

بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورم کمپوست و کود فسفات ز... عملکرد بیولوژیک و
ر... در گیاه 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... عملکرد بیولوژیک و همزیستی
ر... در گیاه دارو... راز... مجله علوم زراعی ایران، ۱۰ (۱): ۱-۱۱.

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 (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ورمی کمپوست (۱۰۰ و ۲۰۰ تن در هکتار) در قالب طرح پایه
بلوک های کامل تصادفی با هیجده تیمار و سه تکرار و در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به اجرا در آمد. مقایسه ای نیز بین این
تیمارها با یک تیمار شاهد کود شیمیایی (NPK به میزان ۱۰۰ و ۲۰۰ 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 ۲۰۰ کیلوگرم از آن و بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد
۲۰۰ کیلوگرم از آن بدست آمد. بیشترین تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۲۰۰ تن ورمی کمپوست و نیز بیشترین
درصد همزیستی ریشه با کاربرد ۲۰۰ 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 ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و
۲۰۰ تن ورمی کمپوست و نیز از نظر درصد همزیستی ریشه، تیمار کود ز... ۲۰۰ و ۱۰۰ میکوریزا، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود
فسفات ز... و ۲۰۰ تن ورمی کمپوست ۱۰۰ ی... در مقایسه ۱۰۰ تیمار ۱۰۰ داشتند.

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۵

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

۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

چکیده

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی و آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها گردیده است (Sharma, 2002b). کشاورزی با مصرف کودهای زیست با هدف حذف کودهای شیمیایی در مصرف نهاده های کشاورزی راه حل مطلوب جهت غلبه بر مشکلات به شمار می آید. کودهای زیست حاوی مواد نگهدارنده ای می باشد که با افزودن آنها به خاک و استفاده از عناصر غذایی مورد نیاز با یک سیستم کشاورزی با کارایی بالا (Saleh Rastin, 2001) که در آن می توان به قارچ های میکوریزای (Vesicular Arbuscular Mycorrhiza) میکروارگانیزم های حل کننده فسفات و ورمی کمپوست اشاره کرد. قارچ های میکوریزای 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 آبی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم کشاورزی پایدار می باشد (Sharma, 2002a). میکروارگانیزم های حل کننده فسفات نیز که عمدتاً از قارچ ها و باکتری ها می باشند با تولید اسیدهای آلی، موجب افزایش حلالیت فسفات های موجود در خاک، محلول نظیر سنگ فسفات می باشد. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی می گردند (Gyaneshwar et al., 2002). ورمی کمپوست نیز با استفاده از کودهای تولید شده به کمک کرم های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم ضایعات آلی (کود دامی، کود گیاهی و غیره)

در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران بوجود می آید. ورمی کمپوست دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکشی مناسب و ظرفیت بالای نگهداری آب می باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم های مفید خاک (نظیر قارچ های میکوریزا و میکروارگانیزم های حل کننده فسفات)، در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می شود (Arancon et al., 2004). با توجه به تاخیراتی که کشاورزی با استفاده از کودهای شیمیایی و پایدار دارد، گیاهان دارویی که محصولات گیاهی هستند برای استفاده در صنایع مختلف داروسازی، غذا، آرایشی و بهداشتی استفاده می شود (Marotti et al., 1993; Khan et al., 1992; Bajaj, 1989; Omidbaigi, 1997). گیاه دارویی رازیانه در کشور ما ایران پراکندگی وسیعی در مناطق خراسان، تهران، کرمان، مازندران، کردستان، کرمان، گیلان و تبریز دارد و تا ارتفاع ۳۰۰۰ متری از سطح دریا به طور خودرو رشد می کند (Rashed Mohassel and Nezami, 1998). سطح زراعت کشت رازیانه در ایران حدود ۱۰۰ هکتار می باشد و استان های عمده تولید کننده آن محصول شامل همدان، خراسان، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان هستند (Darzi et al., 2005). با توجه به ارتباط با نقش کودهای زیست بر روی گیاهان دارویی و رازیانه صورت گرفته است. در این پژوهش کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) نشان دادند که

