تأثیر باکتری‌های حل کننده فسفر و قارچ‌های میکوریزا بر برخی خصوصیات گل قرنفل (*Dianthus barbatus*)

مریم براری ضیابری و داود هاشم آبادی[1]

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران؛ **faranakbarari@yahoo.com**

استادیارگروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران؛ **Davoodhashemabadi@yahoo.com**

دریافت: **94/1/22** و پذیرش: **94/11/28**

چکیده

به منظور بررسی تأثیر باکتری‌های حل کننده‌ی فسفر و قارچ میکوریزا بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گل قرنفل (*Dianthus barbatus*)، آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با 12 تیمار شامل: میکوریزا در دو سطح (مصرف و عدم مصرف میکوریزا)، باکتری‌های حل کننده فسفر در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح)، کود شیمیایی (سوپر فسفات) در سه سطح (0، 50 و 100میلی گرم در لیتر)، در 4 تکرار با 48 پلات آزمایشی و 240 گیاه قرنفل انجام شد. باکتری مورد استفاده در این پژوهش باکتری 187از گونه *Pseudomonas fluoresens* و قارچ میکوریزای آربسکولار (VAM) از گونه‌های *Claroideoglumus etunicatum*، *Rhizophagus intraradices* و *Funneliformis mosseae* انتخاب شدند و در مراحل بذری و انتقال نشاء مورد استفاده قرار گرفتند. صفات اندازه گیری شده عبارتند از: عمر گل، کلروفیل کل، درصد کلونیزاسیون ریشه، میزان فسفر اندام هوایی و ارتفاع ساقه اصلی. نتایج نشان داد که مصرف قارچ میکوریزا آربسکولار بر کلروفیل کل، کلونیزاسیون و ارتفاع ساقه اصلی تفاوت معنی‌دارایجاد نمود و مصرف باکتری‌های حل کننده فسفر روی تمام صفات اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار داشت و استفاده از این دو کود زیستی مصرف سوپر فسفات را تا 50 درصد کاهش دادند. مصرف دو میکروارگانیسم همراه با 50 درصد سوپرفسفات، بهترین تیمار از نظرافزایش درصد کلونیزاسیون و کلروفیل کل بودو با افزایش مصرف سوپر فسفات، درصد کلونیزاسیون کاهش یافت. استفاده از میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر 32/25 روز عمر گل را نسبت به شاهد افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: باکتری حل کننده فسفر، عملکرد، قارچ میکوریزا، قرنفل (*Dianthus barbatus*)

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: گیلان، رشت، پل تالشان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، دانشکده کشاورزی، گروه بااغبانی

مقدمه

گل قرنفل[1](گل میخک شاعر، گل بوقلمون) (*Dianthus barbatus*)متعلق به خانواده میخک سانان[2]در طراحی فضای سبز و به شکل گلدانی و شاخه بریده کاربرد دارد(صانعی شریعت پناهی و بابازاده درجزی، 1389). بنا به گزارش معاونت گل و گیاه وزارت جهاد کشاورزی در سال1393، میزان تولید و مصرف گل قرنفل در فضای سبز حدود 100 تا 150 هکتار می‌باشد. با توجه به اهمیت و تأثیر فضای سبز، تولید گل و گیاهان فصلی از جایگاه خاصی برخورداراست. تولید گل، رشد مطلوب و حصول حداکثر کیفیت و کمیت محصول مستلزم وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در خاک است که در صورت کمبود این عناصر می‌بایستی به صورت کودهای شیمیایی و آلی در اختیار گیاه قرارگیرد (خواجه‌پور، 1385). مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی موجب برهم خوردن تعادل اکوسیستم، آلودگی خاک، آب و ایجاد مشکلات در خصوص سلامت انسان و سایر موجودات می‌شود. علاوه بر آن هزینه‌های تولید و قیمت بالای این کودها بشر را به فکر جایگزین مناسب دیگر یعنی کودهای زیستی اتداخت (صلحی و همکاران، 1386).

فسفر یکی از عناصر پرمصرف در گیاه است و کمبود آن علایم و مشکلات مختلفی را بروز می‌نماید. در راستای مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفاته، گذشته از هزینه‌های گزاف، اثرات زیانباری از لحاظ اکوسیستم خاک و محیط زیست ایجاد می‌نمایند. وقتی کودهای فسفری به خاک افزوده می‌شود، مقدار کمی ازآن جذب گیاه شده و قسمت عمده آن به صورت ترکیبات غیرقابل محلول در خاک تثبیت می‌شود. به دنبال افزودن بی‌رویه کودهای شیمیایی به خاک، فشار اسمزی محلول خاک افزایش یافته، که این امر دشواری‌های مربوط به برطرف کردن نیاز گیاه به آب و مواد غذایی را افزایش می‌دهد و رشد گیاه را متوقف می‌سازد. استفاده بیش از حد و غیرمتوازن مواد شیمیایی و استعمال بیش از حد یک عنصر در قابلیت جذب عناصر ضروری دیگر اختلال ایجاد می‌کند (کریمیان، 1377).

یکی از راه‌های عملی برای استفاده از فسفر تجمع پیدا کرده در اراضی، به کارگیری کودهای بیولوژیک فسفاته است. میکروارگانیسم‌های حل کننده‌ی فسفات از طریق فرآیندهای ویژه‌ای می‌توانند حلالیت ترکیبات فسفر رسوب کرده در خاک را افزایش داده و بخشی از فسفر مورد نیاز را تأمین نمایند. این میکروارگانیسم‌ها به دو گروه باکتری‌ها و قارچ‌های حل‌کننده فسفات و قارچ‌های میکوریزی تقسیم می‌شوند. میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات به صورت ساپروفیت در منطقه ریشه(ریزوسفر) فعالیت می‌کنند (رجالی و همکاران، 1389؛ گلداستین و همکاران، 1993). در میان باکتری‌های محرک رشد *Pseudomonas fluorescens*به دلیل توانایی در تولید طیف وسیعی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، ترکیبات کلات کننده آهن و جذب آن، تولید اسیدهای آلی از قبیل اسید سوکسینیک و لاکتیک و در نهایت کنترل زیستی عوامل بیماریزای گیاهی دارای اهمیت فراوان هستند (بلیموو و همکاران، 2002).

