"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۷

بررسي اثر كاربرد ميكوريزا، ورمي كمپوست و كود فسفات زيستي بر گلدهي، عملكرد بيولوژيك و همزيستي ريشه، درگياه دارويي رازيانه

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

محمدتقي درزي[۱]، امير قلاوند[۲]، فرهاد رجالي[۳]

چكيده

درزي، م .ت، ا. قلاوند و ف. رجالي. ۱۳۸۷. بررسي اثر كاربرد ميكوريزا، ورمي كمپوست و كود فسفات زيستي بر گلدهي، عملكرد بيولوژيك و همزيستي ريشه، درگياه دارويي رازيانه. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰ (۱): ۱۰۹-۸۸.

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 (۰، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) و ورمی کمپوست (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با هیجده تیمار و سه تکرار و در دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ به اجرا در آمد. مقایسه ای نیز بین این تیمارها با یک تیمار شاهد کود شیمیایی (NPK به میزان ۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت طرح بلوک‌های 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 درصد همزیستی ریشه در تلقیح با میکوریزا حاصل شد. کود فسفات زیستی نیز دارای اثر معنی‌داری بر ویژگی های مورد بررسی بود، به طوری که بیشترین تعداد چتر در بوته و درصد همزیستی ریشه با کاربرد ۶۰ کیلوگرم از آن و بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۳۰ کیلوگرم از آن بدست آمد. بیشترین تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست و نیز بیشترین درصد همزیستی ریشه با کاربرد ۵ 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 ۶۰ کیلوگرم کود فسفات زیستی و ۱۰ تن ورمی کمپوست و نیز از نظر درصد همزیستی ریشه، تیمار کود زیستي شامل تلقيح با ميكوريزا، مصرف ۶۰ كيلوگرم كود فسفات زيستي و ۵ تن ورمي كمپوست برتری محسوسي در مقايسه با تيمار شاهد داشتند.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، ميكوريزا، كود فسفات زيستي، ورمي كمپوست، گلدهي، عملكرد بيولوژيك و همزيستي ريشه.

تاریخ دریافت: ۸۶/۹/۲۰

۱- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن (مکاتبه کننده)
۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

مقدمه

در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها گردیده است (Sharma, 2002b). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا بصورت فرآورده متابولیک این موجودات می باشند که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می روند (Saleh Rastin, 2001) که در این بین می توان به قارچ های میکوریزای (Vesicular Arbuscular Mycorrhiza)، میکروارگانیزم های حل کننده فسفات و ورمی کمپوست اشاره کرد. قارچ های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تاثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماریزا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (Sharma, 2002a). میکروارگانیزم های حل کننده فسفات نیز که عمدتا شامل باکتری ها و قارچ ها می‌باشند با تولید اسیدهای آلی، موجب افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی کم محلول نظیر سنگ فسفات می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیبات آلی نیز می گردند (Gyaneshwar *et al*., 2002). ورمی کمپوست نیز نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم های خاکی است که درنتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی (کود دامی، بقایای 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 می‌باشد 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 می‌شود (Arancon *et al*., 2004). با توجه به تاکیدی که کشاورزی پایدار بر افزایش کیفیت و پایداری عملکرد دارد، گیاهان دارویی که محصولاتی کیفی می باشند، گزینه مناسبی برای این سیستم محسوب می شوند و به نظر می رسد که در چنین شرایطی، حداکثر رشد و عملکرد از آنها حاصل گردد (Gupta *et al*., 2002). از بین گیاهان دارویی می توان به رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) اشاره کرد که از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار بوده و از اسانس حاصل از دانه آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، 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، گرگان، مازندران، کردستان، کرمان، گیلان و تبریز دارد و تا ارتفاع ۲۱۰۰ متری از سطح دریا به طور خودرو رشد می کند (Rashed Mohassel and Nezami, 1998). سطح زیر کشت رازیانه در ایران حدود ۱۰۶۶ هکتار می باشد و استان های عمده تولیدکننده این محصول شامل همدان، خراسان، کهکیلویه و بویراحمد، لرستان، تهران، کرمان و گلستان هستند (Darzi *et al*., 2005). تحقیقات اندکی در ارتباط با نقش کودهای زیستی بر روی گیاهان دارویی و بویژه رازیانه صورت گرفته است. در یک پژوهش، کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2004) نشان دادند که

