

تأثیر کودهای زیستی و آلی بر روی جذب عناصر غذایی K, P, N و عملکرد کمی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

اسما بستامی^{۱*}، مجید مجیدیان^۲

۱. کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲. استادیار گروه زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

* مسوول مکاتبه: ab.8410@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر قارچ میکوریزا، کود فسفات زیستی و دامی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز یک آزمایش فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار به صورت مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۲ در شهرستان خرم‌آباد اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش استفاده از قارچ میکوریزا در دو سطح، کود فسفات زیستی و کود دامی در سه سطح به همراه یک کرت به عنوان شاهد کود شیمیایی (نیترژن، فسفر، پتاسیم به میزان ۶۰، ۹۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) در هر تکرار بود و مقایسه آن با تیمارهای کودهای زیستی و دامی نیز در قالب طرح بلوک کامل تصادفی صورت گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی (۲۳/۵)، طول ریشه (۲۳/۸۳ سانتی‌متر)، میزان غلظت نیترژن (۳/۹۳ درصد)، فسفر (۳/۶۷ درصد) و پتاسیم (۱/۴۱ درصد) دانه، عملکرد سرشاخه گل‌دار (۱۹۰۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۱۷۸۰/۶۷ کیلوگرم در هکتار) بر اثر تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد که به ترتیب ۲۴۷، ۱۰۰، ۶۸، ۵۱، ۸۵، ۴۴ و ۸۰ درصد بیشتر از شاهد بود. اثر متقابل معنی داری در بین تلقیح میکوریزا و کود فسفات زیستی مشاهده شد. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی، بهترین شرایط را جهت دستیابی به بیشترین عملکرد کمی در گیاه دارویی گشنیز در سیستم کشاورزی پایدار فراهم آورده است.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، کود دامی، گشنیز، میکوریزا، نیترژن

مقدمه

برطرف‌کننده دردهای عضلانی و آرامش‌بخش نیز استفاده می‌شود (دمیت، ۲۰۰۴).

کشاورزی پایدار با رعایت اصول اکولوژیک، می‌تواند ضمن ایجاد توازن در محیط زیست، کارایی استفاده از منابع را افزایش دهد و زمینه بهره‌وری برای مدت زمان طولانی‌تری را برای انسان فراهم سازد. یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی، شامل مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت مترکم یک یا

گشنیز^۱ با نام علمی *Coriandrum sativum* L.

گیاهی یک‌ساله از تیره چتریان^۲ است که ارتفاع ساقه آن ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و دوره رشد آن ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز است (امیدبگی، ۱۳۷۶). اسانس میوه گشنیز در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی و روغن میوه آن در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد (سفیدکن، ۱۳۷۸). از این گیاه به عنوان هضم‌کننده غذا، ضد نفخ، اشتهاآور،

۱. Coriander

۲. Apiaceae

می‌شوند. همچنین، بسیاری از آن‌ها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی نیز می‌شود (جاینشوار و همکاران، ۲۰۰۲). نتایج تحقیق یوسف و همکاران (۲۰۰۴) حاکی از آن است که در گیاه دارویی مریم گلی، استفاده از کودهای زیستی سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه در چین اول و دوم طی دو فصل شد. این محققان اظهار داشتند که کودهای زیستی حاوی ریزموچودات و جایگزینی آن‌ها با تنظیم‌کننده‌های رشد مصنوعی در بهبود عملکرد مریم گلی کارایی بالایی دارد.

کود دامی از طریق افزایش هوموس خاک، ذرات خاک را بهم متصل و آن‌ها را از فرسایش آبی و بادی مصون می‌دارد و در صورت اضافه شدن به کودهای معدنی می‌تواند تأثیر جبرانی و تکمیلی در برداشته باشد (شریفی عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۱). نتایج بررسی‌های کاروبا (۲۰۰۹) و سالم و آواد (۲۰۰۵) نشان داد که کاربرد کود دامی موجب بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز تحت شرایط مزرعه‌ای می‌شود. کارتنی و مولن (۲۰۰۸) اظهار داشتند که استفاده از کود دامی موجب افزایش عناصر معدنی دانه می‌شود.

از آن جا که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بهبود کمیت، کیفیت و سلامت ماده موثره است، به نظر می‌رسد که تغذیه سالم این گیاهان از طریق کاربرد کودهای زیستی بیش‌ترین تطابق با اهداف تولید گیاهان دارویی را دارد که منجر به بهبود عملکرد کمی و کیفی آن‌ها می‌شود (کاپور و همکاران، ۲۰۰۲).

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر قارچ میکوریزا، کود فسفات زیستی و دامی بر تعداد شاخه‌های فرعی، طول ریشه، عملکرد سرشاخه گلدار، عملکرد دانه، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه گشنیز و مقایسه کودهای زیستی با کود دامی، مقایسه کودهای زیستی با شاهد شیمیایی و در نهایت تعیین بهترین سطوح کود فسفات زیستی و دامی در شرایط آب و هوایی شهرستان خرم‌آباد بود.

چند نوع جاندار مفید خاک‌زی و یا به صورت فرآورده متابولیک این موجودات است که به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در اکوسیستم‌های زراعی به کار می‌روند. قارچ‌های میکوریزا یکی از انواع کودهای زیستی به شمار می‌رود که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی است و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی از عناصر کم‌مصرف، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (شارما، ۲۰۰۲). یکی از مهم‌ترین آثار میکوریزا افزایش عملکرد گیاهان زراعی است. قارچ، موجب افزایش سطح تماس ریشه‌ها و به دنبال آن موجب افزایش عملکرد می‌شود (کارلین و برون، ۱۹۸۲). در پژوهش آریاگادا و همکاران (۲۰۰۷) که بر روی گیاه دارویی اکالیپتوس^۳ انجام شد، مشاهده گردید که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزا به نام‌های *Glomus mosseae* و *G. deserticola* موجب افزایش قابل ملاحظه وزن خشک و غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه در مقایسه با شاهد شد. در این تحقیق پژوهشگران دریافتند که همزیستی میکوریزیایی از طریق ایجاد سیستم ریشه‌ای نازک‌تر و نفوذ آن به منافذ باریک خاک سبب بهبود جذب آب و عناصر غذایی پرمصرف شده است. در پژوهشی دیگر کاربرد دو گونه قارچ میکوریزیایی *Glomus fasciculatum* و *Glomus macrocarpum* میزان فسفر را در اندام‌های درمنه (*Artemisia anuna*) افزایش داد و با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی سبب بالا رفتن عملکرد ماده خشک این گیاه شد (چادری و همکاران، ۲۰۰۷).

ریزجانداران حل‌کننده فسفات که اغلب شامل باکتری‌ها هستند، با تولید اسیدهای آلی، موجب افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی کم محلول نظیر سنگ فسفات

³. *Eucalyptus glouulus*

مواد و روش‌ها

۱:۲/۵ خاک به آب به وسیله دستگاه پی-اچ متر مدل ۶۲۰ اهم و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک توسط دستگاه هدایت سنج اهم مدل ۶۶۴ اندازه-گیری شد (روآدس، ۱۹۹۶). پتاسیم قابل جذب با استفاده از عصاره‌گیری استات آمونیوم اندازه‌گیری شد. کود دامی مورد استفاده قبل از مصرف بر اساس روش کارتنی و مولن (۲۰۰۸) تجزیه شد تا درصد عناصر آن مشخص شود.

