doi: 10.22124/c.2018.9724.1387

تحقیقات غلات

دوره هشتم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۹۷ (۳۰۵-۲۹۱)

ارزیابی مقایسه‌ای تاثیر کودهای آلی و معدنی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد برنج (*Oryza sativa* L.)

مصطفی صالحی‌فر[۱*]، منصور افشار محمدیان[۲]، مسعود کاووسی[۳]، کبری تجددی‌طلب [۴] و حسن شکری‌واحد[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای شیمیایی و مرغی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج کشور در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارهای کودی مورد مطالعه، کود مرغی (۳۳ تن در هکتار)، کود شیمیایی (توصیه شده توسط موسسه تحقیقات برنج کشور) و شاهد بدون کود بودند. صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد دانه پر، تعداد کل پنجه، تعداد پنجه بارور، میزان سبزینگی برگ، هدایت روزنه‌ای و برخی شاخص‌های رشدی بودند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۳۶۶۴ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه (۲۳/۳۱ گرم)، درصد دانه پر (۹۶/۶ درصد) و ماده خشک کل (۹۰۰ گرم بر متر مربع) متعلق به تیمار کود شیمیایی بود. در مقابل، استفاده از کود مرغی، بیش‌ترین طول برگ پرچم (۴۰/۶ سانتی‌متر) را تولید کرد و بیش‌ترین سرعت جذب خالص (۴/۶ گرم بر متر مربع در روز) نیز از تیمار کود مرغی به‌دست آمد. استفاده از کود مرغی سبب افت دیرتر شاخص سطح برگ نسبت به سایر تیمارها شد. بیش‌ترین سطح ویژه برگ در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد. سطح ویژه برگ در تیمار کود مرغی در ابتدای دوره رشد کم‌تر بود، ولی با گذشت زمان به تیمار کود شیمیایی نزدیک شد. بیش‌ترین شاخص سطح برگ و نیز بیش‌ترین میزان سبزینگی برگ پرچم در تیمار کود مرغی و بیش‌ترین هدایت روزنه‌ای در تیمار کود شیمیایی مشاهده شد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، اگرچه تیمار کود شیمیایی سبب افزایش عملکرد و بهبود اجزای عملکرد گیاه برنج نسبت به کود مرغی شد، ولی کود مرغی نیز توانست سرعت جذب خالص، طول برگ پرچم، شاخص سطح برگ و سبزینگی برگ را نسبت به کود شیمیایی بهبود بخشد. احتمالاً به‌دلیل فراهمی بیش‌تر عناصر غذایی در کود شیمیایی، عملکرد تولید شده به‌وسیله کود شیمیایی بیش‌تر از کود مرغی بود. به‌طور کلی، با توجه به آثار زیست‌محیطی زیان‌بار کودهای شیمیایی و عدم کاهش قابل توجه عملکرد برنج رقم هاشمی در تیمار کود مرغی، استفاده از کود مرغی به‌جای کود شیمیایی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سبزینگی، سرعت جذب خالص، شاخص سطح برگ، کود مرغی، هدایت روزنه‌ای

۱- پژوهشگر فوق‌دکتری، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۴- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

۵- محقق، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: msalehifar.6262@yahoo.com

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین غلات کشورهای در حال پیشرفت است که غذای غالب بیش از سه میلیارد نفر یعنی تقریباً نصف جمعیت جهان می‌باشد و از نظر تولید جهانی نیز می‌تواند با گندم رقابت نزدیکی داشته باشد (Rajput *et al.*, 2017). گسترش روزافزون مرغداری در کشور، سبب افزایش تولید قابل توجه کودهای مرغی در سال‌های اخیر شده است. در بیش‌تر کشورهای جهان، فضولات مرغ به‌عنوان کودهای آلی برای کشاورزی مورد استفاده می‌شود. کودهای آلی یکی از منابع مهم و موثر، برای تامین مواد غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد. مدیریت کاربرد صحیح این کودها می‌تواند منجر به بازگشت مواد غذایی به گیاهان و همچنین سبب بهبود کیفیت خاک و حفظ کیفیت آب‌های زیرزمینی در اثر کاهش مصرف کودهای معدنی شود. پارامترهای اساسی در مورد کاربرد کودهای آلی عبارت‌اند از: ۱- محتوای عناصر غذایی موجود در کود، ۲- نحوه دسترسی عناصر غذایی برای گیاه و ۳- زمان کاربرد کود آلی. تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از کودهای آلی می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید (Ayoola and Adeniyan, 2006) در کشاورزی و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، سبب کاهش استفاده از کودهای شیمیایی و به دنبال آن، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی شود، امری که در جهان نیز به صورت روزافزونی در حال گسترش است (Ayoola and Adeniyan, 2006).

کود مورد نیاز گیاهان می‌تواند از طریق کودهای آلی و معدنی تامین شود. کودهای شیمیایی به‌دلیل اینکه غلظت بالایی از عناصر غذایی دارند، معمولاً برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی، جذاب‌تر و متداول‌تر هستند. در حالی‌که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی، سبب تخریب ساختار و بسته شدن و کاهش خلل و فرج خاک شده و از این‌رو تنفس ریشه گیاهان دچار اختلال می‌شود و بنابراین حاصل‌خیزی خاک را کاهش می‌دهند (Guo *et al.*, 2010; Blanco-Ganqui and Schlegel, 2013). استفاده از کودهای شیمیایی در درازمدت سبب کاهش مواد آلی خاک شده و بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک تاثیرگذاشته و خطر فرسایش را افزایش می‌دهد (Mirzaei Talarposhti *et al.*, 2010)، در حالی‌که استفاده از کودهای آلی می‌تواند میزان مواد آلی خاک را افزایش دهد (Ibrahim *et al.*, 2008). کاربرد کودهای آلی به‌دلیل آزادسازی عناصر غذایی در درازمدت می‌توانند عناصر مصرفی گیاه را در طول دوره رشد به‌تدریج در اختیار آن قرار دهند، چون ترکیبات موجود در این کودها برای معدنی شدن به زمان بیش‌تری نیاز دارند، اگرچه عناصر قابل دسترس در این کودها به اندازه کودهای شیمیایی نیستند (Guo *et al.*, 2011). کاربرد صحیح کودهای ارگانیک می‌تواند وابستگی به کودهای شیمیایی را برای بهبود تولید پایدار و ارگانیک از طریق کاهش اتلاف عناصر غذایی در محیط کاهش و کارایی استفاده از مواد غذایی را افزایش دهد (Zhao *et al.*, 2010; Ye *et al.*, 2011).

اصلاح شرایط محیطی و اهمیت سلامت عمومی از جمله دلایلی است که استفاده از مواد ارگانیک را افزایش داده است (Maritus and Vlelc, 2001). محققان نشان دادند که استفاده از کود مرغی سبب افزایش عملکرد ذرت شد، ولی نسبت به کود شیمیایی، عملکرد پایین‌تری داشت (Ayoola and Adeniyan, 2006). مقدار زیادی از نیتروژن کود مرغی به شکل آلی، پایدار است که طی سالیان متمادی به‌صورت نیتروژن قابل جذب گیاه در خواهد آمد (Keeney, 1982; Bitzer and Sims, 1988). آزادشدن عناصر غذایی از کود مرغی می‌تواند هم‌زمان با نیاز گیاه برای رشد و نمو باشد (Mkhabela, 2002). تحقیقات نشان داده است که مقدار نیتروژن در کود مرغی به‌میزان ۲۲ کیلوگرم بر تن نیتروژن آلی، ۷ کیلوگرم بر تن نیتروژن غیر آلی و میزان فسفر و پتاسیم نیز به‌ترتیب ۱۲/۹ و ۱۲/۵ کیلوگرم بر تن است (Mkhabela, 2004).

