نشریه زیست‌شناسی خاک / جلد 6 / شماره 2 / 1397

10.22092/sbj.2018.111067.106

اثرات قارچ میکوریزی، باکتری‌های محرک رشد و کود دامی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های رشد گل محمدی (*Rosa demascena*) در منطقه لایزنگان استان فارس

حسن حقیقت نیا[1]، فرهاد رجالی و زینب منتظری

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، فارس، ایران؛ **hasanhaghighatnia@yahoo.com**

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **frejali@yahoo.com**

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد داراب، فارس، ایران؛ **zduni1@yahoo.com**

دریافت: **96/4/31** و پذیرش: **97/3/13**

چکیده

استفاده از گل محمدی در صنایع بهداشتی و دارویی، این محصول را به لحاظ اقتصادی به کالایی با ارزش تبدیل کرده است. به منظور بررسی اثرات قارچ‌های میکوریزی، باکتری‌های محرک رشد و کود حیوانی بر عملکرد و ویژگی‌های رشد گل محمدی، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال 1393 در منطقه لایزنگان داراب به اجراء در آمد. عامل اول کود دامی در دو سطح: ۱- شاهد (بدون استفاده از کود دامی) 2- دو کیلوگرم کود دامی به ازای هر بوته، عامل دوم استفاده از مایه تلقیح قارچ میکوریزی در دو سطح : 1- شاهد (بدون استفاده از قارچ میکوریزی) 2- استفاده از مخلوط سه گونه قارچ میکوریز آربسکولار و عامل سوم در چهار سطح شامل استفاده از سه سویه باکتری محرک رشد گیاه و یک تیمار بعنوان شاهد بود. نتایج نشان داد که اثرات هر سه عامل بر ویژگی‌های رشد و کلنی سازی ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. استفاده از باکتری *Pseudomonas fluorescens* اختلاف معنی‌داری نسبت به عدم تلقیح با باکتری در همه ویژگی‌های اندازه‌گیری شده داشت. برهمکنش هر سه عامل، بالاترین تأثیر معنی‌دار را بر صفات وزن تر گل، وزن خشک گل، ارتفاع بوته، عرض بوته، تعداد گل در بوته و کلنی‌سازی ریشه داشت و به ترتیب افزایشی به میزان 91، 78/3، 57/3، 34/1، 77/2 و 32/7 درصد در پاسخ‌های یاد شده نسبت به شاهد ایجاد کرد. در مجموع چنین نتیجه‌گیری شد که استفاده توأم از عوامل مذکور در بهبود صفات اندازه‌گیری شده تأثیر مثبت بیشتری داشته است.

واژه‌های کلیدی: "کودهای آلی"، "کودهای زیستی"، "گل محمدی"، "لایزنگان".

[1] نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، فارس، ایران

مقدمه

کاشت گیاهان دارویی و معطر از گذشته تا به امروز اهمیت ویژه‌ای در کشاورزی سنتی ایران داشته است (خرمدل و همکاران، 1387). گل محمدی به دلیل تنوع ارقام و رایحه‌ی بی‌نظیر آن در اکثر نقاط دنیا کشت می-گردد. ایران نیز از قدیمی‌ترین کشورهای دنیاست که در زمینه‌ی تولید و فرآوری این محصول فعالیت دارد (نیکبخت و کافی، 1389). در بیش‌تر پهنه‌های کوهستانی سرزمین ایران انواع گوناگونی از این گیاه مشاهده می‌شود. بر اساس آمار سال 1395 سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، شهرستان داراب با سطح زیر کشت 5600 هکتار گل محمدی (نزدیک به 5100 هکتار دیم و بقیه آبی) بزرگترین گلستان دیم گل محمدی ایران و جهان بشمار می‌رود. اهمیت اصلی گل محمدی به علت گلاب و اسانس آن می‌باشد که در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوان داشته و در ساخت انواع کرم‌ها، عطرها و ... استفاده می‌گردد.

مطالعات انجام شده در رابطه با گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی، گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی زیستی، بدلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌گردد (خالصرو و همکاران، 2012). بارا و همکاران (2005) در تحقیقی که در رابطه با نقش قارچ میکوریز بر رشد گیاه انجام دادند گزارش نمودند که از قارچ‌های میکوریزی می‌توان جهت بازسازی عرصه‌های طبیعی و مناطقی که خاک سطحی و پوشش گیاهی آنها تخریب شده استفاده نمود. آن‌ها هم‌چنین اعلام نمودند که این قارچ‌ها با تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش فعالیت آنزیم‌ها می‌توانند رشد ریشه را تشدید کنند، در نتیجه ظرفیت جذب عناصرغذایی را بالا برده و شانس گیاه را در اجتناب از خشکی افزایش دهند. دیویس و همکاران(1996) گزارش دادند تلقیح با قارچ‌های میکوریزی رشد و عملکرد گیاه رز (*Rosa hybrid*) را از طریق تغییر شکل ظاهری ریشه، اصلاح مقدار کربن تخصیص یافته به ریشه و افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی در شرایط تنش خشکی افزایش داده‌اند.

اسکاگل و همکاران(2001) با اضافه کردن قارچ‌های میکوریز آربسکولار به بستر تولید قلمه گیاه رز مینیاتوری گزارش دادند تلقیح با این قارچ‌ها تعداد قلمه‌های ریشه دارشده و رشد ریشه‌های ایجاد شده را افزایش و زمان ریشه‌زایی را کاهش داده است و بدین صورت زمان لازم برای انتقال قلمه‌ها کاهش یافته است. پینیور و همکاران (2005) گزارش دادند که می‌توان با استفاده از تلقیح با قارچ‌های میکوریزی علائم نامطلوب حاصل از تنش خشکی در گل را کاهش داد. امیری و همکاران(2015) تأثیر تلقیح با قارچ‌های میکوریزی در گیاه *Rosa geranium* را در سطوح مختلف رطوبتی بررسی کرده و عنوان نموده‌اند که تلقیح در تمام سطوح رطوبتی میزان اسانس تولیدی را افزایش داده، همچنین سیستم دفاع آنزیمی گیاه در برابر تنش خشکی در تیمارهای تلقیح شده بهبود یافته و در این گیاهان تجمع آب اکسیژنه کاهش یافته است. گارمندیا و همکاران(2012) گزارش دادند استفاده از قارچ‌های میکوریزی در کشت تجاری گیاه رز (*Rosa hybrid*) از طریق اصلاح متابولیسم کربوهیدراتها ، زمان لازم برای اینکه 80 درصد گیاهان به گل بروند را به مدت یک ماه کاهش داده است. همچنین تعداد گل تولیدی در زمان های 4، 6 و 8 ماه پس از انتقال در تیمارهای تلقیح شده بیشتر از شاهد بوده است.

