مقاله پژوهشی

اثر قارچ میکوریز و تغذیه فسفر بر خصوصیات میوه سه رقم بادام دیم

سیدعلی‌آقا میرطالبی[۱]، اعظم جعفری[۲]*، مصطفی شیرمردی[۳] و محمدآقا لطف‌الهی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۰- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۲۱)

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر قارچ میکوریز و تغذیه فسفر بر مشخصه‌های میوه سه رقم بادام دیم (ارقام شاهرود ۱۲، تونو و سوپرنووا) به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار روی ۵۴ درخت بادام شهرستان اقلید در سال زراعی ۱۳۹۵ انجام شد. تیمارهای تغذیه‌ای شامل سه سطح کود دی آمونیم فسفات (صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم برای هر درخت) و دو سطح میکوریز (صفر و ۵۰۰ گرم برای هر درخت) بود. براساس نتایج این پژوهش، حداکثر تعداد گل با کاربرد میکوریز در رقم شاهرود ۱۲ به‌دست آمد. بیشترین میوه باقی‌مانده (۷۴)، عرض میوه (۱/۶ سانتی‌متر)، طول میوه (۳/۷ سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰ میوه (۴۵۰ گرم)، میزان فسفر برگ (۰/۴۶ درصد) و روغن (۴۷ درصد) در رقم سوپرنووا در تیمار ۵۰۰ گرم دی آمونیم فسفات و ۵۰۰ گرم میکوریز مشاهده گردید. قارچ میکوریز و کود فسفاته، صفات طول، عرض و وزن میوه را نسبت به شاهد افزایش به طور معنی داری افزایش داد. در هر دو تیمار کودی غلظت فسفر برگ و درصد روغن مغز نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد. بر اساس صفات مورد بررسی در پژوهش حاضر، رقم سوپرنووا نسبت به دو رقم دیگر برتری داشته و مصرف بالاترین سطح کود فسفر (۵۰۰ گرم) برای یک درخت بادام دیم ده ساله موثر شناخته شد.

کلمات کلیدی: درصد روغن، سطح برگ، رقم سوپرنووا، فسفر، *Prunus amygdalus*

۱- کارشناس ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان

۴- دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج

* پست الکترونیک: ajafari@ardakan.ac.ir

مقدمه

بادام (*Prunus amygdalus* L.) متعلق به تیره رزاسه و یکی از قدیمی‌ترین درختان خشک‌میوه است که در حال حاضر بیشترین تولید تجاری در میان خشک‌میوه‌ها را به خود اختصاص داده است (گرادزیل، ۱۳۷۹). براساس گزارش انجمن بین‌المللی خشک‌میوه‌ها[1] در طی سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ میزان تولید بادام به بیش از ۱/۲ میلیون تن رسید. ایالات متحده آمریکا ۸۱٪ از کل تولید جهان را به خود اختصاص داده است و به دنبال آن استرالیا و اسپانیا با ترتیب ۷ و ۴٪ تولید در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بادام دارای ارزش غذایی فراوانی است و حتی پوست بادام ترکیبات ارزشمندی مانند لیگنین و پلی‌ساکاریدها را شامل می‌شود (کارلا[2] و همکاران، ۲۰۱۹؛ مندالاری[3] و همکاران، ۲۰۱۳؛ ویجراتنه[4] و همکاران، ۲۰۰۶).

مغز بادام به دلیل محتوای فلاونوئید و فنولیک اسید در انواع غذاهای فرایند شده به ویژه در فرآورده‌های نانوایی و شیرینی سازی استفاده می‌شود و به خاطر ویژگی‌های غذایی، آرایشی و دارویی اهمیت بسیار بالایی دارد (چریف[5] و همکاران، ۲۰۰۴). اثر تغذیه‌ای مفید مغز بادام به خاطر تنوع اسیدهای چرب و ترکیب استرولی و آنتی اکسیدانی آن است (لوپز-ارتیز[6] و همکاران، ۲۰۰۸).

فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه است. این عنصر در تمام فرآیندهای بیوشیمیایی در ترکیبات انرژی‌زا و در مکانیسم‌های انتقال انرژی دخالت دارد. بعلاوه فسفر جزیی از پروتئین سلول بوده و در سلول‌های گیاهی نقش ویژه‌ای دارد تأثیر فسفر در گیاه شامل مواردی چون مقاومت گیاه به ورس، زودرس کردن محصول، افزایش رشد جوانه‌های جانبی در درختان میوه، افزایش کیفیت محصول که در نهایت باعث افزایش عملکرد در درختان میوه می‌گردد (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۹). با پیشرفت تکنولوژی نیاز به استفاده از کود فسفر بیشتر می‌شود و این کود پتانسیل بهبود کارایی مصرف فسفر و افزایش محصول را دارا است (هاپکینز و هانسن[7]، ۲۰۱۹). با توجه به عدم تحرک فسفر در خاک هرچه سطح تماس ریشه با فسفر بیشتر باشد گیاه بهتر می‌تواند فسفر را جذب کند به همین دلیل در زراعت سعی می‌شود از واریته‌هایی استفاده شود که تراکم ریشه بیشتری داشته باشند. در تحقیقات انجام شده توسط لطف‌الهی و ملکوتی (۱۳۷۷) گزارش شده که قرار دادن فسفر در نزدیکی ریشه جذب فسفر را افزایش داده است. با توجه به عدم تحرک فسفر در خاک تراکم ریشه در جذب فسفر نقش اساسی دارد و گیاهان با ریشه‌های متراکم در مقایسه با گیاهان با تراکم ریشه کمتر مقدار بیشتری فسفر جذب می‌کنند. در مطالعه تأثیر کاربرد کود فسفر در درختان زیتون مشخص شد که کاربرد فسفر میزان تجمع ماده خشک را طی سه سال متوالی افزایش داد و در نتیجه باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی و کلروفیل گردید (فریرا[8] و همکاران، ۲۰۱۸). در یک پژوهش تأثیر کاربرد کود فسفر بر میزان محصول فندق بررسی شد و براساس نتایج، بالاترین میزان محصول در ۷۵۰ گرم فسفر به ازای هر درخت به‌دست آمد و توصیه کودی برای درختان فندق ۲۰ ساله همین مقدار فسفر به ازای هر درخت بود (توپراک[9]، ۲۰۱۹).

مقدار زیادی از فسفر موجود در کودهای شیمیایی از طریق واکنش با کلسیم در خاک‌های آهکی و تا کمی خنثی سریعا به فرم فسفات‌های نامحلول و غیرقابل دسترس گیاهان تبدیل می‌شود به طوری که کارایی کودهای شیمیایی فسفر را کاهش می‌دهد (خان[10] و همکاران، ۲۰۰۹). به همین منظور استفاده از روشی مناسب برای قابل جذب و قابل دسترس کردن فسفر خاک برای گیاه می‌تواند به رشد و عملکرد گیاه زراعی کمک کند.

