# تأثیر مایه‌کوبی با دو گونه قارچ مایکوریزای آربوسکولار بر میزان رشد و صفات فیزیکوشیمیایی نهال‌های جوان زیتون در شرایط گلخانه

یحیی شیری تیمور[۱]، اسماعیل سیفی[۱*]، مهدی علیزاده[۱] و حسین فریدونی[۲]

(تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۱)

## چکیده

**این مطالعه جهت بررسی اثر دو گونه قارچ مایکوریزای آربوسکولار (*Glomus mosseae* و *G. intraradices*) بر رشد نهال‌های جوان دو رقم زیتون (کرونایکی و والانولیا) انجام شد. بدین‌منظور، قلمه‌های تازه ریشه‌دار شدهٔ زیتون مایه‌کوبی شده و پس از کشت در گلدان در گلخانه قرار گرفتند. هجده ماه پس از مایه‌کوبی، بعضی از صفات ریخت‌شناختی، فیزیکی و بیوشیمیایی بررسی شدند. نتایج نشان داد که نهال‌های مایه‌کوبی شده با هر دو گونهٔ قارچ مایکوریزا دارای ارتفاع بیشتر، شاخه‌های بیشتر، ساقه‌های قطورتر، میان‌گره‌های طویل‌تر و برگ‌های بیشتر نسبت به نهال‌های شاهد بودند. همچنین، در آن‌ها وزن تر و خشک ساقه از شاهد بیشتر اما وزن تر و خشک ریشه کمتر بود. مایه‌کوبی با قارچ‌های مایکوریزا میزان کلروفیل کل، کاروتنوئید و فنل برگ را به طور معنی‌داری افزایش داد. اما بر میزان عناصر آهن و فسفر اثر معنی‌داری نداشت. در تمام صفات اندازه‌گیری شده، بین دو گونهٔ قارچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. درصد کلونیزاسیون ریشه در هر دو گونه قارچ مایکوریزا از شاهد بیشتر بود.**

**واژه‌های کلیدی: کرونایکی، والانولیا، کلروفیل، فنل**

## مقدمه

زیتون با نام علمی *Olea europaea* L. یکی از درختان همیشه سبز تیره Oleaceae می‌باشد. این تیره دارای ۲۰ جنس و ۴۰۰ گونه است و زیتون تنها گونهٔ دارای میوهٔ خوراکی در آن می‌باشد (۵). زیتون برای هزاران سال به منظور تولید روغن و کنسرو در منطقه مدیترانه کشت شده است. اما امروزه پرورش آن در خارج از این منطقه، از جمله ایران، نیز رواج یافته است. روغن زیتون حاوی مقدار زیادی آنتی‌اکسیدان است و بهترین روغن گیاهی محسوب می‌شود (۷).

استان گلستان یکی از مراکز مهم کشت زیتون در ایران می‌باشد و سالانه مقدار زیادی از نیاز کشور را تأمین می‌کند. امروزه، با توجه به افزایش میزان مصرف روغن و کنسرو زیتون و کاهش سطح زمین‌های کشاورزی، دست‌یابی به راهکارهای مناسب برای افزایش میزان تولید در واحد سطح ضروری است. یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، استفاده از پتانسیل همزیستی ریزموجودات مفید با زیتون می‌باشد. در سال ۱۳۹۰، سطح زیر کشت زیتون در ایران و استان گلستان به‌ترتیب ۱۱۵۰۰۰ و ۶۴۰۰ هکتار و متوسط عملکرد به ترتیب ۱۹۵۰ و ۳۹۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (۴). در مناطق زیتون‌خیز قدیمی کشور، از جمله رودبار، ارقام ایرانی مانند روغنی رودبار، زرد و ماری پرورش می‌یابند. در سایر نقاط کشور، علاوه بر ارقام ایرانی، ارقام خارجی نیز کشت می‌شوند. در استان گلستان،

۱. گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: esmaeilseifi@yahoo.com

ارقام ایرانی تولید مناسبی ندارند و کمتر پرورش می‌یابند. ولی ارقامی مانند کرونایکی، میشن، بلیدی، کنسروالیا و والانولیا تحت کشت وسیع قرار دارند.

قارچ‌های مایکوریزا از ریزموجودات خاک‌زی می‌باشند که توانایی برقراری همزیستی با محصولات مختلف کشاورزی و افزایش راندمان تولید را دارند. در واقع همزیستی ریشه گیاه و قارچ مایکوریزا یک رابطه مسالمت‌آمیز است که در آن گیاه میزبان و قارچ‌های همزیست به طور متقابل سود می‌برند. این همزیستی موجب پایداری گونه‌های گیاهی و افزایش رشد آن‌ها می‌شود. این قارچ‌ها به درون بافت میزبان نفوذ کرده، در ناحیه کورتکس ریشه منتشر شده و مواد مورد نیاز خود را به وسیلهٔ ریسه‌های برون و درون‌سلولی و نیز با فرستادن اندام مکنده به درون سلول به دست می‌آورند و در مقابل به وسیلهٔ شبکه گسترده میسلیومی خود به جذب عناصرغذایی و آب از خاک کمک می‌کنند (۳). قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار مهم‌ترین گروه قارچ‌های همزیست ریشه می‌باشند.

