

بررسی کاربرد تلفیقی اعمال کودهای زیستی و شیمیایی بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی رازیانه

پویان حسین‌زاده نمین^{۱*} و مجید امینی دهقی^۲

^۱ تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت

^۲ تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده علوم کشاورزی، گروه زراعت

تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۲۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی روی عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی رازیانه، آزمایشی بصورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در بهار سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه شاهد انجام شد. در این آزمایش تیمارهای کود زیستی شامل قارچ میکوریزا (دو گونه) در سه سطح (عدم تلقیح (M₁))، تلقیح با میکوریزای *Pirimosporaindica* (M₂) و تلقیح با میکوریزای *Sabacinaverimifera* (M₃) و میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات شامل باکتری سودوموناس پوتیدا در دو سطح (عدم تلقیح (B₁) و تلقیح (B₂))، کود فسفره شیمیایی در سه سطح (صفر (P₁))، ۵۰ (P₂) و ۱۰۰ (P₃) کیلوگرم در هکتار (P₂O₅) بر روی گیاه دارویی رازیانه مورد بررسی قرار گرفت. در هر تکرار یک کرت به‌عنوان شاهد کود شیمیایی NPK (۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) به دلیل مقایسه با عملکرد کودهای زیستی در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج بدست‌آمده اعمال تیمارهای زیستی M₃B₁P₁ روی صفات شاخص برداشت (HI) به میزان ۱۲/۵٪، تیمار M₃B₂P₂ روی عملکرد اسانس ۱۲۶/۶ (لیتر در هکتار)، تیمار M₂B₂P₂ روی تعداد چتر مرکب در بوته به میزان ۵۱۲/۹ عدد، تیمار M₃B₂P₂ روی عملکرد بیولوژیک به میزان ۴۱۲۵ کیلوگرم در هکتار و عملکرد دانه با ۵۱۶ کیلوگرم در هکتار بود؛ اما اعمال این تیمارها تأثیر معنی‌داری بر روی صفات وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه نداشت.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، کودهای زیستی، میکوریزا، میکروارگانسیم حل‌کننده فسفات، اسانس رازیانه

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۷۵۲۴۵۷، پست الکترونیکی: phosseinzadeh@gmail.com

مقدمه

صنایع غذایی و آرایشی و بهداشتی، و نیز از عصاره این گیاه دارویی در تولید داروی رازین که در درمان بیماریهای زنانه کاربرد دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳، ۱۶).

نظام‌های کشاورزی رایج برای حفظ و تقویت باروری خاک به طور گسترده به کودهای شیمیایی وابسته هستند و سیر مصرف نهاده‌های شیمیایی از قبیل کودهای نیتروژن‌دار و سموم مختلف در کشورها روندی نامعقول داشته و در حال حاضر سالانه ۱۳۵ میلیون تن کود شیمیایی در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill. گیاهی چند ساله، علفی و از خانواده چتریان است که از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی و ادویه‌ای ایران و جهان محسوب می‌شود (۶). از رازیانه به‌عنوان تقویت‌کننده معده، اشتهاآور، آرام‌کننده درد قانندگی و افزایش دهنده ترشح شیر در مادران شیرده، ضد التهاب، ضد باکتری، تقویت‌کننده رگ‌های قلب و بادشکن یاد شده است. از اسانس آن به‌عنوان ماده خلط‌آور، ضد آماس، تورم و تنگی نفس و نیز به‌عنوان طعم‌دهنده در صنایع نوشابه‌سازی،

تأثیر منفی تنش‌های محیطی و بالا بردن مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا موجب بهبود شرایط رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شود (۲، ۵، ۲۱). در تحقیقی که به منظور بررسی تأثیر همزیستی میکوریزایی بر روی مرکبات انجام گردید مشخص شد که کاربرد گونه‌ای قارچ VAM (میکوریزای وزیکولار آریسکولار) به نام *Glomus intraradices* باعث بهتر شدن کمیت و کیفیت اسانس برگ در گونه‌ای از مرکبات به نام *Citrus jambhiri* شد، آنها بهبود تغذیه معدنی در این گیاه را که توسط قارچ میکوریزا بدست آمده بود، عامل اصلی افزایش مقدار اسانس مطرح کردند (۱۷). در بررسی دیگری که بر روی رازیانه انجام گردید مشخص شد که کاربرد قارچ‌های میکوریزا باعث افزایش رشد رویشی (ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌ها، وزن تر و خشک گیاهرازیانه) در مقایسه با تیمار کودهای شیمیایی شد؛ به طوری که پایین‌ترین مقدار وزن خشک در کاربرد ۵۰ درصدی کود زیستی نیتروژن، پتاسیم و فسفر بدست آمد. بالاترین میزان هیدرات کربن در رازیانه تیمار شده با کود زیستی بدست آمد. به نحوی که بیشترین مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بافت گیاهی زمانی که خاک با باکتریهای تثبیت‌کننده نیتروژن تلقیح گردید، حاصل شد. کمترین میزان نیتروژن، پتاسیم و فسفر در بافت گیاه در نمونه‌های تیماری با کودهای شیمیایی بدست آمد. بالاترین میزان اسانس در تیمارهای تلقیح با کود زیستی و پایین‌ترین آن مربوط به تیمارهای کودهای شیمیایی حاصل شد (۱۶).

از انواع دیگر کودهای زیستی می‌توان به میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات که اکثراً شامل باکتریهای حل‌کننده فسفات هستند، اشاره کرد که با تولید اسیدهای آلی سبب افزایش حلالیت فسفات‌های معدنی کم‌محلول مانند سنگ فسفات می‌شود. بیشتر آنها با تولید آنزیم فسفاتاز باعث رها شدن فسفر از ترکیبات آلی نیز می‌شوند (۵، ۹، ۱۱، ۱۹). در مطالعه‌ای که روی گیاه نیشکر انجام شد مشخص گردید که بکارگیری یک گونه از باکتریهای حل‌کننده

(۲۰). مصرف بی‌رویه و زیاد آن مشکلات زیادی از جمله کاهش واکنش گیاهان به کودها، بروز مشکلات زیست‌محیطی و اثرات سوء مواد شیمیایی بر کیفیت محصولات تولیدی و مواد غذایی، افزایش خطر باروری بالای خاک به علت تجمع بیش از حد آن در خاک و افزایش خطر مسمومیت، آلودگی منابع تأمین آب و به خطر افتادن سلامت انسان، تخلیه منابع غیر تجدیدشونده مانند سنگ‌های فسفاته و در نهایت پایین آمدن مقاومت گیاهان به آفات و بیماری‌ها می‌گردد (۸، ۱۷ و ۲۱).

کشاورزی پایدار با برخورداری از پویایی اقتصادی، می‌تواند سبب بهبود شرایط محیط زیست و استفاده مناسب از منابع موجود شده و در تأمین نیازهای غذایی انسان و افزایش کیفیت زندگی جوامع نقش بسزایی داشته باشد، یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه مصرف نهاده‌های شیمیایی است (۲۱). کودهای زیستی به طور کلی شامل مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزری (که شامل قارچ و باکتری‌ها می‌باشند) و یا به صورت فرایندهای متابولیسمی این موجودات می‌باشند که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک اکوسیستم زراعی بکار می‌روند (۵). در بسیاری از بررسی‌های مرتبط با کشاورزی پایدار، بر وجود رابطه سینرژیستی بین میکروارگانیسم‌ها و قارچ‌های میکوریزا تأکید شده، به طوری که تلقیح همزمان آنها با گیاه موجب افزایش جذب فسفر و رشد گیاه را در پی داشته است. استفاده از کودهای زیستی حرکتی اساسی در جهت دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار است.

