علـوم محـیطی سال هشتم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۰
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.8, No.4, Summer 2011

۷۲- ۵۹

تأثیر کاربرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای (آلی، شیمیایی، بیولوژیک وتلفیقی) بر عملکرد و غلظت عناصر شاخ و برگ و دانه رازیانه

احسان جمشیدی[۱]، امیر قلاوند[۲*]، فاطمه سفیدکن[۳]، ابراهیم محمدی گل تپه [۴]

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه تربیت مدرس تهران

۲- استاد بخش گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۳- استاد بخش گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

٤- استاد گروه قارچ شناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۳۱

چکیده

هدف از این مطالعه مقایسه اثرات مثبت سیستم‌های مختلف تغذیه و قارچ شبه مایکوریزای *Piriformospora indica* بر عملکرد دانه و برداشت عناصر در گیاه و دانه رازیانه، آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه تهران اجرا شد. طرح شامل دو فاکتور A و B بود. فاکتور A شامل ۵ سطح: تأمین ۱۰۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود گاوی، تأمین ۵۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود گاوی + تأمین ۵۰ ٪ مابقی از کمپوست قارچ، تأمین ۱۰۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کمپوست قارچ، ۱۰۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره و تیمار شاهد. فاکتور B در دو سطح شامل تلقیح با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا و عدم تلقیح. نتایج نشان داد که سیستم های مختلف تغذیه بر عملکرد دانه، وزن خشک، شاخص برداشت، میزان نیتروژن گیاه و دانه معنی‌دار شد، هم‌چنین نتایج نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر تمامی صفات اندازه گیری شده بجز درصد پتاسیم گیاه و دانه معنی‌دار گردید، در حالی که اثر متقابل سیستم تغذیه‌ای قارچ بر هیچ یک از صفات اندازه گیری شده بجز شاخص برداشت معنی‌دار نبود. نتایج بیانگر آن است که بیشترین و کمترین عملکرد دانه از تیمار تغذیه با کود شیمیایی نیتروژن + تلفیح با قارچ و تیمار عدم کوددهی + عدم تلقیح با قارچ بترتیب به میزان ۱۵۵۹ و ۶۳۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

کلیـد واژه‌هـا: رازیانـه، مـواد آلـی ، قـارچ شـبه مـایکوریزا *Piriformospora indica*، نیتروژن، فسفر و عملکرد دانه.

Effects of Different Nutrition Systems (Organic, Chemical, Biological and Integrated) and Fungi *Piriformospora indica* on Yield and Concentration of Elements in Shoot and Grain of Fennel (*Foeniculum valgare mill*)

Ehsan Jamshidi,[1] Amir Ghalavand,[2*] Fatemeh Sephidkon[3] and Ebrahim Mohamadi Goltaph [4]

1-Ph.D Student, Department of Agronomy, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

2- Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

3- Full Professor of, Medicinal plants Research Division, Research institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Full Professor of, Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Abstract

The aims of our study were to compare the effectiveness of different nutrition systems and fungi *Piriformospora indica* on yield and the concentration of elements in shoot and grain of fennel (*Foeniculum Valgare Mill*). A field study was conducted in 2009 in the Tehran region and the type of design was a randomized complete block with a factorial arrangement and three replications. Five levels of manure (without organic manure, 100% cattle manure, 100% spent mushroom compost and 50% cattle manure with 50% spent mushroom compost and 100% N) along with two levels of inoculation and not-inoculation of the plant with *Piriformospora indica*. Results showed that different nutrition systems impacted significantly on yield, dry matter, harvest index and nitrogen concentration of plant and grain. The result also showed that fungi significantly affected all of the measured traits except for the potassium concentration of plant and grain. Also, the interaction effects of fungi × nutrition systems was not significant in all measured traits except the harvest index. The result showed that the highest (1559 kg/ha) and the least (632 kg/ha) grain yield was produced in chemical systems *Piriformospora indica* and fertilization systems respectively

Keywords: Fennel, Organic matter, Fungi *Piriformospora indica*, Nitrogen, Phosphorous

* Corresponding author. *E-mail Address*: ghalavaa@modares.ac.ir

مقدمه

عملیات گسترده کشاورزی که عملکرد بالا را توجیه می‌کند به کاربرد گسترده کودهای شیمیایی نیاز دارند که پر هزینه هستند و آلودگی محیط‌زیست را نیز ایجاد می‌کنند بنابراین اخیراً کشاورزی پایدار توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Orhan *et al*., 2006). به طور کلی کودهای شیمیایی به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد را در گیاهان افزایش می‌دهد زیرا مواد غذایی را به سرعت در اختیار گیاهان قرار می‌دهد (Lopez-perez *et al*., 1990) اما به طور قابل ملاحظه‌ای محتوی مواد آلی خاک را تغییر می‌دهد و در دراز مدت باعث مخاطرات زیست‌محیطی منجمله آبشویی نیز است که در نتیجه باعث آلودگی آب‌های زیر زمینی می‌شود. (Haynes and Naidu, 1998; Sarkar *et al*., 2003; Bostick *et al*. 2007)

بقایای بر جای مانده از محیط کشت قارچ در کارخانه های تولید قارچ‌های خوراکی شامل کلش گندم، کود، سنگ گچ و پیت می‌باشد. این مواد با هم مخلوط شده و پس از فرآوری در کشت قارچ از آن استفاده می‌شود و پس از استفاده از این کمپوست در تولید قارچ، ضایعات بر جای مانده از این کمپوست به علت دارا بودن .N. P. K و هم‌چنین به علت داشتن قدرت بیشتر در جذب آب نسبت به دیگر مواد آلی و داشتن اسپور قارچ می‌توان از آن‌ها جهت افزایش حاصل‌خیزی خاک در کشاورزی استفاده کرد(Stewart *et al*., 1998). بقایای بر جای مانده از محیط کشت قارچ را می‌توان در کشاورزی ارگانیک برای بهبود نفوذپذیری آب در خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش نفوذپذیری و تهویه خاک مورد استفاده قرار داد (Uzun, 2004).

kaddous and Morgan (1996) نشان دادند که استفاده از این مواد به علت داشتن N می‌تواند باعث افزایش کارایی مصرف N در محصولات شود.

