ارزیابی مقایسه‌ایی تیمار کود مرغی و شیمیایی بر غلظت عناصر غذایی و کیفیت دانه برنج (*Oryza sativa* L.)

مصطفی صالحی فر و منصور افشار محمدیان*

ایران، رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف در برنج رقم هاشمی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. تیمارهای کودی مورد استفاده شامل تیمار کود شیمیایی، کود مرغی و شاهد بود. کود مرغی در یک مرحله و قبل از کاشت و کودهای شیمیایی در دومرحله (۵۰ درصد قبل از کاشت و ۵۰ درصد یک هفته قبل از پنجه زنی) به زمین اضافه شد. نتایج نشان داد که تیمار کودی بر همه صفات اندازه‌گیری شده، اثر معنی داری داشت. به طوری که تیمار کودی بر درصد آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینه شدن و قوام ژل اثر معنی‌داری نشان داد. بیشترین درصد آمیلوز از تیمار کود شیمیایی به دست آمد که با تیمار کود مرغی اختلاف معنی داری را نشان داد. همچنین، بیشترین مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و مس در دانه تحت تیمار کود شیمیایی بدست آمد که با تیمار کود مرغی اختلاف معنی داری داشت، البته بیشترین میزان روی در دانه تیمار کود مرغی وجود داشت. بعلاوه، بیشترین عملکرد دانه به میزان ۶۶۲۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد. اما، بیشترین عملکرد کاه و کلش به میزان ۵۹۷۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار کود مرغی بدست آمد. البته اختلاف بین مقدار عملکرد دانه و نیز کاه و کلش بین تیمار کود مرغی و کود شیمیایی معنی‌دار نبود. در مجموع، گرچه کود شیمیایی در اکثر صفات اندازه‌گیری شده، بیشتر از کود مرغی بود، ولی غالبا اختلاف معنی داری با کود مرغی نداشت. لذا کود مرغی می‌تواند به عنوان یک جایگزین بی‌خطر برای محیط زیست و یا یک مکمل مطمئن برای کود شیمیایی در زراعت برنج باشد.

واژه های کلیدی: آمیلوز، کمیت، کیفیت، عناصر، کود شیمیایی، کودمرغی، عملکرد دانه

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۳۲۳۶۷۹ ، پست الکترونیکی: afshar@guilan.ac.ir

مقدمه

برنج یکی از مهمترین غلات در کشورهای درحال توسعه بوده و غذای بیش از ۳ میلیارد نفر یا به‌عبارت دیگر نصف مردم جهان را تأمین می‌کند (۱۹). باتوجه به گسترش کشاورزی، کودهای شیمیایی بیشتری به کار گرفته می شود که منجر به تغییر کیفیت خاک و اثرات مخرب زیست محیطی شده است. نیاز به استفاده از فرم‌های تجدید پذیر انرژی و کاهش هزینه‌های کوددهی گیاهان زراعی، استفاده از کودهای آلی از جمله کودهای حیوانی را اجتناب‌ناپذیر کرده است (۱۶). امروزه یکی از روش های مناسب کشاورزی جدید، برای جلوگیری از مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و حل مشکلات ناشی از آلودگی محیط زیست، علاوه بر زمان مناسب مصرف کود، بکارگیری کودهای آلی به صورت تلفیق با کودهای شیمیایی است (۳). تحقیقات نیز نشان داده که کودهای آلی یکی از مهمترین کودها در کشاورزی می‌باشند و منجر به افزایش عملکرد محصولات زراعی می‌شوند (۱۶).

محققین نشان دادند که کودهای آلی روی جذب عناصر

غذایی، بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش اتلاف کود، اثر مثبت و معنی‌داری دارند (۲۵). اطلاعات در مورد مقایسه نسبی کودهای آلی و غیرآلی در بهبود عملکرد و خصوصیات خاک مزرعه در آزمایش های دراز مدت به ویژه در مناطقی با کشت متراکم برنج و استفاده از شخم-های سنگین محدود است (۲۳). به دلیل معدنی‌شدن سریعتر کودمرغی نسبت به سایر کودهای آلی، این کود به عنوان منبع با ارزشی برای تغذیه گیاهان می باشد (۱۰). محققین گزارش کردند که استفاده از کود مرغی به جای کود شیمیایی اقتصادی بوده و از آنجاییکه کود مرغی سرشار از نیتروژن، فسفر و ماده‌آلی می‌باشد، اثرات مثبتی بر تولید داشته و نیز خواص فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد (۱۱). همچنین گزارش شده که معدنی شدن مداوم عناصر غذایی در کود مرغی، سبب فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در طول دوره رشد می باشد (۲۵). علاوه بر این، پژوهشگران بیان نمودند که افزایش محصول حاصل از مصرف کودهای آلی به دلیل افزایش جذب عناصر ممکن است در اثر پایداری خاکدانه‌ها در ناحیه ریزوسفر و تحریک میکروب‌های مفید خاک باشد که می‌تواند افزایش تولید را سبب شود (۲۵).

نوع منبع و میزان نیتروژن در محلول غذایی یکی از مهمترین عوامل تغذیه ای است که رشد گیاه را از جنبه های مختلف تحت تأثیر قرار می دهد (۱). نیتروژن یک عامل کلیدی برای دستیابی به عملکرد مطلوب در غلات است. مصرف کودهای نیتروژنه در چند دهه گذشته به دلیل کارآیی بسیار نیتروژن در افزایش عملکرد، ارزانی نسبی کودهای مزبور و دسترسی بیشتر کشاورزان به آن‌ها افزایش قابل توجهی داشته است. کودهای نیتروژنه عمدتا به دو گروه آلی و شیمیایی تقسیم می شوند. نیترات آمونیم (۲۵ درصد نیتروژن خالص)، اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) و سولفات آمونیم (۲۱ درصد نیتروژن خالص) از مهمترین انواع کودهای شیمیایی نیتروژنه متداول می باشند. میزان دسترسی به عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان تحت تاثیر نوع خاک، شرایط آب و هوایی، گونه و رقم گیاهی می‌باشد (۲). کود مرغی در وحله اول از نظر مقدار نیتروژن مورد توجه می باشد. یک سوم نیتروژن موجود در کود مرغی به صورت آمونیم می باشد. مصرف کود مرغی، غلظت عناصر غذایی پر مصرف غده سیب زمینی را افزایش می‌دهد (۲۵). نیتروژن موجود در ساقه و برگ ها در زمان رسیدگی به دانه ها انتقال می‌یابند و در نتیجه میزان نیتروژن در هنگام برداشت در دانه بیشتر از برگ های گیاه برنج می باشد (۱۷). نیاز به مواد مغذی با افزایش عملکرد دانه ارتباط مستقیمی دارد (۲۲). Qiao-gang و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که ارتباط مستقیم و خطی مثبت بین تجمع نیتروژن، پتاسیم و فسفر با عملکرد گیاه وجود دارد (۱۷). همچنین آن‌ها نشان دادند که افزایش مقدار نیتروژن می-تواند سبب بهبود جذب فسفر و پتاسیم در دانه گیاه برنج شود که به دلیل افزایش قدرت ریشه در جذب عناصر می‌باشد.