واژه میکوریز به معنی قارچ ریشه به طور کلی به همزیستی بین ریشه گیاهان و اندام‌های قارچی اطلاق می‌شود که در این همزیستی قارچها با افزایش سطح جذب ریشه، آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر و نیتروژن را از خاک جذب نموده و در اختیار گیاه قرار می‌دهند و گیاه نیز کربوهیدرات‌های مورد نیاز قارچ را در اختیار قارچ قرار می‌دهد (سوپرگ[11]، ۲۰۰۵؛ مورتون و ردکر[12]، ۲۰۱۱). بنابراین در رابطه همزیستی بین قارچ میکوریز

1. INC (International Nut and Dried Fruit Council Foundation)
2. Carla
3. Mandalari
4. Wijeratne
5. Cherif
6. Lopez-Ortiz
7. Hopkins and Hansen
8. Ferreira
9. Toprak
10. Khan
11. Sjoberg
12. Morton and Redecker

آربسکولار و ریشه‌های گیاه میزبان رشد و جذب عناصر غذایی گیاه به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (آیگ[1]، ۲۰۰۱). در یک پژوهش فراهانی[2] و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که کاربرد میکوریزا و کود فسفر باعث افزایش کارایی مصرف آب گیاه گشنیز می‌شود.

هدف از مصرف کودهای زیستی، تقویت حاصلخیزی و باروری خاک و تأمین نیازهای غذایی سالم و غنی‌تر، جلوگیری از بروز آلودگی‌های ناشی از عملیات مختلف کشاورزی، حفظ تنوع ژنتیکی سیستم کشاورزی و محیط اطراف، شامل حفاظت از گیاهان و زیستگاه طبیعی، امکان کسب درآمد کافی برای زارعین و جلب رضایت آنها و نیز ایجاد محیط کار سالم، برداشت بیشتر با حداقل آلوده سازی زیست بوم است (نصراصفهانی و میرفندرسکی، ۱۳۸۵).

همزیستی قارچ-گیاه یکی از مهم‌ترین روابط متقابل مفید در اکوسیستم‌های زیستی است که اثرات مثبت آن بر رشد، فیزیولوژی و اکولوژی گیاهان مختلف در گذشته اثبات شده است. قارچ‌های میکوریز قادر به برقراری همزیستی مسالمت آمیزی با ریشه اغلب گیاهان خشکی-زی هستند (جهرمی[3] و همکاران، ۲۰۰۸). کود زیستی میکوریز برای تولید محصولات اقتصادی از قبیل درختان میوه مانند دوریان، لونگان، گوجه درختی، منگوستن، خربزه درختی استفاده شده است. در حال حاضر کود زیستی برای سبزیجات هم استفاده می‌شود (سایتو و موروموتو[4]، ۲۰۰۲). اثرات مثبت تلقیح میکوریزی روی وضعیت کربوهیدرات‌های گیاهانی از قبیل مرکبات (نیمک و گای[5]، ۱۹۸۲)، انگور (شیوچین[6] و همکاران، ۱۹۸۸) و آوکادو (داسیلویرا[7] و همکاران، ۲۰۰۲) گزارش شده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد قارچ میکوریز آربسکولار می‌تواند رشد و قدرت زنده ماندن گیاه تحت تنش شوری را افزایش دهد (پوند[8] و همکاران، ۱۹۸۴)، که این امر به جذب بیشتر عناصر غذایی، به خصوص فسفر نسبت داده شده است (هیرل و گرندمن[9]، ۱۹۸۰). علاوه بر سیستم‌های حفاظتی ذاتی گیاهان در برابر تنش‌های محیطی، گیاهان با گروهی از قارچ‌های میکوریز به صورت همزیست زندگی می‌کنند که این همزیستی تا حدودی سبب کاهش برخی اثرات نامناسب تنش‌های محیطی می‌شود (جهرمی و همکاران، ۲۰۰۸). گزارشات متعددی در زمینه اثرات مثبت همزیستی میکوریزی و ریشه گیاهان در زمینه جذب آب توسط ریشه گیاهان گزارش گردیده است. هدایت هیدرولیکی سیستم ریشه‌های گیاهان دارای همزیستی میکوریزی بیشتر از گیاهان غیرمیکوریزی است که دلیل آن افزایش سطح مؤثر ریشه و یا کل طول ریشه میکوریزی می‌باشد. همچنین هدایت هیدرولیکی آب در واحد طول ریشه میکوریزی می‌تواند ۲ تا ۳ برابر افزایش یابد (تروزا لوی‌ناچان[10]، ۲۰۰۳).

استفاده از قارچ همزیست از روش‌های موثر در بهبود مقاومت به شرایط نامساعد محیطی است و این قارچها از متداول‌ترین میکروارگانیزم‌های خاک هستند که می‌توانند تا ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی را کولونیزه کنند. از اثرات مفید همزیستی این قارچها می‌توان به افزایش بقای دانهال، افزایش رشد، محصول‌دهی، کیفیت میوه، زودرسی، افزایش گلدهی و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی را نام برد (راجش نایک[11] و همکاران، ۲۰۱۸). بهره‌گیری از سیستم همزیستی میکوریزی در باغات بادام، می‌تواند به عنوان یک راهکار بیولوژیک مناسب در مقیاس کوچک و حتی وسیع در جهت کاهش آثار نامطلوب تنش تغذیه‌ای مطرح باشد. تنش شوری رشد رویشی و زایشی درختان میوه را از طریق تأثیر بر اعمال فیزیولوژیکی محدود کرده و سبب گسترش اثرات مضر مستقیم و غیرمستقیم می‌شود (شانون[12] و همکاران، ۱۹۹۴). نقش قارچ‌های میکوریز گونه‌های *Funneliformis mosseae* و *Rhizophagus intraradices* در بهبود برخی صفات فیزیولوژیک همچون سرعت فتوسنتز خالص، غلظت کلروفیل برگ‌ها و بازده آب مصرفی، در پایه‌های بادام در ایران مورد مطالعه قرار گرفته و مشخص گردید شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه بادام شامل غلظت کلروفیل کل برگ، سرعت فتوسنتز خالص و بازده آب مصرفی در گیاهان هم زیست با قارچ‌های میکوریز نسبت به گیاهان

1. Auge
2. Farahani
3. Jahromi
4. Saito and Marumoto
5. Namec and Guy
6. Shiuchien
7. da Silveira
8. Pond
9. Hirrel and Gerdemann
10. Troehza loynachan
11. Rajesh Naik
12. Shannon

شاهد (فاقد همزیستی میکوریز) افزایش پیدا کردند، ولی سرعت تبخیر و تعرق از سطح برگ گیاه کاهش یافت (آقابابایی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین گزارش گردیده همزیستی یک گیاه با قارچ‌های میکوریز آربسکولار باعث می‌شود که گیاه بتواند مواد غذایی کم تحرک را در خاک‌های فقیر جذب کند (مارچنر و رامهلد[1]، ۱۹۹۴).

