

بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورم کمپوست و کود فسفات ز
را در ابعاد دارو راز

Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

درزی، امیر قلاوند، فرهاد رجالی

چکیده

درزی، م ت، ا. قلاوند و ف. رجالی. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورم کمپوست و کود فسفات ز
را در گیاه دارو راز. مجله علوم زراعی ایران. () -

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه با قارچ میکوریزا در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عاملی با استفاده از عامل های قارچ میکوریزایی (تلقیح و عدم تلقیح)، کود فسفات زیستی (و کیلوگرم در هکتار) و ورمی کمپوست (و تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با هیجده تیمار و سه تکرار و در دو سال زراعی و اجرا در آمد. مقایسه ای نیز بین این تیمارها با یک تیمار شاهد کود شیمیایی (NPK به میزان و کیلوگرم در هکتار) به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با نوزده تیمار و سه تکرار انجام گرفت. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و در همزیستی ریشه در تلقیح با میکوریزا حاصل شد. کود فسفات زیستی نیز دارای اثر معنی داری بر ویژگی های مورد بررسی بود، به طوری که بیشترین تعداد چتر در بوته و درصد همزیستی ریشه با کاربرد کیلوگرم از آن و بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد کیلوگرم از آن بدست آمد. بیشترین تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک با کاربرد تن ورمی کمپوست و نیز بیشترین درصد همزیستی ریشه با کاربرد تن ورمی کمپوست حاصل گردید. اثر متقابل هم افزایی و مثبت نیز در بین عوامل مشاهده گردید که می توان به اثر متقابل تلقیح میکوریزایی × ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک اشاره کرد. مقایسه میانگین ها مبین آن بود که از نظر تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک تیمار کود زیستی شامل تلقیح با میکوریزا، مصرف کیلوگرم کود فسفات زیستی و تن ورمی کمپوست و نیز از نظر درصد همزیستی ریشه، تیمار کود فسفات زیستی و تن ورمی کمپوست و تن ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد داشتند.

واژه های کلیدی: راز، میکوریزا، کود فسفات ز، ورم کمپوست، گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی

تاریخ دریافت: / /

-استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن (مکاتبه کننده)

-دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

-استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

در ضمن عبور از دستگاه کوارش این جانوران بوجود آید. ورمب کمپوست دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکش و ظرفیت بالای نگهداری آب می باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک (نظیر قارچ های میکوریزا و میکروارگانیسم های حل کننده فسفات)، در جهت فراهم عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند بتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی شود (Arancon *et al.*, 2004). با توجه به تاکی که کشاورزی پایداری افزایش می دهد و پایداری عملکرد دارد، گیاهان دارویی که محصولات کبک برای آن محسوب می شوند و به رسد که در چنبره شراب حداکثر رشد و عملکرد از آنها حاصل گردد (Gupta *et al.*, 2002). از باهان دارویی توان به راز (*Foeniculum vulgare* Mill.) اشاره کرد که از اسانس حاصل از دانه آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، بهداشتی استفاده می شود (Marotti *et al.*, 1993; Khan *et al.*, 1992; Bajaj, 1989; Omidbaigi, 1997). باه دارویی رازیانه در کشور ما ایران پراکنده و به در مناطق خراسان، تهران، کرمان، مازندران، کردستان، کرمان، گیلان و تبریز دارد و تا ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا به طور خودرو رشد می کند (Rashed Mohassel and Nezami, 1998). سطح زراعت رازیانه در ایران حدود ۱۰۰ هکتار می باشد و استان های عمده تولید کننده این محصول شامل همدان، خراسان، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان هستند (Darzi *et al.*, 2005). بقایات اندک در ارتباط با نقش کودهای زیستی بر روی باهان دارویی و به رازیانه صورت گرفته است. در یک پژوهش، کاپور و همکاران (Kapoor *et al.*, 2004) نشان دادند که

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها گردیده است (Sharma, 2002b). کشاورزی پایداری مصرف کودهای زیستی با هدف حذف کودهای شیمیایی در مصرف نهاده های کشاورزی راه حل مطلوب جهت غلبه بر مشکلات به شمار می آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده ای می تواند با کاهش تاکی خاکریزی و بصورت فرآورده متابولیک موجودات میکروبی که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه عناصر غذایی مورد نیاز باه در یک سیستم کشاورزی پایداری کار می رود (Saleh Rastin, 2001) که در آن می توان به قارچ های میکوریزایی (Vesicular Arbuscular Mycorrhiza) بکروارگانیسم های حل کننده فسفات و ورمب کمپوست اشاره کرد. قارچ های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تاثیر منفی تنش های آب و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم های کشاورزی پایدار می شود (Sharma, 2002a). میکروارگانیسم های حل کننده فسفات نیز که عمدتاً قارچ ها و قارچ ها می باشند با تولید اسیدهای آلی، موجب افزایش حلالیت فسفات های کم محلول نظیر سنگ فسفات می شود. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی می گردند (Gyaneshwar *et al.*, 2002). ورمب کمپوست نیز به سبب تولید شده به کمک کرم های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم ضایعات آلی (کود دامی و غیره) و

راز. قارچ میکوریزا سبب افزایش دار تعداد چتر در بوته، بیوماس و درصد همزیستی آن گردید. بن در پژوهش که توسط سوبرامانیان و همکاران (Subramanian et al., 2006) بر روی انجام گرفت، مشخص گردید که همزیستی با یک گونه از میکوریزا، باعث افزایش دار تعداد گل در بوته در مقایسه با همکاران گردید. در تحقیق دیگری عنوان گردید که تلقیح باه دارو (Cymbopogon martinii) با گونه ای قارچ میکوریزا (*Glomus aggregatum*) سبب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی گردید (Ratti et al., 2001). در همین خصوص مطالعه دیگری بر روی نعناع (*Mentha arvensis*) انجام گرفت، گوپتا و همکاران (Gupta et al., 2002) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع با گونه ای قارچ میکوریزای VAM به طور قابل ملاحظه ای عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، افزایش داد. در پژوهش که روی باهان دارو (*Anethum graveolens*) و نوع زیره (*Trachyspermum ammi* Sprague)، انجام شده بود، ملاحظه گردید که کاربرد دو گونه قارچ VAM به طور قابل توجهی درصد همزیستی ریشه و بیوماس باهان مذکور را بهبود بخشید (Kapoor et al., 2002). راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) در تحقیق خود بر روی نعناع مشاهده کردند که کاربرد چندین گونه سوس از باکتری های حل کننده فسفات، عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. پژوهش هازاریکا و همکاران (Hazarika et al., 2000) نیز که بر روی باه چای (*Camellia sinensis*) و در شرایط مزرعه ای انجام گرفت، نشان داد که کاربرد یک گونه از باکتری حل کننده فسفات در حضور سنک فسفات موجب افزایش بیوماس و درصد کلونیزاسیون ریشه گردید. کاربرد یک میکروارگانیزم حل کننده فسفات در یک بستر حاوی کود و ورم کمپوست از سبب بهبود دار عملکرد بیولوژیک در باه دارو (Cabello et al., 2005) انجام گرفت. آناملای و همکاران (Annamalai et al., 2004) نیز بهبود معنی دار عملکرد بیولوژیک یک گیاه دارو از ره فریفون (*Phyllanthus amarus*) در اثر مصرف باکتری های حل کننده فسفات در مقایسه با شاهد بود. در خصوص اثر استفاده از ورم کمپوست بر روی گیاهان دارویی مورد بررسی در گیاهان دارویی، انور و همکاران (Anwar et al., 2005) مشاهده نمودند که مصرف پنج تن در هکتار ورم کمپوست همراه با کود (NPK) زیان و زیادهای کمپوست در هکتار موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارو (*Ocimum basilicum*) در مقایسه با شاهد گردید. پاندهی (Pandey, 2005) در مطالعه خود که روی باه دارو (درمنه *Artemisia pallens*) انجام شد، نشان داد که مصرف ورم کمپوست موجب بهبود در مانع باه با شاهد گردید. در یک بررسی که توسط آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004) بر روی باه توت فرنگی (*Fragaria ananasa*) و با استفاده از مقادیر پنج و ده تن در هکتار ورمی کمپوست صورت گرفت، مشخص گردید که کاربرد مقادیر مختلف ورمی کمپوست، بطور داری تعداد گلها را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد. گزارش کال و همکاران (Kale et al., 1987) بن آن بود که استعمال ورم کمپوست از طریق ریشه در گیاه دارو (*Salvia sp.*) در یک پژوهش گلخانه ای که توسط ساینز و همکاران (Sainz et al., 1998) بر روی باهان شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) و خیار صورت گرفت، مشخص گردید که مصرف ورم کمپوست موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید. در همین رابطه، در مطالعه ای که روی باه جو صورت پذیرفت، مشخص شد که

