

دانشگاه گیلان

دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره هفتم / شماره سوم / پاییز ۱۳۹۶ (۳۰۱-۳۱۳)

بررسی مدیریت تلفیقی کودهای شیمیایی، کمپوست و رژیم آبیاری بر ویژگی‌های زراعی و عملکردی برنج رقم هاشمی

تیمور رضوی پور^۱، علیرضا آستارایی^{۲*}، امیرلکزیان^۳، حجت امامی^۴ و مسعود کاوسی^۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۵/۵/۵

چکیده

استفاده از کمپوست همراه با کودهای شیمیایی به‌عنوان یک ضرورت در ایجاد کشاورزی پایدار شناخته شده است. به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی و کمپوست در رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات مرفولوژیک برنج، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه موسسه تحقیقات برنج کشور در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای اصلی شامل سه رژیم آبیاری شاهد (یا آبیاری به میزان ۱/۳ برابر تبخیر از تشتک تبخیر)، ۱ و ۰/۷ برابر تبخیر از تشتک تبخیر (Ep) و تیمارهای فرعی شامل شاهد بدون کود (C₁)، N₆₀-P₃₀-K₆₀ کیلوگرم در هکتار (C₂)، ۵ تن در هکتار کمپوست + C₂ (C₃)، ۵ تن در هکتار کمپوست + N₆₀ کیلوگرم در هکتار (C₄)، ۵ تن در هکتار کمپوست + P₃₀-K₆₀ کیلوگرم در هکتار (C₅) و ۵ تن در هکتار کمپوست (C₆) بود. نتایج سال اول نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و کود بر صفات اندازه‌گیری شده به جز وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در سال دوم نیز این اثر متقابل بر تعداد پنجه، ارتفاع گیاه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد کاه، و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و بر طول خوشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اما اثر معنی‌داری بر سایر صفات مورد مطالعه نداشت. مناسب‌ترین مدیریت استفاده از آبیاری به اندازه یک برابر تبخیر از تشتک تبخیر همراه با استفاده از کود شیمیایی نیتروژن به مقدار توصیه شده و پنج تن کمپوست بود که علاوه بر کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفر و پتاسیم، حدود ۲۱/۱۸ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب را به‌همراه داشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، برنج، کمپوست، کود شیمیایی

- ۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران (آدرس جدید: عضو هیأت علمی، بخش تحقیقات خاک و آب، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران)
- ۲- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۳- استاد، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۴- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۵- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

* نویسنده مسئول: astarai@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

در بسیاری از کشورهای آسیایی، برنج تأمین کننده بیش از ۷۰ درصد کالری انسان محسوب می‌شود (Kögel-*et al.*, 2010). قسمت اعظم برنج مورد نیاز ایران در شالیزارهای شمال کشور تولید می‌شود، با این حال سهم برنج در اقتصاد ایران ناچیز می‌باشد. مشکلات ایجاد سیستم غرقاب طولانی مدت و درآمد کم در کشت برنج باعث تبدیل اکثر زمین‌های شالیزار برای اهداف دیگر بهره برداری از زمین معطوف شده است (Darzi *et al.*, 2007). حدود ۸۰-۹۰ درصد آب شیرین در آسیا برای کشاورزی استفاده می‌شود که ۵۰ درصد از آن به زراعت برنج اختصاص می‌یابد (IRRI, 2001). گرچه برنج گیاهی است که تحت شرایط غرقابی بخوبی رشد می‌کند ولی غرقاب‌های طولانی مدت، اثرات زیان‌بخشی از جمله کاهش راندمان آبیاری را خواهد داشت (Razavipour and Ali, 2006). زمانیکه آبیاری به اندازه پائین‌تر از اشباع خاک انجام شود، عملکرد برنج کاهش خواهد یافت (Tuong and Bouman, 2003). کمبود آب آبیاری باعث کاهش رشد رویشی، گلدهی و عملکرد برنج به ترتیب به اندازه ۲۱، ۵۰ و ۲۱ درصد می‌شود (Pirdashti *et al.*, 2004).

بنابراین ضروری است تا روش‌هایی جهت کاهش مقدار آبیاری برای کشت برنج بکار برده شود بدون اینکه کاهش عملکرد برنج را بهمراه داشته باشد. در مدیریت‌های جدید، رژیم‌های مختلف آبیاری متناسب با فیزیولوژی گیاه در جهت افزایش محصول، کاهش مصرف آب، بالا بردن راندمان آبیاری، کنترل علف‌های هرز و جلوگیری از ماندآبی شدن اراضی شالی کاری اعمال می‌شود. از سوی دیگر موقعیت ویژه کشورمان به عنوان منطقه‌ای کم آب و بطور اخص عدم یکنواختی توزیع بارندگی حتی در استان‌های شمالی لزوم صرفه‌جویی در مصرف آب را در اراضی شالیزاری اثبات می‌کند (Pirmoradian *et al.*, 2004).

تداوم استفاده از کودهای شیمیایی علاوه بر ایجاد بسیاری از آلودگی‌های زیست محیطی باعث افزایش هزینه نیز می‌شود. امروزه استفاده از کمپوست همراه با کودهای شیمیایی به عنوان یک ضرورت در ایجاد کشاورزی پایدار شناخته شده است (Alam, 2004). آزولا یک سرخس آبری آزاد بوده که معمولاً در آب شالیزارها، نه‌های آب و استخرها یافت می‌شود (Rehana *et al.*, 2003). کمپوست مخلوطی از مواد آلی پوسیده شده بوسیله میکروارگانیسم‌ها است که در یک محیط گرم، مرطوب، و تحت شرایط هوایی،

مواد و عناصر غذایی موجود در خود را به صورت قابل استفاده در اختیار گیاه قرار می‌دهد. استفاده از کمپوست در مدیریت عناصر غذایی خاک برای رسیدن به یک سیستم کشاورزی پایدار لازم و ضروری است. کمپوست می‌تواند بعضی از مسائل مربوط به کاهش عملکرد ناشی از فقدان یا کمبود بعضی عناصر را برطرف نماید. می‌تواند به عنوان یک منبع ذخیره کننده عناصر غذایی و نگهداری آب در خاک عمل نموده و راندمان استفاده از آب را بالا ببرد. تهویه خاک را بهتر کند و کمبود هوموس یا مواد آلی خاک را نیز تأمین کند (Razavipour and Ali, 2006).