بیشتر غلات با کمبود عناصر ریزمغذی مواجه هستند (۱۱). کاهش غلظت عناصر کم مصرف در غلات منجر به کاهش جذب آن توسط انسان شده و در نتیجه منجر به بروز بیماری‌های مختلف و در نتیجه پایین‌آمدن سطح بهداشت و سلامت جامعه می‌شود (۴). کودهای آلی می‌توانند قابلیت جذب عناصر کم مصرف مثل آهن را در خاک افزایش دهند (۱۱). محققین دریافتند که افزایش ماده آلی خاک از طریق اضافه کردن بقایای گیاهی به خاک، منجر به افزایش جذب عناصر آهن روی و مس در دانه برنج می-شود (۱۲). برخی از محققین گزارش نمودند که استفاده از کود مرغی به میزان ۲۰ تن در هکتار سبب افزایش مقدار آهن روی و مس به ترتیب به میزان ۰/۹۱۲، ۶/۰۶۷ و ۱/۵۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ذرت شد (۱۰).

کاربرد کودهای آلی همراه با کودهای شیمیایی، عملکرد و بهره‌وری نیتروژن در برنج را افزایش می دهد، در نتیجه با کاهش مصرف کودهای شیمیایی، خطر آلودگی محیط

زیست نیز کاهش می یابد و حاصلخیزی خاک نیز افزایش می یابد (۱۶). Mi و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که بیشترین عملکرد برنج از ترکیب کود شیمیایی به همراه کود دامی و به میزان ۱۷/۸ مگاگرم در هکتار می‌باشد. کیفیت غذایی با پخت دانه برنج و بهبود آن یکی از اهداف بسیار مهم به‌نژادی و یکی از عوامل تأثیرگذار در معرفی و پذیرش و گسترش سطح زیر کشت ارقام جدید می‌باشد (۱۸). مقدار آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل از عوامل تعیین کننده کیفیت پخت هستند که به روش های شیمیایی ارزیابی می‌شوند که از بین آن‌ها مقدار آمیلوز از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۱۸).

با توجه به آلودگی و تخریب محیط زیست حاصل از استفاده مستمر کودهای شیمیایی، هدف از این تحقیق، بررسی مقایسه‌ایی اثرات کود شیمیایی با کودمرغی بود تا در صورت امکان رقابت کود آلی با کودهای شیمیایی در زراعت برنج، کود آلی جایگزین کودهای شیمیایی شده و از تخریب محیط زیست کاسته شود. حتی استفاده از کود-های آلی به صورت مکمل نیز می‌تواند تا حدود زیادی از میزان این تخریب بکاهد و سبب بهبودی بافت و حاصلخیزی خاک شود.

مواد و روشها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت در سال زراعی ۱۳۹۶ (اردیبهشت لغایت شهریور) انجام شد. در تاریخ ۲۵ اردیبهشت نشای برنج انجام شد و ۲۵ مرداد، گیاه برنج برداشت شد. وجین علف‌های هرز به صورت دستی و در دو مرحله انجام شد. از زمان نشاء کاری تا زمان خوشه‌دهی، آب در مزرعه به ارتفاع تقریبی ۵ سانتی‌متر روی خاک وجود داشت. آزمایش شامل سه تیمار کودی (T1=بدون کود، T2=کودمرغی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هر کرت و T3= کود شیمیایی به میزان توصیه شده موسسه تحقیقات برنج کشور (بر اساس نتایج آزمایش خاک، کود نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، ۴۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم کوددهی شد) بود. کرت‌های آزمایش هر کدام ۳×۵ متر بودند. در این آزمایش، رقم هاشمی برنج مورد استفاده قرار گرفت. سه نمونه از خاک مزرعه آزمایشی، قبل از کشت تهیه و به آزمایشگاه خاک موسسه تحقیات برنج کشور ارسال شد که نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است. همچنین سه نمونه از کود مرغی پودر شده مورد استفاده در این آزمایش تهیه شد و به آزمایشگاه خاک موسسه تحقیقات برنج ارسال شد که نتایج تجزیه در جدول ۲ آمده است.

بذرهای تهیه شده از موسسه تحقیقات برنج کشور، پس از ضدعفونی شدن با هیپوکلریدسدیم ۲ درصد، به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد جوانه‌دار شدند. بذور جوانه‌دار شده به جعبه‌های نشاء منتقل و۲۰ روز نگهداری شدند. سپس نشاءهای جوان در زمین زراعی با فاصله کشت ۲۵×۲۵ سانتی متر کشت شدند. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل: عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، زیست توده کل و عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس در دانه و ساقه، درصد برنج سالم و دانه گچی، راندمان تبدیل، درصد آمیلور دانه، قوام ژل و درجه حرارت ژلاتینه شدن بودند.

برای محاسبه عملکرد دانه، ۴ مترمربع از وسط هر کرت درو شد و بعد از ۵ روز آفتاب خشک کردن، گیاهان حاوی دانه برنج به آزمایشگاه انتقال یافت و عملکرد تیمارهای مختلف و کنترل، با رطوبت ۱۴ درصد (رطوبت توسط دستگاه رطوب سنج غلات مدل GMK-303 اندازه گیری شد) در مقیاس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. مقدار کاه و کلش نیز بعد از خشک شدن در آون (۷۲ ساعت در ۷۰ درجه سلسیوس)، اندازه گیری و با مقیاس کیلوگرم در

هکتار محاسبه شد.

جدول۱- تجزیه خاک مزرعه آزمایشی

بافت خاک Soil tissue	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (mEq/Kg)	رس Clay %	سیلت Silt %	شن Sand %	پتاسیم قابل جذب K(ava) ppm	فسفر قابل جذب P(ava) ppm	ازت کل Total N %	کربن آلی %O.C	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	نمونه خاک Soil sample
Sic=sicl	25.63	40	48	12	185	37.1	0.17	0.93	6.94	1.93	

جدول ۲- نتیجه تجزیه کود مرغی مورد استفاده در آزمایش

نمونه کود مرغی Chicken manure sample	pH	EC 1:5 (ds/m)	کربن آلی %O.C	P_2O_5 %	N%	K_2O %
	9.05	8.47	38	4.9	2.9	1.15

غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس با استفاده از روش خشک سوزانی انجام شد. فسفر به صورت رنگ سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر (۲۰)، آهن، مس و روی توسط دستگاه جذب اتمی (۲۰) و پتاسیم به وسیله دستگاه فلیم فتومتر و به روش نشر شعله-ایی (۲۵) و نیتروژن موجود نیز از روش تیتراسیون بعد از تقطیر در دستگاه کجلدال (۲۵) اندازه گیری شد. برای محاسبه میزان جذب هر عنصر، مقدار جذب شده در دانه و یا ساقه با توجه به عملکرد دانه یا کاه کلش محاسبه شد.