تحقیقات جنکل‌ها و مراتع کشور با عرض جغرافیایی درجه و دقیقه شمالی و طول جغرافیایی درجه و دقیقه شرقی و با ارتفاع متر از سطح دریا، به اجرا در آمد. میانگین بارش سالانه ایستگاه / میلی متر و بن‌دمای آن در حدود درجه سانتیگراد می‌باشد. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا سانتی متری نمونه برداری بعمل آمد و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی و pH آن برابر / (جدول). پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه شامل عامل تلقیح با قارچ میکوریزا (M) در دو (عدم تلقیح=M1 و تلقیح=M2)، عامل کود فسفات زیستی (P) در سه سطح (P1= و P2= و P3= کیلوگرم در هکتار) و عامل ورمی کمپوست (V) در سه سطح (V1= و V2= و V3= تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با هیجده تیمار و سه تکرار انجام گرفت. همچنین، یک کرت به عنوان شاهد کود شیمیایی با مصرف NPK زن و کیلوگرم در هکتار از نوع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در هر تکرار قرار داده شد و مقایسه آن با تیمارهای کودهای زیستی نیز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نوزده تیمار و سه تکرار صورت گرفت. مایه تلقیح قارچ میکوریزایی VAM بنام *Glomus intraradices* که به صورت اندام فعال قارچی (شامل اسپور، هیف و ریشه) بوده از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید. بمار با قارچ میکوریزا.

کاربرد ورمی کمپوست موجب بهبود چشمگیری در عملکرد بیولوژیک شد (Kumawat et al., 2006). دیگر که روی باه نخود انجام شد، مشخص گردید که مصرف سه تن در هکتار ورمی کمپوست، باعث افزایش بارز عملکرد بیولوژیک در مقایسه با کنترل گردید (Jat and Ahlawt, 2004, 2006). گزارش زالر (Zaller, 2007) بن‌ان بود که استعمال ورمی کمپوست موجب بهبود معنی‌دار عملکرد بیولوژیک ارقام گوجه فرنگی بمار شاهد گردید. در مطالعه انجام گرفته روی ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum*) بز مشخص شد که استعمال ورمی کمپوست موجب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد گردید (Hameeda et al., 2006).

از آنجا که رویکرد جهان در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و بکارگیری روش‌های آنها نظیر کاربرد کودهای زیستی به منظور ارتقاء عملکرد کم و کیفیت گیاهان دارویی هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر قارچ میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی در گیاه دارویی رازبانه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی دو سال و در مزرعه ایستگاه تحقیقات همنند دماوند وابسته به مؤسسه

جدول - برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Some physical and chemical soil properties in experimental site

Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	O.C	EC	pH	Texture
mg/kg									(%)	(ds/m)		
2.60	0.68	9.9	7.4	-	-	726	16	8.19	0.70	0.92	7.3	لومی رسی Loamy-Clay

* Available form of nutrients was measured.

* فرم قابل جذب عناصر غذایی اندازه‌گیری شد.

ورمی کمپوست بکار رفته در آزمایش ن: ز با استفاده از کود دامی و گونه‌ای کرم خاکی بنام *Eisenia foetida* در ایستگاه خاک و آب کرج تهیه گردید که نتایج تجزیه آن در جدول ارائه شده است. بذر رازیانه مورد استفاده در این تحقیق نیز، از بخش گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طی استان اصفهان فراهم گردید.

ورت تلقیح بذر انجام گرفت به طوری که هر بذر اغشته به مایه تلقیح میکوریزایی در حدود - اندام فعال قارچی دریافت کرد. کود فسفات زیستی نیز که مورد تایید مؤسسه مذکور بوده، حاوی سنک فسفات (Rock Phosphate) و یک گونه از باکتری های حل کننده فسفات بنام *Pseudomonas striata* بود که در هر گرم از آن در حدود باکتری فعال وجود داشت.

جدول - برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2. Some chemical characteristics of used vermicompost

روی	آهن	کلسیم	نیترژن	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته					
Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	O.C	EC	pH
mg/kg میلی گرم در کیلوگرم											
26	124	638	17000	14000	46000	4400	4600	8200	10.53	5.32	7.5

می باشد لذا فقط در سال اول آزمایش کشت گردید. همچنین بر مبنای تجزیه خاک و ورمی کمپوست تنها به میزان کیلوگرم نیترژن از نوع کود آورده در هکتار در مرحله ساقه دهی برای کرت های حاوی کودهای زیستی مصرف گردید. عملیات مبارزه با علف های هرز مزرعه در چهار نوبت به روش مکانیکی و به وسیله دست صورت گرفت. عملیات آبیاری نیز در طول دوره رشد، روز یک بار انجام شد. در سال دوم آزمایش ن:

تیمارهای مصرف کود ز. دقیقاً در کرت های سال اول قرار گرفتند و کلیه عملیات مربوط به سال اول)

کاشت بذر و تنک کردن بوته ها، برای سال دوم نیز تکرار گردید. در این تحقیق صفات تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه با قارچ میکوریزا مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تعیین تعداد چتر در بوته (در مرحله بردار)، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و از دو خط میانی به تعداد بوته به طور تصادفی، انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور اندازه گیری عملکرد بیولوژیک، بوته هایی از هر کرت برای

زمین محل انجام آزمایش در چند سال قبل به صورت آیش بود. توجه به شرایط اقلیمی منطقه، عملیات تهیه زمین در اسفند ماه و با مساعد شدن شرایط آب و هوا انجام گردید. به منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد 10×10 متر و با ردیف کاشت لحاظ گردید. فاصله بین کرتها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شدند. کاشت رازیانه و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از مساعد شدن هوا در بهار انجام به همین منظور جهت اعمال تیمارها، در کنار هر

خط کاشت، شیری در سراسر پشته به عمق

ایجاد نموده و کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست را در داخل شیار ریخته و به وسیله شن کش روی آن ک داده شد. کاشت رازیانه در تاریخ فروردین سال و پس از اینکه بخشی از بذرهای مورد نیاز با مایه تلقیح میکوریزایی تلقیح شدند، انجام گردید و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. سپس در مرحله ظهور سومین برگ رشته‌ایی، تراکم کاشت براساس صد هزار بوته در هکتار (10×10) تنظیم گردید. لازم به ذکر است از آنجا که رازیانه یک گیاه چند ساله

بیج و بحث

تعداد چتر در بوته

بیج حاصل از تجزیه مرکب سال های آزمایش. ان بود که تاثیر عوامل تلقیح بکوریزا و ورم کمپوست در سطح یک درصد و عامل کود فسفات ز. در سطح پنج درصد بر تعداد چتر در بوته معنی دار گردید اما اثرات متقابل میان عوامل تاثیر داری بر تعداد چتر در بوته نداشتند (جدول ۱).

بمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح بکوریزا. اوت قابل توجه وجود دارد به طوری که تعداد چتر در بوته در تلقیح بکوریزا (/) در مقا. عدم تلقیح (/) در حدود / درصد بیشتر بود (جدول ۱). توان استنباط کرد که همز.

بکوریزا. از طریق مناسب و افزایش بوماس باه رازیانه، موجبات ایجاد در گلدهی و بهبود تعداد چتر در بوته را فراهم آورد. این موضوع با نت.

کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) مطابقت دارد. آنها تعداد چتر را در بوته راز. را به بهبود تغذیه و بهره‌وری فسفر و افزایش عملکرد بیولوژیکی در بیمار بکوریزا نسبت دادند. در پژوهش دو ساله که توسط سویرامانیان و همکاران (Subramanian et al., 2006) بررسی

انجام گرفت، نیز مشاهده گردید که همز.