با توجه به وجود خاک‌های آهکی در بخش های وسیعی از ایران از جمله منطقه دژکرد از توابع شهرستان اقلید فارس و همچنین اهمیت بادام‌کاری در اراضی شیب‌دار دیم در محل اجرای طرح، بررسی اثر فسفر و قارچ میکوریز و برهمکنش آن بر برخی خصوصیات کمی و کیفی سه رقم بادام دیم به عنوان یک هدف پژوهشی و برنامه تحقیقی از نیازهای ضروری در منطقه است.

مواد و روش‌ها

طرح مذکور در دی ماه سال ۱۳۹۵ به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر روی تعداد ۵۴ درخت بادام دیرگل ۱۰ ساله در بخشی از یک باغ ۲ هکتاری تجاری اجرا گردید. تیمارهای این پژوهش شامل دو تیمار کودی میکوریز (۰ و ۵۰۰ گرم به ازای هر درخت) و کود دی‌فسفات آمونیوم (۰، ۲۵۰ گرم و ۵۰۰ گرم به ازای هر درخت) بود. در این تحقیق از گونه *Funneliformis mosseae* (*Glomus mosseae* L.) شرکت زیست فناور پیشتار واریان استفاده گردید و شامل ۱۵۰ اسپور در هر گرم بود. تعداد ۵۴ اصله درخت بادام شامل ۱۸ اصله رقم شاهرود ۱۲، ۱۸ اصله رقم تونو و ۱۸ اصله رقم سوپرنووا بود که پیوندک‌های مذکور در سال ۱۳۸۵ با مشارکت موسسه تحقیقات باغبانی کشور از باغ مادری موسسه در کرج تهیه و به شهرستان اقلید منتقل و در خرداد ماه سال ۱۳۸۵ بر روی نهال‌های بذری در عرصه دیم پیوند و با اجرای آبیاری تکمیلی و مراقبت، گیرایی پیوندک‌ها حدود ۹۵ درصد گردید. از سال احداث تاکنون از این باغ به خوبی مراقبت شد به‌طوریکه در حال حاضر به علت دیرگل و پر محصول بودن درختان به عنوان یک باغ مادری جهت تهیه پیوندک استفاده می‌شود. مشخصات خاک باغ مذکور در جدول ۱ آورده شده است.

نحوه اعمال تیمارها

کودها به صورت کانال کود در دو طرف درختان به عمق ۳۰ سانتی متر و طول یک متر در قسمت شرق و غرب در محدوده سایه‌انداز درختان مصرف شد. عملیات کوددهی همزمان با شروع بارش‌های زمستانه انجام گردید. جهت حفظ رطوبت در باغات دیم بعد از پر کردن کانال‌ها با خاک زراعی در خلاف جهت شیب حالت ابرویی پای درختان ایجاد گردید تا از روان آب‌ها جلوگیری و خاک بیشترین آب را در خود حفظ کند.

در این پژوهش زمان گلدهی و تمام گل، تعداد گل، تعداد میوه باقی مانده، عرض و طول میوه، وزن میوه با پوست سبز و سنگی تر، وزن صد میوه خشک، وزن صد مغز، نسبت مغز به پوست، درصد روغن مغز، سطح برگ و غلظت فسفر برگ اندازه‌گیری شد. تعدا سه شاخه در سه جهت مختلف درخت انتخاب و برای هر شاخه اتیکت چوبی ۱۰*۱۰ سانتی‌متری تهیه و با شماره یک تا سه مشخص گردید و با بررسی سن شاخه‌ها اتیکت در محلی از شاخه‌ها که سه سال از رشد آنها گذشته بود، وصل گردید. داده برداری تمام صفات کمی و کیفی در شاخه‌های مشخص شده صورت گرفت. زمان شروع گل-دهی در درختان سوپرنووا، تونو و رقم شماره شاهرود ۱۲ زمانی بود که ۶۰ درصد گل‌ها در مرحله شکوفایی بودند. شمارش تعداد گل در زمانی که بخشی از گل‌ها غنچه و نوک صورتی بودند (۷۰ درصد گل‌ها) گل‌ها بر روی شاخه‌های منتخب شمارش و یادداشت گردید. شمارش میوه در سه مرحله صورت گرفت. مرحله اولیه بعد از گرده‌افشانی و تلقیح میوه‌ها در این مرحله میوه‌ها روی شاخه‌ها تشکیل شده و به صورت چغاله کوچک می‌باشند و میوه‌هایی که کامل تشکیل شده باشد سبز رنگ و دارای بافت محکم بوده و بر روی درخت باقی‌مانده و گل‌هایی که گرده‌افشانی نشده یا دچار سرمازدگی شده یا میوه‌هایی که کامل تشکیل نشده (تلقیح نشده) که معمولاً به رنگ زرد می‌باشند، دچار ریزش می‌شوند که این ریزش، ریزش اولیه نیز محسوب می‌گردد. شمارش مرحله دوم میوه در اواسط تیرماه و بعد از ریزش‌های خرداد ماه انجام شد. معمولاً در خرداد ماه میوه‌هایی که کامل تلقیح نشده‌اند یا با کمبود مواد غذایی مواجه هستند، دچار ریزش می‌شوند. در این مرحله چغاله‌ها به صورت بزرگ و کامل بوده و گاهاً توسط پرندگان نیز خورده می‌شوند.

1. Marschner and Romheld

جدول۱- آنالیز فیزیکوشیمیایی خاک

عمق (cm)	درصد اشباع(SP)	هدایت الکتریکی (EC)	واکنش گل اشباع pH	کل مواد خنثی شونده(TNV)	کربن آلی(OC)	نیتروژن کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
	%	$\mu S.cm^{-1}$		%	%	%	$mg.kg^{-1}_{soil}$	$mg.kg^{-1}_{soil}$
۳۰-۰	۴۳	۳۰۰	۸	۴۴	۰/۶۵	۰/۰۶	۸/۷	۲۲۲
۶۰-۳۰	۴۶/۱۵	۳۵۸	۸/۱	۴۸	۰/۵	۰/۰۵	۸	۱۷۴
عمق (cm)	آهن قابل جذب	روی قابل جذب	منگنز قابل جذب	مس قابل جذب	شن	سیلت	رس	بافت
	$mg.kg^{-1}_{soil}$	$mg.kg^{-1}_{soil}$	$mg.kg^{-1}_{soil}$	$mg.kg^{-1}_{soil}$	%	%	%	
۳۰-۰	۷	۰/۳۷	۷	۱	۲۰	۴۸/۸	۳۱/۲	لوم شن رسی
۶۰-۳۰	۷/۵	۱/۵	۵/۳	۰/۸۵	۲۸/۸	۴۰	۳۱/۲	لوم رسی

و قبل از زمان برداشت میوه صورت گرفت در این مرحله پوست سبز میوه معمولاً به رنگ زرد تمایل یافته و پوست ترک می‌خورد که زمان مناسب برداشت میوه می‌باشد.

