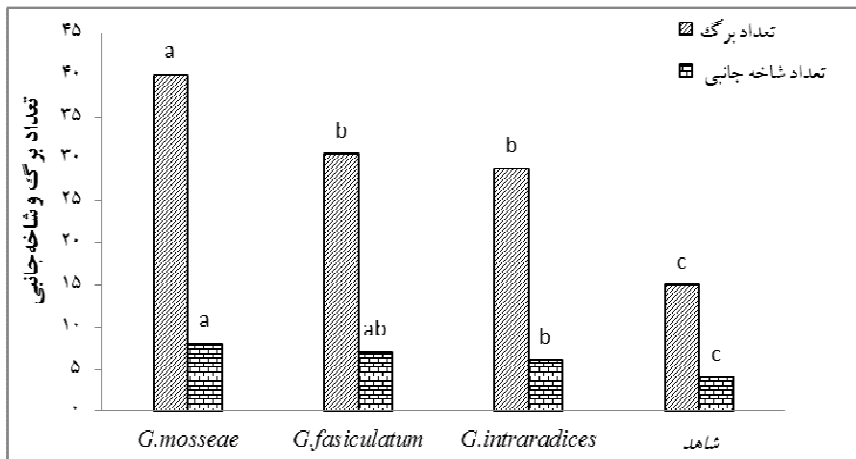
جدول ۱- میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف در گیاه دارویی ریحان

تیمار	وزن تر بخش هوایی (گرم)	وزن خشک بخش هوایی (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	تعداد برگ	تعداد شاخه جانبی	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	ارتفاع گل آذین (سانتی متر)	میزان اسانس (درصد)	درصد تلقیح
<i>G.mosseae</i>	۲۰a	۳a	۵ b	۱/۵ b	۴۰a	۸ a	۴۵ a	۷ a	۰/۸ b	۶۰
<i>G.fasiculatum</i>	۱۵/۵b	۲/۲b	۵/۸ ab	۱/۹ ab	۳۰/۶b	۷ ab	۳۴ b	۶/۱ b	۱ a	۶۵
<i>G.intraradices</i>	۱۲c	۱/۹c	۶a	۲a	۲۸/۸b	۶ b	۲۹ c	۵/۸c	۰/۶ c	۷۰
شاهد	۸d	۱/۵d	۳ c	۰/۸ c	۱۵ c	۴ c	۲۰ d	۴ d	۰/۲ d	۰

میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ فاقد اختلاف معنی دار می باشند.

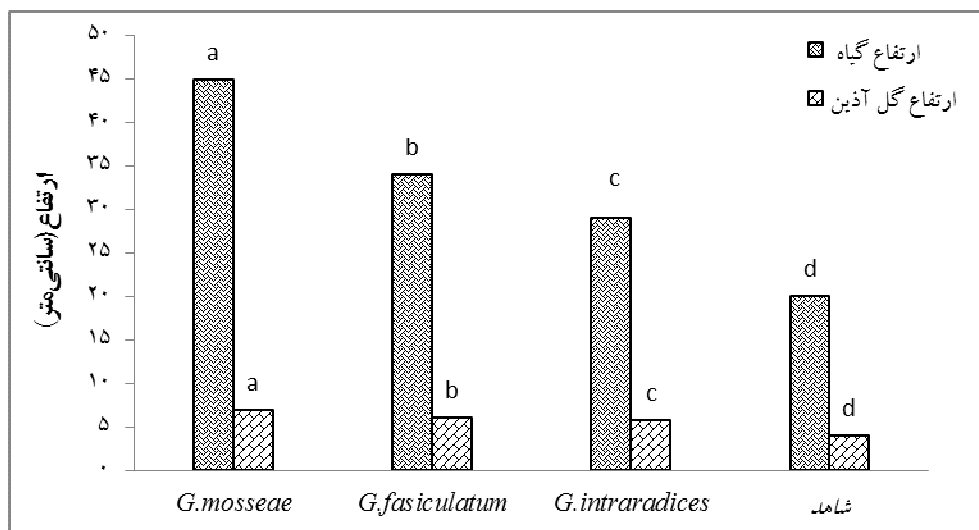


شکل ۱- تاثیر تیمارهای مختلف بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه گیاه ریحان



شکل ۲- تاثیر تیمارهای مختلف بر تعداد برگ و شاخه جانبی گیاه ریحان

ذوالفقاری و همکاران: بررسی تاثیر گونه های مختلف میکوریزا بر ویژگی های رشدی و ...