یک گونه از قارچ بکوریزا

افزایش بارز تعداد گل در بوته در مقا. بیمار بود. افزایش در باقی، به بهبود جذب آب و تغذیه ماه که در اثر همز بکوریزا حاصل گردیده بود، نسبت داده شد.

بمارها بیانگر آن بود که میان سطوح مختلف کود فسفات ز. اختلاف معنی داری وجود دارد به نحوی که تعداد چتر در بوته در سطح سوم آن (/)، در حدود / درصد بیشتر از سطح اول (/) گردید (جدول ۱). در رابطه با اثر ورم کمپوست بر تعداد چتر در بوته نیز بن‌ها نشان دهنده آن بود که

وزن خشک در داخل اون به مدت ساعت در دمای درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس عملکرد بیولوژیکی بر اساس میان وزن خشک بوته در هر کرت محاسبه گردید (Kapoor et al., 2004; Akbarinia, 2003). جهت اندازه‌گیری درصد همز. بکوریزا، همزمان با برداشت بوته‌ها، از ریشه‌های آنها به ویژه ریشه‌های مویین و نازک، برداری و آمد. سپس ریشه‌ها به دقت با آب مقطر شستشو شده و از محلول FAA (Formalin Acetic Acid Alcohol) برای تثبیت ریشه‌ها استفاده گردید. مراحل رنگ‌بندی ریشه و سپس رنگ‌آمیزی آنها طبق روش فیلس و هیل (Philips and Hayman, 1970) صورت گرفت. ابتدا برای بی‌رنگ کردن ریشه‌ها از محلول ده درصد KOH مدت ساعت استفاده شد و بعد نمونه‌ها با آب مقطر برای رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از محلول حاوی / درصد تریپان بلو در لاکتوکلیرول استفاده گردید. به منظور درصد همزیستی قارچ بکوریزا با ریشه رازیانه، از روش خطوط متقاطع (Gridline Intersect Method) استفاده شد (Giovannetti and Mosse, 1980). بدین صورت که در مورد هر تیمار، ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شدند و به همراه محلول رنگ بر لاکتوکلیرول روی پلیت شیشه‌ای قرار داده شد. سپس قطعات ریشه از نظر وجود اندام‌های قارچی در محل تلاقی خطوط افقی و عمودی کاغذ شطرنجی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج به صورت درصد بیان شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌های بیج هر سال آزمایش و نتایج دو سال آزمایش به صورت تجزیه مرکب داده‌ها، از نرم‌افزارهای آماری (SAS, SPSS, MSTAT-c) استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال درصد انجام

گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

طوری که دو تیمار کود ز. بکوریزا، کاربرد کیلوگرم کود فسفات ز. و تن در هکتار ورم کمپوست (/) و تلقیح بکوریزا، مصرف کیلوگرم کود فسفات ز. و تن ورم کمپوست (/) و / و / درصد بی بی در مقابل بیمار شاهد (/) نشان دادند (جدول). بیمارهای کودهای ز. مطلوب در بیمار شاهد ش. ، به مراتب شریک را برای بهبود فعالی بکروی بد در خاک با کردند و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی مصرف و کم مصرف توسط ریشه راز. افزایش رشد و گلدهی (تعداد چتر در بوته) . ا. باری از تحقیقات مرتبط با کشاورزی بیمار که مبتنی بر استفاده از منابع آلی و بیولوژیک همراه با مصرف متعادل کودهای آنها مورد تأکید و تأکید قرار گرفته است (Sharma, 2002b; Kapoor et al., 2004; Roy and Singh, 2006) موافقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

به مرکب داده های دو سال ازما. آن بود که اثر هر سه عامل به تنها. و نیز اثر متقابل دو بکوریزا. و ورم کمپوست در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بودند (جدول). بیمارها نشان داد که به سطوح تلقیح بکوریزا. تفاوت قابل توجه وجود دارد به طوری که عملکرد بیولوژیک در تلقیح بکوریزا (کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم بستر بود (جدول). در خصوص اثر همزیستی بکوریزا. بر روی عملکرد بیولوژیک راز. توان استنباط کرد که بهبود میزان فتوسنتز و رشد، موجب افزایش بوماس بوته و در نهایت عملکرد بیولوژیک گردد. در همین زمینه، کاپور و همکاران

بن سطوح ورم کمپوست اختلاف معنی داری وجود دارد به نحوی که تعداد چتر در بوته در سطح سوم (/) درصد بیشتر از سطح دوم (/) و / درصد بیشتر از سطح اول (/) بود (جدول). بر ورم کمپوست نیز زنان گلدهی و تعداد چتر در رازیانه مثبت ارزی شود. به عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورم کمپوست از طریق بهبود فعالی بکروی خاک و تولید بیم کننده ی رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهم جذب بیشتر عناصر غذا. ، سبب افزایش زنان فتوسنتز و ماده خشک گی کرد. مده که این مسئله در نهایی افزایش انجامد. بجه مطالعه آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004) بر ورم تعداد کلها در توت فرنگی بن مطلب است. ی (Pandey, 2005) در مطالعه خود که روی ماه دارو. درمنه انجام گرفت، نشان داد که مصرف ورم کمپوست، موجب بهبود قابل ملاحظه گلدهی ماه در مقایسه با شاهد کرد. در این پژوهش ملاحظه گردید که بکارگیری ورم کمپوست از طریق کنترل آفات و بیماری های خاکزی و بهبود واکنش های بد در خاک و نیز جذب آب و عناصر غذا. افزایش رشد و نمو و گلدهی ماه گردید. در تحقیق دیگر که توسط روی و سب (Roy and Singh, 2006) انجام شد، مشاهدات بیانگر آن بود که کاربرد تن در هکتار ورم کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. آنها دریافتند که استفاده از ورم کمپوست از طریق بک میکروارگانیزم های بد خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی ماه، موجب این افزایش بچ بدست آمده از تجزیه مرکب دو سال ازما. حاکم از آن بود که تیمارهای مختلف کودهای ز. و شاهد اثر معنی داری بر تعداد چتر در بوته داشتند (جدول). بن شاهد و بیمارهای کودهای ز. ز دارای تفاوت معنی داری بود به

جدول - خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زی. صفات راز.

Table 3. Summary of combined analysis of variance of effect of biofertilizers on some characteristics in fennel

S. O. V.	منابع تغییرات	df	میانگین مربعات MS		
			تعداد چتر در بوته Umbrella no./plant	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	درصد همزیستی ریشه Root colonization percent
Year (Y)	سال	1	9671.905 ^{ns}	** 163389436.2	* 232.731
Replication (Y)	تکرار سال	4	1.158	81964.3	10.140
Mycorrhizal Inoculation (M)	تلقیح میکوریزایی	1	** 1198.667	** 20428827.4	** 18084.426
M × Y	تلقیح میکوریزایی × سال	1	** 114.577	** 2175806.8	** 105.495
Phosphate Biofertilizer (P)	کود فسفات زیستی	2	* 28.534	** 714533.0	** 247.980
P × Y	کود فسفات زیستی × سال	2	8.479 ^{ns}	205309.9 ^{ns}	4.154 ^{ns}
M × P	تلقیح میکوریزایی × کود فسفات زیستی	2	2.277 ^{ns}	7585.3 ^{ns}	** 43.518
M × P × Y	تلقیح میکوریزایی × کود فسفات زیستی × سال	2	1.239 ^{ns}	17362.6 ^{ns}	0.234 ^{ns}
Vermicompost (V)	ورمی کمپوست	2	** 538.717	** 82267566.9	** 713.565
V × Y	ورمی کمپوست × سال	2	** 537.723	** 14590730.3	5.953 ^{ns}
M × V	تلقیح میکوریزایی × ورمی کمپوست	2	5.639 ^{ns}	** 484281.5	18.142 ^{ns}
M × V × Y	تلقیح میکوریزایی × ورمی کمپوست × سال	2	0.796 ^{ns}	** 360237.1	0.279 ^{ns}
P × V	کود فسفات زیستی × ورمی کمپوست	4	2.419 ^{ns}	43320.3 ^{ns}	** 48.852
P × V × Y	کود فسفات زیستی × ورمی کمپوست × سال	4	0.744 ^{ns}	33565.1 ^{ns}	0.394 ^{ns}
M × P × V	تلقیح میکوریزایی × کود فسفات زیستی × ورمی کمپوست	4	0.350 ^{ns}	16111.0 ^{ns}	** 29.098
M × P × V × Y	تلقیح میکوریزایی × کود فسفات زیستی × ورمی کمپوست × سال	4	0.429 ^{ns}	26424.4 ^{ns}	0.671 ^{ns}
Error		68	6.093	67206.4	6.109

* و **: دار در سطوح احتمال ۱ و درصد.

