

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

19

کولبا، ۱۳۸۷). از سبب بهبود عملکرد بیولوژیک در گیاه دارو، نعنای گرد (Cabello et al., 2005)، آنامالای و همکاران (Annamalai et al., 2004) بهبود معنی دار عملکرد بیولوژیک یک گیاه دارو، از ره فرفون (Phyllanthus amarus) در اثر مصرف باکتری بی حل کننده فسفات در مقابل بیمار 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 در مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارو، ریحان (Ocimum basilicum) بیمار شاهد گردید. در مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار خود که روی گیاه دارو، درمنه (Artemisia pallens) انجام شد، نشان داد که مصرف ورمب کمپوست موجب بهبود عملکرد بیولوژیک در مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار 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) این بود که استعمال ورمب کمپوست از طریق ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، رشد و افزایش درصد همزیستی ریشه در گیاه دارو، سالی (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 مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، در همین رابطه، در مطالعه ای دیگر که روی گیاه جو صورت پذیرفت، مشخص شد که

رازیق قارچ میکوریزا سبب افزایش عملکرد دار تعداد چتر در بوته، بیوماس و درصد همزیستی ریشه آن گردید. این در پژوهش که توسط سویرامانیان و همکاران (Subramanian et al., 2006) بر روی گیاهان انجام گرفت، مشخص گردید که همزیستی ریشه در یک گونه از میکوریزا، باعث افزایش عملکرد دار تعداد گل در بوته در مقابل بیمار شاهد گردید. در تحقیق دیگری عنوان گردید که تلقیح گیاه دارو، سیمپوپون مارتینی (Cymbopogon martinii) با گونه ای قارچ میکوریزا، گلومس (Glomus aggregatum) سبب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه گردید (Ratti et al., 2001). در همین خصوص مطالعه دیگری بر روی نعنای (Mentha arvensis) انجام گرفت، گوپتا و همکاران (Gupta et al., 2002) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعنای 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، آنیثوم (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 بیمار مشاهده کردند که کاربرد چندین سوش از باکتری بی حل کننده فسفات، عملکرد بیولوژیک را در مقابل بیمار 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 نیترات 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 معنای 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 جهان‌پای در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و بکارگیری روش‌های بیولوژیک 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 روش‌ها

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

تحقیقات جنگل‌ها 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 می‌باشد. 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 می‌باشد (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 بلوک‌های 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 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. 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 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 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	منگنز Mg	آهن Fe	منگنز Mn	روی Zn	Cu
میلی گرم در کیلوگرم mg/kg											
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، ۰۰ روز یک بار انجام شد. در سال دوم آزمایش نلر تیمارهای مصرف کود ۰۰ دقیقاً در کرت های سال اول قرار گرفتند و کلیه عملیات مربوط به سال اول (۰۰۰۰ 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 ۰۰۰۰

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 ۰۰۰۰. به همین منظور جهت اعمال تیمارها، در کنار هر خط کاشت، شکاری در سراسر پشته به عمق ۰۰۰۰۰۰۰۰ ایجاد نموده و کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست را در داخل شیار ریخته و به وسیله شن کش روی آن ۰۰ک داده شد. کاشت رازیانه در تاریخ ۰۰ فروردین سال ۰۰۰۰ 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 ایی، تراکم کاشت براساس صد هزار بوته در هکتار (۰۰ × ۰۰۰۰۰۰۰) تنظیم گردید. لازم به ذکر است از آنجا که رازیانه یک گیاه چند ساله