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

تلقیح رازیانه با قارچ میکوریزا سبب افزایش معنی دار تعداد چتر در بوته، بیوماس و درصد همزیستي ریشه ان گردید. همچنین در پژوهشي که توسط سوبرامانیان و همکاران (Subramanian *et al*., 2006) بر روی گوجه فرنگي انجام گرفت، مشخص گردید که همزیستي ریشه گوجه فرنگي با یک گونه از میکوریزا، باعث افزایش معني دار تعداد گل در بوته در مقایسه با تیمار شاهد گردید. در تحقیق دیگری عنوان گردید که تلقیح گیاه دارویي علف لیمو (*Cymbopogon martinii*) با گونه ای قارچ میکوریزایي (*Glomus aggregatum*) سبب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستي ریشه گردید (Ratti *et al*., 2001). در همین خصوص طي مطالعه دیگری که بر روی نعناع (*Mentha arvensis*) انجام گرفت، گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2002) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع با گونه‌ای قارچ میکوریزای VAM به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستي ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده، افزایش داد. در پژوهشي که روی گیاهان دارویي شوید (*Anethum graveolens*) و نوعي زیره (*Trachyspermum ammi* Sprague)، انجام شده بود، ملاحظه گردید که کاربرد دو گونه قارچ VAM به طور قابل توجهی درصد همزیستي ریشه و بیوماس گیاهان مذکور را بهبود بخشید (Kapoor *et al*., 2002). راتي و همکاران (Ratti *et al*., 2001) نیز در تحقیق خود بر روی علف لیمو مشاهده کردند که کاربرد چندین سوش از باکتریهای 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 حل کننده فسفات در حضور سنگ فسفات معدني موجب افزایش قابل توجه بیوماس و درصد کلونیزاسیون ریشه گردید. کاربرد یک میکروارگانیزم حل کننده فسفات در یک بستر حاوی پرلیت و ورمي کولیت، نیز سبب بهبود معني دار عملکرد بیولوژیک در گیاه دارویي نعناع گردید (Cabello *et al*., 2005). تحقیق آنامالای و همکاران (Annamalai *et al*., 2004) نیز مبین بهبود معني دار عملکرد بیولوژیک یک گیاه دارویي از تیره فرفیون (*Phyllanthus amarus*) در اثر مصرف باکتری های حل کننده فسفات در مقایسه با تیمار شاهد بود. در خصوص اثر استفاده از ورمي کمپوست بر روی ویژگي های مورد بررسي در گیاهان دارویي، انور و همکاران (Anwar *et al*., 2005) مشاهده نمودند که مصرف پنج تن در هکتار ورمي کمپوست همراه با کود شیمیایي (NPK به میزان ۵۰، ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار) موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارویي ریحان (*Ocimum basilicum*) نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین پاندی (Pandey, 2005) در مطالعه خود که روی گیاه دارویي درمنه (*Artemisia pallens*) انجام شد، نشان داد که مصرف ورمي کمپوست موجب بهبود قابل ملاحظه گلدهي در مقایسه با شاهد گردید. در یک بررسي که توسط آرانکون وهمکاران (Arancon *et al*., 2004) بر روی گیاه توت فرنگي (*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 معني‌داری تعداد گلها را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد. گزارش کیل و همکاران (Kale *et al*., 1987) نیز مبین آن بود که استعمال ورمي کمپوست از طریق تأثیر بر تحریک رشد ریشه، موجب افزایش درصد همزیستي ریشه در گیاه دارویي مریم گلي (*Salvia* sp.) گردید. در یک پژوهش گلخانه ای نیز که توسط ساینز و همکاران (Sainz *et al*., 1998) بر روی گیاهان شبدر قرمز (*Trifolium pratense*) و خیار صورت گرفت، مشخص گردید که مصرف ورمي کمپوست موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد. در همین رابطه، در مطالعه ای دیگر که روی گیاه جو صورت پذیرفت، مشخص شد که

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

کاربرد ورمي کمپوست موجب بهبود چشمگیری در عملکرد بیولوژیک شد (Kumawat *et al*., 2006). در تحقیقي دیگر که روی گیاه نخود انجام شد، مشخص گردید که مصرف سه تن در هکتار ورمي کمپوست، باعث افزایش بارز عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید (Jat and Ahlawt, 2004,2006). گزارش زالر (Zaller, 2007) نیز مبین ان بود که استعمال ورمي کمپوست موجب بهبود معني دار عملکرد بیولوژیک ارقام گوجه فرنگي، نسبت به تیمار شاهد گردید. در مطالعه انجام گرفته روی ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum*)، نیز مشخص شد که استعمال ورمي کمپوست موجب افزایش قابل توجه عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد گردید (Hameeda *et al*., 2006).

از آنجا که رویکرد جهاني در تولید گیاهان دارویي به سمت استفاده از نظام های کشاورزی پایدار و بکارگیری روش های مدیریتي آنها نظیر کاربرد کودهای زیستي به منظور ارتقاء عملکرد کمي و کیفي گیاهان دارویي مي‌باشد، هدف از انجام این پژوهش بررسي اثر قارچ میکوریزا، ورمي کمپوست و کود فسفات زیستي بر گلدهي، عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستي ریشه در گیاه دارویي رازیانه بود.

مواد و روش ها

این تحقیق در طی دو سال ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵ در مزرعه ایستگاه تحقیقات همند دماوند وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا، به اجرا در امد. میانگین بارش سالیانه ایستگاه ۳۳٤/۲ میلی متر و میانگین دمای ان در حدود ۱۱ درجه سانتیگراد می باشد. قبل از کشت، جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری نمونه برداری بعمل امد و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی و pH آن برابر ۷/۳ مي باشد (جدول ۱). پژوهش با استفاده از ازمایش فاکتوریل سه عاملي 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=۳۰ و P3=٦۰ کیلوگرم در هکتار) و عامل ورمی کمپوست (V) در سه سطح (V1=۰ ، V2=۵ و V3=۱۰ 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 به میزان ۹۰، ٦۰ و ۹۰ 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. تیمار با قارچ میکوریزایي

جدول۱- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

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

مس Cu	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe	منیزیم Mg	کلسیم Ca	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کربن آلی O.C	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	Texture
									(%)	(ds/m)		
						میلی گرم در کیلوگرم mg/kg						
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 اندازه گیری شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

بصورت تلقیح بذر انجام گرفت به طوری که هر بذر اغشته به مایه تلقیح میکوریزایی در حدود ۲۵۰-۲۰۰ اندام فعال قارچی دریافت کرد. کود فسفات زیستی نیز که مورد تایید مؤسسه مذکور بوده، حاوی سنگ فسفات معدني (Rock Phosphate) و یک گونه از باکتری های حل کننده فسفات بنام *Pseudomonas striata* بود که در هر گرم از ان در حدود ۱۰^۵ باکتری فعال وجود داشت. ورمی کمپوست بکار رفته در ازمایش نیز با استفاده از کود دامی و گونه‌ای کرم خاکی بنام *Eisenia foetida* در ایستگاه خاک و آب کرج تهیه گردید که نتایج تجزیه ان در جدول۲ ارائه شده است. بذر رازیانه مورد استفاده در این تحقیق نیز، از بخش گیاهان دارویی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعي استان اصفهان فراهم گردید.

