علوم محیطی ۵ ، پاییز ۱۳۸۳
ENVIRONMENTAL SCIENCES 5 , Autumn 2004
۶۹-۷۸

مطالعه خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای با به کارگیری کود آلی، شیمیایی و تلفیقی

سیف اله فلاح
دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه تربیت مدرس
امیر قلاوند
دکترای کشاورزی، دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران
محمدرضا خواجه پور
دکترای کشاورزی، دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کودهای شیمیایی، مرغی و تلفیق آنها بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقات کشاورزی اداره هواشناسی لرستان واقع در ۳۰ کیلومتری شمال شرقی خرم‌آباد، در سال زراعی ۱۳۸۳ به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی 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 تیمارهای کودی بر هدایت الکتریکی، pH، ماده آلی خاک، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس و پتاسیم، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تأثیر معنی‌داری داشتند. بیشترین و کمترین مقدار ماده آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل دسترس و پتاسیم به ترتیب به تیمار T6 و T0 اختصاص داشت. بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمار T5 به دست آمد که اختلاف آن با تیمارهای T3،T1،T0 و T6 معنی‌دار بود. همچنین اختلاف بین تیمار T1 (سیستم تغذیه شیمیایی) و T6 (سیستم تغذیه آلی) از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. اثربخشی تلفیق کود شیمیایی با مرغی بر اجزای عملکرد ذرت از به‌کارگیری هر یک از آنها به تنهایی بیشتر است و در نتیجه عملکرد دانه سیستم تغذیه تلفیقی نسبت به سیستم تغذیه متداول و آلی برتری دارد.

کلیدواژه‌ها: تلفیق کود مرغی با شیمیایی، تغذیه متداول، خصوصیات خاک، عملکرد، ذرت.

The Study of Soil Chemical Properties and Grain Corn (*Zea mays* L.)Yield with the Application of Organic, Chemical and Integrated fertilizers

Seyfollah Fallah, M.Sc.
Ph.D. student of Crop Ecology, Tarbiat-Modarres University of Tehran
Amir Ghalavand, Ph.D.
Associate Professors of Agronomy, Tarbiat-Modarres University
Mohammad-Reza Khajehpoor, Ph.D.
Associate Professors of Agronomy, Isfahan University of Technology

Abstract

In order to study the effect of chemical fertilizers, poultry manure and their integration on chemical soil properties and grain corn (*Zea mays* L.) yield, an experiment was conducted at the Agricultural Research farm of the Lorestan Weather Department, 30 Kms to the Northeast of Khorramabad, during 2003-2004. The experimental treatments included T0: control (lack of consuming integrated fertilizer and poultry manure); T1: conventional (200, 100, 100 kg/ha of nitrogen, phosphorus, and potassium, respectively); T2: integration 1 (80% T1+ 4 ton/ha of poultry manure); T3: integration 2 (60% T1+ 8 ton/ha of poultry manure); T4: integration 3 (40% T1+ 12 ton/ha of poultry manure); T5: integration 4 (20% T1+ 16 ton/ha of poultry manure); T6: organic (20 ton/ha of poultry manure). The results suggested that fertilizer treatments have significant effects on the electrical conductivity, pH, organic matter, total nitrogen, available phosphorus and potassium of soil, and the number of ear seeds, 1000 seeds weight, corn grain and biological yield. The highest and lowest organic matter, total nitrogen, available phosphorus and potassium of soil were obtained by T6 and T0, respectively. The T5 treatment had the highest grain yield, with a significant difference from those of the T0, T1, T3 and T6 treatments. Statistically, the difference between T1 (conventional nutrition system) and T6 (organic nutrition system) was not significant as well. Integrated poultry manure and chemical fertilizer effectiveness on corn yield components proved to be greater than that of each one on its own. As a result, the corn yield of integrated nutrition system is preferable to that of the chemical and organic ones.

Keywords: Integrated poultry manure and chemical fertilizer, Conventional nutrition, Soil properties, Yield, Corn.