در زمان برداشت میوه شاخه‌هایی که داری اتیکت بود به صورت جداگانه برداشت و در پلاستیک مجزا ریخته شد و در هر نمونه اتیکت قرار گرفت. پس از برداشت محصول درختان همزمان وزن کل محصول چند درخت نیز یادداشت‌برداری گردید و سپس نمونه‌ها به محل مناسب منتقل گردید.

ابتدا کل نمونه‌های برداشت شده با پوست سبز با ترازوی دیجیتال مدل GE 2101 با دقت ۰/۱ وزن گردید. میوه‌های برداشت شده به صورت جداگانه اتیکت‌گذاری و به اتاق با دمای معمولی جهت انجام بقیه مراحل منتقل گردید. سپس نسبت به جداسازی پوست سبز از پوست سنگی اقدام و هر کدام به طور جداگانه وزن و یادداشت‌برداری گردید. سپس نمونه‌های بادام با پوست سنگی‌تر را بر روی کاغذ در کف اتاق پهن نموده و به مدت ده روز در دمای معمولی اتاق خشک گردید. سپس مجدداً نمونه‌ها وزن گردید و وزن میوه با پوست سنگی خشک یادداشت گردید. سپس تعداد ۱۰۰ دانه از هر تیمار انتخاب و مجدداً وزن گردید و مغز را از پوست سنگی جدا نموده و پوست سنگی و مغز به‌طور جداگانه وزن و در جداول مربوطه برای تعیین درصد نسبت مغز به پوست یادداشت گردید. طول و عرض میوه‌های برداشت شده در هر تیمار بعد از مرحله پوست‌گیری و خشک شدن پوست سخت با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و یادداشت‌برداری گردید. برای اندازه گیری وزن مغز ۱۰۰ دانه تعداد یکصد دانه بادام انتخاب و بعد از شکستن پوسته سخت مغز آنها جدا و به وسیله ترازوی دیجیتال وزن مغز یکصد دانه اندازه‌گیری شد و همچنین پوست سخت میوه‌ها به صورت جداگانه در هر تیمار اندازه گیری شد. به منظور اندازه‌گیری میزان فسفر برگ بعد از کامل شدن رشد درختان در تیرماه از سه شاخه درختان بادام دارای اتیکت نمونه برگ تهیه نموده و جهت تعیین میزان فسفر برگ به آزمایشگاه منتقل و طی مراحل زیر فسفر برگ اندازه‌گیری شد:

برای آماده‌سازی نمونه ابتدا برگ‌ها با آب معمولی و سپس با آب مقطر آبکشی گردید. سپس نمونه‌ها در معرض هوا خشک شدند و در ادامه آون در دمای ۷۰ درجه سانتی-گراد بمدت ۲۴ ساعت خشک گردید. نمونه‌ها آسیاب و پودر با قطر کمتر از ۰/۵ میلی‌متر تهیه گردید. نمونه‌ها در شرایط خشک و خنک در ظروف دربسته نگهداری و مقدار درصد رطوبت نمونه اندازه‌گیری می‌گردد، در زمان تجزیه با گذاشتن نمونه در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و کسر اختلاف وزن، درصد رطوبت محاسبه می‌گردد. برای این کار نمونه را در لوله هضم با اضافه کردن اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، سلنیم، آب اکسیژنه و دادن حرارت هضم گردید. آب اکسیژنه برای اکسیداسیون مواد آلی بکار می‌رود، اسید سولفوریک و سلنیم بعنوان کاتالیزور استفاده می‌شود و اسید سالیسیلیک جهت احیاء نیترات استفاده می‌شود (امامی، ۱۳۷۵). برای تعیین درصد روغن مغز، ۱۵ گرم از بادام‌های مغز شده را وزن نموده و در آسیاب با مدل MJ-176NR به صورت پودر در آورده و در ۵۴ عدد کیسه نایلونی ریخته و اتیکت‌گذاری گردید. سپس میزان درصد روغن آن تعیین شد

(حیدربیگی و احمدی[1]، ۲۰۰۹).

تجزیه و تحلیل داده

تجزیه واریانس نتایج بدست آمده با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین اثر اصلی فسفر و میکوریز نشان داد که این تیمارها باعث افزایش معنی‌دار صفت تعداد گل گردید (جدول ۲ و ۳). بین ارقام مورد مطالعه رقم سوپرنووا بیشترین و رقم شاهرود ۱۲ کمترین میزان تعداد گل را دارا بود (جدول ۴). با توجه به شکل ۱ بیشترین تعداد گل در رقم سوپرنووا و تیمار ۵۰۰ گرم فسفر و ۵۰۰ گرم میکوریز مشاهده شد (شکل۱). گیون[2] و همکاران (۲۰۰۲) تسریع گلدهی و افزایش تعداد گل در گیاه سیاهدانه را از مزایای کاربرد کود زیستی ذکر کردند. کاپور[3] و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه خود نشان دادند که تلقیح رازیانه با قارچ میکوریز سبب افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته و افزایش درصد همزیستی ریشه رازیانه گردید. همچنین در پژوهشی که توسط سوبرامانیان[4] و همکاران (۲۰۰۶) انجام گرفت، مشخص گردید که همزیستی ریشه گوجه فرنگی با یک گونه از میکوریز باعث افزایش معنی‌دار تعداد گل در بوته در مقایسه با تیمار شاهد شد که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت داشت. آنتونوس و کاردوسو[5] (۱۹۹۱) در بررسی تأثیر قارچ میکوریز و تغذیه فسفر بر رشد دانهال مرکبات دریافتند که در غلظت پایین فسفر، میکوریز باعث بهبود رشد می‌شود ولی در غلظت‌های بالاتر فسفر به دلیل ایجاد سمیت میکوریز تأثیری در بهبود رشد ندارد.

تیمار گیاهان با فسفر و میکوریز باعث افزایش معنی‌دار صفت تعداد میوه باقی‌مانده گردید. ۵۰۰ گرم فسفر بیشترین و شاهد کمترین میزان این صفت را نشان داد. کمترین میوه باقی‌مانده متعلق به رقم شاهرود ۱۲و بیشترین مقدار متعلق به رقم سوپرنووا بود (جدول ۲، ۳ و۴). همچنین بیشترین تعداد میوه باقی‌مانده در شکل ۲ آورده شده است. بر این اساس تیمار ۵۰۰ گرم فسفر به همراه میکوریزا در رقم سوپرنووا بالاترین مقدار این صفت را ایجاد کردند. کاپور و همکاران (۲۰۰۴) روی گیاه رازیانه نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