از انواع کودهای زیستی، می‌توان به قارچ‌های میکوریزا اشاره کرد که با ریشه اغلب گیاهان زراعی رابطه همزیستی داشته و با جذب فسفر، نیتروژن و برخی عناصر کم‌مصرف، جذب آب، تولید محرک‌های رشد گیاهی، کاهش

لحاظ اقلیمی در منطقه نیمه خشک قرار داشته و میانگین بارندگی محل در حدود ۲۵۹ میلی‌متر در سال است. به منظور تعیین نوع بافت خاک و میزان pH آن از عمق سطحی خاک مزرعه (عمق ۵ سانتی متری خاک) نمونه برداری گردید و مشخص شد که خاک دارای بافت لوم شنی بوده و قابلیت حفظ و نگهداری آب پایینی دارد؛ در این عمق pH آن در حدود ۷/۸ می‌باشد (جدول ۱). آزمایش به صورت اسپلنت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش تیمارهای کودی زیستی که شامل میکوریزا (دو نوع قارچ) در سه سطح (عدم تلقیح، تلقیح با میکوریزای نوع *Pirimosporaindica*، تلقیح با میکوریزای *Sabacinovermifera*)، میکرو ارگانسیم حل‌کننده فسفات شامل باکتری سودوموناس پوتیدادر دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح) و کود فسفره شیمیایی در ۳ سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5) بر روی گیاه دارویی رازیانه مورد بررسی قرار گرفت. در هر تکرار یک کرت به عنوان شاهد (کود شیمیایی) NPK (۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) برای مقایسه با تیمارهای کود زیستی در نظر گرفته شد.

فسفات به نام *Bacillus megatherium* در کنار سنگ فسفات باعث افزایش صفاتی مانند پنجه زنی، تعداد و وزن ساقه در بوته، غلظت فسفر در غلاف برگ و عملکرد ساقه نیشکر در مقایسه با تیمار شاهد شد، به طوری که عملکرد ساقه نیشکر در حدود ۱۴/۵٪ بیشتر از سایر صفات بود (۲۳).

هدف از انجام این تحقیق مطالعه تأثیر کود های زیستی (قارچ های میکوریزا، میکروارگانسیم های حل کننده فسفات) روی عملکرد و اجزای عملکردی گیاه دارویی رازیانه می باشد. با توجه به اینکه کمتر به بررسی تأثیر کود های زیستی بر روی گیاهان دارویی پرداخته شده است، و با توجه به مضرات زیاد کاربرد کودهای شیمیایی در محیط های کشاورزی، در نتیجه ضرورت بررسی تأثیر این کود ها روی گیاهان دارویی از جمله رازیانه احساس گردید.

مواد و روشها

این پژوهش در بهار ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد اجرا شد. عرض جغرافیایی محل انجام این تحقیق ۳۶ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و ارتفاع آن ۱۰۵۰ متر از سطح دریا می باشد. از

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک

عمق Cm	نوع بافت جذب آب	درصد الکتریکی ds/m (شوری)	هدایت الکتریکی	واکنش گل pH اشباع	درصد مواد خنثی شونده N.T.V%	کربن آلی O.C%	ازت کل (Total) (N%)	فسفر قابل جذب P(ava) ppm	پتاسیم قابل جذب K(ava) ppm	آهن mg/Kg	روی mg/Kg	مس mg/Kg	منگنز mg/Kg
۳۰-۰	لوم شنی	۲۴	۲/۱۷	۷/۸	۸	۰/۳۴	۰/۰۳۷	۳/۲	۱۵۰	۱/۹۶	۰/۴۸	۰/۲۲	۴/۶

این تیمار در سال اول اجرای این بررسی به زمین مزرعه اعمال شده بود نیازی به تیماردهی مجدد احساس نگردید (برای اعمال تیمار میکوریزا در زمان کاشت، بذرها با این قارچ آغشته شده و بلافاصله بعد از کشت زمین آبیاری گردید)، اما به منظور اعمال تیمار میکروارگانسیم حل‌کننده فسفات از کود فسفات زیستی بارور-۲ استفاده گردید که از مؤسسه زیست فناوری سبز تهیه شده بود. به منظور تلقیح این کود با خاک مزرعه، یک بسته از این کود زیستی (که

به منظور اجرای طرح، کرت هایی به ابعاد ۲/۵×۳ متر ایجاد گردید که دارای ۴ ردیف کاشت با فاصله خطوط کشت ۵۰ سانتی‌متر بودند. فاصله میان کرت های فرعی ۱/۵ متر و بین کرت‌های اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد. به دلیل کشت زمین در سال اول انجام این تحقیق عملیات داشت مانند واکاری انجام شد و عملیات دیگر مانند مبارزه با علف های هرز تا رسیدگی کامل گیاه انجام گردید. برای اعمال تیمارها، در مورد اعمال تیمار میکوریزا، با توجه به اینکه

نمونه مورد نظر با این دستگاه در حدود ۳ ساعت است. تعیین میزان اسانس بر اساس میلی لیتر می باشد.

در این پژوهش ویژگی‌هایی مانند ارتفاع گیاه، تعداد چتر مرکب در بوته، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، بیوماس خشک در هکتار و میزان عملکرد اسانس در هکتار نیز مورد بررسی قرار گرفت.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SAS 9.1 و MSTAT-C استفاده شد. لازم به ذکر است که مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

ارتفاع بوته: تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که کودهای زیستی تأثیر معنی داری بر روی ارتفاع بوته نداشته است (جدول ۲). به نحوی که مقایسه میانگین تیمارهای اعمالی نیز تفاوت معنی داری را میان سطوح کودهای زیستی و تیمار شاهد آشکار نمی سازد. به عبارت دیگر مصرف و عدم استفاده از کودهای زیستی بر ارتفاع بوته تأثیر معنی داری نداشته است (جدول ۳).

