

اثر مثبت قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد رازیانه تحت تأثیر مواد آلی احسان جمشیدی¹، امیر قلاوند^{2*}، فاطمه سفیدکن³ و ابراهیم محمدی گل تپه²

تاریخ دریافت: 89/06/09 تاریخ پذیرش: 92/04/23

1- دانشجوی دکتری زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

2- دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

3- استاد مؤسسه تحقیقات جنگل و مراتع کشور

*. مسئول مکاتبه: E-mail: amir19521331@yahoo.com

چکیده

قارچ‌های شبه میکوریز و مواد آلی نقش مهمی در مدیریت پایدار، حاصلخیزی و تولید بوم نظام‌های زراعی دارند. به منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد همزیستی ریشه با قارچ در گیاه دارویی رازیانه، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی با استفاده از عامل‌های قارچ شبه میکوریزایی (تلقیح و عدم تلقیح) و تیمارهای کودی (90 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره، 10 تن کود دامی، 10 تن کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی: 5 تن کمپوست مصرف شده قارچ همراه با 5 تن کود دامی، و تیمار عدم کوددهی) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با 10 تیمار و سه تکرار در دو سال زراعی 1388 و 1389 به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که تیمار کودی و قارچ بر عملکرد دانه، وزن خشک، تعداد چتر در بوته، وزن هزار دانه و درصد همزیستی معنی‌دار گردید. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، وزن خشک و درصد همزیستی در تلقیح با قارچ شبه میکوریز حاصل شد. اثر متقابل تیمار تغذیه ای × قارچ بر هیچ یک از صفات اندازه گیری شده معنی‌دار نشد. بیشترین عملکرد دانه در سال زراعی 1388 به ترتیب در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه و تیمار عدم کوددهی و در سال زراعی 1389 در تیمار کمپوست حاصل از تولید قارچ خوراکی و تیمار عدم کود دهی حاصل شد.

واژه های کلیدی: رازیانه، مواد آلی، قارچ شبه میکوریز پیریفورموسپورا ایندیکا، عملکرد و اجزای عملکرد.

Positive Effect of Fungi *Piriformospora Indica* on Fennel Yield, Yield Components under Effect of Organic Matter

E Jamshidi¹, A Ghalavand^{2*}, F Sefidkon³ and EM Goltaph²

Received: July 10, 2012 Accepted: September 18, 2013

¹PhD Students in Agronomy, The university of Tarbiat modares.

²Assoc prof and Prof, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

³Professor, Research Institute of Forests and Rangeland, Tehran, Iran.

Corresponding author E-mail: amir19521331@yahoo.com

Abstract

Application of mycorrhiza-like fungi and organic matter have important role in crops productivity and yield. In order to study the effect of biofertilizers on yield, yield component and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill), an experiment was conducted in 2009 and 2010 growing seasons, treatments were mycorrhiza-like fungi (inoculated and non-inoculated) and fertilizer treatment (nitrogen (90 kg ha⁻¹ N), cattle manure (10 t ha⁻¹), mushroom spend compost (10t ha⁻¹), integrated cattle manure with mushroom spend compost (5t ha⁻¹ CM+ 5t ha⁻¹ SCM) and without manure). The treatments were arranged as factorial in a randomized complete blocks design with ten treatments and three replications. Results showed that treatment manure and fungi significantly affected yield, dry matter, No. Umbel at the each plant, 1000 seed weight and root colonization. Also results shown that the highest yield, 1000 seed weight, umbel at the each plant, dry matter and root colonization were obtained with mycorrhiza-like Fungi. Interaction of fungi × nutrition systems was negligible affected all of measured traits. In year 2008 the highest and the lowest yield were obtain from chemical fertilizer and treatment without manure. In year 2009 the highest and the lowest yield were obtain from treatment spent compost mushroom and without manure.

Keywords: Fennel, Organic matter, *Piriformospora indica*; yield and yield component

2004). کودها همیشه به عنوان انرژی ورودی با ارزش در خاک برای تولید گیاه ارزیابی می شوند. در یک مفهوم کلی، مدیریت کودی با کاربرد مناسب کود آلی و شیمیایی براساس توانایی و اهداف کشت که کیفیت

مقدمه

رازیانه از قدیمی‌ترین گیاهان ادویه‌ای است. مردم یونان و روم باستان خواص دارویی رازیانه را می‌دانستند و از آن برای درمان برخی از بیماریها استفاده می‌کردند (اشرف و اختر 2002 و مونس

کود دامی باعث افزایش 78 درصدی در ماده خشک گندم نسبت به کاربرد کود مرغی و عدم کوددهی می‌شود (احمد و همکاران 2010).

محققان در تحقیقات خود نشان دادند که کاربرد کودهای دامی باعث افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه می‌شود که در نتیجه افزایش جذب نیتروژن ماده خشک گیاه نیز افزایش می‌یابد (اولسن و همکاران 2009).

محققان در تحقیقات خود نشان دادند که اگر چه کاربرد کودهای شیمیایی در سال‌های اول کاربرد باعث افزایش محصول می‌شود اما در دراز مدت کاربرد کودهای دامی نسبت به کودهای شیمیایی عملکرد بیشتری را به همراه دارد (متوالی و همکاران 2002).