تیمار گیاهان با میکوریز باعث افزایش معنی‌دار صفت عرض میوه گردید. بیشترین عرض میوه متعلق به رقم سوپرنووا بود. در مطالعه دات[6] و همکاران (۲۰۱۳) اثر متقابل گونه قارچ میکوریز آربسکولار و استفاده از آن را بر بهبود شاخص‌های بهره‌وری رشد گیاه را بررسی کردند و مشاهده نمودند که شاخص‌های رشد (ارتفاع و قطر ساقه) افزایش نشان داد. نتایج بدست آمده با نتایج این پژوهشگران مطابقت داشت. تیمار گیاهان با میکوریز و فسفر باعث افزایش معنی‌دار صفت طول میوه گردید. کمترین میانگین متعلق به رقم شاهرود ۱۲ و بیشترین متعلق به رقم سوپرنووا بود (جدول ۲، ۳ و۴). مقایسه میانگین اثر اصلی میکوریز نیز نشان داد که تیمار گیاهان با میکوریز باعث افزایش معنی‌دار صفت وزن کل میوه با پوست سبز و پوست سنگی تر و وزن ۱۰۰ میوه خشک، وزن مغز ۱۰۰ دانه و نسبت مغز به پوست گردید. مقایسه میانگین اثر اصلی فسفر نیز نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح بود به گونه‌ای که ۵۰۰ گرم فسفر بیشترین و شاهد کمترین میزان این صفات را نشان داد. بین سطوح رقم نیز اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت و بر این اساس کمترین میانگین متعلق به رقم ۱۲ شاهرود و بیشترین متعلق به رقم سوپرنووا بود (جدول ۲، ۳ و۴). براساس شکل ۳ و ۴ بیشترین مقدار وزن کل میوه با پوست سبز و پوست سنگی تر در تیمار ۵۰۰ گرم فسفر به همراه میکوریز در رقم سوپرنووا مشاهده شد.

قارچ میکوریز این امکان را برای گیاه فراهم می‌کند که عناصر غذایی تثبیت شده خاک را بهتر جذب کند و رشد گیاه و عملکرد محصول افزایش یابد (سایتو و موروموتو، ۲۰۰۲). این مسأله توسط باقری و شمشیری (۱۳۹۰) روی دو رقم پسته اهلی بادامی ریز زرند و قزوینی نیز گزارش شده است. نتایج حاصله با نتایج سلاومیر و الکساندرکایا[7] (۲۰۱۰) روی زیتون و کاپور و همکاران (۲۰۰۴) روی

1. Heidarbeigi and Ahmadi
2. Given
3. Kapoor
4. Subramanian
5. Antunes and Cardoso
6. Dutt
7. Sławomir and Stachowiak

جدول ۲- اثر سطوح مختلف فسفر بر صفات اندازه‌گیری شده

فسفر (گرم)	تعداد گل	تعداد میوه باقیمانده	عرض میوه (cm)	طول میوه (cm)	وزن کل میوه با پوست سبزتر (g)	وزن میوه‌باپوست سنگی تر (g)
۰	۱۵۴/۴b	۲۰/۱ b	۱/۱ a	۲/۸ c	۱۵۵/۳ b	۱۰۴/۵ a
۲۵۰	۲۱۲/۹ a	۲۰/۶ b	۱/۳ a	۳/۱ b	۱۷۲/۹ b	۱۰۳/۲ a
۵۰۰	۱۹۴/۱ a	۳۲/۲ a	۱/۴ a	۳/۴ a	۲۰۸/۷ a	۱۲۷/۳ a
فسفر (گرم)	وزن صد میوه خشک (g)	وزن صد مغز (g)	درصد مغز به پوست میوه	سطح برگ (cm^2)	غلظت فسفر (٪)	روغن (٪)
۰	۱۹۸/۷ c	۷۰/۳ c	۰/۳ c	۱۵/۴ a	۰/۳ c	۲۵/۵c
۲۵۰	۲۷۸/۹ b	۸۵/۵ b	۰/۳ b	۱۶/۷ a	۰/۳ b	۳۰/۸ b
۵۰۰	۳۱۶/۵ a	۹۸/۱ a	۰/۴ a	۱۸/۵ a	۰/۴ a	۳۶/۶ a

*در هر ستون میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (آزمون دانکن)

جدول ۳- اثر سطوح مختلف قارچ میکوریز بر صفات اندازه‌گیری شده

میکوریز	تعداد گل	تعداد میوه باقیمانده	عرض میوه (cm)	طول میوه (cm)	وزن کل میوه با پوست سبزتر (g)	وزن میوه با پوست سنگی تر (g)
شاهد	۱۳۴/۲b	۱۹/۸b	۱/۲b	۲/۸b	۱۳۹/۸b	۸۵/۶۱ b
میکوریز	۲۵۰/۱ a	۲۸/۸ a	۱/۴ a	۳/۴ a	۲۱۸/۱ a	۱۳۷/۸ a
میکوریز	وزن صد میوه خشک (g)	وزن صد مغز (g)	درصد مغز به پوست میوه	سطح برگ (cm^2)	غلظت فسفر (٪)	روغن (٪)
شاهد	۱۸۳/۸ b	۶۷/۶ b	۰/۳ b	۱۵/۰۶b	۰/۳ b	۲۳/۴ b
میکوریز	۳۴۵/۶ a	۱۰۱/۶ a	۴۰ a	۱۸/۷ a	۰/۴ a	۳۸/۵ a

* در هر ستون میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (آزمون دانکن)

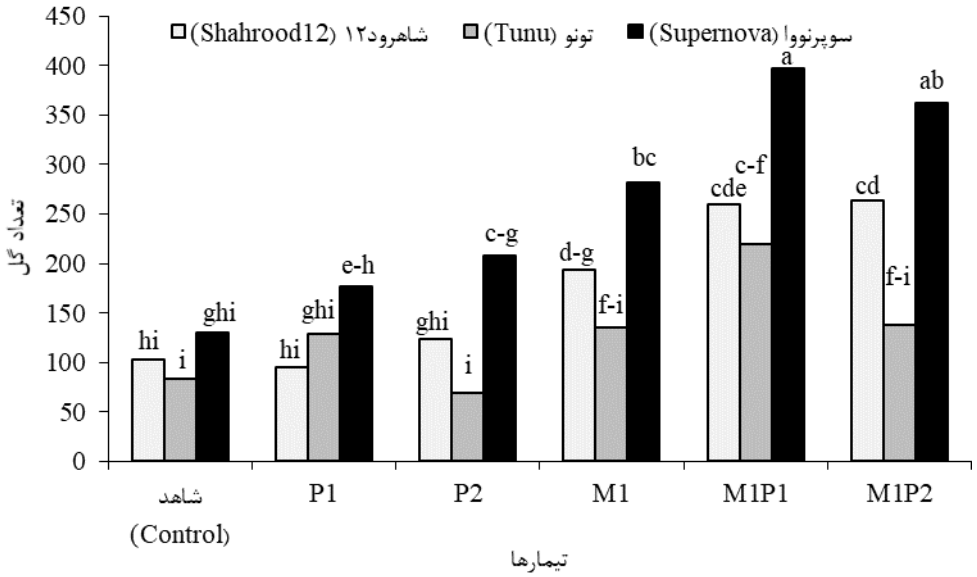
جدول ۴- اثر ارقام مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده

رقم	تعداد گل	تعداد میوه باقیمانده	عرض میوه (cm)	طول میوه (cm)	وزن کل میوه با پوست سبزتر (g)	وزن میوه‌باپوست سنگی تر (g)
شاهرود	۱۴۵/۴ c	۱۹/۳ b	۱/۴c	۳c	۱۲۶/۷b	۷۸/۴c
تونو	۱۴۷/۴ b	۳۲/۲ b	۱/۳ b	۳/۱ b	۱۴۱b	۸۸/۳b
سوپرنووا	۱۴۹/۹a	۳۲/۱ a	۱/۳ a	۳/۲ a	۱۷۵/۶a	۱۰۸/۹a
رقم	وزن صد میوه خشک (g)	وزن صد مغز (g)	درصد مغز به پوست میوه	سطح برگ (cm^2)	غلظت فسفر (٪)	روغن (٪)
شاهرود	۲۵۳/۲c	۸۱/۱c	۰/۳c	۱۶/۳c	۰/۳c	۲۹/۰۴c
تونو	۲۶۲/۳b	۸۴/۷b	۰/۳b	۱۶/۵ b	۰/۳b	۳۰/۹b
سوپرنووا	۲۷۸/۸a	۸۷/۹a	۰/۳a	۱۷/۵ a	۰/۳a	۳۲/۹a

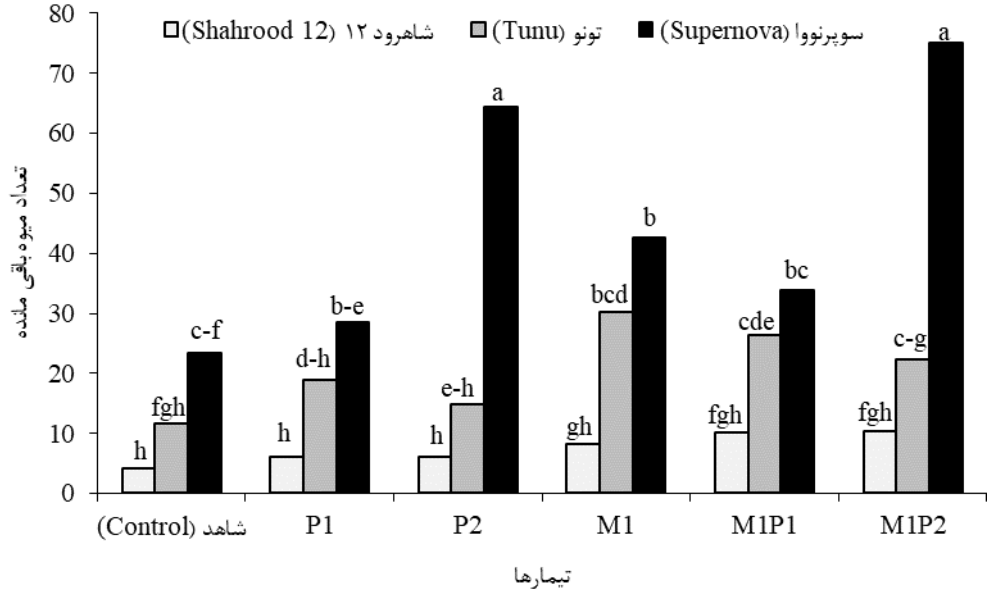
* در هر ستون میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار دارند (آزمون دانکن)

رازیانه مطابقت داشت. شالان[1] (۲۰۰۵) بیان کرد که افزایش حاصلخیزی خاک به وسیله کودهای بیولوژیک باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی سیاهدانه مانند ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. میکوریز این امکان را برای گیاهان فراهم می‌کند که عناصر غذایی تثبیت شده خاک را بهتر جذب کنند. همچنین باعث افزایش رشد گیاه، بهبود عملکرد محصول و افزایش درآمد کشاورزان، بهبود مقاومت گیاهان به پوسیدگی ریشه و بیماری پوسیدگی طوقه می‌گردد در نتیجه قارچ‌های میکوریز می‌توانند به صورت کود زیستی همراه با دیگر مواد شیمیایی کشاورزی استفاده شوند (سایتو و موروموتو، ۲۰۰۲). جذب کافی فسفر در اوایل

1. Shaalan



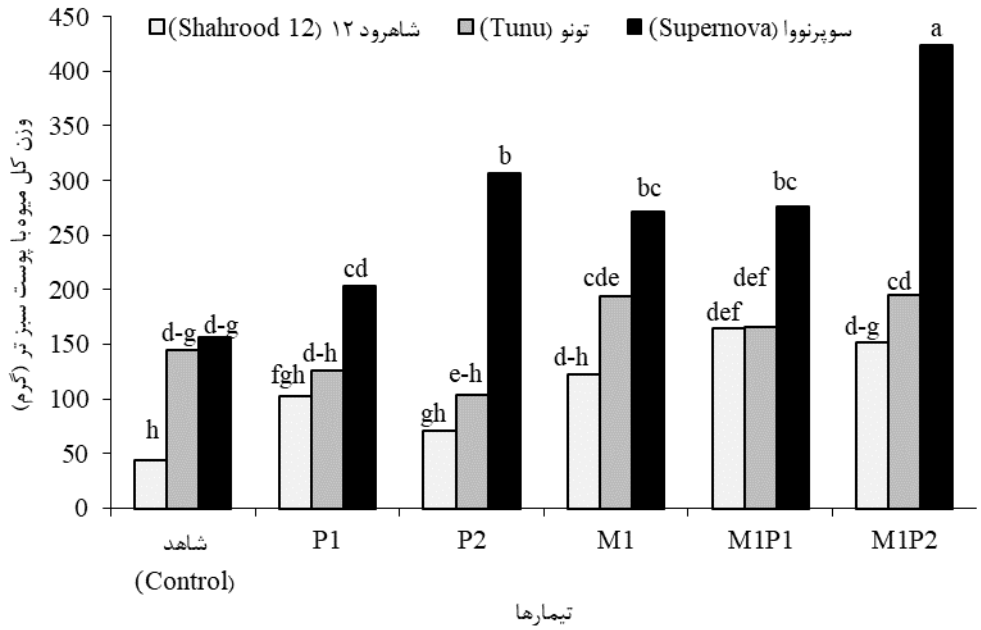
شکل۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه میکوریز در فسفر در رقم روی صفت تعداد گل. P1 و P2: کاربرد ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم دی‌آمونیوم فسفات؛ M1: کاربرد ۵۰۰ گرم کود میکوریز؛ M1P1: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۲۵۰ گرم دی آمونیوم فسفات؛ M1P2: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۵۰۰ گرم دی آمونیوم



شکل۲- اثر سه گانه میکوریز در فسفر در رقم روی صفت میوه باقی مانده. P1 و P2: کاربرد ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم دی‌آمونیوم فسفات؛ M1: کاربرد ۵۰۰ گرم کود میکوریز؛ M1P1: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۲۵۰ گرم دی آمونیوم فسفات؛ M1P2: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۵۰۰ گرم دی آمونیوم

دوره رشد گیاه اهمیت بسیار بالای دارد. این عنصر در تشکیل بذر نقش اساسی داشته و به مقدار زیادی در بذر یافت می‌شود. هنگامی که این عنصر به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار داده شود کیفیت میوه بهتر شده و مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زا نیز افزایش می‌یابد (شهابی، ۱۳۷۴).