مخصوص استفاده در بخش زراعت می باشد) را با مقدار ۱۰ لیتر آب مخلوط گردید و به کرت های مورد نظر اعمال شد. در کلیه کرت‌های هر تکرار بغیر از کرت شاهد در هر تکرار یک نوبت کوددهی سرک نیتروژنه به نسبت ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه دهی انجام شد. در تاریخ اخیر کوددهی مجدد برای سه کرت شاهد در سه تکرار انجام گردید که کودهای NPK به نسبت های ۹۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار اعمال شد. بدین منظور در کنار هر خط کشت، شپاری در سراسر کرت به عمق ۵ سانتی متر حفر کرده و کود فسفره در کنار محل استقرار گیاه قرار داده شد. مبارزه با علف های هرز نیز همزمان با عملیات داشت در ۶ نوبت در کلیه کرت ها انجام گردید. آبیاری مزرعه نیز با توجه به نیاز آبی گیاه هر ۷ روز یکبار انجام شد. به منظور بدست آوردن اسانس گیاه، ابتدا مقدار ۴۰ گرم بذر از هر تیمار مربوطه آماده گردید، سپس با استفاده از آسیاب برقی آزمایشگاهی آسیاب شد و با استفاده از دستگاه کلونجر دو بار تقطیر اسانس گیاه بدست آمد. لازم به ذکر است که مدت اسانس‌گیری برای هر

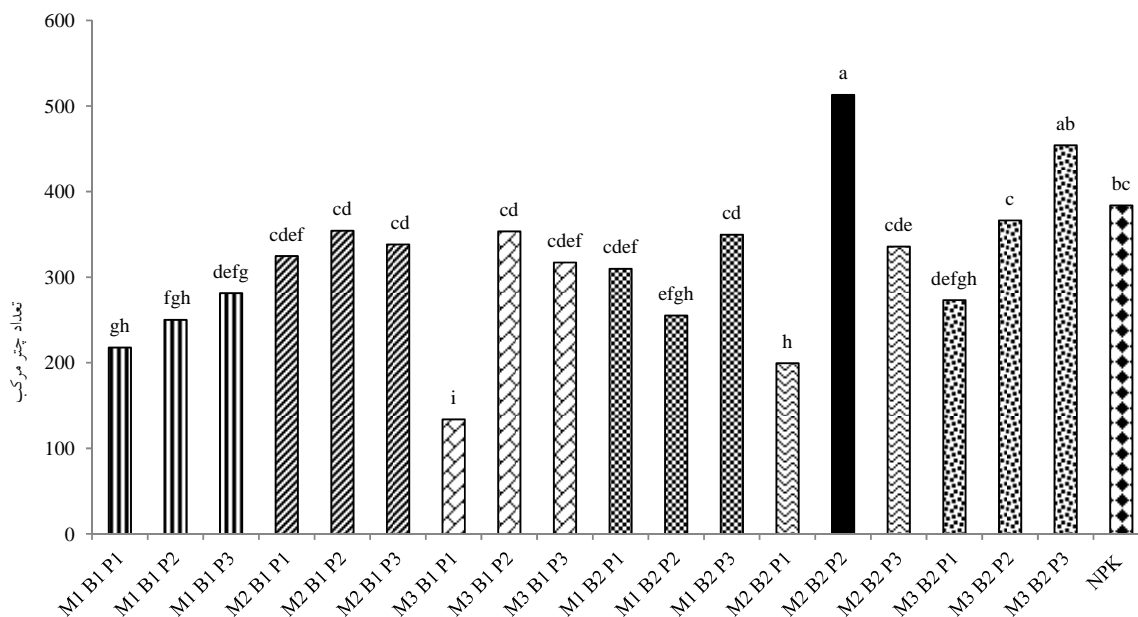
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه

میانگین مربعات							
منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	شاخص برداشت (HI)	وزن هزار دانه	عملکرد در دانه در هکتار	بیوماس خشک کل در هکتار	ارتفاع بوته	عملکرد اسانس در هکتار
تکرار	۲	۰/۹۰۵ ^{ns}	۲/۴۸۷ ^{**}	۲۶۸/۵۲ ^{ns}	۲۳۹۵۲/۹۱ ^{ns}	۶۸۵/۵۲ ^{ns}	۵۲/۱۶۵ ^{ns}
فسفر (P)	۲	۱۳/۹۴ ^{ns}	۰/۷۱۳ ^{ns}	۶۰۷۹/۹ ^{ns}	۴۶۸۸/۶۹ ^{ns}	۲۷۲۸/۱۷ ^{ns}	۸۷/۴۷۴ ^{ns}
خطای اصلی (E _a)	۴	۱/۹۴۲	۰/۰۹۶۷	۲۲۸۲/۰۰۸	۳۰۳۷۱/۵۷	۱۷۵۴/۳۶	۲۲۴/۲۵
کود بارور-۲ (B)	۱	۳۴/۰۳۳ ^{**}	۰/۵۰۵ ^{ns}	۲۴۶۴۴/۳۱ ^{**}	۲۶۹۴۶/۰۵ ^{ns}	۳۴۳۹/۰۵ ^{ns}	۲۳۶۰/۱۷ ^{**}
میکوریزا (M)	۲	۶/۵۷۳ ^{ns}	۰/۳۱۱ ^{ns}	۱۴۳۷/۳۶ ^{ns}	۳۱۵۹/۴۳ ^{ns}	۲۲۳۵/۱۲ ^{ns}	۳۹۵/۲۲۱ ^{ns}
P*B	۲	۷/۴۷۸ ^{ns}	۰/۰۳۳ ^{ns}	۱۴۵۷۵/۷۹ ^{**}	۳۷۱/۲۵ ^{ns}	۹۵۴/۰۲ ^{ns}	۴۵۷/۸ ^{ns}
P*M	۴	۱۵/۴۲۶ ^{**}	۰/۴۲۵ ^{ns}	۱۱۹۶۰/۵۶۹ ^{**}	۲۵۳۰/۱/۴۷ [*]	۱۶۲۱/۲۶ ^{ns}	۱۲۲۳/۷۷ ^{**}
B*M	۲	۲۱/۵۲۳ ^{**}	۰/۰۶۴ ^{ns}	۱۱۵۶۱/۳۶ ^{**}	۳۴۷۳۱/۴۶ [*]	۱۰۰۲/۳۹ ^{ns}	۴۴۶/۶۲ ^{ns}
P*B*M	۴	۱۱/۶۱۱ ^{**}	۰/۰۷۶۸ ^{ns}	۱۲۷۸۴/۰۱ ^{**}	۱۰۸۰/۰۴ ^{ns}	۱۲۶۲/۴۴ ^{ns}	۱۷۰۰/۱۶۳ ^{**}
خطای فرعی (E _b)	۳۴	۱/۸۲۸	۰/۰۵۷۷	۲۰۶۰/۸۴	۶۹۸۱/۹	۱۴۴۸/۸۵	۱۸۹/۱۸
ضریب تغییرات (CV)		۱۷/۰۲۴	۱۷/۰۰۶	۱۲/۵۲	۲۹/۶	۲۴/۹۵	۱۴/۵۶

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار شدن و معنی دار شدن در سطوح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه

تعداد چتر مرکب در بوته	بیوماس خشک کل در هکتار (kg ha ⁻¹)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد اسانس (lit ha ⁻¹)	عملکرد دانه (kg ha ⁻¹)	وزن هزار دانه (g)	شاخص برداشت (HI) %	سطوح عوامل اصلی
۲۴۳/۱۷ b	۲۶۴۲/۴ a	۱۶۶/۷۶ a	۹۱/۸۹ a	۳۵۹/۳۹ a	۴/۱۲۹ b	۸/۳۲۸ a	سطوح فسفر
۳۴۸/۷۶ a	۲۸۶۸/۲ a	۱۴۵/۶۴ a	۹۵/۸۶ a	۳۸۲/۲۴ a	۴/۵۲۶ a	۸/۵۶۲ a	۰ کیلوگرم در هکتار
۳۴۶/۱۳ a	۲۹۵۵/۱ a	۱۴۵/۲۳ a	۹۵/۵۷ a	۳۵۰/۸۳ a	۴/۲۴۹ ab	۶/۹۳۵ b	۵۰ کیلوگرم در هکتار
۲۸۵/۷۲ b	۲۵۹۸/۵ a	۱۶۰/۵۲ a	۸۷/۸۲ b	۳۴۴/۴۴ a	۴/۲۲ a	۸/۷۳۶ a	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار
۳۳۹/۶۶ a	۳۰۴۵/۳ a	۱۴۴/۵۶ a	۱۰۱/۰۴۲ a	۳۸۳/۸۶ a	۴/۴۱۴ a	۷/۱۴۸ b	سطوح کود بارور-۲
۲۷۷/۳۶ c	۲۶۷۷/۵ a	۱۴۴/۴۴ a	۹۴/۴۴ a	۳۷۵/۸۳ a	۴/۱۷۷ a	۷/۲۵۶ b	عدم تلقیح
۳۱۶/۴۱ b	۲۹۳۷/۸ a	۱۴۷/۹۴ a	۸۹/۷۳ a	۳۵۵/۲۲ a	۴/۳۳۶ a	۸/۳۹۸ a	تلقیح
۳۴۴/۲۹ a	۲۸۵۰/۵ a	۱۶۵/۲۵ a	۹۹/۱۰۸ a	۳۶۳/۴۱ a	۴/۴۳۸ a	۸/۱۷۱ ab	سطوح میکوریزا
							عدم تلقیح
							<i>Piriformosporaindica</i>
							<i>Sabacinavermifera</i>



نمودار ۱- مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با شاهد (NPK) بر روی تعداد چتر مرکب

در بوته

P: سطوح مختلف کود فسفره (P₃=100 kg/h, P₂=50 kg/h, P₁=0 kg/h)

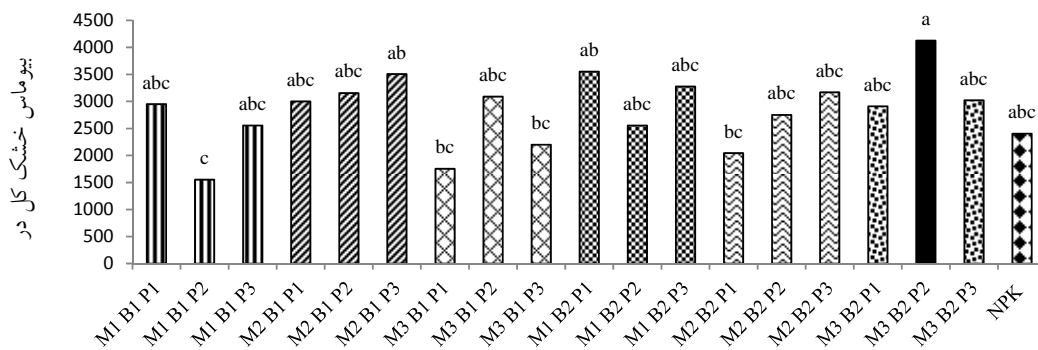
B: سطح مختلف کود بارور-۲ (B₁=عدم تلقیح, B₂=تلقیح)

M: سطوح مختلف مایکوریزا (M₁=عدم تلقیح, M₂=تلقیح با *Piriformospora indica*, M₃=تلقیح با *Sabacinavermifera*)

های حل‌کننده فسفات و سطح دوم کود فسفره بالاترین تعداد چتر به میزان ۵۱۲/۹ عدد را در مقایسه با تیمار شاهد (۳۸۳/۸ چتر) نشان داد (نمودار ۱).

عملکرد بیولوژیکی: تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر متقابل اعمال تیمار میکوریزا و کود فسفره شیمیایی و میکوریزا و میکروارگانیسم حل‌کننده فسفات در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید؛ اما اثرات اصلی تیمارهای کود زیستی و اثرات متقابل سه‌گانه تأثیر معنی‌داری روی میزان عملکرد بیولوژیکی نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میان سطوح تلقیح با کود میکوریزا و تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). مقایسه میانگین میان تیمار شاهد و تیمارهای کود زیستی دارای اختلاف قابل ملاحظه‌ای بود، به طوری که تیمار تلقیح با میکوریزای *Sabacinaverimifera*، تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و نسبت 50 kg ha^{-1} کود فسفره، بیوماس خشک در هکتار به میزان $4/1 \text{ ton ha}^{-1}$ در مقایسه با تیمار شاهد ($2/4 \text{ ton ha}^{-1}$) تولید نمود (نمودار ۲).

تعداد چتر مرکب در بوته: با توجه به نتیجه تجزیه واریانس تیمارهای کود فسفره شیمیایی، کود بارور-۲، میکوریزا، اثرات متقابل دو گانه میکوریزا و کود فسفره، میکوریزا و میکروارگانیسم حل‌کننده فسفات، و اثرات متقابل سه‌گانه میکوریزا، کود فسفره و میکروارگانیسم حل‌کننده در سطح ۱ درصد و اثر متقابل کود فسفره و میکروارگانیسم حل‌کننده فسفات در سطح احتمال ۵٪ روی تعداد چتر مرکب در بوته تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح با کود میکوریزا، تلقیح با میکوریزای *Sabacinaverimifera* (۳۴۴/۲ چتر) و عدم تلقیح (۲۷۷/۳ چتر) اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). به نحوی که مقایسه میانگین تیمارها حکایت از وجود تفاوت قابل ملاحظه میان سطوح میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات داشت، به طوری که در تیمار تلقیح با کود زیستی فسفات ۳۹۹/۶ چتر و در تیمار عدم تلقیح ۲۸۵/۷ چتر بدست آمد. مقایسه میانگین میان تیمار شاهد و تیمارهای کود زیستی نیز دارای اختلاف قابل ملاحظه‌ای بود، به طوری که تیمار تلقیح با میکوریزای *Pirimospoaindica*، تلقیح با میکروارگانیسم

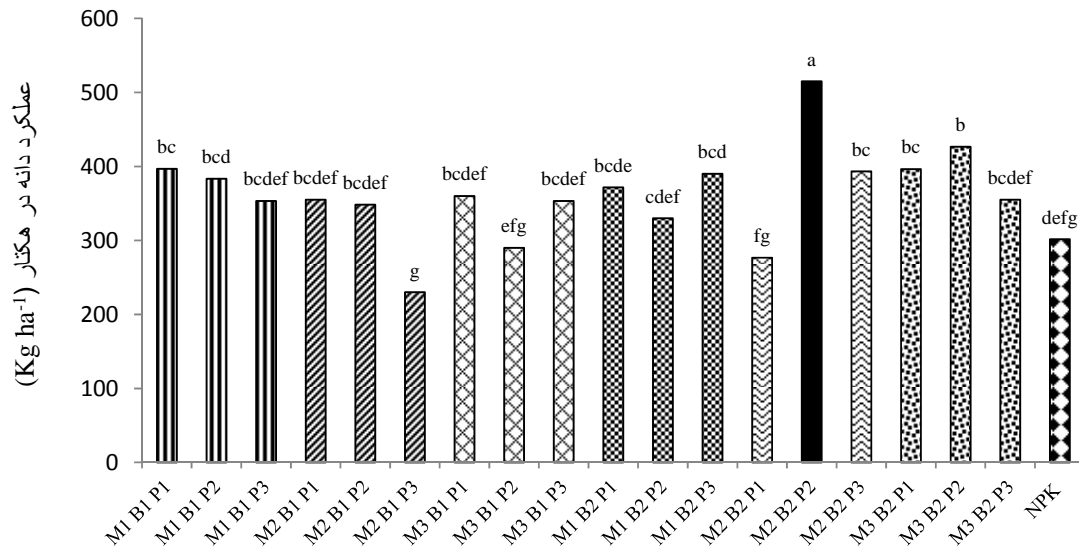


نمودار ۲- بررسی تأثیر تیمارهای کود زیستی با شاهد (NPK) بر روی بیوماس خشک کل در

P: سطوح مختلف کود فسفره ($P_3=100 \text{ kg/h}$, $P_2=50 \text{ kg/h}$, $P_1=0 \text{ kg/h}$)