برای سنجش آمیلوز از روش جولیانو (۱۹۸۵) با استفاده از روش کالرومتریک در طول موج ۶۲۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل CECIL3000) با تشکیل کمپلکس ید- نشاسته انجام شد. از هر رقم شش دانه کامل و بدون شکستگی انتخاب و در دو تکرار در ظرف‌هایی قرار داده شدند. دو رقم شاهد با نمره ژلاتینی مشخص (سپیدرود با درجه حرارتی ژلاتینی شدن هفت و خزر با درجه حرارتی ژلاتینی شدن ۴/۵) در هر آزمون در نظر گرفته شد. ۱۲ میلی‌لیتر پتاس ۱/۷ درصد به هرکدام از نمونه‌ها اضافه و سپس داخل آون با دمای ۳۲ درجه سانتیگراد به مدت ۲۳ ساعت قرار داده شدند. محدوده نمره دهی برای نمونه‌ها از ۱ تا ۷ بود. در هنگـام ارایه گـزارش اعداد ۱-۳ نشان دهنده درجه حرارت ژلاتینی بـالا، اعداد ۴-۵ متوسط و اعداد ۶-۷ پایین معرفی شدند. برای تعیین درجه حرارت ژلاتینی شدن از روش لیتل و همکاران (۱۳) به روش هیدروکسید پتاسیم و برای تعیین قوام ژل از روش کاگامپانگ (۳) استفاده شد. در این روش نخست تمام نمونه‌ها تحت شرایط یکسان در اتاقی به مدت دو روز نگهداری شدند تا رطوبت نمونه‌های مورد آزمون متعادل شد. حمام آب جوش را روشن کرده تا کامل به جوش آید. ۱۲۲ میلیگرم از آرد مربوط به نمونه‌های استاندارد و نمونه‌های مورد آزمایش با رطوبت ۱۲ درصد، داخل لوله‌های آزمایش ۱۳×۱۲۲ میلیمتری وزن شدند. نمونه‌هایی با قوام ژل نرم، متوسط و سخت به عنوان شاهد یا استاندارد در کنار نمونه‌های مورد آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفتند. استانداردهای مورد استفاده شامل علی کاظمی با قوام ژل نرم، خزر با قوام ژل متوسط و سپیدرود با قوام ژل سخت بودند. بـا استفاده از دیسپنسر یک میلی‌لیتری، ۲۲۲ میکرولیتر از برموتیمول ۲/۲۲۵ در اتانول ۹۵ درصد را به هر یک از لوله‌های آزمایش اضافه کرده و با ورتکس به خوبی هم زده شد. با استفاده از دیسپنسر پنج میلی‌لیتری دو میلی‌لیتر پتاس ۲ درصد نرمال به لوله‌های آزمایش حاوی نمونه اضافه کرده و با ورتکس به خوبی هم زده شد. نمونه‌ها را در یک ظرف استیل ویژه لوله‌های آزمایش گذاشته و در حمام آب جوش که به شدت میجوشید به مدت هشت دقیقه قرار داده شد. پس از برداشتن از حمام

آب جوش، نمونه‌ها به مدت پنج دقیقه در دمای اتاق خنک شدند. لوله‌های آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب یخ قرار داده شدند. سپس بـه طور افقی روی جعبه‌ای حـاوی کاغذ میلیمتری، میزان حرکت ژل پس از یک ساعت ثبت شد.

برای اندازه‌گیری خصوصیات تبدیل، از محصول هر کرت به مقدار ۱۵۰ گرم نمونه شلتوک انتخاب و در آون در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند تا رطوبت آنها به حدود ۹ درصد برسد.سپس توسط دستگاه پوست کن غلطک لاستیکی (Satake-Japan)، شلتوک ها پوست کنی شده و برنج قهوه ای با استفاده از دستگاه سفیدکن مالشی (Belador - USA) سفید شد. با استفاده از الک تریول طولی (Satake-Japan)، برنج سالم (دانه‌ای که سه چهارم از طول آن حفظ شده باشد) از برنج خرد جدا شده و توزین شدند. سپس درصد برنج سالم، درصد برنج خرد و راندمان تبدیل از نسبت میزان برنج سفید به کل شلتوک اولیه برای تیمارهای مختلف به طور جداگانه، محاسبه شدند.

تجزیه داده ها با نرم افزار SAS ویرایش ۹ انجام شد. مقایسه میانگین ها به روش اختلاف معنی دار حقیقی (HSD) انجام شد.

نتایج

عملکرد دانه، کاه و کلش و زیست توده: با توجه به جدول ۳، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کودی بر هر سه صفت اندازه‌گیری شده اثر معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار عملکرد دانه از تیمار کود شیمیایی و به میزان ۶۶۲۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که با تیمار کود مرغی به میزان ۵۴۷۹ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار عملکرد دانه نیز به میزان ۲۵۷۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده تحت تیمار کود مرغی و شیمیایی

S.O.V	df	Grain yield	Straw	Fe in grain	Fe in straw	Fe uptake in Grain	Fe uptake in straw	Total Fe uptake	Zn in grain	Zn in straw	Zn uptake in grain	Zn uptake in straw	Total Zn uptake
Block بلوک	2	208402	571344	30.3*	7.02	0.0006	0.005	0.0084	11.61	3.34	0.001	0.0003	0.001
Traetment تیمار	2	13125486**	12703386**	66.8**	158.11**	0.14**	0.097**	0.454**	103.21**	165.81**	0.049**	0.018**	0.082**
Error خطا	4	493767	681229	3.03	11.58	0.004	0.006	0.01	2.13	8.4	0.00088	0.001	0.0013
CV%	-	14.3	17.26	1.84	4.5	13.61	21.03	11.99	4.33	11.62	17.17	24.46	11.94

*و :** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- ادامه

S.O.V	df	Biomass	P in grain	P in straw	P uptake in Grain	P uptake in straw	Total P uptake	K in grain	K in straw	K uptake in grain	K uptake in straw	Total K uptake
Block بلوک	2	798108	0.0028	0.0003	15.6	2.34	9.55	0.0037	0.021	2.95	615.7	3.1
Treatment تیمار	2	50639108**	0.0048**	0.009*	349.6**	54.04**	945.13**	0.0089**	0.61*	591.007**	10187*	624.8**
Error خطا	4	1046863	0.00007	0.00057	10.59	2.02	9.17	0.00056	0.096	15.10	1025	14.76
CV%	-	10.57	1.96	22.30	14.47	24.16	10.98	4.2	14.6	13.67	29.88	12.58

جدول ۳. ادامه

S.O.V	df	N in grain	N in straw	N uptake in Grain	N uptake in straw	Total N uptake	Cu in grain	Cu in straw	Cu uptake in grain	Cu uptake in straw	Total Cu uptake
Block بلوک	2	0.0074	0.0019	101.12	6.52	107.26	2.19**	0.014	0.00037	0.000006	0.000012
Treatment تیمار	2	0.111**	0.032*	4070**	542**	7439**	2.92**	0.681*	0.0043**	0.0001**	0.00091**
Error خطا	4	0.0026	0.0023	81.43	9.91	96	0.095	0.051	0.000012	0.000003	0.000015
CV%	-	3.69	10.09	12.81	13	10.36	7.7	11.17	16.66	17.05	12.72

عناصر پر مصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) دانه و ساقه: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تیمار کودی بر عناصر پر مصرف دانه اثر معنی داری داشت (جدول ۳). بیشترین مقدار نیتروژن دانه از تیمار کود شیمیایی به میزان ۱/۵۳ درصد به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار کود مرغی به میزان ۱/۴۶ درصد نداشت (جدول ۴). همچنین تیمار کودی بر عناصر پر مصرف دانه اثر معنی داری نداشت (جدول ۳). بیشترین میزان نیتروژن ساقه از تیمار کود شیمیایی و کود مرغی به میزان مساوی ۰/۵۴ درصد به دست آمد و کمترین مقدار نیز به میزان ۰/۳۴ درصد در تیمار شاهد دیده شد (جدول ۴). با این حال، نتایج نشان داد که گرچه میزان جذب نیتروژن در دانه در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند، ولی احتمالا به دلیل عدم انتقال مجدد مناسب، اختلاف معنی داری در مقدار این عناصر در ساقه وجود نداشت. به عبارت دیگر کود مرغی مقدار نیتروژن کمتری را در اختیار گیاه در بازه زمانی رشدی قرار داد، لذا مقدار انتقال آنها به دانه در تیمار کود مرغی کمتر بود.