کودهای دامی از جمله کودهای آلی هستند که از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، مانند کلاته کردن عناصرغذایی و افزایش نفوذپذیری خاک اثرات مثبت خود را نشان می‌دهند (لیو و همکاران، 2005).

باکتری‌های محرک رشد گیاه[1] باکتری‌هایی هستند که از طریق ساز و کارهای مختلفی از جمله تولید هورمون-های محرک رشد، تولید سیدروفور، تثبیت نیتروژن مولکولی، تولید متابولیت‌های موثر در رشد گیاه مانند هورمون‌های گیاهی (اکسین و جیبرلین) و افزایش فراهمی عناصر کم‌مصرف مخصوصاً آهن و افزایش انحلال ترکیبات نامحلول مانند پتاسیم و فسفر به رشد گیاه کمک می‌کنند (گلیک و همکاران، 1999). در روش غیرمستقیم این باکتری‌ها از مکانیسم‌های خاصی استفاده کرده و اثرات مضر بیمارگرهای گیاهی را کاهش داده و بدین طریق موجب افزایش رشد گیاه می‌گردند. ماهوتا و همکاران (2009) گزارش کردند که درصد جوانه‌زنی، طول ساقه، تعداد برگ و طول و عرض برگ در گیاهان گوجه‌فرنگی تلقیح شده با باکتری *Azotobacter sp.* نسبت به گیاهان شاهد افزایش داشت. همچنین تلقیح بذرهای گوجه‌فرنگی با باکتری‌های *Azosprillum sp.*، *Azotobacter sp.* و *Pseudomonas sp.* سبب افزایش رشد رویشی گیاه و در نهایت عملکرد آن گردید (سانهیتا-چوپتا و همکاران، 1995). در آزمایش دیگری باکتری‌های *Pseudomonas fluorescens* و

[1]. Plant Growth Promoting Rhizobacteria

Bradyrhizobium sp. موجب افزایش معنی دار طول شاخساره، وزن شاخساره، تعداد برگ، تعداد گره و وزن خشک گیاه *Origanum majorana* در مقایسه با شاهد شد. بلیموف و همکاران (2002) دریافتند که در اثر تلقیح بذر شلغم روغنی با باکتری *Pseudomonas sp.* وزن خشک اندام هوایی این گیاه به میزان 21/2 درصد افزایش یافته است.

رودلاس و همکاران (1999) اعلام نمودند علاوه بر اثرات انفرادی باکتری‌های محرک رشد، تحریک رشد گیاه می‌تواند به وسیله تلقیح دوگانه با سایر میکروارگانیسم‌ها بواسطه اثرات هم‌افزایی بهبود یابد. بر اساس تحقیقات انجام شده توسط کوچکی و همکاران (2008) کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ریزموجودات باکتریایی و یا قارچی، به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر، در بهبود ویژگی های رشدی و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) مؤثر بود. پانیرسلوام و همکاران (2012) دریافتند که کاربرد قارچ *Funneliformis mosseae* همراه با باکتری *Pseudomonas putida* بطور معنی‌داری تعداد برگ، وزن خشک ساقه، اندام هوایی و ریشه، کل زیست‌توده و سطح برگ در نهال‌های گوآوا را افزایش داد. ردی و همکاران (2003) در مطالعه‌ای که به منظور اثر قارچ میکوریزا و باکتری *Azotobacter sp.* بر درخت توت انجام دادند، چنین گزارش نمودند که میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلروفیل و کربوهیدرات به نحو قابل‌توجهی در نمونه‌های تلقیح شده افزایش یافت.

با وجود مقاوم بودن گل محمدی در شرایط نامناسب خاکی مانند کاشت در سطوح سنگلاخی و شیب‌دار و شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی، این محصول در اکثر نقاط کشور آبیاری گردیده و تا حدودی از سموم دفع آفات و از کود شیمیایی جهت تغذیه آن استفاده می‌گردد که این امر سبب کاهش کیفیت اسانس تولیدی می‌شود. با توجه به اینکه بیش از 80 درصد گلستان‌های داراب از جمله لایزنگان، بصورت دیم و در عرصه های طبیعی و کوهستانی واقع گردیده و معمولاً باغداران برای حفظ کیفیت اسانس تولیدی حاضر به استفاده از کودهای شیمیایی نیستند، لذا این موضوع سبب کاهش عملکرد و سود اقتصادی باغداران گردیده است. در تحقیق حاضر ضمن استفاده از قارچ‌های میکوریزی و باکتری‌های محرک رشد بعنوان کود زیستی و نیز بهره‌گیری از کود دامی، جهت تأمین بخشی از نیاز غذایی، سعی بر آن بوده تا ضمن حفظ کیفیت محصول به این سوال پاسخ داده شود که استفاده از هر یک از عوامل فوق الذکر به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر تا چه حد بر افزایش تولید در واحد سطح می تواند مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات قارچ‌های میکوریزی، باکتری-های محرک رشد و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد گل محمدی (*Rosa demascena* Mill)، آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه فاکتور، در چهار تکرار، در سال 1393 در یک باغ دیم گل محمدی در روستای لایزنگان داراب به اجراء در آمد. لایزنگان روستایی کوهستانی با ارتفاع 2000 متر از سطح دریا و در مدارهای 28 درجه و 14 دقیقه عرض شمالی و 54 درجه و 59 دقیقه طول شرقی واقع گردیده است. باغ مورد نظر بصورت دیم بوده و از هیچ گونه سم و کود شیمیایی در آن استفاده نگردیده است. قبل از اجرای آزمایش نمونه خاک مرکب از عمق 30-0 سانتیمتری خاک گرفته و به آزمایشگاه منتقل گردید. ویژگی‌های اندازه گیری شده شامل پ هاش در خمیر اشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با دستگاه هدایت‌سنج، کربن آلی با روش والکی و بلاک (1934)، فسفر محلول در بی‌کربنات‌سدیم (اولسن و همکاران، 1954)، بافت خاک توسط روش هیدرومتر (بویوکس، 1951)، پتاسیم قابل‌تبادل با استفاده از روش استات‌آمونیوم یک نرمال خنثی (کنودسن و همکاران، 1982) و عناصر کم‌مصرف قابل‌جذب با روش دی‌تی‌پی‌ا (لیندسی و نورول، 1978) بود که نتایج آن در جدول یک آمده است.