مقدمه

با توجه به این‌که ۶۷٪ جیره مرغ از طریق دانه ذرت تأمین می‌شود و تولید سالانه ذرت در کشور ۱/۷ میلیون تن است، بهرصورت ۵۰٪ ذرت مورد نیاز کشور از طریق واردات تأمین می‌گردد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۳). همچنین پیش‌بینی وزارت جهاد کشاورزی بر این اساس است که در سال ۱۳۹۰ میزان تولید آن به۳/۵ میلیون تن در سال افزایش داده شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۳). برای رسیدن به این میزان تولید عوامل بسیاری تأثیر دارند که در بین این عوامل توجه به مسائل تغذیه بهینه نقش به‌سزایی ایفا می‌کند (ملکوتی و غیبی، ۱۳۸۲). از طرف دیگر برای ایجاد شرایط فیزیکی بهینه خاک حدود ۳ درصد ماده آلی لازم است (Soane, 1990)، در این ارتباط استفاده از کودهای دامی که اکثر عناصر مورد نیاز گیاهان را به نسبتی که آنها جذب می‌کنند دارا هستند، دامنه موفقیت را افزایش می‌دهد، زیرا این کودها علاوه بر عناصر پرمصرف به مقدار کمتری دارای عناصر کم‌مصرف بوده و خاک را در دراز مدت در جهت تعادل پیش خواهند برد (ملکوتی و *همکاران*، ۱۳۸۳). مواد غذایی موجود در کودهای دامی بلافاصله بعد از مصرف برای گیاه قابل دسترس نیستند و باید به‌وسیله تجزیه میکروبی به شکل قابل دسترس تبدیل شوند. در این خصوص پیمنتل (Pimentel, 1993) گزارش نمود که ۵۰ درصد نیتروژن کل کودهای دامی به صورت نیتروژن آلی و ۵۰ درصد به صورت آمونیوم است که در سال اول مصرف، ۴۰ درصد نیتروژن آلی و ۸۰ درصد آمونیوم قابل جذب است و اگر هر سال کود دامی در مزرعه مصرف گردد، سالانه ۷۵ درصد کل نیتروژن برای گیاه قابل استفاده است. به‌طور کلی در سیستم استفاده از کود دامی به علت اثرات باقیمانده سیستم تغذیه متداول، ممکن است مشکلاتی از جمله کاهش عملکرد وجود داشته باشد. بنابراین لازم است چندین سال از تلفیق سیستم تغذیه آلی و متداول استفاده شود تا این‌که شرایط لازم برای کشاورزی ارگانیک فراهم گردد. یافته‌های اراجی و همکاران (Arraji *et al.*, 2001) حاکی از برتری راندمان اقتصادی مصرف کود مرغی درمقایسه با کود گاوی یا کود شیمیایی است؛ آنها نشان دادند که هزینه به‌کارگیری کود مرغی ۳۷٪ هزینه کاربرد کودهای شیمیایی تجاری است، در حالی‌که هزینه کاربرد کود گاوی ۳۶٪ بیشتر از کودهای شیمیایی تجاری است.

مدیریت تلفیقی کود دامی با کود شیمیایی روش مهمی برای افزایش تولید و حفظ باروری خاک است. به عبارت دیگر تلفیق منابع غذایی آلی و غیرآلی برای استفاده کارآمد از منابع کمیاب جهت افزایش و پایداری عملکرد گیاهان زراعی و حاصلخیزی خاک به‌طور گسترده‌ای توصیه شده است (Zublena *et al.*, 1996; Ma *et al.*, 1999). همچنین بورین و سارتوری (Borin and Sartori, 1989) گزارش کردند که راندمان تلفیق کود مرغی با کود شیمیایی در افزایش عملکرد ذرت بیشتر از کود شیمیایی است. در مطالعه شرر و همکاران (Scherer *et al.*, 1991) با تیمار کود مرغی و کود اوره روی کشت ذرت مشخص گردید که با ۴/۴ تن کود مرغی در هکتار، عملکردی برابر ۴/۹ تن دانه در هکتار به‌دست آمد، در حالی‌که تلفیق ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به فرم کود اوره با این تیمار باعث تولید ۸/۸ تن دانه در هکتار گردید. در آزمایش بلاگا و همکاران (Blaga *et al.*, 1989) بالاترین عملکرد ذرت (۶/۴۲ تن در هکتار) در 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. همچنین الشیخ و الزیدانی (Elsheikh and Elzidany, 1997) نتیجه گرفتند که کود مرغی، نیتروژن و گوگرد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و وزن صد دانه باقلا گردید، ولی کیفیت پخت تنها به وسیله کود مرغی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

گزارش سان و بورش (Son and Buresh, 1994) حاکی از آن است که مصرف کود دامی به همراه کود اوره بازیافت نیتروژن و کارایی مصرف آن را بالا می‌برد. نتایج مطالعه تور و بال (Toor and Bahl, 1997) بیانگر آن بود که تلفیق کود

