# تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در خرم‌آباد لرستان

سیف اله فلاح[۱]، امیر قلاوند[۱] و محمدرضا خواجه پور[۲]

## چکیده

**در راستای توسعه کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، لازم است از کودهای آلی استفاده گردد. بدین لحاظ، به منظور بررسی تأثیر روش اختلاط کود و تلفیق کود مرغی با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقات کشاورزی اداره هواشناسی لرستان واقع در ۳۰ کیلومتری شمال شرقی خرم‌آباد، در سال ۱۳۸۳ به اجرا درآمد. کرت‌های اصلی شامل اختلاط کود با خاک توسط فاروئر یا دیسک بود و کرت‌های فرعی شامل T0: شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی و کود مرغی)، T1: ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم؛ T2: ۸۰ درصد T1 + ۴ تن کود مرغی در هکتار؛ T3: ۶۰ درصد T1 + ۸ تن کود مرغی در هکتار؛ T4: ۴۰ درصد T1 + ۱۲ تن کود مرغی در هکتار؛ T5: ۲۰ درصد T1 + ۱۶تن کود مرغی در هکتار؛ T6: ۲۰ تن کود مرغی در هکتار بودند. نتایج به دست آمده نشان داد که اختلاط کود با خاک توسط فاروئر در مقایسه با دیسک منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید، ولی تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت در دو روش اختلاط اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. تیمارهای کودی نیز باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شدند، ولی بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشتند. اثرات متقابل تیمارها برای هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود. بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمار T5 به دست آمد که اختلاف آن با تیمارهای T0، T1، T3 و T6 معنی دار بود. هم‌چنین اختلاف بین تیمار T1 (سیستم تغذیه شیمیایی) و T6 (سیستم تغذیه ارگانیک) از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اثربخشی تلفیق کود شیمیایی با کود مرغی بر اجزای عملکرد ذرت در مقایسه با مصرف جداگانه هر کدام از آنها بیشتر بود. بر اساس نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که اختلاط ۱۶ تن کود مرغی در هکتار + ۴۰، ۲۰ و ۲۰ کیلوگرم ازت، فسفر و پتاسیم در هکتار ممکن است برای تولید ذرت در شرایطی مشابه با تحقیق حاضر مناسب باشد.**

**واژه‌های کلیدی: روش اختلاط، کود مرغی، کود شیمیایی، ذرت، عملکرد**

## مقدمه

جهت تهیه کودهای شیمیایی از انرژی فسیلی و منابع معدنی استفاده می‌شود که هر دو غیر تجدید شونده می‌باشند. بنابراین برای توسعه کشاورزی پایدار باید مصرف این نوع کودها

۱. به ترتیب دانشجوی سابق دکتری و دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. دانشیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

کاهش یابد (۲۱). کودهای دامی که حاوی اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان هستند، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند، زیرا کود دامی علاوه بر وجود عناصر پرمصرف به مقدار کمتری دارای ریزمغذی‌ها بوده و خاک را در درازمدت در جهت تعادل پیش خواهد برد (۴). مواد غذایی موجود در کودهای دامی بلافاصله بعد از مصرف برای گیاه قابل دسترس نمی‌باشند و بایستی توسط تجزیه میکروبی به شکل قابل دسترس تبدیل شوند. در این خصوص پیمنتل (۲۰) اعلام کرد که ۵۰ درصد کل نیتروژن موجود در کودهای دامی به صورت نیتروژن آلی و ۵۰ درصد آن به صورت آمونیوم می‌باشد. هم‌چنین در سال اول مصرف، ۴۰ درصد از نیتروژن آلی و ۸۰ درصد از آمونیوم قابل جذب می‌باشد و اگر هر سال کود دامی در مزرعه مصرف گردد، سالانه ۷۵ درصد کل نیتروژن آن برای گیاه قابل استفاده خواهد بود. ما و همکاران (۱۶) نیز اعلام نمودند که ۳۰ تا ۶۰ درصد نیتروژن کل کود دامی توسط ذرت جذب می‌شود. در اراضی زراعی ایران، استفاده از کود دامی به تنهایی به علت اثرات باقی‌مانده نظام کوددهی متداول یا به عبارت دیگر وضعیت بیولوژی نامطلوب (۲۵)، ممکن است مشکلاتی از جمله کاهش عملکرد را در پی داشته باشد. بنابراین لازم است چندین سال از تلفیق نظام تغذیه ارگانیک و کوددهی متداول استفاده شود تا این‌که شرایط لازم برای کشاورزی ارگانیک فراهم گردد.

مدیریت تلفیقی کود دامی با کود شیمیایی روش مهمی برای افزایش تولید و حفظ باروری خاک می‌باشد (۱۵). مصرف کود دامی به همراه کود اوره، بازیافت نیتروژن و کارایی مصرف آن را در زراعت برنج بالا می‌برد (۲۷). در مطالعه ما و همکاران (۱۶) روی سه سطح نیتروژن (صفر، ۱۵۰ و۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح کود گاوی ( ۵۰ و۱۰۰ تن در هکتار )، عملکرد دانه ذرت و میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه در تیمار کود دامی بیشتر از کود شیمیایی بود. آنها نشان دادند که :

۱- جذب نیتروژن توسط گیاه بعد از گرده افشانی در شرایط مصرف کود دامی برابر و یا مقدار کمی بیشتر از بهترین سطح کود شیمیایی (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ) بود.