جذب کل عناصر پرمصرف در دانه و ساقه: با توجه به جدول ۳، نتایج نشان داد که تیمار کودی بر جذب کل عناصر پرمصرف در دانه و ساقه اثر معنی داری داشت. نتایج مقایسه میانگین ها نیز نشان داد که بیشترین مقدار جذب کل نیتروژن، فسفر و پتاسیم به میزان ۱۳۳/۲، ۳۸/۸۴ و ۴۳/۱۴ کیلوگرم در هکتار که از تیمار کود شیمیایی به دست آمد. مقدار نیتروژن و فسفر جذب شده در تیمار کود شیمیایی با مقدار جذب این دو عنصر در تیمار کود مرغی اختلاف معنی داری نداشت، ولی مقدار پتاسیم به دست آمده از تیمار کود مرغی به میزان ۳۳/۶۷ کیلوگرم در هکتار با تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۴).

عناصر کم مصرف (آهن، مس و روی) دانه: نتایج تجزیه واریانس بر اساس جدول ۳ نشان داد که تیمار کودی اثر معنی‌داری بر عناصر کم مصرف دانه داشت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آهن دانه از تیمار کود شیمیایی به میزان ۹۸/۲۶ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمد که با تیمار کود مرغی به میزان ۹۶/۳ میلی گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

عناصر کم مصرف (آهن، مس و روی) کاه و کلش: نتایج مطالعه حاضر با توجه به جدول ۳ و ۴ نشان داد که تیمار کودی بر غلظت عناصر کم مصرف در کاه و کلش اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). کود مرغی سبب انباشت بیشترین مقدار آهن در کاه و کلش به میزان ۸۲/۵۳ میلی گرم بر کیلوگرم شد که البته با تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

جذب کل عناصر کم مصرف در دانه و کاه و کلش: نتایج مطالعه حاضر با توجه به جدول ۳ و ۴ نشان داد که تیمار کودی بر میزان جذب کل عناصر کم مصرف اثر معنی داری داشت (جدول ۳). بیشترین میزان جذب عناصر آهن، مس و روی در ساقه و دانه از تیمار کود شیمیایی به ترتیب به میزان۰/۱،۰۴۳/۱۰ و ۰/۴ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار کودمرغی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

راندمان تبدیل: نتایج پژوهش حاضر با توجه به جدول ۵ و ۶ نشان داد که تیمار کودی بر درصد برنج سالم در صد دانه گچی و راندمان تبدیل، اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵). بیشترین درصد برنج سالم به میزان ۵۳/۷۹ درصد از تیمار کود شیمیایی به دست آمد که با تیمار کود مرغی به میزان ۵۰/۶۳ درصد اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۶).

کیفیت پخت: نتایج حاصل از کیفیت پخت بر اساس جدول ۵ نشان داد که تیمار کودی بر درصد آمیلوز، درجه حرارت ژلاتینه شدن و قوام ژل اثر معنی‌داری داشت (جدول ۵). بیشترین درصد آمیلوز از تیمار کود شیمیایی به میزان۲۲/۲۷ درصد به دست آمد که با تیمار کود مرغی به میزان۲۱/۵۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشت.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار بر صفات اندازه‌گیری شده

Treatment تیمار	Grain yield ($Kg.h^{-1}$)	Straw yield ($Kg.h^{-1}$)	Biomass ($Kg.h^{-1}$)	Fe in grain (%)	Fe in straw (%)	Fe uptake in Grain (%)	Fe uptake in straw (%)	Total Fe uptake ($Kg.h^{-1}$)	Zn in grain (%)	Zn in straw (%)	Zn uptake in grain (%)
Control شاهد	2570.8b	2404.2b	4975b	89.3b	68.03b	0.22b	0.163b	0.39b	26.96b	16.9b	0.069b
Chicken manure کود مرغی	5479.2a	5974.2 a	11453 a	96.3 a	82.53 a	0.52 a	0.493 a	1.02 a	37.7 a	31.46 a	0.206 a
Chemical fertilizer کود شیمیایی	6629.2 a	5962.5 a	12591 a	98.26 a	75.93 a	0.65 a	0.456 a	1.10 a	36.43 a	26.76 a	0.242 a

عناصر پر مصرف به صورت درصد و عناصر کم مصرف به صورت میلی گرم در کیلوگرم بذر و جذب نیز به صورت کیلوگرم در هکتار گزارش شده است.

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۴- ادامه

Treatment تیمار	Zn uptake in straw (%)	Total Zn uptake ($Kg.h^{-1}$)	P in grain (%)	P in straw (%)	P uptake in Grain (%)	P uptake in straw (%)	Total P uptake ($Kg.h^{-1}$)	K in grain (%)	K in straw (%)	K uptake in grain (%)	K uptake in straw (%)
Control شاهد	0.04b	0.11b	0.40b	0.04b	10.5b	1.08b	11.59b	0.5b	1.73b	13.05b	42.17b
Chicken manure کود مرغی	0.187 a	0.39 a	0.46 a	0.15 a	25.43 a	9.17 a	34.61 a	0.58 a	2.08 a	31.59 a	124.4 a
Chemical fertilizer کود شیمیایی	0.16 a	0.40.4 a	0.47 a	0.12 a	31.48 a	7.36 a	38.84 a	0.61 a	2.56 a	40.58 a	154.8 a

جدول ۴- ادامه

Treatment تیمار	Total K uptake ($Kg.h^{-1}$)	N in grain (%)	N in straw (%)	N uptake in Grain (%)	N uptake in straw (%)	Total N uptake ($Kg.h^{-1}$)	Cu in grain (%)	Cu in straw (%)	Cu uptake in grain (%)	Cu uptake in straw (%)	Total Cu uptake ($Kg.h^{-1}$)
Control شاهد	14.79c	1.16b	0.36b	29.71c	8.69b	38.41b	2.86b	1.5b	0.0076b	0.003b	0.011b
Chicken manure کود مرغی	33.67b	1.46 a	0.54 a	79.9b	32.22 a	112.21 a	4.46 a	2.43 a	0.024 a	0.0145 a	0.038 a
Chemical fertilizer کود شیمیایی	43.14a	1.53 a	0.54 a	101.48a	31.74 a	133.2 a	4.66 a	2.13 a	0.031 a	0.0126 a	0.043 a