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Ec	pH	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	O.C	N	Sand	Silt	Clay
$dS.m^{-1}$		$mgkg^{-1}$						%				
1/34	7/9	10	228	0/3	0/3	3/04	0/2	0/15	0/01	34/5	40	25/5

فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از: 1) دو سطح کود دامی گاوی شامل صفر و دو کیلوگرم به ازای هر بوته گل؛ 2) قارچ میکوریزا در دوسطح شامل: شاهد (بدون تلقیح) و 300 گرم از مخلوط سه گونه قارچ میکوریزا (*Funneliformis mosseae, Rhizophagus irregularis, Clariodcoglomus etunicatum*) و 3) باکتری محرک رشد در چهار سطح بترتیب شامل استفاده از باکتری *Azosirillum lipoferum Pseudomonas fluorescens* و *Azotobacter chroococum* هر یک به میزان 25 میلی لیتر به ازای هر بوته گل و یک سطح بدون استفاده از باکتری (شاهد) در چهار تکرار که در مجموع 64 بوته گل محمدی سه ساله را شامل گردید. مایه تلقیح قارچ و باکتری از کلکسیون میکروبی موسسه تحقیقات خاک و آب تأمین شد. نحوه تهیه زاد مایه قارچ‌های میکوریزی، با استفاده از کشت گلخانه‌ای چهارماهه و با استفاده از گیاه ذرت رقم سینگل کراس 704 بود که در نهایت جمعیت اندام فعال مجموع سه گونه در ترکیب نهایی برابر با 100 اسپور به ازای یک گرم مایه تلقیح بود. میزان مصرف نیز بر اساس حجم کنوپی بوته‌های گل و بنا به تحقیقات و توصیه‌های بخش بیولوژی خاک اعمال گردید. جمعیت باکتری‌ها در زادمایه تولیدی برابر 2×10^8 سلول باکتری به ازای هر میلی‌لیتر زادمایه بود. محل جایگذاری مایه تلقیح باکتری و قارچ حد اقل سه نقطه در سایه انداز گل و در مجاورت ریشه بود و کود دامی نیز در چاله‌هایی در سایه انداز گل و در مجاورت مواد زیستی مصرفی اضافه گردید. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل وزن تر و وزن خشک گل بوسیله ترازوی دیجیتالی، ارتفاع و عرض بوته بوسیله متر نواری، تعداد گل در هر بوته و جهت تعیین درصد کلنی‌سازی ریشه ابتدا حدود 5 گرم ریشه ثانویه (ریشه‌های تازه تشکیل شده که جذب آب و عناصر معدنی را انجام می‌دهند) از هر بوته گرفته و پس از شستشوی کامل با آب مقطر نمونه‌ها درون ظروف حاوی مخلوط آب و الکل قرار داده و به آزمایشگاه منتقل گردید. ابتدا با روش فیلیپس و هیمن (1970) رنگ‌آمیزی ریشه‌ها صورت گرفت. سپس با روش شبکه‌بندی خطوط متقاطع (تنت، 1975) درصد کلنی‌سازی ریشه تعیین گردید. داده‌های بدست آمده بااستفاده از برنامه آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین-ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت.

نتایج

نتایج جدول یک نشان می‌دهد که خاک مورد استفاده در آزمایش به‌لحاظ ماده آلی و نیز عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف و بطورکلی حاصلخیزی ضعیف بود. بافت خاک متوسط و نیزخاک غیر شور بود.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) تأثیر کود دامی تنها بر وزن تر، وزن خشک و تعداد گل در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. اثرات اصلی قارچ‌های میکوریزی و باکتری‌های محرک رشد نیز بر همه صفات اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. اثرات برهمکنش هیچیک از فاکتورهای آزمایش بر صفات مورد مطالعه در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود، لیکن مقایسه میانگین برهمکنش دو و سه فاکتور با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در مورد برخی صفات معنی‌دار بودند که در ذیل اشاره خواهد شد. در ارتباط با اثرات فاکتورهای اصلی، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که استفاده از کود دامی در مقایسه با عدم استفاده (شاهد) سبب افزایش معنی‌دار وزن تر و وزن خشک گل و تعداد گل در بوته بترتیب به میزان 12/7، 11/1 و 11/9 درصد گردیده است (جدول 3). مایه زنی با مخلوط سه قارچ میکوریزی سبب افزایش معنی‌دار وزن ترگل، وزن خشک گل، ارتفاع بوته، عرض بوته، تعداد گل در بوته و درصد کلنیزاسیون ریشه بترتیب به میزان 12/7، 17/6، 9/5، 41/6، 17/5 و 23/6 درصد نسبت به شاهد گردید (جدول 3).

استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه در کل باعث بهبود همه صفات اندازه‌گیری شده گردید. بیشترین افزایش معنی‌دار در همه صفات مربوط به استفاده از باکتری *Pseudomonas fluorescens* بود که با تیمار *Azotobacter chroococum* و نیز تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری داشت و سبب افزایش معنی‌دار وزن ترگل، وزن خشک گل، ارتفاع بوته، عرض بوته، تعداد گل در بوته و درصد کلنی‌سازی ریشه بترتیب به میزان 22/1، 24/3، 26/5، 10/1، 22/7 و 34/2 درصد نسبت به شاهد گردید (جدول 3). همچنین باکتری *Azosirillum lipoferum* در ارتباط با صفات وزن تر، وزن خشک، عرض بوته و تعداد گل در بوته با باکتری *Pseudomonas fluorescens* در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول 3).

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس کاربرد تیمارهای مختلف بر صفات اندازه گیری شده

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر گل	وزن خشک گل	ارتفاع بوته	عرض بوته	تعداد گل در بوته	کلنیزاسیون ریشه
تکرار (R)	3	8696 ^{ns}	545 ^{ns}	10/71 ^{ns}	2/625 ^{ns}	13951/3 ^{ns}	2/528 ^{ns}
کود حیوانی (O)	1	116793**	5558**	60/06 ^{ns}	42/25 ^{ns}	220665/1**	41/441 ^{ns}
قارچ میکوریزا (M)	1	292411**	13196**	232/56**	961/000**	443223/1**	8904/281**
(O×M)	1	743 ^{ns}	2/1 ^{ns}	0/25 ^{ns}	2/25 ^{ns}	1008/1 ^{ns}	1/531 ^{ns}
باکتری‌های محرک رشد (B)	3	80062**	5561**	288/38**	98/625**	173078/4**	109/557**
(O×B)	3	21898 ^{ns}	717 ^{ns}	6/19 ^{ns}	1/042 ^{ns}	29653/7 ^{ns}	1/138 ^{ns}
(M×B)	3	18968 ^{ns}	353 ^{ns}	35/10^{ns}	5/292 ^{ns}	9259/6 ^{ns}	17/618 ^{ns}
(O×M×B)	3	12970 ^{ns}	322 ^{ns}	3/29 ^{ns}	0/125 ^{ns}	10341/5 ^{ns}	0/176 ^{ns}
خطا (E)	45	12346	758	21/242	32/381	27986/4	14/462
ضریب تغییرات (درصد)		15/5	15/5	11	10/7	16/11	20/17

** : در سطح یک درصد معنی دار ns : غیر معنی دار

بر اساس داده‌های جدول چهار استفاده توام از کود حیوانی به همراه مایه‌زنی قارچ میکوریزا (O_1M_1) افزایش معنی‌داری را در همه صفات نسبت به تیمار شاهد (O_0M_0) ایجاد نمود. به طوری‌که بترتیب وزن تر گل، وزن خشک گل، ارتفاع بوته، عرض بوته، تعداد گل در بوته و کلنی‌سازی ریشه به میزان 36/1، 30/8، 14/8، 19/4، 31/8 و 25/2 درصد افزایش یافتند.

برهمکنش کود حیوانی و استفاده از باکتری محرک رشد نشان داد که بالاترین میزان در همه صفات ارزیابی شده مربوط به استفاده توام کود حیوانی به همراه باکتری *Pseudomonas fluorescens* بود که در ارتباط با صفات وزن تر گل، وزن خشک گل و تعداد گل در بوته این تیمار با همه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول 5). همچنین در ارتباط با برهمکنش مایه‌زنی توأم قارچ میکوریزا و باکتری محرک رشد نیز بالاترین میزان اندازه‌گیری شده صفات، مربوط به استفاده توأم از مخلوط قارچ‌های میکوریزی به همراه باکتری *Pseudomonas fluorescens* بود که نسبت به تیمار شاهد (M_0B_0) بترتیب وزن تر گل، وزن خشک گل، ارتفاع بوته، عرض بوته، تعداد گل در بوته و کلنی‌سازی ریشه به میزان 56/4، 50/2، 45/4، 28/7، 47/8 و 30/75 درصد افزایش دادند.

برترین تیمار در برهمکنش هر سه عامل نیز به تیمار $O_1M_1B_1$ یعنی استفاده توأم از کود حیوانی، مخلوط سه قارچ میکوریزی و باکتری محرک رشد *Pseudomonas fluorescens* بود که با تیمار شاهد ($O_0M_0B_0$) اختلاف کاملاً معنی‌داری داشتند و صفات وزن تر گل، وزن خشک گل، ارتفاع بوته، عرض بوته، تعداد گل در بوته و کلنی-سازی ریشه را به ترتیب به میزان 91، 78/3، 57/3، 34/1، 77/2 و 32/7 درصد افزایش دادند.

بحث

در این تحقیق استفاده از قارچ‌های میکوریز آربسکولار سبب افزایش معنی‌دار همه صفات رشد و نیز درصد کلنیزاسیون ریشه گردیده است (جدول 3). در پژوهش-های انجام شده توسط راتی و همکاران (2001) در ارتباط با گیاه علف لیمو و آریاگادا و همکاران (2007) بر روی گیاه دارویی اکالیپتوس، افزایش پارامترهای مورفولوژیک در تیمارهای مایه زنی شده گیاهان با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مورد تأیید قرار گرفته است. بطور کلی این محققان، همزیستی میکوریزی و ایجاد یک سیستم ریشه ای نازک تر و نفوذ آن به منافذ باریک خاک، بهبود جذب آب و مواد غذایی پرمصرف را در این امر مؤثر دانسته‌اند. در مطالعه گوپتا و همکاران (2002) بر روی گیاه نعناع نشان داده شد که مایه زنی گیاه با قارچ *Glomus fasciculatum* به صورت معنی‌داری ارتفاع گیاه، عملکرد ماده خشک، عملکرد رویشی محصول و درصد کلنیزاسیون ریشه را در مقایسه با گیاهان مایه زنی نشده، افزایش داده است. محققان در این پژوهش عنوان کردند که همزیستی قارچ میکوریزی با ریشه گیاه نعناع، سبب افزایش جذب عناصر غذایی نیتروژن، پتاسیم و به میزان قابل توجهی فسفر در اندام هوایی گیاه نعناع گردید. مایه زنی گیاه رازیانه با دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار به طور معنی‌داری تعداد چتر، وزن دانه، زیست توده، غلظت فسفر، درصدکلنیزاسیون ریشه و میزان اسانس را بهبود داده است (کاپور و همکاران، 2004).