جدول۲- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 2. Some chemical characteristics of used vermicompost

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

زمین محل انجام ازمایش در چند سال قبل به صورت آیش بود. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه، عملیات تهیه زمین در اسفند ماه و با مساعد شدن شرایط اب و هوایي انجام گردید. به منظور اجرای ازمایش، اندازه هر کرت به ابعاد ۵ × ۳ متر و با ٦ ردیف کاشت لحاظ گردید. فاصله بین کرتها یک متر و بین تکرارها دو متر درنظر گرفته شدند. کاشت رازیانه و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از مساعد شدن هوا در بهار انجام گرفت. به همین منظور جهت اعمال تیمارها، در کنار هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته به عمق ۵ سانتیمتر ایجاد نموده و کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست را در داخل شیار ریخته و به وسیله شن کش روی آن خاک داده شد. کاشت رازیانه در تاریخ ۲۸ فروردین سال ۱۳۸٤ 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 (۲۰ × ۵۰ سانتیمتر) تنظیم گردید. لازم به ذکر است از آنجا که رازیانه یک گیاه چند ساله می باشد لذا فقط در سال اول ازمایش کشت گردید. همچنین بر مبنای تجزیه خاک و ورمی کمپوست تنها به میزان ۳۰ 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 ابیاری نیز در طول دوره رشد، هر ۷ روز یک بار انجام شد. در سال دوم آزمایش نیز، تیمارهای مصرف کود زیستي دقیقا در کرت های سال اول قرار گرفتند و کلیه عملیات مربوط به سال اول (بجز 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 ۱۰ بوته به طور تصادفی، انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور اندازه گیری عملکرد بیولوژیک، بوته هایی از هر کرت برای تعیین

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

وزن خشک در داخل اون به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد خشک شدند و سپس عملکرد بیولوژیک بر اساس میانگین وزن خشک بوته در هر کرت محاسبه گردید (Kapoor *et al*., 2004; Akbarinia, 2003). جهت اندازه گیری درصد همزیستی ریشه ها با میکوریزا، همزمان با برداشت بوته‌ها، از ریشه‌های آنها به ویژه ریشه های مویین و نازک، نیز نمونه‌برداری بعمل امد. سپس ریشه ها به دقت با اب مقطر شستشو شده و از محلول FAA (Formalin Acetic Acid Allcohol) برای تثبیت ریشه‌ها استفاده گردید. مراحل رنگ بری ریشه‌ها و سپس رنگ آمیزی آنها طبق روش فیلیپس و هیمن (Philips and Hayman, 1970) صورت گرفت. ابتدا برای بی رنگ کردن ریشه ها از محلول ده درصد KOH به مدت ۳ ساعت استفاده شد و بعد نمونه ها با آب مقطر بخوبی شستشو شدند. برای رنگ آمیزی ریشه ها از محلول حاوی ۰/۰۵ درصد تریپان بلو در لاکتوگلیسرول استفاده گردید. به منظور تعیین درصد همزیستی قارچ میکوریزا 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 امیزی شده به قطعات یک سانتی متری برش داده شدند و به همراه محلول رنگ بر لاکتوگلیسرول 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 داده‌های نتایج هر سال آزمایش و نتایج دو سال آزمایش به صورت تجزیه مرکب داده ها، از نرم‌افزارهای آماری (SAS, SPSS, MSTAT-c) استفاده گردید. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد چتر در بوته

نتایج حاصل از تجزیه مرکب سال های آزمایش، مبین ان بود که تاثیر عوامل تلقیح میکوریزایي و ورمي کمپوست در سطح یک درصد و عامل کود فسفات زیستي در سطح پنج درصد بر تعداد چتر در بوته معني دار گردید اما اثرات متقابل میان عوامل تاثیر معني داری بر تعداد چتر در بوته نداشتند (جدول۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح میکوریزایي تفاوت قابل توجهي وجود دارد به طوری که تعداد چتر در بوته در تلقیح با میکوریزا (٤١/٥ چتر) در مقایسه با عدم تلقیح (٣٤/٩ چتر) در حدود ١٨/٩ درصد بیشتر بود (جدول٤). مي توان استنباط کرد که همزیستي میکوریزایي از طریق تغذیه مناسب و افزایش بیوماس گیاه رازیانه، موجبات تسریع در گلدهي و بهبود تعداد چتر در بوته را فراهم آورد. این موضوع با نتیجه تحقیق کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2004) مطابقت دارد. آنها تعداد چتر بیشتر در بوته رازیانه را به بهبود تغذیه معدني به ویژه فسفر و افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار تلقیح میکوریزایي نسبت دادند. همچنین در پژوهشي دو ساله که توسط سوبرامانیان و همکاران (Subramanian *et al*., 2006) بر روی گوجه فرنگي انجام گرفت، نیز مشاهده گردید که همزیستي ریشه گوجه فرنگي با یک گونه از قارچ میکوریزا موجب افزایش بارز تعداد گل در بوته در مقایسه با تیمار شاهد گردید. افزایش گلدهي در این تحقیق، به بهبود جذب اب و تغذیه گیاه که در اثر همزیستي میکوریزایي حاصل گردیده بود، نسبت داده شد. مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن بود که میان سطوح مختلف کود فسفات زیستي اختلاف معني داری وجود دارد به نحوی که تعداد چتر در بوته در سطح سوم آن (٣٨/٩ چتر)، در حدود ٤/٦ درصد بیشتر از سطح اول (٣٧/٢ چتر) گردید (جدول٤). در رابطه با اثر ورمي کمپوست بر تعداد چتر در بوته نیز، مقایسه میانگین ها نشان دهنده آن بود که