قارچ‌های میکوریزی[3] از با اهمیت‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در اغلب خاک‌های تخریب نشده است، به‌طوری که بر طبق تخمین‌های موجود حدود 70 درصداز توده زنده جامعه میکروبی خاک‌ها را میسیلیوم این قارچ‌ها تشکیل می‌دهد (مزومدار و مجومدار، 2003). مهم‌ترین و معتبرترین تأثیر رابطه همزیستی میکوریز آربسکولار افزایش جذب عناصر معدنی و به ویژه فسفر در گیاه میزبان است. اثر متقابل بین قارچ‌های میکوریز آربسکولار و باکتری‌های حل کننده‌ی فسفات این توانایی را به گیاه می‌دهد که بتواند قسمتی از نیاز فسفره خود را از منابعی مثل خاک فسفات که در حالت معمول غیرقابل استفاده برای گیاه می‌باشد، تأمین نماید. همچنین شواهدی از فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی در قارچ‌های میکوریز آربسکولار وجود دارد که نشان دهنده توانایی این قارچ‌ها در استفاده از منابع فسفر موجود در ترکیبات آلی است. این قارچ‌ها با ترشح اسیدهای آلی مثل اگزالات‌ها که میل ترکیبی بیشتری با Ca، Fe و Al نسبت به P دارند، باعث آزاد شدن فسفر از ترکیب با این عناصر شده و فسفر آزاد شده را جذب می‌نمایند. اگزالات ترشح شده نهایتاً توسط اکتینومیست‌ها تجزیه و به CO_2 تبدیل می‌شوند. دی‌اکسید کربن حاصله از طریق کاهش pH در خاک‌های قلیایی مقدار بیشتری فسفر را از ترکیبات غیرمحلول آن جدا کرده و به مصرف گیاه می‌رساند (جاکوبسن، 1995؛ کلارک و زتو، 1996).

قارچ‌های میکوریزا آربسکولار با فراهم کردن سطح جذب وسیع‌تری برای انتقال عناصر غذایی موجود در خاک به ریشه گیاهان، سبب بهبود رشد گیاه می‌شوند. تولید انواع هورمون‌های محرک رشد (اکسین، سیتوکینین و ....)، افزایش عملکرد محصول، افزایش مقاومت به

1. Sweet William
2. Caryophyllaceae
3. Mycorrhizae

عوامل بیماری‌زا، کمک به کاهش تنش‌های محیطی و از همه مهم‌تر کاهش مصرف کودهای شیمیایی از مزایای این ارتباط مفید است (کریچنر و همکاران، 1993). در ارتباط با به کارگیری میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات و قارچ‌های میکوریزا در تامین نیازهای مختلف گیاه از جمله فسفر، تحقیقات متعددی در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای صورت گرفته است که به برخی از آنها اشاره می‌شود.

کاربرد همزمان میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات و قارچ‌های میکوریز آربسکولار در شرایط تنش در مزرعه ذرت نشان داد که جذب فسفر و نیتروژن افزایش یافته است (اسدی رحمانی و فلاح، 1379). محققین در بررسی دو نوع میکوریزا روی گیاهان ریحان، مرزه و بادرنجبویه به این نتیجه رسیدند که تیمارها تأثیر مثبت روی این گیاهان داشته است (رضوانی و همکاران، 1390). همزیستی ریشه گیاه رازیانه[1] با قارچ میکوریزا مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد که درصد همزیستی و عملکرد افزایش یافته است (درزی و همکاران، 1385). همچنین قارچ میکوریزا (وزیکول آربسکولار[2]) و فسفو باکتر، باعث بهبود جوانه زنی، رشد و جذب عناصر درگیاه زینتی *Grevillea robusta* شد (اسمیت و رید، 1997).

هدف از انجام این تحقیق بررسی استفاده از کودهای بیولوژیک به عنوان جایگزین مناسبی جهت تأمین بخشی از نیازهای گل قرنفل به کود شیمیایی فسفری و اثرات مطلوب این دوستداران محیط زیست در عملکرد عمر گل، ارتفاع ساقه اصلی، میزان فسفر اندام هوایی، کلروفیل کل و درصد کلونیزاسیون ریشه مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه گل قرنفل به عنوان یک گیاه فصلی مقاوم به سرما در فضای سبز نقاط مختلف کشور کاربرد فراوان دارد، برای تأمین نیاز غذایی این گل و تأمین نیاز فسفره، باکتری‌های حل کننده فسفر و قارچ‌های میکوریزا مورد توجه قرار گرفته‌اند تا با بررسی اثربخشی این کودها، میزان اثربخشی و صفات مختلف مورد ارزیابی واقع شود تا در صورت مثبت بودن نتایج به عنوان توصیه کودی مورد توجه قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر باکتری‌های حل کننده فسفر و میکوریزا بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گل قرنفل آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک-های کاملاً تصادفی در چهار تکرار در گلخانه‌ی موسسه تحقیقات برنج انجام شد. تیمارها شامل: B_0P_0 (شاهد)، B_0P_1 (50 درصد سوپر فسفات)، B_0P_2 (100 درصد سوپر فسفات)، B_1P_0 (میکوریزا)، B_1P_1 (میکوریزا + 50 درصد سوپر فسفات)، B_1P_2 (میکوریزا + 100 درصد سوپر فسفات)، B_2P_0 (باکتری حل کننده فسفر)، B_2P_1 (باکتری حل کننده فسفر + 50 درصد سوپر فسفات)، B_2P_2 (باکتری حل کننده فسفر + 100 درصد سوپرفسفات)، B_3P_0 (تلفیق باکتری حل کننده فسفر و میکوریزا)، B_3P_1 (تلفیق باکتری حل کننده فسفر و میکوریزا + 50 درصد سوپر فسفات) و B_3P_2 (تلفیق باکتری حل کننده فسفر و میکوریزا + 100 درصد سوپر فسفات) که در مجموع 12 تیمار، 4 تکرار، 48 پلات و 240 گیاه قرنفل انجام شد. باکتری‌های حل کننده‌ی فسفر و قارچ‌های میکوریزی و تلفیق آن دو در مرحله بذری و انتقال نشاء استفاده شدند.

باکتری مورد استفاده، باکتری 187 از گونه *Pseudomona fluorescence* یک باکتری هتروتروف آزادزی است که به شکل مایع با جمعیت 5×10^8 مورد مصرف قرار گرفت.