مرغی با کود فسفره باعث می‌شود که راندمان فسفر کودهای شیمیایی افزایش یابد و دوره قابل دسترس بودن فسفر طولانی‌تر شود. جایگزین شدن یون‌های هوموسی به‌جای یون‌های فسفاته‌ای که جذب اکسیدهای آهن و آلومینیم شده‌اند باعث افزایش فسفر قابل دسترس در خاک می‌شود (Damodar Reddy *et al.*, 2000). در مطالعه سه سطح نیتروژن (۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و دو سطح کود گاوی (۵۰ و۱۰۰ تن در هکتار) توسط ما و همکاران (Ma *et al.* 1999) به مدت ۵ سال مشخص گردید که عملکرد دانه ذرت و میزان نیتروژن جذب شده توسط گیاه ذرت 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 کمی بیشتر از بهترین سطح کود شیمیایی (۲۰۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود.

۲- آزادسازی 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 به کار می رود، عامل محدود کننده نیست. تأثیر معنی‌دار کود گاوی بر جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و عملکرد ماده خشک ذرت در پژوهشی توسط شیرانی و همکاران(Shirani *et al.*, 2002) گزارش گردید.

هدف از این تحقیق ارزیابی امکان جایگزینی کود مرغی با کودهای شیمیایی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و دستیابی به کشاورزی پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق 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) اجرا گردید. میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶۲۰ متر و طبق تقسیم‌بندی اقلیمی کوپن دارای آب و هوای معتدل با تابستان بسیار گرم می‌باشد. میانگین درازمدت بارندگی و دمای شبانه روزی هوای منطقه به ترتیب حدود ۶۲۰ میلیمتر و ۱۴/۳ درجه سانتیگراد در سال است که ریزش‌ها عمدتاً در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار صورت می‌گیرد. پیش از کاشت نمونه‌ای مرکب از خاک و کود دامی برداشت شده و تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی بر روی آنها انجام گرفت (جدول ۱ و ۲). آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. و تیمارهای کودی شامل T0: شاهد (عدم مصرف کود شیمیایی و کود مرغی)؛ T1: ۲۰۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب از منبع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم؛ T2: ۸۰ درصد T1 + ۴ تن کود مرغی در هکتار (بر اساس وزن خشک)؛ T3: ۶۰ درصد T1 + ۸ تن کود مرغی در هکتار؛ T4:۴۰ درصد T1 + ۱۲ تن کود مرغی در هکتار؛ T5: ۲۰ درصد T1 + ۱۶ تن کود مرغی در هکتار؛ T6: ۲۰ تن کود مرغی در هکتار مورد بررسی قرار گرفت.

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 ۵۰ سانتیمتر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به‌عنوان حاشیه محسوب گردید. قبل از کاشت مطابق تیمارهای مورد نظر، کود مرغی در سطح کرت‌ها پخش گردید، سپس کود سوپرفسفات تریپل و یک سوم کود اوره نیز در مزرعه پخش گردید، و بلافاصله توسط دیسک و فاروئر کودها با خاک مخلوط شدند. بقیه کود اوره نیز در مرحله ۸ برگی و ۱۲ برگی مصرف گردید. کاشت در نیمه اول خرداد ماه توسط کارگر انجام گرفت. هیبرید مورد استفاده سینگل کراس ۷۰۴ بود. تمامی مراحل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات ذرت طبق برنامه و عرف منطقه انجام شد. در مرحله رسیدگی کامل، تعداد ۱۰بوته بطور تصادفی انتخاب شدند و صفات تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک روی آنها اندازه‌گیری شدند. پس از حذف حاشیه مساحت باقیمانده هر کرت برای برآورد

جدول شماره ۱- برخی خواص فیزیکی و شیمیایی[1] خاک مورد آزمایش

Texture	pH	Bulk Density	EC	O.C	total N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
		gr/cm^3	ds/m	%		mg/kg					
رس سیلتی	۷/۳۹	۱/۶۵	۰/۶۳	۱/۰۷	۰/۱۰۷	۴/۲	۴۰۰	۲/۸۷	۳/۳۳	۰/۲۴	۰/۳

۱- شکل قابل جذب عناصر غذایی به‌جز نیتروژن اندازه‌گیری شد.