اطلاعات در مورد مقایسه کودهای آلی و معدنی در بهبود عملکرد برنج و خاک مزرعه در آزمایش‌های طولانی مدت به‌ویژه در مورد سیستم‌های کشت فشرده (برنج زودرس و دیرس متوالی) و استفاده از شخم سنگین بسیار کم است (Ma *et al.*, 2011; Subehia *et al.*, 2013). برنج نسبت به مصرف کودهای شیمیایی به‌ویژه نیتروژن پاسخ سریع نشان می‌دهد (Chen *et al.*, 2017). کوش و شارما (Ghosh and Sharma 1999) گزارش کردند که در شرایط مزرعه، کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود گاوی به‌تنهایی و یا به‌همراه کود اوره اثر مفیدی بر رشد و عملکرد برنج داشت. استفاده از کود دامی در سال دوم، مشابه کاربرد کود اوره به‌میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. آنان نشان دادند که حداکثر عملکرد برنج با کاربرد

کود دامی به‌همراه ۴۰ کیلوگرم اوره به‌دست آمد. رگمی و همکاران (Regmi *et al.*, 2002) گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد برنج از کاربرد چهار تن کود دامی در هکتار به‌همراه کود شیمیایی به‌دست آمد. رخی و همکاران (Rekhi *et al.*, 2004) نیز بیش‌ترین عملکرد را از کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و کود دامی به‌دست آوردند. همچنین گزارش شده است که کاربرد کود آلی سبب افزایش معنی‌دار حجم ریشه نسبت به کود شیمیایی می‌شود (Abbasi *et al.*, 2013). محققان نشان دادند که استفاده از کود مرغی سبب افزایش سطح برگ در گیاه برنج شد و اختلاف معنی‌داری با کاربرد کود شیمایی نداشت (Abbasi *et al.*, 2013).

برای بهبود روند تخریبی استفاده از کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای آلی می‌تواند بسیار راه‌گشا باشد. یکی از انواع کودهای آلی، کود مرغی است که به‌دلیل افزایش قابل توجه مرغداری‌ها در کشور و به‌ویژه در استان‌های گیلان و مازندران و در نتیجه افزایش تولید این نوع کود، می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد تا بتوان علاوه بر توسعه و بهبود تولیدات کشاورزی ارگانیک، در حفاظت از محیط زیست نیز نقش بسزایی ایفا کرد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر کودهای مرغی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص‌های رشد برنج در استان گیلان بود.

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. بذرهای رقم هاشمی از موسسه تحقیقات برنج کشور تهیه و پس از ضدعفونی با هیپوکلرید سدیم دو درصد، به‌مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد جوانه‌دار شدند. بذرهای جوانه‌دار شده به جعبه‌های نشا منتقل و ۲۰ روز نگهداری شدند. سپس نشاهای جوان در زمین زراعی با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر کشت شدند. اندازه کرت‌های آزمایشی ۱۵ متر مربع (۳×۵ متر) بود. انتقال نشاها در تاریخ ۲۵ اردیبهشت و برداشت گیاهان در حدود ۲۵ مرداد انجام شد (تاریخ برداشت در تیمارهای مختلف با توجه به رسیدگی فیزیولوژیک متفاوت بود) و بعد از آفتاب‌خشک و کاهش رطوبت آن‌ها به ۱۴ درصد، جهت اندازه‌گیری‌های بعدی به آزمایشگاه انتقال یافتند. وجین علف‌های هرز در دو مرحله و به‌صورت دستی انجام شد. آبیاری به‌صورت غرقابی انجام شد، به‌طوری‌که همیشه پنج سانتی‌متر آب در مزرعه وجود داشت. تیمارهای کودی شامل شاهد (تیمار بدون کود)، کود مرغی به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هر کرت (۳۳ تن در هکتار) که در یک مرحله (سه روز بعد از نشاکاری) به زمین داده شد و کودهای شیمیایی به‌میزان توصیه شده توسط موسسه تحقیقات برنج کشور (کود نیتروژن به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، ۴۵-۳۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپرفسفات تریپل و ۶۰ کیلوگرم در هکتار K_2O) بود. قبل از کاشت، سه نمونه تصادفی از خاک مزرعه تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ ارایه شده است. ویژگی‌های شیمیایی کود مرغی مورد استفاده در آزمایش نیز قبل از اجرای آزمایش اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil physico-chemical properties of the experimental field

EC (ds/m)	pH	Organic carbon	Total N (%)	Available P (ppm)	Available K (ppm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	CEC (cmol+/Kg)	Soil tissue
1.93	6.94	0.93	0.17	37.1	185	12	48	40	25.63	Sic=sicl

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی کود مرغی مورد استفاده در این آزمایش

Table 2. Chemical properties of the chicken manure used in this experiment

pH	EC 1:5 (dS/m)	Organic carbon (%)	P_2O_5 (%)	Nitrogen (%)	K_2O (%)
9.05	8.47	38	4.9	2.9	1.15

صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش شامل عملکرد دانه، تعداد کل پنجه در بوته، تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه، طول خوشه، تعداد دانه پر، ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ پرچم، میزان سبزینگی برگ، هدایت روزنه‌ای و شاخص‌های رشدی بودند. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت انتخاب و پس از خشک شدن و رساندن رطوبت دانه‌ها به ۱۴ درصد (رطوبت توسط دستگاه رطوب‌سنج غلات مدل GMK-303 اندازه‌گیری شد)، وزن دانه‌ها اندازه‌گیری و سپس به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. سایر صفات مورد مطالعه نیز طبق دستورالعمل سیستم ارزیابی استاندارد صفات برنج (Standard Evaluation System) مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای محاسبه شاخص‌های رشد مطالعه شده نیز پنج مرحله نمونه‌برداری به فاصله زمانی ۱۰ روز انجام شد (اولین نمونه‌برداری ۲۵ روز بعد از نشاکاری بود). در هر نمونه‌برداری، سه بوته تصادفی کف‌بر شد و پس از توزین و اندازه‌گیری سطح برگ (توسط کاغذ میلی‌متری)، به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و وزن خشک محاسبه شد. شاخص‌های رشدی مطالعه شده شامل شاخص سطح برگ (رابطه ۱)، ماده خشک کل (رابطه ۲)، سرعت رشد گیاه (رابطه ۳)، سرعت رشد نسبی (رابطه ۴)، نسبت سطح برگ (رابطه ۵)، سرعت جذب خالص (رابطه ۶)، دوام سطح برگ (رابطه ۷)، سطح ویژه برگ (رابطه ۸)، وزن ویژه برگ (رابطه ۹) و نسبت وزن برگ (رابطه ۱۰) بودند:

$$LAI = \frac{L_A}{G} \quad (۱)$$

$$TDM = \frac{W_W}{G} \quad (۲)$$

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad (۳)$$

$$RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad (۴)$$

$$LAR = \frac{L_A}{D_W} \quad (۵)$$

$$NAR = \frac{(W_2 - W_1)/(t_2 - t_1)}{(LAI_2/LAI_1)/(LAI_2 - LAI_1)} \quad (۶)$$

$$LAD = \frac{(L_1 + L_2)(t_2 - t_1)}{2} \quad (۷)$$

$$SLA = \frac{L_A}{L_W} \quad (۸)$$

$$SLW = \frac{L_W}{L_A} \quad (۹)$$

$$LWR = \frac{L_{DW}}{P_{DW}} \quad (۱۰)$$

در این روابط، LA سطح برگ، G سطح زمین، W_W وزن تر، W_1 وزن در زمان t_1، W_2 وزن در زمان t_2، D_W وزن خشک، L_1 سطح برگ در زمان t_1، L_2 سطح برگ در زمان t_2، L_W وزن تر برگ، L_{DW} وزن خشک برگ و P_{DW} وزن خشک گیاه هستند.