بقایای بر جای مانده از کمپوست های مورد استفاده در کارخانه های تولید قارچ خوراکی یکی از بزرگترین ضایعات جامد در دنیا می باشد. که این ضایعات بر جای مانده شامل کلش گندم، کود مرغی و کود اسبی می باشد (واتابا و همکاران 2004). بررسیهای صورت گرفته نشان داده است که اثرهای مطلوب کمپوست قارچ بدلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و همچنین به علت دارا بودن N، P و K و داشتن قدرت جذب آب و داشتن اسپور قارچ می توان از آنها جهت افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش قابلیت نگهداری آب و مواد غذایی در کشاورزی استفاده کرد (اوزان 2004).

قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا¹ از رده قارچهای بازیدومیست هاست که شبیه به قارچهای میکوریز آربسکولار در گیاهان عمل می کند. این قارچ با تعداد وسیعی از گیاهان تک لیه ای و دو لیه ای رابطه همزیستی دارد (ویت و همکاران، 2004، فام و همکاران 2004 و ورما و همکاران 1998).

محققان در تحقیقات خود نشان دادند که تأثیر قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر توسعه و افزایش رشد

خاک، مواد غذایی گیاه و مزیت کشت را افزایش می دهند متناسب است. (کارماکا و همکاران 2007).

یکی از عناصر غذایی مهم برای رشد گیاهان نیتروژن است. نیتروژن به شکل کودهای شیمیایی تهیه و مصرف می شود. تأمین نیتروژن از طریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی یکی از دلایل اصلی آلودگی چرخه آب در طبیعت می باشد و علاوه بر این تولید آن ها کاملاً گران و پرهزینه می باشد در حالیکه جایگزینی آن ها با کود های آلی نقش مهمی را بازی می کند (چاندرااسکار و همکاران 2005). بنابراین اجتناب از فشار های منفی به محیط زیست، و بهبود بخشیدن برنامه های توسعه ای که نیازهای کودی گیاهان را تامین می کند لازم است.

به طور کلی در کوتاه مدت کودهای غیر آلی به طور قابل ملاحظه ای عملکرد را در گیاهان افزایش می دهد زیرا مواد غذایی را به سرعت در اختیار گیاهان قرار می دهد (لوپز پرز و همکاران 1990) اما به طور قابل ملاحظه ای محتوی مواد آلی خاک را تغییر می دهد و در دراز مدت باعث نابودی مواد آلی خاک می شود (هاینز و نایدو 1998، شارکر و همکاران 2003 و بوستیک و همکاران 2007). (اقبال و همکاران 2004)

اظهار داشتند که کاربرد کود دامی یا کود دامی کمپوست شده می تواند سبب افزایش غلظت عناصر غذائی و یا ماده آلی خاک شده و اثرات باقیمانده آن بر عملکرد محصول و ویژگیهای خاک می تواند چندین سال پس از کاربرد کود دامی یا کمپوست باقی بماند. این محققین در آزمایش خود بر روی ویژگیهای خاک و عملکرد ذرت در واکنش به اثرات باقیمانده کود دامی و کمپوست مشاهده کردند که میزان فسفر و نیتروژن نیتراتی در خاک در تیمار کود کمپوست و pH و هدایت الکتریکی در کود دامی نسبت به تیمار شاهد حتی در چهار سال پس از آخرین کاربرد این کودها بالاتر بود و اثرات باقیمانده کود کمپوست و کود دامی بر ویژگیهای خاک بیش از تأثیر آن بر تولید گیاه بود.

¹ Piriformospora indica

اجرا شد. عوامل مورد مطالعه شامل: 10 تن کود دامی، 10 تن کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی، 5 تن کمپوست مصرف شده قارچ همراه با 5 تن کود دامی، 90 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و تیمار عدم کوددهی و دو سطح تلقیح شامل تلقیح با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا و عدم تلقیح. قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا را در آزمایشگاه گروه قارچ شناسی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس توسط روش هیل و کفر (2001) و (فام و همکاران 2004) در مدت 12 روز در دمای 28 درجه سانتی‌گراد تهیه شد. پس از سبز شدن گیاه با کمک بیلچه پای ریشه‌های گیاه باز شده و هیف از قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا را روی ریشه گیاه گذاشته و سپس به آرامی روی ریشه تلقیح شده با خاک پوشانده شد. پای ریشه‌های گیاه را به ریشه‌های گیاه با هیف‌های قارچ مورد نظر آلوده گردید. قبل از کشت میزان آلودگی خاک از نظر قارچ‌های بومی توسط روش غربال‌گیری اندازه‌گیری شد (گیوانتی و موسی 1980) نتایج نشان داد که خاک مورد نظر از نظر قارچ‌های میکوریزا فقیر بود قبل از انجام آزمایش به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نمونه‌ای مرکب از عمق 0 تا 30 سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه که نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی آن در جدول 1 ارائه گردیده است. به منظور تعیین دقیق زمان آبیاری از دستگاه تعیین اندازه‌گیری رطوبت خاک (TDR, Trime-FM, German) که درصد حجمی رطوبت خاک را در عمق مورد نظر (40 سانتی‌متر) تعیین می‌کند، استفاده شد. به منظور آبیاری یکنواخت واحدهای آزمایشی از یک شبکه لوله-کشی 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 دانه‌ها از چتر، تعداد دانه در چتر و عملکرد دانه (با رطوبت 14 درصد) محاسبه شدند. میزان

در گیاهان مشابه قارچ‌های میکوریز آربسکولار است (ورما و همکاران 1999 و سینگ و همکاران، 2000 و هاریسون 2005 و اولدروید و همکاران 2005) و مشابه دیگر میگروارگانسیم‌های مفید خاکزی می‌باشد (استین و همکاران 2008 ولوگتنبگ و کامیلوا 2009)

رای (2005) در تحقیقات خود نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث افزایش در رشد و توسعه و افزایش بیوماس در گیاه دارویی کنگر می‌شود. محققان در تحقیقات خود نشان دادند که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا از طریق همزیستی با ریشه گیاهان باعث افزایش معنی‌داری در رشد و توسعه آنها می‌شود (ورما و همکاران 1999، مالا و همکاران 2002، فرانکن و همکاران 1998، بلاچرت و همکاران 1999، سینگ و همکاران 2000 و رای و همکاران 2001)

با توجه به تولید انبوه قارچ خوراکی در کشور و بر جای ماندن ضایعات آن پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر این مواد آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه و همچنین مقایسه آن با دیگر تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط تلقیح و عدم تلقیح گیاه با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا می‌تواند کمک شایانی به بازگرداندن این ضایعات به چرخه تولید کشور و جلوگیری از پرداخت هزینه‌های سرسام آور برای واردات کودهای شیمیایی شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر عملکرد، اجزاء عملکرد رازیانه تحت تیمارهای مختلف تغذیه‌ای آزمایشی مزرعه‌ای در سال‌های زراعی 1388 و 1389 به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر 16 تهران-کرج با مختصات جغرافیایی 35 درجه و 44 دقیقه عرض شمالی و 51 درجه و 10 دقیقه طول شرقی و ارتفاع 1352 متر از سطح دریا

آلودگی میکوریزای پس از برداشت به وسیله میکروسکوپ طبق روش (گیووانتی و موسی 1980) اندازه گیری شد.

جدول 1- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

درصد مواد خشتی شونده	درصد شن	درصد لای	درصد رس	بافت
5/2	62	20	18	لوم شنی
درصد حجمی رطوبت در	درصد	درصد مواد	وزن مخصوص	واکنش
F.C	نیترژن کل	آلی	ظاهری (g/cm ³)	گل اشباع
23	0/07	1/16	1/55	7/5
مس	فسفر قابل	پتاسیم قابل	آهن	روی
mg/kg	جذب mg/kg	جذب mg/kg	mg/kg	mg/kg
0/7	12	350	7/2	1

آوردن وزن خشک گیاه پس از قرار دادن در آون در دمای 72 درجه سانتیگراد به مدت 24 ساعت اندازه گیری شد. 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 5 درصد صورت پذیرفت.

برای اندازه گیری وزن هزار دانه، از دانه‌های برداشت شده از هر کرت آزمایشی 20 نمونه 100 تایی جدا و پس از توزین با ترازوی، میانگین وزن نمونه‌ها به عنوان وزن 100 دانه در نظر گرفته شد و وزن هزار دانه آن محاسبه شد. وزن خشک گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژی مساحت یک متر مربع از هر تیمار جهت بدست

جدول 2- خصوصیات شیمیایی کود دامی و کمپوست مصرف شده قارچ خوراکی.

نمونه	نیترژن کل	فسفر کل (%)	پتاسیم کل (%)	کربن آلی (%)	pH	قابلیت هدایت الکتریکی dS/m	مس mg/kg	روی mg/kg	آهن mg/kg	منگنز mg/kg
کود دامی	1/25	0/56	2/55	28/85	9	21/2	25/5	109/3	7435	267/6
کمپوست قارچ	1/28	0/53	2/62	28/96	8/8	20/9	24/6	112/8	7556	261/8

نتایج

ای × قارچ بر هیچ یک از صفات اندازه گیری شده معنی دار نشد (جدول 3 و 4).

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف کودی و تیمار قارچ شبیه میکوریزا در طی دو سال انجام آزمایش بر عملکرد دانه، وزن خشک، تعداد چتر در بوته و وزن هزار دانه معنی دار گردید (جدول 3 و 4). اثر متقابل تیمار تغذیه

تعداد چتر در بوته

مقایسه میانگین‌ها داده‌ها در سال زراعی 1388 نشان دهندهٔ اختلاف آماری معنی‌داری بین کود شیمیایی، کمپوست مصرف شده قارچ و کود دامی می‌باشد در حالیکه در سال زراعی 1389 علاوه بر اینکه بین این تیمارهای تغذیه‌ای از نظر تعداد چتر در بوته اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد بلکه تعداد چتر نیز در تیمار تغذیه با کمپوست مصرف شده قارچ و کود دامی بیشتر از کود شیمیایی بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در هر دو سال آزمایش کمترین تعداد چتر در بوته در تیمار عدم کوددهی مشاهده شد. می‌توان افزایش تعداد چتر در سال اول در تیمار تغذیه‌ای با کود شیمیایی را با توجه به سرعت بیشتر گیاه در جذب نیتروژن از این منبع نسبت به منابع آلی توجیه کرد و با توجه به تحقیقات اقبال و همکاران (2004) افزایش تعداد چتر در تیمار تغذیه با مواد آلی در سال دوم نسبت به تیمار تغذیه با کود شیمیایی را به حاصلخیزی خاک و بر جای ماندن عناصر غذایی موجود در این منابع در سال اول دانست. نتایج تحقیق حاکی از اثرات مثبت قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر تعداد چتر در بوته می‌باشد بطوریکه مقایسه میانگین‌ها نشان دهندهٔ

اختلاف آماری معنی‌داری بین گیاهان تلقیح شده با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا و گیاهان تلقیح نشده در طی دو سال انجام آزمایش می‌باشد، افزایش تعداد چتر در بوته در اثر تلقیح با قارچ به ترتیب به میزان 11/11 و 25/31 درصد بود که حاکی از تأثیر بیشتر قارچ در سال دوم نسبت به سال اول می‌باشد (جداول 5 و 6) این موضوع با نتایج تحقیقات کاپور و همکاران (2004) مطابقت دارد، آنها تعداد چتر بیشتر در بوته رازیانه را به بهبود تغذیه معدنی بویژه فسفر و افزایش ماده خشک در تیمار تلقیح میکوریزی دانستند. همچنین دیگر محققان در تحقیقات خود نشان دادند که همزیستی گیاهان با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث افزایش گلدهی (رای و همکاران، 2005) و بارزانی و همکاران، (2005) در گیاهان می‌شود. همچنین تأثیر مثبت قارچ بر تعداد دانه در سال دوم نسبت به سال اول را می‌توان با توجه به نتایج حاصل از جداول 5 و 6 به افزایش درصد همزیستی ریشه گیاه با قارچ در سال دوم در مقایسه با سال اول نسبت داد.

جدول 3- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) برای عملکرد و اجزاء عملکرد، رازیانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف تغذیه با قارچ شبه

میکوریز پیریفورموسپورا ایندیکا در سال زراعی 1388.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد چتر در بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	وزن خشک
تکرار	2	1051/6**	63/3**	0/014**	592398/5**	12306/9**
سیستم تغذیه	4	5916/8**	181/4**	0/282**	2961058/9**	76757/8**
پیریفورموسپورا ایندیکا	1	2365/4**	83/3**	0/217**	799353/6**	20257/1**
سیستم تغذیه × قارچ	4	73/1 ns	4/4 ns	0/018 ns	42493/5 ns	992/7 ns
خطا	18	63/2	2/92	0/014	41564/5	731/0

ns * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

جدول 4- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) برای عملکرد و اجزاء عملکرد، رازیانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف تغذیه با قارچ شبه میکوریز پیریفورموسپورا ایندیکا در سال زراعی 1389.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد چتر در بوته	وزن هزار دانه	تعداد دانه در بوته	وزن خشک	میزان آلودگی ریشه
تکرار	2	347/25*	98/10**	0/0354 ns	499969/6*	11283/79**	13/7**
تیمار تغذیه	4	5541/62**	334/42**	0/346**	1481457/8**	77244/29**	4/8**
پیریفورموسپورا ایندیکا	1	2901/62**	168/03**	0/265**	405365/3 ns	25661/61**	6/7**
تیمار تغذیه × قارچ	4	118/57 ns	4/45 ns	0/017 ns	56761/1 ns	1043/59 ns	1/3 ns
خطا	18	58/70	5/77	0/018	106265/43	958/30	2/1

ns * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد

تعداد دانه در بوته

(جدول 5 و 6) می توان افزایش تعداد دانه در بوته در اثر تلقیح قارچ را به بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش جذب آب نسبت داد. قارچ های میکوریز یکی از مهمترین میکروارگانیسم های موجود در ریزوسفر می باشد که با ریشه بیشتر گیاهان در ارتباط می باشد (سوردینگ 1991). جذب بعضی عناصر مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، مس و روی توسط میکوریزا در گیاهان افزایش می یابد و در نتیجه در اثر همزیستی میکوریزا با ریشه گیاهان رشد گیاهان در اثر افزایش جذب مواد غذایی افزایش می یابد (لی و همکاران، 2002 و آلکاراکی و همکاران 1997). وزن هزار دانه نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در سال زراعی 1388 بین تیمارهای مختلف تغذیه ای از نظر وزن هزار دانه اختلاف آماری معنی داری وجود دارد بطوریکه بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در اثر تغذیه با کود شیمیایی نیتروژنه و عدم کوددهی بدست آمد (جدول 5). مقایسه میانگین ها در سال زراعی 1389 نشان داد که بین تیمار تغذیه با کود شیمیایی و کود آلی از نظر وزن دانه اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد و همه در یک گروه آماری هستند (جدول 6). مقایسه میانگین ها نشان

نتایج این تحقیق در سال زراعی 1388 نشان دهنده اختلاف آماری معنی داری بین تیمارهای مختلف تغذیه ای از نظر تعداد دانه در بوته می باشد بطوریکه تیمار تغذیه با کود شیمیایی نیتروژنه بیشترین تعداد دانه در بوته را به خود اختصاص داده است بطوریکه بین تیمار تغذیه ای کود شیمیایی نیتروژنه با مواد آلی و عدم کوددهی اختلاف آماری معنی داری وجود دارد اگر چه بین تیمار های تغذیه با استفاده از مواد آلی اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد با این حال بیشترین تعداد دانه در بوته در این تیمار ها در اثر تغذیه با کمپوست قارچ بدست آمد (جدول 5). نتایج این تحقیق در سال زراعی 1389 نشان داد که در اثر کاربرد مواد آلی تعداد دانه در بوته بیشتر از تیمار کود شیمیایی می باشد همچنین مقایسه میانگین ها بیانگر عدم اختلاف آماری معنی داری بین تیمار تغذیه کود شیمیایی و کود آلی می باشد (جدول 6). مقایسه میانگین داده ها نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا تأثیر مثبتی بر تعداد دانه در بوته در طی دو سال زراعی انجام آزمایش دارد بطوریکه بین تیمار تلقیح با قارچ و عدم تلقیح از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد

کاربرد دراز مدت مواد آلی می‌تواند باعث افزایش فعالیت بیولوژیک در محیط رشد شود که این افزایش فعالیت بیولوژیک تأثیر مثبتی بر مواد تنظیم کننده رشد، و بهبود جذب عناصر غذایی دارد، که در نتیجه آن افزایش عملکرد محصول در دراز مدت را به همراه دارد. نتایج تحقیق زالر (2007) نیز با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد آنها در تحقیقات خود بر روی گوجه‌فرنگی دریافتند که افزایش فعالیت بیولوژیک در خاک در اثر کاربرد مواد آلی باعث افزایش عملکرد در سال دوم نسبت به تیمار شاهد (کود شیمیایی) شد.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کمپوست مصرف شده قارچ بیش از کود دامی بر عملکرد تأثیر دارد بطوریکه عملکرد دانه در اثر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ نسبت به کود دامی به ترتیب به میزان 5/39 و 6/56 درصد در سال‌های زراعی 1388 و 1389 افزایش یافت (جدول 5 و 6). بیشتر بودن عملکرد دانه در اثر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ نسبت به دیگر تیمارهای کود آلی را می‌توان با توجه به نتایج تحقیق اوزان (2004) و (تاب و همکاران 2004) و نتایج حاصل از آنالیز نمونه کمپوست مصرف شده قارچ (جدول 2) به قدرت نگهداری عناصر غذایی، آزاد سازی عناصر غذایی به مرور زمان، جلوگیری از آنبشوی عناصر غذایی، غنی بودن این ماده از نیتروژن و وجود قارچ‌هایی بازیدومیستی که توانایی همزیستی با گیاه را دارند نسبت داد.

با توجه به اثرات مثبت قارچ بر اجزای عملکرد بدیهی است که عملکرد در گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده افزایش می‌یابد بطوریکه در اثر تلقیح قارچ عملکرد به ترتیب به میزان 25/02 و 13/28 در سال زراعی 1388 و 1389 افزایش یافت، همچنین مقایسه میانگین‌ها بیانگر اختلاف آماری معنی‌داری بین گیاهان تلقیح شده و تلقیح نشده از نظر عملکرد دانه طی دو سال انجام آزمایش بود (جدول 5 و 6). می‌توان

دهنده اثرات مثبت قارچ بر وزن هزار دانه در طی دو سال انجام آزمایش می‌باشد بطوریکه بین گیاهان تلقیح شده با قارچ و گیاهان تلقیح نشده از نظر وزن هزار دانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (جدول 5 و 6) همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش وزن هزار دانه در اثر تلقیح قارچ به ترتیب 4/73 و 5/15 درصد در سال اول و دوم بود (جدول 5 و 6).

می‌توان افزایش وزن هزار دانه در اثر تلقیح قارچ را به افزایش فتوسنتز و انتقال شیره پرورده بیشتر به دانه در مرحله پر شدن دانه در اثر بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط قارچ دانست بطوریکه یافته‌های دیگر محققین گویای این امر می‌باشد (ایل‌باس و ساهین 2005، لیو و همکاران 2007 و پورسل و همکاران 2004).

عملکرد دانه: نتایج حاصل از این پژوهش نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌داری در سال زراعی 1388 بین تغذیه با کود شیمیایی، مواد آلی و عدم کوددهی می‌باشد (جدول 5) در سال دوم انجام آزمایش مقایسه میانگین داده‌ها حکایت از عدم وجود اختلاف آماری معنی دار بین تغذیه با مواد آلی و کود شیمیایی دارد بطوریکه حتی در سال دوم عملکرد دانه در اثر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ و تلفیق کمپوست مصرف شده قارچ با کود دامی بیشتر از تغذیه گیاه با کود شیمیایی بود (جدول 6). افزایش عملکرد در اثر کاربرد کود شیمیایی در سال اول نسبت به کاربرد مواد آلی را می‌توان به سرعت در اختیار قرار دادن مواد برای گیاهان در این تیمار نسبت به دیگر تیمارهای تغذیه‌ای عنوان کرد (لوپز پرز و همکاران 1999). محققان در تحقیقات خود نشان دادند که اگر چه کاربرد کودهای شیمیایی در سال‌های اول کاربرد باعث افزایش محصول می‌شود اما در دراز مدت کاربرد مواد آلی نسبت به کودهای شیمیایی عملکرد بیشتری را به همراه دارند (متوالی و همکاران 2002).

عملکرد، اجزای عملکرد و افزایش قدرت تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده می‌شود (والر و همکاران 2005).

ماده خشک

در سال زراعی 1388 و 1389 بیشترین ماده خشک در اثر کاربرد کود شیمیایی نیتروژنه بدست آمد بطوریکه مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده اختلاف آماری معنی داری بین این تیمار تغذیه با سایر تیمارهای تغذیه‌ای می‌باشد (جدول 5 و 6). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها در طی دو سال انجام آزمایش 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 معنی داری مشاهده شد (جدول 5 و 6) محققان در تحقیقات خود نشان دادند که تأثیر قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا بر توسعه و افزایش رشد گیاهان شبیه قارچ‌های میکوریز آربسکولار (ورما و همکاران 1999 و هاریسون 2005 و اولدیر و همکاران 2005).

دیگر میگووارگان‌نیم‌های مفید خاکزی می‌باشد (لوگتنبرگ و کامیلوا 2009 و استین و همکاران 2008). رای (2005) در تحقیقات خود نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث افزایش در رشد و توسعه و افزایش بیوماس در گیاه دارویی کنگر (*Adhatoda vasica*) می‌شود.

افزایش عملکرد در اثر همزیستی قارچ با گیاه را به مکانیزم عمل این قارچ در جذب فسفر و آب نسبت داد. بطور کلی محققان در تحقیقات خود علت افزایش عملکرد در اثر همزیستی گیاه با قارچ را اینچنین بیان کردند ریشه‌های قارچ میکوریزی به دو دسته تقسیم می‌شوند، تعدادی از آنها وارد تیمار گیاه شده و سبب کاهش غلظت آبسزیک اسید شده و میزان سیتوکنین را افزایش می‌دهند. این عمل سبب افزایش جذب آب و گسترش تیمار ریشه‌های گیاه می‌شود. دسته دوم از ریشه‌ها خارج از تیمار ریشه بوده، این ریشه‌ها از خود اسیدهای آلی محلول‌کننده فسفر نظیر اسید مالیک ترشح کرده که جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می‌دهند و باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (خلوتی و همکاران 2005).

رای (2005) در تحقیقات خود نشان داد که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث افزایش در رشد و عملکرد گیاه دارویی کنگر (*Adhatoda vasica*) شد. محققان در تحقیقات خود نشان دادند که قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا از طریق همزیستی با ریشه گیاهان باعث افزایش معنی داری در رشد و عملکرد آنها می‌شود (مالا و همکاران 2002 و فرانکن و همکاران، و سینگ و همکاران 2000).

محققان در تحقیقات خود نشان دادند که در اثر همزیستی قارچ میکوریزا با گیاهان بیوماس ساقه و ریشه گیاهان در اثر افزایش جذب مواد غذایی بیشتر می‌شود (رای و همکاران 2001). همزیستی گیاهان با قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا باعث افزایش ریشه دهی گیاهان (سهای و ورما 1999)، افزایش گلدهی (رای و همکاران 2005 و بارازانی و همکاران 2005) افزایش

جدول 5- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف تغذیه ای و قارچ شبه میکوریز پیریفورموسپورا ایندیکا از نظر صفات مختلف در گیاه دارویی رازیانه در سال زراعی 1388.

عملکرد	وزن هزار	تعداد چتر	تعداد دانه در بوته	وزن خشک (گرم در متر مربع)	درصد آلودگی ریشه به قارچ	قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا
تلقیح	3/76 a	34/0 a	3596 a	460/3 a	71/68 a	
عدم تلقیح	3/59 b	30/6 b	3269 b	408/3 b	3/12 b	
مواد آلی						
کود نیتروژن (شیمیایی)	3/86 a	37/7 a	3966 a	544/4 a	28/12 b	
کمپوست مصرف شده	3/74 c	33/5 bc	3752 b	470/8 b	63/8 a	
کود دامی	3/67 d	32/3 c	3628 b	453/1 b	55/21 a	
کمپوست مصرف شده + کود دامی	3/79 b	35/0 b	3616 b	460/6 b	59/38 a	
عدم کود	3/30 e	23/2 d	2201 c	242/8 c	53/62 a	

میانگین های دارای حرف یکسان در هر ستون برای هر عامل ، اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% با هم ندارند (آزمون چند دامنه ای دانکن).

جدول 6- نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف تغذیه ای و قارچ شبه میکوریز پیریفورموسپورا ایندیکا از نظر صفات مختلف در گیاه دارویی رازیانه در سال زراعی 1389.

عملکرد	وزن هزار	تعداد چتر	تعداد دانه در بوته	وزن خشک (در متر مربع)	درصد آلودگی ریشه به قارچ	قارچ پیریفورموسپورا ایندیکا
تلقیح	3/88 a	42/87 a	5672/1 a	544/84 a	81/79 a	
عدم تلقیح	3/69 b	38/13 b	5439/6 b	486/34 b	8/51 b	
مواد آلی						
کود نیتروژن (شیمیایی)	3/92 a	42/5 b	5664/4 a	620/98 a	31/81 b	
کمپوست مصرف شده	3/89 a	43/67 ab	5924/3 a	555/05 b	70/59 a	
کود دامی	3/81 a	43/14 ab	5703/8 a	535/64 b	64/68 a	
کمپوست مصرف شده + کود دامی	3/94 a	45/83 a	5801/3 a	544/57 b	68/49 a	
عدم کود	3/36 b	27/33 c	4685/3 b	321/71 c	63/39 a	

م میانگین های دارای حرف یکسان در هر ستون برای هر عامل ، اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% با هم ندارند (آزمون چند دامنه ای دانکن).

نتیجه‌گیری نهایی

محیط زیست به علت داشتن مواد غذایی و داشتن اسپور قارچ‌های بازومیست می‌توانند جایگزین مناسبی برای دیگر مواد آلی که برای کشاورزان هزینه‌بر است باشد. عملکرد رازیانه به واسطه همزیستی با قارچ شبه میکوریز پیریفورموسپورا ایندیکا تحت تیمارهای مختلف تغذیه‌ای افزایش می‌یابد.

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که می‌توان در دراز مدت مواد آلی را جایگزین نهاده‌های شیمیایی کرد زیرا علاوه بر افزایش عملکرد گیاه در اثر کاربرد مواد آلی می‌توان باعث افزایش حاصلخیزی خاک شد. مهمترین نتیجه حاصل از این پژوهش بازگرداندن ضایعات حاصل از کارخانه‌جات تولید قارچ به چرخه تولید است زیرا علاوه بر جلوگیری از آلودگی

منابع مورد استفاده

- Ahmed A, Inoue BM, Moritani S, 2010. Effect of saline water irrigation and manure application on the available water content, soil salinity, and growth of wheat. *Agric. Water Management*. 97: 165–170.
- Al- Karaki GN, and Al- Raddad A, 1997. Effect of arbuscular fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in their drought resistance. *Mycorrhiza*; 7: 83-87.
- Ashraf M, Akhtar N, 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed oil content in sweet fennel. *Biol. Plantarum* 48: 461–464.
- Barazani O, Benderoth M, Groten K, Kuhlemeier C, Baldwin IT, 2005. Piriformospora indica and Sebacina vermifera increase growth performance at the expense of herbivore resistance in *Nicotiana attenuata*. *Oecologia* 146:234–243.
- Blecher O, Kost G, Hassel A, Rexer R.H, and Varma A, 1999. First remarks on the symbiotic interactions between *Piriformospora indica* and terrestrial orchid. *Mycorrhizae*. 2nd ed. Springer Verlag, Germany, p. 683-688.
- Bostick WMN, Bado VB, Bationo A, Solar CT, Hoogenboom G, Jones JW , 2007. Soil carbon dynamics and crop residue yields of cropping systems in the Northern Guinea Savanna of Burkina Faso. *Soil Till. Res.* 93, 138–151.
- Chandrasekar BR, Ambrose G, Jayabalan N, 2005. Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea*(Roxb) Link. *Journal of Agricultural Technology*. 1(2):223-234.
- Eghball B, Ginting D, and Gilley JE, 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*. 96: 442-447.
- Franken P, Buetehorn B, and, Varma A, 1998. *Piriformospora indica*, a cultivable root cell-infecting fungus promotes the growth of a broad range of plant species. In: International Congress on Mycorrhiza. (2^o, 5th –9th July, 1998, Sweden), p. 65.

- Harrison MJ, 2005. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annu Rev Microbiol*; 59:19–42.
- Haynes RJ, Naidu R, 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.
- Hill TW, Kaefer E, 2001 Improved protocols for aspergillus medium: trace elements and minimum medium salt stock solutions. *Fungal Genet News Letter.* 48, 20-21
- Karmaka S, Lague C, Agnew J , Landry H, 2007. Integrated decision support system (DSS) for manure management. *Computers and Electronics.* 57:190-201.
- Khalvati MA, Mozafar YHU, and Schmidhalter U, 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhiza hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Boil.* 7, 706-712.
- Ilbas AI, and Sahin S, 2005. *Glomus fasciculatum* inoculation improves soybean production. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science.* 55(4): 287-292.
- Liu A, Plenchette C, Hamel C, 2007. Soil nutrient and water providers: how arbuscular mycorrhizal mycelia support plant performance in a resource limited world. In: Hamel, C., Plenchette, C. (Eds.), *Mycorrhizae in Crop Production.* Haworth Food & Agricultural Products Press, Binghamton, NY, pp. 37–66.
- Liu A, Hamel C, Elmi A, Costa C, Ma B, and Smith DL, 2002. Concentrations of K, Ca and Mg in maize colonized by arbuscular mycorrhizal fungi under field condition. *Can. J. Soil Sci.*, 82: 271-278.
- Lopez-perez A, Casanova E, Chacon LA, Paz PM, Guerrero JR, 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.
- Lugtenberg B, Kamilova F, 2009. Plant-growth-promoting rhizobacteria. *Annu Rev Microbiol*; 63:541–56.
- Malla, RA. Singh, MD, Zeyaulah V, Yadav A, Verma A, and Rai M, 2002. *Piriformospora indica* and plant growth promoting rhizobacteria: an appraisal. *Frontiers of Fungal Diversity in India* (Prof. Kamal Festschrift). International Book Distributing Co. Lucknow, India, p. 401-419.
- Motavalli PP, Miles RJ, 2002. Soil phosphorus fractions after 111 years of animal manure and fertilizer applications. *Bio Fertil Soil.* 36:35-42.
- Munns R, 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ.* 25: 239-250..
- Oldroyd GE, Harrison MJ, Udvardi M, 2005. Peace talks and trade deals. Keys to long-term harmony in legume-microbe symbioses. *Plant Physiol* 137:1205–10.