سطح برگ تحت تأثیر تیمار میکوریز افزایش یافت و بیشترین مقدار آن در رقم سوپرنووا مشاهده شد و تیمار فسفر بر سطح برگ تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲، ۳ و۴). مقایسه میانگین اثر اصلی میکوریز و فسفر نیز نشان داد که تیمار گیاهان باعث افزایش معنی‌دار صفت غلظت فسفر برگ گردید. به گونه‌ای که ۵۰۰ گرم فسفر بیشترین



شکل۳- اثر سه گانه میکوریز در فسفر در رقم روی صفت وزن کل میوه با پوست سبز تر. P1 و P2: کاربرد ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم دی‌آمونیوم فسفات؛ M1: کاربرد ۵۰۰ گرم کود میکوریز؛ M1P1: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۲۵۰ گرم دی آمونیوم فسفات؛ M1P2: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۵۰۰ گرم دی آمونیوم

و شاهد کمترین میزان این صفت را نشان داد. بین سطوح رقم نیز اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت و بر این اساس کمترین میانگین متعلق به رقم شاهرود ۱۲ و بیشترین متعلق به رقم سوپرنووا بود (جدول ۲، ۳ و۴).

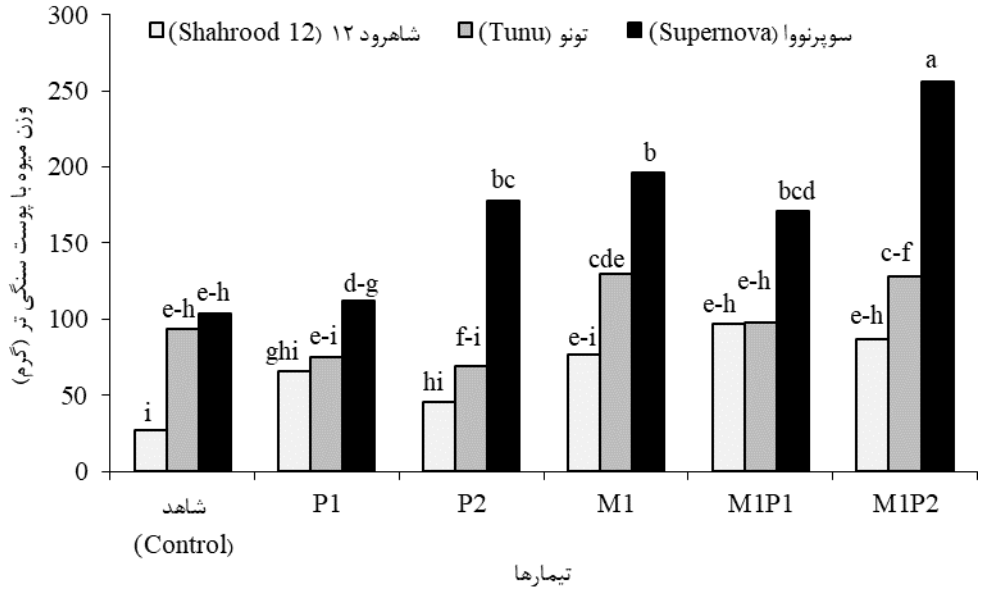
بر این اساس به نظر می‌رسد که کاربرد میکوریز و فسفر با هم در یک جهت عمل کرده و باعث افزایش میانگین ارقام در ارتباط با صفت غلظت فسفر شده‌اند. قارچ‌های میکوریز قادرند با گسترش هیف‌های خارجی و تغییر موفولوژی ریشه گیاهان و در نتیجه افزایش سطح جذب ریشه، جذب و انتقال مواد غذایی ریشه را افزایش دهند (جیمز و وان[1]، ۲۰۰۸).

مقایسه میانگین اثر اصلی میکوریز نیز نشان داد که تیمار گیاهان با میکوریز باعث افزایش معنی‌دار صفت درصد روغن مغز گردید. مقایسه میانگین اثر اصلی فسفر نیز نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح بود به گونه‌ای که ۵۰۰ گرم فسفر بیشترین و شاهد کمترین میزان این صفت را دارا بود و بیشترین میانگین متعلق به رقم سوپرنووا بود (جدول ۲، ۳ و۴).

نتیجه‌گیری کلی

طبق بررسی انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که تیمار ۵۰۰ گرم فسفر و ۵۰۰ گرم میکوریز می‌تواند بهترین میزان کاربرد فسفر و میکوریز مصرفی در شرایط خاک مورد آزمایش باشد. در بین سه رقم مورد بررسی رقم تُونو، سُوپرنووا و شُاهرود ۱۲، رقم سُوپرنووا در تمامی صفات مورد بررسی به عنوان رقم برتر می باشد و جهت کاشت در مناطق مستعد به عنوان یکی از ارقام اصلی پیشنهاد می‌گردد. گیاهان میکوریزی رابطه آبی و تغذیه بهتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی داشته و در نتیجه جذب مواد غذایی افزایش یافته است. در نتیجه کاربرد میکوریز علاوه بر حفظ خاک باعث بهبود بافت خاک می‌گردد که این امر باعث بهبود رشد و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد.

1. James and Van



شکل۴- اثر سه گانه میکوریز در فسفر در رقم روی صفت وزن میوه با پوست سنگی تر. P1 و P2: کاربرد ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم دی‌آمونیوم فسفات؛ M1: کاربرد ۵۰۰ گرم کود میکوریز؛ M1P1: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۲۵۰ گرم دی آمونیوم فسفات؛ M1P2: کاربرد همزمان ۵۰۰ گرم کود میکوریز و ۵۰۰ گرم دی آمونیوم

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۹۸۲: ۱۲۰ – ۱۲۸.

آقابابائی، ف.، رئیسی، ح. و نادیان، ف.۱۳۹۰. اثر همزیستی میکوریزی بر جذب عناصر غذایی توسط برخی ژنوتیپ‌های تجاری گیاه بادام در یک خاک لوم شنی. (مجله پژوهش‌های خاک) علوم خاک و آب، ۲۵(۲): ۱۴۷-۱۳۷.

باقری، و. و شمشیری، م. ۱۳۹۰. اثر قارچ میکوریز آربسکولار و تنش خشکی بر رشد، روابط آبی، تجمع پرولین و قندهای محلول در نهال‌های دو رقم پسته اهلی، مجله علوم باغبانی ایران، ۴۲(۴): ۳۷۷-۳۶۵.

شهابی، علی‌اصغر. ۱۳۷۴. تعیین معادل کودی فسفر در خاک‌های آهکی با مقادیر مختلف رس. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشکده کشاورزی تربیت مدرس. تهران.