از اهداف مهم کشاورزی در سال‌های اخیر افزایش راندمان استفاده از نهاده‌ها، بویژه کاهش کودهای شیمیایی می‌باشد تا بتوان با حفظ محیط زیست و افزایش حاصلخیزی خاک بیشترین تولید را داشته و کشاورزی پایدار و یا حتی ارگانیک را در کشاورزی ایجاد کرد. با توجه به عدم یکنواختی توزیع آب در استان گیلان، لزوم صرفه جویی آب در شالیزار به عنوان یک ضرورت می‌باشد. لذا این تحقیق جهت بررسی و تعیین بهترین مقدار آبیاری و مقدار مناسب کود شیمیایی و کمپوست در برنج انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری و کودهای شیمیایی و کمپوست بر صفات زراعی برنج رقم هاشمی در استان گیلان پژوهش حاضر اجرا شد. ابتدا مخلوطی از مواد آلی شامل آزولا، کود گاوی و پوسته برنج بترتیب با نسبت ۳-۲-۱ (حجمی/حجمی) به مدت شش هفته تهیه و هر هفته بطور کامل با یکدیگر مخلوط شد تا عمل تهویه و تجزیه هوایی بطور کامل در سراسر توده انجام شود. یک نمونه از هر یک از مواد قبل از مخلوط، یک نمونه پس از یک هفته از مخلوط کردن و سه نمونه در پایان هفته ششم از توده کمپوست تولیدی برداشت شد. نمونه‌ها بمدت ۵ روز در آون با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک و پس از پودر کردن و آماده سازی، خصوصیات شیمیایی آنها تعیین شد (جدول ۱).

این آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت اجرا گردید. سه نوع رژیم آبیاری به عنوان فاکتور اصلی شامل آبیاری به میزان ۱/۳ یا شاهد (I₁)، آبیاری به میزان ۱ (I₂) و آبیاری به میزان ۰/۷ برابر

تبخیر برابر از تشت کلاس A (I₃) در طول مرحله رشد تا ۱۰ روز قبل از برداشت بود و تیمارهای کودی به عنوان فاکتور تیمار فرعی عبارت بودند از تیمار بدون کود شیمیایی و بدون کمپوست (C₁)، کودهای شیمیایی N- P- K با مقادیر ۶۰-۳۰-۶۰ کیلوگرم در هکتار (C₂)، کمپوست ۵ تن در هکتار + کودهای شیمیایی N- P- K با مقادیر ۶۰-۳۰-۶۰ کیلوگرم در هکتار (C₃)، کمپوست ۵ تن در هکتار + کود N به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار (C₄)، کمپوست ۵ تن در هکتار + کودهای P- K با مقادیر ۶۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار (C₅) و کود کمپوست ۵ تن در هکتار کمپوست (C₆). کودهای فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم پس از شخم و قبل از ماله کشی و کود نیتروژن از منبع اوره بصورت تقسیط در سه مرحله (۱/۳) هنگام نشاء، ۱/۳ پس از وجین اول و ۱/۳ پس از وجین دوم) داده شد (Razavipour et al., 2011).

جدول ۱- نتایج تجزیه مواد اولیه و کمپوست تولیدی قبل از استفاده در شالیزار

Table 1. Analysis of applied organic raw materials and the produced compost

Sample	نسبت عصاره‌گیری Extraction ratio	ECe × 10 ³	pH	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	کربن آلی OC	OC/N
آزولا Azolla	1:5	-	-	2.65	0.48	1.15	32.9	12.4
کود گاوی Cow Dong	1:2.5	6.0	7.31	1.60	0.70	1.33	39.41	24.6
پوسته برنج Rice husk	Saturate	2.78	5.41	0.47	0.23	0.15	43.1	91.7
مخلوط ماده اولیه برای کمپوست Mixed raw material forcompost	1:2.5	12.0	7.20	1.76	0.65	1.24	35.73	20.3
کمپوست سال اول Compost in 1 st year	1:2.5	11.2	7.09	2.07	0.63	1.1	33.4	16.1
کمپوست سال دوم Compost in 2 nd year	1:2.5	7.7	6.62	2.02	1.63	1.33	22.5	11.1

به مقدار لازم در هر کرت پاشیده و به طور یکنواخت با دست با خاک مخلوط شد. بذر پاشی در خزانه انجام و نشاهای سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهار برگی در نیمه اول خرداد به زمین اصلی منتقل شد. ابعاد هر کرت فرعی ۲/۸ × ۱/۸ متر و برنج رقم هاشمی به فاصله ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر و هر کپه با ۳ نشاء کشت گردید.

قبل از اجرای طرح یک نمونه خاک جهت تجزیه به آزمایشگاه بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور ارسال شد که نتایج آزمایش در جدول (۲) ارایه شده است. در اواخر بهمن ماه هر سال، زمین شخم زده شد و در نیمه دوم اردیبهشت عملیات کامل تهیه زمین انجام شد و پس از تسطیح، نقشه طرح روی زمین پیاده شد. سپس کمپوست

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک شالیزار محل اجرای آزمایش

Table 2. Analysis of field experimental soil

عمق خاک Soil Depth (cm)	ECe × 10 ³	pH	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	ماده آلی OC	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	بافت Texture	OC/N
0- 30	2.40	7.02	207	18.8	0.212	2.51	49	41	10	SiC/C	11.8

خطکش مدرج کنترل می‌گردید. تاریخ نشاء در هر دو سال آزمایش ۱۰ خرداد و تاریخ برداشت ۳۰ مرداد بود. در هر سال ده روز اول پس از نشاء آبیاری غرقاب انجام شد و ده روز قبل از برداشت آبیاری قطع گردید. مقدار آب تحویلی به ترتیب در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در تیمار آبیاری I₁ برابر با ۴۰۷/۵۵ و ۴۹۲/۴۴ میلی‌متر، تیمار I₂ برابر ۳۲۸/۶۰ و

حدود یک هفته تا ده روز اول آبیاری معمولی برای کلیه تیمارها انجام شد تا نشاء در ابتدا بدون تنش محیطی بتواند استقرار یابند. جهت آبیاری هر تیمار، میزان تبخیر از تشت تبخیر کلاس A برای دوره ۵ روزه محاسبه شد و میزان آب آبیاری براساس سطح کرت و درصد تبخیر در نظر گرفته شده، اعمال شد. مقدار آب در هر کرت با نصب ۳ عدد

کمپوست همراه کود شیمیایی نیتروژن موجب افزایش معنی داری در تعداد پنجه می‌شود.

ارتفاع بوته

اثر متقابل آبیاری و کود بر ارتفاع بوته در هر دو سال در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد در سال اول نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار ۱/۳ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کود نیتروژن به مقدار توصیه شده (I_1C_4) دارای بیشترین ارتفاع بوته و تیمار آبیاری به مقدار ۱/۳ برابر تبخیر از تشت تبخیر در تیمار کودی ۵ تن کمپوست همراه با کودهای شیمیایی فسفره و پتاسه به مقدار توصیه شده (I_1C_5) و تیمار شاهد (I_1C_1) دارای کوتاه‌ترین ارتفاع بوته بودند و سایر سطوح در گروه آماری جداگانه قرار داشت (جدول ۵). در سال دوم تیمار آبیاری به مقدار ۱/۳ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم (I_1C_3) و نیتروژن به مقدار توصیه شده (I_1C_4) بیشترین و تیمار با مقدار ۰/۷ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست (I_3C_6) کوتاه‌ترین ارتفاع بوته را داشت و سایر سطوح در گروه آماری جداگانه قرار داشت (جدول ۶). افزایش معنی‌دار در ارتفاع بوته در اثر استفاده از کمپوست توسط امان‌الله‌خان و همکاران (Amanullah Khan *et al.*, 2008) نیز گزارش شده است. نتایج آزمایشات کاویتا و همکاران (Kavitha *et al.*, 2007) نیز نشان داد که کمپوست موجب افزایش ارتفاع بوته با پیشرفت مرحله رشد محصول می‌شود. کاربرد کمپوست آلی همراه کود معدنی اثر مفیدی روی ارتفاع گیاه در مقایسه با استفاده تنها از کود معدنی دارد. افزایش در ارتفاع گیاه ممکن است موجب افزایش سطوح مواد غذایی در کمپوست و کودها و در نتیجه موجب در دسترس قرار گرفتن این مواد غذایی به گیاه می‌شود.