قارچ آربسکولار به کار رفته در تحقیق حاوی سه گونه‌ی: *Funneliformis mossea*، *Rhizphagus intraradices* و *Claroideoglumus etunicatum* تهیه شده از کلکسیون میکروبی موسسه تحقیقات خاک و آب، باجمعیتی برابر و معادل 115 اندام فعال قارچ به ازای هر گرم است. بذر گل قرنفل *Dianthus barbatus* از نسل اول (F_1) شرکت Hem–Netherland با رنگ بنفش و قوه نامیه 96 درصد در این طرح مورد استفاده قرار گرفت. مراحل انجام تیمارها و کاشت بذر در گلخانه‌ی موسسه تحقیقات برنج با دمای 18 تا 25 درجه سانتی گراد و رطوبت 60 تا 70 درصد گلخانه‌ی مؤسسه‌ی تحقیقات برنج انجام شد. در مرحله‌ی کاشت بذرها از بستر کوکوپیت و ماسه رودخانه (1:1) حجمی و در مرحله انتقال نشاء بر طبق روش متداول گلخانه‌داران منطقه از بستر خاکبرگ، کود آلی، سبوس برنج و ماسه رودخانه به نسبت‌های مساوی استفاده شد. در این بررسی دو نوع میکروارگانیسم (قارچ و باکتری) در مرحله‌ی بذرمال و انتقال نشاء یک گرم قارچ (115اندام فعال) در زیر هر بذر، از باکتری در مرحله بذری به مقدار 50 سی‌سی برای تلقیح و در مرحله انتقال نشاءها در 100 سی‌سی مایع تلقیح به مدت ده دقیقه قرار گرفته و بعد از انتقال، باقی مانده مایع تلقیح باکتری برای هر گلدان به بستر کاشت افزوده شدند و به تیمارها 50 درصد کود شیمیایی (سوپر فسفات تریپل) و 100 درصد کود شیمیایی افزوده شد. به منظور مبارزه با حلزون از طعمه مسموم در اطراف پلات-

1. Foeniculum Vulgar Mitt
2. Arbuscular

ها استفاده شد. برای تغذیه تمام تیمارها از کود کریستالون دوبار به مقدار 0/1 گرم در لیتر در هر بار، یکبار 15 روز بعد از انتقال نشاء و بار دوم 15 روز پس از کوددهی اول استفاده شد. هفته‌ای یک بار گل‌ها آبیاری شدند.

در این آزمایش فاکتورهای مورفولوژیکی از قبیل: ارتفاع ساقه اصلی، عمر گل و صفات دیگر مانند: کلروفیل کل، فسفراندام هوایی و کلونیزاسیون ریشه با قارچ‌های میکوریزی اندازه‌گیری شد.

طول عمرگل

تعیین طول عمر گل‌ها از زمان ظهور غنچه‌ها تا زمان پژمردگی مورد محاسبه قرار گرفت. میزان 50 درصد از گلچه‌ها که پژمرده شدند، آن گل از رده خارج شد.

ارتفاع ساقه اصلی

ارتفاع ساقه اصلی به وسیله خط‌کش از سطح خاک تا انتهای گل اندازه‌گیری شد.

فسفراندام هوایی

محاسبه فسفر اندام هوایی به روش کالریمتری و با طول موج 470 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Apelانجام شد محاسبه فسفر موجود بستر به روش سلطان‌پور (1997) و با عصاره‌گیری با AB – DTPA و توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر Apel انجام شد.

کلروفیل

پروسه‌ی اندازه‌گیری کلروفیل به روش مزومدار و مجومدار(2003)، با عصاره‌گیری از برگ با استون 80 درصد انجام شد و سپس مقدار رنگدانه به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های 660 و 642/5 نانومتر خوانده شد و در آخر با کمک فرمول زیر مقدار کلروفیل برگ بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن تر محاسبه شد.

کلروفیل a = $9/93\ (A_{660}) - 0/777\ (A_{642.5})$

کلروفیل b = $17/6\ (A_{642.5}) - 2/81\ (A_{660})$

کلروفیل کل = $7/12\ (A_{660}) + 16/8\ (A_{642.5})$

کلونیزاسیون ریشه با قارچ‌های میکوریزی

به منظور مشاهده اندام‌های قارچ میکوریزاآربسکولار در بافت ریشه‌ی تمامی نمونه‌ها از روش رنگ‌آمیزی ریشه با ماده رنگی تریپان بلو استفاده شد (گیوونتی و موسه،1980). در این رنگ آمیزی آلودگی‌های همزیستی میکوریزی به شکل نقاط پررنگ در طول ریشه مشاهده می‌شوند. حدود 30 قطعه یک سانتی-متری از ریشه‌های رنگ آمیزی شده به روش تلاقی خطوط شبکه با پخش ریشه‌های رنگ آمیزی شده به طور تصادفی در داخل پتری‌دیش که در زیر آن کاغذ شطرنجی به ابعاد 1×1 سانتی متر مساحت 9 سانتی‌متر مربع قرار دادیم، در زیر لوپ آزمایشگاهی شمرده شدند. ریشه‌های آلوده و غیر آلوده که با خطوط عمودی و افقی صفحه شطرنجی تقاطعی را ایجاد کرده بودند، هر کدام به طور جداگانه شمارش شدند. از تقسیم مجموع ریشه‌های آلوده به دست آمده از خطوط عمودی و افقی به مجموع ریشه‌های غیر آلوده ضرب در 100، درصد کلونیزاسیون ریشه هر نمونه مشخص شد.

آنالیز داده‌ها

آنالیز داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD و رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام شد.

عمر گل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار میکوریزا اثر معنی‌داری روی عمر گل نداشته است ولی تیمارهای باکتری‌های حل کننده‌ی فسفر، تلفیق و سوپر فسفات روی عمرگل قرنفل در سطح یک درصد معنی‌دار است ($p<0/01$) (جدول 1). در بررسی اثرات اصلی تیمارها، کاربرد میکوریزا نسبت به عدم مصرف 7/37 روز و باکتری‌های حل کننده فسفر نسبت به عدم مصرف 6/21 روز منجر به افزایش عمر گل شده است. کاربرد 50 درصد سوپر فسفات با 9/94 نسبت به 100 درصد سوپر فسفات با10/32 روز بهتر می‌باشد (جدول2). عمر گل در شاهد با 33/75 روز کمترین مقدار و تیمارهای باکتری‌های حل کننده‌ی فسفر با 50 درصد سوپر فسفات با 67/50 روز و تیمار باکتری‌های حل کننده‌ی فسفر با 100 درصد سوپر فسفات با 66/00 روز بهترین تیمار بودند(شکل1). در خانواده میخک فیتوهورمون اتیلن نقش مهم آغاز و تنظیم فرآیندهای بیوشیمیایی ضمن پیری (پژمردگی) گلبرگ را بعهده دارد. PGPR[1] (باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه)، تولید اتیلن را از طریق تولید آنزیم ACC deaminase کاهش می‌دهد (گلیک، 2005). سینگ و همکاران (2008) با بررسی اثر کودهای زیستی و مقادیر مختلف نیتروژن روی گل همیشه بهار نشان دادند که استفاده از کودزیستی ازتوباکتر و باکتری حل کننده فسفات مدت گلدهی را افزایش می‌دهد. این دانشمندان معتقدند که استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش فتوسنتز و تولید پروتئین در گیاه شده، در نتیجه موجب توسعه گلدهی و بازدهی بیشتر گل‌ها می‌گردد. علت اینکه باکتری نسبت به سایر تیمارها از نظر عمر گلدانی بیشتر بوده را می‌توان به کارایی بالاتر باکتری