گرادزیل، ک. ۱۳۷۹. بادام، کشت و اصلاح. (مترجم: علی ایمانی). نشرآموزش کشاورزی. کرج. ۱۲۸ ص.

لطف‌الهی، م. و ملکوتی، ج. ۱۳۷۷. ضرورت جایگذاری عمق کودهای فسفاته بمنظور کاهش مصرف کود و افزایش تولید گندم در کشور، نشریه خاک و آب، ۱۲(۴): ۸۹.

ملکوتی، ج. و غیبی، ا. ۱۳۷۹. ضرورت تولید صنعتی کودهای زیستی در کشور. انتشارات سنا. ۲۷۹- ۲۷۴ ص.

نصراصفهانی، ا. و میرفندرسکی، س. ۱۳۸۵، کشاورزی ارگانیک گسترش می‌یابد. مجله سرزمین سبز. شماره ۴۲: ۱۴-۱۲.

Antunes, V. and Cardoso, E. 1991. Growth and nutrient status of citrus plants as influenced by mycorrhiza and phosphorus application. Plant and Soil, 131: 11-19.

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

Carla, S.G.P., Queirós, S.C., Lourenço, A., Ferreira, J., Miranda, I., José, M., Lourenço, V. and Pereira, H. 2019. Characterization of walnut, almond, and pine nut shells regarding chemical composition and extract composition. Biomass Conversion and Biorefinery, 9: 1–14.

Cherif, A., Sebei, K., Boukhchina, S., Kallel, H., Belekacemi, K. and Arul, J. 2004. Kernel fatty acid and triacylglycerol composition for three almond cultivars during maturation. Journal of American Oil Chemistry Society. 81: 901-905.

Da Silveira, S.V., de Souza, P.V.D. and Koller, O.C. 2002. Influence of arbescular mycorrhizal fungi on vegetative growth of avocado rootstocks. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37(3): 303-309.

Dutt, S., Som, D.S. and Pramod, K. 2013. Arbuscular mycorrhizas and Zn fertilization modify growth and PHysiological behavior of apricot. Scientia Horticulturae, 155: 97–104.

Farahani, A., Lebaschi, H., Hussein, M., Hussein, S.A., Reza, V.A. and Jahanfar, D. 2013. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, different levels of phosphorus and drought stress on water use efficiency, relative water content and proline accumulation rate of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 2(6): 125-131.

Ferreira, I.Q., Rodrigues, M.A., Moutinho-Pereira, J.M., Correia, C. and Arrobas, M. 2018. Olive tree response to applied phosphorus in field and pot experiments. Scientia Horticulturae, 234: 236–244.

Given, D.R., Dixon, K.W., Barrett, R.L. and Sivasithamparam, K. 2002. Plant conservation and biodiversity: The place of microorganisms. In Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity. (pp. 1-18). Springer, Dordrecht.

Heidarbeigi, K. and Ahmadi, H. 2009. Some physical and mechanical properties of khinjuk. Pakistan Journal of nutrition, 8: 74-77.

Hirrel, M.C. and Gerdemann, J.W. 1980. Improved growth of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Science Society American Journal, 44: 654-655.

Hopkins, B.G. and N.C. Hansen. 2019. Phosphorus management in high-yield systems. Journal of Environmental Quality, 48(5): 1265–1280.

Jahromi, F., Aroca, R., Porcel, R. and Ruiz-Lozano, J.M. 2008. Influence of salinity on the in vitro development of Glomus intraradices and on the in vivo Physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. Microbial Ecology, 55: 45-53.

James, M. and Van, V. 2008. History of Bergen County, New Jersey. Nabu Press. p. 744. ISBN 1-177-72589-4.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in Foeniculum vulgare Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311.

Khan, A.A., Jilani, G., Akhtar, M.S., Naqvi, S.M.S. and Rasheed, M. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and their role in crop production. Journal of Agricultural and Biological Science, 1: 48-58.

Lopez-Ortiz, C.M., Prats-Moya, S., Sanahuja, A.B., Mestre-Perez, S.E., Grane-Teruel, N. and Martin-Carratala, M.L. 2008. Comparative study of tocopherol homologue content in four almond oil cultivars during two consecutive years. Journal of Food Composition and Analysis, 21: 144-151.

Mandalari, G., Arcoraci, T., Martorana, M., Bisignano, C., Rizza, L., Bonina, F.P., Trombetta, D. and Tomaino, A. 2013. Antioxidant and photoprotective effects of blanch water, a byproduct of the almond processing industry. Molecules, 18(10): 12426–12440.

Marschner, H. and Römheld, V. 1994. Strategies of plants for acquisition of iron, Plant Soil, 165: 375-388.

Morton, J.B. and Redecker, D. 2001. Two families of Glomales, Archaeosporaceae and paraglomacea, with two new genera archaeospora and paraglomus, based on concordant molecular and morphological characters. Mycologia, 93: 181-195.

Namec, S. and Guy, G. 1982. Carbohydrate status of mycorrhizal and nonmycorrhizal citrus rootstocks. Journal of American Soceity for Horticultural Science, 107(2): 177-180.

Pond, E.C., Menge, J.A. and Jarrell, W.M. 1984. Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soils. Mycologia, 76: 74-84.

Rajesh Naik, S.M., Lakshmi Naga Nandini, M., Aayesha Jameel, M.D., Venkataramana, K.T. and Mukundalakshmi, L. 2018. Role of arbuscular mycorrhiza in fruit crops production. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 6(5): 1126-1133.

Saito, M. and Marumoto, T. 2002. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi: the status quo in Japan and the future prospects. Plant Soil, 244: 273-279.

Shaalan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 811-828

Shannon, M.C., Grieve, C.M. and Francois, L.E. 1994. Whole-plant response to salinity. In Plant-Environment Interactions. Ed. R.E Wilkinson. Marcel Dekker, New York, 199-244 pp.

Shiuchien, K., Jiangshan, L. and Kouchang, B. 1988. Effect of vasicular- arbscular mycorrhiza on the growth of grape plantlets produced by tissue culture. A cta Horticulturae Sinica, 15(2): 77-82.

Sjoberg, J. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi, occurrence in Sweden and integration with a plant pathogenic fungus in barley. Swedish University of Agriculture Science, 53 p.

Sławomir, S. and Stachowiak, A. 2010. The influence of mycorrhiyzal fungi on the growth and yielding of plum and sour cherry trees. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 18(2): 71-77.

Subramanian, K.S., Santhanakrishnan, P. and Balasubramanian, P. 2006. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulturae, 107: 245-253.

Toprak, S. 2019. The Effect of Phosphorus Applications on Fruit Yield and Some Quality Characteristics of Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). International Journal of Anatolia Agricultural Engineering, 1(3): 1-8.

Troehza loynachan, T.E. 2003. Endomycorrhizal fungi survival in continuous corn, soybean and fallow. Agronomy Journal, 95(1): 224-230

Wijeratne, S.S.K., Abou-Zaid, M.M. and Shahidi, F. 2006. Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54(2): 312–318.