جدول ۵- میانگین مربعات صفات کمی و کیفی دانه تحت تیمار کودی

S.O.V	df	درصد آمیلوز Amylose (%)	درجه حرارت ژلاتینه شدن Gelatinization temperature	قوام ژل Gel consistency	راندمان تبدیل Milling recovery	درصد برنج سالم Head rice (%)	درصد دانه گچی Chalky rice (%)
بلوک Block	2	0.081	0.087	3.4	0.37	3.01	1.7
تیمار Treatment	2	1.27**	0.35**	17.02**	2.50**	70.58**	19.1**
خطا Error	4	0.012	0.013	0.27	0.037	0.135	0.4
CV%	-	0.52	2.9	1.51	0.27	0.74	37.5

*و :** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات کیفی و راندمان تبدیل اندازه‌گیری شده

تیمار	درصد آمیلوز Amylose (%)	درجه حرارت ژلاتینه شدن Gelatinization temperature	قوام ژل Gel consistency (mm)	راندمان تبدیل Milling recovery (%)	درصد برنج سالم Head rice (%)	درصد دانه گچی Chalky rice (%)
شاهد	20.98 c	4.3 a	32.6 b	68.9 c	44.27 c	4.6a
کود مرغی	21.51b	3.61b	35.3b	69.9 b	50.63 b	0.6 b
کود شیمیایی	22.27 a	3.64b	36.8 a	70.82 a	53.79 a	0 b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

بحث

در این مطالعه استفاده از کود های شیمیایی به دلیل در اختیار قرار دادن سریع‌تر عناصر مورد نیاز گیاه سبب افزایش محصول شد. گرچه این افزایش محصول نسبت به تیمار کود آلی مرغی معنی دار نبود. محققین دیگری نیز نشان دادند که فراهمی کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک می‌تواند مقدار عملکرد برنج را به طور معنی‌داری افزایش دهند (۲۱). کود مرغی به دلیل فراهم نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و همچنین افزایش دوام برگ (داده ها نشان داده نشده اند)، توانست عملکرد نزدیک به تیمار کود شیمیایی ایجاد کند. با توجه به جدول ۴، بیشترین مقدار کاه و کلش از تیمار کود مرغی به میزان ۵۹۷۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با تیمار کود شیمیایی به میزان ۵۹۶۲ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. در گیاه برنج، استفاده از کود آلی به صورت لجن فاضلاب به میزان ۴۰ گرم بر کیلوگرم توانست بیشترین وزن خوشه اندام هوایی را به میزان ۱۹/۸۹ گرم در بوته ایجاد کند که اختلاف معنی‌داری با کود شیمیایی داشت (۱). در این مطالعه احتمالاً به دلیل فراهمی تدریجی نیتروژن توسط کود مرغی، گیاه فرصت بیشتری برای افزایش عملکرد کاه و کلش داشت، البته استفاده از کود مرغی به دلیل افزایش سطح برگ و دوام بیشتر برگ، سبب دیررس‌ترشدن گیاه شده و لذا عملکرد کاه و کلش افزایش یافت.

بیشترین میزان زیست توده تولیدی نیز به میزان ۱۲۵۹۱کیلوگرم در هکتار از تیمار کود شیمیایی به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار کود مرغی به میزان ۱۱۴۵۳ کیلوگرم در هکتار نشان نداد (جدول ۴). Verma و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که فراهم بودن کود نیتروژن از طریق کود آلی به همراه ۳۰ درصد کود شیمیایی، موجب افزایش مقدار نیتروژن در دانه گندم می-شود (۲۴). کود شیمیایی به دلیل فراهمی راحت‌تر عناصر غذایی توانست بیشترین مقدار زیست توده را در بین سایر تیمارهای کودی ایجاد کند که افزایش مقدار نیتروژن در

دسترس گیاه، سبب افزایش زیست توده تولیدی می‌شود (۱۱).

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، بیشترین میزان فسفر دانه به مقدار۰/۴۷ درصد از کاربرد کود شیمیایی به دست آمد، البته با کود مرغی به میزان ۰/۴۶ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در برخی از مطالعات نشان داده شد که کاربرد کود نیتروژن و فسفر به میزان ۲۵ درصد بالاتر از مقدار توصیه کودی، سبب افزایش جذب فسفر در دانه گندم می‌شود (۲). البته افزایش استفاده از کود نیتروژن از ۱۵۰ به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار نیز باعث افزایش میزان فسفر در دانه گندم می‌شود (۱۱). در مطالعه حاضر، بیشترین میزان پتاسیم دانه به مقدار ۰/۶۱ درصد از تیمار کود شیمیایی به دست آمد که با میزان ۰/۵۸ درصد کود مرغی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). افزایش جذب پتاسیم رابطه مستقیمی با افزایش رشد سبزینه گیاه دارد که خود وابسته به جذب نیتروژن در گیاه می‌باشد (۱۱). نیرومند و همکاران (۱۳۹۶) نیز دریافتند که عنصر پتاسیم با تاثیر بر فعالیت آنزیم ها، حفظ فشار تورژسانس سلول، افزایش فتوسنتز، کمک در حمل و نقل قندها، افزایش جذب نیتروژن و در نتیجه افزایش سنتز پروتئین ها می تواند سبب بهبود شاخص های رشدی گیاه برنج شود (۴).

استفاده از بقایای گیاهی، سبب افزایش میزان نیتروژن خاک می‌شود که می‌تواند بیانگر رابطه مثبت بین جذب پتاسیم با دیگر عناصر ازجمله نیتروژن باشد (۵). در مطالعه حاضر مشاهده شد که بیشترین مقدار جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز در دانه گیاه برنج از تیمار کود شیمیایی به ترتیب به میزان ۱۰۱/۴۸، ۳۱/۴۸ و ۴۰/۵۸ کیلوگرم در هکتار است. مقدار جذب نیتروژن و پتاسیم با مقدار جذب این دو عنصر در تیمار کود مرغی اختلاف معنی داری نشان داد، هرچند که غلظت این عناصر در تیمار کود شیمیایی و کود مرغی اختلاف معنی داری با هم نداشتند، ولی به دلیل تفاوت عملکرد دانه، این اختلاف در میزان جذب خود را نشان داد (جدول ۴).

در مطالعه حاضر، بیشترین مقدار فسفر ساقه از تیمار کود مرغی به میزان ۰/۱۵ درصد به دست آمد که با تیمار کود شیمیایی به میزان ۰/۱۲ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهد نشد.کمترین مقدار نیز به میزان۰/۰۴۶ درصد از شاهد به دست آمد (جدول ۴). Khamadi و همکاران (۲۰۱۴) مقدار نیتروژن در دانه و ساقه گندم را به ترتیب ۱۲/۹ و ۳/۱۷ گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند و بیان داشتند که فراهمی نیتروژن در خاک می‌تواند منبع خوبی برای افزایش آن در دانه و ساقه باشد (۱۱). همچنین افزایش ماده آلی در خاک، منجر به افزایش جذب فسفر در شاخساره می‌شود (۱۱). با توجه به جدول ۴، بیشترین مقدار پتاسیم در ساقه از تیمار کود شیمیایی به میزان ۲/۵۶ درصد به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار کود مرغی به میزان ۲/۰۸ نشان نداد. کود مرغی به سبب افزایش مقدار ماده آلی خاک نیز می‌تواند مقدار فسفر بیشتری را جذب ساقه کند. در مطالعه حاضر، نتایج تجزیه کود مرغی در این آزمایش نیز نشان داد که مقدار پتاسیم اضافه شده به خاک قابل جذب کم بوده و به همین دلیل مقدار پتاسیم جذب شده از کود شیمیایی بیشتر بود (۱۱).