[1] Plant Growth PromotingRhizobacteriaRegulator

سودوموناس نسبت به قارچ میکوریزا در استفاده از فسفر موجود تعمیم داد.

ارتفاع ساقه اصلی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای باکتری‌های حل کننده فسفر، تلفیق میکوریزا و سوپر فسفات و تلفیق باکتری با قارچ و سوپر فسفات بر روی ارتفاع ساقه اصلی گل قرنفل در سطح 1 درصد معنی‌دار است (جدول1). در بررسی اثرات اصلی تیمارها تلقیح میکوریزا نسبت به عدم مصرف 0/63 سانتی‌متر کاهش، تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفر نسبت به عدم تلقیح 2/87 سانتی‌متر افزایش و کاربرد 100 درصد سوپر فسفات با 1/63 سانتی‌متر نسبت به عدم مصرف افزایش ارتفاع ساقه اصلی را منجر شده است. لازم به ذکر است که مصرف 50 درصد سوپر فسفات 0/82 سانتی‌متر نسبت به عدم مصرف کاهش نشان داده است (جدول 2). شاهد با 25/75 سانتی‌متر کمترین ارتفاع ساقه و تیمار قارچ میکوریزا با 100 درصد سوپر فسفات به ارتفاع 35 سانتی-متر بیشترین ارتفاع، هم‌گروه از نظر آماری با تیمارهای باکتری با 50 درصد و تیمار تلفیق باکتری و مایکوریزا قرار داشت (شکل2). باکتری‌های محرک رشد از طریق افزایش مواد رشد گیاهی مانند اکسین و جیبرلین می‌توانند منجر به افزایش رشد رویشی در گیاه شوند(یوسفی و همکاران، 2011).

جدول 1- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر خصوصیات اندازه‌گیری شده

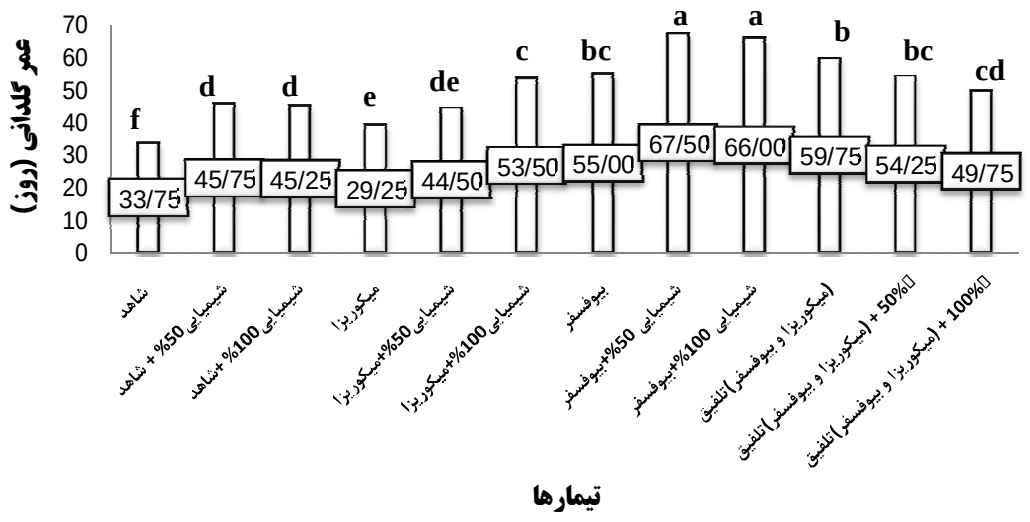
منابع تغییرات	درجه آزادی	عمر گل	ارتفاع ساقه اصلی	فسفر اندام هوایی	کلروفیل کل	کلونیزاسیون
تکرار	3	35/68 ns	6/40 ns	8341 **	0/43*	8/98 *
میکوریزا	1	50/02 ns	31/68 *	192/00 ns	1/60 **	1061 **
باکتری	2	2715 **	180/18**	2883/00*	19/00**	1004 **
سوپرفسفات	1	218/30**	8/31 ns	3252 *	8/83 **	8/90 ns
سوپرفسفات× میکوریزا	2	462/50**	42/18 **	533/30 ns	62/99**	1371/70**
باکتری× میکوریزا	1	164/60**	3/06 ns	7157/00**	1/57 **	6/27 ns
باکتری× سوپرفسفات	2	154/60**	53/31 *	6825/00**	14/77 **	105/00**
باکتری×سوپرفسفات×میکوریزا	2	141/10**	39/81 **	6182/30**	46/46 **	124/40 **
خطا	33	14/21	5/37	397/80	0/12	2/91
ضریب تغییرات(%)		12/56	7/37	12/56	2/03	10/84