* and **: Significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

ns: دار.

ns: Non-significant.

جدول - ن تعداد چتر در بوته در سطوح مختلف کودهای زیستی در سال های و

Table 4. Means for umbrella no./plant in different levels of biofertilizers in 2005 and 2006 cropping seasons

تیمار Treatment	تعداد چتر در بوته umbrella no./plant		Mean
	2005	2006	
تلقیح میکوریزایی Mycorrhizal Inoculation			
M1= non-inoculated	26.43 b	43.30 b	34.9 b
M2= inoculated	31.03 a	52.02 a	41.5 a
کود فسفات زیستی (کیلوگرم در هکتار) Phosphate Biofertilizer (kg/ha)			
P1= 0	28.31 a	46.14 b	37.2 b
P2= 30	28.73 a	48.03 ab	38.4 ab
P3= 60	29.15 a	48.81 a	39.0 a
ورمی کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost (ton/ha)			
V1= 0	20.45 c	32.18 c	26.3 c
V2= 5	28.54 b	46.48 b	37.5 b
V3= 10	37.21 a	64.31 a	50.7 a

بی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.
Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

جدول - خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زیستی بر صفات رازیانه

Table 5. Summary of combined analysis of variance for biofertilizers effect on some characteristics in fennel

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS		
			تعداد چتر در بوته umbrella no./plant	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	درصد همزیستی ریشه Root colonization (%)
Year (Y)	سال	1	** 17161.067	** 176362556.3	** 223.832
Replication (Y)	تکرار سال	4	3.126	77511.9	8.183
Treatment (T)	تیمار	18	** 403.575	** 10528845.1	** 1380.815
T × Y	تیمار × سال	18	** 86.485	** 1841925.8	7.786 ^{ns}
Error		72	20.304	63755.7	5.972

* و **: دار در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد.

* and **: Significant at 5 and 1% levels of probability, respectively.

ns: Non-significant.

روی بدون نوع زیاده، گوپتا و جاناردهانان (Gupta and Janardhanan, 1991) و رات و همکاران (Ratti et al., 2001) روی زیاده را مورد مطالعه قرار دادند. مطلب است که همزیستی میکوریزا سبب بهبود عملکرد بیولوژیک در گیاهان دارویی مذکور است. بنابراین، گیاهان دارویی مذکور می توانند به عنوان یک منبع زیاده برای تولید کود فسفات زیستی در نظر گرفته شوند. اختلاف معنی داری

دست (Kapoor et al., 2004) و گوپتا و همکاران (Gupta et al., 2002) مشخص کرد که همزیستی میکوریزا با افزایش جذب آب و عناصر غذایی موجب افزایش فتوسنتز شده و امر موجب تولید فراورده بیولوژیک و بهبود عملکرد بیولوژیک گردید. بقات کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2002)

جدول ۶ - تعداد چتر در بوته در اثر کودهای زیستی در سال های و

Table 6. Means of umbrella no./plant as affected by biofertilizers in 2005 and 2006 cropping seasons

تیمار Treatment	تعداد چتر در بوته Umbrella no./plant			درصد تغییر % Change to control
	2005	2006	Mean	
M1P1V1	17.5 j	26.3 h	21.9 f	-47.7
M1P1V2	26.2 gh	41.4 ef	33.8 d	-19.3
M1P1V3	34.0 bcd	56.6 bc	45.2 b	+7.8
M1P2V1	18.7 j	28.3 h	23.5 f	-43.9
M1P2V2	26.2 gh	42.7 e	34.4 d	-17.9
M1P2V3	35.2 b	60.6 b	47.9 b	+14.3
M1P3V1	18.3 j	29.3 h	23.8 f	-43.2
M1P3V2	27.1 fg	43.7 e	35.4 d	-15.5
M1P3V3	34.7 bc	61.1 b	47.9 b	+14.3
M2P1V1	21.9 i	35.2 g	28.6 e	-31.7
M2P1V2	30.7 de	49.7 d	40.4 c	-3.5
M2P1V3	39.2 a	67.9 a	53.5 a	+27.6
M2P2V1	22.7 i	36.5 fg	29.6 e	-29.3
M2P2V2	29.8 ef	50.4 d	40.1 c	-4.2
M2P2V3	39.9 a	69.6 a	54.7 a	+30.5
M2P3V1	23.6 hi	37.4 fg	30.5 e	-27.2
M2P3V2	31.0 de	51.0 d	41.0 c	-2.1
M2P3V3	40.2 a	70.3 a	55.2 a	+31.7
Control (NPK: 90, 60 and 90 Kg/ha)	31.6 cde	52.2 cd	41.9 c	-

، در هر ستون و برای که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.
Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

(Omar, 1998) در خصوص اهمیت مصرف بکروارگانیزم بی حل کننده فسفات در خاک های انجام شده بود، روشن گردید که کاربرد بکروارگانیزم همراه با سنگ فسفات، ضمن افزایش فسفر و فراهمی مناسب آن برای گندم، موجب بهبود رشد و عملکرد بیولوژیک گیاه و حفظ سلامت خاک، طبق آنامالای و همکاران (Annamalai et al., 2004) من بهبود معنی دار عملکرد بیولوژیک گیاه در اثر مصرف باکتری بی کننده فسفات در یک گیاه دارویی از خانواده فریون در بازار شاهد بود. کابلو و همکاران (Cabello et al., 2005) روی نعنای و دفریتاس و همکاران (Defreitas et al., 1997)

وجود دارد به نحوی که عملکرد بیولوژیک در سطح دوم (کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱ درصد بیشتر از سطح اول (کیلوگرم در هکتار) گردید (جدول ۶). ممکن است کود فسفات زیجذب فسفر و افزایش زیان فتوسنتز موجب بهبود عملکرد بیولوژیک گیاه موضوع با زیجذب پژوهش راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) بر روی گیاه دارویی مطابق دارد. آنها اظهار داشتند که علاوه بر تاثیر مثبت (که بهبود جذب فسفر می تواند بر روی افزایش وزن خشک گیاه داشته باشد، احتمال آن نیز وجود دارد که باکتری بی حل کننده فسفات از هورمون های رشد گیاه در بازار زیجذب در پژوهش های زیجذب می که توسط

جدول ۱ - بن عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کودهای زیستی و اثر متقابل آن ها در سال های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶

Table 4. Means for biological yield in different levels of biofertilizers and their intractions in 2005 and 2006 cropping seasons.