سبزینگی برگ در دو گروه از برگ‌ها توسط کلروفیل‌متر دستی (SPAD 502, Minolta) اندازه‌گیری شد. گروه اول، برگ‌های غیرپرچمی که در پنج مرحله شامل ۲۵، ۳۵، ۴۵، ۵۵ و ۶۵ روز پس از نشاکاری اندازه‌گیری شد و گروه دوم، برگ‌های پرچم که اندازه‌گیری ۵۵، ۶۵ و ۷۵ روز پس از نشاکاری انجام شد. در هر مرحله از اندازه‌گیری در هر تکرار ده نمونه تصادفی اندازه‌گیری و میانگین داده‌ها ثبت شد. برای اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای نیز از دستگاه پورومتر (LEAF POROMETER, Decagon Devices, Pullman, Washington, USA SC-1) استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها در بین ساعات ۱۲ الی ۱۴ انجام شد و برای هر تکرار، ده نمونه قرائت و میانگین داده‌ها ثبت شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی با استفاده از نرم‌افزار SAS و تجزیه رگرسیون با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود بر تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها برای عملکرد دانه نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه از تیمار کود شیمیایی به‌میزان ۳۶۶۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۴). احتمالاً به‌دلیل فراهم بودن بیش‌تر عناصر غذایی در کود شیمیایی در مراحل ابتدایی رشد گیاه،

مواد ذخیره‌ای بیش‌تری برای انتقال مجدد در ساختار گیاه تامین می‌شود، در حالی‌که نیاز به زمان بیش‌تر جهت معدنی شدن عناصر غذایی در کود مرغی (Mishra *et al.*, 1990)، سبب کاهش میزان تجمع مواد در دوره رشد رویشی گیاهان تحت این تیمار کود می‌شود و در نتیجه میزان عملکرد کم‌تری نسبت به تیمار کود شیمیایی تولید می‌کند. به هر حال، کود مرغی سبب افزایش برخی از صفات مورفولوژیک شد، ولی به‌دلیل پایین بودن سهم فتوسنتز جاری در عملکرد نسبت به انتقال مجدد، نتوانست عملکرد بالاتری تولید کند. شاید به همین دلیل، رخی و همکاران (Rekhi *et al.*, 2004) نیز بیش‌ترین عملکرد را از کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و کود دامی به‌دست آوردند. بواتنگ و همکاران (Boateng *et al.*, 2006) در بررسی اثر کود مرغی بر رشد و عملکرد ذرت، گزارش کردند که استفاده از کود مرغی سبب افزایش ۵۳ درصدی سطح نیتروژن خاک شد و کاتیون‌های قابل تبادل خاک را افزایش داد و در صورتی که این کود بتواند نیاز رشدی گیاه را تامین کند، قابل رقابت با کود شیمیایی خواهد بود که این امر با کاربرد بیش‌تر کود مرغی قابل تحقق است. کوپر باند و همکاران (Cooperband *et al.*, 2002) نیز افزایش عملکرد ذرت را با استفاده از کود مرغی گزارش کردند. افشار و افشارمنش (Afshar and Afsharmanesh, 2011) و زندیان و همکاران (Zandian *et al.*, 2013) نیز افزایش عملکرد سیب زمینی را با کاربرد کود مرغی نسبت به سایر کودها گزارش کردند. این نتایج نشان می‌دهند که استفاده از کود مرغی به‌مقدار مورد نیاز برای تامین عناصر غذایی گیاه، می‌تواند سبب افزایش عملکرد گیاهان مختلف شود.

نتایج مقایسه میانگین تیمارها برای وزن هزار دانه نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه (به‌میزان ۲۳/۳۱ گرم) از تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد که با وزن هزار دانه تیمار کود مرغی (۲۲/۶۳ گرم) اختلاف معنی‌داری داشت. نتایج مطالعات در ذرت نیز نشان داد که استفاده از کود مرغی سبب افزایش وزن هزار دانه در گیاه ذرت شد (Boateng *et al.*, 2006)، در این تحقیق، وزن هزار دانه در کود مرغی کم‌تر از تیمار کود شیمیایی بود که احتمالاً به‌دلیل فراهم نبودن عناصر غذایی در تیمار کود مرغی (به‌دلیل کافی نبودن میزان استفاده شده)، بود و نتیجه تجزیه کود مرغی نیز این مطلب را تایید کرد.

مقایسه تیمارها برای درصد دانه پر نشان داد که تیمار کود شیمایی با مقدار ۹۹/۶ درصد، بیش‌ترین دانه پر را به‌خود اختصاص داد و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش داشت. نتایج مربوط به درصد دانه‌های پر با نتایج وزن دانه در هکتار مطابقت داشت. صالحی‌فر و همکاران (Salehifar *et al.*, 2012) نشان دادند که فراهمی عناصر پرمصرف می‌تواند سبب افزایش درصد دانه‌های پر شود. فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه می‌تواند در زمانی‌که مخزن در گیاه رشد مناسبی دارد، سبب بهبود پر کردن دانه شده و در نتیجه میزان عملکرد دانه را افزایش دهد. چن و همکاران (Chen *et al.*, 2017) نیز نشان دادند که افزایش عناصر غذایی با افزایش مقدار کود نیتروژن، فسفر و پتاس می‌تواند سبب افزایش درصد دانه پر در برنج شود.

بیش‌ترین تعداد پنجه نیز از تیمار کود شیمیایی به‌دست آمد، اما اختلاف معنی‌داری با کود مرغی نداشت و به‌ترتیب ۲۰/۶ و ۱۹/۲ پنجه تولید کردند. نتایج نشان داد که استفاده از کود مرغی توانست رشد رویشی نسبتاً برابری با کود شیمیایی ایجاد کند. چن و همکاران (Chen *et al.*, 2017) گزارش کردند که تعداد پنجه در برنج به‌شدت به‌میزان عناصر غذایی موجود در خاک وابسته است و افزایش عناصر غذایی سبب افزایش تعداد پنجه در برنج می‌شود.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کود مرغی و شیمیایی بر صفات اندازه‌گیری‌شده در برنج رقم هاشمی

Table 3. Analysis of variance of the effect of chiken manure and chemical fertilizer on the studied traits in rice cv. Hashemi

Source of variations	df	Grain yield	1000-grain weight	Filled grain percentage	No. of total tiller per plant	Fertile tiller percentage	Plant height	Stem diameter	Panicle length	Flag leaf length	Flag leaf width
Block	2	12.30^{ns}	0.81^{ns}	3.17^{ns}	1.00^{ns}	29.70^{ns}	4.10^{ns}	0.0078**	0.52^{ns}	0.33^{ns}	0.04**
Treatment	2	235.60**	22.32**	677.46**	37.30**	760.70**	256.70**	0.107**	29.36**	108.20**	0.20**
Error	4	11.43	1.15	5.21	0.30	62.07	7.27	0.0001	0.78	1.16	0.001
CV (%)	-	6.09	5.01	2.47	3.20	3.36	2.07	1.67	3.08	3.02	3.06

^{ns} and **: Not-significant and significant at 1% probability level, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کود مرغی و شیمیایی بر صفات اندازه‌گیری‌شده در برنج رقم هاشمی

Table 4. Mean comparisons of the effect of chicken manure and chemical fertilizer on the studied traits in rice cv. Hashemi

Treatment	Grain yield (kg/ha)	1000-grain weight (g)	Filled grain percentage	No. of total tiller per plant	Fertile tiller percentage	Plant height (cm)	Stem diameter (cm)	Panicle length (cm)	Flag leaf length (cm)	Flag leaf width (cm)
Control	1232c	18.28c	66.90c	14.00b	62.77b	120.00b	0.60c	25.00b	29.00c	0.80c
Chicken manure	2880b	22.63b	85.70b	19.20a	69.24b	131.30a	0.81b	30.23a	40.60a	1.30a
Chemical fertilizer	3664a	23.31a	96.60a	20.60a	93.01a	138.40a	0.97a	30.50a	37.30b	1.16b

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Tukey's test at 1% probability level.

بررسی تیمارها برای درصد پنجه بارور نیز نشان داد که بیش‌ترین درصد پنجه بارور (۹۳/۰۱ درصد) با کاربرد کود شیمیایی به‌دست آمد که اختلاف بسیار معنی‌داری با تیمار کود مرغی (۶۹/۲۴ درصد) داشت (جدول ۴). اگرچه کود مرغی دارای بالاترین مقدار فسفر در بین سایر کودهای آلی است (Garg and Bahla, 2008)، ولی احتمالاً در مقادیر مورد استفاده در این تحقیق، نتوانست فسفر مورد نیاز برای باروری بیش‌تر پنجه‌ها را در مقایسه با کود شیمیایی فراهم کند و انتظار می‌رود با افزایش مقدار کود مرغی، بتوان به آن سطح از فسفر مورد نیاز برای افزایش باروری رسید.