اعمال کودهای شیمیایی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در زمان کاشت به صورت نواری و کود اوره در سه مرحله زمان کاشت، اوایل ساقه دهی و گلدهی بود. همچنین، اعمال کود دامی پوسیده که از مبنع گاوی بود در اسفند ۱۳۹۱ انجام شد. مایه تلقیح میکوریزی که به صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) بود، حاوی گونه‌ای قارچ میکوریزا *Glomus mosseae* بود (که از موسسه خاک و آب کرج تهیه شد). هر بذر آغشته به مایه تلقیح میکوریزی در حدود ۲۵۰-۲۰۰ اندام فعال قارچی دریافت می‌کرد. کود فسفات زیستی حاوی سنگ فسفات معدنی و یک گونه از باکتری‌های حل‌کننده فسفات *Pseudomonas striata* بود (که از موسسه خاک و آب کرج تهیه شد) که در هر گرم از آن در حدود 10^9 باکتری فعال وجود داشت. کاشت بذر گشنیز توده محلی نهانند (که از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی اصفهان تهیه شده بود)، در هشتم فروردین سال ۱۳۹۲ و پس از این که بخشی از بذور مورد نظر با مایه تلقیح میکوریزی مخلوط شدند، انجام و بلافاصله آبیاری صورت گرفت.

آزمایش در بهار سال ۱۳۹۲ در مزرعه‌ای در خرم‌آباد وابسته به سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان با موقعیت طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض ۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی، ارتفاع از سطح دریا ۱۵۸۰ متر و بیشینه و کمینه دما به ترتیب ۴۵ و ۱۵- درجه سانتی‌گراد اجرا شد.

پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه‌عاملی شامل قارچ میکوریزا (M) در دو سطح (عدم تلقیح M_1 و تلقیح M_2)، عامل کود فسفات زیستی (P) در سه سطح ($P_1=0$ ، $P_2=35$ و $P_3=70$ کیلوگرم در هکتار) و کود دامی (F) در سه سطح ($F_1=0$ ، $F_2=10$ و $F_3=20$ تن در هکتار) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و سه تکرار انجام شد. همچنین، یک کرت به عنوان شاهد کود شیمیایی از نوع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم (نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌میزان ۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) در هر تکرار قرار داده شد و مقایسه آن با تیمارهای کودهای زیستی و دامی نیز در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۹ تیمار و سه تکرار صورت گرفت. ابعاد کرت ها 2×2 متر، فاصله کرت‌ها یک متر و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. نوع خاک مورد آزمایش از نوع لومی رسی بود که نتایج تجزیه آن در جدول ۱ آمده است. به منظور آگاهی از وضعیت عناصر غذایی در واحدهای آزمایشی قبل از کاشت از خاک نمونه‌برداری به عمل آمد. نیتروژن کل به روش برنر و مولوانی (۱۹۸۲)، فسفر قابل جذب به روش اولسن و سومرز (۱۹۸۲)، بافت خاک به روش هیدرومتر (جی و بادر، ۱۹۸۶)، پی-اچ نمونه‌های خاک در عصاره

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک و کود دامی

بافت خاک	pH خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	مواد آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم
لومی رسی	۷/۴۵	۱/۱۵	۰/۸۷	۰/۱۶	۳/۸	۵۰۰
کود دامی	۸	۱۸/۷	۱۱/۷	۰/۸۵	۳۶۰۰	۱۱۰۰

نتایج و بحث

تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده

براساس نتایج تجزیه واریانس، تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده گشنیز توسط سه عامل تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال یک درصد، اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد شاخه‌های فرعی فرعی گل‌دهنده در تلقیح میکوریزایی (۱۷/۷) در حدود ۱۰۱ درصد بیش‌تر از عدم تلقیح (۸/۷۷) بود (جدول ۴). چادری و همکاران (۲۰۰۷) با کاربرد دو گونه از قارچ میکوریزا گزارش کردند که تعداد شاخه‌های فرعی گیاه درمنه نسبت به شاهد افزایش یافته است. نتایج حاصل از تحقیق سالیو و باگیاراج (۲۰۰۵) در بررسی اثر گونه‌های مختلف قارچ میکوریزای آریاسکولار، بر رشد گیاه دارویی *Coleus forskohlii* حاکی از آن است که تعداد شاخه‌ها، در گیاهان تحت تیمار قارچ میکوریزا نسبت به شاهد افزایش یافت. با این حال، علی‌آبادی فراهانی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهش خود بر روی گیاه دارویی گشنیز گزارش کردند که تلقیح میکوریزا تاثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی گشنیز نداشت.

مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که میان سطوح مختلف کود فسفات زیستی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۱۶/۱۸)، حدود ۵۶/۴ درصد بیش‌تر از کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار (۱۰/۳۴) و حدود ۲۲/۴ درصد بیش‌تر از کاربرد ۳۵ کیلوگرم در هکتار (۱۳/۱۷) شد (جدول ۴). ستار و گاعور (۱۹۸۷) تحریک رشد را به علت تولید اکسین و جیبرلین توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات گزارش کردند. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی بر اثر کاربرد کود فسفات زیستی در رازیانه توسط مرادی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است.

در مرحله ظهور چهارمین برگ، تراکم کاشت بر اساس دویست و پنجاه هزار بوته در هکتار (۴۰×۱۰) سانتی‌متر) تنظیم شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در سه نوبت به روش مکانیکی و به وسیله دست صورت گرفت. عملیات آبیاری نیز پس از سبز شدن و استقرار هر شش روز یک‌بار انجام گرفت.

جهت تعیین عملکرد سرشاخه گل‌دار در مرحله گل‌دهی کامل، از هر کرت ده بوته انتخاب، سپس سرشاخه‌ها جدا و در سایه و در مجاورت هوای آزاد خشک و سپس، توزین شدند. به منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک متر مربع، بوته‌ها به روش دستی برداشت و پس از خشک شدن در هوای آزاد در سایه، در گونی‌های در بسته کوبیده و دانه آن‌ها جدا شد.

جهت تعیین غلظت عناصر غذایی (نیترژن، فسفر و پتاسیم) موجود در بذر گشنیز، یک نمونه ۲۰ گرمی از هر کرت به طور تصادفی تهیه شد. نمونه‌های فراهم شده پس از خشک کردن در آن ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، به وسیله آسیاب برقی پودر شد و در نهایت به روش هضم توسط اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم، عصاره آن‌ها تهیه شد (امامی، ۱۳۷۵) و برای اندازه‌گیری کلیه عناصر مورد نظر دانه گشنیز از این عصاره استفاده شد.

میزان درصد نیترژن دانه با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر به کمک دستگاه کجل‌تک اتوآنالیزر (Tecator Kjltec auto 10 analyzer)، مقدار فسفر با استفاده از روش رنگ سنجی (رنگ زرد مولیبدات-وانادات) و به کمک دستگاه اسپکتروفوتومتر و میزان پتاسیم با استفاده از روش نشر شعله‌ای و به کمک دستگاه فلیم فوتومتر اندازه‌گیری شدند (امامی، ۱۳۷۵). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. همچنین، برای مقایسه میانگین از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات گشنیز تحت تاثیر کودهای زیستی و دامی

میانگین مربعات (MS)							درجه آزادی (df)	منابع تغییر (S.O.V)
غلظت پتاسیم دانه	غلظت فسفر دانه	غلظت نیتروژن دانه	عملکرد دانه	عملکرد سرشاخه گلدار	طول ریشه	تعداد شاخه های فرعی		
۰/۰۰۹	۰/۶۴	۰/۶۳	۲۲۸۰/۵۷	۸۵۸۹۱/۳۵	۰/۰۰۵۶	۱۱/۴۵	۲	تکرار
۰/۸۴*	۷/۵۴**	۹/۲۵**	۴۲۸۶۴۰۳/۶۳**	۲۲۶۹۷۶۰/۰۱**	۰/۲۷**	۱۰۷۷/۳۶**	۱	تلقیح میکوریزا
۰/۳۴**	۳۱**	۱/۶**	۶۹۰۵۵۰/۹**	۳۱۲۵۷۷/۳۵**	۰/۰۲۴**	۱۵۳/۷۵**	۲	کود فسفات زیستی
۰/۳۴**	۰/۱۴*	۰/۲۱**	۳۳۶۱۸/۷۴**	۳۳۹۳۸/۷۴**	۰/۰۰۳ ^{NS}	۲۴/۳۵**	۲	کود دامی
۰/۰۹۷**	۰/۰۲ ^{NS}	۰/۱۸**	۴۲۵۸۷/۳۵**	۹۰۶۴/۲۴*	۰/۰۰۳**	۲۲/۱۶*	۴	میکوریزا+کود فسفات زیستی
۰/۰۶ ^{NS}	۰/۰۲ ^{NS}	۰/۰۶۴ ^{NS}	۹۹/۱۸ ^{NS}	۶۷۵۴/۲۹ ^{NS}	۰/۰۰۰۴ ^{NS}	۲/۴۲ ^{NS}	۴	میکوریزا+کود دامی
۰/۰۳۷ ^{NS}	۰/۰۰۱۸ ^{NS}	۰/۰۱ ^{NS}	۴۴۰۲۹/۹۳ ^{NS}	۴۵۶/۹۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۲ ^{NS}	۰/۹۹ ^{NS}	۴	کود فسفات زیستی+کود دامی
۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۲۹ ^{NS}	۰/۰۵ ^{NS}	۷۲۱۵/۱۵ ^{NS}	۵۹۹/۳۵ ^{NS}	۰/۰۰۱۹ ^{NS}	۰/۶۷ ^{NS}	۴	اثر متقابل سه فاکتور
۰/۰۱۴	۰/۰۳۴	۰/۰۱۷	۵۴۲۸/۱۶	۲۲۱۳/۶۴	۰/۰۰۲	۴/۶	۳۴	خطای آزمایشی