۲- آزاد سازی تدریجی نیتروژن قابل دسترس در شرایط استفاده از کود دامی ممکن است بیشتر با نیاز گیاه هم‌زمان باشد.

۳- نیتروژن قابل دسترس در خاک‌هایی که کود دامی در آنها مصرف می‌شود، عامل محدودکننده‌ای نیست. بر اساس گزارش بعضی از محققان، راندمان اقتصادی مصرف کود مرغی حدود ۱۳۶ درصد کود شیمیایی است (۵) و راندمان تلفیق آن با کود شیمیایی در افزایش عملکرد ذرت بیشتر از تأثیر مصرف کود شیمیایی به تنهایی می‌باشد (۸).

نتایج مطالعه تور و بهل (۲۹) بیانگر آن است که تلفیق کود مرغی با کود فسفره باعث می‌شود که راندمان جذب فسفر کودهای شیمیایی افزایش یابد و دوره قابل دسترس بودن فسفر طولانی‌تر شود. بر اساس نتایج ژنگ و همکاران (۳۱) تحرک یون‌های فسفات به عمق پایین‌تر به علت وجود رطوبت و ریشه‌های جوان، جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می‌دهد. داس و همکاران (۱۱) گزارش کردند که پتاسیم و کلسیم قابل دسترس در خاک با اضافه نمودن کود دامی به خاک به‌طور ثابت افزایش یافت.

تابوسا و همکاران (۲۸) نشان دادند که مصرف ۳۰-۱۰ تن کود گاوی یا ۱۵-۵ تن در هکتار کود مرغی عملکرد سورگم علوفه‌ای را در مقایسه با شاهد تا ۵۰۰ درصد افزایش داد. در مطالعه شرر و همکاران (۲۴) با تیمار کود مرغی و کود اوره روی کشت ذرت مشخص گردید که با مصرف ۴/۴ تن کود مرغی در هکتار عملکردی برابر ۴/۹ تن دانه در هکتار حاصل شد، در حالی که تلفیق ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به شکل کود اوره با این تیمار باعث تولید ۸/۸ تن دانه در هکتار گردید. در آزمایش دیگری (۷) بالاترین عملکرد ذرت (۶/۴۲ تن در هکتار) تحت بالاترین میزان NPK مصرفی (۱۲۰-۱۸۰-۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ) حاصل شد که اختلاف این تیمار با تیمار ۱۵ تن کود مرغی در هکتار به همراه ۴۰-۶۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار NPK معنی‌دار نبود. اوبی و ابو (۱۸) گزارش نمودند که



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

**جدول ۱ . برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش**

| بافت خاک | pH | وزن مخصوص ظاهری ($gr/cm^3$) | EC (ds/m) | O.C | total N | P | K | Fe | Mn | Zn | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | (%) | | (mg/kg) | | | | | |
| رس سیلتی | ۷/۳۹ | ۱/۳۱ | ۰/۶۳ | ۱/۰۷ | ۰/۱۰۷ | ۴/۲ | ۴۰۰ | ۲/۸۷ | ۳/۳۳ | ۰/۲۴ | ۰/۳ |

**جدول ۲ . برخی خواص شیمیایی کود مرغی مورد استفاده**

| pH | EC (ds/m) | O.C | total N | P | K | Fe | Mn | Zn | Cu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (%) | | | | (mg/kg) | | | |
| ۵/۶۱ | ۸/۸۱ | ۴۲/۴ | ۴/۲۴ | ۱/۲۴ | ۲/۱۴ | ۱۰۱۸ | ۱۲۰ | ۴۷۲ | ۲۴ |

مصرف کود مرغی تأثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۵٪) بر افزایش ارتفاع گیاه ذرت و عملکرد آن داشت. هم‌چنین الشیخ و الزیدانی (۱۲) اعلام کردند که مصرف کود مرغی، نیتروژن و گوگرد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و وزن صد دانه باقلا گردیدند، ولی کیفیت پخت فقط توسط کود مرغی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در مطالعه شیرانی و همکاران (۲۵) نیز تأثیر کود گاوی روی وزن مخصوص ظاهری، ماده آلی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و افزایش عملکرد ماده خشک ذرت معنی‌دار بود.