مقایسه میانگین تیمارها از نظر ارتفاع گیاه نیز نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۱۳۸/۴۰ سانتی‌متر) از کود شیمیایی به‌دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با کاربرد کود مرغی (۱۳۱/۳۰ سانتی‌متر) نداشت (جدول ۴). با توجه به هم‌زمانی کاربرد کود شیمیایی و مرغی، به‌نظر می‌رسد که کود مرغی به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی (معدنی شدن تدریجی مواد آلی برای جذب)، مشکلی در رشد رویشی ایجاد نکرد. در آزمایشی مشخص شد که کاربرد کود مرغی در برنج سبب تولید ارتفاع ۱۰۰/۴۲ سانتی‌متر شد که با تیمار کود شیمیایی (۹۷/۳۱ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت (Abbasi *et al.*, 2013). اختلاف معنی‌داری بین کود مرغی و شیمیایی از نظر ارتفاع گیاه هویج نیز مشاهده نشده است (Habimana *et al.*, 2014).

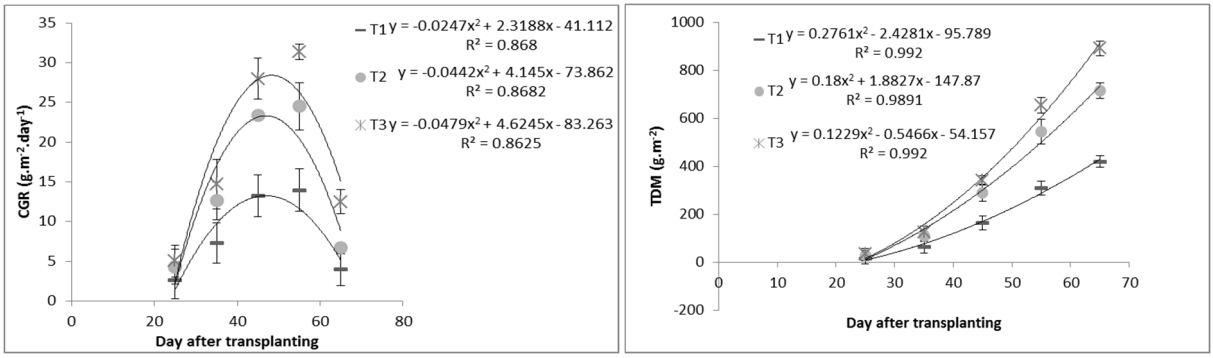
بیش‌ترین قطر ساقه نیز با کاربرد کود شیمیایی (۰/۹۷ سانتی‌متر) به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار کود مرغی و شاهد بدون کود (به‌ترتیب ۰/۸۱ و ۰/۶۰ سانتی‌متر) داشت (جدول ۴). عباسی و همکاران (Abbasi *et al.*, 2013) نیز نشان دادند که استفاده از کود مرغی و شیمیایی در برنج سبب تولید قطر ساقه به‌ترتیب برابر با ۰/۸۳ و ۰/۹۷ سانتی‌متر شد که اختلاف معنی‌داری با هم داشتند و با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. در مورد طول خوشه، اختلاف معنی‌داری بین کاربرد کود شیمیایی و کود مرغی (به‌ترتیب ۳۰/۵ و ۳۰/۲۳ سانتی‌متر) مشاهده نشد، اما بیش‌ترین طول و عرض برگ پرچم متعلق به کود مرغی به‌ترتیب به‌میزان ۴۰/۶ و ۱/۳ سانتی‌متر بود که با تیمار کود شیمیایی و شاهد بدون کود اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴).

بررسی روند تجمع ماده خشک کل نشان داد که در ۲۵ روز پس از نشاکاری، این شاخص برای هر سه تیمار یکسان بود، ولی با رسیدن به انتهای فصل رشد، تجمع ماده خشک در تیمارهای کود شیمیایی و کود مرغی بیش‌تر از تیمار شاهد شد، به‌طوری‌که در ۶۵ روز پس از کاشت، این مقدار برای تیمار کود شیمیایی به حدود ۹۰۰ گرم در متر مربع رسید (شکل ۱). بررسی نمودار نشان داد که کود شیمیایی با شیب تندتری ماده خشک کل را افزایش داد، اما کود مرغی به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر، نتوانست تولید ماده خشک کل را همانند کود شیمیایی افزایش دهد (Farhad *et al.*, 2009). نکته مهم، عدم اختلاف معنی‌دار در روند تجمع ماده خشک تا ۴۸ روز پس از نشاکاری بود. واکر و برنال (Walker and Bernal, 2008) گزارش کردند که کود مرغی افزوده شده به خاک، موجب افزایش غلظت سدیم، کلسیم و پتاسیم قابل جذب خاک و غلظت عناصر فسفر و بور و وزن خشک بخش هوایی سیب زمینی شد (Yazdan Panah and Motalebifard, 2017).

بررسی روند تغییرات سرعت رشد گیاه نشان داد که کود شیمیایی علاوه بر اینکه توانست سرعت رشد بیش‌تری را در تمام مراحل نموی گیاه برنج ایجاد کند، شیب تغییرات سرعت رشد آن نیز بیش‌تر بود. این در حالی است که در زمان نزول نمودار نیز سرعت رشد در تیمار کود شیمیایی از شیب تندتری نسبت به تیمار کود مرغی برخوردار بود که همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد، می‌تواند به‌دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی توسط کود مرغی باشد (شکل ۱). چن و همکاران (Chen *et al.*, 2017) نیز گزارش کردند که سرعت رشد گیاه برنج با افزایش فراهمی عناصر غذایی، افزایش معنی‌داری می‌یابد. سرعت رشد نسبی یک گیاه نیز به‌صورت افزایش وزن خشک گیاه در یک بازه زمانی در ارتباط با وزن اولیه گیاه تعریف می‌شود. بررسی اثر تیمارها بر سرعت رشد نسبی (شکل ۲) نشان داد که سرعت رشد نسبی در هر سه تیمار کودی تقریباً با شیب مشابه کاهش یافت. هر چند که این شیب در تیمار کود مرغی بیش‌تر از سایر تیمارها بود، ولی اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. ۲۰ روز پس از نشا، سرعت رشد نسبی برای هر سه تیمار حدود ۰/۱۵گرم بر گرم در روز بود و این مقدار در ۶۵ روز پس از نشا به حدود ۰/۰۱ گرم بر گرم در روز رسید.

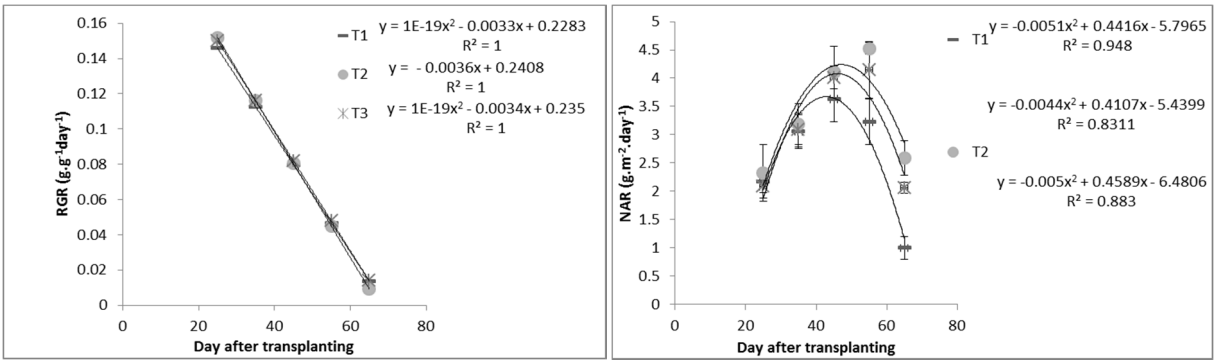
سرعت جذب خالص توسط ویلیامز (Williams, 1946) به‌عنوان افزایش ماده خشک در واحد سطح برگ یا وزن خشک برگ در واحد زمان معرفی شده است. بررسی تاثیر تیمارهای کودی بر سرعت جذب خالص نشان داد که در هر سه تیمار کودی تا حدود ۴۰ روز پس از نشا، سرعت جذب خالص حدود ۳/۵ گرم بر متر مربع در روز بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت، اما از حدود

۵۰ روز پس از نشا، سرعت جذب خالص در هر سه تیمار روندی کاهشی نشان داد، اما سرعت کاهش در تیمار شاهد بیش‌تر از سایر تیمارها بود. تیمار کود شیمیایی در همه مراحل رشد، سرعت جذب خالص بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها داشت (شکل ۲). صالحی‌فر و همکاران (Salehifar *et al.*, 2012) نیز گزارش کردند که افزایش عناصر غذایی پرمصرف می‌تواند سرعت جذب خالص را افزایش دهد.