** ، * وns به ترتیب معنی‌دار در سطح 1و 5 درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

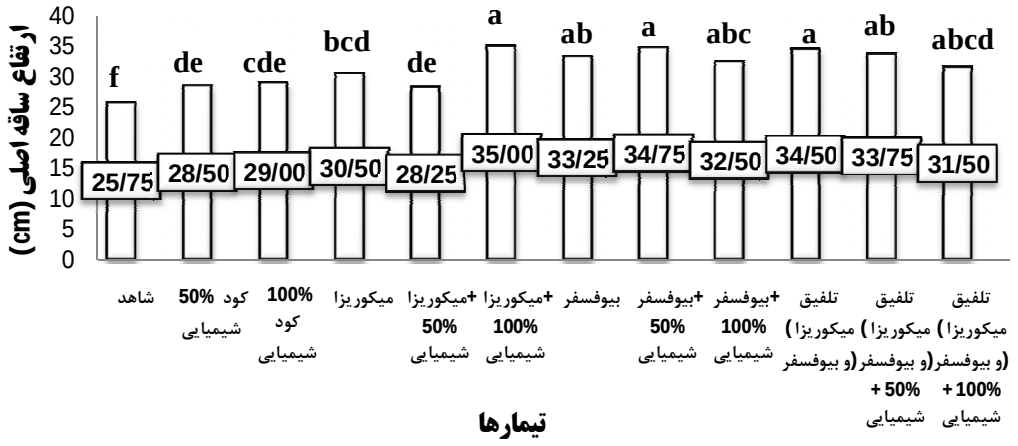
جدول 2- اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر خصوصیات اندازه‌گیری شده

	عمر گل (روز)	ارتفاع ساقه اصلی (سانتی‌متر)	فسفر اندام هوایی (میلی گرم در لیتر)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم)	کلونیزاسیون (درصد)
میکوریزا					
M0	47/50 a	31/75 a	153/50 a	17/10 b	18/90 a
M1	54/87 a	31/12 b	164/00 a	17/43 a	12/56 b
باکتری					
B0	48/08 b	30/50 a	162/00 a	16/12 b	10/38 b
B1	54/29 a	32/37 a	155/40 b	18/41 a	21/07 a
سطوح کود فسفات					
P0	44/43 b	30/93 ab	164/62 a	17/08 b	19/43 a
P50	54/37 a	30/81 b	159/12 b	17/86 a	17/95 b
P100	54/75 a	32/56 a	152/50 c	16/86 b	9/81 c

* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌داردر سطح آماری 5 درصد



شکل 1- اثر تیمارهای مختلف روی عمر گل قرنفل (*Dianthus barbatus*)

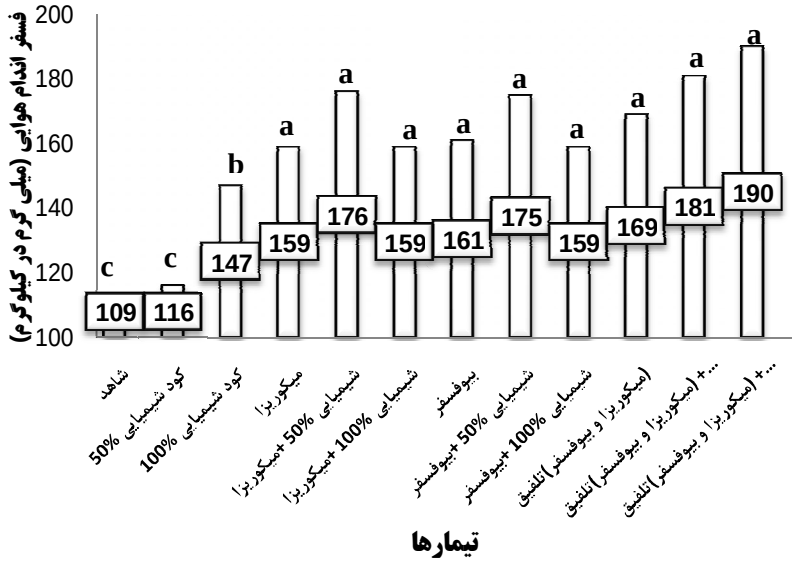


شکل 2- اثر تیمارهای مختلف روی ارتفاع ساقه اصلی قرنفل (*Dianthus barbatus*)

فسفر اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تیمار میکوریزا و تلفیق میکوریزا و سوپر فسفات اثر معنی‌داری نداشته است و تیمارهای باکتری و میکوریزا، باکتری و سوپر فسفات و تلفیق میکوریزا، باکتری و سوپر فسفات روی گل قرنفل در سطح 1 درصد معنی‌دار است (جدول 1). دربررسی اثر اصلی تیمارها تلقیح میکوریزا نسبت به عدم تلقیح 10/5 میلی گرم در کیلوگرم افزایش نشان داده است، تلقیح باکتری‌های حل کننده فسفر نسبت به عدم تلقیح 6/6، کاربرد 50 درصد سوپر فسفات و 100 درصد نسبت به عدم مصرف به ترتیب با 10/5 و 17/12 میلی گرم در کیلو گرم کاهش فسفر اندام هوایی مشاهده شده است (جدول 2). فسفر اندام هوایی در شاهد با 109 میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین و در تلفیق باکتری و میکوریزا با 100 درصد سوپر فسفات به میزان 190 میلی گرم در کیلوگرم بیشترین است. تیمار تلفیق با 50 درصد سوپر فسفات به مقدار 181 میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد که نسبت به 100 درصد سوپر فسفات فاقد اختلاف معنی‌دار است (شکل5). انحلال فسفات‌های معدنی توسط میکروارگانیسم‌ها از طریق تولید اسیدهای آلی که به عنوان مهم‌ترین عامل در انحلال فسفر معدنی محسوب می‌شود، صورت می‌گیرد. اسیدهای آلی از طریق کاهش pH در منطقه ریزوسفر و یا کلاته شدن یون آلومینیوم در خاک-های اسیدی و یون کلسیم در خاک‌های قلیایی باعث افزایش فسفر قابل دسترسی می‌شوند و قارچ میکوریزا با افزایش سطح جذب ریشه از طریق هیف قادر به افزایش