جدول شماره ۲- برخی خواص شیمیایی[1] کود مرغی مورد استفاده

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

۱- شکل قابل جذب عناصر غذایی به‌جز نیتروژن اندازه‌گیری شد.

عملکرد نهایی دانه مورد استفاده قرار گرفت. بعد از برداشت از هر کرت ۶ نمونه به فاصله ۱ متر و از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری حد فاصل بین دو بوته روی پشته تهیه و پس از مخلوط کردن نمونه‌ها با هم، یک نمونه مرکب به دست آمد. سپس نمونه‌ها در هوای آزمایشگاه خشک شده و در هاون کوبیده شدند، بعد توسط الک استیل ۲ میلیمتری غربال شده و در ظروف پلاستیکی برای تجزیه ذخیره شدند. pH (با روش تهیه گل اشباع و توسط دستگاه pH سنج)، هدایت الکتریکی (با روش تهیه عصاره گل اشباع و توسط دستگاه هدایت الکتریکی سنج)، میزان فسفر قابل دسترس (با روش السن و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر)، نیتروژن کل (با روش هضم، تقطیر و تیتراسیون و توسط دستگاه کجلدال)، پتاسیم قابل استخراج (با روش عصاره‌گیری و توسط دستگاه فلیم فتومتر) و درصد ماده آلی (با روش والکلی و بلاک) نمونه‌های خاک در آزمایشگاه تعیین گردید (احیایی، ۱۳۷۶).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SAS (SAS Institute, 1992) انجام شد و در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی برای تفکیک میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) استفاده گردید.

خصوصیات شیمیایی خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تیمارهای کودی بر هدایت الکتریکی،pH و ماده آلی خاک تأثیر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۳). بالاترین و پایین‌ترین هدایت الکتریکی به ترتیب مربوط به تیمار T4 و T0 و اختلاف تیمار T4 با تیمارهای T0، T1 و T2 معنی‌دار بود (جدول ۴). املاح

جدول شماره ۳- جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)									
		هدایت الکتریکی	pH	ماده آلی	نیتروژن کل	فسفر قابل دسترس	پتاسیم قابل جذب	دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
تکرار	۳	۱/۳۳	۰/۰۰۷*	۰/۰۵۵**	۰/۰۰۰۰۷	۴۹/۶	۱۷۷۹/۴*	۲۳۷۹**	۲۱۵۷/۵	۷/۹۷	۳/۳۴**
تیمار	٦	۰/۶۹**	۰/۰۰۸**	۰/۰۳۷**	۰/۰۰۰۱۳**	۶۱/۶۹*	۲۴۲۱/۳*	۸۲۹۹**	۲۶۷۳**	۲۵/۹۱**	۷/۰۲**
خطا	۱۸	۰/۱۷۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸۷	۰/۰۰۰۰۳	۱۶/۳۵	۸۵۲/۵	۱۰۳۵	۱۵۷/۵	۳/۱۲	۰/۲۲۹
C.V%		۱۷/۰۵	۰/۵۵	۶/۶۶	۶/۱	۲۶/۱	۱۰/۵۳	۵/۰۶	۵/۰۶	۸/۶۳	۴/۸۶

*معنی‌دار در سطح ۵٪ **معنی‌دار در سطح ۱٪

موجود در کود مرغی مورد استفاده (EC= ۸/۸) موجب افزایش میزان املاح خاک شده است به همین علت تیمارهایی که کود مرغی بیشتری دریافت کردند دارای هدایت الکتریکی بالاتری بودند. در مطالعه چانگ و همکاران (Chang *et al.*, 1990) نیز با افزایش میزان مصرف کود دامی pH خاک کاهش ولی هدایت الکتریکی آن افزایش یافت. بالاترین میزان pH مربوط به تیمار شاهد بود که تفاوت آن با تیمار T1 ، T2 وT3 معنی‌دار نبود ولی با تیمار T5،T4 و T6 معنی‌دار بود. همچنین کمترین میزان pH نیز در تیمار T4 به‌دست آمد (جدول ۴). با توجه به این‌که pH خاک قبل از آزمایش ۷/۳۹ بود پس از کشت، میزان آن در کلیه تیمارها به علت املاح موجود در آب آبیاری افزایش یافت. در تیمارهایی که کود دامی بیشتری استفاده شد به علت پایین بودن pH اولیه کود مرغی و آزادسازی اسیدهای آلی در اثر تجزیه میکروبی آن میـــان افزایش pH کمـــتر از سایر تیمارها بود. این نتایج با اظهارات ونگ و همکاران (Wong *et al.*, 1999) همخوانی دارد.