با توجه به این‌که ۶۷٪ جیره مرغ از طریق دانه ذرت تأمین می‌شود و کیفیت ذرت مصرفی از لحاظ تعادل عناصر غذایی به‌خصوص ریزمغذی‌ها پایین است و سالانه مقدار زیادی کود مرغی تولید می‌گردد (۲) که غنی از عناصر غذایی است (۶ و ۲۶)، بنابراین به نظر می‌رسد مصرف این کود برای تولید ذرت گامی اساسی در راستای افزایش کیفیت محصول و پایداری تولید خواهد بود. به همین منظور در این تحقیق نسبت تلفیق کود مرغی با شیمیایی و نحوه اختلاط آن با خاک بر عملکرد ذرت مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

پژوهش در مزرعه تحقیقات کشاورزی اداره هواشناسی لرستان واقع در ۳۰ کیلومتری شمال شرقی خرم‌آباد (عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی) و ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا در سال ۱۳۸۳ اجرا گردید. طبق تقسیم بندی اقلیمی کوپن، محل انجام آزمایش دارای آب و هوای معتدل با تابستان گرم و خشک می‌باشد. میانگین دراز مدت بارندگی و دمای شبانه روزی هوای منطقه به ترتیب حدود ۶۲۰ میلی‌متر و ۱۴/۳ درجه سانتی‌گراد در سال است که نزولات عمدتاً در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار بارش می‌کنند. پیش از کاشت، نمونه ای مرکب از خاک مزرعه برداشت شد و تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی روی آن انجام گرفت (جدول ۱). خصوصیات شیمیایی کود مرغی مصرفی (دو هفته بعد از تخلیه مرغداری) نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. روش اختلاط کود به عنوان عامل اصلی شامل اختلاط کود با خاک توسط دیسک (شخم، کود پاشی، دیسک، فاروئر، کاشت) یا فاروئر (شخم، کود پاشی، فاروئر، کاشت) و ترکیب کودی به عنوان عامل فرعی شامل T0: شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی و کود مرغی)، T1: ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم؛ T2: ۸۰ درصد T1 + ۴ تن کود مرغی در هکتار؛ T3: ۶۰ درصد T1 + ۸ تن کود مرغی در هکتار؛ T4: ۴۰ درصد T1 + ۱۲ تن کود مرغی در هکتار؛ T5: ۲۰ درصد T1 + ۱۶تن کود مرغی در هکتار؛ T6: ۲۰ تن کود مرغی



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

در هکتار مورد مقایسه قرار گرفتند. عمق کار دیسک ۱۵ و عمق کار فاروئر ۲۰ سانتی‌متر بود.

هر کرت فرعی شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۷ متر و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصله بوته‌ها در روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کناری به همراه سه بوته از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به عنوان حاشیه محسوب گردید. پس از پخش یک‌نواخت کود مرغی، فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) و یک سوم نیتروژن (از منبع اوره) اقدام به دیسک و فاروئر (بر اساس تیمارهای مذکور) گردید. کاشت در نیمه اول خرداد ماه توسط کارگر انجام گرفت. هیبرید مورد استفاده سینگل کراس ۷۰۴ بود. در طی فصل رشد آبیاری مزرعه هر ۱۰-۷ روز یک‌بار بر اساس شرایط جوی و وجین علف‌های هرز طی سه مرحله توسط کارگر انجام شد. باقی‌مانده نیتروژن در مرحله ۸ و ۱۲ برگی به‌صورت سرک و در دو قسط مساوی مصرف شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع گیاه (از سطح خاک تا یقه برگ پرچم) اندازه‌گیری شد و در مرحله رسیدگی کامل، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شدند و صفات تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت روی آنها اندازه‌گیری شدند. پس از حذف حاشیه، مساحت باقی‌مانده هر کرت (۱۵ متر مربع) برای برآورد عملکرد نهایی دانه مورد استفاده قرار گرفت. عملکرد دانه براساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SAS (۲۱) انجام شد و در صورت معنی دار بودن اثر عامل آزمایشی، برای تفکیک میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

## نتایج و بحث

طی فصل رشد، میانگین دمای ماهیانه هوا بین ۱۹/۳ (مهر) تا ۲۶ (مرداد) درجه ساتیگراد متغیر بود. بنابراین، دمای هوا برای رشد ذرت مناسب بوده و دمای خاک برای معدنی شدن کود دامی مطلوب بوده است (۲۲). بررسی خاک مزرعه نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت رس سیلتی بود. از آنجا که ذرت در خاک‌های دارای بافت متوسط رشد مناسبی دارد، انتظار می‌رود که افزایش مواد آلی تا اندازه‌ای موجب فراهم شدن شرایط بهتری برای رشد گیاه (۴) شده باشد. شوری خاک عامل محدود کننده رشد ذرت نبود. پایین بودن مقدار ماده آلی و نیز مقدار نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، روی و مس در خاک نشانگر حاصلخیزی کم آن بود (جدول ۱).

نتایج تجزیه کود مرغی (جدول ۲) و مقایسه آن با منابع (۹ و ۲۶) نشان داد که کود مرغی از نظر pH و شوری محدود کننده رشد ذرت نیست. هم‌چنین بالا بودن عناصر غذایی آن به‌خصوص عناصر کم مصرف از مهم‌ترین دلایل به‌کارگیری این کود در تغذیه گیاه ذرت بود. غلظت مس و روی در کود مصرفی خیلی کمتر از استانداردهای مجاز غلظت این عناصر در کود دامی است. پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن کود مصرفی نشانگر این است که احتمالاً ماده آلی آن به راحتی توسط فعالیت میکروبی تجزیه شده و میزان نیتروژن، گوگرد و فسفر قابل دسترس گیاه افزایش می‌یابد (۹).