*, **, NS به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج، یک درصد و غیر معنی دار

جدول ۳ - تجزیه واریانس صفات گشنیز تحت تاثیر کودهای زیستی، دامی و شاهد

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
غلظت پتاسیم دانه	غلظت فسفر دانه	غلظت نیتروژن دانه	عملکرد دانه	عملکرد سرشاخه گل-دار	طول ریشه	تعداد شاخه-های فرعی		
۰/۰۱	۰/۵۹	۰/۶۲	۲۳۹۵/۸۶	۷۱۷۲۱/۶۳	۵۹/۲۸	۱۱/۹۹	۲	تکرار
۰/۱۱*	۰/۶**	۰/۷۸**	۳۱۲۰/۵۸**	۱۷۷۰/۱۹**	۵۰*	۸۹/۳۷**	۱۸	تیمار
۰/۰۱۴	۰/۰۳۵	۰/۰۱۷	۵۲۹۰/۲۱	۳۶۱۸/۶۱	۳/۰۵	۴/۳۷	۳۶	خطای آزمایشی
۱۳/۵	۶/۸	۴/۸	۵/۶	۳/۸	۹/۷	۱۳/۲	-	ضریب تغییر (درصد)

*, **, NS به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج، یک درصد و غیر معنی دار

مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی موجب افزایش شاخه-های فرعی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) شد (جهان و کوچکی، ۱۳۸۲). به احتمال زیاد کود دامی از طریق فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، بر روی شدت فتوسنتز و تولید زیست توده گشنیز تاثیر مثبت داشت و موجب بهبود تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده شد.

مقایسه میانگین‌ها در جدول ۶ نشان داد که کم-ترین تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده (۴/۳) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیش-ترین تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده (۲۳/۵) مربوط

مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل تلقیح و کود فسفات زیستی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود، به - نحوی که تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده در تیمار حاوی تلقیح با میکوریزا و مصرف ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی (۲۱/۹۳) در مقایسه با تیمار عدم تلقیح و کاربرد ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی (۹/۲۳)، ۱۳۷/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۵).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطح اول و سوم کود دامی تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به طوری که تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده بر اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار (۱۴/۳۷)، در حدود ۱۹/۴٪ بیش‌تر از کاربرد صفر تن در هکتار (۱۲/۰۴) شد (جدول ۴). در آزمایشی

افزایش معنی‌دار تعداد شاخه‌های فرعی گیاه در مقایسه با شاهد شد.

طول ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، طول ریشه گشنیز توسط دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی و اثر متقابل این دو عامل در سطح احتمال یک درصد

به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۵۷ درصد کم‌تر و ۲۴۷ درصد بیش‌تر از شاهد شیمیایی (۶/۷۶) شد (جدول ۶). شاید به دلیل کم بودن میزان فسفر خاک و تامین کافی آن توسط کود فسفات زیستی، تعداد شاخه‌های فرعی گل دهنده افزایش معنی‌داری یافته است. می‌گاهد و همکاران (۲۰۰۴) به این نتیجه رسیدند که تلقیح کرفس با کودهای زیستی موجب

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان جذب عناصر غذایی و عملکرد کمی گشنیز تحت تاثیر کاربرد کودهای زیستی و دامی

تیمار	تعداد شاخه های فرعی گل دهنده	طول ریشه (سانتی‌متر)	غلظت نیتروژن دانه (درصد)	غلظت فسفر دانه (درصد)	غلظت پتاسیم دانه (درصد)	عملکرد سرشاخه گل دار (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
M ₁ قارچ	۸/۷۷ ^b	۱۵/۱۶ ^b	۲/۳۴ ^b	۲/۳۸ ^b	۰/۷۷ ^b	۱۳۶۸/۵۶ ^b	۱۰۱۵/۶۷ ^b
M ₂ میکوریزا	۱۷/۷۷ ^a	۲۱/۰۵ ^a	۲/۹ ^a	۲/۷ ^a	۱/۰۲ ^a	۱۷۷۸/۵۹ ^a	۱۵۷۹/۱۵ ^a
P ₁ کود	۱۰/۳۴ ^c	۱۵/۵ ^c	۲/۵ ^b	۲/۵۱ ^c	۰/۷۷ ^b	۱۴۴۳/۳۹ ^c	۱۱۲۵/۴۴ ^c
P ₂ فسفات	۱۳/۱۷ ^b	۱۸/۲۵ ^b	۲/۶۸ ^b	۲/۶۹ ^b	۰/۸۶ ^b	۱۵۷۰/۴۴ ^b	۱۲۵۶/۱۷ ^b
P ₃ زیستی	۱۶/۱۸ ^a	۲۰/۵۸ ^a	۳/۰۸ ^a	۳/۰۴ ^a	۱/۰۴ ^a	۱۷۰۶/۸۹ ^a	۱۵۱۰/۶۱ ^a
F ₁ کود دامی	۱۲/۰۴ ^b	۱۷/۲۵ ^a	۲/۶۶ ^a	۲/۶۷ ^b	۰/۸۲ ^a	۱۵۳۱/۱۷ ^a	۱۲۵۵/۴۴ ^b
F ₂	۱۳/۲۸ ^{ab}	۱۷/۸ ^a	۲/۷۱ ^b	۲/۷۳ ^{ab}	۰/۸۹ ^{ab}	۱۵۷۱/۶۱ ^b	۱۲۹۵ ^{ab}
F ₃	۱۴/۳۷ ^a	۱۹/۲۸ ^a	۲/۸۷ ^a	۲/۸۵ ^a	۰/۹۷ ^a	۱۶۱۷/۹۴ ^b	۱۳۴۱/۷۸ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد ندارند. عدم تلقیح میکوریزا = M₁، تلقیح میکوریزا = M₂، کود فسفات زیستی (P) در سه سطح (P₁=۰، P₂=۳۵ و P₃=۷۰ کیلوگرم در هکتار). کود فسفات زیستی (P) بر حسب کیلوگرم در هکتار کود دامی (F) بر حسب تن در هکتار می باشد

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی صفات گشنیز تحت تاثیر اثر برهمکنش تلقیح میکوریزا و کود فسفات زیستی