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

بین سطوح ورمي کمپوست اختلاف معني داری وجود دارد به نحوی که تعداد چتر در بوته در سطح سوم (۵۰/۷ چتر) ۳۵/۲ درصد بیشتر از سطح دوم (۳۷/۵ چتر) و ۹۲/۸ درصد بیشتر از سطح اول (۲۶/۳ چتر) بود (جدول٤). تأثیر ورمي کمپوست نیز بر میزان گلدهي و تعداد چتر در رازیانه مثبت ارزیابي مي شود. به عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورمي کمپوست از طریق بهبود فعالیت های میکروبي خاک و تولید تنظیم کننده های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمي جذب بیشتر عناصر غذایي، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهي گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهي مي انجامد. نتیجه مطالعه آرانکون و همکاران (Arancon *et al*., 2004) بر ویژگي تعداد گلها در توت فرنگي، مبین همین مطلب است. همچنین پاندی (Pandey, 2005) در مطالعه خود که روی گیاه دارویي درمنه انجام گرفت، نشان داد که مصرف ورمي کمپوست، موجب بهبود قابل ملاحظه گلدهي این گیاه در مقایسه با شاهد گردید. در این پژوهش ملاحظه گردید که بکارگیری ورمي کمپوست از طریق کنترل آفات و بیماری های خاکزی و بهبود واکنش های حیاتي مفید در خاک و نیز جذب اب و عناصر غذایي، باعث افزایش رشد و نمو و گلدهي گیاه مي گردد. در تحقیقي دیگر که توسط روی و سینگ (Roy and Singh, 2006) انجام شد، مشاهدات بیانگر ان بود که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمي کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. انها دریافتند که استفاده از ورمي کمپوست از طریق تحریک میکروارگانیزم های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدني به گیاه، موجب این افزایش شد.

نتایج بدست امده از تجزیه مرکب دو سال ازمایش، حاکي از آن بود که تیمارهای مختلف کودهای زیستي و شاهد اثر معني داری بر تعداد چتر در بوته داشتند (جدول۵). مقایسه میانگین بین شاهد و تیمارهای کودهای زیستي، نیز دارای تفاوت معني‌داری بود به طوری که دو تیمار کود زیستي شامل تلقیح با میکوریزا، کاربرد ۳۰ کیلوگرم کود فسفات زیستي و ۱۰ تن در هکتار ورمي کمپوست (۵٤/۷ چتر) و تلقیح با میکوریزا، مصرف ٦۰ کیلوگرم کود فسفات زیستي و ۱۰ تن ورمي کمپوست (۵۵/۲ چتر) به ترتیب ۳۰/۵ و ۳۱/۷ درصد برتری بیشتری در مقایسه با تیمار شاهد (٤۱/۹ چتر) نشان دادند (جدول٦). تیمارهای کودهای زیستي مطلوب در مقایسه با تیمار شاهد شیمیایي، به مراتب شرایط مناسب تری را برای بهبود فعالیت های میکروبي مفید در خاک مهیا کردند و از طریق جذب مطلوب عناصر معدني پر مصرف و کم مصرف توسط ریشه رازیانه، موجب افزایش رشد و گلدهي (تعداد چتر در بوته) شدند. این یافته با نتایج بسیاری از تحقیقات مرتبط با کشاورزی پایدار که مبتني بر استفاده از منابع آلي و بیولوژیک همراه با مصرف متعادل کودهای شیمیایي مي باشد و در آنها مورد تایید و تاکید قرار گرفته است (Sharma, 2002b; Kapoor *et al*., 2004; Roy and Singh, 2006) موافقت دارد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه مرکب داده های دو سال ازمایش مبین آن بود که اثر هر سه عامل به تنهایي و نیز اثر متقابل دو عامل تلقیح میکوریزایي و ورمي کمپوست در سطح یک درصد بر عملکرد بیولوژیک معني دار بودند (جدول۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح میکوریزایي تفاوت قابل توجهي وجود دارد به طوری که عملکرد بیولوژیک در تلقیح با میکوریزا (۵۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با عدم تلقیح (٤٤۸۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۹/٤ درصد بیشتر بود (جدول۷). در خصوص اثر همزیستي میکوریزایي بر روی عملکرد بیولوژیک رازیانه، مي توان استنباط کرد که بهبود میزان فتوسنتز و رشد، موجب افزایش بیوماس بوته و در نهایت عملکرد بیولوژیک مي گردد. در همین زمینه، کاپور و همکاران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

جدول۳- خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زیستی بر برخی صفات رازیانه

Table 3. Summary of combined analysis of variance of effect of biofertilizers 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 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 **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

ns: غیر معنی‌دار.

ns: Non-significant.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

جدول ٤- میانگین تعداد چتر در بوته در سطوح مختلف کودهای زیستی در سال های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

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 2005	2006	میانگین Mean
	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

میانگین هایی، 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 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.

جدول ۵- خلاصه تجزیه واریانس مرکب اثر کودهای زیستي بر برخي 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 umbrel la 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**	7.786ns
Error	خطا	72	20.304	63755.7	5.972

* و **: به ترتیب معنیدار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

ns: غیر معنیدار.

ns: Non-significant.

Kapoor *et al*., 2004) نیز به نتایج مشابهي دست یافتند. یافته های گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2002) نیز مشخص کرد که همزیستي قارچ میکوریزا با ریشه گیاه نعناع از طریق افزایش جذب اب و عناصر غذایي، موجب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید فرآورده بیشتر و بهبود عملکرد بیولوژیک گردید. نتایج تحقیقات کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2002) روی شوید و نوعي زیره، گوپتا و جاناردهانان (Gupta and Janardhanan, 1991) و راتي و همکاران (Ratti *et al*., 2001) روی علف لیمو نیز مؤید این مطلب است که همزیستي میکوریزایي سبب بهبود عملکرد بیولوژیک در گیاهان دارویي مذکور شد. مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن بود که میان سطوح مختلف کود فسفات زیستي اختلاف معني داری

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

جدول ٦- میانگین تعداد چتر در بوته در اثر کودهای زیستی در سال های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

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 2005	2006	میانگین Mean	درصد تغییر نسبت به شاهد % Change to control
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	-

میانگین هایی، 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 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.