شکل ۱- اثر تیمارهای کودی بر تجمع ماده خشک کل (TDM) و سرعت رشد گیاه (CGR) برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

Figure 1. Effect of fertilizer treatments on total dry mater (TDM) and crop growth rate (CGR) of rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.



شکل ۲- اثر تیمارهای کودی بر سرعت جذب خالص (NAR) و سرعت رشد نسبی (RGR) برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

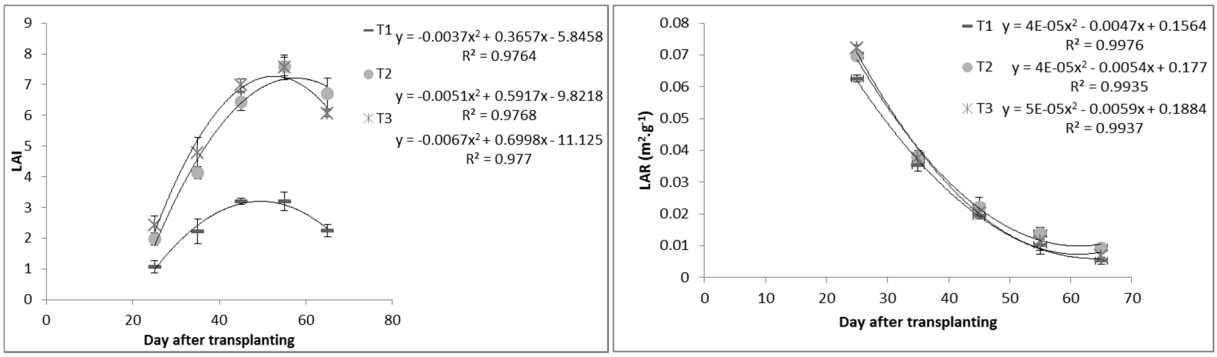
Figure 2. Effect of fertilizer treatments on net assimilation rate (NAR) and relative growth rate (RGR) of rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.

بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ نشان داد که بیش‌ترین مقدار شاخص سطح برگ در طول دوره رشد با کاربرد کود شیمیایی به‌دست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد کود مرغی سبب تاخیر در روند نزولی نمودار شد، به‌طوری‌که میزان این شاخص با کاربرد کود شیمیایی از ۵۰ روز پس از نشا شروع به کاهش کرد، ولی با کاربرد کود مرغی این زمان به حدود ۵۷ روز افزایش یافت و سیر نزولی آن نیز کندتر از تیمار کود شیمیایی بود (شکل ۳). قربانلی و همکاران (Ghorbanli *et al.*, 2007) گزارش کردند که افزایش مقدار نیتروژن سبب افزایش پارامترهای رشدی از قبیل سطح برگ و وزن خشک کل گیاه برنج شدند. حسن‌الزمان و همکاران (Hasanuzzaman *et al.*, 2010) گزارش کردند که فراهمی عناصر غذایی سبب افزایش معنی‌دار طویل‌شدن سلول‌ها و سرعت تقسیم سلولی و متعاقب آن اندازه برگ و در نتیجه شاخص سطح برگ می‌شود. به‌طور کلی، افزایش سطح برگ منوط به فراهمی عناصر غذایی برای گیاه است و با استفاده از کود شیمیایی می‌توان این عناصر را برای گیاه سریع‌تر فراهم کرد.

رادفورد (Radford, 1967) رابطه نسبت سطح برگ را پیشنهاد کرد که بیان‌کننده نسبت بین سطح برگ به کل

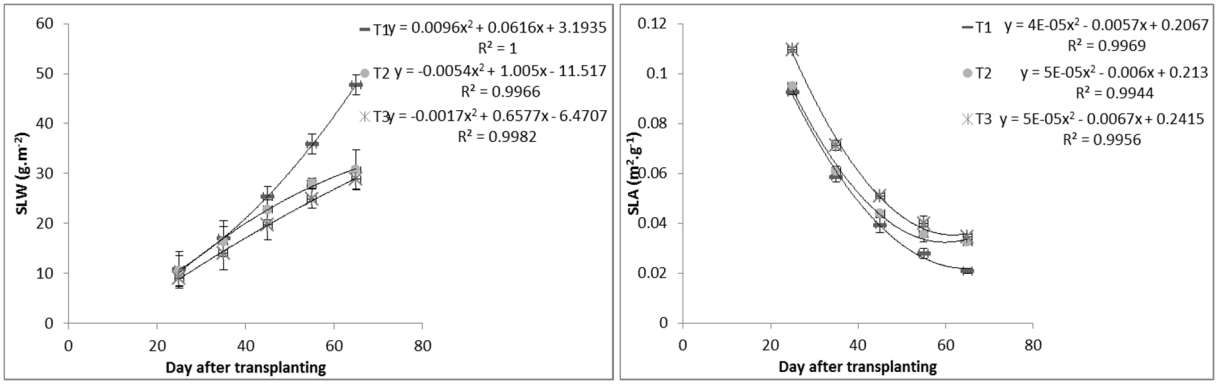
زیست‌توده است. نسبت سطح برگ، بازتابی از برگ سبز گیاه یا مقدار سطح برگ تشکیل شده در واحد زیست‌توده است. بررسی نسبت سطح برگ نشان داد که بیش‌ترین میزان این شاخص در تیمار کود شیمیایی به‌میزان ۰/۰۷ متر مربع بر گرم بود (شکل ۳). در هر سه تیمار کودی، مقدار این شاخص با گذشت زمان کاهش یافت، چون نسبت سطح برگ به زیست‌توده با پیر شدن گیاه کاهش می‌یابد. در همه تیمارهای کودی، مقدار این شاخص تقریباً یکسان بود و در ۶۰ روز پس از نشا، مقدار آن برای همه تیمارها ثابت شد و کم‌ترین مقدار را نسبت به زمان نشا داشت.

کووت و همکاران (Kvet *et al.*, 1971) نسبت سطح به وزن برگ را به‌صورت سطح ویژه برگ بیان کردند. بیش‌تر بودن این شاخص نشان‌دهنده سطح بیش‌تر برای انجام فتوسنتز است. نتایج نشان داد که تیمار کود شیمیایی سطح ویژه برگ بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها ایجاد کرد. با گذشت زمان، وزن برگ‌ها افزایش می‌یابد و با پیرتر شدن گیاه، نسبت سطح به وزن برگ کاهش می‌یابد که البته این کاهش در تیمار شاهد شدیدتر بود. هر چند که تیمار کود مرغی در ابتدای دوره رشد، سطح ویژه برگ یکسانی با تیمار شاهد داشت، اما در ۶۰ روز پس از نشاکاری به تیمار کود شیمیایی نزدیک شد که دلیل آن در اختیار قرار گرفتن تدریجی عناصر غذایی در کود مرغی است (شکل ۴).



شکل ۳- اثر تیمارهای کودی بر شاخص سطح برگ (LAI) و نسبت سطح برگ (LAR) برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

Figure 3. Effect of fertilizer treatments on leaf area index (LAI) and leaf area ratio (LAR) of rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.