در این مطالعه، بیشترین میزان جذب نیتروژن به میزان ۳۲/۲۲ کیلوگرم بر هکتار از تیمار کود مرغی به دست آمد، در حالی که بیشترین میزان جذب فسفر و پتاسیم به ترتیب ۳۱/۴۸ و ۱۵۴/۸کیلوگرم بر هکتار در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۴). با این حال، گرچه بیشترین مقدار جذب نیتروژن در ساقه از تیمار کود مرغی به دست آمد، ولی اختلاف معنی داری با تیمار کود شیمیایی نداشت. البته عناصر پر مصرف جذب شده در ساقه بین تیمارهای کود شیمیایی و مرغی اختلاف معنی داری با هم نداشتند. مطالعات نشان می‌دهد که فراهم بودن عناصر غذایی توسط کود شیمیایی می‌تواند منجر به افزایش جذب عناصر پرمصرف توسط گیاه گندم شود (۱۱). همان طور که تجزیه کود مرغی نیز نشان داد، مقدار عناصر پر مصرف در این کود کمتر بوده و لذا قابلیت دسترسی گیاه به عناصر

پرمصرف را کمتر می‌کند، هرچند که اختلاف معنی داری با تیمار کود شیمیایی نداشتند. نتایج داده‌های ما با مطالعه Khamadi و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد (۱۱). افزایش میزان نیتروژن می‌تواند جذب عناصر کم مصرف را افزایش دهد (۱۱). همچنین افزایش مواد آلی در خاک می‌تواند جذب عناصر کم مصرف را افزایش دهد (۲۴). در بررسی سطوح مختلف کود نیتروژن مشخص شد که افزایش میزان کود نیتروژن می تواند سبب افزایش جذب آهن در دانه ذرت شود (۱۴). لذا کودهای شیمیایی و آلی به ترتیب به دلیل فراهمی نیتروژن بیشتر و مواد آلی بیشتر در خاک توانستند جذب آهن را در دانه گیاه برنج افزایش دهند(۳).

در مطالعه حاضر، بیشترین مقدار مس در دانه برنج به میزان ۴/۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم از تیمار کود شیمیایی به دست آمد که با تیمار کود مرغی ۴/۴۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). به دلیل افزایش مقدار ماده آلی خاک و نیز اسیدی شدن آن، میزان جذب عناصر کم مصرف از جمله مس افزایش یافت (۱۴). افزایش فراهمی نیتروژن و پتاسیم در خاک، سبب افزایش جذب آهن و مس و منگنز در دانه گندم نیز می‌شود (۱۴). همچنین در گیاه برنج نیز مشخص شد که کاربرد مواد آلی و بقایای گیاهی در افزایش جذب در گیاه، انتقال و افزایش غلظت آن در بذر دخیل است (۵). علاوه بر این، افزایش ماده آلی خاک سبب کاهش اسیدیته خاک شده و در نتیجه افزایش حلالیت کانی ها و کاهش جذب سطحی را به دنبال دارد که می‌تواند میزان مس قابل دسترس گیاه را افزایش دهد (۱۱).

در این مطالعه، با توجه به جدول ۴، بیشترین مقدار روی در دانه برنج به میزان ۳۷/۷ میلی گرم بر کیلوگرم از تیمار کود مرغی به دست آمد که با تیمار کود شیمیایی به میزان ۳۶/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار روی در دانه برنج متعلق به تیمار شاهد به میزان ۲۶/۶ میلی گرم بر کیلوگرم بود. یافته های محققین دیگر نشان داده که افزایش مقدار نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش غلظت روی در دانه گندم شود. نیتروژن از طریق تشکیل کمپلکس روی-پروتئین و همچنین اسیدی شدن محیط ریشه می‌تواند بر جذب روی در اطراف ریشه و افزایش قابلیت استفاده روی اثر معنی داری بگذارند (۱۴). مطالعه Erenoglu و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که اسیدهای آلی از تجزیه مواد آلی در خاک نقش کمپلکس کردن روی و جذب آن توسط گیاه و انتقال بیشتر آن از ریشه به ساقه و تجمع در دانه را دارند (۶). همچنین در این تحقیق مشاهده شد که بیشترین میزان جذب آهن، مس و روی دانه به ترتیب به میزان ۰/۶۵، ۰/۰۳۱ و ۰/۲۴۲ کیلوگرم بر هکتار بود که از تیمار کود شیمیایی بدست آمد، گرچهاین نتایج با تیمار کود مرغی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). مهمترین عامل افزایش جذب عناصر کم مصرف از خاک و انتقال آن به گیاه، خصوصیات ماده آلی، اسیدیته خاک، بافت خاک و شرایط آب و هوایی می-باشد (۱۴). در این آزمایش نیز کاربرد کود مرغی توانست شرایط جذب عناصر کم مصرف را با بهبود ماده آلی خاک، اسیدیته خاک و بافت خاک فراهم کند. کود مرغی به دلیل افزایش ماده آلی خاک و کاهش میزان pH، سبب افزایش جذب آهن توسط ریشه‌ها شد که با نتایج برخی محققین دیگر مطابقت دارد (۱۱). کود شیمیایی نیز از طریق افزایش نیتروژن، سبب افزایش جذب کاتیون‌ها و از جمله افزایش جذب آهن در گیاه شد که با نتایج Manasek و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد (۱۴). در پژوهش حاضر، بیشترین مقدار مس در کاه و کلش از تیمار کود مرغی به میزان ۲/۴۳ میلی گرم در کیلوگرم به دست آمد که با تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). افزایش ماده آلی خاک سبب افزایش میزان جذب مس و انتقال آن به شاخساره می‌شود (۱۲). همچنین با توجه به جدول ۴، بیشترین میزان روی در کاه و کلش به میزان ۳۱/۴۶ میلی گرم در کیلوگرم از تیمار کود مرغی به دست آمد که با

تیمار کود شیمیایی ۲۶/۷۶ میلی‌گرم در کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نداشت. در نتیجه، افزایش ماده آلی خاک از طریق کاربرد کود مرغی، سبب بهبود شرایط جذب عناصر کم مصرف در خاک شد که با نتایج مطالعه Erenoglu و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد (۶). در این مطالعه، بیشترین میزان جذب آهن، مس و روی در ساقه به ترتیب به میزان۰/۴۹۳، ۰/۰۱۴۵ و ۰/۱۸۷ کیلوگرم در هکتار از تیمار کود مرغی به دست آمد که با تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۴). افزایش ماده آلی خاک می تواند سبب افزایش جذب عناصر کم مصرف شده که با نتایج مطالعه Verma و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد (۲۴). بعلاوه، افزایش کود نیتروژن از صفر به۶۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش عناصر کم مصرف در قسمت های رویشی و دانه برنج می‌شود (۲۴). هرچند کود مرغی سبب بهبود شرایط جذب می‌شود، ولی مقدار نیتروژن در خاک گیاه نیز نقش تعیین کننده‌ای در جذب عناصر کم مصرف ایفا می‌کند. بر اساس گزارش برخی محققین، گرچه استفاده از کود آلی بقایای گیاهی منجر به افزایش جذب عناصر کم مصرف می‌شود، ولی افزایش کود نیتروژن سبب افزایش بیشتر میزان جذب آهن، مس، روی و منگنز در گیاه گندم شد (۱۱) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

همانطور که در تجزیه دانه‌ها در جدول ۶ مشاهده شد، کود شیمیایی توانست میزان نیتروژن بیشتری را در دانه ذخیره کند که منجر به استحکام دانه شده و میزان شکست دانه در فرآیند تبدیل را کاهش داد. بیشترین درصد دانه گچی نیز از تیمار شاهد و به میزان۴/۶ درصد بدست آمد. Fei و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که افزایش میزان نیتروژن بر روی افزایش درصد دانه های سالم در برنج تا ۵۵/۷ درصد نیز تأثیر داشت (۹). در دیگر مطالعات نشان داده شد که فراهمی نیتروژن برای گیاه، سبب کاهش درصد دانه گچی در برنج می شود (۹) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

با توجه به جدول ۶، بیشترین درصد راندمان تبدیل نیز به میزان ۷۰ درصد از تیمار کود شیمیایی به دست آمد که با تیمار کود مرغی، اختلاف معنی داری داشت. برخی از محققین بیشترین راندمان تبدیل را از کاربرد بیشترین سطح کودی به میزان ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به میزان ۶۸ درصد گزارش کردند (۸). راندمان تبدیل بالاتر، نشان دهنده کیفیت بهتر دانه می‌باشد. در این آزمایش مشخص شد که بیشترین راندمان تبدیل به تیمار کود شیمیایی تعلق داشت که توانست بیشترین مقدار نیتروژن قابل جذب را برای گیاه فراهم نماید. بعلاوه، استفاده از کود شیمیایی به دلیل افزایش نیتروژن قابل دسترس، سبب افزایش مقدار آمیلوز دانه برنج می شود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (۷–۱۵).

در مطالعه حاضر، بیشترین درجه حرارت ژلاتینه شدن به میزان ۴/۳ از تیمار شاهد به دست آمد و کمترین مقدار دمای ژلاتینه شدن نیز به میزان ۳/۶۱ در تیمار کود مرغی بود که با تیمار کود شیمیایی به میزان ۳/۶۴ اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۶). در نتیجه، افزایش نیتروژن قابل دسترس برنج منجر به کاهش دمای ژلاتینه می‌شود و سبب افزایش کیفیت پخت می‌شود (۷). همچنین در مطالعه حاضر، بیشترین قوام ژل نیز از تیمار کود شیمیایی به میزان ۳۶/۸ میلی‌متر به دست آمد که با تیمار کود مرغی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). مطالعات نشان داده که افزایش کود نیتروژن به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش قوام ژل می‌شود و کیفیت پخت برنج را افزایش می دهد (۷). از آنجایی که اختلاف معنی‌داری در جذب نیتروژن در بین تیمارهای کود شیمیایی و مرغی مشاهده نشد (جدول ۴)، لذا اختلاف معنی داری بین تیمار کود شیمیایی و مرغی از نظر قوام ژل نیز وجود نداشت.

نتیجه گیری کلی

به طور کل نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از کود مرغی سبب بهبود غلظت عناصر کم مصرف و پرمصرف

در دانه و ساقه برنج شد. نتایج نشان دادند که اگرچه کاربرد کود شیمیایی سبب بهبود شرایط رشد گیاه شده و در نتیجه سبب بهبود تجمع عناصر پرمصرف و کم مصرف در دانه و ساقه شد، ولی اختلاف معنی داری با تیمار کود مرغی نداشت. همچنین بررسی کیفیت دانه نیز نشان داد که کود مرغی سبب بهبود کیفیت دانه شده و از این لحاظ اختلاف معنی داری با کود شیمیایی نداشت، لذا کود مرغی می‌تواند جایگزینی مناسب و یا مکمل مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد تا از این طریق بتوان از عوارض مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف روز افزون کودهای شیمیایی در دراز مدت و خروج ارز برای واردات کودهای شیمیایی و مواد اولیه آن‌ها ممانعت نمود.

منابع

۱- حسینی فرهی م.، خلدبرین ب. و عشقی س. ۱۳۹۳. تأثیر نسبت اوره :آمونیوم :نیترات محلول غذایی بر غلظت عناصر معدنی و عمر گلجایی گل ورد (*Rosa hybrid* L.) در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشتهای گلخانه ای، ۵(۱۹): ۱۳۳-،۱۴۵

۲- رستمی م. و احمدی ع. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر نوع و دفعالت کاربرد کودهای نیتروژنه بر عملکرد و درصد نیتروژن دانه در دو رقم ذرت. نشریه پژوهش های کاربردی زراعی، ۲۷(۱۰۴): ۴۰-،۴۶

۳- سید شریفی ر. و حیدری سیاه خلکی م. ص.. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای بیولوژیک بر شاخص های رشدی و سهم فرآیند انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه گندم. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۸(۲): ۳۴۳-،۳۲۶

۴- نیرومند آ.، سیدنژاد س.م.، ابراهیم پور ف.، گیلانی ع. و بخشی خانیکی غ.. (۱۳۹۶). مطالعه نقش احتمالی تفاله زیتون به عنوان کود الی بر میزان رشد گیاهچه برنج. مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۳۰(۴): ۹۵۷-۹۴۸.

1- Abbasi, M., Najafi, N., Aliasgharzad, N. and Oustan, S. 2012. Effects of Soil Water Conditions, Sewage Sludge, Poultry Manure and Chemical Fertilizers on the Growth Characteristics and Water Use Efficiency of Rice Plant in a Calcareous Soil. Journal of Water and Soil Knowledge, 23(1): 189-208. (In Farsi)

2- Aulakh, M. S., Manchanda, J. S., Garg, A. K., Kumar, S., Dercon, G. and Nguyen, M. 2012. Crop production and nutrient use efficiency of conservation agriculture for soybean–wheat rotation in the Indo-Gangetic Plains of Northwestern India. Soil and Tillage Research, 120: 50–60.

3- Cagampang, G. B. 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. Journal of the Science of Food and Agriculture, 24: 1589-1594.

4- Cakmak, I., Pfeiffer, W.H. and McClafferty, B. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. Cereal Chemistry, 87: 10–20.

5- Choudhury, M. A. and Khanif, Y. M. 2011. Effects of nitrogen, copper and magnesium fertilization on nutrition of some macro and micro nutrients of rice crop.Bangladesh research publications Journal, 5 (3): 201- 206.