تیمار	تعداد شاخه‌های فرعی گل دهنده	طول ریشه (سانتی‌متر)	غلظت نیتروژن (درصد)	غلظت پتاسیم (درصد)	عملکرد سرشاخه گل- دار (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
M ₁ P ₁	۶/۴۴ ^c	۱۵/۶ ^c	۲/۱۶ ^e	۰/۷ ^b	۱۲۲۴/۹۷ ^d	۸۱۳/۶۳ ^d
M ₁ P ₂	۹/۳۳ ^{bc}	۱۶/۰۲ ^{bc}	۲/۲۹ ^{ed}	۰/۷۴ ^b	۱۳۵۲/۸۷ ^d	۹۴۸/۱ ^d
M ₁ P ₃	۹/۲۳ ^{bc}	۱۵/۸ ^{bc}	۲/۵۵ ^{bc}	۰/۹۱ ^{ab}	۱۵۲۷/۷۷ ^c	۱۲۸۵ ^c
M ₂ P ₁	۱۴/۲۵ ^{abc}	۱۷/۴ ^{bc}	۲/۸۲ ^{bc}	۰/۸۴ ^b	۱۶۹۵/۰۷ ^b	۱۴۳۵/۳۳ ^{bc}
M ₂ P ₂	۱۶/۹ ^{ab}	۲۰/۴۱ ^{ab}	۳/۰۶ ^b	۰/۹۶ ^{ab}	۱۷۸۷/۹۳ ^{ab}	۱۵۶۴/۷ ^{ab}
M ₂ P ₃	۲۱/۹۳ ^a	۲۵/۳ ^a	۳/۶ ^a	۱/۲۲ ^a	۱۸۸۵/۹۷ ^a	۱۷۳۶/۲ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون توکی ندارند. عدم تلقیح میکوریزا = M₁، تلقیح میکوریزا = M₂، کود فسفات زیستی (P) در سه سطح (P₁=۰، P₂=۳۵ و P₃=۷۰ کیلوگرم در هکتار)

را ۱۲۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (بابانا و آنتوان، ۲۰۰۵). این نتیجه بیانگر کارایی سیستم همزیستی میکوریزایی در انتقال عناصر غذایی به گیاه میزبان است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین طول ریشه (۸/۵۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیش‌ترین طول ریشه (۲۶/۸۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۵۶٪ کم‌تر و ۱۰۰٪ بیشتر از شاهد شیمیایی (۱۳/۴ سانتی‌متر) شد (جدول ۶). افزایش طول ریشه گیاه با استفاده از کودهای زیستی توسط راسو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. به نظر می‌رسد که تیمارهای کودهای زیستی و دامی مطلوب در مقایسه با شاهد شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری از نظر دسترسی به عناصر غذایی را برای افزایش رشد ریشه گشنیز فراهم می‌آورند.

غلظت نیتروژن دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح میکوریزایی (۲/۹ درصد) و عدم تلقیح (۲/۳۴ درصد) تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که غلظت نیتروژن دانه در تلقیح با میکوریزا در حدود ۲۴ درصد بیش‌تر بود (جدول ۴). این نتیجه با نتیجه پژوهش آریاگادا و همکاران (۲۰۰۷) بر روی گیاه دارویی اکالیپتوس، مطابقت دارد. آن‌ها مشاهده کردند که کاربرد دو گونه از قارچ میکوریزایی به نام‌های *Glomus mosseae* و *G. deserticola* موجب افزایش قابل ملاحظه غلظت نیتروژن در اکالیپتوس (به ترتیب ۲/۹۶ و ۳/۵۱ درصد) در مقایسه با عدم تلقیح (۱/۷۶ درصد) شد. پژوهشگران در این آزمایش، افزایش غلظت نیتروژن را به بهبودی که در رشد و نمو و مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن وزن خشک گیاه بر اثر همزیستی میکوریزایی حاصل شده بود، نسبت دادند. با این حال در پژوهشی در اسپانیا

معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح میکوریزا (۲۱/۰۵ سانتی‌متر) و عدم تلقیح (۱۵/۱۶ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴)، به طوری که طول ریشه در تلقیح با میکوریزا در حدود ۳۸/۸ درصد بیش‌تر بود. فسفر سبب افزایش عملکرد زیستی می‌شود و هر چه بر پیکره گیاه افزوده می‌شود، گیاه به سیستم ریشه‌ای قوی و بزرگ‌تری نیاز دارد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که طول ریشه گیاهان تحت تاثیر میکوریزا افزایش می‌یابد. در ریشه گیاهان تلقیح شده با میکوریزا، طول ریشه بیشتر، انشعابات آن وسیع‌تر و به دنبال آن وزن ریشه بیشتر می‌شود. بنابراین، می‌تواند در جذب عناصر غذایی کارایی بیشتری داشته باشد. بدین ترتیب، این قارچ‌ها می‌توانند با تاثیر روی ریشه، حجم زیادتری از خاک را نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی کاوش کنند و سبب افزایش دسترسی عناصر غذایی موجود در ناحیه ریشه شوند. جوشی و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که بر روی گیاه دارویی بشقابی انجام دادند، اظهار داشتند که تلقیح ریشه این گیاه با میکوریزا موجب افزایش طول ریشه گیاه شده است. مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن بود که میان سطح اول و سوم کود فسفات زیستی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که طول ریشه بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۲۰/۵۸ سانتی‌متر) در حدود ۳۲/۷ درصد بیش‌تر از کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار (۱۵/۵ سانتی‌متر) شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین برهم‌کنش دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی دارای اختلاف معنی‌داری بود، به نحوی که طول ریشه در تیمارهای تلقیح میکوریزایی در سطوح مختلف کود فسفات زیستی (به ترتیب ۲۵/۳، ۲۰/۴۱، ۱۷/۴ سانتی‌متر) در مقایسه با تیمارهای عدم تلقیح در سطوح کود فسفات زیستی (۱۵/۸، ۱۶/۰۳، ۱۵/۶ سانتی‌متر) برتری قابل ملاحظه‌ای داشت (جدول ۵). در آزمایشی استفاده از باکتری *Pseudomonas sp* به همراه میکوریزا عملکرد ریشه گندم

به نحوی که غلظت نیتروژن دانه در تیمار تلقیح با میکوریزا و مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی (۳/۶٪) در مقایسه با تیمار عدم تلقیح و کاربرد ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی (۲/۵۵٪) ۴۱/۱۷٪ افزایش یافت (جدول ۵). به نظر می‌رسد که رهاسازی مطلوب نیتروژن توسط کود فسفات زیستی و سطح جذب مناسبی که قارچ میکوریزایی برای گیاه میزبان فراهم آورده است، می‌تواند به یک اثر مشارکتی در جذب عناصر معدنی نظیر نیتروژن تبدیل و از طریق افزایش وزن خشک گیاه و وزن هزار دانه، موجب بهبود غلظت نیتروژن در دانه شود.

همزیستی بادام با گونه بومی میکوریزا غلظت نیتروژن را در گیاه کاهش داد (رولدان- فاگادو و همکاران، ۱۹۸۲). همچنین، میان سطح اول و سوم کود فسفات زیستی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که غلظت نیتروژن دانه بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۳/۰۸ درصد) در حدود ۲۳ درصد بیش‌تر از صفر کیلوگرم در هکتار (۲/۵ درصد) شد (جدول ۵). ساهنی و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که کاربرد کود فسفات زیستی میزان نیتروژن دانه را افزایش می‌دهد.