برتری ماده آلی خاک در سیستم تغذیه آلی، تلفیقی و شیمیایی نسبت به شاهد به ترتیب ۲۱/۲٪، ۱۶/۸٪ و ۸/۴٪ بود (جدول۴). هر چه تغذیه کود دامی در سیستم خاک بیشتر شود، میزان ماده آلی آن نیز افزایش می‌یابد. گزارش پژوهشگران دیگر (Laegreid *et al.*, 1997; Shirani *et al.*, 2002) نیز مؤید این نتایج است.

ترکیب کودی بر عناصر غذایی پرمصرف تأثیر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۳). به‌طوری‌که در سیستم تغذیه آلی (T6) بالاترین میزان نیتروژن کل و پتاسیم قابل جذب وجود داشت، ولیکن بالاترین میزان فسفر قابل دسترس خاک با تیمار تلفیقی (T4) حاصل شد (جدول ۴). با افزایش نسبت مصرف کود مرغی در کلیه تیمارها بجز T2 مقدار نیتروژن کل خاک افزایش یافت، عامل این افزایش وجود ۴ درصد نیتروژن کل در کود مرغی مصرفی است (جدول ۲). در آزمایش بگوم و همکاران (Begum *et al.*, 2001) با افزایش نسبت کود مرغی در تلفیق با کود شیمیایی مقدار نیتروژن

کل، پتاسیم قابل استخراج، فسفر قابل دسترس و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت.

در میان تیمارهای مختلف بعد از شاهد، کمترین مقدار فسفر قابل دسترس خاک به سیستم تغذیه شیمیایی اختصاص داشت و اختلاف این تیمار با T4،T0و T5 معنی‌دار بود (جدول ۴). از آنجا که در سیستم تلفیقی و آلی مقدار قابل توجهی فسفر از طریق کود دامی به خاک اضافه شده است، علاوه بر این اسیدها و CO_2 حاصل از تجزیه کود مرغی نیز باعث آزاد سازی فسفر موجود در خاک و مانع تثبیت این عنصر در خاک می‌شوند (Toor and Bahl, 1997)، لذا در این تیمارها نه تنها نیاز گیاه به فسفر تأمین شده بلکه به موجودی خاک نیز افزوده شده است. به نظر می‌رسد فراوانی شرایط مذکور در تیمار T6 منجر به تحرک فسفر به زیر عمق ۳۰ سانتیمتر گردیده است، در نتیجه فسفر باقیمانده در خاک تیمار T6 بطور غیر معنی‌داری کمتر از تیمارهای تلفیقی بود.

در کلیه سیستم‌ها به استثنای T6 مقدار پتاسیم باقیمانده در خاک بعد از برداشت کمتر از قبل از کاشت بود. به عبارت دیگر فقط در سیستم تغذیه آلی بیلان پتاسیم صفر بود و در سایر تیمارها بیلان منفی بود. وجود ۲/۱۴ درصد پتاسیم قابل جذب در کود مرغی مصرفی موجب تأمین نیاز گیاه شده است. بنابراین هرچه نسبت کود مرغی در تلفیق زیادتر گردد، مقدار پتاسیم خاک نیز بیشتر خواهد شد (Begum *et al.*, 2001). کمترین مقدار پتاسیم باقیمانده بعد از تیمار T2 و T3 مربوط به تیمار تغذیه شیمیایی بود. عملکرد بالاتر این تیمارها در مقایسه با شاهد سبب خروج پتاسیم بیشتری از خاک شده است (جدول ۵).

عملکرد بیولوژیک

نتایج به دست آمده نشان داد میانگین عملکرد بیولوژیک در سیستم های مختلف تغذیه‌ای تفاوت معنی‌داری داشت و بیشترین میزان ماده خشک تولیدی (۲۳/۳۲ تن در هکتار) مربوط به تیمار T5 بود که اختلاف آن با T1 و T6 به ترتیب ۳/۴۵ و ۲/۹۹ تن در هکتار بود (جدول۵).

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 به‌شکل مطلوبی تأمین شده باشد، میزان عملکرد بیولوژیک آن نیز بالاتر است. این نتیجه با یافته‌های شیرانی و همکاران (Shirani *et al.*, 2002) مطابقت داشت.