کولبا (2005) نیز سبب بهبود عملکرد بیولوژیک در گیاه دارو (Cabello et al., 2005)، آنامالای و همکاران (Annamalai et al., 2004) بهبود معنای دار عملکرد بیولوژیک یک گیاه دارو از ره فرفون (*Phyllanthus amarus*) در اثر مصرف باکتری بی حل کننده فسفات در مقایسه با شمار شاهد بود. در خصوص اثر استفاده از ورمب کمپوست بر روی ورمب بی مورد بررسی در گیاهان دارویی، انور و همکاران (Anwar et al., 2005) مشاهده نمودند که مصرف پنج تن در هکتار ورمب کمپوست همراه با کود NPK (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) و کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارو (ریحان (*Ocimum basilicum*) و شمار شاهد گردید. (Pandey, 2005) در مطالعه خود که روی گیاه دارو درمنه (*Artemisia pallens*) انجام شد، نشان داد که مصرف ورمب کمپوست موجب بهبود عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید. در یک بررسی که توسط آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004) بر روی گیاه 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 معنی داری تعداد گلها را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد. گزارش کال (Kale et al., 1987) نیز آن بود که استعمال ورمب کمپوست از طریق افزایش رشد و افزایش درصد همزیستی ریشه در گیاه دارو (Salvia sp.) گردید. در یک پژوهش گلخانه ای که توسط ساینز و همکاران (Sainz et al., 1998) بر روی گیاهان شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) و خیار صورت گرفت، مشخص گردید که مصرف ورمب کمپوست موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید. در همین رابطه، در مطالعه ای دیگر که روی گیاه جو صورت پذیرفت، مشخص شد که

رازیق قارچ میکوریزا سبب افزایش عملکرد بیولوژیک در تعداد چتر در بوته، بیوماس و درصد همزیستی ریشه آن گردید. بن در پژوهش که توسط سویرامانیان و همکاران (Subramanian et al., 2006) بر روی گیاهان انجام گرفت، مشخص گردید که همزیستی ریشه گیاهان از میکوریزا، باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در بوته در مقایسه با شمار شاهد گردید. در تحقیق دیگری عنوان گردید که تلقیح گیاه دارو (*Cymbopogon martinii*) با گونه ای قارچ میکوریزا (*Glomus aggregatum*) سبب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه گردید (Ratti et al., 2001). در همین خصوص طباطبائی و همکاران (2002) در 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 گیاهان 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 گیاهان مذکور را بهبود بخشید (Kapoor et al., 2002). راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) در تحقیق خود بر روی گیاهان مشاهده کردند که کاربرد چندین سوش از باکتری بی حل کننده فسفات، عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد افزایش داد. پژوهش هازاریکا و همکاران (Hazarika et al., 2000) نیز که بر روی گیاه چای (*Camellia sinensis*) و در شرایط مزرعه ای انجام گرفت، نشان داد که کاربرد یک گونه از باکتری بی 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 نیتروژن و ورمب

کاربرد ورمب کمپوست موجب بهبود چشمک‌آبی در عملکرد بیولوژیک شد (Kumawat et al., 2006). در دیم‌ها که روی به نخود انجام شد، مشخص گردید که مصرف سه تن در هکتار ورمب کمپوست، باعث افزایش بارز عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید (Jat and Ahlawt, 2004, 2006). گزارش زالر (Zaller, 2007) بیان بود که استعمال ورمب کمپوست موجب بهبود معنی دار عملکرد بیولوژیک ارقام گوجه فرنگی در مقایسه با شاهد گردید. در مطالعه انجام گرفته روی ارزن مروار (*Pennisetum glaucum*) نیز مشخص شد که استعمال ورمب کمپوست موجب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد گردید (Hameeda et al., 2006).

از آنجا که رویکرد جهان‌پا در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام های کشاورزی پایدار و بکارگیری روش های نوین آنها نظیر کاربرد کودهای زیستی به منظور ارتقاء عملکرد کمپوست و کیفیت گیاهان دارویی هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر قارچ میکوریزا، ورمب کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه در گیاه دارویی رازانه بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در طی دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در مزرعه ایستگاه تحقیقات همنند دماوند وابسته به مؤسسه

تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا، به اجرا درآمد. میانگین بارش سالیانه ایستگاه ۱۰۰۰ میلی متری و دمای آن در حدود ۱۵ درجه سانتیگراد می باشد. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۱۰ سانتی متری نمونه برداری بعمل آمد و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی و pH آن برابر ۷/۵ می باشد (جدول ۱). پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه عامل شامل عامل تلقیح با قارچ میکوریزا (M) در دو سطح (عدم تلقیح M1 و تلقیح M2)، عامل کود فسفات زیستی (P) در سه سطح (P1=۰، P2=۱۰ و P3=۳۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل ورمی کمپوست (V) در سه سطح (V1=۰، V2=۱۰ و V3=۳۰ تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با هیجده تیمار و سه تکرار انجام گرفت. همچنین، یک کرت به عنوان شاهد کود شیمیایی با مصرف NPK ۱۰۰/۱۰۰/۱۰۰ لیتر در هکتار و ۱۰ 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 بلوک های 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. بیمار با قارچ میکوریزا