کاربرد ماده آلی به صورت کود دامی سطوح کربن آلی را درخاک افزایش می‌دهد و تأثیرهای مستقیم وغیر مستقیم روی خصوصیات و فرایند های خاک دارد (Prakash *et al*., 2007). کربن آلی خاک یکی ازعلائم پایداری سیستم تولید تحت یکسری از عملیات مدیریتی است، زیرا کیفیت خاک را از طریق بهبود ساختمان خاک، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی افزایش می‌دهد (Ghosh *et al*., 2002).

Hati *et al*., (2006) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن ۱۰ تن کود دامی در هکتار به تنهایی و تلفیق ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۷– ۲۶ و ۲۵ کیلو گرم در هکتار N- P- K در مدت سه سال در مزرعه سویا باعث افزایش مواد آلی در سطح خاک (۱۵–۰ سانتی متری سطح خاک) از ۴/۴ گرم در کیلو گرم به ۶/۲ گرم در کیلوگرم، افزایش عملکرد دانه، و افزایش کارایی مصرف آب به ترتیب ۱۰۳٪ (برای کود دامی به تنهایی) و ۷۶٪ (برای تیمار تلفیقی) نسبت به تیمار شاهد(مصرف کود شیمیایی) شد.

استفاده از باکتری ها (ازتوباکتر و آزوسپریلیوم) و قارچ میکوریزا به عنوان کود زیستی در افزایش کارایی کود های نیتروژن و فسفر و در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی معرفی شده‌اند (Roesty *et al*., 2006; Shaharoona *et al*., 2006; Violent and Portugal, 2007) . این باکتری ها ممکن است در ریزوسفر، سطح ریشه یا حتی فضای

درون سلولی گیاهان تجمع یابند (Wu *et al*., 2005).
Kapoor *et al*., (2004) در تحقیقات خود نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با قارچمایکوریزابه طور معنی‌داری سبب بهبود گلدهی(تعداد چتر)، وزن هزار دانه، بیوماس و عملکرد دانه رازیانه گردید. در تحقیق دیگر، (2002) .Gupta *et al* نشان دادند که تلقیح نعناع با قارچمایکوریزابه طور قابل توجهی، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد. در مطالعه دیگری ملاحظه گردید که تلقیح ریشه دو گیاه دارویی شوید و نوعی زیره با دو نوع قارچمایکوریزاسبب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام های هوایی آن‌ها گردید(Kapoor *et al*., 2002).

پژوهش حاضر به منظورتأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و قارچ *Piriformospora indica* بر محتوی عناصر غذایی در گیاه و دانه که بررسی آن‌ها می‌تواند راهنمای موثری در توجیه عملکرد باشد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر قارچ *Piriformospora indica* بر عملکرد محتوی عناصر غذایی در گیاه و دانه رازیانه تحت سیستم های مختلف تغذیه آزمایشی مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۸ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در مزرعه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر ۱۶ تهران-کرج با مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح در یا بود. عوامل مورد مطالعه شامل: تأمین ۱۰۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود گاوی، تأمین ۵۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود گاوی + تأمین ۵۰ ٪ مابقی از کمپوست قارچ قارچ ، تأمین ۱۰۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کمپوست قارچ قارچ، ۱۰۰ ٪ نیتروژن مورد نیاز گیاه از کود شیمیایی اوره و تیمار بدون ماده آلی و دو سطح تلفیق شامل تلقیح با قارچ *Piriformospora indica* و عدم تلقیح. پس از سبز شدن گیاه ریشه‌های گیاه با هیف های قارچ مورد نظر آلوده گردید قبل از کشت میزان آلودگی خاک از نظر قارچهای بومی توسط روش غربال‌گیری اندازه‌گیری شد نتایج نشان داد که خاک مورد نظر از نظر میکوریزا فقیر بود قبل از انجام آزمایش به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش با بافت لوم شنی نمونه‌ای مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه که نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی آن در جدول ۱ ارائه گردیده است. به منظور آبیاری یکنواخت واحدهای آزمایشی از یک شبکه لوله‌کشی پلی اتیلنی و برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی از یک کنتور حجمی استفاده شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک، محصول کلیه کرت‌های آزمایشی از مساحت دو متر مربع با دست برداشت شد و پس از جدا کردن دانه ها از چتر، تعداد دانه در چتر و عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد) محاسبه شدند.