در تحقیقی که روی نهال‌های سیب (ارقام جاناتان و گلدن دلیشس) انجام شد، کاربرد قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار (گونه‌های *Glomus etunicatum* و *Gigaspora margarita*) سبب بهبود صفات رویشی نهال‌های تلقیح شده از جمله ارتفاع، زیست‌توده، وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی شد (۱۹). از طرف دیگر، صالحی و همکاران (۶) گزارش کردند که وزن تر و خشک ریشه‌های پستهٔ مایه‌زنی شده با قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار نسبت به تیمار شاهد کمتر بوده است. دلیل این امر می‌تواند توسعه بیشتر میسلیوم قارچ‌های مایکوریزا در خاک و کاهش ریشه‌دهی نهال‌های پسته باشد. زیرا میسلیوم، مواد معدنی و آب را در اختیار گیاه قرار می‌دهد و گیاه نیازی برای گسترش ریشه‌های خود نمی‌بیند. آن‌ها همچنین گزارش کردند که با استفاده از قارچ‌های مایکوریزا، مقدار جذب عناصر غذایی در نهال پسته افزایش یافت.

افتخاری (۱) تأثیر سه گونه قارچ مایکوریزای آربوسکولار را بر رشد و نمو قلمه‌های چهار رقم انگور بررسی کرد. وی دریافت که مایه‌کوبی قلمه‌ها سبب افزایش اغلب صفات ریخت‌شناختی، از جمله تعداد برگ، تعداد شاخه، طول بوته و طول ریشه، و همچنین سبب افزایش صفات بیوشیمیایی، از جمله میزان کلروفیل کل، فنل و قند در برگ و ریشه، در هر چهار رقم انگور گردید. پوراس پیدرا و همکاران (۲۲) تأثیر قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار را بر رشد و نمو نهال زیتون در شرایط مه‌پاش بررسی کردند. نتایج نشان داد که شرایط رشدی نهال‌ها تحت تأثیر قارچ‌های مایکوریزا بهتر شد، به طوری که تعداد، طول و قطر شاخه‌ها افزایش معنی‌داری یافت.

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر دو گونه قارچ مایکوریزای آربوسکولار بر رشد و صفات فیزیکوشیمیایی نهال‌های جوان زیتون ارقام کرونایکی و والانولیا در شرایط گلخانه می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۸ در نهالستان "تولید و توسعه زیتون" واقع در حومه‌ی شهرستان گرگان و آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این تحقیق، دو رقم کرونایکی (روغنی) و والانولیا (کنسروی) و دو گونهٔ قارچ مایکوریزای آربوسکولار به نام‌های *G. mosseae* و *G. intraradices* به‌کار رفتند. مایه تلقیح به‌صورت مخلوط خاکی حاوی اسپور (با تراکم ۱۵۰ عدد در ۱۰۰ گرم خاک رس خشک)، هیف و قطعات ریشهٔ گیاه میزبان (شبدر) بود و از آزمایشگاه تجاری شرکت "زیست‌فن‌آور توران شاهرود" تهیه شد. خاک مورد استفاده دارای بافت لوم شنی بود و قبل از استفاده به وسیلهٔ بخار آب (دمای ۹۰ درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ بار به مدت ۳۰ دقیقه) ضدعفونی گردید. این خاک دارای ۸۲٪ شن، ۱۲٪ لوم و ۶٪ رس بود. میزان عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در این خاک عبارت بودند از: پتاسیم (۹۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم)، فسفر (۱۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، مس (۰/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم)، روی (۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، منگنز (۵/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و آهن (۶/۷

میلی‌گرم در کیلوگرم). هدایت الکتریکی خاک ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر و پ- هاش آن ۷/۴ بود.

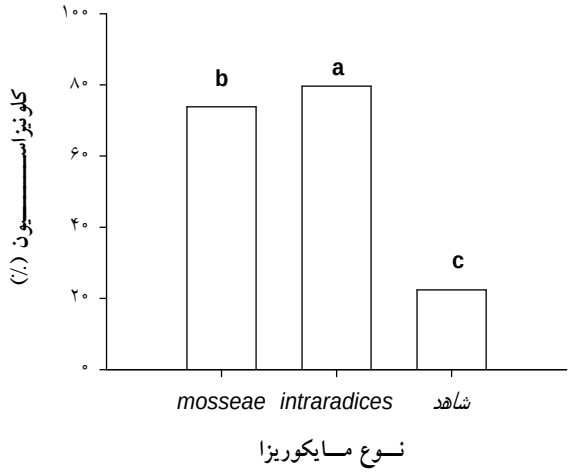
برای انجام مایه‌کوبی، قلمه‌های ریشه‌دار شدهٔ زیتون با طول تقریباً یکنواخت (۱۰ تا ۱۱ سانتی‌متر) در فروردین سال ۱۳۸۹ به گلدان‌های نایلونی ۰/۴ لیتری منتقل شدند. در این هنگام، ۱۰ گرم از مایه تلقیح درست در زیر ریشه ریخته شد. نهال‌ها پس از مایه‌کوبی در گلخانه (با رطوبت نسبی ۵±۸۰ درصد و دمای شبانه و روزانه به ترتیب ۳±۱۲ و ۵±۲۵ درجه سلسیوس) قرار گرفتند. آبیاری در طول فصل رشد به صورت یکنواخت و به مقدار کافی صورت گرفت. بدین‌ترتیب که در هفتهٔ اول، به منظور مقاوم‌سازی قلمه‌ها به شرایط جدید، آبیاری خودکار سه نوبت در روز و به مدت ۳ دقیقه انجام شد. در هفتهٔ دوم، تعداد آبیاری به دو نوبت در روز و از هفتهٔ سوم به یک نوبت در روز کاهش یافت. از اوایل خرداد، به دلیل گرم شدن هوا، آبیاری یک نوبت در روز و به مدت ۱۰ دقیقه صورت گرفت. در ضمن، با توجه به شرایط آب و هوایی، میزان و مدت آبیاری به صورت روزانه اصلاح گردید. هدایت الکتریکی آب ۰/۶۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. در زمستان همان سال، نهال‌ها به گلدان‌های بزرگتر یک لیتری منتقل شدند. ترکیب خاک مورد استفاده مانند قبل بود و مجدداً ضدعفونی گردید.