وجود دارد به نحوی که عملکرد بیولوژیک در سطح دوم (٤۹۵۷ کیلوگرم در هکتار)، در حدود ٤/۲ درصد بیشتر از سطح اول (٤۷۵۷ کیلوگرم در هکتار) گردید (جدول۷). ممکن است کود فسفات زیستی نیز با جذب بیشتر فسفر و افزایش میزان فتوسنتز موجب بهبود عملکرد بیولوژیک شد. این موضوع با نتایج پژوهش راتی و همکاران (Ratti et al., 2001) بر روی گیاه دارویی علف لیمو مطابقت دارد. آنها اظهار داشتند که علاوه بر تاثیر مثبتی (که بهبود جذب فسفر می تواند بر روی افزایش وزن خشک این گیاه داشته باشد، احتمال آن نیز وجود دارد که باکتری های حل کننده فسفات از طریق ساخت برخی هورمون های رشد گیاهی در این مهم دخیل باشند. در پژوهش دیگری که توسط عمر (Omar, 1998) در خصوص اهمیت مصرف میکروارگانیزم های حل کننده فسفات در خاک های قلیایی انجام شده بود، روشن گردید که کاربرد این میکروارگانیزم ها همراه با سنگ فسفات، ضمن افزایش حلالیت فسفر و فراهمی مناسب آن برای گندم، موجب بهبود رشد و عملکرد بیولوژیک این گیاه و حفظ سلامت خاک شد. تحقیق آنامالای و همکاران (Annamalai et al., 2004) نیز مبین بهبود معنی دار عملکرد بیولوژیک در اثر مصرف باکتری های حل کننده فسفات در یک گیاه دارویی از خانواده فرفیون در مقایسه با تیمار شاهد بود. نتایج تحقیقات کابلو و همکاران (Cabello et al., 2005) روی نعناع و دفریتاس و همکاران (Defreitas et al., 1997)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

جدول۷- میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کودهای زیستی و اثر متقابل ان ها در سال های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

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	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

میانگین هایي، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک مي باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵% تفاوت معني 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.

روی کلزا، نیز مؤید نتایج پژوهش حاضر مي باشد. در رابطه با اثر ورمي کمپوست بر عملکرد بیولوژیک نیز مقایسه میانگین ها نشان دهنده آن بود که بین سطوح مصرف ورمي کمپوست اختلاف معني داری وجود دارد، به نحوی که عملکرد بیولوژیک در سطح سوم (۶۳۸۰ کیلوگرم در هکتار) ۲۷/۵ درصد بیشتر از سطح دوم (۵۰۰۳ کیلوگرم در هکتار) و ۸۹/۸ درصد بیشتر از سطح اول (۳۳۶۱ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول۷). افزودن ورمي کمپوست به خاک ممکن است نه تنها فراهمي عناصر غذایي مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکي و فرآیندهای حیاتي خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایي نظیر ارتفاع و تعداد چتر در بوته و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است. در همین رابطه در پژوهشي که با استفاده از مقادیر مختلف ورمي کمپوست روی گیاه دارویي ریحان صورت گرفت، انور و همکاران (Anwar *et al*., 2005) نشان دادند که مصرف پنج تن در هکتار ورمي کمپوست همراه با کود شیمیایي (NPK به میزان ۵۰، ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار) برتری محسوسي از نظر عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد داشت. آنها اظهار داشتند که افزودن ورمي کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن شرایط بیولوژیکي خاک، ضمن فراهمي عناصر غذایي مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

پیکره رویشي و تولید بیوماس را نیز فراهم اورده است. یافته های کوماوات و همکاران (Kumawat *et al*., 2006) نیز مؤید آن بود که استفاده از ورمي کمپوست در گیاه جو، موجب بهبود چشمگیر عملکرد بیولوژیک گردید، انها این تأثیر مثبت را به قابلیت تحریک کنندگي فعالیت میکروب های مفید خاک توسط ورمي کمپوست و توانایي ان در بهبود جذب عناصر معدني پر مصرف و کم مصرف نسبت دادند. ساینز و همکاران (Sainz *et al*., 1998) نیز در پژوهش خود روی گیاهان شبدر قرمز و خیار، گزارش کردند که مصرف ورمي کمپوست حاصل از ضایعات آلي شهری موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد. انها اظهار داشتند که فضولات کرم های خاکي حاوی عناصر معدني پر مصرف و کم مصرف قابل استفاده فراواني بوده که موجب تغذیه مستقیم گیاهان مذکور شده و از طریق بهبود رشد و نمو، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. نتایج مطالعات کاوندر و همکاران (Cavender *et al*., 2003)، آسه ودو و پایر (Acevedo and Pire, 2004)، کومار و همکاران (Kumar *et al*., 2005)، جت و الاوات (Jat and Ahlawat, 2004 and 2006)، هامیدا و همکاران (Hameeda *et al*., 2006) و زالر (Zaller, 2007) به ترتیب روی سورگوم دانه ای، خربزه درختي، سورگوم علوفه ایي، نخود، ارزن مروارید و گوجه فرنگي، با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل تلقیح میکوریزایي × ورمي کمپوست نشان داد که بین تیمارهای مختلف اختلاف معني داری وجود داشت به نحوی که عملکرد بیولوژیک در تیمارهای تلقیح با میکوریزا در سطوح مختلف مصرف ورمي کمپوست (به ترتیب ۳۸۳۷، ۵۳۰۷، ٦۹۰٤ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای شامل عدم تلقیح میکوریزایي در سطوح مختلف مصرف ورمي کمپوست (به ترتیب ۲۸۸٤، ٤٦۹۹، ۵۸۵٦ کیلوگرم در هکتار) به طور بارزی افزایش یافت (جدول۷). به عبارت دیگر با افزایش مقادیر ورمي کمپوست در تیمارهایي که حاوی قارچ میکوریزا مي باشند، عملکرد بیولوژیک نیز به طور معني داری افزایش یافت. بنظر مي رسد که مصرف ورمي کمپوست از طریق تأثیر مثبتي که بر درصد همزیستي میکوریزایي و گسترش هیف های خارجي اعمال کرد و متعاقب آن تاثیری که قارچ میکوریزا بر گسترش و رونق رشد ریشه گیاه میزبان داشت، موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش عملکرد بیولوژیک رازبانه گردید. یافته های ساینز و همکاران (Sainz *et al*., 1998) بر روی گیاهان شبدر قرمز و خیار نیز با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. آنها دریافتند که کاربرد مقادیر مناسب ورمي کمپوست توام با تلقیح میکوریزایي، ضمن بهبود شرایط بیولوژیکي خاک، قادر است از طریق جذب مطلوب عناصر معدني و افزایش رشد گیاه، سبب بهبود عملکرد بیولوژیک آن شود. همچنین کاوندر و همکاران (Cavender *et al*., 2003) در پژوهشي روی گیاه سورگوم دانه ایي، مشاهده نمودند که کاربرد توام میکوریزا و ورمي کمپوست موجب افزایش محسوس عملکرد بیولوژیک گردید. آنها اظهار داشتند که این افزایش ناشي از اثر مستقیم ورمي کمپوست بر درصد همزیستي میکوریزایي نبود، بلکه حاصل اثر عناصر غذایي موجود در ورمي کمپوست بر روی توسعه و گسترش مستقیم و غیر مستقیم شبکه قارچ و تاثیر آن بر تحریک رشد ریشه گیاه میزبان بود.