وزن خشک گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژی مساحت یک متر مربع از هر تیمار جهت بدست آوردن وزن خشک گیاه پس از قرار دادن در آون در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از محاسبه عملکرد دانه تقسیم بر وزن خشک در زمان برداشت بدست

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰ سانتی‌متر

درصد حجمی رطوبت در F.C	درصد حجمی رطوبت در C.E.W	درصد رطوبت قابل دسترس A.W	وزن مخصوص ظاهری(g/cm^3)	واکنش گل اشباع	درصد مواد آلی
۲۳	۱۰	۱۳	۱/۵۵	۷/۵	۱/۱۶
درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب mg/kg	پتاسیم قابل جذب mg/kg	آهن mg/kg	روی mg/kg	مس mg/kg
۰/۰۷	۱۲	۳۵۰	۷/۲	۱	۰/۷

آمد. جهت تعیین عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) موجود در اندام‌های گیاهی و بذر رازیانه، یک نمونه ۳۰ گرمی از هر کرت به طور تصادفی تهیه گردید. نمونه‌های تهیه شده پس از خشک کردن در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) به وسیله آسیاب برقی پودر کرده و نهایتاً برای هضم نمونه‌های گیاهی از روش هضم در لوله‌های مخصوص با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم استفاده شد. نیتروژن کل به روش تیتراسیون بعد از تقطیر با دستگاه Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, پتاسیم کل به روش نشر شعله‌ائی (AEP) با دستگاه Flame Photometer, JenWay PFP7 و فسفر کل به روش کالری‌متری (رنگ زرد مولیبدات وانادات) با دستگاه Spectrophotometer, 6505 JenWay اندازه‌گیری شد. در انتهای آزمایش نیز غلظت عناصر یاد شده در بذر رازیانه به همین طریق اندازه‌گیری گردید. در نهایت داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم افزار SAS و MSTATc مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت پذیرفت.

نتایج

نتایج نشان داد که سیستم های مختلف تغذیه بر عملکرد دانه، وزن خشک، شاخص برداشت، درصد نیتروژن گیاه و دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، هم‌چنین نتایج نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده بجز درصد پتاسیم گیاه و دانه معنی‌دار گردید، در حالی‌که اثر متقابل سیستم تغذیه‌ای× قارچ بر هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول ۳ و ۴).

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی کود دامی و کمپوست قارچ قارچ

نمونه	نیتروژن کل	فسفر کل	پتاسیم کل	کربن آلی	pH	EC ds/m	مس mg/kg	روی mg/kg	آهن mg/kg	منگنز mg/kg
کود دامی	۱/۲۵	۰/۵۶	۲/۵۵	۲۸/۸۵	۹	۲۱/۲	۲۵/۵	۱۰۹/۳	۷۴۳۵	۲۶۷/۶
کمپوست مصرف‌شده قارچ	۱/۲۸	۰/۵۳	۲/۶۲	۲/۹۶	۸/۸	۲۰/۹	۲۴/۶	۱۱۲/۸	۷۵۵۶	۲۶۱/۸

جدول۳- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) برای جذب عناصر غذایی در گیاه ودانه رازیانه تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه با قارچ شبه مایکوریزا پیریفورموسپورا ایندیکا

منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن شاخ و برگ	نیتروژن دانه	فسفر شاخ و برگ	فسفر دانه	پتاسیم شاخ و برگ
تکرار	۲	۲/۸ **	۰/۲۵ **	۰/۰۰۲ ns	۰/۵۷ ns	۰/۱۴ ns
سیستم تغذیه	۴	۲۱/۹**	۱/۳۳**	۰/۵۲ **	۵/۴ **	۰/۲۱*
پیریفورموسپورا ایندیکا	۱	۶/۹**	۰/۶۷**	۰/۲۴**	۲/۸**	۰/۰۱۴ ns
سیستم تغذیه × قارچ	۴	۲۵ ns	/۰۲۵ ns	۰/۰۲۲ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۳ ns
خطا	۱۸	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۰۲۲	۰/۱۹	۰/۰۱۸

جدول۴- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) برای صفات اندازه‌گیری شده رازیانه تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه با قارچ شبه مایکوریزا پیریفورموسپورا ایندیکا

منابع تغییر	درجه آزادی	پتاسیم دانه	عملکرد دانه	وزن خشک کل	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۱۷ ns	۱۰۵۱/۶**	۱۲۳۰۶/۹**	۰/۰۰۰۳ ns
سیستم تغذیه	۴	۰/۲۳ *	۵۹۱۶/۸**	۷۶۷۵۷/۸**	۳/۵**
پیریفورموسپورا ایندیکا	۱	۰/۰۸ ns	۲۳۶۵/۴**	۲۰۲۵۷/۱**	۲/۱**
سیستم تغذیه × قارچ	۴	۰/۰۰۸ ns	۷۳/۱ ns	۹۹۲/۷ ns	۰/۰۱۶**
خطا	۱۸	۰/۱۲	۶۳/۲	۷۳۱/۰	۰/۰۰۰۳

ns * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جذب نیتروژن در شاخ و برگ و دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح تغذیه با مواد آلی، سیستم تغذیه با کود شیمیایی و عدم کوددهی از نظر میزان نیتروژن در شاخ و برگ و دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول۵).

هم‌چنین نتایج نشان داد که بیشترین و کم‌ترین میزان نیتروژن در شاخ و برگ و دانه به ترتیب در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه و عدم کوددهی بدست آمد (جدول۵). بیشتر بودن جذب نیتروژن در گیاه و دانه در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه را می‌توان به فراهمی و سهولت جذب آن توسط گیاه نسبت داد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین شرایط تلقیح گیاه با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا و شرایط عدم تلقیح از نظر میزان نیتروژن شاخ و برگ و دانه تفاوت معنی‌داری وجود دارد به نحوی که غلظت نیتروژن در شاخ و برگ و دانه در شرایط تلقیح نسبت به عدم تلقیح به ترتیب به میزان ۴/۸۶ و ۵/۵۸ درصد افزایش یافت (جدول ۵).