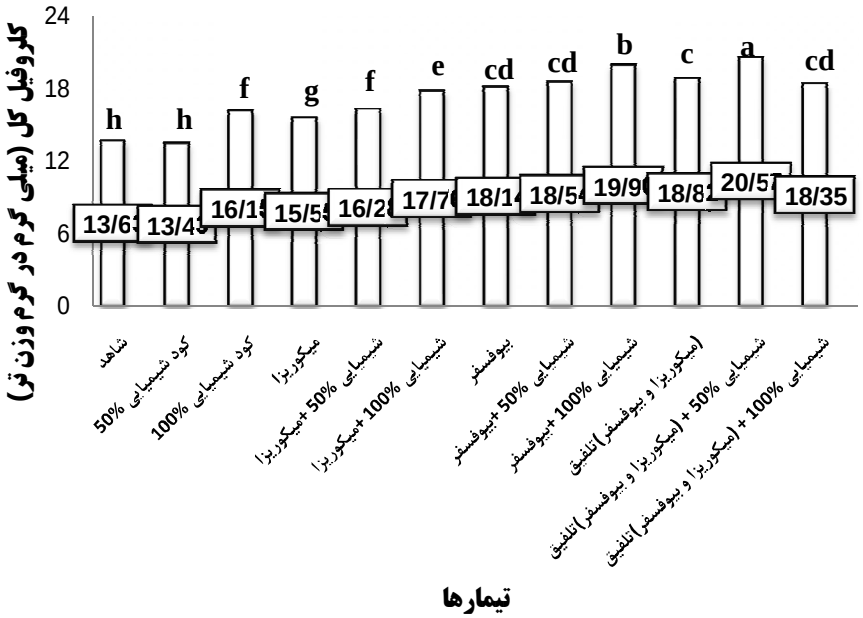
جذب آب و مواد غذایی مانند فسفر می‌باشد (راونسکف و جاکوبسن،1999). عابدینی آبکسری (1392) کاربرد کود زیستی فسفات بارور – 2 را در شمعدانی پیچ در فسفر اندام هوایی معنی‌دار گزارش کرد. نتایج پژوهش بررسی استفاده ازمیکرو ارگانیسم‌های حل کننده‌ی فسفات و قارچ میکوریزا آربسکولاردر کشت مزرعه‌ای ذرت عملکرد جذب فسفر را در تلقیح با این میکرو ارگانیسم‌ها افزایش داده است (رجالی و همکاران، 1389). تورن و همکاران (2007) گزارش کردند که استفاده از باکتری‌های حل کننده فسفر به همراه کود شیمیایی فسفاته موجب افزایش جذب فسفر در گوجه فرنگی می‌شود.



شکل 3 - تأثیر میکوریزا و بیوفسفر بر فسفر اندام هوایی قرنفل (*Dianthus barbatus*)

کلروفیل کل

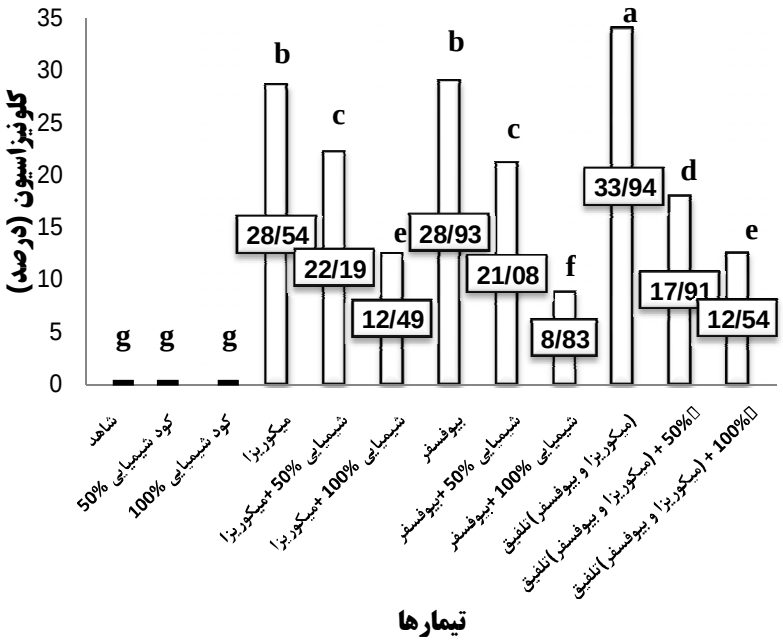
نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تیمارهای مختلف قارچ‌های میکوریزا، باکتری و تلفیق روی گل قرنفل در سطح آماری 1 درصد معنی‌دار است (جدول 1). در بررسی اثرات اصلی تیمارها تلقیح میکوریزا نسبت به عدم تلقیح با 0/33، باکتری‌های حل کننده فسفر نسبت به عدم تلقیح 2/29 میلی گرم در گرم وزن تر افزایش نشان داده است. کاربرد 50 درصد سوپر فسفات با 0/78 میلی گرم در گرم وزن تر نسبت به عدم مصرف افزایش داشته است در صورتی که مصرف 100 درصد سوپر فسفات 0/22 میلی گرم درگرم نسبت به عدم مصرف کاهش داشته است (جدول 2). بالاترین مقدار کلروفیل در تیمار تلفیق میکوریزا و باکتری با 50 درصد سوپر فسفات به مقدار 20/57 میلی‌گرم در گرم وزن تر است که نسبت به شاهد 6/94 میلی‌گرم در گرم وزن تر بیشتر است (شکل 8). بالا بودن جذب فسفر به عنوان یک حامل انرژی در طی فرآیند فتوسنتز منجر به بالا رفتن سطح کلروفیل می‌شود. قارچ‌های میکوریزایی و باکتری‌های حل‌کننده فسفر با افزایش مقدار جذب فسفر روی کلروفیل a وb و کل تاثیر مثبتی را منجر شده‌اند. بررسی‌های دمیر(2004) نشان می‌دهد قارچ‌های میکوریزی با افزایش محتوی قند، افزایش سطح هورمون-های گیاهی مانند سیتوکینین و جیبرلین در گیاهان را به همراه دارند. افزایش میزان این هورمون‌ها به ویژه سیتوکینین با انتقال یون‌های مؤثر در تنظیم سطح کلروفیل موثر واقع شده است. نتیجه مشابهی به وسیله ویواس و همکاران (2003) گزارش شده است، که در آن مصرف میکوریزاو باکتری هدایت روزنه‌ای و میزان کل کلروفیل گیاه کاهو را افزایش داد. آن‌ها تفاوت میزان کلروفیل بین تیمارهای مختلف را به تولید سیتوکینین‌های سنتز شده توسط باکتری‌ها و قارچ‌ها نسبت دادند، زیرا که این هورمون واکنش زیادی به فسفر جذب شده دارد. با این وجود فسفر زیاد منجر به پهن‌تر شدن برگ و کاهش کلروفیل در واحد سطح برگ می‌شود که بیانگر نتیجه به دست آمده در این آزمایش می‌باشد.