شکل ۳- تاثیر تیمارهای مختلف بر ارتفاع گیاه و ارتفاع گل آذین گیاه ریحان

دلایل ممکن برای افزایش رشد گیاهان در پی تلقیح میکوریزایی می تواند ناشی از افزایش سرعت فتوسنتز، افزایش جذب آب و عناصر غذایی که بطور مستقیم توسط هیف های میکوریزا از خاک به گیاه میزبان انتقال داده می شود (رویز-لوزانو و همکاران<sup>۵</sup>، ۱۹۹۶)، افزایش جذب فسفر و نیتروژن و سایر عناصر کم مصرف (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۳)، افزایش تولید هورمون های رشدی گیاهان، محلول سازی فسفات، اکسیداسیون سولفور و دسترسی به نترات اشاره نمود (فیلیون و همکاران<sup>۶</sup>، ۱۹۹۹).

#### میزان اسانس

نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی داری را بین تیمارهای مختلف در میزان اسانس گیاهان ریحان در سطح ۵٪ نشان می دهد، بطوری که تیمار میکوریزا گونه *G. fasiculatum* بیشترین تاثیر را در افزایش میزان اسانس گیاهان ریحان داشت، به دنبال آن میزان اسانس گیاهان تیمار شده با گونه *G. mosseae* و پس از آن گونه *G. intraradices* در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش نشان می دهند (جدول ۱).

رشد و توسعه تسریع یافته ریشه و اندام هوایی در پی تلقیح میکوریزایی برای گونه های متعددی از گیاهان دیگر نیز نظیر ریحان، نعنا و مرزنجوش گزارش شده است (کوپت تا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). همچنین کوپت تا و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که میکوریزای گونه *G. mosseae* تاثیر بیشتری در افزایش طول ساقه، تعداد برگ و بیومس کل گیاهان ریحان نسبت به سایر گونه ها (نعنا و مرزنجوش) دارد. نتایج تحقیق سریواستاوا و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۹۶) نشان داد که اثرات تلقیح میکوریزا در گیاهان ریحان، بر افزایش شاخص های رویشی و عملکرد در گونه *G. fasiculatum* نسبت به سایر گونه های بررسی شده مانند مرزنجوش و آویشن بارزتر بود. نتایج این تحقیقات با نتایج ما همخوانی دارد و تاثیر مثبت میکوریزایی شدن گیاهان را بر افزایش شاخص های رشد رویشی در گونه های ذکر شده نشان می دهد. قارچ های میکوریزا رشد گیاهان را با بهبود تغذیه معدنی و افزایش مقاومت یا تحمل به تنش های زنده و غیر زنده، بهبود می بخشند (کوردیر و همکاران<sup>۳</sup>، ۱۹۹۶؛ کلارک و زتو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰).

- 1- Copetta et al.
- 2- Srivastava et al.
- 3- Cordier et al.
- 4- Clark & Zeto

- 5- Ruiz-Lozano et al.
- 6- Fillion et al.

هنگامی که توسط میکروارگانسیم های غیرپاتوژنیک تحریک شود (کلوپر<sup>۷</sup>، ۱۹۹۳).

نتایج این بررسی نشان داد که قارچ های میکوریزا *G. fasciculatum* و *G. mosseae* باعث افزایش حدود سه برابری رشد رویشی و میزان اسانس گیاه ریحان گردید. عواملی که تولید ماده ی خشک گیاه را افزایش می دهند، ممکن است روابط داخلی بین متابولیسم اولیه و ثانویه را تحت تاثیر قرار دهند، که منجر به افزایش بیوستز متابولیت های ثانویه شود. به نظر می رسد افزایش بیومس گیاهی می تواند منجر به دسترسی بیشتر در زمینه بیوستز منوترپن ها شود (بومستر و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۰۷). افزایش غلظت منوترپن ها در گیاهان تلقیح شده ممکن است به مواد محرک رشد نسبت داده شود که توسط میکروارگانسیم های تلقیح شده تولید شده اند، که پروسه ی متابولیسم گیاهی را تحت تاثیر قرار داده اند. استفاده از تلقیح های باکتریایی یا قارچ میکوریزا یک راهکار جایگزین کارآمد برای تحریک و راه اندازی متابولیسم ثانویه در گیاهان است. یافته های ما نشان می دهد که تلقیح قارچ های آربسکولار میکوریزا سبب افزایش میزان اسانس گیاه ریحان می شود که مشابه تحقیقات قبلی در دیگر گونه های گیاهان اسانس دار و عطری می باشد (بانچیو و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج این تحقیق پیشنهاد می کند که تلقیح با میکوریزا گونه *G. mosseae* می تواند به طور مشخصی رشد رویشی و میزان اسانس گیاهان ریحان را افزایش دهد و میزان کود مصرفی مورد نیاز برای کشت محصول تجاری ریحان دارویی را کاهش دهد. آزمایش های کنترل شده و دقیق مزرعه ای برای بررسی توانایی *G. mosseae* ضروری است تا نتایج رشد تسریع شده ریحان (و یا سایر محصولات دارویی و عطری) را به طور تجاری نیز مشخص نماید.