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود،

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی گشیشز تحت تاثیر کودهای زیستی و دامی و شاهد

تیمار	تعداد شاخه‌های فرعی گل‌دهنده	طول ریشه (سانتی‌متر)	غلظت نیتروژن دانه (درصد)	غلظت فسفر دانه (درصد)	غلظت پتاسیم دانه (درصد)	عملکرد سرشاخه گل - دار (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
M ₁ P ₁ F ₁	۵/۷۶ ⁱ	۱۲/۷ ^h	۲/۰۷ ^h	۲/۰۵ ^h	۰/۷ ^c	۱۲۶۱/۳۳ ^{ghi}	۱۵۱۰/۶ ^{hi}
M ₁ P ₁ F ₂	۵/۲۳ ⁿ	۱۰/۴ ^h	۲/۰۱ ^h	۲/۱۶ ^{hg}	۰/۶۹ ^c	۱۱۳۲/۶۷ ⁿ	۸۹۰/۶۷ ⁿ
M ₁ P ₁ F ₃	۴/۳ ⁿ	۸/۵۶ ^h	۲/۳۱ ^{fgh}	۲/۳ ^{e-h}	۰/۷۲ ^c	۱۲۸۱ ^{ghi}	۸۲۰/۳۳ ⁿ
M ₁ P ₂ F ₁	۸/۸ ^{ghi}	۱۵/۶۶ ^{e-h}	۲/۲۷ ^{gh}	۲/۲۷ ^{fhg}	۰/۷۲ ^c	۱۳۰۶ ^{ghi}	۸۱۰/۳۳ ⁿ
M ₁ P ₂ F ₂	۴/۹ ⁱ	۱۱/۵ ^h	۲/۱ ^h	۲/۰۱ ^h	۰/۶۱ ^c	۱۳۴۱/۶۷ ^{ghi}	۸۱۰ ⁱ
M ₁ P ₂ F ₃	۱۰/۰۶ ^{e-i}	۱۷ ^{d-h}	۲/۰۳ ^h	۲/۴ ^{d-h}	۰/۶ ^c	۱۲۱۱ ^{ghi}	۱۰۶۰ ^{gh}
M ₁ P ₃ F ₁	۹/۳۶ ^{f-i}	۱۰/۹۳ ^h	۲/۵۴ ^{e-h}	۲/۶۲ ^{c-h}	۰/۷۵ ^c	۱۴۴۶/۳۳ ^{fg}	۱۲۳۱/۶۷ ^{fg}
M ₁ P ₃ F ₂	۱۰/۵۶ ^{e-i}	۱۱ ^h	۲/۰۹ ^h	۲/۶۶ ^{c-h}	۰/۷ ^c	۱۲۴۲/۶۷ ^{ghi}	۱۳۰۵ ^{ef}
M ₁ P ₃ F ₃	۱۱/۴ ^{e-i}	۱۲ ^h	۲/۵ ^{e-h}	۲ ^h	۰/۹۱ ^{bc}	۱۲۹۴/۳۳ ^{ghi}	۱۳۰۰/۸۹ ^{ef}
M ₂ P ₁ F ₁	۱۲/۹ ^{d-h}	۱۴/۱۳ ^{fgh}	۳ ^{cde}	۲/۸۱ ^{b-g}	۰/۷۳ ^c	۱۱۴۸ ⁱ	۱۳۹۰ ^{def}
M ₂ P ₁ F ₂	۱۴/۶۳ ^{c-g}	۱۲/۴ ^h	۲/۰۴ ^h	۲/۸۴ ^{c-g}	۰/۸۳ ^c	۱۶۳۶ ^{cde}	۱۷۰۰/۶۷ ^{abc}
M ₂ P ₁ F ₃	۱۵/۲۳ ^{c-g}	۸/۶۳ ^h	۲/۸۹ ^{cde}	۲/۹۳ ^{b-e}	۰/۷۱ ^{bc}	۱۷۰۰/۶۷ ^{b-e}	۱۴۸۹/۳۳ ^{cde}
M ₂ P ₂ F ₁	۱۲/۷۳ ^{d-h}	۲۰/۴۳ ^{b-e}	۳ ^{cde}	۲/۹۹ ^{a-d}	۰/۹۱ ^{bc}	۱۷۶۷/۶۷ ^{a-d}	۱۵۱۵ ^{b-e}
M ₂ P ₂ F ₂	۱۰/۲۶ ^{e-d}	۲۱/۲۶ ^{bcd}	۲/۹۳ ^a	۲/۹۷ ^{b-e}	۰/۷۲ ^{bc}	۱۱۴۸/۳۳ ⁱ	۱۵۸۱/۶۷ ^{a-d}
M ₂ P ₂ F ₃	۱۸/۷۶ ^{a-d}	۲۳/۶ ^{ab}	۳/۲۵ ^{abc}	۳/۲ ^{abc}	۱/۰۳ ^{bc}	۱۸۱۸ ^{abc}	۱۵۹۶ ^{a-d}
M ₂ P ₃ F ₁	۱۱/۷ ^{e-i}	۲۳/۳۶ ^{ab}	۳/۲۵ ^{abc}	۳ ^{abc}	۱/۳ ^{ab}	۱۸۶۹/۳۳ ^{ab}	۱۷۰۳ ^{abc}
M ₂ P ₃ F ₂	۲۳/۴ ^a	۱۷/۷ ^{d-h}	۲/۳۳ ^{fgh}	۲/۴۳ ^{d-h}	۱/۳۴ ^{ab}	۱۲۴۶/۳۳ ^{ghi}	۱۰۲۵ ^{gh}
M ₂ P ₃ F ₃	۲۳/۵ ^a	۲۶/۸۳ ^a	۳/۹۳ ^a	۳/۶۷ ^a	۱/۴۱ ^a	۱۹۰۲/۶۷ ^a	۱۷۸۰/۶۷ ^a
شاهد	۶/۷۶ ^{hi}	۱۳/۴ ^{gh}	۲/۳۳ ^{fgh}	۲/۴۳ ^{d-h}	۰/۷۶ ^c	۱۳۱۶/۶۷ ^{ghi}	۹۸۶/۳۳ ^{hi}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد ندارند. M_1 = میکوریزا، $F_1=0$ ، $F_2=10$ و $F_3=20$ کیلوگرم کود فسفات زیستی (P) در سه سطح $P_1=0$ ، $P_2=35$ و $P_3=70$ کیلوگرم در هکتار) و کود دامی (F) در سه سطح $F_1=0$ ، $F_2=10$ و $F_3=20$ کیلوگرم در هکتار) (تین در هکتار)

خشک گیاه و به ویژه دانه، موجب بهبود غلظت فسفر در دانه شد.

میان سطوح کود فسفات زیستی نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که غلظت فسفر بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۳/۰۴٪) در حدود ۲۱٪ بیش‌تر از صفر کیلوگرم در هکتار (۲/۵۱٪) شد (جدول ۶). سندرا و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که کاربرد یک سوش از باکتری‌های حل‌کننده فسفات همراه با سنگ فسفات موجب بهبود معنی‌دار غلظت فسفر در غلاف برگ در مراحل مختلف رشدی مانند پنجه‌دهی (۵/۱۵۳٪) در مقایسه با شاهد (۰/۱۴٪) شد. آن‌ها عنوان کردند که افزودن این باکتری به خاک، ضمن افزایش فعالیت آن و بهبود حلالیت فسفر در ریزوسفر، قادر به تامین مناسب فسفر مورد نیاز گیاه در مراحل مختلف رشدی و بهبود غلظت فسفر آن خواهد شد. همچنین، بین سطح اول و سوم کود دامی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که غلظت فسفر دانه گش‌نیز بر اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار (۲/۸۵٪) در حدود ۶/۷٪ بیش‌تر از صفر تن در هکتار (۲/۶۷٪) شد (جدول ۴). کارتنی و مولن (۲۰۰۸) اظهار داشتند که استفاده از کود دامی موجب افزایش عناصر معدنی دانه می‌گردد.

طبق اطلاعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس، غلظت فسفر دانه گش‌نیز توسط تیمارهای مختلف کودهای زیستی، دامی و شاهد نیز دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین غلظت فسفر دانه (۲٪) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی و بیش‌ترین غلظت فسفر دانه (۳/۶۷٪) مربوط به تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۲۱٪ کم‌تر و ۵۱٪ بیش‌تر از شاهد شیمیایی (۲/۴۳٪) شد (جدول ۵).

غلظت نیتروژن دانه بر اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی (۲/۸۷٪) در حدود ۸٪ بیش‌تر از عدم مصرف کود دامی در هکتار (۲/۶۶٪) شد (جدول ۴). همچنین، کارتنی و مولن (۲۰۰۸) اظهار داشتند که استفاده از کود دامی موجب افزایش عناصر معدنی دانه می‌شود. مطابق اطلاعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس، غلظت نیتروژن دانه توسط تیمارهای مختلف کودهای زیستی، دامی و شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین غلظت نیتروژن دانه (۲/۰۱٪) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ده تن در هکتار کود دامی و بیش‌ترین غلظت نیتروژن دانه (۳/۹۳٪) مربوط به تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۱۶٪ کم‌تر و ۶۸٪ بیش‌تر از شاهد شیمیایی (۲/۳۳٪) شد (جدول ۶).