هجده ماه بعد از مایه‌کوبی و کشت نهال‌ها، صفات ریخت‌شناختی و فیزیکی اندام‌های رویشی و صفات بیوشیمیایی برگ اندازه‌گیری شدند. صفات ریخت‌شناختی عبارت بودند از: ارتفاع نهال، تعداد شاخه، قطر ساقه، طول میانگره، تعداد برگ، سطح برگ، طول ریشه اصلی و تعداد ریشه فرعی. ارتفاع گیاه از طوقه تا انتهای ساقه اصلی در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری طول میانگره و قطر ساقه، فاصله بین گره‌های سوم تا ششم به کار رفت. صفات فیزیکی مورد ارزیابی عبارت بودند از: وزن تر و خشک ساقه، درصد مادهٔ خشک برگ و وزن تر و خشک ریشه. صفات بیوشیمیایی مورد ارزیابی در برگ عبارت بودند از: کلروفیل کل، کاروتنویید، فنل، آهن و فسفر. رنگدانه‌های برگ با استفاده از روش بارنز و همکاران (۱۰) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری میزان فنل برگ از روش پیشنهادی مالیک و سینگ (۱۸) استفاده شد. مقدار آهن برگ به روش جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شد. در این روش، میزان جذب آهن در طول موج ۲۴۸/۳ نانومتر اندازه گیری گردید (۲). میزان فسفر برگ به روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات) اندازه‌گیری و شدت رنگ در طول موج ۴۷۰ نانومتر تعیین گردید (۲). برای اندازه‌گیری میزان کلونیزاسیون ریشه از روش پیشنهادی فلیپس و هیمن (۲۱) استفاده شد. همچنین، درصد تلفات ناشی از تنش انتقال (درصد نهال‌های تلف شده نسبت به نهال‌های سالم) محاسبه و مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

این پژوهش به صورت طرح فاکتوریل با دو فاکتور و بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. فاکتور اول (رقم نهال) شامل دو سطح (ارقام کرونایکی و والانولیا) و فاکتور دوم (گونه‌ی قارچ) شامل سه سطح از قارچ مایکوریزای آربوسکولار (*G. mosseae, G. intraradices* و شاهد) بود که در ۶ تیمار و ۳ تکرار پایه‌ریزی گردید. هر تکرار شامل ۱۰ گلدان بود (در هر گلدان یک نهال قرار داشت). تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار ژن‌استات نسخه ۹ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ انجام شد. داده‌هایی که به صورت تعداد بودند به جذر و داده‌هایی که به‌صورت درصد بودند به زاویه تبدیل شدند و سپس مورد تجزیه قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که از نظر درصد کلونیزاسیون ریشه بین ارقام کرونایکی (۶۵/۹۵٪) و والانولیا (۶۰/۳۷٪) اختلاف معنی‌دار (P=۰/۰۱۲) وجود داشت و رقم کرونایکی کلونیزاسیون بیشتری نشان داد. رقم کرونایکی با داشتن کلونیزاسیون بیشتر، رشد بیشتری را نیز در اندازه‌گیری‌ها نشان داد (جداول ۱ و ۲). به عبارت دیگر، ژنوتیپ گیاه میزبان و سازگاری بیشتر آن با گونه‌ی مایکوریزا تأثیر به‌سزایی در



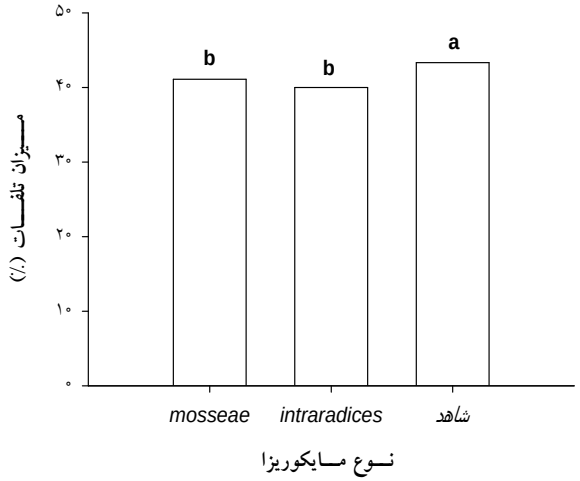

**شکل ۱. درصد کلونیزاسیون قارچ مایکوریزای آربوسکولار در ریشه نهال‌های زیتون**

افزایش رشد گیاه دارد. بنابراین، می‌توان اظهار کرد که ارقام مختلف یک گیاه میزبان، تأثیرات گوناگونی بر مقدار کلون شدن قارچ مایکوریزای آربوسکولار دارند. البته، باید در نظر داشت که گیاهان مختلف واکنش‌های متفاوتی را در ارتباط با درصد کلونیزاسیون ریشه نشان می‌دهند و کلونیزاسیون کم ریشه را نمی‌توان به کم بودن پاسخ گیاه مرتبط دانست (۱۱).