از آنجایی که بسیاری از اسانس ها خواص ضد میکروبی دارند (سانگوان و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱)، می توان افزایش سنتز اسانس در گیاهان تیمار شده با میکوریزا را یک پاسخ دفاعی در برابر تجمع میکروارگانسیم ها محسوب نمود. مطابق تحقیقات بانچیو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) تیمار گیاه دارویی ریحان با *G. mosseae* باعث افزایش عملکرد کل اسانس و افزایش میزان اجزای اسانس شامل اوژنول و ترینئول در اجزای اسانس شده است. تحریک پاسخ متابولیتی ثانویه به همزیستی با میکروارگانسیم های مفید از جمله قارچ- های آربسکولار میکوریزا گزارش شده است. گوپتا و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۲) قارچ میکوریزای گونه ی *G. fasciculatum* را در کولتیوارهای وحشی نعنا *Mentha arvensis* تلقیح کردند و نتایجی مثل افزایش ارتفاع گیاه، رشد بخش هوایی و میزان اسانس را مشاهده کردند. خواساد و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) تغییرات در افزایش میزان اسانس گیاه مرزنجوش را در پیامد تلقیح میکوریزایی مشاهده کردند. طبق تحقیقات کوپت تا و همکاران (۲۰۰۶) افزایش تعداد کرک ها و غده های اسانس دار و در نتیجه آن افزایش عملکرد اسانس در گیاه ریحان در پی تلقیح میکوریزایی اتفاق می افتد، در واقع افزایش عملکرد اسانس مرتبط با تعداد بیشتر کرک های غده ای سطحی است که محل اصلی تولید و تجمع اسانس می باشد. می توان با ایجاد عوامل استرس زا به طور مصنوعی برای گیاهان، بیوستز متابولیت های ثانویه آنها را بهبود بخشید (رامومورتی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۱). عوامل بیولوژیکی می توانند به عنوان فعال کننده های آنزیم های کلیدی درگیر در متابولیسم ثانویه عمل کنند (چن و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰)، که به طور مشخصی مرتبط با مکانسیم های دفاعی گیاهان علیه پاتوژن ها هستند (حتی

1- Sangwan *et al.*

2- Banchio *et al.*

3- Gupta *et al.*

4- Khaosaad *et al.*

5- Ramomoorthy *et al.*

6- Chen *et al.*

7- Kloepper

8- Bouwmeester *et al.*

موسسه تحقیقات خاک و آب جهاد کشاورزی به جهت فراهم کردن امکانات این تحقیق تشکر و قدردانی می شود.

### سپاس گزاری

بدینوسیله از کارشناسان و اساتید گرامی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، آزمایشگاه گیاهان دارویی موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع و