بر اساس نتایج تجزیه مرکب داده های سال های انجام آزمایش ، عملکرد بیولوژیک در اثر تیمارهای مختلف کودی در سطح یک درصد معني دار گردید (جدول۵). مقایسه میانگین تیمارها نیز مبین آن بود که بین شاهد و تیمارهای مطلوب کودهای زیستي تفاوت قابل ملاحظه ای وجود دارد به نحوی که عملکرد بیولوژیک در دو تیمار کود زیستي شامل تلقیح با میکوریزا، مصرف ۳۰ کیلوگرم کود فسفات زیستي و ۱۰ تن ورمي کمپوست (٦۸۸٦ کیلوگرم در هکتار) و در تلقیح با میکوریزا، مصرف ٦۰ کیلوگرم کود فسفات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

زیستي و ۱۰ تن ورمي کمپوست (۷۰۹۷ کیلوگرم در هکتار) برتری چشمگیری به ترتیب در حدود ۲۵ و ۲۹ درصد نسبت به شاهد (۵٤۹٤ کیلوگرم در هکتار) داشتند (جدول۸). در تفسیر نتیجه حاصله مي توان بیان نمود که کاربرد تلفیقي کودهای زیستي به همراه مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن، ضمن بهبود احتمالي فرآیندهای حیاتي خاک و افزایش باروری ان و نیز اثرات متقابل تشدید کننده ای که بین کودهای زیستي نظیر قارچ میکوریزا و ورمي کمپوست ایجاد شد، قادر مي باشد از طریق ایجاد یک محیط کشت مناسب و فراهمي عناصر غذایي، موجب بهبود رشد و نمو گیاه رازیانه و افزایش عملکرد بیولوژیک آن در مقایسه با تیمار شاهد شیمیایي گردید. نتایج مطالعات برخي از محققین دیگر در رابطه با مصرف کودهای زیستي و آلي بر بهبود بیوماس گیاهان مختلف نیز مؤید همین مطلب است (Sainz *et al*., 1998; Cavender *et al*., 2003; Akbarinia, 2003).

جدول ۸- میانگین عملکرد بیولوژیک در اثر کودهای زیستی در سال های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

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) 2005	2006	میانگین Mean	درصد تغییر نسبت به شاهد %Change to control
M1P1V1	2414 i	3204 j	2808 i	-48.9
M1P1V2	3476 g	5628 h	4552 g	-17.1
M1P1V3	4177 cde	7123 cd	5649 de	+2.8
M1P2V1	2404 i	3380 j	2892 i	-47.4
M1P2V2	3515 g	5986 gh	4750 g	-13.5
M1P2V3	4272 cd	7489 bc	5880 cd	+7.0
M1P3V1	2486 i	3420 j	2952 i	-46.3
M1P3V2	3420 g	6173 fgh	4796 g	-12.7
M1P3V3	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	-

میانگین هایي، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک مي باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵% تفاوت معني 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.

درصد همزیستي ریشه با میکوریزا

تجزیه مرکب داده های سال های ازمایش، بیانگر آن بود که اثر هر سه عامل به تنهایي و نیز اثر متقابل تلقیح میکوریزایي × کود فسفات زیستي و اثر متقابل هر سه عامل با هم در سطح یک درصد بر درصد همزیستي ریشه معني دار گردید (جدول۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح میکوریزایي تفاوت قابل توجهي وجود داشت، به طوری که درصد همزیستي