شکل ۴- اثر تیمارهای کودی بر سطح ویژه برگ (SLA) و وزن ویژه برگ (SLW) برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

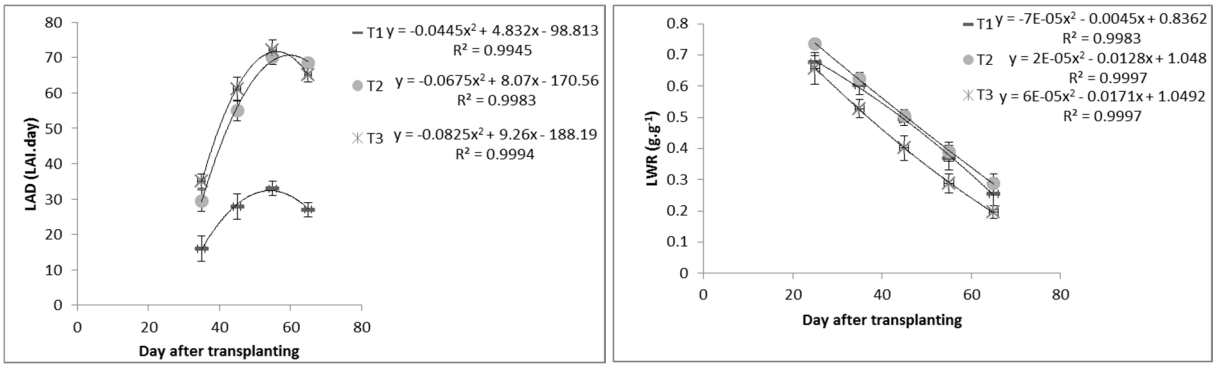
Figure 4. Effect of fertilizer treatments on specific leaf area (SLA) specific leaf weight (SLW) of rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.

پیرس و همکاران (Pears *et al.*, 1968) وزن ویژه برگ را پیشنهاد دادند که عبارت از نسبت وزن برگ به سطح برگ است. سطح ویژه برگ نشان دهنده زیست‌توده بیش‌تر است و ارتباط مثبت با عملکرد دارد. بررسی روند تغییرات وزن ویژه برگ در این تحقیق نشان داد که این شاخص در تیمار کود شیمیایی کم‌تر از سایر تیمارها بود، به‌طوری‌که

روند تغییرات وزن ویژه برگ در تیمارهای کود شیمیایی و مرغی با شیب منفی افزایش یافت، در حالی‌که افزایش آن در تیمار شاهد با شیب مثبت بود. بیش‌ترین مقدار این شاخص به‌میزان ۵۰ گرم بر متر مربع در ۶۰ روز پس از نشا در تیمار شاهد بود، در حالی‌که در همین زمان مقدار این شاخص در تیمارهای کود شیمیایی و مرغی به‌ترتیب ۲۹ و ۳۰ گرم بر متر مربع بود. افزایش سطح برگ طی دوره رشد برای افزایش فتوسنتز می‌تواند دلیل کاهش این شاخص در تیمار کودهای شیمیایی و مرغی باشد (شکل ۴).

برای ایجاد ارتباط بین عملکرد ماده خشک با شاخص سطح برگ، پاور (Power, 1967)، شاخص سطح برگ را با زمان ادغام کرد و آن‌را دوام سطح برگ نامید. دوام سطح برگ نشان‌دهنده مدت زمانی است که برگ قادر به فتوسنتز می‌باشد. بررسی دوام سطح برگ در این تحقیق نشان داد که استفاده از کودهای شیمیایی و مرغی، نتیجه یکسانی داشتند. بیش‌ترین دوام سطح برگ در حدود ۵۷ روز پس از نشاکاری به‌میزان ۷۰ بود (شکل ۵). نتایج نشان داد که استفاده از کود مرغی سبب تاخیر در نزول نمودار شد. هر چند که این تاخیر حدود سه روز بود، ولی این افزایش دوام می‌تواند در فتوسنتز موثر باشد و در نتیجه سبب افزایش انتقال مجدد خواهد شد. چن و همکاران (Chen *et al.*, 2017) نشان دادند که افزایش مقدار کود نیتروژن می‌تواند سبب افزایش دوام سطح برگ شود که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت.

کووت و همکاران (Kvet *et al.*, 1971) شاخص نسبت وزن برگ را به‌صورت نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک کل گیاه معرفی کردند. بررسی روند تغییرات نسبت وزن برگ در تیمارهای مورد آزمایش نشان داد که بالاترین مقدار این نسبت به‌میزان ۰/۷۵ گرم بر گرم در تیمار کود مرغی بود. نتایج نشان داد که تیمار کود مرغی توانست بالاترین نسبت وزن برگ به وزن کل گیاه را ایجاد کند. به‌عبارت دیگر توانست وزن برگ بیش‌تری را به نسبت وزن کل گیاه ایجاد کند. در تحقیق حاضر، تیمار کود مرغی توانست شاخص سبزینگی بالاتری را نسبت به سایر تیمارها ایجاد کنند. روند کاهش این نسبت در همه تیمارهای کودی مورد آزمایش به‌صورت منفی و کم‌ترین مقدار این نسبت به‌میزان ۰/۲ گرم بر گرم نیز در ۶۰ روز پس از نشا و متعلق به تیمار کود شیمیایی بود (شکل ۵). هر چند که این نسبت در تیمار کود شیمیایی از سایر تیمارهای دیگر کم‌تر بود، ولی به‌دلیل فتوسنتز جاری و انتقال مجدد بهتر و بیش‌تر در این تیمار، منجر به افزایش عملکرد در این تیمار شد.



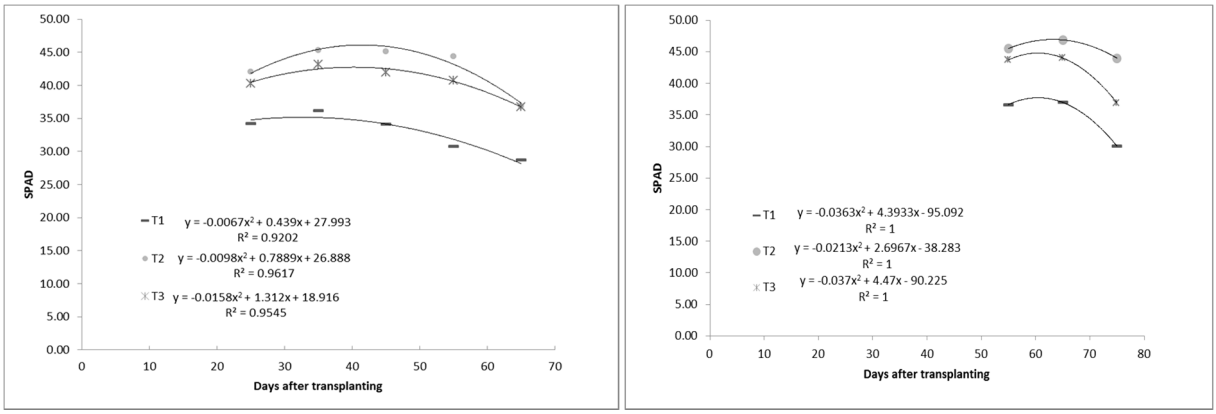
شکل ۵- اثر تیمارهای کودی بر نسبت وزن برگ (LWR) و دوام سطح برگ (LAD) برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

Figure 5. Effect of fertilizer treatments on leaf weight ratio (LWR) and leaf area duration (LAD) of rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.