نتیجه و بحث

تعداد چتر در بوته

نتیجه حاصل از تجزیه مرکب سال های آزمایش ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ آن بود که تاثیر عوامل تلقیح بکوریزا و ورم کمپوست در سطح خاک 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 تفاوت قابل توجهی وجود دارد به طوری که تعداد چتر در بوته در تلقیح بکوریزا (۱۰۰/۰) در مقایسه با عدم تلقیح (۰/۰) در حدود ۱۰۰٪ درصد بیشتر بود (جدول ۱). نتوان استنباط کرد که همزیستی بکوریزا از طریق تثبیت نیتروژن مناسب و افزایش بوماس باه رازیانه، موجبات تسهیل در کلدبه و بهبود تعداد چتر در بوته را فراهم آورد. این موضوع با نتایج کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) مطابقت دارد. آنها تعداد چتر را در بوته رازیانه با بهبود تغذیه نیتروژن به ویژه فسفر و افزایش عملکرد بیولوژیک در بمار بکوریزا نسبت دادند. پژوهش دو ساله که توسط سوبرامانیان و همکاران (Subramanian et al., 2006) بر روی همزیستی انجام گرفت، نیز مشاهده گردید که همزیستی بکوریزا با افزایش بارز تعداد گل در بوته در مقایسه با بمار بکوریزا، افزایش در آب و تغذیه نیتروژن که در اثر همزیستی 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 (۱۰۰/۰)، در حدود ۱۰۰٪ درصد بیشتر از سطح اول (۰/۰) گردید (جدول ۱). در رابطه با اثر ورم کمپوست بر تعداد چتر در بوته نتایج نشان دادند که

وزن خشک در داخل اون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک شدند و سپس عملکرد بیولوژیک بر اساس میانگین وزن خشک بوته در هر کرت محاسبه گردید (Akbarinia, 2004; Kapoor et al., 2004). جهت اندازه گیری درصد همزیستی بکوریزا، همزمان با برداشت بوته ها، از ریشه های آنها به ویژه ریشه های موین و نازک، برای برآوردی از مقدار سپس ریشه ها به دقت با آب مقطر شستشو شده و از محلول FAA (Formalin Acetic Acid Alcohol) برای تثبیت ریشه ها استفاده گردید. مراحل رنگ آمیزی ریشه و سپس رنگ آمیزی آنها طبق روش فیلپس و هاب (Philips and Hayman, 1970) صورت گرفت. ابتدا برای بی رنگ کردن ریشه ها از محلول ده درصد KOH مدت ۲۴ ساعت استفاده شد و بعد نمونه ها با آب مقطر شستشو شدند. برای رنگ آمیزی ریشه ها از محلول حاوی ۱٪ درصد تریان بلو در لاکتوکلیرول استفاده گردید. به منظور 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، ریشه های رنگ آمیزی شده به قطعات یک سانتی متری برش داده شدند و به همراه محلول رنگ بر لاکتوکلیرول روی پلیت شیشه ای قرار داده شدند. سپس قطعات ریشه از نظر وجود اندام های 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 داده های آماری نتایج آزمایش دو سال آزمایش به صورت تجزیه مرکب داده ها، از نرم افزارهای آماری (SAS, SPSS, MSTAT-c) استفاده گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد.

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 (۱۰۰/۱۰) و ۱۰۰/۲۰ درصد بیشتر از سطح اول (۱۰۰/۰) 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 فرنگی 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 آب 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 بی بک 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 (جدول ۱). بی شاهد و تیمارهای مختلف کودهای زی (جدول ۱) در کودهای زی، زن دارای تفاوت معنی داری بود به

طوری که دو تیمار کود زی (۱۰۰/۰) و (۱۰۰/۱۰) کاربرد بی کیلوگرم کود فسفات زی (۱۰۰/۰) و بی تن در هکتار ورمب کمپوست (۱۰۰/۱۰) و تلقب (۱۰۰/۰) زی، مصرف بی کیلوگرم کود فسفات زی (۱۰۰/۰) و بی تن ورمب کمپوست (۱۰۰/۱۰) و (۱۰۰/۲۰) و (۱۰۰/۱۰) درصد بی بی 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 بی کردند و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی بی مصرف و کم مصرف توسط ریشه راز، بی افزایش رشد و کلدها (تعداد چتر در بوته) بی بی بی از تحقیقات مرتبط با کشاورزی بی بمار که مبتنی بر استفاده از منابع آبی و بیولوژیک همراه با مصرف متعادل کودهای بی باشد و در آنها مورد تا بی و تا بی قرار گرفته است (Sharma, 2002b; Kapoor et al., 2004; Roy and Singh, 2006) موافقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

بی 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 بی (۱۰۰/۰) کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۰۰/۲۰ 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 نهایت عملکرد بیولوژیک گردید. در همین زمینه، کاپور و همکاران

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زیستی و فوسفات 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.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

1 DC

یعنی، در هر ستون و برای هر عامل، آنکه دارای حداقل یک حرف مشترک می باشد، 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.