غلظت فسفر دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد که تاثیر تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی در سطح احتمال یک درصد و کود دامی در سطح احتمال پنج درصد، بر غلظت فسفر دانه معنی‌دار است (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح میکوریزایی (۲/۷ درصد) و عدم تلقیح (۲/۳۸ درصد) تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که غلظت فسفر دانه در تلقیح با میکوریزا حدود ۱۳ درصد بیش‌تر بود (جدول ۴). چادری و همکاران (۲۰۰۷) با کاربرد دو گونه از قارچ میکوریزا گزارش کردند که میزان فسفر اندام هوایی درمنه نسبت به شاهد افزایش یافته است. ولی، در تحقیقی که توسط کوپتا و همکاران (۲۰۰۶) بر روی ریجان انجام گرفت، ملاحظه شد که غلظت فسفر در بین گیاهان میکوریزایی و شاهد دارای تفاوت معنی‌داری نبود. به نظر می‌رسد که همزیستی میکوریزایی از طریق جذب مناسب فسفر و انتقال آن به گیاه گش‌نیز و نیز افزایش وزن

هکتار (۱/۰۴٪) در حدود ۳۵٪ بیش تر از صفر کیلوگرم در هکتار (۰/۷۷٪) شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی نیز دارای اختلاف معنی داری بود، به نحوی که غلظت پتاسیم دانه در تیمار تلقیح با میکوریزا و مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی (۱/۲۲٪) در مقایسه با تیمار عدم تلقیح و کاربرد ۳۵ کیلوگرم کود فسفات زیستی (۰/۸۴٪) ۶۹٪ افزایش یافت (جدول ۵). در اینجا یک اثر تقویت کننده، در تیمار تلقیح با میکوریزا و مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی به طرز محسوسی نمایان می‌شود.

میان سطح اول و سوم کود دامی نیز اختلاف معنی داری وجود داشت، به نحوی که غلظت پتاسیم بر اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار (۰/۹۷٪) در حدود ۱۸/۲٪ بیش تر از صفر تن در هکتار (۰/۸۲٪) شد (جدول ۴). یافته‌های زالر (۲۰۰۷) بر روی گوجه فرنگی نیز مبین این امر بود. او وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عناصر معدنی نظیر پتاسیم در تیمارهای حاوی کود دامی را به عنوان دلیل عمده افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با تیمار عدم مصرف دانست.

مطابق اطلاعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس، غلظت پتاسیم دانه گشیش توسط تیمارهای مختلف کودهای زیستی، دامی و شاهد نیز دارای اختلاف معنی داری بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین غلظت پتاسیم دانه (۰/۶٪) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۳۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیشترین غلظت پتاسیم دانه (۱/۴۱٪) مربوط به تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۲۶٪ کم تر و ۸۵٪ بیش تر از شاهد شیمیایی (۰/۷۶٪) شد (جدول ۶). می‌گاهد و همکاران (۲۰۰۴) نیز به این نتیجه رسیدند که تلقیح کرفس با کودهای زیستی موجب افزایش معنی دار محتوای پتاسیم گیاه در مقایسه با شاهد شد.

در تفسیر نتیجه به دست آمده می‌توان اظهار داشت که مصرف کودهای زیستی مطلوب از طریق ایجاد اثرات تشدید کننده و مثبت با یکدیگر ضمن رهاسازی کند و مداوام فسفر از منابع آلی و معدنی موجود در خود و خاک (کومار و سینگ، ۲۰۰۱)، قادر است تا موجب تامین فسفر مورد نیاز گشیش در طول دوره رشد شود و متعاقب آن غلظت در دانه بهبود یابد. در اینجا هم مشاهده می‌شود که مصرف کودهای زیستی مطلوب از طریق اثر افزایشی و تقویت کننده‌ای که برای جذب عناصر غذایی به وجود می‌آورد (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۳)، می‌تواند موجب افزایش جذب عناصر معدنی نظیر فسفر و بهبود غلظت آن در دانه گشیش شود.

غلظت پتاسیم دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد که تاثیر هر سه عامل تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی در سطح احتمال پنج درصد، بر غلظت پتاسیم دانه گشیش معنی دار است (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تلقیح میکوریزایی (۱/۰۲٪) و عدم تلقیح (۰/۷۷٪) تفاوت قابل توجهی وجود دارد، به نحوی که غلظت پتاسیم دانه در تلقیح با میکوریزا در حدود ۳۲/۴٪ بیش تر بود (جدول ۴). در تحقیقی که توسط شاکلی و همکاران (۲۰۰۴) بر روی نوعی شبدر بومی امریکا در تلقیح با گونه‌ای از قارچ میکوریزا به نام *Glomus interadices* انجام گردید، غلظت پتاسیم گیاه (۱/۷۸٪) در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۸٪) افزایش یافت. آن‌ها این افزایش غلظت را به بهبود همزیستی میکوریزایی که موجب گسترش و نفوذ مطلوب هیف‌های خارجی قارچ به منافذ باریک خاک شده بود، نسبت دادند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میان سطح اول و سوم کود فسفات زیستی اختلاف معنی داری وجود دارد، به نحوی که غلظت پتاسیم بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در

افزایش زیست توده اندام هوایی را بر اثر کاربرد کود فسفات زیستی گزارش کردند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی نشان داد که عملکرد سرشاخه گل-دار در تیمارهای تلقیح میکوریزایی در سطوح مختلف کود فسفات زیستی به ترتیب (۱۸۸۵/۹۷، ۱۷۸۷/۹۳ و ۱۶۹۵/۰۷ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای عدم تلقیح در سطوح کود فسفات زیستی (۱۵۲۷/۷۷، ۱۳۵۲/۸۷ و ۱۲۲۴/۹۷ کیلوگرم در هکتار) برتری قابل ملاحظه‌ای داشت که بیانگر کارایی سیستم همزیستی میکوریزایی در انتقال عناصر غذایی به گیاه میزبان است (جدول ۵). در آزمایشی دیگر گزارش شد که تلقیح رازیانه (بدران و صفوت، ۲۰۰۴) و رزماری (لیثی و همکاران، ۲۰۰۶) با گونه‌های مختلف ازتوباکتر و قارچ میکوریزا سبب افزایش زیست توده گیاه شد. این در حالی است که آنتونس و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که در گیاهان تیمار شده با منابع مختلف فسفات بدون تلقیح با میکوریزا، وزن خشک اندام هوایی بیش‌تر از گیاهانی بود که با منابع مختلف سنگ فسفات همراه با میکوریزا تیمار شده بودند. آن‌ها این عدم تاثیر را به عدم توانایی سویه قارچ به کار رفته در همزیستی با سویا و رها سازی اسیدهای آلی ربط دادند. همچنین، بین سطوح اول و سوم کود دامی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که عملکرد سرشاخه گل‌دار بر اثر کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی (۱۶۱۷/۹۴ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۵/۶ درصد بیش‌تر از صفر تن در هکتار (۱۵۳۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). نتایج بررسی‌های کاروبا (۲۰۰۹) نیز مبین آن بود که کاربرد کود دامی موجب بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز تحت شرایط مزرعه‌ای می‌شود. کود دامی نیز به احتمال زیاد از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده گشنیز تاثیر مثبت گذاشت و موجب بهبود عملکرد سرشاخه گل‌دار گشنیز شد.

مصرف کودهای زیستی مطلوب، به دلیل اثر افزایشی و تقویت کننده‌ای که بین آن‌ها وجود دارد (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۳)، می‌تواند موجب افزایش جذب عناصر معدنی نظیر پتاسیم و بهبود غلظت آن در دانه گشنیز شود.