جدول 3- مقایسه میانگین سطوح عوامل اصلی کود حیوانی (O)، مخلوط قارچ های میکوریزی (M) و باکتری محرک رشد گیاه (B) بر صفات اندازه گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (α=0/05)

سطوح فاکتورها	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عرض بوته (ساتیمتر)	تعداد گل در بوته	کلنی سازی ریشه (درصد)
			کود حیوانی (O)			
O_0	674/6[b] *	168/2[b]	40/84[a]	52/38[a]	980[b]	18/05[a]
O_1	760/0[a]	186/8[a]	42/78[a]	54/00[a]	1097[a]	19/66[a]
			قارچ میکوریزا (M)			
M_0	674/6[b]	163/2[b]	39/91[b]	40/31[b]	955[b]	7/06[b]
M_1	760/0[a]	191/9[a]	43/72[a]	57/06[a]	1122[a]	30/65[a]
			باکتری محرک رشد گیاه (B)			
B_0	663/1[b]	162/0[b]	37/44[c]	51/31[b]	950[b]	16/74[b]
B_1	809/5[a]	201/3[a]	47/38[a]	56/50[a]	1166[a]	22/46[a]
B_2	736/0[ab]	183/5[a]	42/50[b]	53/69[ab]	1080[a]	19/08[b]
B_3	660/5[b]	163/3[b]	39/94[bc]	51/25[b]	957[b]	17/13[b]

O_0: بدون کود حیوانی O_1 : 2 کیلو گرم کود حیوانی

M_0: بدون استفاده از قارچ میکوریزی و M_1: مخلوط سه قارچ *Clariodcoglomus etunicatum+Rhizophagus irregularis+Funnelliformis mosseae*

B_0: بدون باکتری B_1: باکتری *Pseudomonas fluorescens* ، B_2: باکتری *Azosprillum lipoferum* ، B_3:باکتری *Azotobacter chroococcum*

* برای هر عامل جداگانه در هر ستون، حروف غیر مشابه بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف آماری در سطح 5% را نشان می دهد.

جدول 4- مقایسه میانگین برهمکنش کود دامی (O)× قارچ‌های میکوریزی (M) بر صفات اندازه گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (α=0/05)

برهمکنش	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عرض بوته (ساتیمتر)	تعداد گل در بوته	کلنی سازی ریشه (درصد)
O_0M_0	610/4 [c]	154/0 [c]	38/88 [c]	48/31 [b]	892 [c]	6/41 [b]
O_0M_1	738/8 [b]	182/4 [ab]	42/81 [ab]	56/44 [a]	1067 [ab]	29/69 [a]
O_1M_0	689/0 [bc]	172/3 [bc]	40/94 [bc]	50/31 [b]	1018 [b]	7/71 [b]
O_1M_1	831/0 [a]	201/4 [a]	44/63 [a]	57/69 [a]	1176 [a]	31/61 [a]

O_0: بدون کود حیوانی O_1 : 2 کیلو گرم کود حیوانی

M_0: بدون استفاده از قارچ میکوریزی و M_1: مخلوط سه قارچ *Clariodcoglomus etunicatum+Rhizophagus irregularis+Funnelliformis mosseae*

B_0: بدون باکتری B_1: باکتری *Pseudomonas fluorescens* ، B_2: باکتری *Azosprillum lipoferum* ، B_3:باکتری *Azotobacter chroococcum*

* حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف آماری در سطح 5% را نشان می دهد.

جدول 5- مقایسه میانگین برهمکنش سطوح کود حیوانی (O)× باکتری محرک رشد(B) بر صفات اندازه گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (α=0/05)

برهمکنش	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عرض بوته (سانیمتر)	تعداد گل در بوته	کلنی سازی ریشه (درصد)
O_0B_0	630/8 [bc]	154/6 [bc]	36/88 [d]	50/50 [b]	912 [bc]	16/01 [c]
O_0B_1	742/0 [b]	185/5 [b]	45/50 [ab]	55/38 [ab]	1066 [b]	21/26 [ab]
O_0B_2	741/0 [b]	182/8 [b]	41/63 [bcd]	52/88 [ab]	1071 [b]	18/41 [bc]
O_0B_3	584/5 [c]	149/9 [c]	39/38 [cd]	50/75 [b]	869 [c]	16/50 [c]
O_1B_0	695/5 [bc]	169/4 [bc]	38/00 [d]	52/13 [ab]	988 [bc]	17/46 [bc]
O_1B_1	877/0 [a]	217/0 [a]	49/25 [a]	57/63 [a]	1266 [a]	23/66 [a]
O_1B_2	731/0 [b]	184/3 [b]	43/38 [bc]	54/50 [ab]	1088 [b]	19/75 [abc]
O_1B_3	736/5 [b]	176/6 [bc]	40/50 [bcd]	51/75 [ab]	1046 [bc]	17/75 [bc]

O_0: بدون کود حیوانی O_1 : 2 کیلو گرم کود حیوانی

M_0: بدون استفاده از قارچ میکوریزی و M_1: مخلوط سه قارچ *Clariodcoglomus etunicatum+Rhizophagus irregularis+Funnelliformis mosseae*

B_0: بدون باکتری B_1: باکتری *Pseudomonas fluorescens* ، B_2: باکتری *Azosprillum lipoferum* ، B_3:باکتری *Azotobacter chroococcum*

* حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف آماری در سطح 5% را نشان می‌دهد.