B: سطح مختلف کود بارور-۲ (B_1 =عدم تلقیح، B_2 =تلقیح)

M: سطوح مختلف مایکوریزا (M_1 =عدم تلقیح، M_2 =تلقیح با *Pirimospoaindica*، M_3 =تلقیح با *Sabacinaverimifera*)

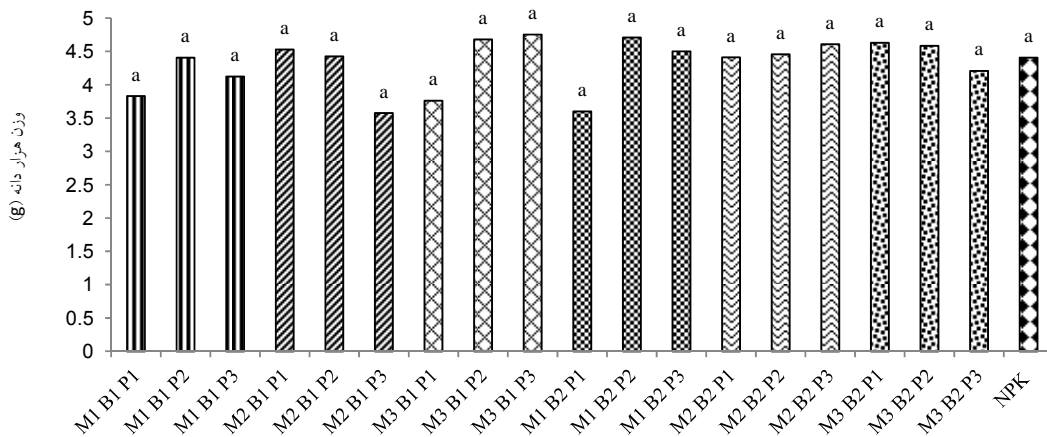


نمودار ۳- بررسی تأثیر تیمارهای کود زیستی و شاهد (NPK) بر روی عملکرد دانه

P: سطوح مختلف کود فسفره ($P_3=100\text{kg/h}$, $P_2=50\text{kg/h}$, $P_1=0\text{kg/h}$)

B: سطح مختلف کود بارور-۲ (B_1 =عدم تلقیح، B_2 =تلقیح)

M: سطوح مختلف مایکوریزا (M_1 =عدم تلقیح، M_2 =تلقیح با *Piriformospora indica*، M_3 =تلقیح با *Sabacina Vermifera*)



نمودار ۴- مقایسه میانگین تیمارهای کود زیستی با شاهد (NPK) بر روی وزن هزار دانه گیاه دارویی رازیانه

P: سطوح مختلف کود فسفره ($P_3=100\text{kg/h}$, $P_2=50\text{kg/h}$, $P_1=0\text{kg/h}$)

B: سطح مختلف کود بارور-۲ (B_1 =عدم تلقیح، B_2 =تلقیح)

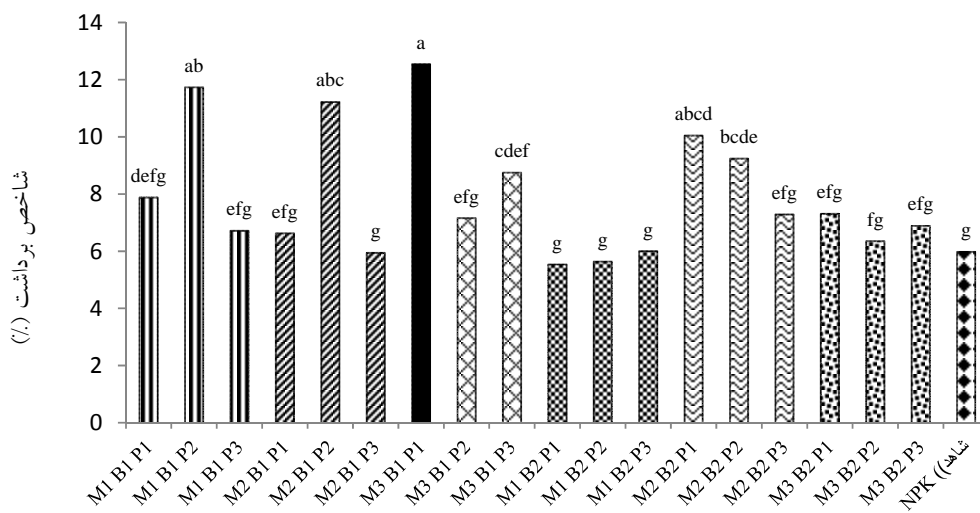
M: سطوح مختلف مایکوریزا (M_1 =عدم تلقیح، M_2 =تلقیح با *Piriformospora indica*، M_3 =تلقیح با *Sabacina Vermifera*)

زیستی نشان نمی‌دهد (جدول ۳)، همچنین مقایسه میانگین میان تیمارهای کود زیستی با تیمار شاهد تفاوت قابل ملاحظه‌ای را آشکار نمی‌سازد (نمودار ۴).

شاخص برداشت: بنا بر نتایج تجزیه واریانس اثرات فاکتورهای تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات، اثرات متقابل دو گانه تلقیح با میکوریزا و کود فسفره، تلقیح با میکوریزا و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و نیز اثرات متقابل سه‌گانه تلقیح با میکوریزا، تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و کود فسفره در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردیدند (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میان سطوح تلقیح با میکوریزا (۸/۳٪) و عدم تلقیح (۷/۲٪) اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین تیمارها حکایت از وجود تفاوت معنی‌دار میان سطوح میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات، تلقیح (۷/۱٪) و عدم تلقیح (۸/۷٪) داشت (جدول ۳).

عملکرد دانه: بر اساس نتیجه تجزیه واریانس، عملکرد دانه تحت اعمال تیمار تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات، اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه تیمارهای کود زیستی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میان سطوح تلقیح با کود میکوریزا و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۳). مقایسه میانگین میان تیمار شاهد و تیمارهای کود زیستی نشان داد که تیمارهای زیستی تلقیح با میکوریزای *Pirimosporaindica*، سطح دوم تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات و سطح سوم کود فسفره (kg ha^{-1} ۵۱۶^۱) برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد (kg ha^{-1} ۳۰۱/۶^۱) داشت (نمودار ۳).