میزان فسفر گیاه و دانه

اگر چه نتایج این تحقیق نشان داد که میزان فسفر در گیاه و دانه در اثر کاربرد مواد آلی بیشتر از تیمار شیمیایی نیتروژنه می‌باشد با این حال بین تیمار مواد آلی و کود شیمیایی نیتروژنه از نظر میزان فسفر گیاه و دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۵). عدم تفاوت معنی‌دار بین غلظت پتاسیم و فسفر برگ و دانه را می‌توان احتمالاً" به فراهمی اولیه این عناصر در خاک و جذب سریع آن‌ها در اوائل رشد نسبت داد.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین شرایط تلقیح و عدم تلقیح گیاه با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا از نظر غلظت فسفر در گیاه و دانه اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد به نحوی که غلظت فسفر در گیاه و دانه در اثر تلقیح گیاه با قارچ به ترتیب به میزان ۸/۴۱ و ۱۱/۲۳ درصد نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش یافت (جدول۵).

مقایسه میانگین اثرات متقابل سیستم های تغذیه× قارچ نشان داد که اگر چه بیشترین میزان فسفر در گیاه و دانه در اثر کاربرد کمپوست قارچ بدست آمد با این حال در تمامی سیستم‌های تغذیه‌ای بین تیمار تلقیح و عدم تلقیح از نظر میزان فسفر گیاه و دانه اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (جدول۷).

عملکرد دانه

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار کود شیمیایی نیتروژن بدست آمد بطوری‌که بین سیستم تغذیه با کود شیمیایی ، تغذیه با مواد آلی و عدم کوددهی از نظر عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد. بیشتر بودن عملکرد در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه نسبت به تیمار مواد آلی را می‌توان با توجه به بیشتر بودن میزان نیتروژن گیاه و دانه در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه نیز توجیه کرد. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها

جدول۵ - نتایج مقایسه میانگین اثر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و قارچ شبه مایکوریزا پیریفورموسپورا ایندیکا بر محتوی عناصر در گیاه و دانه رازیانه

تیمار / قارچ	نیتروژن گیاه (٪)	نیتروژن دانه (٪)	فسفر گیاه (٪)	فسفر دانه (٪)	پتاسیم گیاه (٪)	پتاسیم دانه (٪)
تلقیح	۶/۵۱ a	۱/۷ a	۱/۱ a	۳/۳۷ a	۴/۷ a	۰/۹۹ a
عدم تلقیح قارچ	۵/۵۵ b	۱/۴ b	۰/۹۳ b	۲/۷۶ b	۳/۹a	۰/۹۶ a
مواد آلی						
کود نیتروژن (شیمیایی)	۷/۸۲ a	۱/۹ a	۱/۲۵ a	۳/۹۱ a	۴/۱۲ a	۳/۲۵ a
کمپوست قارچ	۶/۷۴ b	۱/۷۹ ab	۱/۱۷ ab	۳/۵۳ ab	۴/۰۱ a	۳/۱۲ a
کود دامی	۶/۲۹ b	۱/۶۲ b	۱/۰۴ b	۳/۱۳ b	۳/۸۸ a	۳/۰۲ a
کمپوست قارچ + کود دامی	۶/۵۲ b	۱/۷۱ b	۱/۱۱ ab	۳/۳۲ ab	۳/۶۸ a	۳/۰۸ a
عدم کود	۲/۷۸ c	۰/۷۳ c	۰/۵۱ b	۱/۴۵ c	۱/۸۸ b	۱/۵۲ b

میانگین‌های دارای حرف یکسان در هر ستون برای هر عامل، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال۵٪ با هم ندارند(آزمون دانکن)

نشان داد که اگر چه در بین سیستم های تغذیه با مواد آلی بیشترین عملکرد دانه در اثر تغذیه با کمپوست قارچ بدست آمد با این حال بین این سیستم ها از نظر عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد دانه در اثر تلقیح با قارچ افزایش می‌یابد بطوری‌که بین تیمار تلقیح و عدم تلقیح از نظر عملکرد دانه اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (جدول۵) مقایسه میانگین اثرات متقابل سیستم‌های تغذیه× قارچ نشان داد که اگر چه بیشترین عملکرد دانه در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژن بدست آمد با این حال در تمامی تیمارها بجز تغذیه با کود شیمیایی نیتروژن بین گیاهان تلقیح شده با گیاهان تلقیح نشده اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (جدول۷) تأثیر مثبت قارچ بر عملکرد دانه برای سیستم‌های تغذیه با کود شیمیایی نیتروژنه، کمپوست قارچ، کود دامی، تلفیق کمپوست قارچ با کود دامی و عدم کوددهی با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها به ترتیب ۳/۵۸، ۱۶/۲۳، ۱۷/۰۷، ۱۶/۸۹ و ۳۰/۷۰ درصد بود که نشان‌دهنده اثرات منفی کودهای شیمیایی بر این میکروارگانیسم‌ها می‌باشد، بنابراین بیشترین سودمندی قارچ زمانی بود که از هیچ نوع کودی استفاده نشد (جدول۷).