نتایج همچنین نشان داد که بین تیمارهای مایکوریزا از نظر درصد کلونیزاسیون ریشه اختلاف آماری معنی‌داری ($P<0/001$) وجود دارد. به‌طوری که بیشترین درصد کلونیزاسیون مربوط به گونهٔ *G. intraradices* بود و پس از آن *G. mosseae* و تیمار شاهد قرار داشتند (شکل ۱). مدادحمزه و همکاران (۲۰) در مورد درصد کلونیزاسیون این دو گونه به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها نشان دادند که با وجود کمتر بودن کلونیزاسیون ریشه ناشی از *G. mosseae* نسبت به *G. intraradices* تأثیر آن بر رشد گیاه بیشتر بوده است. در این آزمایش، این دو گونه از قارچ دارای تأثیر یکسانی بر تمام صفات اندازه‌گیری شده بودند. هر چند که در این تحقیق از خاک ضدعفونی شده استفاده شد، اما تیمار شاهد نیز درصد کمی کلونیزاسیون نشان داد که ممکن است ناشی از وجود گونه‌های بومی مایکوریزا در آب آبیاری، هوا و محیط گلخانه باشد. البته، زمان آلودگی مشخص نیست و ممکن است در مراحل پایانی تحقیق بوده باشد و به‌همین دلیل بر رشد و نمو گیاهان تیمار شاهد تأثیری نداشته است. وقوع کلونیزاسیون ریشه در تیمار شاهد در دیگر تحقیقات نیز دیده شده است (۱۲).

یکی از مشکلات تولیدکنندگان نهال زیتون، تلفات زیاد هنگام انتقال قلمه‌های ریشه‌دار شده به گلدان می‌باشد. در مطالعهٔ حاضر، استفاده از قارچ‌های مایکوریزا سبب کاهش تلفات ناشی از تنش انتقال شد. نتایج نشان داد که تیمار شاهد بیشترین میزان تلفات را داشت (شکل ۲). به نظر می‌رسد که قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار با گسترش میسلیوم‌های خود در خاک سبب تعدیل آثار منفی تنش‌های محیطی می‌شوند. از طرف دیگر، رقم کرونایکی تلفات کمتری (۳۸/۸٪) از رقم والانولیا (۴۰/۵٪) داشت. هر چند این اختلاف معنی‌دار نبود. اما با درصد کلونیزاسیون ارقام مطابقت داشت.

نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که ارتفاع نهال و تعداد برگ در رقم کرونایکی به طور معنی‌داری بیشتر از رقم والانولیا بود. اما رقم والانولیا سطح برگ بیشتری داشت (جدول ۱). در سایر صفات ریخت‌شناختی، شامل تعداد شاخه، قطر ساقه، طول میان گره، طول ریشهٔ اصلی و تعداد ریشهٔ فرعی، بین دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه تیمارهای




**شکل ۲. درصد تلفات نهال‌های زیتون پس از تیمار با قارچ مایکوریزای آربوسکولار**

**جدول ۱. اثر رقم و تیمار مایکوریزای آربوسکولار بر صفات ریخت‌شناختی اندام‌های رویشی زیتون**

| | ارتفاع نهال (سانتی‌متر) | تعداد شاخه | قطر ساقه (میلی‌متر) | طول میانگره (سانتی‌متر) | تعداد برگ | سطح برگ (سانتی‌متر مربع) | طول ریشه (سانتی‌متر) | تعداد ریشه فرعی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم | P < ۰/۰۰۱ | P = ۰/۰۶۷ | P = ۰/۴۰۵ | P = ۰/۹۴۲ | P < ۰/۰۰۱ | P <۰/۰۰۱ | P = ۰/۴۹۲ | P = ۰/۴۵۹ |
| کرونایکی | ۶۳/۰۸ a | ۱۰/۸۴ | ۳/۳۵ | ۲/۹۹ | ۱۰۹/۱۳ a | ۳/۹۵ b | ۱۵/۶۳ | ۸/۰۵ |
| والانولیا | ۵۵/۰۱ b | ۱۰/۱۳ | ۳/۳۰ | ۲/۹۹ | ۸۶/۲۰ b | ۴/۳۳ [a] | ۱۵/۱۷ | ۷/۷۱ |
| مایکوریزا | P < ۰/۰۰۱ | P <۰/۰۰۱ | P < ۰/۰۰۱ | P = ۰/۰۴۲ | P < ۰/۰۰۱ | P = ۰/۸۰۷ | P = ۰/۳۴۶ | P = ۰/۴۹۶ |
| *Mosseae* | ۶۳/۵۱ a | ۱۰/۸۸ a | ۳/۴۲ a | ۲/۹۷ a | ۹۴/۲۲ a | ۴/۱۸ | ۱۶/۰۳ | ۷/۷۷ |
| *Intraradices* | ۶۴/۲۲ a | ۱۰/۷۷ a | ۳/۴۳ a | ۳/۱۳ a | ۹۲/۶۶ a | ۴/۱۲ | ۱۴/۸۹ | ۷/۶۶ |
| شاهد | ۴۴/۵۸ b | ۸/۰۲ b | ۲/۰۲ b | ۲/ ۵۱[b] | ۶۴/۵۰ b | ۴/۱۱ | ۱۵/۲۵ | ۸/۲۵ |
| اثر متقابل | P = ۰/۲۶۳ | P = ۰/۷۶۱ | P = ۰/۹۴۴ | P = ۰/۶۵۹ | P = ۰/۲۴۹ | P = ۰/۹۹۴ | P = ۰/۱۸۲ | P = ۰/۵۷ |
| ضریب تغییرات (٪) | ۱۰/۸ | ۶/۴ | ۵/۶ | ۱۱/۹ | ۶/۷ | ۸/۳ | ۱۴/۹ | ۹/۰ |