بررسی روند تغییرات میزان سبزینگی برگ در تیمارهای کودی نشان داد که بیش‌ترین میزان سبزینگی از تیمار کود مرغی به‌دست آمد که در طول دوره ارزیابی از سایر تیمارها بیش‌تر بود. در ۳۵ روز بعد از نشا، مقدار سبزینگی برگ در تیمارهای کود شیمیایی، کود مرغی و شاهد به‌ترتیب ۴۳/۱۷، ۴۵/۲۷ و ۳۶/۲۰ بود (شکل ۶). بر اساس نتایج این تحقیق، تیمار کود مرغی رشد رویشی بیش‌تری از سایر تیمارها فراهم کرد که این می‌تواند به‌دلیل فراهم کردن عناصر غذایی در بازه زمانی طولانی برای گیاه باشد. بررسی روند تغییرات میزان سبزینگی برگ پرچم در تیمارهای

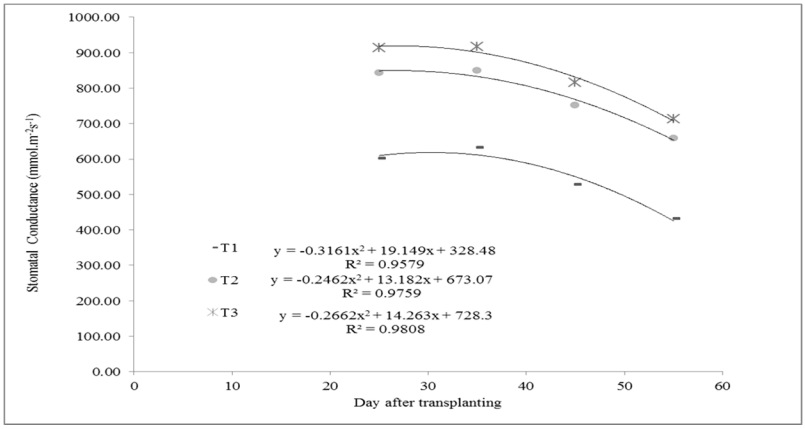
کودی نشان داد که بیش‌ترین میزان (۴۶/۸۷) در تیمار کود مرغی مشاهده شد (شکل ۶). کود مرغی نه تنها طول برگ پرچم بیش‌تری نسبت به سایر تیمارها تولید کرد، بلکه میزان سبزینگی بیش‌تری را نیز ایجاد کرد و این می‌تواند سبب افزایش معنی‌دار دوام سطح برگ شود که منجر به افزایش میزان فتوسنتز در طول زمان طولانی‌تر خواهد شد. چن و همکاران (Chen *et al.*, 2017) نیز فراهم بودن عناصر غذایی را عامل اصلی افزایش سبزینگی برگ عنوان کردند. به‌عبارت دیگر، هر چه عناصر غذایی بیش‌تر باشد، میزان سبزینگی برگ نیز بیش‌تر خواهد بود، ولی دوام سطح برگ به‌مدت زمان فراهمی این عناصر بستگی دارد.

اندازه‌گیری میزان هدایت روزنه‌ای نیز نشان داد که بیش‌ترین میزان هدایت روزنه‌ای (۹۱۶/۹۷ میلی مول بر متر مربع بر ثانیه) مربوط به تیمار کود شیمیایی بود. هر چه میزان فراهمی عناصر غذایی برای گیاه بیش‌تر باشد، هدایت روزنه‌ای افزایش معنی‌داری می‌یابد. افزایش هدایت روزنه‌ای منجر به افزایش ورود دی اکسید کربن به داخل گیاه و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد خواهد شد. هدایت روزنه‌ای با افزایش روزهای پس از نشاکاری، کاهش می‌یابد و بنابراین، در انتهای دوره زندگی گیاه، انتقال مجدد نقش موثرتری نسبت به فتوسنتز جاری خواهد داشت. بیش‌تر بودن هدایت روزنه‌ای طی دوره رشد در تیمار کود شیمیایی می‌تواند دلیل اصلی بیش‌تر بودن میزان عملکرد در این تیمار باشد. جان‌محمدی و همکاران (Janmohammadi *et al.*, 2012) نشان دادند که افزایش غلظت نیتروژن در خاک می‌تواند سبب افزایش هدایت روزنه‌ای شود. از این‌رو، هر گونه بهبودی در شرایط رشدی گیاه می‌تواند سبب افزایش هدایت روزنه‌ای شود.



شکل ۶- اثر تیمارهای کودی بر میزان سبزینگی برگ پرچم (شکل سمت راست) و سایر برگ‌ها (شکل سمت چپ) در برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

Figure 6. Effect of fertilizer treatments on the greenness of flag leaf (right) and the other leaves (left) in rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.



شکل ۷- اثر تیمارهای کودی بر هدایت روزنه‌ای برنج رقم هاشمی. T1 ، T2 و T3 به‌ترتیب شاهد، کود مرغی و کود شیمیایی هستند.

Figure 6. Effect of fertilizer treatments on stomatal conductivity of rice cv. Hashemi. T1, T2 and T3 are including check, chicken manure and chemical fertilizers, respectively.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که هر چند کاربرد کود شیمیایی اثر بهتری روی بیش‌تر صفات مورد مطالعه داشت، ولی در بیش‌تر این صفات، تفاوت معنی‌داری با کاربرد کود مرغی نداشت. کود مرغی از نظر تامین عناصر غذایی و نیز سرعت معدنی‌شدن جهت آماده‌شدن عناصر غذایی برای جذب توسط گیاه نسبت به کود شیمیایی ضعیف‌تر است، ولی با مقدار بیش‌تر کود مرغی و کاربرد قبل از کاشت آن می‌توان بر این مشکلات فائق آمد. میزان بالای آلودگی زیست‌محیطی و تخریب ساختار خاک و متعاقباً کاهش حاصل‌خیزی خاک با کاربرد کودهای شیمیایی، از جمله دلایل دیگر ارجحیت استفاده از کودهای دامی به‌جای کودهای شیمیایی است. همچنین، با توجه به فراوانی قابل توجه مرغداری‌ها در استان‌های شمالی کشور، کاربرد کود مرغی از نظر اقتصادی نیز نسبت به کودهای شیمیایی مقرون به‌صرفه خواهد بود.

References

Abbasi, M., Najafi, N., Aliasgharzad, N. and Ostan, S. 2013. Effects of soil humidity and organic and chemical properties on growth and water use efficiency of rice in non-calcium alkaline soil. **Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture** 3 (11): 1-16.

Afshar, A. and Afsharmanesh, G. 2011. Effect of irrigation and manure on water use efficiency and potato yield in Jiroft. **Journal of Water and Soil Resources Conservation** 1: 63-75. (In Persian with English Abstract).

Ayoola, O. T. and Adeniyan, O. N. 2006. Influence of poultry manure and NPK fertilizer on yield and yield components of crops under differentcropping systems in south west Nigeria. **African Journal of Biotechnology** 5 (15): 1386-1392.

Bitzer, C. C. and Sims, J. T. 1988. Estimating the availability of nitrogen in poultry manure through laboratory and field studies. **Journal of Environmental Quality** 17: 47-54.

Blanco-Ganqui, A. and Schlegel, B. 2013. Implications of inorganic fertilization of irrigated corn on soil properties: Lessons learned after 50 years. **Journal of Environmental Quality** 42 (3): 861-871.

Boateng, S. A., Zickermann, J. and Kornahrens, M. 2006. Poultry manure effect on growth and yield of maize. **West African Journal of Applied Ecology** 9 (1): 1-11.

Chen, D., Yuan, L., Liu, Y., Ji, J. and Hou, H. 2017. Long-term application of manures plus chemical fertilizers sustained high rice yield and improved soil chemical and bacterial properties. **European Journal of Agronomy** 90: 34-42.

Cooperband, L., Bollero, G. and Coale, F. 2002. Effect of poultry litter and composts on soil nitrogen and phosphorus availability and corn production. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** 62: 185-194.

Farhad, W., Saleem, M. F., Cheema, M. A. and Hammad, H. M. 2009. Effect of poultry manure levels on the productivity of spring maize (*Zea mays* L.). **The Journal of Animal and Plant Sciences** 19 (3): 122-125.

Garg, S. and Bahla, G. S. 2008. Phosphorus availability to maize as influenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. **Bioresource Technology** 99 (13): 5773-5777.

Ghorbanli, M., Hashemi Moghaddam, S. and Fallah, A. 2007. Study of interaction effects of irrigation and nitrogen on some morphological and physiological characteristic of rice plant (*Oryza sativa* L.). **Journal of Agricultural Science** 12 (2): 415-428. (In Persian with English Abstract).

Ghosh, A. and Sharma, A. R. 1999. Effect of combined use of organic manure and nitrogen fertilizer on the performance of rice under flood-prone lowland condition. **Journal of Agricultural Science** 132: 461-465.

Guo, J. H., Liu, X. J., Zhang, Y., Shen, J. L., Han, W. X., Zhang, W. F., Christie, P., Goulding, K. W. T., Vitousek, P. M. and Zhang, F. S. 2010. Significant acidification in major Chinese croplands. **Science** 327: 1008-1010.

