یافته های نوین کشاورزی
سال سوم- شماره۳- بهار ۱۳۸۸

بهینه سازی مصرف نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت با استفاده از میکوریزا و ورمی‌کمپوست

امید علیزاده*، دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز آباد
اردلان علیزاده، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان
لادن آریانا، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

چکیده

این تحقیق به جهت بررسی اثر میکوریز و ورمی‌کمپوست بعنوان عوامل بیولوژیک در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در شرایط کنترل شده خاک در سال ۱۳۸۸ طراحی و اجرا شد. تیمارها عبارت بود از مصرف کود شیمیایی (F) در سه سطح از منابع کود، اوره، سوپر فسفات ترپیل و پتاسیم شامل: F0 (ازت ۰، فسفر ۰، پتاس ۰ kg/ha) و F1 (ازت ۷۰، فسفر ۵۰، پتاس ۳۰ kg/ha) و F2 (ازت ۱۵۰، فسفر ۱۰۰ و پتاس ۵۰ kg/ha)، تیمار ورمی کمپوست در دو سطح (مصرف V1 و عدم مصرف V0) و تیمار میکوریز در دو سطح (مصرف M1 و عدم مصرف M0) (جمعیت 10^5 گرم/ اسپور). نتایج آنالیز واریانس نشان داد بر هم کنش سطوح مختلف ورمی کمپوست، کود شیمیایی و میکوریزا بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده و بر تعداد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریز و کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری را بر عملکرد دانه نشان داد. به طوری که تیمارهای $V_1F_0M_1$ و $V_1F_1M_1$ به ترتیب با میانگین ۱۱۹/۳۳ و ۱۱۳/۰۰ گرم در بوته بالاترین میزان عملکرد دانه را نسبت به تیمار $V_1F_2M_1$ با میانگین ۱۰۶/۳۳ گرم در بوته را داشته است. و تیمار $V_1F_0M_0$ با میانگین ۸۷/۰۰ گرم در بوته کمترین میزان عملکرد دانه را داشته است. مقایسه میانگین برهمکنش ورمی کمپوست، سطوح کودی و میکوریزا تفاوت معنی‌داری را بر وزن ۱۰۰۰ دانه نشان داد که تیمار $V_1F_0M_1$ با میانگین ۱۶۸/۳۳ گرم در بوته بالاترین وزن ۱۰۰۰ دانه را داشته است و تیمار $V_1F_1M_1$ با میانگین ۱۳۴/۶۷ گرم در بوته کمترین وزن ۱۰۰۰ دانه را داشته است. میکوریز و ورمی کمپوست در سطوح پایین مصرف کودشیمیایی توانستند موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه شوند.اما در سطوح بالای مصرف کود شیمیایی فعالیت آنها مختل گردید.

واژه های کلیدی: ذرت، میکوریزا، ورمی کمپوست، عملکرد، کودهای بیولوژیک

---

* نویسنده مسئول: E-mail:omid_alizadeh2003@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۳/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۹/۲۰

مقدمه

گرچه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمت زیادی دارد ولی بهره‌برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. هر چند کاربرد این کودها در چند دهه اخیر کاهش یافته ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده است استفاده از آنها در کشاورزی مجدداً مطرح شده است (۷). کودهای بیولوژیک در مقایسه با مواد شیمیایی مزیت های قابل توجهی دارند از ان جمله این که در چرخه غذایی تولید مواد سمی و میکروبی شرکت می نمایند قابلیت تکثیر خودبه خودی دارند وباعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می شوند (٤۰). در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصل‌خیزی خاک گردیده است (۳۸). کودهای بیولوژیک منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، پسمان‌های گیاهی و غیره اطلاق نمی‌شود بلکه تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیزم‌هایی که در ارتباط با تثبیت ازت و یا فراهمی فسفر و سایر عناصر غذایی در خاک فعالیت می‌کنند را نیز شامل می‌شوند (۲). یکی از راه های دست‌یابی به کشاورزی پایدار، استفاده از میکروارگانیزم‌هایی است که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی گیاهان دارند (۲۰) که از آن جمله می‌توان به میکوریزا اشاره نمود. در روابط خاک و گیاه برقراری رابطه همزیستی در تغذیه گیاه از اهمیتی خاص برخوردار است در این میان قارچ‌ها میکوریز با بسیاری از گیاهان زراعی و باغی ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند، این قارچ‌ها از متنوع‌ترین قارچ‌هایی هستند که در تمامی انواع خاکها به رشد و نمو می‌پردازند (۹).

واژه میکوریزا به طورکلی به هم‌زیستی بین ریشه گیاهان و میسلیوم‌های قارچی اطلاق می‌شود (۸). همان طور که می‌دانیم دو نوع اصلی از میکوریزا وجود دارد. اندومایکوریزا و اکتومیکوریزا، که وسیکولار آربیسکولار، میکوریزا که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفته از نوع اندومیکوریزا می‌باشد، که رایج‌ترین نوع اندومایکوریزا است. در این نوع از میکوریزا میسلیو مهای قارچ به درون ریشه گیاه نفوذ نموده و دستگاه ارتباطی به نام وزیکول و آربیسکول ایجاد می‌کند (۸ و ۱۰). قارچ‌های میکوریزایی وسیکولار آربیسکولار (VAM)[1] قادرند با بسیاری از گیاهان رابطه هم‌زیستی برقرار نمایند و در کاهش جذب فلزات سنگین، افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماری‌زای ریشه، افزایش تولیدات فیتوهورمونی، افزایش رشد ریشه‌های موئین، تشدید فعالیت تثبیت ازت و با تشدید میزان فتوسنتز باعث افزایش رشد و نمو گیاه میزبان گردند (٤۲). البته عوامل مختلفی بر روی این توانایی اثر دارند. که از جمله می‌توان به میزان توانایی میسلیوم‌های خارجی قارچ‌های VAM در انتشار به درون خاک و نفوذ به درون ریشه (۲۱). عوامل محیطی نظیر شدت نور، اسیدیته خاک (۱٦). و تهویه خاک (۳۳). اشاره نمود این نوع قارچ‌ها بر جذب عناصر غذایی مثل فسفر و ازت و همچنین جذب آب در شرایط تنش، تولید هورمون‌های گیاهی،

1- Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza

تعدیل اثر تنش‌های محیطی، افزایش مقاومت نسبت بـه عوامـل بیمـاری‌زا در گیـاه، کـاهش آسـیب‌هـای ریشه‌ای، تأثیر بر دانه‌بندی خاک، تشدید فعالیت تثبیت بیولوژیک ازت، همچنین بهبـود خـواص کمـی و کیفی فرآورده‌های زراعی مؤثرند (٤، ١٥ و ٣٢). از مهم‌ترین عناصری که توسط میکوریزا به طور فعـال و در سطح وسیع جذب می‌شود عنصر فسفر است. نتایج بعضی تحقیقـات نـشان داده کـه سـرعت جریـان فسفر به درون گیاه میکوریزای ٣ الی ٦ مرتبه بیشتر از گیاهـان غیرمیکـوریزایی اسـت. عـلاوه بـر فـسفر، نیتروژن نیز جزء عناصری است که تحقیقات نشان داده گیاهان میکوریزایی جذب آن را بـالا بـرده اسـت (٥، ١٨ و ٣٣). بیش از ٩٥ درصد از گیاهان همزیستی مایکوریزایی تشکیل می‌دهند که در ایـن تجمعـات معمولاً رابطه دو جانبه بین قارچ و ریشه‌های گیاه وجود دارد، به طوری که قارچ کربن مورد نیاز خـود را از ریشه‌های گیاه میزبان تأمین کرده و به نوبه خود متعاقباً سبب افزایش جـذب عناصـر غـذایی بـه ویـژه فسفر توسط گیاه میزبان می‌گردد (٣٩). استفاده از کودهای متعادل شیمیایی سـبب تحریـک کلونیزاسـیون میکوریزایی در ذرت می‌شود، در حالی که مصرف کودهای شیمیایی حاوی مقـادیر غیرمعمـول بـالا و یـا پایین ازت سبب کاهش کلونیزاسیون قارچ میکوریزا می‌شود(٦).

از طرفی ورمی‌کمپوست به کودی اطلاق می‌شود که از مدفوع گونه‌ای خاص از کرم‌های خـاکی بدسـت می‌آید. برای تهیه ورمی‌کمپوست از گونه‌ای خاص از کرم‌های قرمز رنـگ منـاطق گـرم و مرطـوب بنـام *Eisenia foetida* که به کرم ببری یا کرم کمپوستر نیز معروف می‌باشند اسـتفاده مـی‌شـود. فراینـد تولیـد ورمی‌کمپوست عبارت است از عبور آرام پیوسته مواد آلی از درون دستگاه گوارش کـرم و تغییـر حالـت این مواد به مدفوع کرم، فضولات کرم‌ها شامل مواد مغذی برای گیاهان بوده و دارای حالتی است کـه بـه موقع برای تغذیه گیاه آزاد می‌شود. استفاده ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش حمایت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (مانند قـارچ‌هـای میکـوریز و میکروارگـانیزم‌هـای حـل کننـده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبودی رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (١٢). ورمی کمپوست ماده‌ای است که به خوبی تغییـر فرم یافته و ساختار، تخلخل، تهویه، زهکش و ظرفیت نگهداری رطوبت در آن در حـد عـالی بـوده و از لحاظ کیفی سرشار از مواد هومیک و عناصر قابل جذب شامل کـربن، نیتـروژن، فـسفر، پتاسـیم، سـدیم، کلسیم، آهن، روی، منگنز و سایر عناصر ماکرو می‌باشد و شامل انواع ویتامین‌ها و هورمون‌هـای محـرک رشد، آنزیم‌های مختلف و عناصر قابل جذب برای گیاه با اسیدیته تنظیم شده است. مزیت کاربرد ورمـی کمپوست به تنهایی را ،در رابطه با سایر کمپوست‌های آلی به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی در ورمـی کمپوست دانستند (٣١). خواص فوق ورمی کمپوست را تبدیل به کـودی ایـده‌ال بـرای رشـد و بالنـدگی گیاهان کرده، ارزش غذایی ورمی کمپوست در مقایسه با سایر کمپوست‌های تولید شده به مراتـب بیـشتر گزارش شده است (٢٩). با توجه به اینکه در فرایند تولید این کود از هیچ ماده شیمیایی استفاده نمی‌شـود

محصولات کشاورزی تولید شده کاملاً طبیعی خواهند بود. این ویژگی‌های منحصر به فرد توجه علاقه‌مندان به محیط زیست را نیز در سراسر جهان به خود جلب کرده و آینده رو به رشدی برای استفاده وسیع از ورمی کمپوست در کشاورزی ارگانیک را رقم خواهد زد. نتایج یک پژوهش گل خانه‌ای که توسط سانیز و همکاران (۱۹۹۸) بر روی گیاهان شبدر قرمز (*Trifolium Pratense*) و خیار صورت گرفت، مشخص گردید که مصرف ورمی کمپوست موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد (۳۷).

در تحقیقی دیگر که روی گیاه نخود انجام شد، مشخص گردید که مصرف سه تن در هکتار ورمی کمپوست، باعث افزایش بارز عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد گردید(۲۲و۲۳). گزارش زالر (۲۰۰۷) نیز مبین آن بود که استعمال ورمی کمپوست موجب بهبود معنی‌دار عملکرد بیولوژیک ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد گردید (٤٤). ذرت (*Zea mays* L.) پرمحصول‌ترین گیاه از خانواده غلات به شمار می‌رود که از نظر میزان محصول بعد از گندم و برنج سومین محصول غله‌ای جهان است (۳). استان فارس به عنوان بزرگترین تولید کننده این محصول در کشور می‌باشد که بیش از ٤٥٪ محصول ذرت کشور را تولید می‌کند (۱). از آنجا که رویکرد جهانی در تولید محصولات کشاورزی بسمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار و به کارگیری روش های مدیریتی نظیر کاربرد کودهای بیولوژیک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی به منظور ارتقاء عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی می‌باشد،این تحقیق به منظور بررسی کاربرد توأم میکوریزا و ورمی کمپوست با هدف بهینه‌سازی مصرف کود شیمیایی نیتروژن و فسفر و در زراعت پایدار ذرت طراحی و اجرا گردیده است.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در شیراز در قسمتی محصور در یک مزرعه با مشخصات جغرافیایی ۲۹/٦۸ عرض شمالی و ۵۲/٤۵ درجه طول شرقی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در محیط طبیعی و به صورت گلدانی اجرا گردید. برای این کار گلدان‌های پلاستیکی با قطر ٤۵ سانتی‌متر و ارتفاع ٤۰ سانتی‌متری و به حجم تقریبی۱۰ کیلوگرم خاک انتخاب و سپس گلدان‌ها کاملاً با الکل استریل شدند. جهت زهکشی گلدان‌ها تعدادی سوراخ در ته آنها ایجاد شد. برای تهیه محیط کشت مناسب ابتدا خاک لازم برای گلدان‌ها به صورت ۵۰ درصد خاک زراعی که از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه پس از عبور از غربال ۲ میلی‌متری با ۵۰ درصد ماسه بادی به صورت یکنواخت مخلوط شد. نمونه‌ای از این خاک تهیه و برای آزمایش تجزیه و تشخیص عناصر موجود در آن آزمایش شد که نتایج به شرح زیر است.