جدول ۱- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

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

اسیدیت	هدایت الکتریکی	کربن آلی	نیترژن	فسفر	کلسیم	مگنزیوم	آهن	روی	Cu
pH	EC (ds/m)	O.C (%)	N	P	Ca	Mg	Fe	Zn	
Texture							mg/kg		
لومی رسی Loamy-Clay	7.3	0.92	0.70	8.19	16	726	-	0.68	2.60

* Available form of nutrients was measured.

* فرم قابل جذب عناصر غذایی اندازه گیری شد.

ورمی کمپوست بکار رفته در آزمایش نلر 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 طبیعی استان اصفهان فراهم گردید.

لورت تلقیح بذر انجام گرفت به طوری که هر بذر اغشته به مایه تلقیح میکوریزایی در حدود ۰۰۰-۰۰۰ اندام فعال قارچی دریافت کرد. کود فسفات زیستی نیز که مورد تایید مؤسسه مذکور بوده، حاوی سنگ فسفات (Rock Phosphate) و یک گونه از باکتری های حل کننده فسفات بنام *Pseudomonas striata* بود که در هر گرم از آن در حدود ۰۰۰ باکتری فعال وجود داشت.

جدول - برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2. Some chemical characteristics of used vermicompost

اسید پته pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	کربن آلی O.C (%)	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کلسیم Ca	مگنزیوم Mg	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	Cu
mg/kg	میلی گرم در کیلوگرم										
7.5	5.32	10.53	8200	4600	4400	46000	14000	17000	638	124	26

می باشد لذا فقط در سال اول آزمایش کشت گردید. همچنین بر مبنای تجزیه خاک و ورمی کمپوست تنها به میزان ۰۰ کیلوگرم نیتروژن از نوع کود اوره 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 نلر تیمارهای مصرف کود ز ۰۰۰ دقیقاً در کرت های سال اول قرار گرفتند و کلیه عملیات مربوط به سال اول (۰۰۰) 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 برداشت)، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به عنوان حاشیه در نظر گرفته شده و از دو خط میانی به تعداد ۰۰ 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 ۰ × ۰ 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 شد. به همین منظور جهت اعمال تیمارها، در کنار هر خط کاشت، شکاری در سراسر پشته به عمق ۰۰۰۰۰۰۰ 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 ۰۰ فروردین سال ۰۰۰ 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 رشته ای، تراکم کاشت براساس صد هزار بوته در هکتار (۰۰ × ۰۰۰۰۰۰) تنظیم گردید. لازم به ذکر است از آنجا که رازیانه یک گیاه چند ساله

بن سطوح ورمب کمپوست اختلاف معنی داری وجود دارد به نحوی که تعداد چتر در بوته در سطح سوم (۱۰۰/۰) درصد بیشتر از سطح دوم (۵۰/۰) و ۱۰۰/۰ درصد بیشتر از سطح اول (۰/۰) بود (جدول ۱). بر ورمب کمپوست نیز زنان کلدها و تعداد چتر در رازیانه مثبت ارز بود. به عبارت دیگر مصرف مقدار مناسب ورمب کمپوست از طریق بهبود فعالی بی بکروبی خاک و تولید هم کننده بی رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهم جذب بیشتر عناصر غذا، سبب افزایش زنان فتوسنتز و ماده خشک گیاهان شده که این مسئله در نهادهای افزایش یافته انجامد. بجه مطالعه آرانکون و همکاران (Arancon et al., 2004) بر ورمب کمپوست در توت فرنگه این مطلب است. (Pandey, 2005) در مطالعه خود که روی گیاه دارویی درمنه انجام گرفت، نشان داد که مصرف ورمب کمپوست، موجب بهبود قابل ملاحظه کلدها و گیاه در مقایسه با شاهد گردید. در این پژوهش ملاحظه گردید که بکارگیری ورمب کمپوست از طریق کنترل آفات و بیماری بی خاکزی و بهبود واکنش های گیاه در خاک و نیز جذب اب و عناصر غذا، در تحقبات افزایش رشد و نمو و کلدها و گیاه گردید. در تحقبات دیگر که توسط روی و سب (Roy and Singh, 2006) انجام شد، مشاهدات بیانگر آن بود که کاربرد بی تن در هکتار ورمب کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. آنها دریافتند که استفاده از ورمب کمپوست از طریق میکروارگانیسم های خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی گیاه، موجب این افزایش بود. بجه بدست آمده از تجزیه مرکب دو سال ازما بی خاک از آن بود که تیمارهای مختلف کودهای زی (جدول ۱) و شاهد اثر معنی داری بر تعداد چتر در بوته داشتند کودهای زی (۱۰۰/۰) نیز دارای تفاوت معنی داری بود به