عملکرد سر شاخه گل‌دار

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که تاثیر عامل تلقیح میکوریزایی، کود فسفات زیستی و کود دامی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی در سطح احتمال پنج درصد، بر عملکرد سرشاخه گل‌دار گشنیز معنی‌دار است (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح تلقیح میکوریزایی تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که عملکرد سرشاخه گل‌دار در تلقیح با میکوریزا (۱۷۷۸/۵۹ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۱۳۶۸/۵۶ کیلوگرم در هکتار)، در حدود ۲۹/۹ درصد بیش‌تر بود (جدول ۴). خلوتی و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی اظهار داشتند که دلیل این امر مکانیزم عمل قارچ میکوریزی در جذب فسفر است. پس از رویش اسپورهای قارچی و گسترش آن‌ها در ریزوسفر بخشی از ریشه‌ها وارد سیستم ریشه گیاه می‌شوند و به طور مستقیم سطح جذب ریشه را افزایش می‌دهند. ریشه‌های برون ریشه‌ای نیز با ترشح اسیدهای آلی حل کننده فسفات‌های محلول نظیر اسید مالیک، جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می‌دهند. در نتیجه عملکرد سر شاخه گل‌دار را در شرایط کاربرد قارچ میکوریزا افزایش می‌دهند.

میان سطوح مختلف کود فسفات زیستی نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به نحوی که عملکرد سرشاخه گل‌دار بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۱۷۰۶/۸۹ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۸/۲ درصد بیش‌تر از صفر کیلوگرم (۱۴۴۳/۳۹ کیلوگرم در هکتار) و در حدود ۸/۶ درصد بیش‌تر از ۳۵ کیلوگرم (۱۵۷۰/۴۴ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). زاید و همکاران (۲۰۰۳) نیز

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میان سطوح کود فسفات زیستی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که عملکرد دانه بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۱۵۱۰/۶۱ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۳۴/۲۲٪ بیشتر از صفر کیلوگرم در هکتار (۱۱۲۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار) و در حدود ۲۰/۲۵ درصد بیش‌تر از ۳۵ کیلوگرم در هکتار (۱۲۵۶/۱۷ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). تحریک رشد و افزایش عملکرد دانه را می‌توان به تولید اکسین و جیبرلین توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات نسبت داد (ستار و گاعور، ۱۹۸۷).

مقایسه میانگین اثرات متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود، به نحوی که عملکرد دانه در تیمارهای تلقیح میکوریزایی در سطوح مختلف کود فسفات زیستی (۱۷۳۶/۲، ۱۵۶۴/۷ و ۱۴۳۵/۳۳ کیلوگرم در هکتار) دارای برتری قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با تیمارهای عدم تلقیح در سطوح کود فسفات زیستی (۱۲۸۵، ۹۴۸/۱ و ۸۱۳/۶۳ کیلوگرم در هکتار) بود که بیانگر کارایی سیستم همزیستی میکوریزایی در انتقال عناصر غذایی به گیاه میزبان است (جدول ۵). در پژوهشی افزایش عملکرد دانه به افزایش جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر و بهبود فتوسنتز گیاهان مذکور نسبت داده شد (سینک و کاپور، ۱۹۹۹). هم‌چنین، آن‌ها اظهار داشتند که ممکن است که تولید هورمون‌های گیاهی که توسط این ریزجاندارها صورت می‌گیرد، دارای تاثیر تحریک‌کنندگی بر روی همزیستی میکوریزایی باشد و موجب افزایش عملکرد دانه شود. در این تحقیق آشکار شد که جذب بیش‌تر فسفر نیز، توسط گیاهان ذکر شده می‌تواند به دلیل بهبود حلالیت این عنصر و انتقال آن بین سطح اول و سوم کود دامی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که عملکرد دانه بر اثر کاربرد ۷۰ کیلوگرم در هکتار (۱۳۴۱/۷۸ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۶/۸۷٪ بیش‌تر از صفر کیلوگرم در هکتار (۱۲۵۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). بررسی‌های توسط هیف‌های میکوریزا باشد.

طبق نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد سرشاخه گل‌دار گشنیز داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین عملکرد سرشاخه گل‌دار (۱۱۳۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد صفر کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ده تن در هکتار کود دامی و بیش‌ترین عملکرد سرشاخه گل‌دار (۱۹۰۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۱۶ درصد کم‌تر و ۴۴ درصد بیش‌تر از شاهد شیمیایی (۱۳۱۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۶). نتایج تحقیق یوسف و همکاران (۲۰۰۴) حاکی از آن است که در گیاه دارویی مریم‌گلی، استفاده از کودهای زیستی سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه در چین اول و دوم طی دو فصل شد. این محققان اظهار داشتند که کاربرد کودهای زیستی حاوی ریزموجودات و جایگزینی آن‌ها با تنظیم‌کننده‌های رشد مصنوعی در بهبود ویژگی‌های رشدی مریم‌گلی کارایی بالایی دارد.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس، نشان داد که تاثیر تلقیح میکوریزایی و کود فسفات زیستی و اثر متقابل این دو عامل و هم‌چنین، کود دامی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح با میکوریزا (۱۵۷۹/۱۵ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (۱۰۱۵/۶۷ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه را در حدود ۵۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). نتایج به دست آمده در این تحقیق با یافته‌های گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) در نعنای مطابقت دارد. یکی از مهم‌ترین آثار کاربرد قارچ‌های میکوریزا افزایش عملکرد گیاهان زراعی است. قارچ‌های میکوریزا از طریق نفوذ میلیسیوم قارچ در خاک، موجب افزایش سطح تماس ریشه‌ها و به دنبال آن افزایش عملکرد می‌شود (کارلین و برون، ۱۹۸۲).

در مقایسه با شاهد شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای افزایش عملکرد فراهم می‌آورند. بسیاری از محققان بر این عقیده هستند که گیاهان کشت شده در سیستم کشاورزی ارگانیک به علت بهبود کیفیت خاک، اغلب ویتامین B و C، ترکیبات فنولی، بتاکارتن و متابولیت‌های ثانویه بیش‌تری نسبت به گیاهان شیمیایی (گیاهانی که در یک سیستم متداول رشد می‌کنند) دارند و عملکرد بهتری تولید می‌کنند (رمبیاکوشا، ۲۰۰۴).

نتیجه‌گیری کلی

طبق نتایج این پژوهش، تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی، بهترین شرایط را جهت دستیابی به بیشترین عملکرد کمی و کیفی در گیاه دارویی گشنیز در سیستم کشاورزی پایدار فراهم آورده است.

کاروبا (۲۰۰۹) نیز مبین آن بود که کاربرد کود دامی موجب بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز تحت شرایط مزرعه‌ای می‌شود.

طبق نتایج تجزیه واریانس، تیمارهای کودهای زیستی، دامی و شاهد تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کم‌ترین عملکرد دانه (۸۱۰ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار عدم تلقیح میکوریزا، کاربرد ۳۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفات زیستی و ۲۰ تن در هکتار کود دامی و بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۷۸۰/۶۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۷۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۲۰ تن کود دامی بود که به ترتیب در حدود ۲۱٪ کم‌تر و ۸۰٪ بیش‌تر از شاهد شیمیایی (۹۸۶/۳۳ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که تیمارهای کودهای زیستی و دامی مطلوب