در هر ستون، اعداد دارای حد اقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

قارچ مایکوریزای آربوسکولار نشان داد که هر دو گونهٔ قارچ باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع نهال، تعداد شاخه، قطر ساقه، طول میان گره و تعداد برگ شدند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها (آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار) نشان داد که بین دو گونهٔ قارچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱).

پیش از این، افزایش رشد گیاهانی مانند زیتون (۲۰ و ۲۳)، انگور (۱) و انبه (۱۳) به وسیله مایه‌کوبی با قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار گزارش شده است که با نتایج این پژوهش یکسان می‌باشد. اثر مایه‌کوبی با قارچ‌های مایکوریزا بر قطر ساقه زیتون (۲۳) و بادام هندی (۸) مثبت اعلام شده است

**جدول ۲. اثر رقم و تیمار مایکوریزای آربوسکولار بر صفات فیزیکی اندام‌های رویشی زیتون**

| | وزن تر ساقه (گرم) | وزن خشک ساقه (گرم) | ماده خشک برگ (٪) | وزن تر ریشه (گرم) | وزن خشک ریشه (گرم) |
|---|---|---|---|---|---|
| رقم | P < ۰/۰۰۱ | P = ۰/۱۶۶ | P = ۰/۳۳۷ | P = ۰/۸۰۱ | P = ۰/۴۲ |
| کرونایکی | ۳۱/۷۱ a | ۱۴/۷۰ | ۹۸/۲۲ | ۱۰/۹۱ | ۶/۸۳ |
| والانولیا | ۲۶/۹۲ b | ۱۴/۰۲ | ۹۸/۶۷ | ۱۱/۰۴ | ۷/۱۶ |
| مایکوریزا | P < ۰/۰۰۱ | P = ۰/۰۲ | P = ۰/۷۸ | P < ۰/۰۴ | P = ۰/۰۲ |
| *mosseae* | ۳۰/۵ a | ۱۴/۹۵ a | ۹۸/۶۷ | ۹/۹۴ b | ۶/۵۳ b |
| *intraradices* | ۳۱/۹۴ a | ۱۴/۹۴ a | ۹۹/۳۳ | ۱۰/۱۶ b | ۶/۶۱ b |
| شاهد | ۲۳/۵۸ b | ۱۳/۱۶ b | ۹۸/۳۳ | ۱۳/۷۵ a | ۸/۳۳ a |
| اثر متقابل | P = ۰/۰۹۵ | P = ۰/۵ | P = ۰/۴۸۳ | P = ۰/۹۲۶ | P = ۰/۶۴۵ |
| ضریب تغییرات | ۱۳/۱ | ۱۲/۱ | ۱۱/۰ | ۱۵/۶ | ۲۰/۲ |

در هر ستون، اعداد دارای حد اقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. آنانتا کریشنان و همکاران (۸) دریافتند که این تیمار سبب افزایش تعداد و طول میانگره در بادام هندی می‌گردد. افتخاری (۱) نشان داد که قارچ *G. intraradices* سبب افزایش تعداد شاخه و برگ در انگور گردید. افزایش تعداد برگ در انبه نیز گزارش شده است (۱۳).

بین تیمار دو گونه قارچ و شاهد از نظر سطح برگ، طول ریشه و تعداد ریشهٔ فرعی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۱). سطح برگ از صفاتی است که خاص رقم است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. طبق نظر بعضی از کارشناسان، با گسترش اندام‌های قارچ مایکوریزا در بستر ریشه، گیاه میزبان نیازی به گسترش بیشتر ریشه‌های خود نمی‌بیند و از وجود ریشه‌های میکوریزایی برای رفع نیازهای خود سود می‌برد و در نتیجه تیمار با مایکوریزا رشد ریشه را افزایش نمی‌دهد (۶). در عین حال، در برخی از پژوهش‌ها روی گیاهان دیگر مشخص شده است که قارچ‌های مایکوریزا سبب افزایش رشد ریشه می‌شوند (۲۷). در نتیجه، این احتمال مطرح است که قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار در میزبان‌های مختلف اثرهای متفاوتی نشان دهند. از طرف دیگر، ممکن است نوع سیستم ریشه، نوع خاک و میزان مواد معدنی تأثیرگذار باشند (۹). اثر متقابل رقم و قارچ در هیچیک از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۱).