جدول 6- مقایسه میانگین برهمکنش سطوح باکتری محرک رشد (B)× قارچ میکوریزا (M) بر صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (α=0/05)

برهمکنش	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عرض بوته (ساتیمتر)	تعداد گل در بوته	کلنی سازی ریشه (درصد)
M_0B_0	550/8 c	142/2 d	35/25 c	46/63 e	836 d	5/01 c
M_0B_1	757/5 ab	188/9 ab	43/50 b	53/00 bcd	1096 ab	9/16 c
M_0B_2	704/0 b	174/5 bc	41/50 b	50/25 cde	1021 bc	7/95 c
M_0B_3	586/5 c	147/1 cd	39/38 bc	47/8 de	867 cd	6/10 c
M_1B_0	775/5 ab	181/9 b	39/63 bc	56/00 abc	1063 ab	28/46 b
M_1B_1	861/5 a	213/6 a	51/25 a	60/00 a	1236 a	35/76 a
M_1B_2	768/0 ab	192/5 ab	43/50 b	57/13 ab	1139 ab	30/21 b
M_1B_3	734/5 b	179/5 b	40/50 b	55/13 abc	1048 b	28/15 b

O_0: بدون کود حیوانی O_1 : 2 کیلو گرم کود حیوانی

M_0: بدون استفاده از قارچ میکوریزی و M_1 : مخلوط سه قارچ *Clariodcoglomus etunicatum+Rhizophagus irregularis+Funnelliformis mosseae*

B_0: بدون باکتری B_1: باکتری *Pseudomonas fluorescens* ، B_2: باکتری *Azosprillum lipoferum* ، B_3:باکتری *Azotobacter chroococcum*

* حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف آماری در سطح 5% را نشان می‌دهد.

جدول 7- مقایسه میانگین برهمکنش سه گانه سطوح باکتری محرک رشد (B)× قارچ میکوریزا (M)× کود حیوانی (O) بر صفات اندازه گیری شده با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن (α=0/05)

برهمکنش	وزن تر گل (گرم)	وزن خشک گل (گرم)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	عرض بوته (ساتیمتر)	تعداد گل در بوته	کلنی سازی ریشه (درصد)
$O_0M_0B_0$	510/5 de	132/5 cd	34/00 e	45/50 f	772 c	4/50 d
$O_0M_0B_1$	736/0 bc	180/0 b	42/00 bcd	51/75 abcdef	1028 bc	8/23 d
$O_0M_0B_2$	697/0 bc	172/3 bcd	40/75 cde	49/25 cdef	1006 bc	7/40 d
$O_0M_0B_3$	498/0 e	131/3 d	38/75 cde	46/75 ef	765 c	5/50 d
$O_0M_1B_0$	751/0 bc	176/8 bc	39/75 cde	55/50 abcde	1053 b	27/52 c
$O_0M_1B_1$	748/0 bc	191/0 b	49/00 ab	59/00 ab	1105 ab	34/30 ab
$O_0M_1B_2$	758/0 b	193/3 b	42/50 bcd	56/50 abcd	1137 ab	29/42 bc
$O_0M_1B_3$	671/0 bcd	168/5 bcd	40/00 cde	54/75 abcdef	973 bc	27/50 c
$O_1M_0B_0$	591/0 cde	151/9 bcd	36/50 de	47/75 def	901 bc	5/53 d
$O_1M_0B_1$	779/0 b	197/8 ab	45/00 bc	54/25 abcdef	1046 ab	10/10 d
$O_1M_0B_2$	711/0 bc	176/8 bc	42/25 bcd	51/25 bcdef	1037 bc	8/50 d
$O_1M_0B_3$	675/0 bcd	162/8 bcd	40/00 cdec	48/00 def	970 bc	6/70 d
$O_1M_1B_0$	800/0 b	187/0 b	39/50 cde	56/50 abcd	1074 b	29/40 bc
$O_1M_1B_1$	975/0 a	236/3 a	53/50 a	61/00 a	1368 a	37/22 a
$O_1M_1B_2$	751/0 bc	191/8 b	44/50 bc	57/75 abc	1140 ab	31/00 bc
$O_1M_1B_3$	798/0 b	190/5 b	41/00 cde	55/50 abcde	1123 ab	28/80 bc

O_0: بدون کود حیوانی O_1 : 2 کیلو گرم کود حیوانی

M_0: بدون استفاده از قارچ میکوریزی و M_1 : مخلوط سه قارچ *Clariodcoglomus etunicatum+Rhizophagus irregularis+Funnelliformis mosseae*

B_0: بدون باکتری B_1: باکتری *Pseudomonas fluorescens* ، B_2: باکتری *Azosprillum lipoferum* ، B_3:باکتری *Azotobacter chroococcum*

* حروف غیر مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف آماری در سطح 5% را نشان می دهد.

در شرایط دیم مشابه شرایط این آزمون، گیاه برای تأمین آب مورد نیاز خود متکی به نزولات جوی بوده و در هرزمان ممکن است تحت تنش رطوبتی قرار گیرد. درشرایط تنش رطوبتی غیر از تنش حاصل از کمبود

رطوبت، گیاه با کمبود جذب عناصر معدنی بویژه انواعی که حرکت آنها در خاک متأثر از میزان رطوبت است مثل فسفر و عناصر کم مصرف روبرو می‌گردد. در این شرایط همزیستی میکوریزی از طریق افزایش سطح جذب ریشه و همچنین افزایش سرعت جذب عناصر که از طریق هیف‌های قارچ به جای حرکت در خاک صورت می‌گیرد، اثرات منفی تنش رطوبتی را کاهش می‌دهد.

در تحقیق حاضر استفاده از کود حیوانی سبب افزایش ویژگی‌های رشد گل محمدی گردیده است که این افزایش در رابطه با وزن تر و خشک گل و نیز تعداد گل در بوته معنی‌دار بوده است. بطور کلی کاربرد مواد آلی سبب بهبود خصوصیات خاک و افزایش رشد گیاه می‌شود. افزایش کود دامی بعنوان یک ماده آلی، می‌تواند سبب ایجاد تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک گردد و با بهبود ساخت خاکدانه، تخلل خاک و نفوذپذیری و نیز بالا بردن ظرفیت نگهداری آب و همچنین بهبود تغذیه، رشد و نمو گیاهی را افزایش دهد (آتیه و همکاران، 2002). بهبود فعالیت میکروبی و وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی از دیگر دلایل عمده برتری تیمارهای حاوی مواد آلی بیان شده است. در تعدادی از تحقیقات صورت گرفته به نقش میکروارگانیسم های موجود در مواد آلی و تأثیری که در افزایش جوانه زنی قارچ‌های میکوریزی دارند اشاره گردیده است (شالان 2005، گوسلینگ و همکاران2006).