شاخص برداشت

شاخص برداشت به نسبت عملکرد اقتصادی (وزن خشک دانه) به عملکرد بیولوژیک (وزن خشک کلیه اندام های هوایی گیاه) اتلاق می شود (Sinclair *et al.*, 1990). شاخص برداشت دارای یک سقف است که در برخی از گیاهان زراعی مدرن به حداکثر خود نزدیک شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سیستم‌های مختلف تغذیه از نظر شاخص برداشت اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد بطوری‌که بیشترین شاخص برداشت از تیمار بدون کوددهی و کمترین شاخص برداشت در نتیجه کوددهی با کود شیمیایی نیتروژنه بدست آمد (جدول۶) در واقع نتایج مقایسه میانگین ها نشان می‌دهد که در سیستم کوددهی با کود نیتروژنه اگر چه عملکرد دانه نسبت به دیگر سیستم‌های تغذیه‌ای بیشتر است با این حال افزایش ماده خشک نسبت به عملکرد دانه در این سیستم تغذیه‌ای نسبت به دیگر سیستم‌های تغذیه بیشتر است که منجر به کاهش شاخص برداشت در این سیستم تغذیه‌ای می‌شود. قارچ پریموسیورا ایندیکا منجر به افزایش شاخص برداشت می‌شود بطوری‌که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین گیاهان تلقیح شده و گیاهان تلقیح نشده از نظر شاخص برداشت اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (جدول۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل سیستم‌های تغذیه× قارچ نشان داد که بین تمامی سیستم‌های تغذیه ای بین گیاهان تلقیح شده و گیاهان تلقیح نشده از نظر شاخص برداشت اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد و بیشترین شاخص برداشت در تیمار عدم کوددهی و تلقیح با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکابدست آمد (جدول۷).

ماده خشک کل

بیشترین ماده خشک در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه بدست آمد بطوری‌که مقایسه میانگین ها

نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌داری بین این سیستم تغذیه با سایر سیستم‌های تغذیه‌ای می‌باشد. افزایش ماده خشک در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه به علت سادگی و سرعت در اختیار قرار گرفتن نیتروژن برای گیاه نسبت به سایر سیستم های تغذیه‌ای می‌باشد (جدول۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاهان تلقیح شده با قارچ ماده خشک بیشتری تولید می‌کنند بطوری‌که بین گیاهان تلقیح شده با قارچ و گیاهان تلقیح نشده از نظر ماده خشک گیاهی اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول۶)

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین عملکرد و وزن خشک در اثر کاربرد کود شیمیایی، نیتروژنه بدست آمد بالا بودن عملکرد در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه را می‌توان با توجه به جذب بیشتر نیتروژن در اثر کاربرد کود شیمیایی نسبت داد. نتایج دیگر محققان (Lopez-perez *et al*., 1990; Kramer *et al*., 2002) با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد بطوری‌که آن‌ها در تحقیقات خود نشان دادند که سهولت جذب و فراهمی مناسب‌تر نیتروژن برای گیاه از منابع شیمیایی نسبت به منابع ارگانیک باعث جذب سریعتر این منبع تغذیه‌ای توسط گیاه می‌شود.

جدول۶ –نتایج مقایسه میانگین اثر سیستم های مختلف تغذیه ای و قارچ شبه مایکوریزا پیریفورموسپورا ایندیکا از نظر صفات مختلف در گیاه دارویی رازیانه

تیمار	عملکرد	وزن خشک	شاخص
قارچ	(g/m^2)	(g/m^2)	برداشت
تلقیح	۱۳۶/۴ a	۴۶۰/۳ a	۲۹/۷۲ a
عدم تلقیح قارچ	۱۱۸/۷ b	۴۰۸/۳ b	۲۹/۱۹ b
مواد آلی			
کود نیتروژن (شیمیایی)	۱۵۳/۲ a	۵۴۴/۴ a	۲۸/۱۴ e
کمپوست قارچ قارچ	۱۴۰/۷ b	۴۷۰/۸ b	۲۹/۸۷ b
کود دامی	۱۳۳/۵ b	۴۵۳/۱ b	۲۹/۴۵ d
کمپوست قارچ قارچ + کود دامی	۱۳۷/۴ b	۴۶۰/۶ b	۲۹/۸۱ c
عدم کود	۷۲/۹ c	۲۴۲/۸ c	۳۰/۰۰ a

میانگین های دارای حرف یکسان در هر ستون برای هر عامل ، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال۵٪ با هم ندارند (آزمون دانکن)

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل سیستم‌های مختلف تغذیه و قارچ شبه مایکوریزا پیریفورموسپورا ایندیکا بر صفات مختلف در گیاه دارویی رازیانه

تیمار		عملکرد (g/m^2)	وزن خشک (g/m^2)	شاخص برداشت	نیتروژن گیاه(٪)	نیتروژن دانه(٪)	فسفر گیاه(٪)	فسفر دانه(٪)
سیستم تغذیه	قارچ							
کمپوست قارچ	تلقیح	۱۵۱/۴۷ a	۵۰۳/۲۱ ab	۳۰/۱۰ b	۷/۳۶ ab	۱/۹۹ a	۴/۰۰ a	۱/۲۹ a
کمپوست قارچ	عدم تلقیح	۱۲۹/۸۸ b	۴۳۸/۳۴ c	۲۹/۶۳ e	۶/۱۱ cd	۱/۵۹ b	۳/۰۷ b-d	۱/۰۶ a-c
کود دامی	تلقیح	۱۴۴/۰۳ a	۴۸۴/۹۶ b	۲۹/۷۰ d	۶/۹۰ bc	۱/۸۲ a	۳/۵۱ bc	۱/۱۶ ab
کود دامی	عدم تلقیح	۱۲۲/۹۷ b	۴۲۱/۱۲ c	۲۹/۲۰ g	۵/۸۹ c	۱/۴۳ b	۲/۷۵ d	۰/۹۲ bc
کمپوست قارچ + کود دامی	تلقیح	۱۴۸/۰۷ a	۴۹۳/۲۲ b	۳۰/۰۲ c	۷/۱۴ab	۱/۹۱ a	۳/۷۰ a-c	۱/۲۲ ab
کمپوست قارچ + کود دامی	عدم تلقیح	۱۲۶/۷۰ b	۴۲۸/۰۴ c	۲۹/۶۰ f	۵/۸۹ c	۱/۵۲ b	۲/۹۳ cd	۰/۹۹ bc
کود نیتروژن (شیمیایی)	تلقیح	۱۵۵/۸۷ a	۵۴۷/۴۸ a	۲۸/۴۷ h	۷/۹۷ a	۱/۹۷ a	۳/۹۹ a	۱/۲۸ a
کود نیتروژن (شیمیایی)	عدم تلقیح	۱۵۰/۵۰ a	۵۴۱/۳۷ a	۲۷/۸۰ i	۷/۶۶ ab	۱/۸۳ a	۳/۸۴ ab	۱/۲۲ ab
عدم کود	تلقیح	۸۲/۶۴ c	۲۷۲/۷۳ d	۳۰/۳۰ a	۳/۱۸ e	۰/۸۲ c	۱/۶۷ e	۰/۵۸d
عدم کود	عدم تلقیح	۶۳/۲۳ d	۲۱۲/۸۸ e	۲۹/۷۰ d	۲/۳۷ e	۰/۶۴ c	۱/۲۳e	۰/۴۴ d

میانگین‌های دارای حرف یکسان در هر ستون برای هر عامل، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال۵ درصد با هم ندارند (آزمون دانکن).

آن‌ها هم‌چنین نشان دادند که علی‌رغم اینکه کل نیتروژن جذب شده در سیستم ارگانیک کمتر از سیستم شیمیائی بود ولی رهاسازی مداوم نیتروژن از منبع آلی باعث شد، جذب نیتروژن از آن تداوم بیشتری نسبت به کود شیمیائی داشته باشد و در نتیجه یک همزمانی بهتری بین سرعت جذب و میزان نیتروژن قابل دسترس وجود داشته باشد.

یکی از دلایل افزایش عملکرد در تیمار کمپوست قارچی نسبت به کود دامی را می‌توان با توجه به نتایج حاصل از (جدول ۶) به برداشت بیشتر عناصر غذایی در این تیمار نسبت به تیمار کود دامی نسبت داد، هم‌چنین توانایی گیاه در برداشت بیشتر عناصر غذایی در تیمار کمپوست قارچ نسبت به کود دامی را می‌توان با توجه به نتایج حاصل از آنالیز نمونه کمپوست قارچ (جدول۲)، و تحقیقات دیگر محققان (Uzun, 2004; Watabe *et al.*, 2004) توجیه کرد. دلیل دیگر افزایش عملکرد و برداشت عناصر غذایی توسط گیاه در اثر کاربرد کمپوست قارچ نسبت به کود امی را می‌توان به غنی بودن این ماده از نیتروژن و وجود قارچ‌هایی بازومیستی که توانایی همزیستی با گیاه را دارند نسبت داد.

افزایش در میزان جذب نیتروژن در گیاه را می‌توان به توسعه و افزایش سطح جذب ریشه گیاه در اثر تلقیح گیاه با قارچ نسبت داد بطوری‌که دیگر

محققـان در تحقیقـات خـود افـزایش جـذب عناصـر غـذایی توسـط گیاهـان تلقـیح شـده بـا قـارچ پیریفورموسپورا ایندیکا را به افـزایش سـطح جـذب، توسعه ریشه و تولید هورمون‌های محرک رشد نسبت دادند (Verma *et al*., 1999; Singh *et al*., 2000). در همـین رابطـه نتـایج پـژوهش دیگـر محققـان (Arriagada *et al*., 2007) نیز با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد، آن‌ها مشاهده کردند که در اثـر تلقـیح قارچ مایکوریزا با گیاه اوکـالیپتوس غلظـت نیتـروژن در برگ نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش می‌یابـد، پژوهشگران در ایـن آزمـایش افـزایش میـزان جـذب نیتروژن در گیاه را بـه بهبـودی کـه در رشـد، نمـو و مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن وزن خشک گیـاه که در اثر همزیستی مایکوریزایی حاصل گردیده بود نسبت دادند. نتایج تحقیقـات (Guo *et al*., 2006) و (Lestingie *et al*., 2007) بـه ترتیـب بـر روی گیـاه پیـاز و تریتیکالـه علوفـه‌ای بـر نتـایج پـژوهش حاضـر صحه می‌گذارد.

افزایش میـزان فسـفر در گیـاه و دانـه در تیمـار مـواد آلی نسـبت بـه تیمـار شـیمیایی را مـی‌تـوان بـه افـزایش فعالیت میکروبی خاک و بهبود فراهمـی جـذب عناصـر غذایی مانند فسفر در خاک نسبت داد. نتایج تحقیقـات Shivaramus *et al*.,(1994) و Hati *et al*., (2006) نیز مبین همین مطلب است. این محققین نشـان دادنـد که که افزایش میزان عناصـر غـذایی غیـر متحـرک و افزایش قابلیت دسترسی به ایـن عناصـر در خـاک در نتیجه افزایش فعالیت میکروبی خاک باعـث افـزایش میزان فسفر در پیکره رویشی گیاهان نسـبت بـه تیمـار عدم کوددهی می‌شود.

هم‌چنین دیگر محققـان در تحقیقـات خـود نشـان دادند که دادند که با کاربرد مواد آلی، فسفر و پتاس قابل دسترس خاک افزایش یافته و در نهایـت باعـث افزایش جذب این عناصر توسـط گیـاه مـی‌شـود، امـا احتمالا" هرگاه مقادیر این عناصر در خاک فراوان باشـد گیاه نسبت به مقادیر اضافی از این عناصـر عکـس‌العمـل نشان نخواهد داد (Domadar *et al*., 2000).

افـزایش جـذب فسـفر در گیاهـان تلقـیح شـده بـا قارچ پریفورموسپورا ایندیکا را می‌توان به گستردگی ریشـه گیاهـان تلقـیح شـده بـا ایـن قـارچ و افـزایش هورمون‌های محرک رشـد نسـبت داد بـه طـوری‌کـه نتایج تحقیقـات دیگـر محققـین (Rai *et al*., 2005) نیز مبین همین مطلب است آن‌هـا در تحقیقـات خـود افزایش در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان تلقـیح شـده بـا قـارچ پریفورموسـپورا ایندیکا را نسـبت بـه شـرایط عـدم تلقـیح کـه در نهایـت منجـر بـه رشـد و توسـعه گیـاه دارویـی کنگـر شـد گـزارش کردنـد. افزایش میزان فسفر در شاخ و برگ و دانـه رازیانـه را در اثر همزیستی گیاه بـا قـارچ مـایکوریزا نیـز توسـط دیگر محققین گزارش شد (Kapoor *et al*., 2004)، محققین مذکوردریافتند کـه همزیسـتی مـایکوریزایی از طریق بهبـود گسـترش هیـف‌هـای قـارچ در منافـذ خاک، به طور فیزیکی موجب افزایش جـذب فسـفر در پیکـره رویشـی رازیانـه گردیـد و متعاقـب آن بـا افزایش وزن خشک گیاه سبب بهبود غلظت فسفر در دانــه رازیانــه شــد. هــم‌چنــین نتــایج تحقیقــات (Khaosaad *et al*., 2006) نیز بیانگر افزایش غلظت فسفر در پیکره رویشی گیـاه دارویـی مرزنگـوش در اثر همزیستی با گونـه‌ای از قـارچ مـایکوریزا بـود. در بررسی مشابهی که به همین منظـور بـر روی شـوید و نوعی زیره انجام گرفت، ملاحظه گردیـد کـه در اثـر

تلقیح گیاهان مذکور با قارچمایکوریزا غلظت فسفر در دانه و پیکره رویشی گیاه به طور قابل توجهی افزایش یافت (Kapoor *et al.*, 2002) یافته‌های (Toussaint *et al.*, 2007) بر روی ریحان در ارتباط با افزایش غلظت فسفر در پیکره رویشی گیاهان مذکور در اثر همزیستی با گونه‌های مختلف مایکوریزا، با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان دهنده اثرات مثبت قارچ بر عملکرد دانه و وزن خشک می‌باشد.

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد عملکرد رازیانه به واسطه همزیستی با قارچ شبه مایکوریزا پیریفورموسپوراایندیکا تحت شرایط سیستم‌های مختلف تغذیه ای افزایش می‌یابد اما افزایش عملکرد در اثر تلقیح با قارچ در سیستم تغذیه با کود شیمیایی نیتروژنه از بقیه سیستم‌های تغذیه‌ای کمتر بود، که این نتایج بیانگر تأثیر منفی مواد شیمیایی بر روی میکروارگانیسم های زنده موجود در خاک می‌باشد.

منابع

Arriagada, C.A., M.A. Herrera and J.A. Ocampo (2007). Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of Eucalyptus globules135 co-cultured with *Glycine max* in soil contaminated with heavy metals. Journal of Environmental Management, 84(5): 93-99.

Bostick, W.M.N., V.B. Bado, A. Bationo, C.T. Solar, G. Hoogenboom and J.W. Jones (2007). Soil carbon dynamics and crop residue yields of cropping systems in the Northern Guinea Savanna of Burkina Faso. Soil Tillage Research, 93(7): 138–151.

Domadar, D., A. Subba and T.R. Rupa (2000). Effect of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic in a vertical. Bioresearch Technology, 75(3): 113-118.

Ghosh, P.K., K.G. Mandal, R.H. Wangari and K.M. Hati (2002). Optimization of fertilizer schedules in fallow and groundnut-based cropping systems and an assessment of system sustainability. Field Crop Research, 80:83-98.

Guo, T., J.L. Zhang, P. Christie and X.L. Li (2006). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and ammonium: nitrate ratios on growth and pungency of onion seedlings. Journal of Plant Nutrition, 29 (6): 1047-1059.

Gupta, M.L., A. Prasad, M. Ram and S. kumar (2002). Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus Glomus fasiculatum on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (Mentha arvensis) under field conditions. Bioresource Technology, 81(4): 77-79.

vulgare Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307-311.

Khaosaad, T., H. Vierheilig, M. Nell, K. Zitterl-Eglseer and J. Noval (2006). Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (Origanum sp., Lamiaceae). Mycorrhiza, 16: 443–446.