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

* و **: □□□□ □□□□ دار در سطوح احتمال [و] درصد.

ns : ns

(Kapoor et al., 2004) دست درازان و دست درازان (Kapoor et al., 2004)
 (Gupta et al., 2002) می گویند و همکاران (Gupta et al., 2002)
 مشخص کرد که همزبانان قارچ میکوریزا با ریشه گیاه
 نفع از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی
 موجب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید
 فراورده بیابانی و بهبود عملکرد بپولوریک گردید. (Kapoor et al., 2002)

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 عملکرد بیولوژیک در اثر مصرف باکتری حل کننده فسفات در یک گیاه دارو از خانواده فریون در کابل و همکاران (Cabello et al., 2005) 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 گیاه مهم دخیل در پژوهش بی که توسط

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

عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
Biological Yield (Kg/ha)

□□□□□□ □□□□□□، در هر ستون و برای □□□□□□ که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال %۵ تفاوت معنی‌دار ندارد.

روی کلزا، نَبَ[۱] کمپوست پُژوهش حاضر مَبَ[۲] در رابطه با اثر ورم[۳] کمپوست بر عملکرد یَولُژ[۴] لَک[۵] نَبَ[۶] [۷] [۸] [۹] [۱۰] [۱۱] [۱۲] [۱۳] [۱۴] [۱۵] [۱۶] [۱۷] [۱۸] [۱۹] [۲۰] [۲۱] [۲۲] [۲۳] [۲۴] [۲۵] [۲۶] [۲۷] [۲۸] [۲۹] [۳۰] [۳۱] [۳۲] [۳۳] [۳۴] [۳۵] [۳۶] [۳۷] [۳۸] [۳۹] [۴۰] [۴۱] [۴۲] [۴۳] [۴۴] [۴۵] [۴۶] [۴۷] [۴۸] [۴۹] [۵۰] [۵۱] [۵۲] [۵۳] [۵۴] [۵۵] [۵۶] [۵۷] [۵۸] [۵۹] [۶۰] [۶۱] [۶۲] [۶۳] [۶۴] [۶۵] [۶۶] [۶۷] [۶۸] [۶۹] [۷۰] [۷۱] [۷۲] [۷۳] [۷۴] [۷۵] [۷۶] [۷۷] [۷۸] [۷۹] [۸۰] [۸۱] [۸۲] [۸۳] [۸۴] [۸۵] [۸۶] [۸۷] [۸۸] [۸۹] [۹۰] [۹۱] [۹۲] [۹۳] [۹۴] [۹۵] [۹۶] [۹۷] [۹۸] [۹۹] [۱۰۰] [۱۰۱] [۱۰۲] [۱۰۳] [۱۰۴] [۱۰۵] [۱۰۶] [۱۰۷] [۱۰۸] [۱۰۹] [۱۱۰] [۱۱۱] [۱۱۲] [۱۱۳] [۱۱۴] [۱۱۵] [۱۱۶] [۱۱۷] [۱۱۸] [۱۱۹] [۱۲۰] [۱۲۱] [۱۲۲] [۱۲۳] [۱۲۴] [۱۲۵] [۱۲۶] [۱۲۷] [۱۲۸] [۱۲۹] [۱۳۰] [۱۳۱] [۱۳۲] [۱۳۳] [۱۳۴] [۱۳۵] [۱۳۶] [۱۳۷] [۱۳۸] [۱۳۹] [۱۴۰] [۱۴۱] [۱۴۲] [۱۴۳] [۱۴۴] [۱۴۵] [۱۴۶] [۱۴۷] [۱۴۸] [۱۴۹] [۱۵۰] [۱۵۱] [۱۵۲] [۱۵۳] [۱۵۴] [۱۵۵] [۱۵۶] [۱۵۷] [۱۵۸] [۱۵۹] [۱۶۰] [۱۶۱] [۱۶۲] [۱۶۳] [۱۶۴] [۱۶۵] [۱۶۶] [۱۶۷] [۱۶۸] [۱۶۹] [۱۷۰] [۱۷۱] [۱۷۲] [۱۷۳] [۱۷۴] [۱۷۵] [۱۷۶] [۱۷۷] [۱۷۸] [۱۷۹] [۱۸۰] [۱۸۱] [۱۸۲] [۱۸۳] [۱۸۴] [۱۸۵] [۱۸۶] [۱۸۷] [۱۸۸] [۱۸۹] [۱۹۰] [۱۹۱] [۱۹۲] [۱۹۳] [۱۹۴] [۱۹۵] [۱۹۶] [۱۹۷] [۱۹۸] [۱۹۹] [۲۰۰] [۲۰۱] [۲۰۲] [۲۰۳] [۲۰۴] [۲۰۵] [۲۰۶] [۲۰۷] [۲۰۸] [۲۰۹] [۲۱۰] [۲۱۱] [۲۱۲] [۲۱۳] [۲۱۴] [۲۱۵] [۲۱۶] [۲۱۷] [۲۱۸] [۲۱۹] [۲۲۰] [۲۲۱] [۲۲۲] [۲۲۳] [۲۲۴] [۲۲۵] [۲۲۶] [۲۲۷] [۲۲۸] [۲۲۹] [۲۳۰] [۲۳۱] [۲۳۲] [۲۳۳] [۲۳۴] [۲۳۵] [۲۳۶] [۲۳۷] [۲۳۸] [۲۳۹] [۲۴۰] [۲۴۱] [۲۴۲] [۲۴۳] [۲۴۴] [۲۴۵] [۲۴۶] [۲۴۷] [۲۴۸] [۲۴۹] [۲۵۰] [۲۵۱] [۲۵۲] [۲۵۳] [۲۵۴] [۲۵۵] [۲۵۶] [۲۵۷] [۲۵۸] [۲۵۹] [۲۶۰] [۲۶۱] [۲۶۲] [۲۶۳] [۲۶۴] [۲۶۵] [۲۶۶] [۲۶۷] [۲۶۸] [۲۶۹] [۲۷۰] [۲۷۱] [۲۷۲] [۲۷۳] [۲۷۴] [۲۷۵] [۲۷۶] [۲۷۷] [۲۷۸] [۲۷۹] [۲۸۰] [۲۸۱] [۲۸۲] [۲۸۳] [۲۸۴] [۲۸۵] [۲۸۶] [۲۸۷] [۲۸۸] [۲۸۹] [۲۹۰] [۲۹۱] [۲۹۲] [۲۹۳] [۲۹۴] [۲۹۵] [۲۹۶] [۲۹۷] [۲۹۸] [۲۹۹] [۳۰۰] [۳۰۱] [۳۰۲] [۳۰۳] [۳۰۴] [۳۰۵] [۳۰۶] [۳۰۷] [۳۰۸] [۳۰۹] [۳۱۰] [۳۱۱] [۳۱۲] [۳۱۳] [۳۱۴] [۳۱۵] [۳۱۶] [۳۱۷] [۳۱۸] [۳۱۹] [۳۲۰] [۳۲۱] [۳۲۲] [۳۲۳] [۳۲۴] [۳۲۵] [۳۲۶] [۳۲۷] [۳۲۸] [۳۲۹] [۳۳۰] [۳۳۱] [۳۳۲] [۳۳۳] [۳۳۴] [۳۳۵] [۳۳۶] [۳۳۷] [۳۳۸] [۳۳۹] [۳۴۰] [۳۴۱] [۳۴۲] [۳۴۳] [۳۴۴] [۳۴۵] [۳۴۶] [۳۴۷] [۳۴۸] [۳۴۹] [۳۵۰] [۳۵۱] [۳۵۲] [۳۵۳] [۳۵۴] [۳۵۵] [۳۵۶] [۳۵۷] [۳۵۸] [۳۵۹] [۳۶۰] [۳۶۱] [۳۶۲] [۳۶۳] [۳۶۴] [۳۶۵] [۳۶۶] [۳۶۷] [۳۶۸] [۳۶۹] [۳۷۰] [۳۷۱] [۳۷۲] [۳۷۳] [۳۷۴] [۳۷۵] [۳۷۶] [۳۷۷] [۳۷۸] [۳۷۹] [۳۸۰] [۳۸۱] [۳۸۲] [۳۸۳] [۳۸۴] [۳۸۵] [۳۸۶] [۳۸۷] [۳۸۸] [۳۸۹] [۳۹۰] [۳۹۱] [۳۹۲] [۳۹۳] [۳۹۴] [۳۹۵] [۳۹۶] [۳۹۷] [۳۹۸] [۳۹۹] [۴۰۰] [۴۰۱] [۴۰۲] [۴۰۳] [۴۰۴] [۴۰۵] [۴۰۶] [۴۰۷] [۴۰۸] [۴۰۹] [۴۱۰] [۴۱۱] [۴۱۲] [۴۱۳] [۴۱۴] [۴۱۵] [۴۱۶] [۴۱۷] [۴۱۸] [۴۱۹] [۴۲۰] [۴۲۱] [۴۲۲] [۴۲۳] [۴۲۴] [۴۲۵] [۴۲۶] [۴۲۷] [۴۲۸] [۴۲۹] [۴۳۰] [۴۳۱] [۴۳۲] [۴۳۳] [۴۳۴] [۴۳۵] [۴۳۶] [۴۳۷] [۴۳۸] [۴۳۹] [۴۴۰] [۴۴۱] [۴۴۲] [۴۴۳] [۴۴۴] [۴۴۵] [۴۴۶] [۴۴۷] [۴۴۸] [۴۴۹] [۴۵۰] [۴۵۱] [۴۵۲] [۴۵۳] [۴۵۴] [۴۵۵] [۴۵۶] [۴۵۷] [۴۵۸] [۴۵۹] [۴۶۰] [۴۶۱] [۴۶۲] [۴۶۳] [۴۶۴] [۴۶۵] [۴۶۶] [۴۶۷] [۴۶۸] [۴۶۹] [۴۷۰] [۴۷۱] [۴۷۲] [۴۷۳] [۴۷۴] [۴۷۵] [۴۷۶] [۴۷۷] [۴۷۸] [۴۷۹] [۴۸۰] [۴۸۱] [۴۸۲] [۴۸۳] [۴۸۴] [۴۸۵] [۴۸۶] [۴۸۷] [۴۸۸] [۴۸۹] [۴۹۰] [۴۹۱] [۴۹۲] [۴۹۳] [۴۹۴] [۴۹۵] [۴۹۶] [۴۹۷] [۴۹۸] [۴۹۹] [۵۰۰] [۵۰۱] [۵۰۲] [۵۰۳] [۵۰۴] [۵۰۵] [۵۰۶] [۵۰۷] [۵۰۸] [۵۰۹] [۵۱۰] [۵۱۱] [۵۱۲] [۵۱۳] [۵۱۴] [۵۱۵] [۵۱۶] [۵۱۷] [۵۱۸] [۵۱۹] [۵۲۰] [۵۲۱] [۵۲۲] [۵۲۳] [۵۲۴] [۵۲۵] [۵۲۶] [۵۲۷] [۵۲۸] [۵۲۹] [۵۳۰] [۵۳۱] [۵۳۲] [۵۳۳] [۵۳