طوری که دو تیمار کود زی (۱۰۰/۰) و زی (۵۰/۰) کاربرد بی کیلوگرم کود فسفات زی (۱۰۰/۰) و بی تن در هکتار ورمب کمپوست (۱۰۰/۰) و تلقب (۱۰۰/۰) زی، مصرف بی کیلوگرم کود فسفات زی (۱۰۰/۰) و بی تن ورمب کمپوست (۱۰۰/۰) و بی (۱۰۰/۰) و بی (۱۰۰/۰) در مقابله بی بمار شاهد (۱۰۰/۰) نشان دادند (جدول ۱). بمارهای کودهای زی (۱۰۰/۰) مطلوب در بی بمار شاهد شیب، به مراتب شرا بی بی را برای بهبود فعالی بی بکروبی و در خاک با کردند و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی مصرف و کم مصرف توسط ریشه راز، افزایش رشد و کلدها (تعداد چتر در بوته) و بی بی بی از تحقیقات مرتبط با کشاورزی بیدار که مبتنی بر استفاده از منابع آبی و بیولوژیک همراه با مصرف متعادل کودهای بی باشد و در آنها مورد تا و تا و تا قرار گرفته است (Sharma, 2002b; Kapoor et al., 2004; Roy and Singh, 2006) موافقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

بی به مرکب داده های دو سال ازما بی آن بود که اثر هر سه عامل به تنها بی و نیز اثر متقابل دو بی ورمب کمپوست در سطح بی درصد بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بودند (جدول ۱). بی بمارها نشان داد که بی سطوح تلقب زی تفاوت قابل توجهی وجود دارد به نحوی که عملکرد بیولوژیک در تلقب بی زی (۱۰۰/۰) کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم زی (۱۰۰/۰) کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۰۰/۰ درصد بیشتر بود (جدول ۱). در خصوص اثر همزی بی زی بر روی عملکرد بیولوژیک راز بی توان استنباط کرد که بهبود میزان فتوسنتز و رشد، موجب افزایش بوماس بوته و در نهادهای عملکرد بیولوژیک گردید. در همین زمینه، کاپور و همکاران

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زیستی و فسفات 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	خطا	68	6.093	67206.4	6.109

* و **: دارای در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

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

ns: Non-significant.

ns: Non-significant.

جدول ۶- تعداد چتر در بوته در اثر کودهای زیستی در سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

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	
M1P1V1	17.5 j	26.3 h	-47.7
M1P1V2	26.2 gh	41.4 ef	-19.3
M1P1V3	34.0 bcd	56.6 bc	+7.8
M1P2V1	18.7 j	28.3 h	-43.9
M1P2V2	26.2 gh	42.7 e	-17.9
M1P2V3	35.2 b	60.6 b	+14.3
M1P3V1	18.3 j	29.3 h	-43.2
M1P3V2	27.1 fg	43.7 e	-15.5
M1P3V3	34.7 bc	61.1 b	+14.3
M2P1V1	21.9 i	35.2 g	-31.7
M2P1V2	30.7 de	49.7 d	-3.5
M2P1V3	39.2 a	67.9 a	+27.6
M2P2V1	22.7 i	36.5 fg	-29.3
M2P2V2	29.8 ef	50.4 d	-4.2
M2P2V3	39.9 a	69.6 a	+30.5
M2P3V1	23.6 hi	37.4 fg	-27.2
M2P3V2	31.0 de	51.0 d	-2.1
M2P3V3	40.2 a	70.3 a	+31.7
Control (NPK: 90, 60 and 90 Kg/ha)	31.6 cde	52.2 cd	-