تیمار Treatment	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological Yield (Kg/ha)		
	2005	2006	Mean
	تلقیح میکوریزایی Mycorrhizal Inoculation		
M1= non-inoculated	3392 b	5568 b	4480 b
M2= inoculated	3978 a	6722 a	5350 a
	کود فسفات زیستی (کیلوگرم در هکتار) Phosphatic Biofertilizer (Kg/ha)		
P1= 0 kg/ha	3610 b	5906 b	4757 b
P2= 30 kg/ha	3712 a	6203 a	4957 a
P3= 60 kg/ha	3734 a	6326 a	5029 a
	ورمی کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost (ton/ha)		
V1= 0 ton/ha	2794 c	3928 c	3361 c
V2= 5 ton/ha	3718 b	6289 b	5003 b
V3= 10 ton/ha	4544 a	8218 a	6380 a
	تلقیح میکوریزایی × ورمی کمپوست M × V		
M1V1	2435 f	3334 f	2884 f
M1V2	3470 d	5929 d	4699 d
M1V3	4271 b	7441 b	5856 b
M2V1	3153 e	4522 e	3837 e
M2V2	3965 c	6650 c	5307 c
M2V3	4816 a	8994 a	6904 a

، در هر ستون و برای ، که دارای حداقل یک حرف مشترک م باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

موجبات افزایش رشد اندام هوای را ارتفاع و تعداد چتر در بوته و متعاقب آن ماده خشک را نیز فراهم کرده است. در همه رابطه در پژوهش که با استفاده از مقدار مختلف ورمی کمپوست روی ماه دارو ریحان صورت گرفت، انور و همکاران (Anwar *et al.*, 2005) نشان دادند که مصرف در هکتار ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی (NPK) زیان و عملکرد بیولوژیک آنها را افزایش داد. اظهار داشتند که افزودن ورمی کمپوست به خاک با بهبود بدن شرا بیولوژیک خاک، فراهم عناصر غذا مورد نیاز ماه، موجبات افزایش رشد

روی کلزا، بیج پژوهش حاضر م در رابطه با اثر ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک بی نشان دهنده آن بود که بین سطوح مصرف ورمی کمپوست اختلاف معنی داری وجود دارد، به نحوی که عملکرد بیولوژیک در سطح سوم (کیلوگرم در هکتار) / درصد بیشتر از سطح دوم (کیلوگرم در هکتار) و / درصد بیشتر از سطح اول (کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۱). افزودن ورمی کمپوست به خاک ممکن است فراهم بر غذا مورد نیاز ماه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرا بیولوژیک و فرآیند خاک، ضمن ایجاد یک مناسب برای رشد

افزایش مقادیر ورم کمپوست در تیمارها؛ که حاوی قارچ میکوریزا می باشند، عملکرد بیولوژیک نرزه به طور داری افزایش . رسد که مصرف ورم کمپوست از طریق: که بر درصد همز: بکوریزا: و گسترش همزی خارج اعمال کرد و متعاقب آن تاثیر می که قارچ میکوریزا بر گسترش و رونق رشد: باه میزبان داشت، موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش عملکرد بیولوژیک رازبانه گرد: . ی و همکاران (Sainz *et al.*, 1998) بر روی باهان شبدر قرمز و خیار نرزه: ججه: دارد. آنها دریافتند که کاربرد مقادیر مناسب ورم کمپوست توام با تلقب: بکوریزا: ، ضمن بهبود شرا: بولوژیک: خاک، قادر است از طریق جذب مطلوب و افزایش رشد گیاه، سبب بهبود عملکرد بولوژیک آن شود. بن کاوندر و همکاران (Cavender *et al.*, 2003) در پژوهش روی باه سورگوم دانه: ، مشاهده نمودند که کاربرد توام میکوریزا و ورم کمپوست موجب افزایش محسوس عملکرد بولوژیک گرد: . آنها اظهار داشتند که این افزایش اثر مستقیم ورم کمپوست بر درصد همز: بکوریزا: نبود، بلکه حاصل اثر عناصر غذا: موجود در ورم کمپوست بر روی توسعه و گسترش مستقیم و هم شبکه قارچ و تاثیر آن بر تحرک رشد: باه میزبان بود. بر اساس نتا: ه مرکب داده های سال ی انجام آزمایش، عملکرد بیولوژیک در اثر تیمارهای مختلف کودی در سطح: یک درصد معنی دار گرد: (جدول). بهارها: بن آن بود که بن شاهد و تیمارهای مطلوب کودهای ز: تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد به نحوی که عملکرد بولوژیک در دو تیمار کود ز: بکوریزا، مصرف کیلوگرم کود فسفات ز: و تن ورم کمپوست (کیلوگرم در هکتار) و در بکوریزا، مصرف کیلوگرم کود فسفات

بکره رو: و تولب: بوماس را فراهم آورده است. ی کوماوات و همکاران (Kumawat *et al.*, 2006) بد آن بود که استفاده از ورم کمپوست در گیاه جو، موجب بهبود چشمگ: عملکرد بیولوژیک گرد: ، انها: را یک کنندگ: بکروب های خاک توسط ورم کمپوست و توانا: ان در بهبود جذب عنا: پر مصرف و کم مصرف نسبت داد: . و همکاران (Sainz *et al.*, 1998) نرزه پژوهش خود روی باهان شبدر قرمز و خیار، گزارش کردند که مصرف ورم کمپوست حاصل از ضایعات آلب: ی موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بولوژیک در: . انها اظهار داشتند که فضولات کرم های خاک: حاوی مصرف و کم مصرف قابل استفاده فراوان: بوده که باهان مذکور شده و از طریق بهبود رشد و نمو، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گرد: . مطالعات کاوندر و همکاران (Cavender *et al.*, 2003)، آسه و دو و پا: (Acevedo and Pire, 2004) کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2005)، جت و الاوات (Jat and Ahlawat, 2004 and 2006) و همکاران (Hameeda *et al.*, 2006) و زالر (Zaller, 2007) ب روی سورگوم دانه ای، خریزه درخت: سورگوم علوفه: ، نخود، ارزن مروارید و گوج: ججه: بق مطابقت دارد. اثر متقابل تلقب: بکوریزا: × ورم کمپوست نشان داد که ب: بهارهای مختلف اختلاف معنی داری وجود داشت به نحوی که عملکرد بیولوژیک در تیمارهای بکوریزا در سطوح مختلف مصرف ورم کمپوست (کیلوگرم در هکتار) در مقابله بهارهای شامل عدم تلقب: بکوریزا: در سطوح مختلف مصرف ورم کمپوست (کیلوگرم در هکتار) طور بارزی افزایش: (جدول). به عبارت دیگر:

بقی ایجاد یک محیط کشت مناسب و فراهم
غذا، موجب بهبود رشد و نمو گیاه رازیانه و افزایش
عملکرد بیولوژیک آن در مقایسه با شاهد شد
گردید. هیچ مطالعاتی بر روی این موضوع از محققین
در رابطه با مصرف کودهای زیستی و آلی بر بهبود بیوماس گیاهان
نبینمطلب است
Sainz et al., 1998; Cavender et al., 2003; Akbarinia, (2003).

و تن ورم کمپوست (کلوگرام در هکتار) بی بی در حدود و درصد نسبت به شاهد (کلوگرام در هکتار) داشتند (جدول ۶). در تلفیق کودهای زیستی به همراه مصرف کودهای زیستی، ضمن بهبود احتمال افزایش باروری آن و نیز اثرات متقابل با کودهای زیستی که بنیادی است، قادر می باشد از

جدول ۶ - عملکرد بیولوژیک در اثر کودهای زیستی در سال های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۶

Table 6. Means of biological yield as affected by biofertilizers in 2005 and 2006 cropping seasons

تیمار Treatment	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological Yield (Kg/ha)			درصد تغییر %Change to control
	2005	2006	Mean	
MIP1V1	2414 i	3204 j	2808 i	-48.9
MIP1V2	3476 g	5628 h	4552 g	-17.1
MIP1V3	4177 cde	7123 cd	5649 de	+2.8
MIP2V1	2404 i	3380 j	2892 i	-47.4
MIP2V2	3515 g	5986 gh	4750 g	-13.5
MIP2V3	4272 cd	7489 bc	5880 cd	+7.0
MIP3V1	2486 i	3420 j	2952 i	-46.3
MIP3V2	3420 g	6173 fgh	4796 g	-12.7
MIP3V3	4366 c	7712 b	6039 c	+9.9
M2P1V1	3011 h	4345 i	3678 h	-33.0
M2P1V2	3858 f	6397 efg	5127 f	-6.7
M2P1V3	4724 b	8738 a	6731 b	+22.5
M2P2V1	3342 g	4584 i	3963 h	-27.9
M2P2V2	4046 def	6699 def	5372 ef	-2.2
M2P2V3	4691 b	9083 a	6886 ab	+25.3
M2P3V1	3106 h	4638 i	3872 h	-29.5
M2P3V2	3991 ef	6854 de	5422 ef	-1.3
M2P3V3	5033 a	9161 a	7097 a	+29.2
Control (NPK: 90, 60 and 90 Kg/ha)	4002 ef	6986 cde	5494 e	-

در هر ستون و برای که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

در سطح یک درصد بر درصد همزیستی
دار گردید (جدول ۶).
نشان داد که بین سطوح تلفیق میکوریزا تفاوت قابل
وجود داشت، به طوری که درصد همزیستی