### منابع

۱. امیدبیگی، رضا. ۱۳۸۳. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات به نشر. (۳): ۳۹۷.
۲. رجالی، ف.، علیزاده، ع.، صالح راستین، ن. و ملکوتی، م.ج.، ۱۳۸۰. تاثیر رابطه همزیستی مایکوریزی بر اصلاح روابط آبی گیاه میزبان و افزایش تحمل آن به خشکی. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور، ص ۴۳۵-۴۵۷.
3. Akerele, O. 1990. Medicinal plants in traditional medicine, In: Economic and medicinal plants research. Wagner H, and Farnsworth N. (Eds.), Academic Press, London, 4. 5-16.
4. Banchio, E., Xie, X., Zhang, H., and Pare, P.W. 2009. Soil Bacteria Elevate Essential Oil Accumulation and Emissions in Sweet Basil. Journal of Agricultural Food Chemistry, 57. 653-657.
5. Bouwmeester, H.J., Roux, C., Lopez-Raez, J.A., and Becard, G. 2007. Rhizosphere communication of plants, parasitic plants and AM fungi. Trends Plant Science, 12, 224-230.
6. Chalchat, J.C., Garry, R.P., Sidibe, L., and Marama, M. 1999. Aromatic plants of Mali(I): Chemical composition of essential oils of *Ocimum basilicum* L. Journal Essential Oil Research, 11: 375-380.
7. Chen, C., Belanger, R., Benhamou, N., and Paulitz, T.C. 2000. Defense enzymes induced in cucumber roots by treatment with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and *Pythium aphanidermatum*. Physiology Molecular Plant Pathology, 56, 13-23.
8. Chiang, L.C. 2005. Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. Clinical Experiment Pharmacology Physiology, 32(10):811-6.
9. Clark, R.B., and Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. Journal of Plant Nutrition, 23: 867-902.
10. Copetta, A., Lingua, G., and Berta, G. 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.
11. Cordier, C., Gianinazzi, S., and Gianinazzi-Pearson, V. 1996. Colonisation patterns of root tissues by *Phytophthora nicotianae* var parasitica related to reduced disease in mycorrhizal tomato. Plant Soil, 185: 223-232.



12. Evans, WC. 1996. Trease and Evans' Pharmacognosy. London: W.B. Saunders Company .48.
13. Fillion, M., St-Arnaud, M., and Fortin, J.A. 1999. Direct interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere microorganisms. *New Phytology*, 141: 525–533.
14. Gupta, ML., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular arbuscular mycorrhizal(VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint(*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bio-resource Technology*, 81: 77–79.
15. Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H.P., Vivanco, J.M. 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in "local" accessions and used in traditional medicines in Iran. *Agricultural Food Chemistry*. 50: 5878-588.
16. Kahkonen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S., and Heinonen 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962.
17. Karthikeyan, B., Joe, M. M., and Jaleel, C.A. 2009. Response of some medicinal plants to VAM inoculations. *Journal Science Research*, 1: 381-386.
18. Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K., and Novak, J. 2006. Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). *Mycorrhiza*, 16, 443–446.
19. Kloeppe, J.W. 1993. Plant Growth promoting rhizobacteria as Biological Control Agents. In *Soil Microbial Ecology-Applications in Agricultural and Environmental Management* Metting; Metting, F. B., Ed.; Marcel Dekker: New York, pp: 255-274.
20. Morales, M.R., and Simon, J.E. 1997. Sweet Dani. New culinary and ornamental lemon basil. *Horticulture Science*, 32, 148–149.
21. Petersen, M., and Simmonds, M. 2003. Rosmarinic acid. *Photochemistry*, 62: 121-125.
22. Philips, 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. *Transactions of the British Mycological Society*, 55: 158-16
23. Phiri, S., Rao, I.M., Barrios, E., and Singh, B.R. 2003. Mycorrhizal association, Nutrient uptake and phosphorus Dynamics in a volcanic-ash. Soil in Colombia as affected by the establishment of *Tithonia diversifolia*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 21(3): 41- 59.
24. Ramomoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasam, V., and Samiyappan, R. 2001. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plant against pest and diseases. *Crop Protection*, 20: 1–11.
25. Ruiz-Lozano, J.M., Azcon, R., and Gomez, M. 1996a. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. *Plant Physiology*, 98: 767-772.

26. Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F., and Sangwan, R.S. 2001. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulator*, 34: 3–21.
27. Sharma, M.P., and Adholey, A. 2004. Effect of AM Fungi and P fertilization on the micro propagated strawberry grown in a sandy loam soil. *Canadian Journal of Botany*, 82: 322-328.
28. Smith, E.E., Facelli, E., Pope, S., and Smith, F.A. 2010. Plant performance in stressful environments. Interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil*, 326: 3-20.
29. Srivastava, D., Kapoor, R., Srivastava, A.K., and Mukerji, K.G. 1996. Vesicular arbuscular mycorrhiza, an overview. In: Mukerji KG (ed) *Concepts in mycorrhizal research*. Kluwer, Dordrecht, pp: 1-34.
30. Toussaint J-P. 2008. The effect of the arbuscular mycorrhizal symbiosis on the production of phytochemicals in Basil. Ph. D. Thesis. Faculty of science, Discipline of Soil and Land Systems, School of Land and Environmental Science, The University of Adelaide. 171 p.
31. Wang, B., Qiu, Y.L. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16: 299–363.