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

ریشه در تلقیح با میکوریزا (۵۳/۱۳%) در حدود ۹۵ درصد بیشتر از عدم تلقیح (۲۷/۲۵%) بود (جدول۹). مي توان استنباط کرد که تلقیح میکوریزایي، شرایط مناسبي برای بهبود درصد همزیستي ریشه در رازیانه فراهم اورد. در همین رابطه کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2004) نیز به نتیجه مشابهي دست یافتند. انها مشاهده نمودند که درصد همزیستي ریشه رازیانه در تلقیح با دو گونه قارچ میکوریزای *Glomus fasiculatum* (۸٤%) و *G. macrocarpum* (۸۰%) به طرز چشمگیری بیشتر از تیمار عدم تلقیح (۱۰%) گردید. در پژوهش دیگر گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2002) نیز نشان دادند که تلقیح یک گونه از قارچ میکوریزا (*Glomus fasiculatum*)، با ریشه نعناع، سبب افزایش محسوس درصد همزیستي گردید. نتایج تحقیقات راتي و همکاران (Ratti *et al*., 2001) و آرباگادا و همکاران (Arriagada *et al*., 2007) به ترتیب روی گیاهان دارویي علف لیمو و اوکالیپتوس نیز مؤید این مطلب است. نتیجه تحقیقات کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2002) روی شوید و نوعي زیره مبین آن بود که تلقیح ریشه این دو گیاه با گونه های مختلف میکوریزا، موجب افزایش بارز درصد همزیستي ریشه گردید، به نحوی که به طور میانگین میزان این همزیستي در دو گیاه مذکور به ترتیب درحدود ۷۹ و ۷۳ درصد گردید و این در حالي بود که مقدار ان در تیمار شاهد فقط در حدود دو درصد بود. مقایسه میانگین ها بیانگر آن بود که میان سطوح کود فسفات زیستي اختلاف معني داری وجود داشت، به نحوی که درصد همزیستي ریشه با میکوریزا در سطح سوم (٤۳/۱۲%)، در حدود ۱۳/۳ درصد بیشتر از سطح اول (۳۸/۰٦%) و در حدود ۹/٤ درصد بیشتر از سطح دوم (۳۹/٤۰%) گردید (جدول۹). کاربرد کود فسفات زیستي از طریق رها سازی آهسته و مداوم فسفر ممکن است موجب تحریک همزیستي میکوریزایي و متعاقب ان افزایش درصد همزیستي ریشه رازیانه شده باشد. نتیجه تحقیق هازاریکا و همکاران (Hazarika *et al*., 2000) روی گیاه چای با یافته های پژوهش حاضر مطابقت دارد. انها مشاهده کردند که کاربرد یک گونه از باکتری حل کننده فسفات (*Bacillus polymyxa*) در حضور سنگ فسفات معدني موجب افزایش چشمگیر درصد کلونیزاسیون ریشه گردید. آنها گزارش کردند در خاکهای اسیدی که سمیت الومینیوم و کمبود فسفر وجود دارد، مصرف این باکتری ها ضمن بهبود همزیستي میکوریزایي سبب عرضه کافي فسفر به گیاه چای و افزایش رشد و نمو آن شد. همچنین در دو مطالعه دیگری که در خصوص کاربرد میکروارگانیزم های حل کننده فسفات روی گیاهان گندم و ماش سبز انجام گرفت، آشکار شد که مصرف یک باکتری (*Bacillus circulans*) و یک گونه قارچ (*Cladosporium herbarum*) در حضور سنگ فسفات سبب بهبود قابل ملاحظه درصد همزیستي ریشه نسبت به شاهد گردید (Singh and Kapoor, 1998, Singh and Kopoor, 1999). آنها اظهار داشتند که ممکن است تولید هورمون های گیاهي که توسط این میکروارگانیزم ها صورت مي گیرد، دارای تأثیر تحریک کنندگي بر آلودگي میکوریزایي باشد و موجب افزایش کلونیزاسیون ریشه گردد. همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد که بین سطوح ورمي کمپوست تفاوت معني داری وجود دارد به طوری که درصد همزیستي ریشه در سطح دوم (٤۳/۳۷%) در حدود ۲۳/٦ درصد بیشتر از سطح اول (۳۵/۱۰%) و در حدود ۳ درصد بیشتر از سطح سوم (٤۲/۱۱%) بود (جدول۹). استنباط مي شود که عناصر غذایي موجود در ورمي کمپوست از طریق تحریک رشد ریشه رازیانه، موجب بهبود درصد همزیستي ریشه با میکوریزا شده باشند. این موضوع در نتیجه تحقیق کیل و همکاران (Kale *et al*., 1987) روی گیاه دارویي مریم گلي نیز قابل مشاهده است. گزارش شیواپوترا و همکاران (Shivaputra *et al*., 2004) نیز مبین ان بود که مصرف ورمي کمپوست تحت شرایط گلخانه ای در گیاه خربزه درختي، سبب بهبود قابل

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

جدول ۹- میانگین درصد همزیستي ریشه در سطوح مختلف کودهای زیستی در سال های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

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	میانگین 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

میانگین هایي، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک مي باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵% تفاوت معني 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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