در میکوریزا به مرکب داده های سال های آزمایش
آن بود که اثر هر سه عامل به تنهایی و نیز اثر متقابل
میکوریزا × کود فسفات زیستی و اثر متقابل هر

و همکاران (Hazarika et al., 2000) روی ماه چای
 ی پژوهش حاضر مطابقت دارد. آنها مشاهده
 کردند که کاربرد بک از باکتری حل کننده
 فسفات (*Bacillus polymyxa*) در حضور سنک فسفات
 موجب افزایش درصد کلونیزاسیون
 گردید. آنها گزارش کردند در خاکهای اسبی
 که سمب الوموم و کمبود فسفر وجود دارد، مصرف
 باکتری ها ضمن بهبود همزیستی بکوریزا
 عرضه کافی ماهی و افزایش رشد و نمو آن
 . بن در دو مطالعه دیگری که در خصوص
 کاربرد میکروارگانیزم های حل کننده فسفات روی
 باهان گندم و ماش سبز انجام گرفت، آشکارا بک
 مصرف بک باکتری (*Bacillus circulans*) و بک
 قارچ (*Cladosporium herbarum*) در حضور سنک
 فسفات سبب بهبود قابل ملاحظه درصد همزیستی
 گردید. (Singh and Kapoor, 1998, Singh and Kapoor, 1999).
 آنها اظهار داشتند که ممکن
 است تولید هورمون های که توسط بک
 بکروارگانیزم ها صورت می برد، دارای بک
 کنندگی بر آلودگی بکوریزا و موجب افزایش
 کلونیزاسیون گردید.
 نشان داد که بی سطوح ورمب کمپوست تفاوت معنی
 داری وجود دارد به طوری که درصد همزیستی در
 سطح دوم (/ %) در حدود ۱۰ درصد بیشتر از
 اول (/ %) و در حدود ۲۰ درصد بیشتر از سطح
 سوم (/ %) بود (جدول ۱). استنباط می شود که
 عناصر غذا موجود در ورمب کمپوست از طریق
 بک رشد در راز موجب بهبود درصد
 همزیستی بکوریزا شده باشند. این موضوع در
 بک و همکاران (Kale et al., 1987) روی
 باه دارو قابل مشاهده است. گزارش
 بواپوترا و همکاران (Shivaputra et al., 2004)
 ان بود که مصرف ورمب کمپوست تحت شرایط
 گلخانه ای در گیاه خربزه درختی، سبب بهبود قابل

ریشه در بکوریزا (/ %) در حدود
 درصد بیشتر از عدم تلقیح (/ %) (جدول ۱).
 توان استنباط کرد که تلقیح بکوریزا، شرایط
 برای بهبود درصد همزیستی ریشه در راز
 فراهم آورد. در همین رابطه کاپور و همکاران
 (Kapoor et al., 2004) دست به
 آنها مشاهده نمودند که درصد همزیستی
 رازیانه در تلقیح با دو گونه قارچ میکوریزی
Glomus fasciculatum (/ %) و *G. macrocarpum*
 (/ %) به طرز چشمگیری بیشتر از تیمار عدم تلقیح
 (/ %) گردید. در پژوهش دیگر گوپتا و همکاران
 (Gupta et al., 2002) بز نشان دادند که تلقیح بک گونه
 از قارچ میکوریزا (*Glomus fasciculatum*) ریشه نعنای،
 سبب افزایش محسوس درصد همزیستی گردید.
 بقات رات و همکاران (Ratti et al., 2001) و
 آریاگادا و همکاران (Arriagada et al., 2007)
 روی باهان دارو و اوکالیپتوس
 این مطلب است. بقات کاپور و همکاران
 (Kapoor et al., 2002) روی بدو نوع زیره مین آن
 بود که تلقیح ریشه این دو گیاه با گونه های
 بکوریزا، موجب افزایش بارز درصد همزیستی
 گردید. بی که به طور مبنی بزان این
 در دو گیاه مذکور به ترتیب در حدود ۱۰ و ۲۰ درصد
 گردید و این در حالی بود که مقدار آن در تیمار شاهد
 فقط در حدود دو درصد بود.
 آن بود که مبنی سطوح کود فسفات از اختلاف
 داری وجود داشت، بی که درصد همزیستی
 بکوریزا در سطح سوم (/ %)، در حدود
 / درصدی از سطح اول (/ %) و در حدود
 / درصدی از سطح دوم (/ %) گردید.
 (جدول ۱). کاربرد کود فسفات از طریق رها
 سازی آهسته و مداوم فسفر ممکن است موجب تحریک
 بکوریزا و متعاقب آن افزایش درصد
 ریشه رازیانه شده باشد. قی هازاریکا

جدول - درصد همزیستی ریشه در سطوح مختلف کودهای زیستی در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

Table 7. Means for root colonization percent in different levels of biofertilizers in 2005 and 2006 cropping seasons.

تیمار Treatment	درصد همزیستی ریشه Root colonization (%)		
	2005	2006	Mean
	تلقیح میکوریزایی Mycorrhizal Inoculation		
M1= non-inoculated	26.77 b	27.73 b	27.25 b
M2= inoculated	50.68 a	55.59 a	53.13 a
	کود فسفات زیستی (کیلوگرم در هکتار) Phosphatic Biofertilizer (Kg/ha)		
P1= 0 kg/ha	36.97 b	39.14 c	38.06 c
P2= 30 kg/ha	37.81 b	40.99 b	39.40 b
P3= 60 kg/ha	41.40 a	44.85 a	43.12 a
	ورمی کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost (ton/ha)		
V1= 0 ton/ha	34.08 b	63.13 c	35.10 c
V2= 5 ton/ha	41.54 a	45.20 a	43.37 a
V3= 10 ton/ha	40.56 a	43.65 b	42.11 b
	تلقیح میکوریزایی × کود فسفات زیستی M × P		
M1P1	24.28 d	24.48 d	24.38 e
M1P2	27.04 c	28.41 c	27.72 d
M1P3	29.00 c	30.31 c	29.65 c
M2P1	49.67 b	53.80 b	51.73 b
M2P2	48.57 b	53.58 b	51.08 b
M2P3	53.79 a	59.39 a	56.59 a
	تلقیح میکوریزایی × کود فسفات زیستی × ورمی کمپوست M × P × V		
M1P1V1	17.77 f	17.13 j	17.45 j
M1P1V2	27.47 e	28.43 gh	27.95 h
M1P1V3	27.61 e	27.87 h	27.74 h
M1P2V1	22.16 f	22.49 i	22.32 i
M1P2V2	28.47 e	30.80 gh	29.63 gh
M1P2V3	30.50 e	31.93 gh	31.22 g
M1P3V1	27.97 e	28.27 gh	28.12 gh
M1P3V2	30.07 e	32.43 g	31.25 g
M1P3V3	28.97 e	30.23 gh	29.60 gh
M2P1V1	42.57 d	45.27 f	43.92 f
M2P1V2	53.40 b	58.90 bc	56.15 b
M2P1V3	53.03 b	57.23 bcd	55.13 b c
M2P2V1	46.20 cd	50.21 e	48.20 e
M2P2V2	50.05 bc	55.67 c d	52.86 c d
M2P2V3	49.47 bc	54.87 d	52.17 c d
M2P3V1	47.80 c	53.43 d e	50.62 d e
M2P3V2	59.77 a	64.97 a	62.37 a
M2P3V3	53.81 b	59.77 b	56.79 b