شکل 4- تأثیر میکوریزا و بیوفسفرروی کلروفیل کل قرنفل (*Dianthus barbatus*)

درصد کلونیزاسیون ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کود سوپر فسفات به تنهایی و تلفیق میکوریزا و باکتری اثر معنی‌داری بر درصد همزیستی نداشته است ولی اثر تیمارهای مختلف قارچ‌های میکوریزا، باکتری، تلفیق باکتری و سوپر فسفات و تلفیق باکتری، قارچ و سوپر فسفات روی گل قرنفل در سطح آماری 1 درصد معنی‌دار است (جدول 1). در بررسی اثرات اصلی تیمارها تلقیح میکوریزا نسبت به عدم تلقیح 6/34 درصد کاهش، باکتری‌های حل کننده فسفر نسبت به عدم تلقیح 10/69درصد افزایش کلونیزاسیون را منجر شده است. کاربرد 50 درصد سوپر فسفات و 100 درصد سوپر فسفات نسبت به عدم مصرف به ترتیب 2/34 و 9/62 درصد کاهش کلونیزاسیون را نشان داده است (جدول 2). همه‌ی تیمارهای میکروارگانیسم‌های حل‌کننده‌ی فسفر و میکوریزا موجب افزایش کلونیزاسیون ریشه نسبت به شاهد شده‌اند. کاربرد سوپر فسفات در این پژوهش منجر- به کاهش کلونیزاسیون ریشه در همه‌ی تیمارها شد. کاهش کلونیزاسیون در اثر کاربرد کود شیمیایی می‌تواند ناشی از کاهش ترشحات ریشه‌ای گیاه باشد که کارایی همزیستی میکوریزی را پایین آورده و درصد کلونیزاسیون ریشه را نیز کاهش داده است. این نتیجه مطابق با گزارش قربانیان و همکاران (1393) می‌باشد. تیمار تلفیق دو میکروارگانیسم با 32/94 درصد بهترین نتیجه را منجر شد (شکل 9). کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل باعث کاهش کلونیزاسیون ریشه شد. به طور کلی میزان کلونیزاسیون ریشه با سرعت رشد نسبی ریشه و باکتری ارتباط دارد (رجالی و همکاران، 1389). توانایی میکروارگانیسم‌ها برای کلونیزه کردن ریشه‌ها به بیولوژی میکروارگانیسم، قدرت رقابت آن با سایر میکروب‌ها، خصوصیات ریشه‌ی گیاهان و خواص فیزیکی خاک و محیط بستگی دارد. غلظت فسفر خاک در سطوح بالا و بسیار پایین ممکن است سبب کاهش کلونی‌زایی شود. سطوح بالای فسفر سبب حذف آربسکول‌ها در همزیستی قارچ‌های میکوریزا آربسکولار می‌شود (اسمیت و رید، 2008). نتایج این پژوهش با نتایج عبدالفتاح و همکاران (2002) در تلقیح گیاه باقلا با قارچ میکوریزا مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند گیاهان تلقیح شده با قارچ به طور معنی‌داری با افزایش درصد کلونیزاسیون مواجه می‌شوند. در بررسی اثرات کود زیستی بر درصد همزیستی ریشه با قارچ میکوریزا در گیاه رازیانه با استفاده از قارچ میکوریزا، کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست نشان داده شد که کود فسفات زیستی اثرمعنی‌داری بر درصد همزیستی ریشه در تلقیح با میکوریزا داشته است (درزی و همکاران، 1385).



شکل 5- تأثیر میکوریزا و بیوفسفر روی درصد کلونیزاسیون در قرنفل

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به بررسی نتایج این پژوهش، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی در کشت گل قرنفل تأثیر قابل ملاحظه‌ای در تمامی تیمارها در صفات مورد ارزیابی نسبت به شاهد مشاهده می‌شود. نتایج به دست آمده بیانگر تأثیر قابل توجه در فاکتورهای عمر گل و شادابی آن از جمله خصوصیاتی است که در فضای سبز و گل-های فصلی مورد اهمیت می‌باشد. مصرف ریزسازواره‌های مورد استفاده به ویژه میکروارگانیسم‌های حل کننده‌ی فسفر به همراه 50 درصد کود شیمیایی تعداد گل را نسبت به شاهد از 14/50 به 29/50 عدد (دو برابر) و عمر گل را از 33/75 (شاهد) به 67/50 روز یعنی دو برابر رسانده است. این تیمار علاوه بر تأثیر کمی و اقتصادی با کاهش مقدار مصرف کود شیمیایی، به عنوان جایگزین مفید و دوستدار طبیعت، در تأمین بخشی از نیاز کود شیمیایی فسفره می‌تواند در تغذیه کودی جهت پرورش گل قرنفل مورد توجه و سفارش قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقایان: دکتر کاظم خاوازی، دکتر هادی اسدی رحمانی و دکتر فرهاد رجالی اعضای هیئت علمی موسسه خاک و آب تهران جهت راهنمایی‌ها و همکاری‌های مؤثر در کلیه‌ی مراحل انجام این پژوهش، نهایت قدردانی به عمل می‌آید.

فهرست منابع:

1. اسدی رحمانی، ه. و فلاح، ع. ر. 1379. اهمیت تولید و توسعه کودهای بیولوژیک محرک رشد گیاه. مجله علوم خاک و آب. جلد 12(7): 105-97.
2. خواجه‌پور، م. ر. 1385. اصول و مبانی زراعت (نگارش دوم). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. 386صفحه.
3. درزی، م. ت.، قلاوند،ا.، رجالی، ف. و سفیدکن، ف. 1385. بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی ومعطر ایران. جلد 22(4): 276-292.

4. رجالی، ف.، اسدی رحمانی، ه.، خاوازی، ک.، اصغرزاده، ا. و افشاری، م. 1389. جایگاه کودهای بیولوژیک فسفاتی و ضرورت توسعه آنها در کشاورزی ایران. اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود. 12-10 اسفند. تهران.
5. رضوانی، م.، افشنگ، ب.، قلی زاده، ع. و زغفریان، ف. 1390. ارزیابی تأثیر قارچ میکوریزا و منابع مختلف فسفر بر رشد و جذب فسفر در سویا. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد اول، شماره دوم. 22 صفحه.
6. صانعی شریعت پناهی، م. و بابازاده درجزی، ب. 1389. پرورش، نگهداری و تکثیر گیاهان فضای آزاد. نشر سپهر مهرگان . 397 صفحه.
7. صلحی، م.، جعفری،ا.، محلوبی، م. و دوازده امامی، س. 1386. مدیریت تغذیه گیاهی در کشاورزی ارگانیک. فصلنامه علمی کشاورزی پایدار. سال چهارم (4)43-38.
8. عابدینی آبکسری، ح. 1392. تأثیر کود فسفات زیستی و بسترهای مختلف کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی شمعدانی پیچ (*Pelargonium peltatum*). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.
9. کریمیان، ن. 1377. پیامدهای زیاده روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفری. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد 12، شماره 4. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
10. قربانیان، د، رجالی، ف و اسمعیلی زاد، ا. 1393. بررسی کارایی همزیستی قارچهای میکوریزا با گیاه ذرت تحت شرایط تنش کم آبی و سطوح مختلف فسفر. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد 28 (4) 677 -689.
11. Abdel-Fattah, G.M., Migaher, F.F. and Ibrahim, A.H. 2002. Interactive effects of endomycorryhizalfungus *Glomus etunicatum* and phosphorus fertilization on growth and metabolic activities of broad bean plants under drought stress conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences 5:835-841.
12. Belimov, A.A., Safromova, V.I. and Mimura, T. 2002. Response of spring rape to inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria containing l-aminocyclopropane-l-carboxylate deaminase depends on nutrient status of the plant. Canadian Journal of Microbiology, 48:189-199.
13. Clark, R.B. and Zeto, S.K. 1996. Mineral acquisition by mycorrhizal maize grown on acid and alkaline soil. Soil Biology and Biochemistry. 28: 1405 – 1503.
14. Demir, S. 2004. Influence of *Arbuscular mycorrhiza* on some physiology growth parameters of peppers. Turkish Journal of Biology, 28: 85 – 95.
15. Giovannetti, M. and Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, 84: 489–500.
16. Glick, B.R. 2005. Modulation of plant ethylene levels by the bacterial enzyme ACC deaminase. FEMS Microbiology Letters. 251: 1-7.
17. Goldstein, A.H., Rogres, R. D. and Mead, G. 1993. Mining by microbe. Nature Biotechnoliogy, 11:1250 – 1254.
18. Jakobsen, I. 1995. Transport of phosphorus and carbon in VA mycorrhiza In: Mycorrhizae, structure, function, molecular biology and biotechnology. A Varma and B. Hock (eds). Springer – Verlag. Berlin. PP. 297 – 324.
19. Kirchner, M.J., Wollum, A.G. and King, L.D. 1993. Soil microbial population and ativities in reduced chemical input agroecosystems. Soil Science Society of America Journal, 57: 1289 – 1295.
20. Mazumdar, B. C. and Majumder, K. 2003. Methods on physicochemical analysis of fruits. Daya Publishing House, 187p.

21. Ravnskov, S. and Jakobsen, I. 1999. Effects of *Pseudomonas fluorescence* DF 57 on growth and P uptake of two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with cucumber. Mycorrhizea, 8: 329-334.
22. Singh, Y. P., Dwivedi, R. and Dwivedi, S. V. 2008. Effect of bio-fertilizer and graded dose of nitrogen on growth and flower yield of *Calendula officinalis*. Plant Archices. 8(2): 957-958.
23. Smith, S.E. and Read, D.J. 1997. Genetic, cellular and molecular interactions in the establishment of VA mycorrhizas. In: Mycorrhizal symbiosis (eds. Smith, S.E., Read, D.J.) 9–33. Academic Press, 81-105.
24. Smith, S.E., and Read, D.J. 2008. Mycorrhizalsymbiosis, Third edition. Academic press, London, UK.
25. Soltanpour, P.N. and Schwab, A. P. 1997. A new soiltest for simultaneous extraction of macro and micronutrients in alkaline soils. Communications in soil Science and Plant Anlysis, 8: 195-207
26. Tisdale, S.L. Nelson, W.L., Beaton, J.D. and Havlin, J.L. 1993. Soil fertiling and fertilizer, 5th edition, Macmillan Publishing company, 634_{pp}.
27. Turan, M,,Ataglu, N. and Sahni, F. 2007. Effect of bacillus FS-3 on growth of tomato (*Lycopersiconesculentum* L.) plants and availability of phosphorus in soil. Plant, Soil and Environment (Journal). 53(2): 58-64.
28. Vivas, A., A. Marulanda., J. M. Ruiz-Lozano., J. M. Barea. And R. Azcon. 2003. Influence of a *Bacillus sp*. On physiological activitis of two arbuscularmycorrhizal fungi and plant responses two PEG induced drought stress. Mycorrhizae. 13: 249-256.
29. Yosefi, K., Galavi, M. and Mousavi, S.R. 2011. Effect of bio-phosphate and chemical phosphorus fertilizer accompanied with micronutrient foliar application on growth, yield and yield components of maize (Single Cross 704). Australian Journal of Crop Science, 5(2): 175 – 180.

Effect of phosphate solubilizing bacteria and mycorrhizal fungi on quantity and quality features of sweet William (*Dianthus barbatus*)

M. Barari Ziabari and D. Hashemabadi[1]
M.Sc Student Department of Horticulture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran;
E- mail: faranakbarari@yahoo.com
Assistant professor Department of Horticulture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran;
E- mail: Davoodhashemabadi@yahoo.com

Received: April, 2015 & Accepted: February, 2016

Abstract

In order to study the effect of phosphorous solubilizing bacteria (P) and mycorrhizal fungi on quantitative and qualitative traits of sweet william (*Dianthus barbatus*), a factorial experiment carried out based on completely randomized block design with 12 treatments: mycorrhizal fungi in two levels (with and without), solubilizing phosphorous (P) bacteria in two levels (with and without) and super phosphate in three levels (0, 50, 100%) and 4 replications, 48 plots and 240 plants. *Pseudomonas fluoresens* and *Claroideoglumus etunicatum*, *Rhizophgus intraradices* and *Funneliformis mossea* were used for seed inoculation at sowing date. In this experiment, display life, chlorophyll content, colonization percent, phosphorus concentration and main stem height were measured. Results showed that effect of solubilizing P bacteria was significant on main stem height, display life, phosphorus uptake. Solubilizing phosphorus bacteria+mycorrhizal fungi+50% super phosphate treatment was the best treatment in colonization. Root colonization reduced significantly with increasing the chemical fertilizer application. The highest shoot dry matter observed in mycorrhizal fungi and 100% chemical fertilizer treatment. Solubilizing phosphorous bacteria increased vase life (66.00 days) compared to control treatment (32.75 days).

Keywords: Mycorrhizal fungi, Phosphorus solubilizing bacteria, Yield, Sweet William (*Dianthus barbatus*).

[1.] Corresponding author: Faculty of Agricultural Department of Horticulture, Rasht Branch, Islamic Azad University, Pole taleshan, Rasht, Guilan.