### ارتفاع بوته

اثر نحوه اختلاط کود و ترکیب کودی بر ارتفاع بوته (از سطح خاک تا یقه برگ پرچم) معنی‌دار بود. ارتفاع گیاه در سیستم اختلاط کود با خاک توسط فاروئر نسبت به دیسک ۱۶ سانتی‌متر بلندتر بود (جدول ۳). بنظر می‌رسد در روش اختلاط کود با خاک توسط فاروئر به‌علت نواری قرار گرفتن کود در داخل پشته، در مراحل اولیه رشد محدودیت چندانی برای رشد گیاه وجود نداشته و در مراحل بعدی نیز دسترسی ریشه به کود بهتر بوده است، از این رو ارتفاع گیاه افزایش یافته است. در این خصوص مطالعه مستقلی برای مقایسه یافت نشد. ارتفاع گیاه در ترکیب‌های مختلف کودی تفاوت معنی‌داری داشت و تغذیه شیمیایی و تلفیقی موجب بلندتر شدن گیاه گردید (جدول ۳). بنظر می‌رسد در مرحله رشد رویشی دسترسی به عناصر غذایی، به‌خصوص نیتروژن و فسفر در ترکیب‌های مختلف کودی به



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ] [ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]





**جدول ۳ . مقایسه عملکرد، اجزاء عملکرد و دیگر صفات مورد مطالعه روش‌های اختلاط و ترکیب‌های مختلف کودی۱**

| تیمارهای کودی | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | تعداد دانه در بلال | وزن هزار دانه (گرم) | عملکرد دانه (تن در هکتار) | عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) | شاخص برداشت (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| روش اختلاط | | | | | | |
| فاروئر | ۱۷۹$^{a}$ | ۶۳۹/۸$^{a}$ | ۲۵۵$^{a}$ | ۱۰/۴۷$^{a}$ | ۲۱/۵۶$^{a}$ | ۴۹/۵$^{a}$ |
| دیسک | ۱۶۳$^{b}$ | ۶۳۲/۷$^{a}$ | ۲۴۱$^{b}$ | ۹/۲۴$^{b}$ | ۱۹/۳۶$^{b}$ | ۴۸/۳$^{a}$ |
| ترکیب کودی | | | | | | |
| شاهد(T0) | ۱۵۸$^{b}$ | ۵۴۰/۴$^{c}$ | ۱۹۵d | ۷/۰۳d | ۱۵/۲۶$^{c}$ | ۴۷/۴$^{a}$ |
| شیمیایی(T1) | ۱۷۴$^{a}$ | ۶۴۸/۷$^{ab}$ | ۲۴۰$^{c}$ | ۹/۹۱$^{c}$ | ۱۹/۸۷$^{b}$ | ۴۹/۹$^{a}$ |
| تلفیقی(T2) | ۱۷۲$^{a}$ | ۶۵۱/۷$^{ab}$ | ۲۵۰$^{bc}$ | ۱۰/۵$^{abc}$ | ۲۱/۳$^{ab}$ | ۵۲/۶$^{a}$ |
| تلفیقی(T3) | ۱۷۵$^{a}$ | ۶۴۸/۵$^{ab}$ | ۲۵۷$^{abc}$ | ۹/۷۲$^{c}$ | ۲۱/۳۵$^{ab}$ | ۴۵/۸$^{a}$ |
| تلفیقی(T4) | ۱۷۳$^{a}$ | ۶۴۷$^{ab}$ | ۲۶۱$^{ab}$ | ۱۰/۷۶$^{ab}$ | ۲۱/۷۹$^{ab}$ | ۴۹/۳$^{a}$ |
| تلفیقی(T5) | ۱۷۵$^{a}$ | ۶۸۶/۸$^{a}$ | ۲۷۲$^{a}$ | ۱۰/۹۶$^{a}$ | ۲۳/۳۲$^{a}$ | ۴۷/۳$^{a}$ |
| ارگانیک(T6) | ۱۷۱$^{a}$ | ۶۳۰/۳$^{b}$ | ۲۶۳$^{ab}$ | ۱۰/۱ $^{bc}$ | ۲۰/۳۳$^{b}$ | ۵۰$^{a}$ |

۱. میانگین‌های هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک می‌باشند فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

استثنای شاهد تقریباً متعادل بوده است و ارتفاع کم شاهد موجب معنی‌دار شدن اثر ترکیب کودی بر این صفت شده است. اوبی و ابو (۱۸) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. اثر متقابل نحوه مصرف کود با ترکیب کودی بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نبود.

**دانه در بلال**

تعداد دانه در بلال تحت تأثیر روش اختلاط کود قرار نگرفت، ولی تأثیر ترکیب‌های مختلف کودی بر این صفت معنی‌دار بود. بیشترین تعداد دانه در بلال مربوط به تیمار T5 بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار T6 و شاهد داشت (جدول ۳). این نتایج حاکی از آن است که در زمان تشکیل دانه‌ها وضعیت دستیابی گیاه به مواد غذایی در کلیه تیمارها به استثنای T6 و شاهد تقریباً متعادل بوده است. در این مرحله، میزان تعادل غذایی در سیستم تغذیه تلفیقی بر سیستم تغذیه ارگانیک برتری داشت که احتمالاً این تفاوت به سرعت معدنی شدن کود مرغی ارتباط دارد. از آنجا که تلفیق کود مرغی با کود شیمیایی منجر به افزایش راندمان و طول دوره قابل دسترس بودن فسفر می‌گردد (۶)، بنابراین در تیمارهای تلفیقی فراهم بودن فسفر قابل دسترس گیاه باعث تشکیل تعداد دانه بیشتری می‌شود. مارشنر(۱۷) نیز اظهار داشت که در اثر مصرف متعادل عناصر غذایی و آثار آنها با یکدیگر تعداد دانه، وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه جو افزایش یافته است. اثر متقابل نحوه مصرف کود با ترکیب کودی بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار نبود.

هم‌بستگی مثبت و معنی دار ($r=۰/۳۹^{**}$) بین تعداد دانه در بلال و ارتفاع بوته حاکی از آن است که این دو صفت تحت تأثیر عوامل مشابهی تغییر می‌یابند. تقوی رضوی‌زاده نیز به نتایج مشابهی دست یافت (۱).

**وزن هزار دانه**

نحوه اختلاط کود با خاک و ترکیب کودی تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت، به‌طوری‌که استفاده از فاروئر نسبت به دیسک باعث افزایش ۵/۶ درصدی وزن دانه گردید (جدول ۳).

فاروئر منجر به تجمع کود دامی در زیر ردیف‌ها شده و در نتیجه فراهم بودن مواد غذایی و توسعه بهتر ریشه باعث می‌شود که گیاه در انتهای دوره رشد (پرشدن دانه‌ها) با شرایط مطلوبی مواجه گردد و همین عامل موجب افزایش وزن دانه‌ها شده است. گزارش ما و همکاران (۱۶) مؤید این نتیجه می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که با کاهش نسبت کود مرغی در تغذیه گیاه وزن دانه نیز نقصان یافته است. به گونه‌ای که وزن هزار دانه در تیمار T1 به استثنای شاهد کمترین مقدار بود و تفاوت میانگین این تیمار با تیمارهای T4، T5 و T6 معنی‌دار بود. هم‌چنین بیشترین میانگین وزن هزار دانه با تیمار T5 به‌دست آمد. هنگامی که نسبت کود مرغی در سیستم تغذیه تلفیقی افزایش یافت ابتدا وزن دانه به‌طور غیر معنی‌داری زیاد شد و در نهایت افزایش وزن دانه در تیمار T5 منجر به معنی دار شدن اختلاف این تیمار با تیمار T0، T1 و T2 گردید. ظاهراً آزادسازی عناصر غذایی از کود مرغی در مرحله پرشدن دانه موجب افزایش وزن دانه شده است. به‌علاوه تحرک یون‌های فسفات به عمق پایین‌تر، به علت وجود رطوبت و ریشه‌های جوان جذب، فسفر توسط گیاه را افزایش می‌دهد (۳۱). بنابراین در تیمارهایی که کود مرغی بیشتری مصرف شد، این اثربخشی نیز زیادتر بوده است. گزارش سایر محققین در خصوص برتری راندمان و طول دوره قابل دسترس بودن فسفر تیمار تلفیقی (۶ و ۱۰)، هم‌چنین برتری نیتروژن قابل دسترس تیمار کود دامی در مرحله پرشدن دانه نسبت به تیمار کود شیمیایی (۱۶) مؤید این نکته است. اثر متقابل روش اختلاط کود با ترکیب کودی بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود.

هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن هزار دانه با تعداد دانه در بلال ($r=۰/۵۲^{**}$) و ارتفاع بوته ($r=۰/۶۲^{**}$) بیانگر این است که بوته‌های بلندتر و تنومندتر با داشتن بلال‌های بزرگ‌تر (۳)، توانسته‌اند دانه‌های درشت‌تری تولید نمایند. از آنجا که درصد دانه‌های درشت در بلال‌های بزرگ بیشتر از بلال‌های کوچک است، در نتیجه وزن هزار دانه بلال‌های بزرگ نیز بالاتر بوده است(۳).



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

**عملکرد دانه**

نحوه اختلاط کود با خاک و نسبت‌های مختلف کود دامی- شیمیایی بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت. در سیستم اختلاط کود با خاک توسط فاروئر میزان عملکرد ۱/۲۳ تن در هکتار بیشتر از سیستم اختلاط کود با خاک توسط دیسک بود (جدول ۳). ظاهراً تجمع مواد آلی در داخل پشته و شرایط بهتر معدنی شدن در سیستم استفاده از فاروئر باعث افزایش توسعه ریشه و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی شده است. به‌طوری‌که این شرایط موجب زیادتر شدن تعداد دانه در بلال و به‌خصوص افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه گردیده و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش داده است. در طی فصل رشد ذرت، حدود ۵۰٪ نیتروژن کل کود مرغی به صورت نیتروژن قابل جذب در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، هم‌چنین ضریب دسترسی فسفر و پتاسیم این کود نیز ۰/۸ است (۲۰ و ۳۲). با توجه به این‌که درصد نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم کود مرغی مصرفی به ترتیب ۴/۲۴، ۱/۲۴ و ۲/۱۴ بود (جدول ۲)، بنابراین و با فرض ضرایب دسترسی فوق با مصرف ۲۰ تن از این کود میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب گیاه که در خاک اضافه می‌گردد به ترتیب حدود ۴۲۴، ۱۹۸ و ۳۴۲ کیلوگرم تخمین زده می‌شود. تأثیر اختلاط کود دامی با خاک بر افزایش معدنی شدن نیتروژن و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه توسط ایوانیلو (۱۳) و چستین و همکاران (۹) نیز گزارش شده است.

بالاترین میزان عملکرد دانه با مصرف ۲۰-۲۰-۴۰ کیلوگرم NPK در هکتار به همراه ۱۶ تن کود مرغی در هکتار به‌دست آمد و عملکرد این تیمار نسبت به شاهد ۵۶ درصد بیشتر بود. در حالی‌که میزان افزایش عملکرد سیستم تغذیه شیمیایی (T1) و ارگانیک (T6) نسبت به شاهد به ترتیب ۴۱٪ و ۴۴٪ بود (جدول ۳). در سیستم تغذیه شیمیایی تمام فسفر و پتاسیم و بخشی از نیتروژن مورد نیاز در مرحله کاشت و باقی‌مانده نیتروژن طی دو مرحله مصرف گردید که احتمالاً در اثر رشد گیاه و هم‌چنین آبشویی، غلظت نیتروژن در محیط کاسته شده و در نتیجه نیاز گیاه به‌طور کامل تأمین نشده است. ولی در سیستم تغذیه ارگانیک در طی دوره رشد، عناصر غذایی در اثر معدنی شدن کود دامی آزاد شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرند. با این حال به نظر می‌رسد که در سیستم تلفیقی (T5) مقدار اندک کود شیمیایی در ابتدای دوره رشد کمبود عناصر محیط ریشه را جبران نموده و حتی ممکن است باعث بهبود تجزیه میکروبی کود مرغی شود و با پیشرفت دوره رشد نقش کود مرغی بیشتر شده است. به عبارت دیگر در سیستم تلفیقی نقش کود شیمیایی جبران کردن نیتروژن‌ربایی باکتری‌ها در اوایل دوره رشد و در نتیجه تسریع تجزیه میکروبی کود مرغی و در نهایت فراهم بودن مواد غذایی قابل دسترس است. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات دیگر محققان همخوانی دارد (۷، ۸، ۲۴ و ۲۸). اثر متقابل نحوه مصرف کود با ترکیب کودی بر تعداد دانه در بلال معنی دار نبود.

هم‌بستگی عملکرد دانه با ارتفاع بوته (r =۰/۶۴**)، تعداد دانه در بلال (r =۰/۶۶**) و وزن هزار دانه (r =۰/۷۴**) مثبت و معنی‌دار بود. مشاهده گردید که بلال‌های بزرگ و به‌دنبال آن دانه‌های درشت به بوته‌های بلندتر و تنومندتر مربوط بودند. به‌نظر می‌رسد بوته‌های بلند با رشد سریع، مواد فتوسنتزی بیشتری تولید نموده‌اند، از این رو هم تعداد دانه در بلال و هم اندازه دانه افزایش یافته و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر شده است. مطالعات متعددی (۱۹ و ۳۰) هم‌بستگی مثبت بین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شامل دانه در تعداد بلال و وزن هزار دانه را گزارش نموده‌اند.

**عملکرد بیولوژیک**

روش اختلاط کود با خاک و ترکیب کودی بر عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که عملکرد بیولوژیک در محیطی که کود دامی توسط فاروئر با خاک مخلوط گردید، ۲/۲ تن در هکتار بیشتر از محیطی بود که از دیسک برای اختلاط کود با خاک استفاده شد و این اختلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. میانگین عملکرد بیولوژیک در ترکیب‌های مختلف کودی تفاوت معنی‌داری داشت و بیشترین میزان ماده خشک



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

تولیدی مربوط به تیمار T5 بود که اختلاف آن با T1 و T6 به ترتیب ۳/۴۵ و ۲/۹۹ تن در هکتار بود (جدول ۳). در سیستم تغذیه تلفیقی، وجود کود نیتروژنه در مراحل اولیه رشد باعث افزایش رشد رویشی شده است و هم‌چنین در مراحل بعدی آزادسازی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی از کود مرغی نیز موجب تقویت رشد زایشی گیاه گردیده است. در نتیجه در تیماری که عناصر غذایی مورد نیاز در تمام دوره رشد بنحوه مطلوبی تأمین شده میزان عملکرد بیولوژیک آن نیز بالاتر بوده است. این نتیجه‌گیری با گزارش شیرانی و همکاران (۲۵) مطابقت داشت. اثر متقابل روش اختلاط کود با ترکیب کودی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود.

هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد بیولوژیک با ارتفاع بوته (**r =۰/۴۶)، تعداد دانه در بلال (**r =۰/۷۲)، وزن هزار دانه (**r =۰/۷۳) و عملکرد دانه(**r =۰/۶۷) حاکی از آن است که با افزایش رشد رویشی و زایشی میزان ماده خشک گیاه بالا رفته است، با این حال تأثیر اجزای زایشی در افزایش ماده خشک بیشتر بوده است. این نتایج موافق با گزارش گاردنر و همکاران (۱۴) بود.

### شاخص برداشت

روش اختلاط کود با خاک و ترکیب کودی، ترکیب‌های مختلف کودی و اثر متقابل آنها بر شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشت و روند خاصی نیز مشاهده نگردید. شاخص برداشت با عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی دار (**r =۰/۴۵) و با عملکرد بیولوژیک هم‌بستگی منفی و معنی‌داری (**r = −۰/۲۹) داشت. این نتایج حاکی از آن است که تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و در نتیجه سهم عملکرد دانه در تعیین شاخص برداشت بیشتر بوده است.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، از نتایج حاصل شده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در سیستمی که کود توسط فاروئر با خاک مخلوط می‌گردد، به‌علت تجمع این کود در داخل ردیف‌ها (پشته) دسترسی ریشه‌ها به آن بهتر است. هم‌چنین وضعیت هوادهی ردیف‌ها بهتر از بین ردیف‌ها (جوی) بوده و در نتیجه معدنی شدن کود دامی بیشتر خواهد بود. ولیکن دیسک باعث می‌شود که بخشی از کود با خاک بین ردیف‌ها اختلاط داده شود و به‌علت محدودیت هوادهی در فواصل بین ردیف‌ها، هم تجزیه کود به کندی صورت می‌گیرد و هم میزان توسعه ریشه کم است، در نتیجه دسترسی گیاه به عناصر غذایی کمتر خواهد بود. بنابراین اختلاط کود مرغی با خاک توسط فاروئر باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد

در سیستم تغذیه شیمیایی، عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن در مرحله رشد رویشی مصرف شده و گیاه در مراحل بعدی به تدریج با کمبود آنها روبرو می‌گردد. در سیستم تغذیه ارگانیک، مواد غذایی مورد نیاز گیاه بایستی در اثر معدنی شدن کود فراهم شود، که به‌نظر می‌رسد به علت عدم توسعه ریشه‌ها و سرعت کم معدنی شدن در مراحل اولیه رشد دسترسی ریشه به عناصر غذایی محدود است و با پیشرفت رشد این محدودیت کاهش می‌یابد. با این حال در سیستم تغذیه تلفیقی کود شیمیایی مصرفی نه تنها رشد اولیه را تقویت می‌کند، بلکه معدنی شدن را نیز تسریع می‌نماید. از طرف دیگر کود مرغی عناصر غذایی گیاه را تا مراحل نهایی رشد فراهم نموده و در نتیجه عملکرد گیاه را به بالاترین سطح می‌رساند.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر جان پرکینس چستین (از دانشگاه کلمسون آمریکا) که با زحمات ارزنده خود ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

## منابع مورد استفاده


۱. تقوی رضوی‌زاده، س. ا. ۱۳۸۲. اثرات مقادیر مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر راندمان مصرف کود، رشد و عملکرد ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. دفتر امور پرورش و بهبود تولیدات طیور، زنبور عسل و کرم ابریشم.۱۳۸۳. معاونت امور دام وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

۳. فلاح، س. ۱۳۸۵. بررسی اثرات تلفیقی کود مرغی- شیمیایی و نحوه به کارگیری آنها بر خصوصیات خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه لرستان. پایان نامه دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۴. ملکوتی، م. ج.، ز. خوگر و ز. خادمی. ۱۳۸۳. *روش‌های نوین در تغذیه گندم (مجموعه مقالات)*، انتشارت سنا، تهران.

5. Araji, A.A., Z.O. Abdo and P. Joyce. 2001. Efficient use of animal manure on cropland- economic analysis. Bioresour. Technol. 79: 179-191.
6. Bahl, G.S. and G.S. Toor. 2002. Influence of poultlry manure on phosphorus avilability and the standard phosphate requirement of crop estimated from quantity-intensity relationships in different soils. Biores. Tech nol. 85: 317-322.
7. Blaga, G., V. Miclaus, S. Nastea, G. Rauta, V. Bunescu, M. Dumitru, L. Blaga and T. Lechintan. 1989. Investigations on the effect of organic and mineral fertilizers on yield of maize and oats grown on sterile waste dumps (*anthropic prostosol*) at the campus open cast mining site, Giuj district. Buletinul Institutului Agronomic Giuj-Napoca, Seria Agricultura 43:5-9.
8. Borin, M. and G. Sartori. 1989. Nitrogen fertilizer trials on maize (*Zea mays* L.): The effects of fertilizer rate, source and application date. Rivista di Agronomia 23: 263-269.
9. Chastain, J.P., J.J. Camberato and J.E. Aibrecht. 2001. Nutrient content of livestock and poultry manure. Litrature Rewiew. North Carolina Agricultural Extension Service Fact Sheet AG-439-5.
10. Damodar Reddy, D., A. Subba Rao and T.R. Rupa. 2000. Effect of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic phosphorus in a Vertisoil. Bioresour. Technol. 75:113-118.
11. Das, M., B.P. Singh and R.N. Prasad. 1991. Response of maize (Zea mays) to phosphorus-enriched manures grown in P-deficient Alfisols on terraced land in Meghalaya. Indian J. Agric. Sci. 61(6): 383-388.
12. Elsheikh, E.A.E. and A.A. Elzidany. 1997. Effect of rhizobium inoculation, organic and chemical fertilizers on yield and physical properties of faba bean seeds. Plants Food Hum. Nutr. 51:137-144.
13. Evanylo, G.K. 2000. Organic nitrogen decay rates. PP. 319-333. In: Managing nutrients and pathogens from animal agriculture (NRAES-130). Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service, Cooperative Extension. Ithaca, NY.
14. Gardner, F.P., R. Valle and D.E. McCloud. 1990. Yield chracteristics and ancient races of maize compared to a modern hybrid. Agron. J. 82:864-868.
15. Hegde, D.M. 1996. Long-term sustainability of productivity in an irrigated sorghum-wheat system through integrated nutrient supply. Field Crop Res. 48:167-176.
16. Ma, B.L., L.M. Dwyer and E.G. Gregorich. 1999. Soil nitrogen amendment effects on seasonal nitrogen mineralization and nitrogen cycling in maize production. Agron. J. 91:1003-1009.
17. Marschener, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. New York
18. Obi, M.E. and P.O. Ebo. 1995. The effects of organic and inorganic amendments on soil physical properties and maize production in a severely degraded sandy soil in southern Nigeria. Biores. Tech nol. 51:117-123.
19. Ottaviano, E. and A. Camussi. 1981. Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize. Euphytica 30:601-609.
20. Pimentel, D. 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. J. Agric. Environ. Ethics. 6: 53-60.
21. Pimentel, D. and W. Dazhong. 1990. Technological changes in energy use in agriculture production. PP. 174-166. *In:* C.R. Carroll, J.H. Vandermeer and P.M. Rosset (Eds.), Agroecology. McGraww-Hill Pub., New York.
22. Provin, T.L. 1991. Animal manures as sources of nitrogen for plants. M. Sc. Thesis, Department of Agronomy, Iowa State University. Ames, IA.
23. SAS. 1985. SAS User's Guide: Statitics. 5th ed., SAS Institute Inc., NC.
24. Scherer, E.E., V.J. Agostini, L.P. Wildner, R. Nadal, M. Sivestro and W.J. Sorrenson. 1991. Poultry manure and nitrogen for maize on small farms. Agropecuaria Catarinense. 4:8-11.
25. Shirani, H., M.A. Hajabasi, M. Afyuni and A. Hemmat. 2002. Effect of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in centeral Iran. Soil & Tillage Res. 68:101-108.




[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]

26. Sims, J.T. and D.C. Wolf. 1994. Poultry waste management: agricultural and environmental issues. Adv. Agron. 52: 1-83.
27. Son, T.T. and R.J. Buresh. 1994. Nitrogen utilization by lowland rice as affected by fertilization with urea and green manure. Fert. Res. 40:215-2.
28. Tabosa, J.N., D.G. Santos, J.J. Tavares-Filho, M.M.A. Nascimento, I. Farias, M.A. Lira and M.C. Santos. 1990.The effect of annual application of organnic fertilizer on water use efficiency in forage sorghum in the semi-arid agricultural region of Pernam Buco Documentos Empresa Gapixsade Pesquisa. Agropecuaria. NO.65, 960.
29. Toor, G.S. and G.S. Bahl. 1997. Effect of salitory and integrated use of poultry manure and fertilizer phosphorus on the dynamics of P availability in different soils. Bioresour. Technol. 62:25-28.
30. Willman, M.R., F.E. Below, R.J. Lambert A.E. Howey and D.W. Mies. 1987. Plant triats related to productivity of maize. I. Genetic variability, environmental variation, and correlation with grain yield and stalk lodging. Crop Sci. 27:1116-1121.
31. Zhang, T.Q., A.F. Mackenzie and B.C. Liang. 1195. Long-term changes in Mehlich-3 extractable P and K in a sandy clay loam soil under continuous corn (*Zea mays* L.). Can. J. Soil Sci. 362-367.
32. Zublena, J.P., J.C. Barker and T.A. Carter. 1996. Poultry manure as a fertilizer source. Nourth Carolina Cooperative Extension. AG 439-5. Clemson. NC.

[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.19.4 ]