در هر ستون و برای که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

ملاحظه درصد ریشه در مقا. دارد. آنها
 گرد. در برخی از پژوهش‌ها مشاهده نمودند که کاربرد توام گونه، ی بکوریزا
 بزبدست آمده است. در این خصوص، سا. و همکاران (Sainz et al., 1998) در یک تحق. کلخانه ای
 که روی باهان شبدر قرمز و خیار انجام دادند. مشاهده نمودند که مصرف ورم کمپوست حاصل از ضایعات
 الی کاهش معن. دار در کلونیزاسیون ر. در ماه شبدر قرمز کرد. ال. دل
 کاهش در همز. بکوریزا. را به مصرف زیاد. نوع ورم کمپوست و متعاقب آن به فراهم. زیاد
 در مح. رشد. نسبت دادند و گرفتند که برای حفظ مطلوب همز. بکوریزا. در
 ی کشاورزی بدار، ابتدا مبادرت به تع. دق. عناصر غذا. مورد نیاز کرد و سپس برای مصرف
 مقاد. مناسب ورم کمپوست اقدام کرد. ی اثر متقابل بکوریزا. × کود فسفات
 ز. دارای اختلاف معن. داری بود به نحوی که درصد همز. ر. در تیمار، ی دارای
 بکوریزا. (/ % / % / %) بودند، برتری ی. بمارهای دارای عدم
 بکوریزا. (/ % / %) داشتند (جدول). این اثر معن. دار در تیمار
 بکوریزا. و مصرف کیلوگرم کود فسفات ز. (/ %) در مقا. بمار عدم تلقیح و کاربرد
 کیلوگرم کود فسفات ز. (/ %) بیشتر بارز بود، به نحوی که در حدود درصد برتری مشاهده
 در نفس. توان بیان داشت، که یک اثر تشدید کننده بین قارچ میکوریزا و مجموعه باکتری
 حل کننده فسفات و سنگ فسفات وجود دارد به طوری که باکتری مذکور از طریق رها سازی کند فسفر از
 سنگ فسفات، م. تواند به تحر. یک همز. بکوریزا. بار. باه رازیانه و متعاقب آن به بهبود
 درصد همز. کمک کند. ق رات. و همکاران (Ratti et al., 2001) روی ماه دارو.
 دارد. آنها مشاهده نمودند که کاربرد توام گونه، ی بکوریزا (*Glomus aggregatum*) و باکتری حل کننده فسفات
 (*Bacillus polymyxa*) دارای یک اثر هم افزا. روی درصد همز. ریشه بود به طوری که درصد همز.
 ریشه در تیمار دارای هر دو میکروارگانیزم (/ %) در بمار فقط دارای بکوریزا (/ %) در حدود
 درصد بیشتر بود. دلیل این بارز، به تحر. یک بکوریزا. توسط باکتری حل کننده فسفات
 مذکور نسبت داده شد. هازاریکا و همکاران (Hazarika et al., 2000) بز در مطالعه خود روی باه چای
 دست. آنها مشاهده کردند که کاربرد توام قارچ میکوریزا (*Glomus fasciculatum*) و باکتری
 حل کننده فسفات (*Bacillus polymyxa*) در حضور سنگ فسفات معدن. د درصد همز.
 بکوریزا. بار. باه چای کرد. - ی اثر متقابل هر سه عامل ن. اختلاف معن. داری را
 نشان داد و مشاهده کرد. د که با کاربرد توام سطوح از سه عامل، در برخی از تیمارها بر درصد
 افزوده شد به نحوی که درصد همز. ر. در تیمار تلق. بکوریزا، مصرف کیلوگرم کود
 فسفات ز. و پنج تن در هکتار ورم کمپوست (/ %) ی. ی. بمارها داشت (جدول). استنباط م. شود که مصرف توام
 از مقادیر هر سه کود ز. سبب بروز یک اثر د کننده و مثبت بر همز. بکوریزا. بار.
 باه میزبان م. شود و متعاقب آن درصد کلونیزاسیون ریشه بهبود م. ت برخی
 (Omar, 1998)، هازاریکا و همکاران (Hazarika et al., 2000)، کومار و س. (Kumar and Singh, 2001)
 و رات. و همکاران (Ratti et al., 2001) د وجود یک رابطه افزا. بین کودهای ز. بر درصد
 ر. بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه مرکب

بروز اثرات متقابل تشدید کننده و مفید در بین آنها همراه بود، مهیا کردند و سبب افزایش درصد همز. ریشه راز. بکوریزا شدند. از طرف دیگر مصرف کودهای حاوی فسفر محلول، به عنوان یک مانع اصل در ایجاد همز. بکوریزا. بشمار رود و از آن. توان گفت که سبب ی کشاورزی متداول که مبتنی بر مصرف فراوان کودهای هستند غالباً از مزایای آن محروم (Sharma, 2002a and b; Kapoor *et al.*, 2004; Gholami, 1999) بن دلیل در تیمار شاهد مانع کاهش زیاد درصد همز. ریشه به وضوح مشاهده

داده های سال های آزمایش، درصد همز. ر. بکوریزا در تیمارهای مختلف کودهای ز. و شاهد در سطح یک درصد معین دار گرد. (جدول). بمارها شاهد و تیمارهای کودهای ز. اختلاف قابل توجه بود. به طوری که بمار کود، ی ز. بکوریزا، مصرف کیلوگرم کود فسفات ز. و در هکتار ورم کمپوست (/ %) ی در حدود درصد (/ %) داشت (جدول). بنابراین بمارهای کودهای ز. مطلوب در مقایسه بمار شاهد کود ش. ، به مراتب شرای ی برای بهبود فعال ی بکروپ. در خاک که با

جدول - درصد همز. ر. در اثر کودهای زیستی در سال های و

Table 8. Means of root colonization percent as affected by biofertilizers in 2005 and 2006 cropping seasons

تیمار Treatment	درصد همز. ر. Root colonization (%)			درصد تغییر %Change to control
	2005	2006	Mean	
M1P1V1	17.62 g	17.13 j	17.45 j	+41.5
M1P1V2	27.47 e	28.43 gh	27.95 h	+126.7
M1P1V3	27.61 e	28.87 h	27.74 h	+125.0
M1P2V1	22.16 f	22.49 i	22.32 i	+81.0
M1P2V2	28.47 e	30.80 gh	29.63 gh	+140.3
M1P2V3	30.50 e	31.93 gh	31.22 g	+153.2
M1P3V1	27.97 e	28.27 h	28.12 h	+128.0
M1P3V2	30.07 e	32.43 g	31.25 g	+153.4
M1P3V3	28.97 e	30.23 gh	29.60 h	+140.0
M2P1V1	42.57 d	45.27 f	43.92 f	+256.2
M2P1V2	53.40 b	58.90 bc	56.15 b	+355.4
M2P1V3	53.03 b	57.23 bcd	55.13 bc	+347.1
M2P2V1	46.20 cd	50.21 e	48.20 e	+290.9
M2P2V2	50.05 bc	55.67 cd	52.86 cd	+328.7
M2P2V3	49.47 bc	54.87 d	52.17 d	+323.1
M2P3V1	47.80 c	53.43 de	50.62 de	+310.5
M2P3V2	59.77 a	64.97 a	62.37 a	+405.8
M2P3V3	53.81 b	59.77 b	56.79 b	+360.6
Control (NPK: 90, 60 and 90 Kg/ha)	12.13 h	12.53 k	12.33 k	-

در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

سپاسگزاری

نکارندگان داشتند، کمال سپاسگزاری و تشکر را دارم. از همکاری و زحمات کارکنان بخش بیولوژی قات خاک و آب کشور نیز کمال تشکر را

بله از رئیس و کارکنان ایستگاه تحقیقات همدان دماوند وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور که همکاری بمانه ای در طول اجرای

References

منابع مورد استفاده

- Acevedo, I. C. and R. Pire. 2004.** Effects of vermicompost as substrate amendment on the growth of papaya (*Carica papaya* L.). *Interciencia*. 29: 274-279.
- Akbarinia, A. 2003.** Study on yield and effective substance of ajowan (*Trachyspermum ammi*) under conventional, organic and integrated systems. Ph.D. Thesis in Agronomy. Faculty of Agriculture, The University of Tarbiat Modarres.
- Annamalai, A., P. T. V. Lakshmi, D. Lalithakumari and K. Murugesan. 2004.** Optimization of biofertilizers on growth, biomass and seed yield of *Phyllanthus amarus* (Bhumyamalaki) in sandy loam soil. *J. Medicinal and Aromatic Plants Sci.* 26: 21-28.
- Anwar, M., D. D. Patra, S. Chand, K. Alpesh, A. A. Naqvi and S. P. S. Khanuja. 2005.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Sci. and Plant Analysis.* 36: 1737-1746.
- Arancon, N., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch and J. D. Metzger .2004.** Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technol.* 93: 145-153.
- Arriagada, C. A., M. A. Herrera and J. A. Ocampo. 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. Environmental Management.* 84: 93-99.
- Bajaj, Y. P. S. 1989.** Biotechnology in agriculture and forestry. Vol 7. Medicinal and Aromatic Plants 2. Springer-Verlag Press. 480 pp.
- Cabello, M., G. Irrazabal, A. M. Bucsinzky, M. Saparrat and S. Schalamuk. 2005.** Effect of arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus mosseae*, and a rock- phosphate-solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha piperita* growth in a soilless medium. *J. Basic Microbiol.* 45: 182-189.
- Cavender, N. D., R. M. Atiyeh and M. Knee. 2003.** Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *sorghum bicolor* at the expense of plant growth. *Pedobiologia.* 47: 85-89.
- Darzi, M. T., M. T. Hadj Seyed Hadi and N. Yasa. 2005.** Effects of sowing date and plant density on seed yield and quality of active substance in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding.* 2: 27-36.
- Defreitas, J. R., M. R. Banerjee and J. J. Germida. 1997.** Phosphate solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not the phosphorus uptake of canola. *Biol. Fert Soils.* 24: 358-364.