این مطالعه نشان داد که بین دو رقم از نظر وزن تر ساقه اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱ درصد وجود دارد. اما از نظر سایر صفات فیزیکی شامل وزن خشک ساقه، درصد مادهٔ خشک برگ و وزن تر و خشک ریشه اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲). رقم کرونایکی از نظر ارتفاع نهال نیز با رقم والانولیا اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۱). به‌نظر می‌رسد که در شرایط مشابه، میزان رشد ساقه در رقم کرونایکی بیشتر از رقم والانولیا است. این تفاوت‌ها با اختلاف درصد کلونیزاسیون ریشه در دو رقم مطابقت دارد. نتایج مقایسه میانگین در مورد وزن تر و خشک ساقه نشان داد که بین تیمارهای مایکوریزا و شاهد اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح ۰/۰۰۱ و ۰/۰۲ درصد وجود دارد و در تیمار شاهد ساقه‌ها دارای وزن تر و خشک کمتری از هر دو تیمار مایکوریزا بودند. در مورد درصد مادهٔ خشک برگ، اختلاف معنی‌داری بین تیمار مایکوریزا و ارقام زیتون مشاهده نشد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که صفاتی مانند سطح برگ (جدول ۱) و درصد مادهٔ خشک برگ (جدول ۲) بیشتر به عوامل ژنتیکی وابسته‌اند تا عوامل محیطی و به

**جدول ۳. اثر رقم و تیمار مایکوریزای آربوسکولار بر صفات بیوشیمیایی برگ زیتون**

| | کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر) | کاروتنویید (میلی‌گرم در گرم وزن تر) | فنل (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) | آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم) | فسفر (٪) |
|---|---|---|---|---|---|
| رقم | P = ۰/۵۶۹ | P = ۰/۰۸۷ | P <۰/۰۰۱ | P = ۰/۰۵۱ | P = ۰/۰۴۱ |
| کرونایکی | ۴/۹۰ | ۳/۲۵ | ۷/۲۹ a | ۱۲۲/۱۱ | ۰/۱۷ a |
| والانولیا | ۵/۰۱ | ۳/۶۰ | ۶/۵۹ b | ۱۴۱/۵۲ | ۰/۱۵ b |
| مایکوریزا | P < ۰/۰۰۱ | P = ۰/۰۱۱ | P = ۰/۰۰۲ | P = ۰/۴۳ | P = ۰/۴۶ |
| *mosseae* | ۵/۳۴ a | ۳/۴۷ a | ۶/۹۷ a | ۱۳۷/۳۳ | ۰/۱۷ |
| *intraradices* | ۵/۴۷ a | ۳/۷۲ a | ۷/۲۱ a | ۱۳۴/۶۲ | ۰/۱۶ |
| شاهد | ۳/۵۹ b | ۲/۹۲ b | ۶/۴۷ b | ۱۲۳/۶۴ | ۰/۱۶ |
| اثر متقابل | P = ۰/۲۳۳ | P = ۰/۱۷۴ | P = ۰/۶۱۸ | P = ۰/۴۵ | P = ۰/۲۴ |
| ضریب تغییرات | ۱۲/۷ | ۱۹/۳ | ۷/۶ | ۱۴/۳ | ۶/۹ |

در هر ستون، اعداد دارای حد اقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

همین دلیل تیمار با دو گونه مایکوریزا هیچ اثری بر این دو صفت نداشت. در مقابل، این تیمارها با افزایش ارتفاع نهال، تعداد شاخه و تعداد برگ در رشد نهال‌ها مؤثر بودند.

از نظر وزن خشک و تر ریشه اختلاف معنی‌داری بین ارقام زیتون مشاهده نشد. ولی تیمار شاهد از میانگین بیشتری نسبت به گونه‌های قارچ مایکوریزا برخوردار بود. این یافته‌ها با نتایج صالحی و همکاران (۶) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که وزن تر و خشک ریشه‌های پستهٔ مایه‌زنی شده با قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار نسبت به تیمار شاهد کمتر بوده است. البته برخی محققین یافته‌های متفاوتی داشته‌اند؛ برای مثال، افزایش رشد ریشه در نارنج سه‌برگ و افزایش وزن خشک ریشه و ساقه در مرکبات (۲۷) گزارش شده است. اثر متقابل رقم و مایکوریزا در هیچیک از صفات فیزیکی اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول ۲).

نتایج نشان داد که بین ارقام کرونایکی و والانولیا از نظر میزان رنگدانه‌های کلروفیل کل، کاروتنوئید و آهن برگ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ولی از نظر میزان فنل و فسفر اختلاف معنی‌دار دیده شد (جدول ۳). رقم کرونایکی، فنل و فسفر بیشتری نسبت به رقم والانولیا داشت. مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که از نظر میزان کلروفیل کل، کاروتنوئید و فنل بین تیمارهای مایکوریزا اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری که تیمار شاهد در هر سه صفت دارای کمترین میزان بود و بین دو گونه قارچ اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳). عدم وجود اختلاف بین دو گونهٔ قارچ از نظر میزان تأثیر بر صفات نهال‌ها تأیید می‌کند که کلونیزاسیون کمتر ریشه در گونهٔ *G. mosseae* را نباید به کم بودن پاسخ گیاه مرتبط دانست (۱۰).