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک

هدایت الکتریکی	pH	کربن کل	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	ازت کل (ppm)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	مس (ppm)
۳/٦۲	۷/۰۱	۰/٤٦	۱۵	۲۵	٦۰	٤/۲	۸۰	۳/۱	۰/۰٤	۰/۳۵	۲/۸	۱/۲

سپس مخلوط خاک حاصل با استفاده از اتوکلاو و با دمای ۱۲۱/۵ درجه سانتیگراد و فشار ۱۵ بار به مدت ۲ ساعت استریل گردید تا خاک کاملاً عاری از هرگونه اسپور قارچ یا مواد زنده دیگری گردد. درون هر گلدان ۹۵۰۰ گرم خاک استریل ریخته و سپس بذور ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰٤ قبل از کاشت کاملاً شستشو داده شده و به مدت ۱۰ تا ۱۲ روز در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. بذرها در این مرحله جوانه زده و سبز شدند. گیاهچه‌های ذرت مورد استفاده برای کشت در گلدان‌ها دارای ریشه سالم به طور تقریبی ۰/۷ تا ۱/۵ سانتی‌متر بودند. تیمارها عبارت بود از: مصرف کود شیمیایی (F) در سه سطح از منابع کود، اوره، سوپر فسفات تریپل و پتاسیم شامل: F_0 (ازت ۰، فسفر ۰، پتاس ۰) کیلو گرم در هکتار و F_1 (ازت ۷۰، فسفر ۵۰، پتاس ۳۰) کیلو گرم در هکتار و F_2 (ازت ۱۵۰، فسفر ۱۰۰ و پتاس ۵۰) کیلوگرم در هکتار ، تیمار ورمی کمپوست در دو سطح (مصرف معادل ۵ تن در هکتار V1 و عدم مصرف V0) و تیمار کاربرد میکوریزا در دو سطح با مصرف ۵۰ گرم در متر مربع (M_1) و عدم مصرف (M_0) (جمعیت 10^5 گرم/ اسپور میکوریزا *Glomus intaradices* در ماده حامل رس و پیت). جمعاً در این آزمایش ۳٦ گلدان اصلی و تعدادی گلدان فرعی مورد استفاده گردید. برای تلقیح گیاهچه‌های جوان (مرحله سه برگی) ذرت رقم ۷۰٤ از پروپاگول که عبارت بود از مخلوط اسپور قارچ میسلیوم‌های خارجی و قطعات ریشه کلنی شده توسط میکوریزا استفاده گردید. بدین صورت که در هر گلدان ۳ حفره به فاصله ۳ تا ۵ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد و قبل از قرار دادن بذور جوانه زده در این حفرات در کف آنها پروپاگول ریخته شده همچنین روی آنها با پروپاگول و ماسه نرم پوشیده شد. برای تیمارهای غیرمیکوریزایی و بدون ورمی کمپوست فقط ماسه نرم روی نهال بذرها ریخته شد. سپس کلیه گلدان‌ها با آب مقطر آبیاری می‌شود. بعد از خارج شدن گیاهچه از خاک فقط ۱ گیاهچه در گلدان حفظ و بقیه حذف می‌گردد. در پایان عملکرد و اجزای عملکرد محاسبه گردید.

در نهایت میزان اثر ورمی کمپوست و میکوریز و تیمار کود شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل تیمارها با استفاده از آزمون دانکن برای صفات مورد بررسی انجام گرفت. عملکرد نهایی دانه و اجزای عملکرد دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (تشکیل لایه سیاه رنگ در قسمت پایین دانه) با برداشت از ۱ متر مربع با احتساب اثر حاشیه معین شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد بر هم کنش سطوح مختلف ورمی کمپوست، کود شیمیایی و میکوریزا بر عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه و طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده ولی بر تعداد کل دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. سطوح مختلف ورمی کمپوست بر عملکرد دانه و تعداد دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف و طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ مؤثر بوده ولی بر وزن ۱۰۰۰ دانه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. سطوح مختلف میکوریزا بر عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه و طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ مؤثر بوده ولی بر تعداد کل دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. سطوح مختلف کودی بر عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه در سطح ۱٪ ولی بر تعداد کل دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف و طول ریشه و وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. برهمکنش سطوح مختلف ورمی کمپوست و کود، سطوح مختلف ورمی کمپوست و میکوریزا ، سطوح مختلف کود و میکوریزا بر عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه و طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ مؤثر بوده ولی بر تعداد کل دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۱: میانگین مربعات سطوح مختلف ورمی کمپوست، کود شیمیایی و میکوریز بر صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (gr/plant)	تعداد کل دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن ۱۰۰۰ دانه (gr)	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr/plant)
تکرار	۲	٦/۰۳^{ns}	۲٤۷٤^{ns}	۱۰/۳٦۱**	۰/۵۸۳۳^{ns}	۵۷/۰۰^{ns}	۱۷٦۱۹^{ns}	۰/۱۱۳۱^{ns}
ورمی‌کمپوست	۱	۳٦۱/۰۰**	۲۸۳۳٦**	۳٦/۰۰**	۲/۲۵۰۰**	٦٦/٦۹^{ns}	۱٦۹۵٦۰٦**	۱۲/۷۵٦۸**
سطوح کودی	۲	۲۱۱/۱۱**	٤۵۹۰^{ns}	۷/۵۲۸^{ns}	۰/۱۰۸۳^{ns}	۱۷۲۵/۸**	۲۱۹۳/٦۷^{ns}	۱/۱۲۵^{ns}
میکوریزا	۱	۱۲٤۸/٤٤**	۵۱۲۷^{ns}	۵/٤٤٤^{ns}	۰/٦۹٤٤^{ns}	۱٤۸۲/۲۵**	۱۷۲۲٦۵٦**	۱۵/۹٦۰**
ورمی‌کمپوست× سطوح کودی	۲	۱۲۹/۰۰**	۷٦۵^{ns}	۱/۰۸۳^{ns}	۰/۰۸۳۳^{ns}	۱۱۹۱/۹**	٤۱۷۱٦۵**	۳/٦۰٦۹**
ورمی‌کمپوست× میکوریزا	۱	۳۱۲/۱۱**	٦۵۹^{ns}	۰/۱۱۱^{ns}	۰/٦۹٤٤^{ns}	٤۰٦٦/۹**	۸۵۱۰۰٦**	٦/۱۹۱۸**
سطوح کودی × میکوریزا	۲	۲۳٤/۱۱**	۱۵۹۲^{ns}	۱/۱۹٤^{ns}	۰/۳٦۱۱^{ns}	۲۰۹۲/۵**	۲٤۹٤۱۵**	۱۵/۳۰۱**
سطوح کودی× ورمی کمپوست× میکوریزا	۲	۱۰۸/٤٤**	۹۹۸^{ns}	۰/۱۹٤^{ns}	۰/۳٦۱۱^{ns}	۱۱۳۵/۳**	۳۰۷۵۰٦**	۳/۲۳۲۷**
خطا	۲۲	٦/۰۳	۱۳٤۳	۱/۸٤٦	۰/۲۸۰۳	۹۲/۰۰	٤۸۳۹۱	۰/۵۹۲۰