Habimana1, S., Uwamahoro, C. and Uwizerwa, J. B. 2014. Influence of chicken manure and NPK (17-17-17) fertilizer on growth and yield of carrot. **Net Journal of Agricultural Science** 2 (4): 117-123.

Hasanuzzaman, M., Ahamed, K. U., Rahmatullah, N. M., Akhter, N., Nahar, K. and Rahman, M. L. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by application of different manures. **Emirates Journal of Food and Agriculture** 22: 46-58.

Ibrahim, M., Hassan, A. U., Iqbal M. and Valeem, E. E. 2008. Response of wheat growth and yield to various levels of compost and organic manure. **Pakistan Journal of Botany** 40: 2135-2141.

International Rice Research institute. 2002. Standard evaluation system for rice. Manila, Philippines.

Janmohammadi, M., Ahmadi, A. and Postini, K. 2012. Effect of leaf area reduction and nitrogen application on stomatal characteristics of flag leaf and grain yield of wheat under deficit irrigation. **Electronic Journal of Crop Production** 3 (4): 177-194.

Keeney, D. R. 1982. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. In: Stevenson, F. J. (Ed.). Nitrogen in agricultural soils, agronomy monograph, No. 22. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin.

Kvet, J., Ondok, J.P., Necas, J. and Jarvis, P.G. 1971. Methods of growth analysis. p. 343-391. In: Z. Sestak, J. Catsky, and P.G. Jarvis (eds.). Plant photosynthetic production. Manual of methods. W. Junk, The Hague.

Ma, L., Yang, L. Z., Xia, L. Z., Shen, M. X., Yin, S. X. and Li, Y. D. 2011. Long-term effects of inorganic and organic amendments on organic carbon in a paddy soil of the Taihu Lake region, China. **Pedosphere** 21: 186-196.

Maritus C. H. T. and Vlelc, P. L. G. 2001. The management of organic matter intropical soils: What are the priorities? **Nutrient Cycling in Agronomy Ecosystems** 61: 1-16.

Mirzaei Talarposhti, R., Kambozia, J., Sabahi, H. and Mahdavi Damghani, A. A. 2010. Effects of organic fertilizer on soil physiochemical properties and dry matter yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). **Iranian Journal of Field Crop Research** 7 (1): 257-268.

Mishra, R. C., Sabu, P. K. and Uttaray, S. K. 1990. Response of soybean to nitrogen and phosphorus application. **Journal of Oilseed Research** 7: 6-9.

Mkhabela, T. S. 2002. Improving the utilization of cattle and chicken manure for soil fertility management under small-scale crop production systems of the midlands in KwaZulu-Natal province, South Africa. MSc Dissertation, University of Northwest, Mmabatho.

Mkhabela, T. S. 2004. Subistitution of fertilizer with poultry manure: Is this economically viable? **Agrekon** 43 (3): 347-356.

Pearce, R. B., Brown, R. H. and Blaser, R. E. 1968. Photosynthesis of alfalfa leaves as influenced by age and environment. **Crop Science** 6: 677-680.

Power, J. F., Willis, W. O., Grunes, D. L. and Reichman, G. A. 1967. Effect of soil temperature, phosphorus and plant age on growth analysis of barley. **Agronomy Journal** 59: 231-234.

Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae: Their use and abuse. **Crop Science** 7: 171-175.

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.

Regmi, A. P., Ladha, J. K., Pathak, H., Pasuquin, E., Buenon, C., Dawe, D., Hobbs, P. R., Joshy, D., Maskey S. L. and Pandey, S. P. 2002. Yield and soil fertility trends in a 20-year rice-rice-wheat experiment in Nepal. **Soil Science Society of America Journal** 66: 857-867.

Rekhi, R. S., Singh, R., Goel, R. K. and Singh, J. 2004. Crop yield, disease incidence, and insect pest attack in relation to N dynamics in rice. **International Rice Research Note** 29: 65-67.

Salehifar, M., **Asghari, J., Peyman, H., Samizadeh, H. and Dorosti, H. 2012.** Effects of planting distance, nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and yield components of hybrid rice (Bahar 1). **Electronic Journal of Crop Production** 4 (2): 155-168.

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.

Walker, D. J. and Bernal, M. P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. **Bioresource Technology** 99: 396-403.

Williams, R. E. 1946. The physiology of plant growth with special reference to the concept of NAR. **Annual Botany** 10: 41-71.

Yazdan Panah, A. R. and Motalebifard, R. 2017. Effects of chicken manure and potassium fertilizer on yield and nitrogen phosphorous, potassium, zinc and copper in potato. **Soil Applied Research** 4 (2): 60-71. (In Persian with English Abstract).

Ye, J., Yu, Q. G., Yang, S. N., Jiang, L. N., Ma, J. W., Wang, Q., Wang, J. M., Sun, W. C. and Fu, J. R. 2011. Effect of combined application of organic manure and chemical fertilizer on N use efficiency in paddy fields and the environmental effects in hang jiahu area. **Journal of Soil and Water Conservation** 25: 87-91.

Zandian, F., Farnia, A. and Eftekharinasab, N. 2013. Effect of vermicompost and chicken manure on potato yield and yield components in Kermanshah. The First National Conference on Sustainable Development, March 10, 2013, Tehran, Iran. (In Persian).

Zhao, B. Q., Li, X. Y., Li, X. P., Shi, X. J., Huang, S. M., Wang, B. R., Zhu, P., Yang, X. Y., Liu, H., Chen, Y., Poulton, P., Powlson, D., Todd, A. and Payne, R. 2010. Long-term fertilizer experiment network in China: Crop yield and soil nutrient trends. **Agronomy Journal** 102: 216-230.

doi: 10.22124/c.2018.9724.1387

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 8, No. 3, Autumn 2018 (291-305)

Comparative evaluation of the effect of organic and mineral fertilizers on yield, yield components and growth indices of rice (*Oryza sativa* L.)

Mostafa Salehifar[1*], Mansour Afshar Mohammadian[2], Masoud Kavousi[3], Kobra Tajadoditalab[4] and Hassan Shokri Vahed[5]

Received: February 18, 2018 Accepted: September 10, 2018

Abstract

To study the effect of chemical fertilizer and chicken manure on yield and yield components of rice cv. Hashemi, a field experiment was conducted in randomized complete block design with three replications at Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran, in 2017. The studied fertilizer treatments were chicken manure (33 $t.ha^{-1}$), chemical fertilizer (recommended by RRII) and control (no-fertilizer). The studied traits included grain yield, 1000-grain weight, filled grain percentage, number of total tiller per plant, number of fertile tiller, SPAD value, stomatal conductivity and some growth indices. The results indicated that the highest grain yield (3664 $kg.ha^{-1}$), 1000-grain weight (23.31g), filled grain (96.6 %) and total dry matter (900 $g.m^{-2}$) were obtained from chemical fertilizer. In contrast, the use of chicken manure produced the highest flag leaf length (40.6 cm) and the highest net assimilation rate (4.6 $g.m^{-2}.day^{-1}$). Application of chicken manure caused the leaf area index (LAI) to decrease than other treatments. The highest specific leaf area (SLA) was observed in chemical fertilizer. SLA was less in chicken manure at the beginning of the growth period, but over time and reaching next growth stages, it approached to chemical fertilizer. The highest LAI and leaf greenness (SPAD value) obtained from chicken manure application, but the highest stomatal conductivity was observed in chemical fertilizers. According to results of this research, although the application of chemical fertilizers more increased the yield and improved the yield components than chicken manure, but application of chicken manure could be improved the net assimilation rate (NAR), flag leaf length, LAI and SPAD than chemical fertilizer. Probably due to the more greater value of nutrients in chemical fertilizer than chicken manure, the yield produced by chemical fertilizer was higher than chicken manure. In total, according to the harmful environmental effects of chemical fertilizer and the not-significant reduction of grain yield of rice cv. Hashemi in chicken manure treatment, chicken manure instead of chemical fertilizer is recommended.

Keywords: Chicken manure, LAI, NAR, SPAD, Stomatal conductance

1. Post-Doctoral Researcher, Dept. of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assoc. Prof., Dept. of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Research Assoc. Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
4. Research Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
5. Researcher, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
* Corresponding author: msalehifar.6262@yahoo.com