افزایش میزان کلروفیل کل در تیمارمایکوریزای آربوسکولار می‌تواند تأثیر مثبت این قارچ‌ها را نشان دهد. لازم به ذکر است که سازگاری گیاه میزبان و گونهٔ مایکوریزا شرط لازم برای رسیدن به بهترین عملکرد است. کما اینکه در صورت عدم سازگاری، نتایج نامطلوبی به دست خواهد آمد (۲۵). قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار می‌توانند با افزایش جذب نیتروژن (از اجزای ضروری ساختار کلروفیل) باعث افزایش محتوای کلروفیل برگ شوند (۱۶). افزایش محتوای کلروفیل ذرت با استفاده از همزیستی مایکوریزا توسط شنگ و همکاران (۲۴) نیز گزارش شده است. چنین به نظر می‌رسد که با افزایش میزان کلروفیل برگ، فتوسنتز گیاه افزایش یافته و متعاقب آن

رشد گیاه بیشتر می‌شود.

باتوجه به اهمیت زیاد ترکیبات فنلی در مکانیسم دفاعی گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا می‌توان از قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار برای افزایش محتوای فنل گیاهان استفاده کرد. ترکیبات فنلی، به‌خاطر خاصیت ضد میکروبی خود، از جوانه‌زنی اسپور قارچ و تولید سم توسط عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند (۱۷). در گذشته نیز محققین تأثیر مثبت مایکوریزای آربوسکولار را در افزایش محتوای فنل انگور (۱) و گوجه‌فرنگی (۱۴) گزارش داده‌اند.

نتیجه تجزیهٔ واریانس نشان داد که از نظر میزان دو عنصر آهن و فسفر بین تیمارهای مایکوریزا اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. تحقیقات نشان داده که حضور مایکوریزای آربوسکولار در ریشه گیاه، جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. ولی در بعضی از موارد، نتایج عکس نیز مشاهده شده است، به طوری که نیاز غذایی گیاه توسط نیاز مایکوریزا تحت تأثیر قرار گرفته و در حرکت عناصر غذایی از بخش مایکوریزایی به میزبان خلل به‌وجود می‌آید. این مسئله از میزبانی به میزبان دیگر متفاوت است (۲۵). در مطالعه‌ای که روی بوته‌های جوان انگور انجام شد، تیمار مایکوریزای آربوسکولار سبب افزایش فتوسنتز گیاه میزبان شد، اما تأثیری بر تغذیه معدنی بوته‌ها نداشت (۲۵). ون روین و همکاران (۲۶) دلیل افزایش عملکرد فتوسنتزی گیاهان تیمار شده را اصلاح روابط آبی آن‌ها اعلام کردند. آن‌ها با آزمایش روی انگور گزارش کردند که مایه‌کوبی با مایکوریزای آربوسکولار می‌تواند بر روابط آبی پایه‌های انگور تأثیر گذاشته و به‌موجب آن عملکرد فتوسنتزی و بقای بالقوه را در طول مراحل اولیه رشد گیاهان میزبان بهبود بخشد (۲۶). در گزارشی دیگر، کاراجیانیدیس و همکاران (۱۵) مشاهده کردند که در انگورهای تیمار شده با مایکوریزا، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و بُر بیشتر است. اما در گیاهان تیمار نشده، عناصر روی، منگنز، آهن و مس به مقدار بیشتری دیده می‌شوند (۱۵). بررسی بیشتر در این زمینه ضروری می‌باشد، زیرا این احتمال وجود دارد که قارچ‌های مایکوریزا در بازه‌های زمانی مختلف، جذب مواد معدنی را تحت تأثیر قرار دهند. میزان مواد معدنی اولیهٔ موجود در خاک نیز می‌تواند در کارایی قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار تأثیرگذار باشد و باید مورد مطالعه قرار گیرد. در هیچیک از صفات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده، اثر متقابل رقم و مایکوریزا معنی‌دار نبود (جدول ۳).

## نتیجه‌گیری

در این پژوهش، مایه‌کوبی نهال‌های جوان دو رقم زیتون (کرونایکی و والانولیا) با قارچ مایکوریزای آربوسکولار سبب افزایش اغلب صفات ریخت‌شناختی، از جمله ارتفاع نهال، تعداد شاخه و برگ و در نتیجه افزایش رشد، گردید. افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه نیز از نتایج این تیمار بود. تیمار مایکوریزا همچنین موجب افزایش میزان کلروفیل کل، کاروتنوئید و فنل گردید. تحقیقات بیشتری لازم است تا مشخص شود که تیمار قلمه‌های زیتون با قارچ‌های مایکوریزای آربوسکولار می‌تواند سبب افزایش ریشه‌دهی گردد.

## سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس شاهمرادی به‌دلیل در اختیار قرار دادن گلخانه و از شرکت "زیست‌فن‌آور توران شاهرود" به‌علت فراهم نمودن مایهٔ تلقیح مایکوریزای آربوسکولار قدردانی می‌گردد.

## منابع مورد استفاده

۱. افتخاری، م. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر تلقیح با قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر فیزیولوژی و جنبه‌های ریزازدیادی چهار رقم تجاری انگور ایرانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۴۲ صفحه.

۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۱۲۸ صفحه.
۳. خانپور اردستانی، ن.، ح. زارع مایوان و ف. قناتی. ۱۳۸۷. پراکنش گیاهان دارویی و وضعیت میکوریزی آن‌ها در پناهگاه حیات وحش موته (استان اصفهان). پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی ۷۸: ۱۲۹-۱۳۸.
۴. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۱۳۹۱. آمار محصولات باغی در سال ۱۳۹۰. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
۵. صادقی، ح. ۱۳۸۱. کاشت داشت برداشت زیتون. نشر آموزش کشاورزی، تهران، ۴۱۴ صفحه.
۶. صالحی، ف.، م. مرادی قهدریجانی، م. میرابوالفتحی و ن. علی‌اصغرزاده. ۱۳۸۷. تأثیر کلونیزاسیون قارچ‌های میکوریزی (VA) و سطوح مختلف فسفر بر جذب فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و روی و صفات رویشی نهال پسته. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۸: ۴۸-۵۶.

7. Alarcon de la Lastra, C., M.D. Barranco, V. Motilva and J.M. Herrerias. 2001. Mediterranean diet and health: Biological importance of olive oil. Curr. Pharm. Des. 7: 933-950.
8. Anantha Krishnan, G., R. Ravikumar, S. Girija and A. Ganapathi. 2004. Selection of efficient arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizospher of cashew and their application in the cashew nursery. Sci. Hort. 100: 369-375.
9. Barea, J. and C. Azcon-Aguilar. 1982. Production of plant growth-regulating substances by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. Appl. Environ. Microbiol. 43(4): 810-813.
10. Barnes, J.D., L. Balaguer, E. Manrique, S. Elvira and A.W. Davison. 1992. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls *a* and *b* in the lichens and higher plants. Environ. Exp. Bot. 32(2): 85-100.
11. Carpio, L., F. Davies, Jr. and M. Arnold. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi, organic and inorganic controlled-release fertilizers: effect on growth arid leachate of container-grown bush morning glory *(Ipomoea carnea*) under high production temperatures. J. Am. Soc. Hort. Sci. 130(1): 131-139.
12. Eftekhari, M., M. Alizadeh and P. Ebrahimi. 2012. Evaluation of the total phenolics and quercetin content of foliage in mycorrhizal grape (*Vitis vinifera* L.) varieties and effect of postharvest drying on quercetin yield. Ind. Crops Prod. 38: 160-165.
13. Kamble, S.R., A.M. Navale and R.B. Sonawane. 2009. Response of mango seedlings to VA-mycorrhizal inoculation. Int. J. Plant Protec. 2(2): 161-164.
14. Kapoor, R. 2008. Induced resistance in mycorrhizal tomato is correlated to concentration of jasmonic acid. Online J. Biol. Sci. 8(3): 49-56.
15. Karagiannidis, N., N. Nikolaou, I. Ipsilantis and E. Zioziou. 2007. Effects of different N fertilizers on the activity of *Glomus mosseae* and on grapevine nutrition and berry composition. Mycorrhiza 18: 43-50.
16. Kaya, C., M. Ashraf, O. Sonmez, S. Aydemir, A. Levent Tuna and M.A. Cullu. 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonization on key growth parameters and fruit yield of pepper plants growth at high salinity. Sci. Hort. 121: 1-6.
17. Krishna, H., S.K. Singh, R.R. Sharma, R.N. Khawale, G. Minakshi and V.B. Patel. 2005. Biochemical changes in micro propagated grape (*Vitis vinifera* L.) plantlets due to arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation during *ex vitro* acclimatization. Sci. Hort. 106: 554-567.
18. Malik, C. and M. Singh. 1980. Plants Enzymology and Histo-enzvmology. Kalyani Publishers, New Delhi, 286 p.
19. Matsubara Y., T. Karikomi, M. Ikuta, H. Hori, S. Ishikawa and T. Harada. 1996. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on growth of apple (*Malus* ssp.) seedlings. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65(2): 297-302.
20. Meddad-Hamza, A., A. Beddiar, A. Gollotte, M.C. Lemoine, C. Kuszala and S. Gianinazzi. 2010. Arbuscular mycorrhizal fungi improve the growth of olive trees and their resistance to transplantation stress. Afr. J. Biotechnol. 9(8): 1159-1167.
21. Phillips, J. and D. Hayman. 1970. Improved procedure for clearing and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment for infection. Trans. British Mycol. Soc. 55: 158-161.
22. Porras Piedra, A., M.L. Soriano Martin, A. Porras Sorriano and G. Fernandez Izquierdo. 2005. Influence of arbuscular mycorrhizas on the growth rate of mist propagated olive plantlets. Spanish J. Agric. Res. 3(1): 98-105.
23. Porras-Soriano, A., M.L. Soriano-Martin, A. Porass-Piedra and R. Azcon. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions. J. Plant Physiol. 166: 1350-1359.
24. Sheng, M., M. Tang, H. Chen, B. Yang, F., Zhang and Y. Huang. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizal on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza 18: 287-296.

25. Tiwari, P. and A. Adholeya. 2003. Host dependent differential spread of *Glomus intraradices* on various Ri T-DNA transformed roots in vitro. Micol. Prog. 2(3): 171-177.
26. Van Rooyen, M., A. Valentine and E. Archer, E. 2004. Arbuscular mycorrhizal colonisation modifies the water relations of young transplanted grapevines (*Vitis*). S. Afr. J. Enol. Vitic. 25(2): 37-42.
27. Wu, Q.S., Xia, R.X., and Zou, Y.N. 2008. Improved soil structure and *Citrus* growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress. Eur. J. Soil Biol, 44:122-128