११

[illegible]

[Downloaded from mail.agrobreedjournal.ir on 2026-08-25]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

[Downloaded from mail.agrobreedjournal.ir on 2026-08-25]

درصد همزیستی و χ^2 یکپارچگی

به مرکب داده های سال های ازما χ^2 و χ^2 آن بود که اثر هر سه عامل به تنها χ^2 و نیز اثر متقابل χ^2 یکپارچگی $\times$ کود فسفات ز χ^2 و اثر متقابل هر

()

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 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.

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 محلول محروم می باشد (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 زیستی و شاهد در سطح یک درصد معین دار گردید (جدول 8). همزیستی میکوریزا شاهد و تیمارهای کودهای زیستی همزیستی میکوریزا بود. به طوری که تیمار کودهای زیستی همزیستی میکوریزا، مصرف کود کرم کود فسفات زیستی و ورمب در هکتار ورمب کمپوست (100/100%) همزیستی میکوریزا در حدود 40 درصد؛ تیمار همزیستی میکوریزا داشت (جدول 8). بنابراین تیمارهای کودهای زیستی مطلوب در مقایسه با تیمار شاهد کود شیمیایی، به مراتب شرایط همزیستی میکوریزا را 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 آب کشور نیز کمال تشکر را دارم.

بله از رئیس و کارکنان ایستگاه تحقیقات همدند دماوند وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور که همکاری بی‌مانه 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