ns، *و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ درصد و ۱ درصد می باشند.

مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریز و کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری را بر عملکرد دانه نشان داد (جدول ۲). به طوری که تیمارهای $V_1F_0M_1$ و $V_1F_1M_1$ به ترتیب با میانگین ۱۱۹/۳۳ و ۱۱۳/۰۰ گرم در بوته بالاترین میزان عملکرد دانه را داشته است. و تیمار $V_1F_0M_0$ با میانگین

۸۷/۰۰ گرم در بوته کمترین میزان عملکرد دانه را داشته است. مقایسه میانگین برهمکنش ورمی کمپوست، سطوح کودی و میکوریزا تفاوت معنی‌داری را بر وزن ۱۰۰۰ دانه نشان داد به طوری که تیمار $V_1F_1m_0$ با میانگین ۱۶۸/۳۳ گرم در بوته بالاترین وزن ۱۰۰۰ دانه را داشته است و تیمار $V_1F_0M_1$ با میانگین ۱۳٤/٦۷ کمترین وزن ۱۰۰۰ دانه را داشته است. بسیاری از تحقیقات مرتبط با کشاورزی پایدار مبتنی بر استفاده از منابع آلی و بیولوژیک همراه با مصرف متعادل کودهای شیمیایی می‌باشد. (۲۵، ۳٦ و ۳۸). بسیاری از آزمایشات مزرعه‌ای نشان می‌دهند که کودهای شیمیایی سبب کاهش تعداد قارچ‌های میکوریزا می‌شود (٦). در تحقیقی مشاهده شد که استفاده از کود شیمیایی در حد متعادل سبب تحریک کلنیزاسیون میکوریزایی در ذرت می‌شود در حالی که مصرف کودهای شیمیایی حاوی مقادیر غیرمعمول بالا و پایین ازت سبب کاهش کلونیزاسیون قارچ میکوریزا می‌شود (٦). قارچ‌های VAM از طریق مشارکت در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی به فسفر در سطوحی که بازدارنده نباشند نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهند (۲۷). به نظر می‌رسد تیمارهای کودهای زیستی مطلوب در مقایسه با تیمار کود شیمیایی شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کرده و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف توسط ریشه ذرت موجب افزایش رشد و عملکرد شدند. و مصرف متعادل کود شیمیایی سبب تحریک کلونیزاسیون میکوریزایی در ریشه ذرت شده و باعث بهبود عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه می‌شود.

در مقایسه تیمارهای مصرف ورمی کمپوست با عدم مصرف ورمی کمپوست دیده می‌شود که مصرف ورمی کمپوست به همراه میکوریز و مصرف متعادل کود شیمیایی یک اثر مثبت بر عملکرد دانه $V_1F_1M_1$ و وزن ۱۰۰۰ دانه داشته است.

در تحقیقی مشاهده شد که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. آنها دریافتند که استفاده ورمی کمپوست از طریق تحریک میکروارگانیسم‌های خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه موجب این افزایش عملکرد شد (۳٦و۳۷). افزودن ورمی کمپوست به خاک ممکن است نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده باشد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه موجبات افزایش عملکرد دانه را نیز فراهم کنند. به نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک این گیاه گردید که این مسئله در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. برهمکنش سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریز و کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری را برطول ریشه نشان داد به طوری که تیمار V_1F0M_1 با میانگین ٦۵۵۰/۰ سانتی متر بیشترین طول ریشه را داشته است.

هنگامی که میکوریزای VA تشکیل می‌شود، در مرفولوژی ریشه تغییراتی صورت گرفته و فیزیولوژی ریشه‌ها به طورقابل توجهی تغییر می‌کند (٦). قارچ‌های میکوریز با ریشه گیاهان به صورت همزیست زندگی کرده و به درون سلول‌های کورتکس راه می‌یابند و در عین حال با گسترش ریسه خود به درون خاک، جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر را که از تحرک اندکی برخوردار است، افزایش می‌دهند و به این ترتیب فسفر غیرقابل جذب در خاک را به صورت فسفر قابل استفاده برای گیاه در می‌آورند (١٤).

به نظر می رسد حضور میکوریز باعث تغیراتی در مورفولوژی ریشه می شود و انتشار میسیلیوم های میکوریزایی مرتبط با بافت های درونی ریشه باعث افزایش طول ریشه می شود در نتیجه جذب عناصر غذایی بیشتر می شوند.

برهمکنش سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریز و کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری را بر وزن خشک ریشه نشان داد به طوری که تیمار V_1F0M_1 با میانگین ١٦٧/ ١٩ گرم در گیاه بیشترین وزن خشک ریشه را داشته است.

چنین به نظر می رسد که افزایش وزن ماده خشک ریشه در تیمار های میکوریزایی در مقایسه با تیمارهای غیر میکوریزایی به دلیل افزایش جذب اب ومواد غذایی و انتقال بهتر این مواد می باشد که مورد تائید سایر محققین می باشد (٤١).