۳۹۳/۹۲ میلی‌متر و تیمار I_3 برابر ۲۴۹/۶۳ و ۲۹۵/۴۰ میلی‌متر در طول فصل زراعی بود. برای مبارزه شیمیایی با کرم ساقه خوار برنج از سم دیازینون ۵ درصد استفاده گردید و برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز یک هفته بعد از نشاکاری از علف‌کش ساترین به غلظت ۳-۳/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. وجین دستی نیز در دو نوبت انجام شد. برای جلوگیری از نشت آبیاری و کمپوست، مرز کرت‌ها با پلاستیک پوشانده شدند. در زمان برداشت برخی خصوصیات زراعی گیاه برنج مانند ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، وزن خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد دانه سالم و پوک، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه و عملکرد کل گیاه (عملکرد بیولوژیک) ثبت شد. به‌منظور انجام تجزیه‌های آماری، ابتدا تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی به روش توکی با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد پنجه در هر بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در اثر متقابل آبیاری و کود در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح ۵ درصد در سال اول نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار ۱/۳ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کود نیتروژن به مقدار توصیه شده (I_1C_4) دارای بیشترین تعداد پنجه در بوته و تیمار آبیاری به مقدار یک برابر تبخیر از تشت تبخیر در تیمار کودی شاهد یا تیمار بدون کمپوست و کود شیمیایی (I_2C_1) دارای کمترین تعداد پنجه در بوته بودند و سایر سطوح در گروه آماری جداگانه قرار داشت (جدول ۵). در سال دوم تیمار آبیاری به مقدار ۰/۷ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کود نیتروژن به مقدار توصیه شده (I_3C_4) بیشترین و تیمار با مقدار ۰/۷ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست (I_3C_6) دارای کمترین تعداد پنجه در بوته بودند (جدول ۶). حداکثر تعداد پنجه در تیمارهایی وجود داشت که از کمپوست با کود شیمیایی نیتروژنه استفاده شده است. این نتیجه یک ارتباط معنی‌داری با ذخیره و قابلیت دسترسی نیتروژن دارد (Clements, 1980). عادل (Adel, 2008) اظهار نمودند کاربرد

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سال اول (۱۳۹۲)
Table 3. Analysis of variance of the studied traits in 1st year (2013)

Source of variation	df	Mean squares												
		تعداد پنجه Number of tiller	ارتفاع بوته Plant height	وزن خوشه Panicle weight	طول خوشه Panicle height	تعداد دانه در خوشه grain per panicle	درصد دانه پر filled grain	درصد دانه پوک unfilled grain	وزن دانه در خوشه grain weight of panicle	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد کل Total yield	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد دانه (میانگین دو سال) Grain yield (ave. 2 years)
تکرار (R) Replication	2	1.45 ^{ns}	8.39*	0.002 ^{ns}	0.356 ^{ns}	9.463 ^{ns}	8.167 ^{ns}	3.241 ^{ns}	0.003 ^{ns}	2.527 ^{ns}	42863.32 ^{ns}	74420.268 ^{ns}	4650.959 ^{ns}	1741.88 ^{ns}
آبیاری (I) Irrigation	2	33.41**	31.23**	0.048 ^{ns}	3.255 ^{ns}	567.91*	507.722**	1.685 ^{ns}	0.04 ^{ns}	3.237 ^{ns}	4791053.44**	3945155.01**	71470.03 ^{ns}	84506.6 ^{ns}
تکرار × آبیاری R×I	4	0.273	1.21	0.009	0.899	34.657	24.056	2.074	0.009	0.494	59045.319	101812.006	14236.445	22956.117
کود (F) Fertilizer	5	7.69**	114.57**	0.129**	15.57**	243.619**	193.1**	36.519**	0.117**	2.516**	5196581.722**	2547005.4**	785359.15**	1442049.3**
I×F	10	5.13**	43.62**	0.058**	1.106**	334.596**	316.856**	29.819**	0.077**	0.711 ^{ns}	426524.562**	644549.21**	229232.67**	114580.9**
اشتباه Error	30	0.29	33.87	0.013	0.36	35.748	29.359	2.819	0.014	0.675	43619.146	34145.932	11830.104	7568.58
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	3.68	0.84	6.33	2.22	7.18	7.77	12.42	6.29	4.46	4.16	7.11	4.49	3.37

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

^{ns}, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سال دوم (۱۳۹۳)
Table 4. Analysis of variance of the studied traits in 2nd year (2014)

Source of variation	df	Mean squares											
		تعداد پنجه Number of tiller	ارتفاع بوته Plant height	وزن خوشه Panicle weight	طول خوشه Panicle height	تعداد دانه در خوشه grain per panicle	درصد دانه پر filled grain	درصد دانه پوک unfilled grain	وزن دانه در خوشه grain weight of panicle	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد کل Total yield	عملکرد کاه Straw yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار (R) Replication	2	0.641 ^{ns}	12.230*	0.035 ^{ns}	0.091 ^{ns}	0.109**	12.495 ^{ns}	11.281 ^{ns}	0.076*	0.005*	306251.9 ^{ns}	327652.2*	18167.7 ^{ns}
آبیاری (I) Irrigation	2	10.051**	69.309**	0.203**	2.315*	121.527 ^{ns}	113.95**	118.779**	0.036 ^{ns}	3.671*	7650151.6**	9724157.7**	252610.7 ^{ns}
تکرار × آبیاری R×I	4	0.331	1.284	0.007	0.18	17.622	5.184	3.715	0.01	0.442	105346.944	41788.255	39655.1
کود (F) Fertilizer	5	29.536**	326.431**	0.051 ^{ns}	2.565**	49.948 ^{ns}	28.772 ^{ns}	26.593**	0.077 ^{ns}	3.06*	5254117.9**	1981333.3**	2359042.1**
I×F	10	4.388**	58.892**	0.43 ^{ns}	0.546*	58.299*	40.291 ^{ns}	47.60**	0.053 ^{ns}	0.627 ^{ns}	525401.03**	592730.9**	98199.4**
اشتباه Error	30	0.271	2.536	0.033	0.242	25.572	19.697	3.165	0.044	0.98	41657.105	63643.805	19513.42
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	4.90	1.26	6.97	1.74	5.32	6.29	7.26	11.17	5.03	3.60	8.63	5.10