عملکرد دانه

نتایج نشان می‌دهد که نسبت‌های مختلف کود مرغی ـ شیمیایی بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). به‌طوری‌که 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٪ بیشتر بود؛ در حالی‌که میزان افزایش سیستم تغذیه شیمیایی (T1) و آلی (T6) نسبت به شاهد به ترتیب ۴۱٪ و ۴۴٪ بود (جدول ۵).

زوبلنا و همکاران (Zublena *et al.*, 1996) نتیجه گرفتند که در طی فصل رشد ذرت ۶۰ ٪ نیتروژن کل کود دامی به صورت نیتروژن قابل جذب در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، همچنین ضریب دسترسی فسفر و پتاسیم نیز ۰/۸ است، بنابراین با مصرف ۲۰ تن کود مرغی در هکتار میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب گیاه که در خاک اضافه می‌گردد به ترتیب حدود۵۰۰، ۱۹۸ و ۳۴۲ کیلوگرم خواهد بود. تأثیر آمیختن کود دامی با خاک بر افزایش معدنی شدن نیتروژن و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه توسط ایوانیلو (Evanylo, 2000) و چستین و همکاران (Chastain *et al.*, 2001) گزارش شده است. در سیستم تغذیه شیمیایی همه فسفر و پتاسیم و بخشی از نیتروژن مورد

جدول شماره ۴- مقایسه برخی خصوصیات شیمیایی خاک سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای[۱]

سیستم تغذیه ای	هدایت الکتریکی (ds/m)	پی اچ	ماده آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل دسترس (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۳۳۱/۸b	۳/۴۳c	۰/۱۰۴e	۱/۷۹d	۷/۷۳a	۱/۰۴c	شاهد(T0)*
۳۲۳/۸b	۸/۸۸b	۰/۱۱۲cd	۱/۹۴bc	۷/۶۹ab	۲/۱۰b	شیمیایی(T1)
۳۲۶/۵b	۱۱/۵۸ab	۰/۱۱۱de	۱/۹۱cd	۷/۷۱a	۲/۱۲b	تلفیقی(T2)
۳۲۷/۵b	۱۱/۶۵ab	۰/۱۱۳bcd	۲/۰۴bc	۷/۶۹ab	۲/۵۲ab	تلفیقی(T3)
۳۷۶/۲a	۱۴/۰۲a	۰/۱۲abc	۱/۹۲ab	۷/۵۸c	۲/۹۸a	تلفیقی(T4)
۳۸۶/۲a	۱۳/۹۷a	۰/۱۲۱ab	۲/۰۹a	۷/۶۳bc	۲/۶۳ab	تلفیقی(T5)
۳۹۹ a	۱۰/۶ab	۰/۱۲۶a	۲/۱۷a	۷/۶۳bc	۲/۶۶ab	آلی(T6)
۴۴/۳	۳/۸۴	۰/۰۰۸	۰/۱۶	۰/۰۶۲	۰/۷۰	LSD 5%

۱- در هر ستون تفاوت دو میانگین که حرف مشترک دارند در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نیست.

* 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

جدول شماره ۵ - مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای[۱]

سیستم تغذیه ای	عملکرد بیولوژیک (ton/ha)	عملکرد دانه (ton/ha)	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه (gr)	افزایش عملکرد نسبت به شاهد(%)
شاهد(T0)*	۱۵/۲۶c	۷/۰۳e	۵۴۰/۴c	۱۹۵d	
شیمیایی(T1)	۱۹/۸۷b	۹/۹۱cd	۶۴۸/۷ab	۲۴۰c	۴۰/۹۷
تلفیقی(T2)	۲۱/۳ab	۱۰/۵abc	۶۵۱/۷ab	۲۵۰bc	۴۹/۳۵
تلفیقی(T3)	۲۱/۳۵ab	۹/۷۲d	۶۴۸/۵b	۲۵۷abc	۳۸/۲۶
تلفیقی(T4)	۲۱/۷۹ab	۱۰/۷۶ab	۶۴۷b	۲۶۱ab	۵۰/۰۶
تلفیقی(T5)	۲۳/۳۲a	۱۰/۹۶a	۶۸۶/۸a	۲۷۲a	۵۵/۹
آلی(T6)	۲۰/۳۳b	۱۰/۱bcd	۶۳۰/۳b	۲۶۳ab	۴۳/۶۷
LSD 5%	۲/۴	۰/۷۸	۳۸/۳	۱۷/۳	

۱- در هر ستون تفاوت دو میانگین که حرف مشترک دارند در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نیست.

* 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

نیاز در مرحله کاشت و باقیمانده نیتروژن طی دو مرحله مصرف گردید که احتمالاً در اثر رشد گیاه و همچنین آب‌شویی غلظت این عناصر بخصوص نیتروژن در محیط کاسته شده و در نتیجه نیاز گیاه به‌طور کامل تأمین نشده است. ولی در سیستم تغذیه آلی در طی دوره رشد، عناصر غذایی در اثر معدنی شدن کود دامی به‌تدریج آزاد شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرند. با این حال به نظر می‌رسد 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 دامی پررنگ‌تر شود. به عبارت دیگر در سیستم تلفیقی نقش کود شیمیایی جبران نیتروژن ربایی باکتری‌ها در اوایل دوره رشد و در نتیجه تسریع تجزیه میکروبی کود مرغی و در نهایت فراهمی مواد غذایی است. این یافته‌ها با نتایج تحقیقات شرر و *همکاران* (Scherer *et al.*, 1991) و بلاگا و *همکاران* (Blaga *et al.*, 1989) در گیاه ذرت و چاتا و *همکاران* (Chatha *et al.*, 2002) در گندم همخوانی داشت.

دانه در بلال

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) تفاوت میانگین دانه در بلال در سیستم تغذیه‌ای معنی‌دار بود. بیشترین تعداد دانه در بلال (۶۸۶/۸) مربوط به تیمار T5 بود که اختلاف آن با T1 و T2 غیر معنی‌دار و با سایر تیمارها معنی‌دار بود (جدول ۵). این نتایج حاکی از آن است که در زمان تشکیل دانه‌ها وضعیت دستیابی گیاه به مواد غذایی در کلیه تیمارها به استثنای شاهد تقریباً متعادل بوده است. با این وجود در این مرحله میزان تعادل غذایی در سیستم تغذیه تلفیقی و حتی شیمیایی بر سیستم تغذیه آلی برتری داشت که احتمالاً این تفاوت به سرعت معدنی شدن کود مرغی ارتباط دارد و به‌نظر می‌رسد تا مرحله گرده افشانی جذب نیتروژن توسط گیاه در تیمار T6 کمتر از سایر تیمارها است. ما و *همکاران* (Ma *et al.* 1999) نیز اعلام کردند که جذب نیتروژن توسط گیاه بعد از گرده افشانی در شرایط مصرف کود دامی برابر و یا کمی بیشتر از بهترین سطح کود شیمیایی بود. مارشنر (Marschener, 1995) نیز اظهار داشت که در اثر مصرف متعادل عناصر غذایی و اثرات آنها با یکدیگر تعداد دانه و وزن هزار دانه و درنتیجه عملکرد افزایش یافته است.

وزن هزار دانه

سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای تأثیر کاملاً معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که با کاهش نسبت کود مرغی در تغذیه گیاه وزن دانه نیز نقصان یافته است. به گونه‌ای که وزن هزار دانه در تیمار T1 به‌جز شاهد کمترین مقدار (۲۴۰ گرم) بود و تفاوت میانگین این تیمار با سایر تیمارها به استثنای T2 معنی‌دار بود. همچنین بیشترین میانگین وزن هزار دانه با تیمار T5 به‌دست آمد. هنگامی‌که نسبت کود مرغی در سیستم تغذیه تلفیقی افزایش یافت، ابتدا وزن دانه به‌طور غیرمعنی‌داری زیاد شد و در نهایت افزایش وزن دانه در تیمار T5 به معنی‌دار شدن اختلاف این تیمار با تیمار T0، T1 و T2 منجر گردید (جدول ۵). آزادسازی عناصر غذایی از کود مرغی در مرحله پرشدن دانه موجب افزایش وزن دانه شده است و در تیمارهایی که کود مرغی بیشتری مصرف شده این اثربخشی نیز زیادتر بوده است. تلفیق کود مرغی با شیمیایی موجب افزایش کارایی و طول دوره قابل دسترس بودن عناصر غذایی می‌شود (Toor and Bahl, 1997). الشیخ و الزیدانی (Elsheikh and Elzidany, 1997) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی چنین استنتاج می‌شود که مصرف کود مرغی به تنهایی و یا در ترکیب با کودهای شیمیایی باعث بهبود قابل ملاحظه خصوصیات شیمیایی خاک به‌خصوص ماده آلی و عناصر غذایی آن می‌گردد. در سیستم تغذیه شیمیایی عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن در مرحله رشد رویشی مصرف