جدول ٢: مقایسه میانگین برهمکنش سطوح کودی و میکوریز و ورمی‌کمپوست بر صفات مورد بررسی

تیمار	عملکرد دانه (gr/plant)	تعداد کل دانه	وزن ١٠٠٠ دانه (gr)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف در بلال	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr/plant)
$V_0F_0M_0$	٨٦/٣٣٣c	٦٠٣/٣٣a	١٤٤/٠٠b	٣١/٠٠٠a	١٩/٣٣٣a	٥٠٣٦/٧b	١٤/٩٣٣b
$V_0F_0M_1$	٩٥/٣٣٣c	٦٢٥/٠٠a	١٥٢/٦٧a	٣٢/٣٣٣a	١٩/٣٣٣a	٥١٤٠/٠ab	١٥/٢٠٧b
$V_0F_1M_0$	٩٤/٠٠٠c	٦٤٠/٠٠a	١٤٧/٠٠b	٣٢/٠٠٠a	٢٠/٠٠٠a	٥٠٤٠/٠b	١٤/٩٣٣b
$V_0F_1M_1$	٩٩/٣٣b	٦٥٣/٠٠a	١٥٢/٦٧a	٣٢/٦٦٧a	٢٠/٠٠٠a	٥١٦٠/٠ab	١٥/٢٦٧b
$V_0F_2M_0$	١٠٤/٠٠b	٦٥٥/٦٧a	١٥٧/٦٧a	٣٣/٣٣٣a	١٩/٦٦٧a	٥١٠٦/٠b	١٥/١٠٠b
$V_0F_2M_1$	١٠٧/٣٣b	٦٦٨/٦٧a	١٦١/٦٧a	٣٤/٠٠٠a	١٩/٦٦٧a	٥٢٧٣/٣a	١٦/٠٠٠a
$V_1F_0M_0$	٨٧/٠٠٠c	٦٣٧/٦٧a	١٣٦/٣٣b	٣٣/٠٠٠a	١٩/٣٣٣a	٥٢٠٣/٣a	١٥/٣٥٠b
$V_1F_0M_1$	١١٩/٣٣a	٧١٧/٠٠a	١٦٨/٣٣a	٣٤/٦٦٧a	٢٠/٦٦٧a	٦٥٥٠/٠a	١٩/١٦٧a
$V_1F_1M_0$	٩٥/٠٠٠c	٧٠٤/٠٠a	١٣٤/٦٧b	٣٤/٦٦٧a	٢٠/٣٣٣a	٥١٩٠/٠ab	١٥/٣٠٠b
$V_1F_1M_1$	١١٣/٠٠a	٧٢٤/٠٠a	١٥٧/٦٧a	٣٥/٠٠٠a	٢٠/٦٦٧a	٥٩٤٨/٣a	١٧/٦٣٣a
$V_1F_2M_0$	١٠٣/٦٧b	٧٠٠/٠٠a	١٤٩/٣٣b	٣٥/٠٠٠a	٢٠/٠٠٠a	٥١٧٠/٠ab	١٥/٤٠٠b
$V_1F_2M_1$	١٠٦/٣٣b	٧٠٠/٠٠a	١٥٣/٠٠a	٣٥/٠٠٠a	٢٠/٠٠٠a	٥٣٠٠/٠a	١٥/٧٣٣b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ٥ درصد تفاوت معنی داری ندارند

V,F,M: به ترتیب عبارتند از تیمار مصرف میکوریز، تیمار مصرف کود شیمیایی و تیمار ورمی کمپوست

با توجه به جدول ۳ دیده می‌شود که سطوح مختلف مایکوریز بـر عملکـرد دانـه، وزن ۱۰۰۰دانـه، طـول ریشه و وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

در تحقیقی بر روی گیاه نعناع دیده شد که تلقیح گیاه نعناع با گونه‌ای قارچ میکوریز VAM به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد بیولوژیک و درصد همزیستی ریشه را در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده افزایش دادئ است (١٦) تلقیح میکوریزایی سبب افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته، بیوماس و درصد هم‌زیستی ریشه آن گردید (٢٤). به نظر می‌رسد هم‌زیستی میکوریزایی از طریق تغذیه مناسب موجب افزایش وزن خشک ریشه و اندام هوایی و در نهایت سبب افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد می‌شود و گیاهان میکوریزایی می‌توانند فسفر غیر قابل دسترس گیاهان که با فاصله دورتری نسبت به ریشه‌های آنها قرار دارند و از طریق میسیلیوم‌های خود جذب نمایند و به تحریک هم‌زیستی میکوریزایی کمک کنند و در نتیجه باعث جذب بیشتر مواد غذایی توسط ریشه شوند. طول ریشه در تیمار مایکوریزایی بیشتر از بدون مایکوریز می‌باشد که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (٢٦). وزن خشک ریشه در حضور استفاده از مایکوریز نسبت به عدم استفاده از آن افزایش یافت که با نتایج سایر محققین نیز مطابقت دارد (۱۷و۳۰). عملکرد دانه در تلقیح میکوریزایی در مقایسه با عدم تلقیح بیشتر شده و می‌توان گفت که کودهای زیستی با افزایش میزان فتوسنتز و افزایش جذب آب و عناصر غذایی موجب بهبود عملکرد می‌شوند. با توجه به میانگین عملکرد دانه با مصرف میکوریز ۱۰٦/۷۸ گرم در بوته و مصرف ورمی کمپوست ۰٦/ ۱۰٤ گرم در بوته در یک کلاس آماری قرار می‌گیرد و مصرف F_2 (ازت ۱۵۰، فسفر ۱۰۰ و پتاس۵۰ کیلوگرم در هکتار) مشابه عملکرد V_1 و M_1 به تنهایی می‌باشد، پس می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کودهای بیولوژیک باعث افزایش عملکرد دانه و بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه، تعداد کل دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد ردیف دانه در بلال، طول ریشه و وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری را نشان داد بطوری که استفاده از ورمی‌کمپوست بر روی هر یک از این صفات بالاترین میزان را نسبت به عدم استفاده آن نشان داد.

کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن سبب افزایش عملکرد کل دانه ذرت می‌شود. می‌توان گفت فضولات کرم‌های خاکی حاوی عناصر معدنی پر مصرف و کم‌مصرف بوده و از طریق همزیستی و تحریک رشد ریشه موجب تغذیه مستقیم و در نتیجه افزایش فتوسنتز و ماده خشک و افزایش عملکرد کل دانه می‌شود. سطوح مختلف کودی بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری را نشان داد. بطوری که تیمار F_2 با میانگین ۵۸/ گرم در بوته ۱۹٦ بالاترین عملکرد دانه و با میانگین ۱۵۵/٤۲ گرم بالاترین وزن هزار دانه را داشته است. وینک‌وری(۱۹۸۰) با کاربرد کود نیتروژن، افزایش در وزن هزار دانه را گزارش کرد و عنوان نمود از آنجایی که کود نیتروژن موجب افزایش تولید ماده خشک و دوام سطح برگ می‌شود، وزن دانه غلات را افزایش می‌دهد.