وزن هزار دانه: تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که اعمال تیمارهای کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر روی وزن هزار دانه نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارهای اعمالی نیز تفاوت معنی‌داری را میان سطوح کودهای



نمودار ۵- مقایسه میانگین تیمارهای کود زیستی با شاهد (NPK) بر روی شاخص برداشت گیاه دارویی رازیانه

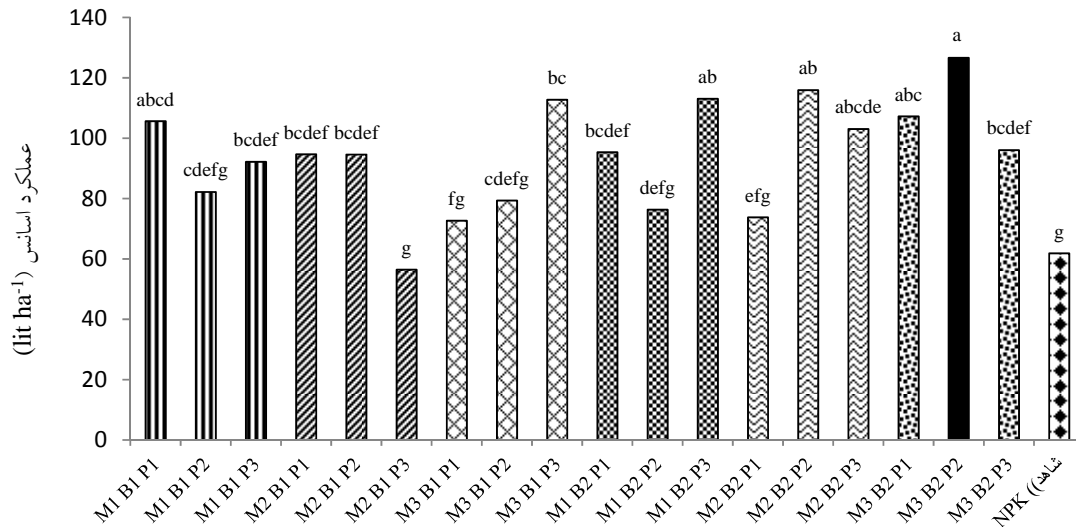
P: سطوح مختلف کود فسفره ($P_3=100\text{ kg/h}$, $P_2=50\text{ kg/h}$, $P_1=0\text{ kg/h}$)

B: سطح مختلف کود بارورر-۲ (B_1 =عدم تلقیح، B_2 =تلقیح)

M: سطوح مختلف مایکوریزا (M_1 =عدم تلقیح، M_2 =تلقیح با *Piriformospora indica*، M_3 =تلقیح با *Sabacina Vermifera*)

کننده فسفات و نسبت صفر کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۱۲/۵٪) حدود ۴۷٪ شاخص برداشت بالاتری نسبت به تیمار شاهد (۵/۹۸٪) تولید کرده است (نمودار ۵).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین میان تیمارهای زیستی و شاهد حکایت از وجود اختلاف بین سطوح این دو تیمار داشت، به نحوی که تیمار زیستی تلقیح با سطح سوم میکوریزا، سطح اول تلقیح با میکروارگانسیم های حل



نمودار ۶- مقایسه میانگین تیمارهای کود زیستی با شاهد (NPK) بر روی عملکرد اسانس گیاه دارویی رازیانه

P: سطوح مختلف کود فسفره ($P_3=100\text{kgN}$, $P_2=50\text{kgN}$, $P_1=0\text{kgN}$)

B: سطح مختلف کود بارور (B_1 = عدم تلقیح، B_2 = تلقیح)

M: سطوح مختلف مایکوریزا (M_1 = عدم تلقیح، M_2 = تلقیح با *Piriformospora indica*، M_3 = تلقیح با *Sabacina Vermifera*)

عملکرد اسانس: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر فاکتور تلقیح با میکروارگانسیم های حل کننده فسفات، اثر متقابل کود فسفره و میکوریزا و اثر متقابل سه گانه کود میکوریزا، میکروارگانسیم های حل کننده فسفات و کود فسفره در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد اسانس تأثیر معنی داری داشته‌اند (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح تلقیح با میکوریزا و عدم تلقیح با آن اختلاف معنی داری وجود نداشت. در مقایسه میانگین، میان سطوح مختلف میکروارگانسیم های حل کننده فسفات اختلاف قابل توجهی مشاهده نشد، به طوری که تیمار تلقیح با میکروارگانسیم های حل کننده فسفات (lit

۱۰۱ ha^{-1}) و تیمار عدم تلقیح ($87/8\text{ lit ha}^{-1}$) را تولید نمودند (جدول ۳). مقایسه میانگین میان تیمار شاهد و تیمارهای کود زیستی حکایت از وجود تفاوت قابل ملاحظه میان سطوح این دو تیمار دارد، به طوری که تیمار شاهد ($61/8\text{ lit ha}^{-1}$) حدود ۴۸٪ اسانس کمتری نسبت به تیمار کود زیستی سطح سوم میکوریزا، سطح دوم میکروارگانسیم های حل کننده فسفات و سطح دوم کود فسفره ($126/6\text{ lit ha}^{-1}$) تولید کرده است (نمودار ۶).

بحث

همزیستی میکوریزا با ریشه گیاه دارویی رازیانه از طریق ایجاد شرایط مناسب تغذیه‌ای، باعث بهبود جذب آب و رشد گیاه دارویی رازیانه، تسریع گلدهی و افزایش تعداد چتر در بوته گردید. درزی و همکاران (۱۳۸۵) تحقیقاتی در خصوص بررسی تأثیر کود های زیستی میکوریزا و ورمی‌کمپوست روی گیاه دارویی رازیانه انجام دادند که نتایج این بررسی در راستای نتیجه بدست آمده این تحقیق ما بود (۱). اعمال کود زیستی میکوریزا در ترکیب با کود فسفره شیمیایی در تحقیق حاضر سبب بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه و افزایش تعداد چتر مرکب در گیاه میزبان شد که با نتایج تحقیقات درزی و همکاران (۱۳۸۵) و رضانی و همکاران (۱۳۸۷) انطباق داشت که در آن کود شیمیایی همزمان با کود زیستی بر روی رازیانه اعمال گردید (۱، ۴). در خصوص تیمار میکروارگانسیم های حل‌کننده فسفات نیز می‌توان بیان کرد که با افزایش فعالیت های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده های رشدی گیاه توسط این موجودات سبب افزایش رشد و گلدهی (تعداد چتر در بوته) گیاه می‌گردد که این موضوع با بسیاری از پژوهش های انجام شده روی گیاه ذرت (۱۲، ۲۴)، جو (۲۰)، رازیانه (۱، ۴، ۱۶، ۱۹، ۲۱) و نیشکر (۲۳) مطابقت دارد. تحقیقات یاد شده بر این استوارند که اعمال میکروارگانسیم حل‌کننده فسفات باعث بهبود شرایط رشد، افزایش جذب فسفر و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز، بهبود رشد و به تبع آن باعث افزایش تعداد چتر نسبت به کود شیمیایی می‌شوند (۱، ۴، ۱۵، ۲۱).

میکروارگانسیم های حل‌کننده فسفات و ترکیب این دو با کود فسفره سبب افزایش فسفات محلول می‌شود (۱۹). به علت گسترش بیشتر ریشه، جذب و انتقال مواد محلول و عناصر زیاد شده و با بالا بردن میزان فتوسنتز، بیوماس اندام های هوایی افزایش می‌یابد که در نهایت منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه می‌شود. نتایج وجود اختلاف معنی دار را در بکارگیری کود های شیمیایی و زیستی نشان می‌دهد. استفاده از کود های زیستی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شیمیایی شده است، به طوری که با نتیجه بدست آمده از بررسی های دیگر که مرتبط با تأثیر کود های زیستی روی عملکرد بیولوژیک رازیانه است در یک راستا می‌باشد (۱، ۴، ۱۴، ۲۱).