- Olesen, E.J, Margrethe A, Ilse A, Rasmussen B, 2009. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming. *Europ. J. Agronomy* 30: 119–128.
- Pham GH, Singh A, Malla R, Kumari R, Prasad R, Sachdev.M, 2004. Interaction of *Piriformospora indica* with diverse microorganisms and plants. In: Varma A, Abbott LK, Werner D, Hampp R, editors. *Plant surface microbiology*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer; p. 237–65.
- Pham GH, Kumari R, Singh AN, Malla R, Prasad R, Sachdev M, Kaldorf M, Buscot F, Oelmuller R, Hampp R, Saxena AK, Rexer KH, Kost G, Varma A, 2004. Axenic Cultures of *Piriformospora indica*. Varma A, Abbott L, Werner D and Hampp R (Eds) In: *Plant Surface Microbiology*. Springer-Verlag, Germany pp. 593-613
- Porcel R, Ruiz-lozano JM, 2004. Arbuscular mycorrhiza influence on leaf water potential, solute accumulation, and oxidative stress in soybean plants subjected to drought stress. *Journal of experimental botany* 55, 1743-1750.
- Rai M, 2005. Arbuscular mycorrhiza-like biotechnological *Piriformospora indica*, which promotes the growth of *Adhatoda vasica* Nees. *Electronic Journal of Biotechnology* 8(1):145
- Rai M, and Varma A, 2001. Field performance of *Withania somnifera* Dunal after inoculation with three species of *Glomus*. *Journal of Basic and Applied Mycology*. 1: 74-80.
- Ruiz-Lozano JM, 2003. Arbuscular mycorrhizal symbiosis and alleviation of osmotic stress. *New perspectives for molecular studies. Mycorrhiza*, 135: 512-518
- Sarkar S, Singh SR, Singh RP, 2003. The effect of organic and inorganic fertilizers on soil physical condition and the productivity of a rice–lentil cropping sequence in India. *J. Agric. Sci.* 140: 419–425.
- Sieverding E, 1991. Vesicular arbuscular mycorrhizal management in tropical agrosystems. Technical Cooperation, Federal Republic of Germany Eschbom. ISBN 3- 88085-462.
- Singh AJ, Sharma K, Rexer H, and Varma A, 2000. Plant productivity determinants beyond minerals, water and light. *Piriformospora indica*: a revolutionary plant growth promoting fungus. *Current Science*, 79: 101-106.
- Stein E, Molitor A, Kogel KH, Waller F, 2008. Systemic resistance in *Arabidopsis* conferred by the mycorrhizal fungus *Piriformospora indica* requires jasmonic acid signaling and the cytoplasmic function of NPR1. *Plant Cell Physiol* 9:1747–51.
- Uzun I, 2004. use of spent mushroom compost in sustainable fruit production. *J. Fruit Ornament. Plant Res. Special ed.* 12: 157-165.
- Verma A, Sudha S, and Franken P, 1999. *Piriformospora indica*-a cultivable plant growth promoting root endophyte with similarities to arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied and Environmental Microbiology*; 65: 2741-2744.
- Verma S, Varma A, Rexer KH, Hassel A, Kost G, Sarabhoy A, 1998. *Piriformospora indica*, gen. et sp. nov., a new root-colonizing fungus. *Mycologia*; 90:896–903.

- Waller F, Achatz B, Baltruschat H, Fodor J, Becker K, Fischer M., Heier T, Huckelhoven R, Neumann C, Wettstein D, Franken P, Kogel KH, 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 102, 13386–13391.
- Watabe M, Rao JR, Xu J, Millar BC, Ward RF, Moore JE, 2004. Identification of novel eubacteria from spent mushroom compost (SMC) waste by DNA sequence typing: ecological considerations of disposal on agricultural land. *Waste Management*. Vol. 24: 81-86.
- Weib. M, Selosse MA, Rexer KH, Urban A, Oberwinkler F, 2004. Sebaciniales: a hitherto overlooked cosm of heterobasidiomycetes with a broad mycorrhizal potential. *Mycol Res*;108:1003–10.
- Wu QS, xia RX, 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 JG, 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*. 112: 191-199.