جدول ۳: مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست، میکوریزا و کود بر صفات مورد بررسی

تیمار	عملکرد دانه (gr/plant)	تعداد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه (gr)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف در بلال	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr/plant)
V_0	۹۷/۷۲b	٦٤١/۰۰a	۱۵۲/٦۱a	۳۲/۵۵٦b	۱۹/٦٦۷b	۵۱۲٦/۱b	۱۵/۲٤۰b
V_1	۱۰٤/۰٦a	٦۹۷/۱۱a	۱٤۹/۸٤a	۳٤/۵۵٦a	۲۰/۱٦۷a	۵۵٦۰/۳a	۱٦/٤۳۱a
M_0	۹۵/۰۰b	٦۵٦/۷۸a	۱٤٤/۸۳b	۳۳/۱٦۷a	۱۹/۷۷۸a	۵۱۲٤/٤b	۱۵/۱٦۹b
M_1	۱۰٦/۷۸a	٦۸۱/۳۳a	۱۵۷/٦۷a	۳۳/۹٤٤a	۲۰/۰۵٦a	۵۵٦۱/۹a	۱٦/۵۰۱a
F_0	۹۷/۰۰b	٦٤۵/۷۵a	۱۵۰/۳۳b	۳۲/۷۵۰a	۱۹/۷۷۸a	۵٤۸۲/۵a	۱٦/۱٦٤a
F_1	۱۰۰/۳۳b	٦۸۰/۳۳a	۱٤۸/۰۰b	۳۳/۵۸۳a	۲۰/۲۵۰a	۵۳۳٤/٦a	۱۵/۷۸۳a
F_2	۱۰۵/۳۳a	٦۸۱/۰۸a	۱۵۵/٤۲a	۳٤/۳۳۳a	۱۹/۸۳۳a	۵۲۱۲/۵a	۱۵/۵۵۸a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند

V,F,M: به ترتیب عبارتند از تیمار مصرف میکوریز، تیمار مصرف کود شیمیایی و تیمار ورمی کمپوست

با توجه به جدول ٤ مقایسه میانگین بر همکنش سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و مایکوریز بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، طول ریشه و وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری را نشان داد به طوری که V_0M_1 و V_1M_1 به ترتیب با میانگین ۱۰۵/٦۷ و ۱۱۲/۸۹ گرم در بوته بالاترین عملکرد دانه را داشته و تیمار V_1M_1 با میانگین ۱۵۹/٦۷ بالاترین وزن هزار دانه و تیمار V_1M_1 با میانگین ۵۹۳۲/۸ سانتی متر بالاترین طول ریشه و با میانگین ۱۷/۵۱۱ گرم بالاترین وزن خشک ریشه را داشته است.

کاوندر و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهشی روی گیاه سورگوم دانه‌ای، مشاهده نمودند که کاربرد توام میکوریزا و ورمی کمپوست موجب افزایش محسوس عملکرد بیولوژیک گردید. آنها اظهار داشتند که این افزایش ناشی از اثر مستقیم ورمی کمپوست بر درصد هم‌زیستی میکوریزایی نبوده بلکه حاصل اثر عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست بر روی توسعه و گسترش مستقیم و غیرمستقیم شبکه قارچ و تأثیر آن بر تحریک رشد ریشه گیاه میزبان بود.به نظر می‌رسد که مصرف ورمی کمپوست از طریق تأثیر مثبتی که بر درصد هم‌زیستی میکوریزایی و گسترش هیف‌های خارجی اعمال کرده و متعاقب آن تأثیری که قارچ میکوریزا بر گسترش و رونق رشد ریشه گیاه میزبان داشت موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش عملکرد دانه در گیاه ذرت شد. با توجه به جدول ۵ مقایسه میانگین بر همکنش سطوح مختلف کودی و میکوریزا بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، طول ریشه و وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری را نشان داد به طوریکه تیمارهایی که شامل تلقیح با میکوریز بوده‌اند با دو سطح مصرف F_0 و F_1 به ترتیب با میانگین ۱۰۷/۳۳ و ۱۰٦/۱۷ گرم در بوته بالاترین عملکرد دانه را داشته‌اند ولی در سطح F_2 با میانگین ۱۰۲/۸۳ گرم در بوته عملکرد کمتری داشته‌اند.

جدول ٤: مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و میکوریز بر صفات مورد بررسی

تیمار	عملکرد دانه (gr/plant)	تعداد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه (gr)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف در بلال	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr/plant)
V_0M_0	۹٤/۷۸b	٦۱۳/۰۰a	۱٤۹/٥٦a	۳۲/۱۱۱a	۱۹/٦٦۷a	٥۰٦۱/۱b	۱٤/۹۸۹b
V_0M_1	۱۰٥/٦۷a	٦۷۹/۰۰a	۱٥٥/٦۷a	۳۳/۰۰۰a	۱۹/۸٦۷a	٥۱۹۱/۱b	۱٥/٤۹۱b
V_1M_0	۹٥/۲۲b	٦۸۰/٥٦a	۱٤۹/۱۱a	۳٤/۲۲۲a	۲۰/٦۸۹a	٥۱۸۷/۸b	۱٥/۳٥۰b
V_1M_1	۱۱۲/۸۹a	۷۱۳/٦۷a	۱٥۹/٦۷a	۳٤/۸۸۹a	۲۰/٤٤a	٥۹۳۲/۸ a	۱۷/٥۱۱a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ٥ درصد تفاوت معنی داری ندارند

V,M: به ترتیب عبارتند از تیمار مصرف میکوریز و تیمار مصرف ورمی کمپوست

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با مصرف زیاد کود شیمیایی همزیستی بین ریشه گیاه و میکوریز به میزان زیادی کاهش یافته است. همچنین دسترسی به فسفر در بیشتر گیاهان میزبان که از کلونیزاسیون VAM سود می‌برند عموماً تولید اسپور را کاهش می‌دهد (۳٤). بنا بر این می توان نتیجه گرفت که قارچ‌های VAM در سطوح پایین کودهای شیمیایی باعث بهبود عملکرد دانه ذرت شده و شرایط بهتری را برای هم‌زیستی با ریشه ذرت فراهم می‌کند ولی در سطوح بالای کود شیمیایی این هم‌زیستی کاهش یافته و فسفر زیاد حتی بازدارنده این شرایط هم‌زیستی باشد. کاربرد مایکروریز با افزایش مقدار کود شیمیایی موجب کاهش وزن خشک ریشه شده است همچنین در هر یک از سطوح کود شیمیایی کاربرد قارچ نسبت به عدم کاربرد آن برتری معنی‌داری داشته است و این برتری بدون استفاده از کود شیمیایی به بالاترین میزان رسیده است. زیرا افزایش مقدار فسفر موجود در کود شیمیایی سبب کاهش فعالیت قارچ می شود.

جدول ٥: مقایسه میانگین برهمکنش سطوح کودی و میکوریز بر صفات مورد بررسی

تیمار	عملکرد دانه (gr/plant)	تعداد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه (gr)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف در بلال	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr/plant)
F_0M_0	۸٦/٦۷c	٦۲۰/٥۰a	۱٤٥/۱۷a	۳۳/۰۰۰ a	۱۹/۳۳۳a	٥۱۲۰/۰ c	۱۹/۱٤۲ b
F_0M_1	۱۰۷/۳۳a	٦۷۱/۰۰a	۱٥۲/٥۰a	۳۳/٥۰۰ a	۲۰/۰۰۰ a	٥٦٤٥/۰ a	۱۷/۱۸۷ a
F_1M_0	۹٤/٥۰c	٦۷۲/۰۰a	۱٥۰/۸۳b	۳۳/۳۳۳ a	۲۰/۱٦۷ a	٥۱۱٥/۰ c	۱۹/۱۱۷ b
F_1M_1	۱۰٦/۱۷a	٦۸۸/٦۷a	۱٥٥/۱۷a	۳۳/۸۳۳ a	۲۰/۳۳۳ a	٥٥٥٤/۲ a	۱٦/٤٥۰ a
F_2M_0	۱۰۳/۸۳b	٦۷۷/۸۳a	۱٥۳/٥۰a	۳٤/۱٦۷ a	۱۹/۸۳۳ a	٥۱۳۸/۳ c	۱٥/۲٥۰ab
F_2M_1	۱۰۲/۸۳b	٦۸٤/۳۳a	۱٥۷/۳۳a	۳٤/٥۰۰ a	۱۹/۸۹۳ a	٥۱۸٦/۷b	۱٥/۸٦۷ab

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

F,M: به ترتیب عبارتند از تیمار مصرف میکوریز، تیمار مصرف کود شیمیایی

با توجه به جدول ٦ مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه ، وزن ۱۰۰۰ دانه ،طول ریشه و وزن خشک ریشه تفاوت معنی‌داری را نشان داد. تیمار V_0F_2 و تیمار

V_1F_1 به ترتیب با میانگین ۱۵۹/٦۷ و ۱۷/ گـرم۱۵٦ بـالاترین وزن ۱۰۰۰ دانـه را داشـته‌انـد. ایبـاویچی و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی که جایگزینی کودهای ارگانیک به جای کود شیمیایی را بررسی می‌نمودند به این نتیجه رسیدند که حداکثر وزن ۱۰۰۰ دانه در تیمار تلفیقی هر دو کـود و بعـد از آن در تیمـار کـود شیمیایی حاصل می‌شود.

نتایج تحقیقی بر روی گیاه ریحان نشان داد مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی (NPK به میزان ۵۰ و ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار) برتری محسوسی از نظر عملکرد بیولوژیک نسبت بـه شاهد داشته است . محققین اظهار داشتند که افزودن ورمی کمپوست به خاک با بهبـود بخـشیدن شـرایط بیولوژیکی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افـزایش رشـد، پیکـره رویـشی و تولید بیوماس را نیز فراهم آورده است (۱۱). می‌توان گفت که فضولات کرم‌های خـاکی حـاوی عناصـر معدنی قابل استفاده برای گیاه بوده و موجب تغذیه مستقیم گیاه و مناسـب گیـاه ذرت شـده و در نهایـت باعث افزایش عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه شده است.

مقایسه میانگین ها نشان داد تعداد دانه به جز در تیمار ورمی کمپوست در هـیچ یـک از تیمارهـای دیگـر معنی‌دار نبوده و به نظر می‌رسد که تعداد دانه یک خصوصیت ژنتیکی بوده که کمتر تحت تـأثیر فراهمـی عناصر غذایی و مصرف کود قرار می‌گیرد.

جدول ٦: مقایسه میانگین برهمکنش سطوح مختلف کود شیمیای و ورمی‌کمپوست بر صفات مورد بررسی

تیمار	عملکرد دانه (gr)	تعداد دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه (gr)	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف در بلال	طول ریشه (cm)	وزن خشک ریشه (gr/plant)
V_0F_0	۹۰/۸۳c	٦۳٤/۱۷a	۱٤۸/۳۳b	۳۱/٦٦۷ a	۱۹/۳۳۳a	۵۰۸۸/۳ c	۱۵/۰۷ b
V_0F_1	۹٦/٦۷b	٦٤٦/٦۷a	۱٤۹/۸۳b	۳۲/۳۳۳ab	۲۰/۰۰۰ a	۵۱۰۰/۰ c	۱۵/۱۰۰b
V_0F_2	۱۰۵/٦۷a	٦٦۲/۱۷a	۱۵۹/٦۷a	۳۳/٦٦۷ab	۱۹/٦٦۷ a	۵۱۹۰/۰b	۱۵/۵۵۰b
V_1F_0	۱۰۳/۱۷a	٦٦۷/۳۳a	۱۵۲/۳۳b	۳۳/۸۳۳ab	۲۰/۰۰۰ a	۵۸۷٦/۷ a	۱۷/۲۵۸a
V_1F_1	۱۰٤/۰۰a	۷۱٤/۰۰a	۱۵٦/۱۷a	۳٤/۸۳۳ a	۲۰/۵۰۰ a	۵۵٦۹/۲ a	۱٦/٤٦۷a
V_1F_2	۱۰۵/۰۰a	۷۰۰/۰۰a	۱۵۱/۱۷b	۳۵/۰۰ a	۲۰/۰۰۰ a	۵۲۳۵/۰b	۱۵/۵٦۷b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

V,F: به ترتیب عبارتند از تیمار تیمار مصرف کود شیمیایی و تیمار مصرف ورمی کمپوست

منابع

۱- **خدابنده ن. ۱۳۷۱.** غلات. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۰٦ صفحه.

۲- **صالح راستین، ن. ۱۳۷۷.** کودهای بیولوژیک. مجله خاک و آب، جلد ۱۲، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۳٦.

۳- **علیزاده ا.، مظاهری، د. و هاشمی دزفولی، ا. ۱۳۷٦.** اثر کود اوره و اوره پوشش شده با گـوگرد بـر روی عملکـرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت. پژوهش و سازندگی، سال ۱۰، جلد ۳، صفحات ٤۲ تا ٤۵.

٤- **علیزاده ا. و علیزاده، ا . ١٣٨٦.** اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطوبت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت.مجله علمی-پژوهشی ،پژو هش در علوم کشاورزی.سال سوم .شماره اول،صفحه ١٠١-١٠٨.

٥- علیزاده، ا.، مجیدی، ا.، نادیان، ح.، نورمحمدی، ق. و عامریان، م. ١٣٨٦. بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت.مجله علمی – پژوهشی یافته های نوین کشاورزی.سال اول .شماره ٤ صفحه ٣٠٩-٣٢٠.

٦. **غلامی، ا. و کوچکی، ع. ١٣٨٠.** میکوریزا در کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات دانشگاه شاهرود، ٢١٢ صفحه.

٧. **معلم، ا. ح. و عشقی‌زاده، ح. ر. ١٣٨٦.** کاربرد کودهای بیولوژیک: مزیتها و محدودیتها، خلاصه مقالات دومین همایش ملی بوم‌شناسی ایران، گرگان، ص ٤٧.

٨. **نادیان، ح. ١٣٧٧.** نقش میکوریز در کشاورزی پایدار. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صفحات ٣ تا ٤.

9- Adsemoye A. O. and Kloeppe, J. W. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficincy.Appl microbial biotechnol 85:1-12

10- Alizadeh, O. 2006. Evaluation effect of water stress and nitrogen rates on amount of absorbtion some macro and micro elements in corn plant mycorrhizae and non mycorrhizae. ICOM5, Spain, July 23-28.

11- Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. and Khanuja, S. P. S. 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.

12- Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J. D. 2004. influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth on yield-Bioresource technal.

13- Cavender, N. D., Atiyeh, R. M. and Knee, M. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. Pedobiologia. 47: 85-89.

14- Cox, G., Sanders, F. E., Tinker, P. B. and Wild, J. A. 1976. Ultrastructural evidence relating endophyte transfer in a VAM. In: sanders, F.E. Mosse, B. and press, London.

15- Denmead O. T. and Shaw, R. H. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agronomy Journal, 52:272-274.

16- FITTER, A. H. and GARBAYE, J. 1994. Interaction between mycorrhizal fungi and other soil organism. In: Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry (Ed. By A. D. Robson, L. K. Abbott and N. Malajczuk). p.p. 123-132. kluwer Acodenic publisher.

17- Gaur, A. and Adholeyir, A. 2002. Mycorrhiza inoculation of five tropical fodder crop and inoculums production in marginal soil amended with organic matter. Biol Fertil soils 35:214-218.

18- Hamel, G., Furlan, V. and Smith, D. L. 1991. N2-Fixation and transfer in a field grown Mycorrhizal. Corn and coybean intercrop. Plant Soil, 133:177-185.

19- Iabeawuchi, I. and Onweremalu, E. 2007. Effects of poultry manure on green and waterleaf on degraded vltisol of owerri South Eastern Nigeria. JAVA. 1: 6-53.

20- Ishizuka J. 1992. Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil, 141:197-209.

21- Jackson A., Jakobsen, I. and Jensen, E. S. 1992. Hyphal transport of N-labelled nitrogen by a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and its effect on depletion of inorganic soil N. New Phytologist, 123:61-68.

22- Jat, R. S. and Ahlawat, I. P. S. 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.

23- Jat, R. S. and Ahlawat, I. P. S. 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.

24- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 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.

25- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 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.

26- Khaliq, A. and Sander. F. E. 1997. Effects of phosphorus application and vesicular arbusicular mycorrhizal inoculation on The Growth and phosphorus Nutrition of maiz. Journal of plant nutrition, 20(11):1607-1616.
27- Koide, R. T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal in infection. New phytol, 117: 365-386.
28- Koide, R.T. and Li, M. 1990. on host regulation of the vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis-new phytol. 114: 59-65.
29- Kuppuswamy, G., Jeyabal, A. and Lakshmanam, A. R. 1992 Effect of enriched biogas slurry and farm yard manure on growth and yield of rice. Agriculture Digest.
30.Liu. A. C. Hamel. and Bl. Ma. 2000. Acquistion of cu. Zn. Mn and fe by Mycorrhizal maize. Grown in soil at different P and micronutrient levels:Mycorrhiza 9:331-336.
31- Mamo, M., Rosen. C. J., Halbach, T. R. and Moncrief, J., F. 1998. corn yield and nitrogen uptake in sandy soil amended with municipal Solid wastecom pest. Jurnal of production Agricalture.
32- Mohammad M., Pan, J. W. L. and Kenedy, A. C. 1995. Wheit responses to vesicular. Arlous cular mycorrhizal fungi inoculation of soils from eroded to posequence. Journal of American Soil Science Society, 59: 1086-1090.
33- Nadian, H., Smith, S. E., Alston, A. M. and Murray, R. S. 1996. Effects of soil compaction on plant growth, phophorus uptake and morphological characteristics of vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization of Trifolium subterraneum. New Phytologist, 133:303-311.
34- Nelseu, C. E., Bogliano, N. C., Furutani, S. C., Safir, G. R. and Sandstra, B. H. 1981. the effect of soil phosphorus levels on mycorrhizal infection of field-grown onion plants and mycorrhizal reproduction. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 106: 786-788.
35- Portas C. A. M. and Taylor, H. M. 1975. Growth and surrival of youny plant roots in dry soil. Soil Science, 121:170-175.
36- Roy, D. K. and Singh, B. P. 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.
37- Sainz, M. J., Taboada-Castro, M. T. and Vilarino, A. 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.
38- Sharma, A. K. 2002. Ahandbook of organic farming Agrobios. India. 627pp.
39- Smith, F. A., Grace, f. j. and Smith, SE. 2009. More than a carbon economy:nutrient trade and ecological sustainability in facultative arbuscular mycorhizal symbiosis.New Phytol 182 :347-358
40- Stark, C., Condron, L. M., Stewart, A., Di H. J. and Ocallaghan, M. 2007. Influence of organic and mineral amendments on microbial soil properties and processes.Appl.soil Ecol.,35;79-93
41- Vamerial, T. M., Saccomani, S., Bona, G., Mosca, M., guarise. and Ganis, A. 2003. A Comparison of root characteristics in relation to nuteient and water stress in tow maiz hybrids plant soil 255:157-167.
42- Warcup, J. H. 1971. Specificity of mycorrhizal association in some Australian terrestrial orchids. New Phytologist, 70:41-46.
43- Whingwiri, E. and Kemp, D. R. 1980. Spiklet development and grain yield of the wheat ear in response to applied nitrogen. Aust. J. Agri. Res. 34: 637- 647.
44- 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.