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 (Annamalai et al., 2004) بین بهبود معنی دار عملکرد بیولوژیک در اثر مصرف باکتری بی حل کننده فسفات در یک گیاه دارو از خانواده فریون در کابل 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 ۱/۱ درصد بیشتر از سطح اول (کیلوگرم در هکتار) گردید (جدول ۶). ممکن است کود فسفات زیستی جذب فسفر و افزایش تران فتوستتز موجب بهبود عملکرد بیولوژیک گیاه موضوع با پژوهش راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) بر روی گیاه دارو مطابق دارد. آنها اظهار داشتند که علاوه بر تأثیر (که بهبود جذب فسفر می تواند بر روی افزایش وزن خشک گیاه داشته باشد، احتمال آن وجود دارد که باکتری بی حل کننده فسفات از هورمون های رشد گیاه در آن مهم دخیل در پژوهش بی که توسط

جدول ۴- میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کودهای زیستی و اثر متقابل آن ها در سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

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)		
	۲۰۰۵	۲۰۰۶	میانگین 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

اعداد در هر ستون و برای هر عامل که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشد، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ 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 هوایی و ارتفاع و تعداد چتر در بوته و متعاقب آن مقادیر مختلف ورمب کمپوست روی گیاه دارویی ریحان صورت گرفت، انور و همکاران (Anwar et al., 2005) نشان دادند که مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمب کمپوست همراه با کود شیمیایی NPK ۳۰-۱۰-۱۰ به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت. آنها اظهار داشتند که افزودن ورمب کمپوست به خاک با بهبود پایداری و جذب آب و یونهای غذایی خاک، فراهم کننده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد

روی کلزا، نیتروژن و فسفر پژوهش حاضر می باشد. در رابطه با اثر ورمب کمپوست بر عملکرد بیولوژیک نیتروژن ها نشان دهنده آن بود که بین سطوح مصرف ورمب کمپوست اختلاف معنی داری وجود دارد، به نحوی که عملکرد بیولوژیک در سطح سوم (۱۰ کیلوگرم در هکتار) در صدی بیشتر از سطح دوم (۳ کیلوگرم در هکتار) و سطح اول (۱ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۴). افزودن ورمب کمپوست به خاک ممکن است فراهم کننده غذای مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط آب و هوایی و فراهم کردن غذا، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد

99

ز [] و [] تن ورْم [] ک [] ([] کِلو گرم در هکتار) []ی []ب در حدود [] و [] درصد نسبت به شاهد ([] کِلو گرم در هکتار) داشتند (جدول []). در تقسِّم [] [] [] توان بیان نمود که کاربرد تلفیق [] کودهای ز [] به همراه مصرف [] کِلو گرم نیتروژن، ضمن بهبود احتمال [] فرا []ی [] خاک و افزایش باروری آن و نیز اثرات متقابل [] بد کننده ای که بین کودهای ز [] [] قارچ []کوزا و ورْم کمیوست ایجاد شد، قادر م [] باشد از

۱۰۱

جدول ۷- 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 هر تیمار، اعداد که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ 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.

۱۰۳

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

داده های سال های آزمایش، درصد همزیستی ریشه میکوریزا در تیمارهای مختلف کودهای زینتی و شاهد در سطح یک درصد معین دار گردید (جدول 8). همزیستی میکوریزا شاهد و تیمارهای کودهای زینتی همزیستی میکوریزا بود. به طوری که تیمار کودهای زینتی همزیستی میکوریزا، مصرف کود کرم کود فسفات زینتی و پودر در هکتار ورمب کمپوست (0/100%) همزیستی میکوریزا در حدود 10 درصد؛ تیمار همزیستی میکوریزا داشت (جدول 8). بنابراین تیمارهای کودهای زینتی مطلوب در مقابل همزیستی میکوریزا شاهد کود شیمیایی، به مراتب شرایط همزیستی میکوریزا برای بهبود فعالیت میکروبی در خاک که با

جدول 8- درصد همزیستی ریشه در اثر کودهای زیستی در سال های 1385 و 1386

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

تیمار Treatment	درصد همزیستی ریشه Root colonization (%)			درصد تغییر نسبت به تیمار شاهد %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 5% 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.

سیاسگزاری

نکارندگان داشتند، کمال سیاسگزاری و تشکر را دارم. از همکاری و زحمات کارکنان بخش بیولوژی و باغبانی و آقایان خاکی و آب کشور نیز کمال تشکر را دارم.

بله از رئیس و کارکنان ایستگاه تحقیقات همدان دماوند وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور که همکاری بی‌پایانه 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. Bucsinszky, 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