Kramer, A.W., A.D. Timothy, W.R. Horwath and C.V. Kessel (2002). Combining fertilizer and organic input to synchronize N supply in alternative cropping systems iv California. Agriculture Ecosystem & Environment, 91: 233-243.

Lestingi, A., D. Degiorgio, F. Montemurro, C. Convertini and V. Laudadio (2007). Effects of bio-activators on yield and quality composition of triticale forage as an animal food resource. Journal of Food Agriculture & Environment, 5(1): 164-171.

Liu, A., C. Plenchette and C. Hamel (2007). Soil nutrient and water providers: howarbuscular mycorrhizal mycelia support plant performance in a resourcelimited world. In: Hamel, C., Plenchette, C. (Eds.), Mycorrhizae in Crop Production. Haworth Food & Agricultural Products Press, Binghamton, 37–66.

Hati, K.M., K.G Mandal, A.K. Misra, P.K. Ghosh and K.K. Bandyopadhyay (2006). Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soilphysical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. Bioresource Technology, 97: 2182–2188.

Haynes, R.J. and R. Naidu (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutr. Cycl. Agroecosys, 51: 123–137.

Kaddous, F.G.A. and A.S. Morgans (1996). spent mushroom compost and deep litter fowl manure as a soil ameliorant for vegetables. In surface soil science-Australian Society of Soil Science joint conference, 138-147. Rotorua.

Kapoor, R., B. Giri and K.G. Mukerji (2002). Glomus macrocarpum a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill(Anethum graveolens L.) and carum (Trachyspermum ammi Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18(5): 459-463.

Kapoor, R., B. Giri and K.G. Mukerji (2004). Improved growth and essential oil yield and quality in foeniculum

Rai, M. and A.Varma (2001). Field performance of Withaniasomnifera Dunal after inoculation with three species of Glomus. Journal of Basic and Applied Mycology, 1: 74-80.

Roesty, D., R. Gaur and B.N. Johri (2006). Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields, 38: 1111-1120.

Sarkar, S., S.R. Singh and R.P. Singh (2003). The effect of organic and inorganic fertilizers on soil physical condition and the productivity of a rice–lentil cropping sequence in India. Journal of Agricultural Science, 140: 419–425.

Singh, A., J. Sharma, K.H. Rexer and A. Varma (2000). Plant productivity determinants beyond minerals, water and light. Piriformospora indica:a revolutionary plant growth Promoting fungus. Current Science, 79: 101-106.

Shaharoona, B., M. Arshad, Z.A. Zahir and A. Khalid (2006).Performance of Pseudomonas spp. Containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (Zea mays L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology & Biochemistry, 38: 2971-2975.

Lopez-perez, A., E. Casanova, L.A. Chacon P.M. Pazand and J.R. Guerrero (1990). Residual effect of three phosphate rocks from Tachina (Venezuela) in a greenhouse experiment with maize (Zea mays L.) as indicator plant. Revista-Cientifica- UNET 4 (1–2), 29–48.

Mullins, G.L., E.S. Bendfeldt and R.A. Clarik (2002). Poultry litter as a fertilizer and soil amendment. Virginia Cooperative Extension. Publication Number, 24: 24–034.

Orhan, E., A. Esitken, S. Ercisli, M. Turan and F. Sahin (2006). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Scientia Horticulturae, 111: 38–43.

Prakash, V., R. Bhattacharyya and G. Selvakumar (2007). Long-term effects fertilization on some properties under rainfed soybean-wheat cropping hn the Indian Himalayas.Journal of Plant Nutriant Soil Science, 170: 224-233.

Rai, M (2005). Arbuscular mycorrhiza-like biotechnological Piriformospora indica, which promotes the growth of Adhatoda vasicaNees**.** Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717 3458. Vol.8 No.1.

Watabe, M., J.R. Rao, J. Xu, B.C. Millar, R.F. Ward and J.E. Moore (2004). Identification of novel eubacteria from spent mushroom compost (SMC) waste by DNA sequence typing: ecological considerations of disposal on agricultural land. Waste Management, 24: 81-86.

Wu, S.C., Z.H. Cao, Z.G. Li and K.C. Cheung (2005). Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.

Wu, Q.S. and R.X. Xia (2006). Arbuscular mycorrhiza fungi influence growth,osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well watered and water stress condions, journal plant of plant physiology, 4: 417-425.

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 Horticulturae, 112: 191-199.

Shivaramus, H.S., K. Shivarashanker and R. Siddarmaapp (1994). Organic and lime amendments on soil physical properties and crop growth. Karnataka Journal Agriculture Science, 7:267-272.

Stewart, D.P.C., K.C. Cameron and I.S. Cornforth (1998). inorganic- n release from spent mushroom compost under laboratory and field condition. Soil Biot. Biochem. 30 (13): 1689-1699.

Toussaint, J.P., F.A. Smith and S.E. Smith (2007). Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. Mycorrhiza, 17(4): 291-297.

Uzun, I. (2004). Use of spent mushroom compost in sustainable fruit production. J. Fruit Ornam. Plant Researche Specialed, 12: 157-165.

Verma, A., S. Sudha and P. Franken (1999). Piriformospora indica-a cultivable plant growth promoting root endophyte with similarities to arbuscular mycorrhizalfungi. Applied and Environmental Microbiology, 65: 2741-2744.

Violent, H.G.M. and V.O. Portugal (2007). Alternation of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Bacillus subtilis BEB-13bs. Scientia Horticulture, 113: 103-106.