استفاده از کود های زیستی منجر به بالا رفتن عملکرد بیولوژیک گیاه شده و انتظار می‌رود که به تبع آن کود های زیستی نیز تأثیر معنی داری روی میزان ارتفاع گیاه داشته باشد، اما بر اساس نتایج بدست آمده تفاوتی از نظر میزان ارتفاع گیاه در میان تیمار های کود زیستی و شیمیایی مشاهده نگردید، این موضوع با نتایج بررسی های انجام شده از تأثیر کود های زیستی روی رازیانه، گیاه ذرت دانه ای و گیاه دارویی نعنای مطابقت ندارد. دلیل این مطلب را می‌توان در اعمال شرایط یکسان توسط دو تیمار زیستی و شیمیایی در صفت ارتفاع گیاه دانست (۱، ۴).

بهبود شرایط تغذیه ای از طریق اعمال کود های زیستی منجر به افزایش میزان فتوسنتز و رشد گیاه، و در نتیجه افزایش کلی بیوماس گیاه و عملکرد بیولوژیکی گیاه شده و به تبع آن، افزایش عملکرد دانه را به همراه دارد، به طوری که بالاترین میزان عملکرد دانه در تیمار تلقیح با میکوریزا، تلقیح با میکروارگانسیم حل‌کننده فسفات و نسبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بدست آمد. بنابراین با افزایش عملکرد دانه رازیانه تحت اعمال کود های زیستی اختلاف میان عملکرد تولیدی تیمار کود شیمیایی با تیمار های زیستی آشکار می‌شود. همچنین تحقیقات انجام شده

افزایش عملکرد بیولوژیک با توجه به نتایج بدست آمده بالاترین میزان بیوماس خشک کل در هکتار مرتبط با تیمار تلقیح با میکوریزا، تلقیح با میکروارگانسیم حل‌کننده فسفات و نسبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره داشت. بنابراین مطلب، می‌توان اظهار داشت که اندام های هوایی تحت تأثیر فعالیت جذب ریشه، میزان انتقال آب و مواد غذایی از ریشه قرار داشته و در طول دوره رویش گیاه وجود یک رابطه همزیستی میکوریزایی، تلقیح گیاه با

۶۰۱

مشاهده گردید که استفاده از کود های زیستی سبب بروز اختلاف معنی داری میان کاربرد کود زیستی و کود شیمیایی می شود که مؤید نتایج تحقیق فوق است (۱، ۴، ۱۴، ۲۱).

با توجه به نتایج فوق، تیمار های زیستی در مقایسه با تیمار شاهد (NPK) باعث بهبود شرایط رشدی، افزایش مواد مغذی خاک و محلول سازی مواد معدنی خاک در اثر افزایش فعالیت های میکروبی شده و منجر به بهینه سازی جذب عناصر غذایی میکرو و ماکرو توسط ریشه رازیانه و بالا رفتن میزان فتوسنتز می شود. افزایش رشد و بالا رفتن تعداد چتر مرکب و دانه در هر گیاه سبب افزایش دریافت شیره پرورده توسط دانه ها می شود (۱۳، ۱۵، ۲۱). دانه با کیفیت بالا می تواند میزان اسانس بالاتری تولید کند. بنابراین با توجه به اینکه دانه ها اندامهای اصلی تولید اسانس و ماده مؤثره در گیاه دارویی رازیانه هستند با بهینه سازی رشد دانه ها می توان کمیت و کیفیت اسانس موجود در آنها را بهبود بخشید (۱۴، ۲۱). بر این اساس بالاترین عملکرد اسانس در اعمال تیمار تلقیح با میکوریزا، با میکروارگانسیم حل کننده فسفات و نسبت ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره بدست آمد. وجود اختلاف معنی دار میان اعمال کود شیمیایی و کود زیستی نیز مؤید این مطلب است که کود های زیستی شرایط بهتری را برای تولید اسانس در گیاه ایجاد کرده اند. به طوری که این موضوع با نتیجه بررسی تأثیر میکوریزا بر اسانس رازیانه (۱، ۴) و نیز بررسی مقایسه کودهای آلی و شیمیایی روی رازیانه مطابقت دارد (۱۶). با توجه به اینکه اسانس ها ترکیبات ترپنوئیدی هستند و واحد های سازنده آنها ایزوترپنوئیدهایی مانند ایزوپنتیل پیروفسفات (IPP) و دی متیل آلیل پیروفسفات (DMAPP) می باشند که از مسیر بیوسنتزی موالونیک اسید (MVA) حاصل می شوند (۱۷)، در نتیجه نیاز به ATP و NADPH دارند. با توجه به این موضوع، بالا رفتن عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل چنین ترکیباتی حیاتی است (۱۵). بنابراین وجود

روی گیاه رازیانه به منظور بررسی تأثیر کود های میکوریزایی و ورمی کمپوست در مقایسه با تحقیقاتی که بر روی گیاه ذرت (۱۲، ۲۴) و جو (۲۰) انجام شده مؤید این مطلب است که اعمال همزیستی میکوریزایی با بهبود شرایط رشدی سبب بالا رفتن میزان عملکرد دانه در این گیاهان شده که تأییدکننده نتیجه تحقیق حاضر است.

بررسی تأثیر کاربرد کود های زیستی روی وزن هزار دانه نشان داد که اعمال کودهای زیستی در مقایسه با اعمال کود شیمیایی تفاوت معنی داری روی این شاخص رشدی نداشت، از این رو به نظر می رسد که تیمار کود شیمیایی با ایجاد شرایط شرایط یکسان وزن هزار دانه مشابهی نسبت به تیمار های زیستی از خود به نمایش گذشت که این موضوع با بررسی های دیگران بر روی رازیانه در تضاد است (۱، ۲۱). تحقیقات فوق مشخص نمود که اعمال کود های زیستی به خصوص اعمال میکروارگانسیم های حل کننده فسفات سبب بالا رفتن میزان وزن هزار دانه بدلیل بهبود شرایط تغذیه ای می گردد. ایجاد شرایط بهتر تغذیه ای با اعمال تیمار های کود زیستی منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه و در نتیجه سبب افزایش میزان شاخص برداشت (HI) گیاه شد، به طوری که بالاترین شاخص برداشت گیاه در اعمال تیمار میکوریزایی و عدم تلقیح با میکروارگانسیم حل کننده فسفات و نیز نسبت صفر کیلوگرم در هکتار کود فسفره بدست آمد. نتایج حاصل از این تحقیق گویای این مطلب است که شاخص برداشت بیش از همه تحت تأثیر اعمال میکوریزایی است، به طوری که همزیستی میکوریزایی با ایجاد شرایط بهتر تغذیه ای ضمن بالا بردن میزان بیوماس کلی و عملکرد دانه ای میزان شاخص برداشت را نیز افزایش داد. البته در مقایسه با تیمار شاهد (کود شیمیایی) اختلاف قابل ملاحظه ای را در کاربرد کود زیستی به نمایش گذاشت. بنابراین نتیجه تحقیق حاضر تأیید نتیجه بررسی تأثیر کود های زیستی و ورمی کمپوست بر روی رازیانه است (۱، ۴، ۱۸، ۲۱). در مطالعاتی که بر روی ذرت دانه ای انجام شد،

فسفر توسط ریشه رازیانه سبب افزایش میزان اسانس در دانه های این گیاه دارویی شده است (۱۴، ۱۵، ۲۱).

یک رابطه همزیستی میکوریزایی و تلقیح با میکروارگانسیم های حل کننده فسفات، جذب کارآمد نیتروژن و تا حدی

منابع

- ۱- درزی، م. ت.، قلاوند، ا.، رجالی، ف. و سفید کن، ف. (۱۳۸۵). بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی. ۲۹۲-۲۷۶.
- ۲- رجالی، ف.، علیزاده، ع.، صالح راستین، ن. و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۰). بررسی تأثیر رابطه میکوریزایی بر اصلاح روابط آبی گیاه میزبان و افزایش تحمل آن به خشکی. مجموعه مقالات ضروری تولید صنعتی کود بیولوژیک در کشور. ص ۴۳۵-۴۵۷.
- ۳- رجحان، م. ص. (۱۳۸۱). درمان بوسيله گیاهان دارویی. موسسه تحقیقاتی جنگل ها و مراتع کشور.
- ۴- رضایی، ح. (۱۳۸۸). بررسی کود های بیولوژیک و فسفره بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد.
- ۵- صالح راستین، ن. (۱۳۸۰). کود بیولوژیک و نقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کود های بیولوژیک در کشور. ص ۱-۵۴.
- ۶- مظفریان، و. ا. (۱۳۷۵). فرهنگ نام های گیاهان ایران. موسسه فرهنگ معاصر.
- 7- Arcanon N.A. Edwards P. Dierman C. Welch S. and Metzger J.D.(2004). Influence of vermicoposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bio resorcthechnology. 93:145-153.
- 8- Brandt K. (2008). Plant health, soil fertility relationships and food quality. Proceeding of organic agriculture in Asia, 13-14 march- 2008 Seoul, Korea, 18-C
- 9- Glodstein A.H. Braveman K. and Osorio N. (1999). Evidence for mutualism between a plant growing in a phosphate limited desert environment and a mineral phosphate solubilizing (MPS) bacterium.FEMS Microbiological Ecology. 3: 295-300.
- 10- Gupta M.L.Prasada A. Ram M. and Kumar S. (2002). Effects of vesicular arbuscularmycorrhizal (VAM) fungus *Glomusfaciculatum* on the essebital oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Menthaarvensis*) under field conditions. Bioresource Technology. 81: 77-79.
- 11- Gyneshwar P. Naresh Kumar G. Parekh L.G. and Poole P.S. (2002).Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plant and soil. 245: 83-93.
- 12- Jat R.S. and Ahaheat, I.P.S.(2004). Effects of vermicomposts, Bioftrilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicerarietnum*) and their residunal effects on folder maize (*Zae mays*). Indian Journal of Agricltureal Sciences. 74(7): 359-361.
- 13- JatR.S. and Ahaheat I.P.S.(2006). Direct and residual effects of vermicomposts, biofertilizer and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence.Journal of Sustainable Agriculture. 28(1):41-54.
- 14- Kapoor R.B.Giri B. and Mukerji K.G. (2004). Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill.Onmycorrhiza inoculation supplemented with P-fertilizer.Bioresource Technology, 93: 307-311.
- 15- Loomis W.D. and Corteau R. (1972).Essential oil biosynthesis. Rec. Adv. Phytochem. 6: 147-185.
- 16- Mahfuz S.A. and Sharaf-Edin M.A.(2007). Effects of mineral vs. bio fertilizer on growth, yield and essential oil content of Fennel. Medicinal and Aromatic Plants department, National research center.InternationalAgrophysics, 21.361-366.
- 17- Naik PS. Chanemougasoundharam A. Paul Khurana SM. Kalloo G. (2003). Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants. Current Sciences 85(10):1423-1430.
- 18- NemeC. and Lund E.(1990). Leaf volatiles of micorrhizal and non-mycorrhizal *Citrusjambhiri*Lush.Journal of essential oil Research. 2: 287-297.
- 19- Rashid M. Khalil S. Ayub N. Alam S. and Latif F. (2004).Organic acids production and phosphate solubilizing by phosphate solubilizing microorganisms (PSM) under invitro conditions.

- Pakistan Journal of Biology Sciences, 7: 187-196.
- 20- Roy D.K. and Singh B.P. (2006). Effects of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield component and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). Indian Journal of Agronomy. 51(1): 40-42.
- 21- Patel V.I. Saravaita S.N. Arvadia M.K. Chaudhari J.H. Ahir M.P. and Bhalerao R.E. (2010). Effects of conjunctive use of bio-organics and inorganic fertilizers on growth, yield and economics of *Rabi* Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under south Gujarat conditions. International journal of Agricultural sciences. Vol. 6 Issue 1: 178-181.
- 22- Sharma A.K. (2002). Biofertilizer for sustainable agriculture. Agrobios, India. A handbook of organic farming. 27-47 and 86-96.
- 23- Sundara B. Nataraja V. and Harri K. (2002). Influence of phosphate solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphate and Sugarcanes sugar yield. Field Crop Research. 77:43-49.
- 24- Zarabi M. Alahdadi I. Akbari G. A and Akbari G.A (2011). A study on the effects of different biofertilizer combinations on yield, its components and growth indices of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. African journal of agricultural Research. Vol. 6(3), pp. 681-685.

Effect of integrated usage of biological and chemical phosphate fertilizers on growth, yield, yield components and essential oil of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Hosseinzadeh Namin P.¹ and Amini Dehaghi M.

¹Agronomy Dept., Faculty of Agriculture and natural Resources, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, I. R. of Iran

²Agronomy Dept., Faculty of Agricultural sciences, Shahed University, Tehran, I. R. of Iran

Abstract

In order to study the effect of usage of biological and chemical phosphate fertilizers on growth, yield, yield components and essential oil of Fennel, a field study conducted during spring planting season at research station farm of medicinal plants at Shahed University in 2010. Biofertilizer treatment contains 3 levels of nitrogen fixer mycorrhizae (no inoculation, inoculation with *Pirimosporaindica* and inoculation with *Sabacinaverimifera*) and phosphate solubilizing microorganism (*Pseudomonas putidabacteria*) in two levels (with and without inoculation with microorganism) and 3 levels of chemical phosphate fertilizers (consisted of 0, 50 and 100 kg.ha⁻¹ of P₂O₅). The effect was evaluated in split plots based on randomized block design with three replications. At each replication a plot as a chemical fertilizer (NPK) control was considered for comparison to biofertilizer application. Results showed that all measured traits in phosphate compounds solubilizing microorganisms and nitrogen fixer mycorrhizae were higher than other treatments. So, the treatments done, have a significant effect on grain yield with the rate of 516 kg.ha⁻¹, biological yield with rate of 4.125 kg.ha⁻¹, compound of umbels per plant with number of 512.9, harvest index with the rate of 12.5% and essential oil yield with the rate of 126.63 lit.ha⁻¹.

Key words: Fennel, Biofertilizer, Mycorrhizae, Phosphate solubilizing microorganism, Essential oil