ملاحظه درصد همزیستي ریشه در مقایسه با شاهد گردید. در برخي از پژوهش ها نتیجه متناقض با تحقیق حاضر نیز بدست آمده است. در این خصوص، ساینز و همکاران (Sainz *et al*., 1998) در یک تحقیق گلخانه ای که روی گیاهان شبدر قرمز و خیار انجام دادند، مشاهده نمودند که مصرف ورمي کمپوست حاصل از ضایعات الي شهری موجب کاهش معني دار درصد کلونیزاسیون ریشه در گیاه شبدر قرمز گردید. این محققین دلیل کاهش در همزیستي میکوریزایي را به مصرف زیاد این نوع ورمي کمپوست و متعاقب ان به فراهمي زیاد فسفر در محیط رشد ریشه نسبت دادند و نتیجه گرفتند که برای حفظ مطلوب همزیستي میکوریزایي در سیستم های کشاورزی پایدار، ابتدا باید مبادرت به تعیین دقیق عناصر غذایي مورد نیاز کرد و سپس برای مصرف مقادیر مناسب ورمي کمپوست اقدام کرد. مقایسه میانگین های اثر متقابل تلقیح میکوریزایي × کود فسفات زیستي نیز دارای اختلاف معني داری بود به نحوی که درصد همزیستي ریشه در تیمارهای دارای تلقیح میکوریزایي (به ترتیب ۵۱/۷۳%، ۵۱/۰۸%، ۵۶/۵۹%) بودند، برتری چشمگیری نسبت به تیمارهای دارای عدم تلقیح میکوریزایي (به ترتیب ۲۴/۳۸%، ۲۷/۷۲%، ۲۹/۶۵%) داشتند (جدول۹). این اثر معني دار در تیمار تلقیح با میکوریزا و مصرف ۶۰ کیلوگرم کود فسفات زیستي (۵۶/۵۹%) در مقایسه با تیمار عدم تلقیح و کاربرد ۶۰ کیلوگرم کود فسفات زیستي (۲۹/۶۵%) بیشتر بارز بود، به نحوی که در حدود ۹۱ درصد برتری مشاهده شد. در تفسیر نتایج حاصله مي 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، مي تواند به تحریک همزیستي میکوریزایي با ریشه گیاه رازیانه و متعاقب آن به بهبود درصد همزیستي کمک کند. نتیجه تحقیق راتي و همکاران (Ratti *et al*., 2001) روی گیاه دارویي علف لیمو نیز با نتیجه تحقیق حاضر هماهنگي دارد. انها مشاهده نمودند که کاربرد توام گونه های میکوریزا (*Glomus aggregatum*) و باکتری حل کننده فسفات (*Bacillus polymyxa*) دارای یک اثر هم افزایي روی درصد همزیستي ریشه بود به طوری که درصد همزیستي ریشه در تیمار دارای هر دو میکروارگانیزم (۷۳/۵%) در مقایسه با تیمار فقط دارای میکوریزا (۴۳/۵%) در حدود ۶۹ درصد بیشتر بود. دلیل این برتری بارز، به تحریک همزیستي میکوریزایي توسط باکتری حل کننده فسفات مذکور نسبت داده شد. هازاریکا و همکاران (Hazarika *et al*., 2000) نیز در مطالعه خود روی گیاه چای به نتیجه مشابهي دست یافتند. آنها مشاهده کردند که کاربرد توام قارچ میکوریزا (*Glomus fasiculatum*) و باکتری حل کننده فسفات (*Bacillus polymyxa*) در حضور سنگ فسفات معدني سبب تشدید درصد همزیستي میکوریزایي با ریشه گیاه چای گردید. مقایسه میانگین-های اثر متقابل هر سه عامل نیز اختلاف معني‌داری را نشان داد و مشاهده گردید که با کاربرد توام سطوح مختلفي از سه عامل، در برخي از تیمارها بر درصد همزیستي افزوده شد به نحوی که درصد همزیستي ریشه در تیمار تلقیح با میکوریزا، مصرف ۶۰ کیلوگرم کود فسفات زیستي و پنج تن در هکتار ورمي کمپوست (۶۲/۳۷%) برتری چشمگیری نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول۹). استنباط مي شود که مصرف توام برخي از مقادیر هر سه کود زیستي سبب بروز یک اثر تشدید کننده و مثبت بر همزیستي میکوریزایي با ریشه گیاه میزبان مي شود و متعاقب ان درصد کلونیزاسیون ریشه بهبود مي یابد. نتایج مطالعات برخي محققین نظیر عمر (Omar, 1998)، هازاریکا و همکاران (Hazarika *et al*., 2000)، کومار و سینگ (Kumar and Singh, 2001) و راتي و همکاران (Ratti *et al*., 2001) نیز مؤید وجود یک رابطه افزایشي بین کودهای زیستي بر درصد همزیستي ریشه مي باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه مرکب

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

داده های سال های ازمایش، درصد همزیستي ریشه با میکوریزا در تیمارهای مختلف کودهای زیستي و شاهد در سطح یک درصد معني دار گردید (جدول۵). مقایسه میانگین تیمارها بین شاهد و تیمارهای کودهای زیستي نیز مبین اختلاف قابل توجهي بود، به طوری که تیمار کودهای زیستي شامل تلقیح با میکوریزا، مصرف ٦٠ کیلوگرم کود فسفات زیستي و پنج تن در هکتار ورمي کمپوست (٦٢/٣٧%) برتری محسوسي در حدود ٤٠٥ درصد نسبت به شاهد (١٢/٣٣%) داشتند (جدول١٠). بنابراین تیمارهای کودهای زیستي مطلوب در مقایسه با تیمار شاهد کود شیمیایي، به مراتب شرایط مناسب تری برای بهبود فعالیت های میکروبي مفید در خاک که با بروز اثرات متقابل تشدید کننده و مفید در بین انها همراه بود، مهیا کردند و سبب افزایش درصد همزیستي ریشه رازیانه با میکوریزا شدند. از طرف دیگر مصرف کودهای شیمیایي حاوی فسفر محلول، به عنوان یک مانع اصلي در ایجاد همزیستي میکوریزایي بشمار مي رود و از این جهت مي توان گفت که سیستم های کشاورزی متداول که مبتني بر مصرف فراوان کودهای شیمیایي هستند غالبا از مزایای این همزیستي محروم مي باشند (Sharma, 2002a and b; Kapoor *et al*., 2004; Gholami, 1999) به همین دلیل در تیمار شاهد ما نیز کاهش زیاد درصد همزیستي ریشه به وضوح مشاهده شد.

جدول ١٠- میانگین درصد همزیستي ریشه در اثر کودهای زیستی در سال های ١٣٨٤ و ١٣٨٥

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

تیمار Treatment	درصد همزیستي ریشه Root colonization (%) 2005	2006	میانگین Mean	درصد تغییر نسبت به شاهد %Change to control
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	-

میانگین هایي، 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 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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

سپاسگزاری

بدینوسیله از رئیس و کارکنان ایستگاه تحقیقات همند دماوند وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور که همکاری صمیمانه ای در طول اجرای تحقیق با نگارندگان داشتند، کمال سپاسگزاری و تشکر را داریم. از همکاری و زحمات کارکنان بخش بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور نیز کمال تشکر را می نمائیم.

منابع مورد استفاده

References

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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

Gholami, A. 1999. Evaluating the effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi on growth characterestics 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 fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource 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 arbascular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizng 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*).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

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. Glovanelli. 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.

Sephidkon, 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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]

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. Ghalavand[2] and F. Rejali[3]

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, intractions 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.

Recieved: 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-05-16]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.7.0]