شده و در مراحل بعدی فراهمی آنها برای گیاه به تدریج کاهش می‌یابد. در سیستم تغذیه آلی مواد غذایی مورد نیاز گیاه باید در اثر معدنی شدن کود فراهم شود، که به نظر می‌رسد به‌علت عدم توسعه ریشه‌ها و سرعت کم معدنی‌شدن 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 باعث فراهمی عناصر غذایی تا مراحل نهایی رشد گیاه می‌گردد و در نتیجه عملکرد گیاه را به بالاترین سطح رسانیده است.

منابع

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

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (۱۳۸۳). *اهم رئوس لایحه برنامه چهارم توسعه*. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. تهران، ایران

علی احیایی، م (۱۳۷۶). *شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. جلد دوم*، نشریه فنی شماره ۱۰۲۴، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

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

ملکوتی ، م. ج. و م. ن. غیبی (۱۳۸۲). *اصول تغذیه ذرت، بهینه‌سازی مصرف کود گامی به سوی خودکفایی در تولید ذرت در کشور* (مجموعه مقالات)، انتشارات سنا.

Araji, A. A., Z. O. Abdo and P. Joyce (2001). Efficient use of animal manure on cropland. *Economic Analysis*. 79:179-191.

Begum, S., M. M. Rahman, M. J. Abedin Mian, M. R. Islam and M. Uddin (2001). Effect of nitrogen supplied from manure and fertilizer on the growth, yield and nutrient uptake of rice. *Journal of Biological Science*. 1 (8): 708-710.

Blaga, G., V. Miclaus, S. Nastea, G. Rauta, V. Bunescu, M., Dumitru, L. Blaga and T. Lechintan (1989). Investigation on the effect of organic and mineral fertlizers on yield of maize and oats grown on sterile waste dumps (anthropic prostosol) at the Capus opencast mining site, Gluj district. Buletinul Institutului Agronomic Cluj Napoca. *Seria Agricultura*. 43:5-9.

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.

Chang, C., T. G. Sommerfeldt and T. Entz (1990). Rates of soil chemical changes with eleven annual application of cattle feedlot manure. *Journal of Environment and Quality*. 20: 475-480.

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, November 2001.

Chatha, T. H., R. Hayat and I. Latif (2002). Influence of sewage sludge and organic manures application on wheat yield and heavy metal availability. *American Journal of Plant Science*. 1(2): 79-81.

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. *Bioresource Technology*. 75:113-118.

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 for Human Nutrition*. 51:137-144.

Evanylo, G. K (2000). Organic Nitrogen Decay Rates. In: Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture (NRAES-130). Pp. 319-333. Natural Resource, *Agriculture, and Engineering Service, Cooperative Extension,* 152 Riley-Robb Hall, Ithaca, NY, 14853-5701.

تقدیر و تشکر

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.

Laegreid, M., O. C. Bockman and O. Kararatad (1999). *Agriculture, fertilizers and the environment.* Norsk Hydro ASA.

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. *Journal of Agronomy.* 91:1003-1009.

Marschener, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic press. Ny. USA.889.

Pimentel, D. (1993). Economics and energies of organic and Conventional Farming. *Journal of Agriculture and Environment Ethics.* 6: 53-60.

SAS Institute (1992). *SAS User's Guide: Statistics. Version 6 ed.* SAS Inst., Cary. NC. USA.

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.

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 and Tillage Research.* 68:101-108.

Soane, B. D (1990). The role of organic matter in soil compactibility: A review of some partical aspects. *Soil and Tillage Research.* 16:179-201.

Son, T. T. and R. J. Buresh (1994). Nitrogen utilization by lowland rice as affected by fertilization with urea and green manure. *Fertilizer Research.* 40:215-22

Toor, G. S. and G. S. Bahl (1997). Effect of solitary and integrated use of poultry manure and fertilizer phosphorus on the dynamics of P availability in different soils. *Bioresource Technology.* 62: 25-28.

Zublena, J. P., J. C. Barker and T. A. Carter (1996). *Poultry manure as a fertilizer source.* Nourth Carolina Cooperative Extension. AG 439-5.

Wong, J. W. C., K. K. Ma, K.M. Fang and C. Cheung (1999). Utilization of a manure compost for organic farming in Hong kong. *Bioresource Technology.* 67:43-46.