منابع

- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه شماره ۹۸۲. موسسه خاک و آب. ۱۲۸ ص.
- امیدبگی، ر. ۱۳۷۶. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد ۲، انتشارات طراحان نشر. ۳۴۹ ص.
- جهان، م.، کوچکی، آ. ۱۳۸۲. تاثیر کشت ارگانیک بایونه (*Matricaria chamomilla* L.) بر ترکیب شیمیایی آن. پژوهش و سازندگی. ۸۷: ۶۱-۹۵.
- سفیدکن، ف. ۱۳۷۸. بررسی اسانس اندام‌های هوایی و میوه گشنیز. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۳: ۳۲-۳۸.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، امین، غ. ر.، میرزا، م.، رضوانی، م. ۱۳۸۱. تاثیر سیستم‌های تغذیه گیاه (شیمیایی، تلفیقی و ارگانیک) بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه. پژوهش و سازندگی. ۵۷-۵۶: ۷۸-۸۷.
- علی آبادی فراهانی، ح.، ارباب، ع.، عباس زاده، ب. ۱۳۸۷. تاثیر سوپر فسفات تریپل، تنش کم آبی و کود بیولوژیک *Glomus hoi* بر تعدادی از صفات کمی و کیفی گیاه دارویی *Coriandrum sativum* L. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۸: ۱-۳۰.
- مرادی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م.، لکزیان، ا. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۲): ۶۲۵-۶۳۵.
- Anton's, P.M., Schneider, K., Hillis, D., Klironomos, J.K. 2007. Can the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* actively mobilize P from rock phosphates? *Pedobiologia*. 51:281-286.
- Arriagada, C.A., Herrera, M.A., 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. *J Environ Manag*. 84: 93-99.
- Babana, A.H., Antoun, H. 2005. Effect of Tilemsi phosphate rock-solubilizing microorganisms on phosphorus uptake and yield of field-grown wheat (*Triticum aestivum* L.) in Mali. *Plant Soil*: 23:876-883.
- Badran, F.S., Safwat, M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. *Egyp J Agric Res*. 82(2): 247-256.
- Bremner, J.M., Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen - total. In: Page, A.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2*. American Society of Agronomy and Soil Science, Madison. 595-624.
- Carling, D.E., Brown, M.F. 1982. Anatomy and physiology of vesicular-arbuscular and non mycorrhizal roots. *Phyto Pathol*. 72: 1108-1114.

- Carrubba., A. 2009. Nitrogen fertilization in coriander (*Coriandrum sativum* L.): a review and Meta-analysis. *J food Agric.* 89(6): 921- 926.
- Chaudhary, V., Kapoor, R., Bhatnagar, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. *Mycorrhiza.* 17: 581-587.
- Copetta, A., Lingue, G., Berata, G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. *Mycorrhiza.* 16:485-494.
- Courtney, R.G., Mullen, G.L. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Biores Technol.* 99: 2913-2918.
- Demit, S. 2004. Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. *Turk J Biol.* 28:85-90.
- Gee, G.W., Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. PP. 383-409. In: A. Klute (Ed.). *Methods of Soil Analysis*, Part 1. Physical and Mineralogical Methods, American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Gopta, M.L., Prasad, A.M., Ram, M., Kumar, S. 2002. Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient in the crop of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Biores Technol.* 81:77-79.
- Gyaneshwar, P., Naresh, G., Kumar, L., Parekh, J., Poole, P.S. 2002. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant Soil.* 245: 83-93.
- Joshee, N., Mentreddy., S., Yadav, K. 2007. Mycorrhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants. *Indust Crops Products.* 25: 169-177.
- Kapoor, R., Giri, B., Mukerji, K.G. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativa*) to enhance the concentration and quality of essential oil. *J Sci Food Agric.* 82(4):339-342.
- Khalvati, M.A., Mozafar, A., Schmidhalter, U. 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biol Stuttgart.* 7: 706-712.
- Kumar, V., Singh, K.P. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Biores Technol.* 76:173-175.
- Leithy, S., El-Meseiry, T.A., Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. *J App Sci Res.* 2:773-779.
- Martins, A.L.C., Batagha, O.C., Camargo, O.A., Contarella, H. 2003. Corn yield and uptake of Cu, Mn and Zn from sorage sludge- amend soil with and without liming. *Revista Basilica Deciencia.* 27:563- 574.
- Migahed, H.A., Ahmed, A.E., bd El-Ghany, B.F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolens* under calcareous soil. *Arab Univ J Agric Sci.* 12(2): 511-525.
- Olsen S.R., Sommers, L.E. 1982. Phosphorus, In: Page A.L. ed. *Methods of soil analysis*, part 2, Chemical and Microbiological properties, Soil Science Society of American Journal, Madison. 403-430.
- Rembialkowska, E. 2004. The impact of organic agriculture on food quality. *Agricu Sci J.* 19-26.
- Rhoades, J.D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. PP. 417-435. In: D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner (Eds.). *Methods of Soil Analysis*, Part 3. Chemical Methods, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Roldan-Fagardo, B.E., Barea, J.M., Ocampo, J.A., Azcon-Aguilar, C. 1982. The effect of season on VA mycorrhiza of the almond tree and of phosphate fertilization and species of endophyte on its mycorrhizal dependency. *Plant Soil.* 68:361-367.
- Russo, A., Vettori, L., Felici, C., Fiaschi, G., Morini, G., Toffanin, A. 2008. Enhanced micropropagation response and biocontrol effect of *Azospirillum brasilense* Sp245 on *Prunus cerasifera* L. clone Mr. S2/5. *Plants.*134:312-319.
- Sahni, S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, H.B., Singh, K.P. 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. *Crop Protec.* 27: 369-376.
- Sailo, G.L., Bagyaraj, D.J. 2005. Influence of different AM-fungi on the growth, nutrition and forskolin content of *Coleus forskohlii*. *Mycologic Res.* 109: 795-798.
- Salem A.G., Awad A.M. 2005. Response of coriander plants to organic and mineral fertilizers fertigated in sandy soils. *Egyp J Agric Res.* 83 (2): 829 – 58.
- Sattar, M.A., Gaur, A.C. 1987. Production of auxins and gibberellins by phosphate dissolving microorganisms. *Zentralbl Mikrobiol.* 142:393-395.
- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriulture. Agrobios, India.
- Shockley, F.W., McGraw, R.L., Garrett, H.E. 2004. Growth and nutrient concentration of two native forage legumes inoculated with rhizobium and mycorrhiza in Missouri, USA. *Agroforest Syst.* 60:137-142.

- Singh, S., Kapoor, K.K. 1999. Inoculation with phosphate-solubilizing microorganisms and a –vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter, yield, nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. *Biologic Fertil Soils*. 28: 139-144.
- Sundara, B., Natarajan, V., Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugar cane and sugar yields. *Field Crops Res*. 77:43-49.
- Youssef, A.A., Edris, A.E., Gooma, A.M. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. *Plant. Ann Agric Sci*. 49: 299-311.
- Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Aida, H., Nassef, M.A. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Pak J Biol Sci*. 6: 344-358.
- Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientica Hort*. 112: 191-199.

Effects of Bio fertilizer and Manure Application on the absorbtion of N, P and K nutrients and Yield Quantity in Coriander (*Coriandrum sativum* L.)

Asma Bastami*¹, Majid Majidian²

1- Graduate Student in Agronomy, Guilan University, Iran.

2- Assist. Prof., Department Agronomy and Plant Breeding, Guilan University, Iran.

*for Correspondence: ab.8410@yahoo.com

Received: 20.11.14

Accepted: 18.02.15

Abstract

In order to investigate the effects of mycorrhizal fungi, phosphatic biofertilizer and manure application on quantitative and qualitative yield of coriander a factorial experiment was conducted based randomized complete blocks design with 18 treatments and three replications as field experiment at Khoramabad in 2013. The factors were mycorrhizal inoculation in two levels, phosphatic biofertilizer and manure in three levels accompanied with a check plot as chemical fertilizer (N, P, and K in the rate of 60, 90, and 90 Kg ha⁻¹) which its mean comparison with biofertilizer and manure was performed in randomized complete block design. Results showed that the highest number of branches (23.5), root length (23.83 cm), grain N (3.93 %), P (3.67 %), and K (1.41 %) contents, yield of flowering shoots (1902.67 Kg ha⁻¹) and seed yield (1780.67 Kg ha⁻¹) were obtained from inoculation with mycorrhiza, application of 70 Kg ha⁻¹ phosphate biofertilizer and 20 ton ha⁻¹ manure which were 247, 100, 68, 51, 85, 44 and 80 % more than chemical control. Significant interactions were observed between mycorrhizal inoculation and phosphate biofertilizer. According to the results of this study, inoculation with mycorrhiza, application of 70 Kg ha⁻¹ phosphate biofertilizer and 20 ton ha⁻¹ manure prepared the best condition in order to reach to the highest yield quality and quantity in coriander in a sustainable agroecosystem.

Key words: Coriander, manure, mycorrhiza, nitrogen, seed yield.