6- Erenoglu, E.B., Kutman, U. B., Ceylan, Y., Yildiz, B., and Cakmak, I. 2011. Improved nitrogen nutrition enhances root uptake, root-to-shoot translocation and remobilization of zinc in wheat. The New Phytologist, 189: 438–448.

7- Fallah, A., Mohammadian, M., Fathi, N. and Elyasi, H. 2018. Effects of cultivar and N on agronomic traits, yield and grain quality in re-planting. Journal of applied research of plant ecophysiology, 4(2): 29-48. (In Farsi)

8- Faraji, F., Esfahani, M., Kavoosi, M., Nahvi, M. and Rabiei, B. 2010. Effect of nitrogen fertilizer application on grain yield and milling recovery of rice (*Oryza sativa* cv. Khazar). Iranian Journal of Crop Sciences, 13(1): 61-77. (In Farsi)

9- Fei, X., Zhong, W., Yun-jie, G., Gang, C. and Peng, Z. 2008. Effects of nitrogen application time on caryopsis development and grain quality variety Yangdao6. Rice Science, 15(1): 57-62.

10- Khademi, A., Golchin, A., Shafiei, S. and Zaree, E. 2012. Effects of manure and sulfur on nutrients uptake by corn (*Zea mays* L.). Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 103: 2-11.

11- Khamadi, F., Mesgarbashi, M., Hasibi, P., Farzaneh, M. and Enayatzamir, N. 2014. Influence of crop residue and nitrogen levels on nutrient content in grain wheat. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 108: 158-166. (In Farsi)

12- Kumara, K. and Prasad, J. 2014. Long term effect of residual zinc and crop residue on yield

and uptake of micronutrients in rice calcareous soil. Annals of plant and soil research, 16(1): 64-67.

13- Little, R. R., Hilder, G. B. and H. Dawson, E. 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal Chemistry, 35: 111- 126.

14- Manasek, J., Losak, T., Prokes, K., Hlusek, J., Vitezova, M., Skarpa, P. and Filipcik, R. 2013. Effect of nitrogen and potassium fertilization on micronutrient content in grain maize (*Zea mays*). Acta Universitatis Agriculturaeet Silviculturae Mendelianae Brunensis, 1: 123–128.

15- Mi, W., Sunc, Y., Xiaa, S., Zhaoa, H., Mid, W., Brookese, P. C., Liuf, Y. and Wu, L. 2018. Effect of inorganic fertilizers with organic amendments on soil chemical properties and rice yield in a low-productivity paddy soil. Geoderma, 320: 23–29.

16- Ming-gang, X. U., Dong-chu, L. I., Ju-mei, L. I., Dao-zhu, Q. I. N., Yagi, K. and Hosen, Y. 2008. Effects of Organic Manure Application with Chemical Fertilizers on Nutrient Absorption and Yield of Rice in Hunan of Southern China. Agricultural Sciences in China, 7(10): 1245-1252.

17- Qiao-gang, Y. U., Jing, Y. E., Shao-na, Y., Jian-rong, F., Jun-wei, M., Wan-chun, S. U., Li-na, J., Qiang, W. and Jian-mei, W. 2013. Effects of Nitrogen Application Level on Rice Nutrient Uptake and Ammonia Volatilization. Rice Science, 20(2): 139-147.

18- Rahimsouroush, H., Eshraghi, A., Mohamadsalehi, M. S., Jauhar Ali, A., Nahvi, M., Allahgholipour, M., Erfani, A., Tarang, A., Eghlidi, A., Padasht, F., Alinia, F. and Khush, G. S. 2005. Kadous: An aromatic, high-yielding rice variety with good cooking quality. IRRN, 30: 16-17. (In Farsi)

19- Rajput, A., Singh Rajput, S. and Jha, G. 2017. Physiological *Parameters* Leaf Area Index, Crop Growth Rate, Relative Growth Rate and Net Assimilation Rate of Different Varieties of Rice Grown Under Different Planting Geometries and Depths in SRI. International Journal of Pure Applied Bioscience, 5 (1): 362-367.

20- Ryan, P. R., Delhaize, E. and Jones, D. L. 2001. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots. Annual Review of Plant Physiology. Plant Molecular, Biology, 52: 527–560.

21- Salehifar, M., Asghari, J., Payman, S. H., Samizadeh, H. and Dorosti, H. 2010. Effects of planting distance, nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and yield component of hybrid rice (Bahar 1). Electronic Journal of Crop Production, 4 (2): 155-168. (In Farsi)

22- Sheng-guo, C. H. E., Bing-Qiang, Z., Yan-ting, L., Liang, Y., Zhi-an, L., Shu-wen, H. and Bing, S. 2016. Nutrient uptake requirements with increasing grain yield for rice in China. Journal of Integrative Agriculture, 15(4): 907–917.

23- Subehia, S. K., Sepehya, S., Rana, S. S., Negi, S. C. and Sharma, S. K. 2013. Long-term effect of organic and inorganic fertilizers on rice (*Oyrza sativa* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) yield: and chemical properties of an acidic soil in the western Himalayas. Experimental Agriculture, 49: 382–394.

24- Verma, N. K. and Pandey, B. K. 2013. Effect of varying rice residue management practices on growth and yield of wheat and soil organic carbon in rice-wheat sequence. Global Journal of Science frontier research agriculture and veterinary sciences, 13(3): 32- 38.

25- Yazdanpanah, A. and Motalebifard, R. 2016. The effects of poultry manure and potassium fertilizer on yield and nitrogen, phosphorus, potassium, zinc and copper uptake of potato. Soil Applied Research, 4(2): 60-71. (In Farsi)

Comparative evaluation of chicken manure and chemical fertilizer on nutrient concentrations and grain quality of rice (*Oryza sativa* L.)

Salehi far M. and Afshar Mohamadian M.

Dept. of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, I.R. of Iran

Abstract

In order to investigate the effect of organic and inorganic fertilizers on the yield and concentration of high and low consumption elements in Hashemi cultivar of rice, an experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in a field experiment in Rice Research Institute of Iran. Fertilizer treatments included chemical fertilizer, chicken manure and control. Chicken manure was added to the field in one stage before planting and chemical fertilizers in two stages (50% before planting and 50% one week before tillering). The results showed that fertilizer treatment had a significant effect on all measured traits. So that, fertilizer application showed a significant effect on amylose percentage, gelatinization temperature and gel consistency. The highest percentage of amylose was obtained from chemical fertilizer treatment, which showed significant difference compared with poultry manure. Also, the highest amount of nitrogen, phosphorus, potassium, iron and copper of seed was found in the chemical fertilizer treatment, which had a significant difference with chicken manure treatment. However, the highest zinc content was found in the chicken manure treatment. Additionally, the highest grain yield (6629 kg ha-1) was observed in the chemical fertilizer treatment. However, the highest yield of straw was 5974 kg/ha in the chicken manure treatment. However, there was no significant difference between the amount of grain yield and straw between chicken manure and chemical fertilizer. In general, although in chemical fertilizer treatment, most traits was more than chicken manure, but it did not significantly differ from chicken manure. Therefore, chicken manure can be a safe alternative to the environment or a safe supplement to fertilizer in rice farming.

Key words: amylose, quantity, quality, elements, chemical fertilizer, chicken manure, grain yield