- Gholami, A. 1999.** Evaluating the effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi on growth characteristics of corn. Ph.D. Thesis in Agronomy. Faculty of Agriculture, The University of Tarbiat Modarres.
- Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980.** An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*. 84: 489-500.
- Gupta, M. L. and K. K. Janardhanan. 1991.** Mycorrhizal association of *Glomus aggregatum* with palmarosa enhances growth and biomass. *Plant and Soil*. 131: 261-263.
- Gupta, M. L., A. Prasad, M. Ram and S. kumar. 2002.** Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technol*. 81: 77-79.
- Gyaneshwar, P., G. Naresh Kumar, L. J. Parekh and P. S. Poole. 2002.** Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*. 245: 83-93.
- Hameeda, B., O. P. Rupela, G. Reddy and K. Satyavani. 2006.** Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biol. Fert. Soils*. 44: 260-266.
- Hazarika, D. K., N. C. Taluk Dar A. K. Phookan, U. N. Saikia, B. C. Das and P. C. Deka. 2000.** Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. Symposium No. 12, Assam Agricultural University, Jorhat-Assam, India.
- Jat, R. S. and I. P. S. Ahlawat. 2004.** Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian J. Agric. Sci*. 74: 359-361.
- Jat, R. S. and I. P. S. Ahlawat. 2006.** Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. *J. Sustainable Agric*. 28: 41-54.
- Kale, R. D., K. Bano, M. N. Sreenivasa and D. J. Bagyaraj. 1987.** Influence of worm cast on the growth and mycorrhizal colonization of two ornamental plants. *South Indian Horticulture*. 35: 433-437.
- 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 J. Microbiol. Biotechnol*. 18: 459-463.
- Kapoor, R., B. Giri, and K. G. Mukerji. 2004.** Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technol*. 93: 307-311.
- Khan, M. M. A., S. H. A. Samiullah and M. M. R. K. Afridi. 1992.** Yield and quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in relation to basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. *J. Plant Nutrition*. 15: 2505-2515.
- Kumar, S., C. R. Rawat, S. Dhar and S. K. Rai. 2005.** Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*).

Indian J. Agric. Sci. 75: 340-342.

Kumar, V. and K. P. Singh. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Bioresource Technol. 76: 173-175.

Kumawat, P. D., N. L. Jat and S. S. Yadavi, 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare*). Indian J. Agric. Sci. 76: 226-229.

Marotti, M., V. Dellacecca, R. Piccaglia and E. Giovanelli. 1993. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. Acta Horticulture. 331: 63-69.

Omar, S. A. 1998. The role of rock-phosphate-solubilizing fungi and vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) in growth of wheat plants fertilized with rock phosphate. World J. Microbiol. Biotechnol. 14: 211-218.

Omidbaigi, R. 1997. Approaches to production and processing of medicinal plants. Tarrahane Nashr. 424 pp.

Pandey, R. 2005. Mangement of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. Phytoparasitica. 33: 304-308.

Philips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. 55: 158-161.

Rashed Mohassel, M. H. and A. Nezami. 1998. Effects of sowing date and plant density on growth and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in Mashhad climatic condition. Final report of research project, The University of Ferdosi.

Ratti, N., S. Kumar, H. N. Verma and S. P. Gautam, 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and azospirillum inoculation. Microbiol. Res. 156: 145-149.

Roy, D. K. and B. P. Singh. 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). Indian J. Agron. 51: 40-42.

Sainz, M. J., M. T. Taboada-Castro and A. Vilarino. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant and Soil. 205: 85-92.

Saleh Rastin, N. 2001. Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture. A compilation of papers of necessity for the production of biofertilizers in Iran. 1-54 pp.

Sepidkon, F. 2001. Study of quantitative and qualitative of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) essential oil in different growth stages. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 7: 85-104.

Sharifi Ashorabadi, E., G. R. Amin, M. Mirza and M. Rezvani. 2002. Effect of plant nutrition systems (chemical, intermediate and organic systems) on quality of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Pajouhesh & Sazandegi. 56 and 57: 78-87.

Sharma, A. K. 2002a. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. 407 pp.

Sharma, A. K. 2002b. A handbook of organic farming. Agrobios, India. 627 pp.

- Shivaputra, S. S., C. P. Patil, G. S. K. Swamy and P. B. Patil. 2004.** Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya. *Mycorrhiza News*. 16: 12-13.
- Singh, S. and K. K. Kapoor. 1998.** Effects of inoculation of phosphate-solubilizing microorganisms and an arbuscular mycorrhizal fungus on mungbean grown under natural soil conditions. *Mycorrhiza*. 7: 249-253.
- Singh, S. and K. K. Kapoor. 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. *Biol. Fert. Soils*. 28: 139-144.
- Subramanian, K. S., P. Santhanakrishnan and P. Balasubramanian. 2006.** Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. *Sci. Horticulturae*. 107: 245-253.
- 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. *Sci. Horticulturae*. 112: 191-199.

Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Darzi, M.T.¹, A. Ghalavand² and F. Rejali³

ABSTRACT

Darzi, M.T., A. Ghalavand and F. Rejali. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Iranian Journal of Crop Sciences. 10 (1):88-109.**

In order to study the effect of biofertilizers on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.), an experiment was conducted in 2005 and 2006 growing seasons. The factors were mycorrhizal inoculation (inoculated and non-inoculated), phosphate biofertilizer (0, 30, 60 Kg/ha) and vermicompost (0, 5, 10 Ton/ha). The treatments were arranged as factorial in a randomized complete blocks design with eighteen treatments and three replications. These treatments together with a chemical fertilizer control treatment (NPK: 90, 60 and 90 Kg/ha) were also evaluated using a randomized complete blocks design with nineteen treatments and three replications. Results showed that the highest umbrella no./plant, biological yield and root colonization percent were obtained with mycorrhiza treatment. Phosphate biofertilizer also showed significant effect on these traits. The maximum umbrella no./plant and root colonization percent were related to the plots with application of 60 Kg/ha of phosphate biofertilizer. The highest biological yield were obtained with application of 30 Kg/ha phosphate biofertilizer. The maximum umbrella no./plant and biological yield were obtained from vermicompost (10 ton/ha). The highest root colonization percent were also obtained with application of five ton/ha vermicompost. There were positive and synergistic interactions between factors. For example, interactions between mycorrhizal inoculation × vermicompost on biological yield. Differences between control and biofertilizer treatments were significant, as umbrella no./plant and biological yield in treatment of inoculation with mycorrhiza, application of 60 kg/ha phosphate biofertilizer and 10 ton/ha vermicompost were higher than control. Root colonization percent in treatment of inoculation with mycorrhiza, application of 60 Kg/ha phosphate biofertilizer and five ton/ha vermicompost was also greater than control.

Key words: Fennel, Mycorrhiza, Phosphate biofertilizer, Vermicompost, Flowering, Biological yield, Root colonization.

Received: December 2007

1- Assistant professor, Islamic Azad University, Roodhen Unit, Roodhen, Iran (Corresponding author)

2- Associate professor, Faculty of Agriculture, The University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran

3- Assistant professor, Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran