دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره چهارم، شماره اول، فروردین و اردیبهشت ۹۶
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی راهبرد مدیریتی سیستم تلفیقی نهاده‌های آلی و زیستی بر خصوصیات رشدی و عملکردی در کشت ذرت دانه‌ای

امین فتحی[۱]، فاخر کردونی[۲*]، صادق بهامین[۳]، بهروز خلیل طهماسبی[۴]، رحیم ناصری[۵]

[۱]مربی باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد آیت‌اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی
[۲و۳]دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۴]دانشجوی دکتری گروه علوم علف‌های‌هرز، دانشگاه محقق اردبیلی
[۵]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲

چکیده

مقدمه: استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، باعث کاهش حاصلخیزی خاک، سفت شدن زمین‌های زراعی و افزایش آلودگی‌های زیست محیطی شده است. بنابراین، اجتناب از فشارهای منفی به محیط زیست و بهبود بخشیدن برنامه‌های توسعه‌ای که نیازهای کودی گیاهان را از کودهای آلی و زیستی تأمین می‌کند؛ شرط لازم در حفظ سلامت خاک است. بدین منظور پژوهشی با هدف بررسی اثرات کودهای آلی و زیستی بر صفات کمی و نیز پروتئین دانه و نیتروژن خاک و بافت گیاه ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر برخی خصوصیات رشد، عملکرد و اجزای عملکرد و درصد پروتئین ذرت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۳ در شهرستان اهواز انجام شد. عامل اول کودهای آلی در ۴ سطح (شاهد (NPK ۱۰۰ درصد)، کود دامی، ورمی‌کمپوست، کاه و کلش گندم) و عامل دوم کود زیستی در ۴ سطح (شاهد (بدون کود زیستی)،

*نویسنده مسئول: kardoni1986@gmail.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

نیتروکسین، فسفات بارور۲ و نیتروکارا) بودند. در پایان فصل رشد ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه، پروتئین دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شد.

نتایج: نتایج نشان داد که، کودهای آلی و زیستی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت گردیدند. در بین کودهای آلی، ورمی‌کمپوست و در بین کودهای زیستی فسفات بارور۲ و نیتروکارا بیشترین تأثیر را بر رشد گیاه ذرت داشتند. بیشترین میزان عملکرد دانه در تیمار تلفیقی فسفات بارور۲+ورمی‌کمپوست و نیتروکارا+ ورمی کمپوست به‌ترتیب به‌میزان ۹۶۳۸ و ۹۰۸۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، بیشترین نیتروژن بافت در تیمار ورمی‌کمپوست به میزان ۱/۷۱ درصد بدست آمد که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود آلی) ۸ درصد افزایش نشان داد. هم‌چنین نتایج نشان داد که، کاربرد کودهای آلی و زیستی باعث افزایش میزان پروتئین دانه و نیتروژن خاک شد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که، با مصرف کودهای آلی و زیستی می‌توان میزان مصرف کود شیمیایی در تولید گیاه ذرت را کاهش داد. در این آزمایش، مصرف کود شیمیایی به میزان ۵۰ درصد مقدار توصیه شده به همراه کودهای آلی و زیستی تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد ذرت داشته است. در بین کودهای آلی، ورمی‌کمپوست و در بین کودهای زیستی، کود فسفات بارور۲ بهترین نتیجه را در رشد گیاه ذرت داشته است.

واژه‌های کلیدی: کود زیستی، ورمی‌کمپوست، پروتئین دانه، ذرت

مقدمه

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، باعث کاهش حاصلخیزی خاک، سفت شدن زمین‌های زراعی و افزایش آلودگی‌های زیست محیطی شده است (Karami chame *et al*., 2016; Ahmad *et al*., 2010). بنابراین، اجتناب از فشارهای منفی به محیط زیست و بهبود بخشیدن برنامه‌های توسعه‌ای که نیازهای کودی گیاهان را تأمین می‌کند؛ شرط لازم در حفظ سلامت خاک است (Kokalis-Burelle *et al*., 2006). به‌همین دلیل در کشاورزی پایدار، سلامت خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف کشاورزی پایدار، تقویت و افزایش دراز مدت حاصلخیزی خاک، کنترل زیستی آفات و بیماری‌ها، کاهش یا حذف کودهای شیمیایی است (Taheri Oshtrinani and Fathi, 2016; Sani *et al*., 2007). در کشاورزی پایدار، عناصر غذایی مورد نیاز خاک و گیاه زراعی در وهله اول توسط نهاده‌های آلی که شامل کود دامی، کمپوست، کود سبز، بقایای گیاهی و تثبیت زیستی نیتروژن از طریق همزیستی با ریزموجودات خاک‌زی و در درجه دوم با کاربرد محدود و حساب شده کود شیمیایی به‌عنوان مکمل کودهای آلی تأمین می‌شود (Kamkar and Mahdavi Damghani, 2008).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

ورمی‌کمپوست یک کود زیستی بوده که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کود دامی، بقایای گیاهی و غیره به وسیله کرم‌های خاکی تولید می‌شود (Kapoor *et al.*, 2015). این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکش مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و بدون بوی نامطبوع و عوامل بیماری‌زا بوده و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد (Arancon *et al.*, 2002; Atiyeh *et al.*, 2002).

کودهای دامی عناصر غذایی را به‌تدریج آزاد کرده و از هدر رفت آن‌ها در اثر شستشو جلوگیری می‌کنند. این کودها علاوه‌بر اینکه منبع خوبی از عناصر غذایی هستند؛ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک را نیز بهبود می‌بخشند (Zamil *et al.*, 2004). در گزارشی عنوان شد، افزودن مواد آلی به خاک می‌تواند میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه را افزایش، خاکدانه‌سازی را بهبود و تعداد و انواع جانداران موجود در خاک را تغییر دهد (Shamim and Ahmed, 2010).

یکی دیگر از شیوه‌های مدیریتی برای حفظ کیفیت خاک در سطح مطلوب در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی می‌باشد (Kokalis-Burelle *et al.*, 2006; Chocano *et al.*, 2016). میکروارگانیسم‌های مورد استفاده در کودهای زیستی، یا آزادزی هستند و یا دارای رابطه همزیستی با گیاهان می‌باشند (Karami chame *et al.*, 2016). این میکروارگانیسم‌ها به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در تغذیه گیاه شرکت می‌کنند (Abhilash *et al.*, 2016). از اثرات سودمند این کودها می‌توان به سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها و سیدروفورها، افزایش هورمون‌های گیاهی، تثبیت زیستی N_2، کاهش پتانسیل الکتریکی غشای ریشه‌ها، تولید انواع آنزیم‌ها و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی اشاره کرد (Nezarat and gholami, 2009; Zaidi *et al.*, 2015).

باکتری‌های محرک رشد گیاه از طریق تولید هورمون‌ها باعث افزایش رشد گیاهان، درصد جوانه‌زنی بذور و گسترش ریشه می‌شوند (Ryder *et al.*, 1999; Fathi, 2017). هم‌چنین تلقیح بذور با کودهای زیستی سبب افزایش سطح ریشه، وزن خشک اندام‌های هوایی و در نهایت عملکرد دانه گردید (Nezarat and gholami, 2009; Zaidi *et al.*, 2015). محققان گزارش کردند؛ افزایش تثبیت نیتروژن در گیاهان تلقیح شده با کود زیستی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط کمبود نیتروژن خاک شد (Rozier *et al*, 2016). هم‌چنین کودهای زیستی با افزایش جذب آب و مواد غذایی منجر به تغییرات مورفوفیزیولوژیکی ریشه‌های تلقیح شده گیاه شده و در نتیجه خصوصیات رشدی ذرت بهبود یافت (Gholami *et al*., 2009; Fathi, 2017; Taheri Oshtrinani and Fathi, 2016). کاربرد توأم باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

در ذرت شد (Berta *et al.*, 2014). اثر مثبت کودهای زیستی در سایر گیاهان نیز گزارش شده است (Gholami *et al.*, 2009; Piao *et al.*, 2005).

ذرت گیاهی از تیره‌ی گندمیان (Poaceae) می‌باشد که به‌علت تنوع فوق العاده در فرم، کیفیت و عادت رشدی، در بخش وسیعی از مناطق مستعد کشاورزی جهان مورد کشت‌وکار و بهره‌برداری قرار می‌گیرد (Fathi, 2017). باتوجه به مشکلات بی‌رویه استفاده از کودهای شیمیایی و کاهش حاصلخیزی خاک استفاده از کودهای آلی و زیستی از جمله ورمی‌کمپوست باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش فعالیت میکروبی و افزایش بهبود رشد گیاهان شوند. این پژوهش با هدف بررسی اثرات کودهای آلی و زیستی بر صفات کمی و نیز پروتئین دانه و نیتروژن خاک و بافت گیاه ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۳ در یک مزرعه انتخابی در منطقه ملاثانی واقع در ۳۰ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. عامل اول کودهای آلی در چهار سطح شامل شاهد (کود شیمیایی ۱۰۰٪ NPK)، کود دامی، ورمی‌کمپوست، کاه و کلش گندم و عامل دوم کودهای زیستی در چهار سطح شامل شاهد (بدون کود زیستی)، نیتروکسین، فسفات بارور۲ و نیتروکارا بود. در تمامی تیمارهای حاوی کودهای آلی و زیستی، کود شیمیایی به‌صورت ۵۰ درصد میزان توصیه شده استفاده شد. قبل از انجام آزمایش، از خاک مزرعه نمونه‌گیری انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. هم‌چنین، نتایج آزمایش کودهای آلی مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج بدست آمده از تجزیه نمونه خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

Table 1- Results from analysis of soil samples at a depth of 0-30 cm

Soil texture	pH	EC ($ds.m^{-1}$)	Organic carbon (%)	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	منگنز Manganese	آهن Iron	روی Zinc
				(ppm)					
Clay-Loam	7.4	2.1	0.68	0.07	5.1	169	3.5	3.59	0.5

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

جدول ۲- نتایج آزمایش کودهای آلی مورد استفاده
Table 2- Test results for used organic fertilizers

کود Fertilizer	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphate (%)	پتاس Potassium (%)
کود دامی Manure	0.32	0.05	0.26
ورمی کمپوست Vermicompost	1.8	2.1	1.1
کاه و کلش گندم Wheat straw	0.82	0.06	0.38

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به‌نحو مطلوب قبل از کاشت انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به‌فاصله ۷۵ سانتی‌متر و طول شش متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو تکرار نیز دو متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت، کودهای آلی به‌صورت دستی در هر کرت با خاک مخلوط شدند. جهت محاسبه ۳۰ درصد کاه و کلش گندم، ابتدا میزان تولید دانه گندم در منطقه (سه تن در هکتار) در نظر گرفته شد. سپس با توجه به اینکه نسبت کاه به دانه در گندم ۱/۵ به ۱ است و با در نظر گرفتن تلفات مقدار یک تن در هکتار به‌طور تقریبی لحاظ شد. هم‌چنین مقدار ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌ترتیب سه و ده تن در هکتار در نظر گرفته شد. نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره و به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار تأمین که۵۰ درصد هنگام کاشت و مابقی در مرحلهٔ شش برگی گیاه به‌صورت نواری مصرف شـد. مقدار کود فسفره بر مبنای ۹۰ کیلوگرم فسـفر (P_2O_5) در هکتار از منبع سـوپرفسـفات‌تریپل محاسبه و مصرف شد. هم‌چنین از سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کود پتاس استفاده شد. در تیمارهای مختلف ۵۰ درصد NPK توصیه شده اضافه شد. کود نیتروکسین به‌میزان مصرف یک لیتر برای یک هکتار (تهیه شده از شرکت فناوری زیستی مهرآسیا) حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم و حل‌کننده فسفات از جنس سودوموناس و کود نیتروکارا به‌میزان مصرف یک لیتر برای ۳۰ کیلوگرم بذر (تهیه شده از شرکت صنایع زیست فناوری کارا) که حاوی باکتری آزورایزوبیوم بود. هم‌چنین فسفات بارور۲ به میزان ۱۰۰ گرم برای یک هکتار (تهیه شده از شرکت زیست فناور سبز) که حاوی دو سویه از باکتری‌های باکتری P5 و P13 بود، استفاده شد. کود دامی از منبع کود گاوی (دو ساله) استفاده شد.

برای اختلاط و تلقیح بذور با کودهای زیستی، ابتدا بذور روی پلاستیک تمیز پخش شدند و سپس به‌طور جداگانه مقدار مناسب مایه‌ی تلقیح از هر کود (طبق روش شرکت تولیدکننده) را به‌تدریج روی بذرها پاشیده و سپس بذرهای تلقیح شده در سایه خشک شدند. در این آزمایش از بذر ذرت رقم

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

سینگل‌کراس ۷۰۴ استفاده شد. کاشت بذور به‌صورت دستی بر روی خطوط کاشت، در عمق ۵-۳ سانتی‌متری انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام گرفت. آبیاری‌های بعدی براساس شرایط محیطی چهار روز یک‌بار انجام شد. علف‌های‌هرز هر کرت، در دو مرحله به‌صورت دستی وجین شدند. برداشت هنگامی صورت گرفت که در محل اتصال دانه چوب بلال با بلوغ فیزیولوژیک و پیدایش لایه سیاه ایجاد شد. در پایان فصل رشد، شش بوته از هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه انتخاب و اجزاء عملکرد ذرت اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یک مترمربع از بوته‌های هر کرت کف‌بر و پس از انتقال بوته‌ها به آزمایشگاه مقدار آن‌ها محاسبه شد. پروتئین دانه به روش کجلدال محاسبه شد (Waling *et al.*, 1989). برای تجزیه آماری داده‌های حاصل از نمونه‌برداری، از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر نیز از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، تنها اثر کود آلی بر ارتفاع بوته از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین ارتفاع بوته با کاربرد ورمی‌کمپوست و کود دامی به‌ترتیب با ۱۹۳/۳ و ۱۸۳/۱ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست و کود دامی تأمین مواد غذایی مورد نیاز ذرت را بهتر از دیگر تیمارهای اعمال شده فراهم کرد؛ چرا که در تیمار عدم مصرف کود و مصرف کاه و کلش مواد غذایی مورد نیاز ذرت تأمین نشد. از طرفی، ذرت نیاز به مواد غذایی زیادی دارد که با کودهای ورمی‌کمپوست و دامی برطرف می‌شود. افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نیز نه تنها عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین می‌کند؛ بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک می‌شود (Pezeshkpour *et al.*, 2014).

قطر ساقه: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر کود آلی و کود زیستی بر قطر ساقه از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود؛ اما اثر متقابل آنها بر قطر ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۳). در مورد کود آلی بیشترین قطر ساقه با مصرف ورمی کمپوست به میزان ۲ سانتی‌متر بدست آمد که ۲۳ درصد بیشتر از تیمار عدم مصرف کود آلی بود (جدول ۴). ورمی‌کمپوست به‌دلیل داشتن عناصر غذایی بالاتر، مواد غذایی گیاه را بهتر تأمین و رشد ریشه را بیشتر کرده است. بنابراین، با توجه به اینکه گیاه ذرت داری ریشه قوی برای جذب مواد غذایی می‌باشد با افزایش جذب مواد غذایی، قطر ساقه نیز افزایش یافت. کودهای زیستی باعث افزایش قطر ساقه ذرت شدند. بیشترین و کمترین قطر ساقه در کود فسفات بارور۲ و شاهد مشاهده شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده در گیاه ذرت

Table 3- Analysis of variance (ANOVA) of the effect of treatments on the measured traits in corn plant

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Height plant	قطر ساقه Stem shoot	تعداد ردیف در بلال Number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف Number of seeds per row	وزن صد دانه Seed weight
تکرار Replication	2	1718.90^{ns}	0.624^{**}	27.90^{ns}	6.94^{ns}	4.87^{ns}
کود آلی Organic Fertilizer (OF)	3	3973.24^{**}	0.932^{**}	41.14^{**}	121^{**}	12.27^{**}
کود زیستی Biological fertilizers (BF)	3	1164.02^{ns}	0.295^{**}	21.81^{ns}	32.83^{*}	27.02^{**}
کودآلی×کود زیستی OF×BF	9	260.54^{ns}	0.093^{ns}	4.27^{ns}	20.35^{ns}	8.35^{**}
خطا Error	30	654.05	0.056	9.03	9.65	1.51
ضریب تغییرات CV (%)	-	15.68	14.04	15.14	11.98	15.26

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در منابع مختلف کودهای آلی و زیستی
Table 4- Comparison of the mean of measured traits in organic and biological fertilizers

کود Fertilizer	ارتفاع بوته Height plant (cm)	قطر ساقه Stem shoot (%)	تعداد ردیف در بلال Number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف Number of seeds per row
کودهای آلی Organic				
کود دامی Manure	183.1a	1.81ab	13.1ab	38.7ab
کاه و کلش گندم Wheat straw	168.5ab	1.61b	12.4ab	37.2b
ورمی کمپوست Vermincompost	193.3a	2a	14.5a	40.7a
شاهد Control	151.5b	1.34c	10.1c	33.2c
کودهای زیستی Biological				
نیتروکسین Nitroxin		1.73ab		38.1a
فسفات بارور۲ Phosphate barvar2		1.85a		38a
نیتروکار Nitrokara		1.76ab		38.8a
شاهد Control		1.48b		35.1b

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند (آزمون LSD).

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

شاهرونا و همکاران (Shaharoona *et al*., 2006) در گزارش خود بیان داشتند، کودهای زیستی از طریق کاهش میزان بازدارندگی اتیلن در ریشه‌ها موجب افزایش رشد ریشه گیاه شده و در نتیجه با بهبود رشد ریشه، رشد ساقه نیز افزایش می‌یابد. محققان دیگری نیز گزارش کردند؛ باکتری‌های محرک رشد سبب انتقال بهتر مواد غذایی از ریشه به سمت اندام‌های هوایی می‌شوند که این امر سبب فعالیت هورمون‌های موثر در رشد گیاه می‌شود و در نهایت با افزایش شاخص‌های مورفولوژیکی، سبب بهبود شاخص های فیزیولوژیکی در گیاه می‌شود (Fathi, 2017; Karami chame *et al*., 2016).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

تعداد ردیف در بلال: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش تنها اثر اصلی تیمار آزمایش در کود آلی بر تعداد ردیف در بلال از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود، اما اثر ساده کود زیستی و اثر متقابل آنها بر تعداد ردیف در بلال غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد ردیف در بلال با کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۱۴/۵ ردیف و کمترین تعداد در تیمار شاهد به میزان ۱۰/۱ ردیف مشاهده شد (جدول ۴).

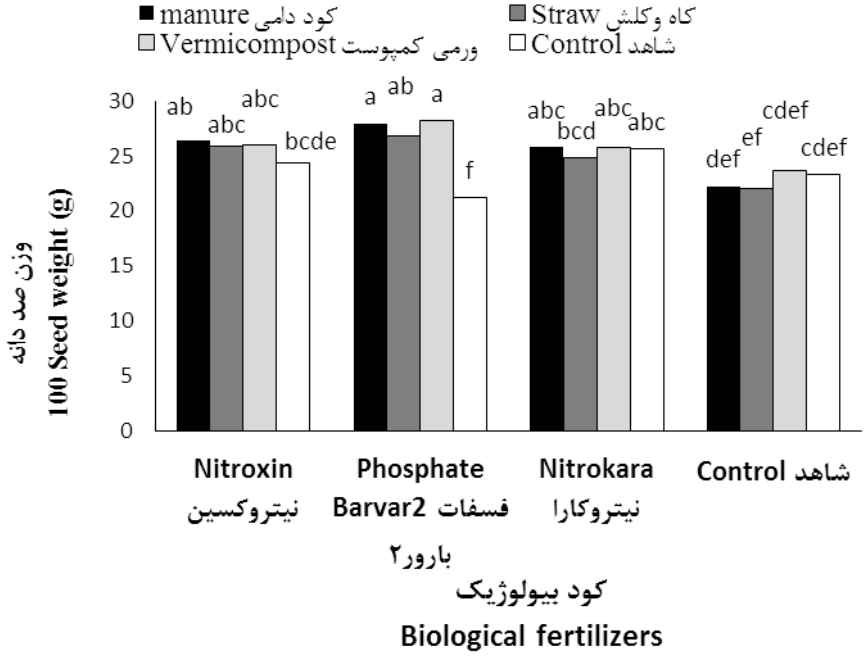
وجود کود نیتروژن در روش تلفیقی ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی (۵۰ درصد) در مراحل اولیه رشد، موجب افزایش رشد رویشی و شاخص سطح برگ می‌شود و در مراحل بعـدی آزادسازی عناصر غذایی موجود در ورمی‌کمپوست در طی دوره کاکل‌دهی و تشکیل دانه کـه حساس‌ترین مرحله در تشکیل مواد فتوسنتزی است موجب افزایش تعداد ردیف در بلال می‌شود. نتایج مشابهی نیز توسط حبیبی و مجیدیان (Habibie and Majidian, 2014) گزارش شده است. بیری و همکاران (Biri *et al.*, 2016) گزارش کردند ورمی‌کمپوست سبب تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاه ذرت می‌شود که در نهایت سبب تاثیر بر اجزاء عملکرد از جمله افـزایش معنی‌داری در تعداد ردیف بلال شده است.

تعداد دانه در ردیف: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثرات اصلی تیمار آزمایش کود آلی و کود بیولوزیک بر تعداد دانه در ردیف از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود؛ اما اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در ردیف غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). هم‌چنین بیشترین تعداد دانه در ردیف با کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۴۰/۷ دانه و کمترین در تیمار شاهد به میزان ۳۲/۲ دانه مشاهده شد (جدول ۴). تعداد دانه در ردیف بیشتر تحت تاثیر شرایط تغذیه ایی گیاه قرار دارد. کاربرد کودهای آلی و زیستی باعث افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی در زمان گلدهی می‌شود و در نتیجه تعداد دانه در ردیف افزایش می‌یابد. حبیبی و مجیدیان (Habibie and Majidian, 2014) گزارش دادند سیستم تلفیقی کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست تعداد دانه در بلال افزایش می‌یابد. هم‌چنین کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش تعداد دانه در ردیف نسبت شاهد شد و تفاوت معنی‌داری بین کودهای زیستی مشاهده نگردید (جدول ۳). نتایج مشابهی نیز توسط فتحی و همکاران (Fathi *et al.*, 2013) و غلامی و همکاران (Gholami *et al.*, 2009) گزارش شده است.

وزن صد دانه: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثرات اصلی تیمار آزمایش کود آلی و کود زیستی و اثر متقابل بر وزن صد دانه از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود (جدول ۳). نتایج اثر متقابل کودهای زیستی و آلی بر وزن صد دانه نشان داد تیمارهای ترکیبی ورمی‌کمپوست+ فسفات بارور۲ و کود دامی+فسفات بارور۲ بیشترین تأثیر را در افزایش وزن صد دانه داشت؛ به‌طوری‌که وزن صد دانه نسبت به شاهد در این تیمارها به‌ترتیب ۲۱ و ۲۰ درصد افزایش یافت

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

(شکل ۱). گیاه تیمار شده با کودهای آلی و زیستی از طریق بهبود جذب عناصر غذایی از خاک و بهبود فتوسنتز باعث افزایش ذخایر غذایی در گیاه شده و در نتیجه ذخایر غذایی در دوران رشد زایشی به سمت دانه حرکت کرده و باعث افزایش وزن دانه ذرت می‌شوند. موسوی جنگلی و همکاران (Moussavi Jangali *et al.*, 2005) نیز گزارش کردند که، کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات به همراه کاربرد بهینه کودهای شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار وزن صد دانه می‌شود. نتایج مشابهی نیز توسط پزشکپور و همکاران (Pezeshkpour *et al.*, 2014) و فلورس سانچز و همکاران (Flores-Sanchez *et al.*, 2016)، شاهرونا و همکاران (Shaharoona *et al.*, 2006) نیز گزارش شده است.



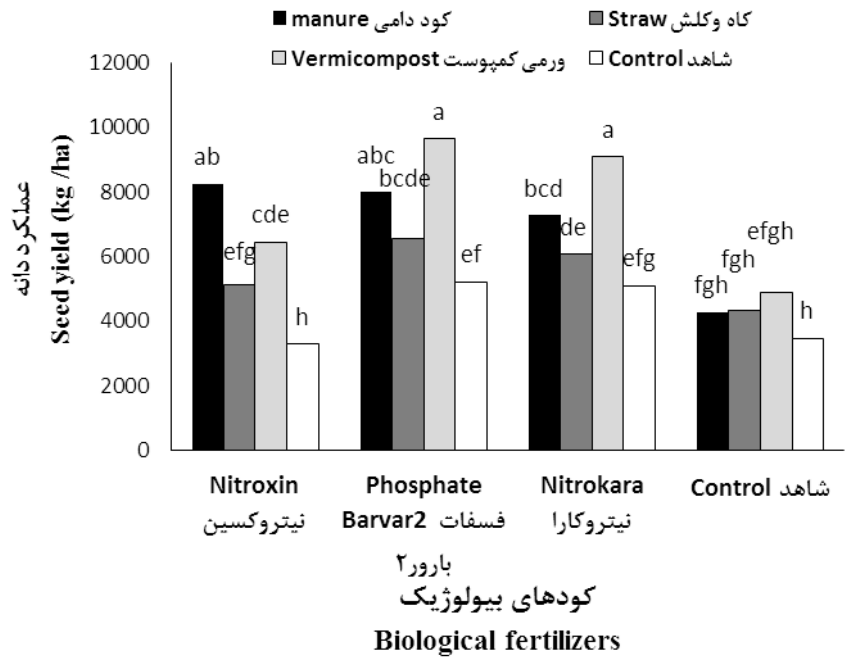
شکل ۱- اثر متقابل کودهای آلی و زیستی بر وزن صد دانه گیاه ذرت

Figure 1- Interaction of organic and biological fertilizers on the weight of 100 seeds of corn

عملکرد دانه: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثرات اصلی تیمار آزمایش کود آلی و کود زیستی و اثر متقابل بر عملکرد دانه از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نشان می‌دهد که، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای فسفات بارور۲ و نیتروکارا به همراه ورمی‌کمپوست و نیتروکسین همراه با کود دامی مشاهده شد. میزان عملکرد

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

در این تیمارها به‌ترتیب ۹/۶، ۹/۰۸ و ۸/۲ تن در هکتار بدست آمد (شکل ۲). به‌طور کلی در تیمارهای کود زیستی، بیشترین و کمترین عملکرد دانه در تیمار ورمی‌کمپوست (به‌جزء کود نیتروکسین) شاهد (۱۰۰ درصد کود شیمیایی) مشاهده شد.



شکل ۲- اثر متقابل کودهای آلی و زیستی بر عملکرد دانه گیاه ذرت

Figure 2- Interaction of organic and biological fertilizers on grain yield of corn plant

در شرایط آب و هوای گرم خوزستان، استفاده از کودهای آلی به‌ویژه ورمی‌کمپوست باعث حفظ رطوبت خاک و استفاده از کودهای زیستی منجر به افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی گشته در نتیجه باعث افزایش تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه شده و در مرحله پر شدن دانه، مواد ذخیره‌ای بیشتری به سمت دانه انتقال یافته و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. هم‌چنین مواد بیولوژیک فعال موجود در ورمی‌کمپوست که همانند مواد تنظیم‌کننده رشد عمل می‌کنند باعث افزایش شاخص سطح برگ، جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (Habibie and Majidian, 2014)، تولید ماده خشک بیشتر و افزایش عملکرد می گردد. افزایش عملکرد ذرت تحت استفاده از

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

ورمی‌کمپوست در مطالعه حبیبی و مجیدیان (Habibie and Majidian, 2014) نیز گزارش شد. مومن و همکاران (Momen *et al.*, 2011) گزارش کردند که، مصرف کود آلی تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم داشت. به‌نظر می‌رسد کودهای آلی و زیستی با افزایش سطح جذب ریشه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود رشد در گیاه شده و در نتیجه تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد داشته اند. شهلایی و همکاران (Shahlaei *et al.*, 2012) گزارش نمودند، بالاترین عملکرد ذرت با مصرف کود زیستی فسفات بارور۲ به همراه سوپرفسفات‌تریپل بدست آمد. نظارت و غلامی (Nezarat and Gholami, 2009) نیز اظهار داشتند که، تلقیح ذرت با باکتری‌های حل‌کننده فسفر موجب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه شد. در گزارش موسوی جنگلی و همکاران (Moussavi Jangali *et al.*, 2005) آمده است که، کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات حاوی سویه‌های مختلف سودوموناس سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه ذرت می‌شود.

عملکرد بیولوژیک: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثرات اصلی تیمار آزمایش کود آلی و کود بیولوژیک بر عملکرد بیولوژیک از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود؛ اما اثر متقابل آنها غیرمعنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج عملکرد بیولوژیک نشان داد در بین کودهای آلی، کود ورمی‌کمپوست و کود دامی بیشترین میزان تاثیر بر عملکرد بیولوژیک را داشته‌اند. تفاوتی بین کودهای زیستی فسفات بارور۲، نیتروکارا و نیتروکسین مشاهده نشد؛ اما تفاوت بین آن‌ها و شاهد معنی‌دار بود (جدول ۵). عملکرد بیولوژیک در کود ورمی‌کمپوست با ۱۲/۶ تن در هکتار و کود زیستی فسفات بارور۲ به میزان ۱۲/۱ تن در هکتار بیشترین میزان را در بین سایر کودهای مورد استفاده به خود اختصاص داد (جدول ۶).

به‌نظر می‌رسد که مصرف هردو از طریق تأثیر مثبتی که بر درصد همزیستی باکتری‌های محرک رشد و گسترش هیف‌های خارجی اعمال کرده و متعاقب آن تأثیری که باکتری‌های محرک رشد بر گسترش و رونق رشد ریشه گیاه میزبان داشت موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش عملکرد دانه در گیاه ذرت شد. کاوندر و همکاران (Cavender *et al.*, 2003) در پژوهشی روی گیاه سورگوم دانه‌ای مشاهده نمودند که، کاربرد توام کود زیستی و ورمی‌کمپوست موجب افزایش محسوس عملکرد بیولوژیک گردید. آن‌ها اظهار داشتند که، این افزایش ناشی از اثر مستقیم ورمی‌کمپوست بر درصد همزیستی باکتری‌های محرک رشد نبوده بلکه حاصل اثر عناصر غذایی موجود در ورمی‌کمپوست بر روی توسعه و گسترش مستقیم و غیرمستقیم شبکه قارچ و تأثیر آن بر تحریک رشد ریشه گیاه میزبان بود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده در گیاه ذرت

Table 5- Analysis of variance (ANOVA) of the effect of treatments on the measured traits in corn plant

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	پروتئین دانه Seed protein	نیترژن بافت Tissue nitrogen	نیتروژن خاک Soil nitrogen
تکرار Replication	2	11929655.82**	19129851.44^{ns}	4.76**	0.0001	0.1419**
کود آلی Organic Fertilize r(OF)	3	25694672.23**	61144374.14**	2.83**	0.0134*	0.0167*
کود زیستی Biological fertilizers (BF)	3	22871602.47**	44343469.47**	1.43*	0.0159*	0.0125^{ns}
کودآلی×کود زیستی OF×BF	9	2755087.40*	5716935.60^{ns}	0.428^{ns}	0.0086^{ns}	0.0098^{ns}
خطا Error	30	1050049.08	7784961.84	0.482	0.0045	0.0047
ضریب تغییرات CV (%)	-	16.9	25.15	12.3	9.35	8.38

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

آناقلی و همکاران (Anagholi *et al*., 2002) بیان داشتند تلقیح ذرت با باکتری‌های حل‌کننده فسفر باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. هم‌چنین محققان بیان داشتند کود زیستی نیتراژین به همراه کاربرد بهینه کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت شد (Mirshekari *et al*., 2009). باتوجه به نتایج، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی باعث رشد بیشتر ریشه شده و نیز سبب جذب بهتر رطوبت و مواد غذایی خاک در گیاه شده است. این عوامل با افزایش فتوسنتز باعث افزایش عملکرد گیاه شده است.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در منابع مختلف کودهای آلی و زیستی

Table 6- Comparison of the mean of measured traits in organic and biological fertilizers

کود Fertilizer	عملکرد بیولوژیک Biological yield (t/ha)	پروتئین دانه Seed protein (%)	نیترژن بافت Tissue nitrogen (%)	نیتروژن خاک Soil nitrogen (%)
کودهای آلی **Organic**				
کود دامی Manure	11.4ab	6.1a	1.66ab	1.2b
کاه و کلش گندم Wheat straw	9.3bc	5.5a	1.66ab	1.2b
ورمی کمپوست Vermincompost	12.6a	6.2a	1.71a	1.3a
شاهد Control	7.5c	5.2b	1.63b	1.2b
کودهای زیستی **Biological**				
نیتروکسین Nitroxin	10.1ab	5.9a	1.68a	
فسفات بارور۲ Phosphate barvar2	12.1a	6a	1.68a	
نیتروکار Nitrokara۱	11.2a	5.9a	1.67a	
شاهد Control	7.6b	5.3b	1.61b	

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند (آزمون LSD).

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

پروتئین دانه: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش اثرات اصلی تیمار آزمایش کود آلی و کود بیولوژیک بر پروتئین دانه از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) بود (جدول ۵). بیشترین میزان پروتئین دانه در تیمار ورمی‌کمپوست به میزان ۶/۲ درصد مشاهده شد و بین تیمارهای کود دامی، کاه و کلش و شاهد از نظر میزان پروتئین دانه گیاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۶). میزان پروتئین دانه با کاربرد کودهای آلی افزایش یافت؛ ولی بین تیمارهای کود آلی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین استفاده از کود زیستی فسفات بارور۲ باعث افزایش میزان پروتئین دانه به میزان ۶ درصد شد؛ اما بین هر سه کود زیستی استفاده شده تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

به‌نظر می‌رسد افزایش پروتئین دانه ذرت ناشی از افزایش جذب نیتروژن بوده است. فتحی و همکاران (Fathi *et al*. 2013) بیان کردند که، مصرف جداگانه و توأم کودهای زیستی نیتروژن (نیتروکارا، نیروکسین و سوپر نیتروپلاس) و فسفر (فسفات بارور۲ و بیوفسفر) باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه ذرت نسبت به تیمار شاهد شده است. تلقیح با کودهای زیستی همراه با مصرف کود دامی، پروتئین را در ذرت افزایش داد (Lashkari Tokhm Marz, 2010). دیاز زوریتا و فرناندز کانیگا (Diaz-Zorita and Fernandez-Canigia, 2009) نیز گزارش دادند که، تلقیح بذر گندم با آزوسپیریلوم باعث افزایش پروتئین دانه شده است.

میزان نیتروژن خاک: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش تنها اثر اصلی تیمار کود آلی بر میزان نیتروژن خاک از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال ۵ درصد) بود (جدول ۵). میزان نیتروژن خاک در تیمار کود ورمی‌کمپوست به میزان ۱/۳ بدست آمد که نسبت به شاهد ۱۰درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). نتایج نشان داد که، کودهای آلی باعث افزایش نیتروژن خاک شدند. ورمی‌کمپوست با تامین مواد غذایی در دسترس گیاه سبب می‌شود نیتروژن خاک افزایش یابد؛ از طرفی ورمی‌کمپوست فعالیت‌های بیولوژیکی خاک را افزایش می‌دهد که در نهایت سبب حاصلخیزی خاک می‌شود. عبدالقانی و همکاران (Abd El-Ghany *et al*., 2010) گزارش کردند که، تلقیح گیاه گندم با ازتوباکتر به‌علاوه کودهای آلی و ۵۰ درصد کود شیمیایی نیتروژن توصیه شده، باعث افزایش میزان مواد معدنی در ریزوسفر گردید.

نیتروژن بافت: براساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، اثر کود آلی و کود زیستی بر میزان نیتروژن بافت از لحاظ آماری معنی‌دار (در سطح احتمال یک درصد) بود؛ ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، بیشترین نیتروژن بافت در تیمار ورمی‌کمپوست به

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

میزان ۱/۷۱ بدست آمد که نسبت به شاهد (عدم مصرف کود آلی) ۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶).

فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بسیار مهم است؛ به‌طوری‌که اگر میکروارگانیسم‌ها شرایط مناسب برای رشد را پیدا کنند؛ می‌توانند در انحلال عناصر غذایی و قابل دسترس کردن عناصر غذایی برای گیاه مؤثر باشند. نتایج این پژوهش نشان داد که، بیشترین نیتروژن بافت در تیمار کود زیستی فسفات‌بارور۲ به میزان ۱/۶۸ بدست آمد که نسبت به عدم مصرف کود زیستی ۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). باکتری‌های محرک رشد با تولید فیتوهورمون‌های گیاه و افزایش سطح ریشه باعث بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه می‌شوند؛ ضمن اینکه وجود کود ورمی‌کمپوست باعث بهبود فعالیت این میکروارگانیسم‌ها نیز می‌شود. همان‌طور که از جدول ۶ مشاهده می‌شود کودهای زیستی تاثیری بر نیتروژن بافت گیاه ذرت نداشته‌اند. بعضی از محققان عنوان کرده‌اند که، درصد کمتر نیتروژن موجود در بافت گیاهی، علیرغم مصرف کود نیتروژن بیشتر یا کودهای زیستی، می‌تواند به پدیده‌ای تحت عنوان اثر رقیق‌سازی (Dillution Effect) مربوط باشد. بدین معنی که افزایش نیتروژن موجود در خاک (از طریق کود شیمیایی یا زیستی) جذب نیتروژن توسط گیاه را افزایش داده؛ ولی به خاطر زیاد شدن رشد اندام‌ها، این نیتروژن جذب شده در کل پیکره گیاه توزیع شده و لذا به صورت افزایش درصد نیتروژن نمود پیدا نمی‌کند (Lashkari Tokhm Marz, 2010).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد با مصرف کودهای آلی و زیستی می‌توان میزان مصرف کود شیمیایی در تولید گیاه ذرت را کاهش داد. در این آزمایش، مصرف کود شیمیایی به میزان ۵۰ درصد مقدار توصیه شده به همراه کودهای آلی و زیستی تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد ذرت داشته است. در بین کودهای آلی، ورمی‌کمپوست و در بین کودهای زیستی، کود فسفات‌بارور۲ بهترین نتیجه را در رشد گیاه ذرت داشته است.

منابع

Abd El-Ghany B.F., Arafa R.A.M., El-Rahmany T.A., El-Shazly M.M. 2010. Effect of some microorganisms on soil properties and wheat production on North Sinai conditions. Journal of Applied Sciences Research, 4 (5): 559-579.

Abhilash P.C., Dubey R.K., Tripathi V., Gupta V.K., Singh H.B. 2016. Plant growth-promoting microorganisms for environmental sustainability. Trends in Biotechnology, 34 (11): 847-850.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

Ahmad A.G., Orabi S., Gaballah A. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical component of two sunflower cultivars. International Journal of Academic Research, 4 (2): 271-277.

Anagholi A., Kashiri M., Zinli A., Ezat-Ahmadi M. 2002. The amount and timing of phosphorus intake on growth and yield of corn. International Crop Science Congress, Karaj, Iran, 45 p. (In Persian).

Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Metzger J.D., Lee S., Welch C. 2002. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology Cardiff Wales.

Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., Metzger J.D. 2002. Influence of earth worm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bio-resource Technology, 81: 103-108.

Berta G., Copetta A., Gamalero E., Bona E., Cesaro P., Scarafoni A., D'Agostino G. 2014. Maize development and grain quality are differentially affected by mycorrhizal fungi and a growth-promoting pseudomonad in the field. Mycorrhiza, 24(3): 161-170.

Biri A., Kaba S., Taddesse F., Dechassa N., Zewidie, A., Chavhan A. 2016. Effect of vermicompost and nitrogen application on striga incidence, growth, and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L., Monech) in fedis, eastern Ethiopia. International Journal of Life Sciences, 4 (3): 349-360.

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

Chocano C., García C., González D., de Aguilar J.M., Hernández T. 2016. Organic plum cultivation in the Mediterranean region: The medium-term effect of five different organic soil management practices on crop production and microbiological soil quality. Agriculture, Ecosystems and Environment, 221: 60-70.

Diaz-Zorita M., Fernandez-Canigia, M.A. 2009. Field performance of a liquid formulation of azospirillum brasilense on dryland wheat productivity. European Journal of Soil Biology, 45: 3-11.

Fathi A., Farnia A., Maleki A. 2013. Effects of nitrogen and phosphate biofertilizers on yield and yield components of corn AS71 in Dareh-shahr climate. Journal of Crops Ecophysiology. 7:1 (25): 105-114. (In Persian).

Fathi A. 2017. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. Scientia Agriculturae, 18 (3): 66-69.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

Flores-Sanchez D., Pastor A., Rossing W.A.H., Kropff M.J., Lantinga E.A. 2016. Decomposition, N contribution and soil organic matter balances of crop residues and vermicompost in maize-based cropping systems in southwest Mexico. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 16 (3): 801-817.

Gholami A., Shahsavani S., Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. World Academy of Science, Engineering and Technology, 3 (1): 9-14.

Habibie S., Majidian M. 2014. Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost on yield and quality of sweet corn hybrids chase. Journal of Production and Processing Agricultural and Horticultural, 4 (11): 15-25. (In Persian).

Kamkar B., Mahdavi Damghani A. 2008. Principles of Sustainable Agriculture. Publications University of Mashhad. (In Persian).

Kapoor J., Sharma S., Rana N.K. 2015. Vermicomposting for organic waste management. International Journal of Recent Scientific Research, 6 (12): 7956-7960.

Karami Chame S., Khalil-Tahmasbi B., ShahMahmoodi P., Abdollahi A., Fathi A., Seyed Mousavi S.J., Bahamin S. 2016. Effects of salinity stress, salicylic acid and pseudomonas on the physiological characteristics and yield of seed beans (*Phaseolus vulgaris*). Scientia, 14 (2): 234-238.

Kokalis-Burelle N., Kloepper J.W., Reddy M.S. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. Applied Soil Ecology, 31: 91-100.

Lashkari Tokhm Marz A. 2010. Effect of organic fertilizers, manure and chemical nitrogen on some physiological characteristics of maize. MS.c. Thesis in Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

Mirshekari B., S Naser., Javanshir S. 2009. Effect of nitraxin biologic fertilizer and different levels of urea fertilizer on physiological traits and biological yield of maize hybrids 407 in area of semi dry-cold. The New Findings Agriculture. 4 (3): 403-411. (In Persian).

Momen A., Pazoki A., Momayezi M.R. 2011. Effects of granular sulfur (bentonitic) and compost on quantitative and qualitative characteristics of bam wheat in Semnan region. Crop Physiology Journal, 3 (9): 31-46.

Moussavi-Jangali S.A., Sani B., Sharifi M., Hosseininejad Z. 2004. Effect of phosphate solubilizing bacteria and mycorrhiza on quantitative traits in corn (SC 704). Abstract Crop Science Congress of Iran, Faculty of Agriculture, Gilan University, 184 p. (In Persian).

Nezarat S., Gholami A. 2009. The effect of co-inoculathon of azospirillum and psedomonas rhizobacteria on nutrient of maize (*Zea mays* L.). Journal Agrobiology, 1 (1): 25-32. (In Persian).

Pezeshkpour P., Ardakani M., Paknejad F., Vazaan S. 2014. Application effect of vermicompost, mycorrhizal symbiosis and biophosphate soulbilizing on

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

physiological traits and yield of chickpea. Crop Physiology Journal, 6 (23):53-65. (In Persian).

Piao Z., Cui Z., Yin B., Hu J., Zhou C., Xie G., Su B., Yin S. 2005. Change in acetylene reduction activities and effects of inoculated rhizosphere nitrogen-fixing bacteria on rice. Biology and Fertility of Soils, 41: 371-378.

Rozier C., Erban A., Hamzaoui J., Prigent-Combaret C., Comte G. 2016. Xylem sap metabolite profile changes during phytostimulation of maize by the plant growth-promoting rhizobacterium, *Azospirillum lipoferum* CRT1. Metabolomics (Los Angel), 6 (182): 2153-0769.

Ryder M.H., Nong Y.Z., Terrace T.E., Rovira A.D., Hua T.W., Correll R.L. 1999. Use of strains of bacillus isolated in china to suppress take-all and rhizoctonica root rot, and promote seedling growth of glasshouse-grown wheat in australian soils. Soil Biologyand Biochemistry, 31: 19-29.

Sani F., Rajabzade F., Liaghati H., Ghoulichy F. 2007. Role of biological fertilizers on qualitative and quantitative indicators corn in the crop ecosystem. The Second National Conference on Ecological Agriculture in Iran, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian).

SAS Institute. 2000. The SAS System for Windows, Release 8.0. Statistical Analysis Systems Institute, Carry, NC.

Shaharoona B., Arshad M., Zahir Z.A., Khalid A. 2006. Performance of pseudomonas spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry, 38 (9): 2971-2975.

Shahlaei A., Javanmard A., Jalilnejad N. 2012. Study of morphological traits and yield of three varieties of maize under the influence of phosphate fertilizer. 2th National Conference on Science and Technology Seed, Mashhad, Islamic Azad University of Mashhad. (In Persian).

Shamim A.H.M.D., Ahmed F. 2010. Response to sulfur and organic matter status by the application of sulfiicmaterials in S defiient soils in Bangladesh: possibilities and opportunities. Report and Opinion.

Taheri Oshtrinani F., Fathi A. 2016. The impacts of mycorrhiza and phsphorus along with the use of salicylic acid on maize seed yield. Journal of Crops Ecophysiology, 10 (39): 657-668. (In Persian).

Waling I., Vark W.V., Houba V.J.G., Van der lee J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, the Netherland (Part 7).

Zaidi A., Ahmad E., Khan M.S., Saif S., Rizvi A. 2015. Role of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable production of vegetables: Current perspective. Scientia Horticulturae, 193: 231-239.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

Zamil S.S., Quadir Q.F., Chowdhury M.A.H., Al Vahid A. 2004. Effects of different animal manure on yield quality and nutrient uptake by mustard (cv. Agrani). BRAC University Journal, 1 (2): 59-66.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]