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

^{ns}, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

وزن خوشه

اثر متقابل سطوح آبیاری و سطوح کود نیز بر وزن هر خوشه در سال اول در سطح ۱ درصد معنی دار (جدول ۳) ولی در سال دوم معنی دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار ۱/۳ تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کودهای شیمیایی فسفره و پتاسه به مقدار توصیه شده (I_1C_5) دارای بیشترین و تیمار آبیاری به مقدار ۰/۷ تبخیر از تشت تبخیر همراه و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست دارای کمترین وزن خوشه در گیاه است و سایر تیمارها در گروه آماری جداگانه قرار گرفتند (جدول ۵). در سال دوم اثر متقابل سطوح آبیاری و کود دارای در یک سطح آماری قرار داشته و نشان دهنده عدم تأثیر تیمارها بر وزن خوشه در گیاه بودند (جدول ۶). رضایی و همکاران (Rezaei, 2009) گزارش کردند که به کارگیری کمپوست نقش اساسی در افزایش عملکرد دانه برنج دارد.

طول خوشه

نتایج تجزیه واریانس این صفت نشان داد که اثر متقابل آبیاری و کود بر طول خوشه در سال اول در سطح احتمال ۱ درصد و در سال دوم در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۳ و ۴). با این وجود در سال اول در تیمار آبیاری به مقدار ۱/۳ برابر تبخیر از تشت تبخیر و استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کود شیمیایی نیتروژنه (I_1C_4) بیشترین طول خوشه و در تیمار آبیاری به مقدار یک برابر تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست کمترین طول خوشه بدست آمد (جدول ۵). در سال دوم به ترتیب تیمارهای I_1C_4 و I_2C_3 بلندترین و تیمار I_3C_6 کوتاه‌ترین طول خوشه را داشتند (جدول ۶). سینگ (Singh, 2001) گزارش کرد که طول خوشه افزایش معنی‌داری در برابر کمپوست مواد آلی پیدا می‌کند. همچنین مانیوانان و همکاران (Manivannan, 2009) در تحقیقات مشابه‌ای پی بردند که کاربرد کمپوست موجب افزایش طول خوشه می‌شود.

تعداد دانه در یک خوشه

نتایج تجزیه واریانس سال اول مؤید آن بود که اختلاف معنی‌داری در اثر متقابل آبیاری و کود در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۳) ولی در سال دوم اختلاف

معنی‌داری در بین تیمارها وجود نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد در سال اول نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار یک برابر تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از کودهای شیمیایی به مقدار توصیه شده (I_2C_2) بیشترین و تیمار آبیاری با مقدار ۰/۷ برابر تبخیر از تشت تبخیر همراه با ۵ تن در هکتار کمپوست (I_3C_6) کمترین تعداد دانه در خوشه را داشتند (جدول ۵) و در سال دوم تیمار I_2C_4 بیشترین و تیمار شاهد (I_1C_1) کمترین تعداد دانه در خوشه را داشت و تیمارهای دیگر حد فاصل دو تیمار فوق قرار گرفتند (جدول ۶). سینگ (Singh, 2001) دریافت که تعداد دانه در خوشه افزایش معنی‌داری در برابر کمپوست مواد آلی پیدا می‌کند.

در بررسی انجام شده این صفت بهتر است تیمار آبیاری یک برابر تبخیر از تشت تبخیر همراه با تیمار ۵ تن در هکتار و کود نیتروژنه به مقدار توصیه شده را انتخاب کرد. با افزایش تعداد پنجه در مترمربع، تعداد دانه کل در خوشه افزایش می‌یابد و با کاهش تعداد پنجه در مترمربع تعداد دانه در خوشه کاهش می‌یابد. اسپانو و پروندا (Spanu and Pruneddu, 1997) گزارش کردند که افزایش نیتروژن سبب افزایش وزن هزاردانه و تعداد زیادتر دانه در هر خوشه می‌شود.

تعداد دانه پر در یک خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در اثر متقابل آبیاری و کود در سطح احتمال ۵ درصد سال اول وجود داشت (جدول ۳) ولی در سال دوم اثر متقابل آنها بر صفت تعداد دانه سالم معنی‌دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سال اول نشان داد که تیمار آبیاری به مقدار یک برابر تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از کودهای شیمیایی به مقدار توصیه شده (I_2C_3) و همچنین کودهای شیمیایی به مقدار توصیه شده و ۵ تن در هکتار کمپوست (I_2C_2) دارای بیشترین تعداد دانه پر در خوشه می‌باشند و تیمار آبیاری به مقدار ۰/۷ برابر تبخیر از تشت تبخیر همراه با استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست کمترین دانه سالم را داشت (جدول ۵). در سال دوم با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها، تیمار I_3C_5 بیشترین و تیمار I_1C_5 کمترین تعداد دانه سالم را داشتند (جدول ۶). ادوارد (Edwards, 1995) گزارش کرد که با افزایش مصرف کود نیتروژن تعداد دانه پر در خوشه افزایش یافت.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری رژیم‌های آبیاری و کود بر صفات مورفولوژیکی برنج (رقم هاشمی) در سال اول (۱۳۹۲)

Table 5. Mean comparisons treatments compounds of effect of irrigation regimes and fertilizers on rice (Hashemi Cultivar) agronomical properties in 1st year of experiment (2013)