استفاده از باکتری محرک رشد بطور کلی موجب بهبود رشد گیاه گل محمدی شده است ولی در بین سه باکتری بکار رفته در این آزمایش استفاده از باکتری *Pseudomonas fluorescens* در درجه اول و باکتری *Azosirillum lipoferum* بعد از آن نتایج بهتری را در بر داشته‌اند. تولید هورمون‌های محرک رشد، تولید سیدروفور، تثبیت نیتروژن مولکولی، تولید متابولیت‌های مؤثر در رشد گیاه، مانند هورمون‌های گیاهی (اکسین، جیبرلین، سیتوکنین‌ها و...)، افزایش فراهمی عناصر غذایی، کنترل عوامل بیماریزا و تغییر در مورفولوژی ریشه از جمله دلایلی است که می‌تواند رشد گیاه را بواسطه استفاده از این باکتری‌ها افزایش دهد. نتایج برخی محققین نیز با یافته حاضر همخوانی دارد (باشان و همکاران، 1997 بادی و همکاران، 1995 فریدیان و همکاران، 1393). همانگونه که از نتایج بر می‌آید تأثیر توأم استفاده از کود حیوانی، مخلوط قارچ‌های میکوریزی و باکتری محرک رشد گیاه نسبت به اثرات منفرد و دوتایی آنها بر رشد گیاه مؤثرتر بوده است. شاید یکی از دلایل آن عدم استفاده از کودهای شیمیایی بوده، زیرا گیاه تحت این شرایط از همه پتانسیل‌های بیولوژیکی موجود استفاده نموده است. از طرف دیگر وجود مواد آلی بستری مناسب از نظر تغذیه‌ای و هورمونی برای میکروارگانیسم های بکار گرفته شده عمل کرده و فعالیت و کارایی آنها را بهبود بخشیده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در مناطقی مانند داراب که باغداران جهت حفظ کیفیت اسانس تولیدی گل محمدی، حاضر به استفاده از هیچگونه کود و سموم شیمیایی نیستند، همچنین در گلستان های دیم که احتمال تنش رطوبتی وجود دارد، برای بالا رفتن هر چه بیشتر تولید، از همه ظرفیت‌های زیستی، مانند استفاده از باکتری محرک رشد، بویژه سویه *Pseudomonas fluorescens* و نیز قارچ های میکوریزی استفاده نمایند. همچنین بدلیل فقر مواد آلی خاک در اکثر نقاط ایران، استفاده از این مواد، بویژه کودهای حیوانی سبب افزایش توان زیستی خاک خواهد گردید.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اظهار داشت که استفاده توأم از کودهای دامی و کودهای بیولوژیک بویژه استفاده از قارچ‌های میکوریزی و نیز باکتری‌های محرک رشد گیاه، بخصوص در مناطقی که جهت بهبود کیفی گل محمدی از کودهای شیمیایی استفاده نمی‌گردد و نیز احتمال تنش رطوبتی وجود دارد (مانند مناطق دیم)، به منظور بالا بردن توان زیستی خاک نتیجه بسیار مطلوب تری نسبت به استفاده هر یک از موارد به‌تنهایی دارد. همچنین بر اساس این تحقیق استفاده از باکتری محرک رشد *Pseudomonas fluorescens* نتیجه بهتری را نسبت به سایر باکتری‌های محرک رشد استفاده شده در این آزمایش داشته است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات موسسه تحقیقات خاک و آب، بخش بیولوژی خاک بخاطر در اختیار قرار دادن مایه تلقیح قارچ میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد گیاه صمیمانه قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع:

1. خرم‌دل، س.، کوچکی، ع.، نصیری، م. و قربانی، ر. 1387. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی سیاهدانه (*Nigella stiva L.*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 6(2): 294-285.
2. فریدیان، ل.، خسروی، ه. ، فلاح، ع.ر. و لطف الهی، م.آ. 1394. بررسی تأثیر تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر شاخص-های رشد گوجه فرنگی. نشریه زیست‌شناسی خاک، 3(1): 59-71.
3. کوچکی، ع.، تبریزی، ل. و قربانی، ر. 1387. ارزیابی اثر کاربرد کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی زوفا (*Hyssopus officinalis*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 6 (1): 137-127.
4. نیکبخت، ع. و کافی، م. 1389. گل محمدی ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، 150 صفحه.
5. Amiri, A., Nikbakht, A. and Etemadi, N. 2015. Alleviation of drought stress on rose geranium (*Pelargonium graveolens*) in terms of antioxidant activity and secondry metabolites by mycorrhizal inoculation. Scientia Horticulture 197: 373-380.
6. Arriagada, C.A., Herrera M.A. and Ocampo J.A. 2007. Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Eucalyptus globules* co-cultured with *Glycine max* in soil contaminated with heavy metals. Journal of Environmental Management 84: 93-99.
7. Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards C.A. and Metzger, J.D. 2002. The influence of earth ormprocessed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81(2):103-108.
8. Auge,R.M., Schekel, K.A and Wample,R.L. 1986. Osmotic adjustment in leaves of VA mycorrhizal and nonmycorrhizal Rose plants in response to drought stress. Plant Physiology 82:765-770.
9. Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R. and Azcon, C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 56(417): 1761-1778.
10. Bashan, Y. and Holguin, G. 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996), Can. J. Microbial 43:103-121.
11. Belimov, A.A., Safronova, V.I. and Mimura, T. 2002. Response of spring rape (*Brassica napus* var. *Olifera* L.) to inoculation with plant growth promoting rhizobacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase depends on nutrient status of the plant. Canadian Journal of Microbiology 48: 189-199.
12. Boddey, R.M., De Oliviela, O.C., Urquiaga, S., Reis, V.M., De Oliviera, F.L., Baladan, V.L.D. and Doberiner, J. 1995. Biological nitrogen fixation association with sugarcane and rice: contributions and prospects for improvement. Plant and Soil 82:87-99.
13. Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Agron. J. 43: 434-438.
14. Davis, F.T., Sevenson,S.E., Cole, J.C., Phavaphutanon, L., Duray, S.A., Olalde-Portugal,V., Meier, C.E. and Bo, C.E.1996. Non-nutritional stress acclimation of mycorrhizal woody plants exposed to drought. Tree Physiology 16: 985-993.
15. Garmendia, I. and Mangas, V.J. 2012. Application of arbuscular mycorrhizal fungi on the production of cut flower roses under commercial – like conditions. Spanish Journal of Agricultural Research 10: 166-174.
16. Glick, B.R., C.L., Patten, G., Holguin, and Penrose, D.M. 1999. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial College Press London United Kingdom P267.
17. Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G., and Bending, G.D. 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. Agriculture, Ecosystems and Environment, 113: 17-35.

18. Gupta, M.L., 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. Bioresour. Technol. 81(1):77-79.
19. Kapoor, R., Giri, B. and Mukergi, 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(3): 307-311.
20. Khalesro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A. 2012. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise *Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27(4): 551-560.
21. Knudson, D., Peterson, G.A. and Pratt, P.T. 1982. Lithium, sodium and potassium. pp: 225-246. *In* Page AL, et al. (eds.). Methodes of soil analysis. Part 2. 2nd ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI.
22. Lindsay, W.I., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, anganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421- 448.
23. Liu, X.B., Liu, J.D., Xing, B., Herbert, S.J. and Zhang, X.Y. 2005. Effects of long-term continuos cropping, Tillage, and fertilization on soil carbon and nitrogen in Chinese mollisols. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 1229-1239.
24. Mahato, P., Badoni, A. and Chauhan, J.S. 2009. Effect of Azotobacter and nitrogen on seed germination and early seedling growth in tomato. Researcher, 1(4), http://www.sciencepub.net, sciencepub@gmail.com.
25. Murthy, N. K., Srinivasan, S. and Warrier, R. K. 1998. Effect of *Azospirillum* and *Phosphobacterium* in mproving seed germination and vigour of Amla. Journal of Non Timber Forest Products 6: 34-36.
26. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939, U.S. Govern. Prin. Office, Washington, D.C., U.S.A.
27. Panneerselvam, P., Mohandas, S., Saritha, B., Upreti, K., Poovarasan, K., Monnappa, A. and Sulladmath, V. V. 2012. *Glomus mosseae* associated bacteria and their influence on stimulation of mycorrhizal colonization, sporulation, and growth promotion in guava (*Psidium guajava* L.) seedlings. Biological Agriculture & Horticulture 28(4): 267-279.
28. Phillips, J.M. and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures clearing roots and staining parasitic and vesicular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55: 158-161.
29. Pinior, A., Grunewaldt- Stocker, G., Alten, H.V. and Strasser, R.J. 2005. Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of Roe plants probed by chlorophyll a fluorescence, prolin content and visual scoring. Mycorrhiza. 15:596-605.
30. Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiological Research 156(2): 145-149.
31. Rodelas, B., Lopez, J.G., Toledo, M.V., Pozo, C. and Salmeron, V. 1999. Influence of Rhizobium/Azotobacter and Rhizobium/Azospirillum combined inoculation on mineral composition of faba bean (*Vicia faba* L.). Biology and Fertility of Soils 29: 165-169.
32. Sanhita-Gupta, D., Dilp, K., Arora, K.D. and Srivastava, K. 1995. Growth promotion of tomato plants by rhizobacteria and imposition of energy stress on rhizobacteria solani. Soil Biology and Biochemistry 27: 1051-1058.
33. Scagel, C.F. 2001. Cultivar specific effects of mycorrhizal fungi on the rooting of miniature Rose cutting. Journal of Environment and Horticulture 19:15-20.

34. 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.
35. Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. J. Ecol., 63: 995–1001.
36. Walkley, A., and Black, T.A. 1934. An examination of the Deglijareff method for determining organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37:29-38.

Effects of Mycorrhizal Fungi, Growth Promoting Bacteria and Animal Manure on the Performance and Growth Characteristics of *Rosa demascena* in Layzangan Region of Fars Province

H. Haghighatnia[1] , F. Rejali, and Z. Montazeri
Associate Professor of Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Darab, Fars, Iran; E-mail: hasanhaghighatnia@yahoo.com,
Assistant Professor of Soil and Water Research Institute, AREEO, Karaj, Iran;
E-mail: frejali@yahoo.com
Former M.Sc Student of Islamic Azad University, Darab, Fars, Iran; E-mail: zduni1@yahoo.com
Received: July, 2017 & Accepted: June, 2018

Abstract

Utilization of damask rose in sanitary and medicinal industries change it to valuable and economic goods. In order to investigate the effects of mycorrhizal fungi, plant growth-promoting bacteria and animal manure on yield and growth characteristics of damask rose, a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications was performed in 2014 in Layzgan region of Darab city. The first factor was two levels of animal manure (0 and Two kg of per plant. The second factors was two levels of mycorrhizal fungi (without and with a mixture of three species of mycorrhizal fungi) and the third factor was four levels of plant growth-promoting bacteria (three strains of plant growth-promoting bacteria and no bacteria). The results showed that the effects of animal manure, inoculation with mycorrhizal fungi and inoculation with promoting bacteria had a significant ($P < 0.01$)) effect on growth characteristics and root colonization of damask rose. *Pseudomonas fluorescens* had a significant effect on all measured characteristics. Interaction effects of each three factors had the greatest influence on wet and dry weight of flower, height and width of plant, number of flowers pre plant and root colonization which respectively caused the increments of 91, 78.3, 57.3, 34.1, 77.2 and 32.7 percent to control. It was concluded that the simultaneous use of all factors had more positive effects on the improvement of measured characteristics.

Keywords: “Bio-fertilizers”, “Damask rose”, “Layzangan”, “Organic fertilizers”.

[1] Corresponding author: Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Darab, Fars, Iran