آبیاری Irrigation	کود Fertilizer	تعداد پنجه Number of tiller	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن خوشه Panicle weight (g)	طول خوشه Panicle height (cm)	تعداد دانه در خوشه Total grain per panicle	درصد دانه پر Filled grain (%)	درصد دانه پوک Unfilled grain (%)	وزن دانه در خوشه Grain weight per panicle (g)	عملکرد زیست‌توده Biologic yield (kg. ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg. ha ⁻¹)	عملکرد کاه Straw yield (kg. ha ⁻¹)	عملکرد دانه (میانگین دو سال) Grain yield (ave. 2 years) (kg. ha ⁻¹)
I ₁	C ₁	16.07 bc	121.1 f	1.600 cde	27.20 b-f	82.33 a-f	66.00 bcd	16.33 abc	1.800 a-d	4941 def	2965 b-e	1976 gh	2050 i
	C ₂	16.77 b	127.4 de	1.733 a-e	28.43 ab	81.33 a-f	64.00 cd	17.33 ab	1.767 a-d	5574 bcd	3014 bcd	2561 cde	2857 cd
	C ₃	17.00 ab	132.3 b	1.967 ab	28.33 abc	88.33 a-e	73.33 abc	15.00 a-d	2.100 ab	6373 a	3185 abc	3188 a	3200 ab
	C ₄	18.57 a	136.6 a	1.767 a-d	29.40 a	86.33 a-e	78.33 abc	8.00 f	1.933 abc	5649 bc	3104 bc	2545 cde	2659 ef
	C ₅	13.43 fgh	120.5 f	2.000 a	25.53 fgh	91.67 a-d	76.33 abc	15.33 a-d	2.133 a	5080 cde	2794 c-f	2287 d-g	2229 h
	C ₆	14.77 c-f	128.9 cd	1.833 a-d	25.77 e-h	91.67 a-d	81.33 ab	10.33 def	2.00 abc	4370 fg	2433 def	1938 h	2066 i
I ₂	C ₁	11.47 i	121.5 f	1.600 cde	26.10 d-h	70.33 ef	55.33 d	15.00 a-d	1.733 bcd	4337 fg	2403 ef	1935 h	2073 i
	C ₂	13.53 fgh	126.9 de	1.767 a-d	28.43 ab	98.33 a	85.00 a	13.33 a-e	1.933 abc	5937 ab	3289 abc	2648 bc	3071 b
	C ₃	15.53 bcd	128.5 cde	1.833 a-d	27.17 b-f	96.67 ab	85.67 a	11.00 def	1.967 abc	5990 ab	3540 ab	2450 c-f	2756 de
	C ₄	15.33 b-e	121.5 f	1.633 b-e	27.63 a-e	77.67 c-f	65.33 bcd	12.33 b-f	1.733 bcd	6455 a	3744 a	2711 bc	2746 de
	C ₅	14.60 c-g	121.6 f	1.933 abc	26.50 c-g	78.67 b-f	66.33 bcd	12.33 b-f	2.033 abc	5427 bcd	2827 c-f	2599 bcd	2645 ef
	C ₆	14.33 d-g	131.2 bc	1.967 ab	24.33 h	94.33 abc	76.33 abc	18.00 a	2.067 ab	3726 gh	1117 h	2609 bcd	2586 f
I ₃	C ₁	12.23 hi	120.3 f	1.567 de	25.87 e-h	75.00 def	63.33 cd	11.67 c-f	1.667 cd	3443 h	1425 gh	2019 gh	1955 i
	C ₂	13.90 d-h	128.5 cde	1.867 a-d	27.53 a-e	96.00 abc	78.33 abc	17.67 a	2.067 ab	4653 ef	1716 g	2937 ab	3307 a
	C ₃	13.03 ghi	128.6 cde	1.800 a-d	27.53 a-e	65.00 f	55.67 d	9.33 ef	1.900 a-d	5064 cde	2440 def	2624 bcd	2922 c
	C ₄	13.77 e-h	127.1 de	1.800 a-d	27.97 a-d	78.67 b-f	66.67 bcd	12.00 c-f	1.967 abc	4994 c-f	2752 c-f	2242 e-h	2657 ef
	C ₅	13.87 d-h	126.4 de	1.867 a-d	26.67 b-f	82.33 a-f	65.00 bcd	17.33 ab	2.033 abc	4540 ef	2341 f	2198 fgh	2400 g
	C ₆	14.10 d-g	125.4 e	1.400 e	24.77 gh	63.67 f	52.67 d	11.00 def	1.533 d	3875 gh	1692 gh	2183 fgh	2314 gh

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون توکی ندارند.

I₁، I₂ و I₃ به ترتیب آبیاری شاهد (۱/۳ برابر تبخیر)، ۱ و ۰/۷ برابر تبخیر از تبخیر شاهد بدون کود، N60-P30-K60 کیلوگرم در هکتار، ۵ تن در هکتار کمپوست + C₂، ۵ تن در هکتار کمپوست + N60 کیلوگرم در هکتار، ۵ تن در هکتار کمپوست + N60 کیلوگرم در هکتار، ۵ تن در هکتار کمپوست + P30-K60 کیلوگرم در هکتار و ۵ تن در هکتار کمپوست هستند.

Means followed by a same letter in each column are not significantly different at 5% probability level by Tukey's test.

I₁, I₂ and I₃ are 1.3 (cotrol), 1 and 0.7 times evaporation from the pan and C₁ to C₆ are control, N60- P30- K60 kg/ha, C₂+compost (5 ton/ha), N60 kg/ha+compost (5 ton/ha), P30-K60+compost (5 ton/ha) and compost (5 ton/ha).

تعداد دانه پوک در خوشه

اثر متقابل آبیاری و کود در هر دو سال بر تعداد دانه پوک در خوشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سال اول نشان داد که تیمارهای I_2C_6 و I_3C_2 بیشترین و تیمار I_1C_4 کمترین تعداد دانه پوک را داشت (جدول ۵). در سال دوم نیز به ترتیب تیمارهای I_2C_4 ، I_1C_3 و I_2C_1 بیشترین و I_3C_1 کمترین دانه پوک را داشتند (جدول ۶) و نشان دهنده آن است که با کاهش مقدار آب آبیاری از درصد پوکی دانه کاسته خواهد شد. نتایج یک تحقیق نشان داد که درصد دانه‌های پوک در آبیاری تناوبی با کاربرد ۳۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در آبیاری غرقاب دائم با سطح بالای نیتروژن (۱۵۲ کیلوگرم در هکتار)، از کمترین میانگین برخوردار است (Pirmoradian et al., 2004).

وزن دانه در خوشه

نتایج تجزیه واریانس مؤید آن بود که در سال اول اختلاف معنی داری در اثر متقابل آبیاری و کود در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳) ولی در سال دوم اثر متقابل آبیاری و کود بر وزن دانه در خوشه معنی دار نبود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای توکی در سال اول نشان داد که تیمار I_1C_5 بیشترین و تیمار I_3C_6 کمترین وزن دانه در خوشه را داشت و سایر تیمارها در گروه آماری جداگانه بین دو نوع سطح ذکر شده قرار گرفتند (جدول ۵) و در سال دوم تمامی تیمارهای کودی در یک سطح آماری قرار دارند (جدول ۶). فونگ پن و موزیر (Phongpan and Mosier, 2003) در مطالعه خود گزارش کردند که در کرتهایی که کمپوست به کار رفته است عملکرد دانه بالاتری دارند و عملکرد دانه پاسخ معنی داری به کمپوست می‌دهد. تیمارهای کمپوست عملکرد دانه بالاتری نسبت به تیمارهای بدون کمپوست دارند.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس در دو سال آزمایش نشان داد که اختلاف معنی داری در اثر متقابل آبیاری و کود بر وزن هزار دانه در بین تیمارها وجود نداشت (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌ها به روش توکی در سال اول نشان داد که تیمار I_1C_5 بیشترین و تیمار I_3C_6 کمترین وزن هزار دانه را داشت (جدول ۵) و در سال دوم تمامی تیمارهای کودی در یک سطح آماری قرار دارند (جدول ۶). سینگ (Singh,

2001) گزارش کرد که وزن هزار دانه افزایش معنی داری در برابر کاربرد کمپوست مواد آلی پیدا می‌کند. کمپوست دارای نیتروژن آلی است؛ از طرف دیگر بقایای آلی و کمپوست موجب بهبود ساختمان خاک می‌شود و قابلیت دسترسی عناصر مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد. بنابراین بجای کود شیمیایی می‌توان از کمپوست استفاده نمود.

بیوماس کل (عملکرد زیست توده)

اختلاف معنی داری در هر دو سال آزمایش در اثر متقابل آبیاری و کمپوست بر عملکرد کل گیاه در سطح ۱ درصد وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سال اول نشان داد که تیمارهای I_2C_4 و I_1C_3 بیشترین و تیمارهای I_2C_6 و I_3C_6 کمترین عملکرد کل را داشت (جدول ۵). در سال دوم تیمار I_2C_4 بیشترین و تیمار I_3C_6 کمترین عملکرد کل را داشت (جدول ۶). سانگ مانگ و همکاران (Songmuang et al., 1985) پی بردند که بهترین عملکرد به وسیله ترکیب کمپوست با کود شیمیایی بدست می‌آید. کمپوست در ترکیب با کود شیمیایی نتیجه خوبی برای افزایش شلتوک و عملکرد برنج می‌دهد. نتایج بدست آمده با نتایج این محقق همخوانی دارد چون نتیجه گرفت که کمپوست اثر مثبتی روی رشد گیاه و عملکرد بیولوژیک دارد که ظرفیت مواد آلی را بالا برده و موجب می‌شود عناصر غذایی بیشتر قابل دسترس شوند.

عملکرد کاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در سال اول و دوم اختلاف معنی داری در اثر متقابل آبیاری و کود بر عملکرد کاه در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سال اول نشان داد که تیمار I_2C_4 بیشترین و تیمارهای I_2C_6 و I_3C_6 به ترتیب کمترین عملکرد کاه را داشت و سایر تیمارها در گروه آماری جداگانه بین دو نوع سطح ذکر شده قرار گرفتند (جدول ۵) و در سال دوم تیمار I_2C_4 بیشترین و تیمارهای I_3C_2 کمترین عملکرد کاه را داشت (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم‌های آبیاری و کود بر صفات مورفولوژیکی برنج در سال دوم (۱۳۹۳)

Table 6. Mean comparisons of effect of irrigation regimes and fertilizers on rice agronomical properties in 2nd year of experiment (2014)

آبیاری Irrigation	کود Fertilizer	تعداد پنجه Number of tiller	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن هر خوشه weight of each panicle (gr)	طول خوشه Panicle height(cm)	تعداد دانه در خوشه Total grain per panicle	درصد دانه پر Filled grain (%)	درصد دانه پوک Unfilled grain (%)	وزن دانه در خوشه Grain weight per panicle (g)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد زیست‌توده Biologic yield (kg. ha ⁻¹)	عملکرد کاه Straw yield (kg. ha ⁻¹)	عملکرد دانه Grain yield (kg. ha ⁻¹)
I ₁	C ₁	10.37 cd	122.5 d	2.457 a	27.53 bcd	97.87 ab	68.73 ab	24.13 b-f	1.690 a	19.83 a	5723 fgh	3599 bc	2124 hi
	C ₂	12.43 ab	131.5 abc	2.673 a	28.73 abc	97.80 ab	69.90 ab	27.90 ab	1.912 a	20.33 a	6356 c-f	3203 b-e	3153 bcd
	C ₃	12.17 ab	134.4 a	2.630 a	29.07 ab	97.13 ab	66.00 ab	31.13 a	1.937 a	20.50 a	7155 ab	3943 ab	3212 bcd
	C ₄	12.53 ab	134.4 a	2.443 a	29.20 a	94.47 ab	72.33 ab	22.13 c-g	1.840 a	20.50 a	6431 cde	3658 bc	2773 def
	C ₅	10.0 cde	122.0 d	2.300 a	27.53 bcd	85.33 b	64.33 b	21.00 efg	1.025 a	18.83 a	5862 efg	3691 abc	2171 ghi
	C ₆	11.43 bc	121.1 d	2.343 a	27.33 cd	88.40 ab	66.33 ab	22.07 c-g	1.871 a	21.00 a	5152 hi	2958 c-f	2194 ghi
I ₂	C ₁	8.23 fg	130.1 abc	2.800 a	28.07 a-d	103.3 a	72.67 ab	30.60 a	2.077 a	18.50 a	4879 ijk	2668 d-g	2211 ghi
	C ₂	12.53 ab	133.1 abc	2.700 a	28.20 a-d	97.13 ab	69.67 ab	27.47 abc	1.794 a	19.00 a	6695 abc	3201 b-e	3494 ab
	C ₃	11.33 bc	129.3 bc	2.540 a	29.13 a	99.20 ab	75.67 ab	23.53 b-f	1.794 a	19.67 a	6533 bcd	3472 bc	3061 b-e
	C ₄	11.63 bc	128.5 c	2.813 a	29.00 ab	101.5 a	70.00 ab	31.53 a	1.900 a	20.50 a	7248 a	4467 a	2781 c-f
	C ₅	8.53 efg	120.5 d	2.580 a	28.67 a-d	94.93 ab	70.33 ab	24.60 b-e	1.058 a	18.67 a	5981 d-g	3290 bcd	2691 ef
	C ₆	8.63 efg	119.9 d	2.640 a	28.33 a-d	90.93 ab	67.00 ab	23.93 b-f	1.922 a	19.33 a	4443 jkl	1880 gh	2563 fgh
I ₃	C ₁	9.63 def	128.3 c	2.460 a	27.97 a-d	92.73 ab	75.00 ab	17.73 g	1.592 a	19.67 a	3885 i	1993 gh	1892 i
	C ₂	11.43 bc	133.9 ab	2.687 a	27.83 a-d	98.00 ab	73.33 ab	24.67 b-e	1.869 a	20.17 a	5054 ij	1376 h	3678 a
	C ₃	12.63 ab	130.4 abc	2.743 a	28.77 abc	94.07 ab	73.33 ab	20.73 efg	1.850 a	19.83 a	5500 ghi	2280 fg	3220 bc
	C ₄	13.63 a	119.3 d	2.680 a	27.87 a-d	89.80 ab	68.00 ab	21.80 d-g	1.978 a	19.83 a	5518 ghi	2446 efg	3072 b-e
	C ₅	7.73 gh	122.0 d	2.613 a	27.53 bcd	98.53 ab	79.67 a	18.87 fg	2.062 a	18.50 a	5150 hi	2557 d-g	2601 fg
	C ₆	6.40 h	109.8 e	2.580 a	27.13 d	95.47 ab	68.33 ab	27.13 a-d	1.656 a	19.50 a	4384 kl	1938 gh	2446 fgh

میانگین‌های دارای یک حرف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون توکی ندارند.

I₁، I₂ و I₃ به ترتیب آبیاری شاهد (۱/۳ برابر تبخیر)، ۱ و ۰/۷ برابر تبخیر از تشت تبخیر و C₁ تا C₆ به ترتیب شاهد بدون کود، N60-P30-K60 کیلوگرم در هکتار، ۵ تن در هکتار کمپوست + C₂، ۵ تن در هکتار کمپوست + N60 کیلوگرم در هکتار، ۵ تن در هکتار کمپوست + P30-K60 کیلوگرم در هکتار و ۵ تن در هکتار کمپوست هستند.

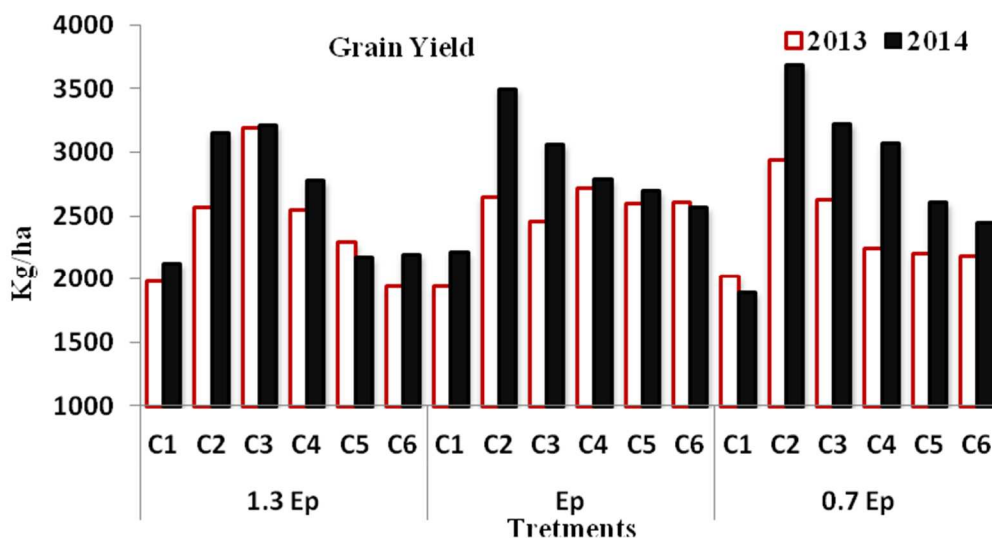
Means followed by a same letter in each column are not significantly different at 5% probability level by Tukey's test.

I₁, I₂ and I₃ are 1.3 (cotrol), 1 and 0.7 times evaporation from the pan and C₁ to C₆ are control, N60- P30- K60 kg/ha, C₂+compost (5 ton/ha), N60 kg/ha+compost (5 ton/ha), P30-K60+compost (5 ton/ha) and compost (5 ton/ha).

عملکرد دانه

اثر متقابل آبیاری و کود در سال اول و دوم بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی داری بود (جدول های ۳ و ۴). مقایسه میانگین ها با آزمون توکی در سال اول نشان داد که تیمار I_1C_3 بیشترین و تیمارهای I_2C_1 و I_1C_6 به ترتیب کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۵). در سال دوم تیمار I_3C_2 بیشترین و تیمار شاهد (I_3C_2) کمترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۶). نتایج تحقیق نشان می دهد که کاهش آب مصرفی منجر به کاهش عملکرد دانه برنج نمی شود (شکل ۱).

نتایج به دست آمده بیانگر آن است که هر چه از مقدار آب آبیاری کاسته شود، میزان عملکرد کل گیاه کاهش خواهد یافت و این کاهش زمانی بیشتر می شود که بجای کودهای شیمیایی، از کود کمپوست استفاده شود. اصولاً کمبود آب در دوره رویشی سبب کاهش ارتفاع گیاه می شود ولی این موضوع در مورد تنش های مداوم بیشتر صدق می نماید (Jayabalan *et al.*, 1995). کالیوانان و هاتاب (Kalaivanan and Hattab, 2008) گزارش کردند که کمپوست عملکرد دانه و کاه برنج را افزایش می دهد.



شکل ۱- اثر متقابل آبیاری و کمپوست بر میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در سال های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳. Figure 1. Effect of irrigation regimes and different fertilizers on yearly mean of grain yield (kg/ha) in 2013 & 2014.

Ep=تبخیر از تشت تبخیر

گزارش کردند که استفاده از کمپوست نقش اساسی در افزایش عملکرد دانه برنج دارد. ماکینده و همکاران (Makinde, 2007) مشاهده کردند که افزایش در عملکرد دانه با افزایش مقدار کمپوست نشان می دهد که مواد غذایی بیشتری در دسترس گیاه قرار می گیرد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که مناسب ترین تیمار آبیاری و مقدار کود کمپوست در شالیزار، آبیاری به مقدار یک برابر تبخیر از تشت تبخیر در تیمار استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژنه، فسفره و پتاسه به مقدار توصیه شده همراه با ۵ تن در هکتار کمپوست می باشد. ولی به دلیل

نتایج به دست آمده با گزارش بلدر و همکاران (Belder *et al.*, 2004) همخوانی داشت. این محقق نیز در تحقیقات خود نتایج مشابهی را در عملکرد گزارش کردند. به طور کلی عدم تفاوت معنی دار در مقدار عملکرد را می توان ناشی از تأمین آب به مقدار کافی در همه تیمارهای آبیاری دانست. یعنی در هیچ کدام از رژیم ها گیاه دچار تنش نگردیده و به همین دلیل نقصان عملکرد مشاهده نگردیده است. فونگپن و موزیر (Phongpan and Mosier, 2003) در مطالعه خود گزارش نمودند که در کشتهایی که کمپوست به کار رفته است عملکرد دانه بالاتری دارند و عملکرد دانه واکنش معنی داری نسبت به کاربرد کمپوست می دهد. تیمارهای کمپوست عملکرد دانه بالاتری نسبت به تیمارهای بدون کمپوست دارند. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2009)

عملکرد متعادل دانه، مصرف آب کمتر و همچنین به دلیل جلوگیری از مسائل زیست محیطی، تیمار استفاده از یک برابر تبخیر از تشت تبخیر و تیمار کودی استفاده از ۵ تن در هکتار کمپوست همراه با کود نیتروژن به مقدار توصیه شده به عنوان بهترین تیمار برای کشت در شرایط خشکسالی و مناطق دارای کمبود آب توصیه می‌شود. مهم‌ترین

دستاورد تحقیق این بود که ایجاد تناوب در آبیاری برنج بجای سیستم مرسوم در منطقه (غرقابی دائم) علاوه بر این که موجب کاهش در عملکرد نشد، بلکه منجر به صرفه‌جویی آب شد. استفاده از کود کمپوست نیز توانست جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی به‌ویژه کودهای فسفره و پتاسه در شالیزار باشد.

References

- Adel, M. G. 2008.** Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in Rice using the Nitrogen Isotope Techniques. **Word Applied Sciences Journal** 3 (6): 869-874.
- Alam, S. M. 2004.** 'Azolla' a green compost for rice. The DAWN Group of Newspapers, p2.
- Amanullah Khan, E., Horiuchi, T. and Masuie, T. 2008.** Effect of compost and green manure of pea and thir combinations with chicken manure and rapeseed oil residue on soil fertility and nutrient uptake in wheat – rice cropping system. **African Journal of Agricultural Research** 3 (9): 633-639.
- Belder, P., Bouman, B. A. M., Cabangon, R., Guoan, L., Quilang, E. J. P., Yuanhua, L., Spiertz, J. H. J. and Tuong, T. P. 2004.** Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in Asia. **Agricultural Water Management** 65 (3): 193-210.
- Clements, H. F. 1980.** Sugarcane crop logging and crop control principles and practices. The University Press. Hawaii, Hodulu. 520 p.
- Darzi, A., Ejlali, F., Ahmadi, M. Z. and Najafi, G. 2007.** The suitability of controlled drainage and subirrigation in paddy fields. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 10 (3): 492-497.
- Edwards, C. A. 1995.** Historical overview of vermicomposting. **Biocycle** 36: 56-58.
- Gupta, V. K. and Potalia, B. S. 1990.** Zinc-cadmium interaction in wheat. **Journal of the Indian Society of Soil Science** 48: 452-457.
- IRRI. 2001.** Water in rice research: The way forward. IRRI Annual Report, 2000-2001, IRRI, Manila, Philippines. 17 p.
- Jayabalan, M., Chandrasekaran, C., Wesely, E. G., Mahalingam, P. and Shaji, C. 1995.** Metabolic response of rice varieties under water stress. **Journal of Ecotoxicology and Environmental Monitoring** 5 (1): 59-66.
- Kalaivanan, D. and Hattab, O. 2008.** Influence of enriched pressmud compost on soil chemical properties and yield of rice. **Research Journal of Microbiology** 3 (4): 254-261.
- Kavitha, R. and Subramanian, P. 2007.** Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yield of rice. **Journal of Agronomy** 6 (4): 586-592.
- Kögel-Knabner, I., Amelung, W., Cao, Z., Fiedler, S., Frenzel, P., Jahn, R., Kalbitz, K., Kölbl, A. and Schloter, M. 2010.** Biogeochemistry of paddy soils. **Geoderma** 157 (1-2): 1-14.
- Makinde, E. A. 2007.** Effect of on organo - mineral fertilizer application on the growth and yield of maize. **Journal of Applied Sciences Research** 3 (10): 1152-1155.
- Manivannan, S., Balamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekaran, G. and Ranganathan, L. S. 2009.** Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity - beans (*Phaseolus vulgaris*). **Journal of Environtal Biology** 30 (2): 275-281.
- Phongpan, A. and Mosier, R. 2003.** Effect of rice straw management on nitrogen balance and residual effect of Urea - N in annual lowland rice cropping sequence. Division of Agricultural Chemistry, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.
- Pirdashti, H., Sarvestani, Z. T., Nematzadeh, Gh. and Ismail, A. 2004.** Study of water stress effects in different growth stages on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. The 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia.
- Pirmoradian, N. Sepaskhah, A. R. and Maftoun, M. 2004.** Effects of water-saving irrigation and nitrogen fertilization on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) **Plant Production Science** 7: 337-346.
- Razavipour, T. and Ali, A. J. 2006.** Effect of fresh and composted azola on rice grain yield and quality. 2nd International Rice Congress. October 9-13, 2006. New Delhi, India.

- Razavipour, T., Rezaei, M., Amiri, E. and Ebrahimi Rad, H. 2011.** Effect of fresh and composted azolla on rice grain yield and quality. **Ecology, Environment and Conservation** 17 (2): 75-81.
- Rehana, B., Mian, M. H., Tahirruddin, M. and Hasan, M. A. 2003.** Effect of azolla- urea application on yield and NPK uptake by BRRI Dhan 29 in Boro season. **Pakistan Journal of Biological Sciences** 6 (11): 968- 971.
- Rezaei, M., Shokrivahed, H., Amiri, E., Motamed, M. K. and Azarpour, E. 2009.** The effect of irrigation and nitrogen management on yield and water productivity of rice. **World Applied Sciences Journal** 7 (2): 203-210.
- Singh, G. 2001.** Nutrient fortified compost: A novel approach to plant nutrition. **Indian Farming** 51 (3): 24-25.
- Songmuang, P., Luangsirorat, S., Seetanun, W., Kanareugsa, C. and Imai, K. 1985.** Long-term application of rice straw compost and yield of Thai rice, RD7. **Japanese Journal of Crop Science** 54 (3): 248-252.
- Spanu, A. and Pruneddu, G. 1997.** Rice (*Oryza sativa*) yield and increasing nitrogen rates. *Agricultural Mediterranean* 127 (2): 166-172 [**Rice Abstracts** 20 (4): 2498; 1997] .
- Tuong, T. P. and Bouman, B. A. M. 2003.** Rice production in water-scarce environments. Proceedings of the Water Productivity Workshop, IWMI, Sri Lanka.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 3, Autumn 2017 (301-313)

Effect of chemical fertilizers, compost and irrigation regimes management on yield and agronomic properties of rice, cultivar Hashemi

Teimour Razavipour¹, Alireza Astarai^{2*}, Amir Lakzian³, Hojat Emami⁴ and Mosuod Kavosi⁵

Received: April 16, 2016

Accepted: July 26, 2016

Abstract

The use of compost with chemical fertilizers is recognized as necessity for sustainable agriculture. To evaluate the effect of compost and chemical fertilizers under different irrigation regimes on rice morphological characteristics, a split plot experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran, during 2013 and 2014. Irrigation regimes were 1.3 (control), 1 and 0.7 fold evaporation from the evaporation pan (Ep) as the main plot and six different fertilizers as the sub plots, C₁=control, C₂=N₆₀- P₃₀- K₆₀ kg.ha⁻¹, C₃= C₂ + compost (5 ton/ha), C₄= N₆₀ kg.ha⁻¹ + compost (5 ton/ha), C₅= P₃₀- K₆₀ kg.ha⁻¹ + compost (5 ton/ha), and C₆= compost (5 ton/ha). The results of the first year showed that the interaction of irrigation levels and fertilizers was significant at 1% probability level on all measured traits except for 1000 grain weight. In the second year, this interaction was also significant on the number of tiller, plant height, biologic yield, straw yield and grain yield at 1% probability level and on panicle length at 5% probability level, but had not significant effect on the other traits. The most appropriate management of irrigation was one-fold evaporation from the evaporation pan with the use of recommended amount of nitrogen fertilizer and compost (5 ton/ha), which in addition to reducing the environmental problems caused by uncontrolled use of chemical fertilizers, especially phosphorus and potassium fertilizers, about 21.18 percent of the water consumption was consumed.

Keywords: Chemical fertilizer, Compost, Irrigation, Rice

1. Ph. D. Graduated, Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran (current address: Scientific Board Member, Dept. of Water and Soil Research, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

2. Assoc. Prof., Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3. Prof., Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4. Assoc. Prof., Dept. of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

5. Research Assoc. Prof., Dept. of Water and Soil Research, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

* Corresponding author: astaraei@ferdowsi.um.ac.ir